ปัจจัยในการออกแบบระบบแสงในอาคารเพื่อเพิ่มความรู้สึกสว่าง

นาย เอนก ธีระวิวัฒน์ชัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

INTERIOR LIGHTING DESIGN FACTORS TO INCREASE BRIGHTNESS SENSATION

Mr. Anake Teeraviwatchai

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy Program in Architecture

Department of Architecture
Faculty of Architecture
Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ปัจจัยในการออกแบบระบบแสงในอาคารเพื่อเพิ่มความรู้สึกสว่าง
โดย	นาย เอนก ธีระวิวัฒน์ชัย
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาดุษฎีบัณฑิต

..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต จุลาสัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชวลิต นิตยะ)

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

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วรลัณฑ์ บูรณากาญจน์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. วิมลสิทธิ์ หรยางกูร)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอนก ธีระวิวัฒน์ชัย : ปัจจัยในการออกแบบระบบแสงในอาคารเพื่อเพิ่มความรู้สึกสว่าง. (INTERIOR LIGHTING DESIGN FACTORS TO INCREASE BRIGHTNESS SENSATION) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ศาสตราจารย์ ดร. สุนทร บุญญาธิการ, 280 หน้า.

การรับรู้ความสว่างเป็นหนึ่งในประสาทสัมผัสทั้ง 5 ที่สำคัญของมนุษย์ มีสัดส่วนการรับรู้ผ่านดวงตาถึงร้อยละ 70 ของระบบประสาทสัมผัสของมนุษย์ จากการสำรวจระบบแสงสว่างในอาคาร พบว่าอาคารที่มีระดับแสงสว่างตามมาตรฐาน IES หรือสูงกว่าซึ่งใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการผลิตแสงสว่างในระดับที่สูง แต่ผู้ใช้อาคารกลับรู้สึกมืด ดังนั้นเป้าหมายการวิจัยเพื่อวิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบระบบแสงสว่างในอาคารเพื่อเพิ่มความรู้สึกสว่าง และค้นหาแนวทางการออกแบบสถาปัตยกรรมภายในใหม่ ที่จะลดการใช้พลังงาน กรณีศึกษาสำรวจตัวอย่างพื้นที่ในอาคารเทียบเครื่องบินและอาคารผู้โดยสาร ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งเป็นอาคารขนาดใหญ่ และใช้พลังงานระดับที่สูง แต่พบว่าเกิดปัญหาความรู้สึกมืดต่อระบบแสงสว่าง

การวิจัยเริ่มจาก การสำรวจและสอบถาม เพื่อหาข้อดีและข้อเสียของสถาปัตยกรรมภายในที่มีต่อการรับรู้ความสว่าง เก็บค่าความสว่างในพื้นที่รอบและส่วนขอบจอรับภาพดวงตาที่ส่งผลต่อความรู้สึกเห็นภาพ ตรวจสอบช่องเปิด การควบคุมลำแสง และอัตราส่วนความจ้า การสำรวจพบว่าอาคารใช้วัสดุภายในที่มีสีเข้ม มีค่าการดูดกลืนแสงสูง แสงสะท้อนเข้าจอรับภาพดวงตาได้เพียงร้อยละ 20 ผนังกระจกไม่สามารถควบคุม อัตราส่วนความจ้าของภายในและภายนอกได้ เมื่อผู้โดยสารผ่านพื้นที่ต่างๆ เกิดแสงจ้ารบกวน เป็นสาเหตุให้เกิดความรู้สึกไม่สบายตาในระดับที่สูง จากนั้นทำการทดสอบความรู้สึกสว่างด้วยการจำลองมาตราส่วน 1:20 เพื่อนำผลที่ได้จากการทดสอบไปปรับปรุงสถาปัตยกรรมภายใน และทดสอบด้วยโปรแกรม Dialux

การวิจัยพบว่าสามารถใช้ปริมาณแสงให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้โดยควบคุมสภาพภายในสถาปัตยกรรม 3 ประการ คือควบคุมอัตราส่วนความจ้าให้สม่ำเสมอ, อัตราส่วนความเปรียบต่างไม่เกิน 1:3 และใช้สีผนังที่สว่าง สามารถลดปริมาณแสงประดิษฐ์ได้ 5 เท่า ในระดับความสว่างที่ต่ำกว่าที่มาตรฐาน IES แต่ผู้โดยสารมีความพอใจและรู้สึกสว่าง ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและลดภาระระบบปรับอากาศจากความร้อนของดวงโคมได้ร้อยละ 20

ภาควิชา....สถาปัตยกรรมศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา...สถาปัตยกรรม ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา.2553

4974406325: MAJOR ARCHITECTURE

KEYWORDS : BRIGHTNESS / SENSATION / FOVEAL / PERIPHERAL / GLARE

ANAKE TEERAVIWATCHAI : INTERIOR LIGHTING DESIGN FACTORS TO INCREASE BRIGHTNESS SENSATION. ADVISOR : PROFESSOR SOONTORN BOONYATIKARN DR.Ph.D, 280 pp.

Brightness sensation (perception) is one of the most important on five senses which contains around 70% of all the body's sensory receptors. From the interior brightness system survey, it was found out that though the building was designed with the IES brightness standard or higher with high capacity of electrical consumption and utilization , it still dark in the building. Therefore, the objective of this survey is to the analyze Interior Lighting Design Factors to Increase Brightness Sensation while and also to search for a new design implementation to make an effective brightness system design while saving electric energy consumption for the interior lighting system. This sample survey of selected area is located in the concourse within a mega scale-building, the passenger terminal building of Suvarnabhumi Airport, Bangkok.

This study case emphasizes on a problem of brightness sensation and interior lighting system within the concourse of passenger terminal with high electricity usage for lighting system. The study begin from surveying the advantages and disadvantages of architectural interior design which has an impact on the brightness sensation, Also the physical vision within the scope of fovea vision and peripheral vision are investigated by conducting satisfaction questionnaire survey of the airport user's brightness sensation, inspection of void and opening , light beam control and glare ratio. Based on these survey, The experiment of brightness sensation is implemented with interior design mock up model on the scale of 1:20 in order to use the analytical test results as a reference for architectural interior design improvement and Dialux program Testing.

Moreover, in this study, the research team found that the utilization of lamp brightness will be maximized if we could control 3 interior design factors such as. Constant glare light ratio, limitation of contrast ratio not exceeding than 1:3, And using bright painted wall color. Furthermore, the artificial lighting could be reduced to five times within the brightness level lower than the IES standard, But the users are satisfied and fell the sufficient brightness. It leads to electricity saving and reduces 20% of heat contribution from lighting.

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

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

Academic Year : 2010

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยพระคุณของ ศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ ตลอดจนอบรมแนวทางการเรียนรู้ด้านวิชาการ ด้านการดำเนินชีวิตในการทำงาน ปัญญาไทยในเชิงวิทยาศาสตร์ ประสบการณ์การเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติงาน รวมถึงปรัชญาการทำวิจัยร่วมกับการทำงานที่แท้จริง

ขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร. วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์ สำหรับการเปิดมุมมองมิติแนวคิดการทำวิจัย คอยดูแลให้คำแนะนำเรื่องกระบวนการคิด คอยกระตุ้นการทำวิจัยอย่างต่อเนื่อง ให้ความช่วยเหลือทุกด้าน และการวางแผนที่ยอดเยี่ยม ขอบคุณศาสตราจารย์ ดร. วิมลสิทธิ์ หรยางกูร สำหรับข้อคิดและปรัชญาอันลึกซึ้งซึ่งผ่านประสบการณ์ของท่านอาจารย์

ขอบคุณรองศาสตราจารย์ดร. ชวลิต นิตยะ สำหรับคำแนะนำและความห่วงใย ขอบคุณอาจารย์ ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์ สำหรับคำแนะนำที่มีประโยชน์ และขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านที่กรุณาเข้าร่วมการสอบวิทยานิพนธ์นี้

ขอบคุณ คุณเสรีรัตน์ ประสุตตานนท์ กรรมการผู้อำนวยการใหญ่ คุณนิรันดร์ ธีระนาทสิน รองกรรมการผู้อำนวยการใหญ่สายงานท่าภูมิภาค และ คุณอนิรุท์ ถนอมกุลบุตร ผู้อำนวยการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ที่ให้โอกาสในการศึกษาและทำวิจัยในครั้งนี้

ขอบคุณการเอื้อ เฟื้อสถานที่ในการทำวิทยานิพนธ์ ประกอบด้วย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ บริษัทการท่าอากาศยานจำกัดมหาชน ขอบคุณเพื่อนร่วมงาน ฝ่ายสนามบินและอาคาร ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ และทุกท่านที่เอื้อเฟื้อในการสัมภาษณ์และตอบแบบสอบถาม

ขอบคุณศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีอาคารและสิ่งแวดล้อม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และบุคลากรทุกท่านที่สนับสนุนการรวบรวมข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

ขอบคุณความช่วยเหลือรวมถึงน้ำใจและมิตรภาพในช่วงเวลาวิกฤตที่สุดของการทำวิทยานิพนธ์นี้จาก คุณอุษณีย์ มิ่งวิมล คุณชูพงษ์ ทองคำสมุทร คุณนัฐพล จิรัฐติกาลกิจ คุณสุธีวัน โลห์สุวรรณ ที่ทำให้วิทยานิพนธ์และการสอบครั้งนี้สำเร็จได้ และขอบคุณคุณสราวุฒิ โสนะมิตร สำหรับเครื่องฉายภาพในวันสอบ

สุดท้ายขอขอบคุณครอบครัวที่สนับสนุนและเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์นี้มาโดยตลอด

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ท

สารบัญแผนภูมิ ..... ฝ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์..... 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 3

1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย..... 3

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย..... 4

1.6 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย..... 5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 6

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้..... 7

2.1.1 การรับรู้ (Perception)..... 7

2.1.2 ปัจจัยกำหนดการรับรู้..... 8

2.1.2.1 สิ่งเร้า..... 8

2.1.2.2 ลักษณะของผู้รับรู้..... 8

2.1.2.2.1 ด้านกายภาพ..... 8

2.1.2.2.2 ด้านจิตวิทยา..... 9

2.1.3 การเปลี่ยนแปลงความเข้มหรือขนาดของสิ่งเร้า..... 9

2.1.3.1 เทรชโฮลด์สมบูรณ์ (Absolute Threshold) 9

2.1.3.2 เทรชโฮลด์ความแตกต่าง (Differential Threshold)..... 10

2.1.4 กฎของจิตฟิสิกส์..... 10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.4.1 กฎของเวเบอร์ (Weber s Law)……. 10
2.1.4.2 กฎของเฟคเนอร์ (Fechner's Law)…… 12
2.1.4.2 กฎของสตีเวนส์ (Stevens's Law)……..…….. 13
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นแสง…….. 15
2.2.1 ส่วนประกอบของตา…….. 15
2.2.2 ความรู้เกี่ยวกับสายตา (Refractive Status Of The Eye)…… 16
2.2.3 การมองเห็น (Vision)..... 20
2.2.4 การรับรู้ขนาดและความลึก..... 21
2.2.5 การมองเห็นความสว่างและสีของวัตถุ……. 21
2.2.6 การปรับตัวของตา…….. 22
2.2.6.1 การปรับตัวของตากับความสว่าง……..…… 22
2.2.6.2 การปรับตัวของตากับสี (Color Adaptation)…….. 23
2.2.6.3 การปรับตัวของตากับระยะการมองภาพ…… 23
2.2.6.4 การปรับตัวของตากับแสงธรรมชาติ……... 23
2.2.6.5 ความเปรียบต่างของความสว่างจ้าของตำแหน่งที่มองเห็น (Local brightness contrast)……. 24
2.3 ทฤษฎีความรู้สึกสบายด้านแสงสว่าง ความรู้สึกสบายด้านการมองเห็น…… 25
2.3.1 ปัจจัยหลักของการมองเห็นภาพและวัตถุ……..…… 26
2.3.1.1 ระยะเวลาในการมอง (Time of viewing)…… 26
2.3.1.2 ความเข้มแสงสว่าง (Luminous intensity)…….. 26
2.3.1.3 ขนาดของภาพในการมองเห็น (Size)……. 29
2.3.1.4 ความเปรียบต่างที่วัตถุกับพื้นภาพ (Task contrast)….. 30
2.3.ปัจจัยด้านตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นสภาพแวดล้อมและลักษณะผู้มอง……..…… 32
2.3.2.1 การปรับตัวของสายตา (Eyes adaptation หรือ Adaptation)…… 32
2.3.2.2 ประสบการณ์ของผู้มองในอดีต (Pre-exposure หรือ Experience)…… 33
2.3.2.3 ระยะทางในการมอง (Distance)……. 33
2.3.2.4 มุมมองเป้าหมายหลัก (Foveal Vision)……... 33

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3.2.5 ระบบแสงสว่างภายในห้องสถาปัตยกรรม (Lighting system)..... 33
2.3.2.6 สีในการมองเห็น (Color rendition)..... 33
2.3.2.7 มุมมองที่อยู่โดยรอบ (Peripheral visual)..... 34
2.3.2.8 การระคายเคืองตาและความไม่สบายตาในการมองเห็น (Glare)..... 35
2.3.2.8.1 การระคายเคืองตาโดยตรง (Direct discomfort glare)..... 35
2.3.2.8.2 การเกิดเงาสะท้อนรบกวนการมองเห็น (Reflected glare หรือ Veiling glare)..... 35
2.3.3 การใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติในอาคาร..... 38
2.4 เขตสบายในระดับต่างๆ..... 39
2.4.1 พื้นที่ธรรมชาติ..... 40
2.4.2 พื้นที่ควบคุมด้วยระบบธรรมชาติ..... 40
2.4.3 พื้นที่กึ่งควบคุมสภาพแวดล้อม..... 40
2.4.4 พื้นที่ควบคุมสภาพแวดล้อมอย่างสมบูรณ์..... 40
2.5 มาตราส่วนความสว่าง..... 42
2.6 มาตรฐานระดับความสว่างที่มีอยู่ในปัจจุบัน..... 42
2.6.1 ระดับความสว่างตามกฎหมาย..... 42
2.6.2 ระดับความสว่างตามมาตรฐานสากล..... 43
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย..... 45
3.1 ตัวแปรที่ศึกษา..... 45
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 46
3.2.1 เครื่องมือที่ใช้วัดคุณสมบัติของสภาแวดล้อมในสถาปัตยกรรม..... 46
3.2.2 แบบสอบถาม..... 48
3.2.3 หุ่นจำลองพื้นที่ส่วนของอาคาร..... 53
3.2.4 โปรแกรมคอมพิวเตอร์..... 54
3.3 ขั้นตอนในการทำวิจัย..... 54
3.3.1ขั้นตอนที่ 1 ผลการศึกษาสภาพปัญหาความรู้สึกสว่างในอาคารกรณีศึกษา และระดับการใช้พลังงานเพื่อสร้างแสงสว่างภายใน

อาคารกรณีศึกษา..... 54
3.3.1.1 สำรวจความคิดเห็นเบื้องต้นเกี่ยวกับสภาพปัญหาความรู้สึกสว่างของพื้นที่ขาเข้า ชั้น 2 ในอาคารเทียบเครื่องบิน 54
3.3.1.2 สำรวจระบบแสงสว่างภายในอาคาร..... 55
3.3.1.3 สำรวจระดับการใช้พลังงานเพื่อการสร้างแสงสว่างในอาคาร..... 55
3.3.2 ขั้นตอนที่ 2 ผลการวิจัยเพื่อค้นหาอิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็น..... 55
3.3.2.1 สถานที่ทำการสำรวจ..... 55
3.3.2.2 วิธีการสำรวจ..... 56
3.3.2.3 ช่วงเวลาที่การสำรวจ..... 57
3.3.2.4 ลักษณะแบบสอบถามที่ใช้ในการสำรวจ..... 57
3.3.2.5 วิธีการเลือกตัวอย่างมาทำการสำรวจ..... 58
3.3.2.6 ประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้..... 59
3.3.3 ขั้นตอนที่3 วิเคราะห์หาอิทธิพลของตัวแปรทางกายภาพจากสถาปัตยกรรมที่มีผลต่อความรู้สึกสว่างของสายตาของมนุษย์..... 60
3.3.4 ขั้นตอนที่ 4 การทดสอบแนวทางการปรับแก้ตัวแปรด้านกายภาพของสถาปัตยกรรมเพื่อเพิ่มความรู้สึกสว่างให้กับผู้ใช้อาคาร..... 60
3.3.4.1 รูปแบบหุ่นจำลองที่ใช้ทดสอบ..... 60
3.3.4.2 ขั้นตอนการทดสอบ 61
3.3.5 ขั้นตอนที่ 5 การออกแบบและปรับปรุงพื้นที่ตัวอย่างอาคารกรณีศึกษา 62
บทที่ 4 ผลการวิจัย..... 63
4.1 ขั้นตอนที่ 1 ผลการศึกษาสภาพปัญหาความรู้สึกสว่างในอาคารกรณีศึกษา และระดับการใช้พลังงานเพื่อสร้างแสงสว่างภายในอาคารกรณีศึกษา..... 63
4.1.1 ผลการสำรวจภาพลักษณ์เกี่ยวกับความรู้สึกสว่าง อาคารกรณีศึกษา..... 63

4.1.2 ผลการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพปัญหาความรู้สึกสว่างของพื้นที่ขาเข้า ชั้น 2 ในอาคารเทียบเครื่องบิน……. 64
4.1.3 ผลการสำรวจระบบแสงสว่างภายในอาคาร…..……. 65
4.1.3.1 แหล่งกำเนิดแสงที่นำมาในใช้พื้นที่ …..…….. 66
4.1.3.2 รูปแบบสถาปัตยกรรม บริเวณที่สำรวจ…….. 67
4.1.4 ผลการสำรวจระดับการใช้พลังงานเพื่อการสร้างแสงสว่างในอาคาร.. 68
4.2 ขั้นตอนที่ 2 ผลการสำรวจด้วยแบบสอบถาม ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสาร..……..…….. 70
4.2.1 วิเคราะห์ลักษณะของผู้ตอบแบบสำรวจจากตัวอย่าง (Sample Survey Method)…… 70
4.2.2 วิเคราะห์ระดับความรู้สึกสว่างของผู้ตอบแบบสอบถาม ที่ใช้บริการพื้นที่ขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน ณ.ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จำแนกตามโซนสัญชาติของผู้ตอบแบบสอบถาม, เพศ และอายุ โดยใช้ค่าร้อยละ……..… 72
4.3 ขั้นตอนที่ 3 การเปรียบเทียบ ผลจากแบบสอบสอบถาม และ ข้อมูลทางกายภาพแสงภายในอาคาร เพื่อค้นหาอิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นทางกายภาพสถาปัตยกรรม……..…. 109
4.3.1 ผลการสำรวจทางสถิติที่เกี่ยวกับความรู้สึกและสภาพแสงของพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ชั้น2 ในอาคารเทียบเครื่องบิน A (CC-A)……..…….. 110
4.3.1.1 ผลจากการสำรวจด้านกายภาพ……..……. 110
4.3.1.2 ผลการสำรวจระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถาม…..…. 115
4.3.1.3 การเปรียบเทียบการสำรวจทางกายภาพและผลการสำรวจระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถามทางสถิติ……..….. 119
4.3.2 ผลการสำรวจทางสถิติที่เกี่ยวกับความรู้สึกและสภาพแสงของพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ชั้น2 ในอาคารเทียบเครื่องบิน B (CC-B)……..….. 120
4.3.2.1 ผลจากการสำรวจด้านกายภาพ…….……. 120
4.3.2.2 ผลการสำรวจระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถาม …….. 125
4.3.2.3 การเปรียบเทียบการสำรวจทางกายภาพและผลการสำรวจระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถามทางสถิติ……..….. 129
4.3.3 ผลการสำรวจทางสถิติที่เกี่ยวกับความรู้สึกและสภาพแสงของพื้นที่

ผู้โดยสารขาเข้า ชั้น2 ในอาคารเทียบเครื่องบิน C (CC-C)…….. 130
4.3.3.1 ผลจากการสำรวจด้านกายภาพ…….. 130
4.3.3.2 ผลการสำรวจระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถาม……. 135
4.3.3.3 การเปรียบเทียบการสำรวจทางกายภาพและผลการสำรวจ
ระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถามทางสถิติ…….. 139
4.3.4 ผลการสำรวจทางสถิติที่เกี่ยวกับความรู้สึกและสภาพแสงของพื้นที่
ผู้โดยสารขาเข้า ชั้น2 ในอาคารเทียบเครื่องบิน DE (CC-DE)……... 140
4.3.4.1 ผลจากการสำรวจด้านกายภาพ…….. 140
4.3.4.2 ผลการสำรวจระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถาม……. 145
4.3.4.3 การเปรียบเทียบการสำรวจทางกายภาพและผลการสำรวจ
ระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถามทางสถิติ…….. 149
4.3.5 ผลการสำรวจทางสถิติที่เกี่ยวกับความรู้สึกและสภาพแสงของพื้นที่
ผู้โดยสารขาเข้า ชั้น2 ในอาคารเทียบเครื่องบิน DW (CC-DW)…….... 150
4.3.5.1 ผลจากการสำรวจด้านกายภาพ…….. 150
4.3.5.2 ผลการสำรวจระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถาม……. 155
4.3.5.3 การเปรียบเทียบการสำรวจทางกายภาพและผลการสำรวจ
ระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถามทางสถิติ…….. 159
4.3.6 ผลการสำรวจทางสถิติที่เกี่ยวกับความรู้สึกและสภาพแสงของพื้นที่
ผู้โดยสารขาเข้า ชั้น2 ในอาคารเทียบเครื่องบิน E (CC-E)…….. 160
4.3.6.1 ผลจากการสำรวจด้านกายภาพ…….. 160
4.3.6.2 ผลการสำรวจระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถาม……. 165
4.3.6.3 การเปรียบเทียบการสำรวจทางกายภาพและผลการสำรวจ
ระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถามทางสถิติ…….. 169
4.3.7 ผลการสำรวจทางสถิติที่เกี่ยวกับความรู้สึกและสภาพแสงของพื้นที่
ผู้โดยสารขาเข้า ชั้น2 ในอาคารเทียบเครื่องบิน F (CC-F)…….. 170
4.3.7.1 ผลจากการสำรวจด้านกายภาพ…….. 170
4.3.7.2 ผลการสำรวจระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถาม……. 175
4.3.7.3 การเปรียบเทียบการสำรวจทางกายภาพและผลการสำรวจ
ระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถามทางสถิติ…….. 179
4.3.8 ผลการสำรวจทางสถิติที่เกี่ยวกับความรู้สึกและสภาพแสงของพื้นที่

ผู้โดยสารขาเข้า ชั้น2 ในอาคารเทียบเครื่องบิน G (CC-G)…….. 180
4.3.8.1 ผลจากการสำรวจด้านกายภาพ…….. 180
4.3.8.2 ผลการสำรวจระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถาม……. 185
4.3.8.3 การเปรียบเทียบการสำรวจทางกายภาพและผลการสำรวจ
ระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถามทางสถิติ…….. 189
4.3.9 เปรียบเทียบอิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นทางกายภาพ
สถาปัตยกรรมที่มีต่อความรู้สึกสว่างของผู้โดยสาร……..…… 190
4.4 ผลการทดสอบอิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นทางกายภาพ
สถาปัตยกรรมด้วยหุ่นจำลองพื้นที่อาคาร……..…… 202
4.4.1 ลักษณะหุ่นจำลอง…….. 203
4.4.2 วิธีการทดสอบ …… 203
4.4.3 ผลการทดสอบ……... 207
4.5 ผลการที่ได้ภายหลังการปรับปรุงพื้นที่อาคารกรณีศึกษา…….. 207
4.5.1 แนวทางการออกแบบปรับปรุงสภาพสถาปัตยกรรมภายในเพื่อเพิ่ม
ความรู้สึกสว่าง…… 208
4.5.2 การปรับเปลี่ยนโคมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการนำแสงมาใช้และการ
เพิ่มความรู้สึกสว่างเพื่อลดปริมาณการใช้พลังงาน…… 212
.บทที่ 5 อภิปรายผลการวิจัย..... **216**
5.1 อภิปรายอิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นทางกายภาพ
สถาปัตยกรรม ที่มีผลต่อระดับความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่าง……..... 216
5.1.1 กลุ่มตัวแปรที่ให้ความรู้สึกว่าเกิดบรรยากาศมืด…… 217
5.1.2 กลุ่มตัวแปรที่ให้ความรู้สึกสว่างมากเกินไป…….. 217
5.2 อภิปรายอิทธิพลของแสงธรรมชาติในอาคารเทียบเครื่องบิน ที่มีต่อปริมาณ
การรับรู้ความสว่างในอาคารของกลุ่มตัวอย่าง…… 220
5.3 อภิปรายผลของอิทธิพลของที่ตั้ง ทิศทางการเดินของผู้โดยสารที่มีต่อ
ความรู้สึกสว่างในพื้นที่…….. 221
5.4 อภิปรายสภาพปัญหาที่เกิดในอาคารเทียบเครื่องบิน……..…. 222
5.5 อภิปรายแนวทางแก้ไข……..…… 222
5.6 อภิปรายผลการแก้ไข……..…….. 223
5.6.1 ผลความรู้สึกสว่างก่อนและหลังการปรับปรุง…….. 223

5.6.2 ผลการเปลี่ยนแปลงระดับการใช้พลังงานหลังการปรับปรุงภายในอาคาร..... 223
5.6.2 ผลประโยชน์ทางอ้อมที่ได้รับ..... 225
5.6.3.1 การลดปริมาณความร้อน..... 225
5.6.3.2 การลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2)..... 226
5.7 อภิปรายประโยชน์ที่ได้รับ..... 227
บทที่ 6 ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ..... 230
6.1 ข้อสรุปจากการวิจัย..... 231
6.2 ข้อเสนอแนะ 235
รายการอ้างอิง..... 236
ภาคผนวก..... 240
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 280

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2-1 ค่าประมาณการณ์อย่างคร่าวๆ ของเทรชโฮลด์สมบูรณ์ที่พบในชีวิตประจำวัน 10
ตารางที่ 2-2 ตัวอย่างค่าเทรชโฮลด์ที่คำนวณได้จากสูตรเวเบอร์ (Δ I / I) ตามประเภทของการรู้สึก..... 11
ตารางที่ 2-3 ค่าเทรชโฮลด์ที่คำนวณได้ด้วยฟังก์ชันเลขยกกำลังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของการรู้สึกที่มีต่อปริมาณของสิ่งเร้า..... 14
ตารางที่ 2-4 แสดงค่าการสะท้อนแสงของวัสดุในอาคารและภายนอกอาคาร…….. 27
ตารางที่ 2-5 แสดงอัตราส่วนความจ้าระหว่างชิ้นงานกับพื้นที่ที่อยู่ใกล้เคียง……..…… 28
ตารางที่ 2-6 แสดงค่าความเปรียบต่างของแสงในการมองเห็น……. 30
ตารางที่ 2-7 แสดงค่าระดับความสว่างตามลักษณะงาน (ประกาศกระทรวงมหาดไทย)….. 43
ตารางที่ 2-8 แสดงค่าระดับความสว่างตามลักษณะงาน (JIS)……..... 43
ตารางที่ 2-9 แสดงการเปรียบเทียบค่าความสว่างในอาคารตามมาตรฐาน CIE,IES และ BS 44
ตารางที่ 2-10 แสดงการเปรียบเทียบค่าความสว่างโรงงานมาตรฐานCIE, IES และ BS..... 44
ตารางที่ 3-1 แสดงรายละเอียดของตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย……..…… 45
ตารางที่ 3-2 จำนวนตัวอย่างผู้โดยสารที่ใช้บริการพื้นที่ขาเข้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิแบ่งตามโซนสัญชาติของผู้โดยสาร……. 59
ตารางที่ 4-1 แสงคุณสมบัติการสะท้อนแสงของวัสดุที่ใช้ในการตกแต่งพื้นที่ที่สำรวจ…… 67
ตารางที่ 4-2 ลักษณะของผู้โดยสารที่ตอบแบบสำรวจจำแนกตามโซนสัญชาติของผู้โดยสาร เพศ อายุ ประสบการณ์ในการใช้สนามบิน ความถี่ในการใช้สนามบินต่อปี และสุขภาพสายตา…….. 71
ตารางที่ 4-3 ตารางแสดงร้อยละความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรมภายใน……. 73
ตารางที่ 4-4 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่เกิดจาก อิทธิพลของตัวแปร การปรับตัวของดวงตา (Adaptation) ……..……. 76
ตารางที่ 4-5 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่เกิดจาก อิทธิพลของตัวแปร ประสบการณ์ในการมองเห็น (Pre-exposure)..……..…… 80
ตารางที่ 4-5 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่เกิดจาก อิทธิพลของตัวแปร ระยะห่างในการมอง (Distance) ……..……. 84

ตารางที่ 4-7 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่เกิดจาก อิทธิพลของตัวแปร ภาพในมุมมองที่อยู่ในจุดโฟกัสของดวงตา (Foveal vision)…….. 88
ตารางที่ 4-8 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่เกิดจาก อิทธิพลของตัวแปร ภาพในมุมมองที่อยู่โดยรอบของจุดโฟกัส (Peripheral vision)……. 92
ตารางที่ 4-9 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่เกิดจาก อิทธิพลของตัวแปร ระบบแสงสว่าง (Lighting system) …… 96
ตารางที่ 4-10 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่เกิดจาก อิทธิพลของตัวแปร แสงระคายเคืองตา (Visual glare) …….. 100
ตารางที่ 4-11 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่เกิดจาก อิทธิพลของตัวแปร ความถูกต้องของสี (Color rendition) และอื่นๆ…… 104
ตารางที่ 4-12 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารโดยรวม…….. 108
ตารางที่ 4-13 แสดงการเปรียบเทียบ ความเปรียบต่าง (Contrast Ratio) แต่ละช่วงเวลาในอาคารเทียบเครื่องบิน A (CC-A) …… 115
ตารางที่ 4-14 การเปรียบเทียบระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ในอาคารเทียบเครื่องบินชั้น 2 สนามบินสุวรรณภูมิของทั้ง 3 ช่วงเวลา ในอาคารเทียบเครื่องบิน A…… 115
ตารางที่ 4-15 ระดับความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นซึ่งมีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกมืด (ต่ำกว่าค่ากลาง 4) ในอาคารเทียบเครื่องบิน A…… 117
ตารางที่ 4-16 ระดับความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นซึ่งมีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกสว่าง (สูงกว่าค่ากลาง 4) ในอาคารเทียบเครื่องบิน A…… 118
ตารางที่ 4-17 แสดงการเปรียบเทียบ ความเปรียบต่าง (Contrast Ratio) แต่ละช่วงเวลาในอาคารเทียบเครื่องบิน B (CC-B) …… 125
ตารางที่ 4-18 การเปรียบเทียบระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ในอาคารเทียบเครื่องบินชั้น 2 สนามบินสุวรรณภูมิของทั้ง 3 ช่วงเวลา ในอาคารเทียบเครื่องบิน B…… 125
ตารางที่ 4-19 ระดับความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นซึ่งมีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกมืด (ต่ำกว่าค่ากลาง 4) ในอาคารเทียบเครื่องบิน B…… 127

ตารางที่ 4-20 ระดับความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นซึ่งมีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกสว่าง (สูงกว่าค่ากลาง 4) ในอาคารเทียบเครื่องบิน B..... 128
ตารางที่ 4-21 แสดงการเปรียบเทียบ ความเปรียบต่าง (Contrast Ratio) แต่ละช่วงเวลาในอาคารเทียบเครื่องบิน C (CC-C) 135
ตารางที่ 4-22 การเปรียบเทียบระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ในอาคารเทียบเครื่องบินชั้น 2 สนามบินสุวรรณภูมิของทั้ง 3 ช่วงเวลา ในอาคารเทียบเครื่องบิน C..... 135
ตารางที่ 4-23 ระดับความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นซึ่งมีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกมืด (ต่ำกว่าค่ากลาง 4) ในอาคารเทียบเครื่องบิน C..... 137
ตารางที่ 4-24 ระดับความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นซึ่งมีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกสว่าง (สูงกว่าค่ากลาง 4) ในอาคารเทียบเครื่องบิน C..... 138
ตารางที่ 4-25 แสดงการเปรียบเทียบ ความเปรียบต่าง (Contrast Ratio) แต่ละช่วงเวลาในอาคารเทียบเครื่องบิน DE (CC-DE) 145
ตารางที่ 4-26 การเปรียบเทียบระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ในอาคารเทียบเครื่องบินชั้น 2 สนามบินสุวรรณภูมิของทั้ง 3 ช่วงเวลา ในอาคารเทียบเครื่องบิน DE..... 145
ตารางที่ 4-27 ระดับความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นซึ่งมีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกมืด (ต่ำกว่าค่ากลาง 4) ในอาคารเทียบเครื่องบิน DE..... 147
ตารางที่ 4-28 ระดับความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นซึ่งมีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกสว่าง (สูงกว่าค่ากลาง 4) ในอาคารเทียบเครื่องบิน DE..... 148
ตารางที่ 4-29 แสดงการเปรียบเทียบ ความเปรียบต่าง (Contrast Ratio) แต่ละช่วงเวลาในอาคารเทียบเครื่องบิน DW (CC-DW) 155
ตารางที่ 4-30 การเปรียบเทียบระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ในอาคารเทียบเครื่องบินชั้น 2 สนามบินสุวรรณภูมิของทั้ง 3 ช่วงเวลา ในอาคารเทียบเครื่องบิน DW..... 155

ตารางที่ 4-31 ระดับความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นซึ่งมีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกมืด (ต่ำกว่าค่ากลาง 4) ในอาคารเทียบเครื่องบิน DW..... 157
ตารางที่ 4-32 ระดับความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นซึ่งมีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกสว่าง (สูงกว่าค่ากลาง 4) ในอาคารเทียบเครื่องบิน DW..... 158
ตารางที่ 4-33 แสดงการเปรียบเทียบ ความเปรียบต่าง (Contrast Ratio) แต่ละช่วงเวลาในอาคารเทียบเครื่องบิน E (CC-E) 165
ตารางที่ 4-34 การเปรียบเทียบระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ในอาคารเทียบเครื่องบินชั้น 2 สนามบินสุวรรณภูมิของทั้ง 3 ช่วงเวลา ในอาคารเทียบเครื่องบิน E..... 165
ตารางที่ 4-35 ระดับความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นซึ่งมีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกมืด (ต่ำกว่าค่ากลาง 4) ในอาคารเทียบเครื่องบิน E..... 167
ตารางที่ 4-36 ระดับความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นซึ่งมีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกสว่าง (สูงกว่าค่ากลาง 4) ในอาคารเทียบเครื่องบิน E..... 168
ตารางที่ 4-37 แสดงการเปรียบเทียบ ความเปรียบต่าง (Contrast Ratio) แต่ละช่วงเวลาในอาคารเทียบเครื่องบิน F (CC-F) 175
ตารางที่ 4-38 การเปรียบเทียบระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ในอาคารเทียบเครื่องบินชั้น 2 สนามบินสุวรรณภูมิของทั้ง 3 ช่วงเวลา ในอาคารเทียบเครื่องบิน F..... 175
ตารางที่ 4-39 ระดับความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นซึ่งมีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกมืด (ต่ำกว่าค่ากลาง 4) ในอาคารเทียบเครื่องบิน F..... 177
ตารางที่ 4-40 ระดับความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นซึ่งมีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกสว่าง (สูงกว่าค่ากลาง 4) ในอาคารเทียบเครื่องบิน F..... 178
ตารางที่ 4-41 แสดงการเปรียบเทียบ ความเปรียบต่าง (Contrast Ratio) แต่ละช่วงเวลาในอาคารเทียบเครื่องบิน A (CC-A) 185

ตารางที่ 4-42 การเปรียบเทียบระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ในอาคารเทียบเครื่องบินชั้น 2 สนามบินสุวรรณภูมิของทั้ง 3 ช่วงเวลา ในอาคารเทียบเครื่องบิน A..... 185
ตารางที่ 4-43 ระดับความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นซึ่งมีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกมืด (ต่ำกว่าค่ากลาง 4) ในอาคารเทียบเครื่องบิน A..... 187
ตารางที่ 4-44 ระดับความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นซึ่งมีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกสว่าง (สูงกว่าค่ากลาง 4) ในอาคารเทียบเครื่องบิน A..... 188
ตารางที่ 4-45 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแสงภายในอาคารกับอิทธิพลของกลุ่มตัวแปรปรุงแต่งทางกายภาพที่มีต่อ ความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่าง..... 194
ตารางที่ 5-1 ตารางที่ 5-1 แสดงรายละเอียดของตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย..... 220
ตารางที่ 5-2 แสดงการเปรียบเทียบอุปกรณ์โคมไฟก่อนและหลังการปรับปรุง..... 224
ตารางที่ 5-3 แสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปแบบอื่นของหลอดไฟแต่ละประเภท..... 225
ตารางที่ 5-4 แสดงการคำนวณเปรียบเทียบพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นต่อปี(กิโลวัตต์ชั่วโมง)ของหลอดเมทัลฮาไลท์และฟูลออเรสเซนต์..... 226
ตารางที่ 5-5 แสดงการปล่อยปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพลังงานรูปแบบต่าง..... 226
ตารางที่ 6-1 แสดงการปรับปรุงสภาพสถาปัตยกรรมภายในอาคารเทียบเครื่องบิน..... 231

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่ 2-1 แสดงการรับรู้ผ่านทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของมนุษย์..... 7
ภาพที่ 2-2 แสดงขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ของมนุษย์……..... 8
ภาพที่ 2-3 แสดงส่วนประกอบของลูกนัยน์ตา..... 8
ภาพที่ 2-4 แสดงกายวิภาคของลูกตา..... 9
ภาพที่ 2-5 แสดงแสงที่ผ่านเข้ามาในลูกตาจะถูกหักเหให้ไปตกที่จอรับภาพ..... 9
ภาพที่ 2-6 แสดงลักษณะการมองเห็นภาพของคนสายตาปกติ……..…. 17
ภาพที่ 2-7 แสดงภาพ ลักษณะการมองเห็นภาพของคนสายตาสั้น…… 18
ภาพที่ 2-8 แสดงภาพ วิธีแก้คนสายตาสั้น ให้ใช้แว่นที่ทำด้วยเลนส์เว้า…….…… 18
ภาพที่ 2-9 แสดงภาพ ลักษณะการมองเห็นภาพของคนสายตายาว……..…… 18
ภาพที่ 2-10 แสดงภาพ วิธีแก้คนสายตายาว ให้ใช้แว่นที่ทำด้วยเลนส์นูน……... 19
ภาพที่ 2-11 แสดงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ของประสาทสัมผัสทางการมองเห็น…… 25
ภาพที่ 2-12 แสดงค่าการสะท้อนแสงแนะนำของพื้นผิวในห้องเรียน…….…. 27
ภาพที่ 2-13 แสดงค่าความเปรียบต่างที่แนะนำในห้องเรียน…… 31
ภาพที่ 2-14 แสดงองค์ประกอบของดวงตา……..... 33
ภาพที่ 2-15 แสดงมุมมองในการมองเห็น…….. 34
ภาพที่ 2-16 แสดงระดับความจ้าที่สายตายอมรับได้ในมุมมอง (angle of degrees)
ที่แตกต่างกัน……. 36
ภาพที่ 2-17 แสดงลักษณะการสะท้อนแสงขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นผิวที่สะท้อนแสง…..… 36
ภาพที่ 2-18 แสดงลักษณะการสะท้อนแสงแบบผสม (compound)…….. 37
ภาพที่ 2-19 แสดงตัวแปรเกี่ยวข้องกับปริมาณแสงธรรมชาติที่เข้ามาในอาคาร…… 38
ภาพที่ 2-20 แสดงตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณค่าความเข้มแสงบนระนาบ……. 39
ภาพที่ 3-1 แสดงเครื่องวัดความเข้มแสงแบบ ดิจิตอล……..….. 46
ภาพที่ 3-2 แสดงเครื่องวัดค่าความสว่างของวัสดุ……..…….. 47
ภาพที่ 3-3 แสดงแบบหุ่นจำลองสภาพพื้นที่อาคารเทียบเครื่องบินเพื่อทดสอบตัวแปรที่มี
ผลต่อการรับรู้ความสว่าง ……..……. 53
ภาพที่ 3-4 แสดงตำแหน่งอาคารเทียบเครื่องบิน ทั้ง 8 อาคารที่มีลักษณะคล้ายกัน ทิศทาง
ในการวางอาคารแตกต่างกัน……..…… 56

ภาพที่ 4-1 ตัวอย่างแบบสอบถามเกี่ยวกับสภาพบรรยากาศในอาคาร สนามบินสุวรรณภูมิ ที่ได้รับจากสถาบันจัดอันดับการให้บริการในสนามบิน ASQ (Airport Quality Service) 64
ภาพที่ 4-2 แสดงโคม F5 ซึ่งใช้ในบริเวณพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ในอาคารเทียบเครื่องบิน ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ..... 62
ภาพที่ 4-3 แสดงภาพตัดอาคารเทียบเครื่องบิน และทิศทางแสงธรรมชาติที่เข้าสู่พื้นที่ตอบแบบสอบถาม..... 66
ภาพที่ 4-4 แสดงภาพผังพื้นอาคารเทียบเครื่องบิน และทิศทางแสงธรรมชาติที่เข้าสู่พื้นที่ที่ทำการสำรวจผ่านพื้นที่พักคอยก่อนขึ้นเครื่อง (Hold room)..... 67
ภาพที่ 4-5 แสดงตำแหน่งที่สำรวจกลุ่มตัวอย่างและทิศทางการเดินของกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่ขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ..... 72
ภาพที่ 4-6 แสดงตำแหน่งการสำรวจและเก็บข้อมูลสภาพแสง ในอาคารเทียบเครื่องบิน ทั้ง 8 อาคาร..... 109
ภาพที่ 4-7 แสดงทิศทางการวางตำแหน่งอาคารเทียบเครื่องบิน A (CC-A) และทิศทางการเคลื่อนที่ของผู้โดยสารที่ตอบแบบสอบถาม 110
ภาพที่ 4-8 แสดงทิศทางของแสงธรรมชาติในอาคารเทียบเครื่องบิน A (CC-A)..... 111
ภาพที่ 4-9 แสดงภาพตัดของอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน A (CC-A) ณ. เวลา9.00 - 10.00 น., 14.00 -15.00 น. และ 19.00 – 20.00 น.เปรียบเทียบกับมาตรฐาน CIE และ IESNA..... 111
ภาพที่ 4-10 ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน A (CC-A) ณ. เวลา9.00 - 10.00 น..... 112
ภาพที่ 4-11 ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน A (CC-A) ณ. เวลา 14.00 -15.00 น..... 113
ภาพที่ 4-12 ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน A (CC-A) ณ. เวลา 19.00 -20.00 น..... 114
ภาพที่ 4-13 แสดงทิศทางการวางตำแหน่งอาคารเทียบเครื่องบิน B (CC-B) และทิศทางการเคลื่อนที่ของผู้โดยสารที่ตอบแบบสอบถาม 120
ภาพที่ 4-14 แสดงทิศทางของแสงธรรมชาติในอาคารเทียบเครื่องบิน B (CC-B)..... 121
ภาพที่ 4-15 แสดงภาพตัดของอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน B (CC-B) ณ. เวลา9.00 - 10.00 น., 14.00 -15.00 น.

และ 19.00 – 20.00 น.เปรียบเทียบกับมาตรฐาน CIE และ IESNA..... 121
ภาพที่ 4-16 ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายใน
อาคารเทียบเครื่องบิน B (CC-B) ณ. เวลา9.00 - 10.00 น..... 122
ภาพที่ 4-17 ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายใน
อาคารเทียบเครื่องบิน B (CC-B) ณ. เวลา 14.00 -15.00 น..... 123
ภาพที่ 4-18 ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายใน
อาคารเทียบเครื่องบิน B (CC-B) ณ. เวลา 19.00 -20.00 น..... 124
ภาพที่ 4-19 แสดงทิศทางการวางตำแหน่งอาคารเทียบเครื่องบิน C (CC-C) และทิศ
ทางการเคลื่อนที่ของผู้โดยสารที่ตอบแบบสอบถาม 130
ภาพที่ 4-20 แสดงทิศทางของแสงธรรมชาติในอาคารเทียบเครื่องบิน C (CC-C)..... 131
ภาพที่ 4-21 แสดงภาพตัดของอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายใน
อาคารเทียบเครื่องบิน C (CC-C) ณ. เวลา9.00 - 10.00 น., 14.00 -15.00 น.
และ 19.00 – 20.00 น.เปรียบเทียบกับมาตรฐาน CIE และ IESNA..... 131
ภาพที่ 4-22 ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายใน
อาคารเทียบเครื่องบิน C (CC-C) ณ. เวลา9.00 - 10.00 น..... 132
ภาพที่ 4-23 ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายใน
อาคารเทียบเครื่องบิน C (CC-C) ณ. เวลา 14.00 -15.00 น..... 133
ภาพที่ 4-24 ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายใน
อาคารเทียบเครื่องบิน C (CC-C) ณ. เวลา 19.00 -20.00 น..... 134
ภาพที่ 4-25 แสดงทิศทางการวางตำแหน่งอาคารเทียบเครื่องบิน DE (CC-DE) และทิศ
ทางการเคลื่อนที่ของผู้โดยสารที่ตอบแบบสอบถาม..... 140
ภาพที่ 4-26 แสดงทิศทางของแสงธรรมชาติในอาคารเทียบเครื่องบิน DE (CC-DE)..... 141
ภาพที่ 4-27 แสดงภาพตัดของอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายใน
อาคารเทียบเครื่องบิน DE (CC-DE) ณ. เวลา9.00 - 10.00 น.14.00 -15.00 น.
และ 19.00 – 20.00 น.เปรียบเทียบกับมาตรฐาน CIE และ IESNA..... 141
ภาพที่ 4-28 ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายใน
อาคารเทียบเครื่องบิน DE (CC-DE) ณ. เวลา9.00 - 10.00 น..... 142
ภาพที่ 4-29 ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายใน
อาคารเทียบเครื่องบิน DE (CC-DE) ณ. เวลา14.00 -15.00 น..... 143
ภาพที่ 4-30 ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายใน

อาคารเทียบเครื่องบิน DE (CC-DE) ณ. เวลา 19.00 -20.00 น..... 144
ภาพที่ 4-31 แสดงทิศทางการวางตำแหน่งอาคารเทียบเครื่องบิน DW (CC-DWD) และทิศทางการเคลื่อนที่ของผู้โดยสารที่ตอบแบบสอบถาม..... 150
ภาพที่ 4-32 แสดงทิศทางของแสงธรรมชาติในอาคารเทียบเครื่องบิน DW (CC-DW)..... 151
ภาพที่ 4-33 แสดงภาพตัดของอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน DW(CC-DW) ณ. เวลา9.00 -10.00 น.14.00 -15.00 น. และ 19.00 – 20.00 น.เปรียบเทียบกับมาตรฐาน CIE และ IESNA..... 151
ภาพที่ 4-34 ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน DW (CC-DW) ณ. เวลา9.00 - 10.00 152
ภาพที่ 4-35 ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน DW (CC-DW) ณ. เวลา14.00 -15.00 153
ภาพที่ 4-36 ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน DW (CC-DW) ณ. เวลา 19.00 -20.00 น..... 154
ภาพที่ 4-37 แสดงทิศทางการวางตำแหน่งอาคารเทียบเครื่องบิน E (CC-E) และทิศทางการเคลื่อนที่ของผู้โดยสารที่ตอบแบบสอบถาม 160
ภาพที่ 4-38 แสดงทิศทางของแสงธรรมชาติในอาคารเทียบเครื่องบิน E (CC-E)..... 161
ภาพที่ 4-39 แสดงภาพตัดของอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน E (CC-E) ณ. เวลา9.00 - 10.00 น., 14.00 -15.00 น. และ 19.00 – 20.00 น.เปรียบเทียบกับมาตรฐาน CIE และ IESNA..... 161
ภาพที่ 4-40 ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน E (CC-E) ณ. เวลา9.00 - 10.00 น..... 162
ภาพที่ 4-41 ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน E (CC-E) ณ. เวลา 14.00 -15.00 น..... 163
ภาพที่ 4-42 ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน E (CC-E) ณ. เวลา 19.00 -20.00 น..... 164
ภาพที่ 4-43 แสดงทิศทางการวางตำแหน่งอาคารเทียบเครื่องบิน F (CC-F) และทิศทางการเคลื่อนที่ของผู้โดยสารที่ตอบแบบสอบถาม 170
ภาพที่ 4-44 แสดงทิศทางของแสงธรรมชาติในอาคารเทียบเครื่องบิน F (CC-F)..... 171
ภาพที่ 4-45 แสดงภาพตัดของอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน F (CC-F) ณ. เวลา9.00 - 10.00 น., 14.00 -15.00 น.

และ 19.00 – 20.00 น.เปรียบเทียบกับมาตรฐาน CIE และ IESNA…… 171
ภาพที่ 4-46 ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายใน
อาคารเทียบเครื่องบิน F (CC-F) ณ. เวลา9.00 - 10.00 น…….. 172
ภาพที่ 4-47 ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายใน
อาคารเทียบเครื่องบิน F (CC-F) ณ. เวลา 14.00 -15.00 น…… 173
ภาพที่ 4-48 ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายใน
อาคารเทียบเครื่องบิน F (CC-F) ณ. เวลา 19.00 -20.00 น…… 174
ภาพที่ 4-49 แสดงทิศทางการวางตำแหน่งอาคารเทียบเครื่องบิน G (CC-G) และทิศ
ทางการเคลื่อนที่ของผู้โดยสารที่ตอบแบบสอบถาม…… 180
ภาพที่ 4-50 แสดงทิศทางของแสงธรรมชาติในอาคารเทียบเครื่องบิน G (CC-G)…..…… 181
ภาพที่ 4-51 แสดงภาพตัดของอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายใน
อาคารเทียบเครื่องบิน G (CC-G) ณ. เวลา9.00 - 10.00 น., 14.00 -15.00 น.
และ 19.00 – 20.00 น.เปรียบเทียบกับมาตรฐาน CIE และ IESNA…… 181
ภาพที่ 4-52 ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายใน
อาคารเทียบเครื่องบินG (CC-G) ณ. เวลา9.00 - 10.00 น…….. 182
ภาพที่ 4-53 ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายใน
อาคารเทียบเครื่องบิน G (CC-G) ณ. เวลา 14.00 -15.00 น…… 183
ภาพที่ 4-54 ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายใน
อาคารเทียบเครื่องบิน G (CC-G) ณ. เวลา 19.00 -20.00 น…….. 184
ภาพที่ 4-55 แสดงตำแหน่ง ที่จุด A ซึ่งในช่วงกลางวันผู้โดยสารรับรู้สภาพแสงที่มีความ
เปรียบต่างของความมืดของผนังทึบ และความสว่างจ้าของผนังกระจก……. 201
ภาพที่ 4-56 แสดงการเคลื่อนที่ของผู้โดยสาร ในช่วงกลางวัน จากจุด A มายังจุด B……. 201
ภาพที่ 4-57 แสดงการเคลื่อนที่ของผู้โดยสาร ในช่วงกลางคืน จากจุด A มายังจุด B……. 202
ภาพที่ 4-58 แสดงแนวทางการปรับสภาพการมองเห็นแสงในมุมมองจอรับภาพของดวงตา.. 203
ภาพที่ 4-59 แสดงสภาพภายในของหุ่นจำลองที่ใช้ในการทดสอบ…….. 204
ภาพที่ 4-60 รูปหุ่นจำลองที่ใช้ทดสอบ……. 206
ภาพที่ 4-61 ลักษณะช่องเปิดหุ่นจำลองที่ใช้ทดสอบ…… 206
ภาพที่ 4-62 ผลการทดสอบการกระจายแสงของรูปแบบสถาปัตยกรรมภายในที่ใช้ในการ
ปรับปรุง…… 209
ภาพที่ 4-63 รูปแบบสถาปัตยกรรมภายในที่ใช้ในการปรับปรุงเพื่อเพิ่มความรู้สึกสว่าง….. 209

ภาพที่ 4-64 ปริมาณความส่องสว่างก่อนการปรับปรุงสถาปัตยกรรมภายใน..... 210
ภาพที่ 4-65 ปริมาณความส่องสว่างหลังการปรับปรุงสถาปัตยกรรมภายใน..... 210
ภาพที่ 4-66 แสดงการเปรียบเทียบบรรยากาศพื้นที่ ก่อนและหลังการปรับปรุง
สถาปัตยกรรมภายใน..... 212
ภาพที่ 4-67 ปริมาณความส่องสว่างหลังการปรับปรุงสถาปัตยกรรมภายใน และปรับ
ทิศทางโคมคว่ำลง..... 213
ภาพที่ 4-68 ปริมาณความส่องสว่างหลังการปรับปรุงสถาปัตยกรรมภายใน และเปลี่ยนโคม
ไฟจากเดิม F5 เป็นโคมฟูออเรสเซ็นต์ T5 2x28 watt..... 213
ภาพที่ 4-69 แสดงการเปรียบเทียบบรรยากาศพื้นที่ หลังการปรับปรุงสถาปัตยกรรมภาย
ระหว่างการใช้โคมเดิม แต่เปลี่ยนทิศทางโคมให้คว่ำลง กับการเปลี่ยนโคมใหม่
แต่ใช้หลอดฟูลออเรสเซนต์ T5 2x28 watt..... 214
ภาพที่ 6-1 แสดงแนวทางการออกแบบที่เอื้อต่อการรับรู้ความสว่าง ในงานวิจัย..... 235

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่ 2-1 แสดงสัดส่วนการรับรู้ของมนุษย์จากประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของ
ร่างกายมนุษย์..... 6
แผนภูมิที่ 2-2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของการรู้สึกกับความเข้มของ
สิ่งกระตุ้นทางกายภาพ..... 12
แผนภูมิที่ 2-3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของการรู้สึกกับความเข้มของสิ่งเร้ากฎ
ของสตีเวนส์..... 13
แผนภูมิที่ 2-4 แสดงระดับการควบคุมของพื้นที่ต่างๆ ในด้านอุณหภูมิอากาศ
ความชื้นสัมพัทธ์ความเร็วลม และระดับแสงสว่าง..... 41
แผนภูมิที่ 4-1 แสดงระดับความรู้สว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร พนักงานและผู้บริหาร
ณ.ช่วงเวลา 14.00-15.00 น. 65
แผนภูมิที่ 4-2 แสดงระดับการใช้พลังงานต่อปีของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิเมื่อ
เปรียบเทียบกับอาคารอื่น..... 69
แผนภูมิที่ 4-3 แสดงระดับการใช้พลังงานต่อปีของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิเมื่อ
เปรียบเทียบกับอาคารอื่น..... 69
แผนภูมิที่ 4-4 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานของโคมไฟประเภทต่างต่อปีของ
ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ..... 70
แผนภูมิที่ 4-5 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้ตอบแบบสอบถามที่เกิดจาก อิทธิพล
ของตัวแปร การปรับตัวของดวงตา (Adaptation)..... 74
แผนภูมิที่ 4-6 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้ตอบแบบสอบถามที่เกิดจาก อิทธิพล
ของตัวแปรประสบการณ์การมองเห็น (Pre-exposure) 77
แผนภูมิที่ 4-7 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้ตอบแบบสอบถามที่เกิดจาก อิทธิพล
ของตัวแปรระยะห่างในการมอง (Distance) 81
แผนภูมิที่ 4-8 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้ตอบแบบสอบถามที่เกิดจาก อิทธิพล
ของตัวแปรลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่ในจุดโฟกัสของดวงตา..... 86
แผนภูมิที่ 4-9 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้ตอบแบบสอบถามที่เกิดจาก อิทธิพล
ของตัวแปรลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่โดยรอบของจุดโฟกัส..... 89
แผนภูมิที่ 4-10 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้ตอบแบบสอบถามที่เกิดจาก อิทธิพล
ของตัวแปรระบบแสงสว่าง (Lighting system) 93

แผนภูมิที่ 4-11 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้ตอบแบบสอบถามที่เกิดจาก อิทธิพล
ของตัวแปรแสงระคายเคืองตา (Visual glare) 97
แผนภูมิที่ 4-12 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้ตอบแบบสอบถามที่เกิดจาก อิทธิพล
ของตัวแปรความถูกต้องของสี (Color rendition) และอื่นๆ..... 101
แผนภูมิที่ 4-13 แสดงระดับความรู้สึกสว่างต่อพื้นที่ขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน
โดยรวมของผู้ตอบแบบสอบถาม..... 105
แผนภูมิที่ 4-14 แสดงระดับความรู้สว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่
แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน A..... 117
แผนภูมิที่ 4-15 แสดงอิทธิพลจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีความรู้สว่างของ
ผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า
อาคารเทียบเครื่องบิน A..... 118
แผนภูมิที่ 4-16 แสดงระดับความรู้สว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่
แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน B..... 127
แผนภูมิที่ 4-17 แสดงอิทธิพลจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีความรู้สว่างของ
ผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า
อาคารเทียบเครื่องบิน B..... 128
แผนภูมิที่ 4-18 แสดงระดับความรู้สว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่
แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน C..... 137
แผนภูมิที่ 4-19 แสดงอิทธิพลจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีความรู้สว่างของ
ผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า
อาคารเทียบเครื่องบิน C..... 138
แผนภูมิที่ 4-20 แสดงระดับความรู้สว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่
แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน DE..... 147
แผนภูมิที่ 4-21 แสดงอิทธิพลจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีความรู้สว่างของ
ผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า
อาคารเทียบเครื่องบิน DE..... 148
แผนภูมิที่ 4-22 แสดงระดับความรู้สว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่
แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน DW..... 157
แผนภูมิที่ 4-23 แสดงอิทธิพลจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีความรู้สว่างของ
ผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า

อาคารเทียบเครื่องบิน DW..... 158
แผนภูมิที่ 4-24 แสดงระดับความรู้สว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน E..... 167
แผนภูมิที่ 4-25 แสดงอิทธิพลจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีความรู้สว่างของผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน E..... 168
แผนภูมิที่ 4-26 แสดงระดับความรู้สว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน F..... 177
แผนภูมิที่ 4-27 แสดงอิทธิพลจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีความรู้สว่างของผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน F..... 178
แผนภูมิที่ 4-28 แสดงระดับความรู้สว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน G..... 187
แผนภูมิที่ 4-29 แสดงอิทธิพลจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีความรู้สว่างของผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน G..... 188
แผนภูมิที่ 4-30 แสดงระดับความรู้สว่างของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 ช่วงเวลา ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน ทั้ง 8 อาคาร..... 190
แผนภูมิที่ 4-31 แสดงอิทธิพลจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีความรู้สว่างของผู้โดยสาร ณ.ช่วงเช้า(9.00-10.00น.) ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน ทั้ง 8 อาคาร..... 191
แผนภูมิที่ 4-32 แสดงอิทธิพลจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีความรู้สว่างของผู้โดยสาร ณ.ช่วงบ่าย(14.00-15.00น.) ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน ทั้ง 8 อาคาร..... 191
แผนภูมิที่ 4-33 แสดงอิทธิพลจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีความรู้สว่างของผู้โดยสาร ณ.ช่วงค่ำ(19.00-20.00น.) ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน ทั้ง 8 อาคาร..... 192
แผนภูมิที่ 4-34 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแสงภายในอาคารเทียบเครื่องบิน A กับระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสาร..... 196

แผนภูมิที่ 4-35 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแสงภายในอาคารเทียบเครื่องบิน B
กับระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสาร..... 196
แผนภูมิที่ 4-36 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแสงภายในอาคารเทียบเครื่องบิน C
กับระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสาร..... 197
แผนภูมิที่ 4-37 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแสงภายในอาคารเทียบเครื่องบิน DE
กับระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสาร..... 197
แผนภูมิที่ 4-38 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแสงภายในอาคารเทียบเครื่องบิน DW
กับระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสาร..... 198
แผนภูมิที่ 4-39 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแสงภายในอาคารเทียบเครื่องบิน E
กับระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสาร..... 198
แผนภูมิที่ 4-40 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแสงภายในอาคารเทียบเครื่องบิน F
กับระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสาร..... 199
แผนภูมิที่ 4-41 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแสงภายในอาคารเทียบเครื่องบิน G
กับระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสาร..... 199
แผนภูมิที่ 4-42 แสดงระดับความรู้สึกสว่างในช่วงกลางคืนที่สูงกว่าในช่วงกลางวัน
ในทุกอาคารเทียบเครื่องบินที่ทำการสำรวจ..... 200
แผนภูมิที่ 4-43 แสดงผลการทดลอง ระดับปริมาณความส่องสว่างที่กลุ่มตัวอย่าง
รู้สึกว่ามีความสว่างเหมาะสม ในรูปแบบหุ่นจำลองที่แตกต่างกัน
24 รูปแบบ..... 207
แผนภูมิที่ 4-44 แสดงการเปรียบเทียบค่าความรู้สึกสว่าง ก่อนและหลังการ
ปรับปรุง สถาปัตยกรรมภายในโดยยังคงรูปแบบโคมไฟเดิม..... 211
แผนภูมิที่ 4-45แสดงการเปรียบเทียบค่าความรู้สึกสว่าง ก่อนและหลังการปรับปรุง..... 214
แผนภูมิที่ 5-1 แสดงการเปรียบเทียบระดับความรู้สึกสว่าง ในช่วงเวลา 9.00น.-10.00น.
และช่วงเวลา 14.00น. - 15.00น..... 216
แผนภูมิที่ 5-2 แสดงค่าความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่าง ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่ง
การมองเห็นทางกายภาพสถาปัตยกรรม ช่วงเวลา 9.00 น.-10.00 น..... 218
แผนภูมิที่ 5-3 แสดงค่าความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่าง ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่ง
การมองเห็นทางกายภาพสถาปัตยกรรม ช่วงเวลา14.00 น.-15.00 น..... 218
แผนภูมิที่ 5-4 แสดงค่าความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่าง ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่ง
การมองเห็นทางกายภาพสถาปัตยกรรม ช่วงเวลา19.00 น.-20.00 น..... 219

แผนภูมิที่ 5-5 แสดงการเปรียบเทียบค่าความรู้สึกสว่าง ก่อนและหลังการปรับปรุง..... 223
แผนภูมิที่ 5-6 แสดงการเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้า ก่อนและหลังการปรับปรุง..... 228
แผนภูมิที่ 5-7 แสดงการเปรียบเทียบค่าพลังงานความร้อนที่เกิดจากระบบไฟฟ้า
แสงสว่าง ก่อนและหลังการปรับปรุง..... 228
แผนภูมิที่ 5-8 แสดงการเปรียบเทียบค่าบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ก่อนและ
หลังการปรับปรุง..... 229
แผนภูมิที่ 5-9 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการปล่อย CO2 ก่อนและหลังการปรับปรุง.... 229
แผนภูมิที่ 6-1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความส่องสว่างมาตรฐานIESNA
(บริเวณทางเดิน) กับความรู้สึกสว่าง..... 231
แผนภูมิที่ 6-2 แสดงความสัมพันธ์ของการออกแบบกับมาตรฐานการส่องสว่างเดิม..... 232
แผนภูมิที่ 6-3 แสดงค่าความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่ออาคารเทียบเครื่องบิน
ทั้ง 8 หลัง..... 233
แผนภูมิที่ 6-4 แสดงค่าความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่ออาคารเทียบเครื่องบิน
ทั้ง 8 หลัง..... 234

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การมองเห็นเป็นหนึ่งในประสาทสัมผัสทั้งห้าของมนุษย์ที่สำคัญ มีสัดส่วนการรับรู้ผ่านดวงตาถึงร้อยละ 70 ของระบบประสาทสัมผัสของมนุษย์ มนุษย์สามารถสัมผัสและรับรู้ความสว่างได้ด้วยดวงตา (Eye perception) และส่งต่อไปยังสมองให้เกิดความรู้สึก (Sensation) มืดหรือสว่าง ในการดำรงชีวิตอยู่ของมนุษย์บนโลก มนุษย์ได้ใช้สถาปัตยกรรมเป็นตัวปรับสภาพแวดล้อม (Climate-modifiers) ให้เหมาะสมกับการรับรู้ของประสาทสัมผัส สถาปัตยกรรมทำหน้าที่เป็นทั้งสิ่งเร้าและสิ่งควบคุมการรับรู้ความสว่างของมนุษย์ เพื่อสร้างสภาวะน่าสบายในการมองเห็น

จากการสำรวจสถาปัตยกรรม พบว่าอาคารที่มีการออกแบบระดับแสงสว่างตามมาตรฐาน IES หรือสูงกว่ามาตราฐาน และใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการผลิตแสงสว่างในระดับที่สูง แต่ผู้ใช้อาคารยังคงรู้สึกมืด ผู้ออกแก้ปัญหาด้วยการเพิ่มปริมาณแสงจากแหล่งกำเนิดแสง เพื่อเพิ่มความรู้สึกสว่าง การแก้ปัญหาด้วยวิธีดังกล่าว จะเพิ่มระดับการใช้พลังงานมากขึ้น เป็นสาเหตุหนึ่งของปัญหาการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลืองและปัญหาสภาวะโลกร้อน

ในการสำรวจปัญหาพื้นฐานด้านกายภาพของร่างกาย ที่เกี่ยวข้องกับแสงสว่างพบว่าโดยทั่วไปการออกแบบสถาปัตยกรรมภายใน ไม่สามารถควบคุมคุณภาพแสงสว่างและมุมมองภายในสถาปัตยกรรม ปัญหาดังกล่าวเกิดจากการกำหนดลักษณะช่องเปิดและการควบคุมลำแสงของแหล่งกำเนิดแสงที่ไม่เหมาะสมกับรับรู้ความสว่างของประสาทสัมผัสของผู้ใช้อาคาร สภาพภายในสถาปัตยกรรมเกิดแสงจ้า ส่งผลให้ม่านตาของผู้ใช้อาคารหรี่ลงชั่วขณะ เพื่อปรับลดปริมาณแสงที่เข้าสู่ดวงตา ม่านตาแสดงปฏิกิริยาที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้าอย่างทันที ผู้ใช้อาคารเกิดความรู้สึกมืด เกิดสภาวะไม่สบายในการมองเห็น ในทางตรงข้าม ทำให้เกิดสภาพแสงจ้า การเลือกสีและลักษณะผิววัสดุภายในสถาปัตยกรรมที่ไม่เหมาะสม มีค่าการสะท้อนแสงต่ำ ส่งผลให้การใช้ปริมาณแสงเป็นไปอย่างขาดประสิทธิภาพ สิ้นเปลืองพลังงาน การออกแบบสภาพแวดล้อมภายในสถาปัตยกรรมที่มีสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการรับรู้แสงของมนุษย์ จะสามารถเพิ่มความรู้สึกสว่างให้กับผู้ใช้อาคาร การใช้ปริมาณแสงจากแหล่งกำเนิดแสงอย่างมีประสิทธิภาพ จะสามารถลดปริมาณแสงภายในสถาปัตยกรรม ส่งผลให้สามารถลดปริมาณการใช้พลังงานอาคารได้

การวิจัยเริ่มจากการสำรวจปัญหาโดยวิธีการสำรวจทางสถิติ ทดสอบด้วยหุ่นจำลองของพื้นที่ตัวอย่างในอาคารเทียบเครื่องบินและอาคารผู้โดยสาร ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งเป็นอาคารขนาดใหญ่ และใช้พลังงานระดับที่สูง แต่พบว่าเกิดปัญหาความรู้สึกมืดต่อระบบแสงสว่าง งานวิจัยนี้จะใช้อาคารดังกล่าวเป็นกรณีศึกษาปัญหาและทำการทดลองปรับปรุงพื้นที่ตัวอย่าง ในอาคารกรณีศึกษาเพื่อสร้างสรรค์สภาพแวดล้อมใหม่ที่สามารถเอื้ออำนวยการรับรู้ต่อความสว่างของระบบประสาทสัมผัสของมนุษย์ ด้วยวิธีการควบคุมสภาพการมองเห็น แสงและสีภายในสถาปัตยกรรม ทำให้ผู้ใช้อาคารเกิดความพร้อมทางกายภาพในรับรู้ความสว่าง เกิดความประทับใจในบรรยากาศของสถาปัตยกรรม

แนวทางการออกแบบสถาปัตยกรรมภายในของงานวิจัยนี้ เป็นการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมและสถาปัตยกรรมภายในที่เหมาะสมกับรับรู้ความสว่างของประสาทสัมผัสของมนุษย์ ด้วยความเข้าใจปัจจัยที่ส่งผลต่อความสบายทางด้านการมองเห็นภายในสถาปัตยกรรม พื้นฐานด้านกายภาพของร่างกาย เพื่อนำไปสู่คุณภาพที่เหมาะสมสถาปัตยกรรมภายในและส่งเสริมกิจกรรมการใช้งานสร้างสภาวะความสบายด้านแสงสว่างและความสบายด้านการมองเห็นที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศในเขตร้อนชื้น ของประเทศไทย สมมติฐานของงานวิจัยนี้คือ การใช้และการควบคุมปรุงแต่ง (Modify factor) การมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรมภายในอาคารเพื่อเพิ่มความรู้สึกสว่าง ซึ่งเป็นการนำต้นทุนทางธรรมชาติในร่างกายมนุษย์มาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างยั่งยืน

นวัตกรรมเป็นกระบวนการนำความคิดใหม่ ปัจจัยใหม่ สินค้าใหม่ การบริการใหม่ การปฏิบัติใหม่เข้าสู่ปฏิบัติการของหน่วยงานองค์กร บริษัท สถาบัน เพื่อให้เกิดประโยชน์หรือการเปลี่ยนแปลงที่ให้คุณแก่ผู้เกี่ยวข้องในสังคมวงกว้าง (เสรี พงศ์พิศ, 2547) แนวทางการออกแบบสถาปัตยกรรมภายในใหม่ที่ได้จากการวิจัย จะสร้างสรรค์สถาปัตยกรรมคุณภาพสูง ที่เอื้อต่อการรับรู้ความสว่าง สร้างสภาวะความสบายด้านแสงสว่างและความสบายด้านการมองเห็น ก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้เกี่ยวข้องอย่างกว้างขวาง การออกแบบนอกจากจะเป็นการสร้างสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและการสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีแล้ว ยังเป็นการแก้ปัญหาการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลืองและปัญหาสภาวะโลกร้อน

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นสภาพทางกายภาพจากสถาปัตยกรรม ที่มีผลต่อความรู้สึกสว่างของสายตาของมนุษย์

1.2.2 ศึกษาระดับผลกระทบของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นสภาพทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสว่างของมนุษย์ และนำมาประเมินค่าน้ำหนักในการปรับปรุงตัวแปรทางกายภาพจากสถาปัตยกรรม

1.2.3 นำเสนอแนวทางการออกแบบและแนวทางการปรับปรุงกายภาพ โดยเฉพาะงานปรับปรุงสถาปัตยกรรมภายใน เพื่อพัฒนาการรับรู้ทางด้านความรู้สึกสว่างของสายตา และนำไปสู่การลดค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าแสงสว่าง

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

กิจกรรมในสถาปัตยกรรมมีรูปแบบที่หลากหลายตามแต่วัตถุประสงค์ การใช้งาน ในการวิจัยนี้ รูปแบบการใช้งาน (Function) ที่เป็นการสัญจรภายในสถาปัตยกรรม เนื่องจากเป็นลักษณะกิจกรรมหลักที่เกิดขึ้น ในสถาปัตยกรรมส่วนใหญ่ ความสบายทางด้านคุณภาพของสิ่งแวดล้อมในการวิจัยนี้เน้น 2 กลุ่มตัวแปรคือ

1.3.1 ความสบายด้านแสงสว่าง (light comfort)

1.3.2 ความสบายด้านการมองเห็น (visual comfort)

การวิจัยนี้ กำหนดพื้นที่ในบริเวณพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ชั้น2 อาคารเทียบเครื่องบิน ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งเป็นอาคารขนาดใหญ่ และมีการใช้พลังงานเพื่อสร้างแสงสว่างในระดับที่สูง แต่พบว่าเกิดปัญหาความรู้สึกมืดต่อระบบแสงสว่าง เป็นกรณีศึกษาและทดลองปรับปรุงพื้นที่ตัวอย่างในอาคารกรณีศึกษา เพื่อเพิ่มการรับรู้ทางด้านความรู้สึกสว่างของสายตา และนำไปสู่การลดค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าแสงสว่าง

1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย

1.4.1 ความส่องสว่าง (Illumination, E) คือปริมาณความส่องสว่างบนพื้นผิวที่พิจารณา มีหน่วยเป็นลักซ์ (lx) หรือ ฟุตแคนเดิล (fc) มีความสัมพันธ์กับความเข้มแห่งการส่องสว่างแบบแปรผันตามกัน และมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกับระยะผกผัน (Inverse square law)

1.4.2 ความสว่าง (Luminance, L) คือความส่องสว่างที่สะท้อนหรือส่องผ่านออกมาจากวัตถุเข้าตาทำให้สามารถมองเห็นวัตถุได้ โดยวัตถุนั้นจะมีคุณสมบัติเป็นแหล่งกำเนิดแสงทางอ้อม (secondary light source) มีหน่วยเป็น แคนเดลาต่อตารางเมตร (cd/m^2) หรือ ฟุตแลมเบิร์ด (foot-lambert, FL)

1.4.3 การรับรู้ เป็นกระบวนการที่มนุษย์ติดต่อสื่อสารกับสิ่งแวดล้อมรอบๆตัว โดยมนุษย์จะทำการตีความสิ่งแวดล้อมที่สัมผัสได้ แล้วตอบสนองกลับไปอย่างเหมาะสม การรับรู้จะแตกต่างกันไปในคนแต่ละคน ขึ้นอยู่กับประสบการณ์การเรียนรู้ พื้นฐานทางจิตใจและความคิดของแต่ละคน

1.4.4 การเรียนรู้ เป็นพื้นฐานของการดำเนินชีวิต เกิดขึ้นเมื่อ สิ่งเร้า มาเร้า ประสาทก็ตื่นตัว เกิดการรับสัมผัสกับอวัยวะรับสัมผัสด้วยประสาททั้ง 5 แล้วส่งกระแสสัมผัสไปยังระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้เกิดการแปลความหมายขึ้น โดยอาศัยประสบการณ์เดิมและอื่นๆ ผ่านการรับรู้ แปลความหมาย นำไปสู่การสรุปผลของการรับรู้เป็นความคิดรวบยอด แล้วจึงเกิดปฏิกิริยาตอบสนอง(response)

1.4.5 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการรับรู้ความสว่างสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการรับรู้ความสว่าง หมายถึงคุณสมบัติทางกายภาพของสภาพแวดล้อมที่ช่วยส่งเสริมประสาทสัมผัสการเห็นและรู้สึกสว่างของมนุษย์

1.4.6 พื้นที่ปรับสภาพความพร้อมก่อนเข้าพื้นที่ (adaptive area) หมายถึง พื้นที่ที่ใช้ในการปรับสภาพร่างกายเพื่อเตรียมความพร้อมก่อนเข้าพื้นที่ทำการออกแบบ ทั้งด้านแสงสว่าง และความสบายด้านการมองเห็น ที่นี้ยังเป็นจุดเชื่อมต่อของสภาพแวดล้อมระหว่างภายนอกกับภายในและยังมีประโยชน์ในการลดความรุนแรงของสภาพแวดล้อมภายนอกกับภายใน

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

1.5.1 ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นสภาพทางกายภาพจากสถาปัตยกรรมที่มีผลต่อความรู้สึกสว่างของสายตาของมนุษย์ ด้วยการสำรวจสถาปัตยกรรมอาคารกรณีศึกษาเบื้องต้น เปรียบเทียบกับสถาปัตยกรรมทั่วไปในปัจจุบัน ทำการตรวจสอบปัญหาเกี่ยวกับความรู้สึกสว่างของผู้ใช้อาคาร วิธีการดังนี้

1.5.1.1 การทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.5.1.2 ตรวจสอบภาพลักษณ์อาคารในด้านความรู้สึกสว่างภายในอาคารกรณีศึกษา

1.5.1.3 แบบสอบถามเบื้องต้นเกี่ยวกับความรู้สึกสว่างจากกลุ่มผู้ใช้อาคาร, กลุ่มพนักงาน และผู้บริหารอาคารกรณีศึกษา

1.5.2 ศึกษาระดับผลกระทบของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นสภาพทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสว่างของมนุษย์ ด้วยวิธีการดังนี้

1.5.2.1 สำรวจด้วยการวัดค่าแสงอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

1.5.2.2 สำรวจเกี่ยวกับความรู้สึกสว่างของผู้ใช้อาคาร ด้วยแบบสอบถามทางสถิติ

1.5.2.3 ทดสอบด้วยหุ่นจำลองพื้นที่อาคารกรณีศึกษา

จากนั้นทำการวิเคราะห์ และนำมาประเมินค่าน้ำหนักในการปรับปรุงตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นกายภาพจากสถาปัตยกรรม เพื่อนำไปสู่แนวทางการออกแบบต่อไป

1.5.3 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาระดับผลกระทบของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นสภาพทางกายภาพที่มีต่อความรู้สึกสว่าง ใช้ประกอบออกแบบปรับปรุงสภาพกายภาพ จากนั้นทำการแก้ไขสถาปัตยกรรมภายใน ของพื้นที่ในอาคารกรณีศึกษา และวิเคราะห์ผลระดับความรู้สึกสว่าง สภาพแสงภายในพื้นที่ พร้อมทั้งประเมินผลจากการแก้ไข

1.6 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

1.6.1 อิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นสภาพทางกายภาพจากสถาปัตยกรรม ที่มีผลต่อความรู้สึกสว่างของสายตาของมนุษย์

1.6.2 ระดับผลกระทบของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นสภาพทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสว่างของมนุษย์ ตลอดจนค่าน้ำหนักอิทธิผลของตัวแปรทางกายภาพ

1.6.3 แนวทางการออกแบบและแนวทางการปรับปรุงกายภาพ โดยเฉพาะงานปรับปรุงสถาปัตยกรรมภายใน เพื่อพัฒนาการรับรู้ทางด้านความรู้สึกสว่างของสายตา และนำไปสู่การลดค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าแสงสว่าง การลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน (Investment Cost), ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (Operating Cost), ค่าใช้จ่ายการซ่อมบำรุง (Maintenance cost) ของระบบแสงสว่างในอาคาร

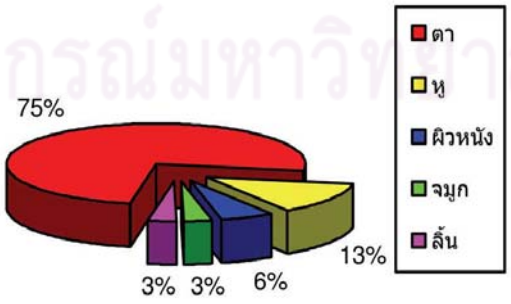
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มนุษย์รับรู้สิ่งรอบข้างได้จากประสาทสัมผัสทั้งห้า ด้วยความแตกต่างของสภาพภูมิอากาศจึงทำให้สภาพแวดล้อมแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันไป มนุษย์จึงใช้สถาปัตยกรรมเพื่อปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการดำรงชีวิต (Climate modifier) ทำให้เกิดสภาวะน่าสบาย (Comfort zone) มนุษย์อาศัยการสังเกต และการเรียนรู้ระบบการตอบสนองของประสาทสัมผัสทั้งห้าของมนุษย์ที่มีต่อสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน การเรียนรู้ดังกล่าวช่วยให้สถาปนิก สามารถสร้างสรรค์งานสถาปัตยกรรมให้มีความเหมาะสมต่อสภาพดินฟ้าอากาศที่แตกต่างกัน เพื่อสร้างสภาวะน่าสบายในการใช้สอยงานสถาปัตยกรรมให้กับมนุษย์ โดยแนวทางการออกแบบสามารถจำแนกได้ 2 ลักษณะคือ

- การออกแบบสถาปัตยกรรมเชิงป้องกัน มนุษย์เรียนรู้สภาพแวดล้อม และพยามยามใช้เทคโนโลยีในการเอาชนะธรรมชาติ เพื่อสร้างสภาวะน่าสบายให้กับมนุษย์ สถาปัตยกรรมจึงถูกนำมาใช้ในเชิงป้องกัน โดยใช้เทคโนโลยี เพื่ออำนวยความสะดวก และหาหนทางการลดการใช้พลังงาน
- การออกแบบสถาปัตยกรรมเชิงประสานกับสภาพแวดล้อม การเรียนรู้สภาพแวดล้อม และนำข้อดีของสภาพแวดล้อมนำมาประสานกับ การรับรู้ของมนุษย์นำไปสู่การออกแบบที่ประสานกลมกลืนกับสภาพแวดล้อม สร้างสภาวะน่าสบาย และประหยัดพลังงาน

การมองเห็นเป็นหนึ่งในประสาทสัมผัสทั้งห้าของมนุษย์ที่สำคัญ มีสัดส่วนการรับรู้ผ่านการมองเห็นร้อย 75 ของระบบประสาทสัมผัสของมนุษย์ (แผนภูมิ 2-1) การศึกษาปัจจัยและอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อการรับรู้แสงสว่างของมนุษย์ จะสามารถออกแบบสถาปัตยกรรมที่เอื้อต่อการรับรู้แสงสว่างของมนุษย์ ซึ่งถือเป็นแนวทางการออกแบบโดยใช้ความเข้าใจในทุนธรรมชาติที่มนุษย์มีอยู่



แผนภูมิที่ 2-1 แสดงสัดส่วนการรับรู้ของมนุษย์จากประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของร่างกายมนุษย์

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้

2.1.1 การรับรู้ (Perception)

การรับรู้ เป็นกระบวนการที่มนุษย์ติดต่อสื่อสารกับสิ่งแวดล้อมรอบๆตัว โดยมนุษย์จะทำการตีความสิ่งแวดล้อมที่สัมผัสได้ แล้วตอบสนองกลับไปอย่างเหมาะสม การรับรู้จะแตกต่างกันไปในคนแต่ละคน ขึ้นอยู่กับประสบการณ์การเรียนรู้ พื้นฐานทางจิตใจและความคิดของแต่ละคน

การเรียนรู้ เป็นพื้นฐานของการดำเนินชีวิต เกิดขึ้นเมื่อสิ่งเร้า มาเร้า ประสาทก็ตื่นตัว เกิดการรับสัมผัสกับอวัยวะรับสัมผัสด้วยประสาททั้ง 5 แล้วส่งกระแสสัมผัสไปยังระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้เกิดการแปลความหมายขึ้น โดยอาศัยประสบการณ์เดิมและอื่นๆ ผ่านการรับรู้ แปลความหมาย นำไปสู่การสรุปผลของการรับรู้เป็นความคิดรวบยอด แล้วจึงเกิดปฏิกิริยาตอบสนอง (Response)

ภาพที่ 2-1 แสดงการรับรู้ผ่านทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของมนุษย์

การเรียนรู้ของคนเราจากไม่รู้ ไปสู่การเรียนรู้ มี 5 ขั้นตอน (กฤษณา ศักดิ์ศรี, 2530) ดังนี้

ภาพที่ 2-2 แสดงขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ของมนุษย์

2.1.2 ปัจจัยกำหนดการรับรู้

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรับรู้มี 2 ประเภท คือ

2.1.2.1 สิ่งเร้า เป็นปัจจัยภายนอก ได้แก่ ความเข้มและขนาดของสิ่งเร้า (Intensively and Size) การกระทำซ้ำ ๆ (Repetition) สิ่งที่ตรงกันข้าม (Contrast) การเคลื่อนไหว (Movement)

2.1.2.2 ลักษณะของผู้รับรู้

2.1.2.2.1 ด้านกายภาพ หมายถึง อวัยวะสัมผัส เช่น หู ตา จมูก และอวัยวะสัมผัสอื่น ๆ ปกติหรือไม่ มีความรู้สึกรับสัมผัสสมบูรณ์เพียงใด เช่น หูตึง เป็นหวัด ตาเอียง บอดสี สายตายาว สายตาสั้น ผิวหนังชา ตายด้าน ความชรา ถ้าผิดปกติหรือหย่อนสมรรถภาพ ก็ย่อมทำให้การรับสัมผัส ผิดไป ด้อยสมรรถภาพในการรับรู้ลงไป ความสมบูรณ์ของอวัยวะรับสัมผัส จะทำให้รับรู้ได้ดี การรับรู้บางอย่าง เกิดจากอวัยวะรับสัมผัส 2 ชนิดทำงานร่วมกัน เช่น ลิ้นและจมูกช่วยกันรับรู้รส การรับรู้จะมีคุณภาพดีขึ้นถ้าเราได้รับสัมผัสหลายทาง เช่น เห็นภาพและได้ยินเสียงในเวลาเดียวกันทำให้เราแปลความหมายของสิ่งเร้าได้ถูกต้องขึ้น

อีกประการหนึ่งต้องขึ้นกับ ขอบเขตความสามารถในการรับรู้ด้วยคือ ขอบเขตความสามารถโดยธรรมชาติในการรับรู้ของคน ซึ่งขึ้นอยู่กับ ความสามารถในการรับสัมผัสและความสามารถในการแปลความหมายของสิ่งเร้า ความสามารถของอวัยวะสัมผัสมีขอบเขตจำกัด ไม่สามารถรับสัมผัสสิ่งเร้าได้ทุกชนิด แสงที่มีความเข้มน้อยเกินไป วัตถุขนาดเล็กมากเราไม่สามารถมองเห็นได้ พวกรังสี คลื่นวิทยุ ประสาทหูรับไม่ได้ เสียงที่เบาเกินไปจนไม่ทำให้แก้วหูสั่นสะเทือนเราก็ไม่ได้ยิน นักล้วงกระเป๋ากระทำอย่างแผ่วเบามาก เราก็รับสัมผัสไม่ได้ ขนาดหรือ ความเข้มของสิ่งเร้า ที่สามารถทำให้อวัยวะสัมผัสเกิด ความรู้สึกได้ เรียกว่า Threshold

การเปลี่ยนแปลงความเข้ม หรือขนาดของสิ่งเร้า เพื่อให้บุคคลสามารถรับรู้ได้ เรียกว่า The differential threshold ดังนั้นลักษณะของผู้รู้ด้านกายภาพ หรือสรีระวิทยาของบุคคลจะต้องสมบูรณ์การรับรู้จึงจะสามารถแปลความออกมาได้

2.1.2.2.2 ด้านจิตวิทยา ปัจจัยทางด้านจิตวิทยา ที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ คือ ความรู้เดิม ความต้องการหรือความปรารถนา สภาวะของจิตหรืออารมณ์ เจตคติ อิทธิพลของสังคม ความตั้งใจ ความสนุกสนานเพลิดเพลินที่มีผลต่อการรับรู้ แรงจูงใจ คุณค่าและความสนใจที่มีผลต่อการรับรู้ ความดึงดูดในทางสังคม สติปัญญา การพิจารณาสังเกต ความพร้อมหรือการเตรียมพร้อมที่จะรับรู้ และการคาดหวัง

2.1.3 **การเปลี่ยนแปลงความเข้มหรือขนาดของสิ่งเร้า** (The differential threshold)

ระบบประสาทของมนุษย์ จะมีความไวต่อการรู้สึกเป็นอย่างมาก แม้จะมีความเข้มของสิ่งเร้าในปริมาณที่น้อย พลังงานที่น้อยที่สุดที่ทำให้เราเริ่มรับรู้ความแตกต่างระหว่างสิ่งเร้าและสิ่งรอบข้าง เรียกว่า เทรชโฮลด์ (Threshold) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ เทรชโฮลด์สมบูรณ์ (Absolute Threshold) และ เทรชโฮลด์ความแตกต่าง (Difference Threshold)

2.1.3.1 เทรชโฮลด์สมบูรณ์ (Absolute Threshold) นิยมเรียกเทรชโฮลด์เพียงคำเดียว ใช้อักษรย่อว่า T หรือ RL R มาจากภาษาเยอรมันว่า ไรซ์ (Reiz) แปลว่า ตัวกระตุ้น L มาจากภาษาลาตินว่า ไลเมน (Limen) แปลว่า ประตูหรือจุดเริ่มต้น (ดูตาราง 2-1)

ตารางที่ 2-1 ค่าประมาณการณ์อย่างคร่าวๆ ของเทรชโฮลด์สมบูรณ์ที่พบในชีวิตประจำวันที่มา: Galanter (1962)

ประเภทของความรู้สึก(Sense)	**เทรชโฮลด์(Threshold)**
การเห็น (Vision)	สามารถเห็นแสงจากเปลวไฟเทียนไขระยะห่าง 30 ไมล์ในคืนที่มืดสนิท
การได้ยิน (Hearing)	ภายในห้องที่เงียบสนิท ยืนอยู่ในระยะห่าง 20 เมตร สามารถได้ยินเสียงเข็มนาฬิกาเดิน
การรู้รสชาติ (Taste)	เติมน้ำตาล 1 ช้อนชาในน้ำ 2 แกลลอน แล้วรู้สึกหวาน
การได้กลิ่น (Smell)	สามารถได้กลิ่นหอมเพียง 1 หยดที่กระจายในห้องขนาดเท่ากับ 3 ห้องของอพาร์ทเมนท์
การสัมผัส (Touch)	รู้สึกสัมผัสปีกแมลงที่ตกลงบนแก้มจากความสูง 1 เซนติเมตร

2.1.3.2 เทรชโฮลด์ความแตกต่าง (Differential Threshold) การเพิ่มหรือลดความเข้มของสิ่งเร้าจะทำให้เกิดความรู้สึกว่าสิ่งเร้าได้เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งเรียกย่อๆ อีกอย่างหนึ่งว่า JND (Just Noticeable Difference) ซึ่งไม่ได้มีค่าคงที่ แต่จะแปรผันไปตามความเข้มเดิมของสิ่งเร้า นั่นคือ หากความเข้มเดิมของสิ่งเร้ามีค่าน้อย ค่าเทรชโฮลด์ความแตกต่างจะมีค่าน้อย แต่ถ้าความเข้มของสิ่งเร้าเดิมมีค่ามาก ค่าเทรชโฮลด์ความแตกต่างย่อมมีค่ามาก

2.1.4 กฎของจิตฟิสิกส์

2.1.4.1 กฎของเวเบอร์ (Weber's Law)

กฎของเทรชโฮลด์ความแตกต่างนี้ ผู้ค้นพบกฎนี้เป็นนักจิตฟิสิกส์ชาวเยอรมันชื่อ เอิร์นสต์ เวเบอร์ (Ernst Weber, 1795-1878) ในปี ค.ศ. 1834 จึงมีชื่อเรียกว่า กฎของเวเบอร์ (Weber's Law) และ k ในสมการเรียกว่า ตัวคงที่ของเวเบอร์ (Weber's Constant) หมายถึง ลักษณะเฉพาะของความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้าแต่ละอย่าง เป็นตัวชี้วัดความไวในการรู้สึกที่สามารถตรวจพบความเปลี่ยนแปลงของสิ่งเร้าได้ ดังสมการที่ 1

Δ I หมายถึง ความเข้มที่แตกต่างกันระหว่างสิ่งเร้าใหม่กับสิ่งเร้าเดิม

I หมายถึง ความเข้มของสิ่งเร้าเดิม

$$k = \frac{\Delta I}{I} \qquad \text{---------- (1)}$$

ตารางที่ 2-2 ตัวอย่างค่าเทรชโฮลด์ที่คำนวณได้จากสูตรเวเบอร์ (Δ I / I) ตามประเภทของการรู้สึก ที่มา : Teghtsoonian (1971)

ประเภทของการรู้สึก	ค่าที่คำนวณได้จากสูตรของเวเบอร์
ความสว่างไสว (Brightness)	0.079
ความดัง (Loudness)	0.048
ช่วงนิ้วมือ (Finger Span)	0.022
ความหนัก (Heaviness)	0.020
ความยาวของเส้น (Line Length)	0.029
ความรู้สึกรับรส (เค็ม) (Salty)	0.083
การช๊อคไฟฟ้า (Electric Shock)	0.013
การสั่นสะเทือน (Fingertip)	
60 Hz	0.036
125 Hz	0.046
250 Hz	0.046

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.4.2 กฎของเฟคเนอร์ (Fechner's Law)

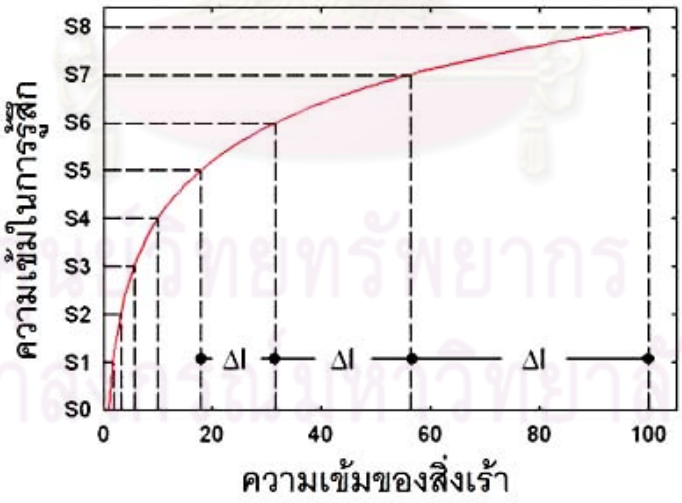
สมการนี้เรียกว่า กฎของเฟคเนอร์ (Fechner's Law) หมายความว่า ความเข้มของการรู้สึกมีค่าเป็นฟังก์ชันล็อกการิทึมของความเข้มของสิ่งเร้าΔ I คือความแตกต่างของความเข้มสิ่งเร้าที่ทำให้เกิดความรู้สึกหนึ่งหน่วย พิจารณาว่า Δ I เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ เมื่อสิ่งเร้ามีค่ามากขึ้นเรื่อยๆ ถ้าเราให้ (S) แสดงความเข้มของการรู้สึก และ I แทนความเข้มของสิ่งเร้า กฎของเฟคเนอร์อธิบายได้โดยสมการที่ 2

S = W log I ---------- (2)

S = ปริมาณของการรู้สึก

I = ความเข้มของสิ่งเร้า

W = ตัวคงที่ เป็นลักษณะเฉพาะของบุคคลในความรู้สึกที่มีต่อสิ่งกระตุ้นแต่ละอย่างซึ่งจะมีค่าคงที่เฉพาะของมันเอง บุคคลแต่ละคนก็จะมีค่าคงที่เฉพาะของตัวเอง อันมาจากพื้นฐานในสมการของเวเบอร์ มีค่าเท่ากับ 1/log k เมื่อ k เป็นตัวคงที่ของเวเบอร์



แผนภูมิที่ 2-2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของการรู้สึกกับความเข้มของสิ่งกระตุ้นทางกายภาพกฎของเฟคเนอร์ ที่มา: ดัดแปลงจาก Schiffman (2001)

2.1.4.3 กฎของสตีเวนส์ (Stevens's Law)

สตีเวนส์ได้สร้างกฎจิตฟิสิกส์ขึ้นมาใหม่ เรียกว่า กฎการยกกำลังของสตีเวนส์ (Stevens's Power Law) ดังสมการที่ 3

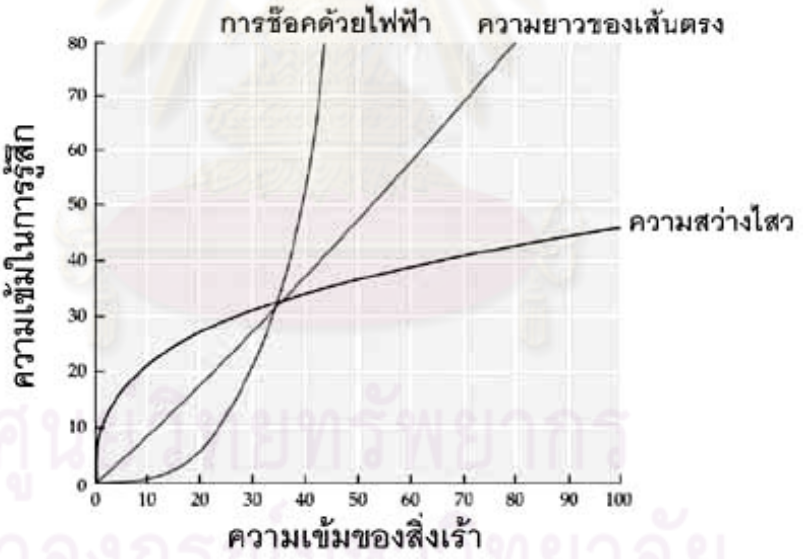
$$P = KS^n \quad \text{---------- (3)}$$

P = ระดับการรู้สึก

S = ความเข้มของสิ่งเร้า

K = ค่าคงที่

n = ค่าคงที่ในการยกกำลัง



แผนภูมิที่ 2-3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของการรู้สึกกับความเข้มของสิ่งเร้ากฎของสตีเวนส์ ที่มา: ดัดแปลงจาก Schiffman (2001)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2-3 ค่าเทรชโฮลด์ที่คำนวณได้ด้วยฟังก์ชันเลขยกกำลังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของการรู้สึกที่มีต่อปริมาณของสิ่งเร้า ที่มา: Schiffman (2003)

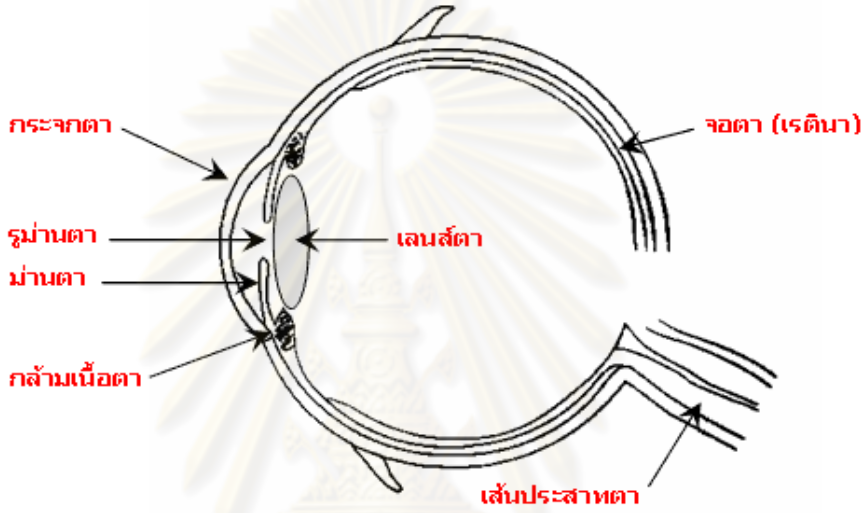
ประเภทการรู้สึก	ค่ายกกำลัง	เงื่อนไขของสิ่งเร้า
ความดัง	0.6	ได้ยินโดยหูทั้งสองข้าง
ความสว่างไสว	0.33	ในความมืดที่เป้าหมายทำมุม 5°
ความสว่างไสว	0.55	ในความมืดจากจุดที่เป็นแหล่งกำเนิดแสง
ความสว่าง	1.2	กระดาษสีเทา
การได้กลิ่น	0.55	กลิ่นกาแฟ
การรับรส	0.8	ขัณฑสกร
การรับรส	1.3	น้ำตาลซูโครส (Sucrose)
การรับรส	0.8	เค็ม (Salt)
อุณหภูมิ	1.0	ความเย็นบนแขน
อุณหภูมิ	1.6	ความอุ่นบนแขน
การสั่นสะเทือน	0.95	60 Hz บนนิ้ว
ช่วงนิ้วมือ	1.3	ความหนาของบล็อคไม้
ความหนัก (Heaviness)	1.45	การยกน้ำหนัก
พลังการยืดเหนี่ยว	1.7	การกระชับของมือวัดโดยไดนาโมมิเตอร์
การช๊อคด้วยไฟฟ้า	3.5	60 Hz ผ่านนิ้ว

สาเหตุที่กฎของเฟคเนอร์ใช้ฟังก์ชันล็อการิทึม และ กฎของสตีเวนส์ใช้ฟังก์ชันยกกำลังนั้น เนื่องจากวิธีการหาค่าเทรชโฮลด์ทั้ง 2 คน แตกต่างกัน ทำให้ความสัมพันธ์เป็นไปดังที่ได้กล่าวมาทั้งหมด ปัจจุบันกฎของสตีเวนส์เป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลายมากกว่ากฎของเฟคเนอร์ แต่ถึงกระนั้นหน่วยวัดความรู้สึกของเฟคเนอร์ก็ได้มีการนำมาใช้อย่างแพร่หลายแล้ว

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นแสง

2.2.1 ส่วนประกอบของตา

นัยน์ตาเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการมองเห็น นัยน์ตามีเซลล์รับทำหน้าที่รับแสงสว่างโดยเฉพาะ ทำให้สามารถ มองเห็นสิ่งต่างได้และสามารถบอกสีของ วัตถุนั้นๆได้สามารถแบ่งออกเป็นส่วนประกอบต่างๆ ได้ดังนี้



ภาพที่ 2-3 แสดงส่วนประกอบของลูกนัยน์ตา

2.2.1.1 กระจกตา (Cornea) เป็นเนื้อเยื่อโปร่งใสอยู่ด้านหน้าสุดของนัยน์ตา กระจกตาทำหน้าที่รับและให้แสงผ่านเข้าสู่ภายใน ปัจจุบันถ้ากระจกตาเสีย สามารถสามารถเปลี่ยนกระจกตาได้ โดยนำกระจกตาของผู้บริจาคที่เสียชีวิตแล้วเปลี่ยนทดแทนได้

2.2.1.2 ม่านตา (Iris) เป็นส่วนที่เป็นสีของนัยน์ตา อาจมีสีดำ สีน้ำตาลหรือสีฟ้าตามเชื้อชาติ ม่านตาทำหน้าที่ควบคุม การขยายของรูม่านตาเพื่อให้ปริมาณแสงที่ผ่านเข้าไปสู่เลนส์ตา อยู่ในระดับพอเหมาะ เมื่อแสงสว่างมาก ม่านตาจะควบคุม ให้รูม่านตาเปิดน้อย และเมื่อแสงสว่างน้อยก็จะควบคุมให้รูม่านตาเปิดกว้าง

2.2.1.3 รูม่านตา (Pupil) เป็นสีดำอยู่ตรงกลางม่านตา ทำหน้าที่เป็นช่องทำให้แสงผ่านไปสู่เลนส์ตา

2.2.1.4 เลนส์ตา (Lens) เป็นเลนส์นูนที่สามารถยืดหยุ่นได้เนื่องจากการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อยึดเลนส์ตาเลนส์ตาทำหน้าที่โฟกัสภาพให้ไปตกบนเรตินาการทำงานของเซลล์รูปแท่ง เซลล์รูปแท่งทำหน้าที่รับแสงทำให้มองเห็นรูปร่างของวัตถุต่างๆ ได้ การทำงานของเซลล์รูปกรวย เซลล์รูปกรวยทำหน้าที่รับสีให้มองเห็นวัตถุมีสีต่างๆ เซลล์รูปกรวยจะทำงานได้ดี ต้องมีแสงสว่างมาก

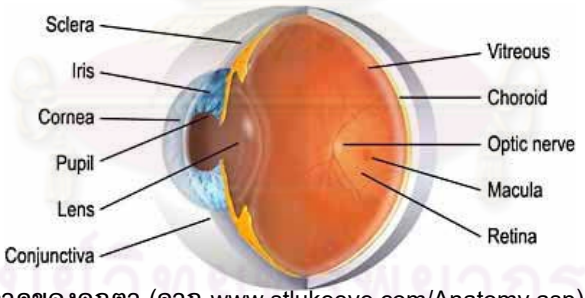
2.2.1.5 โฟเวีย (Fovea) หรือจุดดวงเหลือง เป็นแอ่งเล็กๆ บริเวณจอตาเป็นบริเวณที่มีเซลล์รูปกรวยอยู่หนาแน่นที่สุดจึงเป็นบริเวณ ที่เห็นภาพชัดเจนที่สุด

2.2.1.6 จุดบอดแสง (Blind spot) เป็นบริเวณที่เส้นประสาทและเส้นเส้นเลือดผ่านเข้าสู่ในตา ไม่มีเซลล์รูปแท่ง หรือเซลล์รูปกรวยเลย ดังนั้น ถ้าแสงตกบริเวณนี้เราจะมองไม่เห็นวัตถุนั้นเลย

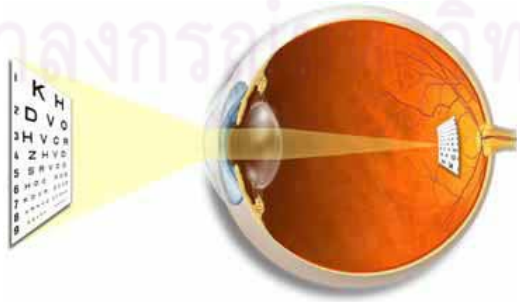
2.2.1.7 เปลือกตา (Rid) เป็นส่วนที่ปิดเลนส์ในตา ป้องกันสิ่งสกปรกเศษผงต่างๆ เข้าตา

2.2.1.8 กระบอกตา (Sclera) เป็นเยื่อชั้นนอกสุด หนาและเหนียว ทำให้ลูกตาคงรูป มีส่วนประกอบสำคัญได้แก่ ส่วนตาขาวและ กระจกตา

2.2.2 **ความรู้เกี่ยวกับสายตา** (Refractive status of the eye)



ภาพที่ 2-4 **แสดงกายวิภาคของลูกตา (จาก** www.stlukeeye.com/Anatomy.asp)

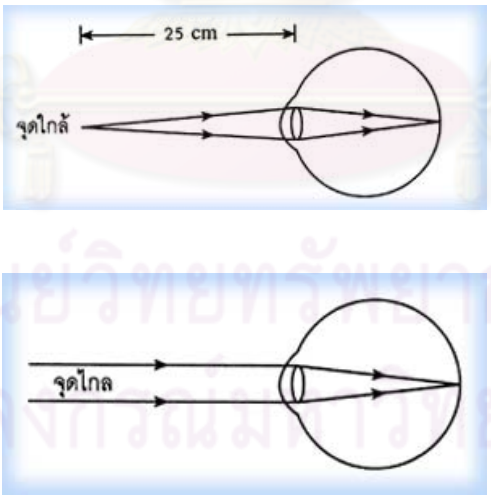


ภาพที่ 2-5 **แสดงแสงที่ผ่านเข้ามาในลูกตาจะถูกหักเหให้ไปตกที่จอรับภาพ**
(จาก www.stlukeeye.com/Anatomy.asp)

2.2.2.1 สายตา (Eyesight) หมายถึงความสามารถของการใช้ตามองภาพ การที่จะเรียกว่าสายตาดีหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับว่าการมองเห็นได้ชัดเจนดีแค่ไหน เช่น บางคนมองเห็นตัวเลขบน “สเนลเลนส์ ชาร์ต” จนถึงแถวท้าย ๆ เราก็เรียกว่า สายตาดี แต่บางคนมองได้แค่บางแถว อย่างนี้เรียกว่า สายตาไม่ดี

