

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัยในเรื่อง ระดับความสูง ระยะยื่นจากช่องเปิด รูปทรง และขนาด สัดส่วน ของหิ้งสะท้อนแสงภายนอก ความลึก และรูปทรงของหิ้งสะท้อนแสงภายใน และระยะ การติดตั้งของฝ้าเพดาน จึงทำการสรุปผลตามวัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้

1. ศึกษา ระดับความสูง ระยะยื่นจากช่องเปิด รูปทรง และขนาด สัดส่วนของหิ้งสะท้อนแสงภายนอก
2. ศึกษาความลึก และรูปทรงของหิ้งสะท้อนแสงภายใน
3. ศึกษา ระยะการติดตั้งของฝ้าเพดาน
4. ศึกษา รูปทรงและลักษณะการติดตั้งของหิ้งสะท้อนแสงภายนอก หิ้งสะท้อนแสงภายใน และฝ้าเพดานที่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้งานกับอาคารสำนักงานในเขตกรุงเทพมหานคร

### 5.1 ข้อสรุปผลการวิจัย

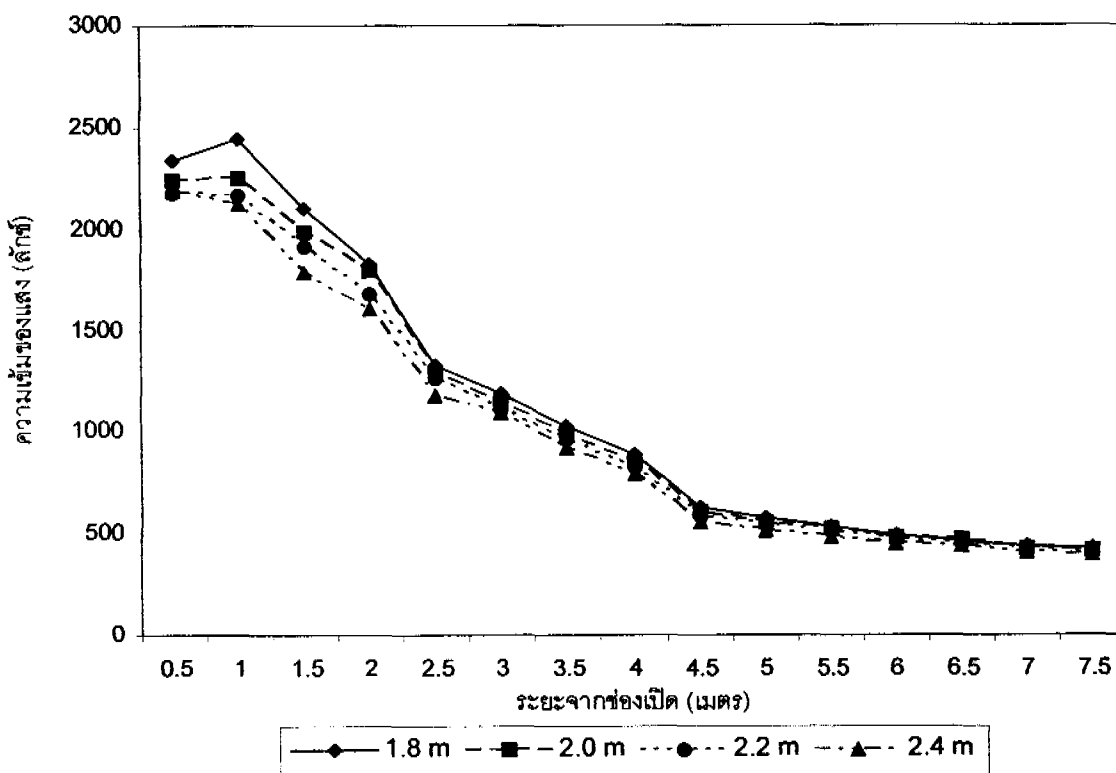
#### 5.1.1 ระดับความสูงของหิ้งสะท้อนแสงภายนอก

จากการศึกษาระดับความสูงของหิ้งสะท้อนแสงภายนอกที่ 2.4 2.2 2.0 และ 1.8 เมตร ซึ่งมีระยะต่างกันช่วงละ 20 เซนติเมตร พบว่า เมื่อระดับความสูงของหิ้งสะท้อนแสงลดต่ำลง จะส่งผลให้ความเข้มของแสงเพิ่มมากขึ้น กล่าวคือ ยิ่งติดตั้งที่ระดับความสูงที่ต่ำลง ปริมาณแสงที่เข้าสู่ภายในก็จะเพิ่มมากยิ่งขึ้น หากแต่จุดประสงค์ในการศึกษาระดับความสูงของหิ้งสะท้อนแสง คือ การหาระดับความสูงที่มีความเหมาะสมที่สุดในการป้องกันแสงแดดตรง และช่วยกระจายแสงเข้าสู่ส่วนลึกของอาคาร ซึ่งสามารถวัดได้จากคุณภาพของแสงที่เกิดขึ้น โดยการพิจารณาจากความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง ซึ่งพบว่า การติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงที่ระดับความสูง 2.2 เมตร จะมีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างเพิ่มขึ้นจากการติดตั้งที่ระดับความสูง 2.4 เมตร และหากติดตั้งที่ระดับความสูงที่ต่ำกว่า 2.2 เมตรลงมาแล้วก็จะส่งผลให้ค่าความสม่ำเสมอของความ

ส่องสว่างนั้นลดต่ำลงอีกด้วย ซึ่งหมายความว่า การติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงที่ระดับความสูง 2.2 เมตรจะส่งผลให้ความสม่ำเสมอของความส่องสว่างมีค่ามากที่สุด

ภาพที่ 5.1

ความเข้มของแสงที่ระยะต่าง ๆ จากช่องเปิด เฉลี่ยตลอดทั้งปี ของหิ้งสะท้อนแสงภายนอกที่มีระดับความสูงต่างกัน



และเนื่องจากผลที่ได้จากการศึกษาระดับความสูงของหิ้งสะท้อนแสงภายนอกนี้จะใช้ เป็นระดับความสูงเดียวกันกับระดับความสูงที่ใช้ในการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายในด้วย จึงต้อง คำนึงถึงปัจจัยทางด้านความสะดวกในการใช้งานของผู้ใช้อาคารหากมีการติดตั้งเข้ากับอาคารจริง ด้วย กล่าวคือ ควรเลือกติดตั้งที่ระดับความสูงที่อยู่สูงกว่าระดับสายตาและสูงกว่าระดับความสูง ของอุปกรณ์หรือเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้ในอาคารสำนักงาน อย่างเช่น ตู้เก็บเอกสารหรือผนังเบา เป็นต้น หากมีการติดตั้งที่ระดับความสูงที่ต่ำกว่านี้แล้วจะส่งผลให้พื้นที่ใกล้ช่องเปิดที่อยู่ใต้หิ้งสะท้อนแสง นั้นไม่สามารถใช้งานได้และเสียประโยชน์จากการใช้พื้นที่ส่วนนั้นไป รวมทั้งหากมีการติดตั้งที่ ระดับความสูงที่ต่ำเกินไป อาจจะทำให้เกิดความไม่สบายต่อสายของผู้ใช้อาคาร อันเนื่องมาจาก แสงสะท้อนจากหิ้งสะท้อนแสงที่อยู่ในระดับที่ต่ำเกินไปไม่เหมาะสม

เพื่อประโยชน์ต่อสุขภาพทางสายตาและต่อความสะดวกในการทำงาน จึงเสนอแนะว่าในการพิจารณาเลือกระดับความสูงในการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสง ควรเลือกติดตั้งที่ระดับความสูงที่อยู่เหนือระดับสายตาและอยู่เหนือระดับของเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้ในอาคารสำนักงาน คือ ที่ระดับความสูงที่ 2.0 – 2.4 เมตร และการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงที่ระดับความสูง 2.2 เมตร จะส่งผลให้แสงมีคุณภาพดีที่สุด

#### 5.1.2 ระยะยื่นจากช่องเปิดของหิ้งสะท้อนแสงภายนอก

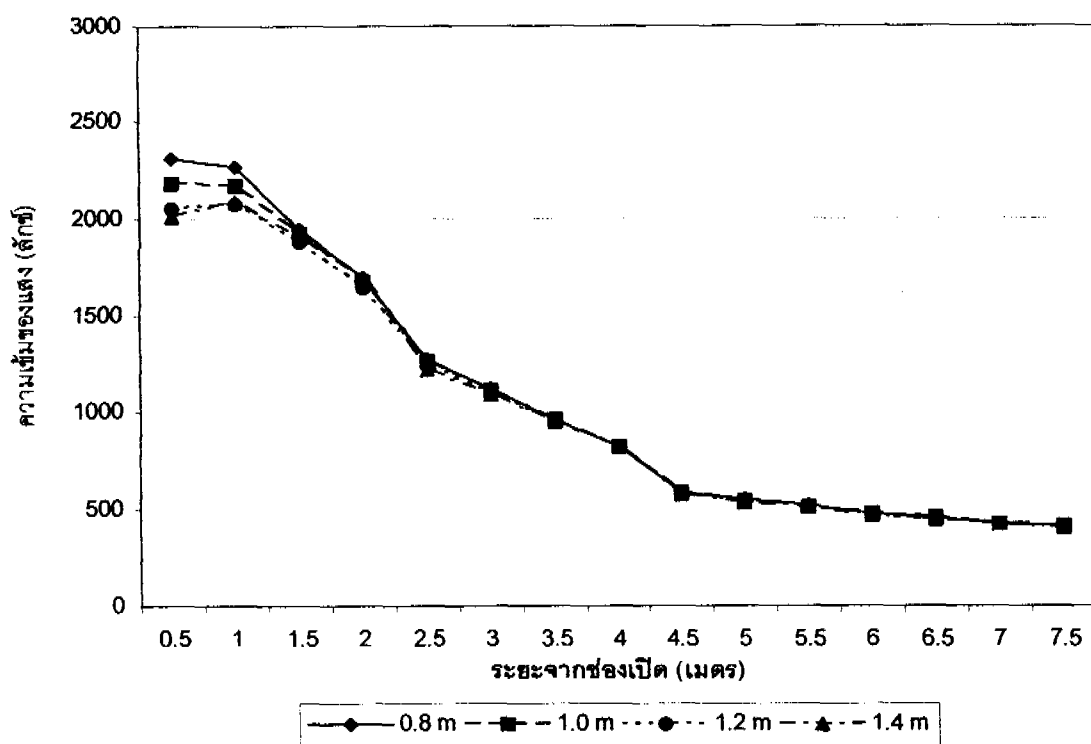
จากการศึกษาระยะยื่นจากช่องเปิดของหิ้งสะท้อนแสงภายนอกระหว่าง 0.8 1.0 1.2 และ 1.4 เมตร ซึ่งมีระยะต่างกันช่วงละ 20 เซนติเมตร พบว่า เมื่อระยะยื่นจากช่องเปิดของหิ้งสะท้อนแสงภายนอกเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ความเข้มของแสงลดน้อยลง กล่าวคือ ระยะที่ยื่นมากขึ้นจะเป็นส่วนที่บดบังปริมาณแสงที่เข้าสู่ภายในให้ลดน้อยลง หากแต่จุดประสงค์ในการศึกษาระยะยื่นของหิ้งสะท้อนแสงภายนอก คือ การหาระยะยื่นที่มีความเหมาะสมที่สุดในการป้องกันแสงแดดตรง และช่วยกระจายแสงเข้าสู่ส่วนลึกของอาคาร ซึ่งสามารถวัดได้จากคุณภาพของแสงที่เกิดขึ้น โดยการพิจารณาจากความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง ซึ่งพบว่า การติดตั้งที่ระยะยื่น 1.2 และ 1.4 เมตร จะส่งผลให้ความสม่ำเสมอของความส่องสว่างมีค่ามากที่สุด

