การออกแบบแสงสว่างและการปรับแสง เพื่อประสิทธิภาพสูงสุด

LED EXPO 2022 & SMART TECH ASEAN Wednesday, 6 July 2022

Asst. Prof. **Chanyaporn Bstieler, Ph.D.**
Director, Lighting Research and Innovation Centre (LRIC), School of Architecture and Design,
Graduate Program of Design and Planning
King Mongkut's University of Technology Thonburi (KMUTT)

Our Team

Multi-disciplinary team:

+ Architectural lighting
+ Daylighting design
+ Light and health
+ Smart lighting
+ Digital & innovative tools

Asst. Prof.Chanyaporn Bstieler
+ Ph.D. Architecture (Lighting), UCL, UK
+ sustainable lighting

Dr. Apiparn Borisut (*CU)
+ Ph.D. Architecure, EPFL, Switzerland
+ Environmental Design
+ Light and health
+ Lighting design

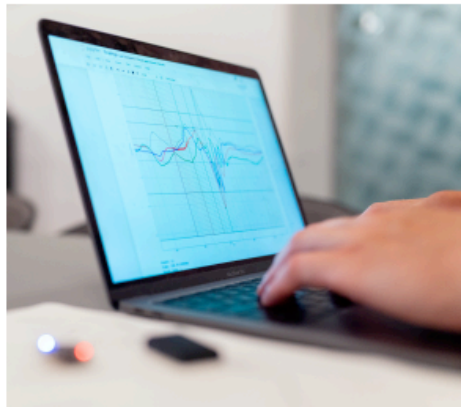
Asst. Prof.Tharinee Ramasoot (*SU)
+ Ph.D. Architecture (Lighting), Sheffield, UK
+ sustainable lighting

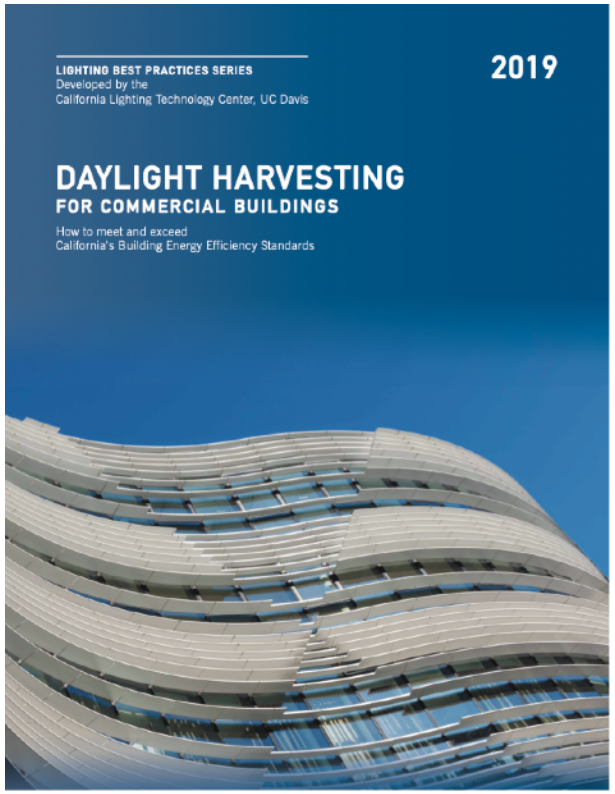
Dr. Priyakorn Pusawiro
+ Dr.Ing. Computer Engineering
+ Interaction Design, digital technologies

Ms. Warunthorn Kayanying
+ Research Assistant
+ Computer Engineer

Aj, Kriangkrai Pattanapakdee
+ Co-Researcher
+ Smart lighting

Key collaboration





Co-Principal Investigator
Professor Michael Siminovitch
Rosenfeld Chair and Director
California Lighting Technology Center,
UC Davis, USA

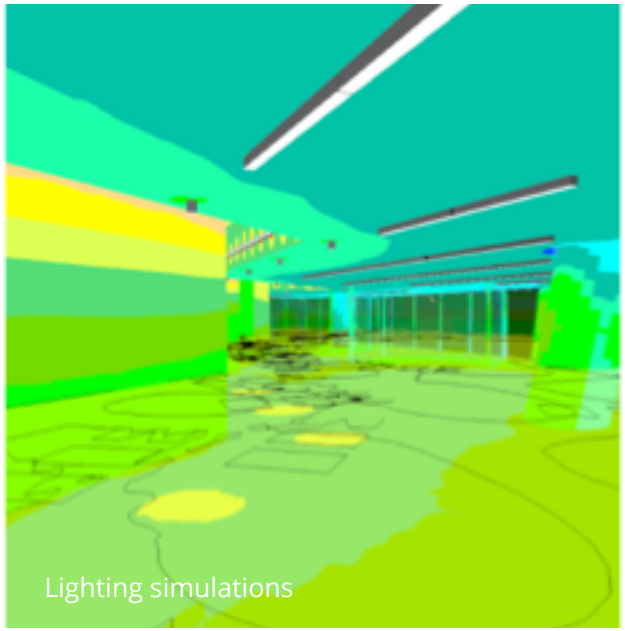
(Source: https://cltc.ucdavis.edu/article/cltc-partners-publish-new-article-outcome-based-code)

Design Research

Advanced tools

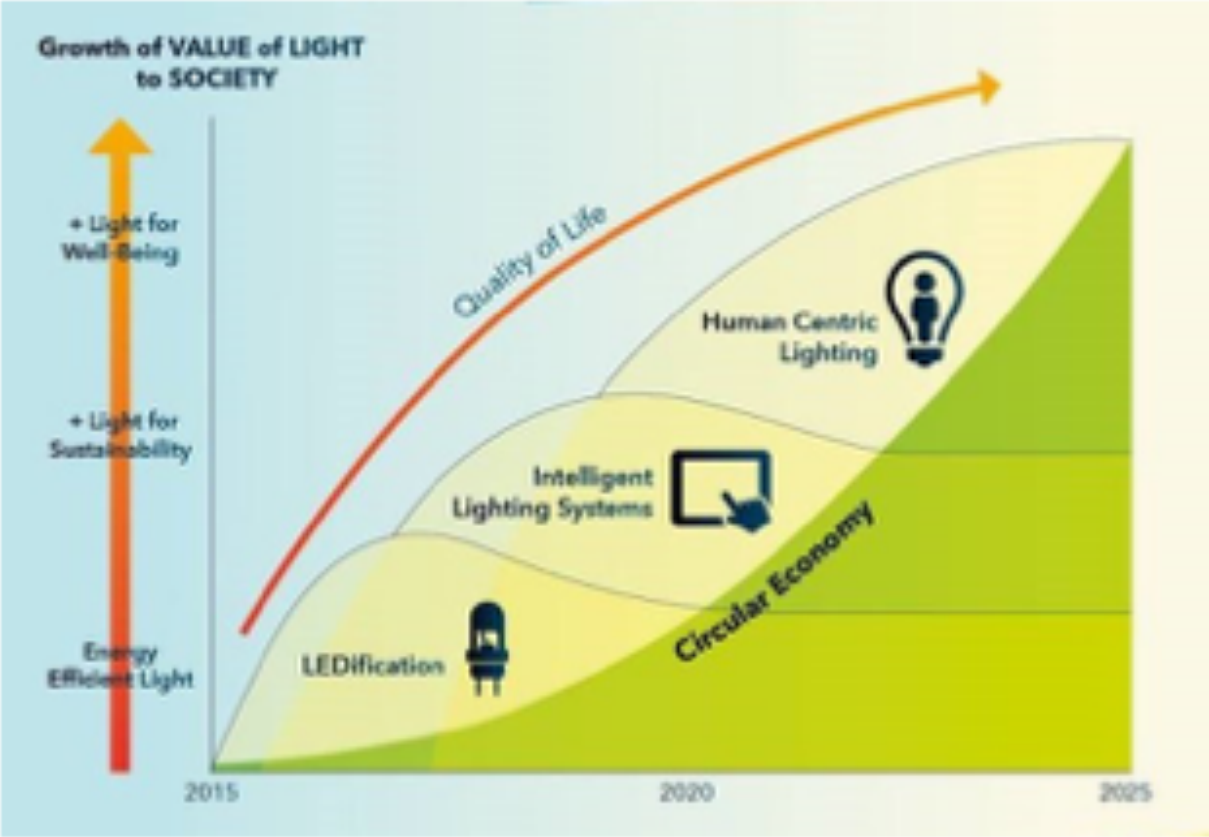
Focusing on human factors, we employ advanced lighting simulations, field surveys, full-scale experiments, and VR.

Field surveys


Lighting simulations

VR for lighting research

Smart lighting: Beyond energy efficiency - towards **quality of life**



"Our lighting design research aims to maximise the value of LED lighting and digital technologies - beyond the energy efficiency and towards better **health and well-being** of the users".

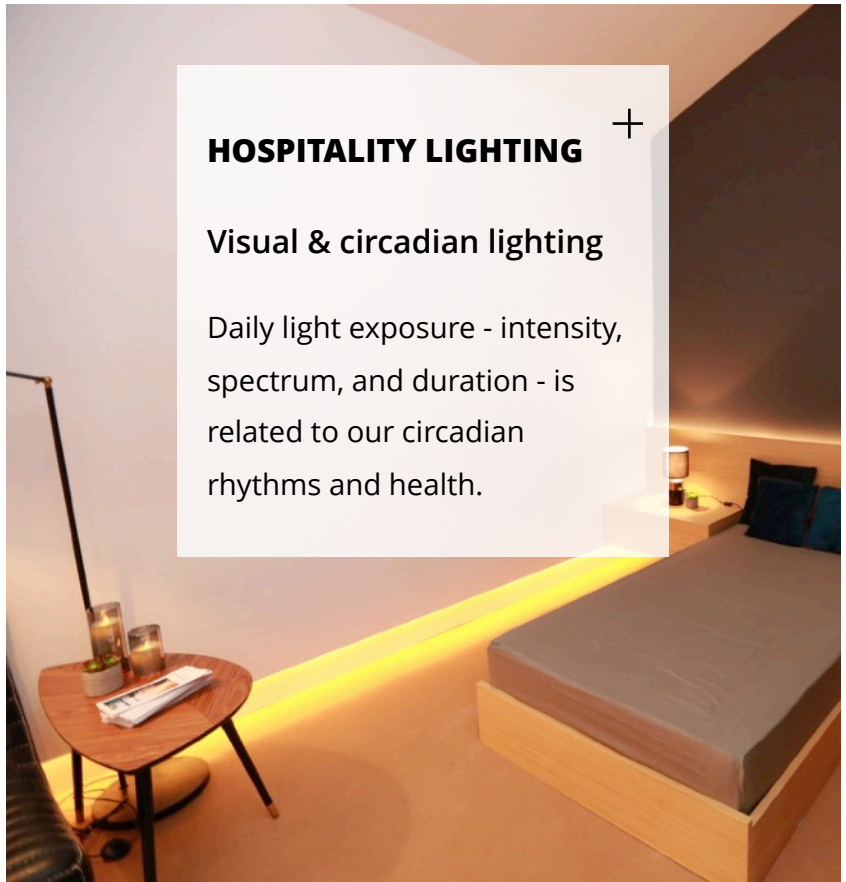
(Source: www.lightingeurope.org)

BENEFITS OF ADJUSTABLE LIGHTING.

WORKPLACE LIGHTING

Productivity & wellbeing

Daylight and user's control lighting, considering individual's differences (age & gender).



HOSPITALITY LIGHTING

Visual & circadian lighting

Daily light exposure - intensity, spectrum, and duration - is related to our circadian rhythms and health.

URBAN LIGHTING

Creating value for our cities

Quality public lighting contributes to night-time identity, safety, and wellbeing / minimising light pollution.

King Mongkut's University of Technology Thonburi

LRIC
LIGHTING RESEARCH INNOVATION CENTRE

01 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการออกแบบระบบสองสวาง

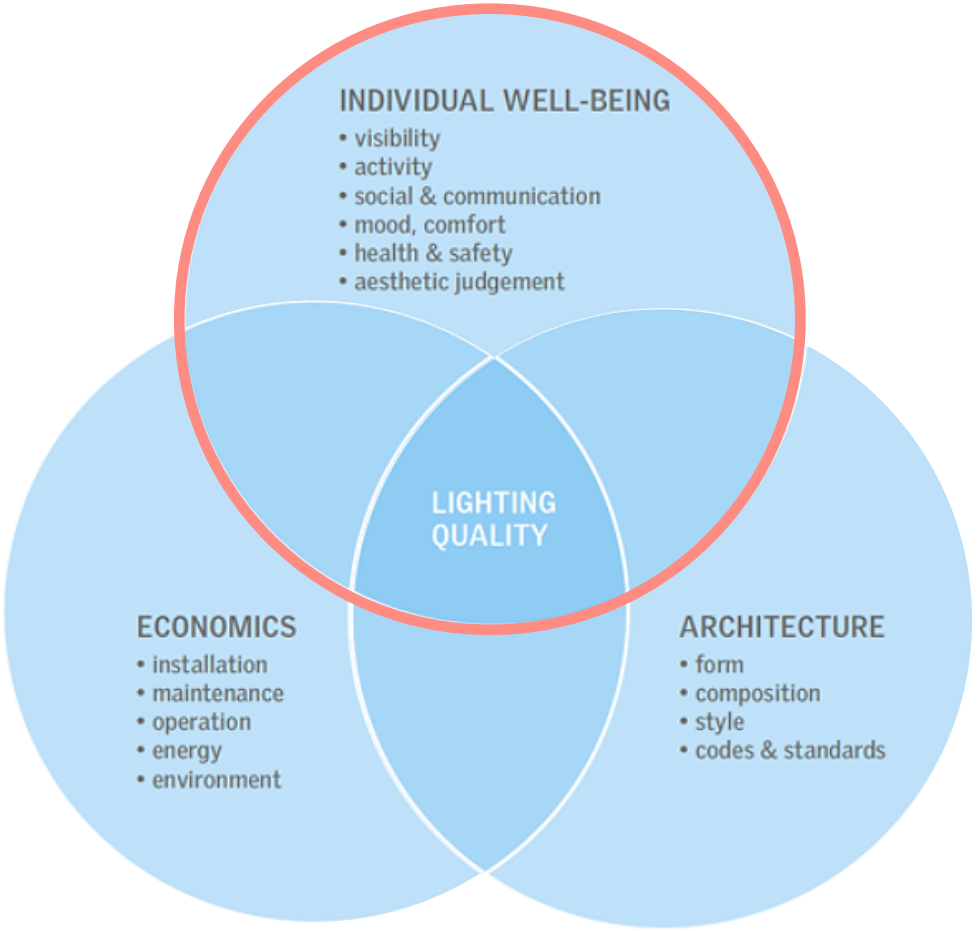
ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของระบบสองสวาง

Lighting quality model:

+ Human Factors (well-being)