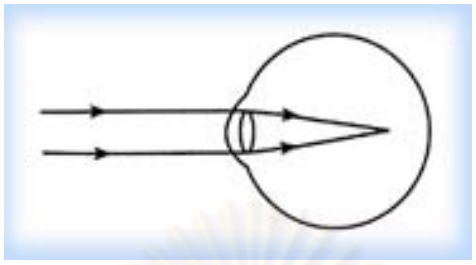
2.2.2.2 ลักษณะความผิดปกติของสายตา ลักษณะความผิดปกติของสายตาคือการมองภาพที่อยู่ใกล้หรือไกลไม่ชัดเจน เนื่องจากความผิดปกติเกี่ยวกับสายตาที่ผิดปกติไป เช่น สายตาสั้น สายตายาว สายตาเอียงเป็นต้น ซึ่งปัจจุบันสามารถแก้ไขความผิดปกติโดยการใช้เลนส์ชนิดต่าง ๆ เพื่อช่วยให้มองเห็นภาพได้ชัดเจน คนสายตาปกติมองดูวัตถุได้ชัดในระยะที่ใกล้สุดประมาณ 25 เซนติเมตร และระยะไกลสุดที่สามารถเห็นได้ชัด คือระยะอนันต์การมองท้องฟ้าไกล ๆเรารู้สึกสบายตา เนื่องจากกล้ามเนื้อตาได้พักไม่ต้องทำงานเพื่อปรับเลนส์ตาเหมือนขณะที่มองวัตถุในระยะใกล้

2.2.2.3 คนสายตาปกติ สำหรับคนที่สายตาปกติจุดใกล้ที่อยู่ระยะ 25 เซนติเมตร และจุดไกลจะอยู่ระยะไกลมากหรือระยะอนันต์



ภาพที่ 2-6 แสดงลักษณะการมองเห็นภาพของคนสายตาปกติ

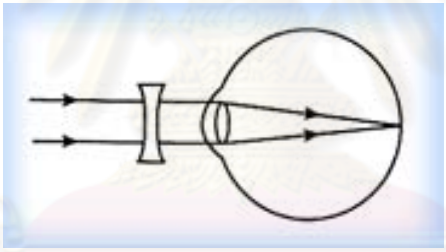
2.2.2.4 คนสายตาสั้น (Short sight) คือ คนที่มองเห็นวัตถุได้ชัดเจนในระยะใกล้กว่า 25 เซนติเมตร



ภาพที่ 2-7 แสดงภาพ ลักษณะการมองเห็นภาพของคนสายตาสั้น

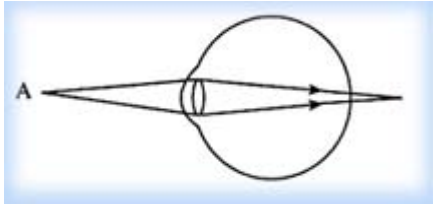
สาเหตุของสายตาสั้น เกิดเนื่องจาก

1. กระบอกตายาวเกินไป ทำให้ภาพที่ตกจะตกก่อนถึงเรตินา (จอตา)
2. เลนส์ตานูนเกินไปหรือกระจกตาโค้งมากเกินไป ทำให้ภาพของวัตถุที่ไปตกจะตกก่อนถึงเรตินา (จอตา)



ภาพที่ 2-8 แสดงภาพ วิธีแก้คนสายตาสั้น ให้ใช้แว่นที่ทำด้วยเลนส์เว้า

2.2.2.5 คนสายตายาว (Long sight) คือ คนที่มองวัตถุได้ชัดเจนในระยะไกลกว่า 25 เซนติเมตร



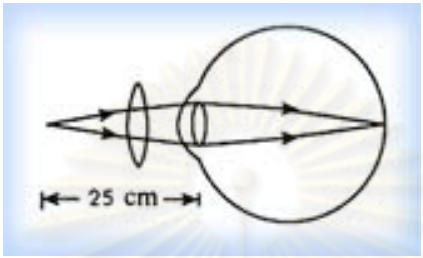
ภาพที่ 2-9 แสดงภาพ ลักษณะการมองเห็นภาพของคนสายตายาว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สาเหตุของสายตายาว เกิดเนื่องจาก

1. กระบอกตาสั้นเกินไป ทำให้ภาพที่ไปตกจะตกก่อนเรตินา (จอภาพ)

2. เลนส์ตาแฟบเกินไป หรือกระจกตาโค้งน้อยเกินไป ทำให้ภาพวัตถุที่ไปตกจะตกเลยเรตินา(จอตา) ออกไป



ภาพที่ 2-10 แสดงภาพ วิธีแก้คนสายตายาว ให้ใช้แว่นที่ทำด้วยเลนส์นูนดังรูป

2.2.2.6 สายตาของคนสูงอายุ มองระยะใกล้ชัดที่ระยะมากกว่า 25 เซนติเมตร มองไกลไม่ถึงระยะอนันต์แว่นสำหรับ คนสูงอายุจะใช้แว่นที่ใช้ดูได้ ทั้งระยะใกล้และระยะไกลซึ่งประกอบด้วยเลนส์สองชนิดที่มีความยาวโฟกัส ต่างกัน คือแว่นที่ทำด้วยเลนส์ชนิดไบโฟคัสเลนส์ (Bifocal lens) ไบโฟคัสเลนส์ หมายถึงเลนส์ที่มีความยาวโฟกัส 2 ชนิดประกอบกัน ใช้สำหรับดูวัตถุในระยะใกล้และระยะไกล สายตาเอียง (Astigmatism) เกิดจากความโค้ง ของกระจกตาหรือเลนส์ไม่เป็นผิวของทรงกลม ทำให้มองเห็นวัตถุชัดเพียงแนวเดียวซึ่งอาจจะเห็นชัดในแนวดิ่ง แต่ไม่เห็นไม่ชัดในแนวระดับ หรือชัดในแนวระดับแต่เห็นไม่ชัดในแนวดิ่ง วิธีสายตาเอียงให้ใช้มือปิดตาข้างหนึ่งแล้วมองรูปโดยทำทีละข้าง ถ้าเห็นเส้นที่อยู่ระหว่างแนวระดับกับแนวดิ่งเป็นสีดำเท่ากันแสดงว่าสายตาปกติ ถ้าเห็นเป็นสีเทาความเข้มไม่เท่ากันแสดงว่าสายตาเอียงวิธีแก้สายตาเอียงคือ ใช้แว่นที่ทำด้วยเลนส์กาบกล้วยชนิดเว้าและชนิดนูน

2.2.2.7 สายตาเอียง (Astigmatism) เกิดจากความโค้งของกระจกตาหรือเลนส์ ไม่เป็นผิวของทรงกลม ทำให้มองเห็นวัตถุชัดเพียงแนวเดียว ซึ่งอาจจะเห็นชัดในแนวดิ่งแต่ไม่เห็นไม่ชัดในแนวระดับ หรือชัดในแนวระดับแต่เห็นไม่ชัดในแนวดิ่ง วิธีสายตาเอียง ให้ใช้มือปิดตาข้างหนึ่งแล้วมองรูป โดยทำทีละข้าง ถ้าเห็นเส้นที่อยู่ระหว่างแนวระดับกับแนวดิ่ง เป็นสีดำเท่ากันแสดงว่าสายตาปกติ ถ้าเห็นเป็นสีเทาความเข้มไม่เท่ากันแสดงว่าสายตาเอียงวิธีแก้สายตาเอียงคือใช้แว่นที่ทำด้วยเลนส์กาบกล้วยชนิดเว้าและชนิดนูน

2.2.3 **การมองเห็น** (Vision)

การมองเห็น เป็น input อย่างหนึ่งของ interaction ระหว่างมนุษย์และวัตถุ และก็เป็น input ที่สำคัญที่สุด(สำหรับคนส่วนใหญ่ ที่ปกติ) ดวงตามีระบบการทำงานที่เหมือนกับการรับภาพของกล้องถ่ายรูป แสงจากวัตถุ จะผ่าน cornea และ lens ซึ่งทำหน้าที่ในการ รวม focus มีม่านตาทำหน้าที่ควบคุมปริมาณแสงที่จะตกบนบริเวณเรตินา(Retina) ให้ภาพที่มองเห็น มาตกอยู่ที่ retina ที่ทำหน้าที่เป็นฉากรับรูป โดยจะมี photo-receptor อยู่สองประเภทคือ

2.2.3.1 rod cell มีลักษณะเป็นรูปแท่ง คุณสมบัติของcellนี้คือ มีความ sensitive กับความเข้มของแสง สามารถทำให้เรามองเห็นในสภาวะที่แสงน้อย แต่มองไม่เห็นรายละเอียดของวัตถุได้ชัดเจน

2.2.3.2 cone cell มีลักษณะเป็นรูป cone ตรงกันข้ามกับ rod cell, cone cell ไม่ไวต่อความเข้มของแสง แต่มีความสามารถในการแยกแยะรายละเอียด นอกจากนี้cone cellยังแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ซึ่งไวต่อแสงที่มีความยาวคลื่นในช่วงที่แตกต่างกัน ตาของเรามี cone cell ประมาณ 6ล้าน cell และจะหนาแน่นอยู่ตรงส่วน macula / fovea โดยปกติในการมองเห็นของมนุษย์ rod cell และ cone cell จะทำงานสลับกัน ใน การมองเห็นปกติ cone cell จะข่ม rod cell (สภาวะที่แสงเพียงพอ)แต่ในการมองเห็นในที่มืด rod cell จะข่ม cone cell แทน (สภาวะแสงไม่เพียงพอ cone cell ไม่สามารถทำงานได้ดี เท่า กับ rod cell) บน retina ยังมี cell ประสาทพิเศษ ชื่อว่า ganglion cell ซึ่งแบ่งออกเป็น x-cellและ y-cell โดยที่ x-cell จะมีหนาแน่นที่ macula/fovea หน้าที่ของ x-cell คือเป็นตัวตรวจจับและแยกแยะpattern ส่วน y-cell จะมีกระจายทั่ว retina มีหน้าที่ในการจับการเคลื่อนไหวของวัตถุ อย่างไรก็ตาม มนุษย์มีจุดบอดของการมองเห็นอยู่ นั่นก็คือ จุด blind spot (ในรูป คือทางแยกของ optic nerve ที่มีเส้นประจาก lens ลากไปถึง) ที่จุดนี้ จะไม่มี photo receptor อยู่เลย ดังนั้น ถ้ามีภาพใดก็ตาม ที่ถูก focus ลงมาจุดนี้ มนุษย์จะไม่สามารถมองเห็นวัตถุนั้นได้ จากสรีระการทำงานของดวงตามนุษย์ เนื่องจาก cone cell จะอยู่หนาแน่นบริเวณตรงกลางของ ฉากรับภาพ ถ้าเรามองที่จุดหนึ่งโดยไม่ขยับตาจากจุดนั้น จะเห็นว่า เราจะเห็นสิ่งที่อยู่ห่างจากจุดที่ เรามองได้ยากขึ้น ถ้าตัวอักษรอยู่ไกลจากจุดแล้วไม่ใหญ่ขึ้น ก็ยากที่ตาคนเราจะแยกแยะออกได้ว่า ตัวอักษรนั้นคืออะไร ในทางกลับกัน ตาของเรา เนื่องจากมี y-cell กระจายอยู่ทั่ว retina ทำให้การ จับการเคลื่อนไหว ทำได้ดี ไม่ว่า ณ ตอนนั้น เราจะ focusที่จุดไหนอยู่ (y-cell มีหน้าที่ในการจับการเคลื่อนไหว) ดังนั้น เราตาเราจึงไวกับการเคลื่อนไหว ถ้าเรา focus ไปที่ textfield ของ form จะเห็นว่า การวางคำอธิบายไว้ข้างล่าง จะทำให้เราอ่าน ได้ง่ายกว่า โดยที่ไม่ต้องขยับ

ตา เนื่องจาก ตำแหน่งของคำอธิบายที่อยู่ข้างล่าง อยู่ใกล้กับจุด focus ที่เรามอง มากกว่าการวางคำอธิบายไว้ทางด้านขวา

2.2.4 การรับรู้ขนาดและความลึก

ในการที่มนุษย์มองเห็น เกิดจากการที่แสงจากวัตถุ ถูก focus มาที่retina สิ่งที่จะมีผลกับการมองเห็นของมนุษย์ก็คือ visual angle การที่เราจะมองเห็นวัถุได้ชัด จะต้องมี visual angle ที่มีค่าอยู่ ในระดับหนึ่ง ยกตัวอย่าง เช่น การที่สายตามนุษย์(ที่ปกติ)จะมองเห็น เส้นตรงเส้นนึงในแนวนอนได้ ก็ต่อเมื่อ เส้นตรงนั้น ให้ visual angle เท่ากับ 0.5 second of arc (second of arc เป็นหน่วยที่ใช้วัด โดย 1 degree = 60 minutes of arc = 3600 second of arc ดังนั้น 0.5 second of arc = 1/7200 degree) ถ้าวัตถุ ยิ่งอยู่ห่าง visual angle ก็จะยิ่งเล็กลง และภาพที่เราเห็นจากตาก็จะเล็กลงไปด้วย มีปัจจัยอื่นที่มีผลกับการรับรู้ขนาด ก็คือ การรับรู้ความลึก การรวมภาพที่ตาทั้งสองข้างมองเห็น ทำให้มนุษย์สามารถแยกแยะความลึกของวัตถุที่เรามองเห็นได้ เมื่อมนุษย์มองเห็นและรับรู้ถึงความลึกทำให้มี cue ที่สามารถบอกขนาดของวัตถุและระยะทางได้ นอกจากนี้ ความคุ้นเคยก็เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้การรับรู้ขนาดคงที่ โดยไม่ขึ้นอยู่กับระยะทาง

2.2.5 การมองเห็นความสว่างและสีของวัตถุ

ความสว่างของวัตถุ ขึ้นอยู่กับปัจจัยสองอย่าง ก็คือ ความเข้มของแสงที่ตกกระทบวัตถุ และความสามารถในการสะท้อนแสงของวัตถุนั้น สู่ตาเรา ในการมองเห็นของเรา แสงเป็นตัวที่จะกำหนดว่า photoreceptor ตัวไหนที่จะถูกใช้งาน ถ้าแสงน้อยrod cell ก็จะทำงาน สาเหตุที่เรามองเห็นรายละเอียดได้ไม่ดี ถ้าแสงน้อย ก็เพราะ rod cell ไม่สามารถแยกแยะรายละเอียด ได้ดีนัก ส่วนการมองเห็นสี โดยปกติเราสามารถกล่าว ได้ว่าเราพิจารณาสีได้จาก 3 สิ่ง คือ hue, saturation และ intensity(หรือ brightness ซึ่งก็คือที่มาของระบบสี แบบนึง คือ HSB) hue คือ wavelength ของแสงที่สะท้อนโดยสีใด ๆ saturation คือค่าความขาวที่มีในสีนั้น และ brightness ก็คือความสว่างของสี cone cell จะเป็นตัวหลัก ในการแยกแยะสี (ตามที่บอกว่า cone cell แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ซึ่งแต่ละประเภทตอบสองแสงที่มี wavelength ต่างกัน นั่นก็คือ cone cell 3ประเภทดังกล่าว จะตอบสนองต่อ สี แดง เขียว และน้ำเงิน) เราพบว่า ในบริเวณ fovea มีเพียง 3-4%เท่านั้นที่เป็น cone cell ที่ตอบสนองสีน้ำเงิน นี่เป็นเหตุผลที่ทำให้เรามองเห็นสีน้ำเงิน ได้แย่กว่าสีอื่น ใน สภาวะแสงปกติ จากสถิติพบว่า คนเราเวลาเป็นตาบอดสี สีที่แยกไม่ออกก็คือ สีเขียว และสีแดง

2.2.6 การปรับตัวของดวงตา

2.2.6.1 การปรับตัวของตากับความสว่าง

ตามปกติการปรับตัวจากที่สว่างไปสู่ที่มืดจะใช้เวลานานกว่าการปรับตัวจากที่มืดไปสู่บริเวณที่สว่างเนื่องจากเซลล์รอดซึ่งทำหน้าที่ปรับตัวกับการมองเห็นในเวลากลางคืนจะทำงานช้ากว่าเซลล์โคนมาก เช่น เซลล์รอด อาจใช้เวลาในการปรับตัวเพื่อให้ได้ความไวต่อแสงสูงสุด คือ 30 วินาที ในขณะที่เซลล์โคนใช้เวลาเพียง 2 – 3 วินาทีเท่านั้น ความสามารถในการปรับตัวของตาในการมองเห็นขึ้นอยู่กับความส่องสว่างและเวลาที่ใช้ในการมองเห็น ดังนั้นการให้แสงในทางปฏิบัติจึงพยายามจัดการให้แสงในบริเวณต่าง ๆ ภายในพื้นที่เดียวกันไม่ให้มีความส่องสว่างต่างกันมาก เพื่อตาจะได้ไม่ต้องปรับตัวและเพื่อทำให้มองเห็นง่ายและสบายตา (ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์, 2540 : 3)

การปรับตัวของตาในบริเวณที่สว่างและที่มืด (Light and Dark adaptation of the eye) โดยปกติคนส่วนใหญ่เคยมีประสบการณ์ที่เรียกว่า “ตาบอดชั่วคราว” ซึ่งมักเกิดขึ้นในขณะเดินออกจากโรงภาพยนตร์ที่มีความสว่างน้อยกว่าบริเวณพื้นทางเดินคอนกรีตภายนอกที่ได้รับความสว่างจากแสงแดดและความสว่างจากการสะท้อนของแสงจากอาคารใกล้เคียง สาเหตุดังกล่าวเกิดจากตาได้ปรับตัวให้คุ้นเคยกับความมืดภายในโรงภาพยนต์ ดังนั้นขณะที่เดินออกจากโรงภาพยนตร์ตาจึงต้องการเวลาในการปรับตัวกับระดับความสว่างภายนอกเรียกว่าการปรับตาต่อแสง (Light adaptation) เมื่อตาละจากความมืดและเข้าสู่สภาพรอบ ๆ ที่มีความสว่างกว่า ม่านตาจะปรับตัวเล็กลงทำให้แสงผ่านเข้ามายังเรตินาได้น้อยลง จึงทำให้ตามองสิ่งต่าง ๆ ไม่เห็นเลยเป็นช่วงเวลาหนึ่งและต้องใช้เวลา 2 – 3 นาทีในการปรับกับแสงสว่างภายนอก (Michel, 1996 : 17 – 19)

ในขณะที่ต้องเดินผ่านบริเวณที่มีความสว่างก่อนที่จะเข้าไปยังห้องที่มีความสว่างน้อยกว่า ตาต้องปรับตัวให้เข้ากับความมืด (Dark adaptation) ภายในห้อง ซึ่งบางครั้งต้องใช้เวลาในการปรับตัวนานถึง 10 นาที และอาจใช้เวลานานถึง 30 นาทีหรือมากกว่านั้นจึงจะเข้าสู่สภาพที่เห็นได้ตามปกติ เมื่อใดก็ตามที่ตาต้องปรับตัวกับความมืดโฟเวียซึ่งทำหน้าที่เป็นจุดศูนย์รวมของการมองเห็นภาพจะทำงานได้น้อยลงอย่างมาก จึงทำให้ความคมชัดของภาพที่มองเห็นลดลงและเป็นเหตุให้การมองเห็นรายละเอียดต่าง ๆ ของภาพได้ยาก ดังนั้นการปรับตากับความมืดที่ใช้เวลานาน ๆ จึงเป็นอุปสรรคต่อการมองเห็น นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงความสว่างของวัตถุและพื้นผิวต่าง ๆ ในภาพที่มองเห็นมีสาเหตุมากจากการปรับตัวของตาด้วย

สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการปรับตาต่อความสว่างและความมืดในการออกแบบให้แสงสว่างกับที่ว่างทางสถาปัตยกรรม ต้องคำนึงถึงความง่ายและยากในการปรับตาต่อแสงและความไม่สบายตาเมื่อมีการย้ายจากที่ว่าง (Space) หนึ่งไปยังอีกที่อื่น ๆ ดังนั้นสถาปนิกและนัก

ออกแบบแสงสว่างควรหลีกเลี่ยงการปรับตาอย่างทันทีทันใดจากกรณีของการเปลี่ยนแปลงความสว่างและความมืดที่ต่างกันมากเกินไป (Michel, 1996: 97)

2.2.6.2 การปรับตัวของตากับสี (Color adaptation)

เรตินาจะทำหน้าที่ในการปรับตาให้เข้ากับสีต่าง ๆ ทั้งหมดที่อยู่ในมุมมองของตาเพื่อให้เห็นขอบเขตของที่ว่างที่ถูกล้อมรอบนั้น ดังนั้นการให้แสงสว่างจึงมีความสำคัญต่อสีที่เลือกใช้กับการปรับตัวของตากับสีและแสงที่อยู่ในที่ว่างนั้น ๆ และควรนำทฤษฎีของแสงมาใช้งานออกแบบสถาปัตยกรรม เมื่อตาสามารถมองเห็นรูปร่างของที่ว่างและเห็นความจัดของสี (Saturation) ในที่ว่างนั้น ๆ มีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันแล้วแสดงว่ามีการปรับตัวของเรตินา ส่วนเทคนิคในการให้แสงแบบ Wall-wash จะทำให้ผนังในส่วนที่อยู่ต่ำลงมาจากแหล่งกำเนิดแสงมีความเข้มของเนื้อสี (Hue) เด่นชัด และความจัดของสี (Colour saturation) เพิ่มมากขึ้น

2.2.6.3 การปรับตัวของตากับระยะการมองภาพ

การปรับตัวของตากับระยะการมองภาพเป็นความสามารถของเลนส์ตาในการโฟกัส (Focus) ภาพ ทำให้เป็นภาพหรือวัตถุที่ระยะใกล้หรือไกลได้ชัดเจนขึ้น และบริเวณผิวหน้าของเลนส์ตาที่ใช้รับแสงสามารถควบคุมให้แบนเรียบหรือโค้งนูนออกได้ เพื่อเพิ่มความสามารถในการหักเหของแสง และยังมีผลทำให้รูม่านตาสามารถปรับให้กว้างขึ้นหรือแคบลงได้ตามระยะของวัตถุที่มองเห็น ถ้ามีการปรับตัวของกล้ามเนื้อตานาน ๆ จะทำให้เกิดการเมื่อยล้าหรือปวดตาได้ เช่นการปรับตัวของตาในการมองเห็นภาพที่มีระยะใกล้มาก การปรับตัวของตาให้เข้ากับความมืดและความสว่างมีผลต่อการลดหรือขยายรูม่านตาทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณแสง โดยปกติการปรับตัวของตามักเกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความสว่างอย่างทันทีทันใดจากที่มืดไปสู่ที่สว่างหรือจากที่สว่างไปสู่ที่มืด และขณะที่มีการปรับตัวของตาย่อมจะทำให้เกิดความล่าช้าในการมองเห็นชั่วขณะ ทั้งนี้ก็เพราะตาต้องใช้เวลาในการปรับตัว

2.2.6.4 การปรับตัวของตากับแสงธรรมชาติ

การปรับตามีการเชื่อมโยงกับความเร็วในการเปลี่ยนแปลงขนาดของรูม่านตาที่ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณแสงที่ผ่านเข้ามายังนัยตา และการปรับตัวของเรตินาในการรับภาพเป็นไปอย่างช้า ๆ ซึ่งโดยปกติแล้วการเปลี่ยนแปลงความสว่างของท้องฟ้ามักเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ เช่นกัน ดังนั้นการปรับตัวของตากับความสว่างของท้องฟ้าที่มีความแปรปรวนจึงไม่มีปัญหาในเรื่องของความไม่สบายตา เนื่องจากความไม่สบายตาในการมองเห็นเกิดจากการเปลี่ยนความสว่างอย่างฉับพลัน

การเปลี่ยนแปลงความสว่างของแสงธรรมชาติที่เกิดจากความแปรปรวนของท้องฟ้าไม่มีผลต่อการปรับตามากนัก เพราะช่วง (Range) ในการปรับตากับความสว่างในการมองเห็นมีช่วงกว้างมาก และการเปลี่ยนแปลงความสว่างของแสงธรรมชาติมักเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ จึงทำให้ไม่ต้องการปรับตาแบบทันทีทันใด

ความเข้มส่องสว่างของแสงธรรมชาติโดยปกติจะแสดงในรูปของค่าเดย์ไลท์ แฟคเตอร์ (Daylight Factor: DF) ซึ่งเป็นค่าอัตราส่วนของปริมาณความส่องสว่างภายในอาคารต่อปริมาณความส่องสว่างภายนอกอาคาร ค่าเดย์ไลท์ แฟคเตอร์ นี้เหมาะสำหรับใช้กำหนดระดับความส่องสว่างในการมองเห็นมากกว่าใช้ในการกำหนดปริมาณความส่องสว่างเพื่อการปรับตา ดังนั้นการใช้ประโยชน์จากความสว่างของท้องฟ้าโดยการนำแสงธรรมชาติมาใช้ภายในอาคารสามารถคาดคะเนได้จากอัตราส่วนของความส่องสว่างของแสงธรรมชาติภายในและภายนอกอาคาร

การนำแสงธรรมชาติจากความสว่างจ้าของสภาพท้องฟ้ามี่มีเมฆดำปกคลุมหนาทึบ (Overcast sky) มาใช้ให้ความส่องสว่างภายในอาคารได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้นและไม่มีผลต่อการปรับตาเพื่อความสบายตาเนื่องจากมีความสว่างจ้าของท้องฟ้าน้อย ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงทำการทดลองและพิจารณาเฉพาะสภาพท้องฟ้าโปร่ง (Clear sky) เท่านั้น โดยเฉพาะสภาพท้องฟ้าโปร่งในช่วงเที่ยงวันที่มีแดดจัดและมีความสว่างจ้าของท้องฟ้ามากที่สุดและมีผลต่อการปรับตาเพื่อสร้างความสบายในการมองเห็น

2.2.6.5 ความเปรียบต่างของความสว่างจ้าของตำแหน่งที่มองเห็น (Local brightness contrast)

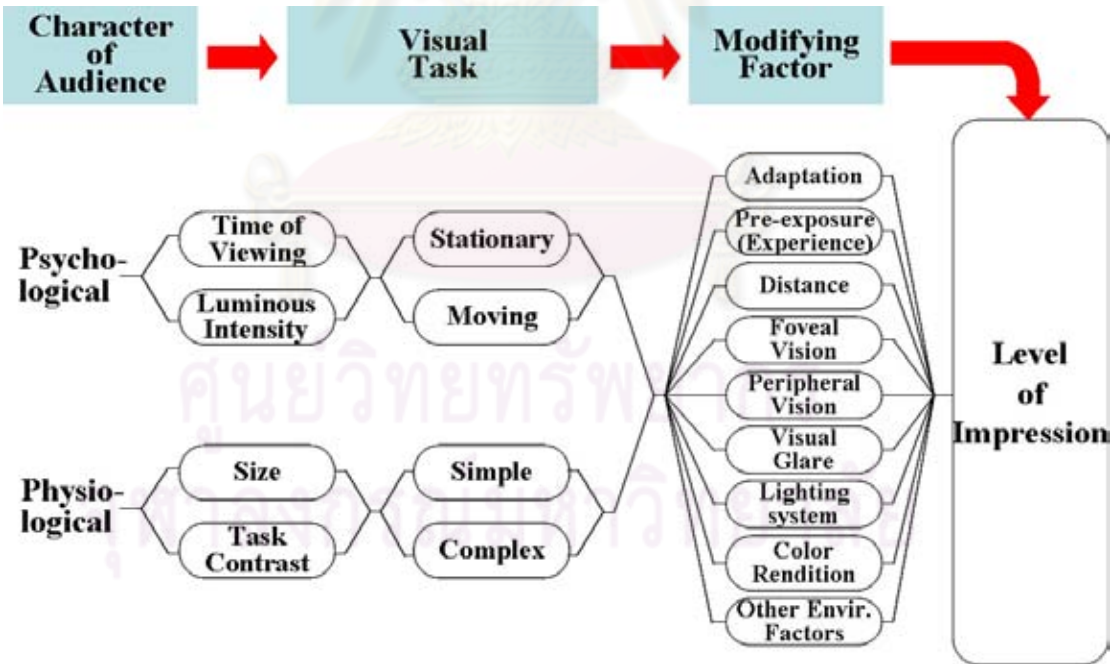
โดยทั่วไปตาจะปรับตัวกับความสว่างจ้าต่าง ๆ ที่เป็นความสว่างจ้าโดยเฉลี่ย (The average of the various brightness) ในสนามแห่งการมอง (Visual field) ซึ่งเป็นผลของความสว่างจ้าที่มีค่าใกล้เคียงกับจุดศูนย์กลางของภาพที่มองเห็น ถ้าพื้นที่ของความสว่างจ้ามีความจ้ามาก ๆ ตาจะมีแนวโน้มต่อการปรับตัวกับความสว่างจ้าเฉลี่ย ซึ่งจะทำให้การรับรู้และมองเห็นรายละเอียดต่าง ๆ ในพื้นที่ทั้งสองที่มีความแตกต่างของความสว่างจ้ามากได้ยากมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งรายละเอียดในพื้นที่ที่มีความสว่างน้อยกว่า และในขณะที่ตาพยายามปรับตัวให้เข้ากับความสว่างจ้าของพื้นผิวใดพื้นผิวหนึ่งที่มีความสว่างจ้าของทั้ง 2 พื้นผิวที่อยู่ติดกันที่มีความสว่างจ้าแตกต่างกันมาก ๆ จึงทำให้เกิดความไม่สบายตาในการมองเห็นและความชัดเจนในการมองเห็นลดลง ดังนั้นหลักการง่าย ๆ ในการลดความเปรียบต่างของความสว่างจ้าที่แตกต่างกันของกรณีนี้ คือ การเลือกใช้วัสดุที่มีค่าการ

สะท้อนแสงที่ให้ความสว่างจ้าใกล้เคียงกัน เช่น การเลือกใช้วัสดุกรอบหน้าต่างที่มีค่าการสะท้อนแสงมากเพื่อทำให้ความสว่างจ้าของกรอบหน้าต่างสัมพันธ์กันกับความสว่างจ้าของช่องแสง

2.3 ทฤษฎีความรู้สึกสบายด้านแสงสว่าง ความรู้สึกสบายด้านการมองเห็น

แสงสว่างและการมองเห็นเป็นตัวแปรที่ตอบสนองความต้องการ ด้านจิตภาพ (psychological) และกายภาพ(Physiological) แสงสว่างและการมองเห็นในสถาปัตยกรรมสามารถสร้างบรรยากาศสวยงามและน่าประทับใจได้ และเป็นสิ่งเร้าที่กระตุ้นในกระบวนการเรียนรู้ผ่านอวัยวะการรับรู้ของดวงตา การสร้างสภาพแวดล้อมในเพื่อการรับรู้แสงสว่าง ด้วยการออกแบบเพื่อให้บรรลุถึงของความต้องการของมนุษย์ ทางด้านความสบายด้านแสงสว่าง (Lighting comfort) และความสบายด้านการมองเห็น (Visual comfort) ต้องอาศัยการเข้าใจปัจจัยที่เกี่ยวข้องการรับรู้ของประสาทสัมผัสทางสายตา ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นพบว่าคุณภาพของการมองเห็นวัตถุ(Visualtask) ประกอบด้วย

- ปัจจัยหลักของการมองเห็นภาพและวัตถุ
- ปัจจัยที่เป็นการปรุงแต่งการมองเห็น (Modifying factor)



ภาพที่ 2-11 แสดงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ของประสาทสัมผัสทางการมองเห็น (สุนทร บุญญาธิการ, 2549)

2.3.1 ปัจจัยหลักของการมองเห็นภาพและวัตถุ

ปัจจัยหลักของการมองเห็นทั้ง 4 ปัจจัย ประกอบด้วย

2.3.1.1 ระยะเวลาในการมอง (Time of viewing) หมายถึงระยะเวลาในการมองวัตถุหรือภาพ ในกรณีพื้นที่ในสถาปัตยกรรมที่ มีลักษณะการใช้งานที่อยู่นิ่ง เช่น ห้องประชุม ห้องทำงาน ห้องเรียน ส่วนมากระยะเวลาในการมองเป็นระยะเวลาในการมองที่ค่อนข้างนานและคงที่ ตามปกติตาของคนเราไม่สามารถมองเห็นวัตถุที่ปรากฏขึ้นตรงหน้าทันที เพราะต้องมีช่วงเวลาให้ตาได้สัมผัสหรือมองเห็นกับวัตถุ เนื่องจากตาต้องใช้เวลาช่วงหนึ่งเพื่อปรับกล้ามเนื้อตาให้ขยายหรือหดตัวให้เข้ากับปริมาณแสง ซึ่งถ้าปริมาณแสงยิ่งน้อยการเห็นก็ต้องการเวลามากยิ่งขึ้น ดังนั้นผู้ออกแบบระบบแสงสว่างจะต้องคำนึงถึงปัญหานี้เป็นพิเศษ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่วัตถุเคลื่อนที่ เช่น การเล่นฟุตบอลปริมาณแสงที่ต้องการจะต้องสูงเพียงพอ ผู้ออกแบบควรนำข้อจำกัดเหล่านี้มาพิจารณาเป็นพิเศษ

2.3.1.2 ความเข้มแสงสว่าง (Luminous intensity) หมายถึงความเข้มแสงที่สะท้อนเข้าสู่ดวงตา ที่เกิดจากความส่องสว่าง (Llluminance) ตกกระทบผิววัตถุแล้วสะท้อนเข้าสู่ดวงตาทำให้สามารถมองเห็นวัตถุนั้น ความเข้มของแสงสว่างที่เข้าสู่ดวงตาจะมากหรือน้อยขึ้น อยู่กับพลังงานแสงสว่างและค่าการสะท้อนแสงของวัตถุ ตามสมการที่ 4

$$fL \cdot \quad fc * RF \qquad \text{.....(4)}$$

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

fc คือ ความส่องสว่าง มีหน่วยเป็นฟุตแคนเดิล (footcandles, fc)

RF คือ ค่าการสะท้อนแสง (reflection factor)

(Stein and Reynolds, 2000)

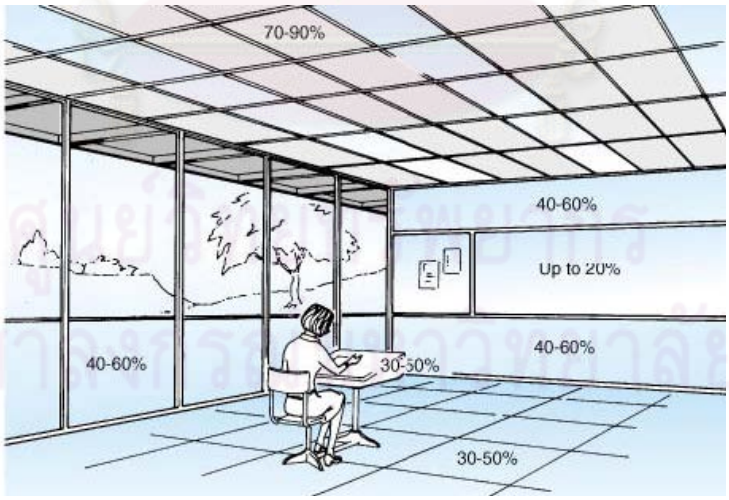
ค่าการสะท้อนแสงของวัสดุทั่วไปในอาคารและภายนอกอาคารตามตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-4 แสดงค่าการสะท้อนแสงของวัสดุในอาคารและภายนอกอาคาร

วัสดุ	ค่าการสะท้อนแสง (%)	วัสดุ	ค่าการสะท้อนแสง (%)
หินทราย	18	สีทา (ขาว)	
อิฐ		สีใหม่	75
อิฐสีเหลืองอ่อน	48	สีเก่า	55
อิฐสีเหลืองเข้ม	40	ยางมะตอย	7
อิฐสีแดงมัน	30	ดินชุ่มชื้น	7
ซีเมนต์	27	ทางเดิน	17
คอนกรีต	55	หญ้าเขียว	6
แกรนิต	40	กรวด	13
หินอ่อน (ขาว)	45	โคลน	8

(Stein and Reynolds, 2000; 1144)

พื้นที่ผิวในห้องเรียนมีการกำหนดค่าการสะท้อนแสงมาตรฐานดังภาพที่ 2-15



ภาพที่ 2-12 แสดงค่าการสะท้อนแสงแนะนำของพื้นผิวในห้องเรียน (IESNA, 2000; 12-4)

เมื่อปริมาณแสงตกระทบวัตถุ (Incident Light) เราเรียกว่า “ความส่องสว่าง” มีหน่วยวัดเป็นฟุตแคนเดิล (Foot-candle) แต่สิ่งที่ตาเราเห็นคือ ความสว่างจ้าของแสง (Brightness) อันเกิดจากการสะท้อนแสงจากวัตถุเข้าสู่ตา และมีหน่วยวัดเป็นฟุตแลมเบิร์ต (Foot-Lambert) เมื่อเพิ่มปริมาณแสงมากขึ้นความสว่างจ้าจะมากขึ้นตามไปด้วย อย่างไรก็ตาม ความสว่างจ้ามากหรือน้อยของวัตถุใด ๆ ขึ้นอยู่กับค่าความสามารถในการสะท้องแสง (Reflection) ของวัตถุนั้น ๆ ด้วย ดังนั้นผู้ออกแบบต้องควบคุมความสว่างจ้าที่เกิดขึ้นให้เหมาะสม

ในการออกแบบระบบแสงสว่างทั่วไปต้องคำนึงถึงองค์ประกอบที่อยู่รอบ ๆ ในบริเวณที่กำลังออกแบบ ได้แก่ พื้น ผนัง ฝ้าเพดาน โต๊ะ และชิ้นงานต่าง ๆ โดยต้องจัดให้สิ่งเหล่านี้มีความสว่างจ้าสอดคล้องกลมกลืนกันเพื่อสร้างความสบายตาในการมองเห็น จึงมีการศึกษาเพื่อหาสัดส่วนความแตกต่างของความสว่างจ้าที่ต้องการในสัดส่วนที่แตกต่างกันออกไปของมุมมองปกติ ซึ่งมีอัตราส่วนดังต่อไปนี้

อัตราส่วนความสว่างจ้า (Brightness Ratio) ในที่นี้หมายถึง อัตราส่วนระหว่างความสว่างจ้าของชิ้นงานกับสิ่งที่อยู่รอบชิ้นงานนั้น โดยเฉพาะชิ้นงานที่มีสีค่อนข้างมืดกว่าพื้นที่ที่อยู่ข้างเคียง โดยพยายามจัดให้ชิ้นงานมีความสว่างจ้าน้อยกว่าพื้นที่ที่อยู่ข้างเคียงไม่เกินอัตราส่วน1/3: 1 หรือตามข้อเสนอแนะดังตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 แสดงอัตราส่วนความจ้าระหว่างชิ้นงานกับพื้นที่ที่อยู่ใกล้เคียง

ประเภทของงาน	อัตราส่วน
ระหว่างชิ้นงานกับผนังที่สว่างกว่าซึ่งอยู่ไกลออกไป	1/10 : 1
ระหว่างชิ้นงานกับผนังที่มืดกว่าซึ่งอยู่ไกลออกไป	10 : 1
ระหว่างชิ้นงานกับพื้นที่ข้างเคียงซึ่งสว่างกว่า	1/3 : 1
ระหว่างชิ้นงานกับพื้นที่ข้างเคียงซึ่งมืดกว่า	3 : 1
ระหว่างช่องเปิดหน้าต่างดวงโคมกับพื้นที่ข้างเคียง	20 : 1
พื้นที่ทั่วไปที่อยู่ในสนามแห่งการมอง	40 : 1
การเน้นเฉพาะวัตถุ	50 : 1

ที่มา : Kaufman, 1981: 9-2

ในการวิจัยนี้เลือกพิจารณาอัตราส่วนความสว่างจ้าที่ให้ความสบายตาต่อการมองเห็น ได้แก่ อัตราส่วนความสว่างจ้า 20:1 สำหรับอัตราส่วนความสว่างจ้าที่ช่องแสงกับผนังรอบช่องแสง และอัตราส่วนความสว่างจ้า 10:1 สำหรับอัตราส่วนความสว่างจ้าที่หน้าต่างกับความสว่างจ้าในบริเวณที่ห่างจากหน้าต่างมากที่สุด

ปัจจัยทางจิตภาพ

ประกอบด้วยระยะเวลาในการมองเห็นและความเข้มแสงสว่างหมายถึงด้านความรู้สึกของผู้มองที่มีต่อความส่องสว่างในการมองเห็นวัตถุ อิทธิพลของปัจจัยทางด้านจิตภาพที่มีผลต่อความชัดในการมองเห็นและทำให้รู้สึกสบายทางสายตาเกิดจากการผสมผสานปัจจัยระยะเวลาในการมองและความเข้มของแสงสว่าง ตัวอย่างเช่น ภาพที่มีความเข้มในการส่องสว่างของวัตถุน้อยหากต้องการมองเห็นได้ชัดเจนอาจต้องใช้ระยะเวลาในการมองภาพนั้น มากกว่าภาพที่มีความเข้มในการส่องสว่างของวัตถุมาก ส่วนภาพที่มีความเข้มในการส่องสว่างของวัตถุมาก หากมองในระยะเวลานานเกินไปอาจทำให้เกิดความรู้สึกไม่สบายทางสายตาและนอกจากปัจจัยทั้งสองด้านนี้แล้วปัจจัยทางจิตภาพทั้งสองปัจจัยแล้วยังมีปัจจัยของสิ่งที่มองเห็นที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของภาพมาเกี่ยวข้อง ซึ่งมีทั้งภาพที่อยู่นิ่ง (Stationary) และภาพเคลื่อนไหว (Moving)

2.3.1.3 ขนาดของภาพในการมองเห็น (size) หมายถึงขนาดของวัตถุที่อยู่ในมุมมอง (visual field) ที่มองเห็น ซึ่งขึ้นกับสัดส่วนของขนาดภาพหรือวัตถุกับระยะทางในการมอง เช่น ในการมองภาพตัวอักษรขนาดใหญ่ที่อยู่ในระยะไกลอาจมีขนาดของภาพในการมองเห็นเท่ากับภาพตัวอักษรขนาดเล็กที่อยู่ในระยะใกล้ในกรณีที่ทั้งสองกรณีมีสัดส่วนเท่ากัน ดังนั้น ขนาดของภาพในการมองเห็นไม่ได้หมายความว่าเป็นขนาดจริงของวัตถุ

อิทธิพลของปัจจัยทางด้านขนาดของภาพในการมองเห็นที่มีผลในการเรียนรู้และความชัด คือหากขนาดของภาพในการมองเห็น มีขนาดเล็กเกินไปผู้มองจะมองได้ไม่ชัด แต่ถ้าภาพมีขนาดใหญ่เกินไปก็จะไม่สามารถใส่เนื้อหา ข้อมูลข่าวสารได้ครบถ้วน

โดยทั่วไปแล้วความชัดเจนในการมองเห็นเป็นสัดส่วนของขนาดทางกายภาพของวัตถุและขึ้นอยู่กับการให้ความสว่างที่วัตถุ (Fixed brightness) ความเปรียบต่างและเวลาที่ใช้ในการมอง แม้ว่าในทางกายภาพไม่มีขอบเขตในการมองภาพที่แท้จริงก็ตามแต่มุมแห่งการมอง (Subtended visual angle) มีผลต่อความสามารถในการมองเห็นได้ดีขึ้นเมื่อมีการนำวัตถุหรือภาพเข้ามาใกล้ตา

การมองเห็นของตาคนเรานั้นจะสามารถเห็นวัตถุที่ใหญ่ได้ง่ายกว่าวัตถุที่เล็ก และมีแนวโน้มที่จะเห็นวัตถุชิ้นเดียวกันมีขนาดเล็กลงในเวลากลางคืนเมื่อเทียบกับเวลากลางวัน การเพิ่ม

ปริมาณแสงที่พอเหมาะ คือ การทำให้ตาของคนเรามีความรู้สึกเห็นวัตถุชิ้นเดียวกันนั้นเสมือนขยายใหญ่ขึ้นมาเท่ากับขนาดที่เราเห็นในเวลากลางวันวัตถุยิ่งเล็ก ๆ รายละเอียดมาก ปริมาณแสงที่ต้องการจะมีมากขึ้นเป็นเงาตามตัว เช่น การอ่านหนังสือ การพิมพ์ดีด การเขียนแบบ ย่อมต้องการปริมาณแสงมากขึ้นเป็นพิเศษ (พิบูลย์ ดิษฐอุดม, 2540)

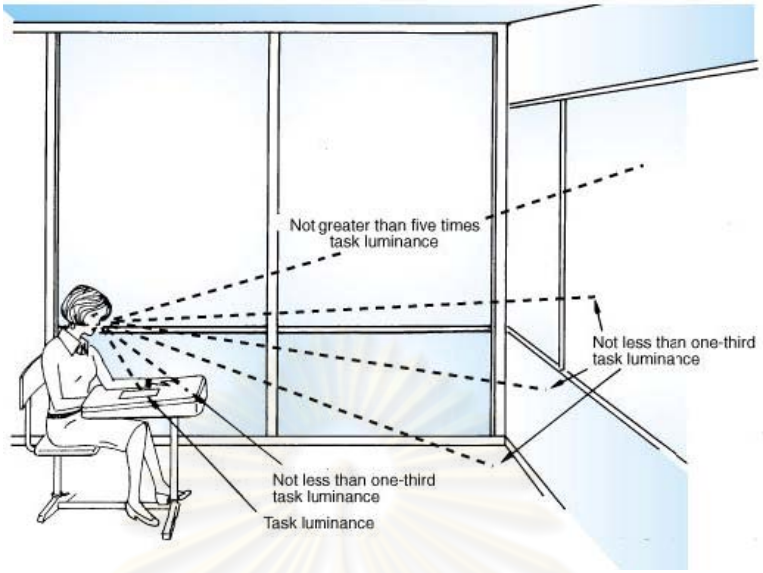
2.3.1.4 ความเปรียบต่างที่วัตถุกับพื้นภาพ (task contrast) หมายถึง ค่าการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความส่องสว่างของภาพกับพื้น ภาพในการมองวัตถุหากมีค่าการเปรียบต่างน้อยจะมองเห็นไม่ชัดเจน ความแตกต่างของความดำ-ขาวระหว่างวัตถุกับสิ่งต่าง ๆที่อยู่รอบตัวมัน จะเห็นได้ว่าเมื่อความแตกต่างของความดำ-ขาวยิ่งมากการมองเห็นก็จะทำได้ง่ายขึ้น ความต้องการปริมาณแสงจะน้อยลง ยกตัวอย่างเช่น ตัวหนังสือดำบนกระดาษสีขาว ย่อมถูกเห็นได้ง่ายกว่าตัวหนังสือดำบนพื้นเทา และถ้าความแตกต่างของความดำ-ขาวยิ่งน้อยปริมาณแสงที่ต้องการจะมีมากขึ้น สามารถอธิบายเป็นสัดส่วนของการเปรียบต่างกับความรู้สึกในการมองเห็นได้ตามตารางที่ 2-6 (Stein and Reynolds, 2000; 1100) พบว่ายิ่งมีค่าความเปรียบต่างสูงจะยิ่งมองเห็นภาพหรือวัตถุได้ชัดเจนแต่หากมีค่าความเปรียบต่างของภาพมากเกินไปอาจทำให้รู้สึกไม่สบายในการมองเห็น และมีค่าความเปรียบต่างที่แนะนำในห้องเรียน ดังภาพที่ 2-13 (IESNA, 2000; 12-4)

ตารางที่ 2-6 แสดงค่าความเปรียบต่างของแสงในการมองเห็น

อัตราส่วน	ผลการมองเห็น
3:1	สามารถสังเกตุเห็นความแตกต่าง
10:1	เป็นจุดสนใจและดึงดูดใจ
50:1	โดดเด่นมากและข่มวัตถุอื่นในมุมมอง

(Stein and Reynolds, 2000; 1100)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 2-13 แสดงค่าความเปรียบต่างที่แนะนำในห้องเรียน (IESNA, 2000; 12-4)

กรณีพิจารณารายละเอียดของความเปรียบต่างของวัตถุหรือภาพกับพื้นภาพหรือสภาพแวดล้อม จะอธิบายค่าความเปรียบต่างด้วยสมการที่ 5 จากการคำนวณกรณีตัวหนังสือสีขาวบนพื้นสีดำเปรียบเทียบกับตัวหนังสือสีดำบนพื้นสีขาว พบว่าภาพของตัวหนังสือสีขาวบนพื้นสีดำจะเห็นได้ชัดเจนกว่าภาพตัวหนังสือดำบนพื้นสีขาว

$$C = \left| \frac{L_B - L_T}{L_T} \right| \qquad \text{..... (5)}$$

เมื่อ C คือ ค่าความเปรียบต่าง

LB คือ ค่าความสว่างของพื้นหลัง
มีหน่วยเป็นฟุตแลมเบิร์ท (Foot-Lamberts, fL)

LT คือ ค่าความสว่างของวัตถุ
มีหน่วยเป็นฟุตแลมเบิร์ท (Foot-Lamberts, fL)

(Stein and Reynolds, 2000)

ปัจจัยทางกายภาพ

ประกอบด้วยขนาดของภาพและค่าความเปรียบต่างหมายถึง ลักษณะคุณสมบัติกายภาพของสิ่งที่มองเห็น ที่มีอิทธิพลต่อความชัดในการมองเห็นและทำให้รู้สึกสบายทางสายตา เกิดจากการผสมผสานปัจจัยขนาดของภาพ และความเปรียบต่างตัวอย่างเช่นในกรณีที่ภาพมีขนาดใหญ่ความต้องการความเปรียบต่างเพื่อให้มองภาพให้ชัดเจนจะมีระดับไม่มาก ในทางกลับกันหากมีวัตถุที่

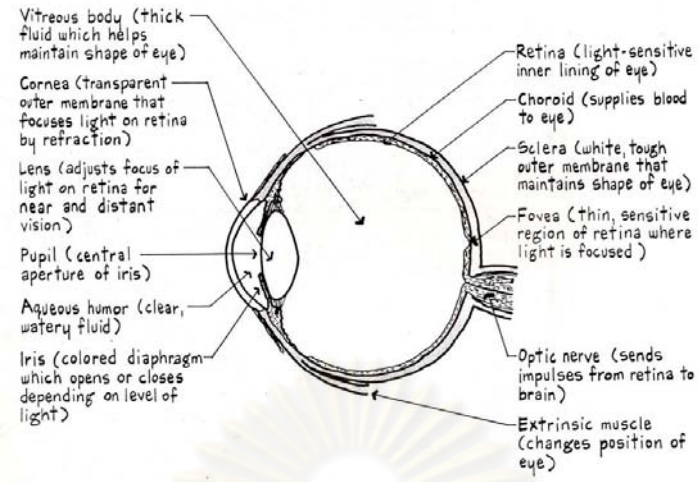
มีขนาดไม่ใหญ่แต่ต้องการเน้นให้เห็นชัดเจนจะต้องมีค่าความเปรียบต่างที่สูงกว่า และนอกจากปัจจัยทางกายภาพทั้งสองปัจจัยนี้แล้วยังมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความละเอียดของภาพมาเกี่ยวข้อง ทั้งภาพที่มีส่วนประกอบที่เรียบง่าย (Simple) และภาพที่มีส่วนประกอบที่ซับซ้อน (Complex) ตัวอย่างเช่นภาพที่มีความเรียบง่ายต้องการความเปรียบต่างที่น้อยกว่าภาพที่ซับซ้อน

ความแตกต่างของความดำ-ขาวระหว่างวัตถุกับสิ่งต่าง ๆที่อยู่รอบตัวมัน จะเห็นได้ว่าเมื่อความแตกต่างของความดำ-ขาวยิ่งมากการมองเห็นก็จะทำได้ง่ายขึ้น ความต้องการปริมาณแสงจะน้อยลง ยกตัวอย่างเช่น ตัวหนังสือดำบนกระดาษสีขาว ย่อมถูกเห็นได้ง่ายกว่าตัวหนังสือดำบนพื้นเทา และถ้าความแตกต่างของความดำ-ขาวยิ่งน้อยปริมาณแสงที่ต้องการจะมีมากขึ้น อย่างเช่น การเย็บผ้าสีดำด้วยด้ายสีดำย่อมต้องการปริมาณแสงเป็นจำนวนมาก เป็นต้น

2.3.2 ปัจจัยด้านตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นสภาพแวดล้อมและลักษณะผู้มอง

เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมและคุณลักษณะของผู้มอง ทั้งองค์ประกอบการมองเห็นวัตถุ และปัจจัยในการปรุงแต่งในการมอง ทำให้เกิดระดับความประทับใจในการมองเห็น (Level of impression) ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการรับข้อมูลสารสนเทศของประสาทสัมผัสด้านการมองเห็นในกระบวนการเรียนรู้ประกอบด้วย

2.3.2.1 การปรับตัวของสายตา (Eyes adaptation หรือ Adaptation) ดวงตามนุษย์มีลักษณะเป็นลูกกลม (Vitreous body) โดยภายในดวงตาจะมีของเหลวเพื่อช่วยในการรักษารูปร่างของดวงตา กระจกตา (Cornea) และ เลนส์ตา (Lens) จะจับโฟกัสของแสงมาสู่เรตินา (Retina) ที่มีที่รวมของเส้นประสาทที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็น มีรูม่านตา (Pupil) และม่านตา (Iiris) ทำหน้าที่ปรับตัวตามความจ้าของแสง มีเรตินาซึ่งเป็นเยื่อที่อยู่ด้านในสุดของดวงตาประกอบด้วยชั้นของเส้นประสาทที่ซับซ้อนเมื่อแสงตกกระทบระบบประสาทที่อยู่ภายในจะทำงาน ประกอบด้วยประสาท 2 ส่วน คือ รอด (Rod) ซึ่งทำหน้าที่ตอบสนองกับแสงสว่างน้อยและมองเห็นภาพเป็นขาวดำ และโคน (Cone) ซึ่งทำหน้าที่ตอบสนองกับแสงสว่างมองเห็นภาพเป็นสี จากองค์ประกอบของดวงตาจะพบว่าม่านตาเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการปรับรับแสงเข้าสู่ดวงตา กรณีที่อยู่ในที่มืดม่านตาจะขยายกว้าง และเมื่ออยู่ในที่สว่างม่านตาจะปรับให้รูม่านตาเล็กลง ตามภาพที่ 2-8



ภาพที่ 2-14 **แสดงองค์ประกอบของดวงตา** (Egan, 1983: 3)

2.3.2.2 ประสบการณ์ของผู้มองในอดีต (Pre-exposure หรือ Experience) เป็นผลจากกระบวนการเรียนรู้ที่ถูกบันทึกข้อมูลสารสนเทศไว้ในความจำและเรียกกลับมาเพื่อประมวลผลกับสารสนเทศใหม่ที่ได้รับจากสภาพแวดล้อม ตัวอย่างเช่น ในการออกแบบห้องเรียนเพื่อสร้างบรรยากาศที่เป็นสิ่งกระตุ้นที่ดีของสิ่งเร้าในการเรียนรู้ ต้องเลือกองค์ประกอบที่จะสร้างความประทับใจที่ดีในการรับรู้ เช่นการเลือกใช้องค์ประกอบที่สวยงามของธรรมชาติมาช่วยสร้างแรงกระตุ้นที่ดีงาม

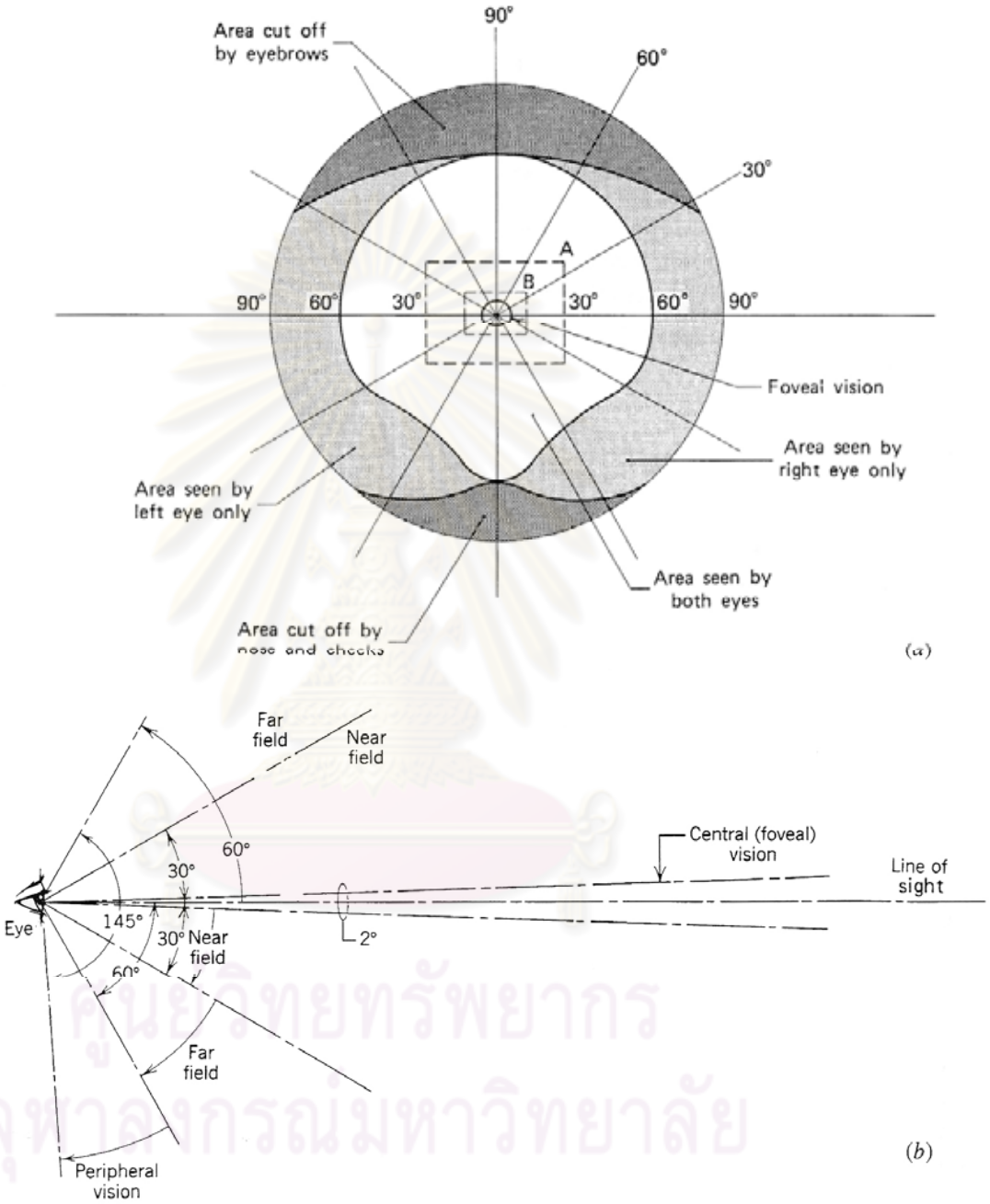
2.3.2.3 ระยะทางในการมอง (Distance) มีอิทธิพลในการมองเห็นที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยหลักในการมองเห็นในเรื่องของขนาดของภาพและความซับซ้อนของภาพ การปรับตัวของตากับระยะการมองภาพเป็นความสามารถของเลนส์ตาในการโฟกัส (Focus) ภาพ ทำให้เห็นภาพหรือวัตถุที่ระยะใกล้หรือไกลได้ชัดเจนขึ้น และบริเวณผิวหน้าของเลนส์ตาที่ใช้รับแสงสามารถควบคุมให้แบนเรียบหรือโค้งนูนออกได้ เพื่อเพิ่มความสามารถในการหักเหของแสง และยังมีผลทำให้รูม่านตาสามารถปรับให้กว้างขึ้นหรือแคบลงได้ตามระยะของวัตถุที่มองเห็น

2.3.2.4 มุมมองเป้าหมายหลัก (Foveal vision) คือ มุมมองที่ดวงตาโฟกัสจะมีแนวของรัศมี ประมาณ 1 องศา จากแกนแนวการมอง แกนนี้โดยทั่วไปเอียงลง 10องศาจากเส้นนอนเมื่อยืน และ 15 องศาเมื่อนั่ง ซึ่งเป็นส่วนสำคัญมากเพราะจะตอบสนองได้ดีกับภาพสี

2.3.2.5 ระบบแสงสว่างภายในห้องสถาปัตยกรรม (Lighting system) การออกแบบแสงสว่างที่ดี สถาปัตยกรรมจะต้องผสมผสานร่วมกันกับการใช้แสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์อย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพสูงเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงาน

2.3.2.6 สีในการมองเห็น (Color rendition) ประกอบด้วยสีของแสงและสีของวัตถุ ในการออกแบบสีในสถาปัตยกรรมต้องคำนึงถึงความถูกต้องของสี และคำนึงถึงการใช้สีของแสงเพื่อส่งเสริมภาพลักษณ์ที่สวยงานของสีวัตถุที่ต้องการสร้างความประทับใจในการมองเห็น

2.3.2.7 มุมมองที่อยู่โดยรอบ (Peripheral visual) หรือ (Far field) ประมาณ 30-60 องศาจากแนวแกนมองตามภาพที่ 2-18



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

ภาพที่ 2-15 แสดงมุมมองในการมองเห็น (Stein and Reynolds, 2000; 1066)

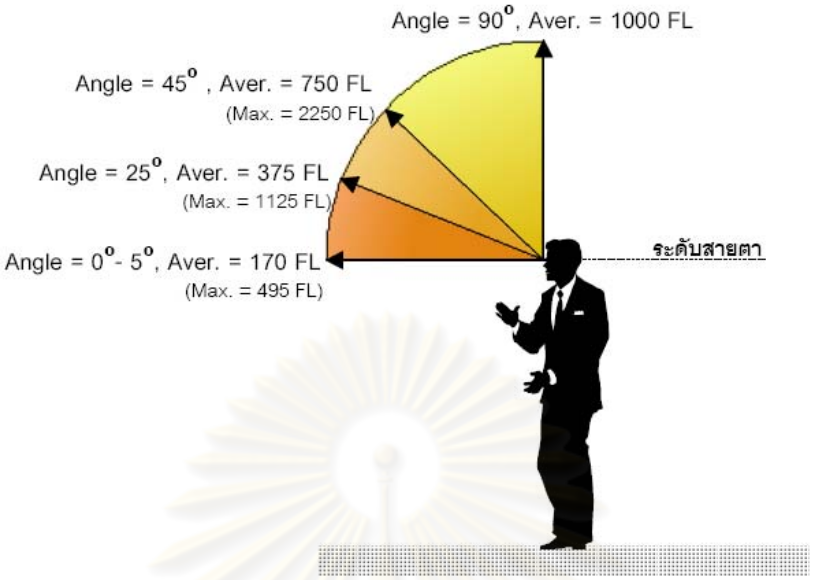
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3.2.8 การระคายเคืองตาและความไม่สบายตาในการมองเห็น (Glare) ความสว่างจ้ามากเกินไปทำให้เกิดแสงจ้าส่งผลให้ความชัดเจนในการมองเห็นลดลงเพราะการรับรู้ถึงความเปรียบต่างลดลง อิทธิพลของแสงไม่ได้ทำให้มนุษย์มีความสบายตาและมองเห็นได้ชัดเจนเสมอไป เพราะปริมาณความส่องสว่างที่มากเกินไปทำให้ตาไม่อาจทนทานต่อความสว่างของแสงได้ และความสว่างจ้าจากการสะท้อนแสงของวัสดุพื้นผิวเรียบที่มีมุมของการสะท้อนเข้าสู่ตาโดยตรงจะทำให้ความสว่างจ้านั้นมีความจ้ามากจนกลายเป็นแสงจ้าได้ (Michel , 1996) ความสว่างจ้าของแสงในมุมมองของการมองเห็นในมุมต่าง ๆ ที่ไม่ก่อให้เกิดแสงจ้าจากการวิจัย (Flynn, 1988) พบว่าความสามารถของตาในการยอมรับความสว่างจ้าขึ้นอยู่กับทิศทางของมุมมองที่แสงสว่างนั้นเข้าสู่ตา จากเอกสารเผยแพร่อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ ของศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ แสดงดังรูปที่ 2-16 แสดงระดับความสว่างจ้าที่มุมมองต่าง ๆ ที่ตายอมรับได้ ซึ่งในการวิจัยนี้พิจารณาความสว่างจ้า ในมุมมอง 0-5 องศา ที่มีความสว่างจ้ามากที่สุดที่ตายอมรับได้ 495 ฟุตแลมเบริต และพิจารณามุมมองตั้งแต่ 25-45 องศา ที่มีความสว่างจ้าที่ตายอมรับได้มากที่สุดตั้งแต่ 1125-2250 ฟุตแลมเบริต

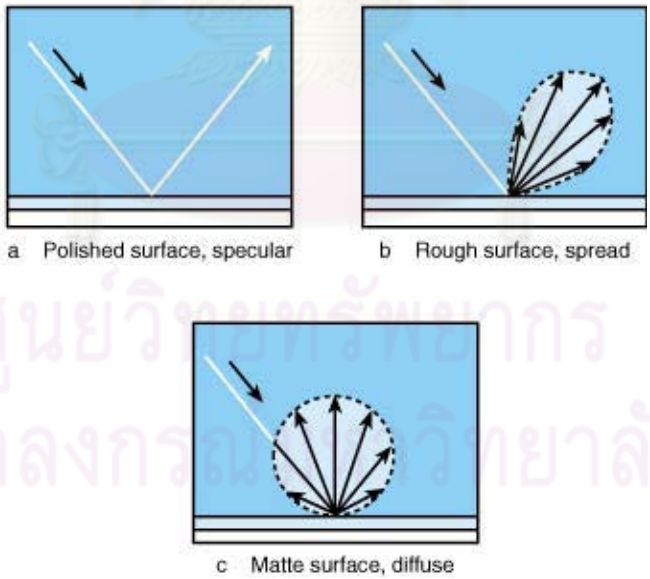
แบ่งออกเป็น 2ประเภท คือประเภทที่ทำให้รู้สึกระคายเคืองโดยตรง (Direct discomfort glare) และประเภทที่ทำให้เกิดความสามารถในการมองเห็นลดลงเนื่องจากแสงที่สะท้อนเข้าสู่มุมมอง เรียกว่าเงาสะท้อนรบกวนการมองเห็น (Reflected glare หรือ Veiling glare)

2.3.2.6.1 การระคายเคืองตาโดยตรง (Direct discomfort glare) เกิดจากการมีแสงสว่างที่มากเกินไปในการยอมรับความสว่างหรือความจ้าของแสงในมุมมอง ถ้ามุมมองเป็นมุมเงยที่มีองศาของการมองยิ่งมากก็จะยิ่งทำให้สายตาสามารถยอมรับความจ้าได้มากขึ้นตามภาพที่ 2-16(สุนทร บุญญาธิการ, 2541)

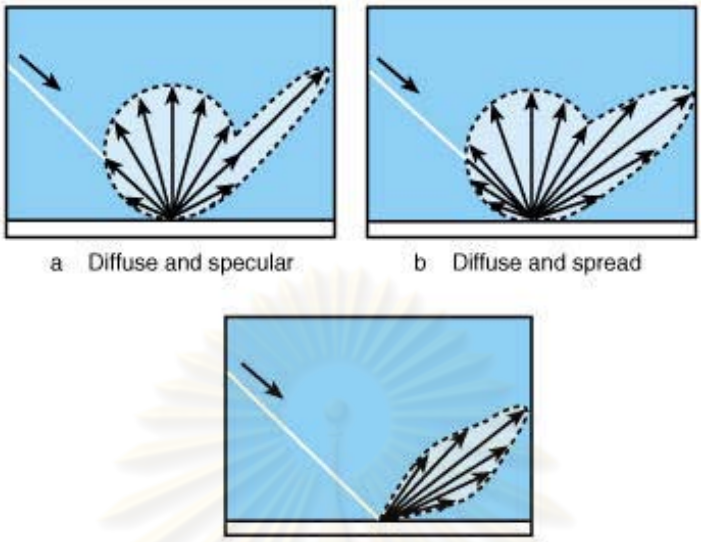
2.3.2.6.2 การเกิดเงาสะท้อนรบกวนการมองเห็น (Reflected glare หรือ Veiling glare) เกิดจากลักษณะการสะท้อนแสงของพื้นผิววัตถุและมุมของการสะท้อนแสงกับมุมมองของผู้มอง การสะท้อนแสง (Reflection) เป็นปรากฏการณ์หนึ่งของแสงเมื่อตกกระทบพื้นผิวและพื้นผิวทำหน้าที่เป็นตัวสะท้อนแสง (Reflector) อาจเป็นการสะท้อนแบบเสมือนกระจก (Specular) แบบสาดเป็นลำแสง (Spread) แบบฟุ้งกระจาย (Diffuse) หรือแบบผสม (Compound) ตามภาพที่ 2-17 และภาพที่ 2-18 (IESNA, 2000; 1-18) การสะท้อนของแสงแบบเสมือนกระจก และแบบสาดเป็นลำแสงหากสะท้อนภาพของแหล่งกำเนิดแสงเข้าสู่มุมมองของผู้มองจะทำให้เกิดเงาสะท้อนรบกวนการมองเห็น



ภาพที่ 2-16 **แสดงระดับความจ้าที่สายตายอมรับได้ในมุมมอง** (Angle of degrees) **ที่แตกต่างกันค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยโดยประมาณของความสว่าง** (Average luminance) **ที่สายตายอมรับได้ หน่วยเป็นฟุตแลมเบิร์ต** (FootLamberts) **ตัวเลขที่แสดงเป็นการประมาณการ ในการประยุกต์เพื่อใช้งานต้องพิจารณาปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ อีกหลายประการ (สุนทร บุญญาธิการ,** 2541)



ภาพที่ 2-17 **แสดงลักษณะการสะท้อนแสงขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นผิวที่สะท้อนแสง** (a) **พื้นผิวมันเสมือนกระจก** (Polished) **เกิดการสะท้อนแบบเสมือนกระจก** (Specular) (b) **พื้นผิวมีความมันและกระด้าง** (Rough) **เกิดการสะท้อนแบบสาดเป็นลำแสง** (Spread) (c) **พื้นผิวด้าน** (Matte) **เกิดการสะท้อนแบบฟุ้งกระจาย** (Diffuse) (IESNA, 2000; 1-18)



ภาพที่ 2-18 **แสดงลักษณะการสะท้อนแสงแบบผสม** (Compound) (IESNA, 2000; 1-18)

ตัวอย่างที่พบบ่อย ๆ เช่น เงาสะท้อนเหนือภาพบนพื้นผิวของปกนิตยสารที่มีความมันเงาเนื่องจากการสะท้อนกลับของแสงจากดวงโคมแสงไฟฟ้าที่ตกกระทบบนปกนิตยสาร ทำให้ลดความชัดเจนของภาพบนปกเพราะความสว่างจ้าของเงาที่สะท้อนบนภาพทำให้เพิ่มความสว่างจ้าบนปกนิตยสารที่มีพื้นผิวมันเงาเพิ่มมากขึ้น จึงลดความเปรียบต่างความสว่างของภาพบนปกนิตยสารนั้นและทำให้มองเห็นภาพไม่ชัดเจน(Veiling reflects) หรือเงาสะท้อนเหนือภาพที่มองสามารถควบคุมได้โดย

- ควบคุมตำแหน่งที่ติดตั้งแหล่งกำเนิดแสงที่มีความเข้มสว่างมาก ๆ ให้อยู่นอกบริเวณที่จะเกิดการสะท้อนแสงเข้าสู่สนามแห่งการมองเห็น

- ลดความสว่างหรือลูมิแนนต์ของแหล่งกำเนิดแสง โดยจัดวางแหล่งกำเนิดแสงให้กระจายออกไปเป็นพื้นที่กว้าง ๆ ที่ระนาบทำงาน (Working plane) จะช่วยลดการเกิดเงาสะท้อนเหนือภาพที่มองเห็นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดแสงที่มีความเข้มสว่างมากที่ทำให้เกิดการสะท้อนของแสงจ้าในสนามแห่งการมองเห็น

ส่วนมากมุมมองที่นั่งอ่านหนังสือกับโต๊ะที่ไม่เอียงมุมจะมีมุมวิกฤต เป็นมุม 25 องศา และเมื่อแสงจากดวงโคมตกกระทบกับโต๊ะในแนวระนาบ (หน้าโต๊ะไม่เอียง) ในมุม 25 องศาจะทำให้

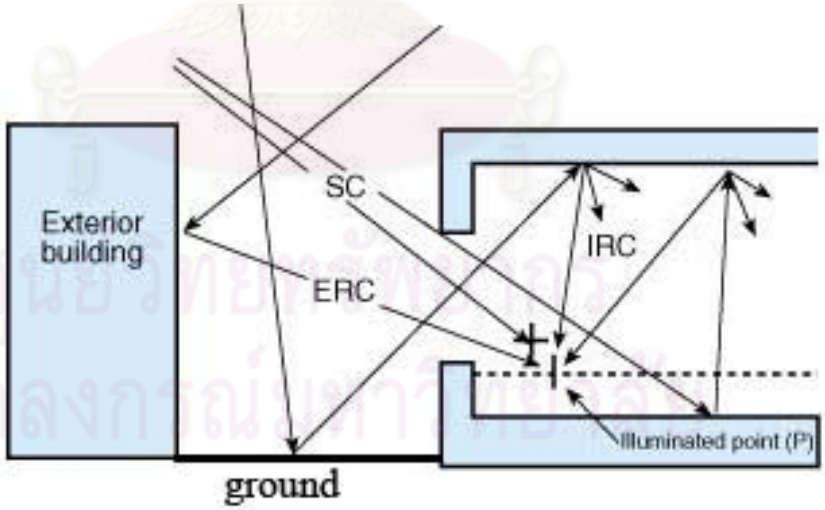
เกิดแสงจ้าสะท้อน (Reflected Glare) และเกิดเงาสะท้อนเหนือภาพที่เข้าสู่มุมมองของตาได้ จึงควรหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดมุมสะท้อน 25 องศา

2.3.3 การใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติในอาคาร

การประยุกต์ใช้แสงธรรมชาติ (Daylighting) ในอาคารนอกจากช่วยให้เกิดการประหยัดพลังงานแล้ว แสงธรรมชาติยังเป็นแสงที่มีประสิทธิภาพสูงและมีค่าความถูกต้องของสีที่ดีแต่การใช้แสงธรรมชาติก็มีข้อจำกัดด้านความแปรปรวน และเทคนิคการออกแบบช่องแสงเพื่อนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ประโยชน์อย่างสม่ำเสมอและได้พื้นที่ลึกที่สุด

วัสดุของช่องแสงจะต้องมีคุณสมบัติดัดรังสียูวี และให้ความร้อนเข้าสู่ห้องเรียนน้อยที่สุด ในขณะที่ต้องยอมให้แสงธรรมชาติเข้ามาได้มากแต่ต้องควบคุมไม่ให้เกิดแสงจ้าเคืองตาจากภายนอก

ปริมาณแสงธรรมชาติที่เข้ามาภายในอาคาร หรือค่าปัจจัยแสงธรรมชาติ(Daylight factor) ประกอบด้วยตัวแปร ดังต่อไปนี้คือ สภาพท้องฟ้า (Sky component) การสะท้อนแสงของสภาพแวดล้อมภายนอก (External reflectance component) ซึ่งรวมถึงการสะท้อนแสงของพื้น (Ground reflectance) และการสะท้อนแสงภายใน (Internal reflectance component) ตามภาพที่ 2-13 (IESNA, 2000; 8-18)



ภาพที่ 2-19 แสดงตัวแปรเกี่ยวข้องกับปริมาณแสงธรรมชาติที่เข้ามาในอาคาร (IESNA, 2000; 8-18)

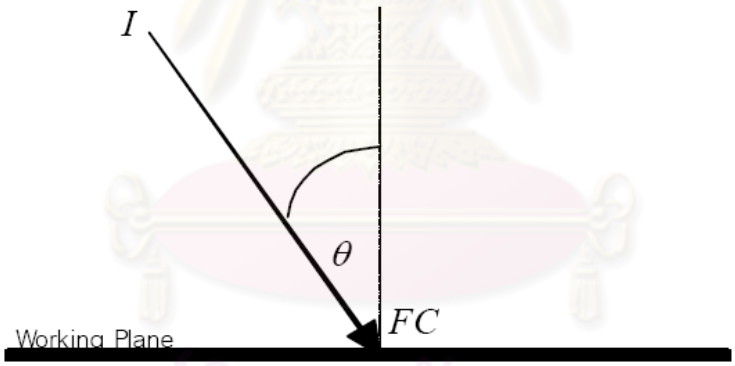
ปริมาณแสงสว่างของแสงที่ตกลงบนพื้นที่ทำงาน (Working plane) จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับมุมตกกระทบของแสงบนระนาบนั้น ๆ ที่กระทำกับเส้นตั้งฉากกับระนาบ ตัวเลขของศาของมุมดังกล่าวนี้จะแปรผกผันกับค่าความเข้มของปริมาณแสงสว่างบนระนาบ ตามภาพที่2-20 ประกอบกับสมการที่ 6 (สุนทร บุญญาธิการ, 2541)

$$FC = I * \cos\theta \quad \text{..... (6)}$$

เมื่อ FC คือ ค่าความเข้มของปริมาณแสงสว่างบนระนาบใช้งาน (Lllumination) โดยมีหน่วยเป็น ฟุตแคนเดิล (Footcandle)

I คือ ปริมาณแสงสว่างที่ตกกระทบบนพื้นที่ใช้งาน (Intensity) มีหน่วยเป็น แคนเดลลา (Candella)

θ คือ มุมตกกระทบของแสง (Incident angle)



ภาพที่ 2-20 **แสดงตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณค่าความเข้มแสงบนระนาบ (สุนทร บุญญาธิการ**, 2541)

2.4 เขตสบายในระดับต่างๆ

กิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายสามารถจำแนกออกเป็นระดับของพื้นที่ที่ต้องการการควบคุมที่แตกต่างกัน โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ระดับ คือ พื้นที่ธรรมชาติ พื้นที่ควบคุมด้วยระบบธรรมชาติ พื้นที่กึ่งควบคุมสภาพแวดล้อม และพื้นที่ควบคุมสภาพแวดล้อมอย่างสมบูรณ์ ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้ (สุนทร บุญญาธิการ, 2545)

2.4.1 พื้นที่ธรรมชาติ

พื้นที่ธรรมชาติเป็นพื้นที่ภายนอกอาคาร ซึ่งมีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาตามสภาพธรรมชาติ แต่จะไม่เกินจากเขตสบายของมนุษย์มากนักด้วยการปรุงแต่งสภาพแวดล้อม บริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่ติดต่อกับสภาพแวดล้อมธรรมชาติโดยตรง มีข้อดี คือ ผู้ใช้สามารถสัมผัสได้ถึงการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติและฤดูกาลได้เป็นอย่างดี พื้นที่ในระดับนี้เหมาะสำหรับกิจกรรมในลักษณะลำลอง (Casual activities) ที่ไม่ต้องใช้ความคิดมากนัก ข้อด้อยของการใช้งานในพื้นที่ดังกล่าวคือ ไม่สามารถป้องกัน แสงแดด ลม ฝุ่นแมลง และความปลอดภัยได้อย่างสมบูรณ์

2.4.2 พื้นที่ควบคุมด้วยระบบธรรมชาติ

พื้นที่ควบคุมด้วยระบบธรรมชาติ (Passive zone) เป็นสภาพแวดล้อมที่สภาพอากาศมีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติเหมาะสำหรับกิจกรรมทั่วไปที่ไม่จำเป็นต้องใช้สมาธิมาก มีระดับของความต้องการการควบคุมโดยมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 20-32องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 30-80 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเร็วลม 0-500 ฟุตต่อวินาที มีระดับการส่องสว่างเฉลี่ย 5-500 ฟุตแคนเดิล

2.4.3 พื้นที่กึ่งควบคุมสภาพแวดล้อม

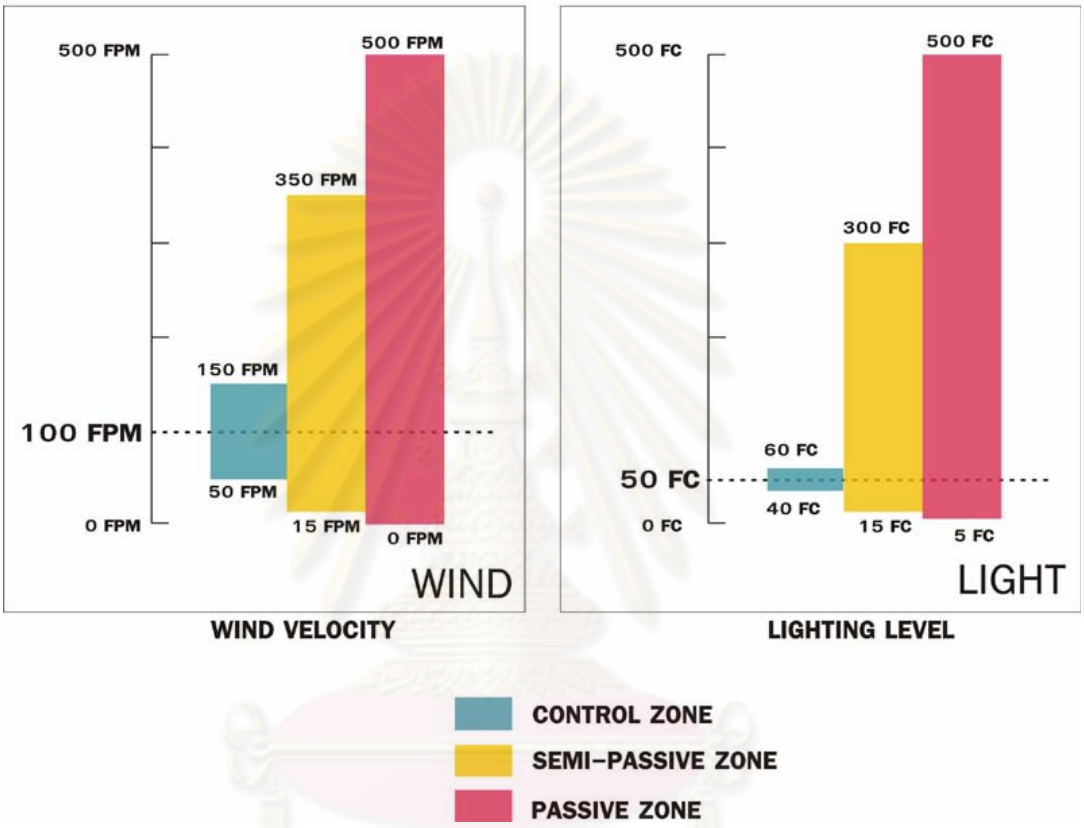
พื้นที่กึ่งควบคุมสภาพแวดล้อม (Semi-passive zone) เป็นสภาพแวดล้อมที่สภาพอากาศมีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าระดับที่ควบคุมด้วยระบบธรรมชาติ เหมาะสำหรับกิจกรรมที่ใช้สมาธิมากขึ้นมีระดับของความต้องการการควบคุมโดยมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 22-28องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40-70 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเร็วลม 15-350 ฟุตต่อวินาที มีระดับการส่องสว่างเฉลี่ย 15-300 ฟุตแคนเดิล

2.4.4 พื้นที่ควบคุมสภาพแวดล้อมอย่างสมบูรณ์

พื้นที่ควบคุมสภาพแวดล้อมอย่างสมบูรณ์ (Control zone) เป็นสภาพแวดล้อมที่สภาพอากาศมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เหมาะสำหรับกิจกรรมที่จำเป็นต้องใช้สมาธิมาก มีระดับของความต้องการการควบคุมโดยมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง24-26 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 45- 55 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเร็วลม 50-150 ฟุตต่อวินาที มีระดับการส่องสว่างเฉลี่ย 40-60 ฟุตแคนเดิล

จากความต้องการดังกล่าวข้างต้นจะพบว่า พื้นที่มีกิจกรรมที่ยิ่งมีความเคร่งเครียดหรือต้องการใช้สมาธิมากขึ้นเท่าไร ก็ยิ่งมีความต้องการความควบคุมการแปรปรวนของสภาพแวดล้อมมากขึ้นเท่านั้น ยิ่งมีความต้องการในการควบคุมสภาพแวดล้อมสูงขึ้นเท่าไรยิ่งมีความต้องการระบบเครื่องกลมาช่วยในการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมสูงขึ้น และยิ่งต้องการใช้เครื่องกลมากขึ้นก็ยิ่งต้องใช้

พลังงานมากขึ้นประเด็นนี้จะชี้ให้เห็นถึงความสำคัญในการออกแบบพื้นที่ดังกล่าวซึ่งจะต้องมีความรู้ความเข้าใจ และมีความละเอียดอ่อนอย่างมาก เพื่อให้การออกแบบพื้นที่นั้นมีการใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ กล่าวคือ ใช้พลังงานเพียงเล็กน้อยแต่สามารถสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีให้กับกิจกรรมนั้นๆ ได้อย่างเหมาะสม



แผนภูมิที่ 2-4 แสดงระดับการควบคุมของพื้นที่ต่างๆ ในด้านอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ความเร็วลม และระดับแสงสว่าง (สุนทร บุญญาธิการ, 2545: 67)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.5 มาตราส่วนความสว่าง

ค่าความสว่างของพื้นที่ภายในอาคารที่ไม่ได้ใช้ทำงานนั้น มีค่าเท่ากับ 20 ลักซ์ (ตามมาตรฐาน IS 3646) โดยขนาดของสิ่งเร้าที่ทำให้เกิดความรู้สึกสว่าง จะมีค่าค่าตัวประกอบประมาณ 1.5 ซึ่งแสดงให้เห็น ความแตกต่างเหมาะสมที่จะส่งผลกระทบต่อการรับรู้สึกความสว่าง ซึ่งสามารถกำหนดเป็นมาตราส่วนดังต่อไปนี้

20–30–50–75–100–150–200–300–500–750–1000–1500–2000,…ลักซ์

ช่วงความสว่าง ในสภาพหรือ สถานการณ์แวดล้อมต่างๆ กัน สำหรับสภาพภายในอาคารที่ใช้งาน หรือมีกิจกรรมอย่างเดียวกันจะแนะนำให้ใช้ค่าของช่วงความสว่าง สำหรับชนิดของภายในอาคารหรือกิจกรรมที่ตั้งใจไว้ให้มีค่าความสว่างเพียงค่าเดียว โดยแต่ละช่วง จะมี 3 ขั้นตอนต่อเนื่องกันตามมาตราส่วนของความสว่าง สำหรับพื้นที่ทำงานภายในอาคารค่ากลาง (R) ของแต่ละช่วงจะเป็นค่าที่แนะนำให้ใช้สำหรับการใช้แสงสว่าง ซึ่งจะถูกนำมาใช้เว้นแต่ว่าจะได้มีการระบุถึงปัจจัยดังต่อไปนี้อย่างน้อยหนึ่งประการหรือมากกว่านั้น ค่าที่สูงกว่านั้น (H) ของช่วง ควรจะถูกนำมาใช้ในกรณีพิเศษจริงๆ ซึ่งมีค่าการสะท้อนต่ำหรือมีความผิดแผกกัน เห็นได้อย่างชัดเจน และมีความผิดพลาดที่จะเสียค่าใช้จ่ายในการแก้ไขสูง เมื่อการมองเห็นเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่งยวด เมื่อความถูกต้องแม่นยำหรืออัตราภาพผลิตที่สูงเป็นประเด็นสำคัญ และจำเป็นต้องให้คนทำงานต้องมีศักยภาพในการมองเห็นเช่นเดียวกัน ค่าช่วงที่ต่ำ (L)อาจถูกนำมาใช้เมื่อมีการสะท้อนหรือความผิดแผกกันสูงผิดปกติ เมื่อความเร็วและความถูกต้องแม่นยำไม่ใช่ประเด็นสำคัญ และมีการปฏิบัติงานเพียงบางครั้งเท่านั้น

2.6 มาตรฐานระดับความสว่างที่มีอยู่ในปัจจุบัน

2.6.1 ระดับความสว่างตามกฎหมาย

มาตรฐานระดับความสว่างที่มีอยู่ในปัจจุบันตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างอาคารและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงาน กำหนดไว้ดังนี้

พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 หมวดที่ 3 ระบบการจัดแสงสว่างและการระบายอากาศ กำหนดให้ ความเข้มของแสงสว่างพื้นที่ทางเดินในอาคาร กำหนด 50 ลักซ์ (lux)

โดยค่าระดับความส่องสว่างนั้น ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม ได้กำหนดระดับความสว่างขั้นต่ำสำหรับงานแต่ละประเภท ไว้ดังนี้

ตารางที่ 2-7 แสดงค่าระดับความสว่างตามลักษณะงาน (ประกาศกระทรวงมหาดไทย)

ลักษณะของงาน	ตัวอย่างงาน/พื้นที่ใช้งาน	ระดับความสว่าง(lux.)
งานที่ไม่ต้องละเอียด	ทางเดินภายในอาคาร	20
	ทางเดินภายใน บันได ห้องเก็บของ	50
งานที่ละเอียดน้อย	บรรจุผลิตภัณฑ์ หัตถกรรม โรงสี ห้องหม้อน้ำ	100
งานที่ละเอียดปานกลาง	ประกอบชิ้นส่วนทั่วไป ขึ้นรูปอย่างหยาบๆ	200
งานที่ละเอียดสูง	เขียน อ่าน ขึ้นรูปและตรวจสอบทั่วไป	300
งานที่ละเอียดเป็นพิเศษ	เขียนแบบ ขึ้นรูปและตรวจสอบละเอียด	500
	เรียงพิมพ์ ประกอบแผ่นวงจร เจียระไน	1000

2.6.2 ระดับความสว่างตามมาตราฐานสากล

ค่าความส่องสว่างที่เหมาะสมนั้น ได้มีการกำหนดมาตรฐานโดยองค์กรที่เกี่ยวข้องในประเทศต่างๆ เช่น IES (Illumination Engineering Society) ในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีการกำหนดไว้ละเอียดมาก แต่มีค่าสูงเกินไป ไม่เหมาะสมกับประเทศเขตร้อนอย่างประเทศไทย ในที่นี้จึงใช้มาตรฐาน JIS ในประเทศญี่ปุ่น และค่าจากหนังสือวิชามนุษย์ปัจจัย Ergonomics ที่เขียนโดย Etiene Grandjean ซึ่งเสนอแนะค่าไว้ดังนี้

ตารางที่ 2-8 แสดงค่าระดับความสว่างตามลักษณะงาน (JIS)

ลักษณะของงาน	ตัวอย่างงาน/พื้นที่ใช้งาน	ระดับความสว่าง(lux.)	
		JIS	Grandjean
งานที่ไม่ต้องละเอียด	ทางเดินภายในอาคาร	20-30	-
	ทางเดินภายใน บันได ห้องเก็บของ	30-75	80-170
งานที่ละเอียดน้อย	บรรจุผลิตภัณฑ์หัตถกรรม โรงสี ห้องหม้อน้ำ	-	250-300
งานที่ละเอียดปานกลาง	ประกอบชิ้นส่วนทั่วไป ขึ้นรูปอย่างหยาบๆ	75-150	500-700
งานที่ละเอียดสูง	เขียน อ่าน ขึ้นรูปและตรวจสอบทั่วไป	150-300	500-700
งานที่ละเอียดเป็นพิเศษ	เขียนแบบ ขึ้นรูปและตรวจสอบละเอียด	750-1500	1000-2000
	เรียงพิมพ์ ประกอบแผ่นวงจร เจียระไน	1500-3000	1000-2000

ตารางที่ 2-9 แสดงการเปรียบเทียบค่าความสว่างในอาคารตามมาตรฐาน CIE,IES และ BS

พื้นที่ต่าง ๆ	CIE	IES	BS
ห้องประชุม	300-500-750	200-300-500	750W
ห้องเขียบแบบทั่วไป	500-750-1000	500-750-1000	750W
ห้องทำงานทั่วไป	300-500-750	200-300-500	500W
ห้องคอมพิวเตอร์	300-500-750	200-300-500	500W
ห้องสมุด	300-500-750	200-300-500	500W
ร้านค้าในอาคารพาณิชย์	500-750	500-750-1000	500W
เคานเตอร์	200-300-500	200-300-500	200W
ห้องเก็บของ	100-150-200	100-150-200	150S
ห้องล็อบบี้หรือบริเวณต้อนรับ	100-150-200	100-150-200	150S
ห้องน้ำ	50-150-200	100-150-200	150S
ทางเดิน	50-100-150	100-150-200	100S
บันได	100-150-200	100-150-200	150S
ลิฟท์	100-150-200	100-150-200	150S

หมายเหตุ มาตราฐาน BS ตัวเลขคือค่าความส่องสว่าง ตัวหนังสือ คือ ตำแหน่งของความสว่าง (W = Working Plane, S = Switch, F = Floor

ตารางที่ 2-10 แสดงการเปรียบเทียบค่าความสว่างในโรงงานมาตรฐาน CIE, IES และ BS

พื้นที่ต่าง ๆ	CIE	IES	BS
งานทั่วไป	150-200-300	200-300-500	200
งานหยาบ	200-300-500	500-750-1000	300
งานละเอียดปานกลาง	300-500-750	1000-1500-2000	500
งานละเอียด	500-750-1000	2000-3000-5000	750
งานละเอียดมาก	1000-1500-2000	5000-7500-10000	1000

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 ตัวแปรที่ศึกษา

เพื่อให้ทราบถึงอิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่ง(Modifier factor) การมองเห็นสถาปัตยกรรมภายใน ที่มีต่อความรู้สึกสว่างของผู้อาคาร เพื่อเป็นแนวทางการออกแบบและสร้างสถาปัตยกรรมคุณภาพสูงที่เอื้อต่อการรับรู้ความสว่าง งานวิจัยนี้กำหนดให้ระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่ง (Modifier factor) การมองเห็นสถาปัตยกรรมภายใน ของผู้โดยสารที่ใช้บริการพื้นที่ขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน เป็นตัวแปรต้น และกำหนดให้ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่ใช้พื้นที่ขาเข้าอาคารเทียบเครื่องบิน เป็นตัวแปรตาม ตามตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 แสดงรายละเอียดของตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม
ระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่ง (Modifier factor) การมองเห็นสถาปัตยกรรมภายใน ของผู้โดยสารที่ใช้พื้นที่ขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน ประกอบด้วย - การปรับตัวของดวงตา (Adaptation) - ประสบการณ์ในการมองเห็น (Pre-exposure) - ระยะห่างในการมอง (Distance) - ภาพในมุมมองที่อยู่ในจุดโฟกัสของดวงตา (Foveal vision) - ภาพในมุมมองที่อยู่โดยรอบของจุดโฟกัส (Peripheral vision) - แสงระคายเคืองตา (Visual glare) - ระบบแสงสว่าง (Lighting system) - ความถูกต้องของสี (Color rendition) และอื่นๆ	ระดับความรู้สึกสว่าง ของผู้โดยสารที่ใช้พื้นที่ขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้วัดคุณสมบัติของสภาพแวดล้อมในสถาปัตยกรรม

3.2.1.1 เครื่องวัดความเข้มแสงแบบดิจิตอล

เครื่องวัดความเข้มแสงแบบ ดิจิตอล (Llluminance meter) ใช้สำหรับวัดความเข้มระดับความส่องสว่าง และค่าการสะท้อนแสงของวัตถุ มีหน่วยเป็น ลักซ์ (Lux.) หรือ ฟุตแคนเดิล (fc.) สามารถเลือกชนิดแสงได้ คือ ทังสเตน แสงอาทิตย์ ฟลูออเรสเซนต์ โซเดียม และปรอท

ย่านในการวัดความเข้มแสงอยู่ระหว่าง 0 ถึง 100,000 ลักซ์ แบ่งเป็น 3 ย่าน ดังนี้ ย่าน 0-2,000 ลักซ์ ย่าน 2,000-20,000 ลักซ์ และ ย่าน 20,000-100,000 ลักซ์ ค่าความเที่ยงตรงอยู่ที่ +/- (5%+2 หน่วย)

ภาพที่ 3-1 แสดงเครื่องวัดความเข้มแสงแบบดิจิตอล

การวัดค่าการสะท้อนแสงของวัตถุด้วยเครื่องวัดความเข้มแสงแบบ ดิจิตอล ทำโดยวัดปริมาณแสงที่ตกกระทบลงบนวัตถุ และวัดปริมาณแสงที่สะท้อนจากวัตถุ และนำมาคำนวณหาสัดส่วนการสะท้อนแสง (Stein and Reynolds, 2000; 1062) ตามสมการที่ 7

$$reflect. = \frac{fc_{reflected}}{fc_{incident}} \qquad \text{..... (7)}$$

Reflect. คือ ค่าการสะท้อนแสง (Reflectance)

$fc_{reflected}$ คือ ปริมาณแสงที่สะท้อนจากวัตถุ มีหน่วยเป็นฟุตแคนเดิล (fc.)

$fc_{incident}$ คือ ปริมาณแสงที่ตกกระทบลงบนวัตถุ มีหน่วยเป็นฟุตแคนเดิล (fc.)

3.2.1.2 เครื่องวัดค่าความสว่างของวัสดุ (luminance meter หรือ telephoto meter)

ใช้สำหรับวัดค่าความสว่างของผิววัสดุที่สะท้อนเข้าสู่สายตา รุ่น Minolta มีหน่วยเป็น แคนเดลาต่อตารางเมตร (cd./m_2) หรือ ฟุตแลมเบิร์ต (FL)

ภาพที่ 3-2 แสดงเครื่องวัดค่าความสว่างของวัสดุ

3.2.1.3 วิธีการเก็บข้อมูลทางกายภาพ

เนื่องจากพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน ใช้โคมไฟ F5 (รายละเอียดของแบบสำรวจแสดงอยู่ในภาคผนวก ค) โดยมีระยะห่างโคม ที่5 เมตร x 5 เมตร จึงกำหนดการเก็บข้อมูลทางกายภาพดังนี้

1) ระดับความส่องสว่างของห้อง (ambient illumination) ที่ระดับพื้น โต๊ะสูง 0.75 เมตร ทำการเฉลี่ยจากการวัด 9 จุดในพื้นที่ 5 เมตร x 5 เมตร (working plane) มีหน่วยเป็น ลักซ์ (Lux.)