และหากพิจารณาถึงปัจจัยด้านค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้ในการผลิตและก่อสร้างแล้ว การติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอกที่มีระยะยื่น 1.2 เมตร จะมีความเหมาะสมและสามารถลดต้นทุนที่ใช้ในการผลิตและก่อสร้างได้มากกว่าการติดตั้งที่ระยะยื่น 1.4 เมตร เนื่องจากขนาดของระยะยื่นที่ 1.2 เมตรนั้น จะเป็นขนาดเล็กกว่า สามารถผลิตในท้องตลาดได้ง่ายกว่า ช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายด้านการผลิต ดังนั้น การติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอกที่มีระยะยื่น 1.2 เมตรจะให้ความคุ้มค่ามากกว่าการติดตั้งที่ระยะยื่น 1.4 เมตร ในขณะที่คุณภาพของแสงเท่ากัน

อย่างไรก็ตาม ในการพิจารณาเลือกใช้ หากมีความต้องการที่จะลดค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการก่อสร้างให้มากกว่านี้แล้ว การติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอกที่มีระยะยื่น 1.0 เมตร ก็เป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายได้ จากการศึกษาการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอกที่ระยะยื่น 1.0 เมตร จะส่งผลให้ความสม่ำเสมอของความส่องสว่างมีค่าที่ใกล้เคียงกับการติดตั้งที่ระยะยื่น 1.2 เมตร ดังนั้น การติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอกที่ระยะยื่น 1.00 เมตรก็เป็นอีกทางเลือกที่ช่วยลดต้นทุนในการก่อสร้าง และเหมาะสำหรับการปรับใช้ในอาคารสูงที่ไม่ต้องการระยะยื่นที่มากเกินไปนัก

ภาพที่ 5.2

ความเข้มของแสงที่ระยะต่าง ๆ จากช่องเปิด เจลลี่ตลอดทั้งปี ของหิ้งสะท้อนแสงภายนอกที่มีระยะยื่นจากช่องเปิดต่างกัน



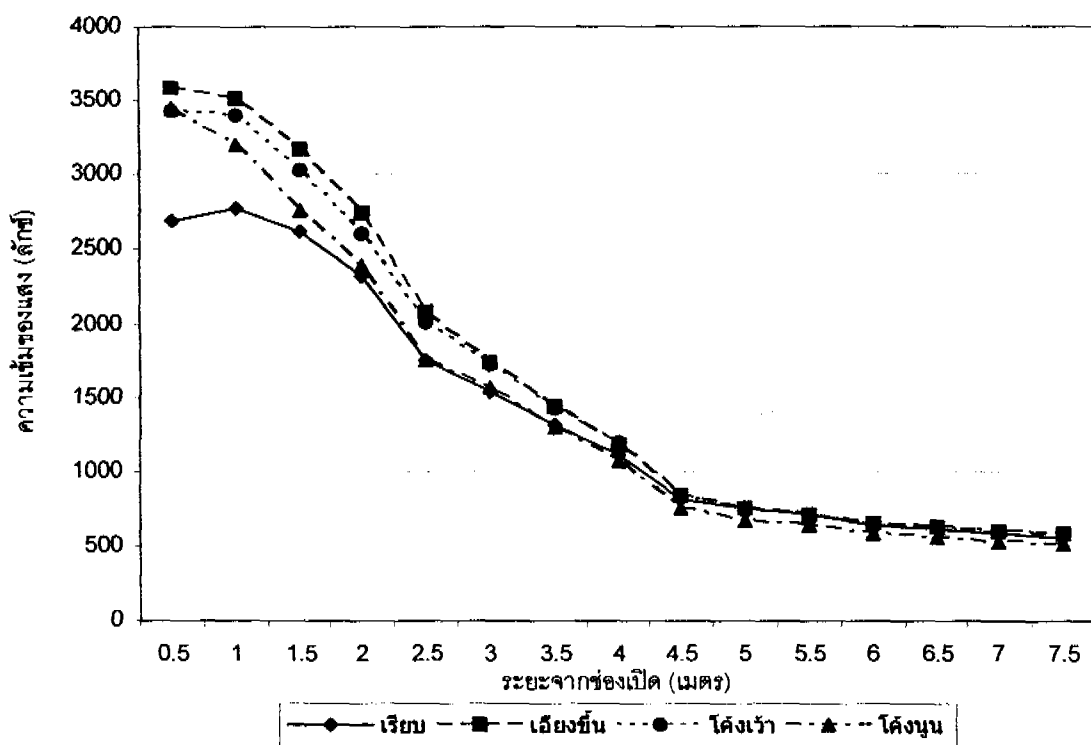
### 5.1.3 รูปทรงของหิ้งสะท้อนแสงภายนอก

จากการศึกษารูปทรงของหิ้งสะท้อนแสงภายนอก ระหว่าง แบบเรียบ แบบเอียงขึ้น 30 องศา แบบโค้งเว้า และแบบโค้งนูน พบว่าในแต่ละช่วงเวลา หิ้งสะท้อนแสงภายนอกแต่ละรูปทรง จะมีประสิทธิภาพการให้แสงธรรมชาติที่แตกต่างกัน

โดยในวันที่ 21 ธันวาคม ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์อ้อมได้ดีที่สุดในรอบปีและทำมุมต่ำกับผนังด้านทิศใต้นั้น พบว่า รูปทรงแบบเรียบจะมีประสิทธิภาพการให้แสงธรรมชาติที่ดีที่สุด เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ดีในการป้องกันแสงแดดตรง คือ สามารถลดปริมาณแสงแดดตรงได้มากที่สุด ส่งผลให้คุณภาพของแสงดีที่สุด ตามด้วยรูปทรงแบบโค้งเว้า แบบเอียงขึ้น 30 องศาและแบบโค้งนูน ซึ่งทั้ง 3 รูปทรงนั้นมีคุณภาพของแสงที่ใกล้เคียงกัน แต่รูปทรงแบบโค้งเว้าและแบบเอียงขึ้น 30 องศา จะมีคุณสมบัติในการกระจายแสงเข้าสู่ส่วนลึกของอาคาร โดยที่รูปทรงแบบเรียบและแบบโค้งนูนนั้นไม่มี

ภาพที่ 5.3

ความเข้มของแสงที่ระยะต่าง ๆ จากช่องเปิด เจลลี่ทั้งวัน ในวันที่ 21 ธันวาคม  
ของห้องสะท้อนแสงภายนอกที่มีรูปทรงต่างกัน



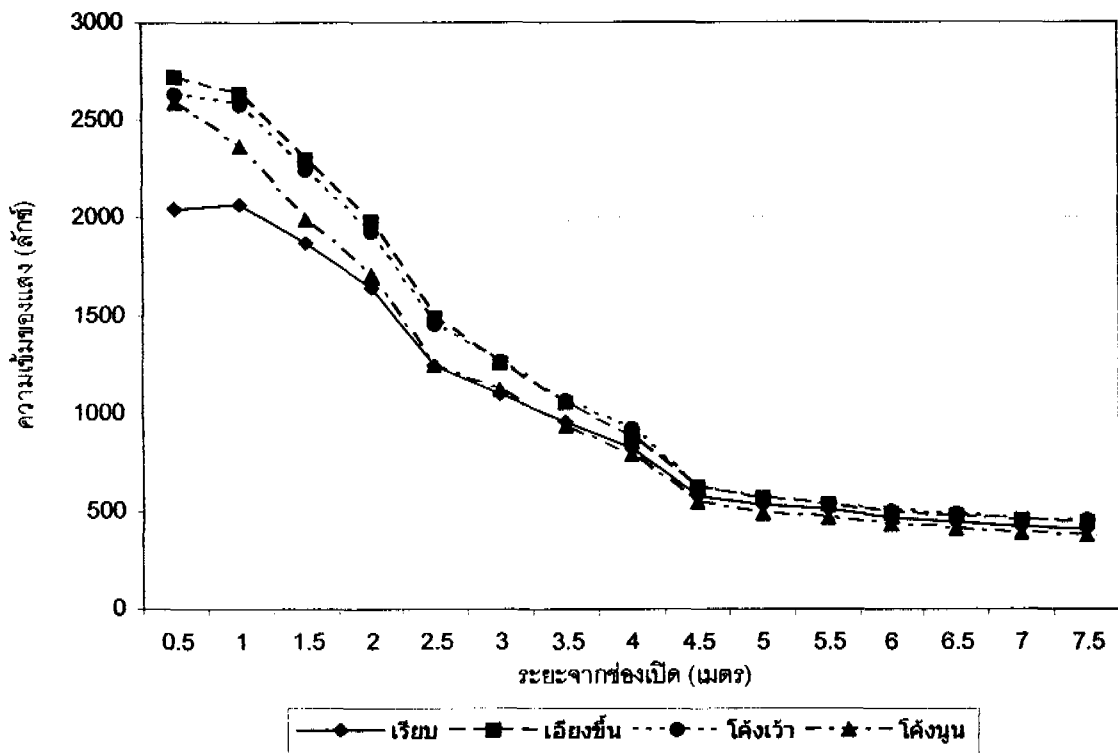
ในวันที่ 21 มีนาคมและ 21 กันยายน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์อยู่ในตำแหน่งเหนือหัวหรือทำมุมสูงกับผนังด้านทิศใต้นั้น พบว่า รูปทรงแบบเรียบ แบบโค้งเว้าและแบบเอียงขึ้น 30 องศา จะมีประสิทธิภาพการให้แสงธรรมชาติได้ดีใกล้เคียงกัน คือ มีคุณภาพของแสงที่ใกล้เคียงกัน โดยที่รูปทรงแบบเรียบนั้นจะสามารถลดปริมาณแสงแดดตรงได้มากที่สุด ส่วนรูปทรงแบบโค้งเว้าและแบบเอียงขึ้น 30 องศา นั้นจะมีคุณสมบัติในการกระจายแสงเข้าสู่ส่วนลึกของอาคาร คือ สามารถเพิ่มปริมาณแสงที่ส่วนลึกของอาคารได้ขณะที่รูปทรงแบบเรียบและแบบโค้งนูนนั้นไม่สามารถทำได้ ส่วนรูปทรงที่ส่งผลให้คุณภาพของแสงดีขึ้นน้อยที่สุดก็คือรูปทรงแบบโค้งนูน

