หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

การออกแบบงานทางด้านสถาปัตยกรรม ในปัจจุบันผู้ออกแบบได้ให้ความสำคัญกับเรื่องของการใช้พลังงานภายในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ การใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างเป็นพลังงานที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งที่มีการใช้งานภายในอาคารอยู่อย่างต่อเนื่องและมีปริมาณการใช้พลังงานดังกล่าวอย่างมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลาทำงาน หากสามารถลดการใช้ปริมาณพลังงานแสงสว่างภายในอาคารได้ก็จะสามารถลดค่าใช้จ่ายอันเนื่องมาจากการใช้พลังงานในส่วนนี้ลงได้ และยังสามารถประหยัดการใช้พลังงานงานรวมของประเทศอีกด้วย จากความต้องการลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคารทำให้แสงธรรมชาติเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงการออกแบบเพื่อนำแสงธรรมชาติมาใช้ภายในอาคารควรเริ่มดำเนินการตั้งแต่ขั้นต้นของการออกแบบ ปัจจัยต่าง ๆ ที่ควรคำนึงถึงในการออกแบบ ได้แก่ เรื่องของทิศทางของการวางอาคาร (Orientation) ,สถานที่ตั้งของอาคาร (Site location) ,รูปทรงของอาคาร (Form) ,ขนาดและรูปแบบช่องเปิด (Size & Type of opening) ,ลักษณะพื้นผิวภายในอาคาร (Material surface) ,อุปกรณ์บังแดด (Shading devices) เป็นต้น

ในการออกแบบระบบแสงสว่าง โดยการนำแสงธรรมชาติมาใช้ภายในอาคารเพื่อลดปริมาณการใช้แสงไฟประดิษฐ์ต้องพิจารณาองค์ประกอบสำคัญหลายประการในการตัดสินใจ ทั้งทางด้านสถาปัตยกรรม งบประมาณ การควบคุมความร้อนที่จะเกิดภายในอาคาร ฯลฯ เนื่องจากแสงสว่างที่เราได้จากแสงธรรมชาติไม่ได้ให้แต่ความสว่างเพียงอย่างเดียว แต่ยังอาจจะส่งผลกระทบที่เราไม่พึงปรารถนาตามมาด้วย คือปัญหาด้านความร้อน และการหลีกเลี่ยงแสงจ้าที่จะทำให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกพร่าตา ซึ่งเป็นผลกระทบจากรังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์ (Direct Sunlight) เข้ามาภายในอาคาร ใน 2 ลักษณะ ดังนี้

- การแผ่รังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์ (Direct Radiation) ในรูปของรังสีคลื่นสั้นผ่านเข้าสู่ภายในอาคาร เมื่อกระทบกับวัตถุทึบแสงก็จะเปลี่ยนเป็นรูปของรังสีคลื่นยาว และปล่อยพลังงานความร้อนออกมาสะสมอยู่ภายในอาคาร
- ความเข้มของการส่องสว่างโดยตรงจากดวงอาทิตย์ (Direct Illumination) ซึ่งจะทำให้เกิดความส่องสว่างที่มากเกินกว่าความต้องการใช้งานภายในอาคาร ส่งผลกระทบให้เกิดความไม่สบายต่อสายตาของผู้ใช้อาคารทั้งทางด้านการมองเห็น การปรับสายตา และอื่น ๆ

ดังนั้นผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงการควบคุมการแผ่รังสีและแสงตรงจากดวงอาทิตย์ในการออกแบบอาคารที่มีการนำแสงธรรมชาติมาใช้ภายในอาคารให้มีประสิทธิภาพ รวมถึงการออกแบบควบคุมปริมาณ และทิศทางการกระจายแสงธรรมชาติให้เป็นไปตามความต้องการ การประยุกต์ใช้แสงธรรมชาติ (Daylighting) กับภายในอาคารนอกจากจะช่วยในการประหยัดพลังงานที่อาคารต้องสูญเสียไปกับการใช้แสงประดิษฐ์แล้ว ยังจะช่วยให้เกิดความสวยงามภายในอาคาร และความรู้สึกต่าง ๆ ที่มีต่อแสงที่พาดผ่านเข้าไปภายในอาคาร

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันความต้องการการใช้พลังงานในด้านต่าง ๆ ภายในอาคารเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยขาดการคำนึงถึงการใช้พลังงานอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง ในแต่ละปีต้องเสียค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคารเป็นจำนวนมาก เนื่องจากการออกแบบอาคารโดยปราศจากการคำนึงถึงการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ หรือ การนำพลังงานทดแทน เช่น แสงธรรมชาติ มาใช้กับอาคารเพื่อช่วยในการประหยัดพลังงานให้กับอาคาร ซึ่งจะต้องพิจารณาการนำมาใช้ตั้งแต่ขั้นตอนของการออกแบบ ดังนั้น หากสถาปนิกผู้ออกแบบอาคารมีความรู้และความเข้าใจในลักษณะของแสงธรรมชาติและตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการให้แสงธรรมชาติกับอาคาร ก็จะช่วยให้การออกแบบโดยนำแสงธรรมชาติมาใช้กับอาคารเกิดประสิทธิภาพมากขึ้นและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับอาคารในลักษณะต่าง ๆ ได้ เพื่อลดความสิ้นเปลืองการใช้พลังงานโดยรวม

การสูญเสียพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้แสงประดิษฐ์ภายในอาคารมีปริมาณสูง ส่วนหนึ่งมาจากการที่ไม่สามารถนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในได้อย่างทั่วถึง เช่น ในส่วนกลางของอาคารที่มีระยะห่างจากช่องเปิดลึกเข้าไปในอาคารมาก ๆ เป็นต้น ดังนั้นการแก้ปัญหาในการนำแสงธรรมชาติมาใช้ภายในอาคารได้อย่างทั่วถึง ที่มักพบเห็นกันทั่วไป คือ รูปแบบการเปิดช่องเปิดเพื่อนำแสงธรรมชาติมาใช้จากทางด้านบน (Toplight) โดยให้แสงส่องผ่านลงมายังส่วนของพื้นที่ภายในอาคาร ซึ่งมักจะมีลักษณะเป็นเอเทรียม (Atrium) หรือคอร์ท (Court) ภายในอาคารซึ่งจะสามารถนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้กับส่วนต่างๆ ของอาคารได้มากขึ้น อาคารบางประเภทที่ไม่สามารถนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้จากทางด้านข้าง เป็นผลให้สูญเสียค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงประดิษฐ์เป็นจำนวนมาก เช่น อาคารโรงงาน ยิมเนเซี่ยม เป็นต้น การนำพลังงานทดแทน เช่น แสงธรรมชาติ มาใช้กับอาคารเพื่อช่วยในการประหยัดพลังงานให้กับ ต้องพิจารณาการนำมาใช้ตั้งแต่ขั้นตอนของการออกแบบ ดังนั้น หากสถาปนิกผู้ออกแบบอาคารมีความรู้และความเข้าใจในลักษณะของแสงธรรมชาติและตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการให้แสงธรรมชาติกับอาคาร การออกแบบเพื่อนำแสงธรรมชาติมาใช้กับอาคารมีประสิทธิภาพมากขึ้นและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับอาคารในลักษณะต่าง ๆ ได้ เพื่อลดความสิ้นเปลืองการใช้พลังงานโดยรวม

การใช้แสงธรรมชาติจากทางช่องเปิดด้านบน (Top Aperture) คือ การช่องเปิดที่อยู่บริเวณด้านบนสุดของอาคาร เช่น บริเวณดาดฟ้าหรือหลังคาอาคาร เป็นต้น จึงเป็นแนวทางในการออกแบบอีกทางหนึ่งที่มีการนำไปใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยทั่วไปจะเป็นการเปิดช่องเปิดด้านบนเพื่อนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคารโดยตรงในเขตร้อนชื้นอย่างประเทศไทยจะได้ปริมาณแสงธรรมชาติที่เพียงพอต่อการใช้งาน แต่เนื่องจากสภาพท้องฟ้าในประเทศไทยมีปริมาณแสงภายนอกโดยเฉลี่ยสูงตลอดทั้งปี การเปิดช่องเปิดด้านบนนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคารโดยตรงอาจจะทำให้ได้ปริมาณแสงที่มีความเข้มมากเกินไป ทำให้ผู้ใช้อาคารเกิดความรู้สึกไม่สบายต่อสายตา (Visual Discomfort) ต้องมีการปรับตา (Eye Adaptation) มากในการที่จะมองไปยังส่วนอื่น ๆ ในอาคารที่มีค่าความส่องสว่างของแสงที่อยู่ในเกณฑ์ปกติ นอกจากนี้ยังนำมาซึ่งความร้อนเข้าสู่อาคารอีกด้วย ซึ่งจะกลายเป็นภาระอีกส่วนหนึ่งของระบบการทำความเย็นของอาคาร ส่งผลให้เกิดความสิ้นเปลืองของพลังงานในส่วนนี้ตามมา ดังนั้นในการออกแบบแสงธรรมชาติที่ดี นอกจากจะต้องคำนึงถึงปริมาณความส่องสว่างที่เพียงพอต่อความต้องการใช้งานแล้วสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งคือ คุณภาพของแสงจะต้องอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้ใช้อาคารรู้สึกสบายตา และลักษณะของแสงที่เกิดขึ้น

ภายในอาคารจะต้องสร้างความสบายทางด้านสายตา (Visual Comfort) ที่ดีให้แก่ผู้ใช้อาคารได้ และนำความร้อนของแสงเข้าสู่อาคารน้อยที่สุด

การใช้แสงธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากจะเป็นการช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารแล้วยังไม่เป็นภาระการปรับอากาศภายในอาคาร ดังนั้นการศึกษาเพื่อหาแนวทางในการควบคุมการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด จะให้ประโยชน์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานสถาปัตยกรรม ให้มีการออกแบบที่เหมาะสมในการนำแสงธรรมชาติในปริมาณที่เพียงพอมาใช้ในอาคารจากทางช่องเปิดหลังคาด้านบน (Top Aperture) และสร้างความสบายทางด้านสายตา (Visual Comfort) ให้แก่ผู้ใช้อาคาร

1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1.2.1 ศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อพฤติกรรมของแสงธรรมชาติ เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการควบคุมการนำแสงธรรมชาติมาใช้ภายในอาคารผ่านทางช่องเปิดหลังคาด้านบน

1.2.2 ศึกษาและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณความส่องสว่างของแสงธรรมชาติในระนาบนอน (Horizental Illumination) ที่ผ่านทางช่องเปิดหลังคาด้านบนเข้าสู่ภายในอาคาร กับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลให้เกิดระดับความความส่องสว่างที่มีสม่ำเสมอและเหมาะสมกับการใช้งาน

1.2.3 ศึกษาหาแนวทางในการคาดการณ์ปริมาณความส่องสว่างของแสงธรรมชาติ ที่ผ่านช่องเปิดหลังคาด้านบน และให้ง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้งานจริง

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การพัฒนาแนวทางในการใช้แสงธรรมชาติจากทางด้านบน ผ่านทางช่องเปิดลักษณะต่าง ๆ ในรูปของโมโนกราฟ (Monograph) เพื่อแสดงถึงปริมาณแสงธรรมชาติภายในอาคาร ที่เพียงพอต่อการใช้งานในแนวระนาบที่ระดับพื้นที่ใช้งาน (Working Plane) ในการวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดของเขตของการศึกษาไว้ดังนี้

