

ทิศทางการออกแบบอาคารตามมาตรฐานการออกแบบอาคาร WELL Building Standard เรื่องการออกแบบแสงและทิวทัศน์สำหรับพื้นที่ทำงาน



WELL Building Standard มาตรฐานการออกแบบอาคาร ที่คำนึงถึงสุขภาวะและความเป็นอยู่ที่ดีของผู้อาศัย ซึ่งมาตรฐานนี้จะต้องมีการตรวจประเมินผล ตรวจสอบประสิทธิภาพ และออกหนังสือรับรอง หลังผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด 8 ด้าน คือ

1. อากาศ (Air)
2. น้ำ (Water)
3. อาหารการกิน (Nourishment)
4. แสงและทิวทัศน์ (Light)
5. ออกกำลังกาย (Fitness)
6. ความสะดวกสบาย (Comfort)
7. สุขภาพทางด้านจิตใจ (Mind)
8. นวัตกรรม (Innovation)

โดยบทความนี้จะนำเสนอ เกณฑ์การออกแบบอาคารเรื่อง แสงและทิวทัศน์ (Light) ถึงวิธีการออกแบบปฏิบัติงานและขั้นตอนการปฏิบัติที่จำเป็นเพื่อให้ผ่านการรับรองตามมาตรฐานอาคาร WELL Building Standard โดยมาตรฐานนี้ใช้สำหรับอาคารเชิงพาณิชย์ และอาคารราชการ สามารถใช้กับ 3 ประเภทโครงการ คือ

1. อาคารใหม่และอาคารเก่า (New and Existing Buildings)
2. ภายในของอาคารใหม่และอาคารเก่า (New and Existing Interiors)
3. โครงสร้างอาคารและกรอบอาคาร (Core and Shell)

แสงและทิวทัศน์ (Light)

WELL Building Standard® for Light เป็นแนวทางการออกแบบระบบไฟฟ้าส่องสว่างมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้การทำงานของ “นาฬิกาชีวภาพ (Circadian Rhythm)” ของร่างกายให้ดำเนินไปตามปกติ เพื่อเพิ่มคุณภาพชีวิตและความสบายของการอยู่อาศัยและการนอนหลับ โดยนาฬิกาชีวภาพ หมายถึง ลักษณะทางชีววิทยาตลอด 24 ชั่วโมงของแต่ละคน ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ควบคุมการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกาย เช่น ฮอร์โมน อุณหภูมิของร่างกาย การหลับและการตื่น เป็นต้น

มาตรฐานนี้สร้างขึ้นโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ Illuminating Engineering Society (IES) เป็นกลุ่มที่สร้างข้อกำหนดด้านแสงสว่างทั่วไป และแนวทางการจัดแสงสว่างสำหรับการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของคนและสัตว์ภายในห้องทุกประเภท ทำให้มีการมองเห็นที่ดีในงานที่หลากหลาย หลีกเลี่ยงอาการปวดตา อาการปวดหัว หรือการทำงานไม่มีประสิทธิภาพ

ทฤษฎีของการเดินทางของแสงเข้าสู่ตา ผ่านเซลล์รับแสงบนเรตินา แทะกรวย และจอประสาทตาภายในเซลล์ปมประสาท (ipRGC) ส่งเป็นข้อมูลในรูปแบบของเคมีไฟฟ้าไปยังส่วนต่าง ๆ ของสมอง ช่วยให้สามารถรับรู้สี และมองเห็นสิ่งต่าง ๆ รอบตัวเราได้ แสงมีผลต่อนาฬิกาชีวภาพ เป็นตัวชี้้นำจากภายนอกส่วนจอประสาทตาภายในเซลล์ปมประสาทมีความสำคัญต่อนาฬิกาชีวภาพ คือทำหน้าที่ส่งข้อมูลไปยังส่วนต่าง ๆ ของสมองเพื่อกระตุ้นปฏิกิริยาต่อเนื่องในร่างกาย ข้อมูลจากจอประสาทตาภายในเซลล์ปมประสาทจะส่งไปยังส่วนเฉพาะของสมอง เพื่อให้ทราบเวลาในแต่ละวันตามปริมาณแสงที่ได้รับ ส่งผลต่อการทำงานในเนื้อเยื่อและอวัยวะภายนอก กระบวนการทางสรีรวิทยาหลายอย่าง รวมถึงกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการตื่นตัว การย่อยอาหาร และการนอนหลับ หากมีอาการนอนไม่หลับเรื้อรังจะส่งผลให้เกิดความเสี่ยง ด้านการเจ็บป่วยเพิ่มขึ้นด้วย เช่น โรคเบาหวาน, โรคอ้วน, ภาวะซึมเศร้า, หัวใจวาย, ความดันโลหิตสูง และโรคหลอดเลือดสมอง เป็นต้น

ตารางที่ 1 การออกแบบแสงสว่าง

คุณสมบัติแสงสว่าง	กรอบอาคาร และ โครงสร้าง	ภายในของ อาคารใหม่และ อาคารเก่า	อาคารใหม่ และ อาคารเก่า
การออกแบบแสงด้วยการมองเห็น (VISUAL LIGHTING DESIGN)			
1. การมองเห็นที่ชัดเจน (Visual Acuity for Focus)	-	P	P
2. กลยุทธ์การจัดการความสว่าง (Brightness Management Strategies)	-	P	P
การออกแบบแสงสว่างเพื่อสุขภาพ CIRCADIAN LIGHTING DESIGN			
1. ความเข้มของแสง Melanopic สำหรับพื้นที่ทำงาน (Melanopic Light Intensity for Work Areas)	-	P	P
การควบคุมแสงจ้าจากไฟฟ้าส่องสว่าง (ELECTRIC LIGHT GLARE CONTROL)			
1. การใส่อุปกรณ์บังแสงหรือตะแกรงโคมไฟลดแสงจ้า (Luminaire Shielding)	-	P	P
2. ลดขนาดแสงจ้า (Glare Minimization)	P	P	P
การควบคุมแสงจ้าจากแสงอาทิตย์ (SOLAR GLARE CONTROL)			
1. การบังแดดที่หน้าต่าง (View Window Shading)	O	P	P
2. การจัดการแสงแดดธรรมชาติ (Daylight Management)	O	P	P
การออกแบบพื้นที่ทำงานให้มีแสงจ้าน้อย (LOW-GLARE WORKSTATION DESIGN)			
1. การจัดตำแหน่งหลีกเลี่ยงแสงจ้า (Glare Avoidance)	-	O	O
คุณภาพสี (COLOR QUALITY)			
1. ดัชนีความถูกต้องของสี (Color Rendering Index ; CRI)	-	O	O
การออกแบบพื้นผิว (SURFACE DESIGN)			
1. พื้นที่การทำงานและการเรียนมีการสะท้อนแสงของพื้นผิว	-	O	O

คุณสมบัติแสงสว่าง	กรอบอาคาร และโครงสร้าง	ภายในของ อาคารใหม่และ อาคารเก่า	อาคารใหม่ และอาคาร เก่า
การควบคุมการบังและการหรี่แสงแบบอัตโนมัติ (AUTOMATED SHADING AND DIMMING CONTROLS)			
1: การควบคุมการรับแสงแดดธรรมชาติแบบอัตโนมัติ (Automated Sunlight Control)	-	○	○
2: การควบคุมการตอบสนองต่อแสงธรรมชาติ (Responsive Light Control)	-	○	○
การเข้าถึงแสงสว่าง RIGHT TO LIGHT			
1: ความเข้มแสงโดยรวม (Lease Depth)	○	○	○
2: การเข้าถึงของแสงสว่างจากหน้าต่าง (Window Access)	-	○	○
รูปแบบแสงสว่างธรรมชาติ (DAYLIGHT MODELING)			
1: การเปิดรับแสงที่ดีต่อสุขภาพ (Healthy Sunlight Exposure)	○	○	○
แสงธรรมชาติจากช่องเปิด (DAYLIGHTING FENESTRATION)			
1: ขนาดหน้าต่างสำหรับพื้นที่ทำงานและเรียน (Window Sizes for Working and Learning Spaces)	○	○	○
2: การส่องผ่านหน้าต่างในพื้นที่ทำงานและการเรียน (Window Transmittance in Working and Learning Areas)	○	○	○
3: การส่องผ่านของสีมีความสม่ำเสมอ (Uniform Color Transmittance)	○	○	○

หมายเหตุ : P คือ ข้อบังคับ (PRECONDITIONS)

○ คือ คำแนะนำเพิ่มเติม (OPTIMIZATIONS)

การออกแบบแสงที่ตามองเห็น (VISUAL LIGHTING DESIGN) ต้องมีปริมาณแสงภายในอาคารที่เพียงพอสำหรับกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การอ่านหนังสือ การพิมพ์หนังสือ สื่อสิ่งพิมพ์ หรืองานที่เน้นรายละเอียด ปริมาณแสงช่วยให้สามารถมองเห็นเป็นบริเวณโดยกว้าง เมื่อพิจารณาพื้นที่ทำงานต้องมีปริมาณแสงไม่มากเกินไปหรือน้อยเกินไป ส่วนใหญ่ปริมาณแสงที่เพียงพอสำหรับการทำงานทั่วไปอยู่ที่ประมาณ 300 ลักซ์

ตารางที่ 2 การออกแบบแสงที่ตามองเห็น (VISUAL LIGHTING DESIGN)

จุดประสงค์ : เพื่อส่งเสริมการมองเห็นด้วยการกำหนดระดับแสงที่เหมาะสมและความสม่ำเสมอของความสว่างทั้งพื้นที่ภายในและภายนอกอาคาร	กรอบอาคารและโครงสร้าง	ภายในอาคารใหม่และเก่า	อาคารใหม่และอาคารเก่า
ส่วนที่ 1 : การมองเห็นที่ชัดเจน (Visual Acuity for Focus)	-	P	P
ส่วนที่ 2 : กลยุทธ์การจัดการความสว่าง (Brightness Management Strategies)	-	P	P

หมายเหตุ :

