สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

การรายงานผลการทดสอบดวงโคมโดยใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรม
PHOTOMTRIC DATA REPORT USING COMPUTER PROGRAM

โดย

นาย วรรณศักดิ์ คงดี

นาย วิศิษฐ์ พงศ์วรทรัพย์

นาย สมศักดิ์ สิงห์วาหะนนท์

นาย อรรถพร มุสิกนิลพันธุ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. ศุลี บรรจงจิตร

อ.ชาย ชมภูอินไหว

อ.เชาว์ ชมภูอินไหว

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 36984
วัน, เดือน, ปี 30 ส.ค. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2543

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การรายงานผลการทดสอบดวงโคมโดยใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรม

ผู้จัดทำ
นาย วรรณศักดิ์ คงดี
นาย วิศิษฐ์ พงศ์วรทรัพย์
นาย สมศักดิ์ สิงห์วาหะนนท์
นาย อรรถพร มุสิกนิลพันธุ์

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา
(รศ. ศุลี บรรจงจิตร)

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา
(อ.ชาย ชมภูอินไหว)

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา
(อ.เชาว์ ชมภูอินไหว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรายงานผลการทดสอบดวงโคมโดยใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรม

นาย วรรณศักดิ์ คงดี
นาย วิศิษฐ์ พงศ์วรทรัพย์
นาย สมศักดิ์ สิงห์วาหะนนท์
นาย อรรถพร มุสิกนิลพันธุ์
รศ. ศุลี บรรจงจิตร
อ. ชาย ชมภูอินไหว
อ. เชาว์ ชมภูอินไหว
ปีการศึกษา 2542

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้รายงานการศึกษาและนำเสนอวิธีการใช้รายงานผลการทดสอบดวงโคม ประเภทดวงโคมภายในและดวงโคมไฟถนน โดยการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบดวงโคมที่อยู่ในรูปแบบข้อมูลมาตราฐาน IES และนำเสนอในรูปของกราฟและแฟกเตอร์ที่สำคัญต่าง ๆ วิธีการนี้ทำให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วในการรายงานผลการทดสอบดวงโคม และยังสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบส่องสว่างอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PHOTOMETRIC DATA REPORT USING COMPUTER PROGRAM

Wannasak Congdee
Wisit Pongvorasub
Somsak Singwahanon
Auttaporn Musiknilpon
Assc.Prof. Suree Bunjongjit Advisor
Chay Chompuinwai Advisor
Chao Chompuinwai Advisor
1999

ABSTRACT

This thesis is concerned with the study and the proposal of an efficient approch to report the photometric data of the interia and road-way lamps. A computer program is written to analyze the photometric data which comes in the format of IES standard file. As a result, the analyze data is then illustrated by using a number of graphs and important factors. This method shows promises in more efficient and convenient in presenting photometric report. Moreover this method may be useful to apply with the analysis and design of the illumination systems.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
สารบัญ	III
สารบัญภาพ	V
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วิธีการทดสอบเพื่อหาข้อมูลการกระจายแสง และ ข้อมูลตามมาตรฐาน IES	4
2.1 การทดสอบหาข้อมูลการกระจายแสงของดวงโคมไฟฟ้า	4
2.1.1 มาตรวัดการกระจายแสงแบบมีทิศทาง	4
2.2 การทดสอบดวงโคมไฟฟ้า	5
2.2.1 การทดสอบดวงโคมไฟฟ้า Type A	6
2.2.2 การทดสอบดวงโคมไฟฟ้า Type B	8
2.3 มาตรฐาน IES รูปแบบไฟล์ใช้ในการโอนย้าย แบบอิเล็คทรอนิคส์ของข้อมูลทางแสงและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	9
2.3.1 รายละเอียดของไฟล์มาตราฐาน IES	9
2.3.2 รายละเอียดของข้อมูลในไฟล์มาตราฐาน IES	10
2.3.3 ตัวอย่างของไฟล์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบดวงโคม ที่เก็บไว้ในรูปแบบของมาตรฐาน IESNA91	17
2.3.4 ข้อกำหนดทั่วไปของคีเวิร์ด	19
2.3.5 คีเวิร์ดที่นิยามโดย IES	20
2.3.6 อภิธานศัพท์	21
บทที่ 3 รายงานการทดสอบดวงโคมที่ใช้ภายในอาคารและภายนอกอาคาร	23
3.1 ดวงโคมไฟฟ้า	23
3.1.1 ดวงโคมภายใน	23
3.1.2 การแยกประเภทดวงโคมภายใน	26
3.1.3 ดวงโคมภายนอก	29
3.1.4 การแยกประเภทดวงโคมภายนอก	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 รายงานการทดสอบดวงโคม 43

หน้า

3.2.1 รายงานการทดสอบดวงภายใน 43

3.2.2 รายงานการทดสอบดวงโคมภายนอก 43

บทที่ 4 วิธีการออกแบบการใช้งานและการทดสอบโปรแกรม 49

4.1 โครงสร้างของโปรแกรม 49

4.2 ขั้นตอนการออกแบบส่วนนำเข้าข้อมูลการทดสอบดวงโคมไฟฟ้า และรายงานการทดสอบดวงโคมไฟฟ้า 49

4.3 วิธีการใช้โปรแกรม 51

4.3.1 การเริ่มต้นใช้งานโปรแกรม และการนำเข้าข้อมูลการกระจายแสงของดวงโคม 51

4.3.2 การรายงานผลในรูปกราฟเส้นโค้งการกระจายแสง 53

4.3.3 การรายงานผลในรูปกราฟไอโซแคนเดลา 55

4.3.4 การรายงานผลในรูปกราฟไอโซลักซ์ 60

4.3.5 การายงานผลในรูปโซนอลฟลักซ์เคิร์ฟ 60

4.3.6 การรายงานผลในรูปของยูทิไลเซชันไดอะแกรม 62

4.3.7 การรายงานผลในรูปของ Glare limit curve 63

4.3.8 การรายงานผลในรูป Coefficient of Utilization table 64

บทที่ 5 การเอาโปรแกรมไปประยุกต์ใช้งานในงานออกแบบ 66

5.1 การวิเคราะห์ระบบแสงสว่างภายในอาคาร 66

5.1.1 กราฟเส้นโค้งการกระจายแสง 66

5.1.2 กราฟ Luminance Limiting Curve 69

5.1.3 ตารางค่าสัมประสิทธิ์การใช้แสง 70

5.2 การวิเคราะห์ระบบแสงสว่างไฟถนน 72

5.2.1 กราฟไอโซลักซ์ 72

5.2.2 ยูทิไลเซชันไดอะแกรม 74

บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 76

6.1 บทสรุป 76

6.2 ข้อจำกัดและขอบเขตของโปรแกรม 76

6.3 ข้อเสนอแนะ 77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก
กิตติกรรมประกาศ
เอกสารอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงไดอะแกรมของโฟโตมิเตอร์แบบแผ่นกระจกเคลื่อนที่	4
รูปที่ 2.2 แสดงไดอะแกรมของโฟโตมิเตอร์แบบโฟโตเซลล์หลายตัวอยู่กับที่	5
รูปที่ 2.3 แสดงโฟโตมิทรีเวบที่ใช้ในจากการทดสอบดวงโคมแบบ A	6
รูปที่ 2.4 แสดงมุมในแนวดิ่งที่ใช้ในการทดสอบดวงโคมไฟฟ้า	7
รูปที่ 2.5 แสดงระนาบแนวดิ่ง 3 ระนาบในการทดสอบดวงโคม ที่ใช้กับหลอดคลูออเรสเซนต์	7
รูปที่ 2.6 แสดงโฟโตมิทรีเวบที่ใช้ในการทดสอบดวงโคมแบบ B	8
รูปที่ 2.7 แสดงความหมายของค่า <lamp-to-luminaire geometry>	11
รูปที่ 2.8 มุมราบและมุมดิ่งที่ใช้ในมาตราฐาน IES	14
รูปที่ 3.1 แสดงการควบคุมแสงจ้าโดยมุมกำบัง	25
รูปที่ 3.2 แสดงวิธีการควบคุมมุมกำบัง	25
รูปที่ 3.3 (ก) แสดงสมการของประเภททั้งหมด ตั้งแต่ BZ 1 ถึง BZ 10	28
รูปที่ 3.3 (ข)	28
รูปที่ 3.4 ระบบเพลน C-γ ที่แสดงลักษณะการกระจายความเข้มส่องสว่างของไฟถนนพร้อมทั้งตัวอย่างค่าความเข้มส่องสว่างที่สัมพันธ์กับเพลน C-γ	30
รูปที่ 3.5 (ก) แสดงโพราร์ไดอะแกรมโดยเพลนที่ขนานกับแนวถนน (Δ) ตั้งฉากกับแนวถนน (0) และ เพลนที่มีค่า I_{max}	31
รูปที่ 3.5 (ข) แสดงโพลาร์ไดอะแกรมของดวงโคมซึ่งมีข้อมูล I จากรูปที่ 3.4	31
รูปที่ 3.6 ตัวอย่างไอโซแคนเดลาไดอะแกรมที่สัมพันธ์กับข้อมูล I ในรูปที่ 3.4	32
รูปที่ 3.7 แสดงข้อมูลทางแสงของดวงโคมฉาย	34
รูปที่ 3.8 แสดงลักษณะของการกระจายแสงของดวงโคมคัตออฟ	36
รูปที่ 3.9 แสดงลักษณะของการกระจายแสงของดวงโคมเซมิคัตออฟ	36
รูปที่ 3.10 แสดงลักษณะของการกระจายแสงของดวงโคมเซมิคัตออฟ (โซเดียม)	37
รูปที่ 3.11 แสดงการกระจายความเข้มส่องสว่างของโคมไฟถนนในเพลนความเข้มสูงสุด (I_{max}) เพื่อหาค่า throw ของดวงโคม	37
รูปที่ 3.12 แสดงการพิจารณาค่า spread	38
รูปที่ 3.13 แสดงไอโซแคนเดลาเพื่ออธิบายหาค่า throw และ spread	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 3.14 แสดง throw และ spread ทั้ง 3 ประเภทที่กำหนดโดย CIE โดย h เป็นความสูงของดวงโคม 40
รูปที่ 3.15 41
รูปที่ 3.16 41
รูปที่ 3.17 แสดงการหาความสว่างที่จุด P 44
รูปที่ 3.18 ไอโซลักซ์ ไดอะแกรม 45
รูปที่ 3.19 ไอโซลักซ์ ไดอะแกรม 45
รูปที่ 3.20 แสดงการหาดีกรีของแสงจ้าระคายตาโดยการใช้ลูมิแนนซ์เดิร์ฟแมททอล โดยเส้นทึบ หมายถึง เพลนที่ตั้งฉากกับหลอด เส้นประ หมายถึง เพลนที่ขนานกับหลอด 46
รูปที่ 3.21 แสดงวิธีการหาค่าความสว่างของดวงโคมที่มุม γ 47
รูปที่ 3.22 ไดอะแกรมยูทิไลเซชันแฟกเตอร์ 48
รูปที่ 4.1 โฟล์วชาร์ทแสดงขั้นตอนการรายงานผลการทดสอบดวงโคม 50
รูปที่ 4.2 แสดงหน้าจอภาพโปรแกรมเมื่อทำการเรียกใช้โปรแกรม 51
รูปที่ 4.3 แสดงหน้าจอของการรับข้อมูล IES file 52
รูปที่ 4.4 แสดงหน้าจอของการรายงานผลในรูปของเส้นโค้งการกระจายแสง 53
รูปที่ 4.5 แสดงหน้าจอเลือกระนาบที่ต้องการที่ต้องการแสดง 54
รูปที่ 4.6 แสดงหน้าจอการแสดงค่าระนาบที่ได้เลือก 55
รูปที่ 4.7 แสดงหน้าจอการรายงานผลกราฟไอโซแคนเดลา 56
รูปที่ 4.8 แสดงกราฟไอโซแคนเดลาโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 57
รูปที่ 4.9 แสดงหน้าจอการรายงานผลของกราฟไอโซลักซ์ 58
รูปที่ 4.10 แสดงหน้าจอการใช้โปรแกรม Microsoft Excel แสดง 3-D Lux wave 59
รูปที่ 4.11 แสดงหน้าจอการใช้โปรแกรม Microsoft Excel แสดงกราฟไอโซลักซ์ 60
รูปที่ 4.12 แสดงหน้าจอการรายงาน Zonal flux curve 61
รูปที่ 4.13 แสดงหน้าจอการรายงาน Zonal flux curve 62
รูปที่ 4.14 แสดงหน้าจอการรายงานยูทิไลเซชันไดอะแกรม 63
รูปที่ 4.15 แสดงหน้าจอการรายงานผล Glare limiting curve 64
รูปที่ 4.16 แสดงหน้าจอการรายผลของค่า Coefficient of utilization table 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 5.1 แสดงกราฟเส้นโค้งการกระจายเข้มแสงของดวงโคมไฟฟ้าแบบต่างๆ 67
รูปที่ 5.1(ต่อ) แสดงกราฟเส้นโค้งการกระจายแสงของดวงโคมไฟฟ้าแบบต่างๆ 68
รูปที่ 5.2 แสดงการรายงานกราฟ Luminance Limiting Curve โดยใช้โปรแกรม 69
รูปที่ 5.3 แสดงตารางสัมประสิทธิ์การใช้แสงที่ได้จากการใช้โปรแกม 71
รูปที่ 5.4 แสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มแสงสูงสุด 72
รูปที่ 5.5 แสดงกราฟยูทิไลเซชันที่ใช้เสาสูง 6 เมตร 74
รูปที่ 5.6 แสดงกราฟยูทิไลเซชันที่ใช้เสาสูง 12 เมตร 74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 แสดงดวงโคมภายในที่ใช้หลอดฟลูอเรสเซนต์	25
ตารางที่ 3.2 การแบ่งประเภทดวงโคมภายในตามลักษณะการกระจาย ของฟลักซ์ส่องสว่างตาม CIE	26
ตารางที่ 3.3 แสดงระดับการป้องกันฝุ่นและความชื้น	28
ตารางที่ 3.4 การแบ่งประเภทของดวงโคมมาตราฐาน CEE ในการพิจารณา ถึงการป้องกันทางไฟฟ้า	28
ตารางที่ 3.5 การแบ่งชนิดโคมฉายตาม NEMA	33
ตารางที่ 3.6 การแบ่งประเภทดวงโคมไฟถนนตาม CIE (ค.ศ. 1965)	35
ตารางที่ 3.7 การแบ่งประเภทของดวงโคมไฟถนนตาม BS	35
ตารางที่ 3.8 แสดงการแบ่งประเภทของคุณสมบัติทางแสงของดวงโคม	39
ตารางที่ 3.9	42
ตารางที่ 5.1 แสดงค่าความเข้มแสงสูงสุดในความสูงต่าง ๆ	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วัตถุประสงค์หลักของการรายงานผลการทดสอบดวงโคมไฟฟ้านี้ ก็เพื่อที่จะทำให้เราทราบถึงประสิทธิภาพและคุณลักษณะการกระจายแสงของดวงโคมไฟฟ้านั้นว่าเป็นอย่างไร เพื่อที่จะทำให้ผู้ที่จะนำดวงโคมนั้น ๆ ไปใช้งาน สามารถนำดวงโคมไฟฟ้านั้นไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

เนื่องจากการรายงานผลการทดสอบดวงโคมไฟฟ้านั้นทำได้โดยการนำเอาข้อมูลจากการทดสอบดวงโคมไฟฟ้าที่เก็บไว้ในรูปข้อมูลตามมาตรฐาน IES (IES files) มาทำการคำนวณตามทฤษฎีเพื่อที่จะนำมาใช้ในการพลอตกราฟต่าง ๆ อาทิเช่น กราฟเส้นโค้งการกระจายแสง (Polar Curve) ไอโซแคนเดลา (Isocandela) ไอโซลักซ์ (Isolux) เป็นต้น ซึ่งในการรายงานผลการทดสอบดวงโคมไฟฟ้านั้น ถ้าเราลงมือทำจะต้องใช้เวลาค่อนข้างมาก ดังนั้นเราจึงได้นำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการรายงานผลการทดสอบดวงโคมไฟฟ้า เพื่อที่จะทำให้สามารถรายงานผลการทดสอบดวงโคมได้รวดเร็วมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1) ศึกษาการเก็บข้อมูลการทดสอบดวงโคมไฟฟ้าในรูปแบบของแฟ้มข้อมูลตามมาตรฐาน IES (IES files) ของ The Illumination Engineering Society of North American (IESNA) เพื่อใช้เป็นข้อมูล
2) ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์อำนวยความสะดวกในการรายงานผลการทดสอบดวงโคมไฟฟ้าในรูปแบบกราฟต่าง ๆ เพื่อช่วยให้เราสามารถทราบถึงคุณลักษณะและประสิทธิภาพของดวงโคมไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขั้นตอนการศึกษาและวิธีการดำเนินการ

1) ศึกษาการเก็บข้อมูลการทดสอบดวงโคมไฟฟ้าในรูปแบบของข้อมูลตามมาตรฐาน IES (IES files)
2) ศึกษารายงานการแสดงผลการทดสอบของดวงโคมไฟฟ้า
3) ศึกษาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งได้แก่ โปรแกรม Delphi
4) เขียนโปรแกรมการรายงานผลการทดสอบดวงโคมไฟฟ้า
5) วิเคราะห์และสรุปผลที่ได้จากโปรแกรม
6) เรียบเรียงปริญญานิพนธ์ ตรวจสอบ แก้ไขและจัดเข้ารูปเล่ม เพื่อเสนอต่อคณะกรรมการ

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

โครงงานนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมช่วยในการรายงานผลการทดสอบของดวงโคมไฟฟ้าจากข้อมูลตามมาตรฐาน IES โดยใช้หลักการคำนวณตามวิธีการ CIE. (The Commission International De L' Eglairage) โดยในโครงงานนี้เราไม่ได้รายงานผลการทดสอบดวงโคมไฟฟ้าประเภทโคมฉาย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำโครงงาน

มีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการรายงานการทดสอบดวงโคมไฟฟ้าที่ยังไม่เรียบร้อยและยังไม่ได้รายงานต่อไป

1.6 เนื้อหาของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้กล่าวถึงการรายงานผลการทดสอบดวงโคมไฟฟ้า ในรูปของกราฟต่าง ๆ โดยใช้วิธีการคำนวณของ CIE. ซึ่งเนื้อหาในปริญญานิพนธ์แต่ละบทจะแบ่งออกเป็นดังนี้

บทที่ 2 จะกล่าวถึงความรู้พื้นฐานการทดสอบดวงโคมไฟฟ้า การเก็บข้อมูลการทดสอบดวงโคมไฟฟ้าตามมาตรฐาน IES

บทที่ 3 กล่าวถึงระบบแสงสว่างภายในและภายนอกอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 กล่าวถึงระบบแสงสว่างภายในและภายนอกอาคาร

บทที่ 4 วิธีการใช้งานและการทดสอบโปรแกรม

บทที่ 5 การนำเอาโปรแกรมไปประยุกต์ใช้งานในการออกแบบ

บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

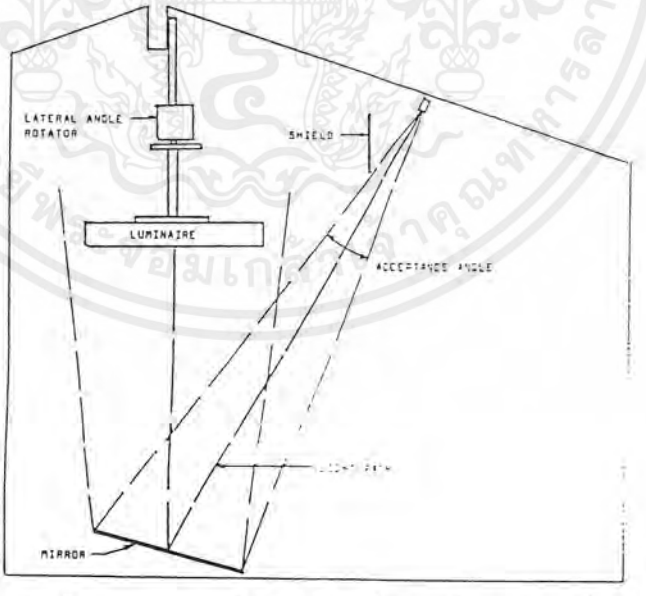
บทที่ 2
วิธีการทดสอบเพื่อหาข้อมูลการกระจายแสง และ ข้อมูลตามมาตรฐาน IES

2.1 การทดสอบหาข้อมูลการกระจายแสงของดวงโคมไฟฟ้า (Photometric data test)

โฟโตมิทรี (Photometry) อาจนิยามได้ว่าเป็นการวัดความเข้มแสงสว่าง โดยความเข้มส่องสว่างจะถูกวัดที่มุมต่างๆกันจากแหล่งกำเนิดแสงโดยที่กระบวนการนี้ถูกเรียกว่า"goniophotometry"

2.1.1 มาตรวัดการกระจายของแสงแบบมีทิศทาง (Goniophotometer) ที่ใช้กันอยู่มีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ แบบเงากระจกเคลื่อนที่ (Rotating mirror) และโฟโตมิเตอร์แบบโฟโตเซลล์หลายตัวอยู่กับที่ (Fixed multiple cell)

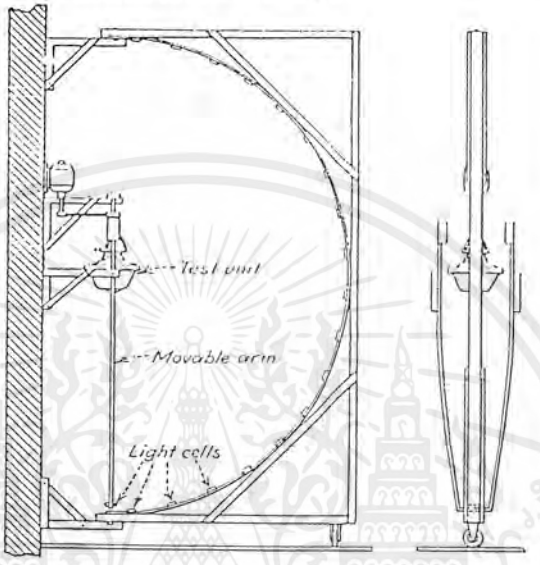
1. โฟโตมิเตอร์แบบกระจกที่ใช้สะท้อนเคลื่อนที่ (Rotating mirror) มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2.1 โดยที่แผ่นกระจกนั้นจะเคลื่อนที่ไปรอบ ๆ แหล่งกำเนิดแสงที่เป็นหลอดไฟฟ้าหรือดวงโคม และจะสะท้อนค่าความเข้มส่องสว่างไปยังที่โฟโตเซลล์ โดยที่การอ่านและการบันทึกค่าของความเข้มส่องสว่างจะกระทำกันที่แต่ละค่าของมุมที่ต้องการวัด โดยที่ให้กระจกเงาเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งนั้น ๆ



รูปที่ 2.1 แสดงไดอะแกรมของโฟโตมิเตอร์แบบแผ่นกระจกเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โฟโตมิเตอร์แบบโฟโตมิเตอร์แบบโฟโตเซลล์หลายตัวอยู่กับที่ (Fixed multiple cell) เป็นการวัดความเข้มส่องสว่างโดยมีโฟโตเซลล์จำนวนมากจะถูกยึดติดอยู่กับที่ที่ตำแหน่งมุมต่าง ๆ รอบแหล่งกำเนิดแสงที่จะใช้ในการทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ 2.2 โดยการอ่านและบันทึกค่าความเข้มส่องสว่างจะกระทำที่โฟโตเซลล์แต่ละตัว



รูปที่ 2.2 แสดงไดอะแกรมของโฟโตมิเตอร์แบบโฟโตเซลล์หลายตัวอยู่กับที่

เครื่องมือวัดแสงที่มีความเที่ยงตรงสูงจะใช้ในห้องปฏิบัติการทดสอบทางแสง (Photometric testing laboratories) และผู้ผลิตอุปกรณ์บางรายสำหรับการใช้ในการสร้างรายงานทดสอบข้อมูลทางแสง (Photometric test report) ในรายงานจะแสดงข้อมูลที่วิศวกรระบบแสงสว่าง (Lighting engineer) หรือผู้ออกแบบระบบแสงสว่าง (Designer) ใช้ในการทำนายสมรรถภาพ (Performance) ของระบบแสงสว่างและใช้ในการคำนวณหาจำนวนดวงโคมที่ต้องการในการออกแบบให้ได้ค่าความเข้มแสงในระดับที่ต้องการ

2.2 การทดสอบดวงโคมไฟฟ้า (Photometric test)

ดวงโคมไฟฟ้าทั่วไปแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทคือ

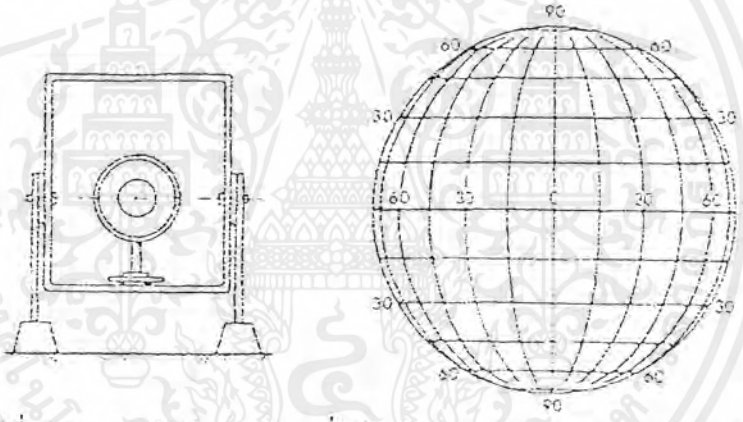
1. Type A
2. Type B
3. Type C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบแบบ Type A เป็นแบบที่ใช้กันเป็นส่วนใหญ่ และถูกใช้สำหรับการทดสอบโคมทุกประเภทยกเว้นดวงโคมฉายที่สามารถปรับมุมเล็งได้ (Aimable floodlights) ซึ่งจะทดสอบโดยการทดสอบแบบ Type B

2.2.1 การทดสอบดวงโคมไฟฟ้า Type A

ความเข้มแสงที่กระจายออกจากดวงโคม จะถูกวัดที่มุมในระนาบแนวดิ่งที่กำหนดรอบ ๆ ดวงโคม ดังแสดงในรูปที่ 2.4 ค่าของมุมที่เปลี่ยนไปจะขึ้นอยู่กับชนิดของดวงโคมไฟฟ้าที่จะทำการทดสอบแต่โดยทั่ว ๆ ไปแล้วจะเป็นมุมที่ค่า 0 ,5 ,15 ,25 ...85 และ 90 สำหรับ direct luminaires

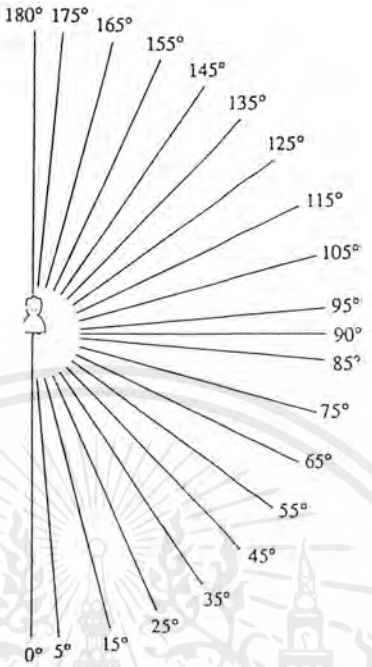


รูปที่ 2.3 แสดงโฟโตมิทริกเวบที่ใช้ในจากการทดสอบดวงโคมแบบ A

ดวงโคมที่มีส่วนประกอบที่ช่วยในการกระจายแสงด้านบนจะมีการวัดที่มุม 95 ,105 ,115 ...175 และ 180

โดยปกติแล้วดวงโคมไฟฟ้าที่มีรูปแบบของการกระจายแสงที่มีความสมมาตรจะกระทำการทดสอบในหนึ่งระนาบเท่านั้นดังแสดงในรูปที่ 2.4 สำหรับดวงโคมไฟฟ้าที่มีรูปแบบของการกระจายแสงที่ไม่มีความสมมาตรเช่น ดวงโคมไฟฟ้าที่ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ หรือ หลอดฟลูออเรสเซนต์เปลือย โดยส่วนใหญ่แล้วจะทำการทดสอบการทำงานในห้าระนาบ (Plane) แต่ดวงโคมไฟฟ้าบางประเภทที่มีรูปแบบของการกระจายแสงที่มีความแตกต่างกันมากในแต่ละระนาบจะกระทำการทดสอบในสิบสามระนาบหรือมากกว่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงมุมในแนวดิ่งที่ใช้ในการทดสอบดวงโคมไฟฟ้า

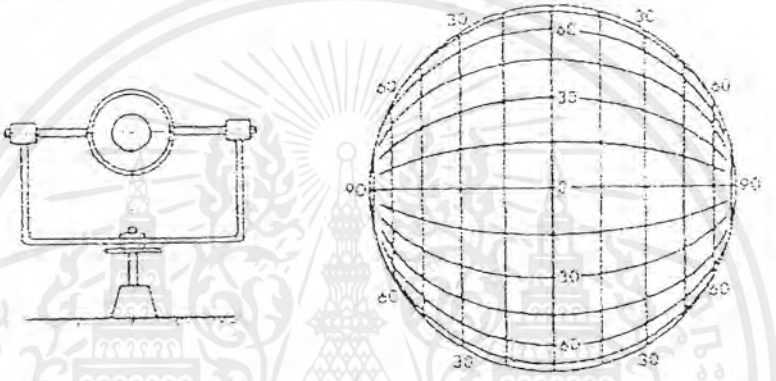
ซึ่งลักษณะของระบายเหล่านี้จะแสดงในรูปที่ 2.5 ในการทดสอบมากกว่าหนึ่งระนาบนั้น ค่าความเข้มส่องสว่าง (Luminous Intensity) จะถูกวัดในแต่ละระนาบที่มุมในแนวดิ่ง (Vertical Angles) ต่าง ๆ ซึ่งจากการทดสอบนี้จะได้ข้อมูลพื้นฐานของการรายงานการทดสอบดวงโคมไฟฟ้า

รูปที่ 2.5 แสดงระนาบแนวดิ่ง 3 ระนาบในการทดสอบดวงโคมที่ใช้กับหลอดลูออเรสเซนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การทดสอบดวงโคมไฟฟ้า Type B

การทดสอบดวงโคมไฟฟ้าแบบ B โดยส่วนใหญ่แล้วการทดสอบจะใช้การทดสอบแบบ A แทนและในทางปฏิบัติแล้วไม่บ่อยครั้งนักที่จะพบการทดสอบแบบ B ในปัจจุบันนี้ อย่างไรก็ตามการทดสอบแบบนี้จะถูกใช้ในการทดสอบดวงโคมฉายและผู้ผลิตดวงโคมไฟฟ้าบางครั้งที่ยังมีการใช้กันอยู่ดังนั้นเรายังคงพบรายงานการทดสอบแบบ B ในการออกแบบระบบแสงสว่างที่ใช้ดวงโคมประเภทโคมฉาย (Floodlight)



รูปที่ 2.6 แสดงโฟโตมิทรีเวบที่ใช้ในการทดสอบดวงโคมแบบ B

ในการทดสอบดวงโคมแบบ B ดวงโคมไฟฟ้าจะถูกหมุนไปรอบแกนแนวดิ่งที่อยู่กับที่และรอบแกนแนวระนาบซึ่งสอดคล้องกับมุมแนวดิ่งแต่ละค่าที่ทำการวัดแสดงในรูปแบบของตาข่าย (Grid) ดังแสดงในรูป 2.6 ตัวอย่างเช่นดวงโคมไฟฟ้าที่เล็งตรงไปยังโฟโตเซลล์ มุมทั้งในแนวดิ่ง (Vertical Angle) และมุมในแนวระนาบ (Horizontal Angle) จะอยู่ที่ศูนย์องศาแล้วทำการวัดค่าความเข้มแห่งการส่องสว่าง จากนั้นหมุนดวงโคมไฟฟ้าไปเป็นมุม 5 ในแนวระนาบขณะที่มุมในแนวดิ่งยังมีค่าเท่ากับศูนย์องศาอยู่ แล้วทำการบันทึกค่าความเข้มส่องสว่าง จากนั้นก็หมุนดวงโคมไฟฟ้าไปครั้งละ 10 องศาในแนวระนาบ ยันทุกค่าความเข้มส่องสว่างของแต่ละครั้งไว้ จากนั้นดวงโคมไฟฟ้าจะถูกหมุดไปอีก 5 องศาตามแกนแนวดิ่งและจะทำการวัดค่าความเข้มส่องสว่างซ้ำตามขั้นตอนที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น จากนั้นดวงโคมไฟฟ้าก็จะถูกหมุนไปอีกครั้งละ 10 องศาในแนวดิ่งและทำการวัดค่าแคนเดลาที่มุมแนวดิ่งบวก (ในทิศทางขึ้น) และลบ (ในทิศทางลง) จะถูกทำการวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 มาตรฐาน IES รูปแบบไฟล์ใช้ในการโอนย้ายแบบอิเล็คทรอนิคส์ของข้อมูลทางแสงและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (IES Standard File Format for Electronics Tranfers of Photometric Data and Related Information)

รูปแบบไฟล์ตามมาตราฐาน IES นี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อการตอบสนองต่อความต้องการของกลุ่มผู้ใช้งานระบบแสงสว่างทั้งในปัจจุบันและในอนาคต และตอบสนองความต้องการในการสร้างโปรแกรมที่สามารถทำการตัดสินใจเกี่ยวกับระบบแสงสว่างที่มีมนุษย์เข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้องเพียงเล็กน้อยหรือไม่มีเลย

โดยที่รูปแบบไฟล์มาตราฐาน IES เป็นรูปแบบมาตราฐานที่ทาง IESNA (Illuminating Engineering Society of North American) กำหนดขึ้นเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลการทดสอบดวงโคมไฟฟ้าลงในแผ่นดิสก์ ซึ่งข้อมูลภายในแผ่นดิสก์จะบรรจุค่าความเข้มแสงไว้ จุดประสงค์ก็เพื่อการจัดเก็บให้เป็นมาตราฐานเดียวกัน ซึ่งตัวโปรแกรมจะใช้ข้อมูลจากไฟล์มาตราฐาน IES นี้เพื่อใช้ในการสร้างรายงานการทดสอบดวงโคมไฟฟ้านี้ให้ออกมา

2.3.1 รายละเอียดของไฟล์มาตราฐาน IES

ข้อมูลที่บรรจุอยู่ภายในไฟล์มาตราฐานจะมีรายละเอียดและรูปแบบดังจะกล่าวต่อไปนี้ โดยใช้ตัวเลขในการแสดงบรรทัดของไฟล์ข้อมูล ส่วนฟิลด์ที่ไม่มีตัวเลขนำหน้า คือสามารถที่จะวางฟิลด์ก่อนหน้านี้หรือจะวางในบรรทัดใหม่ก็ได้

รูปแบบไฟล์มาตราฐาน IES มีดังนี้

00 IESNA91
01 < Keyword [TEST] >
02 < Keyword [MANUFAC] >
03 ...
04 < Keyword n >
05 TILT = <file-spec or <INCLUDE> or <NONE>
06 < lamp-to-luminaire geometry >
07 < # of pairs or angles and multiplaying factors >
08 < angles >

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

09 < multiplyng factors >

10 < # of lamps > < lumens per lamp > < candela multiplier >
< # of vertical angles > < # of horizontal angles > < photometric type >
< units > < width > < length > <height >

11 < ballast factor > < ballast lamp factor > < input watts >

12 < vertical angles >

13 < horizontal angles >

14 < candela values for all vertical angles at first horizontal angle >

15 < candela values for all vertical angles at second horizontal angle >

16 ...

