หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

จากข้อมูล (Lechner, 1991 : pp312) พบว่าครึ่งหนึ่งของการใช้พลังงานทั้งหมดในอาคารทั่วไป คือ พลังงานที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าแสงสว่าง การที่แสงประดิษฐ์ถูกออกแบบมาให้ง่ายในการใช้งานมีชนิดและปริมาณแสงสว่างให้เลือกใช้ตามความเหมาะสมต่อรูปแบบกิจกรรม และ สามารถควบคุม ปิด-เปิด ใช้ได้ตลอดเวลา ทำให้มนุษย์เกิดความเคยชินในการใช้แสงประดิษฐ์ ในที่สุดแสงประดิษฐ์กลายเป็นแหล่งกำเนิดแสงหลักภายในอาคาร การออกแบบแสงประดิษฐ์มีการพิจารณาเพื่อให้แสงสว่างในเวลาที่ไม่มีแสง จึงเป็นการออกแบบปริมาณแสงที่มากที่สุด ซึ่งไม่ใช่แสงที่จำเป็นต้องใช้ทั้งหมดทั้งวัน เนื่องจากในเวลากลางวัน มนุษย์สามารถนำแสงอาทิตย์มาใช้ได้ อาจมีความจำเป็นต้องใช้แสงประดิษฐ์บ้างในบางกรณี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบของอาคาร หากการออกแบบขั้นต้นมีการคำนึงถึงการใช้แสงธรรมชาติ จะสามารถลดปริมาณไฟฟ้าที่จำเป็นต้องใช้ได้ ในทางตรงกันข้าม หากผู้ออกแบบไม่เห็นความสำคัญของการใช้แสงธรรมชาติ อาคารจะมีลักษณะเผาผลาญพลังงาน ในขณะที่แสงธรรมชาติเกิดขึ้นและคงอยู่ ไม่หมดไป และไม่ สิ้นเปลือง จึงนับเป็นการสูญเสียพลังงานส่วนหนึ่งไปพร้อมกับการปล่อยพลังงานอีกส่วนหนึ่งให้เปล่าประโยชน์ จากวิกฤติการณ์พลังงานที่เริ่มต้นตั้งแต่ ทศวรรษที่1970 ทำให้เกิดแนวความคิดในการใช้แสงธรรมชาติเพื่อการประหยัดพลังงาน จนถึงปัจจุบัน แสงธรรมชาติถือเป็นสิ่งที่มีคุณค่ามีผลทางด้านความงาม และ จิตวิทยาของมนุษย์ (Lechner, 1991 : pp312)

สุนทร บุญญาธิการ (2538 : 46-47) กล่าวเกี่ยวกับการออกแบบสถาปัตยกรรมเพื่อประหยัดพลังงานไว้ว่า "....***แสงธรรมชาติมีประสิทธิภาพสูงกว่าแสงประดิษฐ์ หมายความว่า ในปริมาณแสงที่ได้เท่า ๆกันนั้น แสงธรรมชาติมีความร้อนปนมาน้อยกว่าแสงประดิษฐ์ใด ๆที่มีคุณภาพของแสงใกล้เคียงกันแต่ปัญหาที่เราพบก็คือการให้แสงธรรมชาติเข้ามาในอาคารมากเกินพอ จนกระทั่งความร้อนที่เจ้ามาภายในอาคารพร้อมกับแสงมีปริมาณมากตามไปด้วย***...." จากตารางที่ 1.1 แสดงว่า แสงธรรมชาติที่มาจากท้องฟ้ามีประสิทธิภาพสูงกว่าแสงสว่างจากแหล่งกำเนิดอื่นๆ การนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคารจึงเป็นการช่วยลดการใช้พลังงานที่ต้องสูญเสียไปกับแสงไฟประดิษฐ์ สามารถลดความร้อนที่จะเกิดขึ้นกับแสงประดิษฐ์ และ ลดภาระในการทำความเย็น (ธนิต จินดาวณิค, 2538 : 53)

การนำแสงธรรมชาติมาใช้ในประเทศไทย ที่มีสภาพอากาศอยู่ในเขตร้อนชื้น ท้องฟ้าเต็มไปด้วยฝุ่น เมฆ และ ละอองไอน้ำ ทำให้รังสีจากดวงอาทิตย์กระจายทั่วท้องฟ้า นำมาซึ่งความร้อน และ แสงในปริมาณมาก แสงที่ได้ จากดวงอาทิตย์มีความสองสว่างเมื่อตกตั้งฉากกับพื้นผิว 6,000-10,000 ฟุตแคนเดิล ในขณะที่มนุษย์มีความต้องการแสงเพื่อทำกิจกรรมภายในอาคารเพียงประมาณ 10-100 ฟุตแคนเดิล (ธนิต, 2538 : 52) นับว่ามากเกินความจำเป็น ด้วยเหตุนี้ทำให้อาคารไม่สามารถเปิดรับแสงได้เต็มที่อย่างที่สามารถทำได้ในเขตอากาศหนาวเพราะนอกจากจะนำมาซึ่งความร้อน แล้วยังทำให้เกิดปริมาณแสงที่มากเกินไป

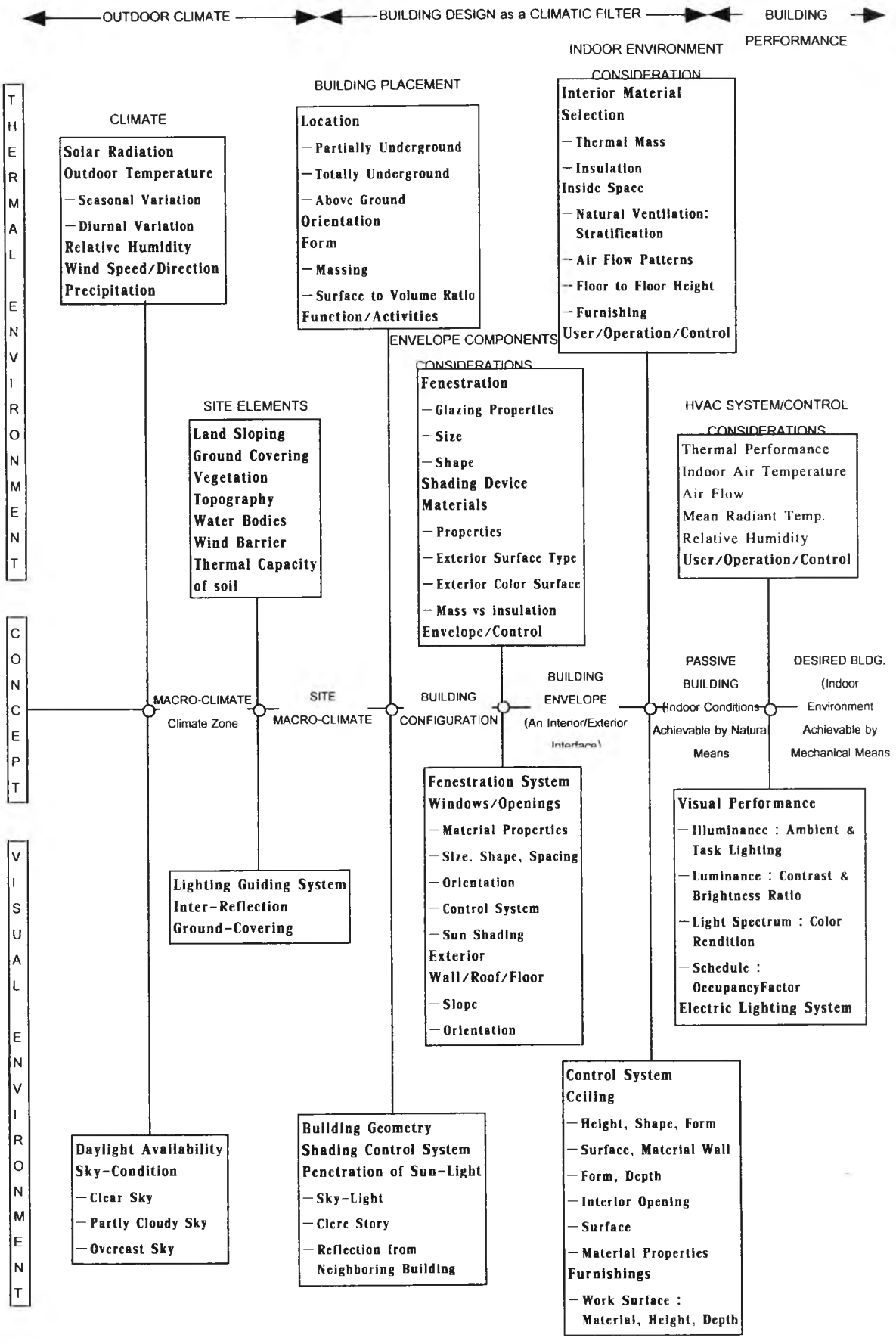
ตารางที่ 1.1 *แสดงประสิทธิภาพของแสงจากแหล่งต่างๆ*

