

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เอเทรียม

2.1.1 ความหมายและประโยชน์ใช้สอยของเอเทรียม

เอเทรียม แปลตามความหมายของศัพท์ หมายถึง โถงเปิดโล่งตั้งแต่หนึ่งชั้นขึ้นไป โดยมีพื้นที่ที่เป็นช่องเปิดมากกว่าหรือเท่ากับ 93 ตารางเมตร และมีระยะระหว่างขอบของพื้นแนวตรงข้ามส่วนใดส่วนหนึ่งมากกว่า 6 เมตร ด้านบนและล่างของโถงโล่งจะถูกปิดด้วยโครงสร้าง และโดยส่วนใหญ่ด้านข้างของชั้นต่าง ๆ ที่ต่อเข้ามายังโถงโล่ง อาจจะเป็นได้ทั้งทางเดิน ระเบียง หรือผนังทึบ (วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2545, น. 9)

แนวความคิดการใช้เอเทรียมนั้น มีการนำมาใช้ครั้งแรกในโรงแรมต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความสวยงาม และยังมีอิทธิพลต่องานสถาปัตยกรรมในปัจจุบันเรื่อยมาเป็นอย่างมาก ประโยชน์ของเอเทรียมในด้านต่าง ๆ มีดังนี้

1. ด้านการใช้เป็นสิ่งปกคลุม เอเทรียมช่วยสร้างความน่าสนใจให้กับลานภายในอาคารทำให้สามารถใช้พื้นที่ได้ในทุกสภาพภูมิอากาศ และนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคาร นอกจากนี้ยังช่วยกันลม ฝน และช่วยเก็บกักความร้อนในอาคารไม่ให้สูญเสียแก่สภาพแวดล้อมภายนอก โดยเฉพาะประเทศที่มีอากาศหนาวอีกด้วย

2. ด้านความรู้สึกและจิตใจ ทำให้เกิดความเคลื่อนไหว และเกิดกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การเดินเล่น การเฝ้ามองกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่นั้น ๆ เป็นต้น ผู้คนจึงรู้สึกใกล้ชิดกับธรรมชาติ เกิดความเชื่อมต่อกับสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร นอกจากนี้ยังช่วยลดความอึดอัดที่เกิดจากสภาพภายในตึกที่ทึบตันและช่วยสร้างความเชื่อเชิญให้กับอาคาร

3. ด้านความสะดวกสบายในการใช้พื้นที่อาคาร ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการออกแบบอาคาร ที่ว่างบริเวณเอเทรียมช่วยตอบสนองความต้องการดังกล่าว โดยสามารถใช้เป็นโถงรับรองหลัก เป็นพื้นที่สัญจรไปยังส่วนต่าง ๆ ของอาคาร สถานที่นั่งพักผ่อน ที่จัดงานแสดง และในขณะเดียวกันก็ยังสามารถเชื่อมโยงพื้นที่ใช้งานส่วนอื่น ๆ ของอาคารเข้าด้วยกัน

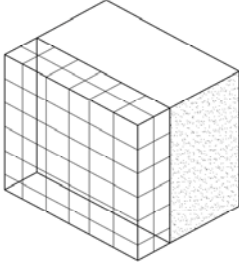
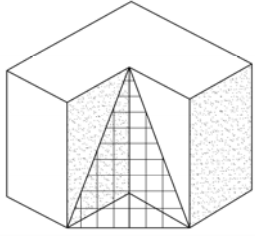
4. ด้านประสิทธิภาพอาคาร อาคารที่มีเอเทรียมย่อมมีประสิทธิภาพกว่าอาคารทั่วไป เพราะช่วยแก้ปัญหาการมีพื้นที่สำนักงานเล็กเกินไป ที่มักเกิดขึ้นกับอาคารส่วนใหญ่ นอกจากนี้ ยังเป็นการแก้ไขข้อบกพร่องของพื้นที่อาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น พื้นที่ลึกยาว หรือพื้นที่ที่ไม่เกิดการใช้งาน เป็นต้น นอกจากนี้ยังช่วยประหยัดพลังงานที่ใช้สร้างความส่องสว่าง เนื่องจากการได้รับแสงธรรมชาตินั่นเอง (Bednar, 1986, pp. 76-77)

2.1.2 รูปแบบของเอเทรียม

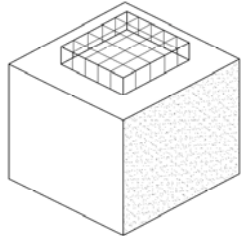
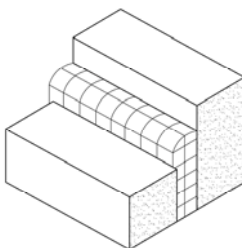
จากขนาด ที่ตั้ง ตลอดจนถึงประเภท และแนวความคิดของอาคารที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดเอเทรียมรูปแบบต่าง ๆ กันไป ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท (ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1

รูปแบบและลักษณะของเอเทรียม Simple Type

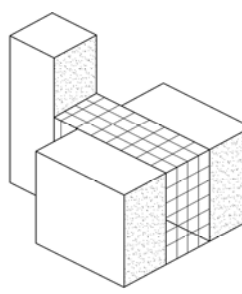
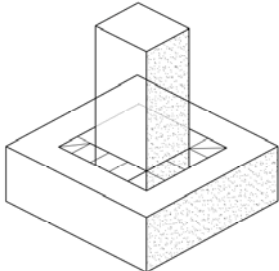
Simple Type	คำอธิบาย	ภาพประกอบ
1. Single-sided Atrium	มีลักษณะเป็นคอร์ทกระจกอยู่ด้านหนึ่งของอาคาร โดยไม่มีส่วนประกอบของอาคารอื่น ๆ อยู่รอบ ประเทศในเมืองหนาวใช้เอเทรียมลักษณะนี้ในการรับแสงและกักเก็บอุณหภูมิจากแสงแดดสู่พื้นที่อื่น ๆ	
2. Two-sided Atrium (Two Open Side)	มีส่วนที่เปิดและส่วนที่ปิดด้านข้างอย่างละครึ่ง เปิดช่องแสงด้านบนสู่คอร์ทตรงกลาง ทำให้ได้รับแสงทั้งด้านข้างและด้านบน ในขณะที่ระเบียงของส่วนตัวอาคารทั้งหมดเชื่อมต่อกับเอเทรียม	

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

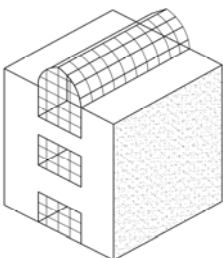
Simple Type	คำอธิบาย	ภาพประกอบ
4. Four-sided Atrium (No Open Side)	เป็นเอเทรียมที่นิยมใช้กันมากที่สุด เนื่องจากเป็นแบบที่ประหยัดที่สุด โดยเปิดช่องรับแสงเฉพาะทางด้านบน	
5. Linear Atrium (Open Ends)	เป็นเอเทรียมที่นิยมใช้คลุมถนนไปตลอดทาง เช่น การเชื่อมกลุ่มของอาคารประเภทห้างสรรพสินค้า เป็นต้น	