ในวันที่ 21 มิถุนายน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์อ้อมเหนือที่สุดในรอบปีและแสงที่ผนังด้านทิศใต้ได้รับโดยมากจะเป็นแสงกระจายจากท้องฟ้า นั้น พบว่า รูปทรงแบบโค้งเว้าจะมีประสิทธิภาพการให้แสงธรรมชาติที่ดีที่สุด เนื่องจากมีคุณสมบัติในการกระจายแสงเข้าสู่ส่วนลึกของอาคาร คือ สามารถเพิ่มปริมาณแสงที่ส่วนลึกของอาคารได้มากที่สุด ส่งผลให้คุณภาพของแสงดีที่สุด ตามด้วย รูปทรงแบบเอียงขึ้น 30 องศา แบบเรียบและแบบโค้งนูน ซึ่งรูปทรงแบบเอียงขึ้น

30 องศา นั้นจะมีคุณภาพของแสงที่ใกล้เคียงกับรูปทรงแบบโค้งเว้า เนื่องจากมีคุณสมบัติในการกระจายแสงเข้าสู่ส่วนลึกของอาคารได้เช่นกัน

ภาพที่ 5.4

ความเข้มของแสงที่ระยะต่าง ๆ จากช่องเปิด เฉลี่ยทั้งวัน ในวันที่ 21 มีนาคม และ 21 กันยายน ของห้องสะท้อนแสงภายนอกที่มีรูปทรงต่างกัน



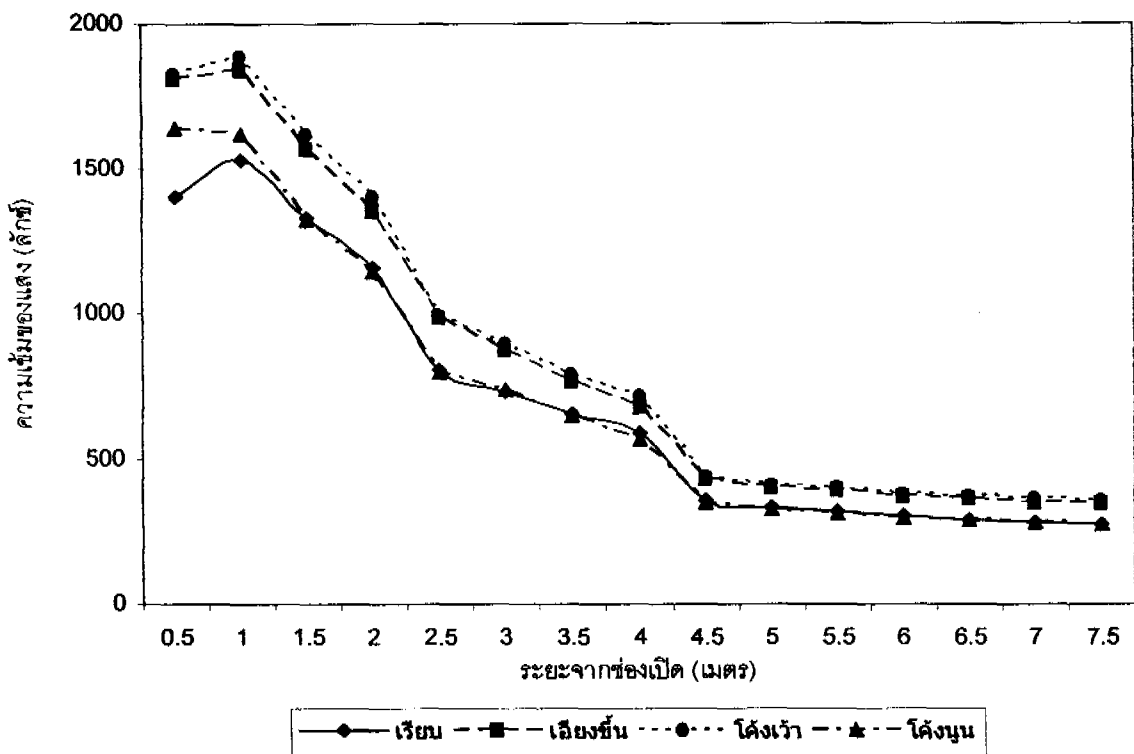
และหากพิจารณาคุณภาพของแสงจากการเฉลี่ยทุกช่วงเวลาแล้ว พบว่า การติดตั้งห้องสะท้อนแสงภายนอกรูปทรงแบบโค้งเว้า นั้นจะส่งผลให้แสงมีคุณภาพดีที่สุด ใกล้เคียงกับรูปทรงแบบเรียบ คือ แตกต่างกันประมาณ 1% ตามด้วยแบบเอียงขึ้น 30 องศา และแบบโค้งนูน ตามลำดับ

สรุป จากการศึกษา รูปทรงของห้องสะท้อนแสงภายนอก ระหว่างแบบเรียบ แบบเอียงขึ้น 30 องศา แบบโค้งเว้า และแบบโค้งนูนแล้ว พบว่า รูปทรงแบบเรียบมีคุณสมบัติในการป้องกันแสงแดดตรงได้ดีที่สุด คือ สามารถลดปริมาณแสงแดดตรงได้มากที่สุดในทุกช่วงเวลาที่ได้ทำการศึกษา แต่ไม่มีคุณสมบัติในการกระจายแสงเข้าสู่ส่วนลึกของอาคาร สามารถใช้งานได้ดีที่สุดในช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์อ้อมได้ ต่างจากรูปทรงแบบโค้งเว้าที่มีคุณสมบัติในการกระจายแสงเข้าสู่ส่วนลึกของอาคารได้ดีที่สุด คือสามารถ

เพิ่มปริมาณแสงที่สวนลิกของอาคารได้มากที่สุดจากการเจดีย์ทุกช่วงเวลา และสามารถใช้งานได้ดีที่สุดในช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์อ้อมเหนือ แม้ว่ารูปทรงแบบโค้งเว้านั้นจะมีคุณสมบัติในการป้องกันแสงแดดตรงได้ไม่ดีเท่ารูปทรงแบบเรียบ แต่คุณภาพของแสงที่เกิดขึ้นนั้นก็ดีกว่าแบบเรียบจากการเจดีย์ทุกช่วงเวลา

ภาพที่ 5.5

ความเข้มของแสงที่ระยะต่าง ๆ จากช่องเปิด เจดีย์ทั้งวัน ในวันที่ 21 มิถุนายน  
ของหึ่งสะท้อนแสงภายนอกที่มีรูปทรงต่างกัน



อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาถึงปัจจัยทางด้านความยากง่ายในการผลิตและติดตั้งแล้ว การติดตั้งหึ่งสะท้อนแสงภายนอกที่มีรูปทรงแบบเรียบ ก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่มีความเหมาะสม เนื่องจากมีความง่ายและสะดวกในการผลิตและก่อสร้างมากกว่า โดยที่ให้ความสม่ำเสมอของความส่องสว่างใกล้เคียงกัน

#### 5.1.4 ขนาดสัดส่วนของหึ่งสะท้อนแสงภายนอกแบบโค้งเว้า

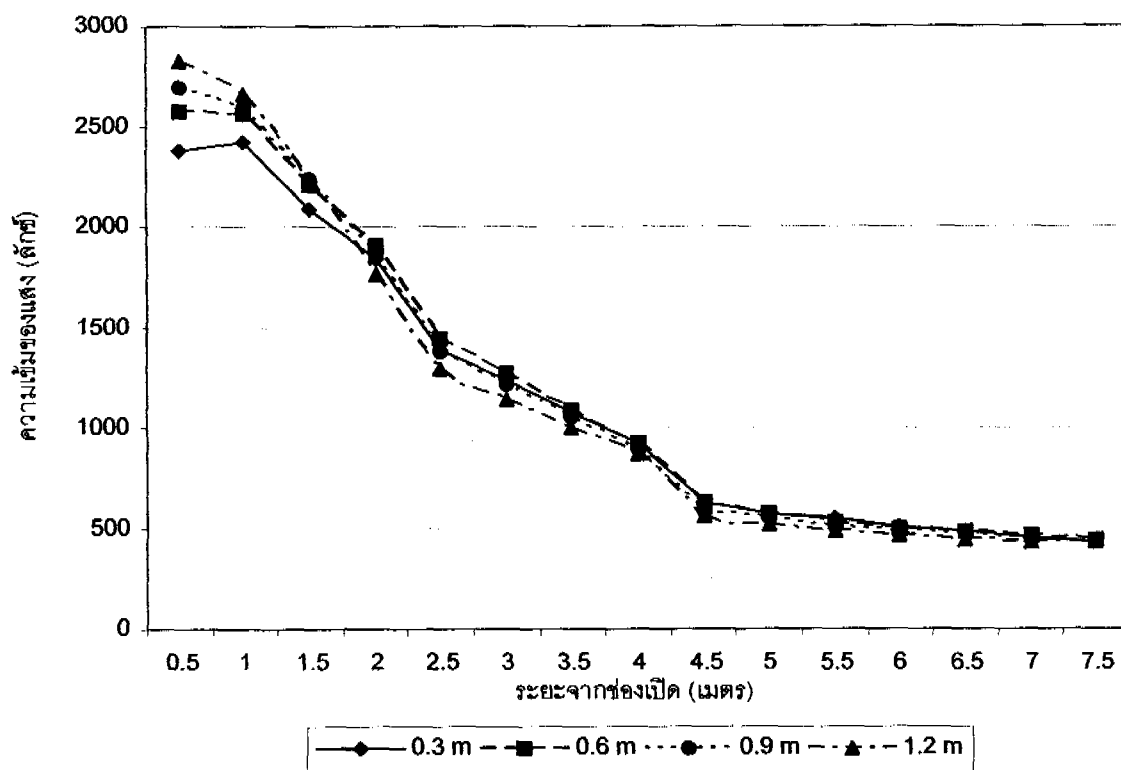
จากการศึกษาขนาดสัดส่วนของหึ่งสะท้อนแสงภายนอกแบบโค้งเว้า ระหว่าง 1 : 4 2 : 4 3 : 4 และ 4 : 4 ซึ่งมีระยะดิ่งต่างกันช่วงละ 30 เซนติเมตร พบว่าในแต่ละช่วงเวลา หึ่งสะท้อนแสงภายนอกแต่ละรูปทรงจะมีประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติที่แตกต่างกัน

โดยในวันที่ 21 ธันวาคม ขนาดสัดส่วนของหึ่งสะท้อนแสงภายนอกแบบโค้งเว้าที่ 1 : 4 (มีระยะดิ่ง 0.3 เมตร) จะมีประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติที่ดีที่สุด คือมีคุณภาพของแสงดีที่สุดตามด้วยหึ่งสะท้อนแสงภายนอกแบบโค้งเว้าที่มีขนาดสัดส่วน 2 : 4 3 : 4 และ 4 : 4 ตามลำดับ

ในวันที่ 21 มีนาคมและ 21 กันยายน ขนาดสัดส่วนของหึ่งสะท้อนแสงภายนอกแบบโค้งเว้าที่ 1 : 4 2 : 4 3 : 4 และ 4 : 4 จะมีประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติได้ใกล้เคียงกัน แต่ขนาดสัดส่วนที่มีประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติได้ดีที่สุด อยู่ระหว่าง 2 : 4 กับ 3 : 4 เนื่องจากส่งผลให้คุณภาพของแสงดีที่สุด หรือความสม่ำเสมอของความส่องสว่างมีค่ามากที่สุดนั่นเอง