แหล่งกำเนิด	ประสิทธิภาพ (lumen/watt)	ที่มา
ดวงอาทิตย์ (มุม altitude มากกว่า 25°)	177	Hopkinson et.al. , 1966
ท้องฟ้า (ท้องฟ้าโปร่ง)	50	Hopkinson et.al. , 1966
ท้องฟ้า (ท้องฟ้าโดยเฉลี่ยทั่วไป)	125	Hopkinson et.al. , 1966
หลอดไฟอินแคนเดสเซนต์ (Incandescent :150w)	16-40	I.E.S. , 1981
หลอดไฟฟลูโอเรสเซนต์ (Fluorescent)	50-80	I.E.S. , 1981

ที่มา : ธนิต จิตวาณิค, 2538 : 52

ในการออกแบบสถาปัตยกรรมในปัจจุบัน มีการคำนึงถึง เรื่องการใช้แสงธรรมชาติ และ การป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเป็นสองปัจจัยสำคัญที่จะทำให้เกิดสภาวะน่าสบายภายในอาคาร ซึ่งนำไปสู่การลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากแสงประดิษฐ์ และ การลดภาระการทำความเย็น ทำให้สามารถลดปริมาณการใช้พลังงานภายในอาคาร ประหยัดพลังงานส่วนกลางของประเทศ แต่ทั้งนี้ทั้งนั้น วิธีการในการใช้แสงธรรมชาติ มักเป็นแนวทางที่ขัดแย้งกับการป้องกันความร้อน เนื่องมาจากแหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติหลัก คือ ดวงอาทิตย์เป็นตัวกลางสำคัญที่ทำให้เกิดความร้อน ดังนั้น การควบคุมลักษณะการใช้แสงธรรมชาติ ให้สิ้นเปลืองพลังงานในการทำความเย็นน้อยที่สุด ควบคู่ไป กับการลดพลังงานที่ต้องสูญเสียไปกับการผลิตแสงประดิษฐ์ (artificial light) ให้ได้มากที่สุด จึงถือเป็นการใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ในการออกแบบจึงควรมีการพิจารณาองค์ประกอบของสถาปัตยกรรม เพื่อวิเคราะห์เลือกใช้วิธีการผสานเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับอาคารหนึ่งๆ จากผังในภาพที่ 1.1 พบว่า สิ่งที่จำเป็นต้องพิจารณา แบ่งออกเป็น 2 แนวทาง คือ เรื่องความร้อนที่จะเข้าสู่ภายในอาคาร และ เรื่องแสงเพื่อการมองเห็น โดยจะต้องมีการพิจารณาหลีกเลี่ยงความร้อนจากดวงอาทิตย์ ใช้สิ่งแวดล้อมเป็นตัวช่วยในการทำความเย็น ใช้การออกแบบอาคารรวมถึงระบบต่างๆเป็นตัวป้องกันความร้อนและทำความเย็น ควบคู่ไปกับการพิจารณาเลือกใช้แสงธรรมชาติ ใช้สิ่งแวดล้อมเป็นตัวช่วยในการให้และควบคุมความเปรียบต่างของแสง ไปจนถึงการกำหนดรูปแบบอาคารเป็นวิธีการสำคัญในการดึงแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคาร จึงอาจสามารถกล่าวได้ว่าการวิเคราะห์สภาพอากาศเขตร้อนชื้นสำหรับประเทศไทย ต้องมีการพิจารณาเลือกใช้แสงธรรมชาติโดยหลีกเลี่ยงความร้อน คำนึงถึงสภาพแวดล้อมเพื่อช่วยในการทำความเย็นและให้แสง โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะต้องมีการพิจารณารูปแบบของเปลือกอาคารซึ่งรวมถึงช่องเปิด การออกแบบรูปลักษณ์ภายใน และ การกำหนดพื้นที่ใช้สอย ให้สอดคล้องกับความต้องการในการป้องกันความร้อน และ ดึงแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคาร นอกเหนือจากความต้องการในการใช้งานทั่วไป



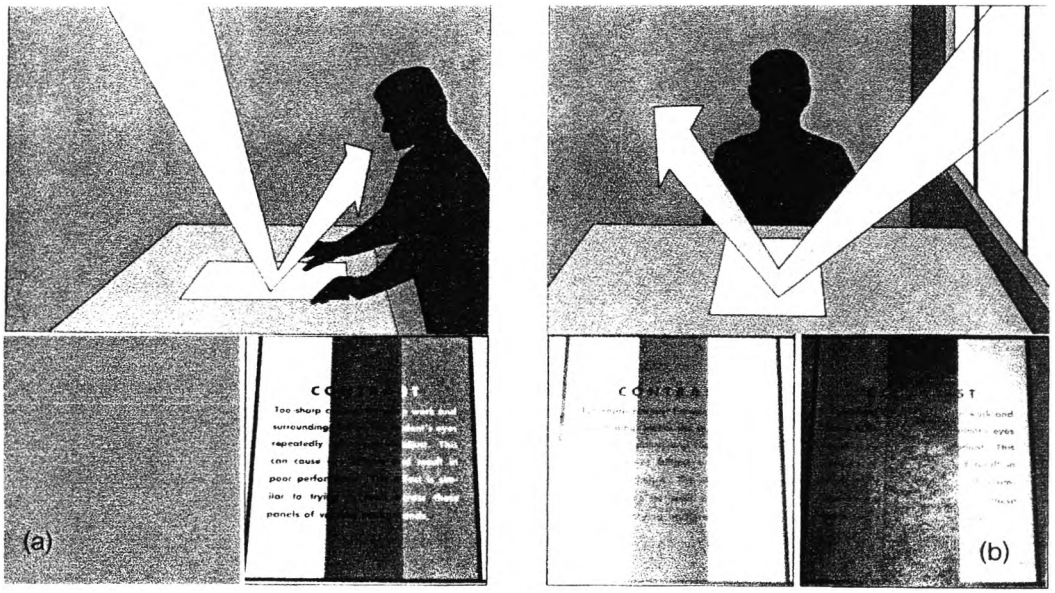
ภาพที่ 1.1 *ผังแสดงการผสานเทคโนโลยีในกระบวนการออกแบบ*

