

การใช้คอมพิวเตอร์ในการคำนวณและการจำลองความส่องสว่างภายในอาคาร



นาย มานพ รุจิภากร

ศูนย์วิจัยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2538

ISBN 974-631-547-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I16694029

COMPUTER APPLICATION IN INTERIOR LIGHTING CALCULATION AND  
LUMINANCE SIMULATION

Mr. Manop Ruchiphakorn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Electrical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1995

ISBN 974-631-547-1



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

มานพ ฐิติภากร : การใช้คอมพิวเตอร์ในการคำนวณและการจำลองความส่องสว่างภายในอาคาร  
(COMPUTER APPLICATION IN INTERIOR LIGHTING AND LUMINANCE SIMULATION)

อ.ที่ปรึกษา : ศ.ดร.ประโมทย์ อดห์ไวยยะ, อ.ที่ปรึกษาร่วม : อ.ไชยะ เข้มช้อย, 213 หน้า

ISBN 974-631-547-1

วิทยานิพนธ์นี้ได้ศึกษาวิธีการจำลองค่าความส่องสว่างบนพื้นผิวภายในห้องที่มีการสะท้อนแสงอย่างสมบูรณ์ (Perfectly Diffuse Surface) โดยใช้ความสัมพันธ์  $L = \frac{p \cdot E}{\pi}$  การจำลองทำได้โดยแยกการคำนวณค่าความส่องสว่าง ออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่หนึ่งใช้วิธี Point by Point คำนวณค่าความส่องสว่างซึ่งเกิดจากฟลักซ์ส่องสว่างที่ส่งมาจากแหล่งกำเนิดแสงโดยตรง และส่วนที่สองใช้วิธีคำนวณแบบประยุกต์ของ CIE คำนวณหาค่าความส่องสว่างเฉลี่ยในแต่ละตำแหน่งที่เกิดจากฟลักซ์ส่องสว่างที่สะท้อนไปมาภายในห้อง

การศึกษานี้ได้ทำการเปรียบเทียบผลการคำนวณกับค่าที่วัดได้ในห้องทดสอบโดยติดตั้งโคมไฟหลายชนิด ผลการเปรียบเทียบพบว่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของค่าความส่องสว่างมีค่าไม่เกิน  $\pm 10\%$  ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

เพื่อให้การจำลองค่าของความส่องสว่างทำได้อย่างรวดเร็ว และมีความแม่นยำสูง จึงได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้นมา โดยมีขีดความสามารถในการคำนวณผลได้อย่างละเอียด ตลอดจนสามารถจำลองภาพความส่องสว่างในมุมมองต่างๆ ภายในห้องได้



ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า  
สาขาวิชา ไฟฟ้ากำลัง  
ปีการศึกษา 2538

ลายมือชื่อนิสิต .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....



##C315517 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING  
 KEY WORD: COMPUTER/CALCULATION/LUMINANCE SIMULATION IN INTERIOR

MANOP RUCHIPHAKORN : COMPUTER APPLICATION IN INTERIOR LIGHTING

CALCULATION AND LUMINANCE SIMULATION. THESIS ADVISOR: PROF. PRAMOHT

UNHAVAITHAYA, Dr-Ing. THESIS CO. ADVISOR CHAIYA CHAMCHOY. 213 pp.

ISBN 974-631-547-1

The results of the luminance simulation on the interior perfectly diffuse surface are produced by using the relationship of  $L = \frac{p \cdot E}{\pi}$ . The calculations are performed seperately by using the point by point method to calculate illuminance from direct luminous flux from luminaires and the CIE applied method, to calculate the average of the illuminance on any surface from the interreflected luminous flux in the room.

The calculation of the different type of the lighting fittings have been successfully carried out, and had been compared by using the experimental room model. The experimental results have illustrated the differential value of  $\pm 10\%$  average of the average value of the luminance.

The computer software program had been developed, the simulation of the luminance by using this program, the accurate results will be obtained. Furthermore, this program is also able to produce the results to the viewers in the room of the graphics displays.

ศูนย์วิทยพัชกร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า  
 สาขาวิชา ไฟฟ้ากำลัง  
 ปีการศึกษา 2538

ลายมือชื่อนิสิต *Manop Ruchiphakorn*  
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา *Pramoht Unhavaithaya*  
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม *Chaiya Chamchoy*



### กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงไปได้ด้วยดี เนื่องจากผู้ทำวิทยานิพนธ์ได้รับความกรุณาอย่างดียิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ศาสตราจารย์ ดร.ประโมทย์ อุณหวัทยะ และ อาจารย์ ไชยะ แซ่มซ้อย ที่ได้กรุณาแนะแนวทางปฏิบัติให้ความคิดเห็นและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ตลอดจนชี้ให้เห็นถึงข้อบกพร่องและแนวทางแก้ไขต่าง ๆ นับตั้งแต่เริ่มต้นในการทำวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านซึ่งได้ช่วยให้คำแนะนำประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ไพบูลย์ ไชยนิล อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ คุณประกรณ์ เมฆจำเริญ ผู้จัดการการตลาด บริษัทฟิลลิปส์ อิเล็กทรอนิกส์ ประเทศไทย ที่ได้ช่วยให้คำปรึกษาแนะนำอย่างดียิ่ง นอกจากนี้ขอขอบคุณ พี่ เพื่อน และน้อง ๆ ทุกคนที่อยู่เบื้องหลังความสำเร็จนี้

