# บทที่ 1

# บทนำ

## คำนำ

การนำแสงสว่างตามธรรมชาติ (Day Light) จากดวงอาทิตย์มาใช้ในงานออกแบบนั้น โดยมีจุดประสงค์เพื่อจะลดการใช้พลังงานแสงสว่างจากไฟฟ้า (Artificial Light) ซึ่งปัจจุบันการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในงานออกแบบยังไม่สำเร็จผลเท่าที่ควร เนื่องจากสถาปนิกและผู้เกี่ยวข้องในการออกแบบอาคาร ยังขาดความเข้าใจในลักษณะของแสงธรรมชาติ, ตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสภาพท้องฟ้า ฯลฯ เหล่านี้ เป็นต้น ซึ่งทำให้เกิดการละเลยในการออกแบบโดยคิดว่า การที่นำแสงธรรมชาติมาใช้นั้นไม่ได้ก่อให้เกิดการประหยัดพลังงานแต่อย่างใด พร้อมทั้งยังก่อให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงาน เนื่องจากปริมาณความร้อนที่เข้ามาในอาคารอีก ดังนั้น ก่อนอื่นสถาปนิก ควรทำความเข้าใจตัวแปร พื้นฐานสำหรับการออกแบบอาคาร ยกตัวอย่างเช่น Function, Use of Pattern และ Activity ที่เกี่ยวข้อง เพื่อที่จะสามารถนำมาประยุกต์ร่วมกับการออกแบบอาคารได้ถูกวิธีและเพิ่มประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานในอาคารอย่างสมบูรณ์

## ความเป็นมาของปัญหา

แสงสว่างธรรมชาติที่ได้จากดวงอาทิตย์นั้น เป็นแสงที่มีคุณภาพที่ดีที่สุดและเป็นพลังงานที่ได้รับโดยไม่ต้องมีค่าใช้จ่าย ซึ่งในการออกแบบอาคารในปัจจุบันยังไม่ได้คำนึงถึงพลังงานส่วนนี้เท่าที่ควร เนื่องจากเพราะขาดความเข้าใจในข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับแสงธรรมชาติอย่างเพียงพอ ดังนั้น การที่สถาปนิกจะออกแบบอาคารเพื่อประหยัดพลังงานโดยใช้แสงธรรมชาตินั้น จำเป็นที่ต้องศึกษาและทำความเข้าใจสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- ลักษณะของแสงธรรมชาติจากดวงอาทิตย์
- ลักษณะสภาพของท้องฟ้า
- ลักษณะของแสงธรรมชาติที่เข้ามาในอาคาร

- การออกแบบช่องเปิดที่เหมาะสมสำหรับอาคาร
- ประเภทการใช้งานของอาคาร
- ช่วงเวลาทำงานของผู้ใช้อาคาร
- ประสิทธิภาพการใช้งานของแสงธรรมชาติ โดยพิจารณาร่วมกับแสงจากไฟฟ้า
- ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้น เนื่องจากแสงสว่างและภาระทำความ เย็นให้กับอาคาร ฯลฯ

ซึ่งในปัจจุบันสถาปนิกและผู้เกี่ยวข้องในการออกแบบอาคาร ไม่ได้คำนึงถึงสิ่งต่าง ๆที่ได้กล่าวมาเบื้องต้น ทำให้ใช้พลังงานแสงสว่างจากไฟฟ้ามากเกินควร รวมทั้งการเปิดช่องเปิดในอาคารไม่มีความสัมพันธ์กับการใช้งานและตำแหน่งทิศทาง โดยส่วนใหญ่คำนึงถึงเพียงความสวยงามของรูปด้านเป็นประเด็นสำคัญ เกิดการสิ้นเปลืองพลังงาน ( Nonrenewable Energy ) โดยไม่จำเป็น ถึงแม้ว่า มีมาตรการจัดเก็บค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้นในช่วง Peak Demand แล้วก็ตาม แต่เป็นการแก้ไขที่ปลายสาเหตุ จึงควรที่สถาปนิกมีบทบาทในการช่วยลดการใช้พลังงานในอาคารลง โดยออกแบบอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ

<u>วัตถุประสงค์</u>

1. ศึกษาประสิทธิภาพของแสงธรรมชาติจากดวงอาทิตย์ที่นำมาใช้ในอาคาร
2. ศึกษาเปรียบเทียบลักษณะการออกแบบช่องเปิดในอาคารสำนักงานทั่วไป เพื่อให้ได้ประโยชน์จากการใช้แสงธรรมชาติมากที่สุด
3. วิธีการใช้งานร่วมกันระหว่างแสงธรรมชาติและแสงจากไฟฟ้า ภายในพื้นที่ใช้งานเดียวกัน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้พลังงานโดยพิจารณาจาก
   - Day Lighting Zone คือ บริเวณที่มีแสงธรรมชาติเพียงพอต่อการทำงาน
   - Switching Arrangement คือ การจัดลักษณะเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้าตามลักษณะการใช้งาน
   - Dimming Ability เพื่อการปรับหรี่แสง โดยไม่เกิดปัญหาขึ้นในอาคาร ใช้ Daylight Sensor เป็นเครื่องมือในการกำหนดปริมาณแสงธรรมชาติ

4. เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับผู้ที่ต้องการออกแบบอาคาร นำไปใช้ค้นคว้าและประกอบการออกแบบสำหรับอาคารประหยัดพลังงาน

5. เพื่อหา Simple Tools สำหรับสถาปนิกและผู้เกี่ยวข้องในการออกแบบช่องเปิดอาคาร

ขอบเขตการวิจัย

เนื่องจากการศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานของแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ที่เข้ามาในสำนักงาน มีตัวแปรที่เกี่ยวข้องมาก ดังนั้น จึงกำหนดขอบเขตของการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเฉพาะแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ที่เข้ามาในด้านทิศเหนือของอาคารในกรุงเทพมหานครและเป็นแสง Indirect Light เท่านั้น ถือว่าอาคารนี้มีประสิทธิภาพในการบังแสงแดดตรง (Direct Light) อย่างสมบูรณ์

2. อาคารสำนักงานสมมตินี้ เป็น Opening Plan Office และมีช่วงใช้งานตั้งแต่เวลา 07.00-17.00 น.

3. ศึกษาประสิทธิภาพของแสงร่วมกับการเปิดช่องเปิดในอาคารที่ใช้กันทั่วไป จำนวน 3 แบบ ผ่านกระจกใสมาตรฐาน (SC=1) เพื่อนำแสงสว่างมาใช้ในอาคารมากที่สุด

4. ศึกษาเฉพาะผลกระทบเนื่องจากความร้อนของแสงสว่างที่เข้ามาในอาคาร โดยผ่านช่องเปิดเท่านั้น ส่วนที่เป็นผนังทึบ ถือว่าไม่มีการแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อนระหว่างภายนอกและภายในอาคาร

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้ จะศึกษาเฉพาะประเด็นที่เกี่ยวกับแสงสว่าง และพลังงานความร้อนที่เกิดจากแสงสว่างเท่านั้น นำมาแยกรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. คำนวณหาแสงสว่างธรรมชาติ จากปริมาณการแผ่รังสีรวมของดวงอาทิตย์ โดยใช้ข้อมูลรายชั่วโมงของปริมาณการแผ่รังสีรวมของดวงอาทิตย์ของ กรมอุตุนิยมวิทยา ณ สถานีกรุงเทพ ระหว่างเดือน ธันวาคม 2533 ถึงเดือน พฤศจิกายน 2534 จำนวน 12 เดือน (ดูตารางผนวก 1) นำมาแปลงเป็นการส่องสว่างของธรรมชาติ (MJ/m-hr. เป็น Footcandles)

2. แยกข้อมูลของการส่องสว่างของแสงธรรมชาติ โดยใช้สภาวะท้องฟ้าเป็นตัวกำหนด 3 แบบ คือ ท้องฟ้าโปร่ง (Clear) , ท้องฟ้ามีเมฆมาก (Party Cloudy) และท้องฟ้ามืด (Overcast) จากค่า Cloudness Factor (ดูตารางผนวก 1) โดยถือปริมาณเมฆที่อยู่ระดับล่างเป็นนัยสำคัญ สรุปเป็นค่าเฉลี่ยในแต่ละเดือน

3. หาปริมาณของแสงสว่างธรรมชาติ โดยแยกเป็น แสงสว่างที่มาจากท้องฟ้า ($I_{sky}$) กับ แสงสว่างที่สะท้อนมาจากพื้นดิน ($I_{dg}$)