ที่มา : *เขียนขึ้นใหม่จาก สุนทร, 2538 : 49*

1.1 ความเป็นมา และ ความสำคัญ ของปัญหา

วิธีการให้แสงธรรมชาติสู่ภายในอาคาร โดยทั่วไปแล้วมีการจำแนกออกเป็น 2 แนวทาง ตามทิศทางที่เปิดรับแสง ได้แก่ การให้แสงจากด้านบนในตำแหน่งเหนือศีรษะ (toplighting) และ การให้แสงจากด้านข้าง (sidelighting) เป็นที่ยอมรับกันว่าการให้แสงจากด้านบน เป็นรูปแบบที่สามารถนำแสงเข้าสู่ระนาบทำงานได้อย่างสม่ำเสมอ สามารถแก้ปัญหาความไม่เพียงพอของแสงของส่วนที่ลึกเข้าไปของอาคาร ทั้งยังไม่อยู่ในตำแหน่งระดับการมองเห็นทั่วไปจึงไม่ทำให้เกิดแสงบาดตาจากการมองแสงที่มีความเข้มสูงโดยตรง (direct glare) แต่การให้แสงด้านบน เป็นวิธีการที่มีข้อจำกัดในการใช้งานเนื่องจากไม่สามารถใช้ในการให้แสงแก่พื้นที่ใช้สอยที่อยู่ระหว่างชั้น เพดานที่อยู่เหนือพื้นที่ใช้สอย เป็นส่วนเดียวกับพื้นของชั้นถัดขึ้นไปด้านบน จึงไม่สามารถเจาะช่องแสงให้แสงจากด้านบนได้ หรือ อาจจะสามารถทำได้หากมีการเบี่ยงพื้นที่ใช้สอยให้สามารถเปิดช่องด้านบนได้ในตำแหน่งในตำแหน่งที่เหมาะสม ซึ่งเป็นรูปแบบอาคารที่ต้องมีการเสียพื้นที่ และ ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง ดังนั้นรูปแบบการให้แสงจากด้านข้าง ซึ่งสามารถทำได้ง่ายกว่า จึงเป็นที่นิยมใช้ภายในพื้นที่ใช้สอยของอาคารแทบทุกประเภท จนเป็นพื้นฐานของการเปิดช่องเพื่อรับแสง

นอกจากการให้แสงจากด้านข้าง จะเป็นรูปแบบที่สามารถทำได้ง่าย และ ราคาถูกกว่าการให้แสงจากด้านบนแล้ว การให้แสงด้านข้างยังเป็นรูปแบบที่ เมื่อเกิดแสงสะท้อนบนผิวของวัตถุ (task) แล้ว แสงที่สะท้อนจะไม่จ้าจนทำให้มองไม่เห็นงาน ในขณะที่ การสะท้อนที่ทำให้มองไม่เห็นวัตถุ (veiling reflection) นี้ จะมีโอกาสเกิดขึ้นได้มากในการให้แสงจากด้านบน โดยแสงที่ตกกระทบจะทำมุมพอดีที่จะสะท้อนเข้าตาโดยตรง ดังภาพที่ 1.2

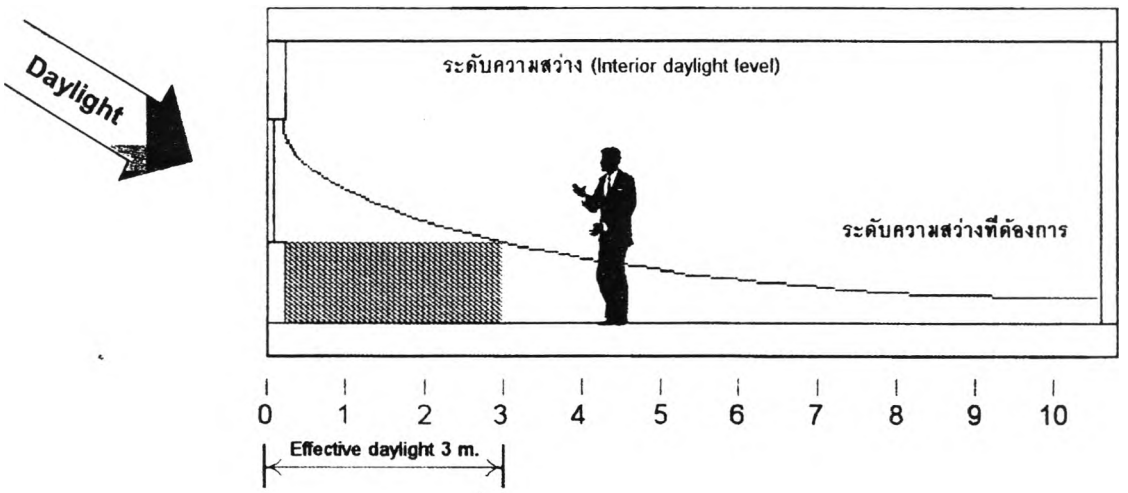


ภาพที่ 1.2 *(a) และ (b) แสดงการเกิด veiling reflection ใน sidelighting และ toplighting ตามลำดับ*