1.3.1 การศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาอาคารที่ตั้งอยู่ในเขตละติจูดที่ 14 องศาเหนือในเขตร้อนชื้น โดยทำการศึกษาลักษณะการกระจายตัวของแสงธรรมชาติ และปริมาณความส่องสว่างในระนาบนอน (Horizental Illumination) ที่เกิดขึ้นภายในอาคาร ณ จังหวัดกรุงเทพมหานคร

1.3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากหุ่นจำลองที่ทำการทดสอบค่าความส่องสว่างภายใน ณ สภาพท้องฟ้าจริง เป็นเพียงการเก็บข้อมูลในช่วงเดือนสิงหาคม-มีนาคมเท่านั้น เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องของเวลาที่ใช้ในการวิจัย

1.3.3 การเก็บข้อมูล โดยการทดสอบจากหุ่นจำลอง (Model) ในเวลาเดียวกันภายใต้สภาพท้องฟ้าจริงเป็นหลัก โดยวัดปริมาณความส่องสว่างของแสงแบบกระจาย (Diffuse Light) ของท้องฟ้าระหว่างช่วงเวลา 8.00 - 16.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาทำงานในเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม ณ.จังหวัดกรุงเทพมหานคร

1.3.4 พิจารณาปริมาณแสงธรรมชาติที่ตกกระทบบนพื้นที่ใช้งานเฉพาะในแนวระนาบ (Horizontal Plane) ที่ระดับความสูงจากพื้นอาคารบนพื้นที่ใช้งานที่ 0.75 เมตร

1.3.5 ในการวิจัยจะทำการทดสอบโดยถือว่าไม่มีปัจจัยจากสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคาร

1.3.6 เนื่องจากระยะเวลาในการวิจัยและงบประมาณในการวิจัยมีจำกัด รวมถึงข้อจำกัดในการจัดหาเครื่องมือ ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งเน้นในการพัฒนาแนวทางในส่วนของปริมาณความส่องสว่างเท่านั้น ไม่พิจารณาในเรื่องของปริมาณความร้อนและภาระการทำความเย็นของอาคาร

1.3.7 ขอบเขตของแนวทางในการหาปริมาณแสงธรรมชาติ

- ลักษณะของพื้นที่หรือส่วนที่ต้องการหาปริมาณแสงธรรมชาติจากรูปแบบลักษณะต่าง ๆ ต้องเป็นพื้นที่ที่มีสัดส่วนความกว้าง : ความสูง = 2 : 1 และมีลักษณะผังพื้นที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (Square)
- แนวทางที่ใช้ในการหาปริมาณแสงธรรมชาตินี้ใช้ได้เฉพาะกับแสงธรรมชาติแบบแสงกระจาย (Diffuse Illumination) ที่ไม่มีแสงตรงจากดวงอาทิตย์ (Direct Illumination) เท่านั้น

1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาเพื่อหาแนวทางในการควบคุมการให้แสงธรรมชาติ จากทางช่องเปิดหลังคาด้านบน (Top Aperture) แนวความคิดหลักในการวิจัย เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้งานสูงสุด ทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพ ดังนี้

- No Direct Sunlight

หลีกเลี่ยงการรับแสงตรงจากอาทิตย์ ในช่วงเวลาทำงานที่มีการนำแสงธรรมชาติมาใช้ตั้งแต่เวลา 8.00 -16.00 น. เนื่องจากแสงตรงจากดวงอาทิตย์จะมีความแปรปรวนที่สูง รวมทั้งมีปริมาณความเข้มแสงที่มากเกินความต้องการและมีปริมาณความร้อนสูงจากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์โดยตรง โดยการใช้แผงกันแดด (Shading Device)

- Redirected Sunlight to Aperture

การนำแสงกระจายจากท้องฟ้าภายนอกเข้ามาใช้ภายในอาคารโดยการสะท้อนแสงผ่านช่องเปิดมายังพื้นที่ใช้งาน เนื่องจากแสงกระจายมีความแปรปรวนและปริมาณความร้อนน้อยเมื่อเทียบกับแสงตรงจากดวงอาทิตย์ และมีความส่องสว่าง 140 ลูเมน/วัตต์ ซึ่งสูงกว่าปริมาณความส่องสว่างของไฟประดิษฐ์โดยทั่วไป

- Minimum Aperture Size with Maximum Illumination

การเปิดช่องเปิดในการนำแสงธรรมชาติมาใช้ภายในอาคารให้มีประสิทธิภาพสูงสุด คือได้ปริมาณความส่องสว่างสูงสุดต่อพื้นที่ช่องเปิด เพื่อหลีกเลี่ยงปริมาณความร้อนที่จะผ่านเข้ามาภายในกับแสงธรรมชาติที่ได้รับความร้อนดังกล่าวอาจก่อให้เกิดปัญหาสภาวะไม่สบายแก่ผู้ใช้อาคาร

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การศึกษาและค้นคว้าแนวทางที่เหมาะสมต่อไป โดยการศึกษาค้นคว้าปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อปริมาณความส่องสว่างภายในอาคาร เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพและเทคนิคการควบคุมแสง โดยแยกพิจารณาเป็นระบบตามองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 องค์ประกอบภายนอก (External Component)

ระบบการรวบรวมแสงภายนอกเข้าสู่อาคาร เป็นส่วนสำคัญในการนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารให้แสงภายในอาคารมีประสิทธิภาพในการใช้งาน โดยมีการควบคุมองค์ประกอบต่างๆที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- รูปแบบการให้แสงธรรมชาติผ่านทางช่องเปิดด้านบน

จากการศึกษาและค้นคว้าลักษณะการออกแบบช่องเปิดด้านบนโดยทั่วไป สามารถจำแนกออกเป็น รูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ Saw-tooth, Clearstories, Skylight และ Light Well ซึ่งรูปแบบของหลังคาเหล่านี้จะสัมพันธ์กับลักษณะของการติดตั้งกระจก โดยทั่วไปจะติดตั้งในแนวเอียง (Sloping) ยกเว้นรูปแบบ Skylight จะมีลักษณะการติดตั้งกระจกในแนวนอน (Horizontal Plane) สำหรับความคงที่สม่ำเสมอของปริมาณแสงสว่างจากรูปแบบต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กับระยะห่าง (Spacing) ของช่องเปิด ส่วนปริมาณความส่องสว่างก็จะมีความสัมพันธ์กับสัดส่วนของพื้นที่ช่องเปิดและตำแหน่งการเปิดและการติดตั้ง Glazing ของช่องเปิด