ตารางที่ 2.2

รูปแบบและลักษณะของเอเทรียม Complex Type

Complex Type	คำอธิบาย	ภาพประกอบ
1. Bridging Atrium	ใช้กับลักษณะอาคารที่มีความซับซ้อน ใช้เป็นศูนย์กลางแยกแต่ละส่วนของอาคารที่มีการใช้สอยที่แตกต่างกันออกจากกัน อาจมีการแยกพื้นที่สัญจร ออกไปส่วนหนึ่งแล้วมีสะพานเชื่อมมาสู่ส่วนอื่น ๆ	
2. Podium Atrium	ใช้ในบริเวณที่มีความหนาแน่นของผู้ใช้อาคารจำนวนมาก เอเทรียมนี้จะอยู่รอบ ๆ ฐานของ Tower และมีพื้นที่ใช้สอยอื่น ๆ ล้อมรอบเอเทรียมอีกชั้นหนึ่ง	

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

Complex Type	คำอธิบาย	ภาพประกอบ
4. Multiple Vertical Atrium (Stacked Atrium Building)	เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สำคัญของ Podium Atrium ซึ่งมีความสูงและความหนา เปิดรับแสงด้านข้างตามแนวของ Tower	

ที่มา: Saxon, 1986, pp. 73 - 74, (ดัดแปลง).

2.1.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบเอเทรียม

ประสิทธิภาพการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในเอเทรียมวัดได้จากปัจจัยพื้นฐานสองประการ (พัทธวี รุ่งโรจน์ดี, 2542) ดังนี้

1. ความเข้มแสงภายนอก
2. องค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม
 - 1) ลักษณะทางกายภาพ
 - 1.1) รูปทรง และสัดส่วนทางเรขาคณิต
 - 1.2) คุณลักษณะพื้นผิวและค่าการสะท้อนแสงภายใน
 - 2) ประสิทธิภาพของช่องแสง
 - 3) พื้นที่โดยรอบที่เชื่อมต่อกับเอเทรียม

2.1.4 สัดส่วนเชิงเรขาคณิตของเอเทรียม

การกระจายตัวของความเข้มแสงในพื้นที่ที่ได้รับแสงธรรมชาติจะได้รับอิทธิพลจากรูปทรงของพื้นที่นั้น ๆ ซึ่งแตกต่างกันไปตามแต่ละรูปแบบ โดยเอเทรียมที่มีรูปทรงเตี้ยและกว้างจะมีประสิทธิภาพในการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ได้ดีกว่าเอเทรียมที่มีรูปทรงแคบและลึกมาก ๆ (Littlefair, 2002, p. 105) แนวทางการศึกษาถึงรูปทรงต่าง ๆ ที่มีต่อลักษณะการกระจายตัวของความเข้มแสงภายในเอเทรียม จะอาศัยสัดส่วนเชิงเรขาคณิตเป็นตัวเปรียบเทียบ ซึ่งที่นิยมใช้มีอยู่หลายวิธี ได้แก่ ความสูงต่อความกว้าง (section aspect ratio) ความกว้างต่อความสูง ความสูง

ต่อความยาว และการหาค่า Well Index (WI) ซึ่งเป็นแนวทาง ที่คำนึงถึงผนัง ว่าเป็นแหล่งกำเนิดแสงด้วยชนิดหนึ่ง มีความสัมพันธ์กับสัดส่วนของช่องโหว่ที่ลึกลงไปของเอเทรียม นอกจากนี้ยังเป็นค่าที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่รับแสง และพื้นที่ผิวโดยรอบของเอเทรียมอีกด้วย (Samant and Yang, 2007, p. 148) โดยสามารถหาได้จาก

$$\text{Well Index} = \frac{\text{ความสูง} \times (\text{ความกว้าง} + \text{ความยาว})}{2 \times \text{ความยาว} \times \text{ความกว้าง}}$$

2.1.5 ค่าสัมประสิทธิ์ของวัสดุ

สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุ (reflectance) คือ อัตราส่วนระหว่างปริมาณแสงที่สะท้อนออกมาจากพื้นที่ผิวของวัตถุ ต่อปริมาณแสงที่ตกกระทบลงบนพื้นที่ผิวของวัตถุนั้น ซึ่งค่าที่ได้นี้ไม่มีหน่วยแต่มีการเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์

สัมประสิทธิ์การส่องผ่านแสงของวัสดุ (transmittance) คือ อัตราส่วนระหว่างปริมาณแสงที่ส่องทะลุผ่านพื้นผิว ต่อปริมาณแสงที่ตกลงบนพื้นที่ผิววัตถุนั้น ซึ่งค่าที่ได้นี้ไม่มีหน่วยแต่มีการเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์

2.1.6 กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาถึงแนวทางการออกแบบช่องแสงด้านข้างส่วนบนของเอเทรียมเพื่อนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้งานในอาคารเขตร้อน จำเป็นที่จะต้องมีความเข้าใจในเรื่องของกฎหมายต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้อง ดังนี้

1) ลักษณะของกระจกที่ใช้ทำผนังภายนอกอาคาร รวกันตรวมทั้งกระจกที่ใช้เป็นฝาของห้องโถงหรือทางเดินร่วมภายในอาคารสูง อาคารขนาดใหญ่พิเศษและอาคารขนาดใหญ่ ต้องเป็นกระจกตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไปประกบกัน โดยมีวัสดุคั่นกลางระหว่างชั้นเพื่อยึดกระจกแต่ละชั้นให้ติดแน่นเป็นแผ่นเดียวกัน รวมทั้งกระจกแต่ละชั้นจะต้องมีคุณสมบัติในการป้องกัน และลดอันตรายจากการบาดของเศษกระจกเมื่อกระจกแตก นอกจากนี้วัสดุที่เป็นผิวของผนังภายนอกอาคารหรือที่ใช้ตกแต่งผิวภายนอกอาคาร จะต้องมีการสะท้อนแสงได้ไม่เกินร้อยละ 30

2) อาคารสูง หรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษ ที่มีโถงภายในอาคารเป็นช่องเปิดทะลุพื้นของอาคารตั้งแต่สองชั้นขึ้นไป และไม่มีผนังปิดล้อม ต้องจัดให้มีระบบควบคุมการแพร่กระจายของควันที่สามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติเมื่อเกิดเพลิงไหม้ ทั้งนี้เพื่อระบายควันออกสู่ภายนอกอาคารได้อย่างรวดเร็ว (วิระเดช เพียศิริพงศ์, 2549)

2.2 แสงธรรมชาติ

2.2.1 การกำเนิดแสงธรรมชาติ

แสงธรรมชาติ คือ แสงที่มีแหล่งกำเนิดมาจากดวงอาทิตย์ แล้วเดินทางมายังพื้นผิวโลก ซึ่งก่อนจะมาถึงโลกนั้น แสงยังต้องถูกสิ่งต่าง ๆ บดบัง เช่น สภาพของท้องฟ้า เมฆ ฝุ่น เป็นต้น ส่งผลให้ปริมาณแสงในแต่ละเวลา และในแต่ละวันมีค่าแตกต่างกัน โดยส่วนต่าง ๆ ส่งผลต่อแสงที่เดินทางมายังผิวโลก

