บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การใช้แสงธรรมชาติเพื่อให้ความสว่างแก่ภายในอาคาร เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดอัตราการใช้พลังงานภายในอาคาร โดยเฉพาะพลังงานไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ ซึ่งเป็นพลังงานส่วนใหญ่ที่ใช้ภายในอาคาร ประมาณร้อยละ 30 ของพลังงานทั้งหมด ดังนั้นในการออกแบบอาคารในปัจจุบัน จึงมีความคำนึงถึงการนำแสงธรรมชาติมาใช้กับอาคารมากขึ้น โดยการให้แสงธรรมชาติกับอาคารนั้น จะมีแนวทางหลัก 2 ทาง คือ การให้แสงจากทางด้านข้าง (Side Lighting) กับการให้แสงจากทางด้านบน (Top Lighting) ซึ่งทั้ง 2 แนวทางมีข้อดีและข้อเสีย รวมทั้งความเหมาะสมในการนำมาใช้แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะความต้องการในการใช้งานพื้นที่นั้น ๆ แม้จะเป็นที่ตระหนักดีว่าการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคารเป็นวิธีการหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานภายในอาคาร แต่ในช่วงเวลาที่ผ่านมาสถาปนิกหรือผู้ออกแบบอาคาร ก็ยังขาดความเข้าในในการให้แสงธรรมชาติกับอาคารอย่างถูกต้อง รวมถึงการเอาจริงเอาจังในการนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารจริง เนื่องจากขาดเครื่องมือที่จะช่วยในการตัดสินใจ ในการให้แสงธรรมชาติกับอาคารอย่างถูกวิธี และใช้งานได้อย่างรวดเร็ว ถึงแม้ว่าปัจจุบันสถาปนิกหรือผู้ออกแบบจะสามารถใช้การคำนวณ หรือการทดสอบปริมาณแสงจากหุ่นจำลอง เป็นเครื่องมือในการช่วยตัดสินใจ แต่ 2 วิธีดังกล่าวก็เป็นวิธีที่มีความยุ่งยากและต้องใช้เวลานาน ซึ่งเป็นปัญหาในการทำงาน

ดังนั้นในการวิจัย จึงมีจุประสงค์เพื่อหาเทคนิคง่าย ๆ เพื่อช่วยในการหาระดับความส่องสว่างภายในอาคารจากแสงธรรมชาติ ที่จะสามารถช่วยให้ผู้ออกแบบมีความเข้าใจในเรื่องของแสงธรรมชาติดียิ่งขึ้น และสามารถนำแสงธรรมชาติไปประยุกต์ใช้กับการออกแบบอาคาร ให้เหมาะสมสำหรับอาคารในประเทศไทย โดยมุ่งเน้นการศึกษารูปแบบการให้แสงจากทางด้านบน (Top Lighting) ซึ่งเป็นรูปแบบที่สามารถให้แสงที่มีความสม่ำเสมอ และเริ่มเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยมีขั้นตอนของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ คือ ส่วนของปัจจัยภายนอก (Extemal Factors) กับส่วนของปัจจัยภายใน (Intemal Factors) โดยทำการศึกษา ส่วนที่ 1 : เรื่องลักษณะของช่องเปิดด้านบน และการใช้แผงควบคุมในการลดอิทธิพลของรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ (Direct Sun) ในช่วงเวลา 8.00-16.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ท้องฟ้ามีความสว่างมากพอที่จะนำมาใช้ภายในอาคาร, ขนาดพื้นที่ช่องเปิด ซึ่งเป็นตัวควบคุมปริมาณความส่องสว่างของแสงธรรมชาติที่จะผ่านเข้าสู่ภายในอาคาร และองค์ประกอบการสะท้อนแสงภายนอก (Extemal Reflected Component, ERC) ส่วนที่ 2 : เรื่องการสะท้อนของพื้นผิวภายในอาคาร (Intemal Reflected Component, IRC) เป็นส่วนสำคัญที่จะนำพาแสงที่ผ่านช่องเปิดด้านบนลงมาสู่บริเวณพื้นที่ที่ต้องการใช้งาน

จากการวิจัย พบว่าปริมาณความส่องสว่างที่เกิดขึ้นภายในอาคารที่ได้จากแสงธรรมชาติ ได้รับอิทธิพลของแสงธรรมชาติจาก 2 แหล่ง คือ จากรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ (Direct Sunlight) จากการสะท้อนพื้นที่หลังคาและแผงควบคุม ผ่านช่องเปิดเข้าสู่ภายใน รวมถึงรังสีกระจายจากท้องฟ้า (Diffuse Light) ซึ่งปริมาณแสงภายในจะแปรเปลี่ยนไปตามสัดส่วนของปริมาณแสงธรรมชาติทั้ง 2 ที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา และมีความแปรปรวนสูง แต่รูป

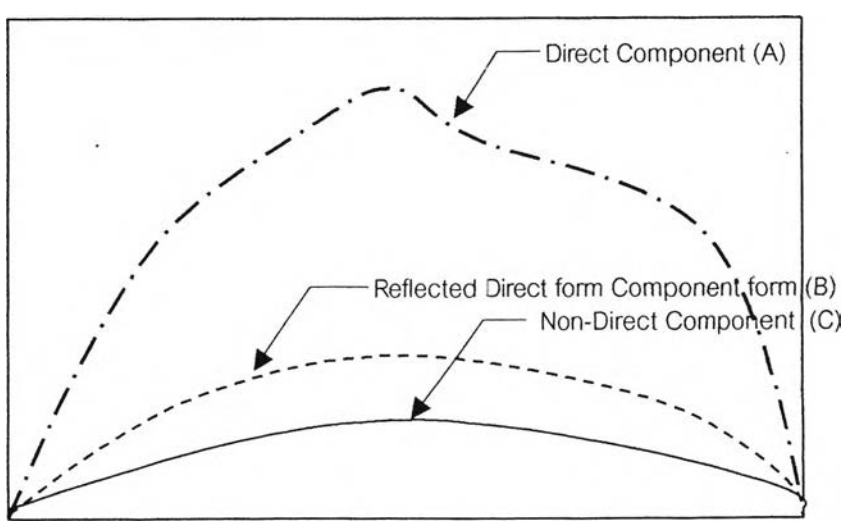
แบบของช่องเปิดด้านบนที่มีการใช้แผงควบคุม สามารถควบคุมความแปรปรวนจากแสงธรรมชาติ โดยการใช้แสงสะท้อนจากท้องฟ้า (Indirect Light) ที่มีคุณภาพและมีความสม่ำเสมอ มาใช้ภายในอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ และในการออกแบบสามารถควบคุมระดับความส่องสว่างภายใน ณ บริเวณพื้นที่ใช้งาน ได้จากการปรับเปลี่ยนองค์ประกอบแวดล้อมภายในและภายนอกต่าง ๆ เพื่อให้ได้ปริมาณความส่องสว่างตามต้องการ โดยในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการสรุปและประมวลผลความสัมพันธ์ขององค์ประกอบแวดล้อมต่าง ๆ กับระดับความส่องสว่างภายในอาคารของรูปแบบช่องเปิดด้านบน ที่มีแผงควบคุมในรูปของโมโนกราฟ (Monograph) เพื่อเป็นเทคนิคที่ช่วยในการออกแบบการให้แสงธรรมชาติผ่านแผงควบคุมช่องเปิดด้านบน