ภาพที่ 5.6

ความเข้มของแสงที่ระยะต่าง ๆ จากช่องเปิด เฉลี่ยตลอดทั้งปี ของหึ่งสะท้อนแสงภายนอกแบบโค้งเว้าที่มีระยะดิ่งต่างกัน





ในวันที่ 21 มิถุนายน ขนาดสัดส่วนของห้องสะท้อนแสงภายนอกแบบโค้งเว้าที่ 4 : 4 (มีระยะตั้ง 1.2 เมตร) จะมีประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติที่ดีที่สุด คือมีคุณภาพของแสงดีที่สุดตามด้วยห้องสะท้อนแสงภายนอกแบบโค้งเว้าที่มีขนาดสัดส่วน 3 : 4 2 : 4 และ 1 : 4 ตามลำดับ

สำหรับการนำไปใช้ เสนอแนะว่า ควรเลือกติดตั้งห้องสะท้อนแสงภายนอกที่มีขนาดสัดส่วนที่สามารถใช้งานได้ดีในทุกช่วงเวลา และจากการศึกษาในแต่ละช่วงเวลา พบว่า ขนาดที่สามารถใช้งานได้ดี ทั้งในวันที่ 21 ธันวาคม 21 มีนาคม 21 กันยายน และ 21 มิถุนายน คือขนาดสัดส่วนที่ 2 : 4 และ 3 : 4 (มีระยะตั้ง 0.6 และ 0.9 เมตร ตามลำดับ) แต่หากพิจารณาผลที่ได้จากการศึกษารูปทรงของห้องสะท้อนแสงภายนอกพร้อมด้วยแล้ว จะพบว่าคุณภาพของแสงที่ได้จากการติดตั้งห้องสะท้อนแสงภายนอกแบบโค้งเว้าจากการศึกษาเรื่องรูปทรง (มีระยะตั้งที่ 0.685 เมตร หรือมีขนาดสัดส่วน 2.3 : 4) นั้นดีกว่า คือการติดตั้งห้องสะท้อนแสงภายนอกแบบโค้งเว้าที่มีขนาดสัดส่วน 2.3 : 4 (มีระยะตั้งที่ 0.685 เมตร) จะส่งผลให้ค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างมีค่ามากกว่าการติดตั้งห้องสะท้อนแสงที่มีขนาดสัดส่วน 2 : 4 และ 3 : 4

ดังนั้น จากการศึกษาขนาดสัดส่วนของห้องสะท้อนแสงภายนอกแบบโค้งเว้าสามารถสรุปได้ว่า การติดตั้งห้องสะท้อนแสงภายนอกแบบโค้งเว้าที่มีขนาดสัดส่วน 2.3 : 4 (มีระยะตั้งที่ 0.685 เมตร) จะส่งผลให้คุณภาพของแสงนั้นดีที่สุดและมีความเหมาะสมมากที่สุดในการนำไปใช้

#### 5.1.5 ความลึกของห้องสะท้อนแสงภายใน

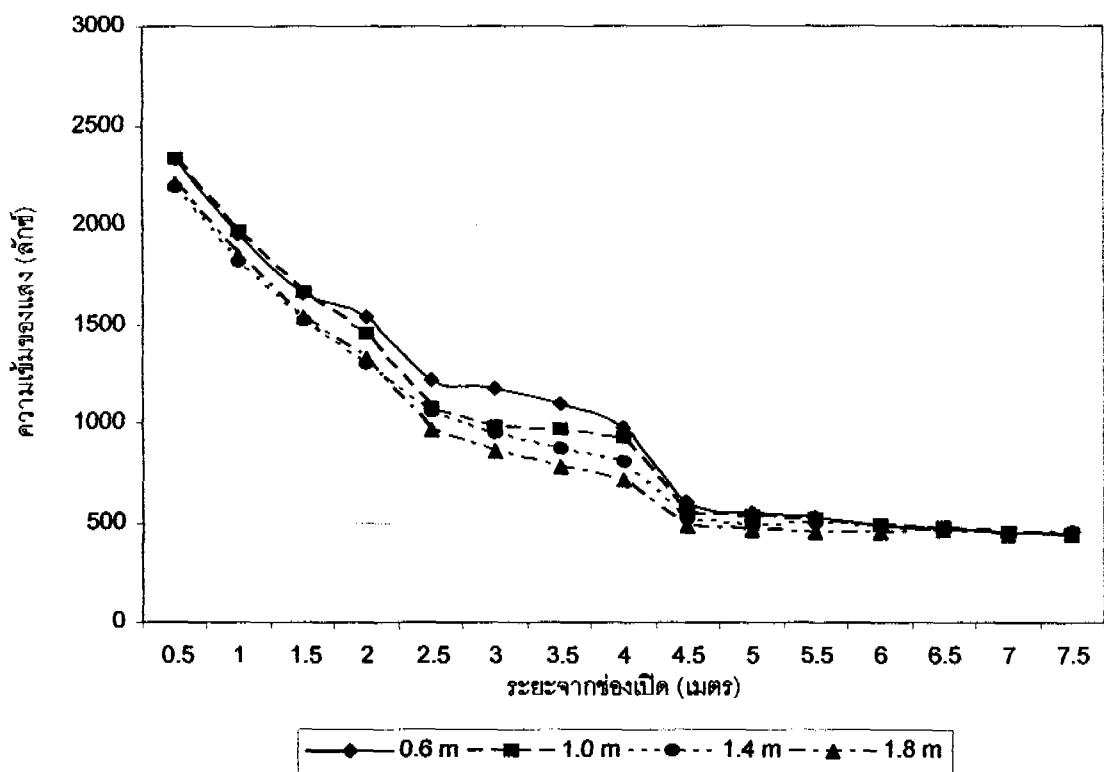
จากการศึกษาความลึกของห้องสะท้อนแสงภายในระหว่าง 0.6 1.0 1.4 และ 1.8 เมตร ซึ่งมีระยะต่างกันช่วงละ 40 เซนติเมตร พบว่าเมื่อความลึกของห้องสะท้อนแสงเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความเข้มของแสงสูงสุดและความเข้มของแสงเฉลี่ยลดลง ในขณะที่ความเข้มของแสงต่ำสุดนั้นเพิ่มขึ้น กล่าวคือ ระยะความลึกที่เพิ่มมากขึ้นนั้นจะช่วยในการลดปริมาณแสงแดดตรงที่บริเวณใกล้กับช่องเปิดให้ลดน้อยลงแต่จะเพิ่มความเข้มของแสงที่ส่วนลึกของอาคารให้เพิ่มสูงขึ้น ดังนั้น การติดตั้งห้องสะท้อนแสงภายในที่มีความลึกที่มากขึ้นก็จะส่งผลให้คุณภาพของแสงนั้นดีมากขึ้นด้วยเช่นกัน

จากผลการศึกษา พบว่า แม้ว่าการติดตั้งห้องสะท้อนแสงภายในที่มีความลึกจากช่องเปิด 1.8 เมตร จะส่งผลให้ค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างมีค่ามากที่สุด และการติดตั้งห้องสะท้อนแสงภายในที่มีความลึก 1.4 เมตรจะมีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างน้อยกว่าการติดตั้งที่มีความลึก 1.8 เมตรเท่ากับ 0.01 ก็ตาม แต่หากพิจารณาถึงอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นจากความลึกเดิมของ

ความสม่ำเสมอของความส่องสว่างแล้ว จะพบว่า การติดตั้งที่ความลึก 1.8 เมตร นั้นมีอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นที่น้อยที่สุด ต่างจากการติดตั้งที่ความลึก 1.4 เมตร ที่มีอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นจากความลึกเดิมมากที่สุด ดังนั้น การติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายในที่มีความลึกจากช่องเปิด 1.4 เมตร จะเป็นระยะการติดตั้งที่ให้ประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติได้สูงสุด และก่อให้เกิดความคุ้มค่ามากที่สุดในการนำไปใช้ติดตั้ง

ภาพที่ 5.7

ความเข้มของแสงที่ระยะต่าง ๆ จากช่องเปิด เฉลี่ยตลอดทั้งปี ของหิ้งสะท้อนแสงภายในที่มีความลึกต่างกัน



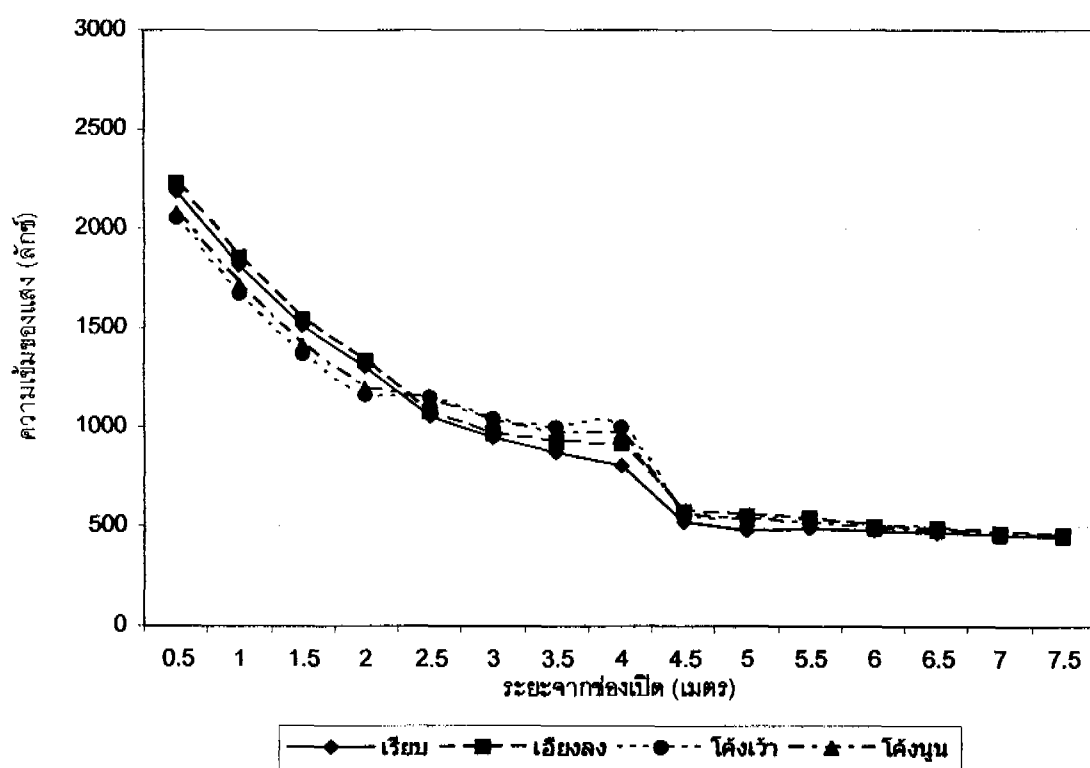
#### 5.1.6 รูปทรงของหิ้งสะท้อนแสงภายใน

จากการศึกษารูปทรงของหิ้งสะท้อนแสงภายใน เฉลี่ยทุกช่วงเวลา ระหว่างแบบเรียบแบบเอียงลง 8 องศา แบบโค้งเว้า และแบบโค้งนูน พบว่า รูปทรงโค้งเว้า สามารถลดปริมาณความเข้มของแสงสูงสุดลง จากกรณีที่มีการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายในออกได้มากที่สุด ตามด้วย รูปทรงแบบโค้งนูน ส่วนรูปทรงแบบเรียบ และรูปทรงแบบเอียงลง 8 องศา