4. หาปริมาณของแสงสว่างธรรมชาติที่ผ่านเข้ามายังกระจกใสมาตรฐาน ($I_{sky+}I_{dg}$) ผ่านเข้ามายังห้องทำงานสมมติ (30 x 30 x 10 ft.) ด้านทิศเหนือ ที่มีช่องเปิดจำนวน 3 แบบ บน Working Plane ในช่วงเวลาทำงานของอาคารตามวิธีการของ Lumen Method เปรียบเทียบประสิทธิภาพเป็นอัตราส่วนต่อปริมาณแสงสว่างที่ต้องการใช้งานจริง (Daylight Gain) โดยสรุปตามลักษณะสภาพท้องฟ้าและช่องเปิด

5 คำนวณพลังงานเพื่อการปรับอากาศเนื่องจากความร้อนที่เกิดจากแสงสว่างธรรมชาติ (Cooling Load From Daylight Gain) โดยพิจารณาร่วมกับ C.O.P (Coefficient of Performance) ของเครื่องปรับอากาศที่เลือกใช้ในห้องทำงาน รวมทั้ง

ความร้อนที่เกิดขึ้นเนื่องจากการแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอก(ดูตารางผนวก 2)และภายใน เปรียบเทียบกับพลังงานแสงสว่างที่ได้รับจากแสงธรรมชาติ

6. จากข้อมูลข้างต้น นำมาสรุปแผนภาพความสัมพันธ์เพื่อหาอัตราส่วนของขนาดช่องเปิดที่เหมาะสม ด้านทิศเหนือ ที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานสูงสุด

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

จากผลสรุปของการวิจัยแสงธรรมชาติที่เข้ามาในอาคาร มีประโยชน์ดังต่อไปนี้

1. ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพของแสงธรรมชาติจากดวงอาทิตย์ที่สามารถนำมาใช้งาน

2. สามารถออกแบบลักษณะช่องเปิดที่ดีสำหรับการนำแสงธรรมชาติเข้ามาในอาคารดีที่สุด

3. สามารถออกแบบให้สอดคล้องร่วมกันระหว่างแสงธรรมชาติและแสงจากหลอดไฟฟ้า โดยผู้ออกแบบจะต้องนำปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น Daylighting Zone ฯ เข้ามาร่วมในงานออกแบบ

4. เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบอาคารในกรุงเทพฯ

5. เป็น Simple Tools สำหรับสถาปนิกและผู้เกี่ยวข้องในการออกแบบช่องเปิดอาคารสามารถนำไปใช้ได้สะดวก

<u>การสำรวจงานวิจัยที่ทำมาแล้ว</u>

ในต่างประเทศได้มีการวิจัยเกี่ยวกับการใช้แสงธรรมชาติเข้ามาในอาคารและประมวลประสิทธิภาพเพื่อประหยัดพลังงานกันมานานแล้ว ดังต่อไปนี้

อาคาร The Brune Park School's Sport Hall (EPA) มีการศึกษาที่จะลดพลังงานในการทำแสงสว่างของโรงเรียน จึงพบว่า เมื่อนำแสงธรรมชาติเข้ามาช่วยปรับปรุงอาคาร จะสามารถช่วยประหยัดพลังงานต่อปีถึง 40% ของพลังงานแสงสว่างที่เคยใช้ ซึ่งการประหยัดพลังงานนี้ ยังไม่ได้รวมการควบคุมการใช้แสงสว่างอัตโนมัติ (Automatic Lighting Control)

จากการวิจัยของ Lawrence Berkley Lab มีการศึกษาถึงองค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานของอาคารพาณิชย์ (Commercial Building) คือ แสงสว่างจากหลอดไฟฟ้า (Electric Lighting) และภาวะทำความเย็นจากแสงสว่างธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ (Cooling Loads From Solar Heat Gains And From Light) ซึ่งควรมีการคำนึงและพัฒนาการประหยัดพลังงานในส่วนนี้ให้มากขึ้นสำหรับอาคารพาณิชย์ขนาดใหญ่ และมีการออกแบบ การใช้อุปกรณ์ให้แสงสว่างอัตโนมัติร่วมกับแสงธรรมชาติ โดยนำมาติดตั้งในอาคารสำนักงานแห่งหนึ่ง ซึ่งเมื่อใช้รวมกับแสงธรรมชาติจะประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ทำให้เกิดแสงสว่างสำหรับวันทำงานได้ถึง 62% ทางด้านทิศเหนือและ 51% ทางด้านทิศใต้ ซึ่งการประหยัดพลังงานจะแปรผันตามสภาวะของแสงสว่างธรรมชาติตลอดปี มีการพิจารณาถึงปริมาณที่ใช้งานให้เหมาะกับแสงที่จะใช้สามารถประหยัดได้ถึง 50% ของพื้นที่โดยเปรียบเทียบกันโดยมีการจำลองสภาพตึกทำงาน วิเคราะห์ ภาวะทำความเย็นและแสงสว่างจากไฟฟ้าตลอดปี แบ่งอาคารเป็น 5 Zone ได้แก่ ทิศเหนือ, ทิศใต้, ทิศตะวันออก, ทิศตะวันตก และส่วนที่เป็น Core ของอาคาร แล้วใช้โปรแกรม Doe-2 ทำการวิเคราะห์เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงช่องเปิดของอาคารเปรียบเทียบกับตัวแปรแสงสว่าง สรุปผลเป็นสัดส่วนของหน้าต่างกับผนัง และการใช้ประโยชน์จากแสงอาทิตย์มากที่สุด โดยสอดคล้องกับการลดการใช้พลังงานให้น้อยที่สุดตลอดปี รวมทั้งลดการใช้พลังงานในช่วง Peak Demand ด้วย รวมทั้งศึกษา ความส่องสว่างของแสงธรรมชาติ