2) ความเปรียบต่างของความส่องสว่างของห้องในพื้นที่ติดกัน วัดความส่องสว่างที่ระดับพื้นโต๊ะสูง 0.75 เมตร ทำการเฉลี่ยจาการวัด 9 จุดในพื้นที่ 5 เมตร x 5 เมตร (Working plane) มีหน่วยเป็น ลักซ์ (Lux.) เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนความแตกต่างของความส่องสว่าง

3) ความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง ทำการวัดระดับพื้น โต๊ะสูง 0.75 เมตร ทำการวัด 9 จุดในพื้นที่ 5 เมตร x 5 เมตร แบบ Grid เพื่อให้ได้ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และความแตกต่างของค่าสูงสุดและต่ำสุด

4) ความเปรียบต่างของความสว่างในมุมมองที่อยู่ในจุดโฟกัสของดวงตา (Foveal vision) ทำการวัด ค่าความสว่าง (Luminance) ระหว่างจุดเป้าหมายกับฉากหลัง มีหน่วยเป็น แคนเดลาต่อตารางเมตร (cd./m_2)

5) ความเปรียบต่างของความสว่างในมุมมองรอบจุดโฟกัสของดวงตา (Foveal vision) ทำการวัด ค่าความสว่าง (Luminance) ระหว่างผนังทึบ ผนังกระจก ฝ้าเพดาน มีหน่วยเป็น แคนเดลาต่อตารางเมตร (cd/m_2)

3.2.2 แบบสอบถาม

3.2.2.1 แบบสอบถามสำหรับสอบถามผู้ใช้อาคาร

ในเรื่องความรู้สึกสว่างแต่ละพื้นที่ของอาคารกรณีศึกษา การสอบถามใช้วิธีการสอบถามจากผู้โดยสาร (ภาคผนวก ก.) โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

3.2.2.1.1 ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถามและสภาพกายภาพผู้ตอบแบบสอบถาม 7 ข้อ ประกอบด้วย

1) อายุ
2) พื้นที่สัญชาติของผู้ตอบแบบสอบถาม
3) เพศ
4) อายุ
5) ประสบการณ์ในการใช้สนามบิน
6) ความถี่ในการใช้สนามบินต่อปี
7) สุขภาพสายตา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.2.1.2 ส่วนที่ 2 ระดับความรู้สึกสว่างโดยรวมของผู้ตอบแบบสอบถามและระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรมภายในประกอบด้วยคำถาม 9 ข้อดังนี้

1) การปรับตัวของดวงตา (Adaptation)

<u>คำถาม</u> เมื่อท่านต้องมองสภาพแวดล้อมในพื้นที่นี้ ท่านรู้สึกอย่างไรต่อดวงตา

กำหนดค่าความรู้สึกสว่างไว้ค่า 7 ระดับ ที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้โดยสารสามารถเลือกตอบค่าระดับความรู้สึกสว่างที่รู้สึกว่าได้รับอิทธิพลจากการปรับตัวของดวงตา (Adaptation) คือ

ค่า 7 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีแสงจ้า รุนแรงไม่สามารถมองได้

ค่า 6 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีแสงจ้า มองแล้วแสบตา

ค่า 5 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างแต่ยังรู้สึกสบายตา

ค่า 4 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสบายตา

ค่า 3 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างน้อยแต่ยังรู้สึกสบายตา

ค่า 2 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับค่อนข้างมืดมองแล้วรู้สึกปวดล้าดวงตา

ค่า 1 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับรู้สึกมืดมองไม่เห็น

2) ประสบการณ์ในการมองเห็น (Pre-exposure)

<u>คำถาม</u> เมื่อเทียบกับพื้นที่ก่อนหน้านี้ที่ท่านผ่านมาท่านคิดว่าระดับความรู้สึกสว่างจุดที่ท่านยืน มีความรู้สึกสว่างอยู่ระดับใดเมื่อเทียบกับพื้นที่ท่านเดินผ่านมา

กำหนดค่าความรู้สึกสว่างไว้ค่า 7 ระดับที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้โดยสารสามารถเลือกตอบค่าระดับความรู้สึกสว่างที่รู้สึกว่าได้รับอิทธิพลจากประสบการณ์ในการมองเห็น

ค่า 7 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้ารุนแรง

ค่า 6 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า

ค่า 5 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างมากอยู่ในระดับยอมรับได้

ค่า 4 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับเพียงพอ

ค่า 3 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างน้อยอยู่ในระดับยอมรับได้

ค่า 2 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับค่อนข้างมืด

ค่า 1 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับรู้สึกมืด

3) ระยะห่างในการมอง (Distance)

<u>คำถาม</u> ท่านสามารถมองเห็นรายละเอียดป้ายบอกทางจากจุดที่ท่านยืนอยู่ที่ระยะ 50 เมตร (ป้ายที่ 2) ได้หรือไม่อย่างไร

กำหนดค่าความรู้สึกสว่างไว้ค่า 7 ระดับ ที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้โดยสารสามารถเลือกตอบค่าระดับความรู้สึกสว่างที่รู้สึกว่าได้รับอิทธิพลจากระยะห่างในการมอง (Distance) คือ

ค่า 7 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า รุนแรงมองไม่เห็น

ค่า 6 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า มองเห็นได้ไม่ดี

ค่า 5 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างมากพอมองเห็น

ค่า 4 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับมองเห็นชัดเจน

ค่า 3 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับความสว่างน้อยพอมองเห็น

ค่า 2 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับค่อนข้างมืดมองเห็นได้ไม่ดี

ค่า 1 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับรู้สึกมืดมองไม่เห็น

4) ภาพในมุมมองที่อยู่ในจุดโฟกัสของดวงตา (Foveal Vision)

<u>คำถาม</u> เมื่อท่านมองไปที่บริเวณสุดทางเดิน ท่านรู้สึกอย่างไรกับปริมาณความสว่างที่ปลายทาง

โดยกำหนดค่าความรู้สึกสว่างไว้ค่า 7 ระดับ ที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้โดยสารสามารถเลือกตอบค่าระดับความรู้สึกสว่างที่รู้สึกว่าได้รับอิทธิพลจากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่ในจุดโฟกัสของดวงตา (Foveal vision) คือ

ค่า 7 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า รุนแรง

ค่า 6 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า

ค่า 5 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างอยู่ในระดับยอมรับได้

ค่า 4 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับเพียงพอ

ค่า 3 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างน้อยอยู่ในระดับยอมรับได้

ค่า 2 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับค่อนข้างมืด

ค่า 1 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับรู้สึกมืด

5) ภาพในมุมมองที่อยู่โดยรอบของจุดโฟกัส (Peripheral Vision)

<u>คำถาม</u> เมื่อท่านมองไปที่บริเวณด้านข้างตลอดทางเดิน ท่านมีความรู้สึกสว่างหรือไม่ระดับใด

โดยกำหนดค่าความรู้สึกสว่างไว้ค่า 7 ระดับ ที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้โดยสารสามารถเลือกตอบค่าระดับความรู้สึกสว่างที่รู้สึกว่าได้รับอิทธิพลจากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่โดยรอบของจุดโฟกัส (Peripheral Vision) คือ

ค่า 7 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า รุนแรง

ค่า 6 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า

ค่า 5 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างอยู่ในระดับยอมรับได้

ค่า 4 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับเพียงพอ

ค่า 3 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างน้อยอยู่ในระดับยอมรับได้

ค่า 2 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับค่อนข้างมืด

ค่า 1 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับรู้สึกมืด

6) ระบบแสงสว่าง (Lighting System)

<u>คำถาม</u> ท่านรู้สึกว่าระบบแสงไฟในพื้นที่ที่ท่านยืนอยู่มีความรู้สึกสว่างอยู่ในระดับใด

โดยกำหนดค่าความรู้สึกสว่างไว้ค่า 7 ระดับ ที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้โดยสารสามารถเลือกตอบค่าระดับความรู้สึกสว่างที่รู้สึกว่าได้รับอิทธิพลจากสาเหตุจากระบบแสงสว่าง (Lighting system) คือ

ค่า 7 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า รุนแรง

ค่า 6 หมายถึง สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า

ค่า 5 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างอยู่ในระดับยอมรับได้

ค่า 4 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับเพียงพอ

ค่า 3 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างน้อยอยู่ในระดับยอมรับได้

ค่า 2 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับค่อนข้างมืด

ค่า 1 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับรู้สึกมืด

7) แสงระคายเคืองตา (Visual Glare)

<u>คำถาม</u> จุดที่ท่านยืนท่านมีมองเห็นแสงจ้าหรือไม่ ระดับใด

โดยกำหนดค่าความรู้สึกสว่างไว้ค่า 7 ระดับ ที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้โดยสารสามารถเลือกตอบค่าระดับความรู้สึกสว่างที่รู้สึกว่าได้รับอิทธิพลจากแสงระคายเคืองตา (Visual Glare) คือ

ค่า 7 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า รุนแรง

ค่า 6 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า

ค่า 5 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างอยู่ในระดับยอมรับได้

ค่า 4 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับเพียงพอ

ค่า 3 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างน้อยอยู่ในระดับยอมรับได้

ค่า 2 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับค่อนข้างมืด

ค่า 1 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับรู้สึกมืด

8) ความถูกต้องของสี (Color rendition) และอื่นๆ

<u>คำถาม</u> การใช้สีของแสงไฟบริเวณที่ท่านยืนอยู่ มีความสว่างชัดเจน และสีมีความถูกต้องเพียงใด

โดยกำหนดค่าความรู้สึกสว่างไว้ค่า 7ระดับ ที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้โดยสารสามารถเลือกตอบค่าระดับความรู้สึกสว่างที่รู้สึกว่าได้รับอิทธิพลจากการปรับตัวของดวงตา (Adaptation) คือ

ค่า 7 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้ารุนแรงไม่สามารถมองได้

ค่า 6 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า มองสีไม่ชัดเจน

ค่า 5 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างแต่ยังรู้สึกสบายตา

ค่า 4 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสบายตา

ค่า 3 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างน้อยค่อนข้างมืด

ค่า 2 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับค่อนข้างมืดมองสีไม่ชัดเจน

ค่า 1 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับรู้สึกมืดแยกสีไม่ออก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

9) ระดับความรู้สึกสว่างโดยรวม

<u>คำถาม</u> ท่านรู้สึกว่าบริเวณที่ ท่านยืนอยู่มีความรู้สึกสว่างเพียงพอมากน้อยระดับใด

โดยกำหนดค่าความรู้สึกสว่างไว้ค่า 7 ระดับ ที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้โดยสารสามารถเลือกตอบค่าระดับความรู้สึกสว่างคือ

ค่า 7 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า รุนแรง

ค่า 6 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า

ค่า 5 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างอยู่ในระดับยอมรับได้

ค่า 4 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับเพียงพอ

ค่า 3 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างน้อยอยู่ในระดับยอมรับได้

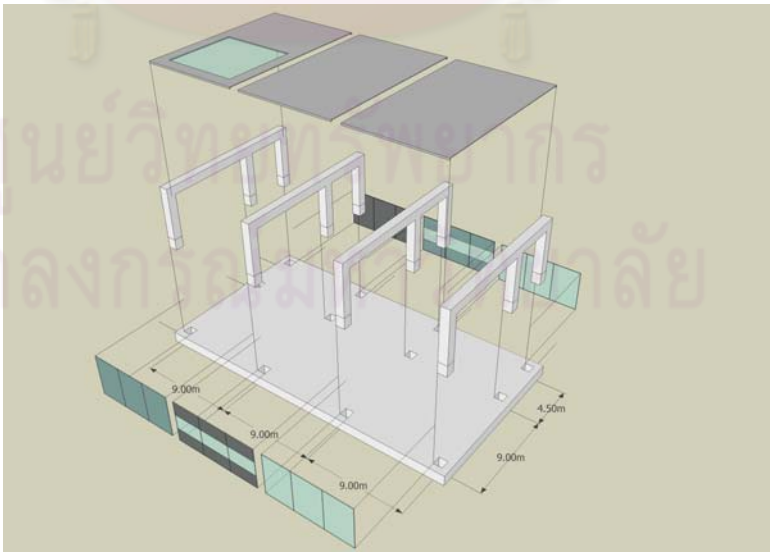
ค่า 2 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับค่อนข้างมืด

ค่า 1 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับรู้สึกมืด

3.2.3 หุ่นจำลองพื้นที่ของอาคาร

หุ่นจำลองที่ใช้ในการทดสอบเป็นการจำลอง ส่วนหนึ่งของพื้นที่ชั้น 2 อาคารเทียบเครื่องบิน ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งใช้เป็นอาคารกรณีศึกษา เพื่อทำการทดสอบตัวแปรสถาปัตยกรรมภายในที่เหมาะสม โดยมีลักษณะดังรูปที่ 3-3

ภาพที่ 3-3 แสดงแบบหุ่นจำลองสภาพพื้นที่อาคารเทียบเครื่องบินเพื่อทดสอบตัวแปรสถาปัตยกรรมภายในที่เหมาะสม



3.2.4 โปรแกรมคอมพิวเตอร์

3.2.4.1 โปรแกรม Dialux ใช้คำนวณและการจำลอง (simulation) เพื่อการวิเคราะห์ทำนายและประเมินคุณภาพของสภาพแสงในแบบที่ใช้ปรับปรุง พื้นที่อาคารกรณีศึกษา

3.2.4.2 โปรแกรม SPSS ใช้คำนวนความสัมพันธ์ของตัวแปรทางสถิติ

3.3 ขั้นตอนในการทำวิจัย

3.3.1 ขั้นตอนที่ 1 ผลการศึกษาสภาพปัญหาความรู้สึกสว่างในอาคารกรณีศึกษา และระดับการใช้พลังงานเพื่อสร้างแสงสว่างภายในอาคารกรณีศึกษา

เป็นขั้นตอนที่ทำให้ทราบถึง ระดับปัญหาความรู้สึกสว่างของผู้ใช้อาคาร ทั้งที่อาคารได้ออกแบบแสงสว่างในอาคารตามมาตราฐาน IESNA และCIE และมีการใช้พลังงานในการสร้างแสงประดิษฐ์ที่สูง แต่ผู้ใช้อาคารกลับรู้สึกมืด แบ่งเป็นการสำรวจ 3 ส่วน ดังนี้

3.3.1.1 สำรวจความคิดเห็นเบื้องต้นเกี่ยวกับสภาพปัญหาความรู้สึกสว่างของพื้นที่ขาเข้า ชั้น 2 ในอาคารเทียบเครื่องบิน

โดยงานวิจัยนี้จึงเริ่มต้นด้วยการสำรวจปัญหาโดยวิธีการสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับความรู้สึกสว่างในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าอาคารเทียบเครื่องบิน ว่ามีระดับค่ารู้สึกสว่างอย่างไร จากกลุ่มผู้ที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ดังกล่าว จำนวน 3 กลุ่ม

1) กลุ่มผู้โดยสาร

เป็นกลุ่มผู้ที่ใช้บริการในพื้นที่ขาเข้าที่มีจำนวนมากที่สุด โดยมีสถิติจำนวนผู้โดยสารขาเข้าจำนวน 50,000 คนต่อวัน โดยในเบื้องต้นการตรวจสอบปัญหาระดับความรู้สึกสว่างนั้น ได้กำหนดวิธีการวิจัยด้วยแบบสอบถามทางสถิติ เพื่อสอบถามเกี่ยวกับระดับความรู้สึกสว่างของกลุ่มผู้โดยสาร จำนวน 30 คน

2) กลุ่มพนักงาน

การตรวจสอบเน้นที่พนักงานจำนวน 8,000 คน ที่เข้าออกและทำงานในพื้นที่ ซึ่งจะเป็นกลุ่มที่มีความคุ้นเคยกับสภาพพื้นที่มากกว่ากลุ่มอื่น ในเบื้องต้นการตรวจสอบปัญหาระดับความรู้สึกสว่างนั้น ได้กำหนดวิธีการวิจัยด้วยแบบสอบถามทางสถิติ เพื่อสอบถามเกี่ยวกับระดับความรู้สึกสว่างของกลุ่มผู้โดยสาร จำนวน 30 คน

3) กลุ่มผู้บริหารท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

เป็นกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ที่มีขนาดกลุ่มเล็กที่สุด แต่มีความสำคัญในการรับผิดชอบบริหารและแก้ไขปัญหา

ในเบื้องต้นการตรวจสอบปัญหาระดับความรู้สึกสว่างนั้น ได้กำหนดวิธีการวิจัยด้วยแบบสอบถามทางสถิติ เพื่อสอบถามเกี่ยวกับระดับความรู้สึกสว่างของกลุ่มผู้โดยสาร จำนวน 10 คน

3.3.1.2 สำรวจระบบแสงสว่างภายในอาคาร

3.3.1.3 สำรวจระดับการใช้พลังงานเพื่อการสร้างแสงสว่างในอาคาร

3.3.2 **ขั้นตอนที่** 2 ผลการวิจัยเพื่อค้นหาอิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นทางกายภาพสถาปัตยกรรมบริเวณพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ชั้น2 ในอาคารเทียบเครื่องบิน ที่มีต่อระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสาร

เป็นขั้นตอนการวิจัยโดยละเอียดเพื่อค้นหาอิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นทางกายภาพสถาปัตยกรรมของแต่ละอาคารโดยละเอียด จุกมุ่งหมายเพื่อค้นหาอิทธิพลของตัวแปรที่มีต่อความรู้สึกสว่างนำไปสู่แนวการแก้ไขปัญหา

3.3.2.1 สถานที่ทำการสำรวจ

การวิจัยนี้ได้พิจารณาเลือก พื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า บริเวณชั้น2 ในอาคารเทียบเครื่องบิน เป็นพื้นที่กรณีศึกษา เพื่อค้นหาอิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็น (Modifier variable) ทางกายภาพ ที่มีผลต่อระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสาร อันเนื่องจากอาคารดังกล่าว มีสภาพปัญหาที่ผู้โดยสารและผู้ใช้อาคาร ต่างรู้สึกว่า สภาพแสงในพื้นที่ดังกล่าวมีบรรยากาศความรู้สึกมืด ทั้งที่อาคารมีการใช้พลังงานแสงสว่างในระดับที่สูง นอกจากนี้ลักษณะทางกายภาพของอาคารเองก็มีความเหมาะสมต่อการวิจัย ดังนี้

- เป็นอาคารขนาดใหญ่ ที่มีการใช้พลังงานแสงสว่างในระดับสูง มีการใช้งาน 24 ชม.
- เป็นอาคารที่มีการออกแบบแสงเป็นไปตามมาตรฐาน แต่ผู้ใช้อาคารยังคงรู้สึกว่าบรรยากาศภายในอาคารมืด
- ระบบแสงสว่างของอาคารเป็นระบบที่มีการใช้แสงธรรมชาติ ร่วมกับแสงประดิษฐ์
- อาคารมีผู้ใช้สอยจำนวนมากเพียงพอที่จะสำรวจโดยหลักวิธีทางสถิติ
- พื้นที่ขาเข้าซึ่งตั้งอยู่ในอาคารทั้ง 8 อาคาร มีสภาพภายในที่เหมือนกัน ทิศทางการวางตัวอาคารแตกต่างกัน สามารถวิจัยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทิศที่ตั้งอาคารกับความรู้สึกสว่างประกอบด้วย

อาคารเทียบเครื่องบิน A (CC-A)

อาคารเทียบเครื่องบิน B (CC-B)

อาคารเทียบเครื่องบิน C (CC-C)

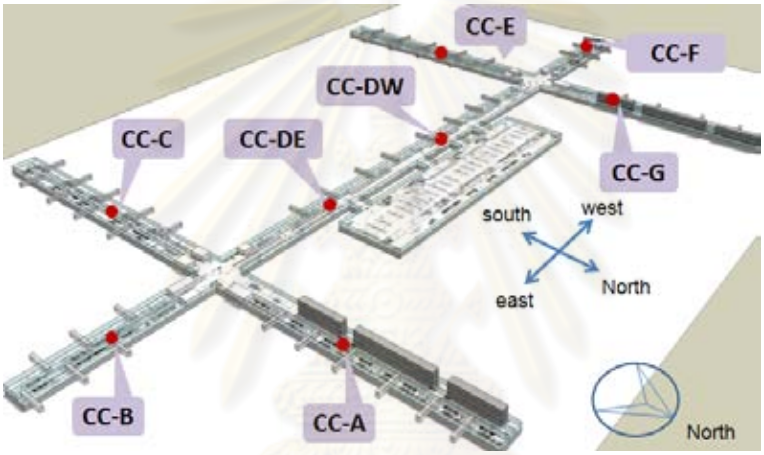
อาคารเทียบเครื่องบิน DE (CC-DE)

อาคารเทียบเครื่องบิน DW (CC-DW)

อาคารเทียบเครื่องบิน E (CC-E)

อาคารเทียบเครื่องบิน F (CC-F)

อาคารเทียบเครื่องบิน G (CC-G)



ภาพที่ 3-4 แสดงตำแหน่งอาคารเทียบเครื่องบิน ทั้ง 8 อาคารที่มีลักษณะคล้ายกัน ทิศทางในการวางอาคารแตกต่างกัน

3.3.2.2 วิธีการสำรวจ

การสำรวจความรู้สึกสว่างของผู้ใช้บริการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิใช้วิธีการสำรวจจากตัวอย่าง (Sample Survey Method) โดยเลือกตัวอย่างของผู้โดยสารที่ใช้บริการพื้นที่ขาเข้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิจำนวนรวมทั้งสิ้น 720 คน กระจายตามสัดส่วนโซนพื้นที่ถิ่นฐานของผู้โดยสาร 5 โซน ได้แก่ ไทย, เอเชีย, ยุโรป, อเมริกา และอื่นๆ เป็นจำนวน 216, 240, 96, 72 และ 96 คน ตามลำดับ และในแต่ละโซนพื้นที่สัญชาติของผู้โดยสาร นอกจากนี้กำหนดให้กระจายไปตามเพศ อายุ ประสบการณ์การใช้สนามบิน ความถี่ในการใช้สนามบิน และลักษณะกายภาพของดวงตา อีกด้วย

3.3.2.3 ช่วงเวลาที่การสำรวจ

นอกจากนี้เพื่อให้ทราบความแตกต่างของความรู้สึกสว่างของผู้โดยสาร ในแต่ละช่วงเวลา จะทำการสำรวจออกเป็น 3 ช่วงเวลา ประกอบด้วย

ช่วงเช้า 9.00 -10.00 น.

ช่วงบ่าย14.00 -15.00 น.

ช่วงค่ำ 19.00 -20.00 น.

โดยทำการสำรวจระหว่างวันที่ 22-23 ธันวาคม 2553

3.3.2.4 ลักษณะแบบสอบถามที่ใช้ในการสำรวจ

การเก็บรวมรวมข้อมูลเกี่ยวกับความรู้สึกสว่างของผู้ใช้ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิใช้วิธีสัมภาษณ์ผู้โดยสารตัวอย่างแต่ละรายโดยตรงโดยใช้ “แบบสำรวจความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ขาเข้า ในอาคารเทียบเครื่องบิน ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ” (รายละเอียดของแบบสำรวจแสดงอยู่ในภาคผนวก ก) ซึ่งประกอบด้วย

1.) ลักษณะของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ โซนพื้นที่ถิ่นฐานของผู้โดยสาร 5 โซน (ไทย, เอเชีย, ยุโรป, อเมริกาและอื่นๆ) เพศ และอายุของผู้โดยสาร

2.) ลักษณะการใช้บริการ ซึ่งประกอบด้วย ความถี่ในการเดินทางมาประเทศไทยผ่านท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ และประสบการณ์การใช้บริการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิของผู้ตอบแบบสอบถาม

3.) ลักษณะของสายตา ของผู้ตอบแบบสอบถาม

4.) ระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากปัจจัยปรุงแต่งความรู้สึกสว่างทางสถาปัตยกรรมของผู้ตอบแบบสอบถาม

5.) ระดับความรู้สึกสว่างโดยรวมของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

ผู้ทำการสัมภาษณ์ ได้แก่ นักศึกษาฝึกงานภาคสนาม และพนักงานท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ภายใต้การควบคุมของของผู้วิจัย

3.3.2.5 วิธีการเลือกตัวอย่างมาทำการสำรวจ

เพื่อให้ความคลาดเคลื่อนจากการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้บริการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิไม่มากกว่าไป 5 เปอร์เซ็นต์ ด้วยความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ จำนวนตัวอย่างผู้โดยสารที่ทำการสำรวจจะต้องไม่น้อยกว่า 670 คน ซึ่งอาจจะพิจารณาได้จากคำนวณจำนวนตัวอย่างของ Danal (1995) ดังนี้

จำนวนตัวอย่างจากสูตร Danal 1995

$$n = \frac{Z^2 p(1-p)}{d^2}$$

$$n = \frac{(0.50)(1-0.50)\,(2.58)^2}{(0.05)^2}$$

$$n = \frac{(0.50)(0.50)(6.6564)}{0.0025}$$

$$n = 665.64$$

เมื่อ n = ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

p = โอกาสที่จะเกิดสูงสุดมีค่าเท่ากับ 0.50

d = ความแม่นยำของการประมาณ ที่ให้ผิดพลาดได้ 5 % (Acceptable error = 0.05)

z = กำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %) Z = $Z_{0.05/2}$ = 2.58)

แต่เพื่อให้เกิดความมั่นใจในผลการสำรวจครั้งนี้มากยิ่งขึ้น จำนวนตัวอย่างผู้โดยสารที่ทำการสำรวจของครั้งนี้เท่ากับ 720 คน โดยที่จำนวนดังกล่าวนี้จะกระจายไปตามสัดส่วนของจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางผ่านท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จำแนกตามโซนสัญชาติของผู้โดยสารเป็น 5 โซน ได้แก่ ไทย เอเชีย ยุโรป อมริกา และอื่นๆ ตามสัดส่วนของจำนวนผู้โดยสารที่ใช้บริการขาเข้าประเทศที่เดินทางผ่านท่าอากาศยานสุวรรณภูมิในปี พ.ศ.2552 ซึ่งมีประมาณร้อยละ 30 34 13 10 และ 13 ตามลำดับ โดยการสำรวจจะทำการกระจายการสำรวจเป็น 3 ช่วงเวลา ประกอบด้วย ช่วงเช้า 9.00-10.00น., ช่วงบ่าย 14.00-15.00น. และ ช่วงค่ำ 19.00-20.00น. รายละเอียดเกี่ยวกับจำนวนตัวอย่างผู้โดยสารที่ใช้บริการพื้นที่ขาเข้า ณ.ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิแต่ละช่วงเวลา ดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 จำนวนตัวอย่างผู้โดยสารที่ใช้บริการพื้นที่ขาเข้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิแบ่งโซนสัญชาติของผู้โดยสาร

โซนสัญชาติผู้โดยสาร	จำนวนตัวอย่างผู้โดยสารที่สำรวจด้วยวิธีการสำรวจจากตัวอย่างในแต่ละอาคาร (คน)			จำนวนตัวอย่างรวม (คน)	สัดส่วน (ร้อยละ)
	ช่วงเช้า 9.00-10.00 น.	ช่วงบ่าย 14.00-15.00 น.	ช่วงค่ำ 19.00-20.00 น.		
ไทย	72	72	72	216	30
เอชีย	80	80	80	240	34
ยุโรป	32	32	32	96	13
อเมริกา	24	24	24	72	10
อื่นๆ	32	32	32	96	13
รวม	**240**	**240**	**240**	**720**	**100**

3.3.2.6 ประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ ประกอบด้วย

1) วิเคราะห์ลักษณะของผู้ตอบแบบสำรวจจากตัวอย่าง (Sample Survey Method)

2) วิเคราะห์ระดับความรู้สึกสว่างของผู้ตอบแบบสอบถาม ที่ใช้บริการพื้นที่ขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน ณ.ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จำแนกตาม โซนพื้นที่ถิ่นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม เพศ และอายุ โดยใช้ค่าร้อยละ สำหรับความคิดเห็นประกอบด้วย 7 ระดับ และมีเกณฑ์การวัดระดับความรู้สึกสว่างดังนี้

ค่า 7 หมายถึง ค่าสูงสุดที่ผู้ตอบแบบสอบถามรู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า รุนแรง

ค่า 6 หมายถึง ค่าระดับที่ผู้ตอบแบบสอบถาม รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า

ค่า 5 หมายถึง ค่าระดับที่ผู้ตอบแบบสอบถาม รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างมาก

ค่า 4 หมายถึง ค่ากลางที่ผู้ตอบแบบสอบถาม รู้สึกว่าความสว่างมีระดับเพียงพอ

ค่า 3 หมายถึง ค่าระดับที่ผู้ตอบแบบสอบถาม รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างน้อย

ค่า 2 หมายถึง ค่าระดับที่ผู้ตอบแบบสอบถาม รู้สึกว่าความสว่างมีระดับค่อนข้างมืด

ค่า 1 หมายถึง ค่าต่ำสุดที่ผู้ตอบแบบสอบถาม รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงมืด

3) การเปรียบเทียบอิทธิพลที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรมภายในที่มีต่อระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่ใช้บริการพื้นที่ผู้โดยสารขาอาคารเทียบเครื่องบิน จำแนกตาม แต่ละอาคารเทียบเครื่องบิน (Concourse)

3.3.3 **ขั้นตอนที่**3 วิเคราะห์หาอิทธิพลของตัวแปรทางกายภาพจากสถาปัตยกรรมที่มีผลต่อความรู้สึกสว่างของสายตาของมนุษย์

ในขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์กระทบจากตัวแปรทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสว่างของมนุษย์ และนำมาประเมินค่าน้ำหนักในการปรับปรุงตัวแปรทางกายภาพ วิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Regression Analysis) ของอิทธิพลที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรมภายในที่มีต่อระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่ใช้บริการพื้นที่ผู้โดยสารขาอาคารเทียบเครื่องบิน ด้วยวิธีการ Enter และทางการเปรียบเทียบทางกายภาพกับแบบสอบถามทางสถิติความรู้สึกสว่าง เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบในหุ่นจำลองต่อไป

3.3.4 **ขั้นตอนที่** 4 การทดสอบแนวทางการปรับแก้ตัวแปรด้านกายภาพของสถาปัตยกรรมเพื่อเพิ่มความรู้สึกสว่างให้กับผู้ใช้อาคาร

โดยใช้วิธีทดสอบด้วยหุ่นจำลองสภาพพื้นที่ที่จะทำการปรับปรุงจริง ดังนี้

3.3.4.1 รูปแบบหุ่นจำลองที่ใช้ทดสอบ

1) หุ่นจำลองที่ใช้ในการทดสอบเป็นการจำลอง ส่วนหนึ่งของพื้นที่ชั้น 2 อาคารเทียบเครื่องบินDE ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งจะใช้เป็นพื้นที่ที่จะทำการปรับปรุงจริงในขั้นตอนต่อไป

2) หุ่นจำลองที่ทดสอบกำหนด มาตราส่วนที่ 1:20 เพื่อให้สามารถ ถ่ายภาพและติดตั้งเครื่องมือวัดแสงได้ และกำหนดให้มีอัตราส่วนความสูงต่อความลึก ที่สัดส่วน 1:6

3) หุ่นจำลองดังกล่าวจะทำการติดตั้งโคมไฟแสงสว่างที่สามารถปรับระดับความสว่าง ได้ 12 ระดับ กำหนดให้มีค่าความสว่างเริ่มต้น ที่ระนาบพื้นที่ทำงาน (working plane level) เท่ากับ 20 ลักซ์ (ตามมาตรฐาน IS 3646) และกำหนดให้ค่าตัวประกอบประมาณ 1.5 จะได้ระดับแสง 12 ระดับ คือ 20–30–50–75–100–150–200–300–500-750-1200-1800 ลักซ์

4) หุ่นจำลองจะต้องปรับเปลี่ยนลักษณะช่องเปิด สีผนัง สีฝ้าเพดาน เพื่อให้สามารถทำการทดสอบตัวแปรสถาปัตยกรรมภายใน

5) ติดตั้งอุปกรณวัดค่าความส่องสว่างให้ได้ระนาบทำงาน (working plane level)

6) ติดตั้งกล้องถ่ายรูป

3.3.4.2 ขั้นตอนการทดสอบ

กลุ่มตัวอย่างพนักงานจำนวน 10 คน เข้ารับการทดสอบกับหุ่นจำลองดังนี้

1) ทำการติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าความส่องสว่าง ภายในหุ่นจำลอง

2) ทำการตั้งค่าปิดเปิดโคมไฟ 12 ระดับ โดยให้มีค่าความส่องสว่างที่อ่านจากอุปกรณ์วัดค่าความส่องสว่างให้ได้20–30–50–75–100–150–200–300–500-750-1200-1800 ลักซ์ ตามลำดับ

3) กำหนดให้กลุ่มตัวอย่างพนักงานจำนวนทั้ง 10 คน มองผ่านช่องที่เจาะไว้ และหมุนปรับค่าแสงตั้งแต่ระดับที่ 1-12 เพื่อเพิ่มหรือลดปริมาณแสงจากหลอดไฟที่ติดตั้งไว้ ให้ได้ตำแหน่งที่รู้สึกว่ามีความสว่างเพียงพอ และมองเห็นรายละเอียดภายในได้ จากนั้นทำการจดบันทึกค่าระดับแสง

4) ถ่ายภาพภายในหุ่นจำลองด้วยกล้องผ่านช่องที่เจาะไว้

3.3.4.3 ตัวแปรสถาปัตยกรรมที่ใช้ในการทดสอบ กำหนดให้หุ่นจำลองที่ทำการทดสอบจะปรับเปลี่ยนลักษณะของสถาปัตยกรรมภายในทั้งสิ้น 24 แบบประกอบด้วย

1) ทดสอบหุ่นจำลองลักษณะผนังสีเทาและฝ้าสีเทา และทำการปรับเปลี่ยนช่องเปิด 6 รูปแบบประกอบด้วย

- ทดสอบช่องไม่มีช่องเปิด
- ทดสอบช่องเปิด 3 ช่อง
- ทดสอบช่องเปิด 2 ช่อง
- ทดสอบช่องเปิด 1 ช่อง <30•
- ทดสอบช่องเปิด 1 ช่อง 30•–60•
- ทดสอบช่องเปิด 1 ช่อง >60•

2) ทดสอบหุ่นจำลองลักษณะผนังสีขาวและฝ้าสีเทา และทำการปรับเปลี่ยนช่องเปิด 6 รูปแบบประกอบด้วย

- ทดสอบช่องไม่มีช่องเปิด
- ทดสอบช่องเปิด 3 ช่อง
- ทดสอบช่องเปิด 2 ช่อง
- ทดสอบช่องเปิด 1 ช่อง <30•

- ทดสอบช่องเปิด 1 ช่อง 30•–60•
- ทดสอบช่องเปิด 1 ช่อง >60•

3) ทดสอบหุ่นจำลองลักษณะผนังสีเทาและฝ้าสีขาว และทำการปรับเปลี่ยนช่องเปิด 6 รูปแบบประกอบด้วย

- ทดสอบช่องไม่มีช่องเปิด
- ทดสอบช่องเปิด 3 ช่อง
- ทดสอบช่องเปิด 2 ช่อง
- ทดสอบช่องเปิด 1 ช่อง <30•
- ทดสอบช่องเปิด 1 ช่อง 30•–60•
- ทดสอบช่องเปิด 1 ช่อง >60•

4) ทดสอบหุ่นจำลองลักษณะผนังสีขาวและฝ้าสีขาว และทำการปรับเปลี่ยนช่องเปิด 6 รูปแบบประกอบด้วย

- ทดสอบช่องไม่มีช่องเปิด
- ทดสอบช่องเปิด 3 ช่อง
- ทดสอบช่องเปิด 2 ช่อง
- ทดสอบช่องเปิด 1 ช่อง <30•
- ทดสอบช่องเปิด 1 ช่อง 30•–60•
- ทดสอบช่องเปิด 1 ช่อง >60•

3.3.4.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ผล โดยนำผลที่ได้จากกลุ่มพนักงานที่เข้าร่วมการทดสอบ และใช้ค่าที่ระดับแสงที่ผู้เข้าร่วมการทดสอบส่วนใหญ่ มีความรู้สึกสว่าง (ค่าฐานนิยม) และทำการเปรียบเทียบผลด้วยกราฟ

3.3.5 **ขั้นตอนที่** 5 การออกแบบและปรับปรุงพื้นที่ตัวอย่างอาคารกรณีศึกษา

ทำการออกแบบรูปแบบสถาปัตยกรรมภายในที่ส่งเริมการรับรู้ความสว่าง โดยใช้ข้อมูลจากการศึกษาและทดสอบการกระจายแสงโดยโปรแกรม Dialux เพื่อหารูปแบบแนวทางที่เหมาะสมที่จะใช้ปรับปรุง จากนั้นทำการปรับปรุงพื้นที่ และประเมินความรู้สึกสว่างโดยใช้แบบสอบถามชุดเดียวกับขั้นตอนที่ 2

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยปัจจัยในการออกแบบระบบแสงในอาคารเพื่อเพิ่มความรู้สึกสว่าง เป็นการวิจัยเพื่อการค้นหานวัตกรรมการสร้างสรรค์สถาปัตยกรรมภายในที่เอื้อต่อการรับรู้ความรู้สึกสว่าง ประกอบด้วยการแสวงหาอิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็น(Modifier variable) ทางกายภาพของสถาปัตยกรรม ที่มีผลต่อระดับความรู้สึกสว่าง

โดยจากการวิจัย สามารถแยกผลการวิจัยตามขั้นตอนการวิจัยได้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ผลการศึกษาสภาพปัญหาความรู้สึกสว่างในอาคารกรณีศึกษา และระดับการใช้พลังงานเพื่อสร้างแสงสว่างภายในอาคารกรณีศึกษา

ขั้นตอนที่ 2 ผลการวิจัยเพื่อค้นหาอิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นทางกายภาพสถาปัตยกรรมบริเวณพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ชั้น2 ในอาคารเทียบเครื่องบิน ที่มีต่อระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสาร

ขั้นตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์หาอิทธิพลของตัวแปรทางกายภาพจากสถาปัตยกรรมที่มีผลต่อความรู้สึกสว่างของสายตาของมนุษย์

ขั้นตอนที่4 ผลการทดสอบแนวทางการปรับแก้ตัวแปรด้านกายภาพของสถาปัตยกรรมเพื่อเพิ่มความรู้สึกสว่างให้กับผู้ใช้อาคาร

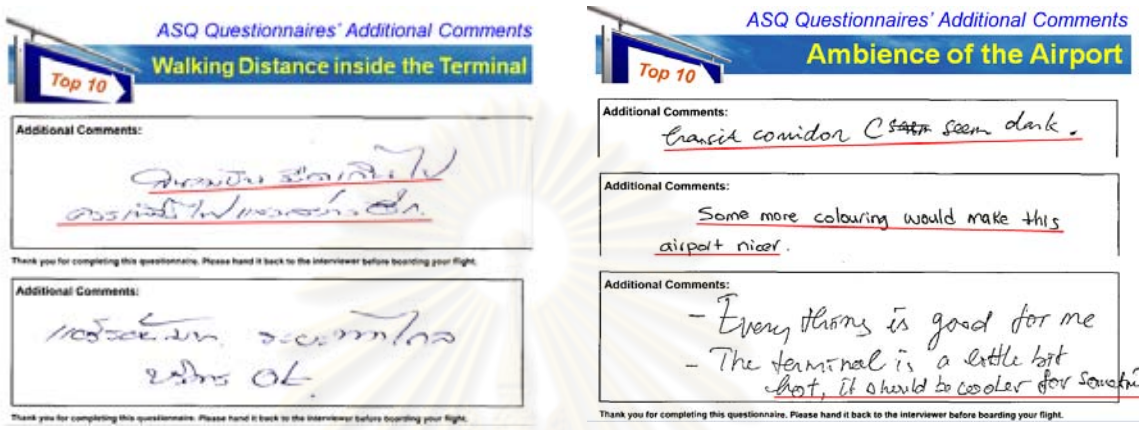
ขั้นตอนที่ 5 ผลจากการปรับปรุงสถาปัตยกรรมภายในที่เอื้อต่อการรับรู้ความรู้สึกสว่าง ของพื้นที่ตัวอย่าง ในอาคารกรณีศึกษา

4.1 ขั้นตอนที่ 1 ผลการศึกษาสภาพปัญหาความรู้สึกสว่างในอาคารกรณีศึกษา และระดับการใช้พลังงานเพื่อสร้างแสงสว่างภายในอาคารกรณีศึกษา

4.1.1 ผลการสำรวจภาพลักษณ์เกี่ยวกับความรู้สึกสว่าง อาคารกรณีศึกษา

ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ เป็นท่าอากาศยานนานาชาติของประเทศไทย ที่เป็นประตูต้อนรับผู้มาใช้อาคาร 44 คนต่อปี ซึ่งถือเป็นสถานที่แรกที่ผู้โดยสารสัมผัสความเป็นไทยได้ ทันทีที่ถึงแผ่นดินไทย จากการเปิดบริการมา 4 ปี สภาพแสงในอาคารเป็นหนึ่งในปัญหาที่ได้รับการร้องเรียนว่าอาคารดังกล่าวมีบรรยากาศที่มืด จากการสำรวจของสถาบันจัดอันดับการให้บริการในสนามบิน ASQ (Airport Quality Service) สภาพบรรยากาศในสนามบินเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ผู้โดยสารใช้พิจารณา

ประกอบในการให้คะแนนความพึงพอใจในบริการของสนามบินซึ่งผู้โดยสารจะทำการเปรียบเทียบจากประสบการณ์การใช้สนามบินต่างทั่วโลก ซึ่งพบว่าเมื่อเทียบกับสนามบินอื่นๆ ผู้โดยสารต้องการให้สนามบินสุวรรณภูมิ ทำการแก้ไขเรื่องความรู้สึกมืดในอาคาร ดังภาพที่4-1



ภาพที่ 4-1 **ตัวอย่างแบบสอบถามเกี่ยวกับสภาพบรรยากาศในอาคาร สนามบินสุวรรณภูมิ ที่ได้รับจากสถาบันจัดอันดับการให้บริการในสนามบิน** ASQ (Airport Quality Service)

4.1.2 ผลการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพปัญหาความรู้สึกสว่างของพื้นที่ขาเข้าชั้น 2 ในอาคารเทียบเครื่องบิน

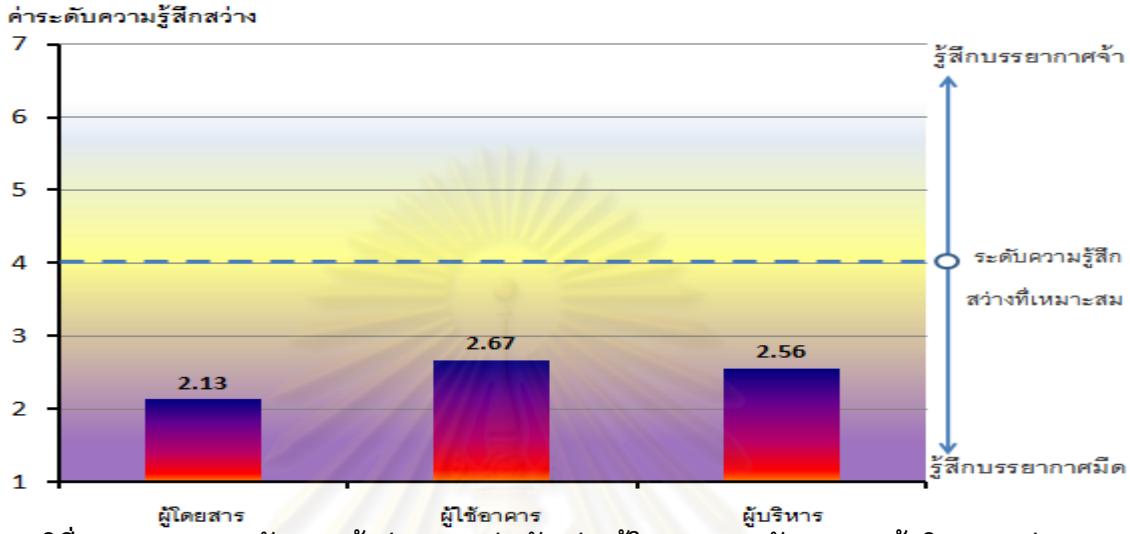
จากการสำรวจพบว่าบริเวณ ทางเดินของผู้โดยสารขาเข้า เป็นบริเวณที่ได้รับการร้องเรียนว่าสภาพแสงในบริเวณดังกล่าว มีความรู้สึกว่าบรรยากาศมืดมากที่สุด งานวิจัยนี้จึงเริ่มต้นด้วยการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับความรู้สึกสว่างในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าอาคารเทียบเครื่องบิน ว่ามีระดับค่ารู้สึกสว่างอย่างไร จากกลุ่มผู้ที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ดังกล่าว จำนวน 3 กลุ่ม

1) กลุ่มผู้โดยสาร จำนวน 30 คน
2) กลุ่มพนักงาน จำนวน 30 คน
3) กลุ่มผู้บริหารท่าอากาศยานสุวรรณภูมิจำนวน 10 คน

โดยใช้แบบสอบถามเบื้องต้น(ภาคผนวกที่ ก) สอบถามกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ซึ่งกำหนดค่าความรู้สึกสว่างในแบบสอบถามไว้ดังนี้

- ค่าความสว่างที่รู้สึกเหมาะสมมีค่า เท่ากับ 4
- ค่าความสว่างที่รู้สึกว่าสว่างมากจนไปถึงความรู้สึกว่ามีบรรยากาศจ้ารบกวนการมอง กำหนดให้มีมากกว่า 4 ถึง 7

- ค่าความสว่างที่รู้สึกว่าสว่างน้อยจนไปถึงความรู้สึกว่ามีบรรยากาศมืดมาก กำหนดให้มีน้อยกว่า 4 ถึง1



แผนภูมิที่ 4-1 แสดงระดับความรู้สว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร พนักงานและผู้บริหาร ณ.ช่วงเวลา 14.00-15.00 น.

จากแผนภูมิที่ 4-1 ผลการสำรวจเบื้องต้นด้วยแบบสอบถามทางสถิติ พบว่า กลุ่มที่ตอบแบบสอบถาม ให้ค่าความรู้สึกสว่างต่ำกว่าค่า 4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ดังกล่าวมีปัญหาบรรยากาศที่รู้สึกไม่สว่างในระดับที่รุนแรง โดยจะพบว่าแม้แต่กลุ่มของตัวอย่างพนักงานจำนวน 20 คน ซึ่งถือเป็นกลุ่มที่มีความคุ้นเคยกับพื้นที่มากที่สุด มีค่าระดับความรู้สึกสว่างเพียง 2.67 ในขณะที่กลุ่มผู้โดยสารซึ่งมีความคุ้นเคยสถานที่น้อยกว่า หรืออาจจะเป็นการเดินทางมาประเทศไทยครั้งแรก จะมีความรู้สึกสว่างน้อยที่สุดเพียง 2.13 จึงเป็นการยืนยันสภาพปัญหาที่มีอยู่จริง กระทบภาพลักษณ์ของประเทศ จึงควรเร่งรัดการแก้ไขพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ซึ่งถือเป็นพื้นที่แรกที่ต้อนรับผู้มาเยือนประเทศไทย

4.1.3 ผลการสำรวจระบบแสงสว่างภายในอาคาร

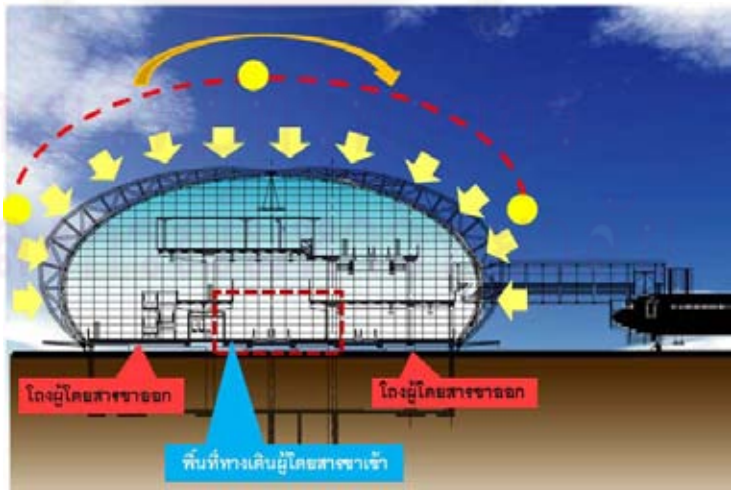
จากการสำรวจระบบแสงสว่างบริเวณพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ในอาคารเทียบเครื่องบิน ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จากการศึกษามาตรฐานการออกแบบระดับความส่องสว่างของ CIE และ IESNA พบว่าพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ชั้น 2ใน อาคารเทียบเครื่องบินจัดอยู่ในประเภท พื้นที่ทางเดิน ตามมาตรฐานของ CIE และ IESNA ที่กำหนดค่าความส่องสว่างสำหรับพื้นที่ทางเดินอยู่ที่ 100 และ150 Lux ตามลำดับ โดยผลการสำรวจของระบบแสงสว่างแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

4.1.3.1 แหล่งกำเนิดแสงที่นำมาในใช้พื้นที่

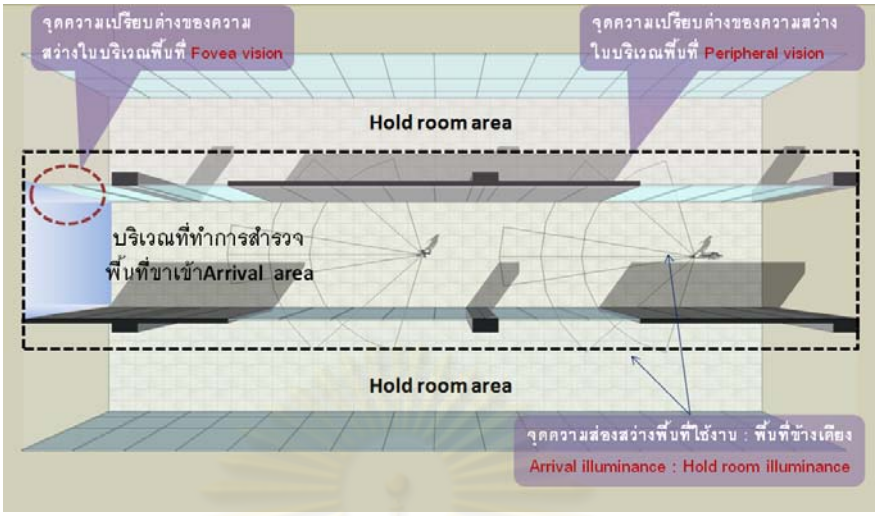
1) แสงประดิษฐ์ พบว่าในพื้นที่ดังกล่าวมีการใช้โคมไฟฟ้า ชนิดให้แสงทางอ้อม (Up light) หรือโคม F5 (ภาพที่ 4.2) รูปแบบการให้แสงเป็นลักษณะโคมหงายขึ้นฝ้าเพดาน แสงจากโคมไฟจะส่องฝ้าเพดาน และสะท้อนลงสู่พื้นที่ใช้งาน (Working plane) โดยโคมดังกล่าวใช้หลอดเมทัลฮาไลท์ 2x150 วัตต์ มีจำนวนทั้งสิ้น 2,997 โคม คิดเป็นสัดส่วนการใช้พลังงาน ร้อยละ 25 ของการใช้พลังเพื่อการสร้างแสงในอาคาร

ภาพที่ 4-2 แสดงโคม F5 ซึ่งใช้ในบริเวณพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ในอาคารเทียบเครื่องบิน ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

2) แสงธรรมชาติ พบว่าอาคารเทียบเครื่องบิน ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิทั้ง 8 อาคาร มีรูปแบบการนำแสงธรรมชาติ มาใช้ในอาคารที่เหมือนกัน แสงธรรมชาติสามารถเข้าสู่ภายในอาคารได้โดยตรงจากหลังคากระจก และผนังกระจก (ภาพที่ 4-3)



ภาพที่ 4-3 แสดงภาพตัดอาคารเทียบเครื่องบิน และทิศทางแสงธรรมชาติที่เข้าสู่พื้นที่ตอบแบบสอบถาม



ภาพที่ 4-4 แสดงภาพผังพื้นอาคารเทียบเครื่องบิน และทิศทางแสงธรรมชาติที่เข้าสู่พื้นที่ที่ทำการสำรวจผ่านพื้นที่พักคอยก่อนขึ้นเครื่อง (Hold room)

จากภาพที่ 4-4 พื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าจะเป็นทางเดินอยู่บริเวณกลางอาคาร ชั้น 2 ยาวตลอดอาคาร ด้านข้างทั้ง 2 ด้าน เป็นพื้นที่โถงพักคอยผู้โดยสารขาออก ซึ่งมีผนังกระจกสลับผนังโลหะสีเทา กั้นแยกพื้นที่โถงพักคอยผู้โดยสารขาออกกับทางเดินผู้โดยสารขาเข้า ออกจากกัน จากการสำรวจพบว่าแสงสามารถเข้าสู่พื้นที่ผู้โดยสารขาได้ทั้งจากผนังผ่านโถงผู้โดยสารขาออก และจากหลังคา

4.1.3.2 รูปแบบสถาปัตยกรรม บริเวณที่สำรวจ

พบว่าภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า วัสดุตกแต่งอาคารส่วนใหญ่ ในบริเวณพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า จะมีค่าสัมประสิทธิการสะท้อนแสงที่ต่ำ ตามตาราง ที่ 4-1 อาคารมีสัดส่วนช่องเปิดต่อพื้นที่ใช้งานสูง และขาดการควบคุมการมองเห็นแสงในมุมมองรับภาพของสายตาผู้ใช้อาคาร

ตารางที่ 4-1 แสงคุณสมบัติการสะท้อนแสงของวัสดุที่ใช้ในการตกแต่งพื้นที่ที่ทำการสำรวจ

ตำแหน่งที่ตรวจสอบ	วัสดุที่ใช้ตกแต่งบริเวณพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า	ค่าสัมประสิทธิการสะท้อนแสง
ผนัง	กระจกใส 12 มม.	0.02
	โลหะสีเทาเข้ม ผิวพ่นแบบด้าน	0.19
	คอนกรีตเปลือย	0.27
ฝ้าเพดาน	คอนกรีตเปลือย	0.27
พื้น	หินขัดสีขาว	0.90

4.1.4 ผลการสำรวจระดับการใช้พลังงานเพื่อการสร้างแสงสว่างในอาคาร

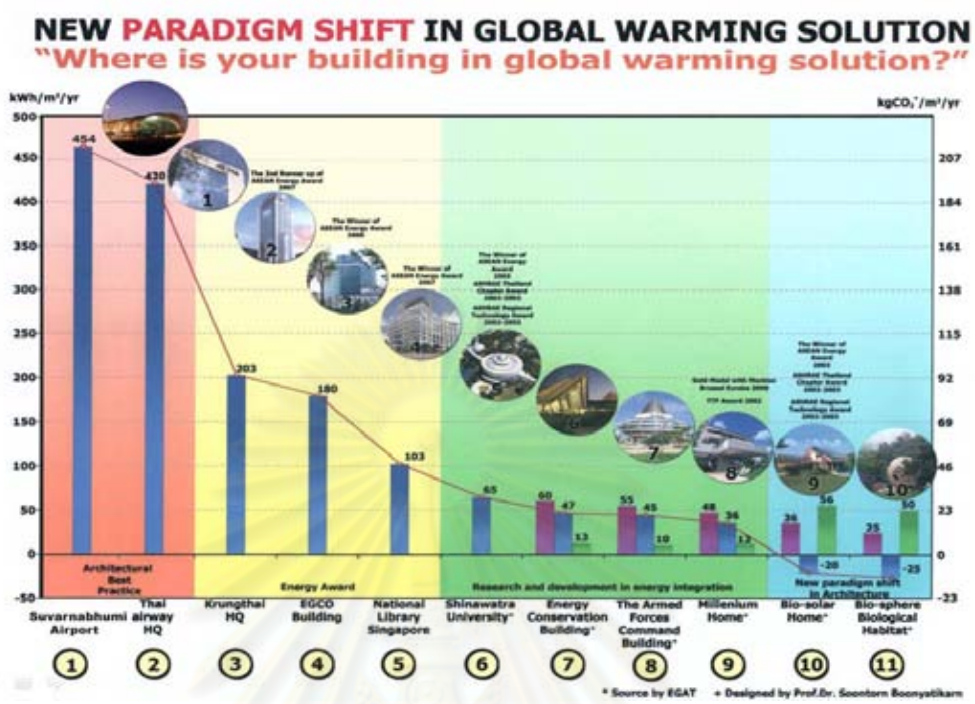
จากการสำรวจปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ 15 กันยายน พศ.2510 ถึง15 กันยายน พศ. 2511 ในภาพรวมของการใช้พลังงานพบว่า ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิมีระดับการใช้พลังงานในระดับที่สูงเมื่อเทียบกับอาคารอื่นในประเทศไทย โดยมีระดับการใช้พลังงานที่ 454 Kwh/m^2/yr. เนื่องจากอาคารมีการใช้งาน 24 ชม. ตามแผนภูมิที่ 4-2

โดยเมื่อพิจารณาแยกเป็นการใช้พลังงานในด้านต่างๆ ตามแผนภูมิที่ 4-3 พบว่า อัตราการใช้พลังงานเพื่อการสร้างแสงสว่างอยู่ที่ 158.32 Kwh/m^2/yr. หรือ ร้อยละ 35 ของพลังงานทั้งหมด

จากการสำรวจระบบแสงสว่างในอาคารพบว่า สามาแยกประเภทโคมไฟได้ 52 รุ่น จำนวนโคมทั้งหมด 61,028 โคม ตามแผนภูมิที่ 4-4 พบว่าโคม F5 เป็นโคมที่ใช้บริเวณทางเดินของผู้โดยสาร ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ใช้เป็นกรณีศึกษา และมีระดับการใช้พลังงานที่สูงที่สุด มีสัดส่วนร้อยละ 25 ของพลังงานที่ใช้ในแสงประดิษฐ์มีรายละเอียดดังนี้

ลักษณะโคม	Up light
หลอด	หลอดเมทัลฮาไลท์ 2x150 วัตต์
จำนวนโคม	2,997 โคม
ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปี	8,565,415.58 หน่วย
ค่าไฟฟ้าต่อปี	22,955,313.75 บาท
ค่าบำรุงรักษาต่อปี	976,588.95 บาท
การใช้งาน	
17.30-7.30น.(14ชม.)	353 โคม
เปิดตลอดเวลา(24ชม.)	2,644 โคม
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อชั่วโมง(spec)	0.340 หน่วย
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อชั่วโมงจากการวัดจริง	0.329 หน่วย

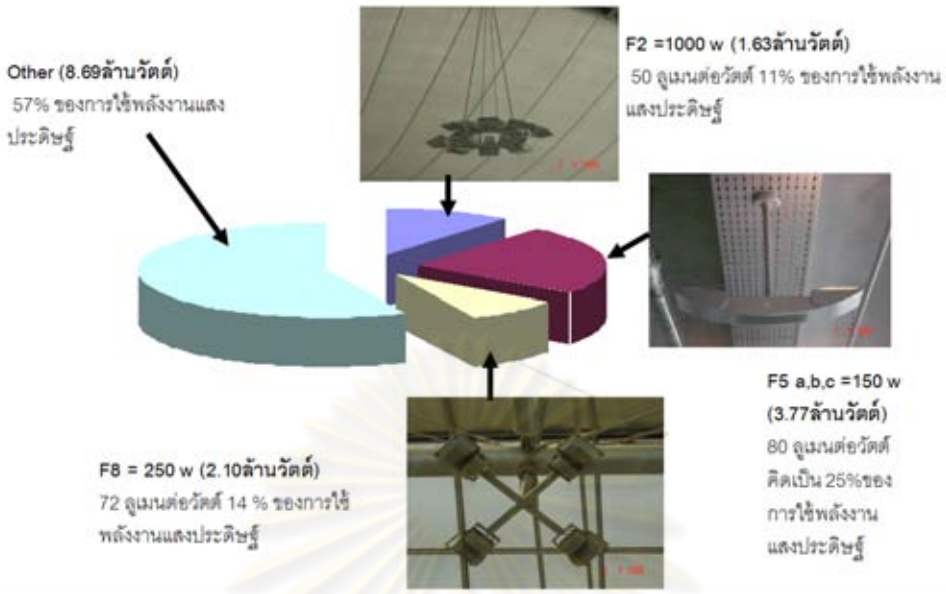
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 4-2 แสดงระดับการใช้พลังงานต่อปีของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิเมื่อเทียบกับอาคารอื่น

ในช่วงกลางวัน อัตราส่วนของค่าความส่องสว่างในพื้นที่ กับพื้นที่ข้างเคียงอยู่ในระดับที่สูงกว่าในช่วงกลางคืน เนื่องจากในช่วงกลางวันพื้นที่ในอาคารได้รับอิทธิพลจากแสงตรง จากดวงอาทิตย์ ค่าความส่องสว่างเฉลี่ยของพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า จะอยู่ประมาณ 100-170 Lux แตกต่างกันตามพื้นที่ขึ้นอยู่ทิศที่ตั้ง และช่วงเวลา ซึ่งมีค่าสูงกว่ามาตรฐานการออกแบบระดับความส่องสว่างของ CIE และ IESNA ที่กำหนดค่าความส่องสว่างสำหรับพื้นที่ทางเดินอยู่ที่ 100 และ150 Lux ตามลำดับ

แผนภูมิที่ 4-3 แสดงระดับการใช้พลังงานต่อปีของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิเมื่อเทียบกับอาคารอื่น



แผนภูมิที่ 4-4 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานของโคมไฟประเภทต่างต่อปีของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

4.2 ขั้นตอนที่ 2 ผลการสำรวจด้วยแบบสอบถาม ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสาร ที่เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นทางกายภาพสถาปัตยกรรมบริเวณพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ชั้น2 ในอาคารเทียบเครื่องบิน

การประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ ประกอบด้วย

- วิเคราะห์ลักษณะของผู้ตอบแบบสำรวจจากตัวอย่าง (Sample Survey Method)

- วิเคราะห์ระดับความรู้สึกสว่างของผู้ตอบแบบสอบถาม ที่ใช้บริการพื้นที่ขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน ณ.ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จำแนกตาม โซนสัญชาติของผู้ตอบแบบสอบถาม, เพศ และอายุ โดยใช้ค่าร้อยละ

- การเปรียบเทียบอิทธิพลที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรมภายในที่มีต่อระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่ใช้บริการพื้นที่ผู้โดยสารขาอาคารเทียบเครื่องบิน จำแนกตาม แต่ละอาคารเทียบเครื่องบิน (Concourse)

โดยจากการเก็บข้อมูลสำรวจจากตัวอย่าง (Sample Survey Method) และการเก็บข้อมูลสภาพแสง เมื่อวันที่ 22 ธันวาคม 2554 สามารถวิเคราะห์ผลได้ดังนี้

4.2.1วิเคราะห์ลักษณะของผู้ตอบแบบสำรวจจากตัวอย่าง (Sample Survey Method)

ผู้โดยสารตอบแบบสำรวจโซนสัญชาติของผู้โดยสาร 5 โซน ได้แก่ ไทย, เอเชีย, ยุโรป, อเมริกา และอื่นๆ มีจำนวนร้อยละ 30, 33.33, 13.33, 10.00 และ 13.33 ตามลำดับ ในจำนวนนี้เป็น

เพศชายและเพศหญิงพอๆ กัน คือ ร้อยละ 53.61 และร้อยละ 46.39 ส่วนใหญ่จะมีอายุระหว่าง 31 ถึง 55 ปี ถึงร้อยละ 51.94 ทั้งนี้มีผู้โดยสารถึงร้อยละ 44.86 ที่มีประสบการณ์ที่ใช้บริการสนามบินสุวรรณภูมิ 2-5 ครั้ง และผู้โดยสารที่ใช้สนามบินแห่งนี้เป็นครั้งแรก มีร้อยละ 43.61 และผู้ที่มาใช้สนามบินสุวรรณภูมิมากกว่า 5 ครั้ง มีเพียงร้อยละ 11.53 เท่านั้น รายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะของผู้โดยสารที่ตอบแบบสำรวจจำแนกตามโซนสัญชาติของผู้โดยสาร 5 โซน ได้แก่ ไทย, เอเชีย, ยุโรป, อเมริกา และอื่นๆ เพศ อายุ ประสบการณ์ในการใช้สนามบิน ความถี่ในการใช้สนามบินต่อปีและสุขภาพสายตาแสดงไว้ในตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-2 ลักษณะของผู้โดยสารที่ตอบแบบสำรวจจำแนกตามโซนสัญชาติของผู้โดยสาร เพศ อายุ ประสบการณ์ในการใช้สนามบิน ความถี่ในการใช้สนามบินต่อปีและสุขภาพสายตา

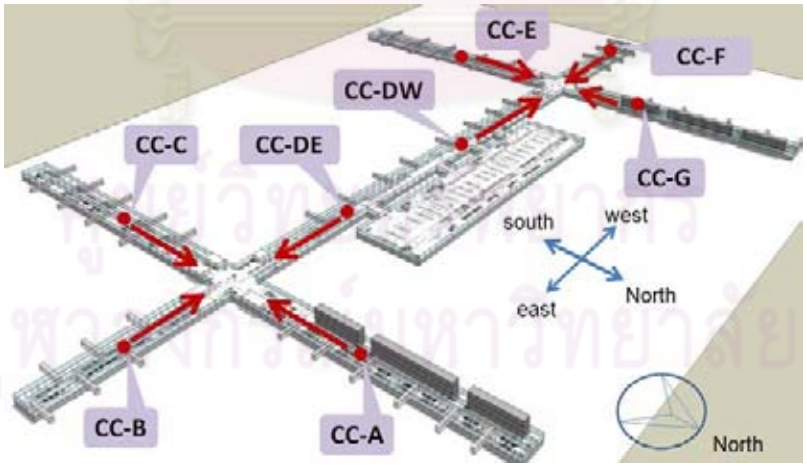
	ลักษณะของผู้ตอบ	จำนวน	ร้อยละ
อายุ	10-30	131	18.19
	31-55	374	51.94
	มากกว่า 56	215	29.86
โซนสัญชาติ	ไทย	216	30.00
	เอเชีย	240	33.33
	ยุโรป	96	13.33
	อเมริกา	72	10.00
	อื่นๆ	96	13.33
เพศ	ชาย	386	53.61
	หญิง	334	46.39
ประสบการณ์ในการใช้สนามบิน	1 ครั้ง	314	43.61
	2-5 ครั้ง	323	44.86
	มากกว่า 5 ครั้ง	83	11.53
ความถี่ในการใช้สนามบินต่อปี	1 ครั้ง	288	40.00
	2-5 ครั้ง	378	52.50
	มากกว่า 5 ครั้ง	54	7.50
สุขภาพสายตา	สายตาปกติ	343	47.64
	สายตาสั้น	237	32.92
	สายตายาว	140	19.44
	รวม	**720**	**100.00**

4.2.2 วิเคราะห์ระดับความรู้สึกสว่างของผู้ตอบแบบสอบถาม ที่ใช้บริการพื้นที่ขาเข้าอาคารเทียบเครื่องบิน ณ.ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จำแนกตาม โซนสัญชาติของผู้ตอบแบบสอบถาม, เพศ และอายุ โดยใช้ค่าร้อยละ

จากแบบสอบถามเกี่ยวกับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่ใช้บริการพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าอาคารเทียบเครื่องบิน ได้สอบถามระดับความรู้สึกสว่างที่ผู้โดยสารรับรู้จากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่ปรุงแต่งสภาพสถาปัตยกรรมภายใน ประกอบด้วย

1. การปรับตัวของดวงตา (Adaptation)
2. ประสบการณ์ในการมองเห็น (Pre-exposure)
3. ระยะห่างในการมอง (Distance)
4. ภาพในมุมมองที่อยู่ในจุดโฟกัสของดวงตา (Foveal vision)
5. ภาพในมุมมองที่อยู่โดยรอบของจุดโฟกัส (Peripheral vision)
6. แสงระคายเคืองตา (Visual glare)
7. ระบบแสงสว่าง (Lighting system)
8. ความถูกต้องของสี (Color rendition) และอื่นๆ

โดยการสอบถามกลุ่มตัวอย่าง จะทำการสำรวจในทุกอาคารพร้อมกันในเวลาเดียวกัน และทุกอาคารจะทำการสำรวจกลุ่มตัวอย่างที่เดินเข้าหาจุดตัดอาคารต่ามภาพที่ 4-5



ภาพที่ 4-5 แสดงตำแหน่งที่สำรวจกลุ่มตัวอย่างและทิศทางการเดินของกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่ขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

โดยผลที่ได้จากแบบสอบถามสามารถวิเคราะห์แต่ละตัวแปรปรุงแต่ง จำแนกตาม โซนพื้นที่สัญชาติของผู้ตอบแบบสอบถาม, เพศ และอายุ โดยใช้ค่าร้อยละ เป็นดังนี้

ตารางที่ 4-3 ตารางแสดงร้อยละความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรมภายใน

	ระดับความสว่าง							ค่าเฉลี่ย	SD
	แสงจ้ารุนแรง	แสงจ้า	สว่างมาก	เพียงพอ	สว่างน้อย	ค่อนข้างมืด	แสงมืด		
Pre-exposure	0.00	0.00	0.00	4.58	42.78	37.36	15.28	2.37	0.794
Distance	0.00	0.00	0.28	21.81	58.06	19.86	0.00	3.03	0.654
Foveal vision	0.00	13.89	34.86	46.94	4.31	0.00	0.00	4.58	0.780
Peripheral vision	11.53	32.22	21.39	26.67	8.19	0.00	0.00	5.12	1.168
Lighting system	0.00	0.00	0.00	3.19	39.31	40.14	17.36	2.28	0.784
Visual glare	0.42	23.75	25.14	49.03	1.67	0.00	0.00	4.72	0.857
Other	0.00	0.00	0.00	0.00	6.39	59.17	34.44	1.72	0.575
Adaptation	6.39	28.06	22.50	42.22	0.83	0.00	0.00	4.97	0.996
OVER ALL	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**3.61**	**37.22**	**41.53**	**17.64**	**2.27**	**0.789**

4.2.2.1 อิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรมที่เกี่ยวกับการปรับตัวของดวงตา (Adaptation)

<u>คำถาม</u> เมื่อท่านต้องมองสภาพแวดล้อมในพื้นที่นี้ ท่านรู้สึกอย่างไรต่อดวงตา

โดยกำหนดค่าความรู้สึกสว่างไว้ค่า 7 ระดับ ที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้โดยสารสามารถเลือกตอบค่าระดับความรู้สึกสว่างที่รู้สึกว่าได้รับอิทธิพลจากสาเหตุการปรับตัวของดวงตา (Adaptation) คือ

ค่า 7 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีแสงจ้า รุนแรงไม่สามารถมองได้

ค่า 6 หมายถึง สึกว่าความสว่างมีแสงจ้า มองแล้วแสบตา

ค่า 5 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างแต่ยังรู้สึกสบายตา

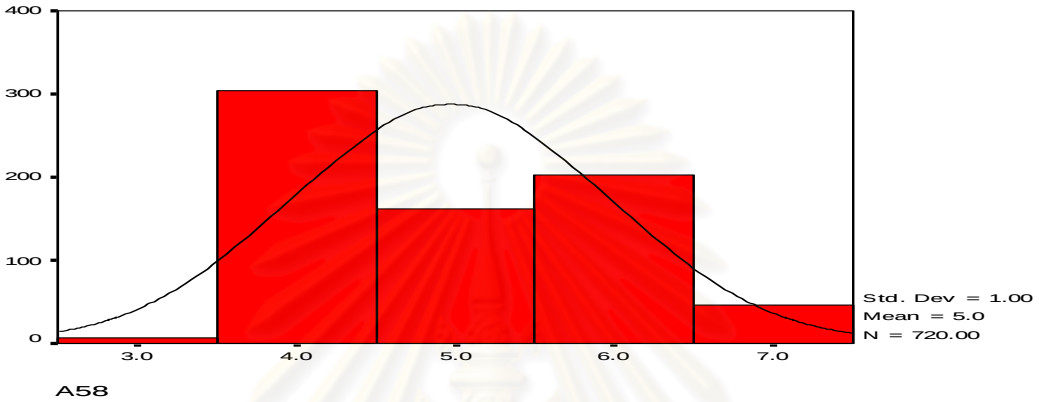
ค่า 4 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสบายตา

ค่า 3 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างน้อยแต่ยังรู้สึกสบายตา

ค่า 2 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับค่อนข้างมืดมองแล้วรู้สึกล้าดวงตา

ค่า 1 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับรู้สึกมืดมองไม่เห็น

จากแผนภูมิที่ 4-5 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามให้ระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากการปรับตัวของดวงตาอยู่ระหว่างค่า 4-7 โดยมีค่าเฉลี่ย อยู่ที่ 4.97 (ตารางที่ 4-3) ซึ่งหมายถึง ในบริเวณพื้นที่ขาเข้าของอาคารเทียบเครื่องบิน ผู้ตอบแบบสอบถามมีความรู้สึกว่ามีการปรับตัวของดวงตาสูงกว่าค่ามาตรฐานที่ 4 เป็นความรู้สึกสว่างกว่ามาตรฐานแต่อยู่ในเกณฑ์ที่รับ



แผนภูมิที่ 4-5 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้ตอบแบบสอบถามที่เกิดจาก อิทธิพลของตัวแปร การปรับตัวของดวงตา (Adaptation)

เมื่อพิจารณาคำตอบสามารถแยกระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากการปรับตัวของดวงตาตามลักษณะของผู้ตอบแบบสอบถามได้ดังนี้

1) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม อายุ(ปี)

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากการปรับตัวของดวงตา กับ ระดับอายุของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกระดับอายุ มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากการปรับตัวของดวงตา อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยผู้ที่มีอายุมากกว่าจะมีความรู้สึกว่าดวงตามีการปรับตัวสูงกว่าผู้มีอายุน้อยกว่า

2) ลักษณะของผู้ตอบแยกตามโซนสัญชาติ

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากการปรับตัวของดวงตา กับ โซนสัญชาติของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกโซนสัญชาติของผู้ตอบ มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากการปรับตัวของดวงตา อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยคนไทยและชาวเอเชียส่วนใหญ่ (มีค่าความรู้สึกสว่างที่ 5.12 และ4.99 ตามลำดับ) จะมีความรู้สึกว่าดวงตามีการปรับตัวสูงกว่าชาวยุโรปและชาวอเมริกา(มีค่าความรู้สึกสว่างที่ 4.82และ4.68 ตามลำดับ)

3) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม เพศ

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากการปรับตัวของดวงตา กับ เพศของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (T-test) พบว่าความแตกต่างทางเพศ ไม่มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากการปรับตัวของดวงตา โดยเพศชายมีค่าความรู้สึกสว่างที่ 4.98 และเพศหญิงมีค่าความรู้สึกสว่างที่ 4.96 ซึ่งไม่แตกต่างกัน

4) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม ประสบการณ์ในการใช้สนามบิน(ครั้ง)

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากการปรับตัวของดวงตา กับ ประสบการณ์ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกความแตกต่างกันของประสบการณ์ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ ส่งผลให้มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากการปรับตัวของดวงตา อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยคนที่มีประสบการณ์การใช้สนามบินนี้น้อยกว่าจะรู้สึกว่าดวงตามีการปรับตัวสูงกว่าผู้ที่มีประสบการณ์การใช้สนามบินที่สูง

5) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม ความถี่ในการใช้สนามบินต่อปี(ครั้ง)

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากการปรับตัวของดวงตา กับ ความถี่ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกความแตกต่างกันของความถี่ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ ส่งผลให้มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่าง ที่เกิดจากการปรับตัวของดวงตา อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยคนที่มีความถี่ในการใช้สนามบินนี้น้อยกว่าจะรู้สึกว่าดวงตามีการปรับตัวสูงกว่าผู้ที่มีความถี่ในการใช้สนามบินที่มากกว่า

6) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม สุขภาพสายตา

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากการปรับตัวของดวงตา กับ สุขภาพสายตาของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกความแตกต่างกันของสุขภาพสายตาของผู้ตอบ ส่งผลให้มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากการปรับตัวของดวงตา อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยคนที่มีสายตาปกติจะรู้สึกว่าดวงตามีการปรับตัวน้อยกว่าผู้ที่มีสายตายาวและสายตาสั้น

ตารางที่ 4-4 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่เกิดจาก อิทธิพลของตัวแปร การปรับตัวของดวงตา (Adaptation)

	ลักษณะของผู้ตอบ	Brightness sensation level	T-Test	F-Test	Sig.
อายุ(ปี)	10-30	4.69		13.755	0.000
	31-55	4.92			
	มากกว่า 56	5.23			
โซนสัญชาติ	ไทย	5.12		3.372	0.010
	เอเชีย	4.99			
	ยุโรป	4.82			
	อเมริกา	4.68			
	อื่นๆ	4.94			
เพศ	ชาย	4.98	0.210		0.834
	หญิง	4.96			
ประสบการณ์ในการใช้สนามบิน (ครั้ง)	1 ครั้ง	5.12		8.042	0.000
	2-5 ครั้ง	4.89			
	มากกว่า 5 ครั้ง	4.69			
ความถี่ในการใช้สนามบินต่อปี (ครั้ง)	1 ครั้ง	5.08		3.405	0.034
	2-5 ครั้ง	4.91			
	มากกว่า 5 ครั้ง	4.78			
สุขภาพสายตา	สายตาปกติ	4.76		18.100	0.000
	สายตาสั้น	5.05			
	สายตายาว	5.33			

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.2.2 อิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรมที่เกี่ยวกับประสบการณ์ในการมองเห็น (Pre-exposure)

<u>คำถาม</u> เมื่อเทียบกับพื้นที่ก่อนหน้านี้ที่ท่านผ่านมาท่านคิดว่าระดับความรู้สึกสว่างจุดที่ท่านยืนอยู่เทียบกับพื้นที่ที่ท่านเดินผ่านมาระดับความรู้สึกสว่างอยู่ระดับใด

โดยกำหนดค่าความรู้สึกสว่างไว้ค่า 7 ระดับ ที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้โดยสารสามารถเลือกตอบค่าระดับความรู้สึกสว่างที่รู้สึกว่าได้รับอิทธิพลจากสาเหตุประสบการณ์ในการมองเห็น (Pre-exposure) คือ

ค่า 7 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้ารุนแรง

ค่า 6 หมายถึง สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า

ค่า 5 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างมากอยู่ในระดับยอมรับได้

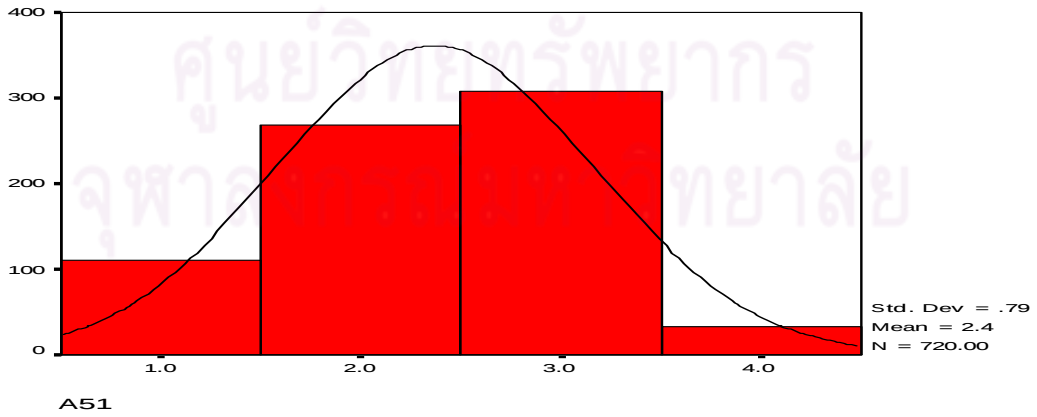
ค่า 4 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับเพียงพอ

ค่า 3 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างน้อยอยู่ในระดับยอมรับได้

ค่า 2 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับค่อนข้างมืด

ค่า 1 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับรู้สึกมืด

จากแผนภูมิที่ 4-6 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามให้ระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากประสบการณ์ในการมองเห็น อยู่ระหว่างค่า 1-4 โดยมีค่าเฉลี่ย อยู่ที่ 2.37 (ตารางที่ 4-3) ซึ่งหมายถึง ในบริเวณพื้นที่ขาเข้าของอาคารเทียบเครื่องบิน ด้วยประสบการณ์ในการมองเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามทำให้มีความรู้สึกว่าความสว่างของพื้นที่ขาเข้ามีระดับค่อนข้างมืด



แผนภูมิที่ 4-6 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้ตอบแบบสอบถามที่เกิดจาก อิทธิพลของตัวแปรประสบการณ์การมองเห็น (Pre-exposure)

เมื่อพิจารณาคำตอบสามารถแยกระดับความรู้สึกสว่างที่จากประสบการณ์ในการมองเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามได้ดังนี้

1) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม อายุ (ปี)

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากประสบการณ์ในการมองเห็นกับ ระดับอายุของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกระดับอายุ มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากประสบการณ์ในการมองเห็นของผู้ตอบแบบสอบถาม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยผู้ที่มีอายุมากกว่าจะมีความรู้สึกมืดกว่าผู้มีอายุน้อย

2) ลักษณะของผู้ตอบแยกตามโซนสัญชาติ

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากประสบการณ์ในการมองเห็น กับ โซนสัญชาติของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกโซนสัญชาติของผู้ตอบ มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากประสบการณ์ในการมองเห็นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยคนไทยและชาวเอเชียส่วนใหญ่ (มีค่าความรู้สึกสว่างที่ 2.18 และ2.28 ตามลำดับ) จะมีความรู้สึกมืดกว่า ชาวยุโรปและชาวอเมริกา (มีค่าความรู้สึกสว่างที่ 2.57และ2.92 ตามลำดับ)

3) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม เพศ

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากประสบการณ์ในการมองเห็น กับ เพศของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (T-test) พบว่าความแตกต่างทางเพศ ไม่มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากประสบการณ์ในการมองเห็น โดยเพศชายมีค่าความรู้สึกสว่างที่ 2.38 และเพศหญิงมีค่าความรู้สึกสว่างที่ 2.35 ซึ่งไม่แตกต่างกัน

4) ลักษณะของผู้ตอบแยกตามประสบการณ์ในการใช้สนามบิน (ครั้ง)

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากประสบการณ์ในการมองเห็น กับ ประสบการณ์ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกความแตกต่างกันของประสบการณ์ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ ส่งผลให้มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากประสบการณ์ในการมองเห็นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยคนที่มีประสบการณ์การใช้สนามบินนี้น้อยกว่าจะรู้สึกว่ามืดกว่าผู้ที่มีประสบการณ์การใช้สนามบินที่สูง

5) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม ความถี่ในการใช้สนามบินต่อปี (ครั้ง)

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากการประสบการณ์ในการมองเห็น กับ ความถี่ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกความแตกต่างกันของความถี่ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ ส่งผลให้มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากประสบการณ์ในการมองเห็น อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยคนที่มีความถี่ในการใช้สนามบินนี้น้อยกว่าจะรู้สึกว่ามืดกว่าผู้ที่มีความถี่ในการใช้สนามบินที่มาก

6) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม สุขภาพสายตา

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากประสบการณ์ในการมองเห็นกับ สุขภาพสายตาของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกความแตกต่างกันสุขภาพสายตาในการมองเห็นของผู้ตอบ ส่งผลให้มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากประสบการณ์ในการมองเห็นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยคนที่มีสายตาปกติจะรู้สึกว่าสว่างกว่าผู้ที่มีสายตายาว และสายตาสั้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4-5 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่เกิดจาก อิทธิพลของตัวแปร ประสบการณ์ในการมองเห็น (Pre-exposure)

	ลักษณะของผู้ตอบ	Brightness sensation level	T-Test	F-Test	Sig.
อายุ(ปี)	10-30	2.72		22.115	0.000
	31-55	2.37			
	มากกว่า 56	2.15			
โซนสัญชาติ	ไทย	2.18		15.166	0.000
	เอเชีย	2.28			
	ยุโรป	2.57			
	อเมริกา	2.92			
	อื่นๆ	2.40			
เพศ	ชาย	2.38	0.420		0.674
	หญิง	2.35			
ประสบการณ์ในการใช้สนามบิน (ครั้ง)	1 ครั้ง	2.20		23.613	0.000
	2-5 ครั้ง	2.41			
	มากกว่า 5 ครั้ง	2.41			
ความถี่ในการใช้สนามบินต่อปี (ครั้ง)	1 ครั้ง	2.22		13.862	0.000
	2-5 ครั้ง	2.42			
	มากกว่า 5 ครั้ง	2.80			
สุขภาพสายตา	สายตาปกติ	2.59		29.542	0.000
	สายตาสั้น	2.21			
	สายตายาว	2.09			

4.2.2.3 อิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม ที่เกี่ยวกับระยะห่างในการมอง (Distance)

<u>คำถาม</u> ณ านยืนอยู่ ท่านสามารถมองเห็นรายละเอียดป้ายบอกทางในระยะจุดที่ท่. 50 เมตร (ป้ายที่2) ได้หรือไม่อย่างไร

โดยกำหนดค่าความรู้สึกสว่างไว้ค่า 7 ระดับ ที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้โดยสารสามารถเลือกตอบค่าระดับความรู้สึกสว่างที่รู้สึกว่าได้รับอิทธิพลจากสาเหตุจากระยะห่างในการมอง (Distance) คือ

ค่า 7 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า รุนแรงมองไม่เห็น

ค่า 6 หมายถึง สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า มองเห็นได้ไม่ดี

ค่า 5 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างมากพอมองเห็น

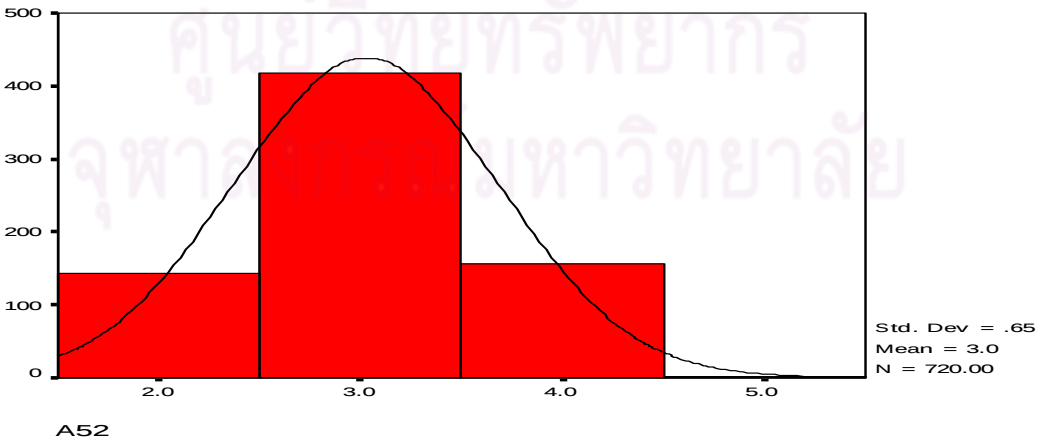
ค่า 4 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับมองเห็นชัดเจน

ค่า 3 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับความสว่างน้อยพอมองเห็น

ค่า 2 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับค่อนข้างมืดมองเห็นได้ไม่ดี

ค่า 1 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับรู้สึกมืดมองไม่เห็น

จากแผนภูมิที่ 4-7 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามให้ระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากระยะห่างในการมอง อยู่ระหว่างค่า 2-4 โดยมีค่าเฉลี่ย อยู่ที่ 3.03 (ตารางที่ 4-3) ซึ่งหมายถึง ในบริเวณพื้นที่ขาเข้าของอาคารเทียบเครื่องบิน ด้วยระยะห่างในการมองของผู้ตอบแบบสอบถามทำให้มีความรู้สึกว่าความสว่างของพื้นที่ขาเข้ามีระดับความสว่างน้อยพอมองเห็น



แผนภูมิที่ 4-7 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้ตอบแบบสอบถามที่เกิดจาก อิทธิพลของตัวแปรระยะห่างในการมอง (Distance)

เมื่อพิจารณาคำตอบสามารถแยกระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากระยะห่างในการมอง ของผู้ตอบแบบสอบถามได้ดังนี้

1) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม อายุ (ปี)

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากระยะห่างในการมอง กับ ระดับอายุของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกระดับอายุ มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากระยะห่างในการมอง ของผู้ตอบแบบสอบถาม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยผู้ที่มีอายุมากกว่าจะมีความรู้สึกมืดกว่าผู้มีอายุน้อย

2) ลักษณะของผู้ตอบแยกตามโซนสัญชาติ

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากระยะห่างในการมอง กับ โซนพื้นที่ถิ่นฐานของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกโซนพื้นที่ถิ่นฐานของผู้ตอบ มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากระยะห่างในการมอง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยคนไทยและชาวเอเชียส่วนใหญ่ (มีค่าความรู้สึกสว่างที่ 2.82 และ3.01 ตามลำดับ) จะมีความรู้สึกมืดกว่าชาวยุโรปและชาวอเมริกา (มีค่าความรู้สึกสว่างที่ 3.20และ3.36 ตามลำดับ)

3) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม เพศ

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากระยะห่างในการมอง กับ เพศของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (T-test) พบว่าความแตกต่างทางเพศ ไม่มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากระยะห่างในการมอง โดยเพศชายมีค่าความรู้สึกสว่างที่ 3.05 และเพศหญิงมีค่าความรู้สึกสว่างที่ 3.00 ซึ่งไม่แตกต่างกัน

4) ลักษณะของผู้ตอบแยกตามประสบการณ์ในการใช้สนามบิน (ครั้ง)

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากระยะห่างในการมอง กับ ประสบการณ์ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกความแตกต่างกันของประสบการณ์ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ ส่งผลให้มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากระยะห่างในการมองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยคนที่มีประสบการณ์การใช้สนามบินนี้น้อยกว่าจะรู้สึกว่ามืดกว่าผู้ที่มีประสบการณ์การใช้สนามบินที่สูง

5) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม ความถี่ในการใช้สนามบินต่อปี (ครั้ง)

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากระยะห่างในการมอง กับ ความถี่ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกความแตกต่างกันของความถี่ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ ส่งผลให้มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากระยะห่างในการมอง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยคนที่มีความถี่ในการใช้สนามบินนี้น้อยกว่าจะรู้สึกว่ามืดกว่าผู้ที่มีความถี่ในการใช้สนามบินที่มาก

6) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม สุขภาพสายตา

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากระยะห่างในการมอง กับ สุขภาพสายตาของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกความแตกต่างกันสุขภาพสายตาในการมองเห็นของผู้ตอบส่งผลให้มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากระยะห่างในการมอง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % ด้วยระยะห่างที่เท่ากันพบว่า คนที่มีสายตาปกติจะรู้สึกว่าสว่างกว่าผู้ที่มีสายตายาว และสายตาสั้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4-6 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่เกิดจาก อิทธิพลของตัวแปร ระยะห่างในการมอง (Distance)

	ลักษณะของผู้ตอบ	Brightness sensation level	T-Test	F-Test	Sig.
อายุ(ปี)	10-30	3.37		36.927	0.000
	31-55	3.05			
	มากกว่า 56	2.78			
โซนสัญชาติ	ไทย	2.82		12.966	0.000
	เอเชีย	3.01			
	ยุโรป	3.20			
	อเมริกา	3.36			
	อื่นๆ	3.10			
เพศ	ชาย	3.05	1.068		0.286
	หญิง	3.00			
ประสบการณ์ในการใช้สนามบิน (ครั้ง)	1 ครั้ง	2.89		32.772	0.000
	2-5 ครั้ง	3.03			
	มากกว่า 5 ครั้ง	3.52			
ความถี่ในการใช้สนามบินต่อปี (ครั้ง)	1 ครั้ง	2.91		19.098	0.000
	2-5 ครั้ง	3.05			
	มากกว่า 5 ครั้ง	3.48			
สุขภาพสายตา	สายตาปกติ	3.26		53.810	0.000
	สายตาสั้น	2.90			
	สายตายาว	2.66			

4.2.2.4 อิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม ที่เกี่ยวกับภาพในมุมมองที่อยู่ในจุดโฟกัสของดวงตา (Foveal vision)

<u>คำถาม</u> เมื่อท่านมองไปที่บริเวณสุดทางเดิน ท่านรู้สึกอย่างไรกับปริมาณความสว่างที่ปลายทาง

โดยกำหนดค่าความรู้สึกสว่างไว้ค่า 7 ระดับ ที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้โดยสารสามารถเลือกตอบค่าระดับความรู้สึกสว่างที่รู้สึกว่าได้รับอิทธิพลจากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่ในจุดโฟกัสของดวงตา (Fovea vision) คือ

ค่า 7 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า รุนแรง

ค่า 6 หมายถึง สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า

ค่า 5 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างอยู่ในระดับยอมรับได้

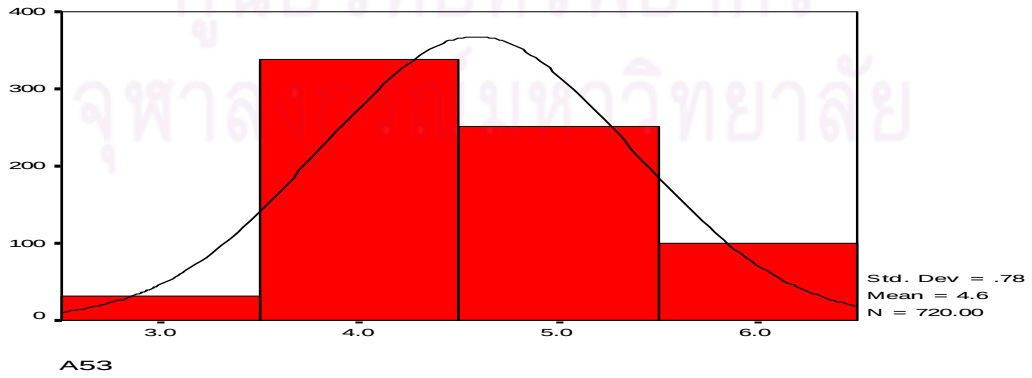
ค่า 4 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับเพียงพอ

ค่า 3 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างน้อยอยู่ในระดับยอมรับได้

ค่า 2 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับค่อนข้างมืด

ค่า 1 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับรู้สึกมืด

จากแผนภูมิที่ 4-8 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามให้ระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่ในจุดโฟกัสของดวงตา อยู่ระหว่างค่า 3-6 โดยมีค่าเฉลี่ย อยู่ที่ 4.58 (ตารางที่ 4-3) ซึ่งหมายถึง ในบริเวณพื้นที่ขาเข้าของอาคารเทียบเครื่องบิน ด้วยระยะห่างในการมองของผู้ตอบแบบสอบถามทำให้มีความรู้สึกว่าความสว่างของพื้นที่ขาเข้ามีระดับสว่างอยู่ในระดับยอมรับได้



แผนภูมิที่ 4-8 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้ตอบแบบสอบถามที่เกิดจาก อิทธิพลของตัวแปรลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่ในจุดโฟกัสของดวงตา

เมื่อพิจารณาคำตอบสามารถแยกระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากระยะห่างในการมอง ของผู้ตอบแบบสอบถามได้ดังนี้

1) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม อายุ (ปี)

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่ในจุดโฟกัสของดวงตากับ ระดับอายุของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกระดับอายุ มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่ในจุดโฟกัสของดวงตาของผู้ตอบแบบสอบถาม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยผู้ที่มีอายุมากกว่าจะมีความรู้สึกมืดกว่าผู้มีอายุน้อยกว่า

2) ลักษณะของผู้ตอบแยกตามโซนสัญชาติ

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่ในจุดโฟกัสของดวงตากับ โซนสัญชาติของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกโซนสัญชาติของผู้ตอบ ไม่มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่ในจุดโฟกัสของดวงตา

3) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม เพศ

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่ในจุดโฟกัสของดวงตา กับ เพศของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (T-test) พบว่าความแตกต่างทางเพศ ไม่มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่ในจุดโฟกัสของดวงตาโดยเพศชายและเพศหญิงมีค่าความรู้สึกสว่างเท่ากันที่ 4.58

4) ลักษณะของผู้ตอบแยกตามประสบการณ์ในการใช้สนามบิน (ครั้ง)

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่ในจุดโฟกัสของดวงตากับประสบการณ์ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกความแตกต่างกันของประสบการณ์ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ จะไม่มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่ในจุดโฟกัสของดวงตา

5) ลักษณะของผู้ตอบแยกตามความถี่ในการใช้สนามบินต่อปี (ครั้ง)

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่ในจุดโฟกัสของดวงตา กับ ความถี่ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกความแตกต่างกันของความถี่ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ ไม่มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่าง ที่เกิดจากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่ในจุดโฟกัสของดวงตา

6) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม สุขภาพสายตา

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่ในจุดโฟกัสของดวงตา กับ สุขภาพสายตาของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกความแตกต่างกันสุขภาพสายตาในการมองเห็นของผู้ตอบ ส่งผลให้มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่ในจุดโฟกัสของดวงตา อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % ด้วยระยะห่างที่เท่ากันพบว่า คนที่มีสายตาปกติจะรู้สึกว่าสว่างกว่าผู้ที่มีสายตายาว และสายตาสั้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4-7 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่เกิดจาก อิทธิพลของตัวแปร ภาพในมุมมองที่อยู่ในจุดโฟกัสของดวงตา (Foveal vision)

	ลักษณะของผู้ตอบ	Brightness sensation level	T-Test	F-Test	Sig.
อายุ(ปี)	10-30	4.42		4.396	0.013
	31-55	4.59			
	มากกว่า 56	4.67			
โซนสัญชาติ	ไทย	4.62		0.571	0. 684
	เอเชีย	4.60			
	ยุโรป	4.52			
	อเมริกา	4.49			
	อื่นๆ	4.60			
เพศ	ชาย	4.58	-		0.987
	หญิง	4.58	0.016		
ประสบการณ์ในการใช้สนามบิน (ครั้ง)	1 ครั้ง	4.61		0.267	0.766
	2-5 ครั้ง	4.57			
	มากกว่า 5 ครั้ง	4.54			
ความถี่ในการใช้สนามบินต่อปี (ครั้ง)	1 ครั้ง	4.54		0.702	0. 496
	2-5 ครั้ง	4.61			
	มากกว่า 5 ครั้ง	4.59			
สุขภาพสายตา	สายตาปกติ	4.49		6.571	0.0001
	สายตาสั้น	4.60			
	สายตายาว	4.77			

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.2.5 อิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม ที่เกี่ยวกับภาพในมุมมองที่อยู่โดยรอบของจุดโฟกัส (Peripheral vision)

<u>คำถาม</u> เมื่อท่านมองไปที่บริเวณด้านข้างตลอดทางเดิน ท่านมีความรู้สึกสว่างหรือไม่ระดับใด

โดยกำหนดค่าความรู้สึกสว่างไว้ค่า 7 ระดับ ที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้โดยสารสามารถเลือกตอบค่าระดับความรู้สึกสว่างที่รู้สึกว่าได้รับอิทธิพลจากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่โดยรอบของจุดโฟกัส (Peripheral vision) คือ

ค่า 7 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า รุนแรง

ค่า 6 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า

ค่า 5 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างอยู่ในระดับยอมรับได้

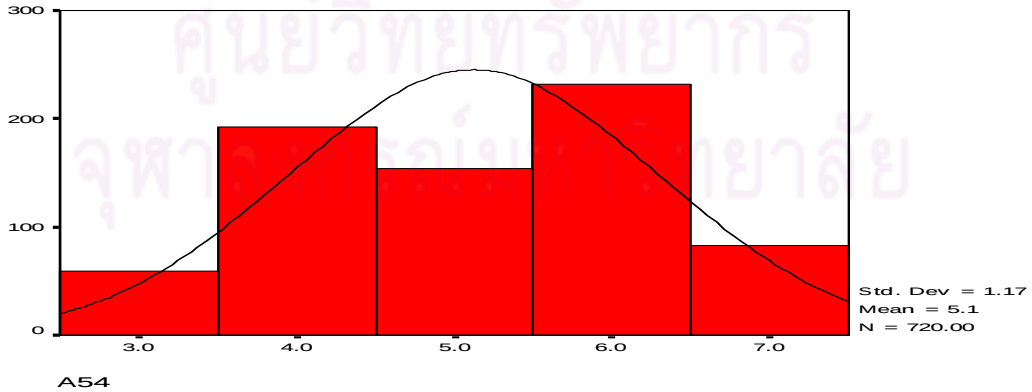
ค่า 4 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับเพียงพอ

ค่า 3 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างน้อยอยู่ในระดับยอมรับได้

ค่า 2 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับค่อนข้างมืด

ค่า 1 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับรู้สึกมืด

จากแผนภูมิที่ 4-9 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามให้ระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่โดยรอบของจุดโฟกัส อยู่ระหว่างค่า 3-7 โดยมีค่าเฉลี่ย อยู่ที่ 5.12 (ตารางที่ 4-3) ซึ่งหมายถึง ในบริเวณพื้นที่ขาเข้าของอาคารเทียบเครื่องบิน ด้วยระยะห่างในการมองของผู้ตอบแบบสอบถามทำให้มีความรู้สึกว่าความสว่างของพื้นที่ขาเข้ามีระดับสว่างอยู่ในระดับยอมรับได้



แผนภูมิที่ 4-9 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้ตอบแบบสอบถามที่เกิดจาก อิทธิพลของตัวแปรลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่โดยรอบของจุดโฟกัส

เมื่อพิจารณาคำตอบสามารถแยกระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่โดยรอบของจุดโฟกัสของผู้ตอบแบบสอบถามได้ดังนี้

1) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม อายุ (ปี)

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่โดยรอบของจุดโฟกัสกับ ระดับอายุของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกระดับอายุ มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่โดยรอบของจุดโฟกัสของผู้ตอบแบบสอบถามอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยผู้ที่มีอายุมากกว่าจะมีความรู้สึกสว่างจ้ากว่าผู้มีอายุน้อย

2) ลักษณะของผู้ตอบแยกตามโซนสัญชาติ

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่โดยรอบของจุดโฟกัสกับ โซนสัญชาติของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกโซนสัญชาติของผู้ตอบ มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่โดยรอบของจุดโฟกัสอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยคนไทยและชาวเอเชียส่วนใหญ่ (มีค่าความรู้สึกสว่างที่ 5.25 และ5.15 ตามลำดับ) จะมีความรู้สึกสว่างจ้ากว่าชาวยุโรปและชาวอเมริกา (มีค่าความรู้สึกสว่างที่ 5.04และ4.81 ตามลำดับ)

3) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม เพศ

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่โดยรอบของจุดโฟกัสกับ เพศของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (T-test) พบว่าความแตกต่างทางเพศ ไม่มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่โดยรอบของจุดโฟกัส โดยเพศชายและเพศหญิงมีค่าความรู้สึกสว่างใกล้เคียงกันที่ 5.13 และ5.11 ตามลำดับ

4) ลักษณะของผู้ตอบแยกตามประสบการณ์ในการใช้สนามบิน (ครั้ง)

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่โดยรอบของจุดโฟกัสกับ ประสบการณ์ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกความแตกต่างกันของประสบการณ์ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิด

จากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่โดยรอบของจุดโฟกัสอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยคนที่มีประสบการณ์การใช้สนามบินนี้น้อยกว่าจะเกิดแสงจ้าในมุมมองที่อยู่โดยรอบของจุดโฟกัสทำให้รู้สึกมืดกว่าผู้ที่มีประสบการณ์การใช้สนามบินที่มาก

5) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม ความถี่ในการใช้สนามบินต่อปี (ครั้ง)

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่โดยรอบของจุดโฟกัสกับ ความถี่ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกความแตกต่างกันของความถี่ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่โดยรอบของจุดโฟกัสอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยคนที่มีความถี่ในการใช้สนามบินนี้น้อยกว่าจะเกิดแสงจ้าในมุมมองที่อยู่โดยรอบของจุดโฟกัสทำให้รู้สึกมืดกว่าผู้ที่มีความถี่ในการใช้สนามบินที่มาก

6) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม สุขภาพสายตา

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่โดยรอบของจุดโฟกัสกับ สุขภาพสายตาของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกความแตกต่างกันสุขภาพสายตาในการมองเห็นของผู้ตอบ ส่งผลให้มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากลักษณะภาพในมุมมองที่อยู่โดยรอบของจุดโฟกัส อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % พบว่า คนที่มีสายตาปกติจะรู้สึกว่าสว่างกว่าผู้ที่มีสายตายาว และสายตาสั้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4-8 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่เกิดจาก อิทธิพลของตัวแปร ภาพในมุมมองที่อยู่โดยรอบของจุดโฟกัส (Peripheral vision)

	ลักษณะของผู้ตอบ	Brightness sensation level	T-Test	F-Test	Sig.
อายุ(ปี)	10-30	4.89		3.875	0.021
	31-55	5.14			
	มากกว่า 56	5.24			
โซนสัญชาติ	ไทย	5.25		2.146	0.074
	เอเชีย	5.13			
	ยุโรป	5.04			
	อเมริกา	4.81			
	อื่นๆ	5.13			
เพศ	ชาย	5.13	0.180		0.857
	หญิง	5.11			
ประสบการณ์ในการใช้สนามบิน (ครั้ง)	1 ครั้ง	5.21		5.247	0.005
	2-5 ครั้ง	5.13			
	มากกว่า 5 ครั้ง	4.75			
ความถี่ในการใช้สนามบินต่อปี (ครั้ง)	1 ครั้ง	5.23		2.606	0.074
	2-5 ครั้ง	5.07			
	มากกว่า 5 ครั้ง	4.91			
สุขภาพสายตา	สายตาปกติ	4.96		6.330	0.002
	สายตาสั้น	5.25			
	สายตายาว	5.30			

4.2.2.6 อิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม ที่เกี่ยวกับระบบแสงสว่าง (Lighting system)

<u>คำถาม</u> ท่านรู้สึกว่าระบบแสงไฟในพื้นที่ที่ท่านยืนอยู่มีความรู้สึกสว่างอยู่ในระดับใด

โดยกำหนดค่าความรู้สึกสว่างไว้ค่า 7 ระดับ ที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้โดยสารสามารถเลือกตอบค่าระดับความรู้สึกสว่างที่รู้สึกว่าได้รับอิทธิพลจากสาเหตุจากระบบแสงสว่าง (Lighting system) คือ

ค่า 7 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า รุนแรง

ค่า 6 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า

ค่า 5 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างอยู่ในระดับยอมรับได้

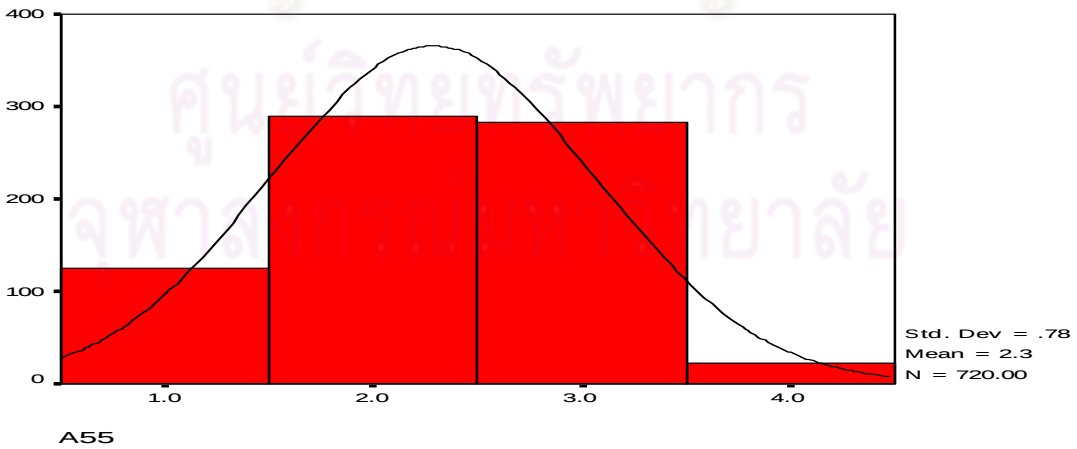
ค่า 4 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับเพียงพอ

ค่า 3 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างน้อยอยู่ในระดับยอมรับได้

ค่า 2 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับค่อนข้างมืด

ค่า 1 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับรู้สึกมืด

จากแผนภูมิที่ 4-10 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามให้ระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากระบบแสงสว่าง อยู่ระหว่างค่า 1-4 โดยมีค่าเฉลี่ย อยู่ที่ 2.28 (ตารางที่ 4-3) ซึ่งหมายถึง ในบริเวณพื้นที่ขาเข้าของอาคารเทียบเครื่องบิน ด้วยระยะห่างในการมองของผู้ตอบแบบสอบถามทำให้มีความรู้สึกว่าความสว่างของพื้นที่ขาเข้ามีระดับสว่างอยู่ในระดับค่อนข้างมืด



แผนภูมิที่ 4-10 **แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้ตอบแบบสอบถามที่เกิดจาก อิทธิพลของตัวแปรระบบแสงสว่าง** (Lighting system)

เมื่อพิจารณาคำตอบสามารถแยกระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากระบบแสงสว่างของผู้ตอบแบบสอบถามได้ดังนี้

1) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม อายุ (ปี)

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากระบบแสงสว่างกับ ระดับอายุของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกระดับอายุ มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากระบบแสงสว่างของผู้ตอบแบบสอบถาม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยผู้ที่มีอายุมากกว่าจะมีความรู้สึกสว่างกว่าผู้มีอายุน้อยกว่า

2) ลักษณะของผู้ตอบแยกตามโซนสัญชาติ

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากระบบแสงสว่างกับ โซนสัญชาติของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกโซนสัญชาติของผู้ตอบ มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากระบบแสงสว่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยคนไทยและชาวเอเชียส่วนใหญ่ (มีค่าความรู้สึกสว่างที่ 2.06 และ2.23 ตามลำดับ) จะมีความรู้สึกมืดกว่าชาวยุโรปและชาวอเมริกา (มีค่าความรู้สึกสว่างที่ 2.52และ2.78 ตามลำดับ)

3) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม เพศ

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากระบบแสงสว่างกับ เพศของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (T-test) พบว่าความแตกต่างทางเพศ ไม่มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากระบบแสงสว่างโดยเพศชายและเพศหญิงมีค่าความรู้สึกสว่างใกล้เคียงกันที่ 2.30 และ2.27 ตามลำดับ

4) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม ประสบการณ์ในการใช้สนามบิน (ครั้ง)

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากระบบแสงสว่างกับ ประสบการณ์ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกความแตกต่างกันของประสบการณ์ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากระบบแสงสว่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยคนที่มีประสบการณ์การใช้สนามบินนี้น้อยกว่าจะรู้สึกมืดกว่าผู้ที่มีประสบการณ์การใช้สนามบินที่มาก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม ความถี่ในการใช้สนามบินต่อปี (ครั้ง)

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากระบบแสงสว่างกับ ความถี่ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกความแตกต่างกันของความถี่ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากระบบแสงสว่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยคนที่มีความถี่ในการใช้สนามบินนี้น้อยกว่าจะรู้สึกมืดกว่าผู้ที่มีความถี่ในการใช้สนามบินที่มาก

6) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม สุขภาพสายตา

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากระบบแสงสว่างกับ สุขภาพสายตาของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกความแตกต่างกันสุขภาพสายตาในการมองเห็นของผู้ตอบ ส่งผลให้มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากระบบแสงสว่าง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % พบว่า คนที่มีสายตาปกติจะรู้สึกว่าสว่างกว่าผู้ที่มีสายตายาว และสายตาสั้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4-9 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่เกิดจาก อิทธิพลของตัวแปร ระบบแสงสว่าง (Lighting system)

	ลักษณะของผู้ตอบ	Brightness sensation level	T-Test	F-Test	Sig.
อายุ(ปี)	10-30	2.56		17.347	0.000
	31-55	2.31			
	มากกว่า 56	2.07			
โซนสัญชาติ	ไทย	2.06		15.401	0.000
	เอเชีย	2.23			
	ยุโรป	2.52			
	อเมริกา	2.78			
	อื่นๆ	2.32			
เพศ	ชาย	2.30	0.441		0.659
	หญิง	2.27			
ประสบการณ์ในการใช้สนามบิน (ครั้ง)	1 ครั้ง	2.13		22.230	0.000
	2-5 ครั้ง	2.32			
	มากกว่า 5 ครั้ง	2.75			
ความถี่ในการใช้สนามบินต่อปี (ครั้ง)	1 ครั้ง	2.14		12.480	0.000
	2-5 ครั้ง	2.34			
	มากกว่า 5 ครั้ง	2.65			
สุขภาพสายตา	สายตาปกติ	2.51		32.294	0.000
	สายตาสั้น	2.14			
	สายตายาว	1.96			

4.2.2.7 อิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม ที่เกี่ยวกับแสงระคายเคืองตา (Visual glare)

<u>คำถาม</u> จุดที่ท่านยืนท่านมีมองเห็นแสงจ้าหรือไม่ ระดับใด

โดยกำหนดค่าความรู้สึกสว่างไว้ค่า 7 ระดับ ที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้โดยสารสามารถเลือกตอบค่าระดับความรู้สึกสว่างที่รู้สึกว่าได้รับอิทธิพลจากสาเหตุจากแสงระคายเคืองตา (Visual glare) คือ

ค่า 7 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า รุนแรง

ค่า 6 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า

ค่า 5 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างอยู่ในระดับยอมรับได้

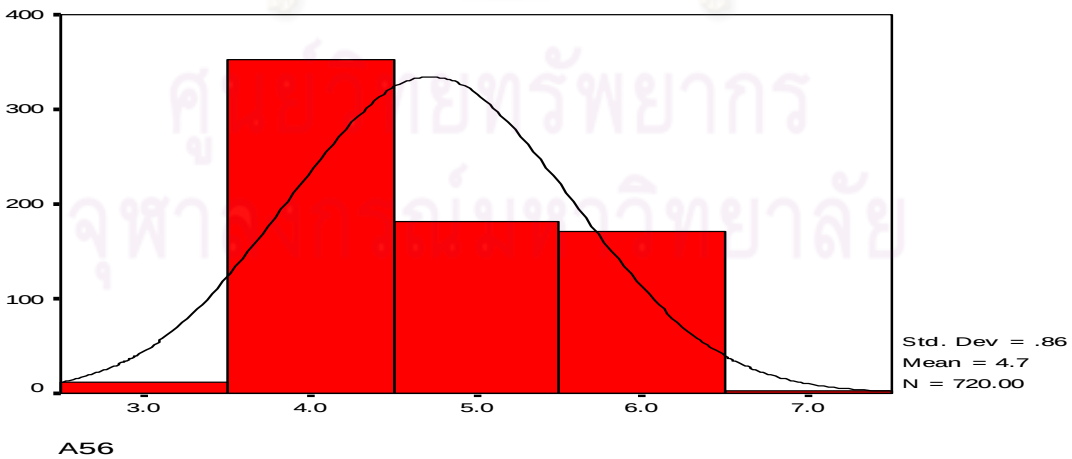
ค่า 4 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับเพียงพอ

ค่า 3 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างน้อยอยู่ในระดับยอมรับได้

ค่า 2 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับค่อนข้างมืด

ค่า 1 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับรู้สึกมืด

จากแผนภูมิที่ 4-11 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามให้ระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากแสงระคายเคืองตา อยู่ระหว่างค่า 3-7 โดยมีค่าเฉลี่ย อยู่ที่ 4.72 (ตารางที่ 4-3) ซึ่งหมายถึง ในบริเวณพื้นที่ขาเข้าของอาคารเทียบเครื่องบิน จากแสงระคายเคืองตา ทำให้ผู้ตอบแบบสอบถามทำให้มีความรู้สึกว่าความสว่างของพื้นที่ขาเข้ามีระดับสว่างอยู่ในระดับค่อนข้างมืด



แผนภูมิที่ 4-11 **แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้ตอบแบบสอบถามที่เกิดจาก อิทธิพลของตัวแปรแสงระคายเคืองตา** (Visual glare)

เมื่อพิจารณาคำตอบสามารถแยกระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากแสงระคายเคืองตา ของผู้ตอบแบบสอบถามได้ดังนี้

1) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม อายุ (ปี)

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากแสงระคายเคืองตา กับ ระดับอายุของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกระดับอายุ มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากแสงระคายเคืองตา ของผู้ตอบแบบสอบถาม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยผู้ที่มีอายุมากกว่าจะมีความรู้สึกถึงแสงระคายเคืองตามากกว่า กว่าผู้มีอายุน้อย

