

## บทที่ 5

### บทสรุป และ ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยสามารถ สรุปอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อการใช้แสงธรรมชาติจากช่องเปิดด้านข้างด้วยเทคนิควิธีการในการนำแสงผ่านช่องเปิดที่สามารถนำแสงเข้าสู่ระนาบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังมีข้อเสนอแนะถึงแนวทางที่น่าจะมีการนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยนี้ไปศึกษาต่อไป

#### 5.1 บทสรุป

##### 5.1.1 ตัวแปร และ อิทธิพลของตัวแปร

จากการศึกษาตัวแปรทั้งหมด 13 ตัวแปร ได้แก่

- 1) สภาพท้องฟ้า (มีอิทธิพลเนื่องมาจากดวงอาทิตย์)
- 2) ตำแหน่งของดวงอาทิตย์
- 3) ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นภายนอก
- 4) ค่าสัดส่วนพื้นภายนอก (เป็นส่วนหนึ่งของตัวแปรค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นภายนอก)
- 5) ลักษณะพื้นผิวของพื้นภายนอก
- 6) ขนาดของช่องเปิด
- 7) ระดับของช่องเปิด
- 8) ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิวภายในห้อง
- 9) ลักษณะพื้นผิวของพื้นผิวภายในห้อง
- 10) ความกว้างของห้อง
- 11) ความลึกของห้อง
- 12) ความสูงฝ้าเพดานห้อง
- 13) รูปแบบการสะท้อนของพื้นผิวภายในห้อง (เป็นส่วนหนึ่งของค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิวภายในห้อง)

พบตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการใช้แสงธรรมชาติผ่านช่องเปิดด้านข้างน้อยมาก 2 ตัวแปร ได้แก่ ความกว้างของห้อง และ ความลึกของห้อง

ตัวแปรที่มีความสำคัญที่สุด ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิวภายในห้อง เนื่องจากเป็นตัวแปรที่สามารถทำให้แสงกระจายสู่ระนาบทำงานได้มากและยังเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรอีก 4 ตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นภายนอก ขนาดของช่องเปิด ลักษณะพื้นผิวของพื้นผิว

ภายในห้อง และ ความสูงฝ้าเพดานห้อง ซึ่งตัวแปรค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนของพื้นผิวภายในห้องยังมีค่ามากยิ่งทำให้ปริมาณแสง ณ.ระนาบทำงานภายในห้องมีค่ามาก การใช้ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงกับพื้นผิวภายในห้องในแต่ละระนาบขึ้นอยู่กับความสูงของเพดาน ห้องที่มีเพดานสูงควรให้ผนังห้องมีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงสูง ในขณะที่ห้องที่มีเพดานต่ำควรกำหนดให้มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงค่ามากในทุกระนาบ นอกจากนี้มีตัวแปรที่ไม่ขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิวภายในห้อง คือ ระดับของช่องเปิด ทั้งนี้ค่าสัมประสิทธิ์ของพื้นผิวภายในห้องเป็นตัวแปรที่สามารถทำให้ปริมาณแสง ณ.ระนาบทำงานภายในห้องมีค่ามากขึ้นได้เมื่อใช้ร่วมกับตัวแปรอื่นๆ

ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นภายนอกยังมีค่ามากจะยิ่งทำให้ปริมาณแสง ณ.ระนาบทำงานภายในห้องมีค่ามาก ทั้งนี้ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิวภายในห้องจะต้องมีค่ามากด้วยจึงจะมีผลค่าสัดส่วนพื้นภายนอกจะมีความสัมพันธ์กับตัวแปรระดับของช่องเปิด โดยยิ่งค่าสัดส่วนพื้นภายนอกมีค่ามากยิ่งทำให้ปริมาณแสง ณ.ระนาบทำงานมีค่ามาก ทั้งนี้พื้นภายนอกในส่วนที่อยู่ติดกับช่องต่ำจะมีอิทธิพลต่อแสง ณ.ระนาบทำงานภายในห้องมากที่สุด และเมื่อช่องเปิดอยู่สูงขึ้นไปอิทธิพลของพื้นภายนอกจะลดลง จะสังเกตได้จากยิ่งช่องเปิดสูงค่าสัดส่วนพื้นภายนอกยิ่งจะต้องมีค่ามากจึงจะมีอิทธิพลต่อปริมาณแสง ณ.ระนาบทำงานภายในห้อง

ขนาดของช่องเปิด ยิ่งมากจะทำให้เกิดปริมาณแสง ณ.ระนาบทำงานภายในห้องมาก โดยจะให้ปริมาณแสงบริเวณริมช่องเปิดมากและลดลงอย่างมากเมื่ออยู่ในตำแหน่งที่ลึกเข้าไปในห้อง โดยเมื่อค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิวภายในห้องมีค่าน้อย ขนาดช่องเปิดจะสามารถทำให้เกิดปริมาณแสง ณ.ระนาบทำงานภายในห้องมาก เฉพาะบริเวณริมช่องเปิดเท่านั้น

