สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบไฟถนน

Computer Aid Program For Roadway lighting Design

โดย

นายอัครัช บรรจงศิลป์
นายสัญญา บำรุงกิจเจริญ
นายสุรพงษ์ อังคสุโข
นายอรรถพล เง่าพิทักษ์กุล

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. ศุลี บรรจงจิตร
อ.เชาว์ ชมภูอินไหว

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 45955
วัน, เดือน, ปี 26 ก.พ. 2546

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2544

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบไฟถนน

Computer Aid Program For Roadway lighting Design

โดย

นายอัครัช บรรจงศิลป์
นายสัญญา บำรุงกิจเจริญ
นายสุรพงษ์ อังคสุโข
นายอรรถพล เง่าพิทักษ์กุล

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. ศุลี บรรจงจิตร
อ.เชาว์ ชมภูอินไหว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2544

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบไฟถนน

ผู้จัดทำ

1.นายอัครัช	บรรจงศิลป์	42015121
2.นายสัญญา	บำรุงกิจเจริญ	42015146
3.นายสุรพงษ์	อังคสุโข	42015153
4.นายอรรถพล	เง่าพิทักษ์กุล	42015159

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ. ศุลี บรรจงจิตร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.เชาว์ ชมภูอินไหว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบไฟถนน

นายอัครัช บรรจงศิลป์
นายสัญญา บำรุงกิจเจริญ
นายสุรพงษ์ อังคสุโข
นายอรรถพล เง่าพิทักษ์กุล
รศ. ศุลี บรรจงจิตร อาจารย์ที่ปรึกษา
อ.เชาว์ ชมภูอินไหว อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2544

บทคัดย่อ

เนื่องจากในสภาวะปัจจุบันมีการสร้างถนนต่างๆมากมาย ถนนเหล่านี้จำเป็นจะต้องมีระบบแสงสว่างเพื่อความสวยงามและแลเห็นเด่นชัด แต่การที่จะออกแบบแสงสว่างเหล่านี้ยังมีปัญหาและอุปสรรคอยู่มาก อาทิเช่น ทำอย่างไรถึงจะมีแสงสว่างตามมาตรฐาน CIE, ไม่มีแสงจ้าระคายตาจนเกินไปและยังต้องคำนึงถึงความสวยงามที่จะเกิดขึ้น ข้อจำกัดเหล่านี้บางครั้ง ทำให้เราไม่สามารถออกแบบการติดตั้งโคมไฟชนิดต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ โปรแกรมออกแบบโคมไฟถนนที่เขียนขึ้น เพื่อสามารถติดตั้งระบบแสงสว่างที่ใช้โคมไฟถนนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยผู้ใช้เพียงแต่ป้อนข้อมูลลงไปในโปรแกรม หรือจะให้โปรแกรมช่วยออกแบบก็จะได้ผลลัพธ์ออกมาอย่างรวดเร็วและแม่นยำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Computer Aid Program For Roadway lighting Design

Akkaratch Bunchongsilp
Sunya Bumrungkitchroen
Surapong Angkasukho
Atthapol Ngaopitakkul
Assc. Prof. Sulee Banjongjit Advisor
Lecturer Chow Chompoo-inwai Advisor
2001

Abstract

Nowadays, there is a high increase in road which is also need to be systemized for illumination for both beauty and outstandingness. But in designing the illumination system causes us thousand of problems and difficulties like how can we set the light to meet the CIE Standard, not too bright that will irritate the users' eyes, and most of all we must consider the beauty of the appearance as a basis. All of these limitations sometimes restrict us from designing the illumination systems effectively Consequently, this program that will help in designing roadway light. In order to be most efficient and accurate in setting the illumination systems and all the users have to do is to put all the data into this program or they may let the program help to designing and immediately the result will be shown with accuracy.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
สารบัญ	III
สารบัญรูป	V
สารบัญตาราง	X
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและการดำเนินงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 ศัพท์และนิยามทางแสงที่เกี่ยวข้อง	3
2.2 สีของแสง	6
2.3 ชนิดของดวงโคม	13
2.4 หลอดไฟฉนน	27
2.5 การออกแบบระบบแสงสว่างไฟฉนน	33
2.6 ลักษณะของแฟ้มข้อมูลแบบ IES	43
2.7 การแสดงค่าความเข้มแสง	60
2.8 การคำนวณความเข้มแสงโดยวิธี Point by point	64
2.9 แสงจ้า	69
บทที่ 3 การออกแบบและวิธีใช้งานโปรแกรม	77
3.1 การออกแบบโปรแกรม	77
3.2 วิธีใช้งานโปรแกรม	87
บทที่ 4 ผลการทดสอบ	108
4.1 การคำนวณไฟฉนน (Roadway Calculation)	108
4.2 การออกแบบไฟฉนน (Roadway Design)	114

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	116
5.1 สรุปผลการทดลอง	116
5.2 ข้อเสนอแนะ	116
กิตติกรรมประกาศ	117
เอกสารอ้างอิง	118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 การหาค่าความส่องสว่าง	3
รูปที่ 2.2 ความหมายของความเปรียบต่าง	4
รูปที่ 2.3 ความเข้มแสงและความส่องว่างที่มองเห็น ตำแหน่งและระยะที่สังเกต	5
รูปที่ 2.4 ระบบสีแบบมันเซลล์	7
รูปที่ 2.5 ไดอะแกรมของสี	8
รูปที่ 2.6 ไดอะแกรมสีของ CIE ที่แสดงเส้นแพลนเคียนโลกัส (P) และเส้นคงที่อุณหภูมิสีที่เทียบเคียง	9
รูปที่ 2.7 ค่าความเข้มแสงที่แนะนำสำหรับแหล่งกำเนิดแสงที่มีอุณหภูมิต่างกัน	10
รูปที่ 2.8 การควบคุมแสงจ้าโดยมุมกำบัง	15
รูปที่ 2.9 วิธีการควบคุมมุมกำบัง	15
รูปที่ 2.10 ชนิดของดวงโคมไฮเบย์	16
รูปที่ 2.11 การกระจายความเข้มส่องสว่างของโคมไฟฉนนในเพลนความเข้มสูงสุด (I_{max})เพื่อหาค่า throw ของดวงโคม	17
รูปที่ 2.12 การพิจารณาค่า spread	18
รูปที่ 2.13 ไอโซแคนเดลาเพื่ออธิบายหาค่า throw และ spread	19
รูปที่ 2.14 throw และ spread ทั้ง 3 ประเภทที่กำหนดโดย CIE โดย h เป็นความสูงของดวงโคม	20
รูปที่ 2.15 นิยามของ Throw และ spread ตามมาตรฐาน CIE	21
รูปที่ 2.16 ตัวอย่างของการแบ่งคลาสของดวงโคมไฟฉนน	21
รูปที่ 2.17 ระบบแพลน C-γ ที่แสดงลักษณะการกระจายความเข้มส่องสว่างของไฟฉนนพร้อมทั้งตัวอย่างค่าความเข้มส่องสว่างที่สัมพันธ์กับเพลน C-γ	22
รูปที่ 2.18 (ก) โพลาร์ไดอะแกรมโดยเพลนที่ขนานกับแนวถนน (Δ) เพลนที่ตั้งฉากกับแนวถนน (0) และเพลนที่มีค่า I_{max} (x)	23
รูปที่ 2.18 (ข) โพลาร์ไดอะแกรมของดวงโคมซึ่งมีข้อมูล I จากรูปที่ 2.17	23
รูปที่ 2.19 ตัวอย่างไอโซแคนเดลาไดอะแกรมที่สัมพันธ์กับข้อมูล I ในรูปที่ 2.17	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 2.20 ไดอะแกรมแสดงการกระจายของโคมฉาย 26
รูปที่ 2.21 การกระจายของดวงโคมฉายใช้งานจริง 26
รูปที่ 2.22 การกระจายแสงของดวงโคมฉายใช้งานจริง 27
รูปที่ 2.23 หลอดแสงจันทร์ข้อมูลทางแสงของดวงโคมฉาย 28
รูปที่ 2.24 โครงสร้างหลอดฟลูออเรสเซนต์ 30
รูปที่ 2.25 หลอดโซเดียมความดันต่ำขนาดต่างๆ 30
รูปที่ 2.26 หลอดโซเดียมความดันสูงขนาดต่างๆ 33
รูปที่ 2.27 การแบ่งส่วนต่างๆของถนนเพื่อใช้กับตารางข้อมูลแสงสว่างของดวงโคมไฟถนน 34
รูปที่ 2.28 การติดตั้งโคมไฟถนน 35
รูปที่ 2.29 การติดตั้งตำแหน่งเสาของดวงไฟถนนอยู่ในแนวด้านเดียวกันหมด 36
รูปที่ 2.30 การติดตั้งตำแหน่งเสาของดวงโคมไฟถนนให้อยู่สลับกันของ 2 ข้างถนน 37
รูปที่ 2.31 การติดตั้งตำแหน่งเสาของดวงโคมให้อยู่ตำแหน่งตรงข้ามกันของ 2 ข้างถนน 37
รูปที่ 2.32 การติดตั้งตำแหน่งเสาของดวงโคมไฟถนนบนถนนที่มีทางแยกทางร่วม ทางโค้งและตามวงเวียน 38
รูปที่ 2.33 แบบติดตั้งเสาไฟ 38
รูปที่ 2.34 การแบ่งมุมต่างๆ ที่ใช้อ้างอิงกับตารางข้อมูลแสงสว่างของดวงโคมไฟถนน 39
รูปที่ 2.35 ตำแหน่งการกระจายแสงสว่างของดวงโคมไฟถนนในแนวดิ่งที่ระยะต่างๆตามความยาวของถนนและแสดงตำแหน่งของเส้น TRL 41
รูปที่ 2.36 การกระจายแสงสว่างของดวงโคมไฟถนนไปตามความกว้างของถนนในแนวขนานและเส้นแสดงตำแหน่งของค่าครึ่งหนึ่งของค่ากำลังการส่องสว่างสูงสุดและแสดงตำแหน่งของเส้น LRL 42
รูปที่ 2.37 หลอดไฟอยู่ในลักษณะแนวดิ่งทั้งตั้งขึ้นและลง 49
รูปที่ 2.38 หลอดไฟวางตัวในแนวแกนนอน 49
รูปที่ 2.39 หลอดไฟวางตัวในแนวแกนนอน 49
รูปที่ 2.40 (ก)ความกว้างและความยาวของดวงโคม 52
รูปที่ 2.40 (ข) ภาพแสดงมุมแนวระนาบและมุมแนวดิ่ง 52
รูปที่ 2.41 ไดอะแกรมยูทิไลเซชันแฟกเตอร์ 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 2.42 หาความสว่างที่จุด P 62

รูปที่ 2.43 ไอโซลักซ์ไดอะแกรม 63

รูปที่ 2.44 ตำแหน่งของโคม ผู้สังเกตและจุดที่พิจารณา (จุด P) บนผิวถนน 65

รูปที่ 2.45 หาค่ามุม γ_1 ,มุม γ_2 และมุม β 66

รูปที่ 2.46 หาค่ามุม C 68

รูปที่ 2.47 ช่วงมุมมองของผู้ขับขี่ยวดยานบนถนน 70

รูปที่ 2.48 หามุม θ 70

รูปที่ 2.49 หาค่ามุมต่างๆเพื่อนำมาคำนวณหา L_{av} 71

รูปที่ 2.50 แสงจ้าจากไฟถนน 75

รูปที่ 3.1 ไดอะแกรมแสดงโครงสร้างของโปรแกรมหลัก 77

รูปที่ 3.2 ไดอะแกรมแสดงโครงสร้างของโปรแกรมในส่วนของรายงานการกระจายแสง (Distribution Photometry Report) 78

รูปที่ 3.3 ไดอะแกรมแสดงโครงสร้างของโปรแกรมในส่วนของการแสดงค่า Candela Data 79

รูปที่ 3.4 ไดอะแกรมแสดงโครงสร้างของโปรแกรมในส่วนของการแสดงลักษณะของ Polar Diagram 80

รูปที่ 3.5 ไดอะแกรมแสดงโครงสร้างของโปรแกรมในส่วนของการแสดงลักษณะของ Isocandela Diagram 81

รูปที่ 3.6 ไดอะแกรมแสดงโครงสร้างของโปรแกรมในส่วนของการแสดงลักษณะของ IsoLux Diagram 82

รูปที่ 3.7 ไดอะแกรมแสดงโครงสร้างของโปรแกรมในส่วนของการแสดงลักษณะของ UF Diagram 83

รูปที่ 3.8 ไดอะแกรมแสดงโครงสร้างของโปรแกรมในส่วนของการคำนวณไฟถนน (Roadway Calculation) 85

รูปที่ 3.9 ไดอะแกรมแสดงโครงสร้างของโปรแกรมในส่วนของการออกแบบไฟถนน (Roadway Design) 86

รูปที่ 3.10 ส่วนแรกของโปรแกรม 87

รูปที่ 3.11 การเลือก IES files 88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 3.12 การเลือก IES Files Data 89
รูปที่ 3.13 การเลือกดู IES Files Description 90
รูปที่ 3.14 การเลือกดู Candela Data 91
รูปที่ 3.15 ตัวอย่าง Polar Diagram 92
รูปที่ 3.16 ตัวอย่าง Isocandela Diagram 93
รูปที่ 3.17 ตัวอย่าง IsoLux Diagram 94
รูปที่ 3.18 ตัวอย่าง Utilization Factor Diagram 95
รูปที่ 3.19 ส่วนของการป้อนข้อมูลในการ Calculate 96
รูปที่ 3.20 เลือกจะติดตั้งลักษณะถนนแบบ ทางตรง, ทางแยก หรือ ทางโค้ง 97
รูปที่ 3.21 ตัวอย่าง One side arrangement 97
รูปที่ 3.22 ตัวอย่าง Opposite arrangement 98
รูปที่ 3.23 ตัวอย่าง Staggered arrangement 98
รูปที่ 3.24 ตัวอย่างการป้อนค่าลักษณะการติดตั้งถนนแบบทางแยก 99
รูปที่ 3.25 ตัวอย่างการวางดวงโคมแบบ Staggered arrangement ที่เสร็จเรียบร้อย 100
รูปที่ 3.26 ค่าผลลัพธ์ของการคำนวณไฟถนน (Point by Point) 101
รูปที่ 3.27 ค่า Isolux ในรูปแบบตาราง 102
รูปที่ 3.28 ค่า Isolux ในรูปแบบกราฟิก 102
รูปที่ 3.29 เลือกลักษณะการออกแบบ 103
รูปที่ 3.30 ตัวอย่างการติดตั้งแบบ One side arrangement 103
รูปที่ 3.31 ตัวอย่างการติดตั้งแบบ Opposite arrangement 104
รูปที่ 3.32 ตัวอย่างการติดตั้งแบบ Staggered arrangement 104
รูปที่ 3.33 ตัวอย่างการติดตั้งแบบ Median arrangement 105
รูปที่ 3.34 ตัวอย่างการติดตั้งแบบ Median arrangement with Opposite 106
รูปที่ 3.35 ตัวอย่างการติดตั้งแบบ Median arrangement with Staggered 106
รูปที่ 3.36 ค่าผลลัพธ์ในการออกแบบไฟถนน 107
รูปที่ 4.1 เลือกรายละเอียดต่างๆ ของลักษณะถนน 109
รูปที่ 4.2 เลือกรายละเอียดต่างๆ ของลักษณะการติดตั้งโคมไฟถนน 110
รูปที่ 4.3 เลือก IES Files 111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 4.4 เลือกใส่จุดผู้สังเกต 111

รูปที่ 4.5 ตัวอย่างค่าความเข้มแสงที่จุดต่างๆบนถนน 112

รูปที่ 4.6 ผลลัพธ์ของการคำนวณ 112

รูปที่ 4.7 ค่าความเข้มแสง (Illuminance) ในรูปตาราง 113

รูปที่ 4.8 ค่าความเข้มแสง (Illuminance) ในรูปกราฟิก (Gray Scale) 113

รูปที่ 4.9 เลือกลักษณะการติดตั้งถนนและโคมไฟ 114

รูปที่ 4.10 เลือก IES Files 115

รูปที่ 4.11 ผลลัพธ์ของการออกแบบ 115

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 อุณหภูมิเทียบเคียงและสีที่ปรากฏ	10
ตารางที่ 2.2 สีที่ใช้ในการทดสอบหาค่าดัชนีการตอบสนองสี	12
ตารางที่ 2.3 การตอบสนองสีของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดต่างๆ	13
ตารางที่ 2.4 ดวงโคมภายในที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์	14
ตารางที่ 2.5 การแบ่งประเภทของคุณสมบัติทางแสงของดวงโคม	20
ตารางที่ 2.6 ช่วงแผ่ของลำแสงที่ 50% ของ I_{max}	25
ตารางที่ 2.7 ค่าทางแสงของหลอดแสงจันทร์	29
ตารางที่ 2.8 ค่าทางแสงของหลอดโซเดียมความดันต่ำ	31
ตารางที่ 2.9 ค่าทางแสงของหลอดโซเดียมความดันสูงขนาดต่างๆ	32
ตารางที่ 2.10 ตัวอย่างข้อมูลการทดสอบโคมไฟฉนน	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและการดำเนินงาน

การออกแบบระบบแสงสว่างนั้น เป็นการออกแบบมาเพื่อต้องการทราบจำนวนตำแหน่งการติดตั้งของดวงโคมไฟฟ้า เพื่อให้มีแสงสว่างเพียงพอและเหมาะสมกับพื้นที่นั้นๆ โดยมีปัจจัยที่ประกอบการพิจารณาในการออกแบบระบบแสงสว่างมากมาย อาทิเช่น ความเข้มแสง (Illuminace) ความส่องสว่างของแสง (Luminance) แสงจ้าระคายตา (Glare) ค่าความสม่ำเสมอ (Uniform) และยังจะต้องคำนึงถึงความสวยงามอันจะเกิดขึ้นหลังจากที่ทำการติดตั้งลงไปด้วย

ในการหาค่าความเข้มแสงทำการคำนวณได้ทั้งแบบจุด (Point by point) และแบบเฉลี่ย (Average) ในการออกแบบนั้นโดยทั่วไปจะใช้การคำนวณแบบเฉลี่ย โดยอาศัยทฤษฎีต่าง เช่น Lumen method เป็นต้น แต่การคำนวณแบบจุดนั้นจะทำให้ได้ค่าที่ละเอียดและถูกต้องกว่าแบบเฉลี่ย เพราะเป็นการคำนวณความเข้มแสงจากจุดทุกจุดในบริเวณที่ทำการออกแบบ แต่ข้อเสียก็คือใช้เวลาในการคำนวณมาก การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการคำนวณจะทำให้ได้ค่าที่มีความถูกต้องและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าว โครงงานนี้จึงได้ทำการเขียนโปรแกรมในการคำนวณค่าความเข้มแสงแบบจุดสำหรับไฟถนน (Roadlight) ซึ่งโคมชนิดนี้จะใช้กันแพร่หลายตามถนนทั่วไป โดยใช้โปรแกรมภาษา Delphi 5 และใช้ทฤษฎี Point by Point มาคำนวณ โดยลักษณะเป็นโปรแกรมช่วยคำนวณ ตรวจสอบความถูกต้อง และแสดงผลการติดตั้งแบบจำลอง กล่าวคือ ผู้ใช้จะทำการป้อนข้อมูลถนน ลักษณะการติดตั้งตำแหน่งโคมไฟถนน ความสูงของเสาไฟ ช่วงยื่นของโคมไฟถนน มุมเงยของโคมไฟถนน เป็นต้น เมื่อใส่ค่าต่างๆเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะทำการคำนวณค่าความเข้มแสงที่ตกกระทบบนพื้นที่ที่ใช้ในการออกแบบ โดยผลลัพธ์จะแสดงใน 2 ลักษณะ คือ

1. แบบกราฟิกส์ คือ GrayScale
2. แบบตัวเลข เช่น ค่าความสม่ำเสมอ ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของความเข้มแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมของเรานั้นได้รวบรวมรายละเอียดข้อมูลของโคมไฟถนนของบริษัทผู้ผลิตต่างๆ มาเก็บไว้ในรูปแบบแฟ้มข้อมูลทางแสง (IES Files) เพื่อให้ผู้ใช้งานได้เลือกโคมที่ตรงกับยี่ห้อที่ใช้งาน โดยไม่ต้องไปหาข้อมูลของโคมไฟถนนชนิดนั้น แต่ถ้าโคมไฟถนนของผู้ใช้งานไม่มีในฐานข้อมูลของเรา สามารถทำการเพิ่มข้อมูลโคมไฟถนนที่ทางบริษัทผู้ผลิตให้มาได้ด้วยตนเอง

จากผลลัพธ์ของโปรแกรมที่เกิดขึ้นนั้น จะเป็นค่าความเข้มแสงในแต่ละจุด ค่าแสงจ้าระคายตา ค่าความสม่ำเสมอ และค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง พร้อมทั้งนำค่าที่ได้ไปตรวจสอบความถูกต้องกับมาตรฐานสากลคือ CIE (Commission Internationale De L'Eclairge) ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้งานทราบว่าการติดตั้งที่ทำไปนั้นตรงตามมาตรฐานหรือไม่

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. ศึกษาการเก็บข้อมูลการกระจายแสงของโคมไฟถนน ในรูปแบบแฟ้มข้อมูลทางแสงตามมาตรฐาน IES LM-63-1986, LM-63-1991, LM-63-1995 ของ The Illumination Engineer Society of North America (IESNA)

2. พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในการอำนวยความสะดวกสำหรับออกแบบระบบแสงสว่างของโคมไฟถนนตามมาตรฐานของ CIE โดยใช้วิธีการคำนวณค่าความเข้มแสงแบบ Point by Point และจำลองรูปแบบการติดตั้งโคมไฟถนนลงบนพื้นที่ที่ใช้งานจริงผ่านทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อดูผลการกระจายแสงที่เกิดขึ้นกับพื้นนั้นๆ

3. เป็นการพัฒนาขีดความสามารถของโปรแกรมประยุกต์(Software Application) ที่เขียนขึ้นโดยคนไทยให้ทัดเทียมกับนานาอารยประเทศ

4. สรุปผลการทดลองและข้อดีข้อเสียของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นพร้อมทั้งเสนอแนวทางในการพัฒนาโปรแกรม

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

โครงงานนี้ศึกษาการออกแบบและติดตั้งแสงสว่างของควงโคมไฟถนน โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยพร้อมทั้งนำเสนอ รูปแบบการติดตั้งโคมไฟถนนโดยวิธีการคำนวณแบบจุดต่อจุด (Point by point method) ทำให้ได้ข้อมูลทางแสงมาวิเคราะห์ เช่น ค่าความสม่ำเสมอ ค่าสูงสุดและค่าเฉลี่ยของความเข้มแสง เป็นต้น ซึ่งจะแสดงผลในรูปของตารางค่าความเข้มแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ศัพท์และนิยามทางแสงที่เกี่ยวข้อง

ในงานด้านวิศวกรรมการส่องสว่างนั้นมีศัพท์เทคนิคที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

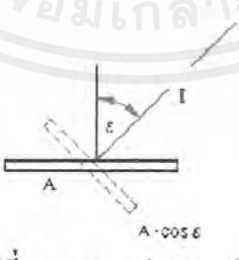
ฟลั๊กซ์การส่องสว่าง (Luminous flux) เขียนย่อด้วย ϕ เป็นพลังงานแสงสว่างที่แผ่ออกจากแหล่งกำเนิดแสงสว่าง มีหน่วยเป็น lumen (lm)

ประสิทธิภาพการส่องสว่าง (Luminous efficiency) คือการเปรียบเทียบการส่องสว่างของหลอดกับกำลังไฟฟ้าของหลอดนั้นๆ มีหน่วยเป็นลูเมนต่อวัตต์ (lm / w)

ความเข้มส่องสว่าง (Luminous intensity) เขียนย่อด้วย I เป็นควาทหนาแน่นของฟลักซ์การส่องสว่างจากแหล่งกำเนิดแสงในทิศทางใดๆต่อมุมเชิงของแข็ง มีหน่วยเป็นแคนเดลา (Candela ; cd) ความเข้มส่องสว่างจากโคมไฟที่กระจายในทิศทางต่างๆ อาจแสดงได้ด้วยกราฟการกระจายแสงในทิศทางต่างๆ เช่น แสงที่มุม γ ในแพลน C_0

ความเข้มแสง (Illuminance) เขียนย่อด้วย E คือ ฟลักซ์การส่องสว่างที่ตกกระทบส่วนย่อยส่วนหนึ่งของพื้นผิวนั้นหารด้วยพื้นที่ส่วนย่อยนั้น โดยถ้าพื้นที่มีหน่วยเป็นตารางเมตร ความเข้มแสงมีหน่วยเป็น lux ถ้าพื้นที่มีหน่วยเป็นตารางฟุต ถ้าพื้นที่มีหน่วยเป็น footcandle (fc) โดย 1 footcandle = 10.764 lux

ความส่องสว่าง (Iuminance) เขียนย่อด้วย L คือค่าความเข้มส่องสว่างในทิศทางที่มองของพื้นที่ย่อยนั้น หารด้วยพื้นที่ส่วนย่อยนั้นในทิศตั้งฉากกับทิศทางที่มอง นั้นคือ ความรู้สึกของตาในความส่องสว่างของพื้นผิวที่ส่องสว่างที่ถูกส่องสว่าง มีหน่วยที่ใช้วัด คือ cd / m^2



รูปที่ 2.1 การหาค่าความส่องสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.1 จะได้

$$L = \frac{I}{A \cdot \cos \varepsilon} \qquad (2.1)$$

ค่าความส่องสว่างสามารถหาได้อีกแบบคือ ผลคูณของค่าสัมประสิทธิ์ความส่องสว่าง (Coefficient of luminance ; q) ในทิศทางที่มองกับค่าความเข้มแสงของพื้นผิวนั้น นั้นคือ $L = q.E$

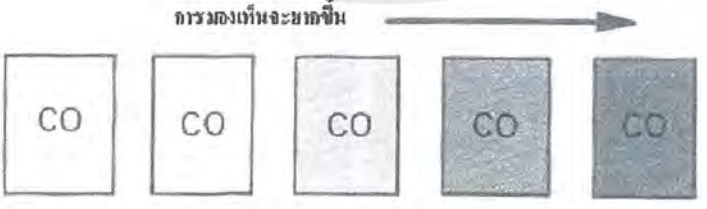
การเปรียบต่างความส่องสว่าง (Luminance contrast) โดยทั่วไปไฟถนนจะมีระดับแสงค่อนข้างต่ำ การมองเห็นจึงไม่ค่อยดี การที่จะทำให้การมองเห็นดีขึ้นนั้นทำได้โดยการให้แสงที่แตกต่างกันระหว่างวัตถุกับบริเวณที่มองเห็น ซึ่งเรียกว่า luminance contrast (C)

$$C = \frac{L_a - L_b}{L_b} \qquad (2.2)$$

โดย L_a เป็นความส่องสว่างของวัตถุ มีหน่วยเป็น cd/m^2

L_b เป็นความส่องสว่างของบริเวณที่มอง มีหน่วยเป็น cd/m^2

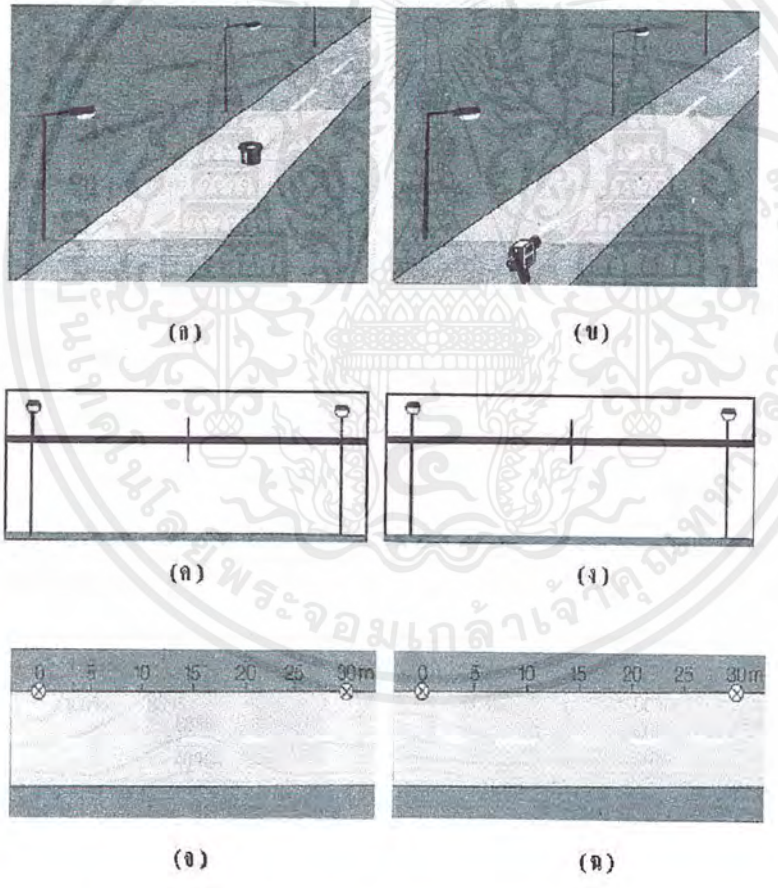
ถ้าวัตถุมืดกว่าบริเวณที่มองจะทำให้เห็นวัตถุเป็นเงาดำ ซึ่ง C จะมีค่าเป็นลบ และถ้าวัตถุสว่างกว่าบริเวณที่มอง ค่า C จะเป็นค่าบวก โดยทั่วไปการมองเห็นวัตถุบนถนนในขณะขับขี่ยวดยานนั้น ค่า C จะมีค่าเป็นลบ นั่นคือ วัตถุมีความส่องสว่างต่ำกว่าความส่องสว่างของบริเวณที่มองโดยรวม ดังนั้นการที่จะทำให้การมองเห็นของผู้ขับขี่ยวดยานดีขึ้นนั้น ทำได้โดยการเพิ่มความส่องสว่างบนพื้นผิวถนน



รูปที่ 2.2 ความหมายของความเปรียบต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่พื้นถนนหรือถนนถือว่าเป็นฉากและมีคนข้ามถนน ในกรณีนี้ผลของระดับความส่องสว่างที่มีต่อความสามารถในการมองเห็นงานชิ้นเดียวกัน แต่ถูกจัดให้อยู่ในสภาวะการเปรียบต่างที่แตกต่างกัน ซึ่งจะพบว่าหากฉากหลังมีสีขาวหรือสว่างมากแล้ว เมื่อระดับความส่องสว่างลดลง ความสามารถในการมองเห็นจะลดลงเพียงเล็กน้อย ในขณะที่ฉากหลังมีสีเทาหรือมืด ความสามารถในการมองเห็นจะลดลงอย่างมากเมื่อระดับความส่องสว่างลดลงแต่ภาพการมองเห็นที่ดีจะต้องมีการเปรียบต่างระหว่างชิ้นงานกับผิวอื่นๆต่ำ กล่าวคือ ความเข้มแสงของพื้นผิวต่างๆในภาพที่มองเห็นต้องไม่แตกต่างกันมาก มิฉะนั้นจะทำให้การปรับสายตาเป็นไปด้วยความยากลำบากและทำให้เกิดความเมื่อยล้าได้ง่าย หลักการนี้เองจึงจำเป็นต้องจำกัดระดับค่าการเปรียบต่างของวัตถุกับฉากหลังไม่ให้มีค่าสูงดังที่อยากจะให้เป็น



รูปที่ 2.3 ความเข้มแสงและความส่องว่างที่มองเห็น ตำแหน่งและระยะที่สังเกต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 สีของแสง (Colour)

เป็นปัจจัยที่สำคัญอันหนึ่งในการส่งเสริมบรรยากาศและอารมณ์ การมองเห็นสีนั้นเกิดจากแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งสเปกตรัมของคลื่นที่ออกจากแหล่งกำเนิดนี้จะมีผล อย่างมากต่อสีที่ปรากฏบนวัตถุ โดยวัตถุจะมีสีเปลี่ยนไปเมื่ออยู่ภายใต้แหล่งกำเนิดแสงต่างชนิดกัน

ระบบในการแบ่งแยกสี (System of colour specification) ในการแบ่งสีนั้นในระบบวิศวกรรมแสงสว่างสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มหลักๆ กลุ่มแรกเป็นระบบที่แบ่งสีเอกรงค์ (Monochromatic colour classification system) โดยระบบที่ใช้ในกลุ่มนี้จะประกอบด้วยตัวอย่างสีมาตรฐานที่ถูกจัดเรียงและตั้งชื่อเพื่อสะดวกในการกำหนด สีที่ต้องการนำมาจัดประเภทจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับสีใดสีหนึ่งในระบบนี้ ระบบที่เป็นที่รู้จักกันดีและใช้กันแพร่หลายที่สุด คือ ระบบมันเซลล์ ส่วนกลุ่มหลังนี้เป็นระบบที่แบ่งสีแบบไตรรงค์ (Trichromatic colour classification system) ระบบนี้อาศัยหลักที่ว่าสีใดๆก็ตามสามารถสร้างขึ้นได้โดยอาศัยการผสมแม่สีทั้งสามสี ระบบที่เด่นที่สุดในกลุ่มนี้ถูกดัดแปลงโดย CIE โดยใช้ไดอะแกรม Uniform Chromatic Scale (UCS) สำหรับแบ่งประเภทความแตกต่างของสี

1. ระบบมันเซลล์ ระบบนี้แบ่งประเภทสีของวัตถุภายใต้แสงตะวัน โดยจะกำหนดประเภทสีจากลักษณะดังต่อไปนี้

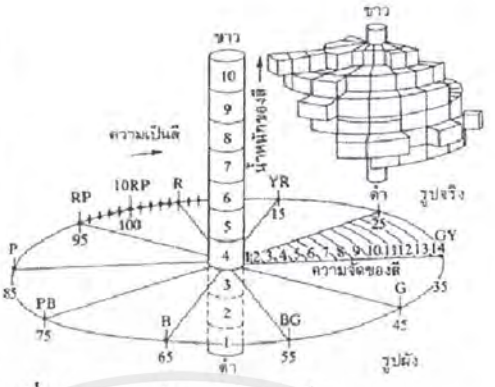
1.1 ความเป็นสี โดยแบ่งออกเป็น 5 สีหลัก คือ แดง (R) ,เหลือง (Y) ,เขียว (G) , ฟ้า (B) , และม่วง (P) กับ 5 สีกลาง คือ YR,GY,BG,PB และ RP ซึ่งความเป็นสีทั้งสิบนี้ยังถูกแบ่งย่อยออกเป็น 10 ประเภทโดยกำหนดเป็นตัวเลขตั้งแต่ 1 ถึง 10 โดยนำมาใส่หน้าชื่อของความเป็นสีที่ใกล้ที่สุด เช่น 4R หรือ 7BG

1.2 น้ำหนักของสี (Value) คือ ค่าความสว่างหรือความมืดของสี ในระบบมันเซลล์จะแบ่งน้ำหนักสีจาก 0 (ดำ) ไปจนถึง 10 (ขาว) ซึ่งค่าน้ำหนักของสีนี้สัมพันธ์กับค่าการสะท้อนอีกด้วย

1.3.ความจัดของสี (Satuation) หรือบางทีเรียกว่า chroma คือ ความสดหรือความบริสุทธิ์ของสีอย่างหนึ่ง ซึ่งถ้าหากสีนั้นถูกสีขาว เทา หรือ ดำผสมเข้าไปแล้วทำให้สีสีนั้นมีความจัดลดน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ	สัญลักษณ์	
แดง	5	R
เหลือง-แดง	15	YR
เหลือง	25	Y
เขียว-เหลือง	35	GY
เขียว	45	G
น้ำเงิน-เขียว	55	BG
น้ำเงิน	65	B
ม่วง-น้ำเงิน	75	PB
ม่วง	85	P
แดง-ม่วง	95	RP

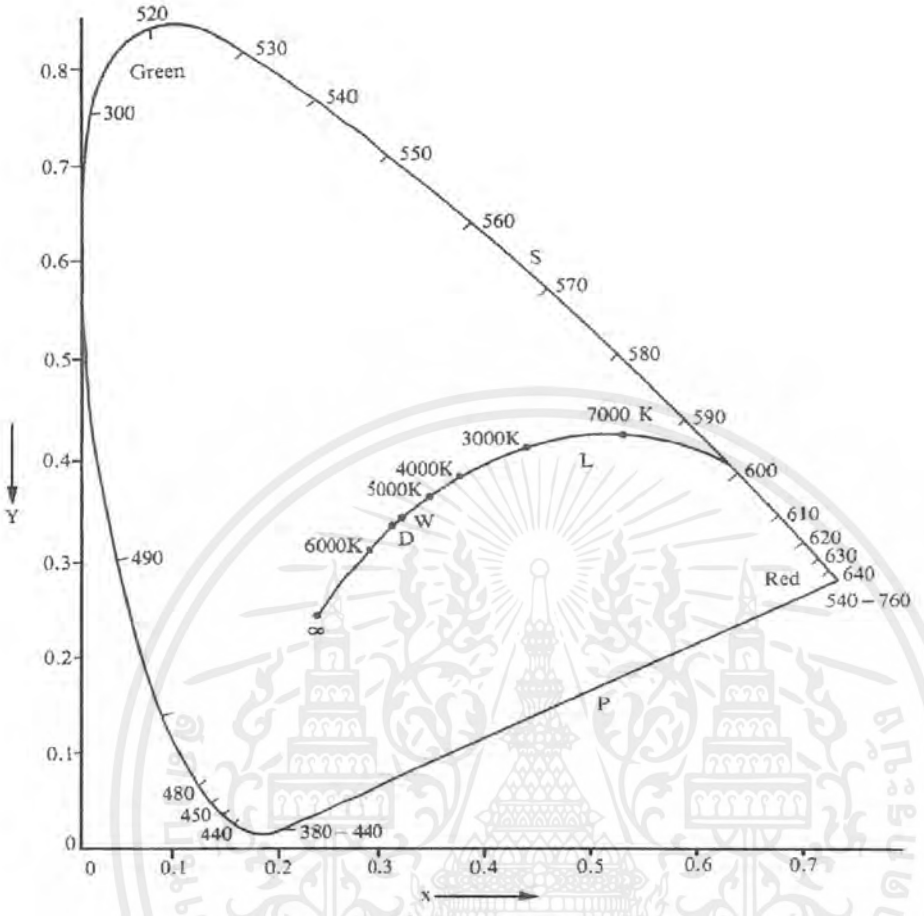


รูปที่ 2.4 ระบบสีแบบมันเซลล์

ในระบบมันเซลล์ สีใดๆก็ตามสามารถกำหนดได้โดยใช้ลักษณะทั้งสามอย่างนี้ โดยเรียงลำดับอยู่ในรูปความเป็นสี น้ำหนักของสี ความจัดของสี เช่น 5R 6 / 10 เป็นต้น

ระบบ CIE ได้เสนอวิธีกำหนดสีของแสงโดยกำหนดอยู่ในรูปโคออร์ดิเนต (x,y) ในไดอะแกรมสี ดังรูปที่ 2.5 ซึ่งค่าโคออร์ดิเนตของสีเหล่านี้สามารถคำนวณได้จากค่าการกระจายสเปกตรัมในการแผ่รังสีของแหล่งกำเนิดแสงต่างๆ โดยมีเส้น P เชื่อมปลายทั้งสองของเส้นโลกัส s เส้นโลกัสของวัตถุดำ (Black body) บนไดอะแกรมสีจะเรียกว่าแพลนเคียนโลกัส (Planckian locus , L) เช่น จุด W ในรูปที่ 2.5 คือ จุดที่มีค่าโคออร์ดิเนต (0.33 , 0.33) แทนจุดสีที่มีค่าสเปกตรัมของพลังงานเท่ากัน ซึ่งจุดนี้ CIE กำหนดให้เป็นสีขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