ท้ายนี้ผู้ทำวิทยานิพนธ์ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อวานิช และ คุณแม่อรุณ รุจิภากร ที่ให้การสนับสนุนและส่งเสริมการศึกษาแก่ข้าพเจ้าด้วยดีตลอดมา

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูป.....	ฐ
สัญลักษณ์และคำย่อ.....	น
<b>บทที่</b>	
1. บทนำ.....	1
กล่าวนำปัญหา.....	1
ความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	2
การดำเนินการวิจัย .....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2. วิธีคำนวณแบบประยุกต์ของ CIE.....	4
ข้อกำหนดทั่วไปตามวิธีประยุกต์ของ CIE.....	4
พารามิเตอร์ที่มีผลต่อค่าความสว่าง.....	6
หลักการของวิธีคำนวณแบบประยุกต์ของ CIE.....	8
วิธีการออกแบบ (The Design Method) .....	22
วิธีการตรวจสอบ (The verification Method) .....	25
3. วิธีคำนวณค่าความสว่างและความส่องสว่าง.....	30
การคำนวณค่าความสว่างจากผลของฟลักซ์การส่องสว่าง.....	30
การคำนวณค่าความสว่างจากผลของฟลักซ์การส่องสว่างที่สะท้อนไปมา.....	32
การคำนวณค่าความสว่างรวม (Illuminance).....	35
การคำนวณค่าความส่องสว่าง (Luminance).....	37

4. การวัดค่าความสว่างและความส่องสว่างจากการทดลอง .....	39
ลักษณะของห้องจำลอง.....	39
การวัดค่าความสว่าง (Illuminance) .....	44
การวัดค่าความสว่างจากผลของฟลักซ์การส่องสว่างที่ตกโดยตรง.....	54
การวัดค่าความสว่างจากผลของฟลักซ์การส่องสว่างที่สะท้อนไปมา.....	58
การวัดค่าความส่องสว่าง (Luminance) .....	62
5. การพัฒนาโปรแกรม .....	73
โครงสร้างโปรแกรม.....	73
วิธีใช้งานโปรแกรม.....	84
6. การวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	116
การเปรียบเทียบผลที่ได้จากการวัดและการคำนวณค่าความสว่างจากผลของฟลักซ์ การส่องสว่างที่ตกโดยตรง (Direct Flux).....	116
การเปรียบเทียบผลที่ได้จากการวัดและการคำนวณค่าความสว่างจากผลของฟลักซ์ การส่องสว่างที่สะท้อนไปมา (Reflection Flux).....	121
การเปรียบเทียบผลที่ได้จากการวัดและการคำนวณค่าความสว่างรวม.....	127
การเปรียบเทียบผลที่ได้จากการวัดและการคำนวณค่าความส่องสว่าง.....	130
สรุปผลที่ได้จากการวัดและจากการคำนวณของค่าความสว่างและค่าความ ส่องสว่าง.....	148
7. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	153
สรุปผลการวิจัย.....	153
ข้อเสนอแนะ.....	154
รายการอ้างอิง.....	155
ภาคผนวก ก การใช้งานโปรแกรมเมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	157
ภาคผนวก ข การใช้งานโปรแกรมเมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	180
ภาคผนวก ค การใช้งานโปรแกรมเมื่อติดตั้งโคมไฟแบบดาวน์ไลท์.....	200
ภาคผนวก ง ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม.....	209
ประวัติผู้เขียน.....	213



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของส่วนต่าง ๆ ในห้อง.....	40
4.2 แสดงค่าฟลักซ์การส่องสว่างของหลอดไฟฟ้า.....	42
4.3 แสดงผลการวัดค่าความสว่างบนเพดาน (Ceiling) ; $Z = H1$ เมื่อติดตั้งโคมไฟ แบบให้แสงโดยตรง.....	45
4.4 แสดงผลการวัดค่าความสว่างบนผนัง1 (Wall1) ; $Y = 0$ เมื่อติดตั้งโคมไฟ แบบให้แสงโดยตรง.....	46
4.5 แสดงผลการวัดค่าความสว่างบนผนัง2 (Wall2) ; $X = 0$ เมื่อติดตั้งโคมไฟ แบบให้แสงโดยตรง.....	47
4.6 แสดงผลการวัดค่าความสว่างบนผนัง3 (Wall3) ; $Y = A$ เมื่อติดตั้งโคมไฟ แบบให้แสงโดยตรง.....	47
4.7 แสดงผลการวัดค่าความสว่างบนผนัง4 (Wall4) ; $X = B$ เมื่อติดตั้งโคมไฟ แบบให้แสงโดยตรง.....	48
4.8 แสดงผลการวัดค่าความสว่างบนพื้นที่ทำงาน (Working Plane) ; $Z = H4$ เมื่อติด ตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	48
4.9 แสดงผลการวัดค่าความสว่างบนพื้นห้อง (Floor) ; $Z = 0$ เมื่อติดตั้งโคมไฟ แบบให้แสงโดยตรง.....	49
4.10 แสดงผลการวัดค่าความสว่างบนเพดาน (Ceiling) ; $Z = H1$ เมื่อติดตั้งโคมไฟ แบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	49
4.11 แสดงผลการวัดค่าความสว่างบนผนัง1 (Wall1) ; $Y = 0$ เมื่อติดตั้งโคมไฟ แบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	50
4.12 แสดงผลการวัดค่าความสว่างบนผนัง2 (Wall2) ; $X = 0$ เมื่อติดตั้งโคมไฟ แบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	51
4.13 แสดงผลการวัดค่าความสว่างบนผนัง3 (Wall3) ; $Y = A$ เมื่อติดตั้งโคมไฟ แบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	51
4.14 แสดงผลการวัดค่าความสว่างบนผนัง4 (Wall4) ; $X = B$ เมื่อติดตั้งโคมไฟ แบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	52