17 < candela values for all vertical angles at last horizontal angle >

2.3.2 รายละเอียดของข้อมูลในไฟล์มาตราฐาน IES

00 File Format Identifier

ในรูปแบบไฟล์มาตราฐานจะเริ่มต้นด้วยชื่อของรูปแบบไฟล์ที่มีชื่อเฉพาะ ตัวอย่างเช่น IESNA LM-63-1991

01 < Key word >

คีย์เวิร์ดจะประกอบไปด้วยข้อความที่อธิบายถึงข้อมูลของ ดวงโคม หลอดไฟ และข้อมูลอื่น ๆ โดยที่แต่ละบรรทัดนั้นจะเริ่มด้วยข้อความที่อยู่ในช่องสี่เหลี่ยม ซึ่งจะเป็นตัวบอกว่าในบรรทัดนั้นเป็นการบอกรายละเอียดของอะไร ซึ่งคีย์เวิร์ดที่นำมากล่าวนี้จะเป็นเพียงส่วนหนึ่งของคีย์เวิร์ดทั้งหมดที่กำหนดโดย IES ซึ่งรายละเอียดของคีย์เวิร์ดทั้งกมดจะกล่าวไว้ในภาคผนวก

[TEST]	คือ หมายเลขของการรายงานการทดสอบและห้องปฏิบัติการที่ทำการทดสอบ
[MANUFAC]	คือ ชื่อผู้ผลิตดวงโคม
[LUMCAT]	คือ หมายเลขในแคตาลอคของดวงโคม
[LUMINAIRE]	คือ รายละเอียดที่เกี่ยวกับดวงโคม
[LAMP]	คือ รายละเอียดของหลอดไฟที่ใช้ในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

05 TILT = <file-spec> or <INCLUDE> or <NONE>

แสงสว่างที่ได้นั้นจะแปรค่าตามฟังก์ชันของมุมยกของดวงโคม (tilt angle) โดยบรรทัดนี้บอกให้ทราบว่าเอาท์พุตของดวงโคมหรือหลอดไฟฟ้าเป็นฟังก์ชันของมุมยกของดวงโคมหรือไม่ ดังที่แสดงในบรรทัดต่อไป

- TILT = NONE แสงสว่างที่ได้นั้นจะไม่แปรค่าตามมุมยกของดวงโคม และในไฟล์ข้อมูลมาตราฐานจะไม่มีบรรทัดที่ 06 ถึง 09
- TILT = INCLUDE แสงสว่างที่ได้นั้นจะแปรค่าตามมุมยกของดวงโคม และในไฟล์ข้อมูลมาตราฐานจะมีบรรทัดที่ 06 ถึง 09 ปรากฏอยู่
- TILT = file-spec แสงสว่างที่ได้นั้นจะแปรค่าตามมุมยกของดวงโคม และในไฟล์ข้อมูลมาตราฐาน จะมีบรรทัดที่ 08 ถึง 09 ปรากฏอยู่ โดยไฟล์ข้อมูลของมุมยกของดวงโคมจะแยกอยู่ต่างหาก

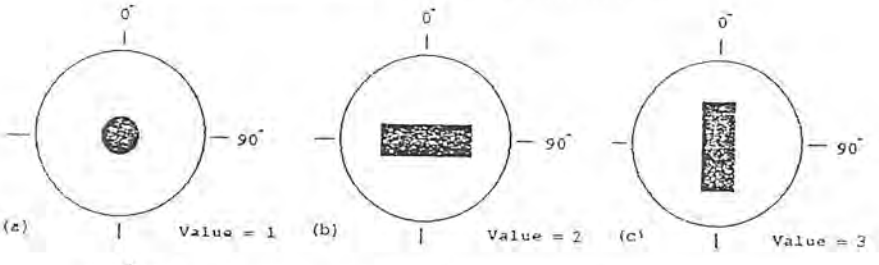
06 < lamp-to-luminaire geometry >

เป็นตัวเลขจำนวนเต็มที่แสดงลักษณะการจัดวางของหลอดไฟภายในดวงโคม โดยจะแสดงเป็นตัวเลข คือ 1 , 2 และ 3 ถ้า TILT = NONE จะไม่มีบรรทัดนี้ ซึ่งตัวเลขดังกล่าวจะมีความหมายดังนี้ (ดูรูปที่ 2.7 ประกอบ)

1 เมื่อดวงโคมถูกปรับให้เล็งตรงลงด้านล่าง , หลอดไฟฟ้าอาจจะอยู่ในแนวตั้งอยู่ในลักษณะหงายขึ้นหรือคว่ำลงก็ได้

2 เมื่อดวงโคมถูกปรับให้เล็งตรงลงด้านล่าง , หลอดไฟจะติดในแนวนอนและยังคงอยู่ในแนวนอน แม้ว่าจะปรับยกดวงโคมขึ้นในระนาบศูนย์องศาก็ตาม

3 เมื่อดวงโคมถูกปรับให้เล็งตรงลงด้านล่าง , หลอดไฟฟ้าจะอยู่ในแนวนอน แต่ถ้าเมื่อดวงโคมถูกยกขึ้นในระนาบศูนย์องศา หลอดไฟฟ้าจะอยู่ในลักษณะหงายขึ้นหรือคว่ำลง ซึ่งเป็นผลจากการยกดวงโคม



รูปที่ 2.7 แสดงความหมายของค่า <lamp-to-luminaire geometry>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

07 < # of pairs or angles and multiplaying factors >

เป็นเลขจำนวนเต็มที่บอกถึงจำนวนคู่ของมุมยกของดวงโคมทั้งหมดของหลอดไฟ และค่าตัวคูณประกอบที่มุมต่าง ๆ โดยถ้า TILT = NONE จะไม่มีบรรทัดนี้

08 < angles >

ค่ามุมยกของดวงโคมจะแสดงในลักษณะของลำดับที่มีค่ามากขึ้นและจะเพิ่มจาก 0 ไปจนถึง 90 องศา หรือจาก 0 ถึง 180 องศา โดยถ้า TILE = NONE จะไม่มีบรรทัดนี้

09 < multiplaying factors >

เป็นค่าตัวคูณซึ่งจะแสดงในลำดับของค่าที่สอดคล้องกับมุมยกของดวงโคมที่เสนอในบรรทัดก่อนมา ตัวอย่างเช่น

```
1
7
0   15   30   45   60   75   90
1.0 .95  .94  .90  .88  .87  .84
```

10 < # of lamps >

เป็นเลขจำนวนเต็มที่แสดงถึงจำนวนหลอดไฟที่ใช้ต่อหนึ่งดวงโคม

< lumens per lamp >

ค่านี้จะแสดงว่าในหลอดไฟหนึ่งหลอดนั้นจะมีความสว่างกี่ลูเมน จากการทดสอบโฟโตเมตริก ถ้าในดวงโคมนั้นมีหลอดไฟที่มีค่าลูเมนไม่เท่ากันตั้งแต่ 2 หลอดขึ้นไป ค่าที่แสดงออกมาจะเป็นค่าเฉลี่ยต่อหลอดในดวงโคมนั้น แต่ดวงโคมนั้น ๆ ควรที่จะเป็นดวงโคมประเภทเดียวกัน

< multiplier >

เป็นค่าที่แสดงค่าตัวประกอบที่ใช้คูณกับค่าแคนเดลา ทุก ๆ ค่าในไฟล์ข้อมูลโฟโตเมตริก (นำไปคูณที่บรรทัด 14 ถึง 17)

< # of vertical angles >

เป็นเลขจำนวนเต็มที่แสดงถึงจำนวนมุมตามแนวดิ่งทั้งหมดในรายการการทดสอบดวงโคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

< # of horizontal angles >

เป็นเลขจำนวนเต็มที่แสดงถึงจำนวนมุมในแนวระนาบทั้งหมดในรายการการทดสอบดวงโคม

< photometric type >

เป็นตัวเลขจำนวนเต็มที่บอกถึงชนิดของการทดสอบดวงโคม ซึ่งมีรายละเอียดดดของค่าดังต่อไปนี้

1 สำหรับการทดสอบดวงโคมแบบ C

2 สำหรับการทดสอบดวงโคมแบบ B

3 สำหรับการทดสอบดวงโคมแบบ A

ดวงโคมชนิด C เป็นดวงโคมที่ใช้ในการออกแบบไฟถนน โดยที่การทดสอบนั้นแกนเชิงขั้วของโฟโตเมตริกเว็บ (Photometric web) จะต้องตรงกับแกนตามแนวดิ่งของดวงโคม และมุม 0-180 องศาตามระนาบของโฟโตเมตริกจะต้องตรงกับแกนตามความยาวของดวงโคม

ดวงโคมชนิด B เป็นดวงโคมที่ใช้สำหรับพื้นที่ภายนอกและสนามกีฬา โดยการทดสอบนั้นแกนเชิงขั้วของดวงโคมจะตรงกับแกนตามความกว้างของดวงโคม และมุม 0-180 องศาตามระนาบของโฟโตเมตริกจะตรงกับแกนตามแนวดิ่งของดวงโคม

ดวงโคมชนิด A การทดสอบนั้น แกนเชิงขั้วของดวงโคมจะตรงกับแกนตามความยาวของดวงโคม และมุม 0-180 องศาตามระนาบของโฟโตเมตริก จะตรงกับแกนตามแนวดิ่งของดวงโคม

< unit type >

เป็นตัวเลขที่แสดงหน่วยที่ใช้ในการบอกมิติของพื้นที่การกระจายแสงของดวงโคมซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1 มิติของพื้นที่กระจายแสงของดวงโคมมีหน่วยเป็น ฟุต (feet)

2 มิติของพื้นที่กระจายแสงของดวงโคมมีหน่อยเป็นเมตร (meter)

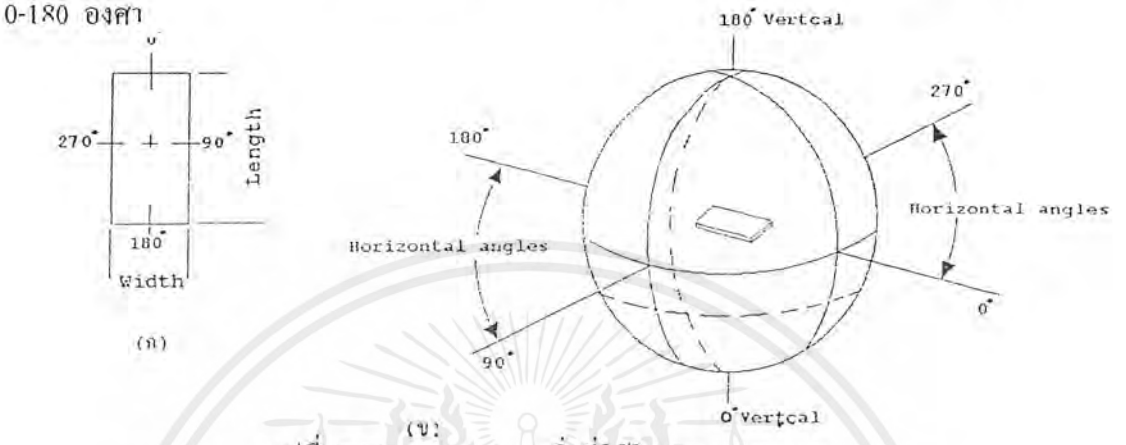
< width >

คือ ระยะที่วัดคร่อมพื้นที่การกระจายแสงของดวงโคมเมื่อการวัดกระทำในแนวระนาบ 90-270 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

< length >

คือ ระยะที่วัดคร่อมพื้นที่การกระจายแสงของดวงโคมเมื่อการวัดกระทำในแนวระนาบ 0-180 องศา



รูปที่ 2.8 มุมราบและมุมดิ่งที่ใช้ในมาตราฐาน IES

(ก) แสดงความกว้างและความยาวของดวงโคม (ข)ภาพแสดงมุมแนวระนาบและมุมแนวดิ่ง

< height >

คือ ระยะความสูงเฉลี่ยของพื้นที่กระจายแสงของโคม

<u>หมายเหตุ</u> : โดยปกติดวงโคมจะมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า อย่างไรก็ตามอาจจะมีดวงโคมที่มีลักษณะรูปร่างอื่น ๆ ก็ได้ ซึ่งสามารถบอกรายละเอียดของขนาดเป็นเลขศูนย์หรือเลขติดลบ ดังนี้

กว้าง	ยาว	สูง	รูปร่างของดวงโคม
0	0	0	Point
W	L	H	Rectangular (default)
-D	0	0	Circular (where d=diameter of circular)
-D	0	-D	Sphere (where d=diameter of circular)
-D	0	H	Vertical cylinder (where d=diameter of cylinder)
0	L	-D	Horizontal cylinder oriented along luminaire length
W	0	-D	Horizontal cylinder oriented along luminaire width
-W	L	H	Ellipse oriented along luminaire length
W	- L	H	Ellipse oriented along luminaire width
-W	L	-H	Ellipsoid oriented along luminaire length
W	-L	-H	Ellipsoid oriented along luminaire width

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11 < ballast factor >

บัลลาสท์แฟคเตอร์ เป็นอัตราส่วนค่าลูเมนของหลอดไฟฟ้าที่ใช้กับบัลลาสท์เทียบกับค่าลูเมนเมื่อใช้บัลลาสท์มาตราฐานซึ่งทำให้ค่าลูเมนได้ตามพิกัดของหลอด ซึ่งการนำค่าแคนเดลาไปใช้งาน จะต้องคูณด้วยค่าแฟคเตอร์นี้ด้วย (บรรทัดที่ 14 ถึง 17)

< ballast lamp photometric factor >

เป็นอัตราส่วนของค่าลูเมนเอาท์พุตของโคมเมื่อบัลลาสท์และหลอดไฟฟ้าเป็นชนิดที่ใช้ในการสร้างรายงานการทดสอบโคมกับค่าลูเมนเอาท์พุตจากโคมเดียกันที่ใช้หลอดไฟฟ้าและบัลลาสท์ชนิดอื่นภายใต้เงื่อนไขของการทดสอบ โดยที่ค่าแคนเดลาของหลอดไฟ (บรรทัดที่ 14 ถึง 17) ต้องนำไปคูณด้วยค่านี้ก่อนจะนำไปใช้ต่อไป

< input watts >

เป็นค่าที่แสดงกำลังไฟฟ้ารวมที่ใช้จากดวงโคมและวัดระหว่างการทดสอบดวงโคม (โดยที่ค่า input watts ไม่แปรค่าโดยแฟคเตอร์บัลลาสท์ (ballast factor) หรือ แฟคเตอร์ของบัลลาสท์และหลอดที่ใช้ในการทดสอบ (ballast-lamp photometric factor) การใช้กำลังไฟฟ้าของดวงโคมอาจจะเปลี่ยนแปลงถ้าค่าแคนเดลามีค่าเปลี่ยนแปลง)

<u>หมายเหตุ</u> : สำหรับแฟคเตอร์ของบัลลาสท์ , แฟคเตอร์ของบัลลาสท์และหลอดที่ใช้ในการทดสอบและวัตต์ที่ป้อนให้ (input watts) ถ้าไม่ทราบค่าให้ใช้ค่า 1.0 , 1.0 และวัตต์รวม (total watts) ตามลำดับ

12 < vertical angles >

คือ ค่าของมุมแนวดิ่งในการทดสอบดวงโคม ซึ่งจะแสดงตามลำดับจากค่าน้อยไปหาค่ามาก

สำหรับการทดสอบแบบ C มุมตามแนวดิ่งมุมแรกจะเป็น 0 หรือ 90 องศา และมุมสุดท้ายจะเป็นไปได้ทั้ง 90 หรือ 180 องศา

สำหรับการทดสอบแบบ A และ B มุมตามแนวดิ่งมุมแรกเป็นไปได้ทั้งมุม –90 หรือ 0 องศา และมุมสุดท้ายจะเป็น 90 องศา

13 < horizontal angles >

คือ ค่ามุมแนวระนาบในการทดสอบดวงโคม ซึ่งจะแสดงตามลำดับจากค่าน้อยไปหาค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากในการทดสอบแบบ C ค่ามุมแนวระนาบ ค่าแรกจะเป็น 0 องศาเสมอ และค่าสุดท้ายจะมีค่าดังกรณีใดกรณีหนึ่ง ดังต่อไปนี้

0 ในกรณีนี้จะมีค่ามุมแนวระนาบค่าเดียวและดวงโคมถูกสมมติให้มีการกระจายแสงที่สมมาตรในทุกระนาบ

90 ดวงโคมถูกสมมติให้มีการกระจายแสงที่สมมาตรในแต่ละควอดแดรนท์

180 ดวงโคมถูกสมติให้มีการกระจายแสงที่สมมาตรรอบ ๆ เพลน 0 ถึง 180 องศา

360 เป็นดวงโคมที่มรการกระจายแสงที่ไม่สมมาตร

(ดวงโคมที่มีความสมมาตรทั้ง 2 ด้านที่มุม 90-270 องศาตามระนาบโฟโตเมตริก จะมีมุมแรกเป็น 90 องศาและมุมสุดท้ายเป็น 270 องศา)

สำหรับชนิด A หรือ B ซึ่งดวงโคมสมมาตรกันที่ระนาบแรวดิ่งอ้างอิง มุมแรกตามแนวระนาบเป็นมุม 0 องศาและมุมสุดท้ายเป็นมุม 90 องศา

สำหรับชนิด A หรือ B ซึ่งดวงโคมไม่สมมาตรกันที่แกนตามแนวดิ่งที่อ้างอิง มุมแรกตามแนวระนาบจะเป็นมุม –90 องศาและมุมสุดท้ายเป็นมุม 90 องศา

14 < candela values >

< candela values for all vertical angles at first horizontal angle >

< candela values for all vertical angles at second horizontal angle >

.

.

< candela values for all vertical angles at last horizontal angle >

เป็นค่าแคนเดลาที่ได้จาการทดสอบดวงโคมที่มุมแนวดิ่งต่าง ๆ ในแต่ละเพลนโดยแต่ละบรรทัดจะแสดงค่าแคนเดลาที่มุมแนวดิ่งตั้งแต่เพลนแรกที่ทำการทดสอบถึงเพลนสุดท้าย ค่าแคนเดลาค่าแรกของแต่ละเพลนจะแสดงที่จุดเริ่มต้นของบรรทัดใหม่โดยค่าแคนเดลาใด ๆ ในเพลนเดียวกัน อาจจะแสดงต่อกันในบรรทัดที่สองหรือถัดมาก็ได้หากมีความจำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.3.3 ตัวอย่างของไฟล์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบดวงโคมที่เก็บไว้ในรูปแบบของมาตรฐาน IESNA91

IESNA91

[TEST] GE 175089

[MANUFAC] GE Lighting System – Hendersonville , NC , USA

[LUMCAT] (not specific to a single catalog number)

[LUMINAIRE] GE LOWMOUNT 400

[LAMP] HPS 400

[OTHER] Distribution : SC 1.9

[MORE] Socket Pos : FIXED

[MORE] Comments : - -

[MORE] Revision No : 4 Rev Date : 790118 Test Data : 0

[MORE] Reflector : - Refractor : -

TILT = NONE

1 , 10000 , 1 , 37 , 1 , 1 , 1 , -1.5 , 0.0 , 0.0

1.0 , 1.0 , 0.0

0.0 , 5.0 , 10.0 , 15.0 , 20.0 , 25.0 , 30.0 , 35.0 , 40.0 , 45.0

50.0 , 55.0 , 60.0 , 65.0 , 70.0 , 75.0 , 80.0 , 85.0 , 90.0

95.0 , 100.0 , 105.0 , 110.0 , 115.0 , 120.0 , 125.0 , 130.0 , 135.0

140.0 , 145.0 , 150.0 , 155.0 , 160.0 , 165.0 , 170.0 , 175.0 , 180.0

0.0

1370 , 1380 , 1420 , 1530 , 1660 , 1740 , 1760 , 1770 , 1810 , 1840 ,

1790 , 1600 , 1280 , 920 , 630 , 420 , 280 , 180 , 110 ,

90 , 70 , 80 , 80 , 80 , 70 , 50 , 20 , 0 ,

0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0

36981

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลข้างต้นสามารถอ่านค่าได้ดังต่อไปนี้

Photometric Data File Information

File format	LM-63-1991
TILT file name	NONE

Luminaire Description

[TEST]	GE 175089
[MANUFAC]	GE Lighting System – Hendersonville , NC , USA
[LUMCAT]	(not specific to a single catalog number)
[LUMINAIRE]	GE LOWMOUNT 400
[LAMP]	HPS 400
[OTHER]	Distribution : SC 1.9
[MORE]	Socket Pos : FIXED

Lamp Data

Number of Lamp	1
Lumens per lamp	10000.00

Luminaire Dimensions

Measurement units	Feet
Width	-1.50
Length	0.00
Height	0.00

Electrical Data

Ballast factor	1.00
Ballast-lamp factor	1.00
Ballast watts	0.00

Photometric Data

Multiplier	1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Goniometer type Type C

Candela Distribution

Horizontal Angel = 0

Vertical Angle	Intensity
0	1370
5	1380
15	1530
25	1740
35	1770
45	1840
55	1600
65	920
75	420
85	180
90	110
95	90
105	80
115	80
125	50
135	0
145	0
155	0
165	0
175	0
180	0

2.3.4 ข้อกำหนดทั่วไปของคีย์เวิร์ด

1. คีย์เวิร์ด

- จะต้องใช้ตัวอักษรอื่นที่ไม่ใช่วรรค (blank) ในบรรทัดใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จะต้องใช้ตัวพิมพ์ใหญ่
- จะต้องแสดงก่อนถึงบรรทัด "TILT ="
- ไม่มีอักขระใด ๆ ที่ไม่ถูกจัดให้เป็นส่วนหนึ่งของคีย์เวิร์ดอย่างเจาะจง (รวมถึงวรรค และ/หรืออักขระที่ไม่สามารถพิมพ์ได้)
- ข้อยกเว้นของคีย์เวิร์ด [MORE] , [BLOCK] และ [ENDBLOCK] คือ คีย์เวิร์ดจะปรากฏได้ครั้งเดียวในบลอคที่ใช้ในการอธิบายใด ๆ และอีกหนึ่งครั้งภายนอกบลอค
- ภายในวงเล็บสี่เหลี่ยมจะมีอักขระอยู่ได้ไม่เกิน 20 ตัว
- เฉพาะค่าที่ได้รับความเห็นชอบจาก IESNA Computer committee ให้เป็นคีย์เวิร์ดเท่านั้นที่อาจถูกล้อมรอบด้วยเครื่องหมายวงเล็บสี่เหลี่ยม

2. ข้อมูลที่ต่อท้ายคีย์เวิร์ด

- จะต้องมีคีย์เวิร์ดนำหน้าเสมอ
- ต้องปฏิบัติตามรูปแบบที่เป็นทางการของ IESNA สำหรับคีย์เสิร์ดเหล่านั้น
- จะต้องจบด้วยรหัสบอกการสิ้นสุดของบรรทัด (carriage-return) และรหัสบอกการเริ่มบรรทัดใหม่ (Line-feed) เสมอ
- ถ้ามีการขึ้นบรรทัดใหม่ของข้อมูลเดียวกัน จะต้องมีคีย์เวิร์ด [MORE] ที่จุดเริ่มของบรรทัดใหม่
- ข้อมูลต้องอธิบายโดยมีหนึ่งวรรคหรือมากกว่า

2.3.5 คีย์เวิร์ดที่นิยามโดย IES

ข้อความที่ต่อจากคีย์เวิร์ดจะต้องไปเกิน 60 ตัวอักขระ และข้อมูลเพิ่มเติมอาจจะเขียนในบรรทัดถัดจากบรรทัดของคีย์เวิร์ดแต่ต้องมีคีย์เวิร์ด [MORE] ที่จุดบรรทัดด้วย ทุกบรรทัดจะจบด้วยรหัสบอกการสิ้นสุดของบรรทัด และรหัสบอกการเริ่มต้นบรรทัดใหม่

คีย์เวิร์ด	จุดประสงค์
[TEST]	หมายเลขของการทดสอบดวงโคมและห้องปฏิบัติการที่ทำการทดสอบดวงโคม
[MANUFAC]	ผู้ผลิตโคม
[LUMCAT]	หมายเลขแคตาลอคของโคม
[LUMINAIRE]	รายละเอียดของโคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[LAMPCAT]	หมายเลขแคตาลอคของหลอดไฟฟ้า
[LAMP]	รายละเอียดของหลอดไฟที่ใช้ในการทดสอบ
[BALLAST]	บัลลาสท์ที่ใช้ในการทดสอบ
[MAINTCAT]	ค่าตัวเลข 1-6 หลัก แสดงประเภทของการบำรุงรักษา
[OTHER]	ข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบนี้
[SEARCH]	ข้อความที่ผู้ใช้สร้างขึ้นในการค้นหา
[MORE]	ใช้นำหน้าข้อมูลที่ต่อท้ายคีย์เวิร์ดในบรรทัดก่อนหน้านี้
[BLOCK]	แสดงจุดเริ่มต้นของหลอดที่ใช้ในการบรรยายกลุ่มของฟิลด์ของคีย์เวิร์ด
[ENDBLOCK]	แสดงจุดสิ้นสุดของหลอดที่เริ่มด้วยคีย์เวิร์ด

2.3.6 อภิธานศัพท์ (Glossary of terms)

Absolute photometry	คือ การเปรียบเทียบของแหล่งกำเนิดแสงที่ไม่ทราบคุณสมบัติหลอดไฟฟ้ามาตราฐาน
ASCII file	คือ ไฟล์ข้อมูลของคอมพิวเตอร์ที่ถูกสร้างขึ้นจากรหัสมาตรฐาน ASCII
Carriage return	เป็นอักขระ ASCII ลำดับที่ 13 ซึ่งทำให้หัวพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ (printer) เลื่อนไปด้านซ้ายสุดของแคร่
file-spec	เป็นชื่อของไฟล์และตำแหน่งของไฟล์ในสิ่งที่เก็บข้อมูล
Goniometer	มาตรวัดการกระจายของแสงที่ใช้วัดคุณลักษณะของการกระจายแสงที่มีทิศทางของแหล่งกำเนิดแสง
Horizontal angles	การจัดการขจัดเชิงมุมในหน่วยองศา โดยวัดในทิศทางตามเข็มนาฬิกาในระนาบแนวราบ โดยใช้แกนบวก Y และ/หรือทิศทางเหนือเป็นจุดศูนย์องศา
Keyword	คำที่ล้อมรอบด้วยวงเล็บสี่เหลี่ยมใช้ในไฟล์แบบ IESNA เพื่อลาเบลข้อมูลในบรรทัดก่อนถึงข้อความ TILT=
Line feed	อักขระ ASCII ลำดับที่ 19 ซึ่งเครื่องพิมพ์เลื่อนไปพิมพ์ในบรรทัดใหม่
Photometric plane	ระนาบซึ่งขึ้นกับข้อมูลที่วัด ในการทดสอบแบบ A และ C ระนาบจะอยู่ในแนวตั้งทั้งหมดและจะใช้แกนแนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร่วมกัน ในการทดสอบแบบ B ระนาบจะใช้แกนแนวนอนร่วมกัน

Search string	เป็นกลุ่มของอักขระที่สร้างขึ้นโดยผู้ใช้ไฟล์เก็บข้อมูลการทดสอบซึ่ง search string นี้จะอยู่ในตำแหน่งถัดจากคีย์เวิร์ด [SEARCH] โดยข้อความเหล่านี้อาจถูกใช้โดยซอฟแวร์เพื่อกำหนดไฟล์ที่รองรับคุณลักษณะที่มีการถอดรหัส
TILT =	อักขระ 5 ตัวนี้ใช้ในไฟล์รูปแบบ IESNA เพื่อแสดงจุดเริ่มของข้อมูลที่เป็นตัวเลข
Vertical angle	การวัดการขจัดเชิงมุมซึ่งวัดจากมุมใต้โดม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
รายงานการทดสอบดวงโคมที่ใช้ในการออกแบบภายในอาคารและภายนอกอาคาร

วัตถุประสงค์ของรายงานการทดสอบดวงโคมที่ใช้ในการออกแบบภายในอาคารและภายนอกอาคาร ก็เพื่อที่จะได้ทราบถึงประสิทธิภาพของดวงโคมแต่ละประเภท เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้ในการออกแบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ และในการออกแบบจึงจะต้องพิจารณาคุณสมบัติต่าง ๆ ของดวงโคมและจะต้องเป็นไปตามกฎข้อบังคับ ซึ่งมีด้วยกันหลายอย่าง เช่น CIE , IES

3.1 ดวงโคมไฟฟ้า

ดวงโคมไฟฟ้ามีคุณสมบัติที่ใช้กันในปัจจุบันคือ เป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่ให้ฟลักซ์ส่องสว่างและค่าลูเมนแต่เพียงอย่างเดียว โดยที่ดวงโคมไฟฟ้านี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ดวงโคมที่ใช้ภายในอาคารและดวงโคมที่ใช้ภายนอกอาคาร

3.1.1 ดวงโคมภายใน

ดวงโคมที่ใช้ภายในจะสามารถแบ่งได้เป็นประเภทใหญ่ ๆ คือ ประเภททั่ว ๆ ไป ประเภทใช้ในงานอุตสาหกรรม ประเภทใช้สำหรับชี้แสดงภาวะฉุกเฉิน

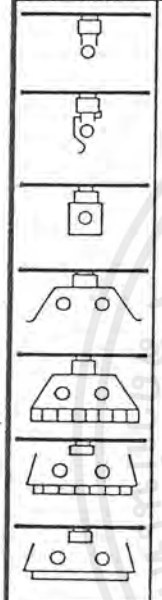
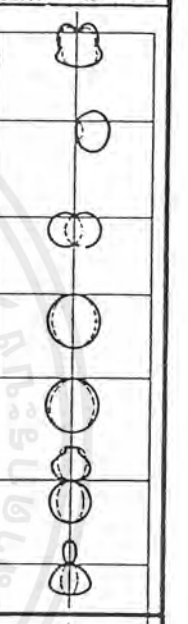
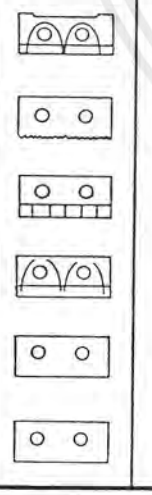
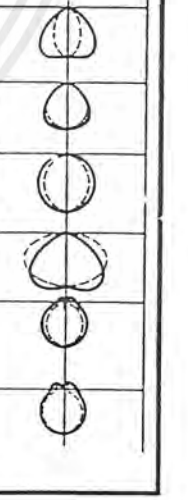
ดวงโคมภายในทั่ว ๆ ไป ส่วนใหญ่มักจะเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งมักจะพบเห็นในร้านค้า สำนักงาน และอื่น ๆ นอกจากนี้อาจจะนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรมได้โดยที่ความสูงของการติดตั้งน้อยกว่า 5 ถึง 6 เมตร

ดวงโคมภายในประเภททั่ว ๆ ไปนี้ ได้มีการผลิตขึ้นมาหลาย ๆ ชนิดโดยส่วนใหญ่แล้วมักจะเป็นโคมที่มีหลอดฟลูออเรสเซนต์และอุปกรณ์ควบคุมหลอด มีอุปกรณ์ช่วยการควบคุมแสงตลอดจนการควบคุมแกลร์ (glare) อุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมแกลร์ที่สำคัญคือ ชุดแผ่นกำบังแสง อาจจะเป็นทั้งโลหะและพลาสติก ซึ่งจะสามารถพิจารณาได้จากตารางที่ 3.1

หลักการควบคุมแสงสิ่งแรกก็คือ ลดแสงจ้าระคายตา (discomfort glare) ทั้งนี้เพราะแสงที่มาจากหลอดไฟและเข้าสู่สายตาโดยตรงจะเกิดการระคายตา ซึ่งดวงโคมที่แสดงไว้ในตารางที่ 3.1 จะมีทั้งดวงโคมเปลือยหรือมีชุดสะท้อนแสง หรือมีชุดกำบังแสง ทั้งนี้ขึ้นกับการพิจารณาการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และการออกแบบ ในรูปที่ 3.1 ดวงโคมที่มีชุดการสะท้อนแสงและชุดกำบังแสง ลำแสงที่ออกจากชุดสะท้อนแสงและชุดแผ่นกำบังแสงลำแสงที่ออกจากชุดสะท้อนแสงจะสามารถออกแบบให้มีมุมกำบังที่แน่นอน และเมื่อประกอบกับชุดกำบังแสงด้วย ยอมจะทำให้มุมกำบังมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อันจะทำให้การลดแกลร์หรือแสงจ้าได้เป็นอย่างดี

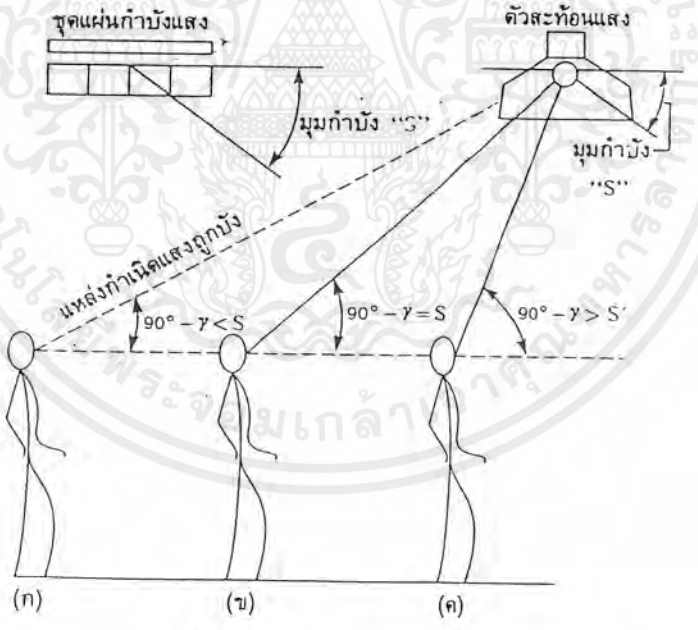
พื้นที่หน้าตัดดวงโคม	รายละเอียด	ส่วนที่ควบคุมแสง	การติดตั้ง	ชนิดของการกระจายทางแสง
		ไม่มี มีเพียงด้านเดียว มีตัวแพร่แสงห่อหุ้มรอบๆ ตัวสะท้อนเป็นแบบราง ตัวสะท้อนเป็นแบบรางพร้อมทั้งมีแผ่นกำบังแสงแบบตาข่ายสี่เหลี่ยม มีแผงด้านข้างพร้อมทั้งมีแผ่นกำบังแสงแบบตาข่ายสี่เหลี่ยม มีแผงด้านข้างพร้อมทั้งมีแผ่นกำบังแสงวางขวาง	แขวนหรือติดลอย	
		ตัวสะท้อนเป็นกระจกพร้อมทั้งชุดกำบังเป็นกระจก ตัวแพร่แสงเป็นปริซึม ชุดกำบังแสงเป็นตะแกรงสี่เหลี่ยม ตัวสะท้อนด้านข้างเป็นกระจกพร้อมทั้งมีชุดกำบังแสง แผงแพร่แสง มีแผงแพร่แสงหุ้มล้อมรอบ	ติดลอยหรือฝังในฝ้า ติดลอยหรือกึ่งฝังในฝ้า เฉพาะติดลอย	