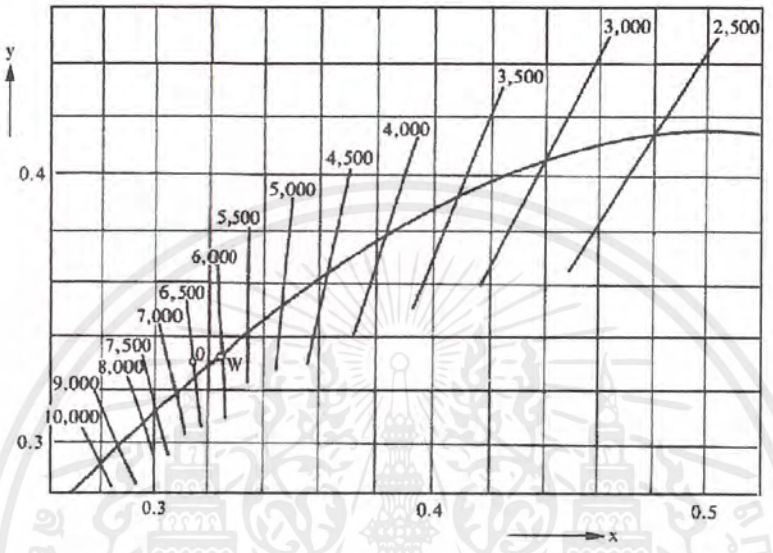


รูปที่ 2.5 ไดอะแกรมของสี

อุณหภูมิสี (Colour temperature) อุณหภูมิสีใช้เพื่อแสดงสีที่ปรากกฏ (Colour apperance) ของแหล่งกำเนิดแสงเมื่อเปรียบเทียบกับสีของวัตถุดำ ถ้าอุณหภูมิของวัตถุดำใดที่สีสามารถเทียบเคียงได้จะเรียกว่าเป็นอุณหภูมิสีของแหล่งกำเนิดนั้น โดยในการกำหนดค่าอุณหภูมิสีนั้นจะอยู่ในรูปขององศาเคลวิน (K) รูปที่ 2.6 เป็นไดอะแกรมสีของ CIE โดยแสดงเส้นแพลนเคียนโลกัส (Planckian locus , L) และเส้นอุณหภูมิสีเทียบเคียงหรืออุณหภูมิสีเกี่ยวพันกัน (Correlated colour temperature , CCT) ดังนั้น แหล่งกำเนิดแสงใดที่มีสีบนเส้นโลกัสนี้สามารถกำหนดได้โดยอุณหภูมิสี อย่างไรก็ตามถ้าแหล่งกำเนิดแสงใดไม่อยู่บนเส้นแพลนเคียนโลกัสก็สามารถใช้ค่าอุณหภูมิเทียบเคียงมากำหนดแทนได้ โดยถือเอาค่าอุณหภูมิของวัตถุของวัตถุดำที่อยู่ใกล้กับค่าของแหล่งกำเนิดแสงนั้นมากที่สุดเป็นค่าอุณหภูมิสีเทียบเคียง โดยต้องอยู่ในแนวขนานกับเส้นโลกัส เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดคลูไวต์ (Cool white) มีค่าอุณหภูมิสีเทียบเคียง

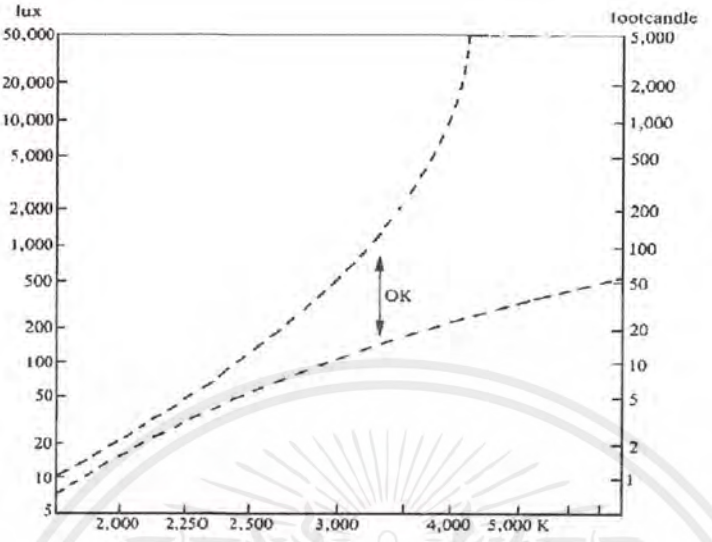
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(CCT) 4,100 K จะให้สีที่ปรากฏใกล้เคียงกับสีของวัตถุดำที่อุณหภูมิ 4,100 K ตารางที่ 2.1 แสดงสีที่ปรากฏเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงช่วงของอุณหภูมิเทียบเคียง



รูปที่ 2.6 ไดอะแกรมสีของ CIE ที่แสดงเส้นแพลนเคียนโลกัส (P) และเส้นคงที่อุณหภูมิสีที่เทียบเคียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 ค่าความเข้มแสงที่แนะนำสำหรับแหล่งกำเนิดแสงที่มีอุณหภูมิต่างกัน

จากรูปที่ 2.7 ถ้าใช้หลอดไฟที่มีอุณหภูมิสีสูงจะต้องออกแบบให้มีความเข้มแสงมากกว่า เมื่อเลือกใช้หลอดไฟที่มีค่าอุณหภูมิสีต่ำมาก ถ้าออกแบบให้มีความเข้มแสงไม่สอดคล้องกับหลอดไฟที่เลือกใช้แล้ว เราจะรู้สึกอึดอัดไม่สบาย เช่น ถ้าใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดวอร์มไวต์ที่มีอุณหภูมิสีประมาณ 3,000 K ควรจะออกแบบให้ค่าความเข้มแสงอยู่ระหว่าง 100-500 lux แต่ถ้าเลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดคลูไวต์ที่มีอุณหภูมิสีประมาณ 4,000 K ค่าความเข้มแสงควรอยู่ระหว่าง 200-10,000 lux ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของงาน

ตารางที่ 2.1 อุณหภูมิเทียบเคียงและสีที่ปรากฏ

อุณหภูมิสีเทียบเคียง (K)	สีที่ปรากฏ
> 5,500	คลูไวท์ (ขาวค่อนข้างเป็นสีน้ำเงิน)
3,300-5,500	อินเตอร์มีเดียต (ขาว)
<3,300	วอร์ทไวท์ (ขาวปนแดงเรื่อๆ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตอบสนองสี (Colour rendering) ลักษณะทางสีของแหล่งกำเนิดแสงสามารถบอกได้โดยใช้อุณหภูมิสีเพื่อแสดงสีที่ปรากฏ และ คุณสมบัติการตอบสนองสี เพื่อแสดงผลกระทบของแหล่งกำเนิดแสงที่มีต่อสีที่ปรากฏคล้ายกันอาจมีคุณสมบัติการตอบสนองสีแตกต่างกันมากก็ได้ ดังนั้นจึงไม่สามารถที่จะบอกคุณสมบัติการตอบสนองสีของแหล่งกำเนิดแสงได้จากสีที่ปรากฏ

CIE ได้แนะนำวิธีการวัดและกำหนดคุณสมบัติการตอบสนองสีของแหล่งกำเนิดแสง โดยพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับสีของวัตถุที่มองเห็น เมื่อแหล่งกำเนิดแสงที่ทดสอบถูกแทนที่โดยแหล่งกำเนิดแสงอ้างอิง (วัตถุดำ หรือตัวแผ่รังสีแพลนเคียน (Planckian radiator) สำหรับอุณหภูมิสีที่ต่ำกว่า 5,000 K หรือ แสงตะวันที่มีการกระจายพลังงานสเปกตรัมแบบพิเศษที่มีอุณหภูมิสีเทียบเคียงมากกว่า 5,000 K) ซึ่งค่าการเปลี่ยนแปลงนี้สามารถหาได้จากขนาดของการเลื่อนโดออดิเนตจุดสีในไดอะแกรมสี โดยสามารถหาได้โดยในขั้นแรกนำสีของแหล่งกำเนิดแสงมาพล็อตลงบนไดอะแกรม UCS (Uniform chromaticity scale diagram) จากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับจุดสีของแหล่งกำเนิดแสงที่ทดสอบ ผลต่างระหว่างค่าสีทั้งสองจะเรียกเป็นค่าการเลื่อนสีแบบเฉพาะ (Special colour shift , $\Delta E_{m,I}$) ซึ่งสามารถนำไปหาค่าดัชนีการตอบสนองสีเฉพาะ (special colour rendering index , R_I) ได้จากสูตร

$$R_I = 100 - 4.6\,\Delta E_{m,I} \qquad (2.3)$$

ค่า R_i สูงสุดมีค่าเท่ากับ 100 ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อการกระจายสเปกตรัมของแหล่งกำเนิดแสงที่ใช้ทดสอบเหมือนกับแหล่งกำเนิดแสงอ้างอิง แต่ CIE ได้แนะนำให้ทดสอบกับสีของวัตถุที่ CIE กำหนดขึ้น 8 สี (ดูได้จากตารางที่ 2.2 โดยสีที่ 9 ถึง 14 เป็นสีที่ CIE เพิ่มขึ้นมาสำหรับการทดสอบกับผิวหน้าของมนุษย์และใบไม้) ซึ่งค่าเฉลี่ยทั้ง 8 สีจะเรียกว่าดัชนีการตอบสนองสีทั่วไป (General colour rendering index , R_a)

$$R_a = 100 - 4.6\overline{\Delta E_{M,I}} \qquad (2.4)$$

ค่า R_a ยิ่งมีค่าน้อยกว่า 100 มากเท่าไร จะแสดงถึงคุณสมบัติการตอบสนองสีของหลอดไฟที่ทดสอบจะบิดเบือนจากแหล่งกำเนิดแสงอ้างอิงมากเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 สีที่ใช้ในการทดสอบหาค่าดัชนีการตอบสนองสี

หมายเลข	เครื่องหมายโดยประมาณ	สีปรากฏภายใต้แสงแดด
1	7.5R6 / 4	สีแดงปนเทาอ่อน
2	5Y6 / 4	สีเหลืองปนเทาอ่อน
3	5GY6 / 8	สีเขียวปนเหลืองเข้ม
4	2.5G6 / 6	สีเขียวปนเหลือง
5	10BG6 / 4	สีเขียวปนน้ำเงินอ่อน
6	5PB6 / 8	น้ำเงินอ่อน
7	2.5P6 / 8	ม่วงอ่อน
8	10P6 / 8	ม่วงปนแดงอ่อน
9	4.5R1 / 13	แดงจัด
10	5Y8 / 10	เหลืองจัด
11	4.5G5 / 8	เขียวจัด
12	3PB3 / 11	น้ำเงินจัด
13	5YR8 / 4	ชมพูปนเหลืองอ่อน
14	5GY4 / 4	เขียวใบไม้

เนื่องจากในการทดสอบนั้น แหล่งกำเนิดแสงอ้างอิงที่ใช้จะต้องมีอุณหภูมิสีใกล้เคียงกับหลอดที่ใช้ทดสอบ ดังนั้นการเปรียบเทียบคุณสมบัติการตอบสนองสีจะต้องใช้กับหลอดไฟที่มีอุณหภูมิสีประเภทเดียวกัน ในการทดสอบสีของ CIE นั้น ทั้งตัวแผ่รังสีแพลนเดียนที่มีอุณหภูมิสี 3,000 K กับแสงตะวันที่มีอุณหภูมิสี 7,500 K จะมีค่า R_a เท่ากับ 100 ทั้งๆที่คุณสมบัติการตอบสนองสีของทั้งสองจะแตกต่างกัน หลอดไฟชนิดวอร์มไวต์กับชนิดเดย์ไลต์ที่มีค่า R_a เหมือนกันไม่ได้หมายความว่าหลอดทั้งสองจะมีคุณสมบัติการตอบสนองสีเหมือนกัน ทั้งนี้เนื่องจากหลอดทั้งสองเปรียบเทียบกับแหล่งกำเนิดแสงอ้างอิงต่างชนิดกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 การตอบสนองสีของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดต่างๆ

ดัชนีการตอบสนองสี	แหล่งกำเนิด
100	ค่ามาตราฐาน (มีแสงแดดประกอบ , ตัวแผ่รังสีแพลนเตียน)
(92 – 97)	
90 (92 – 95)	หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดขาวพิเศษ หลอดนีออน
80	หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดเดอลุกซ์ไวท์
70	
60	หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดสแตนดาร์ดไวท์
50	หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดสแตนดาร์ดวอร์มไวท์
90 – 100	การตอบสนองสีดีมาก
70 – 90	การตอบสนองสีดี
50 – 70	การตอบสนองสีพอประมาณ

ค่า R_a เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการบิดเบือนของสี 8 สี ดังนั้นจึงไม่สามารถบอกความสามารถในการตอบสนองสีของวัตถุแต่ละชนิดได้ เช่น หลอดไฟที่มีค่า R_a เท่ากับ 70 หรือต่ำกว่าไม่ได้หมายความว่าวัตถุทุกชนิดจะมีการตอบสนองสีของหลอดไฟชนิดนั้นไม่ดี ดังนั้นค่า R_a จึงเป็นเพียงตัวบอกโดยประมาณว่าหลอดชนิดนั้นมีการตอบสนองทางสีได้ดีเท่าไร จากตารางที่ 3.5 เป็นตารางบอกค่าการตอบสนองสีของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดต่างๆจะเห็นว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดขาวพิเศษให้การตอบสนองสีดีที่สุด โดยให้ค่า R_a อยู่ในช่วง 92 – 97

2.3 ชนิดของดวงโคม

2.3.1 ดวงโคมภายใน

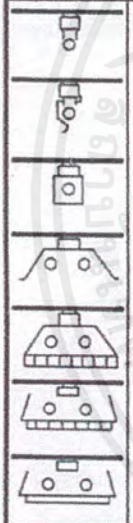
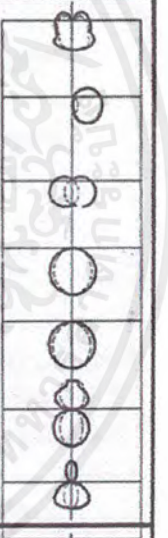
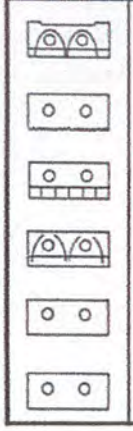
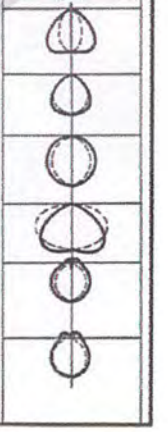
ดวงโคมที่ใช้ภายในจะสามารถแบ่งได้เป็นประเภทใหญ่ ๆ คือ ประเภททั่วไป ประเภทใช้ในงานอุตสาหกรรม ประเภทใช้สำหรับชี้แสดงภาวะฉุกเฉิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดวงโคมภายในประเภททั่วๆไป ส่วนใหญ่มักจะเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งมักจะพบเห็นในร้านค้า สำนักงาน และอื่นๆ นอกจากนี้อาจจะนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรมได้โดยที่ความสูงของการติดตั้งน้อยกว่า 5 ถึง 6 เมตร

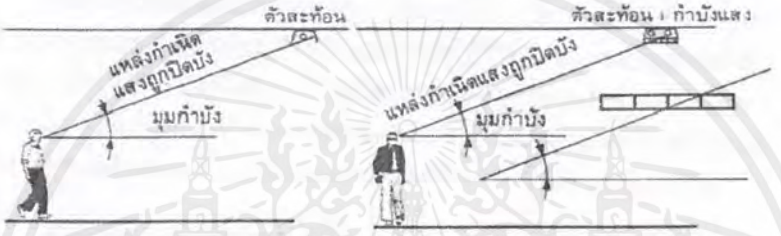
ดวงโคมภายในประเภททั่วๆไปนี้ ได้มีการผลิตขึ้นมาหลายๆชนิด โดยส่วนใหญ่แล้วมักจะเป็นโคมที่มีหลอดฟลูออเรสเซนต์และอุปกรณ์ควบคุมหลอด มีอุปกรณ์ช่วยการควบคุมแสง ตลอดจนการควบคุมแกลร์ (glare) อุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมแกลร์ที่สำคัญ คือ ชุดแผ่นกำบังแสง (louver) อาจเป็นทั้งแบบโลหะและ พลาสติก ซึ่งจะสามารถพิจารณาได้จากตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ดวงโคมภายในที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์

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

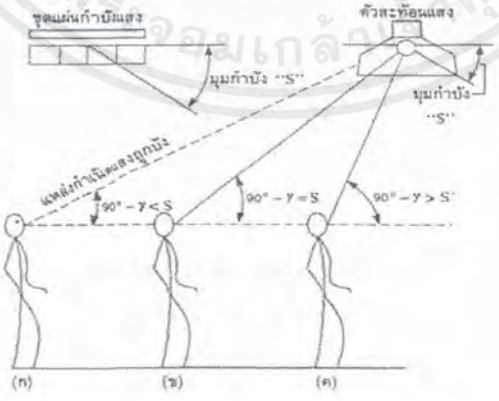
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการควบคุมแสงสิ่งแรกก็คือ ลดแสงจ้าระคายตา (discomfort glare) ทั้งนี้เพราะแสงที่มาจากหลอดไฟและเข้าสู่สายตาโดยตรงจะเกิดการระคายตา ซึ่งดวงโคมที่แสดงได้ในตารางที่ 2.4 จะมีทั้งดวงโคมเปลือยหรือมีชุดสะท้อนแสง หรือ มีชุดแผ่นกำบังแสง ทั้งนี้ขึ้นกับการพิจารณาการใช้ออกแบบ ในรูปที่ 2.8 ดวงโคมที่มีชุดการสะท้อนแสงและชุดแผ่นกำบังแสง ลำแสงที่ออกจากชุดสะท้อนและชุดกำลังแสง ลำแสงที่ออกจากชุดสะท้อนจะสมารถออกแบบให้มีมุมกำบังที่แน่นอน และเมื่อประกอบกับชุดแผ่นกำบังแสงด้วย ย่อมจะทำให้มุมกำบังมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อันจะทำให้การลดแกลร์หรือแสงจ้าเป็นไปอย่างดี



รูปที่ 2.8 การควบคุมแสงจ้าโดยมุมกำบัง

ชุดแผ่นกำบังแสงนี้ตามวัตถุประสงค์แล้วต้องการที่จะลดค่าแกลร์หรือแสงจ้า ซึ่งอาจพิจารณาหลักการของการลดค่าแกลร์ โดยอาศัยชุดแผ่นกำบังแสง ในหลักการที่พิจารณาถึงการควบคุมมุมกำบัง โดยวิธีนี้ควบคุมทิศทางการมองดวงโคม โดยให้มุม 90-γ มากกว่าหรือเท่ากับมุมกำบัง (S) ดังพิจารณาได้จากรูปที่ 2.9 (มุม γ คือ มุมที่อยู่ระหว่างแนวมองของบุคคลไปยังดวงโคมทำกับแนวดิ่ง)



รูปที่ 2.9 วิธีการควบคุมมุมกำบัง

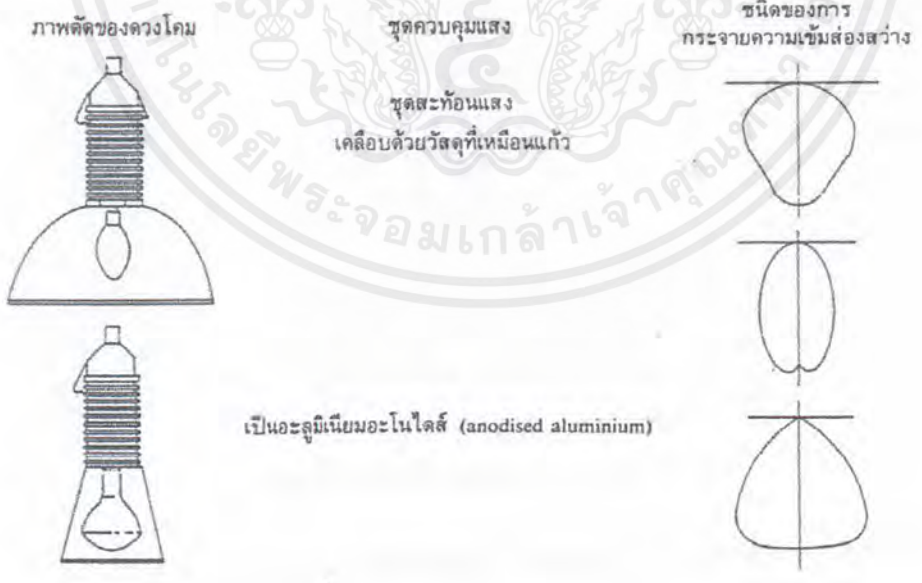
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 2.9 ในกรณี $S = 60^{\circ}$ ตำแหน่ง (ก) , (ข) และ (ค) ในรูปที่ 2.9 ถ้า γ มีค่า 31°, 30° , 20° ; $90 - \gamma$ มีค่า 59° , 60° , 70° แต่ในกรณี $S = 50^{\circ}$ ตำแหน่ง (ก) , (ข) และ (ค) γ จะมีค่า 41° , 40°, 30° ซึ่งจะพบว่า ถ้ามุมกำบังมีค่ามาก การควบคุมค่าแกลร์หรือ แสงจ้าจะยิ่งมีประสิทธิภาพ

ชุดแผ่นกำบังโดยปกติ แล้วจะมีอยู่ 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ แบบตะแกรงสี่เหลี่ยม และตะแกรงเพชร และ lamellae ซึ่งชุดแผ่นกำบังที่เป็นแบบตะแกรงสี่เหลี่ยม และ ตะแกรงเพชร นั้นนิยมใช้อย่างแพร่หลายในดวงโคมที่เป็นชนิดทั่วๆไปไม่มีชุดสะท้อนแสง โดยชุดกำบังจะมีทั้งในแนวขนานและ ตั้งฉากกับดวงโคม นอกจากนี้แล้วดวงโคมที่เป็นชนิดทั่วๆไปจะมีลักษณะที่สังเกตได้คือเป็นลักษณะกล่อง การติดตั้งอาจจะเป็นทั้งแบบเพดาน หรือ ฝังในฝ้า หรือ เป็นชุดแขวนกับเพดานก็ได้

ดวงโคมภายในประเภทใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม แบ่งออกได้เป็นประเภทต่างๆดังนี้

1. **ดวงโคมที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนส์** ดวงโคมประเภทนี้จะติดตั้งที่ความสูงประมาณ 6 เมตร ในปัจจุบันอาจจะเป็นรางซึ่งสะดวกสบายมากกว่าการติดตั้งแบบห้อยแขวน
2. **ดวงโคมที่เป็นลักษณะโคมไฮเบย์ (High–bay)** ดวงโคมประเภทนี้จะติดตั้งในโรงงานที่มีความสูงจากพื้นมากกว่า 5 ถึง 6 เมตรขึ้นไป และหลอดที่ใช้หลอด HID และ มีแผ่นสะท้อนแสงเป็นชุดประกอบภายในโคม ในรูปที่ 2.10 เป็นการแสดงชนิดของดวงโคมไฮเบย์



รูปที่ 2.10 ชนิดของดวงโคมไฮเบย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง_พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.3.2 ดวงโคมภายนอก

ดวงโคมภายนอกจะมีประเภทใหญ่ ๆ เช่น โคมฉายและดวงโคมที่ใช้กับระบบไฟถนน (ซึ่งเป็นดวงโคมที่เราจะศึกษาในโครงงานนี้) เป็นต้น

2.3.2.1 ดวงโคมไฟถนน

โคมไฟถนนประกอบด้วยส่วนหลักๆ คือ ตัวโคมซึ่งแบ่งเป็น 2 ตอน ตอนหน้าเป็นส่วนของระบบแสงและหลอดไฟฟ้า ตอนหลังติดเครื่องควบคุมกระแสและขุดหลอด มีบัลลาสต์ คาพาซิเตอร์และอิกนิเตอร์ ส่วนล่างเป็นฝาครอบหลอดไฟ ซึ่งเป็นแก้วทนความร้อนหรือสารอะครีลิก เป็นต้น

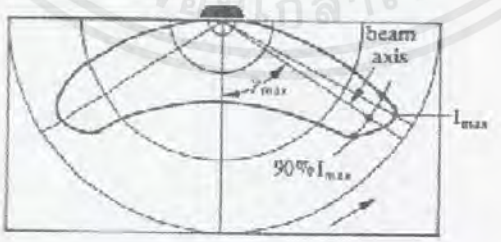
ตัวโคมไฟควรทำด้วยโลหะไม่ขึ้นสนิมและผุกร่อนง่าย แข็งแรงทนทานต่อดินฟ้าอากาศ โคมไฟบางแบบอาจทำด้วยสารสังเคราะห์ และเสริมให้แข็งแรงด้วยใยแก้วระหว่างตัวโคมกับฝาครอบ มีปะเก็นกันแมลงและฝุ่นเข้า ติดกันแน่นด้วยบานพับและสปริงล็อก

ระบบออปติกประกอบด้วยฝาครอบแก้วใส หรือมีร่องลักษณะปริซึมเพื่อหักเหแสงด้านข้างหลอดมักจะมีแผ่นสะท้อนแสงเพื่อช่วยให้มีการกระจายแสงจากดวงโคมมากยิ่งขึ้น

อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในประกอบด้วยหลอดไฟฟ้า ขั้วหลอด บัลลาสต์ คาพาซิเตอร์สำหรับแก้เพาเวอร์แฟกเตอร์ และอิกนิเตอร์ซึ่งใช้จุดหลอด สายทนความร้อนและขั้วต่อสาย

ในปัจจุบัน CIE ได้แบ่งประเภทของดวงโคมใหม่โดยจะแบ่งตามคุณสมบัติทางแสงของดวงโคมไฟซึ่งจะแบ่งออกเป็น 3 แบบคือ Throw, Spread และ Control ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ก. Throw เป็นลักษณะของแสงที่เปล่งออกจากโคมไฟที่ติดตั้งแล้วส่องลงไปยังผิวถนน ซึ่งจะพิจารณาได้จากรูปที่ 2.11 โดยที่มุม γ_{max} เป็นมุมที่วัดจากแนวกึ่งกลางของเส้น 90 เปอร์เซ็นต์ ของ I_{max} มายังแกนแนวดิ่ง และมุม γ_{max} ก็คือค่า throw นั่นเอง



รูปที่ 2.11 การกระจายความเข้มส่องสว่างของโคมไฟถนนในเพลนความเข้มสูงสุด (I_{max}) เพื่อหาค่า throw ของดวงโคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

45955

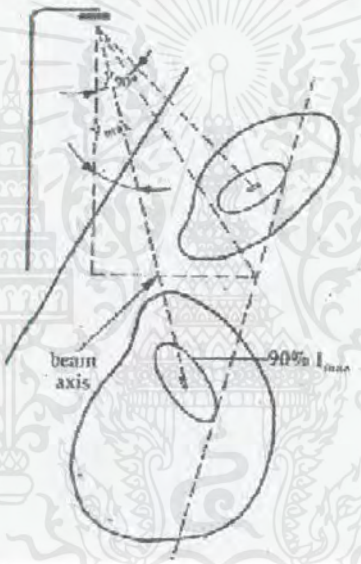
จากรูปที่ 2.11 จะสามารถพิจารณามุม throw ได้ต่อไปอีก คือ

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

$60^{O} \leq \gamma_{max} \leq 70^{O}$ หมายถึง throw แบบปานกลาง (intermediate throw)

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

ข. *Spread* จะหาได้จากตำแหน่งของเส้นที่ขนานกับแนวยาวของถนนและสัมผัสกับเส้น 90 เปอร์เซ็นต์ของ (I_{max}) ที่ฉายลงไปบนผิวถนนซึ่งอาจจะมีอยู่ด้วยกันหลายเส้น แต่จะเลือกเส้นที่อยู่ห่างจากโคมมากที่สุด ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.12 ค่า spread นี้ก็คือมุม γ_{90} ในรูปนั้นเองและเป็นมุมที่อยู่ในระนาบ C_{90}



รูปที่ 2.12 การพิจารณาค่า spread

จากรูปที่ 2.12 จะสามารถพิจารณามุม spread ได้ต่อไปอีก คือ

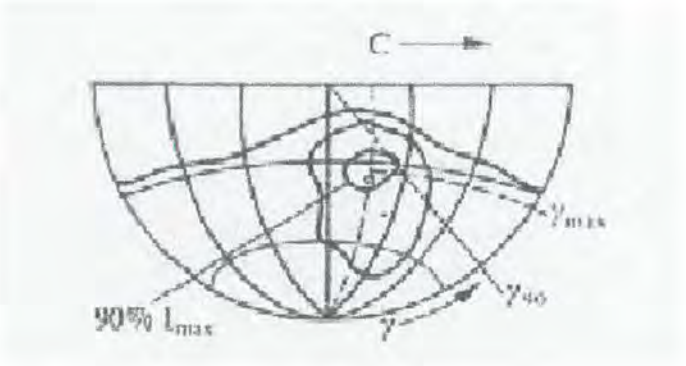
$\gamma_{90} < 45^{O}$ หมายถึง spread แบบแคบ (narrow spread)

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

$\gamma_{90} > 55^{O}$ หมายถึง spread แบบกว้าง (broad spread)

ทั้งค่า throw และ spread ของดวงโคมอาจอธิบายได้จากรูปไอโซแคนเดลาไดอะแกรมของรูปที่แสดงไว้ในรูปที่ 2.13 โดยที่ throw = γ_{max} และ spread = γ_{90}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 ไอโซแคนเดลาเพื่ออธิบายหาค่า throw และ spread

ค. Control คือ ค่าดัชนีจำเพาะของดวงโคม (Specific Luminaire Index; SLI) และ SLI นี้จะเป็นส่วนหนึ่งของการพิจารณาถึงแสงจ้า ซึ่งจะสามารถแสดงความสัมพันธ์ของ SLI ได้คือ

$$SLI = 13.84\text{-}3.31 \log I_{80} + 1.3 \log (I_{80}/I_{88})^{0.5} - 0.08 \log I_{80}/I_{88} + 1.29 \log F + C \quad (2.5)$$

โดยที่ I_{80} คือ ความเข้มส่องสว่างที่มุมยกเงย 80° และพิจารณาเพลนที่ขนานกับแกนแนวถนน ($C = 0^{\circ}$ หรือ 360°)

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

F คือ พื้นที่แฟลช (Flashed area) ที่แสงแพร่ออกไปจากดวงโคมในแนวมุมยก 76°

C คือ แฟกเตอร์สี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของหลอดไฟที่ใช้ เช่น หลอดโซเดียมความดันไอต่ำ (SOX) มีค่า 0.4 หลอดอื่นๆ มีค่า 0

ดังนั้น จาก control จึงมีการพิจารณารายละเอียดอังนี้

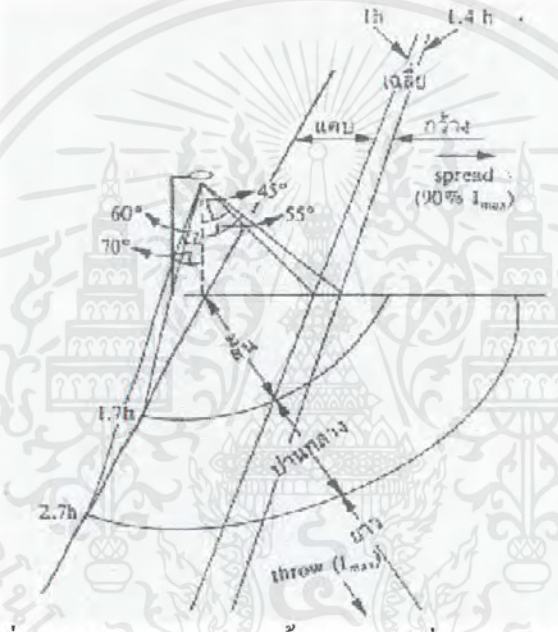
	SLI < 2	หมายถึง control แบบจำกัด (limited)
$2 \leq$	SLI ≤ 4	หมายถึง control แบบพอประมาณ (moderate)
	SLI > 4	หมายถึง control แบบพอควร (tight)

จากรายละเอียดข้างต้นทำให้ทราบว่า CIE ได้แบ่งประเภทของ throw และ spread และ control ออกเป็น 3 ประเภทดังตารางที่ 2.5 ส่วนรูปที่ 2.14 เป็นการแสดงแปลนถนนและมีการแสดงการแบ่งประเภทของ throw และ spread โดยจะอยู่ในเทอมของความสูงของดวงโคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 การแบ่งประเภทของคุณสมบัติทางแสงของดวงโคม

throw	spread	control
สั้น $\gamma_{max} < 60^{\circ}$	แคบ $\gamma_{90} < 45^{\circ}$	จำกัด SLI < 2
ปานกลาง $60^{\circ} \leq \gamma_{max} \leq 70^{\circ}$	เฉลี่ย $45^{\circ} \leq \gamma_{90} \leq 55^{\circ}$	พอประมาณ $2 \leq$SLI ≤ 4
ยาว $\gamma_{max} > 70^{\circ}$	กว้าง $\gamma_{90} > 55^{\circ}$	พอควร SLI > 4



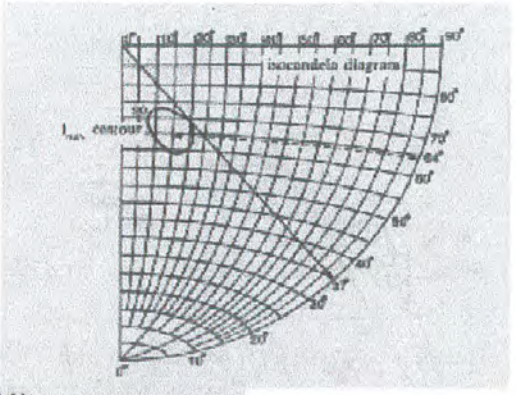
รูปที่ 2.14 throw และ spread ทั้ง 3 ประเภทที่กำหนดโดย CIE
โดย h เป็นความสูงของดวงโคม

หมายเหตุ พื้นที่แฟลชของดวงโคมจะหมายถึงพื้นที่ของดวงโคมที่มองเห็นในทิศทาง $\gamma = 76^{\circ}$ และเพลน $C = 0^{\circ}$ ซึ่งค่าความส่องสว่างมีค่าเกิน 1 เปอร์เซ็นต์ของค่าความส่องสว่างของส่วนที่สว่าง

ในกรณีที่โคมมีการออกแบบและมีเครื่องกำบังที่ $\gamma = 76^{\circ}$ ซึ่งจะทำให้ไม่สามารถเห็นภาพของหลอด ณ มุมดังกล่าวได้ พื้นที่แฟลชจะหาได้จากส่วนที่หักเหหรือส่วนที่เป็นฝาครอบ ซึ่งอาจจะเป็นแบบไม่ใสหรือวัสดุที่หักเหและหลอด

ในรูปที่ 2.15 จะเป็นการแสดงนิยามของ Throw และ spread ตามมาตรฐาน CIE ส่วนในรูปที่ 2.16 เป็นการแสดงตัวอย่างของการแบ่งคลาสของดวงโคมไฟถนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



I Table cd/klm

γ \ C	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

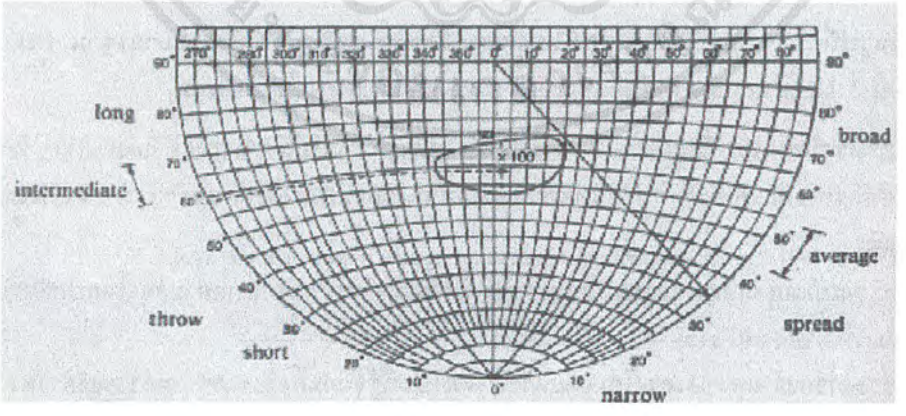
Lamp flux = 21500 lm
Lantern flashed area = 0.03 m^2
SLI = 13.84 − 3.31 log (13 ~ 21.5)
+1.3 (log 13/0.4)$^{1/2}$
− 0.08 log (13/0.4)$^{1/4}$
+1.29 log 0.03
= 5.26

Elevation of beam centre
= 64° Intermediate throw

Roadway line intercepting beam
= 37° Narrow spread

Specific Lantern Index
= 5.3 Tight control

รูปที่ 2.15 นิยามของ Throw และ spread ตามมาตรฐาน CIE

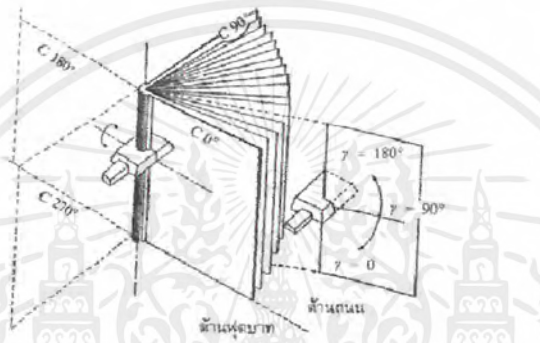


รูปที่ 2.16 ตัวอย่างของการแบ่งคลาสของดวงโคมไฟถนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบแพลน C-γ เป็นการแบ่งแพลนในแนวดิ่งโดยแบ่งตามมุมต่างๆ ตั้งแต่ C_0 ถึง C_{360} โดยกำหนดให้แพลนที่ขนานกับด้านขวาของแกนโคมไฟเป็นแพลน C_0 และในแต่ละแพลน C จะแบ่งการกระจายแสงตามมุม γ โดยแบ่งจาก 0 ไปจนถึง 180 องศาดังแสดงในรูปที่ 2.17

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

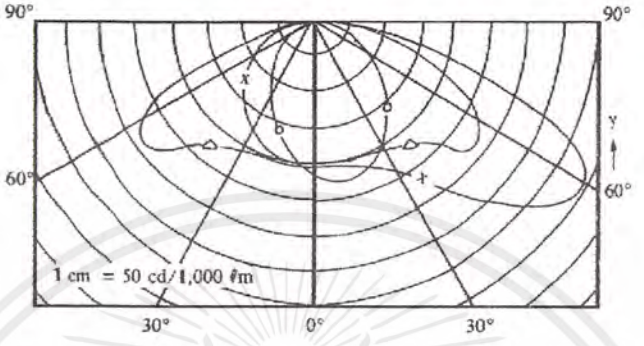


γ \ C	270	285	300	310	315	320	325	330	335	340	345	350	355	360	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	75	90
0	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194
10	188	188	187	188	189	190	190	190	191	190	191	192	192	193	193	193	195	195	194	194	194	194	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

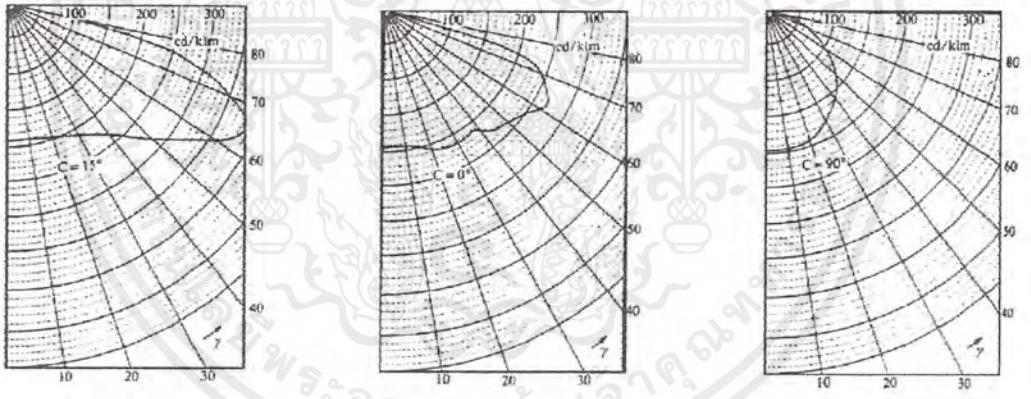
รูปที่ 2.17 ระบบแพลน C-γ ที่แสดงลักษณะการกระจายความเข้มส่องสว่างของไฟถนน พร้อมทั้งตัวอย่างค่าความเข้มส่องสว่างที่สัมพันธ์กับแพลน C-γ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โพลาร์ไดอะแกรมจะแสดงการกระจายความเข้มส่องสว่างอยู่ 3 เพลน คือ เพลน C ที่ขนานกับแนวถนน (C = 0° และ C = 180°) เพลน c ที่ตั้งฉากกับแนวถนน (C = 90° และ C = 270°) และเพลน C ที่มีค่าความเข้มสูงสุด ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากรูปที่ 2.18



(ก) โพลาร์ไดอะแกรมโดยเพลนที่ขนานกับแนวถนน (Δ) เพลนที่ตั้งฉากกับแนวถนน (0) และเพลนที่มีค่า I_{max} (x) และ

