ME-NETT23
The 23rd Conference of the Mechanical Engineering Network of Thailand

ETM-022113

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23
4 – 7 พฤศจิกายน 2552 จังหวัดเชียงใหม่

การศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะการพับขึ้นรูปแผ่นสะท้อนแสง กับค่าปริมาณทางแสงด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ

The Study of Relationship between the Reflector Shape and the illumination Quantity Using Computer Aided Lighting Technology

อภิชาติ ตีระลาภสุวรรณ[1]*, ฝอยฝน ศรีสวัสดิ์[1] และ ปิยพงศ์ เปรมวรานนท์[1]

[1]ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ 114 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถ.พหลโยธิน
ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
*ผู้ติดต่อ: E-mail: apichatt@mtec.or.th, เบอร์โทรศัพท์: (662) 5646500 ต่อ 4356, เบอร์โทรสาร: (662) 5646370

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อนำเอาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบและวิเคราะห์ทางแสง ที่เรียกว่า ระเบียบวิธีตามลำแสง มาใช้ในการศึกษาและออกแบบแผ่นสะท้อนแสงของโคมไฟฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 ที่มีใช้งานอยู่อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยทำการศึกษาความสัมพันธ์จากลักษณะการพับขึ้นรูปแผ่นสะท้อนแสงกับค่าปริมาณทางแสง ของดวงโคม อันได้แก่ ค่าความสว่าง และค่าการกระจายความเข้มแสง เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการนำไปสร้างแผ่นสะท้อนของโคมไฟฟลูออเรสเซนต์ให้สามารถส่องสว่างได้ดีขึ้น ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาดังกล่าว จะสามารถนำไปใช้ต่อยอดในการออกแบบแผ่นสะท้อนแสง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางแสงของโคมไฟฟลูออเรสเซนต์ สำหรับการใช้งานในลักษณะต่างๆ เช่น โคมไฟอุตสาหกรรม โคมไฟฟลูออเรสเซนต์ไฮเบย์ หรือ โคมประหยัดพลังงานได้อีกด้วย โดยในงานวิจัยนี้จะแสดงให้เห็นถึงขั้นตอน ในการคำนวณด้วยระเบียบวิธีตามลำแสง ลักษณะความสัมพันธ์ของรูปร่างแผ่นสะท้อนแสงกับผล การวิเคราะห์หาค่าปริมาณทางแสงต่างๆ รวม ไปถึงรูปแบบของลำแสงที่ได้จาก แผ่นสะท้อนแสงแต่ละแบบ โดยผลที่ได้จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การติดแผ่นสะท้อนแสงแบบเรียบให้กับโคมเปลือย จะช่วยเพิ่มความสว่างของดวงโคมได้ ซึ่งการเพิ่มความยาวฐาน จะทำให้การส่องสว่างพื้นที่ใช้งานกว้างมากขึ้นตามไปด้วย แต่จะไม่มีผลต่อค่าความสว่างโดยรวมของดวงโคมมากนัก ในขณะที่การพับขึ้นรูปแผ่นสะท้อนด้านข้างด้วยมุมพับที่เหมาะสม จะสามารถเพิ่มค่าความสว่างที่ได้จากดวงโคมและช่วยควบคุมลักษณะการกระจายแสงได้ดีขึ้น

คำหลัก: แผ่นสะท้อนแสง, ระเบียบวิธีตามลำแสง, โคมไฟฟลูออเรสเซนต์

Abstract

The purpose of this paper is to employ a computer aided lighting technology so called ray tracing method in the study of reflector design for T8 fluorescent lamp. For this paper, the relationship between the reflector shapes and their illumination quantities i.e. illuminance and intensity distribution curve was explored to identify the proper design of reflector for improving their lighting efficiency. As the consequences of this study, the obtained simulation data can be used for improving the illumination quantity of a fluorescent lamp and applied further in various applications such as industrial lamp, high

bay, energy saving lamp and etc. First, the ray tracing method was explained and demonstrated. Then, the relationships between various reflector geometries and their illumination were presented. With the ray tracing method, the study shows that the flat reflector can intensify the illuminance of the bare fluorescent T8 lamp. However, the increasing width of the flat reflector does not raise the illuminance of the lamp, but affecting to its light intensity distribution curve. Besides, the study depicts that the proper degree of reflector bending not only increases the illuminance, but also improves the beam pattern of the T8 fluorescent lamp.

