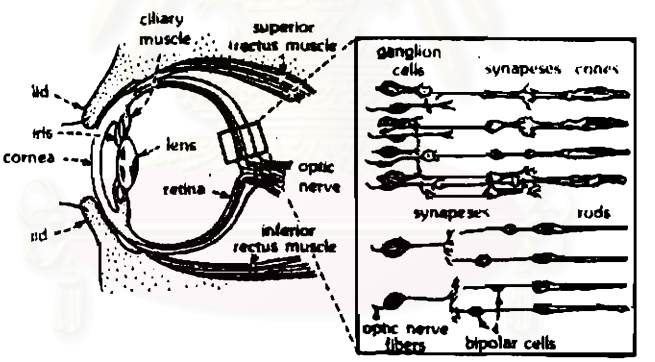
บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับแสงธรรมชาติ

2.1.1 ธรรมชาติของแสงและการมองเห็น

เราทุกคนคุ้นเคยกับแสงเป็นอย่างดี และรู้ว่าแสงช่วยทำให้เกิดการเห็น ช่วยให้เราสามารถบอกรูปร่าง ขนาด ตลอดจนสีสันของสิ่งต่างๆได้ ถ้าปราศจากแสงแล้ว เราจะอยู่ในความมืดและไม่สามารถบอกคุณลักษณะของสิ่งต่างๆได้ เมื่อแสงตกกระทบที่วัตถุใดๆ จะสะท้อนเข้าสู่กระบอกตาผ่านแก้วตา (Cornea) เรตินา (Retina) ประสาทตา (Nerve) และสมองตามลำดับ กล้ามเนื้อตาจะทำหน้าที่ขยายตัวหรือหดตัว เพื่อโฟกัสให้คลื่นแสงที่มากระทบแก้วตาและลูกตาไปตกลงบนบริเวณเรตินา นอกจากนี้ยังมีม่านตา (Iris) คอยทำหน้าที่ปิดเปิดกระบอกตา เพื่อควบคุมปริมาณแสงให้เข้าสู่กระบอกตาตามความเหมาะสม บริเวณแรตินายังประกอบไปด้วยเซลล์ประสาทเป็นจำนวนมาก ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงหน้าตัดของลูกนัยน์ตา
ที่มา Stein and Reynolds, 1992:p.928.

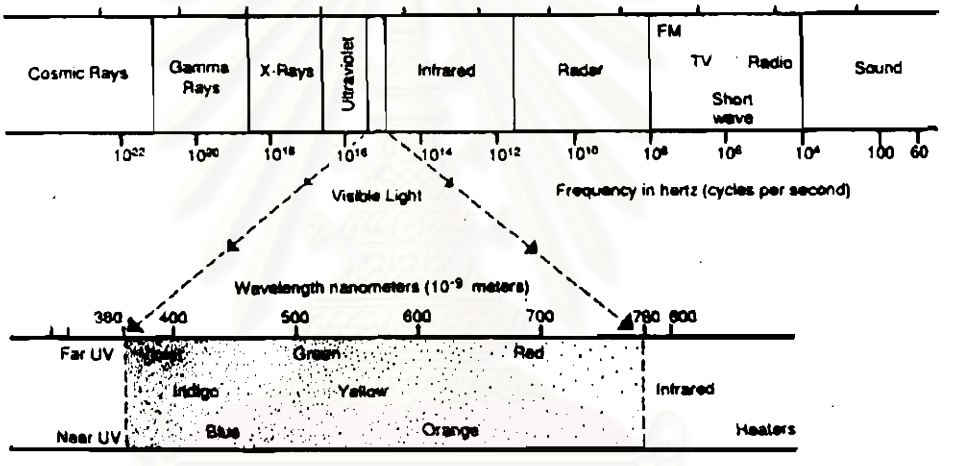
เซลจำนวนล้านๆเส้นนี้ จะแบ่งออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ๆ คือ โคน และ ร็อด

โคน (cones) เป็นเซลล์กลุ่มหนึ่งซึ่งจะมีประมาณ 7 ล้านเซลล์ในกระบอกตาข้างหนึ่งๆ โคนจะอยู่ตรงกลางบริเวณเรตินา คอยรับความรู้สึกทางด้านสีและช่วยแยกรายละเอียดของสิ่งต่างๆที่เราเห็นได้เป็นอย่างดี การเห็นของเราในเวลากลางวันมักจะเกิดขึ้นเพราะการทำงานของโคนดังกล่าว

ร็อด (rods) เป็นเซลล์อีกกลุ่มหนึ่งซึ่งมีอยู่ประมาณ 130 ล้านเซลล์ในกระบอกตาข้างหนึ่ง ช่วยให้เราสามารถเห็นภาพต่างๆได้อย่างหยาบๆ และสามารถทำหน้าที่ของมันได้เป็นอย่างดีในเวลากลางคืน ร็อดจะไม่สามารถตอบสนองทางด้านสีได้เลย

ด้วยความสามารถในการทำงานและตอบสนองได้ต่างกันของโคนและร็อดนี้ ทำให้ตาของคนเราไม่สามารถตอบสนองต่อความยาวคลื่นต่างๆได้เท่าเทียมกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเห็นในบริเวณที่สลัวๆ หรือค่อนข้างมืด ความสามารถในการตอบสนองทางด้านสีจะเพี้ยนไป

แสงคือพลังงานรูปแบบหนึ่งเช่นเดียวกับพลังงานชนิดอื่นๆ ซึ่งแสงสามารถเคลื่อนที่ได้ในรูปแบบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า พลังงานที่เคลื่อนที่ได้เหล่านี้จะถูกกำหนดโดยความถี่ (Frequency; Hz) และความยาวคลื่น (Wavelength: Nanometrers.) เมื่อพิจารณาพลังงานที่มีความยาวคลื่นต่ำสุดจนถึงพลังงานที่มีความยาวคลื่นสูงที่สุด ดังภาพที่ 2.1 จะเห็นได้ว่าแสงเป็นแถบพลังงานแถบหนึ่งซึ่งมีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 380 - 760 นาโนเมตร (nanometers) ที่ประกอบด้วยสเปคตรัม (Spectrum) ของสีหลายๆสีอันเกิดจากความถี่ และความยาวคลื่นของการแผ่รังสีที่แตกต่างกัน ซึ่งพลังงานช่วงดังกล่าวนี้เท่านั้นที่จะทำให้เกิดการมองเห็น แหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติที่สำคัญที่สุดก็คือ ดวงอาทิตย์



รูปที่ 2.2 แสดงสเปคตรัมของคลื่นต่างๆเรียงลำดับตามความยาวคลื่น

ที่มา Stein and Reynolds, 1992:p. 912.

พลังงานในส่วนที่ช่วยในการมองเห็น จะมีการกระตุ้นของพลังงานกับดวงตาปกติ การที่เราสามารถเห็นวัตถุเป็นสีต่างๆนั้น เกิดจากที่วัตถุนั้นตอบสนองต่อสเปคตรัมที่มองเห็นได้ (Visible Spectrum) ที่ความยาวคลื่นค่าใดค่าหนึ่ง เช่น วัตถุสีเขียวจะตอบสนองต่อสเปคตรัมที่มองเห็นได้ที่ความยาวคลื่นระหว่าง 560 - 490 นาโนเมตร ดังที่ปรากฏในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงความยาวคลื่นของเสปคตรัมที่มองเห็นได้ (Visible Spectrum) ที่ตอบสนองต่อวัตถุสีต่างๆ

สี	ความยาวคลื่น (นาโนเมตร)
ม่วง	420 - 380
คราม	440 - 420
น้ำเงิน	490 - 440
เขียว	560 - 490
เหลือง	590 - 560
แสด	630 - 590
แดง	760 - 630

เมื่อแสงจากดวงอาทิตย์ส่องผ่านอนุภาคของชั้นบรรยากาศของโลก จะเกิดการหักเหและสะท้อนก่อนที่จะส่องลงมายังผิวโลก และเมื่อกระทบกับพื้นผิวหรือวัตถุใดๆ จะทำให้เกิดลักษณะ 3 ประการคือ การดูดซึม (Absorption) การสะท้อน (Reflection) และการส่องผ่าน (Transmission) ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัตถุและพื้นผิวแต่ละชนิด ดังนั้นหากพิจารณาในแง่แหล่งกำเนิดของแสงอาจพิจารณาได้เป็น 2 กรณี คือ แหล่งกำเนิดแสงทางตรง(Direct) และแหล่งกำเนิดแสงทางอ้อม(Indirect)

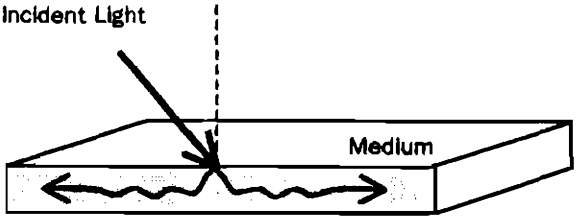
1. ***แหล่งกำเนิดแสงทางตรง*** ได้แก่ แสงแดด หรือ Sunlight และแสงที่เกิดจากการส่องกระทบอนุภาคในชั้นบรรยากาศของโลกทำให้สะท้อน หักเห และให้แสงในลักษณะกระจายทั่วพื้นที่ (Diffuse Skylight)

2. ***แหล่งกำเนิดแสงทางอ้อม*** ได้แก่ แสงที่เกิดจากการสะท้อน หรือการส่องผ่านวัตถุใดๆ และทำให้วัตถุนั้นๆเปรียบเสมือนแหล่งกำเนิดแสงอีกตัวหนึ่ง (Secondary source) ซึ่งอาจให้แสงในลักษณะที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับคุณสมบัติในการสะท้อนหรือการยอมให้แสงส่องผ่าน ตลอดจนลักษณะของพื้นผิวของวัตถุที่แสงตกกระทบ

2.1.2 พฤติกรรมของแสง

เมื่อแสงเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดสู่ตัวกลาง (Medium) ชนิดต่างๆนับตั้งแต่ อากาศ ของเหลว วัตถุโปร่งแสง และวัตถุทึบแสงอื่นๆ จะมีพฤติกรรมหรือทางเดินของแสงแตกต่างกันออกไป นั่นคือ ทิศทางของแสงจะถูกเปลี่ยนไปเมื่อกระทบตัวกลางเหล่านั้น พฤติกรรมต่างๆของแสงสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. ***การดูดกลืน (Absorption)*** เป็นปรากฏการณ์ที่แสงถูกดูดกลืนหายเข้าไปในตัวกลาง และเกิดการเปลี่ยนรูปของพลังงาน โดยทั่วไปเมื่อพลังงานแสงถูกดูดกลืนจะเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อน (Heat)

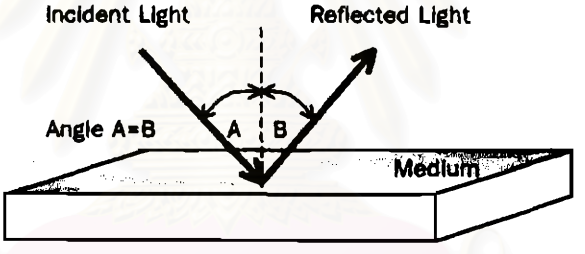


รูปที่ 2.3 แสดงการดูดกลืนของแสงเมื่อตกกระทบตัวกลาง

ที่มา Redrawn from Moore, 1993:p.280.

2. *การสะท้อน (Reflection)* เป็นพฤติกรรมที่แสงตกกระทบตัวกลางแล้วสะท้อนออกโดยที่ความถี่ของคลื่นแสงนั้นไม่เปลี่ยนไป ลักษณะของการสะท้อนสามารถพิจารณาออกได้เป็น

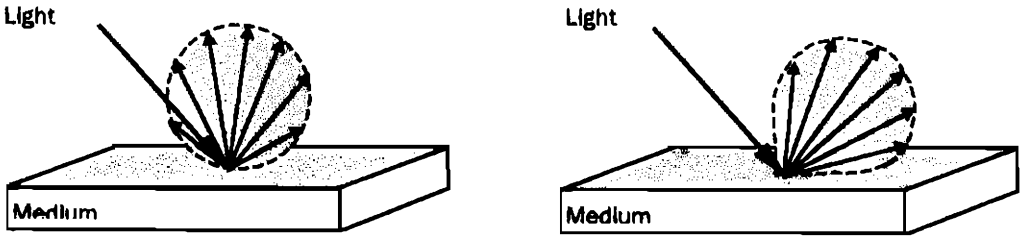
2.1*การสะท้อนแสงแบบเสมือนกระจกเงา (Specula Reflection)* เป็นปรากฏการณ์เมื่อแสงกระทบตัวกลางที่เป็นวัตถุทึบแสง (opaque material) แล้วสะท้อนออก ตัวกลางมีลักษณะผิวเรียบขัดมัน (polised surface) การสะท้อนจะมีลักษณะของมุมตกกระทบ (incident angle) เท่ากับมุมของแสงที่สะท้อน (reflected angle) เรียกปรากฏการณ์นี้ว่าการสะท้อนแสงแบบเสมือนกระจกเงา



รูปที่ 2.4 แสดงการสะท้อนที่ผิววัตถุแบบเสมือนกระจกเงา (Specula Reflection)

ที่มา Redrawn from Moore, 1993:p.281.

2.2*การสะท้อนแบบกระจาย (Diffuse Reflection)* เป็นลักษณะที่เกิดเมื่อแสงตกกระทบวัตถุทึบแสงที่มีผิวหยาบไม่เรียบสม่ำเสมอ แสงที่สะท้อนออกมาจะถูกสะท้อนออกไปหลายๆทิศทาง ซึ่งส่วนมากมุมของแสงที่สะท้อนที่กระจายออกไปนั้นจะไม่เท่ากับมุมของแสงที่ตกกระทบ หากผิววัตถุที่ไม่เรียบนั้นมีลักษณะไม่เรียบสม่ำเสมออย่างสมบูรณ์ (perfectly diffusing surface) แสงสะท้อนที่ได้จะมีลักษณะเป็นการกระจายแสงแบบสมบูรณ์ (perfectly diffuse reflection) เป็นการสะท้อนแสงที่ให้ความสว่างเท่าๆกันในทุกมุมสะท้อน แต่หากผิววัตถุไม่เรียบไม่สม่ำเสมอ (semi diffuse surface) แสงสะท้อนที่ได้จะมีลักษณะเป็นการสะท้อนแบบกระจัดกระจาย (semi diffuse reflection)



(ก) (ข)

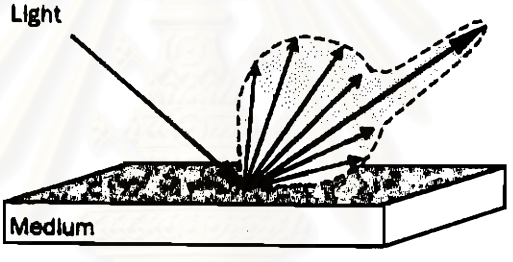
รูปที่ 2.5 แสดงการสะท้อนที่ผิววัตถุแบบ

(ก) แสงสะท้อนลักษณะการกระจายแสงแบบสมบูรณ์ (perfect diffuse reflection)

และ (ข) แสงสะท้อนลักษณะการกระจายแสงแบบกระจัดกระจาย (semi diffuse reflection)

ที่มา Redrawn from Moore, 1993:p.281.

แต่โดยทั่วไปแสงที่สะท้อนออกจากวัตถุจะมีลักษณะผสมกันระหว่างการสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงา (Specula Reflection) และการสะท้อนแบบกระจาย (Diffuse Reflection)



รูปที่ 2.6 การสะท้อนแสงลักษณะผสมกันระหว่างการสะท้อนแสงแบบเสมือนกระจกเงา

และการสะท้อนแสงแบบการกระจาย (combined specula and diffuse reflection)

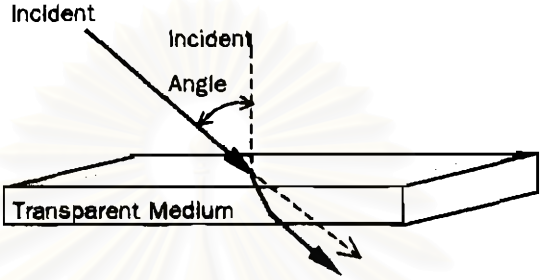
ที่มา Redrawn from Moore, 1993:p.281.

3. ***การส่องผ่าน (transmission)*** เกิดขึ้นเมื่อแสงตกกระทบด้านหนึ่งของตัวกลาง แล้วทะลุผ่านไปยังอีกด้านหนึ่ง หากไม่พิจารณาคุณสมบัติหรือลักษณะของตัวกลางที่แสงผ่านแล้ว มุมของแสงที่ตกกระทบจะเท่ากับมุมของแสงที่ทะลุผ่าน และแสงที่ทะลุผ่านจะมีปริมาณของแสงคงเดิม อย่างไรก็ตามเมื่อแสงตกกระทบตัวกลางที่แสงสามารถส่องผ่านได้ใดๆ แสงส่วนหนึ่งจะถูกดูดกลืน ส่วนหนึ่งจะถูกสะท้อนกลับ และส่วนที่เหลือจะทะลุผ่าน หมายถึง ปริมาณแสงที่ตกกระทบจะเท่ากับปริมาณแสงที่ถูกดูดกลืนรวมกับปริมาณแสงที่สะท้อนกลับรวมกับปริมาณแสงที่ทะลุผ่าน สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

Absorptance + Reflectance + Transmittance = 1

ลักษณะการส่องผ่านของแสงสามารถจำแนกได้ตามลักษณะของตัวกลางดังนี้

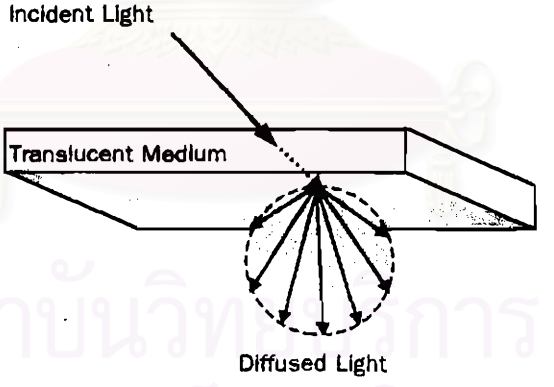
3.1*ตัวกลางโปร่งใส (Transparent Medium)* การส่องผ่านลักษณะนี้แสงจะเกิดการหักเห (refracted) หรือเปลี่ยนทิศทาง (bent) ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของตัวกลาง และทะลุผ่านในลักษณะเดิมของลำแสงที่ตกกระทบ โดยยังสามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงที่อีกด้านหนึ่งของตัวกลางได้อย่างชัดเจน ตัวกลางจำพวกนี้ เช่น กระจกใส เป็นต้น



รูปที่ 2.7 แสดงแสงตกกระทบตัวกลางเกิดการหักเหแล้วทะลุผ่าน

ที่มา Redrawn from Stein and Reynolds, 1992:p. 915.

3.2*ตัวกลางโปร่งแสง (Translucent Medium)* การส่องผ่านของแสงลักษณะนี้แสงที่ส่องผ่านจะมีลักษณะเป็นแสงแบบกระจาย (diffuse transmission) และในกรณีนี้จะไม่สามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงที่อีกด้านหนึ่งของตัวกลางได้อย่างชัดเจน



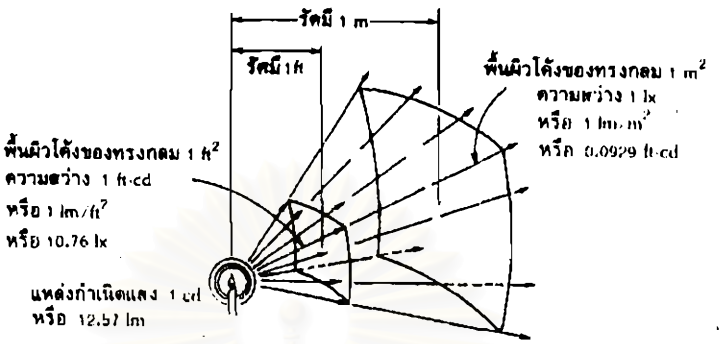
รูปที่ 2.8 แสดงแสงตกกระทบตัวกลางแล้วทะลุผ่านแบบกระจาย

ที่มา Redrawn from Moore, 1993:p.282.

2.1.3 **ทฤษฎีเกี่ยวกับการส่องสว่าง** (Illumination)

เมื่อแสงจากแหล่งกำเนิดแสงตกกระทบวัตถุหรือพื้นที่ใดๆเป็นผลให้แสงส่วนหนึ่งสะท้อนเข้าสู่ดวงตาทำให้เกิดการมองเห็น ปริมาณแสงที่ตกกระทบวัตถุหรือพื้นที่นั้นๆ เราเรียกว่า การส่องสว่าง หรือ ความสว่าง (illumination) ซึ่งมีนิยามที่เกี่ยวข้องกับการส่องสว่างดังนี้

1. ***ปริมาณแสง (Luminous Flux)*** คือปริมาณแสงที่เปล่งออกมาจากแหล่งกำเนิดแสง (light output) ในหนึ่งหน่วยเวลา เป็นการบอกค่าพลังงานหรือกำลังของแหล่งกำเนิดแสง (Power of Light Source) ใดๆ ในรูปของเส้นแรงปริมาณแสงที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงนั้นๆ มีหน่วยเป็น ลูเมน (Lumen)



รูปที่ 2.9 แสดงลักษณะของปริมาณแสง (Luminous flux)

ที่มา Redrawn From Stein and Reynolds, 1992:p. 915.

2. ***Solid angle (ω)*** เป็นการวัดส่วนหนึ่งของพื้นผิวทรงกลมที่ถูกครอบคลุมด้วยพื้นที่สมมติรูปทรงกรวยที่มีส่วนแหลมสุดของกรวยอยู่ที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมนั้นๆ หรือ คืออัตราส่วนระหว่างพื้นที่ผิวส่วนที่พิจารณาของทรงกลมต่อรัศมีของทรงกลมนั้นๆ ยกกำลังสอง มีหน่วยเป็น สเตอเรเดียน (Steradian)

"Solid angle is a measure of that portion of space about a point bounded by a conic surface whose vertex is at the point. It can be measured by the ratio of intercepted surface area of a sphere centered on that point to the square of the sphere's radius." (IES Lighting handbook, 1981) เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{Solid Angle } (\omega) = A / R^2 \text{ steradian}$$

โดย A คือ พื้นที่ผิวที่พิจารณาของทรงกลม

R คือ รัศมีของทรงกลม

3. ***ความเข้มแห่งการส่องสว่าง (Luminous Intensity)*** คือ ปริมาณแสงที่เปล่งออกจากแหล่งกำเนิดแสงใน solid angle ใดๆ ในทิศทางหนึ่งทิศทางใด

"Luminous Intensity is the luminous flux leaving a point source of light per unit solid angle in the given direction"(IES Lighting handbook, 1981)

เป็นการบอกค่าความมากน้อยของพลังงาน หรือกำลังงานของแหล่งกำเนิดแสงใดๆ ในรูปของความเข้มแห่งการส่องสว่าง (luminous intensity) หรือบางทีเรียกว่า กำลังส่องสว่าง (candlepower) มีหน่วยเป็น แคนเดลา (candela) หรือ ลูเมนต่อสเตอเรเดียน (lumen per steradian) ซึ่งในการพิจารณาลักษณะนี้ใช้สำหรับการ

พิจารณาแหล่งกำเนิดแสงที่มีขนาดเล็กมาก จนถือว่าแหล่งกำเนิดแสงนั้นเป็นจุด (point source) หากพิจารณาโดยการนำแหล่งกำเนิดแสงที่เล็กมากจนเสมือนจุด และมีค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างสม่ำเสมอทุกทิศทางเท่ากับ 1 แคนเดลา มาวางไว้ที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมรัศมี 1 หน่วย ปริมาณแสงที่พุ่งไปตกลงบนทุกๆ หนึ่งตารางหน่วยพื้นที่บนพื้นผิวของทรงกลมนี้จะมีค่าเท่ากับ 1 ลูเมน และเนื่องจากพื้นที่ผิวทั้งหมดของทรงกลมรัศมี 1 หน่วย มีค่าเท่ากับ 12.57 ตารางหน่วยพื้นที่ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า ความเข้มแห่งการส่องสว่าง 1 แคนเดลาจะสามารถเปล่งปริมาณเส้นแรงของแสงออกมาได้ เท่ากับ 12.57 ลูเมน (Stein and Reynolds, 1992)

4. ***ความส่องสว่าง (Illuminance)*** เมื่อมีปริมาณแสงตกกระทบลงบน 1 หน่วยพื้นที่ใดๆ ผลที่ได้คือ ความสว่างมีหน่วยเป็น ลูเมนต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (lumen per unit of area) เช่นเดียวกับการพิจารณาแหล่งกำเนิดแสงในทรงกลม หากทรงกลมนั้นมีรัศมี 1 ฟุตปริมาณแสง 1 ลูเมนที่พุ่งไปตกลงบนพื้นที่หนึ่งตารางฟุตของผิวทรงกลม ปริมาณความส่องสว่างที่เกิดขึ้นจะมีค่าเท่ากับ 1 ลูเมนต่อตารางฟุต หรือ 1 ฟุตแคนเดิล (footcandle fc) ในทำนองเดียวกัน ถ้ารัศมีของทรงกลมนั้นมีค่าเท่ากับ 1 เมตรปริมาณความส่องสว่างที่เกิดขึ้นจะมีค่าเท่ากับ 1 ลูเมนต่อตารางเมตรหรือ 1 ลักซ์ (lux)

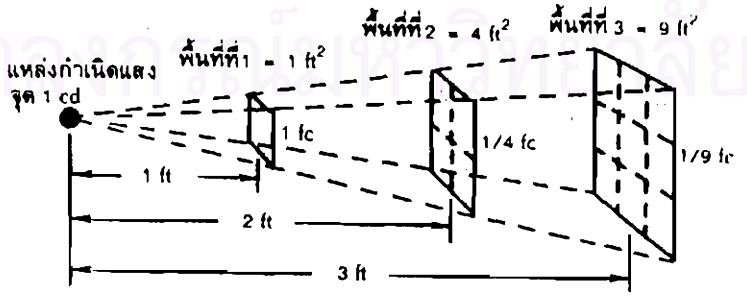
5. ***การส่องสว่าง (Illumination)*** ปริมาณแห่งการส่องสว่างบนพื้นที่ผิวใดๆ จะแปรผันโดยตรงกับความเข้มแห่งการส่องสว่างของแหล่งกำเนิดแสง และแปรผกผันกับค่าระยะทางยกกำลังสองระหว่างพื้นผิวนั้นกับแหล่งกำเนิดแสง และเรียกความสัมพันธ์นี้ว่า กฎกำลังสองผกผัน (Inverse square law) มีหน่วยเป็นลักซ์หรือฟุตแคนเดิล เขียนได้เป็นสมการดังนี้ (IES Lighting handbook, 1981)

$$E = I / d^2$$

โดย E คือปริมาณความส่องสว่างบนพื้นที่ผิวที่พิจารณามีหน่วยเป็น ลักซ์หรือฟุตแคนเดิล

I คือความเข้มแห่งการส่องสว่างของแหล่งกำเนิดแสงในทิศทางที่พุ่งไปหาพื้นที่ผิวที่พิจารณา มีหน่วยเป็น แคนเดลา (cd)

d คือระยะทางระหว่างพื้นที่ผิวที่พิจารณากับแหล่งกำเนิดแสง มีหน่วยเป็น เมตร หรือ ฟุต



รูปที่ 2.10 แสดงการกระจายของฟลักซ์จะลดลงโดยแปรผกผันกับระยะทางยกกำลังสอง

ที่มา Redrawn from Kaufman, 1984.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.4 คุณสมบัติอื่นๆของแสง

1. ***ความจ้า (Brightness) หรือ ความสว่าง (Luminance)*** ความจ้าหรือความสว่างของวัตถุที่สายตารับรู้ขึ้นอยู่กับ 2 องค์ประกอบหลักคือ ความสามารถในการสะท้อนหรือส่องผ่านของแสงของวัตถุ ทำให้วัตถุนั้นๆ เปรียบเสมือนเป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ 2 (Secondary Light Source) และ ความสามารถในการปรับตัวของสายตา หากพิจารณาในเชิงปริมาณความจ้าที่เกิดขึ้นของวัตถุใดๆ จะพิจารณาในรูปของปริมาณความเข้มของแสงที่เปล่งออกมาจากผิวของวัตถุต่อหน่วยพื้นที่ มีหน่วยเป็น ฟุตแลมเบิร์ต (Footlambert) เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$FL = Fc \times \rho$$

หรือ

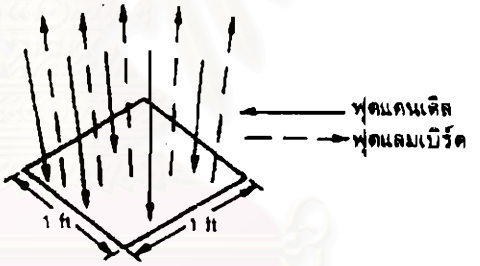
$$FL = Fc \times T$$

โดยที่ FL คือปริมาณความจ้า มีหน่วยเป็น ฟุตแลมเบิร์ต

Fc คือปริมาณการส่องสว่าง มีหน่วยเป็น ฟุตแคนเดิล

ρ คือค่าการสะท้อนแสงของวัตถุ (%)

T คือค่าการส่องผ่านของวัตถุ (%)



รูปที่ 2.11 แสดงความแตกต่างระหว่างการส่องสว่างกับความจ้า

ที่มา พิบูลย์ ดิษฐอุดม, 2537: p. 16.