2) ลักษณะของผู้ตอบแยกตามโซนสัญชาติ

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากแสงระคายเคืองตา กับ โซนสัญชาติของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกโซนสัญชาติของผู้ตอบ มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากแสงระคายเคืองตา อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยคนไทยและชาวเอเชียส่วนใหญ่ (มีค่าความรู้สึกสว่างที่ 4.92 และ4.73 ตามลำดับ) แสงระคายเคืองตามากกว่า ชาวยุโรปและชาวอเมริกา (มีค่าความรู้สึกสว่างที่ 4.57และ4.36 ตามลำดับ)

3) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม เพศ

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากแสงระคายเคืองตา กับ เพศของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (T-test) พบว่าความแตกต่างทางเพศ ไม่มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากแสงระคายเคืองตา โดยเพศชายและเพศหญิงมีค่าความรู้สึกสว่างใกล้เคียงกันที่ 4.70 และ4.74 ตามลำดับ

4) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม ประสบการณ์ในการใช้สนามบิน (ครั้ง)

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากแสงระคายเคืองตา กับ ประสบการณ์ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกความแตกต่างกันของประสบการณ์ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากจากแสงระคายเคืองตา อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยคนที่มีประสบการณ์การใช้สนามบินนี้น้อยกว่าแสงระคายเคืองตามากกว่า ผู้ที่มีประสบการณ์การใช้สนามบินที่มาก

5) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม ความถี่ในการใช้สนามบินต่อปี (ครั้ง)

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากจากแสงระคายเคืองตา กับ ความถี่ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกความแตกต่างกันของความถี่ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากจากแสงระคายเคืองตา อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยคนที่มีความถี่ในการใช้สนามบินนี้น้อยกว่าแสงระคายเคืองตามากกว่า ผู้ที่มีความถี่ในการใช้สนามบินที่มาก

6) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม สุขภาพสายตา

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากแสงระคายเคืองตา กับ สุขภาพสายตาของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกความแตกต่างกันสุขภาพสายตาในการมองเห็นของผู้ตอบส่งผลให้มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากแสงระคายเคืองตา อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % พบว่า คนที่มีสายตาปกติจะแสงระคายเคืองตาน้อยกว่าผู้ที่มีสายตายาวและสายตาสั้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4-10 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่เกิดจาก อิทธิพลของตัวแปร แสงระคายเคืองตา (Visual glare)

	ลักษณะของผู้ตอบ	Brightness sensation level	T-Test	F-Test	Sig.
อายุ(ปี)	10-30	4.43		15.359	0.000
	31-55	4.70			
	มากกว่า 56	4.94			
โซนสัญชาติ	ไทย	4.92		7.002	0.000
	เอเชีย	4.73			
	ยุโรป	4.57			
	อเมริกา	4.36			
	อื่นๆ	4.68			
เพศ	ชาย	4.70	-0.591		0.555
	หญิง	4.74			
ประสบการณ์ในการใช้สนามบิน (ครั้ง)	1 ครั้ง	4.83		8.180	0.000
	2-5 ครั้ง	4.70			
	มากกว่า 5 ครั้ง	4.41			
ความถี่ในการใช้สนามบินต่อปี (ครั้ง)	1 ครั้ง	4.84		5.023	0.007
	2-5 ครั้ง	4.66			
	มากกว่า 5 ครั้ง	4.52			
สุขภาพสายตา	สายตาปกติ	4.52		23.282	0.000
	สายตาสั้น	4.83			
	สายตายาว	5.05			

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.2.8 อิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม ที่เกี่ยวกับความถูกต้องของสี (Color rendition) และอื่นๆ

<u>คำถาม</u> การใช้สีของแสงไฟบริเวณที่ท่านยืนอยู่ มีความสว่างชัดเจน และสีมีความถูกต้องเพียงใด

โดยกำหนดค่าความรู้สึกสว่างไว้ค่า 7ระดับ ที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้โดยสารสามารถเลือกตอบค่าระดับความรู้สึกสว่างที่รู้สึกว่าได้รับอิทธิพลจากการปรับตัวของดวงตา (Adaptation) คือ

ค่า 7 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้ารุนแรงไม่สามารถมองได้

ค่า 6 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า มองสีไม่ชัดเจน

ค่า 5 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างแต่ยังรู้สึกสบายตา

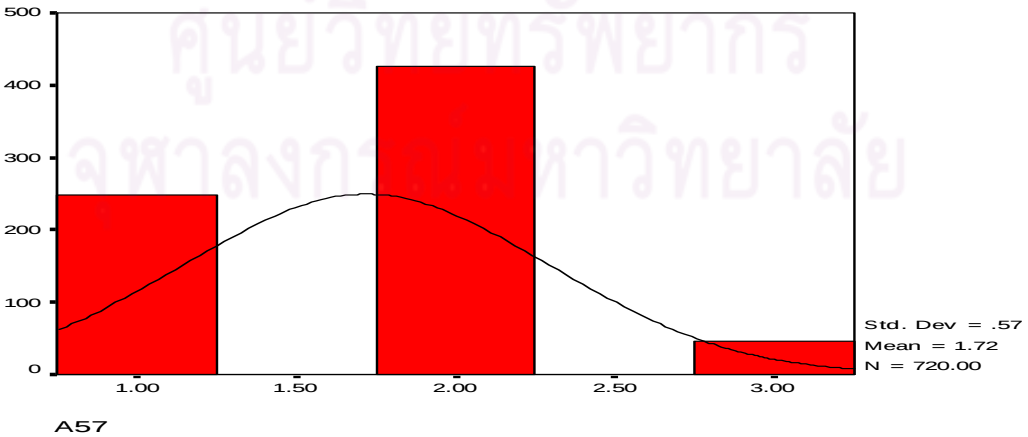
ค่า 4 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสบายตา

ค่า 3 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างน้อยค่อนข้างมืด

ค่า 2 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับค่อนข้างมืดมองสีไม่ชัดเจน

ค่า 1 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับรู้สึกมืดแยกสีไม่ออก

จากแผนภูมิที่ 4-12 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามให้ระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากแสงระคายเคืองตา อยู่ระหว่างค่า1-3 โดยมีค่าเฉลี่ย อยู่ที่ 1.72 (ตารางที่ 4-3) ซึ่งหมายถึง ในบริเวณพื้นที่ขาเข้าของอาคารเทียบเครื่องบิน จากแสงระคายเคืองตา ทำให้ผู้ตอบแบบสอบถามทำให้มีความรู้สึกว่าความสว่างของพื้นที่ขาเข้ามีระดับสว่างอยู่ในระดับค่อนข้างมืด



แผนภูมิที่ 4-12 **แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้ตอบแบบสอบถามที่เกิดจาก อิทธิพลของตัวแปรความถูกต้องของสี** (Color rendition) **และอื่น ๆ**

เมื่อพิจารณาคำตอบสามารถแยกระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากความถูกต้องของสี (Color rendition) และอื่นๆ ของผู้ตอบแบบสอบถามได้ดังนี้

1) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม อายุ (ปี)

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดความถูกต้องของสี (Color rendition) และอื่นๆ กับ ระดับอายุของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกระดับอายุ มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากความถูกต้องของสี (Color rendition) และอื่นๆ ของผู้ตอบแบบสอบถามอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยผู้ที่มีอายุมากกว่าจะมีความรู้สึกถึงความพอใจความถูกต้องของสี (Color rendition) และอื่นๆน้อยกว่าผู้มีอายุน้อย

2) ลักษณะของผู้ตอบแยกตามโซนสัญชาติ

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากความถูกต้องของสี (Color rendition) และอื่นๆ กับ โซนสัญชาติของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกโซนสัญชาติของผู้ตอบ มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากความถูกต้องของสี (Color rendition) และอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยคนไทยและชาวเอเชียส่วนใหญ่ (มีค่าความรู้สึกสว่างที่ 1.50 และ1.66 ตามลำดับ) มีความพอใจความถูกต้องของสี (Color rendition) และอื่นๆน้อยมากกว่า ชาวยุโรปและชาวอเมริกา (มีค่าความรู้สึกสว่างที่ 1.92และ2.25 ตามลำดับ)

3) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม เพศ

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากความถูกต้องของสี (Color rendition) และอื่นๆ กับ เพศของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (T-test) พบว่าความแตกต่างทางเพศ มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากความถูกต้องของสี (Color rendition) และอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยเพศชายมีค่าความรู้สึกสว่างที่ 1.77 มากกว่าเพศหญิงที่มีค่าความรู้สึกสว่างที่ 1.66 หมายถึง เพศชายส่วนใหญ่มีความพอใจในความถูกต้องของสี (Color rendition) และอื่นๆ มากกว่าเพศหญิง

4) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม ประสบการณ์ในการใช้สนามบิน (ครั้ง)

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากความถูกต้องของสี (Color rendition) และอื่นๆ กับ ประสบการณ์ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกความแตกต่างกันของประสบการณ์ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากจากความถูกต้องของสี (Color rendition) และอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยคนที่มีประสบการณ์การใช้สนามบินนี้น้อยกว่าจะมีความพอใจความถูกต้องของสี (Color rendition) และอื่นๆ น้อยกว่า ผู้ที่มีประสบการณ์การใช้สนามบินที่มากกว่า

5) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม ความถี่ในการใช้สนามบินต่อปี (ครั้ง)

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากจากความถูกต้องของสี (Color rendition) และอื่นๆ กับ ความถี่ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกความแตกต่างกันของความถี่ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากความถูกต้องของสี (Color rendition) และอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยคนที่มีความถี่ในการใช้สนามบินนี้น้อยกว่าจะมีความพอใจความถูกต้องของสี (Color rendition) และอื่นๆ น้อยกว่า ผู้ที่มีความถี่ในการใช้สนามบินที่มาก

6) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม สุขภาพสายตา

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่เกิดจากความถูกต้องของสี (Color rendition) และอื่นๆ กับสุขภาพสายตาของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกความแตกต่างกันสุขภาพสายตาในการมองเห็นของผู้ตอบ ส่งผลให้มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากความถูกต้องของสี (Color rendition) และอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % พบว่า คนที่มีสายตาปกติมีความพอใจความถูกต้องของสี (Color rendition) และอื่นๆ มากกว่าผู้ที่มีสายตายาว และสายตาสั้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4-11 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่เกิดจาก อิทธิพลของตัวแปร ความถูกต้องของสี (Color rendition) และอื่น ๆ

	ลักษณะของผู้ตอบ	Brightness sensation level	T-Test	F-Test	Sig.
อายุ(ปี)	10-30	2.08		44.728	0.000
	31-55	1.71			
	มากกว่า 56	1.52			
โซนสัญชาติ	ไทย	1.50		31.496	0.000
	เอเชีย	1.66			
	ยุโรป	1.92			
	อเมริกา	2.25			
	อื่นๆ	1.77			
เพศ	ชาย	1.77	2.651		0.008
	หญิง	1.66			
ประสบการณ์ในการใช้สนามบิน (ครั้ง)	1 ครั้ง	1.59		39.016	0.000
	2-5 ครั้ง	1.73			
	มากกว่า 5 ครั้ง	2.18			
ความถี่ในการใช้สนามบินต่อปี (ครั้ง)	1 ครั้ง	1.60		24.921	0.000
	2-5 ครั้ง	1.75			
	มากกว่า 5 ครั้ง	2.17			
สุขภาพสายตา	สายตาปกติ	1.94		58.493	0.000
	สายตาสั้น	1.59			
	สายตายาว	1.41			

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.2.9 ระดับความรู้สึกสว่างที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน โดยรวม ของผู้ตอบแบบสอบถาม

<u>คำถาม</u> ท่านรู้สึกว่าบริเวณที่ ท่านยืนอยู่มีความรู้สึกสว่างเพียงพอมากน้อยระดับใด

โดยกำหนดค่าความรู้สึกสว่างไว้ค่า 7 ระดับ ที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้โดยสารสามารถเลือกตอบค่าระดับความรู้สึกสว่างคือ

ค่า 7 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า รุนแรง

ค่า 6 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า

ค่า 5 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างอยู่ในระดับยอมรับได้

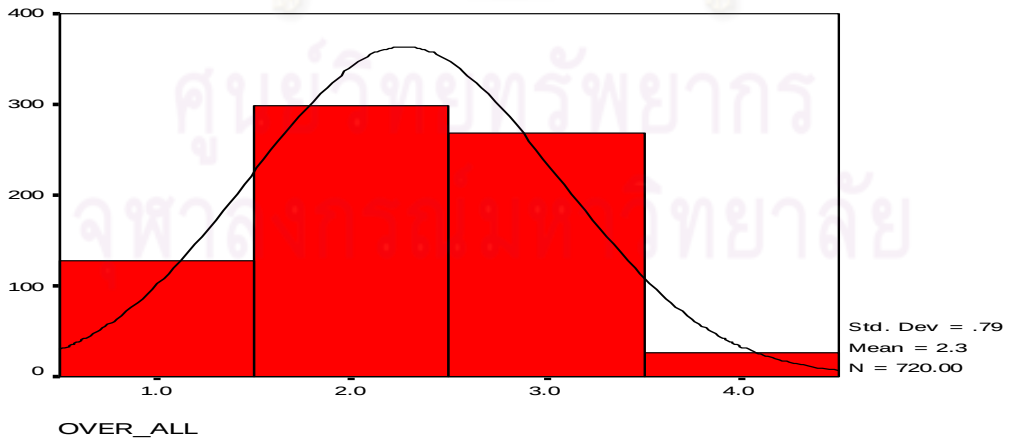
ค่า 4 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับเพียงพอ

ค่า 3 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างน้อยอยู่ในระดับรับได้

ค่า 2 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับค่อนข้างมืด

ค่า 1 หมายถึง รู้สึกว่าความสว่างมีระดับรู้สึกมืด

จากแผนภูมิที่ 4-13 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามให้ระดับความรู้สึกสว่างโดยรวม อยู่ระหว่างค่า 1-4 โดยมีค่าเฉลี่ย อยู่ที่ 2.27 (ตารางที่ 4-3) ซึ่งหมายถึง ในบริเวณพื้นที่ขาเข้าของอาคารเทียบเครื่องบิน ผู้ตอบแบบสอบถาม มีความรู้สึกว่าความสว่างของพื้นที่ขาเข้ามีระดับสว่างอยู่ในระดับค่อนข้างมืด



แผนภูมิที่ 4-13 แสดงระดับความรู้สึกสว่างต่อพื้นที่ขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน โดยรวมของผู้ตอบแบบสอบถาม

เมื่อพิจารณาคำตอบสามารถแยกระดับระดับความรู้สึกสว่างที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบินโดยรวม ของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้ดังนี้

1) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม อายุ (ปี)

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าโดยภาพรวม กับ ระดับอายุของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกระดับอายุ มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่าง ของผู้ตอบแบบสอบถาม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยผู้ที่มีอายุมากกว่าจะมีความรู้สึกมืดกว่า ผู้มีอายุน้อย

2) ลักษณะของผู้ตอบแยกตามโซนสัญชาติ

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าโดยภาพรวม กับ โซนสัญชาติของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกโซนสัญชาติของผู้ตอบ มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่าง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยคนไทยและชาวเอเชียส่วนใหญ่ (มีค่าความรู้สึกสว่างที่ 1.97 และ2.23 ตามลำดับ) มีความรู้สึกมืดมากกว่า ชาวยุโรปและชาวอเมริกา (มีค่าความรู้สึกสว่างที่ 2.48และ2.90 ตามลำดับ)

3) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม เพศ

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าโดยภาพรวม กับ เพศของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (T-test) พบว่าความแตกต่างทางเพศ ไม่มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่าง โดยเพศชายและเพศหญิงมีค่าความรู้สึกสว่างใกล้เคียงกันที่ 2.26 และ2.28 ตามลำดับ

4) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม ประสบการณ์ในการใช้สนามบิน (ครั้ง)

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าโดยภาพรวม กับ ประสบการณ์ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกความแตกต่างกันของประสบการณ์ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่าง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยคนที่มีประสบการณ์การใช้สนามบินนี้น้อยกว่าจะรู้สึกมืดมากกว่า ผู้ที่มีประสบการณ์การใช้สนามบินที่มาก

5) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม ความถี่ในการใช้สนามบินต่อปี (ครั้ง)

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่โดยภาพรวม กับ ความถี่ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์

ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกความแตกต่างกันของความถี่ในการใช้สนามบินของผู้ตอบ มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่าง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % โดยคนที่มีความถี่ในการใช้สนามบินนี้น้อยกว่าจะรู้สึกมืดมากกว่า ผู้ที่มีความถี่ในการใช้สนามบินที่มาก

6) ลักษณะของผู้ตอบแยกตาม สุขภาพสายตา

ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าที่โดยภาพรวม กับ สุขภาพสายตาของผู้ตอบ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F-test) พบว่าทุกความแตกต่างกันสุขภาพสายตาในการมองเห็นของผู้ตอบ ส่งผลให้มีความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่าง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95 % พบว่า คนที่มีสายตาปกติจะรู้สึกสว่างมากกว่า ผู้ที่มีสายตายาว และสายตาสั้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4-12 แสดงระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารโดยรวม

	ลักษณะของผู้ตอบ	Brightness sensation level	T-Test	F-Test	Sig.
อายุ(ปี)	10-30	2.64		28.857	0.000
	31-55	2.29			
	มากกว่า 56	2.00			
โซนสัญชาติ	ไทย	1.97		24.081	0.000
	เอเชีย	2.23			
	ยุโรป	2.48			
	อเมริกา	2.90			
	อื่นๆ	2.34			
เพศ	ชาย	2.26	-0.234		0.815
	หญิง	2.28			
ประสบการณ์ในการใช้สนามบิน(ครั้ง)	1 ครั้ง	2.09		26.932	0.000
	2-5 ครั้ง	2.31			
	มากกว่า 5 ครั้ง	2.77			
ความถี่ในการใช้สนามบินต่อปี(ครั้ง)	1 ครั้ง	2.10		19.638	0.000
	2-5 ครั้ง	2.32			
	มากกว่า 5 ครั้ง	2.78			
สุขภาพสายตา	สายตาปกติ	2.51		37.949	0.000
	สายตาสั้น	2.13			
	สายตายาว	1.91			

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 ขั้นตอนที่ 3 การเปรียบเทียบ ผลจากแบบสอบสอบถาม และ ข้อมูลทางกายภาพแสงภายในอาคาร เพื่อค้นหาอิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นทางกายภาพสถาปัตยกรรมบริเวณพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ชั้น2 ในอาคารเทียบเครื่องบิน ที่มีต่อระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสาร

ในขั้นตอนที่ 3 การเปรียบเทียบ ผลจากแบบสอบสอบถาม และ ข้อมูลทางกายภาพแสงภายในอาคาร เพื่อค้นหาอิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นทางกายภาพสถาปัตยกรรมของพื้นที่กรณีศึกษาทั้ง 8 อาคาร เพื่อนำไปสู่แนวการแก้ไข การเก็บข้อมูลสภาพแสงด้วยเครื่องมือวัด และการเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามเชิงสถิติ กำหนดให้ทำการเก็บข้อมูลสภาพแสงและการสอบถามผู้โดยสารพร้อมทั้ง 8 อาคาร ประกอบด้วย

อาคารเทียบเครื่องบิน A (CC-A)

อาคารเทียบเครื่องบิน B (CC-B)

อาคารเทียบเครื่องบิน C (CC-C)

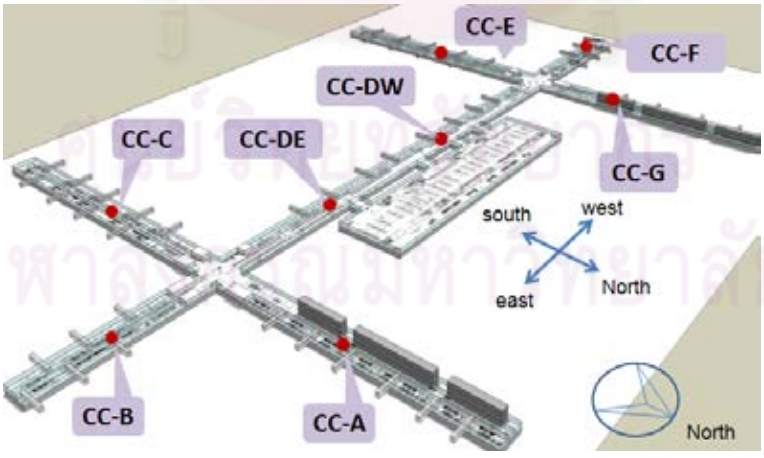
อาคารเทียบเครื่องบิน DE (CC-DE)

อาคารเทียบเครื่องบิน DW (CC-DW)

อาคารเทียบเครื่องบิน E (CC-E)

อาคารเทียบเครื่องบิน F (CC-F)

อาคารเทียบเครื่องบิน G (CC-G)



ภาพที่ 4-6 แสดงตำแหน่งการสำรวจและเก็บข้อมูลสภาพแสง ในอาคารเทียบเครื่องบิน ทั้ง 8 อาคาร

โดยผลการสำรวจสภาพแสง และการสอบถามความรู้สึกสว่างจากผู้โดยสารเป็นดังนี้

4.3.1 **ผลการสำรวจทางสถิติที่เกี่ยวกับความรู้สึกและสภาพแสงของพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ชั้น2 ในอาคารเทียบเครื่องบิน** A (CC-A)

4.3.1.1 ผลจากการสำรวจด้านกายภาพ

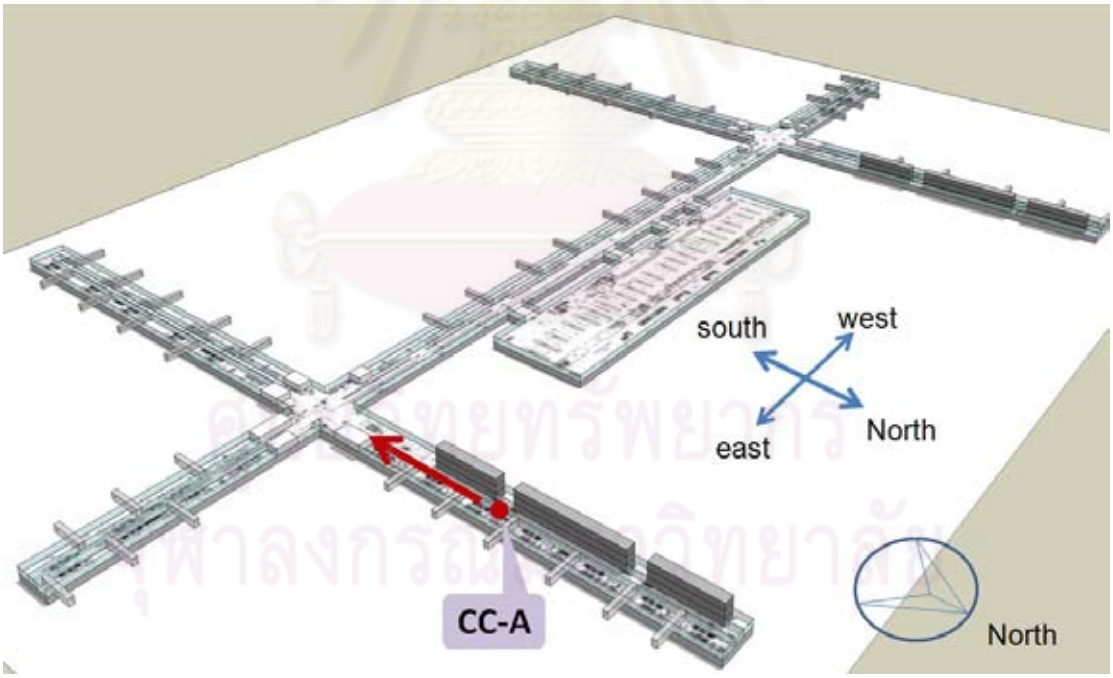
ตำแหน่งอาคาร : ตั้งอยู่ในแนวทิศเหนือ – ทิศใต้

ทิศทางการเดิน : ผู้โดยสารเดินเข้าสู่จุดตัด จากทิศเหนือสู่ทิศใต้

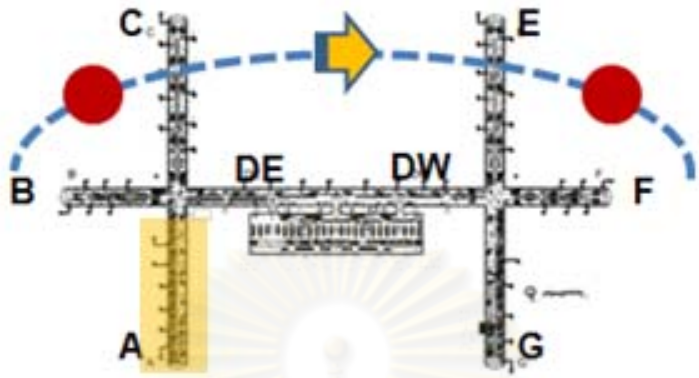
ผู้โดยสารที่ใช้ : ผู้โดยสารภายในประเทศ

การใช้แสงธรรมชาติ : แสงธรรมชาติจากด้านข้างจะเข้าจากทิศตะวันออกของอาคาร และแสงธรรมชาติจากด้านบนจะเข้าจากหลังคาของอาคาร

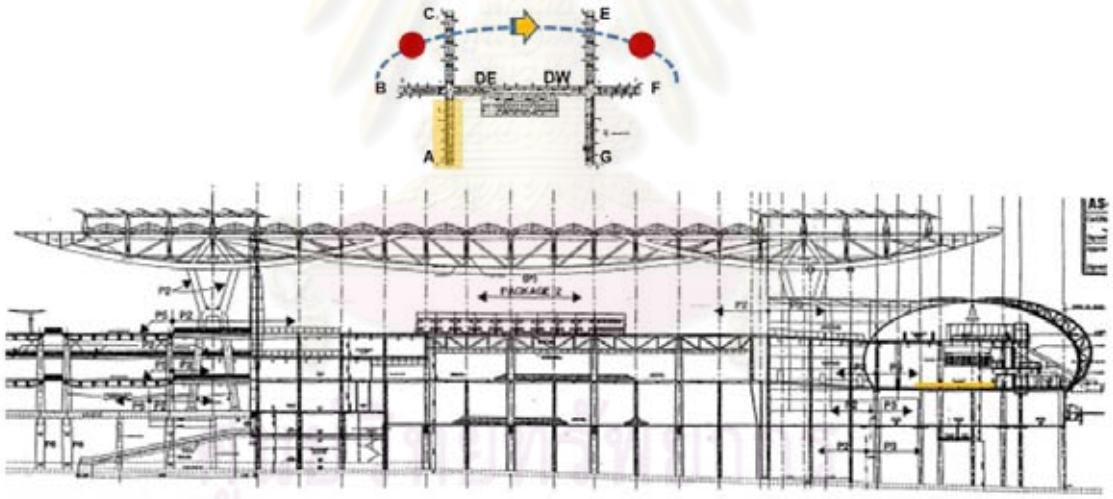
การใช้แสงประดิษฐ์ : โคมไฟที่ใช้ในพื้นที่เป็นชนิด F5 หลอดเมทัลฮาไลท์ 2x150 วัตต์



ภาพที่ 4-7 **แสดงทิศทางการวางตำแหน่งอาคารเทียบเครื่องบิน** A (CC-A) **และทิศทางการเคลื่อนที่ของผู้โดยสารที่ตอบแบบสอบถาม**



ภาพที่ 4-8 **แสดงทิศทางของแสงธรรมชาติในอาคารเทียบเครื่องบิน** A (CC-A)



Illuminance level (lux)

Area	9.00-10.00		14.00-15.00		19.00-20.00		CIE*	IESNA*
	HOLD ROOM	CORRIDOR	HOLD ROOM	CORRIDOR	HOLD ROOM	CORRIDOR		
Concourse A (L2)	1388	160	675	130	310	105	100	150

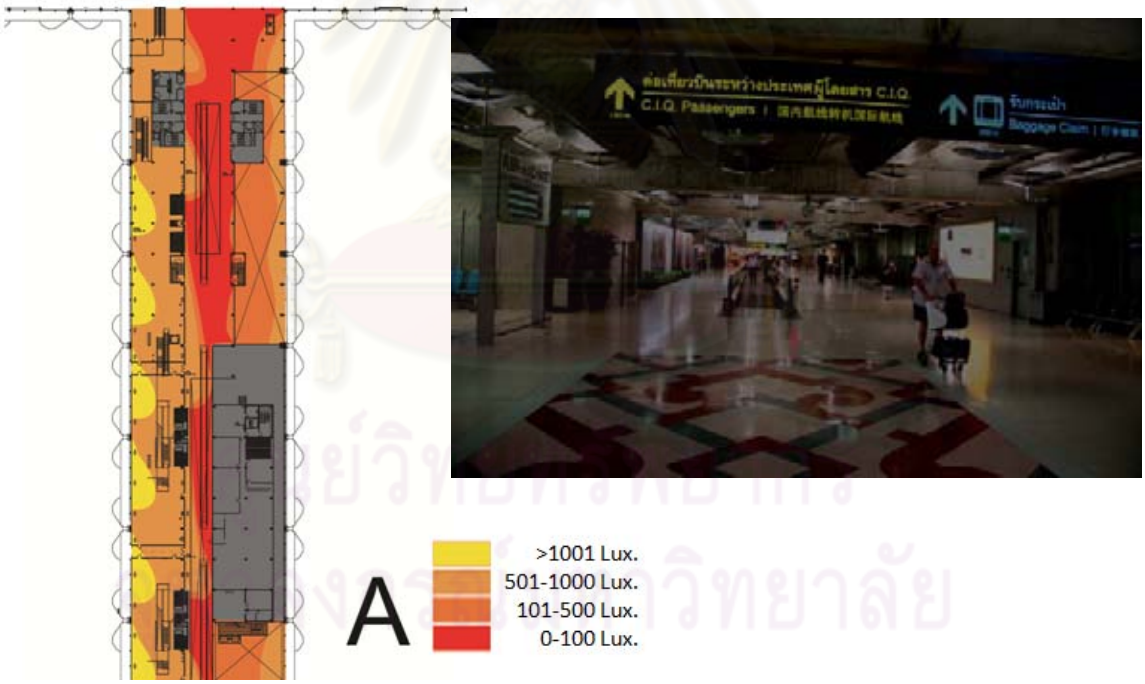
*CIE S008/E-2001 Lighting of Indoor Work Places
*IESNA 9th edition Chapter 23 Transportation Lighting

ภาพที่ 4-9 **แสดงภาพตัดของอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง** (Lux.) **ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน** A (CC-A) **ณ. เวลา**9.00 - 10.00 **น.** , 14.00 -15.00 **น. และ** 19.00 – 20.00 **น.เปรียบเทียบกับมาตรฐาน** CIE **และ** IESNA

จากการสำรวจด้วยเครื่องมือพบว่า ในอาคารเทียบเครื่องบิน A (CC-A) พบว่าปริมาณความส่องสว่างในแต่ละช่วงเวลาเป็นดังนี้มี

1) ช่วงเช้า 9.00น.-10.00น.

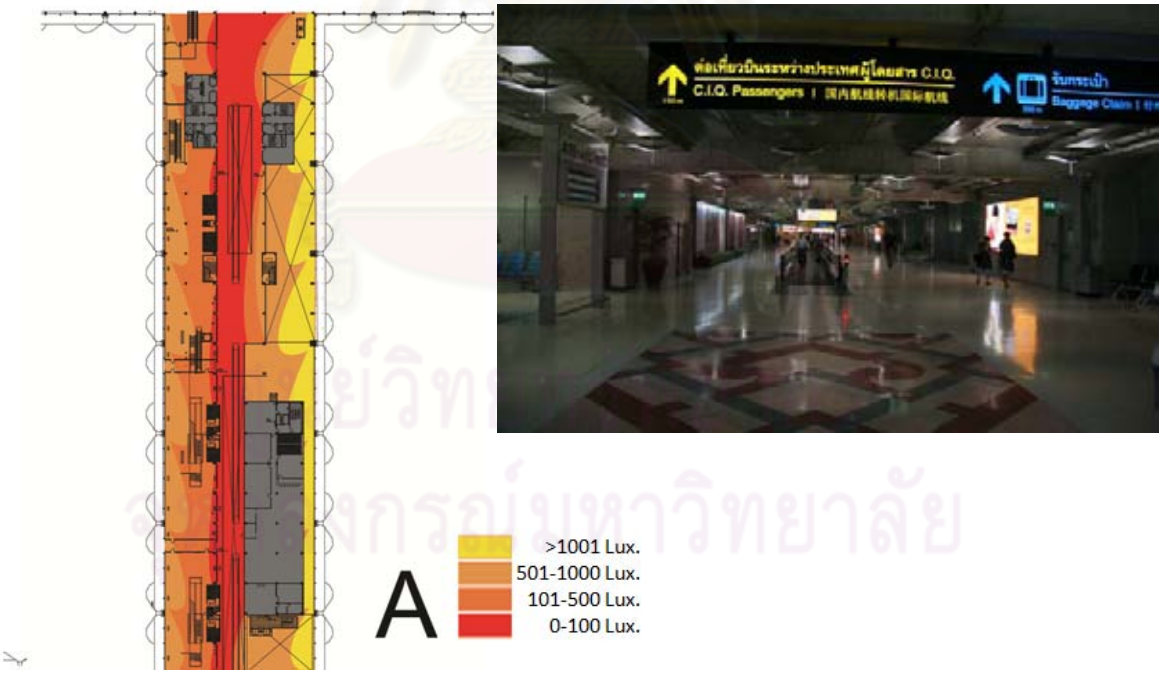
ค่าความส่องสว่างที่ระดับพื้นที่ใช้งาน ณ.จุดที่ทำการสำรวจระดับความรู้สึกสว่างมีค่าเท่ากับ 160 Lux ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานของ CIEและ IESNA ที่กำหนดค่าความส่องสว่างสำหรับพื้นที่ทางเดิมอยู่ที่ 100 และ150 Lux ตามลำดับ แสงธรรมชาติโดยตรงสามารถเข้าสู่อาคารผ่านทางกระจกด้านทิศตะวันออกและหลังคากระจก ค่าความส่องสว่างณ.จุดที่ทำการสำรวจจึงเกิดจากแสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ที่มาจากโคมไฟ ในขณะเดียวกันพื้นที่รอบข้าง (hold room) มีค่าความส่องสว่างได้ที่ระดับพื้นที่ใช้งาน 1388 Lux ส่งผลให้อัตราส่วนความเปรียบต่างของค่าความส่องสว่างระหว่างพื้นที่ ณ. จุดสำรวจ และพื้นที่รอบข้าง (hold room) จะอยู่ที่ระดับ 1:9



ภาพที่ 4-10 **ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง** (Lux.) **ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน** A (CC-A) **ณ. เวลา**9.00 - 10.00 **น.**

2) ช่วงบ่าย 14.00น.-15.00น.

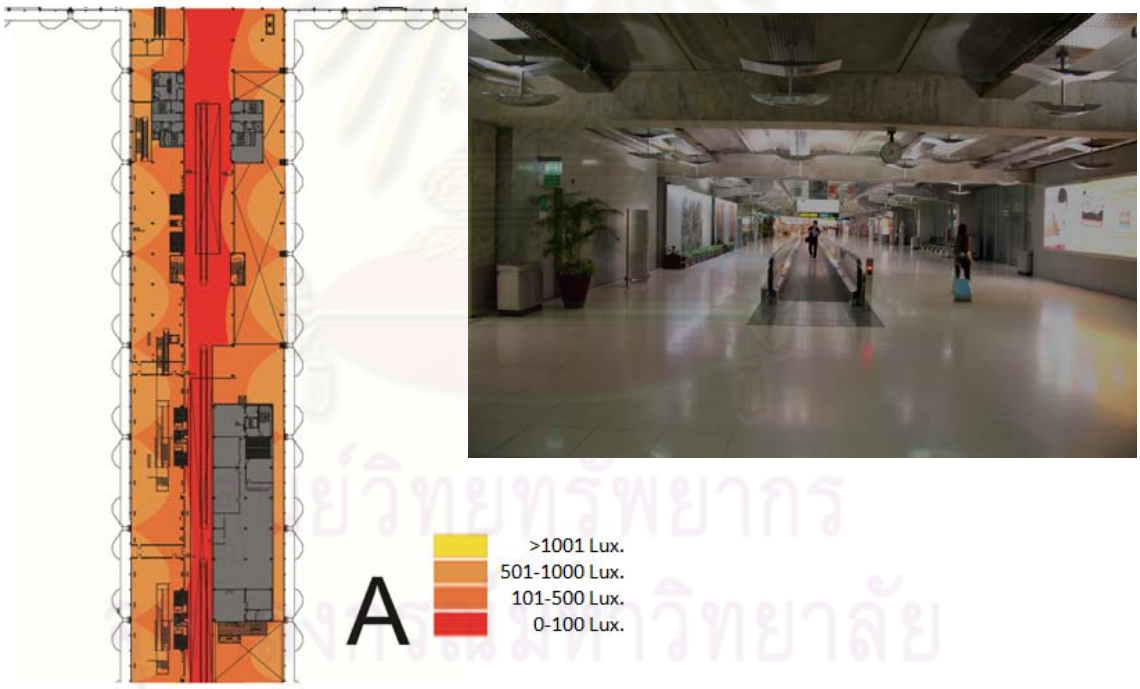
ค่าความส่องสว่างที่ระดับพื้นที่ใช้งาน ณ.จุดที่ทำการสำรวจระดับความรู้สึกสว่างมีค่าเท่ากับ 130 Lux ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานของ CIE ที่กำหนดค่าความส่องสว่างสำหรับพื้นที่ทางเดินอยู่ที่ 100 Lux แต่ต่ำกว่ามาตรฐานของ IESNA ที่กำหนดค่าความส่องสว่างสำหรับพื้นที่ทางเดินอยู่ที่ 150 Lux ค่าความส่องสว่างที่วัดได้ในช่วงบ่ายมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับช่วงเช้า เกิดจากในช่วงบ่ายแสงธรรมชาติโดยตรง ไม่สามารถเข้าสู่อาคารด้านทิศตะวันตกได้ เนื่องจากภายในของอาคารเทียบเครื่องบิน A (CC-A)ด้านทิศตะวันตกมีอาคารสำนักงาน บังแสงธรรมชาติที่จะเข้าสู่อาคารโดยตรง จึงมีเพียงแสงสะท้อนของแสงธรรมชาติเท่านั้นที่เข้าสู่อาคาร ในขณะเดียวกันพื้นที่รอบข้าง (hold room) มีค่าความส่องสว่างได้ที่ระดับพื้นที่ใช้งานอยู่ที่ 675 Lux เมื่อคิดเป็นอัตราส่วนความเปรียบต่างของค่าความส่องสว่างระหว่างพื้นที่สำรวจและพื้นที่รอบข้าง (hold room) จะอยู่ที่ระดับ 1:5



ภาพที่ 4-11 **ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง** (lux) **ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน** A (CC-A) **ณ. เวลา** 14.00 -15.00 **น.**

3) ช่วงค่ำ 19.00น.-20.00น.

ค่าความส่องสว่างที่ระดับพื้นที่ใช้งาน ณ.จุดที่ทำการสำรวจระดับความรู้สึกสว่างมีค่าเท่ากับ 105 Lux. ซึ่งค่าความส่องสว่างจะสูงกว่ามาตรฐาน CIE ที่กำหนดไว้ที่ 100 Lux. แต่ต่ำกว่าค่าความส่องสว่างมาตราฐานของ IESNA ที่กำหนดไว้ 150 Lux. เนื่องจากในช่วงกลางคืน ภายในอาคารไม่รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ ค่าความส่องสว่างที่วัดได้ภายในอาคารเกิดจากแสงประดิษฐ์เท่านั้น นอกจากนี้พื้นที่รอบข้าง (hold room) มีค่าความส่องสว่างได้ที่ระดับพื้นที่ใช้งานลดลงเหลือเพียง 310 Lux.ส่งผลต่ออัตราส่วนความเปรียบต่างของค่าความส่องสว่างระหว่างพื้นที่ ณ.จุดสำรวจและพื้นที่ข้างเคียงลดลงเหลืออยู่ที่ระดับ 1:3



ภาพที่ 4-12 **ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง** (lux) **ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน** A (CC-A) **ณ. เวลา** 19.00 -20.00 **น.**

ตารางที่ 4-13 แสดงการเปรียบเทียบ ความเปรียบต่าง (Contrast Ratio) แต่ละช่วงเวลาในอาคารเทียบเครื่องบิน A (CC-A)

อัตราส่วนความเปรียบต่างContrast ratio	9.00-10.00 น.	14.00-15.00 น.	19.00-20.00 น.
ความส่องสว่างพื้นที่ใช้งาน : พื้นที่ข้างเคียง	1:9	1:5	1:3
ความเปรียบต่างของความสว่างในบริเวณพื้นที่ Foveal vision	1:5	1:5	1:6
ความเปรียบต่างของความสว่างในบริเวณพื้นที่ Peripheral vision	1:20	1:12	1:5
ค่าความรู้สึกสว่าง	1.80	2.47	2.83

4.3.1.2 ผลการสำรวจระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถามทางสถิติ

ตารางที่ 4-14 การเปรียบเทียบระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ในอาคารเทียบเครื่องบินชั้น 2 สนามบินสุวรรณภูมิของทั้ง 3 ช่วงเวลา ในอาคารเทียบเครื่องบิน A

Variable	Time			F	Sig.
	10.00-11.00 AM	2.00-3.00 PM	19.00-20.00 PM		
Pre-exposure	2.10	2.43	3.00	22.453	0.000
Distance	2.77	2.63	3.43	15.125	0.000
Foveal vision	5.07	5.03	5.13	0.303	0.739
Peripheral vision	6.20	5.20	3.80	185.941	0.000
Lighting system	1.80	2.43	2.97	32.812	0.000
Visual glare	5.70	4.23	4.00	102.303	0.000
Color Rendition & Other	1.50	1.77	2.07	10.117	0.000
Adaptation	5.67	4.10	4.07	93.907	0.000
Over all	**1.80**	**2.47**	**2.83**	**20.803**	**0.000**

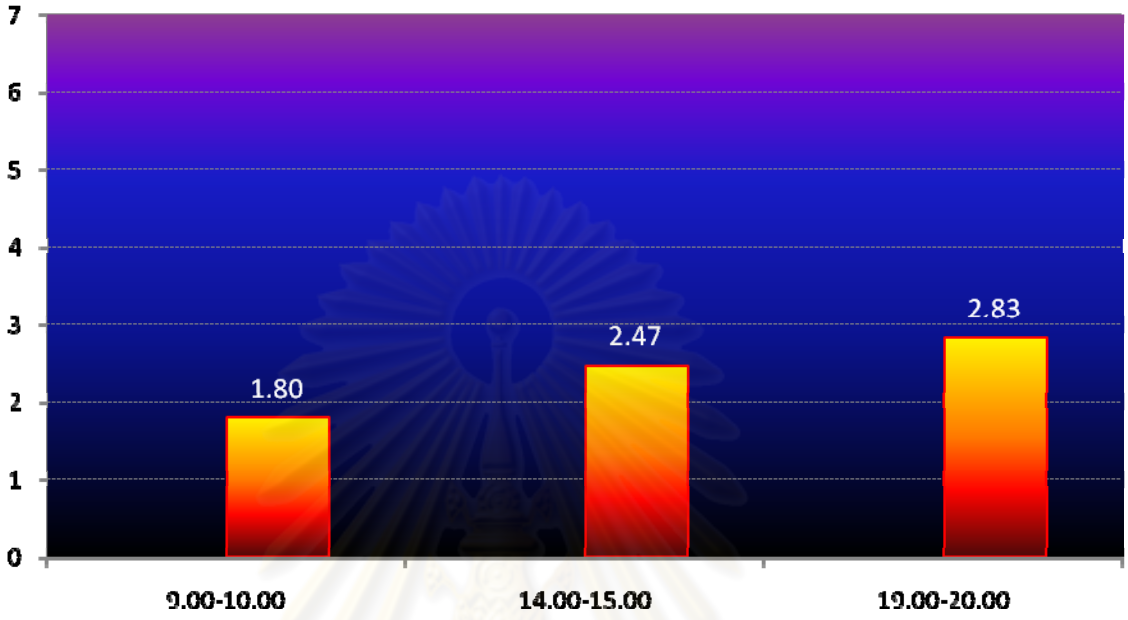
จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ ตามตารางที่ 4-14 ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ในอาคารเทียบเครื่องบินชั้น 2 สนามบินสุวรรณภูมิของ ใน3 ช่วงเวลา ในอาคารในอาคารเทียบเครื่องบิน A ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งสภาพการมองเห็นสถาปัตยกรรม ในเรื่อง Pre-exposure, Distance, Foveal vision, Peripheral vision, Lighting systems, Visual glare, Color Rendition & Other, Adaptation and Overall ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) พบว่าส่วนใหญ่ทุกตัวแปรของอาคารเทียบเครื่องบิน A ยกเว้น Foveal vision มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1) ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารภายในพื้นที่ขาเข้าของอาคารเทียบเครื่องบิน A ในช่วงกลางคืนจะรู้สึกสว่างกว่าในช่วงกลางวัน

จากการสำรวจทางสถิติพบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้โดยสารที่ตอบแบบสอบถามในอาคารเทียบเครื่องบิน A ในช่วงกลางคืนจะรู้สึกสว่างกว่าในช่วงกลางวัน เมื่อเปรียบเทียบกับการสำรวจด้วยการวัดค่าแสง พบว่าในช่วงกลางคืน พื้นที่ภายในอาคารไม่รับอิทธิพลของแสงธรรมชาติ ส่งผลให้ค่าความเปรียบต่างของความส่องสว่างและค่าความเปรียบต่างของความสว่างในมุมมองจอรับภาพของผู้ตอบแบบสอบถามเปลี่ยนไป (ตามตารางที่4-13) ส่งผลให้ค่าความรู้สึกสว่างในช่วงกลางคืนเท่ากับ 2.83 สูงกว่าค่าความรู้สึกสว่างในช่วงเช้า และช่วงบ่ายซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.80 และ 2.47 ตามลำดับ (ตามกราฟรูปที่ 4-14) นอกจากนี้จากการสำรวจทางสถิติยังพบว่ากลุ่มตัวอย่างผู้โดยสารที่ตอบแบบสอบถามในอาคารเทียบเครื่องบิน A ในช่วงบ่าย จะรู้สึกสว่างกว่าในช่วงเช้า เมื่อพิจารณาจากอิทธิพลของแสงธรรมชาติที่เข้าสู่อาคาร พบว่าในช่วงเช้าพื้นที่ในอาคารเทียบเครื่องบิน A จะมีแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารได้ 2 ทิศทาง คือ แสงธรรมชาติจากด้านทิศตะวันออกและแสงธรรมชาติจากด้านบน ในขณะที่ช่วงบ่ายอิทธิพลจากแสงธรรมชาติลดลง เนื่องจากด้านทิศตะวันตกมีสำนักงานตั้งขวางบังแสงธรรมชาติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 4-14 แสดงระดับความรู้สว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน A



2) อิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งที่มีต่อความรู้สึกสว่าง

จากการวิจัยด้วยแบบสอบถามความรู้สึกสว่าง ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งทั้ง 8 ตัวแปร พบว่าสามารถแบ่งตัวแปรออกได้เป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกมืด และกลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกสว่าง ตามตารางที่ 4-15 และตารางที่ 4-16

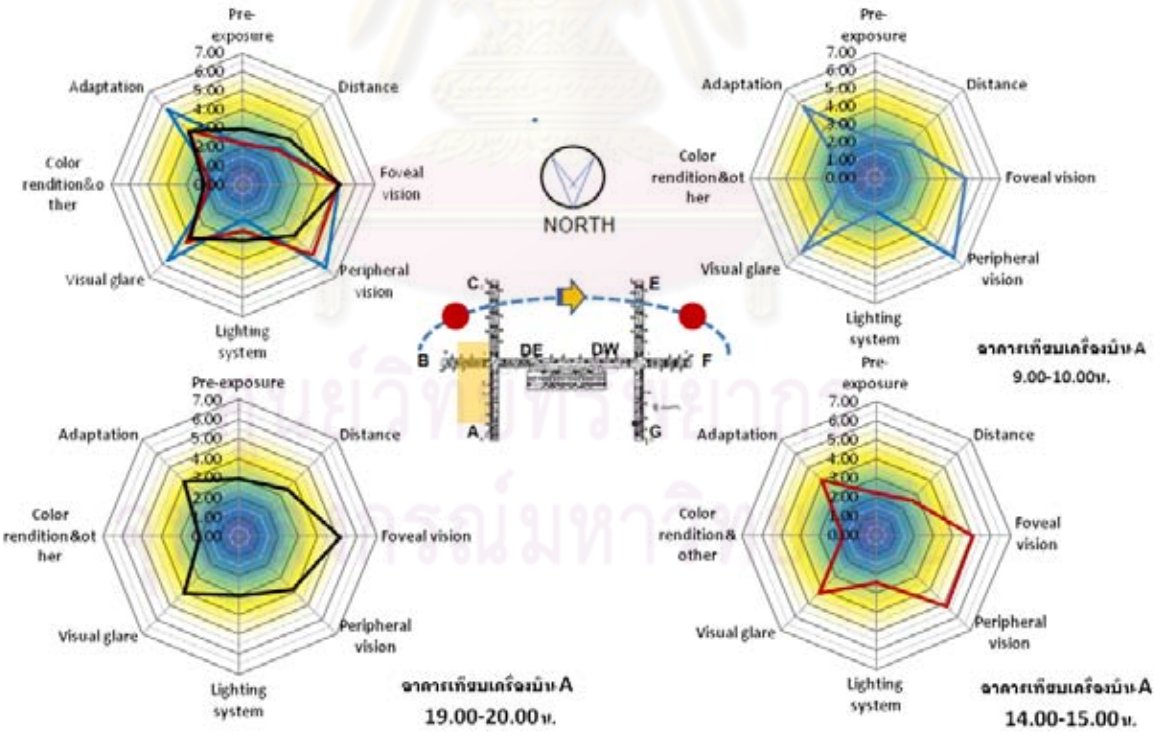
ตารางที่ 4-15 ระดับความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นซึ่งมีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกมืด (ต่ำกว่าค่ากลาง 4) ในอาคารเทียบเครื่องบิน A

ตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็น	9.00-10.00 น.	14.00-15.00 น.	19.00-20.00 น.
Pre-explore	2.10	2.43	3.00
Distance	2.77	2.63	3.43
Lighting System	1.80	2.43	2.97
Color Rendition & Other	1.50	1.77	2.07

ตารางที่ 4-16 ระดับความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นซึ่งมีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกสว่าง (สูงกว่าค่ากลาง 4) ในอาคารเทียบเครื่องบิน A

ตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็น	9.00-10.00 น.	14.00-15.00 น.	19.00-20.00 น.
Foveal Vision	5.07	5.03	5.13
Peripheral Vision	6.20	5.20	3.80
Visual Glare	5.70	4.23	4.00
Adaptation	5.67	4.10	4.07

จากการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกมืด จะมีการปรับค่าที่สูงขึ้นในช่วงเวลาซึ่งพื้นที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ ยกเว้น Color Rendition & Other จะมีค่าคงเดิม และกลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกสว่าง จะมีการปรับค่าที่ลดลงในช่วงเวลาซึ่งพื้นที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ



แผนภูมิที่ 4-15 แสดงอิทธิพลจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีความรู้สว่างของผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน A

4.3.1.3 การเปรียบเทียบการสำรวจทางกายภาพและผลการสำรวจระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถามทางสถิติ

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลจากแบบสอบถามและข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยสภาพแสงทางกายภาพด้วยเครื่องมือ พบว่าในสภาพการใช้แสงประดิษฐ์ที่เท่ากัน ในทุกช่วงเวลา ด้วยองค์ประกอบสถาปัตยกรรมภายในเดียวกัน ระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากของตัวแปรปรุงแต่งทั้ง 2 กลุ่ม มีการปรับเปลี่ยนไปตามอิทธิพลของแสงธรรมชาติได้ กล่าวคือ

1) ในช่วงเช้า9.00น.-10.00น.

แสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารเทียบเครื่องบิน A ได้จากทางด้านตะวันออกมากที่สุด ทำให้ความเปรียบต่างของความส่องสว่างพื้นที่ติดกันอยู่ในระดับ 1:9 และอัตราส่วนความเปรียบต่าง ระหว่างความสว่างผนังทึบต่อความสว่างที่มองทะลุผ่านกระจก จะมีอัตราส่วนสูงถึง 1:20 ซึ่งรบกวนการมองในมุมมองรับภาพโดยรอบจุดโฟกัส ส่งผลให้ม่านตาหรี่ลง ลดประสิทธิภาพของการรับรู้ความสว่างของผู้โดยสาร ทำให้ผู้โดยสารเกิดความรู้สึกว่าบรรยากาศมืดทั้งที่ค่าความส่องสว่างสูงกว่ามาตรฐาน CIEและ IESNA ที่กำหนดไว้ที่ 100 และ150 Lux ตามลำดับ

2) ในช่วงบ่าย 14.00น.-15.00น.

แสงธรรมชาติจากด้านตะวันออกเข้าสู่อาคารน้อยลง แต่เนื่องจากทิศตะวันออกของอาคารเป็นพื้นที่สำนักงาน ซึ่งกั้นแสงธรรมชาติที่เข้าสู่อาคารความเปรียบต่างของความส่องสว่างพื้นที่ติดกันอยู่ในระดับ 1:5 และอัตราส่วนความเปรียบต่าง ระหว่างความสว่างผนังทึบต่อความสว่างที่มองทะลุผ่านกระจก จะมีอัตราส่วนลดลงเหลือ 1:12 ทำให้มุมมองของภาพโดยรอบจุดโฟกัส ถูกรบกวนน้อยลง การปรับตัวของดวงตาดีขึ้น ทำให้เกิดความรู้สึกสว่างรับรู้ได้ดีขึ้นกว่าช่วงเช้า

3) ในช่วงค่ำ 19.00น.-20.00น.

พื้นที่ภายในอาคารเทียบเครื่องบินA ไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ มีเพียงแสงสว่างภายในที่เกิดจากแสงประดิษฐ์เท่านั้น ความเปรียบต่างของความส่องสว่างพื้นที่ติดกันลดลงอยู่ในระดับ 1:3 และอัตราส่วนความเปรียบต่าง ระหว่างความสว่างผนังทึบต่อความสว่างที่มองทะลุผ่านกระจก จะมีอัตราส่วนลดลงเหลือเพียง 1:5 พบว่า ทำให้มุมมองของภาพโดยรอบจุดโฟกัส ไม่ถูกรบกวน ดวงตาไม่ต้องปรับม่านตา ทำให้เกิดความรู้สึกสว่างรับรู้ได้ดีขึ้นกว่าช่วงเช้าและช่วงบ่าย เนื่องจากไม่มีการรบกวนจากแสงธรรมชาติในมุมมองจอรับภาพ

4.3.2 **ผลการสำรวจทางสถิติที่เกี่ยวกับความรู้สึกและสภาพแสงของพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ชั้น2 ในอาคารเทียบเครื่องบิน** B (CC-B)

4.3.2.1 ผลจากการสำรวจด้านกายภาพ

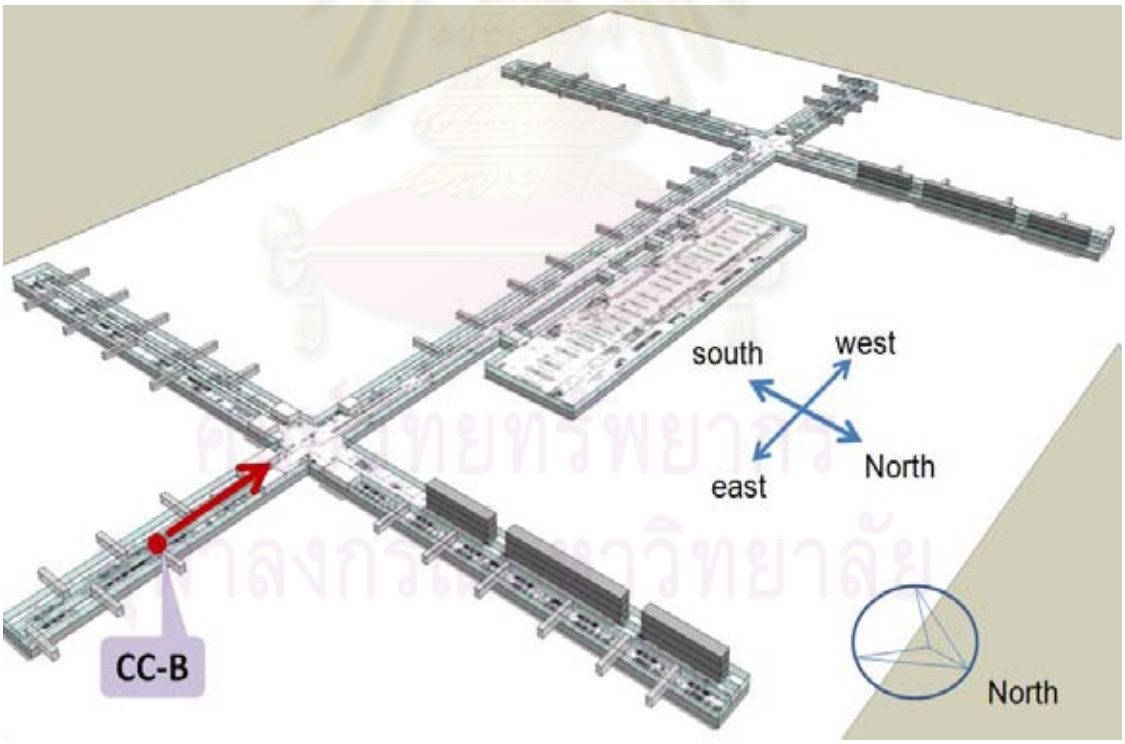
ตำแหน่งอาคาร : ตั้งอยู่ในแนวทิศตะวันออก – ทิศตะวันตก

ทิศทางการเดิน : ผู้โดยสารเดินเข้าสู่จุดตัด จากทิศตะวันออกสู่ทิศตะวันตก

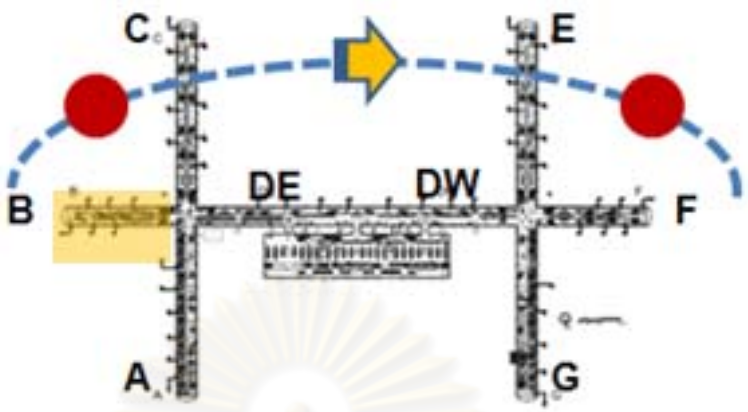
ผู้โดยสารที่ใช้ : เป็นผู้โดยสารภายในประเทศ

การใช้แสงธรรมชาติ : แสงธรรมชาติจากด้านข้างจะเข้าจากทิศตะวันออก ทิศเหนือ ทิศใต้ และด้านบนจะเข้าจากหลังคาของอาคาร

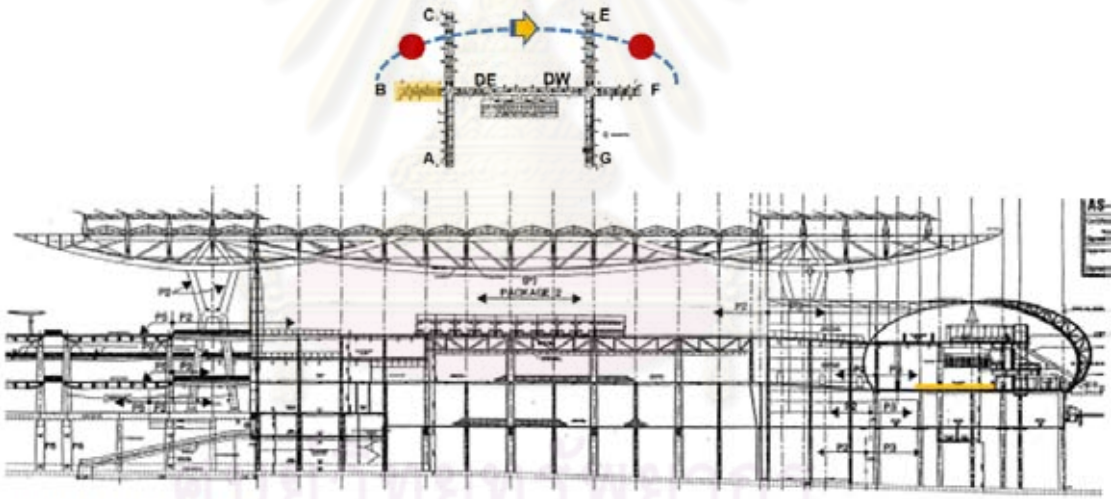
การใช้แสงประดิษฐ์ : โคมไฟที่ใช้ในพื้นที่เป็นชนิด F5 หลอดเมทัลฮาไลท์ 2x150 วัตต์



ภาพที่ 4-13 **แสดงทิศทางการวางตำแหน่งอาคารเทียบเครื่องบิน** B (CC-B) **และทิศทางการเคลื่อนที่ของผู้โดยสารที่ตอบแบบสอบถาม**



ภาพที่ 4-14 แสดงทิศทางของแสงธรรมชาติในอาคารเทียบเครื่องบิน B (CC-B)



Illuminance level (lux)

Area	9.00-10.00		14.00-15.00		19.00-20.00		CIE*	IESNA*
	HOLD ROOM	CORRIDOR	HOLD ROOM	CORRIDOR	HOLD ROOM	CORRIDOR		
Concourse B(L2)	1370	165	720	150	300	95	100	150

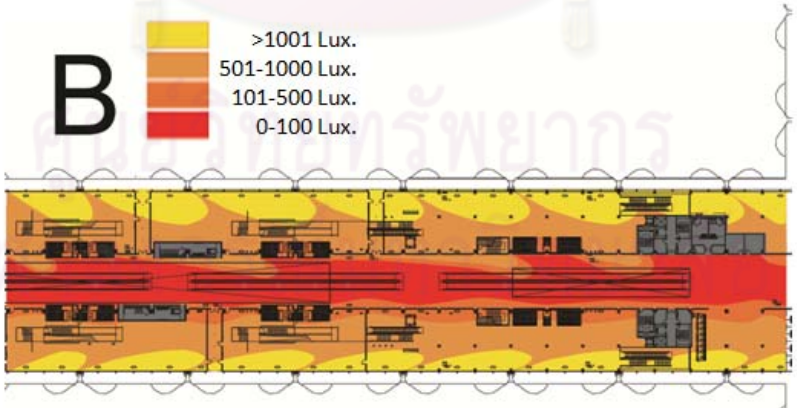
*CIE S008/E-2001 Lighting of Indoor Work Places
*IESNA 9th edition Chapter 23 Transportation Lighting

ภาพที่ 4-15 แสดงภาพตัดของอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (lux) ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน B (CC-B) ณ. เวลา9.00 - 10.00 น., 14.00 -15.00 น. และ 19.00 – 20.00 น.เปรียบเทียบกับมาตรฐาน CIE และ IESNA

จากการสำรวจด้วยเครื่องมือพบว่า ในอาคารเทียบเครื่องบิน B (CC-B) พบว่าปริมาณความส่องสว่างในแต่ละช่วงเวลาเป็นดังนี้มี

1) ช่วงเช้า 9.00น.-10.00น.

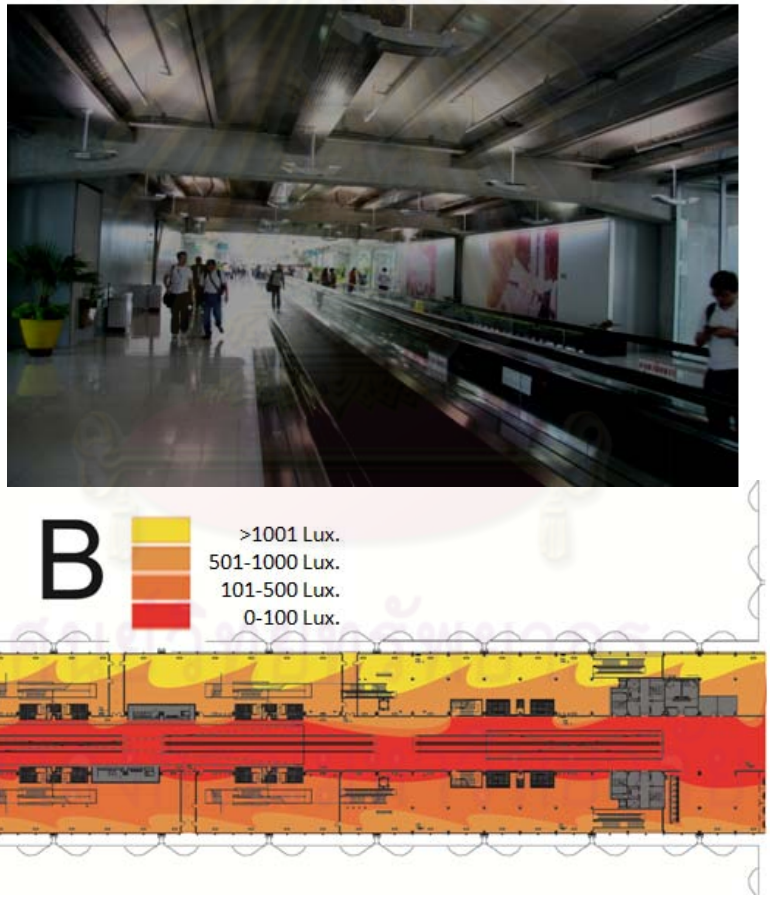
ค่าความส่องสว่างที่ระดับพื้นที่ใช้งาน ณ.จุดที่ทำการสำรวจระดับความรู้สึกสว่างมีค่าเท่ากับ 165 Lux ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานของ CIEและ IESNA ที่กำหนดค่าความส่องสว่างสำหรับพื้นที่ทางเดิมอยู่ที่ 100 และ150 Lux ตามลำดับ แสงธรรมชาติโดยตรงสามารถเข้าสู่อาคารผ่านทางกระจกด้านซ้าย ด้านขวาของอาคารและหลังคากระจก ค่าความส่องสว่างณ.จุดที่ทำการสำรวจจึงเกิดจากแสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ที่มาจากโคมไฟ ในขณะเดียวกันพื้นที่รอบข้าง (hold room) มีค่าความส่องสว่างได้ที่ระดับพื้นที่ใช้งาน 1370 Lux ส่งผลให้อัตราส่วนความเปรียบต่างของค่าความส่องสว่างระหว่างพื้นที่ ณ. จุดสำรวจ และพื้นที่รอบข้าง (hold room) จะอยู่ที่ระดับ 1:8.3



ภาพที่ 4-16 **ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง** (lux) **ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน** B (CC-B) **ณ. เวลา**9.00 - 10.00 **น.**

2) ช่วงบ่าย 14.00น.-15.00น.

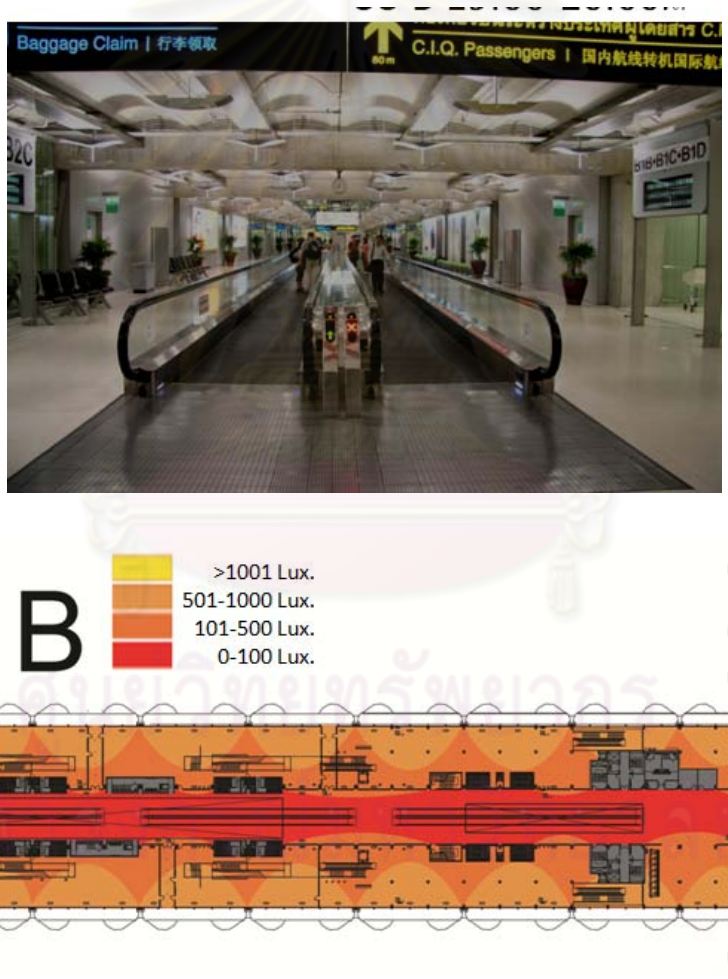
ค่าความส่องสว่างที่ระดับพื้นที่ใช้งาน ณ.จุดที่ทำการสำรวจระดับความรู้สึกสว่างมีค่าเท่ากับ 150 Lux ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานของ CIE และ IESNA ที่กำหนดค่าความส่องสว่างสำหรับพื้นที่ทางเดินอยู่ที่ 100 Lux และ 150 Lux ตามลำดับ ค่าความส่องสว่างที่วัดได้ในช่วงบ่ายมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับช่วงเช้า เกิดจากอาคารมีทิศทางอาคารวางในแนว ตะวันออก-ตะวันตก ผนังอาคารซึ่งเป็นส่วนที่แสงจะเข้าสู่อาคารได้ วางอยู่ในด้านเหนือและใต้ ในช่วงบ่ายแสงธรรมชาติโดยตรงจึงเข้าสู่อาคารได้น้อยกว่าช่วงเช้า ในขณะเดียวกันพื้นที่รอบข้าง (hold room) มีค่าความส่องสว่างได้ที่ระดับพื้นที่ใช้งานอยู่ที่ 720 Lux เมื่อคิดเป็นอัตราส่วนความเปรียบต่างของค่าความส่องสว่างระหว่างพื้นที่สำรวจและพื้นที่รอบข้าง (hold room) จะอยู่ที่ระดับ 1:4.8



ภาพที่ 4-17 **ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง** (lux) **ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน** B (CC-B) **ณ. เวลา** 14.00 - 15.00 **น.**

3) ช่วงค่ำ 19.00น.-20.00น.

ทำการวัดค่าความส่องสว่างที่ระดับพื้นที่ใช้งาน ณ.จุดสำรวจระดับความรู้สึกสว่างได้ 95 Lux ซึ่งค่าความส่องสว่างต่ำกว่ามาตรฐาน CIE ที่กำหนดไว้ที่ 100 Lux และต่ำกว่าค่ามาตราฐานของ IESNA ที่กำหนดไว้ 150 Lux เนื่องจากในช่วงกลางคืน ภายในอาคารไม่รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ ค่าความส่องสว่างที่วัดได้ภายในอาคารเกิดจากแสงประดิษฐ์เท่านั้น และทำให้พื้นที่ข้างเคียงมีค่าความส่องสว่างได้ที่ระดับพื้นที่ใช้งานลดลงเหลือเพียง 300 Lux ส่งผลต่ออัตราส่วนความเปรียบต่างของค่าความส่องสว่างระหว่างพื้นที่ ณ.จุดสำรวจและพื้นที่ข้างเคียงลดลงเหลืออยู่ที่ระดับ 1:3



ภาพที่ 4-18 **ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง** (lux) **ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน** B (CC-B) **ณ. เวลา** 19.00 - 20.00 **น.**

ตารางที่ 4-17 แสดงการเปรียบเทียบ ความเปรียบต่าง (Contrast Ratio) แต่ละช่วงเวลาในอาคารเทียบเครื่องบิน B (CC-B)

อัตราส่วนความเปรียบต่างContrast ratio	9.00-10.00 น.	14.00-15.00 น.	19.00-20.00 น.
ความส่องสว่างพื้นที่ใช้งาน : พื้นที่ข้างเคียง	1:8.3	1:4.8	1:3
ความเปรียบต่างของความสว่างในบริเวณพื้นที่ Foveal vision	1:5	1:5	1:6
ความเปรียบต่างของความสว่างในบริเวณพื้นที่ Peripheral vision	1:25	1:18	1:5
ค่าความรู้สึกสว่าง	1.33	2.00	2.93

4.3.2.2 ผลการสำรวจระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถามทางสถิติ

ตารางที่ 4-18 การเปรียบเทียบระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ในอาคารเทียบเครื่องบินชั้น 2 สนามบินสุวรรณภูมิของทั้ง 3 ช่วงเวลา ในอาคารเทียบเครื่องบิน B

Variable	Time			F	Sig.
	10.00-11.00 AM	2.00-3.00 PM	19.00-20.00 PM		
Pre-exposure	1.37	2.20	3.13	133.832	0.000
Distance	2.90	2.70	3.53	21.987	0.000
Foveal vision	5.23	5.10	5.47	3.265	0.043
Peripheral vision	6.40	5.60	3.73	219.497	0.000
Lighting system	1.33	2.07	2.97	99.815	0.000
Visual glare	5.80	4.97	4.10	130.366	0.000
Color Rendition & Other	1.23	1.67	2.17	31.284	0.000
Adaptation	6.27	4.27	4.13	194.139	0.000
Over all	**1.33**	**2.00**	**2.93**	**82.104**	**0.000**

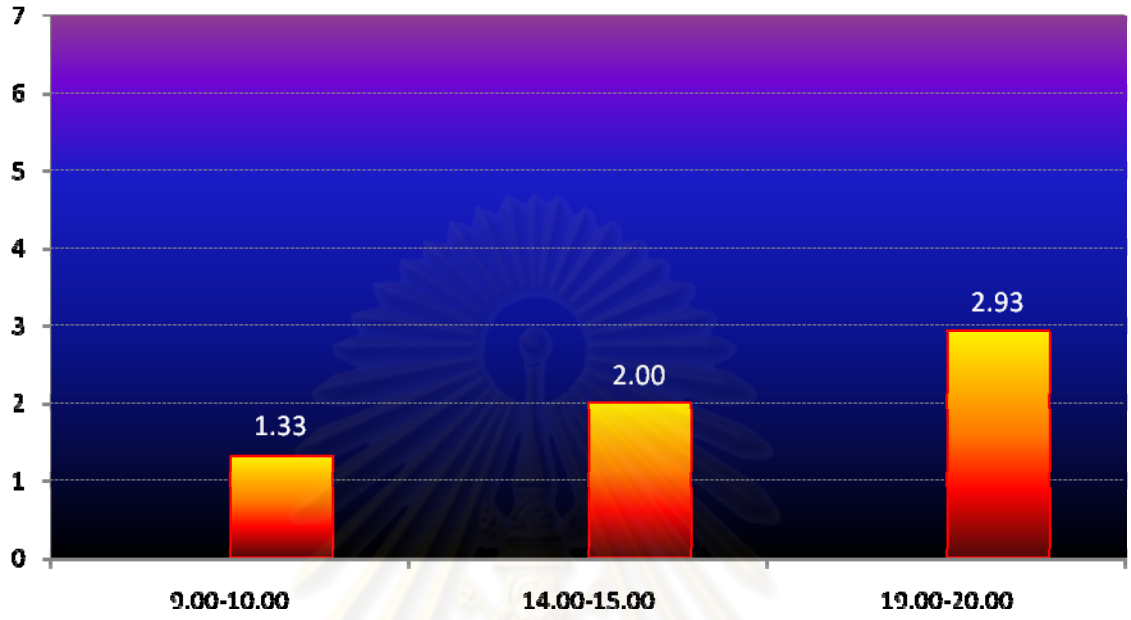
จากตารางที่ 4-18 ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ในอาคารเทียบเครื่องบินชั้น 2 สนามบินสุวรรณภูมิของ ใน3 ช่วงเวลา ในอาคารในอาคารเทียบเครื่องบิน B ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งสภาพการมองเห็นสถาปัตยกรรม ในเรื่อง Pre-exposure, Distance, Foveal vision, Peripheral vision, Lighting systems, Visual glare, Color Rendition & Other, Adaptation and Overall ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) พบว่าทุกตัวแปรของอาคารเทียบเครื่องบิน B มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1) ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารภายในพื้นที่ขาเข้าของอาคารเทียบเครื่องบิน B

จากการสำรวจทางสถิติพบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้โดยสารที่ตอบแบบสอบถามในอาคารเทียบเครื่องบิน B ในช่วงกลางคืนจะรู้สึกสว่างกว่าในช่วงกลางวัน เมื่อเปรียบเทียบกับการสำรวจด้วยการวัดค่าแสง พบว่าในช่วงกลางคืน พื้นที่ภายในอาคารไม่รับอิทธิพลของแสงธรรมชาติ ส่งผลให้ค่าความเปรียบต่างของความส่องสว่างและค่าความเปรียบต่างของความสว่างในมุมมองจอรับภาพของผู้ตอบแบบสอบถามเปลี่ยนไป (ตามตารางที่4-17) ส่งผลให้ค่าความรู้สึกสว่างในช่วงกลางคืนเท่ากับ 2.93 สูงกว่าค่าความรู้สึกสว่างในช่วงเช้า และช่วงบ่ายซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.33 และ 2.00 ตามลำดับ (ตามกราฟรูปที่ 4-16) นอกจากนี้จากการสำรวจทางสถิติยังพบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้โดยสารที่ตอบแบบสอบถามในอาคารเทียบเครื่องบิน B ในช่วงบ่าย จะรู้สึกสว่างกว่าในช่วงเช้า เมื่อพิจารณาจากอิทธิพลของแสงธรรมชาติที่เข้าสู่อาคาร พบว่าด้วยทิศทางอาคารที่ทอดตัวแนวยาว ในทิศตะวันออก-ตะวันตก และด้านตะวันตกเป็นด้านที่อาคารเทียบเครื่องบิน B เชื่อมกับอาคารอื่น ทำให้ในช่วงบ่ายพื้นที่ในอาคารเทียบเครื่องบิน B จะมีแสงธรรมชาติเข้าสู่ ได้น้อยกว่าช่วงเช้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 4-16 แสดงระดับความรู้สว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน B



2) อิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งที่มีต่อความรู้สึกสว่าง

จากการวิจัยด้วยแบบสอบถามความรู้สึกสว่าง ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งทั้ง 8 ตัวแปร พบว่าสามารถแบ่งตัวแปรออกได้เป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกมืด และกลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกสว่าง ตามตารางที่ 4-19 และตารางที่ 4-20

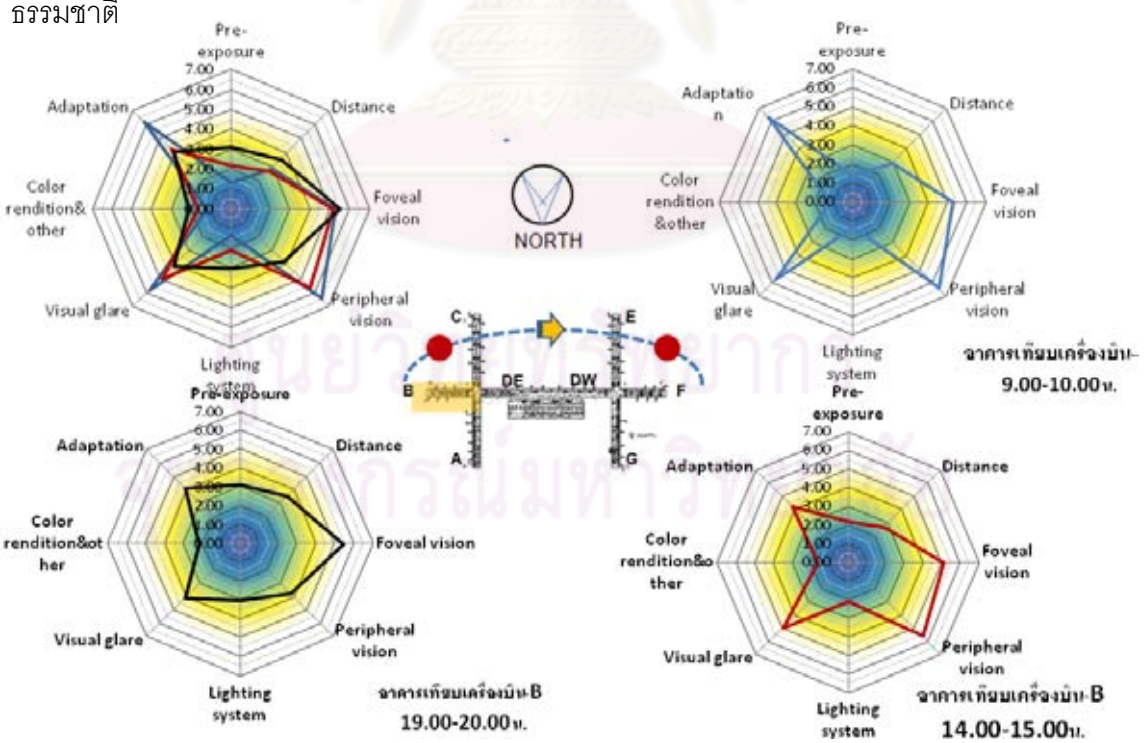
ตารางที่ 4-19 ระดับความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นซึ่งมีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกมืด (ต่ำกว่าค่ากลาง 4) ในอาคารเทียบเครื่องบิน B

ตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็น	9.00-10.00 น.	14.00-15.00 น.	19.00-20.00 น.
Pre-explore	1.37	2.20	3.13
Distance	2.90	2.70	3.53
Lighting System	1.33	2.07	2.97
Color Rendition & Other	1.23	1.67	2.17

ตารางที่ 4-20 ระดับความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่างผู้โดยสาร ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นซึ่งมีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกสว่าง (สูงกว่าค่ากลาง 4) ในอาคารเทียบเครื่องบิน B

ตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็น	9.00-10.00 น.	14.00-15.00 น.	19.00-20.00 น.
Foveal Vision	5.23	5.10	5.47
Peripheral Vision	6.40	5.60	3.73
Visual Glare	5.80	4.97	4.10
Adaptation	6.27	4.27	4.13

จากการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกมืด จะมีการปรับค่าที่สูงขึ้นในช่วงเวลาซึ่งพื้นที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ ยกเว้น Color Rendition & Other จะมีค่าคงเดิม และกลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกสว่าง จะมีการปรับค่าที่ลดลงในช่วงเวลาซึ่งพื้นที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ



แผนภูมิที่ 4-17 แสดงอิทธิพลจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีความรู้สว่างของผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน B

4.3.2.3 การเปรียบเทียบการสำรวจทางกายภาพและผลการสำรวจระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถามทางสถิติ

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลจากแบบสอบถามและข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยสภาพแสงทางกายภาพด้วยเครื่องมือ พบว่าในสภาพการใช้แสงประดิษฐ์ที่เท่ากัน ในทุกช่วงเวลา ด้วยองค์ประกอบสถาปัตยกรรมภายในเดียวกัน ระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากของตัวแปรปรุงแต่งทั้ง 2 กลุ่ม มีการปรับเปลี่ยนไปตามอิทธิพลของแสงธรรมชาติได้ กล่าวคือ

1) ในช่วงเช้า9.00น.-10.00น.

แสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารเทียบเครื่องบิน B ได้จากผนังกระจกทิศเหนือทิศใต้ และทิศตะวันออกอาคาร เกิดจากแสงธรรมชาติช่วงเช้าด้านตะวันออก ทำให้ความเปรียบต่างของความส่องสว่างพื้นที่ติดกันอยู่ในระดับ 1:8.3 และอัตราส่วนความเปรียบต่างระหว่างความสว่างผนังทึบต่อความสว่างที่มองทะลุผ่านกระจก จะมีอัตราส่วนสูงถึง 1:25 ซึ่งรบกวนการมองในมุมมองรับภาพโดยรอบจุดโฟกัส ส่งผลให้ม่านตาหรี่ลง ลดประสิทธิภาพของการรับรู้ความสว่างของผู้โดยสาร ทำให้ผู้โดยสารเกิดความรู้สึกว่าบรรยากาศมืดทั้งที่ค่าความส่องสว่างสูงกว่ามาตรฐาน CIE และ IESNA ที่กำหนดไว้ที่ 100 และ150 Lux ตามลำดับ

2) ในช่วงบ่าย 14.00น.-15.00น.

แสงธรรมชาติเคลื่อนย้ายเข้าด้านตะวันตก เนื่องจากทิศตะวันตกของอาคารเทียบเครื่องบิน B เป็นด้านที่ต่อเชื่อมอาคารอื่น จึงสามารถกั้นแสงธรรมชาติที่เข้าสู่อาคารให้ลดลง ความเปรียบต่างของความส่องสว่างพื้นที่ติดกันลดลงอยู่ในระดับอยู่ในระดับ 1:4.8 และอัตราส่วนความเปรียบต่าง ระหว่างความสว่างผนังทึบต่อความสว่างที่มองทะลุผ่านกระจก จะมีอัตราส่วนลดลงเท่ากับ 1:18 ทำให้มุมมองของภาพโดยรอบจุดโฟกัส ยังคงถูกรบกวน แต่สามารถรับรู้ความรู้สึกสว่างได้ดีขึ้นกว่าช่วงเช้า อย่างก็ตาม กลุ่มตัวอย่างของผู้โดยสารยังคงรู้สึกมืด

3) ในช่วงค่ำ 19.00น.-20.00น.

พื้นที่ภายในอาคารเทียบเครื่องบินB ไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ มีเพียงแสงสว่างภายในที่เกิดจากแสงประดิษฐ์เท่านั้น ความเปรียบต่างของความส่องสว่างพื้นที่ติดกันอยู่ในระดับ 1:3 และอัตราส่วนความเปรียบต่างระหว่างความสว่างผนังทึบต่อความสว่างที่มองทะลุผ่านกระจก จะมีอัตราส่วนเพียง 1:5 พบว่า แต่ผู้โดยสารกับมีความรู้ว่าบรรยากาศสว่างกว่าในช่วงเช้าและช่วงบ่าย เนื่องจากไม่มีการรบกวนจากแสงธรรมชาติในมุมมองจอรับภาพ

4.3.3 **ผลการสำรวจทางสถิติที่เกี่ยวกับความรู้สึกและสภาพแสงของพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ชั้น2 ในอาคารเทียบเครื่องบิน** C (CC-C)

4.3.3.1 ผลจากการสำรวจด้านกายภาพ

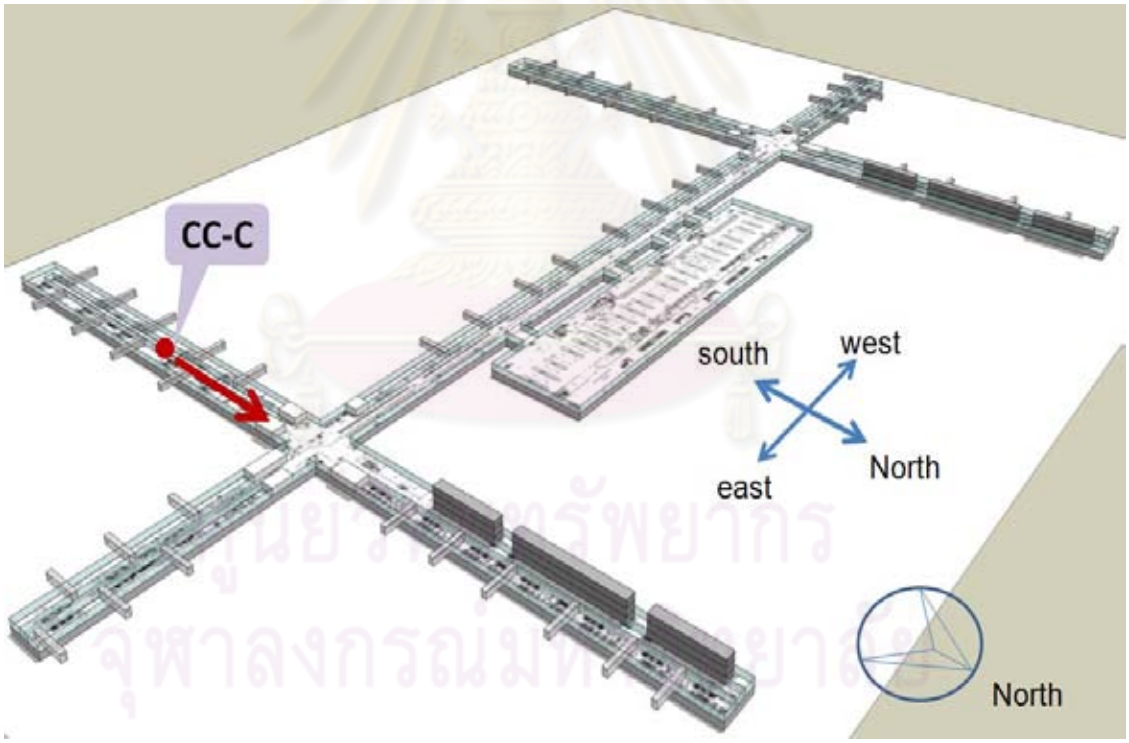
ตำแหน่งอาคาร : วางยาวในแนวทิศเหนือ – ทิศใต้

ทิศทางการเดิน : ผู้โดยสารเดินเข้าสู่จุดตัด จากทิศใต้สู่ทิศเหนือ

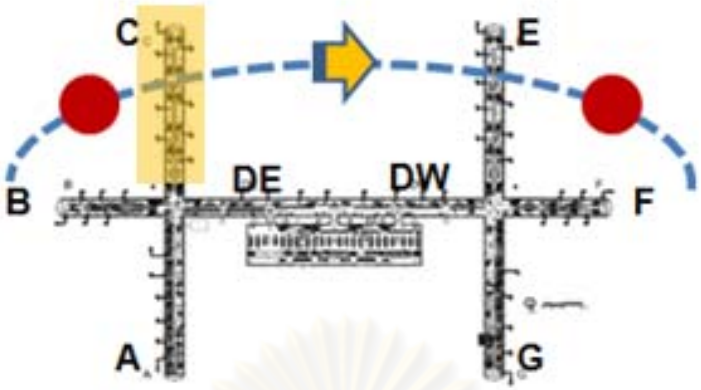
ผู้โดยสารที่ใช้ : ผู้โดยต่างในประเทศ

การใช้แสงธรรมชาติ : แสงธรรมชาติจากด้านข้างจะเข้าจากทิศตะวันออก ทิศตะวันตก และทิศใต้ของอาคาร และแสงธรรมชาติจากด้านบนจะเข้าจากหลังคาของอาคาร

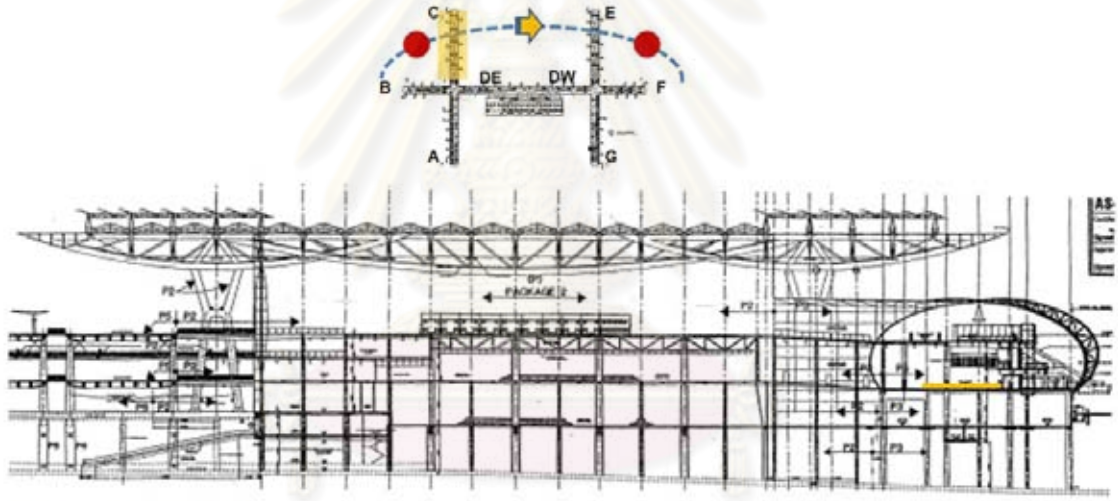
การใช้แสงประดิษฐ์ : โคมไฟที่ใช้ในพื้นที่เป็นชนิด F5 หลอดเมทัลฮาไลท์ 2x150 วัตต์



ภาพที่ 4-19 **แสดงทิศทางการวางตำแหน่งอาคารเทียบเครื่องบิน** C (CC-C) **และทิศทางการเคลื่อนที่ของผู้โดยสารที่ตอบแบบสอบถาม**



ภาพที่ 4-20 แสดงทิศทางของแสงธรรมชาติในอาคารเทียบเครื่องบิน C (CC-C)



Illuminance level (lux)

Area	9.00-10.00		14.00-15.00		19.00-20.00		CIE*	IESNA*
	HOLD ROOM	CORRIDOR	HOLD ROOM	CORRIDOR	HOLD ROOM	CORRIDOR		
Concourse C (L2)	1395	170	1420	175	310	99	100	150

*CIE S008/E-2001 Lighting of Indoor Work Places
*IESNA 9th edition Chapter 23 Transportation Lighting

ภาพที่ 4-21 แสดงภาพตัดของอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน C (CC-C) ณ. เวลา9.00 - 10.00 น. 14.00 -15.00 น. และ 19.00 – 20.00 น.เปรียบเทียบกับมาตรฐาน CIE และ IESNA

จากการสำรวจด้วยเครื่องมือพบว่า ในอาคารเทียบเครื่องบิน C (CC-C) พบว่าปริมาณความส่องสว่างในแต่ละช่วงเวลาเป็นดังนี้มี

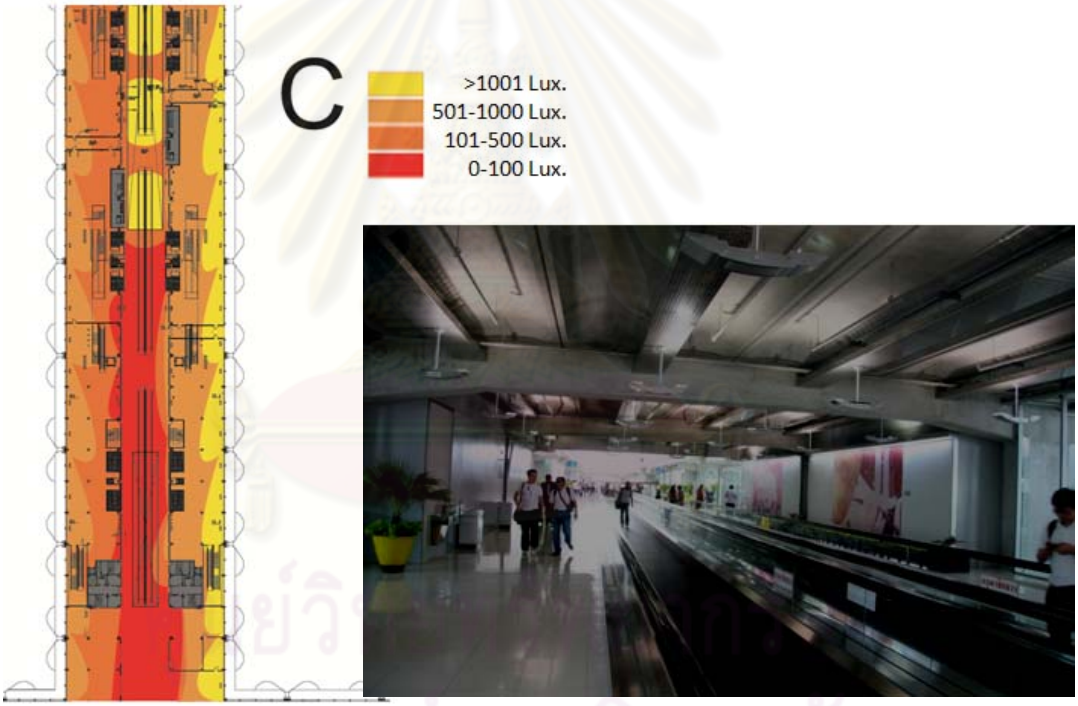
1) ช่วงเช้า 9.00น.-10.00น.

ทำการวัดค่าความส่องสว่างได้ที่ระดับพื้นที่ใช้งาน 170 Lux ค่าความส่องสว่างสูงกว่ามาตรฐาน CIEและ IESNA ที่กำหนดไว้ที่ 100 และ150 Lux ตามลำดับ ปริมาณแสงธรรมชาติโดยตรง สามารถเข้าสู่อาคารทางด้านทิศตะวันออก จึงส่งผลให้ทำให้ค่าความส่องสว่างเพิ่มขึ้น ในขณะเดียวกันพื้นที่ข้างเคียง มีค่าความส่องสว่างได้ที่ระดับพื้นที่ใช้งาน 1395 Lux โดยคิดเป็นอัตราส่วนความเปรียบต่างของค่าความส่องสว่างระหว่างพื้นที่สำรวจและพื้นที่ข้างเคียงอยู่ที่ 1:8.2

ภาพที่ 4-22 **ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง** (Lux.) **ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน** C (CC-C) **ณ. เวลา**9.00 - 10.00 **น.**

2) ช่วงบ่าย 14.00น.-15.00น.

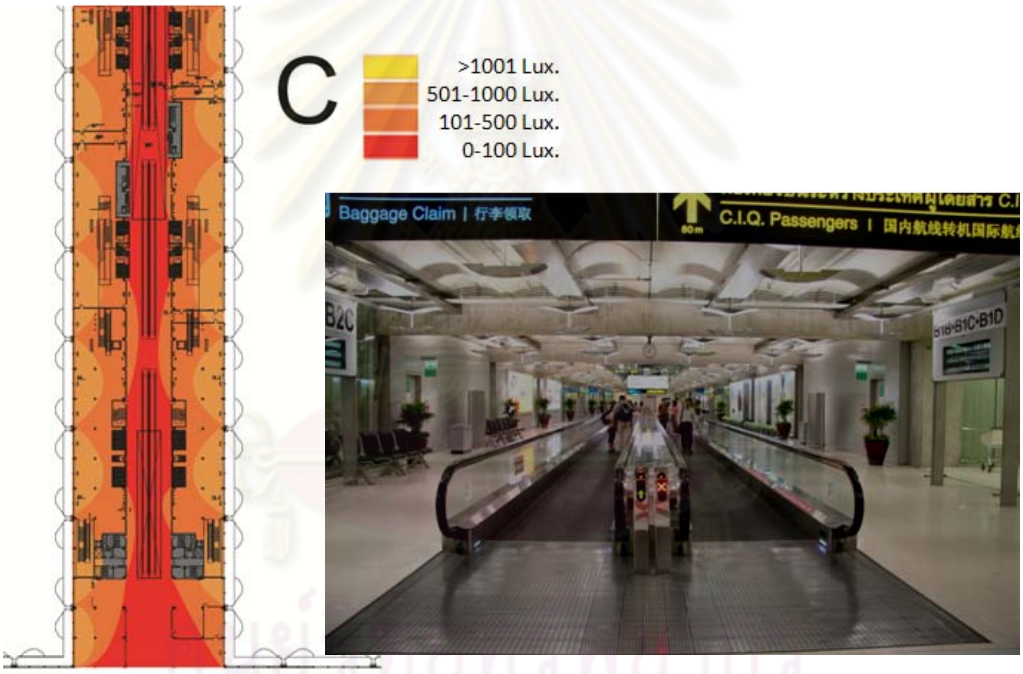
ทำการวัดค่าความส่องสว่างได้ที่ระดับพื้นที่ใช้งาน 175 Lux ค่าความส่องสว่างสูงกว่ามาตรฐาน CIEและ IESNA ที่กำหนดไว้ที่ 100 และ150 Lux ตามลำดับ ค่าความส่องสว่างที่จุดเดิม มีค่าสูงขึ้นเล็กน้อยเมื่อเทียบกับช่วงเช้า เนื่องจากอาคารเทียบเครื่องบิน C ปริมาณแสงตรงสามารถเข้าสู่อาคารได้ทั้งช่วงเช้าและบ่าย เนื่องจากผนังและหลังคาอาคารใช้วัสดุกระจกสลับผ้าใบ และแสงธรรมชาติจึงสามารถเข้าสู่อาคารผ่านทางผนังและหลังคา ในขณะเดียวกันพื้นที่ข้างเคียง มีค่าความส่องสว่างได้ที่ระดับพื้นที่ใช้งานอยู่ที่ 1420 Lux โดยคิดเป็นอัตราส่วนความเปรียบต่างของค่าความส่องสว่างระหว่างพื้นที่สำรวจและพื้นที่ข้างเคียงอยู่ที่ 1:8.16



ภาพที่ 4-23 **ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง**(Lux.) **ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน** C (CC-C) **ณ. เวลา** 14.00 - 15.00 **น.**

3) ช่วงค่ำ 19.00น.-20.00น.

ทำการวัดค่าความส่องสว่างที่ระดับพื้นที่ใช้งาน ณ.จุดสำรวจระดับความรู้สึกสว่างได้ 95 Lux ซึ่งค่าความส่องสว่างต่ำกว่ามาตรฐาน CIE ที่กำหนดไว้ที่ 100 Lux และต่ำกว่าค่ามาตราฐานของ IESNA ที่กำหนดไว้ 150 Lux เนื่องจากในช่วงกลางคืน ภายในอาคารไม่รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ ค่าความส่องสว่างที่วัดได้ภายในอาคารเกิดจากแสงประดิษฐ์เท่านั้น และทำให้พื้นที่ข้างเคียงมีค่าความส่องสว่างได้ที่ระดับพื้นที่ใช้งานลดลงเหลือเพียง 300 Lux ส่งผลต่ออัตราส่วนความเปรียบต่างของค่าความส่องสว่างระหว่างพื้นที่ ณ.จุดสำรวจและพื้นที่ข้างเคียงลดลงเหลืออยู่ที่ระดับ 1:3



ภาพที่ 4-24 ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.)ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน C (CC-C) ณ. เวลา 19.00 - 20.00 น.