4.15 แสดงผลการวัดค่าความสว่างบนพื้นที่ทำงาน (Working Plane) ; $Z = H4$ เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	52
4.16 แสดงผลการวัดค่าความสว่างบนพื้นห้อง (Floor) ; $Z = 0$ เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	53
6.1 แสดงค่าความส่องสว่างจากการวัด, การคำนวณ และ เปรอ์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน...	147
ก.1 แสดงค่าของข้อมูลที่จะป้อนในรายการ Geographic of Room สำหรับโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	157
ก.2 แสดงค่าการกระจายความเข้มแห่งการส่องสว่างของโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	158
ก.3 แสดงผลการพิมพ์ค่าความสว่างที่เพดาน (Ceiling) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	162
ก.4 แสดงผลการพิมพ์ค่าความสว่างที่ผนัง1 (Wall1) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	163
ก.5 แสดงผลการพิมพ์ค่าความสว่างที่ผนัง2 (Wall2) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	164
ก.6 แสดงผลการพิมพ์ค่าความสว่างที่ผนัง3 (Wall3) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	165
ก.7 แสดงผลการพิมพ์ค่าความสว่างที่ผนัง4 (Wall4) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	166
ก.8 แสดงผลการพิมพ์ค่าความสว่างที่พื้นที่ทำงาน (Working Plane) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	167
ก.9 แสดงผลการพิมพ์ค่าความสว่างที่พื้นห้อง(Floor) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	168
ก.10 แสดงผลการพิมพ์ค่าความส่องสว่างที่เพดาน (Ceiling) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	173
ก.11 แสดงผลการพิมพ์ค่าความส่องสว่างที่ผนัง1 (Wall1) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	174
ก.12 แสดงผลการพิมพ์ค่าความส่องสว่างที่ผนัง2 (Wall2) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	175
ก.13 แสดงผลการพิมพ์ค่าความส่องสว่างที่ผนัง3 (Wall3) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	176

ก.14 แสดงผลการพิมพ์ค่าความส่องสว่างที่ผนัง4 (Wall4) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	177
ก.15 แสดงผลการพิมพ์ค่าความส่องสว่างที่พื้นห้อง(Floor) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	178
ข.1 แสดงค่าของข้อมูลที่จะป้อนในรายการ Geographic of Room สำหรับโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	180
ข.2 แสดงค่าการกระจายความเข้มแห่งการส่องสว่างของโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	181
ข.3 แสดงผลการพิมพ์ค่าความสว่างที่เพดาน (Ceiling) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	185
ข.4 แสดงผลการพิมพ์ค่าความสว่างที่ผนัง1 (Wall1) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	186
ข.5 แสดงผลการพิมพ์ค่าความสว่างที่ผนัง2 (Wall2) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	187
ข.6 แสดงผลการพิมพ์ค่าความสว่างที่ผนัง3 (Wall3) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	188
ข.7 แสดงผลการพิมพ์ค่าความสว่างที่ผนัง4 (Wall4) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	189
ข.8 แสดงผลการพิมพ์ค่าความสว่างที่พื้นที่ทำงาน (Working Plane) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	190
ข.9 แสดงผลการพิมพ์ค่าความสว่างที่พื้นห้อง(Floor) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	191
ข.10 แสดงผลการพิมพ์ค่าความส่องสว่างที่เพดาน (Ceiling) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	193
ข.11 แสดงผลการพิมพ์ค่าความส่องสว่างที่ผนัง1 (Wall1) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	194
ข.12 แสดงผลการพิมพ์ค่าความส่องสว่างที่ผนัง2 (Wall2) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	195
ข.13 แสดงผลการพิมพ์ค่าความส่องสว่างที่ผนัง3 (Wall3) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	196

ข.14	แสดงผลการพิมพ์ค่าความส่องสว่างที่ผนัง4 (Wall4) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	197
ข.15	แสดงผลการพิมพ์ค่าความส่องสว่างที่พื้นห้อง(Floor) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	198
ค.1	แสดงค่าของข้อมูลที่จะป้อนในรายการ Geographic of Room สำหรับโคมไฟชนิดคาวนัไลท์.....	200
ค.2	แสดงค่าการกระจายความเข้มแห่งการส่องสว่างของโคมไฟชนิดคาวนัไลท์.....	201
ค.3	แสดงผลการพิมพ์ค่าความส่องสว่างที่เพดาน (Ceiling) เมื่อติดตั้งโคมไฟชนิดคาวนัไลท์.....	202
ค.4	แสดงผลการพิมพ์ค่าความส่องสว่างที่ผนัง1 (Wall1) เมื่อติดตั้งโคมไฟชนิดคาวนัไลท์.....	203
ค.5	แสดงผลการพิมพ์ค่าความส่องสว่างที่ผนัง2 (Wall2) เมื่อติดตั้งโคมไฟชนิดคาวนัไลท์.....	204
ค.6	แสดงผลการพิมพ์ค่าความส่องสว่างที่ผนัง3 (Wall3) เมื่อติดตั้งโคมไฟชนิดคาวนัไลท์.....	205
ค.7	แสดงผลการพิมพ์ค่าความส่องสว่างที่ผนัง4 (Wall4) เมื่อติดตั้งโคมไฟชนิดคาวนัไลท์.....	206
ค.8	แสดงผลการพิมพ์ค่าความส่องสว่างที่พื้นห้อง (Floor) เมื่อติดตั้งโคมไฟชนิดคาวนัไลท์.....	207

