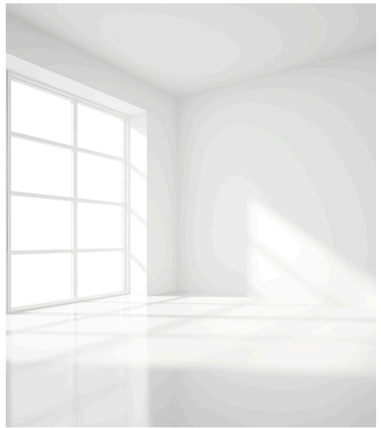
การออกแบบและการจำลองสภาพแสงสว่าง

ทฤษฎีพื้นฐานแสงสว่าง

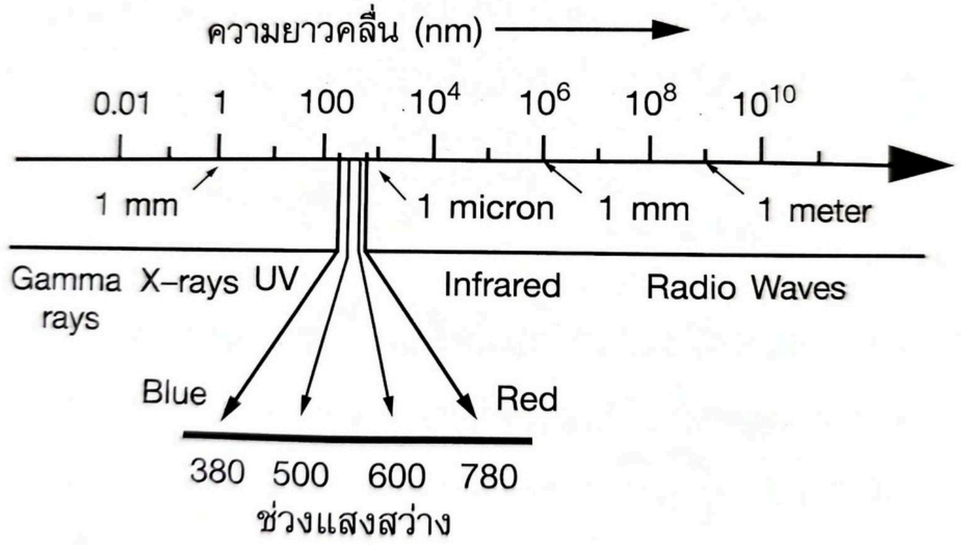
ลักษณะแสงของสีและวัตถุที่แสงตกกระทบที่มีผลในการออกแบบ และอุณหภูมิสี (**Color temperature**) และค่าดัชนีการให้สีของแสงสว่าง (**Color Rendering Index**) การมองเห็น (**The Eye and Brain**) ความสามารถในการมองเห็นของมนุษย์ และประสิทธิภาพทางการมองเห็น (**Visual Performance**) การพัฒนาและนำมาใช้ในการให้ความสว่างแก่อาคารและสถาปัตยกรรม

- แสงสว่าง
- หน่วยแสงสว่าง
- พฤติกรรมของแสง
- สีของแสง
- อุณหภูมิสี
- การมองเห็น
- การสร้างสภาพแวดล้อมการส่องสว่าง
- แหล่งกำเนิดแสง

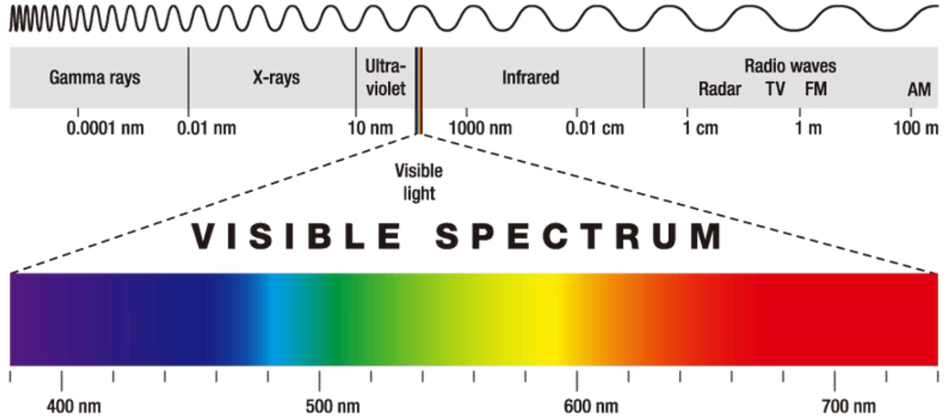


แสงสว่าง

แสงเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งของการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาของมนุษย์ ช่วงความยาวคลื่นที่ตามองเห็นเป็นช่วงที่มีความแคบ เมื่อเปรียบเทียบกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั้งหมด โดยความยาวคลื่นแสงอยู่ในช่วงระหว่าง **380** ถึง **780 nm**(นาโนเมตร)
สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าครอบคลุมช่วงกว้างตั้งแต่ คลื่นวิทยุ **(Radio Waves)** ไปจนถึงคลื่น **x-ray**