ส่วนที่ 1 พื้นที่ทำงานหรือโต๊ะทำงาน มีข้อกำหนดการออกแบบดังต่อไปนี้

- 1) การอาศัยแสงจากธรรมชาติ ความเข้มแสงเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 215 ลักซ์ (วัดที่ระดับ 0.76 เมตร จากพื้นแต่ละชั้น) แสงสว่างอาจมีหรือไม่มี แต่ยังคงอยู่ในระดับที่สามารถทำงานได้
- 2) การใช้แสงจากธรรมชาติจากช่องเปิดอาคาร สามารถให้แสงสว่างครอบคลุมเป็นบริเวณกว้างขนาดไม่เกิน 46.5 ตารางเมตร หรือ 20% ของพื้นที่เปิดโล่งของห้อง
- 3) หากแสงธรรมชาติ มีความเข้มแสง ต่ำกว่า 300 ลักซ์ ระบบจะตั้งค่าให้ไฟฟ้าส่องสว่างในพื้นที่ทำงาน ให้มีความเข้มแสง 300 ลักซ์ ถึง 500 ลักซ์

ส่วนที่ 2 กลยุทธ์การจัดการความสว่าง มีการพิจารณาอย่างน้อยสองอย่างต่อไปนี้

- 1) ความแตกต่างของความสว่างสูงสุด ระหว่างพื้นที่ใช้สอยหลักและพื้นที่ใช้สอยรอง เช่น ทางเดินและบันได ไม่ควรสว่างต่างกันเกิน 10 เท่า
- 2) ความแตกต่างของแสงระหว่างผนังที่อยู่ติดกัน ไม่ควรสว่างต่างกันเกิน 3 เท่า
- 3) ความแตกต่างของแสงระหว่างพื้นที่ทำงาน และบริเวณใกล้เคียงที่ไม่ได้อยู่ติดกัน แต่อยู่ห้องเดียวกัน ไม่ควรสว่างต่างกันเกิน 10 เท่า
- 4) ความสว่างของเพดานห้อง ควรสม่ำเสมอ จุดมืดและจุดสว่างของเพดานในห้องเดียวกันไม่ควรต่างกันเกิน 10 เท่า

การออกแบบแสงสว่างเพื่อสุขภาพ (CIRCADIAN LIGHTING DESIGN) แสงเป็นหนึ่งในตัว

ขับเคลื่อนหลักของนาฬิกาชีวภาพ ซึ่งเริ่มจากสมองควบคุมจังหวะการเคลื่อนไหวของร่างกาย เนื้อเยื่อและอวัยวะที่มีผลต่อระดับฮอร์โมนและรอบการนอนหลับ นาฬิกาชีวภาพถูกเชื่อมต่อกับสัญญาณต่าง ๆ รวมถึงแสงสว่าง ซึ่งร่างกายตอบสนองผ่านทาง การรับแสงจากเซลล์เรตินาของปมประสาทไวแสง (ipRGCs) แสงที่มีความถี่สูงและความเข้มแสงสูงจะเพิ่มความตื่นตัว ในทางตรงข้ามความถี่ต่ำและความเข้มแสงต่ำร่างกายจะขาดการตื่นตัวและลดอัตราการใช้พลังงานในร่างกาย เตรียมพร้อมสำหรับการพักผ่อนผลกระทบทางชีวภาพของแสงต่อมนุษย์นั้น

ตารางที่ 3 การออกแบบ CIRCADIEN LIGHTING DESIGN

จุดประสงค์ : เพื่อส่งเสริมสุขภาพให้มึนาฬิกาชีวิตที่ดี โดยการกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำสำหรับความเข้มแสงในเวลากลางวัน	กรอบอาคารและโครงสร้าง	ภายในอาคารใหม่และเก่า	อาคารใหม่และอาคารเก่า
ส่วนที่ 1 : ความเข้มแสง Melanopic สำหรับพื้นที่ทำงาน (Melanopic Light Intensity for Work Areas)	-	P	P

หมายเหตุ :

แบบจำลองแสงสว่างหรือการคำนวณแบบแสง ต้องมีคุณสมบัติตรงตามข้อกำหนดอย่างน้อยหนึ่งข้อต่อไปนี้

- 1) มากกว่า 75% ของพื้นที่ทำงาน จะมีความเข้มแสง Equivalent Melanopic Lux (EML) อย่างน้อย 200 ลักซ์ ตัววัดบนระนาบแนวตั้งหันไปข้างหน้า 1.2 เมตร เหนือพื้นของแต่ละชั้น เพื่อจำลองมุมมองของผู้พักอาศัย ระดับแสงนี้อาจวัดรวมกับแสงธรรมชาติที่ให้แสงสว่างได้อย่างน้อย ตั้งแต่ 9:00 น. ถึง 13:00 น. ทุกวันตลอดทั้งปี
- 2) สำหรับพื้นที่ทำงานทั้งหมด ไฟฟ้าส่องสว่างควรให้ความสว่างคงที่ และมีความเข้มแสง EML ตั้งแต่ 150 ลักซ์ ขึ้นไป