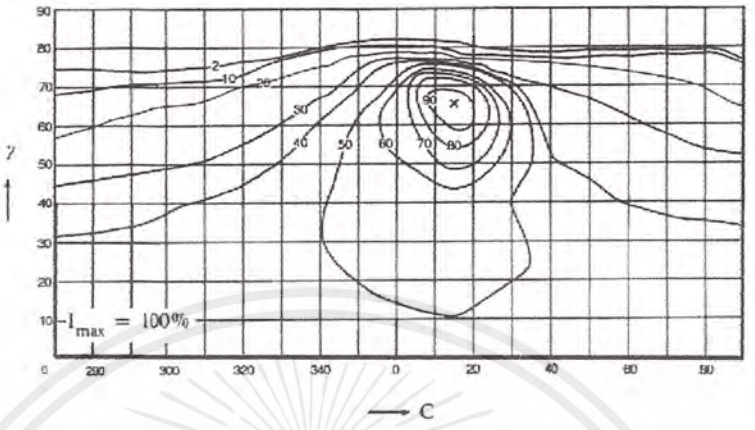


(ข) โพลาร์ไดอะแกรมของดวงโคมซึ่งมีข้อมูล I จากรูปที่ 2.17

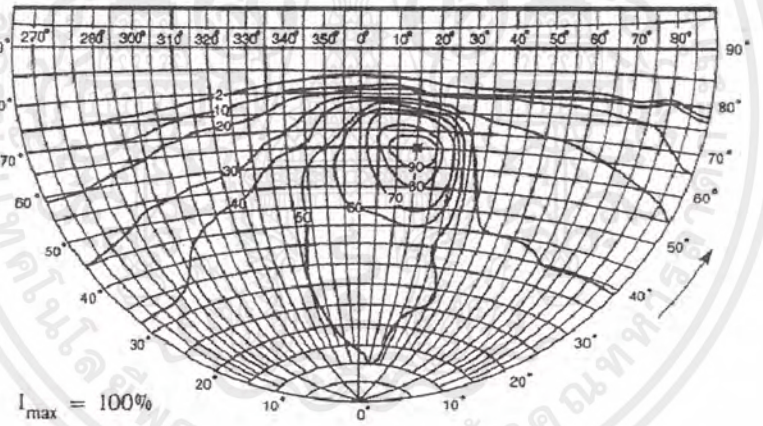
รูปที่ 2.18

ไอโซแคนเดลาไดอะแกรมเป็นการแสดงการกระจายค่าความเข้มส่องสว่างรอบๆ ดวงโคม ในการสร้างไอโซแคนเดลานี้จะลากจากจุดที่มีค่าความเข้มส่องสว่างเท่ากัน ลงบนระนาบรอบๆ โคมไฟ ดังนั้นไอโซแคนเดลาไดอะแกรมจะแสดงค่าความเข้มส่องสว่างในระนาบ C และ มุม γ ที่มีความเข้มส่องสว่างเท่ากัน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) รูปสี่เหลี่ยม



(ข) รูปวงกลม

รูปที่ 2.19 ตัวอย่างไอโซแคนเดลาไดอะแกรมที่สัมพันธ์กับข้อมูล I ในรูปที่ 2.17

2.3.2.2 ดวงโคมฉาย (Floodlight)

ดวงโคมประเภทนี้จะมีชุดอุปกรณ์ที่กันน้ำได้ และลักษณะของการกกระจายแสงเป็นทั้งแบบกว้างและแบบแคบ พร้อมทั้งชุดสะท้อนแสง ข้อมูลทางแสงจะประกอบไปด้วยความเข้มสูงสุด (peak intensity) ช่วงแผ่ของลำแสง (beam spread) ประสิทธิภาพลำแสง (beam efficiency) และการกระจายของความเข้มแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มแสงสูงสุดของดวงโคมฉายจะเกิดขึ้นในทิศทางของแกนลำแสง โดยปกติจะพิจารณาในเทอมของ cd/klm

ช่วงแผ่ของลำแสงของดวงโคมฉายหรืออาจจะเป็นที่รู้จักกันในชื่อของช่วงกว้างของลำแสงหรือมุมลำแสง จะหมายถึงมุมที่พิจารณาค่าความเข้มแสงที่เปอร์เซ็นต์ต่างๆ (ปกติจะพิจารณาที่ความเข้าแสง 50 หรือ 10 เปอร์เซ็นต์) ตัวอย่างเช่น ดวงโคมฉายที่เป็นลักษณะฉายแสงแบบสมมาตรมีค่ามุม 50° (มีมุมซ้ายขวาที่ทำมุมกับแกนลำแสงข้างละ 25°) ถ้าเป็นแบบลักษณะข้อมูลที่มีค่า $6^{\circ}/24^{\circ}$ จะหมายถึง ดวงโคมจะมีการพิจารณามุมลำแสงออกเป็น 2 แกน คือ แกนดิ่งและแกนระนาบ (ทั้ง 2 แกนทำมุมตั้งฉากซึ่งกันและกัน) และมีมุมซ้ายขวาที่ทำกับแกนลำแสงแต่ละแกนดังนี้ ทำกับแกนดิ่งข้างละ 3° และทำกับแกนระนาบข้างละ 12°

ในกรณีที่ดวงโคมฉายที่มีลักษณะกระจายแสงแบบไม่สมมาตร ตัวอย่างเช่น $5^{\circ} - 8^{\circ} / 24^{\circ}$ หมายถึงในแนวดิ่งจะมีมุมด้านบน 5° และด้านล่าง 8° ส่วนในแนวระนาบจะมีมุมด้านซ้ายและขวาข้างละ 12°

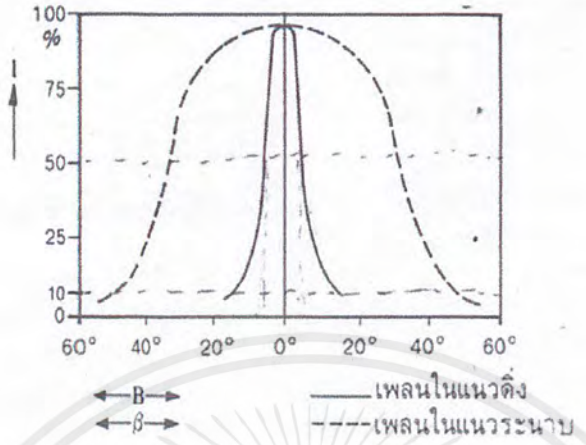
การกล่างถึงช่องแผ่ของลำแสงจะพบเป็นกันทั่วๆ ไป คือ ลำแสงแคบ ลำแสงกลาง และลำแสงกว้าง โดยปกติเป็นที่ยอมรับกันว่า การแบ่งประเภทของลำแสงจะแบ่งที่ค่า 50 เปอร์เซ็นต์ของความเข้าสูงสุด จึงสรุปได้ว่า

ตารางที่ 2.6 ช่วงแผ่ของลำแสงที่ 50% ของ I_{max}

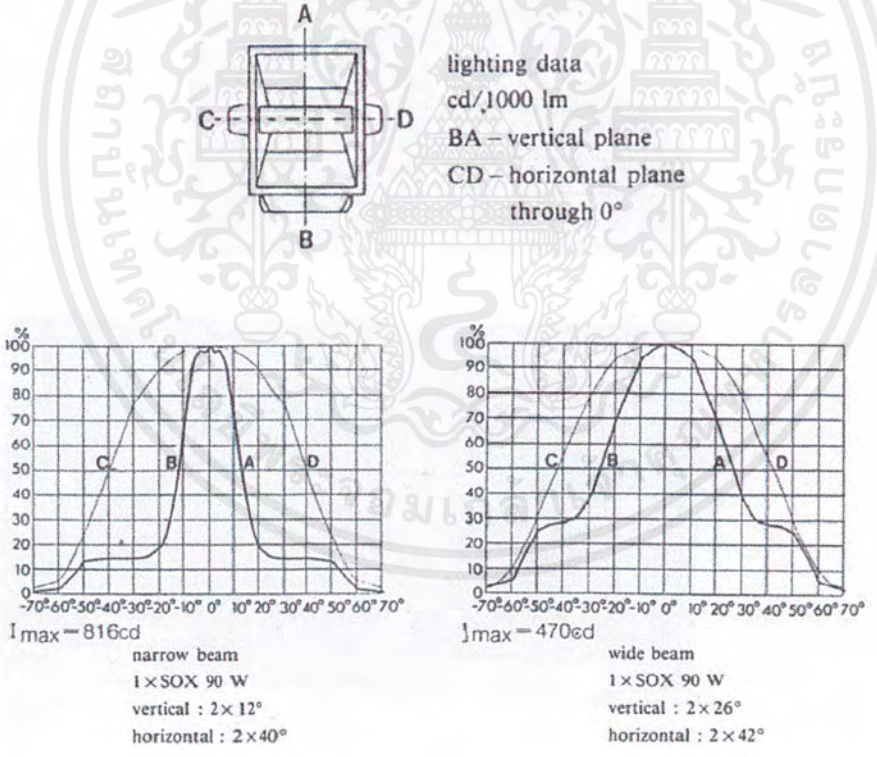
	ช่วงแผ่ของลำแสงที่ 50% ของ I_{max}
ลำแสงแคบ	$\leq 20^{\circ}$
ลำแสงกลาง	20° ถึง 40°
ลำแสงกว้าง	$\geq 40^{\circ}$

ประสิทธิภาพลำแสงหรืออัตราส่วนของเอาต์พุตแสงของโคมฉาย หมายถึง อัตราส่วนของฟลักซ์ลำแสง (beam flux) ต่อฟลักซ์ของหลอดไฟ (lamp flux) แสงจะต้องพิจารณาจากฟลักซ์ทั้งหมดที่แพร่จากดวงโคม และการพิจารณาอัตราส่วนของเอาต์พุต แสงอาจจะเป็นพิจารณาที่ลำแสง 10 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐาน NEMA ของสหรัฐอเมริกา) หรือ 50 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐาน CIE ของยุโรป) ของความเข้มแสงสูงสุดก็ได้แล้วแต่การพิจารณาในรูปที่ 2.20 เป็นการแสดงไดอะแกรมการกระจายความเข้มแสงของดวงโคมฉาย ส่วนรูปที่ 2.21 และรูปที่ 2.22 แสดงตัวอย่างของการกระจายแสงแบบสมมาตรของดวงโคมฉายใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

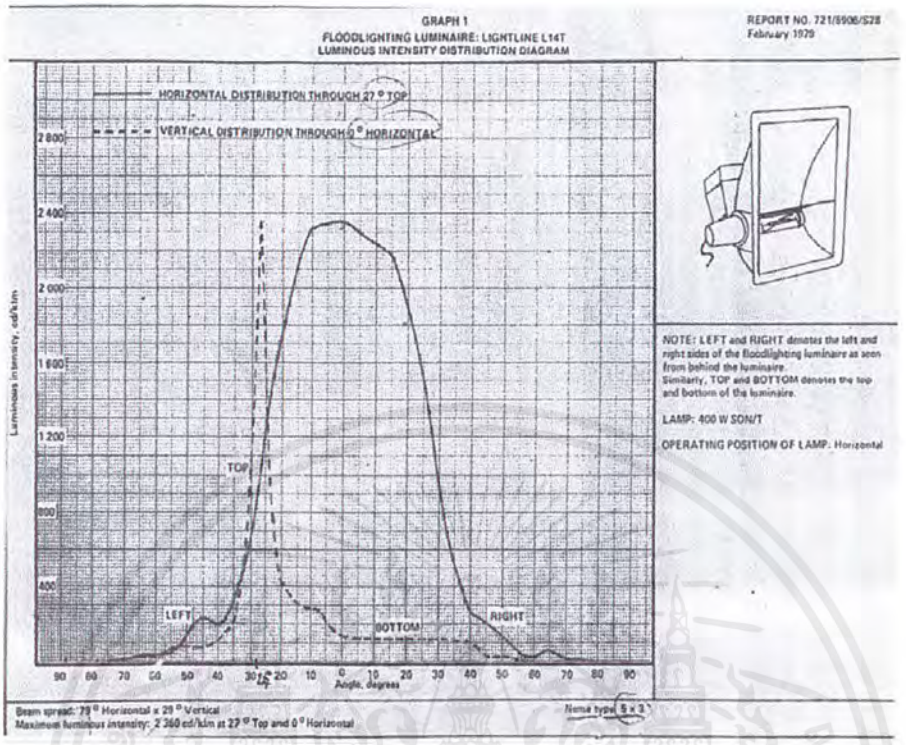


รูปที่ 2.20 ไดอะแกรมแสดงการกระจายของโคมฉาย



รูปที่ 2.21 การกระจายของดวงโคมฉายใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 การกระจายแสงของดวงโคมฉายใช้งานจริง

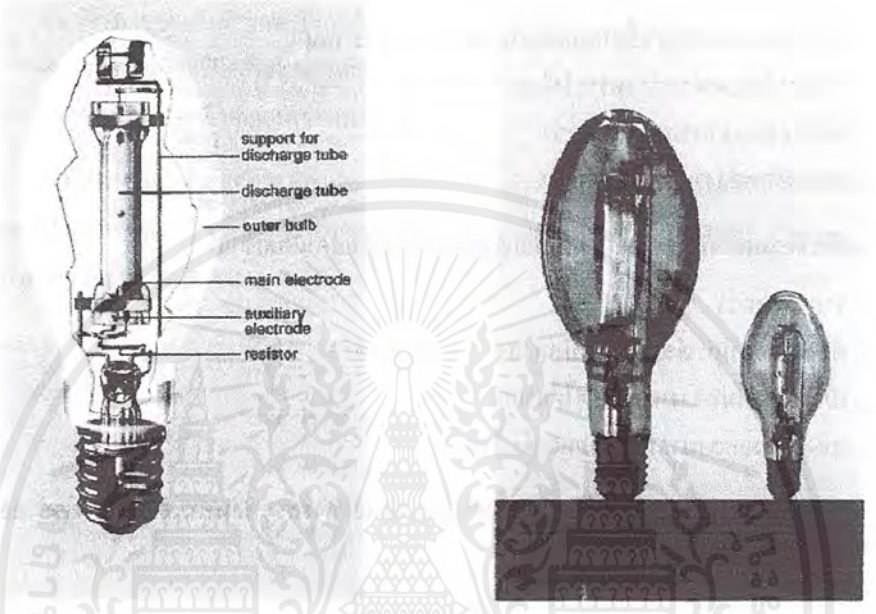
2.4 หลอดไฟถนน

หลอดไฟเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่ให้แสงสว่าง ส่วนใหญ่เป็นสิ่งที่ให้กำเนิดแสงจากพลังงานไฟฟ้าคุณสมบัติที่สำคัญและต้องคำนึงถึงเกี่ยวกับหลอดไฟฟ้าที่ใช้ส่องสว่างทั่วไปคือ ประสิทธิ์ภาพความส่องสว่าง อายุการใช้งานของหลอด ความเหมาะสมในการใช้งานสี หรือ สปกตรัมของแสงและ การตอบสนองสี (Colour rendering) ความส่องสว่าง และ ค่าทางไฟฟ้าในการใช้งาน ประสิทธิภาพความส่องสว่างเป็นสิ่งสำคัญมาก พลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้กับหลอดส่วนใหญ่เปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนและรังสีที่ตามองไม่เห็น จึงมีการนำเทคนิคใหม่มาใช้ เช่น เพิ่มอุณหภูมิทำงานของไส้หลอดให้สูงขึ้น หรือใช้หลอดก๊าซดิสชาร์จซึ่งเพิ่มสารบางชนิดเข้าไปทำให้สามารถเกิดรังสีที่ตามองเห็นมากขึ้น เป็นการเพิ่มประสิทธิ์ภาพความส่องสว่างและอายุการใช้งานของหลอดด้วย หลอดไฟที่ดีควรจะมีสีขาวและมีการแผ่รังสีตลอดทั้งสเปกตรัมเท่ากัน

หลอดไฟที่ใช้กับระบบไฟถนนของกรมทางหลวงและการไฟฟ้านครหลวง มีอยู่ 4 ประเภท คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 หลอดแสงจันทร์ (High pressure mercury-vapor lamp) หลอดแสงจันทร์ เป็นหลอดแบบก๊าซดิสชาร์จความดันสูง ภายในบรรจุไอปรอทความดันสูง ตัวหลอดมีลักษณะเป็นแบบ elliptical มีตั้งแต่ 50 – 2,000 W ดังแสดง ดังรูป 2.23



รูปที่ 2.23 หลอดแสงจันทร์

หลอดแสงจันทร์นี้ใช้แรงดันสูงในการสตาร์ต ความต้านทานของไอปรอทจะแปรผันกับกระแสไฟฟ้า เมื่อมีกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นความต้านทานจะลดลง จึงต้องใช้บัลลาสต์เพื่อทำหน้าที่จำกัดกระแสไฟฟ้าและเพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้สูงพอในการสตาร์ต เวลาที่ใช้ในการจุดหลอดประมาณ 4 – 5 นาที ถ้าตัดวงจรขณะทำงานเป็นเวลานานกว่า 0.01 วินาที หลอดจะดับ เมื่อต้องการจะจุดหลอดใหม่ จะต้องทิ้งให้หลอดเย็นก่อนประมาณ 5 – 15 นาที จึงจะจุดติด

หลอดแสงจันทร์มีอายุการใช้งานเฉลี่ยประมาณ 12,000-24,000 ชั่วโมงค่าประสิทธิผลความส่องสว่าง 30 – 60 lumen / W ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของวัตต์ที่ใช้และชนิดสีของหลอด หลอดชนิดนี้ให้ปริมาณแสงได้สม่ำเสมอทำให้ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาน้อย แต่ข้อเสียของหลอดชนิดนี้คือการลงทุนติดตั้งสูง เพราะต้องใช้อุปกรณ์บัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์ซึ่งมีราคาแพง

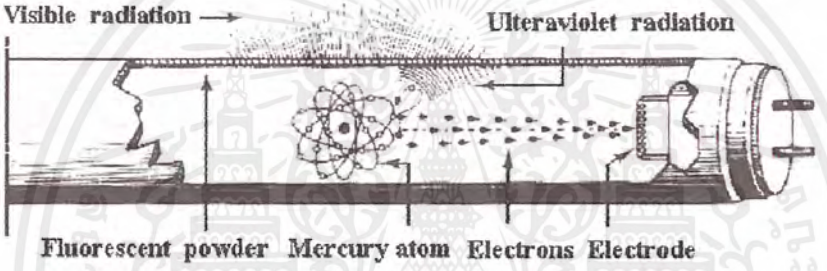
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 ค่าทางแสงของหลอดแสงจันทร์

หลอด	แรงดันไฟฟ้าต่ำสุดที่ใช้จุดหลอด (V)		แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยที่หลอด (V)	กระแสเฉลี่ย (A)	แรงดันไฟฟ้าต่ำสุดสำหรับการทำงานมีสถานะ (V)	ค่าฟลักซ์เฉลี่ย (lm)	สีแดงเฉลี่ย (%)	ค่าความสว่างเฉลี่ย (cd/cm^2)	ช่วงเวลาอุ่นหลอด (นาที)
	$+20^0$ C -18^0 C								
HPL-N 50W[4)]	180	210	95	0.60	198	1800	13.5	4.5	5
HPL-N 80W[4)]	180	210	115	0.80	198	3700	13.0	5.0	4
HPL-N 125W[4)6)]	180	210	125	1.15	198	6300	12.5	9.0	4
HPL-N 175W[5)]	180	210	130	1.50	198	8400	12.0	9.5	4
HPL-N 250W[5)]	180	210	135	2.13	198	13000	12.0	10.0	4
HPL-N 400W[5)]	180	210	140	3.25	198	22000	12.0	11.5	4
HPL-N 700W[5)]	180	210	145	5.40	198	38500	10.5	14.5	4
HPL-N 10000W[5)]	180	210	145	7.50	198	58000	10.0	18.0	4
HPL-N 2000W[5)]	180	210	270	8.00	198	120000	10.0	26.0	4

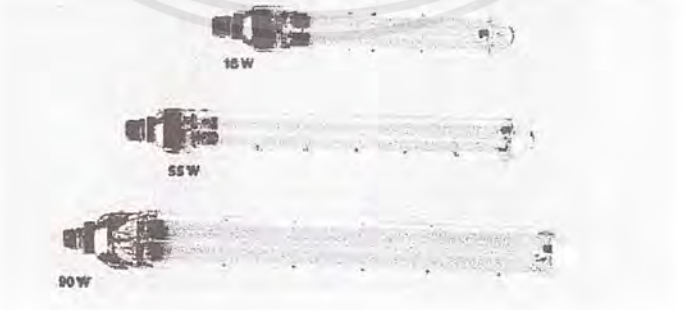
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent) หลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอดแบบก๊าซดิสชาร์จความดันต่ำ ภายในบรรจุไอปรอทประมาณ 1 / 100 ของความดันบรรยากาศ ผิวด้านในฉาบด้วยสารฟอสเฟอร์ มีขนาด 4 – 110 W ค่าประสิทธิภาพส่องสว่างประมาณ 40 – 80 lumen / W อายุการใช้งาน 9,000 – 15,000 ชั่วโมง มีความสว่างไม่มากนักและให้ความร้อนออกมาน้อย เป็นหลอดที่ให้แสงที่อบอุ่นและสบายตา ให้สีที่ถูกต้องตามธรรมชาติ มักใช้ในย่านการค้าหรือบริเวณที่อยู่อาศัยที่ต้องการเห็นสีสันที่ถูกต้อง แต่ข้อเสียของหลอดฟลูออเรสเซนต์ คือ ต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่น เช่น บัลลาสต์ สตาร์ตเตอร์ ซึ่งต้องเสียค่าใช้จ่ายส่วนหนึ่งในการ บำรุงรักษา



รูปที่ 2.24 โครงสร้างหลอดฟลูออเรสเซนต์

2.4.3 หลอดโซเดียมความดันต่ำ (Low pressure sodium lamp) หลอดโซเดียมความดันต่ำเป็นหลอดแบบก๊าซดิสชาร์จความดันต่ำ ภายในบรรจุก๊าซโซเดียมที่ความดันต่ำประมาณ 3 – 4 นิวตันต่อตารางเมตร รูปทรงภายนอกเป็นแบบทรงกระบอกยาวรูปตัวยู ดังรูป 2.25



รูปที่ 2.25 หลอดโซเดียมความดันต่ำขนาดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 ค่าทางแสงของหลอดโซเดียมความดันต่ำ

ชนิดของหลอด	ฐานหลอด	แรงดันไฟฟ้าต่ำสุดสำหรับใช้จุดหลอด	แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย (V)	กระแสไฟฟ้าเฉลี่ย (A)	แรงดันไฟฟ้าต่ำสุดสำหรับการทำงานมีสถานะ (V)	ค่าฟลักซ์เฉลี่ย (lm)	ค่าความสว่างเฉลี่ย (cd/cm2)	ช่วงเวลาอุ่นหลอด (นาที)
SOX 35 W	BY 22	190 200	68	0.62	200	4500	10	7
SOX 55 W	BY 22	190 200	107	0.59	200	7400	10	7
SOX 90 W	BY 22	190 200	117	0.83	200	13000	10	9
SOX 135 W	BY 22	190 200	176	0.82	200	21500	10	10
SOX 180 W	BY 22	190 200	250	0.83	200	30500	10	12

หลอดชนิดนี้มีประสิทธิภาพการส่องสว่างประมาณ 180 lumen / W โดยมีประสิทธิภาพสูงที่สุดคือจะให้แสงมากกว่าหลอดชนิดอื่นเมื่อใช้กำลังไฟฟ้าเท่ากัน มีขนาดตั้งแต่ 35 – 180 W อายุการใช้งานประมาณ 15,000 ชั่วโมง ใช้เวลาในการจุดหลอดให้สว่างเต็มที่ประมาณ 10 – 20 นาที

ลักษณะสีของแสงที่ได้จากหลอดโซเดียมความดันต่ำนี้จะให้แสงสีเหลืองอย่างเด่นชัด จึงไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ในงานที่ต้องการเห็นความแตกต่างในสีสันของวัตถุ นิยมใช้กับไฟถนน บริเวณทางแยก ทางรถไฟ สะพาน และไฟส่องสว่างเพื่อความปลอดภัย

2.4.4 หลอดโซเดียมความดันสูง (High Pressure Sodium Lamp , HPS) หลอดโซเดียมความดันสูงเป็นหลอดแบบก๊าซดิสชาร์จความดันสูง ภายในหลอดจะบรรจุก๊าซโซเดียมความดันสูง หลอดชนิดนี้มีขนาดและรูปร่างเหมือนกับหลอดแสงจันทร์ สามารถใช้แทนกันได้ในโคมเดียวกัน ลักษณะของหลอดเป็นดังรูป 2.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอดชนิดนี้มีประสิทธิภาพการส่องสว่างประมาณ 120 lumen / W เป็นหลอดที่มีประสิทธิภาพสูงรองจากหลอดโซเดียมความดันต่ำ มีขนาดตั้งแต่ 50 – 1,000 W อายุการใช้งานประมาณ 20,000 ชั่วโมง ใช้แรงดันสตาร์ตประมาณ 1,500 – 3,000 V ใช้เวลาในการจุดติดหลอดประมาณ 3 – 4 นาที และหากระบบไฟฟ้าเกิดดับขึ้น หลอดจะใช้ประมาณ 1 นาที เพื่อให้ไส้หลอดเย็นจนกระทั่งสามารถจุดติดไฟได้อีกครั้ง

ตารางที่ 2.9 ค่าทางแสงของหลอดโซเดียมความดันสูงขนาดต่างๆ

หลอด	ฐานหลอด	แรงดันไฟฟ้าต่ำสุดที่ใช้จุดหลอด (V)	แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยที่หลอด (V)	กระแสเฉลี่ย (A)	แรงดันไฟฟ้าต่ำสุดสำหรับการทำงานมีสถานะ (V)	กระแสสตาร์ตสูงสุด (A)	ค่าฟลักซ์เฉลี่ย (lm)	ค่าความสว่างเฉลี่ย (cd/cm^2)	ช่วงเวลาอุ่นหลอด (นาที)
SON 50 W-I[4)]	E27	198	85	0.76	200	1.08	3,300	4.5	5
SON 50 W-I[4)]	E27	198	85	0.76	200	1.08	3,300	4.5	5
SON 70 W-I[4)]	E27	198	90	1.00	200	1.35	5,800	7.0	5
SON 70 E-I[4)]	E27	198	90	1.00	200	1.35	5,800	7.0	5
SON 150 W	E40/45	198	100	1.80	200	2.40	13,500	10.0	5
SON 250 W	E40/45	198	100	3.00	200	4.50	25,00	19.0	5
SON 400 W	E40/45	198	105	4.45	200	6.50	47,000	24.0	5
SON 1000 W	E40/45	198	110	10.30	200	14.00	120,000	36.0	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.26 หลอดโซเดียมความดันสูงขนาดต่างๆ

แสงที่ได้จากหลอดโซเดียมความดันสูงนี้จะออกไปทางโทนเหลือง การมองเห็นสีจะดีกว่าหลอดโซเดียมความดันต่ำ เพราะยังมีแสงสีอื่นปนอยู่ด้วย หลอดชนิดนี้ใช้กันมากในถนนสายประธาน ทางด่วน และสี่แยกต่างๆ

2.5 การออกแบบระบบแสงสว่างไฟถนน

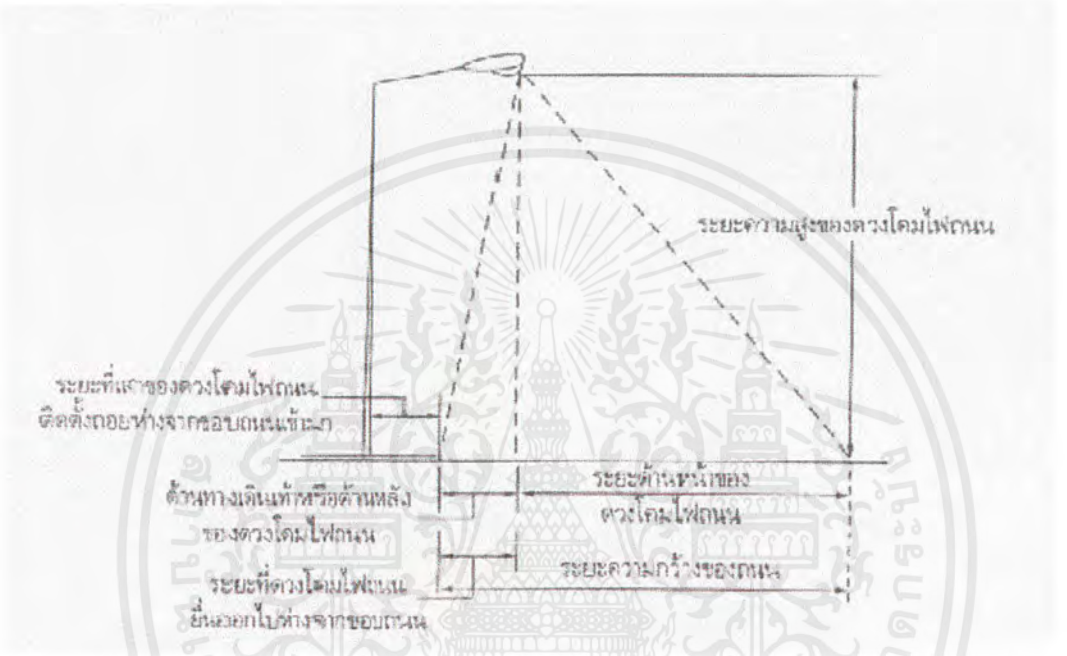
ในการออกแบบระบบแสงสว่างไฟถนนนั้นมีความจำเป็นมากที่จะต้องให้ได้แสงสว่างบนพื้นถนนมีความสว่างเพียงพอตามมาตรฐาน เพื่อให้ผู้สัญจรไปมาได้รับความปลอดภัยและลดอุบัติเหตุต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้น การออกแบบระบบแสงสว่างไฟถนนนี้จะใช้แสงสว่างในเวลากลางคืนหรือเวลามืดครึ้ม มีหมอกหนาๆ ในการออกแบบนั้นจะต้องมีองค์ประกอบต่างๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น สีของแสงที่ออกจากดวงโคมเหมาะสมหรือไม่ และมีความชัดเจนมากน้อยเพียงใดเกี่ยวกับความรู้สึกในการมองเห็นวัตถุต่างๆ ตลอดจนการเลือกใช้ตารางข้อมูลแสงสว่างของดวงโคมไฟถนนแต่ละแบบ เป็นต้น

ในการออกแบบระบบแสงสว่างไฟถนนนั้นเพื่อความสะดวกในการออกแบบจึงจำเป็นจะต้องใช้ตารางข้อมูลแสงสว่าง (Photometric Data) ของดวงโคมไฟถนนเข้าช่วย ดวงโคมไฟถนนเป็นดวงโคมที่เหมาะสำหรับที่จะใช้งานในการออกแบบระบบแสงสว่างบนพื้นที่ที่มีความยาวมากๆ แต่แคบ ในการออกแบบจะต้องพิจารณาถึงชนิดต่างๆ ของดวงโคมไฟถนน การจัดวางตำแหน่งของเสาบนพื้นถนนตลอดจนข้อมูลต่างๆ ที่อ่านได้จากตารางข้อมูลแสงสว่างของดวงโคมไฟถนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 การพิจารณาแบ่งส่วนต่างๆ ของถนน

เมื่อมีการติดตั้งตำแหน่งของเสาของดวงโคมไฟถนนเรียบร้อยแล้วจะต้องมีการแบ่งส่วนต่างๆ ของถนนออกไปอีก เพื่อที่จะใช้เป็นข้ออ้างอิงกับตารางข้อมูลแสงสว่างของดวงโคมไฟถนน ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 การแบ่งส่วนต่างๆของถนนเพื่อใช้กับตารางข้อมูลแสงสว่างของดวงโคมไฟถนน

จากรูปที่ 2.27 พิจารณาได้ดังนี้

1. ส่วนที่เป็นด้านหน้าถนนของดวงโคมไฟถนน (Street Side) คือ บริเวณพื้นที่บนถนนทางด้านหน้าของดวงโคมไฟถนนหรือบริเวณพื้นที่รถยนต์สัญจรไปมา

2. ส่วนที่เป็นด้านหลังของดวงโคมไฟถนน (House Side or Curb Side) คือ บริเวณพื้นที่บนถนนที่อยู่ด้านหลังของดวงโคมไฟถนน

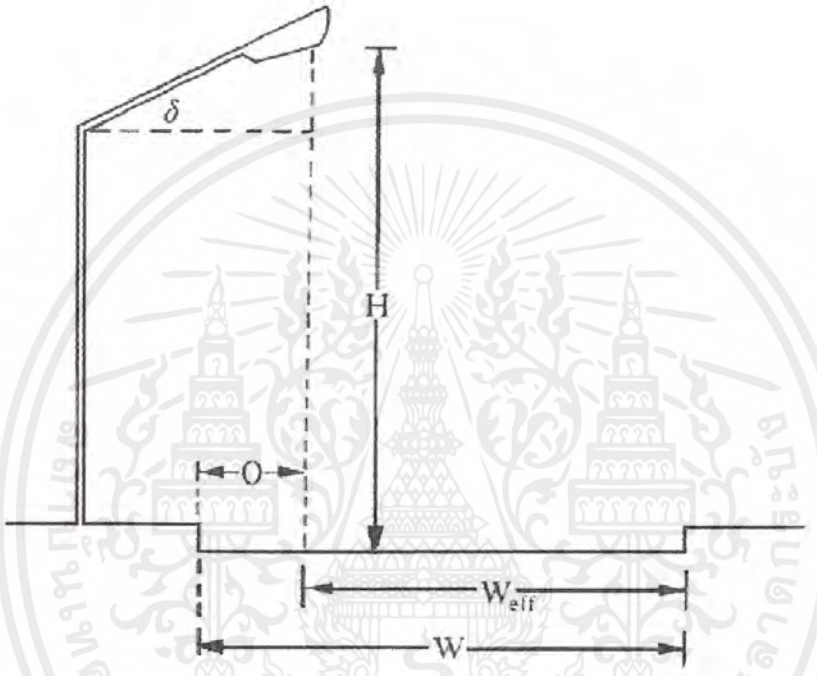
3. ส่วนที่เป็นระยะความยาวที่ดวงโคมไฟถนนยื่นออกไปจากขอบถนน (Overhang) คือ ระยะความยาวหรือตำแหน่งที่ดวงโคมไฟถนนยื่นออกมาห่างจากขอบถนนเท่าไร

4. ส่วนที่เป็นระยะความยาวที่เสาของดวงโคมไฟถนนถอยหลังออกมาห่างจากขอบถนน (Set Back) คือ ระยะความยาวหรือตำแหน่งที่เสาของดวงโคมไฟถนนอยู่ถอยหลังออกมาห่างจากขอบถนนเท่าไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 การติดตั้งไฟถนน

การติดตั้งไฟถนนมีอยู่หลายแบบขึ้นอยู่กับเหตุผลทางเทคนิคและทางเศรษฐกิจ นอกจากนี้ยังขึ้นกับความสวยงามและสภาพของสถานที่นั้นอีกด้วย เสาไฟที่นิยมใช้กันทั่วไปเป็นเสาเหล็กชุปสังกะสีซึ่งมีความแข็งแรง ทนทาน ปลอดภัยและติดตั้งง่ายอีกด้วย รูปที่ 2.28 แสดงการติดตั้งโคมไฟถนน



H คือความสูงในการติดตั้ง (mounting height)

O คือช่วงยื่น (overhang)

δ คือมุมเอียง (tilt angle)

W_{eff} คือความกว้างประสิทธิผลของถนน (effective road width)

W คือความกว้างของถนน (road width)

รูปที่ 2.28 การติดตั้งโคมไฟถนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

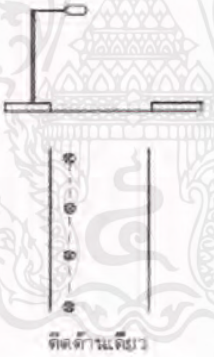
2.5.3 ความสูงในการติดตั้ง (Mounting Height)

ไฟถนนที่ติดตั้งกันทั่วไปนั้นใช้เสาสูงประมาณ 9-12 เมตร แต่บนทางแยกที่ซับซ้อน วงเวียน และถนนกว้างหลายเลนการติดตั้งเสา 9-12 เมตร แบบทั่วไปจะไม่เหมาะสมเพราะต้องใช้เสาและโคมจำนวนมาก ทำให้ผู้ขับขี่ยวดยานเกิดความสับสนได้ นอกจากนี้ยังทำให้ดูรกรุงรัง ไม่สวยงามในตอนกลางวันอีกด้วย จึงมีการนำระบบแสงสว่างแบบใช้เสาสูงซึ่งมีความสูงประมาณ 20-50 เมตร ซึ่งทำให้การมองเห็นดีกว่าการใช้เสาต่ำมาก ในการออกแบบจะต้องกำหนดตำแหน่ง ความสูงของเสา และจำนวนโคมไฟต่อเสา เพื่อให้ได้ความเข้มแสงตามที่กำหนด

2.5.4 การติดตั้งตำแหน่งเสาของดวงโคมไฟถนน

โดยปกติการติดตั้งตำแหน่งเสาของดวงโคมไฟถนนนั้น นิยมติดตั้งเป็น 3 ลักษณะใหญ่ๆ ดังนี้

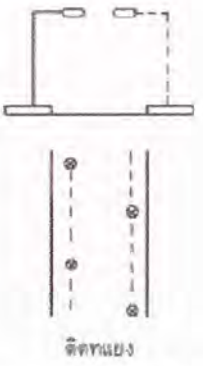
การติดตั้งตำแหน่งเสาของดวงโคมไฟถนนอยู่ในแนวด้านเดียวกันหมด (One Side Arrangement) คือ การติดตั้งตำแหน่งให้เสาดวงโคมไฟถนนทุกต้นอยู่ด้านเดียวกันหรือแนวเดี่ยวกันหมด ดังรูปที่ 2.29 กรณีนี้ส่วนใหญ่แล้วถนนจะมีความกว้างพอๆ กับความสูงของเสาของดวงโคมไฟถนน



รูปที่ 2.29 การติดตั้งตำแหน่งเสาของดวงไฟถนนอยู่ในแนวด้านเดียวกันหมด

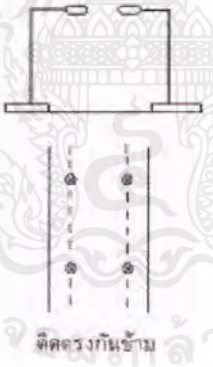
การติดตั้งตำแหน่งเสาของดวงโคมไฟถนนให้อยู่สลับตำแหน่งกันของ 2 ข้างถนน (Staggered Arrangement) คือ การติดตั้งตำแหน่งของเสาของดวงโคมไฟถนนให้อยู่สลับกันของ 2 ข้างถนน หรืออาจจะเรียกว่าแบบซิกแซกก็ได้ ดังรูปที่ 2.30 ในการติดตั้งเสาของดวงโคมไฟถนนแบบนี้จะให้ความสว่างของระดับแสงสว่างสม่ำเสมอดีกว่าแบบแรกและตำแหน่งระยะห่างระหว่างเสาแต่ละต้นของทั้ง 2 ข้างถนนก็สามารถจะจัดให้มีระยะห่างได้มากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.30 การติดตั้งตำแหน่งเสาของดวงโคมไฟถนนให้อยู่สลับกันของ 2 ข้างถนน

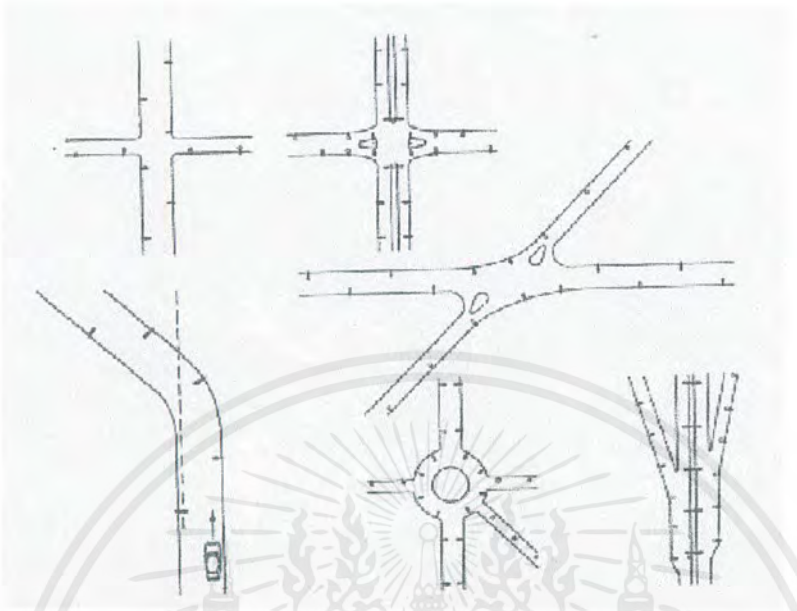
การติดตั้งตำแหน่งเสาของดวงโคมไฟถนนให้อยู่ตำแหน่งตรงข้ามกันของ 2 ข้างถนน (Opposite Arrangement) คือ การติดตั้งตำแหน่งของเสาของโคมไฟให้อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกันของ 2 ข้างถนนและอยู่ในแนวเดียวกันทั้ง 2 ข้างของถนนด้วย ดังรูปที่ 2.31 ในการติดตั้งเสาของดวงโคมไฟถนนแบบนี้ จะใช้ในกรณีที่ถนนมีความกว้างมากๆ หรือความกว้างของถนนมีความกว้างมากกว่าสองเท่าของความสูงของดวงโคมไฟถนน



รูปที่ 2.31 การติดตั้งตำแหน่งเสาของดวงโคมให้อยู่ตำแหน่งตรงข้ามกันของ 2 ข้างถนน

การติดตั้งตำแหน่งเสาของดวงโคมไฟถนนทั้ง 3 แบบนี้จะเป็นการติดตั้งกับถนนที่เป็นทางตรงเท่านั้น แต่ในการติดตั้งตำแหน่งเสาของดวงโคมไฟถนนจริงๆ แล้วนั้น จะต้องพิจารณาการติดตั้งตำแหน่งเสาของดวงโคมไฟถนนในทางแยก ทางร่วม ทางโค้ง และตามวงเวียน ตลอดจนทางข้ามต่างๆ ซึ่งบริเวณเหล่านี้จะต้องพิจารณาเป็นพิเศษและระดับแสงสว่างจะต้องมีปริมาณแห่งการส่องสว่างของถนนทั่วไป ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของปริมาณแห่งการส่องสว่างของถนนทั่วไป และลักษณะการติดตั้งตำแหน่งของเสาดวงโคมไฟถนนตามบริเวณต่างๆ ดังรูปที่ 2.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.32 การติดตั้งตำแหน่งเสาของดวงโคมไฟถนนบนถนนที่มีทางแยก ทางร่วม ทางโค้งและตามวงเวียน