ความยาวคลื่นของแสงสว่างประกอบด้วยสเปกตรัมของสีหลายสีที่เกิดจากความถี่และความยาวคลื่นของการแผ่รังสีที่แตกต่างกัน ซึ่งพลังงานช่วงดังกล่าวนี้เท่านั้นที่จะช่วยให้เกิดการมองเห็น พลังงานในส่วนที่มองเห็นจะมีการกระตุ้นของพลังงานกับดวงตาปกติ และการที่เราสามารถเห็นวัตถุเป็นสีต่างๆนั้น เกิดจากที่วัตถุตอบสนองต่อสเปกตรัมที่ความยาวช่วงคลื่นใดค่าหนึ่ง ตังแสดงในรูป



ที่มา: แสงสว่างในงานสถาปัตยกรรม, รศ.ดร.ยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล

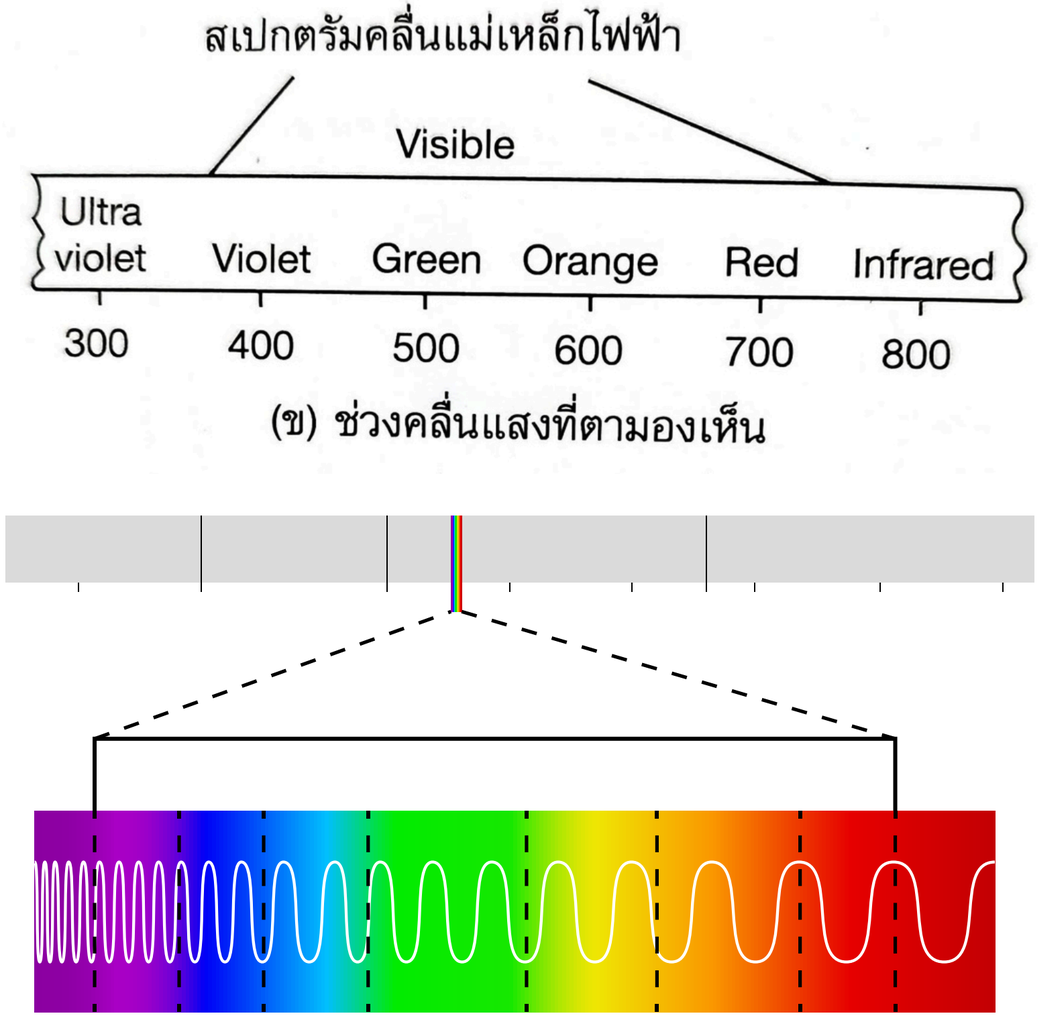
แสงสว่าง

แสงที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดที่แตกต่างกันจะให้สีที่แตกต่างกัน

แสงสว่างที่คนมองเห็น ประกอบด้วย ความยาวของแสงที่ต่างกัน นิวตันเป็นผู้ค้นพบว่าความยาวของแสงแต่ละช่วง ผลิตสีของแสงที่ต่างกัน ตั้งแต่สีแดงที่มีความยาวคลื่นยาวที่สุดของช่วงคลื่นแสงที่ตามองเห็น จนถึงสีม่วงที่มีความยาวคลื่นสั้นสุดในช่วงคลื่นแสงที่ตามองเห็น

ดังแสดงในรูป อุณหภูมิสีของแสงและความอุ่นและความเย็น ขึ้นอยู่กับปริมาณสัดส่วนของสีต่างๆ

ตัวอย่างเช่น หลอดไฟแบบไส้มักจะผลิตคลื่นแสงที่มีความยาวในช่วงที่สัมพันธ์กับสีแดงและส้ม ดังนั้นแสงที่ออกมาจะมีความอุ่น ถ้าตามองเห็นแสงในทุกความยาวขึ้นพร้อมกัน ดวงตาเราจะไม่สามารถแบ่งแยกสีต่างๆในเวลาเดียวกันได้ และสมองจะรับรู้แสงเป็นสีขาวเพียงสีเดียว