แสงดวงอาทิตย์ตรงหรือแสงแดด คือ แสงซึ่งกำเนิดมาจากดวงอาทิตย์ เดินทางผ่านชั้นบรรยากาศโดยมาถึงผิวโลกหรือวัตถุ โดยไม่มีการเปลี่ยนทิศทาง ซึ่งแสงชนิดนี้มีค่าความเข้มแสงที่สูงมาก ดังนั้นในการออกแบบอาคารจึงไม่ควรนำแสงแดดมาใช้ในการให้แสงสว่างโดยตรง เพราะถ้าไม่มีการควบคุมความเข้มของแสงสว่างที่ถูกต้องก็จะก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมา เช่น ในเรื่องคุณภาพของแสงที่มีค่าความเข้มมากเกินไป จนก่อให้เกิดแสงจ้าได้

2.2.2 พฤติกรรมของแสง

เมื่อแสงเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดแสงผ่านตัวกลางชนิดต่าง ๆ เช่น อากาศ ของเหลว วัตถุโปร่งแสง วัตถุทึบแสง เป็นต้น ทางเดิน หรือพฤติกรรมของแสงจะเปลี่ยนไปเมื่อกระทบตัวกลางเหล่านั้น มีลักษณะที่จำแนกได้ ดังนี้

1) การดูดกลืน เป็นปรากฏการณ์ที่แสงถูกดูดกลืนหายไปในตัวกลาง และเกิดการเปลี่ยนรูปของพลังงาน โดยทั่วไปเมื่อพลังงานแสงถูกดูดกลืนจะเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อน

2) การสะท้อน เป็นพฤติกรรมที่แสงกระทบบนตัวกลางและสะท้อนออก โดยที่ความถี่ของคลื่นแสงนั้นไม่เปลี่ยนไป ลักษณะของการสะท้อนสามารถแบ่งเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

(2.1) การสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงา (specular reflection) เป็นลักษณะที่เกิดขึ้นเมื่อแสงตกกระทบบนตัวกลางที่เป็นวัตถุที่เรียบและมีลักษณะเป็นผิวเรียบขั้ดมัน โดยการสะท้อนจะมีลักษณะของมุมของแสงที่ตกกระทบบเท่ากับมุมของแสงที่สะท้อน

(2.2) การสะท้อนแบบกระจาย (diffuse reflection) เป็นลักษณะที่เกิดขึ้นเมื่อแสงตกกระทบบนวัตถุที่เรียบที่มีผิวหยาบไม่เรียบสม่ำเสมอ ส่งผลให้แสงที่สะท้อนออกมาถูกสะท้อนออกไปในหลาย ๆ ทิศทางซึ่งส่วนใหญ่มุมของแสงที่สะท้อนที่กระจายออกไปจะไม่เท่ากับมุมของแสงที่ตกกระทบบ

3) การส่องผ่าน เกิดขึ้นเมื่อมีแสงตกกระทบบนด้านหนึ่งของตัวกลาง แล้วทะลุผ่านไปยังอีกด้านหนึ่ง ปริมาณแสงที่ตกกระทบบจะเท่ากับปริมาณแสงที่ถูกดูดกลืน รวมกับปริมาณแสงที่สะท้อนกลับรวมกับปริมาณแสงที่ทะลุผ่าน สามารถเขียนเป็นสมการ ได้ดังนี้

$$\text{absorbance} + \text{reflectance} + \text{transmittance} = 1$$

2.3 คำนิยามและคำศัพท์เทคนิค

1) ความสว่าง (luminance: L) คือ การที่แสงตกกระทบบนวัตถุแล้วสะท้อนกลับหรือส่องผ่านเข้าตา ทำให้มองเห็นวัตถุนั้น เราเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า ความสว่าง มีหน่วยเป็นแคนเดลาต่อตารางเมตร (cd/sq.m.) หรือฟุตแลมเบิร์ต (FL)

2) ความส่องสว่างหรือความเข้มแสง (illuminance: E) คือ ความหนาแน่นของฟลักซ์การส่องสว่างที่ตกกระทบบนพื้นที่ใด ๆ มีหน่วยเป็น ลูเมนต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ได้แก่ 1 ลูเมนต่อตารางเมตร หรือเรียกว่า 1 ลักซ์ และ 1 ลูเมนต่อตารางฟุต หรือเรียกว่า 1 ฟุตแคนเดิล

โดยพื้นที่ที่มีการแฉะผ่านระยะสั้น ๆ หรือพื้นที่ทางเดินภายในอาคารโดยทั่วไปนั้น ไม่ควรมีค่าความเข้มแสงเฉลี่ยต่ำกว่า 100 ลักซ์ (ชำนานญ ห่อเกียรติ, 2540, น. 4-5)

3) ความจ้า (brightness) คือ การตอบสนองทางด้านความคิดต่อความสว่าง ในพื้นที่ภาพที่มองเห็น (field of view) ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพการรับรู้ของดวงตาในแต่ละบุคคล และบุคคลจะรับรู้ความจ้าของพื้นผิวได้ก็ต่อเมื่อมีการเปรียบเทียบกับพื้นผิวข้างเคียงที่มีมืด หรือสว่างกว่า

4) ความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง (uniformity) คือ ค่าที่บ่งบอกถึงคุณภาพของแสงภายในอาคาร โดยทั่วไปสามารถหาได้จากสัดส่วนของความเข้มของแสงต่ำสุดต่อความเข้มของแสงเฉลี่ย ดังนี้

$$\text{ความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง (ไม่มีหน่วย)} = \frac{\text{ความเข้มของแสงต่ำสุดบนพื้นที่ที่พิจารณา}}{\text{ความเข้มของแสงเฉลี่ยบนพื้นที่ที่พิจารณา}}$$

ในบางพื้นที่ เช่น ภายในสำนักงาน หรือพื้นที่ซึ่งมีความต้องการความเข้มของแสงที่สม่ำเสมอ นั้น อัตราส่วนของความเข้มของแสงต่ำสุดต่อความเข้มของแสงเฉลี่ยไม่ควรต่ำกว่า 0.5

5) แสงบาดตา (glare) คือ สภาวะการมองเห็นที่มองแล้วเกิดภาวะความไม่สบายของสายตา หรือทำให้ความสามารถในการมองเห็นสิ่งนั้น ๆ ลดลง ซึ่งแสงจ้านั้นขึ้นอยู่กับ ค่าความเข้มของแสง ขนาดของวัตถุที่ก่อให้เกิดแสงจ้า รวมทั้งมุมมอง และทิศทางของสายตาต่อวัตถุที่ก่อให้เกิดแสงจ้านั้น ๆ

2.4 สภาพท้องฟ้า

การใช้แสงธรรมชาติในการให้ความสว่างในการทำกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง จะพบว่า ความเข้มแสงมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนตำแหน่งของดวงอาทิตย์เป็นหลัก นอกจากนี้ยังเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลง ปริมาณเมฆ และอนุภาคในอากาศ เช่น ฝุ่น ควันหรือไอน้ำ โดยทั่วไปสภาพของท้องฟ้าสามารถพิจารณาได้เป็น 3 ลักษณะ ได้แก่