ผ่านช่องเปิดของอาคาร ซึ่งโดยปกติหน่วยวัดความเข้มของไฟมีหน่วยเป็น แรงเทียน (Candlepower) ซึ่งความสว่างที่ผ่านจากช่องเปิดของอาคารสามารถวัดได้ในหน่วยแรงเทียนเช่นกัน ซึ่งมีปัจจัยมาจากดวงอาทิตย์, ท้องฟ้า และพื้นดิน ซึ่งมีการผ่านและสะท้อนของแสงเข้ามาจากแหล่งกำเนิด ซึ่งการวิจัยนี้ จะเป็นการทำสาธิตการทดลองภายใต้สภาวะท้องฟ้าสว่างสม่ำเสมอ, ท้องฟ้าใสและท้องฟ้ามีเมฆมาก (Uniform, Clear And Cloudy Sky)

เมื่อพิจารณาในด้านพลังงาน กล่าวว่า มากกว่า 30% ของพลังงานที่ใช้ในอาคารมาจาก 2 แหล่งกำเนิด คือ จากหน้าต่างและแสงสว่าง ซึ่งเมื่อทั้ง 2 ประการเป็นต้นเหตุแห่งการสูญเสียพลังงาน ซึ่งต้องพยายามลดลงให้น้อยที่สุด โดยยังต้องคำนึงถึงองค์ประกอบอื่นๆ ที่ไม่สามารถวัดเป็นพลังงานได้ด้วย เช่น หน้าต่างถือเป็นหน้าตาของอาคาร และยังแบ่งแยกที่ว่างภายในอาคารและภายนอกอาคาร โดยไม่มีการรบกวนมุมมองของผู้ใช้อาคาร และแสงสว่างยังต้องมีความเข้มพอเหมาะกับการใช้งานอีกด้วย ซึ่งเป็นประเด็นที่จะต้องนำมาพิจารณาหาทางประหยัดพลังงาน โดยการพัฒนางานออกแบบให้ทันกับเทคโนโลยี และปรับปรุงเทคโนโลยีที่จะลดพลังงานที่จะผ่านเข้าหน้าต่าง และการใช้แสงธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ

- และจากวิจัยของ Solar Energy Center มีการพิจารณาถึงการเลือกใช้ช่องเปิดอาคาร โดยมีผลต่ออาคารหลายประการ เช่น ทัศนียภาพ, แสงสว่างธรรมชาติ การรับและปล่อยความร้อน (Thermal Gains And Losses) ดังนั้น การออกแบบขนาดช่องเปิดของอาคารที่เหมาะสมเป็นเรื่องง่าย อีกทั้งยังมีการเลือกใช้วัสดุหลายอย่างสำหรับช่องเปิดอาคาร ซึ่งผู้ออกแบบยังต้องพิจารณาถึงการมองผ่าน, ราคา และพลังงานที่เข้ามาในอาคารอีกด้วย

- The Vertical To Horizontal Illuminance Ratio : Development Of A New Indicator Of Daylight Performance จากการวิจัยของ James andrew Love, The University of Michigan 1990 เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการใช้แสงธรรมชาติในอาคาร แต่ก็ยังต้องคำนึงถึงองค์ประกอบพื้นฐานดังหลายอย่าง ดังนั้นการวิจัยนี้จึงพยายามหาค่า VH Ratio ซึ่งดีกว่าการใช้ Daylight Factor ซึ่งมีข้อผิดพลาดน้อยลง ใช้ได้ในทุกสภาพท้องฟ้า ใช้ง่ายและสามารถออกแบบร่วมกับแสงสว่างจากหลอดไฟฟ้า