ที่มา : *Libbey-Owens-Ford company, 1976 : pp 5*

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การให้แสงธรรมชาติด้านข้างในสถาปัตยกรรม โดยทั่วไปแล้วมิได้มีการพิจารณาออกแบบโดยอาศัยหลักการมากนัก ส่วนใหญ่จะมุ่งให้ความสำคัญกับการเปิดช่องให้แสงเข้าจากความต้องการทัศนวิสัยและมุมมองที่ดีในการสัมผัสกับธรรมชาติ และ ความต้องการในการรับรู้การเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมภายนอก ของมนุษย์ผู้ใช้อาคาร ทำให้เกิดความจำเป็นที่ต้องกำหนดช่องเปิดในระดับสายตา และยังมีความนิยมในการใช้ช่องเปิดในปริมาณที่มากขึ้นเพื่อเพิ่มมุมมองและปริมาณแสงให้มากขึ้น ซึ่งนอกจากช่องเปิดนั้นๆจะมีลักษณะที่ยอมให้ความร้อนสามารถผ่านเข้าสู่ภายในอาคารปริมาณมากแล้ว ยังมักก่อให้เกิดปัญหาความไม่สม่ำเสมอของแสงตลอดพื้นทำงาน (working plane) แสงด้านริมหน้าต่างมีปริมาณมากจนเกินความจำเป็นในขณะที่แสงไม่สามารถเข้าสู่ภายในห้องได้ลึกเท่าที่ควร สำหรับช่องเปิดด้านข้างโดยทั่วไป แสงในปริมาณที่เหมาะสมต่อการใช้งานสามารถเข้าสู่ภายในห้องได้ลึกเพียงประมาณ 2-3 เมตรเท่านั้น (สุนทร, 2541 : 98) ความแตกต่างของแสงที่เกิดขึ้นนี้ ก่อให้เกิดความความจ้าจนเกินความสามารถในการปรับสายตา (eye adaptation) และเกิดปัญหา แสงบาดตา (glare) เนื่องจากค่าความเปรียบต่างระหว่างส่วนที่มืดที่สุด กับ ส่วนที่สว่างที่สุดภายในห้อง (brightness contrast) มีค่ามากเกินไป*



***ภาพที่** 1.3 แสดงระดับความสว่างของช่องเปิดด้านข้างที่ใช้โดยทั่วไป*

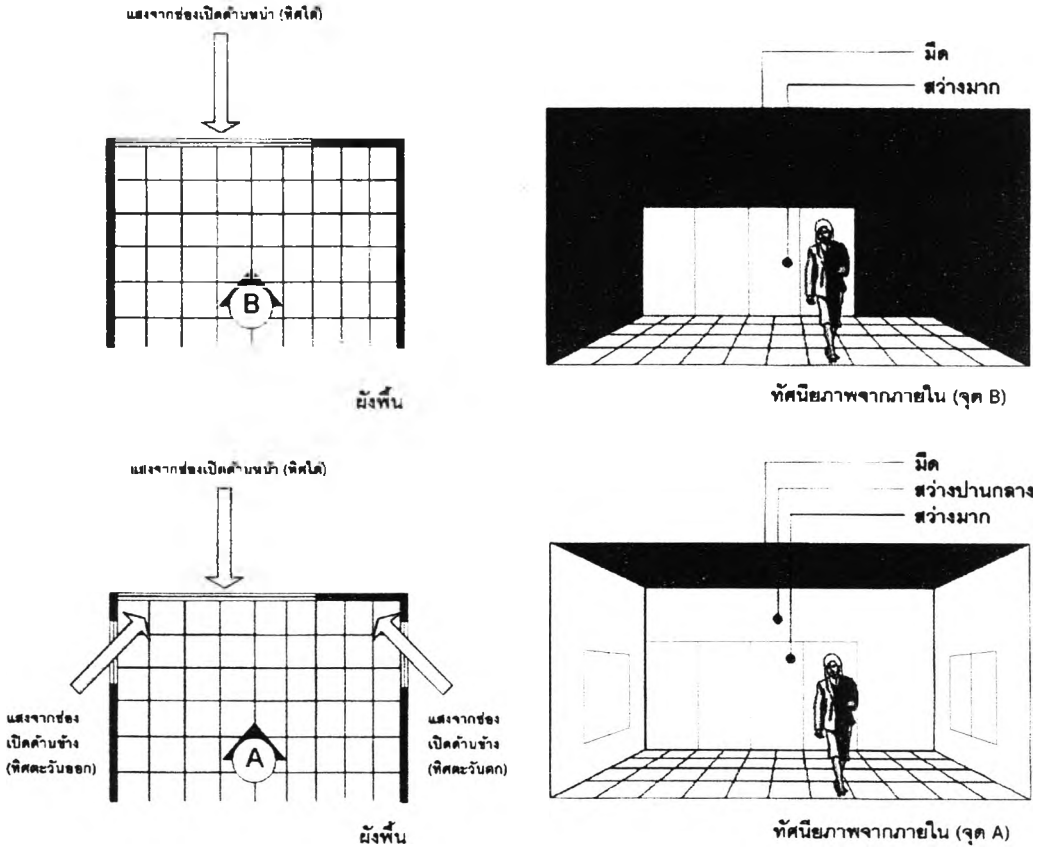
***ที่มา** : สุนทร,2541 : 97*

การใช้แสงธรรมชาติจากด้านข้างเพียงด้านเดียว ยากต่อการออกแบบใช้แสงธรรมชาติให้มีความสม่ำเสมอ (uniformity) และ การควบคุมให้ค่าความเปรียบต่างระหว่างส่วนทึบ กับ ส่วนช่องแสง ของผนังด้าน

---

* ส่วนที่มืดที่สุดกับส่วนที่สว่างที่สุดภายในห้อง ได้แก่ จุดในระนาบใดๆที่สายตามองเห็น ซึ่งอาจจะมีอิทธิพลต่อการปรับสายตาเมื่อมีการมองทั้งสองตำแหน่งต่อเนื่องกันในทันที

รับแสงมีค่าเหมาะสม ซึ่งอาจสามารถแก้ไขโดยการเปิดช่องเปิดบนผนังมากกว่า 1 ด้าน แต่ด้วยข้อจำกัดในการออกแบบพื้นที่ใช้สอยบางประการอาจทำให้ไม่สามารถกำหนดช่องเปิดจากหลายด้านได้ตามต้องการ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้แสงธรรมชาติจากด้านข้างเพียงด้านเดียว จึงเป็นที่น่าสนใจที่จะศึกษารูปแบบของการให้แสงจากด้านข้างด้านใดด้านหนึ่งที่จะสามารถทำให้แสงภายในอยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมเนื่องจากสามารถใช้การแก้ปัญหาเรื่องการให้แสงด้านข้างด้านเดียวนี้เป็นพื้นฐานในการแก้ไขปัญหาที่จะเกิดขึ้นในรูปแบบอื่นๆ



ภาพที่ 1.4 *แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างความจ้า*
ระหว่างการเปิดช่องเปิดด้านเดียว กับ การเปิดช่องเปิดหลายด้าน
ที่มา *: สุนทร, 2542 : 116*

แสงที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ นอกจากจะนำมาซึ่งแสง และความร้อนแล้ว ยังมีความแปรปรวนสูง การออกแบบการใช้แสงธรรมชาติภายในอาคาร จึงมีจุดประสงค์หลักเพื่อควบคุมให้เกิดความแปรปรวนน้อยที่สุด ดึงแสงธรรมชาติเข้าไปใช้งานอย่างพอเพียงและสม่ำเสมอ ในขณะที่ยอมให้ความร้อนสามารถผ่านเข้าสู่ภายในอาคารได้น้อยที่สุด วิธีการในการป้องกันความร้อนที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ได้แก่ การใช้อุปกรณ์บังแดดในการป้องกันแสงโดยตรงจากดวงอาทิตย์ และการใช้กระจกฉนวนความร้อนซึ่งมีคุณสมบัติในการต้านทานความร้อน