- ประสิทธิภาพในการป้องกันแสงอาทิตย์โดยตรง

จากรูปแบบข้างต้น จะเห็นได้ว่าเป็นรูปแบบที่สามารถให้ศักยภาพในการป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์โดยการใช้แผงกันแดด (Shading Devices) หรือใช้การปรับเอียงกระจกเพื่อให้เกิดการบังเงาให้กับช่องเปิดโดยกำหนดระยะยื่นตามมุมโพรไฟล์ (Profile) ให้สามารถบังเงาแดดได้ตั้งแต่ช่วงเวลา 8.00 -16.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาทำงานและแสงธรรมชาติมีประสิทธิภาพสูงในการนำมาใช้ เพื่อลดความแปรปรวนของแสงที่จะเกิดขึ้นภายในอาคารและปริมาณความร้อนจากการรับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง ดังนั้นแนวทางหลักในการให้แสงธรรมชาติกับอาคารที่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ คือ แสงกระจาย (Diffuse Light) ซึ่งเป็นแสงที่ได้จากการสะท้อนขององค์ประกอบต่างๆที่อยู่ในท้องฟ้าในทุกทิศทาง มีปริมาณความเข้มของแสง 140 ลูเมนต่อวัตต์ (สุนทร บุญญาธิการ ,2542) และมีความสม่ำเสมอมากกว่าแสงธรรมชาติรูปแบบอื่น

จากการวิเคราะห์รูปแบบช่องเปิดข้างต้น ในด้านของประสิทธิภาพการสะท้อนแสงเพื่อนำแสงเข้ามาสู่พื้นที่ภายในอาคาร จากการสะท้อนแสงทุกครั้งสิ่งที่เกิดขึ้น คือ ปริมาณความส่องสว่างของแสงจะลดลงตามความสามารถของการสะท้อนแสงของพื้นผิวที่ตกกระทบนั้นๆ โดยปริมาณแสงส่วนที่หายไปจะถูกดูดกลืนไปกับพื้นผิวนั้นๆบางส่วน และอีกส่วนจะเปลี่ยนแปลงไปในรูปของพลังงานความร้อนที่เพิ่มขึ้น (Heat Gain) ในอาคาร ดังนั้น ในการพิจารณาความเหมาะสมของรูปแบบช่องเปิดต่าง ๆ มีดังนี้

Saw-tooth กับ Clearstories ช่องเปิดรับแสงจะอยู่ในแนวตั้ง โดยส่วนใหญ่มีการยื่นส่วนของหลังคาออกไปเพื่อบังแสงตรงจากดวงอาทิตย์การนำแสงเข้าสู่อาคารโดยอาศัยหลักการสะท้อนแสง การเปิดช่องเปิดรับแสงในแนวตั้งจะมีข้อดี คือง่ายต่อการติดตั้งและทำความสะอาด รวมถึงการป้องกันรังสีความร้อนจากแสงตรงของดวงอาทิตย์สำหรับในเขตร้อนชื้นซึ่งไม่ต้องการให้ความร้อนผ่านเข้ามาภายในอาคาร การเปิดช่องรับแสงรูปแบบนี้จึงมีความเหมาะสมมากกว่าการเปิดช่องเปิดแบบ Skylight และ Light Well ในการนำมาพิจารณาหาแนวทางสำหรับการออกแบบต่อไป

Skylight กับ Light Well ช่องเปิดรับแสงจะอยู่ในแนวนอน ซึ่งยากต่อการควบคุมและป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ การเปิดช่องเปิดแบบนี้นิยมใช้กันในประเทศเขตหนาว เนื่องจากความต้องการใช้ความร้อนที่มากับแสงธรรมชาติในการสร้างความอบอุ่นให้กับอาคาร สำหรับประเทศในเขตร้อนชื้นการเปิดรับแสงในในรูปแบบนี้ อาจนำมาซึ่งปัญหาด้านความร้อนที่สะสมภายในอาคารได้

- ประสิทธิภาพในการสะท้อนแสงจากท้องฟ้า

การใช้แสงสะท้อนจากท้องฟ้า (Diffuse Light) เป็นแสงที่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ เนื่องจากมีความแปรปรวนน้อยและมีปริมาณความเข้มแสง 140 ลูเมนต่อวัตต์ ซึ่งให้ประสิทธิภาพดีกว่าหลอดไฟประดิษฐ์ แต่แสงสะท้อนมีลักษณะการการสะท้อนแสงแบบไร้ทิศทาง จึงเป็นการยากต่อการควบคุมการสะท้อนแสงเข้าสู่อาคารเพื่อให้ได้ปริมาณความส่องสว่างตามที่ต้องการสำหรับการใช้งานภายใน ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับขนาดของช่องเปิด ดังที่กล่าวไว้ข้างต้น หากมีการควบคุมแนวการสะท้อนของแสงธรรมชาติ ให้สามารถสะท้อนแสงเข้าสู่ภายในอาคารได้มากขึ้น ก็จะส่งผลโดยตรงกับขนาดของช่องเปิดของอาคาร กล่าวคือ เมื่อประสิทธิภาพการสะท้อนแสงเข้าสู่อาคารเพิ่มมากขึ้น ขนาดของช่องเปิดก็จะมีขนาดเล็กลง ปริมาณความร้อนที่จะเข้าสู่อาคารจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ก็จะลดลงไปด้วย ดังนั้นการควบคุมการสะท้อนของแสงจากท้องฟ้าจึงเป็นแนวทางที่จะนำมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพจากการให้แสงธรรมชาติจากทางด้านบน

