หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

พลังงานที่ใช้ในอาคารส่วนใหญ่ในประเทศไทยนั้นคือพลังงานไฟฟ้า นอกจากการทำความเย็นในอาคารแล้วยังใช้เพื่อการส่องสว่างแก่พื้นที่ในอาคาร โดยอาคารต่างๆต้องปรับปรุงและออกแบบให้ค่ากำลังไฟฟ้าสำหรับแสงสว่างสูงสุดไม่เกินที่กฎหมายกำหนด อย่างไรก็ตามแม้ว่าอาคารจะได้รับการออกแบบแสงประดิษฐ์ให้ค่ากำลังไฟฟ้าสำหรับแสงสว่างสูงสุดอยู่ในค่าที่กำหนด แต่มิได้หมายความว่าจะเป็นอาคารที่ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพหรือการอนุรักษ์พลังงานเนื่องจากพลังงานแสงประดิษฐ์ที่ได้เกิดจากการใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานที่มีอยู่อย่างจำกัด (Non-Renewable Energy) การนำแสงธรรมชาติซึ่งเป็นพลังงานหมุนเวียน(Renewable Energy) เข้ามาให้ความสว่างในอาคารเป็นทางหนึ่งในการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

การนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารจัดว่าเป็นแนวทางการลดค่าใช้จ่าย เนื่องจากเป็นแสงสว่างที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายพลังงาน ดังนั้นการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารจึงเป็นการช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของแสงประดิษฐ์โดยตรง ในช่วงเวลาที่ยังมีแสงสว่างพอเพียง เมื่อเปรียบเทียบกับแสงสว่างที่ได้จากแหล่งกำเนิดแสงอื่นๆ โดยการวัดประสิทธิภาพของแสง(Efficacy) พบว่าในระดับความสว่างที่เท่ากัน แสงธรรมชาติจะมีความร้อนปนเข้ามาน้อยกว่าแสงประดิษฐ์ (ดูตารางที่ 1.1) ดังนั้นการนำแสงธรรมชาติมาใช้เพื่อการส่องสว่าง จะช่วยลดภาระการทำความเย็นของอาคารที่มีการปรับอากาศ ซึ่งพลังงานที่ใช้ในการปรับอากาศเป็นพลังงานที่ใช้ในอาคารส่วนใหญ่ลงได้ในอีกทางหนึ่ง (คมกฤช ชูเกียรติมั่น, 2540)

การนำแสงธรรมชาติมาใช้นอกจากจะมีประโยชน์จากการช่วยประหยัดพลังงานแล้ว แสงธรรมชาติยังมีความเหมาะสมในด้านปริมาณ ที่เอื้ออำนวยต่อระดับความส่องสว่าง (Illumination) และการปรับอัตราส่วนความต่างของความจ้า (Contrast & Brightness Ratio) อีกทั้งเป็นแสงที่ให้ความแม่นยำในการมองเห็นสี (Color Rendering Index)ที่ดีที่สุดด้วย ทำให้ในปัจจุบันมีความพยายามที่จะนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ร่วมกับแสงประดิษฐ์ในพื้นที่ใช้งานรูปแบบต่างๆ แต่ส่วนของอาคารที่มีหลักการโดยตรงในการออกแบบเพื่อรองรับการนำแสงธรรมชาติมาใช้ ได้แก่ Atrium

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.1 แสดงค่า Efficacy ของแหล่งกำเนิดแสงต่างๆ

Light Source	Efficacy
Sun (altitute =7.5 deg.)	90 lm/W
Sun (altitute >25 deg.)	117 lm/W
Sun (suggested mean)	100 lm/W
Sky (clear)	150 lm/W
Sky (average)	125 lm/W
Global (average)	115 lm/W
Incandescent (150 w)	16-40 lm/W
Fluorescent (40 W.CWX)	50-80 lm/W
HP Sodium	40-140 lm/W

(Moore, 1984 : 30)

แม้ว่าแสงธรรมชาติจะมีความร้อนน้อยกว่าแสงประดิษฐ์ในปริมาณที่เท่ากัน แต่การนำแสงธรรมชาติมาใช้ก็ยังคงมีผลทำให้เกิดความร้อนอันเนื่องมาจากการแผ่รังสีคลื่นสั้น (Short-Wave Radiation) ของดวงอาทิตย์แล้วตกกระทบบนวัตถุแล้วเปลี่ยนเป็นรังสีคลื่นยาว (Long-Wave-Radiation)ซึ่งเป็นคลื่นความร้อนกลับคืนสู่สภาพแวดล้อมในบริเวณนั้น ลักษณะการได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์แบ่งออกเป็นสองรูปแบบ คือ รังสีตรงและรังสีกระจาย เมื่อพิจารณาคุณสมบัติระหว่างรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบในแนวระนาบ(Direct Horizontal) และรังสีกระจายจากดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบในแนวระนาบ (Diffuse Horizontal) จากการสรุปค่าเฉลี่ยประจำเดือนของสภาพภูมิอากาศในเขตประเทศไทย ปี 2528 โดยพบว่ารังสีโดยตรงมีค่าเฉลี่ยตลอดปีสูงถึง 430 วัตต์ ต่อตารางเมตร ในขณะที่รังสีกระจายมีค่าเฉลี่ยตลอดปีเพียง 198.58 วัตต์ ต่อตารางเมตร (สำนักสารสนเทศภูมิอากาศ, 2528) ตรงจากดวงอาทิตย์ยังมีข้อเสียอีกกรณีหนึ่ง คือ มีความแปรปรวนสูง ทำให้ยากที่จะควบคุมปริมาณแสงให้สม่ำเสมอ ดังนั้นการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในภูมิอากาศของประเทศไทย จึงควรหลีกเลี่ยงรังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์