ตารางที่ 3.1 แสดงดวงโคมภายในที่ใช้หลอดฟลูอเรสเซนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดแผ่นกำบังแสงนี้ตามวัตถุประสงค์แล้วต้องการที่จะลดค่าแกลร์หรือแสงจ้า ซึ่งอาจพิจารณาหลักการของการลดค่าแกลร์โดยอาศัยชุดแผ่นกำบังแสง ในหลักการที่พิจารณาถึงการควบคุมมุมกำบัง โดยวิธีนี้ควบคุมทิศทางการมองดวงโคม โดยให้มุม 90-γ มากกว่าหรือเท่ากับมุมกำบัง (S) ดังพิจารณาได้จากรูปที่ 3.2 (มุม γ คือ มุมที่อยู่ระหว่างแนวมองของบุคคลไปยังดวงโคมทำกับแนวดิ่ง)

รูปที่ 3.1 แสดงการควบคุมแสงจ้าโดยมุมกำบัง



รูปที่ 3.2 แสดงวิธีการควบคุมมุมกำบัง

ในรูปที่ 3.2 ในกรณีที่ S = 60 ตำแหน่ง (ก) , (ข) และ (ค) ในรูปที่... ถ้า γ มีค่า 31 , 30 , 20 ; 90-γ มีค่า 59 , 60 , 70 แต่ในกรณีที่ S = 50 ตำแหน่ง (ก) , (ข) และ (ค) γ จะมีค่า 41 , 40 , 30 ซึ่งจะพบว่าถ้ามุมกำบังมีค่ามาก การควบคุมค่าแกลร์หรือแสงจ้าจะยิ่งมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดแผ่นกำบังโดยปกติและจะมีอยู่ 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ แบบตะแกรงสี่เหลี่ยม ตะแกรงเพชร และ lamellae ซึ่งชุดกำบังที่เป็นแบบตะแกรงสี่เหลี่ยมและตะแกรงเพชรนั้นนิยมใช้อย่างแพร่หลายในดวงโคมที่เป็นชนิดทั่ว ๆ ไปไม่มีชุดสะท้อนแสงโดยชุดกำบังจะมีทั้งในแนวขนานและตั้งฉากกับดวงโคม นอกจากนี้แล้วดวงโคมที่เป็นชนิดทั่ว ๆ ไปจะมีลักษณะที่สังเกตได้คือเป็นลักษณะกล่อง การติดตั้งอาจเป็นทั้งแบบติดกับเพดานหรือฝังในฝ้า หรือเป็นชุดแขวนกับเพดานก็ได้

ดวงโคมภายในประเภทใช้ในงานอุตสาหกรรม แบ่งออกได้เป็นประเภทต่าง ๆ ได้ดังนี้

- ดวงโคมที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ดวงโคมประเภทนี้จะติดตั้งที่ความสูงประมาณ 6 เมตร ในปัจจุบันอาจจะใช้เป็นรางซึ่งสะดวกสบายมากกว่าการติดตั้งแบบห้อยแขวน

- ดวงโคมที่เป็นลักษณะโคมไฮเบย์ (High-bay) ดวงโคมประเภทนี้จะติดตั้งในโรงงานที่มีความสูงจากพื้นมากกว่า 5 ถึง 6 เมตรขึ้นไป และหลอดที่ใช้เป็นหลอดความดันไอดิสชาร์จสูง (HID) และมีแผ่นสะท้อนแสงเป็นชุดประกอบภายในโคม

3.1.2 การแยกประเภทดวงโคมภายใน (Classification)

ดวงโคมภายใน จะสามารถพิจารณารายละเอียดของการแยกประเภทออกได้ดังต่อไปนี้

3.1.2.1 การแยกประเภททั่ว ๆ ไป จะพิจารณาไปถึงการกระจายของฟลักซ์ส่องสว่างตามข้อกำหนดของ CIE ได้กำหนดลักษณะค่าเปอร์เซ็นต์ของฟลักซ์ส่องสว่างรวมทั้งหมดที่ส่องขึ้นบนและลงด้านล่างไว้ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.2

ประเภทดวงโคม	ฟลักซ์ส่องสว่าง	
	ส่องข้างบน	ส่องข้างล่าง
โดยตรง (direct)	0 – 10	90 – 100
กึ่งโดยตรง (semidirect)	10 – 40	60 – 90
กระจายทั่วไป	40 – 60	40 – 60
โดยตรง-โดยอ้อม (direct-indirect)	40 – 60	40 – 60
กึ่ง-โดยอ้อม (semi-indirect)	60 – 90	10 – 40
โดยอ้อม	90 – 100	0 – 10

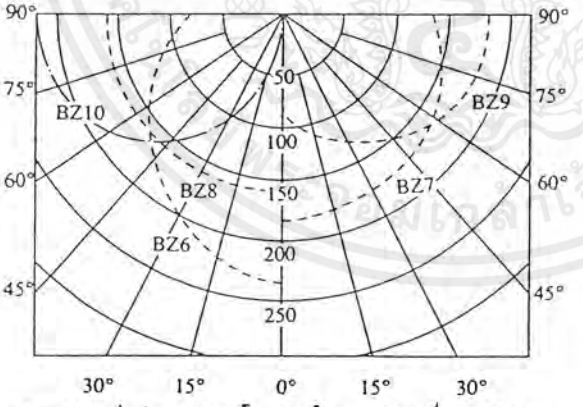
ตารางที่ 3.2 การแบ่งประเภทดวงโคมภายในตามลักษณะการกระจายของฟลักซ์ส่องสว่างตาม CIE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

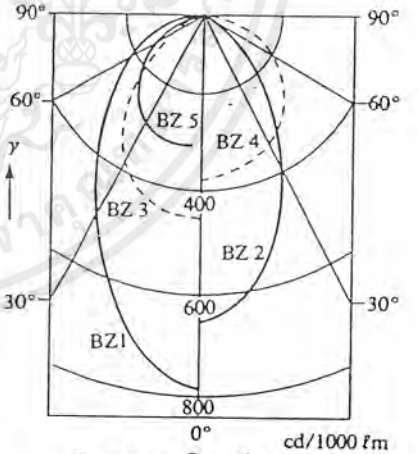
ส่วน IES ได้กำหนดประเภทดวงโคมให้ขึ้นอยู่กับลักษณะของการกระจายในส่วนที่ส่องลงล่าง โดยจะเรียกระบบ BZ (British Zonal System) โดยระบบ BZ จะแบ่งประเภทดวงโคมออกเป็น 10 ประเภท และในแต่ละประเภทจะมีการกระจายแสงของดวงโคมเป็นไปตามรูปที่ 3.3

	การกระจาย
BZ 1	$I_\theta \alpha \cos^4\theta$
BZ 2	$I_\theta \alpha \cos^3\theta$
BZ 3	$I_\theta \alpha \cos^2\theta$
BZ 4	$I_\theta \alpha \cos^{1.5}\theta$
BZ 5	$I_\theta \alpha \cos\theta$
BZ 6	$I_\theta \alpha (1+2\cos\theta)$
BZ 7	$I_\theta \alpha (2+\cos\theta)$
BZ 8	I_θ constant
BZ 9	$I_\theta \alpha (1+2 \sin\theta)$
BZ 10	$I_\theta \alpha \sin\theta$

รูปที่ 3.3 (ก) แสดงสมการของประเภททั้งหมด ตั้งแต่ BZ 1 ถึง BZ 10



แสดงการแบ่งประเภทดวงโคมภายในตาม BZ ซึ่งจะแบ่งตามลักษณะการกระจายแสงและเป็นไปตามสมการดังในรูป



เป็นการแสดงโพลาร์เคอร์ฟของ BZ 1 ถึง BZ 10

รูปที่ 3.3 (ข)

3.1.2.2 เงื่อนไขการใช้งาน ตามข้อกำหนดของ IEC ได้กำหนดระดับของการป้องกันหรือ degree of protection ของดวงโคมในการป้องกันฝุ่นและความชื้น (เปียก) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์	ตัวเลขตัวแรก	ระดับของการป้องกัน		ตัวเลขตัวที่สอง
		รายละเอียดคร่าว ๆ	รายละเอียดคร่าว ๆ	
	0	ไม่มีการป้องกัน	ไม่มีการป้องกัน	0
	1	ป้องกันของแข็งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 50 มิลลิเมตร	สามารถป้องกันน้ำที่หยดลงมาในแนวดิ่งได้	1
	2	ป้องกันของแข็งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 12 มิลลิเมตร	สามารถป้องกันน้ำที่หยดลงมาในแนวดิ่งเมื่อมุมยกถึง 15 องศา	2
	3	ป้องกันของแข็งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 2.5 มิลลิเมตร	สามารถป้องกันน้ำที่กระเซ็นเป็นฝอยได้	3
	4	ป้องกันของแข็งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 1.0 มิลลิเมตร	สามารถป้องกันน้ำที่สาดเข้ามาได้	4
#	5	ป้องกันฝุ่นได้	สามารถป้องกันน้ำที่ฉีดเข้ามาได้	5
#	6	ป้องกันฝุ่นได้อย่างสมบูรณ์	สามารถป้องกันคลื่นจากทะเลได้	6
			สามารถป้องกันน้ำท่วมได้	7
			สามารถป้องกันน้ำท่วมแช่ขังได้	8

ตารางที่ 3.3 แสดงระดับการป้องกันฝุ่นและความชื้น

3.1.2.3 การป้องกันทางไฟฟ้า ตามข้อกำหนดของ CEE ได้กำหนดความสามารถป้องกันต่อการช็อตทางไฟฟ้าไว้แสดงในตารางที่ 3.4

ควงโคมคลาส	การป้องกันไฟฟ้า
0	ควงโคมที่มีฉนวน แต่ไม่ใช่ฉนวนสองชั้นหรือฉนวนที่ทำแข็งแรงตลอดทั้งหมด และไม่ได้มีการจัดหาสำหรับชุดต่อลงดินไว้
I	ควงโคมที่มีฉนวนตลอดทั้งหมดและมีขั้วปลายสายเตรียมไว้ต่อลงดิน และสำหรับควงโคมที่ออกแบบใช้งานโดยใช้สายแบบอ่อนหรือสายอ่อนพร้อมขั้วต่อจะต้องหาจุดสัมผัสต่อลงดิน หรือสายแบบอ่อน สายอ่อนพร้อมขั้วต่อที่ต้องมีสายดินด้วย
II	ควงโคมที่มีฉนวนสองชั้น และ/หรือฉนวนที่ทำแข็งแรงตลอดทั้งหมด และไม่ได้มีการจัดหาสำหรับชุดต่อลงดินไว้
III	ควงโคมที่ออกแบบไว้สำหรับต่อเข้ากับวงจรแรงดันต่ำพิเศษ และไม่มีวงจรทั้งภายในหรือภายนอก ที่จะใช้งานกับแรงดันไฟฟ้าใด ๆ นอกจากแรงดันต่ำพิเศษ

ตารางที่ 3.4 การแบ่งประเภทของควงโคมมาตราฐาน CEE ในการพิจารณาถึงการป้องกันทางไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 ดวงโคมภายนอกอาคาร

ดวงโคมภายนอกอาคารสามารถแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภทคือ ดวงโคมที่ใช้กับระบบไฟถนน และ ดวงโคมฉาย

3.1.3.1 ดวงโคมไฟถนน ประกอบด้วยส่วนหลัก ๆ คือ ตัวโคมซึ่งเป็น 2 ตอน ตอนหน้าเป็นส่วนของระบบแสงสว่างและหลอดไฟฟ้า ตอนหลังติดเครื่องควบคุมกระแสและจุดหลอด มีบัลลาสท์ คาปาซิเตอร์และอิกนิเตอร์ ส่วนล่างเป็นฝาครอบหลอดไฟ ซึ่งเป็นแก้วทนความร้อนหรือสารอะครีลิกเป็นต้น

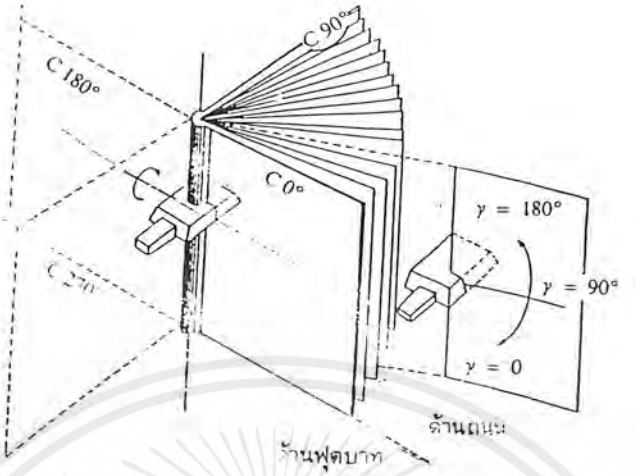
ตัวโคมไฟควรทำด้วยโลหะไม่ขึ้นสนิมและผุกร่อนง่าย แข็งแรงทนทานต่อดินฟ้าอากาศ โคมไฟบางแบบอาจทำด้วยสารสังเคราะห์ และเสริมให้แข็งแรงด้วยใยแก้วระหว่างตัวโคมกับฝาครอบ มีปะเก็นกันแมลงและฝุ่นเข้า ติดกันแน่นด้วยบานพับและสปริงล็อก

ระบบออปติกประกอบด้วยฝาครอบแก้วใส หรือมีร่องลักษณะปริซึมเพื่อหักเหแสง ด้านข้างหลอดมักจะมีแผ่นสะท้อนแสงเพื่อช่วยให้มีการกระจายแสงจากดวงโคมมากยิ่งขึ้น

อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในประกอบด้วยหลอดไฟฟ้า ขั้วหลอด บัลลาสท์ คาพาซิเตอร์สำหรับแก้เพาเวอร์แฟกเตอร์ และอิกนิเตอร์ซึ่งใช้จุดหลอด สอยทนความร้อนและขั้วต่อสาย

ระบบเพลน c-γ เป็นการแบ่งเพลนในแนวดิ่งโดยแบ่งตามมุมต่าง ๆ ตั้งแต่ C_0 ถึง C_{360} โดยกำหนดให้เพลนที่ขนานกับด้านขวาของแกนโคมไฟเป็นเพลน C_0 และในแต่ละเพลน C จะแบ่งการกระจายแสงตามมุม γ โดยแบ่งจาก 0 ไปจนถึง 180 องศาดังแสดงในรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



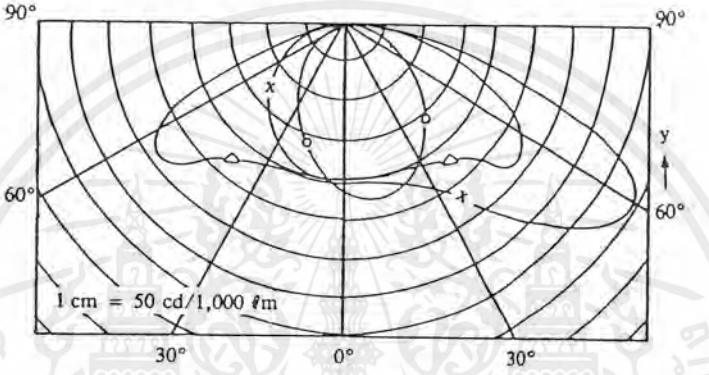
γ \ C	270	285	300	310	315	320	325	330	335	340	345	350	355	360	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	75	90
0	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194
10	188	188	187	188	189	190	190	190	191	190	191	192	192	193	193	193	195	195	194	194	194	194	193	193	193	193	194
20	177	177	179	182	184	187	188	191	191	192	194	197	198	200	200	199	202	203	198	196	195	194	192	190	185	184	185
30	160	163	168	173	178	181	185	188	192	194	200	204	206	214	212	212	214	211	207	203	198	192	189	184	173	169	170
35	150	154	160	167	171	176	180	183	189	195	201	209	212	215	216	215	215	211	207	200	198	186	189	178	165	160	161
40	139	144	152	159	164	170	176	180	187	193	198	204	207	210	215	223	227	220	210	196	185	177	173	169	155	150	151
45	125	134	146	155	157	160	165	171	178	186	193	200	210	225	226	230	238	238	219	201	186	174	168	162	150	142	139
47.5	115	123	137	145	151	159	163	169	178	191	196	201	215	230	233	240	257	259	235	205	186	169	163	157	142	135	132
50	106	114	127	136	142	149	157	166	176	188	198	210	221	235	248	258	284	280	252	21	182	162	152	147	133	128	125
52.5	98	106	120	129	135	142	151	162	173	187	200	215	231	240	250	279	309	300	258	217	173	157	146	140	128	120	120
55	90	99	113	121	128	135	143	155	166	180	197	215	236	246	270	303	334	319	274	223	173	150	142	136	121	114	113
57.5	82	93	104	114	120	128	133	135	153	166	184	210	241	255	276	325	352	331	274	225	163	142	134	130	112	108	103
60	75	84	96	106	110	117	120	126	140	155	175	207	250	263	293	340	364	343	282	225	161	138	128	122	104	95	98
62.5	68	76	88	97	101	107	110	116	128	145	168	199	254	267	302	348	381	351	282	223	161	134	122	112	97	85	88
65	62	69	80	90	94	99	104	110	121	139	157	190	218	257	300	359	393	346	284	222	159	127	114	105	91	77	79
67.5	53	63	73	83	87	92	96	102	115	134	152	179	210	247	294	348	350	330	277	227	150	117	106	100	85	71	71
70	36	47	67	74	78	82	89	91	104	126	150	177	204	241	276	324	343	306	260	215	134	101	87	93	76	65	68
72.5	10	29	50	59	65	71	74	77	93	115	142	168	190	219	261	312	320	276	231	188	111	80	62	84	61	51	62
75	5	8	19	29	36	43	47	52	66	97	120	151	160	168	210	279	275	187	162	144	59	33	41	60	22	27	47
77.5	2	4	6	7	9	11	12	12	20	39	60	82	80	77	110	188	124	46	51	86	17	7	8	34	5	14	16
80	0	1	3	4	4	5	6	6	7	7	8	11	12	13	20	85	13	6	8	27	9	3	7	8	1	2	3
82.5	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	4	13	5	3	4	5	2	1	1	2	1	1	0
85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	2	0	1	2	1	0	0	1	0	0	0
87.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
90→180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

รูปที่ 3.4 ระบบเพลน C-γ ที่แสดงลักษณะการกระจายความเข้มส่องสว่างของไฟถนน พร้อมทั้งตัวอย่างค่าความเข้มส่องสว่างที่สัมพันธ์กับเพลน C-γ

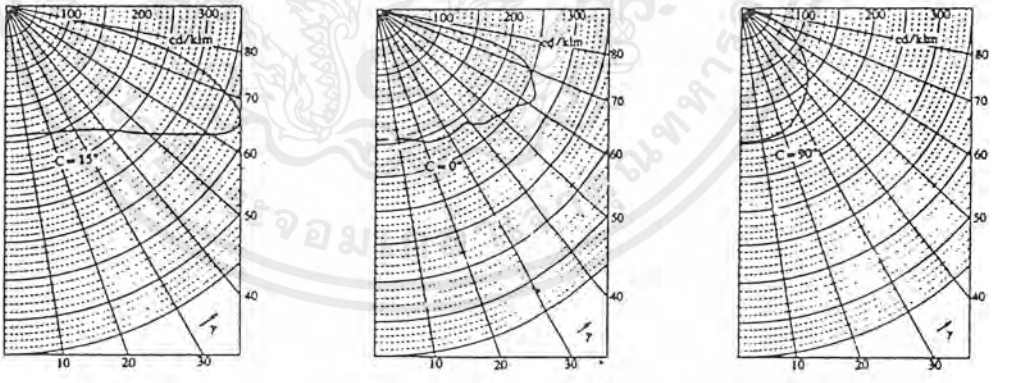
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกระจายความเข้มส่องสว่าง ดวงโคมที่ใช้กับไฟถนนจะมีลักษณะการกระจายความส่องสว่าง 2 ลักษณะคือ การกระจายไดอะแกรมในรูปโพลาร์และไอโซแคนเดลา (polar diagram and isocandela diagram)

โพลาร์ไดอะแกรมจะแสดงการกระจายความเข้มส่องสว่างอยู่ 3 เพลน คือเพลน c ที่ขนานกับแนวถนน (c = 0 และ c = 180) เพลน c ที่ตั้งฉากกับแนวถนน (c = 90 และ c = 270) และเพลน c ที่มีค่าความเข้มสูงสุด ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากรูปที่ 3.5



(ก) แสดงโพราร์ไดอะแกรมโดยเพลนที่ขนานกับแนวถนน (Δ) ตั้งฉากกับแนวถนน (0) และ เพลนที่มีค่า I_{max}

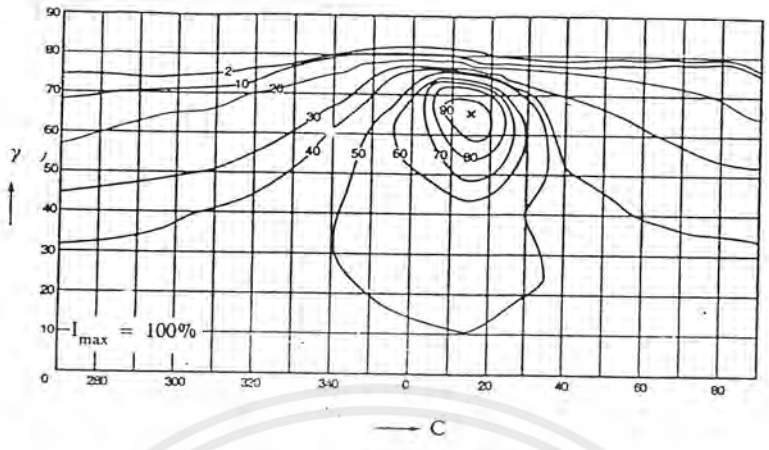


(ข) แสดงโพลาร์ไดอะแกรมของดวงโคมซึ่งมีข้อมูล I จากรูปที่ 3.4

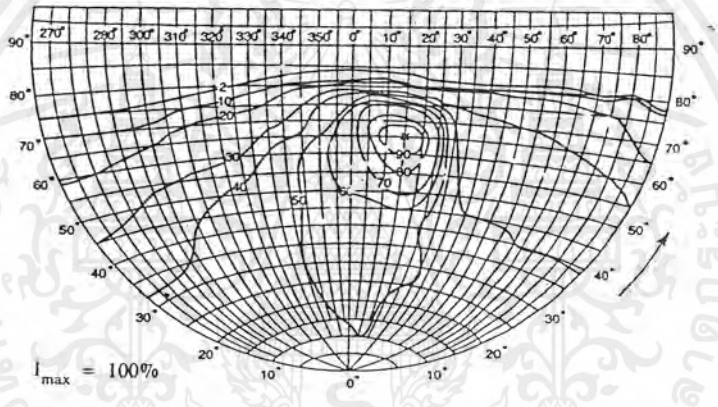
รูปที่ 3.5

ไอโซแคนเดลาไดอะแกรมเป็นการแสดงการกระจายค่าความเข้มส่องสว่างรอบ ๆ ดวงโคม ในการสร้างไดโซแคนเดลานี้จะลากจากจุดที่มีค่าความเข้มส่องสว่างเท่ากัน ลงบนระนาบรอบ ๆ โคมไฟ ดังนั้นไอโซแคนเดลาไดอะแกรมจะแสดงค่าความเข้มส่องสว่างในระนาบ c และมุม γ ที่มีความเข้มส่องสว่างเท่ากัน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) แสดงในรูปสี่เหลี่ยม



(ข) แสดงในรูปวงกลม

รูปที่ 3.6 ตัวอย่างไอโซแคนเดลาไดอะแกรมที่สัมพันธ์กับข้อมูล I ในรูปที่ 3.4

3.1.3.2 โคมฉาย (Floodlight Luminaires) ดวงโคมที่ใช้กับงานภายนอกอาคารจะมีอยู่ด้วยกัน 2 ประเภท คือ ประเภทที่มีจุดเล็ง (aim) เปลี่ยนแปลง และประเภทที่มีจุดเล็งไม่เปลี่ยนแปลง สำหรับดวงโคมฉายจะจัดอยู่ในประเภทที่มีจุดเล็งเปลี่ยนแปลง แต่ในลักษณะประเภทจุดเล็งไม่เปลี่ยนแปลงจะเป็นดวงโคมไฟถนนและดวงโคมส่องพื้นที่ ซึ่งในรายละเอียดต่อไปนี้จะเป็นการกล่าวถึงดวงโคมฉาย โดยจะมีการแบ่งคุณสมบัติทางแสงออกเป็นตามมาตราฐาน NEMA (The National Electricl Manufacturers Association) ได้แบ่งโคมฉายออกเป็นประเภทหลายประเภท

ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับการแผ่ของลำแสง หรือ beam spread โดย NEMA ได้แบ่งออกเป็น 7 ประเภท ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.5 ส่วนการแผ่ของลำแสงหรือ beam spread หรือ φ NEMA ได้ให้นิยามไว้ว่า คือ มุมระหว่าง 10 เปอร์เซ็นต์ของค่าความเข้มส่องสว่างสูงสุด โดยค่าความเข้มสูง

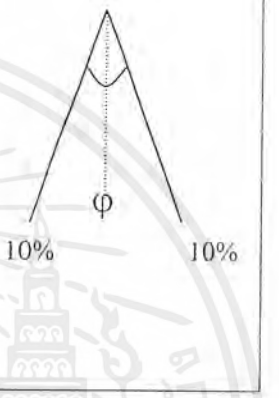
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุดอาจอยู่หรือไม่อยู่บนแกนโคมฉายก็ได้ และการคิดค่าของมุมนี้จะพิจารณาทั้งในแนวดิ่งและในแนวระนาบ เช่น

แนวระนาบ × แนวดิ่ง

75 × 35

NEMA type 5 × 3

ชนิด (type)	ช่องกว้างของลำแสง หรือการแผ่ของลำแสง หรือ beam spread หรือ φ	
1	10 = φ < 18	
2	18 = φ < 29	
3	29 = φ < 46	
4	46 = φ < 70	
5	70 = φ < 100	
6	100 = φ < 130	
7	φ ≥ 130	

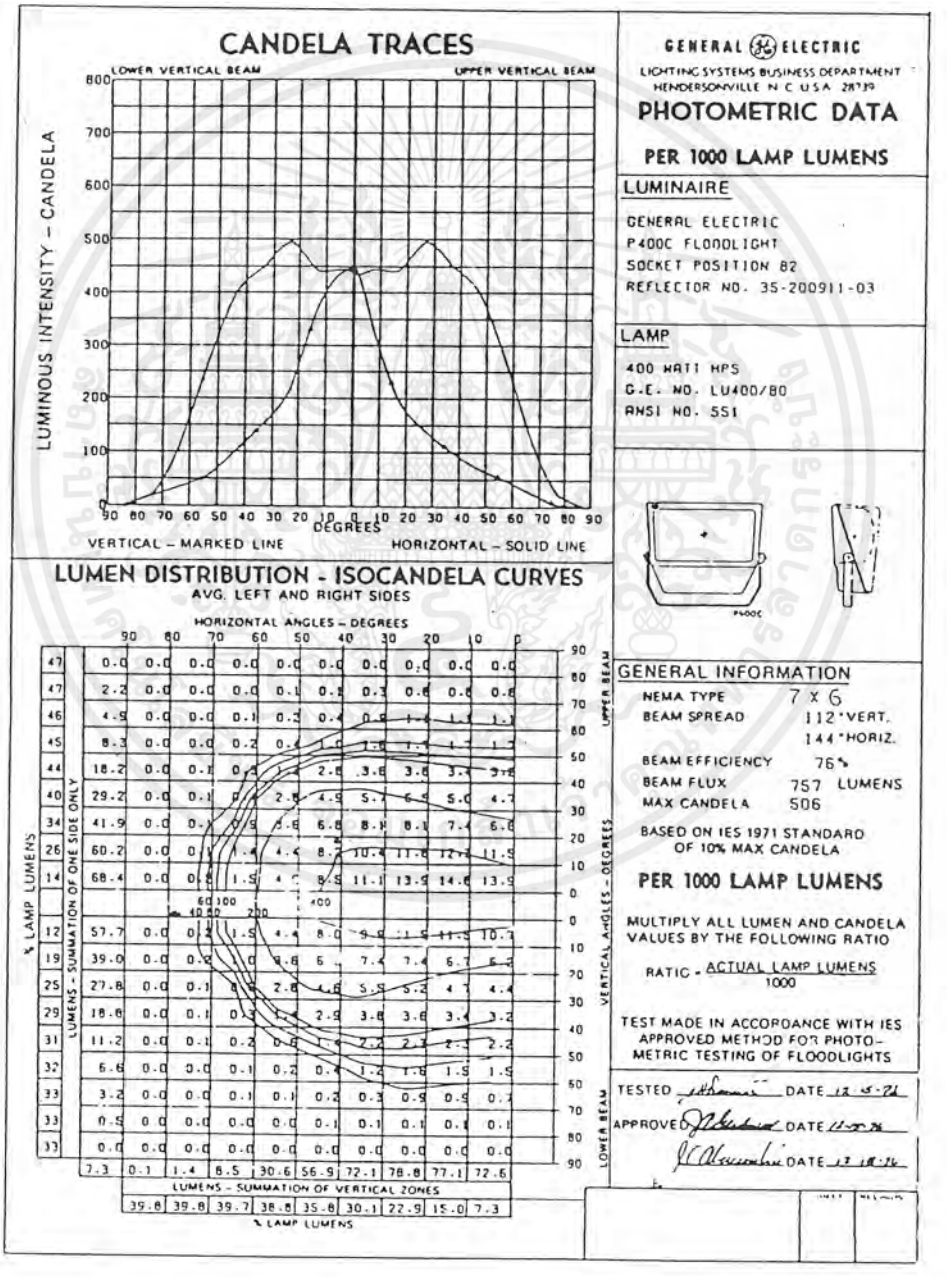
ตารางที่ 3.5 การแบ่งชนิดโคมฉายตาม NEMA

ส่วนการแสดงข้อมูลของโคมฉาย จะเป็นในลักษณะที่แสดงไว้ในรูปที่... โดยทั่วไปแล้วข้อมูลต่าง ๆ ที่ให้มาจะแบ่งออกเป็น 2 รูป คือ ในด้านบนของรูปที่ 3.7 จะเป็นการบ่งบอกถึงความเข้มส่องสว่างว่ามีลักษณะการกระจายของลำแสงเป็นเช่นใด โดยในรูปถ้านำตารางที่ 3.5 มาพิจารณาค่าความเข้มส่องสว่างสูงสุดคือ 506 แคนเดลา ดังนั้น 10 เปอร์เซ็นต์ของ 506 แคนเดลา คือ 50 แคนเดลา ทำให้ทราบว่าในแนวระนาบ × แนวดิ่งคือ144 × 112 องศา หรือคือ NEMA type 7 × 6 ส่วนด้านล่างของของรูปที่ 3.7 จะเป็นข้อมูลที่บอกค่าลูเมนเอาท์พุตของดวงโคม และกราฟที่แสดงค่าความเข้มส่องสว่างที่เท่ากันหรือไอโซแคนเดลา ซึ่งการแสดงในรูปด้านล่างของรูปที่ 3.7 นี้จะเป็นการแสดงข้อมูลเพียงซีกเดียวของดวงโคม เพราะค่าต่าง ๆ จะสมมาตรกันทั้งด้านซ้ายและด้านขวาของดวงโคม

มุมศูนย์องศาทั้งในแนวระนาบและแนวดิ่ง คือจุดเล็งของดวงโคม ซึ่งจะอยู่จุดศูนย์กลางของลำแสง และมีค่าความเข้มส่องสว่างคือ 450 แคนเดลา ค่าต่าง ๆ ในตารางล่างของรูปที่ 3.7 ในกรณีที่พิจารณาส่วนที่เป็นเส้น ค่าที่อ่านออกมาจะเป็นค่าความเข้มส่องสว่าง ส่วนค่าที่อ่านออกมาเป็นตัวเลขจะหมายถึงค่าลูเมน ตัวอย่างเช่น ที่มุม 20 องศา ขึ้นไปด้านบน และมุม 50 องศาออกไปด้านข้างในแนวระนาบ จะมีค่าประมาณ 300 แคนเดลา และ 5.6 ลูเมน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความเข้มส่องสว่างและลูเมนเอาท์พุตนั้น โดยปกติจะเป็นค่าตัวเลขต่อค่าลูเมน 1,000 ลูเมน นั่นคือ ในกรณีที่ใช้หลอดที่มีค่าลูเมน 50,000 ลูเมน จะหาค่าความเข้มส่องสว่างที่จุดเล็งมีค่าเท่ากับ $\frac{450 \times 50,000}{1,000}$ =22,500 แคนดาลา และค่าลูเมนเอาท์พุต ณ ตำแหน่งข้างต้นที่กล่าวแล้วจะมีค่า $= \frac{5.6 \times 50,000}{1,000}$ = ซึ่งเท่ากับ 2,800 ลูเมน



รูปที่ 3.7 แสดงข้อมูลทางแสงของดวงโคมฉาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากข้อมูลทางแสงที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.7 แล้ว ทางผู้ผลิตโคมอาจจะมีข้อมูลเพิ่มเติมอีก เช่น ไอโซลูมิแนนซ์ไดอะแกรมหรือไอโซลักซ์ ทั้งนี้เพื่อช่วยในการออกแบบระบบแสงสว่างให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

3.1.4 การแยกประเภทดวงโคมภายนอก มีรายละเอียดดังจะกล่าวได้ดังต่อไปนี้

3.1.4.1 การแยกประเภททางแสงของโคมไฟถนน CIE ได้แบ่งประเภทโคมไฟฟ้าโดยใช้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1965 โดยจะแบ่งตามลักษณะของการกระจายความเข้มแสงออกเป็น 3 ประเภทคือ คัตออฟ (cut-off) เซมิคัตออฟ (semi-cut off) และนอนคัตออฟ (non-cut off) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.6