การควบคุมแสงจ้าจากไฟฟ้าส่องสว่าง (ELECTRIC LIGHT GLARE CONTROL) ไฟส่องสว่างภายในอาคารแบบไม่มีโคมไฟกระจายแสงจะทำให้แสงสว่างไม่สม่ำเสมอ ซึ่งแสงจ้าเกิดจากแหล่งกำเนิดแสงมีความสว่างและปริมาณความเข้มแสงมากเกินไป หรือเกิดจากแสงสะท้อนโดยตรง ทำให้เกิดความรู้สึกไม่สบายตา ดวงตาเมื่อยล้า มองเห็นภาพไม่เต็มประสิทธิภาพ หรืออาจเกิดการบาดเจ็บที่ดวงตา เป็นต้น ในกรณีที่แสงจ้าเกิดจากไฟฟ้าส่องสว่างในอาคาร ควรใช้อุปกรณ์บังแสงหรือตะแกรงโคมไฟเพื่อป้องกันการเกิดแสงจ้า

ตารางที่ 4 การควบคุมแสงจ้าจากไฟฟ้าส่องสว่าง (ELECTRIC LIGHT GLARE CONTROL)

จุดประสงค์ : เพื่อลดแสงจ้าโดยตรงและแสงจ้าเหนือศีรษะ โดยการกำหนดค่าความเข้มการส่องสว่างของโคมไฟ	กรอบอาคาร และโครงสร้าง	ภายในอาคาร ใหม่และเก่า	อาคารใหม่ และอาคารเก่า
ส่วนที่ 1 : การใส่อุปกรณ์บังแสงหรือตะแกรงโคมไฟลดแสงจ้า (Luminaire Shielding)	-	P	P
ส่วนที่ 2 : ลดขนาดแสงจ้า (Glare Minimization)	P	P	P

หมายเหตุ :

ส่วนที่ 1 โคมไฟในพื้นที่ที่มีการใช้งานเป็นประจำจะต้องกำหนดมุมของอุปกรณ์บังแสงต่อไปนี้

- 1) หากมีค่าความส่องสว่างน้อยกว่า 20,000 cd/m² (รวมถึงแหล่งที่สะท้อน) ไม่ต้องมีอุปกรณ์บังแสง
- 2) หากมีค่าความส่องสว่าง 20,000 ถึง 50,000 cd/m² ต้องมีอุปกรณ์บังแสงทำมุม 15 ° กับระนาบตั้งฉากของเพดาน
- 3) หากมีค่าความส่องสว่าง 50,000 ถึง 500,000 cd/m² ต้องมีอุปกรณ์บังแสงทำมุม 20 ° กับระนาบตั้งฉากของเพดาน
- 4) หากมีค่าความส่องสว่างมากกว่าหรือเท่ากับ 500,000 cd/m² ต้องมีอุปกรณ์บังแสงทำมุม 30 ° กับระนาบตั้งฉากของเพดาน

ส่วนที่ 2 พื้นที่ทำงานจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดต่อไปนี้

โคมไฟที่อยู่เหนือจุดศูนย์กลางของพื้นที่ทำงาน และทำมุมมากกว่า 53 ° กับพื้นห้อง ต้องมีความส่องสว่างน้อยกว่า 8,000 cd/m²

การควบคุมแสงจ้าจากแสงอาทิตย์ (SOLAR GLARE CONTROL) แสงสว่างธรรมชาติในแต่ละวันส่งผลต่อการมีสุขภาพทั้งด้านดีและไม่ดี เมื่อทัศนวิสัยในการมองเห็นมีระดับความสว่างไม่เท่ากัน อาจทำให้เกิดความเมื่อยล้าทางสายตา ความไม่สบายตาจากการกระเจิงของแสงภายในดวงตา และการสร้าง “ม่านแสง (Veil)” ช่วยลดความเข้มของแสงที่เข้าสู่จอประสาทตาได้ การเกิดแสงจ้าภายในอาคาร ส่วนใหญ่เกิดจากแสงแดดสะท้อนกับพื้นผิวของผนังหรืออุปกรณ์ภายในอาคารสะท้อนเข้าสู่ดวงตาโดยตรง

ตารางที่ 5 การควบคุมแสงจ้าจากแสงอาทิตย์ (SOLAR GLARE CONTROL)

จุดประสงค์ : เพื่อหลีกเลี่ยงแสงจ้าจากดวงอาทิตย์โดยป้องกันแสงหรือลดการสะท้อนโดยตรงของแสงแดดออกจากผู้อยู่อาศัย	กรอบอาคารและโครงสร้าง	ภายในอาคารใหม่และเก่า	อาคารใหม่และอาคารเก่า
ส่วนที่ 1 : การบังแดดที่หน้าต่าง	O	P	P
ส่วนที่ 2 : การจัดการแสงแดดธรรมชาติ	O	P	P

หมายเหตุ :

ส่วนที่ 1 พิจารณากระจกทั้งหมดที่มีความสูงจากพื้นน้อยกว่า 2.1 เมตร โดยเลือกพิจารณาอย่างน้อยหนึ่งอย่างต่อไปนี้