นอกจากนี้ยังมีวิธีการติดตั้งหลายแบบด้วยกันดังรูปที่ 2.33 ซึ่งการที่จะติดตั้งไฟถนนแบบไหนก็แล้วแต่คุณภาพของไฟถนนและงบค่าใช้จ่าย โดยความสูงในการติดตั้งควรที่จะมากกว่าค่าความกว้างประสิทธิผลของถนน

รูปที่ 2.33 แบบติดตั้งเสาไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5 ระยะห่างระหว่างช่างเสา (Spacing)

ระยะห่างระหว่างเสาไฟถนนแต่ละต้นนั้นขึ้นอยู่กับความสูงของเสาไฟถนน ถ้าเสาไฟถนนสูงขึ้นก็จะทำให้ระยะห่างของเสาไฟถนนกว้างมากขึ้นด้วย ซึ่งจะทำให้ค่าแสงจ้าลดลง แต่ค่าความเข้มแสงเฉลี่ยก็จะลดลงด้วย โดยทั่วไประยะห่างระหว่างช่วงเสาจะประมาณ 30-50 เมตร

2.5.6 มุมเงย (Tilt Angle)

ในกรณีที่มีการจำกัดความสูงของเสาไฟถนน อาจทำให้ถนนด้านตรงข้ามกับโคมไฟมีแสงไม่เพียงพอ การเอียงโคมไฟให้สูงขึ้นจากแนวระดับจะช่วยเพิ่มปริมาณแสงให้ตกถึงด้านตรงข้ามมากขึ้น แต่การเอียงโคมไฟมากเกินไปจะทำให้เกิดแสงจ้ามากขึ้น ดังนั้นจึงไม่ควรเอียงโคมไปจากแนวระดับมากเกินกว่า 10 องศา โดยทั่วไปนิยมเอียงเป็นมุม 5 องศา

2.5.7 ช่วงยื่น (Overhang)

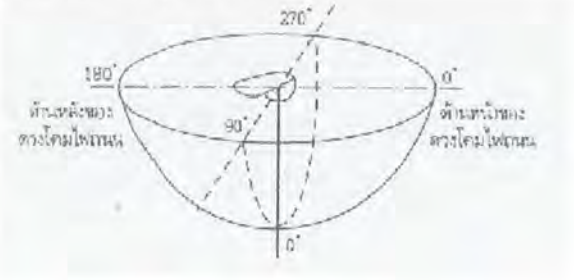
ในการตั้งเสาไฟถนนนั้น จะต้องติดตั้งให้ไฟถนนเรียงเป็นแนวเส้นเดียวกันไปตามขอบถนน เพื่อให้แสงที่เข้าตาผู้ขับขี่ยวดยานมีความสม่ำเสมอตลอดเส้นทางขับขี่ ดังนั้นในบริเวณที่ถนนมีการเว้าเข้าไป เช่น บริเวณป้ายรถประจำทาง เสาไฟถนนที่ปักในช่วงนั้นจะต้องมีช่วงยื่นออกมามากกว่าปกติ เพื่อให้โคมไฟอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน

2.5.8 การแบ่งมุมต่างๆ ที่ใช้อ้างอิงกับตารางข้อมูลแสงสว่างของดวงโคมไฟถนน

การแบ่งมุมต่าง ๆ ที่ใช้อ้างอิงกับตารางข้อมูลแสงสว่างของดวงโคมไฟถนน สามารถแบ่งออกเป็น 2 ระนาบคือ

2.5.8.1 มุมที่อยู่ในระนาบในแนวดิ่งซึ่งอยู่ใต้ดวงโคมไฟถนนที่ตั้งฉากขนานไปกับความยาวของถนน

ค่าของมุมต่างๆ ในระนาบนี้เรียกว่ามุมในระนาบแนวดิ่ง (Vertical Degrees) ซึ่งจะเริ่มพิจารณาจากมุม 0 องศา ที่จุดใต้ดวงโคมไฟถนนและนับค่ามุมไปทวนเข็มนาฬิกาจะได้มุม 90° – 0° – 270° ดังแสดงด้วยเส้นประในรูปที่ 2.34



รูปที่ 2.34 การแบ่งมุมต่างๆ ที่ใช้อ้างอิงกับตารางข้อมูลแสงสว่างของดวงโคมไฟถนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.8.2 มุมที่อยู่ในระนาบในแนวระดับขนานไปกับความกว้างของพื้นถนน

อยู่ระหว่างมุม 90°-0° -270° หันออกไปด้านหน้าถนน และมุม 90° - 180° - 270° หันกลับมาทางด้านหลังของดวงโคมไฟถนน ซึ่งเรียกว่ามุมในระนาบแนวระดับ (Lateral Degrees) ดังรูปที่ 2.34

2.5.9 ชนิดและการแบ่งลักษณะของดวงโคมไฟถนน

2.5.9.1 พิจารณาจากค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างที่มุม 80° และ 90° ตามแนวดิ่ง

โดยถือหลักการที่ว่าแสงสว่างที่ออกจากดวงโคมจะมีความจ้าของแสงสว่างมากน้อยต่างๆ กัน การออกแบบระบบแสงสว่างไฟถนนในบางครั้งมีความต้องการแสงสว่างที่ความจ้าน้อยๆ หรืออาจจะไม่มีแสงสว่างออกมาเลย เมื่อพ้นมุม 90° ในแนวดิ่งไปแล้ว ซึ่งการพิจารณาชนิดของดวงโคมไฟถนนในลักษณะนี้สามารถแบ่งออกเป็น 3 อย่าง ดังต่อไปนี้

แบบตัดออก (Cut-off)

โดยพิจารณาจากการวัดค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างของหลอดไฟขนาด 1000 ลูเมน ที่มุม 90° ในแนวดิ่ง จะต้องมีค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างน้อยกว่าหรือเท่ากับ 25 แคนเดลา และที่มุม มุม 80° ในแนวดิ่ง จะต้องมีค่าความเข้มแห่งการสองสว่างน้อยกว่าหรือเท่ากับ 100 แคนเดลา

แบบกึ่งตัดออก (Semi-cutoff)

โดยพิจารณาจากการวัดค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างของหลอดไฟขนาด 1000 ลูเมน ที่มุม 90° ในแนวดิ่ง จะต้องมีค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างน้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 แคนเดลา และที่มุม 80° ในแนวดิ่ง จะต้องมีค่าความเข้มแห่งการสองสว่างน้อยกว่าหรือเท่ากับ 200 แคนเดลา

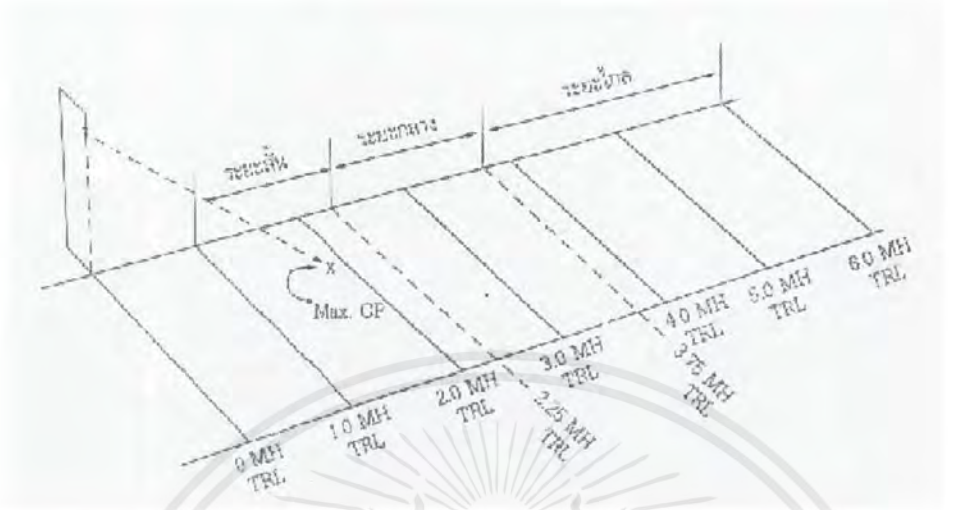
แบบไม่ตัดออก (Non-cutoff)

โดยพิจารณาจากการวัดค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างของหลอดไฟขนาด 1000 ลูเมน ที่มุม 90° และที่มุม 80° จะมีค่าต่างไปจาก 2 แบบแรกหรือมีค่าไม่อยู่ในค่าของ 2 แบบแรกก็ถือว่าเป็นประเภทไม่ตัดออก

2.5.9.2 พิจารณาตามลักษณะของการกระจายแสงสว่างของดวงโคมไฟถนนตามความยาวของถนนในแนวดิ่ง

หลักการพิจารณาก็คือ การพิจารณาจากแสงสว่างที่ออกจากดวงโคมแต่ละดวงโคมนั้นสามารถที่จะกระจายแสงออกไปครอบคลุมพื้นที่ที่ไกลออกไปได้กี่ช่วงของความสูงของดวงโคมตามแนวยาวของถนน โดยสร้างเส้นมาตรฐานซึ่งเป็นเส้นที่ลากขวางถนน เรียกว่า **เส้นขวางถนน (Transverse Roadway Lines)** ใช้อักษรย่อว่า TRL และกำหนดระยะห่างมาตรฐานตาม IES ขึ้นที่ระยะห่างตามความยาวของถนนเป็น 1.0, 2.25, 3.75 และ 6.0 เท่าของระยะความสูงของดวงโคมที่ติดตั้งบนเสา (MH) ดังรูปที่ 2.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.35 ตำแหน่งการกระจายแสงสว่างของดวงโคมไฟถนนในแนวดิ่งที่ระยะต่างๆ ตามความยาวของถนนและแสดงตำแหน่งของเส้น TRL

แล้วพิจารณาดูว่าค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างสูงสุดของดวงโคมจะไปตกอยู่ส่วนใดของถนนหรือไปตกอยู่ช่วงเส้น TRL ที่สร้างขึ้น เพื่อใช้เป็นหลักในการจัดจำแนกประเภทของดวงโคม มีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

1. ถ้าจุดของค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างสูงสุดที่ออกจากดวงโคมไปตกอยู่ในช่วงระหว่างเส้น 1.0 MH ถึง 2.25 MH ของเส้น TRL ถ้าคิดเป็นองศาจากดวงโคมประมาณ 45° ถึง 66° ในแนวดิ่ง ดวงโคมประเภทนี้จัดอยู่ในประเภทที่มีลักษณะของการกระจายแสงแคบหรือที่เรียกว่า การกระจายแสงแคบ (Short Distribution)

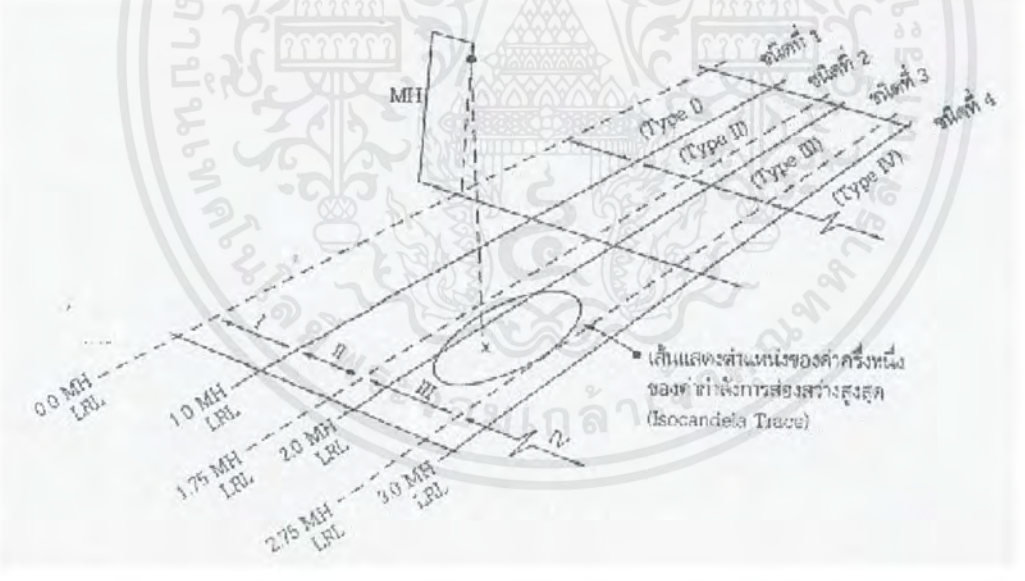
2. ถ้าจุดของค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างสูงสุดที่ออกจากดวงโคมไปตกอยู่ในช่วงระหว่างเส้น 2.25 MH ถึง 3.75 MH ของเส้น TRL ถ้าคิดเป็นองศาจากดวงโคมประมาณ 66° ถึง 75° ในแนวดิ่ง ดวงโคมประเภทนี้จัดอยู่ในประเภทที่มีลักษณะของการกระจายแสงปานกลางหรือที่เรียกว่า การกระจายแสงปานกลาง (Medium Distribution)

3. ถ้าจุดของค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างสูงสุดที่ออกจากดวงโคมไปตกอยู่ในช่วงระหว่างเส้น 3.75 MH ถึง 6.0 MH ของเส้น TRL ถ้าคิดเป็นองศาจากดวงโคมประมาณ 75° ถึง 80° ในแนวดิ่ง ดวงโคมประเภทนี้จัดอยู่ในประเภทที่มีลักษณะของการกระจายแสงไกลหรือที่เรียกว่า การกระจายแสงไกล (Long Distribution)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.9.3 พิจารณาตามลักษณะการกระจายแสงสว่างของดวงโคมไฟถนนไปตามความกว้างของถนนตามแนวขนาน

หลักการพิจารณาก็คือ การพิจารณาว่าดวงโคมแต่ละดวงโคมนั้นสามารถที่จะกระจายแสงออกไปครอบคลุมพื้นที่ที่ไกลออกไปได้กี่ช่วงของความสูงของเสาดวงโคมตามแนวความกว้างของถนน โดยสร้างเส้นมาตรฐานลากเส้นไปตามความยาวของถนน ซึ่งเรียกว่า **เส้นตามความยาวถนน (Longitudinal Roadway Line)** เขียนย่อๆ ว่า LRL และกำหนดระยะมาตรฐาน IES ขึ้นที่ระยะ 1.0, 1.75 และ 2.75 เท่าของระยะความสูงของดวงโคมที่ติดตั้งอยู่บนเสา ดังรูปที่ 11 แล้วพิจารณาดูว่าค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างที่มีค่าครึ่งหนึ่งของค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างสูงสุดที่ออกจากดวงโคมอยู่ที่บริเวณหรือที่จุดใดบ้าง แล้วนำมาลากเชื่อมโยงให้ถึงกัน ก็จะเป็นรอยเส้นความเข้มแสงที่เท่ากัน (Isocandela Trace) ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดชนิดของดวงโคมแบบต่างๆ โดยถือเอาความสามารถของการส่องสว่างที่ครอบคลุมพื้นที่ออกไปได้ไกลเท่าใดตามความกว้างของถนนเป็นหลัก หลักการพิจารณารอยเส้นความเข้มแสง เพื่อจัดจำแนกประเภทดวงโคม ดังรูปที่ 2.36 มีดังนี้



รูปที่ 2.36 การกระจายแสงสว่างของดวงโคมไฟถนนไปตามความกว้างของถนนในแนวขนานและเส้นแสดงตำแหน่งของค่าครึ่งหนึ่งของค่ากำลังการส่องสว่างสูงสุดและแสดงตำแหน่งของเส้น LRL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ถ้ารอยเส้นความเข้มของแสงที่เท่ากันสร้างขึ้นมีรูปร่างครอบคลุมพื้นที่ที่อยู่ภายในเส้น 1.0 MH ของเส้น LRL ทั้งด้านหน้าถนนและด้านเดินเท้าแล้ว ดวงโคมประเภทนี้จะถูกกำหนดให้เป็นดวงโคมประเภทที่ 1 (Type I)

2. ถ้ารอยเส้นความเข้มของแสงที่เท่ากันสร้างขึ้นมีรูปร่างครอบคลุมพื้นที่ที่อยู่ภายในเส้น 1.75 MH ของเส้น LRL ตามความกว้างของถนนแล้ว ดวงโคมประเภทนี้จะถูกกำหนดให้เป็นดวงโคมประเภทที่ 2 (Type II)

3. ถ้ารอยเส้นความเข้มของแสงที่เท่ากันสร้างขึ้นมีรูปร่างครอบคลุมพื้นที่ที่อยู่ไกลออกไปมากกว่า 1.7 MH ของเส้น LRL แต่ไม่เกินเส้น 2.75 MH ของเส้น LRL แล้ว ดวงโคมประเภทนี้จะถูกกำหนดให้เป็นดวงโคมประเภทที่ 3 (Type III)

4. ถ้ารอยเส้นความเข้มของแสงที่เท่ากันสร้างขึ้นมีรูปร่างครอบคลุมพื้นที่ที่อยู่ไกลออกไปมากกว่า 2.75 MH ของเส้น LRL ดวงโคมประเภทนี้จะถูกกำหนดให้เป็นดวงโคมประเภทที่ 4 (Type IV)

สำหรับดวงโคมทั้ง 4 ประเภทนี้ ดวงโคมประเภทที่ 1 เมื่อติดตั้งในถนนจริงๆ แล้ว จะยื่นออกมาเกือบจะกึ่งกลางถนน เพราะแสงสว่างจะส่องสว่างออกมาครอบคลุมทั้งด้านหน้าและด้านหลังดวงโคม ส่วนดวงโคมประเภทที่ 2, ประเภทที่ 3 และประเภทที่ 4 นั้นส่วนใหญ่จะติดตั้งไว้ริมขอบถนน เพราะว่าแสงสว่างส่วนใหญ่จะส่องสว่างออกมาทางด้านหน้าของดวงโคม สำหรับดวงโคมไฟถนนบางประเภทสามารถดัดแปลงให้เป็นได้หลายประเภทโดยเปลี่ยนหรือเพิ่มอุปกรณ์บางอย่าง เช่น เปลี่ยนแผ่นสะท้อนหรือเปลี่ยนมุมหักเหของแสง ตลอดจนการเปลี่ยนตำแหน่งของฐานหลอดก็ได้ จะทำให้ชนิดของดวงโคมเปลี่ยนไปด้วย

2.6 ลักษณะของแฟ้มข้อมูลแบบ IES

ความเป็นมา

ในปี ค.ศ 1986 Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) ได้จัดทำมาตรฐาน สำหรับข้อมูลทางด้านแสง สำหรับโคมในลักษณะต่างๆและแหล่งกำเนิดทางแสง ซึ่งได้ถูกตีพิมพ์ในรายงานการประชุมของ IESNA เรียกว่า "IES LM-63-1986" เป็นรูปแบบมาตรฐานของข้อมูลทางแสง ซึ่งได้รับความนิยมจากทั้งผู้ผลิต อีกทั้งมีผู้นำไปพัฒนา software เพื่อการคำนวณอย่างมากมาย

มาตรฐานดังกล่าวได้มีการพิจารณา เพื่อเพิ่ม " keywords" ในปี 1991 และในปี 1995 ได้มีการจัดเลขลำดับของข้อมูลให้ง่ายขึ้น โดยที่ยังคงรูปแบบและมาตรฐานเดิมไว้เกือบทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบแฟ้มข้อมูล IES

แฟ้มข้อมูล IES ถูกจัดทำในรูปแบบของแฟ้มข้อมูลแบบตัวอักษร (Text File) โดยมีรูปแบบต่างๆ ดังนี้

1. IES LM-63-1986

Id	Description
01	<label line1>
02	<label line2>
03	…
04	<label linen>
05	TILT = <file-spec> or <INCLUDE> or <NONE>
06	<lamp-to-luminaire geometry>
07	<# of pairs of angles and multiplying factors>
08	<angles>
09	<multiplying factors>
10	<# of lamps> <lumens per lamp> <candela multiplier> <# of vertical angles> <# of horizontal angles> <photometric type> <units type> <width> <length> <height>
11	<ballast factor> <ballast-lamp photometric 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 nth horizontal angle> A detailed description of each line is presented in Section 2, "IES Standard File Format-Detailed Description."

รายละเอียดในแต่ละบรรทัดจะได้กล่าวในลำดับต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. IES LM-63-1991

Id	Description
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 of angles and multiplying factors>
08	<angles>
09	<multiplying factors>
10	<# of lamps> <lumens per lamp> <candela multiplier> <# of vertical angles> <# of horzontalangles> <photometric type> <units typc> <width> <lcngth> <hcight>
11	<ballast factor> <ballast-lamp photometric factor> <input watts>
12	<vertical angles>
13	<horizontal angles>
14	<candela values for all vertical angles at frist horizontal angle>
15	<candela values for all vertical angles at second horizontal angle>
16	…
17	<candela values for all vertical angles at nth horizontal angle>

ข้อแตกต่างระหว่าง LM-63-1991 และ LM-63-1995 คือ

-บรรทัด 00 เปลี่ยนเป็น LM-63-1995 เพื่อความแตกต่างจากแฟ้มข้อมูลอื่นๆ (LM-63-1986 และ LM-63-1991)

-เพิ่มจำนวน Keywords ให้มากขึ้น และ keywords ลักษณะใหม่ๆมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-คำว่า<Ballast-lamp photometric factor> เปลี่ยนเป็น <future use>
ส่วนบรรทัด 05-17 ยังคงเหมือนเดิม

3. IES LM-63-1995

Id	Description
00	IESNA : LM-63-1995
01	<Keyword 1>
02	<Keyword 2>
03	…
04	<Keyword n>
05	TILT = <file-spec> or <INCLUDE> or <NONE>
06	<lamp-to-luminaire geometry>
07	<# of pairs of angles and multiplying factors>
08	<angles>
09	<multiplying factors>
10	<# of lamps> <lumens per lamp> <candela multiplier> <# of vertical angles> <# of horizontal angles> <photometric type> <units type> <width> <length> <height>
11	<ballast factor> <factor> <future use> <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 nth horizontal angle>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อแตกต่างระหว่าง LM-63-1991 และ LM-63-1995 คือ

-บรรทัด 00 เปลี่ยนเป็น LM-63-1995 เพื่อความแตกต่างจากแฟ้มข้อมูลอื่นๆ (LM-63-1986 และ LM-63-1991)

-เพิ่มจำนวน Keywords ให้มากขึ้น และ keywords ลักษณะใหม่ๆมากขึ้น

-คำว่า<Ballast-lamp photometric factor> เปลี่ยนเป็น <future use>

ส่วนบรรทัด 05-17 ยังคงเหมือนเดิม

รายละเอียดแฟ้มข้อมูล IES

ข้อมูลทางแสง LM-63 ที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อข้างต้น จำเป็นต้องมี <CR><LF> ในทุกบรรทัด และข้อมูลจะอยู่ในรูป text file

ในส่วนของเลขบรรทัดนั้นอาจมีบรรทัดเดียวหรือมากกว่าก็ได้ ในกรณีที่ข้อมูลมีเกินความกว้างเกิน 1 บรรทัด โดยที่ความกว้างของตัวอักษรใน 1 บรรทัด ของบรรทัด keywords รวมเครื่องหมาย <CR><LF> จะไม่เกิน 82 ตัวอักษร ส่วนบรรทัดอื่นๆ 132 ตัวอักษร

รายละเอียดของแฟ้มข้อมูล IES ทั้ง 2 แบบข้างต้น มีรายละเอียดต่างๆดังนี้

1. **File Format Identifier (บรรทัด 00)**

IES LM-63-1991 และ LM-63-1995 เริ่มต้นด้วยคำเฉพาะว่า "IESNA91" และ "IESNA : Lm-63-1995" ตามลำดับ ส่วน IES LM-63-1986 ไม่มีบรรทัดนี้

2. **Label lines หรือ keywords (บรรทัด 01-04)**

- Label lines บอกถึงรายละเอียดของแหล่งกำเนิดแสง และดวงโคม และข้อชี้แนะต่างๆ
- Keywords ลักษณะที่สำคัญคือต้องอยู่ในวงเล็บ [ ] ดังตัวอย่าง

[TEST] ABC1234 ABC Laboratories

Keywords ที่จำเป็นใน LM-63-1995 ประกอบด้วย

[TEST] เลขที่ ของรายงานการทดสอบ และชื่อห้องทดลอง

[MANUFAC] ชื่อผู้ผลิตดวงโคม

[LUMCAT] เลขที่รายการของดวงโคม (Catalog) ของผู้ผลิต

[LUMINAIRE] รายละเอียดของดวงโคม

[LUMPCAT] เลขที่รายการของหลอดไฟ(Catalog)ของผู้ผลิต

[LAMP] รายละเอียดของหลอดไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งอาจมีมากกว่านี้ เช่นรายละเอียดของการทดสอบ, ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะดวงโคมอื่นๆ รวมทั้งส่วนที่ผู้ใช้กำหนดเอง

3. TILT = (บรรทัด 05)

คำดังกล่าวจะปรากฏอยู่หลังส่วน Label หรือ keywords ซึ่งมีความสำคัญ เพราะในหลอดไฟดวงเดียวกัน ข้อมูลทางแสงจะเปลี่ยนไปเมื่อมุม tilt ของโคมฉายเปลี่ยนไปที่มุมต่างๆ ซึ่งจะกำหนดโดยใช้ค่าตัวคูณ เมื่อมุม tilt ต่างๆสามารถแสดงได้ 3 แบบ คือ

3.1 NONE เมื่อค่าทางแสงของหลอดไฟไม่ได้แปรผันไปตามมุม tilt ของโคมฉาย โดยหาก กำหนดเป็น TILT = NONE แล้วบรรทัดดังต่อไปนี้จะไม่ปรากฏในแฟ้มข้อมูล IES

06 <lamp-to-luminaire geometry>

07 <# of pairs of angles and multiplying factors>

08 <angles>

09 <multiplying factors>

3.2 TILT = INCLUDE เมื่อค่าทางแสงของหลอดไฟแปรผันตามข้อมูล tilt ของดวงโคม ดังนั้นในส่วน 4 บรรทัดต่อไปนี้จำเป็นต้องมีในแฟ้มข้อมูล IES

06 <lamp-to-luminaire geometry>

07 <# of pairs of angles and multiplying factors>

08 <angles>

09 <multiplying factors>

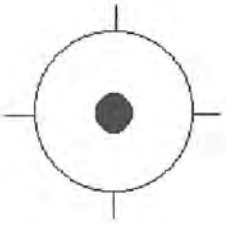
3.3 TILT = <filename> มีลักษณะเดียวกับ TILT = INCLUDE โดยที่ filename คือชื่อแฟ้มข้อมูลที่มีข้อมูลทางแสงที่เกี่ยวกับมุม TILT ปรากฏอยู่

4. Lamp-to Luminaire Geometry (บรรทัด 06)

เป็นเลขจำนวนเต็มที่บอกถึงตำแหน่งที่ตั้งหรือทิศทางของหลอดไฟ ซึ่งอยู่ภายในดวงโคม โดยความหมายของเลขต่างๆ เป็นดังต่อไปนี้

เลข 1 ฐานหลอดไฟอยู่ในลักษณะแนวดิ่งทั้งตั้งขึ้นและลง ส่วนดวงโคมเล็งลงล่าง ดังรูปที่ 2.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

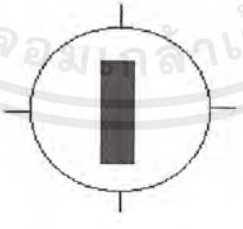


รูปที่ 2.37 หลอดไฟอยู่ในลักษณะแนวดิ่งทั้งตั้งขึ้นและลง

เลข 2 หลอดไฟวางตัวในแนวแกนนอน และยังคงอยู่ในแนวเดิม ถึงแม้ว่าดวงโคมเอ็ง ลงล่างหรือหมุนรอบแกนศูนย์องศาในแนวแกนนอน ดังรูปที่ 2.38

รูปที่ 2.38 หลอดไฟวางตัวในแนวแกนนอน

เลข 3 หลอดไฟอยู่ในแนวแกนนอนเมื่อโคมฉายเอ็งลงล่าง แต่จะเปลี่ยนแนวไปเมื่อ ดวงโคมหมุนไปในแนวแกนศูนย์องศาในแนวแกนนอน ดังรูปที่ 2.39



รูปที่ 2.39 หลอดไฟวางตัวในแนวแกนนอน

ค่าดังกล่าวจะไม่ปรากฏ ในกรณีที่ TILT = NONE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Number of Pairs of TILT Angles and Multiplying Factors (บรรทัด 07)

จำนวนเต็มที่แสดงถึงจำนวนมุม tilt ของหลอดไฟทั้งหมดที่ทำการทดลอง และค่าแฟคเตอร์ตัวคูณ candela

ในกรณี TILT = NONE จะไม่มีมุม

6. TILT Angle (บรรทัด 08)

แสดงค่ามุม TILT ของหลอดไฟที่ทำการทดลอง อาจเป็นจุดทศนิยมได้ ในกรณีที่ TILT = NONE บรรทัดนี้จะไม่ปรากฏ

7. TILT Multiplying Factor (บรรทัด 09)

แสดงค่าแฟคเตอร์ตัวคูณ Candela ที่มุม tilt ต่างๆของหลอดไฟ ในกรณีที่ TILT = NONE จะไม่ปรากฏบรรทัดนี้

8. Number of Lamps (บรรทัด 10)

จำนวนหลอดไฟในดวงโคม

9. Lumens Per Lamp (บรรทัด 10)

แสดงค่า Lumen ต่อหลอดไฟ ซึ่งค่าเหล่านี้มักจะเป็นของผู้ผลิตหลอดไฟ โดยที่แสดงเป็นเลขจำนวนจริง แต่ค่าดังกล่าวไม่ใช่ค่า lumen จริงของหลอดไฟที่ได้จากการทดสอบ

ในกรณีหลอดไฟมากกว่าหนึ่งหลอด ซึ่งมีค่า Lumen ต่างกัน จะใช้ค่าเฉลี่ยของหลอดไฟทั้งหมดในดวงโคม

10. Candela Multiplying (บรรทัด 10)

เป็นเลขจำนวนจริงซึ่งแสดงถึงค่าตัวแฟคเตอร์ตัวคูณ เพื่อนำไปใช้คูณกับค่าของข้อมูลทางแสงภายใน (บรรทัด 14-17)

11. Number of Vertical Angles (บรรทัด 10)

เป็นเลขจำนวนเต็ม ซึ่งแสดงค่าจำนวนมุมทั้งหมดในแนวดิ่งที่ได้ทำการทดลอง ข้อมูลทางแสง (บรรทัด 14-17)

12. Number of Horizontal Angles (บรรทัด 10)

เป็นเลขจำนวนเต็ม ซึ่งแสดงค่าจำนวนมุมทั้งหมดในแนวนอนที่ได้ทำการทดลองข้อมูลทางแสง (บรรทัด 14-17)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. Photometric Type (บรรทัด 10)

บ่งบอกถึงชนิดต่างๆดังนี้

ค่า 1 คือ Type C

ค่า 2 คือ Type B

ค่า 3 คือ Type A

ในการวัดค่าความเข้มทางแสง(Candela) ทำได้โดยเสมือนว่ามีพื้นผิวสมมุติขึ้นรูปดวงโคม แล้วทำการวัดค่าบนพื้นผิวในทุกๆ ช่วงโดยแบ่งเป็น กริด (grid) หรือเรียกว่า "photometric web" ตำแหน่งของดวงโคม จะต่างกันไปในแต่ละพื้นผิวขึ้นอยู่กับชนิดต่างๆ

Type C บอกถึงดวงโคมสำหรับถนน หรือ โคมด้านสถาปัตย์ ซึ่งแกน polar อยู่ในแนวดิ่งของดวงโคม และ ระนาบ 0-180 องศา เป็นแกนหลักของดวงโคม (length)

Type B บอกถึงดวงโคมสำหรับภายนอก และกีฬา ซึ่งแกน polar ของดวงโคมเป็นแนวแกนรอง (width) และระนาบ 0-180 องศา เป็นแกนในแนวดิ่งของดวงโคม

Type A บอกถึงดวงโคมสำหรับ automotive headlight และ ไฟสัญญาณซึ่งแกน polar ของดวงโคม เป็นแกนหลักของดวงโคม และระนาบ 0-180 องศา เป็นระนาบในแนวดิ่ง

14. Unit type (บรรทัด 10)

ตัวเลขที่บอกถึง หน่วยการวัดที่ได้ทำการทดลอง โดย

ค่า 1 หมายถึง Feet

ค่า 2 หมายถึง Meters

15. Luminous Opening Dimensions (บรรทัด 10)

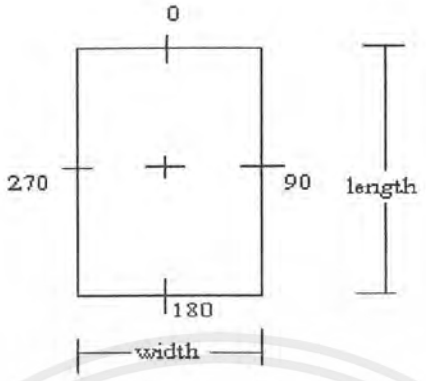
เป็นค่าที่บอกมิติของดวงโคม ซึ่งเป็นประโยชน์ในการคำนวณค่าความส่องสว่างเฉลี่ย แยกเป็นหลายส่วนดังนี้

15.1 Luminaire Width ความกว้างของดวงโคม โดยวัดตามระนาบ 90-270 องศา

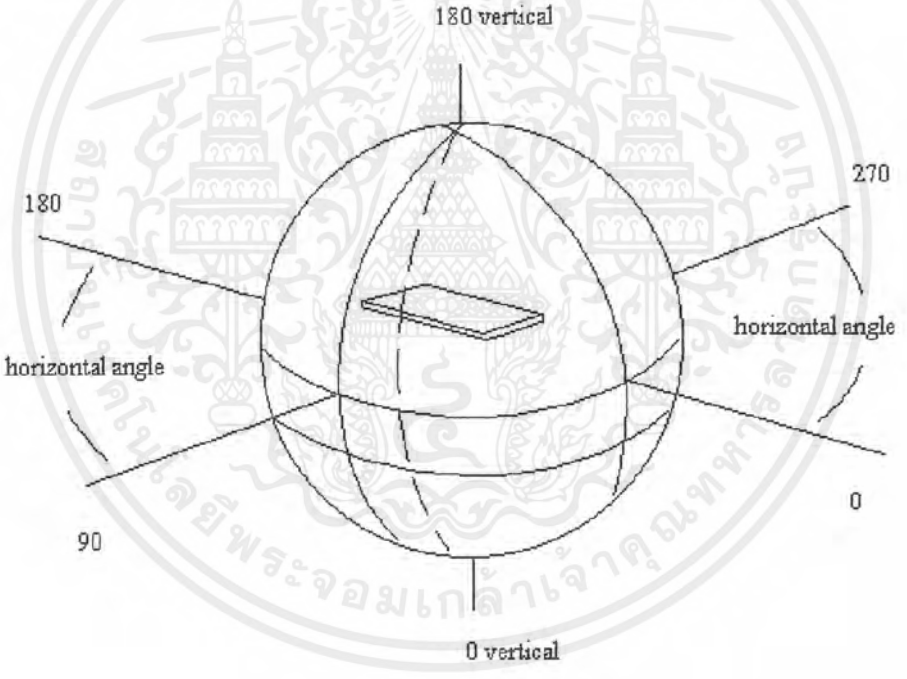
15.2 Luminaire Length ความยาวของดวงโคม โดยวัดตามระนาบ 0-180 องศา

15.3 Luminaire Height ความสูงของดวงโคมโดยเฉลี่ย โดยวัดในแนวดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ความกว้างและความยาวของดวงโคม



(ข) ภาพแสดงมุมแนวระนาบและมุมแนวดิ่ง

รูปที่ 2.40 มุมราบและมุมดิ่งที่ใช้ในมาตรฐาน IES

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15.4 Nonrectangular Luminous Opening สำหรับดวงโคมที่มีลักษณะอื่นๆ โดยกำหนดรายละเอียดดังนี้

width	Length	Height	ลักษณะของโคมฉาย
0	0	0	แบบจุด
w	1	h	สี่เหลี่ยมผืนผ้า
-d	0	0	วงกลม (d คือเส้นผ่าศูนย์กลางของวงกลม)
-d	0	-d	ทรงกลม (d คือเส้นผ่าศูนย์กลางของวงกลม)
-d	0	h	ทรงกระบอกแนวตั้ง (d คือเส้นผ่าศูนย์กลางของทรงกระบอก)
0	1	-d	ทรงกระบอกแนวนอน (d คือเส้นผ่าศูนย์กลางของทรงกระบอก)
-w	1	h	วงรี ซึ่งวางแผนแนวยาวของดวงโคม
w	-1	h	วงรี ซึ่งวางตามแนวกว้างของดวงโคม
-w	1	-h	ทรงรี ซึ่งวางตามแนวยาวของดวงโคม
w	-1	-h	ทรงรี ซึ่งวางตามแนวกว้างของดวงโคม

16. Ballast Factor (บรรทัด 11)

อัตราส่วนของค่า Lumens ของหลอดไฟ เมื่อใช้งาน ballast ทั่วไปกับค่า lumen ของหลอดไฟ เมื่อใช้งานกับ ballast มาตรฐาน ในการใช้งานต้องนำค่า candela ที่อ่านได้จากแฟ้มข้อมูล IES (บรรทัด 14-17) คูณด้วยค่า Ballast Factor ผลลัพธ์ที่ได้จึงนำไปใช้งานต่อไป

17. Ballast-Lamp Photometric Factor หรือ Future Use (บรรทัด 11)

ในกรณี LM-63-1986 จะเป็นค่าอัตราส่วนระหว่างค่า lumen ของหลอดไฟ โดยใช้ ballast และหลอดไฟชนิดที่ใช้สำหรับ photometric report กับค่า lumen ของหลอดไฟ โดยใช้ ballast และหลอดไฟ ชนิดที่ใช้สำหรับการทดสอบทางแสง

ในกรณี Lm-63-1995 เนื่องจากค่านี้ได้มีการแสดงแล้วอยู่ในส่วน Ballast Factor ดังนั้นในส่วนนี้จึงแสดงค่าเป็น 1 เพื่อให้เกิดความสอดคล้องกับ LM-63 รุ่นก่อนๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18. Input Watt (บรรทัด 11)

แสดงค่าพลังงานทั้งหมดที่ดวงโคมใช้ไปได้มาจากการทดสอบ โดยที่ค่าดังกล่าวไม่เปลี่ยนไปตามค่า ballast factor หรือ ballast–lamp photometric factor แต่ค่านี้อาจเปลี่ยนเมื่อค่าความเข้มของแสง (candela) ที่วัดได้เปลี่ยนแปลง

19. Vertical Angle (บรรทัด 12)

เป็นค่ามุมต่างๆในแนวดิ่ง

Type C ค่ามุมในแนวดิ่ง เริ่มจากค่า 0 หรือ 90 องศาไปสิ้นสุดที่มุม 90 หรือ 180 องศา

Type A-B ค่ามุมในแนวดิ่ง เริ่มจากค่า -90 หรือ 0 องศาไปสิ้นสุดที่มุม 90 องศา

20. Horizontal Angle (บรรทัด 13)

เป็นค่ามุมต่างๆในแนวนอน

Type C ค่ามุมเริ่มจาก 0 องศา และไปสิ้นสุดที่ค่าต่างๆดังนี้

1. 0 องศา ในกรณีนี้คือมีเพียงระนาบเดียวใช้กับดวงโคมที่มีลักษณะสมมาตรกันในทุกๆระบบ

2. 90 องศา ดวงโคมที่มีลักษณะสมมาตรกันในแต่ละ quadrant

3. 180 องศา ดวงโคมที่มีลักษณะสมมาตรกันในรอบแนวแกน 0-180 องศา

4. 360 องศา ดวงโคมที่มีลักษณะไม่สมมาตรกันในทุกๆมุมต่างๆ

สำหรับ type A, B ที่ดวงโคมสมมาตรรอบแกนในแนวดิ่ง ค่ามุมเริ่มต้นของมุมในแนวนอนคือ 0 องศา และไปสิ้นสุดที่ค่า 90 องศา

สำหรับ type A, B ที่ดวงโคมไม่สมมาตรรอบแกนในแนวดิ่ง ค่ามุมเริ่มต้นของมุมในแนวนอน คือ -90 องศา และไปสิ้นสุดที่ค่า 90 องศา

21. Candela Values (บรรทัด 14-17)

ค่าทั้งหมดนี้เป็นค่าความเข้มแสง (Candela) โดยที่ในบรรทัดเดียวกันจะมีค่ามุมในแนวนอนเดียวกันและค่า Candela ในแต่ละบรรทัดเป็นค่า Candela ที่มุมในแนวดิ่งต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างของไฟล์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบดวงโคมที่เก็บไว้ในรูปแบบของมาตรฐาน IESNA91

IESNA91

[TEST]1197012213

[MANUFAC]LITHONIA LIGHTING - ARCHITECTURAL OUTDOOR

[LUMCAT]BV2 100S R2

[LUMINAIRE]ARM MOUNTED FIXTURE WITH PREMIUM SEGMENTED OPTICS

[LAMPCAT]LU100

[LAMP]ONE 100-WATT HIGH PRESSURE SODIUM, HORIZONTAL POSITION.