ตารางที่ 4-21 แสดงการเปรียบเทียบ ความเปรียบต่าง (Contrast Ratio) แต่ละช่วงเวลาในอาคารเทียบเครื่องบิน C (CC-C)

อัตราส่วนความเปรียบต่างContrast ratio	9.00-10.00 น.	14.00-15.00 น.	19.00-20.00 น.
ความส่องสว่างพื้นที่ใช้งาน : พื้นที่ข้างเคียง	1:8.2	1:8.1	1:3.1
ความเปรียบต่างของความสว่างในบริเวณพื้นที่ Foveal vision	1:5	1:5	1:6
ความเปรียบต่างของความสว่างในบริเวณพื้นที่ Peripheral vision	1:25	1:25	1:5
ค่าความรู้สึกสว่าง	1.57	1.47	3.07

4.3.3.2 ผลการสำรวจระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถามทางสถิติ

ตารางที่ 4-22 การเปรียบเทียบระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ในอาคารเทียบเครื่องบินชั้น 2 สนามบินสุวรรณภูมิ ของทั้ง 3 ช่วงเวลา ในอาคารเทียบเครื่องบิน C

Variable	Time			F	Sig.
	10.00-11.00 AM	2.00-3.00 PM	19.00-20.00 PM		
Pre-exposure	1.63	1.33	3.10	127.231	0.000
Distance	2.67	2.53	3.67	43.924	0.000
Foveal vision	5.10	5.20	5.50	5.386	0.006
Peripheral vision	6.30	6.40	3.80	233.074	0.000
Lighting system	1.53	1.47	3.03	128.828	0.000
Visual glare	5.67	5.77	4.03	190.136	0.000
Color Rendition & Other	1.33	1.30	2.17	32.890	0.000
Adaptation	6.10	6.13	4.13	251.073	0.000
Over all	**1.57**	**1.47**	**3.07**	**112.123**	**0.000**

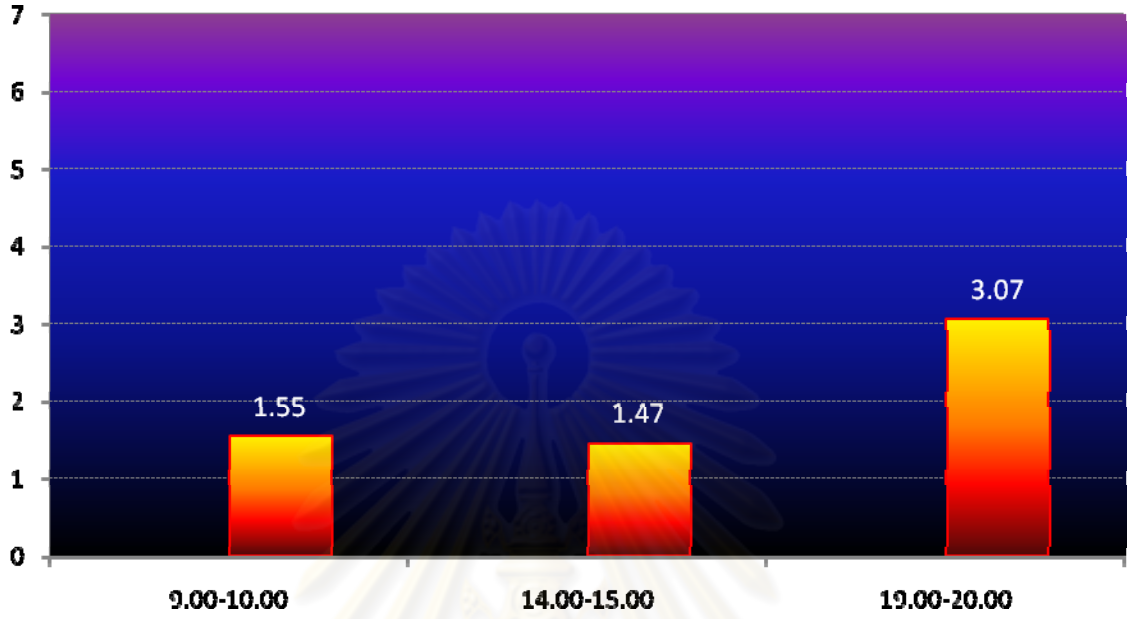
จากตารางที่ 4-22ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ในอาคารเทียบเครื่องบินชั้น 2 สนามบินสุวรรณภูมิของ ใน3 ช่วงเวลา ในอาคารในอาคารเทียบเครื่องบิน C ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งสภาพการมองเห็นสถาปัตยกรรม ในเรื่อง Pre-exposure, Distance, Foveal vision, Peripheral vision, Lighting systems, Visual glare, Color Rendition & Other, Adaptation and Overall ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) พบว่าทุกตัวแปรของอาคารเทียบเครื่องบิน C มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1) ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารภายในพื้นที่ขาเข้าของอาคารเทียบเครื่องบิน C

ระดับความรู้สึกสว่างในช่วงค่ำจะมีค่าสูงกว่าในช่วงกลางวัน ในช่วงค่ำพื้นที่ภายในอาคารไม่รับอิทธิพลของแสงธรรมชาติ จะมีค่าความรู้สึกสว่างสูงสุดที่ 3.07 ซึ่งสูงกว่าค่าความรู้สึกสว่างในช่วงเช้า และช่วงบ่ายซึ่งมีค่า 1.55 และ 1.47 ตามลำดับ ตามกราฟรูปที่ 4-18 ระดับความรู้สึกสว่างในช่วงบ่ายจะมีค่าสูงกว่าในช่วงเช้าเล็กน้อย เมื่อพิจารณาจากอิทธิพลของแสงธรรมชาติที่เข้าสู่อาคาร พบว่าในช่วงเช้าและช่วงบ่าย แสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารเทียบเครื่องบิน C ได้ 3 ทิศทาง คือ แสงตรงจากแสงธรรมชาติจะเข้าสู่อาคารจากด้านทิศตะวันออกและด้านตะวันตก และด้านบนหลังคาอาคาร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 4-18 แสดงระดับความรู้สว่างของผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน C



2) อิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งที่มีต่อความรู้สึกสว่าง

จากการวิจัยด้วยแบบสอบถามความรู้สึกสว่าง ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งทั้ง 8 ตัวแปร พบว่าสามารถแบ่งตัวแปรออกได้เป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกมืด และกลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกสว่าง ตามตารางที่ 4-22 และตารางที่ 4-23

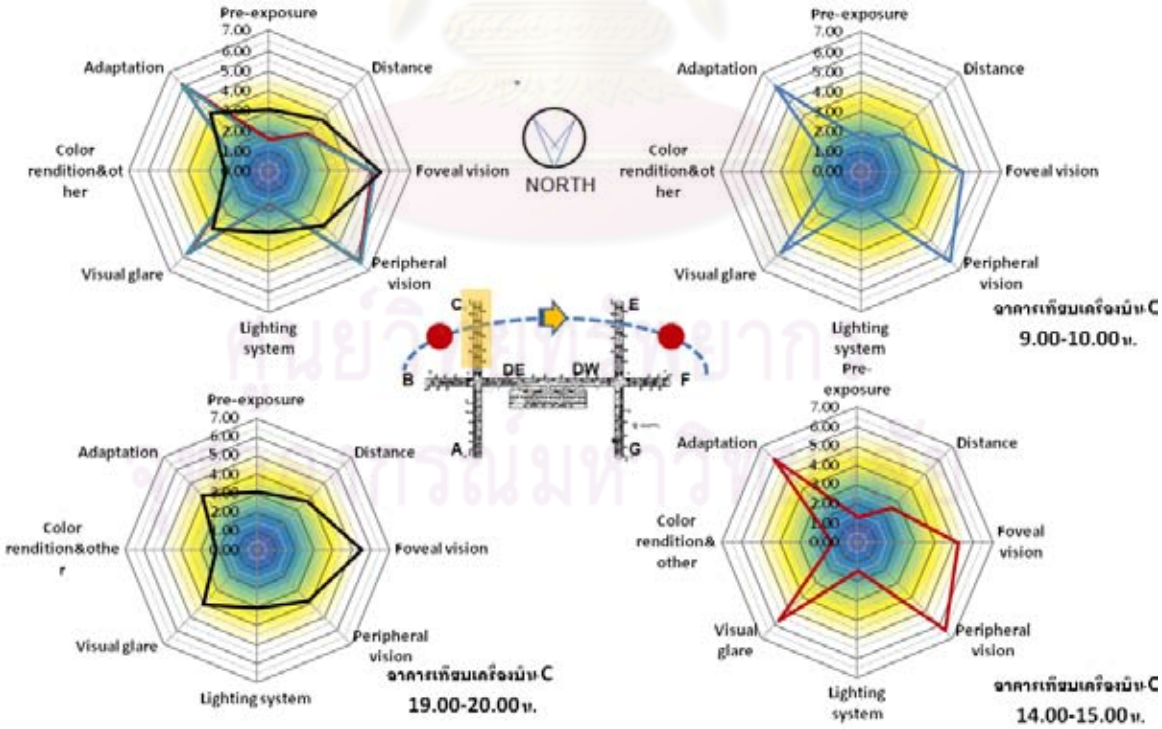
ตารางที่ 4-23 ตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกมืด

ตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็น	9.00-10.00 น.	14.00-15.00 น.	19.00-20.00 น.
Pre-explore	1.63	1.33	3.10
Distance	2.67	2.53	3.67
Lighting System	1.53	1.47	3.03
Color Rendition & Other	1.33	1.30	2.17

ตารางที่ 4.24 ตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกสว่าง

ตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็น	9.00-10.00 น.	14.00-15.00 น.	19.00-20.00 น.
Foveal Vision	5.10	5.20	5.50
Peripheral Vision	6.30	6.40	3.80
Visual Glare	5.67	5.77	4.03
Adaptation	6.10	6.13	4.13

จากการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกมืด จะมีการปรับค่าที่สูงขึ้นในช่วงเวลาซึ่งพื้นที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ ยกเว้น Color Rendition & Other จะมีค่าคงเดิม และกลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกสว่าง จะมีการปรับค่าที่สูงขึ้นในช่วงเวลาซึ่งพื้นที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ



แผนภูมิที่ 4-19 แสดงอิทธิพลจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีความรู้สว่างของผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน C

4.3.3.3 การเปรียบเทียบการสำรวจทางกายภาพและผลการสำรวจระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถามทางสถิติ

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลจากแบบสอบถามและข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยสภาพแสงทางกายภาพด้วยเครื่องมือ พบว่าในสภาพการใช้แสงประดิษฐ์ที่เท่ากัน ในทุกช่วงเวลา ด้วยองค์ประกอบสถาปัตยกรรมภายในเดียวกัน ระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากของตัวแปรปรุงแต่งทั้ง 2 กลุ่ม มีการปรับเปลี่ยนไปตามอิทธิพลของแสงธรรมชาติได้ กล่าวคือ

1) ในช่วงเช้า9.00น.-10.00น.

แสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารเทียบเครื่องบิน C ได้จากทางด้านตะวันออกมากที่สุด ทำให้ความเปรียบต่างของความส่องสว่างพื้นที่ติดกันอยู่ในระดับ 1:8.2 และอัตราส่วนความเปรียบต่าง ระหว่างความสว่างผนังทึบต่อความสว่างที่มองทะลุผ่านกระจก จะมีอัตราส่วนสูงถึง 1:25 ซึ่งรบกวนการมองในมุมมองรับภาพโดยรอบจุดโฟกัส ส่งผลให้ม่านตาหรี่ลง ลดประสิทธิภาพของการรับรู้ความสว่างของผู้โดยสาร ทำให้ผู้โดยสารเกิดความรู้สึกว่าบรรยากาศมืดทั้งที่ค่าความส่องสว่างสูงกว่ามาตรฐาน CIEและ IESNA ที่กำหนดไว้ที่ 100 และ150 Lux ตามลำดับ

2) ในช่วงบ่าย 14.00น.-15.00น.

แสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารเทียบเครื่องบิน C โดยเปลี่ยนจากทิศตะวันออกเป็นทิศตะวันตกจากด้านตะวันออกเข้าสู่อาคารน้อยลง ทำให้ความเปรียบต่างของความส่องสว่างพื้นที่ติดกันอยู่ในระดับ 1:8.1 และอัตราส่วนความเปรียบต่าง ระหว่างความสว่างผนังทึบต่อความสว่างที่มองทะลุผ่านกระจก จะมีอัตราส่วนสูงถึง 1:25 เช่นเดียวกับช่วงเช้า ซึ่งรบกวนการมองในมุมมองรับภาพโดยรอบจุดโฟกัส ส่งผลให้ม่านตาหรี่ลง ลดประสิทธิภาพของการรับรู้ความสว่างของผู้โดยสาร ทำให้ผู้โดยสารเกิดความรู้สึกว่าบรรยากาศมืด

3) ในช่วงค่ำ 19.00น.-20.00น.

พื้นที่ภายในอาคารเทียบเครื่องบินC ไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ มีเพียงแสงสว่างภายในที่เกิดจากแสงประดิษฐ์เท่านั้น ความเปรียบต่างของความส่องสว่างพื้นที่ติดกันอยู่ในระดับ 1:3.1 และอัตราส่วนความเปรียบต่างระหว่างความสว่างผนังทึบต่อความสว่างที่มองทะลุผ่านกระจก จะมีอัตราส่วนเพียง 1:5 พบว่า แต่ผู้โดยสารกับมีความรู้ว่าบรรยากาศสว่างกว่าในช่วงเช้าและช่วงบ่าย เนื่องจากไม่มีการรบกวนจากแสงธรรมชาติในมุมมองจอรับภาพ

4.3.4 ผลการสำรวจทางสถติที่เกี่ยวกับความรู้สึกและสภาพแสงของพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ชั้น2 ในอาคารเทียบเครื่องบิน DE (CC-DE)

4.3.4.1 ผลจากการสำรวจด้านกายภาพ

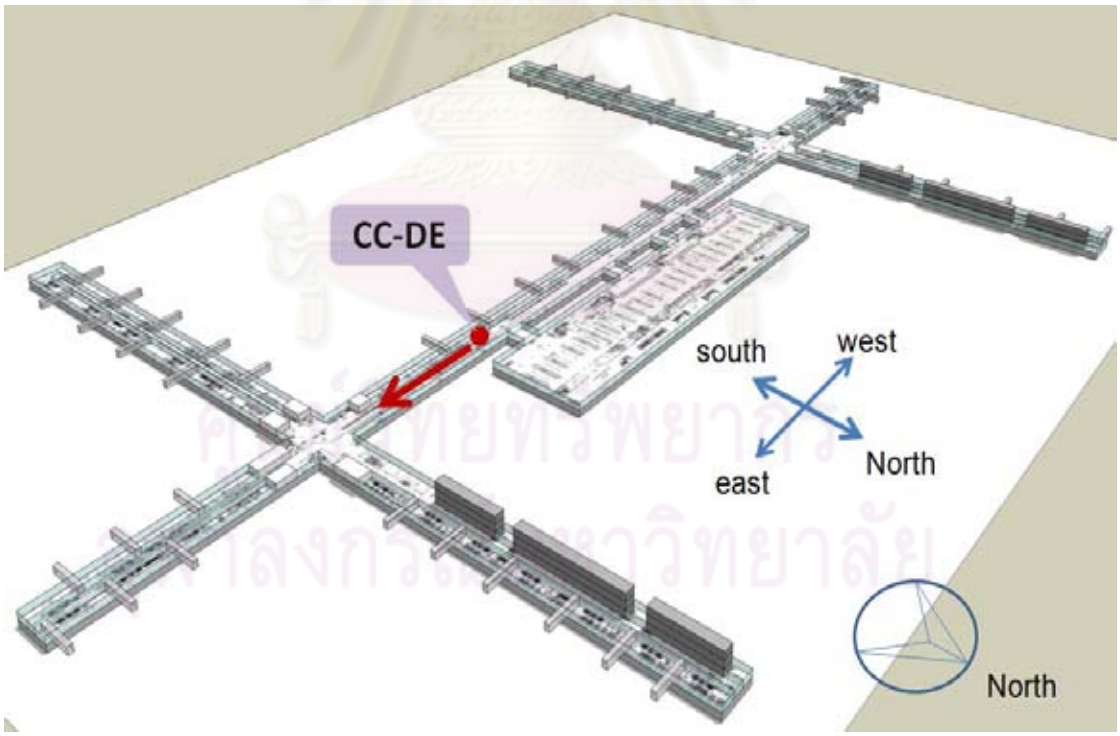
ตำแหน่งอาคาร : ตั้งอยู่ในแนวทิศตะวันออก – ทิศตะวันตก

ทิศทางการเดิน : ผู้โดยสารเดินเข้าสู่จุดตัด จากทิศตะวันตกสู่ทิศตะวันออก

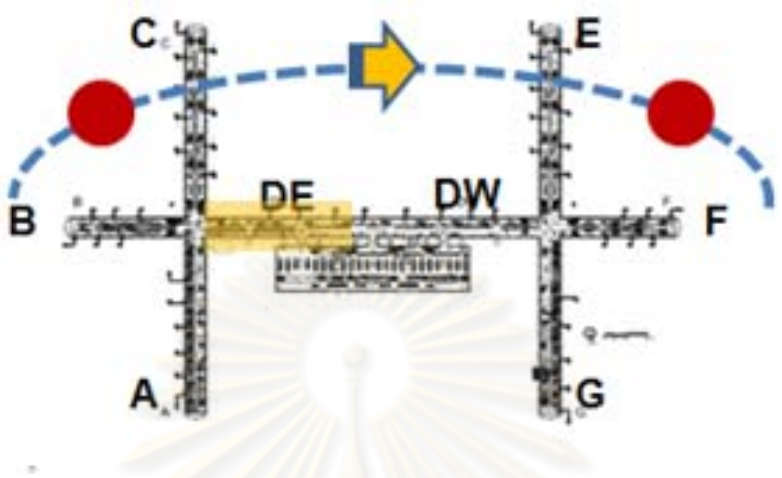
ผู้โดยสารที่ใช้ : เป็นผู้โดยต่างประเทศ

การใช้แสงธรรมชาติ : แสงธรรมชาติจากด้านข้างจะเข้าจากทิศใต้ของอาคาร

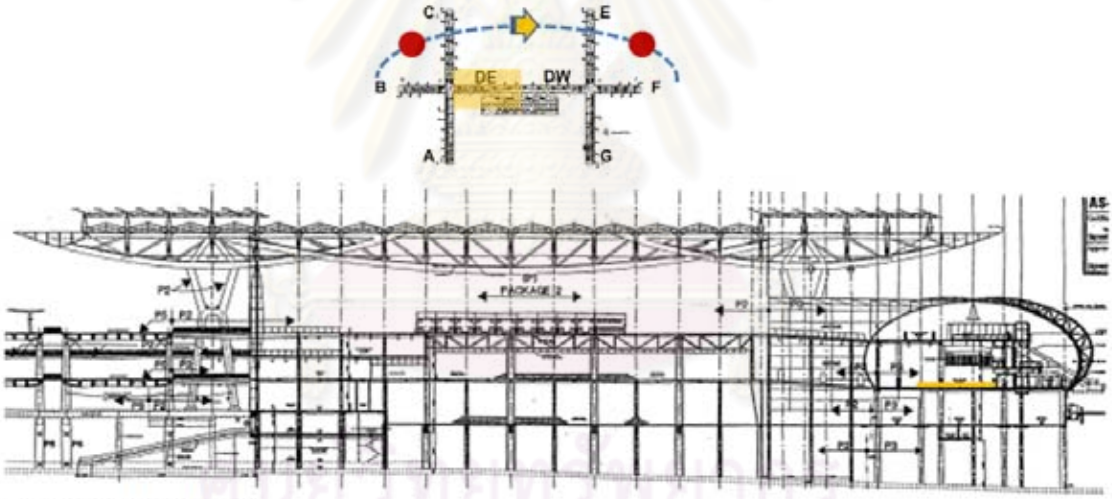
การใช้แสงประดิษฐ์ : โคมไฟที่ใช้ในพื้นที่เป็นชนิด F5 หลอดเมทัลฮาไลท์ 2x150 วัตต์



ภาพที่ 4-25 **แสดงทิศทางการวางตำแหน่งอาคารเทียบเครื่องบิน** DE (CC-DE) **และทิศทางการเคลื่อนที่ของผู้โดยสารที่ตอบแบบสอบถาม**



ภาพที่ 4-26 **แสดงทิศทางของแสงธรรมชาติในอาคารเทียบเครื่องบิน** DE (CC-DE)



Illuminance level (lux)

Area	9.00-10.00		14.00-15.00		19.00-20.00		CIE*	IESNA*
	HOLD ROOM	CORRIDOR	HOLD ROOM	CORRIDOR	HOLD ROOM	CORRIDOR		
Concourse DE (L2)	713	112	710	110	303	109	100	150

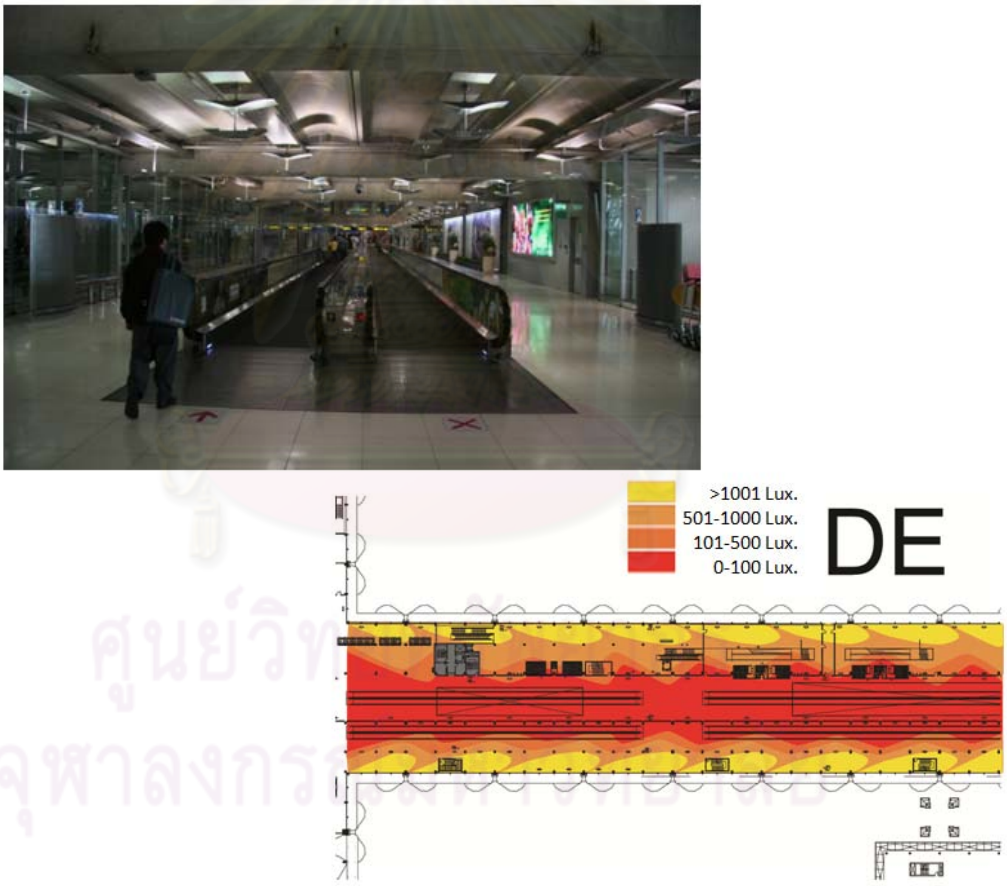
*CIE S008/E-2001 Lighting of Indoor Work Places
*IESNA 9th edition Chapter 23 Transportation Lighting

ภาพที่ 4-27 **แสดงภาพตัดของอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง** (Lux.) **ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน** DE (CC-DE) **ณ. เวลา**9.00 - 10.00 **น.** 14.00 -15.00 **น. และ** 19.00 – 20.00 **น.เปรียบเทียบกับมาตรฐาน** CIE **และ** IESNA

จากการสำรวจด้วยเครื่องมือพบว่า ในอาคารเทียบเครื่องบิน DE (CC-DE) พบว่าปริมาณความส่องสว่างในแต่ละช่วงเวลาเป็นดังนี้มี

1) ช่วงเช้า 9.00น.-10.00น.

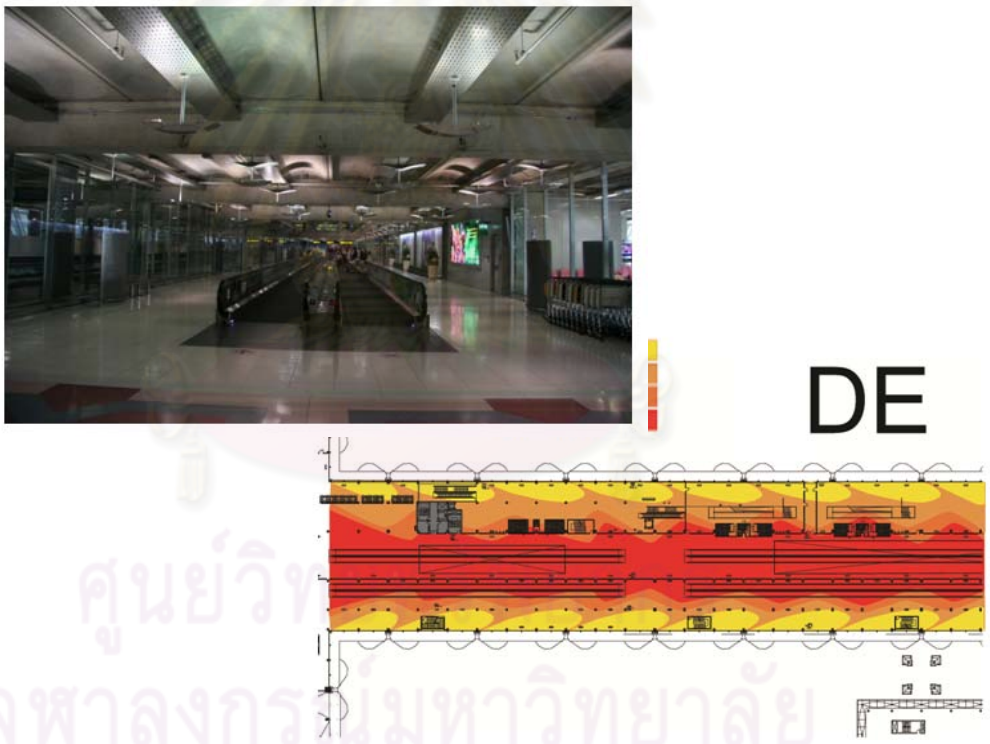
ทำการวัดค่าความส่องสว่างได้ที่ระดับพื้นที่ใช้งาน 112 Lux ค่าความส่องสว่างสูงกว่ามาตรฐาน CIE ที่กำหนดไว้ที่ 100 แต่ต่ำกว่ามาตรฐาน IESNA ที่กำหนดไว้150 Lux ตามลปริมาณแสงธรรมชาติโดยตรง เข้าสู่อาคารได้น้อย จึงส่งผลให้ทำให้ค่าความส่องสว่างเพิ่มขึ้นน้อยกว่าอาคารเทียบเครื่องบินหลังอื่น ซึ่งพื้นที่ข้างเคียง มีค่าความส่องสว่างได้ที่ระดับพื้นที่ใช้งาน 713 Lux โดยคิดเป็นอัตราส่วนความเปรียบต่างของค่าความส่องสว่างระหว่างพื้นที่สำรวจและพื้นที่ข้างเคียงอยู่ที่ 1:6.4



ภาพที่ 4-28 **ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง** (Lux.) **ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน** DE (CC-DE) **ณ. เวลา**9.00 - 10.00 **น.**

2) ช่วงบ่าย 14.00น.-15.00น.

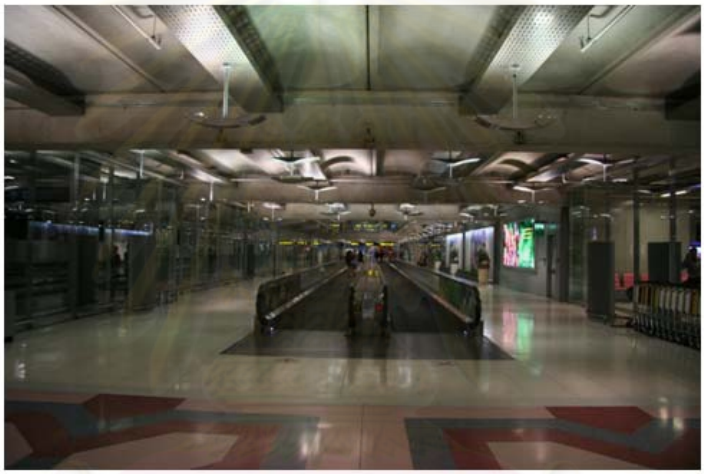
ค่าความส่องสว่างที่ระดับพื้นที่ใช้งาน ณ.จุดที่ทำการสำรวจระดับความรู้สึกสว่างมีค่าเท่ากับ 110 Lux ซึ่งยังคงสูงกว่ามาตรฐานของ CIE ที่กำหนดค่าความส่องสว่างสำหรับพื้นที่ทางเดินอยู่ที่ 100 Lux แต่ต่ำกว่ามาตรฐานของ IESNA ที่กำหนดค่าความส่องสว่างสำหรับพื้นที่ทางเดินอยู่ที่ 150 Lux ค่าความส่องสว่างที่วัดได้ในช่วงบ่ายมีค่าลดลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับช่วงเช้า แสงธรรมชาติโดยตรงไม่สามารถเข้าสู่ภายในอาคารได้ จึงมีเพียงแสงสะท้อนของแสงธรรมชาติเท่านั้นที่เข้าสู่อาคาร ในขณะเดียวกันพื้นที่รอบข้าง (hold room) มีค่าความส่องสว่างได้ที่ระดับพื้นที่ใช้งานอยู่ที่ 710 Lux เมื่อคิดเป็นอัตราส่วนความเปรียบต่างของค่าความส่องสว่างระหว่างพื้นที่สำรวจและพื้นที่รอบข้าง (hold room) จะอยู่ที่ระดับ 1:6.45

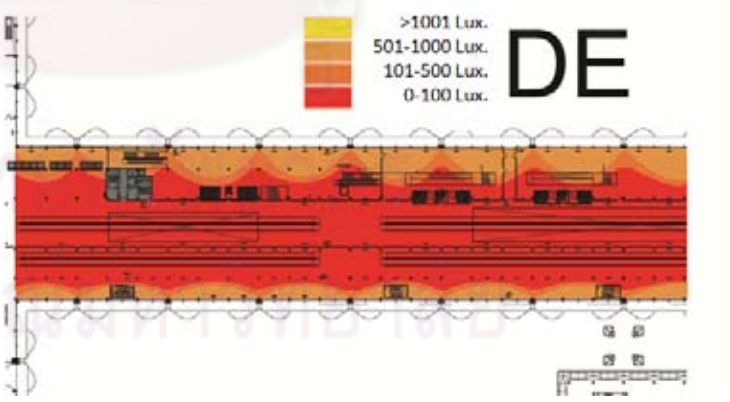


ภาพที่ 4-29 **ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง** (Lux.) **ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน** DE (CC-DE) **ณ. เวลา** 14.00 - 15.00 **น.**

3) ช่วงค่ำ 19.00น.-20.00น.

ค่าความส่องสว่างที่ระดับพื้นที่ใช้งาน ณ.จุดที่ทำการสำรวจระดับความรู้สึกสว่างมีค่าเท่ากับ 109 Lux. ซึ่งค่าความส่องสว่างจะสูงกว่ามาตรฐาน CIE ที่กำหนดไว้ที่ 100 Lux. แต่ต่ำกว่าค่าความส่องสว่างมาตราฐานของ IESNA ที่กำหนดไว้ 150 Lux. เนื่องจากในช่วงกลางคืนภายในอาคารไม่รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ ค่าความส่องสว่างที่วัดได้ภายในอาคารเกิดจากแสงประดิษฐ์เท่านั้น นอกจากนี้พื้นที่รอบข้าง (hold room) มีค่าความส่องสว่างได้ที่ระดับพื้นที่ใช้งานลดลงเหลือเพียง 303 Lux.ส่งผลต่ออัตราส่วนความเปรียบต่างของค่าความส่องสว่างระหว่างพื้นที่ ณ.จุดสำรวจและพื้นที่ข้างเคียงลดลงเหลืออยู่ที่ระดับ 1:2.78





ภาพที่ 4-30 **ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง** (Lux.)**ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน** DE (CC-DE) **ณ. เวลา** 19.00 - 20.00 **น.**

ตารางที่ 4-25 แสดงการเปรียบเทียบ ความเปรียบต่าง (Contrast Ratio) แต่ละช่วงเวลาในอาคารเทียบเครื่องบิน A (CC-DE)

อัตราส่วนความเปรียบต่างContrast ratio	9.00-10.00 น.	14.00-15.00 น.	19.00-20.00 น.
ความส่องสว่างพื้นที่ใช้งาน : พื้นที่ข้างเคียง	1:6.4	1:6.45	1:2.28
ความเปรียบต่างของความสว่างในบริเวณพื้นที่ Foveal vision	1:5	1:5	1:6
ความเปรียบต่างของความสว่างในบริเวณพื้นที่ Peripheral vision	1:20	1:17	1:5
ค่าความรู้สึกสว่าง	2.13	2.23	2.43

4.3.4.2 ผลการสำรวจระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถามทางสถิติ

ตารางที่ 4-26 การเปรียบเทียบระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ในอาคารเทียบเครื่องบินชั้น 2 สนามบินสุวรรณภูมิของทั้ง 3 ช่วงเวลา ในอาคารเทียบเครื่องบิน DE

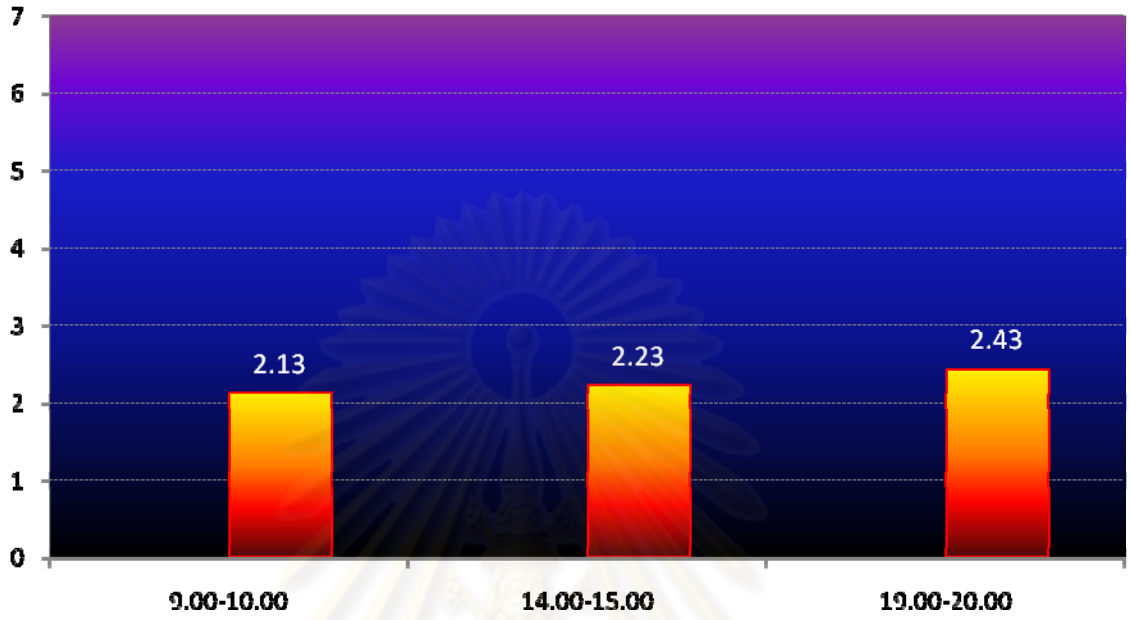
Variable	Time			F	Sig.
	10.00-11.00 AM	2.00-3.00 PM	19.00-20.00 PM		
Pre-exposure	2.83	3.00	3.13	7.72	0.001
Distance	3.20	3.17	3.23	0.18	0.838
Foveal vision	4.47	4.33	4.23	1.83	0.166
Peripheral vision	4.50	4.20	3.73	21.44	0.000
Lighting system	3.77	3.83	3.90	0.81	0.446
Visual glare	4.10	4.13	3.90	2.80	0.067
Color Rendition & Other	3.87	4.10	4.30	8.49	0.000
Adaptation	4.30	4.20	3.80	7.05	0.001
Over all	**3.90**	**4.07**	**4.23**	**3.31**	**0.041**

จากตารางที่ 4-26 ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ในอาคารเทียบเครื่องบินชั้น 2 สนามบินสุวรรณภูมิของ ใน3 ช่วงเวลา ในอาคารในอาคารเทียบเครื่องบิน DE ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งสภาพการมองเห็นสถาปัตยกรรม ในเรื่อง Pre-exposure, Distance, Foveal vision, Peripheral vision, Lighting systems, Visual glare, Color Rendition & Other, Adaptation and Overall ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) พบว่าทุกตัวแปรของอาคารเทียบเครื่องบิน DE มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1) ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารภายในพื้นที่ขาเข้าของอาคารเทียบเครื่องบิน DE

จากการสำรวจทางสถิติพบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้โดยสารที่ตอบแบบสอบถามในอาคารเทียบเครื่องบิน DE ในช่วงกลางคืนจะรู้สึกสว่างกว่าในช่วงกลางวัน เมื่อเปรียบเทียบกับการสำรวจด้วยการวัดค่าแสง พบว่าในช่วงกลางคืน พื้นที่ภายในอาคารไม่รับอิทธิพลของแสงธรรมชาติ ส่งผลให้ค่าความเปรียบต่างของความส่องสว่างและค่าความเปรียบต่างของความสว่างในมุมมองจอรับภาพของผู้ตอบแบบสอบถามเปลี่ยนไป (ตามตารางที่4-25) ส่งผลให้ค่าความรู้สึกสว่างในช่วงกลางคืนเท่ากับ 2.43 สูงกว่าค่าความรู้สึกสว่างในช่วงเช้า และช่วงบ่ายซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.13 และ 2.23 ตามลำดับ (ตามแผนภูมิที่ 4-20) นอกจากนี้จากการสำรวจทางสถิติยังพบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้โดยสารที่ตอบแบบสอบถามในอาคารเทียบเครื่องบิน DE ทั้ง 3 ช่วงเวลา จะมีช่วงความแตกต่างของความรู้สึกสว่าง ที่แตกต่างกันไม่มากนัก เมื่อเทียบกับอาคารอื่นในช่วงกลางคืน อาคารเทียบเครื่องบิน DE ผู้โดยสารจะให้ค่าความรู้สึกสว่างต่ำที่สุด จากการตรวจสอบกับข้อมูลทางกายภาพ พบว่าอาคารเทียบเครื่องบิน DE มีลักษณะทางกายภาพเหมือนอาคารเทียบเครื่องบิน DW แต่อาคารเทียบเครื่องบิน DE กลับมีค่าความรู้สึกสว่างในช่วงกลางคืนน้อยกว่าอาคารเทียบเครื่องบินDW เนื่องจากผู้โดยสารจะเข้าสู่อาคารเทียบเครื่องบิน DW จะต้องผ่านพื้นที่อาคารเครื่องบิน DE ซึ่งสภาพแสงใกล้เคียงกัน ทำให้ดวงตามีความคุ้นเคยกับสภาพแสง แต่ในขณะที่ผู้โดยสารที่จะเดินเข้าสู่อาคารเทียบเครื่องบิน DE จะต้องเดินผ่านพื้นที่ ชั้น 4 อาคารผู้โดยสารที่มีปริมาณความส่องสว่างมากกว่าพื้นที่ในอาคารเทียบเครื่องบิน DE ทำให้ดวงตาต้องมีการปรับม่านตา จึงส่งผลให้การรับรู้ความสว่างลดลง

แผนภูมิที่ 4-20 แสดงระดับความรู้สว่างของผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน DE



2) อิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งที่มีต่อความรู้สึกสว่าง

จากการวิจัยด้วยแบบสอบถามความรู้สึกสว่าง ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งทั้ง 8 ตัวแปร พบว่าสามารถแบ่งตัวแปรออกได้เป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกมืด และกลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกสว่าง ตามตารางที่ 4-27 และตารางที่ 4-28

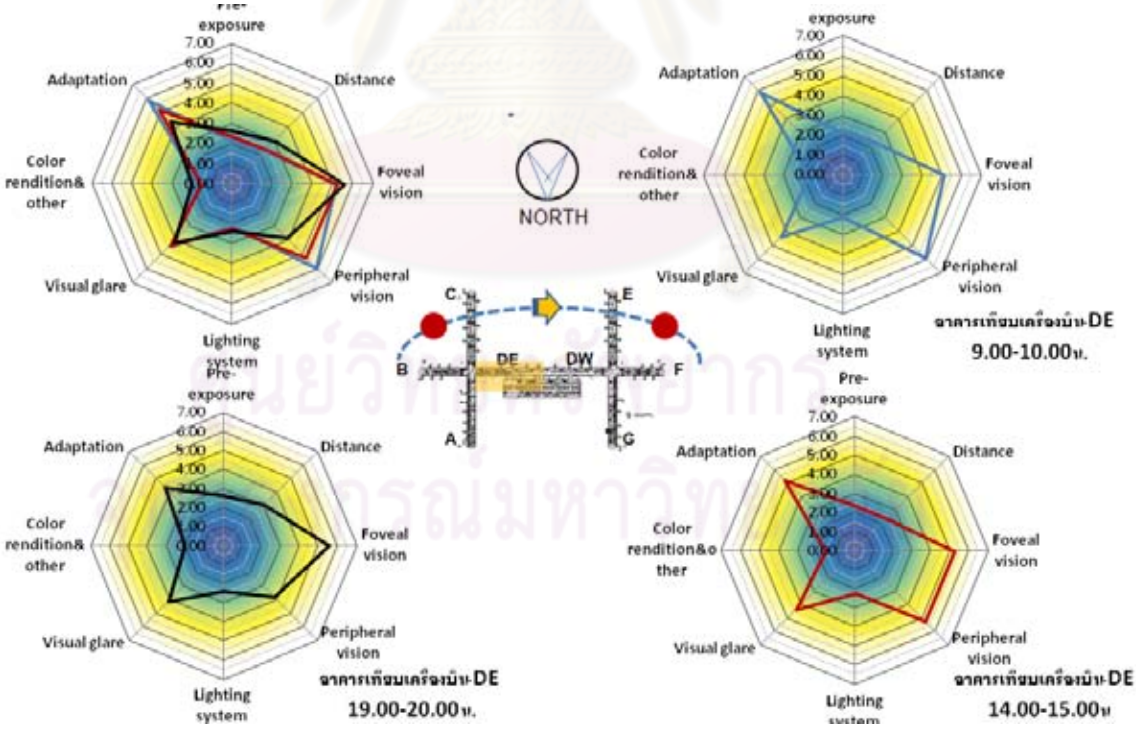
ตารางที่ 4-27 ตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกมืด

ตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็น	9.00-10.00 น.	14.00-15.00 น.	19.00-20.00 น.
Pre-exposure	2.13	2.33	2.67
Distance	2.33	2.40	3.03
Lighting System	2.10	2.23	2.37
Color Rendition & Other	1.70	1.57	2

ตารางที่ 4-28 ตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกสว่าง

ตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็น	9.00-10.00 น.	14.00-15.00 น.	19.00-20.00 น.
Foveal Vision	5.13	5.20	3.83
Peripheral Vision	5.90	5.20	3.83
Visual Glare	4.37	4.33	4.10
Adaptation	5.90	5.20	4.37

จากการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกมืด จะมีการปรับค่าที่สูงขึ้นในช่วงเวลาซึ่งพื้นที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ ยกเว้น Color Rendition & Other จะมีค่าคงเดิม และกลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกสว่าง จะมีการปรับค่าที่สูงขึ้นในช่วงเวลาซึ่งพื้นที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ



แผนภูมิที่ 4-21 แสดงอิทธิพลจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีความรู้สว่างของผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน DE

4.3.4.3 การเปรียบเทียบการสำรวจทางกายภาพและผลการสำรวจระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถามทางสถิติ

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลจากแบบสอบถามและข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยสภาพแสงทางกายภาพด้วยเครื่องมือ พบว่าในสภาพการใช้แสงประดิษฐ์ที่เท่ากัน ในทุกช่วงเวลา ด้วยองค์ประกอบสถาปัตยกรรมภายในเดียวกัน ระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากของตัวแปรปรุงแต่งทั้ง 2 กลุ่ม มีการปรับเปลี่ยนไปตามอิทธิพลของแสงธรรมชาติได้ กล่าวคือ

1) ในช่วงเช้า9.00น.-10.00น.

แสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารเทียบเครื่องบิน DE ในลักษณะแสงตรงไม่สามารถเข้าสู่อาคารได้ มีเพียงแสงสะท้อนเท่านั้น ทำให้ความเปรียบต่างของความส่องสว่างพื้นที่ติดกันอยู่ในระดับต่ำเพียง 1:6.4 และ แต่ยังคงมีการรบกวนการมองของดวงตา จากอัตราส่วนความเปรียบต่างระหว่างความสว่างผนังทึบต่อความสว่างที่มองทะลุผ่านกระจก จะมีอัตราส่วนสูงถึง 1:20 ซึ่งรบกวนการมองในมุมมองรับภาพโดยรอบจุดโฟกัส ส่งผลให้ม่านตาหรี่ลง ลดประสิทธิภาพของการรับรู้ความสว่างของผู้โดยสาร ทำให้ผู้โดยสารเกิดความรู้สึกว่าบรรยากาศมืดทั้งที่ค่าความส่องสว่างสูงกว่ามาตรฐาน CIEและ IESNA ที่กำหนดไว้ที่ 100 และ150 Lux ตามลำดับ

2) ในช่วงบ่าย 14.00น.-15.00น.

แสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารเทียบเครื่องบิน DE ในช่วงบ่ายมีลักษณะคล้ายช่วงเช้า ทำให้ความเปรียบต่างของความส่องสว่างพื้นที่ติดกันอยู่ในระดับต่ำเพียง 1:6.45 และอัตราส่วนความเปรียบต่าง ระหว่างความสว่างผนังทึบต่อความสว่างที่มองทะลุผ่านกระจก ยังมีอัตราส่วนสูงถึง 1:18 ซึ่งรบกวนการมองในมุมมองรับภาพโดยรอบจุดโฟกัส ส่งผลให้ม่านตาหรี่ลง ลดประสิทธิภาพของการรับรู้ความสว่างของผู้โดยสาร ทำให้ผู้โดยสารเกิดความรู้สึกว่าบรรยากาศมืด

3) ในช่วงค่ำ 19.00น.-20.00น.

พื้นที่ภายในอาคารเทียบเครื่องบินDE ไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ มีเพียงแสงสว่างภายในที่เกิดจากแสงประดิษฐ์เท่านั้น ความเปรียบต่างของความส่องสว่างพื้นที่ติดกันอยู่ในระดับ 1:2.28 และอัตราส่วนความเปรียบต่าง ระหว่างความสว่างผนังทึบต่อความสว่างที่มองทะลุผ่านกระจก จะมีอัตราส่วนลดลงเหลือเพียง 1:5 พบว่า ทำให้ผู้โดยสารกับมีความรู้สึกว่าช่วงกลางคืนมีบรรยากาศสว่างกว่าในช่วงเช้าและช่วงบ่าย เนื่องจากไม่มีการรบกวนจากแสงธรรมชาติในมุมมองจอรับภาพ

4.3.5 ผลการสำรวจทางสถิติที่เกี่ยวกับความรู้สึกและสภาพแสงของพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ชั้น2 ในอาคารเทียบเครื่องบิน DW (CC-DW)

4.3.5.1 ผลจากการสำรวจด้านกายภาพ

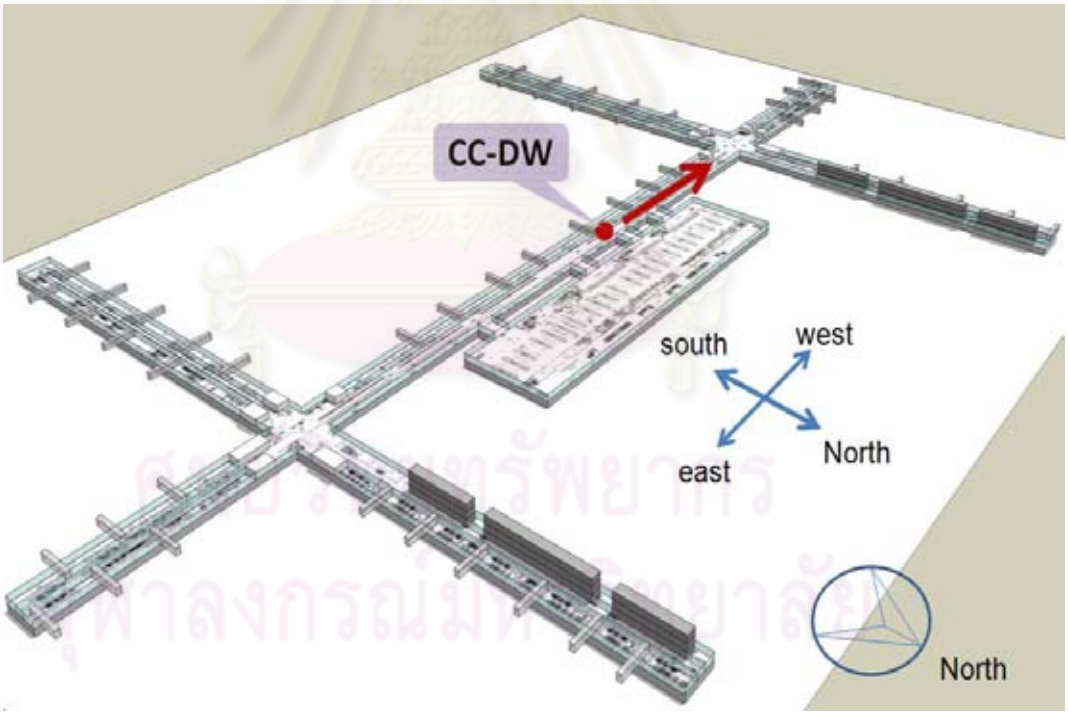
ตำแหน่งอาคาร : ตั้งอยู่ในแนวทิศตะวะนออก – ทิศตะวันตก

ทิศทางการเดิน : ผู้โดยสารเดินเข้าสู่จุดตัด จากทิศตะวันออกสู่ทิศตะวันตก

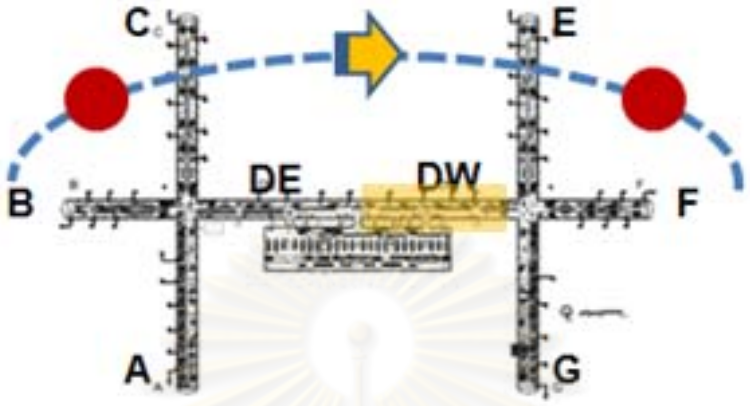
ผู้โดยสารที่ใช้ : เป็นผู้โดยสารต่างประเทศ

การใช้แสงธรรมชาติ : แสงธรรมชาติจากด้านข้างจะเข้าจากทิศใต้ของอาคาร

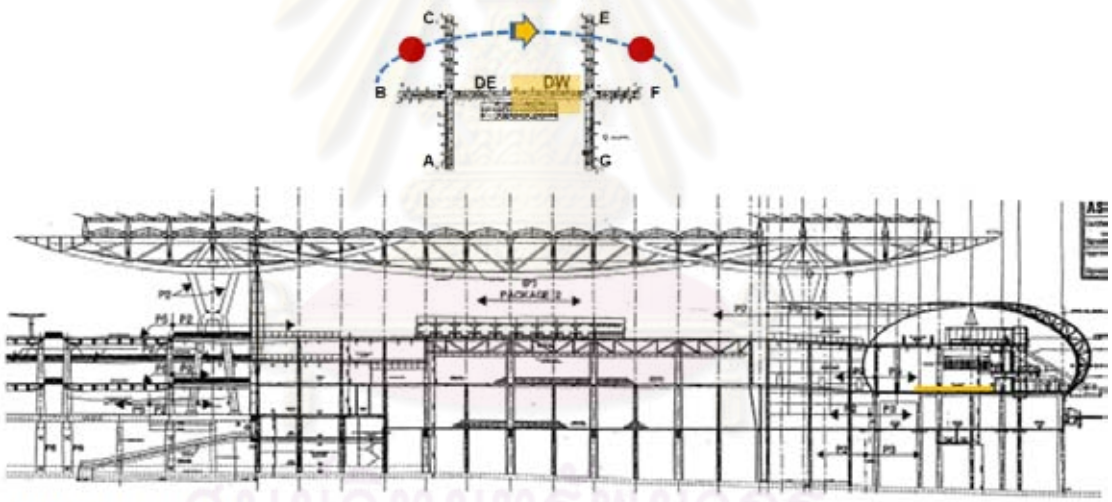
การใช้แสงประดิษฐ์ : โคมไฟที่ใช้ในพื้นที่เป็นชนิด F5 หลอดเมทัลฮาไลท์ 2x150 วัตต์



ภาพที่ 4-31 แสดงทิศทางการวางตำแหน่งอาคารเทียบเครื่องบิน DW (CC-DW) และทิศทางการเคลื่อนที่ของผู้โดยสารที่ตอบแบบสอบถาม



ภาพที่ 4-32 แสดงทิศทางของแสงธรรมชาติในอาคารเทียบเครื่องบิน DW (CC-DW)



Illuminance level (lux)

Area	9.00-10.00		14.00-15.00		19.00-20.00		CIE*	IESNA*
	HOLD ROOM	CORRIDOR	HOLD ROOM	CORRIDOR	HOLD ROOM	CORRIDOR		
Concourse DW(L2)	731	130	723	133	298	120	100	150

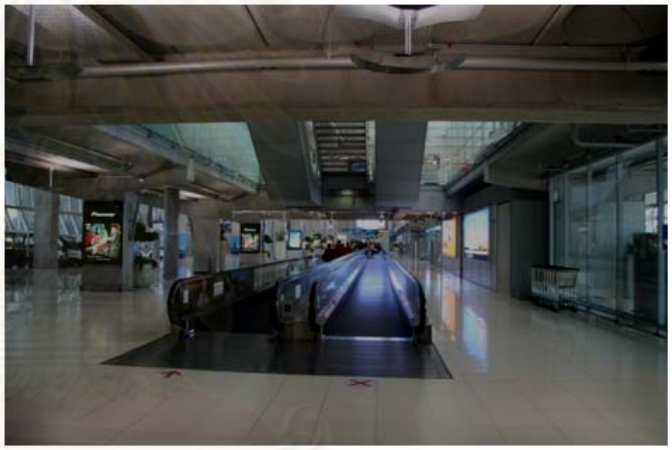
*CIE S008/E-2001 Lighting of Indoor Work Places
*IESNA 9th edition Chapter 23 Transportation Lighting

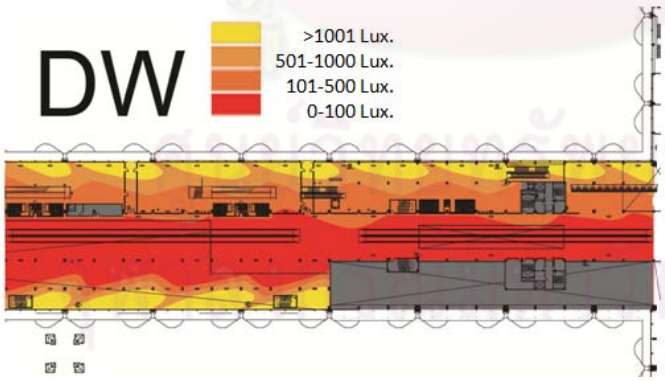
ภาพที่ 4-33 แสดงภาพตัดของอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.)**ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน** DW (CC-DW) **ณ. เวลา**9.00 - 10.00 **น.,** 14.00 -15.00 **น. และ** 19.00 – 20.00 **น.เปรียบเทียบกับมาตรฐาน** CIE **และ** IESNA

จากการสำรวจด้วยเครื่องมือพบว่า ในอาคารเทียบเครื่องบิน DW (CC-DW) พบว่าปริมาณความส่องสว่างในแต่ละช่วงเวลาเป็นดังนี้มี

1) ช่วงเช้า 9.00น.-10.00น.

ทำการวัดค่าความส่องสว่างได้ที่ระดับพื้นที่ใช้งาน 130 Lux ค่าความส่องสว่างสูงกว่ามาตรฐาน CIE ที่กำหนดไว้ที่ 100 แต่ต่ำกว่ามาตรฐาน IESNA ที่กำหนดไว้150 Lux ปริมาณแสงธรรมชาติโดยตรง เข้าสู่อาคารได้น้อย จึงส่งผลให้ทำให้ค่าความส่องสว่างเพิ่มขึ้นน้อยกว่าอาคารเทียบเครื่องบินหลังอื่น ซึ่งพื้นที่ข้างเคียง มีค่าความส่องสว่างได้ที่ระดับพื้นที่ใช้งาน 731 Lux โดยคิดเป็นอัตราส่วนความเปรียบต่างของค่าความส่องสว่างระหว่างพื้นที่สำรวจและพื้นที่ข้างเคียงอยู่ที่ 1:5.6

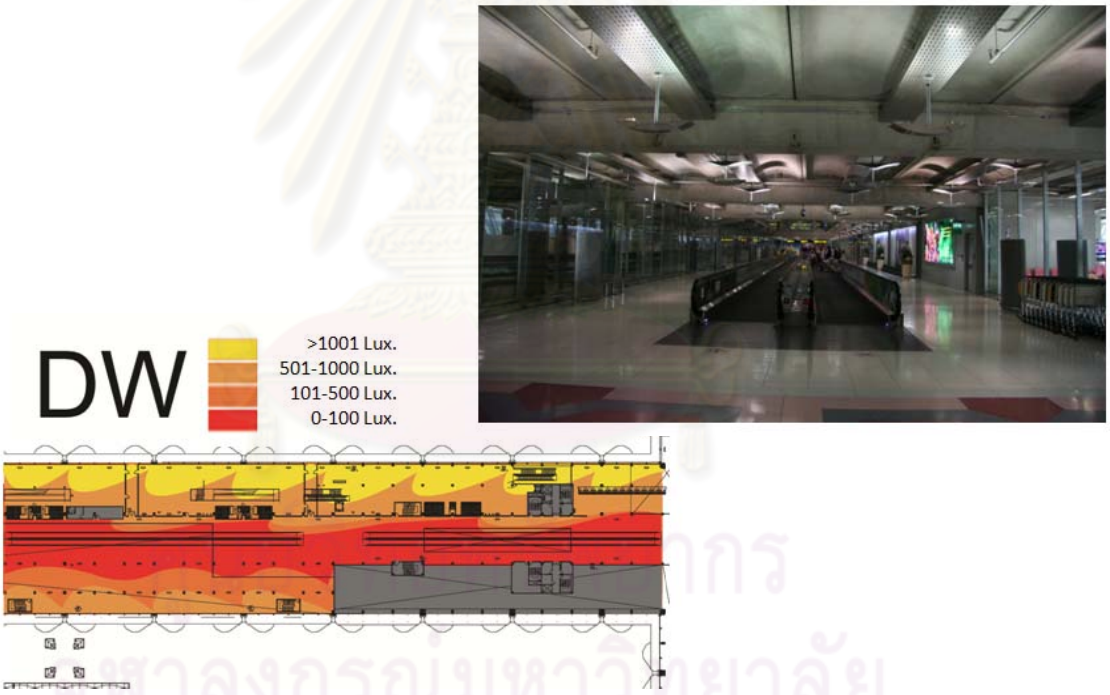




ภาพที่ 4-34 **ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง** (Lux.)**ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน** DW (CC-DW) **ณ. เวลา**9.00 - 10.00 **น.**

2) ช่วงบ่าย 14.00น.-15.00น.

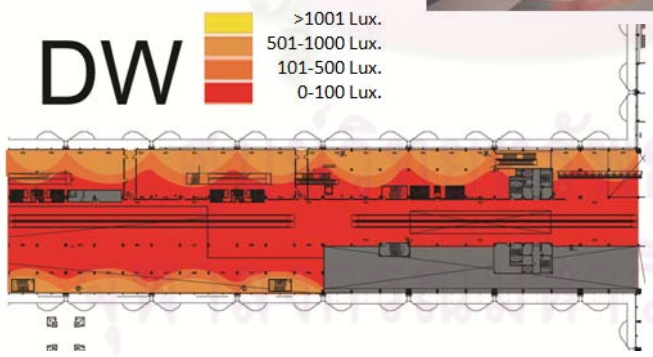
ค่าความส่องสว่างที่ระดับพื้นที่ใช้งาน ณ.จุดที่ทำการสำรวจระดับความรู้สึกสว่างมีค่าเท่ากับ 133 Lux ซึ่งยังคงสูงกว่ามาตรฐานของ CIE ที่กำหนดค่าความส่องสว่างสำหรับพื้นที่ทางเดินอยู่ที่ 100 Lux แต่ต่ำกว่ามาตรฐานของ IESNA ที่กำหนดค่าความส่องสว่างสำหรับพื้นที่ทางเดินอยู่ที่ 150 Lux ค่าความส่องสว่างที่วัดได้ในช่วงบ่ายมีค่าเพิ่มเล็กน้อยเมื่อเทียบกับช่วงเช้า แสงธรรมชาติโดยตรงไม่สามารถเข้าสู่ภายในอาคารได้ จึงมีเพียงแสงสะท้อนของแสงธรรมชาติเท่านั้นที่เข้าสู่อาคาร ในขณะเดียวกันพื้นที่รอบข้าง (hold room) มีค่าความส่องสว่างได้ที่ระดับพื้นที่ใช้งานอยู่ที่ 723 Lux เมื่อคิดเป็นอัตราส่วนความเปรียบต่างของค่าความส่องสว่างระหว่างพื้นที่สำรวจและพื้นที่รอบข้าง (hold room) จะอยู่ที่ระดับ 1:5.43



ภาพที่ 4-35 **ภาพถ่ายภายในอาคารและปริมาณความส่องสว่าง** (Lux.) **ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน** DW (CC-DW) **ณ. เวลา** 14.00 - 15.00 **น.**

3) ช่วงค่ำ 19.00น.-20.00น.

ค่าความส่องสว่างที่ระดับพื้นที่ใช้งาน ณ.จุดที่ทำการสำรวจระดับความรู้สึกสว่างมีค่าเท่ากับ 120 Lux. ซึ่งค่าความส่องสว่างจะสูงกว่ามาตรฐาน CIE ที่กำหนดไว้ที่ 100 Lux. แต่ต่ำกว่าค่าความส่องสว่างมาตราฐานของ IESNA ที่กำหนดไว้ 150 Lux. เนื่องจากในช่วงกลางคืนภายในอาคารไม่รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ ค่าความส่องสว่างที่วัดได้ภายในอาคารเกิดจากแสงประดิษฐ์เท่านั้น นอกจากนี้พื้นที่รอบข้าง (hold room) มีค่าความส่องสว่างได้ที่ระดับพื้นที่ใช้งานลดลงเหลือเพียง 298 Lux.ส่งผลต่ออัตราส่วนความเปรียบต่างของค่าความส่องสว่างระหว่างพื้นที่ ณ.จุดสำรวจและพื้นที่ข้างเคียงลดลงเหลืออยู่ที่ระดับ 1:2.48



ภาพที่ 4-36 **ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง** (Lux.)**ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน** DW (CC-DW) **ณ. เวลา** 19.00 - 20.00 **น.**

ตารางที่ 4-29 แสดงการเปรียบเทียบ ความเปรียบต่าง (Contrast Ratio) แต่ละช่วงเวลาในอาคารเทียบเครื่องบิน DW (CC-DW)

อัตราส่วนความเปรียบต่างContrast ratio	9.00-10.00 น.	14.00-15.00 น.	19.00-20.00 น.
ความส่องสว่างพื้นที่ใช้งาน : พื้นที่ข้างเคียง	1:5.6	1:5.43	1:2.48
ความเปรียบต่างของความสว่างในบริเวณพื้นที่ Foveal vision	1:5	1:5	1:5
ความเปรียบต่างของความสว่างในบริเวณพื้นที่ Peripheral vision	1:12	1:12	1:5
ค่าความรู้สึกสว่าง	2.93	2.83	3.23

4.3.5.2 ผลการสำรวจระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถามทางสถิติ

ตารางที่ 4-30 การเปรียบเทียบระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ในอาคารเทียบเครื่องบินชั้น 2 สนามบินสุวรรณภูมิของทั้ง 3 ช่วงเวลา ในอาคารเทียบเครื่องบิน DW

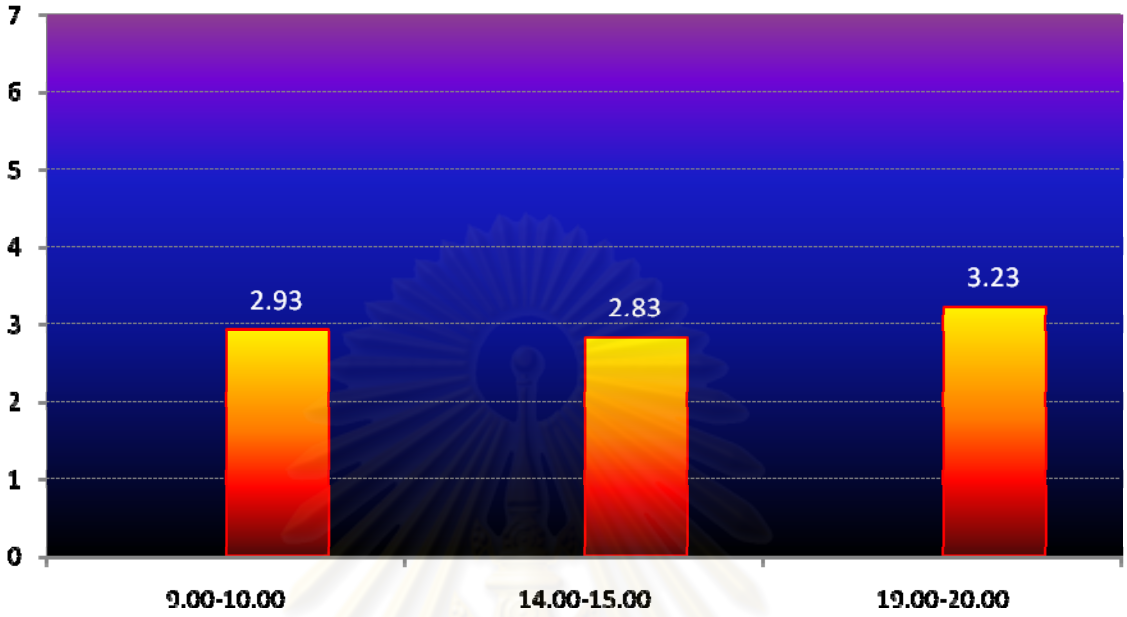
Variable	Time			F	Sig.
	10.00-11.00 AM	2.00-3.00 PM	19.00-20.00 PM		
Pre-exposure	3.00	2.93	3.20	3.016	0.054
Distance	3.50	3.67	3.80	3.109	0.050
Foveal vision	3.77	3.77	3.90	1.151	0.321
Peripheral vision	4.93	5.10	3.67	93.058	0.000
Lighting system	3.00	2.87	3.33	7.490	0.001
Visual glare	4.13	4.20	3.87	5.913	0.004
Color Rendition & Other	1.80	1.80	2.00	1.776	0.175
Adaptation	4.50	4.13	4.03	11.309	0.000
Over all	**2.93**	**2.83**	**3.23**	**6.500**	**0.002**

จากตารางที่ 4-30 ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ในอาคารเทียบเครื่องบินชั้น 2 สนามบินสุวรรณภูมิของ ใน3 ช่วงเวลา ในอาคารในอาคารเทียบเครื่องบิน DW ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งสภาพการมองเห็นสถาปัตยกรรม ในเรื่อง Pre-exposure, Distance, Foveal vision, Peripheral vision, Lighting systems, Visual glare, Color Rendition & Other, Adaptation and Overall ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) พบว่า4 ตัวแปรของอาคารเทียบเครื่องบิน DW ประกอบด้วย Peripheral vision, Lighting systems, Visual glare, Color Rendition & Other and Overall มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ยกเว้นในเรื่อง Pre-exposure Distance Foveal vision และ Color Rendition & Other โดยผลการวิจัยเป็นดังนี้

1) ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารภายในพื้นที่ขาเข้าของอาคารเทียบเครื่องบิน DW

จากการสำรวจทางสถิติพบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้โดยสารที่ตอบแบบสอบถามในอาคารเทียบเครื่องบิน DW ในช่วงกลางคืนจะรู้สึกสว่างกว่าในช่วงกลางวัน เมื่อเปรียบเทียบกับการสำรวจด้วยการวัดค่าแสง พบว่าในช่วงกลางคืน พื้นที่ภายในอาคารไม่รับอิทธิพลของแสงธรรมชาติ ส่งผลให้ค่าความเปรียบต่างของความส่องสว่างและค่าความเปรียบต่างของความสว่างในมุมมองจอรับภาพของผู้ตอบแบบสอบถามเปลี่ยนไป (ตามตารางที่4-29) ส่งผลให้ค่าความรู้สึกสว่างในช่วงกลางคืนเท่ากับ 3.23 สูงกว่าค่าความรู้สึกสว่างในช่วงเช้า และช่วงบ่ายซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.93 และ 2.83 ตามลำดับ (ตามแผนภูมิที่ 4-22) นอกจากนี้จากการสำรวจทางสถิติยังพบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้โดยสารที่ตอบแบบสอบถามในอาคารเทียบเครื่องบิน DE ทั้ง 3 ช่วงเวลา จะมีช่วงความแตกต่างของความรู้สึกสว่าง ที่แตกต่างกันไม่มากนัก เมื่อเทียบกับอาคารอื่นในช่วงกลางคืน อาคารเทียบเครื่องบิน DE ผู้โดยสารจะให้ค่าความรู้สึกสว่างสูงที่สุด จากการตรวจสอบกับข้อมูลทางกายภาพ พบว่าอาคารเทียบเครื่องบิน DW มีลักษณะทางกายภาพเหมือนอาคารเทียบเครื่องบิน DE แต่อาคารเทียบเครื่องบิน DE กลับมีค่าความรู้สึกสว่างในช่วงกลางคืนน้อยกว่าอาคารเทียบเครื่องบินDW เนื่องจากผู้โดยสารจะเข้าสู่อาคารเทียบเครื่องบิน DW จะต้องผ่านพื้นที่อาคารเครื่องบิน DE ซึ่งสภาพแสงใกล้เคียงกัน ทำให้ดวงตามีความคุ้นเคยกับสภาพแสง

แผนภูมิที่ 4-22 แสดงระดับความรู้สว่างของผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน DW



2) อิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งที่มีต่อความรู้สึกสว่าง

จากการวิจัยด้วยแบบสอบถามความรู้สึกสว่าง ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งทั้ง 8 ตัวแปร พบว่าสามารถแบ่งตัวแปรออกได้เป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกมืด และกลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกสว่าง ตามตารางที่ 4-31 และตารางที่ 4-32

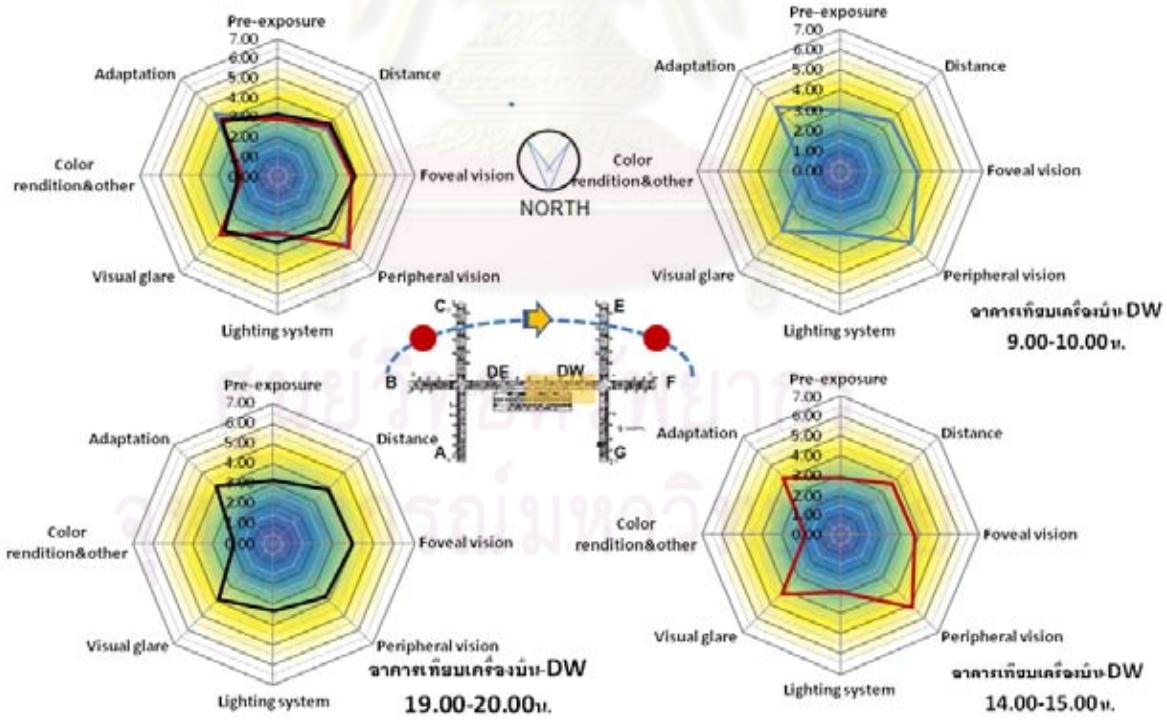
ตารางที่ 4-31 ตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกมืด

ตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็น	9.00-10.00 น.	14.00-15.00 น.	19.00-20.00 น.
Pre-explore	3.00	2.93	3.20
Distance	3.50	3.67	3.80
Lighting System	3.00	2.87	3.33
Color Rendition & Other	1.80	1.80	2.00

ตารางที่ 4-32 ตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกสว่าง

ตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็น	9.00-10.00 น.	14.00-15.00 น.	19.00-20.00 น.
Foveal Vision	3.77	3.77	3.90
Peripheral Vision	4.93	5.10	3.67
Visual Glare	4.13	4.20	3.87
Adaptation	4.50	4.13	4.03

จากการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกมืด จะมีการปรับค่าที่สูงขึ้นในช่วงเวลาซึ่งพื้นที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ ยกเว้น Color rendition & other จะมีค่าคงเดิม และกลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกสว่าง จะมีการปรับค่าที่สูงขึ้นในช่วงเวลาซึ่งพื้นที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ



แผนภูมิที่ 4-23 แสดงอิทธิพลจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีความรู้สว่างของผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน DW

4.3.5.3 การเปรียบเทียบการสำรวจทางกายภาพและผลการสำรวจระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถามทางสถิติ

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลจากแบบสอบถามและข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยสภาพแสงทางกายภาพด้วยเครื่องมือ พบว่าในสภาพการใช้แสงประดิษฐ์ที่เท่ากัน ในทุกช่วงเวลา ด้วยองค์ประกอบสถาปัตยกรรมภายในเดียวกัน ระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากของตัวแปรปรุงแต่งทั้ง 2 กลุ่ม มีการปรับเปลี่ยนไปตามอิทธิพลของแสงธรรมชาติได้ กล่าวคือ

1) ในช่วงเช้า9.00น.-10.00น.

แสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารเทียบเครื่องบิน DW ในลักษณะแสงตรงไม่สามารถเข้าสู่อาคารได้ มีเพียงแสงสะท้อนเท่านั้น ทำให้ความเปรียบต่างของความส่องสว่างพื้นที่ติดกันอยู่ในระดับต่ำเพียง 1:5.62 และ แต่ยังคงมีการรบกวนการมองของดวงตา จากอัตราส่วนความเปรียบต่างระหว่างความสว่างผนังทึบต่อความสว่างที่มองทะลุผ่านกระจก จะมีอัตราส่วนเพียง 1:12 ซึ่งรบกวนการมองในมุมมองรับภาพโดยรอบจุดโฟกัสน้อยกว่าอาคารอื่น แต่ยังคงส่งผลให้ม่านตาหรี่ลง ลดประสิทธิภาพของการรับรู้ความสว่างของผู้โดยสาร ทำให้ผู้โดยสารเกิดความรู้สึกว่าบรรยากาศมืดทั้งที่ค่าความส่องสว่างสูงกว่ามาตรฐาน CIEและ IESNA ที่กำหนดไว้ที่ 100 และ150 Lux ตามลำดับ

2) ในช่วงบ่าย 14.00น.-15.00น.

แสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารเทียบเครื่องบิน DW ในช่วงบ่ายมีลักษณะคล้ายช่วงเช้า ทำให้ความเปรียบต่างของความส่องสว่างพื้นที่ติดกันอยู่ในระดับต่ำเพียง 1:5.43 และอัตราส่วนความเปรียบต่าง ระหว่างความสว่างผนังทึบต่อความสว่างที่มองทะลุผ่านกระจก ยังมีอัตราเท่าช่วงเช้าที่ 1:12 ซึ่งยังคงรบกวนการมองในมุมมองรับภาพโดยรอบจุดโฟกัส ส่งผลให้ม่านตาหรี่ลง ลดประสิทธิภาพของการรับรู้ความสว่างของผู้โดยสาร ทำให้ผู้โดยสารเกิดความรู้สึกว่าบรรยากาศมืด

3) ในช่วงค่ำ 19.00น.-20.00น.

พื้นที่ภายในอาคารเทียบเครื่องบินDW ไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ มีเพียงแสงสว่างภายในที่เกิดจากแสงประดิษฐ์เท่านั้น ความเปรียบต่างของความส่องสว่างพื้นที่ติดกันอยู่ในระดับ 1:2.48 และอัตราส่วนความเปรียบต่าง ระหว่างความสว่างผนังทึบต่อความสว่างที่มองทะลุผ่านกระจก จะมีอัตราส่วนลดลงเหลือเพียง 1:5 พบว่า ทำให้ผู้โดยสารกับมีความรู้สึกว่าช่วงกลางคืนมีบรรยากาศสว่างกว่าในช่วงเช้าและช่วงบ่าย เนื่องจากไม่มีการรบกวนจากแสงธรรมชาติในมุมมองจอรับภาพ

4.3.6 **ผลการสำรวจทางสถิติที่เกี่ยวกับความรู้สึกและสภาพแสงของพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ชั้น2 ในอาคารเทียบเครื่องบิน** E (CC-E)

4.3.6.1 ผลจากการสำรวจด้านกายภาพของอาคารเทียบเครื่องบิน E (CC-E) มีดังนี้

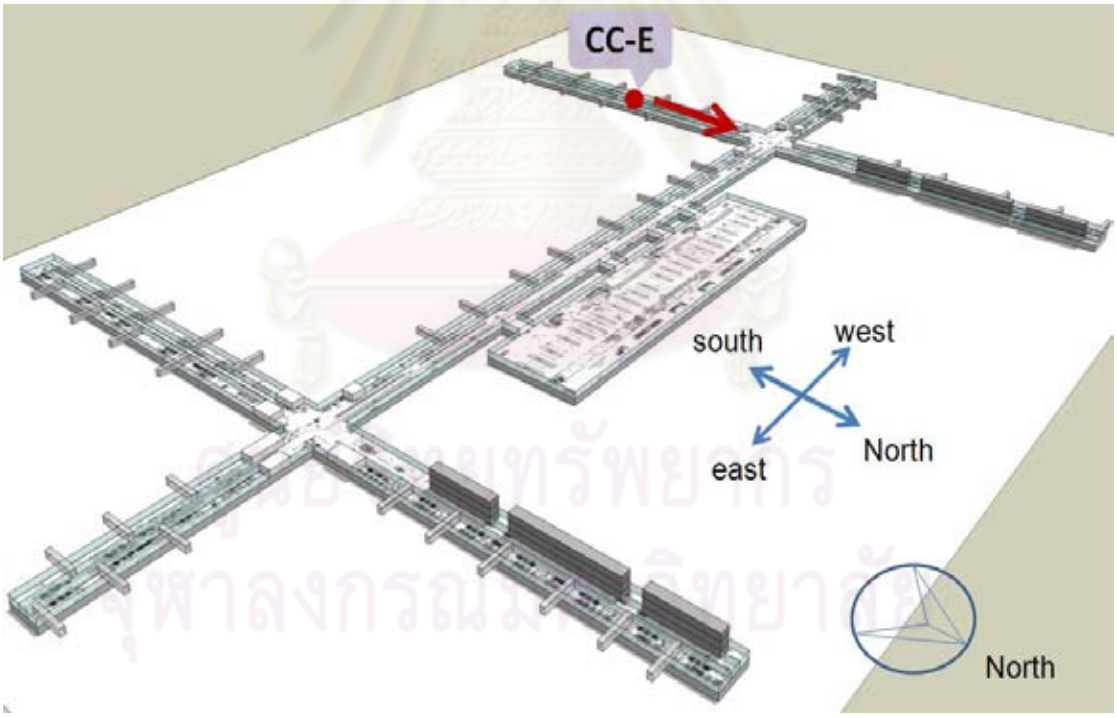
ตำแหน่งอาคาร : ตั้งอยู่ในแนวทิศเหนือ – ทิศใต้

ทิศทางการเดิน : ผู้โดยสารเดินเข้าสู่จุดตัด จากทิศใต้สู่ทิศเหนือ

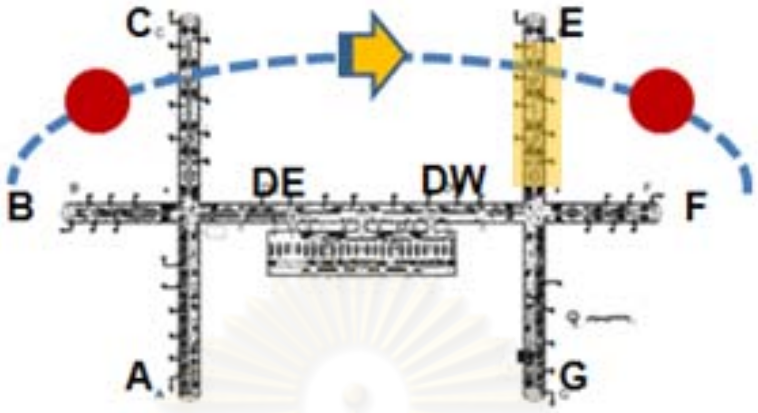
ผู้โดยสารที่ใช้ : เป็นผู้โดยสารภายในประเทศ

การใช้แสงธรรมชาติ : แสงธรรมชาติจากด้านข้างจะเข้าจากทิศตะวันออก ทิศตะวันตก และทศใต้ของอาคาร และแสงธรรมชาติจากด้านบนจะเข้าจากหลังคาของอาคาร

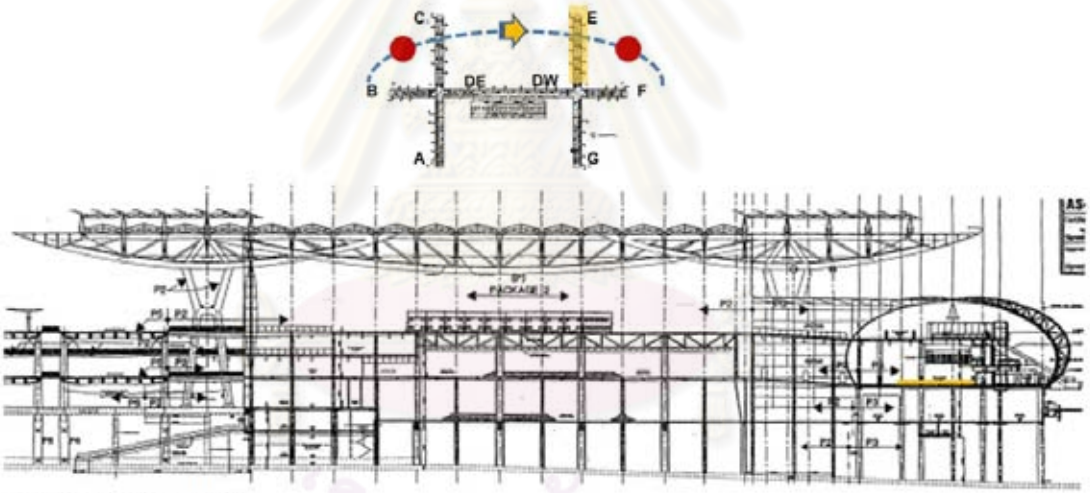
การใช้แสงประดิษฐ์ : โคมไฟที่ใช้ในพื้นที่เป็นชนิด F5 หลอดเมทัลฮาไลท์ 2x150 วัตต์



ภาพที่ 4-37 **แสดงทิศทางการวางตำแหน่งอาคารเทียบเครื่องบิน** E (CC-E) **และทิศทางการเคลื่อนที่ของผู้โดยสารที่ตอบแบบสอบถาม**



ภาพที่ 4-38 **แสดงทิศทางของแสงธรรมชาติในอาคารเทียบเครื่องบิน** E (CC-E)



Illuminance level (lux)

Area	9.00-10.00		14.00-15.00		19.00-20.00		CIE*	IESNA*
	HOLD ROOM	CORRIDOR	HOLD ROOM	CORRIDOR	HOLD ROOM	CORRIDOR		
Concourse E(L2)	1360	170	1390	170	301	98	100	150

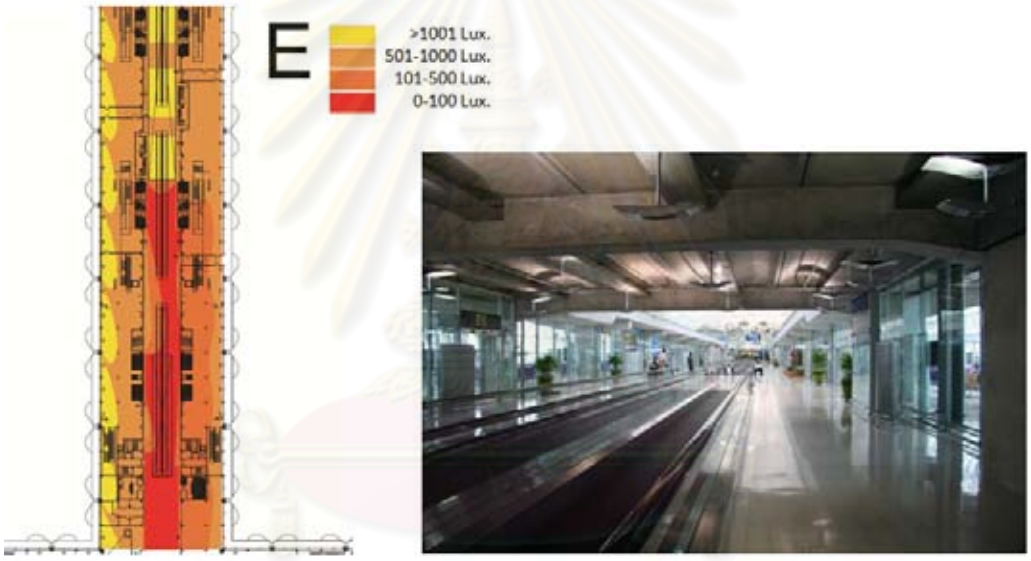
*CIE S008/E-2001 Lighting of Indoor Work Places
*IESNA 9th edition Chapter 23 Transportation Lighting

ภาพที่ 4-39 **แสดงภาพตัดของอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง** (Lux.)**ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน** E (CC-E) **ณ. เวลา**9.00 - 10.00 **น.,** 14.00 -15.00 **น. และ** 19.00 – 20.00 **น.เปรียบเทียบกับมาตรฐาน** CIE **และ** IESNA

จากการสำรวจด้วยเครื่องมือพบว่า ในอาคารเทียบเครื่องบิน E (CC-E) พบว่าปริมาณความส่องสว่างในแต่ละช่วงเวลาเป็นดังนี้มี

1) ช่วงเช้า 9.00น.-10.00น.

ทำการวัดค่าความส่องสว่างได้ที่ระดับพื้นที่ใช้งาน 170 Lux ค่าความส่องสว่างสูงกว่ามาตรฐาน CIEและ IESNA ที่กำหนดไว้ที่ 100 และ150 Lux ตามลำดับ ปริมาณแสงธรรมชาติโดยตรง สามารถเข้าสู่อาคารทางด้านทิศตะวันออก จึงส่งผลให้ทำให้ค่าความส่องสว่างเพิ่มขึ้น ในขณะเดียวกันพื้นที่ข้างเคียง มีค่าความส่องสว่างได้ที่ระดับพื้นที่ใช้งาน 1360 Lux โดยคิดเป็นอัตราส่วนความเปรียบต่างของค่าความส่องสว่างระหว่างพื้นที่สำรวจและพื้นที่ข้างเคียงอยู่ที่ 1:8

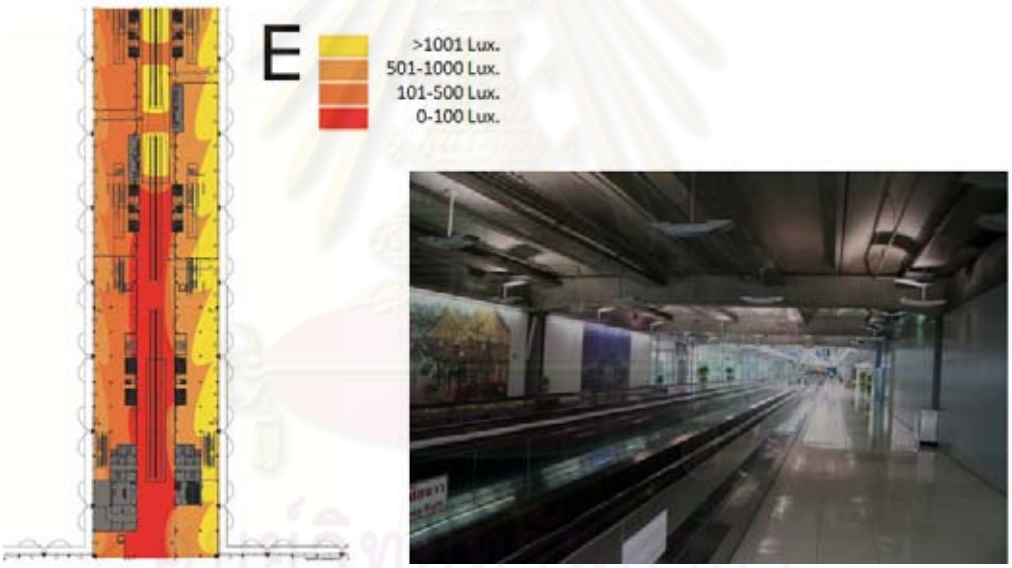


ภาพที่ 4-40 **ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง** (Lux.)**ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน** E (CC-E) **ณ. เวลา**9.00 - 10.00 **น.**

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) ช่วงบ่าย 14.00น.-15.00น.

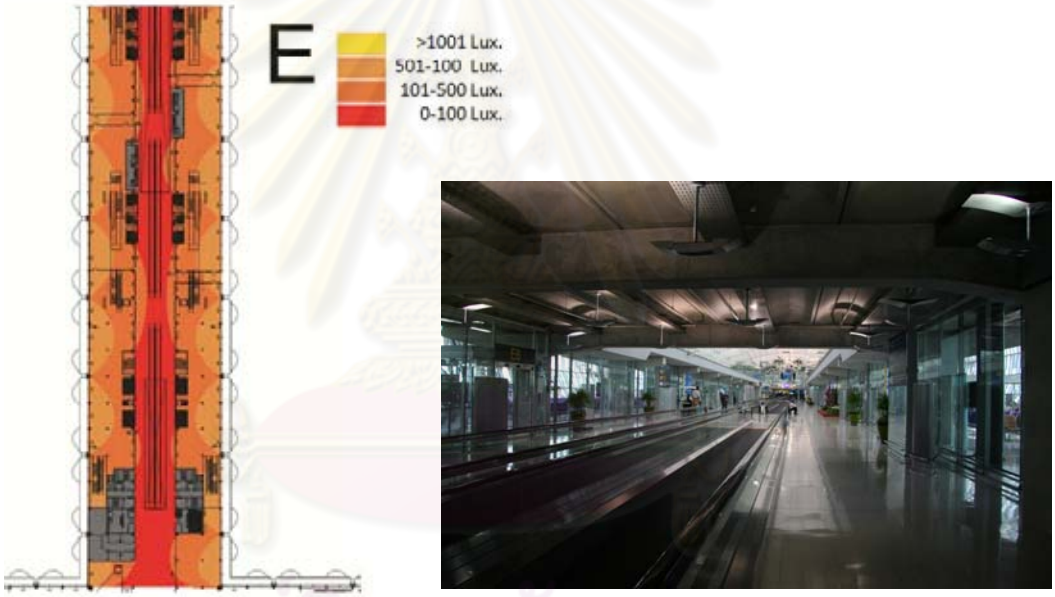
ทำการวัดค่าความส่องสว่างได้ที่ระดับพื้นที่ใช้งาน 170 Lux ค่าความส่องสว่างสูงกว่ามาตรฐาน CIEและ IESNA ที่กำหนดไว้ที่ 100 และ150 Lux ตามลำดับ ค่าความส่องสว่างที่จุดเดิม มีค่าสูงขึ้นเล็กน้อยเมื่อเทียบกับช่วงเช้า เนื่องจากอาคารเทียบเครื่องบิน E ปริมาณแสงตรงสามารถเข้าสู่อาคารได้ทั้งช่วงเช้าและบ่าย เนื่องจากผนังและหลังคาอาคารใช้วัสดุกระจกสลับผ้าใบ และแสงธรรมชาติจึงสามารถเข้าสู่อาคารผ่านทางผนังและหลังคา ในขณะเดียวกันพื้นที่ข้างเคียง มีค่าความส่องสว่างได้ที่ระดับพื้นที่ใช้งานอยู่ที่ 1390 Lux โดยคิดเป็นอัตราส่วนความเปรียบต่างของค่าความส่องสว่างระหว่างพื้นที่สำรวจและพื้นที่ข้างเคียงอยู่ที่ 1:8.18



ภาพที่ 4-41 **ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง** (Lux.)**ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน** E (CC-E) **ณ. เวลา** 14.00 - 15.00 **น.**

3) ช่วงค่ำ 19.00น.-20.00น.

ทำการวัดค่าความส่องสว่างที่ระดับพื้นที่ใช้งาน ณ.จุดสำรวจระดับความรู้สึกสว่างได้ 98 Lux ซึ่งค่าความส่องสว่างต่ำกว่ามาตรฐาน CIE ที่กำหนดไว้ที่ 100 Lux และต่ำกว่าค่ามาตราฐานของ IESNA ที่กำหนดไว้ 150 Lux เนื่องจากในช่วงกลางคืน ภายในอาคารไม่รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ ค่าความส่องสว่างที่วัดได้ภายในอาคารเกิดจากแสงประดิษฐ์เท่านั้น และทำให้พื้นที่ข้างเคียงมีค่าความส่องสว่างได้ที่ระดับพื้นที่ใช้งานลดลงเหลือเพียง 301 Lux ส่งผลต่ออัตราส่วนความเปรียบต่างของค่าความส่องสว่างระหว่างพื้นที่ ณ.จุดสำรวจและพื้นที่ข้างเคียงลดลงเหลืออยู่ที่ระดับ 1:3



ภาพที่ 4-42 **ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง** (Lux.)**ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน** E (CC-E) **ณ. เวลา** 19.00 - 20.00 **น.**

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4-33 แสดงการเปรียบเทียบ ความเปรียบต่าง (Contrast Ratio) แต่ละช่วงเวลาในอาคารเทียบเครื่องบิน E (CC-E)

อัตราส่วนความเปรียบต่างContrast ratio	9.00-10.00 น.	14.00-15.00 น.	19.00-20.00 น.
ความส่องสว่างพื้นที่ใช้งาน : พื้นที่ข้างเคียง	1:8	1:8	1:3.07
ความเปรียบต่างของความสว่างในบริเวณพื้นที่ Foveal vision	1:5	1:5	1:5
ความเปรียบต่างของความสว่างในบริเวณพื้นที่ Peripheral vision	1:25	1:26	1:5
ค่าความรู้สึกสว่าง	1.53	1.47	3.03

4.3.6.2 ผลการสำรวจระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถามทางสถิติ

ตารางที่ 4-34 การเปรียบเทียบระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ในอาคารเทียบเครื่องบินชั้น 2 สนามบินสุวรรณภูมิของ ทั้ง 3 ช่วงเวลา ในอาคารเทียบเครื่องบิน E

Variable	Time			F	Sig.
	10.00-11.00 AM	2.00-3.00 PM	19.00-20.00 PM		
Pre-exposure	1.63	1.57	3.13	86.066	0.000
Distance	2.53	2.73	3.50	32.619	0.000
Foveal vision	3.87	3.97	4.03	3.401	0.038
Peripheral vision	6.33	6.43	3.80	234.063	0.000
Lighting system	1.57	1.47	3.00	114.105	0.000
Visual glare	5.63	5.73	4.03	172.109	0.000
Color Rendition & Other	1.33	1.33	2.17	34.524	0.000
Adaptation	6.17	6.20	4.17	206.554	0.000
Over all	**1.53**	**1.47**	**3.03**	**114.434**	**0.000**

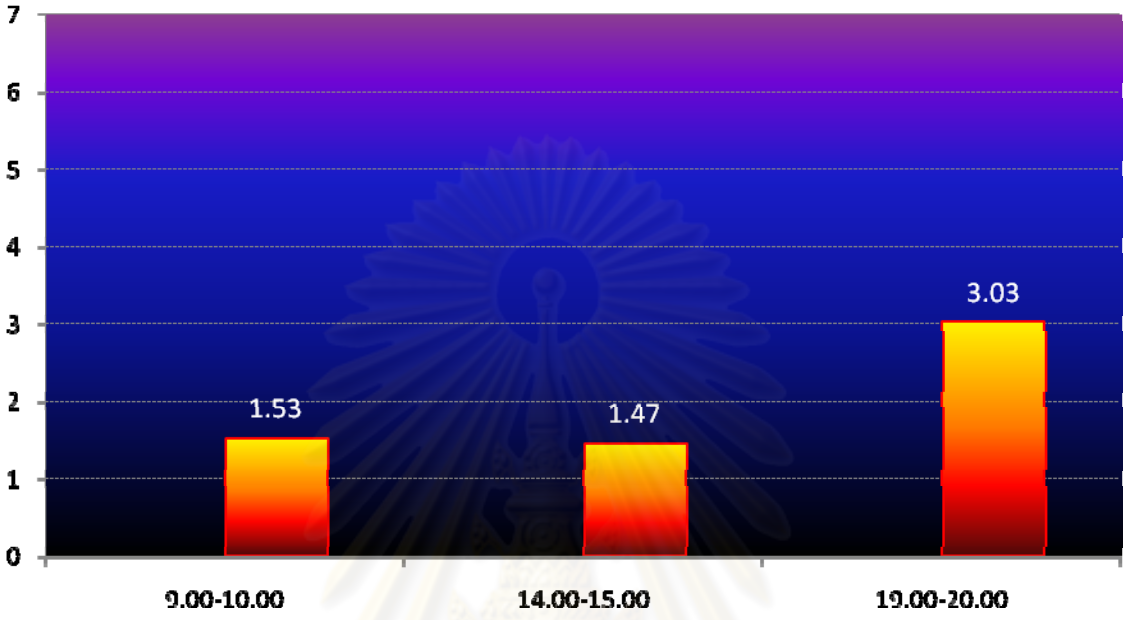
ตามตารางที่ 4-34 ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ในอาคารเทียบเครื่องบินชั้น 2 สนามบินสุวรรณภูมิของ ใน3 ช่วงเวลา ในอาคารในอาคารเทียบเครื่องบิน E ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งสภาพการมองเห็นสถาปัตยกรรม ในเรื่อง Pre-exposure, Distance, Foveal vision, Peripheral vision, Lighting systems, Visual glare, Color Rendition & Other, Adaptation and Overall ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) พบว่าทุกตัวแปรของอาคารเทียบเครื่องบิน E มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยผลการวิจัยเป็นดังนี้

1) ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารภายในพื้นที่ขาเข้าของอาคารเทียบเครื่องบิน E

ระดับความรู้สึกสว่างในช่วงค่ำจะมีค่าสูงกว่าในช่วงกลางวัน ในช่วงค่ำพื้นที่ภายในอาคารไม่รับอิทธิพลของแสงธรรมชาติ จะมีค่าความรู้สึกสว่างสูงสุดที่ 3.03 ซึ่งสูงกว่าค่าความรู้สึกสว่างในช่วงเช้า และช่วงบ่ายซึ่งมีค่า 1.53 และ 1.47 ตามลำดับ ตามกราฟรูปที่ 4-24 ระดับความรู้สึกสว่างในช่วงบ่ายจะมีค่าสูงกว่าในช่วงเช้าเล็กน้อย เมื่อพิจารณาจากอิทธิพลของแสงธรรมชาติที่เข้าสู่อาคาร พบว่าในช่วงเช้าและช่วงบ่าย แสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารเทียบเครื่องบิน E ได้ 3 ทิศทาง คือ แสงตรงจากแสงธรรมชาติจะเข้าสู่อาคารจากด้านทิศตะวันออกและด้านตะวันตก และด้านบนหลังคาอาคาร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 4-24 แสดงระดับความรู้สว่างของผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน E



2) อิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งที่มีต่อความรู้สึกสว่าง

จากการวิจัยด้วยแบบสอบถามความรู้สึกสว่าง ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งทั้ง 8 ตัวแปร พบว่าสามารถแบ่งตัวแปรออกได้เป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกมืด และกลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกสว่าง ตามตารางที่ 4-35 และตารางที่ 4-36

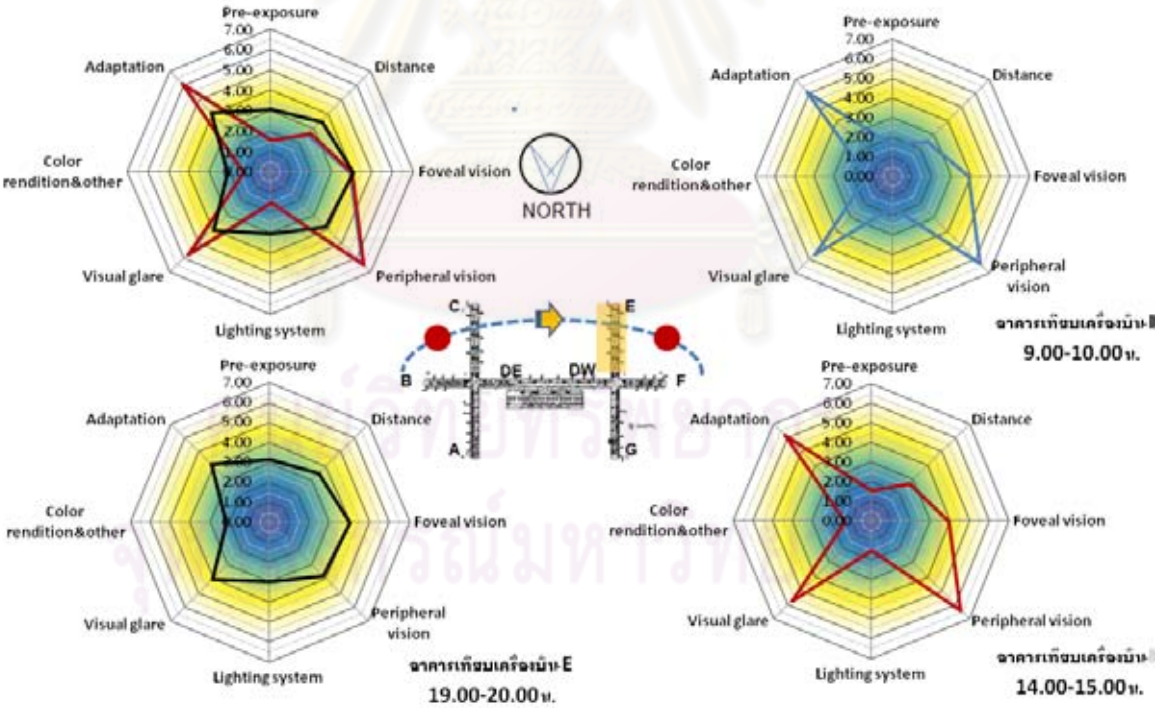
ตารางที่ 4-35 ตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกมืด

ตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็น	9.00-10.00 น.	14.00-15.00 น.	19.00-20.00 น.
Pre-exposure	1.63	1.57	3.13
Distance	2.53	2.73	3.50
Lighting System	1.57	1.47	3.00
Color Rendition & Other	1.33	1.33	2.17

ตารางที่ 4-36 ตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกสว่าง

ตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็น	9.00-10.00 น.	14.00-15.00 น.	19.00-20.00 น.
Foveal Vision	3.87	3.97	4.03
Peripheral Vision	6.33	6.43	3.80
Visual Glare	5.63	5.73	4.03
Adaptation	6.17	6.20	4.17

จากการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกมืด จะมีการปรับค่าที่สูงขึ้นในช่วงเวลาซึ่งพื้นที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ ยกเว้น Color Rendition & Other จะมีค่าคงเดิม และกลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกสว่าง จะมีการปรับค่าที่สูงขึ้นในช่วงเวลาซึ่งพื้นที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ



แผนภูมิที่ 4-25 แสดงอิทธิพลจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีความรู้สว่างของผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน E

4.3.6.3 การเปรียบเทียบการสำรวจทางกายภาพและผลการสำรวจระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถามทางสถิติ

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลจากแบบสอบถามและข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยสภาพแสงทางกายภาพด้วยเครื่องมือ พบว่าในสภาพการใช้แสงประดิษฐ์ที่เท่ากัน ในทุกช่วงเวลา ด้วยองค์ประกอบสถาปัตยกรรมภายในเดียวกัน ระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากของตัวแปรปรุงแต่งทั้ง 2 กลุ่ม มีการปรับเปลี่ยนไปตามอิทธิพลของแสงธรรมชาติได้ กล่าวคือ

1) ในช่วงเช้า9.00น.-10.00น.

แสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารเทียบเครื่องบิน E ได้จากทางด้านตะวันออกมากที่สุด ทำให้ความเปรียบต่างของความส่องสว่างพื้นที่ติดกันอยู่ในระดับ 1:8 และอัตราส่วนความเปรียบต่าง ระหว่างความสว่างผนังทึบต่อความสว่างที่มองทะลุผ่านกระจก จะมีอัตราส่วนสูงถึง 1:25 ซึ่งรบกวนการมองในมุมมองรับภาพโดยรอบจุดโฟกัส ส่งผลให้ม่านตาหรี่ลง ลดประสิทธิภาพของการรับรู้ความสว่างของผู้โดยสาร ทำให้ผู้โดยสารเกิดความรู้สึกว่าบรรยากาศมืดทั้งที่ค่าความส่องสว่างสูงกว่ามาตรฐาน CIEและ IESNA ที่กำหนดไว้ที่ 100 และ150 Lux ตามลำดับ

2) ในช่วงบ่าย 14.00น.-15.00น.

แสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารเทียบเครื่องบินE โดยเปลี่ยนจากทิศตะวันออกเป็นทิศตะวันตกจากด้านตะวันออกเข้าสู่อาคารน้อยลง ทำให้ความเปรียบต่างของความส่องสว่างพื้นที่ติดกันอยู่ในระดับ 1:8.17 และอัตราส่วนความเปรียบต่าง ระหว่างความสว่างผนังทึบต่อความสว่างที่มองทะลุผ่านกระจก จะมีอัตราส่วนสูงถึง 1:26 มากกว่าช่วงเช้าเล็กน้อย ซึ่งรบกวนการมองในมุมมองรับภาพโดยรอบจุดโฟกัส ส่งผลให้ม่านตาหรี่ลง ลดประสิทธิภาพของการรับรู้ความสว่างของผู้โดยสาร ทำให้ผู้โดยสารเกิดความรู้สึกว่าบรรยากาศมืด

3) ในช่วงค่ำ 19.00น.-20.00น.