อัตราส่วนของความจ้า (Brightness Ratio) ในที่นี้หมายถึงอัตราส่วนระหว่างความจ้าของวัตถุและฉาก ซึ่งในการคำนวณสามารถหาอัตราส่วนของความจ้าระหว่างวัตถุกับฉากได้ดังนี้

$$\text{Brightness Ratio} = FL_O / FL_B$$

หรือ

$$= FL_O : FL_B$$

โดยที่ FL_O = Object Luminance $= (Fc_O \times \rho_O)$

FL_B = Background Luminance $= (Fc_B \times \rho_B)$

โดยที่ FL_O คือปริมาณความจ้าของวัตถุ มีหน่วยเป็น ฟุตแลมเบิร์ต (FL)

FL_B คือปริมาณความจ้าของฉากหลัง มีหน่วยเป็น ฟุตแลมเบิร์ต

Fc_O คือปริมาณการส่องสว่างที่ส่องไปยังวัตถุ มีหน่วยเป็น ฟุตแคนเดิล

Fc_B คือปริมาณการส่องสว่างที่ส่องไปกระทบฉากหลัง มีหน่วยเป็น ฟุตแคนเดิล

ρ_O คือค่าสัมประสิทธิ์ในการสะท้อนแสงของวัตถุ (%)

ρ_B คือค่าสัมประสิทธิ์ในการสะท้อนแสงของฉากหลัง (%)

ค่าความจ้าที่เหมาะสมสำหรับลักษณะของงานประเภทต่างๆแสดงในตารางที่ 2.2 ดังนี้

ตารางที่ 2.2 แสดงความจ้าสำหรับลักษณะของการเห็นในระดับต่างๆ

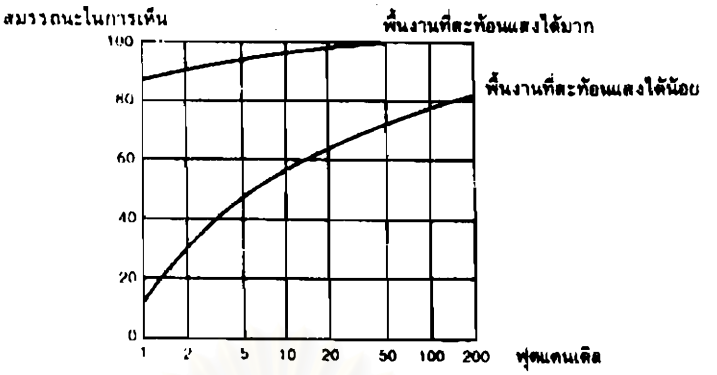
ลักษณะของการมองเห็น	ความจ้า (ฟุตแลมเบิร์ต)
ยากมากจริงๆ	420
ยากมาก	120 - 420
ยาก	42 - 420
ธรรมดา	18 - 42
ง่าย	ต่ำกว่า 18

ที่มา พิบูลย์ ดิษฐอุดม, 2537: p. 23.

2. ***ความเปรียบต่าง (Contrast)*** ความแตกต่างของจุดสังเกตกับสิ่งที่อยู่รอบข้าง ยิ่งมีความเปรียบต่างมากจะทำให้การมองเห็นง่ายขึ้น ในขณะที่ความต้องการปริมาณแสงและเวลาในการรับภาพมีน้อยลง เช่น ตัวหนังสือดำบนกระดาษขาวย่อมเห็นได้ง่ายกว่าตัวหนังสือดำบนกระดาษเทาดังรูปที่ 2.12

รูปที่ 2.12 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสีของตัวหนังสือกับกระดาษแบบต่างๆกัน

ที่มา พิบูลย์ ดิษฐอุดม, 2537: p. 22.



รูปที่ 2.13 แสดงสมรรถนะในการมองเห็นเมื่ออยู่บนพื้นงานที่มีความสามารถในการสะท้อนแสงที่ต่างกัน

ที่มา พิบูลย์ ดิษฐอุดม, 2537: p. 22.

อย่างไรก็ตามความเปรียบต่างที่มากเกินไปจนสายตาเกิดการปรับตัวเป็นผลให้สายตาไม่สามารถมองเห็นได้อย่างอิสระ หรือเกิดการระคายเคืองของสายตานั่นคือการเกิดแสงแยงตา (Glare) ความเปรียบต่างสามารถกำหนดได้ด้วยอัตราส่วนของความแตกต่างระหว่างความสว่างของวัตถุ หรือจุดสังเกต และความสว่างของสภาพแวดล้อมที่อยู่รอบข้าง อัตราส่วนยิ่งมีค่ามากก็ทำให้การมองเห็นชัดเจนขึ้น แต่หากมากจนเกินไปก็จะทำให้เกิดแสงแยงตา สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{CONTRAST} = |(FL_O - FL_B)| / FL_B$$

$$\text{หรือ} = |(FL_B - FL_O)| / FL_B$$

โดย FL_B คือความสว่างของฉากหลัง

FL_O คือความสว่างของวัตถุ

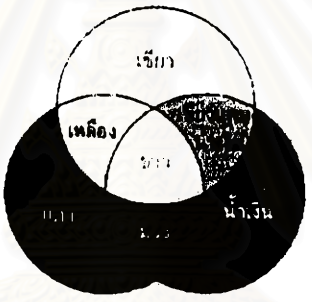
3. ***สี (Color)*** แสงเป็นพลังงานที่เคลื่อนที่ได้ (Radiant Energy) ชนิดหนึ่ง และเมื่อเรานำพลังงานที่เคลื่อนที่ได้ทั้งหมดมาเรียงกัน โดยเริ่มต้นพลังงานที่มีความยาวคลื่นสั้นที่สุด จนถึงพลังงานที่มีความยาวคลื่นยาวที่สุด จะเห็นได้ว่าแสงเป็นเพียงพลังงานแถบเล็กๆแถบหนึ่งที่มีช่วงความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 380 - 760 นาโนเมตรเท่านั้น ดังภาพที่ 2.2 และเป็นช่วงที่ตาเราสามารถรับความรู้สึกได้ ในช่วงความยาวคลื่นดังกล่าวนี้ยังประกอบไปด้วยแสงสีต่างๆอีกมากมายซ้อนเรียงกันอยู่ตั้งแต่แสงสีม่วง คราม, น้ำเงิน, เขียว, เหลือง, แสด และแดง เมื่อเราฉายแสงสีขาวเข้าสู่ก้อนปริซึมแสงสีต่างๆซึ่งซ้อนอยู่ในแสงสีขาวนั้นจะถูกแยกตัวออกมาให้เห็นได้ชัดเจน แสงสีต่างๆเหล่านี้จะมีความยาวคลื่นเฉพาะตัวต่างๆกันออกไปอย่างเช่น แสงที่มีความยาวคลื่นมากกว่า 610 นาโนเมตรขึ้นไป จะให้สีของแสงออกมาเป็นสีแดง ส่วนแสงที่มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 440 - 500 นาโนเมตรจะให้แสงออกมาเป็นสีน้ำเงิน

สีของแสงใดที่มีพลังงานสูงที่สุดจะมีผลให้แสงนั้นปรากฏออกมาเป็นแสงสีดังกล่าว ส่วนสีของวัตถุต่างๆที่เราเห็น เกิดจากการที่วัตถุนั้นมีคุณสมบัติในการดูดกลืนแสงสีอื่นไว้หมด และสะท้อนสีนั้นๆออกมา เช่นเรา

เห็นแอปเปิลมีสีแดงก็เพราะว่ามันดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่นช่วงอื่นไว้หมดและสะท้อนแสงที่มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 610 - 780 นาโนเมตร (Stein and Reynolds, 1992.) ซึ่งเป็นแสงสีแดงออกมากล่าวคือตาเราจะไม่สามารถเห็นวัตถุออกมาเป็นสีใดสีหนึ่งโดยเฉพาะ ถ้าไม่มีพลังงานของแสงสีนั้นอยู่ในแหล่งกำเนิดแสงดังกล่าว อย่างไรก็ตามวัตถุนั้นจะต้องมีคุณสมบัติในการสะท้อนแสงสีนั้นๆออกมาด้วย

สีของวัตถุใดๆอาจจะเพี้ยนไปจากเดิมได้ เช่น ผ้าสีขาวเมื่อฉายแสงสีเขียวลงไป ผ้าจะปรากฏเป็นสีเขียว เนื่องจากมีแต่พลังงานของแสงสีเขียวเท่านั้นที่ตกลงบนผ้า จึงมีเพียงแสงสีเขียวสะท้อนออกมาเข้าสู่ตาเรา หรือเมื่อเราฉายแสงสีเขียวลงบนผ้าสีแดง สีที่เราเห็นจะออกคล้ำไปทางสีดำเพราะว่าพลังงานของแสงสีแดงที่มีอยู่ในแสงสีเขียวมีน้อยมาก ผ้าจึงไม่สะท้อนแสงสีแดงออกมาเหมือนฉายแสงสีขาวหรือสีแดงลงไป

แม่สีของแสง หรือสีปฐมภูมิ (Primary color) คือสีแดง, สีเขียว และสีน้ำเงินซึ่งต่างจากแม่สีในทางวิชาศิลปะ แม่สีของแสงทั้งสามสีนี้เมื่อนำมาผสมกัน (Additive) โดยการฉายแสงซ้อนกันลงไปเราจะได้แสงชุดที่สองขึ้นเรียกว่าสีทุติยภูมิ (Secondary color) ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 แสดงการผสมของแสงสีปฐมภูมิ

ที่มา Redrawn from Moore, 1993:p. 287.

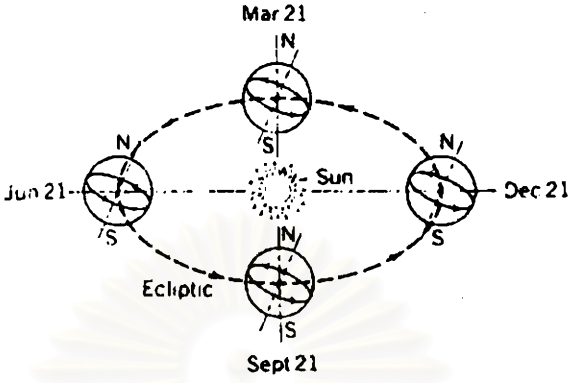
2.1.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับแสงธรรมชาติ

1. ***วันที่เวลาสมดุล (Equinox) วันเริ่มฤดูร้อน (Summer solstice) และ วันเริ่มฤดูหนาว (Winter solstice)***

1.1*วันที่เวลาสมดุล* เป็นวันที่ทุกๆ แห่งบนพื้นโลกมีระยะเวลากลางวัน และกลางคืน 12 ชั่วโมงเท่าๆกัน และดวงอาทิตย์จะเดินทางตั้งฉากกับเส้นศูนย์สูตรพอดี สำหรับในวันที่ 21 มีนาคมเรียกว่าวันเวลาที่สมดุลในฤดูใบไม้ผลิ (Vernal Equinox) และวันที่ 23 กันยายนเรียกว่าวันที่เวลาสมดุลในฤดูใบไม้ร่วง (Autumnal Equinox)

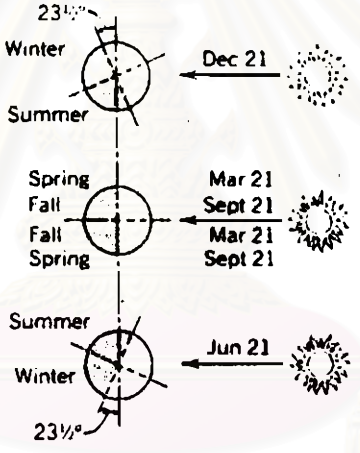
1.2*วันเริ่มฤดูร้อน* วันเริ่มฤดูร้อนเป็นวันที่ตำแหน่งขั้วโลกเหนือเบนเข้าหาดวงอาทิตย์มากที่สุด ส่วนขั้วโลกจะเบนออกจากดวงอาทิตย์ วันนั้นก็คือ 22 มิถุนายน

1.3*วันเริ่มฤดูหนาว* วันเริ่มฤดูหนาว เป็นวันที่ตำแหน่งขั้วโลกเหนือแบนออกจากดวงอาทิตย์มากที่สุด และขั้วโลกเบนเข้าหาดวงอาทิตย์มากที่สุด วันนั้นคือ 22 ธันวาคม



รูปที่ 2.15 แสดงปรากฏการณ์ที่ดวงอาทิตย์อ้อมเหนือ และอ้อมใต้ที่วันต่างๆ

ที่มา Stein and Reynolds, 1992:p. 1495.



รูปที่ 2.16 แสดงปรากฏการณ์วันที่เวลาสมดุล (Equinox) วันเริ่มฤดูร้อน (Summer solstice) และวันเริ่มฤดูหนาว (Winter solstice)

ที่มา Stein and Reynolds, 1992:p. 1495.

2. ***สภาพท้องฟ้า (Sky Condition)*** ค่าความสว่างและความจ้าของท้องฟ้าที่เกิดจากแสงธรรมชาติที่แปรเปลี่ยนตลอดเวลานั้นเกิดจากการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของดวงอาทิตย์ ปริมาณของเมฆ และอนุภาคในอากาศ เช่น ฝุ่น ควัน หรือไอน้ำ โดยทั่วไปสภาพท้องฟ้าแยกพิจารณาออกเป็น 3 ลักษณะด้วยกันคือ

2.1*สภาพท้องฟ้าที่โปร่งไม่มีเมฆปกคลุม (Clear Sky)* ความสว่างของท้องฟ้าลักษณะนี้เกิดจาก 2 องค์ประกอบคือ แสงกระจายจากท้องฟ้า (Diffuse Illumination) และ แสงจากดวงอาทิตย์ (Direct Sun) ซึ่งปริมาณความสว่างของทั้ง 2 องค์ประกอบขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ (Solar Altitude) เป็นหลัก โดยมี

ความสว่างของท้องฟ้าในปริมาณที่แตกต่างกัน ความสว่างในระดับสูงสุดที่ส่องกระทบพื้นผิวในแนวระนาบ มีค่าน้อยกว่าความสว่างในแนวระนาบที่ส่องกระทบพื้นผิวในแนวตั้ง ประมาณ 3 เท่า หากไม่พิจารณาถึงมุมที่สามารถมองเห็นดวงอาทิตย์

ความส่องสว่างของพื้นผิวแนวระนาบเนื่องจากแสงกระจายของท้องฟ้า หากพิจารณาเพียงครึ่งส่วนท้องฟ้า (Half Sky) จะมีค่าความส่องสว่างอยู่ระหว่าง 300 - 2,000 ฟุตแคนเดิลและมีค่าเฉลี่ย 1,000 ฟุตแคนเดิล

จากการวิจัย (Moon and Hopkinson, 1968) พบว่าค่าความส่องสว่างของสภาพท้องฟ้าแบบโปร่งสามารถเขียนเป็นสมการแยกออกได้ 2 กรณีคือ

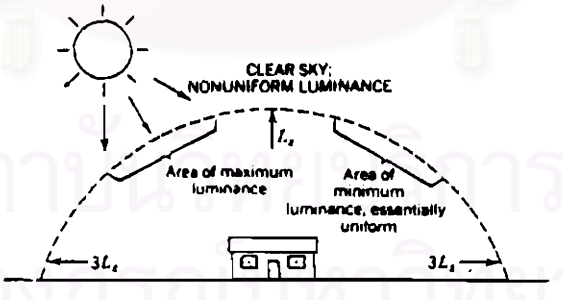
กรณีเกิดจากท้องฟ้าเพียงอย่างเดียว สมการได้แก่

$$E = 1345 + 14.795 \sin A \quad (lux)$$

กรณีเกิดจากรังสีตรงเพียงอย่างเดียว สมการได้แก่

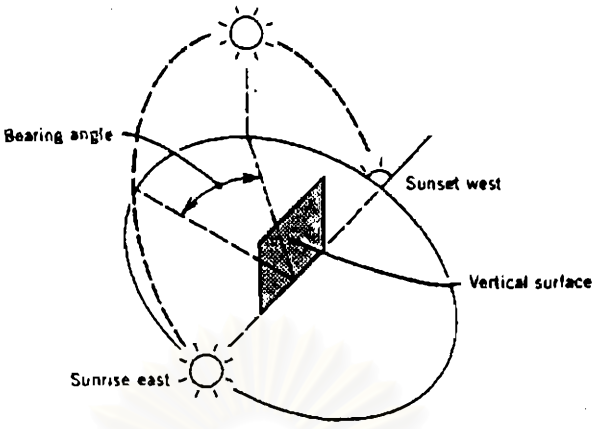
$$E = 4.466 + 0.31 \log A \quad (lux)$$

ความส่องสว่างของพื้นผิวในแนวตั้ง ขึ้นอยู่กับมุมอะซิมุท (Solar Azimuth) และมุมยกขึ้นของดวงอาทิตย์ (Solar Altitude) หรือ มุมแบริง Bearing) ของดวงอาทิตย์ เนื่องจากปริมาณความสว่างที่ไม่สม่ำเสมอของท้องฟ้าลักษณะนี้จะมีความสว่างสูงในทิศทางที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์ และลดต่ำลงเมื่ออยู่ห่าง หรือด้านตรงข้ามของดวงอาทิตย์ อย่างไรก็ตามหากมุมแบริง มีค่ามากกว่า 90 องศา (ดวงอาทิตย์อยู่ในตำแหน่งด้านหลังของช่องเปิด) จะต้องพิจารณาถึงวัตถุ หรือ พื้นผิวใดๆที่อาจทำให้เกิดการสะท้อนของแสงสู่ช่องเปิดนั้นด้วย



รูปที่ 2.17 แสดงท้องฟ้าแบบโปร่งไม่มีเมฆปกคลุม (Clear Sky)

ที่มา Stein and Reynolds, 1992: p. 974.



รูปที่ 2.18 แสดงมุมแบริง (Bearing Angle)

ที่มา Stein and Reynolds, 1992:p. 977.

2.2*สภาพท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมบางส่วน (Partly Cloudy Sky)* การหาค่าความสว่างของท้องฟ้าลักษณะนี้จะทำได้ยากเนื่องจากการแปรเปลี่ยนของเมฆตลอดเวลา โดยทั่วไปการพิจารณาค่าความส่องสว่างของท้องฟ้าแบบมีเมฆปกคลุมบางส่วนนี้ หากเมฆมีปกคลุมมีลักษณะเบาบางไม่หนาทึบ ค่าความสว่างจากท้องฟ้านี้มีค่ามากกว่าค่าความสว่างที่ได้จากท้องฟ้าแบบโปร่ง 10 - 15 เปอร์เซนต์ เนื่องจากการสะท้อนแสงของเมฆ (Nadamura and Oki,1983) ในขณะที่การวิจัย (Krochman, 1968) พบว่าค่าความสว่างของท้องฟ้าแบบมีเมฆปกคลุมบางส่วนสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$E_H = 570\ A$$

โดยที่ E_H คือค่าความสว่างภายนอกที่ระดับระนาบภายใต้ท้องฟ้าแบบมีเมฆปกคลุมบางส่วน มีหน่วยเป็น ลักซ์

A คือ Solar altitude

อย่างไรก็ตามหากเมฆที่ปกคลุมท้องฟ้ามีลักษณะเป็นกลุ่มหนาทึบ หรือมีสีดำ เช่นเมฆฝน ก็อาจทำให้แสงกระจายที่สะท้อนจากท้องฟ้าและปริมาณแสงตรงจากดวงอาทิตย์ถูกกั้น นั่นคือแสงจะถูกดูดกลืนมากกว่าสะท้อนอันเป็นผลให้ค่าความส่องสว่างจากท้องฟ้ามีค่าลดลง หากพิจารณาค่าความส่องสว่างในระดับระนาบแนวนอน (Horizontal) และระนาบแนวตั้ง (Vertical) ซึ่งมีอิทธิพลในการพิจารณาการนำแสงธรรมชาติมาใช้ จากการศึกษา (the Gillette prediction model,1985) อาศัยดรรชนีเมฆ (Cloudy Ratio) หาความสัมพันธ์ของความส่องสว่างของท้องฟ้าอันเกิดจากแสงตรงจากดวงอาทิตย์และแสงกระจายจากท้องฟ้าพบความสัมพันธ์เพื่อหาค่าระดับความส่องสว่างเฉลี่ยของระดับระนาบนอนที่ปราศจากสิ่งกีดขวางดังนี้

$$E_H = 0.35\ E_S + 0.89\ E_C$$

โดยที่ E_s คือค่าความส่องสว่างที่ได้จากแสงตรงของดวงอาทิตย์

E_c คือค่าความส่องสว่างที่ได้จากแสงกระจายภายใต้ท้องฟ้าโปร่ง

2.3 *สภาพท้องฟ้าที่ปกคลุมด้วยเมฆจนไม่สามารถมองเห็นแหล่งกำเนิด หรือดวงอาทิตย์ได้ (Overcast Sky หรือเรียกว่า CIE Sky)* ความสว่างของท้องฟ้าลักษณะนี้มีความสว่างในปริมาณที่แตกต่างกัน (Non Uniform Brightness) ซึ่งความสว่างในระดับสูงสุด (Zenith-Brightness) ที่ส่องกระทบพื้นผิวในแนวระนาบมีค่ามากกว่าความสว่างในแนวระนาบ (Horizon-Brightness) ที่ส่องกระทบพื้นผิวในแนวตั้งถึง 3 เท่า มีผลให้พื้นผิวในระนาบมีความสว่างมากกว่าพื้นผิวในแนวตั้ง โดยทั้งนี้เนื่องด้วยค่าความสว่างของท้องฟ้าที่จุดใดๆจะพิจารณาจากมุม altitude ของดวงอาทิตย์เหนือระดับแนวระนาบซึ่งสามารถหาได้จากสมการ (Stein and Reynolds, 1992)

$$L_A = L_Z (1 + 2 \sin A) / 3$$

โดยที่ L_A คือความสว่างของท้องฟ้าที่ตำแหน่งมุม A องศา เหนือแนวระนาบในทุกทิศทาง

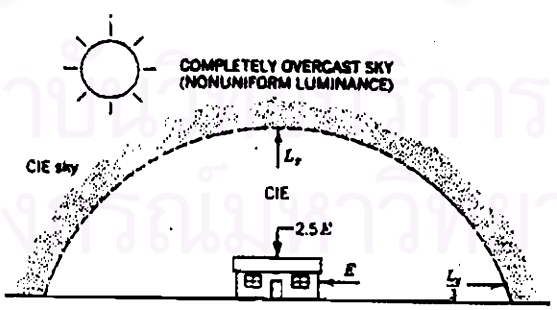
L_Z คือความสว่างของท้องฟ้าที่จุดสูงสุด (Zenith)

ดังนั้นความสว่างที่ตำแหน่งแนวระนาบหรือที่มุม A = 0 องศาจะมีค่า = L_Z / 3

ส่วนค่าความสว่างที่ระดับสูงสุดจากการศึกษา (Krochman and Sidel) พบว่า

$$L_Z = 123 + 8600 \sin A \text{ (cd/sqm)}$$

โดยที่ A คือ Solar altitude



รูปที่ 2.19 แสดงท้องฟ้าแบบที่ปกคลุมด้วยเมฆจนไม่สามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดหรือดวงอาทิตย์ได้ (Overcast Sky)

ที่มา Stein and Reynolds, 1992:p. 974.