1) สภาพท้องฟ้าแจ่มใส (clear sky) คือ ท้องฟ้าเมื่อไม่มีเมฆปกคลุมความสว่างจากท้องฟ้าทั้งหมด ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ปัจจัย คือ แสงกระจายจากท้องฟ้าและแสงจากดวงอาทิตย์ตรงที่เปลี่ยนแปลงตามตำแหน่งและมุมต่าง ๆ ที่เกิดจากการเดินทางตามวงโคจรของดวงอาทิตย์

2) สภาพท้องฟ้ามีเมฆบางส่วน (partly cloudy sky) ส่วนมากจะพบในพื้นที่ที่อยู่ในบริเวณเขตเส้นศูนย์สูตร การหาค่าความเข้มแสงจากท้องฟ้าประเภทนี้ กระทำได้ค่อนข้างยาก

เนื่องจากความเข้มแสงจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา อันเป็นผลมาจากเมฆ และอนุภาคในอากาศที่มาบดบังหรือหักเหแสงแดดตรงในบางช่วงเวลา

3) สภาพท้องฟ้าเมฆเต็มท้องฟ้า (overcast sky) คือ สภาพท้องฟ้าที่มีเมฆปกคลุมเต็มท้องฟ้า จนไม่สามารถมองเห็นดวงอาทิตย์ได้ ส่งผลให้ไม่มีแสงแดดตรงเดินทางผ่านมาได้ คงเหลือแต่เพียงแสงในแนวราบเพียงเท่านั้น

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ได้ทำการเก็บข้อมูลทางสถิติในช่วงปี พ.ศ. 2533 – 2542 และได้ทำการวิจัยเพื่อหาสภาพท้องฟ้าของประเทศไทย ซึ่งสรุปได้ ดังนี้

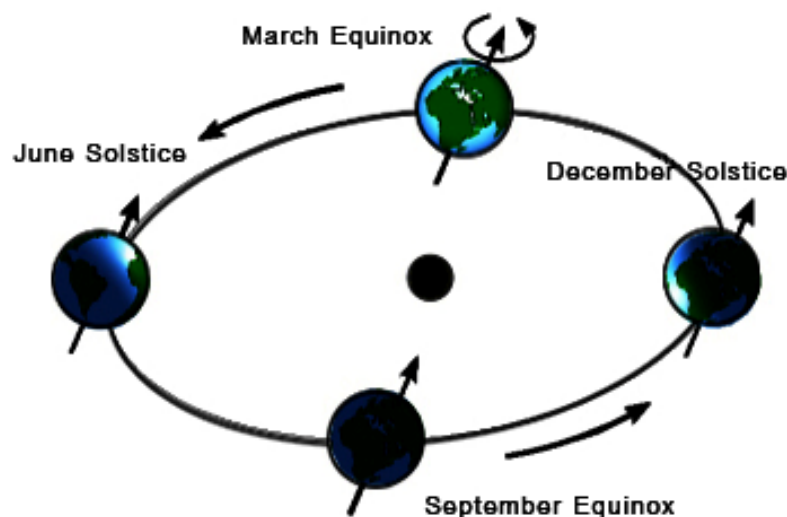
1. ค่าความสว่างที่มีความถี่มากที่สุด อยู่ในช่วง 45,000 – 55,000 Lux
2. จากข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยาตรวจสอบสภาพท้องฟ้าที่เกิดขึ้นในกรุงเทพมหานคร ในช่วงระยะ 10 ปี (2533 - 2542) พบว่า สภาพท้องฟ้าในกรุงเทพมหานครเป็นลักษณะสภาพท้องฟ้าแบบมีเมฆบางส่วน

2.5 ลักษณะการโคจรของดวงอาทิตย์

โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ 1 รอบ ในเวลา 365 วัน และรอบตนเองในเวลา 1 วัน โดยที่ การหมุนรอบแกนเหนือ-ใต้ เอียงทำมุมกับเส้นตั้งฉาก 23.5 องศา และจากการหมุนรอบดวงอาทิตย์เป็นรูปวงรี เมื่อถึงวันที่ 21 ธันวาคม ขั้วโลกเหนือจะอยู่ห่างจากจากดวงอาทิตย์มากที่สุด (ทำมุม 23.5 องศา) อีก 3 เดือนต่อมา ในวันที่ 21 มีนาคม มุมจะเป็น 0 องศา ในวันที่ 21 มิถุนายน มุมจะเป็น 23.5 องศา และในวันที่ 21 กันยายน จะเป็น 0 องศาอีกครั้งหนึ่ง และต่อไปยัง 23.5 องศาในวันที่ 21 ธันวาคม เป็นการครบ 1 รอบ และทิศทางการส่องแสงของดวงอาทิตย์จะขึ้นอยู่ กับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่เปลี่ยนไป ในวันที่ต่างกัน ซึ่งตำแหน่งที่มีความสำคัญ คือ ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในวันที่ 21 ธันวาคม อยู่ในช่วงกลางฤดูหนาว เรียกว่า winter solstice ซึ่งดวงอาทิตย์จะอยู่ทางใต้มากที่สุด และมีเวลากลางคืนยาวนานกว่ากลางวัน สำหรับวันที่ 21 มีนาคม และ 21 กันยายน เรียกว่า spring equinox ซึ่งดวงอาทิตย์จะอยู่ตรงเส้นศูนย์สูตรพอดีที่มีเวลากลางวันเท่ากับกลางคืน และวันที่ 21 มิถุนายน อยู่ในช่วงกลางฤดูร้อน เรียกว่า summer solstice ซึ่งดวงอาทิตย์จะอยู่ทางเหนือมากที่สุด และมีเวลากลางวันยาวนานกว่าเวลากลางคืน

ในงานวิจัยนี้จึงได้กำหนดวันที่ทำการศึกษา เป็นวันที่ 21 ของเดือนธันวาคม มิถุนายน กันยายน และ มีนาคม ซึ่งเป็นวันที่ดวงอาทิตย์อยู่ในตำแหน่งที่สำคัญของการโคจร (ภาพที่ 2.1)

ภาพที่ 2.1
ตำแหน่งที่สำคัญของการโคจร



ที่มา: Lechner, 2001, p. 127, (ดัดแปลง).

การใช้มุมอ้างอิงตำแหน่งของดวงอาทิตย์บนโลกแบ่งเป็น 2 มุมที่สำคัญ ได้แก่

- 1) มุมอัลติจูด (altitude angle) เป็นมุมของดวงอาทิตย์ที่ทำกับพื้นโลกในแนวตั้ง
- 2) มุมอะซิมุท (azimuth หรือ bearing angle) เป็นมุมในแนวนอนของดวงอาทิตย์ที่ทำกับแกนใต้ของจุดนั้น ๆ

นอกจากนั้นแล้วมุมที่สำคัญในการออกแบบบังเงา คือ มุมตัด (profile angle) เป็นมุมที่ระดับของดวงอาทิตย์กระทำในระนาบที่ตั้งฉากกับผนังใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ป้องกันแดด โดยมุมตัดที่ทำกับด้านทิศใต้นั้น ประกอบด้วย มุมที่ข้อมได้เป็นระยะเวลาประมาณ 7 เดือน มุมที่อยู่บริเวณเส้นศูนย์สูตรเป็นระยะเวลาประมาณ 2 เดือน และมุมที่ข้อมเหนือเป็นระยะเวลาประมาณ 3 เดือน

