บทที่ 1

บทนำ

1.1 คำนำ

ในปัจจุบันนี้เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่าองค์ประกอบที่สำคัญของการมอง เห็นสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ ชิ้นงาน ระบบแสงสว่าง และผู้สังเกตุการณ์ แต่ละองค์ประกอบเหล่านี้มีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่ต้องคำนึงถึงอยู่หลายอย่าง เช่น ชิ้นงานจะต้องพิจารณาถึงเรื่อง ขนาด ความส่องสว่าง ความแตกต่างระหว่างความส่องสว่างของชิ้นงานและบริเวณโดยรอบ ระยะเวลาที่กำหนดให้หรือใช้ในการทำงาน ความถูกต้องแม่นยำในการทำงาน ชิ้นงานอยู่กับที่หรือมีการเคลื่อนไหว ตลอดจนสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่บริเวณรอบ ๆ ชิ้นงาน สำหรับระบบแสงสว่างจะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติที่สำคัญ ๆ ต่อไปนี้ ระดับความสว่าง disability glare discomfort glare อัตราส่วนของความส่องสว่างและสีของแสง ในขณะเดียวกันคุณสมบัติประจำตัวที่สำคัญของผู้-สังเกตุการณ์ที่จะต้องนำมาพิจารณาด้วย คือ ภาวะทางกายภาพของตา สภาวะการปรับตัวของตา ความล้าที่เกิดขึ้นแก่ตา และผลตอบสนองทางจิตใจ อย่างไรก็ตามการมองเห็นจะเกิดขึ้นไม่ได้เลยถ้าปราศจากระบบแสงสว่าง ความสว่างเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของระบบแสงสว่างที่สามารถคำนวณและวัดได้ง่าย ใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วไป

มาตรฐานทางด้านแสงสว่าง [1,2,3] ทั่ว ๆ ไป ได้กำหนดระดับความสว่างของงานประเภทต่าง ๆ ขึ้น ค่าความสว่างที่กำหนดไว้นี้เป็นค่าความสว่างเฉลี่ยบนพื้นที่ทำงานสมมุติ ซึ่งอาจจะเป็นระนาบระดับ ระนาบดิ่งหรือระนาบเอียงก็ได้ ถ้าไม่ได้กำหนดเจาะจงลงไป ค่าความสว่างเฉลี่ยนี้จะเป็นค่าที่วัดได้บนระนาบระดับที่อยู่สูงจากพื้นห้อง 0.85 เมตร ค่าความสว่างที่กำหนดขึ้นนี้จะเป็นตัวกำหนดปริมาณของแสงสว่างที่ต้องการใช้ของงานแต่ละประเภทที่ผู้ทำงานสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว ปลอดภัยและไม่เกิดความอ่อนเพลียทางระบบประสาท

ตาเร็วกว่าปกติ

1.2 ความเป็นมาของปัญหา

เนื่องจากในปัจจุบัน โรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทยหลายแห่งได้ทำการผลิต โคมไฟแสงสว่างแบบต่าง ๆ ที่ใช้ภายในอาคารและภายนอกอาคาร ขึ้นมาจำหน่ายในท้องตลาดเป็นจำนวนมาก โคมไฟที่ใช้ภายในอาคารแต่ละแบบที่ผลิตออกมานั้น ส่วนใหญ่ไม่มีข้อมูลทางแสงให้อย่างเพียงพอที่จะนำเอาไปใช้ในงานออกแบบระบบแสงสว่าง เป็นเหตุให้วิศวกรที่ทำงานทางด้านออกแบบระบบแสงสว่างมีความลำบากใจในการตัดสินใจเลือกใช้โคมไฟแสงสว่างต่าง ๆ เหล่านี้ วิศวกรออกแบบจึงต้องสมมุติข้อมูลต่าง ๆ ขึ้นมาเอง โดยอาศัยข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้รับจากโคมไฟที่ผลิตจากต่างประเทศเป็นแนวทาง ทำให้งานออกแบบมีความผิดพลาดคลาดเคลื่อนได้ เมื่อทำการติดตั้งระบบแสงสว่างไปตามที่ออกแบบไว้ อาจจะปรากฏว่าค่าความสว่างที่วัดได้ไม่ตรงกับที่ออกแบบไว้ เช่นได้ค่าน้อยไปทำให้ต้องติดตั้งระบบแสงสว่างเพิ่มเติม เป็นเหตุให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นโดยไม่จำเป็น แต่ถ้ายอมรับระบบแสงสว่างที่ติดตั้งไปแล้วนั้น ก็จะเกิดผลเสียต่อผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับระบบแสงสว่างนั้นโดยตรง ในทางตรงกันข้ามถ้าค่าความสว่างที่ได้มีค่าสูงกว่ามาตรฐานมากก็จะไม่เป็นการประหยัด