ความสูงฝ้าเพดานห้องมีอิทธิพลต่อปริมาณแสง ณ.ระนาบทำงานภายในห้องน้อยมาก ถ้าค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิวภายในห้องมีค่าน้อย โดยเพดานสูงอาจไม่ทำให้เกิดการสะท้อนแสงค่ามากเสมอไป ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับระดับของช่องเปิด ถ้าช่องเปิดอยู่ในระดับสายตา เพดานสูง 6 เมตร จะทำให้เกิดปริมาณแสง ณ.ระนาบทำงานภายในห้องมากที่สุด โดยความสูงฝ้าเพดานที่มากกว่านั้นจะทำให้เกิดปริมาณแสงที่ลดลงมา ในขณะที่ช่องเปิดในระดับอื่นๆ เพดานต่ำ (เพดานสูง 3 เมตร) จะทำให้เกิดปริมาณแสง ณ.ระนาบทำงานภายในห้องมากที่สุด

ระดับของช่องเปิดจะมีอิทธิพลต่อปริมาณแสง ณ.ระนาบทำงานภายในห้อง ถึงแม้ว่าค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิวภายในห้องมีค่าน้อย โดยระดับของช่องเปิดที่ทำให้เกิดแสง ณ.ระนาบทำงานภายในห้องค่ามาก ได้แก่ ช่องเปิดที่ทำให้เกิดมุมตกกระทบมากที่สุด ระหว่าง  $66^{\circ}$ - $84^{\circ}$  คือสูงจากพื้น 1.5-4.5 เมตร วัดที่ระดับกึ่งกลางของช่องเปิด

ตัวแปรลักษณะพื้นผิวมีอิทธิพลต่อปริมาณแสง ณ.ระนาบทำงานภายในห้อง เมื่อใช้พื้นผิวมันจะทำให้เกิดความสัมพันธ์ของตัวแปรที่แตกต่างจากความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เกิดขึ้นในพื้นที่พื้นผิวด้าน พื้นผิวด้านจะทำให้เกิดการสะท้อนแบบกระจายการกำหนดตัวแปรต่างๆขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของตัวแปรตั้งที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น ในขณะที่พื้นผิวมันจะทำให้เกิดการสะท้อนแบบกระจายอย่างมีทิศทาง การกำหนดตัวแปรที่เหมาะสม

กับพื้นผิวมันคือ การกำหนดทิศทางในการสะท้อนและตกกระทบลงสู่ระนาบทำงานให้ลึกที่สุด โดยเกิดการสะท้อนน้อยครั้งที่สุด ได้แก่ การใช้ช่องเปิดต่ำ อยู่ในทิศทางที่ได้รับอิทธิพลจากดวงอาทิตย์ทำมุมอัลติจูดต่อช่องเปิดต่ำ ค่าสัดส่วนพื้นภายนอกพอดีต่อการสะท้อนผ่านพื้นที่ช่องเปิด โดยค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นภายนอกไม่จำเป็นต้องมีค่ามาก แต่ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิวภายในห้องควรมีค่ามาก เพื่อช่วยในการกระจายแสงสู่ระนาบทำงานภายในห้อง

ตัวแปรที่ไม่สามารถกำหนดได้ คือ สภาพท้องฟ้า และ ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ จะขึ้นอยู่กับ การได้รับอิทธิพลแสงจากดวงอาทิตย์ กล่าวคือสภาพท้องฟ้าจะมีอิทธิพลก็ต่อเมื่อแสงโดยตรงจากดวงอาทิตย์ตกลงสู่พื้นภายนอกแล้วสะท้อนเข้าสู่ห้อง โดยสภาพท้องฟ้าต่างกันค่าความสว่างของแหล่งกำเนิดจะต่างกันด้วย ทำให้แสงสะท้อนที่ได้มีค่าต่างกัน ในขณะที่เมื่อดวงอาทิตย์ไม่ทำมุมต่อช่องเปิด ตำแหน่งของดวงอาทิตย์จะมีอิทธิพลต่อประมาณแสง ณ ระนาบทำงานภายในห้องน้อยมาก จะมีอิทธิพลมากเมื่อทำมุมอะซิมุทค่าน้อย และ มุมอัลติจูดค่ามากต่อช่องเปิด โดยเมื่อดวงอาทิตย์อยู่ในตำแหน่งที่มีมุมอัลติจูดค่าน้อยจะมีอิทธิพลมากเมื่อใช้ลักษณะพื้นผิวมัน และ ช่องเปิดต่ำ

### 5.1.2 รูปแบบการผสมผสานตัวแปร

จากความสัมพันธ์ของตัวแปรพบว่า รูปแบบการผสมผสานตัวแปร ขึ้นอยู่กับ กลุ่มตัวแปร 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ใช้การสะท้อนเป็นหลัก และ กลุ่มที่ใช้แสงจากท้องฟ้าโดยตรงเป็นหลัก ซึ่งจากการทำการศึกษาพบว่าอิทธิพลแสงจากท้องฟ้า และ อิทธิพลแสงสะท้อน จะมีค่ามากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับ ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นภายนอกและพื้นผิวภายในห้อง ระดับของช่องเปิด และ ความสูงเพดานห้อง

ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นภายนอกและพื้นผิวภายในค่ามาก ช่องเปิดอยู่ในระดับสายตาหรือช่องเปิดต่ำ ไซ่ร่วมกับ เพดานต่ำ ระนาบทำงานภายในห้องจะได้รับอิทธิพลแสงสะท้อนมากกว่าอิทธิพลแสงจากท้องฟ้า ทั้งนี้หมายความว่า ระนาบทำงานจะได้รับแสงสะท้อนในปริมาณมากกว่า 1 เท่า ของแสงจากท้องฟ้า เมื่อช่องเปิดอยู่ในระดับสูง เพดานสูง หรือ เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นภายนอกและพื้นผิวภายในห้องมีค่าน้อย ระนาบทำงานภายในห้องจะได้รับอิทธิพลแสงจากท้องฟ้ามากกว่าแสงสะท้อน โดยหากช่องเปิดอยู่ในระดับมีมุมตกกระทบมากที่สุด  $66-84^{\circ}$  (สูงจากพื้น 1.5-4.5 เมตร) จะได้รับอิทธิพลจากแสงจากท้องฟ้าที่เข้าสู่ระนาบทำงานโดยตรงค่ามากจนใกล้เคียงกับอิทธิพลแสงสะท้อนจากพื้นภายนอก ซึ่งเมื่อรวมกับอิทธิพลแสงสะท้อนที่เกิดจากแสงจากท้องฟ้าโดยตรงแล้ว จะพบว่าแสงจากท้องฟ้ามีอิทธิพลมากกว่าแสงสะท้อนจากพื้นภายนอกมาก

ดังนั้นรูปแบบการผสมผสานตัวแปรมี 2 ลักษณะ คือ การใช้แสงจากท้องฟ้าโดยการใช้ช่องเปิด 1.5-4.5 เมตรกับความสูงเพดานห้องที่มีค่ามาก โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิวภายในห้องค่ามากช่วยในการสะท้อนเพื่อช่วยกระจายแสงเข้าสู่ระนาบทำงาน และ การใช้แสงสะท้อนโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นภายนอกและพื้นผิวภายในค่ามาก ร่วมกับ ช่องเปิดระดับสายตาหรือช่องเปิดต่ำ เพดานต่ำ โดยใช้

ลักษณะพื้นผิวมันประกอบด้วยเพื่อเสริมจุดต่อ เมื่อมุมอัลติจูดของดวงอาทิตย์ มีค่าน้อย และเมื่อมีความจำเป็นต้องใช้ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงและค่าสัดส่วนของพื้นภายนอกค่าน้อย

ทั้งนี้การใช้แสงจากท้องฟ้าและแสงสะท้อนดังกล่าวยังสอดคล้องกับตำแหน่งของช่องเปิด กล่าวคือเมื่อดวงอาทิตย์อยู่ในตำแหน่งที่ทำมุมอัลติจูดต่อช่องเปิดค่าน้อย ระยะเวลาของอุปกรณ์บังแดดจะมีค่ามาก จึงได้รับอิทธิพลแสงจากท้องฟ้าน้อยลง การใช้แสงสะท้อนจึงมีความเหมาะสมเมื่อดวงอาทิตย์ทำมุมอัลติจูดกับช่องเปิดค่าน้อย ในขณะที่เมื่อดวงอาทิตย์ทำมุมอัลติจูดต่อช่องเปิดค่ามากทำให้อุปกรณ์บังแดดมีระย่นน้อย หรือเมื่อดวงอาทิตย์ไม่ทำมุมต่อช่องเปิดทำให้ไม่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์บังแดด ระบายทำงานได้รับอิทธิพลแสงจากท้องฟ้ามาก ยิ่งมีความเหมาะสมหากจะมีการใช้ช่องเปิดสูง เพื่อรับแสงจากท้องฟ้าเข้าสู่ระบายทำงาน ทั้งนี้กรณีที่ดวงอาทิตย์ทำมุมอัลติจูดค่ามากและ/หรือทำมุมอะซิมุทค่ามาก อาจสามารถใช้แสงสะท้อนเป็นผลดีได้เช่นกันเนื่องจากพื้นภายนอกมีอิทธิพลมาก แต่รูปแบบการสะท้อนที่ใช้ควรเป็นการสะท้อนแบบกระจายซึ่งเกิดจากพื้นผิวด้าน

### 5.1.3 แนวทางในการออกแบบใช้แสงธรรมชาติจากช่องเปิดด้านข้าง

โดยสรุปแล้วการนำแสงธรรมชาติจากช่องเปิดด้านข้างเข้ามาใช้ภายในอาคาร ควรคำนึงถึงตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่กระทำต่อระบายช่องเปิดก่อน กล่าวคือหากช่องเปิดอยู่ในทิศทางที่ดวงอาทิตย์ทำมุมอัลติจูดต่อช่องเปิดใกล้เคียง  $90^{\circ}$  หรือมากกว่า เช่น การเปิดช่องเปิดทางด้านทิศเหนือ ซึ่งอาจไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์บังแดดจึงสามารถรับแสงจากท้องฟ้าได้ในปริมาณมาก ควรใช้ช่องเปิดสูง 1.5-4.5 เมตร ถึงแม้ว่าการใช้ช่องเปิดสูงจะสามารถทำให้แสงจากท้องฟ้าตกลงสู่ระบายทำงานในปริมาณมากแต่การสะท้อนจากพื้นผิวภายในห้องมีความสำคัญในการกระจายแสงสู่ระบายทำงานการกำหนดให้พื้นผิวภายในห้องมีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงมากจึงเป็นผลดีต่อวิธีนี้ และหากปริมาณแสงยังไม่เพียงพอต่อความต้องการอาจใช้ตัวสะท้อนในลักษณะเดียวกับการใช้พื้นภายนอก แต่ด้วยข้อจำกัดของการใช้เทคนิคการสะท้อนจากพื้นภายนอก อาจทำให้ใช้การสะท้อนร่วมกับช่องเปิดสูงได้อย่างไม่มีประสิทธิภาพนัก นอกจากนี้สามารถเพิ่มขนาดของช่องเปิดเพื่อให้แสงจากท้องฟ้าเข้าสู่ระบายทำงานได้มากขึ้น โดยการใช้ช่องเปิดสูงนี้จะทำให้ปริมาณแสง ณ ระบายทำงานภายในห้อง บริเวณที่แสงตกลงสู่ กับ บริเวณหลังห้อง มีความแตกต่างกันมาก เมื่อห้องมีความลึกมาก ดังนั้นจึงเป็นวิธีที่ไม่เหมาะสมกับห้องที่มีความลึกมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิวภายในห้องมีค่าน้อย

เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ในตำแหน่งทำมุมอัลติจูดค่าน้อย และ มุมอะซิมุทค่ามาก ต่อช่องเปิด ดังที่เกิขึ้นกับการเปิดช่องเปิดในทิศใต้ ทิศตะวันออกและทิศตะวันตกในบางเวลา ควรใช้การสะท้อนจากพื้นผิวมัน สัดส่วนพื้นภายนอกมีระย่นเพียงพอที่จะเกิดการสะท้อนพอดีกับพื้นที่ช่องเปิดในมุมอัลติจูดน้อยที่สุด ช่องเปิดอยู่ในระดับต่ำ เพดานสูง (ขึ้นอยู่กับมุมของการสะท้อน)

เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ในตำแหน่งที่มีมุมอัลติจูดค่ามาก อะซิมุทค่าน้อย เช่นที่เกิดขึ้นกับการเปิดช่องเปิดในทิศใต้ ทิศตะวันออกและทิศตะวันตก ในบางเวลา หรือ เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ในตำแหน่งที่มีมุมอะซิมุทค่ามาก ทิศตะวันตก ควรใช้การสะท้อนจากพื้นด้าน พื้นผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงและสัดส่วนพื้นผิวกว้างมาก ใช้ช่องเปิดต่ำร่วมกับความสูงเพดานห้องต่ำ หรือช่องเปิดระดับสายตากับเพดานสูง (6 เมตร)

การสะท้อนโดยพื้นผิวมันและพื้นผิวด้านยังมีข้อด้อย คือ การใช้พื้นผิวมันจะใช้ได้ผลดีจำกัดเฉพาะช่วงเวลาที่ต้องอาทิตย์อยู่ตรงกับช่องเปิดในมุมอัลติจูดต่ำ เมื่อตำแหน่งของดวงอาทิตย์เปลี่ยนไปการสะท้อนจากพื้นผิวมันจะสามารถสะท้อนแสงได้น้อยลงมาก ในขณะที่การใช้พื้นผิวด้านจะต้องใช้ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงสูง และ สัดส่วนพื้นผิวนอกค่ามากจึงจะให้ผลดี ซึ่งเป็นไปได้ยากในเชิงปฏิบัติ ดังนั้นควรใช้ 2 วิธีร่วมกัน กล่าวคือ ใช้พื้นผิวมันร่วมกับพื้นผิวสีอ่อน เพื่อให้พื้นผิวมันสะท้อนในช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์ทำมุมอัลติจูด และ อะซิมุทค่าน้อย และ ให้สีอ่อนของวัสดุสะท้อนในช่วงเวลานอกเหนือจากนั้น ซึ่งเทคนิคการสะท้อนนี้จะสามารถทำให้แสงเข้าสู่ระนาบทำงานภายในห้องในตำแหน่งที่ลึก ทำให้ปริมาณแสงตลอดความลึกห้องมีค่าสม่ำเสมอกว่าการใช้ช่องเปิดสูง จึงเหมาะกับห้องที่มีความลึกมากกว่า แต่การใช้เทคนิคการสะท้อนยังมีข้อจำกัดด้านการดูแลรักษาเนื่องจากพื้นผิวมัน และ สีอ่อน ซึ่งจะมีประสิทธิภาพน้อยลงเมื่อเกิดความสกปรก อีกทั้งยังอาจทำให้เกิดการสะท้อนที่รบกวนการมองเห็นในบางเวลา และ การใช้ช่องเปิดต่ำ อาจจะมีประสิทธิภาพลดลงเมื่อมีการวางเครื่องเรือนภายในห้องด้วย