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยทำการทดสอบกรณีศึกษาของรูปแบบการใช้แสงธรรมชาติผ่านแผงควบคุมช่องเปิดด้านบน สามารถสรุปประเด็นสำคัญจากการศึกษาออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้

5.1.1 ด้านปริมาณความส่องสว่างภายใน

แผงควบคุม (Fenestration Controls) ที่ใช้กับช่องเปิดด้านบน ที่ได้รับการออกแบบรูปร่างและขนาดจากมุมโพร์ไฟล์ เพื่อลดอิทธิพลของแสงตรงจากดวงอาทิตย์จากช่วงเวลา 8.00-16.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่ค่าความส่องสว่างภายนอกของท้องฟ้าอยู่ในช่วงที่ยังมีประสิทธิภาพในการนำมาใช้งาน จากการวิจัยพบว่า แผงควบคุม (Fenestration Controls) ทั้ง 4 รูปแบบ คือ Overhang, Horizontal Blind, Sun Scatter และ Double Sun Scatter จะเป็นตัวช่วยลดความแปรปรวน และแสงจ้าอันเนื่องจากปริมาณของแสงในอาคารมีมากเกินไป อันเนื่องมาจากอิทธิพลของรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ (Direct Sunlight) ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา



รูปที่ 5.1 อิทธิพลของ Direct Component ที่มีผลต่อปริมาณความส่องสว่างภายใน

จากรูปที่ 5.1 แสดงลักษณะของอิทธิพลของแสงธรรมชาติ ที่มีผลต่อระดับความส่องสว่างภายในอาคาร เมื่อพิจารณาในแต่ละรูปแบบ เมื่อนำมาพิจารณาประกอบกับรูปที่ 5.3 และ 5.3 พบว่า

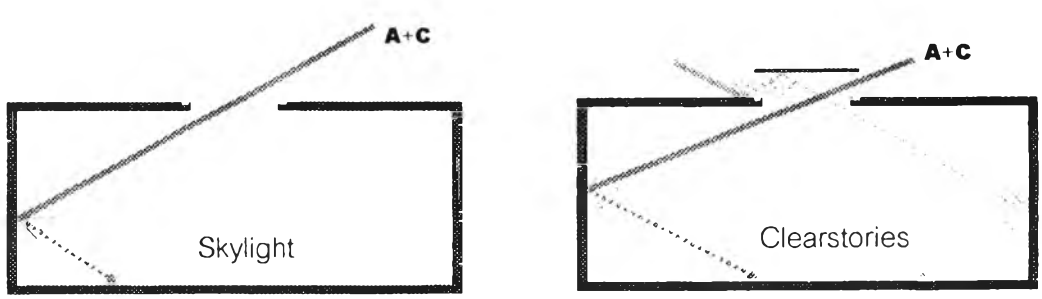
รูปแบบที่ไม่มีแผงควบคุม

- รูปแบบ Skylight จะเป็นรูปแบบที่ปริมาณความส่องสว่างภายในได้รับอิทธิพลมาจาก รังสีตรงของดวงอาทิตย์ (A) และรังสีกระจายจากท้องฟ้า (C) (ดังรูปที่ 5.2) จึงทำให้มีปริมาณความส่องสว่างภายในสูงที่สุด เมื่อเทียบกับรูปแบบช่องเปิดด้านบนแบบอื่นที่ทำการศึกษา และมีความแปรปรวนสูงที่สุดด้วยเช่นกัน โดยมีระดับความแปรปรวนเปลี่ยนแปลงไป ตามความแปรปรวนของสภาพท้องฟ้าภายนอก
- รูปแบบ Clearstories รูปแบบนี้ปริมาณความส่องสว่างภายในจะได้รับอิทธิพลมาจาก รังสีตรงของดวงอาทิตย์ (A), แสงสะท้อนของรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ (B) และแสงกระจายจากท้องฟ้า (C) (ดังรูปที่ 5.2) โดยได้รับอิทธิพลของรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ในบางช่วงเวลา คือ ในช่วงที่ดวงอาทิตย์ทำมุมต่ำกับพื้นโลก ตอนช่วงเช้าและช่วงเย็น ทำให้ความส่องสว่างภายในของรูปแบบนี้ มีปริมาณและความแปรปรวนสูงรองลงมาจากรูปแบบ Skylight