จากผลงานวิจัยของ รองศาสตราจารย์ ดร.ประไมทย์ อุณหไวทยะ และคณะ ฯ ที่ได้ทำเกี่ยวกับระบบแสงสว่างภายในอาคารเรียนในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย [4] พบว่าค่าความสว่างตามห้องเรียนและห้องปฏิบัติการต่างๆ ส่วนใหญ่จะต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ในมาตรฐานมาก แต่เนื่องจากการเรียนการสอนส่วนใหญ่ในมหาวิทยาลัย กระทำกันในเวลากลางวัน ค่าความสว่างตามห้องเรียนต่าง ๆ จึงอาจจะสูงกว่าค่าที่กำหนดได้ เพราะได้รับแสงสว่างจากภายนอกอาคารอีกส่วนหนึ่ง จากผลงานวิจัยนี้เองชี้ให้เห็นว่าแม้แต่ในสถานศึกษาระบบแสงสว่างที่ใช้อยู่ก็ยังไม่ได้มาตรฐานสากล

1.3 ความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันคุณภาพของระบบแสงสว่างที่ติดตั้งภายในอาคารจะถูกกำหนดด้วยค่าความสว่างของ

แสงบนพื้นที่ทำงานสมมุติ ค่าความสว่างของแสงบนพื้นที่ทำงานสมมุตินี้ โดยทั่วไปเรากำหนดตามความสำคัญของงานที่เราต้องการกระทำดังได้กล่าวไว้แล้วในบทนำ การออกแบบทางด้านแสงสว่างจึงเป็นการคำนวณค่าความสว่างของแสงที่ตกบนพื้นที่ทำงานสมมุติให้ได้ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานสากล การออกแบบโดยวิธีคำนวณค่าความสว่างในปัจจุบันมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน แต่วิธีที่สะดวก รวดเร็ว และได้ผลเป็นที่น่าพอใจ คือการคำนวณค่าความสว่างโดยวิธีใช้ค่าสัมประสิทธิการใช้แสง ในการคำนวณตามวิธีนี้นั้น ข้อมูลทางแสงของโคมไฟแสงสว่างที่สำคัญมากคือ ค่าสัมประสิทธิการใช้แสงของโคมไฟแสงสว่าง ซึ่งจะเป็นตัวบอกให้ทราบว่าฟลักซ์การส่องสว่างทั้งหมดที่ตกลงบนพื้นที่ทำงานสมมุติมีค่ามากน้อยเพียงใด เมื่อเทียบกับฟลักซ์การส่องสว่างจากหลอดไฟแสงสว่างที่ติดตั้งอยู่ภายในโคมไฟแสงสว่างนั้น ๆ วิทยานิพนธ์นี้จึงเป็นการศึกษาหาค่าสัมประสิทธิการใช้แสงของดวงไฟแสงสว่างแบบหลัก ๆ ที่ใช้ภายในอาคาร โดยคำนวณหาจากลักษณะการกระจายค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างของโคมไฟและจากการวัดในห้องจำลองที่สร้างขึ้นแล้วติดตั้งโคมไฟแบบเดียวกันเพื่อทำการเปรียบเทียบ