ได้อีก ซึ่งทำการทดลองในห้องขนาดจริงกับแบบของหน้าต่าง 5 แบบ ภายใต้สภาพท้องฟ้า 3 สภาวะ เปรียบเทียบกับการใช้ค่าปกติในการคำนวนพบว่า ท้องฟ้าจริงนั้น มีการกระจายความส่วางมากกว่าท้องฟ้าสมมติ สรุปว่า การออกแบบสำนักงานแบบเปิด (Typical Open Plan Furniture Systems) สามารถลดความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติประมาณ 30% เปรียบเทียบกับแสงจากไฟฟ้า ลดลงประมาณ 10% ในสภาพที่เหมือนกัน

- AIT Research Report No.128 : Solar Radiation Tables For Architects In Thailand 1981 โดย Robert H.B. Exell เป็นการคำนวนหาค่าแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ โดยคอมพิวเตอร์ทั้ง 8 ทิศ และทางระนาบระดับ โดยแบ่งข้อมูลเป็น 8 ช่วงๆ ละ 45 วัน โดยมีค่าทางสภาวะท้องฟ้าเป็น 2 ประเภท คือ ท้องฟ้าแจ่มใส (Clear Sky) และท้องฟ้าเฉลี่ยทั่วไป

- การจำลองแบบค่าความร้อนผ่านรูปร่างรอบนอกของอาคารในกรุงเทพมหานคร โดยนายมิศรชัย อภิพัฒนะมนตรี 2530 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นการวิจัยหาค่าความร้อนเข้ามาในอาคาร โดยใช้ข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์ คำนวนจากสภาพท้องฟ้ามาตรฐานของที่ตั้งกรุงเทพมหานคร เพื่อหาสัดส่วนของอาคารที่เหมาะสม เพื่อให้ได้รับความร้อนน้อยที่สุด เมื่อกำหนดปัจจัยต่างๆ ของอาคารมาให้และพิจารณาแนวทางการลดความร้อนที่ผ่านเข้าสู่อาคาร คำนวนหาประสิทธิภาพของสัมประสิทธิ์ร่มเงาของอุปกรณ์บังแดดภายนอกแบบต่างๆ ที่ใช้ได้ทั่วไป และเปรียบเทียบกับการใช้ฉนวนความร้อนที่ใช้ทั่วไป 4 ชนิด

- การศึกษาแสงธรรมชาติเพื่อประโยชน์ในการออกแบบอาคาร โดยนายขวัญชัย ศศิภาณุเดช 2526 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นการศึกษาข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์ที่คำนวนจากสภาพท้องฟ้ามาตรฐาน ตามวิธี CIE (Commission International De L'eclairage) กับวิธี IES (Illuminating Engineering Society) เพื่อเทียบกับการวัดจากห้องทำงานสมมติ

- การศึกษาลักษณะสเปคตรัมแสงอาทิตย์ และลักษณะรังสีกระจาย ณ กรุงเทพฯ โดยนายจินดา แก้วเขียว 2528 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตธนบุรี เป็นการศึกษา

รังสีรวมที่ได้จากการวัดและคำนวรในช่วงเวลาหนึ่งปี ( กุมภาพันธ์ 2526 - มกราคม 2527 ) และศึกษาการกระจายของรังสีจากครึ่งทรงกลมท้องฟ้า ผลการวัดจริงกับการคำนวนมีความผิดพลาดสูงสุดตลอดปี โดยอาจเป็นเพราะโมเลกุลของอากาศ, ไอน้ำ, ฝุ่น, รังสีโอโซน ส่วนการศึกษารังสีกระจายจากครึ่งวงกลมท้องฟ้า ปรากฏว่า รังสีกระจายไม่เท่ากันทุกทิศทาง ในสภาพท้องฟ้าแจ่มใสและฟ้าหลัว รังสีกระจายในทิศที่หันเข้ามาหาดวงอาทิตย์และทิศใกล้เคียงสูงกว่าตรงข้ามประมาณ 3 เท่า ในขณะที่สภาพท้องฟ้ามีเมฆมาก ความแตกต่างจะเป็นประมาณ 2 เท่า