+ Architecture

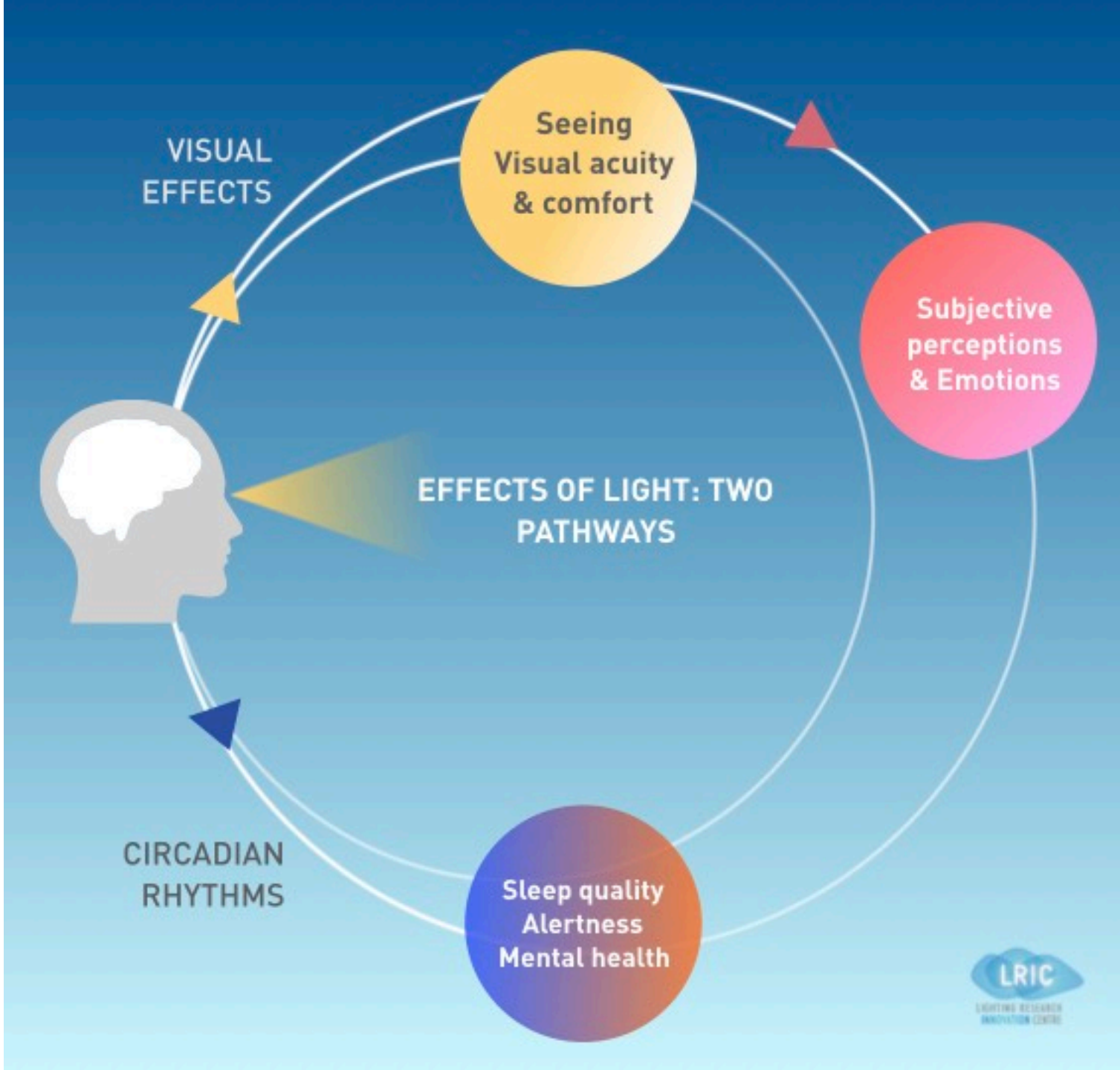
+ Lighting economics



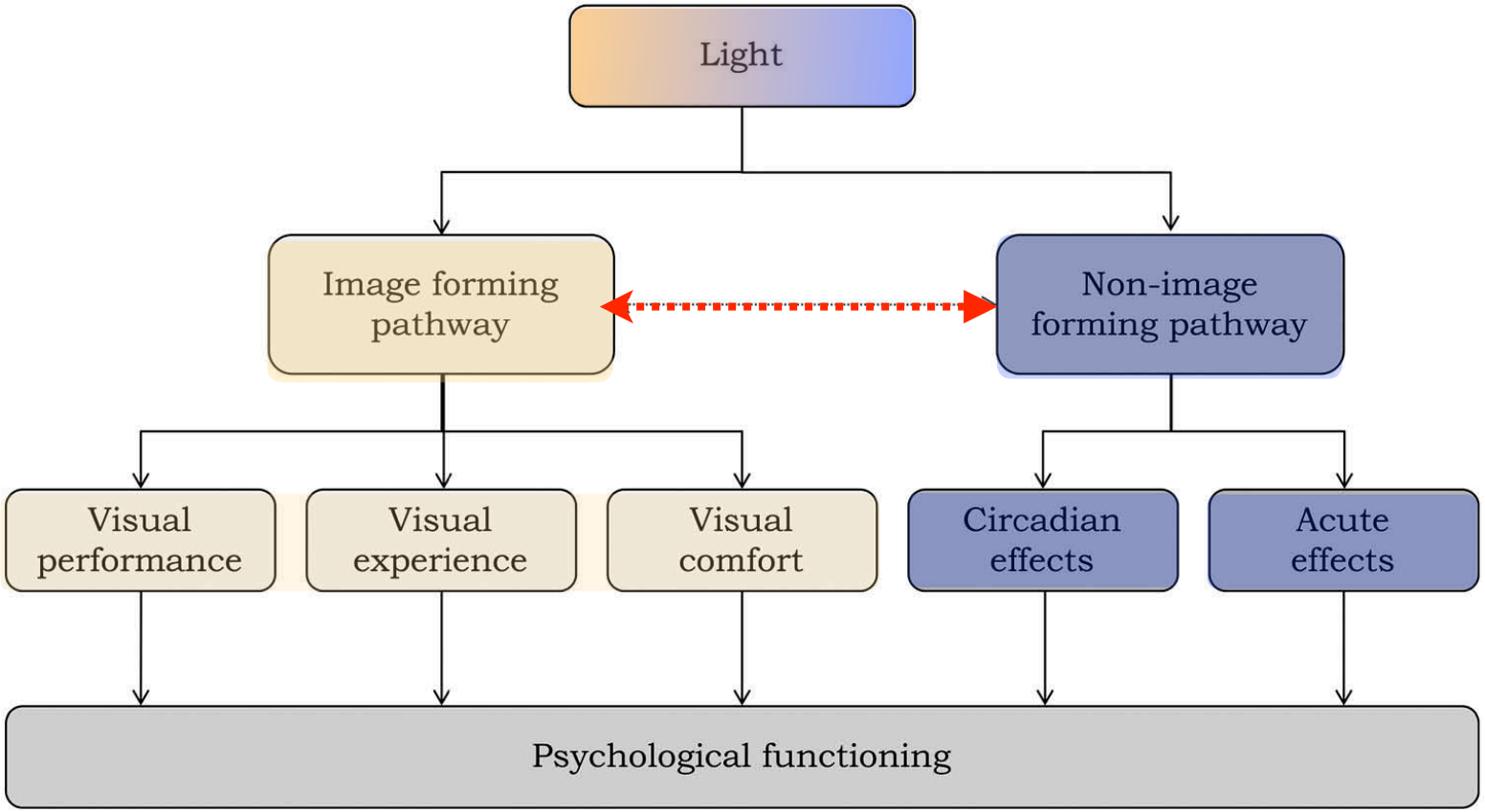
Model of Lighting quality:
the integration of individual well-being, architecture, and lighting economics
(Source: J. Veitch (2001)

แสงมีผลต่อผู้ใช้อาคารอย่างไร?

Visual & Non-image forming (NIF) effects of light.

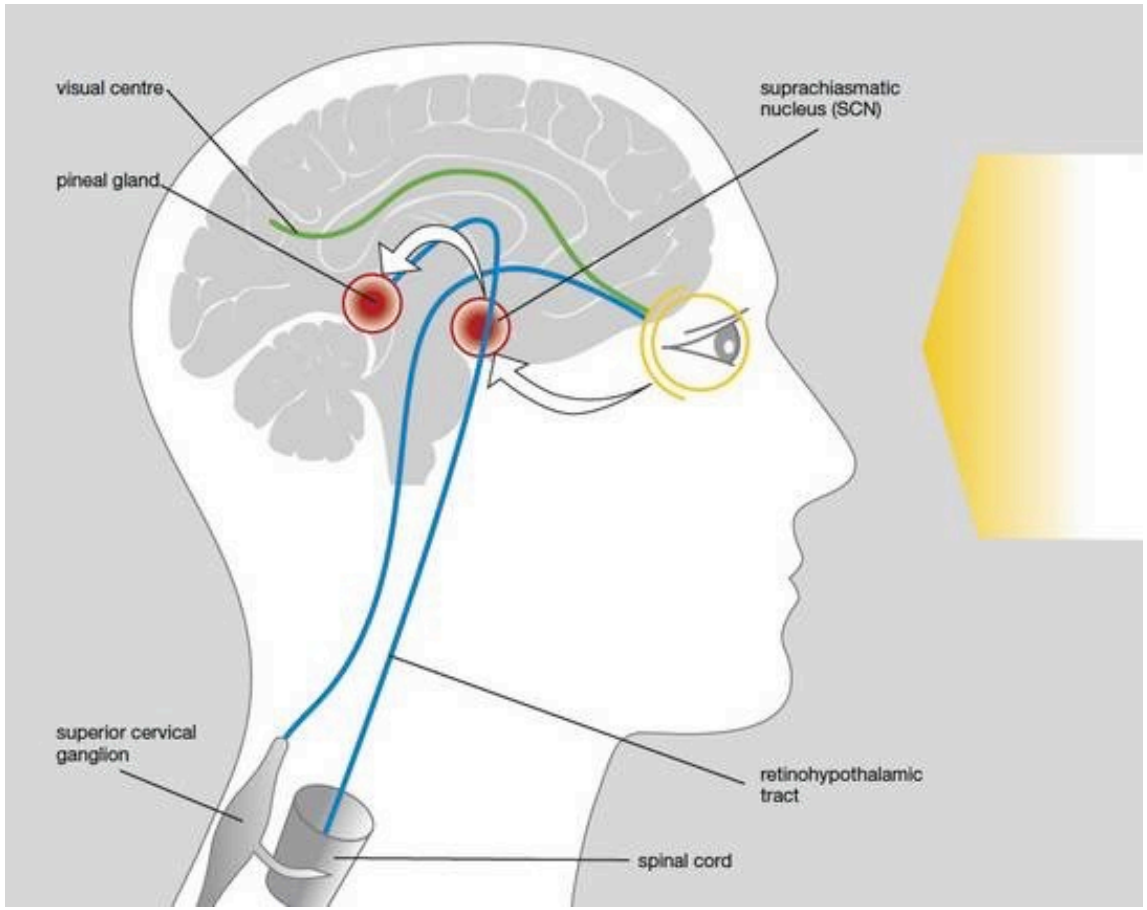


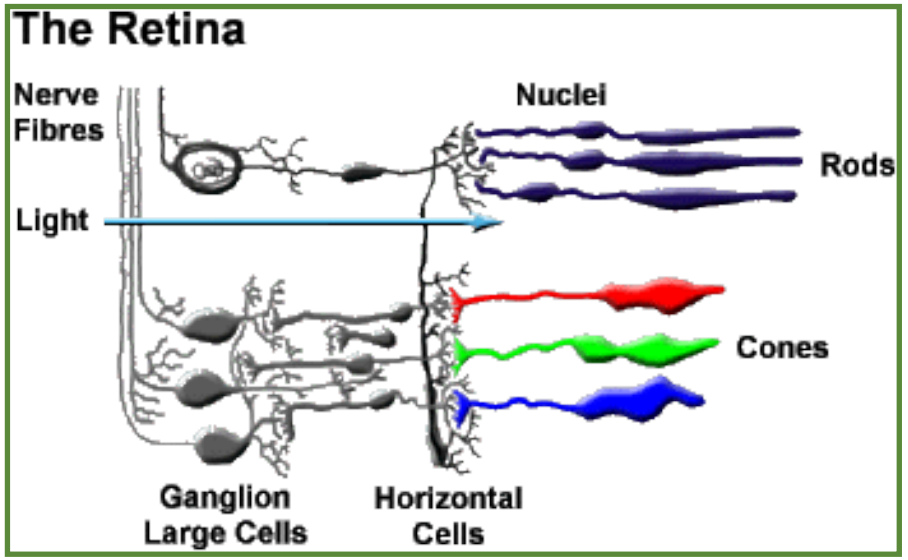
Visual & Non-image Forming Pathways.



(Adapted from Yvone de Kort 2019)

แสงสว่างที่ส่งผลกระทบต่อการมองเห็นและ ระบบนาฬิกาชีวภาพ แตกต่างกัน



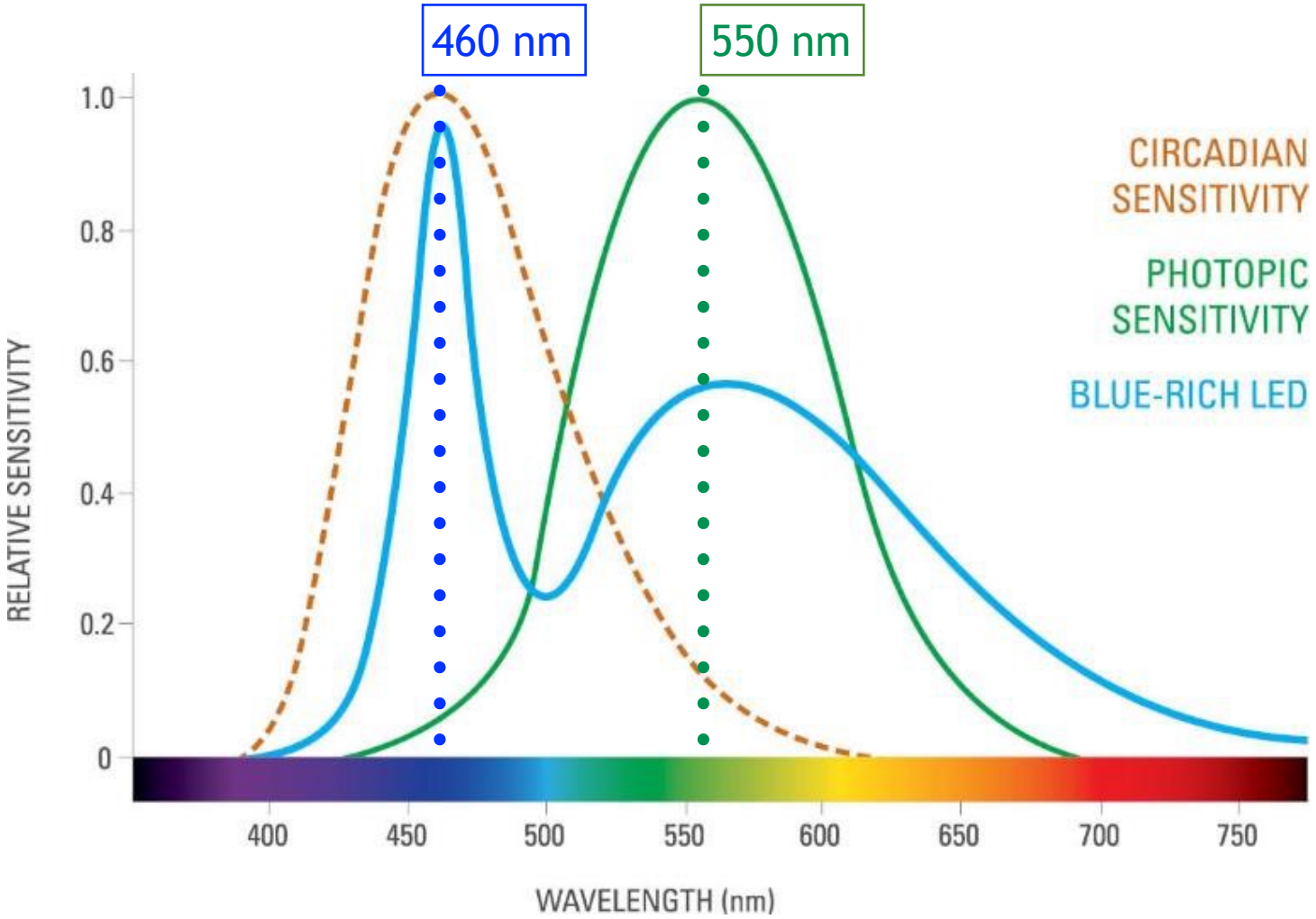


Visual Pathway

Biological Pathway

เซลล์รับแสงที่ส่งผลต่อการมองเห็นมีความไวมากที่สุดต่อสเปคตรัมแสง 550 nm

เซลล์รับแสงที่ส่งสัญญาณไปยังระบบนาฬิกาชีวภาพมีความไวมากที่สุดต่อสเปคตรัมแสง 460 nm



ระบบนาฬิกาชีวภาพควบคุมการทำงานของร่างกายตามวงจรของแสงธรรมชาติ

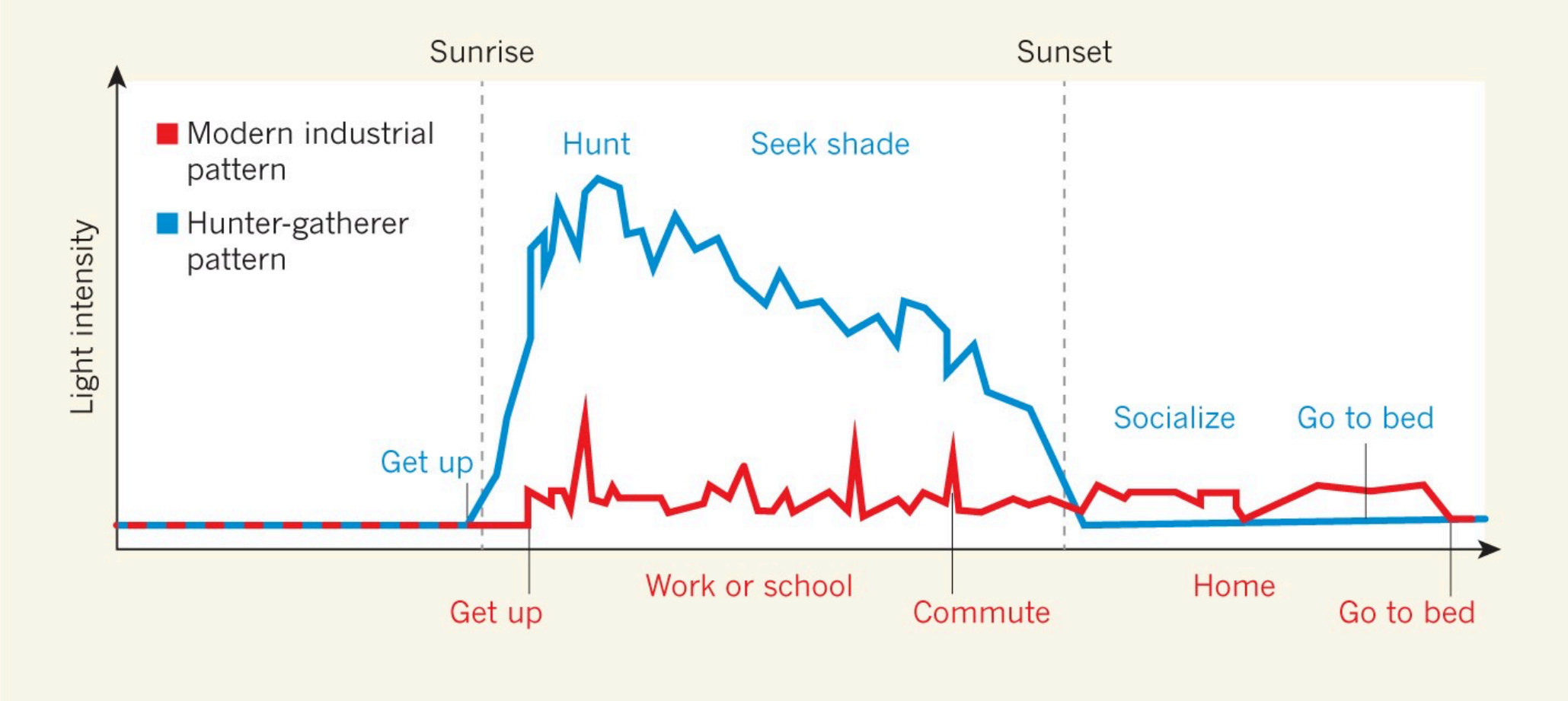
ปัจจัยด้าน สเปคตรัมแสง (อุณหภูมิสี) ค่าความส่องสว่าง และ ช่วงเวลาในการรับแสง