และ ลดปริมาณแสงที่จะเข้าสู่ภายในอาคารส่วนหนึ่ง เป็นตัวการสำคัญที่สกัดกั้นแสงธรรมชาติให้เข้าสู่ภายในอาคารน้อยลง ทำให้สามารถดึงแสงธรรมชาติเข้าสู่ภายในเพื่อใช้งานได้ไม่มากนัก ตามความเป็นจริงแล้วยังมีอีกหลากหลายวิธี ในการควบคุมความแปรปรวน ลดปริมาณแสง และ ความร้อน โดยต้องมีการคำนึงถึงตัวแปรต่างๆ ตั้งแต่ ตัวแปรจากแหล่งกำเนิดแสง ตัวแปรจากวิธีนำแสงจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร ตัวแปรจากวิธีรับแสงเข้าสู่ภายใน และ ตัวแปรจากการแจกจ่ายแสงสู่ระนาบทำงาน เพื่อทำให้ได้แสงธรรมชาติในรูปแบบที่ต้องการ ตัวแปรแต่ละตัวมีผลต่อการให้แสงภายในอาคารมากน้อยแตกต่างกัน โดยมีความสัมพันธ์ต่อกันในรูปแบบต่างๆ ตัวแปรบางตัวอาจไม่มีผลต่อการให้แสงเลยหากไม่มีตัวแปรอีกตัวหนึ่ง ในขณะที่อาจใช้ตัวแปรบางตัวเพื่อชดเชยข้อจำกัดของตัวแปรตัวอื่น

ในปัจจุบัน ผู้ออกแบบอาคารส่วนใหญ่ขาดความรู้ความเข้าใจในการออกแบบการให้แสงธรรมชาติจากด้านข้าง จึงอาศัยรูปแบบที่คาดว่าดี จากอาคารอื่นเป็นตัวอย่างในการออกแบบ นับว่าเป็นวิถีทางในการพัฒนาสถาปัตยกรรมแบบผิดๆ เนื่องจากรูปแบบที่นำมาอาจไม่ใช่รูปแบบที่เหมาะสมกับอาคารที่ออกแบบ หรือ อาจไม่ใช่รูปแบบที่ถูกต้อง ก่อให้เกิดความเสียหายเป็นอย่างมาก เกิดการสูญเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มแก่สิ่งที่ไม่เป็นประโยชน์ซึ่งในบางครั้งอาจเป็นโทษต่อการให้แสงภายในอาคาร การศึกษาตัวแปร และ อิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อการนำแสงธรรมชาติด้านข้างเข้ามาใช้ภายในอาคาร จึงนับว่ามีประโยชน์ต่อการออกแบบอาคาร โดยสามารถสร้างความรู้ความเข้าใจแก่ผู้ออกแบบ และ สามารถเป็นพื้นฐานในการประยุกต์เป็นเครื่องมือช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้ออกแบบสามารถออกแบบอาคารได้อย่างอิสระ ตามหลักการที่ทำให้เกิดประโยชน์จริงเหมาะสมกับอาคารที่ออกแบบ

1.2 วัตถุประสงค์ในการศึกษา

1.2.1 ศึกษาตัวแปร และ อิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อการนำแสงธรรมชาติ เข้าสู่ระนาบทำงาน (working plane)

1.2.2 ศึกษารูปแบบการผสานตัวแปร เพื่อให้สามารถใช้แสงธรรมชาติที่นำเข้ามาทางด้านข้าง (side lighting) ที่สามารถให้แสงได้ลึก และ สม่ำเสมอในระนาบทำงาน (working plane)

1.2.3 ศึกษาแนวทางในการออกแบบใช้แสงธรรมชาติจากช่องเปิดด้านข้าง

1.3 ขอบเขตในการศึกษา

1.3.1 พิจารณาเฉพาะท้องฟ้าในภูมิอากาศร้อนชื้นของประเทศไทย พิจารณาในสภาพที่ไม่มีอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง ค่าความส่องสว่างภายนอกได้จากท้องฟ้าโดยตรงไม่รวมรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ และ แสงสะท้อนจากพื้นเท่านั้น

1.3.2 กำหนดรูปแบบห้อง เป็นห้องที่มีขนาดพื้นที่เป็นรูปสี่เหลี่ยม มีการใช้แสงธรรมชาติจากด้านข้างเพียงด้านใดด้านหนึ่งเท่านั้น ความกว้างของช่องเปิดเท่ากับความกว้างของห้อง รูปแบบห้องและช่องเปิดเป็นรูป

แบบธรรมดาไม่ซับซ้อน ผนังและเพดานไม่มีการสอบหรือลาดเอียง ซึ่งหมายความถึงเว้นไม่ทำการศึกษาตัวแปรระนาบของการสะท้อน ขอบช่องเปิดไม่มีการลาดเอียง และ เว้นไม่ทำการศึกษาตัวแปรลักษณะอุปกรณ์บังแดดและตัวสะท้อนแสง

1.3.3 กำหนดการใช้สอยห้องในช่วงเวลา ตั้งแต่ 8.00-16.00 น.

1.3.4 ศึกษาปริมาณความส่องสว่างในแนวระนาบ ที่ระนาบทำงานซึ่งสูงจากพื้น 75 ซม.

1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

1.4.1 ตัวแปรที่นำมาพิจารณา

1) ตัวแปรจากแหล่งกำเนิดแสงและวิธีนำแสงจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร

แหล่งกำเนิดแสง

- สภาพท้องฟ้า
- มุมที่ดวงอาทิตย์กระทำต่อระนาบของช่องเปิด

สภาพแวดล้อม

- ค่าการสะท้อนแสงของพื้นภายนอก
- ลักษณะพื้นผิวสะท้อนของพื้นภายนอก
- พื้นที่ของพื้นภายนอก