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

### 5.2.1 ข้อจำกัดในการวิจัย

ถึงแม้ว่าการวิจัยนี้ได้ผลตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ แต่ยังมีข้อบกพร่องซึ่งเกิดขึ้นจากข้อจำกัดดังต่อไปนี้

#### 1) ขนาดที่ทำการทดลอง กับ ขนาดที่ใช้งานจริง

ในการวิจัยนี้ได้มีการกำหนดค่าของตัวแปรโดยอาศัยหลักโมดูล เพื่อให้ค่าต่างๆเป็นสัดส่วนต่อกันง่ายต่อการเปรียบเทียบอ้างอิงต่อไป จึงอาจทำให้ค่าที่กำหนดขึ้นในการทดลองไม่ตรงกับค่าที่ใช้โดยทั่วไปในทุกๆตัวแปร แต่จะสามารถประมาณค่าที่ต้องการได้จากกราฟเส้นเชื่อมโยงจุดที่ได้ทำขึ้น

#### 2) การกำหนดขอบเขตการวิจัย

เนื่องจากตัวแปรมีจำนวนมาก และมีความหลายหลาย ทำให้การเสนอผลการวิจัยจำเป็นต้องมีการเลือกเฉพาะกรณีที่มีความสำคัญและมีความเชื่อมโยงไปถึงส่วนอื่นๆ

### ตำแหน่งดวงอาทิตย์

ทำการศึกษาเกี่ยวกับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ไม่ครบทุกมุมที่สามารถเกิดขึ้นได้ เนื่องจากนอกจากตำแหน่งของดวงอาทิตย์จะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาแล้ว รูปแบบการโคจรยังมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วย ซึ่งข้อมูลที่มีปริมาณมาก มีผลทำให้ไม่สามารถหาความสัมพันธ์ของตัวแปรตำแหน่งของดวงอาทิตย์กับทิศทางของช่องเปิดได้

### อุปกรณ์บังแดด ตัวสะท้อนแสง และ ความลาดเอียงของระนาบภายในห้อง

ได้เว้นการศึกษาตัวแปรอุปกรณ์บังแดดและตัวสะท้อนแบบต่างๆ และ ความลาดเอียงของระนาบภายในห้อง เนื่องจากเป็นตัวแปรในชั้นของการออกแบบที่จะมีความหลากหลายในเรื่องของรูปแบบ อุปกรณ์บังแดดที่ใช้ในการทดลองเป็นการบังแดดโดยบังเฉพาะจุดบังแสงตรงจากดวงอาทิตย์ไม่ให้เข้าสู่ระนาบทำงานภายในห้องในเวลาหนึ่งๆซึ่งเป็นกรณีที่ดีที่สุดในเชิงทฤษฎี ไม่สามารถใช้ได้จริง และได้ศึกษาแผงกันแดดแนวนอน (overhang) บางกรณี เพื่อการประยุกต์ใช้

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะมีการศึกษาตัวแปรไม่ครบทุกตัวแปร ทำให้ผลการวิจัยไม่สมบูรณ์นัก เนื่องจากยังมีข้อมูลไม่ครบ และความยากในการสรุปผลจากข้อมูลที่มีปริมาณมาก

อย่างไรก็ตามจากข้อบกพร่องของการวิจัยนี้ ได้เสนอแนะแนวทางในการศึกษาต่อเนื่องที่จะสามารถทำให้งานวิจัยนี้สมบูรณ์ขึ้น นอกจากนี้ยังได้เสนอแนวทางในการประยุกต์ใช้ในการออกแบบไว้พอสังเขป

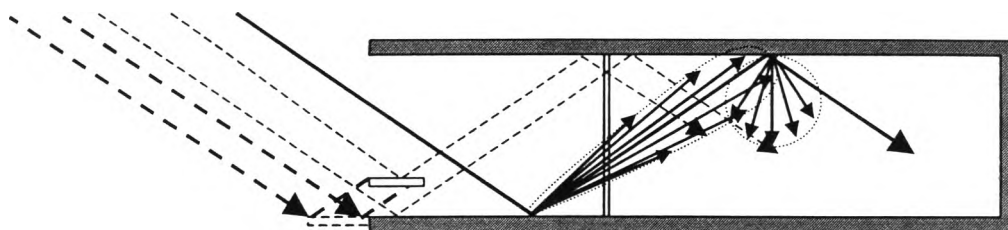
#### 5.2.2 แนวทางในการประยุกต์เพื่อใช้ในการออกแบบ

จากการวิจัย มีการกำหนดค่าของตัวแปรในการศึกษา โดยใช้ลักษณะพื้นฐาน ซึ่งไม่มีความหลากหลายในเรื่องของรูปแบบ และ ความยืดหยุ่นในการใช้งานจริง จึงมีข้อเสนอแนะในการประยุกต์ใช้ตัวแปรที่ทำการศึกษา เพื่อให้เกิดลักษณะที่เหมาะสมแก่การใช้งาน ดังต่อไปนี้