1.4 วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย

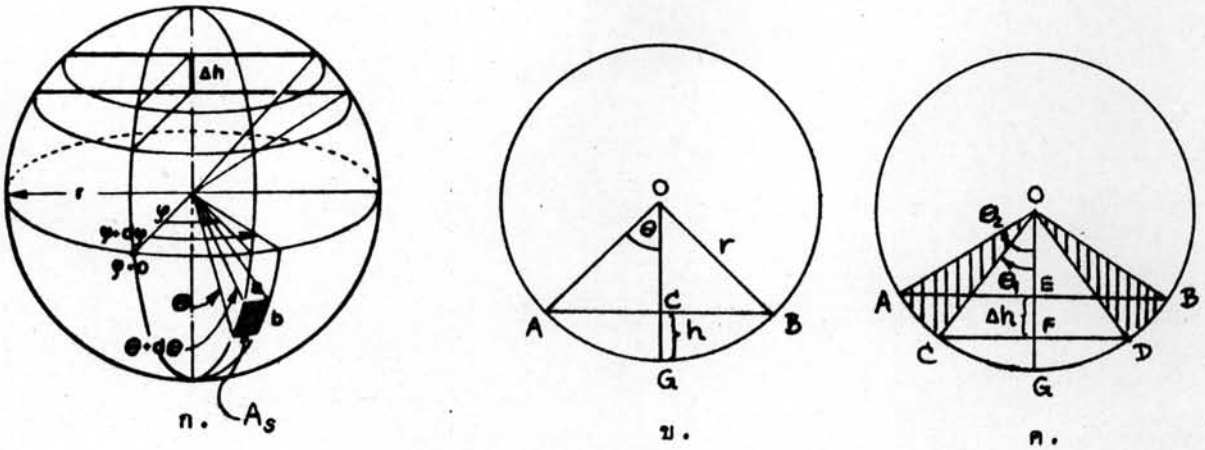
การวิจัยนี้เป็นการศึกษาหาค่าสัมประสิทธิการใช้แสงของโคมไฟแสงสว่างที่ใช้ภายในอาคารแบบหลัก ๆ 5 แบบ คือ แบบให้แสงโดยตรง แบบให้แสงกึ่งโดยตรง แบบให้แสงกระจายทั่วไป แบบให้แสงกึ่งทางอ้อม และแบบให้แสงทางอ้อม โดยการวัดหาลักษณะการกระจายค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างของโคมไฟแสงสว่างแต่ละแบบในห้องทดลอง แล้วนำค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างที่วัดได้นี้ไปคำนวณหาค่าสัมประสิทธิการใช้แสงของโคมไฟตามวิธี BZ [5] และวิธี Zonal-Cavity [6] นอกจากนี้ยังได้ออกแบบและสร้างห้องจำลองที่เปลี่ยนแปลงขนาดได้ นำโคมไฟทั้ง 5 แบบ ไปติดตั้งภายในห้องจำลองวัดหาค่าสัมประสิทธิการใช้แสงของโคมไฟแสงสว่างจากการวัดค่าความสว่างเฉลี่ยบนพื้นที่ทำงานสมมุติ โดยเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิการใช้แสงนี้ เช่น ขนาดของห้อง ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิวห้อง และตำแหน่งการติดตั้งดวงโคม แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ร่วมกับค่าที่คำนวณได้จากวิธี BZ และวิธี Zonal-Cavity