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงด้านต่าง ๆ ของห้อง.....	4
2.2 แสดงลักษณะ Zonal Flux Diagram.....	8
2.3 ลักษณะกรวยกลมที่มีแกนในแนวดิ่งซึ่งมีมุมเชิงของแข็งเป็น $w$ .....	9
2.4 แสดงลักษณะคุณสมบัติของค่า Zonal Flux.....	9
2.5 แสดงตำแหน่งของโคมไฟ L อยู่เหนือพื้นที่ทำงาน ABCD เป็นระยะ LS.....	11
2.6 แสดงสมการการคำนวณค่าความสว่างตามวิธีประยุกต์ของ CIE.....	29
3.1 ความสว่างในแนวราบที่จุดได้แหล่งกำเนิดแสง.....	31
3.2 ความสว่างในแนวดิ่งที่จุดได้แหล่งกำเนิดแสง.....	32
3.3 แสดงค่าความสว่างภายในห้องที่จุดต่าง ๆ ภายในห้อง.....	35
3.4 แสดงที่มาของความสว่างที่จุด P.....	36
3.5 แสดงตำแหน่งของจุด P1 ถึง P5 ภายในห้อง.....	37
3.6 แสดงสมการการคำนวณค่าความสว่างและความส่องสว่าง.....	38
4.1 ลักษณะของห้องจำลอง.....	39
4.2 แสดงข้อมูลทางแสงของโคมไฟแสงสว่างแบบให้แสงโดยตรง.....	41
4.3 แสดงข้อมูลทางแสงของโคมไฟแสงสว่างแบบให้แสงกึ่ง โดยตรง.....	41
4.4 แสดงข้อมูลทางแสงของโคมไฟแสงสว่างชนิดดาน์ไลท์.....	42
4.5 แสดงตำแหน่งที่ติดตั้งโคมไฟ.....	43
4.6 แสดงตำแหน่งที่ติดตั้งโคมไฟดาน์ไลท์.....	43
4.7 แสดงด้านต่าง ๆ ของห้องที่วัดค่าความสว่าง.....	45
4.8 แสดงวิธีวัดค่าความสว่างจากผลของฟลักซ์การส่องสว่างที่ตกโดยตรง.....	55
4.9 แสดงผลจากการวัดค่าความสว่างจากผลของฟลักซ์ส่องสว่างที่ตก โดยตรง ไปยัง จุดต่างๆ ภายในห้องเมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	56
4.10 แสดงผลจากการวัดค่าความสว่างจากผลของฟลักซ์ส่องสว่างที่ตก โดยตรง ไปยัง จุดต่าง ๆ ภายในห้องเมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	57
4.11 แสดงวิธีวัดค่าความสว่างจากผลของฟลักซ์การส่องสว่างที่สะท้อนไป.....	59

4.12 แสดงผลจากการวัดค่าความสว่างจากผลของฟลักซ์ส่องสว่างที่สะท้อนไปมาไปยังจุดต่าง ๆ ภายในห้องเมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	60
4.13 แสดงผลจากการวัดค่าความสว่างจากผลของฟลักซ์ส่องสว่างที่สะท้อนไปมาไปยังจุดต่าง ๆ ภายในห้องเมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	61
4.14 แสดงตำแหน่งผู้สังเกตการณ์.....	63
4.15 แสดงผลการวัดค่าความส่องสว่างภายในห้องที่ตำแหน่งผู้สังเกตการณ์ A (4.70, 1.25, 1.65) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	64
4.16 แสดงผลการวัดค่าความส่องสว่างภายในห้องที่ตำแหน่งผู้สังเกตการณ์ B (3.80, 2.20, 1.65) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	65
4.17 แสดงผลการวัดค่าความส่องสว่างภายในห้องที่ตำแหน่งผู้สังเกตการณ์ C (2.50, 2.20, 1.65) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	66
4.18 แสดงผลการวัดค่าความส่องสว่างภายในห้องที่ตำแหน่งผู้สังเกตการณ์ A (4.70, 1.25, 1.65) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	67
4.19 แสดงผลการวัดค่าความส่องสว่างภายในห้องที่ตำแหน่งผู้สังเกตการณ์ B (3.80, 2.20, 1.65) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	68
4.20 แสดงผลการวัดค่าความส่องสว่างภายในห้องที่ตำแหน่งผู้สังเกตการณ์ C (2.50, 2.20, 1.65) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	69
4.21 แสดงผลการวัดค่าความส่องสว่างภายในห้องที่ตำแหน่งผู้สังเกตการณ์ A (4.70, 1.25, 1.65) เมื่อติดตั้งโคมไฟชนิดดานีไลท์.....	70
4.22 แสดงผลการวัดค่าความส่องสว่างภายในห้องที่ตำแหน่งผู้สังเกตการณ์ B (3.80, 2.20, 1.65) เมื่อติดตั้งโคมไฟชนิดดานีไลท์.....	71
4.23 แสดงผลการวัดค่าความส่องสว่างภายในห้องที่ตำแหน่งผู้สังเกตการณ์ C (2.50, 2.20, 1.65) เมื่อติดตั้งโคมไฟชนิดดานีไลท์.....	72
5.1 แสดงโครงสร้างหลักของโปรแกรม.....	74
5.2 แสดงระยะและส่วนต่าง ๆ ที่ต้องป้อนข้อมูลของห้อง.....	76
5.3 แสดงระยะของการติดตั้งดวงโคม.....	76
5.4 แสดงการกำหนดทิศทางของดวงโคม.....	76
5.5 รูปประกอบการหาค่า Geometric Multiplier (GM) .....	77
5.6 แสดงไดอะแกรมการคำนวณหาความสว่างจากผลของฟลักซ์การส่องสว่างที่สะท้อนไปมา โดยวิธีประยุกต์ของ CIE.....	79