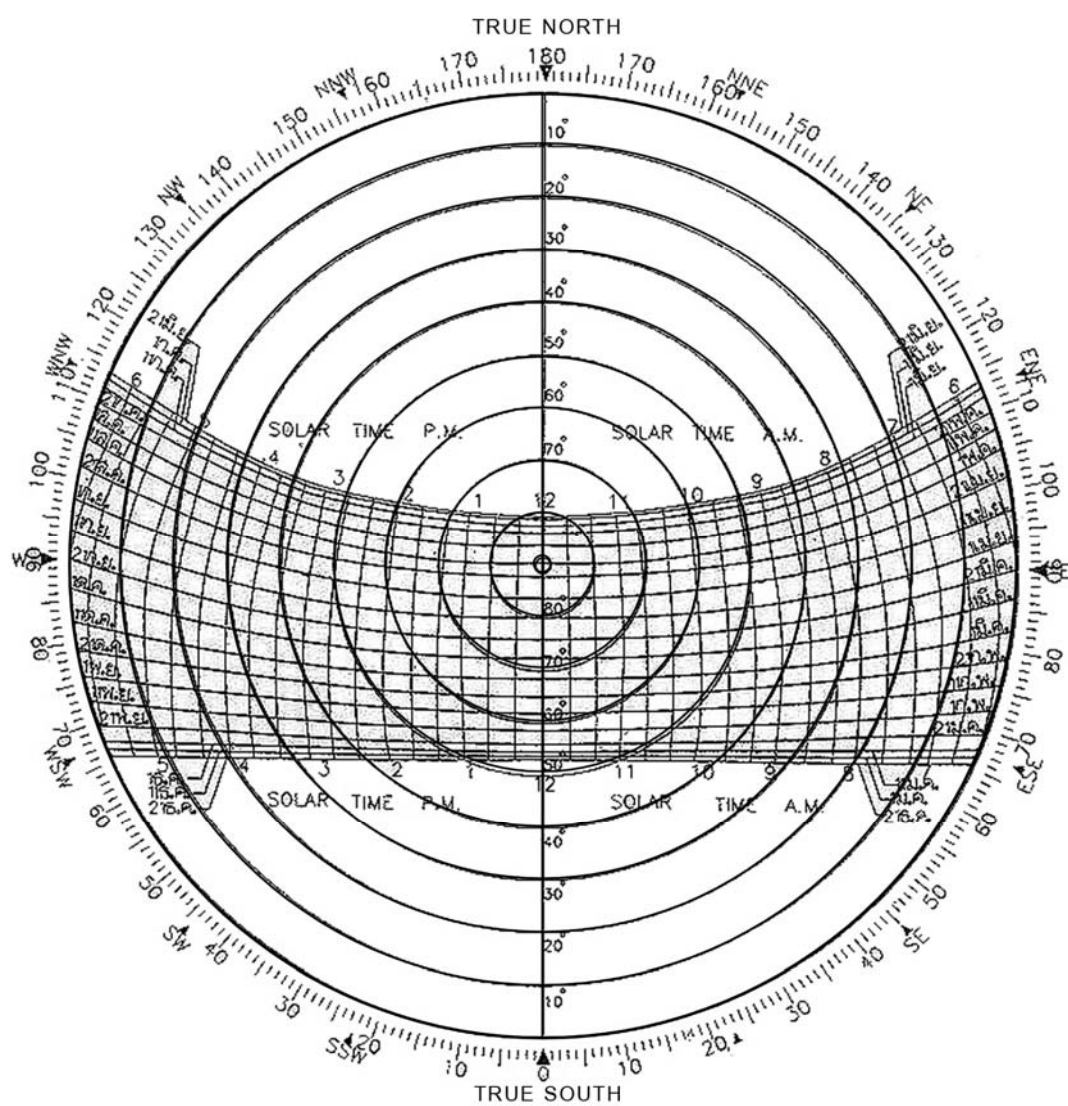
การหาค่ามุมตัด (profile angle) จาก Sun Chart สามารถหาได้จาก

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

เมื่อ B คือ มุมยกขึ้นของดวงอาทิตย์

C คือ มุมอะซิมุทของผนัง (wall – solar azimuth) คือ มุมที่วัดจากตำแหน่งดวงอาทิตย์ในระนาบกับแนวตั้งฉากกับผนัง

ภาพที่ 2.2
 แผนภูมิแสดงตำแหน่งการโคจรดวงอาทิตย์
 14 °N SUN CHART



ที่มา: สุนทร บุญญธิการ, 2545, น. 303.

2.6 การให้แสงธรรมชาติภายในอาคาร

2.6.1 การแบ่งพื้นที่ช่องเปิด

พื้นที่ผนังสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ตามความแตกต่างของความต้องการใช้งานจากแสงธรรมชาติ ดังนี้

1) พื้นที่ช่องแสงด้านบน (fanlight area) เป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมแก่การใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติ โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์ทำมุมต่ำ พื้นที่ส่วนนี้จะทำการกระจายแสงสว่างให้เข้าสู่ส่วนลึกของห้อง

2) พื้นที่หน้าต่าง (lower window areas) เป็นพื้นที่ส่วนทำงานที่ถูกกระทบโดยตรงจากแสงธรรมชาติ ซึ่งต้องการการควบคุมที่ดีเพื่อให้เกิดความสบายทางสายตา และการมองเห็น

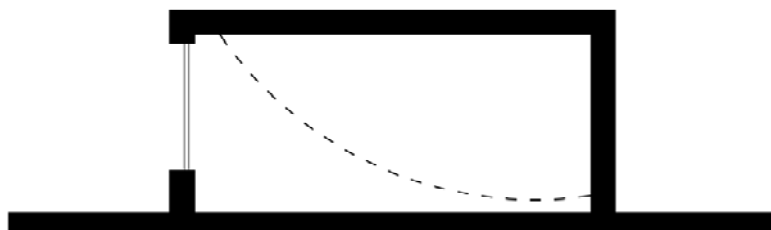
3) พื้นที่ต่ำกว่าระดับทำงาน (parapet areas) เป็นพื้นที่ที่ส่งผลกระทบน้อยต่อการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคาร อาจใช้เพื่อการเชื่อมต่อมุมมองทางสายตากับพื้นที่แวดล้อมด้านล่าง

2.6.2 รูปแบบการให้แสงธรรมชาติภายในอาคาร

1) การให้แสงทางด้านข้าง (side lighting) เป็นการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่ตัวอาคารโดยผ่านช่องเปิดบริเวณผนังของอาคาร ทำให้ระดับค่าความสว่างภายในอาคารบริเวณใกล้กับช่องเปิดมีค่าที่สูง และมีค่าลดลงในบริเวณที่ห่างออกไป

ภาพที่ 2.3

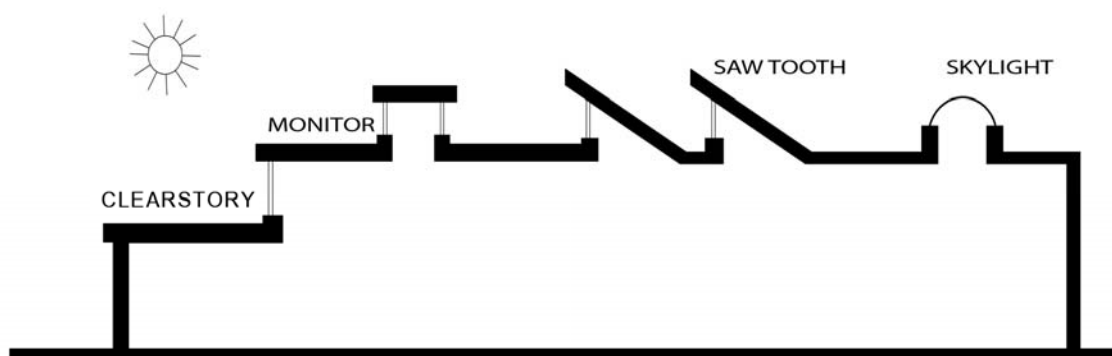
การให้แสงทางด้านข้าง



ที่มา: Lechner, 2001, p. 273, (ดัดแปลง).

