เอกสารอ้างอิง

1. ประโมทย์ อุณหไวทยะ, "เทคนิคแสงสว่าง." ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.
2. ชมรมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย. เอกสารประกอบการอบรมเรื่องเทคนิคการส่องสว่างภายในอาคาร. กรุงเทพมหานคร: คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.
3. Illumination Engineering Society of North America, "IES Lighting Handbook, Reference Volume," Waverly Press, Inc., Baltimore, Maryland, 1981.
4. The Illuminating Engineering Society "The Calculation of Utilization Factors, the BZ Method," York House, Westminster Bridge Road, London S.E.1., 1971.
5. " Calculation for Interior Lighting, BASIC METHOD," Paris, France Publication CIE No. 40 (TC-1.5), 1978.
6. " Calculation for Interior Lighting, APPLIED METHOD," Paris, France Publication CIE No. 52 (TC-1.5), 1982.
7. "Guide On Interior Lighting," Vienna, Austria, Publication CIE No.29.2, 1986.
8. "Discomfort Glare in the Interior Working Environment," Paris, France, Publication CIE No.55 (TC-3.4), 1983.

ภาคผนวก ก

การคำนวณ CIE FLUX CODE ของโคมไฟ

CIE FLUX CODE ประกอบด้วยตัวเลข 5 ตัว ซึ่งแสดงลักษณะการกระจายแสงของโคมไฟ ได้แก่ N1 N2 N3 N4 และ N5 สามารถหาได้จากการกระจายความเข้มแห่งการส่องสว่างของโคมไฟเฉลี่ย โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. คำนวณ Zonal Flux โดยใช้สมการ

$$F = 2\pi I (\cos \theta_1 - \cos \theta_2) \qquad (ก.1)$$

เมื่อ F = ฟลักซ์ในแต่ละโซน ซึ่งมีมุมจาก θ_1 ถึง θ_2 วัดจากแนวดิ่ง

I = ความเข้มแห่งการส่องสว่าง ที่มุม $(\theta_1 + \theta_2)/2$ เรียกว่า Midzone Intensity

ดังนั้นในช่วงมุม 0° - 180° จะแบ่งออกได้เป็น 18 โซน จาก 0° - 10°, 10° - 20° . 20° - 30° ,..., 170° - 180° และค่า I ที่ใช้เป็นค่า I ที่มุม 5°, 15° , 25°,..., 175° ตามลำดับ ส่วนค่า Zonal Flux ที่คำนวณจากสมการ (ก.1) จะมีทั้งหมด 18 ค่า ซึ่งขอกำหนดให้เป็น F1, F2, F3, ... , F18 ตามลำดับ

2. คำนวณ Cumulative Zonal Flux FC1; FC2; FC3; FC4; F

Cumulative Zonal Flux FC1 FC2 FC3 FC4 และ F เป็น Cumulative Zonal Flux ของโคนที่มีมุมเชิงของแข็งเป็น $\pi/2$, π, $3\pi/2$, 2π และ 4π ตามลำดับ ซึ่งมุมของโคนเหล่านั้นมีมุมวัดจากแนวดิ่งโดยประมาณเป็น 41.4° ,

60° , 75.5° , 90° และ 180° ตามลำดับ ซึ่งโดยใช้วิธี Interpolation จะได้ว่า

$$
\begin{aligned}
FC1 &= -0.0605*ZF(30) + 0.9801*ZF(40) + 0.0804*ZF(50) \\
FC2 &= ZF(60) \\
FC3 &= 0.3241*ZF(70) + 0.7995*ZF(80) - 0.1236*ZF(90) \qquad \text{(ก.2)} \\
FC4 &= ZF(90) \\
F &= ZF(180)
\end{aligned}
$$