สภาพท้องฟ้าแบบนี้ในอีกกรณีคือมีความสว่างในปริมาณที่สม่ำเสมอกัน (Uniform Brightness) ความสว่างในระดับสูงสุดที่ส่องกระทบพื้นผิวในแนวระนาบ มีค่าเท่ากับความสว่างในแนวระนาบที่ส่องกระทบพื้นผิวในแนวตั้ง แต่ก็มีผลให้พื้นผิวในระนาบมีความสว่างมากกว่าพื้นผิวในแนวตั้ง จากการวิจัย (Krochman, 1963) พบว่าค่าความสว่างภายนอกที่ระดับแนวระนาบภายใต้สภาพท้องฟ้าแบบที่ปกคลุมด้วยเมฆจนไม่สามารถมองเห็นแหล่งกำเนิด จะแปรผันตามมุมยกขึ้นของดวงอาทิตย์ สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$E_H = 3000 + 21{,}000 \sin A \quad \text{(lux)}$$

โดยที่ E_H คือค่าความสว่างภายนอกที่ระดับแนวระนาบภายใต้ท้องฟ้าแบบที่ปกคลุมด้วยเมฆจนไม่สามารถมองเห็นแหล่งกำเนิด มีหน่วยเป็น ลักซ์

A คือมุมยกขึ้นของดวงอาทิตย์ (Solar Altitude)

การพิจารณาสภาพท้องฟ้า สามารถพิจารณาโดยอาศัยข้อมูลที่เก็บเป็นรายชั่วโมง ซึ่งมีค่าระหว่าง 0 – 10 (กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา) โดยที่

ค่าระหว่าง 0-3 จัดเป็นสภาพท้องฟ้าโปร่งไม่มีเมฆ

ค่าระหว่าง 3-7 จัดเป็นสภาพท้องฟ้ามีเมฆบางส่วน

ค่าระหว่าง 7-10 จัดเป็นสภาพท้องฟ้ามีเมฆมาก

3. ***<u>การแผ่รังสีดวงอาทิตย์</u>*** คือการถ่ายเทพลังงานผ่านบรรยากาศในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Wave) คือ ปรากฏการณ์แลกเปลี่ยนอุณหภูมิระหว่างผิวของวัตถุซึ่งแตกต่างจากการนำความร้อน (Conduction) และการพาความร้อน (Convection) เพราะไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการแลกเปลี่ยนพลังงาน ปริมาณการแลกเปลี่ยนพลังงานระหว่าง ผิววัตถุทั้งสองจะเปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของวัตถุทั้งสอง ความสามารถของแต่ละพื้นผิวที่จะดูดกลืนหรือคายรังสีและการขจัดระหว่างผิววัตถุ

- **การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์มายังโลกแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ**

1.*<u>การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์นอกบรรยากาศโลก (Solar Radiation)</u>* ลักษณะของการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์มายังบรรยากาศของโลกมี 2 ลักษณะ ซึ่งก็คือการแผ่รังสีของพลังงานแสงอาทิตย์ที่อยู่นอกบรรยากาศโลก (solar radiation; short wave) เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นในช่วงต่างๆ ต่อไปนี้

1.1 *รังสีอุลตราไวโอเลต (uv)* เป็นตัวการทำให้สีของวัตถุจืดจาง การไหม้เกรียมของผิวหนังมีความยาวคลื่น 290-380 นาโนเมตร

1.2 *แสงสว่างที่มนุษย์มองเห็น (vision light)* มีความยาวคลื่น 380 - 700 นาโนเมตร

1.3 *รังสีอินฟาเรดคลื่นสั้น (short infra-red)* มีความยาวคลื่น 700 – 2,300 นาโนเมตร

ความเข้มของรังสีที่ส่องมาถึงชั้นบนสุดของชั้นบรรยากาศในหนึ่งหน่วยเวลาบนพื้นหนึ่งหน่วยพื้นที่ ซึ่งอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ 93,000,000 ไมล์ และอยู่ในแนวตั้งฉากกับรังสีถือเป็นค่าคงที่ มีค่าประมาณ 1395 w/m.m เป็นการแผ่รังสีที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวที่อุณหภูมิสูง โดยที่อุณหภูมิของพื้นผิวสูงสุดประมาณ 10,000 องศาฟาเรนไฮต์ การแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์สูงสุดประมาณ 0.5 ไมโครเมตร การแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์จะมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิของอาคารอย่างเห็นได้ชัดซึ่งจะเป็นไปตามฤดูกาล โดยการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในแต่ละวัน จะทำให้ประมาณของพลังงานที่แผ่ผ่านเข้าไปในพื้นผิวของอาคารนั้นแตกต่างกัน ซึ่งผลดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับลักษณะและคุณสมบัติของพื้นผิวนั้น เช่นค่าการดูดกลืนพลังงานของพื้นผิว การสะท้อนของพื้นผิวและค่าการส่งผ่านพลังงานในช่วงความยาวคลื่นต่างๆ (transmits radiant energy at the wavelength)

2.*การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์จากพื้นโลก (Terrestrial Radiation)* การแผ่ในลักษณะนี้คือการถ่ายเทพลังงานระหว่างพื้นผิวโลก ซึ่งจะมีลักษณะที่แตกต่างกับลักษณะแรก ก็คือ อุณหภูมิของพื้นผิวที่มีการแผ่รังสีต่ำกว่า โดยปกติจะอยู่ที่ประมาณ 0 - 150 องศาฟาเรนไฮต์ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้มีขนาดของการแผ่รังสีของคลื่นที่แตกต่างกัน โดยมีความแตกต่างของความยาวคลื่นที่มีความเข้มมากที่สุดประมาณ 10 ไมโครเมตร การแผ่รังสีบนผิวโลกจะถูกเรียกว่าการแผ่รังสีอินฟาเรดคลื่นยาว (long wave infrared radiation) ซึ่งการแผ่ในลักษณะนี้จะมีความเข้มของพลังงานแสงน้อยกว่าแบบการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์นอกบรรยากาศโลกประมาณ 1/160,000 ณ แหล่งกำเนิด ซึ่งจำเป็นต้องใช้พื้นที่มากในการถ่ายเทความร้อน ลักษณะของการแผ่รังสีของคลื่นใน 2 ลักษณะนี้เป็นการแผ่รังสีในรูปแบบของพลังงานชนิดเดียวกัน ซึ่งมีความต่างกันที่ความเข้มของพลังงาน (intensity) และขนาดความยาวคลื่น (wavelength)

- Solar Radiation **ประกอบด้วย**

1.*พลังงานแสงอาทิตย์แบบตรง (Direct Solar Radiation; I_D)* **คือพลังงานที่ได้รับโดยตรงจากดวงอาทิตย์ ทิศทางของพลังงานจากดวงอาทิตย์ถึงหน่วยรับบนพื้นโลก (id) คือระยะขจัดจากดวงอาทิตย์มายังพื้นโลก**

พลังงานแสงอาทิตย์แบบตรงสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$I_D = I_D n \times \cos 0 \quad \text{Btu/hr *sq.ft}$$

โดย $I_D n$ = พลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนระนาบระดับ

เมื่อ 0 = มุมตกกระทบของแสงอาทิตย์เพิ่มขึ้น I_D จะลดลง

โดยทั่วไปการแผ่รังสีของพลังงานแสงอาทิตย์แบบตรงต่อพื้นผิวตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ ทำมุมโดยรอบ 5.7 โดยให้จุดศูนย์กลางอยู่ที่ดวงอาทิตย์ในภาวะท้องฟ้าแจ่มใสโดยเฉลี่ยมีค่าประมาณ 285 Btu/hr *sq.ft (900w/sq.m) และพลังงานแสงอาทิตย์แบบกระจาย (Diffuse Solar Radiation; I_d) จะมีค่าเฉลี่ยขึ้นอยู่กับสภาพ

ท้องฟ้า โดยในภาวะท้องฟ้าแจ่มใส มีค่าเฉลี่ยประมาณ 32 Btu/hr *sq.ft (100w/sq.m) แต่ในภาวะท้องฟ้ามีเมฆมาก จะมีค่าอยู่ในช่วง 95-190 Btu/hr *sq.ft (300-600 w/sq.m)

2.*พลังงานแสงอาทิตย์เนื่องจากแสงสะท้อน (Reflected Solar Radiation from Surrounding Surface; I_r)* เป็นพลังงานที่ได้รับจากพื้นผิวที่รังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบแล้วสะท้อนกลับ

3.*พลังงานแสงอาทิตย์แบบรวม (Total or Global Solar Radiation; I_t)* คือพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งหมดซึ่งประกอบด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบรังสีตรงและแบบรังสีกระจายที่ได้รับบนระนาบ โดยทั่วไปจะวัดพลังงานแสงอาทิตย์แบบรวมระนาบระดับต่อหน่วยเวลา-หน่วยพื้นที่

โดย $I_t = I_D + I_d + I_r$ Btu/hr *sq.ft (ashrae ,1993)

- **ความสัมพันธ์ระหว่างแสงสว่างตามธรรมชาติกับปริมาณการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์**

ปริมาณแสงสว่างที่ได้รับจากดวงอาทิตย์จะเท่ากับ 117 lumen/watt ที่มุมของดวงอาทิตย์มากกว่าหรือเท่ากับ 25 และจะเท่ากับ 90 lumen/watt ที่มุมของดวงอาทิตย์อยู่ระหว่าง 7.5 - 25 ซึ่งในความเป็นจริงแล้วยังจะต้องคำนึงถึงตัวแปรอื่นๆ อีกเช่นลักษณะของท้องฟ้าและสภาพของบรรยากาศเป็นต้น
หาความสัมพันธ์โดยวิธี regression equation จากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ทั้งหมดบนระนาบ (rad : Btu/hr *sq.ft) กับปริมาณความสว่างจากแสงสว่างจากดวงอาทิตย์

$$E = 104.5 + 31.007 * I$$

โดยความสัมพันธ์นี้ครอบคลุมในทุกๆสภาพของลักษณะท้องฟ้า
โดยมี r - square เท่ากับ 0.97 และ stardard error = 9.7 ฟุตแคนเดิล

2.1.6 ทฤษฎีการให้ความสว่างแก่อาคารโดยใช้แสงธรรมชาติ

การให้ความสว่างแก่อาคารโดยใช้แสงธรรมชาติ ในการพิจารณาระดับความสว่างภายในอาคารอันเกิดจากแสงสว่างธรรมชาติสามารถแยกพิจารณาออกเป็น 2 แนวทางคือ

1.*การพิจารณาจากปริมาณค่าความส่องสว่างรวม (Absolute Illuminance)* เป็นการพิจารณาระดับความส่องสว่างภายในอาคารในตำแหน่งต่างๆ พื้นที่ในความสูงที่กำหนดจากระดับพื้นห้องนั้นๆโดยวัดค่าความส่องสว่างออกมาเป็นปริมาณแสงต่อหน่วยพื้นที่มีหน่วยเป็นฟุตแคลเดิล หรือลักซ์ ซึ่งค่าความสว่างที่เกิดภายในอาคารจะขึ้นอยู่กับเวลา, ทิศทางการเปิดช่องแสง และสภาพของท้องฟ้า

2.*การพิจารณาโดยอาศัยอัตราส่วนของระดับความส่องสว่างของภายในต่อภายนอกอาคาร (Relative Illuminance)* ภายใต้สภาพท้องฟ้าแบบมีเมฆปกคลุมมาก ค่าที่ได้เป็นเปอร์เซนต์ (%) ซึ่งมีค่าคงที่ไม่แปรเปลี่ยนตามช่วงเวลาหรือการเปิดของช่องแสง หากแยกการพิจารณาออกเป็นวิธีการวิเคราะห์การให้แสงสว่างภายในอาคารอันเกิดจากแสงธรรมชาติโดยทั่วไปแยกออกเป็น 3 วิธีคือ

- วิธีลูเมน (Lumen Method)
- วิธีเดไลท์ แฟกเตอร์ (Daylight factor Method)
- วิธีฟลักซ์ ทรานเฟอร์ (Flux Transfer Method)

ซึ่งในการศึกษานี้จะกล่าวเพียงวิธีลูเมน และวิธีเดไลท แฟกเตอร์เท่านั้น

1. ***วิธีลูเมน (Lumen Method)*** เป็นการพิจารณาค่าความส่องสว่างรวมที่ตกกระทบ ณ จุดใดจุดหนึ่งในระดับที่กำหนดภายในอาคารอันเนื่องมาจากปริมาณแสงจากภายนอกที่ส่องผ่านช่องเปิดหรือช่องแสงเข้ามาในขณะนั้นในบางครั้งอาจเรียกว่า Lumen Input Method ที่เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณแสงธรรมชาติที่เข้าสู่ภายในอาคารที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ หรือห้องขนาดใหญ่ เช่น โรงงาน (Biesele, 1953) ซึ่งปริมาณของแสงที่สะท้อนจากภายนอกอาคาร และพื้นผิวภายในอาคารมีผลต่อปริมาณแสงธรรมชาติภายในอาคารน้อยมาก หมายถึงระดับแสงภายในจะขึ้นอยู่กับสภาพของท้องฟ้าเป็นหลัก แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าห้องที่มีพื้นที่ขนาดเล็กจะใช้วิธีเดไลท แฟกเตอร์ไม่ได้ หากห้องที่พิจารณามีพื้นที่ขนาดเล็ก ปริมาณแสงที่สะท้อนจากภายนอกอาคาร เช่นพื้นดิน และแสงสะท้อนจากพื้นผิวภายใน เช่น ผนัง ฝ้าเพดาน จะมีผลต่อปริมาณแสงธรรมชาติที่เข้าสู่ภายในห้องนั้นๆ จึงต้องพิจารณาโดยใช้วิธีลูเมนซึ่งรวมปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปริมาณแสงธรรมชาติเข้าไว้ด้วย

การพิจารณาแบบวิธีลูเมนไม่จำเป็นต้องทราบค่าความส่องสว่างที่ทุกตำแหน่งภายในอาคาร โดยทั่วไปสามารถพิจารณาเพียง 3 จุด (Station Point; SP) ซึ่งอยู่กึ่งกลางห้องในแนวตั้งฉากกับช่องเปิด และกำหนดเป็น SP.max , SP.mid , SP.min

โดยที่ SP.max คือตำแหน่งที่อยู่ห่างจากช่องเปิดเป็นระยะ 5 ฟุตที่ระดับความสูง 0.75 เมตร (ระดับ Working Plane)
SP.mid คือตำแหน่งที่จุดศูนย์กลางของห้องที่ระดับความสูง Working Plane
SP.min คือตำแหน่งที่อยู่ห่างจากผนังด้านตรงข้ามช่องเปิดเป็นระยะ 5 ฟุตที่ระดับความสูง Working Plane
ซึ่งค่าความส่องสว่างที่ได้กำหนดให้เป็น E max , E mid , E min

โดยที่ E max คือค่าความส่องสว่างรวม (Absolute illuminance) ที่วัดค่าได้ที่ SP. max
E mid คือค่าความส่องสว่างรวมที่วัดค่าได้ที่ SP. mid
E min คือค่าความส่องสว่างรวมที่วัดค่าได้ที่ SP. Min

และมีการพิจารณาปัจจัยหลัก 4 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพการส่องสว่างดังนี้

1.1*ปริมาณแสงที่ตกกระทบถึงช่องเปิดเหนือระนาบที่พิจารณา* โดยพิจารณาตัวแปรของแหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติ คือดวงอาทิตย์ และท้องฟ้าที่มีผลกระทบต่อปริมาณแสง ได้แก่

- ค่าความสว่างและสภาพท้องฟ้า
- มุมของดวงอาทิตย์ที่กระทำต่อช่องเปิด
- ปริมาณความเข้มของแสงแดด (Intensity of Sunlight) โดยไม่รวมแสงแดดที่ส่องเข้าสู่ภายในห้อง

1.2*ปริมาณแสงที่ตกกระทบถึงช่องเปิดต่ำกว่าระนาบที่พิจารณา* โดยพิจารณาตัวแปรที่มีผลกระทบดังนี้

- ค่าความสว่างที่ตกกระทบพื้นดินภายใต้สภาพท้องฟ้าแบบไม่มีเมฆปกคลุม และแบบมีเมฆปกคลุมมาก โดยกำหนดให้

EGH,c คือค่าความสว่างที่ตกกระทบพื้นดินภายใต้สภาพท้องฟ้าแบบไม่มีเมฆปกคลุม

EGH,o คือค่าความสว่างที่ตกกระทบพื้นดินภายใต้สภาพท้องฟ้าแบบมีเมฆปกคลุมมาก

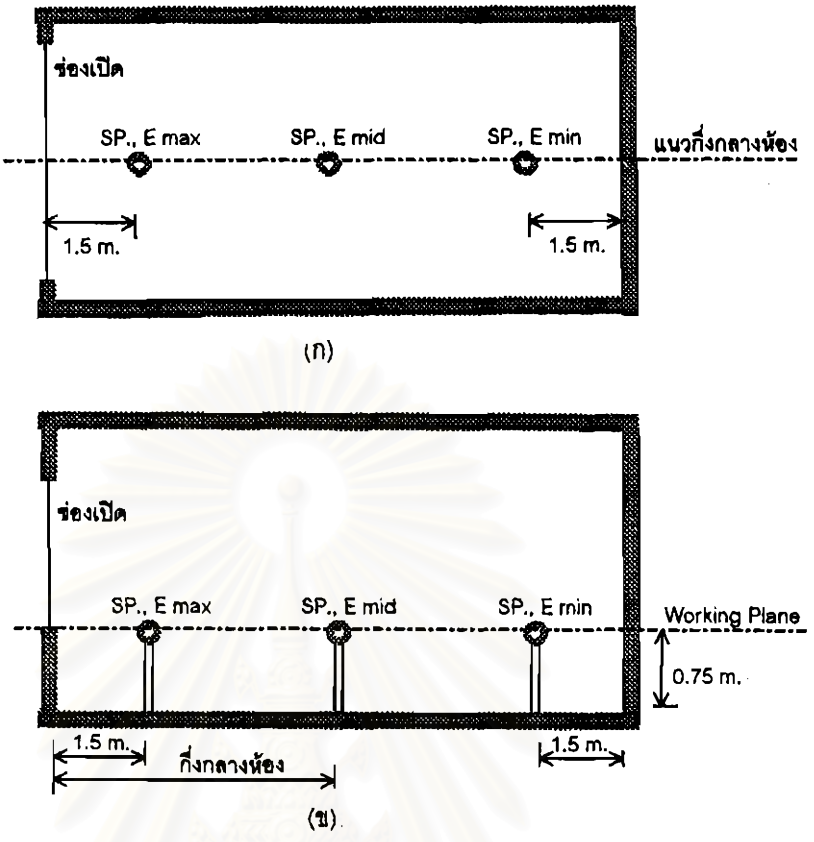
- ค่าการสะท้อนแสงของดิน (ρgr.)

1.3*ปริมาณแสงที่ผ่านช่องเปิดเข้าสู่ภายในอาคาร* โดยพิจารณาตัวแปรที่มีผลกระทบดังนี้

- พื้นที่กระจกของช่องเปิดที่แสงสามารถส่องผ่านได้ (Ag)
- ค่าการส่งผ่านแสงของวัสดุที่เป็นช่องแสง (Tg)
- อัตราส่วนระหว่างพื้นที่ช่องแสงที่แสงสามารถส่องผ่านได้ต่อพื้นที่ช่องเปิดทั้งหมด
- ความสกปรกของช่องแสงซึ่งมีผลต่อการส่องผ่านแสงอันเนื่องมาจากการสะสมของฝุ่น (dirt collection; Dg)

1.4*ปริมาณแสงที่สามารถนำมาใช้งานและการกระจายของแสงในระดับที่ใช้งาน (Working Plane)* โดยพิจารณาดังนี้

- การกระจายตัวของแสงอันเนื่องมาจากการสะท้อนของพื้นผิวของวัสดุภายในห้อง
- อัตราส่วนความกว้างต่อความสูงของช่องเปิด
- อัตราส่วนความกว้างต่อความยาวต่อความสูงของห้อง



รูปที่ 2.20 แสดงการพิจารณาความส่องสว่างตามวิธีลูเมน (Lumen Method)
(ก) ผังพื้นแสดงตำแหน่ง SP, E (ข) รูปตัดแสดงตำแหน่ง SP, E

การพิจารณาโดยวิธีลูเมนถือว่าระดับของช่องเปิดที่อยู่ในระดับเท่ากันหรือสูงกว่าระดับที่ใช้งานเท่านั้นที่จะมีผลต่อปริมาณความส่องสว่างในระดับที่ใช้งาน ส่วนช่องเปิดที่อยู่ระดับต่ำกว่าถือว่ามีผลน้อยมาก และความกว้างของช่องแสงถือว่ามีความกว้างเท่ากับความกว้างของห้องด้านที่มีช่องแสงนั้น

2 ***วิธีเดไลท์ แฟกเตอร์ (Daylight Factor Method)*** เป็นการพิจารณาปริมาณความส่องสว่างภายในอาคารที่ได้จากแสงธรรมชาติที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ ระดับแสงภายในจะขึ้นอยู่กับสภาพท้องฟ้าเป็นหลัก ซึ่งสัมพันธ์กับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่ผลสำคัญต่อแสงสว่างและปริมาณความเข้มของแสง นอกจากนั้นยังขึ้นอยู่กับมุมที่ดวงอาทิตย์กระทำต่อพื้นที่ (มุมยกขึ้นของดวงอาทิตย์ และมุมอะซิมุท) ซึ่งแปรเปลี่ยนไปตามวันและเวลาที่แตกต่างกัน องค์ประกอบที่สำคัญที่มีผลต่อแสงสว่างธรรมชาติ โดยทั่วไปพิจารณาจาก 3 องค์ประกอบคือ

- องค์ประกอบจากท้องฟ้า (Sky component)
- องค์ประกอบภายนอก (Externally reflected component)
- องค์ประกอบภายใน (Internally reflected component)

2.1<u>*องค์ประกอบจากท้องฟ้า (Sky Component; SC)*</u> โดยสภาพท้องฟ้าจะเห็นได้ว่าเกิดขึ้นได้ในหลายสภาพ เช่นท้องฟ้าโปร่งไม่มีเมฆ หรือที่ปกคลุมด้วยเมฆจนบางครั้งไม่สามารถมองเห็นดวงอาทิตย์ได้ (Completely Overcast Sky) เหล่านี้มีผลต่อปริมาณความสว่างที่เกิดขึ้น

รูปที่ 2.21 แสดงลักษณะขององค์ประกอบจากท้องฟ้า (Sky component; SC) ในห้อง

ที่มา Hopkinson, 1963: p.51.

2.2<u>*องค์ประกอบภายนอก (Externally Reflected Component; ERC)*</u> เป็นการพิจารณาแสงที่เกิดจากการสะท้อนของวัตถุ(หรืออาคาร)ที่ตั้งอยู่ภายนอกหรือบริเวณข้างเคียง แสงส่องผ่านเข้ามาสู่ตัวอาคารเสมือนเป็นแหล่งกำเนิดแสงอีกตัวหนึ่ง ซึ่งปริมาณแสงก็ขึ้นอยู่กับทิศทางที่แสงสะท้อน หรือคุณสมบัติหรือพื้นผิวที่สะท้อนนั้นๆ

รูปที่ 2.22 แสดงลักษณะขององค์ประกอบภายนอก (Externally Reflected Component; ERC) ในห้อง

ที่มา Hopkinson, 1963: p.52.

2.3<u>*องค์ประกอบภายใน (Internally Reflected Component; IRC)*</u> เป็นการพิจารณาแสงที่เกิดจากการสะท้อนของวัตถุ(หรืออาคาร) ที่ตั้งอยู่ภายในอาคารโดยได้รับแสงจาก SC และ ERC และปริมาณแสงก็ขึ้นอยู่กับทิศทางที่แสงสะท้อนหรือคุณสมบัติของพื้นผิวที่สะท้อนนั้นๆ เช่นเดียวกับ ERC

I19274762

รูปที่ 2.23 แสดงลักษณะขององค์ประกอบภายใน (Internally Reflected Component; IRC) ในห้อง

ที่มา Hopkinson, 1963: p.53.

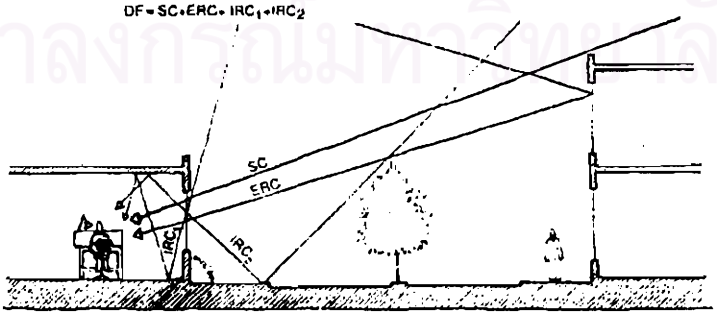
เดไลท์ แฟกเตอร์ในแนวนอน (Horizontal Daylight Factor; DF_H)

การกำหนดค่าเดไลท์ แฟกเตอร์ในแนวนอนก็คือค่าสัดส่วนของปริมาณแสงที่ตกลงบนพื้นที่ภายในอาคารแต่ละจุดใดๆ ต่อปริมาณแสงที่ตกลงบนพื้นที่แนวระนาบภายนอกอาคาร ภายใต้สภาพท้องฟ้าที่ไม่มีสิ่งกีดขวางไม่รวมแสงจากดวงอาทิตย์ (Excluded Direct Sun) ค่าที่ได้เป็นเปอร์เซนต์ (Stein and Reynolds, 1992)

$$DF_H(\%) = \frac{\text{ความสว่างภายในแนวนอน} \times 100\ \%}{\text{ความสว่างภายนอกในแนวนอนไม่รวมแสงแดดตรง}}$$

รูปที่ 2.24 แสดงลักษณะของผลรวมเดไลท์ แฟกเตอร์ (Total Daylight Factors; DF) ในห้อง

ที่มา Hopkinson, 1963: p.53.



รูปที่ 2.25 แสดงลักษณะของผลรวมเดไลท์ แฟกเตอร์ (Total Daylight Factors; DF)

ที่มา Stein and Reynolds, 1992: p.980.

เช่นหากเดไลท์ แฟกเตอร์มีค่าเท่ากับ 10 % หมายความว่าพื้นที่ภายในนั้นๆ ได้รับปริมาณแสงเท่ากับ 10% ของปริมาณแสงภายนอกที่ได้รับ ภายใต้สภาพท้องฟ้าที่โปร่ง ไม่มีสิ่งกีดขวางใดๆ

ถึงแม้ว่าค่าเดไลท์ แฟกเตอร์นั้นไม่สามารถเป็นตัวบ่งชี้ถึงปริมาณของแสงที่แน่นอน แต่ก็เป็นตัวชี้ได้ว่าค่าที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่หรือการทำงานในชิ้นงานใดๆ มีความเหมาะสมเพียงพอหรือไม่มีการกำหนดช่วงของค่าเดไลท์ แฟกเตอร์สำหรับพื้นที่ใช้งานในลักษณะต่างๆ โดยดูได้จากตารางที่ 2.3 และ 2.5 ประกอบ

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าประมาณเดไลท์ แฟกเตอร์ (Daylight Factor) สำหรับพื้นที่ใช้งานต่างๆ

การใช้งาน	ค่า DF (%)
การอ่านหนังสือ การทำงานปกติในช่วงเวลาขณะหนึ่ง	1.5 - 2.5
การอ่านหนังสือ หรือการที่ต้องใช้สายตาในที่ๆ หนึ่งในช่วงเวลานานพอสมควร หรือการทำงานที่อาจจะต้องมีอุปกรณ์บางอย่างเข้าช่วยซึ่งไม่มีอันตรายมาก	2.5 - 4.0
สำหรับการทำงานที่ต้องการความละเอียดสูงหรือการใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ที่อาจต้องระมัดระวังเรื่องการเกิดอันตราย	4.0 - 8.0

ที่มา Stein and Reynolds, 1992: p.197.