ความเป็นมาของปัญหา

Atrium กำเนิดขึ้นตามแนวความคิดการเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติ (Saxon,1986) ในประเทศที่มีภูมิอากาศแบบอบอุ่น จึงนำแสงธรรมชาติมาใช้ใน Atrium เพื่อส่งเสริมหน้าที่ที่เด่นชัดในการสร้างความต่อเนื่องของพื้นที่ภายในและภายนอกอาคาร ทำให้สภาพแวดล้อมภายในสว่างสดใส ลดการใช้ไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ลง พร้อมกันนั้นยังมีผลพลอยได้โดยประหยัดค่าใช้จ่ายจากการนำความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์มาใช้สร้างความอบอุ่นภายในอาคาร ทำให้ Atrium ได้รับการยอมรับว่าเป็นกลวิธีในการออกแบบเพื่อให้ได้มาซึ่งการนำแสงธรรมชาติมาใช้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ Atrium ยังเป็นส่วน Pre-function ให้ผู้ใช้อาคารมีการปรับตัวและอารมณ์ความรู้สึกก่อนเข้าถึงพื้นที่ใช้งานส่วนอื่นๆของอาคารต่อไป เป็นศูนย์รวมที่สร้างชีวิตชีวาให้กับ

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อาคาร และเป็นเอกลักษณ์ของอาคารได้อีกด้วย Atrium จึงมีบทบาทสำคัญและเป็นที่นิยมนำไปใช้ร่วมกับการออกแบบอาคารประเภทต่างๆในช่วงสามทศวรรษที่ผ่านมาและจะยังคงเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญของอาคารต่อไปในอนาคต (Bednar, 1986) ไม่ใช่เพียงประเทศที่มีภูมิอากาศแบบอบอุ่นเท่านั้น ยังรวมถึงในประเทศที่มีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น เช่น ประเทศไทยอีกด้วย อย่างไรก็ตามในบางกรณี การออกแบบ Atrium เกิดปัญหาการนำแสงธรรมชาติมาใช้ประโยชน์อย่างไม่เหมาะสม คือ ปริมาณแสงธรรมชาติที่ได้รับมีมากเกินความต้องการไปมาก ขณะที่ในบางครั้งก็อยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอต่อการใช้งาน

การได้รับปริมาณแสงมากหรือน้อยเกินไป ทำให้ประสิทธิภาพในการมองเห็นลดลง เกิดความไม่สบายตา และส่งผลถึงปริมาณพลังงานที่ใช้ในอาคาร ในกรณีที่หนึ่งเมื่อได้รับปริมาณแสงมากเกินไปจะทำให้เกิดแสงจ้าบาดตา กรณีที่สองทำให้ค่าความเปรียบต่างของความสว่างระหว่างภายในและภายนอกอาคารสูง ต้องเพิ่มการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อให้มีแสงสว่างเพียงพอ

สาเหตุที่ทำให้ Atrium เกิดปัญหาในการใช้งาน เนื่องมาจากผู้ออกแบบบางส่วนไม่มีความรู้และข้อมูลที่เพียงพอที่จะใช้ในขั้นตอนการออกแบบเรื่ององค์ประกอบในการสะท้อนแสงภายใน (IRC-Internal reflected component) โดยเฉพาะผลกระทบของลักษณะทางกายภาพของแสงธรรมชาติ รูปทรงและคุณสมบัติการสะท้อนแสงของพื้นผิวภายในต่อลักษณะการส่องสว่างและปริมาณแสงที่เกิดขึ้น ซึ่งสองตัวแปรหลังเป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับผู้ออกแบบโดยตรง และยังไม่มีข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสามที่มีต่อค่าการส่องสว่างภายในมาก่อน ทำให้ไม่สามารถคาดคะเนปริมาณแสงธรรมชาติที่เกิดขึ้นจริงได้ หรืออีกนัยหนึ่งก็เนื่องจากการขาดข้อมูลที่จะเป็น Design guideline นั่นเอง

นอกจากนี้การประมาณค่าการส่องสว่าง มักจะทราบค่า ณ จุดเดียว คือบริเวณกึ่งกลางของผังพื้น Atrium ซึ่งไม่เพียงพอเนื่องจากลักษณะการกระจายตัวของแสงธรรมชาติใน Atrium ที่มีรูปทรงแตกต่างกันออกไป