ส่วนที่ 2 **องค์ประกอบภายใน** (Internal Component)

องค์ประกอบภายในอาคารไม่ว่าจะเป็น รูปร่าง สัดส่วน ความสูง ค่าสะท้อนแสง ฯลฯ ล้วนเป็นองค์ประกอบสำคัญต่อการทำให้แสงธรรมชาติที่ผ่านช่องเปิดเข้ามาภายในสามารถกระจายไปสู่บริเวณพื้นที่ใช้งานในส่วนต่าง ๆ ของอาคาร ให้ได้ประสิทธิภาพของปริมาณแสงต่อพื้นที่ในการใช้งานที่เหมาะสม โดยมีการควบคุมองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- ประสิทธิภาพในการนำพาแสง

การนำแสงธรรมชาติไปยังพื้นที่ส่วนต่าง ๆ ภายในอาคารได้อย่างสม่ำเสมอ และเกิดการสูญเสียปริมาณความส่องสว่างน้อยที่สุด และสามารถสร้างความสบายต่อสายตาให้กับผู้ใช้อาคารได้ รวมถึงประสิทธิภาพสูงสุดของ

การให้แสงธรรมชาติผ่านช่องเปิดอาคารใน 1 หน่วยพื้นที่ของช่องเปิด ต่อ พื้นที่ใช้งานสูงสุด ดังนั้น เทคนิคการกระจายแสงจึงเป็นส่วนประกอบสำคัญในการออกแบบแนวทางการให้แสงธรรมชาติจากทางด้านบนที่เหมาะสม นำมาทำการวิเคราะห์ และ สรุปหาแนวทางที่จะนำไปทดลอบกับการควบคุมแสงในลักษณะต่างๆ และพัฒนาเป็นแนวทางที่เหมาะสมต่อไป

การศึกษาวิจัย จะศึกษาโดยการทดลองวัดปริมาณความส่องสว่างจากหุ่นจำลองภายในห้องจำลองสภาพท้องฟ้าและภายใต้สภาพท้องฟ้าจริง โดยกำหนดรายละเอียดขั้นตอนการศึกษา ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : **การศึกษาค้นคว้าและเก็บข้อมูลพื้นฐานของการวิจัย**

พิจารณาและศึกษาลักษณะการให้แสงธรรมชาติจากทางช่องเปิดหลังคาด้านบนมาใช้ภายในอาคาร โดยทำการศึกษาจาก

1.1 ศึกษาจากทฤษฎีและข้อมูลที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ทั้งที่มีอยู่ในประเทศและต่างประเทศ เกี่ยวกับการใช้ช่องเปิดหลังคาด้านบน การนำแสงธรรมชาติที่มีลักษณะเหมาะสมกับการใช้งานในเขตร้อนชื้นและปัญหาต่าง ๆ ที่สามารถเกิดขึ้นได้ ทั้งในด้านการป้องกันแก้ไข เช่น การป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ เป็นต้น โดยทำการศึกษาจากแหล่งข้อมูล ดังนี้

1.1.1 การศึกษาค้นคว้าจากหนังสือเกี่ยวกับทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแสงธรรมชาติ
1.1.2 การศึกษาค้นคว้าบทความต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง จากวารสารและสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ
1.1.3 การศึกษาค้นคว้าจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษา
1.1.4 การศึกษาค้นคว้าจากอาคารตัวอย่างที่มีอยู่จริง

1.2 ศึกษาและค้นคว้าตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อการควบคุมปริมาณและคุณภาพของแสงที่จะเข้ามาภายในอาคาร วิเคราะห์ทฤษฎีแสงธรรมชาติและพฤติกรรมของแสงที่เกิดขึ้นจากการสะท้อนและการส่องผ่าน การศึกษาครั้งนี้จะพิจารณาตัวแปรที่มีผลต่อพฤติกรรมของแสงธรรมชาติ โดยแยกการพิจารณาการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน ตามขั้นตอนการนำแสงธรรมชาติเข้าสู่ภายในอาคาร โดยกำหนดให้ตัวแปรที่ไม่ได้ทำการศึกษาเป็นตัวแปรคงที่ และมีตัวแปรที่ทำการศึกษา ดังนี้

การศึกษาปัจจัยภายนอก

ตัวแปรที่ศึกษา คือ รูปแบบแผงควบคุมช่องเปิดด้านบน (Fenestration Control From)
ขนาดพื้นที่ช่องเปิด (Aperture Size)
ค่าสะท้อนแสงภายนอก (Extemal Reflectance)

การศึกษาปัจจัยภายใน

ตัวแปรที่ศึกษา คือ ค่าสะท้อนแสงภายใน(Intemal Reflectance)

1.3 ศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1.3.1 การโคจรของดวงอาทิตย์และมุมของแสงอาทิตย์โดยตรง (Sun Chart)

1.3.2 การคำนวณแสงธรรมชาติจากการให้แสงทางด้านบน (Daylight Calculation for Top Lighting)

1.4 ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลจากงานวิจัยในแนวทางเดียวกัน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างสมมติฐานของการวิจัย

ขั้นตอนที่ 2 : การกำหนดรายละเอียดของการวิจัย

เป็นขั้นตอนที่นำข้อมูลและแนวทางที่ได้จากขั้นตอนที่ผ่านมา มากำหนดรูปแบบของช่องเปิดด้านบน (Top Aperture) ที่ชัดเจนของการวิจัย เพื่อกำหนดขอบเขตแนวทางการศึกษาวิจัยและพัฒนาเทคนิคการออกแบบ เพื่อควบคุมการใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติจากทางช่องเปิดหลังคาด้านบนนั้น พิจารณาจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลและตัวแปรต่าง ๆ ในขั้นตอนที่ 1 ดังนี้

2.1 กำหนดสมมติฐานแนวทางที่เหมาะสม และดำเนินการออกแบบการควบคุมการให้แสงธรรมชาติทางช่องเปิดด้านบน สำหรับภูมิอากาศเขตร้อน ในด้านทิศเหนือ ใต้ ตะวันออก และตะวันตก เพื่อทำการทดสอบ

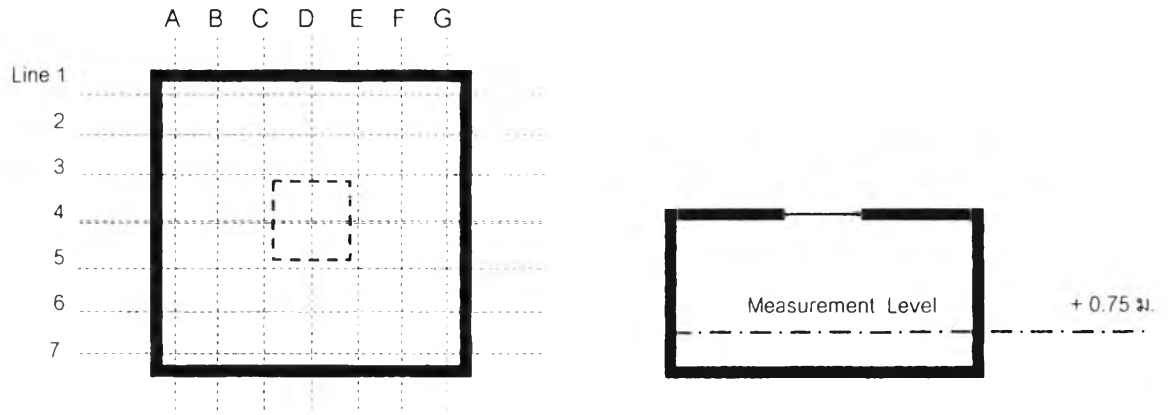
2.2 การทดสอบในแต่ละแนวทาง โดยการสร้างหุ่นจำลอง (Model) วัดค่าปริมาณการส่องสว่างที่เกิดขึ้นภายในภายใต้สภาพท้องฟ้าจริงกับแสงธรรมชาติแบบแสงกระจาย (Diffuse Light)

ขั้นตอนที่ 3 : การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อหาแนวทางในการควบคุมการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคารจากทางช่องเปิดด้านบน (Top Aperture) ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งทางด้านปริมาณความส่องสว่าง คุณภาพของแสง ดังนั้น จึงต้องทราบค่าความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติที่เกิดขึ้นภายในอาคาร โดยวัดจากหุ่นจำลอง (Model) สภาพเหมือนจริง และใช้แสงธรรมชาติแบบแสงกระจาย (Diffuse Light) ในการทดสอบลักษณะแสงที่เกิดขึ้นและเก็บข้อมูลต่าง ๆ มีดังนี้

3.1 ความส่องสว่างของแสงธรรมชาติภายในอาคาร มีความสัมพันธ์กับความส่องสว่างของแสงธรรมชาติภายนอกอาคาร ทำการทดสอบโดยปราศจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น ต้นไม้ อาคารข้างเคียง เป็นต้น การดำเนินวัดจากหุ่นจำลองภายใต้สภาพท้องฟ้าจริง ณ. เวลา 8.00น. 10.00น. 12.00น. 14.00น. และ16.00น. เพื่อให้ทราบถึงปริมาณความส่องสว่างและลักษณะพฤติกรรมของแสงที่ตกกระทบช่องเปิดในมุมแสงต่างๆตลอดช่วงเวลาทำงาน ในแต่ละทิศที่พิจารณา โดยใช้เครื่องมือวัดแสงแบบ Minolta Lux Meter โดยเริ่มวัดจากระยะ 0.50, 1.50, 2.50, 3.50, 4.50, 5.50, 6.50 เมตร จากผนังอาคาร คือวัดทุก ๆ ระยะ 1 เมตร ในสัดส่วนของหุ่นจำลอง ที่ระดับความสูงใช้งาน 0.75 ม.ทำการวัดในระบบ Grid Line ในทุก ๆ 1 ตารางเมตร ทำการทดสอบกับหุ่นจำลองที่มีการออกแบบการควบคุมการให้แสงจากทางช่องเปิดด้านบนในรูปแบบต่าง ๆ โดยทำการจำลองให้มีช่องเปิดรูปสี่เหลี่ยมรอบด้าน โดยช่องเปิดจะหันไปทางด้านทิศ

เหนือ ใต้ ตะวันออก ตะวันตก โดยรอบ ทดสอบวัดแสงและบันทึกข้อมูลค่าความส่องสว่างภายในหุ่นจำลอง โดยทำการวัดเก็บผลการทดลองในรูปของ Internal Illumination in Model (Lux) เปรียบเทียบกับค่าความส่องสว่างของสภาพท้องฟ้าภายนอก ณ ช่วงเวลาดังกล่าว



รูปที่ 1.1 ตำแหน่งที่ทำการวัดแสงภายในหุ่นจำลอง

3.2 หาค่า Daylight Distribution Contour และ ค่า Daylight Factor เพื่อศึกษาพฤติกรรมของแสงจากทางช่องเปิดด้านบน แสดงผลในรูปของแผนภูมิ

3.3 นำผลการเก็บข้อมูลปริมาณแสงที่ได้มาแปรผลออกมาในรูปของแผนภูมิ (Graph) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการวิเคราะห์และสรุปผล ทางด้านปริมาณและคุณภาพของแสงธรรมชาติที่ได้จากทุกแนวทางเลือกนำมาเปรียบเทียบกัน

3.4 วิเคราะห์และสรุปผลกระทบที่เกิดขึ้นจากตัวแปรต่าง ๆ ข้างต้น เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการสร้างเทคนิคการออกแบบช่องเปิดด้านบน ในรูปของแผนภูมิหลายทางหรือโมโนกราฟ (Monograph) เพื่อสรุปแนวทางที่มีความเป็นไปได้ในการออกแบบควบคุมการนำแสงธรรมชาติจากทางด้านบนมาใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพของแสงที่ได้