2) ตัวแปรจากวิธีรับแสงเข้าสู่ภายในอาคาร

ช่องเปิด

- ตำแหน่งของช่องเปิด
- ขนาดช่องเปิด

อุปกรณ์

- ค่าสัมประสิทธิ์การส่องผ่านแสงของกระจกช่องเปิด

- ลักษณะอุปกรณ์บังแดดและตัวสะท้อนแสง

3) **ตัวแปรจากวิธีกระจายแสงสู่ระนาบทำงาน**

<u>การสะท้อนแสงภายในห้อง</u>

- ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิวภายในห้องภายในห้อง
- ลักษณะพื้นผิวสะท้อนของพื้นผิวภายในห้อง
- รูปแบบการสะท้อนแสงภายในห้อง
  - ค่าความส่องสว่างในแนวระนาบที่ระนาบทำงาน ซึ่งเกิดขึ้นจาก แสงจากท้องฟ้า
    - ค่าความส่องสว่างที่เกิดจากแสงจากท้องฟ้า ที่เข้ามาสู่ระนาบทำงานภายในโดยตรง (direct component)
    - ค่าความส่องสว่างที่เกิดจากการสะท้อนแสงของพื้นผิวภายใน (indirect component)
      - ค่าความส่องสว่างที่เกิดขึ้นจากการสะท้อนครั้งแรก
        - ค่าความส่องสว่างที่เกิดขึ้นจากการสะท้อนแสงจากพื้น
        - ค่าความส่องสว่างที่เกิดขึ้นจากการสะท้อนแสงของผนัง
        - ค่าความส่องสว่างที่เกิดขึ้นจากการสะท้อนแสงจากเพดาน
      - ค่าความส่องสว่างที่การสะท้อนครั้งที่สอง
        - ค่าความส่องสว่างที่เกิดขึ้นจากการสะท้อนแสง จากผนังและเพดาน
        - ค่าความส่องสว่างที่เกิดขึ้นจากการสะท้อนแสง จากเพดานและพื้น
        - ค่าความส่องสว่างที่เกิดขึ้นจากการสะท้อนแสง จากผนังและพื้น
      - ค่าความส่องสว่างที่การสะท้อนครั้งต่อๆไป
  - ค่าความส่องสว่างในแนวระนาบที่ระนาบทำงาน ซึ่งเกิดขึ้นจาก แสงสะท้อนจากพื้นภายนอก
    - ค่าความส่องสว่างที่เกิดจากแสงสะท้อนจากพื้นภายนอก ที่เข้ามาสู่ระนาบทำงานภายในโดยตรง (direct component)
    - ค่าความส่องสว่างที่เกิดจากการสะท้อนแสงของพื้นผิวภายใน (indirect component)

- ค่าความส่องสว่างที่เกิดขึ้นจากการสะท้อนครั้งแรก
  - ค่าความส่องสว่างที่เกิดขึ้นจากการสะท้อนแสงจากพื้น
  - ค่าความส่องสว่างที่เกิดขึ้นจากการสะท้อนแสงของผนัง
  - ค่าความส่องสว่างที่เกิดขึ้นจากการสะท้อนแสงจากเพดาน
- ค่าความส่องสว่างที่การสะท้อนครั้งที่สอง
  - ค่าความส่องสว่างที่เกิดขึ้นจากการสะท้อนแสง จากผนังและเพดาน
  - ค่าความส่องสว่างที่เกิดขึ้นจากการสะท้อนแสง จากเพดานและพื้น
  - ค่าความส่องสว่างที่เกิดขึ้นจากการสะท้อนแสง จากผนังและพื้น
- ค่าความส่องสว่างที่การสะท้อนครั้งต่อๆไป

ขนาด และ รูปแบบห้อง

- ขนาดห้อง และ พื้นที่สะท้อน
- ระนาบของการสะท้อน

1.4.2 กระบวนการวิจัย

1) **ศึกษาตัวแปร และ อิทธิพลของตัวแปร**

ศึกษาวรรณกรรม และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (literature review)

ศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีแสง วิธีการใช้แสงธรรมชาติ และ กรณีศึกษารูปแบบที่มีการออกแบบเพื่อใช้แสงธรรมชาติ

ศึกษาตัวแปร

วิเคราะห์ตัวแปร และ อิทธิพลของตัวแปร ที่มีผลต่อการที่แสงสามารถเข้าสู่ภายในห้องได้ลึก และสม่ำเสมอของปริมาณแสงบนระนาบทำงาน โดยการทดลองจำลองสภาพ แล้ววัดปริมาณแสง ร่วมกับการศึกษาทฤษฎี เพื่อเลือกพิจารณาตัวแปรและจำกัดขอบเขตในการศึกษา

เก็บข้อมูล

- ทำการจำลองสภาพเพื่อวัดปริมาณแสงที่เข้าสู่ภายในห้อง รูปแบบต่างๆ กำหนดตัวแปร ที่ต้องการศึกษา
- ขั้นตอนการวัดปริมาณแสง (ในสภาพท้องฟ้าจริง)
  - วัดปริมาณแสงที่เข้าสู่ภายใน ในระนาบทำงาน ที่ระดับสูงจากพื้น 75 ซม.ในแนวระดับ
  - วัดปริมาณแสงภายนอกในแนวระนาบ
- ทำการแปรผลการวัดเป็นค่า เดย์ไลท์แฟคเตอร์ (daylight factor / DF.) ให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างกับปริมาณแสงที่ต้องการ ด้วยรูปแบบที่เข้าใจง่าย สะดวกในการเปรียบเทียบ โดยใช้โปรแกรม ไมโครซอฟท์ เอ็กซ์เซล (MICROSOFT EXCEL)

หาอิทธิพลของตัวแปร

ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของความสว่างของตัวแปรแต่ละตัว ระหว่างค่ามากที่สุดถึงน้อยที่สุด ว่าแตกต่างกันเพียงใด โดยการวิเคราะห์กราฟข้อมูล เพื่อหาอิทธิพลของตัวแปรแต่ละตัวที่มีต่อค่าความส่องสว่างภายในห้องว่ามีค่ามากน้อยเพียงใด

2) **หาความสัมพันธ์ของตัวแปร**

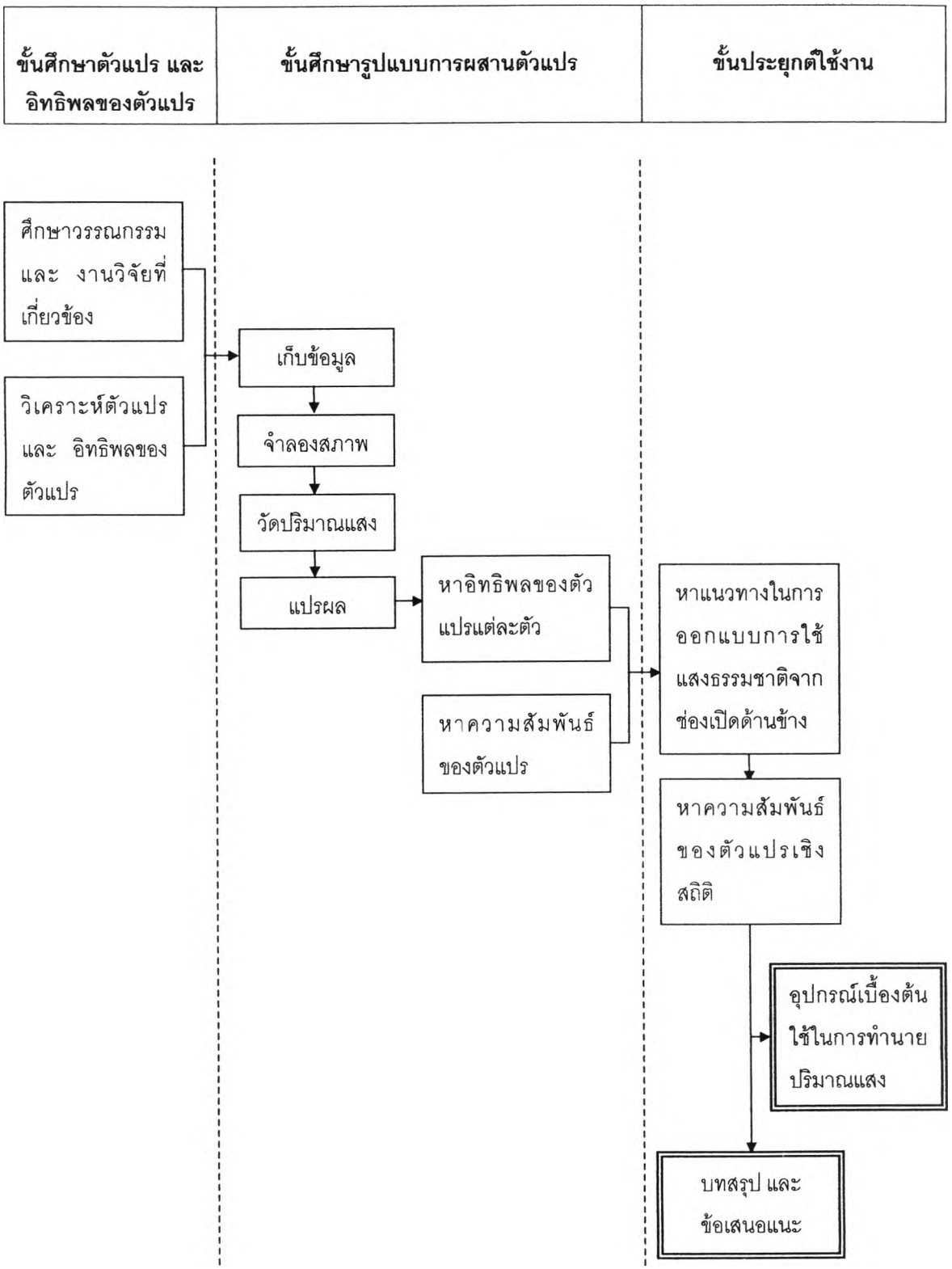
หาความสัมพันธ์ของตัวแปร ว่ามีอิทธิพลต่อกันหรือไม่ ในเชิงใด และ มากน้อยเพียงใด ด้วยวิธีการประเมินผลจากข้อมูล