2) การให้แสงทางด้านบน (top lighting) เป็นการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่อาคาร โดยผ่านช่องเปิดทางด้านบน เช่น การเปิดช่องแสงบริเวณหลังคา เป็นต้น สำหรับแสงที่นำเข้ามา จากด้านบน หากนำเข้ามาจากทางทิศเหนือจะทำให้ได้แสงที่สม่ำเสมอมาก และการให้แสง ทางด้านทิศใต้จะทำให้ได้ความร้อน และความจำเข้ามามาก (ปรีชญามัทธนทวี, 2547) ข้อจำกัดของการให้แสงทางด้านบน คือ ตำแหน่งที่สามารถให้แสงเข้ามาได้มีเพียงด้านบนสุดของ อาคาร พื้นที่บริเวณใต้ช่องแสงทางด้านบนจะมีค่าความสว่างสูงกว่าบริเวณอื่น

ภาพที่ 2.4
การให้แสงทางด้านบน



ที่มา: Lechner, 2001, p.273, (ดัดแปลง).

การใช้แสงธรรมชาติผ่านทางช่องเปิดด้านบน สามารถมาจากทิศทางใน 2 ทิศทาง คือทิศทางตั้ง และทิศทางนอนผ่านทางหลังคา ซึ่งมีหลายรูปแบบ เช่น skylight saw-tooth clearstory และ monitor roof เป็นต้น

3) ช่องแสงด้านข้างส่วนบน (clearstories) เป็นช่องแสงที่ทำให้เกิดแสงในแนวราบ โดยรอบ ซึ่งต่างจากรูปแบบของการให้แสงจากด้านบนรูปแบบอื่น ๆ โดยเน้นการเปิดรับแสงใน แนวตั้ง ซึ่งสามารถลดอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์ได้บางส่วน อันเป็นที่มาของความร้อนและ ความจำของแสงที่ผ่านเข้ามาในอาคาร จึงถือว่าเป็นรูปแบบช่องแสงที่มีประสิทธิภาพในการ เปิดรับแสงธรรมชาติดีกว่ารูปแบบพื้นฐานอื่น ๆ และมีความเหมาะสมที่จะนำมาปรับใช้กับอาคาร ในประเทศเขตร้อน ซึ่งมีค่าความเข้มแสงภายนอกสูงเกือบตลอดปี โดยหากมีการใช้ร่วมกับ อุปกรณ์บังแดดที่เหมาะสม จะทำให้การกระจายของแสงภายในอาคารเกิดความสม่ำเสมอ

2.6.3 ปัญหาในการนำแสงธรรมชาติมาใช้สำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น

แสงจากดวงอาทิตย์จะมีทิศทางกระจายไปทั่วท้องฟ้า ขึ้นอยู่กับปริมาณและการกระจายตัวของเมฆเป็นหลัก ในเขตนานจะมีปริมาณเมฆบนท้องฟ้ามาก เรียกว่า ท้องฟ้ามืด (overcast sky) จะมีปริมาณแสงที่ค่อนข้างคงที่ สำหรับประเทศในเขตร้อนชื้นมักจะมีปริมาณเมฆบนท้องฟ้าปานกลางจนถึงน้อยมาก เรียกว่า ท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมบางส่วน (partly cloudy sky) ซึ่งมีปริมาณแสงไม่คงที่ และท้องฟ้าโปร่ง (clear sky) ซึ่งมีปริมาณแสงที่คงที่ รวมทั้งมีความเข้มแสงสูง ในกรณีของท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมบางส่วน ความคงที่ของแสงจะไม่ค่อยแน่นอนสลับกันไปมา เมื่อถูกแสงอาทิตย์โดยตรง ปริมาณความเข้มของแสงอาจถึง 10,000 ฟุตแคนเดิล แต่ในขณะที่เป็นแสงสะท้อน ปริมาณความเข้มของแสงอาจเหลือเพียง 2,000 ฟุตแคนเดิลเท่านั้น ดังนั้นในการให้แสงธรรมชาติเข้าไปในอาคารนั้นควรจะมีการออกแบบที่เหมาะสม เช่น การออกแบบช่องเปิดเพื่อให้ได้รับแสงนั้นจำเป็นต้องคำนึงถึงขนาดของช่องเปิดด้วย หากช่องเปิดมีขนาดใหญ่มากปริมาณแสงที่เข้ามาก็มาก แต่ก็มีความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร ดังนั้น การออกแบบช่องเปิดควรจะมีขนาดที่เหมาะสมที่แสงสว่างเข้ามาได้อย่างพอเหมาะต่อความต้องการที่จะใช้งานเท่านั้น เพื่อหลีกเลี่ยงให้ความร้อนเข้าสู่อาคารได้น้อยที่สุด ในกรณีที่แสงธรรมชาติเข้าสู่ภายในอาคารเกินความจำเป็นในการใช้งาน จะก่อให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานตามมาจากการปรับอากาศได้ นอกจากนี้ ควรที่จะมีการคำนึงถึงความคงที่สม่ำเสมอของแสงที่เกิดขึ้น เพราะมีผลต่อการประกอบกิจกรรมภายในอาคาร ในบางครั้งตำแหน่งของแสงอาทิตย์ ก็สามารถที่จะส่องตรงไปยังบริเวณพื้นที่ใช้งานได้ เป็นสาเหตุให้เกิดสภาวะที่ไม่สบายต่อสายตาขึ้นได้ และยังทำให้ประสิทธิภาพการมองเห็นลดลง ในเรื่องของการสะท้อนของผิวภายในอาคาร หากมีค่าการสะท้อนของผนัง และเพดานที่สูง จะทำให้ค่าความเข้มแสงภายในเพิ่มขึ้นได้ แต่หากภายในอาคารได้รับอิทธิพลของรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ ค่าการสะท้อนแสงภายในที่สูงก็อาจจะก่อให้เกิดความไม่สบายตาเนื่องจากความจ้าของแสงได้ สำหรับประเทศไทยที่อยู่ในภูมิอากาศเขตร้อนชื้น (hot - humid climate) มีหลักในการใช้แสงธรรมชาติ ดังต่อไปนี้