Keywords: Reflector, ray tracing, fluorescent lamp

1. บทนำ

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา เทคโนโลยีของหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบ T8 ได้มีการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการให้ความสว่างที่เพิ่มมากขึ้น และมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดอายุการใช้งาน มีค่าดัชนีความถูกต้องของสี (CRI) สูง คือ มากกว่า 80 และมีอายุการใช้งานที่ยาวนานถึง 20,000 ชั่วโมง อีกทั้งยังมีผู้ผลิตหลายราย ทำให้มีผลิตภัณฑ์ให้เลือกหลากหลายในราคาที่ต้องการ ด้วยข้อดีต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ในปัจจุบันได้มีการนำโคมไฟฟลูออเรสเซนต์มาใช้งานอย่างหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการส่องสว่างภายในอาคารบ้านเรือน ออฟฟิศทำงาน โรงแรม หรือ ในโรงงานต่างๆ โดยจะพบว่ามีการใช้งานโคมในรูปแบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นโคมแบบเปลือย โคมไฟฝังฝ้า หรือโคมแขวน ทั้งนี้เนื่องจากโคมไฟฟลูออเรสเซนต์เป็นโคมไฟที่มีราคาถูก มีความสวยงาม ไม่ก่อให้เกิดความร้อนมากเมื่อเปิดใช้งาน และกินพลังงานไฟฟ้าน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการใช้โคมไฟประเภทอื่นๆ ทำให้โคมไฟฟลูออเรสเซนต์ มักถูกนำมาใช้เป็นทางเลือกแรกๆ สำหรับงานที่ต้องการคุณภาพแสงที่ดี แต่ขณะเดียวกันก็ต้องการประหยัดพลังงานและลดต้นทุน

สำหรับการที่จะได้มาซึ่งโคมไฟที่ประหยัดพลังงานไฟฟ้านั้น ปัจจัยสำคัญ คือ การเพิ่มประสิทธิภาพของแสงที่ได้จากดวงโคม ซึ่งสามารถทำได้โดยการติดตั้งแผ่นสะท้อนแสงและออกแบบรูปร่างแผ่นสะท้อนแสงที่สามารถสะท้อนแสงจากหลอดไฟไปยังพื้นที่ใช้งาน ให้ได้ค่าความสว่างมากที่สุด มีการกระจายแสงที่สม่ำเสมอ และมีรูปแบบลำแสงที่เหมาะกับลักษณะการใช้งาน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่จะศึกษาความสัมพันธ์ของรูปร่างแผ่นสะท้อนแสงกับปริมาณทางแสงที่ได้จากดวงโคม โดยใช้ระเบียบวิธีตามลำแสง เพื่อวิเคราะห์และศึกษาถึงลักษณะทางเดินลำแสง ค่าความสว่าง รูปแบบลำแสงบนพื้นที่ใช้งาน รวมถึงลักษณะการกระจายความเข้มแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบ T8 โดยมุ่งเน้นศึกษาโคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบหลอดเดี่ยว ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบโคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบเปลือย โคมไฟอุตสาหกรรม โคมไฟไฮเบย์ และโคมไฟประหยัดพลังงานต่อไป

2. ระเบียบวิธีตามลำแสง

ในระเบียบวิธีตามลำแสง แสงจะถูกพิจารณาเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แพร่ผ่านไปยังพื้นที่ต่างๆ โดยไม่ต้องอาศัยตัวนำ โดยแสงที่พิจารณาในบทความนี้ จะแพร่ไปในทิศทางเดียวกันกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งมีลักษณะการแพร่เป็นเส้นตรง และมีการเปลี่ยนแปลงทิศทางไปตามคุณสมบัติทางแสงของวัสดุ ได้แก่ การสะท้อน และการหักเหผ่านวัสดุต่างๆ ตามกฎของสเนลล์ ดังสมการ (1)

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 \qquad (1)$$

โดยที่ n_1 คือดัชนีหักเหของตัวกลางที่ 1 n_2 คือดัชนีหักเหของตัวกลางที่ 2 θ_1 คือมุมตกกระทบที่กระทำระหว่างเส้นทางเดินของแสงกับเส้นตั้งฉากพื้นผิววัตถุ และ θ_2 คือมุมระหว่างเส้นทางเดินของแสงกับเส้นตั้งฉากพื้นผิววัตถุที่เกิดการหักเหเมื่อเดินทางผ่านตัวกลางที่เปลี่ยนไป