- 1) อุปกรณ์บังแดดสำหรับหน้าต่างจากภายในอาคาร เช่น การติดตั้งมู่ลี่ที่สามารถควบคุมปริมาณแสงที่ผ่านเข้ามาได้
- 2) อุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคารที่ติดตั้งเพื่อป้องกันแสงสะท้อน
- 3) กระจกทึบแสงชนิดปรับระดับความทึบได้ เช่น กระจกไฟฟ้าที่สามารถลดการส่งผ่านของแสงได้ 90% ขึ้นไป

ส่วนที่ 2 พิจารณากระจกทั้งหมดที่มีความสูงจากพื้นทำงาน น้อยกว่า 2.1 เมตร โดยเลือกพิจารณาอย่างน้อยหนึ่งอย่างต่อไปนี้

- 1) อุปกรณ์บังแดดสำหรับหน้าต่างจากภายในอาคาร เช่น การติดตั้งมู่ลี่ที่สามารถควบคุมปริมาณแสงที่ผ่านเข้ามาได้
- 2) อุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคารที่ติดตั้งเพื่อป้องกันแสงสะท้อน
- 3) ระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคาร ควรออกแบบให้มีการสะท้อนแสงไปที่เพดาน
- 4) การติดฟิล์มที่กระจกบานเล็กเหนือหน้าต่างด้วยฟิล์มเปลี่ยนทิศทางแสงเพื่อให้แสงธรรมชาติสะท้อนขึ้นส่องที่เพดาน
- 5) กระจกทึบแสงชนิดปรับระดับความทึบได้ เช่น กระจกไฟฟ้าที่สามารถลดการส่งผ่านของแสงได้ 90% ขึ้นไป

การออกแบบพื้นที่ทำงานให้มีแสงจ้าน้อย (LOW-GLARE WORKSTATION DESIGN) แสงจ้าเกิดขึ้นบ่อยครั้งเมื่อแสงจากหลอดไฟหรือแสงธรรมชาติที่มากเกินไป เกิดการสะท้อนกับพื้นผิวที่มันวาวที่มีตำแหน่งที่ไม่ดีผ่านช่องว่างของหน้าต่างบริเวณใกล้เคียง เกิดความรู้สึกไม่สบายตา ซึ่งที่อาจเป็นอุปสรรคการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ การปรับมุมให้แสงไม่ตกกระทบชนกับพื้นผิวมันวาว ช่วยลดการสะท้อนของแสงได้

ตารางที่ 6 การออกแบบพื้นที่ทำงานให้มีแสงจ้าน้อย (LOW-GLARE WORKSTATION DESIGN)

จุดประสงค์ : เพื่อลดความรู้สึกรู้สึกไม่สบายตาในระหว่างการทำงานในพื้นที่ทำงาน โดยใช้วิธีเปลี่ยนทิศทางการวางจอคอมพิวเตอร์ให้หลีกเลี่ยงแสงจ้าและความแตกต่างของแสง	กรอบอาคารและโครงสร้าง	ภายในอาคารใหม่และเก่า	อาคารใหม่และอาคารเก่า
ส่วนที่ 1: การจัดตำแหน่งหลีกเลี่ยงแสงจ้า (Glare Avoidance)	-	○	○

หมายเหตุ :

ส่วนที่ 1 มีข้อกำหนดดังต่อไปนี้

- 1) หน้าจอคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องที่โต๊ะทำงาน ควรห่างออกมาจากช่องแสงที่กรอบอาคารเป็นระยะ 4.5 เมตร เพื่อลดแสงสะท้อนที่เกิดจากแสงแดดที่ส่องเข้ามาที่จอ และหน้าต่างควรทำมุม 20 ° ในระนาบตั้งฉากกับระนาบสายตา
- 2) หน้าจอคอมพิวเตอร์ไม่ควรหันไปทางโคมไฟเหนือศีรษะ

คุณภาพสี (COLOR QUALITY) สืบเนื่องจากสเปกตรัมของแหล่งกำเนิดแสง สเปกตรัมเกิดการดูดกลืน หรือการสะท้อนจากวัตถุเข้าสู่ดวงตา โดยคุณภาพในการมองเห็นภาพสีมีผลต่อความตึงเครียดของสายตา สามารถเบี่ยงเบนสายตาไปมอง จนทำให้ไม่สบายตาได้ หรือขาดความแม่นยำในการมองเห็นสีของวัตถุ มองเห็นสีผิดเพี้ยน เห็นเป็นสีที่ไม่สดใสจากผลของแสงสว่างจากหลอดไฟที่มีคุณภาพสีต่ำ ซึ่งวิธีการทั่วไปในการวัดคุณภาพสีของหลอดไฟ คือการวัดดัชนีความถูกต้องของสี (Color Rendering Index ; CRI) ซึ่งสามารถวัดความผิดเพี้ยนของสีของวัตถุจากความเป็นจริง มีค่าตั้งแต่ 0-100 โดยค่า CRI ควรค่าสูง การวัด CRI แบ่ง 2 ประเภทคือดัชนีสีที่ปรากฏทั่วไป (R1-R8) และดัชนีสีที่ปรากฏพิเศษ (R9, R10, R14)

ตารางที่ 7 คุณภาพสี (COLOR QUALITY)