รูปแบบที่มีแผงควบคุม

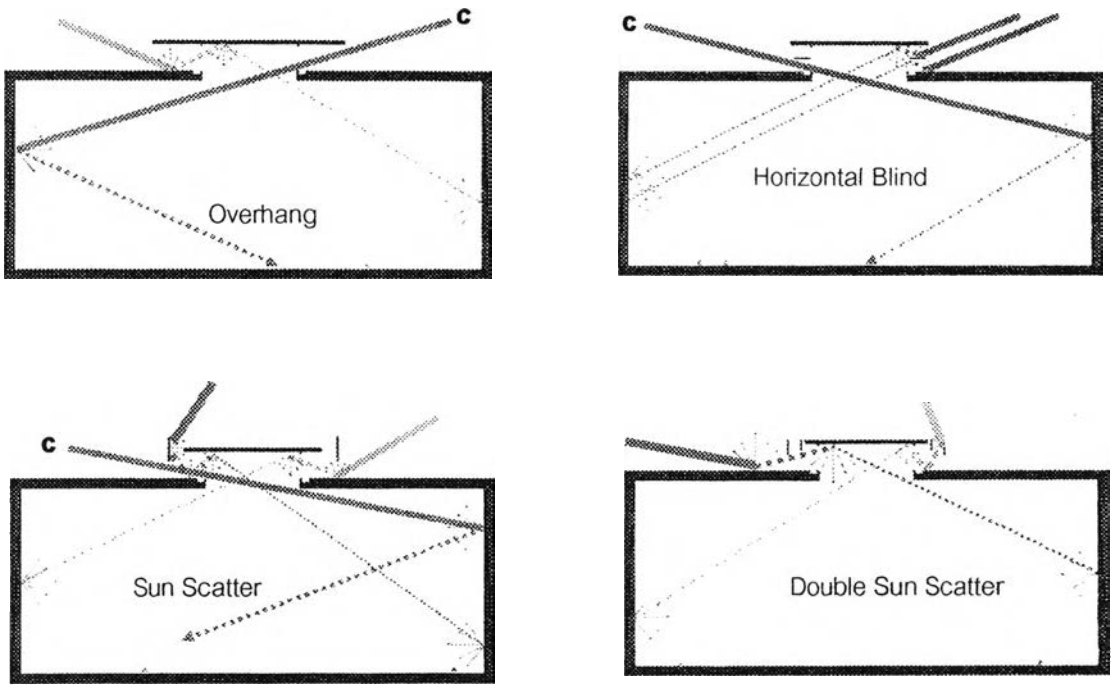
- รูปแบบ Overhang, Horizontal Blind, Sun Scatter และ Double Sun Scatter ปริมาณความส่องสว่างภายในจะเกิดจาก แสงสะท้อนจากแสงตรงของดวงอาทิตย์ (B) และแสงกระจายจากท้องฟ้า (C) โดยปราศจากอิทธิพลจากแสงตรงของดวงอาทิตย์ (ดังรูปที่ 5.3) จึงทำให้ความส่องสว่างภายในอาคารมีความสม่ำเสมอ (ดังรูปที่ 5.1) เมื่อพิจารณาที่ปริมาณความส่องสว่าง พบว่ารูปแบบ Double Sun Scatter, Sun Scatter, Overhang และ Horizontal Blind มีปริมาณความส่องสว่างเรียงจากสูงไปต่ำตามลำดับ

เนื่องจากในช่วงที่มีอิทธิพลของรังสีตรงของดวงอาทิตย์สูง (Direct Beam) เช่น ในช่วงสภาพท้องฟ้าแบบ Clear Sky แผงควบคุมรูปแบบ Sun Scatter และ Double Sun Scatter สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการนำแสงเข้าสู่ภายในอาคารได้ จากการสะท้อนรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ ดังรูป (แนวการสะท้อน B)



รูปที่ 5.2 แสดงลักษณะของช่องเปิดด้านบนที่ได้รับอิทธิพลจากแสงตรงจากดวงอาทิตย์

เมื่อเปรียบเทียบรูปแบบของแผงควบคุมทั้ง 4 แบบ จะพบว่า ปริมาณแสงภายในมีความแตกต่างกัน อาจแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มของ Sun Scatter กับ Double Sun Scatter จะมีความส่องสว่างสูงกว่ากลุ่มของ Overhang กับ Horizontal Blind เนื่องจากมุมการสะท้อนของแสงภายนอกที่สะท้อนเข้าสู่ภายในอาคารของแผงควบคุมแบบ Sun Scatter และ Double Sun Scatter มีมุมตกกระทบสูงกว่าในแบบของ Overhang และ Horizontal Blind ที่มีมุมตกกระทบต่ำกว่า เนื่องจากแสงที่ตกกระทบในมุมต่ำจะมีความเข้มน้อยกว่าแสงที่ตกกระทบในมุมสูง ดังรูป (แนวการสะท้อน B)