King Mongkut's University of Technology Thonburi

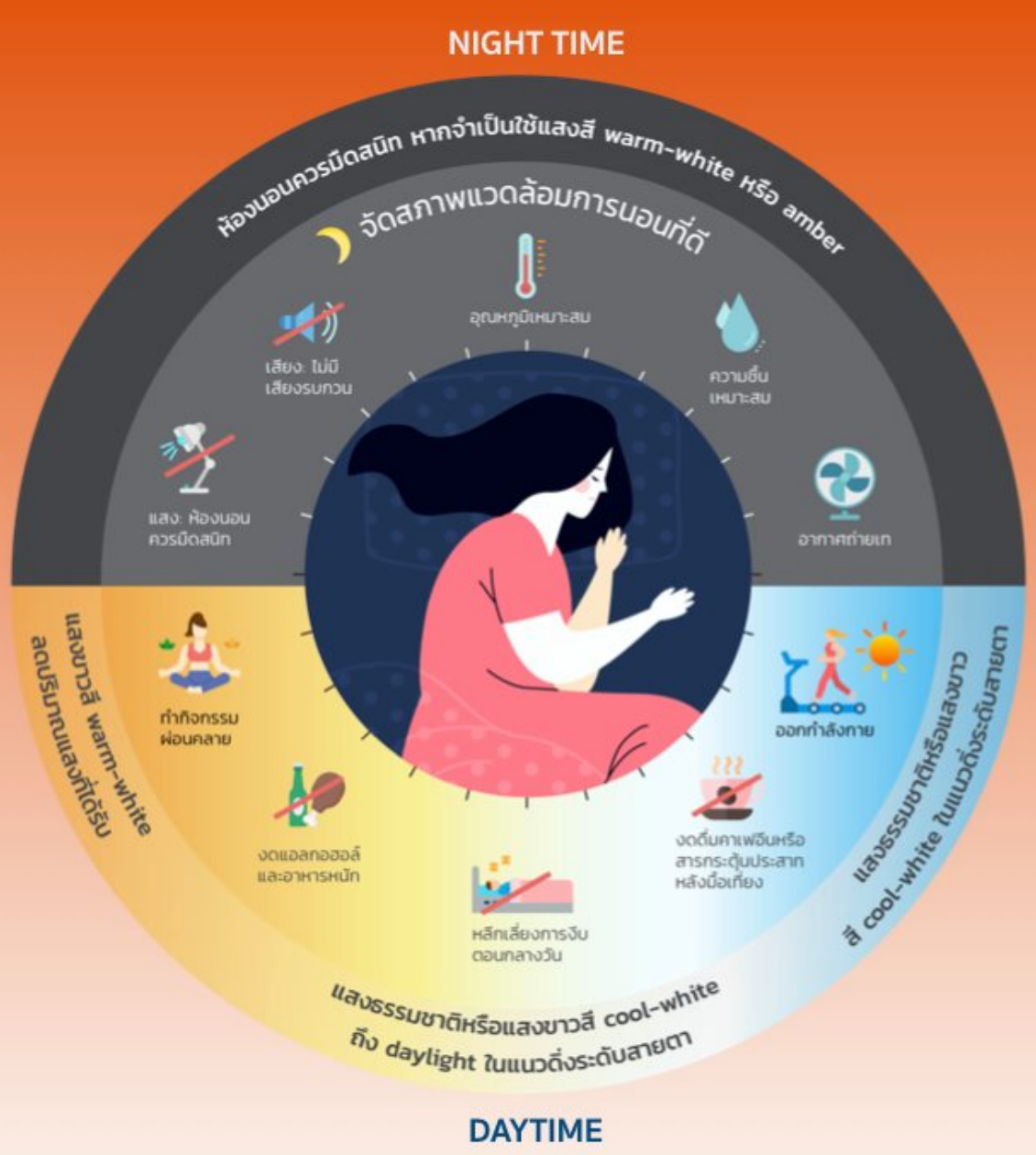
CCT of LIght

Demonstration @ LRIC
DALI lighting controls, energy monitoring, and tunable white LED for circadian lighting.

วิถีชีวิตของคนเมืองอาจทำให้ระบบนาฬิกาชีวภาพทำงานผิดปกติได้



(Source: Dijk and Skeldon, 2015)



ข้อแนะนำด้านพฤติกรรมและสภาพแวดล้อมเพื่อคุณภาพการนอนหลับที่ดี

Daily light exposure: การรับแสง (ปริมาณ อุณหภูมิสี และ ช่วงเวลา) ตลอด 24 ชั่วโมง

LED (2200K) linear concealed lighting สำหรับห้องนอน ห้องผู้สูงอายุ
(demonstration room at LED EXPO 2018)

King Mongkut's University of Technology Thonburi

กระบวนการรับรู้ทางจิตวิทยาต่อสภาพแสงสว่าง

ประสิทธิภาพการมองเห็น

Visual comfort, glare,
Visual clarity, contrast

การรับรู้สเปซ อารมณ์ ความรู้สึก

Brightness, spaciousness, privacy,
pleasant, luxury, beautiful, like

ผลต่อพฤติกรรม

Approach: Getting closer, explore,
visit /intention to visit
Avoidance: Leave, keep distance,
no intention to visit

ความชื่นชอบ ความพึงพอใจ

Selection of lighting scenes

ปัจจัยด้านกายภาพ

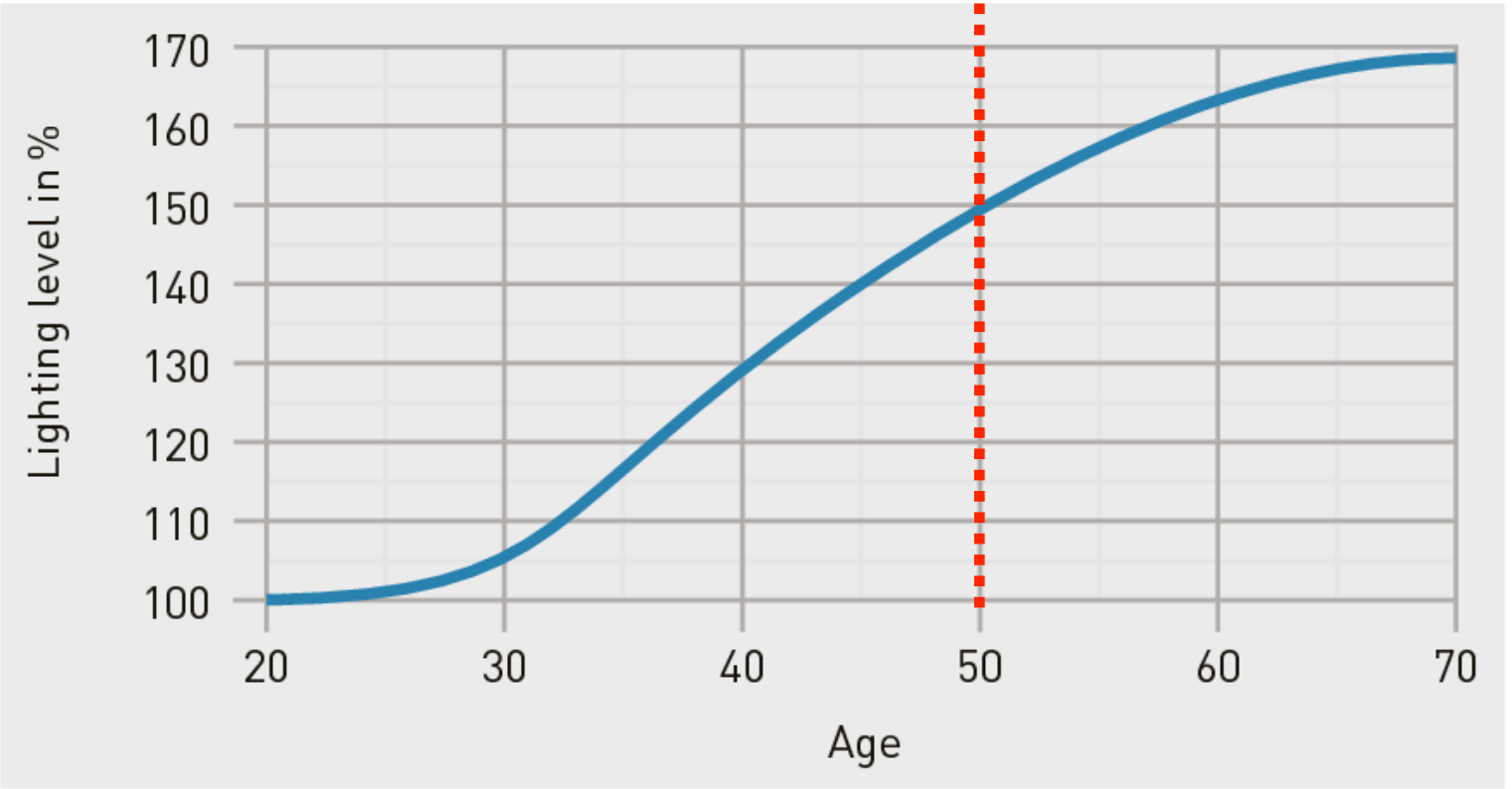
Age, gender,
eye conditions & adaptation

ประสบการณ์ & ความคาดหวัง

Past experiences, purposes of use,
cultural background

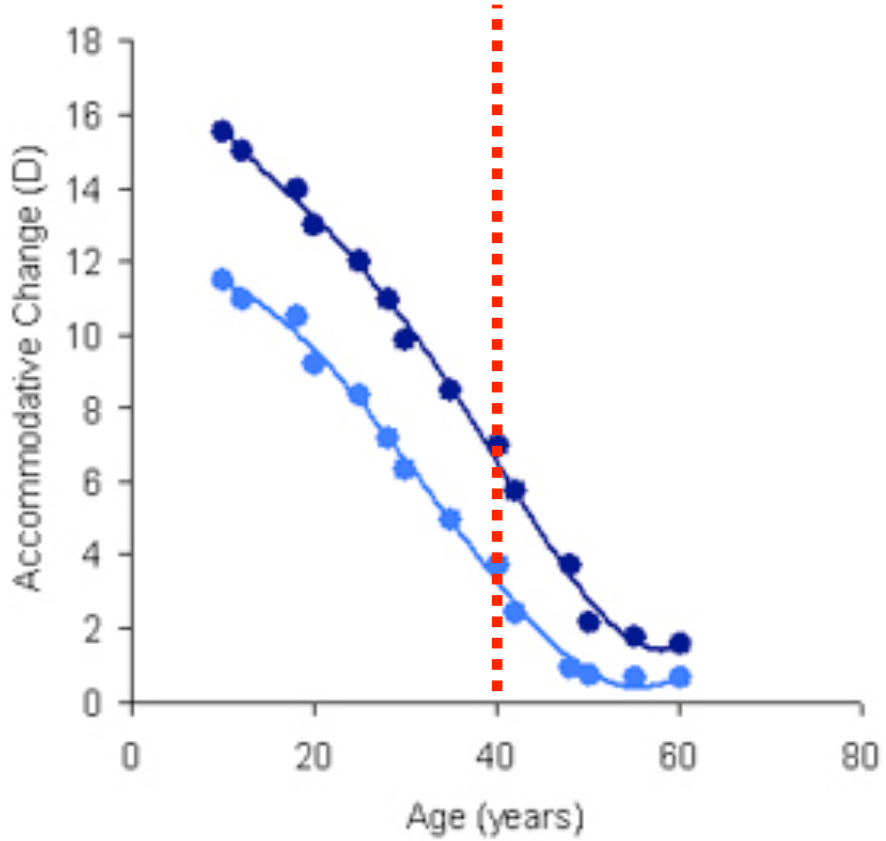
อายุที่เพิ่มขึ้นทำให้เลนส์เสื่อมลง แสงส่องผ่านได้น้อยลง

At the age of 50, people needs 50% more light than those at 20 years old.



Maintained illuminance according to European standards (EN 12464-1)

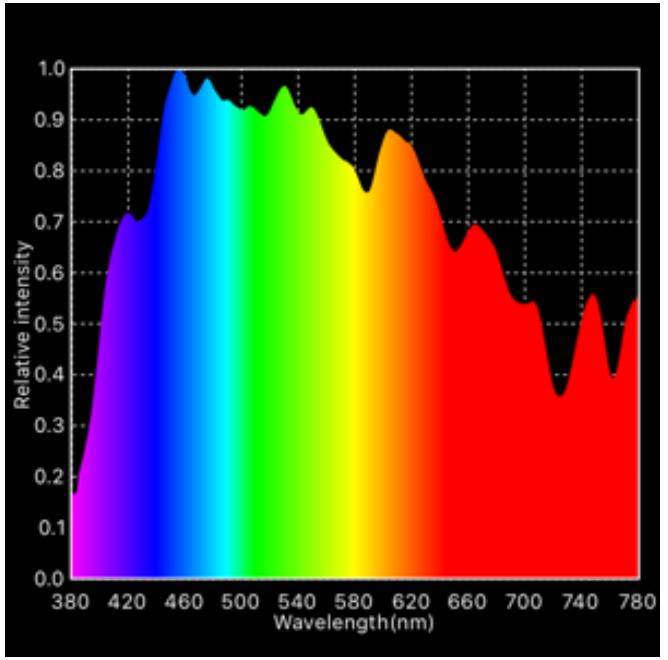
ความยืดหยุ่นของเลนส์และความสามารถในการปรับสายตาที่ลดลงตามอายุ

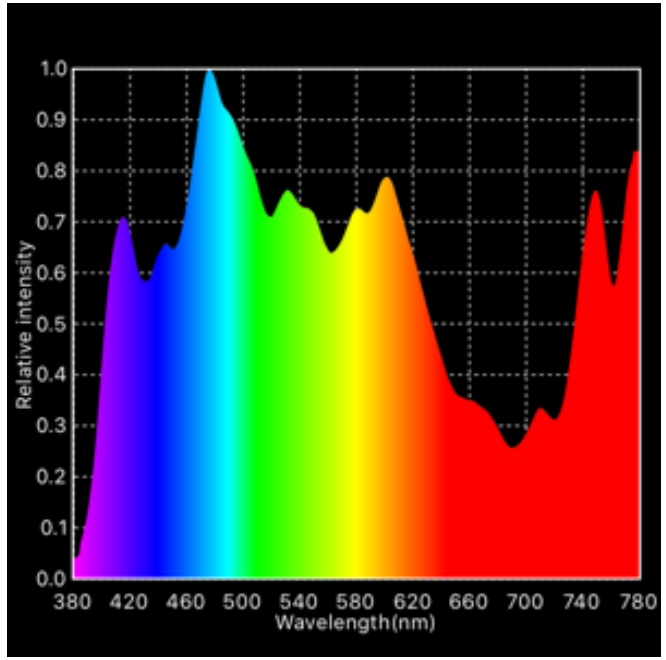


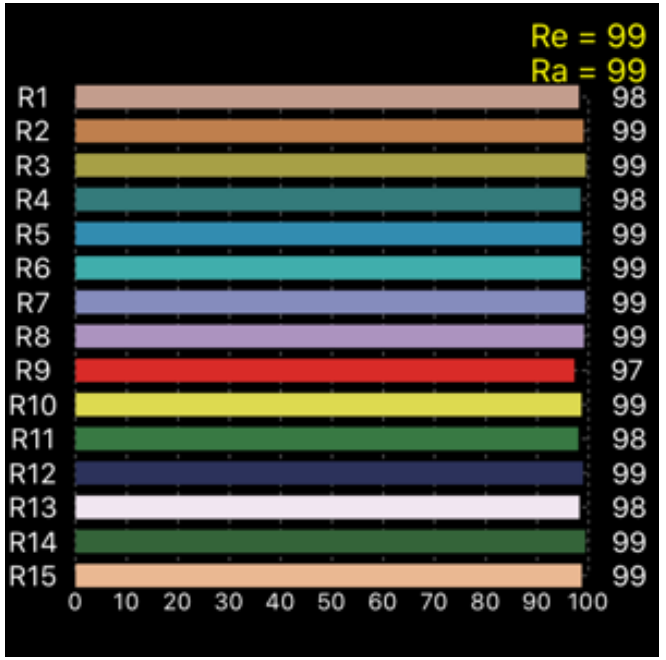
Maximal and minimal accommodative amplitudes as a function of age measured in 1500 subjects using a "push up" technique (Duane 1912)