จุดประสงค์ : เพื่อเพิ่มความสวยงามในพื้นที่และเห็นความแตกต่างของสีอย่างชัดเจนถูกต้อง ด้วยการใช้หลอดไฟที่มีคุณภาพด้านการแสดงผลของสี	กรอบอาคารและโครงสร้าง	ภายในอาคารใหม่และเก่า	อาคารใหม่และอาคารเก่า
ส่วนที่ 1 : ดัชนีความถูกต้องของสี (Color Rendering Index ; CRI)	-	○	○

หมายเหตุ :

ส่วนที่ 1 เพื่อให้เห็นภาพสีไม่มีสีผิดเพี้ยน และเพิ่มความสบายตาให้กับผู้อยู่อาศัย (ยกเว้นการตกแต่งติดตั้งไฟฉุกเฉินและไฟพิเศษอื่น ๆ) ควรออกแบบตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

- 1) ดัชนีความถูกต้องของสี (CRI) สำหรับ R1-R8 มีค่า 80 ขึ้นไป
- 2) ดัชนีความถูกต้องของสี (CRI) สำหรับ R9 มีค่า 50 ขึ้นไป

การออกแบบพื้นผิว (SURFACE DESIGN) การเปิดรับแสงจากช่องแสงของอาคารส่งผลต่อระบบนาฬิกาชีวภาพ โดยทั่วไปการรับแสงเกิดจากการรับแสงโดยตรงจากแหล่งกำเนิดแสง และรับแสงทางอ้อมจากแสงที่สะท้อนพื้นผิววัตถุภายในอาคาร หากพิจารณาแสงสว่างภายในอาคารที่พบส่วนใหญ่ คือ แสงสะท้อน ดังนั้นคุณภาพของพื้นผิววัตถุในอาคารจึงส่งผลต่อแสงปริมาณแสงด้วย พื้นผิวที่มีค่าการสะท้อนแสง (Light Reflectance Values ; LRV) ต่ำจะส่งผลให้แสงโดยรวมลดลง และการเลือกพื้นผิวของวัตถุที่มีค่า LRV สูงขึ้น เป็นการจัดการแสงที่ดี ให้ได้รับแสงเพียงพอโดยไม่ต้องเพิ่มการใช้พลังงานของไฟฟ้าแสงสว่าง

ตารางที่ 8 คุณสมบัติการออกแบบพื้นผิว (SURFACE DESIGN)

จุดประสงค์ : เพื่อเพิ่มความสว่างโดยรวมของห้อง ผ่านแสงสะท้อนจากพื้นผิวห้องหรือวัตถุในห้องและหลีกเลี่ยงแสงจ้า	กรอบอาคารและโครงสร้าง	ภายในอาคารใหม่และเก่า	อาคารใหม่และอาคารเก่า
<u>ส่วนที่ 1</u> : การสะท้อนแสงของพื้นผิวสำหรับพื้นที่ทำงานและการเรียนรู้ (Working and Learning Area Surface Reflectivity)	-	○	○

หมายเหตุ :

ส่วนที่ 1 ค่าการสะท้อนแสง (LRV) มีข้อกำหนดดังต่อไปนี้

- 1) อย่างน้อย 80% ของฝ้าเพดานในพื้นที่ที่ใช้ทำงานเป็นประจำ ควรมีค่าเฉลี่ย LRV เท่ากับ 0.8 ขึ้นไป
- 2) อย่างน้อย 50% ของพื้นที่ผนังในแนวตั้ง มีค่าเฉลี่ย LRV เท่ากับ 0.7 (70%) ขึ้นไป
- 3) 50% ของพื้นที่ผิวบริเวณใกล้เคียงที่มองเห็นได้โดยตรงจากพื้นที่ที่ใช้งานเป็นประจำ รวมถึงเฟอร์นิเจอร์ที่ได้รับแสงจากช่องหน้าต่าง มีค่าเฉลี่ย LRV เท่ากับ 0.5 (50%) ขึ้นไป

การควบคุมการบังและการหรี่แสงแบบอัตโนมัติ (AUTOMATED SHADING AND DIMMING CONTROLS) การติดตั้งระบบปรับความสว่างของกระจกหน้าต่างและการปรับความสว่างด้วยสวิตช์หรือไฟเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้าส่องสว่างมีการควบคุมการทำงานอัตโนมัติอย่างต่อเนื่อง โดยสามารถ

ใช้ได้หลากหลายรูปแบบ เช่น การหลีกเลี่ยงแสงจ้า และลดพลังงานในการใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง ซึ่งจะช่วยให้เกิดความสะดวกรสบายแก่ผู้พักอาศัยในอาคาร

ตารางที่ 9 คุณสมบัติการควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารอัตโนมัติ (AUTOMATED SHADING AND DIMMING CONTROLS)