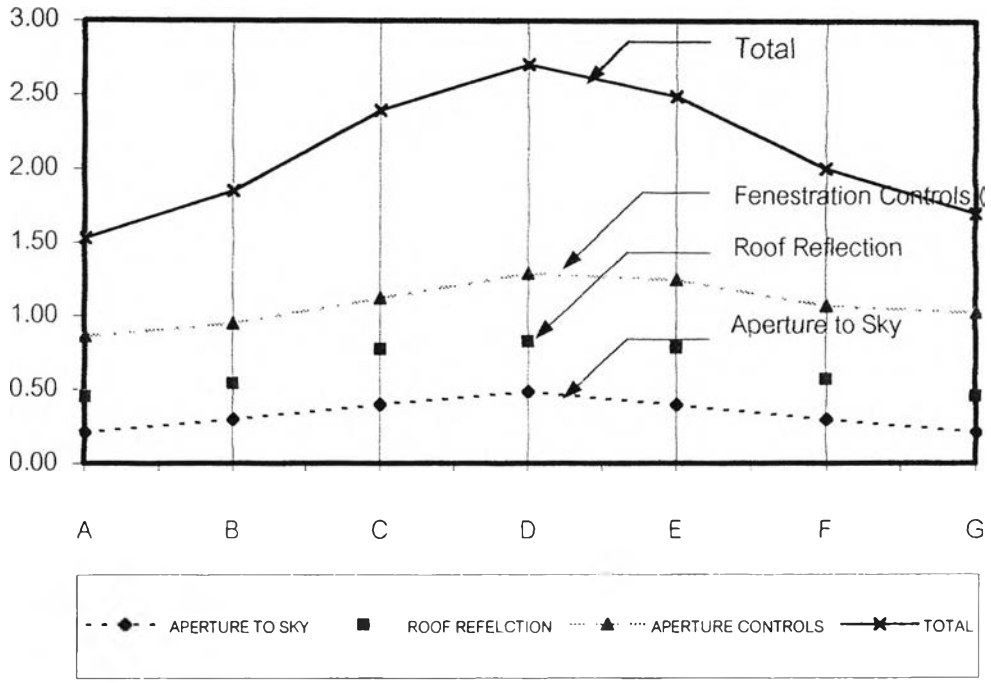


รูปที่ 5.3 แสดงลักษณะแสงธรรมชาติที่เข้าสู่อาคารผ่านแผงควบคุมช่องเปิดด้านบน

แต่ในขณะที่สภาพท้องฟ้าภายนอกมีเมฆปกคลุมมาก การเปิดช่องเปิดโดยไม่มีแผงควบคุมจะให้ปริมาณความส่องสว่างภายในสูงกว่า เนื่องจากตัวแผงควบคุมเองจะเป็นตัวไปปิดกั้นแสงสว่างภายนอกที่จะเข้าสู่ภายในตัวอาคาร ส่งผลให้ปริมาณแสงภายในลดลง แต่เมื่อพิจารณาถึงสภาพของท้องฟ้าส่วนใหญ่ของประเทศไทย จะมีลักษณะของท้องฟ้าที่ได้รับอิทธิพลจาก Direct Component สูงเกือบทั้งปี ดังนั้นรูปแบบการใช้แสงธรรมชาติผ่านแผงควบคุมช่องเปิดด้านบน จึงเป็นแนวทางที่เหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้กับงานสถาปัตยกรรมในเมืองร้อนที่มีอิทธิพลจากรังสีตรงของดวงอาทิตย์ (Direct Component) อย่างประเทศไทย

รูปแบบช่องเปิดด้านบนที่ให้ความสม่ำเสมอของแสงภายใน และมีค่าสัดส่วนของปริมาณความส่องสว่างภายในต่อภายนอกสูงสุด คือ รูปแบบช่องเปิดด้านบนที่มีแผงควบคุมแสงตรงของดวงอาทิตย์ในแนวตั้งแบบ Double Sun Scatter ปริมาณความส่องสว่างภายในเฉลี่ยตลอดทั้งวันได้รับอิทธิพลจาก 3 ปัจจัยหลัก ดังนี้ รังสีกระจายจากท้องฟ้า 20 % แสงสะท้อนจากหลังคา 35 % และ แสงสะท้อนจากแผงควบคุม 45 % ดังแสดงในแผนภูมิที่ 5.1 จะเห็นได้ว่า ประสิทธิภาพของแผงควบคุมในแนวตั้งนอกจากจะทำหน้าที่ในการป้องกันแสงตรงจากดวงอาทิตย์แล้วยัง

มีผลต่อความส่องสว่างภายในเกือบครึ่งหนึ่งของปริมาณความส่องสว่างที่ได้รับ ตัวแผงควบคุมในแนวตั้งเป็นส่วนที่ช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวในการสะท้อนแสงภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร แผงควบคุมจึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกรูปแบบหนึ่งในการออกแบบเพื่อนำแสงธรรมชาติผ่านทางช่องเปิดด้านบนมาใช้ภายในอาคาร



แผนภูมิที่ 5. 1 แสดงปริมาณความส่องสว่างภายในที่ได้รับจากองค์ประกอบแวดล้อมต่าง ๆ

ในเรื่องของความร้อนที่มาจากแสงธรรมชาติ สำหรับประเทศไทยเป็นเมืองในเขตร้อน และมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีสูงอยู่แล้ว ดังนั้นความร้อนดังกล่าวจึงไม่เป็นที่ต้องการของผู้ใช้อาคาร นอกจากจะลดความจ้าของแสงภายนอกในวันที่ท้องฟ้ามีความส่องสว่างสูงแล้ว แผงควบคุมดังกล่าวยังมีประสิทธิภาพในการช่วยลดอิทธิพลของความร้อน อันเนื่องมาจากรังสีตรงของดวงอาทิตย์อีกด้วย จากที่กล่าวไว้เบื้องต้น ผงควบคุมจะเป็นตัวเปลี่ยนรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ (Direct Beam) ให้กลายเป็นรังสีกระจาย (Diffuse Light) โดยในการเปลี่ยนรูปแบบของแสงดังกล่าวส่วนหนึ่งพลังงานจะดูดเปลี่ยนรูปไปในรูปของความร้อน ซึ่งทำให้ความร้อนที่จะเข้าสู่อาคารที่มาพร้อมกับแสงกระจาย (Diffuse Light) มีปริมาณน้อยลง เมื่อเทียบกับรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ (Direct Sunlight) ซึ่งทำให้แสงธรรมชาติที่ได้มีประสิทธิภาพในการนำมาใช้งาน

ดังนั้นในการใช้แสงธรรมชาติผ่านแผงควบคุมช่องเปิดด้านบนทั้ง 4 รูปแบบ จึงเป็นเทคนิคการให้แสงธรรมชาติที่มีความเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้งานจริงสำหรับประเทศไทย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการและข้อจำกัดต่าง ๆ ในการออกแบบ เช่น ความต้องการด้านปริมาณแสง หรือข้อจำกัดทางด้านงบประมาณ สำหรับการเลือกใช้รูปแบบแผงควบคุม เป็นต้น ในการวิจัยครั้งนี้จึงได้รวบรวมเอาเทคนิคต่าง ๆ ที่สามารถนำไปใช้ในการออกแบบให้แสงธรรมชาติผ่านแผงควบคุมช่องเปิดด้านบนอย่างง่าย ๆ ไว้ในรูปของ แผนภูมิ Monograph (แผนภูมิที่ 4.50-4.51) เพื่อง่ายต่อผู้ออกแบบ หรือบุคคลทั่วไปในการนำไปประยุกต์ใช้งานกับอาคารจริงต่อไป

5.1.2 ด้านคุณภาพของแสงธรรมชาติภายใน

การใช้แสงธรรมชาติเพื่อให้ความสว่างจากอาคาร นอกจากจะต้องมีปริมาณที่เพียงพอต่อการใช้งานแล้ว เรื่องของคุณภาพของแสงก็ยังเป็นอีกส่วนที่มีความสำคัญอย่างมาก ที่จะทำให้ผู้ใช้อาคารเกิดความสบายสายตา (Visual Comfort) ในการมองสิ่งต่าง ๆ ภายในอาคาร เมื่อพิจารณาในด้านต่าง ๆ พบว่า