3) **ประยุกต์ใช้งาน**

วิเคราะห์ความสำคัญของตัวแปรแต่ละตัว และ ความสัมพันธ์ต่อกันของตัวแปรเหล่านั้น เพื่อหาแนวทางในการออกแบบการใช้แสงธรรมชาติจากช่องเปิดด้านข้าง

4) **สรุปผล และ เสนอแนะ**

สรุปผลการวิจัย แสดงข้อจำกัดของการวิจัย เสนอการประยุกต์การออกแบบ และ แนวทางในการศึกษาต่อเนื่องจากงานวิจัยนี้



ภาพที่ 1.5 *แผนภูมิแสดงขั้นตอนการวิจัย*

1.4.3 วิธีการที่ใช้ในการวิจัย

1) **วิธีการคำนวณ**

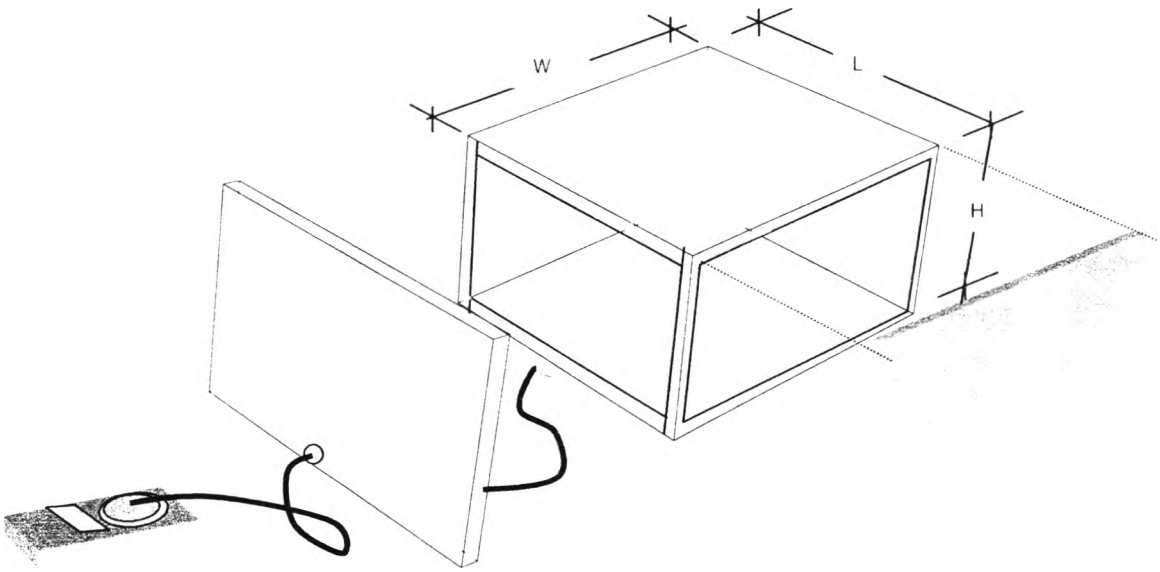
ใช้การคำนวณค่า เดย์ไลท์แฟคเตอร์ เพื่อให้เป็นค่าที่สามารถเปรียบเทียบกันได้ โดยใช้วิธี เดย์ไลท์แฟคเตอร์เมทตอด (DAYLIGHT FACTOR METHOD) ในการหาค่า เดย์ไลท์แฟคเตอร์ ในแต่ละจุดภายในอาคาร สำหรับตัวแปรพื้นฐาน

2) **วิธีการทดลอง**

จัดทำการทดลองวัดปริมาณแสงในตำแหน่งต่างๆที่ระนาบทำงาน ภายในหุ่นจำลองที่สร้างขึ้น

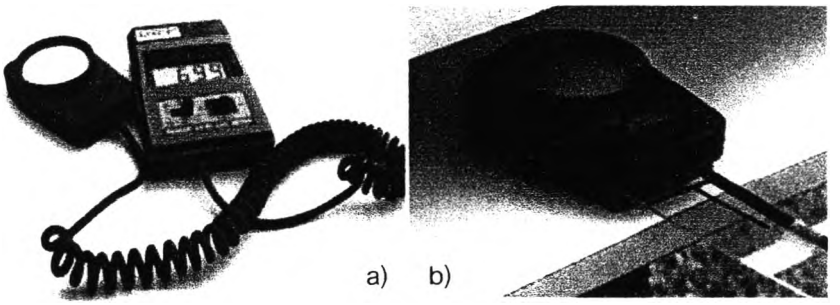
<u>ขั้นเตรียมการทดลอง</u>

– เตรียมทำหุ่นจำลองในมาตราส่วน 1:30 ขึ้น เปิดช่องด้านข้างสำหรับสังเกตการณ์ และ เจาะช่องเพื่อเป็นทางผ่ายของสายเครื่องมือวัดแสง ด้านหน้าเป็นช่องรับแสง อยู่ในรูปแบบที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ง่าย โดยทำการปิดรอยต่อด้วยการคลุม และ ปิดผนึกด้วยเทปผ้าทึบแสงสีดำ