ชนิดการกระจายแสง	ค่าความเข้มส่องสว่างสูงสุดที่มุม γ (cd/klm)		ค่าความเข้มส่องสว่างสูงสุดอยู่ที่มุม γ ซึ่งน้อยกว่า
	80 องศา	90 องศา	
คัตออฟ	30	10	65 องศา
เซมิคัตออฟ	100	50	75 องศา
นอนคัตออฟ	ใด ๆ	ใด ๆ	-

ตารางที่ 3.6 การแบ่งประเภทดวงโคมไฟถนนตาม CIE (ค.ศ. 1965)

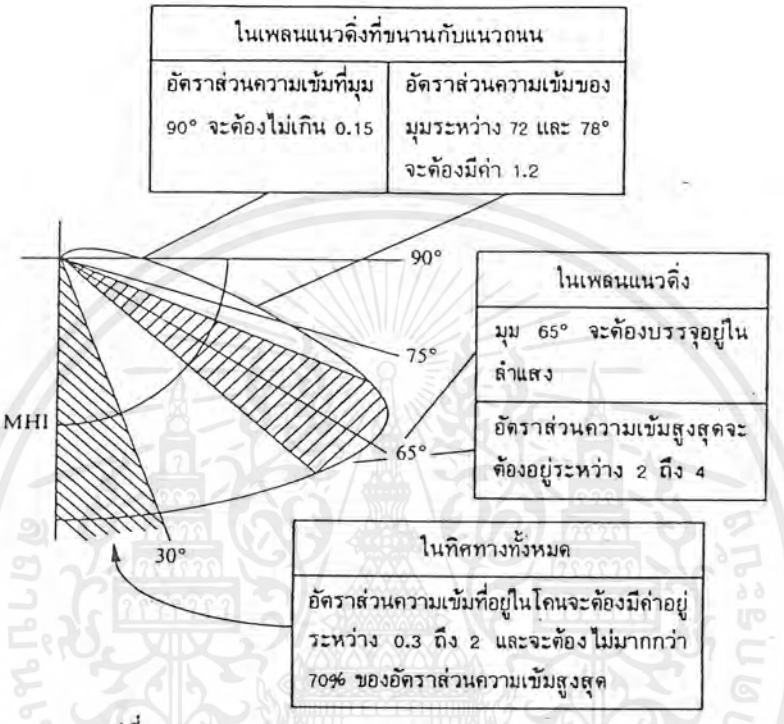
นอกจากนี้ตามมาตรฐานของ BS 4533 : section 103.1 : 1981 ได้กำเนิดการแบ่งประเภทของดวงโคมไฟถนนออกตามค่าความเข้มส่องสว่าง ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากตารางที่ 3.7

ชนิดของการกระจายแสง	รูปโพลาร์เคอร์ฟของเพลนหลัก			จำกัดของความเข้มที่อยู่ในโซน 30 องศา จากแนวดิ่ง		พิจารณาในเพลนที่ขนานกับแกนแนวถนน		
	มุมยกเงยที่อยู่ในลำแสง	จำกัดของความเข้มสูงสุด				มุมยกที่ค่าความเข้ม 150 (cd/klm)		ค่าความเข้มที่มุมยกเงย 90 องศา
		ต่ำสุด (cd/klm)	สูงสุด (cd/klm)	ต่ำสุด (cd/klm)	สูงสุด (cd/klm)	ต่ำสุด	สูงสุด	สูงสุด (cd/klm)
คัตออฟ	65 องศา	200	500	30	250	72 องศา	78 องศา	15
เซมิคัตออฟ	75 องศา	180	500	30	250	78 องศา	84 องศา	75

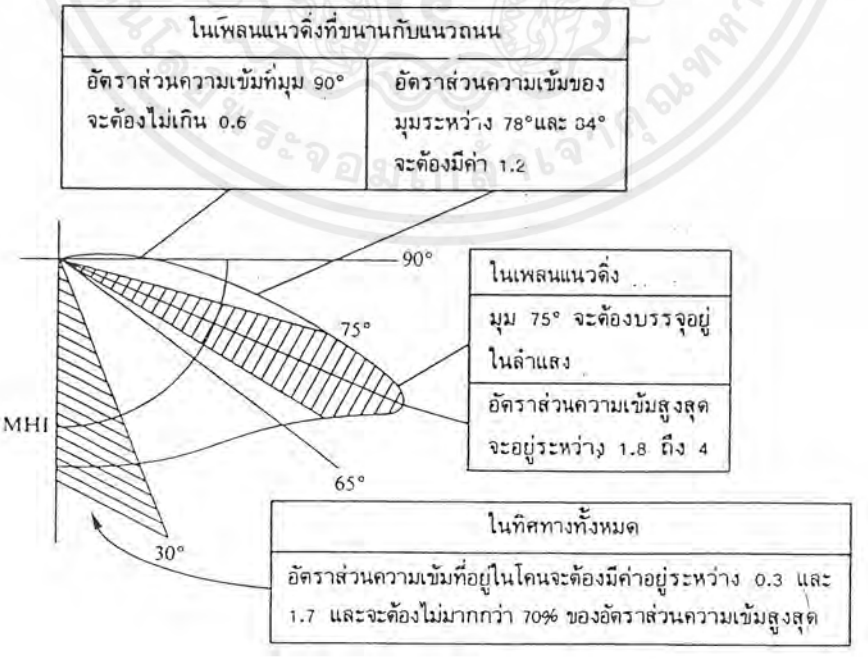
ตารางที่ 3.7 การแบ่งประเภทของดวงโคมไฟถนนตาม BS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าพิจารณาเปรียบเทียบตารางที่ 3.7 กับรูปที่ 3.8 , 3.9 และ 3.10 จะเข้าใจได้ง่ายแต่รูปที่ 3.8 เป็นการกำหนดการกระจายแสงของดวงโคมที่เป็นไปตาม BS 1788 : 1964

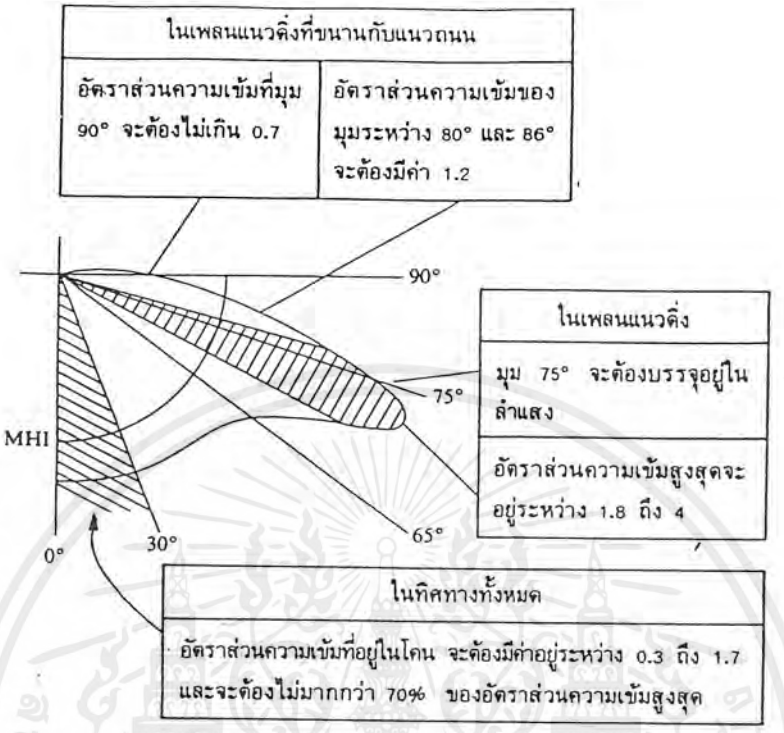


รูปที่ 5.10 แสดงลักษณะของการกระจายแสงของดวงโคมคัตออฟ



รูปที่ 3.9 แสดงลักษณะของการกระจายแสงของดวงโคมเซมิคัตออฟ

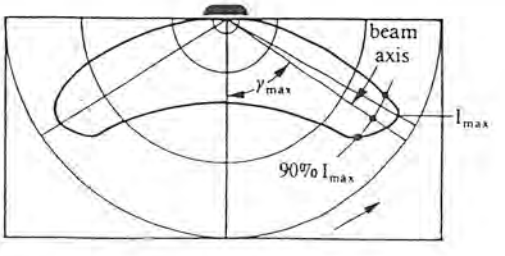
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 แสดงลักษณะของการกระจายแสงของดวงโคมเซมิคัตออฟ (โซเดียม)

จากรายละเอียดข้างต้นเป็นการเปรียบเทียบประเภทของดวงโคมตาม CIE (ค.ศ. 1965) และ BS แต่ในปัจจุบัน CIE ได้แบ่งประเภทของดวงโคมใหม่โดยจะแบ่งเป็นตามคุณสมบัติทางแสงของโคมไฟซึ่งจะแบ่งออกเป็น 3 แบบคือ Throw , Spread และ Control ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- Throw เป็นลักษณะของแสงที่เปล่งออกจากโคมไฟที่ติดตั้งแล้วส่องลงไปยังผิวถนน ซึ่งจะพิจารณาได้จากรูปที่ 3.11 โดยที่มุม γ_{max} เป็นมุมที่วัดจากแนวกึ่งกลางของเส้น 90 เปอร์เซ็นต์ ของ I_{max} มายังแกนแนวดิ่ง และมุม γ_{max} ก็คือค่า throw นั่นเอง



รูปที่ 3.11 แสดงการกระจายความเข้มส่องสว่างของโคมไฟถนนในเพลนความเข้มสูงสุด (I_{max}) เพื่อหาค่า throw ของดวงโคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

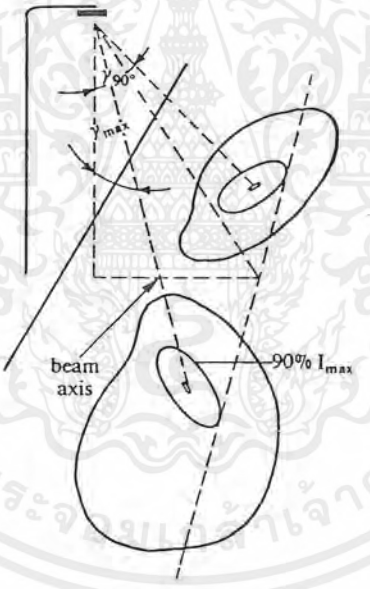
จากรูปที่ 3.11 จะสามารถพิจารณามุม throw ได้ต่อไปอีก คือ

ถ้า $\gamma_{max} < 60$ หมายถึง throw แบบสั้น (short throw)

$60 \leq \gamma_{max} \leq 70$ หมายถึง throw แบบปานกลาง (intermidiate throw)

$\gamma_{max} > 70$ หมายถึง throw แบบยาว (long throw)

- Spread จะหาได้จากตำแหน่งของเส้นที่ขนานกับแนวยาวของถนนและสัมผัสกับเส้น 90 เปอร์เซ็นต์ของ I_{max} ที่ฉายลงไปบนผิวถนนซึ่งอาจจะมีอยู่ด้วยกันหลายเส้น แต่จะเลือกเส้นที่อยู่ห่างจากโคมมากที่สุด ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.12 ค่า spread นี้ก็คือมุม γ_{90} ในรูปนั่นเองละเป็นมุมที่อยู่ในระนาบ C_{90}



รูปที่ 3.12 แสดงการพิจารณาค่า spread

จากรูปที่ 3.12 จะสามารถพิจารณามุม spread ได้ต่อไปอีก คือ

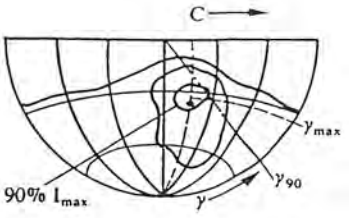
$\gamma_{90} < 45$ หมายถึง spread แบบแคบ (narrow spread)

$45 \leq \gamma_{90} \leq 55$ หมายถึง spread แบบเฉลี่ย (average spread)

$\gamma_{90} > 55$ หมายถึง spread แบบกว้าง (board spread)

ทั้งค่า throw และ spread ของดวงโคมอาจอธิบายได้จากรูปไดโซแคนเดลาไดอะแกรมของรูปที่แสดงไว้ในรูปที่ 3.13 โดยที่ throw = γ_{max} และ spread = γ_{90}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 แสดงไอโซแคนเดลาเพื่ออธิบายหาค่า throw และ spread

- Control คือ ค่าดัชนีจำเพาะของดวงโคม (Specific Luminaire Index; SLI) และ SLI นี้จะเป็นส่วนหนึ่งของการพิจารณาถึงแสงจ้า ซึ่งจะสามารถแสดงความสัมพันธ์ของ SLI ได้ คือ

$$SLI = 13.84 - 3.31 \log I_{80} + 1.3 \log(I_{80}/I_{88})^{0.5} - 0.08 \log I_{80}/I_{88} + 1.29 \log F + C$$

โดยที่ I_{80} คือ ความเข้มส่องสว่างที่มุมยกเงย 80 องศา และพิจารณาเพลนที่ขนานกับแคนแนวถนน (C = 0 หรือ 360)

I_{80}/I_{88} คือ อัตราส่วนของความเข้มส่องสว่างที่มุมยกเงย 80 องศา และ 88 องศา

F คือ พื้นที่แฟลช (Flashed area) ที่แสงแพร่ออกไปจากดวงโคมในแนวมุมยก 76 องศา

C คือ แฟกเตอร์ลี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของหลอดไฟที่ใช้ เช่น หลอดโซเดียมความดันไอต่ำ (SOX) มีค่า 0.4 หลอดอื่น ๆ มีค่า 0

ดังนั้น จาก control จึงมีการพิจารณารายละเอียดดังนี้

SLI < 2 หมายถึง control แบบจำกัด (limited)

$2 \leq SLI \leq 4$ หมายถึง control แบบพอประมาณ (moderate)

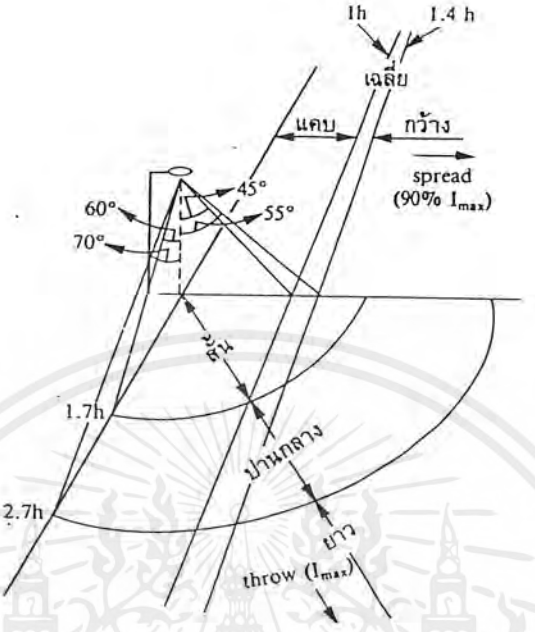
SLI < 4 หมายถึง control แบบพอสมควร (tight)

จากรายละเอียดข้างต้นทำให้ทราบว่า CIE ได้แบ่งประเภทของ throw และ spread และ control ออกเป็น 3 ประเภทดังตารางที่ 3.8 ส่วนรูปที่ 3.14 เป็นการแสดงแปลนถนนและมีการแสดงการแบ่งประเภทของ throw และ spread โดยจะอยู่ในเทอมของความสูงของดวงโคม

Throw		Spread		Control	
สั้น	$\gamma_{max} < 60$ องศา	แคบ	$\gamma_{90} < 45$ องศา	จำกัด	SLI < 2
ปานกลาง	$60 < \gamma_{max} \leq 70$ องศา	เฉลี่ย	45 องศา $\leq \gamma_{90} < 55$ องศา	พอประมาณ	$2 \leq SLI \leq 4$
ยาว	$\gamma_{max} > 70$ องศา	กว้าง	$\gamma_{90} \geq 55$ องศา	พอควร	SLI < 4

ตารางที่ 3.8 แสดงการแบ่งประเภทของคุณสมบัติทางแสงของดวงโคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 แสดง throw และ spread ทั้ง 3 ประเภทที่กำหนดโดย CIE โดย h เป็นความสูงของดวงโคม

หมายเหตุ พื้นที่แฟลชของดวงโคมจะหมายถึงพื้นที่ของดวงโคมที่มองเห็นๆในทิศทาง γ = 76 องศา และเพลน C = 0 องศา ซึ่งค่าความส่องสว่างมีค่าเกิน 1 เปอร์เซ็นต์ของค่าความส่องสว่างของส่วนที่ส่องสว่าง

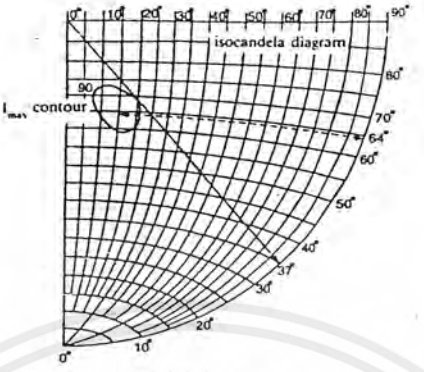
ในกรณีที่โคมมีการออกแบบและมีกำบังที่ γ = 76 องศา ซึ่งจะทำให้ไม่สามารถเห็นภาพของหลอด ณ มุมดังกล่าวได้ พื้นที่แฟลชจะหาได้จากพื้นที่ส่วนที่หักเหหรือส่วนที่เป็นฝาครอบ ซึ่งอาจจะเป็นแบบไม่ใสหรือวัสดุที่หักเหและหลอด

ในรูปที่ 3.15 จะเป็นการแสดงนิยามของ Throw และ Spread ตามมาตรฐาน CIE ส่วนในรูปที่ 3.16 เป็นการแสดงตัวอย่างของการแบ่งคลาสของดวงโคมไฟถนน

3.1.4.2 ดวงโคมฉาย ข้อมูลทางแสงจะประกอบไปด้วยความเข้มสูงสุด (peak intensity) ช่วงแผ่ของลำแสง (beam spread) ประสิทธิภาพลำแสง (beam efficiency) และการกระจายของความเข้มแสง

ความเข้มแสงสูงสุดของดวงโคมฉายจะเกิดขึ้นในทิศทางของแกนลำแสง โดยปกติจะพิจารณาในเทอมของแคนเดลาต่อลูเมน (cd/klm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



I Table

cd/klm

C / γ	330	335	340	345	350	355	360
60	126	140	155	175	207	250	263
62.5	116	128	145	168	199	254	267
65	110	121	139	157	190	218	257
67	102	115	134	152	179	210	247
70	9	104	126	150	177	204	241
72.5	77	93	115	142	168	190	219
75	52	65	97	120	151	160	168
77.5	12	20	39	60	82	80	77
80	6	7	7	8	11	12	13
82.5	1	1	2	2	2	2	2
85	0	0	0	1	1	1	1
87.5	0	0	0	1	1	1	0.5
90	0	0	0	0	0	0	0

Lamp flux = 21500 ln

Lantern flashed area = 0.03 m^2

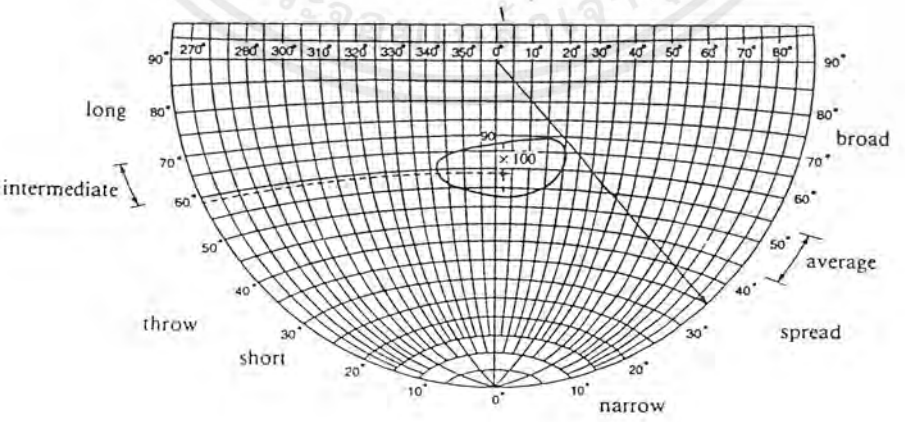
SLI = 13.84 − 3.31 log (13 ↘ 21.5)
+ 1.3 (log 13/0.4)½
− 0.08 log (13/0.4)½
+ 1.29 log 0.03
= 5.26

Elevation of beam centre
= 64° Intemediate throw

Roadway line intercepting beam
= 37° Narrow spread

Specific Lantern Index
= 5.3 Tight control

รูปที่ 3.15



รูปที่ 3.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงแผ่ของลำแสงของดวงโคมฉายหรืออาจจะเป็นที่รู้จักกันในชื่อของช่วงกว้างของลำแสง หรือมุมลำแสง จะหมายถึงมุมที่พิจารณาค่าความเข้มแสงที่เปอร์เซ็นต์ต่าง ๆ (ปกติจะพิจารณาที่ความเข้มแสง 50 หรือ 10 เปอร์เซ็นต์) ตัวอย่างเช่น ดวงโคมฉายที่เป็นลักษณะฉายแสงแบบสมมาตรมีค่ามุม 50 องศา (มีมุมซ้ายขวาที่ทำมุมกับแกนลำแสงข้างละ 25 องศา) ถ้าเป็นแบบลักษณะข้อมูลที่มีค่ามุม 6 องศา ต่อ 24 องศา จะหมายถึงดวงโคม จะมีการพิจารณามุมลำแสงออกเป็น 2 แกนคือ แกนดิ่งและแกนระนาบ (ทั้ง 2 แกนทำมุมตั้งฉากซึ่งกันและกัน) และมีมุมซ้ายขวาที่ทำกับแกนลำแสงแต่ละแกนดังนี้ ทำกับแกนดิ่งข้างละ 3 องศา และทำกับแกนระนาบข้างละ 12 องศา

ในกรณีที่ดวงโคมฉายที่มีลักษณะการกระจายแสงแบบไม่สมมาตร ตัวอย่างเช่น5 - 8 /24 หมายถึงในแนวดิ่งจะมีมุมด้านบน 5 และด้านล่าง 8 ส่วนในแนวระนาบจะมีมุมด้านซ้ายและขวาข้างละ 12

การกล่างถึงช่วงแผ่ของลำแสงจะพบเห็นกันทั่ว ๆ ไปคือ ลำแสงแคบ ลำแสงกลาง และลำแสงกว้าง โดยปกติเป็นที่ยอมรับกันว่า การแบ่งประเภทของลำแสงจะแบ่งที่ค่า 50 เปอร์เซ็นต์ของความเข้มแสงสูงสุด จึงสรุปได้ดังตารางที่ 3.9

	ช่วงแผ่ของลำแสงที่ 50% I_{max}
ลำแสงแคบ	$\leq$ 20 องศา
ลำแสงกลาง	20 องศา ถึง 40 องศา
ลำแสงกว้าง	$\geq$ 40 องศา

ตารางที่ 3.9

ประสิทธิภาพลำแสงหรืออัตราส่วนของเอาท์พุตแสงของดวงโคมฉาย หมายถึง อัตราส่วนของฟลักซ์ลำแสง (beam flux) ต่อฟลักซ์ของหลอดไฟ(lamp flux) ดังนั้นอัตราส่วนของเอาท์พุตแสงจะต้องพิจารณาจากฟลักซ์ทั้งหมดที่แพร่จากดวงโคม และการพิจารณาอัตราส่วนของเอาท์พุตแสงอาจจะพิจารณาที่ลำแสง 10 เปอร์เซนต์หรือ 50 เปอร์เซ็นต์ของความเข้มแสงสูงสุดก็ได้แล้วแต่การพิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 รายงานการทดสอบดวงโคม

รางงานการทดสอบดวงโคมนี้ จะเป็นรายงานที่จะแสดงให้เห็นคุณลักษณะของดวงโคมแต่ละประเภท ซึ่งจะแสดงให้เห็นการกระจายแสงรวมไปถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ของดวงโคมในรูปแบบต่าง ๆ โดยการรายงานผลของดวงโคมนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของดวงโคมว่าเป็นดวงโคมประเภทใด ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะกล่าวถึงรายงานการทดสอบดวงโคมภายในและดวงโคมไฟถนนเท่านั้น รายงานการทดสอบดวงโคมมีดังต่อไปนี้

3.2.1 รายงานการทดสอบดวงโคมภายใน ประกอบไปด้วยรายงานการทดสอบดังนี้

- เส้นโค้งการกระจายแสง
- ไอโซแคนเดลา ไดอะแกรม
- ไอโซลักซ์ ไดอะแกรม
- แกลร์
- สัมประสิทธิ์การใช้แสง (Coefficient of Utilization : CU)
- โซนอลฟลักซ์ (Zonal flux)

3.2.2 รายงานการทดสอบดวงโคมไฟถนน ประกอบไปด้วยรายงานการทดสอบดังนี้

- เส้นโค้งการกระจายแสง
- ไอโซแคนเดลา ไดอะแกรม
- ไอโซลักซ์ ไดอะแกรม
- ยูทิไลเซชันแฟกเตอร์ไดอะแกรม (Utilization Factor Diagram)
- โซนอลฟลักซ์

จะเห็นได้ว่าการรายงานผลการทดสอบดวงโคมทั้ง 2 ประเภทมีลักษณะที่คล้ายกันบ้าง ซึ่งจะแสดงให้เห็นดังต่อไปนี้

เส้นโค้งการกระจายแสง

เป็นกราฟที่แสดงค่าการกระจายความเข้มส่องสว่าง ดังรูปที่ 3.5 ซึ่งมีหน่วยเป็นแคนเดลาต่อกิโลลูเมน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกระจายแสงของดวงโคมภายในประเภทโคมไฮเบย์นั้น จะมีลักษณะที่สมมาตรรอบแกนดิ่ง ส่วนโคมที่ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ การกระจายแสงบนระนาบที่ขนาน และ ตั้งฉากหลอดจะไม่เหมือนกัน ส่วนใหญ่จะแสดงให้เห็น 3 ระนาบคือ บนระนาบที่ทำมุม 0 , 45 และ 90 องศา

การกระจายแสงของดวงโคมไฟถนนนั้นปกติจะแสดงอยู่ 3 ระนาบด้วยกัน คือ ระนาบที่ทำมุม 0 , 180 และระนาบที่มีค่าความเข้มส่องสว่างสูงสุด

ไอโซแคนเดลา ไดอะแกรม

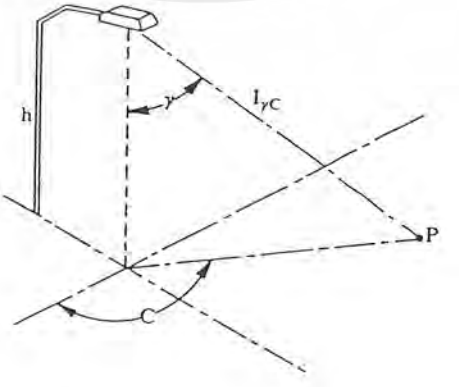
เป็นกราฟที่แสดงค่าการกระจายค่าความเข้มส่องสว่างรอบ ๆ ดวงโคม ในการสร้างไอโซแคนเดลาไดอะแกรมนี้จะลากจากจุดที่มีค่าความเข้มส่องสว่างเท่ากันเชื่อมต่อกัน ลงบนระนาบรอบ ๆ ดวงโคม ดังรูปที่ 3.6 โดยที่โคมไฟถนนนั้นไอโซแคนเดลาไดอะแกรม ยังเป็นกราฟที่ใช้ในการหาค่า thrrow และ spread ของดวงโคมนั้น ๆ อีกด้วย

ไอโซลักซ์ ไดอะแกรม

เป็นกราฟที่ใช้แสดงค่าความเข้มแสงของดวงโคมไฟฟ้าที่กระทำลงมายังบนระนาบ ดังรูปที่ 3.18 โดยที่ไอโซลักซ์ไดอะแกรมจะลากจุดที่มีค่าความเข้มแสงเท่ากันเชื่อมต่อกัน ลงบนระนาบรอบ ๆ ดวงโคม ซึ่งความเข้มแสงแต่ละจุดสามารถหาได้จากสมการ

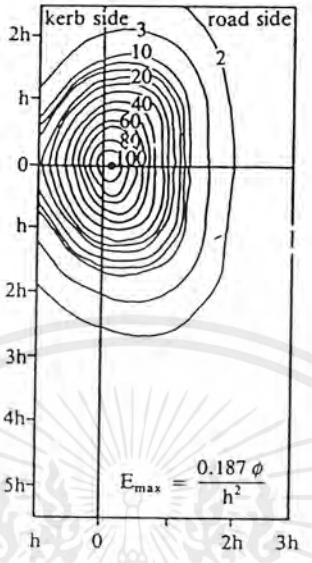
$$E_P = \sum^{n} \frac{I_{\gamma C} \cos^3 \gamma}{h^2}$$

โดย $I_{\gamma C}$ เป็นค่าความเข้มส่องสว่างของดวงโคมที่จุด P โดยมุม γ และ c ดังรูปที่ 3.17 n เป็นจำนวนของดวงโคม



รูปที่ 3.17 แสดงการหาความสว่างที่จุด P

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

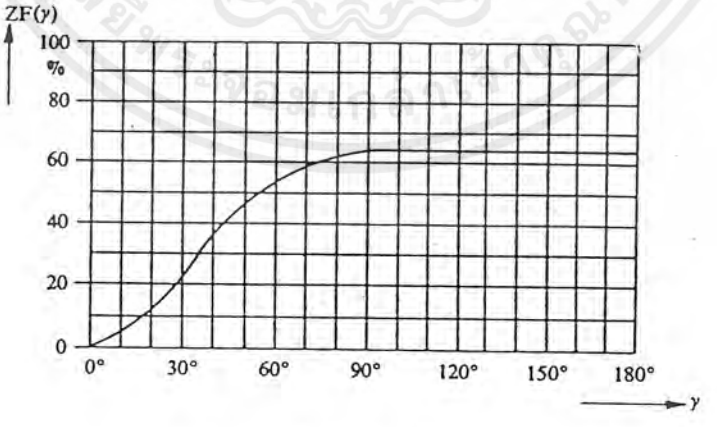


รูปที่ 3.18 ไอโซลักซ์ ไดอะแกรม

โซนอลฟลักซ์

เป็นกราฟที่แสดงปริมาณฟลักซ์ส่องสว่างมีหน่วยเป็นลูเมน ดังรูปที่ 3.19 ซึ่งจะเป็นค่าผลรวมเฉลี่ยของฟลักซ์ในแต่ละโซน โดยที่สามารถหาค่าได้จากสูตร

$$ZF(\gamma) = ZF(\gamma - 10) + 1(\gamma - 5) \times \Delta\omega$$



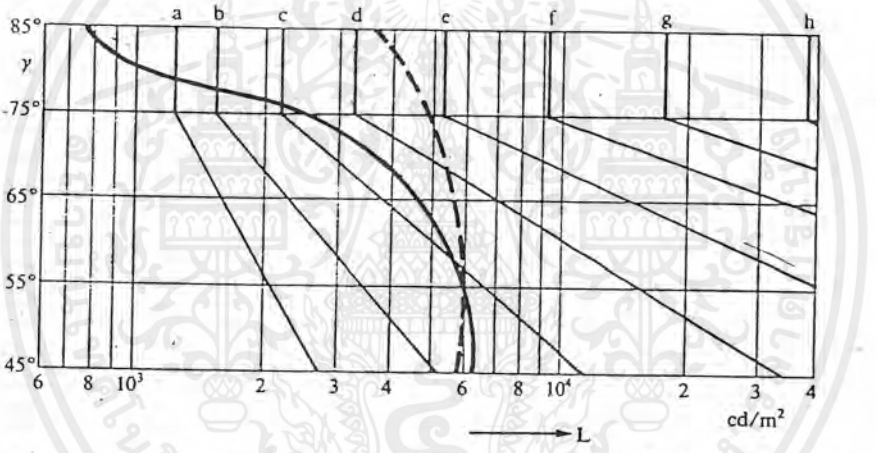
รูปที่ 3.19 ไอโซลักซ์ ไดอะแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แกลร์ (Luminaire Limiting Curve)

เป็นกราฟที่แสดงการเกิดแสงจ้าของดวงโคมชนิดเดียวกันเมื่อเราออกแบบให้ห้องมีค่าความเข้มแสงแตกต่างกัน ดังรูปที่ 3.20

ควอลิตีคลาส	G	ค่าความเข้มแสงที่ถูกต้อง							
S	0.8	1000	500	≤250					
A	1.15	2000	1000	500	≤250				
B	1.5		2000	1000	500	≤250			
C	1.85			2000	1000	500	≤250		
D	2.2				2000	1000	500	≤250	
E	2.55					2000	1000	5000	≤250
		a	b	c	d	e	f	g	h



รูปที่ 3.20 แสดงการหาดีกรีของแสงจ้าระคายตาโดยการใช้ลูมิแนนซ์เคิร์ฟแมททอล โดย เส้นทึบ หมายถึง เพลนที่ตั้งฉากกับหลอด เส้นประ หมายถึง เพลนที่ขนานกับหลอด

ควอลิตี้คลาส (Quality Class) ในการจำกัดแกลร์สามารถแบ่งระดับของแกร์ออกเป็น 5 ระดับดังนี้ คือ

- คลาส A เป็นระดับที่มีคุณภาพสูงมาก โดยมีแกลร์เรตติ้ง 1.15
- คลาส B เป็นระดับที่มีคุณภาพสูง โดยมีแกลร์เรตติ้ง 1.5
- คลาส C เป็นระดับที่มีคุณภาพปานกลาง โดยมีแกลร์เรตติ้ง 1.85
- คลาส D เป็นระดับที่มีคุณภาพต่ำ โดยมีแกลร์เรตติ้ง 2.2
- คลาส E เป็นระดับที่มีคุณภาพต่ำมาก โดยมีแกลร์เรตติ้ง 2.55

ถ้าแกลร์เรตติ้งเท่ากับ 0 หมายถึง ระดับที่ไม่มีแกลร์ และแกลร์เรตติ้งเท่ากับ 6 หมายถึง ระดับที่มีแกลร์มากเกินไปจนไม่สามารถทนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยกราฟนี้สามารถหาได้จาก