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

ระบบแสงสว่างที่ไม่ดีจะมีผลเสียต่อผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับระบบแสงสว่างนั้นโดยตรง เช่น เกิดความอ่อนเพลียทางระบบประสาทตาเร็วกว่าปกติ ทำให้ความสามารถในการทำงานลดน้อยลง เกิดความผิดพลาดและเกิดอันตรายได้ง่าย และยังมีผลต่อสภาพทางจิตใจอีกด้วย นอกจากนี้ระบบแสงสว่างเองก็มีประสิทธิภาพต่ำ ทำให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจของชาติอย่างมาก ในการออกแบบระบบแสงสว่างเพื่อให้ได้ระบบแสงสว่างที่ดีนั้น ผู้ออกแบบจะต้องทราบรายละเอียดข้อมูลอย่างเพียงพอ ข้อทางแสงที่สำคัญมากตัวหนึ่งของโคมไฟที่จะใช้ในการออกแบบโดยวิธีคำนวณค่าความสว่าง คือ ค่าสัมประสิทธิการใช้แสงของโคมไฟแสงสว่าง เนื่องจากโคมไฟแสงสว่างที่ใช้ภายในอาคารส่วนใหญ่ที่ผลิตขึ้นภายในประเทศยังขาดข้อมูลตัวนี้ ผลที่ได้จากการวิจัยนี้จะเป็นแนวทางในการทดสอบหาค่าสัมประสิทธิการใช้แสงของโคมไฟต่าง ๆ เหล่านี้ต่อไป ข้อมูลต่าง ๆ ของโคมไฟแสงสว่างเหล่านี้ก็จะสมบูรณ์ขึ้น ทำให้วิศวกรผู้ออกแบบได้ออกแบบอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ ได้ใช้โคมไฟที่ผลิตขึ้นภายในประเทศมากขึ้น เป็นการช่วยเศรษฐกิจของชาติทางหนึ่ง นอกจากนี้ประโยชน์ที่จะได้รับอีกส่วนหนึ่ง คือ ห้องจำลองที่ถูกสร้างขึ้นจะสามารถให้บริการด้านการวัดข้อมูลต่าง ๆ ทางแสงของโคมไฟแสงสว่างแก่โรงงานผู้ผลิตได้อีกด้วย จะยังผลให้โคมไฟเหล่านั้นได้รับการปรับปรุงและพัฒนาจนได้มาตรฐานในที่สุด

1.6 นิยามและคำศัพท์เทคนิค

มุมเชิงของแข็ง (Solid angle) เขียนย่อด้วย Ω หรือ ω มุมเชิงของแข็งอาจกำหนดรูปร่าง โดยกลุ่มของเส้นตรงที่ลากจากจุด ๆ หนึ่งออกไปในลักษณะของรูปทรงกรวย ในที่นี้หมายถึง ส่วนของช่องว่างที่ล้อมรอบด้วยผิวของกรวย มุมนี้มีความสำคัญในการคำนวณ และการทำความเข้าใจในวิชาวิศวกรรมแสงสว่างมาก



รูป 1.1

ถ้ามีทรงกลมจินตภาพ (imaginary sphere) ที่มีรัศมี r และ A_s เป็นพื้นที่บนผิวทรงกลมที่มีรูปร่างอย่างไรก็ได้ ช่องว่างภายในรูปกรวยซึ่งมี A_s เป็นฐาน จะแทนได้ด้วยค่ามุมเชิงของแข็ง ตามรูป 1.1 ก. ดังนี้

$$\Omega = \frac{A_s}{r^2} \qquad (1.1)$$

มุมเชิงของแข็ง มีหน่วยเป็น สเตอเรเดียน (steradian : sr)

มุมเชิงของแข็งอาจคำนวณได้ในกรณีของรูปร่างง่าย ๆ เช่นในกรณีที่กำหนดมุมในระนาบให้

ตามรูป 1.1 ข. กำหนดมุม AOB ให้ O เป็นจุดศูนย์กลาง โดยมี r เป็นรัศมีของทรงกลม มุมเชิงของแข็ง Ω กำหนดได้โดยพื้นที่ผิวทรงกลมกะทะ และมุมครึ่งหนึ่งของมุมยอด θ