พื้นที่ภายในอาคารเทียบเครื่องบินE ไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ มีเพียงแสงสว่างภายในที่เกิดจากแสงประดิษฐ์เท่านั้น ความเปรียบต่างของความส่องสว่างพื้นที่ติดกันอยู่ในระดับ 1:3.07 และอัตราส่วนความเปรียบต่างระหว่างความสว่างผนังทึบต่อความสว่างที่มองทะลุผ่านกระจก จะมีอัตราส่วนเพียง 1:5 พบว่า แต่ผู้โดยสารกับมีความรู้ว่าบรรยากาศสว่างกว่าในช่วงเช้าและช่วงบ่าย เนื่องจากไม่มีการรบกวนจากแสงธรรมชาติในมุมมองจอรับภาพ

4.3.7 **ผลการสำรวจทางสถิติที่เกี่ยวกับความรู้สึกและสภาพแสงของพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ชั้น2 ในอาคารเทียบเครื่องบิน** F (CC-F)

4.3.7.1 ผลจากการสำรวจด้านกายภาพของอาคารเทียบเครื่องบิน F (CC-F) มีดังนี้

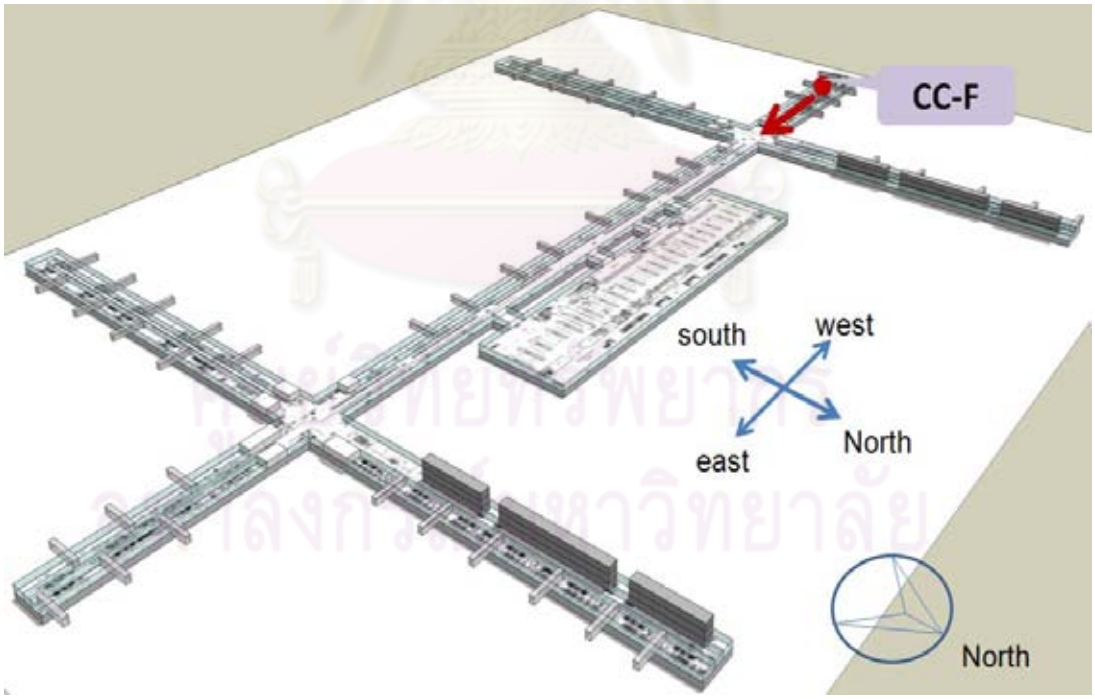
ตำแหน่งอาคาร : ตั้งอยู่ในแนวทิศตะวันออก – ทิศตะวันตก

ทิศทางการเดิน : ผู้โดยสารเดินเข้าสู่จุดตัด จากทิศตะวันตกสู่ทิศตะวันออก

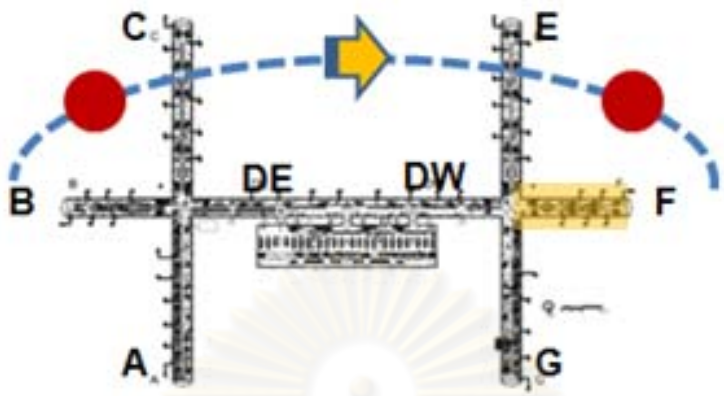
ผู้โดยสารที่ใช้ : เป็นผู้โดยสารต่างประเทศ

การใช้แสงธรรมชาติ : แสงธรรมชาติจากด้านข้างจะเข้าจากทิศตะวันตก ทิศเหนือ และทิศใต้ของอาคาร และแสงธรรมชาติจากด้านบนจะเข้าจากหลังคาของอาคาร

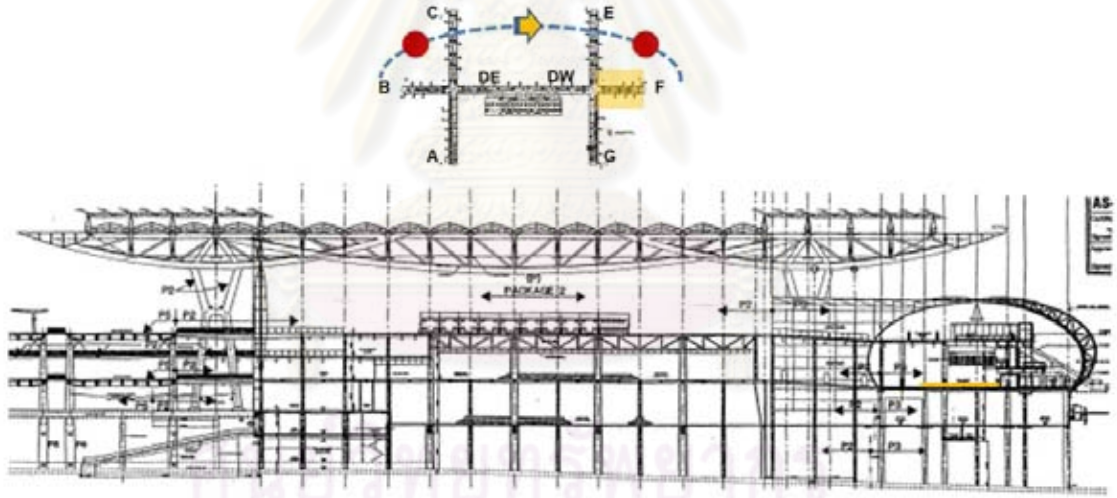
การใช้แสงประดิษฐ์ : โคมไฟที่ใช้ในพื้นที่เป็นชนิด F5 หลอดเมทัลฮาไลท์ 2x150 วัตต์



ภาพที่ 4-43 **แสดงทิศทางการวางตำแหน่งอาคารเทียบเครื่องบิน** F (CC-F) **และทิศทางการเคลื่อนที่ของผู้โดยสารที่ตอบแบบสอบถาม**



ภาพที่ 4-44 **แสดงทิศทางของแสงธรรมชาติในอาคารเทียบเครื่องบิน** F (CC-F)



Illuminance level (lux)

Area	9.00-10.00		14.00-15.00		19.00-20.00		CIE*	IESNA*
	HOLD ROOM	CORRIDOR	HOLD ROOM	CORRIDOR	HOLD ROOM	CORRIDOR		
Concourse F (L2)	830	120	1395	165	310	100	100	150

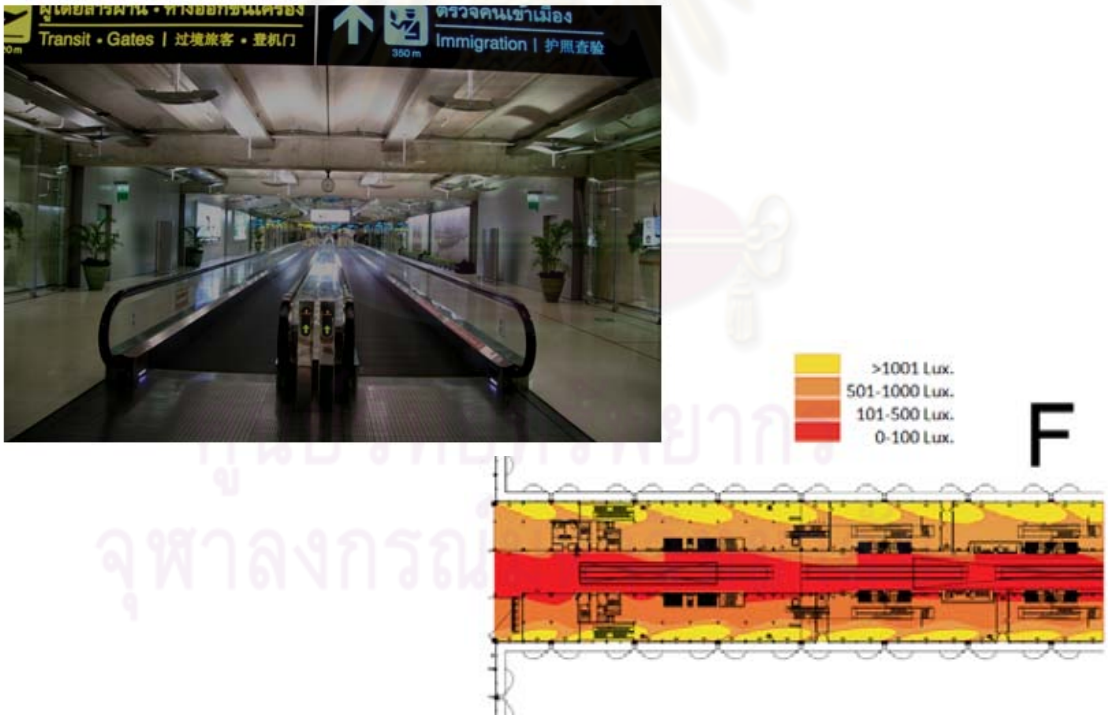
*CIE S008/E-2001 Lighting of Indoor Work Places
*IESNA 9th edition Chapter 23 Transportation Lighting

ภาพที่ 4-45 **แสดงภาพตัดของอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง** (Lux.) **ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน** F (CC-F) **ณ. เวลา**9.00 - 10.00 **น.,** 14.00 -15.00 **น. และ** 19.00 – 20.00 **น.เปรียบเทียบกับมาตรฐาน** CIE **และ** IESNA

จากการสำรวจด้วยเครื่องมือพบว่า ในอาคารเทียบเครื่องบิน F (CC-F) พบว่าปริมาณความส่องสว่างในแต่ละช่วงเวลาเป็นดังนี้มี

1) ช่วงเช้า 9.00น.-10.00น.

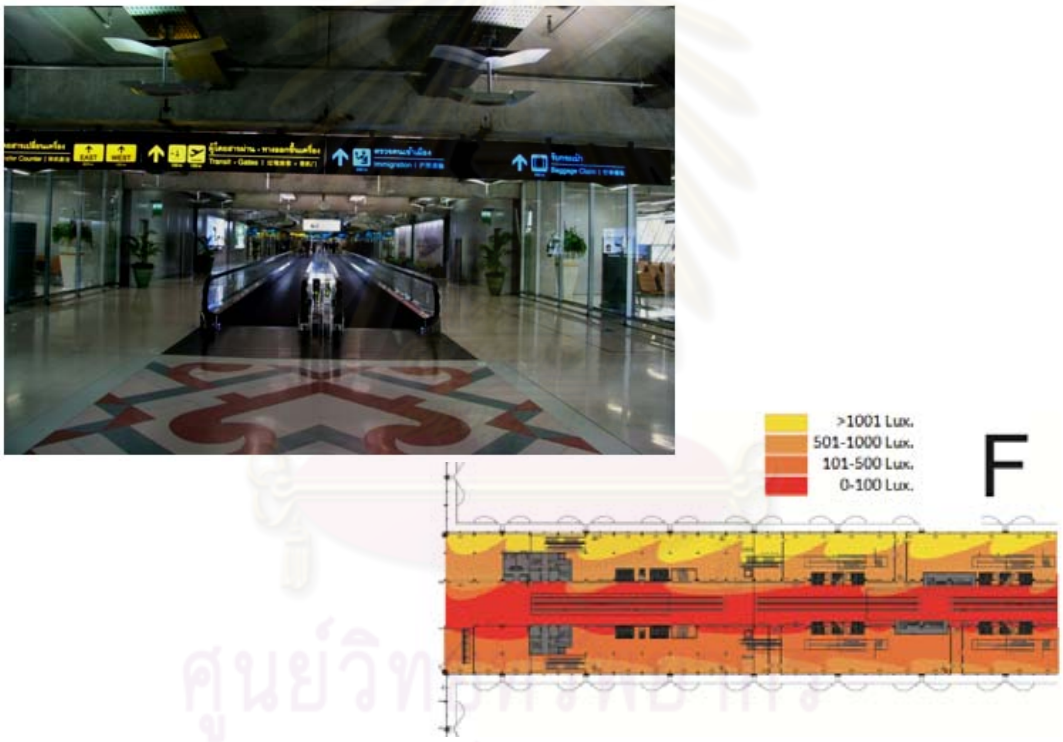
ค่าความส่องสว่างที่ระดับพื้นที่ใช้งาน ณ.จุดที่ทำการสำรวจระดับความรู้สึกสว่างมีค่าเท่ากับ 120 Lux ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานของ CIE ที่กำหนดค่าความส่องสว่างสำหรับพื้นที่ทางเดินอยู่ที่ 100 Lux แต่ต่ำกว่ามาตราฐาน IESNA ที่กำหนดค่าความส่องสว่างสำหรับพื้นที่ทางเดินอยู่ที่150 Lux ค่าความส่องสว่างที่วัดได้ในช่วงเช้ามีค่าต่ำกว่าเมื่อเทียบกับช่วงบ่าย เกิดจากอาคารมีทิศทางอาคารวางในแนว ตะวันออก-ตะวันตก ผนังอาคารซึ่งเป็นส่วนที่แสงจะเข้าสู่อาคารได้ วางอยู่ในด้านเหนือและใต้ ในช่วงบ่ายแสงธรรมชาติโดยตรงจึงเข้าสู่อาคารได้น้อยกว่าช่วงบ่าย ในขณะเดียวกันพื้นที่รอบข้าง (hold room) มีค่าความส่องสว่างได้ที่ระดับพื้นที่ใช้งานอยู่ที่ 830 Lux เมื่อคิดเป็นอัตราส่วนความเปรียบต่างของค่าความส่องสว่างระหว่างพื้นที่สำรวจและพื้นที่รอบข้าง (hold room) จะอยู่ที่ระดับ 1:6.91



ภาพที่ 4-46 ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (lux.) ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน F (CC-F) ณ. เวลา9.00 - 10.00 น.

2) ช่วงบ่าย 14.00น.-15.00น.

ค่าความส่องสว่างที่ระดับพื้นที่ใช้งาน ณ.จุดที่ทำการสำรวจระดับความรู้สึกสว่างมีค่าเท่ากับ 165 Lux ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานของ CIEและ IESNA ที่กำหนดค่าความส่องสว่างสำหรับพื้นที่ทางเดิมอยู่ที่ 100 และ150 Lux ตามลำดับ แสงธรรมชาติโดยตรงสามารถเข้าสู่อาคารผ่านทางกระจกด้านซ้าย ด้านขวาของอาคารและหลังคากระจก ค่าความส่องสว่างณ.จุดที่ทำการสำรวจจึงเกิดจากแสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ที่มาจากโคมไฟ ในขณะเดียวกันพื้นที่รอบข้าง (hold room) มีค่าความส่องสว่างได้ที่ระดับพื้นที่ใช้งาน 1395 Lux ส่งผลให้อัตราส่วนความเปรียบต่างของค่าความส่องสว่างระหว่างพื้นที่ ณ. จุดสำรวจ และพื้นที่รอบข้าง (hold room) จะอยู่ที่ระดับ 1:8.45

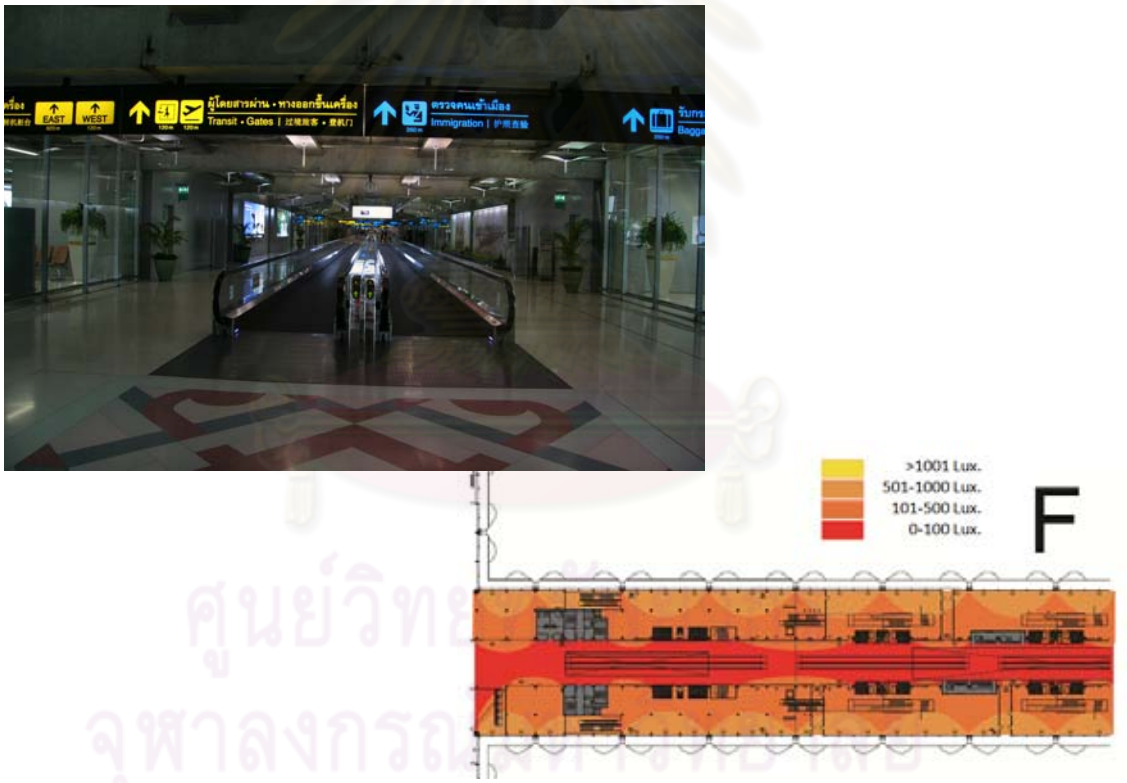


ภาพที่ 4-47 ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.) ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน F (CC-F) ณ. เวลา 14.00 - 15.00 น.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3) ช่วงค่ำ 19.00น.-20.00น.

ทำการวัดค่าความส่องสว่างที่ระดับพื้นที่ใช้งาน ณ.จุดสำรวจระดับความรู้สึกสว่างได้ 100 Lux ซึ่งค่าความส่องสว่างเท่ากับมาตรฐาน CIE ที่กำหนดไว้ที่ 100 Lux และต่ำกว่าค่ามาตราฐานของ IESNA ที่กำหนดไว้ 150 Lux เนื่องจากในช่วงกลางคืน ภายในอาคารไม่รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ ค่าความส่องสว่างที่วัดได้ภายในอาคารเกิดจากแสงประดิษฐ์เท่านั้น และทำให้พื้นที่ข้างเคียงมีค่าความส่องสว่างได้ที่ระดับพื้นที่ใช้งานลดลงเหลือเพียง 310 Lux ส่งผลต่ออัตราส่วนความเปรียบต่างของค่าความส่องสว่างระหว่างพื้นที่ ณ.จุดสำรวจและพื้นที่ข้างเคียงลดลงเหลืออยู่ที่ระดับ 1:3.1



ภาพที่ 4-48 **ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง** (Lux.) **ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน** F (CC-F) **ณ. เวลา** 19.00 - 20.00 **น.**

ตารางที่ 4-37 แสดงการเปรียบเทียบ ความเปรียบต่าง (Contrast Ratio) แต่ละช่วงเวลาในอาคารเทียบเครื่องบิน F (CC-F)

อัตราส่วนความเปรียบต่างContrast ratio	9.00-10.00 น.	14.00-15.00 น.	19.00-20.00 น.
ความส่องสว่างพื้นที่ใช้งาน : พื้นที่ข้างเคียง	1:6.9	1:8.45	1:3.1
ความเปรียบต่างของความสว่างในบริเวณพื้นที่ Foveal vision	1:5	1:5	1:5
ความเปรียบต่างของความสว่างในบริเวณพื้นที่ Peripheral vision	1:17	1:25	1:5
ค่าความรู้สึกสว่าง	2.03	1.23	2.93

4.3.7.2 ผลการสำรวจระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถามทางสถิติ

ตารางที่ 4-38 การเปรียบเทียบระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ในอาคารเทียบเครื่องบินชั้น 2 สนามบินสุวรรณภูมิของ ทั้ง 3 ช่วงเวลา ในอาคารเทียบเครื่องบิน F

Variable	Time			F	Sig.
	10.00-11.00 AM	2.00-3.00 PM	19.00-20.00 PM		
Pre-exposure	2.13	1.33	3.13	120.614	0.000
Distance	2.70	2.97	3.40	19.783	0.000
Foveal vision	3.97	3.87	4.10	5.014	0.009
Peripheral vision	5.40	6.03	3.77	182.759	0.000
Lighting system	2.03	1.23	2.93	185.088	0.000
Visual glare	4.90	5.87	4.07	263.647	0.000
Color Rendition & Other	1.67	1.20	2.13	27.153	0.000
Adaptation	4.77	6.33	4.13	191.290	0.000
Over all	**2.03**	**1.23**	**2.93**	**116.537**	**0.000**

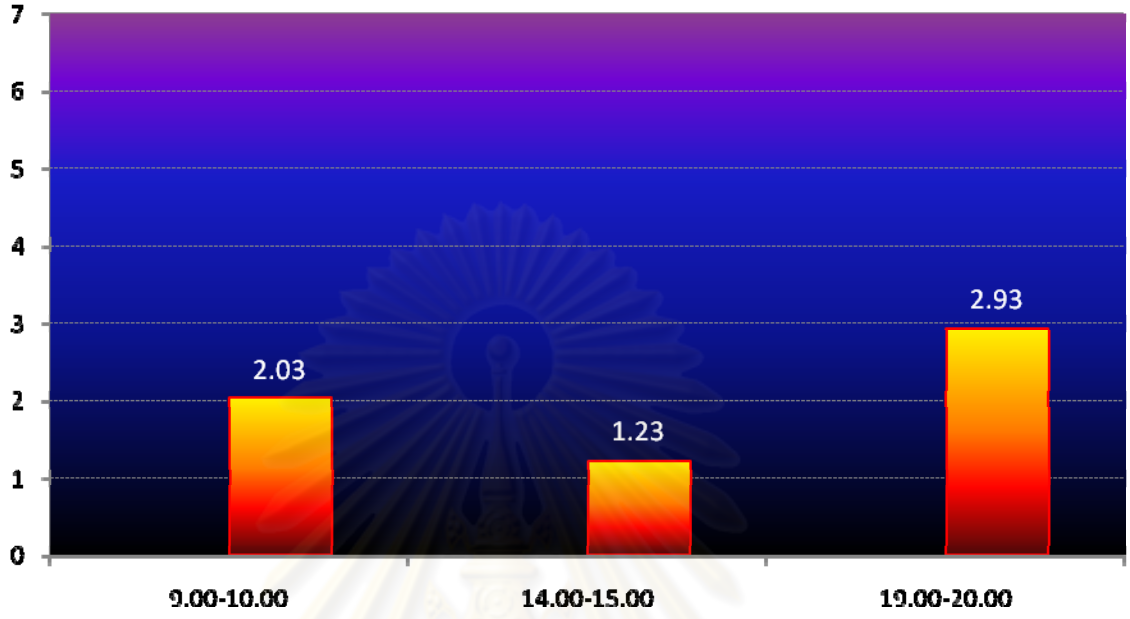
จากตารางที่4-38 ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ในอาคารเทียบเครื่องบินชั้น 2 สนามบินสุวรรณภูมิของ ใน3 ช่วงเวลา ในอาคารในอาคารเทียบเครื่องบิน F ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งสภาพการมองเห็นสถาปัตยกรรม ในเรื่อง Pre-exposure, Distance, Foveal vision, Peripheral vision, Lighting systems, Visual glare, Color Rendition & Other, Adaptation and Overall ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) พบว่าทุกตัวแปรของอาคารเทียบเครื่องบิน F มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยผลการวิจัยเป็นดังนี้

1) ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารภายในพื้นที่ขาเข้าของอาคารเทียบเครื่องบิน F

จากการสำรวจทางสถิติพบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้โดยสารที่ตอบแบบสอบถามในอาคารเทียบเครื่องบิน F ในช่วงกลางคืนจะรู้สึกสว่างกว่าในช่วงกลางวัน เมื่อเปรียบเทียบกับการสำรวจด้วยการวัดค่าแสง พบว่าในช่วงกลางคืน พื้นที่ภายในอาคารไม่รับอิทธิพลของแสงธรรมชาติ ส่งผลให้ค่าความเปรียบต่างของความส่องสว่างและค่าความเปรียบต่างของความสว่างในมุมมองจอรับภาพของผู้ตอบแบบสอบถามเปลี่ยนไป (ตามตารางที่4-37) ส่งผลให้ค่าความรู้สึกสว่างในช่วงกลางคืนเท่ากับ 2.93 สูงกว่าค่าความรู้สึกสว่างในช่วงเช้า และช่วงบ่ายซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.03 และ 1.23 ตามลำดับ (ตามกราฟรูปที่ 4-26) นอกจากนี้จากการสำรวจทางสถิติยังพบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้โดยสารที่ตอบแบบสอบถามในอาคารเทียบเครื่องบิน F ในช่วงเช้า จะรู้สึกสว่างกว่าในช่วงบ่าย เมื่อพิจารณาจากอิทธิพลของแสงธรรมชาติที่เข้าสู่อาคาร พบว่าด้วยทิศทางอาคารที่ทอดตัวแนวยาว ในทิศตะวันออก-ตะวันตก และด้านตะวันออกเป็นด้านที่อาคารเทียบเครื่องบิน F เชื่อมกับอาคารอื่น ทำให้ในช่วงเช้าพื้นที่ในอาคารเทียบเครื่องบิน F จะมีแสงธรรมชาติเข้าสู่ ได้น้อยกว่าช่วงบ่าย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 4-26 แสดงระดับความรู้สว่างของผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน F



2) อิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งที่มีต่อความรู้สึกสว่าง

จากการวิจัยด้วยแบบสอบถามความรู้สึกสว่าง ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งทั้ง 8 ตัวแปร พบว่าสามารถแบ่งตัวแปรออกได้เป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกมืด และกลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกสว่าง ตามตารางที่ 4-39 และตารางที่ 4-40

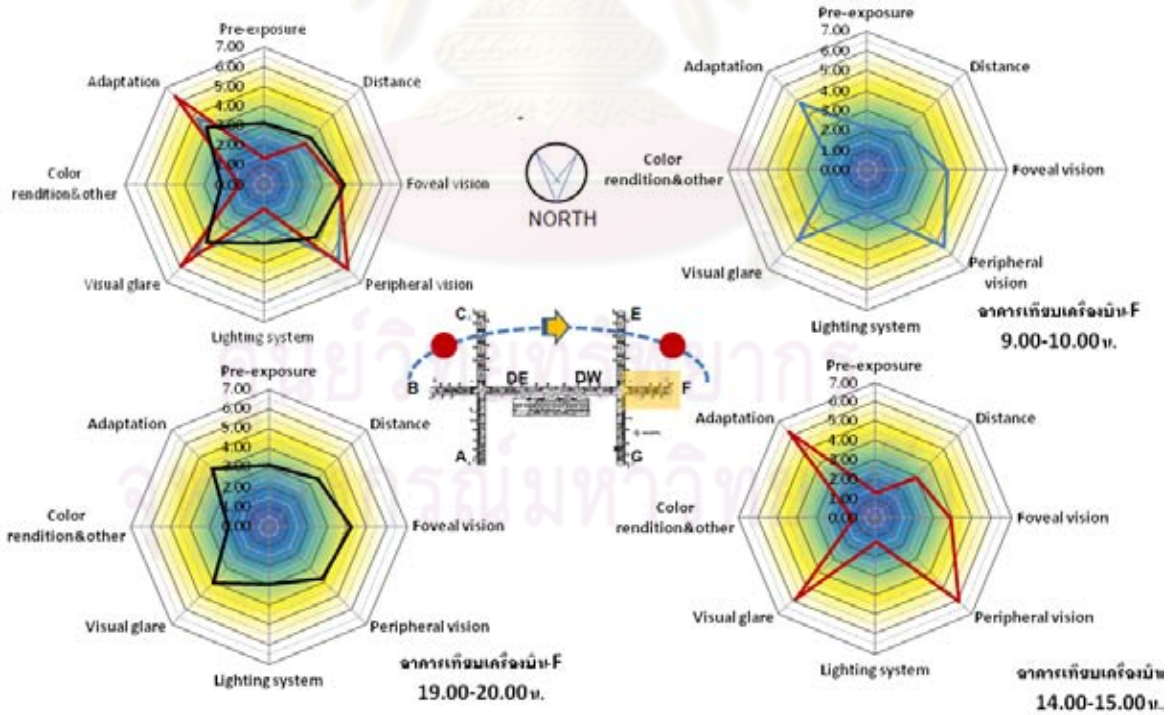
ตารางที่ 4-39 ตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกมืด

ตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็น	9.00-10.00 น.	14.00-15.00 น.	19.00-20.00 น.
Pre-exposure	2.13	1.33	3.13
Distance	2.70	2.97	3.40
Lighting System	2.03	1.23	2.93
Color Rendition & Other	1.67	1.20	2.13

ตารางที่ 4-40 ตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกสว่าง

ตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็น	9.00-10.00 น.	14.00-15.00 น.	19.00-20.00 น.
Foveal Vision	3.97	3.87	4.10
Peripheral Vision	5.40	6.03	3.77
Visual Glare	4.90	5.87	4.07
Adaptation	4.77	6.33	4.13

จากการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกมืด จะมีการปรับค่าที่สูงขึ้นในช่วงเวลาซึ่งพื้นที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ ยกเว้น Color Rendition & Other จะมีค่าคงเดิม และกลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกสว่าง จะมีการปรับค่าที่สูงขึ้นในช่วงเวลาซึ่งพื้นที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ



แผนภูมิที่ 4-27 แสดงอิทธิพลจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีความรู้สว่างของผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน F

4.3.7.3 การเปรียบเทียบการสำรวจทางกายภาพและผลการสำรวจระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถามทางสถิติ

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลจากแบบสอบถามและข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยสภาพแสงทางกายภาพด้วยเครื่องมือ พบว่าในสภาพการใช้แสงประดิษฐ์ที่เท่ากัน ในทุกช่วงเวลา ด้วยองค์ประกอบสถาปัตยกรรมภายในเดียวกัน ระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากของตัวแปรปรุงแต่งทั้ง 2 กลุ่ม มีการปรับเปลี่ยนไปตามอิทธิพลของแสงธรรมชาติได้ กล่าวคือ

1) ในช่วงเช้า9.00น.-10.00น.

แสงธรรมชาติเข้าด้านตะวันออก เนื่องจากทิศตะวันออกของอาคารเทียบเครื่องบิน F เป็นด้านที่ต่อเชื่อมอาคารอื่น จึงสามารถกั้นแสงธรรมชาติที่เข้าสู่อาคารให้ลดลง ความเปรียบต่างของความส่องสว่างพื้นที่ติดกันอยู่ในระดับอยู่ในระดับ 1:6.9 และอัตราส่วนความเปรียบต่าง ระหว่างความสว่างผนังทึบต่อความสว่างที่มองทะลุผ่านกระจก จะมีอัตราส่วนเท่ากับ 1:17 ทำให้มุมมองของภาพโดยรอบจุดโฟกัส ยังคงถูกรบกวน แต่สามารถรับรู้ความรู้สึกสว่างได้ดีขึ้นกว่าช่วงบ่าย อย่างก็ตาม กลุ่มตัวอย่างของผู้โดยสารยังคงรู้สึกมืด

2) ในช่วงบ่าย 14.00น.-15.00น.

แสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารเทียบเครื่องบิน F ได้จากผนังกระจกทิศเหนือทิศใต้ และทิศตะวันตกของอาคาร เกิดจากแสงธรรมชาติช่วงบ่าย ทางด้านตะวันออก ทำให้ความเปรียบต่างของความส่องสว่างพื้นที่ติดกันอยู่ในระดับ 1:8.45 และอัตราส่วนความเปรียบต่างระหว่างความสว่างผนังทึบต่อความสว่างที่มองทะลุผ่านกระจก จะมีอัตราส่วนสูงถึง 1:25 ซึ่งรบกวนการมองในมุมมองรับภาพโดยรอบจุดโฟกัส ส่งผลให้ม่านตาหรี่ลง ลดประสิทธิภาพของการรับรู้ความสว่างของผู้โดยสาร ทำให้ผู้โดยสารเกิดความรู้สึกว่าบรรยากาศมืดทั้งที่ค่าความส่องสว่างสูงกว่ามาตรฐาน CIE และ IESNA ที่กำหนดไว้ที่ 100 และ150 Lux ตามลำดับ

3) ในช่วงค่ำ 19.00น.-20.00น.

พื้นที่ภายในอาคารเทียบเครื่องบินF ไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ มีเพียงแสงสว่างภายในที่เกิดจากแสงประดิษฐ์เท่านั้น ความเปรียบต่างของความส่องสว่างพื้นที่ติดกันอยู่ในระดับ 1:3.1 และอัตราส่วนความเปรียบต่างระหว่างความสว่างผนังทึบต่อความสว่างที่มองทะลุผ่านกระจก จะมีอัตราส่วนเพียง 1:5 พบว่า แต่ผู้โดยสารกับมีความรู้ว่าบรรยากาศสว่างกว่าในช่วงเช้าและช่วงบ่าย เนื่องจากไม่มีการรบกวนจากแสงธรรมชาติในมุมมองจอรับภาพ

4.3.8 **ผลการสำรวจทางสถติที่เกี่ยวกับความรู้สึกและสภาพแสงของพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ชั้น2 ในอาคารเทียบเครื่องบิน** G (CC-G)

4.3.8.1 ผลจากการสำรวจด้านกายภาพของอาคารเทียบเครื่องบิน G (CC-G) มีดังนี้

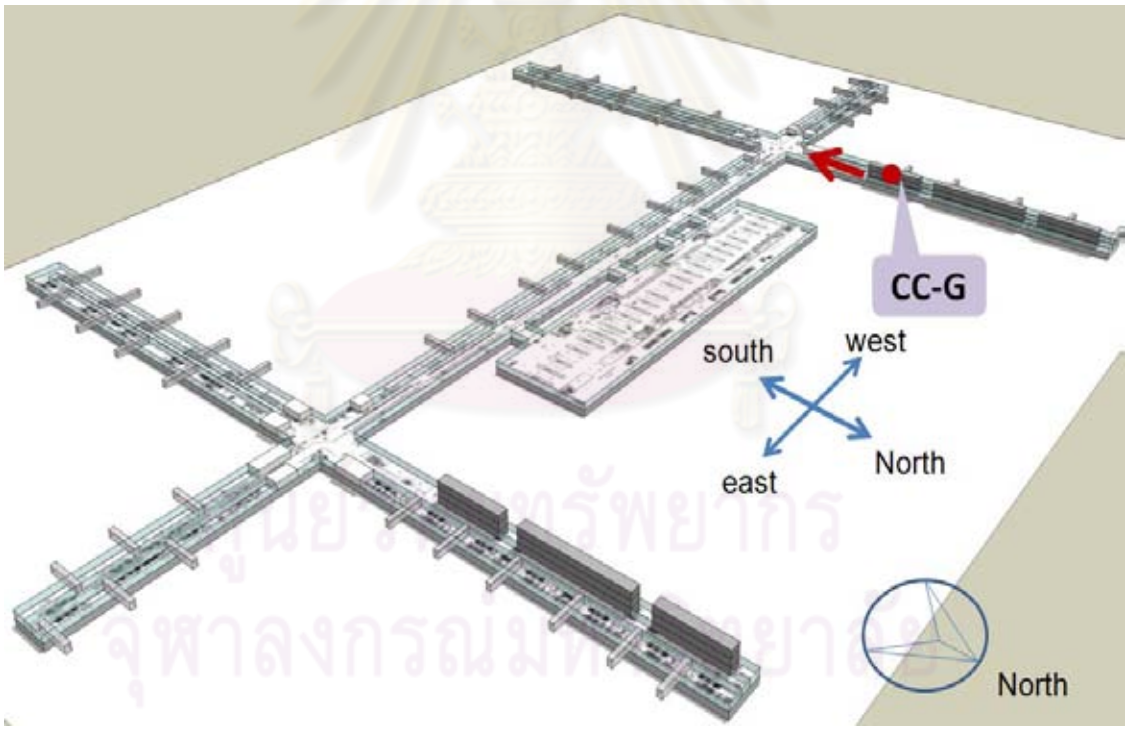
ตำแหน่งอาคาร : ตั้งอยู่ในแนวทิศเหนือ – ทิศใต้

ทิศทางการเดิน : ผู้โดยสารเดินเข้าสู่จุดตัด จากทิศเหนือสู่ทิศใต้

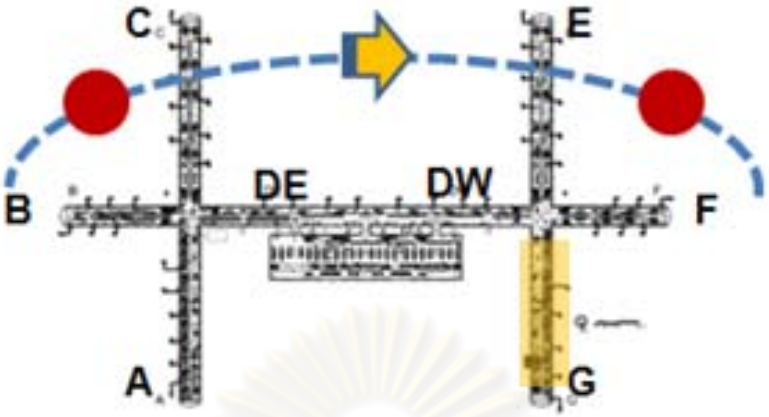
ผู้โดยสารที่ใช้ : เป็นผู้โดยสารต่างประเทศ

การใช้แสงธรรมชาติ : แสงธรรมชาติจากด้านข้างจะเข้าจากทิศตะวันตกของอาคาร และแสงธรรมชาติจากด้านบนจะเข้าจากหลังคาของอาคาร

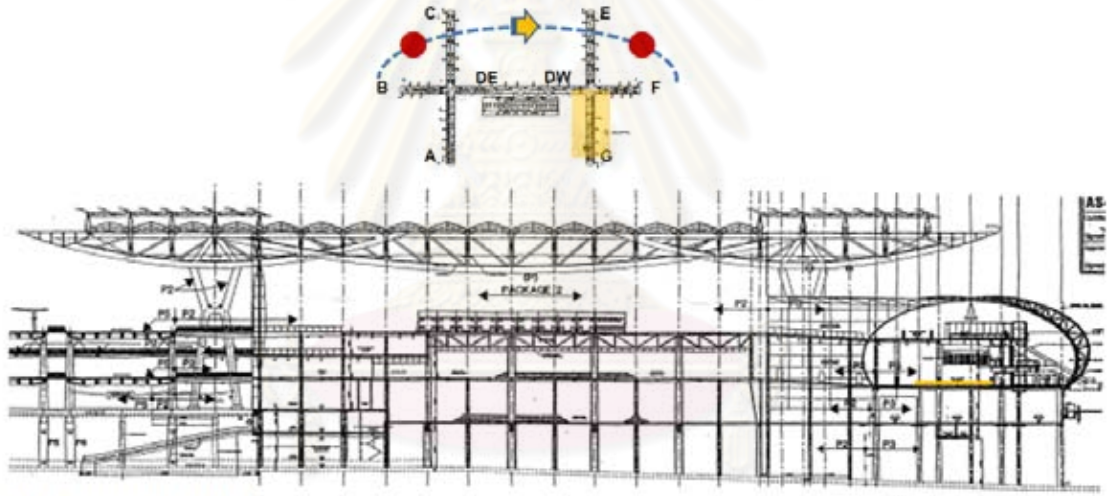
การใช้แสงประดิษฐ์ : โคมไฟที่ใช้ในพื้นที่เป็นชนิด F5 หลอดเมทัลฮาไลท์ 2x150 วัตต์



ภาพที่ 4-49 **แสดงทิศทางการวางตำแหน่งอาคารเทียบเครื่องบิน** G (CC-G) **และทิศทางการเคลื่อนที่ของผู้โดยสารที่ตอบแบบสอบถาม**



ภาพที่ 4-50 **แสดงทิศทางของแสงธรรมชาติในอาคารเทียบเครื่องบิน** G (CC-G)



Illuminance level (lux)

Area	9.00-10.00		14.00-15.00		19.00-20.00		CIE*	IESNA*
	HOLD ROOM	CORRIDOR	HOLD ROOM	CORRIDOR	HOLD ROOM	CORRIDOR		
Concourse G (L2)	783	150	1350	160	303	103	100	150

*CIE S008/E-2001 Lighting of Indoor Work Places
*IESNA 9th edition Chapter 23 Transportation Lighting

ภาพที่ 4-51 **แสดงภาพตัดของอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง** (Lux.)**ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน** G (CC-G) **ณ. เวลา**9.00 - 10.00 **น.,** 14.00 -15.00 **น. และ** 19.00 – 20.00 **น.เปรียบเทียบกับมาตรฐาน** CIE **และ** IESNA

จากการสำรวจด้วยเครื่องมือพบว่า ในอาคารเทียบเครื่องบิน G (CC-G) พบว่าปริมาณความส่องสว่างในแต่ละช่วงเวลาเป็นดังนี้มี

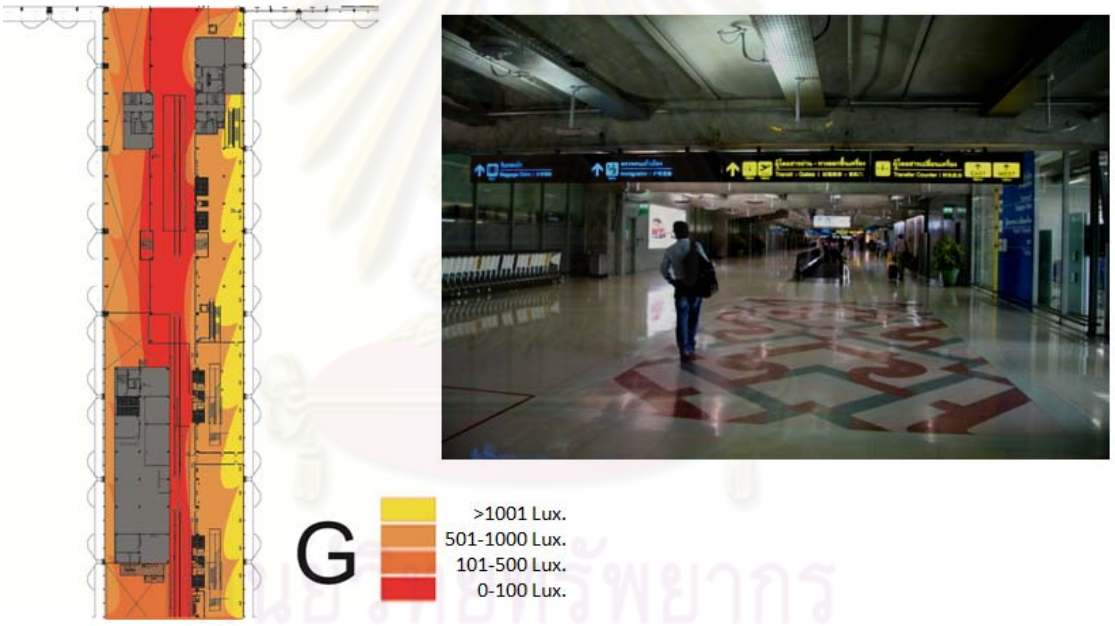
1) ช่วงเช้า 9.00น.-10.00น.

ค่าความส่องสว่างที่ระดับพื้นที่ใช้งาน ณ.จุดที่ทำการสำรวจระดับความรู้สึกสว่างมีค่าเท่ากับ 150 Lux ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานของ CIE ที่กำหนดค่าความส่องสว่างสำหรับพื้นที่ทางเดินอยู่ที่ 100 Lux และเท่ากับมาตรฐานของ IESNA ที่กำหนดค่าความส่องสว่างสำหรับพื้นที่ทางเดินอยู่ที่ 150 Lux ช่วงเช้าแสงธรรมชาติโดยตรง ไม่สามารถเข้าสู่อาคารด้านทิศตะวันตกได้ เนื่องจากภายในของอาคารเทียบเครื่องบิน G (CC-G)ด้านทิศตะวันออกมีอาคารสำนักงาน บังแสงธรรมชาติที่จะเข้าสู่อาคารโดยตรง จึงมีเพียงแสงสะท้อนของแสงธรรมชาติเท่านั้นที่เข้าสู่อาคาร ในขณะเดียวกันพื้นที่รอบข้าง (hold room) มีค่าความส่องสว่างได้ที่ระดับพื้นที่ใช้งานอยู่ที่ 783 Lux เมื่อคิดเป็นอัตราส่วนความเปรียบต่างของค่าความส่องสว่างระหว่างพื้นที่สำรวจและพื้นที่รอบข้าง (hold room) จะอยู่ที่ระดับ 1:5.2

ภาพที่ 4-52 **ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง** (Lux.)**ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน** G (CC-G) **ณ. เวลา**9.00 - 10.00 **น.**

2) ช่วงบ่าย 14.00น.-15.00น.

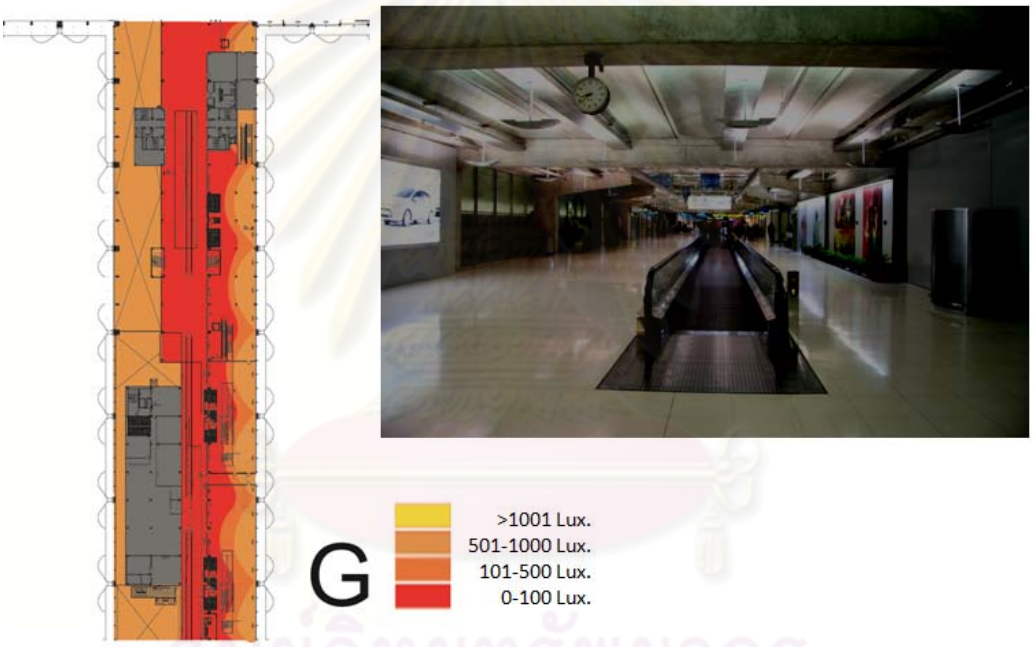
ค่าความส่องสว่างที่ระดับพื้นที่ใช้งาน ณ.จุดที่ทำการสำรวจระดับความรู้สึกสว่างมีค่าเท่ากับ 160 Lux ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานของ CIE ที่กำหนดค่าความส่องสว่างสำหรับพื้นที่ทางเดินอยู่ที่ 100 Lux และสูงกว่ามาตรฐานของ IESNA ที่กำหนดค่าความส่องสว่างสำหรับพื้นที่ทางเดินอยู่ที่ 150 Lux ค่าความส่องสว่างที่วัดได้ในช่วงเช้าบ่ายมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับช่วงเช้า เกิดจากในช่วงบ่ายแสงธรรมชาติโดยตรง สามารถเข้าสู่อาคารด้านทิศตะวันตกได้ ในขณะเดียวกันพื้นที่รอบข้าง (hold room) มีค่าความส่องสว่างได้ที่ระดับพื้นที่ใช้งานอยู่ที่ 1350 Lux เมื่อคิดเป็นอัตราส่วนความเปรียบต่างของค่าความส่องสว่างระหว่างพื้นที่สำรวจและพื้นที่รอบข้าง (hold room) จะอยู่ที่ระดับ 1:8.43



ภาพที่ 4-53 ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง (Lux.)ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน G (CC-G) ณ. เวลา 14.00 - 15.00 น.

3) ช่วงค่ำ 19.00น.-20.00น.

ค่าความส่องสว่างที่ระดับพื้นที่ใช้งาน ณ.จุดที่ทำการสำรวจระดับความรู้สึกสว่างมีค่าเท่ากับ 103 Lux. ซึ่งค่าความส่องสว่างจะสูงกว่ามาตรฐาน CIE ที่กำหนดไว้ที่ 100 Lux. แต่ต่ำกว่าค่าความส่องสว่างมาตรฐานของ IESNA ที่กำหนดไว้ 150 Lux. เนื่องจากในช่วงกลางคืนภายในอาคารไม่รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ ค่าความส่องสว่างที่วัดได้ภายในอาคารเกิดจากแสงประดิษฐ์เท่านั้น นอกจากนี้พื้นที่รอบข้าง (hold room) มีค่าความส่องสว่างได้ที่ระดับพื้นที่ใช้งานลดลงเหลือเพียง 303 Lux.ส่งผลต่ออัตราส่วนความเปรียบต่างของค่าความส่องสว่างระหว่างพื้นที่ ณ.จุดสำรวจและพื้นที่ข้างเคียงลดลงเหลืออยู่ที่ระดับ 1:2.94



ภาพที่ 4-54 **ภาพถ่ายภายในอาคาร และปริมาณความส่องสว่าง** (Lux.)**ที่วัดได้ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน** G (CC-G) **ณ. เวลา** 19.00 - 20.00 **น.**

ตารางที่ 4-41 แสดงการเปรียบเทียบ ความเปรียบต่าง (Contrast Ratio) แต่ละช่วงเวลาในอาคารเทียบเครื่องบิน G (CC-G)

อัตราส่วนความเปรียบต่างContrast ratio	9.00-10.00 น.	14.00-15.00 น.	19.00-20.00 น.
ความส่องสว่างพื้นที่ใช้งาน : พื้นที่ข้างเคียง	1:5.2	1:8.43	1:2.94
ความเปรียบต่างของความสว่างในบริเวณพื้นที่ Foveal vision	1:5	1:5	1:5
ความเปรียบต่างของความสว่างในบริเวณพื้นที่ Peripheral vision	1:12	1:20	1:5
ค่าความรู้สึกสว่าง	2.50	1.73	2.80

4.3.8.2 ผลการสำรวจระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถามทางสถิติ

ตารางที่ 4-42 การเปรียบเทียบระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ในอาคารเทียบเครื่องบินชั้น 2 สนามบินสุวรรณภูมิของทั้ง 3 ช่วงเวลา ในอาคารเทียบเครื่องบิน G

Variable	Time			F	Sig.
	10.00-11.00 AM	2.00-3.00 PM	19.00-20.00 PM		
Pre-exposure	2.43	1.80	3.07	74.601	0.000
Distance	2.90	2.77	3.53	28.191	0.000
Foveal vision	3.93	3.93	4.17	5.996	0.004
Peripheral vision	5.10	6.33	3.67	232.048	0.000
Lighting system	2.43	1.73	2.90	56.483	0.000
Visual glare	4.20	5.67	3.97	153.573	0.000
Color Rendition & Other	1.73	1.50	2.10	11.899	0.000
Adaptation	4.60	5.83	4.07	140.685	0.000
Over all	**2.50**	**1.73**	**2.80**	**35.629**	**0.000**

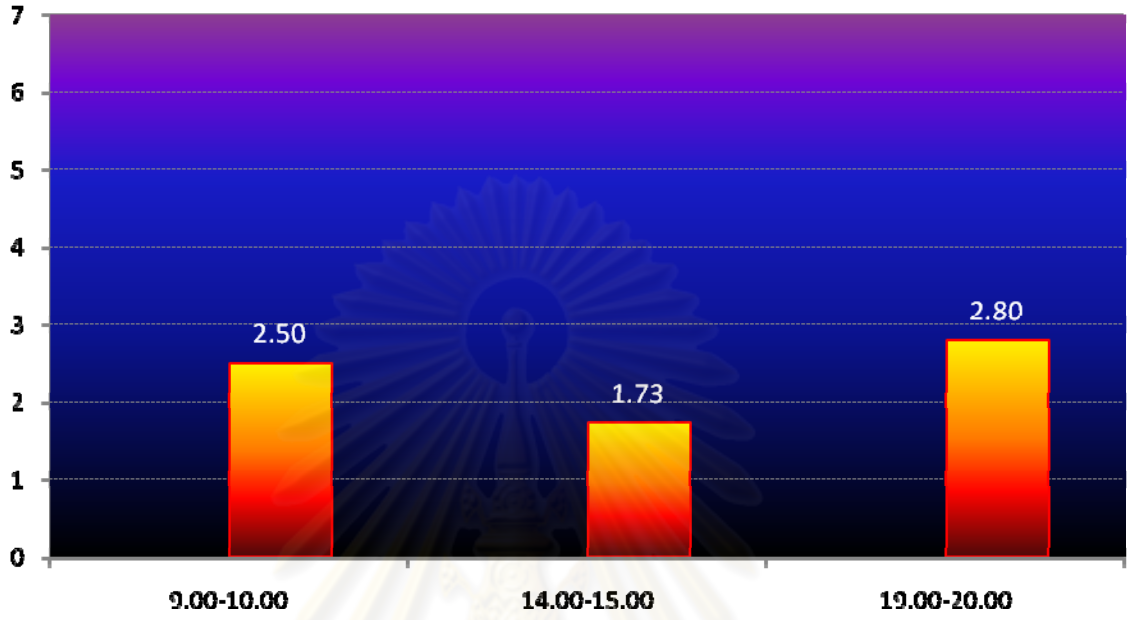
จากตารางที่ 4-42 ผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่อพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ในอาคารเทียบเครื่องบินชั้น 2 สนามบินสุวรรณภูมิของ ใน3 ช่วงเวลา ในอาคารในอาคารเทียบเครื่องบิน G ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งสภาพการมองเห็นสถาปัตยกรรม ในเรื่อง Pre-exposure, Distance, Foveal vision, Peripheral vision, Lighting systems, Visual glare, Color Rendition & Other, Adaptation and Overall ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) พบว่าทุกตัวแปรของอาคารเทียบเครื่องบิน G มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยผลวิจัยเป็นดังนี้

1) ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารภายในพื้นที่ขาเข้าของอาคารเทียบเครื่องบิน F

จากการสำรวจทางสถิติพบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้โดยสารที่ตอบแบบสอบถามในอาคารเทียบเครื่องบิน G ในช่วงกลางคืนจะรู้สึกสว่างกว่าในช่วงกลางวัน เมื่อเปรียบเทียบกับการสำรวจด้วยการวัดค่าแสง พบว่าในช่วงกลางคืน พื้นที่ภายในอาคารไม่รับอิทธิพลของแสงธรรมชาติ ส่งผลให้ค่าความเปรียบต่างของความส่องสว่างและค่าความเปรียบต่างของความสว่างในมุมมองจอรับภาพของผู้ตอบแบบสอบถามเปลี่ยนไป (ตามตารางที่4-41) ส่งผลให้ค่าความรู้สึกสว่างในช่วงกลางคืนเท่ากับ 2.80 สูงกว่าค่าความรู้สึกสว่างในช่วงเช้า และช่วงบ่ายซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.50 และ 1.73 ตามลำดับ (ตามกราฟรูปที่ 4-28) นอกจากนี้จากการสำรวจทางสถิติยังพบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้โดยสารที่ตอบแบบสอบถามในอาคารเทียบเครื่องบิน G ในช่วงเช้า จะรู้สึกสว่างกว่าในช่วงบ่าย เมื่อพิจารณาจากอิทธิพลของแสงธรรมชาติที่เข้าสู่อาคาร พบว่าในช่วงบ่ายพื้นที่ในอาคารเทียบเครื่องบิน G จะมีแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารได้ 2 ทิศทาง คือ แสงธรรมชาติจากด้านทิศตะวันตกและแสงธรรมชาติจากด้านบน ในขณะที่ช่วงเช้าอิทธิพลจากแสงธรรมชาติลดลง เนื่องจากด้านทิศตะวันออกมีสำนักงานตั้งขวางบังแสงธรรมชาติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 4-28 แสดงระดับความรู้สว่างของผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน G



2) อิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งที่มีต่อความรู้สึกสว่าง

จากการวิจัยด้วยแบบสอบถามความรู้สึกสว่าง ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งทั้ง 8 ตัวแปร พบว่าสามารถแบ่งตัวแปรออกได้เป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกมืด และกลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกสว่าง ตามตารางที่ 4-43 และตารางที่ 4-44

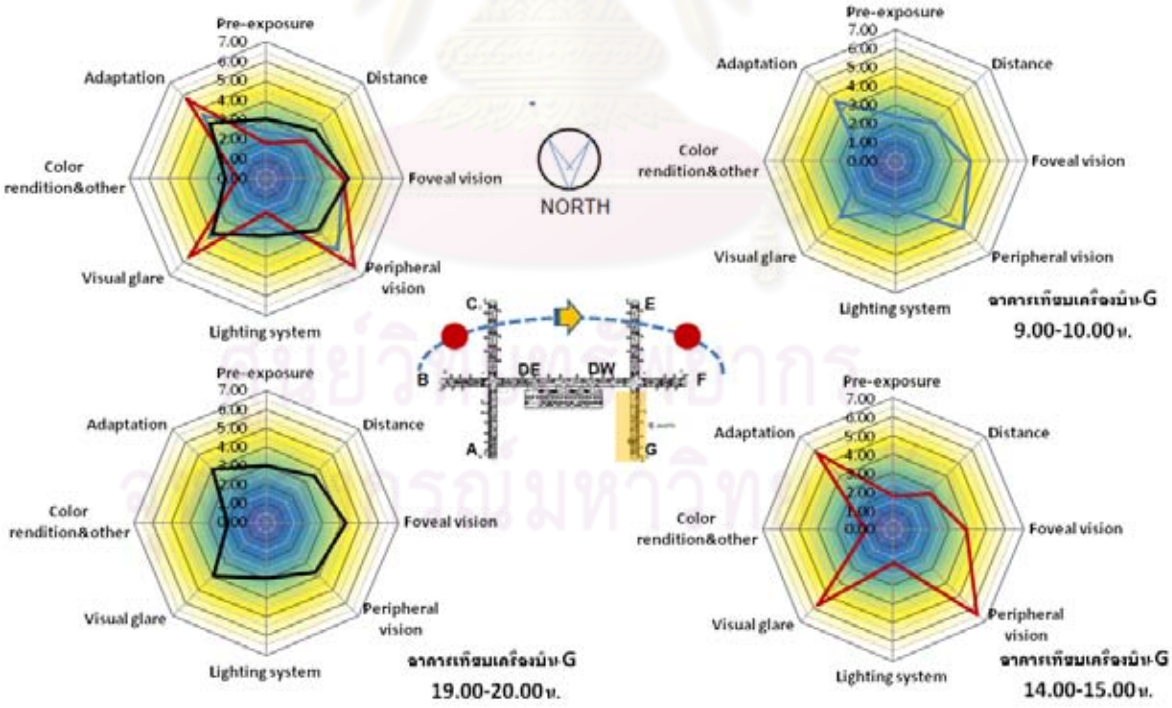
ตารางที่ 4-43 ตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกมืด

ตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็น	9.00-10.00 น.	14.00-15.00 น.	19.00-20.00 น.
Pre-exposure	2.43	1.80	3.07
Distance	2.90	2.77	3.53
Lighting System	2.43	1.73	2.90
Color Rendition & Other	1.73	1.50	2.10

ตารางที่ 4-44 ตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดความรู้สึกสว่าง

ตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็น	9.00-10.00 น.	14.00-15.00 น.	19.00-20.00 น.
Foveal Vision	3.93	3.93	4.17
Peripheral Vision	5.10	6.33	3.67
Visual Glare	4.20	5.67	3.97
Adaptation	4.60	5.83	4.07

จากการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกมืด จะมีการปรับค่าที่สูงขึ้นในช่วงเวลาซึ่งพื้นที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ ยกเว้น Color Rendition & Other จะมีค่าคงเดิม และกลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีอิทธิพลต่อผู้โดยสารให้เกิดบรรยากาศความรู้สึกสว่าง จะมีการปรับค่าที่สูงขึ้นในช่วงเวลาซึ่งพื้นที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ



แผนภูมิที่ 4-29 แสดงอิทธิพลจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีความรู้สว่างของผู้โดยสาร ณ.ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน G

4.3.8.3 การเปรียบเทียบการสำรวจทางกายภาพและผลการสำรวจระดับความรู้สึกสว่าง ด้วยแบบสอบถามทางสถิติ

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลจากแบบสอบถามและข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยสภาพแสงทางกายภาพด้วยเครื่องมือ พบว่าในสภาพการใช้แสงประดิษฐ์ที่เท่ากัน ในทุกช่วงเวลา ด้วยองค์ประกอบสถาปัตยกรรมภายในเดียวกัน ระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากของตัวแปรปรุงแต่งทั้ง 2 กลุ่ม มีการปรับเปลี่ยนไปตามอิทธิพลของแสงธรรมชาติได้ กล่าวคือ

1) ในช่วงเช้า9.00น.-10.00น.

แสงธรรมชาติจากด้านตะวันออกเข้าสู่อาคารน้อย แต่เนื่องจากทิศตะวันออกของอาคารเป็นพื้นที่สำนักงาน ซึ่งกั้นแสงธรรมชาติที่เข้าสู่อาคารความเปรียบต่างของความส่องสว่างพื้นที่ติดกันอยู่ในระดับ 1:5.2 และอัตราส่วนความเปรียบต่าง ระหว่างความสว่างผนังทึบต่อความสว่างที่มองทะลุผ่านกระจก จะมีอัตราส่วนเพียง 1:12 ทำให้มุมมองของภาพโดยรอบจุดโฟกัสถูกรบกวนน้อย การปรับตัวของดวงตาดีขึ้น ทำให้เกิดความรู้สึกสว่างรับรู้ได้ดีขึ้นกว่าช่วงบ่าย

2) ในช่วงบ่าย 14.00น.-15.00น.

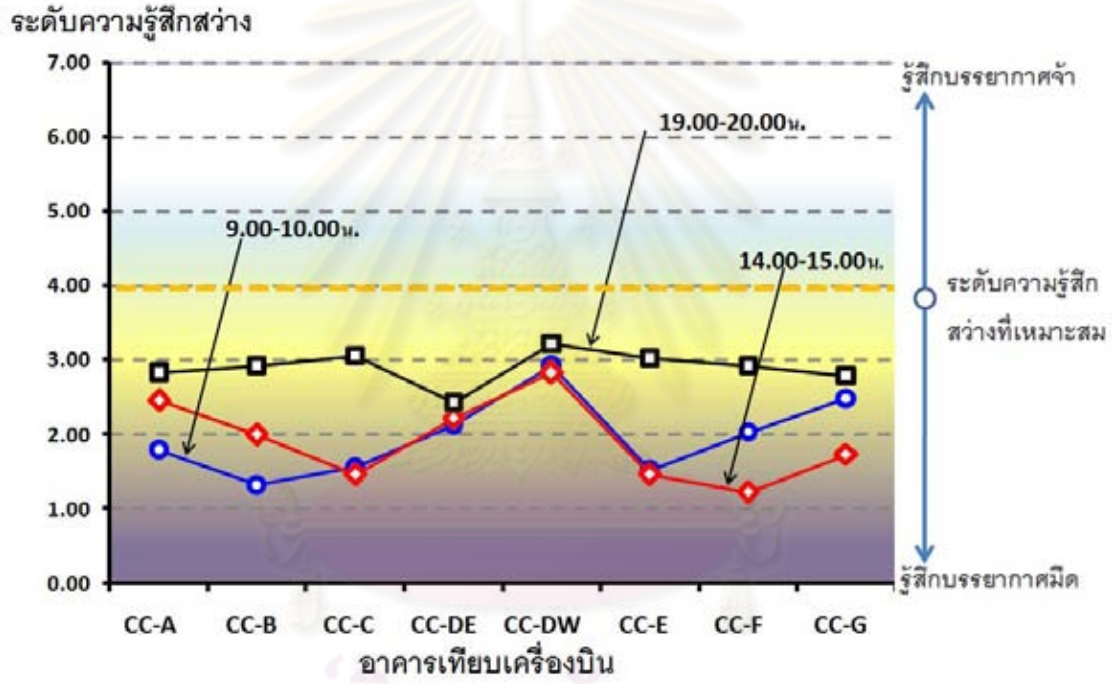
แสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารเทียบเครื่องบิน G ได้จากทางด้านตะวันตกมากที่สุด ทำให้ความเปรียบต่างของความส่องสว่างพื้นที่ติดกันอยู่ในระดับ 1:8.43 และอัตราส่วนความเปรียบต่าง ระหว่างความสว่างผนังทึบต่อความสว่างที่มองทะลุผ่านกระจก จะมีอัตราส่วนสูงถึง 1:20 ซึ่งรบกวนการมองในมุมมองรับภาพโดยรอบจุดโฟกัส ส่งผลให้ม่านตาหรี่ลง ลดประสิทธิภาพของการรับรู้ความสว่างของผู้โดยสาร ทำให้ผู้โดยสารเกิดความรู้สึกว่าบรรยากาศมืดทั้งที่ค่าความส่องสว่างสูงกว่ามาตรฐาน CIEและ IESNA ที่กำหนดไว้ที่ 100 และ150 Lux ตามลำดับ

3) ในช่วงค่ำ 19.00น.-20.00น.

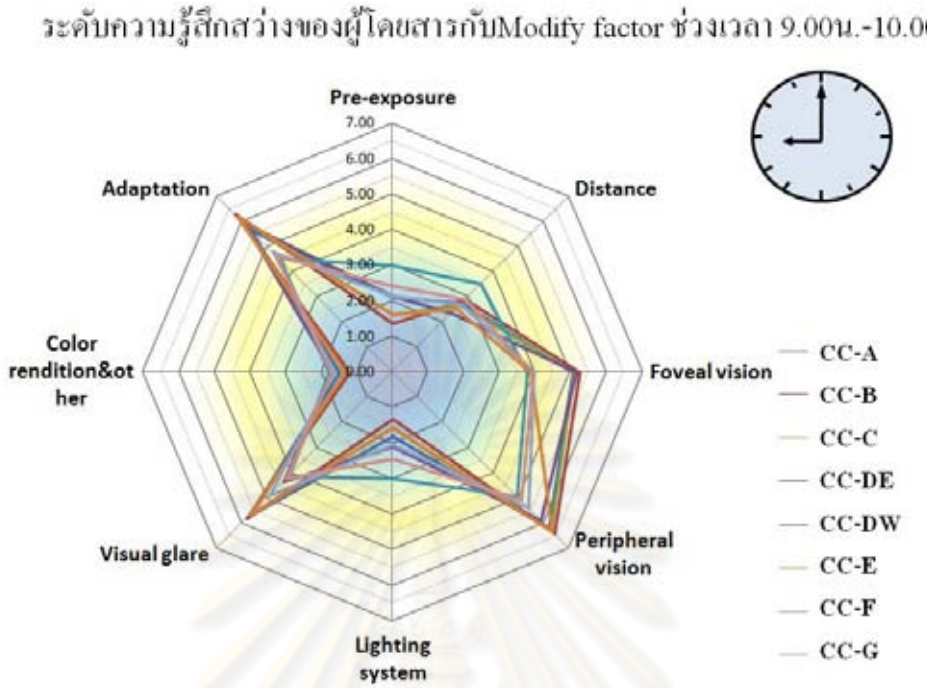
พื้นที่ภายในอาคารเทียบเครื่องบินG ไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ มีเพียงแสงสว่างภายในที่เกิดจากแสงประดิษฐ์เท่านั้น ความเปรียบต่างของความส่องสว่างพื้นที่ติดกันลดลงอยู่ในระดับ 1:2.94 และอัตราส่วนความเปรียบต่าง ระหว่างความสว่างผนังทึบต่อความสว่างที่มองทะลุผ่านกระจก จะมีอัตราส่วนลดลงเหลือเพียง 1:5 พบว่า ทำให้มุมมองของภาพโดยรอบจุดโฟกัส ไม่ถูกรบกวน ดวงตาไม่ต้องปรับม่านตา ทำให้เกิดความรู้สึกสว่างรับรู้ได้ดีขึ้นกว่าช่วงเช้าและช่วงบ่าย เนื่องจากไม่มีการรบกวนจากแสงธรรมชาติในมุมมองจอรับภาพ

4.3.9 เปรียบเทียบอิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นทางกายภาพสถาปัตยกรรมที่มีต่อความรู้สึกสว่างของผู้โดยสาร

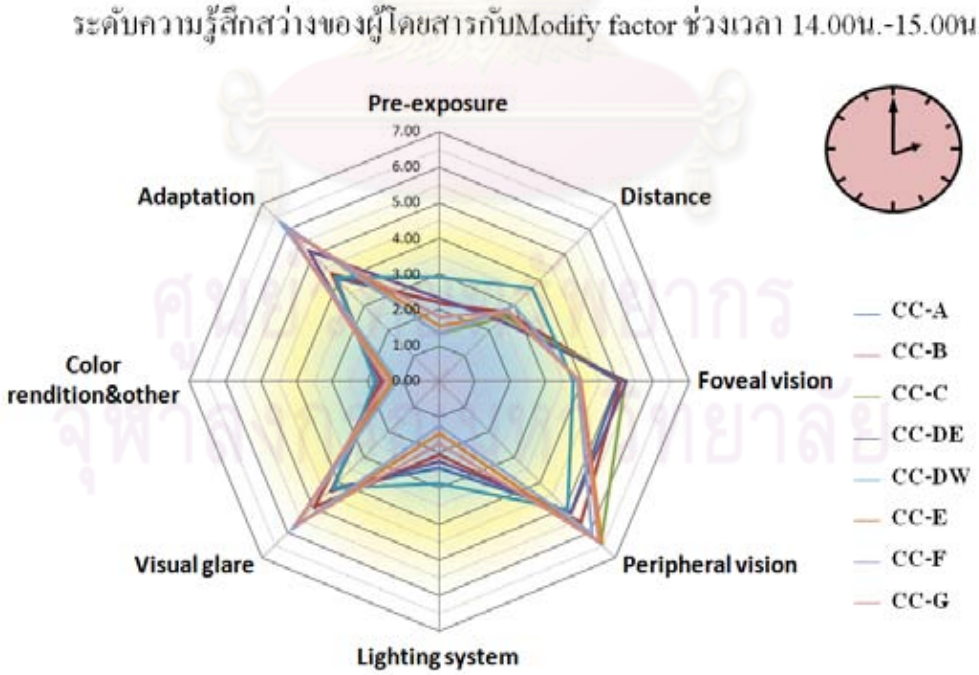
จากแบบสอบถามทางสถิติเกี่ยวกับอิทธิพลตัวแปรทั้ง 8 ตัวแปรที่ส่งผลต่อความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่าง เมื่อนำมาเปรียบเทียบระดับความรู้สึกสว่างทุกอาคาร ทั้ง 3ช่วงเวลา พบว่าช่วงเช้าและช่วงบ่าย ค่าความรู้สึกสว่างจะมีค่าต่ำกว่า 4 หมายถึงภาพรวมกลุ่มตัวอย่างรู้สึกว่าบรรยากาศที่รับรู้จะไม่สว่างเพียงพอ ในขณะที่ช่วงกลางคืน ความรู้สึกสว่างเพิ่มขึ้น แผนภูมิที่ 4-30



แผนภูมิที่ 4-30 แสดงระดับความรู้สว่างของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 ช่วงเวลา ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าอาคารเทียบเครื่องบิน ทั้ง 8 อาคาร

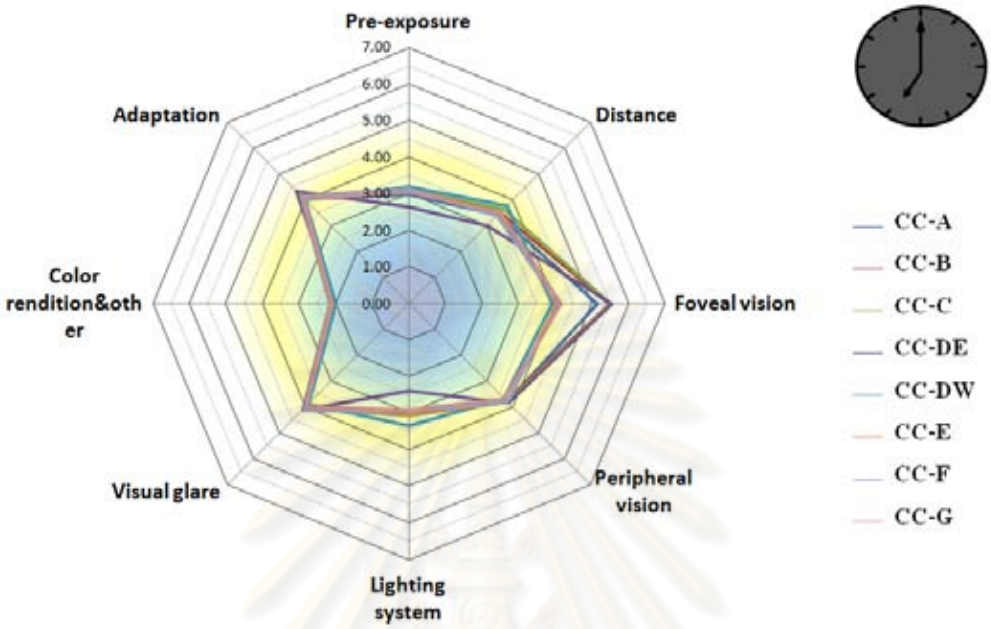


แผนภูมิที่ 4-31 แสดงอิทธิพลจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีความรู้สว่างของผู้โดยสาร ณ.ช่วงเช้า (9.00-10.00น.) ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน ทั้ง 8 อาคาร



แผนภูมิที่ 4-32 แสดงอิทธิพลจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีความรู้สว่างของผู้โดยสาร ณ.ช่วงบ่าย (14.00-15.00น.) ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน ทั้ง 8 อาคาร

ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารกับModify factor ช่วงเวลา 19.00 น.-20.00 น.



แผนภูมิที่ 4-33 แสดงอิทธิพลจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นที่มีความรู้สว่างของผู้โดยสาร ณ.ช่วงค่ำ (19.00-20.00น.) ภายในพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน ทั้ง 8 อาคาร

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบแผนภูมิที่ 4-31, 4-32และ4-33 แสดงอิทธิพลของตัวแปรทั้ง 8 ที่มีต่อความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่างในช่วงเช้า, ช่วงบ่ายและช่วงค่ำ ตามลำดับ จะได้ผลดังนี้

1) เปรียบเทียบอิทธิพลของกลุ่มตัวแปรทั้ง 3 ช่วงเวลา ที่กลุ่มตัวอย่างให้คะแนนสูงกว่า 4 หมายถึง ระดับความรู้สึกสว่างมากเกินปกติ จะประกอบด้วย

- การปรับตัวของดวงตา (Adaptation)
- ภาพในมุมมองที่อยู่ในจุดโฟกัสของดวงตา (Foveal vision)
- ภาพในมุมมองที่อยู่โดยรอบของจุดโฟกัส (Peripheral vision)
- แสงระคายเคืองตา (Visual glare)

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนค่าของตัวแปรกลุ่มนี้จะมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่าง กล่าวคือเมื่อตัวแปรกลุ่มนี้มีค่าปรับตัวลดลงใกล้ค่า 4 จะมีผลต่อระดับความรู้สึกสว่างที่สูงขึ้น

2) เปรียบเทียบอิทธิพลของกลุ่มตัวแปรทั้ง 3 ช่วงเวลา ที่กลุ่มตัวอย่างให้คะแนนค่าน้อยกว่า 4 หมายถึง ระดับความรู้สึกสว่างน้อยเกินกว่าปกติ จะประกอบด้วย

- ประสบการณ์ในการมองเห็น (Pre-exposure)
- ระยะห่างในการมอง (Distance)
- ระบบแสงสว่าง (Lighting system)
- ความถูกต้องของสี (Color rendition & Other)

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนค่าของตัวแปรกลุ่มนี้จะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับความรู้สึกสว่าง กล่าวคือเมื่อตัวแปรกลุ่มนี้มีค่าปรับตัวสูงขึ้นใกล้ค่า 4 จะมีผลต่อระดับความรู้สึกสว่างที่สูงขึ้น

3) เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกสว่างรวม ที่เปลี่ยนแปลงกับกลุ่มตัวแปรทั้ง 8 ตัวแปร พบว่า จากแบบสอบถาม พบว่า ตัวแปรที่ส่งผลต่อการรับรู้ความสว่าง ประอบด้วย 2 กลุ่ม ซึ่งทั้ง2 ต่างก็ส่งผลต่อความรู้สึกสว่าง จากสำรวจ ตัวแปรความถูกต้องของสี (Color rendition & Other) เป็นตัวแปรที่ เป็นข้อจำกัดในการแก้ไข ในการทดสอบ หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถอย Regression Analysis ผู้วิจัยจึงกำหนด ให้ ตัวแปรเรื่องความถูกต้องของสี (Color rendition & Other)เป็นตัวแปรคงที่ จะได้ผลดังนี้

กำหนดให้ตัวแปรตาม คือ Y = ความรู้สึกสว่างโดยรวม

กำหนดให้ตัวแปรต้นคือ X1 = Pre-exposure

X2 = Distance

X3 = Foveal vision

X4 = Peripheral vision

X5 = Lighting systems

X6 = Visual glare

X7 = Adaptation

จากผลวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถอย Regression Analysis ด้วยวิธี Enter จะได้สมการดังต่อไปนี้

Y= 0.759 +0.235 Pre-exposure +0.074 Distance +0.563 Lighting systems- 0.118 Visual glare

(0.237) (0.061) (0.560) (-0.128)

** (beta)

R-square = 0.879 Durbin-Watson = 1.748

4) ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแสงภายในอาคารกับความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่าง (ตารางที่ 4-45) พบว่าด้วยลักษณะของสถาปัตยกรรมเดียวกัน เมื่อช่วงเวลาเปลี่ยนไป ปริมาณแสงธรรมชาติที่เข้าสู่อาคารจะแปรผันตามระดับความรู้สึกสว่าง ส่งผลให้สภาพแสงภายในพื้นที่เปลี่ยนแปลงดังนี้

ตารางที่ 4-45 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแสงภายในอาคารกับอิทธิพลของกลุ่มตัวแปรปรุงแต่งทางกายภาพที่มีต่อ ความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่าง

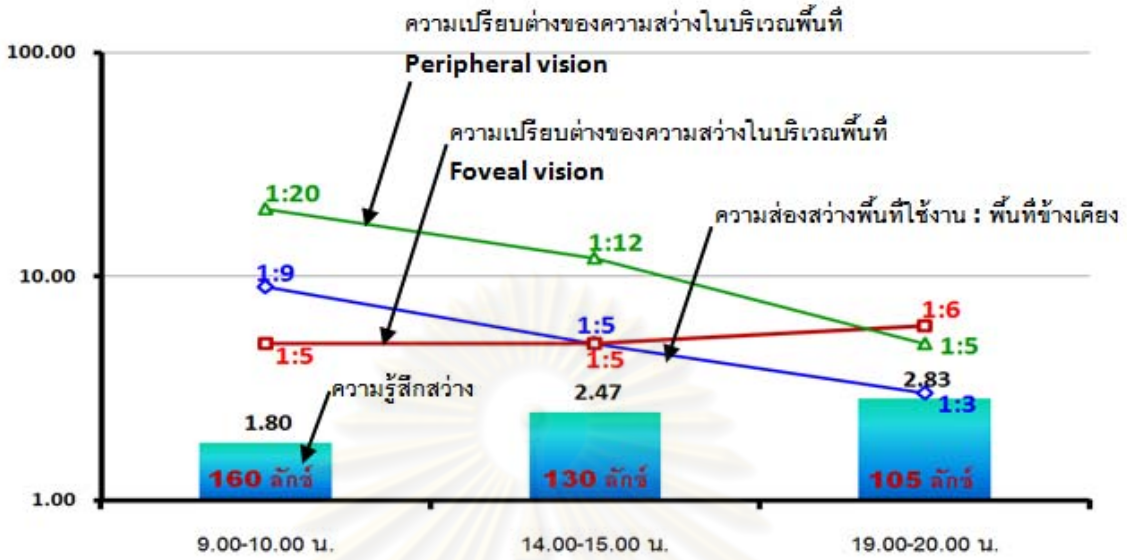
ตัวแปร	ค่าความรู้สึกสว่าง			สภาพปัญหาที่สำรวจพบ
	เช้า	บ่าย	ค่ำ	
การปรับตัวของดวงตา (Adaptation)	6.10	6.13	4.13	ค่าความเปรียบค่าของความส่องสว่างไม่สม่ำเสมอ กลางวันมีอัตราส่วนสูงถึง 1:9 กลางคืนจะมีอัตราส่วนลดลงเหลือ 1:3
ภาพในมุมมองที่อยู่ในจุดโฟกัสของดวงตา (Foveal vision)	5.10	5.20	5.50	ค่าความเปรียบต่างของความสว่าง ค่อนข้างคงที่อยู่ในระดับ 1:5
ภาพในมุมมองที่อยู่โดยรอบของจุดโฟกัส (Peripheral vision)	6.30	6.40	3.80	ค่าความเปรียบค่าของความสว่างไม่สม่ำเสมอ กลางวันมีอัตราส่วนสูงถึง 1:25 กลางคืนจะมีอัตราส่วนลดลงเหลือ 1:5
แสงระคายเคืองตา (Visual glare)	5.67	5.77	4.03	ช่วงกลางวันมีเกิดแสงจ้ารบกวนทำให้ม่านตาหรี่ ช่วงกลางคืนไม่มีแสงจ้ารบกวน
ประสบการณ์ในการมองเห็น (Pre-exposure)	1.63	1.33	3.10	ไม่มีพื้นที่ปรับสายตา, ประสบการณ์เมื่อเทียบกับสนามบินอื่นส่วนใหญ่รู้สึกมืด
ระยะห่างในการมอง (Distance)	2.67	2.53	3.67	เกิดแสงรบกวนจาก Back ground ตลอดวัน
ระบบแสงสว่าง (Lighting system)	1.53	1.47	3.03	ทิศทางโคมเกิดประสิทธิภาพแสงต่ำ ไม่มีการควบคุมการใช้แสงธรรมชาติ
ความถูกต้องของสี (Color rendition)	1.33	1.30	2.17	สีเป็นสีเทาทำให้การดู้กลืนสีมีสูง สัมประสิทธิการสะท้อนแสงต่ำ
ความรู้สึกสว่างรวม	1.57	1.47	3.07	

- ความเปรียบต่างของค่าความส่องสว่างของพื้นที่ติดกันในช่วงกลางวันมีค่าสูงถึง 1:9 ในช่วงกลางคืนความเปรียบต่างของค่าความส่องสว่างของพื้นที่ติดกัน จะปรับลดลงเป็น 1:3 ซึ่งเกิดจากปริมาณแสงธรรมชาติที่เปลี่ยนแปลง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความเปรียบต่างของค่าความส่องสว่างของพื้นที่ติดกัน และมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับการเปลี่ยนแปลงระดับความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่าง

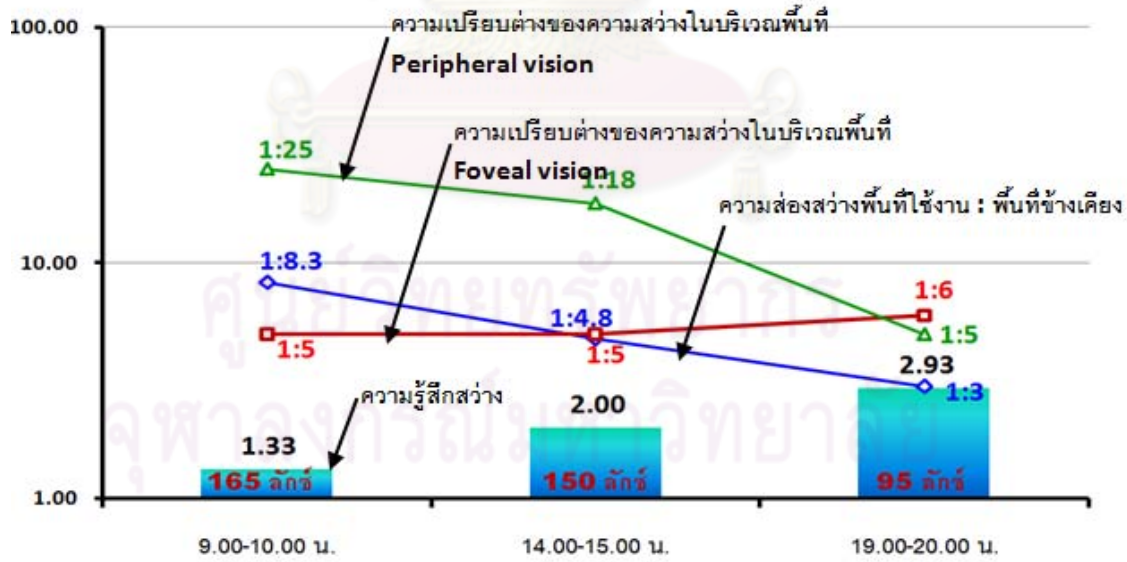
- ความเปรียบต่างของค่าความสว่างที่เกิดจากการมองเห็นในมุมมองจอรับภาพของดวงตาในช่วงกลางวันมีค่าสูงถึง 1:25 ในช่วงกลางคืนความเปรียบต่างของค่าความสว่างจะปรับลดลงเป็น 1:5 ซึ่งเกิดจากปริมาณแสงธรรมชาติที่เปลี่ยนแปลง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความเปรียบต่างของค่าความสว่างในมุมมองจอรับภาพของดวงตา และมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับการเปลี่ยนแปลงมีทิศทางเดียวกับการเปลี่ยนแปลงระดับความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่าง

จากการวิจัยในขั้นนี้สรุปได้ว่าพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ชั้น 2 ในอาคารเทียบเครื่องบิน เกิดปัญหาระดับความรู้สึกสว่างที่ กลุ่มตัวอย่างรู้สึกว่าบรรยากาศมืดกว่าที่ควรเป็น สาเหตุเกิดจากพื้นที่ภายในอาคารมีการออกแบบสถาปัตยกรรมที่ไม่ได้ ควบคุมสภาพการมองเห็นในมุมมองจอรับภาพของดวงตามมนุษย์ ทำให้ดวงตาเกิดปฏิกริยาตอบสนองกับปริมาณแสงที่เปลี่ยนแปลง ดังจะเห็นได้จากแผนภูมิที่ 34-41 แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของปริมาณแสงธรรมชาติที่เปลี่ยนแปลงผกผันกับระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสาร

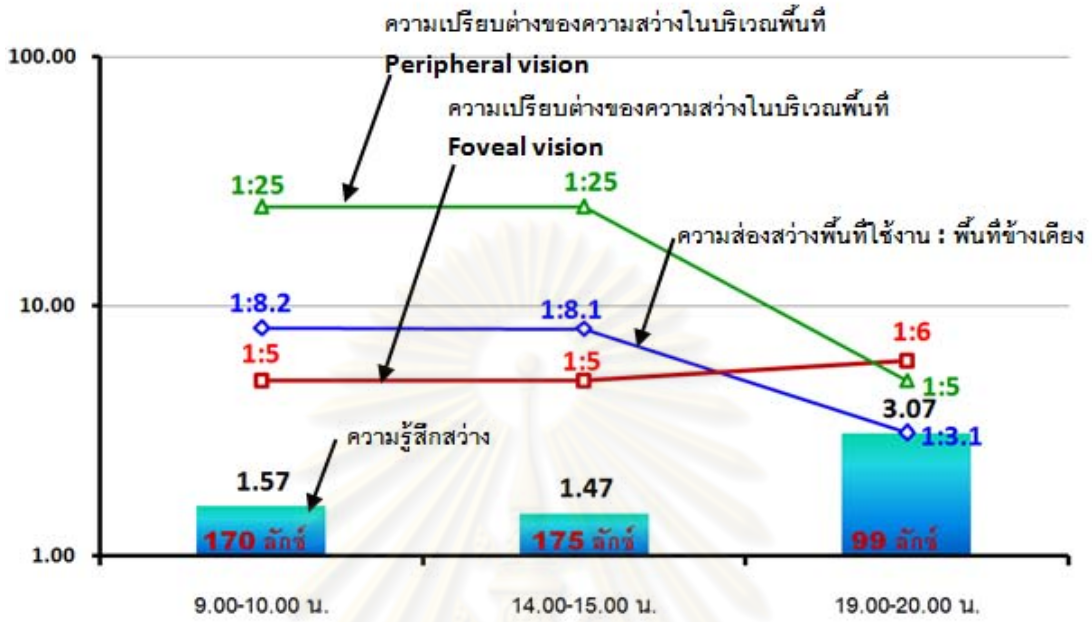
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



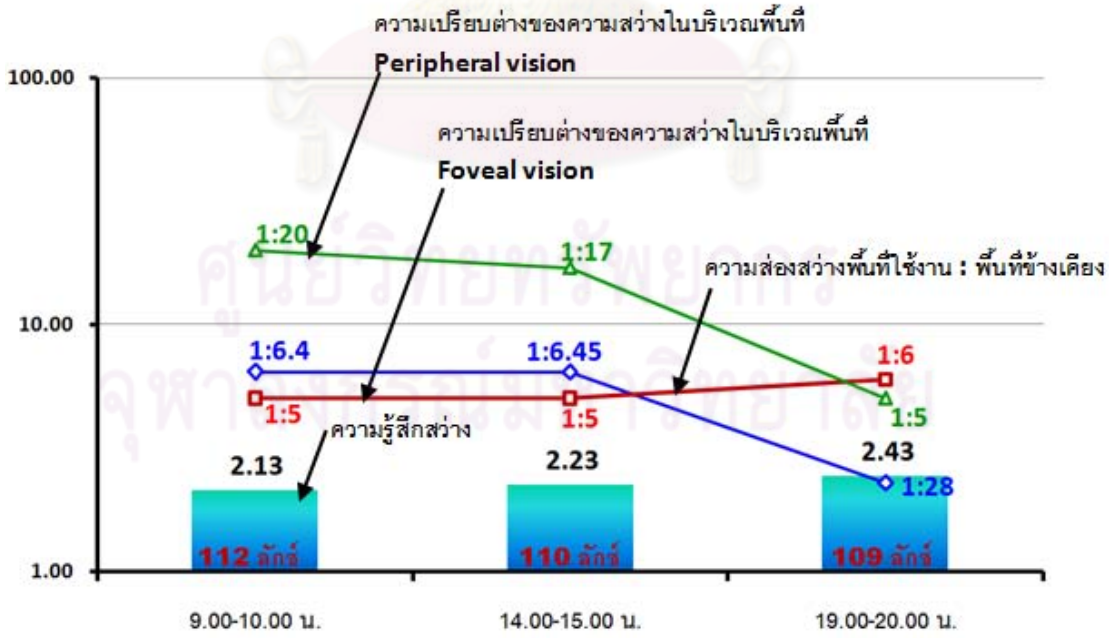
แผนภูมิที่ 4-34 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแสงภายในอาคารเทียบเครื่องบิน A กับระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสาร



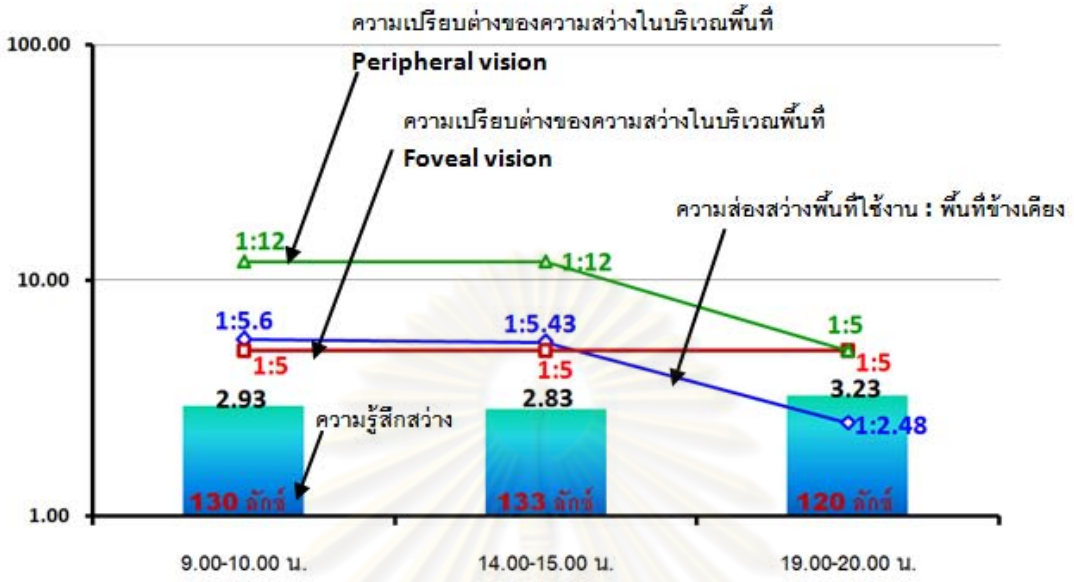
แผนภูมิที่ 4-35 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแสงภายในอาคารเทียบเครื่องบิน B กับระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสาร



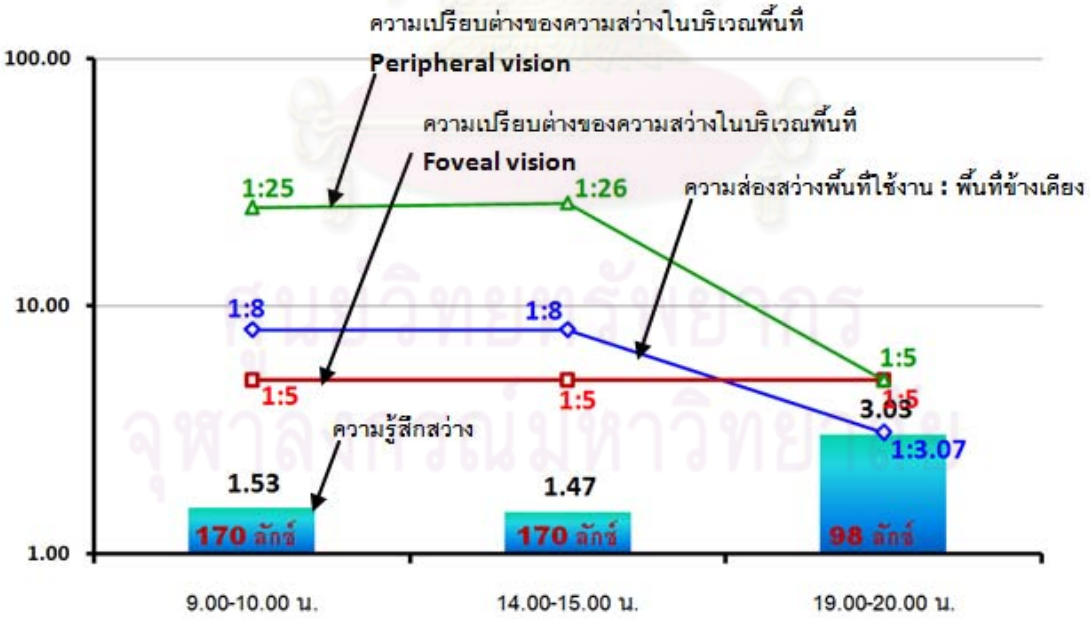
แผนภูมิที่ 4-36 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแสงภายในอาคารเทียบเครื่องบิน C กับระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสาร



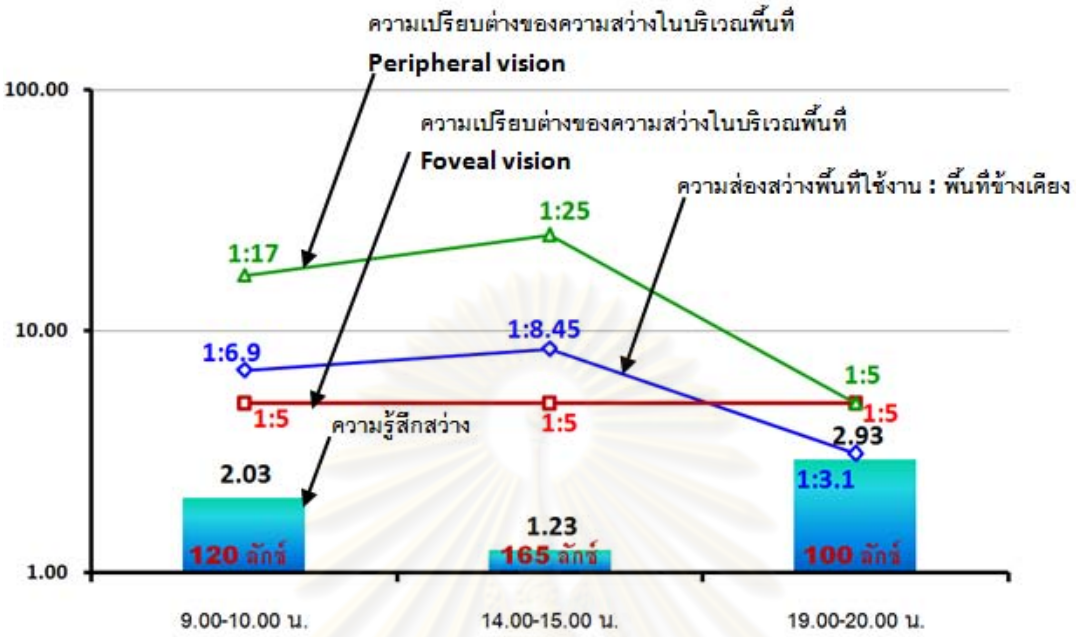
แผนภูมิที่ 4-37 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแสงภายในอาคารเทียบเครื่องบิน DE กับระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสาร



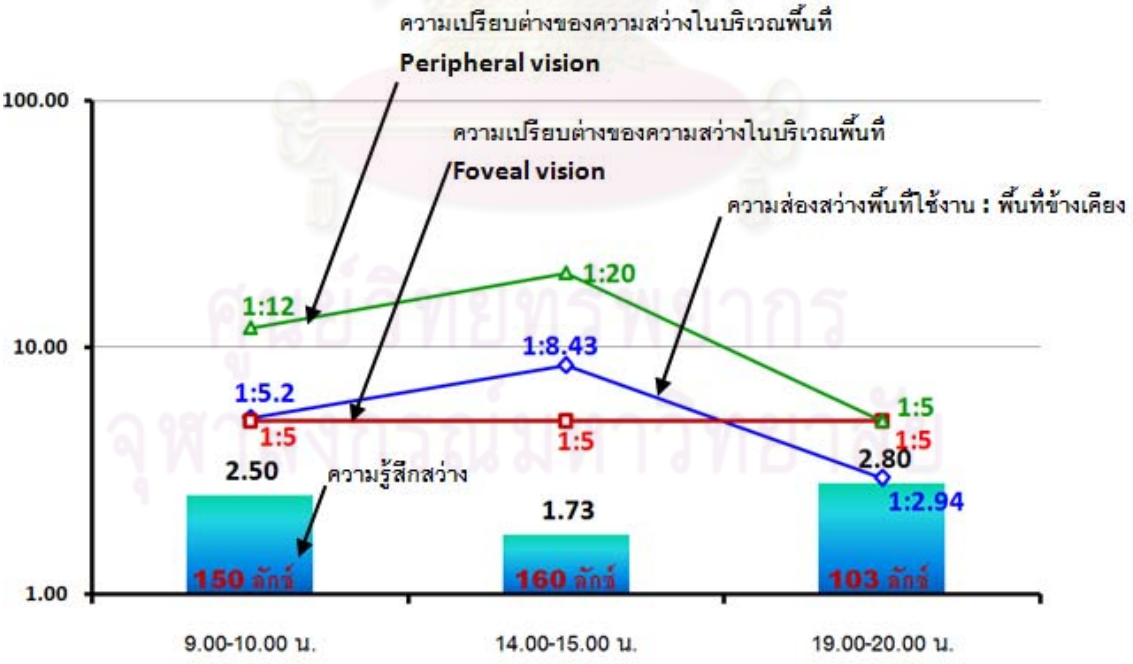
แผนภูมิที่ 4-38 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแสงภายในอาคารเทียบเครื่องบิน DW กับระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสาร



แผนภูมิที่ 4-39 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแสงภายในอาคารเทียบเครื่องบิน E กับระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสาร

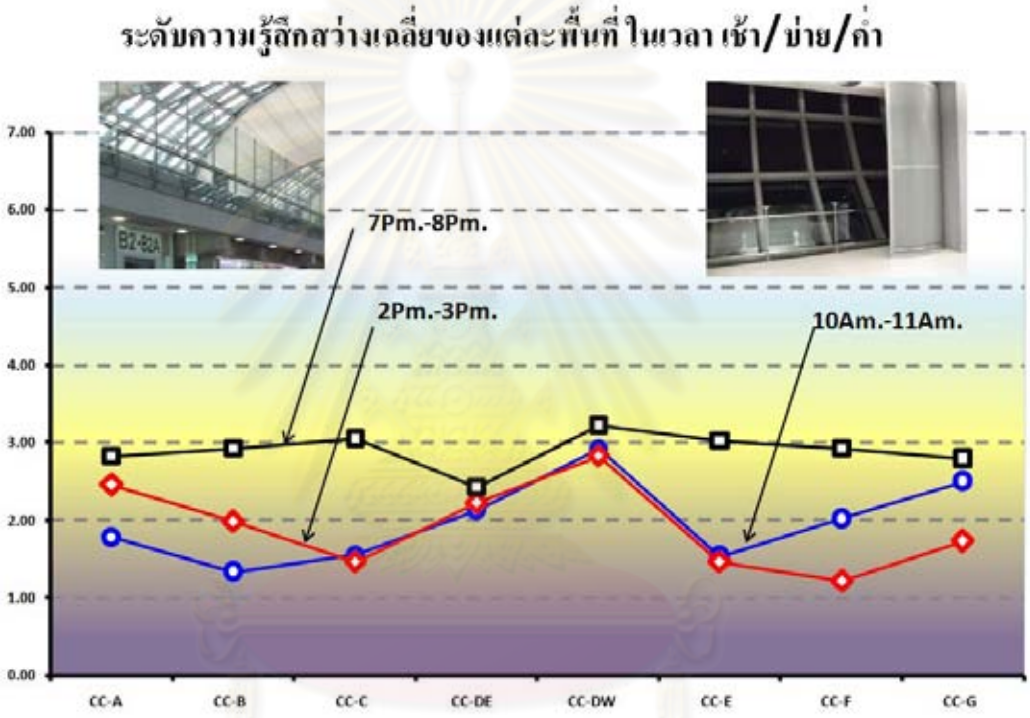


แผนภูมิที่ 4-40 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแสงภายในอาคารเทียบเครื่องบิน F กับระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสาร



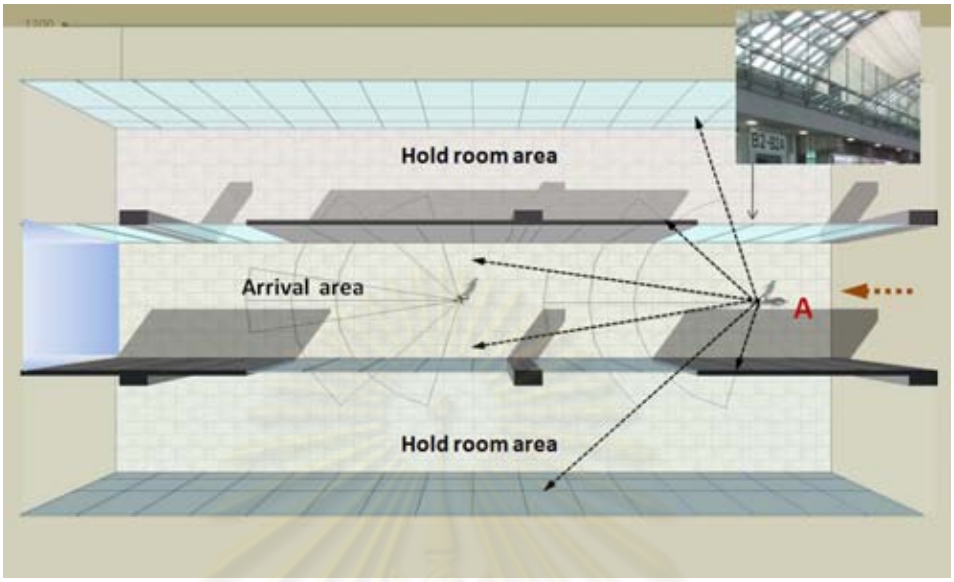
แผนภูมิที่ 4-41 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแสงภายในอาคารเทียบเครื่องบิน G กับระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสาร

สอดคล้องกับแผนภูมิที่ 4-42 พบว่าในช่วงกลางคืน ซึ่งปราศจากแสงธรรมชาติรบกวนในอาคาร ผู้โดยสารจะมีระดับความรู้สึกสว่างเพิ่มขึ้น หรือกล่าวได้ว่า พื้นที่ผู้โดยสารขาเข้าในอาคารเทียบเครื่องบิน ในช่วงกลางคืน จะรู้สึกสว่างกว่าช่วงกลางวันทุกอาคาร ทั้งที่ในช่วงกลางวันมีปริมาณแสงธรรมชาติเพิ่มทำให้ระดับแสงภายในอาคารช่วงกลางวันสูงกว่ากลางคืน แต่ในขณะเดียวกันพบว่าอัตราส่วนความเปรียบต่างในช่วงกลางวันเพิ่มขึ้นกว่าในช่วงกลางคืน ทำให้เกิดการรบกวนการองเห็นแสง ในมุมมองจอรับภาพของดวงตาได้

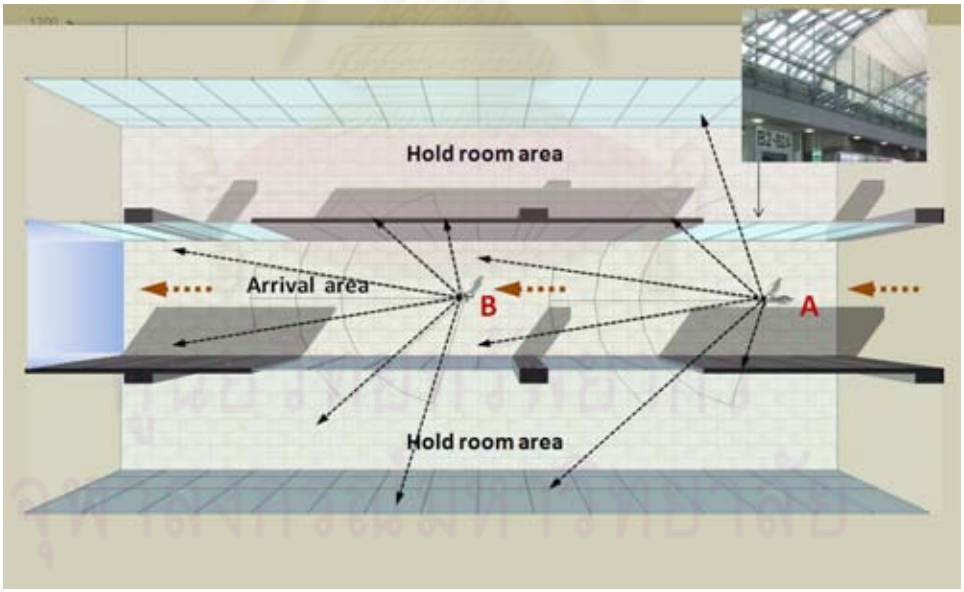


แผนภูมิที่ 4-42 แสดงระดับความรู้สึกสว่างในช่วงกลางคืนที่สูงกว่าในช่วงกลางวันในทุกอาคารเทียบเครื่องบินที่ทำการสำรวจ