ในระเบียบวิธีการตามลำแสง ฟลักซ์ส่องสว่าง (Luminous Flux) หรือพลังงานแสงที่ออกจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ สามารถแทนได้ด้วยกลุ่มของโฟตอน (Photon Bundle) โดยที่ขนาดและทิศทางของพลังงานแสงที่ออกจากหลอดไฟ อาจได้จากการวัดแสงที่ออกจากตัวหลอดโดยตรง หรือ ได้จากการจำลองการกระจายแสงจากหลอดโดยการสุ่มด้วยวิธีทางสถิติที่เรียกว่า มอนติ คาโล (Monte Carlo Method) จากนั้นลำแสงหรือกลุ่มโฟตอนที่ออกจากแหล่งกำเนิด จะเดินทางผ่านส่วนประกอบต่างๆ ของโคม เช่น แผ่นสะท้อนแสง ตัวแพร่กระจายแสง หรือ แผ่นกันแสงจ้า เป็นต้น ตามเส้นทางเดินลำแสงที่คำนวณตามหลักทัศนศาสตร์เชิงเรขาคณิต (Geometrical Optics) เมื่อลำแสงแต่ละลำแสงตกกระทบกับพื้นผิว จะมีการสะท้อน หักเห และถูกดูดกลืน โดยค่าพลังงานแสงหลังจากเปลี่ยนแปลงทิศทาง จะถูกคำนวณตามทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Theory) หลังจากลำแสงแต่ละลำแสง เดินทางผ่านทุกพื้นผิวภายในโคมไฟแล้ว ค่าความสว่าง E (Illuminance) บนแต่ละพื้นผิวการส่องสว่างจะถูกคำนวณจากจำนวนของกลุ่มโฟตอนดังแสดงในสมการ (2)

$$E = \frac{P}{P_O} \times \frac{F}{A} \qquad (2)$$

โดยที่ P_O คือ จำนวนของกลุ่มโฟตอนที่ออกจากแหล่งกำเนิดแสง P คือ จำนวนกลุ่มโฟตอนทั้งหมดที่ตกกระทบบนพื้นผิว F คือ จำนวนกลุ่มโฟตอนทั้งหมดที่ได้จากแหล่งกำเนิดแสง และ A คือ พื้นที่ผิวที่แสงตกกระทบ

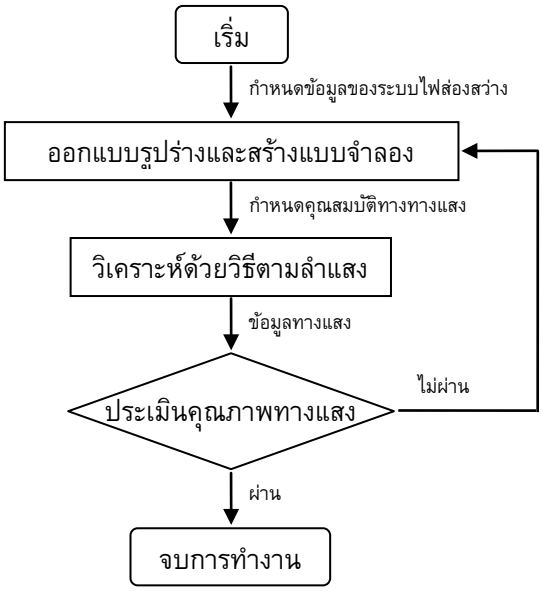
จากนั้นความเข้มของแสง I (Luminous Intensity) จะถูกคำนวณโดยใช้กฎกำลังสองผกผัน (Inverse Square Law) ตามสมการ (3)

$$I = E \times D^2 = \frac{P}{P_O} \times \frac{F}{A} \times D^2 \qquad (3)$$

โดยที่ D คือ ระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดแสงถึงพื้นผิวตัวรับแสง

3. กระบวนการวิเคราะห์

ในกระบวนการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีตามลำแสงมีกระบวนการดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งโดยปกติแล้วจะเริ่มต้นจากการกำหนดข้อมูลของโคมไฟส่องสว่าง ได้แก่ รูปร่าง ขนาด ลักษณะของแผ่นสะท้อนแสง เลนส์ครอบ หลอดไฟที่ใช้ และคุณสมบัติทางแสงของวัสดุต่างๆ ตำแหน่งติดตั้งฉากรับแสง และสภาวะการทดสอบที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางแสง จากนั้นจึงทำการออกแบบและสร้างแบบจำลอง 3 มิติของระบบไฟส่องสว่างในคอมพิวเตอร์ เมื่อออกแบบได้ตามต้องการแล้วก็จะเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ผลด้วยระเบียบวิธีตามลำแสง ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นข้อมูลทางแสงสว่าง ซึ่งได้แก่ ค่าความสว่าง เส้นโค้งการกระจายความเข้มของแสง ลักษณะรูปร่างลำแสง เป็นต้น ข้อมูลทางแสงที่ได้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่ใช้ทดสอบ เพื่อพิจารณาคุณภาพทางแสงและความเหมาะสมในการใช้งานของระบบไฟส่องสว่างนั้นๆ ในกรณีที่ผลวิเคราะห์ทางแสง ไม่ผ่านการทดสอบ หรือไม่ได้คุณภาพตามที่ต้องการ ผู้ออกแบบสามารถทำการแก้ไขและวิเคราะห์ใหม่ จนกว่าจะได้คุณภาพทางแสงตามที่ต้องการ จากนั้นจึงนำไปสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ เพื่อทำการทดสอบจริงต่อไป



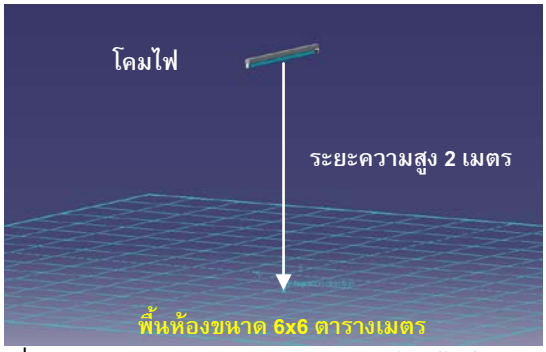
รูปที่ 1 ไดอะแกรมการออกแบบระบบไฟส่องสว่าง

ในงานวิจัยนี้จะประยุกต์ใช้ ระเบียบวิธีตามลำแสงดังที่กล่าวมาข้างต้นเป็นเครื่องมือสำหรับศึกษาการออกรูปร่างแผ่นสะท้อนแสงสำหรับโคมไฟฟลูออเรสเซนต์ เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบโคมไฟให้เกิดประสิทธิภาพทางแสงสูงสุด

4. ผลการวิเคราะห์และวิจารณ์ผล

งานวิจัยนี้เริ่มจากการวิเคราะห์แสงสว่างที่ได้จากโคมไฟฟลูออเรสเซนต์ในลักษณะเปลือย (Bare Type Luminaires) ที่นิยมใช้กันทั่วไป จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ทางแสง เพื่อหาความสัมพันธ์ของรูปร่างแผ่นสะท้อนแสงของโคมไฟกับค่าความสว่างบนพื้นที่ใช้งาน รวมถึงลักษณะการกระจายแสงของโคมไฟ

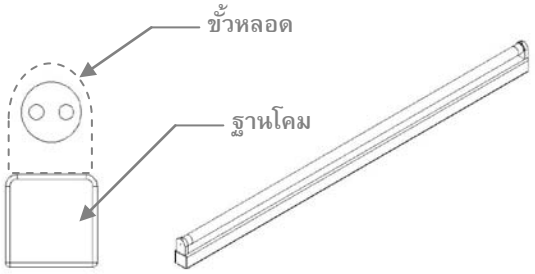
ในการวิเคราะห์หาปริมาณทางแสงที่ได้จากโคมไฟฟลูออเรสเซนต์นั้น เริ่มจากทำการสร้างแบบจำลอง 3 มิติของโคมไฟที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 1 หลอด ซึ่งให้ค่าฟลักซ์การส่องสว่าง 2,690 ลูเมน และมีสเปคตรัมของแสงแบบ Daylight โดยหลอดไฟติดตั้งอยู่สูงจากฐานของโคมไฟ 27 มิลลิเมตร โดยกำหนดให้ ตัวโคมไฟทำจากวัสดุที่ไม่มีการสะท้อนแสง ส่วนแผ่นสะท้อนแสงทำจากอลูมิเนียมผิวเรียบ มีความหนา 1 มิลลิเมตร มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง 87 % โดยกำหนดขนาดโคมไฟไว้มีหน้ากว้างไม่เกิน 150 มิลลิเมตร สูงไม่เกิน 80 มิลลิเมตร และยาวไม่เกิน 1200 มิลลิเมตร จากนั้นทำการจำลองสภาวะการทดสอบโดยติดตั้งโคมไฟ ที่ความสูงติดตั้ง 2 เมตร และส่องสว่างไปยังพื้นที่รับแสงขนาด 6x6 ตารางเมตรที่อยู่ด้านล่าง ดังแสดงในรูปที่ 2 จากนั้นจึงเริ่มทำการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีตามลำแสงต่อไป



รูปที่ 2 การ จำลอง สภาวะการทดสอบโคมไฟในการวิเคราะห์ทางแสง

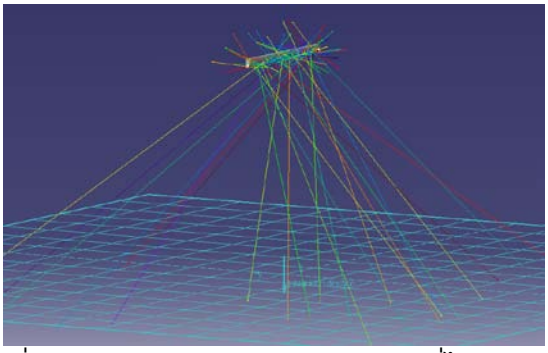
4.1 การศึกษาโคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบเปลือย

งานวิจัยในส่วนแรกนี้จะทำการศึกษาผลการวิเคราะห์ทางแสงของโคมไฟแบบเปลือย ดังแสดงในรูปที่ 3 เพื่อประเมินปริมาณทางแสงต่างๆที่ได้จากโคมไฟดังกล่าว



รูปที่ 3 รูปร่างโคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบเปลือย

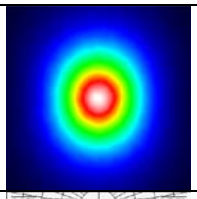
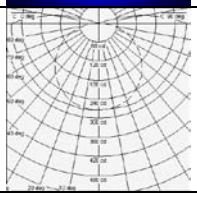
หลังจากทำการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีตามลำแสง เส้นทางเดินของลำแสงแต่ละลำแสง จะถูกคำนวณตามหลัก ทัศนศาสตร์เชิง เรขาคณิต โดยเริ่มจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ไปยังแผ่นสะท้อนแสง และจากแผ่นสะท้อนแสงไปยังพื้นที่รับแสง ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ลักษณะเส้นทางเดินของลำแสงที่ได้จากการคำนวณ

จากนั้นค่าพลังงานของลำแสง ณ ตำแหน่งต่างๆ บนเส้นทางเดินลำแสง จะถูกนำมาคำนวณหาค่าความสว่าง รูปแบบลำแสง และการกระจายความเข้มแสง ซึ่งจากการวิเคราะห์จะได้ผลการคำนวณดังแสดงในตารางที่ 1

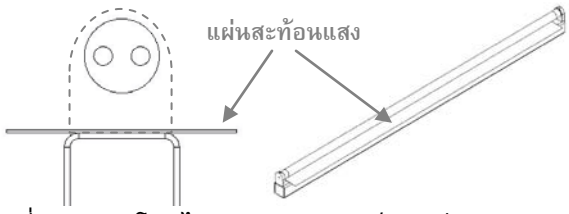
ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ทางแสงของโคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบเปลือย

	แบบเปลือย
ค่าความสว่างสูงสุด (ลักซ์)	64.5
ค่าความสว่างต่ำสุด (ลักซ์)	4.3
ค่าความสว่างเฉลี่ย (ลักซ์)	20.4
รูปแบบลำแสงบนพื้นที่รับแสงด้านล่าง ที่ระยะห่าง 2 เมตร	
เส้นโค้งการกระจายแสง	

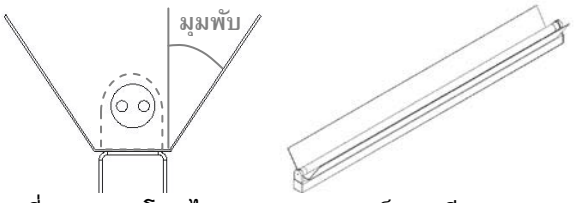
จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น จะเห็นได้ว่าโคมไฟฟลูออเรสเซนต์ T8 แบบเปลือย จะให้เส้นโค้งการกระจายแสงแบบสม่ำเสมอในทุกทิศทาง โดยมีค่าความสว่างสูงสุด 64.5 ลักซ์ และมีค่าความสว่างเฉลี่ย 20.4 ลักซ์ บนพื้นที่ใช้งานขนาด 36 ตารางเมตร ณ ความสูงติดตั้ง 2 เมตร

4.2 การศึกษาโคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบใส่แผ่นสะท้อนแสง

สำหรับการศึกษาโคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบที่มีแผ่นสะท้อนแสง จะทำการวิเคราะห์หาค่าปริมาณทางแสงต่างๆที่ได้จากดวงโคม เพื่อประเมินผลของการใส่แผ่นสะท้อนแสง รวมถึงความสัมพันธ์ของรูปร่างการพับแผ่นสะท้อนแสงต่อปริมาณทางแสงของโคมไฟ โดยจะแบ่งการศึกษาเป็น 2 กรณี ได้แก่ กรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงความยาวฐานของแผ่นสะท้อนแสงที่ไม่มีการพับขึ้นรูปด้านข้าง ดังแสดงในรูปที่ 5 และกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงความยาวฐานของแผ่นสะท้อนแสงที่มีการพับขึ้นรูปด้านข้าง ดังแสดงในรูปที่ 6 ซึ่งในการศึกษาได้กำหนดขอบเขตของการเปลี่ยนแปลงความยาวฐานของแผ่นสะท้อนไว้ไม่ให้เกินความกว้างของโคมไฟที่จำหน่ายอยู่ในตลาดคือ ไม่เกิน 150 มิลลิเมตร



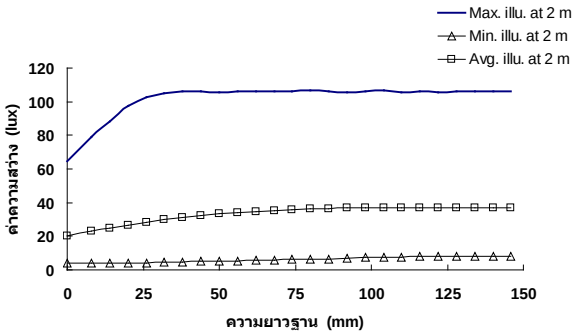
รูปที่ 5 รูปร่างโคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบมีแผ่นสะท้อนแสงที่ไม่มีการพับขึ้นรูป



รูปที่ 6 รูปร่างโคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบมีแผ่นสะท้อนแสงที่มีการพับขึ้นรูป

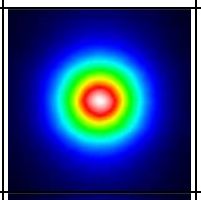
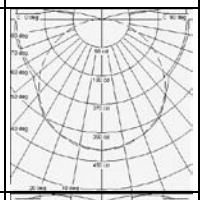
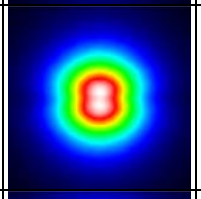
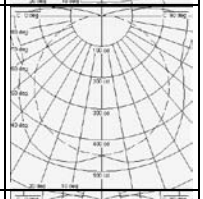
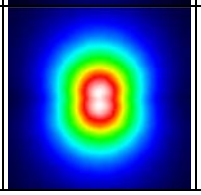
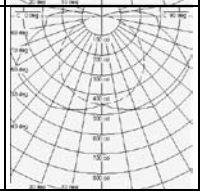
4.2.1 การศึกษากรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงความยาวฐานของแผ่นสะท้อนแสงที่ไม่มีการพับขึ้นรูปด้านข้าง

เมื่อทำการวิเคราะห์กรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงความยาวฐานของแผ่นสะท้อนแสงที่ไม่มีการพับขึ้นรูปด้านข้าง (แบบเรียบ) ด้วยระเบียบวิธีตามลำแสง จะได้กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าความสว่างกับความยาวฐานดังรูปที่ 7 และได้ผลการวิเคราะห์ปริมาณทางแสงดังแสดงในตารางที่ 2



รูปที่ 7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่างและความยาวฐานของแผ่นสะท้อนที่ไม่มีการพับขึ้นรูปด้านข้าง

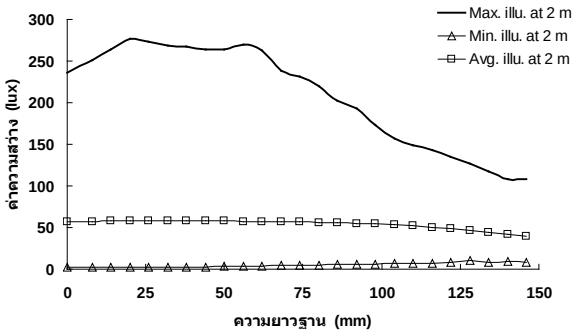
ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณทางแสงของโคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบมีแผ่นสะท้อนแสงที่ไม่มีการพับขึ้นรูปด้านข้าง