1. หลีกเลี่ยงแสงตรงจากดวงอาทิตย์ โดยเน้นการใช้แสงสว่างแบบโดยอ้อม คือมีการสะท้อนก่อนที่จะนำเข้ามาใช้งาน หรือเป็นแสงธรรมชาติจากท้องฟ้า ที่มีลักษณะเป็นแสงกระจายทั่วท้องฟ้า (เศรษฐวิวัฒน์ ศรีวิโรจน์, 2547)

2. ขนาดของช่องเปิดไม่ควรใหญ่เกินไป คือ ควรจะมีขนาดที่พอดีต่อการนำแสงธรรมชาติเข้ามาสู่พื้นที่ใช้งานภายใน ในระดับความเข้มแสงที่เหมาะสม โดยคุณสมบัติของช่องเปิดที่ดี ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1) ป้องกันความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร โดยปกติแล้วช่องเปิดจะถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในได้สะดวกกว่าทางผนัง และหลังคา ดังนั้นช่องเปิดควรมีสัมประสิทธิ์การบังแดดต่ำ เช่น การให้ช่องเปิดอยู่ในร่มเงา เป็นต้น

2) มีประสิทธิภาพในการรับแสงสว่างจากธรรมชาติ หลีกเลียงรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ที่มีปริมาณความร้อนสูง และมีลักษณะแปรปรวนควบคุมลำบาก ดังนั้นช่องเปิดที่ต้องการรับแสงสว่างจากธรรมชาติควรรับแสงจากรังสีกระจายจากท้องฟ้า

3) ช่องเปิดควรได้รับกระแสลม และการระบายอากาศได้ดี

4) เป็นช่องเปิดที่มีมุมมองที่ดี ซึ่งเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ผู้ออกแบบควรพิจารณา

5) เป็นช่องเปิดที่บำรุงรักษาง่าย

2.6.4 สัดส่วนสัมประสิทธิ์การส่งผ่านแสงต่อสัมประสิทธิ์การรับความร้อนจากรังสีอาทิตย์

(Ratio of visible transmission to solar heat gain coefficient)

เป็นค่าที่แสดงถึงสัดส่วนของแสงสว่างในช่วงที่ตามองเห็น (visible light) ต่อปริมาณความร้อนของรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านกระจก โดยกระจกที่มีค่าสัดส่วนนี้ > 1 แสดงว่าสามารถส่งผ่านแสงสว่างได้มากกว่าความร้อน เหมาะสมกับการใช้งานแสงธรรมชาติเพื่อส่องสว่างในอาคาร (มาตรฐานการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร, 2550, น.10) สามารถหาได้จาก

$$\frac{\text{สัดส่วนสัมประสิทธิ์การส่งผ่านแสง}}{\text{ต่อสัมประสิทธิ์การรับความร้อนจากรังสีอาทิตย์}} = \frac{T_v}{SHGC}$$

เมื่อ

T_v คือ สัดส่วนสัมประสิทธิ์การส่งผ่านแสง (visible transmission)

SHGC คือ สัมประสิทธิ์การรับความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (solar heat gain coefficient)

2.6.5 การป้องกันแดด

ความร้อนของแสงแดดในเขตร้อน เป็นปัญหาสำคัญที่จะต้องหาทางลดปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้าไปในตัวอาคาร ซึ่งมีวิธีการอยู่หลายวิธีด้วยกัน โดยปกติการออกแบบผิวนอกส่วนที่ทึบตัน (solid) ของอาคารจะมีปัญหาในเรื่องความต้านทาน และการหน่วงความร้อน ส่วนของผิวอาคารที่เป็นช่องเปิดก็ต้องมีความระมัดระวังเพิ่มขึ้น จากการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้าไปในอาคารที่พักอาศัยชั้นเดียวในเวลา 24 ชั่วโมง ที่มีการทดลองทำในฤดูร้อนซึ่งมีอุณหภูมิอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยทั่วไปในบริเวณรัฐ New York และ New Jersey ประเทศสหรัฐอเมริกา ช่องเปิดและหน้าต่างเป็นส่วนที่ได้รับความร้อนเพิ่มจากการแผ่รังสีโดยตรงกระจายเข้ามาในอาคารมากที่สุด รองลงมาทางหลังคา การผ่านวัสดุกรองแสงต่าง ๆ การนำความร้อนผ่านหน้าต่าง และผาผนังทึบ ตามลำดับ (สมสิทธิ์ นิตยะ, 2541, น. 55 – 56)

2.6.6 อุปกรณ์บังแดด

อุปกรณ์บังแดด คือ วัตถุทึบแสงที่ทำหน้าที่บังแสงจากดวงอาทิตย์ ทั้งนี้อาจเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้าง ชายคาที่ยื่นยาวออกมา หรือส่วนการก่อสร้างเพื่อการบังแดดโดยเฉพาะ เช่น ครัวทางแนวตั้ง ครัวทางแนวนอน บานเกล็ด หรือสิ่งอื่น ๆ เป็นต้น

1. ชนิดของอุปกรณ์บังแดด

รูปแบบของช่องเปิด และอุปกรณ์บังแดด ถือได้ว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญในการควบคุมปริมาณ ทิศทาง และลักษณะการกระจายของแสงที่เข้าสู่อาคาร รูปแบบของช่องเปิดที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ช่องเปิดที่ไม่มีอุปกรณ์บังแดด และช่องเปิดที่มีอุปกรณ์บังแดด โดยทั่วไปอุปกรณ์บังแดดสามารถแบ่งตามลักษณะระนาบที่ติดตั้งได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

1) อุปกรณ์บังแดดแนวนอน (horizontal overhang) เป็นอุปกรณ์บังแดดที่ยื่นจากอาคารในแนวนอน หรือขนานกับพื้นดิน เช่น ชายคากันสาดต่าง ๆ แผงทางนอน เกล็ดนอน และเป็นอุปกรณ์ที่สามารถป้องกันแสงทางแนวตั้งได้ดี

2) อุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง (vertical louver or fin) เป็นอุปกรณ์บังแดดที่ยื่นออกจาก

อาคารหรือด้านข้างของหน้าต่างในแนวตั้งฉากกับพื้นดิน เช่น ครีบทาตั้ง เกล็ดทาตั้ง เป็นต้น และเป็นอุปกรณ์ที่สามารถป้องกันแสงทางแนวนอนได้ดี

3) อุปกรณ์บังแดดแบบผสม หรือแบบตาราง (egg crate or overhang with fin) เป็นอุปกรณ์บังแดดที่ยื่นออกจากอาคารที่มีทั้งแนวตั้ง และแนวนอนผสมกันในลักษณะต่าง ๆ เช่น ครีบทาที่เป็นกล่องรอบหน้าต่าง และเป็นอุปกรณ์ที่สามารถป้องกันแสงได้ทั้งทางแนวตั้ง และแนวนอน