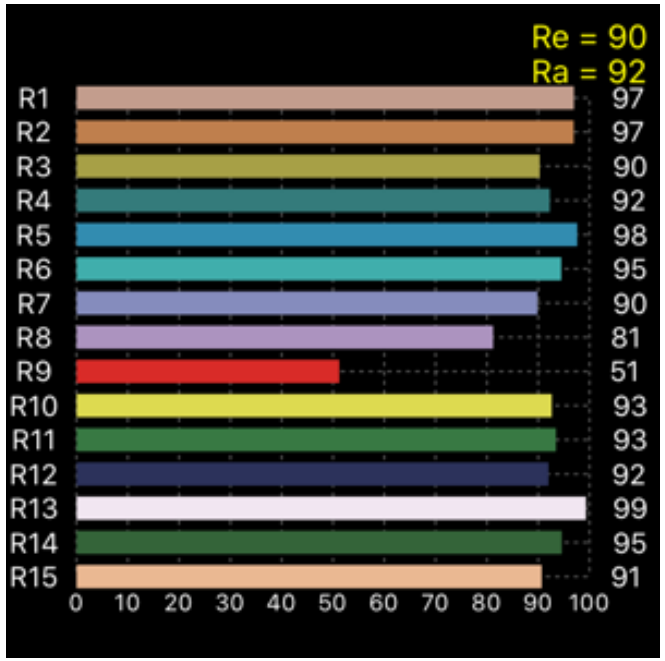
คุณภาพด้านสีของแสงธรรมชาติ

Ra, R9 (bright red) = 99 (100)





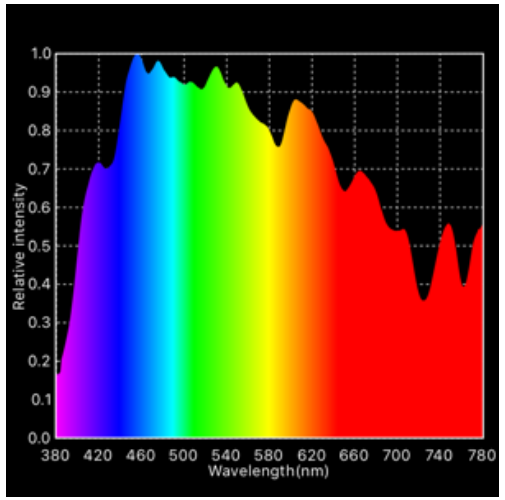




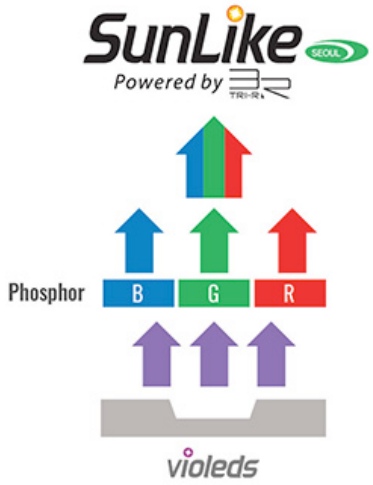
Colour quality

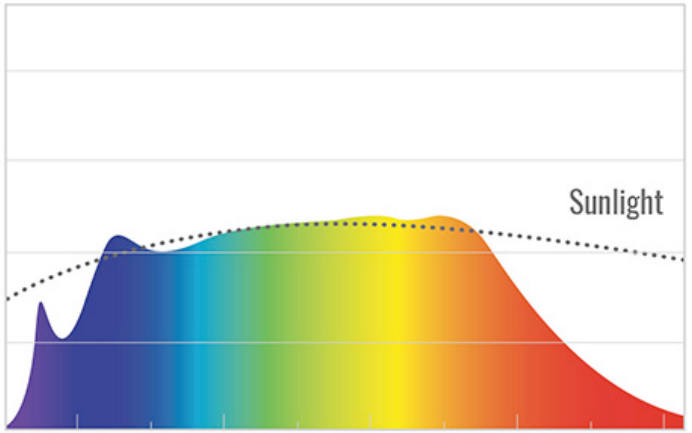
Colour Rendering Index

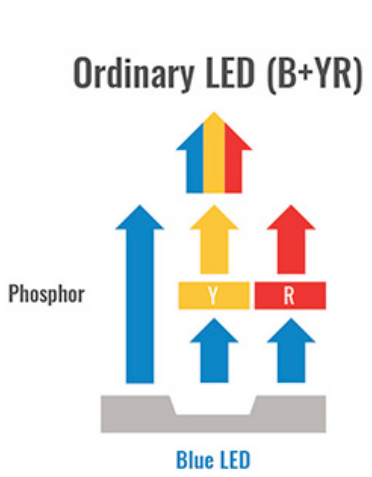
ประสิทธิภาพการรับรู้สีวัตถุที่ถูกต้องเมื่อเทียบกับแสงธรรมชาติ

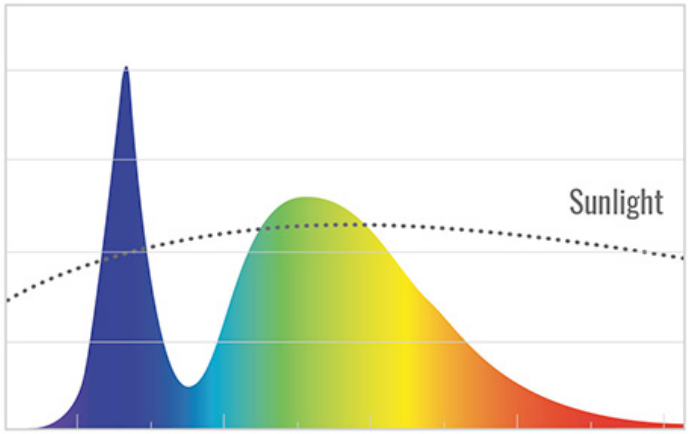


Demonstration @LRIC:
Best practice for colour quality of LED



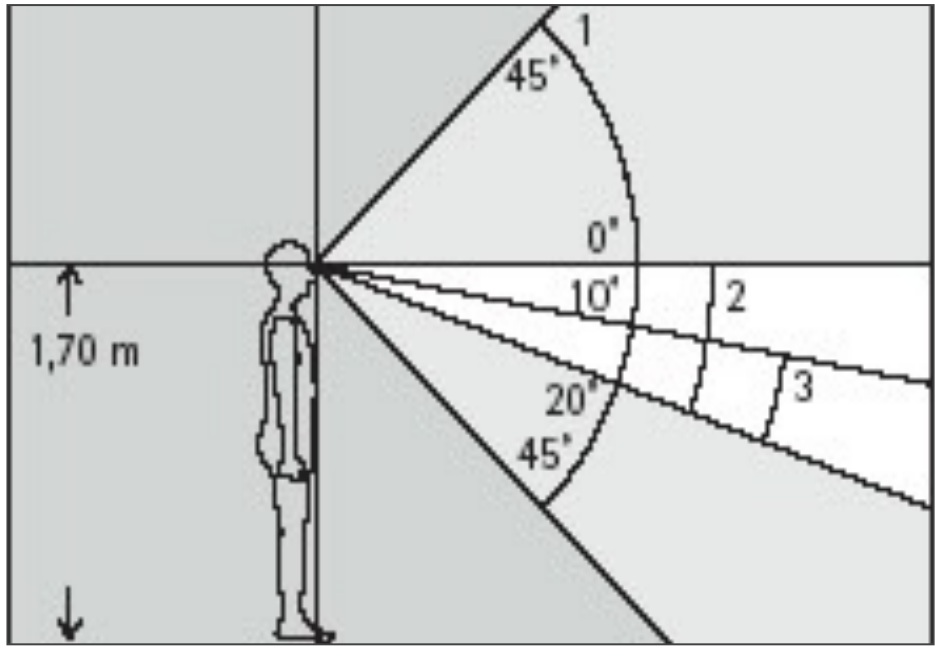


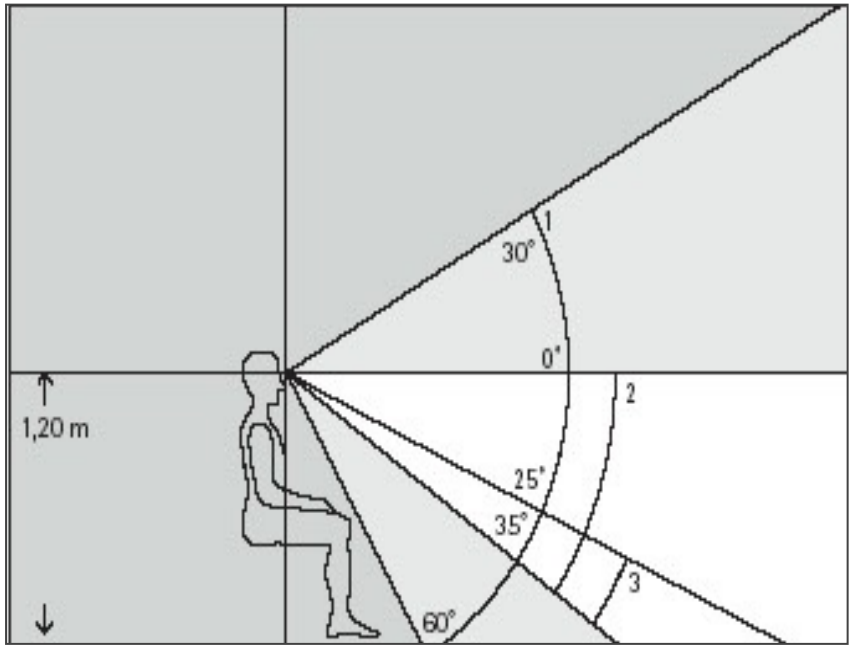


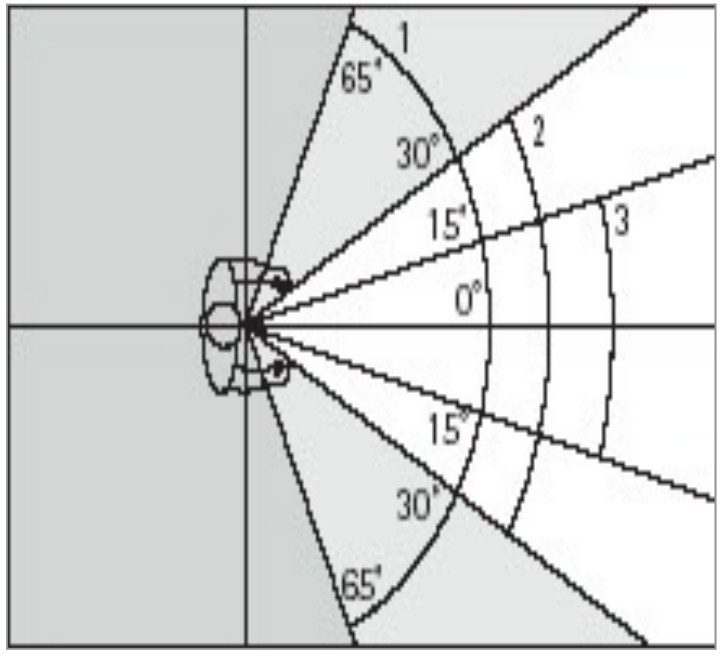


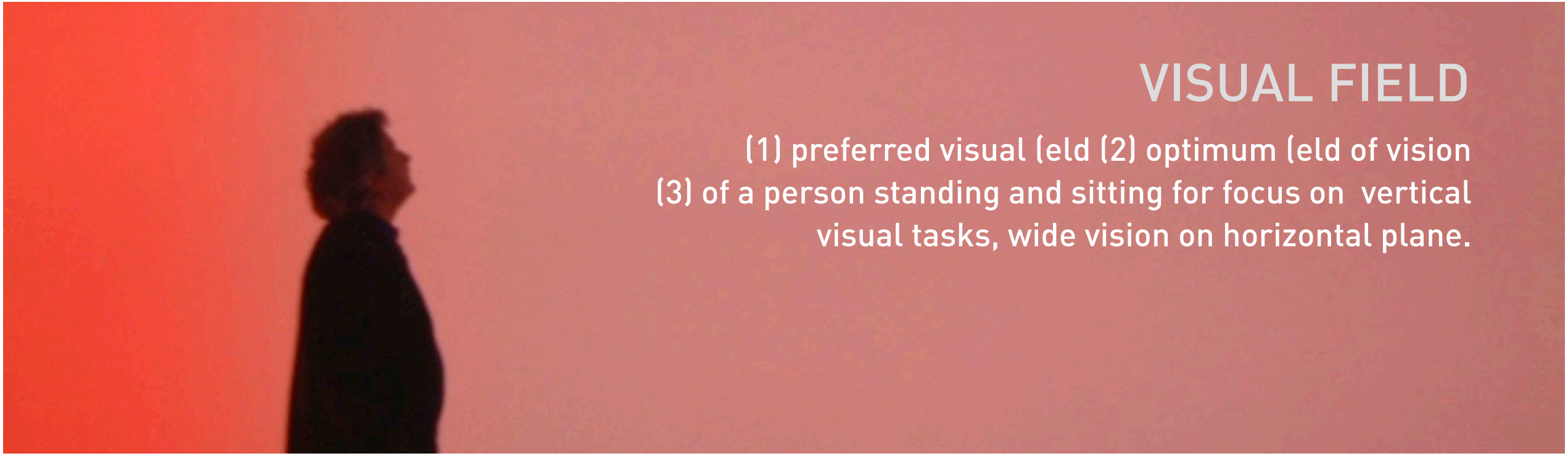
ปัจจัยด้านการออกแบบที่มีผลต่อการรับรู้ทางจิตวิทยาต่อสภาพแสงสว่าง

1. ค่าความส่องสว่างเฉลี่ยของบรรยากาศโดยรวม (Ambient light levels)
2. อุณหภูมิสีของแสงขาว (Colour temperature, CT/CCT)
3. ลักษณะการกระจายแสง (Light distributions) บนพื้นผิวหลักในสเปซ ได้แก่ ผนัง และ เพดาน









VISUAL FIELD

(1) preferred visual (eld (2) optimum (eld of vision
(3) of a person standing and sitting for focus on vertical visual tasks, wide vision on horizontal plane.

ตัวอย่างลักษณะการกระจายแสง (Light distributions) บนผนัง

02 การปรับแสงเพื่อประสิทธิภาพในสำนักงาน I workplace lighting

King Mongkut's University of Technology Thonburi

LRIC
LIGHTING RESEARCH INNOVATION CENTRE

แสงธรรมชาติและฝ้าเพดาน เรืองแสงในโถงต้อนรับ

(Source: https://orbitdesignstudio.com)

Skylight จำลองในบริเวณที่ไม่มีแสงธรรมชาติ

(Source: https://orbitdesignstudio.com)

แสงเพื่อทำงานกลุ่มเล็ก VS แสงในพื้นที่ทำงานหลัก

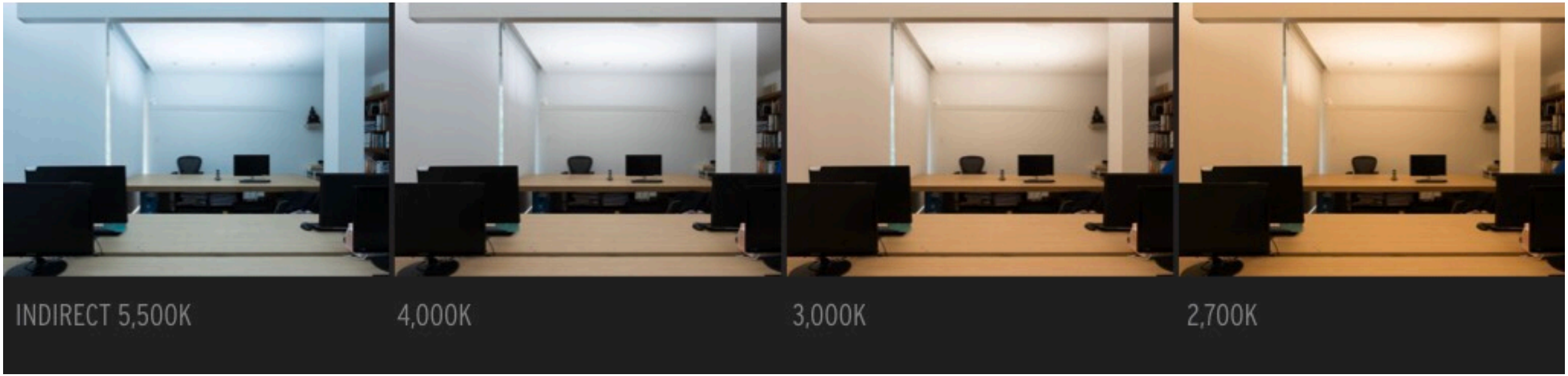
(Source: https://orbitdesignstudio.com)

พื้นที่ทางเลือกสำหรับการทำงานที่หลากหลายขึ้น

(Source: https://orbitdesignstudio.com)

แสงธรรมชาติ แสงเฉพาะที่ และ วิวทิวทัศน์ภายนอก

(Source: https://orbitdesignstudio.com)



ตัวอย่างการส่องสว่างที่พนักงานเลือกการให้แสงแบบทางอ้อมและทางตรง ปรับเปลี่ยนอุณหภูมิสีและค่าความส่องสว่างตามเวลาของวัน Tunable-white LED

King Mongkut's University of Technology Thonburi

Key projects

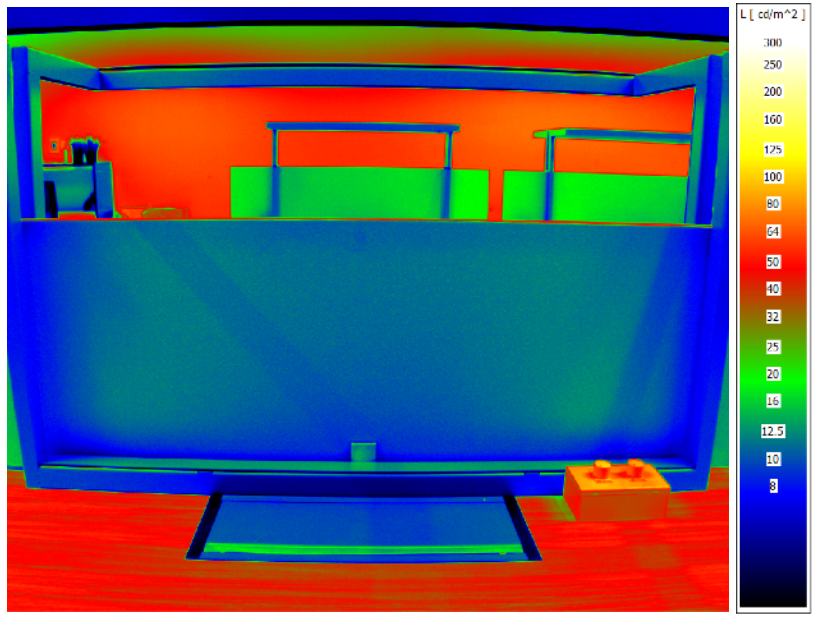
เทคนิคการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงานและเพิ่มคุณภาพระบบส่องสว่าง

Task-ambient-vertical lighting.