เดไลท์ แฟกเตอร์ในแนวตั้ง (Vertical Daylight Factor: DF_v)

เป็นการพิจารณาปริมาณความส่องสว่างภายในอาคารที่ได้จากแสงธรรมชาติที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ ระดับแสงภายในจะขึ้นอยู่กับสภาพท้องฟ้าเป็นหลัก ซึ่งสัมพันธ์กับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่ผลสำคัญต่อแสงสว่างและปริมาณความเข้มของแสง นอกจากนั้นยังขึ้นอยู่กับ[illegible]ที่ดวงอาทิตย์กระทำต่อพื้นที่ซึ่งแปรเปลี่ยนไปตามวันและเวลาที่แตกต่างกัน

การกำหนดค่าเดไลท์ แฟกเตอร์ในแนวตั้งก็คือค่าสัดส่วนของปริมาณแสงที่ตกลงบนพื้นที่ในแนวตั้ง(vertical)ภายในอาคารแต่ละจุดใดๆ ต่อปริมาณแสงที่ตกลงบนพื้นที่แนวระนาบภายนอกอาคาร ภายใต้สภาพท้องฟ้าที่ไม่มีสิ่งกีดขวางไม่รวมแสงจากดวงอาทิตย์ ค่าที่ได้เป็นเปอร์เซนต์ (Stein and Reynolds, 1992)

$$DF_v(\%) = \frac{\text{ความสว่างภายในแนวนอน} \times 100\ \%}{\text{ความสว่างภายนอกในแนวตั้งไม่รวมแสงแดดตรง}}$$

2.1.7 มาตรฐานระดับการส่องสว่าง

ในการกำหนดระดับการส่องสว่างสำหรับการใช้งานต่างๆ กันนั้น มีการกำหนดโดยหน่วยงานแต่ละแห่ง เช่น ไออีเอส (IES; Illumination Engineering Society (USA), IES (BS)) เป็นต้น ซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้สอย และสภาพอากาศ ดังนั้นค่าที่กำหนดอาจมีความแตกต่างกันส่วนมาตรฐานที่กำหนดเป็นมาตรฐานสากลไม่ขึ้นกับประเทศใดประเทศหนึ่งได้แก่ ซีไออี (CIE; the Commission Internationale de l'Eclairage) ซีไออีกำหนดค่าความสว่างออกเป็น 3 ค่าโดยใช้ค่ากลางเป็นค่าเฉลี่ย ส่วนอีก 2 ค่าใช้ในกรณีอื่นๆ คือ อาจใช้ค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยหรือน้อยกว่าค่าเฉลี่ยขึ้นอยู่กับสภาพต่างๆ เช่น

- ถ้าการสะท้อนแสงของพื้นผิว หรือความเปรียบต่ำกว่าปกติให้ใช้ความส่องสว่างมากขึ้น
- ถ้าความผิดพลาดเนื่องจากการมองอาจทำให้เกิดปัญหาร้ายแรง หรือเสียหายมากก็ให้ใช้ค่าความส่องสว่างในตารางมากขึ้น
- ถ้าการมองวัตถุใช้เวลาสั้นมาก ก็ให้ใช้ค่าความส่องสว่างมากขึ้น
- ถ้าบริเวณพื้นที่ที่กำลังพิจารณาไม่มีหน้าต่าง ให้ใช้ค่าความส่องสว่างมากขึ้น
- ถ้าผู้ที่ใช้งานบริเวณที่กำลังพิจารณาเป็นผู้สูงอายุ ให้ใช้ค่าความส่องสว่างมากขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.4 แสดงการเปรียบเทียบมาตราฐานการส่องสว่าง
ระหว่าง ซีไออี (CIE) และ ไออีเอส (IES(USA)) ตามประเภทการใช้งาน

พื้นที่ใช้งาน (ก)	CIE (ลักซ์)
ทางเดิน,พื้นที่ทำงานภายนอก	20-30-50
ทางเดินภายในและการแวะผ่านระยะสั้น	50-75-100
ห้องที่ไม่ได้ใช้งานแบบต่อเนื่องเป็นเวลานาน	100-150-200
งานที่ใช้สายตาไม่มาก เช่น โรงงาน งานชิ้นใหญ่	200-300-500
งานที่ใช้สายตาปานกลาง เช่น สำนักงาน	300-500-750
งานที่ใช้สายตามาก เช่น การเขียนแบบ	500-750-1000
งานที่ใช้สายตามากๆ เช่น การประกอบชิ้นส่วน	750-1000-1500
งานที่ใช้สายตามากเป็นพิเศษ	1000-1500-2000
งานที่ใช้สายตาพิถีพิถัน เช่น การผ่าตัด	มากกว่า 2000
พื้นที่การใช้งาน (ข)	**IES (lux)**
Public spaces with dark surrounding	20-30-50 (a)
Simple orientation for shot temporary visits	50-75-100 (a)
Working space where visual tasks are only occasionally performed	100-150-200 (a)
Performance of visual tasks of high contrast or Large size	200-300-500(b)
Performance of visual tasks of medium contrast or small size	500-750-1000(b)
Performance of visual tasks of low contrast or very small size	1000-1500-2000(b)
performance of visual tasks of low contrast and very small size, Prolonged period	2000-3000-5000(x)
Performance of very prolonged and exacting visual tasks	5000-7500-10000(x)
Performance of very special visual tasks of extremely low contrastand small size	10000 up (x)

ที่มา (ก) ดร. ชำนาญ ห่อเกียรติ, 2540: หน้า 1-6.

(ข) IES Illuminating Engineering Society : Reference Volume, 1983: p. .A3.

นอกเหนือ จากการกำหนดระดับการส่องสว่างเป็น ลักซ์ หรือ ฟุตแคนดิล แล้วการกำหนดระดับการส่องสว่างยังสามารถกำหนดมาตรฐานเป็นค่าเดไลท์ แฟกเตอร์โดยกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)

ตารางที่ 2.5 แสดงการเปรียบเทียบมาตรฐานการส่องสว่างระหว่าง ซีไออี (CIE) และ ไออีเอส (IES(USA)) และมาตรฐานการกำหนดค่าเดไลท แฟกเตอร์ (Daylight Factor) ตามประเภทการใช้งาน(บางส่วน)

พื้นที่ใช้งาน	ค่าการส่องสว่าง (ลักซ์) ตามมาตรฐาน CIE (ก)	ค่าการส่องสว่าง (ลักซ์) ตามมาตรฐาน IES (ข)	ค่าDaylight factor(%),(ค) เฉลี่ย	ต่ำ	จุดที่วัด
อาคารทั่วไป					
ทางเดิน	50-100-150	50-75-100	2	0.6	พื้น
บันได- บันไดเลื่อน	100-150-200	100-150-200	2	0.6	ลูกนอน
ที่เก็บของ,ห้องเก็บของ	100-150-200	100-150-200	1.5	0.5	work plane
ห้องน้ำ	100-150-200	100-150-200	1.5	0.5	work plane
สำนักงาน					
พื้นที่ทั่วไป, พิมพ์ดีดคอมพิวเตอร์	300-500-700	500-750-1000	5	2.5	work plane
เขียนแบบ	500-750-1000	500-750-1000	5	2.5	work plane
ห้องประชุม		200-300-500			
โถงทางเข้า	300-500-750	100-150-200	2	0.6	work plane
ห้องสมุด					
หิ้งหนังสือ	150-200-300	200-300-500	5	1.5	work plane
โต๊ะอ่านหนังสือ	300-500-750	200-300-500	5	1.5	work plane
เคาน์เตอร์	200-300-500	200-300-500	5	1.5	work plane
ห้องประชุม					
เอนกประสงค์	150-200-300	200-300-500	5	2.5	work plane

ที่มา (ก) ดร.ชำนาญ ห่อเกียรติ,2540: หน้า 1-6.

(ข) IES. Illuminating Society : Reference Volume, 1983.

(ค) BSI Draft for Development, p.73. อ้างถึงใน Applications window Design, p. 31.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 หลักการให้แสงธรรมชาติในอาคารพิพิธภัณฑ์

2.2.1 หลักการให้แสงที่เหมาะสมในอาคารพิพิธภัณฑ์

การให้แสงสว่างในพิพิธภัณฑ์นั้นถือได้ว่าเป็นการผสมผสานระหว่างศิลปะ วิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ทั้งในด้านความงามและการอนุรักษ์รูปแบบและคุณลักษณะของอาคาร รวมถึงการเลือกใช้ระบบต่างๆ ของอาคาร เบื้องต้นของการออกแบบต้องมีการคิดเกี่ยวกับเรื่องการให้แสง การให้ปริมาณแสงที่เหมาะสมนั้นถือว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของอาคารพิพิธภัณฑ์ เนื่องจากแสงเป็นสิ่งที่ให้ทั้งอารมณ์และความรู้สึกในการรับรู้งานศิลปะ คุณภาพของแสงในส่วนจัดแสดงไม่ได้ขึ้นกับชนิดของแหล่งกำเนิดแสงเพียงอย่างเดียวแต่ยังขึ้นอยู่กับลักษณะการจัดพื้นที่ภายใน วิธีการให้แสงตกกระทบไปยังงานแสดงและสภาพแวดล้อมรอบๆ และรวมไปถึงความรู้สึกของผู้เข้าชมงาน

การออกแบบให้ภายในอาคารพิพิธภัณฑ์เกิดทัศนียภาพอันน่าพึงพอใจนั้นเป็นสิ่งที่ยากและซับซ้อน ขึ้นอยู่กับปริมาณการกระจาย สี ทิศทาง และการเคลื่อนไหวของแสง จุดที่สว่างที่สุดในพื้นที่นั้นๆจะทำให้เกิดการดึงดูดสายตาต่อผู้เข้าชมงาน ภาพเขียนควรจะสว่างกว่าพื้นหลังกล่าวคือบริเวณที่มีการติดตั้งภาพควรสว่างกว่าพื้นที่เหนือหรือต่ำกว่า อัตราส่วนของปริมาณแสงที่บริเวณภาพกับพื้นหลังที่เพียงพอต่อการดึงดูดความสนใจนั้นอยู่ที่ 3:1 แต่ถ้าต้องการเน้นให้เด่นเป็นพิเศษจะอยู่ที่ 10:1 และกำแพงก็ควรจะสว่างกว่าพื้น (Thomson, 1978)

1. ***การให้แสงกับการรักษาภาพ*** ผลเสียของการให้แสงที่ไม่เหมาะสมนั้นจะทำให้สีของภาพจางลง เปราะ เกิดการขยายและหดตัว พื้นผิวภาพแตกและแห้ง ซึ่งการให้แสงที่ไม่เหมาะสมนี้เกิดจากปริมาณของแสงที่ตกกระทบบนวัตถุและระยะเวลาของการให้แสง และช่วงความถี่ของแสงนั้น

ช่วงของแสงที่มองเห็นได้เป็นเพียงช่วงเล็กๆของสเปกตรัมของแถบพลังงาน ซึ่งอยู่ในความยาวคลื่นประมาณ 380 - 760 นาโนเมตร รังสีอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet) และรังสีอินฟราเรด (Infrared) มีอยู่ในทั้งแสงของดวงอาทิตย์และแสงประดิษฐ์หลายชนิด ซึ่งไม่ได้ช่วยในการมองเห็นและเป็นตัวทำลายพื้นผิวของงานศิลปะ แสงอัลตราไวโอเลตทำให้เกิดความเสียหายทางด้านเคมี (Photochemical) ซึ่งสามารถถูกกรองออกจากบริเวณช่องแสงได้ ปริมาณของการส่องสว่างและระยะเวลาที่แสงตกมายังวัตถุควรจะอยู่ในช่วงที่เหมาะสม ไม่มากเกินไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของปฏิกิริยาต่อแสงของวัตถุนั้นๆ

ตารางที่ 2.6 แสดงปริมาณรังสีอัลตราไวโอเลตกับแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆ

ชนิดของแหล่งกำเนิดแสง	ปริมาณรังสีอัลตราไวโอเลต (microwatts/lumen)
ท้องฟ้าที่ 1,500 K	1,600
หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิด Day Light (6,500 K)	220
หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิด Cool White (4,000 K)	60 - 120
หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิด Warm White (3,000 K)	70
หลอด Metal Halide	มากกว่า 75
หลอดทังสเตนชนิด Iodine Through Glass	มากกว่า 130
หลอดทังสเตนชนิดธรรมดา	60 - 80

หมายเหตุ :ถ้าปริมาณรังสีอัลตราไวโอเลตเกิน 75 ไมโครวัตต์/ลูเมน ควรมีการใช้อุปกรณ์ช่วยลดปริมารังสีอัลตราไวโอเลต

ที่มา Thomson, 1978.

ตารางที่ 2.7 แสดงปริมาณรังสีอินฟราเรดกับแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆ

ชนิดของแหล่งกำเนิดแสง	ปริมาณรังสีอินฟราเรด (lumen/radianwatts)
แสงอาทิตย์	220
แสงธรรมชาติที่ส่องผ่านกระจก	130
หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิด High-Efficacy	130
หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิด Low-Efficacy	85
หลอดทังสเตน กับ Diachronic Reflector	40
หลอดทังสเตน ฮาโลเจน	20 - 25
หลอดเมทัล ฮาไลด์	มากกว่า 130
หลอดทังสเตนชนิดธรรมดา	16

หมายเหตุ : ถ้าปริมาณแสงของหลอดไฟเป็น 1 ลูเมน/เรเดียนวัตต์ หลอดไฟ 2 หลอดให้ความร้อนเป็น 2 เท่า

ที่มา Thomson, 1978.

วิธีที่จะระบุระดับแสงได้ต้องใช้เครื่องวัดแสงวัดเพราะสายตาคนเราไม่สามารถเชื่อถือได้เนื่องจากสายตาคนเราจะรับแสงสะท้อนจากวัตถุไม่ได้รับแสงที่ตกลงบนวัตถุนั้น เครื่องวัดมีความน่าเชื่อถือพอสมควรแม้นว่ามันอาจจะไม่แม่นยำมากที่ระดับแสงต่ำๆ การวัดแสงในอเมริกามีหน่วยเป็น ฟุตแคนเดิล แต่ในยุโรปมีหน่วย

เป็น ลักซ์ (1 ฟุตแคลเดิล = 10.76 ลักซ์) เมื่อทำการวัดเซลแสงของเครื่องวัดต้องถือให้ขนานกับพื้นผิวที่จะถูกวัด (ในแนวตั้งสำหรับภาพ ในแนวนอนสำหรับพื้น) ถ้าหากมีการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ และหลังจากมีการจัดแสงหรือเปลี่ยนหลอดไฟใหม่ ควรจะทำการวัดทั่วทั้งห้องที่เวลาต่างๆกันของวันและเดือนต่างๆ และที่บริเวณทั่วทั้งพื้นผิวของภาพควรหาจุดที่สว่างที่สุด (Hot Spots) เพื่อดูลักษณะของแสงที่เกิดขึ้นบนภาพ

อัตราส่วนของแสงที่บริเวณภาพกับพื้นหลัง ถ้าสูงมากเกินไปจะทำให้ต้องปรับม่านตามาก เนื่องจากตามีแนวโน้มที่จะปรับไปที่ค่าเฉลี่ยของสภาพแสงโดยรวม ถ้าความแตกต่างของความจ้า (Brightness Contrast) มากเกินไปจะทำให้ภาพเกิดเงาที่เด่นชัดเกินไป แสงที่ตกลงบนภาพมากเกินไปจะทำให้รายละเอียดของภาพคลุมเครือ แสงที่กระจายจะช่วยลดเงาให้จางลง และลดปริมาณแสงจ้าที่เน้นไปที่ภาพลงด้วย แสงที่กระจายอยู่รอบๆ (Diffuse Ambient Light) จะให้แสงที่นุ่ม สม่ำเสมอที่บริเวณผนังและพื้น

ในขณะที่ตาปรับเข้ากับความจ้า มันก็ปรับเข้ากับสีของแสงและกลายเป็นสามารถรับรู้แสงของวัตถุหรือพื้นผิวได้อย่างคงที่ แต่การเปลี่ยนของสี เช่น ระหว่างแสงธรรมชาติที่มีโทนเย็น (Cool Daylight) และแสงประดิษฐ์ที่มีโทนอุ่น (Warm Incandescent) จะสามารถสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน โทนของสีวัตถุ (Color Rendition) ที่เรามองเห็นจะขึ้นอยู่กับการกระจายและช่วงความยาวคลื่นของแสง ไม่ได้ขึ้นกับโทนของแสง ถ้าในแหล่งกำเนิดแสงไม่มีสีนั้นๆเราจะไม่สามารถเห็นสีนั้นของวัตถุได้

2. ***<u>ระดับของปริมาณแสงที่เหมาะสมในอาคารพิพิธภัณฑ์</u>*** กลุ่มประเภทของงานศิลปะตามความไวในการรับแสง (เกิดปฏิกิริยาเคมีได้ไวเมื่อโดนแสง) ของงานแสดง โดยมีข้อแนะนำเกี่ยวกับทฤษฎีเบื้องต้นในการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในพื้นที่จัดแสดงโดยแสดงในตารางดังนี้ (Thomson,1978)

ตารางที่ 2.8 แสดงการจัดกลุ่มงานศิลปะตามความไวในการรับแสงที่เหมาะสม

ประเภทของงานศิลปะ	ปริมาณแสงไม่ควรเกิน (fc)	รังสี UV ไม่ควรเกิน (microwatts/lumen)
กลุ่มที่ 1 วัตถุที่ไวต่อแสงเป็นพิเศษ สิ่งทอ ภาพสีน้ำ ลายผ้า ภาพสิ่งพิมพ์ ภาพเขียน หนังย้อม Wall paper ขนสัตว์ ขนนก	5 (50 lux)	75
กลุ่มที่ 2 วัตถุที่ไวต่อแสง ภาพสีน้ำมัน ภาพสีผสม หนัง เขาสัตว์ กระดูก งา เครื่องเขิน	20 (200 lux)	75
กลุ่มที่ 3 วัตถุที่ไม่ไวต่อแสง โลหะ หิน แก้ว เซรามิก เพชรพลอย ภาชนะเคลือบ	30 (300 lux)	75

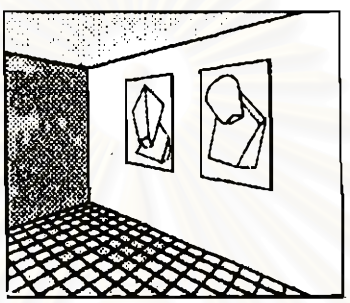
<u>หมายเหตุ</u> : กลุ่มที่ 3 แม้ว่าวัตถุเหล่านี้จะสามารถทนต่อแสงในระดับที่สูงได้ แต่ปริมาณแสงที่มากเกินไปอาจก่อให้เกิดความร้อนมาก จึงควรให้แสงในช่วง 30 ฟุตแคนเดิล เพื่อให้สายตาสามารถปรับได้ง่ายขึ้น

ที่มา Thomson, 1978.

3. ***หลักการใช้แสงในอาคารพิพิธภัณฑ์***

การให้แสงในอาคารพิพิธภัณฑ์นั้นมีวิธีการให้แสงใน 2 ลักษณะคือ

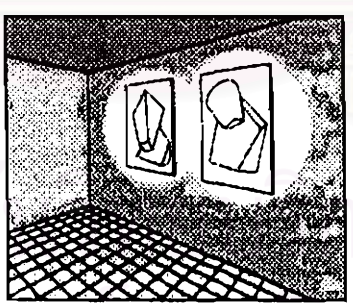
3.1*การให้แสงแบบสม่ำเสมอ (Uniform Illumination)* เป็นการจัดแสงแบบไม่เน้นที่บริเวณใดบริเวณหนึ่งของพื้นผิวในแนวตั้ง (Vertical Surfaces) ที่ไว้จัดแสดงภาพ เมื่อมีการปรับเปลี่ยนตำแหน่งภาพก็ไม่จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนตำแหน่งดวงไฟ เนื่องจากแสงมีความสม่ำเสมอกันทั่วทั้งระนาบแล้ว



รูปที่ 2.26 แสดงการให้แสงแบบสม่ำเสมอ (Uniform Illumination)

ที่มา Gordon, 1995: p. 234.

3.2*การให้แสงแบบไม่สม่ำเสมอ (Nonuniform Illumination)* เป็นการให้แสงแบบเน้นเฉพาะส่วนไปยังภาพให้บริเวณรอบๆภาพมืดกว่าเพื่อทำให้เกิดจุดเด่น เมื่อมีการเปลี่ยนตำแหน่งหรือเปลี่ยนขนาดของภาพก็ต้องสามารถปรับเปลี่ยนตำแหน่งของดวงไฟให้สามารถตอบรับกับการเน้นภาพได้เช่นเดิม



รูปที่ 2.27 แสดงการให้แสงแบบไม่สม่ำเสมอ เน้นเฉพาะส่วน (Nonuniform Illumination)

ที่มา Gordon, 1995: p. 234.

การออกแบบแสงภายในโดยรวมมีหลักการพื้นฐานดังนี้

1. ควรสร้างสภาพแวดล้อมภายในให้มีแสงที่นุ่มนวลโดยการให้แสงทั่วทั้งผนังที่จัดแสดงงานให้เกิดความสว่างที่สม่ำเสมอ อาจจะใช้วิธีให้แสงที่ผนัง (Wall Washer Lighting) เพื่อเกลี่ยแสง

2. สร้างแสงให้ภาพหรือวัตถุเด่นกว่าสภาพแวดล้อมรอบๆ

3. ถ้ามีการใช้แสงแบบเป็นจุด (Spotlight) มากเกินไปอาจทำให้เกิดเงาขึ้น จึงควรคำนึงถึงทิศทางของแสงและการกระจายของแสงด้วย

4. ไม่ควรให้แสงจากหลอดไฟหรือจากช่องแสงส่องเข้าบริเวณที่เป็นแนวมองภาพ เพราะจะทำให้เกิดแสงแยงตา (Glare) แก่ผู้ชมงาน โดยต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ของตำแหน่งแสง ชิ้นงาน และผู้เข้าชมงานร่วมกัน

5. ใช้หลอดไฟที่สามารถให้สีของวัตถุที่ถูกต้องออกมาได้

6. เลือกใช้อุปกรณ์ที่สามารถป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลตได้ ทั้งในส่วนของกระจกและหลอดไฟ

7. ป้องกันการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ เพื่อที่จะป้องกันการถูกทำลายของวัตถุอันเนื่องมาจากความร้อน โดยการตัดแสงอินฟราเรดที่ปล่อยรังสีความร้อนออกมา

8. ป้องกันแสงโดยตรงจากธรรมชาติ เพื่อทำให้ความแตกต่างของปริมาณแสงมีไม่มาก โดยแสงธรรมชาติที่เข้ามาในห้องควรจะนำแสงกระจายเข้ามา หรือผ่านการกระจายแสงเข้ามาก่อน

2.2.2 **แสงธรรมชาติ** (Daylight)

ในการออกแบบอาคารพิพิธภัณฑ์นั้น ควรจะมีการพิจารณาว่าจะนำเอาแสงประดิษฐ์หรือแสงธรรมชาติมาใช้เป็นหลักเพื่อความงามและประหยัด ทั้ง 2 กรณีนี้ต้องมีการวางแผน แต่การให้แสงธรรมชาตินั้นจะซับซ้อนมากกว่า แสงธรรมชาติเป็นแสงที่ทำให้รู้สึกนุ่มนวลและไม่เปลี่ยนแปลงสีของวัตถุไม่ว่าจะสว่างหรือลดลงก็จะให้แถบของความถี่ที่ต่อเนื่อง กล่าวคือจะสามารถทำให้ทุกสีของงานศิลปะมองเห็นได้ชัดเจนไม่เกิดสีเพี้ยนมากนัก

ในการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในพิพิธภัณฑ์นั้นก็มีข้อเสียเช่นกัน กล่าวคือแสงธรรมชาติจะเปลี่ยนอย่างต่อเนื่องในวันหนึ่งๆ เช่นที่บริเวณละติจูดเหนือ ในวันที่ดวงอาทิตย์ส่องแสงจ้า ระดับแสงอาจจะสูงถึง 1,500 ฟุตแคนเดิล (กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา) ขณะที่ภาพวาดภายในควรจะได้รับแสงเพียงแค่ 20 ฟุตแคนเดิล (Thomson, 1978) เท่านั้น ในทางตรงกันข้ามในตอนบ่ายของฤดูหนาวที่อากาศขมุกขมัวจะทำให้ปริมาณแสงไม่เพียงพอในการใช้งาน แม้แต่ในวันที่แสงขมุกขมัวที่สุดแสงธรรมชาติก็สามารถทำลายงานศิลปะได้ จึงต้องมีการป้องกันและควบคุม ดังนั้นจึงควรตรวจสอบการโคจรของดวงอาทิตย์, ทิศทาง, คุณภาพ และปริมาณแสงที่จะได้รับ เพราะในเวลาต่างกันแสงก็ย่อมมีทิศทางต่างกันสีของแสงก็จะต่างกันออกไปด้วย เช่นแสงจากทิศเหนือจะมีสีน้ำเงินมากเหมาะกับการแสดงภาพเขียน แสงจากทิศใต้มีสีเหลือง และแดงมากเหมาะกับการแสดงวัตถุ รวมถึงการเลือกใช้อุปกรณ์บังแดดที่เหมาะสมที่สามารถปรับเปลี่ยนทิศทางหรือสามารถเพิ่ม-ลดปริมาณแสงได้ โดยต้องมีการเลือกใช้สีที่ไม่มีผลต่อแสงที่สะท้อนอุปกรณ์บังแดดเข้าไปภายใน เพราะจะทำให้สีของแสงเปลี่ยนไปตามสีของวัสดุนั้นๆ

ปริมาณของแสงธรรมชาติขึ้นอยู่กับ ละติจูด ฤดู, สภาพอากาศ, เวลาของวัน และสภาพแวดล้อมทั่วไป เช่น ทิศทางการจัดวางของอาคาร มลภาวะและสภาพแวดล้อมรอบๆ ในวันฟ้าใสไม่มีเมฆปกคลุมแสงจะมาจากทั้งแสงจากทิศโดยตรงจากท้องฟ้าและการสะท้อนจากพื้นดินและวัตถุอื่นๆ ในวันที่มีเมฆบางส่วนก็ยังมีแสงโดย