1. คำนวณหาความส่องสว่างของดวงโคมที่ใช้ในการติดตั้งที่มุมวิกฤตระหว่าง 45 - 85 โดยสามารถหาจากสมการนี้คือ

$$L_\gamma = I_\gamma / A_\gamma$$

โดยที่ L_γ คือ ความส่องสว่างของดวงโคมที่มุมวิกฤต γ

I_γ คือ ความเข้มแห่งการส่องสว่างของดวงโคมที่มุมวิกฤต γ

A_γ คือ พื้นที่การส่องสว่างของดวงโคมที่มุมวิกฤต γ โดยหาได้จากรูปที่ 3.21 ดังนี้คือ

$$A_\gamma = A_h \cos\gamma + A_v \sin\gamma \approx A_h \cos\gamma$$

2. หาควอลิตี้คลาสและความเข้มแสงที่ใช้งาน

3. เลือกกราฟที่เหมาะสมว่าต้องการไดอะแกรมใด หลังจากนั้นจะได้คลาสไดอะแกรม

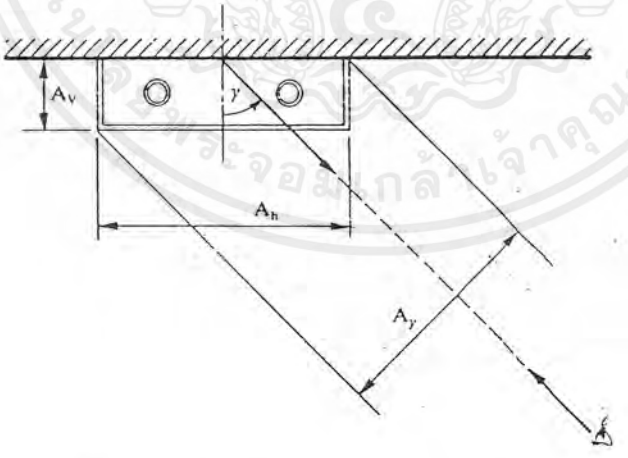
4. ใส่กราฟความสว่างของดวงโคมจากข้อที่ 1 ลงในข้อที่ 3

5. หามุมวิกฤต γ สูงสุดที่จะพิจารณา

$$\tan\gamma = \frac{a}{h_s} \quad \text{(รูปที่ 3.21)}$$

โดยการหาตามแนวยาวและแนวขวางของโคม

a เป็นระยะทางตามแนวสายตาจากโคมตัวสุดท้ายต่อผู้สังเกตที่อยู่อีกด้านของห้อง



รูปที่ 3.21 แสดงวิธีการหาค่าความสว่างของดวงโคมที่มุม γ

6. นำค่า γ ไปใส่ในข้อที่ 4 ส่วนของมุมในกราฟที่มากว่า 85 ไม่ต้องพิจารณา

7. กราฟความส่องสว่างของโคมที่พลอตลงไป ตกอยู่ทางซ้ายของกราฟลูมิแนนซ์ แสดงว่าใช้งานได้ที่ขนาดความเข้มแสงและควอลิตี้คลาสของโคมนั้น ๆ

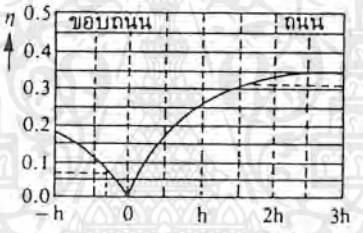
เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมประสิทธิ์การใช้แสง

เป็นค่าอัตราส่วนของฟลักซ์การส่องสว่างทั้งหมดที่ตกกระทบลงบนพื้นที่ทำงานทั้งที่ส่องโดยตรงมาจากดวงโคมไฟ และจากการสะท้อนจากส่วนต่าง ๆ ของห้อง ต่อฟลักซ์การส่องสว่างที่ได้จากหลอดไฟทุกหลอดที่ติดตั้งอยู่ภายในโคมไฟนั้น

ยูทิไลเซชันแฟกเตอร์ไดอะแกรม

เป็นกราฟที่แสดงถึงแฟคเตอร์ที่เปรียบเทียกันระหว่างค่าความเข้มแสงบนถนนกับความเข้มแสงบนทางเดินว่ามีอัตราส่วนเป็นเท่าใดดังรูปที่ 3.22 โคมไฟถนนที่ดีควรจะต้องมีค่ายูทิไลเซชันแฟกเตอร์บนถนนมากกว่าทางเดิน



รูปที่ 3.22 ไดอะแกรมยูทิไลเซชันแฟกเตอร์

ค่ายูทิไลเซชันแฟคเตอร์ของโคมไฟสามารถหาได้จากอัตราส่วนระหว่างค่าฟลักซ์การส่องสว่างที่ตกบนพื้นถนน (ϕ_u) กับค่าฟลักซ์การส่องสว่างทั้งหมดที่กระจายมาจากหลอดไฟ (ϕ_L)

$$\eta = \frac{\phi_u}{\phi_L}$$

ทั้งหมดในข้างต้นที่กล่าวไป เป็นรายงานของการทดสอบดวงโคมที่ได้นำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งจะนำไปใช้ในการพิจารณาดวงโคมเหล่านั้นว่าดีหรือไม่อย่างไร อีกทั้งยังนำไปใช้พิจารณาในการออกแบบระบบแสงสว่างอีกต่อไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
วิธีการออกแบบและการใช้งานโปรแกรม

4.1 โครงสร้างของโปรแกรม

ในการเขียนโปรแกรมการรายงานผลการทดสอบดวงโคมไฟฟ้า จะมีข้อมูลหลักที่เกี่ยวข้องอยู่ด้วยกันอยู่ 3 ส่วนคือ

1. ข้อมูลการกระจายแสงของดวงโคมไฟฟ้า (luminaire lighting distribution data)
2. ข้อมูลที่ใช้ในการรายงานผลการทดสอบดวงโคมไฟฟ้า
3. ผลของการรายงานผลการทดสอบดวงโคม(Photometric data report)

ดังนั้นในการออกแบบโครงสร้างของโปรแกรมที่ใช้ในการรายงานผลการทดสอบของดวงโคมจึงประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.1 คือ

1.1 ส่วนการนำเข้าข้อมูลการกระจายแสงของดวงโคมไฟฟ้า

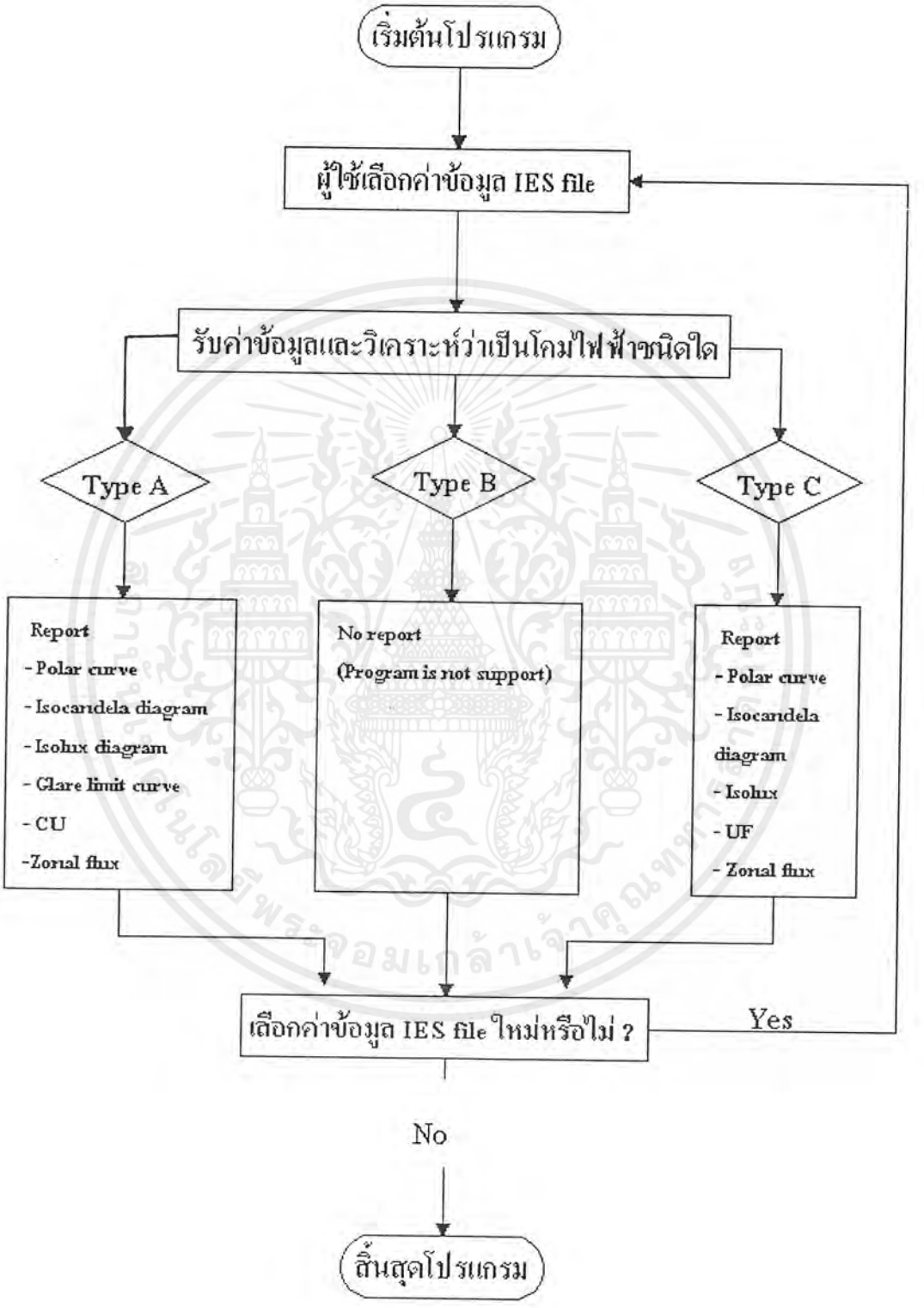
1.2 ส่วนการนำเสนอรายงานผลการทดสอบของดวงโคมไฟฟ้า

4.2 ขั้นตอนการออกแบบส่วนนำเข้าข้อมูลการทดสอบดวงโคมไฟฟ้า และรายงานการทดสอบดวงโคมไฟฟ้า

ข้อมูลการกระจายแสงของดวงโคมไฟฟ้าของโปรแกรมนั้น จะใช้ข้อมูลในรูปแบบข้อมูลมาตราฐาน IES ของผู้ผลิตดวงโคมไฟฟ้าเพื่อใช้ในการรายงานผลการทดสอบดวงโคมไฟฟ้าในรูปแบบต่างๆ ซึ่งในการนำเข้าข้อมูลจะมีขั้นตอนดังรูปที่ 4.1 คือ

1. ผู้ใช้งานเลือกข้อมูลการทดสอบดวงโคมไฟฟ้าที่ต้องการ โดยคลิกไปที่ชื่อแฟ้มโปรแกรมที่อยู่ในไดฟร์และโฟลเดอร์ต่างๆ โปรแกรมจะอ่านข้อมูลและแสดงรายละเอียดต่างๆของข้อมูลที่อยู่ในแฟ้มข้อมูลให้ผู้ใช้งานทราบ และเก็บข้อมูลการกระจายแสงของดวงโคมไว้ในตัวแปรเพื่อใช้ในการรายงานผลการทดสอบ
2. เมื่อผู้ใช้งานเลือกข้อมูลดวงโคมไฟฟ้าแล้ว โปรแกรมจะบอกว่าเป็นดวงโคมไฟฟ้าชนิดใด(ดวงโคมภายใน ดวงโคมไฟถนน หรือดวงโคมฉาย) และจะมีการแสดงผลการรายงานในรูปแบบต่างๆตามชนิดของดวงโคมไฟฟ้านั้นๆอย่างไรบ้าง ผู้ใช้โปรแกรมสามารถที่จะเลือกดูค่าคุณสมบัติต่าง ๆ รวมถึงกราฟที่แสดงคุณลักษณะการกระจายแสงของดวงโคมไฟฟ้าต่างๆได้ตามชนิดของดวงโคมไฟฟ้านั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



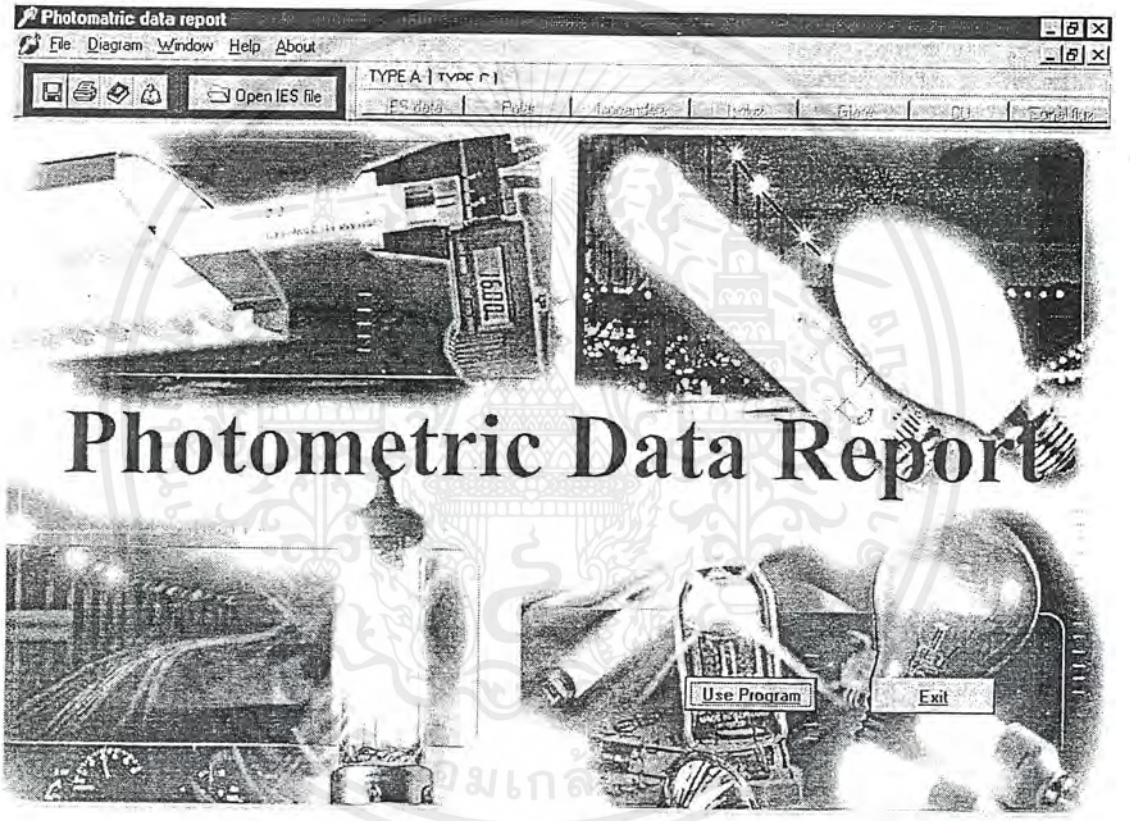
รูปที่ 4.1 โฟล์วชาร์ทแสดงขั้นตอนการรายงานผลการทดสอบดวงโคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 วิธีการใช้โปรแกรม (Program Usage)

4.3.1 การเริ่มต้นใช้งานโปรแกรมและนำเข้าข้อมูลการกระจายแสงของดวงโคม

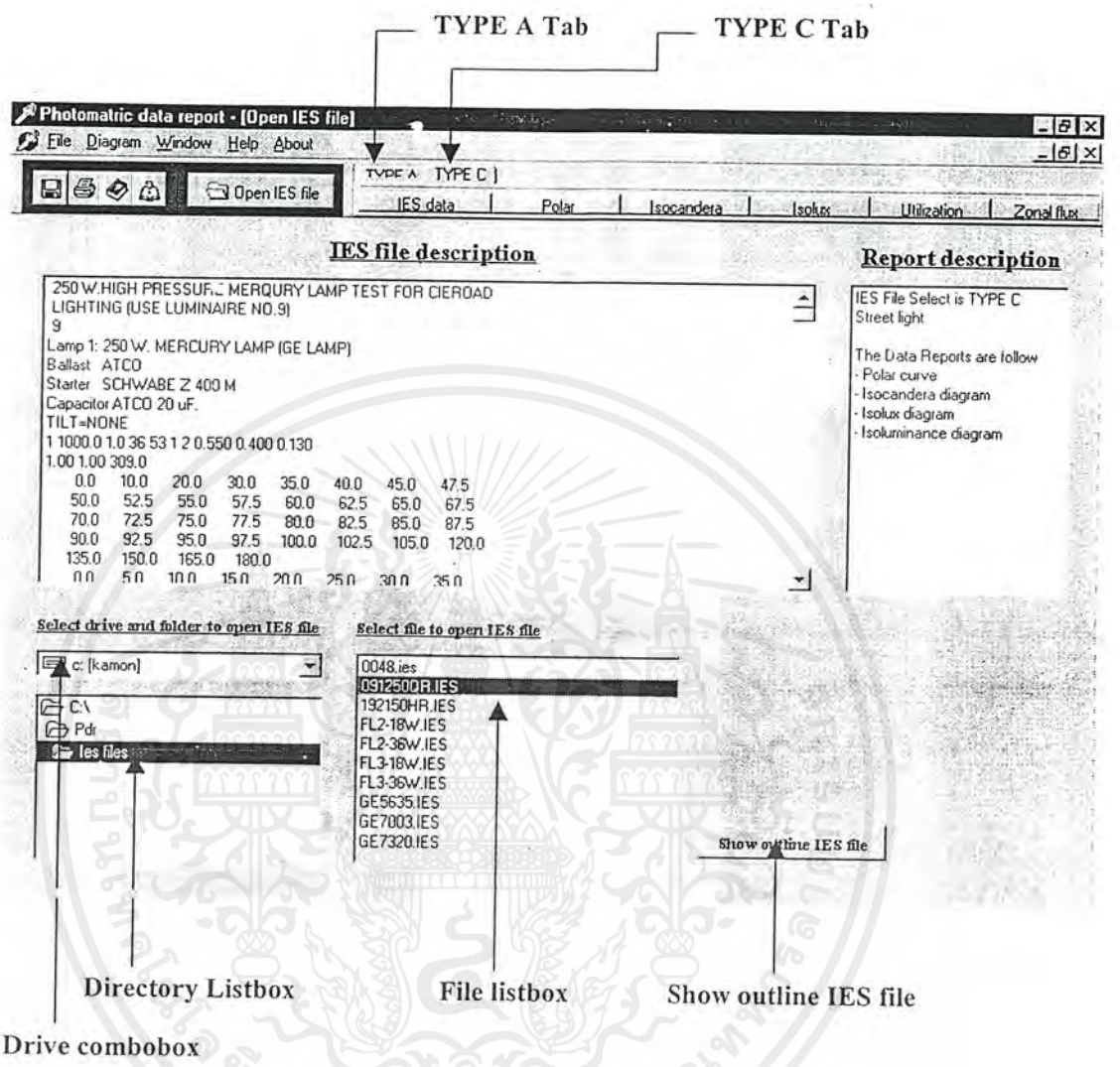
มีลักษณะของจอภาพที่สามารถติดต่อกับผู้ใช้งาน (user interface) โดยมีรายละเอียดและวิธีการใช้ดังนี้



รูปที่ 4.2 แสดงหน้าจอภาพโปรแกรมเมื่อทำการเรียกใช้โปรแกรม

1. เริ่มต้นผู้ใช้งานโปรแกรมดับเบิ้ลคลิ๊กที่ไอคอนชื่อ PDR.EXE จะเข้าสู่การทำงานของโปรแกรมทันที โดยตัวโปรแกรมจะแสดงภาพของตัวโปรแกรมดังรูปที่ 4.2 ให้ผู้ใช้งานคลิ๊กที่ปุ่ม Use program เพื่อเข้าสู่การทำงานของโปรแกรมต่อไป แต่ถ้าผู้ต้องการออกจากโปรแกรมก็สามารถคลิ๊กที่ปุ่ม Exit ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดงหน้าจอของการรับข้อมูล IES file

2. เมื่อผู้ใช้งานได้คลิ๊กปุ่ม Use program ในข้อ 1. แล้วจะเข้ามาสู่หน้าจอของการรับเข้าข้อมูลการกระจายแสงของดวงโคม โดยผู้ใช้สามารถเลือกข้อมูล IES file จาก Drive combobox ซึ่งแสดงไดร์ฟของเครื่องคอมพิวเตอร์ และ Directory listbox ซึ่งแสดงไดเรคทอรี่ของไดร์ฟที่ใช้ในการเก็บข้อมูล โดย File listbox จะแสดงรายการของ IES file ที่อยู่ภายในdirectory จะใช้ในการเลือก IES file ของดวงโคมไฟฟ้าที่ใช้ในการติดตั้งดังรูปที่ 4.3
3. เมื่อผู้ใช้ได้เลือกข้อมูล IES file แล้ว โปรแกรมจะแสดงรายละเอียดต่างๆของข้อมูล IES file ทที่ได้เลือกนั้นใน IES file Description listbox และจะแสดงรายละเอียดว่าข้อมูลที่เลือกนั้นเป็นดวงโคมไฟฟ้าชนิดใดและจะมีการรายงานผลการกระจายแสงของดวงโคมไฟฟ้าในรูปใดบ้าง

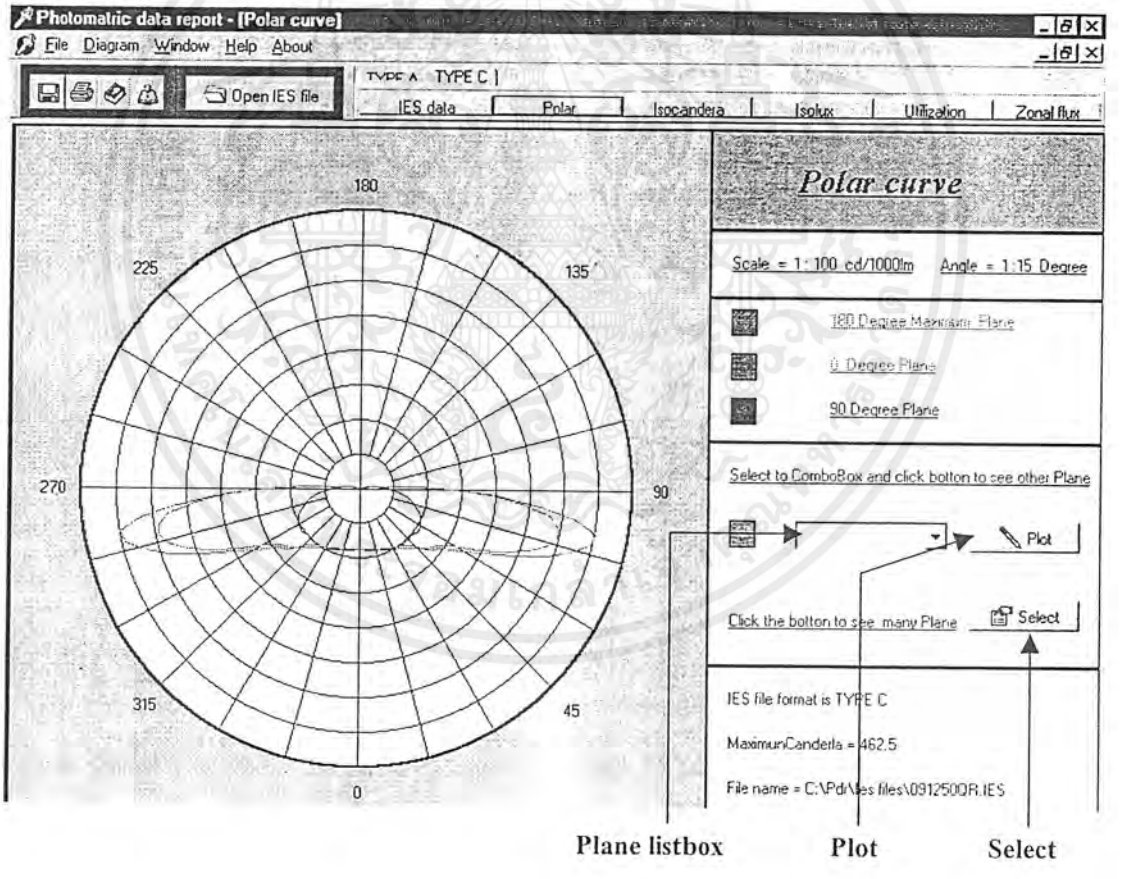
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใน Report description listbox และสามารถจะดูข้อมูลในการทดสอบอย่างย่อได้ โดยคลิ๊กที่ปุ่ม Show out IES file พร้อมทั้ง Tab ทางด้านบนคือ TYPE A Tab และ TYPE C Tab ก็จะพร้อมทำงานตามชนิดของดวงโคมไฟฟ้าในชนิดนั้นๆที่ได้เลือก

4. ผู้ใช้งานสามารถที่จะเลือกคลิ๊กปุ่มต่างๆบน Tab เพื่อให้โปรแกรมแสดงผลการรายงานการทดสอบดวงโคมในรูปแบบต่างๆได้

4.3.2 การรายงานผลในรูปกราฟการกระจายความเข้มแสง

เมื่อได้ทำการเลือกข้อมูล IES fileแล้วและได้คลิ๊กปุ่ม Polar บน Tab โปรแกรมจะทำการรายงานผลของดวงโคมไฟฟ้าในรูปการกระจายความเข้มแสง โดยมีรายละเอียดดังนี้

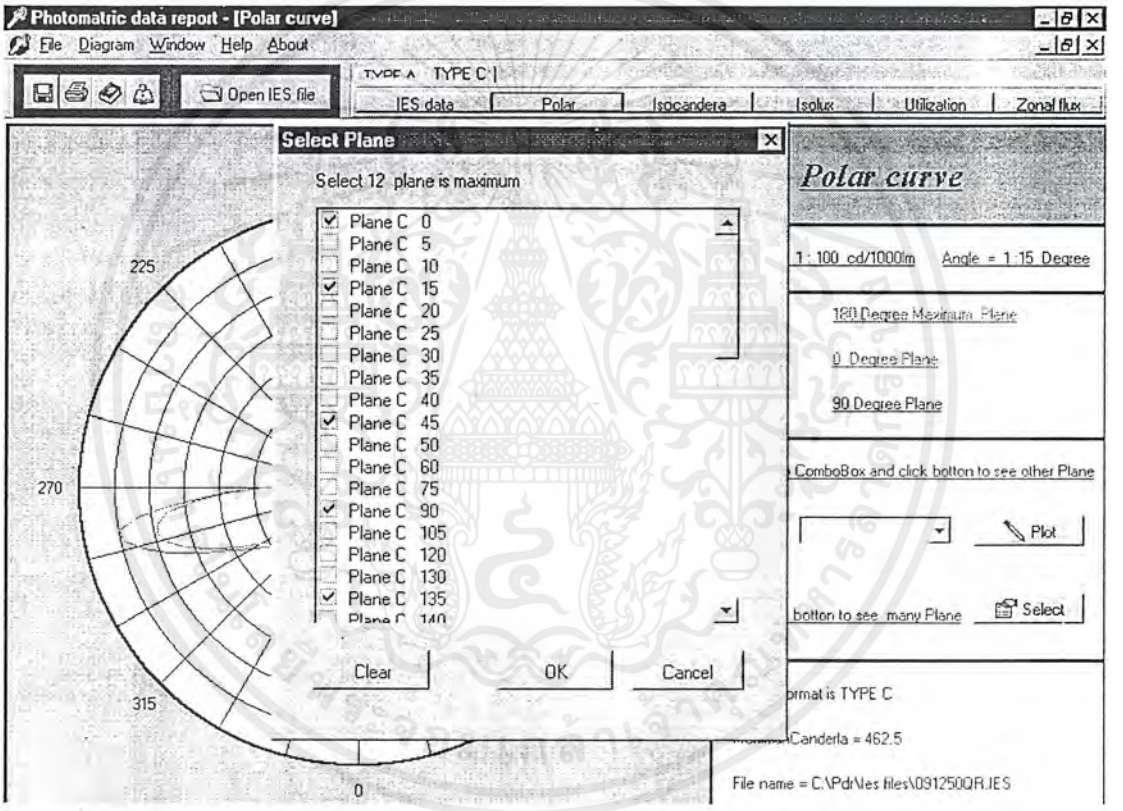


รูปที่ 4.4 แสดงหน้าจอของการรายงานผลในรูปของการกระจายความเข้มแสง

1. เริ่มต้นโปรแกรมจะแสดงค่าการกระจายความเข้มแสงในระนาบต่างๆทั้งหมด 3 ระนาบคือ ระนาบ 0 , 90 องศา และระนาบที่มีค่าความเข้มแสงสูงที่สุดดังรูปที่ 4.4

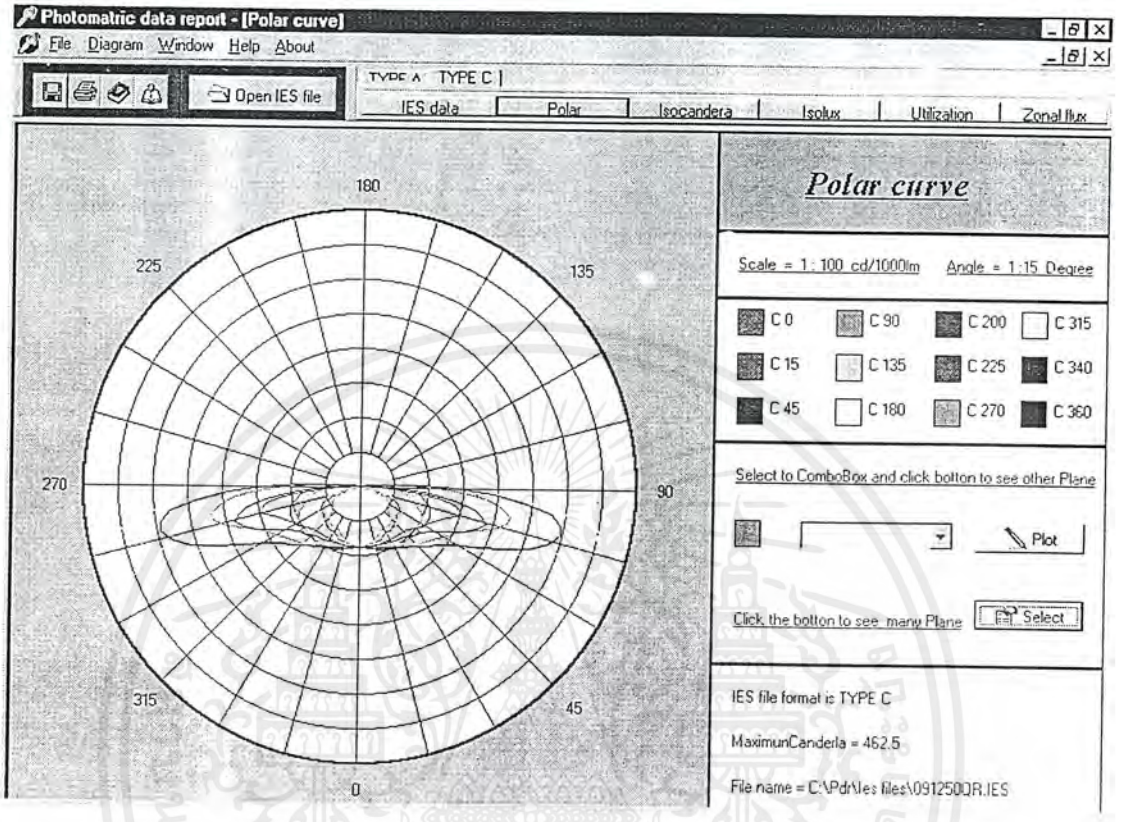
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผู้ใช้สามารถที่เลือกดูค่าการกระจายความเข้มแสงในระนาบอื่นๆ โดยการคลิ๊กที่ Drive combobox และเลือกระนาบที่ต้องการและคลิ๊กปุ่ม Plot
3. ถ้าผู้ใช้ต้องการที่จะดูค่าในระนาบต่างหลายๆระนาบพร้อมกัน ให้คลิ๊กที่ปุ่ม Select Plane จะปรากฏหน้าจอให้เลือกระนาบที่ต้องการ โดยการคลิ๊กเพื่อทำเครื่องหมายถูกใน Checklistbox เมื่อเลือกเรียบร้อยแล้วให้คลิ๊กปุ่ม OK โปรแกรมจะแสดงค่าระนาบต่างตามที่ได้เลือกไว้ดังรูปที่ 4.5 และรูปที่ 4.6 ตามลำดับ



รูปที่ 4.5 แสดงหน้าจอเลือกระนาบที่ต้องการที่ต้องการแสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



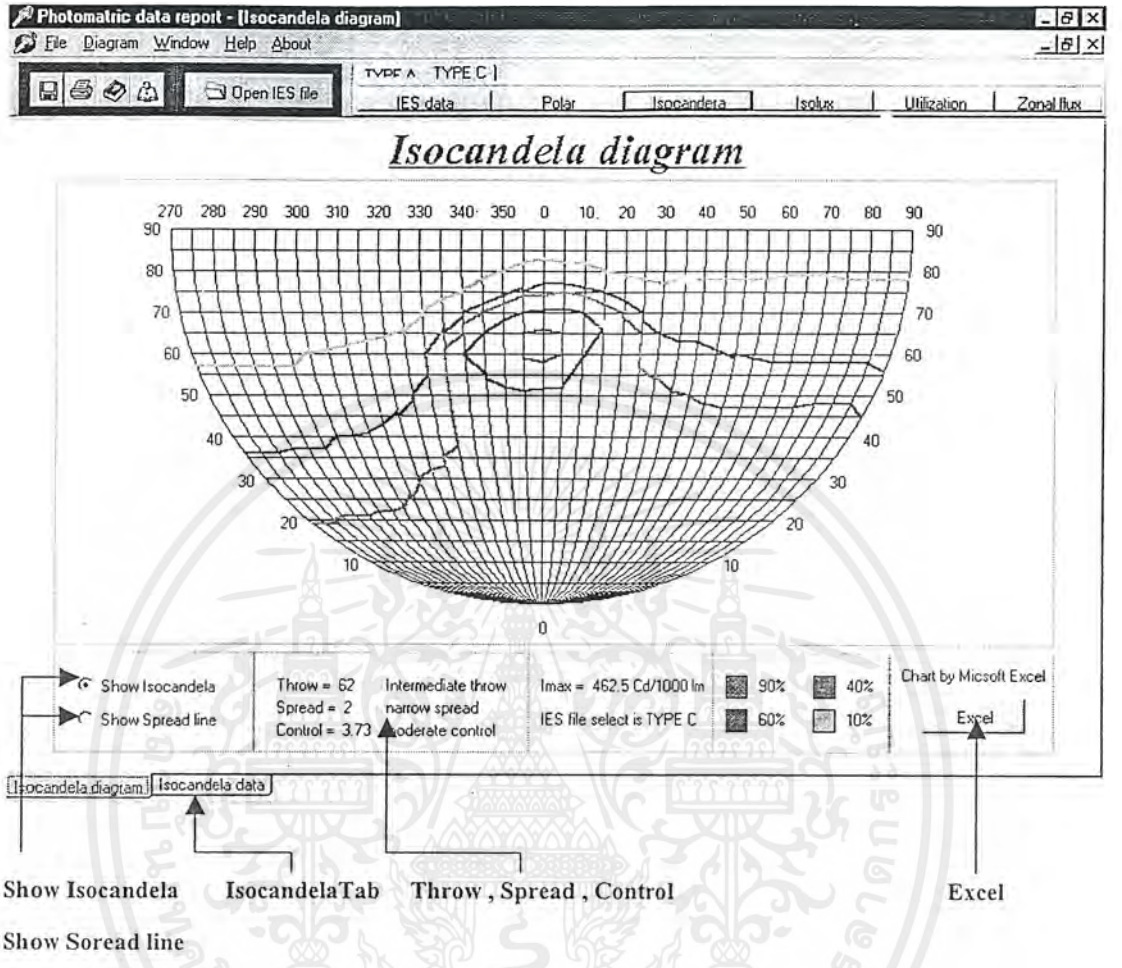
รูปที่ 4.6 แสดงหน้าจอการแสดงค่าระนาบที่ได้เลือก