***ภาพที่** 1.6 แสดงรูปแบบหุ่นจำลอง มาตราส่วน 1:30*

– เตรียมเครื่องมือในการวัดแสง ในการวัดค่าระดับความส่องสว่างภายนอก ที่ตกกระทบในแนวระนาบ โดยติดตั้งสายตัวรับแสง (sensor) กับเสายึด และ ภายในที่ตกกระทบลงบนระนาบแนวนอน โดยติดตั้งสายตัวรับแสง กับกล่องกระดาษสูง 75 ซม. มีเครื่องหมายแสดงตำแหน่งของ sensor เพื่อให้สามารถวางได้ตรงตำแหน่ง ใช้ "ดิจิคอน แอลเอ็กซ์-50 ลักซ์ มิเตอร์" (DIGICON LX-50 Lux Meter) ที่มีช่วงการวัดระหว่าง 0-90,000 ลักซ์ ในการวัดค่าความส่องสว่างทั้งภายนอก และ ภายใน ในสภาพท้องฟ้าจริง ทดลองซ้ำอย่างต่ำ 2 ครั้ง และใช้การเปรียบตัวแปรค่าต่างๆในชุดตัวแปรเดียวกันเพื่อเป็นข้อมูลเชิงสถิติ* เตรียมเครื่องมือในการวัดแสงอีกเครื่องสำหรับวัดค่าระดับความส่องสว่างภายนอกเพื่อให้ได้ค่าในเวลาเดียวกัน โดยจะต้องมีการแปลงค่าที่วัดได้จากเครื่องมือ 2 เครื่องให้มีค่าเท่ากัน



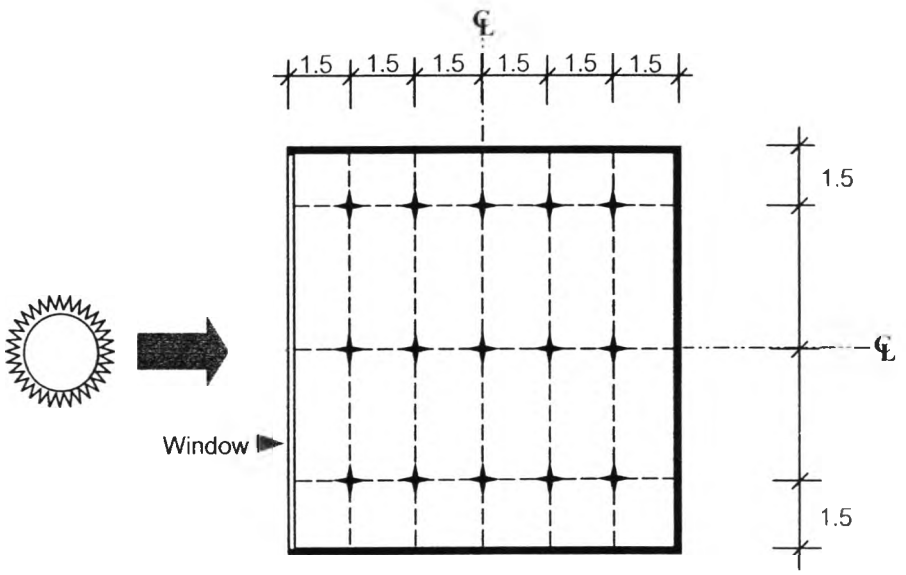
ภาพที่ 1.7 *a) แสดงเครื่องมือวัดแสง ดิจิคอน แอลเอ็กซ์-50 ลักซ์ มิเตอร์*
b) แสดงตัวรับแสง (sensor) ที่มี การยกตัวรับแสงให้อยู่ในระดับ 75 ซม.โดยการติดตั้งกับกล่องกระดาษ

ขั้นทำการทดลอง

– กำหนดจุดในการวัดในตำแหน่งทุกๆ 1.5 เมตร ตามความลึกของห้อง เป็นจำนวน 3 แนว ได้แก่ แนวกลางห้อง และ แนวริมที่มีระยะห่างจากผนังห้อง 1.5 เมตร ดังภาพที่1.8

---

* ใช้การตัวแปรค่าต่างๆในตัวแปรชุดเดียวกัน เช่น เมื่อทำการศึกษาตัวแปรค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นภายนอก จะใช้การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิวภายในห้องของข้อมูล 5 ชุด ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิวภายในห้องต่างกัน จะมีการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นภายนอกเมื่อค่าสัมประสิทธิ์ของพื้นผิวภายในห้องมีค่า 70%, 50%, 30%, 10% และ 0% รวมทั้งหมด 5 ชุดข้อมูลเพื่อทำการเทียบเคียงลักษณะที่เกิดขึ้น ในเชิงสถิติแล้วข้อมูลจะต้องสอดคล้องกัน



***ภาพที่** 1.8 แสดงตำแหน่งในการวัดปริมาณแสงภายในหุ่นจำลอง*

– ใช้เครื่องวัดแสงวัดค่าความส่องสว่างภายนอกที่ได้จากแสงตามธรรมชาติในแนวระนาบ และบันทึกผลที่ได้ พร้อมกับการ วัดค่าความส่องสว่างภายในหุ่นจำลองทั้งสองด้วยเครื่องวัดแสง โดยทำการวัดที่ระดับระนาบทำงาน ตามตำแหน่งที่ได้กำหนด. โดยทำการทดลองในสภาพท้องฟ้าจริง

ขั้นแปรผลการทดลอง

– แปลงค่าข้อมูลที่วัดได้จากเครื่องมือ ให้เป็นค่าที่สามารถเปรียบเทียบกันได้ในรูปแบบของ เดย์ไลท์แฟคเตอร์
– ทำการบันทึกข้อมูลในรูปของ ค่าความส่องสว่างภายในที่ระนาบทำงานของหุ่นจำลอง และค่าความส่องสว่างในแนวระดับของท้องฟ้า
– นำข้อมูลที่วัดได้จากหุ่นจำลอง มาเปรียบเทียบลักษณะการกระจายแสงภายในหุ่นจำลอง (daylight distribution) ของแต่ละตัวแปร เพื่อวิเคราะห์ว่าตัวแปรนั้นๆมีอิทธิพลต่อค่าความส่องสว่างภายในห้องมากน้อยเพียงใด
– หาความสัมพันธ์ของตัวแปร โดยการวิเคราะห์อิทธิพลต่อกันของตัวแปร จากข้อมูลข้างต้น
– วิเคราะห์สรุปผลจากข้อมูลอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อค่าความส่องสว่างภายในอาคาร และความสัมพันธ์ต่อกัน เพื่อหาแนวทางในการประยุกต์ใช้งาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 สามารถสร้างความเข้าใจเรื่องการใช้แสงธรรมชาติด้านข้างเข้ามาใช้ภายในอาคาร แก่ผู้ออกแบบอาคาร

1.5.2 ทราบแนวทางในการออกแบบการให้แสงธรรมชาติจากด้านข้างสำหรับอาคารโดยทั่วไป

1.5.3 สามารถใช้ข้อมูลที่ได้ เป็นประโยชน์ในการออกแบบการให้แสงธรรมชาติภายในอาคารต่อไป