จุดประสงค์ : เพื่อป้องกันการเกิดแสงสะท้อน และเพิ่มการพึ่งพาแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคาร ผ่านการใช้แผงบังแดดและการหรี่แสงสว่างจากหลอดไฟฟ้าอัตโนมัติ	กรอบอาคารและโครงสร้าง	ภายในอาคารใหม่และเก่า	อาคารใหม่และอาคารเก่า
ส่วนที่ 1 : การควบคุมการรับแสงแดดธรรมชาติแบบอัตโนมัติ (Automated Sunlight Control)	-	○	○
ส่วนที่ 2 : การควบคุมการตอบสนองต่อแสงธรรมชาติ (Responsive Light Control)	-	○	○

หมายเหตุ :

ส่วนที่ 1 ขนาดหน้าต่างที่ใหญ่กว่า 0.55 ตารางเมตรทุกบาน ต้องมีอุปกรณ์บังแดดที่ทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อเซ็นเซอร์ตรวจจับแสงระบุว่าแสงแดด สามารถทำให้เกิดแสงจ้าที่พื้นที่ทำงานและบริเวณที่นั่งอื่น ๆ ได้

ส่วนที่ 2 มีข้อกำหนดดังต่อไปนี้

- 1) ไฟฟ้าแสงสว่างทั้งหมดต้องมีการติดตั้งเซ็นเซอร์ตรวจจับ พร้อมโปรแกรมตรวจจับการใช้งานอาคารโดยอัตโนมัติ โดยจะหรี่ไฟลงไปที่ 20% หรือปิด เมื่อไม่มีใครอยู่ในบริเวณนั้น ยกเว้นการติดตั้งไฟประเภทไฟตกแต่ง
- 2) ไฟฟ้าแสงสว่างทั้งหมดต้องมีการตั้งโปรแกรมให้หรี่แสงแบบอัตโนมัติอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา โดยตอบสนองต่อแสงแดดธรรมชาติด้านนอกที่ส่องเข้ามาภายในอาคาร ยกเว้นการติดตั้งไฟประเภทไฟตกแต่ง

การเข้าถึงแสงสว่าง (RIGHT TO LIGHT) การได้รับแสงแดดในระดับที่เพียงพอเป็นสิ่งสำคัญกับสุขภาพ ส่งผลต่อความสบายตา ไปจนถึงศักยภาพในการทำงาน ควรสามารถรับแสงแดดจากภายนอกได้ง่าย อยู่ไม่ไกลจากหน้าต่างมากเกินไป เห็นวิวทิวทัศน์ภายนอกอาคารให้ทราบว่าเป็นกลางวันหรือกลางคืน และการออกแบบแสงสว่างหลักของอาคารในเวลากลางวันควรใช้แสงสว่างจากธรรมชาติให้ได้มากที่สุด

ตารางที่ 10 คุณสมบัติของการเข้าถึงแสงสว่าง (RIGHT TO LIGHT)

จุดประสงค์ : เพื่อเพิ่มการสัมผัสกับแสงแดดในแต่ละวันของผู้พักอาศัย และสร้างมุมมองและวิวทิวทัศน์ของผู้พักอาศัยเมื่อมองจากพื้นที่ทำงาน โดยการกำหนดระยะความห่างจากหน้าต่างหรือห้องโถง	กรอบอาคารและโครงสร้าง	ภายในอาคารใหม่และเก่า	อาคารใหม่และอาคารเก่า
ส่วนที่ 1: ความเข้มแสงโดยรวม (Lease Depth)	○	○	○
ส่วนที่ 2 : การเข้าถึงของแสงสว่างจากหน้าต่าง (Window Access)	-	○	○

หมายเหตุ :

ส่วนที่ 1 มีข้อกำหนดในการออกแบบดังต่อไปนี้

- 1) 75% ของพื้นที่ทำงานทั้งหมด อยู่ห่างจากหน้าต่างไม่เกินระยะ 7.5 เมตร สามารถมองเห็นวิวทิวทัศน์ด้านนอกได้

ส่วนที่ 2 ตรงตามเงื่อนไขต่อไปนี้:

- 1) 75% ของพื้นที่ทำงานทั้งหมด อยู่ห่างจากจากโถงไม่เกินระยะ 7.5 เมตร หรือสามารถมองเห็นวิวทิวทัศน์ด้านนอกได้
- 2) 95% ของพื้นที่ทำงานทั้งหมด อยู่ห่างจากจากโถงไม่เกินระยะ 12.5 ม. หรือสามารถมองเห็นวิวทิวทัศน์ด้านนอกได้

รูปแบบแสงสว่างธรรมชาติ (DAYLIGHT MODELING) การเปิดรับแสงธรรมชาติในปริมาณที่เหมาะสม การจัดตำแหน่งของผู้อาศัย และลดการพึ่งพาไฟฟ้าส่องสว่าง โดยการต้องควบคุมการเกิดแสงจ้าจากภายนอกตลอดทั้งวันอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผู้อาศัยได้รับประโยชน์จากการเปิดรับแสงของทุกฤดูกาล และต้องหาสมดุลระหว่าง Spatial Daylight Autonomy (SDA) ซึ่งเป็นร้อยละของพื้นที่ที่ได้รับแสงแดดเพียงพอและแสงแดดประจำปี (ASE) ซึ่งเป็นร้อยละของพื้นที่ที่ได้รับแสงแดดโดยตรงมาก