3.5 หาค่าความส่องสว่างของแสงธรรมชาติของท้องฟ้าตลอดปี ที่เกิดจากปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ส่องผ่านชั้นบรรยากาศสู่พื้นโลก ในช่องคลื่นที่สามารถมองเห็นได้ (Visible Light) ระดับความส่องสว่างจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของท้องฟ้า เช่น เมฆ ฯลฯ ซึ่งจะมีผลในการเพิ่มหรือลดความสว่างภายนอก โดยใช้ข้อมูลจากกรมอุตุวิทยาสำหรับกรุงเทพมหานครเฉลี่ย ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีการเก็บมาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ข้อมูลความส่องสว่างของท้องฟ้าตลอดปีในการนำมาคาดการณ์ปริมาณแสงที่เกิดขึ้นภายในตลอดปี

จากเทคนิคในการออกแบบดังกล่าว สามารถนำผลที่ได้มาพิจารณา เพื่อหาแนวทางเลือกในการออกแบบการให้แสงธรรมชาติจากทางช่องเปิดหลังคาด้านบน (Top Aperture) และสรุปผลข้อมูลดังกล่าว เพื่อเสนอแนวทางที่เหมาะสมของพฤติกรรมของแสงธรรมชาติที่เกิดขึ้นต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 : การประเมินผล

ในการประเมินผลของการวิจัย จะทำการประเมินผลในด้านต่าง ๆ เพื่อเป็นเกณฑ์กำหนดในการเลือกใช้แนวทางการควบคุมดังกล่าวต่อไป โดยพิจารณาดังนี้

4.1 การวิเคราะห์และประเมินผลด้าน Visual Performance โดยเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างภายใน Internal Illumination Curve กับ Illumination on Working Plane ในรูปของแผนภูมิ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

4.1.1 ระดับความส่องสว่าง (Illumination Level) ระดับความส่องสว่างภายในจะต้องอยู่ในระดับที่เพียงพอต่อการใช้งานตามลักษณะของกิจกรรมต่าง ๆ

4.1.2 ความสม่ำเสมอของระดับความส่องสว่าง (Uniformity of Illumination) ระดับความส่องสว่างสูงสุดและต่ำสุดภายในอาคาร โดยพิจารณาที่ระดับความต่างความเข้มของค่าระดับความส่องสว่างภายในอาคารสูงสุดไม่เกิน 3 เท่าของค่าต่ำสุด

4.2 การประเมินผลการทำงานของโมโนกราฟ (Monograph) เป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญ โดยในขั้นตอนนี้จะเป็นการวิเคราะห์และตรวจสอบ เพื่อหาข้อผิดพลาดของการใช้โมโนกราฟ (Monograph) และนำมาปรับปรุง โดยมีรายละเอียดในการตรวจสอบดังนี้

ทดสอบค่าความส่องสว่างภายในตัวหุ่นจำลอง ที่มีขนาดและมาตราส่วนที่สัมพันธ์กับข้อมูลที่ใช้หาค่าจากโมโนกราฟ (Monograph) และนำผลที่ได้จากการหาค่าด้วยโมโนกราฟ (Monograph) มาตรวจสอบเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการทดสอบด้วยหุ่นจำลอง และศึกษาดูถึงผลลัพธ์ที่แตกต่างหรือเหมือนกัน เพื่อประเมินถึงความแม่นยำในการใช้เทคนิคการออกแบบในรูปแบบของโมโนกราฟ

ขั้นตอนที่ 5 : การสรุปผลการวิจัย

การสรุปและประมวลผลข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีผลต่อการควบคุมการให้แสงธรรมชาติผ่านแผงควบคุมช่องเปิดด้านบน ในรูปของแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบแวดล้อมต่าง ๆ กับค่าสัดส่วนความส่องสว่างภายในกับภายนอก (Daylight Factor Monograph) ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ทำการศึกษากับปริมาณความส่องสว่างของแสงธรรมชาติ ณ ระดับพื้นที่ใช้งาน รวมทั้งข้อดี-ข้อเสีย และ ข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นเทคนิคในการออกแบบควบคุมการให้แสงธรรมชาติผ่านทางช่องเปิดหลังคาด้านบนที่มีความเหมาะสม สำหรับอาคารที่ตั้งอยู่ในเขตละติจูดที่ 14 องศาเหนือ สรุปผลเป็นเทคนิคการอกกแบบช่องเปิดทางด้านบนเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับงานสถาปัตยกรรมรูแปบบต่างๆ ในเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้น