##### 1) การประยุกต์ค่าสัดส่วนพื้นภายนอก

การใช้พื้นภายนอกในเรื่องค่าสัดส่วนพื้นภายนอกมีข้อจำกัด คือ มีความจำเป็นต้องใช้ค่าสัดส่วนพื้นภายนอกค่ามากโดยเฉพาะเมื่อพื้นภายนอกมีลักษณะพื้นผิวด้าน หรือ เมื่อช่องเปิดไม่ใช่ช่องเปิดต่ำ ซึ่งมีขอบล่างติดกับพื้นภายนอก

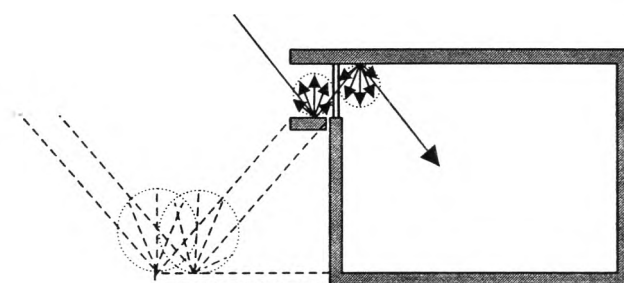
การใช้องค์ประกอบในแนวนอนในลักษณะของเครื่องเรือน ช่วยในการสะท้อนแสงสามารถลดค่า สัดสวนพื้นภายนอกให้มีค่าน้อยลงได้



ภาพที่ 5.1 แสดงการประยุกต์ใช้เทคนิคการสะท้อนแสงจากพื้นภายนอก โดยใช้ม้านั่งระเบียง

จากภาพที่ 5.1 จะเห็นได้ว่าเมื่อบังแสงจากดวงอาทิตย์ไม่ให้เข้าสู่ภายในห้องโดยตรงแล้ว ยังสามารถใช้แสงตรงดังกล่าวโดยการสะท้อนจากพื้นภายนอกเข้าสู่อาคาร แสงที่เข้าสู่อาคารจะมีปริมาณ ความร้อนน้อยลง โดยใช้ม้านั่งระเบียงช่วยในการสะท้อน ซึ่งจะเปรียบเสมือนค่าสัดสวนพื้นภายนอกที่ อยู่ในตำแหน่งที่ไกลออกไป ดังนั้นการออกแบบในลักษณะนี้นอกจากจะมีประโยชน์ด้านการใช้สอยแล้ว ยังสามารถลดค่าสัดสวนพื้นภายนอกให้มีค่าน้อยลง ทำให้ไม่สิ้นเปลืองพื้นที่อีกด้วย

ในกรณีช่องเปิดอยู่สูงจากพื้นสามารถใช้การประยุกต์หลักการของพื้นภายนอกในรูปแบบของหิ้ง สะท้อนแสง และรูปแบบประยุกต์อื่นๆ เพื่อเพิ่มปริมาณแสงที่จะเข้าสู่ภายในห้อง



ภาพที่ 5.2 ภาพแสดงการใช้ลักษณะประยุกต์ของการใช้พื้นภายนอกช่วยในการสะท้อนแสงสู่ช่องเปิดสูง  
(a) หิ้งสะท้อนแสง, (b) การร่นตำแหน่งของช่องเปิดเข้าไปในอาคาร

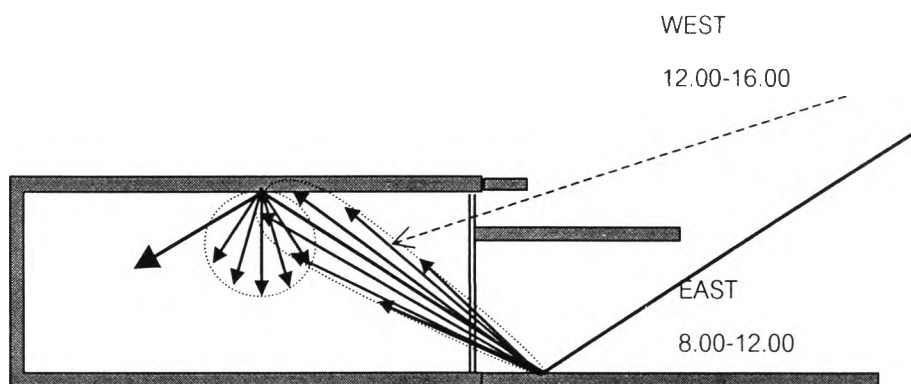
จากภาพที่ 5.2 จะเห็นได้ว่า หิ้งสะท้อนแสงเป็นลักษณะที่สามารถทำให้ใช้ค่าสัดสวนพื้นภายนอก ค่าน้อยลง โดยการใช้นั่งสะท้อนแสงมีส่วนช่วยเพิ่มแสงเข้าสู่ระนาบทำงานภายในห้องได้เพียงเล็กน้อย เนื่องจากมีค่าสัดสวนน้อย และ อยู่ในตำแหน่งที่ใกล้กับเพดานห้อง จึงทำให้เกิดการสะท้อนสู่เพดานห้อง ได้ไม่สิ้นนักเมื่อใช้กับช่องเปิดสูง อีกทั้งเมื่อหิ้งสะท้อนแสงอยู่ในตำแหน่งที่สูงยากต่อการบำรุงรักษา ความสะอาดซึ่งความสกปรกของหิ้งสะท้อนแสงมีผลทำให้แสงที่ตกลงสู่พื้นสะท้อนแสงสะท้อนแสงด้วย

ค่าที่ลดลง อีกทั้งการใช้หิ้งสะท้อนแสงร่วมกับอุปกรณ์บังแดดบางลักษณะอาจมีผลทำให้เกิดการสะสมความร้อนบริเวณริมช่องเปิดด้านนอกได้

## 2) การใช้ช่องเปิดในทิศตะวันออกและทิศตะวันตก

ช่องเปิดทิศตะวันออกและตะวันตกมีลักษณะเฉพาะ คือ ได้รับอิทธิพลแสงตรงจากดวงอาทิตย์เป็นเวลาครึ่งวันในเวลาเช้าและเย็น ตามลำดับ ซึ่งดวงอาทิตย์จะทำมุมกับช่องเปิดในทิศดังกล่าวในมุมอัลติจูดค่าน้อยถึง ประมาณ  $20^{\circ}$  (ศึกษาในเวลาทำงาน คือตั้งแต่ 8.00-16.00 น.) ทำให้ต้องมีอุปกรณ์บังแดดระยะยื่นมากกว่าในทิศทางอื่นๆ การใช้แสงธรรมชาติที่เหมาะสมกับช่องเปิดในทิศตะวันออกและทิศตะวันตกในเวลาที่ดินดวงอาทิตย์อยู่ในตำแหน่งที่มีมุมอัลติจูดค่าน้อย คือการใช้เทคนิคการสะท้อนโดยพื้นผิวมัน ซึ่งเมื่อดวงอาทิตย์ทำมุมกับช่องเปิดค่าที่มากขึ้น อาจใช้การสะท้อนแบบกระจายจากวัสดุสีอ่อนร่วมด้วย

เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ในตำแหน่งที่ไม่ทำมุมต่อช่องเปิด อาจต้องเลือกใช้ช่องเปิดสูงช่วยในการรับแสงจากท้องฟ้า ณ เวลานั้น

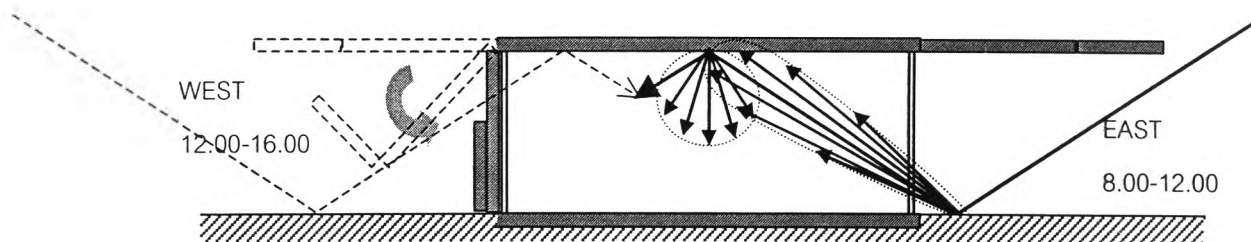


ภาพที่ 5.3 แสดงการใช้ช่องเปิดสูงร่วมกับการใช้เทคนิคการสะท้อนแสง  
เมื่อช่องเปิดอยู่ในทิศตะวันตก หรือ ทิศตะวันออก

ช่องเปิดสูงจะมีส่วนช่วยในการนำแสงจากท้องฟ้า ณ เวลาที่ดินดวงอาทิตย์ไม่ทำมุมกับช่องเปิด เข้าสู่ภายในห้อง แต่เนื่องจากช่องเปิดสูงดังกล่าวก็จำเป็นต้องมีอุปกรณ์บังแดดด้วย จึงทำให้สามารถรับแสงจากท้องฟ้าได้น้อยลง ทั้งนี้ยังสามารถใช้การสะท้อนแบบกระจายจากอุปกรณ์บังแดดด้านล่างในการสะท้อนแสงเข้าสู่ห้องโดยผ่านช่องเปิดสูงได้อีกทาง

อาจใช้ช่องเปิด 2 ทิศทาง ร่วมกัน โดยใช้ลักษณะการสับเปลี่ยนการใช้งานตามเวลาที่เหมาะสมหรือไม่ก็ได้ตามแต่ลักษณะการใช้งานของห้อง และ ความเพียงพอต่อความต้องการของแสงที่เกิดขึ้นจากช่องเปิดระนาบเดียว





ภาพที่ 5.4 ภาพการใช้ช่องเปิดในทิศตะวันออก และ ทิศตะวันตกพร้อมกัน

การใช้เทคนิคการสะท้อนโดยพื้นผิวมันในช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์ทำมุมอัลติจูดต่อช่องเปิดต่ำ ทำให้ปริมาณแสงค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดความลึกห้อง แต่ตำแหน่งของดวงอาทิตย์มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทำให้การใช้แสงสะท้อนในลักษณะดังกล่าวด้วยประสิทธิภาพไปในช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์ไม่ทำมุมต่อช่องเปิด ดังนั้นจึงอาจใช้เทคนิคนี้ใน 2 ทิศทางพร้อมกัน แต่ทั้งนี้การเปิดช่องเปิดมากกว่า 1 ด้านยังมีข้อจำกัดด้านการใช้งาน และการเปิดช่องเปิดมากจะทำให้ความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารได้มากขึ้น

### 5.2.3 การศึกษาต่อเนื่องจากงานวิจัยนี้

จากข้อจำกัดในการวิจัยที่ได้กล่าวมาแล้ว สามารถทำการศึกษาต่อเนื่องจากการวิจัยนี้ได้หลายแนวทาง

#### 1) การหาความสัมพันธ์ของตัวแปรในเชิงสถิติ

ข้อมูลดิบที่ได้จากการวิจัยนี้สามารถนำไปทำการศึกษาต่อเนื่องในเชิงสถิติ ที่ซับซ้อนมากขึ้นเพื่อสามารถทำนายค่าที่จะเกิดขึ้นกับตัวแปรต่างๆในค่าที่ไม่ได้ทำการทดลองได้แม่นยำและทำให้สามารถทำนายค่าได้ง่ายขึ้น ตัวอย่างที่เก็บได้ในการทดลองมีจำนวนมากพอที่จะหาความสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละตัวรวมถึงการแปลงค่าที่เกิดขึ้นกับตัวแปรเดียวกัน เช่น สามารถแปลงค่าเคยไลท์แฟคเตอร์ที่เกิดจากค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิวภายในห้อง 70% ไปเป็นค่าเคยไลท์แฟคเตอร์ที่เกิดจากค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิวภายในห้อง 50% ได้ ตามสมการความสัมพันธ์จากวิธีเกรสซัน (ภาคผนวก จ.) เป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง แต่ข้อมูลดังกล่าวยังไม่เพียงพอต่อการทำนายค่าความส่องสว่างที่ซับซ้อนกว่านั้น เช่น การทำนายค่าตัวแปรตัวหนึ่งจากตัวแปรอื่นๆ

#### 2) ปรับปรุงอุปกรณ์

เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ทำนายปริมาณแสงตามวิธีที่เลือกใช้เป็นเพียงอุปกรณ์เบื้องต้น เพื่อให้ในการทำนายค่าความส่องสว่างอย่างคร่าวเมื่อเลือกใช้วิธีการในการนำแสงธรรมชาติด้านข้างเข้าสู่อาคารแต่ละวิธี ซึ่งยังไม่สมบูรณ์นักควรมีการปรับปรุงให้ใช้งานได้ง่าย ครอบคลุม และแม่นยำขึ้น

### 3) ตัวแปรอื่นๆ

นอกจากตัวแปรที่ได้ศึกษามาแล้ว ยังมีตัวแปรที่ไม่ได้ทำการศึกษาอีก 2 ตัวแปร ซึ่งเป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเพิ่มเติม ได้แก่

#### ตำแหน่งของดวงอาทิตย์

ควรมีการศึกษาตำแหน่งของดวงอาทิตย์โดยเน้นศึกษามุมอัลติจูดและอะซิมูทที่สามารถเกิดขึ้นได้จริงทุกกรณี เพื่อทำการเทียบเคียงหาความสัมพันธ์กับทิศทางการเปิดช่องเปิด เพื่อถ่ายทอดผู้ออกแบบในการเลือกใช้ทิศทางของช่องเปิด

#### รูปแบบอุปกรณ์บังแดด และ ตัวสะท้อนแสง

รูปแบบอุปกรณ์บังแดด และ ตัวสะท้อนแสงจะเป็นตัวแปรที่มีความหลากหลาย ขึ้นอยู่กับการออกแบบ และมีผลต่อรูปลักษณะของอาคาร ทั้งยังขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่จะต้องทำการบังแสงโดยตรง หรือรับแสงเพื่อสะท้อนอีกด้วย

#### ลักษณะความลาดเอียงของพื้นผิวภายในห้อง

จากการศึกษารวบรวม พบว่าการออกแบบให้ระนาบภายในห้อง เช่น ผนัง และเพดานห้อง มีความลาดเอียงต่างกัน จะสามารถทำให้ เกิดรูปแบบแสงภายในห้องที่ต่างออกไป แต่อย่างไรก็ตาม เรื่องลักษณะความลาดเอียงของพื้นผิวภายในห้องนี้ยังเป็นเรื่องใหม่ ทั้งยังมีผลต่อการก่อสร้างจะบำรุงรักษา ทำให้ไม่เป็นที่นิยมนัก

ซึ่งตัวแปรทั้งสองนี้มีความเกี่ยวข้องกับรูปลักษณะภายในและภายนอกของอาคาร ซึ่งเกี่ยวข้องกับการออกแบบโดยตรง เมื่อเปรียบเทียบกับตัวแปรที่ได้ทำการศึกษาไปแล้วที่เป็นตัวแปรพื้นฐาน จึงเป็นที่น่าศึกษาต่อเป็นอย่างยิ่ง โดยเน้นในส่วนของ การออกแบบเป็นสำคัญ