4.3.3 การรายงานผลในรูปของกราฟไอโซแคนเดลา

เมื่อได้ทำการเลือกข้อมูล IES fileแล้วและได้คลิ๊กปุ่ม Isocandela บน Tab โปรแกรมจะทำการรายงานผลของดวงโคมไฟฟ้าในรูปกราฟไอโซแคนเดลา โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เริ่มต้นโปรแกรมจะแสดงกราฟไอโซแคนเดลา โดยจะแสดงที่ค่าเปอร์เซนต่างๆ คือ 90% , 60% , 40% และ10% และในกรณีเป็นดวงโคมไฟฟ้า TYPE C จะบอกค่าของ Throw , Spread และ Control ว่ามีค่าเท่าใด และจัดอยู่ในประเภทใด โดยถ้าเป็นดวงโคมไฟฟ้า TYPE A ค่า Throw , Spread ,Control จะไม่มี ดังแสดงในรูปที่ 4.7

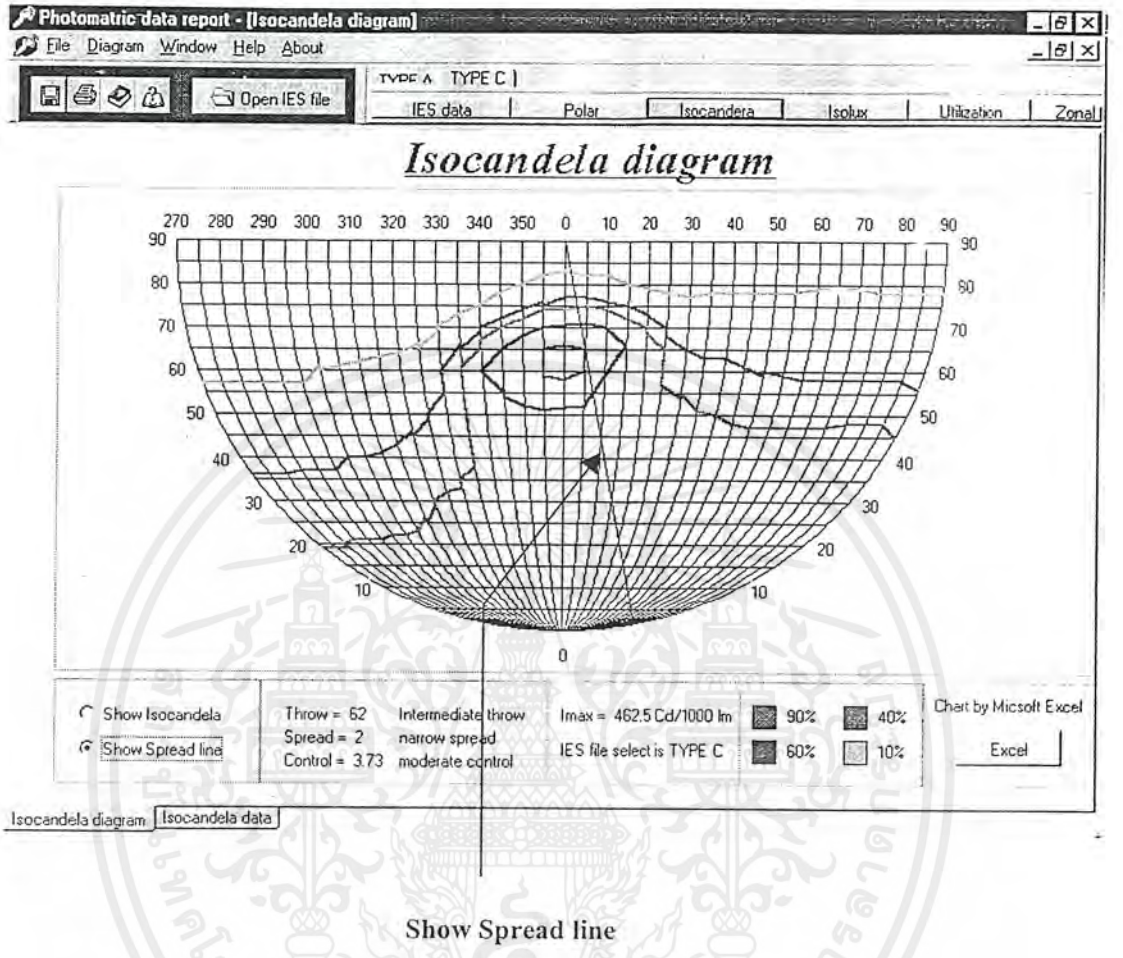
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 แสดงหน้าจอการรายงานผลกราฟไอโซแคนเดลา

2. ผู้ใช้งานสามารถที่จะให้แสดงเส้น Spread line ในกราฟไอโซแคนเดลาได้โดยการคลิ๊กทำเครื่องหมายที่ Show Spread line โปรแกรมก็จะแสดง Spread line ในไอโซแคนเดลาให้ดูแสดงในรูปที่ 4.8

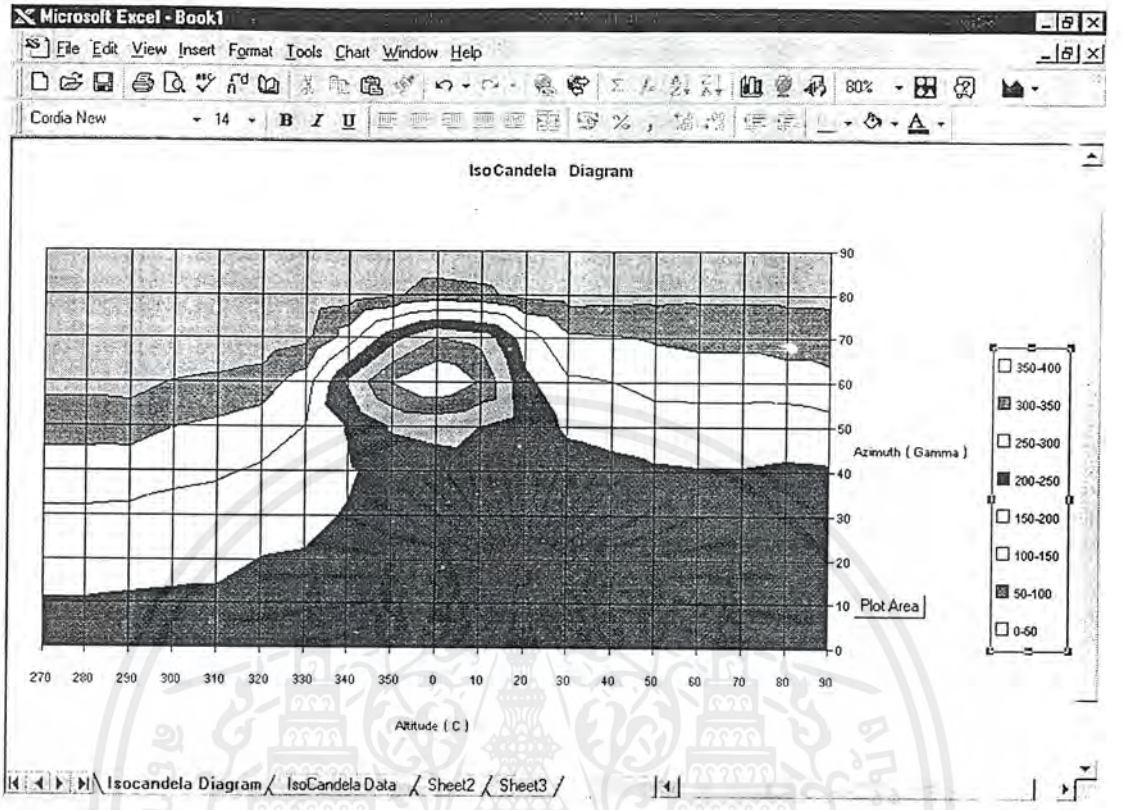
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แสดงหน้าจอการแสดงเส้น Spread line ในกราฟไอโซแคนเดลา

3. ผู้ใช้งานสามารถที่จะเรียกใช้งานโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อใช้ Application ต่างๆของโปรแกรม Microsoft Excel ที่เกี่ยวกับการแสดงกราฟมาแสดงผลของกราฟไอโซแคนเดลา ซึ่งผู้ใช้สามารถปรับแต่งค่าการแสดงผลต่างๆในโปรแกรม Microsoft Excel ได้ ทำให้สามารถแสดงผลได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยการคลิ๊กที่ปุ่ม Excel โปรแกรมจะทำการเรียกโปรแกรม Microsoft Excel มาเพื่อแสดงผล ดังรูปที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 แสดงกราฟไอโซแคนเดลาโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

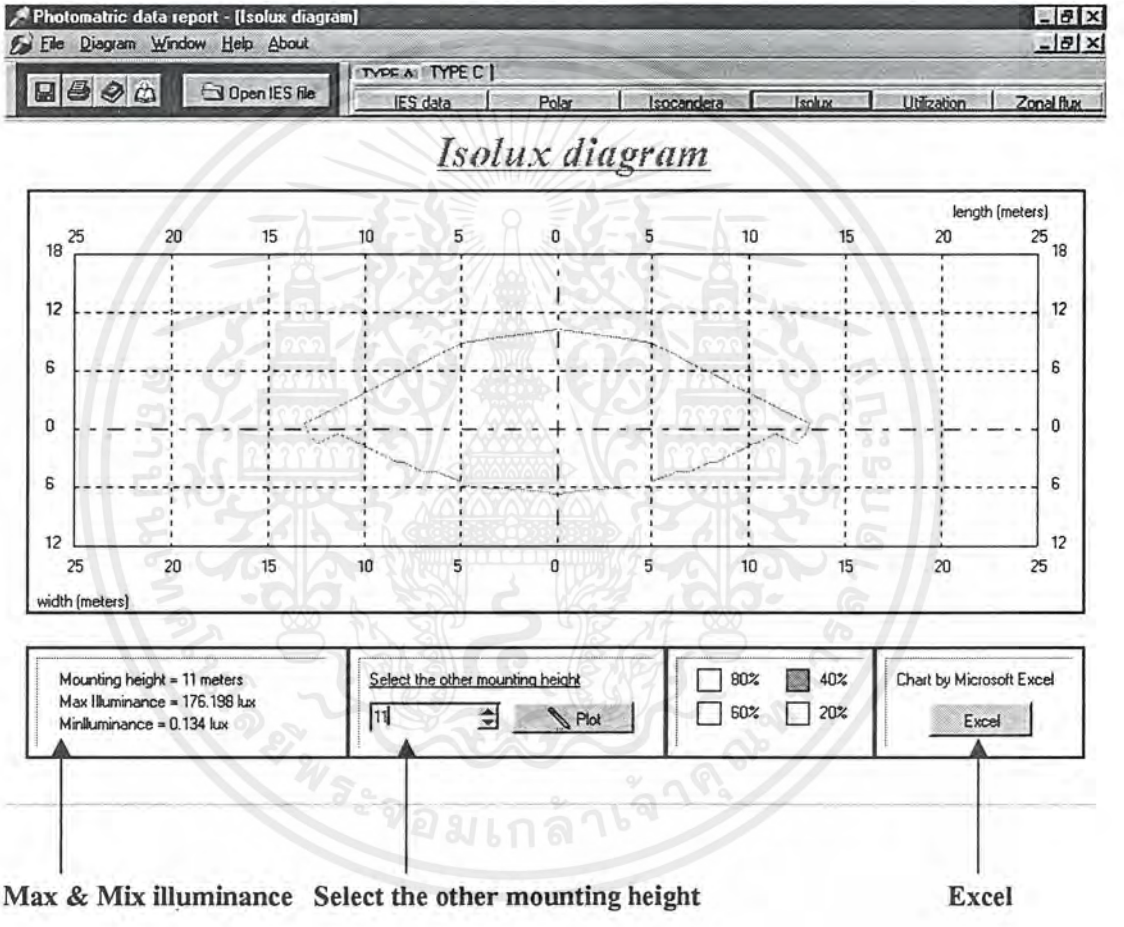
จะเห็นได้ว่าผู้ใช้งานสามารถที่เลือกได้ว่าต้องการที่จะให้แสดงผลผลได้ทั้งในตัวของโปรแกรมเองซึ่งสะดวกและรวดเร็วกว่าหรือต้องการให้แสดงผลในโปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งมี Application ต่างๆที่เกี่ยวกับการแสดงกราฟและสามารถที่จะปรับแต่งได้ทำให้สารถแสดงผลได้ดีมากขึ้นแต่ต้องเสียเวลามากในการเรียกใช้ตัวโปรแกรม Microsoft Excel และไม่สะดวกซึ่งขึ้อยู่กับผู้ใช้งานต้องการเลือกใช้งาน

4.3.4 การรายงานผลในรูปของกราฟไอโซลักซ์

เมื่อได้ทำการเลือกข้อมูล IES fileแล้วและได้คลิ๊กปุ่ม Isolux บน Tab โปรแกรมจะทำการรายงานผลของดวงโคมไฟฟ้าในรูปกราฟไอโซลักซ์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เริ่มต้นโปรแกรมจะแสดงกราฟไอโซลักซ์ โดยเปอร์เซนต์ต่างๆ คือ 80% , 60% , 40% และ 20% และจะบอกค่าความเข้มแสงที่มีค่ามากที่สุดและค่าความเข้มแสงที่มีค่าน้อยที่สุด โดยค่าเริ่มต้นจะแสดงที่ค่าความสูงของการติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าเท่ากับ 11 เมตร และจะแสดงในบริเวณพื้นที่ขนาดยาว 50 เมตร กว้าง 40 เมตร โดยให้ดวงโคมไฟฟ้าติดตั้งอยู่ที่ตำแหน่ง 0 , 0 ดังแสดงในรูปที่ 4.10

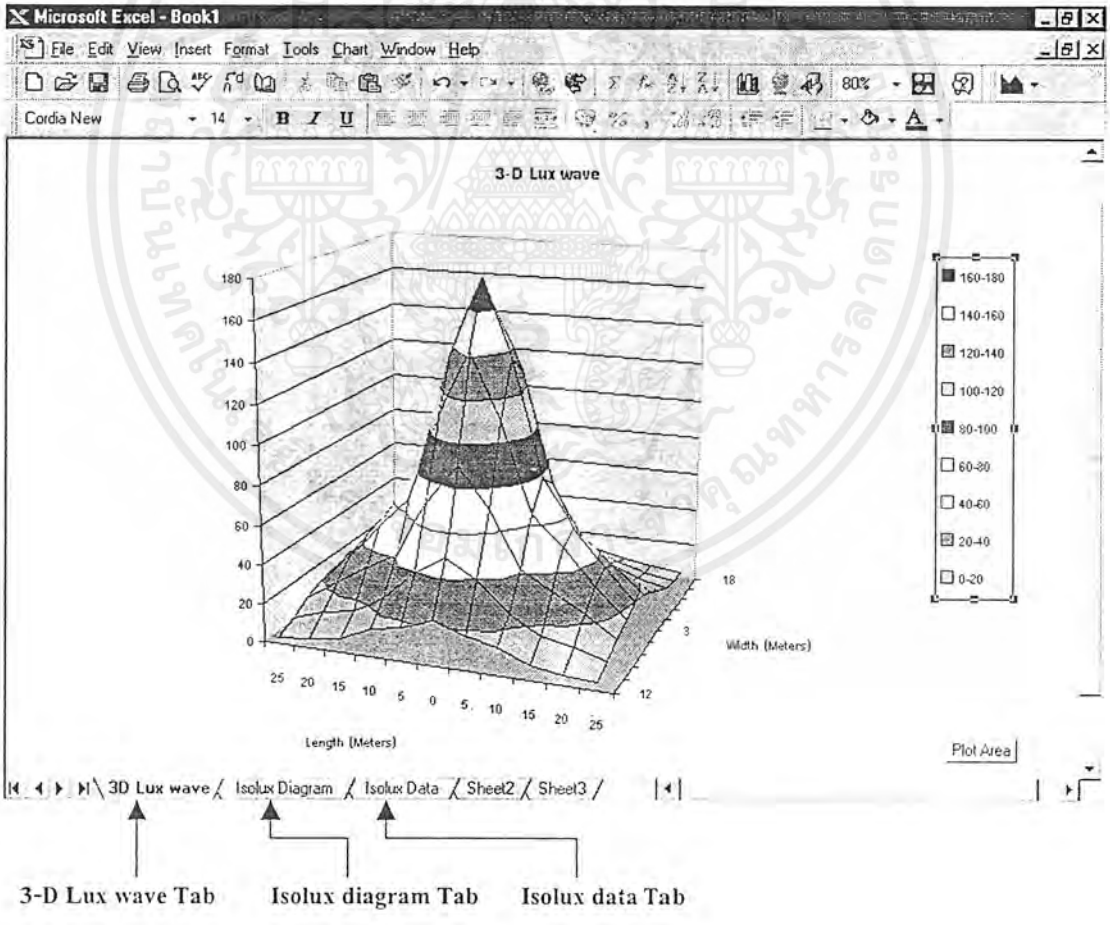


รูปที่ 4.10 แสดงหน้าจอการรายงานผลของกราฟไอโซลักซ์

2. ผู้ใช้งานสามารถที่เลือกการแสดงผลไอโซลักซ์ที่ค่าความสูงของการติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าที่ค่าอื่นๆได้ โดยการคลิ๊กที่ Select other mounting height และเลือกค่าความสูงที่ต้องการ ซึ่งเลือกได้มากที่สุด 15 เมตร และต่ำสุด5 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

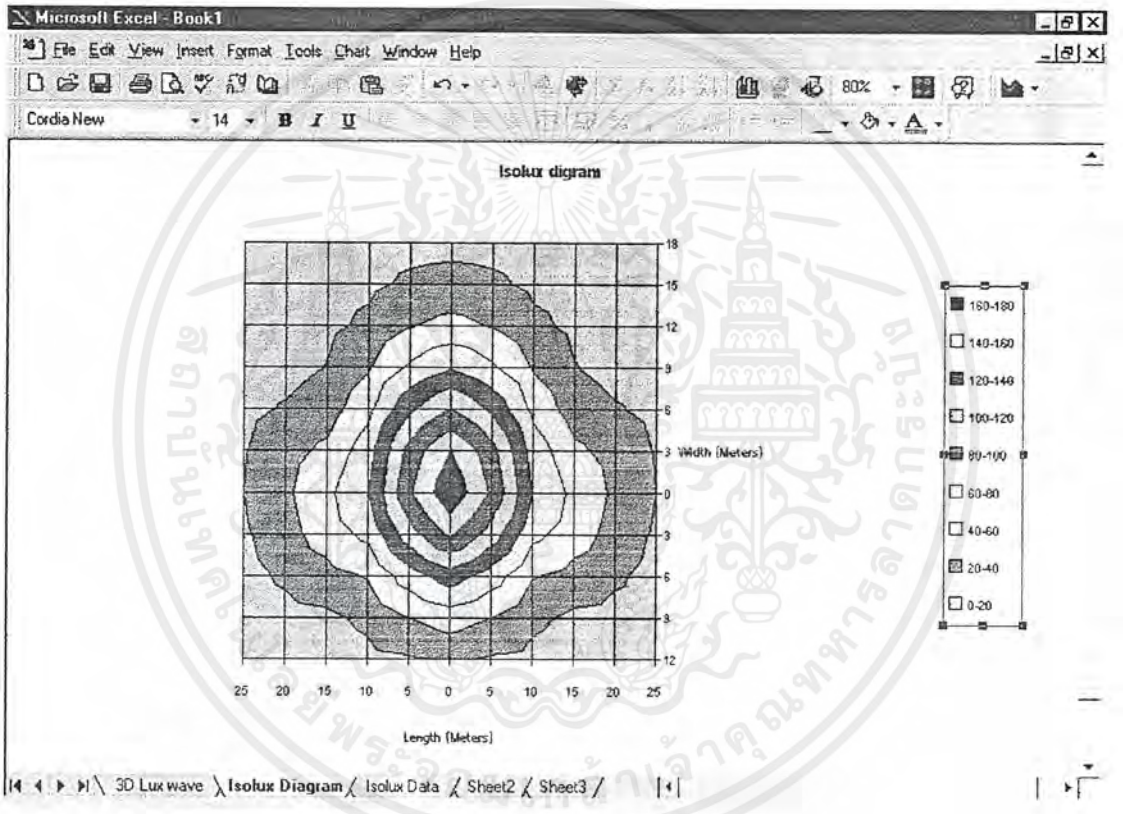
3. ผู้ใช้งานสามารถที่จะเรียกใช้งานโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อใช้ Application ต่างๆของโปรแกรม Microsoft Excel ที่เกี่ยวกับการแสดงกราฟมาแสดงผลของกราฟไอโซลักซ์ซึ่งทำให้สามารถแสดงผลได้มีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยจะแสดงในรูปของไอโซลักซ์สามมิติ(3-D Lux wave) และไอโซลักซ์สองมิติ(Isolux diagram) โดยการคลิ๊กที่ปุ่ม Excel โปรแกรมจะทำการเรียกโปรแกรม Microsoft Excel มาเพื่อแสดงผล ดังรูปที่ 4.11 และ 4.12 ตามลำดับ



รูปที่ 4.11 แสดงหน้าจอการใช้โปรแกรม Microsoft Excel แสดง 3-D Lux wave

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่าผู้ใช้งานสามารถที่เลือกได้ว่าต้องการที่จะให้แสดงผลผลได้ทั้งในตัวของโปรแกรมเอง ซึ่งสะดวกและรวดเร็วกว่าหรือต้องการให้แสดงผลในโปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งมี Application ต่างๆที่เกี่ยวกับการแสดงกราฟและสามารถที่จะปรับแต่งได้ทำให้สารถแสดงผลได้ดีมากขึ้นแต่ต้องเสียเวลามากในการเรียกใช้ตัวโปรแกรม Microsoft Excel และไม่สะดวกซึ่งขึ้อยู่กับผู้ใช้งานต้องการเลือกใช้งาน

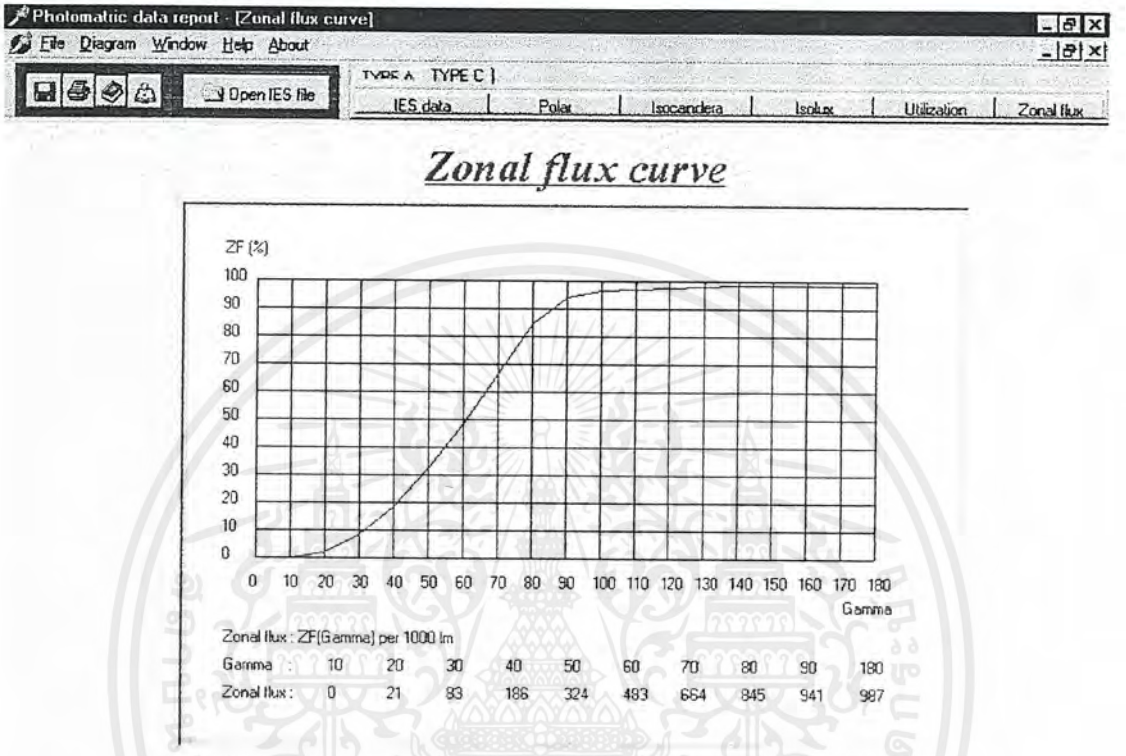


รูปที่4.12 แสดงหน้าจอการใช้โปรแกรม Microsoft Excel แสดงกราฟไอโซลักซ์

4.3.5 การรายงานผลในรูปของโซนอลฟลักซ์เคิร์ฟ

เมื่อได้ทำการเลือกข้อมูล IES fileแล้วและได้คลิ๊กปุ่ม Zonal flux บน Tab โปรแกรมจะทำการรายงานผลของดวงโคมไฟฟ้าในรูป Zonal flux curve โดยจะแสดงค่าในรูปของมุม Gamma (Vertical Plane) ตั้งแต่ 0 ถึง 180 องศา แสดงดังในรูปที่ 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



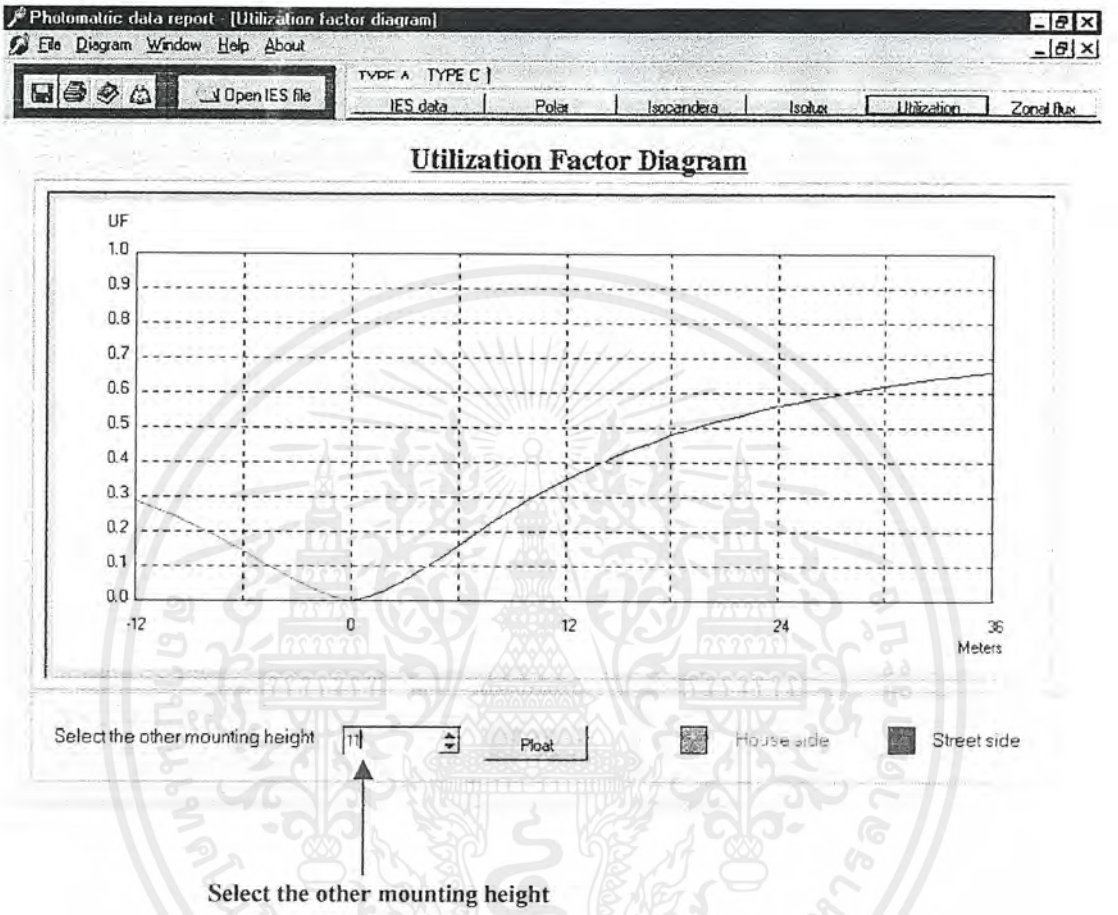
รูปที่ 4.13 แสดงหน้าจอการรายงาน Zonal flux curve

4.3.6 การรายงานผลในรูปของยูทิไลเซชันไดอะแกรม

เมื่อได้ทำการเลือกข้อมูล IES file ที่เป็นชนิดดวงโคมไฟฟ้า TYPE C แล้วและได้คลิ๊กปุ่ม Utilization บน Tab โปรแกรมจะทำการรายงานผลของดวงโคมไฟฟ้าในรูป Utilization diagram โดยจะแสดงอยู่ในรูปของความกว้างของถนน โดยจะแสดงทั้งฝั่ง Road side ซึ่งแสดงด้วยเส้นสีน้ำเงิน และฝั่ง House side ซึ่งแสดงด้วยเส้นสีแดง ซึ่งค่าเริ่มต้นที่แสดงจะแสดงที่ค่าการติดตั้งดวงโคมสูง 10 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 4.14

2. ผู้ใช้งานสามารถที่เลือกการแสดงยูทิไลเซชันไดอะแกรม ที่ค่าความสูงของการติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าที่ค่าอื่นๆได้ โดยการคลิ๊กที่ Select other mounting height และเลือกค่าความสูงที่ต้องการ ซึ่งเลือกได้มากที่สุด 15 เมตร และต่ำสุด5 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

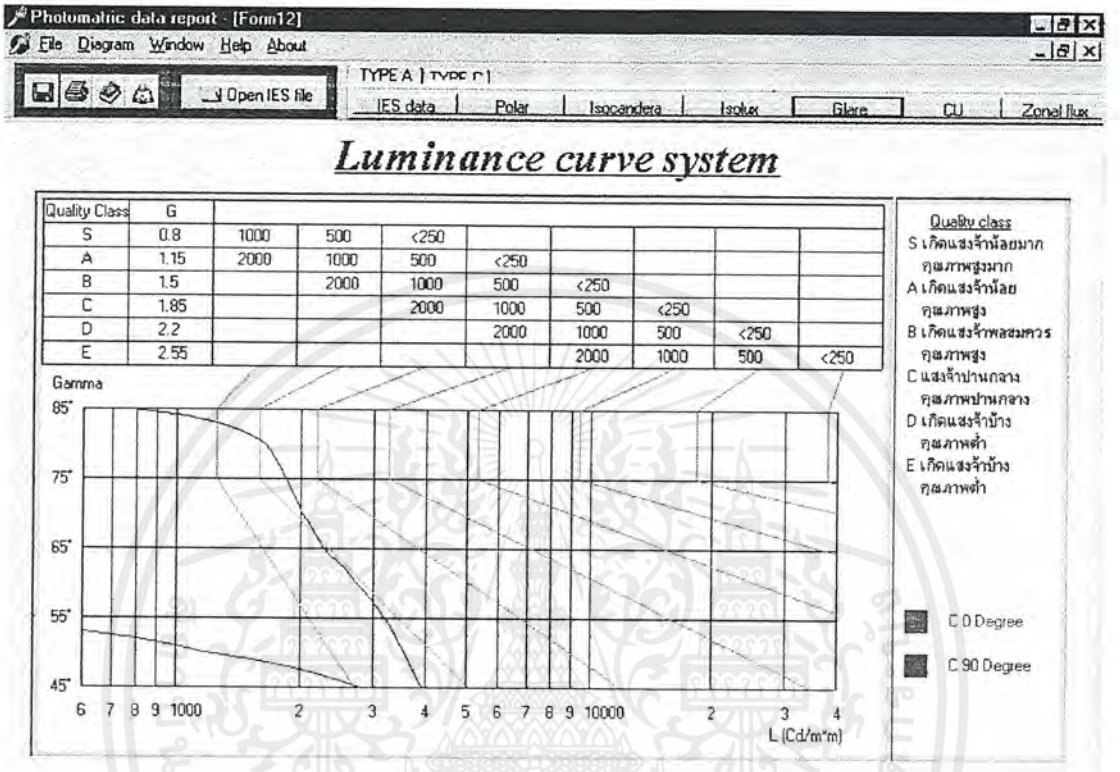


รูปที่ 4.14 แสดงหน้าจอการรายงานยูทิไลเซชันไดอะแกรม

4.3.7 การรายงานผลในรูปของ Glare limiting curve

เมื่อได้ทำการเลือกข้อมูล IES file ที่เป็นชนิดดวงโคมไฟฟ้า TYPE A และได้คลิ๊กปุ่ม Glare บน Tab โปรแกรมจะทำการรายงานผลของดวงโคมไฟฟ้าในรูป Glare limit curve โดยจะแสดงในระนาบ 0 องศาและ 90 องศา (0 องศา เส้นสีเขียว 90 องศา เส้นสีน้ำเงิน) โดยจะมีเส้นสีแดงเป็นเส้นที่แบ่งระดับควอลิตี้คลาสและค่าลักซ์ ต่างๆกัน ซึ่งระดับควอลิตี้คลาสต่างๆนั้นมีรายละเอียดอย่างคร่าวๆอยู่ใน Listbox ทางด้านขวา ดังแสดงในรูปที่ 4.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 แสดงหน้าจอการรายงานผล Glare limiting curve

4.3.8 การรายงานผลในรูปของตารางสัมประสิทธิ์การใช้แสง

เมื่อได้ทำการเลือกข้อมูล IES file ที่เป็นชนิดดวงโคมไฟฟ้า TYPE A แล้วและได้คลิ๊กปุ่ม CU โปรแกรมจะทำการรายงานผลของดวงโคมไฟฟ้าในรูปของตารางสัมประสิทธิ์การใช้แสง โดยจะแสดงค่าสัมประสิทธิ์การใช้แสงต่างๆซึ่งขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของ เพดาน , ฝาผนัง และพื้น รวมทั้งค่าดัชนีห้องที่ค่าต่างๆ และยังแสดงรายละเอียดของค่าเปอร์เซนต์ฟลักซ์ส่องลงด้านล่างและส่องขึ้นด้านบน ดังแสดงในรูปที่ 4.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Coefficient of uitilization table