จากความแตกต่างของสภาพภูมิอากาศและสภาพองค์ประกอบท้องฟ้า แนวทางในการออกแบบ Atrium สำหรับประเทศไทยจึงแตกต่างไปจากประเทศเขตหนาวหรืออบอุ่น ความร้อน คือ สิ่งที่ไม่ต้องการเพราะเป็นการเพิ่มภาระการทำความเย็นแก่อาคาร ดังนั้นการนำ Atrium มาใช้ จึงควรปรับให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1 วิเคราะห์อิทธิพลของรูปทรงต่างๆ ของ Atrium ในงานสถาปัตยกรรมที่เป็นตัวนำแสงจากช่องแสงมาสู่ระดับใช้งาน (Architecture Lightguide) และลักษณะการกระจายแสงธรรมชาติภายใน โดยทดสอบกับวัสดุที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนด

2 ศึกษาผลกระทบของค่าการสะท้อนแสงภายใน จากตัวแปรความสูงและรูปทรงของช่องเปิดโล่งใน

อาคาร (Well) ที่มีผลต่อระดับการส่องสว่างภายใน Atrium ในกรณีที่ขนาด และตำแหน่งของช่องแสงเป็นตัวแปรควบคุม และแสงที่ผ่านช่องแสงด้านบนเป็นแสงกระจาย (Diffuse Light)

3 เสนอแนวทางในการคิดอย่างเป็นระบบโดยเลือกใช้เทคนิคทางกายภาพต่างๆ ที่มีค่าการส่องสว่างภายใน Atrium โดยใช้แสงธรรมชาติ ณ ระดับที่ต้องการ

4 เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับพัฒนาแนวทางการออกแบบ หาแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขปัญหา และพัฒนาศักยภาพการให้แสงใน Atrium สำหรับภูมิอากาศในเขตร้อนชื้น ในอาคารปรับอากาศ เพื่อให้มีค่า Coefficient Utilization (CU) สูงที่สุด

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตการวิจัยแบ่งเป็นหัวข้อต่างๆดังนี้

1. <u>การออกแบบทางเลือกโดยใช้หุ่นจำลอง</u>

1.1 ศึกษาปัจจัย หรือตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อระดับความส่องสว่างและอุณหภูมิภายในอาคาร ได้แก่

- ค่าการสะท้อนแสงของ พื้น ผนัง และฝ้าเพดานภายในอาคาร
- ความสูงและรูปทรงของช่องเปิดโล่งในอาคาร (Well)

1.2 ตัวแปรควบคุม ได้แก่

- อุปกรณ์บังแดด (Shading Device) เป็นแผงบังแดดในแนวระนาบ (ต่อนี้ไปใช้คำว่า Horizontal Blind) โดยรอบ
- ช่องแสง โดยเป็นช่องแสงแบบ Clearstory มีขนาด 20 ตร.ม. (ดูภาคผนวก ก) ที่ตำแหน่งด้านบนของ Atrium

1.3 ศึกษาโดยใช้หุ่นจำลอง โดยการกำหนดขนาดหุ่นจำลอง ดังนี้

- ใช้หุ่นจำลองผังพื้นสี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า และวงกลม
- วิธีการเปรียบเทียบสัดส่วนใช้ความกว้างต่อความสูงของ Atrium (SAR-Section Aspect Ratio)โดยใช้สัดส่วน 1:1 1:2 และ1:3 เพื่อไม่ให้เกิดข้อจำกัดในด้านความสูงอาคาร เมื่อนำไปประยุกต์ใช้

1.4 ระดับ Working Plane คือ ระดับพื้นที่ 0.00 เมตร (The Chartered Institution of Building Services Engineers London, 1987)

2. <u>ประเภทอาคาร</u>

เป็นการหาแนวทางที่เหมาะสมในการนำแสงธรรมชาติมาใช้ใน Atrium โดยใช้หุ่นจำลองทำการทดลองโดยกำหนดให้

2.1 4-sided Atrium เนื่องจากเป็นแบบที่ได้รับแสงธรรมชาติน้อยที่สุด (Saxon, 1986) จึงใช้เป็นกรณีพื้นฐาน (Base Case)

2.2 Atrium ประเภทปรับอากาศ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ช่วงเวลาที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล

3.1 ในการเก็บข้อมูลแสงธรรมชาติภายในอาคาร ทำการเก็บข้อมูลภายในห้องจำลองสภาพท้องฟ้า (Skydome) สำหรับทุกกรณีการทดลอง

3.2 ในการเก็บข้อมูลแสงธรรมชาติภายนอกอาคารหรือภายใต้สภาพท้องฟ้าจริง จะเก็บข้อมูล 9 ครั้งใน 1 วัน ดังนี้ 8.00 น 9.00 น.10.00 น. 11.00 น. 12.00 น. 13.00 น. 14.00 น. 15.00 น. และ 16.00 น. โดยเก็บข้อมูลปริมาณแสงธรรมชาติภายนอกอาคารพร้อมกันในแต่ละครั้งเพื่อเป็นข้อมูลเปรียบเทียบต่อไปในการวิจัยนี้

3.3 เนื่องจากระยะเวลาในการศึกษาวิจัย และงบประมาณวิจัยมีจำกัด การเก็บข้อมูลสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ จึงเลือกเก็บข้อมูลเพียงช่วงหนึ่งเท่านั้น ตั้งแต่เดือนธันวาคม ปี 2542 – กุมภาพันธ์ ปี 2543

4. การเก็บข้อมูล

ข้อมูลที่เก็บในการทดลองแต่ละกรณี ได้แก่

4.1 ค่าการสะท้อนของพื้น ผนัง และเพดาน คิดเป็นเปอร์เซนต์

4.2 ระดับความส่องสว่าง ณ พื้นชั้นล่างของ Atrium ถือเป็นระดับ Working plane ในหน่วย Lux

4.3 ระดับความส่องสว่างภายนอก ในหน่วย Lux

5. การกำหนดตำแหน่งที่ตั้ง

งานวิจัยนี้ได้กำหนดการเก็บข้อมูลและการทดลองให้ตั้งอยู่ในเขตละติจูดที่ 14°N โดยถือเป็นตัวแทนสภาพท้องฟ้าของภูมิอากาศแบบร้อนชื้น

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง แบ่งออกเป็นขั้นตอนดังนี้

การเตรียมการทดลอง

- การดำเนินการวิจัยเชิงทดลองโดยศึกษาจากหุ่นจำลอง โดยการใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาตินั้น แบ่งการพิจารณาตัวแปรเป็น 2 ประเภท คือ

1. ตัวแปรคงที่ กำหนดให้เป็นตัวแปรที่มีอยู่ในทุกกรณีการทดลอง (ตัวแปรคงที่)

1.1 ประเภทของแสงธรรมชาติที่นำมาใช้ เป็นแสงกระจายจากท้องฟ้า (Diffuse Light)

1.2 วัสดุบริเวณช่องแสงกำหนดให้มีคุณสมบัติการส่องผ่านของแสง 100% เพื่อให้สามารถใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงเมื่อนำไปคำนวณเปรียบเทียบกับการใช้วัสดุชนิดอื่นที่มีค่าการส่งผ่านแสงต่างกันไป(ตารางที่ 1.2) โดยในการทดลองใช้การเจาะช่องโล่งเป็นตัวแทน

1.3 ลักษณะของ Atrium กำหนดให้เป็น Atrium ที่ปิดล้อมทั้ง 4 ด้าน (Four-side atrium) หมายถึงไม่มีช่องแสงด้านข้าง (No open side) ซึ่งเป็นแบบที่นิยมใช้มากที่สุด โดยเปิดช่องรับแสงเฉพาะด้านบน (Saxon, 1986) ซึ่งเป็นรูปแบบที่ได้รับแสงธรรมชาติน้อยที่สุด ถือเป็นกรณีศึกษาพื้นฐาน (Base case) ของ Atrium เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบลักษณะอื่นๆ (ดูภาคผนวก ข)

1.4 ช่องแสง (Fenestration) เพื่อรับแสงกระจาย (Diffuse Light) จึงใช้ช่องแสงแบบ Clearstories (รูปที่ 1.1) เปิดรับแสงโดยรอบมีอุปกรณ์บังแดด (Shading Device) แบบ Horizontal Blind เพื่อหลีกเลี่ยงแสงตรงจากดวงอาทิตย์ (Direct Sun) และใช้ระดับความส่องสว่างตามทฤษฎีเป็นตัวกำหนดขนาดช่องแสงที่ 20 ตร.ม.(ดูภาคผนวก ก)

1.5 กำหนดระดับการเปลี่ยนแปลงของแสงระหว่าง 50-300 Lux (ดูภาคผนวก ก)

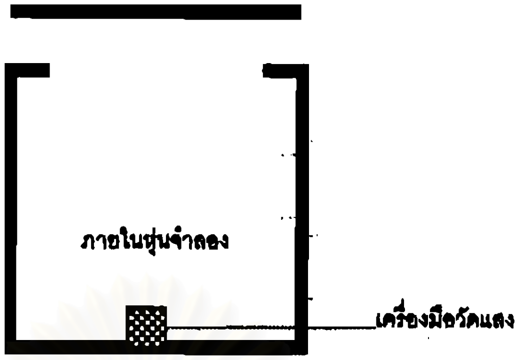
1.6 กำหนดระดับการใช้งานที่พื้นชั้นล่างของ Atrium (ตารางที่ 2.4)

ตารางที่ 1.2 แสดงค่าการส่งผ่านแสงของกระจกและพลาสติก (บางส่วน)

Material	Approximate Transmittance (%)
Polished Plate/Float Glass	80-90
Sheet Glass	85-91
Heat-absorbing Plate Glass	70-80
Heat-absorbing Sheet Glass	70-85
Tinted Polished Plate	40-50
Figure Glass	70-90
Corrugated Glass	80-85
Glass Block	60-80
Clear Plastic Sheet	80-92
Tinted Plastic Sheet	9-42
Colorless Patterned Plastic	80-90
White Translucent Plastic	10-80
Glass-fiber-reinforced Plastic	5-80
Double Glazed-two Light Clear Glass	77
Reflective Glass	5-60

(Stein และ Reynolds, 1992)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.1 รูปแสดงช่องแสงแบบ Clearstory และการวัดค่าการส่องสว่าง

2. <u>ตัวแปรที่ทำการศึกษา</u> ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อรูปแบบการส่องสว่างของ Atrium โดยกำหนดหุ่นจำลองผังพื้นสี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า และวงกลม สัดส่วนความกว้างต่อความสูง1:1 1:2 และ1:3 เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลการส่องสว่างที่เกิดขึ้น โดยกำหนดตัวแปร ดังนี้

2.1 สภาพท้องฟ้า (Sky condition) ศึกษารูปแบบค่าการส่องสว่างภายใน Atrium ภายใต้สภาพท้องฟ้าต่างๆ โดยหลีกเลี่ยงรังสีตรงจากดวงอาทิตย์

- สภาพท้องฟ้าโปร่ง (Clear sky) เป็นสภาพท้องฟ้าที่ไม่มีเมฆ ระดับความส่องสว่างจากแสงกระจายจากท้องฟ้า (Diffused illumination) มีค่าประมาณ 1,000 ฟุตแคนเดิล (footcandle) (Stein และ Reynolds, 1992)
- สภาพท้องฟ้ามีเมฆเป็นบางส่วน (Partly cloudy) ไม่หนาทึบ ค่าความสว่างมีความแปรปรวนสูงและมีค่ามากกว่าค่าความสว่างที่ได้จากท้องฟ้าโปร่ง 10-15 % เนื่องจากการสะท้อนแสงของเมฆ
- สภาพท้องฟ้ามีเมฆมาก (Overcast sky) ไม่สามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงได้ จึงมีการกระจายแสงอย่างไม่สม่ำเสมอ ระดับความส่องสว่างที่วัดได้ ขึ้นกับตำแหน่งของมุมดวงอาทิตย์ในแนวแกนตั้งที่ทำกับระนาบนอนโดยตรง (Altitute) และมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยน้อยกว่าสภาพท้องฟ้าโปร่ง

2.2 ค่าการสะท้อนแสง (Reflection) ศึกษาอิทธิพลของค่าการสะท้อนแสงภายในอาคารต่อค่าความสว่างภายใน ค่าการสะท้อนแสง ที่ทำการศึกษา แบ่งเป็น

- พื้นผิวภายนอก มีลักษณะพื้นผิวแบบด้าน (Matte surface) เพื่อให้เกิด Perfect diffuse ทำให้ได้แสงที่เหมือนกันในทุกทิศทาง มีความร้อนเข้ามาในอาคารน้อย นอกจากนี้การใช้ผิวมัน (Specular surface) กับผิวภายนอก จะไม่เกิดประโยชน์ใดๆ เนื่องจากมีฝุ่นเกาะ กำหนดค่าการสะท้อนแสงระหว่าง 55-75 % เท่ากับค่าสะท้อนแสงที่เกิดจากการทาสีขาวเก่าและใหม่ (ตารางที่ 1.3)

ตารางที่ 1.3 แสดงค่าสะท้อนแสงของวัสดุและพื้นผิวภายนอกอาคาร (บางส่วน)

Material	Reflectance (In Percent)	Source
Blue Stone, Sand Stone	18	(ก)
Brick		
Light Buff	48	(ก)
Dark Buff	40	(ก)
Dark Red Glazed	30	(ก)
Cement	27	(ก)
Concrete	55	(ก)
Granite	40	(ก)
Marble (White)	45	(ก)
Paint (White)		
New	75	(ก)
Old	55	(ก)
ผิววัสดุสีอ่อน		
หินอ่อนสีขาว	78-85	(ข)
ฉาบปูนเรียบทาสีขาว	78-85	(ข)
คอนกรีตเปลือยผิว	78-85	(ข)
ผิววัสดุสีเข้มน้อย		
หินทรายชนิดสีอ่อน	40-70	(ข)
หินล้างผสมสี	40-70	(ข)
ผิววัสดุสีเข้มปานกลาง		
หิน Linestone ชนิดเทาปานกลาง	20-45	(ข)
อิฐโชว์แนวธรรมดา	20-45	(ข)
หินทราย	20-45	(ข)
ผิววัสดุสีเข้ม		
อิฐแดงเข้ม	10-20	(ข)
หิน Brownstone	10-20	(ข)
อิฐสีเทาเข้ม	10-20	(ข)

(ก): (Stein&Reynolds, 1992)

(ข): (วิญญู วานิชศิริโรจน์,2537)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- พื้นผิวภายใน (พื้น ผนังทุกด้าน และเพดานด้านใน) เพื่อให้ครอบคลุมค่าการสะท้อนของวัสดุ (ตารางที่ 1.3) ทดลองใช้พื้นผิวที่มีค่าการสะท้อนแสงในระดับ 20% 40% 60% และ 80%