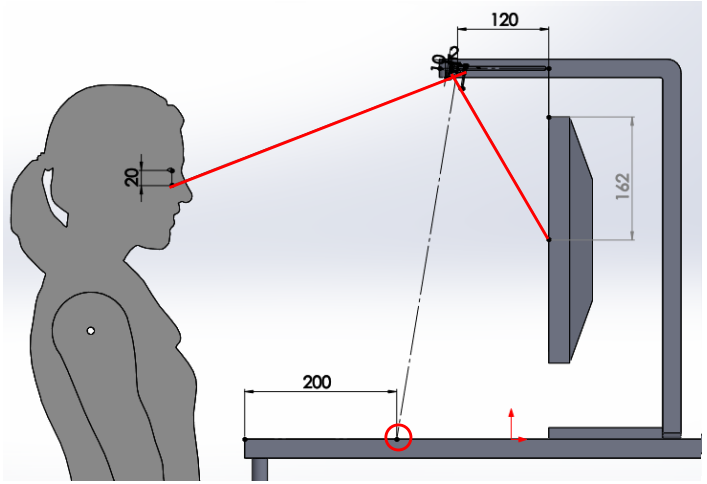
+ **Reduce electricity use 30-55%** compared to general lighting at an average of 500 lux
+ **Adjustable light distributions & intensity** for different tasks and age groups
+ **More than 85% satisfaction -** based on 80 participants in the experimental study with 2 age-groups.

Task-ambient-vertical lighting VS General lighting

task-ambient-vertical lighting ประสิทธิภาพด้านพลังงานร่วมกับแสงธรรมชาติ

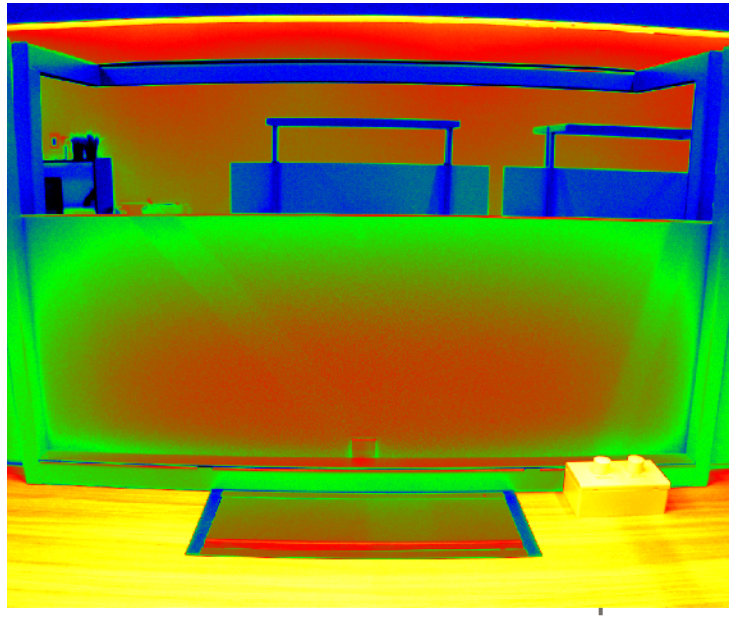


Base-case:
General lighting 500 lx

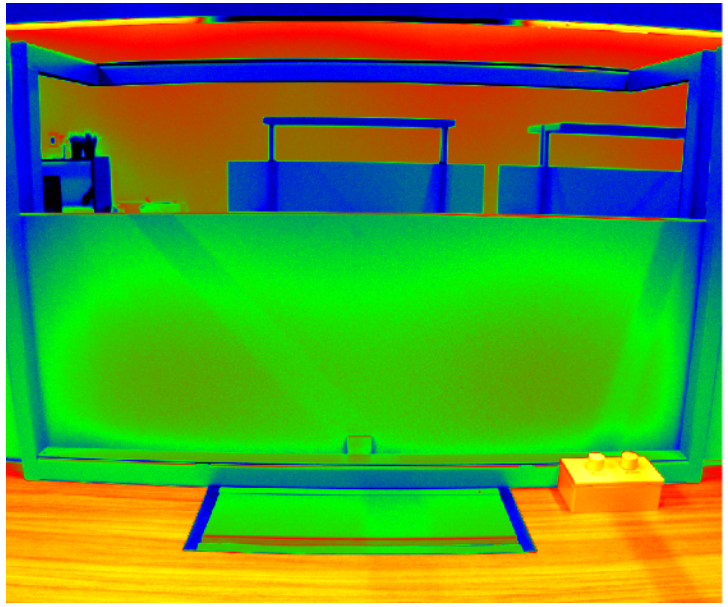


Glare-free: the centre module can be controlled separately from the sides.

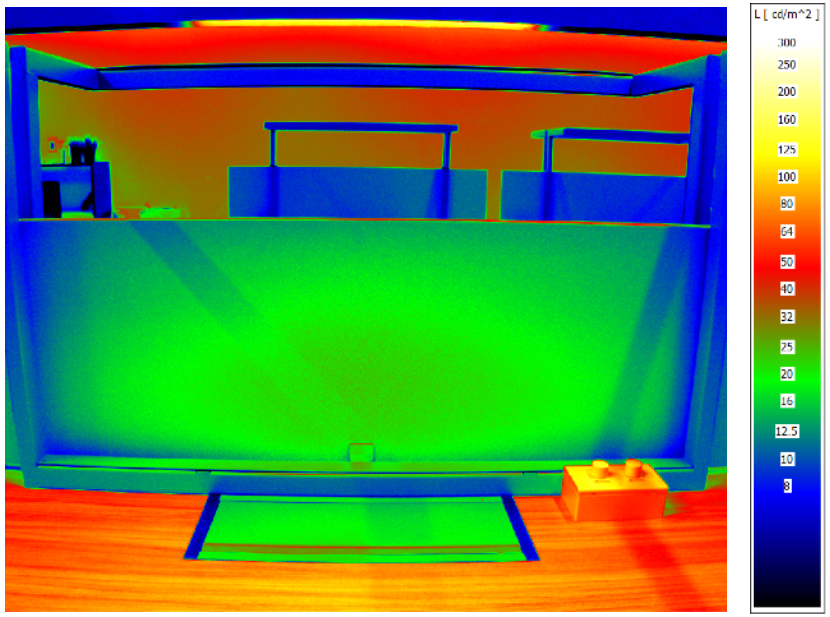
TAL + 50% of task light 3 modules

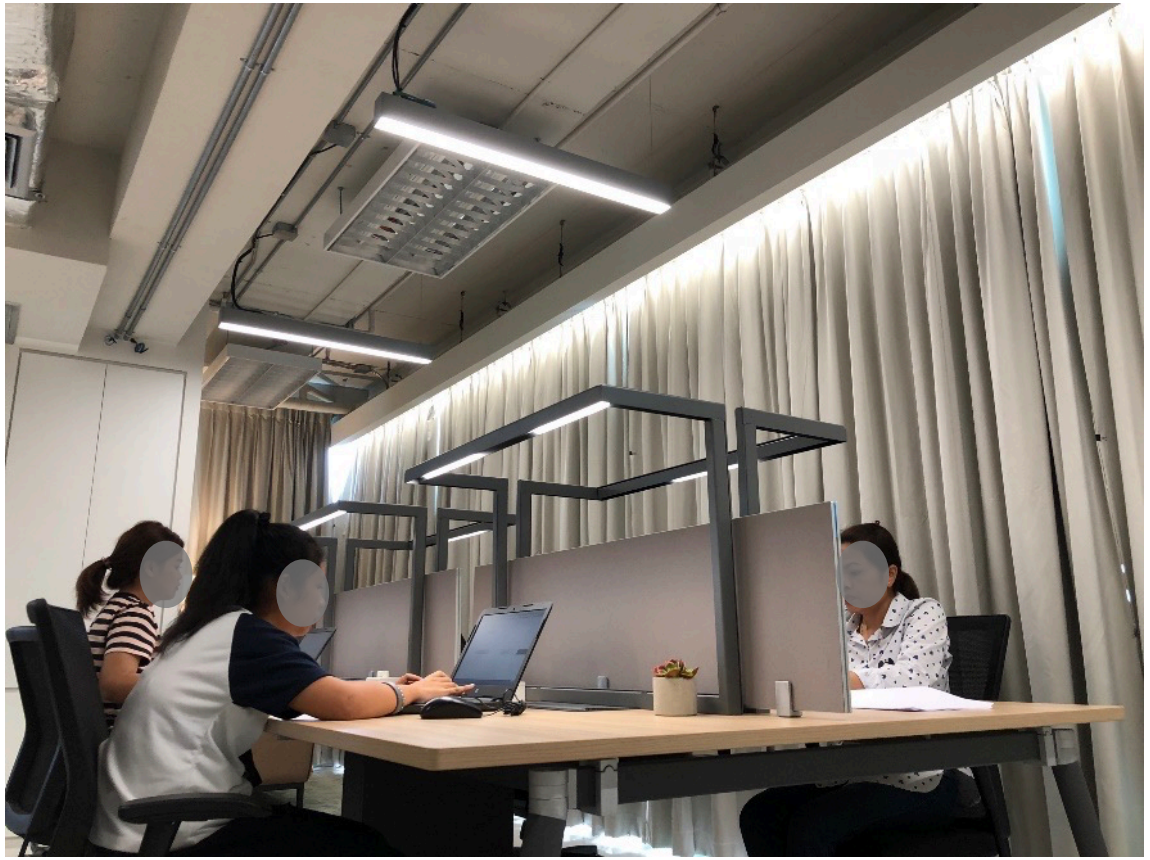


TAL + 50% of task light/ sides



TAL + 50% of task light/ centre





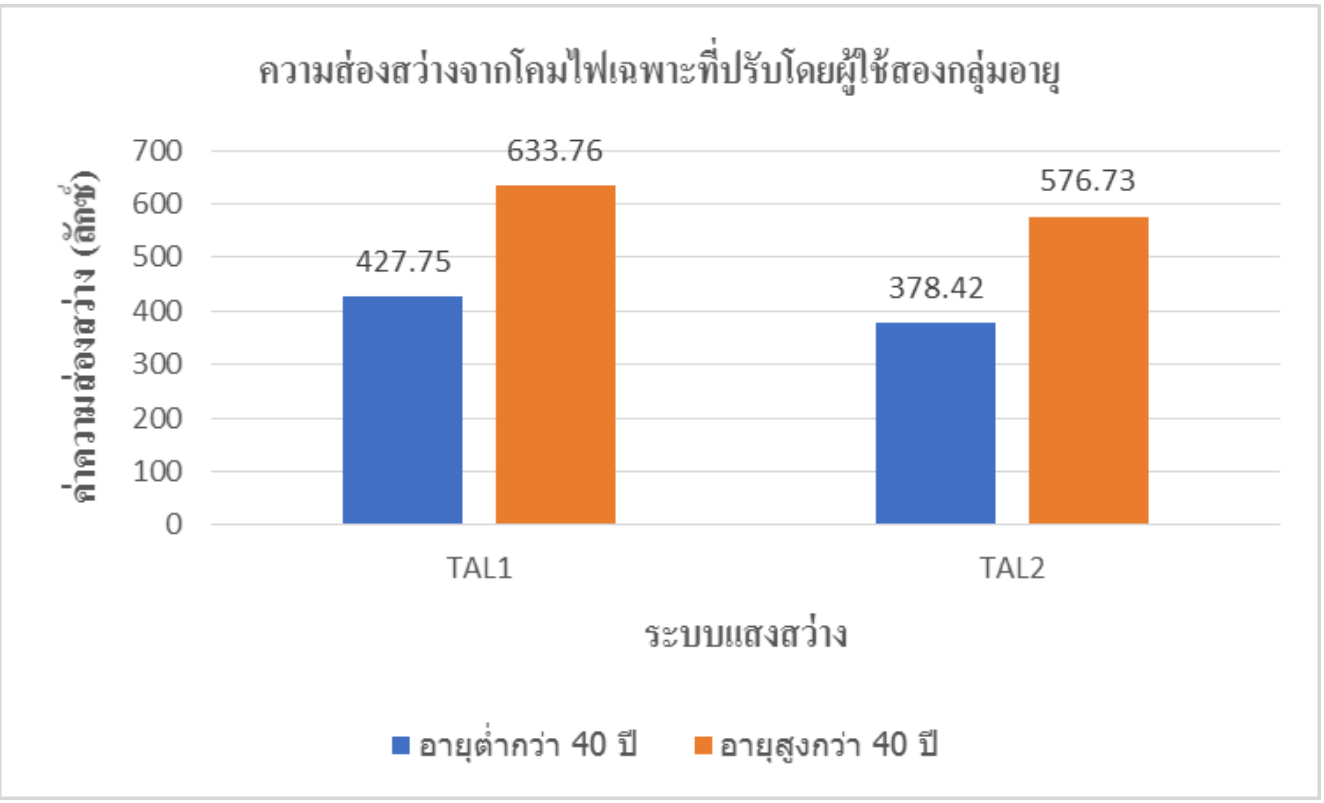
Participants: individual preferences

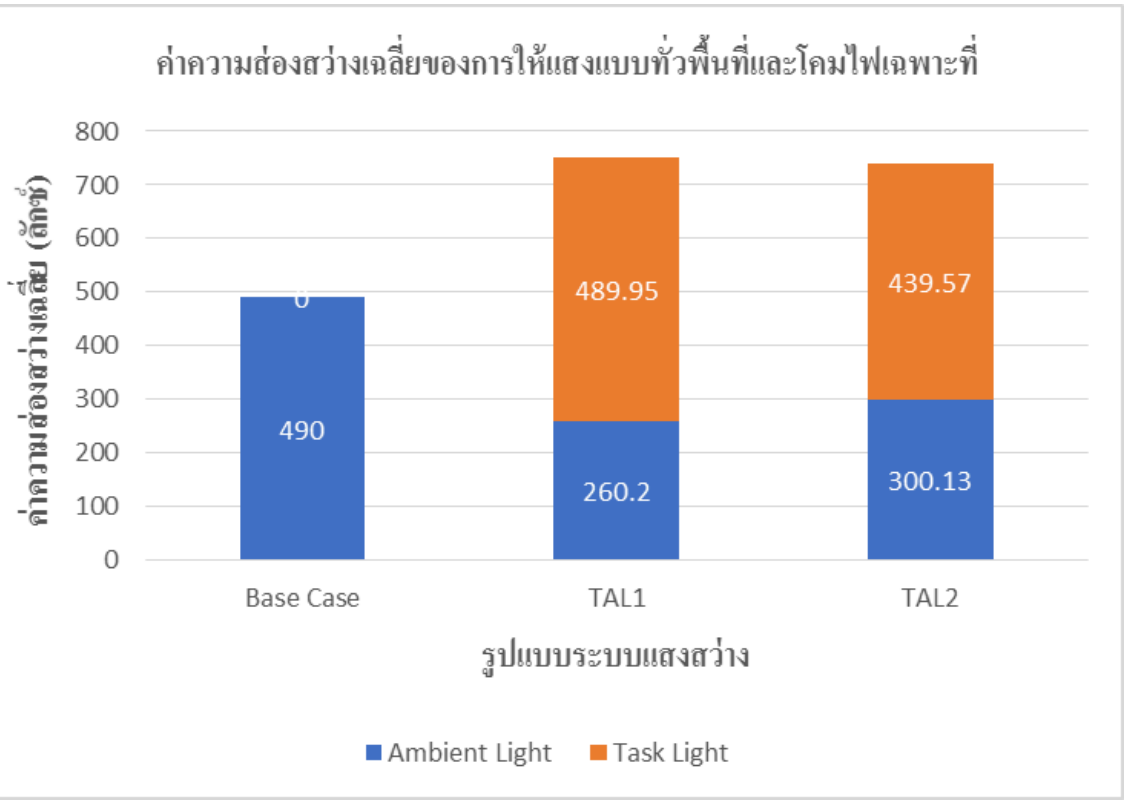
Task-ambient-vertical lighting photometric measurements

สดช NSTDA

EGAT
Power for Thai Happiness

พฤติกรรมการปรับแสงที่โต๊ะทำงานของผู้ใช้สองกลุ่มอายุ





5000K
Ambient-vertical lighting at 300 lux

4500K
Ambient-vertical lighting at 300 lux

4000K
Ambient-vertical lighting at 300 lux

3000K
Ambient-vertical lighting at 300 lux

Measurement for circadian light at the eye level

Illuminance (Photopic & Melanopic lux measurement on the **vertical plane** (received at the eye level/retina)

Task-ambient

แนวทางการออกแบบระบบส่องสว่างสำนักงาน

Demonstration @ LRIC:
Best practice for workplace lighting at the workstation, daylight & view out, and visual interest on the wall.