- การควบคุมความแปรปรวนของสภาพท้องฟ้า

ในประเทศไทยซึ่งมีสภาพท้องฟ้าส่วนใหญ่ เป็นแบบที่มีเมฆปกคลุมบางส่วน (Partly Cloudy Sky) เป็นส่วนใหญ่ สภาพท้องฟ้าดังกล่าวมีความแปรปรวนอยู่ตลอดเวลา และมีปริมาณแสงแดดจัดตลอดปี ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญในการควบคุมคุณภาพของแสงธรรมชาติในการใช้งาน จากการศึกษารูปแบบช่องเปิดที่มีการใช้แผงควบคุมที่บริเวณช่องเปิดด้านบน คือ รูปแบบ Overhang, Horizontal Blind, Sun Scatter และ Double Sun Scatter พบว่า รูปแบบทั้ง 4 สามารถควบคุมความแปรปรวนของแสงภายใน ให้อยู่ในช่วงจำกัดได้ดีกว่ารูปแบบที่ไม่มีการใช้แผงควบคุม และอยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้มากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับกิจกรรมในพื้นที่นั้น ๆ

โดยการใช้แผงควบคุมสามารถลดความแปรปรวนของสภาพท้องฟ้า ได้จากการป้องกันอิทธิพลจากแสงตรงของดวงอาทิตย์ จนเหลือแต่แสงสะท้อนจากท้องฟ้า (Diffuse Light) ที่มีความสม่ำเสมอ และควบคุมได้ง่ายกว่าการนำแสงตรงจากดวงอาทิตย์มาใช้ภายในอาคาร ดังนั้นการใช้แผงควบคุมจึงเป็นรูปแบบที่มีประสิทธิภาพ ในการควบคุมคุณภาพของแสงธรรมชาติที่เข้าสู่ภายในอาคาร ในเรื่องของความแปรปรวน

- การควบคุมความจ้าของแสงบาดตา (Glare)

สภาพท้องฟ้าที่มีแสงแดดจ้ามากเกือบตลอดปีอย่างในประเทศไทย การนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ ควรคำนึงถึงประสิทธิภาพของสายตามนุษย์ ที่มีความสามารถในการรับความจ้าของแสงได้จำกัด กล่าวคือ หากปริมาณแสงมีความจ้ามากเกินไป ก็จะทำให้เกิดการระคายเคืองตาได้ ในการยอมรับความสว่างหรือความจ้าของแสงจะพบว่า ขึ้นอยู่กับทิศทางของมุมมองที่แสงสว่างนั้นจะเข้าสู่สายตา (Flynn, 1988) ถ้ามุมมองมีมุมเงยมากขึ้น สายตามนุษย์จะสามารถรับความจ้าของแสงได้มากขึ้น ตามมุมเงยที่มากขึ้น

ในมุมเงยสูงสุดที่ 90 % สายตาของมนุษย์ จะสามารถยอมรับความจ้าได้สูงสุด ดังนั้นในการใช้ช่องเปิดด้านบน ซึ่งเป็นช่องเปิดที่มีตำแหน่งอยู่เหนือศีรษะ จึงเป็นรูปแบบที่สามารถลดความระคายเคืองของสายตาได้อีกทางหนึ่ง นอกจากนี้ยังมีแผงควบคุมที่ให้แสงแบบกระจายเข้าสู่ภายในอาคาร และมีวัสดุผิวสะท้อนที่เป็นการสะท้อนแบบกระจาย จึงทำให้รูปแบบช่องเปิดด้านบนที่มีแผงควบคุม เป็นรูปแบบที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมความจ้าของแสงบาดตา (Glare) ได้

รูปแบบช่องเปิดด้านบนที่มีแผงควบคุม เป็นรูปแบบที่มีความสม่ำเสมอ (Uniformity) และมีความจ้า (Brightness) ที่สามารถควบคุมได้แล้ว ยังเป็นรูปแบบที่สามารถนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคารได้จากทุกทิศทาง ขึ้นอยู่กับสภาพที่ตั้งและความเหมาะสมในการใช้งาน

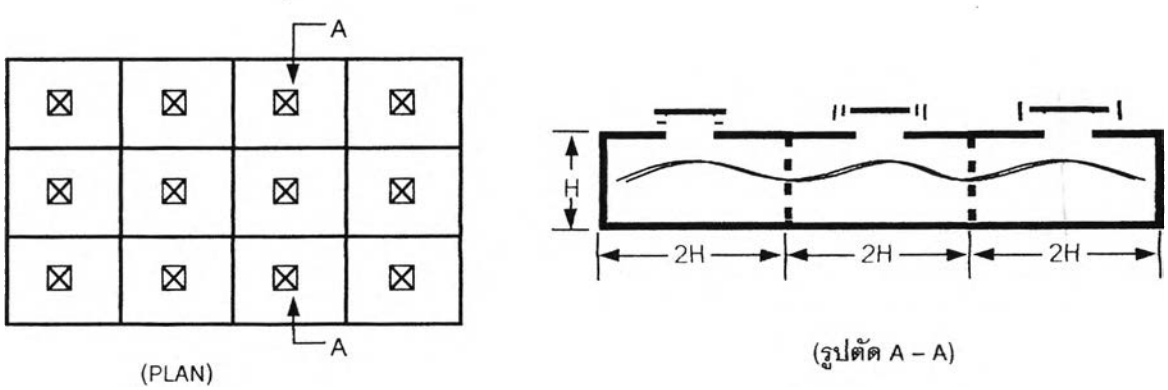
5.2 การประยุกต์ใช้ช่องเปิดด้านบน

รูปแบบช่องเปิดด้านบนที่มีแผงควบคุมทั้ง 4 แบบ จากการวิจัยพบว่า มีประสิทธิภาพในการให้ความส่องสว่างกับอาคาร และมีคุณภาพแสงที่สม่ำเสมอ ทำให้ผู้ใช้อาคารไม่ต้องปรับสายตามาก ดังนั้นหากสามารถนำรูปแบบทั้ง 4 แบบ มาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับประเภทของอาคารและกิจกรรมต่าง ๆ แล้ว ก็จะสามารถสร้างความสบายให้แก่สายตาผู้ใช้อาคารได้ โดยมีแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารทางสถาปัตยกรรมรูปแบบต่าง ๆ ได้ ดังนี้