ตรงจากพระอาทิตย์แต่ก็ยังมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เรื่อยๆ ในวันที่มีเมฆมากจะค่อนข้างมีแสงที่คงที่การออกแบบอาคารต้องพิจารณาถึงสภาพเด่นของที่ตั้ง ยุทธวิธีที่นำมาใช้ในการออกแบบต้องพิจารณาถึงสภาพสูงสุดที่ยอมรับได้และกำจัดส่วนเกินหรือออกแบบให้แสงเข้ามาน้อยแล้วใช้แสงประดิษฐ์เข้ามาช่วย

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการนำเอาแสงธรรมชาติมาใช้ได้แก่ การเลือกใช้รูปแบบอาคารและการจัดวางอาคารที่เหมาะสม แสงธรรมชาติกับผลต่อการใช้สอยภายใน วิธีการผนวกการใช้แสงธรรมชาติกับแสงประดิษฐ์ ผลกระทบของการให้แสงทั้ง 2 แบบต่อระบบปรับอากาศ และต้องใช้พลังงานเป็นอย่างไรปริมาณเท่าไร วิธีการนำเอาแสงธรรมชาติมาใช้ โดยอาศัยด้านโครงสร้าง กลไก หรือสภาพแวดล้อมรอบๆ ทางที่เลือกใช้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสมสำหรับการจัดแสดง จุดประสงค์ที่นำแสงมาใช้ในแต่ละพื้นที่เช่นการให้แสงสำหรับสภาพรอบๆ ทำให้พื้นผิวที่บริเวณแวดวงภาพสว่าง ให้เกิดทัศนียภาพภายรอบๆ หรือทำให้เกิดจุดเด่น

การออกแบบต้องคำนึงถึงลักษณะของที่ตั้งและเป้าหมายการนำเอาแสงธรรมชาติเข้ามาใช้เป็นอย่างแรก ในขั้นตอนการออกแบบปัญหาเกี่ยวกับการนำเอาช่องเปิดที่ผนังและหลังคามีความสัมพันธ์กับพื้นที่ภายในอย่างไร รวมไปถึงการใช้รูปทรงและขนาดของอาคารเพื่อให้แสงเข้ามา การควบคุมจำเป็นสำหรับการลดหรือเปลี่ยนทิศทางของแสง อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมปริมาณแสงอาจจะอยู่ภายนอกหรือภายในหรือทั้งคู่ของช่องแสงหรือรวมทั้ง 3 อย่างเข้าด้วยกัน

1. ***แสงด้านบน (Top Lighting)*** คุณภาพและปริมาณของแสงที่เข้ามาในอาคารกำหนดได้โดยทั้งขนาดของช่องเปิดรับแสง, อุปกรณ์กรองแสง และอุปกรณ์บังแดด รวมไปถึงตำแหน่งของช่องเปิดสกายไลท์ (Skylight) ให้ปริมาณแสงที่พอเพียงสัมพันธ์กับการเปิด โดยทั่วไปถูกนำมาใช้ในอาคารชั้นเดียว หรือชั้นบนของอาคารหลายชั้น และยังสามารถใช้ร่วมกับไลท์ เวล (Light Well) เพื่อนำแสงลงมาข้างล่าง

ขณะที่สกายไลท์ช่วยลดการใช้ไฟฟ้า โดยลดปริมาณความต้องการแสงประดิษฐ์ แต่ก็เพิ่มปริมาณความร้อน (Heat Load) ให้กับอาคาร ซึ่งปริมาณความร้อนจะเป็นประโยชน์สำหรับฤดูหนาว แต่ก็เป็นผลเสียต่อฤดูร้อน สกายไลท์จะให้ผลดีทางด้านเศรษฐศาสตร์หรือไม่ขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์สภาพอากาศภายในปีนั้น และการใช้พลังงานในอาคารอย่างเหมาะสม โดยการใช้การควบคุมการถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer Control) ควรจะมีการติดตั้งอย่างรอบคอบเพื่อป้องกันการควบแน่นของไอน้ำ (Condensation) และการรั่วซึม (Leak) ภายในอาคาร

การทะลุผ่านของแสงจากดวงอาทิตย์โดยตรงสามารถป้องกันได้โดยการใช้บานเกล็ด (Louver) และใช้วัสดุกรองแสง (Filtering Media) หรือวัสดุกระจายแสง (Diffusing Media) เนื่องจากกระจกธรรมดาจะดูดซึมรังสีอัลตราไวโอเลตไว้เพียงบางส่วน จึงต้องมีการนำเอากระจกหรืออะคิลิค (Acrylic) ที่ผ่านกรรมวิธีพิเศษมาใช้ บานเกล็ดสามารถออกแบบให้ลดหรือเปลี่ยนทิศทางของแสง และอาจจะเป็นองค์ประกอบภายในหรือภายนอกแบบอยู่กับที่หรือแบบปรับเปลี่ยนได้ วิธีที่ง่ายที่สุดคือการใช้แบบอยู่กับที่ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมกับพื้นที่ที่มีสภาพท้องฟ้า

ค่อนข้างไม่แปรปรวน แต่ถ้าหากมีการออกแบบอย่างรอบคอบก็สามารถใช้กับบริเวณที่มีสภาพอากาศค่อนข้างแปรปรวนได้ เพื่อที่จะใช้กับสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ระบบที่พิถีพิถันจึงได้มีการพัฒนาสำหรับพิพิธภัณฑ์ โดยใช้ตัวปรับแสงโฟโต้อีเลคทริก เซล (Photoelectric Cell) และ คอมพิวเตอร์ แต่ระบบดังกล่าวก็ซับซ้อนเกินไป และก็มีโอกาสที่กลไกจะเสียบ่อย มีราคาแพง และตอบสนองไวเกินไปต่อแสงที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การใช้อุปกรณ์ที่ปรับได้แบบไม่อัตโนมัติเป็นอีกทางเลือกที่อยู่ระหว่างการใช้อุปกรณ์ที่ซับซ้อน และการใช้อุปกรณ์แบบปรับเปลี่ยนไม่ได้ โดยสามารถปรับเมื่อต้องการตามสภาพฤดูกาลต่างๆ

ส่วนจัดแสดงจำนวนมากใช้สกายไลท์ร่วมกับเพดานที่สามารถให้แสงลงมาได้แต่มีความขุ่น (Flat Translucent Ceiling) หรือ เลไลท์ (Laylight) ซึ่งช่วยลดปริมาณแสงธรรมชาติที่เข้ามาในพื้นที่ เลไลท์ช่วยทำให้เงาที่เกิดจาก บานเกล็ดเหนือมันกระจายออกไปอย่างสม่ำเสมอ และลดแสงกระจาย นอกจากนั้นยังสามารถนำไปใช้ในการเปลี่ยนทิศทางของแสงอีกด้วย

เมื่อเราต้องการให้แสงสว่างที่ภาพด้วยแสงธรรมชาติจากข้างบน ถ้าทำด้วยความไม่รอบคอบแสงจะตกกระทบที่พื้นมากกว่าพื้นผิวที่เราต้องการให้แสงส่องถึง บานเกล็ดหรือตัวกระจายแสง (Diffuser) สามารถช่วยลดและเปลี่ยนทิศทางของแสงได้ แต่แสงจากด้านบนโดยทั่วไปถูกนำไปใช้ร่วมกับการจัดเพดานหรือพื้นผิวกำแพงด้านบนทำให้ส่วนของห้องที่โค้งเข้าไปทำหน้าที่เป็นตัวสะท้อนแสงจากพื้นผิวส่วนต่างๆ ทำให้แสงกระจายและนุ่มนวลขึ้น ส่วนที่เว้า (Cove) ช่วยเกลี่ยแสงในส่วนของแหล่งกำเนิดแสงเหนือหัวและกำแพงไม่ให้เกิดความจ้า (Brightness) มาก สีและวัสดุของพื้นผิวภายในสามารถช่วยลดปัญหาความขมุกขมัวที่เกิดจากสกายไลท์ ผลที่เกิดขึ้นจากการลดระดับของแสง (Light Levels) ในฤดูหนาว หรือมีการใช้กระจกสีเข้มสำหรับสกายไลท์ทำให้พื้นที่ภายในดูมืดทึม ต้องมีการนำเอาแสงประดิษฐ์เข้ามาช่วยเสริม

2. <u>*แสงด้านข้าง (Side Lighting)*</u> หน้าต่างแบบเคลียสตอรี่ (Clerestory Window) มีคุณประโยชน์ต่างๆเหมือนสกายไลท์ แต่ถูกแสงโดยตรงน้อยกว่า เมื่อใช้ร่วมกับอุปกรณ์ภายนอกอาคารเช่น ชั้นนำแสง (Light Shelves) สามารถนำปริมาณแสงที่พอเพียงเข้าไปในส่วนลึกของห้องได้ โดยที่ประสิทธิภาพจะเพิ่มขึ้นเมื่อแสงนั้นไปสะท้อนกับเพดาน มุมมองโดยตรงของท้องฟ้าสามารถถูกกันได้โดยบานเกล็ดหรือตัวบัง (Baffle) เนื่องจากหน้าต่างแบบเคลียสตอรี่อยู่บนกำแพงที่สูง ซึ่งไม่ได้ช่วยลดขนาดของพื้นที่ผนังสำหรับจัดแสดงภาพลงไป

ในขณะที่หน้าต่างมีประโยชน์สำหรับการมองไปข้างนอก ยังทำให้เกิดความแตกต่างที่ไม่สบายตาระหว่างความจ้าของภายนอกและพื้นผิวภายในที่ติดกัน ถึงแม้ว่าปริมาณช่องแสงที่กว้างจะช่วยลดความจ้าได้ แต่อุปกรณ์ที่ใช้กรองแสงก็จำเป็นสำหรับการลดปริมาณแสงที่เข้ามา โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับพื้นที่กว้างๆที่เป็นหน้าต่างที่ผนัง (Window Wall) หรือเลือกใช้กระจกที่มีค่าการส่องผ่านต่างๆกัน มูลี่ (Shutter) และม่านเกล็ดที่รูดขึ้นลงได้ (Venetian Blind) ก็ช่วยกันแสงแยงตาของท้องฟ้า ในขณะที่ยอมให้แสงสะท้อนจากพื้นเข้ามา ควรใช้อุปกรณ์บังแดด (Shading Device) ที่เคลือบด้วยตัวสะท้อน (Reflective Coat) และต้องระมัดระวังเพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ไม่ทำให้สีมาปนกับแสงที่เข้ามาในพื้นที่จัดแสดงงาน

ถ้าหน้าต่างถูกเคลือบให้เงาด้วยสีเข้มหรือสีละท้อน อาจจะทำให้เกิดปัญหาเรื่องความแตกต่างของความจ้า และคุณประโยชน์ของแสงธรรมชาติอาจจะสูญเสียไป ในกรณีนี้การใช้กระจกใสร่วมกับอุปกรณ์บังแดดอาจจะเหมาะมากกว่าการใช้กระจก 2 ชั้น (Double-Paned Glass) ซึ่งมีวัสดุป้องกันระหว่าง 2 ชั้นก็มีให้ใช้ด้วย รวมถึงฟิลม์สามารถใช้กับหน้าต่างที่มีอยู่แล้วแต่มันก็อาจจะเสี่ยงต่อการเกิดการควบแน่นเป็นไอน้ำ (Condensation) ได้

2.2.3 ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในการจัดแสดงภาพ

ความสัมพันธ์ของการจัดแสงภาพในพิพิธภัณฑ์ที่สำคัญได้แก่ ขนาดของภาพที่จัดแสดง, แหล่งกำเนิดแสง และ ผู้ชมงาน ซึ่งระยะห่างในการมองภาพขึ้นอยู่กับมุมในการมองเห็นของคน และขนาดภาพที่แตกต่างกันออกไป

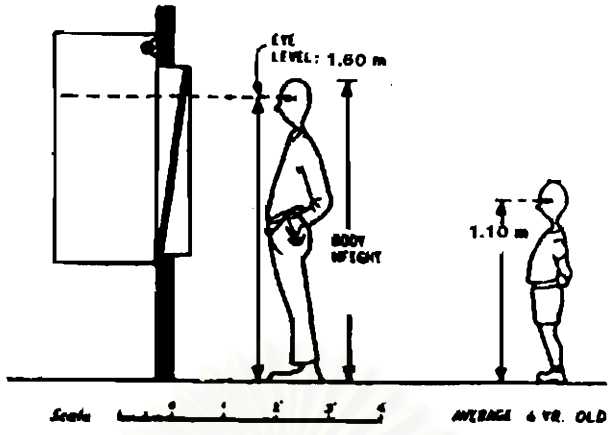
1. ***ขนาดของภาพ*** ในการจัดแสดงภาพศิลปะนั้นจะมีการจัดแสดงภาพในหลายๆขนาดที่ต่างกัน มีตั้งแต่ขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่ โดยทั่วไปจะแบ่งขนาดของภาพตามขนาดของกระดาษที่เป็นขนาดมาตรฐานดังนี้ (Brawne, 1965)

- ขนาดสูง 0.53 เมตร
- ขนาดสูง 0.79 เมตร
- ขนาดสูง 1.60 เมตร
- ขนาดสูง 2.40 เมตร

ซึ่งในการจัดวางภาพนั้นถ้าภาพมีความสูงน้อยกว่า 1.40 เมตรจะจัดวางภาพที่บริเวณกึ่งกลางของระดับสายตาผู้ชมงาน (1.60 เมตร) ถ้าภาพมีความสูงมากกว่า 1.40 เมตรจะจัดวางภาพที่บริเวณสูงจากพื้นขึ้นมา 0.90 เมตร

2. ***ขอบเขตการมองเห็นของผู้ชมงาน***

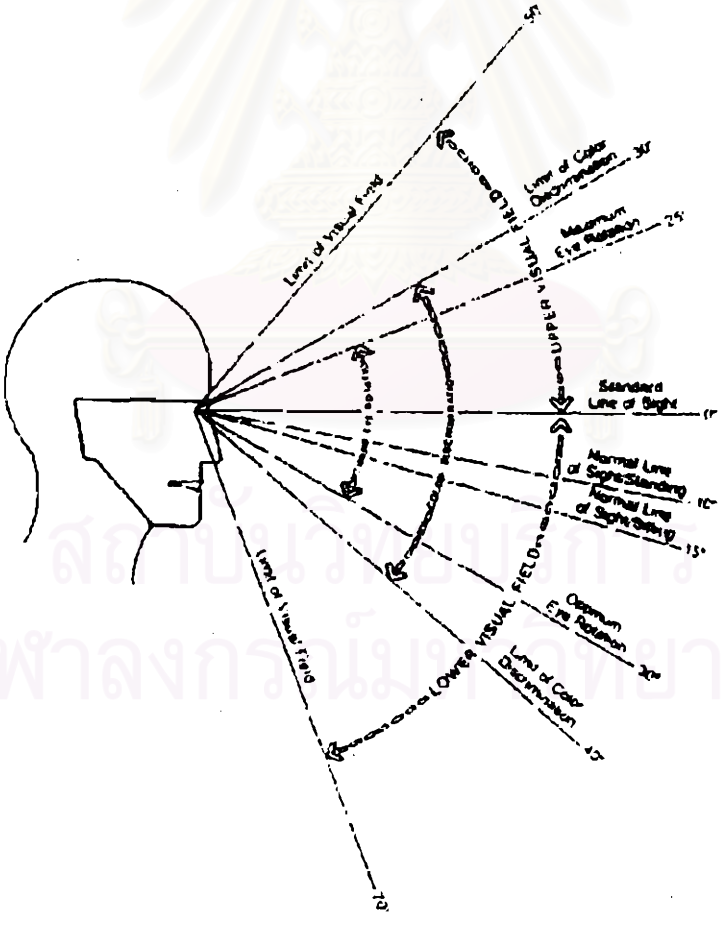
ระดับสายตาของคนอยู่ที่ประมาณ 1.60 เมตรโดยเฉลี่ย (ผู้ชายสูงประมาณ 1.70 เมตร และผู้หญิงสูงประมาณ 1.50 เมตร) สำหรับเด็กนั้นอยู่ที่ประมาณ 1.10 เมตร (Time Saver Standards, 1995)



รูปที่ 2.28 แสดงระดับสายตาของคนโดยเฉลี่ย

ที่มา Redrawn from De Chiara, Panero, and Zelnik, eds. 1995: p. 375.

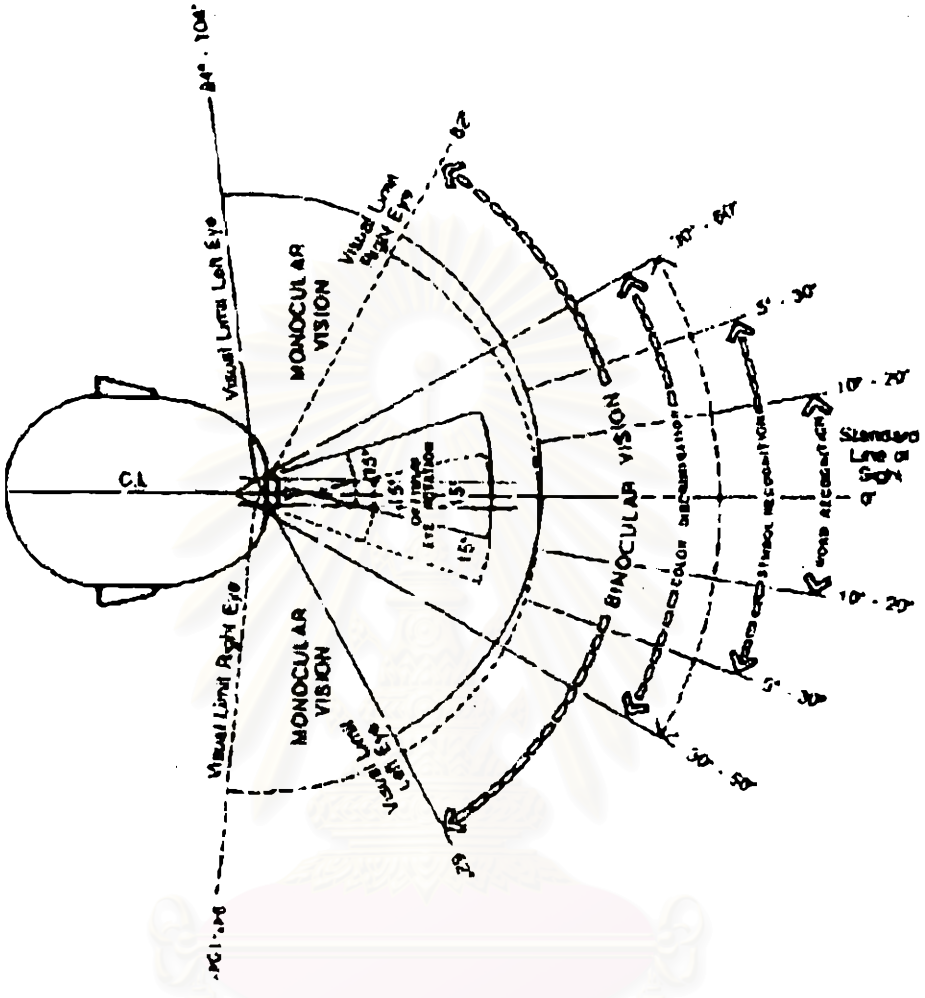
2.1 <u>ขอบเขตการมองเห็นของผู้เข้าชมในแนวตั้ง (Visual Field in Vertical Plane)</u> ที่มุมต่างๆกัน คนเราจะสามารถมองเห็นรายละเอียดได้ไม่เท่ากัน เช่นการมองเห็นรายละเอียดของงาน กับการมองเห็นเฉพาะสี มุมก็จะไม่เท่ากันดังแสดงในรูปที่ 2.29



รูปที่ 2.29 แสดงขอบเขตการมองเห็นของคนในแนวตั้ง (Visual Field in Vertical Plane)

ที่มา Panero and Zelnik, p 287.

2.2 <u>มุมมองของคนในแนวนอน</u>(Visual Field in Horizontal Plane) ที่มุมต่างๆกัน คนเราจะสามารถมองเห็นรายละเอียดได้ไม่เท่ากัน



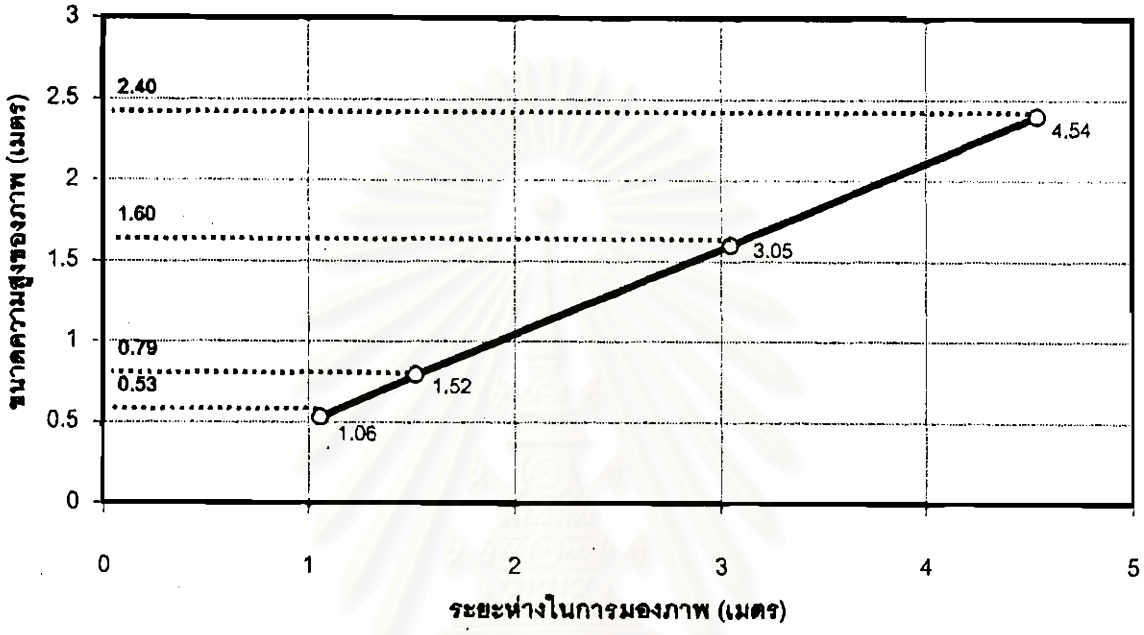
รูปที่ 2.30 แสดงขอบเขตการมองเห็นของคนในแนวนอน (Visual Field in Horizontal Plane)

ที่มา Panero and Zelnik, p 287.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ***ระยะห่างในการมองภาพขนาดต่างๆที่เหมาะสม*** เมื่อได้ขนาดของภาพ ระดับความสูงของระดับสายตาและขอบเขตการมองเห็นของผู้ชมงานแล้ว สิ่งเหล่านี้จะเป็นตัวกำหนดระยะห่างในการมองภาพขนาดต่างๆกันไปดังแสดงในแผนภูมิที่ 2.1

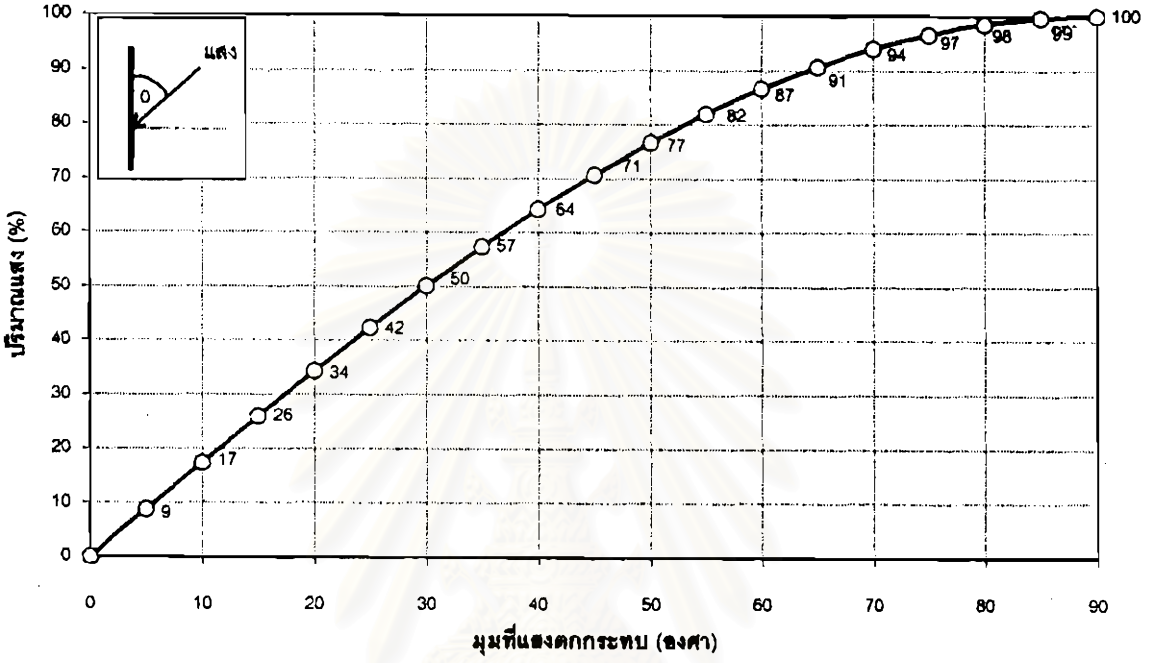
แผนภูมิที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและระยะห่างในการมองภาพขนาดต่างๆที่เหมาะสม



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. ***มุมที่เหมาะสมของแสงที่ส่องมายังภาพ*** มุมที่เหมาะสมของแสงที่ส่องมายังภาพนั้นขึ้นอยู่กับขนาดภาพและแนวระยะที่ผู้ชมงานยืนมองภาพนั้นอยู่ โดยที่ต้องคำนึงถึงแสงที่สะท้อนออกจากภาพจะต้องไม่ทำให้เกิดแสงแยงตามายังผู้ที่มองภาพ

แผนภูมิที่ 2.2 แสดงการเปรียบเทียบมุมต่างๆที่แสงตกกระทบในแนวตั้งกับปริมาณแสงที่ได้(%)