ที่มา: แสงสว่างในงานสถาปัตยกรรม, รศ.ดร.ยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล

แสงสว่าง

แหล่งกำเนิดแสง อาจแบ่งเป็น **2** กลุ่มหลัก ได้แก่

- แหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติ **(Natural Light Source)** เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ดีที่สุดคือ ดวงอาทิตย์ ที่ให้แสงธรรมชาติ **(Daylight)** จากแสงดวงอาทิตย์และแสงที่สะท้อนจากท้องฟ้า แหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติอื่นๆ ได้แก่ ดวงจันทร์ หรือแสงที่เกิดจากฟ้าแลบ เป็นต้น

- แหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์ **(Artificial Light Source)** คือแสงกำเนิดที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น เทียน หลอดไฟ เป็นต้น

ที่มา: แสงสว่างในงานสถาปัตยกรรม, รศ.ดร.ยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล

หน่วยแสงสว่าง

Candela (แคนเดลา) เรียกย่อๆ ได้ว่า **CD**

คือ หน่วยวัดค่า ความเข้มข้น ของแสง ซึ่งเป็นหน่วยที่วัดค่าความเข้มข้นของแสงที่ปล่อยออกไปยังทิศทางใดทิศทางหนึ่งจากแหล่งกำเนิดแสง โดยทั่วไปจะใช้สำหรับวัดความเข้มข้นของแสงที่ปล่อยออกมาจากไฟฉาย, ฟลัดไลท์ หรือแหล่งกำเนิดแสงอื่นๆ

Lumens (ลูเมน) ที่เรียกย่อๆ ได้ว่า **LM**

คือ หน่วยวัดค่า ความสว่าง ของหลอดไฟ เป็นการวัดค่าความสว่างโดยจะนับรวมปริมาณแสงทั้งหมด ที่ปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดแสง โดยไม่คำนึงถึงทิศทาง หรือความเข้มข้นของแสง โดยยิ่งค่า Lumens สูงเท่าใด ก็จะหมายความว่า แสงที่ได้จะสว่างมากขึ้นเท่านั้น

Lux (ลักซ์) โดยเรียกย่อๆ ได้ว่า **LX**

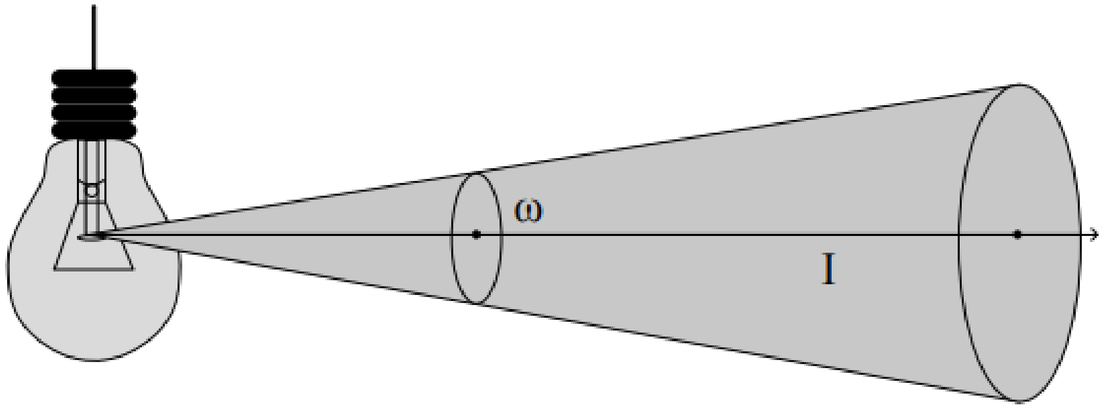
คือ หน่วยวัดค่าความสว่างของแสง เมื่อตกกระทบบนพื้นผิว เป็นหน่วยวัดที่จะอธิบายถึงความเข้มของแสง ที่ตกกระทบบนพื้นผิว มักจะถูกใช้สำหรับการวัดระดับแสงในห้อง หรือตามพื้นที่ต่างๆ

ที่มา: THE ONE LIGHTING

หน่วยแสงสว่าง

ฟลักซ์การส่องสว่าง **(luminous flux, ϕ)**
ปริมาณแสงที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงในแต่ละวินาที มีหน่วยเป็น ลูเมน (lumen)

ความสว่าง **(luminance, L)**
ปริมาณแสงที่ออกจากพื้นผิวของวัตถุหรือแหล่งกำเนิด แสงที่เข้ามาในทิศทางการมองของผู้สังเกต มีหน่วยเป็น แคนเดลาต่อตารางเมตร (cd/m2)



รูปที่ 2.2 ความเข้มการส่องสว่าง (I) และมุมตัน (ω)

ความเข้มการส่องสว่าง **(luminous intensity, I)**
ปริมาณแสงที่ออกมาจากแหล่งกำ เนิดแสงในทิศทาง หนึ่ง ๆ (มุมตัน) มีหน่วยเป็น แคนเดลา (candela, cd)

มุมตัน **(solid angle, ω)**
มุมในวัตถุทรงตัน ใช้อธิบายขนาดของการกวาดมุมแบบสามมิติ (ทรงกรวย)
มีหน่วยเป็น สเตอเรเดียน (steradian, sr)

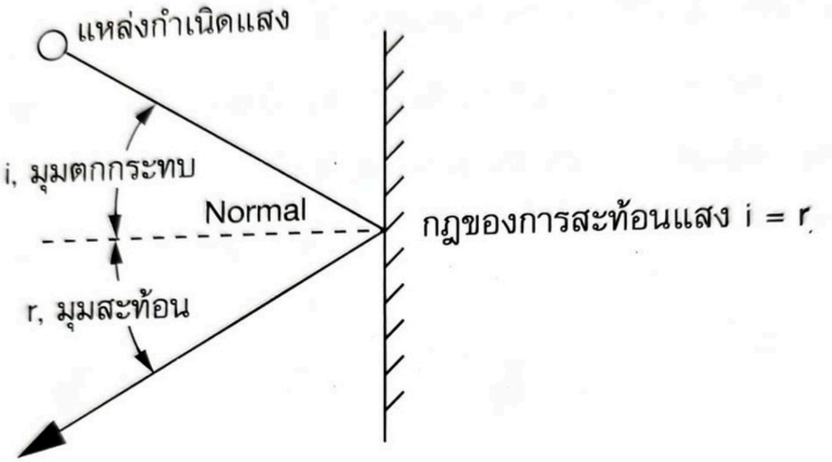
ความส่องสว่าง **(illuminance, E)**
ปริมาณแสงที่ตกลงบนพื้นที่ต่อตารางเมตร
มีหน่วยเป็น ลักซ์ (lux, lx)

ที่มา: คู่มือแนวทางการออกแบบการส่องสว่างภายในอาคาร, สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย

พฤติกรรมของแสง

การสะท้อน (Reflection)
ฟลักซ์แสงสว่าง มีสัญลักษณ์เป็นตัวอักษรกรีก (Phi) และมีหน่วยเป็นลูเมน (Lumen) ตัวย่อคือ lm อัตราการไหลของแสง สามารถเปรียบได้กับอัตราการไหลของน้ำผ่านหัวก๊อกน้ำที่ติดสปริงเกอร์ เมื่อเปิดก๊อกน้ำจะไหลผ่านหัวสปริงเกอร์ในทิศทางต่างๆ

โดยคำจำกัดความ 1 lm คือปริมาณฟลักซ์ แสงที่อยู่ในมุมตัน 1 หน่วย (1 สเตอเรเดียน) โดยแหล่งกำเนิดแสงที่เป็นจุดที่มีกำลังแรง (Luminous Intensity) เท่ากับ 1 cd และมีการกระจายแสงเท่ากันในทุกทิศทาง



รูปที่ 1.10 กฎของการสะท้อน

ที่มา: แสงสว่างในงานสถาปัตยกรรม, รศ.ดร.ยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล

พฤติกรรมของแสง

ค่าการสะท้อนแสงและระดับความส่องสว่างที่แนะนำสำหรับพื้นผิวต่าง ๆ

พื้นผิว	ค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิว(%)	ความส่องสว่างบนพื้นผิวต่าง ๆ
เพดาน	70-90	$\bar{E}_m \geq 30$ ลักซ์ โดยมีความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง U_o ไม่น้อยกว่า 0.1
ผนัง	50-80	$\bar{E}_m \geq 50$ ลักซ์ โดยมีความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง U_o ไม่น้อยกว่า 0.1
พื้น	20-40	

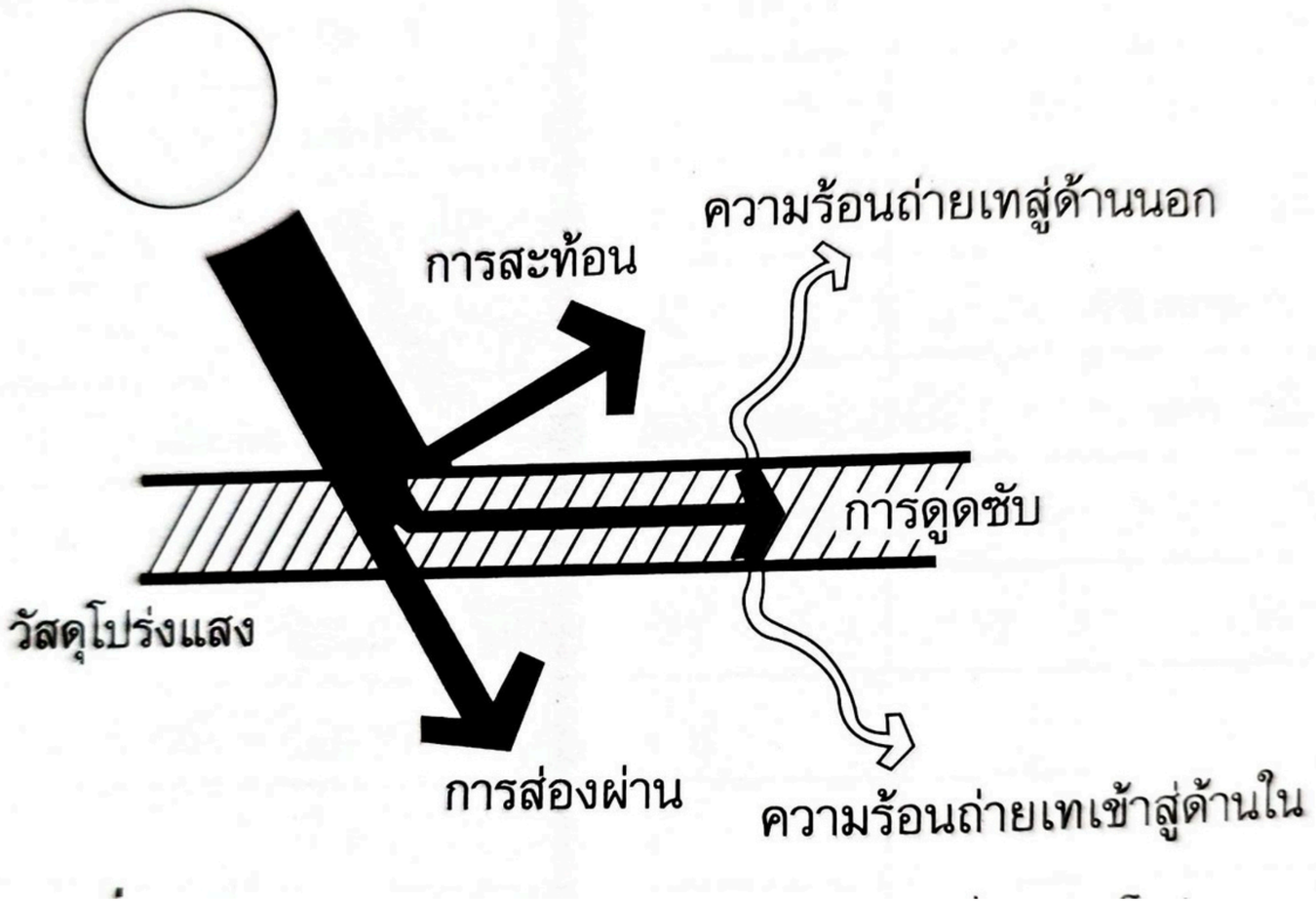
ที่มา: คู่มือแนวทางการออกแบบการส่องสว่างภายในอาคาร,
สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย

พฤติกรรมของแสง

ตัวอย่างวัสดุที่มีค่าการสะท้อนแสงต่าง ๆ กัน
เป็นค่ากลาง ๆ ทั่วไป ค่าการสะท้อนแสงอาจเปลี่ยนแปลงตามชนิดและสีของวัสดุนั้น ๆ

ตัวอย่างวัสดุ	ค่าการสะท้อนแสง (%)[1)]
กระดาษขาว	78
ปูนพลาสเตอร์	78
หินอ่อน	68
โลหะ	80
ไม้ (สีอ่อน)	52
ไม้ (สีเข้ม)	15
ปูน (สีอ่อน)	47
คอนกรีต	27
อิฐ	20
กระจกใส	6

พฤติกรรมของแสง



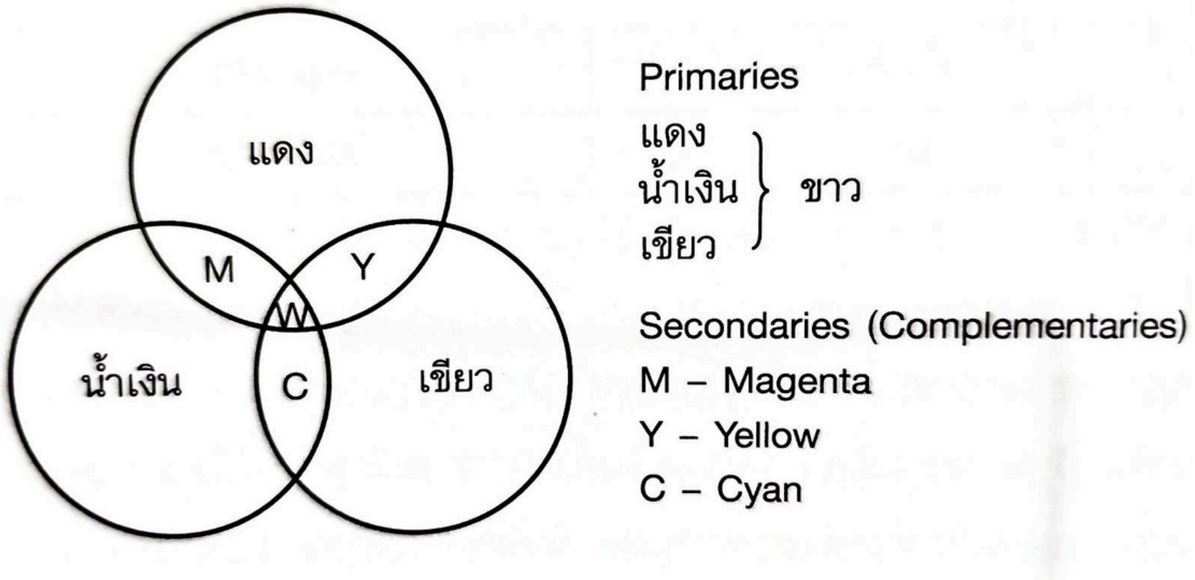
ที่มา: แสงสว่างในงานสถาปัตยกรรม, รศ.ดร.ยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล

แสงและสี

แสงและสี (IESNA, 1993) ในทางทฤษฎีสีของแสง แบ่งออกเป็น

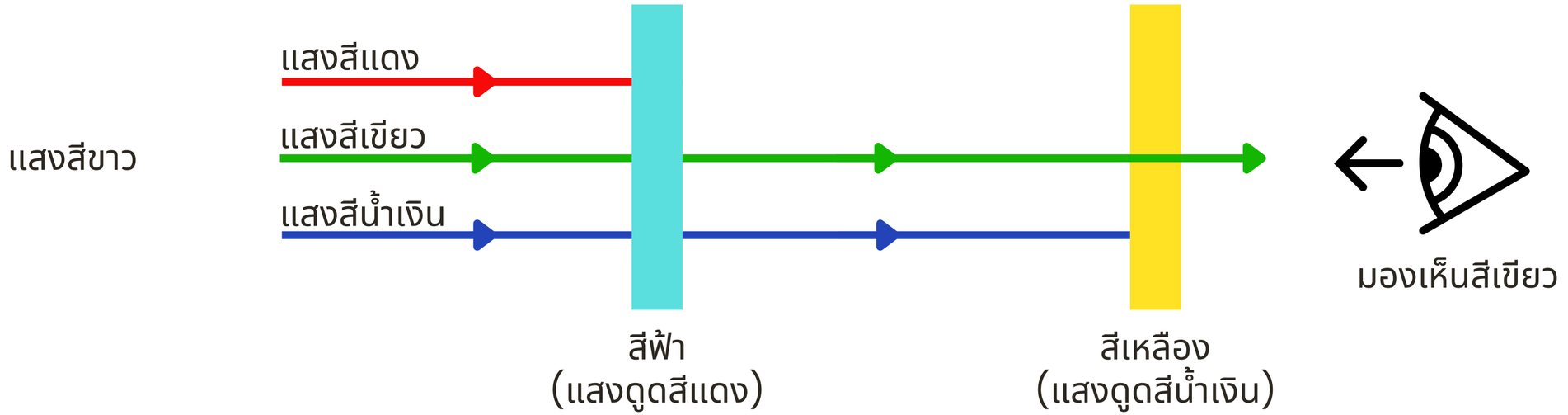
- แสงสีแดง(Red Light)
- แสงสีเขียว(Green Light)
- แสงสีน้ำเงิน(Blue Light)

เมื่อจับคู่แม่สีของแสงจะได้สีรอง ได้แก่
-สีม่วงแดง(Magenta) จากการผสมแสง**สีแดง**และ**น้ำเงิน**
-สีเหลือง(Yellow) จากการผสม**สีแดง**และ**สีเขียว**
-สีฟ้าไซแอน(Cyan) จากการผสม**สีเขียว**และ**สีน้ำเงิน**



ที่มา: แสงสว่างในงานสถาปัตยกรรม, รศ.ดร.ยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล

แสงและสี



ที่มา: แสงสว่างในงานสถาปัตยกรรม, รศ.ดร.ยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล

อุณหภูมิสี

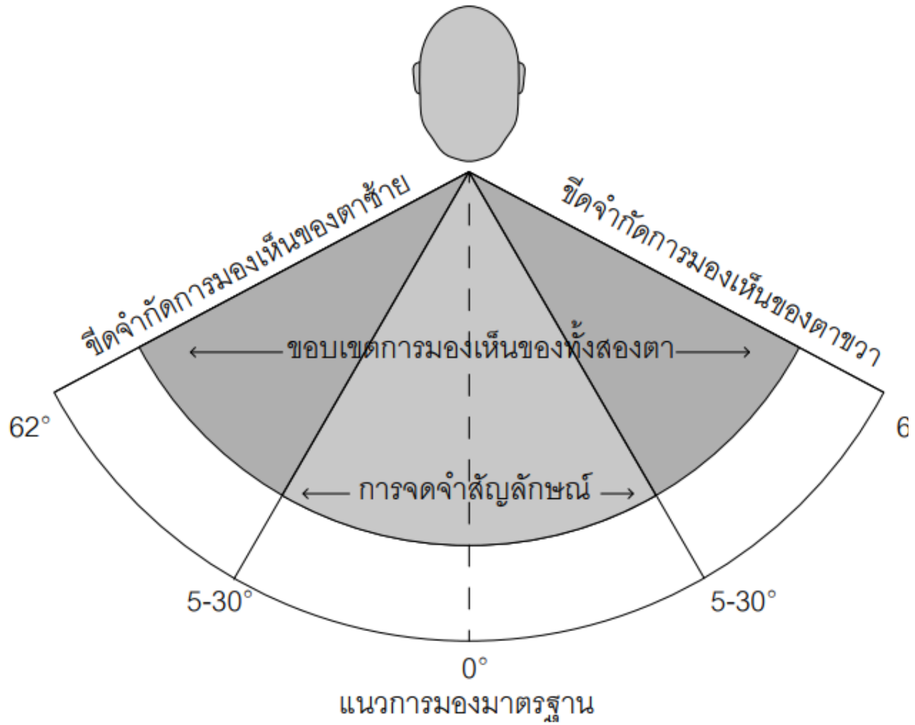
อุณหภูมิสี Kelvin Color Temperature (K)
คือ การกำหนดถึงลักษณะของแสงที่มาจาก หลอดไฟ หรือ โคมไฟ โดยมีหน่วยวัดเป็นองศาเคลวิน จะมีระดับตั้งแต่ 1,000K ถึง 10,000K องศาเคลวิน

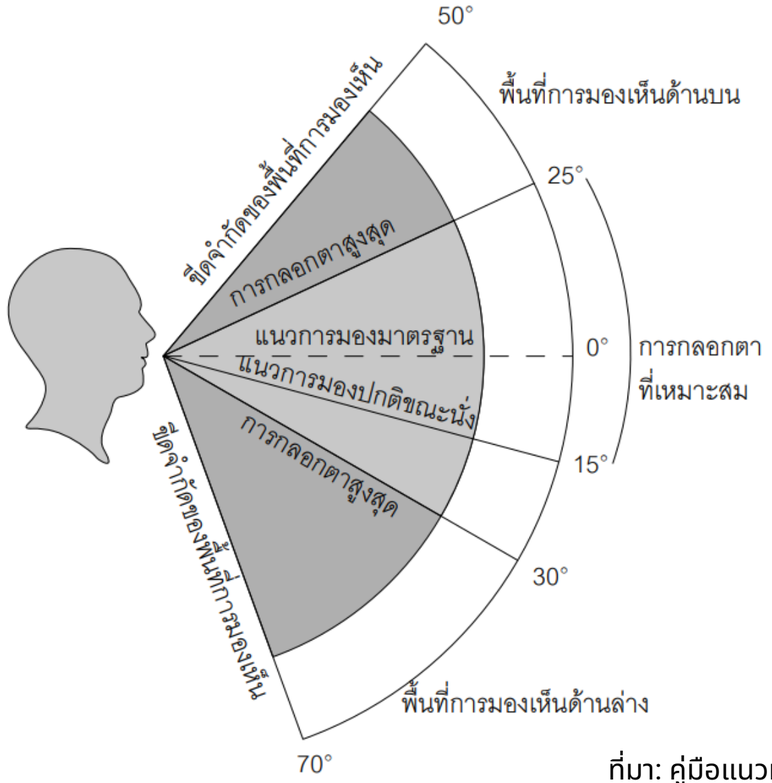
โดยปกติแล้วในการใช้งาน หลอดไฟ และ โคมไฟ ในเชิงพาณิชย์ หรือที่อยู่อาศัยจะนิยมใช้อุณหภูมิสี Kelvin กันอยู่ในช่วงตั้งแต่ 3000K ถึง 6500K

จำแนกแสงออกเป็น 3 สีหลักๆ ดังนี้
- 3000K Warmwhtie แสงวอร์มไวท์ (สีโทนเหลืองเข้ม)
- 4000K Coolwhtie แสงคูลไวท์ (สีโทนเหลืองขาว)
- 6500K Daylight แสงเดย์ไลท์ (สีโทนขาว)

การมองเห็น

บริเวณการมอง (field of vision หรือ visual field)
พื้นที่การมองเห็นทั้งหมดซึ่งรวมถึงการมองเห็นที่ชัดเจน
บริเวณจุดเพ่งมองของสายตาและโดยรอบ





ที่มา: คู่มือแนวทางการออกแบบการส่องสว่างภายในอาคาร,
สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย

การสร้างสภาพแวดล้อมการส่องสว่าง (luminous environment)

เพื่อตอบสนองความต้องการ พื้นฐานของมนุษย์ อันได้แก่ ความสามารถในการมองเห็น ความสบายตาและความปลอดภัย

โดยปัจจัยสำคัญที่ควรใช้พิจารณาในการกำหนดสภาพแวดล้อมการส่องสว่าง ประกอบด้วยหลายปัจจัย อาทิ

- การกระจายความสว่าง (luminance distribution)
- ความส่องสว่าง (illuminance)
- แสงจ้า (glare)
- ทิศทางการให้แสง (directionality of light)
- การส่องสว่างพื้นที่ภายใน (lighting in the interior space)
- แสงขาว (white light)
- การกระเพื่อมของแสง (light flicker)
- แสงธรรมชาติ (daylight)

เป็นต้น

ที่มา: คู่มือแนวทางการออกแบบการส่องสว่างภายในอาคาร, สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย

ตารางเกณฑ์คุณภาพแสงสว่าง

– คอลัมน์ที่ 1 เป็นรายการชนิดของงานหรือกิจกรรมภายในต่าง ๆ
– คอลัมน์ที่ 2 เป็นค่าความส่องสว่างเฉลี่ยขั้นต่ำหรือ Ēm ซึ่งต้องคงไว้ไม่ให้ต่ำกว่าค่านี้
– คอลัมน์ที่ 3 เป็นค่าจำกัดพิกัดแสงจ้ารวม หรือ UGRL ซึ่งต้องไม่ให้เกินกว่าค่านี้
– คอลัมน์ที่ 4 เป็นค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง หรือ UO ซึ่งต้องคงไว้ไม่ให้ต่ำกว่านี้
– คอลัมน์ที่ 5 เป็นค่าดัชนีความถูกต้องของสีต่ำสุด หรือ Ra
– คอลัมน์ที่ 6 แสดงคำแนะนำ ข้อยกเว้น และงานพิเศษของสถานการณ์ในคอลัมน์ที่ 1