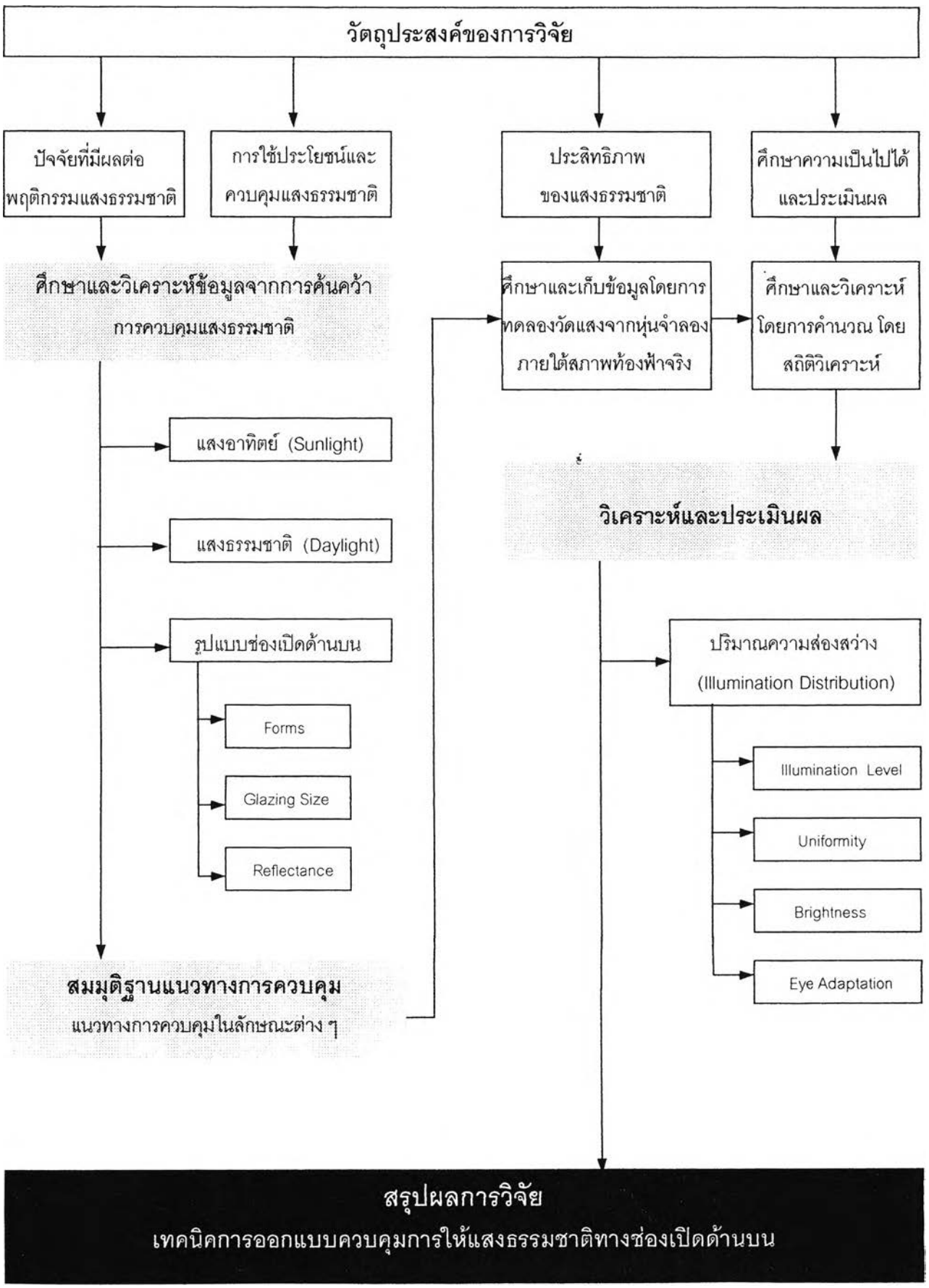
5.1 สรุปรายละเอียดวิธีการใช้โมโนกราฟ และผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้งานอย่างชัดเจน

5.2 สรุปถึงเงื่อนไขในการใช้โมโนกราฟ และข้อจำกัดในการใช้งาน

5.3 เสนอแนะแนวทางในการประยุกต์ใช้ค่าปริมาณความส่องสว่างภายในที่ได้จากโมโนกราฟ และแนวทางในการประยุกต์ใช่รูปแบบช่องเปิดด้านบน

5.4 เสนอแนะแนวทางและข้อจำกัดที่ควรแก้ไขในการพัฒนาสำหรับการวิจัยต่อไป

แผนภูมิที่ 1.1 แสดงผังระเบียบวิธีวิจัย



1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1.5.1 ช่องเปิดด้านบน (Top Aperture) หมายถึง ช่องเปิดที่เปิดรับแสงในบริเวณส่วนบนสุดของอาคาร เช่นดาดฟ้า, หลังคา เป็นต้น

1.5.2 แผงควบคุม (Fenestration Controls) หมายถึง ส่วนที่ใช้ควบคุมแสงตรงจากดวงอาทิตย์ ซึ่งติดตั้งอยู่บริเวณช่องเปิดภายนอกอาคาร

1.5.3 พื้นที่ใช้งาน (Working Area) หมายถึง บริเวณที่ใช้ประกอบกิจกรรมต่าง ๆ และระดับความสูงของพื้นที่ขึ้นอยู่กับกิจกรรมนั้น ๆ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จากการศึกษาวิจัยเพื่อหาแนวทางในการคาดการปริมาณแสงธรรมชาติผ่านทางช่องเปิดด้านบนในลักษณะต่าง ๆ ที่เข้ามาภายในอาคารในรูปของโมโนกราฟ (Monograph) ซึ่งจะช่วยให้ผู้ออกแบบสามารถทราบถึงปริมาณแสงธรรมชาติภายในอาคารก่อนการก่อสร้างจริง เพื่อให้ผู้ออกแบบสามารถตัดสินใจในการเลือกใช้รูปแบบการให้แสงธรรมชาติกับอาคารได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

1.6.1 ทราบแนวทางการควบคุมปริมาณแสงที่จะเข้าสู่อาคารทางช่องเปิดหลังคาด้านบน ให้มีปริมาณแสงอยู่ในระดับที่เพียงพอต่อความต้องการใช้งานภายในอาคาร

1.6.2 ทราบลักษณะและรูปแบบของช่องเปิดรับแสงธรรมชาติด้านบน ที่มีประสิทธิภาพและคุณภาพของแสงที่เหมาะสม มีความสม่ำเสมอของระดับความส่องสว่างที่เกิดขึ้นภายในอาคาร

1.6.3 เป็นแนวทางในการศึกษาการออกแบบอาคารโดยใช้แสงธรรมชาติ ซึ่งเป็นรูปแบบของพลังงานทดแทน

1.6.4 เป็นแนวทางให้ผู้ออกแบบ เพื่อการออกแบบการให้แสงธรรมชาติจากทางช่องเปิดด้านบนและควบคุมแสงอย่างมีประสิทธิภาพ ในอาคารทั่วไปที่มีความต้องพฤติกรรมของแสงธรรมชาติในลักษณะเดียวกัน