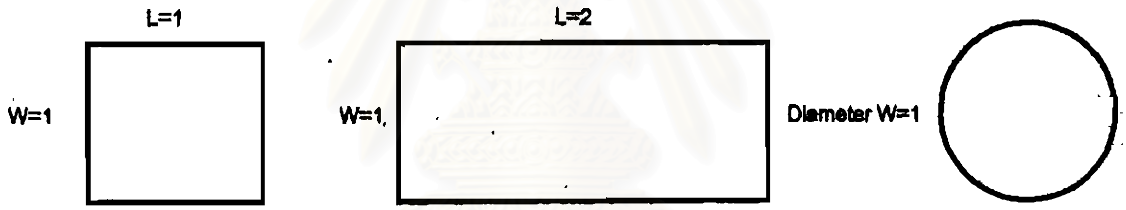
2.3 ลักษณะของช่องเปิดโล่ง (Well characteristic) ศึกษาค่าความส่องสว่างที่เกิดขึ้นภายใน Atrium ที่มีรูปทรงแตกต่างกัน ซึ่งจะมีผลกระทบต่อปริมาณการส่องสว่างภายในมีอิทธิพลจาก

- ปริมาณพื้นที่ผิวภายในแตกต่างกัน
- ผลการสะท้อนแสงแตกต่างกัน

รูปทรงที่ทำการศึกษาได้แก่

- Atrium ที่มีผังพื้นวงกลม
- Atrium ที่มีผังพื้นสี่เหลี่ยมจัตุรัส
- Atrium ที่มีผังพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้า

รูปทรงทั้งสามมีสัดส่วนความกว้างต่อความสูงของหุ่นจำลอง 1:1 1:2 และ 1:3



รูปที่ 1.2 แสดงสัดส่วนผังพื้นของรูปทรง

เมื่อจำแนกตัวแปรคงที่และกำหนดตัวแปรที่จะทำการศึกษาแล้ว จึงนำมาจัดกลุ่มและลำดับการทดลองอย่างมีหลักเกณฑ์เพื่อให้สามารถดำเนินการทดลองและสรุปผลในขั้นตอนต่อไป

- การจัดเตรียมอุปกรณ์
    1. ตรวจสอบคุณสมบัติการสะท้อนแสงของวัสดุ (Reflection) โดยใช้การวัดค่าจริงของวัสดุที่ใช้ในหุ่นจำลองเพื่อควบคุมค่าการสะท้อนแสงให้มีร้อยละการสะท้อนแสงเท่ากับค่าที่กำหนดสำหรับวัสดุกรุผิวแบบต่างๆ โดยใช้เครื่องมือวัดแสง (Lux meter) วัดปริมาณแสงที่ตกกระทบบนระนาบวัสดุเทียบกับปริมาณแสงที่สะท้อนจากวัสดุนั้นๆ ในตำแหน่งและระนาบเดียวกัน แล้วสรุปผลเป็นค่าอัตราการสะท้อนแสงของวัสดุ (รูปที่ 1.3)
    2. ตรวจสอบคุณสมบัติความทึบแสงของวัสดุ (Opaque) ที่นำมาสร้างหุ่นจำลอง เพื่อไม่ให้แสงจากภายนอกส่องผ่านวัสดุดังกล่าว (รูปที่ 1.4)

3. เครื่องมือวัดแสงที่ใช้ในงานวิจัย ใช้เครื่องวัดแสง มินอลต้า ลักซ์มิเตอร์ (Minolta lux meter) (รูปที่ 1.5 ก) ที่มีช่วงการวัดแสงตั้งแต่ 10-200,000 ลักซ์ สำหรับการวัดค่าการส่องสว่างภายในที่ตกกระทบลงบนระนาบนอนสำหรับการวัดค่าความสว่างภายในหุ่นจำลอง และใช้เครื่องวัดแสงลักซ์มิเตอร์ (Lux meter) (รูปที่ 1.5 ข) สำหรับการวัดค่าความส่องสว่างภายนอก

รูปที่ 1.3 รูปแสดงการวัดค่าการสะท้อนแสงของวัสดุ

(คมกฤช ชูเกียรติมั่น, 2540:5)

รูปที่ 1.4 รูปแสดงการวัดค่าการส่องผ่านของแสงของวัสดุ

(คมกฤช ชูเกียรติมั่น, 2540:4)

(ก)

(ข)

รูปที่ 1.5 แสดงเครื่องมือวัดแสงที่ใช้ในการศึกษา

(ก) Minalta Lux Meter

(ข) Lux Meter

การทดลองและการเก็บข้อมูล

การศึกษาลักษณะการส่องสว่างโดย

- วัดปริมาณแสงสว่างจากหุ่นจำลอง
- วัดค่าการสะท้อนของพื้นผิววัสดุ

เพื่อพิจารณาลักษณะการกระจายแสงภายในหุ่นจำลอง, Contrast & Brightness Ratio ระหว่างท้องฟ้าภายนอกและภายในหุ่นจำลอง และค่า Daylight Factor (DF) ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ต้องการ

1 เตรียมวัสดุพื้น ผนัง และเพดานที่ใช้เป็นตัวแปรในการทดลอง ทำการทดสอบคุณสมบัติการสะท้อนแสงของวัสดุ (Reflection) ใช้เครื่องมือวัดค่าความส่องสว่าง (Lux Meter) วัดปริมาณแสงที่ตกกระทบลงบนระนาบวัสดุ เทียบกับปริมาณแสงที่สะท้อนจากวัสดุนั้นๆในตำแหน่งระนาบและระดับเดียวกัน แล้วสรุปผลเป็นเปอร์เซนต์ค่าสะท้อนแสงของวัสดุ

2 วัดปริมาณการส่องสว่างภายในหุ่นจำลองในแนว Horizontal ทุกระยะ 2*2 เมตร ของพื้นที่ผังพื้น

3 วัดปริมาณการส่องสว่างภายในหุ่นจำลองในแนว Horizontal ทิศตะวันออก-ตะวันตก และแนวทิศเหนือ-ใต้

4 วัด Brightness Ratio ระหว่างภายนอกและภายในหุ่นจำลองโดยบันทึกข้อมูลในหน่วย fc หรือ Lux

5 นำข้อมูลที่วัดได้จากหุ่นจำลองในการศึกษาจากตัวแปรกรณีต่างๆมาเปรียบเทียบว่ารูปแบบหรือกรณีใดที่ให้ลักษณะการกระจายแสงภายในหุ่นจำลอง (Daylight Distribution) ที่มีความสม่ำเสมอ (Uniform) ที่สุด เกิดการระคายตา (Glare) น้อยที่สุด และอยู่ในช่วงที่ผู้ใช้อาคารสามารถมองเห็นได้อย่างสบายตา

6 นำผลจากการทดลองที่ได้มาคำนวณค่า DF ในแต่ละจุดเพื่อเปรียบเทียบ Sky Glare ระหว่างภายนอกและภายในหุ่นจำลอง

การวิเคราะห์จากการคำนวณ

- การวิเคราะห์จากการคำนวณข้อมูลจากการทดลอง
    1. นำข้อมูลค่าความส่องสว่างภายในอาคารที่วัดได้จากหุ่นจำลองในการศึกษาจากตัวแปรกรณีต่างๆ มาเปรียบเทียบกับระดับความส่องสว่างที่ต้องการสำหรับ Atrium
    2. นำค่าระดับการส่องสว่างจากสภาพท้องฟ้าภายนอกที่วัดได้จริง มาใช้ประกอบค่า DF ที่วัดได้จากหุ่นจำลอง เพื่อให้ได้ค่าการส่องสว่างภายในอาคารจริงในเวลาและกรณีต่างๆ
- การวิเคราะห์จากข้อมูลค่าการสะท้อนแสงและค่าการส่งผ่านแสงของวัสดุอาศัยการคำนวณจากข้อมูลผู้ผลิตวัสดุนั้นๆ

การสรุปผลงานวิจัยและกำหนดทางเลือกโดยการใช้แสงธรรมชาติเพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร

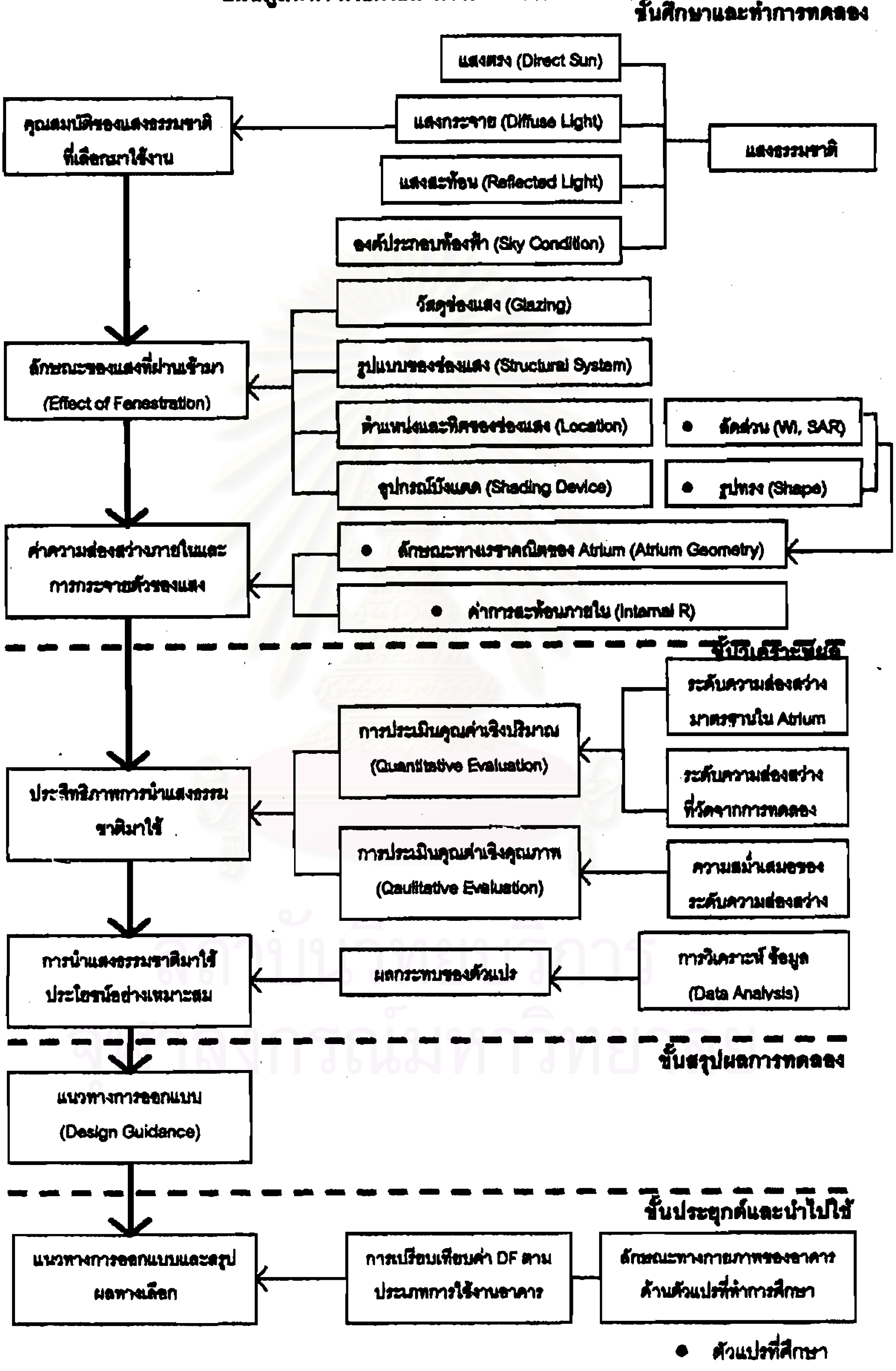
- การนำเสนอผลของงานวิจัย
    - กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า DF ขั้นต่ำตามมาตรฐานที่กำหนด คือ ที่ 2% (ตารางที่ 2.4) และค่า DF ที่วัดได้จากหุ่นจำลองภายใต้สภาพท้องฟ้าแบบ Clear sky, Partly cloudy sky, และ Overcast sky

- กราฟแสดงการเปรียบเทียบ DF มาตรฐานที่กำหนด (2%) และค่า DF ที่วัดได้จากหุ่นจำลองทุกกรณีที่ทำการทดลอง
- กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆที่ศึกษาและค่าการส่องสว่างที่เกิดขึ้นเป็นลำดับขั้น
- กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง WI ตัวแปรต่างๆที่ศึกษาและค่าการส่องสว่างที่เกิดขึ้น
- ตารางแสดงลักษณะทางกายภาพของ Atrium ที่มีค่า DF ตามมาตรฐานที่กำหนด ตามลักษณะประเภทการใช้งานของอาคาร

- สรุปทางเลือกจากผลการส่องสว่างขององค์ประกอบอาคารในรูปแบบใดมีความเหมาะสมที่สุด โดยพิจารณาจากระดับการส่องสว่างที่เพียงพอต่อการใช้งาน และลักษณะการกระจายแสงที่ความสม่ำเสมอ
- วิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปร

<u>ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ</u>

1. เพื่อเป็นแนวทางการออกแบบ Atrium ที่มีการนำแสงธรรมชาติมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถออกแบบเพื่อกำหนดค่าการส่องสว่างภายในให้อยู่ในช่วงปริมาณที่เหมาะสม คือ มีปริมาณที่เพียงพอต่อการใช้งาน และไม่มีปริมาณมากเกินไปจนสร้างภาระให้กับการปรับอากาศ ทดแทนการใช้พลังงานไฟฟ้า การส่องสว่างภายในอาคาร ซึ่งจะเป็นแนวทางสู่การออกแบบอาคารประหยัดพลังงานต่อไป
2. เพื่อเป็นข้อมูลที่ช่วยขยายองค์ความรู้ เกี่ยวกับองค์ประกอบต่อค่าการส่องสว่างภายใน Atrium
3. เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนให้ผู้ออกแบบมีมุมมองที่กว้างไกลยิ่งขึ้น ทำให้มีความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการกระจายแสงที่เกิดขึ้นกับ Atrium รูปทรงต่างๆ ถึงข้อได้เปรียบ หรือปัญหาที่อาจเกิดขึ้น ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบเบื้องต้น
4. เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบระบบการส่องสว่าง ปรับปรุงแก้ไขปัญหา และพัฒนาศักยภาพการให้แสงใน Atrium โดยใช้แสงธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพสำหรับอาคารในสภาพภูมิอากาศเขตร้อนชื้นต่อไปในอนาคต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่1.1 ผังแสดงแนวความคิดหลักในการศึกษา