INTERIOR LIGHTINR (TYPE A)
LUMINAIRE
LUMENS PER LAMP 500

DLOR 57.41%
ULOR 0.70%
S/Hm 0.50

REFL. CEILING (%)		70	70	70	50	50	50	30	30
FACTOR WALLS (%)		50	30	10	50	30	10	30	10
FLOOR (%)		10	10	10	10	10	10	10	10
ROOM INDEX	0.60	0.48	0.45	0.43	0.44	0.41	0.40	0.37	0.35
	0.80	0.54	0.51	0.48	0.49	0.45	0.43	0.40	0.38
	1.00	0.59	0.55	0.52	0.52	0.48	0.45	0.42	0.39
	1.25	0.63	0.59	0.56	0.56	0.52	0.49	0.43	0.40
	1.50	0.68	0.63	0.60	0.58	0.54	0.51	0.45	0.42
	2.00	0.73	0.68	0.64	0.62	0.58	0.54	0.47	0.44
	2.50	0.76	0.71	0.67	0.64	0.60	0.56	0.49	0.45
	3.00	0.79	0.75	0.70	0.66	0.62	0.58	0.50	0.47
	4.00	0.83	0.78	0.73	0.68	0.64	0.60	0.51	0.48
	5.00	0.85	0.80	0.76	0.71	0.66	0.62	0.52	0.49

รูปที่ 4.16 แสดงหน้าจอการรายผลของค่า Coefficient of utilization table

ทั้งหมดที่ได้กล่าวไปนี้ เป็นวิธีการใช้งานของโปรแกรม PDR ที่ได้จัดทำขึ้นมา เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการรายงานผลการทดสอบดวงโคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การนำเอาโปรแกรมไปประยุกต์ใช้งานในงานออกแบบ

จากบทที่ผ่านมา ได้แสดงให้เห็นถึงรายงานการทดสอบดวงโคมในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อที่จะทำให้ทราบถึงคุณสมบัติของดวงโคมนั้น ๆ แล้ว ยังสามารถที่จะนำผลการรายงานที่ได้นั้นมาทำการวิเคราะห์เพื่อที่จะใช้ในการออกแบบได้อีกด้วย จากการรายงานผลการทดสอบดวงโคมนั้น เราสามารถนำเอารายงานการทดสอบดวงโคมไปประยุกต์ใช้งานในการออกแบบ และ ติดตั้งได้ดังนี้

5.1 การประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ระบบแสงสว่างภายในอาคาร

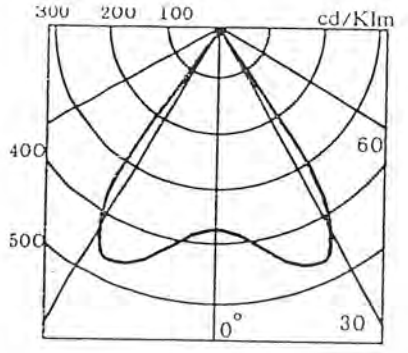
การออกแบบระบบแสงสว่างภายในนั้นมีสิ่งสำคัญที่จำเป็นต้องพิจารณาคือระดับแสงสว่างและคุณภาพของระบบแสงสว่าง ดังนั้นในการออกแบบสิ่งที่ต้องคำนึงถึงจะขึ้นอยู่กับเงื่อนไขดังนี้

- ระดับแสงสว่าง โดยระดับแสงสว่างนั้นจะต้องมีค่าที่ที่เหมาะสมกับพื้นที่ใช้งานที่ออกแบบหรือตามข้อกำหนดที่เป็นมาตราฐาน
- การกระจายความสว่างในทิศทางการมอง นั้นการออกแบบควรจะเลือกดวงโคมที่มีการกระจายความส่องสว่างในทิศทางที่เหมาะสมกับการติดตั้ง
- แสงจ้า ค่าแสงจ้านั้นทำให้การมองเห็นนั้นจะทำให้เกิดความไม่สบายในการมองและทำให้เกิดความเมื่อยล้า ดังนั้นในการออกแบบจะต้องเลือกชนิดของดวงโคมให้มีค่าแสงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้หรือตามข้อกำหนดที่เป็นมาตราฐาน

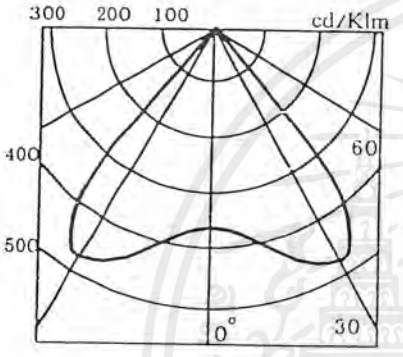
5.1.1 กราฟเส้นโค้งการกระจายแสง

กราฟเส้นโค้งการกระจายแสงนั้นสามารถบอกลักษณะการกระจายความเข้มแสงว่าเป็นไปในลักษณะอย่างไรได้ ดังนั้นกราฟเส้นโค้งการกระจายแสงจึงเป็นสิ่งสำคัญในการเลือกดวงโคมไฟฟ้า เพราะจะทำให้ทราบว่าดวงโคมไฟฟ้าดังกล่าวเหมาะสมกับการใช้งานและการติดตั้งหรือไม่ โดยกราฟการกระจายแสงของดวงโคมไฟฟ้าแบบต่างๆนั้นได้แสดงไว้ดังรูปที่ 5.1 ซึ่งได้แสดงไว้เพื่อให้เข้าใจวิธีการอ่านกราฟแต่ละชนิดและเลือกชนิดการใช้งานให้เหมาะสมได้อย่างคร่าวๆได้

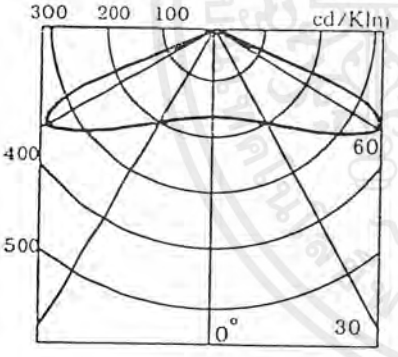
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



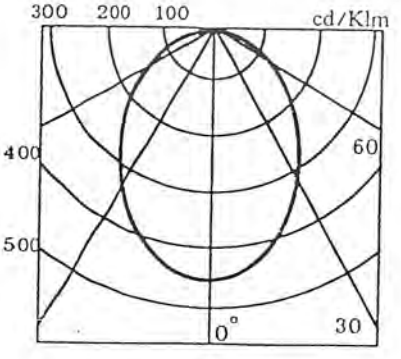
ลักษณะกราฟกระจายแสงของโคมไฟส่องลงมาตรฐานทั่วไป ซึ่งมีลักษณะเหมือนปีกผีเสื้อ เพื่อให้ความส่องสว่างที่ไกลออกไปมีค่าความส่องสว่างที่พื้นเท่ากับที่ใต้โคม



โคมไฟส่องลงแต่มีการแผ่ออกไปด้านข้างมากกว่ารูปบน ทำให้แสงออกด้านข้างมาก โคมแบบนี้มีข้อเสียคือ เรื่องแสงบาดตา อาจมีผลทำให้การมองเห็นลำบากขึ้น ใช้กับงานที่ต้องการจำนวนติดตั้งโคมน้อย



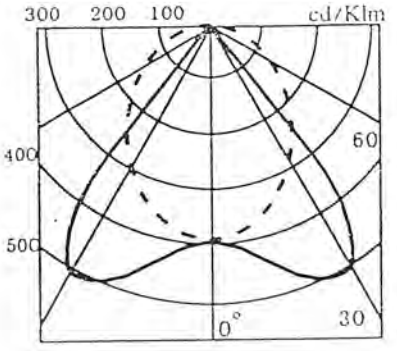
โคมมีลักษณะกางปีกกว้างมาก โดยทั่วไปเป็นคุณสมบัติของโคมไฟถนน เพราะต้องการการติดตั้งโคมห่างกันมากได้ โดยที่สามารถให้แสงกระจายสว่างสม่ำเสมอทั่วพื้นที่ เช่น โคมไฟถนนที่วางห่างกันถึง 40 เมตร เป็นต้น



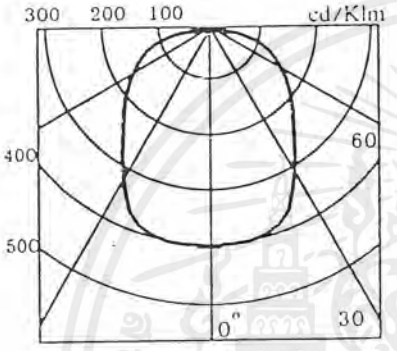
โคมไฟส่องลงแต่ไม่กางเหมือนปีกผีเสื้อ ดังนั้นความส่องสว่างที่ห่างจากศูนย์กลางใต้โคมออกไปก็มีความส่องสว่างน้อยลง ลักษณะของกราฟแบบนี้พิจารณาความกว้างของกราฟด้วย เช่น ถ้ากราฟแคบก็เหมาะสำหรับติดตั้งที่เพดานสูงเพื่อส่องให้ถึงพื้น

รูปที่ 5.1 แสดงกราฟเส้นโค้งการกระจายเข้มแสงของดวงโคมไฟฟ้าแบบต่างๆ

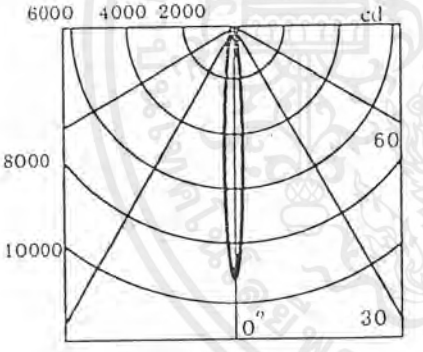
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



โคมไฟประเภทมีการกระจายแสงไม่สมมาตรรอบแกน เช่น **โคมไฟฟลูออเรสเซนต์** เป็นต้น มีกราฟกระจายแสงตามแนวยาวและแนวขว้างของโคมไม่เหมือนกัน แต่ให้สังเกตความเข้มแสงที่มุม 0 องศามีค่าเท่ากัน เพราะคือจุดเดียวกันนั่นเอง

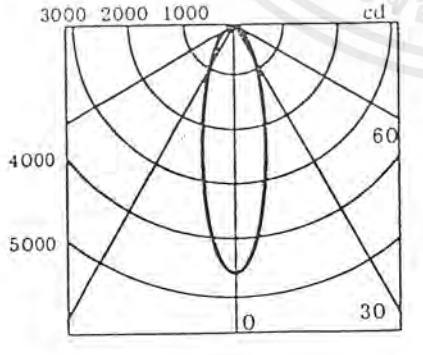


โคมมีความเข้มแสงที่มุมมากกว่า 45 องศา เมื่อเทียบกับกราฟกระจายแสงอื่นที่ผ่านมา โคมดังกล่าวนี้มีแสงบาดตามากกว่าโคมที่กล่าวมาแต่ต้นถ้าความเข้มแสงบาดตาที่มุมมากกว่า 45 องศามีค่าน้อย แสงบาดตาก็น้อยด้วย



โคมไฟมีกราฟกระจายแสงลงมามาก แบบนี้ให้แสงแบบสปอต คือมีความเข้มมากในทางเดียวเหมาะสำหรับการฉายภาพหรือส่องวัตถุเพื่อการส่องเน้น ตัวอย่างของหลอดที่ให้แสงแบบนี้ คือ หลอดฮาโลเจน 12V 50W 12องศา

โคมไฟแบบสปอตมักบอกเป็นแคนเดลาแทนที่จะเป็นแคนเดลาต่อกิโลลูเมน



โคมไฟแบบสปอตเหมือนแบบบนแต่ให้การส่องเน้นน้อยกว่าแบบบนเพราะลำแสงไม่บีบแคบมาก ตัวอย่างโคมที่มีลักษณะการกระจายแสงแบบนี้ได้แก่ หลอด PAR 38 แบบ Spot สังเกตหน่วยที่มุมขวาบนของกราฟจะเห็นว่าโคมไฟแบบสปอตบอกเป็น cd แทนที่จะเป็น cd/Klm แบบโคมไฟทั่วไป

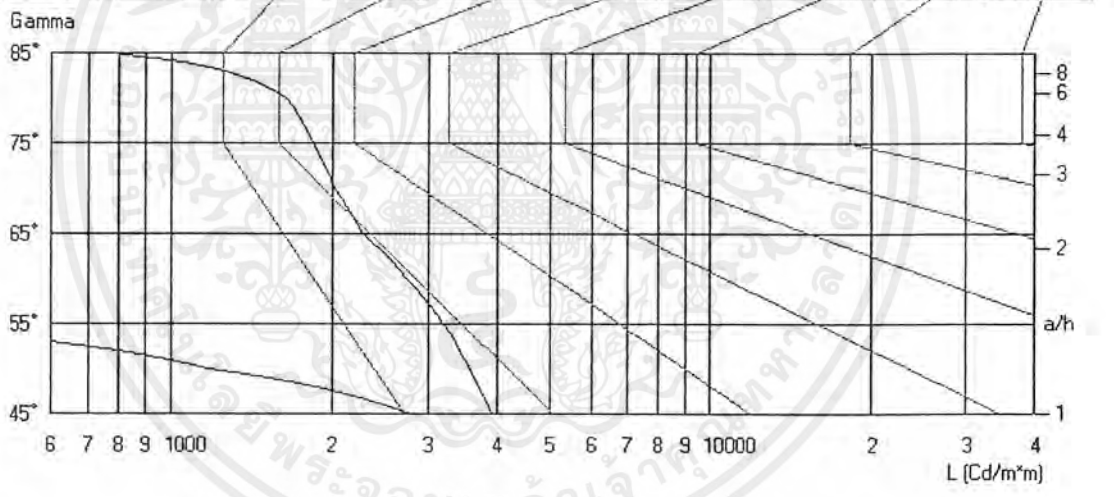
รูปที่ 5.1(ต่อ) แสดงกราฟเส้นโค้งการกระจายแสงของดวงโคมไฟฟ้าแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2 กราฟ Luminance Limiting Curve

กราฟ Luminance Limiting Curve จะใช้พิจารณาในการออกแบบเกี่ยวค่าแสงจ้าโดยในการเลือกระดับความเข้มแสงและระดับควอลิตีคลาส (ระดับค่าแสงจ้า) ที่ต้องการใช้การงานได้กราฟนี้ ดังเช่นแสดงในรูปที่ 5.2 ซึ่งเป็นข้อมูลของ FL 2-18.IES (ดวงโคมที่มีหลอดฟลูออเรนเซนต์ขนาด 18 วัตต์ จำนวน 2 หลอด) ที่ได้จากการใช้โปรแกรมรายงานผลการทดสอบ

Quality Class	G	Valid for Sevice Illumunance E (Lux)							
S	0.8	1000	500	<250					
A	1.15	2000	1000	500	<250				
B	1.5		2000	1000	500	<250			
C	1.85			2000	1000	500	<250		
D	2.2				2000	1000	500	<250	
E	2.55					2000	1000	500	<250



รูปที่ 5.2 แสดงการรายงานกราฟ Luminance Limiting Curve โดยใช้โปรแกรม

จากรูปที่ 5.2 จะเห็นได้ว่า ถ้าติดตั้งดวงโคมในลักษณะการมองอยู่ในแนวตามยาวของดวงโคมแล้วจะสามารถใช้กับงานที่ต้องการแสงจ้าน้อยมาก(คลาส S) โดยมีความเข้มแสงไม่เกิน 1,000 ลักซ์ แต่ถ้าติดตั้งดวงโคมในการมองอยู่ในแนวตั้งฉากกับดวงโคมแล้วจะสามารถใช้กับงานที่ต้องการแสงจ้าน้อยมาก(คลาส S) โดยมีความเข้มแสงไม่เกิน 250 ลักซ์ หรือใช้กับงานที่ต้องการแสงจ้าน้อย(คลาส A) โดยมีความเข้มแสงไม่เกิน 500 ลักซ์ หรือใช้กับงานที่ต้องการแสงจ้าน้อย(คลาส B) โดยมีความเข้มแสงไม่เกิน 1,000 ลักซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3 ตารางค่าสัมประสิทธิ์การใช้แสง

ตารางค่าสัมประสิทธ์การใช้แสงนั้นสามารถที่จะนำไปใช้ในการคำนวณแบบวิธีลูเมนได้ โดยใช้การคำนวณนี้กับพื้นที่ที่ต้องการความเข้มแสงสม่ำเสมอทั่วทั้งพื้นที่โดยคิดรวมผลของการสะท้อนของ เพดาน ผนัง และ พื้นด้วย โดยการคำนวณนั้นจะใช้สูตรการคำนวณดังนี้

$$E = \frac{N \times L \times MF \times CL}{A}$$

E คือค่าความเข้มแสง (ลักซ์)
N คือจำนวนหลอด
L คือปริมาณแสง (ลูเมนต่อหลอด)
MF คือแฟกเตอร์การบำรุงรักษา (ปกติใช้ 0.8)
CU คือค่าสัมประสิทธ์การใช้แสง
A คือพื้นที่ใช้งาน

โดยค่าความเข้มแสงขึ้นอยู่กับการออกแบบว่าต้องการให้พื้นที่ใช้งานนั้นมีค่าความเข้มแสงโดยเฉลี่ยเท่าใดหรือพิจารณาได้จากข้อกำหนดมาตราฐานของ CIE หรือ IES ได้ และการเลือกค่าสัมประสิทธิ์การใช้แสงนั้นสามารถเลือกได้จากตารางโดยจะต้องรู้ค่าของสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของ เพดาน ผนัง พื้น และค่าดัชนีห้อง (Room index) ซึ่งคำนวณได้จากสูตรการคำนวณดังนี้

$$k = \frac{LW}{(H_m (L + W))}$$

k คือค่าดัชนีห้อง
L คือค่าความยาวห้อง (เมตร)
W คือค่าความกว้างห้อง (เมตร)
H_m คือค่าความสูงของดวงโคมถึงพื้นที่ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของ เพดาน ผนัง พื้น และค่าดัชนีห้องแล้ว ก็นำไปเลือกค่าสัมประสิทธิ์การใช้แสงได้จากตารางและก็จะสามารถนำมาคำนวณหาจำนวนดวงโคมที่ต้องการจะติดตั้งได้

ห้องขนาด 6*10 เมตรสูง 2.7 เมตร ต้องการความเข้มแสง 200 ลักซ์บนพื้นผิวใช้งานที่อยู่สูงจากพื้น 0.7 เมตร โดยใช้ดวงโคมที่มีค่าตารางสัมประสิทธิ์การใช้แสงซึ่งได้จากข้อมูล FL 2-18.IES (ดวงโคมที่มีหลอดฟลูออเรนเซนต์ขนาด 18 วัตต์ จำนวน 2 หลอด) ที่ได้จากการใช้โปรแกรมรายงานผลการทดสอบ โดยให้ค่าการสะท้อนของเพดาน ผนัง และพื้นมีค่าเท่ากับ 70% ,50% และ 10% ตามลำดับ ดังรูปที่ 5.3

INTERIOR LIGHTINR (TYPE A)
LUMINAIRE
LUMENS PER LAMP 500

DLOR 57.41%
ULOR 0.70%
S/Hm 0.50

REFL. FACTOR									
CEILING (%)		70	70	70	50	50	50	30	30
WALLS (%)		50	30	10	50	30	10	30	10
FLOOR (%)		10	10	10	10	10	10	10	10
ROOM INDEX	0.60	0.48	0.45	0.43	0.44	0.41	0.40	0.37	0.35
	0.80	0.54	0.51	0.48	0.49	0.45	0.43	0.40	0.38
	1.00	0.59	0.55	0.52	0.52	0.48	0.45	0.42	0.39
	1.25	0.63	0.59	0.56	0.56	0.52	0.49	0.43	0.40
	1.50	0.68	0.63	0.60	0.58	0.54	0.51	0.45	0.42
	2.00	0.73	0.68	0.64	0.62	0.58	0.54	0.47	0.44
	2.50	0.76	0.71	0.67	0.64	0.60	0.56	0.49	0.45
	3.00	0.79	0.75	0.70	0.66	0.62	0.58	0.50	0.47
	4.00	0.83	0.78	0.73	0.68	0.64	0.60	0.51	0.48
	5.00	0.85	0.80	0.76	0.71	0.66	0.62	0.52	0.49

รูปที่ 5.3 แสดงตารางสัมประสิทธิ์การใช้แสงที่ได้จากการใช้โปรแกม

- ค่าดัชนีห้อง $k = \frac{10 \times 6}{(2 \times (10 + 6))} = 1.88$
- นำไปเลือกค่า CUในตารางที่ค่าการสะท้อนแสงของเพดาน ผนัง และพื้นเท่ากับ 70% , 50% , 10% จะได้ค่า CU เท่ากับ 0.71
- คำนวณจำนวนดวงโคมที่จะต้องติดตั้งให้ได้ความเข้มแสงตามต้องการ

$N = \frac{200 \times 10 \times 6}{1,000 \times 0.8 \times 0.71} = 21.12$ ประมาณได้เป็น 12 หลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่าจะต้องติดตั้งดวงโคมทั้งหมดอย่างน้อย 12 ดวงโคม โดยในการติดตั้งจะต้องคำนึงถึงค่าระยะห่างโคมต่อความสูงของดวงโคมถึงระดับพื้นที่ใช้งานด้วย ($\frac{S}{H_m}$) ซึ่งจากในตารางในรูปที่ 5.3 นั้นค่า $\frac{S}{H_m}$ นั้นมีค่าเท่ากับ 0.5 ดังนั้นในการติดตั้งต้องไม่ให้ค่าระยะห่างโคมต่อความสูงของดวงโคมถึงระดับพื้นที่ใช้งานนั้นมีค่าเกินนี้ เพราะจะทำให้การกระจายแสงไม่มีความสม่ำเสมอและอาจจะทำให้เกิดเงาขึ้นได้

5.2 การประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ระบบแสงสว่างไฟถนน

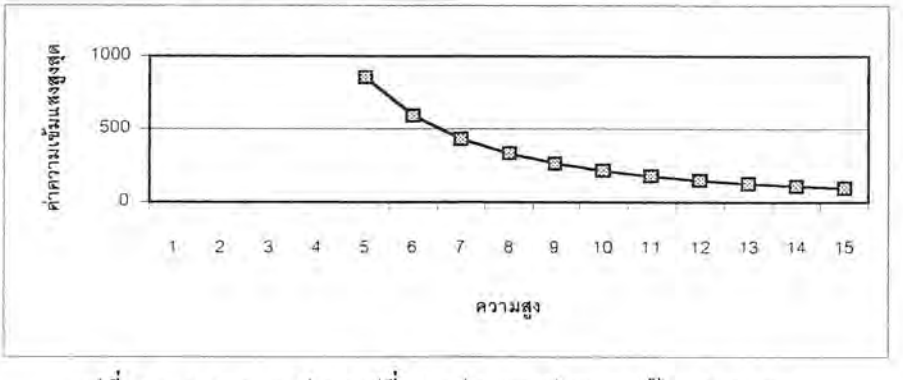
จากรายงานการทดสอบดวงโคมไฟถนนที่ได้แสดงไป สามารถที่จะทำการวิเคราะห์เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบระบบไฟถนนได้ดังนี้

5.2.1 ไอโซลักซ์

จากรายงานผลการทดสอบในรูปกราฟไอโซลักซ์ สามารถทำการวิเคราะห์ความเข้มแสงได้ โดยอาศัยสมการ

$$E_p = \sum^{n} \frac{I_{\gamma c} \cos^3 \gamma}{h^2}$$

จะเห็นได้ว่าค่าความเข้มแสงที่จุดใด ๆ นั้นขึ้นอยู่กับ ค่าความเข้มส่องสว่างที่มุม γ ในเพลน C นั้น ๆ ขึ้นกับมุม γ และสุดท้ายก็คือความสูง ซึ่งเป็นตัวแปรเดียวที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ จะเห็นได้ว่าค่าความเข้มแสงเป็นค่าผกผันกับความสูง ซึ่งได้ทำการเปรียบเทียบในรูปกราฟดังรูปที่ 5.4 ซึ่งเป็นข้อมูลของค่าความเข้มแสงสูงสุดในระดับความสูงต่าง ๆ ของข้อมูล 091250QR.IES



รูปที่ 5.4 แสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มแสงสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสูง	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ค่าความเข้ม แสงสูงสุด	852.8	592.2	432.1	333.1	263.2	213.2	176.2	198.1	126.1	108.8	94.8

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าความเข้มแสงสูงสุดในความสูงต่างๆ

จากกราฟและตาราง จะเห็นได้ว่าเมื่อค่าความสูงของเสาไฟเพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าของความเข้มแสงสูงสุดลดลง จากค่าในตารางสามารถที่จะนำไปวิเคราะห์เพื่อที่จะใช้ในการออกแบบติดตั้งดวงโคมไฟถนน เพื่อให้ได้ค่าความเข้มแสงตามที่ต้องการ

5.2.2 ยูทิไลเซชันแฟคเตอร์ไดอะแกรม

เป็นกราฟที่แสดงถึงแฟคเตอร์ที่เปรียบเทียบกันระหว่างค่าความเข้มแสงบนถนนกับความเข้มแสงบนทางเดิน โดยโคมไฟถนนที่ดีควรจะต้องมีค่ายูทิไลเซชันแฟกเตอร์บนถนนมากกว่าทางเดิน โดยค่ายูทิไลเซชั่นเฟคเตอร์สามารถหาได้จากสมการ

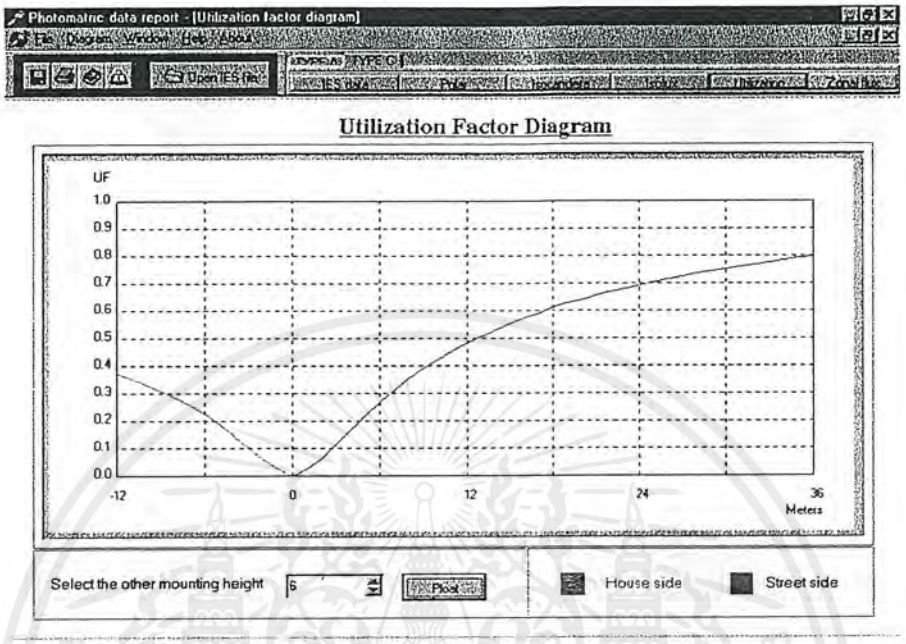
$$\eta = \frac{\phi_u}{\phi_L}$$

โดยที่ ϕ_U เป็นค่าฟลักซ์การส่องสว่างที่ตกบนพื้นถนน

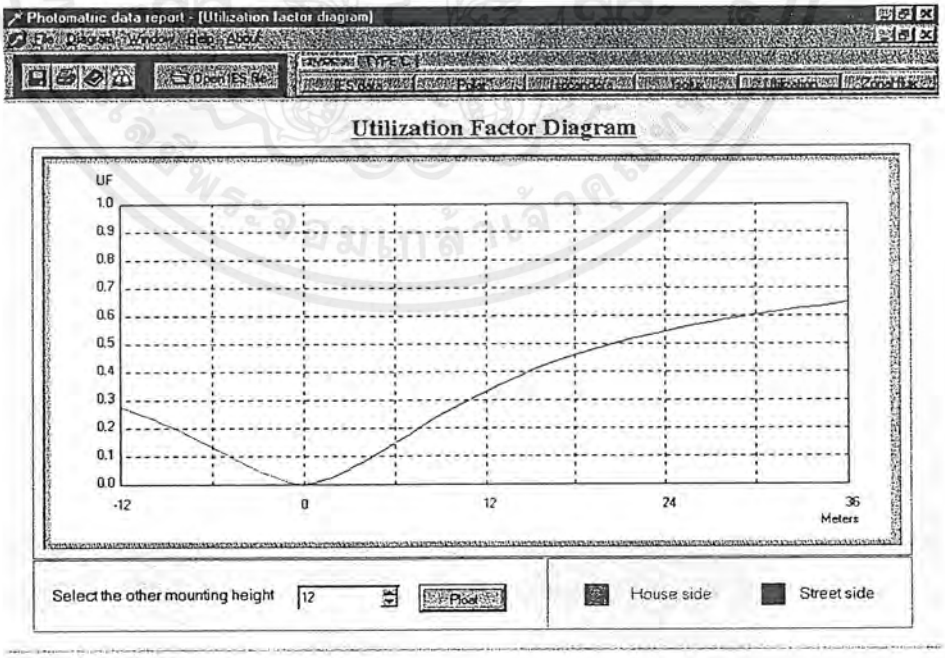
ϕ_L เป็นค่าฟลักซ์การส่องสว่างทั้งหมดที่กระจายมาจากหลอดไฟ

ซึ่งค่า ϕ_U นั้นขึ้นอยู่กับความสูง ซึ่งทำให้ค่ายูทิไลเซชันไดอะแกรมขึ้นอยู่กับความสูงด้วยเช่นกัน โดยดูจากการเปรียบเทียบกราฟของดวงโคมไฟถนนที่ความสูงต่างกัน 2 ค่า ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.5 แสดงกราฟยูทิไลเซชันที่ใช้เสาสูง 6 เมตร



รูปที่ 5.6 แสดงกราฟยูทิไลเซชันที่ใช้เสาสูง 12 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจะเห็นได้ว่า ยิ่งถ้าความสูงยิ่งมากขึ้นจะทำให้ค่ายูทิไลเซชันลดลงนั่นเอง ซึ่งค่ายูทิไลเซชันนี้สามารถนำไปใช้ในการหาค่าความเข้มแสงเฉลี่ยของถนนสายตรงที่มีระยะทางไม่จำกัดได้จากสูตร

$$E_{av} = \frac{n\phi_L\eta}{ws}$$

โดย ϕ_L คือ ค่าฟลักซ์การส่องสว่างของหลอดไฟที่ติดตั้งในดวงโคม

n คือ จำนวนของหลอดไฟต่อโคมไฟ 1 โคม

w คือ ความกว้างของถนน (เมตร)

s คือ ระยะห่างระหว่างดวงโคม (เมตร)

η คือ ค่ายูทิไลเซชันแฟกเตอร์

จากที่กล่าวมานี้เป็นการนำเอาโปรแกรมไปประยุกต์ใช้งาน ในการออกแบบและติดตั้งระบบแสงสว่างภายในและภายนอกอาคาร โดยอาศัยโปรแกรมนี้ในการช่วยเพื่อให้เกิดความสะดวกและมีประสิทธิภาพสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 บทสรุป

การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการรายงานการทดสอบดวงโคมนั้น สามารถรายงานผลการทดสอบดวงโคม โดยการนำเข้าข้อมูลมาตรฐาน IES แล้วนำมาทำการคำนวณโปรแกรมตามสูตรการคำนวณต่าง ๆ โดยที่ผู้ใช้งานโปรแกรมจะเป็นผู้เลือกดวงโคมที่จะนำมารายงานผล จากนั้นโปรแกรมก็จะทำการคำนวณ และแสดงรายงานผลการทดสอบดวงโคมดังต่อไปนี้

1. ดวงโคมไฟฟ้าภายใน มีการรายงานผลการทดสอบดวงโคมดังนี้
- เส้นโค้งการกระจายแสง
- ไอโซแคนเดลา ไดอะแกรม
- ไอโซลักซ์ ไดอะแกรม
- แกลร์
- สัมประสิทธิ์การใช้แสง
- โซนอลฟลักซ์
2. ดวงโคมไฟถนน มีการรายงานผลการทดสอบดวงโคมดังนี้
- เส้นโค้งการกระจายแสง
- ไอโซแคนเดลา ไดอะแกรม
- ไอโซลักซ์ ไดอะแกรม
- ยูทิไลเซชันแฟกเตอร์ไดอะแกรม
- โซนอลฟลักซ์

6.2 ข้อจำกัดและขอบเขตของโปรแกรม

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการรายงานผลการทดสอบดวงโคมที่ได้จัดทำขึ้นมานี้ ยังมีขอบเขตและข้อจำกัดอยู่หลายประการ ดังที่จะกล่าวต่อไปนี้

1. โปรแกรมคอมพิวเตอร์รายงานผลการทดสอบดวงโคมตัวนี้ ยังไม่สามารถรายงานผลการทดสอบดวงโคมฉาย (ชนิด B) ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ในการรายงานผลการทดสอบดวงโคม ในรูปแบบไอโซแคนเดลาไดอะแกรม นั้น ถ้าเกิดข้อมูลที่นำมารายงานผลมีค่าข้อมูลที่ใกล้เคียงกันมาก ก็จะทำให้โปรแกรมแสดงผลออกมาได้ไม่ดีนัก
3. ในการรายงานผลการทดสอบดวงโคม ในรูปแบบไอโซลักซ์ไดอะแกรม ก็จะคล้ายกับไอโซแคนเดลาไดอะแกรมต้องขึ้นอยู่กับข้อมูลที่นำมารายงานผล และบางข้อมูลเมื่อมีการเพิ่ม หรือ ลด ความสูงของเสา รายงานการทดสอบก็อาจจะเกิดข้อผิดพลาดได้
4. โปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้ยังไม่สามารถรายงานผลของกราฟในรูปไอโซลูมิแนนซ์ได้

6.3 ข้อเสนอแนะ

จากข้อจำกัดที่ได้กล่าวไป แนวทางสำหรับผู้ที่สนใจพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้ คือ ควรที่จะพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้สามารถรายงานผลการทดสอบดวงโคมประเภทโคมฉายได้ รวมทั้งสามารถรายงานผลการทดสอบไฟถนนในรูปกราฟไอโซลูมิแนน์ได้ และสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดบางประการของโปรแกรมรายงานผลการทดสอบตัวนี้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ศัพท์และนิยามทางแสงที่เกี่ยวข้อง

ในงานด้านวิศวกรรมการส่องสว่าง มีศัพท์ที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

ฟลักซ์การส่องสว่าง (luminous flux) เขียนย่อโดย ϕ เป็นพลังงานแสงสว่างที่แผ่ออกจากแหล่งกำเนิดแสงสว่าง มีหน่วยเป็น ลูเมน

ความเข้มส่องสว่าง (Luminious intensity) เขียนย่อด้วย I เป็นความหนาแน่นของฟลักซ์การส่องสว่างจากแหล่งกำเนิดแสงในทิศทางใด ๆ ต่อมุมเชิงของแข็ง มีหน่วยเป็นแคนเดลา

ความเข้มแสง (illuminance) เขียนย่อด้วย E คือฟลักซ์การส่องสว่างที่ตกกระทบส่วนย่อยส่วยหนึ่งของพื้นผิวนันหารด้วยพื้นที่ส่วนย่อยนั้น โดยถาพื้นที่มีหน่วยเป็นตารางเมตร ความเข้มแสงจะมีหน่วยเป็นลักซ์ แต่ถ้าพื้นที่มีหน่วยเป็นตารางฟุต ความเข้มแสงจะมีหน่วยเป็น footcandle โดยที่ 1 footcandle = 10.764 ลักซ์

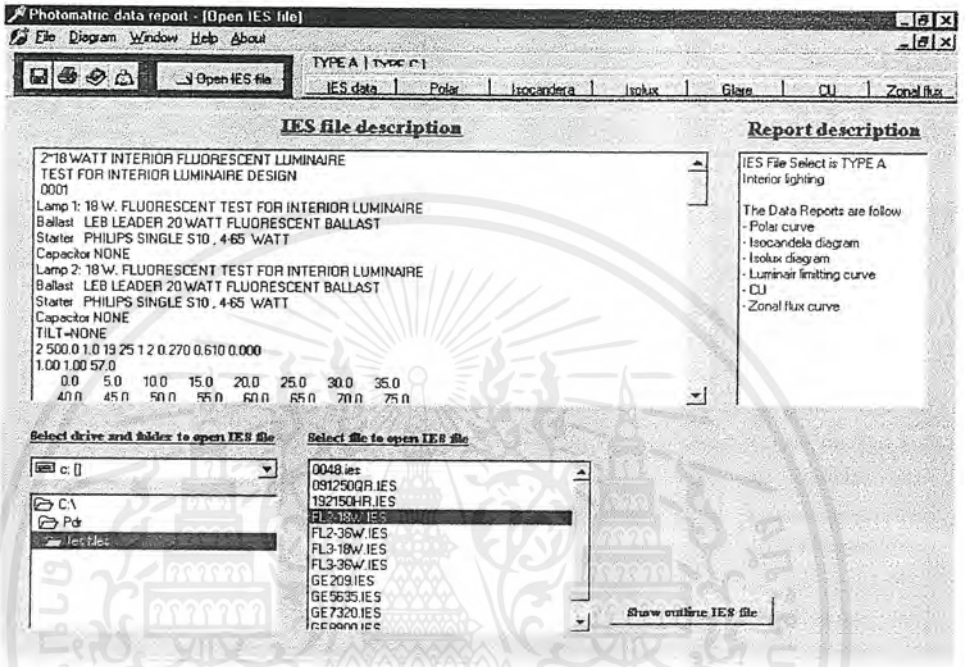
ความส่องสว่าง (luminance) เขียนย่อด้วย L คือค่าความเข้มส่องสว่างในทิศทางที่มองพื้นที่ย่อยนั้น หารด้วยพื้นที่ของส่วนย่อยนั้นในทิศตั้งฉยกกับทิศทางที่มอง นั่นคือ ความรู้สึกของตาในความส่องสว่างของพื้นผิวที่ส่องสว่างหรือถูกส่องสว่าง หน่วยที่ใช้วัดคือ แคนเดลาต่อตารางเมตร

แสงจ้า (glare) คือ ความสว่างจ้าที่เกิดจากแหล่งกำเนิดแสงที่มีความสว่างมากเกินไปเมื่อเทียบกับความส่องสว่างโดยทั่วไป อันก่อให้เกิดความไม่สบายในการมองเห็น อาการระคายตาทำให้ดวงตาเมื่อยตาและรบกวนต่อการมองเห็น

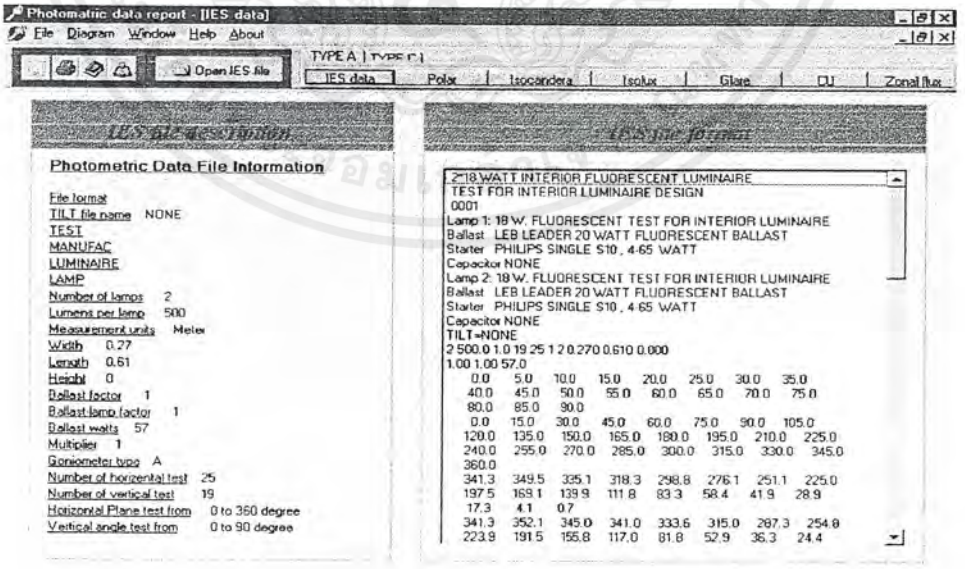
แสงจ้าพร่านัยน์ตา (disability glare) ในการมองวัตถุให้ได้ความชัดเจนนั้น ภาพของวัตถุนั้นจะต้องตกลงบนเรตินาภายในดวงตา แต่หากมีแสงที่อยู่ข้างเคียงกับวัตถุที่มองส่องเข้าสู่ดวงตาจะทำให้เสมือนมีม่านบาง ๆ กั้นภาพที่มองนั้นไว้ก่อนที่จะถึงเรตินา เป็นผลทำให้ภาพของวัตถุไม่ชัดเจน ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่าเกิดแสงจ้าพร่านัยน์ตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการแสดงรายงานผลการทดสอบดวงโคมภายในอาคาร

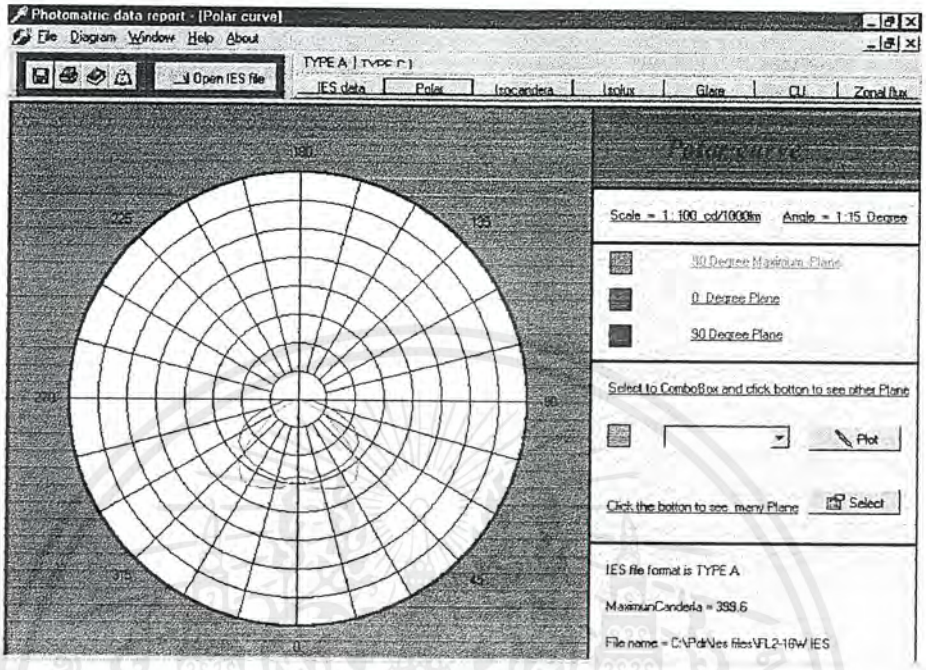


หน้าจอแสดงรายละเอียดของข้อมูลที่นำมาทดสอบและรายงานผล

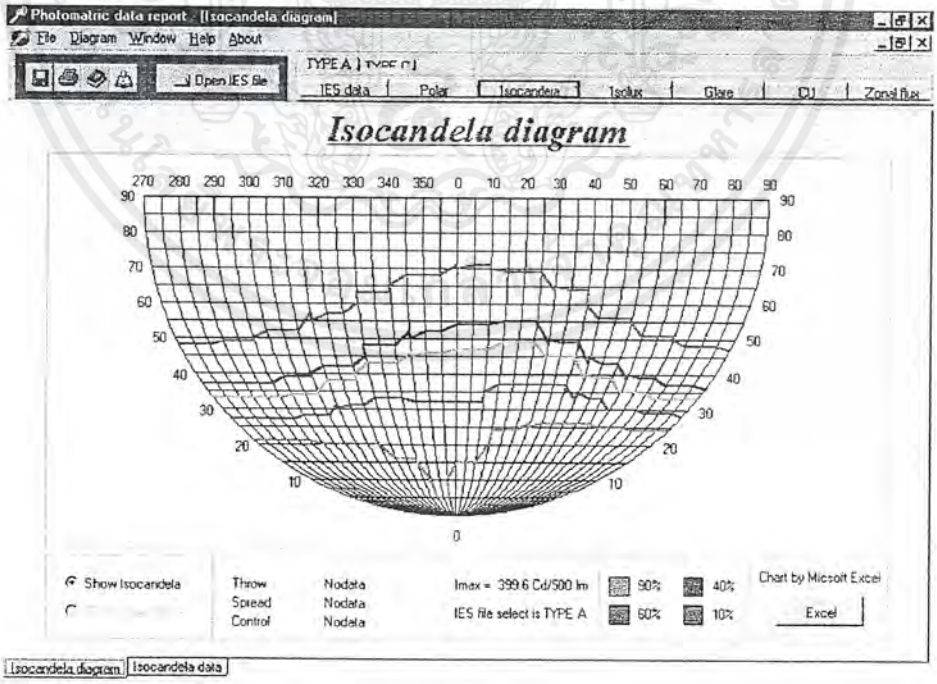


แสดงรายงานรายละเอียดของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

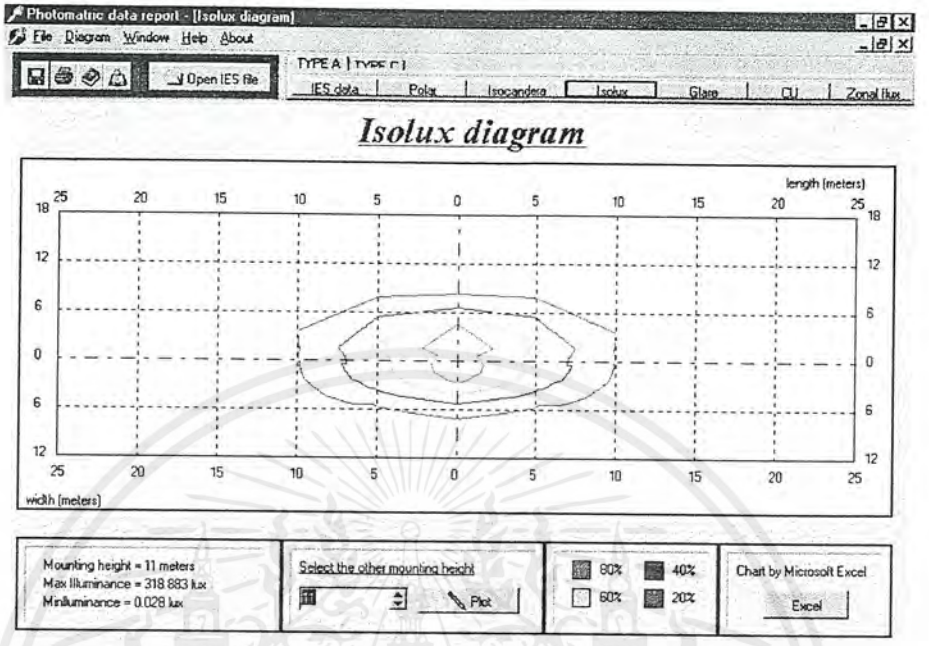


แสดงรายงานผลในรูปกราฟเส้นโค้งการกระจายแสง

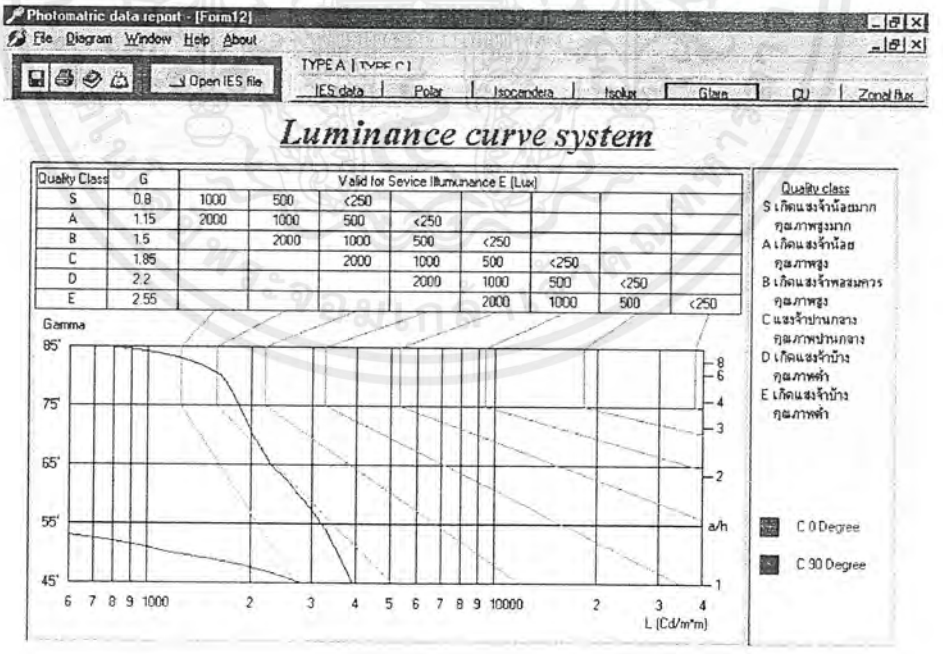


แสดงรายงานผลในรูปกราฟไอโซแคนเดลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงรายงานผลในรูปกราฟไอโซลักซ์



แสดงรายงานผลในรูปกราฟ Luminaire limiting Curve

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

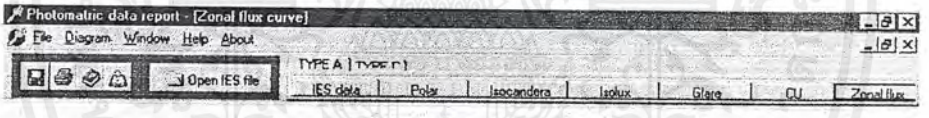
Coefficient of uitilization table

INTERIOR LIGHTINR (TYPE A)
LUMINAIRE
LUMENS PER LAMP 500

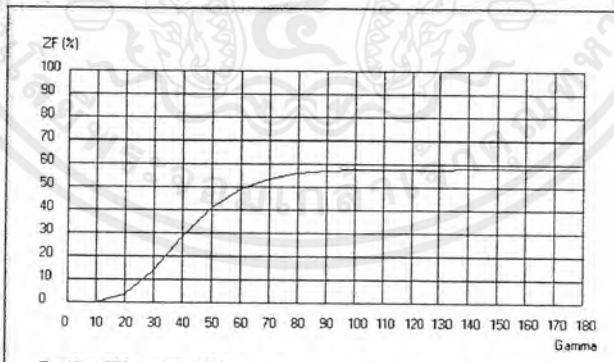
DLOR 57.41%
ULOR 0.70%
S/Hm 0.50

REFL. FACTOR	CEILING (%)	70	70	70	50	50	50	30	30
	WALLS (%)	50	30	10	50	30	10	30	10
	FLOOR (%)	10	10	10	10	10	10	10	10
ROOM INDEX	0.60	0.48	0.45	0.43	0.44	0.41	0.40	0.37	0.35
	0.80	0.54	0.51	0.48	0.49	0.45	0.43	0.40	0.38
	1.00	0.59	0.55	0.52	0.52	0.48	0.45	0.42	0.39
	1.25	0.63	0.59	0.56	0.56	0.52	0.49	0.43	0.40
	1.50	0.68	0.63	0.60	0.58	0.54	0.51	0.45	0.42
	2.00	0.73	0.68	0.64	0.62	0.58	0.54	0.47	0.44
	2.50	0.76	0.71	0.67	0.64	0.60	0.56	0.49	0.45
	3.00	0.79	0.75	0.70	0.66	0.62	0.58	0.50	0.47
	4.00	0.83	0.78	0.73	0.69	0.64	0.60	0.51	0.48
	5.00	0.85	0.80	0.76	0.71	0.66	0.62	0.52	0.49

แสดงรายงานผลในรูปตารางสัมประสิทธิ์การใช้แสง



Zonal flux curve



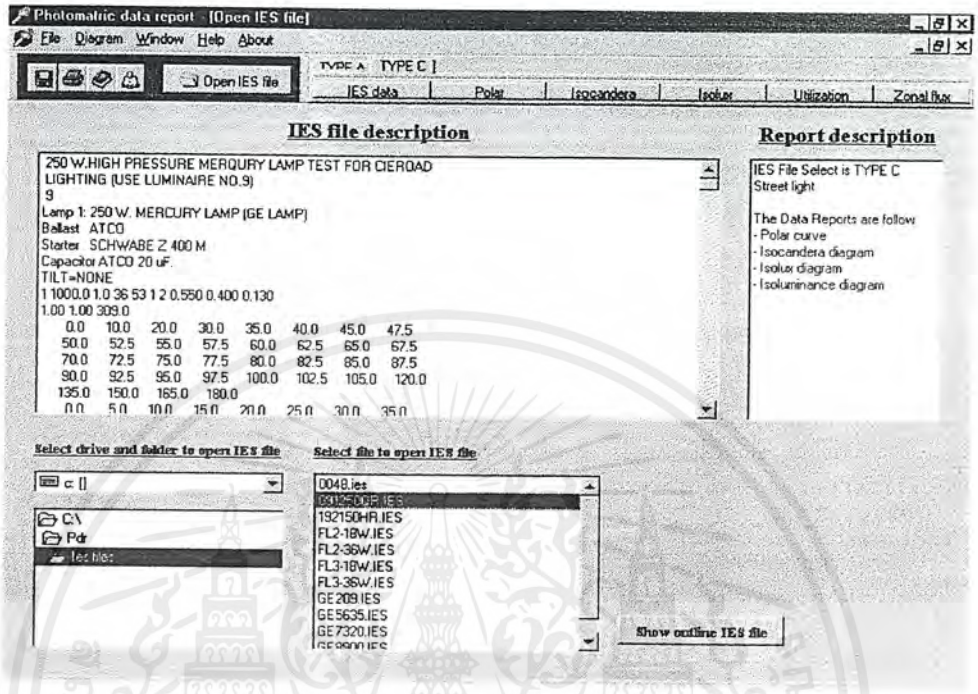
Zonal flux : ZF(Gamma) per 1000 lm

Gamma :	10	20	30	40	50	60	70	80	90	180
Zonal flux :	0	35	139	283	408	489	536	559	571	581

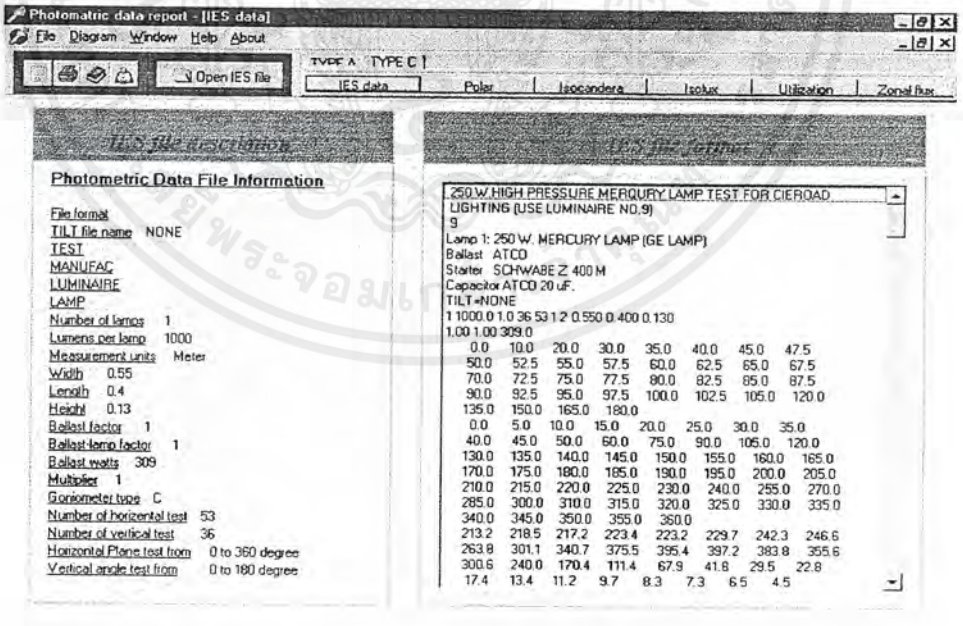
แสดงรายงานผลในรูปกราฟโซนอลฟลักซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการแสดงรายงานผลการทดสอบดวงโคมไฟฟ้า

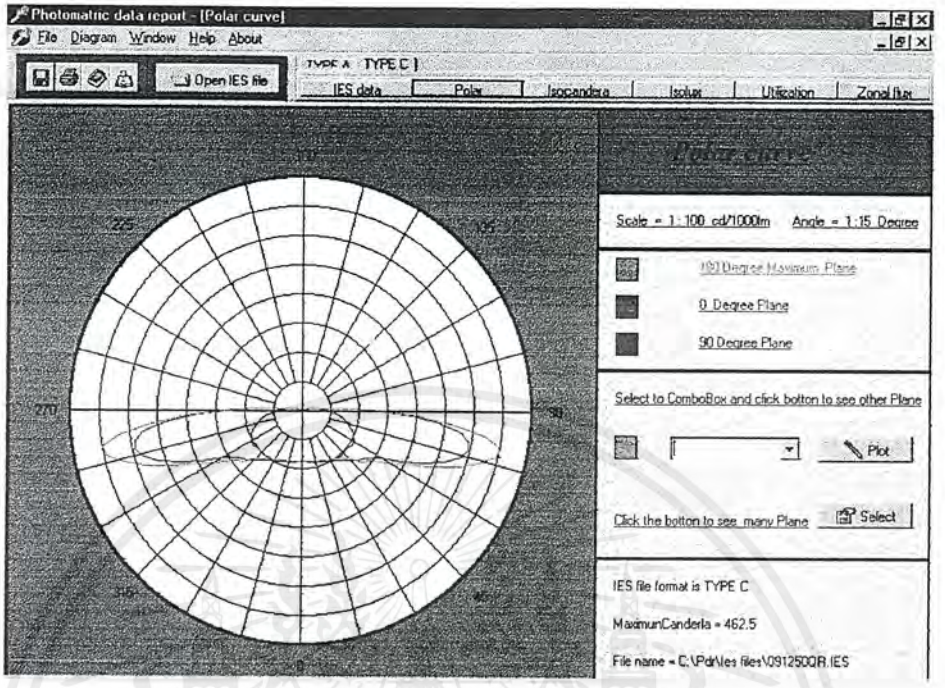


หน้าจอแสดงของข้อมูลที่นำมาทดสอบและรายงานผล

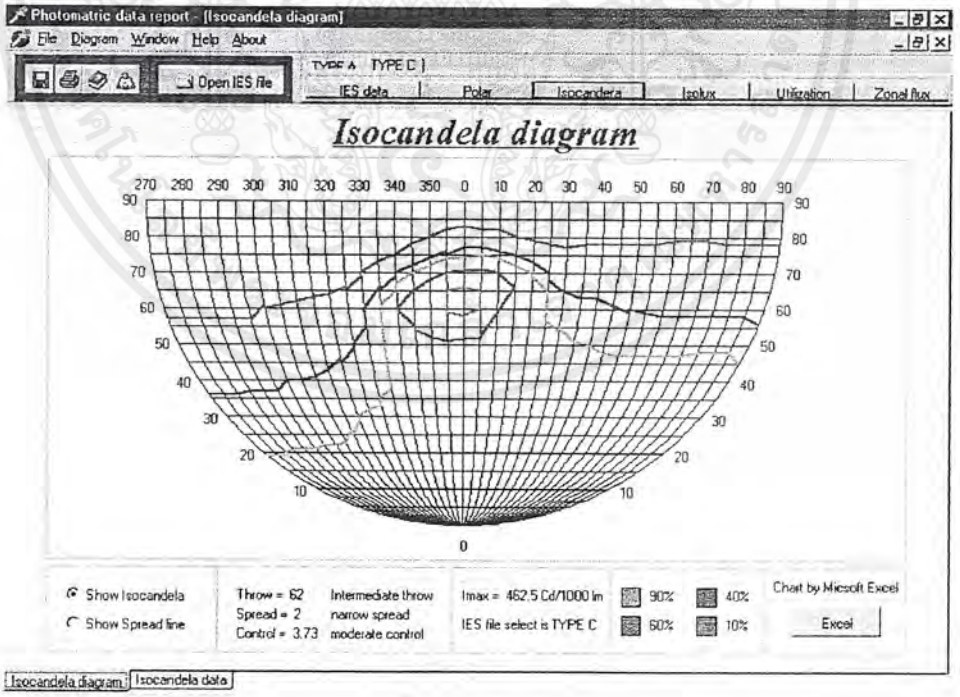


แสดงรายละเอียดของข้อมูลที่นำมาทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

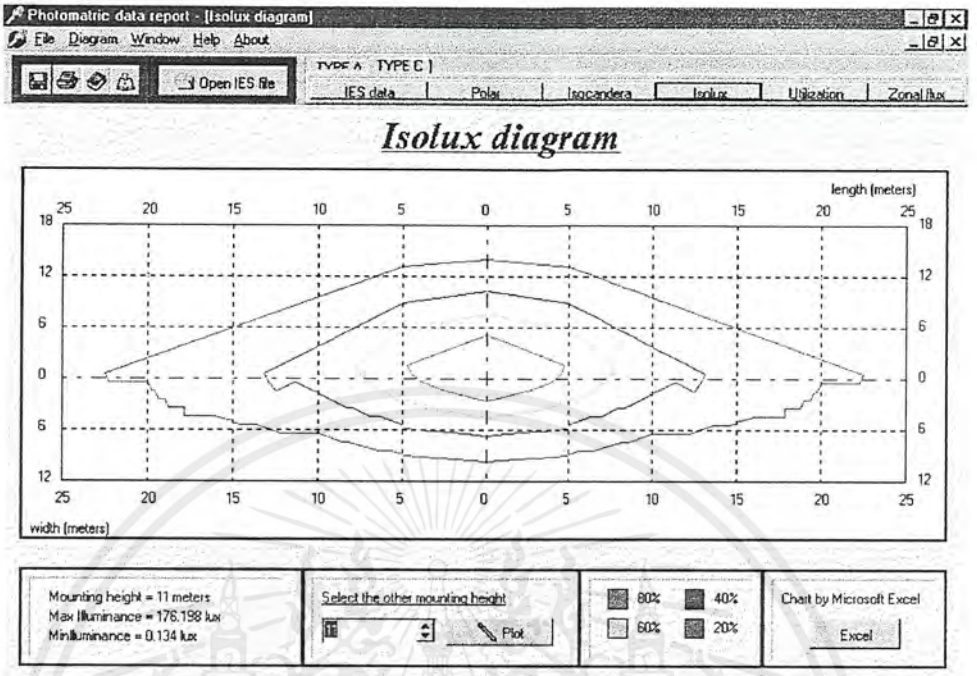


แสดงรายงานผลในรูปกราฟเส้นโค้งการกระจายแสง

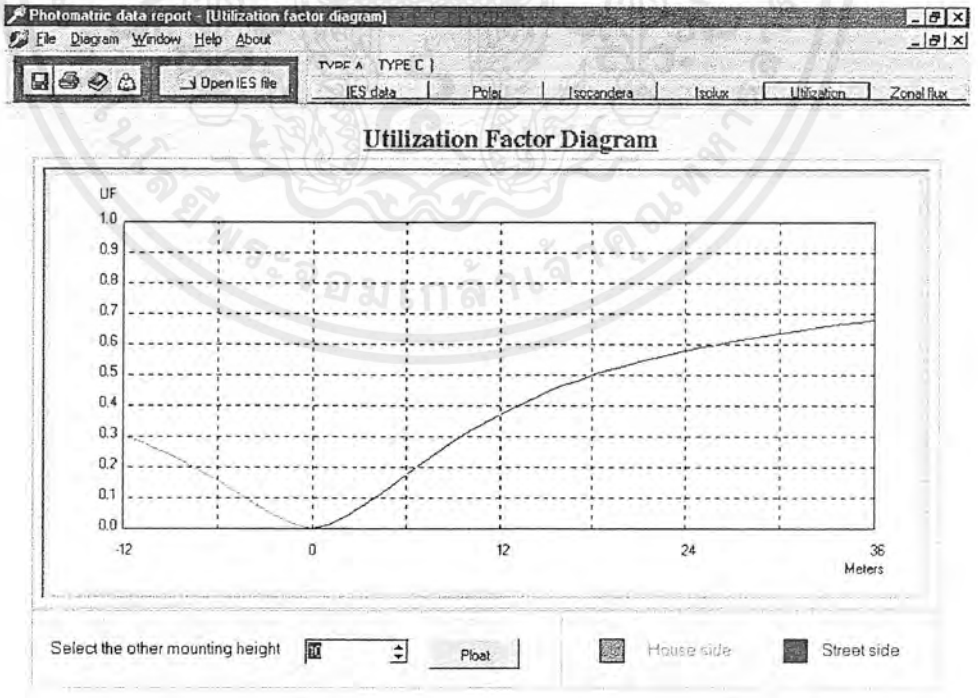


แสดงรายงานผลในรูปกราฟไอโซแคนเดลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

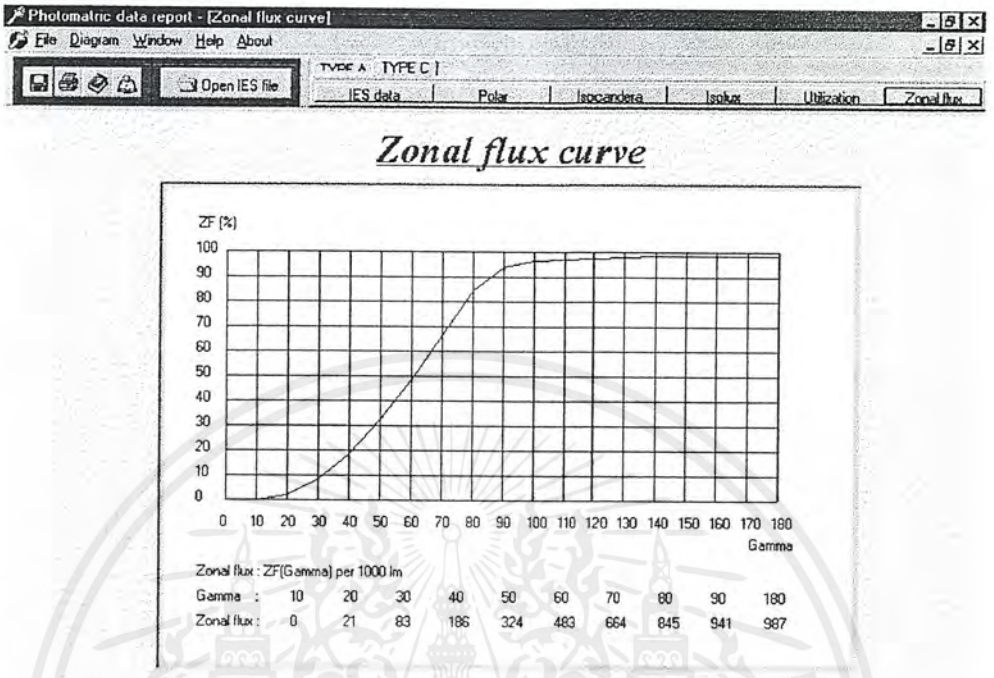


แสดงรายผลในรูปกราฟไอโซลักซ์



แสดงรายงานผลในรูปกราฟยูทิไลเซชันแฟกเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงรายงานผลในรูปกราฟโซนอลฟลักซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีจากความช่วยเหลือจากอาจารย์และบุคคลหลายท่าน

รศ. ศุลี บรรจงจิตร

อาจารย์ ชาย ชมภูอินไหว

อาจารย์ เชาว์ ชมภูอินไหว

ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ อย่างทุ่มเทในโครงงานและปริญญานิพนธ์ นี้

ขอขอบคุณภาควิชาไฟฟ้ากำลัง อาจารย์และเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ช่วยอำนวยความสะดวกเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และให้คำปรึกษาที่ดีเสมอมา

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยช่วยเหลือให้คำปรึกษาและกำลังใจในการทำโครงงานและปริญญานิพนธ์

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ และน้อง ๆ ที่คอยช่วยเหลือในทุกเรื่องและกำลังใจที่ดีเยี่ยมตลอดการทำงานและตลอดเวลาในการเรียน

ขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังสำหรับทุกสิ่งทุกอย่างที่เกิดขึ้นที่นี่

ขอขอบพระคุณสำหรับบุญคุณอันยิ่งใหญ่ที่สุดคือ คุณพ่อ คุณแม่ ของพวกเราทั้งสองที่คอยห่วงใยให้กำลังใจและสมองที่ดีกับเรา ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ เรื่องแก่พวกเราตลอดเวลาไม่เคยเปลี่ยนแปลง

วรรณศักดิ์ คงดี

วิศิษฐ์ พงศ์วรทรัพย์

สมศักดิ์ สิงห์วาหะนนท์

อรรถพร มุสิกนิลพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ศุลี บรรจงจิตร , "วิศวกรรมการส่องสว่าง" , บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน) , 2538

มงคล ทองสงคราม , "วิศวกรรมการส่องสว่าง" , บริษัท รามาการพิมพ์ จำกัด

The Illuminating Engineerimg Society of North America. IES Standard File Format for Electronic Transfer Photometric Data and Related Information , NewYork , 1991

Jack L.Lindsey , "Applied Illumination Engineer" , Fairmont Press , Lindburn , 1991

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะผู้จัดทำ

นาย วรรณศักดิ์ คงดี (เจ)
7 หมู่ 2 วัดเจ้าฟ้า ต. สวนดอกไม้ อ. เสาไห้ จ. สระบุรี 18110
โทรศัพท์ (036) 332-208

นาย วิศิษฐ์ พงศ์วรทรัพย์ (เล็ก)
26/225 ซ. เอกชัย 81 ถ.เอกชัย แขวง บางบอน เขตบางบอน กรุงเทพฯ 10150
โทรศัพท์ 899-5276

นาย สมศักดิ์ สิงห์วาหะนนท์ (นนท์)
95/468 หมู่ 1 ต. บ้านใหม่ อ. สามพราน จ. นครปฐม
โทรศัพท์ 865-8074

นาย อรรถพร มุสิกนิลพันธุ์ (เล็ก)
1/11 ซ. ชินเขต 1/15 ถนน งามวงศ์วาน แขวง ทุ่งสองห้อง เขต หลักสี่ กรุงเทพฯ 10210
โทรศัพท์ 589-1054

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้