5.7 แสดงระยะของจุดต่าง ๆ ภายในห้อง.....	80
5.8 แสดงไดอะแกรมการคำนวณหาความสว่างจากผลของฟลักซ์การส่องสว่างที่ตก โดยตรง โดยวิธี Point-by-Point.....	80
5.9 แสดงค่าความสว่างจากผลของฟลักซ์การส่องสว่างที่สะท้อนไปมาที่ระยะต่าง ๆ ภายในห้อง.....	81
5.10 แสดงไดอะแกรมการคำนวณหาความสว่าง (Illuminance) และค่าความส่อง สว่าง (Luminance) .....	82
5.11 แสดงโครงสร้างของส่วนแสดงผล (Display).....	84
5.12 แสดงไอคอนของโปรแกรม.....	85
5.13 แสดงภาพหน้าต่างหลักของโปรแกรม.....	86
5.14 แสดงภาพหน้าต่างเมื่อเลือกรายการ File Data.....	87
5.15 แสดงภาพหน้าต่างเมื่อเลือกรายการ Geographic of Room / New Data.....	88
5.16 แสดงภาพหน้าต่างเพื่อยืนยันข้อมูลของ Geographic of Room / New Data.....	89
5.17 แสดงภาพหน้าต่างสำหรับตั้งชื่อ File "*.GEO".....	90
5.18 แสดงภาพหน้าต่างเมื่อเลือกรายการ Geographic of Room / Open Data.....	91
5.19 แสดงภาพหน้าต่างเมื่อเลือกรายการ Luminaire / New Data.....	92
5.20 แสดงภาพหน้าต่างเพื่อยืนยันข้อมูลของ Luminaire / New Data.....	93
5.21 แสดงภาพหน้าต่างสำหรับตั้งชื่อ File "*.LUM".....	94
5.22 แสดงภาพหน้าต่างเมื่อเลือกรายการ Luminaire / Open Data.....	95
5.23 แสดงหน้าต่างรองของรายการ Run.....	95
5.24 แสดงภาพหน้าต่างเพื่อป้อนความละเอียดของการคำนวณ.....	96
5.25 แสดงภาพหน้าต่างเพื่อยืนยันข้อมูล Accuracy.....	97
5.26 แสดงภาพหน้าต่างเพื่อแสดงการคำนวณเสร็จเรียบร้อยแล้ว.....	97
5.27 แสดงภาพหน้าต่างเมื่อเรียกรายการ Display.....	99
5.28 แสดงภาพหน้าต่างเมื่อเรียกรายการ Display / Data of Luminaire.....	99
5.29 แสดงภาพหน้าต่างที่แสดงรายละเอียดของโคมไฟ.....	100
5.30 แสดงภาพหน้าต่างที่แสดงตำแหน่งการติดตั้งของโคมไฟ.....	100
5.31 แสดงภาพหน้าต่างเมื่อเรียกรายการ Display / Illuminance : Data.....	101
5.32 แสดงภาพหน้าต่างที่แสดงค่าความสว่างที่พื้นห้อง.....	102
5.33 แสดงภาพหน้าต่างเมื่อเลือกรายการ Display / Illuminance : Contour Plot.....	103

5.34	แสดงภาพหน้าตาต่างเพื่อให้ผู้ใช้กำหนดค่าของแนวเส้น Contour Plot.....	104
5.35	แสดงภาพหน้าตาต่างเพื่อยืนยันค่าของแนวเส้น Contour Plot ที่ต้องการ.....	104
5.36	แสดงภาพหน้าตาต่างที่แสดงแนวเส้น Contour ที่พื้นห้อง.....	105
5.37	แสดงภาพหน้าตาต่างที่แสดงแนวเส้น Contour ของห้อง.....	105
5.38	แสดงภาพหน้าตาต่างเมื่อเรียกรายการ Display / Luminance : Data.....	106
5.39	แสดงภาพหน้าตาต่างที่แสดงค่าความส่องสว่างที่พื้นห้อง.....	107
5.40	แสดงภาพหน้าตาต่างเมื่อเลือกรายการ Display / Luminance : Contour Plot.....	108
5.41	แสดงภาพหน้าตาต่างที่จำลองค่าความส่องสว่าง.....	109
5.42	แสดงภาพหน้าตาต่างเพื่อกำหนดตำแหน่งที่ยืนของผู้สังเกตการณ์.....	111
5.43	แสดงภาพหน้าตาต่างเพื่อกำหนดความสูงของผู้สังเกตการณ์ .....	111
5.44	แสดงภาพหน้าตาต่างการจำลองค่าความส่องสว่างเมื่อกำหนดตำแหน่งของ ผู้สังเกตการณ์ใหม่.....	112
5.45	แสดงภาพหน้าตาต่างสำหรับตั้งค่าสีของห้อง.....	112
5.46	แสดงภาพหน้าตาต่างสำหรับตั้งค่าสีของเพดาน.....	113
5.47	แสดงภาพหน้าตาต่างการจำลองค่าความส่องสว่างเมื่อกำหนดสีของห้องใหม่.....	113
5.48	แสดงภาพหน้าตาต่างเมื่อใช้รายการ Printer.....	114
5.49	แสดงภาพหน้าตาต่างเมื่อใช้รายการ About.....	115
6.1	แสดงผลการคำนวณค่าความสว่างจากผลของฟลักซ์ส่องสว่างที่ตกโดยตรง (Direct Flux) เมื่อดัดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	117
6.2	แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าจากการวัดและการคำนวณค่าความสว่าง จากผลของฟลักซ์ส่องสว่างที่ตกโดยตรง (Direct Flux) เมื่อดัดตั้งโคมไฟแบบให้ แสงโดยตรง.....	118
6.3	แสดงผลการคำนวณค่าความสว่างจากผลของฟลักซ์ส่องสว่างที่ตกโดยตรง (Direct Flux) เมื่อดัดตั้งโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	119
6.4	แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าจากการวัดและการคำนวณค่าความสว่าง จากผลของฟลักซ์ส่องสว่างที่ตกโดยตรง (Direct Flux) เมื่อดัดตั้งโคมไฟแบบให้ แสงกึ่งโดยตรง.....	120
6.5	แสดงผลการคำนวณค่าความสว่างจากผลของฟลักซ์ส่องสว่างที่สะท้อนไปมา (Reflected Flux) เมื่อดัดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	122