5.2.1 การประยุกต์ใช้กับการออกแบบอาคาร

การใช้รูปแบบช่องเปิดด้านบน เป็นรูปแบบที่สามารถนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคารได้ ในทุก ๆ ตำแหน่งภายในอาคาร และสามารถนำแสงธรรมชาติเข้ามาได้ลึกกว่าการให้แสงจากทางด้านข้างของอาคาร สำหรับอาคารที่มีลักษณะของพื้นที่ภายในที่แสงธรรมชาติไม่สามารถเข้าถึง เช่น พื้นที่ที่อยู่ลึกจากกรอบอาคาร หรือช่องเปิดด้านข้าง การใช้ช่องเปิดด้านบนจะเป็นแนวทางที่เหมาะสมในการนำไปใช้ โดยพิจารณาร่วมกับองค์ประกอบในด้านต่าง ๆ ประกอบกัน เพื่อให้การใช้งานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

การประยุกต์ใช้กับอาคารที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่มาก ๆ เช่น อาคารที่พักผู้โดยสารของสนามบิน หรือโรงยิมเนเซี่ยม เป็นต้น ความต้องการปริมาณความส่องสว่างของอาคาร ก็จะมีเพิ่มตามขนาดของพื้นที่ การให้แสงธรรมชาติผ่านทางช่องเปิดด้านบนสำหรับพื้นที่ลักษณะดังกล่าว สามารถหาได้โดยการวางช่องเปิดในตำแหน่งต่าง ๆ ในลักษณะของ Module (ดังรูปที่ 5.4)

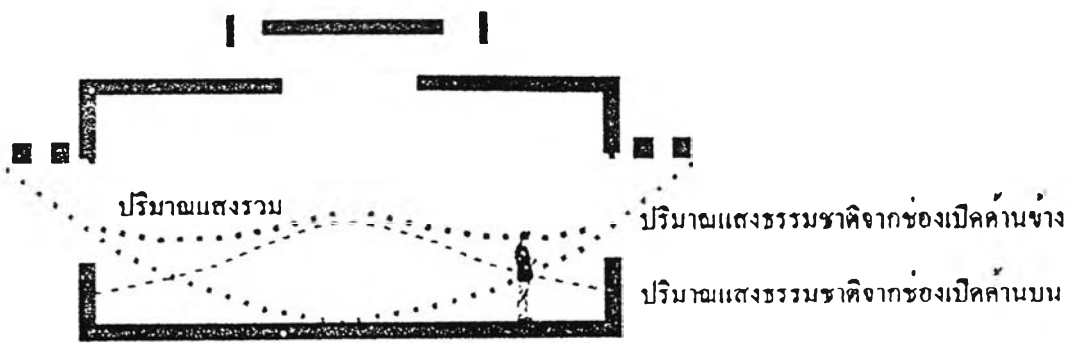


รูปที่ 5.4 แสดงการวางช่องเปิดในตำแหน่งต่าง ๆ ในลักษณะของ Module

จากรูปที่ 5.4 จะเป็นลักษณะของการนำช่องเปิดด้านบนตามสัดส่วน ความสูง : ความกว้าง = 1 : 2 (1 Module) มาวางเรียงต่อกันในระบบ Modular ที่สามารถปรับได้ตามลักษณะของพื้นที่อาคารต่าง ๆ จากรูปตัด A-A จะเห็นได้ว่าในช่วงรอยต่อระหว่าง Module ปริมาณแสงจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากเมื่อไม่มีผนังแสงที่ลงมาก็จะไม่มีการสะท้อนจากผนังไปยังพื้นที่บริเวณส่วนกลางของอาคาร แต่จะลงมาเพิ่มปริมาณให้กับพื้นที่ในบริเวณส่วนต่อระหว่าง Module แทน ในขณะที่ความส่องสว่าง ณ บริเวณกึ่งกลางของช่องเปิดก็จะลดลงเล็กน้อย และยังให้ความส่องสว่างภายในที่มีความสม่ำเสมอมากขึ้นอีกด้วย

5.2.2 การประยุกต์ใช้กับช่องเปิดด้านข้าง

การใช้ช่องเปิดด้านบนเพื่อให้ความส่องสว่างกับอาคารเพียงอย่างเดียว อาจทำให้ผู้ใช้อาคารต้องสูญเสียทัศนวิสัยในการมองออกไปภายนอกอาคาร ซึ่งเป็นข้อเสียเปรียบในการใช้ช่องแสงด้านบน ดังนั้นการนำแสงช่องเปิดด้านข้างมาใช้ร่วมกับช่องเปิดด้านบน จึงเป็นแนวทางที่เหมาะสมที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้แสงธรรมชาติภายในอาคาร นอกจากนี้การใช้ช่องเปิดทางด้านบนเพียงอย่างเดียว ลักษณะของการกระจายตัวของแสงภายในอาคาร จากการวิเคราะห์เบื้องต้นพบว่า ปริมาณความส่องสว่างจะมีปริมาณสูงสุดอยู่บริเวณกึ่งกลางห้อง และมีค่าลดต่ำลงไปเลย จนถึงบริเวณริมผนังห้องในทุก ๆ ด้าน (ดังรูปที่ 5.5)



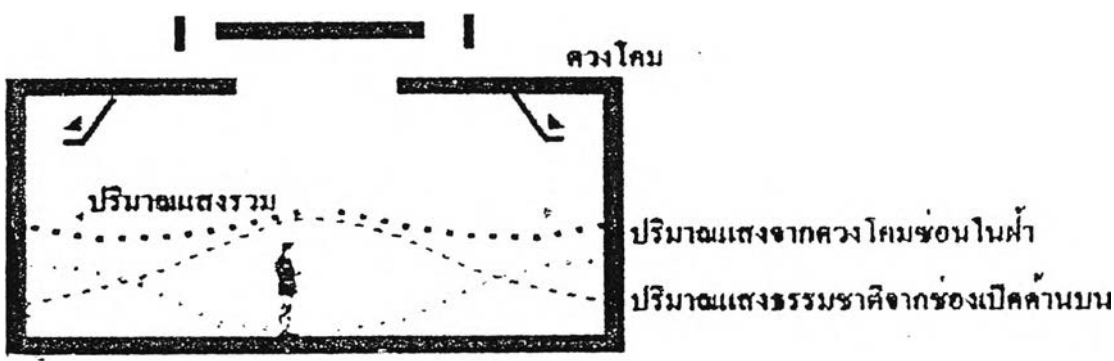
รูปที่ 5.5 แสดงการประยุกต์ใช้ช่องเปิดด้านบนร่วมกับช่องเปิดด้านข้าง

จากรูปที่ 5.5 เป็นการเพิ่มการใช้ช่องเปิดเพื่อนำแสงธรรมชาติเข้ามาทางด้านข้างของอาคาร นอกจากจะช่วยเพิ่มทัศนวิสัยภายนอกให้กับผู้ใช้อาคารแล้ว ปริมาณความส่องสว่างบริเวณริมผนังอาคาร ทำให้เกิดระดับความส่องสว่างของแสงภายในอาคารขึ้น อย่างไรก็ตามการกระจายตัวของแสงภายใน ขึ้นอยู่กับทิศทางของช่องแสงและความสามารถในการสะท้อนแสงเข้าสู่อาคาร ข้อคำนึงที่สำคัญอีกประการ สำหรับการใช้ช่องเปิดรับแสงด้านข้างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับการใช้แสงธรรมชาติภายในอาคาร จะเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของเปลือกอาคารที่จะนำความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร อันเป็นการเพิ่มภาระการทำความเย็นของอาคาร ดังนั้นในการออกแบบจึงควรจะพิจารณาเลือกใช้ในสัดส่วนที่จะก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการนำแสงธรรมชาติมาใช้ เพื่อการประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ภายในอาคาร

5.2.3 การประยุกต์ใช้กับไฟฟ้าแสงประดิษฐ์

ในกรณีที่ความส่องสว่างของแสงธรรมชาติภายนอก ไม่เพียงพอต่อการนำมาใช้งานภายในอาคาร เช่น ในสภาพท้องฟ้ามืดแบบมีเมฆปกคลุมทั้งท้องฟ้า (Cloudy Sky) จากการวิเคราะห์พบว่า ระดับความส่องสว่างภายในจะมีความสม่ำเสมอ แต่มีปริมาณความส่องสว่างค่อนข้างต่ำ และไม่เพียงพอต่อการทำกิจกรรมต่าง ๆ ภายในอาคาร ดังนั้นในช่วงวันที่มีสภาพท้องฟ้ามืด การใช้ไฟฟ้าแสงประดิษฐ์จึงเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยให้อาคารมีระดับความส่องสว่างเพียงพอต่อความต้องการใช้งาน โดยในการเลือกใช้รูปแบบของไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ ควรจะเลือกรูปแบบที่มีลักษณะการกระจายของแสง และสีของแสงจากไฟประดิษฐ์ มีลักษณะที่ใกล้เคียงกับแสงธรรมชาติมากที่สุด เพื่อให้เกิดความกลมกลืนของแสงทั้ง 2 ประเภท ในการให้ความส่องสว่างแก่อาคาร และทำให้ผู้ใช้อาคารมีความสบายในการมองเห็น (Visual Comfort) โดยลักษณะของแสงประดิษฐ์ที่จะนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับแสงธรรมชาติควรจะมีลักษณะ ดังนี้

- ไฟประดิษฐ์ที่ให้ความสว่างแบบแสงสะท้อน ทำให้มองไม่เห็นแหล่งกำเนิดแสง สามารถลดปัญหาเรื่องของความจ้า หรือแสงบาดตา (Glare) ได้
- ลักษณะของผิวสะท้อนของดวงโคมมีลักษณะเป็นผิวสะท้อน คือ ให้ค่าสะท้อนเป็นแบบกระจาย (Diffuser) แสงที่ได้จะมีลักษณะใกล้เคียงกับแสงธรรมชาติ ที่มาจากแสงกระจายจากท้องฟ้า
- สีของแสงที่เลือกใช้ควรเป็นแบบที่ให้แสงแบบ Daylight คือ ให้แสงของสีครบทั้ง 7 สี เช่นเดียวกับแสงธรรมชาติ



รูปที่ 5.6 แสดงลักษณะการติดตั้งไฟประดิษฐ์ภายในอาคาร

จากรูปที่ 5.6 ไฟประดิษฐ์ที่มีการให้แสงแบบส่องขึ้นและส่องลง แสงที่ส่องลงจะช่วยให้ความสว่างในบริเวณกลางห้อง ส่วนแสงที่ส่องจะเป็นส่วนที่ให้ความสว่างกับบริเวณขอบโดยรอบของห้อง โดยการสะท้อนจากฝ้าเพดาน เช่นเดียวกับลักษณะของแสงธรรมชาติที่เข้าสู่อาคารจากทางด้านบน และยังสามารปรับระดับความส่องสว่างได้ตามความต้องการ โดยใช้ตัว Dimener ควบคุม อย่างไรก็ตามการใช้ไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ จะมีพลังงานความร้อนปะปนมามากกว่าการใช้แสงกระจายจากธรรมชาติ และยังต้องเสียค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้าอีกด้วย