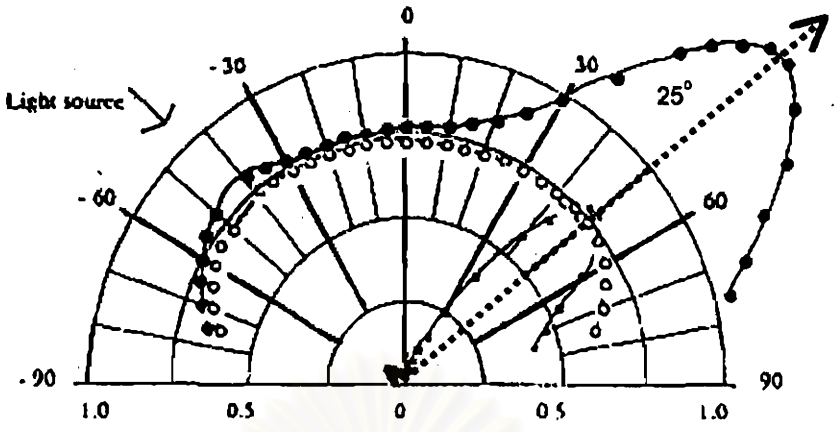
ในการหามุมการสะท้อนของแสงออกจากบริเวณภาพที่ไม่ทำให้เกิดแสงแยงตานั้น จะใช้ทิศทางการสะท้อนแสงของกรอบรูปที่ด้านบนภาพเป็นตัวอ้างอิงในการหา จากรูปที่ 2.31 - 2.33 เป็นรูปแสดงมุมแสงที่ตกกระทบที่ผิวไม้สีขาวในมุมต่างๆกัน คือที่ มุม 45°, 30° และ 15° แล้วเกิดการสะท้อนแสงที่พื้นผิวไม้สีขาวในมุมต่างๆกัน โดยที่เลือกใช้มุมของการสะท้อนแสงรวม (Total Reflector Factor) เนื่องจากลักษณะพื้นผิวเป็นลักษณะผสมคือมีผิวหยาบและมัน ดังนั้นจึงเกิดการสะท้อนแสงจากพื้นผิวที่มีความมันกับพื้นผิวที่มีผิวหยาบดังนี้

-มุมแสงที่ตกกระทบผิวไม้ที่ 45° จะมีมุมการสะท้อนแสงที่กระจายตัวออกจากมุมสะท้อนหลัก 25°

-มุมแสงที่ตกกระทบผิวไม้ที่ 30° จะมีมุมการสะท้อนแสงที่กระจายตัวออกจากมุมสะท้อนหลัก 22°

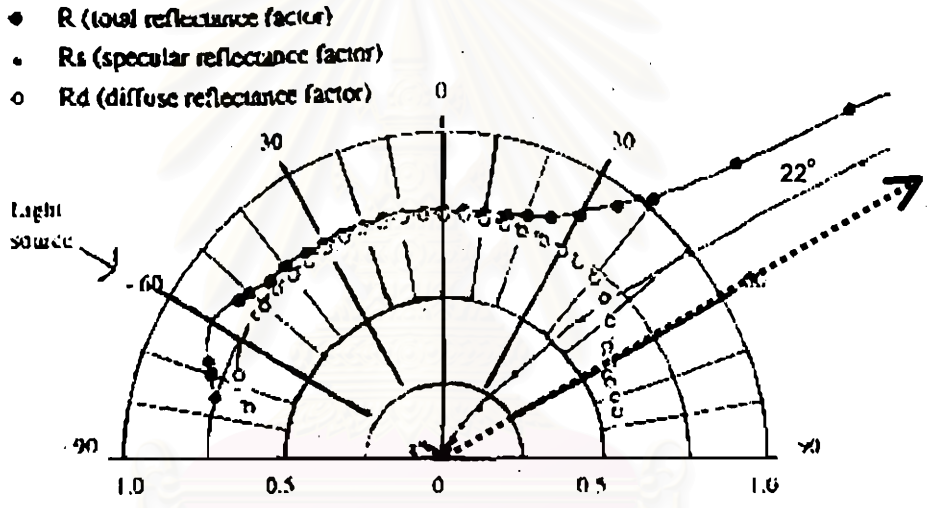
-มุมแสงที่ตกกระทบผิวไม้ที่ 15° จะมีมุมการสะท้อนแสงที่กระจายตัวออกจากมุมสะท้อนหลัก 35°

เมื่อได้มุมที่เหมาะสมของแสงสะท้อนในแต่ละมุมแสงที่ตกกระทบลงบนกรอบรูปแล้ว ก็นำไปหาแสงที่เหมาะสมในส่วนของการมองภาพในขนาดต่างๆกัน ดังรูปที่ 2.34



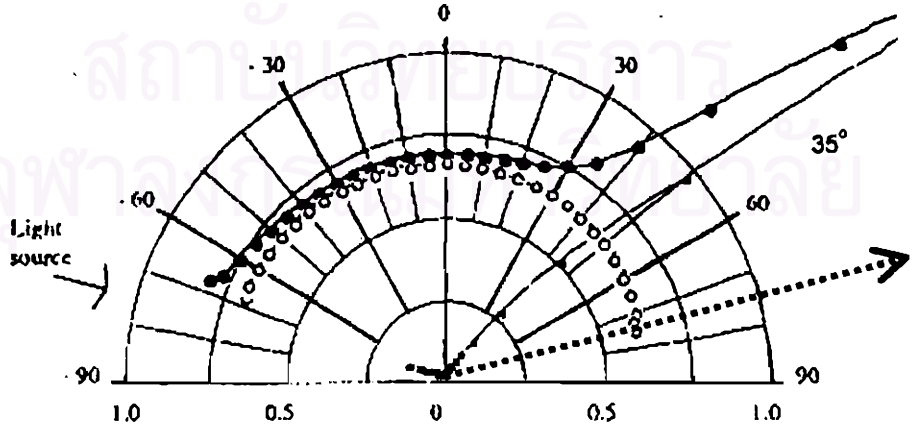
รูปที่ 2.31 แสดงทิศทางการสะท้อนแสงของไม้สีขาว (กรอบรูป) ที่มุม 45°

ที่มา Liu, 1993: p. 201.



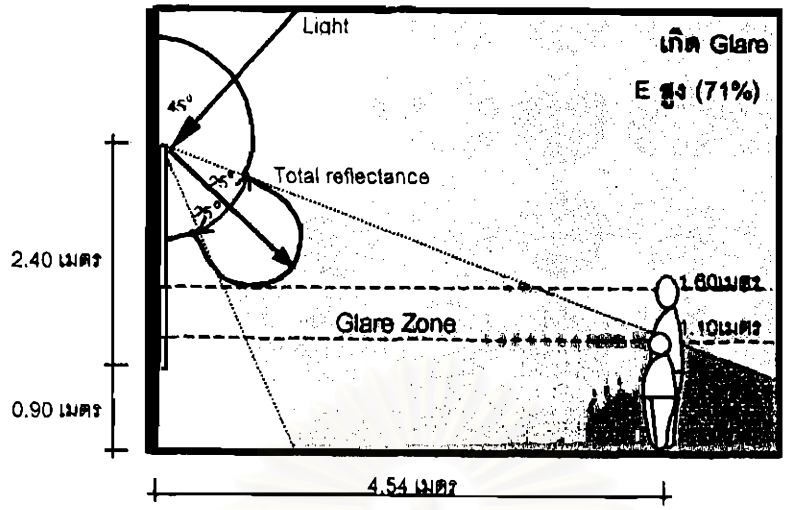
รูปที่ 2.32 แสดงทิศทางการสะท้อนแสงของไม้สีขาว (กรอบรูป) ที่มุม 30°

ที่มา : Liu, 1993: p. 201.

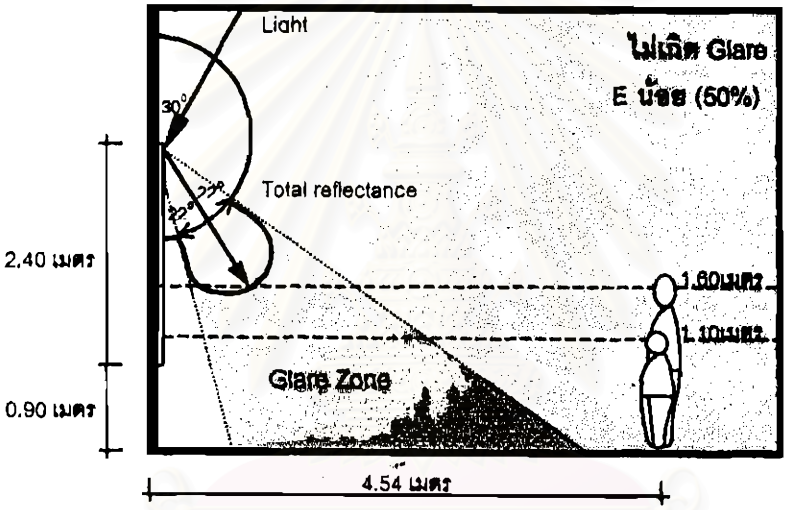


รูปที่ 2.33 แสดงทิศทางการสะท้อนแสงของไม้สีขาว (กรอบรูป) ที่มุม 15°

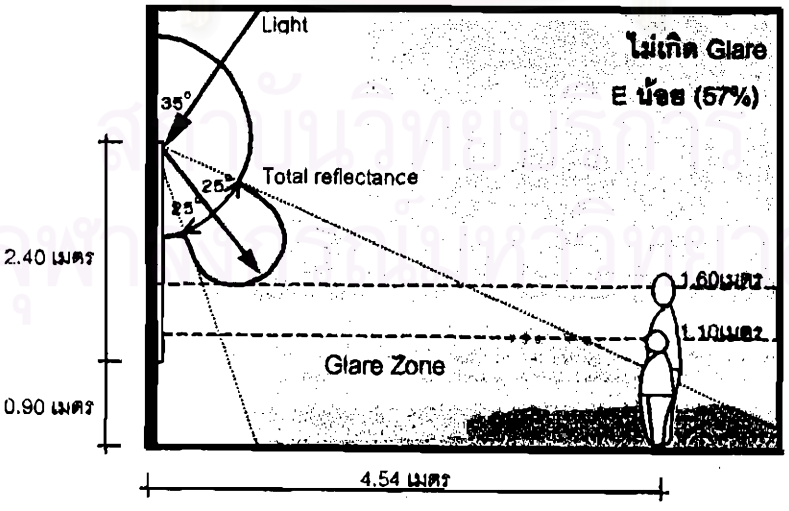
ที่มา : Liu, 1993: p. 201.



(ก)



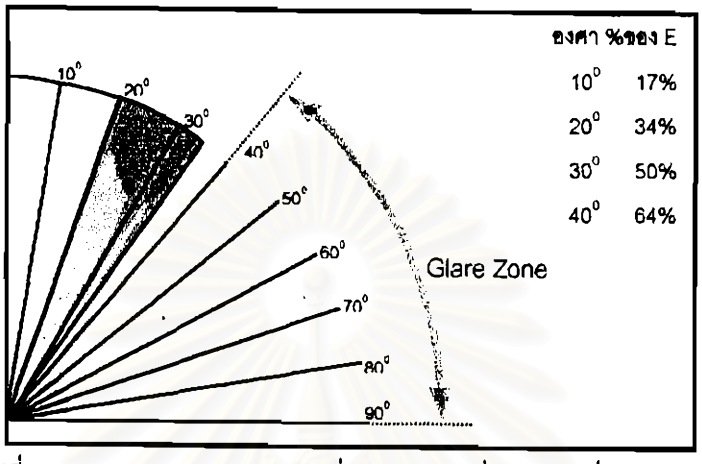
(ข)



(ค)

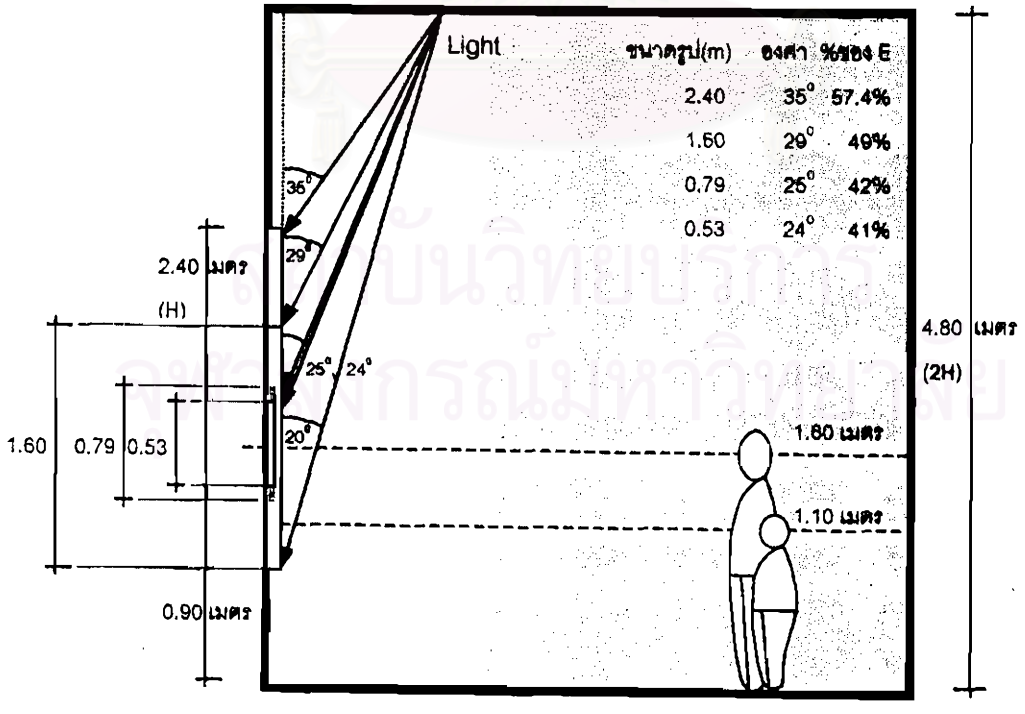
รูปที่ 2.34 แสดงการเปรียบเทียบมุมแสงต่างๆ ที่ตกกระทบที่ผนัง (ก)ที่มุม 45^{0} (ข) ที่มุม 30^{0} (ค) ที่มุม 35^{0}

จากรูปที่ 2.34 จะเห็นว่ารูป (ก) มุมแสงที่ตกกระทบลงบนกรอบรูปด้านบนที่มุม 45^0 นั้นทำให้เกิดแสงแยงตาต่อเด็ก (แนวที่ระดับสายตา 1.10 เมตร) ส่วนรูป (ค) นั้นมุมแสงที่ตกกระทบลงบนกรอบรูปด้านบนที่มุม 35^0 เป็นมุมที่เหมาะสมไม่ทำให้เกิดแสงแยงตา ดังนั้นช่วงมุม 0^0 - 35^0 จึงเป็นมุมที่เหมาะสมจะนำมาใช้

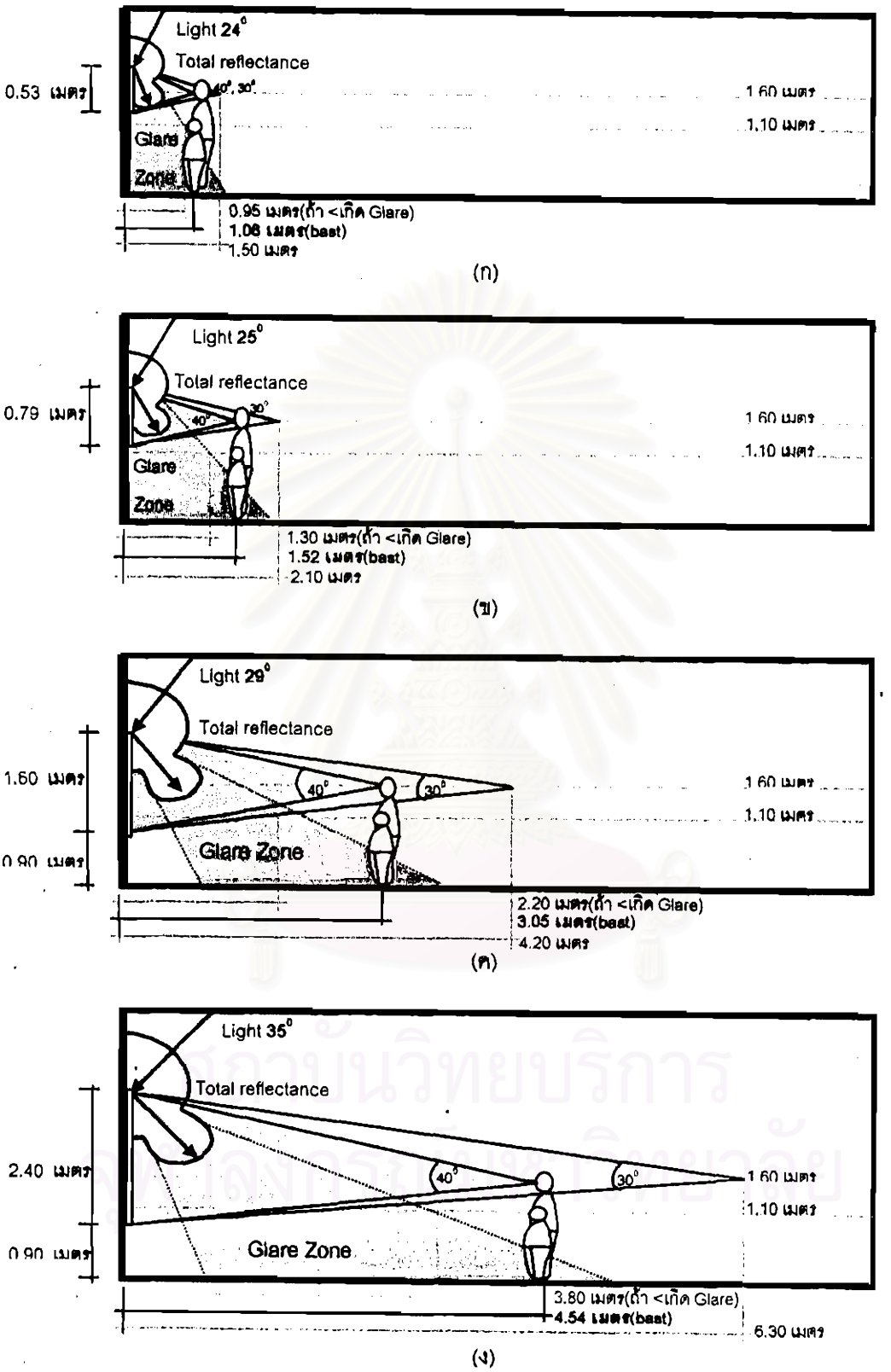


รูปที่ 2.35 แสดงมุมแสงตกกระทบที่ผนังจัดแสดงที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้

จากรูปที่ 2.35 จะเห็นได้ว่าช่วงมุมแสง 20^0-35^0 เหมาะสมที่จะนำมาใช้ เนื่องจากในช่วง 0^0 - 19^0 นั้นเป็นมุมแสงที่ให้ปริมาณแสงได้น้อย ส่วนในช่วง 36^0 - 90^0 นั้นเป็นช่วงของมุมแสงที่ทำให้เกิดแสงแยงตาแก่ผู้ชมงาน ส่วนรูปที่ 2.36 เป็นการแสดงมุมแสงที่กระทำต่อกรอบบนของภาพที่ความสูงต่างๆ (ผลจากรูปที่ 2.35) เพื่อนำไปอ้างอิงในการหาระยะที่จะไม่ทำให้เกิดแสงแยงตาต่อภาพที่ความสูงต่างๆต่อไป



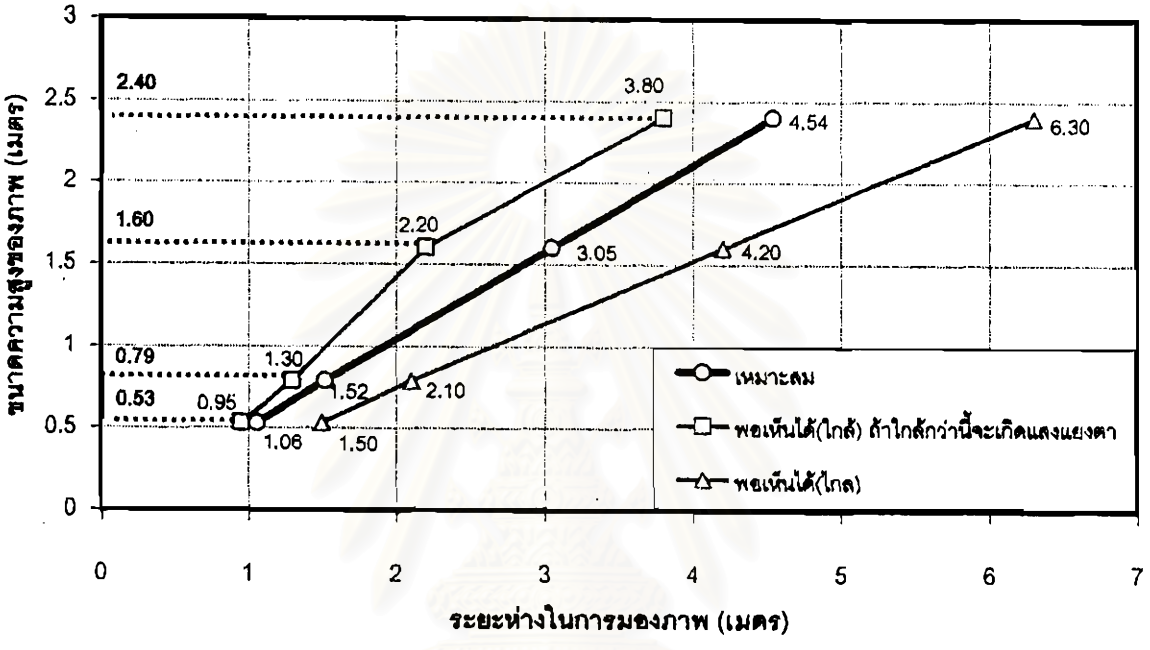
รูปที่ 2.36 แสดงมุมแสงที่สามารถนำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ครอบคลุมความสูงของภาพถึง 2.40 เมตร)



รูปที่ 2.37 แสดงมุมแสงที่ตกกระทบบนภาพที่มีขนาดความสูงต่างๆกัน (ก) ภาพสูง 0.53 เมตร มุมแสง 24^0 (ข) ภาพสูง 0.79 เมตร มุมแสง 25^0 (ค) ภาพสูง 1.60 เมตร มุมแสง 29^0 (ง) ภาพสูง 2.40 เมตร มุมแสง 35^0

จากรูปที่ 2.37 จะเห็นได้ว่าที่ภาพขนาดความสูงต่างๆกัน ระยะทางที่จะทำให้เกิดแสงแยงตาจะแตกต่างกันออกไป (อ้างอิงระดับที่จะเกิดแสงแยงตาจากระดับสายตาของเด็กคือที่ระดับความสูง 1.10 เมตร) รวมถึงระยะห่างที่สามารถมองเห็นภาพได้ชัดก็จะต่างกันออกไป (อ้างอิงมุมมองของผู้ชมงานที่จะเห็นรายละเอียดภาพได้ที่มุม 30°) ซึ่งสามารถสรุปออกมาเป็นแผนภูมิเส้นดังนี้

แผนภูมิที่ 2.3 แสดงความสัมพันธ์ของระยะห่างในการมองภาพลักษณะต่างๆ



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3 กรณีศึกษา

การให้แสงธรรมชาติภายในอาคารพิพิธภัณฑ์นั้นมีเทคนิคการให้แสงหลายๆแบบ แต่ก็มีแนวทางคล้ายๆกันดังที่ได้เคยกล่าวไว้ในตอนต้นในเรื่องแสงธรรมชาติในอาคารพิพิธภัณฑ์ กล่าวคือมีการให้แสงจากทางด้านบนกับการให้แสงจากทางด้านข้างที่ผนัง แล้วมีการใช้อุปกรณ์เสริมลักษณะต่างๆกันไป กรณีศึกษาที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้จะเป็นการแยกเทคนิคและลักษณะการให้แสงของกรณีที่มองภาพที่ผนังดังนี้

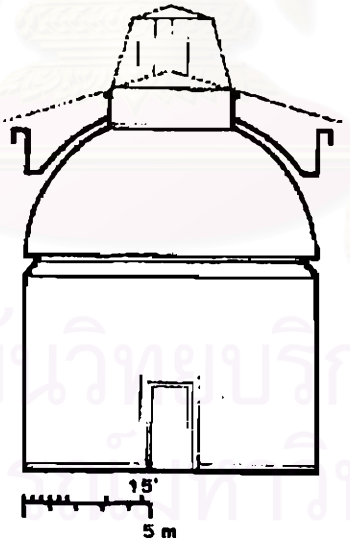
2.3.1. การให้แสงเข้าจากทางด้านบน

ข้อดี ทำให้วัตถุเกิดความน่าสนใจสามารถเห็นรายละเอียดได้ชัดเจนขึ้น เหมาะสำหรับการจัดแสดงภาพจิตรกรรม ประติมากรรมที่สุด

ข้อเสีย ได้รับแสงจากดวงอาทิตย์โดยตรง อาจทำให้ปริมาณแสงที่เข้ามาจ้าเกินไปทำให้เกิดตาพร่าและแสงแยงตาได้ รวมถึงปริมาณความร้อนที่เข้ามาจากแสงด้านบนด้วยเช่นกัน

ข้อจำกัด เหมาะสำหรับประเทศที่มีภูมิอากาศเขตหนาวที่มีความต้องการแสงและความอบอุ่นจากดวงอาทิตย์ ไม่เหมาะกับประเทศที่มีภูมิอากาศเขตร้อนชื้น

1. *Alte Pinakothek*, Munich (1836) Architect: Leo von Klenze.



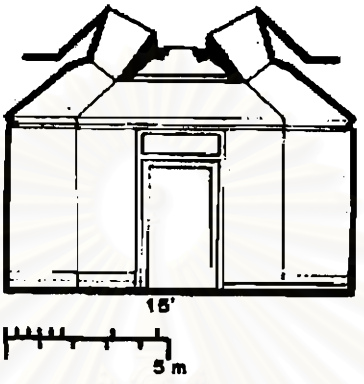
รูปที่ 2.38 แสดงรูปตัดภายในพิพิธภัณฑ์ Alte Pinakothek
ที่มา Brawne., 1965: p. 10.

ขนาดความกว้างของช่องแสง : ความกว้างของห้อง มีสัดส่วนประมาณ 1 : 2.5

ตำแหน่งของช่องแสงด้านบนได้รับแสงโดยตรงมีปัญหาเรื่องปริมาณความร้อนสูงและแสงที่ได้รับเกิดความแปรปรวน (Variation) สูงเช่นกัน ตำแหน่งช่องแสงที่สูงสามารถป้องกันการเกิดแสงแยงตาเมื่อมองภาพจัด

แสดงได้ รูปทรงของเพดานโค้งช่วยเกลี่ยแสงให้นุ่มขึ้น แสงที่บริเวณทางเดินอาจมากเกินความจำเป็น (ในกรณีที่ใช้งานที่ผนังจัดแสดงภาพเพียงอย่างเดียว) เหมาะกับการให้แสงในพิพิธภัณฑ์แสดงปฏิมากรรมมากกว่างานแสดงภาพเขียน

2. *Fitzwilliam Museum*, Cambridge, England (after 1845) Architect: C.R.Cockerel



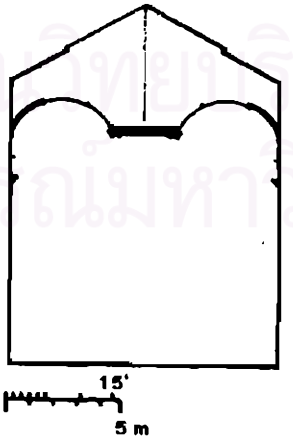
รูปที่ 2.39 แสดงรูปตัดภายในพิพิธภัณฑ์ Fitzwilliam Museum

ที่มา Brawne., 1965: p.12.