King Mongkut's University of Technology Thonburi

Task-ambient

Demonstration @ LRIC:
แสงฟุ้งกระจายและแสงแนวดิ่ง (diffuse & vertical lighting) ช่วยเพิ่มการรับรู้มิติ (modeling effect) และลบเงาบนใบหน้าคู่สนทนา สำหรับการสื่อสารสองทาง การอ่านสีหน้า (facial expression) เช่น ห้องประชุม

King Mongkut's University of Technology Thonburi

LRIC LIGHTING RESEARCH INNOVATION CENTRE

03 การปรับแสงเพื่อสร้างประสบการณ์
I hospitality lighting

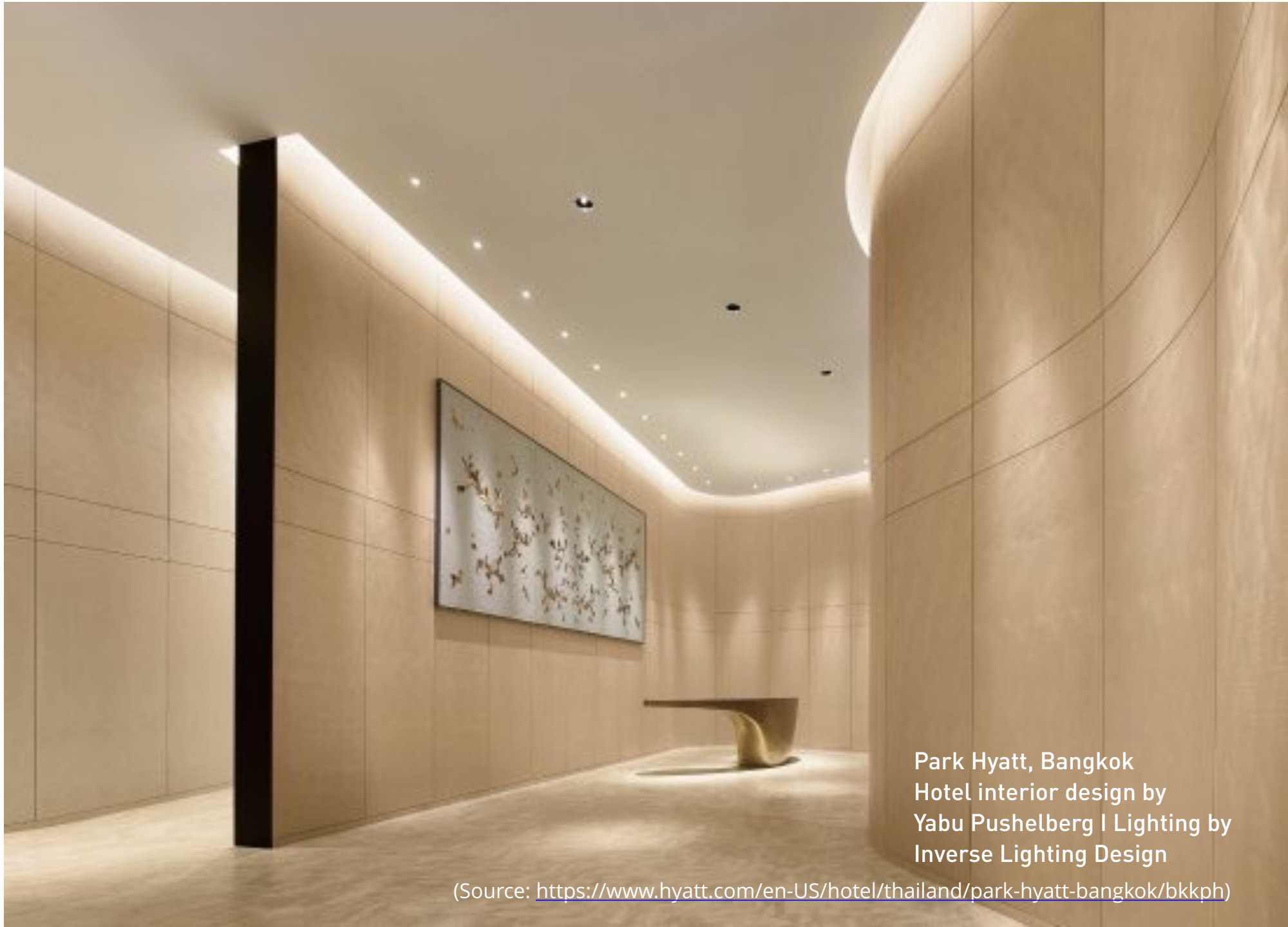
Central Embassy, Bangkok
I Inverse Lighting Design (Bangkok) Architecture by AL_A (London)

Central Embassy, Bangkok
I Inverse Lighting Design (Bangkok) Architecture by AL_A (London)

THE VINTAGE STORE
NICHE NATION
iStudio
KYOTO LIFESTYLE CAFE

RALPH LAUREN

แสงสว่างในโถงล็อบบี้และพื้นที่ส่วนกลางของโรงแรมที่สามารถปรับเปลี่ยนได้เพื่อสร้างประสบการณ์และอารมณ์ในแต่ละช่วงเวลา



Park Hyatt, Bangkok
Hotel interior design by
Yabu Pushelberg I Lighting by
Inverse Lighting Design

(Source: https://www.hyatt.com/en-US/hotel/thailand/park-hyatt-bangkok/bkkph)

Key areas

- Reception/ lobby
- Restaurants
- Guest rooms
- Spa
- Bar

Park Hyatt, Bangkokl Interior design by Yabu Pushelberg I
Lighting by Inverse Lighting Design, Bangkok

(Source: https://www.hyatt.com/en-US/hotel/thailand/park-hyatt-bangkok/bkkph)

Spa: Relaxation

แสงธรรมขาติในสปา ส่องผ่านม่านโปร่งทำให้แสงนุ่มนวล (diffuse light) แต่ควรปรับลดค่าความส่องสว่างและอุณหภูมิสีได้
เมื่อไม่มีแสงธรรมขาติ เพื่อสร้างความรู้สึกผ่อนคลายมากขึ้น

Park Hyatt, BangkokI Interior design by Yabu Pushelberg I
Lighting by Inverse Lighting Design, Bangkok

(Source: https://www.hyatt.com/en-US/hotel/thailand/park-hyatt-bangkok/bkkph)

Spa: Relaxation

ทางเดินด้านในสปาที่ไม่มี
แสงธรรมชาติ สามารถควบ
คุมบรรยากาศได้ดีกว่า แต่
ควรปรับเปลี่ยนค่าความ
ส่องสว่างได้ตามช่วงเวลา

Park Hyatt, Bangkokl Interior design by Yabu Pushelberg I
Lighting by Inverse Lighting Design, Bangkok

(Source: https://www.hyatt.com/en-US/hotel/thailand/park-hyatt-bangkok/bkkph)

Spa treatment ควรปรับเปลี่ยนค่าความส่องสว่างและลักษณะการกระจายแสงได้ตามลักษณะการให้บรการ

Park Hyatt, Bangkokl Interior design by Yabu Pushelberg I
Lighting by Inverse Lighting Design, Bangkok

King Mongkut's University of Technology Thonburi

Key areas

Park Hyatt, BangkokI Interior design by Yabu Pushelberg I Lighting by Inverse Lighting Design, Bangkok

(Source: https://www.hyatt.com/en-US/hotel/thailand/park-hyatt-bangkok/bkkph)

Park Hyatt, Bangkokl Interior design by Yabu Pushelberg I
Lighting by Inverse Lighting Design, Bangkok

(Source: https://www.hyatt.com/en-US/hotel/thailand/park-hyatt-bangkok/bkkph)

(Source: https://www.hyatt.com/en-US/hotel/thailand/park-hyatt-bangkok/bkkph)

King Mongkut's University of Technology Thonburi

Key areas

Park Hyatt, BangkokI Interior design by Yabu Pushelberg I Lighting by Inverse Lighting Design, Bangkok

(Source: https://www.hyatt.com/en-US/hotel/thailand/park-hyatt-bangkok/bkkph)

King Mongkut's University of Technology Thonburi

Key areas

Park Hyatt, BangkokI Interior design by Yabu Pushelberg I Lighting by Inverse Lighting Design, Bangkok

(Source: https://www.hyatt.com/en-US/hotel/thailand/park-hyatt-bangkok/bkkph)

Park Hyatt, Bangkokl Interior design by Yabu Pushelberg l
Lighting by Inverse Lighting Design, Bangkok
(Source: https://www.hyatt.com/en-US/hotel/thailand/park-hyatt-bangkok/bkkph)

Park Hyatt, BangkokI Interior design by AVROKO I Li[illegible]g by Inverse Lighting Design, Bangkok

(Source: https://www.hyatt.com/en-US/hotel/thailand/park-hyatt-bangkok/bkkph)

Park Hyatt, Bangkokl Interior design by Yabu Pushelberg I
Lighting by Inverse Lighting Design, Bangkok

(Source: https://www.hyatt.com/en-US/hotel/thailand/park-hyatt-bangkok/bkkph)

Park Hyatt, BangkokI Interior design by Yabu Pushelberg I
Lighting by Inverse Lighting Design, Bangkok

(Source: https://www.hyatt.com/en-US/hotel/thailand/park-hyatt-bangkok/bkkph)

Park Hyatt, BangkokI Interior design by Yabu Pushelberg I Lighting by Inverse Lighting Design, Bangkok

(Source: https://www.hyatt.com/en-US/hotel/thailand/park-hyatt-bangkok/bkkph)

Park Hyatt, Bangkok| Interior design by Yabu Pushelberg | Lighting by Inverse Lighting Design, Bangkok
(Source: https://www.hyatt.com/en-US/hotel/thailand/park-hyatt-bangkok/bkkph)

Park Hyatt, BangkokI Interior design by Yabu Pushelberg I
Lighting by Inverse Lighting Design, Bangkok

(Source: https://www.hyatt.com/en-US/hotel/thailand/park-hyatt-bangkok/bkkph)

Park Hyatt, Bangkokl Interior design by Yabu Pushelberg I
Lighting by Inverse Lighting Design, Bangkok
(Source: https://www.hyatt.com/en-US/hotel/thailand/park-hyatt-bangkok/bkkph)

King Mongkut's University of Technology Thonburi

LRIC LIGHTING RESEARCH INNOVATION CENTRE

ตัวอย่างผลงานวิจัยเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายแสง อารมณ์ความรู้สึก และการเลือกเข้าพักในโรงแรมประเภทรีสอร์ท

EMOTIONS & MOST PREFERRED LIGHT SCENES AT DIFFERENT TIMES

King Mongkut's University of Technology Thonburi

LRIC LIGHTING RESEARCH INNOVATION CENTRE

ตัวอย่างผลงานวิจัยเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายแสง อารมณ์ความรู้สึก และการเลือกเข้าพักในโรงแรมประเภทรีสอร์ท

EMOTIONS & MOST PREFERRED LIGHT SCENES AT DIFFERENT TIMES

King Mongkut's University of Technology Thonburi

Influences of the Purpose of Visit and Time

Preferred Light Scenes for Activities at Night time (N = 345)

STAY AS A FAMILY-NIGHT

Peripheral 2
33%

Overhead 2
21%

Downlight
21%

Overhead 1
15%

Peripheral 1
10%

STAY AS A COUPLE-NIGHT

Downlight
28%

Overhead 1
26%

Peripheral 2
17%

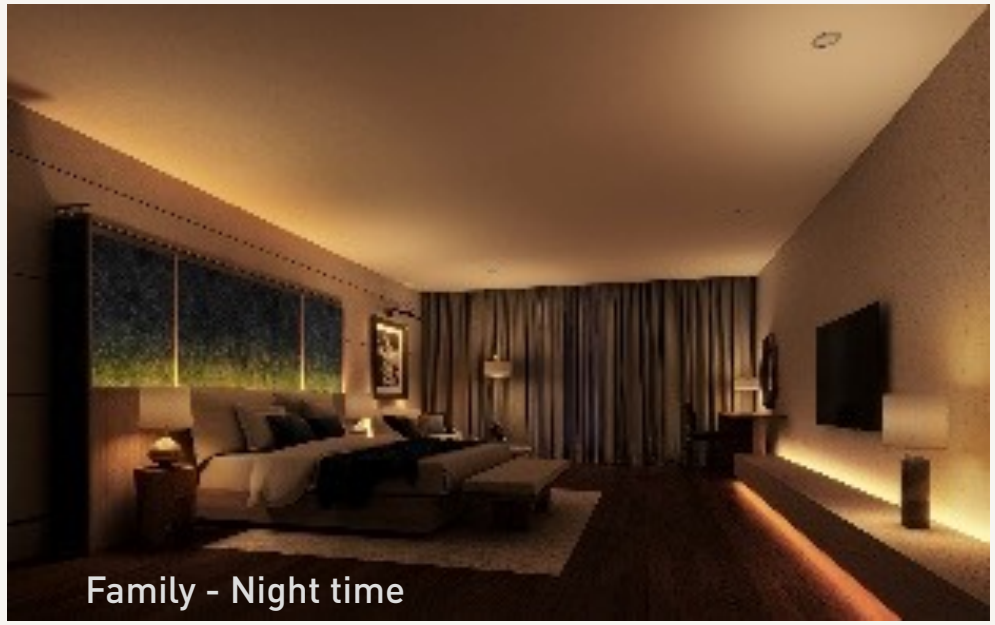
Overhead 2
15%

Peripheral 1
12%

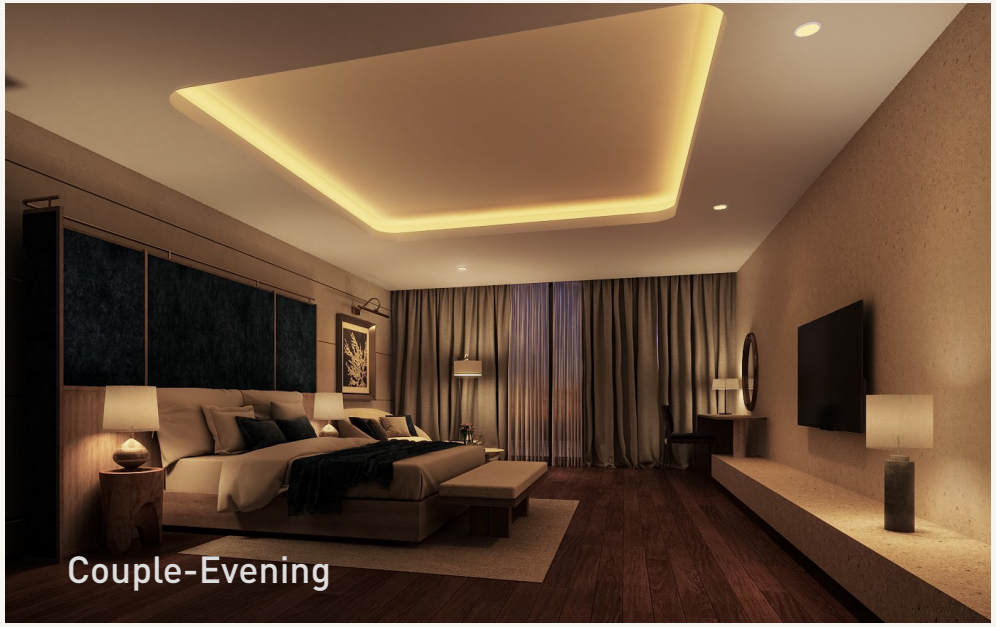
EMOTIONS & MOST PREFERRED LIGHT SCENES AT DIFFERENT TIMES

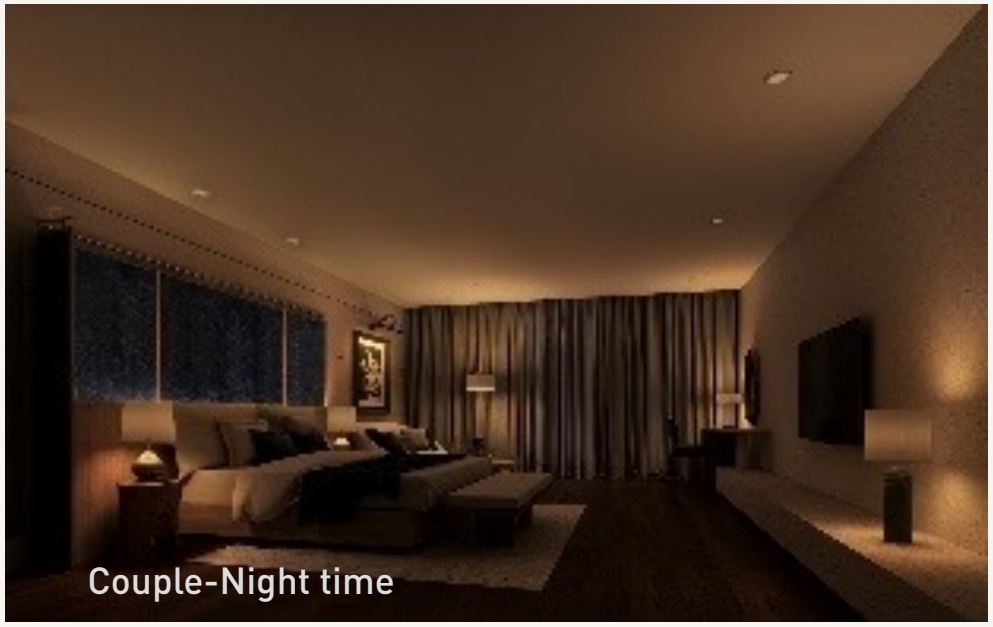
FAMILY
Pleasure:
Relaxing
Beautiful
Pleasant

Family-Evening


Family - Night time

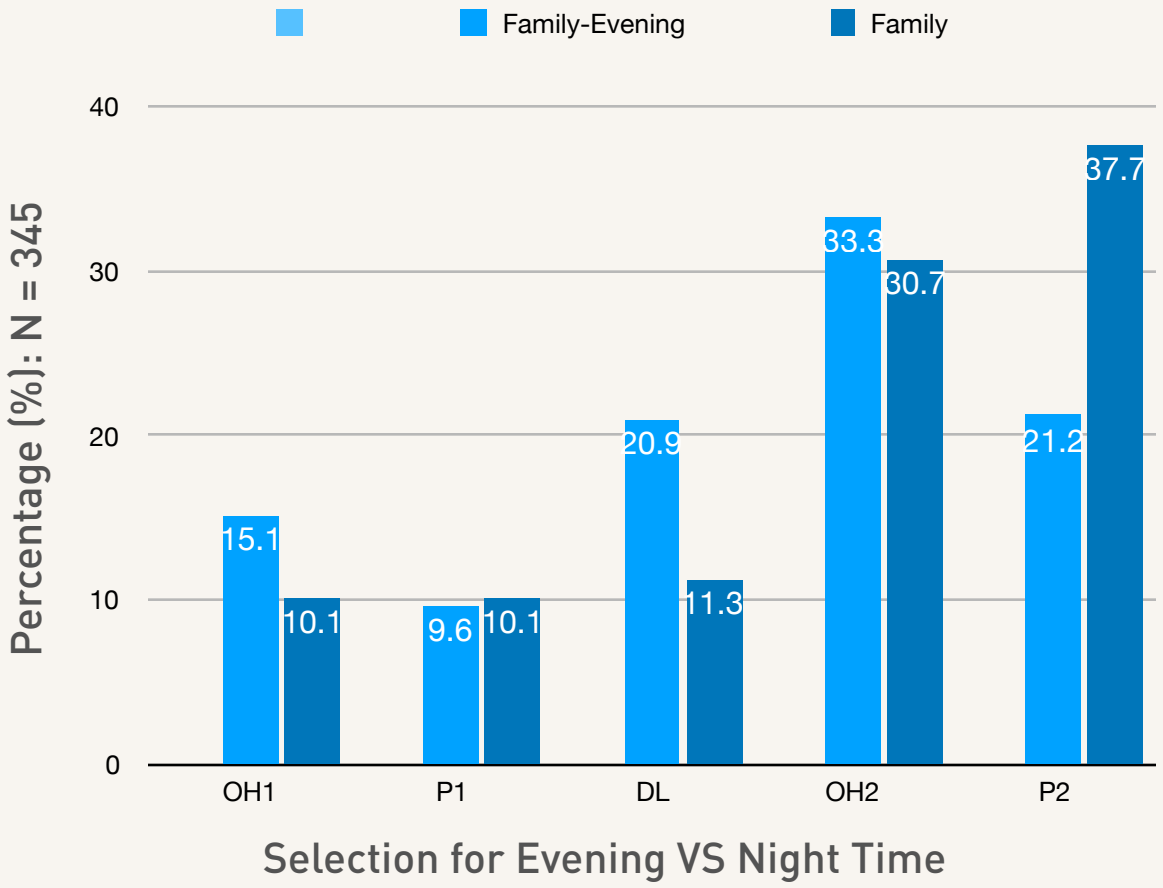
COUPLE
Pleasure:
Relaxing
Beautiful
Pleasant
Dominance:
Privacy