5.2.4 การลดอิทธิพลของแสงตรงจากดวงอาทิตย์โดยการใช้ม่านกรองแสง

ในช่วงเวลาที่ความส่องสว่างภายในมีค่าสูงเกินความต้องการ เช่น ในกรณีของรูปแบบช่องเปิดด้านบน ที่ทำการศึกษาพบว่า ในช่วงวันระดับความส่องสว่างที่ช่วงบ่ายประมาณเวลา 14.00 น. แสงภายในอาคารจะมีปริมาณค่าสูงสุด เนื่องจากอิทธิพลจากมุมแสงตรงของดวงอาทิตย์ที่กระทำต่อองค์ประกอบภายนอก มีมุมตกกระทบค่าน้อยที่สุด จึงทำให้ปริมาณแสงภายในช่วงเวลาดังกล่าวมีค่าสูงขึ้น จากอิทธิพลดังกล่าวหากผู้ออกแบบต้องการลดความแปรปรวนของปริมาณแสงที่เพิ่มขึ้น ก็สามารถให้ม่านที่มีคุณสมบัติในการป้องกันรังสีตรงของดวงอาทิตย์ หรือที่เรียกว่า ม่านกรองแสง ซึ่งมีลักษณะเป็นม่านที่มีการสานเส้นใยเป็นช่องตาข่าย มีความถี่ห่างขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ที่จะยอมให้แสงผ่าน (ดังตาราง) และสามารถใช้เป็นระบบอัตโนมัติควบคู่กับตัว Sensor ที่จะจับระดับความส่องสว่างที่เข้ามาภายในอาคาร เมื่อมีปริมาณตามที่ต้องการแล้ว ระบบก็จะทำการดึงม่านกรองแสงปิดบริเวณช่องเปิด เพื่อลดปริมาณแสงที่จะเข้าสู่อาคาร แต่ยังยอมให้แสงภายนอกบางส่วนผ่านเข้ามาภายในได้ ตามประสิทธิภาพของการกรองแสง

5.3 ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลของความส่องสว่างของแสงธรรมชาติ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลหาความสัมพันธ์ของปริมาณแสงธรรมชาติ ที่ผ่านแผงควบคุมช่องเปิดด้านบนเข้าสู่อาคาร ดังนั้นในการวิจัย นอกจากจะต้องมีความรู้และความเข้าใจเรื่องเกี่ยวกับแสงธรรมชาติ แล้วยังต้องทราบพฤติกรรมของแสงธรรมชาติ ที่ผ่านเข้ามาภายในอาคารในแต่ละรูปแบบ และตัวแปรที่มีผลอย่างละเอียด แต่เนื่องจากระยะเวลาในการศึกษาวิจัยที่มีจำกัด ทำให้เกิดข้อจำกัดและขอบเขตของการศึกษา ทำให้อาจขาดความครบถ้วนในแง่ของการนำไปใช้บางส่วน หรืออาจเกิดความคลาดเคลื่อนบางประการในการวิจัย ดังนั้นจึงมีข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยต่อไปดังนี้

5.3.1 ขอบเขตของการศึกษา

- ในการศึกษาครั้งนี้ มีขอบเขตของการศึกษาอยู่ที่รูปร่าง และสัดส่วนของอาคารที่ทำการศึกษาจำกัดที่รูปร่างพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัสและสัดส่วนอาคาร ความกว้าง : ความสูง = 1 : 2 ดังนั้นหากมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องดังกล่าว เพื่อขยายขอบเขตของการใช้งานของ Monograph ก็จะสามารถนำผลสรุปที่ได้ไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลายขึ้น

- ในการศึกษาครั้งนี้ ทำการศึกษาเฉพาะในเรื่องของแสงสว่างที่ได้จากธรรมชาติ โดยไม่ได้ทำการศึกษาในส่วนของปริมาณความร้อนที่ปะปนมากับแสงธรรมชาติ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ควรจะพิจารณาควบคู่ไปกับปริมาณแสงที่ได้ ผลกระทบในเรื่องของความร้อนที่มากับแสงธรรมชาติจึงเป็นเรื่องที่น่าจะทำการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

5.3.2 ความผิดพลาดที่อาจจะเกิดจากการศึกษาเนื่องจากข้อจำกัดของระยะเวลาและอุปกรณ์

- ความส่องสว่างของแสงธรรมชาติภายนอก จะขึ้นอยู่กับค่าความส่องสว่างภายนอกอาคาร จะมีอิทธิพลของสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องในอันที่จะเพิ่มหรือลดค่าความส่องสว่างภายใน เช่น ต้นไม้ หรืออาคารข้างเคียง ในการวิจัยครั้งนี้สถานที่เก็บข้อมูลอาจได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมโดยรอบ ซึ่งอาจก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลได้
- สภาพของท้องฟ้าที่ใช้ในการทดสอบเป็นสภาพท้องฟ้าจริง ซึ่งเป็นตัวแปรที่มีความแปรปรวนสูงและยากต่อการควบคุม และใช้ช่วงเวลาที่ทำการทดสอบ คือตั้งแต่ช่วงเดือนสิงหาคม-มีนาคม ลักษณะท้องฟ้าส่วนใหญ่อยู่ในช่วง Partly Cloudy Sky ถึง Clear Sky ดังนั้นในการวิจัยจึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้ทุก ๆ สภาพของท้องฟ้า ซึ่งอาจเป็นผลให้ข้อมูลบางส่วน เกิดความเอนเอียงและไม่สามารถใช้ได้กับสภาพท้องฟ้าในทุกสภาพ
- เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลมีค่าความคลาดเคลื่อนของตัวเอง ในขณะที่จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมืออื่นมาเป็นตัวอ่านค่าช่วยด้วย และอ่านค่าโดยผู้เก็บข้อมูล ซึ่งไม่สามารถจะอ่านค่าของข้อมูลได้ในเวลาที่พร้อมกัน ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้อาจจะมีค่าสูง ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปควรพิจารณาถึงการควบคุมความคลาดเคลื่อนของตัวอุปกรณ์เอง และควรพิจารณาการอ่านค่าของข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือ โดยอาศัยการอ่านค่าแบบอัตโนมัติ เช่น การอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการอ่านค่า
- ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้มาจากการทดสอบกับหุ่นจำลอง เพื่อนำมาเป็นตัวแทนอาคารจริง ดังนั้นอาจจะเกิดความคลาดเคลื่อนของปริมาณแสงที่วัดได้ อันเนื่องมาจากผิวและค่าสะท้อนแสงที่ใช้กับหุ่นจำลองกับอาคารจริง อาจมีความแตกต่างกันในความเป็นจริง