ขนาดความกว้างของช่องแสง : ความกว้างของห้อง มีสัดส่วนประมาณ 1 : 3

ตำแหน่งของช่องแสงด้านบนได้รับแสงโดยตรงมีปัญหาเรื่องปริมาณความร้อนสูงและแสงที่ได้รับเกิดความแปรปรวน และมีการละท้อนแสงเพื่อช่วยเกลี่ยแสงให้นุ่มขึ้น สามารถละท้อนไปยังส่วนจัดแสดงงานได้มากกว่าแบบแรก มุมแสงที่ส่องไปยังผนังไม่ทำให้เกิดแสงแยงตาเมื่อมองภาพจัดแสดง และไม่ได้เน้นแสงในส่วนทางเดินมากนัก

3. *National Gallery*, London (1850) Architect: C.R.Cockerell.



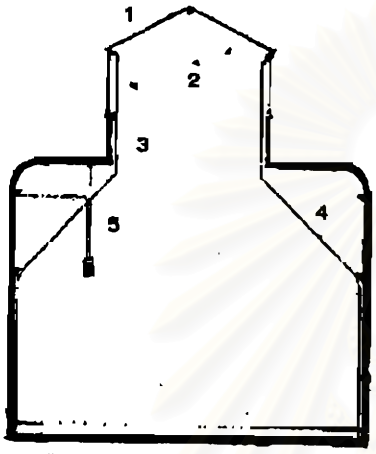
รูปที่ 2.40 แสดงรูปตัดภายในพิพิธภัณฑ์ National Gallery

ที่มา Brawne., 1965: p.12.

ขนาดความกว้างของช่องแสง : ความกว้างของห้อง มีสัดส่วนประมาณ 1 : 2

ตำแหน่งของช่องแสงด้านบนได้รับแสงโดยตรงทำให้แสงที่ได้รับเกิดความแปรปรวนจึงใช้แผ่นกรองแสงช่วยเกลี่ยแสงให้นุ่มขึ้น แต่ก็ต้องระวังเรื่องการสะสมความร้อนไว้ในส่วนของหลังคา มุมแสงที่ส่องไปยังผนังไม่ทำให้เกิดแสงแยงตาเมื่อมองภาพจัดแสดง และไม่ได้เน้นแสงในส่วนทางเดินมากนัก

4. *Kasmin Gallery*, London.



1 Existing skylight -2 Fluorescent tubes -3 plaster baffles -4 new plaster lining on timber framework set within existing building -5 Aluminium supports for booms to carry picture or lighting

(ก)

(ข)

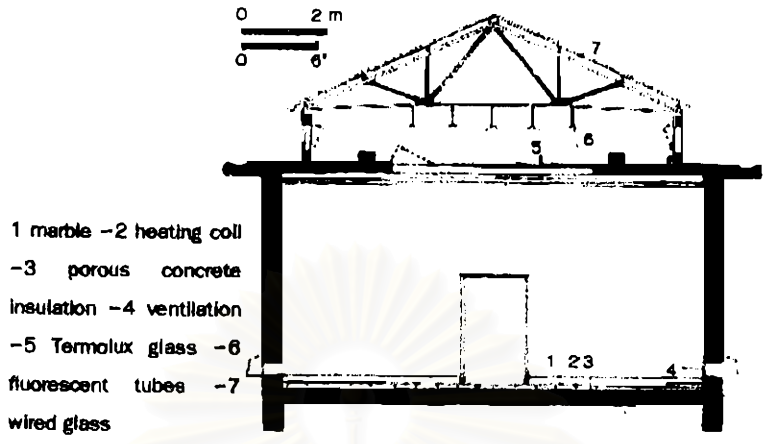
รูปที่ 2.41 แสดงรูปตัด (ก) และทัศนียภาพ (ข) ภายในพิพิธภัณฑ์ Kasmin Gallery

ที่มา Brawne., 1965: p.174.

ขนาดความกว้างของช่องแสง : ความกว้างของห้อง มีสัดส่วนประมาณ 1 : 2.5

ตำแหน่งของช่องแสงด้านบนได้รับแสงโดยตรงใช้เพดานเอียงเพื่อช่วยเกลี่ยแสงให้นุ่มและลึกมากยิ่งขึ้น มีปัญหาเรื่องปริมาณความร้อนสูงและแสงที่ได้รับเกิดความแปรปรวน และมีการสะท้อนแสงเพื่อช่วยเกลี่ยแสงให้นุ่มขึ้น และสามารถสะท้อนไปยังส่วนจัดแสดงงานได้ มุมแสงที่ส่องไปยังผนังจัดแสดงภาพไม่ทำให้เกิดแสงแยงตาเมื่อมองภาพจัดแสดง เน้นแสงในส่วนทางเดินมากเกินไปอาจทำให้แสงที่บริเวณภาพแสดงงานไม่เด่นนัก

5. *Gallery of the Carrara Academy*, Bergamo (1953-55) Architect: Nestorio Sacchi.



รูปที่ 2.42 แสดงรูปตัดภายในพิพิธภัณฑ์ Gallery of the Carrara Academy

ที่มา Aloi, R., 1962: p.231.

ขนาดความกว้างของช่องแสง : ความกว้างของห้อง มีสัดส่วนประมาณ 1 : 2

ตำแหน่งของช่องแสงด้านบนได้รับแสงโดยตรงมีปัญหาเรื่องปริมาณความร้อนสูงและแสงที่ได้รับเกิดความแปรปรวน ใช้กระจกกรองแสงเพื่อให้แสงนุ่มขึ้น แต่ไม่ได้มีการเน้นแสงในส่วนผนังจัดแสดงภาพ (บริเวณส่วนบนของภาพแสงจะมืด) มุมแสงที่ส่องไปยังผนังอาจทำให้เกิดแสงแยงตาเมื่อมองภาพจัดแสดงงานได้ เน้นแสงในส่วนทางเดินมากเกินไปอาจทำให้แสงที่บริเวณภาพแสดงงานไม่เด่นนัก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

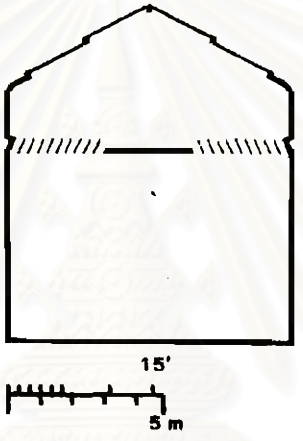
2.3.2 การให้แสงเข้าจากทางด้านบน ร่วมกับการใช้บานเกล็ด

ข้อดี บานเกล็ดช่วยกรองและกระจายแสงให้นุ่มขึ้นกว่าแบบที่ 1 ทำให้แสงมีความสม่ำเสมอทั่วทั้งห้อง และยังเป็นตัวช่วยบังแสงจากดวงอาทิตย์โดยตรงได้บ้าง

ข้อเสีย ต้องดูแลรักษาทำความสะอาดส่วนของบานเกล็ดบ่อยๆ เพื่อให้สามารถทำหน้าที่กระจายแสงได้ดี

ข้อจำกัด เหมาะสำหรับประเทศที่มีภูมิอากาศเขตหนาวที่มีความต้องการแสงและความอบอุ่นจากดวงอาทิตย์ ไม่เหมาะกับประเทศที่มีภูมิอากาศเขตร้อนชื้น

1. ***Boymans-van Beuningen Museum***, Rotterdam (1931-35) Architect: A. van der Steur



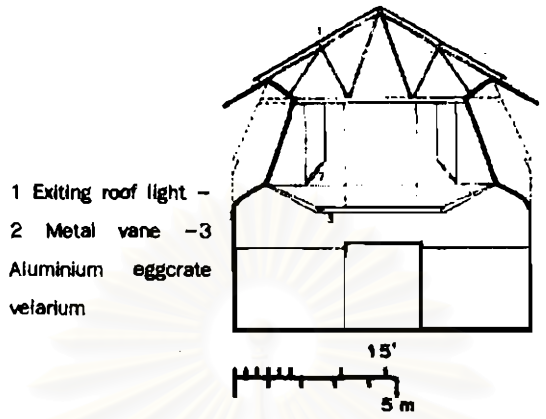
รูปที่ 2.43 แสดงรูปตัดภายในพิพิธภัณฑ์ Boymans-van Beuningen Museum

ที่มา Brawne., 1965: p. 12.

ขนาดความกว้างของช่องแสง : ความกว้างของห้อง มีสัดส่วนประมาณ 1 : 1

ตำแหน่งของช่องแสงด้านบนได้รับแสงโดยตรงมีปัญหาเรื่องปริมาณความร้อนสูงและแสงที่ได้รับเกิดความแปรปรวน ใช้บานเกล็ดกรองแสงเพื่อให้แสงนุ่มและสะท้อนไปยังส่วนผนังแสดงภาพ เน้นแสงในส่วนผนังจัดแสดงภาพ มุมแสงที่ส่องไปยังผนังไม่ทำให้เกิดแสงแยงตาเมื่อมองภาพจัดแสดงงาน ไม่เน้นแสงในส่วนทางเดินซึ่งเหมาะสมกับการจัดแสดงภาพเขียน

2. *New Galleries, Birmingham City Museum and Art Gallery* (1957) Architect: City Architect, A.G. Sheppard Fidler whith John Bickerdike of the Building Research Station.



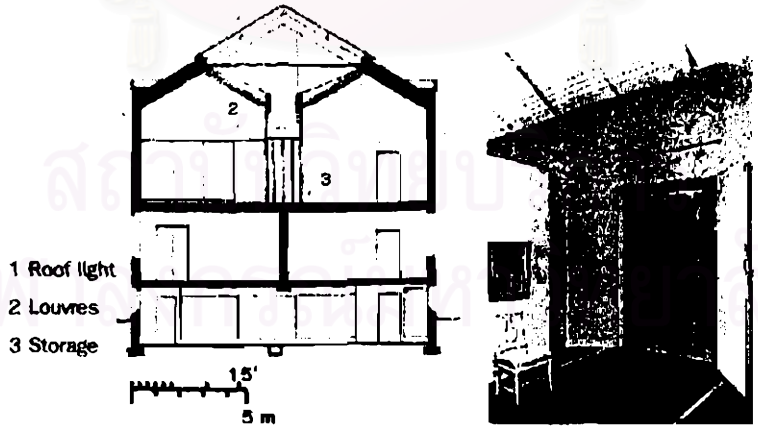
รูปที่ 2.44 แสดงรูปตัดภายในพิพิธภัณฑ์ Boymans-van Beuningen Museum

ที่มา Brawne., 1965: p. 12.

ขนาดความกว้างของช่องแสง : ความกว้างของห้อง มีสัดส่วนประมาณ 1 : 1

ตำแหน่งของช่องแสงด้านบนได้รับแสงโดยตรงมีปัญหาเรื่องปริมาณความร้อนสูงและแสงที่ได้รับเกิดความแปรปรวน ใช้บานเกล็ดกรองแสงเพื่อให้แสงนุ่มขึ้น เน้นแสงในส่วนผนังจัดแสดงภาพ มุมแสงที่ส่องไปยังผนังจัดแสดงงานไม่ทำให้เกิดแสงแยงตาเมื่อมองภาพจัดแสดงงาน ไม่เน้นแสงในส่วนทางเดิน

3. *Municipal Museum*, Linkoping, Sweden (1938-39) Architect: Nils Ahrbom und Helge Zimdal.



(ก) (ข)

รูปที่ 2.45 แสดงรูปตัด (ก) และทัศนียภาพ (ข) ภายในพิพิธภัณฑ์ Municipal Museum

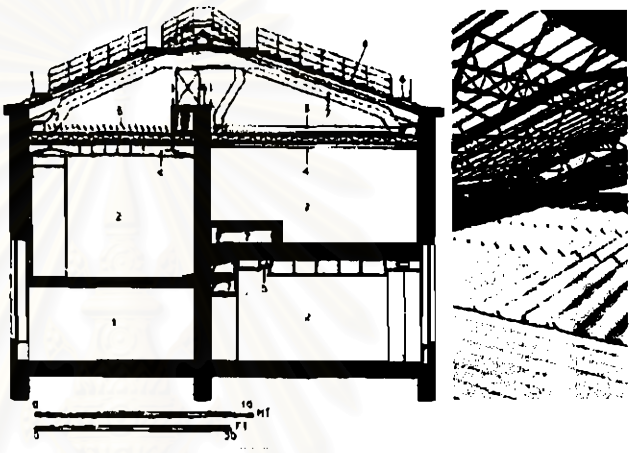
ที่มา Brawne., 1965:.p. 12.

ขนาดความกว้างของช่องแสง : ความกว้างของห้อง มีสัดส่วนประมาณ 1 : 2

ตำแหน่งของช่องแสงด้านบนได้รับแสงโดยตรงมีปัญหาเรื่องปริมาณความร้อนสูงต้องระวังเรื่องการระบายความร้อนและแสงที่ได้รับเกิดความแปรปรวน ใช้บานเกล็ดกรองแสงเพื่อให้แสงนุ่มและเป็นตัวสะท้อนแสงไปยังส่วนผนังจัดแสดงภาพ และมุมแสงที่ส่องไปยังผนังไม่ทำให้เกิดแสงแยงตาเมื่อมองภาพจัดแสดงงาน แต่อาจจะเกิดเงาของผู้ชมงานเมื่อมองภาพใกล้ๆเนื่องจากแสงเข้ามาทางด้านหลัง ไม่เน้นแสงในส่วนทางเดิน

4. ***Sabauda Gallery***, Turin (1953-58) Architect: Piero Sanpaolesi, Prof.

1 Storage –2 exhibition rooms –3 artificial lighting –4 skylight –5 movable louvres –6 inspection gangways –7 installation ducts –8 glass roofing



(ก) (ข)

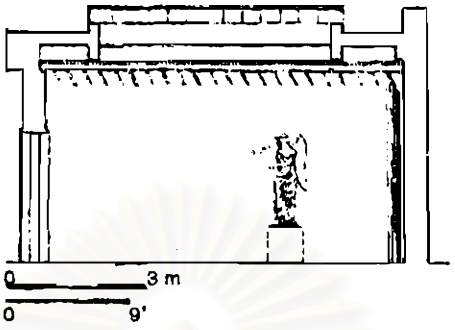
รูปที่ 2.46 แสดงรูปตัด (ก) และทัศนียภาพบนหลังคา (ข) ภายในพิพิธภัณฑ์ Sabauda Gallery

ที่มา Aloi, R., 1962: p. 289.

ขนาดความกว้างของช่องแสง : ความกว้างของห้อง มีสัดส่วนประมาณ 1 : 1

ตำแหน่งของช่องแสงด้านบนได้รับแสงโดยตรงมีปัญหาเรื่องปริมาณความร้อนสูงต้องระวังเรื่องการระบายความร้อนและแสงที่ได้รับเกิดความแปรปรวน ใช้บานเกล็ดกรองแสงเพื่อให้แสงนุ่ม แต่ต้องระวังเรื่องการปรับมุมบานเกล็ดไปยังส่วนผนังจัดแสดงภาพและมุมแสงที่ส่องไปยังผนังไม่ทำให้เกิดแสงแยงตาเมื่อมองภาพจัดแสดงงาน เน้นแสงในส่วนทางเดินมากเกินความจำเป็น

5. ***Municipal Roman Museum Brescia*** (1956) Architect: Prof. Mario Mirabella Robert, Mario Manzoni, Engimeer, Franco Zucca.



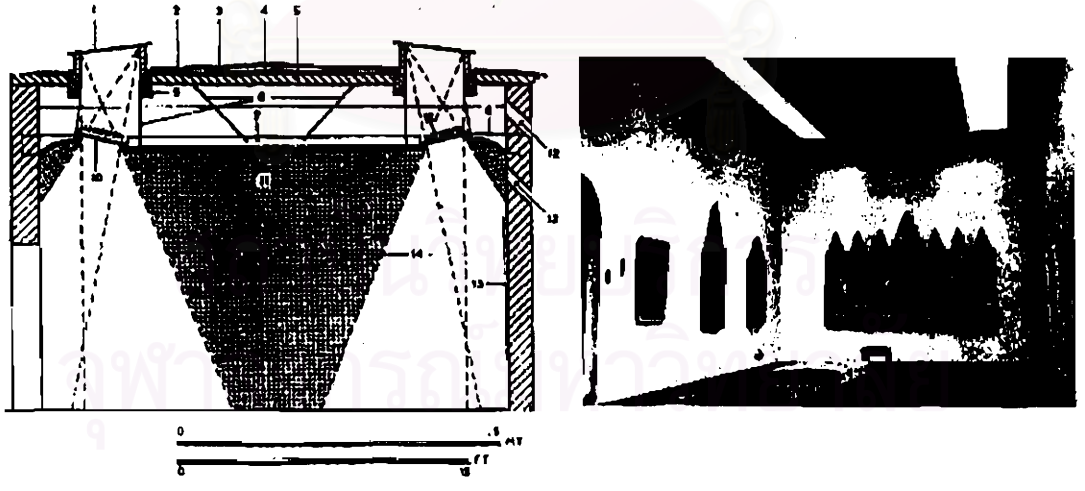
รูปที่ 2.47 แสดงรูปตัดภายในพิพิธภัณฑ์ Municipal Roman Museum Brescia

ที่มา Aloi, R., 1962: p. 357.

ขนาดความกว้างของช่องแสง : ความกว้างของห้อง มีสัดส่วนประมาณ 1 : 1

ตำแหน่งของช่องแสงด้านบนได้รับแสงโดยตรงมีปัญหาเรื่องปริมาณความร้อนสูงต้องระวังเรื่องการระบายความร้อนและแสงที่ได้รับเกิดความแปรปรวน ใช้บานเกล็ดกรองแสงเพื่อให้แสงนุ่ม แต่ต้องระวังเรื่องการปรับมุมบานเกล็ดไปยังส่วนผนังจัดแสดงภาพและมุมแสงที่ส่องไปยังผนังไม่ทำให้เกิดแสงแยงตาเมื่อมองภาพจัดแสดงงาน เน้นแสงในส่วนทางเดินเพื่อเป็นส่วนแสดงปฏิมากรรม

6. ***National Museum of Sanmetteo***, Pisa (1945-49) Architect: Piero Sanpaolesi, Prof.



(ก) (ข)

รูปที่ 2.48 แสดงรูปตัด (ก) และทัศนียภาพ (ข) ภายในพิพิธภัณฑ์ National Museum of Sanmetteo

ที่มา Aloi, R., 1962: p. 225.

ขนาดความกว้างของช่องแสง : ความกว้างของห้อง มีสัดส่วนประมาณ 1 : 4

ตำแหน่งของช่องแสงด้านบนได้รับแสงโดยตรงมีปัญหาเรื่องปริมาณความร้อนสูงต้องระวังเรื่องการระบายความร้อนและแสงที่ได้รับเกิดความแปรปรวนมีการออกแบบให้เน้นแสงไปยังส่วนผนังจัดแสดงภาพอย่างเด่นชัด และใช้บานเกล็ดกรองแสงเพื่อให้แสงนุ่มรวมถึงการให้แสงผ่านบานเกล็ดเกลี่ยไปยังส่วนผนังจัดแสดงภาพ มุมแสงที่ส่องไปยังผนังไม่ทำให้เกิดแสงแยงตาเมื่อมองภาพจัดแสดงงาน และไม่เน้นแสงในส่วนทางเดินมากเกินความจำเป็น

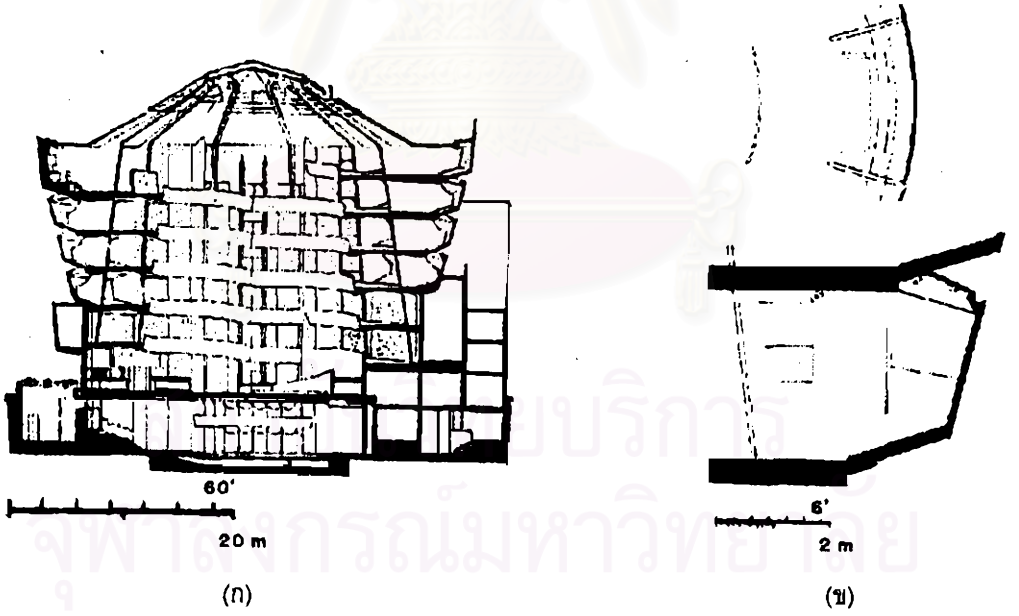
2.3.3. การให้แสงเข้าจากทางด้านบนที่บริเวณภาพจัดแสดง

ข้อดี ทิศทางของแสงที่เข้ามาจะไม่ทำให้เกิดแสงแยงตาเนื่องจากมีมุมของแสงที่ตกกระทบผิวภาพน้อย

ข้อเสีย ถ้าทิศทางของแสงไปยังภาพมีมุมน้อยมากๆ จะทำให้แสงที่ตกกระทบภาพมีปริมาณน้อยลง (มุมแสงน้อย) และต้องควบคุมปริมาณแสงไม่ให้มีความจ้ามากเกินไปเนื่องจากทิศทางของแสงอยู่ด้านบนของภาพ

ข้อจำกัด ต้องมีการป้องกันแสงจากดวงอาทิตย์โดยตรงเพื่อป้องกันความร้อนที่เข้ามาจากช่องแสง

1. *The Solomon R. Guggenheim Museum*, New York, N.Y. (1956-59) Architect: Frank Lloyd Wright.



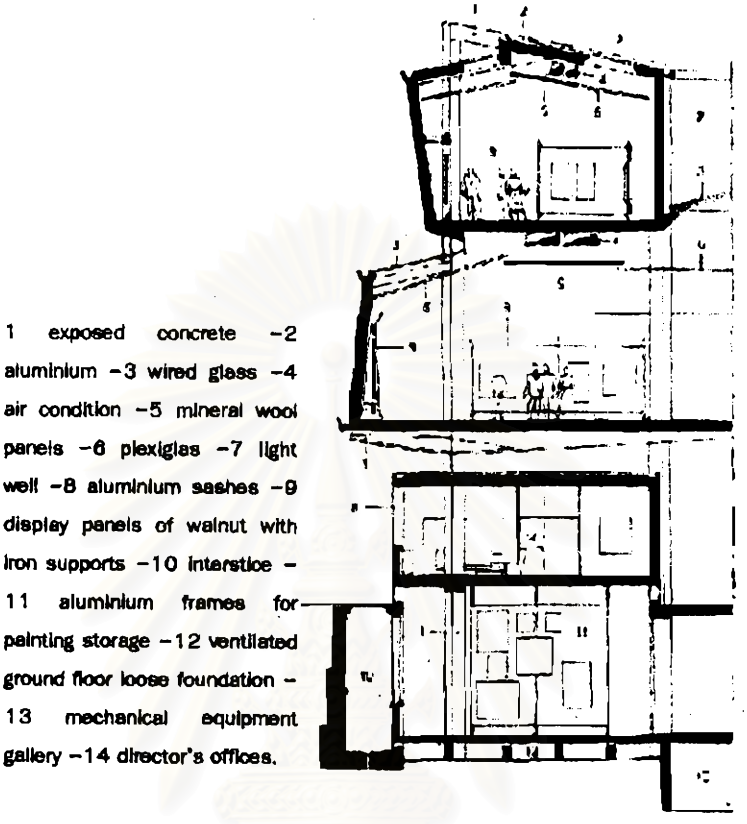
(ก) (ข)

รูปที่ 2.49 แสดงรูปตัด (ก) และรายละเอียดช่องแสง (ข) ภายใน The Solomon R. Guggenheim Museum

ที่มา Brawne., 1965: p. 12,145.

ตำแหน่งของภาพถูกติดตั้งให้ห่างออกจากส่วนของผนังทำให้แสงธรรมชาติที่เข้ามาจากด้านข้างที่ตำแหน่งบนนั้นไม่ได้ใช้เน้นที่ภาพเป็นเพียงฉากหลังให้กับภาพเท่านั้น และแสงธรรมชาติที่ส่องกระทบกับพื้นเอียงนั้นอาจจะทำให้เกิดแสงที่สว่างมากเกินความจำเป็นของหน้าที่ที่เป็นเพียงฉากหลังเท่านั้น

2. *Gallery of Modern Art*, Turin (1954-59) Architect: Carlo Bassi and Goffredo Boschetti.



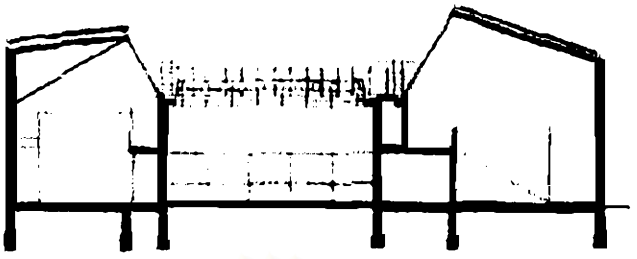
รูปที่ 2.50 แสดงรูปตัดภายในพิพิธภัณฑ์ Gallery of Modern Art

ที่มา Aloi, 1882: p. 7.

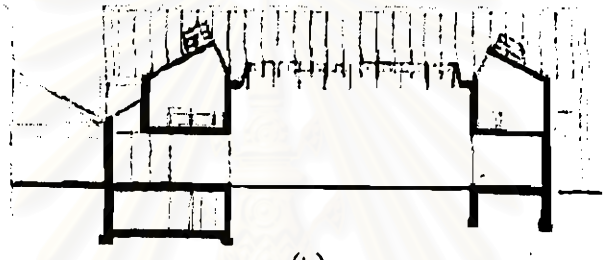
ขนาดความกว้างของช่องแสง : ความสูงของผนังแสดงภาพ มีสัดส่วนประมาณ 1 : 1

ตำแหน่งของช่องแสงด้านบนได้รับแสงโดยตรงมีปัญหาเรื่องปริมาณความร้อนสูง แสงที่ได้รับอาจเกิดความแปรปรวนบ้าง ตำแหน่งของช่องแสงนั้นทำให้มุมแสงที่ส่องไปยังผนังจัดแสดงภาพที่ไม่ทำให้เกิดแสงแยงตาเมื่อมองภาพจัดแสดงงาน และไม่เน้นแสงในส่วนทางเดินมากนัก

3. *Art Gallery*, Lund, Sweden (1956-57) Architect: Klas Anshelm.