จาก $\Omega = \frac{A_s}{r^2}$

เมื่อ A_s = พื้นผิวทรงกลมรูปกะทะ = $2\pi rh$

ดังนั้น $\Omega = \frac{2\pi rh}{r^2}$

$= \frac{2\pi r\ (OG - OC)}{r^2}$

$= \frac{2\pi r\ (r - r\cos\theta)}{r^2}$

$\Omega = 2\pi\ (1 - \cos\theta)$ (1.2)

บางครั้งมุมเชิงของแข็งอาจจะไม่ตันทมดก็ได้ ดูรูป 1.1 ค.

รูป 1.1 ค. นี้แสดงภาพตัดของมุมเชิงของแข็งแบบโซนัล (Zonal) ซึ่งเป็นแบบสมมาตรรอบแกน OG จะเห็นได้ว่า ช่องว่างที่แทนได้ด้วยมุมเชิงของแข็งจะอยู่ระหว่างผิว AOB และ COD

$EF = \Delta h = OF - OE = r\cos\theta_1 - r\cos\theta_2$

$\Omega = \frac{A_s}{r^2} = \frac{2\pi r.EF.}{r^2}$

$\Omega = 2\pi(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$ (1.3)

<u>ฟลักซ์การส่องสว่าง</u> (luminous flux) ใช้สัญญลักษณ์ ϕ

ฟลักซ์การส่องสว่างเป็นพลังงานแสงสว่างที่แผ่ออกต่อวินาทีจากแหล่งกำเนิดคลื่นแสงสว่าง เนื่องจากเป็นอัตราการแผ่ของพลังงานจึงเป็นหน่วยกำลัง ฟลักซ์การส่องสว่างของแหล่งกำเนิดแสงสามารถหาได้โดยวิธีดังนี้

ก. คำนวณหาจากการกระจายความเข้มแห่งการส่องสว่างของแหล่งกำเนิดแสง (luminous intensity distribution of light source)

ถ้าให้ $I_{\Delta\Omega}$ เป็นความเข้มแห่งการส่องสว่างเฉลี่ยในแต่ละมุมเชิงของแข็งย่อย $\Delta\Omega$

$\Delta\Omega$ เป็นมุมเชิงของแข็งย่อย ๆ ที่ถูกแบ่ง

ϕ เป็นฟลักซ์การส่องสว่างทั้งหมดของแหล่งกำเนิดแสง

จะได้ว่า $$\phi = \Sigma I_{\Delta\Omega} \cdot \Delta\Omega \qquad (1.4)$$

ข. หาได้โดยตรงจากการวัดด้วย Integrating Sphere Photometer

หน่วยของฟลักซ์การส่องสว่างเป็น ลูเมน (lumen : lm)

<u>ความเข้มแห่งการส่องสว่าง</u> (luminous intensity) ใช้สัญญลักษณ์ I

ความเข้มแห่งการส่องสว่าง คือ ค่าความหนาแน่นของฟลักซ์การส่องสว่างจากแหล่งกำเนิดแสงในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ซึ่งคิดต่อหน่วยมุมเชิงของแข็งในทิศทางนั้น ๆ

ถ้าให้ $d\phi$ เป็นฟลักซ์การส่องสว่างย่อยในทิศทางที่กำหนด

$d\Omega$ เป็นค่ามุมเชิงของแข็งย่อยในทิศทางของฟลักซ์การส่องสว่างที่พุ่งออกมา

I เป็นค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างในทิศทางนั้น

จะได้ว่า $$I = \frac{d\phi}{d\Omega} \qquad (1.5)$$

ความเข้มแห่งการส่องสว่าง มีหน่วยเป็น แคนเดล่า (candela : cd)

<u>ความสว่าง</u> (illuminance) ใช้สัญญลักษณ์ E

ค่าความสว่าง ณ จุดใดจุดหนึ่งบนพื้นผิวแห่งหนึ่ง หมายถึง ค่าฟลักซ์การส่องสว่างที่ตกกระทบบนส่วนย่อยของพื้นผิวนั้น หาร ด้วยพื้นที่ของส่วนย่อยนั้น