ในการพิจารณาอุปกรณ์บังแดดในกรณีที่เป็นแบบภายนอกอาคาร และภายในอาคาร จะพบว่าการออกแบบอุปกรณ์บังแดดแบบภายนอกอาคารมีผลดีกว่ามาก เพราะชั้นส่วนที่ใช้ในการกันแดดนั้นจะต้องร้อนขึ้น และแผ่รังสีออกมา ซึ่งถ้าหากว่าอยู่ภายในอาคารแล้วตัวอุปกรณ์บังแดดเองจะคายความร้อนเป็นการเพิ่มอุณหภูมิให้กับอากาศภายในอาคารขึ้นอีกทางหนึ่ง สำหรับกรณีที่อุปกรณ์บังแดดอยู่ภายนอกอาคาร นอกจากการแผ่รังสีจากตัวที่กันแดดเองจะเข้ามาไม่ถึงแล้ว ยังสามารถให้ลมพัดพากระจายความร้อนจากที่กันแดดภายนอกได้อีกด้วย

2. ประโยชน์ของอุปกรณ์บังแดด

ในสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นของไทย การเลือกใช้อุปกรณ์บังแดด ควรคำนึงถึงหน้าที่และประโยชน์ให้สอยเป็นหลัก ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังนี้

- 1) ป้องกันปริมาณรังสีตรงจากดวงอาทิตย์
- 2) ป้องกันน้ำฝน
- 3) ป้องกันความปลอดภัย
- 4) ช่วยบังคับทิศทางกระแสลม

2.7 การพิจารณาระดับความสว่างภายในอาคาร

ในการพิจารณาระดับแสงสว่างภายในอาคารนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แนวทาง คือ

2.7.1 การคำนวณวิธีลูเมน (Lumen Method)

เป็นการพิจารณาความเข้มของแสงรวมที่ตกกระทบที่จุดใดจุดหนึ่ง ในระดับที่กำหนดภายในอาคาร อันเนื่องมาจากปริมาณแสงจากภายนอกส่องผ่านช่องเปิด หรือช่องแสงเข้ามาในขณะนั้น ซึ่งปริมาณของแสงที่สะท้อนจากภายนอกอาคาร เช่น พื้นดิน และแสงสะท้อนจากพื้นผิว

ภายใน เช่นผนัง ฝ้าเพดาน จะมีผลต่อปริมาณแสงธรรมชาติที่เข้าสู่ภายในห้องนั้นๆ โดยรวมปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณแสงธรรมชาติเข้าไปด้วยนั่นเอง

การพิจารณาด้วยวิธีนี้ จะถือว่าระดับของช่องเปิดอยู่ที่ระดับเท่ากัน หรือสูงกว่าระดับระนาบการทำงานเท่านั้น ที่มีผลต่อปริมาณความเข้มของแสงในระดับระนาบการทำงาน ส่วนช่องเปิดที่อยู่ระดับต่ำกว่าถือว่ามีผลน้อยมาก และความกว้างของช่องแสงถือว่ามีความกว้างเท่ากับ ความกว้างของห้องด้านที่มีช่องแสงนั้น และระนาบทำงานที่ใช้สำหรับโต๊ะทำงานในแต่ละแห่งก็อาจมีความแตกต่างกัน

2.7.2 การคำนวณวิธีองค์ประกอบแสงธรรมชาติ (Daylight Factor: DF)

เป็นการพิจารณาปริมาณความสว่างภายในอาคารที่ได้จากแสงธรรมชาติที่เหมาะสม สำหรับพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ ระดับแสงภายในจะขึ้นอยู่กับสภาพท้องฟ้าเป็นหลัก ซึ่งสัมพันธ์กับ ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่มีผลสำคัญต่อแสงสว่าง และปริมาณความเข้มของแสง นอกจากนั้นยัง ขึ้นอยู่กับมุมที่ดวงอาทิตย์กระทำต่อพื้นที่แต่ละที่ (altitude, azimuth) ซึ่งแปรเปลี่ยนไปตามวัน และเวลาที่แตกต่างกัน องค์ประกอบสำคัญที่มีผลต่อแสงสว่างธรรมชาติ โดยทั่วไปพิจารณาจาก 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1) องค์ประกอบจากท้องฟ้า (sky component: SC) โดยสภาพของท้องฟ้าจะเห็นได้ว่า เกิดขึ้นได้ในหลายสภาพ เช่น ท้องฟ้าโปร่ง ไม่มีเมฆ หรือที่ปกคลุมด้วยเมฆจนบางครั้งไม่สามารถมองเห็นดวงอาทิตย์ได้เหล่านี้มีผลต่อปริมาณความสว่างที่เกิดขึ้น

2) องค์ประกอบภายนอก (externally reflected component: ERC) เป็นการพิจารณา แสงที่เกิดจากการสะท้อนของวัตถุ หรืออาคารที่ตั้งอยู่ภายนอก หรือบริเวณข้างเคียง แสงส่องผ่าน เข้ามาสู่ตัวอาคารเสมือนเป็นแหล่งกำเนิดแสงอีกตัวหนึ่ง ซึ่งปริมาณแสงขึ้นอยู่กับทิศทางที่แสง สะท้อน หรือคุณสมบัติของพื้นผิวที่สะท้อนนั้น ๆ

3) องค์ประกอบภายใน (internally reflected component: IRC) เป็นการพิจารณา แสงที่เกิดจากการสะท้อนของวัตถุ หรืออาคารที่ตั้งอยู่ภายนอกอาคารโดยได้รับแสงจาก องค์ประกอบจากท้องฟ้า และองค์ประกอบจากภายนอก และปริมาณแสงก็ขึ้นอยู่กับทิศทางที่แสง สะท้อน หรือคุณสมบัติของพื้นผิวที่สะท้อนนั้น ๆ เช่นเดียวกันกับองค์ประกอบภายนอก

ค่าเดย์ไลท์แฟคเตอร์ (DF) คือ ค่าสัดส่วนของปริมาณแสงที่ตกลงมาบนพื้นที่ภายในอาคารแต่ละจุดใดๆ ต่อปริมาณแสงที่ตกลงบนพื้นที่แนวระนาบนอกอาคาร ภายใต้สภาพท้องฟ้าแบบโปร่งที่ไม่มีสิ่งกีดขวางไม่รวมแสงตรงจากดวงอาทิตย์ (excluded direct sun) โดยค่าที่ได้เป็นค่าเปอร์เซ็นต์ ดังนี้

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

ถึงแม้ว่าค่าเดย์ไลท์แฟคเตอร์นั้นจะไม่สามารถเป็นตัวบ่งชี้ถึงปริมาณของแสงที่แน่นอน แต่ก็สามารถเป็นตัวบ่งชี้ได้ว่า ค่าที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ หรือการทำงานประเภทต่าง ๆ มีความเหมาะสมเพียงพอหรือไม่ (ตารางที่ 2.3)

ตารางที่ 2.3

ค่าเดย์ไลท์แฟคเตอร์ที่เหมาะสมกับกิจกรรมต่าง ๆ

การใช้งาน	ค่าเดย์ไลท์แฟคเตอร์(%)
การอ่านหนังสือและการใช้งานปกติในช่วงเวลาหนึ่ง	1.5 - 2.0
การอ่านหนังสือหรือการทำงานที่ต้องใช้สายตาในที่หนึ่ง ๆ ในช่วงเวลานาน ๆ หรืองานที่ต้องมีอุปกรณ์เสริมที่ไม่อันตรายมาก	2.0 - 5.0
งานที่ต้องการความละเอียดสูงและมีอันตรายมาก ๆ	5.0 - 8.0

ที่มา: Stein and Reynolds, 2000, p. 200, (ดัดแปลง).