(a)



(b)

รูปที่ 2.51 แสดงรูปตัดภายในพิพิธภัณฑ์ Art Gallery

ที่มา Brawne., 1965: p. 76.

ขนาดความกว้างของช่องแสง : ความสูงของผนังแสดงภาพ มีสัดส่วนประมาณ 1 : 1

ตำแหน่งของช่องแสงด้านบนได้รับแสงโดยตรงมีปัญหาเรื่องปริมาณความร้อน และแสงที่ได้รับเกิดความแปรปรวน ตำแหน่งของช่องแสงนั้นอาจทำให้มุมแสงที่ส่องไปยังผนังจัดแสดงงานทำให้เกิดแสงแยงตาเมื่อมองภาพจัดแสดงงานได้ เน้นแสงในส่วนทางเดินมากเกินความจำเป็น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

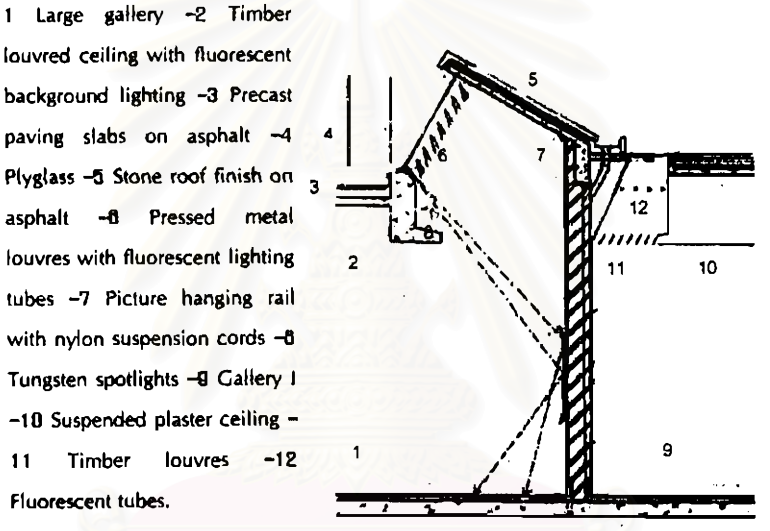
2.3.4 แบบให้แสงเข้าจากทางด้านบนที่บริเวณภาพจัดแสง และการใช้บานเกล็ด

ข้อดี บานเกล็ดช่วยกรองและกระจายแสงให้นุ่มขึ้นกว่าแบบที่ 3 ทำให้แสงมีความสม่ำเสมอทั่วทั้งห้อง และยังเป็นตัวช่วยบังแสงจากดวงอาทิตย์โดยตรงได้บ้าง

ข้อเสีย ต้องดูแลรักษาทำความสะอาดส่วนของบานเกล็ดบ่อยๆ เพื่อให้สามารถทำหน้าที่กระจายแสงได้ดี

ข้อจำกัด ต้องมีการป้องกันแสงจากดวงอาทิตย์โดยตรงเพื่อป้องกันความร้อนที่เข้ามาจากช่องแสง

1. *Picture Gallery for Christ Church*, Oxfrod (Project, 1964) Architect: Powell and Moya.



รูปที่ 2.52 แสดงรูปตัดภายในพิพิธภัณฑ์ Picture Gallery for Christ Church

ที่มา Brawne., 1965: p. 130.

ขนาดความกว้างของช่องแสง : ความสูงของผนังแสดงภาพ มีสัดส่วนประมาณ 1 : 2

ตำแหน่งของช่องแสงด้านบนได้รับแสงโดยตรงในบางช่วงมีปัญหาเรื่องปริมาณความร้อน แสงที่ได้รับอาจเกิดความแปรปรวนบ้าง ตำแหน่งของช่องแสงเน้นภาพที่จัดแสดงและมีการออกแบบโดยคำนึงถึงมุมแสงที่จะมาไม่ทำให้เกิดแสงแยงตาเมื่อมองภาพจัดแสดงงาน และใช้บานเกล็ดช่วยเกลี่ยแสง ไม่เน้นแสงในส่วนทางเดินมากนัก

2.3.5 แสงเข้าจากทางด้านข้างที่ตำแหน่งสูง

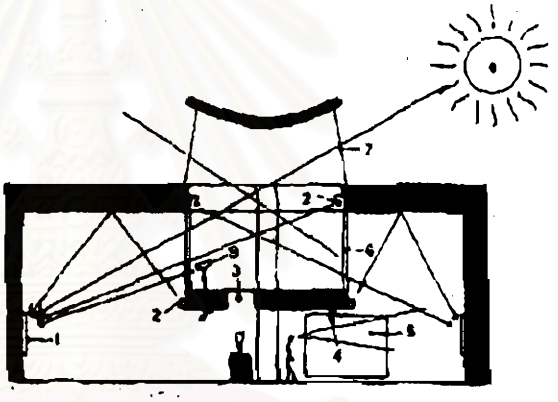
ข้อดี สามารถให้แสงเข้ามาได้ลึกกว่าการเปิดช่องแสงที่ตำแหน่งต่ำๆ แต่ก็ไม่ได้เป็นตัวช่วยเน้นงานแสดงให้เด่นมากนัก ได้เพียงแสงทั่วถึงกันทั้งห้อง

ข้อเสีย มีปัญหาเรื่องแสงแยงตาเมื่อมองภาพแสดง เนื่องจากการสะท้อนแสงในมุมที่กว้างมากเกินไป

ข้อจำกัด ความสูงของเพดานต้องสูงมากเพื่อจะได้สามารถแก้ปัญหาเรื่องแสงแยงตา (ทำให้มุมแสงเล็กลง) และต้องมีการบังแสงจากดวงอาทิตย์โดยตรงในแต่ละทิศของการให้แสง เนื่องจากปัญหาเรื่องของปริมาณความร้อนที่จะเข้ามาพร้อมกับแสง

1. *National Museum of West Art*, Tokyo (1959) Architect: Le Corbusier

1 picture –2 supplementary 40 W fluorescent lamp [natural white] –3 spotlight – 4 movable spotlight –5 movable display panel –6 translucent sliding glass panels, roll blinds, for modulating light –7 heat-absorbent rough wire glass – 8 natural light –9 movable floor-spotlight for special effects.



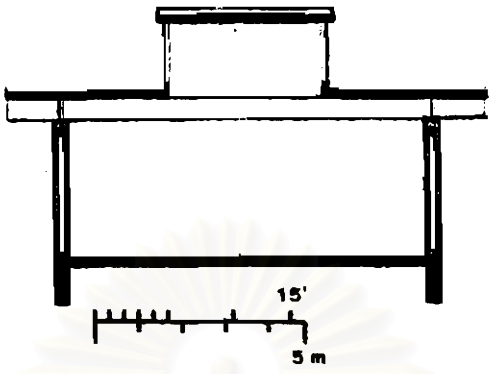
รูปที่ 2.53 แสดงรูปตัดภายในพิพิธภัณฑ์ National Museum of West Art

ที่มา Brawne., 1965: p.641.

ขนาดความกว้างของช่องแสง : ความสูงของผนังแสดงภาพ มีสัดส่วนประมาณ 1 : 2

ตำแหน่งของช่องแสงด้านบนได้รับแสงโดยตรงในบางช่วงมีปัญหาเรื่องปริมาณความร้อน แสงที่ได้รับอาจเกิดความแปรปรวนบ้าง ตำแหน่งของช่องแสงไม่ได้คำนึงถึงการป้องกันแสงแยงตาเมื่อมองภาพแสดงงาน ไม่เน้นแสงในส่วนทางเดินมากนัก ลักษณะของเพดานโค้งเป็นตัวช่วยสะท้อนแสงจากหลังคาเข้าไปยังส่วนทางเดินภายในได้มากยิ่งขึ้น

2. *Louisiana Kunstmuseum*, Humlebak bei Kopenhagen (1958) Architect: Jorgen Bo und Vilhelm Wohlert.



รูปที่ 2.54 แสดงรูปตัดภายในพิพิธภัณฑ์ Louisiana Kunstmuseum

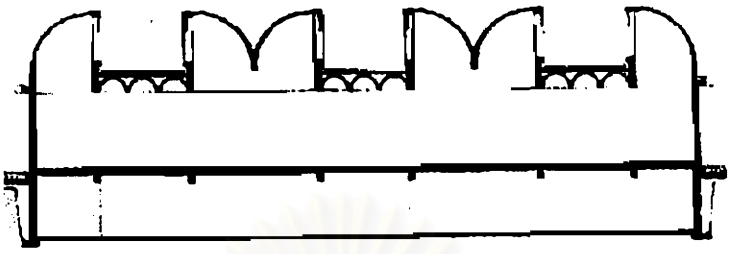
ที่มา Brawne., 1965: p. 81.

ขนาดความกว้างของช่องแสง : ความสูงของผนังแสดงภาพ มีสัดส่วนประมาณ 1 : 1.5

ตำแหน่งของช่องแสงด้านบนได้รับแสงโดยตรงในบางช่วงแสงที่ได้รับอาจเกิดความแปรปรวนบ้าง ตำแหน่งของช่องแสงไม่ได้คำนึงถึงการป้องกันแสงแยงตาเมื่อมองภาพแสดงงาน แสงในส่วนทางเดินอาจจะมากกว่าส่วนจัดแสดงภาพเนื่องจากการจัดวางตำแหน่งของช่องแสงไม่เหมาะสมนัก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ***Museum Fondation Maeght***, St. Paul-de-Vence,Frankreich (1961-64) Architect: Sert, Jackson & Gourley



(ก)

(ข)

รูปที่ 2.55 (ก) **แสดงรูปตัดภายในพิพิธภัณฑ์** Museum Fondation Maeght

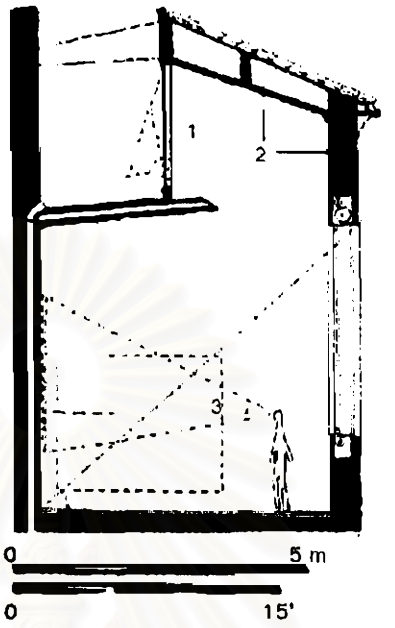
(ข) **แสดงทัศนียภาพและลักษณะช่องแสงภายในพิพิธภัณฑ์** Museum Fondation Maeght

ที่มา Browne., 1965: p. 81.

ขนาดความกว้างของช่องแสง : ความสูงของผนังแสดงภาพ มีสัดส่วนประมาณ 1 : 1.5

ตำแหน่งของช่องแสงด้านบนได้รับแสงโดยตรงในบางช่วงแสงที่ได้รับอาจเกิดความแปรปรวนบ้าง ตำแหน่งของช่องแสงถูกออกแบบให้ขวางกับแนวผนังจัดแสดงภาพ เพื่อป้องกันแสงแยงตาเมื่อมองภาพแสดงงาน ไม่เน้นแสงในส่วนทางเดินมากนัก ลักษณะของเพดานโค้งเป็นตัวช่วยสะท้อนแสงจากหลังคาเข้าไปยังส่วนภายใน ได้มากยิ่งขึ้น

4. *Arrangement of the Venetian and Lombard Quattrocento Gallery in the Brera Picture Gallery*, Milan (1948-49) Architect: Franco Albini, Luisa Castiglioni.



1 continuous window with pivoting sashes –2 white reflecting walls –3 27° angle of view.

รูปที่ 2.56 แสดงรูปตัดภายในพิพิธภัณฑ์ Arrangement of the Venetian and Lombard Quattrocento Gallery in the Brera Picture Gallery

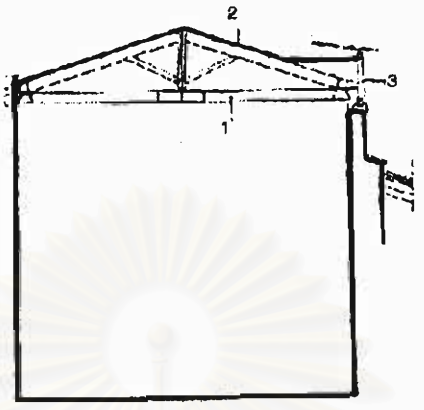
ที่มา Aloi, R., 1962: p. 201.

ขนาดความกว้างของช่องแสง : ความสูงของผนังแสดงภาพ มีสัดส่วนประมาณ 1.5 : 1

ตำแหน่งของช่องแสงด้านบนได้รับแสงโดยตรงในบางช่วงแสงที่ได้รับอาจเกิดความแปรปรวนบ้าง มีลักษณะการให้แสง 2 จุด คือ 1 ส่วนด้านข้างที่ตำแหน่งข้างบนแล้วสะท้อนส่วนของเพดานเข้ามาที่บริเวณผนังจัดแสดงภาพ แต่มุมแสงไม่ลึกมากนัก (ที่บริเวณส่วนบนของภาพจัดแสดงได้รับแสงไม่เพียงพอ) 2 ส่วนด้านข้างส่องเข้ามาโดยตรงซึ่งอาจมีปัญหาเรื่องแสงแยงตาเมื่อมองภาพจัดแสดงงาน ที่เกิดจากการสะท้อนแสงจากภาพเข้าตาได้ง่าย รวมถึงการเกิดเงาผู้ชมงานเมื่อมองภาพใกล้ๆ (แสงเข้ามาจากด้านหลังผู้ชมงาน)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. ***Uffizi Gallery***, Florence, new Arrangement of some Exhibition Rooms (1956) Architect: Ignazio Gardella, Giovanni Michelucci, Prof. Carlo Scarpa, Cuido Morozzi.



1 existing truss –2 ceiling of burnt Wood –3 thermopane window screened with curtain.

(ก)

(ข)

รูปที่ 2.57 แสดงรูปตัดและทัศนียภาพภายในพิพิธภัณฑ์ Uffizi Gallery

(ก) **แสดงรูปตัดภายในพิพิธภัณฑ์** Uffizi Gallery

(ข) **แสดงทัศนียภาพและลักษณะช่องแสงภายในพิพิธภัณฑ์** Uffizi Gallery

ที่มา Aloi, R., 1962: p. 336,338.

ขนาดความกว้างของช่องแสง : ความสูงของผนังแสดงภาพ มีสัดส่วนประมาณ 1 : 5

ตำแหน่งของช่องแสงด้านบนไม่ได้รับแสงโดยตรงได้รับแสงกระจายจากท้องฟ้าและสภาพแวดล้อมรอบๆ ตำแหน่งของช่องแสงอยู่สูงเพื่อป้องกันแสงแยงตาเมื่อมองภาพแสดงงาน จากรูปที่ 2.57 (ข) จะเห็นได้ว่าแสงที่บริเวณผนังด้านข้างที่มีช่องแสงนั้นปริมาณแสงไม่เพียงพอเนื่องจากเป็นส่วนเงาของแสง จะให้แสงได้ดีที่บริเวณส่วนผนังด้านข้างที่อยู่ติดกับช่องแสง

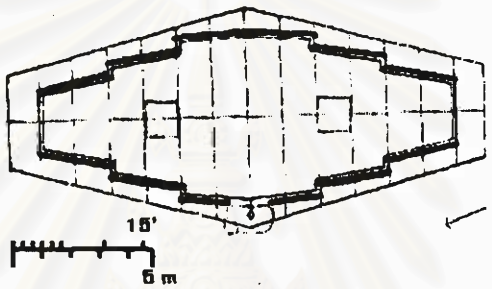
2.3.6 แสงที่เข้าจากทางด้านข้างที่บริเวณผนัง

ข้อดี ทำให้บริเวณที่ต้องการเน้นมีปริมาณแสงพอเพียง และเด่นกว่าส่วนของทางเดิน ปริมาณแสงมีความสม่ำเสมอในแนวตั้งที่ผนัง และเป็นการใช้แสงแบบกระจายที่ช่วยลดปริมาณความร้อนลงได้

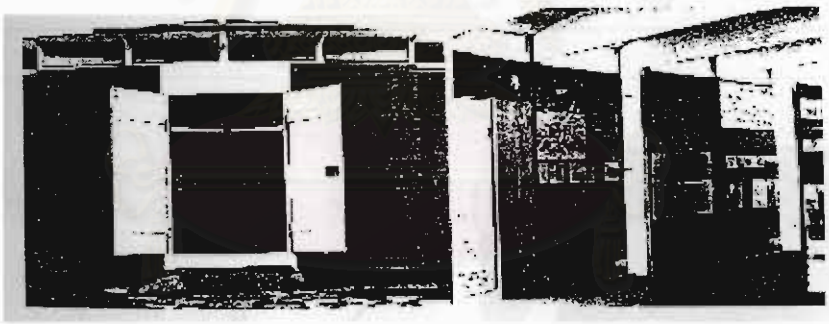
ข้อเสีย ปริมาณแสงอาจจ้าเกินไปในส่วนที่ติดกับช่องแสงเข้า ทำให้ผนังและภาพแสดงสว่างมากเกินไป และอาจทำให้แสงที่บริเวณทางเดินไม่เพียงพอนัก

ข้อจำกัด การให้แสงที่ด้านข้างผนังในแต่ละทิศ อาจทำให้เกิดรูปร่างของอาคารในลักษณะต่างๆ อันเนื่องจากการป้องกันแสงโดยตรงจากดวงอาทิตย์

1. *Bird Migration Museum*, Oland, Sweden (1960) Architect: Jan Gezelius.



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.58 แสดงผังพื้นและทัศนียภาพภายในพิพิธภัณฑ์ Bird Migration Museum

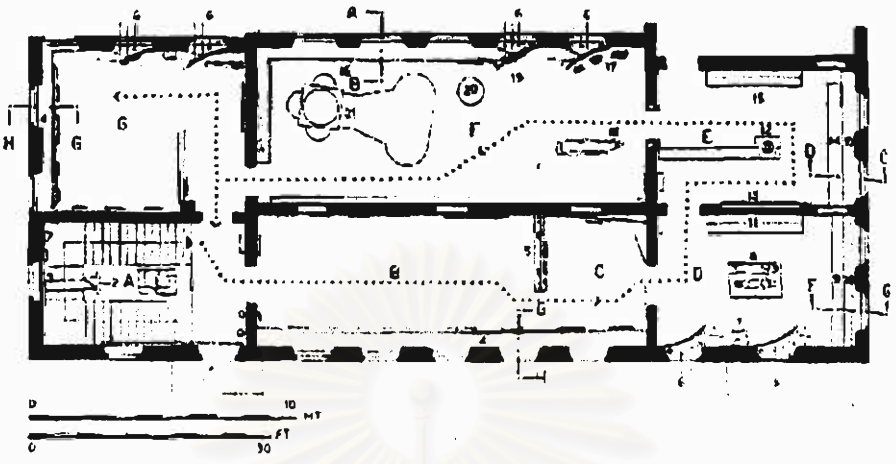
(ก) แสดงผังพื้นภายในพิพิธภัณฑ์ Bird Migration Museum

(ข) แสดงทัศนียภาพและลักษณะช่องแสงภายนอกและภายในพิพิธภัณฑ์ Bird Migration Museum

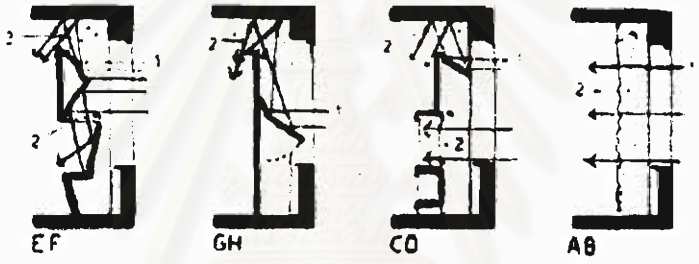
ที่มา Brawne, 1965: p. 92,93.

ตำแหน่งของช่องแสงรับแสงโดยตรงในบางช่วงได้รับแสงแบบกระจายจากท้องฟ้าและสภาพแวดล้อมรอบๆเป็นส่วนใหญ่ ตำแหน่งให้แสงเข้าที่บริเวณผนังด้านข้างและด้านบน ต้องระวังเรื่องแสงแยงตาเมื่อมองภาพแสดงงานนั้นๆ จะให้แสงที่เสมอในแนวใกล้ช่องแสงต้องระวังเรื่องความลึกของแสงที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ได้

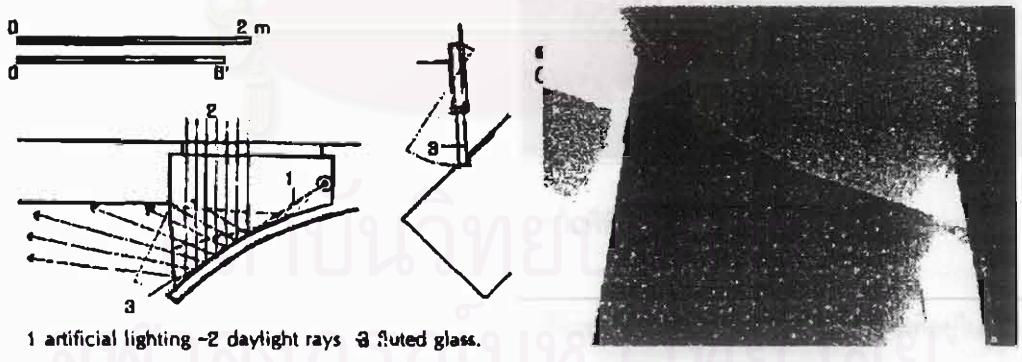
2. *Municipal Museum*, Biella, Italy (1952) Architect: Nicola Mosso.



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 2.59 แสดงรายละเอียดของพิพิธภัณฑ์ Municipal Museum

(ก) แสดงผังพื้นและรายละเอียดการให้แสงธรรมชาติของพิพิธภัณฑ์ Municipal Museum

(ข) (ข, ค) แสดงทัศนียภาพและรายละเอียดภายในพิพิธภัณฑ์ Municipal Museum

ที่มา Aloi, R., 1962: p. 368,370.

ตำแหน่งของช่องแสงรับแสงโดยตรงในบางช่วงได้รับแสงแบบกระจายจากท้องฟ้าและสภาพแวดล้อมรอบๆเป็นส่วนใหญ่ จึงไม่ค่อยมีปัญหาเรื่องของความร้อนจากแสงโดยตรง ได้นำคุณสมบัติการสะท้อนแสงมาใช้ในลักษณะต่างๆ โดยใช้แสงแบบกระจาย ดังรูปที่ 2.59 (ข) และใช้ลักษณะโค้งของผนังมาช่วยสะท้อนแสงเข้ามาภายในส่วนแสดงงานเพื่อทำให้เกิดการเกลี่ยแสงให้นุ่มยิ่งขึ้น ดังรูปที่ 2.59 (ค)

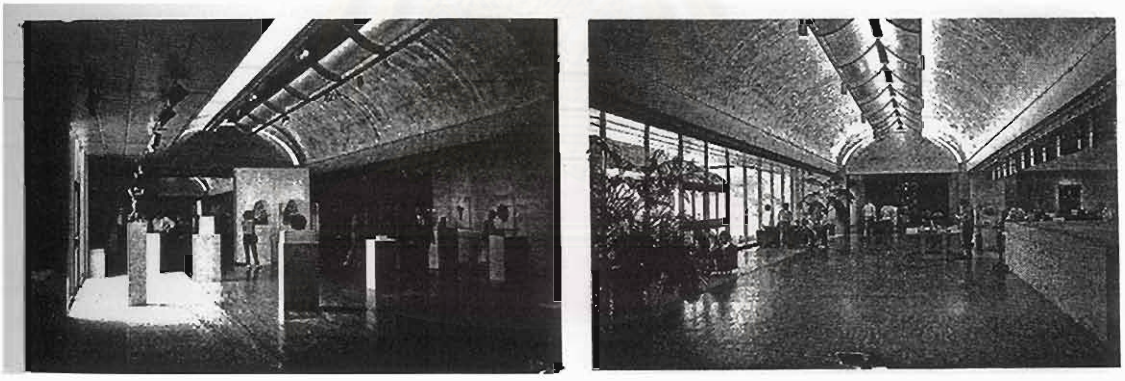
2.3.7 แสงเข้าจากทางด้านบน และมีตัวสะท้อนแสง

ข้อดี ปริมาณแสงที่ส่องยังรอบๆบริเวณมีความสม่ำเสมอ เนื่องจากการสะท้อนของเพดานโค้งกับตัวสะท้อนแสงอย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสีย แสงเข้าด้านบนทำให้เกิดปัญหาเรื่องการได้รับความร้อนโดยตรง และได้เพียงแสงที่สม่ำเสมอทั่วบริเวณ แต่ไม่ได้แสงที่เน้นไปยังบริเวณจัดแสดงงานมากนัก

ข้อจำกัด ไม่เหมาะกับประเทศที่มีภูมิอากาศเขตร้อนชื้น เนื่องจากแสงที่ได้รับนั้นมีปริมาณความร้อนที่เข้ามาตลอดทั้งวัน

1. *The Kimbell Art Museum*, Fort Worth, Texas, U.S.A. (1966-72) Architect: Louis I Kahn.



รูปที่ 2.60 แสดงทัศนียภาพการให้แสงธรรมชาติภายในพิพิธภัณฑ์ The Kimbell Art Museum

รูปแบบที่เหมาะสมในการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคารพิพิธภัณฑ์สำหรับประเทศที่อยู่ในเขตร้อนชื้นควรต้องคำนึงถึงดังนี้

แสงที่ทั่วถึงกันทั้งบริเวณ ใช้แสงที่เข้ามาจากด้านข้างที่ตำแหน่งสูงๆ โดยที่ไม่ส่งผลทางด้านแสงแยงตาเมื่อมองภาพแสดงงาน

แสงที่ต้องการเน้นภาพแสดงงานที่ผนัง ใช้แสงที่เข้ามาจากด้านข้างที่บริเวณผนัง และแสงจากด้านบนที่บริเวณภาพจัดแสดงงาน

แสงที่สามารถป้องกันความร้อนได้ ออกแบบให้สามารถกันแสงจากดวงอาทิตย์โดยตรงได้ ใช้เพียงแสงกระจาย(Diffuse Light) โดยใช้บานเกร็ด ม่าน หรือตัวสะท้อนแสงมาเป็นองค์ประกอบในการออกแบบ