โดยที่ $ZF(30) = F1 + F2 + F3$

$ZF(40) = F1 + F2 + F3 + F4$

$ZF(60) = F1 + F2 + \ldots + F6$

$ZF(80) = F1 + F2 + \ldots + F8$

$ZF(90) = F1 + F2 + \ldots + F9$

$ZF(180) =$ Total Flux of Luminaire

เป็นผลรวมของ $F1 + F2 + \ldots + F18$

เมื่อทราบ Cumulative Zonal Flux ก็จะสามารถหา CIE Flux Code ได้โดยใช้สมการ

$$
\begin{aligned}
.N1 &= FC1/FC4 \\
.N2 &= FC2/FC4 \\
.N3 &= FC3/FC4 \qquad \text{(ก.3)} \\
.N4 &= FC4/F \\
.N5 &= F/n.PHI
\end{aligned}
$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยที่ N1 N2 N3 N4 และ N5 = CIE Flux Code

n = จำนวนหลอดไฟที่ติดตั้งในโคมไฟนั้น

PHI = ฟลักซ์ที่ได้จากหลอดไฟแต่ละหลอด (ลูเมน)

ในกรณีที่กำหนดค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างของระนาบ C ต่าง ๆ มาให้ ก็สามารถทำได้โดยหาค่าเฉลี่ยของความเข้มแห่งการส่องสว่าง $I_{av}(\gamma)$ ดังนี้

กำหนด $C = 0^\circ, 90^\circ$ $I_{av}(\gamma) = (I(0,\gamma) + I(90,\gamma))/2$

$C = 0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ $I_{av}(\gamma) = (I(0,\gamma) + 2*I(45,\gamma) + I(90,\gamma)/4$

$C = 0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ$ $I_{av}(\gamma) = (I(0,\gamma) + 2*I(30,\gamma) +$

$2*I(60,\gamma) + I(90,\gamma))/6$

เมื่อหา $I_{av}(\gamma)$ ได้ ก็สามารถหา FLUX CODE ได้โดยใช้หลักการเดิม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

การคำนวณหาชุดของประเภทการจัดเรียงอ้างอิงโดยวิธีของซีไออี

การหาชุดของประเภทการจัดเรียงอ้างอิง (Reference Class Set) กระทำได้โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การคำนวณหาชุดของอัตราส่วนโดยตรงของการจัดเรียงอ้างอิง (Direct Ratio Reference Set) หาได้โดยใช้ Geometric Multiplied ซึ่งอ่านจากตารางที่ 4.5 นำมาเปรียบเทียบกับ Flux Triplet ของโคมไฟ ดังนั้นที่ดัชนีห้องจาก 0.6, 0.8, ... , 20 ก็สามารถหา DRR ได้โดยใช้สมการ

$$DRR = GM1*.N1 + GM2*.N2 + GM3*.N3 + GM4 \qquad (ข.1)$$

ดังนั้นที่ดัชนีห้อง 12 ค่า (จาก 0.6, 0.8, 1.0, ... , 10, 20) จะได้ DRR จำนวน 12 ค่าเช่นกัน ซึ่งชุดของ DRR นี้เรียกว่า ชุดของอัตราส่วนโดยตรงของการจัดเรียงอ้างอิง (Direct Ratio Reference Set)

2. การหาชุดของประเภทการจัดเรียงอ้างอิง (Reference Class Set) เราสามารถกำหนดประเภท (Class) ของโคมไฟเมื่อทราบดัชนีห้องและอัตราส่วนโดยตรงของการจัดเรียงอ้างอิง (DRR) โดยใช้ตารางที่ 4.4 ซึ่งจากชุดของอัตราส่วนโดยตรงของการจัดเรียงอ้างอิงซึ่งหาได้จากข้อแรก จะสามารถนำไปเปรียบเทียบกับลิมิตในตารางที่ 4.4 เพื่อดูว่าโคมไฟที่ดัชนีห้องค่านั้นจัดอยู่ในประเภทใด ดังนั้นจะได้ประเภทของโคมไฟออกมาเป็นชุดเรียกว่า ชุดของประเภทการจัดเรียงอ้างอิง

ตัวอย่างการคำนวณ โดมไฟ C240 มี Flux Code เป็น 56 83 95 100 64 นั่นหมายความว่า .N1 = 0.56, .N2 = 0.83 และ .N3 = 0.95 จะสามารถหา DRR ได้โดยอ่านชุดของ Geometric Multipliers ที่ดัชนีห้องค่าต่าง ๆ ซึ่งจะได้ผลดังรูปที่ 4.5 (ในที่นี้คำนวณถึงค่าดัชนีห้องเท่ากับ 5)

K	GM1	.N1	GM2	.N2	GM3	.N3	GM4	DRR
0,60	0,943 •	0,56 +	-0,318 •	0,83 +	0,145 •	0,95 +	-0,027	= 0,37
0,80	0,752 •	" +	-0,033 •	" +	0,082 •	" +	-0,016	= 0,46
1,00	0,636 •	" +	0,120 •	" +	0,089 •	" +	-0,015	= 0,53
1,25	0,510 •	" +	0,238 •	" +	0,131 •	" +	-0,016	= 0,59
1,50	0,429 •	" +	0,274 •	" +	0,202 •	" +	-0,018	= 0,64
2,00	0,338 •	" +	0,263 •	" +	0,343 •	" +	-0,014	= 0,72
2,50	0,301 •	" +	0,190 •	" +	0,469 •	" +	-0,002	= 0,77
3,00	0,282 •	" +	0,118 •	" +	0,562 •	" +	-0,016	= 0,81
4,00	0,256 •	" +	-0,005 •	" +	0,682 •	" +	0,061	= 0,85
5,00	0,245 •	" +	-0,095 •	" +	0,745 •	" +	0,108	= 0,87

รูปที่ ข.1 การคำนวณเพื่อหา Reference Class

ซึ่งจะได้ชุดของอัตราส่วนโดยตรงของการจัดเรียงอ้างอิง เป็นดังนี้

K : 0.60 0.80 1.00 1.25 1.50 2.00 2.50 3.00 4.00 5.00

DRR : 0.37 0.46 0.53 0.51 0.64 0.72 0.77 0.81 0.85 0.87

หลังจากนั้นก็นำชุดของ DRR ไปเปรียบเทียบกับตารางที่ 4.4 เพื่อหาประเภทของโดมไฟ ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ดังนี้

K : 0.60 0.80 1.00 1.25 1.50 2.00 2.50 3.00 4.00 5.00

RCS : 4 / 4 / 4 / 4 / 4 / 4 / 4 / 4 / 4 / 4

โดยที่ RCS = Reference Class Set

ภาคผนวก ค

Scale of Color Rendering Properties ของงานแต่ละประเภท
และชนิดของหลอดไฟฟ้าในแต่ละ Color Rendering Properties Scale

ตารางที่ ค.1 Color Rendering Properties ของงานแต่ละประเภท

TYPE OF WORK	COLOR OF LIGHT								
	TW			NW			WW		
TRADE AND SERVICES									
FOOD				1	2		1		
MEAT, DILICACY				1			1		
BEKERY, CONFECTION				1	2		1		
CLOTHES, TEXTILE	1			1	2		1		
SHOES, LEATHERWARE	1			1	2		1		
FURNITURE, CARPET				1	2		1		
BOOKS, TOUR	1			1	2		1		
SPORTS, TOYS	1			1	2		1		
PHOTO, WATCH, ORNAMENTS	1			1	2		1		
COSMETIC, HAIRDRESSER				1			1		
FLOWER				1	2		1		
INDUSTRY AND HANDICRAFT									
ROLL MILLS, WATER MILLS					2	3			3
DYEWORKS, TEXTURE, WASHING, CLEANING	1			1	2				
TEXTILE, READY-MADE CLOTHING FACTORY	1			1	2				
PUBLISHING, GRAPHIC PLANT	1			1	2				
ELECTROINDUSTRY, FINE MACHANIC					2	3			
CHEMISTRY, SKILLED WORK INDUSTRY	1			1	2				
WOOD INDUSTRY				1	2	3	1	2	
AUTO AND MACHINE MAKING INDUSTRY					2	3			
LABORATORY	1			1	2		1		
WAREHOUSE					2				

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

TYPE OF WORK	COLOR OF LIGHT								
	TW			NW			WW		
OFFICE AND MANAGEMENT									
CONFERENCE ROOM				1	2		1		
MAIN HALL, OFFICE				1	2				
DINING ROOM				1	2		1		
LIVING									
LIVING ROOM							1		
LOBBY, BATH				1			1		
KITCHEN				1			1		
OTHERS									
HOTEL, GUEST-HOUSE				1	2		1		
THEATER, CONCERT HALL, CINEMA				1	2		1		
MUSEUM, GALLERY, EXIBITION HALL	1			1					
AUDITORIUM, SCHOOL, KINDERGARTEN	1			1	2		1		
SPORT AND MULTIPURPOSE HALL	1			1	2				
HOSPITAL, SANITARY				1	2		1		
SENIOR CITIZEN HOME				1			1		
OUT-PATIENCE DEPARTMENT ROOM	1			1			1		

ตารางที่ ค.2 ชนิดของหลอดไฟฟ้าในแต่ละ Color Rendering Properties Scale

SCALE OF THE COLOR RENDERING PROPERTIES	COLOR OF LIGHT	TYPICAL LIGHT SOURCES	REMARKS
1	DAYLIGHT-WHITE (TW)	XENON LAMPS FLUORESCENT LAMPS-DAYLIGHT AND HALIDES METALVAPOUR LAMPS WITH VERY GOOD COLOR RENDERING PROPERTIES.	
	NATURAL-WHITE (NW)	FLUORESCENT LAMPS WITH VERY GOOD COLOR RENDERING PROPERTIES	CAN BE COMBINED WITH DAYLIGHT
	WARM-WHITE (WW)	INCANDESCENT LAMPS HALOGEN LAMPS FLUORESCENT LAMPS-WARMWHITE WITH VERY GOOD COLOR RENDERING PROPERTIES	CAN BE GOOD COMBINED WITH INCANDESCENT LAMPS
2	DAYLIGHT-WHITE (TW)	FLUORESCENT LAMPS-DAYLIGHT AND HALIDES METALVAPOUR LAMPS WITH GOOD COLOR RENDERING PROPERTIES	
	NATURAL-WHITE (NW)	FLUORESCENT LAMPS WITH GOOD COLOR RENDERING PROPERTIES	CAN BE COMBINED WITH DAYLIGHT
	WARM-WHITE (WW)	FLUORESCENT LAMPS-WARMWHITE WITH GOOD COLOR RENDERING PROPERTIES	CAN BE GOOD COMBINED WITH INCANDESCENT LAMPS

ตารางที่ ค.2 (ต่อ)

SCALE OF THE COLOR RENDERING PROPERTIES	COLOR OF LIGHT	TYPICAL LIGHT SOURCES	REMARKS
3	DAYLIGHT-WHITE (TW)		
	NATURAL-WHITE (NW)	FLUORESCENT LAMPS-WHITE WITH LESS GOOD COLOR RENDERING PROPERTIES HIGH PRESSURE MERCURY VAPOUR LAMPS (COATED) ,BLENDED LIGHT LAMPS	CAN BE COMBINED WITH DAYLIGHT
	WARM-WHITE (WW)	FLUORESCENT LAMPS-WARMWHITE WITH LESS GOOD COLOR RENDERING PROPERTIES	
4		SODIUM VAPOUR LAMPS HIGH PRESSURE MERCURY VAPOUR LAMPS (NOT COATED)	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นายประกรณ์ เมฆจำเริญ เกิดเมื่อวันที่ 29 มกราคม พ.ศ.2507 ที่อำเภอพญาไท จังหวัดกรุงเทพมหานคร จบการศึกษาชั้นปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ.2529

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย