

บทที่ 2

ผลงานวิจัยและงานเขียนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อค้นหาอุปสรรคและลักษณะการติดตั้งของห้องสะท้อนแสงและฝ้าเพดาน ที่มีคุณสมบัติที่ดีในการป้องกันแสงแดดตรงที่มาจากพร้อมกับความร้อนและแสงจ้ามิให้สามารถเข้ามาภายในอาคาร โดยที่ยังสามารถนำคุณภาพของแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารให้ได้ประสิทธิภาพ โดยทำการศึกษาดังตัวแปรและปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการใช้แสงธรรมชาติในอาคาร ดังปรากฏในทฤษฎีและแนวความคิด ดังต่อไปนี้

2.1 แหล่งกำเนิดแสง

แสงสว่างสามารถแบ่งได้ตามชนิดของแหล่งกำเนิดแสงได้ 2 ประเภท คือ แสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ ดังนี้

2.1.1 แสงธรรมชาติ

แสงจากดวงอาทิตย์นั้นเมื่อผ่านเข้ามายังชั้นบรรยากาศโลกจะเกิดการหักเห และการสะท้อนก่อนที่จะส่องมายังพื้นผิวโลก ทั้งนี้ เมื่อกระทบกับพื้นผิวหรือวัสดุ ก็เกิดพฤติกรรมการดูดซึม การสะท้อน และการส่งผ่านขึ้น ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของพื้นผิวและวัสดุของวัตถุแต่ละชนิด ดังนั้นแหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติสามารถแบ่งได้ เป็น 3 กรณี คือ

1. แหล่งกำเนิดแสงตรงจากดวงอาทิตย์ (Direct Sunlight)

แสงตรงจากดวงอาทิตย์ คือ แสงอาทิตย์ที่ผ่านเข้ามายังพื้นผิวโลก โดยไม่มีการเปลี่ยนทิศทางและการกระเจิงในชั้นบรรยากาศ แสงโดยตรงจากดวงอาทิตย์นั้น ให้ระดับความส่องสว่างตั้งแต่ 10,000 ฟุตแคนเดิล ขึ้นไป ซึ่งถือว่าเป็นระดับความส่องสว่างที่สูงมาก ดังนั้น จึงไม่ควรนำแสงตรงจากดวงอาทิตย์มาใช้ให้แสงสว่างโดยตรง เพราะถ้าไม่มีการควบคุมการให้แสงสว่างที่ถูกต้อง อาจทำให้เกิดปัญหาแสงจ้าเข้าตา หากมีการบังแสงตรงจากดวงอาทิตย์ นอกจากจะช่วยป้องกัน

การเกิดปัญหาแสงจ้าที่เข้าตาแล้ว ยังสามารถช่วยลดการส่งผ่านความร้อนโดยการแผ่รังสีที่มีปริมาณมากอันเนื่องมาจากปริมาณความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้อีกทางหนึ่งด้วย

2. แหล่งกำเนิดแสงจากการสะท้อนจากท้องฟ้า (Diffuse Light or Daylight)

แสงจากดวงอาทิตย์ที่กระเจิงเนื่องจากละอองน้ำในอากาศ ฝุ่น ทำให้แสงเดินทางไปในทิศทางต่างกัน แสงกระจายจากท้องฟ้าจะให้ระดับความส่องสว่างประมาณ 400 - 1,400 ฟุตแคนเดิล เป็นแสงที่เหมาะสมในการให้แสงสว่างในอาคาร โดยจำเป็นที่จะต้องศึกษาถึง ปริมาณของแสงที่ขึ้นอยู่กับตำแหน่งการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์และสภาพบรรยากาศของท้องฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไปตามวันเวลาและฤดูกาล

3. แหล่งกำเนิดแสงจากการสะท้อนจากพื้นผิว (Reflected Light)

ในที่นี้แบ่งออกเป็น แสงสะท้อนจากสภาพแวดล้อมภายนอก และแสงสะท้อนจากพื้นผิวภายในอาคาร โดย แสงสะท้อนจากสภาพแวดล้อมภายนอก คือ แสงที่สะท้อนจากพื้นผิวภายนอกที่แวดล้อมอาคาร เช่น พื้นดิน ต้นไม้ สิ่งก่อสร้าง รวมถึง อาคารข้างเคียง แสงสะท้อนจากสภาพแวดล้อมขึ้นอยู่กับค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิวนั้น ดังนั้น ค่าการสะท้อนแสงของสภาพแวดล้อมจะมีความแตกต่างกัน โดยที่แสงที่เกิดจากการสะท้อนจากพื้นดินเข้าสู่อาคารนั้น จะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 10 - 15 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณแสงทั้งหมดที่ผ่านช่องเปิดของอาคาร และแสงสะท้อนจากพื้นผิวภายในอาคาร คือ แสงที่สะท้อนจากพื้นผิวภายในอาคาร เช่น พื้น ผนัง ฝ้าเพดาน รวมถึงเฟอร์นิเจอร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ แสงสะท้อนจากพื้นผิวภายในอาคาร ยังขึ้นอยู่กับขนาดของห้อง อัตราส่วนของพื้นที่ผนัง พื้นผิวที่มีความสัมพันธ์กับพื้นที่หน้าต่าง อีกด้วย

2.1.2 แสงประดิษฐ์

แม้ว่าในปัจจุบันความนิยมในการนำแสงประดิษฐ์จะเพิ่มขึ้นมากเรื่อย ๆ (การออกแบบนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคารนั้นยากแก่การควบคุม เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา) แต่ในข้อเท็จจริงแล้วการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคารจะช่วยทำให้การมองเห็นและคุณภาพของแสงสว่างภายในห้องดีขึ้น ทั้งยังช่วยลดปริมาณการใช้พลังงานแสงสว่างจากไฟฟ้า ลดปริมาณ

ความร้อนและภาระทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศและลดค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดของอาคาร เป็นต้น

2.2 สภาพท้องฟ้า

International Commission on Illumination: CIE ได้แบ่งสภาพท้องฟ้าออกเป็น 3 ลักษณะ คือ สภาพท้องฟ้าแจ่มใส (clear sky) สภาพท้องฟ้าแบบมีเมฆปกคลุมบางส่วน (partly cloudy sky) และสภาพท้องฟ้าแบบมีเมฆมาก (overcast sky)

2.2.1 สภาพท้องฟ้าแจ่มใส

ความสว่างของสภาพท้องฟ้าประเภทนี้ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ คือ แสงกระจายจากท้องฟ้า และแสงตรงจากดวงอาทิตย์เมื่อไม่มีเมฆปกคลุม ที่เปลี่ยนแปลงตามตำแหน่งมุมอัสติจูด โดยความสว่างในแนวนอนมีค่า 3 เท่าของความสว่างที่จุดสูงสุด โดยทั่วไปตลอดปี ประเทศไทยจะมีสภาพท้องฟ้าแจ่มใสประมาณ 20 – 30 เปอร์เซ็นต์

2.2.2 สภาพท้องฟ้าแบบมีเมฆปกคลุมบางส่วน

สภาพท้องฟ้าประเภทนี้ส่วนใหญ่จะอยู่ในย่านเส้นศูนย์สูตร การหาค่าความสว่างของท้องฟ้าลักษณะนี้จะทำได้ยากเนื่องจากการแปรเปลี่ยนของเมฆตลอดเวลา ในการหาค่าการกระจายแสงของท้องฟ้าประเภทนี้จะใช้วิธีเปรียบเทียบกับสภาพท้องฟ้าแจ่มใสและสภาพท้องฟ้าแบบมีเมฆมากตลอดปี ประเทศไทยจะมีสภาพท้องฟ้าแบบมีเมฆปกคลุมบางส่วนประมาณ 40 – 50 เปอร์เซ็นต์

2.2.3 สภาพท้องฟ้าแบบมีเมฆมาก

สภาพท้องฟ้าประเภทนี้เป็นสภาพท้องฟ้าที่ปกคลุมด้วยเมฆจนไม่สามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงได้ อธิบายได้ว่า ความสว่างในระนาบนอนถึงจุดที่มีความสว่างที่สูงที่สุด มีอัตราส่วนโดยประมาณ 1 : 3 โดยทั่วไปตลอดปีประเทศไทยจะมีสภาพท้องฟ้าแบบมีเมฆมากประมาณ 30 – 40 เปอร์เซ็นต์

2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับแสงสว่าง

2.3.1 คำศัพท์และคำนิยามเกี่ยวกับแสง

1. ความสว่าง (Illuminance; E)

ความสว่าง (ความเข้มของแสง) คือ ปริมาณความสว่างบนพื้นผิวที่พิจารณา หรือ ความหนาแน่นของฟลักซ์การส่องสว่างที่ตกกระทบลงบนพื้นที่ใด ๆ มีหน่วยเป็น ลูเมนต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ได้แก่ 1 ลูเมนต่อตารางเมตร หรือเรียกว่า 1 ลักซ์ (lux) และ 1 ลูเมนต่อตารางฟุต หรือเรียกว่า 1 ฟุตแคนเดิล (fc)

ลักษณะของพื้นผิว ค่าการสะท้อนแสง และค่าการส่องผ่านแสงของวัตถุจะไม่ส่งผลต่อค่าความสว่างที่วัดได้บนวัตถุนั้น ๆ

2. ความส่องสว่าง (Luminance; L)

ความส่องสว่าง คือ ปริมาณความสว่างที่เปล่งออกมาจากผิวของวัตถุต่อหนึ่งพื้นที่ หรือความเข้มการส่องสว่างของพื้นผิวที่ได้รับแสงสว่างในมุมเชิงของแข็งในทิศทางหนึ่งหน่วยของพื้นที่ถูกส่องสว่าง มีหน่วยเป็น แคนเดลาต่อตารางเมตร (cd/m^2) หรือฟุตแลมเบิร์ต (ft)

ค่าความส่องสว่างจะขึ้นอยู่กับ ปริมาณความสว่างที่วัตถุได้รับ ลักษณะพื้นผิวของวัตถุ ค่าการสะท้อนแสง และค่าการส่องผ่านแสงของวัตถุ ค่าความส่องสว่างที่มากเกินไปจะส่งผลให้เกิดความจ้าได้

3. ความจ้า (Brightness)

ความจ้า คือ การตอบสนองด้านความคิดต่อความส่องสว่างในพื้นที่ภาพที่มองเห็น ซึ่งแสงจะมีความจ้ามากจ้าน้อย ขึ้นอยู่กับความสามารถในการปรับตัวของสายตาของแต่ละบุคคล

ในมุมมองที่สายตาจะจางมอง (1 - 2 องศาจากแกนกลาง) สายตาสามารถยอมรับความจ้าได้น้อย ในขณะที่มุมมองที่กว้างออกไป (ทำมุม 30 องศากับแกนกลาง) สายตาจะยอมรับแสงได้มากขึ้น และมากขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงพื้นที่ที่นอกสายตามองเห็น (มากกว่า 60 องศากับแกนกลาง)

(สุนทร บุญญาริการ, 2541, น. 94 - 95) จึงอาจจะพอสรุปได้ว่ามุมมองที่อยู่ในระดับสายตา จะมีความสำคัญมากในการออกแบบการใช้แสง เพราะหากออกแบบให้มีระดับแสงที่มากเกินไป จะรบกวนภาพที่มองเห็น ทำให้ประสิทธิภาพในการมองลดลง ทำลายสายตาและรบกวนสมาธิของผู้ที่ได้รับแสงนั้น ๆ ได้

4. ความเปรียบเทียบ (Contrast)

ความเปรียบเทียบ คือ ความแตกต่างของจุดสังเกตกับสิ่งที่อยู่รอบข้าง ซึ่งถ้ามีความเปรียบเทียบมากจะทำให้มองเห็นได้ง่าย แต่ถ้ามีค่ามากเกินไป จะทำให้สายตาไม่สามารถมองเห็นได้อย่างอิสระ เกิดการระคายเคืองตา และแสงจ้า

5. แสงจ้า (Glare)

แสงจ้า คือ แสงที่เข้าตาทำให้ความสามารถในการมองเห็นวัตถุลดลง เป็นไปได้ยากหรือมองไม่เห็นเลย ซึ่งแสงจ้านั้นขึ้นอยู่กับ ค่าความส่องสว่างของวัตถุที่ก่อให้เกิดแสงจ้า ขนาดของวัตถุที่ก่อให้เกิดแสงจ้า รวมทั้งมุมมองและทิศทางของสายตาต่อวัตถุที่ก่อให้เกิดแสงจ้านั้น ๆ

6. ความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง (Uniformity)

ความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง คือ ค่าที่บ่งบอกถึงคุณภาพของแสงภายในอาคาร ซึ่งแสดงถึงความแตกต่างของแสงภายใน หากความสม่ำเสมอของความส่องสว่างมีค่ามาก แปลว่า ความแตกต่างของความเข้มของแสงภายในมีน้อย และหมายถึง แสงภายในนั้นมีคุณภาพที่ดีอีกด้วย โดยทั่วไปนิยมค่าที่หาได้จากสัดส่วนของความเข้มของแสงต่ำสุดต่อความเข้มของแสงเฉลี่ย

$$\text{ความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง} = \frac{\text{ความเข้มของแสงต่ำสุดบนพื้นที่ที่พิจารณา}}{\text{ความเข้มของแสงเฉลี่ยบนพื้นที่ที่พิจารณา}}$$

ในงานวิจัยนี้ การพิจารณาความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง จะพิจารณาจาก สัดส่วนของความเข้มของแสงต่ำสุดต่อความเข้มของแสงเฉลี่ย และสัดส่วนของความเข้มของแสงต่ำสุดต่อความเข้มของแสงสูงสุด สำหรับการใช้งานในอาคารสำนักงานที่ต้องการความเข้มของแสงที่สม่ำเสมอ ควรมีสัดส่วนของความเข้มของแสงต่ำสุดต่อความเข้มของแสงเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 0.5

2.3.2 พฤติกรรมและคุณสมบัติของแสง

1. การดูดกลืนแสง (Absorption)

เป็นปรากฏการณ์ที่แสงถูกดูดกลืนหายเข้าไปในตัวกลาง และเกิดการเปลี่ยนรูปของพลังงาน เป็นพลังงานความร้อน

2. การสะท้อนแสง (Reflection)

เป็นพฤติกรรมที่แสงกระทบบนตัวกลางและสะท้อนออกโดยที่ความถี่ของคลื่นแสงนั้น ไม่เปลี่ยนแปลง ลักษณะของการสะท้อนสามารถพิจารณาออกได้เป็น 2 แบบดังนี้

1) การสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงา (Specular Reflection) เมื่อแสงตกกระทบลงบนตัวกลางที่เป็นวัตถุที่บดแสงที่มีลักษณะเป็นผิวเรียบขัดมัน (polish surface) การสะท้อนจะมีลักษณะของมุมของแสงที่ตกกระทบ (angle of incident) เท่ากับมุมของแสงที่สะท้อน (angle of reflection)

2) การสะท้อนแบบกระจาย (Diffuse Reflection) เมื่อแสงตกกระทบลงบนตัวกลางที่เป็นวัตถุที่บดแสงมีผิวหยาบไม่เรียบสม่ำเสมอ แสงที่สะท้อนออกมาจะถูกสะท้อนออกไปในหลาย ๆ ทิศทางซึ่งส่วนใหญ่มุมของแสงที่ตกกระทบจะไม่เท่ากับมุมของแสงที่สะท้อน และหากผิววัตถุที่ไม่เรียบนั้นมีลักษณะที่ไม่เรียบแบบสม่ำเสมอสมบูรณ์ แสงสะท้อนที่ได้จะมีลักษณะเป็นการกระจายแสงแบบสมบูรณ์ (perfect diffuse reflection) เป็นการสะท้อนแสงที่ให้ความสว่างเท่า ๆ กันในทุกมุมสะท้อน แต่หากว่าผิววัตถุไม่เรียบไม่สม่ำเสมอ แสงสะท้อนที่ได้ก็จะมีลักษณะเป็นการสะท้อนแบบกระจาย (semi diffuse reflection)

โดยทั่วไปแสงที่สะท้อนออกมาจากวัตถุจะมีลักษณะผสมกันระหว่าง การสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงาและการสะท้อนแบบกระจาย

3. การส่องผ่านแสง (Transmission)

เป็นปรากฏการณ์ที่แสงตกกระทบด้านหนึ่งของตัวกลางแล้วทะลุผ่านไปยังอีกด้านหนึ่ง เมื่อแสงตกกระทบตัวกลางที่แสงสามารถส่องผ่านได้ แสงส่วนหนึ่งจะถูกดูดกลืน ส่วนหนึ่งจะถูกสะท้อนกลับ และส่วนที่เหลือจะทะลุผ่าน กล่าวคือ ปริมาณแสงที่ตกกระทบจะเท่ากับ ปริมาณแสงที่ถูกดูดกลืนรวมกับปริมาณแสงที่สะท้อนกลับ และปริมาณแสงที่ทะลุผ่าน

2.4 การพิจารณาระดับความสว่างภายใน

2.4.1 ลูเมนเมทอด (Lumen Method)

เป็นการพิจารณาค่าความส่องสว่างรวมที่ตกกระทบ ณ จุดใดจุดหนึ่งในระดับที่กำหนด ภายในอาคาร อันเนื่องมาจากปริมาณแสงจากภายนอกที่ส่องผ่านช่องเปิดหรือช่องแสงเข้ามาในขณะหนึ่ง วิธีนี้ปริมาณแสงที่สะท้อนจากภายนอกอาคารและแสงสะท้อนจากพื้นผิวภายใน เช่น ผนัง ฝ้าเพดาน จะมีผลต่อปริมาณแสงธรรมชาติที่เข้าสู่ภายในห้องนั้น ๆ

โดยทั่วไปสามารถพิจารณาเพียง 3 จุด (Station Point หรือ SP.) ซึ่งอยู่กึ่งกลางห้องในแนวตั้งฉากกับช่องเปิด สูงจากพื้นและอยู่ในระนาบทำงาน กำหนดเป็น SP.max, SP.mid และ SP.min ค่าที่ได้ขึ้นกับ เวลา ทิศทาง และสภาพท้องฟ้า

2.4.2 เดย์ไลท์แฟคเตอร์เมทอด (Daylight Factor Method)

เป็นการพิจารณาโดยอาศัย อัตราส่วนระหว่างระดับความเข้มของแสงภายในกับภายนอก อยู่ในรูปแบบเปอร์เซ็นต์ จึงเป็นอิสระจากเวลาและทิศทางการเปิดรับแสง โดยการคำนวณค่าความเข้มของแสงภายนอกจะพิจารณาเฉพาะแสงในแนวราบในสภาพท้องฟ้าที่มีเมฆปกคลุมมากเท่านั้น เนื่องจากมีค่าที่แน่นอนสำหรับการคำนวณ โดยที่

$$DF = \frac{\text{ความสว่างภายใน}}{\text{ความสว่างภายนอก (ไม่รวมแสงแดดตรง)}} \times 100$$

ซึ่งมีองค์ประกอบที่มีผลต่อค่าเดย์ไลท์แฟคเตอร์ คือ

$$DF = SC + ERC + IRC$$

SC: Sky Component (องค์ประกอบแสงกระจายที่ได้รับจากท้องฟ้าโดยตรง)

ERC: Externally Reflected Component (องค์ประกอบการสะท้อนแสงภายนอก)

IRC: Internally Reflected Component (องค์ประกอบการสะท้อนแสงภายใน)

2.5 ความสว่างในสำนักงาน

มาตรฐานการกำหนดระดับความเข้มของแสงสำหรับการใช้งานในอาคารสำนักงานนั้น มีการกำหนดที่แตกต่างกันโดยหน่วยงานแต่ละแห่ง เช่น IES (Illumination Engineering Society) BS (British Standard) เป็นต้น ทั้งนี้ระดับความเข้มของแสงขึ้นอยู่กับการใช้สอย และสภาพอากาศ ดังนั้น ค่าที่กำหนดอาจมีความแตกต่างกัน ส่วนมาตรฐานที่กำหนดเป็นมาตรฐานสากล ได้แก่ CIE (International Commission on Illumination) ซึ่งได้กำหนดความเข้มของแสงออกเป็น 3 ค่า โดยทั่วไปใช้ค่ากลางที่เป็นค่าเฉลี่ย ส่วนอีก 2 ค่าใช้ในกรณีอื่น ๆ คือ อาจใช้ค่ามากกว่าค่าเฉลี่ย หรือน้อยกว่าค่าเฉลี่ยขึ้นอยู่กับสภาพต่าง ๆ

ตารางที่ 2.1

การเปรียบเทียบความเข้มของแสงในอาคารตามมาตรฐาน CIE IES และ BS

พื้นที่ต่าง ๆ	มาตรฐาน CIE	มาตรฐาน IES	มาตรฐาน BS
ห้องทำงานทั่วไป	300 – 500 – 750	200 – 300 – 500	500 (ระนาบทำงาน)
ห้องคอมพิวเตอร์	300 – 500 – 750	200 – 300 – 500	500 (ระนาบทำงาน)
ห้องเขียนแบบ	500 – 750 – 1,000	500 – 750 – 1,000	750 (ระนาบทำงาน)
ทางเดิน	50 – 100 – 150	100 – 150 – 200	100 (ระนาบพื้น)

ที่มา: ชำนาญ ห่อเกียรติ, 2540.

ตารางที่ 2.2
ความพอใจที่ระดับความเข้มของแสง 500 ลักซ์

ตัวแปร	ค่าความพอใจ			
	พอใจมาก (4)	พอใจ (3)	ไม่พอใจ (2)	ไม่พอใจมาก (1)
อายุ (ปี)				
อายุน้อยกว่า 25 (431 ข้อมูล)	7.7%	79.4%	10.4%	2.5%
อายุ 25 – 34 (1,071 ข้อมูล)	6.7%	80.0%	10.6%	2.7%
อายุ 35 – 44 (706 ข้อมูล)	7.5%	78.2%	13.3%	1.0%
อายุมากกว่า 44 (307 ข้อมูล)	8.5%	76.9%	14.0%	0.6%
เพศ				
หญิง (1,436 ข้อมูล)	7.0%	78.9%	12.7%	1.4%
ชาย (996 ข้อมูล)	8.5%	78.7%	9.7%	3.1%
ระดับสายตา				
สายตาสั้น (675 ข้อมูล)	7.0%	76.7%	14.2%	2.1%
สายตาปกติ (1,257 ข้อมูล)	7.5%	81.3%	9.5%	1.7%
สายตายาว (359 ข้อมูล)	9.5%	72.7%	14.8%	3.0%

ที่มา: สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย, 2542.

นอกจากนั้นแล้ว จากการสำรวจข้อมูลระดับความเข้มของแสงในสำนักงานจำนวน 28 แห่ง 2,570 ข้อมูล (ชานาญ ห่อเกียรติ, 2542) พบว่า มีจำนวนข้อมูลที่ระดับความเข้มของแสง 300 (250 - 399) ลักซ์ มากที่สุด ซึ่งน้อยกว่าค่ามาตรฐานของ CIE (International Commission on Illumination) และการสำรวจข้อคิดเห็นเกี่ยวกับความพอใจต่อระดับความเข้มของแสง พบว่า เมื่อนำข้อมูลมาแยกพิจารณา ความพอใจต่อ อายุ เพศ ระดับสายตาแล้ว พบว่า คนส่วนใหญ่มีความพอใจที่ระดับความเข้มของแสง 500 ลักซ์

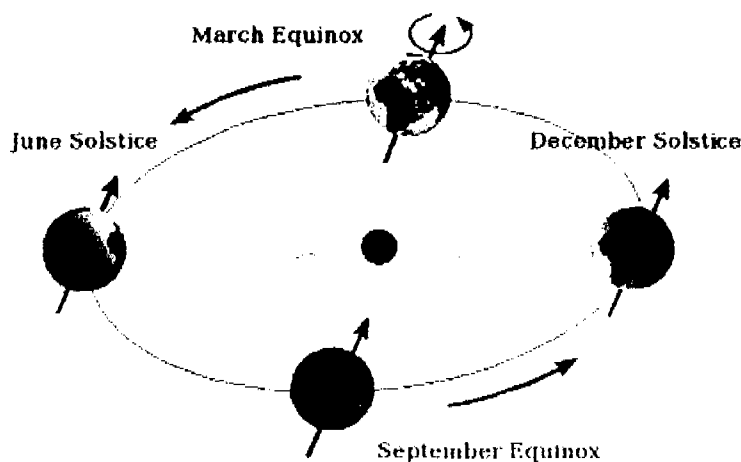
2.6 การโคจรของดวงอาทิตย์

โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ครบรอบรวมเป็นเวลา 1 ปี โดยที่

1. ดวงอาทิตย์จะอยู่ใกล้โลกมากที่สุดทางเหนือในวันที่ 21 มิถุนายนของทุกปี ซึ่งจะ เป็นวันที่ได้รับแสงเป็นระยะเวลาที่นานที่สุด อยู่ในฤดูร้อน

2. ดวงอาทิตย์จะอยู่ไกลโลกมากที่สุดทางใต้ในวันที่ 21 ธันวาคมของทุกปี ซึ่งจะเป็นวันที่ได้รับแสงเป็นระยะเวลาสั้นที่สุด อยู่ในฤดูหนาว

ภาพที่ 2.1
การโคจรของดวงอาทิตย์



ที่มา: Egan, M. D. and Olgyay, V.W., 1983.

การใช้มุมอ้างอิงตำแหน่งของดวงอาทิตย์บนโลกแบ่งเป็น 2 มุมที่สำคัญ ได้แก่

1. มุมอัลติจูด (altitude angle) เป็นมุมของดวงอาทิตย์ที่ทำกับพื้นโลกในแนวตั้ง
2. มุมอะซิมุท (azimuth หรือ bearing angle) เป็นมุมในแนวนอนของดวงอาทิตย์ที่

ทำกับแกนใต้ของจุดนั้น ๆ

นอกจากนี้แล้วมุมที่สำคัญในการออกแบบบังเงา คือ

3. มุมตัด (profile angle) คือ มุมที่ระดับของดวงอาทิตย์กระทำในระนาบที่ตั้งฉากกับผนัง ใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ป้องกันแดด โดยมุมตัดที่ทำกับด้านทิศใต้นั้น ประกอบด้วย มุมที่ล้อมได้เป็นระยะเวลาประมาณ 7 เดือน มุมที่อยู่บริเวณเส้นศูนย์สูตร (เหนือหัว) เป็นระยะเวลาประมาณ 2 เดือน และมุมที่ล้อมเหนือเป็นระยะเวลาอีกประมาณ 3 เดือน

การหาค่ามุมตัด (profile angle) จาก Sun Chart หาได้จากสูตร

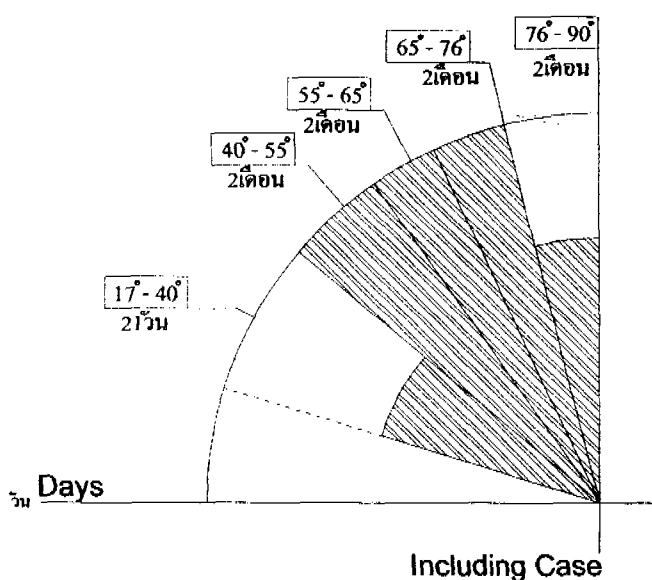
$$\tan A = \tan B / \cos C$$

B คือ มุมยกขึ้นของดวงอาทิตย์

C คือ มุมอะซิมุทของผนัง (wall - solar azimuth) คือ มุมที่วัดจากตำแหน่งดวงอาทิตย์ในแนวระนาบกับแนวตั้งฉากกับผนัง

ภาพที่ 2.2

มุมตัดที่กระทำต่อผนังด้านทิศใต้ ในช่วงที่ดวงอาทิตย์อ้อมได้ (9 เดือน)



2.7 อุปกรณ์ป้องกันแดด

หากพิจารณาอุปกรณ์บังแดดในกรณีที่เป็นแบบภายนอกอาคารและภายในอาคารแล้วพบว่า การใช้รูปแบบของอุปกรณ์บังแดดแบบภายนอกอาคารส่งผลที่ดีมากกว่า เพราะนอกจากจะไม่แผ่รังสีความร้อนที่สะสมอยู่ภายในตัวที่กันแดดเข้าสู่ภายในอาคาร เช่น อุปกรณ์บังแดดแบบภายในอาคารแล้ว ที่สามารถให้ลมพัดพาระบายความร้อนจากที่กันแดดภายนอกได้ด้วย นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้ร่วมกับประโยชน์ใช้สอยอื่น ๆ ของอาคาร เช่น การใช้เป็นค้ำรับระบายอากาศหรือการนำไปใช้เป็นเป็นเปลือกอาคาร

2.7.1 อุปกรณ์บังแดดแนวนอน (Horizontal Overhang)

เป็นอุปกรณ์บังแดดที่ยื่นออกจากอาคารในแนวนอน หรือขนานกับพื้นดิน เช่น ชายคากันสาดต่าง ๆ แผงทางนอน เกล็ดนอน ใช้ป้องกันแสงทางแนวตั้งได้ดี สามารถมองเห็นทัศนียภาพทางด้านกว้างได้สะดวก แต่ถูกบังคับทัศนียภาพทางด้านตั้ง ซึ่งมุมมองจะมากหรือน้อยยังขึ้นอยู่กับระยะห่างและจำนวนของที่กันแดด

2.7.2 อุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง (Vertical Louver or Fin)

เป็นอุปกรณ์บังแดดที่ยื่นออกจากอาคาร หรือด้านข้างของหน้าต่างในแนวตั้งจากกับพื้นดิน เช่น ครีบท่างตั้ง เกล็ดท่างตั้ง เป็นต้น ใช้บังแสงทางแนวนอนได้ดี แต่อาจจะมีข้อจำกัดทางมุมมองด้านข้าง และในกรณีที่มุมเบี่ยงน้อยถ้าใช้อุปกรณ์บังแดดแนวนอนแบบต่อเนื่อง อุปกรณ์บังแดดแนวตั้งก็อาจจะไม่มีความจำเป็น

2.7.3 อุปกรณ์บังแดดแบบผสม หรือแบบตาราง (Egg crate or Overhang with Fin)

เป็นอุปกรณ์บังแดดที่ยื่นออกจากอาคารที่มีทั้งแนวตั้งและแนวนอนผสมกันในลักษณะต่างๆ เช่นลักษณะที่เป็นกล่องรอบหน้าต่าง มีข้อดีคือสามารถป้องกันแสงได้ทั้งทางแนวตั้งและแนวนอนได้ดีมาก ทำให้ค่าการถ่ายเทความร้อนน้อยที่สุด แต่มีข้อจำกัดทางด้านมุมมอง คือทัศนียภาพถูกจำกัดทั้งทางด้านข้าง ด้านบน และด้านล่าง

2.8 หิ้งสะท้อนแสง (Light shelf)

การนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ทางด้านข้าง (side lighting) นั้น ขึ้นอยู่กับความลึกของห้องเป็นสำคัญ จึงมีการแก้ปัญหาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติ เช่น การใช้ช่องแสงด้านบน (clerestory window) เป็นต้น แต่การแก้ปัญหาด้วยวิธีดังกล่าวก็ส่งผลให้เกิดปัญหาด้านความไม่สบายในการมองแสงจ้า และความไม่สม่ำเสมอของแสง ซึ่งเป็นผลให้เกิดความเมื่อยล้าทางสายตา (eye fatigue) เพราะเมื่อเพิ่มพื้นที่ของช่องเปิดขึ้นมา ก็จะทำให้ระดับความสว่างบริเวณใกล้ช่องเปิดมีค่าสูงชันมากกว่าบริเวณที่ลึกเข้าไป อีกทั้งแสงแดดตรงจากดวงอาทิตย์ก็ทำ

ให้เกิดภาวะไม่สบายทางด้านสายตาอีกด้วย ดังนั้น จึงมีผู้คิดค้นรูปแบบในการปรับปรุงคุณภาพของแสงสว่าง เช่น การใช้แผงสะท้อนแสง หรือการใช้หิ้งสะท้อนแสง เป็นต้น

2.8.1 รูปแบบทั่วไปของหิ้งสะท้อนแสง

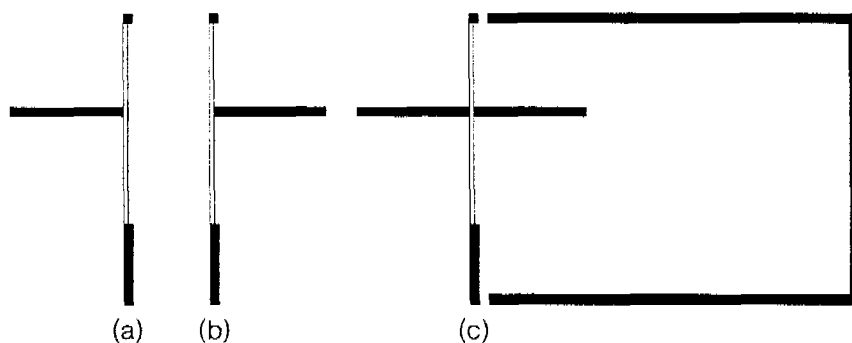
การใช้หิ้งสะท้อนแสงเป็นการเพิ่มการนำแสงธรรมชาติเข้ามาในอาคารได้ดีขึ้น และในขณะเดียวกันก็ช่วยลดแสงบาดตาในสภาพท้องฟ้าโปร่ง จากการศึกษาต่อมาพบว่า ประสิทธิภาพของแสงธรรมชาติจากหิ้งสะท้อนแสง จากสภาพท้องฟ้าทั่วไปมีปริมาณและคุณภาพดีกว่าแสงสว่างที่ส่องผ่านเข้ามาโดยรอบกรอบอาคาร หรือดีกว่าแสงสว่างที่ผ่านช่องเปิด รูปแบบทั่วไปของหิ้งสะท้อนแสงแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

1. หิ้งสะท้อนแสงภายนอกอาคาร (external light shelf)
2. หิ้งสะท้อนแสงภายในอาคาร (internal light shelf)
3. หิ้งสะท้อนแสงแบบผสม (combined light shelf)

ภาพที่ 2.3

รูปแบบทั่วไปของหิ้งสะท้อนแสง

(a) external light shelf (b) internal light shelf (c) combined light shelf



ที่มา: Claude, RL., 1986.

โดยที่แต่ละแบบจะมีความเหมาะสมในแต่ละภูมิประเทศแตกต่างกันไป โดยที่หิ้งสะท้อนแสงภายในอาคาร และหิ้งสะท้อนแสงแบบผสม จะเหมาะสมในภูมิอากาศเขตร้อนชื้น เนื่องจากเมื่อแสงตรงส่องมากระทบ หรือส่องผ่านกระจกแล้วกระทบกับหิ้งสะท้อนแสง จะเกิดการนำ

ความร้อน การสะสม การแผ่รังสีความร้อน และปรากฏการณ์รังสีความร้อนคลื่นยาวที่ก่อให้เกิดสภาวะเรือนกระจก (greenhouse effect) ในอาคารได้ ดังนั้น จะช่วยเพิ่มความอบอุ่นภายในอาคาร

2.8.2 แนวทางการออกแบบหิ้งสะท้อนแสง

หิ้งสะท้อนแสงเป็นอุปกรณ์ที่มีลักษณะการยื่นออกจากตัวอาคาร เพื่อประโยชน์ในการบังแดดและการสะท้อนแสง แนวทางการเลือกรูปแบบจึงมักคำนึงถึงความสูง ระยะยื่น ความลึก ตำแหน่งของช่องเปิด ตลอดจนพื้นผิวที่นำมาทำเป็นตัวสะท้อนแสง และรูปทรงของหิ้งสะท้อนแสง ดังที่ใช้เป็นแนวทางในการกำหนดตัวแปรในหัวข้อที่ 3.2.1 ในบทที่ 3

ความสูง ระดับความสูงของหิ้งสะท้อนแสงที่เหมาะสม จะต้องคำนึงถึงการสะท้อนของแสงแดดที่มีต่อฝ้าเพดาน ในการให้แสงส่องผ่านเข้ามาเป็นสำคัญ การติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงที่ระดับเหนือสายตา (1.65 - 2.00 เมตร) และเป็นระดับความสูงโดยทั่วไปของประตู หน้าต่าง จะเป็นช่วงระดับความสูงที่ดี ในขณะที่ตัวแปรอื่น ๆ เป็นแนวทางในการพิจารณาในรายละเอียดลงไป โดยทั่วไป การติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงที่ระดับความสูงที่ต่ำลง จะส่งผลให้แสงที่เข้าสู่ภายในมีปริมาณมากขึ้น และสามารถก่อให้เกิดแสงจ้าได้ง่ายขึ้น (International Energy Agency, 2000, p. 10)

ระยะยื่น และความลึก ของหิ้งสะท้อนแสง ขึ้นอยู่กับพื้นที่ใช้สอยของหน้าต่างหรือช่องเปิด ตลอดจนความสูงของช่องเปิด ทิศทางและตำแหน่งของช่องเปิดที่ต้องการให้ร่มเงา ในการออกแบบหิ้งสะท้อนแสงที่มีความลึกมาก ๆ นอกจากจะช่วยป้องกันความร้อนและให้ร่มเงากับอาคารแล้ว ยังช่วยลดปริมาณแสงที่มีความจ้ามากเกินไปบริเวณใกล้เคียงหน้าต่าง การพิจารณาระยะยื่น และความลึกของหิ้งสะท้อนแสง ควรพิจารณาระยะยื่น และความลึกที่น้อยที่สุดที่ยังคงมีประสิทธิภาพของแสงที่ดีทั้งปริมาณและคุณภาพ จากการศึกษาของ (International Energy Agency, 2000, p.11) สำหรับช่องเปิดด้านทิศใต้ ความลึกที่แนะนำสำหรับการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายใน จะเท่ากับขนาดความสูงของช่องแสงด้านบนเหนือหิ้งสะท้อนแสง (fanlight areas) และระยะยื่นที่แนะนำสำหรับการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอก จะเท่ากับขนาดของความสูงของพื้นที่หน้าต่าง (lower window areas) หรือขนาดความสูงจากระนาบทำงานถึงระดับความสูงของหิ้งสะท้อนแสง

รูปทรง ของหิ้งสะท้อนแสงที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ประสิทธิภาพของแสงที่เกิดขึ้นแตกต่างกัน ดังนี้ รูปทรงแบบเอียงลงจะเพิ่มความสามารถในการป้องกันแสงแดดตรง แต่ก็ลดปริมาณแสงที่สะท้อนไปยังฝ้าเพดาน รูปทรงแบบเอียงขึ้นจะช่วยเพิ่มปริมาณแสงที่สะท้อนไปยังฝ้าเพดาน แต่ความสามารถในการป้องกันแสงแดดตรงจะลดลงไป ส่วนหิ้งสะท้อนแสงที่มีรูปทรงแบบ

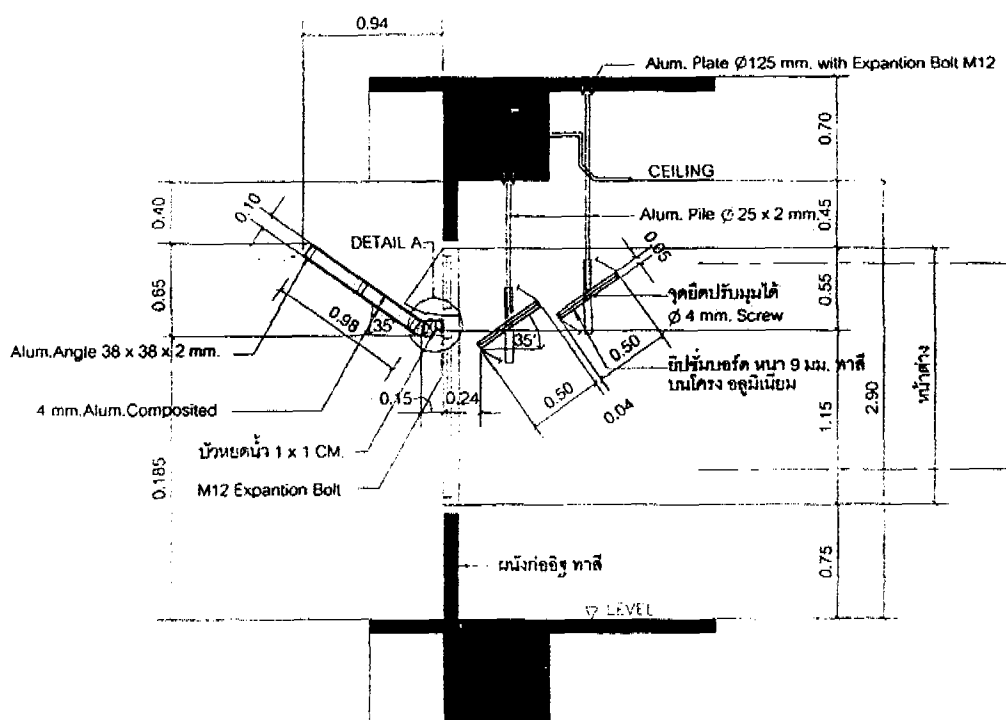
เพดาน แต่ความสามารถในการป้องกันแสงแดดตรงจะลดลงไป ส่วนหึ่งสะท้อนแสงที่มีรูปทรงแบบเรียบในแนวระนาบนั้น จะเป็นรูปแบบที่มีความสามารถในการป้องกันแสงแดดตรงและการสะท้อนแสงเข้าสู่ส่วนลึกของอาคารได้พอ ๆ กัน (International Energy Agency, 2000, p.12)

ฝ้าเพดาน เป็นองค์ประกอบที่มีส่วนสำคัญเป็นลำดับที่สองในการใช้หึ่งสะท้อนแสง เนื่องจากแสงที่ตกกระทบหึ่งสะท้อนแสงเป็นส่วนแรก จะสะท้อนต่อมายังฝ้าเพดานเป็นส่วนที่สอง และเข้าสู่ภายในอาคารต่อไป ดังนั้น รูปทรง ลักษณะพื้นผิว และค่าการสะท้อนแสงของฝ้าเพดาน จึงมีผลต่อการใช้งาน ฝ้าเพดานแบบเอียงขึ้นจากช่องเปิดจะช่วยเพิ่มความลึกของแสงได้มากกว่าแบบเรียบ (International Energy Agency, 2000, p.12) และแม้ว่าฝ้าเพดานที่มีพื้นผิวมันวาว มีค่าการสะท้อนแสงที่สูง จะช่วยสะท้อนแสงเข้าสู่ภายในได้ดีกว่าเดิม แต่ก็ต้องระวังเรื่องแสงจ้าด้วย

สิ่งที่ควรพิจารณาในการออกแบบหึ่งสะท้อนแสง คือ สภาพภูมิอากาศของที่ตั้งอาคารนั้น ๆ เนื่องจากทิศทางและตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกัน ดังนั้น รูปแบบที่เหมาะสมของหึ่งสะท้อนแสงจึงมีความแตกต่างกันออกไป

ภาพที่ 2.4

รูปแบบของหึ่งสะท้อนแสงที่เหมาะสมกับการใช้งานในห้องเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร



ที่มา: เรณู ด้านกุล, 2545.

จากการศึกษาเชิงทฤษฎีในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหึ่งสะท้อนแสง (เรณู ตำนกุล, 2545, น. 152) พบว่า รูปแบบหึ่งสะท้อนแสงที่เหมาะสมกับการใช้งานในห้องเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร คือ มีขนาดช่องแสงด้านบน 0.55 เมตร โดยติดตั้งเฉพาะหึ่งสะท้อนแสงภายนอกที่เป็นแบบ 1 ชั้น เอียงขึ้น 35 องศาจากช่องเปิด มีระยะยื่น 0.98 เมตร ทาสีขาวเคลือบเงา และมีแผงป้องกันแสงจ้า ภายในขนาด 0.50 เมตร เอียงทำมุม 35 องศา (ดังภาพที่ 2.4) โดยมีวิธีการศึกษาคือ นำผลความเข้มของแสงที่ได้จากการวัดภายในแบบจำลองภายใต้สภาพท้องฟ้าจริง มาเปรียบเทียบกับปริมาณแสงสว่างของดวงอาทิตย์ในเขตกรุงเทพมหานครจากการเก็บข้อมูลของ AIT (Asian Institute of Technology) เพื่อวิเคราะห์การใช้งานในช่วงเวลาอื่น ๆ เพื่อหารูปแบบหึ่งสะท้อนแสงที่ดีที่สุด โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยไลท์แฟคเตอร์ที่มากกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด (2.5) ซึ่งเป็นการวัดผลเชิงปริมาณเท่านั้น จึงทำให้ผลที่ได้ไม่สามารถบ่งบอกถึงคุณภาพของแสงภายในอาคารได้

ในงานวิจัยนี้ การประเมินศักยภาพของแสงที่เกิดขึ้นภายในอาคาร จะพิจารณาทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ กล่าวคือ ในเชิงปริมาณจะพิจารณาจากความเข้มของแสง ส่วนในเชิงคุณภาพจะพิจารณาจากความสม่ำเสมอของความสว่าง เพื่อให้การประเมินการใช้แสงธรรมชาติมีประสิทธิภาพครอบคลุมมากที่สุด

2.8.3 ประโยชน์ของหึ่งสะท้อนแสง

1. การป้องกันแสงแดดตรงเข้าสู่อาคาร
2. การลดแสงบาดตา
3. การเพิ่มระยะความลึกของแสงธรรมชาติให้สามารถเข้าไปได้ลึกมากขึ้น
4. การเพิ่มความสม่ำเสมอของความสว่างของแสงธรรมชาติภายใน
5. การลดภาระการทำความเย็นและไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคาร
6. การลดการใช้พลังงานในอาคาร

2.9 การแบ่งพื้นที่ช่องเปิด

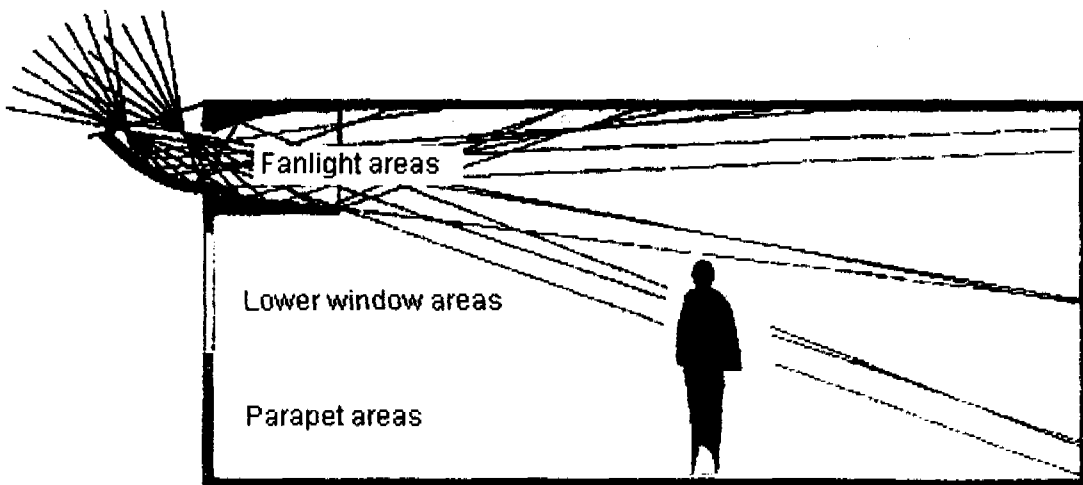
พื้นที่ผนังสามารถแบ่งได้ออกเป็น 3 ส่วนตามความแตกต่างของความต้องการใช้งานจากแสงธรรมชาติ (Koster, Helmut., 2004, pp. 384 – 385.) ดังนี้

1. พื้นที่ช่องแสงด้านบน (Fanlight Areas)

พื้นที่ช่องแสงด้านบน เป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมแก่การใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติ โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์ทำมุมต่ำ (ในต่างประเทศ) พื้นที่ส่วนนี้จะทำการกระจายแสงสว่างให้เข้าสู่ส่วนลึกของห้อง (deflection sunlight)

ภาพที่ 2.5

การแบ่งพื้นที่ผนังตามความต้องการใช้แสงธรรมชาติ



ที่มา: Koster, Helmut., 2004.

2. พื้นที่หน้าต่าง (Lower Window Areas)

พื้นที่หน้าต่าง เป็นพื้นที่ส่วนทำงานที่ถูกกระทบโดยตรงจากแสงธรรมชาติ ประการสำคัญของการใช้งานพื้นที่ในส่วนนี้ คือ ต้องการการควบคุมที่ดีเพื่อให้เกิดความสบายทางสายตาและการมองเห็น ไม่ก่อให้เกิดแสงจ้าหรือแสงรบกวน

3. พื้นที่ต่ำกว่าระดับทำงาน (Parapet Areas)

พื้นที่ต่ำกว่าระดับทำงาน เป็นพื้นที่ที่ส่งผลกระทบต่อการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคาร อาจใช้เป็นพื้นที่ช่องเปิดเพื่อการเชื่อมต่อมุมมองทางสายตา กับพื้นที่แวดล้อมด้านล่าง เช่น ถนน