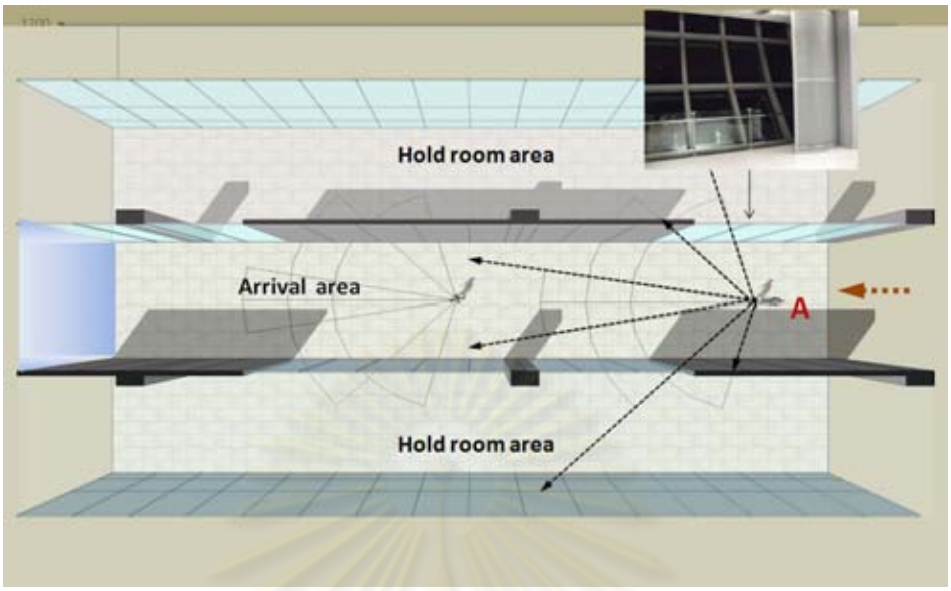
จากภาพที่ 4-55 เมื่อผู้โดยสารอยู่ ณ.จุด A ในช่วงกลางวัน จะมองผ่านผนังกระจกในอาคารออกไปสู่ภายนอกอาคาร และดวงตาจะรับรู้แสงจ้าที่เกิดจากการมองเห็นแสงสะท้อนจากผิวลานจอดเครื่องบินสลับกับผนังทึบสีเทา ซึ่งทำให้ระดับความเปรียบต่างความสว่างของผนังทึบและผนังกระจกสูงถึง1:22ถึง1:27 ตลอดทั้งด้านซ้ายและด้านขวาของพื้นที่ขาเข้า เมื่อผู้โดยสารเคลื่อนที่จากจุด A ไปสู่จุด B ดังรูป 4-56 ความมืดของผนังทึบ และความสว่างจ้าของผนังกระจก จะสลับเปลี่ยนตลอดการเดินของผู้โดยสารทำให้รบกวนการรับรู้แสงของดวงตา ม่านตาจะปรับตัวหรี่ลง



ภาพที่ 4-55 **แสดงตำแหน่ง ที่จุด** A **ซึ่งในช่วงกลางวันผู้โดยสารรับรู้สภาพแสงที่มีความเปรียบต่างของความมืดของผนังทึบ และความสว่างจ้าของผนังกระจก**



ภาพที่ 4-56 **แสดงการเคลื่อนที่ของผู้โดยสาร ในช่วงกลางวัน จากจุด** A **มายังจุด** B

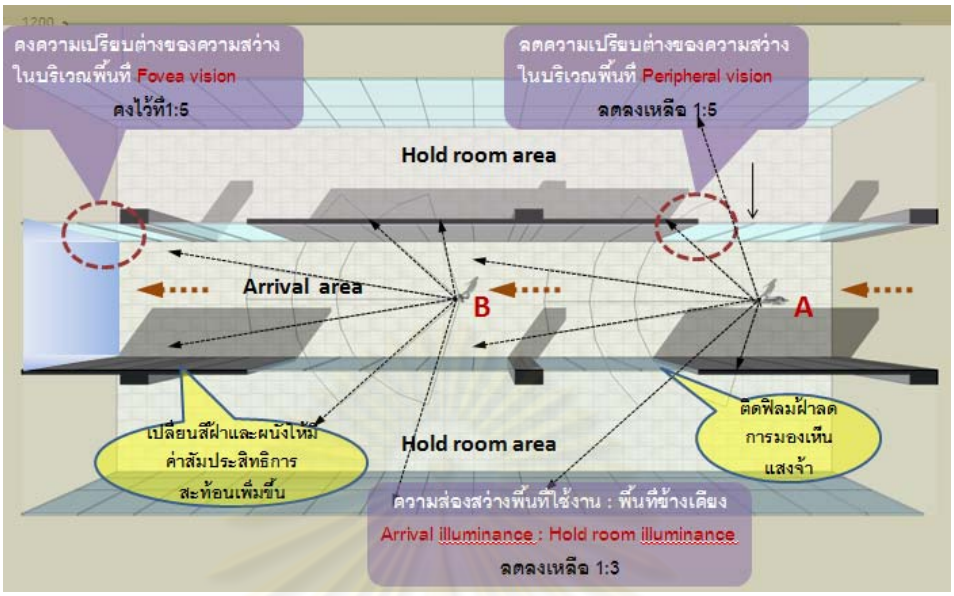


ภาพที่ 4-57 แสดงการเคลื่อนที่ของผู้โดยสาร ในช่วงกลางคืน จากจุด A มายังจุด B

ในขณะที่ช่วงในช่วงกลางคืน จากจุด A มายังจุด B สภาพภายนอกอาคารมืดลง ซึ่งทำให้ระดับความเปรียบต่างความสว่างของผนังทึบและผนังกระจกลดลงเหลือ ถึง1:4 ถึง1:6 ตลอดทั้งด้านซ้ายและด้านขวาของพื้นที่ขาเข้า ส่งผลให้สภาพการมองเห็นแสงในมุมมองจอรับภาพของดวงตาดีขึ้น ดวงตารับรู้แสงได้ดี ส่งผลให้ระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารรู้สึกสว่างมากขึ้นกว่าช่วงกลางวัน

4.4 ผลการทดสอบอิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นทางกายภาพสถาปัตยกรรมด้วยหุ่นจำลองพื้นที่อาคาร

จากปัญหาที่พบจากการสำรวจสภาพแสงภายในอาคารและผลที่ได้จากแบบสอบถามความรู้สึกสว่างของผู้โดยสาร พบว่าในช่วงกลางวัน เกิดความรู้สึกมืด เนื่องจากระบบแสงสว่างในอาคารขาดการออกแบบที่ควบคุมสภาพการมองเห็นแสงในมุมมองจอรับภาพของดวงตา ทำให้รบกวนการรับรู้ความสว่าง แนวทางที่แก้ไขคือการปรับลดความเปรียบต่างของความส่องสว่างและความเปรียบต่างของความสว่าง ดังภาพที่ 4-58



ภาพที่ 4-58 แสดงแนวทางการปรับสภาพการมองเห็นแสงในมุมมองจอรับภาพของดวงตา

โดยจะทำการสอบเพิ่มค่าสัมประสิทธิการสะท้อนแสงของผิวผนังและฝ้าเพดานในรูปแบบต่างๆในหุ่นจำลอง เพื่อนำไปสู่แนวทางการออกแบบการปรับปรุงอาคาร โดยได้กำหนดขั้นตอนการทดสอบดังนี้

4.4.1 ลักษณะหุ่นจำลอง

- มาตราส่วน 1:20
- อัตราส่วนความสูงต่อความลึก ที่สัดส่วน 1:6
- โดยหุ่นจำลองดังกล่าวจะทำการติดตั้งโคมไฟปรับระดับความสว่าง ได้ 12 ระดับ มีค่าความสว่างเริ่มต้น ที่พื้นที่ทำงาน เท่ากับ 20 ลักซ์ (ตามมาตรฐาน IS 3646) ค่าตัวประกอบประมาณ 1.5 จะได้ระดับแสง 12 ระดับ คือ 20–30–50–75–100–150–200–300–500-750-1200-1800 ลักซ์
- สามารถปรับเปลี่ยนลักษณะช่องเปิด สีผนัง สีฝ้าเพดาน เพื่อทำการทดสอบตัวแปรสถาปัตยกรรมภายใน

4.4.2 วิธีการทดสอบ

การทดสอบความรู้สึกสว่าง โดยใช้กลุ่มตัวอย่างพนักงาน มองผ่านช่องที่เจาะไว้และหมุนปรับค่าแสงตั้งแต่ 1-12 เพื่อเพิ่มหรือลดปริมาณแสงจากหลอดไฟที่ติดตั้งไว้ ให้ได้ตำแหน่งที่รู้สึกว่ามีความสว่างเพียงพอ และมองเห็นรายละเอียดในหุ่นจำลองได้ชัดเจนดังรูปที่ 4-58

ภาพที่ 4-59 แสดงสภาพภายในของหุ่นจำลองที่ใช้ในการทดสอบ

กำหนดจำนวนพนักงานที่เข้าทดสอบ 10 คน ต่อการทดสอบหุ่นจำลองแต่ละแบบ หุ่นจำลองที่ทำการทดสอบจะปรับเปลี่ยนลักษณะของสถาปัตยกรรมภายในทั้งสิ้น 24 แบบ ประกอบด้วย

4.3.2.1 ทดสอบหุ่นจำลองลักษณะผนังสีเทาและฝ้าสีเทา และทำการปรับเปลี่ยนช่องเปิด 6 รูปแบบประกอบด้วย

1) ทดสอบช่องไม่มีช่องเปิด
2) ทดสอบช่องเปิด 3 ช่อง
3) ทดสอบช่องเปิด 2 ช่อง
4) ทดสอบช่องเปิด 1 ช่อง <30•
5) ทดสอบช่องเปิด 1 ช่อง 30•–60•
6) ทดสอบช่องเปิด 1 ช่อง >60•

4.3.2.2 ทดสอบหุ่นจำลองลักษณะผนังสีขาวและฝ้าสีเทา และทำการปรับเปลี่ยนช่องเปิด 6 รูปแบบประกอบด้วย

1) ทดสอบช่องไม่มีช่องเปิด
2) ทดสอบช่องเปิด 3 ช่อง
3) ทดสอบช่องเปิด 2 ช่อง
4) ทดสอบช่องเปิด 1 ช่อง <30•
5) ทดสอบช่องเปิด 1 ช่อง 30•–60•
6) ทดสอบช่องเปิด 1 ช่อง >60•

4.3.2.3 ทดสอบหุ่นจำลองลักษณะผนังสีเทาและฝ้าสีขาว และทำการปรับเปลี่ยนช่องเปิด 6 รูปแบบประกอบด้วย

1) ทดสอบช่องไม่มีช่องเปิด
2) ทดสอบช่องเปิด 3 ช่อง
3) ทดสอบช่องเปิด 2 ช่อง
4) ทดสอบช่องเปิด 1 ช่อง <30•
5) ทดสอบช่องเปิด 1 ช่อง 30•–60•
6) ทดสอบช่องเปิด 1 ช่อง >60•

4.3.2.4 ทดสอบหุ่นจำลองลักษณะผนังสีขาวและฝ้าสีขาว และทำการปรับเปลี่ยนช่องเปิด 6 รูปแบบประกอบด้วย

1) ทดสอบช่องไม่มีช่องเปิด
2) ทดสอบช่องเปิด 3 ช่อง
3) ทดสอบช่องเปิด 2 ช่อง
4) ทดสอบช่องเปิด 1 ช่อง <30•
5) ทดสอบช่องเปิด 1 ช่อง 30•–60•
6) ทดสอบช่องเปิด 1 ช่อง >60•

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4-60 **รูปหุ่นจำลองที่ใช้ทดสอบ**

หุ่นจำลอง ฝ้าเทา-ผนังเทา

หุ่นจำลอง ฝ้าขาว-ผนังขาว

หุ่นจำลอง ฝ้าเทา-ผนังขาว

หุ่นจำลอง ฝ้าขาว-ผนังเทา

ภาพที่ 4-61 **ลักษณะช่องเปิดหุ่นจำลองที่ใช้ทดสอบ**

ทดสอบไม่มีช่องเปิด

ทดสอบ 3 ช่อง เปิด

ทดสอบ 2 ช่องเปิด

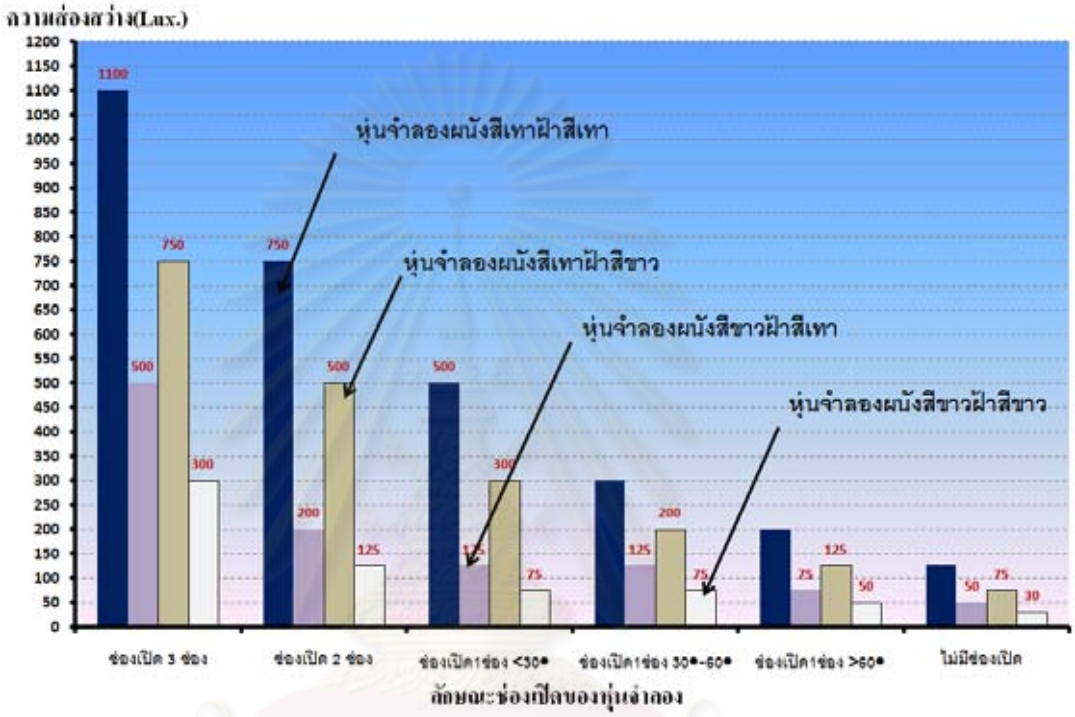
ช่องเปิด 1 ช่อง <30°

ช่องเปิด 1 ช่อง 30°-60°

ช่องเปิด 1 ช่อง >60°

4.4.3 **ผลการทดสอบ** เป็นไปตามแผนภูมิที่ 4-24 ได้ผลดังนี้

- สภาพสีภายในที่แตกต่างกัน พบว่าหุ่นจำลองภายในผนังสีเทาและฝ้าเพดานสีเทา และมีช่องเปิดด้านข้าง ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า อาคารเทียบเครื่องบิน จะต้องใช้ปริมาณแสงมากกว่า หุ่นจำลองฝ้าสีขาวผนังสีขาว ถึง 4 เท่า



แผนภูมิที่ 4-43 **แสดงผลการทดลอง ระดับปริมาณความส่องสว่างที่กลุ่มตัวอย่าง รู้สึกว่ามีความสว่างเหมาะสม ในรูปแบบหุ่นจำลองที่แตกต่างกัน** 24 **รูปแบบ**

- การทดสอบการเจาะช่องแสง พบว่า ในหุ่นจำลองผนังสีขาว และฝ้าเพดานสีขาวเมื่อมีการเจาะช่องแสงจะทำให้เกิดการรบกวนสภาพการมองเห็น แตกต่างกันขึ้นอยู่กับตำแหน่งการเจาะช่องเปิด และปริมาณช่องเปิด

4.5 ผลการที่ได้ภายหลังการปรับปรุงพื้นที่อาคารกรณีศึกษา

จากการวิจัยในขั้นนี้สรุปได้ว่าพื้นที่ผู้โดยสารขาเข้า ชั้น 2 ในอาคารเทียบเครื่องบิน เกิดปัญหาระดับความรู้สึกสว่างที่ กลุ่มตัวอย่างรู้สึกว่าบรรยากาศมืดกว่าที่ควรเป็น สาเหตุเกิดจากพื้นที่ภายในอาคารมีการออกแบบสถาปัตยกรรมที่ไม่ได้ ควบคุมสภาพการมองเห็นในมุมมองจอรับภาพของดวงตามมนุษย์ ทำให้ดวงตาเกิดปฏิกริยาตอบสนองกับปริมาณแสงที่เปลี่ยนแปลง ดังจะเห็นได้จากปริมาณแสงธรรมชาติที่เปลี่ยนแปลงจะส่งผลต่อ ตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นทางกายภาพของ

สถาปัตยกรรม การแก้ไขจะต้องทำการปรับปรุงตัวแปรปรุงแต่งคุณภาพการมองเห็นในมุมมองจอรับภาพของดวงตา

จากการทำวิจัย ด้วยแบบสอบถามทางสถิติ และการวัดสภาพแสงในพื้นที่จริง ณ.จุดที่ทำการสัมภาษก์กลุ่มตัวอย่าง ทำให้ทราบถึงอิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นทางกายภาพสถาปัตยกรรม ซึ้งเมื่อทำการเปรียบเทียบทำให้ทราบปัญหาหลักของ ความรู้สึกสว่างที่อาคารเทียบเครื่องบินว่า อยู่ที่การจัดสภาพการมองเห็น ในมุมมองภาพของดวงตา ซึ่งจะต้องปรับแก้จัดสภาพสถาปัตยกรรมภายในใหม่เพื่อปรับสมดุลตัวแปรปรุงแต่งให้เหมาะสม โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

- ต้องเป็นรูปแบบที่ใช้พลังงานที่น้อย ปริมาณแสงที่น้อย แต่รู้สึกสว่าง
- เป็นรูปแบบที่สามารถทำให้ม่านตาเปิดกว้าง
- จะต้องลดการเกิด Glare (Glare มากทำให้ม่านตาปิด)
- เป็นรูปแบบที่ใช้ลูเมนน้อย แต่ให้ความสว่างมาก และมีสีสันมากที่สุด

จากการทดสอบด้วยหุ่นจำลองยังพบว่า การใช้ผนังสีขาว สามารถช่วยลดความเปรียบต่างของความสว่างระหว่างผนังกระจกกับผนังทึบ และเพิ่มการรับรู้แสงได้เพิ่มขึ้นการลดพื้นที่ผนังกระจกจะสามารถปริมาณแสงที่เข้าสู่อาคารและลดความเปรียบต่างของค่าความส่องสว่างลงได้

4.5.1 แนวทางการออกแบบปรับปรุงสภาพสถาปัตยกรรมภายในเพื่อเพิ่มความรู้สึกสว่าง

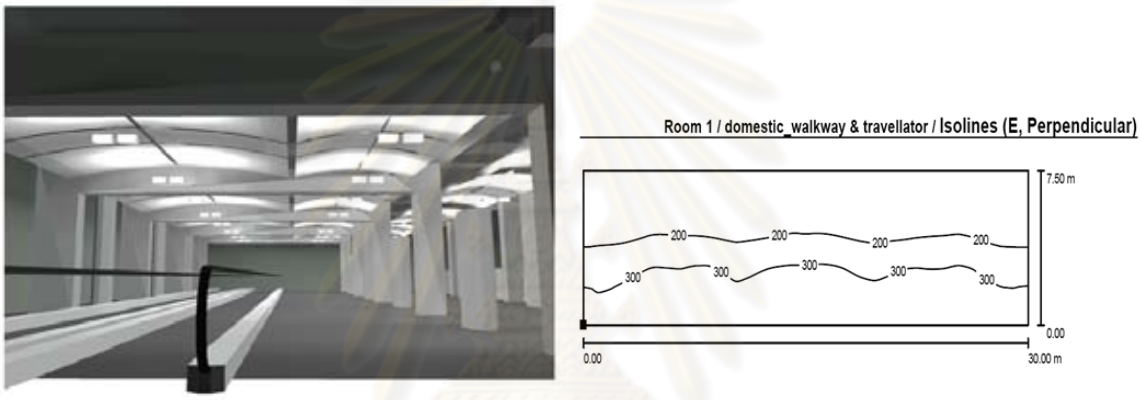
จากการทดสอบจำลองสภาพพื้นที่อาคารเทียบเครื่องบิน DE จึงได้ทำการออกแบบสถาปัตยกรรมภายในใหม่ เพื่อปรับปรุงตัวแปรปรุงแต่งสภาพการมองเห็นแสง โดยมีเป้าหมายเพื่อลดปริมาณแสงแต่สามารถเพิ่มระดับความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารตามสมมุติฐานการวิจัย นำไปสู่การลดการใช้พลังงานจากเดิม โดยแนวทางการออกแบบที่ได้มีดังนี้

4.5.1.1 ทำการควบคุมสภาพการมองเห็นแสงในมุมมองสายตาผู้ใช้อาคาร (Fiew of view) จากการวิเคราะห์แบบสอบถามทางสถิติเปรียบเทียบกับการวัดค่าปริมาณแสงในพื้น พบว่าตัวแปรกลุ่มที่กระทบต่อดวงตาทำให่ม่านตาหรี่ลงเกิดจากสภาพพื้นที่ที่มีความเปรียบต่างของความส่องสว่างมาก ในขณะที่ มุมมองจอรับภาพของสายตาผู้ใช้อาคารได้รับอิทธิพลจากความเปรียบต่างของความสว่างที่สูง เนื่องจากผู้ใช้อาคารมองเห็นผนังทึบสีเทาที่มีความสว่างในระดับต่ำมาก สลับกับกระจก ซึ่งมีความสว่างในระดับที่สูงในลักษณะแสงจ้าที่เกิดจากการมองเห็นสภาพภายนอกอาคารจึงได้ทำการปรับปรุงผนังกระจกโดยใช้สติกเกอร์ฝ้าติดที่ผิวกระจกเพื่อลดปริมาณแสงจ้าที่ผู้โดยสารมองเห็น และทำการปรับผิวอาคารภายในให้มีสีที่มีค่าสัมประสิทธิการสะท้อนแสงที่สูงเพื่อเพิ่มความสว่างที่ผนังทึบ ทำให้ความเปรียบต่างของความสว่างลดลงอยู่ในระดับไม่เกิน 1: 5

4.5.1.2 ทำการเพิ่มความสว่าง โดยทำการปรับผิวอาคารภายในเช่น ผนังและฝ้าเพดานให้มีสีขาวซึ่งที่มีค่าสัมประสิทธิการสะท้อนแสงที่สูงเพื่อเพิ่มความสว่างที่ผนังทึบ โดยแบ่งผลการทดสอบออกเป็น 2 ขั้นตอน

4.5.1.3 ทำการออกแบบปรับลดแสงจ้าที่เกิดจากการเห็นดวงโคมให้ลดลง และใช้ฝ้าเพดานในการปรับทิศทางแสง

จากแนวทางดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบการแก้ไขสถาปัตยกรรมภายในใหม่ และเพื่อให้รูปแบบสถาปัตยกรรมใหม่ มีการกระจายแสงที่เหมาะสม จึงได้ทำการทดสอบรูปแบบด้วยโปรแกรม Dialux ซึ่งได้ผลดัง ภาพที่ 4-62

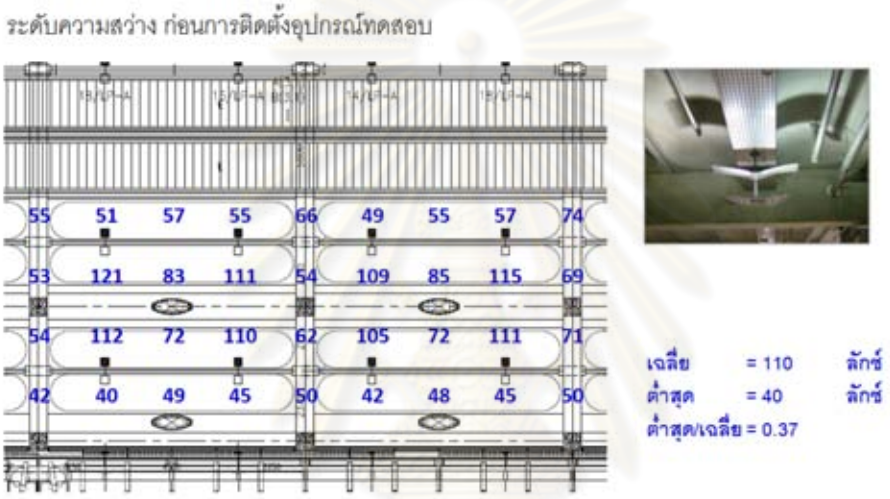


ภาพที่ 4-62 ผลการทดสอบการกระจายแสงของรูปแบบสถาปัตยกรรมภายในที่ใช้ในการปรับปรุง

ภาพที่ 4-63 รูปแบบสถาปัตยกรรมภายในที่ใช้ในการปรับปรุงเพื่อเพิ่มความรู้สึกสว่าง

ในการปรับปรุงสภาพทางกายภาพของสถาปัตยกรรมภายใน ผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบการแก้ไขปรับปรุงออกเป็น 3 ระยะ โดยผลที่การปรับปรุงทั้ง 3 ระยะเป็นดังนี้

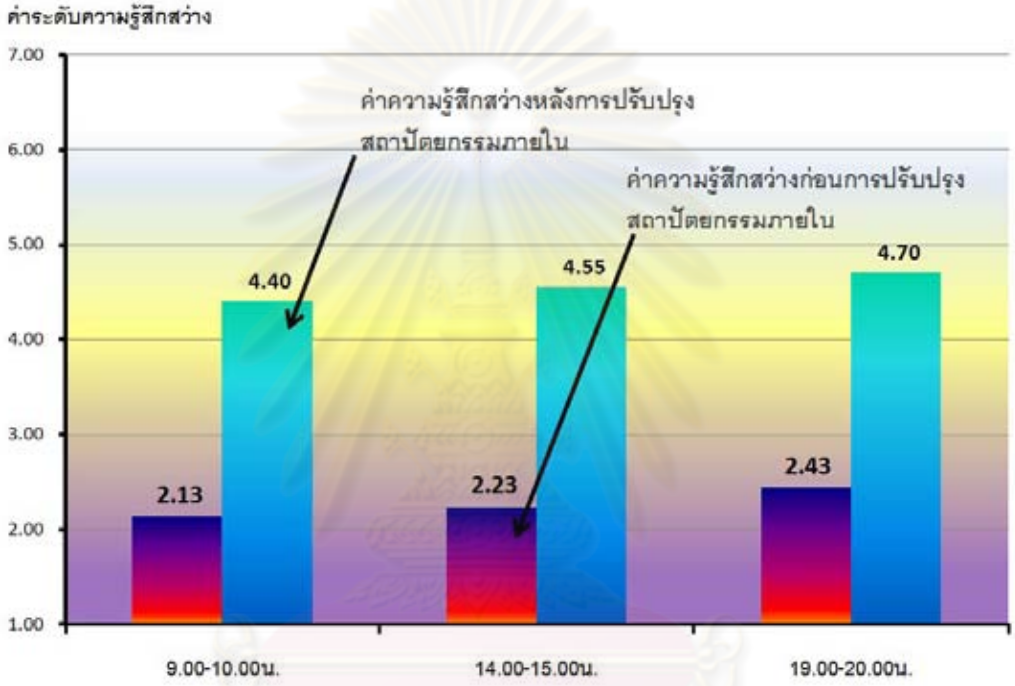
ผลจากการปรับปรุงในระยะที่ 1 ใช้รูปแบบสถาปัตยกรรมภายในใหม่ร่วมกับระบบไฟเดิม (F5)จากภาพที่ 4-64 และ 4-65 เป็นการเปรียบเทียบปริมาณความส่องสว่างก่อนและหลังการปรับปรุงสถาปัตยกรรมภายใน โดยได้ทำการปรับสภาพผนัง และฝ้าเพดาน จากผนังสีเทาที่มีค่าสัมประสิทธิการสะท้อนแสง 0.27 เปลี่ยนเป็นผนังและฝ้าเพดานสีขาวที่มีค่าสัมประสิทธิการสะท้อนแสง 0.90 ทำให้ทางกายภาพ ปริมาณความส่องสว่างจากเดิมเฉลี่ยอยู่ที่ 110 ลักซ์ เพิ่มขึ้น เป็น 258 ลักซ์



ภาพที่ 4-64 **ปริมาณความส่องสว่างก่อนการปรับปรุงสถาปัตยกรรมภายใน**

ภาพที่ 4-65 **ปริมาณความส่องสว่างหลังการปรับปรุงสถาปัตยกรรมภายใน**

ระดับความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่าง ระหว่างก่อนและหลังการปรับเปลี่ยนสถาปัตยกรรมภายใน ซึ่งยังคงระบบแสงเดิมไว้ โดยผู้วิจัยได้ทำการปรับสภาพผนัง และฝ้าเพดานจากผนังสีเทาที่มีค่าสัมประสิทธิการสะท้อนแสง 0.27 เปลี่ยนเป็นผนังและฝ้าเพดานสีขาวที่มีค่าสัมประสิทธิการสะท้อนแสง 0.90 และทำการลดปริมาณแสงธรรมชาติที่ผ่านทะลุกระจกโดยการติดฟิล์มฝ้า ทำให้ระดับความรู้สึกสว่างเพิ่มขึ้นตามแผนภูมิที่ 4-44



แผนภูมิที่ 4-44 แสดงการเปรียบเทียบค่าความรู้สึกสว่าง ก่อนและหลังการปรับปรุง สถาปัตยกรรมภายในโดยยังคงรูปแบบโคมไฟเดิม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพถ่ายก่อนปรับปรุง **ภาพถ่ายหลังการปรับปรุงสถาปัตยกรรม**

ภาพที่ 4-66 แสดงการเปรียบเทียบบรรยากาศพื้นที่ ก่อนและหลังการปรับปรุงสถาปัตยกรรมภายใน

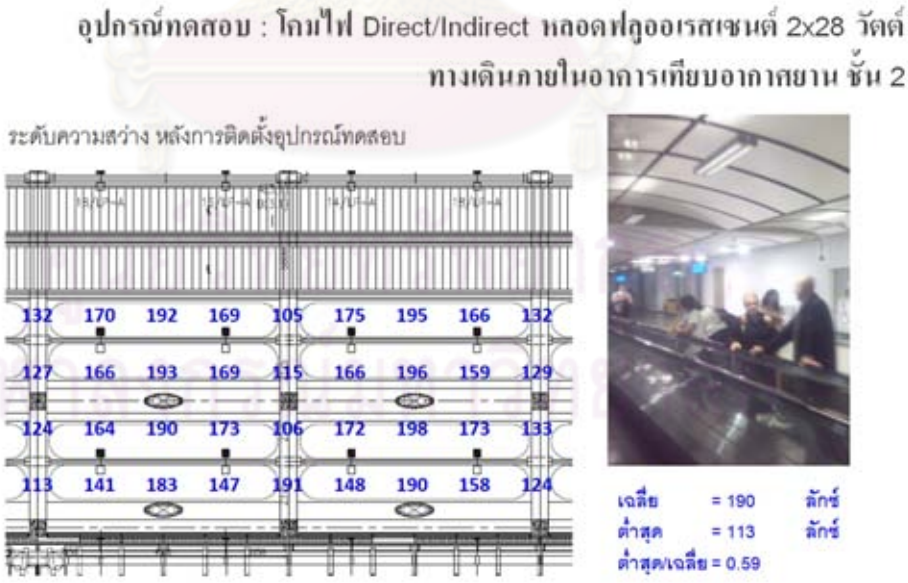
4.5.2 **ขั้นตอนที่ 2 การปรับเปลี่ยนโคมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการนำแสงมาใช้และการเพิ่มความรู้สึกสว่างเพื่อลดปริมาณการใช้พลังงาน**

จากการปรับปรุงสถาปัตยกรรมภายในใหม่และใช้โคมเดิม พบว่าค่าความส่องสว่างเพิ่มสูงกว่ามาตรฐาน CIE และ IESNA และกลุ่มตัวอย่างยังคงรู้สึกว่าบรรยากาศในพื้นที่มีสว่างสูง จึงได้ปรับแก้โคมเพื่อลดการใช้พลังงานตามเป้าหมายการวิจัย โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน

1) ใช้รูปแบบสถาปัตยกรรมภายในใหม่และ โคมไฟเดิมแต่เปลี่ยนทิศทางการส่องไฟเป็นคว่ำลงสู่พื้น โดยได้ผลดังภาพที่ 4-67 ซึ่งปริมาณความส่องสว่างยิ่งเพิ่มขึ้นเป็น 358 ลักซ์ โดยเฉลี่ย

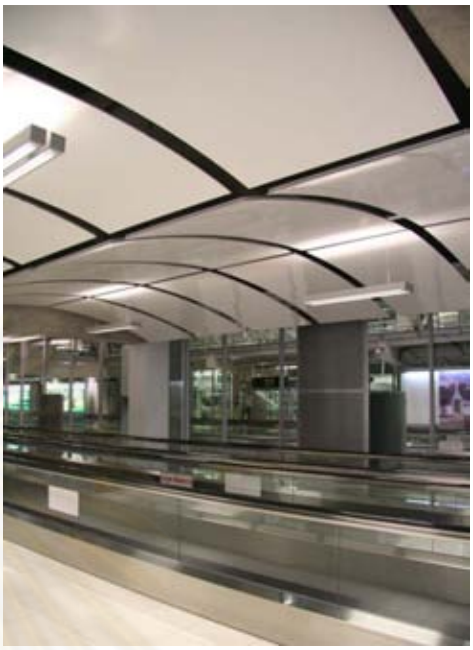
ภาพที่ 4-67 ปริมาณความส่องสว่างหลังการปรับปรุงสถาปัตยกรรมภายใน และปรับทิศทางโคมคว่ำลง

2) ใช้รูปแบบสถาปัตยกรรมภายในใหม่และ เปลี่ยนโคมไฟจากเดิม F5 เป็นโคมฟูออเรสเซ็นต์ T5 2x28 watt โดยได้ผลดังภาพที่ 4-69 ปริมาณความส่องสว่างปรับลดลงเหลือ 190 ลักซ์ โดยเฉลี่ย ซึ่งยังคงสูงกว่ามาตรฐาน การออกแบบของ CIE และ IESNA แต่พลังงานลดลง 5 เท่าจากเดิม



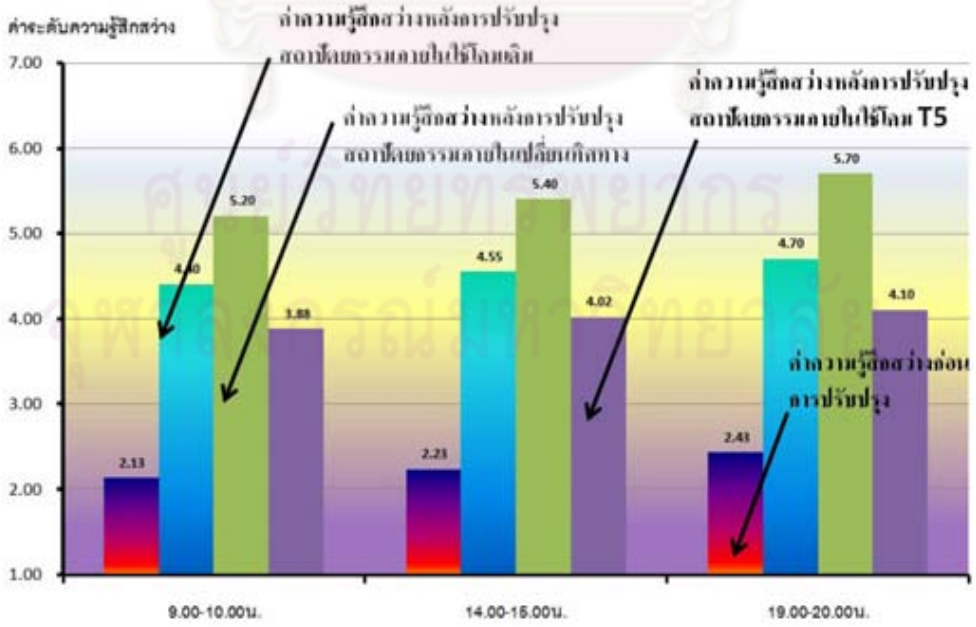
ภาพที่ 4-68 ปริมาณความส่องสว่างหลังการปรับปรุงสถาปัตยกรรมภายใน และเปลี่ยนโคมไฟจากเดิม F5 เป็นโคมฟูออเรสเซ็นต์ T5 2x28 watt

โคมเดิม แต่เปลี่ยนทิศทางให้คว่ำลง
หลอด เมทัลอาไลท์ 2x150 watt



เปลี่ยนโคมไฟใหม่
หลอดฟูลออเรสเซนต์ T5 2x28 watt

ภาพที่ 4-69 **แสดงการเปรียบเทียบบรรยากาศพื้นที่ หลังการปรับปรุงสถาปัตยกรรมภาย ระหว่างการใช้โคมเดิม แต่เปลี่ยนทิศทางโคมให้คว่ำลง กับการเปลี่ยนโคมใหม่แต่ใช้หลอดฟูลออเรสเซนต์** T5 2x28 watt



แผนภูมิที่ 4-45 **แสดงการเปรียบเทียบค่าความรู้สึกสว่าง ก่อนและหลังการปรับปรุง**

จากแบบสอบถามความรู้สึกสว่างหลังการเปลี่ยนแปลงสถาปัตยกรรมภายในทั้ง 3 รูปแบบ พบว่า ค่าความรู้สึกสว่างทั้ง 3 รูปแบบมีค่าความรู้สึกสว่างสูงกว่าก่อนการปรับปรุง โดยเมื่อทำการปรับเปลี่ยนโคมไฟฟ้าจาก หลอด เมทัลอาไลท์ 2x150 watt เป็น หลอดฟูลออเรสเซนต์ T5 2x28 watt ซึ่งสามารถลดพลังงานได้ถึง 5เท่า ในขณะผู้โดยสารยังคงรับรู้ถึงบรรยากาศที่สว่างได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

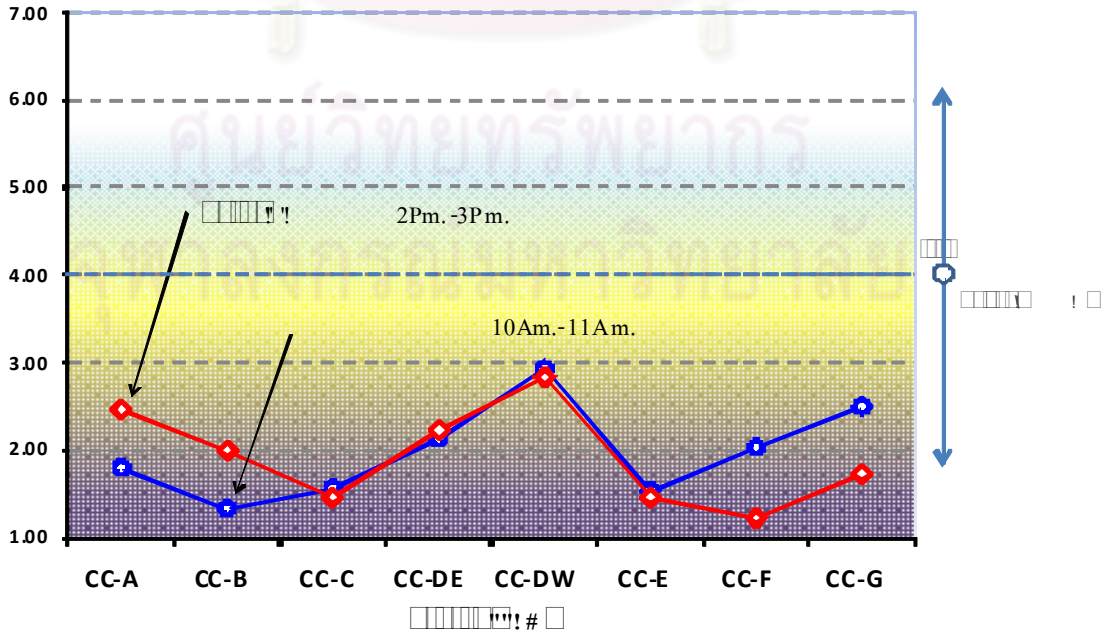
บทที่ 5
วิเคราะห์ผลการวิจัย

การอภิปรายผลการวิจัยนี้ประกอบด้วย การอภิปรายอิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองที่ได้จากแบบสอบถามทางสถิติของกลุ่มตัวอย่าง 720 ตัวอย่าง เปรียบเทียบกับการสำรวจสภาพทางกายภาพของพื้นที่ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบในลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่าง ที่ได้รับอิทธิพลจากตัวแปรด้านต่างๆเทียบกับการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของพื้นที่ ณ. จุดที่ทำการสอบถามกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผลวิจัยที่ได้เป็นดังนี้

5.1 อภิปรายอิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นทางกายภาพสถาปัตยกรรมที่มีผลต่อระดับความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่าง

จากการสำรวจทางสถิติ เกี่ยวกับอิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นทางกายภาพสถาปัตยกรรม ที่มีผลต่อระดับความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 720 ตัวอย่าง จากประชากรผู้โดยสารขาเข้าทั้งหมดจำนวน 50,000คนต่อวัน ที่ใช้บริการในพื้นที่รองรับผู้โดยสารขาเข้าชั้น 2 อาคารเทียบเครื่องบิน ณ.ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

แผนภูมิที่ 5-1 แสดงการเปรียบเทียบระดับความรู้สึกสว่าง ระหว่างช่วงเวลา 9.00น.-10.00น.และช่วงเวลา 14.00น. - 15.00น.



จากการวิเคราะห์แบบสอบถาม พบว่าก่อนทำการปรับปรุงสภาพสถาปัยกรรมภายใน อาคารเทียบเครื่องบิน กลุ่มตัวอย่างผู้โดยสารได้ให้สัมภาษก์ความรู้สึก ณ.พื้นที่สำรวจ ในช่วงเวลา 9.00 น. - 10.00 น. และช่วงเวลา 14.00 น. - 15.00 น. พบว่า ผู้ใช้อาคารมีความรู้สึกว่าภายในอาคารค่อนข้างมืด (แผนภูมิที่ 5-1) จากแบบสอบถาม ระดับความรู้สึกสว่างได้ กำหนดมาตราส่วนความรู้สึกสว่างไว้ 7ระดับ ที่ได้จากการสอบถาม ดังนี้

ค่า 7 เป็นค่าสูงสุดที่ผู้ตอบแบบสอบถาม รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า รุนแรง

ค่า 6 เป็นค่าระดับที่ผู้ตอบแบบสอบถาม รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงจ้า

ค่า 5 เป็นค่าระดับที่ผู้ตอบแบบสอบถาม รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างมาก

ค่า 4 เป็นค่ากลางที่ผู้ตอบแบบสอบถาม รู้สึกว่าความสว่างมีระดับเพียงพอ

ค่า 3 เป็นค่าระดับที่ผู้ตอบแบบสอบถาม รู้สึกว่าความสว่างมีระดับสว่างน้อย

ค่า 2 เป็นค่าระดับที่ผู้ตอบแบบสอบถาม รู้สึกว่าความสว่างมีระดับค่อนข้างมืด

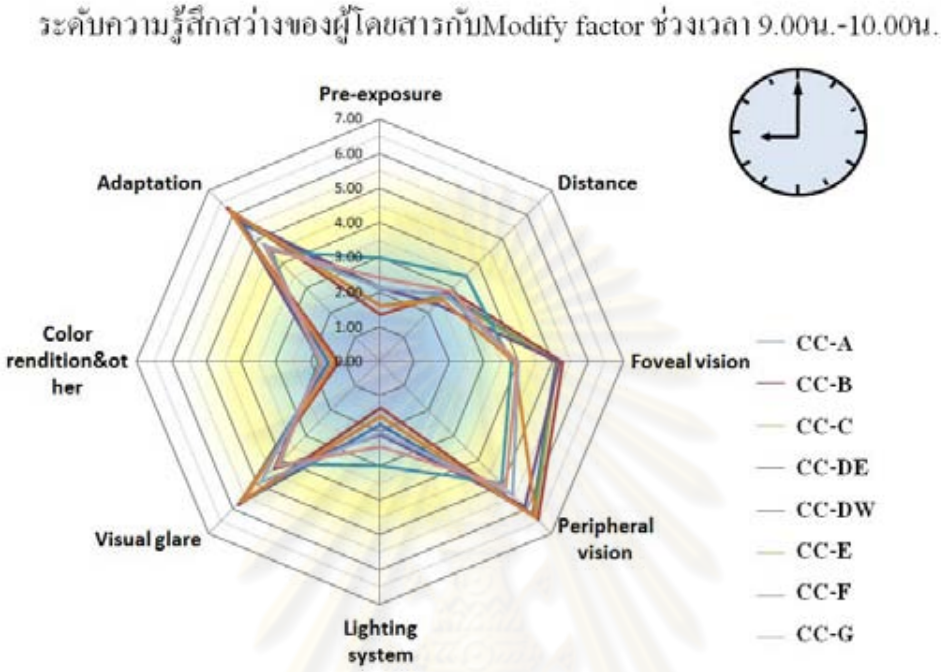
ค่า 1 เป็นค่าต่ำสุดที่ผู้ตอบแบบสอบถาม รู้สึกว่าความสว่างมีระดับแสงมืด

ผู้ตอบแบบสอบถามทั้ง 2 ช่วงเวลา มีค่าความรู้สึกสว่างจะอยู่ในระดับสว่างน้อย (โดยเฉลี่ยประมาณ ค่า2-ค่า3) ถึงระดับค่อนข้างมืด ซึ่งสอดคล้องกับเสียงวิจารณ์ที่ได้รับจากผู้โดยสารซึ่งผ่านการสำรวจโดย ASQ (Airport Service Quality) ว่าบรรยากาศภายในอาคารของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิค่อนข้างมืด เมื่อทำการวิเคราะห์ในรายละเอียดผลจากการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับค่าความรู้สึกสว่างที่เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นทางกายภาพสถาปัตยกรรม สามารถแบ่งกลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นทางกายภาพสถาปัตยกรรม ได้ออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

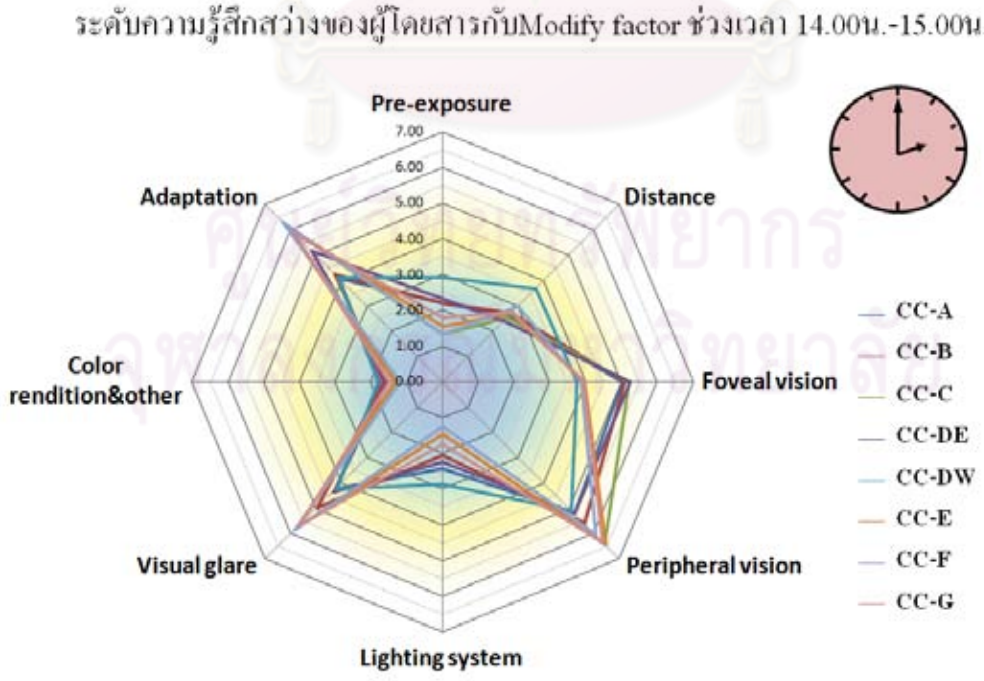
5.1.1 กลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นทางกายภาพสถาปัตยกรรมที่ผู้ตอบแบบสอบถามรู้สึกว่าเกิดบรรยากาศมืดโดยให้ค่าคะแนนความรู้สึกสว่างต่ำกว่าค่า 4 ดังแผนภูมิที่ 5.2 5.3 และ 5.4 ประกอบด้วย Pre-exposure, Color Rendition, Lighting SystemและLighting System

5.1.2 กลุ่มตัวแปรที่ให้ความรู้สึกสว่างมากเกินไป จากการสอบถามกลุ่มตัวอย่าง 720 ตัวอย่าง พบว่าตัวแปรที่กลุ่มตัวอย่างรู้สึกว่าให้อิทธิพลต่อการรับรู้แสงที่มากเกินไปดังแผนภูมิที่ 5.2, 5.3 และ 5.4 ประกอบด้วย Visual Glare, Peripheral Vision, Foveal Vision และ Adaptation ซึ่งกลุ่มตัวอย่างจะให้ค่าคะแนนความรู้สึกสว่าง มีค่ามากกว่า 4

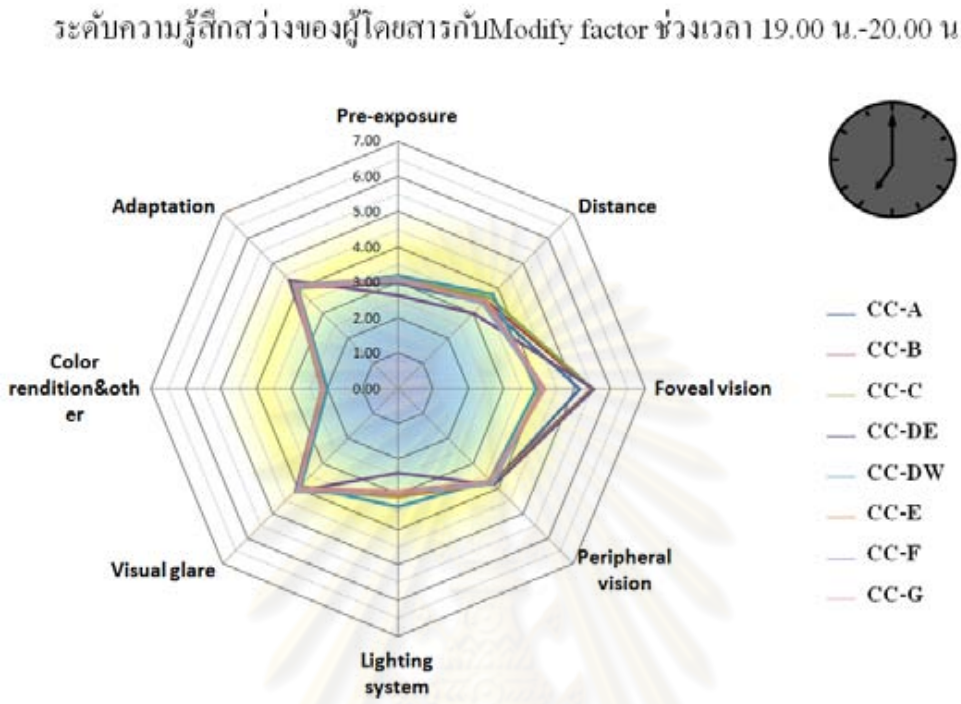
แผนภูมิที่ 5-2 แสดงค่าความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่าง ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นทางกายภาพสถาปัตยกรรม ช่วงเวลา 9.00 น.-10.00 น.



แผนภูมิที่ 5-3 แสดงค่าความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่าง ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นทางกายภาพสถาปัตยกรรม ช่วงเวลา 14.00 น.-15.00 น.



แผนภูมิที่ 5-4 แสดงค่าความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่าง ที่เกิดจากตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นทางกายภาพสถาปัตยกรรม ช่วงเวลา19.00 น.-20.00 น.



โดยจากการตรวจสอบสภาพทางกายภาพพบว่า คำตอบจากแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่างมีความสัมพันธ์ในลักษณะแปรผกผันกับตัวแปรกลุ่มนี้ กล่าวคือ ค่าความรู้สึกสว่างของตัวแปรกลุ่มนี้ยิ่งเพิ่มขึ้นมาก ก็จะยิ่งส่งผลต่อระดับความรู้สึกสว่างที่ลดลง โดยตัวแปรกลุ่มนี้จะมีความสัมพันธ์กับสภาพของแสงภายในอาคาร จากการเก็บข้อมูลทางกายภาพและแบบสอบถามทางสถิติ ซึ่งทำการเก็บข้อมูล 3 ช่วงเวลาที่แตกต่างกันกล่าวคือ ช่วงเช้า 09.00 -10.00 น. ช่วงบ่าย 14.00 – 15.00 น. และช่วงค่ำ 19.00 – 20.00 น. การเก็บข้อมูลกระทำพร้อมกันในอาคารเทียบเครื่องบินทุกอาคาร พบว่าอิทธิพลของตัวแปรจะแปรเปลี่ยนตามปริมาณแสงในอาคารที่เปลี่ยนไป

จากการสำรวจทางกายภาพยังคงพบอีกว่า อาคารมีการใช้แสงธรรมชาติจากด้านข้างและด้านบนของอาคาร โดยแต่ละอาคารมีสภาพแสงภายในอาคารแต่ละช่วงเวลาจะแตกต่างกันไปตามทิศทางของตำแหน่งอาคาร มีผลต่อปริมาณแสงภายในอาคาร ที่ผู้ใช้อาคารจะรับรู้แตกต่างกันออกไปตามตำแหน่งอาคารและเวลาที่แตกต่างกัน

5.2 อภิปรายอิทธิพลของแสงธรรมชาติในอาคารเทียบเครื่องบิน ที่มีต่อปริมาณการรับรู้ความสว่างในอาคารของกลุ่มตัวอย่าง

จากการศึกษากราฟรูปที่ 5-1 เป็นผลมาจากการสำรวจกลุ่มเป้าหมาย 720 ตัวอย่าง พบว่าคำตอบที่ได้รับจากการสอบถามกลุ่มตัวอย่าง ในสภาพเวลากลางคืนกลุ่มตัวอย่างจะมีระดับความรู้สึกสว่างสูงกว่าเวลากลางวันทุกพื้นที่ ทั้งที่สภาพสถาปัตยกรรมและระบบแสงประดิษฐ์เท่าเดิม เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแสงในอาคาร พบว่าในช่วงเวลากลางคืนแต่ละพื้นที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ ส่งผลให้ความรู้สึกสว่างดีขึ้น

ตารางที่ 5-1 แสดงรายละเอียดของตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มของตัวแปร	กลางคืน	กลางวัน
1. ความเปรียบต่างความส่องสว่างของพื้นที่สำรวจกับพื้นที่ข้างเคียง	1:3	1:10
2. ความเปรียบต่างของความสว่างผนังทึบกับผนังกระจก	1:5	1:20-25

จากการสำรวจและเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของพื้นที่แต่ละอาคาร พบว่ามีความสอดคล้องกับการรับรู้ความรู้สึกสว่างของผู้โดยสาร กล่าวคือ ระดับความแตกต่างของปริมาณความส่องสว่างของพื้นที่ติดกันถ้ามีมาก จะมีผลกระทบต่อระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากกลุ่มตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็น ทำให้เกิดความรู้สึกว่าบรรยากาศมืด แสงจากธรรมชาติมีประสิทธิภาพสูงมากกว่าแสงประดิษฐ์ เมื่อนำใช้ร่วมกันในอาคารโดยไม่มีการควบคุมความแตกต่างของความส่องสว่างของแสงทั้ง 2 ประเภท จะเกิดสถาพแสงที่รบกวนม่านตาของผู้โดยสาร กล่าวคือ ปริมาณแสงที่มาก เมื่อเข้าสู่ดวงตา ม่านตาหรี่ลงเพื่อลดปริมาณแสงที่เข้าสู่ดวงตา ส่งผลให้เกิดปฏิกริยาตอบสนองต่อความรู้สึกสว่างลดลง ทำให้เกิดความรู้สึกถึงบรรยากาศที่มืดในช่วงกลางวัน ประกอบกับสีของผนังและเพดานที่เป็นคอนกรีตเปลือยซึ่งมีค่าสะท้อนแสงต่ำ และระบบแสงประดิษฐ์ที่มีประสิทธิภาพน้อยไม่สามารถสร้างบรรยากาศที่เกิดจากแสงประดิษฐ์ให้สว่างเท่ากับบรรยากาศบริเวณที่ใช้แสงธรรมชาติ จะทำให้เกิดปริมาณความส่องสว่างที่แตกต่างกัน เมื่อผู้โดยสารเดินผ่านพื้นที่ที่มีระดับความส่องสว่างที่แตกต่างกัน จะมองเห็นความสว่างของสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน เกิดการปรับตัวของม่านตาตลอดเวลา นอกจากนี้การใช้กระจกสลับกับผนังทึบสีเทา ทำให้ผู้โดยสารสามารถมองทะลุกระจกไป

เห็นแสงจ้าที่เกิดจากพื้นของบริเวณลานจอดเครื่องบิน จึงทำให้เกิดความเปรียบต่างของความสว่างในระดับสูง รบกวนมุมมองจอรับภาพรอบจุดโฟกัสของดวงตา ทำให้ม่านตาหรี่ลง ลดการรับรู้แสงในช่วงเวลากลางวัน

ในช่วงเวลากลางคืน ในแต่ละพื้นที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงธรรมชาติ ทำให้ความเปรียบต่างความส่องสว่างของพื้นที่สำรวจกับพื้นที่ข้างเคียงลดลงเหลือเพียง 1:3 เมื่อผู้โดยสารเดินผ่าน จะไม่เกิดการปรับตัวของม่านตา ภายในอาคารมีสภาพแสงสะท้อนจากผิวสถาปัตยกรรมภายใน ที่เกิดแสงจากแสงประดิษฐ์เพียงอย่างเดียว ทำให้ผู้โดยสารรู้สึกสว่างกว่าในช่วงเวลากลางวัน

5.3 อภิปรายผลของอิทธิพลของที่ตั้ง ทิศทางการเดินของผู้โดยสารที่มีต่อความรู้สึกสว่างในพื้นที่

จากการวิจัยได้ทำการสอบถามกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 ตัวอย่างในแต่ละอาคารโดยทำการสอบถามทุกพื้นที่ในช่วงเวลาดียวกัน กล่าวคือ ช่วงเช้า 09.00 -10.00 น. ช่วงบ่าย 14.00 – 15.00 น. และช่วงค่ำ 19.00 – 20.00 น. และทำการเปรียบเทียบความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละอาคารทั้ง 8 อาคาร พบว่า ระดับความรู้สึกสว่างเปลี่ยนแปลงตามทิศทางของแสงที่เข้าสู่อาคาร ที่เกิดจากการเคลื่อนตัวของดวงอาทิตย์ ดังนี้

5.3.1 อาคารเทียบเครื่องบิน B ซึ่งผู้โดยสารจะเดินหันหลังให้กับแสงจากดวงอาทิตย์ จะมีความรู้สึกสว่างน้อยที่สุดในช่วงเช้า จะตรงข้ามกับอาคารเทียบเครื่องบิน F ทิศทาง ที่ผู้โดยสารจะเดินเข้าแสงธรรมชาติ ทำให้เกิดการปรับตัวของม่านตาใน และส่งผลต่อการลดลงของความรู้สึกสว่างตามลำดับ

5.3.2 ในอาคารเทียบเครื่องบิน C และ E จะมีระดับความรู้สึกสว่างต่ำกว่าเสมอทั้งในช่วงเช้าและบ่ายเนื่องจากทิศทางของอาคารวางตามยาวในแนวเหนือ-ใต้ รับอิทธิพลของแสงธรรมชาติตลอดวัน ผู้โดยสารจะได้รับการรบกวนจากแสงด้านข้างและด้านบนของอาคาร ในมุมมองจอรับภาพมีการปรับตัวของม่านตาตลอดเวลา ทำให้เกิดความรู้สึกสว่างที่ลดลง

5.3.3 อาคารเทียบเครื่องบิน A จะมีระดับความรู้สึกสว่างในเช้าน้อยน้อย ในช่วงบ่ายจะปรับสว่างมากขึ้น กล่าวคือมีช่วงความแตกต่างของระดับความรู้สึกสว่างมากกว่า เนื่องจากช่วงเช้าแสงเข้าสู่อาคารด้านตะวันออก แสงด้านข้างรบกวนมุมมองจอรับภาพของดวงตาผู้โดยสารในช่วงเช้า ทำให้ม่านตาหรี่ลงลดการรับรู้ความสว่าง ในขณะที่ช่วงบ่าย ภายในอาคารเทียบเครื่องบิน A ด้านตะวันตกไม่ได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ เนื่องจากมีอาคารสำนักงานตั้งบังแสงไว้ ทำให้การควบคุมแสงภายใน

จอรับภาพของดวงตาผู้โดยสารทำได้ดีกว่าในช่วงเช้า ม่านตามีการปรับตัวน้อยกว่าในช่วงเช้าทำให้ได้ระดับความสว่างที่สูงกว่า

5.3.4 อาคารเทียบเครื่องบิน DW อาคารตั้งอยู่ในแนวตะวันออกและตะวันตก ซึ่งมีหลังคา MTB คลุมอีกชั้น ทำให้แสงที่เข้าจากด้านบนลดลง มีเพียงแสงจากทิศใต้เท่านั้น ทำให้ความรู้สึกสว่างจะคงที่ทั้งช่วงเช้าและช่วงบ่าย การรบกวนของจอรับภาพน้อย ทำให้ค่าความรู้สึกสว่างสูงกว่าอาคารอื่น

5.4 อภิปรายสภาพปัญหาที่เกิดในอาคารเทียบเครื่องบิน

จากการศึกษาวิจัยพบว่าอาคารเทียบเครื่องบิน ณ.ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ประสบสภาพปัญหาเกี่ยวข้องกับการเห็นสภาพแสงในจอรับภาพของดวงตาผู้โดยสาร โดยสาเหตุมาจาก 2 ประเด็น

5.4.1 การขาดการควบคุมการใช้แสงธรรมชาติ โดยพิจารณาได้จากผลของที่ตั้งแตกต่างกันทำให้ทิศทางแสงส่งผลต่อผู้โดยสารแตกต่างกัน และระดับความรู้สึกสว่างในช่วงกลางคืนที่ไม่มีแสงสว่างธรรมชาติกลับทำให้ระดับความรู้สึกสว่างสูงขึ้น

5.4.2 ระบบการสร้างความสว่างของแสงประดิษฐ์มีคุณภาพต่ำประกอบด้วย

5.4.2.1 Lighting System อาคารเลือกใช้โคมที่มีประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์แสงในระดับที่ต่ำ และเป็นโคมไฟที่มีค่าความสกปรกสูงทำให้ประสิทธิภาพลดลงเร็ว

5.4.2.2 เกิดสภาพสถาปัตยกรรมภายในไม่เอื้อต่อการรับรู้ความสว่าง กล่าวคือสถาปัตยกรรมภายในมีค่าการสะท้อนแสงต่ำ อีกทั้งปราศจากการควบคุมการมองเห็นความสว่างที่เหมาะสม เกิดความเปรียบต่างของความสว่างในจอรับภาพของดวงตาในระดับสูง

5.5 อภิปรายแนวทางแก้ไข

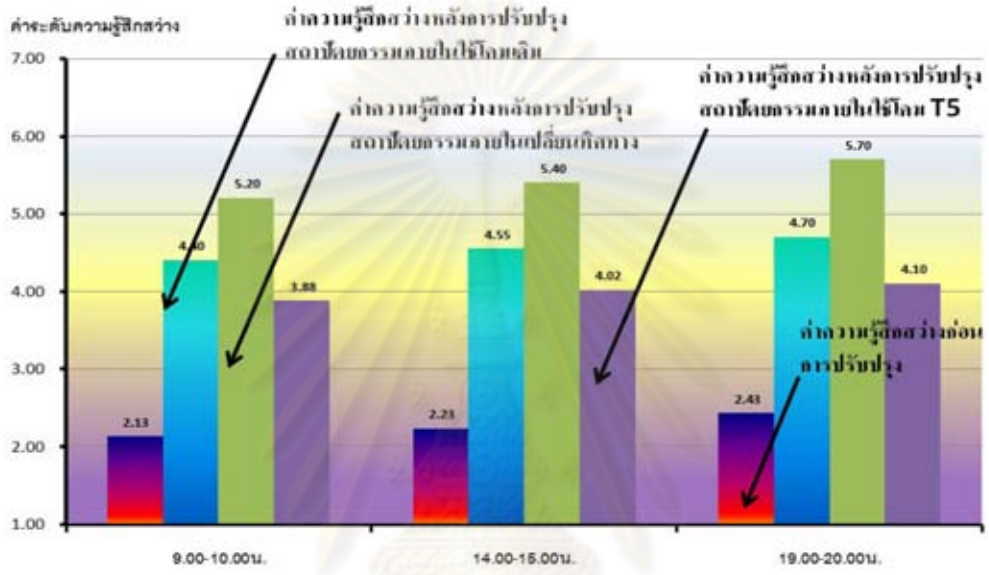
5.5.1 จากการวิจัยผลสามารถวิเคราะห์ปัญหาเพื่อกำหนดแนวการแก้ไขสถาปัตยกรรมภายใน เพื่อเพิ่มความรู้สึกสว่าง โดยปรับปรุงสภาพการมองเห็นแสงในพื้นที่ ซึ่งจะต้องควบคุมปริมาณแสงในพื้นที่ที่เกิดจากแสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ให้เหมาะสม กล่าวคือลดการเห็นแสงธรรมชาติในลักษณะที่สว่างจ้า และเพิ่มความสว่างของผนังเพื่อให้แสงประดิษฐ์สามารถสะท้อนเข้าสู่ตาได้มากขึ้น

5.5.2 การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง ภายหลังจากการปรับแก้สถาปัตยกรรมภายในแล้ว เมื่อได้ระดับความรู้สึกสว่างที่เหมาะสม ทำการปรับแก้ไขโคมให้มีสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์แสงที่สูงขึ้น และมีค่าความสกปรกต่ำจะลดการใช้พลังงานและการบำรุงรักษาลงได้

5.6 อภิปรายผลการแก้ไข

5.6.1 ผลความรู้สึกสว่างก่อนและหลังการปรับปรุง

จากการปรับปรุงพื้นที่อาคารเทียบเครื่องบิน DE และทำการสอบถามความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่าง เปรียบเทียบก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลงสถาปัตยกรรมภายในทั้ง 3 รูปแบบ พบว่าค่าความรู้สึกสว่างทั้ง 3 รูปแบบมีค่าความรู้สึกสว่างสูงกว่าก่อนการปรับปรุง ตามแผนภูมิที่ 5-5



แผนภูมิที่ 5-5 แสดงการเปรียบเทียบค่าความรู้สึกสว่าง ก่อนและหลังการปรับปรุง

5.6.2 ผลการเปลี่ยนแปลงระดับการใช้พลังงานหลังการปรับปรุงภายในอาคาร

จากปัจจุบันโคมไฟที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นโคม Up light หลอดเมทัลฮาไลท์ 2x150 วัตต์ (ชนิดF5) ซึ่งมีการให้แสงแบบโดยอ้อม (Indirect Light) การให้แสงลักษณะนี้ แม้ว่าจะให้ความสว่างที่กระจายสม่ำเสมอ อีกทั้งยังไม่ทำให้เกิดแสงแยงตามากนัก แต่เป็นการส่องสว่างที่มีประสิทธิภาพต่ำ อีกทั้งเงาปีกสะท้อนแสงที่เกิดขึ้นบนฝ้าเพดาน เมื่อประกอบกับลักษณะโครงสร้างและงานระบบของอาคารที่ซับซ้อน ทำให้ภาพโดยรวมดูมีความยุ่งเหยิง ไม่เป็นระเบียบ เมื่อทำการทำการปรับสภาพผนังและฝ้าเพดาน จากผนังสีเทาที่มี ค่าสัมประสิทธิการสะท้อนแสง 0.27 เปลี่ยนเป็นผนังและฝ้าเพดานสีขาวที่มีค่าสัมประสิทธิการสะท้อนแสง 0.90 ทำให้ทางกายภาพ ปริมาณความส่องสว่างจากเดิมเฉลี่ยอยู่ที่ 110 ลักซ์ เพิ่มขึ้น เป็น 258 ลักซ์ ความรู้สึกสว่างของกลุ่มตัวอย่างปรับตัวสูงขึ้นกว่า ค่า 4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสามารถปรับลดปริมาณแสงได้

แนวทางการปรับปรุงโดยการใช้โคมแขวน หลอดฟูลออเรสเซนต์ T5 2x28 วัตต์ ประสิทธิภาพสูงที่สามารถให้ทั้งแสงแบบโดยตรงและโดยอ้อม (Direct/Indirect light) ซึ่งมีประสิทธิภาพในการส่องสว่างที่ดีกว่าเปลี่ยนในลักษณะโคมต่อโคม ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการติดตั้งและการใช้งานซึ่งจะเป็นการสั่งจากระบบควบคุมส่วนกลาง อีกทั้งยังสามารถคงลักษณะการให้แสงแบบเดิม โดยการมีแสงส่องขึ้นฝ้าเพดาน ช่วยทำให้พื้นที่ดูกว้างขึ้น

ตารางที่ 5-2 แสดงการเปรียบเทียบอุปกรณ์โคมไฟก่อนและหลังการปรับปรุง

	ระบบปัจจุบัน	ระบบที่ปรับปรุง	ที่ประหยัดได้	ประหยัดร้อยละ
ลักษณะโคม	Up light	Up light		
หลอด	หลอดเมทัลฮาไลท์ 2x150 วัตต์	หลอดฟูลออเรสเซนต์ T5 2x28 วัตต์		
จำนวนโคม	2,997 โคม	2,997 โคม		
ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปี (หน่วย)	8,565,415.58	1,538,810.07	7,026,605.1	82.0
ค่าไฟฟ้าต่อปี	22,955,313.75	4,124,010.99	7,026,605.51	
ค่าบำรุงรักษาต่อปี(บาท)	976,588.95	277,585.82	699,003.13	71.6
การใช้งาน 17.30-7.30น.(14ชม.) เปิดตลอดเวลา(24ชม.)	353 2,644	353 2,644		
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อชั่วโมงspec(หน่วย)	0.340	0.061		
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อชั่วโมงจากการวัดจริง (หน่วย)	0.329	0.056		

5.6.3 ผลประโยชน์ทางอ้อมที่ได้รับ

ผลจากการวิจัยนี้ นอกจากประโยชน์ จากการประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าบำรุงรักษาที่จะสามารถประหยัดได้โดยทางตรงในแต่ละปี งานวิจัยนี้ยังส่งผลประโยชน์ทางอ้อมอื่นๆ จากการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันให้เป็นอุปกรณ์คุณภาพสูง ซึ่งสามารถลดปริมาณความร้อนที่เกิดจากอุปกรณ์เองและลดปริมาณการปล่อยก๊าซ (CO_2) ซึ่งเกิดในกระบวนการผลิตไฟฟ้าดังนี้

5.6.3.1 การลดปริมาณความร้อน

เนื่องจากโหลดไฟฟ้าประเภทหลอดไฟ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแสง อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้กับหลอดไฟมิได้ถูกแปลงเป็นพลังงานแสงทั้งหมด แต่มีบางส่วนที่ถูกแปลงเป็นพลังงานอย่างอื่น เช่น ความร้อน และแสงเหนือม่วง ซึ่งถือเป็นความสูญเสียในระบบละอาจเป็นภาระให้กับระบบอื่น เช่น ระบบปรับอากาศ อย่างไรก็ตามหลอดแต่ละชนิดมีอัตราการแปลงพลังงานไม่เหมือนกันซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 5-3 แสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปแบบอื่นของหลอดไฟแต่ละประเภท

Lamp type	Visible light	Infrared radiation	UV radiation	Convection & Conduction	Total
Incandescent	5.0%	83.0%		12.0%	100%
Fluorescent	27.8%	71.7%	0.6%		100%
High pressure	16.8%	56.5%	3.8%	23.0%	100%
Metal halide	24.3%	59.3%	1.3%	15.3%	100%
High pressure sodium	29.5%	55.3%	0.3%	15.3%	100%
Low pressure sodium	35.0%	34.4%	30.6%		100%

ค่าในตารางข้างต้นเป็นค่าโดยประมาณของหลอดไฟประเภทต่างๆ หลอดไฟเฉพาะแต่ละรุ่นอาจมีค่าแตกต่างจากตารางนี้

ที่มา: LIGHTING Manual by Philips Lighting

ตารางที่ 5-4 แสดงการคำนวณเปรียบเทียบพลังงานความร้อน ที่เกิดขึ้นต่อปี (กิโลวัตต์ชั่วโมง) ของหลอดเมนทอลฮาไลท์และฟูลออเรสเซนต์

ชนิดโคมไฟ	กำลังไฟฟ้าของหลอดไฟ (วัตต์)	อัตราเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อน	จำนวนชั่วโมงใช้งานต่อวัน (ชั่วโมง)	จำนวนหลอดไฟ	พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นต่อปี(กิโลวัตต์ชั่วโมง)
เมทัลฮาไลท์	150	59.3%	14	706	320,901.36
			24	5288	4,120,420.18
ฟูลออเรสเซนต์	28	71.7%	14	1042	106,897.07
			24	5496	966,558.22

จากการคำนวณพบว่า การปรับปรุงตามงานวิจัยนี้ สามารถลดปริมาณความร้อนที่เกิดจากหลอดไฟได้ถึงปีละ 3,500,000 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี หรือคิดเป็น 9.72 เมกะจูลต่อปี (1 กิโลวัตต์ชั่วโมง เท่ากับ 360,000 จูล) ซึ่งความร้อนส่วนที่ลดลงนี้ จะเป็นผลให้ระบบปรับอากาศทำงานน้อยลง สามารถประหยัดพลังงานได้เพิ่มขึ้น

5.6.3.2 การลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2)

ตารางที่ 5-5 แสดงการปล่อยปล่อยกาซ๊คาร์บอนไดออกไซด์ของพลังงานรูปแบบต่าง

Fuel	Specific Carbon Content (kg_c/kg_{fuel})	Specific Energy Content(kg_c/kg_{fuel})	Specific CO_2 Emission (kg_{co2}/kWh)
Coal (bituminous/anthracite)	0.75	7.5	0.37
Gasoline	0.9	12.5	0.27
Light Oil	0.7	11.7	0.26
Diesel	0.86	11.8	0.24
LPG – Liquid Petroleum Gas	0.82	12.3	0.24
Natural Gas, Methane	0.75	12	0.23

Crude Oil			0.26
Kerosene			0.26
Wood			0.39
Peat			0.38
Lignite			0.36
Bio energy	0		0^{2}

ที่มา : www.EngineeringToolBox.com

นอกจากจะประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานแล้ว งานวิจัยนี้ยังสามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน และทุกประเทศให้ความสำคัญ โดยปัจจุบันท่าอากาศยานสุวรรณภูมิได้รับกระแสไฟฟ้าจาก DCAP ซึ่งใช้เทคโนโลยีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากก๊าซธรรมชาติ และจากการคำนวณค่าปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้ก๊าซธรรมชาติ คิดเป็นปริมาณ 0.23 กิโลกรัมต่อพลังงานไฟฟ้าหนึ่งหน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) ดังนั้นสามารถคำนวนปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงอันเนื่องมาจากการประหยัดพลังงานได้ดังนี้

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดต่อปี (หน่วย) 7,026,605.51 หน่วย

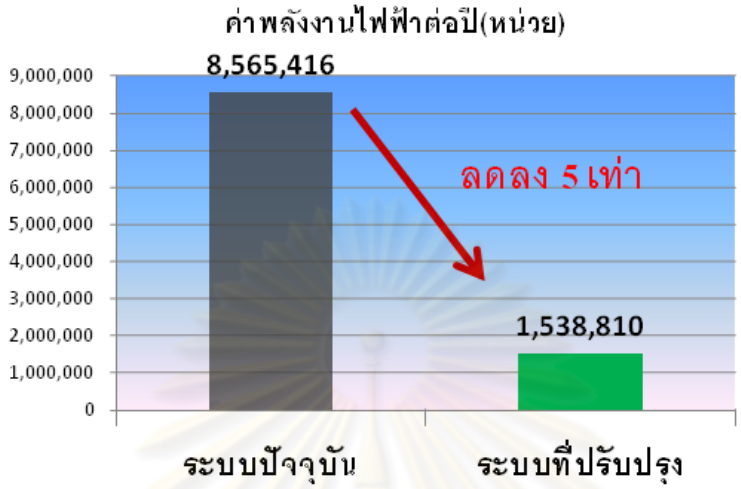
ปริมาณการปล่อย CO_2 ที่ลดลงต่อปี 1616.12 ตัน

จะเห็นได้ว่างานวิจัยนี้สามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ถึงปีละ 1,616.12 ตัน แสดงให้เห็นถึงการตะหนักต่อการรักษาสิ่งแวดล้อม และเป็นการส่งเสริมภาพลักษณ์อันดีแก่ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิและประเทศชาติ

5.7 อภิปรายประโยชน์ที่ได้รับ

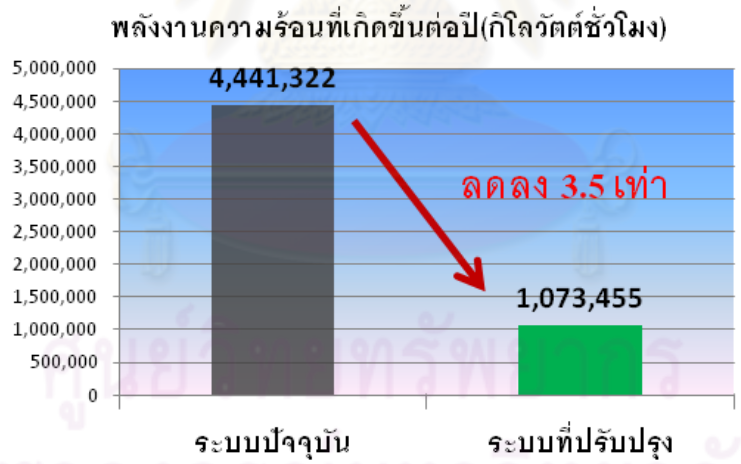
จากการวิจัยพบว่าการปรับแก้สถาปัตยกรรมภายในเพื่อควบคุมการเห็นแสงและเพิ่มประสิทธิภาพการสะท้อนแสงประดิษฐ์จะช่วยให้สามารถออกแบบระบบแสงในอาคารที่ต่ำกว่าระดับมาตรฐาน IES ได้ โดยสามารถค่าใช้จ่ายด้านต่างดังนี้

5.7.1 สามารถลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ เช่นลดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างได้ 5 เท่าจากปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเดิม



แผนภูมิที่ 5-6 แสดงการเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้า ก่อนและหลังการปรับปรุง

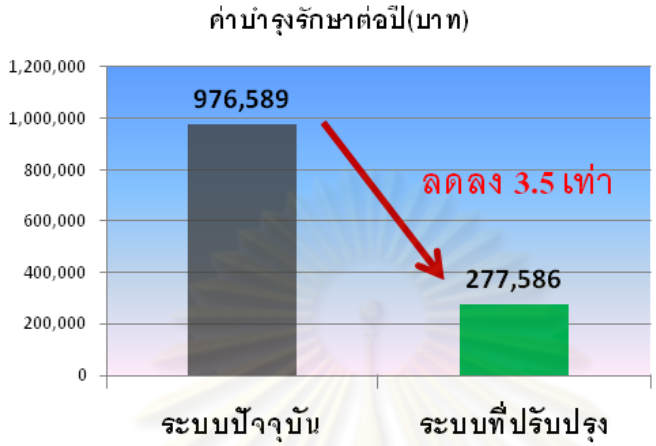
5.7.2 สามารถลดการภาระความร้อนจากโคมไฟ ที่มีต่อภาระระบบปรับอากาศได้ 20%



แผนภูมิที่ 5-7 แสดงการเปรียบเทียบค่าพลังงานความร้อนที่เกิดจากระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ก่อนและหลังการปรับปรุง

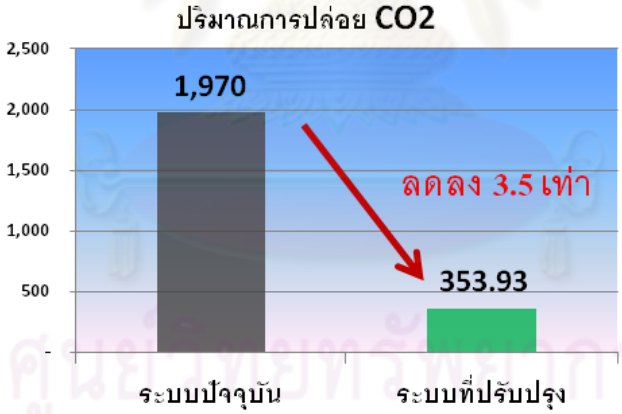
5.7.3 สามารถลดค่าใช้จ่ายการลงทุน เช่น ลดจำนวนอุปกรณ์แสงสว่าง ลดค่าติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า ลดระยะเวลาการก่อสร้าง และลดต้นทุนดอกเบี้ย

5.7.4 สามารถลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงจากเดิม ได้ถึง 3.5 เท่า เช่น สามารถลดจำนวนบุคลากรในการบำรุงรักษา และลดการเปลี่ยนอะไหล่อุปกรณโคมไฟ



แผนภูมิที่ 5-8 แสดงการเปรียบเทียบค่าบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ก่อนและหลังการปรับปรุง

5.7.5 สามารถลดปริมาณ Co2 ได้ 3.5 เท่าจากระบบไฟฟ้าเดิม ช่วยลดภาวะโลกร้อน



แผนภูมิที่ 5-9 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการปล่อย CO2 ก่อนและหลังการปรับปรุง

5.7.6 ในภาพรวม สามารถลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าของประเทศ ทำให้ชลอการสร้างโรงไฟฟ้า ประหยัดงบประมาณของภาครัฐ

บทที่ 6
ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

ข้อสรุปจากการวิจัย ปัจจัยในการออกแบบแสงในอาคาร เพื่อเพิ่มความรู้สึกสว่าง จากการวิจัยพบว่า อาคารเทียบเครื่องบิน ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิเป็นหนึ่งในหลายอาคารที่ประสบปัญหา เกิดความรู้สึกว่าบรรยากาศภายในอาคารมืด ทั้งที่อาคารมีการติดตั้งโคมไฟจำนวนมาก มูลค่าการลงทุนสูง การบำรุงรักษาสูง และที่สำคัญค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเพื่อสร้างแสงสว่างสูง แต่ผู้ใช้อาคารยังคงรู้สึกว่าอาคารมีบรรยากาศมืด จากการทดสอบโดยการจำลองสภาพอาคารด้วยหุ่นจำลอง การเก็บข้อมูลทางกายภาพของอาคาร ทำการวัดค่าความสว่างเปรียบเทียบกับแบบสอบถามทางสถิติเกี่ยวกับระดับความรู้สึกสว่างที่เกิดจากตัวแปรทั้ง 8 ประกอบด้วย

1. การปรับตัวของดวงตา (Adaptation)
2. ประสบการณ์ในการมองเห็น (Pre-exposure)
3. ระยะห่างในการมองเห็น (Distance)
4. ภาพในมุมมองที่อยู่ในจุดโฟกัสของดวงตา (Foveal Vision)
5. ภาพในมุมมองที่อยู่โดยรองจุดโฟกัสของดวงตา (Peripheral Vision)
6. แสงระคายเคืองตา (Visual Glare)
7. ระบบแสงสว่าง (Lighting System)
8. ความถูกต้องของสี (Color Rendition)

โดยผลการศึกษาทำให้ทราบปัญหาและทำการออกแบบปรับปรุงสภาพสถาปัตยกรรมภายในดังตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6-1 แสดงการปรับปรุงสภาพสถาปัตยกรรมภายในอาคารเทียบเครื่องบิน

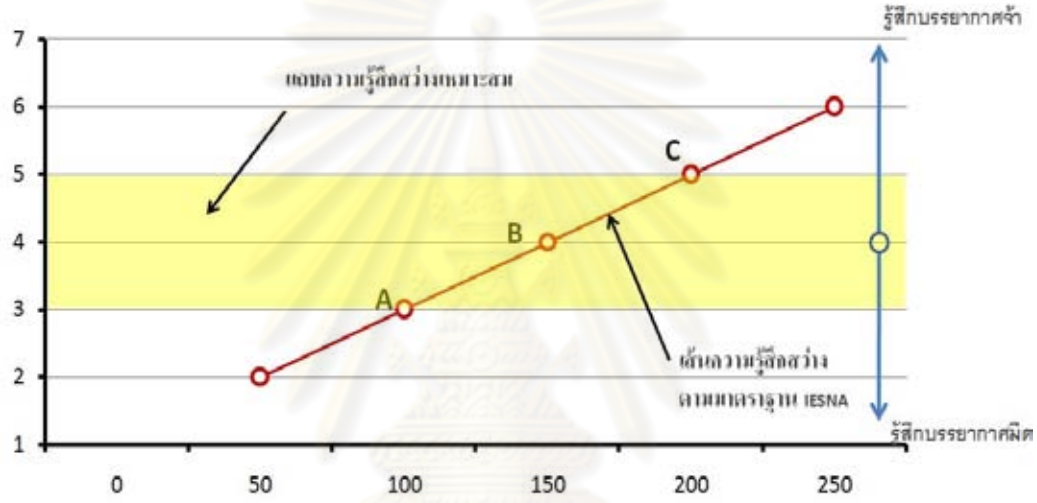
ลำดับ	เรื่อง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	หมายเหตุ
1	ระบบไฟแสงสว่าง	หลอด 150W×2	หลอด 28W×2	ลดการใช้พลังงาน 5 เท่า
2	สีของผนัง	สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง0.27	สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง0.90	เพิ่มประสิทธิภาพการสะท้อนแสง
3	ความเปรียบต่างของความส่องสว่างผนังกระจกกับผนังทึบ	1 : 25	1 : 3	ติดฟิล์มลดการเห็นแสงจ้าและเพิ่มความสว่างผนัง
4	ปริมาณความสว่างที่ working plane	เฉลี่ย 120 Lux.	เฉลี่ย 100 Lux.	
5	ความรู้สึกสว่าง	2.17	4.03	

6.1 ข้อสรุปจากการวิจัย

จากการวิจัยสามารถอธิบายรูปแบบปัญหาที่เกิดในในปัจจุบันและแนวทางแก้ไข ได้ดังนี้

6.1.1 รูปแบบและมาตราฐานการออกแบบในปัจจุบัน

ในปัจจุบันโดยทั่วไป การออกแบบระบบแสงสว่างภายในอาคาร ผู้ออกแบบจะใช้ค่าความส่องสว่างมาตราฐาน IESNA หรือ CIE เป็นค่าความส่องสว่างมาตรฐานที่ระนาบการทำงาน (working plane level) ในการออกแบบ หากนำค่าความส่องสว่างมาตราฐาน IESNA หรือ CIE มาแสดงในรูปของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความส่องสว่างมาตรฐานกับความรู้สึกสว่าง จะได้กราฟดังรูปที่ 6-1

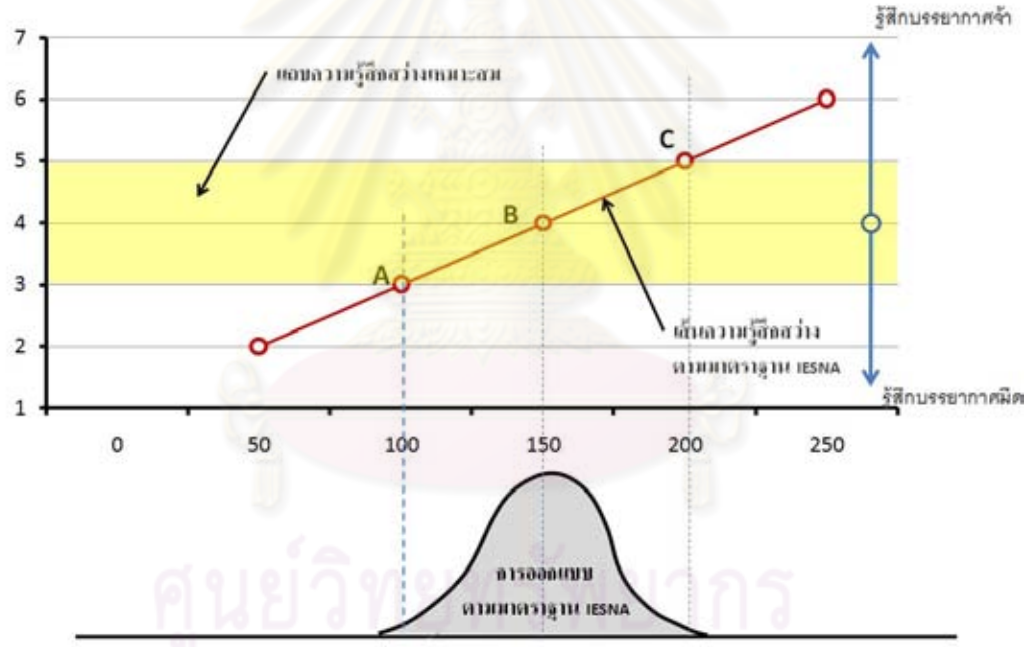


แผนภูมิที่ 6-1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความส่องสว่างมาตรฐานIESNA (บริเวณทางเดิน) กับความรู้สึกสว่าง

- กำหนดให้แกน X เป็นค่าปริมาณความส่องสว่างที่ระนาบทำงาน (working plane)
- กำหนดให้แกน Y เป็นค่าระดับความรู้สึกสว่าง 1 – 7 โดยให้ค่า 4 เป็นค่าความรู้สึกสว่างที่แหมาะสม
- เส้นตรง ABC เป็นเส้นแสดงค่าความรู้สึกสว่างตามมาตรฐาน IESNA ประเภททางเดินในอาคาร
- ตำแหน่ง A เป็นค่าความส่องสว่างที่ระนาบทำงาน เป็นค่าต่ำสุดที่ใช้ตามมาตรฐานของ IESNA ที่ใช้ในการออกแบบความส่องสว่างบริเวณทางเดิน ซึ่งเป็นระดับสว่างน้อยที่สุด ที่ผู้ใช้อาคารยังพอรู้สึกสว่าง

- ตำแหน่ง B เป็นค่าความส่องสว่างที่ระนาบทำงาน ตามมาตรฐานกลางของ IESNA ที่ใช้ในการออกแบบความส่องสว่างบริเวณทางเดิน ซึ่งเป็นระดับความสว่างที่ผู้ใช้อาคารรู้สึกสว่างพอดี
- ตำแหน่ง C เป็นค่าความส่องสว่างที่ระนาบทำงาน ตามมาตรฐานสูงสุด IESNA ที่ใช้ในการออกแบบความส่องสว่างบริเวณทางเดิน ซึ่งเป็นระดับที่สว่างสุดที่ผู้ใช้อาคารรู้สึกสว่างในระดับที่ไม่เกิดการรบกวน
- แถบสีเหลืองเป็นช่วงความรู้สึกสว่าง ซึ่งผู้ใช้อาคารมีความรู้สึกสว่าง

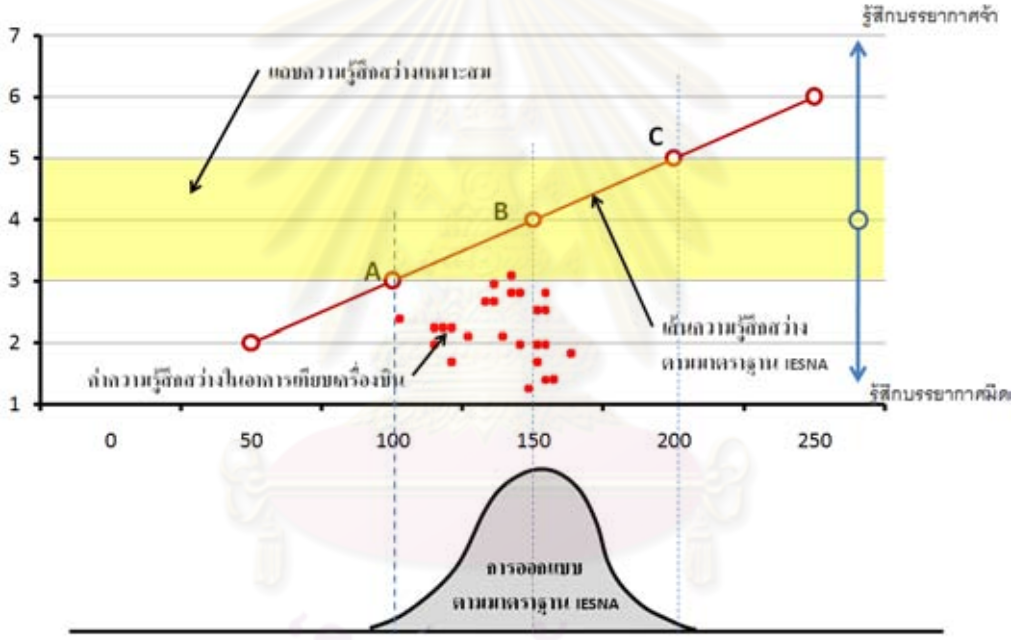
เมื่อนำกราฟสมการเชิงเส้นมาสร้างในรูปของกราฟโค้ง พาราโบล่า ตามแผนภูมิที่ 6-2 จะได้พื้นที่ที่แรงเงาสีเทา แทนแนวทางการออกแบบแสงในปัจจุบัน



แผนภูมิที่ 6-2 แสดงความสัมพันธ์ของการออกแบบกับมาตรฐานการส่องสว่างเดิม

6.1.2 สภาพปัญหาการออกแบบที่พบในปัจจุบัน

จากการวิจัยพบว่าในปัจจุบัน หลายอาคารประสบปัญหาการออกแบบระบบแสงสว่างภายในอาคาร ที่คล้ายคลึงกับอาคารเทียบเครื่องบิน ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ กล่าวคืออาคารดังกล่าวมีการออกแบบค่าความส่องสว่างตามมาตรฐาน CIE หรือ IESNA แต่ผู้ใช้อาคารกลับรู้สึกมืด เมื่อนำค่าความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารทั้งหมดมาสร้างในแผนภูมิ 6–2 จะได้ดังแผนภูมิที่ 6–3 พบว่าความรู้สึกสว่างทั้งหมดจะอยู่ต่ำกว่าบริเวณพื้นที่ความรู้สึกสว่างเหมาะสม (แถบเหลือง) ทั้งที่มีค่าการใช้ปริมาณความส่องสว่างตามมาตรฐาน หรือกล่าวได้ว่ามีการใช้พลังงานมากกว่าแต่ความรู้สึกมืด ซึ่งจากการวิจัยพบว่าเกิดจากอิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งความรู้สึกการมองเห็นสภาพกายภาพของสถาปัตยกรรมนั่นเอง

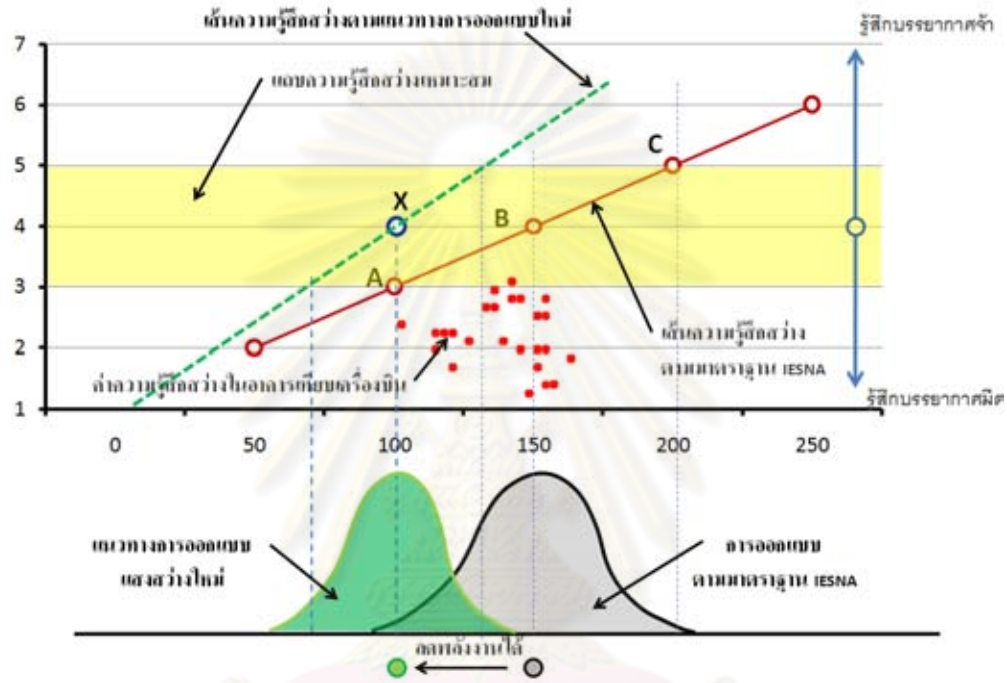


แผนภูมิที่ 6-3 แสดงค่าความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่ออาคารเทียบเครื่องบินทั้ง 8 หลัง

6.1.3 แนวการออกแบบใหม่ของงานวิจัย

จากการวิจัยทำให้ทราบอิทธิพลของตัวแปรปรุงแต่งสภาพการมองเห็นสภาพทางกายภาพ ที่มีต่ออาคารกรณีศึกษา และหลังจากทำการปรับปรุงสภาพสถาปัตยกรรมภายในเพื่อเพิ่มการรับรู้ความสว่าง ควบคุมสภาพการมองเห็นแสงในมุมมองรับภาพของดวงตา เพื่อให้ดวงตาสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะสามารถลดปริมาณความส่องสว่างต่ำกว่ามาตรฐาน และได้ความรู้สึกสว่างที่เหมาะสม (ที่จุด x) ตามแผนภูมิที่ 6 – 4 หากทำการสร้างกราฟเส้นตรงจะได้เส้นมาตรฐานการออกแบบใหม่ที่สามารถลดค่าความส่องสว่างลงได้ และเมื่อ

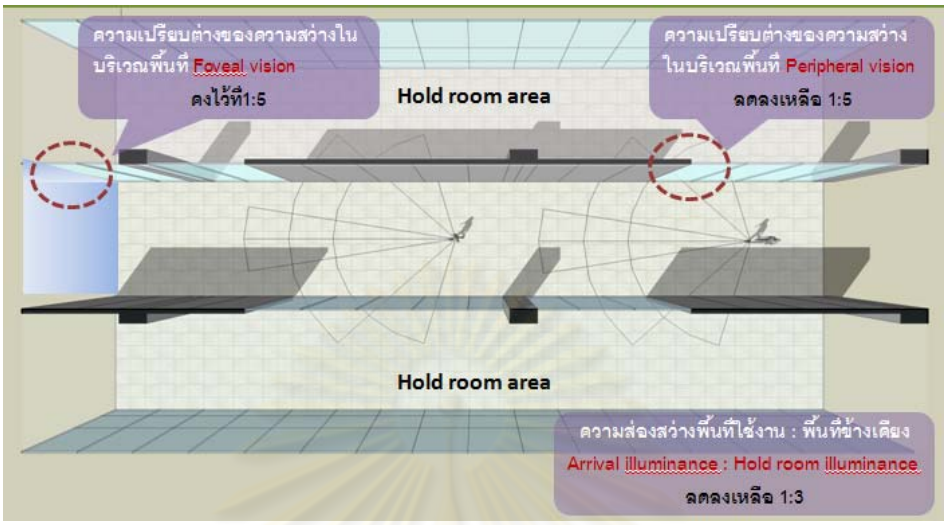
ทำการสร้างกราฟลงมาในรูปของกราฟพาราโบล่า จะได้พื้นที่ที่แรงเงาใหม่ (สีเขียว) ซึ่งแสดงถึงแนวทางการออกแบบใหม่ที่ โดยระยะทางในแนวแกน x ที่เปลี่ยนไป คือระดับความส่องสว่างที่ลดลง ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย



แผนภูมิที่ 6-4 แสดงค่าความรู้สึกสว่างของผู้โดยสารที่มีต่ออาคารเทียบเครื่องบินทั้ง 8 หลัง

จากการวิจัยพบว่า สถาปัตยกรรมที่มีการนำแสงธรรมชาติมาใช้ร่วมกับแสงประดิษฐ์ การเลือกใช้วัสดุต้องคำนึงถึงสภาพแสงที่แตกต่างกันของแสงประดิษฐ์ และแสงธรรมชาติโดยแนวทางการออกแบบระบบแสงสว่างที่เอื้อต่อรับรู้ความรู้สึกสว่าง คือการออกแบบและจัดสภาพการมองเห็นแสงในมุมมองจอรับภาพของดวงตาผู้ใช้อาคาร ให้เหมาะสม ไม่เกิดการรบกวน จนเกิดการหรี่ของม่านตา ควบคุมความเปรียบต่างของความส่องสว่าง และความส่องสว่างให้เหมาะสม ควบคุมสภาพการมองเห็นแสงในมุมมองจอรับภาพของดวงตา โดยการจัดสภาพแสงที่เหมาะสมกับการรับรู้แสงสว่าง ดังนี้

- ค่าความเปรียบต่างของความส่องสว่างพื้นที่ติดกัน ควรอยู่ระดับไม่เกิน 1:3
- ค่าความเปรียบต่างของความสว่างพื้นที่ peripheral vision อยู่ระดับไม่เกิน 1:5
- ค่าความเปรียบต่างของความสว่างพื้นที่ Fovea vision อยู่ระดับไม่เกิน 1:5



ภาพที่ 6-1 แสดงแนวทางการออกแบบที่เอื้อต่อการรับรู้ความสว่าง ในงานวิจัย

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1การทำวิจัยนี้เป็นเพียงจุดเริ่มต้นของการศึกษาปัจจัยในการออกแบบเพื่อเพิ่มความรู้สึกสว่าง ซึ่งควรส่งเสริมให้มีการทำวิจัยในเชิงลึก เพื่อค้นหาเทคนิคใหม่ ๆ ในการลดใช้พลังงาน

6.2.2 การทำวิจัยในลักษณะที่ทำการสอบถามเกี่ยวกับตัวแปรปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรมภายในอาคารที่มีผู้ใช้หลากหลายเชื้อชาติ นั้น สิ่งที่จะต้องระมัดระวังคือการสื่อภาษาในความหมายเดียวกันของผู้ตอบแบบสอบถาม

6.2.3 การออกแบบอาคารในอนาคต ต้องศึกษาความเข้าใจ อิทธิพลความรู้สึกสว่าง เพื่อความเป็นเอกลักษณ์ของชาติ ซึ่งหากผู้ออกแบบนำเทคนิคนี้ไปใช้จะทำให้ลดการใช้พลังงาน อีกทั้งสามารถลดปริมาณความร้อนที่เกิดจากโคมไฟฟ้า ซึ่งเท่ากับเป็นการลดภาระระบบปรับอากาศ

6.2.4.ในการสำรวจอาคารเทียบเครื่องบิน ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ พบว่าปัญหาสภาวะน่าสบายด้านอุณหภูมิมีปัญหาที่สำคัญ ซึ่งควรทำการศึกษาเพื่อหาแนวทางแก้ไขโดยเร่งด่วน

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

จิตพัต ฉอเรืองวิวัฒน์. **สาระสำคัญด้านสภาวะน่าสบายที่เสริมสร้างอัจฉริยภาพของบ้านไทยในอดีต**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ชญาณิน จิตรานุเคราะห์. **การวิเคราะห์สาระสำคัญของเทคโนโลยีเรือนไทยภาคกลาง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

ทิพย์สุดา ปทุมานนท์. **ปรากฏการณ์ศาสตร์ในสถาปัตยกรรม**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

ทิพย์สุดา ปทุมานนท์. **กำเนิดสถาปัตยกรรม : กำเนิดนิรนาม กำเนิดในโลกของเด็ก กำเนิดในภาษา**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

ฤชิมน ธนบุญสมบัติ. **แนวทางการสร้างแบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานเนื่องจากสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติโดยรอบอาคาร**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

วันเอก กิจสมใจ. **ปัจจัยที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวภายนอกของผนังอาคาร**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

วิมลสิทธิ์ หรยางกูร. **พฤติกรรมมนุษย์กับสภาพแวดล้อม มูลฐานทางพฤติกรรมเพื่อการออกแบบและวางแผน**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

พระราชบัญญัติ การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่2) พ.ศ. 2550

พรรณจิรา ทิศาวิภาต. **ผลของการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารช่องแสงด้านข้างที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรงโดยการหมุนหลบ**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

วรวุฒิ ศิริรัชฎาะ. **การศึกษาต้นแบบช่องเปิดสำหรับอาคารในเขตร้อนชื้น** . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

สุธีวัน โล่ห์สุวรรณ. **การพัฒนาดัชนีสำหรับการประเมินประสิทธิภาพด้านพลังงานของกรอบอาคาร**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

สุนทร บุญญาธิการ. **นวัตกรรมการใช้กระจกสำหรับเมืองร้อนชื้น** . กรุงเทพฯ: คูลพริน้ ท์, 2551.

สุนทร บุญญาธิการ. การประยุกต์ใช้แสงธรรมชาติในอาคาร, **อาษา ฉบับเดือนมิถุนายน**. กรุงเทพฯ: สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2541.

สุนทร บุญญาธิการ. การปฏิวัติกระบวนทัศน์การออกแบบสู่โลกสถาปัตยกรรมยุคใหม่. ใน สันติ ฉันทวิลาสวงศ์ (บรรณาธิการ), **สาระศาสตร์: การประชุมวิชาการประจำปีสถาปัตยกรรมและศาสตร์เกี่ยวเนื่อง ครั้งที่** 9, หน้า 1-20. กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

สุนทร บุญญาธิการ. ศาสตราจารย์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ. สัมภาษณ์, กันยายน 2549.

สุนทร บุญญาธิการ. **บ้านชีวาทิตย์ บ้านพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อคุณภาพชีวิตผลิตพลังงาน**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

สุนทร บุญญาธิการ. **การออกแบบประสานระบบ มหาวิทยาลัยชินวัตร**. กรุงเทพฯ: จีเอ็ม แม็ก มีเดีย, 2545.

สุนทร บุญญาธิการ. **เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

สุรางค์ โค้วตระกูล. **จิตวิทยาการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

อโณทัย ธนะเจริญกิจ. **การศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิเฉลี่ยพื้น ผิวโดยรอบกับโซนสบาย**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

ภาษาอังกฤษ

America Society of Heating, Refrigeration and Air Condition Engineering. **2001 ASHRAE Fundamentals Handbook IP Edition.** Atlanta Georgia: (n.p.), 2001.

America Society of Heating, Refrigeration and Air Condition Engineering. **1993 ASHRAE Fundamentals Handbook SI Edition.** Atlanta Georgia: ASHRAE, 1993.

Barron, M. **Auditorium Acoustics and Architectural Design.** London: E&FN spon, and imprint of Chapman & Hall, 1993.

Boonyatikarn, S. **A method for developing energy budgets and energy design guidelines for institutional buildings**. Doctoral Dissertation, Architecture, University of Michigan, 1982.

Bradshaw, V. **Building control systems**. 2nded. New York: John Wiley & Sons. 1993.

Egan, M. D., and Olgyay, V. W. **Architectural lighting.** Boston: McGraw-Hill, 2002.

Egan, M. D. **Concepts in architectural acoustic.** New York: McGraw-Hill, 1972.

Egan, M. D. **Concepts in architectural lighting.** New York: McGraw-Hill, 1983.

Fanger, P. O. **Thermal confort : analysis and applications in environmental engineering.** New York: McGraw-Hill, 1970.

Flynn, J. E., Segil, A. W., and Steffy, G. R. **Architectural Interior Systems Lighting Acoustics Air Conditioning.** 2nded. New York: Van Nostrand Reinhold, 1988.

Gleitman, H. **Basic Psychology.** 3rded. New York: W. W. Norton & company, 1992.

Illuminating Engineering Society of North America. **IESNA Lighting Handbook.** 9thed.New York: Publication Department IESNA, 2000.

Klausmeier, H. J. **Educational psychology.** 5thed. New York: Harper & Row, 1985.

Linstone, H. A., and Turoff M. **The Delphi method techniques and application.** Massachusetts: Addison-Wesley Publishing, 1975.

Lord, P. **The Architecture of Sound.** London: Architectural Press, 1986.