[OTHER]Version: 03/01/1999 - 12:00:00

[_INFOLINK] www.lithonia.com/visual/ies/ies.asp?vfile=

TILT=NONE

1 9500 1 29 21 1 1 1 1 0

1 1 131

0 5 10 15 20 25 30 35 40 42.5 45 47.5 50 52.5 55 57.5

60 62.5 65 67.5 70 72.5 75 77.5 80 82.5 85 87.5 90

0 5 15 25 35 45 55 65 75 85 90 95 105 115 125 135

145 155 165 175 180

1177 1237 1267 1256 1237 1173 1100 1068 970 1032 1043 923 807 767 720 679

709 636 500 423 359 292 151 42 14 0 0 0 0

1177 1226 1265 1251 1229 1184 1135 1125 968 934 968 1023 1018 941 807 722

660 633 537 439 375 298 169 49 20 0 0 0 0

1177 1241 1279 1284 1273 1245 1403 1393 1325 1189 1046 928 876 874 910 829

801 717 611 555 477 391 235 75 50 23 0 0 0

1177 1239 1301 1314 1309 1312 1270 1308 1223 1111 1056 1018 1042 977 989 944

845 787 711 633 526 452 351 112 18 9 0 0 0

1177 1245 1294 1325 1361 1344 1351 1426 1805 1635 1424 1265 1198 1116 1221 1294

1055 989 849 657 576 500 423 203 14 5 0 0 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1177 1239 1288 1316 1369 1401 1518 2103 2429 2847 2952 2374 2074 2583 2261 1821
1821 1721 1562 1221 1151 830 535 407 21 0 0 0 0
1177 1252 1265 1322 1350 1487 1907 2545 3042 3115 2762 2770 2905 3143 3598 3625
3639 3003 2729 2992 2968 1991 1154 269 44 7 0 0 0
1177 1226 1241 1314 1359 1628 2132 2841 3204 2980 3112 3136 3183 4579 5035 4467
4563 4670 5247 5548 4793 3520 1692 354 52 14 5 0 0
1177 1220 1226 1283 1354 1712 2199 2733 2583 2369 2374 2528 2909 3632 3520 3263
3455 3982 4389 5523 5555 3955 1980 806 97 12 0 0 0
1177 1200 1205 1234 1307 1578 1956 2194 1790 1761 1888 2085 2204 2243 2212 2223
2320 2288 2591 4051 3924 3222 1560 469 63 12 0 0 0
1177 1192 1205 1218 1270 1482 1761 1884 1544 1545 1591 1690 1643 2094 1965 1956
2100 2235 2585 3222 3386 2585 1122 278 28 5 0 0 0
1177 1187 1197 1189 1226 1364 1571 1586 1362 1354 1366 1487 1739 1464 1629 2298
1966 1795 2697 2966 2586 1800 855 208 52 16 0 0 0
1177 1166 1160 1145 1179 1238 1247 1218 1156 1158 1202 1385 1236 1293 1596 1422
1344 1375 1298 1194 1198 1046 430 110 41 7 0 0 0
1177 1153 1135 1116 1122 1140 1135 1140 1122 1166 1080 1101 1386 1239 1145 1167
1348 1158 1075 973 986 1004 657 157 37 4 0 0 0
1177 1131 1109 1093 1090 1087 1087 1044 1043 1033 1031 1056 1056 1015 1060 1113
1186 1162 1130 1116 986 991 861 287 63 2 0 0 0
1177 1135 1080 1074 1064 1030 997 1001 1012 1015 1069 1135 1080 1018 1077 1145
1161 1168 1097 1012 960 874 767 409 78 5 0 0 0
1177 1121 1098 1053 1038 975 962 936 897 959 1062 1139 1087 1120 1155 1229
1108 1106 1075 1095 809 745 573 278 99 21 0 0 0
1177 1104 1079 1028 989 971 934 891 807 821 852 912 912 943 1111 1169
1017 921 806 774 678 542 425 242 114 57 0 0 0
1177 1113 1082 1040 999 952 891 825 793 724 733 762 751 727 702 662
608 660 592 483 399 344 271 157 175 57 5 0 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1177 1109 1056 1028 986 936 878 805 756 727 704 698 684 680 633 576
532 483 416 425 362 255 179 128 101 42 0 0 0
1177 1107 1064 1028 976 923 887 799 741 724 705 684 647 622 615 564
517 474 391 380 354 267 181 134 98 42 0 0 0

ข้อมูลข้างต้นสามารถอ่านได้ดังนี้

Photometric Data File Information

File format	Lm-63-1991
TILT file name	NONE

Luminaire Description

[TEST]	1197012213
[MANUFAC]	LITHONIA LIGHTING
[LUMCAT]	BV2 100S R2
[LUMINAIRE]	ARM MOUNTED FIXTURE WITH PREMIUM SEGMENTED OPTICS
[LAMPCAT]	LU100
[LAMP]	ONE 100-WATT HIGH PRESSURE SODIUM, HORIZONTAL POSITION.
[DISTRIBUTION]	IES TYPE: 6X5 HORIZONTAL SPOT
[OTHER]	Version: 03/01/1999 - 12:00:00

Tilt Angle

TILT=NONE

Lamp Data

Number of lamp	1
Lumens per lamp	9500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Photometric Data

Candela Multiplier	1
Number of vertical angles	29
Number of Horizontal angles	21
Photometric type	Type C

Luminaire Dimensions

Measurement units	Feet
Width	1.00
Length	1.00
Height	0.00

Electrical: Data

Ballast factor	1.00
Ballast-lamp factor	1.00
Ballast watts	131.00

Candela Distribution

เนื่องจาก Horizontal angel ที่ทำการทดสอบมานั้นมีทั้งหมด 21 มุม คือ 0°, 5°, 15°, 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75°, 85°, 90°, 95°, 105°, 115°, 125°, 135°, 145°, 155°, 165°, 175°, 180° โดยในที่นี้เราจะแสดงค่าของ Horizontal angel เพียง 1 มุมเท่านั้น คือ 0° และจะแสดงค่า Vertical angle ทั้งหมด 25 มุม ดังนี้

Vertical angles	Intensity(lm)
0	1177
5	1237
10	1267
15	1256
20	1237
25	1173
30	1100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

35	1068
40	970
42.5	1032
45	1043
47.5	923
50	807
52.5	767
55	720
57.5	679
60	709
62.5	636
65	500
67.5	423
70	359
72.5	292
75	151
77.5	42
80	14
82.5	0
85	0
87.5	0
90	0

ตารางที่ 2.10 ตัวอย่างข้อมูลการทดสอบโคมไฟถนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การแสดงค่าความเข้มแสง

ค่าความเข้มแสงเฉลี่ยที่ได้จากโคมไฟบนถนนและค่าความเข้มแสงที่จุดใดๆบนพื้นถนน สามารถคำนวณหาได้ง่ายและรวดเร็วโดยใช้แผ่นข้อมูลที่แสดงยูทิไลเซชันแฟกเตอร์ ไดอะแกรมและไอโซลักซ์ไดอะแกรม

2.7.1 ยูทิไลเซชันแฟกเตอร์ไดอะแกรม (Utilization Factor Diagram) ค่ายูทิไลเซชันแฟกเตอร์ของโคมไฟสามารถหาได้จากอัตราส่วนระหว่างค่าฟลักซ์การส่องสว่างที่ตกลงบนพื้นถนน (ϕ_U) กับค่าฟลักซ์การส่องสว่างทั้งหมดที่กระจายออกมาจากหลอดไฟ (ϕ_L)

$$\eta = \frac{\phi_U}{\phi_L} \tag{2.6}$$

โดยสามารถนำค่านี้ไปคำนวณหาค่าความเข้มแสงเฉลี่ยของถนนสายตรงที่มีระยะทางไม่จำกัดได้จากสูตร

$$E_{av} = \frac{n.\phi_L.\eta}{w.s} \tag{2.7}$$

โดย ϕ_L คือ ค่าฟลักซ์การส่องสว่างของหลอดไฟที่ติดตั้งในดวงโคม (ลูเมน)

n คือ จำนวนของหลอดไฟต่อโคมไฟ 1 ดวง

w คือ ความกว้างของถนน (เมตร)

s คือ ระยะห่างระหว่างดวงโคม (เมตร)

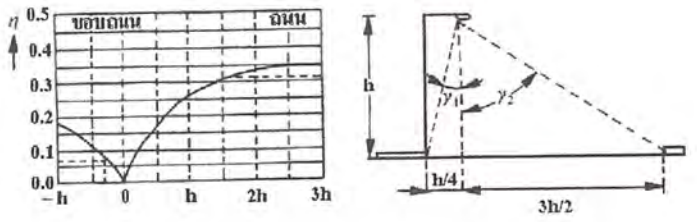
η คือ ค่ายูทิไลเซชันแฟกเตอร์

ยูทิไลเซชันแฟกเตอร์ไดอะแกรมสำหรับโคมไฟดวงหนึ่งสามารถบอกได้ 2 แบบ คือ

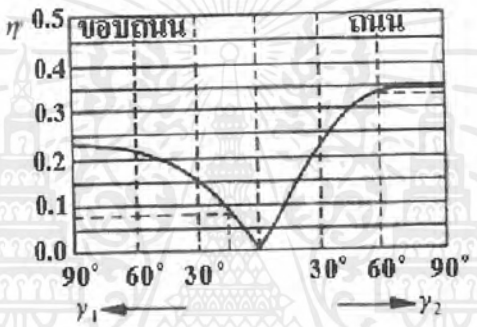
1. บอกในรูปของระยะทางตามแนวขวาง โดยวัดในหน่วยของความสูงในการติดตั้งดวงโคม โดยวัดจากดวงโคมไปยังขอบถนนทั้งสองฝั่ง วิธีนี้ใช้หาค่า n เมื่อรู้ความกว้างของถนน

2. บอกในรูปของมุม γ_1 และ γ_2 วิธีนี้ใช้ดูว่าการเอียงของดวงโคมจะช่วยให้ได้ค่ายูทิไลเซชันแฟกเตอร์มากขึ้นหรือทำให้ได้ค่าความเข้มแสงเฉลี่ยดีขึ้นหรือไม่ ดังแสดงในรูปที่ 2.41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กรณี n เป็นฟังก์ชันของ h



กรณี n เป็นฟังก์ชันของมุม γ_1 และ γ_2

รูปที่ 2.41 ไดอะแกรมยูทิไลเซชันแฟกเตอร์

จากรูปที่ 2.41 ค่ายูทิไลเซชันแฟกเตอร์นั้นจะต้องรวมค่ายูทิไลเซชันแฟกเตอร์ของถนนกับขอบถนนเข้าด้วยกัน เพื่อจะได้ค่าที่แท้จริงสำหรับความกว้างทั้งหมดของถนน จากรูปที่ 2.41 ค่า

$$\eta = 0.075 + 0.32 = 0.395$$

และ รูปที่ 2.41 มุม $\gamma_1 = \arctan h/4h = 14^\circ$

มุม $\gamma_2 = \arctan 3h/2h = 56.5^\circ$

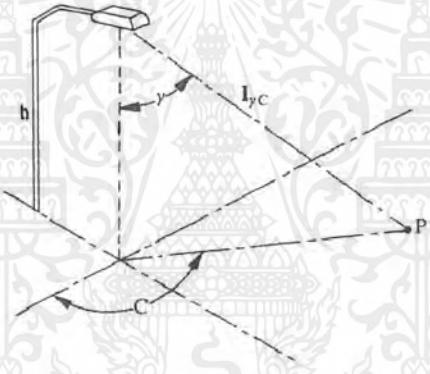
ดังนั้นค่า $\eta = 0.075+0.32 = 0.395^\circ$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 ไอโซลักซ์ไดอะแกรม (Isolux diagram) ความเข้มแสงที่จุดใดจุดหนึ่งบนถนนสามารถหาได้โดยใช้ไอโซลักซ์ไดอะแกรมของดวงโคมที่นำมาติดตั้งโดยในการสร้างไอโซลักซ์นั้นจะหาความเข้มแสงที่จุด P ใดๆก่อน ซึ่งหาได้จากสมการ

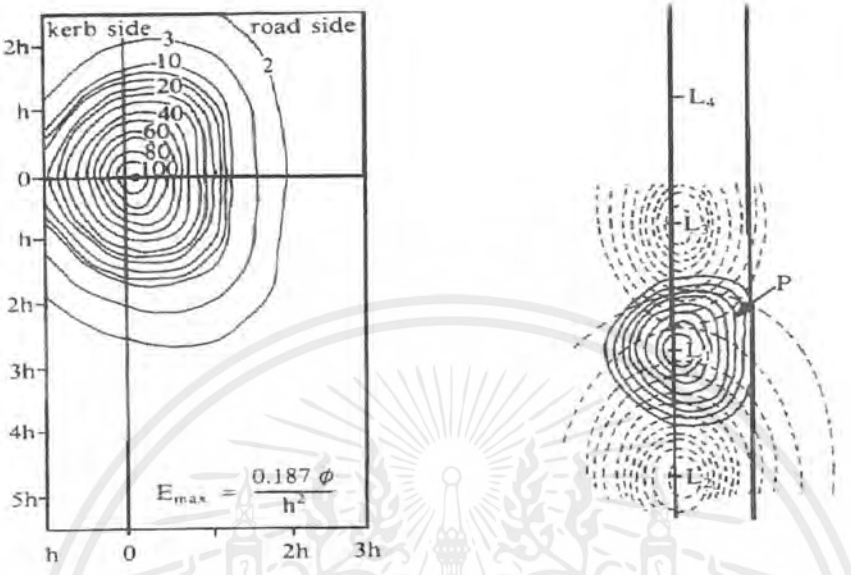
$$E_p = \sum^{n} \frac{I_{\gamma C} . \cos^3 \gamma}{h^2} \qquad (2.8)$$

โดย $I_{\gamma C}$ เป็นค่าความส่องสว่างของดวงโคมที่จุด P โดยมุม γ และ C ดังรูปที่ 2.42 เป็นจำนวนของดวงโคม



รูปที่ 2.42 หาความสว่างที่จุด P

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.43 (ก) ไอโซลักซ์ไดอะแกรม (ข) การหาความส่องสว่างที่จุด P โดยใช้ไอโซลักซ์ไดอะแกรม

จากสูตรข้างบนสามารถคำนวณหาค่าความเข้มแสงที่จุดต่างๆบนพื้นถนนได้เมื่อค่าเหล่านี้ถูกพล็อตลงบนแปลนถนน และเชื่อมจุดที่มีความเข้มแสงเท่ากัน (Illuminance contour) โดยเส้นไอโซลักซ์แต่ละเส้นกำหนดให้เป็นจำนวนเปอร์เซ็นต์ของความเข้มแสงสูงสุดที่ได้จากโคมไฟ ซึ่งค่าความเข้มแสงที่จุดใดๆ สามารถอ่านได้จากไอโซลักซ์ไดอะแกรมนี้ โดยทั่วไปไอโซลักซ์ ไดอะแกรมมีลักษณะดังรูปที่ 2.43 (ก) จะเห็นว่าหน่วยของแกนตั้งและแกนนอนจะอยู่ในเทอมของความสูงในการติดตั้งดวงโคม (h) เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้กับการติดตั้งโคมไฟที่ระดับความสูงต่างๆได้ความเข้มแสงที่จุดใดๆ สามารถหาได้ โดยนำไอโซลักซ์ไดอะแกรมมาวางทาบบนแบบแปลนถนนที่มีสเกลเดียวกันโดยให้จุด (0,0) ของไดอะแกรมอยู่ตำแหน่งเดียวกันกับตำแหน่งของโคมไฟดังรูปที่ 2.43 (ข) ซึ่งค่าความเข้มแสงที่จุด P สามารถหาได้โดยการรวมค่าความเข้มแสงที่ได้จากดวงโคมไฟอื่นที่อยู่ใกล้เคียง ในทางปฏิบัตินิยมรวมค่าความเข้มแสงจากโคมไฟเพียง 3 ดวงเท่านั้น นั่นคือ ดวงที่อยู่ใกล้ที่สุดกับจุดที่พิจารณาและดวงที่อยู่ข้างๆเพื่อที่จะให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องแม่นยำ

เนื่องจากค่าที่อ่านได้จากไดอะแกรมเป็นจำนวนเปอร์เซ็นต์ของค่าความเข้มแสงสูงสุดซึ่งอาจจะระบุไว้ในไดอะแกรม เช่นจากรูป 2.43 (ข) ค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$E_{max} = \frac{0.187\phi}{h^2} \qquad (2.9)$$

โดย ϕ คือ ฟลั๊กซ์การส่องสว่างจากดวงโคม

h คือ ความสูงที่ใช้ในการติดตั้งดวงโคม

2.8 การคำนวณความเข้มแสงโดยวิธี Point by point

วิธีการคำนวณที่ใช้นี้จะเป็นการคำนวณแบบจุดต่อจุด (point method) เพราะเราสามารถคำนวณหาคุณสมบัติทางแสงบนผิวถนน เช่น ค่าความสม่ำเสมอ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงและความส่องสว่างได้

ค่าความเข้มแสงในระดับที่จะ P บนผิวถนน (พิจารณารูปที่ 2.44) โดยหาได้จาก

$$E_{P(hor)} = \frac{I(\gamma,C)}{D^2} * \cos(\gamma) \qquad (2.10)$$

โดย $E_{P(hor)}$ คือ ความเข้มแสงในแนวระดับที่จุด P โดยมีมุม γ บนระนาบ C ดังรูปที่ 2.44

$I(\gamma,\beta)$ คือ ค่าความเข้าส่องสว่างของโคมไฟในทิศทางมากที่สุด P โดยมีมุม γ บนระนาบ C ดังรูปที่ 2.44

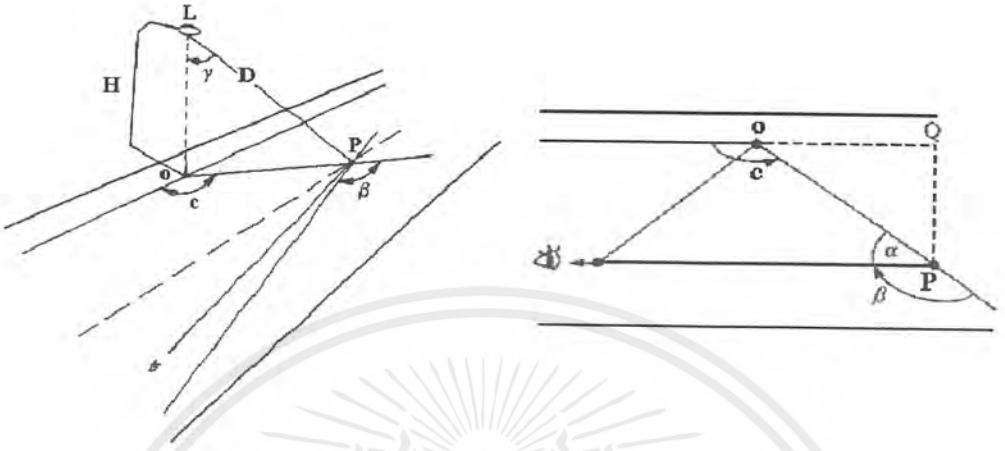
D คือ ระยะห่างจากโคมมายังจุด P

จากรูปที่ 2.44 จะเห็นว่า $D = \frac{H}{\cos(\gamma)}$ ดังนั้น

$$E_{P(hor)} = \frac{I(\gamma,C)}{H^2} * \cos^3(\gamma) \qquad (2.11)$$

โดย H คือ ความสูงของดวงโคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.44 ตำแหน่งของโคม ผู้สังเกตและจุดที่พิจารณา (จุด P) บนผิวถนน

ค่าความส่องสว่างที่สุด P บนพื้นถนน หาได้จาก

$$\gamma = \tan^{-1}\left(\frac{PO}{LO}\right) \tag{2.12}$$

$$\alpha = \cos^{-1}\frac{\left[(PO)^2 + (PE)^2 - (OE)^2\right]}{2(PO)(PE)} \tag{2.13}$$

$$\beta = 180° - \alpha \tag{2.14}$$

ในกรณีที่มีจำนวนดวงโคมเท่ากับ n ดวงโคม จะได้ว่า

$$E_{P(hor)} = \sum_{i=1}^{n} \frac{I(\gamma,C)}{H^2} * \cos^3(\gamma) \quad \text{lux} \tag{2.15}$$

แต่โดยปกติการติดตั้งดวงโคมจะมีมุมเงยด้วย ดังแสดงในรูปที่ 2.45 ดังนั้น ค่าความเข้มแสงและความส่องสว่าง จะมีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

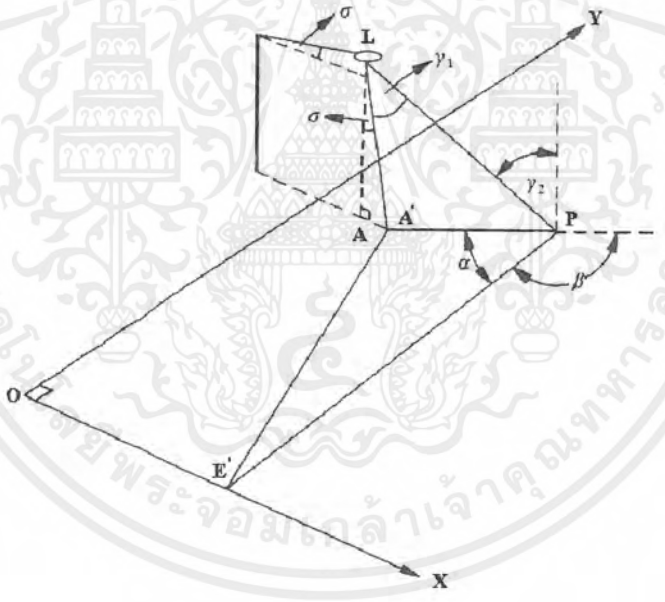
$$E_{P(hor)} = \frac{I(\gamma,C)}{H^2} * \cos^3(\gamma_2) \quad (2.16)$$

จากรูปที่ 2.45 พิจารณาสามเหลี่ยม

$$A'P = \sqrt{(A'_X - P_X)^2 + (A'_Y - P_Y)^2} \quad (2.17)$$

$$P'E = \sqrt{(P_X - E'_X)^2 + (P_Y - E'_Y)^2} \quad (2.18)$$

$$E'A' = \sqrt{(E'_X - A'_X)^2 + (E'_Y - A'_Y)^2} \quad (2.19)$$



รูปที่ 2.45 หาค่ามุม γ_1,มุม γ_2 และมุม β

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้

L_X คือ ตำแหน่งของโคมไฟตามแกน X

L_Y คือ ตำแหน่งของโคมไฟตามแกน Y

A'_X คือ ตำแหน่งของจุดเล็งของโคมไฟตามแกน X

A'_Y คือ ตำแหน่งของจุดเล็งของโคมไฟตามแกน Y

E'_X คือ ตำแหน่งของผู้สังเกตตามแกน X บนเพลน XY (มีค่าเท่ากับเศษหนึ่งส่วนสี่ของความกว้างถนน)

E'_Y คือ ตำแหน่งของผู้สังเกตตามแกน Y บนเพลน XY (มีค่าเท่ากับศูนย์)

P_X คือ ตำแหน่งจุดที่พิจารณาบนพื้นถนนตามแกน X

P_Y คือ ตำแหน่งจุดที่พิจารณาบนพื้นถนนตามแกน Y

โดยใช้กฎของ COSINE จะได้ว่า

$$\alpha = \cos^{-1}\frac{\left[(A'P)^2 + (PE')^2 - (E'A')^2\right]}{2(A'P)(PE')} \tag{2.20}$$

$$\beta = 180° - \alpha \tag{2.21}$$

พิจารณาสามเหลี่ยม A'PL

$$PL = \sqrt{(P_X - L_X)^2 + (P_Y - L_Y)^2 + H^2} \tag{2.22}$$

$$LA' = \frac{H}{\cos(\sigma)} \tag{2.23}$$

โดยใช้กฎของ COSINE จะได้ว่า

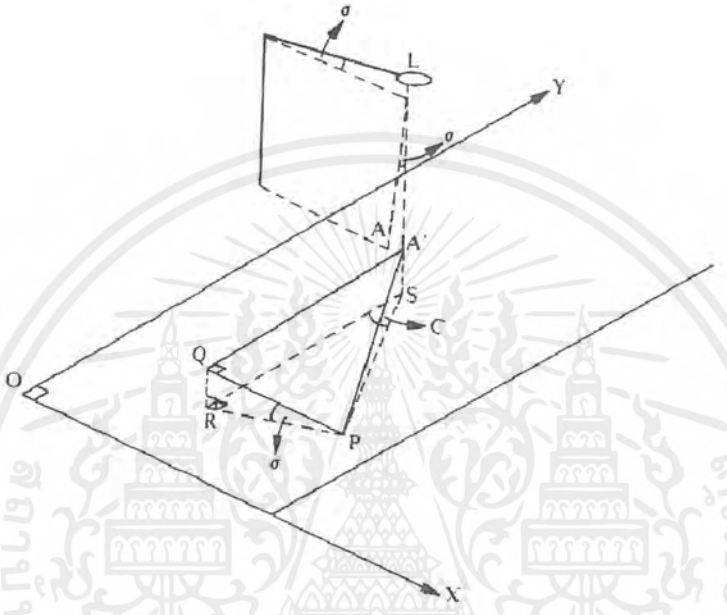
$$\gamma_1 = \cos^{-1}\frac{\left[(LA')^2 + (PL)^2 - (A'P)^2\right]}{2(LA')(PL)} \tag{2.24}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\gamma_2 = \tan^{-1}\left(\frac{AP}{H}\right) \tag{2.25}$$

โดย

$$AP = \sqrt{\left(L_X - P_X\right)^2 + \left(L_Y - P_Y\right)^2} \tag{2.26}$$



รูปที่ 2.46 หาค่ามุม C

กำหนดให้

L_X คือ ตำแหน่งของโคมไฟตามแกน X

L_Y คือ ตำแหน่งของโคมไฟตามแกน Y

A'_X คือ ตำแหน่งของจุดเล็งของโคมไฟตามแกน X

A'_Y คือ ตำแหน่งของจุดเล็งของโคมไฟตามแกน Y

P_X คือ ตำแหน่งจุดที่พิจารณาบนพื้นถนนตามแกน X

P_Y คือ ตำแหน่งจุดที่พิจารณาบนพื้นถนนตามแกน Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาค่ามุม C ทำได้โดยพิจารณาจากรูปที่ 2.46 เนื่องจากมีมุมเงยมาเกี่ยวข้องทำให้ผิวถนนไม่ตั้งฉากกับแพลน C ดังนั้นจึงต้องหาระนาบที่ตั้งฉากกับแพลน C ที่ผ่านจุด P จากรูปคือ ระนาบ PRS ที่มีด้าน RS อยู่ใต้ผิวถนนยาวเท่ากับ A'Q ซึ่งอยู่บนผิวถนน

พิจารณาสามเหลี่ยม PRS ซึ่งเป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก

$$PR = \left(P_X - A'_X\right) * \cos(\sigma) \tag{2.27}$$

$$RS = A'Q = P_Y - A'_Y \tag{2.28}$$

$$C = \tan^{-1}\left(\frac{PR}{RS}\right) \tag{2.29}$$

2.9 แสงจ้า (glare)

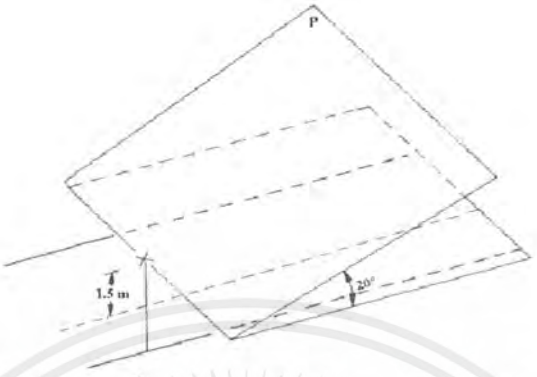
แสงจ้า (glare) คือ ความสว่างจ้าที่เกิดจากแหล่งกำเนิดแสงที่มีความสว่างมากเกินไปเมื่อเทียบกับความสว่างโดยทั่วไป อันก่อให้เกิดความไม่สบายในการมองเห็น อาการระคายตาทำให้ดวงตาเมื่อยตาและรบกวนต่อการมองเห็นดังกล่าวมาสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. Discomfort Glare เกิดจากแสงที่มีความเข้มแสงมาก ทำให้เกิดความไม่สบายเวลามอง
2. Disability Glare เป็นแสงที่ทำให้ความรู้สึกในการเกิดความแตกต่างกันลดลง ซึ่งเป็นผลก่อให้ลดประสิทธิภาพของการมองเห็น

2.9.1 การคำนวณแสงจ้าพร่านัยน์ตา

ในการหาค่าแสงจ้าพร่านัยน์ตา โดยทั่วไปจะพิจารณาในเทอมของค่าความสว่างบดบง หรือ ค่าการเพิ่มขีดเริ่มเห็น ซึ่งมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการคำนวณต่อไปนี้จะเป็นขั้นตอนในการหาแสงจ้าพร่านัยน์ตา

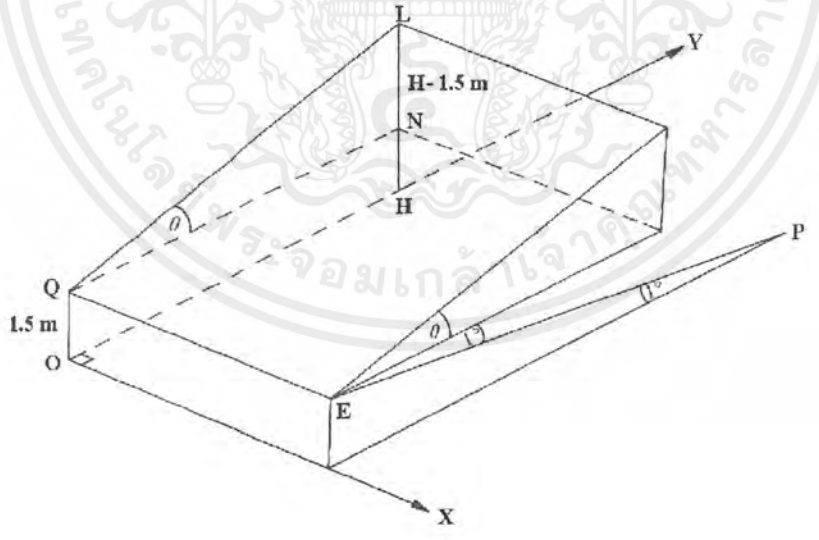
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.47 ช่วงมุมมองของผู้ขับขี่ยวดยานบนถนน

จากรูปที่ 2.47 กำหนดให้ผู้ขับขี่ยวดยานมองผิวถนนโดยทำมุมลงจากแนวระดับ 1 องศา และโคมไฟที่อยู่ภายในมุมยกขึ้น 20 องศากับแนวมอง จะนำมาคิดค่าความส่องสว่างบดบง นั้นคือ โคมไฟที่อยู่ภายในมุม 19 องศากับแนวระดับ หรืออาจกล่าวได้ว่าในการพิจารณาความส่องสว่างบดบง นั้นจะพิจารณาเฉพาะดวงโคมที่อยู่ในมุมยกขึ้น 20 องศาเท่านั้น ขั้นตอนในการคำนวณ มีดังต่อไปนี้

$$\theta = \tan^{-1} \frac{(H - 1.5)}{L_Y} \qquad (2.30)$$



รูปที่ 2.48 หามุม θ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย L_Y เป็น ตำแหน่งของโคมไฟตามแกน Y

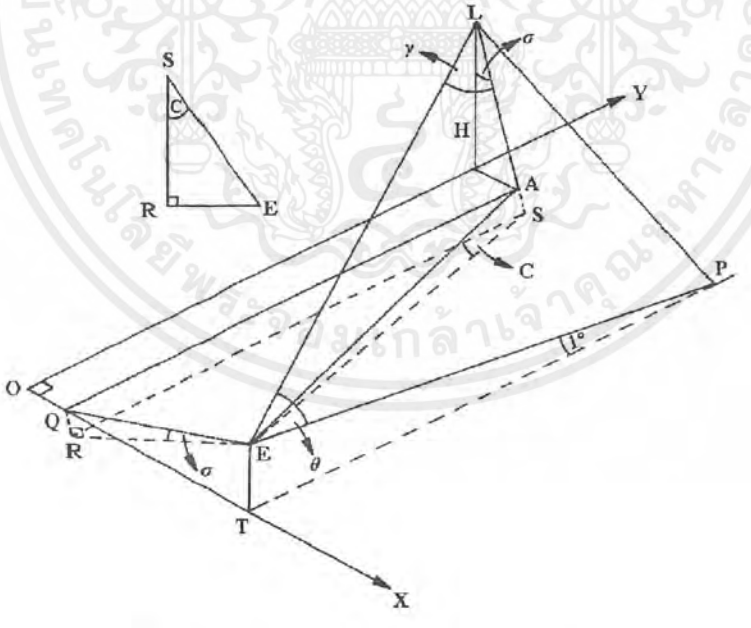
E เป็นตำแหน่งตาผู้สังเกต โดยอยู่สูงจากผิวถนน 1.5 เมตร

P เป็นจุดสังเกตบนผิวถนน

L เป็นตำแหน่งของดวงโคม

H เป็นความสูงของดวงโคม โดยวัดจากผิวถนน

2.9.1.1 การคำนวณหาตำแหน่งของดวงโคมไฟดวงแรก โดยพิจารณาจากโคมไฟดวงที่อยู่ใกล้หน้าของผู้สังเกตมากที่สุดในแต่ละแถว ซึ่งมีขั้นตอนการพิจารณาดังนี้ จากรูปที่ 3.34 ทำการหามุม ถ้าน้อยกว่า 19 องศา ก็นำดวงโคมดวงนั้นมาพิจารณาหาค่าความส่องสว่างบดบง แต่ถ้ามุม มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 19 องศา จึงกำหนดให้โคมดวงนั้นเป็นโคมดวงแรกในแถวที่จะคำนวณหาค่าความส่องสว่างของ (L_V) จนกระทั่งค่า L_V ของดวงโคมที่พิจารณามีค่าน้อยกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ของค่า L_V รวมของแถวนั้น จากรูปที่ จะสามารถหาค่าได้จาก $\theta = \tan^{-1}\frac{(H-1.5)}{L_Y}$



รูปที่ 2.49 หาค่ามุมต่างๆเพื่อนำมาคำนวณหา L_{av}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E เป็นตำแหน่งตาผู้สังเกต โดยอยู่สูงจากผิวถนน 1.5 เมตร

P เป็นจุดสังเกตบนผิวถนน

L เป็นตำแหน่งของดวงโคม

A เป็นจุดเล็งของดวงโคมบนผิวถนน

σ เป็นมุมเงยของโคมไฟ

H เป็นความสูงของดวงโคมโดยวัดจากผิวถนน

2.9.1.2 คำนวณหามุม จากรูปที่ 2.49 พิจารณาสามเหลี่ยม LAE

$$LA = \sqrt{H^2 + (A_x - L_x)^2}$$
$$AE = \sqrt{(1.5)^2 + (E_x - A_x)^2 + (E_y - A_y)^2} \quad (2.31)$$
$$EL = \sqrt{(H - 1.5)^2 + (L_x - E_x)^2 + (L_y - E_y)^2}$$

กำหนดให้

L_X เป็นตำแหน่งของดวงโคมไฟตามแกน X

L_Y เป็นตำแหน่งของดวงโคมไฟตามแกน Y

A_X เป็นตำแหน่งของจุดเล็งของดวงโคมตามแกน X

A_Y เป็นตำแหน่งของจุดเล็งของดวงโคมตามแกน Y (เท่ากับ L_Y)

E_X เป็นตำแหน่งผู้สังเกตตามแกน X (มีค่าเท่ากับ ¼ ของความกว้างถนน)

E_Y เป็นตำแหน่งผู้สังเกตตามแกน Y (มีค่าเท่ากับ 0)

จากกฎของ cosine จะได้ว่า

$$\gamma = \cos^{-1} \frac{LA^2 + EL^2 - AE^2}{2.LA.EL} \quad (2.32)$$

2.9.1.3 การหามุม C จากรูปที่ 2.49 พิจารณาสามเหลี่ยมมุมฉาก SRE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$SR = AQ$$
$$RE = QE.\cos(\sigma) = \sqrt{(E_x - A_x)^2 + (1.5)^2}.\cos\sigma \quad (2.33)$$

$$C = \tan^{-1}\left(\frac{RE}{SR}\right) \quad (2.34)$$

จากค่า γ,C ที่ได้ นำไปคำนวณหาค่า I จากโคมไฟในทิศทางมายังผู้สังเกต โดยหาจากตาราง คำนวณหาค่าความส่องสว่างบดบงความเข้มแสงจากโคมไฟที่ปรากฏบนสายตาสามารถหาได้จาก

$$E = \frac{I(\gamma, C).\cos}{D^2} \quad (2.35)$$

โดยที่ D เป็นระยะจากดวงโคมมายังตาผู้สังเกต (ระยะ LE ตามรูปที่ 2.49)

$$D = \sqrt{(H-1.5)^2 + (L_x - E_x)^2 + (L_y - E_y)^2} \quad (2.36)$$

ดังนั้น ค่าค่าความเข้มแสงในทิศตั้งฉากกับทิศทางการมองของผู้สังเกตสามารถหาได้จาก

$$E_v = E.\cos(\theta) = \frac{I(\gamma, C).\cos(\theta)}{D^2} \quad (2.37)$$

จากรูปที่ 2.49 พิจารณาสามเหลี่ยม LPE มุม θ หาได้จาก

$$LP = \sqrt{H^2 + (L_x - P_x)^2 + (L_y - P_y)^2}$$
$$PE = \frac{1.5}{\sin(1°)} \quad (2.38)$$
$$LE = \sqrt{(H-1.5)^2 + (L_x - E_x)^2 + (L_y - E_y)^2}$$

จากกฎของ cosine จะได้ว่า

$$\theta = \cos^{-1}\frac{LE^2 + PE^2 - LP^2}{2.LE.PE} \quad (2.39)$$

ดังนั้น สามารถหาความส่องสว่างบดบงได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$L_v = 0.03 \sum_{i=1}^{n} \frac{E_{vi}}{\theta^2} \qquad (\theta \text{ อยู่ในรูปเรเดียน}) \tag{2.40}$$

$$= 0.03 \sum_{i=1}^{n} \frac{I(C,\gamma).\cos\theta}{D^2.\theta^2} \tag{2.41}$$

$$L_v = 10 \sum_{i=1}^{n} \frac{E_{vi}}{\theta^2} \qquad (\theta \text{ อยู่ในรูปองศา}) \tag{2.42}$$

$$= 10 \sum_{i=1}^{n} \frac{I(C,\gamma).\cos\theta}{D^2.\theta^2} \tag{2.43}$$

โดยที่ n เป็นจำนวนโคมไฟทั้งหมดที่ทำให้เกิดความส่องสว่างบดบง (เป็นโคมที่ถูกพิจารณาภายใต้เงื่อนไขที่ได้กล่าวมาแล้ว)

สำหรับค่า θ นั้นมีค่าอยู่ระหว่าง 1.5 ถึง 60 องศา และค่า h ในสมการเป็นค่าคงที่มีหน่วยเป็น องศา^2/ สเตอเรเดียน ซึ่งขึ้นอยู่กับอายุของผู้มอง โดยมีค่าเป็น 10 เมื่อผู้มองมีอายุระหว่าง 20 ถึง 30 ปี และจะมีค่าเพิ่มขึ้น 0.2 องศา^2/ สเตอเรเดียนต่อปีอายุผู้มองที่เพิ่มขึ้น

การคำนวณแสงจ้าพร่านัยน์ตา เมื่อทราบค่าความส่องสว่างบดบงแล้วก็สามารถหาค่าแสงจ้าพร่านัยน์ตาหรือการเพิ่มขีดการมองเห็นได้ (TI %) โดยที่

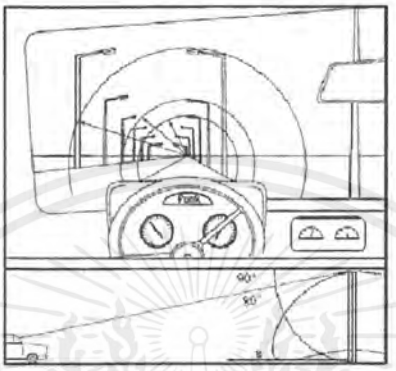
$$(TI\ \%) = \frac{65\ L_v}{(L_{av})^{0.8}}\ \% \tag{2.44}$$

โดยที่ L_{av} เป็นค่าความส่องสว่างเฉลี่ยในบริเวณที่พิจารณา

ในการคำนวณหาค่าแสงจ้าพร่านัยน์ตานั้น กำหนดให้จุดสังเกตอยู่ห่างจากขอบซ้ายถนนเท่ากับ ¼ ของความกว้างถนน โดยอยู่สูงจากพื้นถนน 1.5 เมตร และทำมุมยกขึ้น 19 องศากับแนวระดับ ซึ่งโคมไฟที่อยู่ในมุมนี้จะต้องนำมาคำนวณทั้งหมด โดยกำหนดให้ผู้ขับขี่ยวดยานมองผิวถนนห่างออกไป 90 เมตรจากจุดที่สังเกต หรือ มองลงประมาณ 1 องศากับแนวระดับนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIE แนะนำว่า ค่า TI สูงสุดเท่ากับ 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการทดลองถ้าค่า TI เพิ่มขึ้นจาก 7 เปอร์เซ็นต์ เป็น 30 เปอร์เซ็นต์ จะต้องเพิ่มค่า L_{av} ขึ้นประมาณ 2.5 เท่าจึงจะทำให้การสังเกตเห็นวัตถุบนถนนดีดังเดิม



รูปที่ 2.50 แสงจ้าจากไฟถนน

2.9.2 การคำนวณแสงจ้าระคายตา

ค่าแสงจ้าระคายตานั้นสามารถคำนวณได้จาก

$$G = SLI + C + 0.97 \log (L_{av}) + 4.41 \log (h) - 1.46 \log (P) \quad (2.45)$$

$$SLI = 13.84 - 3.31 \log (I_{80}) + 1.3 \log (I_{80}/I_{88})0.5 - 0.08 \log (I_{80}/I_{88}) + 1.29 \log (F) \quad (2.46)$$

โดยที่ SLI คือ ดัชนีจำเพาะของดวงโคม (Specific lantern index)

I_{80} เป็น ความเข้มส่องสว่างที่มุม 80 องศากับแนวดิ่งลง และขนานกับแนวถนน

I_{80} / I_{88} เป็น อัตราส่วนความเข้มส่องสว่างที่มุม 80 กับ 88 องศากับแนวดิ่งลงและขนานกับแนวถนน

F คือ พื้นที่แฟลช (Flashed area) เป็นพื้นที่ที่โคมไฟเปล่งแสงออกมาที่มุม 76 องศา ในระนาบ C_0 มีหน่วยเป็นตารางเมตร ถ้าค่า F คลาดเคลื่อนไป 10 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ค่า Glare Control Mark (G) ผิดไป 0.06 เปอร์เซ็นต์

C เป็น ค่าคงที่ทางสีของหลอดไฟซึ่งขึ้นอยู่กับการกระจายสเปกตรัม (Spectral distribution) ของแสงจากหลอดไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L_{av} เป็น ค่าความส่องสว่างเฉลี่ยของผิวถนน

h เป็น ความสูงระหว่างระดับสายตาซึ่งสูงจากพื้นถนน 1.5 เมตรถึงระดับโคมไฟ มีหน่วยเป็นเมตร

P เป็น จำนวนโคมไฟต่อความยาวถนน 1 กิโลเมตร

SLI คือ Specific Lantern Index

ซึ่งสมการหาค่าแสงจ้าระคายตา จะใช้ได้ต่อเมื่อ

$$50 \leq I_{80} \leq 7{,}000 \text{ cd}$$

$$1 \leq I_{80}/I_{88} \leq 50$$

$$0.007 \leq F \leq 0.4 \text{ m}^2$$

$$0.3 \leq L \leq 7 \text{ cd/m}^2$$

$$5 \leq h \leq 20 \text{ m}$$

$$20 \leq P \leq 100$$

จำนวนแถวของดวงโคมไฟ = 1 หรือ 2

สำหรับการคำนวณเรื่องแสงจ้าระคายตามีข้อกำหนดในการคำนวณดังนี้

1. ถนนเป็นเส้นตรง และดวงโคมไฟติดตั้งเป็นแถวเรียงตามถนน
2. โคมไฟทั้งหมดต้องมีการกระจายความเข้มส่องสว่างเหมือนกันและเป็นแบบสมมาตร

Discomfort Glare สามารถแก้ไขได้ด้วยการลดความเข้มของแสงลง หรือเพิ่มความสูงของโคมไฟ หรือเพิ่มพื้นที่ที่แสงส่องสว่าง ส่วน Disability Glare สามารถแก้ไขได้โดยการเพิ่มความสูงของโคมไฟ หรือเคลื่อนย้ายตำแหน่งแสงสว่างออกจากแนวสายตา หรือเพิ่มความสว่างให้แก่ฉาก

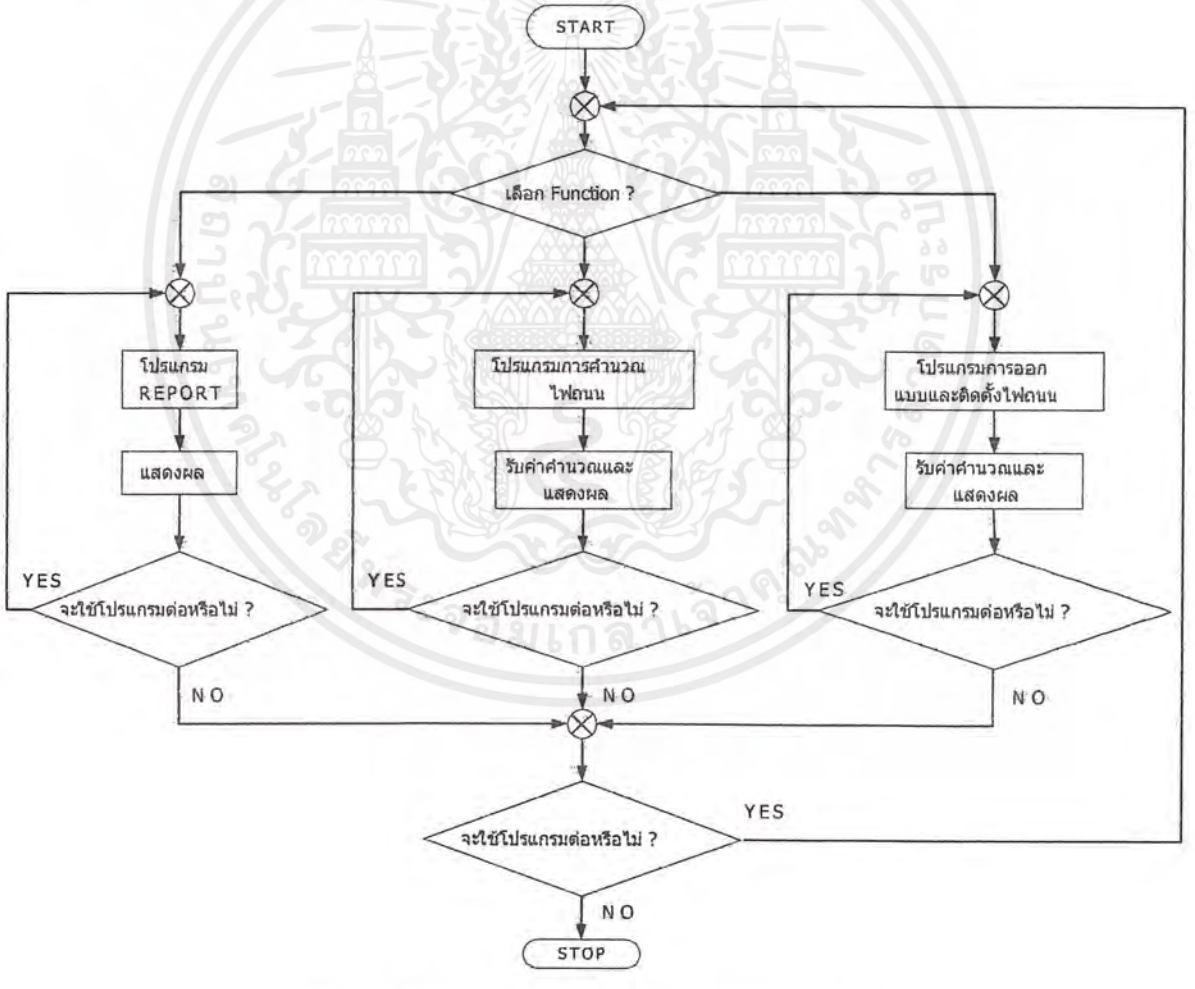
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและวิธีใช้งานโปรแกรม

ในบทนี้จะเป็นการแสดงการออกแบบโครงสร้างของโปรแกรม ซึ่งแสดงอยู่ในรูปแบบของ Flow Chart Diagram พร้อมทั้ง วิธีการใช้งานโปรแกรม โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 การออกแบบโปรแกรม

สำหรับในส่วนของการออกแบบโปรแกรมนี้เราจะเริ่มจากการออกแบบโครงสร้างของโปรแกรมหลัก ดังรูปที่ 3.1

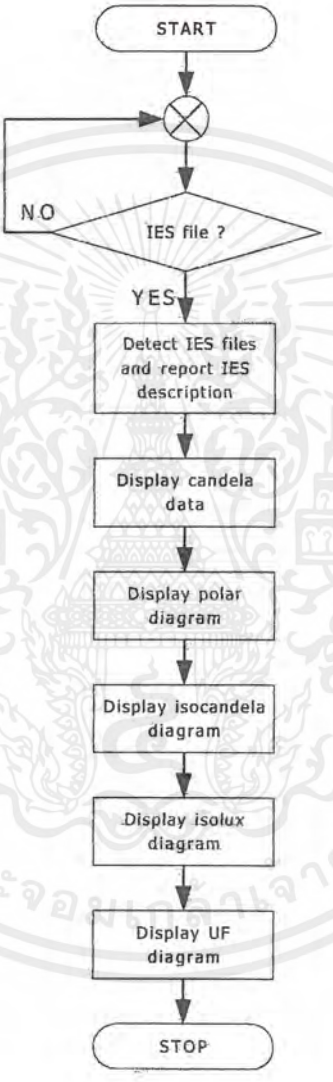


รูปที่ 3.1 ไดอะแกรมแสดงโครงสร้างของโปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.1 เป็นไดอะแกรมแสดงโครงสร้างของโปรแกรมหลัก โดยจะเห็นว่าโครงสร้างของโปรแกรมหลักแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ

3.1.1 รายงานการกระจายแสง (Distribution Photometry Report) ดังรูปที่ 3.2

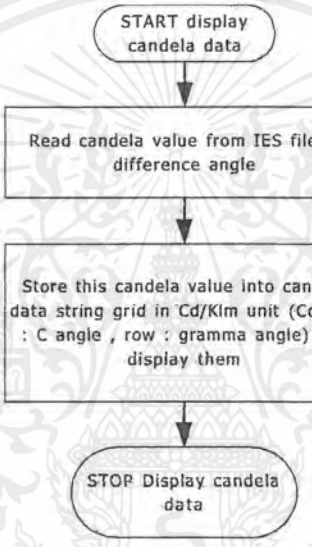


รูปที่ 3.2 ไดอะแกรมแสดงโครงสร้างของโปรแกรมในส่วนของรายงานการกระจายแสง (Distribution Photometry Report)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.2 จะเห็นว่า หลังจากผู้ใช้งานเลือก IES Files แล้ว โปรแกรมจะทำการถอดรายละเอียดของ IES Files พร้อมทั้งแสดงรายละเอียดต่างๆของ IES Files นั้นๆ หลังจากนั้นจะเป็นการแสดงข้อมูลในเรื่องของการกระจายแสง ซึ่งประกอบไปด้วย

- ตารางแสดงค่า Candela Data ดังรูปที่ 3.3

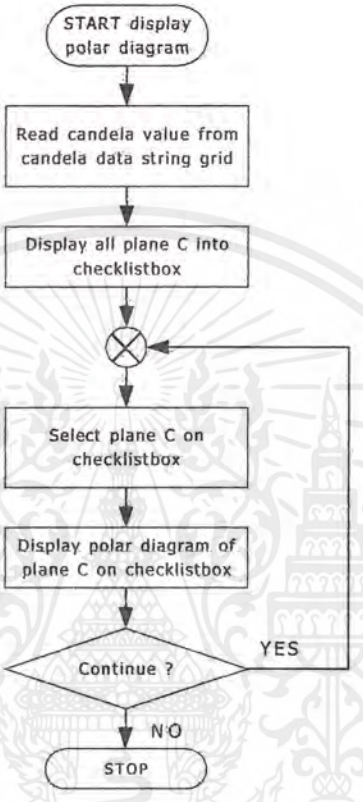


รูปที่ 3.3 ไดอะแกรมแสดงโครงสร้างของโปรแกรมในส่วนของการแสดงค่า Candela Data

จากรูปที่ 3.3 สามารถอธิบายได้ดังนี้ หลังจากผู้ใช้ทำการเลือก IES Files ที่ต้องการแล้ว โปรแกรมจะทำการอ่านค่า Candela Data จาก IES Files แล้วนำมาเก็บและแสดงผลในรูปของตาราง โดยในส่วนของแถว (Row) จะแสดงค่าของ มุม Gramma และในส่วนของหลัก (Column) จะแสดงค่าของ Plane C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กราฟแสดงลักษณะของ Polar Diagram ดังรูปที่ 3.4

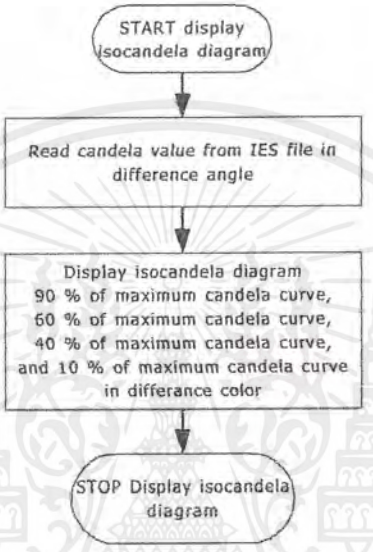


รูปที่ 3.4 ไดอะแกรมแสดงโครงสร้างของโปรแกรมในส่วนของการแสดงลักษณะของ Polar Diagram

จากรูปที่ 3.4 สามารถอธิบายได้ดังนี้ หลังจากโปรแกรมทำการจัดเก็บค่า Candela Data จาก IES Files แล้ว โปรแกรมจะทำการแสดง Plane C ทั้งหมดที่ถูกบันทึกอยู่ใน IES Files ออกมา เพื่อให้ผู้ใช้งานเลือก Plane C ที่ต้องการ หลังจากเลือกแล้ว โปรแกรมก็จะทำการ Plot กราฟของ Polar Diagram ออกมา หลังจากนี้ผู้ใช้งานก็จะสามารถเลือกได้ว่าจะทำงานต่อหรือจบโปรแกรมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กราฟแสดงลักษณะของ Isocandela Diagram ดังรูปที่ 3.5

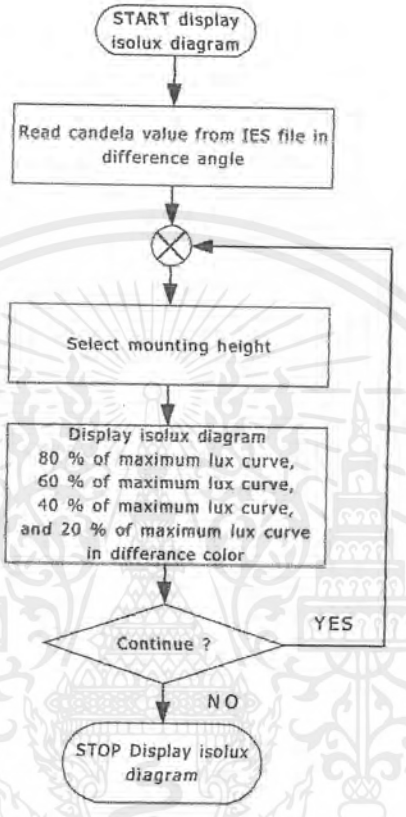


รูปที่ 3.5 ไดอะแกรมแสดงโครงสร้างของโปรแกรมในส่วนของการแสดงลักษณะของ Isocandela Diagram

จากรูปที่ 3.5 สามารถอธิบายได้ดังนี้ หลังจากโปรแกรมทำการจัดเก็บค่า Candela Data จาก IES Files แล้ว โปรแกรมจะทำการ Plot กราฟ Isocandela Diagram โดยจะเลือก Plot ที่ 10% , 40% , 60% และ 90% ของ ค่า Maximum Candela โดยแต่ละกราฟจะมีความแตกต่างกันที่สีของกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กราฟแสดงลักษณะของ Isolux Diagram ดังรูปที่ 3.6

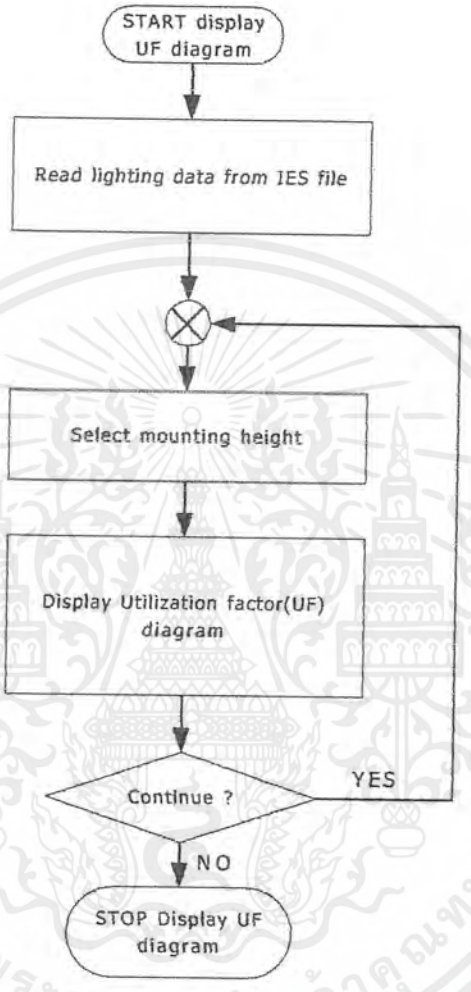


รูปที่ 3.6 ไดอะแกรมแสดงโครงสร้างของโปรแกรมในส่วนของการแสดงลักษณะของ IsoLux Diagram

จากรูปที่ 3.6 สามารถอธิบายได้ดังนี้ หลังจากโปรแกรมทำการจัดเก็บค่า Candela Data จาก IES Files แล้วโปรแกรมจะรอรับค่าความสูงของเสาโคมไฟถนนจากผู้ใช้งาน หลังจากผู้ใช้งานเลือกความสูงของเสาโคมไฟถนนที่ต้องการแล้ว โปรแกรมก็จะทำการ Plot กราฟ Isolux Diagram โดยจะเลือก Plot ที่ 20% , 40% , 60% และ 90% ของค่า Maximum Lux ซึ่งแต่ละกราฟจะมีความแตกต่างกันที่สีของกราฟ หลังจากนี้ผู้ใช้ก็จะสามารถเลือกได้ว่าจะทำงานต่อหรือจบโปรแกรมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กราฟแสดงลักษณะของ UF Diagram ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ไดอะแกรมแสดงโครงสร้างของโปรแกรมในส่วนของการแสดงลักษณะของ UF Diagram

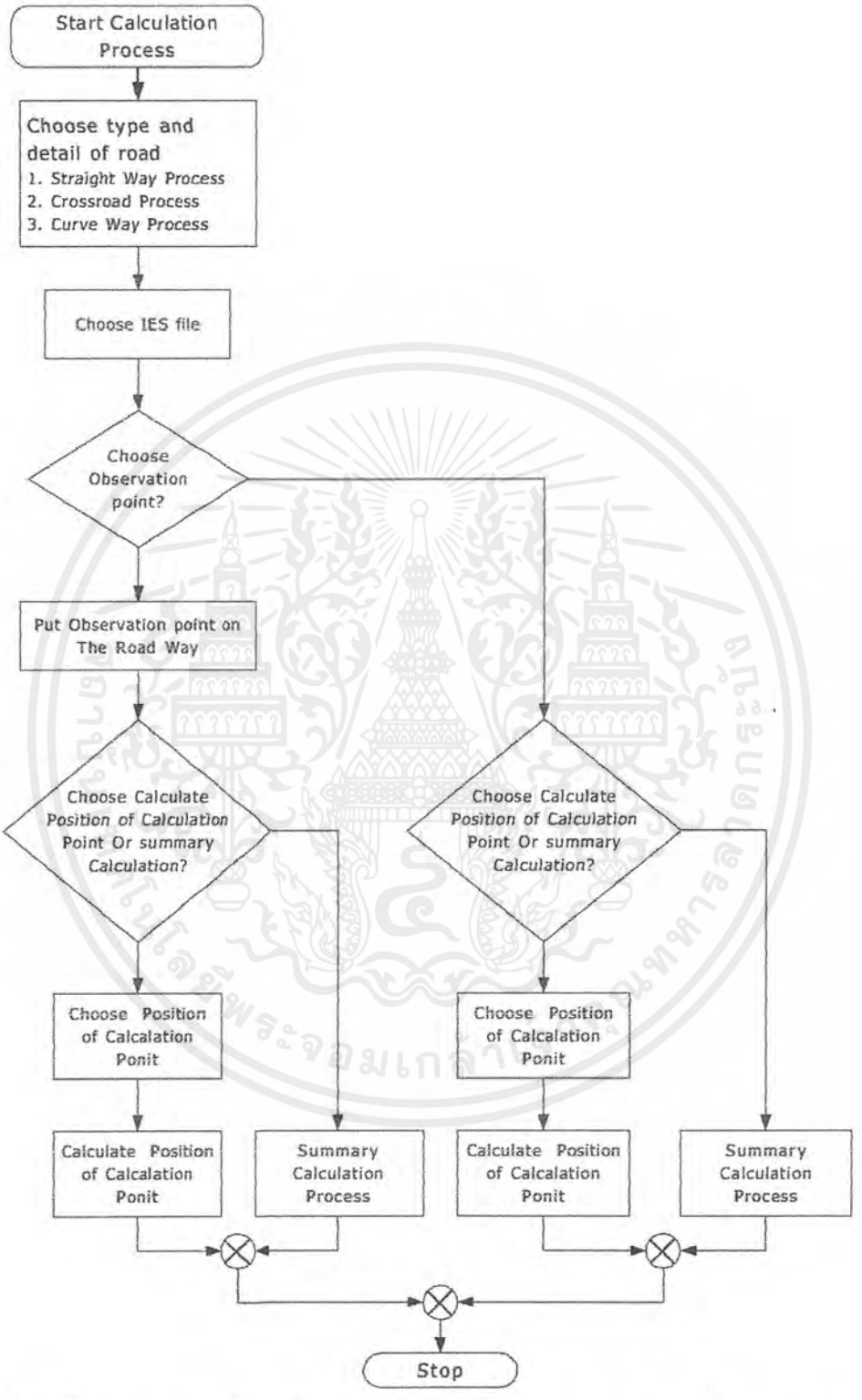
จากรูปที่ 3.7 สามารถอธิบายได้ดังนี้ หลังจากโปรแกรมทำการจัดเก็บค่าข้อมูลทางแสงจาก IES Files แล้วโปรแกรมจะรอรับค่าความสูงของเสาโคมไฟถนนจากผู้ใช้งาน หลังจากผู้ใช้งานเลือกความสูงของเสาโคมไฟถนนที่ต้องการแล้ว โปรแกรมก็จะทำการ Plot กราฟ UF Diagram หลังจากนี้ผู้ใช้ก็จะสามารถเลือกได้ว่าจะทำงานต่อหรือจบโปรแกรมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 **การคำนวณไฟถนน (Roadway Calculation)** ดังรูปที่ 3.8 จากรูปสามารถอธิบายได้ดังนี้ หลังจากที่ผู้ใช้งานเลือกลักษณะและรายละเอียดต่างๆ ของถนน รวมทั้งลักษณะการติดตั้งเสาโคมไฟถนนเรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นผู้ใช้งานจึงเข้าสู่ขั้นตอนการเลือก IES Files หลังจากเลือก IES Files เรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้งานสามารถเลือกได้ว่า จะวางจุดผู้สังเกตเพื่อที่จะคำนวณหาค่าความส่องสว่าง (Luminance : L) , แ สงจ้าพร่านัยน์ตา (TI%) และ แสงจ้าระคายตา (discomfort grare : G) หรือไม่ ในกรณีที่เลือกวางจุดผู้สังเกตก็จะเข้าสู่ขั้นตอนการคำนวณ โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกได้ว่า จะคำนวณหาค่าความส่องสว่าง ณ จุดที่พิจารณา หรือจะคำนวณแบบรวม ซึ่งสำหรับผลลัพธ์ที่ออกมาก็จะประกอบไปด้วย ค่าความเข้มแสง (Illuminance : E) , ค่าความส่องสว่าง , แสงจ้าพร่านัยน์ตา สำหรับการหาค่าความส่องสว่าง ณ จุดที่พิจารณา ในส่วนของการคำนวณแบบรวม ผลลัพธ์ที่ได้ ได้แก่ ค่า E Maximum , E Minimum , E Average , E Maximum / E Minimum , E Average / E Minimum , L Average และ แสงจ้าระคายตา สำหรับในกรณีที่ไม่เลือกจุดผู้สังเกตก็จะสามารถเข้าสู่ขั้นตอนการคำนวณได้เหมือนกัน แต่ผลลัพธ์ที่ออกมาก็จะไม่มีค่าของความส่องสว่าง , แ สงจ้าพร่านัยน์ตา และ แสงจ้าระคายตา โดยจะมีเฉพาะค่า E ต่างๆเท่านั้น

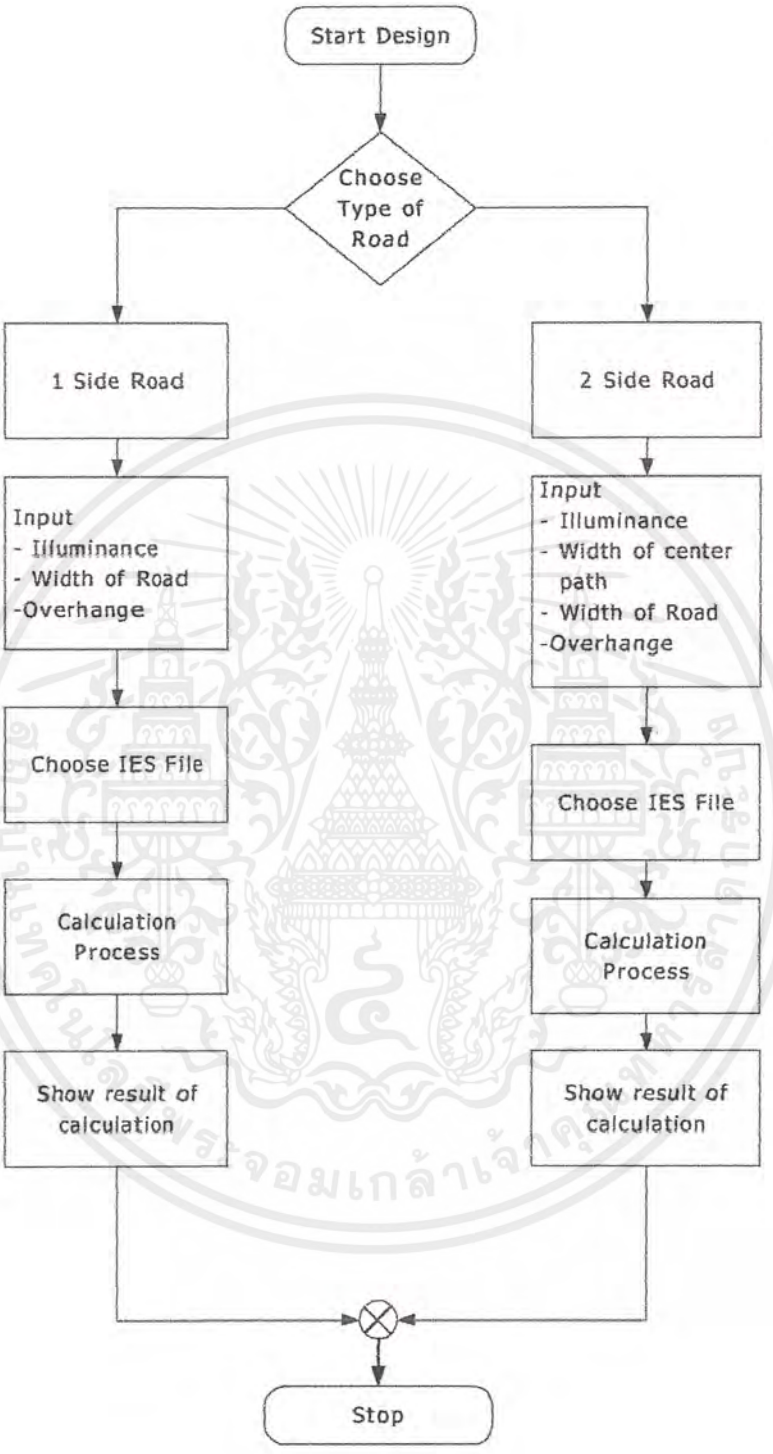
3.1.3 **การออกแบบไฟถนน (Roadway Design)** ดังรูปที่ 3.9 จากรูปสามารถอธิบายได้ดังนี้ หลังจากที่ผู้ใช้งานเลือกลักษณะของถนนที่ต้องการออกแบบแล้ว ซึ่งมีอยู่ 2 ลักษณะคือ ถนน 1 ฝั่ง และ ถนน 2 ฝั่ง หลังจากนั้นก็จะเข้าสู่ขั้นตอนการป้อนค่าความเข้มแสงเฉลี่ยของถนนที่ต้องการ , ความกว้างของถนน และ Overhang สำหรับถนน 1 ฝั่ง ส่วนถนน 2 ฝั่ง ก็คล้ายกัน แต่จะเพิ่มในส่วนของความกว้างของเกาะกลางถนนเข้ามา หลังจากนี้ก็จะเข้าสู่ขั้นตอนการเลือก IES Files ที่ผู้ใช้งานต้องการ แล้วก็จะเข้าสู่ขั้นตอนการคำนวณและแสดงผล ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเลือกที่จะดูผลการออกแบบซึ่งจะอยู่ในรูปของ ระยะห่างของเสาโคมไฟถนน , ความสูงของเสาโคมไฟถนน และ มุมเงย ได้โดยจะแบ่งออกเป็นการติดตั้งแบบต่างๆ ดังนี้ แบบ One Side , Opposite และ Staggered Arrangment สำหรับแบบถนน 1 ฝั่ง ส่วนแบบถนน 2 ฝั่ง จะประกอบไปด้วย แบบ Median Arrangement , Median Arrangement with Opposite และ Median Arrangement with Staggered

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ไดอะแกรมแสดงโครงสร้างของโปรแกรมในส่วนของการคำนวณไฟถนน (Roadway Calculation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 ไดอะแกรมแสดงโครงสร้างของโปรแกรมในส่วนของการออกแบบไฟถนน (Roadway Design)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีการใช้งานโปรแกรม

เริ่มต้นหลังจากเปิดโปรแกรมขึ้นมาจะเข้าสู่หน้าของโปรแกรมหลัก ดังรูปที่ 3.10

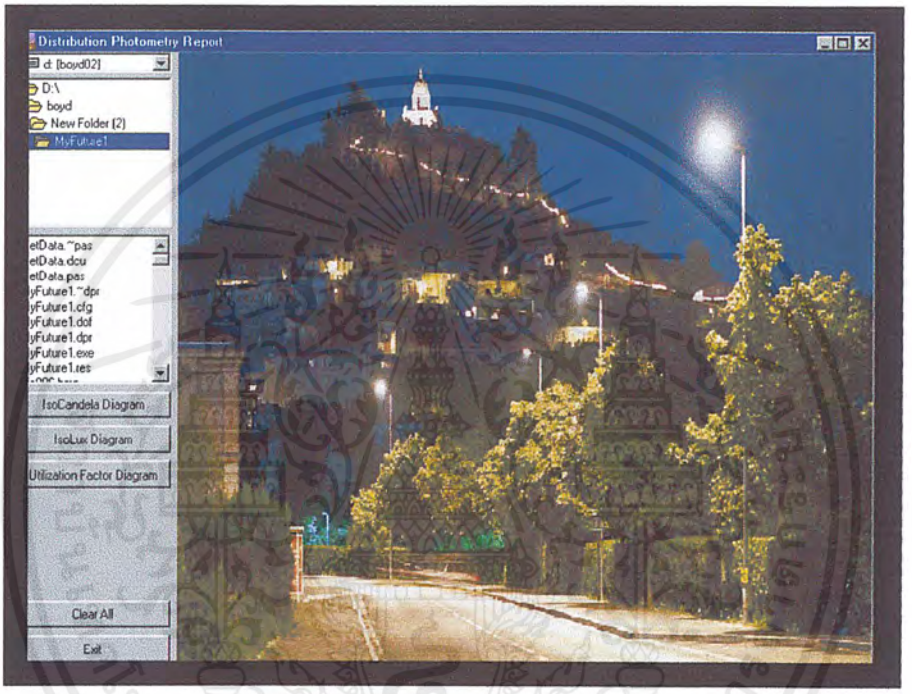
รูปที่ 3.10 ส่วนแรกของโปรแกรม

จากรูปที่ 3.10 จะแสดงรูปของหน้าโปรแกรมหลัก ซึ่งจากรูปจะเห็นว่าผู้ใช้งานสามารถเข้าไปสู่ในส่วนของรายงานการกระจายแสง (Distribution Photometry Report) ได้โดยการกดปุ่ม Distribution Photometry Report พร้อมกันนี้ยังสามารถเข้าสู่ส่วนของการคำนวณไฟถนน (Roadway Calculation) และ การออกแบบไฟถนน (Roadway Design) ได้โดยการกดปุ่ม Calculation และ Design ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 รายงานการกระจายแสง (Distribution Photometry Report)

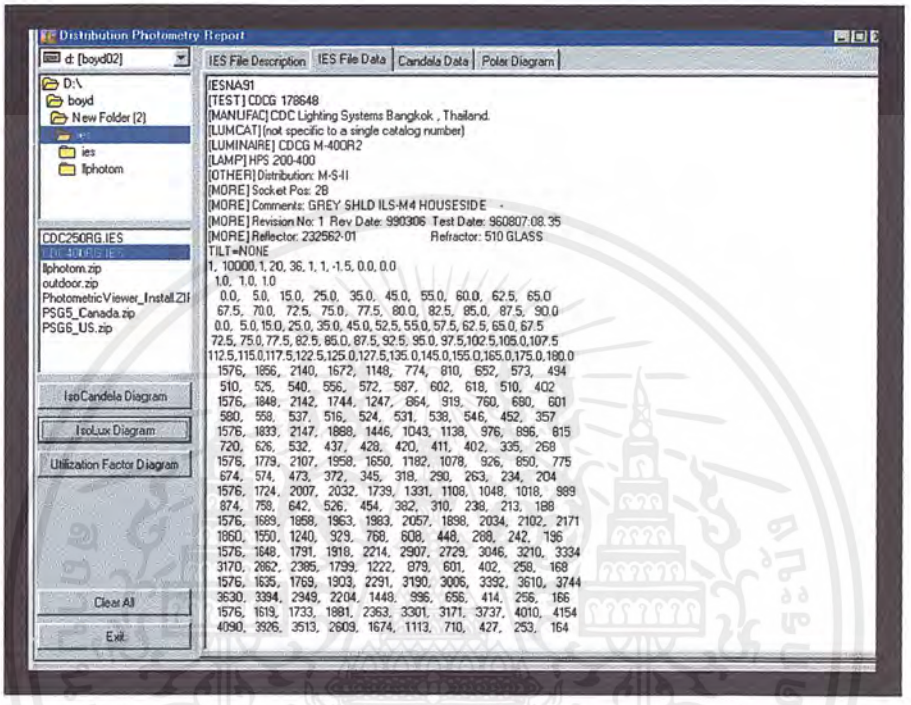
หลังจากเลือกส่วนของ Distribution Photometry Report หรือ DPR จะมีลักษณะตามรูปที่ 3.11 ในที่นี้จะเป็นการดูข้อมูลทางแสง เช่นพวก Polar Curve, ISOLUX, UF Curve เป็นต้น



รูปที่3.11 การเลือก IES files

จากรูปที่ 3.11 แสดงหน้าของโปรแกรมในส่วนของ Distribution Photometry Report ซึ่งจากหน้านี้เราสามารถทำการเลือก IES Files ได้ โดยให้เรา browse ไปยัง Folder ที่เก็บ IES Files ที่เราต้องการจะใช้ซึ่งอาจได้มาจาก Internet หรือ อื่นๆ ดังรูป หลังจากนั้น IES Files Data จะปรากฏขึ้นมาดังรูปที่ 3.12

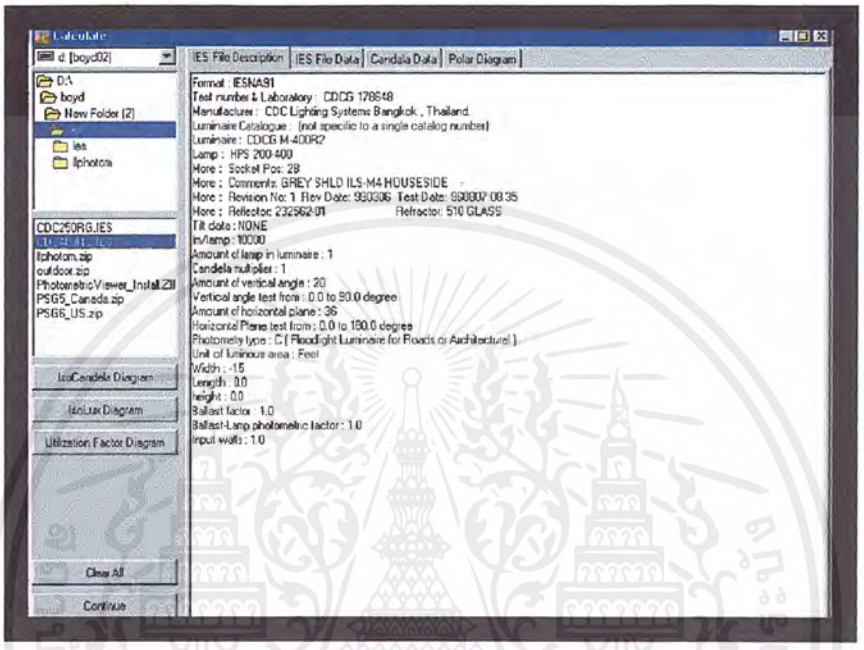
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.12 การเลือก IES Files Data

จากรูปที่ 3.12 แสดงรูปในส่วนของ IES Files Data เป็นรูปแบบ File มาตรฐานที่ได้มาจากบริษัทผู้ผลิตโคมไฟถนน ซึ่งเป็นผลการทดสอบควงโคมของบริษัทผู้ผลิตไฟถนนนั้นๆทำการบันทึกและจัดเก็บอยู่ในรูปของ IES Files ซึ่งแต่ละบริษัทอาจทำการบันทึกมาโดยมีรูปแบบไม่เหมือนกัน แต่ส่วนใหญ่ก็ยังมีความคล้ายคลึงกันอยู่บ้าง สำหรับรายละเอียดต่างๆของ IES Files นี้ได้ชี้แจงไปแล้วในบทที่ 2 หลังจากนี้ถ้า Click ไปที่ Tab ของ IES Files Description จะปรากฏ IES Files Description ขึ้นมา ดังรูปที่ 3.13

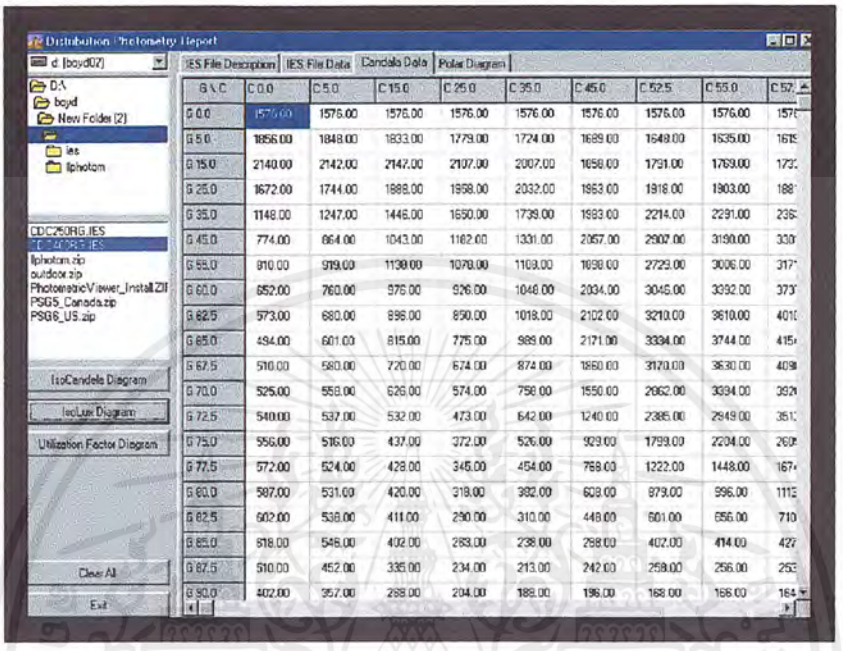
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.13 การเลือกดู IES Files Description

จากรูปที่ 3.13 แสดงรูปของ IES Files Description ซึ่งเป็นการนำเอา IES Files Data ในรูป 3.12 โดยนำเอาข้อมูลต่างๆใน IES Files นั้นๆมาแปลงใหม่ให้สามารถอ่านได้เข้าใจง่ายขึ้น พร้อมทั้งยังง่ายต่อการนำไปใช้ในการอธิบายลักษณะของดวงโคมที่ใช้ในการติดตั้งเสาโคมไฟถนน ซึ่งจะใช้ในส่วนของการคำนวณไฟถนน (Roadway Calculation) สำหรับรายละเอียดต่างๆของ IES Files Description นี้สามารถอ้างอิงได้จาก คำอธิบายของ IES Files ในบทที่ 2 หลังจากนี้ถ้า Click ไปที่ Tab ของ Candela Data จะปรากฏหน้าของ Candela Data ขึ้น ดังรูปที่ 3.14

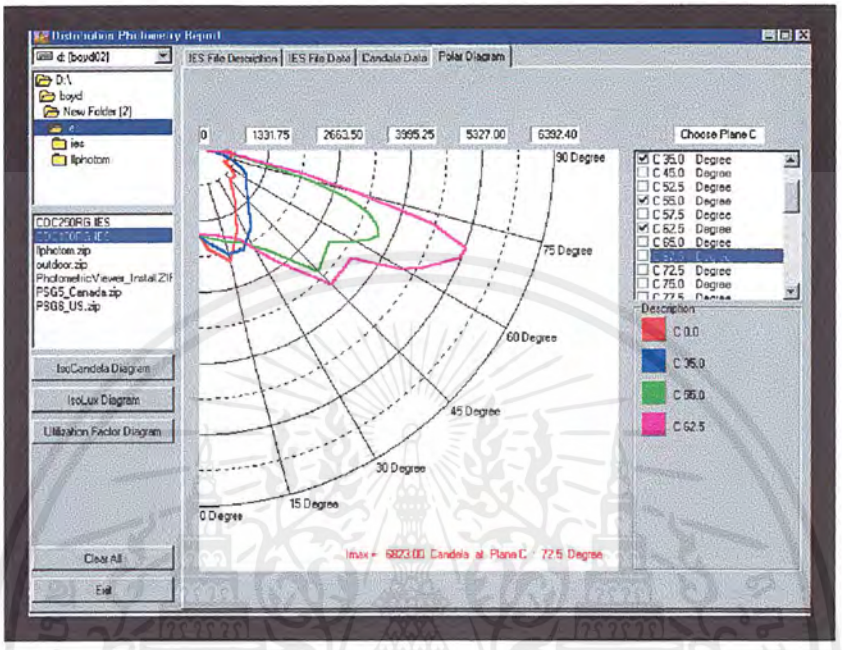
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 การเลือกดู Candela Data

จากรูปที่ 3.14 แสดงรูปของ Candela Data ซึ่งเป็นการแสดงค่า Gamma ต่อมุม C Plane จากข้อมูลที่บันทึกอยู่ใน IES Files ออกมาในรูปของตาราง เพื่อความสะดวกแก่การเข้าใจและง่ายต่อการดึงค่าความเข้มส่องสว่าง (Luminious Intensity : I) ซึ่งมีหน่วยเป็น Candela จากตารางนี้ออกมาใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นการนำไปแสดงในรูปของกราฟิกส์ต่าง เช่น Polar Diagram , Isocandela Diagram , Isolux Diagram , Utilization Factor Diagram เป็นต้น นอกจากนี้ยังง่ายต่อการดึงค่าไปใช้ในการคำนวณไฟถนน (Roadway Calculation) และ การออกแบบไฟถนน (Roadway Design) อีกด้วย ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป หลังจากนี้ถ้า Click ไปที่ Tab ของ Polar Diagram จะปรากฏหน้าของ Polar Diagram ขึ้นมา ดังรูปที่ 3.15

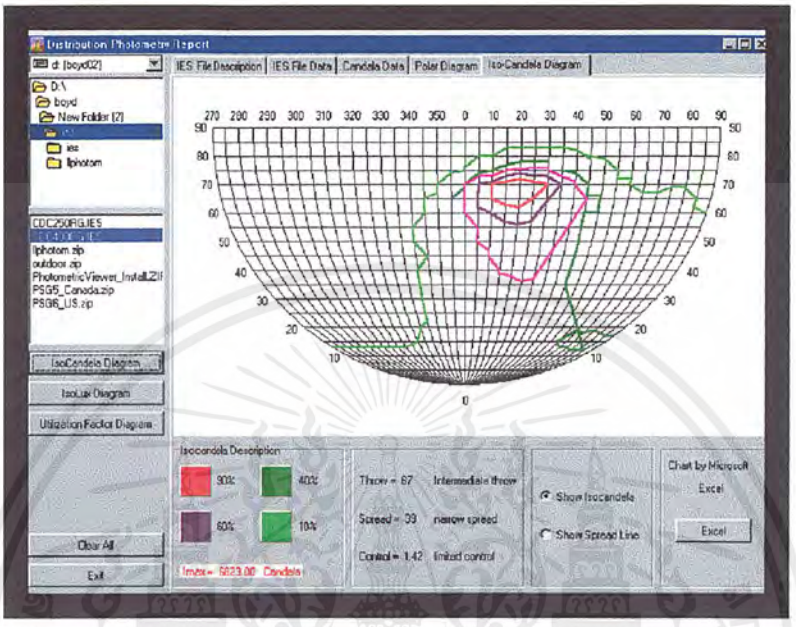
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 ตัวอย่าง Polar Diagram

จากรูปที่ 3.15 แสดงรูปของ Polar Diagram ซึ่งเป็นการนำเอาค่าต่างๆมา Plot ลงเป็นกราฟในรูปของ Polar Diagram ตาม Plane C ที่เลือกในกรอบด้านขวามือ โดยจะมุม Gramma ที่นำมา Plot นี้จะใช้อยู่ที่ 0 องศา ถึง 90 องศา สำหรับกราฟที่ Plane C ต่างกันนี้ เราจะใช้สีบอกความแตกต่าง ซึ่งจะมีขีดจำกัดอยู่ที่ 15 สีเท่านั้น ดังจะเห็นที่กรอบ Description ทางด้านขวาล่างของจอภาพ หลังจากนี้ถ้า Click ไปที่ปุ่ม Isocandela Diagram ก็จะปรากฏหน้าของ Isocandela Diagram ขึ้นมา ดังรูปที่ 3.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



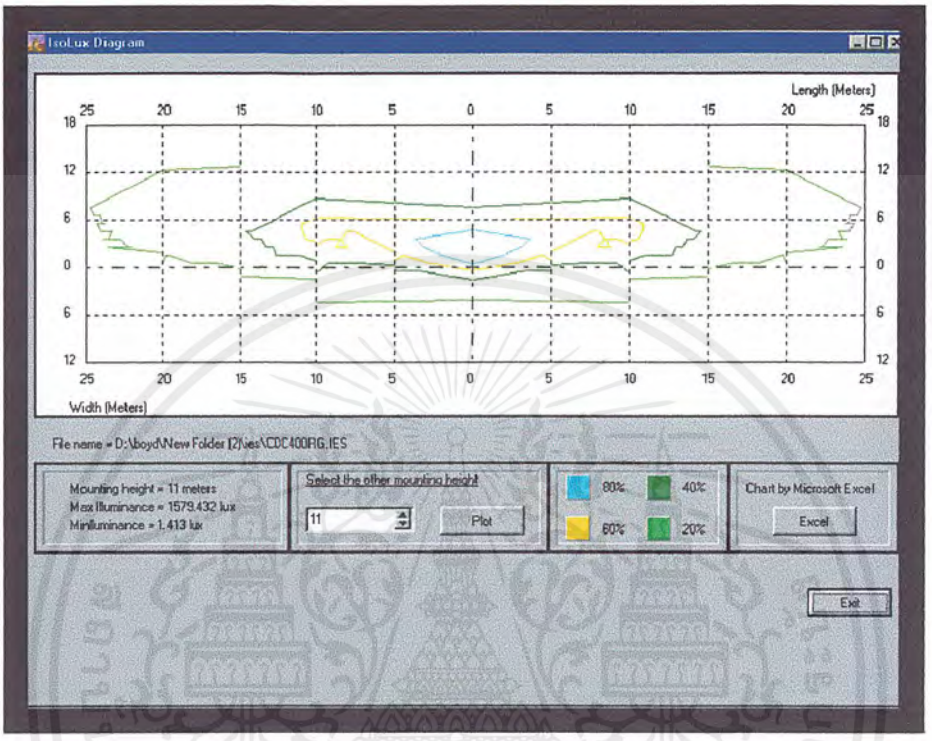
รูปที่ 3.16 ตัวอย่าง Isocandela Diagram

จากรูปที่ 3.16 แสดงรูปของ Isocandela Diagram ซึ่งเป็นการนำค่าต่างๆมา Plot เป็นกราฟในรูปแบบของ Isocandela Diagram ซึ่งจะมีเฉพาะ กราฟ 10% , 40% , 60% และ 90% ของ ค่า Maximum Candela เท่านั้น โดยจะมีสีบอกความแตกต่างซึ่งจะมีรายละเอียดดังนี้

- สีเขียวอ่อน แสดงกราฟที่ 10% ของ Maximum Candela
- สีเขียวเข้ม แสดงกราฟที่ 40% ของ Maximum Candela
- สีม่วง แสดงกราฟที่ 60% ของ Maximum Candela
- สีแดง แสดงกราฟที่ 90% ของ Maximum Candela

นอกจากนี้ยังไปเลือกดูกราฟได้จากโปรแกรม Microsoft Excel ได้อีกด้วย หลังจากนี้ถ้า Click ไปที่ปุ่ม Isolux Diagram ก็จะปรากฏหน้าของ Isolux Diagram ขึ้นมา ดังรูปที่ 3.17

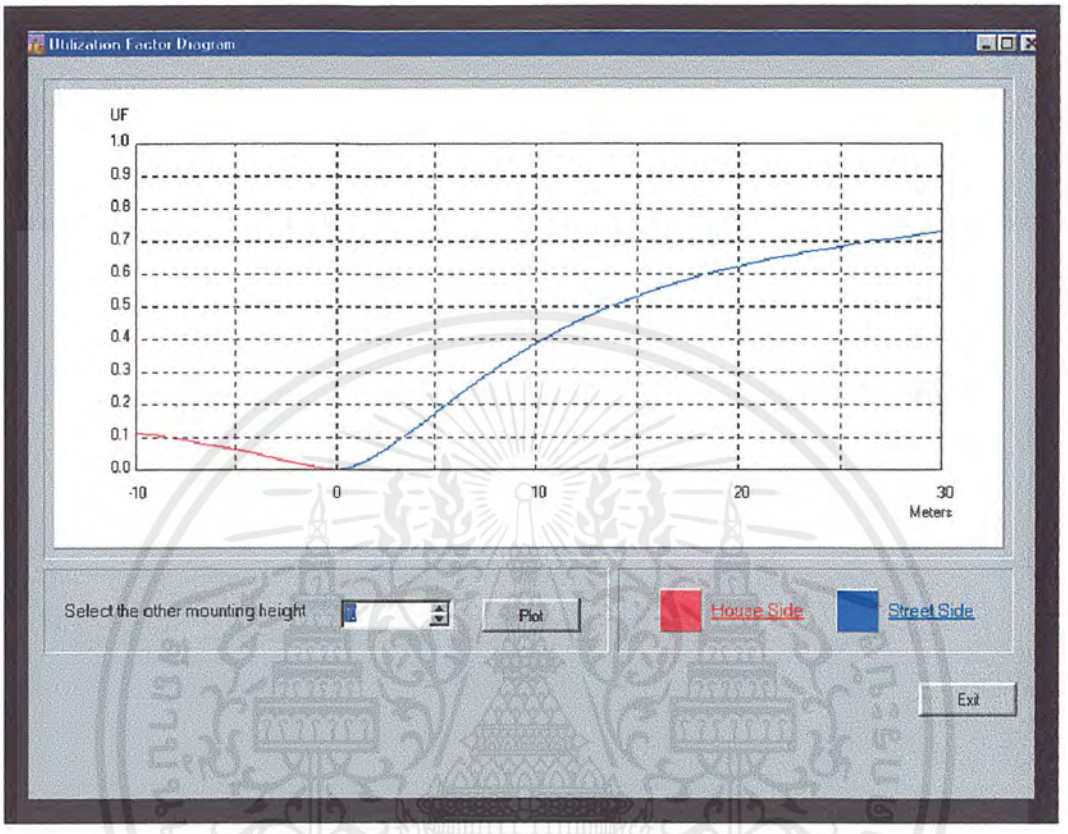
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 ตัวอย่าง IsoLux Diagram

จากรูปที่ 3.17 แสดงรูปของ IsoLux Diagram เป็นการนำค่าความเข้มแสงต่างๆ มา Plot เป็นกราฟในรูปแบบของ IsoLux Diagram ซึ่งสามารถเลือก Plot ที่ความสูงของเสาโคมไฟถนนต่างๆได้ สำหรับตัวกราฟนั้น จะมีเฉพาะ 20% , 40% , 60% และ 90% ของ Maximum Lux ที่อยู่บนพื้นที่ๆ กำหนดเท่านั้น เมื่อต้องการกลับไปที่หน้าของ Distribution Photometry Report ก็สามารถทำได้ โดยกดที่ปุ่ม Exit หลังจากกลับไปที่หน้าของ Distribution Photometry Report แล้ว หลังจากนี้ถ้า Click ไปที่ปุ่ม Utilization Factor Diagram ก็จะเข้าสู่หน้าของ Utilization Factor Diagram ดังรูปที่ 3.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



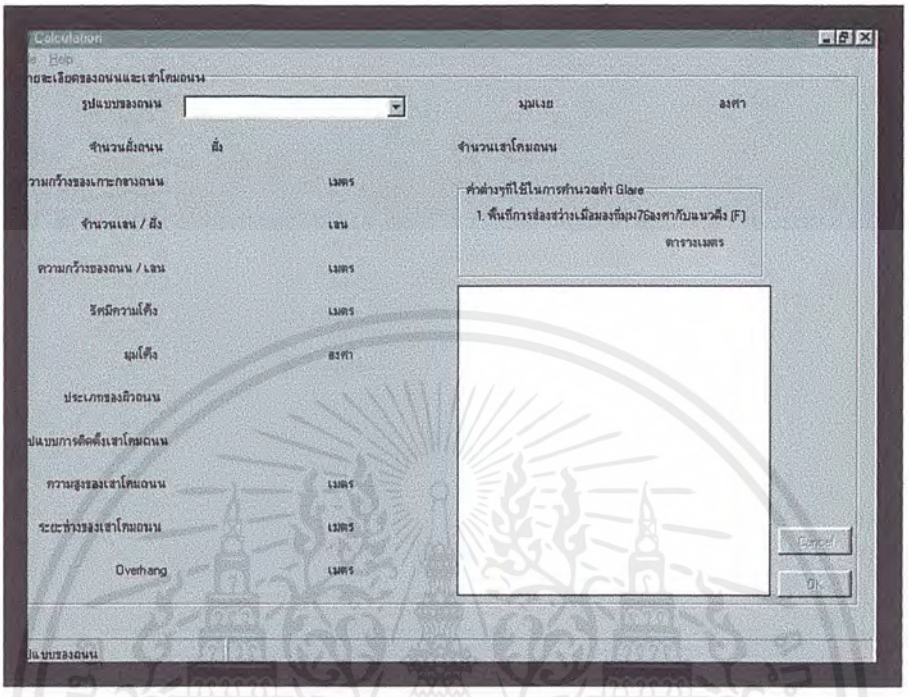
รูปที่ 3.18 ตัวอย่าง Utilization Factor Diagram

จากรูปที่ 3.18 แสดงรูปของ Utilization Factor Diagram ซึ่งเป็นการนำค่าอัตราส่วนระหว่างค่าฟลักซ์การส่องสว่างที่ตกลงบนพื้นถนนกับค่าฟลักซ์การส่องสว่างทั้งหมดที่กระจายออกมาจากหลอดไฟมา Plot เป็นกราฟในรูปแบบของ Utilization Factor Diagram ซึ่งสามารถเลือก Plot ตามความสูงของเสาโคมไฟถนนได้ เมื่อต้องการกลับไปที่หน้า Distribution Photometry Report ก็สามารถกดปุ่ม Exit ได้

3.2.2 คำนวณไฟถนน (Roadway Calculation)

ในส่วนของการคำนวณไฟถนนนี้เราสามารถเลือกคำนวณได้ว่า ต้องการคำนวณถนนแบบใด โดยทำการเลือกได้จากหน้าสำหรับกรอกรายละเอียดของถนนและเสาโคมถนน ดังรูปที่ 3.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

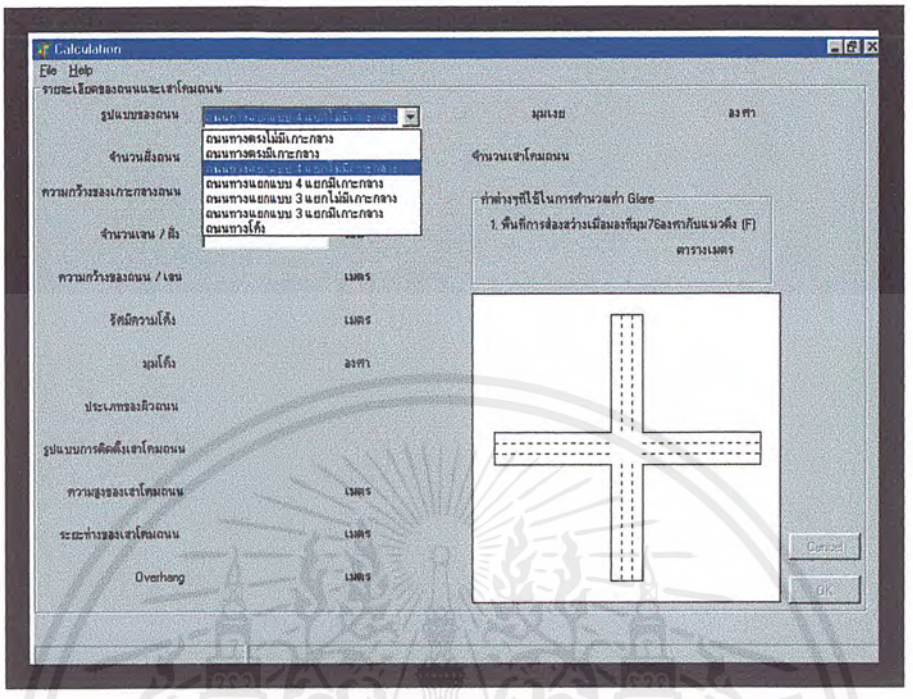


รูปที่ 3.19 ส่วนของการป้อนข้อมูลในการ Calculate

จากรูปที่ 3.19 แสดงหน้าจอในส่วนของการใส่ข้อมูลของรายละเอียดของถนนและรายละเอียดของการติดตั้งเสาโคมไฟถนน ซึ่งรายละเอียดที่จะต้องป้อนได้แก่ รูปแบบของถนน , ความกว้างของเกาะกลางถนน (ถ้ามี) , จำนวนเลน / ฝั่ง , ความกว้างของถนน / เลน , รัศมีความโค้ง (ถ้ามี) , มุมโค้ง (ถ้ามี) , ประเภทของผิวถนน , ประเภทของการติดตั้งเสาโคมไฟถนน , ความสูงของเสาโคมไฟถนน , ระยะห่างของเสาโคมไฟถนน , Overhang , มุมเงย และ พื้นที่การส่องสว่างซึ่งมองจากมุม 76 องศากับแนวดิ่ง (ค่านี้จะใช้ในการคำนวณค่าแสงจ้าระคายตา (Glare))

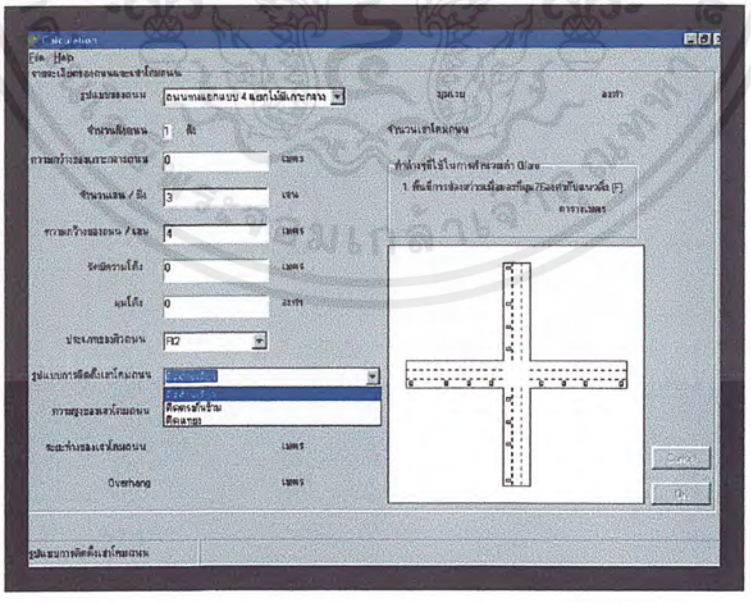
หลังจากนั้น เราสามารถเลือกรูปแบบของถนนได้ โดยแบ่งเป็น ทางตรง, ทางแยกและทางโค้ง ตามรูปที่ 3.20 หลังจากนั้นในรูปที่ 3.21 ถึง 3.23 จะแสดงตัวอย่างของการเลือกลักษณะการติดตั้งเสาโคมไฟถนนแบบต่างๆ ซึ่งแบ่งเป็น One Side , Opposite และ Staggered Arrangement ดังรูปที่ 3.21 ถึง 3.23 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.20 แสดงการเลือกการติดตั้งลักษณะถนนแบบ ทางตรง, ทางแยก หรือ ทางโค้ง

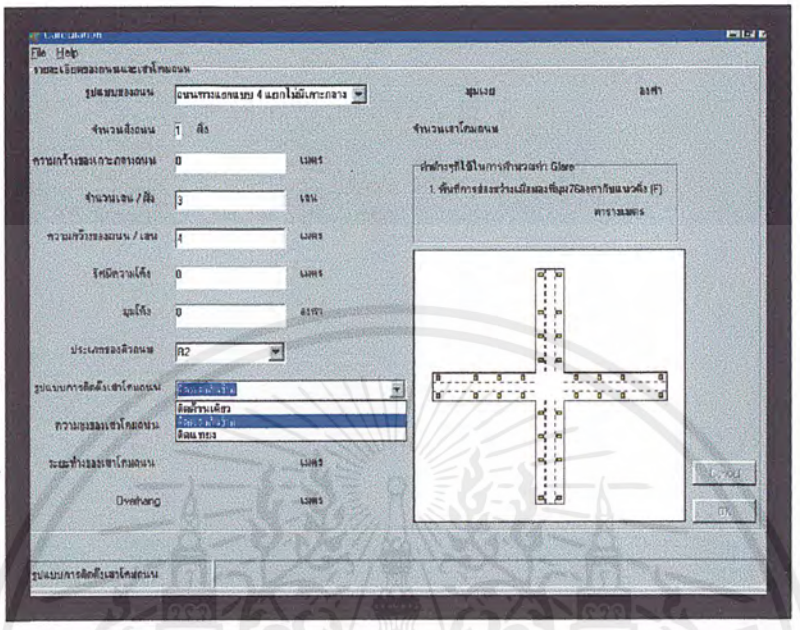
1. **One side arrangement**



รูปที่ 3.21 ตัวอย่าง One side arrangement

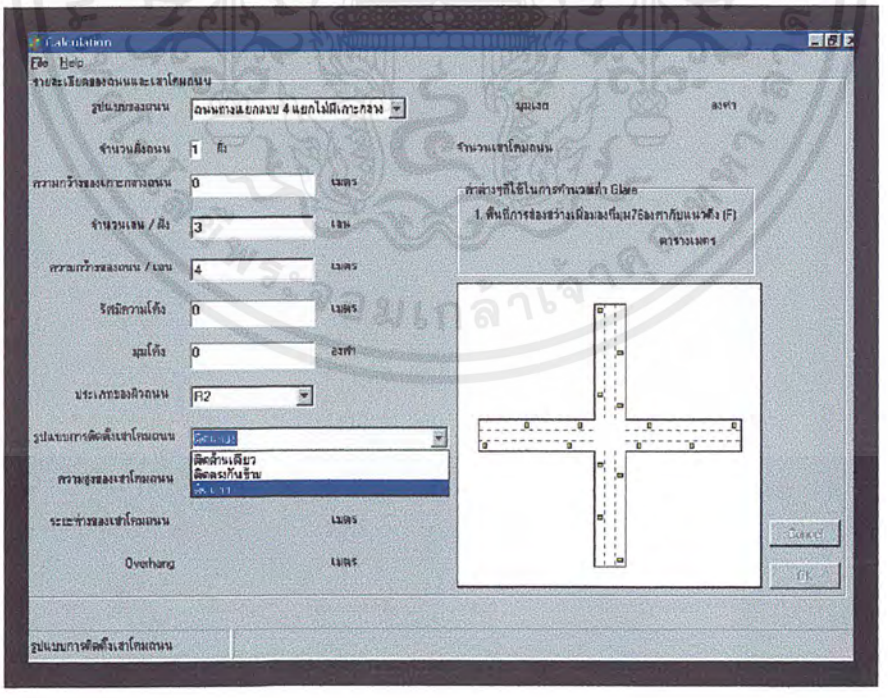
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. **Opposite arrangement**



รูปที่ 3.22 ตัวอย่าง Opposite arrangement

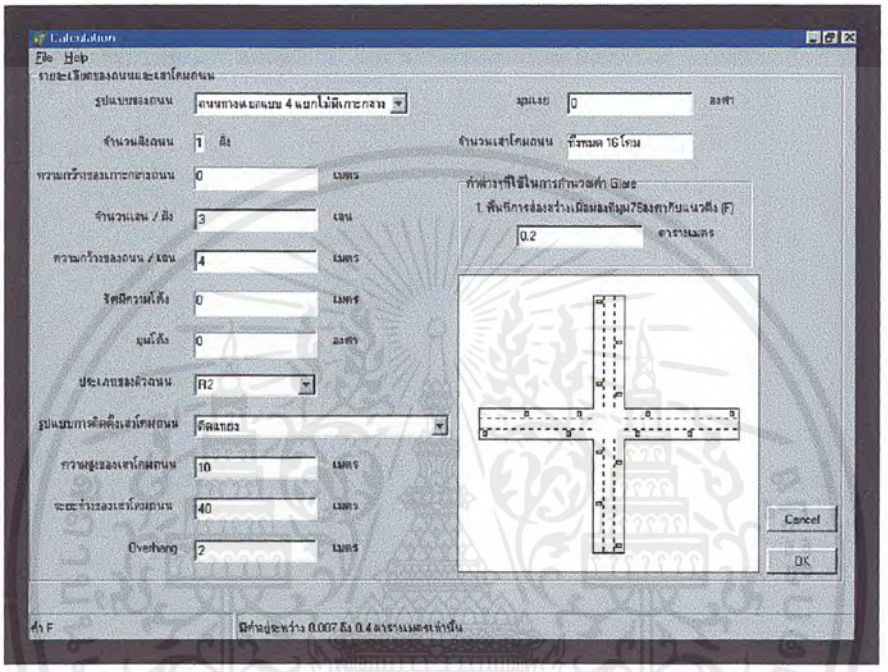
3. **Staggered arrangement**



รูปที่ 3.23 ตัวอย่าง Staggered arrangement

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากเลือกลักษณะการติดตั้งเสาโคมไฟถนนแล้ว ต่อมาเป็นการเลือกความสูงของโคมไฟ ระยะห่างระหว่างดวงโคม ระยะยื่น(overhang) และมุมเงย หลังจากนั้นกดที่ปุ่ม "OK" เพื่อที่จะเข้าส่วนของการคำนวณดังรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 ตัวอย่างการป้อนค่าลักษณะการติดตั้งถนนแบบทางแยก

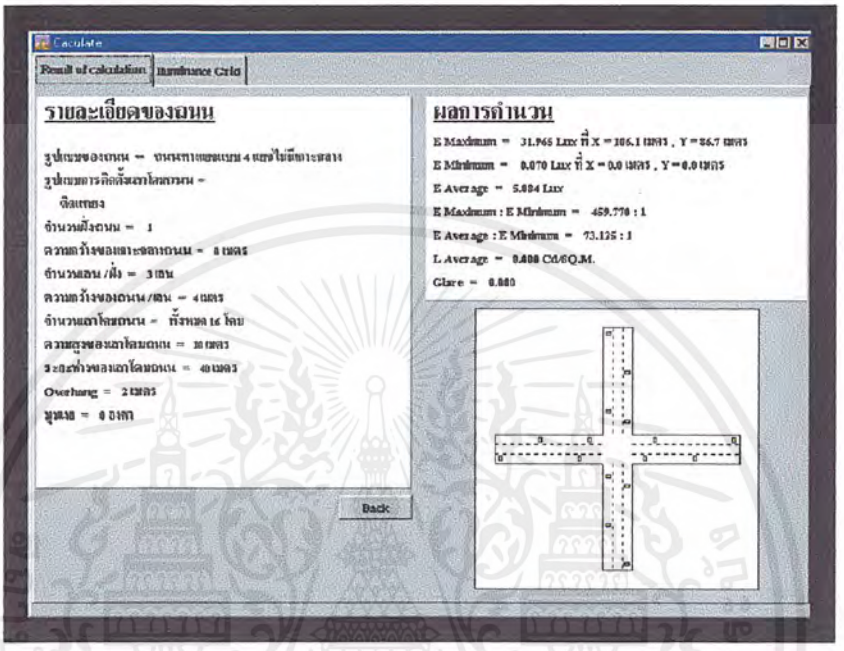
หลังจากเราทำการติดตั้งลักษณะถนนและดวงโคมเสร็จเรียบร้อยแล้ว เมื่อกดปุ่ม OK เราก็จะเข้าสู่หน้าจอในรูปที่ 3.25 หลังจากนั้นจึงกดปุ่ม IES files เพื่อเข้าสู้ขั้นตอนการเลือก IES Files ซึ่งก็จะเข้าสู่หน้าจอเดียวกับรายงานการกระจายแสง (Distribution Photometry Report) นั่นเอง เมื่อเลือก IES Files เรียบร้อยแล้ว กดปุ่ม Continue เพื่อกลับมายังหน้าจอ 3.25 อีกครั้งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.25 ตัวอย่างการวางดวงโคมแบบ Staggered arrangement ที่เสร็จเรียบร้อย

หลังจากเราทำการเลือกรายละเอียดต่างๆของถนน รวมทั้งรายละเอียดต่างๆในการติดตั้งเสาโคมไฟถนน และทำการเลือก IES files เรียบร้อยแล้ว เมื่อต้องการคำนวณแบบรวมโดยกดปุ่ม Calculate ก็จะแสดงผลลัพธ์ของการคำนวณแบบรวมออกมา ซึ่งในหน้าแรกจะเป็นการแสดงค่าผลลัพธ์ต่างๆของการคำนวณไฟถนน ได้แก่ ค่าความเข้มแสงสูงสุดบนถนน (E Maximum) พร้อมตำแหน่งที่เกิด , ค่าความเข้มแสงต่ำสุดบนถนน (E Minimum) , ค่าความเข้มแสงเฉลี่ย (E Average) , ค่าความสม่ำเสมอต่างๆ ได้แก่ ค่าความเข้มแสงสูงสุด / ค่าความเข้มแสงต่ำสุด และ ค่าความเข้มแสงเฉลี่ย / ค่าความเข้มแสงต่ำสุด , ค่าความส่องสว่างเฉลี่ย (L Average) และ ค่าของแสงจ้าระคายตา (Glare) ซึ่งในหน้าเดียวกันนี้ยังมี รายละเอียดของถนนพร้อมรูปประกอบอีกด้วย ดังรูปที่ 3.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

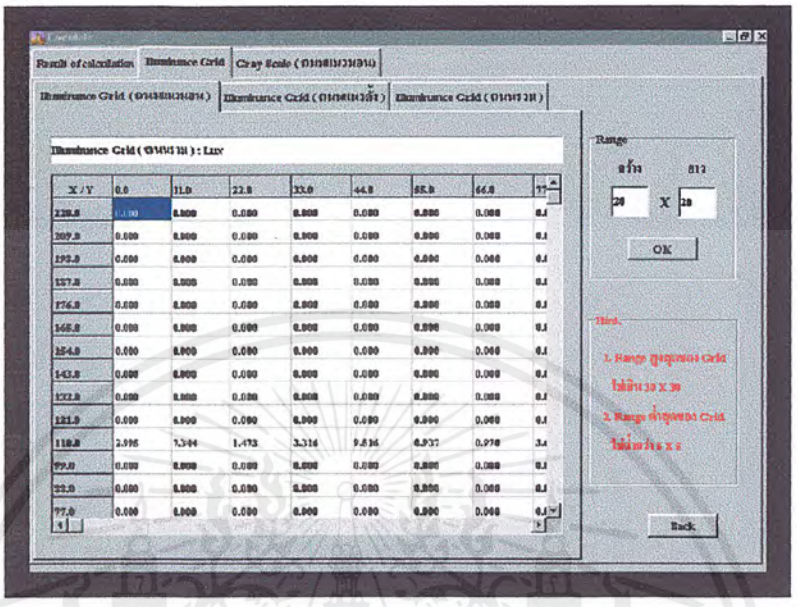


รูปที่ 3.26 ค่าผลลัพธ์ของการคำนวณไฟถนน (Point by Point)

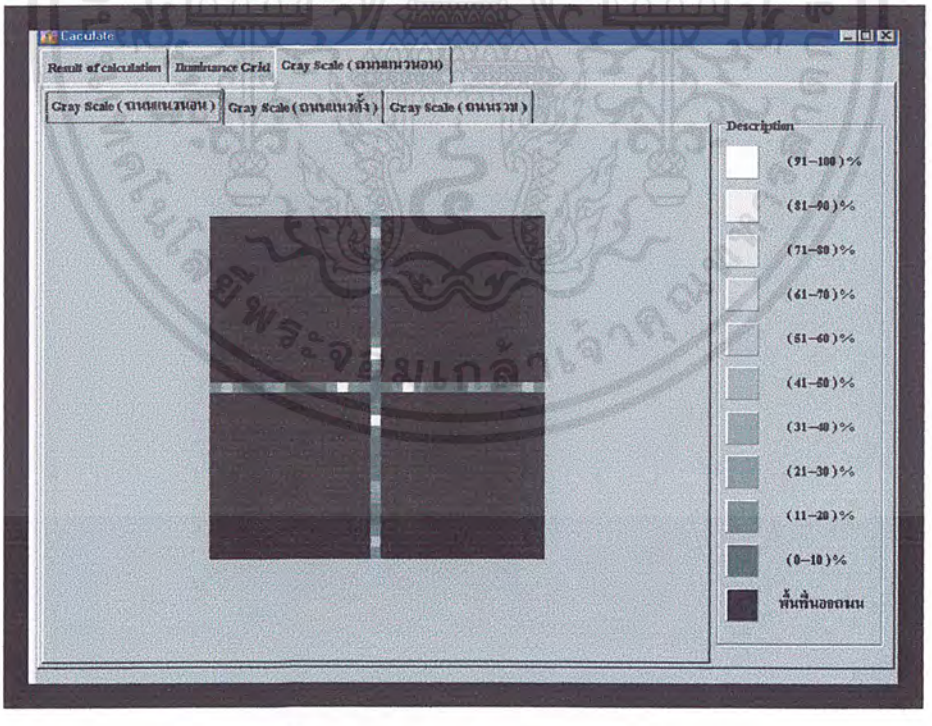
จากรูปที่ 3.26 แสดงหน้าจอในส่วนของผลลัพธ์การคำนวณไฟถนนแบบรวม ซึ่งมาจากการกดปุ่ม Calculate ในรูปที่ 3.25 สำหรับความละเอียดในการคำนวณค่าผลลัพธ์ต่างๆ เช่น E Maximum , E Minimum , E Average , L Average นี้ จะอยู่ที่ 10 เซนติเมตร เมื่อเทียบกับพิกัดจริง นอกจากนี้ ในหน้าจอนี้ยังมีรายละเอียดของถนนที่ได้เลือกไว้ในตอนแรก พร้อมรูปประกอบ ดังรูปที่ 3.26

หลังจากนี้ถ้า Click ไปที่ Tab ของ Illuminance Grid จะเป็นการแสดงหน้าจอที่แสดงค่า Isolux ซึ่งสามารถพิจารณาได้ในรูปแบบของความเข้มแสง ในรูปแบบตารางและกราฟิกส์ (Gray Scale) ดังรูปที่ 3.27 และ 3.28 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.27 ค่า Isolux ในรูปแบบตาราง



รูปที่ 3.28 ค่า Isolux ในรูปแบบกราฟิกส์

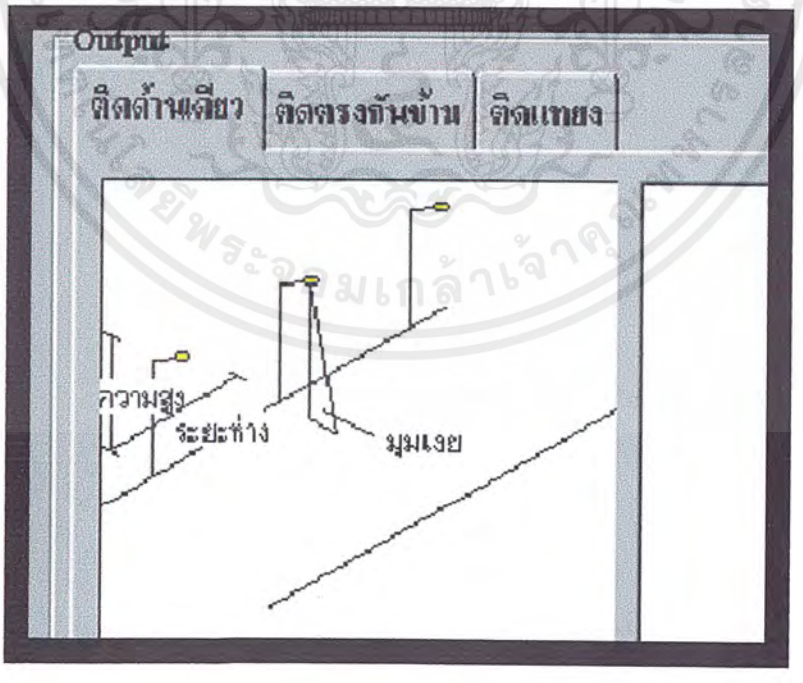
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การออกแบบไฟถนน (Roadway Design)

ในส่วนนี้จะประกอบไปด้วย การออกแบบถนนทางตรงฝั่งเดียวกับถนนทางตรงสองฝั่ง โดยเราสามารถเลือกได้ว่าต้องการออกแบบไฟถนนให้กับถนนแบบใด ดังรูปที่ 3.29

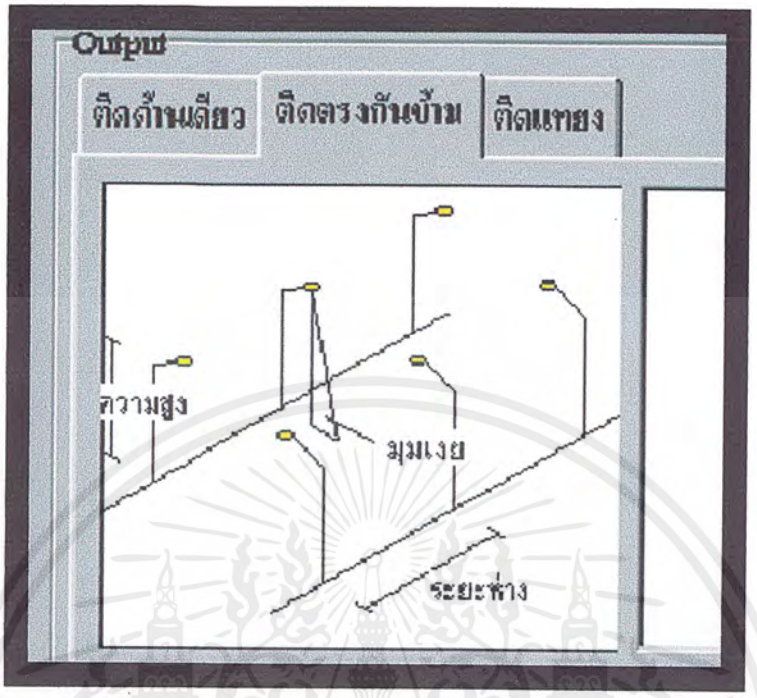
รูปที่ 3.29 เลือกลักษณะการออกแบบ

และเรายังสามารถเลือกลักษณะการติดตั้งต่างๆได้ โดยสำหรับถนนทางตรงฝั่งเดียวมีการติดตั้งทั้งหมด 3 รูปแบบ คือ ติดด้านเดียว (One side arrangement) , ติดตรงกันข้าม (Opposite arrangement) และ ติดแทยง (Staggered arrangement) ตามรูปที่ 3.30 , 3.31 และ 3.32 ตามลำดับ

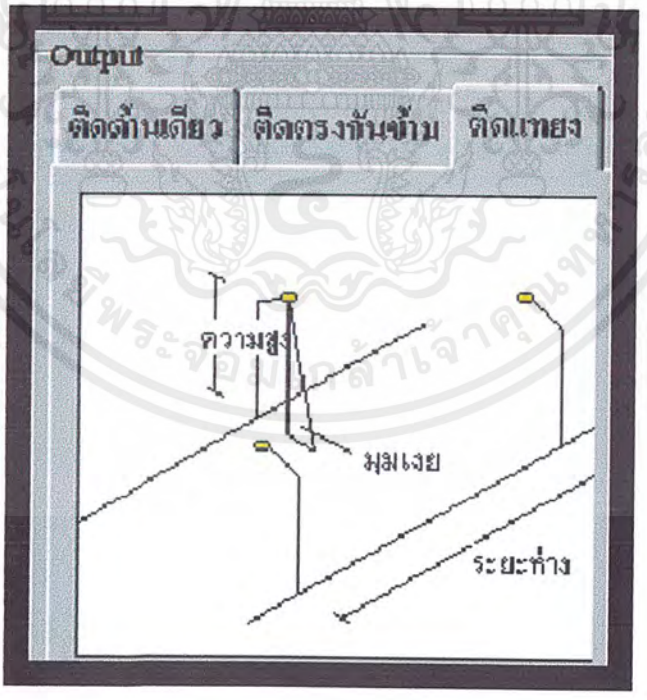


รูปที่ 3.30 ตัวอย่างการติดตั้งแบบ One side arrangement

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



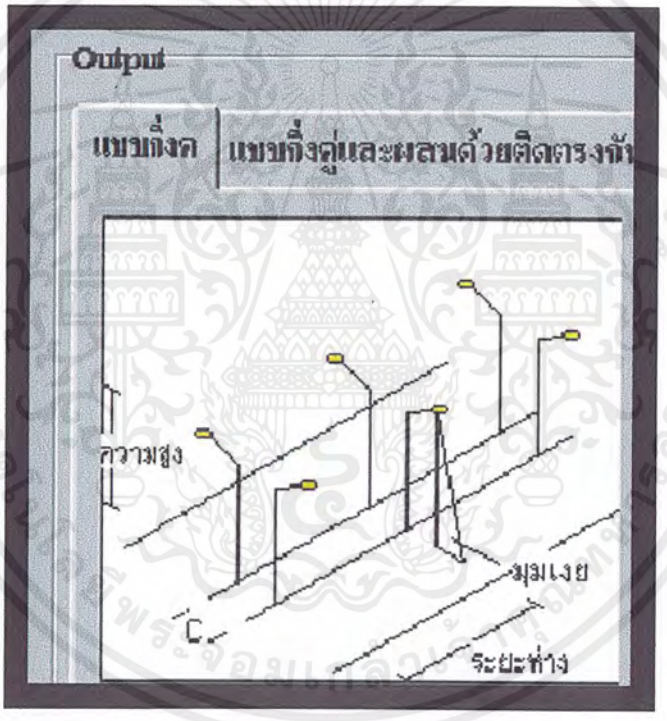
รูปที่ 3.31 ตัวอย่างการติดตั้งแบบ Opposite arrangement



รูปที่ 3.32 ตัวอย่างการติดตั้งแบบ Staggered arrangement

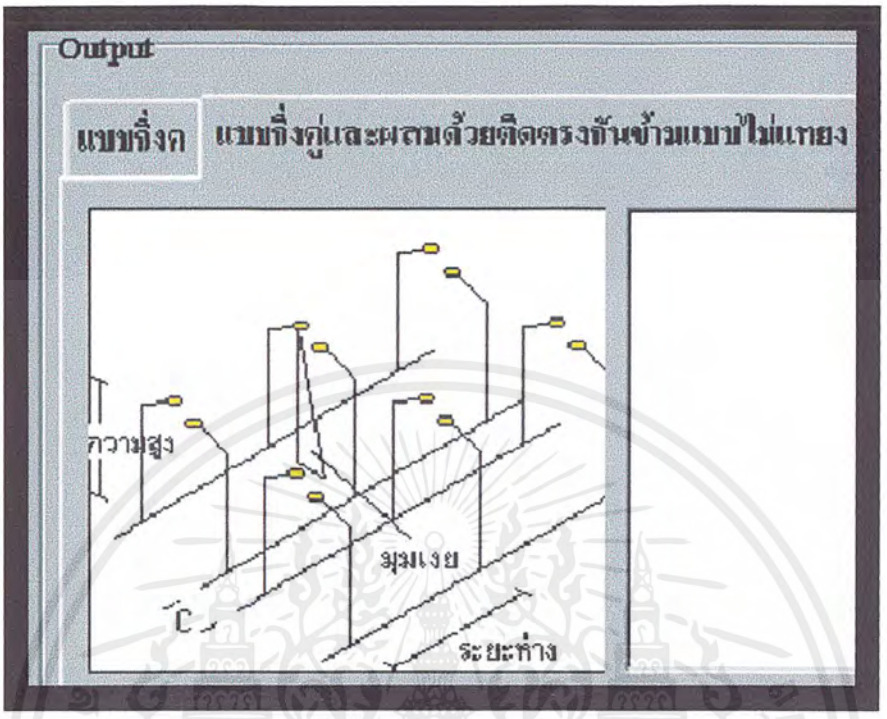
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับถนนทางตรง 2 ฝั่ง มีการติดตั้งเสาโคมไฟถนน 3 รูปแบบ คือ แบบกิ่งคู่ (Median arrangement) , แบบกิ่งคู่และผสมด้วยติดตรงกันข้ามแบบไม่แทยง (Median arrangement with Opposite) และ แบบกิ่งคู่และผสมด้วยติดตรงกันข้ามแบบแทยง (Median arrangement with Staggered) ดังรูปที่ 3.33 , 3.34 และ 3.35 ตามลำดับ



รูปที่ 3.33 ตัวอย่างการติดตั้งแบบ Median arrangement

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

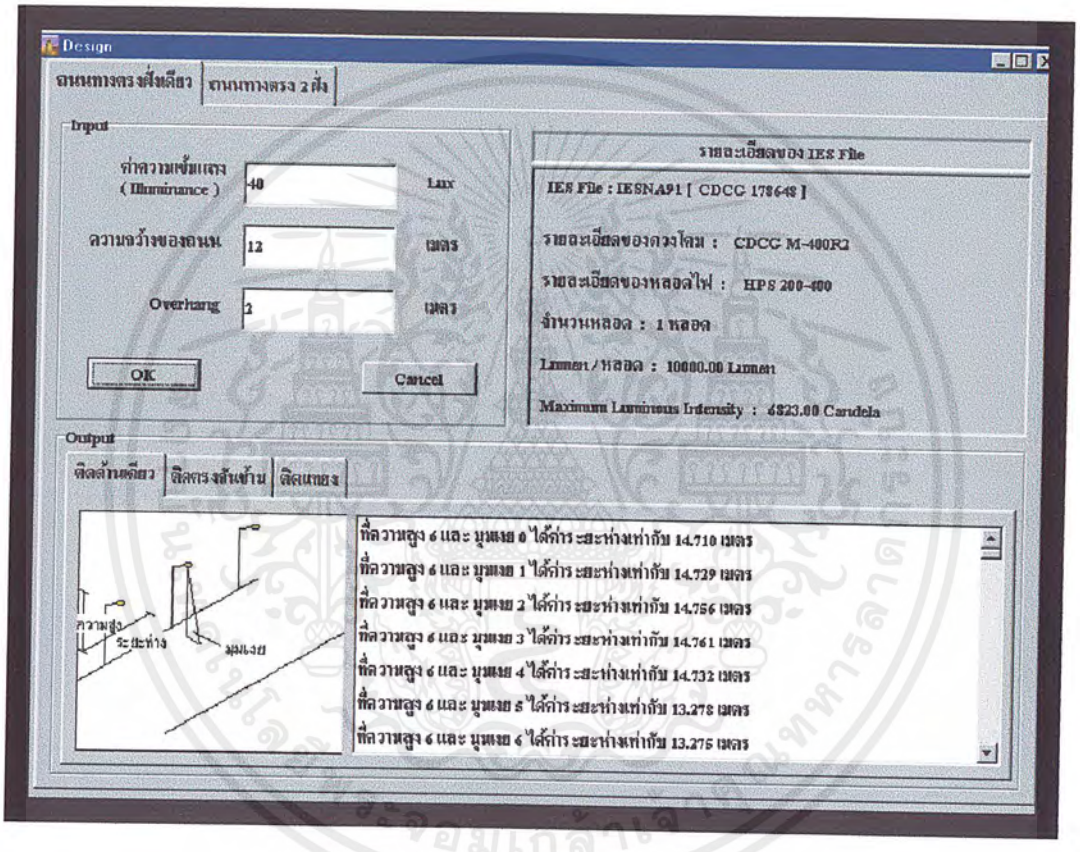


รูปที่ 3.34 ตัวอย่างการติดตั้งแบบ Median arrangement with Opposite

รูปที่ 3.35 ตัวอย่างการติดตั้งแบบ Median arrangement with Staggered

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากเราทำการติดตั้งดวงโคมเสร็จเรียบร้อยแล้วเราก็ทำการเลือก IES filesโดยกดปุ่ม OK แล้วทำการคำนวณ ซึ่งในหน้าเดียวกันในส่วนของ OUTPUT เป็นการแสดงค่าผลลัพธ์ของการออกแบบไฟถนน ดังรูปที่ 3.36



รูปที่ 3.36 ค่าผลลัพธ์ในการออกแบบไฟถนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดสอบโปรแกรม

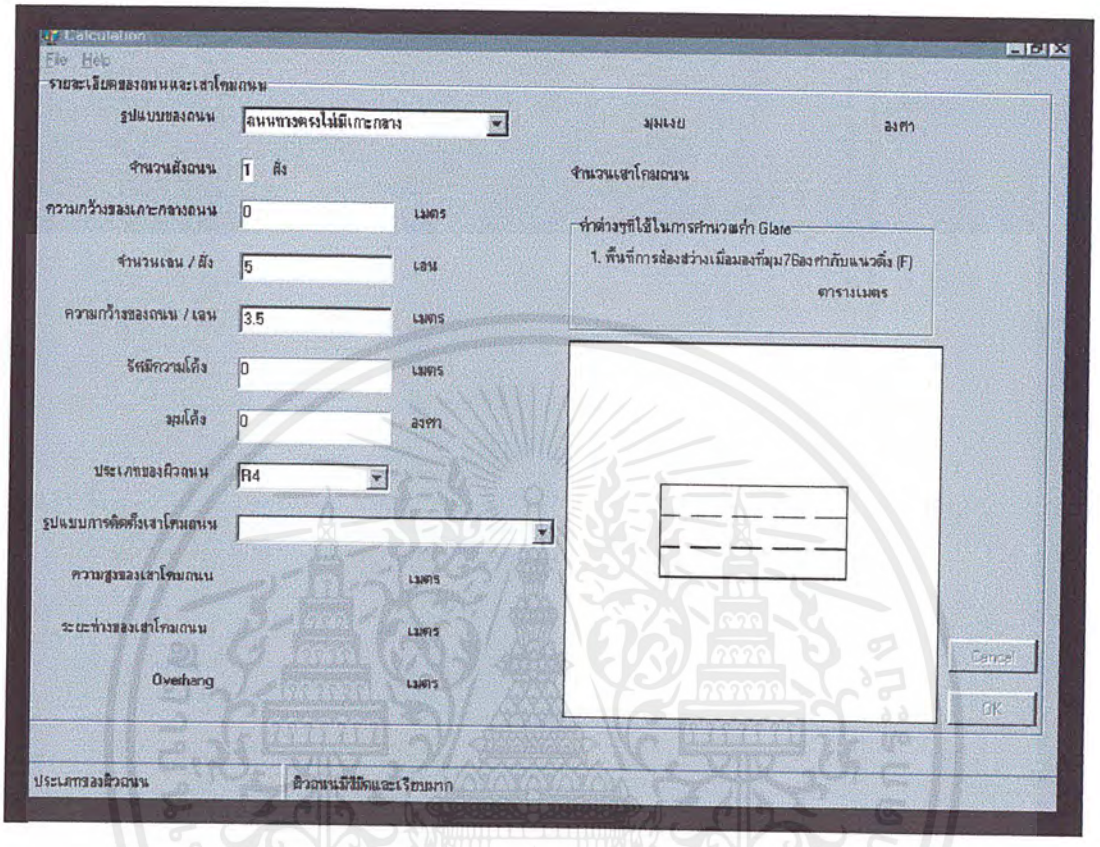
ในการทดลองนี้ มีจุดประสงค์เพื่อต้องการทราบความถูกต้องและแม่นยำของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบระบบโคมไฟถนน เราจะแบ่งวิธีการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน คือ ในส่วนของการคำนวณไฟถนน (Roadway Calculation) โดยเราจะทำการทดสอบกับถนนทางตรงแบบไม่มีเกาะกลาง ซึ่งทำการติดตั้งเสาโคมไฟถนนแบบตรงกันข้าม และ ในส่วนของการออกแบบไฟถนน (Roadway Design) เราจะทำการทดสอบกับถนนทางตรงฝั่งเดียว ที่ค่าความเข้มแสงเฉลี่ยเท่ากับ 40 Lux และ ความกว้างของถนนเท่ากับ 12 เมตร โดยมีรายละเอียดในการทดสอบดังนี้

4.1. การคำนวณไฟถนน (Roadway Calculation)

ขั้นตอนการทดสอบ

1. ทำการเลือกถนนแบบ ทางตรงแบบไม่มีเกาะกลาง
2. ทำการเลือกจำนวนเลน/ฝั่ง เท่ากับ 5 เลน
3. ทำการเลือกความกว้างของถนน/เลน เท่ากับ 3.5 เมตร
4. ทำการเลือกประเภทของผิวถนนโดยใช้ผิวถนนชนิดที่มีสีมืดและเรียบมาก (R4)

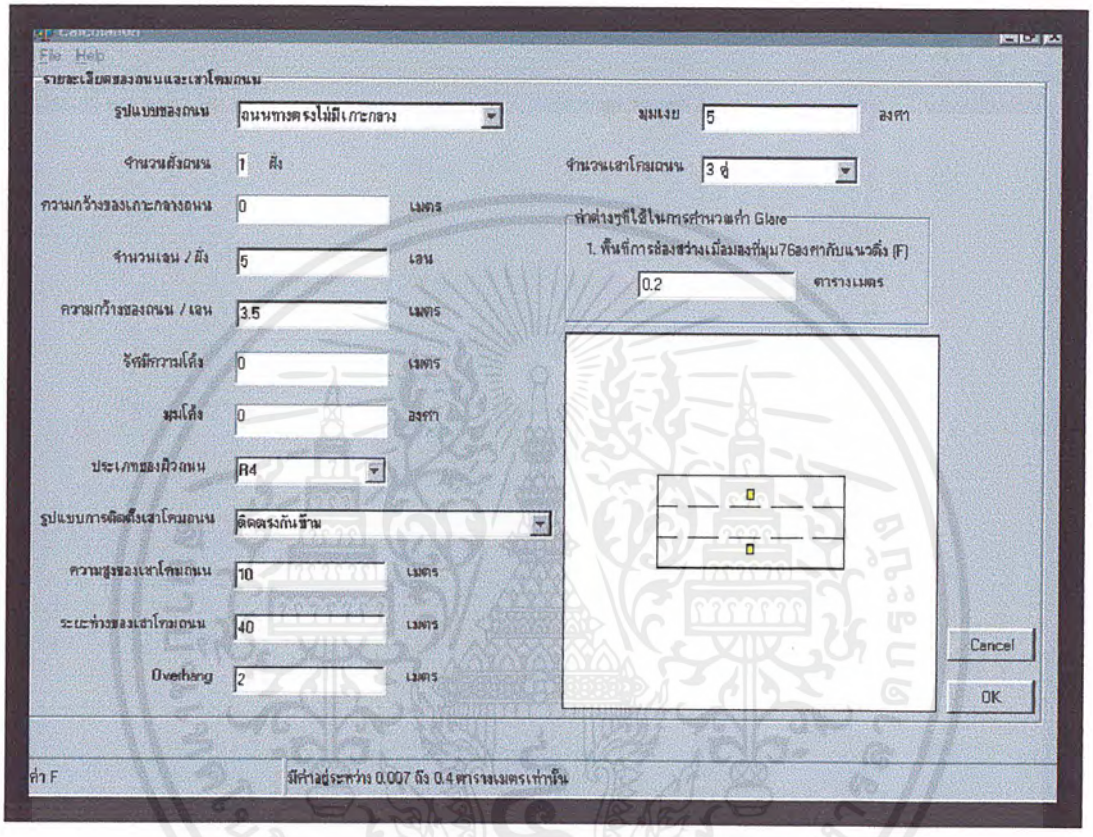
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 เลือกรายละเอียดต่างๆ ของลักษณะถนน

5. ทำการติดตั้งโคมไฟถนน โดยติดตั้งแบบติดตรงกันข้าม (Opposite arrangement)
6. ทำการใส่ความสูงของเสาโคมไฟถนนเท่ากับ 10 เมตร
7. ทำการใส่ระยะห่างระหว่างเสาโคมไฟถนนเท่ากับ 40 เมตร
8. ทำการใส่ Overhang ของเสาโคมไฟถนนเท่ากับ 2 เมตร
9. ทำการใส่มุมเงยของเสาโคมไฟถนนเท่ากับ 5 เมตร
10. ทำการใส่จำนวนเสาโคมไฟถนนเท่ากับ 3 โคม
11. ทำการใส่ค่าพื้นที่การส่องสว่างเท่ากับ 0.2 ตารางเมตร

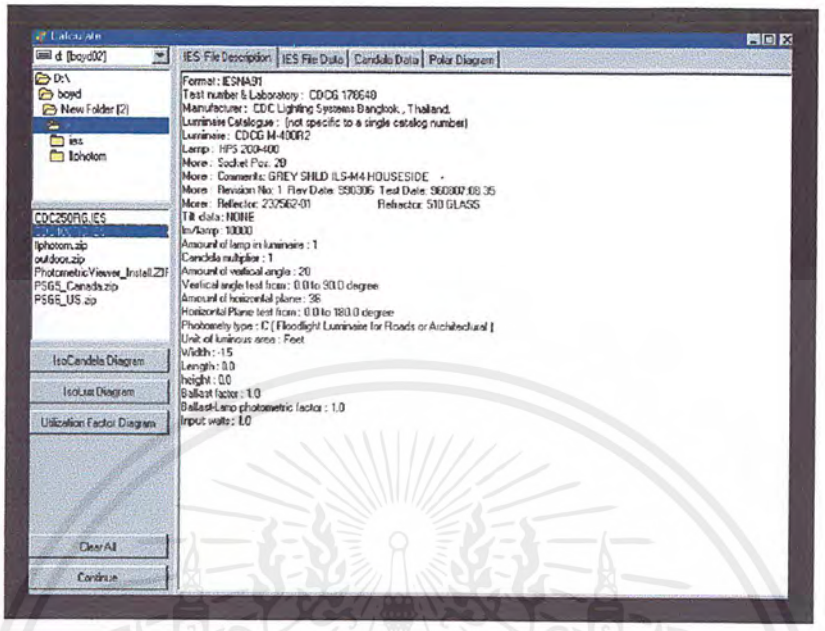
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 เลือกรายละเอียดต่างๆ ของลักษณะการติดตั้งโคมไฟถนน

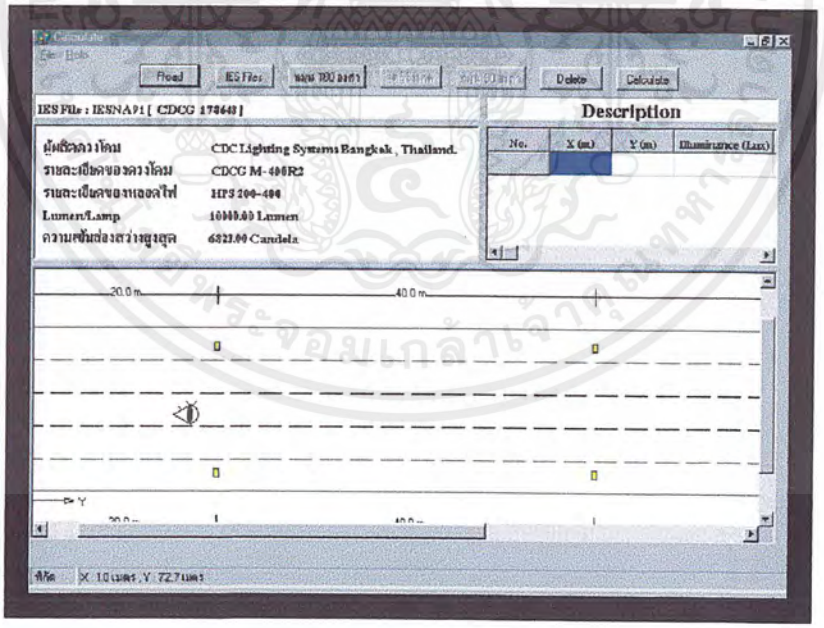
12. ทำการเลือก IES Files ในที่นี้เลือก Cdc400rg.ies

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 เลือก IES Files

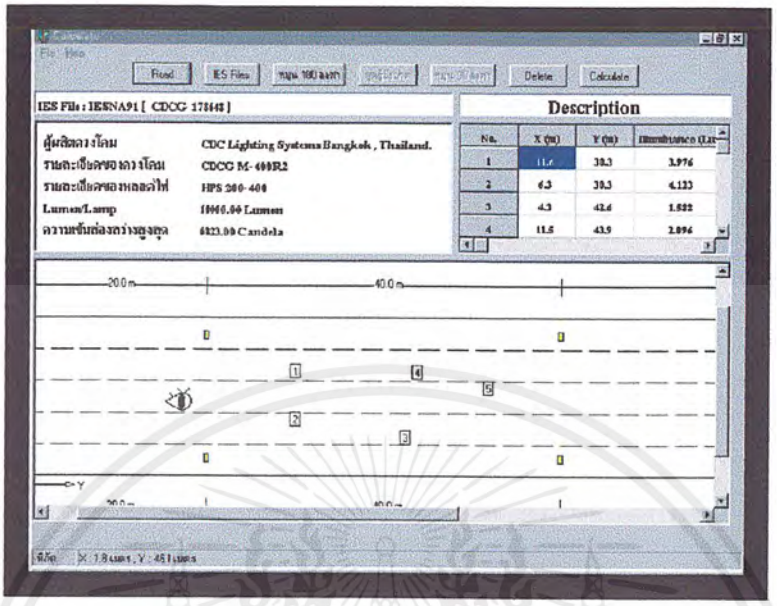
13. ทำการวางจุดผู้สังเกต ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 เลือกใส่จุดผู้สังเกต

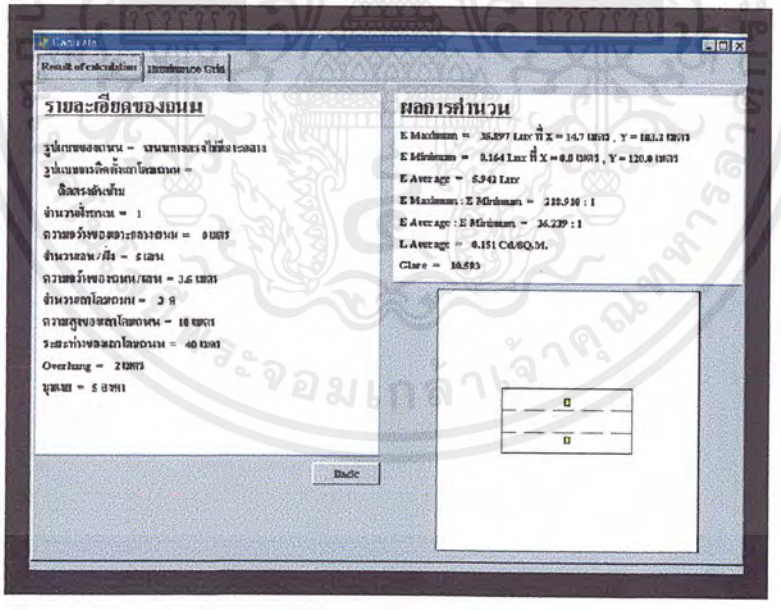
14. ทำการคลิ๊กบริเวณที่ต้องการทราบค่าความเข้มแสง (Illuminance) ดังรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ตัวอย่างค่าความเข้มแสงที่จุดต่างๆบนถนน

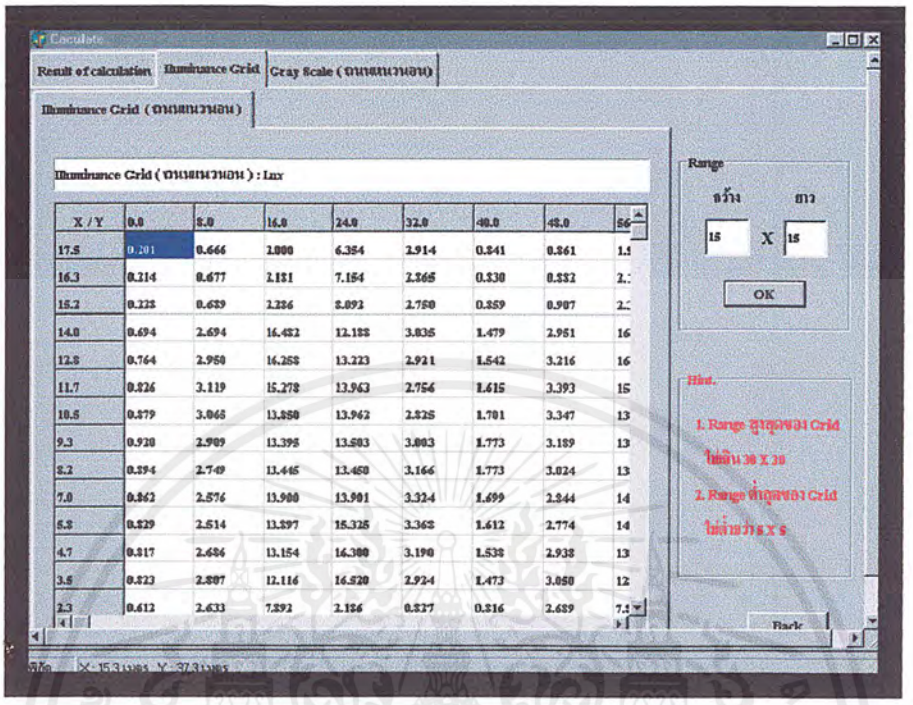
15. ทำการคลิ๊กปุ่ม Calculate เพื่อดูผลลัพธ์ของการคำนวณ



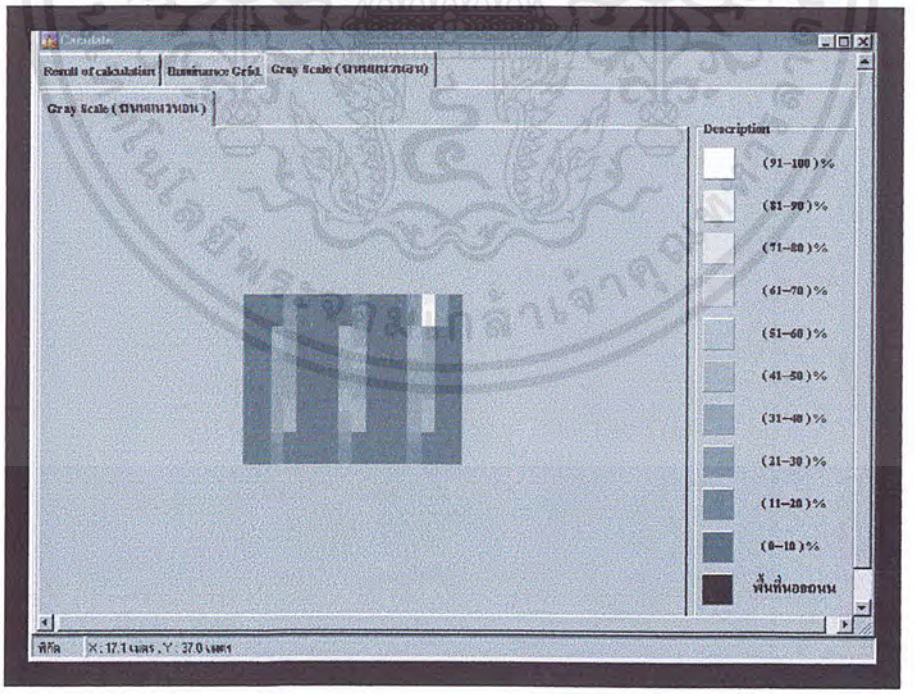
รูปที่ 4.6 ผลลัพธ์ของการคำนวณ

16. เลือกระดับความละเอียดของ Grid บนถนนที่ต้องการคำนวณ ในที่นี้เลือกที่ 15 x 15 เมตร แล้ว คลิ๊ก ปุ่ม OK เพื่อดูผลการคำนวณความเข้มแสงในรูปของตารางและกราฟิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ค่าความเข้มแสง (Illuminance) ในรูปตาราง



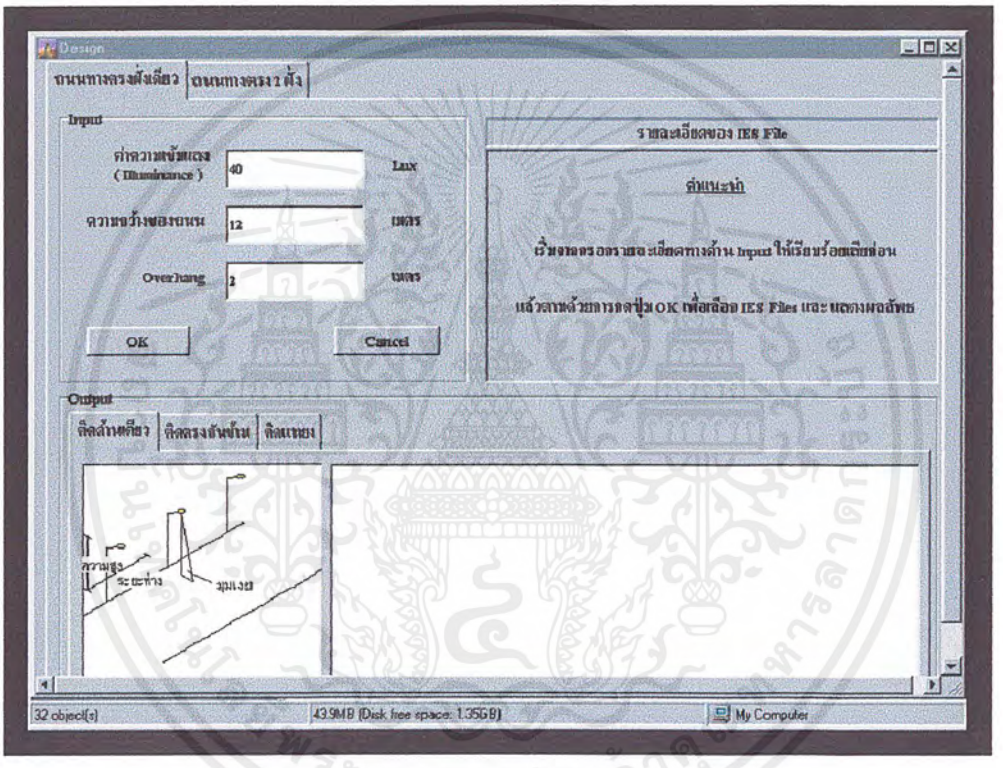
รูปที่ 4.8 ค่าความเข้มแสง (Illuminance) ในรูปกราฟิกส์ (Gray Scale)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2. การออกแบบไฟถนน (Roadway Design)

ขั้นตอนการทดสอบ

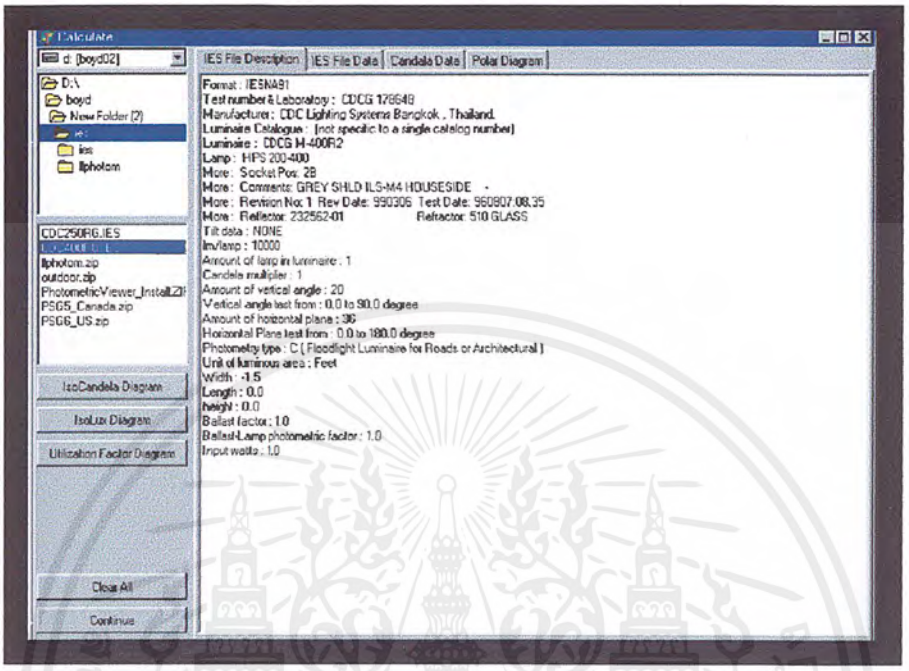
1. ทำการเลือกถนนแบบถนนทางตรงฝั่งเดียว
2. ทำการเลือกความกว้างของถนน เท่ากับ 12 เมตร
3. ทำการใส่ Overhang ของเสาโคมไฟถนน เท่ากับ 2 เมตร



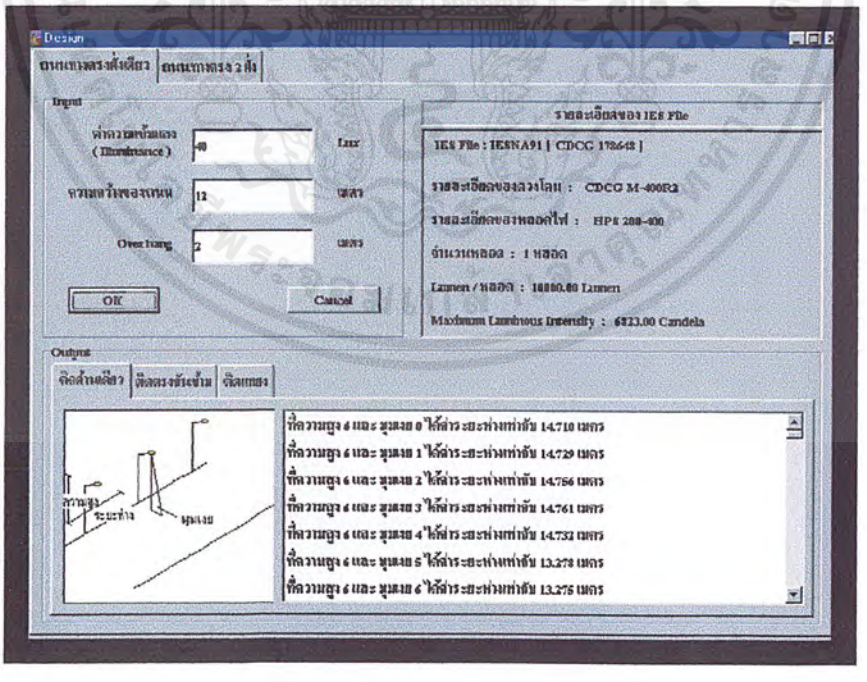
รูปที่ 4.9 เลือกลักษณะการติดตั้งถนนและโคมไฟ

4. ทำการเลือก IES Files เป็น Cdc400rg.ies แล้วกดปุ่ม Continue เพื่อดูผลลัพธ์ของการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 เลือก IES Files



รูปที่ 4.11 ผลลัพธ์ของการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

ปัจจุบันนี้ดวงโคมไฟถนนได้มีการนำมาใช้งานอย่างแพร่หลาย ในการคำนวณให้ได้ค่าที่ถูกต้องและละเอียดนั้นจะทำได้ลำบาก จึงได้มีการใช้คอมพิวเตอร์มาช่วยเพื่อทำงานได้ง่ายและเร็วยิ่งขึ้น โปรแกรมที่ใช้ส่วนมากจะเป็นลิขสิทธิ์ของต่างประเทศ ดังนั้นทำให้เกิดมีการพัฒนาโปรแกรมที่เป็นผลงานของคนไทยให้ทัดเทียมกับนานาอารยประเทศขึ้นมา โดยอ้างอิงมาตรฐานสากลที่เป็นที่ยอมรับ ดวงโคมไฟถนนสามารถแยกลักษณะการติดตั้งตามถนนได้ 3 ลักษณะใหญ่ คือ

1. ถนนทางตรง (Straight Road)
2. ถนนทางแยก (Crossroad)
3. ถนนทางโค้ง (Curve Road)

โปรแกรมนี้จะสามารถคำนวณหาค่าความเข้มแสง ค่าความส่องสว่าง ค่าความสม่ำเสมอ พร้อมทั้งนำมาแสดงผลออกมาในรูปของตัวเลขและกราฟิก ทำให้ง่ายต่อการเข้าใจ ซึ่งจะสะดวกต่อการนำไปใช้งาน ผู้ใช้งานสามารถนำข้อมูลทางแสง (IES Files) ของตนเองมารวมกับของเดิมที่มีอยู่แล้วได้ รวมทั้งโปรแกรมนี้ยังสามารถช่วยในการออกแบบไฟถนนให้ผู้ใช้เลือกวิธีการในการติดตั้งลักษณะถนน โดยแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. ถนนทางตรงฝั่งเดียว
2. ถนนทางตรงสองฝั่ง

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากโปรแกรมนี้เป็นการคำนวณแบบ Point by point ซึ่งจะทำให้ได้ค่าที่ละเอียดจึงทำให้เสียเวลามากเช่นกัน จึงควรใช้คอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถสูง เพื่อที่จะคำนวณได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น
2. การแสดงผลควรให้ดูสมจริงเป็น 3 มิติกว่านี้
3. ควรแสดงลักษณะการติดตั้งถนนหรือดวงโคมไฟถนนได้หลากหลาย ไม่มีข้อจำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่าย คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ อาจารย์ศุลี บรรจงจิตร อาจารย์เชาว์ ชมภูอินไหว ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่เอาใจใส่ ให้คำแนะนำ และช่วยเหลือเป็นอย่างดีเสมอมา รวมทั้งคอยตรวจสอบความถูกต้องตลอดการดำเนินงานของโครงงาน คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา อันเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูและเอาใจใส่เป็นอย่างดีตลอดมา พร้อมทั้งเปิดโอกาสและให้การสนับสนุนทางการศึกษาให้ผู้จัดทำได้อย่างเต็มที่ และยังคอยเป็นกำลังใจให้ผู้จัดทำเสมอมา คณะผู้จัดทำขอระลึกในพระคุณของท่าน ขอบคุณเพื่อนๆที่ให้คำแนะนำและคอยเป็นกำลังใจ ซึ่งได้เสียสละทั้งแรงกาย แรงใจ และทุนทรัพย์ เพื่อให้โครงงานนี้สามารถผ่านอุปสรรคทั้งปวงและสำเร็จได้ด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

นายอัครัช บรรจงศิลป์
นายสัญญา บำรุงกิจเจริญ
นายสุรพงษ์ อังคสุโข
นายอรรถพล เง่าพิทักษ์กุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] "Lighting for energy efficient luminous environments", Ronald N. Helms, M. Clay Belcher, Prentice Hall Englewood Cliffs , New Jersey 07632

[2] "Applied Illumination Engineering", Jack L. Lindsey, THE FAIRMONT PRESS, INC., 700 Indian Trail Liburn, GA 30247

[3] The Illumination Engineering Society of North America. IES Standard File Format for Electronics Transfer of photometric Data and Related Information, New York, 1991

[4] "วิศวกรรมการส่องสว่าง", ศุลี บรรจงจิตร, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2531

[5] "การออกแบบระบบแสงสว่าง Illumination Engineering", พิบูลย์ ดิษฐ์อุดม SEED, 2521

[6] "เทคนิคการส่องสว่าง", ชำนาญ ห่อเกียรติ, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2540

[7] "เทคนิคการออกแบบระบบแสงสว่าง", ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2542

[8] "ข้อกำหนดและมาตรฐานทั่วไป งานติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างบนทางหลวง", กรมทางหลวง, กระทรวงคมนาคม, 2522

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายอัครัช บรรจงศิลป์ ชื่อเล่น แจ็ค
195 ถ.มาลัยแมน ต.ลำพยา
อ.เมืองนครปฐม จ.นครปฐม 73000
โทรศัพท์ 034-252776

นายสัญญา บำรุงกิจเจริญ ชื่อเล่น เอก
510 ถ.วงค์สว่าง แขวง บางซื่อ
เขต บางซื่อ กรุงเทพฯ 10800
โทรศัพท์ 02-5856316

นายสุรพงษ์ อังคสุโข ชื่อเล่น โจ้
94/1 ถ.รัชดาภิเษก แขวงวัดท่าพระ
เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600
โทรศัพท์ 02-4674170

นายอรรถพล เง่าพิทักษ์กุล ชื่อเล่น บอย
448/46 ถ.ตลาดใหม่ ต.ตลาด
อ.เมือง จ.สุราษฎร์ธานี 84000
โทรศัพท์ 01-7324318

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้