ถ้าให้ E เป็นค่าความสว่าง

$d\phi$ เป็นฟลักซ์การส่องสว่างย่อยที่ตกบนพื้นผิว

dA เป็นพื้นที่ของพื้นผิวย่อยนั้น

จะได้ $$E = \frac{d\phi}{dA}$$

$$E = I\frac{d\phi}{dA} \qquad (d\phi = Id\Omega)$$

$$E = \frac{I}{r^2} \qquad (d\Omega = \frac{dA}{r^2}) \qquad (1.6)$$

จากสูตรจะเห็นได้ว่า ค่าความสว่างที่จุดใดจุดหนึ่ง อาจหาได้จากค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างที่ตกลงบนจุดนั้น หาร ด้วยกำลังสองของระยะทางจากแหล่งกำเนิดแสงถึงจุดนั้น

ความสว่าง มีหน่วยเป็น ลักซ์ (lux : lx)

<u>ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุ</u> (reflectance) ใช้สัญญลักษณ์ ρ หรือ R ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุ คือ อัตราส่วนของฟลักซ์การส่องสว่างที่สะท้อนออกจากผิวหน้าวัสดุต่อฟลักซ์การส่องสว่างที่ตกกระทบที่ผิวหน้าของวัสดุนั้น

ถ้าให้ ρ เป็นค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุ

ϕ_r เป็นฟลักซ์การส่องสว่างที่สะท้อนออกจากผิวหน้าวัสดุ

ϕ_{inc} เป็นฟลักซ์การส่องสว่างที่ตกกระทบที่ผิวหน้าวัสดุ

จะได้ $$\rho = \phi_r/\phi_{inc} \qquad (1.7)$$

<u>สัมประสิทธิการใช้แสง</u> (coefficient of utilization) ใช้สัญญลักษณ์ CU

สัมประสิทธิการใช้แสง คือ อัตราส่วนของฟลักซ์การส่องสว่างทั้งหมดที่ตกกระทบบนพื้นที่ทำงาน ต่อ ฟลักซ์การส่องสว่างทั้งหมดที่แผ่ออกจากหลอดไฟแสงสว่างที่ติดตั้งอยู่ในพื้นที่ทำงานนั้น

<u>อัตราส่วนของแสงที่ส่องออกจากโคมในครึ่งทรงกลมล่าง</u> (downward light output ratio) ใช้ตัวย่อ DLOR

$$\text{DLOR} = \frac{\text{ฟลักซ์การส่องสว่างที่ส่องออกจากโคมภายในครึ่งทรงกลมล่าง}}{\text{ฟลักซ์การส่องสว่างทั้งหมดที่ส่องออกจากหลอดไฟที่ติดตั้งอยู่ในโคมนั้น}}$$

<u>อัตราส่วนของแสงที่ส่องออกจากโคมในครึ่งทรงกลมบน</u> (upward light output ratio) ใช้ตัวย่อ ULOR

$$\text{ULOR} = \frac{\text{ฟลักซ์การส่องสว่างที่ส่องออกจากโคมภายในครึ่งทรงกลมบน}}{\text{ฟลักซ์การส่องสว่างทั้งหมดที่ส่องออกจากหลอดไฟที่ติดตั้งอยู่ในโคมนั้น}}$$

<u>อัตราส่วนโดยตรง</u> (direct ratio) ใช้ตัวย่อ DR

$$DR = \frac{\text{ฟลักซ์การส่องสว่างจากดวงโคมที่ตกกระทบบนพื้นที่ทำงานสมมุติโดยตรง}}{\text{ฟลักซ์การส่องสว่างทั้งหมดที่ส่องออกจากโคมภายในครึ่งทรงกลมล่าง}}$$

<u>การใช้ประโยชน์ของฟลักซ์การส่องสว่างที่ส่องออกจากโคมในครึ่งทรงกลมล่าง</u>

(lower flux utilance) ใช้ตัวย่อ LFU

$$LFU = \frac{\text{ฟลักซ์การส่องสว่างจากดวงโคมในครึ่งทรงกลมล่างที่ตกกระทบบนพื้นที่ทำงานทั้งหมด (โดยตรงและหลังจากการสะท้อน)}}{\text{ฟลักซ์การส่องสว่างที่ส่องออกจากโคมภายในครึ่งทรงกลมล่าง}}$$

<u>การใช้ประโยชน์ของฟลักซ์การส่องสว่างที่ส่องออกจากโคมในครึ่งทรงกลมบน</u>

(upper flux utilance) ใช้ตัวย่อ UFU

$$UFU = \frac{\text{ฟลักซ์การส่องสว่างจากดวงโคมในครึ่งทรงกลมบนที่ตกกระทบบนพื้นที่ทำงานหลังจากการสะท้อน}}{\text{ฟลักซ์การส่องสว่างที่ส่องออกจากโคมภายในครึ่งทรงกลมบน}}$$

<u>ส่วนประกอบข้างล่าง</u> (downward component) ใช้ตัวย่อ DC

$$DC = \frac{\text{ฟลักซ์การส่องสว่างจากดวงโคมในครึ่งทรงกลมล่างที่ตกกระทบบนพื้นที่ทำงานทั้งหมด (ทั้งโดยตรงและหลังจากการสะท้อน)}}{\text{ฟลักซ์การส่องสว่างทั้งหมดที่ส่องออกจากหลอดไฟที่ติดตั้งอยู่ในโคมนั้น}}$$

<u>ส่วนประกอบข้างบน</u> (upward component) ใช้ตัวย่อ UC

$$UC = \frac{\text{ฟลักซ์การส่องสว่างจากดวงโคมในครึ่งทรงกลมบนที่ตกกระทบบนพื้นที่ทำงานหลังจากการสะท้อน}}{\text{ฟลักซ์การส่องสว่างทั้งหมดที่ส่องออกจากหลอดไฟที่ติดตั้งอยู่ในโคมนั้น}}$$

<u>ความสูงของการติดตั้ง</u> (mounting height) ใช้สัญญลักษณ์ H_m

ความสูงของการติดตั้ง คือ ความสูงของดวงโคมที่อยู่เหนือพื้นที่ทำงานสมมุติ

<u>ระยะห้อยจากเพดาน</u> (suspension length) ใช้สัญญลักษณ์ H_s

ระยะห้อยจากเพดาน คือ ระยะทางของโคมไฟที่ห้อยลงมาจากเพดาน

<u>ดัชนีห้อง</u> (room index) ใช้สัญญลักษณ์ k_r

ดัชนีห้อง เป็นตัวเลขบอกถึงลักษณะและรูปร่างของห้องทางเรขาคณิต ซึ่งกำหนดได้ดังนี้

$$k_r = \frac{\text{พื้นที่เพดาน + พื้นที่พื้นห้อง}}{\text{พื้นที่ผนังโดยรอบระหว่างระดับโคมไฟแสงสว่างและระดับพื้นที่ทำงานสมมุติ}}$$

<u>ดัชนีช่องว่างเพดาน</u> (ceiling cavity index) ใช้สัญญลักษณ์ k_c

ดัชนีช่องว่างเพดาน เป็นตัวเลขบอกถึงลักษณะรูปร่างทางเรขาคณิตของช่องว่างระหว่างเพดานและระดับโคมไฟแสงสว่าง ซึ่งกำหนดได้ดังนี้

$$k_c = \frac{2 \text{ เท่าของพื้นที่เพดาน}}{\text{พื้นที่ผนังโดยรอบระหว่างระดับโคมไฟแสงสว่างและเพดาน}}$$