ชนิดของงานหรือกิจกรรมภายใน	$\bar{E}_m$ ลักซ์	UGR_L	U_o	R_a	คำแนะนำเพิ่มเติม
1. พื้นที่ในอาคารทั่วไป (general areas)					
ทางเข้าอาคาร (entrance halls)	100	22	0.4	60	
โถงพักรอ (lounge)	200	22	0.4	80	
บริเวณสัญจรและทางเดิน (circulation areas and corridors)	100	28	0.4	40	พื้นที่เชื่อมต่อระหว่างพื้นที่หนึ่งไปสู่อีกพื้นที่หนึ่ง โดยหลีกเลี่ยงการเปลี่ยนแปลงความส่องสว่างอย่างทันทีทันใด
บันได, บันไดเลื่อน (stairs, escalators)	150	25	0.4	40	
ทางลาด, เว้งระหว่างเสา (ramp, bay)	150	25	0.4	40	
ห้องอาหาร (canteens)	200	22	0.4	80	
ห้องน้ำ (rest rooms)	100	22	0.4	80	
ห้องออกกำลังกาย (physical exercise)	300	22	0.4	80	

ที่มา: คู่มือแนวทางการออกแบบการส่องสว่างภายในอาคาร, สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย

แหล่งกำเนิดแสง

- แสงธรรมชาติ
- แสงประดิษฐ์

แสงธรรมชาติ (Day Light)

แสงธรรมชาติเป็นพลังงานที่ได้มาโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย และเป็นแสงที่มีประสิทธิภาพการส่องสว่างสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับแสงประดิษฐ์ และมีความร้อนปะปนอยู่ในสัดส่วนที่น้อยกว่าแสงประดิษฐ์ใดๆ

โดยแสงธรรมชาติให้ปริมาณแสง 95 ลูเมน/วัตต์ (lumen/watt) การนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคารแทนแสงประดิษฐ์ในช่วงเวลากลางวันจะช่วยลดค่าใช้จ่ายและพลังงานที่ต้องใช้ในการส่องสว่างภายในอาคารได้

ที่มา: แสงสว่างในงานสถาปัตยกรรม, รศ.ดร.ยิ่งสวัสดิ์ โชยะกุล

ข้อดีของแสงธรรมชาติ

- แสงทำให้เกิดความสวยงาม (Aesthetic) สร้างความมีชีวิตชีวาให้กับงานสถาปัตยกรรม
- การรับรู้และความรู้สึกของมนุษย์ (Psychological) สัมพันธ์กับแสงธณรมชาติมากกว่าแสงประดิษฐ์ เช่น การรับรู้ทิศทางตำแหน่งที่ตนยืนอยู่จากการสังเกตเห็นและสภาพแสงท้องฟ้าในตอนนั้น และการที่สภาพแสงธรรมชาติที่เปลี่ยนแปลง ทำให้มนุษย์เกิดความรู้สึกต่างๆกัน เป็นต้น
- แสงอาทิตย์สามารถทำให้ร่างกานมีสุขภาพจิตที่ดี (Health-related) จากวิตามินดี ที่ร่างกายสร้างขึ้น ช่วยลดคสามเครียดและเพิ่มภูมิคุ้มกันโรค
- การนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้แทนแสงประดิษฐ์ จะช่วยลดพลังงานที่นำมาใช้กับหลอดไฟ (Energy/Cost-related) หรือในประเทศที่มีอากาศหนาว มีการนำแสงอาทิตย์เข้ามาใช้เพื่อทำความร้อนให้อาคาร หรือทดแทนการใช้เครื่องทำน้ำร้อน

ที่มา: แสงสว่างในงานสถาปัตยกรรม, รศ.ดร.ยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล

แสงประดิษฐ์ (Artificial Light)

แหล่งกำเนิดแสงที่ให้แสงสว่างอาคารจากหลอดไฟ โดยการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นแสงสว่าง ปัจจุบันมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ดังนั้นในการออกแบบแสงประดิษฐ์ในอาคาร โดยการเลือกใช้ดวงโคมและหลอดไฟที่เหมาะสมกับพื้นที่ จะช่วยทำให้การใช้พลังงานรวมของอาคารลดลงได้อย่างมาก

ประเภทของหลอดไฟ

- หลอดไส้ (Incandescent Lamps)
- หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent tube)
- หลอดฮาโลเจน (Halogen)
- หลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal halide)
- หลอดแสงจันทร์ หรือ หลอดไฟไอปรอท
- หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ หรือหลอดตะเกียบ
- หลอด LED (มีหลายชนิด)

สั่งงาน...นำเสนอประเภทหลอกไฟตามหัวข้อต่อไปนี้ เป็นppt

ลักษณะของหลอดไฟแต่ละประเภท
การใช้งานของหลอดไฟ
ข้อดี-ข้อเสีย
รูปภาพหลอดไฟแต่ละประเภท
ลักษณะการติดตั้ง/การใช้งาน
ตัวอย่างทัศนียภาพ/แสดงบรรยากาศการใช้หลอดไฟแต่ละประเภท

Lamptitude

https://lamptitude.com/