ความยาวฐาน (มม.)	ความสว่างสูงสุด (ลักซ์)	รูปแบบลำแสง	เส้นโค้งการกระจายแสง
20	97.7		
44	106		
146	106.1		

เมื่อพิจารณาจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่าง และความยาวฐานของโคมไฟฟลูออเรสเซนต์ที่มีแผ่นสะท้อนแสงโดยไม่มีการพับขึ้นรูปด้านข้าง จะเห็นได้ว่า เมื่อใส่แผ่นสะท้อนแสงให้กับโคมไฟแบบเปลือย จะทำให้ค่าความสว่างที่ได้จากโคมไฟเพิ่มมากขึ้นกว่าเดิม และเมื่อพิจารณาข้อมูลจากตารางที่ 2 พบว่า ความยาวฐานของแผ่นสะท้อนแสงที่เพิ่มขึ้นนั้น จะไม่มีผลต่อค่าความสว่างสูงสุด ค่าความสว่างเฉลี่ย และค่าความสว่างต่ำสุดของดวงโคมมากนัก แต่จะมีผลทำให้รูปแบบลำแสงบนพื้นที่ใช้งานกว้างมากขึ้น โดยมีเส้นโค้งการกระจายแสงของดวงโคมเปลี่ยนแปลงไปดังแสดงในตารางที่ 2

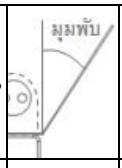
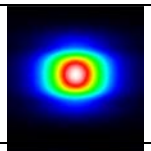
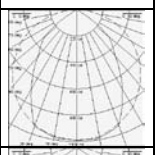
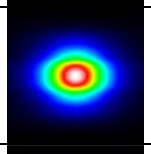
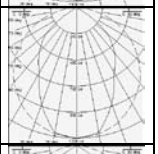
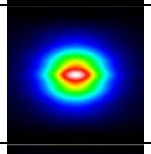
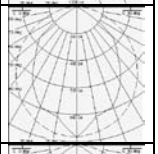
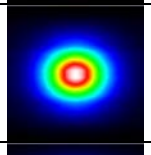
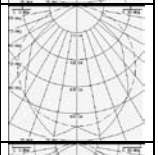
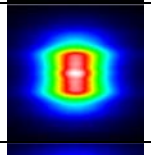
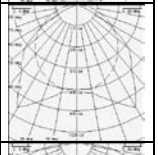
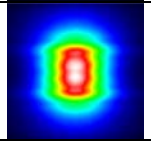
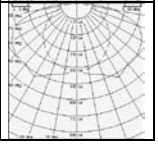
4.2.2 การศึกษาปริมาณแสงในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงความยาวฐานและมุมพับของแผ่นสะท้อนแสงที่มีการพับขึ้นรูปด้านข้าง

ในส่วนนี้จะทำการศึกษาในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงความยาวฐานและองศาการพับของแผ่นสะท้อนแสงที่มีการพับขึ้นรูปด้านข้างดังรูปที่ 6 โดยกำหนดให้ความสูงและส่วนที่กว้างที่สุดของจานสะท้อนแสงไม่เกิน 80 มิลลิเมตร และ 150 มิลลิเมตร ตามลำดับ แล้วทำการวิเคราะห์ผลด้วยวิธีการตามลำแสง ซึ่งจากการวิเคราะห์จะได้กราฟความสัมพันธ์ของค่าความสว่างกับความยาวฐานดังรูปที่ 8 และได้ผลการวิเคราะห์ความสว่าง รูปแบบลำแสงบนพื้นที่ใช้งาน และเส้นโค้งการกระจายแสง ดังแสดงในตารางที่ 3



รูปที่ 8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่างและความยาวฐาน

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณทางแสงของโคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบมีแผ่นสะท้อนแสงที่มีการพับขึ้นรูปด้านข้าง

ความยาวฐาน (มม.)		ความสว่างสูงสุด (ลักซ์)	รูปแบบลำแสง	เส้นโค้งการกระจายแสง
8	41.6°	251.1		
26	37.8°	273.6		
56	30.4°	270.3		
68	27.1°	237.9		
98	18°	173.4		
146	1.4°	108.6		

โดยเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่างกับความยาวฐานในกรณีของโคมที่มีการพับแผ่นสะท้อนแสงด้านข้าง จะเห็นได้ว่า ในกรณีที่มีการใช้แผ่นสะท้อนแสงด้านข้าง การเพิ่มความยาวฐาน จะทำให้ค่าความสว่างสูงสุดมีแนวโน้มลดลง แต่จะไม่มีผลต่อค่าความสว่างเฉลี่ย และค่าความสว่างต่ำสุดมากนัก

จากผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 3 พบว่า สำหรับโคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบมีแผ่นสะท้อนแสงที่มีการพับขึ้นรูปด้านข้างนั้น ความยาวฐานและมุมพับจะมีผลต่อค่าความสว่าง และรูปแบบลำแสงอย่างมาก โดยในกรณีที่ฐานสั้นมาก จะได้ปริมาณค่าความสว่างมาก และมีรูปแบบลำแสงแบบส่องลง ในขณะที่เมื่อความยาวฐานกว้างขึ้น ปริมาณค่าความสว่างที่ได้จากดวงโคม จะมีค่าลดลง แต่จะให้การกระจายแสงที่มีลักษณะคล้ายปีกผีเสื้อ ซึ่งจะทำให้ได้รูปแบบลำแสงบนพื้นที่ใช้งานที่กว้างมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ค่าความสว่างสูงสุดอาจมีค่าเพิ่มขึ้น หรือลดลง ณ บางค่าความยาวฐาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับมุมพับของแผ่นสะท้อนด้านข้าง โดยมุมการพับระหว่าง 30-40 องศา จะช่วยในการบีบลำแสงให้แคบ ในขณะที่มุมพับระหว่าง 10-30 องศา จะช่วยในการกระจายลำแสงที่ได้จากดวงโคมให้กว้างมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการใช้แผ่นสะท้อนแสงที่มีการพับขึ้นรูปด้านข้าง จะช่วยเพิ่มค่าความสว่างที่ได้จากดวงโคม เมื่อเทียบกับการใช้โคมฟลูออเรสเซนต์แบบเปลือย หรือการใช้โคมไฟที่มีจานสะท้อนแสงแบบเรียบ และสามารถควบคุมทิศทางการกระจายแสงที่ได้จากดวงโคมได้ดีกว่า

5. สรุปผล

จากการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีตามลำแสง จะเห็นได้ว่า การติดแผ่นสะท้อนแสงแบบเรียบให้กับโคมเปลือย จะช่วยเพิ่มความสว่างของดวงโคมได้ ซึ่งการเพิ่มความยาวฐาน จะทำให้การส่องสว่างพื้นที่ใช้งานกว้างมากขึ้นตามไปด้วย แต่จะไม่มีผลต่อค่าความสว่างโดยรวมของดวงโคมมากนัก ดังนั้นการเพิ่มแผ่นสะท้อนด้านข้าง จะช่วยเพิ่มค่าความสว่างและควบคุมการการกระจายแสงได้ดีขึ้น ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ดังกล่าว จะช่วยให้ผู้ออกแบบโคมไฟสามารถเลือกรูปแบบลำแสงและค่าความสว่างที่เหมาะสมกับพื้นที่ใช้งานที่ต้องการได้ง่ายขึ้น อีกทั้งยังสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบแผ่นสะท้อนแสงสำหรับโคมไฟประเภทอื่นๆ ต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ สำหรับคอมพิวเตอร์ประสิทธิภาพสูงและซอฟแวร์ช่วยวิเคราะห์ทางแสงที่ใช้ในการวิจัยนี้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] V. Prasanna Kumar, R. Lakkumanan, and K. Prakasan (2005). *Computer aided optical design of reflectors in automotive headlights*, IMechE, 220: 415-424.

[2] Illuminating Engineering Society of North America. (2000). *IESNA Lighting Handbook: Reference & Application*, 9th ed. New York, NY: Edited by Mark S. Rea.

[3] Elmer, William B. (1980). *The Optical Design Of Reflectors*. New York, NY: John Wiley & Sons.

[4] Murdoch, Joseph B. (1985). *Illumination Engineering: From Edison's Lamp To The Laser*. New York, NY: Macmillan.

[5] McCluney, Ross. (1994). *Introduction to Radiometry & Photometry*. Norwood, MA: Artech House.

[6] L. Chen, M. Suzuki and N. Toshimura (1998). Evaluation of Luminous Intensity Characteristics for Luminaire of Fluorescent Lamp with Louver by Monte Carlo Simulation, J. Light & Vis Env. Vol.22, No.2, 1998

[7] Hecht, Eugene. (2002). *Optics*. San Francisco, CA: Addison Wesley.