6.6	แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าจากการวัดและการคำนวณค่าความสว่างจากผลของฟลักซ์ส่องสว่างที่สะท้อนไปมา (Reflected Flux) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	123
6.7	แสดงผลการคำนวณค่าความสว่างจากผลของฟลักซ์ส่องสว่างที่สะท้อนไปมา (Reflected Flux) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	124
6.8	แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าจากการวัดและการคำนวณค่าความสว่างจากผลของฟลักซ์ส่องสว่างที่สะท้อนไปมา (Reflected Flux) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	125
6.9	แสดงแนวเส้นเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าจากการวัดและการคำนวณค่าความสว่างรวมเมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	128
6.10	แสดงแนวเส้นเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าจากการวัดและการคำนวณค่าความสว่างรวมเมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	129
6.11	แสดงการจำลองค่าความส่องสว่างที่ได้จากการวัดที่ตำแหน่งผู้สังเกตการณ์ A เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรงยี่ห้อ Philips ชนิด TCS 058/236 L.....	132
6.12	แสดงการจำลองค่าความส่องสว่างที่ได้จากการคำนวณที่ตำแหน่งผู้สังเกตการณ์ A เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรงยี่ห้อ Philips ชนิด TCS 058/236 L.....	132
6.13	แสดงการจำลองค่าความส่องสว่างที่ได้จากการวัดที่ตำแหน่งผู้สังเกตการณ์ B เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรงยี่ห้อ Philips ชนิด TCS 058/236 L.....	133
6.14	แสดงการจำลองค่าความส่องสว่างที่ได้จากการคำนวณที่ตำแหน่งผู้สังเกตการณ์ B เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรงยี่ห้อ Philips ชนิด TCS 058/236 L.....	133
6.15	แสดงการจำลองค่าความส่องสว่างที่ได้จากการวัดที่ตำแหน่งผู้สังเกตการณ์ C เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรงยี่ห้อ Philips ชนิด TCS 058/236 L.....	134
6.16	แสดงการจำลองค่าความส่องสว่างที่ได้จากการคำนวณที่ตำแหน่งผู้สังเกตการณ์ C เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรงยี่ห้อ Philips ชนิด TCS 058/236 L.....	134
6.17	แสดงแนวเส้นเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าจากการวัดและการคำนวณค่าความส่องสว่างที่ตำแหน่งผู้สังเกตการณ์ A เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	135
6.18	แสดงแนวเส้นเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าจากการวัดและการคำนวณค่าความส่องสว่างที่ตำแหน่งผู้สังเกตการณ์ B เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	135



6.32	แสดงการจำลองค่าความส่องสว่างที่ได้จากการคำนวณที่ตำแหน่งผู้สังเกตการณ์ B เมื่อติดตั้งโคมไฟชนิดดาวน์ไลท์ยี่ห้อ Philips ชนิด LML07801(DownLight).....	143
6.33	แสดงการจำลองค่าความส่องสว่างที่ได้จากการวัดที่ตำแหน่งผู้สังเกตการณ์ C เมื่อติดตั้งโคมไฟชนิดดาวน์ไลท์ยี่ห้อ Philips ชนิด LML07801(DownLight).....	144
6.34	แสดงการจำลองค่าความส่องสว่างที่ได้จากการคำนวณที่ตำแหน่งผู้สังเกตการณ์ C เมื่อติดตั้งโคมไฟชนิดดาวน์ไลท์ยี่ห้อ Philips ชนิด LML07801(DownLight).....	144
6.35	แสดงแนวเส้นเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าจากการวัดและการคำนวณค่าความส่องสว่างที่ตำแหน่งผู้สังเกตการณ์ A เมื่อติดตั้งโคมไฟชนิดดาวน์ไลท์.....	145
6.36	แสดงแนวเส้นเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าจากการวัดและการคำนวณค่าความส่องสว่างที่ตำแหน่งผู้สังเกตการณ์ B เมื่อติดตั้งโคมไฟชนิดดาวน์ไลท์.....	145
6.37	แสดงแนวเส้นเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าจากการวัดและการคำนวณค่าความส่องสว่างที่ตำแหน่งผู้สังเกตการณ์ C เมื่อติดตั้งโคมไฟชนิดดาวน์ไลท์.....	146
6.38	แสดงผลของค่าความสว่างและค่าความส่องสว่างเมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรงยี่ห้อ Philips ชนิด TCS 058/236 L.....	149
6.39	แสดงผลของค่าความสว่างและค่าความส่องสว่างเมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรงยี่ห้อ Philips ชนิด TCW 085/236 IC.....	150
6.40	แสดงผลของค่าความสว่างและค่าความส่องสว่างเมื่อติดตั้งโคมไฟชนิดดาวน์ไลท์ยี่ห้อ Philips ชนิด LML07801 (DownLight).....	151
ก.1	แสดงลักษณะของห้องจำลองเมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	157
ก.2	แสดงผลการพิมพ์ข้อมูลของโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	160
ก.3	แสดงผลการพิมพ์ตำแหน่งติดตั้งของโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	161
ก.4	แสดงผลการพิมพ์แนวเส้น Contour ของค่าความสว่างที่เพดาน (Ceiling) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	169
ก.5	แสดงผลการพิมพ์แนวเส้น Contour ของค่าความสว่างที่ผนัง1 (Wall1) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	169
ก.6	แสดงผลการพิมพ์แนวเส้น Contour ของค่าความสว่างที่ผนัง2 (Wall2) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	170

ก.7 แสดงผลการพิมพ์แนวเส้น Contour ของค่าความสว่างที่ผนัง3 (Wall3) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	170
ก.8 แสดงผลการพิมพ์แนวเส้น Contour ของค่าความสว่างที่ผนัง4 (Wall4) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	171
ก.9 แสดงผลการพิมพ์แนวเส้น Contour ของค่าความสว่างที่พื้นที่ทำงาน (Working Plane) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	171
ก.10 แสดงผลการพิมพ์แนวเส้น Contour ของค่าความสว่างที่พื้นห้อง (Floor) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	172
ก.11 แสดงผลการพิมพ์แนวเส้น Contour ของค่าความสว่างของห้อง (Three-Dimension) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	172
ก.12 แสดงผลการพิมพ์แนวเส้น Contour ของค่าความส่องสว่างของห้อง (Three-Dimension) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง.....	179
ก.13 แสดงผลการพิมพ์การจำลองค่าความส่องสว่างเมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสง โดยตรง.....	179
ข.1 แสดงลักษณะของห้องจำลองเมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	180
ข.2 แสดงผลการพิมพ์ข้อมูลของโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	183
ข.3 แสดงผลการพิมพ์ตำแหน่งติดตั้งของโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	191
ข.4 แสดงผลการพิมพ์แนวเส้น Contour ของค่าความสว่างของห้อง (Three-Dimension) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	192
ข.5 แสดงผลการพิมพ์แนวเส้น Contour ของค่าความส่องสว่างของห้อง (Three-Dimension) เมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง.....	199
ข.6 แสดงผลการพิมพ์การจำลองค่าความส่องสว่างเมื่อติดตั้งโคมไฟแบบให้แสงกึ่ง โดยตรง.....	199
ค.1 แสดงลักษณะของห้องจำลองเมื่อติดตั้งโคมไฟชนิดดาวน์ไลท์.....	200
ค.2 แสดงผลการพิมพ์แนวเส้น Contour ของค่าความส่องสว่างของห้อง (Three-Dimension) เมื่อติดตั้งโคมไฟชนิดดาวน์ไลท์.....	208
ค.3 แสดงผลการพิมพ์การจำลองค่าความส่องสว่างเมื่อติดตั้งโคมไฟชนิดดาวน์ไลท์.....	208
ง.1 แสดงผลการจำลองค่าความส่องสว่างบนทางเดินเมื่อติดตั้งโคมไฟดาวน์ไลท์แบบ Narrow .....	210

ง.2	แสดงการการจำลองค่าความส่องสว่างบนทางเดินเมื่อติดตั้งโคมไฟดาวน์ไลท์แบบ Wide Beam .....	210
ง.3	แสดงการการจำลองค่าความส่องสว่างบนทางเดินเมื่อติดตั้งโคมไฟดาวน์ไลท์แบบ Narrow สลักพื้นปลา .....	211
ง.4	แสดงการการจำลองค่าความส่องสว่างบนทางเดินเมื่อติดตั้งโคมไฟดาวน์ไลท์แบบ Wide Beam สลักพื้นปลา.....	211
ง.5	แสดงการการจำลองค่าความส่องสว่างบนทางเดินเมื่อติดตั้งโคมไฟดาวน์ไลท์แบบ Narrow และ Wide Beam อย่างละแถว.....	212