ค่าที่ใกล้เคียงกัน และหากพิจารณาจากความเข้มของแสงต่ำสุดแล้ว จะพบว่า การติดตั้ง หิ้งสะท้อนแสงภายในที่มีรูปทรงแบบโค้งเว้า และแบบเอียงลง 8 องศา จะช่วยให้ปริมาณ ความเข้มของแสงต่ำสุด เพิ่มขึ้นจากกรณีที่มีการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอก ในทาง ตรงกันข้ามการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายในที่มีรูปทรงแบบโค้งนูนและแบบเรียบนั้น กลับ ส่งผลให้ปริมาณความเข้มของแสงต่ำสุดลดลงไปจากเดิม

ภาพที่ 5.8

ความเข้มของแสงที่ระยะต่าง ๆ จากช่องเปิด เฉลี่ยตลอดทั้งปี ของหิ้งสะท้อนแสงภายใน ที่มีรูปทรงต่างกัน



หากพิจารณาจากความสม่ำเสมอของความส่องสว่างของแต่ละรูปทรงแล้ว จะเห็นได้ ว่า ร้อยละที่เพิ่มขึ้นของความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง(ต่ำสุด/ เฉลี่ย) จากกรณีที่มีการติดตั้ง หิ้งสะท้อนแสงภายนอก ของรูปทรงแบบเรียบ แบบเอียงลง 8 องศา แบบโค้งเว้า และแบบโค้งนูน มีค่าที่ใกล้เคียงกัน แต่ร้อยละที่เพิ่มขึ้นของความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง(ต่ำสุด/ สูงสุด) จะ แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด กล่าวคือ รูปทรงโค้งเว้าจะส่งผลให้ค่าความสม่ำเสมอของความ ส่องสว่าง(ต่ำสุด/ สูงสุด) เพิ่มขึ้นมากที่สุด ตามด้วยรูปทรงแบบโค้งนูน แบบเอียงลง 8

องศาตามลำดับ และรูปทรงที่ส่งผลให้ค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง(ต่ำสุด/สูงสุด) เพิ่มขึ้นน้อยที่สุด คือรูปทรงแบบเรียบ

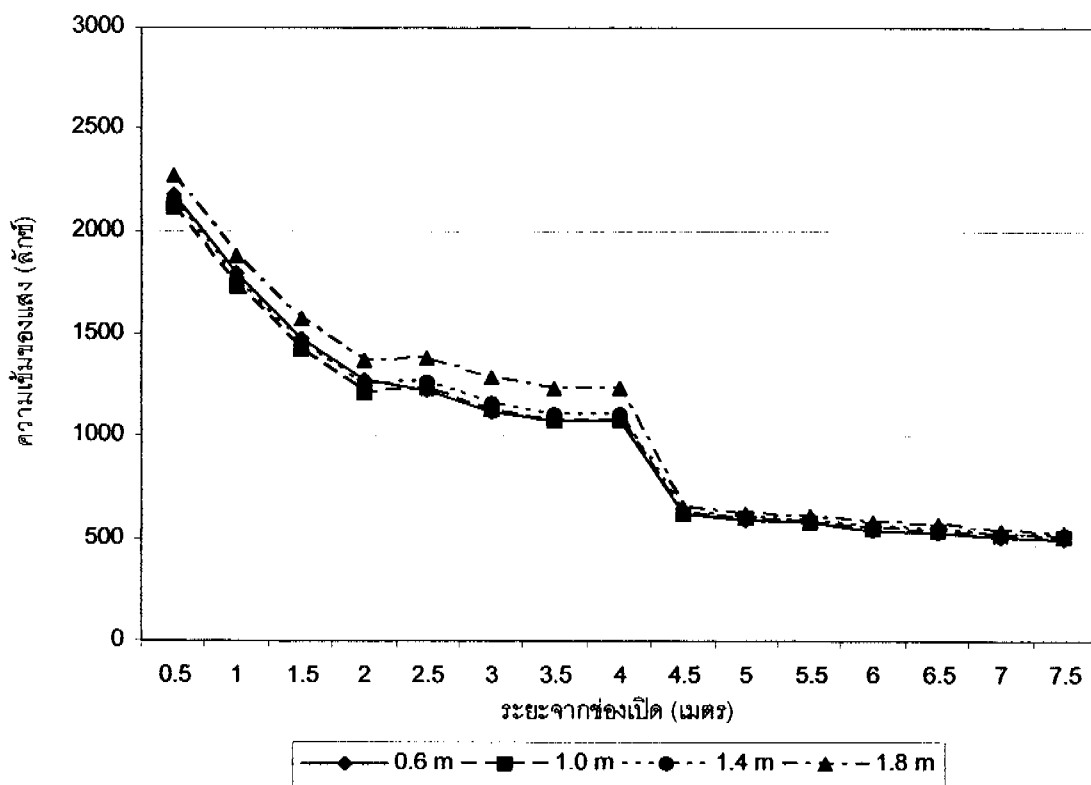
สรุปได้ว่า การติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายในที่มีรูปทรงแบบโค้งเว้า จะส่งผลให้คุณภาพของแสงเพิ่มขึ้นจากกรณีที่มีการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอกได้มากที่สุด และมีความเหมาะสมมากที่สุดในการนำไปใช้

5.1.7 ระยะเวลาติดตั้งของฝ้าเพดาน

จากการศึกษาในเบื้องต้น เพื่อค้นหารูปทรงฝ้าเพดานที่มีประสิทธิภาพในการใช้แสงธรรมชาติ ได้แก่ แบบเอียงขึ้นจากช่องเปิด และแบบโค้งเว้า พบว่า ได้คุณภาพของแสงที่ด้อยลงไป เนื่องด้วยระดับความสูงของฝ้าเพดานที่ถูกจำกัดในการวิจัยนี้ที่ 3.0 เมตร และพบว่า แบบเรียบจะมีประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติได้ดีกว่า

ภาพที่ 5.9

ความเข้มของแสงที่ระยะต่าง ๆ จากช่องเปิด เฉลี่ยตลอดทั้งปี ของฝ้าเพดานที่มีระยะเวลาติดตั้งต่างกัน



จากการศึกษาระยะเวลาการติดตั้งของฝ้าเพดานแบบเรียบระหว่าง 0.6 1.0 1.4 และ 1.8 เมตร ซึ่งมีระยะเวลาการติดตั้งต่างกันช่วงละ 40 เซนติเมตร พบว่า เมื่อระยะเวลาการติดตั้งเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ความเข้มของแสงเพิ่มขึ้น ความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง (ต่ำสุด/ เฉลี่ย) และความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง (ต่ำสุด/ สูงสุด) ใกล้เคียงกัน

สำหรับการนำไปใช้ เสนอแนะว่า ควรเลือกติดตั้งฝ้าเพดานที่ระยะ 1.0 เมตร จึงจะเหมาะสมที่สุด เนื่องจาก การติดตั้งฝ้าเพดานที่ระยะ 1.0 เมตร ส่งผลให้ความสม่ำเสมอของความส่องสว่างมีค่ามากที่สุด และใช้วัสดุในการติดตั้งน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับ ระยะเวลาการติดตั้งที่ 1.4 เมตร ที่มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างเท่ากัน

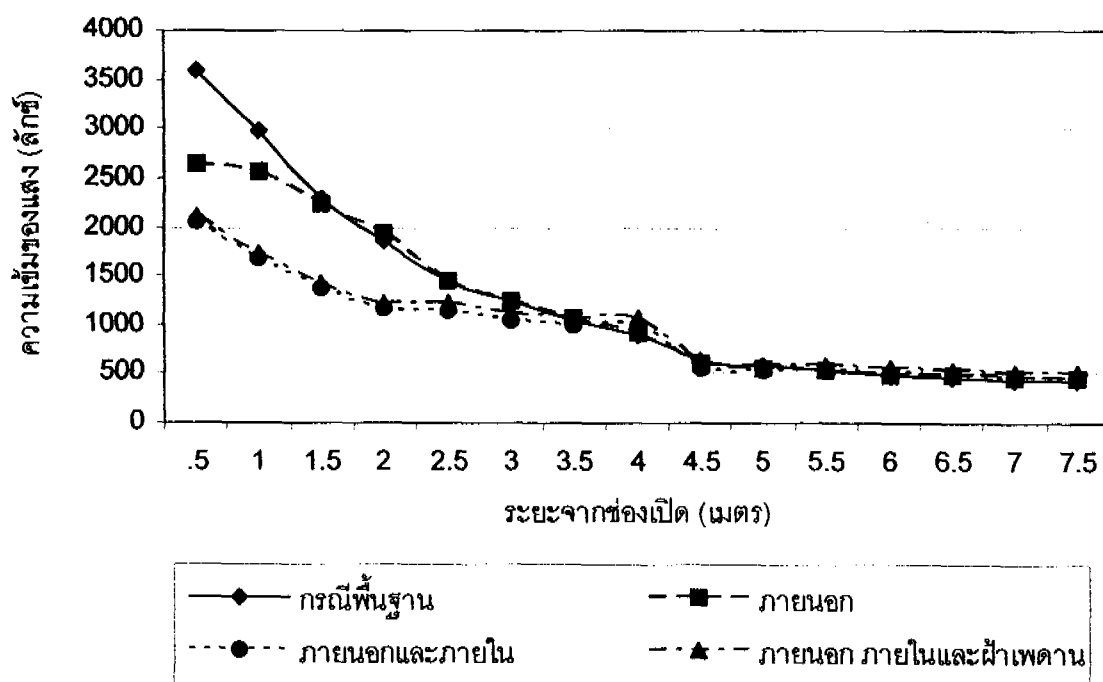
#### 5.1.8 เปรียบเทียบระหว่างกรณีพื้นฐาน กรณีที่มีการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอก กรณีที่มีการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอกและภายใน และ กรณีที่มีการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอกภายในและฝ้าเพดาน

การติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอกเข้ากับช่องเปิด จะส่งผลให้ความเข้มของแสงสูงสุดลดลง 982 ลักซ์ หรือ 27.50% ความเข้มของแสงต่ำสุดเพิ่มขึ้น 40 ลักซ์ หรือ 10.88% ความเข้มของแสงเฉลี่ยลดลง 78 ลักซ์ หรือ 6.71% ส่งผลให้ความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง (ต่ำสุด/ เฉลี่ย) เพิ่มขึ้น 20.00% ความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง (ต่ำสุด/ สูงสุด) เพิ่มขึ้น 55.44% จากกรณีพื้นฐาน

การติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายในเข้ากับช่องเปิดร่วมกับหิ้งสะท้อนแสงภายนอกนั้น จะส่งผลให้ความเข้มของแสงสูงสุดลดลง 1,592 ลักซ์ หรือ 44.59% จากกรณีพื้นฐาน ความเข้มของแสงต่ำสุดเพิ่มขึ้น 43 ลักซ์ หรือ 11.66% จากกรณีพื้นฐาน ความเข้มของแสงเฉลี่ยลดลง 297 ลักซ์ หรือ 25.70% จากกรณีพื้นฐาน และส่งผลให้ความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง (ต่ำสุด/ เฉลี่ย) เพิ่มขึ้น 50.30% จากกรณีพื้นฐาน หรือเพิ่มขึ้น 30.30% จากกรณีการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอกเพียงอย่างเดียวความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง (ต่ำสุด/ สูงสุด) เพิ่มขึ้น 105.84% จากกรณีพื้นฐาน หรือเพิ่มขึ้น 50.40% จากกรณีการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอกเพียงอย่างเดียว

ภาพที่ 5.10

เปรียบเทียบความเข้มของแสงที่ระยะต่าง ๆ จากช่องเปิด เจลลี่ตลอดทั้งปี ระหว่างกรณีพื้นฐาน กรณีที่มีการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอก กรณีที่มีการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอกและภายใน และกรณีที่มีการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอก ภายในและฝ้าเพดาน



การติดตั้งฝ้าเพดานเข้ากับช่องเปิดร่วมกับหิ้งสะท้อนแสงภายนอก และหิ้งสะท้อนแสงภายในนั้น จะส่งผลให้ความเข้มของแสงสูงสุดลดลง 1,524 ลักซ์ หรือ 42.67% จากกรณีพื้นฐาน ความเข้มของแสงต่ำสุดเพิ่มขึ้น 96 ลักซ์ หรือ 26.00% จากกรณีพื้นฐาน ความเข้มของแสงเฉลี่ยลดลง 236 ลักซ์ หรือ 20.43% จากกรณีพื้นฐาน และส่งผลให้ความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง (ต่ำที่สุด/เฉลี่ย) เพิ่มขึ้น 58.27% จากกรณีพื้นฐาน หรือเพิ่มขึ้น 7.97% จากกรณีการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอกและหิ้งสะท้อนแสงภายใน ความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง (ต่ำสุด/สูงสุด) เพิ่มขึ้น 124.52% จากกรณีพื้นฐาน หรือเพิ่มขึ้น 18.68% จากกรณีการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอก และหิ้งสะท้อนแสงภายใน

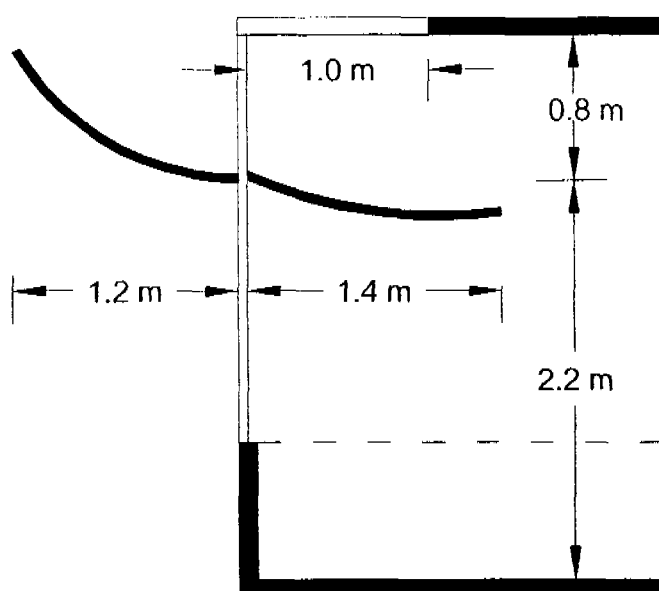
การติดตั้งหิ้งสะท้อนแสง และฝ้าเพดานเข้ากับช่องเปิดนั้น ส่งผลให้ความเข้มของแสงต่ำสุดเพิ่มขึ้นจนมีค่าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานความเข้มของแสงที่กำหนด (500 ลักซ์) คือ 464 ลักซ์ ความเข้มของแสงสูงสุดลดลงจนอยู่ในระดับที่สามารถใช้งานได้ (2,000 ลักซ์) คือ 2,047 ลักซ์ และความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง (ต่ำที่สุด/เฉลี่ย) มีค่ามากกว่า 0.5

### 5.1.9 เปรียบเทียบรูปทรงและลักษณะการติดตั้งที่เหมาะสมระหว่าง การใช้งานในประเทศไทย และการใช้งานในต่างประเทศ

จากการศึกษา พบว่า รูปทรงและลักษณะการติดตั้งของหิ้งสะท้อนแสงและฝ้าเพดานที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานในประเทศไทย (เขตกรุงเทพมหานคร ตั้งอยู่ในเขตละติจูดที่ 14 องศาเหนือ) คือ การติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงที่ระดับความสูง 2.2 เมตร โดยภายนอกติดตั้งแบบโค้งเว้า (ขนาดสัดส่วน 2.3 : 4) ที่มีระยะยื่น 1.2 เมตร ภายในติดตั้งแบบโค้งเว้าที่มีความลึก 1.4 เมตร และติดตั้งฝ้าเพดานแบบเรียบที่ระยะ 1.0 เมตร

ภาพที่ 5.11

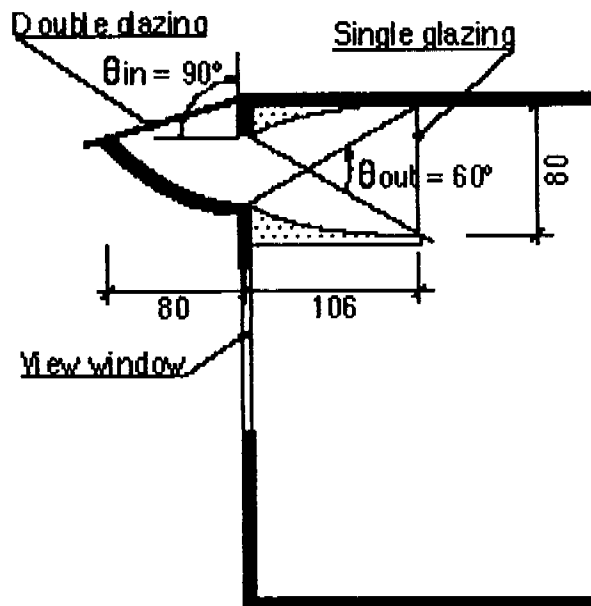
รูปทรงและลักษณะการติดตั้งที่เหมาะสมกับการใช้งานในประเทศไทย



รูปทรงและลักษณะการติดตั้งของหิ้งสะท้อนแสงและฝ้าเพดานที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานในต่างประเทศ (เป็นกรณีศึกษาที่ตั้งอยู่ที่สวีตเซอร์แลนด์ ในเขตละติจูดที่ 47 องศาเหนือ) คือ การติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงที่ระดับความสูง 2.2 เมตร โดยภายนอกติดตั้งแบบโค้งเว้าที่มีระยะยื่น 0.8 เมตร ภายในติดตั้งแบบโค้งเว้าที่มีความลึก 1.06 เมตร และติดตั้งฝ้าเพดานแบบโค้งเว้าที่ระยะ 1.06 เมตร (Compagnon, R., Scartezini, J.-L., Paule B., 2005)

ภาพที่ 5.12

รูปทรงและลักษณะการติดตั้งที่เหมาะสมกับการใช้งานในต่างประเทศ



ที่มา: Compagnon, R., Scartezini, J.-L., Paule B., 2005

จากการเปรียบเทียบ ระหว่างรูปทรงและลักษณะการติดตั้งที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานในประเทศไทย กับในต่างประเทศนั้น พบว่า มีรูปทรงและลักษณะการติดตั้งที่เหมาะสมต่อการใช้งานที่คล้ายกัน คือ ระดับความสูงที่เหมาะสมในการติดตั้ง คือ 2.2 เมตร หรือมีช่องเปิดด้านบนเท่ากับ 80 เซนติเมตร เช่นเดียวกับรูปทรงของหิ้งสะท้อนแสงทั้งภายนอกและภายในที่เหมาะสมก็เป็นแบบโค้งเว้าเช่นเดียวกันด้วย แต่ที่ต่างกันก็คือ การใช้งานในประเทศไทยต้องการระยะยื่นและความลึกที่มากกว่า เนื่องจาก ตำแหน่งที่ตั้งและสภาพภูมิอากาศ ทำให้ดวงอาทิตย์ในประเทศไทยโคจรในตำแหน่งที่อ้อมได้กว่า มีปริมาณความเข้มแสงที่มากกว่า ในการใช้งานจึงต้องการหิ้งสะท้อนแสงที่สามารถป้องกันแสงแดดตรงได้ดีกว่าและต้องการระยะยื่นที่มากกว่าด้วย ดังนั้น หิ้งสะท้อนแสงภายนอกและภายในที่เหมาะสมกับการใช้งานในประเทศไทย จึงมีระยะยื่นและความลึกที่มากกว่าหิ้งสะท้อนแสงในต่างประเทศประมาณ 40 เซนติเมตร และเนื่องด้วยข้อจำกัดในการวิจัยนี้ที่กำหนดระดับความสูงของฝ้าเพดานที่ 3.0 เมตร จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่า การติดตั้งฝ้าเพดานแบบโค้งเว้าจะส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติดีด้อยลงไป ดังนั้น ในการศึกษาี้ การติดตั้งฝ้าเพดานแบบเรียบที่ 1.0 เมตรจะสามารถใช้งานได้ดีที่สุด ซึ่งแตกต่างจากของต่างประเทศ



ตารางที่ 5.1  
 เปรียบเทียบรูปทรงและลักษณะการติดตั้งที่เหมาะสมระหว่าง การใช้งาน  
 ในประเทศไทย และการใช้งานในต่างประเทศ

ตัวแปร	ประเทศไทย	ต่างประเทศ
ระดับความสูงในการติดตั้งของหิ้งสะท้อนแสง (เมตร)	2.20	2.20
ขนาดช่องแสงด้านบน (เมตร)	0.80	0.80
ขนาดหน้าต่าง (เมตร)	1.45	1.00
หิ้งสะท้อนแสงภายนอก		
ระยะยื่นจากช่องเปิด (เมตร)	1.20	0.80
รูปทรง	โค้งเว้า	โค้งเว้า
หิ้งสะท้อนแสงภายใน		
ความลึก (เมตร)	1.40	1.06
รูปทรง	โค้งเว้า	โค้งเว้า
ฝ้าเพดาน		
รูปทรง	เรียบ	โค้งเว้า
ระยะการติดตั้ง (เมตร)	1.00	1.06

### 5.1.10 ประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติ

การประเมินประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติ เป็นการประเมินประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นของการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอก ภายในและฝ้าเพดานเข้ากับช่องเปิดจากกรณีพื้นฐาน แบ่งออกเป็น การพิจารณา พื้นที่การใช้งานแสงธรรมชาติที่เพิ่มขึ้น ช่วงเวลาที่เหมาะสมของการใช้งาน ตลอดทั้งปี และการพิจารณาแสงจ้า เพื่อแสดงให้เห็นประโยชน์จากการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอก หิ้งสะท้อนแสงภายใน และ ฝ้าเพดาน เข้ากับช่องเปิดได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น

โดยจะใช้เกณฑ์ความเข้มของแสงระหว่าง 500 – 2,000 ลักซ์ เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาความเข้มของแสงที่สามารถใช้งานแสงธรรมชาติได้ภายในอาคารสำนักงาน ซึ่งความเข้มของแสง 500 ลักซ์ กำหนดตามมาตรฐานที่เป็นมาตรฐานสากล คือ CIE (International Commission on Illumination) และความเข้มของแสง 2,000 ลักซ์ กำหนดจากความเข้มของแสงที่ได้จากการวัดจริงในอาคารสำนักงาน ในเขตกรุงเทพมหานคร (บุรพล แจ้งสว่าง, 2548) ที่ผู้ใช้อาคารสามารถใช้งานกันตามปรกติ โดยไม่ก่อให้เกิดความรำคาญ หรือปัญหาทางสายตา

#### 1. พื้นที่การใช้งานแสงธรรมชาติ

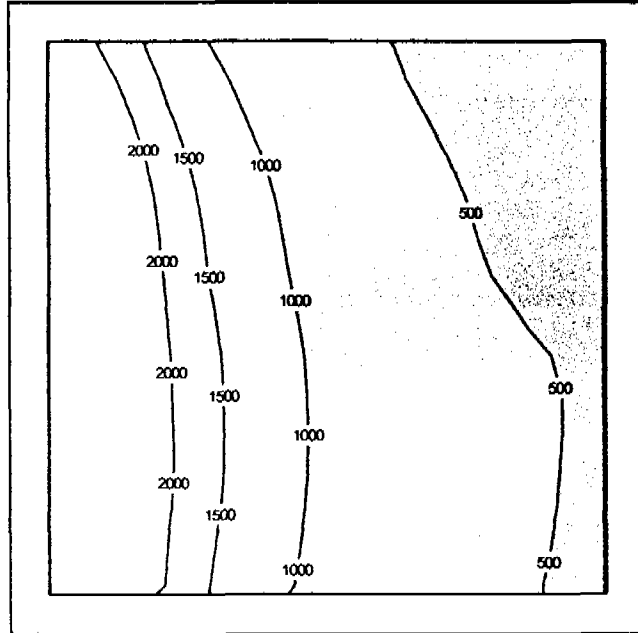
พื้นที่การใช้งานแสงธรรมชาติ หาได้จาก สัดส่วนของพื้นที่ที่สามารถใช้งานแสงธรรมชาติได้ต่อพื้นที่ทั้งหมดที่พิจารณา (พื้นที่ทั้งหมดมีขนาดกว้าง 8.00 เมตร และยาว 8.00 เมตร บนระนาบทำงาน 0.75 เมตร) จากนั้นทำการหาค่าเป็นร้อยละ (%)

โดยในการเสนอผลการพิจารณา พื้นที่การใช้งานแสงธรรมชาติ จะทำการเสนอผลที่ได้ทำการหาค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปีแล้ว เนื่องจากง่ายต่อการเปรียบเทียบและหาความแตกต่าง ดังที่แสดงในภาพที่ 5.4 และ 5.5

จากภาพที่ 5.4 และ 5.5 แสดงให้เห็นว่า การติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงและฝ้าเพดาน เข้ากับช่องเปิดนั้น จะช่วยให้ปริมาณความเข้มของแสงบริเวณที่ใกล้กับช่องเปิดลดน้อยลง ขณะที่ความเข้มของแสงที่ส่วนลึกของห้องเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้พื้นที่ที่สามารถใช้งานแสงธรรมชาติได้เพิ่มมากขึ้น

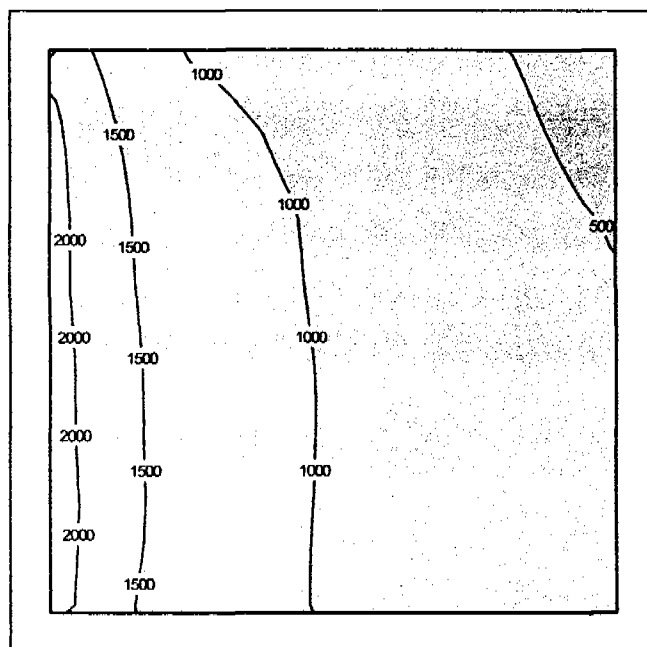
ภาพที่ 5.13

ความเข้มของแสง 500 ถึง 2,000 ลักซ์ ที่ระนาบทำงานเฉลี่ยตลอดทั้งปี ของกรณีพื้นฐาน



ภาพที่ 5.14

ความเข้มของแสง 500 ถึง 2,000 ลักซ์ ที่ระนาบทำงาน เฉลี่ยตลอดทั้งปี  
ของกรณีที่มีการติดตั้งห้องสะท้อนแสงและฝ้าเพดาน



## ตารางที่ 5.2

ความแตกต่างของพื้นที่ที่สามารถใช้งานแสงธรรมชาติได้ เฉลี่ยตลอดทั้งปี ของกรณีที่มีการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงและฝ้าเพดาน กับกรณีพื้นฐาน

กรณีที่ทำการศึกษา	พื้นที่ที่สามารถใช้งานแสงธรรมชาติได้	
	ตารางเมตร	ร้อยละ (%)
กรณีพื้นฐาน	34.52	53.94
กรณีติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอก ภายใน ฝ้าเพดาน	52.28	81.70
ผลต่าง	17.76	27.76

ดังตารางที่ 5.2 แสดงให้เห็นว่า เฉลี่ยตลอดทั้งปีแล้ว การติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงและฝ้าเพดานเข้ากับช่องเปิดนั้น จะเพิ่มพื้นที่ที่สามารถใช้งานแสงธรรมชาติได้ มากขึ้น 17.76 ตารางเมตร หรือ 27.76% จากกรณีพื้นฐาน

## 2. ช่วงเวลาการใช้งานตลอดทั้งปี

ในการพิจารณา ช่วงระยะเวลาของการใช้งานตลอดทั้งปี ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติที่จากการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงและฝ้าเพดาน ที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งช่วงเวลาที่พิจารณาจะเป็นช่วงเวลาการทำงานของอาคารสำนักงาน คือ 09:00 - 17:00 น. ในวันที่ 21 ของเดือนมกราคม ถึงวันที่ 21 ของเดือนธันวาคม

โดยผลที่ทำการเสนอ จะเป็นผลของความเข้มของแสงเฉลี่ย ความเข้มของแสงต่ำสุด และความเข้มของแสงสูงสุด ดังที่แสดงภาพในภาคผนวก ก

จากภาพในภาคผนวก ก แสดงให้เห็นว่า ประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติที่เกิดจากการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงและฝ้าเพดานเข้ากับช่องเปิด ในแต่ละช่วงเวลานั้นมีความแตกต่างกัน โดยสามารถแบ่งช่วงเวลาออกได้เป็น 2 ช่วง ดังนี้

### 1) ช่วงเวลาที่ได้รับประโยชน์จากการติดตั้งหึ่งสะท้อนแสงและฝ้าเพดาน

คือ ช่วงเวลาที่ได้รับประโยชน์จากการป้องกันแสงตรง และได้รับประโยชน์จากการกระจายแสงเข้าสู่ส่วนลึกของอาคาร

ในเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม ซึ่งเป็นเวลาที่ดวงอาทิตย์ทำมุมต่ำและมีปริมาณแสงมาก จะสังเกตได้ว่าความเข้มของแสงนั้น มีค่ามากกว่าในเดือนอื่น ๆ จึงต้องการการป้องกันแสงแดดตรง และหากพิจารณาความเข้มของค่าสุด ของช่วงเวลา 10:00 - 15:00 น. ของกรณีพื้นฐานแล้ว จะพบว่า มีค่าที่มากกว่าเกณฑ์ 500 ลักซ์ ดังนั้นประโยชน์จากการกระจายแสงเข้าสู่ส่วนลึกของหึ่งสะท้อนแสง และฝ้าเพดานจึงเป็นส่วนช่วยให้แสงธรรมชาติมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ส่วนในเดือนมีนาคม เมษายน สิงหาคม และกันยายน จะสามารถใช้ประโยชน์ทั้งจากการป้องกันแสงตรง และการกระจายแสงเข้าสู่ส่วนลึกของอาคารได้อย่างเต็มที่

### 2) ช่วงเวลาที่ไม่ได้รับประโยชน์จากการติดตั้งหึ่งสะท้อนแสงและฝ้าเพดาน

คือ ช่วงเวลาที่ความเข้มของแสงของกรณีพื้นฐาน มีค่าน้อย คือ อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องได้รับการป้องกันแสงตรงเพิ่มเติม ดังนั้น การติดตั้งหึ่งสะท้อนแสงและฝ้าเพดานเข้ากับช่องเปิด จะเป็นการลดปริมาณแสงที่สามารถใช้ได้ให้ต่ำกว่าเกณฑ์ และลดพื้นที่ที่สามารถใช้แสงธรรมชาติได้ กล่าวคือ ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากการติดตั้งหึ่งสะท้อนแสงและฝ้าเพดานได้ ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าว ก็คือ เวลา 17:00 น. ของทุกเดือน ดังนั้น ในช่วงเวลาการทำงานของอาคารสำนักงาน 09:00 - 17:00 น. การติดตั้งหึ่งสะท้อนแสงและฝ้าเพดานเข้ากับช่องเปิดนั้น จะสามารถใช้ประโยชน์ได้ดี ในช่วงเวลา 09:00 - 16:00 น. เท่านั้น

สรุป จากช่วงเวลาการใช้งานอาคารสำนักงานทั้งหมด 108 ชั่วโมง สามารถแบ่งได้เป็น ช่วงเวลาที่ได้รับประโยชน์จากการติดตั้งหึ่งสะท้อนแสงและฝ้าเพดานเข้ากับช่องเปิด เป็นระยะเวลา 90 ชั่วโมง หรือ คิดเป็น 88.89% ของช่วงเวลาทั้งหมด และช่วงเวลาที่ไม่ได้รับประโยชน์จากการติดตั้งหึ่งสะท้อนแสงและฝ้าเพดานเข้ากับช่องเปิด เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง หรือ คิดเป็น 11.11% ของช่วงเวลาทั้งหมด

### 3. การประเมินแสงจ้า

การประเมินประสิทธิภาพการให้แสงธรรมชาติ โดยการพิจารณาจากค่าความส่องสว่างที่อาจก่อให้เกิดแสงจ้า เป็นวิธีการหนึ่งซึ่งช่วยให้สามารถวิเคราะห์ผลกระทบจากการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอก หิ้งสะท้อนแสงภายในและฝ้าเพดานเข้ากับช่องเปิดต่อผู้ใช้งานได้

ภาพที่ 5.15

ค่าความส่องสว่าง ภายในอาคาร ในวันที่ 21 ธันวาคม เวลา 12:00 น.

กรณีที่มีการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอก ภายใน ฝ้าเพดาน



ค่าสี	ค่าความส่องสว่าง (cd/ m <sup>2</sup> )
	2,000
	1,750
	1,500
	1,250
	1,000
	750
	500
	250
	0

การพิจารณาแสงจ้าที่อาจเกิดขึ้น เมื่อมีการติดตั้งหึ่งสะท้อนแสงและฝ้าเพดานเข้ากับช่องเปิด จะพิจารณาในเวลา 12:00 น. ของวันที่ 21 ธันวาคม ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ปริมาณแสงมากที่สุดตลอดทั้งปี และถือว่าเป็นช่วงเวลาที่วิกฤตที่สุดที่อาจจะก่อให้เกิดแสงจ้าได้ง่ายที่สุด

ระดับความส่องสว่างที่ใช้เป็นเกณฑ์ จะพิจารณาจาก การเปรียบเทียบระดับความส่องสว่างระหว่างหน้าจอกอมพิวเตอร์ซึ่งถือว่าเป็นงานที่ทำ กับพื้นผิวที่อยู่ในมุมมองของการทำงาน เช่น ผนัง ฝ้าเพดาน และพื้น โดยมาตรฐานทั่วไปความเปรียบต่างไม่ควรมากกว่า 1 : 10 แต่อาจมากถึง 1 : 20 หรือ 1 : 40 ได้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ มุมมองที่สามารถไปถึง ขนาดของวัตถุที่ก่อให้เกิดแสงจ้า รวมถึงการปรับตัวของสายตาของผู้ใช้งานสามารถยอมรับค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นจากการใช้แสงธรรมชาติได้มากกว่าการใช้แสงประดิษฐ์

ในการประเมินแสงจ้าในครั้ง นี้ จะใช้สัดส่วนของความเปรียบต่างที่ 1 : 10 ซึ่งเป็นเกณฑ์มาตรฐานและใช้กันโดยทั่วไป ซึ่งจากการวัดระดับความส่องสว่างของหน้าจอกอมพิวเตอร์ พบว่ามีค่าประมาณ  $200 \text{ cd/m}^2$  (จรรยาพร จุลตามระ, 2549: สัมภาษณ์) ดังนั้นระดับความส่องสว่างที่อาจก่อให้เกิดแสงจ้าและความไม่สบายต่อสายตาของผู้ใช้งาน คือมีค่ามากกว่า  $2,000 \text{ cd/m}^2$

จากการพิจารณาระดับความส่องสว่างที่เกิดขึ้นในเวลา 12:00 น. ของวันที่ 21 ธันวาคม ของพื้นผิวภายในของแบบจำลอง พบว่า ระดับความส่องสว่างที่มากกว่า  $2,000 \text{ cd/m}^2$  นั้นจะเกิดขึ้นที่บริเวณฝ้าเพดานที่มีค่าการสะท้อนแสงที่ 95% แต่เป็นพื้นที่ที่มีขนาดเล็ก และอยู่ในตำแหน่งมุมมองที่เข้าถึงยาก คือ ติดกับช่องเปิด อีกทั้งเป็นช่วงเวลาสั้น ๆ ที่เกิดขึ้นเพียงไม่นาน จึงพิจารณาว่าการติดตั้งหึ่งสะท้อนแสงและฝ้าเพดานเข้ากับช่องเปิดนั้นไม่ส่งผลกระทบต่อปัญหาการบวมนสายตาต่อผู้ใช้งานมากนัก แต่หากต้องการแก้ไขปรับปรุง ก็สามารถทำได้โดยการเปลี่ยนค่าการสะท้อนแสงของฝ้าเพดานให้มีค่าลดลง หรือการเปลี่ยนวัสดุผิวสัมผัสให้มีลักษณะที่ไม่มันวาว เพื่อก่อให้เกิดความสบายตาของผู้ใช้งานอาคารที่ดีขึ้นได้

การเลือกค่าการสะท้อนแสงให้ตรงกับประโยชน์การใช้งาน ก็เป็นอีกทางหนึ่งที่ช่วยลดโอกาสเกิดแสงจ้าได้ อย่างเช่น การลดค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิวด้านล่างของหึ่งสะท้อนแสงภายนอกและภายในให้ลดน้อยลง เนื่องจากพื้นผิวด้านล่างของหึ่งสะท้อนแสงนั้นเป็นส่วนที่ผู้ใช้อาคารสามารถมองเห็นได้ง่ายและเป็นส่วนที่ไม่ต้องการค่าการสะท้อนแสงที่สูงเพราะไม่ใช่ส่วนที่ทำหน้าที่กระจายแสงเข้าสู่ภายในอาคาร จึงสามารถลดค่าการสะท้อนแสงให้ลดน้อยลงได้ เพื่อช่วยให้ผู้ใช้อาคารเกิดความสบายตามากขึ้น

## 5.2 การประเมินวิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้มีลักษณะเป็นงานวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งเป็นแบบจำลองที่สร้างและคำนวณผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ได้รับการทดสอบความน่าเชื่อถือเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และพบว่ามี ความใกล้เคียงกับการวัดค่าจริงมาก

และเนื่องด้วยเรื่องของระยะเวลา เงินทุน และอุปกรณ์สำหรับงานวิจัยนี้ที่มีค่อนข้าง จำกัด จึงไม่สามารถทำการวัดจริงจากสถานการณ์จริงได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงมีความจำเป็น และ เห็นว่ามีความเหมาะสมมากกว่าที่จะทำการศึกษาทดลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

## 5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

1. จากผลการศึกษา ทำให้ผู้วิจัยเกิดสมมติฐานว่า การติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงภายนอก ร่วมกันระหว่าง รูปทรงแบบเรียบและแบบโค้งเว้า จะส่งผลให้มีประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติ ได้อย่างสูงสุด เนื่องจากรูปทรงแบบเรียบมีคุณสมบัติที่ดีที่สุดในการป้องกันแสงแดดตรง และ รูปทรงแบบโค้งเว้ามีคุณสมบัติที่ดีที่สุดในการกระจายแสงเข้าสู่ส่วนลึกของอาคาร ดังนั้น หากมีการ วิจัยเพิ่มเติมในส่วนนี้ ก็จะช่วยให้เห็นประโยชน์ของการใช้หิ้งสะท้อนแสงได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น รวมทั้งการศึกษาเพิ่มเติมถึงรูปแบบของหิ้งสะท้อนแสงแบบปรับทิศทางได้ เนื่องจากจากสมมติฐาน ว่าหิ้งสะท้อนแสงแบบปรับทิศทางได้ จะสามารถตอบสนองต่อการโคจรของดวงอาทิตย์ได้ดีกว่า การติดตั้งแบบติดตาย จึงมีมีประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติที่ดีกว่า ทั้งนี้ ควรศึกษาโดยคำนึงถึง พฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้อาคารร่วมด้วย เพื่อความสะดวกในการนำไปประยุกต์ใช้กับการใช้ งานจริงต่อไป

2. ในงานวิจัยนี้ การพิจารณาเรื่องแสงจ้า ไม่ได้พิจารณาแสงจ้าที่เกิดจากความส่องสว่างของช่องเปิด แต่เป็นการพิจารณาพื้นผิวภายในอาคารเท่านั้น ดังนั้นหากเป็นไปได้ การศึกษา พิจารณาแสงจ้าที่เกิดจากความส่องสว่างของช่องเปิดที่ตำแหน่งมุมมองต่าง ๆ ภายในอาคาร จะ ช่วยให้การพิจารณาผลกระทบจากแสงจ้าได้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น รวมถึงการศึกษาถึง ค่าการส่องผ่านที่เหมาะสมของช่องเปิด ในส่วนของช่องเปิดด้านบนและช่องเปิดด้านล่าง ซึ่งอาจมี ค่าการส่องผ่านของแสงที่เหมาะสมต่างกัน

3. ในกรวิจัยนี้ ไม่ได้ทำการวิเคราะห์ถึงการลดภาระการใช้แสงประดิษฐ์ เนื่องจาก ข้อจำกัดด้านเวลาและตัวแปรที่ค่อนข้างซับซ้อน ดังนั้น ในศึกษาถึงการลดภาระการใช้แสง



ประดิษฐ์ ควรจะเป็นการศึกษาที่คำนึงถึงการใช้งานจริงที่จะเกิดขึ้น คือมีการพิจารณาตัวแปรในการใช้ผ่านปรับแสง และเฟอร์นิเจอร์ภายในร่วมด้วย เนื่องจากเป็นตัวแปรที่สำคัญที่ส่งผลถึงประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติ รวมถึงการศึกษาการใช้แสงธรรมชาติร่วมกับการแสงประดิษฐ์ประเภทต่าง ๆ เช่น การใช้ร่วมกับหลอดไฟที่ติดตั้งเรียงแถวจากช่องเปิด การใช้ร่วมกับดวงโคมแบบปรับระดับแสงได้ หรือการใช้ร่วมกับโคมไฟแบบตั้งโต๊ะ เพื่อทำการวิเคราะห์การลดการใช้แสงประดิษฐ์สำหรับเป็นแนวทางในการลดการใช้แสงประดิษฐ์และการประหยัดพลังงาน ต่อไป

4. งานวิจัยนี้เป็นการศึกษา รูปทรงและลักษณะการติดตั้งของหิ้งสะท้อนแสงและฝ้าเพดาน ไม่ได้ศึกษาวิธีการสำหรับนำไปใช้ติดตั้ง ดังนั้นหากเป็นไปได้ การศึกษาถึงรายละเอียดของแบบก่อสร้างสำหรับนำไปใช้ติดตั้งทั้งในเรื่องของวัสดุ การทำความสะอาดและการระบายน้ำฝนจะเป็นส่วนที่ทำให้การนำไปประยุกต์ใช้จริง หรือการนำไปผลิตในเชิงอุตสาหกรรม มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

5. ในการศึกษาวิจัยนี้ไม่ได้พิจารณาถึงผลกระทบจากปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารหลังจากการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงและฝ้าเพดานเข้ากับช่องเปิดของอาคาร ดังนั้น การศึกษาผลกระทบจากปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้น จะเป็นส่วนที่ช่วยแสดงให้เห็นข้อดีข้อเสียของการติดตั้งหิ้งสะท้อนแสงและฝ้าเพดานได้ชัดเจนยิ่งขึ้น