ตารางที่ 11 คุณสมบัติของรูปแบบแสงสว่างธรรมชาติ (DAYLIGHT MODELING)

จุดประสงค์ : เพื่อส่งเสริมให้ผู้พักอาศัยมีสุขภาพร่างกายและจิตใจที่ดี โดยการกำหนดเกณฑ์สำหรับการเปิดรับแสงธรรมชาติจากภายนอกเข้าสู่อาคาร	กรอบอาคารและโครงสร้าง	ภายในอาคารใหม่และเก่า	อาคารใหม่และอาคารเก่า
ส่วนที่ 1: การเปิดรับแสงที่ดีต่อสุขภาพ (Healthy Sunlight Exposure)	○	○	○

หมายเหตุ :

ส่วนที่ 1 มีเงื่อนไขของรูปแบบแสงสว่างธรรมชาติดังนี้

- 1) Spatial Daylight Autonomy (SDA 300, 50%) คือ จะได้รับแสงแดดอย่างน้อย 300 ลักซ์ เป็นเวลาอย่างน้อย 50% ของชั่วโมงการทำงานในแต่ละปี 55% ของพื้นที่ทั้งหมด
- 2) การได้รับแสงแดดประจำปี (ASE 1,000, 250) คือ สามารถรับแสงได้มากกว่า 1,000 ลักซ์ เป็น 250 ชั่วโมงในแต่ละปี และไม่เกิน 10% ของพื้นที่ทั้งหมด

แสงธรรมชาติจากช่องเปิด (Daylighting Fenestration) การได้รับแสงจากธรรมชาติ สามารถเพิ่มความรู้สึกตื่นตัวและทำให้สุขภาพโดยรวมดีขึ้นได้ โดยต้องรับแสงที่เหมาะสมในเวลากลางวันต้องมีการออกแบบอาคารอย่างระมัดระวังในเรื่องของหน้าต่างและกระจก เพื่อไม่ให้เกิดแสงจ้าและความร้อนที่มากเกินไป ซึ่งการออกแบบหน้าต่างเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้ผู้อาศัยได้รับแสงสว่างเพียงพอ ไม่เกิดผลกระทบต่อทางสรีรวิทยา และความสมดุลในร่างกาย

ตารางที่ 12 คุณสมบัติแสงธรรมชาติจากช่องเปิด (Daylighting Fenestration)

จุดประสงค์ : เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพจากการเปิดช่องรับแสงให้ผู้อาศัยในเวลากลางวัน และจำกัดแสงจ้าผ่านการปรับช่องแสง	กรอบอาคารและโครงสร้าง	ภายในอาคารใหม่และเก่า	อาคารใหม่และอาคารเก่า
ส่วนที่ 1: ขนาดหน้าต่างสำหรับพื้นที่ทำงานและเรียน (Window Sizes for Working and Learning Spaces)	○	○	○
ส่วนที่ 2 : การส่องผ่านหน้าต่างในพื้นที่ทำงานและการเรียน (Window Transmittance in Working and Learning Areas)	○	○	○

จุดประสงค์ : เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพจากการเปิดช่องรับแสงให้ผู้อยู่อาศัยในเวลากลางวัน และจำกัดแสงจ้าผ่านการปรับช่องแสง	กรอบอาคารและโครงสร้าง	ภายในอาคารใหม่และเก่า	อาคารใหม่และอาคารเก่า
ส่วนที่ 3 : การส่องผ่านของสีมีความสม่ำเสมอ (Uniform Color Transmittance)	○	○	○

หมายเหตุ :

ส่วนที่ 1 มีเงื่อนไขดังต่อไปนี้

- อัตราส่วนพื้นที่กระจกต่อผนังภายนอกทั้งหมดควรมีค่า 20% ถึง 60% ของผนัง และถ้าหากมีอัตราส่วนมากกว่า 40% ของพื้นที่ทั้งหมดต้องมีการปรับปรุง โดยการเพิ่มแผงบังแดดภายนอกหรือปรับความทึบของกระจก เพื่อควบคุมความร้อนและแสงจ้าที่ไม่ต้องการ
- พื้นที่กระจกระหว่าง 40% ถึง 60% ควรอยู่เหนือพื้นอย่างน้อย 2.1 เมตร

ส่วนที่ 2 เงื่อนไขการส่องผ่าน (visible transmittance ; VT)

- กระจกทั้งหมด (ไม่รวมสกายไลท์) ที่อยู่สูงกว่า 2.1 เมตร จากพื้น ควรมีค่า VT เท่ากับ 60% ขึ้นไป
- กระจกทั้งหมดที่อยู่สูงไม่เกิน 2.1 เมตร จากพื้น ควรมีค่า VT 50 ขึ้นไป

ส่วนที่ 3 หน้าต่างทั้งหมดที่ใช้การรับแสงธรรมชาติตามฤดูกาล มีคุณสมบัติตรงตามข้อกำหนดต่อไปนี้

- ค่าการส่องผ่านของแสงที่สามารถมองเห็นได้ที่มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 400 และ 650 นาโนเมตร ไม่ควรมีค่าต่างกันเกิน 2 เท่า