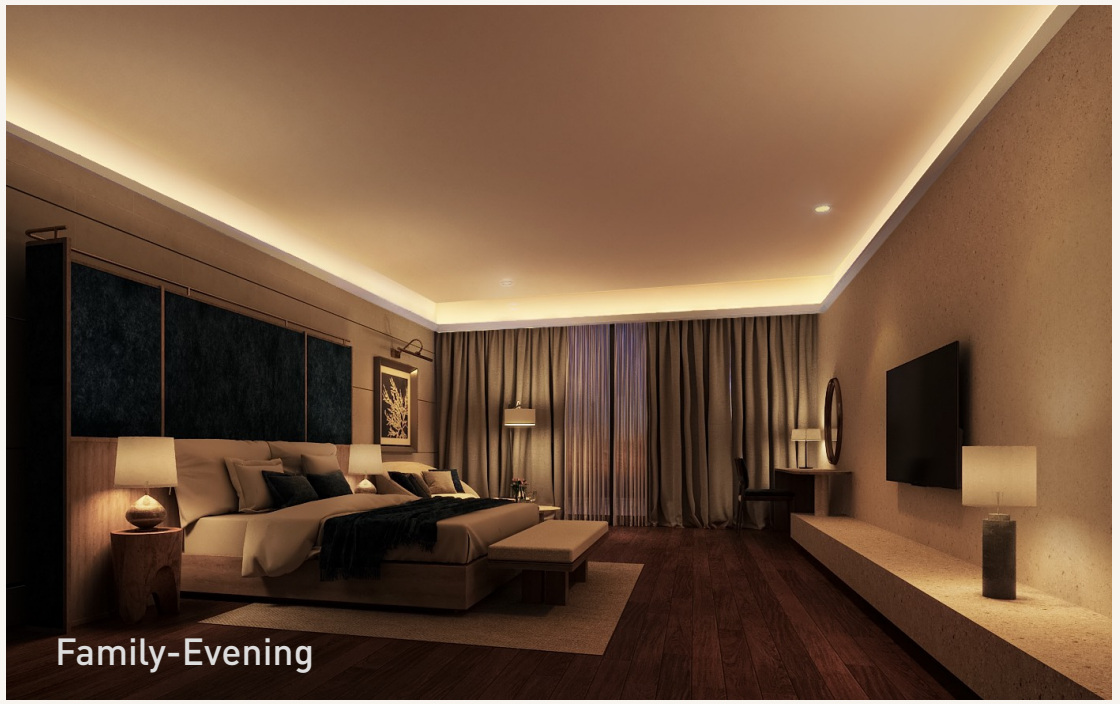

Couple-Evening

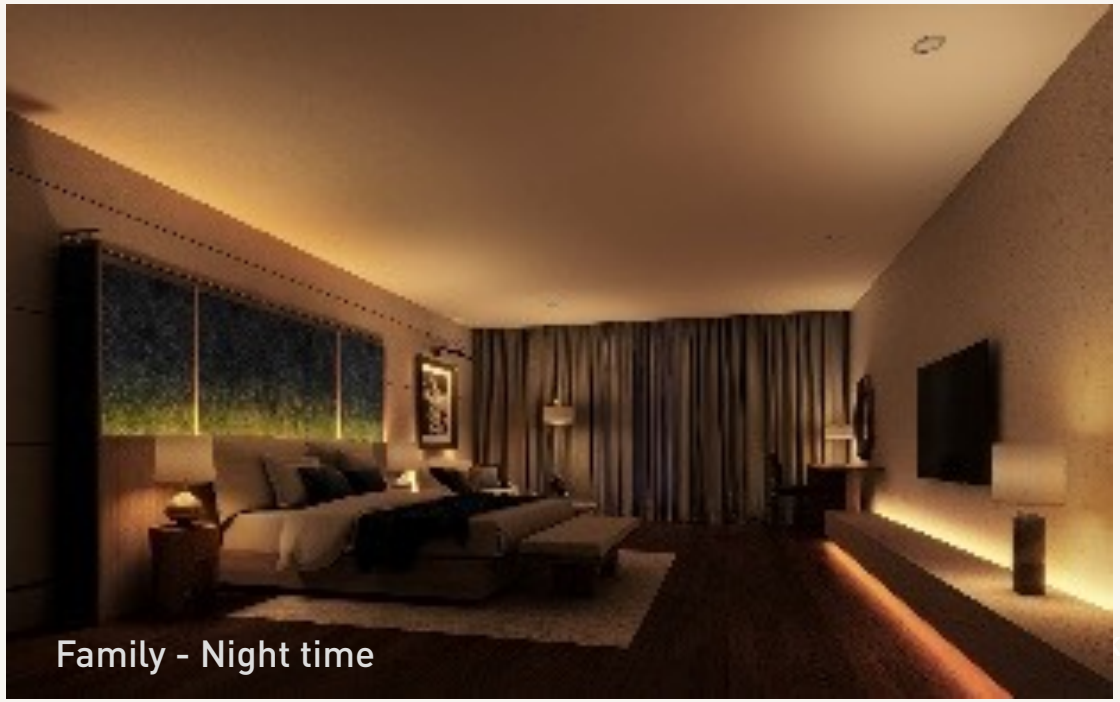

Couple-Night time

LIGHT DISTRIBUTIONS FOR GUEST ROOM

Light Scene Selection : Stay as a **Family**

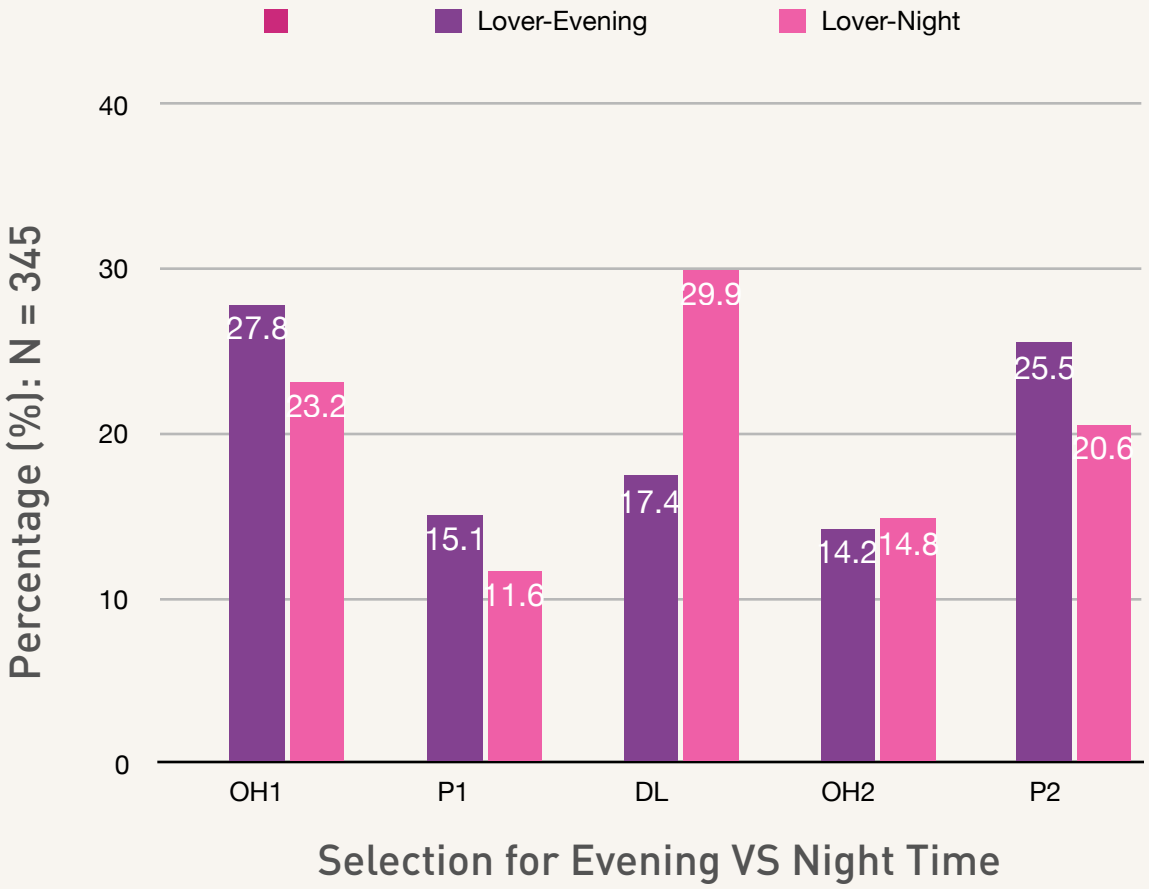


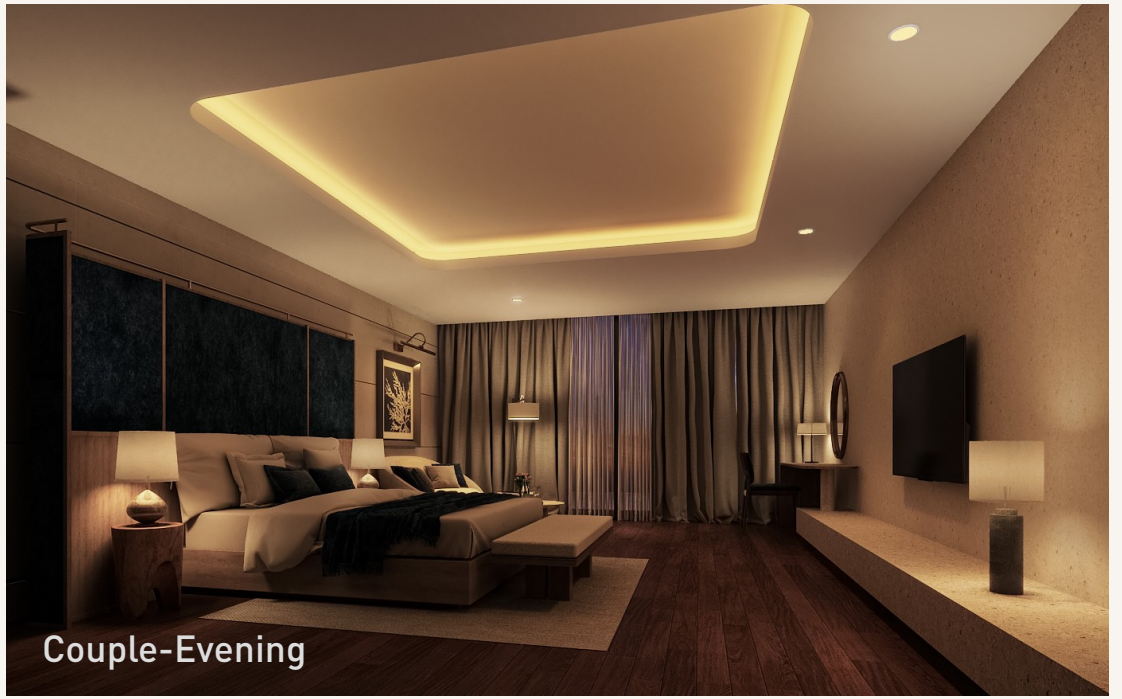


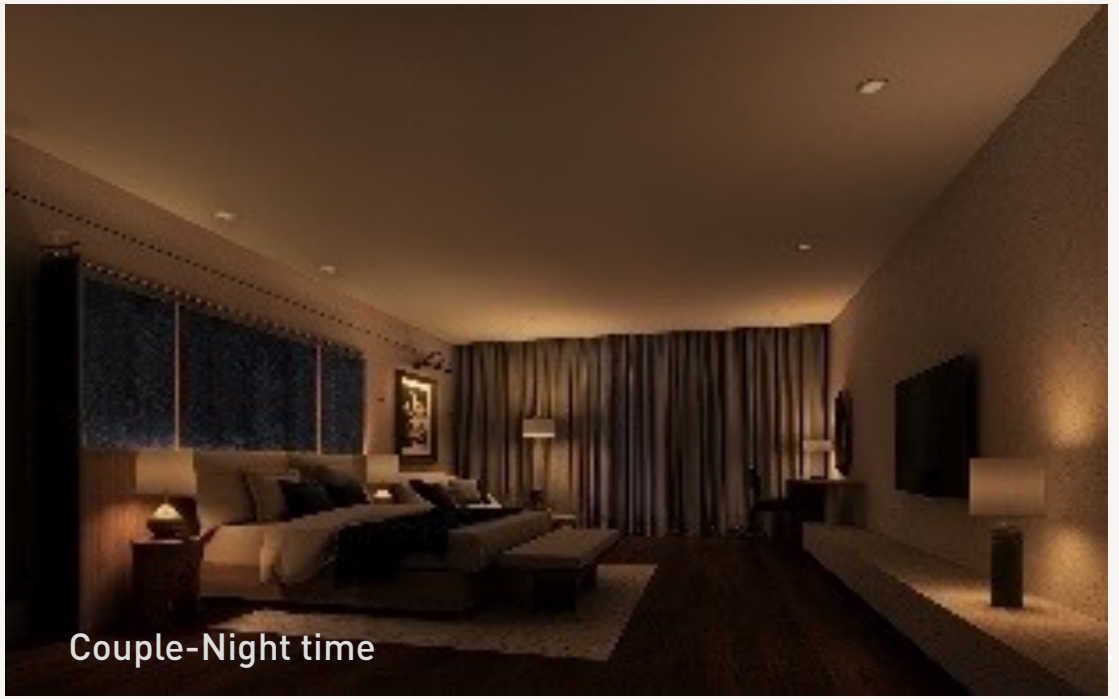


LIGHT DISTRIBUTIONS FOR GUEST ROOM

Light Scene Selection : Stay as a **Couple**





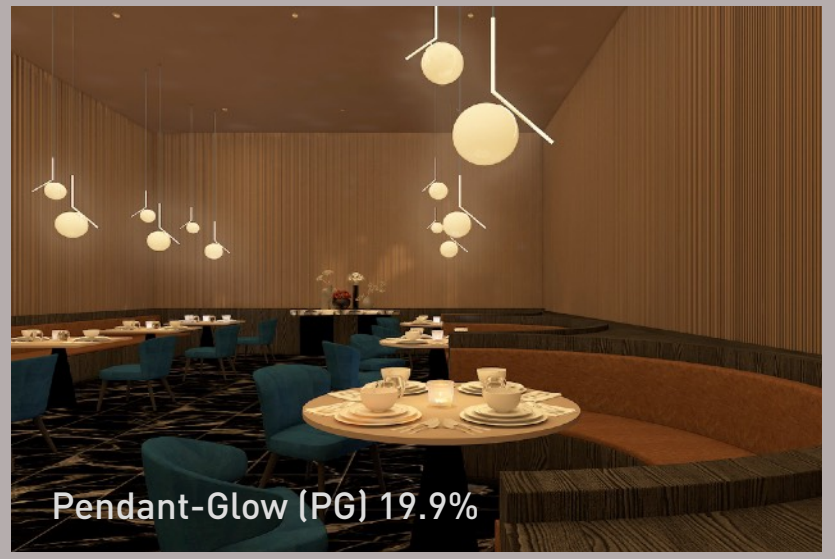


King Mongkut's University of Technology Thonburi

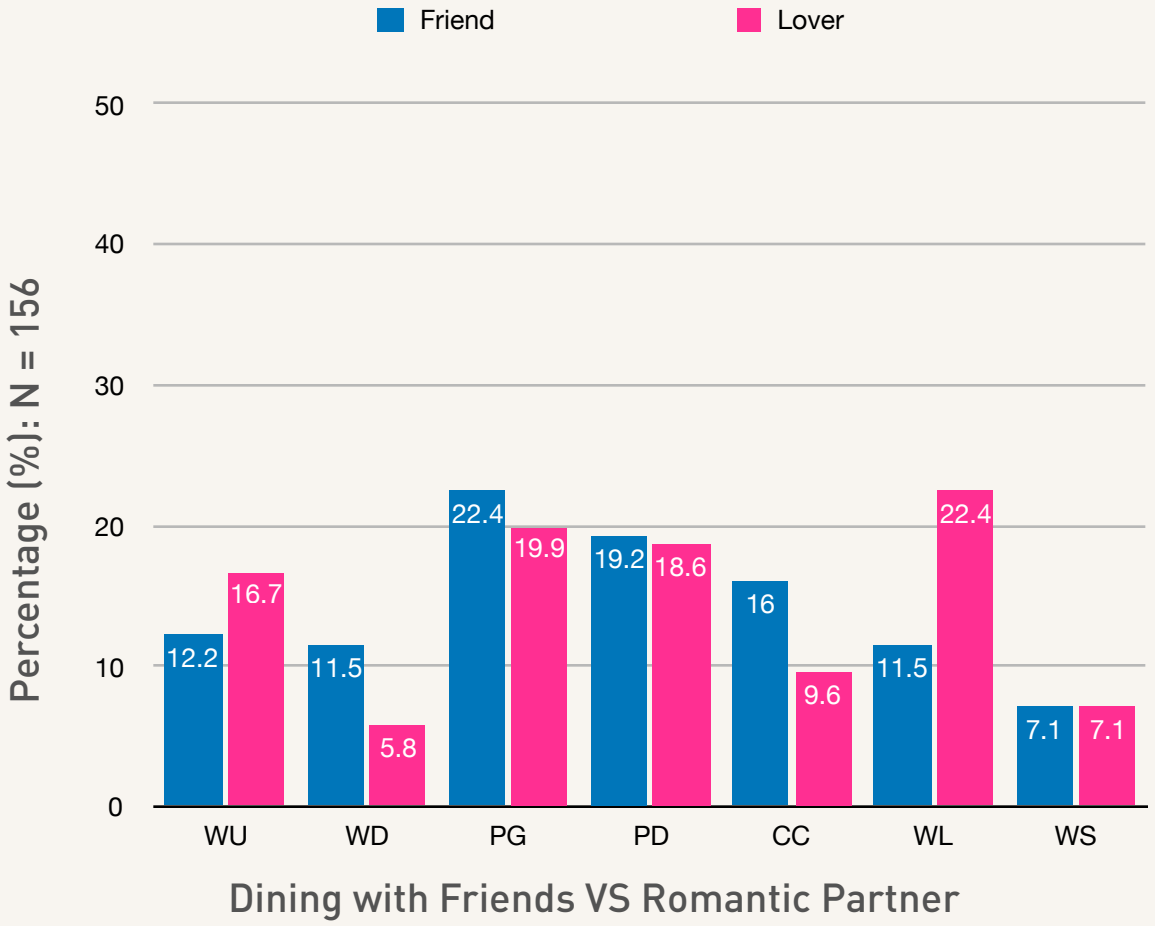
Three Most Preferred Lighting Scenes and the Purpose of Visit (N = 156)

Dining with Friends

Dining with a Lover



LIGHT DISTRIBUTIONS FOR A FINE-DINING RESTAURANT

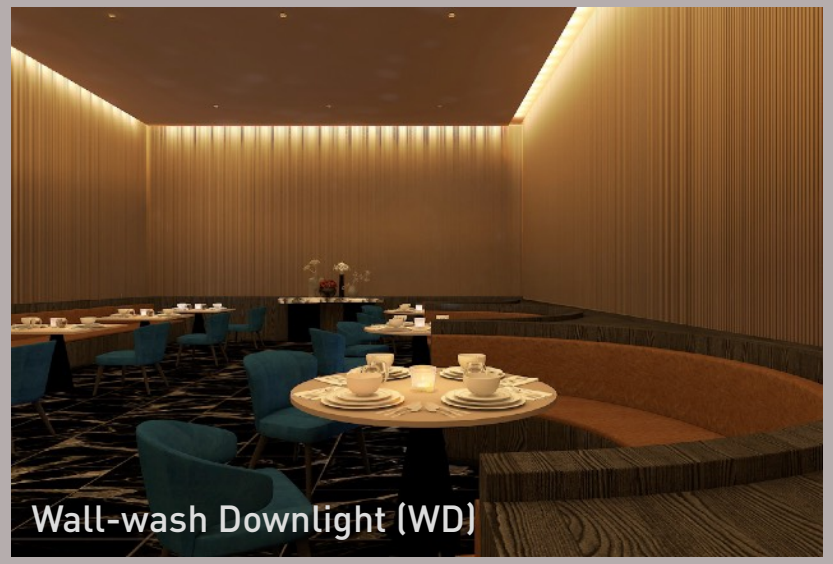


Lighting Preference and Purposes of Visit

King Mongkut's University of Technology Thonburi

SUBJECTIVE EVALUATIONS AND LIGHTING PREFERENCE

Mean 4.82, SD 0.89



Mean 4.56, SD 0.99

Mean 3.95, SD 1.26

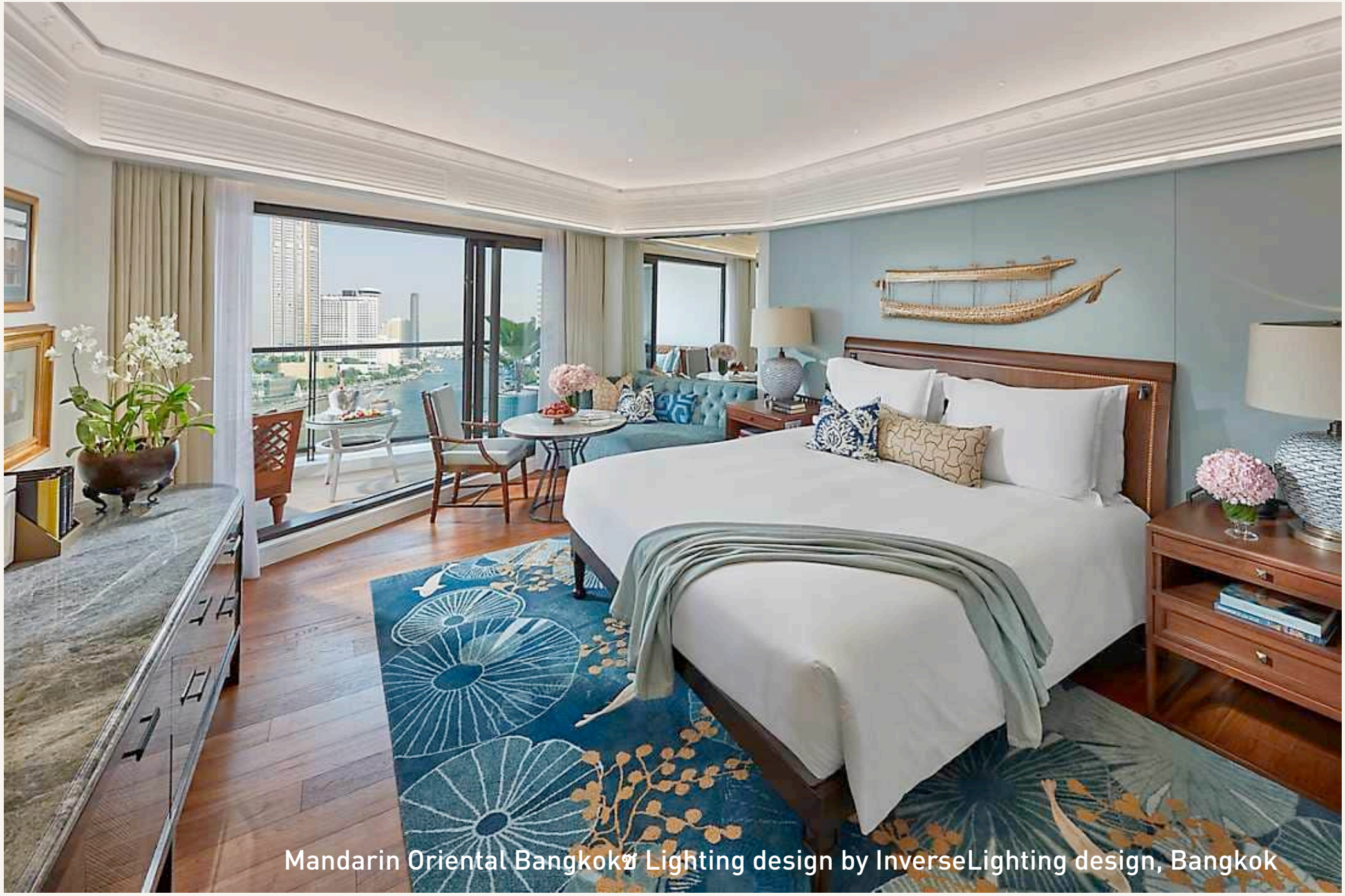
- Three Lighting Scenes with the highest, medium, and lowest average subjective ratings.
- While the 'wall-wash uplight' received the highest overall rating, it was not one of the three most preferred lightings for both purposes of the visit.

LRIC
LIGHTING RESEARCH INNOVATION CENTRE

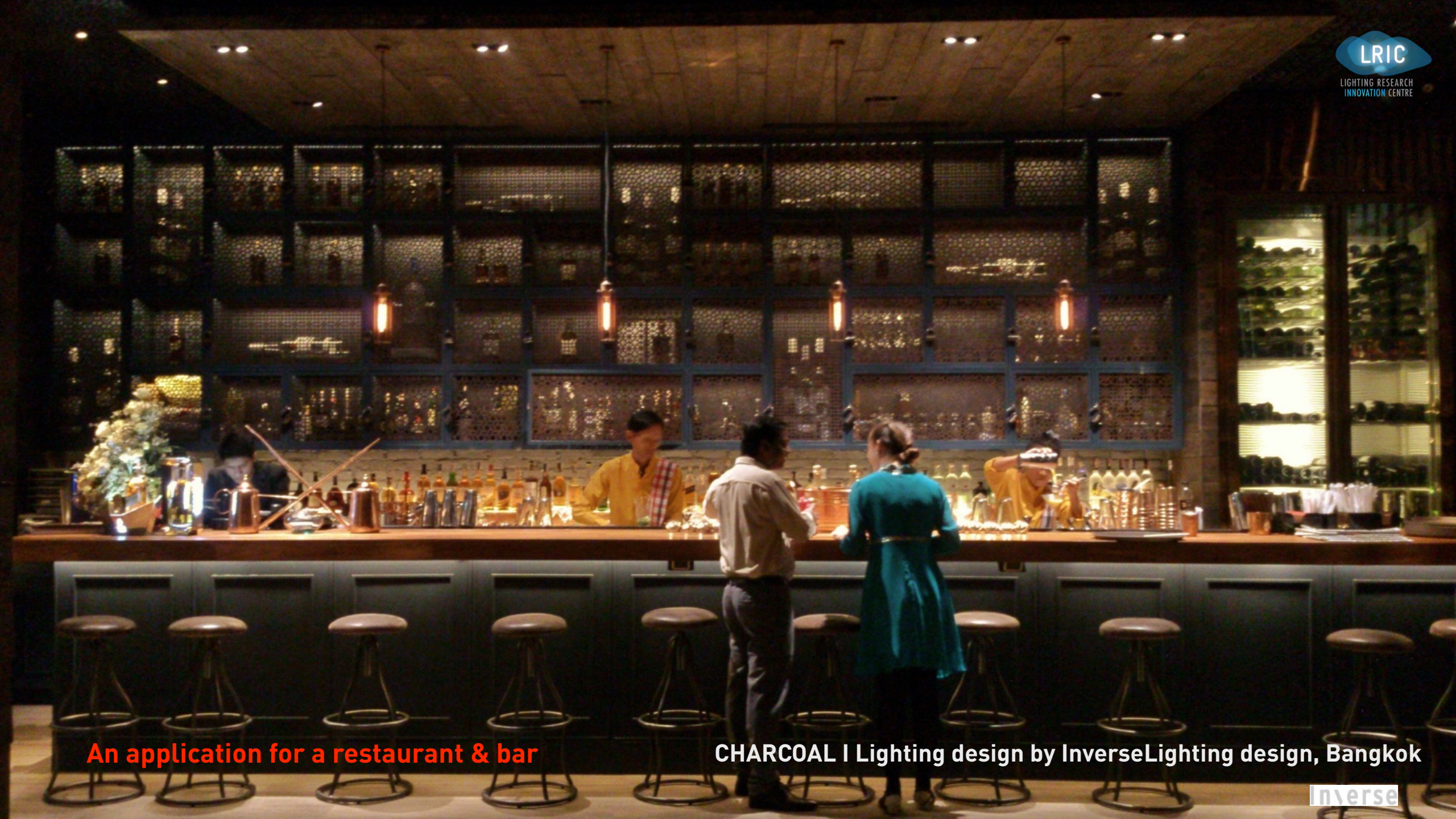
An example of application for a guest room

Overhead 2

A renovation project using cove uplight to the perimeter



Mandarin Oriental Bangkok© Lighting design by InverseLighting design, Bangkok


LRIC
LIGHTING RESEARCH
INNOVATION CENTRE
An application for a restaurant & bar
CHARCOAL I Lighting design by InverseLighting design, Bangkok
Inverse

CHARCOAL | Lighting design by InverseLighting design, Bangkok

King Mongkut's University of Technology Thonburi

LRIC LIGHTING RESEARCH INNOVATION CENTRE

E-LU

Q&A

เลือกใช้อุณหภูมิสีของแสงอย่างไรให้เหมาะสม
เลือกใช้โคมและอุปกรณ์อย่างไรให้มีประสิทธิภาพ
คำนวณค่าความส่องสว่างอย่างไร
ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการประหยัดพลังงาน
LED ประหยัดพลังงานหรือไม่?

thank you

(contact: chanyaporn.chu@kmutt.ac.th)