Olgyay, V. **Design with Climate Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism.** 4thed. New Jersey: Princeton University Press, 1973.226

Patumanon, T. The Emergence of The Beauty of The Childscape: Rediscovering The Path To The Hidden Dimension of Architecture For Children. **MANUSYA: Journal of Humanities** (Special Issue.No.3.2002).

Robinette, G. O. **Landscape Planning for Energy Conservation.** Virginia: Environmental Design Press, 1977.

Stein, B., Reynolds, J. S., and McGuiness, W. J. **Mechanical and Electrical Equipment for Buildings.** 7thed. New York: John Wiley & Sons, 1986.

Stein, B., and Reynolds, J. S. **Mechanical and electrical equipment for Buildings.** 9thed. New York: John Wiley & Sons, 2000.

Zevi, B. **The Modern Language of Architecture.** New York: Van Nostrand Reinhold, 1981.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบสอบถามชุดที่2 (พื้นที่ขาเข้า ชั้น 2 อาคารเทียบเครื่องบิน สนามบินสุวรรณภูมิ)

วัน……/…… /…… **เวลา**…… **สถานที่เก็บของมูล** CC……..

1 ข้อมูลส่วนตัว

1.1 ลักษณะ งานที่เกี่ยวข้องกับสนามบิน ☐พนักงาน ☐ผู้ใช้อาคาร ☐ผู้บริหารสนามบิน

1.2 อายุ ☐ 10-30 (1) ☐ 31-55(2) ☐มากกว่า56 (3)

1.3 เพศ ☐ ชาย (1) ☐ หญิง(2)

1.4 ประสบการณ์การใช้สนามบินนี้ ☐ ครั้งแรก ☐ 2-5ครั้ง ☐ มากกว่า 5 ครั้ง

1.5 ความถี่ในการใช้สนามบินแห่งนี้ต่อปี ☐1 ครั้งต่อปี ☐ 2-5 ครั้งต่อปี ☐ มากกว่า 5 ครั้ง

1.6 ข้อมูลเกี่ยวกับสุขภาพตา

☐ สายตาปกติ (1) ☐ สายตาสั้น (2) ☐ สายตายาว (3) ☐สายตาเอียง (4) ☐ ตาบอดสี

2 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกสว่าง

2.1 ท่านรู้สึกว่าบริเวณที่ ท่านยืนอยู่มีความรู้สึกสว่างเพียงพอมากน้อยระดับใด overall

[1]…….	[2]…….	[3]…….	[4]…….	[5]…….	[6]…….	[7]…….
มืดมากเกินไป			กำลังดี			สว่างมากเกินไป

2.2 เมื่อเทียบกับสนามบินอื่น มาท่านคิดว่าระดับความรู้สึกสว่างของสนามบินนี้ อยู่ระดับใด

[1]…….	[2]…….	[3]…….	[4]…….	[5]……..	[6]…….	[7]…….
มืดกว่ามาก			พอๆกัน			สว่างกว่ามาก

. 2.4 ท่านรู้สึกว่าระบบแสงไฟแสงสว่างในอาคารของสนามบินนี้ มีความรู้สึกสว่างอยู่ในระดับใด

[1]…….	[2]…….	[3]…….	[4]…….	[5]…….	[6]…….	[7]…….
เท่ากัน			แตกต่างในระดับที่รู้สึกสบาย			แตกต่างกันมากเกินไป

5.8 เมื่อท่านต้องมองสภาพแวดล้อมในพื้นที่นี้ ท่านรู้สึกอย่างไรต่อดวงตา

[1]…….	[2]…….	[3]…….	[4]…….	[5]…….	[6]…….	[7]…….
มืด/รู้สึกปวดตา			กำลังดี			สว่างมาก/จนแสบตา

ขอบคุณอย่างสูง

เอนก ธีระวิวัฒน์ชัย(ผู้วิจัย) 081-931-6004

แบบสอบถามชุดที่1 (พื้นที่ขาเข้า ชั้น 2 อาคารเทียบเครื่องบิน สนามบินสุวรรณภูมิ)

วัน……/…… /…… **เวลา**…… **สถานที่เก็บของมูล** CC……..

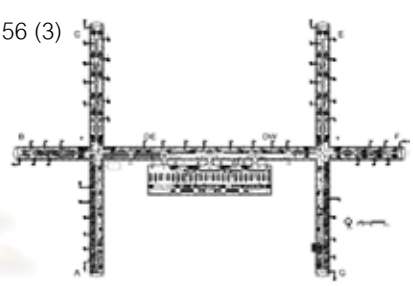
1 ข้อมูลส่วนตัว

1.1 อายุ ☐ 10-30 (1) ☐ 31-55(2) ☐ มากกว่า56 (3)

1.2 สัญชาติ ☐ ไทย (1) ☐ เอเชีย (2)

☐ ยุโรป (4) ☐ อเมริกา (4)

☐ อื่นๆ (5)……..



1.3 เพศ ☐ ชาย (1) ☐ หญิง(2)

1.4 ประสบการณ์การใช้สนามบินนี้ ☐ ครั้งแรก ☐ 2-5ครั้ง ☐ มากกว่า 5 ครั้ง

1.5 ความถี่ในการใช้สนามบินแห่งนี้ต่อปี ☐ 1 ครั้งต่อปี ☐ 2-5 ครั้งต่อปี ☐ มากกว่า 5 ครั้ง

1.6 **ข้อมูลเกี่ยวกับสุขภาพตา**

☐ สายตาปกติ (1) ☐ สายตาสั้น (2) ☐ สายตายาว (3) ☐ สายตาเอียง (4) ☐ ตาบอดสี

2 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ด้านการมองเห็น (โปรดเลือกคำตอบหนึ่งข้อ)

2.1 เมื่อเทียบกับพื้นที่ก่อนหน้านี้ที่ท่านผ่านมาท่านคิดว่าระดับความรู้สึกสว่างจุดที่ท่านยืน วามรู้สึกสว่างมีอยู่ระดับใดเมื่อเทียบกับพื้นที่ท่านเดินผ่านมา pre-exposure

[1]……..	[2]……..	[3]……..	[4]……..	[5]……..	[6]……	[7]……..
มืดกว่ามาก			**พอๆกัน**			**สว่างกว่ามาก**

2.2 ท่านสามารถมองเห็นรายละเอียดป้ายบอกทางจากจุดที่ท่านยืนอยู่ที่ระยะ 50 เมตร (ป้ายที่ 2) ได้หรือไม่อย่างไร distance

[1]……..	[2]……	[3]……	[4]……	[5]……	[6]……	[7]……
มืดมองไม่ชัดเจนเลย			**ชัดเจน**			**มองไม่เห็นสว่างจ้าเกิน**

2.3 เมื่อท่านมองไปที่บริเวณสุดทางเดิน ท่านรู้สึกอย่างไรกับปริมาณความสว่างที่ปลายทาง Foveal vision

[1]……..	[2]……..	[3]……..	[4]……..	[5]……..	[6]……..	[7]……..
มืดมากจนสบายตา			**สบายตา**			**สว่างจนไม่สบายตา**

2.4 เมื่อท่านมองไปที่บริเวณด้านข้างตลอดทางเดิน ท่านมีความรู้สึกสว่างหรือไม่ระดับใด Peripheral vision

[1]……..	[2]……..	[3]……..	[4]……..	[5]……..	[6]……..	[7]……..
มืดมากจนสบายตา			สบายตา			สว่างจนไม่สบายตา

2.5 ท่านรู้สึกว่าระบบแสงไฟในพื้นที่ที่ท่านยืนอยู่มีความรู้สึกสว่างอยู่ในระดับใด lighting system

[1]……..	[2]……..	[3]……..	[4]……..	[5]……..	[6]……..	[7]……..
เท่ากัน			แตกต่างในระดับที่รู้สึกสบาย			แตกต่างกันมากเกินไป

2.6 จุดที่ท่านยืนท่านมีมองเห็นแสงจ้าหรือไม่ ระดับใด visual glare

[1]……..	[2]……..	[3]……..	[4]……..	[5]……..	[6]……..	[7]……..
มืดมาก			เฉยๆ			รู้สึกมีแสงจ้ารบกวนจนแสบตา

2.7 การใช้สีของแสงไฟบริเวณที่ท่านยืนอยู่ มีความสว่างชัดเจน และสีมีความถูกต้องเพียงใด color rendition

[1]……..	[2]……..	[3]……..	[4]……..	[5]……..	[6]……..	[7]……..
มืดมากเกินไป			กำลังดี			สว่างมากเกินไป

2.8 เมื่อท่านต้องมองสภาพแวดล้อมในพื้นที่นี้ ท่านรู้สึกอย่างไรต่อดวงตา Adaptation

[1]……..	[2]……..	[3]……..	[4]……..	[5]……..	[6]……..	[7]……..
มืด/รู้สึกปวดตา			กำลังดี			สว่างมาก/จนแสบตา

2.9 ท่านรู้สึกว่าบริเวณที่ ท่านยืนอยู่มีความรู้สึกสว่างเพียงพอมากน้อยระดับใด overall

[1]……..	[2]……..	[3]……..	[4]……..	[5]……..	[6]……..	[7]……..
มืดมากเกินไป			กำลังดี			สว่างมากเกินไป

ขอบคุณอย่างสูง

เอนก ธีระวิวัฒน์ชัย(ผู้วิจัย) 081-931-6004

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม

เวลา 9.00Am.-10.00Am วันที่ 22 ธันวาคม 2553 ในอาคารเทียบเครื่องบิน A

no.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	2	2	2	1	2	2	2	2	3	5	6	2	5	2	5	2
S2	2	2	2	1	2	3	1	2	3	5	6	1	5	1	5	2
S3	3	1	2	1	1	1	3	2	2	5	6	2	6	1	6	1
S4	3	1	2	1	1	1	3	2	2	6	7	2	6	1	6	1
S5	1	3	1	1	3	3	1	3	4	5	6	3	5	2	5	3
S6	3	1	1	1	1	1	3	2	3	5	6	2	6	1	6	1
S7	2	4	1	1	3	3	2	3	3	5	6	2	5	2	5	3
S8	3	1	2	1	1	1	3	2	3	6	7	2	6	1	6	1
S9	2	1	1	1	1	1	2	2	3	5	6	1	6	1	6	1
S10	2	2	1	1	1	2	2	2	2	5	6	1	6	1	6	1
S11	2	3	1	1	2	2	1	2	2	6	6	2	6	2	6	2
S12	2	4	1	1	3	3	1	3	3	5	6	3	5	3	5	3
S13	2	3	2	1	1	1	2	2	3	5	7	2	6	2	6	2
S14	2	1	2	1	2	2	2	2	2	6	7	2	6	2	6	2
S15	1	5	1	1	3	3	1	3	4	5	6	2	5	2	5	3
S16	3	2	2	1	1	1	3	2	3	5	6	2	6	1	6	1
S17	2	1	2	1	1	1	2	2	3	6	6	2	6	1	6	1
S18	1	2	2	1	3	3	1	3	4	4	6	2	5	2	5	3
S19	2	2	1	1	1	2	2	2	2	4	7	1	6	1	6	2
S20	2	2	1	1	2	2	1	2	2	4	6	1	6	1	6	2
S21	2	1	1	1	1	1	2	2	2	5	6	2	6	2	6	2
S22	2	5	1	1	3	3	2	2	3	5	6	2	6	2	6	2
S23	3	2	2	1	1	1	3	1	2	6	7	1	7	1	7	1
S24	2	5	1	1	2	2	1	2	3	5	6	2	5	2	5	2
S25	2	1	1	1	2	2	1	2	3	4	6	2	6	1	6	2
S26	3	3	1	1	1	2	3	2	3	5	6	2	5	2	5	2
S27	3	2	2	1	1	1	3	1	2	6	5	1	7	1	6	1
S28	3	4	2	1	2	2	3	2	3	5	6	2	6	1	6	2
S29	2	5	2	1	2	2	2	2	3	4	6	1	5	1	5	2
S30	3	2	1	1	1	2	3	2	3	5	7	2	5	2	5	1
Sum								2.10	2.77	5.07	6.20	1.80	5.70	1.50	5.67	1.80

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม

2.00Pm.-3.00Pm วันที่ 22 ธันวาคม 2553 ในอาคารเทียบเครื่องบิน A

no.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	2	4	2	2	3	3	1	3	3	4	5	3	4	2	4	4
S2	1	3	2	2	2	3	1	3	3	4	5	3	4	2	4	3
S3	1	1	1	2	2	2	1	3	3	5	5	3	4	2	4	3
S4	3	5	1	2	2	3	1	3	3	5	5	3	4	2	4	3
S5	3	3	2	2	1	1	3	3	3	5	5	3	4	2	4	3
S6	2	2	1	2	2	2	2	3	3	5	5	3	4	2	4	3
S7	3	1	2	2	1	1	3	3	3	5	5	3	4	2	4	2
S8	3	1	1	2	2	2	3	3	3	5	5	3	4	2	4	2
S9	1	2	1	2	2	2	1	3	3	5	5	3	4	2	4	3
S10	2	4	1	2	3	2	2	3	3	5	5	3	4	2	4	3
S11	2	3	2	2	2	2	1	3	3	5	5	3	4	2	4	3
S12	2	5	1	2	2	2	2	3	3	5	5	3	4	2	4	3
S13	2	2	2	2	2	2	2	3	3	5	5	3	4	2	4	3
S14	3	1	1	2	1	1	3	2	2	5	5	2	4	2	4	2
S15	2	1	1	2	1	1	2	2	2	5	5	2	4	2	4	2
S16	2	2	2	2	2	2	2	2	2	5	5	2	4	2	4	2
S17	2	2	2	2	1	1	2	2	2	5	5	2	4	2	4	2
S18	2	5	2	2	2	2	1	2	2	5	5	2	4	2	4	2
S19	2	1	1	2	1	1	1	2	2	5	6	2	5	1	4	2
S20	2	3	2	2	1	1	1	2	2	5	6	2	5	1	4	2
S21	1	4	2	2	3	3	1	3	4	4	4	3	4	2	3	4
S22	3	2	2	2	2	2	3	2	3	5	5	2	4	2	4	2
S23	2	2	2	2	2	2	2	2	3	5	5	2	4	2	4	2
S24	2	1	2	2	1	1	2	2	3	5	5	2	4	2	4	2
S25	3	1	1	2	1	1	2	2	3	5	5	2	4	2	4	2
S26	2	1	1	2	2	2	1	2	2	5	6	2	5	1	4	2
S27	2	2	2	2	1	1	2	2	2	6	6	2	5	1	5	2
S28	3	2	1	2	1	1	3	2	2	6	6	2	5	1	5	2
S29	1	2	2	2	2	2	1	2	2	6	6	2	5	1	5	2
S30	1	5	2	2	2	2	1	1	2	6	6	1	5	1	5	2
Sum								2.43	2.63	5.03	5.20	2.43	4.23	1.77	4.10	2.47

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม

19.00Pm.-20.00Pm วันที่ 22 ธันวาคม 2553 ในอาคารเทียบเครื่องบิน A

no.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	3	2	1	3	2	2	3	3	3	5	4	3	4	2	4	2
S2	3	1	1	3	2	2	1	3	3	5	4	3	4	2	4	2
S3	3	2	1	3	2	1	3	3	3	5	4	3	4	2	4	3
S4	3	2	1	3	1	1	3	3	3	5	4	3	4	2	4	3
S5	3	2	2	3	2	1	2	3	3	5	4	3	4	2	4	3
S6	2	2	2	3	2	2	2	3	3	5	4	3	4	2	4	3
S7	2	2	2	3	1	1	2	3	4	5	4	3	4	2	4	3
S8	2	2	1	3	3	2	1	3	4	5	3	3	4	2	4	3
S9	2	2	2	3	3	2	1	3	4	5	3	3	4	2	5	3
S10	2	2	1	3	3	2	1	3	4	5	3	3	4	2	5	3
S11	2	4	1	3	3	3	1	4	4	5	3	4	4	3	5	3
S12	2	4	1	3	3	3	1	4	4	5	3	4	3	3	5	3
S13	2	4	1	3	3	3	1	4	5	5	3	4	3	3	5	4
S14	2	1	2	3	1	1	2	2	3	6	5	2	5	1	3	2
S15	3	1	2	3	1	1	3	2	3	6	4	2	5	1	3	2
S16	3	1	1	3	1	1	2	2	3	6	4	2	5	2	3	2
S17	3	2	2	3	1	1	3	2	3	6	4	2	4	2	3	2
S18	3	1	1	3	1	2	3	3	3	5	4	2	4	2	4	2
S19	2	1	2	3	2	2	2	3	3	5	4	3	4	2	4	3
S20	2	1	2	3	2	1	2	3	3	5	4	3	4	2	4	3
S21	2	3	1	3	2	2	1	3	4	5	4	3	4	2	4	3
S22	2	3	2	3	1	1	1	3	4	5	4	3	4	2	4	3
S23	2	3	2	3	1	2	2	3	4	5	4	3	4	2	4	3
S24	1	5	1	3	3	3	1	4	5	5	3	4	3	3	5	4
S25	2	5	2	3	2	2	1	3	3	5	4	3	4	2	4	3
S26	2	3	1	3	2	2	1	3	3	5	4	3	4	2	4	3
S27	2	1	2	3	2	2	2	3	3	5	4	3	4	2	4	3
S28	2	1	1	3	2	2	2	3	3	5	4	3	4	2	4	3
S29	2	5	1	3	1	2	2	3	3	5	4	3	4	2	4	3
S30	3	5	2	3	2	2	3	3	3	5	4	3	4	2	4	3
Sum								3.00	3.43	5.13	3.80	2.97	4.00	2.07	4.07	2.83

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม

เวลา 9.00Am.-10.00Am วันที่ 22 ธันวาคม 2553 ในอาคารเทียบเครื่องบิน B

no.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	1	2	1	1	1	1	1	1	3	5	6	1	6	1	6	1
S2	3	1	1	1	3	2	3	1	3	5	6	1	6	1	6	1
S3	3	1	2	1	3	3	3	2	3	5	6	1	6	1	6	1
S4	3	1	1	1	2	2	3	2	3	5	6	2	6	1	6	2
S5	2	4	2	1	2	2	2	2	3	5	6	2	6	1	6	2
S6	2	4	2	1	2	2	1	2	3	5	6	2	6	1	6	2
S7	1	1	1	1	1	2	1	1	3	5	7	1	6	1	7	1
S8	3	2	1	1	1	1	3	1	3	5	7	1	6	1	6	1
S9	3	1	1	1	1	1	2	1	3	5	7	1	6	1	6	1
S10	2	3	2	1	2	2	1	1	3	5	6	1	6	1	6	1
S11	2	2	2	1	2	2	1	1	3	5	6	1	6	1	6	1
S12	2	2	1	1	2	3	2	1	3	5	6	1	6	1	6	1
S13	2	2	1	1	2	2	1	1	3	5	6	1	6	1	6	1
S14	2	2	1	1	1	1	2	1	3	5	6	1	6	1	6	1
S15	2	1	1	1	1	1	1	2	3	5	6	2	5	2	6	2
S16	2	1	1	1	3	2	1	2	3	5	6	2	5	2	6	2
S17	1	2	1	1	1	1	1	2	3	5	6	2	5	2	6	2
S18	3	5	2	1	1	1	3	1	2	6	7	1	7	1	7	1
S19	2	5	2	1	1	2	2	1	2	6	7	1	6	1	7	1
S20	2	1	1	1	1	1	2	1	2	6	7	1	6	1	7	1
S21	3	3	1	1	1	1	3	1	2	6	7	1	6	1	7	1
S22	1	1	2	1	2	2	1	2	3	5	6	2	5	2	6	2
S23	1	4	2	1	3	2	1	2	4	5	6	2	5	2	6	2
S24	2	3	1	1	3	3	1	2	4	4	6	2	5	2	5	2
S25	1	2	1	1	2	2	1	2	4	4	6	2	5	2	5	2
S26	3	5	2	1	1	2	3	1	2	6	7	1	6	1	7	1
S27	2	2	1	1	2	2	2	1	2	6	7	1	6	1	7	1
S28	2	2	1	1	2	3	2	1	3	6	7	1	6	1	7	1
S29	2	3	2	1	2	2	1	1	3	6	7	1	6	1	7	1
S30	2	5	1	1	2	2	1	1	3	6	7	1	6	1	7	1
Sum								**1.37**	**2.90**	**5.23**	**6.40**	**1.33**	**5.80**	**1.23**	**6.27**	**1.33**

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม

2.00Pm.-3.00Pm วันที่ 22 ธันวาคม 2553 ในอาคารเทียบเครื่องบิน B

no.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	2	2	2	2	2	1	2	3	3	5	5	2	5	2	4	2
S2	2	1	1	2	2	2	2	3	3	5	5	2	5	2	4	2
S3	2	1	1	2	3	2	1	3	3	4	5	3	5	2	4	2
S4	3	2	1	2	1	1	1	3	3	4	5	3	4	2	4	2
S5	1	4	2	2	3	3	1	3	3	4	5	3	4	2	4	3
S6	3	3	2	2	2	2	3	2	2	5	6	2	5	1	5	2
S7	2	2	2	2	1	1	2	2	2	5	6	2	5	1	4	2
S8	2	2	2	2	2	2	1	2	3	5	6	2	5	1	4	2
S9	2	2	1	2	2	3	1	2	3	5	6	2	5	2	4	2
S10	3	1	1	2	1	1	3	2	2	6	6	1	6	1	5	1
S11	3	1	2	2	1	1	3	2	2	6	6	1	6	1	5	1
S12	3	4	2	2	1	2	3	2	2	6	6	2	5	1	5	2
S13	1	3	1	2	3	3	1	3	3	4	4	3	4	2	4	3
S14	2	2	1	2	2	2	1	2	3	5	6	2	5	2	4	2
S15	2	1	1	2	2	2	1	2	3	5	6	2	5	2	4	2
S16	2	1	1	2	1	1	2	2	3	5	6	2	5	2	4	2
S17	2	4	2	2	1	1	1	2	3	5	6	2	5	2	4	2
S18	2	3	1	2	2	2	2	2	2	6	6	2	5	1	5	2
S19	2	2	1	2	1	1	1	2	2	6	6	2	5	1	5	2
S20	2	2	1	2	2	2	2	2	2	6	6	2	5	1	5	2
S21	3	5	2	2	1	2	1	2	2	6	6	2	5	1	5	2
S22	3	5	2	2	2	2	3	2	3	5	6	2	5	2	4	2
S23	3	2	1	2	3	2	2	2	3	5	6	2	5	2	4	2
S24	1	5	2	2	2	2	3	2	3	5	6	2	5	2	4	2
S25	2	3	1	2	2	2	2	2	3	5	6	2	5	2	4	2
S26	1	1	2	2	3	3	1	2	3	5	5	2	5	2	4	2
S27	1	2	1	2	2	2	1	2	3	5	5	2	5	2	4	2
S28	2	1	1	2	2	2	1	2	3	5	5	2	5	2	4	2
S29	2	1	1	2	3	3	1	2	3	5	5	2	5	2	4	2
S30	2	5	2	2	2	2	1	2	3	5	5	2	5	2	4	2
Sum								2.20	2.70	5.10	5.60	2.07	4.97	1.67	4.27	2.00

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม

19.00Pm.-20.00Pm วันที่ 22 ธันวาคม 2553 ในอาคารเทียบเครื่องบิน B

no.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	3	1	2	3	2	2	3	3	3	6	4	3	4	2	4	2
S2	2	1	2	3	1	1	2	3	3	6	4	3	4	2	4	2
S3	2	4	2	3	1	2	2	3	3	6	4	3	4	2	4	3
S4	3	2	1	3	2	2	3	3	3	6	4	3	4	2	4	3
S5	2	2	1	3	1	1	2	3	3	6	4	3	4	2	4	3
S6	2	2	1	3	1	2	1	3	3	6	4	3	4	2	4	3
S7	2	3	1	3	2	2	2	3	4	5	3	3	4	2	4	3
S8	2	3	1	3	3	2	2	3	4	5	3	3	4	3	4	3
S9	1	5	1	3	2	1	1	3	4	5	3	3	4	3	4	3
S10	1	4	1	3	3	3	1	4	4	5	3	3	4	3	4	4
S11	3	2	1	3	1	1	3	3	3	6	4	3	4	2	4	3
S12	3	2	2	3	2	2	1	3	3	6	4	3	4	2	4	3
S13	3	2	2	3	2	2	2	3	3	6	4	3	4	2	4	3
S14	1	4	2	3	2	2	1	4	4	5	3	3	4	3	4	4
S15	2	3	1	3	2	2	2	3	4	5	4	3	4	2	4	3
S16	1	3	2	3	2	1	1	3	4	5	4	3	4	2	4	3
S17	1	5	2	3	1	2	1	3	4	5	4	3	4	2	4	3
S18	2	1	2	3	1	1	1	3	4	5	3	3	4	2	4	3
S19	2	5	2	3	2	2	1	4	4	5	3	4	4	3	4	4
S20	3	1	1	3	1	1	3	3	3	6	4	2	5	1	5	2
S21	3	1	2	3	1	1	3	3	3	6	4	2	5	2	5	2
S22	3	1	2	3	2	2	3	3	3	6	4	2	5	2	5	2
S23	3	2	1	3	1	2	2	3	3	6	4	3	4	2	5	2
S24	2	1	1	3	1	2	1	3	3	6	4	3	4	2	4	3
S25	2	5	2	3	1	1	1	3	4	5	4	3	4	2	4	3
S26	2	1	1	3	2	2	1	3	4	5	4	3	4	2	4	3
S27	1	1	1	3	3	3	1	4	4	5	3	4	4	3	4	4
S28	2	2	2	3	3	3	2	3	4	5	4	3	4	2	4	3
S29	2	2	1	3	2	1	2	3	4	5	4	3	4	2	4	3
S30	1	2	2	3	3	3	1	3	4	5	4	3	4	2	4	3
Sum								3.13	3.53	5.47	3.73	2.97	4.10	2.17	4.13	2.93

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม

เวลา 9.00Am.-10.00Am วันที่ 22 ธันวาคม 2553 ในอาคารเทียบเครื่องบิน C

no.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	3	1	2	1	1	1	3	1	3	5	6	1	6	1	6	1
S2	2	1	2	1	1	1	1	2	3	5	6	1	6	1	6	1
S3	2	2	2	1	2	1	2	2	3	5	6	1	6	1	6	1
S4	3	1	1	1	1	1	3	2	3	5	6	2	6	1	6	2
S5	2	2	1	1	2	1	1	2	3	5	6	2	6	1	6	2
S6	1	2	2	1	3	2	1	2	3	4	5	2	5	2	6	2
S7	3	2	2	1	1	1	3	1	2	6	7	1	6	1	7	1
S8	3	1	1	1	1	1	3	1	2	6	7	1	6	1	7	1
S9	3	1	1	1	1	2	3	1	2	6	7	1	6	1	6	1
S10	2	1	1	1	2	1	1	1	2	5	7	1	6	1	6	1
S11	3	2	2	1	2	2	3	1	2	5	7	1	6	1	6	1
S12	1	2	2	1	2	2	1	2	3	5	6	2	6	1	6	2
S13	2	3	1	1	3	1	1	2	3	5	6	2	5	1	6	2
S14	2	3	2	1	2	2	1	2	3	5	6	2	5	2	6	2
S15	1	2	2	1	2	2	1	2	3	5	6	2	5	2	6	2
S16	2	2	1	1	1	2	2	1	2	5	7	1	6	1	6	1
S17	3	2	2	1	1	1	1	1	2	5	7	1	6	1	6	1
S18	2	1	2	1	1	1	1	1	2	5	7	1	6	1	6	1
S19	2	1	1	1	2	2	2	1	3	5	7	1	6	1	6	1
S20	2	1	1	1	2	2	1	2	3	5	6	2	6	1	6	2
S21	3	2	1	1	3	1	3	2	3	5	6	2	6	1	6	2
S22	2	3	2	1	2	2	2	2	3	5	6	2	6	1	6	2
S23	3	3	2	1	2	2	1	2	3	5	6	2	5	2	6	2
S24	2	5	1	1	3	3	2	2	3	5	6	2	5	2	6	2
S25	2	5	1	1	2	2	2	2	3	5	6	2	5	2	6	2
S26	2	4	1	1	2	3	2	2	3	5	6	2	5	2	6	2
S27	1	4	1	1	2	2	1	2	3	5	6	2	5	2	6	2
S28	3	5	1	1	1	1	3	1	2	6	7	1	6	1	7	1
S29	3	5	2	1	1	2	2	1	2	6	7	1	6	1	7	1
S30	1	4	2	1	3	3	1	3	3	4	5	2	5	3	5	3
Sum								**1.63**	**2.67**	**5.10**	**6.30**	**1.53**	**5.67**	**1.33**	**6.10**	**1.57**

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม

2.00Pm.-3.00Pm วันที่ 22 ธันวาคม 2553 ในอาคารเทียบเครื่องบิน C

no.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	3	1	2	2	2	2	3	1	2	6	7	1	6	1	7	1
S2	3	1	1	2	1	1	3	1	2	6	7	1	6	1	7	1
S3	3	2	1	2	2	2	3	1	2	6	7	1	6	1	6	1
S4	2	2	2	2	2	2	1	1	2	6	7	1	6	1	6	1
S5	2	2	2	2	2	2	2	1	2	5	7	1	6	1	6	1
S6	2	2	2	2	2	2	2	2	3	5	6	2	5	2	6	2
S7	2	3	2	2	2	2	2	2	3	5	6	2	5	2	6	2
S8	2	3	1	2	1	1	1	2	3	5	6	2	5	2	6	2
S9	1	5	1	2	3	2	1	2	3	5	6	2	5	2	6	2
S10	3	1	2	2	1	1	3	1	2	6	7	1	6	1	7	1
S11	2	1	2	2	1	2	2	1	2	6	7	1	6	1	7	1
S12	3	1	2	2	1	2	2	1	2	6	7	1	6	1	7	1
S13	2	1	2	2	2	2	1	1	3	5	6	2	6	1	6	2
S14	2	2	2	2	2	2	1	1	3	5	6	2	6	1	6	2
S15	3	2	2	2	1	1	2	1	2	5	7	1	6	1	6	1
S16	2	5	2	2	2	2	2	1	2	5	7	1	6	1	6	1
S17	3	5	1	2	1	1	3	1	2	5	6	1	6	1	6	1
S18	3	1	1	2	1	2	3	1	2	5	6	1	6	1	6	1
S19	2	1	1	2	1	1	2	1	3	5	6	1	6	1	6	1
S20	2	1	1	2	2	2	2	2	3	5	6	2	6	2	6	2
S21	1	2	1	2	2	2	1	2	3	5	6	2	5	2	6	2
S22	3	2	1	2	1	2	1	2	3	5	6	2	5	2	6	2
S23	3	3	1	2	3	3	1	2	4	4	5	2	5	2	5	2
S24	2	3	1	2	1	1	2	1	2	5	7	1	6	1	6	1
S25	2	2	1	2	1	2	1	1	2	5	7	1	6	1	6	1
S26	3	2	1	2	2	2	3	1	2	5	7	1	6	1	6	1
S27	2	5	2	2	2	2	2	1	3	5	6	2	6	1	6	2
S28	2	4	2	2	1	2	2	1	3	5	6	2	6	1	6	2
S29	1	4	1	2	2	2	1	2	3	5	6	2	6	1	6	2
S30	1	4	2	2	3	3	1	2	3	5	6	2	6	2	6	2
Sum								**1.33**	**2.53**	**5.20**	**6.40**	**1.47**	**5.77**	**1.30**	**6.13**	**1.47**

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม

19.00Pm.-20.00Pm วันที่ 22 ธันวาคม 2553 ในอาคารเทียบเครื่องบิน C

no.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	3	2	2	3	2	2	3	3	3	6	3	3	4	2	4	3
S2	2	1	2	3	1	2	1	3	3	6	3	3	4	2	4	3
S3	2	1	2	3	2	2	2	3	3	6	4	3	4	2	4	3
S4	2	1	1	3	2	2	2	3	3	6	4	3	4	2	4	3
S5	2	1	1	3	2	2	2	3	3	6	4	3	4	2	4	3
S6	2	2	1	3	2	2	2	3	4	5	4	3	4	2	4	3
S7	2	2	1	3	1	1	2	3	4	5	4	3	4	2	4	3
S8	3	2	2	3	2	2	3	3	4	5	4	3	4	2	4	3
S9	3	3	1	3	3	2	1	3	4	5	4	3	4	2	4	3
S10	2	5	2	3	3	3	1	3	4	5	4	3	4	2	4	3
S11	2	2	2	3	2	1	2	3	4	5	4	3	4	2	4	3
S12	1	4	2	3	2	2	1	4	4	5	4	4	4	3	4	4
S13	1	1	2	3	2	2	1	3	4	6	4	3	4	2	4	3
S14	3	1	1	3	2	2	1	3	4	6	4	3	4	2	4	3
S15	2	1	2	3	2	2	1	3	4	6	4	3	4	2	4	3
S16	2	1	1	3	2	2	2	3	4	5	4	3	4	2	4	3
S17	2	1	1	3	3	3	1	3	4	5	4	3	4	2	4	3
S18	2	2	1	3	1	1	2	3	4	5	4	3	4	2	4	3
S19	2	2	1	3	1	1	1	3	4	5	4	3	4	2	4	3
S20	1	2	1	3	3	3	1	3	4	5	4	3	4	3	4	3
S21	3	2	1	3	1	2	3	3	3	6	3	3	5	2	5	3
S22	3	2	1	3	1	1	1	3	3	6	3	3	4	2	5	3
S23	3	3	1	3	1	2	1	3	3	6	3	3	4	2	5	3
S24	3	3	2	3	1	1	3	3	3	6	3	3	4	2	5	3
S25	2	5	1	3	3	2	2	3	4	5	4	3	4	3	4	3
S26	1	5	1	3	2	2	1	4	4	5	4	3	4	3	4	3
S27	1	4	2	3	2	2	1	4	4	5	4	3	4	3	4	4
S28	2	3	1	3	1	1	1	3	3	6	4	3	4	2	4	3
S29	1	5	2	3	2	2	1	3	4	6	4	3	4	2	4	3
S30	3	4	2	3	2	2	3	3	4	6	4	3	4	2	4	3
Sum								3.10	3.67	5.50	3.80	3.03	4.03	2.17	4.13	3.07

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม

เวลา 9.00Am.-10.00Am วันที่ 22 ธันวาคม 2553 ในอาคารเทียบเครื่องบิน DE

NO.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	3	2	2	1	1	1	3	2	3	5	6	2	4	2	6	2
S2	2	1	1	1	1	2	2	2	3	5	6	2	4	2	6	2
S3	3	1	1	1	1	1	1	2	3	5	6	2	4	2	6	2
S4	3	2	2	1	1	1	1	2	3	5	6	2	4	2	6	2
S5	2	2	2	1	2	2	1	3	3	5	6	2	4	2	6	2
S6	1	2	1	1	1	1	1	3	3	5	6	3	4	2	6	3
S7	2	1	1	1	2	2	2	2	2	5	6	2	5	1	6	2
S8	2	1	2	1	2	1	2	2	2	5	6	2	5	1	6	2
S9	2	1	2	1	2	2	2	2	2	5	6	2	5	1	6	2
S10	3	3	2	1	1	1	3	2	2	5	6	2	4	2	6	2
S11	3	1	1	1	2	2	3	2	2	5	6	2	4	2	6	2
S12	1	4	2	1	2	1	1	3	3	5	5	3	4	2	5	3
S13	2	4	1	1	3	2	1	3	3	5	5	3	4	3	5	3
S14	2	2	2	1	2	2	2	2	2	5	6	2	5	1	6	2
S15	2	1	1	1	2	2	2	2	2	5	6	2	5	1	6	2
S16	2	1	1	1	1	1	2	2	2	5	6	2	5	1	6	2
S17	2	1	1	1	2	2	3	2	2	5	6	2	5	1	6	2
S18	2	2	1	1	2	2	1	2	2	5	6	2	4	2	6	2
S19	2	2	1	1	2	1	1	2	2	5	6	2	4	2	6	2
S20	2	3	2	1	2	2	1	2	2	5	6	2	4	2	6	2
S21	1	4	1	1	1	1	1	3	3	5	5	3	4	3	5	3
S22	3	2	2	1	1	1	3	1	2	6	7	1	5	1	7	1
S23	3	2	2	1	1	1	2	1	2	6	6	1	5	1	6	2
S24	3	2	2	1	1	1	3	2	2	6	6	2	5	1	6	2
S25	1	5	1	1	1	1	1	2	2	6	6	2	5	1	6	2
S26	2	3	1	1	1	2	2	2	2	5	6	2	5	1	6	2
S27	1	3	1	1	2	2	1	3	3	5	5	3	3	3	5	3
S28	1	5	1	1	1	1	1	2	2	5	6	2	4	2	6	2
S29	2	5	1	1	3	3	2	2	2	5	6	2	4	2	6	2
S30	2	5	1	1	2	2	2	2	2	5	6	2	4	2	6	2
Sum								**2.13**	**2.33**	**5.13**	**5.90**	**2.10**	**4.37**	**1.70**	**5.90**	**2.13**

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม

2.00Pm.-3.00Pm วันที่ 22 ธันวาคม 2553 ในอาคารเทียบเครื่องบิน DE

NO.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	3	5	2	2	2	2	3	3	3	5	5	2	4	2	5	3
S2	2	2	2	2	1	1	1	3	3	5	5	2	4	2	5	3
S3	2	2	2	2	3	3	1	3	3	5	5	3	4	2	5	3
S4	2	4	1	2	3	2	1	3	3	5	5	3	4	2	5	3
S5	3	1	2	2	1	1	3	2	2	6	6	1	5	1	6	2
S6	3	1	2	2	1	2	3	2	2	6	6	2	5	1	6	2
S7	3	1	2	2	1	1	1	2	2	6	6	2	5	1	6	2
S8	2	4	1	2	2	2	1	3	3	5	5	3	4	2	5	2
S9	3	1	2	2	2	2	3	2	2	6	6	2	5	1	6	2
S10	3	1	1	2	2	2	3	2	2	6	6	2	5	1	6	2
S11	2	1	1	2	2	2	2	2	2	6	6	2	5	1	6	2
S12	2	1	1	2	1	1	2	2	2	6	6	2	5	1	5	2
S13	2	4	1	2	2	2	1	3	3	5	5	3	4	2	5	2
S14	2	2	1	2	1	2	1	2	2	6	6	2	5	1	5	2
S15	2	1	1	2	1	1	1	2	2	5	5	2	5	1	5	2
S16	2	1	1	2	2	2	1	2	2	5	5	2	5	1	5	2
S17	2	2	2	2	2	2	2	2	2	5	5	2	5	1	5	2
S18	2	3	2	2	2	1	1	3	3	5	5	3	4	2	5	2
S19	2	3	1	2	1	1	2	2	2	5	5	2	4	2	5	2
S20	1	5	1	2	2	2	1	2	3	5	5	2	4	2	5	2
S21	1	5	2	2	1	1	1	2	3	5	5	2	4	2	5	2
S22	1	5	1	2	3	2	1	3	3	4	4	3	3	3	5	2
S23	2	2	1	2	2	2	2	2	2	5	5	2	4	1	5	2
S24	2	2	1	2	1	1	2	2	2	5	5	2	4	1	5	2
S25	2	2	1	2	1	2	2	2	2	5	5	2	4	2	5	2
S26	2	3	1	2	2	2	1	3	3	5	4	3	4	3	5	2
S27	3	2	2	2	2	2	3	2	2	5	5	2	4	1	5	2
S28	1	2	1	2	2	2	1	2	2	5	5	2	4	1	5	2
S29	3	3	1	2	1	1	1	3	3	5	5	3	4	3	5	2
S30	2	2	2	2	1	1	2	2	2	5	5	2	4	1	5	2
Sum								2.33	2.40	5.23	5.20	2.23	4.33	1.57	5.20	2.13

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม

19.00Pm.-20.00Pm วันที่ 22 ธันวาคม 2553 ในอาคารเทียบเครื่องบิน DE

no.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	2	2	1	3	1	1	1	3	3	6	4	2	4	2	4	2
S2	2	1	1	3	3	2	2	3	3	6	4	2	4	2	4	2
S3	2	1	2	3	2	2	2	3	3	5	4	2	4	2	4	2
S4	1	1	1	3	1	1	1	3	3	5	4	2	4	2	4	3
S5	3	2	2	3	1	1	3	2	3	6	3	2	5	2	5	2
S6	3	2	2	3	1	2	2	2	3	6	3	2	5	2	5	2
S7	3	2	2	3	2	2	3	2	3	6	3	2	5	2	5	2
S8	1	1	2	3	1	1	1	3	3	5	4	2	4	2	4	3
S9	1	1	2	3	1	1	1	3	3	5	4	3	4	2	4	3
S10	2	5	1	3	1	2	2	3	3	6	4	2	4	2	5	2
S11	1	2	2	3	1	1	1	3	3	6	4	2	4	2	4	2
S12	3	5	1	3	2	2	3	3	3	6	4	2	4	2	4	2
S13	2	5	2	3	3	2	2	3	3	6	4	2	4	2	4	2
S14	2	4	2	3	2	2	1	3	3	5	4	3	4	2	4	3
S15	3	3	2	3	2	3	1	3	3	5	4	3	4	2	4	3
S16	3	1	1	3	2	1	2	2	3	6	3	2	4	2	5	2
S17	3	1	1	3	1	1	3	2	3	6	3	2	4	2	5	2
S18	3	1	1	3	1	1	3	2	3	6	4	2	4	2	5	2
S19	1	1	1	3	1	1	1	3	3	5	4	3	4	2	4	3
S20	2	5	1	3	3	2	2	3	3	5	4	3	4	2	4	3
S21	1	3	1	3	3	3	1	3	4	5	4	3	4	3	4	3
S22	2	2	1	3	1	2	2	2	3	6	4	2	4	2	5	2
S23	2	2	1	3	1	1	2	2	3	6	4	2	4	2	5	2
S24	2	4	2	3	2	2	1	3	3	5	4	3	4	2	4	3
S25	2	4	2	3	1	1	1	3	3	5	4	3	4	2	4	3
S26	2	2	2	3	2	2	2	2	3	6	4	2	4	2	5	2
S27	2	2	2	3	1	1	2	2	3	6	4	2	4	2	5	2
S28	2	2	1	3	2	2	1	3	3	5	4	3	4	2	4	3
S29	2	3	1	3	1	1	1	3	3	5	4	3	4	2	4	3
S30	2	3	1	3	2	2	1	3	3	5	4	3	4	2	4	3
Sum								**2.67**	**3.03**	**5.53**	**3.83**	**2.37**	**4.10**	**2.03**	**4.37**	**2.43**

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม

เวลา 9.00Am.-10.00Am วันที่ 22 ธันวาคม 2553 ในอาคารเทียบเครื่องบินDW

no.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	3	1	1	1	1	1	2	2	3	3	5	2	5	1	5	2
S2	3	2	2	1	2	2	3	3	3	3	5	3	5	1	5	3
S3	2	2	2	1	1	2	2	3	3	3	5	3	4	1	5	3
S4	2	2	2	1	3	2	1	3	4	4	5	3	4	2	4	3
S5	2	2	2	1	2	2	2	3	4	4	5	3	4	2	4	3
S6	2	3	1	1	1	1	1	3	4	4	5	3	4	2	4	3
S7	2	3	1	1	2	2	1	3	4	4	5	3	4	2	4	3
S8	3	1	1	1	1	2	3	2	3	3	5	2	5	1	5	2
S9	3	1	2	1	1	1	3	2	3	3	5	2	5	1	5	2
S10	1	1	1	1	1	1	1	3	4	4	5	3	4	2	4	3
S11	3	2	1	1	2	2	3	3	4	4	5	3	4	2	4	3
S12	1	2	1	1	2	2	1	3	4	4	5	3	4	2	4	3
S13	2	3	1	1	2	1	1	3	4	4	5	3	4	2	4	3
S14	1	3	2	1	2	2	1	4	4	4	4	4	4	2	4	3
S15	1	4	2	1	3	2	1	4	4	4	4	4	4	3	4	4
S16	2	2	1	1	2	2	2	3	3	4	5	3	4	2	5	3
S17	2	1	1	1	1	2	2	3	3	4	5	3	4	2	5	3
S18	2	1	1	1	2	2	2	3	3	4	5	3	4	2	5	3
S19	3	1	2	1	2	2	1	3	4	4	5	3	4	2	4	3
S20	2	4	1	1	2	1	1	3	4	4	5	3	4	2	4	3
S21	1	4	1	1	3	3	1	4	4	4	4	4	3	3	4	4
S22	2	5	2	1	1	1	2	3	3	4	5	3	4	2	5	3
S23	3	5	2	1	2	2	1	3	3	4	5	3	4	2	5	3
S24	2	5	1	1	2	2	1	3	4	4	5	3	4	2	4	3
S25	1	5	1	1	3	2	1	4	4	4	5	4	4	2	4	3
S26	2	1	2	1	2	2	1	3	3	3	5	3	4	1	5	3
S27	3	1	2	1	2	2	3	3	3	4	5	3	4	1	5	3
S28	2	2	2	1	1	1	2	3	3	4	5	3	4	2	5	3
S29	2	2	1	1	1	1	2	3	3	4	5	3	4	2	5	3
S30	3	2	2	1	1	1	3	2	3	3	6	2	5	1	5	2
Sum								3.00	3.50	3.77	4.93	3.00	4.13	1.80	4.50	2.93

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม

2.00Pm.-3.00Pm วันที่ 22 ธันวาคม 2553 ในอาคารเทียบเครื่องบิน DW

no.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	2	1	1	2	2	1	2	3	3	3	6	2	5	1	4	2
S2	1	1	2	2	1	1	1	3	3	3	5	3	5	1	4	2
S3	3	1	2	2	2	2	3	3	3	3	5	3	4	1	4	3
S4	2	2	2	2	1	1	2	3	3	4	5	3	4	1	4	3
S5	3	2	2	2	2	2	3	3	3	4	5	3	4	2	4	3
S6	3	2	1	2	1	1	1	3	4	4	5	3	4	2	4	3
S7	2	4	2	2	3	2	1	3	4	4	5	3	4	2	4	3
S8	1	4	2	2	3	3	1	3	4	4	4	3	4	3	4	3
S9	1	4	2	2	3	3	1	4	4	4	4	4	4	3	4	4
S10	3	1	1	2	1	1	2	2	3	3	6	2	5	1	5	2
S11	3	1	1	2	2	2	3	3	3	3	6	2	5	1	5	2
S12	2	1	1	2	2	1	1	3	3	4	5	3	4	2	4	3
S13	2	2	2	2	1	1	2	3	4	4	5	3	4	2	4	3
S14	2	2	1	2	1	2	2	3	4	4	5	3	4	2	4	3
S15	2	2	2	2	1	1	2	3	4	4	5	3	4	2	4	3
S16	2	3	1	2	1	1	2	3	4	4	5	3	4	2	4	3
S17	2	3	2	2	2	2	2	3	4	4	5	3	4	2	4	3
S18	3	3	1	2	2	1	1	3	4	4	5	3	4	2	4	3
S19	2	3	1	2	2	2	1	3	4	4	5	3	4	2	4	3
S20	2	5	2	2	1	1	1	3	4	4	5	3	4	2	4	3
S21	2	5	2	2	2	2	1	3	4	4	5	3	4	2	4	3
S22	2	5	2	2	2	2	1	3	4	4	5	3	4	2	4	3
S23	2	1	2	2	1	1	2	2	3	3	6	2	5	1	5	2
S24	3	1	1	2	1	2	3	2	3	3	6	2	5	1	5	2
S25	3	1	2	2	1	1	2	3	4	4	5	3	4	2	4	3
S26	2	2	1	2	2	2	1	3	4	4	5	3	4	2	4	3
S27	2	2	2	2	2	2	1	3	4	4	5	3	4	2	4	3
S28	2	2	1	2	2	2	1	3	4	4	5	3	4	2	4	3
S29	1	2	2	2	1	1	1	3	4	4	5	3	4	2	4	3
S30	2	5	1	2	3	2	2	3	4	4	5	3	4	2	4	3
Sum								**2.93**	**3.67**	**3.77**	**5.10**	**2.87**	**4.20**	**1.80**	**4.13**	**2.83**

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม

19.00Pm.-20.00Pm วันที่ 22 ธันวาคม 2553 ในอาคารเทียบเครื่องบิน DW

no.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	3	1	1	3	1	1	1	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S2	1	1	1	3	1	1	1	3	4	4	4	4	4	2	4	3
S3	2	2	2	3	1	2	1	3	4	4	4	4	4	2	4	3
S4	2	2	2	3	1	1	1	3	4	4	4	4	4	2	4	3
S5	2	3	2	3	3	2	1	3	4	4	4	4	4	2	4	4
S6	1	3	2	3	3	3	1	4	4	4	4	4	4	2	4	4
S7	1	5	1	3	2	2	1	4	4	4	4	4	4	2	4	4
S8	3	5	2	3	1	1	3	3	3	3	3	3	4	1	5	3
S9	3	1	1	3	1	1	3	3	3	3	3	3	4	2	5	3
S10	1	4	2	3	3	3	1	4	4	4	4	4	3	2	4	4
S11	2	4	2	3	2	2	1	4	4	4	4	4	3	2	4	4
S12	2	1	2	3	1	1	1	3	4	4	3	3	4	2	4	3
S13	2	2	2	3	1	2	2	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S14	2	1	1	3	2	2	2	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S15	3	1	1	3	1	1	1	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S16	1	1	1	3	2	2	1	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S17	1	2	2	3	3	2	1	4	4	4	4	4	3	2	4	4
S18	2	2	2	3	1	1	2	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S19	2	1	2	3	2	1	2	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S20	2	1	2	3	2	2	2	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S21	1	2	1	3	3	2	1	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S22	3	3	1	3	2	2	3	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S23	2	4	1	3	2	2	1	4	4	4	4	4	3	3	3	4
S24	3	3	2	3	1	2	2	3	3	3	3	3	4	2	4	3
S25	3	5	1	3	1	1	3	3	3	4	3	3	4	2	4	3
S26	2	2	2	3	2	2	2	3	3	4	3	3	4	2	4	3
S27	2	2	1	3	2	1	1	3	3	4	3	3	4	2	4	3
S28	3	2	2	3	2	2	2	3	4	4	3	3	4	2	4	3
S29	3	2	1	3	2	2	3	3	4	4	3	3	4	2	4	3
S30	2	5	2	3	1	1	2	3	4	4	3	3	4	2	4	3
Sum								3.20	3.80	3.90	3.67	3.33	3.87	2.00	4.03	3.23

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม

เวลา 9.00Am.-10.00Am วันที่ 22 ธันวาคม 2553 ในอาคารเทียบเครื่องบินE

no.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	2	1	2	1	1	1	2	1	2	4	7	1	6	1	7	1
S2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	4	7	1	6	1	6	1
S3	1	2	1	1	2	2	1	1	2	4	7	1	6	1	6	1
S4	3	2	1	1	1	1	3	1	2	4	7	1	6	1	6	1
S5	3	2	2	1	2	2	1	2	3	4	6	2	5	2	6	2
S6	2	5	1	1	2	2	1	2	3	4	6	2	5	2	6	2
S7	2	5	1	1	1	1	1	2	3	4	5	2	5	2	6	2
S8	3	3	1	1	2	2	3	2	3	4	6	2	6	1	6	2
S9	3	3	2	1	1	1	1	2	3	4	6	2	6	1	6	2
S10	3	3	1	1	1	1	3	2	3	4	6	2	6	1	6	2
S11	2	2	1	1	1	2	1	2	3	4	5	2	5	2	6	2
S12	3	1	2	1	2	1	3	1	2	3	7	1	6	1	7	1
S13	2	1	2	1	1	1	2	1	2	3	7	1	6	1	7	1
S14	3	1	2	1	2	2	2	1	2	4	7	1	6	1	7	1
S15	1	2	2	1	1	1	1	2	3	4	6	2	5	2	6	2
S16	2	4	1	1	1	2	1	2	3	4	6	2	5	2	6	2
S17	2	4	1	1	1	1	1	2	3	4	6	2	5	2	6	2
S18	2	2	1	1	2	2	1	2	3	4	6	2	5	2	6	2
S19	2	2	2	1	1	1	2	1	2	4	7	1	6	1	6	1
S20	3	1	2	1	2	2	3	2	2	4	7	1	6	1	6	1
S21	3	1	2	1	2	1	1	2	2	4	6	2	6	1	6	1
S22	1	3	1	1	2	2	1	3	3	4	5	2	5	2	5	2
S23	3	2	2	1	1	1	3	1	2	3	7	1	6	1	7	1
S24	3	1	1	1	1	1	2	1	2	3	7	1	6	1	7	1
S25	2	5	2	1	2	2	2	2	3	4	6	2	6	1	6	2
S26	2	5	1	1	3	3	2	2	3	4	6	2	6	1	6	2
S27	2	1	2	1	1	2	2	1	2	4	7	1	6	1	6	1
S28	2	2	1	1	1	1	2	1	2	4	7	1	6	1	6	1
S29	2	2	2	1	1	1	1	2	3	4	6	2	5	1	6	2
S30	1	4	1	1	3	3	1	2	3	4	6	2	5	2	6	2
Sum								**1.63**	**2.53**	**3.87**	**6.33**	**1.57**	**5.63**	**1.33**	**6.17**	**1.53**

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม

2.00Pm.-3.00Pm วันที่ 22 ธันวาคม 2553 ในอาคารเทียบเครื่องบิน E

no.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	2	1	1	2	2	2	2	1	3	4	6	1	6	1	6	1
S2	2	1	1	2	1	1	2	2	3	4	6	1	6	1	6	1
S3	2	1	2	2	1	1	1	2	3	4	6	1	6	1	6	1
S4	2	2	2	2	3	3	2	2	3	4	6	2	6	1	6	2
S5	2	2	1	2	2	2	2	2	3	4	6	2	6	1	6	2
S6	3	2	1	2	1	1	3	1	2	3	7	1	6	1	7	1
S7	3	1	2	2	1	1	3	1	2	4	7	1	6	1	7	1
S8	2	2	1	2	2	2	2	2	3	4	6	2	6	1	6	2
S9	3	3	2	2	2	2	2	2	3	4	6	2	6	1	6	2
S10	2	3	2	2	2	2	1	2	3	4	6	2	6	2	6	2
S11	3	1	1	2	2	1	1	1	2	4	7	1	6	1	7	1
S12	3	1	2	2	1	1	3	1	2	4	7	1	6	1	7	1
S13	3	1	1	2	2	1	3	1	2	4	7	1	6	1	7	1
S14	1	3	1	2	1	1	1	2	3	4	6	2	5	2	6	2
S15	1	2	1	2	3	3	1	2	3	4	6	2	5	2	6	2
S16	2	4	1	2	2	2	1	3	3	4	6	2	5	2	5	2
S17	2	2	2	2	2	2	2	1	2	4	7	1	6	1	7	1
S18	2	2	1	2	2	2	2	1	2	4	7	1	6	1	7	1
S19	2	5	2	2	1	1	2	1	2	4	7	1	6	1	6	1
S20	2	5	1	2	1	1	2	1	3	4	7	1	6	1	6	1
S21	3	4	1	2	1	2	1	2	3	4	6	2	5	2	6	2
S22	3	4	2	2	2	2	1	2	3	4	6	2	5	2	6	2
S23	1	3	1	2	1	1	1	2	3	4	6	2	5	2	6	2
S24	1	1	2	2	2	2	1	1	3	4	7	1	6	1	6	1
S25	1	1	1	2	1	1	1	1	3	4	7	1	6	1	6	1
S26	3	2	2	2	2	1	1	2	3	4	6	2	6	2	6	2
S27	2	2	1	2	1	1	1	2	3	4	6	2	5	2	6	2
S28	3	2	2	2	2	1	1	2	3	4	6	2	5	2	6	2
S29	2	5	1	2	1	1	2	1	3	4	7	1	6	1	6	1
S30	2	5	1	2	2	2	2	1	3	4	7	1	6	1	6	1
Sum								1.57	2.73	3.97	6.43	1.47	5.73	1.33	6.20	1.47

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม

19.00Pm.-20.00Pm วันที่ 22 ธันวาคม 2553 ในอาคารเทียบเครื่องบิน E

no.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	2	1	1	3	2	1	2	3	3	4	4	3	4	2	4	3
S2	2	1	1	3	1	1	2	3	3	4	4	3	4	2	4	3
S3	2	1	1	3	2	2	2	3	3	4	4	3	4	2	4	3
S4	2	2	2	3	1	1	2	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S5	2	2	2	3	1	2	2	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S6	1	2	2	3	2	2	1	4	4	4	4	3	4	3	4	3
S7	2	4	1	3	2	2	1	4	4	4	4	3	4	3	4	4
S8	2	4	2	3	3	3	2	4	4	4	4	4	4	3	4	4
S9	3	1	1	3	1	1	3	2	3	5	3	2	5	2	5	2
S10	3	1	1	3	1	2	3	3	3	4	3	3	4	2	5	3
S11	3	1	1	3	2	2	3	3	3	4	3	3	4	2	5	3
S12	2	4	2	3	1	1	1	3	3	4	3	3	4	2	5	3
S13	3	2	2	3	2	2	3	3	3	4	3	3	4	2	5	3
S14	3	2	2	3	2	1	1	3	3	4	3	3	4	2	4	3
S15	2	2	2	3	1	1	2	3	3	4	4	3	4	2	4	3
S16	3	3	1	3	1	1	3	3	3	4	4	3	4	2	4	3
S17	2	3	1	3	1	2	2	3	3	4	4	3	4	2	4	3
S18	3	2	2	3	2	2	3	3	3	4	4	3	4	2	4	3
S19	2	2	1	3	1	1	1	3	3	4	4	3	4	2	4	3
S20	3	1	2	3	2	2	2	3	3	4	4	3	4	2	4	3
S21	3	1	2	3	1	1	3	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S22	1	1	1	3	1	2	1	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S23	1	5	1	3	2	2	1	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S24	2	5	1	3	1	1	1	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S25	2	5	2	3	2	2	1	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S26	2	2	1	3	1	1	1	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S27	2	2	1	3	1	2	1	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S28	1	5	1	3	2	2	1	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S29	1	3	1	3	1	1	1	4	4	4	4	3	4	3	4	3
S30	1	3	2	3	2	2	1	4	4	4	4	3	4	3	4	3
Sum								**3.13**	**3.50**	**4.03**	**3.80**	**3.00**	**4.03**	**2.17**	**4.17**	**3.03**

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม

เวลา 9.00Am.-10.00Am วันที่ 22 ธันวาคม 2553 ในอาคารเทียบเครื่องบิน F

no.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	1	2	1	1	2	2	1	2	3	4	5	2	5	2	5	2
S2	2	2	1	1	1	1	1	2	3	4	5	2	5	2	5	2
S3	1	4	1	1	2	1	1	2	3	4	5	2	5	2	4	3
S4	1	2	1	1	2	2	1	2	3	4	5	2	5	2	4	2
S5	1	2	1	1	1	1	1	3	3	4	5	2	5	2	4	2
S6	2	2	2	1	2	2	1	3	3	4	5	2	5	2	4	2
S7	1	4	2	1	2	1	1	3	3	4	5	2	4	2	4	2
S8	1	4	1	1	1	1	1	3	3	4	4	3	4	3	4	3
S9	3	1	2	1	1	1	3	1	2	3	6	1	5	1	5	1
S10	3	1	2	1	1	2	2	2	2	4	6	2	5	1	5	2
S11	3	1	2	1	1	1	2	2	2	4	6	2	5	1	5	2
S12	3	5	1	1	2	2	3	2	2	4	6	2	5	1	5	2
S13	3	2	1	1	2	2	3	2	2	4	6	2	5	1	5	2
S14	2	2	1	1	2	1	1	2	2	4	6	2	5	1	5	2
S15	2	2	1	1	2	2	2	3	3	4	4	3	4	3	4	3
S16	3	2	1	1	2	2	1	2	3	4	5	2	5	2	5	2
S17	3	5	2	1	1	1	3	2	3	4	5	2	5	2	5	2
S18	2	1	2	1	2	2	2	2	3	4	5	2	5	2	5	2
S19	2	1	2	1	2	2	2	2	3	4	5	2	5	2	5	2
S20	2	1	1	1	3	2	1	2	3	4	5	2	5	2	5	1
S21	2	1	2	1	2	2	1	2	3	4	5	2	5	2	5	2
S22	2	3	2	1	1	2	2	2	3	4	6	2	5	1	5	2
S23	1	2	1	1	1	1	1	2	3	4	6	2	5	1	5	2
S24	2	3	2	1	2	2	2	2	3	4	6	2	5	1	5	2
S25	2	3	1	1	2	2	2	2	3	4	6	2	5	2	5	2
S26	2	5	1	1	2	1	2	2	3	4	6	2	5	2	5	2
S27	2	3	1	1	1	2	1	2	3	4	5	2	5	2	5	2
S28	2	5	2	1	2	2	2	2	2	4	6	2	5	1	5	2
S29	2	1	2	1	2	2	2	2	2	4	6	2	5	1	5	2
S30	2	1	1	1	1	1	1	2	2	4	6	2	5	1	5	2
Sum								**2.13**	**2.70**	**3.97**	**5.40**	**2.03**	**4.90**	**1.67**	**4.77**	**2.03**

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม

2.00Pm.-3.00Pm วันที่ 22 ธันวาคม 2553 ในอาคารเทียบเครื่องบิน F

no.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	2	1	1	2	2	1	1	1	3	4	6	1	6	1	6	1
S2	2	1	1	2	2	2	2	2	3	4	6	1	6	1	6	1
S3	1	5	2	2	2	2	1	2	3	4	6	1	6	1	6	1
S4	3	5	1	2	1	1	1	2	3	4	6	2	6	1	6	2
S5	2	4	1	2	3	2	1	2	3	4	6	2	6	2	6	2
S6	3	1	2	2	1	1	3	1	2	3	7	1	6	1	7	1
S7	3	1	1	2	2	2	3	1	2	3	7	1	6	1	7	1
S8	3	1	2	2	1	1	3	1	3	3	6	1	6	1	7	1
S9	2	2	1	2	3	3	1	2	3	4	6	2	6	2	6	2
S10	3	2	1	2	1	2	2	1	3	3	6	1	6	1	7	1
S11	3	1	2	2	1	1	3	1	3	4	6	1	6	1	7	1
S12	2	1	2	2	2	2	2	1	3	4	6	1	6	1	7	1
S13	2	1	1	2	2	2	2	1	3	4	6	1	6	1	7	1
S14	2	2	1	2	1	1	2	1	3	4	6	1	6	1	7	1
S15	1	4	1	2	1	2	1	2	3	4	6	2	5	2	6	2
S16	2	4	1	2	1	1	1	3	4	4	5	2	5	2	5	2
S17	2	2	2	2	2	2	2	1	3	4	6	1	6	1	7	1
S18	1	2	2	2	1	1	1	1	3	4	6	1	6	1	6	1
S19	1	2	2	2	2	2	1	1	3	4	6	1	6	1	6	1
S20	1	1	1	2	2	2	1	1	3	4	6	1	6	1	6	1
S21	3	3	2	2	1	1	1	2	3	4	6	2	5	2	6	2
S22	2	5	2	2	2	2	2	1	3	4	6	1	6	1	6	1
S23	2	2	1	2	2	1	2	1	3	4	6	1	6	1	6	1
S24	2	2	2	2	2	2	2	1	3	4	6	1	6	1	6	1
S25	1	3	1	2	1	1	1	2	3	4	6	2	5	2	6	2
S26	2	2	1	2	1	2	1	1	3	4	6	1	6	1	7	1
S27	2	2	2	2	1	1	2	1	3	4	6	1	6	1	7	1
S28	2	3	1	2	2	2	1	1	3	4	6	1	6	1	6	1
S29	3	3	2	2	1	1	3	1	3	4	6	1	6	1	6	1
S30	2	5	1	2	1	1	2	1	3	4	6	1	6	1	6	1
Sum								1.33	2.97	3.87	6.03	1.23	5.87	1.20	6.33	1.23

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม

19.00Pm.-20.00Pm วันที่ 22 ธันวาคม 2553 ในอาคารเทียบเครื่องบิน F

no.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	3	1	2	3	1	1	3	3	3	5	3	2	5	2	5	2
S2	3	2	1	3	2	2	2	3	3	5	3	3	4	2	5	3
S3	3	2	2	3	1	2	3	3	3	4	3	3	4	2	5	3
S4	1	2	2	3	1	1	1	3	3	4	3	3	4	2	4	3
S5	2	5	2	3	2	2	2	3	3	4	3	3	4	2	4	3
S6	2	5	2	3	1	1	2	3	3	4	3	3	4	2	4	3
S7	2	1	1	3	1	1	1	3	3	4	4	3	4	2	4	3
S8	2	1	1	3	2	2	2	3	3	4	4	3	4	2	4	2
S9	3	5	1	3	1	1	3	3	3	4	4	3	4	2	4	3
S10	2	5	2	3	2	2	2	3	3	4	4	3	4	2	4	3
S11	3	3	2	3	2	2	3	3	3	4	4	3	4	2	4	3
S12	2	4	2	3	1	2	2	3	3	4	4	3	4	2	4	4
S13	2	4	2	3	1	1	1	3	3	4	4	3	4	2	4	3
S14	2	2	1	3	1	1	2	3	3	4	4	3	4	2	4	3
S15	2	2	1	3	2	2	2	3	3	4	4	3	4	2	4	3
S16	2	2	2	3	1	1	2	3	3	4	4	3	4	2	4	3
S17	3	1	1	3	1	1	3	3	3	5	3	2	5	1	5	2
S18	1	1	2	3	2	2	1	3	3	4	4	3	4	2	4	3
S19	2	3	1	3	1	2	1	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S20	2	2	2	3	2	2	1	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S21	2	2	1	3	1	1	1	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S22	3	2	2	3	2	2	1	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S23	1	2	1	3	1	1	1	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S24	1	1	1	3	3	2	1	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S25	3	1	1	3	1	2	1	3	4	4	4	3	4	2	4	2
S26	3	1	1	3	1	1	1	3	4	4	4	3	4	3	4	3
S27	2	1	2	3	2	2	1	4	4	4	4	3	4	3	4	3
S28	2	3	1	3	2	2	1	4	4	4	4	3	4	3	4	3
S29	1	4	2	3	2	1	1	4	4	4	4	3	4	3	4	4
S30	1	3	1	3	2	2	1	4	4	4	4	3	4	3	4	3
Sum								**3.13**	**3.40**	**4.10**	**3.77**	**2.93**	**4.07**	**2.13**	**4.13**	**2.93**

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม

เวลา 9.00Am.-10.00Am วันที่ 22 ธันวาคม 2553 ในอาคารเทียบเครื่องบิน G

no.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	2	1	1	1	2	1	1	2	3	4	5	2	4	2	5	2
S2	2	1	1	1	1	2	2	2	3	4	5	2	4	2	5	2
S3	1	2	2	1	1	1	1	2	3	4	5	2	4	2	5	2
S4	1	2	2	1	2	2	1	2	3	4	5	2	4	2	5	3
S5	1	2	1	1	1	1	1	3	3	4	5	3	4	2	5	3
S6	3	2	2	1	1	1	3	2	2	3	6	2	5	1	5	2
S7	3	1	2	1	1	2	3	2	2	3	6	2	5	1	5	2
S8	3	1	1	1	1	1	3	2	2	4	6	2	5	1	5	2
S9	2	1	2	1	2	2	2	2	3	4	6	2	5	1	5	2
S10	3	1	1	1	2	2	3	2	3	4	5	2	5	1	5	2
S11	2	5	1	1	2	2	1	3	3	4	5	3	4	2	4	3
S12	2	5	2	1	2	1	1	3	3	4	5	3	4	2	4	3
S13	2	5	1	1	1	1	1	3	3	4	5	3	4	2	4	3
S14	1	4	1	1	3	2	1	3	3	4	5	3	4	2	4	3
S15	1	4	1	1	2	1	1	3	3	4	5	3	4	2	4	3
S16	1	4	1	1	2	2	1	3	3	4	4	3	3	3	4	4
S17	3	2	2	1	1	2	1	2	3	4	5	2	5	1	5	2
S18	2	2	1	1	1	1	1	2	3	4	5	2	5	1	5	2
S19	2	1	2	1	2	2	2	2	3	4	5	2	4	1	5	2
S20	2	1	1	1	1	1	2	2	3	4	5	2	4	1	5	2
S21	2	1	1	1	2	2	1	3	3	4	5	3	4	2	4	3
S22	2	3	1	1	3	2	1	3	3	4	5	3	4	2	4	3
S23	3	3	2	1	1	1	1	3	3	4	5	3	4	2	4	3
S24	3	3	1	1	1	1	1	3	3	4	5	3	4	2	4	3
S25	3	3	2	1	2	2	1	3	3	4	5	3	4	2	4	3
S26	1	5	2	1	2	2	1	3	3	4	5	3	4	2	4	3
S27	2	2	2	1	1	2	2	2	3	4	5	2	4	2	5	2
S28	2	2	2	1	1	2	2	2	3	4	5	2	4	2	5	2
S29	1	2	1	1	1	1	1	2	3	4	5	2	4	2	5	2
S30	2	2	1	1	2	2	2	2	3	4	5	2	4	2	5	2
Sum								**2.43**	**2.90**	**3.93**	**5.10**	**2.43**	**4.20**	**1.73**	**4.60**	**2.50**

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม

2.00Pm.-3.00Pm วันที่ 22 ธันวาคม 2553 ในอาคารเทียบเครื่องบิน G

no.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	2	1	1	2	1	1	2	2	3	4	7	1	6	1	6	1
S2	2	2	1	2	2	1	2	2	3	4	7	2	6	1	6	2
S3	2	2	1	2	2	2	2	2	3	4	7	2	6	1	6	2
S4	1	2	1	2	1	1	1	2	3	4	7	2	6	1	6	2
S5	3	2	1	2	2	2	3	2	3	4	6	2	6	1	6	2
S6	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	6	2	6	2	6	2
S7	2	2	2	2	2	1	2	2	3	4	6	2	6	2	6	2
S8	2	3	2	2	2	2	1	2	3	4	6	2	5	2	6	2
S9	3	1	1	2	1	1	1	2	3	4	6	2	5	2	6	2
S10	1	1	1	2	1	1	1	2	3	4	6	2	5	2	6	2
S11	3	1	2	2	1	1	3	1	2	4	7	1	6	1	6	1
S12	2	1	2	2	2	2	2	2	2	4	7	1	6	1	6	1
S13	2	3	1	2	1	1	2	2	3	4	6	2	6	2	6	2
S14	2	3	1	2	1	2	1	2	3	4	6	2	5	2	6	2
S15	1	2	1	2	2	1	1	2	3	4	6	2	5	2	5	2
S16	3	1	1	2	1	1	2	1	2	4	7	1	6	1	6	1
S17	3	1	2	2	2	1	1	1	2	4	7	1	6	1	6	1
S18	2	4	2	2	2	2	1	2	3	4	6	2	5	2	5	2
S19	2	3	1	2	3	2	1	2	3	4	6	2	5	2	5	2
S20	2	2	2	2	1	1	2	2	3	4	6	2	6	1	6	2
S21	3	1	2	2	1	1	3	1	2	3	7	1	6	1	7	1
S22	3	1	2	2	1	1	2	1	2	3	7	1	6	1	6	1
S23	3	2	2	2	2	2	2	1	2	4	7	1	6	1	6	1
S24	1	2	2	2	2	2	1	2	3	4	6	2	5	2	5	2
S25	1	4	1	2	3	3	1	2	3	4	6	2	5	2	5	2
S26	1	4	2	2	3	3	1	2	3	4	5	2	5	2	5	2
S27	2	5	1	2	1	1	2	2	3	4	6	2	6	1	6	2
S28	3	5	1	2	1	2	3	2	3	4	6	2	6	1	6	2
S29	3	5	1	2	1	2	3	2	3	4	6	2	6	2	6	2
S30	3	5	1	2	1	1	3	2	3	4	6	2	6	2	6	2
Sum								1.80	2.77	3.93	6.33	1.73	5.67	1.50	5.83	1.73

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม

19.00Pm.-20.00Pm วันที่ 22 ธันวาคม 2553 ในอาคารเทียบเครื่องบิน G

no.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	2	1	2	3	2	1	2	3	3	4	3	3	4	2	4	2
S2	2	1	1	3	2	2	2	3	3	4	3	3	4	2	4	2
S3	3	2	2	3	1	1	3	3	3	4	3	3	4	2	4	3
S4	2	2	1	3	2	2	1	3	3	4	3	3	4	2	4	3
S5	3	2	2	3	1	1	1	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S6	2	2	1	3	1	2	1	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S7	2	2	2	3	2	2	1	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S8	1	4	1	3	2	2	1	3	4	4	4	3	4	3	4	3
S9	1	4	2	3	3	2	1	3	4	4	4	3	4	3	4	3
S10	1	3	2	3	2	2	1	4	4	4	4	3	4	3	4	3
S11	1	4	1	3	3	3	1	4	4	4	4	3	3	3	4	4
S12	3	1	2	3	1	1	3	3	3	5	3	2	4	1	5	2
S13	3	1	2	3	1	2	3	3	3	5	3	2	4	2	5	2
S14	2	1	2	3	1	1	2	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S15	2	2	2	3	1	1	2	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S16	2	2	1	3	2	1	2	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S17	1	2	1	3	2	2	1	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S18	2	2	1	3	1	1	1	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S19	3	5	2	3	1	2	1	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S20	3	1	1	3	1	1	3	3	3	5	3	2	4	2	4	2
S21	3	1	1	3	2	2	2	3	3	5	3	3	4	2	4	2
S22	2	1	1	3	1	1	2	3	3	5	3	3	4	2	4	2
S23	3	1	1	3	2	2	3	3	3	4	3	3	4	2	4	3
S24	2	3	2	3	1	1	1	3	3	4	4	3	4	2	4	3
S25	2	3	2	3	2	2	2	3	3	4	4	3	4	2	4	3
S26	1	3	2	3	2	2	1	3	3	4	4	3	4	2	4	3
S27	2	2	1	3	1	1	2	3	3	4	4	3	4	2	4	3
S28	2	5	1	3	2	2	1	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S29	2	5	1	3	1	1	2	3	4	4	4	3	4	2	4	3
S30	1	5	2	3	1	2	1	3	4	4	4	3	4	2	4	3
Sum								**3.07**	**3.53**	**4.17**	**3.67**	**2.90**	**3.97**	**2.10**	**4.07**	**2.80**

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม
เวลา 9.00Am.-10.00Am วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2554

หลังการปรับปรุงสถาปัตยกรรม
ในอาคารเทียบเครื่องบิน DE
โคม MH 150w x 2 รูปแบบเดิม

NO.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	3	1	1	1	1	1	2	4	2	6	5	4	5	5	5	6
S2	3	2	2	1	2	2	3	4	2	5	5	4	5	5	5	5
S3	2	2	2	1	1	2	2	4	2	5	5	4	5	5	5	5
S4	2	2	2	1	3	2	1	4	3	5	5	4	5	5	5	5
S5	2	2	2	1	2	2	2	3	3	5	5	4	5	5	5	5
S6	2	3	1	1	1	1	1	3	3	5	5	4	5	5	5	5
S7	2	3	1	1	2	2	1	3	3	5	5	4	5	5	5	5
S8	3	1	1	1	1	2	3	3	3	5	5	4	5	5	5	5
S9	3	1	2	1	1	1	3	3	3	5	5	4	5	5	5	5
S10	1	1	1	1	1	1	1	3	3	5	5	5	5	5	5	5
S11	3	2	1	1	2	2	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5
S12	1	2	1	1	2	2	1	3	3	5	5	5	5	5	5	5
S13	2	3	1	1	2	1	1	3	3	5	5	5	5	5	5	5
S14	1	3	2	1	2	2	1	3	3	5	5	5	4	5	5	5
S15	1	4	2	1	3	2	1	3	3	5	5	5	4	5	5	5
S16	2	2	1	1	2	2	2	3	3	5	5	5	4	5	5	5
S17	2	1	1	1	1	2	2	3	3	5	5	5	4	5	5	4
S18	2	1	1	1	2	2	2	3	3	5	5	5	4	5	5	4
S19	3	1	2	1	2	2	1	3	3	5	5	4	4	5	4	4
S20	2	4	1	1	2	1	1	3	3	5	5	4	4	5	4	4
S21	1	4	1	1	3	3	1	3	3	5	5	4	4	5	4	4
S22	2	5	2	1	1	1	2	3	3	5	5	4	4	4	4	4
S23	3	5	2	1	2	2	1	3	3	5	5	4	4	4	4	4
S24	2	5	1	1	2	2	1	3	3	5	5	4	4	4	4	4
S25	1	5	1	1	3	2	1	3	3	5	5	4	4	4	4	4
S26	2	1	2	1	2	2	1	3	3	5	5	4	4	4	4	4
S27	3	1	2	1	2	2	3	3	3	5	4	4	4	4	4	4
S28	2	2	2	1	1	1	2	3	3	5	4	4	4	4	4	4
S29	2	2	1	1	1	1	2	3	3	5	4	4	4	4	4	4
S30	3	2	2	1	1	1	3	3	3	5	4	4	3	4	4	4
Sum								3.15	2.90	5.05	4.85	4.30	4.40	4.70	4.60	4.55

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม หลังการปรับปรุงสถาปัตยกรรม
2.00Pm.-3.00Pm วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2554 ในอาคารเทียบเครื่องบิน DE
โคม MH 150w x 2 รูปแบบเดิม

no.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	3	1	1	3	1	1	3	5	2	6	6	4	5	5	5	6
S2	2	1	1	3	1	1	1	5	2	6	6	4	5	5	5	6
S3	2	1	2	3	1	2	1	5	2	6	6	4	5	5	5	5
S4	2	1	2	3	1	1	1	4	2	5	5	4	5	5	5	5
S5	3	2	2	3	2	2	3	4	2	5	5	4	5	5	5	5
S6	3	2	2	3	2	3	3	4	2	5	5	4	5	5	4	5
S7	1	2	1	3	2	2	1	4	2	5	5	4	5	5	4	5
S8	1	1	2	3	1	1	1	4	2	5	5	4	5	5	4	5
S9	1	1	1	3	1	1	1	4	2	5	5	4	5	5	4	5
S10	3	1	2	3	3	3	3	4	3	5	5	5	5	5	4	5
S11	2	1	2	3	2	2	1	4	3	5	5	5	5	5	4	5
S12	2	1	2	3	1	1	1	4	3	5	5	5	5	5	4	5
S13	2	2	2	3	1	2	2	4	3	5	5	5	5	5	4	5
S14	2	2	1	3	2	2	1	4	3	5	5	5	5	5	4	5
S15	2	2	1	3	1	1	1	4	3	5	5	5	5	5	4	5
S16	1	2	1	3	2	2	1	3	3	5	5	5	5	5	4	4
S17	1	2	2	3	3	2	1	3	3	5	5	5	5	5	4	4
S18	1	2	2	3	1	1	2	3	3	5	5	5	5	5	4	4
S19	1	2	2	3	2	1	1	3	3	5	5	5	4	4	4	4
S20	3	3	2	3	2	2	1	3	3	5	5	5	4	4	4	4
S21	1	3	1	3	3	2	1	3	3	5	4	5	4	4	4	4
S22	1	3	1	3	2	2	1	3	3	5	4	5	4	4	4	4
S23	2	3	1	3	2	2	1	3	3	5	4	5	4	4	4	4
S24	3	5	2	3	1	1	2	3	3	5	4	5	4	4	4	4
S25	1	5	1	3	2	1	1	3	3	5	4	5	4	4	4	4
S26	2	5	2	3	2	2	1	3	3	5	4	5	4	4	4	4
S27	2	5	1	3	2	1	1	3	3	5	4	5	4	4	4	4
S28	2	4	2	3	3	2	1	3	3	5	4	4	4	4	4	4
S29	2	4	1	3	2	2	1	3	3	5	4	4	4	4	4	4
S30	2	4	2	3	3	1	2	3	3	5	4	4	4	4	4	4
Sum								3.60	2.70	5.10	4.75	4.60	4.60	4.60	4.15	4.55

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม หลังการปรับปรุงสถาปัตยกรรม
19.00Pm.-20.00Pm วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2554 ในอาคารเทียบเครื่องบิน DE
โคม MH 150w x 2 รูปแบบเดิม

no.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	3	1	1	3	1	1	3	5	3	5	5	4	5	5	5	6
S2	2	1	1	3	1	1	1	5	3	5	5	4	5	5	5	6
S3	2	1	2	3	1	2	1	5	3	5	5	4	5	5	5	6
S4	2	1	2	3	1	1	1	4	3	5	4	4	5	5	5	5
S5	3	2	2	3	2	2	3	4	3	5	4	4	5	5	5	5
S6	3	2	2	3	2	3	3	4	3	5	4	4	5	5	5	5
S7	1	2	1	3	2	2	1	4	3	5	4	4	5	5	5	5
S8	1	1	2	3	1	1	1	4	3	5	4	4	5	5	5	5
S9	1	1	1	3	1	1	1	4	3	5	4	4	5	5	5	5
S10	3	1	2	3	3	3	3	4	3	5	4	5	5	5	5	5
S11	2	1	2	3	2	2	1	4	3	5	4	5	5	5	4	5
S12	2	1	2	3	1	1	1	4	3	5	4	5	5	5	4	5
S13	2	2	2	3	1	2	2	4	3	5	4	5	5	5	4	5
S14	2	2	1	3	2	2	1	4	3	5	4	5	5	5	4	5
S15	2	2	1	3	1	1	1	4	3	5	4	5	5	5	4	5
S16	1	2	1	3	2	2	1	4	3	5	4	5	5	5	4	5
S17	1	2	2	3	3	2	1	4	3	5	4	5	5	5	4	5
S18	1	2	2	3	1	1	2	4	3	5	4	5	5	5	4	5
S19	1	2	2	3	2	1	1	4	3	5	4	5	5	5	4	4
S20	3	3	2	3	2	2	1	4	3	5	4	5	5	5	4	4
S21	1	3	1	3	3	2	1	4	3	5	4	5	5	5	4	4
S22	1	3	1	3	2	2	1	4	4	5	4	5	5	5	4	4
S23	2	3	1	3	2	2	1	4	4	5	3	5	5	5	4	4
S24	3	5	2	3	1	1	2	4	4	5	3	5	5	5	4	4
S25	1	5	1	3	2	1	1	4	4	5	3	5	4	5	4	4
S26	2	5	2	3	2	2	1	4	4	5	3	5	4	5	4	4
S27	2	5	1	3	2	1	1	4	4	5	3	5	4	5	4	4
S28	2	4	2	3	3	2	1	4	4	5	3	5	4	4	4	4
S29	2	4	1	3	2	2	1	4	4	4	3	5	4	4	4	4
S30	2	4	2	3	3	1	2	3	4	4	3	5	4	4	4	4
Sum								**4.05**	**3.30**	**4.93**	**3.83**	**4.70**	**4.80**	**4.90**	**4.33**	**4.70**

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม หลังการปรับปรุงสถาปัตยกรรม
เวลา 9.00Am.-10.00Am วันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2554 ในอาคารเทียบเครื่องบิน DE
โคม MH 150w x 2 คว่ำโคมลง

no.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	2	1	1	3	1	1	3	2	3	5	5	3	5	3	5	6
S2	3	1	2	3	1	1	1	2	3	5	5	3	5	3	5	6
S3	3	1	2	3	1	2	1	3	3	5	5	4	4	3	5	6
S4	2	2	2	3	1	1	1	3	3	5	5	4	4	4	5	6
S5	3	1	2	3	2	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	6
S6	3	1	1	3	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	6
S7	1	2	1	3	2	2	1	3	2	4	4	4	4	4	4	6
S8	1	2	1	3	1	1	1	3	4	5	4	4	4	4	4	6
S9	1	1	2	3	1	1	1	2	3	5	5	3	5	3	5	6
S10	3	1	1	3	3	3	3	3	3	5	5	3	4	3	5	6
S11	2	1	1	3	2	2	1	2	3	4	4	4	4	4	4	6
S12	2	1	1	3	1	1	1	3	4	4	4	4	4	4	4	6
S13	2	2	1	3	1	2	2	3	3	5	4	4	4	4	4	5
S14	2	2	2	3	2	2	1	3	3	4	5	4	4	4	4	5
S15	2	2	2	3	1	1	1	3	4	4	4	4	4	4	4	5
S16	1	2	1	3	2	2	1	3	3	5	5	4	4	4	4	5
S17	1	2	1	3	3	2	1	3	3	5	4	4	4	4	4	5
S18	2	2	1	3	1	1	2	3	4	4	4	4	4	4	4	5
S19	2	3	2	3	2	1	1	3	3	4	4	4	4	4	4	5
S20	3	2	1	3	2	2	1	3	3	5	5	4	4	5	4	5
S21	1	3	1	3	3	2	1	3	3	4	4	4	4	4	4	5
S22	2	3	2	3	2	2	1	3	4	5	5	3	4	4	5	5
S23	2	3	2	3	2	2	1	3	3	4	4	4	4	4	4	5
S24	3	5	1	3	1	1	2	3	3	4	5	3	4	4	5	5
S25	1	5	1	3	2	1	1	3	3	4	5	3	4	4	5	5
S26	2	5	2	3	2	2	1	3	3	4	5	4	4	4	4	5
S27	2	5	2	3	2	1	1	3	3	4	5	4	4	4	4	5
S28	2	4	2	3	3	2	1	3	3	4	5	4	4	4	4	5
S29	2	4	1	3	2	2	1	3	4	5	4	4	4	4	4	5
S30	2	4	2	3	3	1	2	2	3	5	4	4	4	4	4	5
Sum								**3.40**	**2.85**	**5.10**	**4.90**	**5.40**	**5.65**	**5.65**	**4.80**	**5.40**

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม หลังการปรับปรุงสถาปัตยกรรม
2.00Pm.-3.00Pm วันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2554 ในอาคารเทียบเครื่องบิน DE
โดม MH 150w x 2 ค่าโดมลง

no.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	2	1	1	3	1	1	3	4	2	6	6	6	6	6	5	7
S2	3	1	2	3	1	1	1	4	2	6	6	6	6	6	5	6
S3	3	1	2	3	1	2	1	4	2	6	6	6	6	6	5	6
S4	2	2	2	3	1	1	1	4	2	6	5	6	6	6	5	6
S5	3	1	2	3	2	2	3	4	2	6	5	6	6	6	5	6
S6	3	1	1	3	2	3	3	4	2	6	5	6	6	6	5	6
S7	1	2	1	3	2	2	1	4	2	5	5	6	7	6	5	6
S8	1	2	1	3	1	1	1	4	2	5	5	6	7	6	5	6
S9	1	1	2	3	1	1	1	4	2	5	5	6	6	6	5	6
S10	3	1	1	3	3	3	3	4	2	5	5	6	6	6	4	6
S11	2	1	1	3	2	2	1	4	2	5	5	6	6	6	4	6
S12	2	1	1	3	1	1	1	4	2	5	5	6	6	6	4	5
S13	2	2	1	3	1	2	2	4	2	5	5	6	6	6	4	5
S14	2	2	2	3	2	2	1	4	2	5	5	6	6	6	4	5
S15	2	2	2	3	1	1	1	4	3	5	5	6	6	6	4	5
S16	1	2	1	3	2	2	1	4	3	5	5	6	6	5	4	5
S17	1	2	1	3	3	2	1	4	3	5	5	5	6	5	4	5
S18	2	2	1	3	1	1	2	4	3	5	5	5	6	5	4	5
S19	2	3	2	3	2	1	1	4	3	5	5	5	6	5	4	5
S20	3	2	1	3	2	2	1	4	3	5	5	5	6	5	4	5
S21	1	3	1	3	3	2	1	4	3	5	5	5	5	5	4	5
S22	2	3	2	3	2	2	1	4	3	5	4	5	5	5	4	5
S23	2	3	2	3	2	2	1	3	3	5	4	5	5	4	4	5
S24	3	5	1	3	1	1	2	3	3	5	4	4	5	4	4	5
S25	1	5	1	3	2	1	1	3	3	5	4	4	5	4	4	5
S26	2	5	2	3	2	2	1	3	3	5	4	4	5	4	4	5
S27	2	5	2	3	2	1	1	3	3	5	4	4	5	4	4	5
S28	2	4	2	3	3	2	1	3	3	5	4	4	5	4	4	5
S29	2	4	1	3	2	2	1	3	4	5	4	4	5	4	4	5
S30	2	4	2	3	3	1	2	3	4	4	4	4	5	4	4	5
Sum								**3.75**	**2.60**	**5.15**	**4.80**	**5.30**	**5.75**	**5.24**	**4.30**	**5.40**

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม หลังการปรับปรุงสถาปัตยกรรม
19.00Pm.-20.00Pm วันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2554 ในอาคารเทียบเครื่องบิน DE
โดม MH 150w x 2 ค่ำโดมลง

no.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	2	1	1	3	1	1	3	5	3	6	5	6	6	6	5	6
S2	3	1	2	3	1	1	1	5	3	6	5	6	6	6	5	6
S3	3	1	2	3	1	2	1	5	3	6	5	6	6	6	5	6
S4	2	2	2	3	1	1	1	5	3	6	4	6	6	6	5	6
S5	3	1	2	3	2	2	3	5	3	5	4	6	6	6	5	6
S6	3	1	1	3	2	3	3	5	3	5	4	6	6	6	5	6
S7	1	2	1	3	2	2	1	4	3	5	4	6	7	6	5	6
S8	1	2	1	3	1	1	1	4	3	5	4	6	7	6	5	6
S9	1	1	2	3	1	1	1	4	3	5	4	6	6	6	5	6
S10	3	1	1	3	3	3	3	4	3	5	4	6	6	6	5	6
S11	2	1	1	3	2	2	1	4	3	5	4	6	6	6	5	6
S12	2	1	1	3	1	1	1	4	3	5	4	6	6	6	5	6
S13	2	2	1	3	1	2	2	4	3	5	4	6	6	6	4	6
S14	2	2	2	3	2	2	1	4	3	5	4	6	6	6	4	6
S15	2	2	2	3	1	1	1	4	3	5	4	6	6	6	4	6
S16	1	2	1	3	2	2	1	4	3	5	4	6	6	5	4	6
S17	1	2	1	3	3	2	1	4	3	5	4	5	6	5	4	6
S18	2	2	1	3	1	1	2	4	3	5	4	5	6	5	4	6
S19	2	3	2	3	2	1	1	4	3	5	4	5	6	5	4	6
S20	3	2	1	3	2	2	1	4	3	5	4	5	6	5	4	6
S21	1	3	1	3	3	2	1	4	3	5	4	5	6	5	4	6
S22	2	3	2	3	2	2	1	4	3	5	4	5	6	5	4	6
S23	2	3	2	3	2	2	1	4	3	5	3	5	6	5	4	6
S24	3	5	1	3	1	1	2	4	3	5	3	5	6	5	4	6
S25	1	5	1	3	2	1	1	4	4	5	3	5	6	5	4	5
S26	2	5	2	3	2	2	1	4	4	5	3	5	5	5	4	5
S27	2	5	2	3	2	1	1	4	4	5	3	4	5	5	4	5
S28	2	4	2	3	3	2	1	4	4	5	3	4	5	4	4	5
S29	2	4	1	3	2	2	1	4	4	5	3	4	5	4	4	5
S30	2	4	2	3	3	1	2	4	4	4	3	4	5	4	4	5
Sum								4.20	3.20	5.10	3.85	5.40	5.90	5.40	4.40	5.80

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม
เวลา 9.00Am.-10.00Am วันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2554

หลังการปรับปรุงสถาปัตยกรรม
ในอาคารเทียบเครื่องบิน DE
โดม T5 28w x 2

no.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	2	1	1	3	1	1	3	3	2	5	5	4	5	4	6	4
S2	3	1	2	3	1	1	1	3	2	5	5	4	5	4	5	4
S3	2	1	2	3	1	2	1	3	2	5	5	4	5	4	5	4
S4	2	2	2	3	1	1	1	3	2	5	5	4	5	4	5	4
S5	3	2	2	3	2	2	3	3	3	5	5	4	5	4	5	4
S6	3	1	1	3	2	3	3	3	3	5	5	4	5	4	5	4
S7	1	1	1	3	2	2	1	3	3	5	5	4	5	4	5	4
S8	1	2	1	3	1	1	1	3	3	5	5	4	5	4	5	4
S9	1	1	2	3	1	1	1	3	3	5	5	4	5	4	5	4
S10	3	1	1	3	3	3	3	3	3	5	5	4	4	4	5	4
S11	3	2	1	3	2	2	1	3	3	5	5	4	4	4	5	4
S12	2	1	1	3	1	1	1	3	3	5	5	4	4	4	5	4
S13	2	1	1	3	1	2	2	3	3	5	5	4	4	4	5	4
S14	2	2	2	3	2	2	1	3	3	5	5	4	4	4	5	4
S15	2	2	2	3	1	1	1	3	3	5	5	4	4	4	4	4
S16	1	2	1	3	2	2	1	3	3	5	5	4	4	4	4	4
S17	1	2	1	3	3	2	1	3	3	5	5	4	4	4	4	4
S18	2	2	1	3	1	1	2	3	3	5	5	4	4	4	4	4
S19	2	3	2	3	2	1	1	3	3	5	5	4	4	4	4	4
S20	3	3	1	3	2	2	1	3	3	5	5	4	3	4	4	4
S21	1	3	1	3	3	2	1	3	3	5	5	4	3	4	4	4
S22	2	2	2	3	2	2	1	3	3	5	4	4	3	4	4	4
S23	1	3	2	3	2	2	1	3	3	5	4	4	3	4	4	4
S24	3	5	1	3	1	1	2	3	3	5	4	4	3	4	4	4
S25	1	5	1	3	2	1	1	3	3	5	4	3	3	3	4	4
S26	2	5	2	3	2	2	1	3	4	5	4	3	3	3	4	4
S27	2	5	2	3	2	1	1	3	4	5	4	3	3	3	4	3
S28	2	4	2	3	3	2	1	4	4	5	4	3	3	3	4	3
S29	3	4	1	3	2	2	1	4	4	5	4	3	3	3	4	3
S30	2	4	2	3	3	1	2	4	4	5	4	3	3	3	4	3
Sum								**3.10**	**3.05**	**5.00**	**4.70**	**3.80**	**3.95**	**3.80**	**4.50**	**3.88**

ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม หลังการปรับปรุงสถาปัตยกรรม
2.00Pm.-3.00Pm วันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2554 ในอาคารเทียบเครื่องบิน DE
โดม T5 28w x 2

no.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	2	1	1	3	1	1	3	3	2	6	5	4	4	4	5	5
S2	3	1	2	3	1	1	1	3	2	6	5	4	4	4	4	4
S3	2	1	2	3	1	2	1	3	2	5	5	4	4	4	4	4
S4	2	2	2	3	1	1	1	3	2	5	5	4	4	4	4	4
S5	3	2	2	3	2	2	3	3	2	5	5	4	4	4	4	4
S6	3	1	1	3	2	3	3	3	2	5	5	4	4	4	4	4
S7	1	1	1	3	2	2	1	3	2	5	5	4	4	4	4	4
S8	1	2	1	3	1	1	1	4	2	5	5	4	4	4	4	4
S9	1	1	2	3	1	1	1	4	3	5	5	4	4	4	4	4
S10	3	1	1	3	3	3	3	4	3	5	5	4	4	4	4	4
S11	3	2	1	3	2	2	1	4	3	5	5	4	4	4	4	4
S12	2	1	1	3	1	1	1	4	3	5	5	4	4	4	4	4
S13	2	1	1	3	1	2	2	4	3	5	5	4	4	4	4	4
S14	2	2	2	3	2	2	1	4	3	5	5	4	4	4	4	4
S15	2	2	2	3	1	1	1	4	3	5	5	4	4	4	4	4
S16	1	2	1	3	2	2	1	4	3	5	5	4	4	4	4	4
S17	1	2	1	3	3	2	1	4	3	5	5	4	4	4	4	4
S18	2	2	1	3	1	1	2	4	3	5	5	4	4	4	4	4
S19	2	3	2	3	2	1	1	4	3	5	4	4	4	4	4	4
S20	3	3	1	3	2	2	1	3	3	5	4	4	4	4	4	4
S21	1	3	1	3	3	2	1	3	3	5	4	4	4	4	4	4
S22	2	2	2	3	2	2	1	3	3	5	4	4	4	4	4	4
S23	1	3	2	3	2	2	1	3	3	5	4	4	4	4	4	4
S24	3	5	1	3	1	1	2	3	3	5	4	3	4	4	4	4
S25	1	5	1	3	2	1	1	3	3	5	4	3	4	4	4	4
S26	2	5	2	3	2	2	1	3	3	5	4	4	4	4	4	4
S27	2	5	2	3	2	1	1	3	3	5	4	3	4	4	4	4
S28	2	4	2	3	3	2	1	3	3	5	4	3	4	4	4	4
S29	3	4	1	3	2	2	1	3	4	5	4	3	4	3	4	4
S30	2	4	2	3	3	1	2	3	4	5	4	3	4	3	3	4
Sum								3.40	2.80	5.05	4.60	3.80	4.05	3.95	4.00	4.02

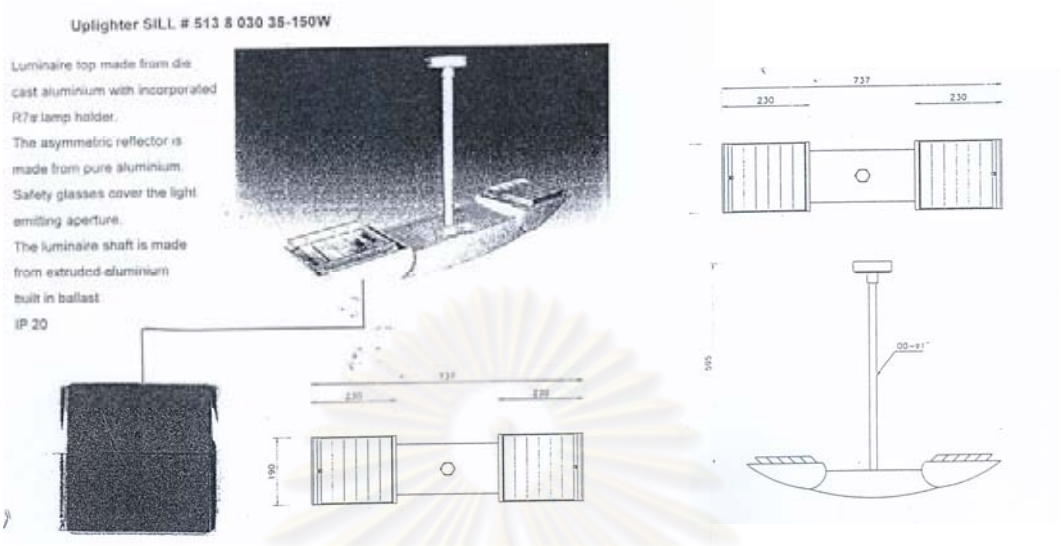
ข้อมูลจากแบบสอบถามปัจจัยปรุงแต่งการมองเห็นสภาพสถาปัตยกรรม
19.00Pm.-20.00Pm วันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2554

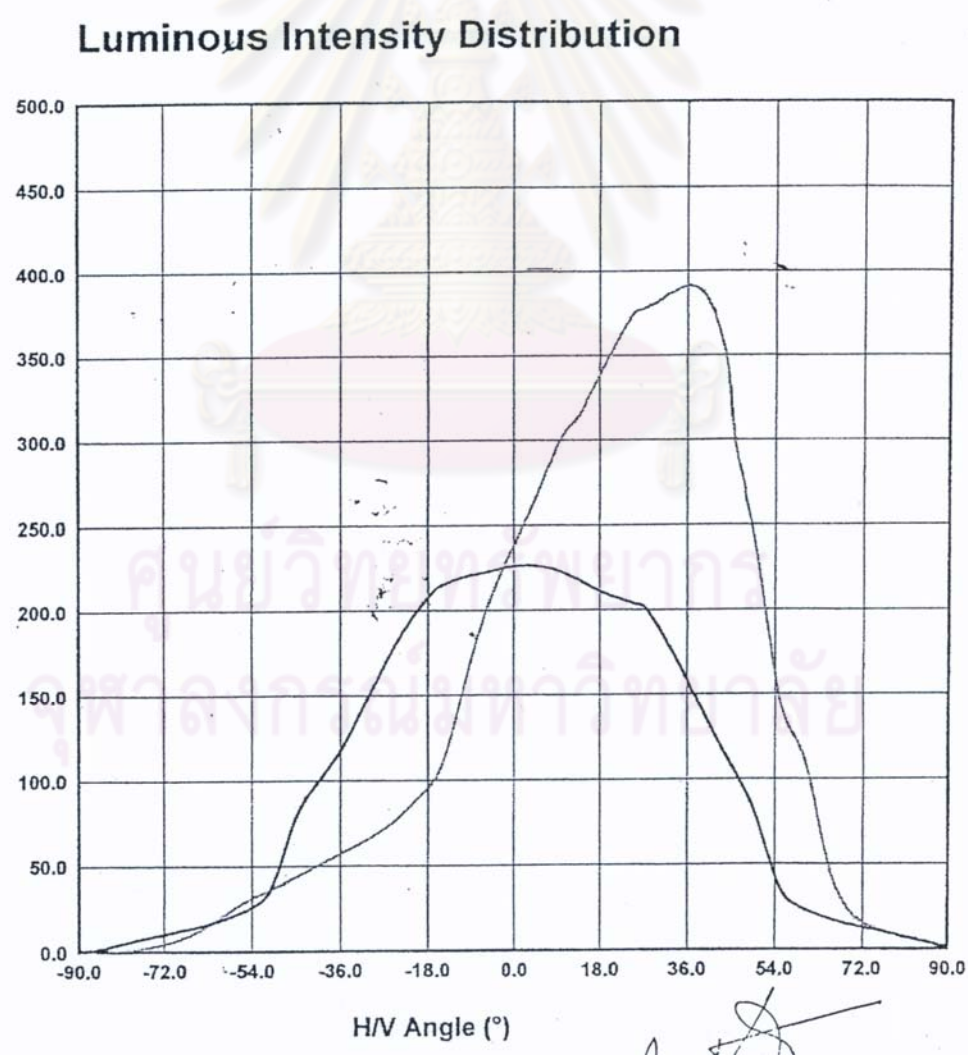
หลังการปรับปรุงสถาปัตยกรรม
ในอาคารเทียบเครื่องบิน DE
โคม T5 28w x 2

no.	ข้อมูลบุคคล							Independent variable								Dependent variable
	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q2.1	Q3.1	Q3.2	Q4	Pre-exposure	Distance	Foveal vision	Peripheral vision	Lighting system	Visual glare	Color rendition & other	Adaptation	OVER ALL
S1	2	1	1	3	1	1	3	3	3	5	5	4	5	4	5	5
S2	3	1	2	3	1	1	1	3	3	5	5	4	5	4	4	5
S3	2	1	2	3	1	2	1	3	3	5	5	4	5	4	4	5
S4	2	2	2	3	1	1	1	3	3	5	4	4	5	4	4	4
S5	3	2	2	3	2	2	3	3	3	5	4	4	5	4	4	4
S6	3	1	1	3	2	3	3	3	3	5	4	4	5	4	4	4
S7	1	1	1	3	2	2	1	4	3	5	4	4	5	4	4	4
S8	1	2	1	3	1	1	1	4	3	5	4	4	5	4	4	4
S9	1	1	2	3	1	1	1	4	3	5	4	4	5	4	4	4
S10	3	1	1	3	3	3	3	4	3	5	4	4	4	4	4	4
S11	3	2	1	3	2	2	1	4	3	5	4	4	4	4	4	4
S12	2	1	1	3	1	1	1	4	3	5	4	4	4	4	4	4
S13	2	1	1	3	1	2	2	4	3	5	4	4	4	4	4	4
S14	2	2	2	3	2	2	1	4	3	5	4	4	4	4	4	4
S15	2	2	2	3	1	1	1	4	3	5	4	4	4	4	4	4
S16	1	2	1	3	2	2	1	4	3	5	4	4	4	4	4	4
S17	1	2	1	3	3	2	1	5	3	5	4	4	4	4	4	4
S18	2	2	1	3	1	1	2	5	3	5	4	4	4	4	4	4
S19	2	3	2	3	2	1	1	5	4	5	4	4	4	4	4	4
S20	3	3	1	3	2	2	1	5	4	5	4	4	4	4	4	4
S21	1	3	1	3	3	2	1	5	4	5	4	4	4	4	4	4
S22	2	2	2	3	2	2	1	4	4	5	4	4	4	4	4	4
S23	1	3	2	3	2	2	1	4	4	5	3	4	4	4	4	4
S24	3	5	1	3	1	1	2	4	4	5	3	4	4	4	4	4
S25	1	5	1	3	2	1	1	3	4	4	3	4	4	4	4	4
S26	2	5	2	3	2	2	1	3	4	4	3	4	4	4	4	4
S27	2	5	2	3	2	1	1	3	4	4	3	4	4	4	4	4
S28	2	4	2	3	3	2	1	3	4	4	3	4	4	4	4	4
S29	3	4	1	3	2	2	1	3	4	4	3	4	4	4	4	4
S30	2	4	2	3	3	1	2	3	4	4	3	3	4	4	4	4
Sum								**3.75**	**3.40**	**4.80**	**3.83**	**3.98**	**4.30**	**4.00**	**4.05**	**4.10**

ภาคผนวก ค.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


Uplighter SILL # 513 8 030 35-150W
Luminaire top made from die cast aluminium with incorporated R7s lamp holder.
The asymmetric reflector is made from pure aluminium.
Safety glasses cover the light emitting aperture.
The luminaire shaft is made from extruded aluminium
built in ballast
IP 20
737
230
230
595
190


Luminous Intensity Distribution
500.0
450.0
400.0
350.0
300.0
250.0
200.0
150.0
100.0
50.0
0.0
-90.0
-72.0
-54.0
-36.0
-18.0
0.0
18.0
36.0
54.0
72.0
90.0
H/V Angle (°)

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ เอนก ธีระวิวัฒน์ชัย

เกิด กุมภาพันธ์ 2512 ที่ สงขลา

วุฒิการศึกษา

2539 ปริญญามหาบัณฑิต สถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์เรื่องการนำความเย็นดินมาใช้ในอาคาร

2535 ปริญญาบัณฑิต สถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

ผลงานวิจัยและการออกแบบ

1. Navanakorn Shopping Center, Pathumthani,Shopping center 2000 sqm.
2. Food lion navanakron, Pathumthani, Shopping center
3. NK multiplex, Pathumthani, Thearter
4. Piman Mansion, North Sathorn Road, condo/residential 26 stories
5. Belvue condo, Rama 9 road, condo/residential 4 Building
6. Sitran Residen, Ladprao 126, condo/residential 8 stories
7. KK Tower, Ladprao 41, condo/residential 8 stories
8. Ratchada Condo, Ratchadapisake14, condo/residential 7 stories
9. Mongkut watana hospital, Chaengwattana Road, hospital 16 stories
10. Operation Room BNH Hospital, Convent Road Silom, Operation Room
11. Castem factory, Amatanakor, office, factory, warehouse
12. Asia Presision Factory, Amatanakorn, office, factory, warehouse
13. N.L.K. (Thailand) Co.,Ltd.(2 plants), Hadyai-Airport Road, office, factory, warehouse
14. Thai Tech Matsuda Co.,Ltd.(plant phase2),Navanakorn, factory,warehouse
15. Kloster – Amarit Co.,Ltd. (Bottling Plant), Pathumthani, Bottering plant