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สัญลักษณ์และคำย่อ

- A คือ ด้านกว้างของห้อง (m)
- A4 คือ พื้นที่ของพื้นที่ทำงาน (m<sup>2</sup>)
- B คือ ด้านยาวของห้อง (m)
- CORR คือ ตัวประกอบแก้ไข (Correction Factor)
- DF คือ ฟลักซ์ส่องสว่างที่ส่องจากโคมไฟในช่วงครึ่งทรงกลมล่าง (lm)
- DFD คือ ฟลักซ์ส่องสว่างที่ส่องจากโคมไฟในช่วงครึ่งทรงกลมล่างต่อพื้นที่ของพื้นที่ทำงาน (lm/m<sup>2</sup>)
- DR คือ อัตราส่วนโดยตรง (Direct Ratio)
- DRR คือ อัตราส่วนโดยตรงของการจัดเรียงอ้างอิง (Direct Ratio of Reference Arrangement)
- E คือ ความสว่าง (lux)
- E1 คือ ความสว่างบนเพดาน (lux)
- E2 คือ ความสว่างบน Frieze ซึ่ง E2 มีค่าเท่ากับ E1 (lux)
- E3 คือ ความสว่างที่ฝ้าผนัง (lux)
- E4 คือ ความสว่างบนพื้นที่ทำงาน (lux)
- E1D คือ ความสว่างเฉลี่ยบนเพดานเนื่องจากผลของฟลักซ์ส่องสว่างโดยตรง
- E3D คือ ความสว่างเฉลี่ยบนผนังเนื่องจากผลของฟลักซ์ส่องสว่างโดยตรง (lux)
- E4D คือ ความสว่างเฉลี่ยบนพื้นที่ทำงานเนื่องจากผลของฟลักซ์ส่องสว่างโดยตรง (lux)
- E1R คือ ความสว่างเฉลี่ยบนเพดานจากผลของฟลักซ์ส่องสว่างที่สะท้อนไปมา
- E3R คือ ความสว่างเฉลี่ยบนผนังเนื่องจากผลของฟลักซ์ส่องสว่างที่สะท้อนไปมา
- E4R คือ ความสว่างเฉลี่ยบนพื้นที่ทำงานหรือพื้นที่ทำงานจากผลของฟลักซ์ส่องสว่างที่สะท้อนไปมา (lux)
- F คือ ฟลักซ์ส่องสว่างรวมทั้งหมดที่ได้จากโคมไฟ (Total Luminous Flux Output of the Luminaire) (lm)
- F12 คือ Direct Flux ที่เพดานและ Frieze (lm)
- F3 คือ Direct Flux ที่ฝ้าผนัง (lm)

- F4 คือ Direct Flux ที่พื้นที่ทำงาน (lm)
- FC( $\omega$ ) คือ Zonal Flux ในมุมเชิงของแข็ง  $\omega$  (lm)
- FC1 }  
 FC2 } คือ Zonal Flux ที่มุมเชิงของแข็ง  $\pi/2, \pi, 3\pi/2$  และ  $2\pi$  (lm)  
 FC3 }  
 FC4 }
- FD คือ ฟลักซ์ส่องสว่างที่ติดตั้งต่อพื้นที่ของพื้นที่ทำงาน (Installation Flux Density) (lm/m<sup>2</sup>)
- FD4 คือ ฟลักซ์ส่องสว่างที่ส่องโดยตรงจากโคมไฟลงสู่พื้นที่ทำงานต่อพื้นที่ของพื้นที่ทำงาน (Flux Density at the Working Plane) (lm/m<sup>2</sup>)
- GM1 }  
 GM2 } คือ Geometric Multiplier  
 GM3 }  
 GM4 }
- H1 คือ ความสูงของห้อง (m)
- H2 คือ ระยะแขวนของโคมไฟเป็นระยะระหว่างระนาบของโคมไฟกับเพดาน
- H3 คือ ระยะระหว่างพื้นที่ทำงานกับระนาบของโคมไฟ (m)
- H4 คือ ความสูงของพื้นที่ทำงาน (m)
- I( $\gamma$ ) คือ ความเข้มส่องสว่างที่มุม  $\gamma$  (cd)
- J คือ อัตราส่วนของระยะแขวนของโคมไฟ
- K คือ ค่าดัชนีห้อง
- L คือ ความส่องสว่าง (cd/m<sup>2</sup>)
- M คือ จำนวนโคมตามด้านยาวของห้อง
- MR คือ ค่าคงที่หาได้การอินเวอร์สมตรีของค่า RM ซึ่งอ่านได้จากตาราง  
 ชุดที่ II: Coefficients for The Computation of Reduced Utilances
- N คือ จำนวนโคมตามด้านกว้างของห้อง
- NM คือ จำนวนโคมทั้งหมดที่ติดตั้ง

N1	
N2	
N3	คือ ค่า Flux Code ของโคมไฟตามวิธี ของCIE
N4	
N5	
.N1	คือ N1/100
.N2	คือ N2/100
.N3	คือ N3/100
.N4	คือ N4/100
.N5	คือ N5/100
PHI	คือ ฟลักซ์ส่องสว่างของหลอด 1 หลอด (lm)
PHIS	คือ ผลรวมของฟลักซ์ส่องสว่างซึ่งได้จากหลอดไฟที่ติดตั้งอยู่ในโคมไฟ ในแต่ละโคม (lm)
R1	คือ ค่าการสะท้อนแสงของเพดาน
R2	คือ ค่าการสะท้อนแสงของ Frieze
R3	คือ ค่าการสะท้อนแสงของฝาผนัง
R4	คือ ค่าการสะท้อนแสงของพื้นที่ทำงาน
RM	คือ ค่าสัมประสิทธิ์คงที่ได้จากตาราง II:Coefficients for The Computation of Reduced Utilances
RU1	คือ Reduce Utilance ของเพดาน
RU3	คือ Reduce Utilance ของฝาผนัง
RU4	คือ Reduce Utilance ของพื้นที่ทำงาน
RDU	คือ Reduce Downward Utilance
RUU	คือ Reduce Upward Utilance
U	คือ Utilance
U1	คือ Utilance ของโคมไฟบนเพดาน
U3	คือ Utilance ของโคมไฟบนฝาผนัง
U4	คือ Utilance ของโคมไฟบนพื้นที่ทำงาน
*	คือ เครื่องหมายคูณ
n	คือ จำนวนหลอดของโคม



- $\phi$  คือ ฟลักซ์ส่องสว่าง (lumen, lm)  
 $\rho$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุ  
 $\gamma$  คือ มุม  
 $\omega$  คือ มุมเชิงของแข็ง



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย