

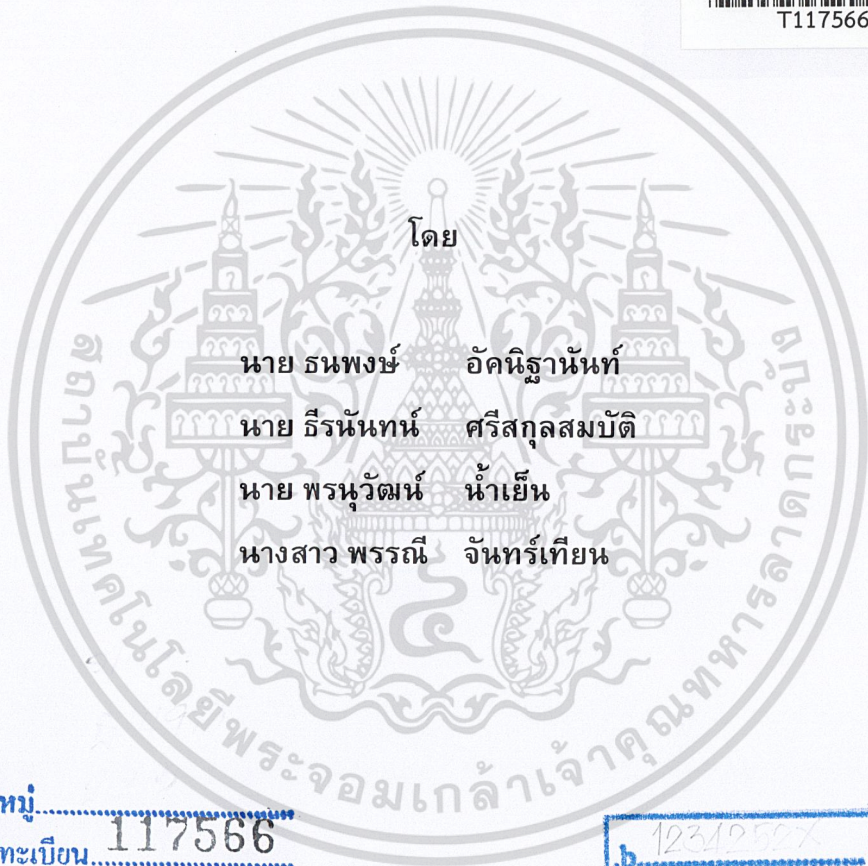
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาและวิเคราะห์ประสิทธิภาพการส่องสว่างและพลังงานไฟฟ้าของ
ระบบไฟถนน

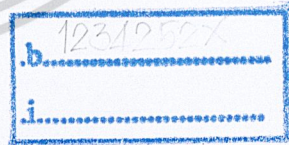
THE STUDY OF ENERGY EFFICIENCY FOR STREET LIGHTING SYSTEM



T117566



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 117566
วัน,เดือน,ปี..... 5 ต.ค. 2554



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2553

การศึกษาและวิเคราะห์ประสิทธิภาพการส่องสว่างและพลังงานไฟฟ้าของ
ระบบไฟถนน

THE STUDY OF ENERGY EFFICIENCY FOR STREET LIGHTING SYSTEM



อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. ศุภี บรรจงจิตร

ผศ.ดร. ชาย ชมภูอินไหว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

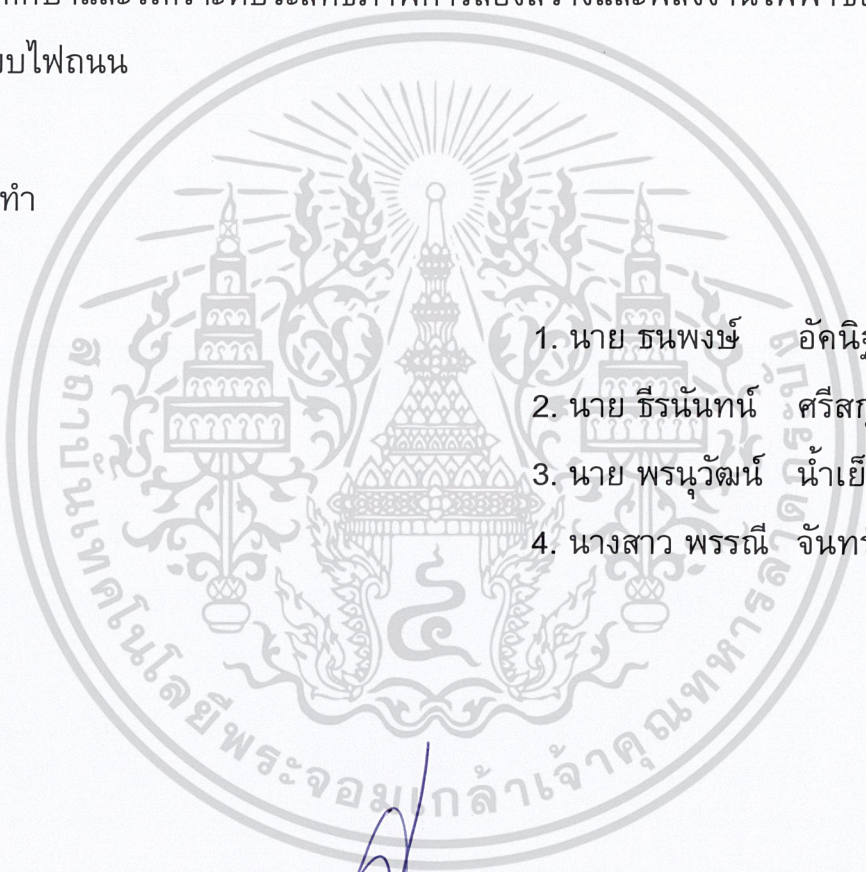
ปริญญาโทปีการศึกษา 2553

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การศึกษาและวิเคราะห์ประสิทธิภาพการส่องสว่างและพลังงานไฟฟ้าของ
ระบบไฟถนน

คณะผู้จัดทำ

- 
1. นาย ธนพงษ์ อัครนิฐานันท์
 2. นาย ชีรนนันท์ ศรีสกุลสมบัติ
 3. นาย พรนวัจน์ น้ำเย็น
 4. นางสาว พรรณี จันทรเทียน

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ศุภี บรรจงจิตร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชาย ชมภูอินไหว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาและวิเคราะห์ประสิทธิภาพการส่องสว่างและพลังงานไฟฟ้าของระบบไฟถนน

นาย ชนพงษ์	อัคนิฐานันท์	
นาย ชีรนนันท์	ศรีสกุลสมบัติ	
นาย พรนุวัฒน์	น้ำเย็น	
นางสาว พรรณี	จันทร์เทียน	
รศ. ศุภี	บรรจงจิตร	อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ.ดร. ชาย	ชมภูอินไหว	อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2553		

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา วิเคราะห์และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการส่องสว่างและพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ สำหรับการออกแบบระบบไฟถนน ด้วยบัลลาสต์แกนเหล็กและอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์ที่สามารถปรับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ได้ ร่วมกับหลอดไฟโซเดียมความดันสูง 250 วัตต์ รวมถึงศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีหลอดไฟแอลอีดีมาทดแทน เพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้า ผลการศึกษาและจำลองความส่องสว่างบนถนนสายหลักและถนนสายรองตามมาตรฐานของกรมทางหลวงในระยะทาง 1 กิโลเมตรด้วยโปรแกรม โดยหาความเหมาะสมในเรื่องความเข้มส่องสว่าง ค่าพลังงาน และค่าความสม่ำเสมอของแสงกับประเภทของถนน ในถนนสายหลักจะติดตั้งดวงโคมแบบสองฝั่ง บัลลาสต์แกนเหล็กให้ความเข้มส่องสว่างเฉลี่ย 32 ลักซ์แต่ค่าความสม่ำเสมอของแสงต่ำ อิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์กับแอลอีดี 200 วัตต์ให้ความเข้มส่องสว่างเฉลี่ย 22 ลักซ์เท่ากัน แต่อิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์ ประหยัดกว่าบัลลาสต์แกนเหล็กที่สุดเท่ากับ 43.52 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อคืน ในถนนสายรองติดตั้งดวงโคมแบบฝั่งเดียวและดวงโคมแบบเกาะกลาง ความเข้มส่องสว่างเฉลี่ยและค่าความสม่ำเสมอของแสงผ่านมาตรฐานทุกโคม และการติดตั้งดวงโคมแบบฝั่งเดียว แอลอีดี 160 วัตต์จะประหยัดกว่าบัลลาสต์แกนเหล็กเฉลี่ยที่ 32.62 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อคืน ถ้าการติดตั้งดวงโคมแบบเกาะกลางแอลอีดี 160 วัตต์จะประหยัดกว่าบัลลาสต์แกนเหล็ก 65.25 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อคืน จากข้อมูลทั้งหมดหลอดแอลอีดี 160 วัตต์นั้นเหมาะสมที่จะติดตั้งบนถนนสายรอง และอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์ยังคง

เอกสารนี้เหมาะที่จะติดตั้งบนถนนสายหลักงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE STUDY OF ENERGY EFFICIENCY FOR STREET LIGHTING SYSTEM

Tanapong	Akanitanun	
Dheeranant	Srisakulsombat	
Pornnuwat	Namyen	
Phanee	Jantean	
Assoc.Prof.Sulee	Bunjongjit	Advisor
Asst.Prof.Dr.Chai	Chompoo-inwai	Advisor

2010

ABSTRACT

The purpose of this research is to analyze lighting performance and energy consumption of the street lighting systems. In the study, we try to replace the magnetic ballast(MB) with electronic ballast(EB) to operate the high pressure sodium 250 watt lamp. Moreover, we study about the possibility of using Light Emitting Diode (LED) to reduce energy consumption of street lighting systems by the results of illuminance from simulation program. In the simulation, we use the scenario of the department of highways (DoH). So, the used for reference along the street 1 km approximately in main and secondary route to calculating illuminance, energy consumption and investment cost estimation. On main route, we set up a opposite arrangement of luminaires. Simulation result show that Magnetic ballast (MB) has Eav 32 lux with less uniformity whereas Electronics ballast (EB) and LED 200w have Eav 22 lux. In addition, EB saving energy is better than MB 43.52 Kw · hr/night. For the secondary route, DoH set up one-side placing and median arrangement, Eav value and uniformity were accepted by standard in all luminaires. One-Side Placing arrangement with LED160w saves energy more than MB 32 Kw · hr/night and median arrangement with LED160w saves energy more than MB 65.25 Kw · hr/night. From of study result, we recommend to use electronic ballast replace on main street and LED160w should be install on secondary route.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาบัตรฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่ายๆด้วยกัน อันประกอบไปด้วย

1. รศ. ศุภี บรรจงจิตร และ ผศ.ดร. ชาย ชมภูอินไหว ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่คอยให้ความเอาใจใส่ ให้คำแนะนำ และความช่วยเหลือเป็นอย่างดีเสมอมา
2. พี่จุง นักศึกษาปริญญาเอก ที่คอยช่วยเหลือ และให้คำปรึกษาต่างๆ มาตลอด
3. คุณ วรรณศักดิ์ เทียนไชย ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ LED

และต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้คณะผู้จัดทำมีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูและเอาใจใส่มาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจคณะผู้จัดทำมาโดยตลอด คณะผู้จัดทำขอระลึกในพระคุณของท่าน ขอกราบขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

นาย ธนพงษ์	อัครนิฐานันท์
นาย ชรินทร์นันทน์	ศรีสกุลสมบัติ
นาย พรนุวัฒน์	น้ำเย็น
นางสาว พรรณี	จันทร์เทียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	I
ABSTRACT.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญภาพ.....	VI
สารบัญตาราง.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
บทที่ 2 ทฤษฎีทางแสงและการวัดการกระจายความเข้มส่องสว่าง.....	3
2.1 ทฤษฎีทางแสง.....	3
2.1.1 คำนิยาม.....	3
2.1.2 ปริมาณที่สำคัญทางด้านการส่องสว่าง.....	8
2.1.3 กฎกำลังสองผกผัน.....	10
2.2 การวัดข้อมูลกระจายแสง.....	13
2.2.1 การกระจายความเข้มส่องสว่าง (Luminous Intensity Distribution) ...	13
2.2.2 ข้อมูลการกระจายแสงของดวงโคม (Photometric Luminaire Data) ...	13
2.2.3 การนำเสนอข้อมูลการกระจายแสง.....	14
2.2.4 ระนาบการวัด.....	16
2.2.5 เงื่อนไขในการวัด.....	18
2.2.6 ความผิดพลาดแหล่งกำเนิดแสงและความแม่นยำในการวัด.....	22
2.2.7 มาตรฐาน IES รูปแบบไฟล์ใช้ในการโอนย้ายแบบอิเล็กทรอนิกส์ของ ข้อมูลทางแสงและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (IES Standard File Format for Electronics Transfer of Photometric Data and Related Information).....	26
บทที่ 3 การจำลองผลการศึกษาโดยโปรแกรม DIALux 4.8.....	31
3.1 วิธีการใช้งานโปรแกรม.....	32
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	37
4.1 ผลการทดสอบถนนสายหลัก.....	38
4.1.1 หลอดโซเดียมความดันไอสูง 250 วัตต์ ใช้งานร่วมกับบัลลาสต์แกนเหล็ก.....	39
4.1.2 หลอดโซเดียมความดันไอสูงใช้งานร่วมกับอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์.....	40
4.1.3 ดวงโคมแอลอีดี (LED).....	43

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.2 ผลการทดลองถนนสายรอง	46
4.2.1 หลอดโซเดียมความดันไอสูง 250 วัตต์ ใช้งานร่วมกับบัลลาสต์แกนเหล็ก	47
4.2.2 หลอดโซเดียมความดันไอสูงใช้งานร่วมกับอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์.....	48
4.2.3 ดวงโคมแอลอีดี (LED).....	53
4.3 ผลการทดลองถนนสายรอง	56
4.3.1 หลอดโซเดียมความดันไอสูง 250 วัตต์ ใช้งานร่วมกับบัลลาสต์แกนเหล็ก	57
4.3.2 หลอดโซเดียมความดันไอสูงใช้งานร่วมกับอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์.....	58
4.3.3 ดวงโคมแอลอีดี (LED).....	63
4.4 การประหยัดพลังงาน	69
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	70
5.1 ถนนสายหลัก.....	70
5.1.1 บัลลาสต์แบบแกนเหล็ก.....	70
5.1.2 อิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์.....	70
5.1.3 ดวงโคมแอลอีดี (LED).....	70
5.2 ถนนสายรอง.....	71
5.2.1 บัลลาสต์แบบแกนเหล็ก.....	71
5.2.2 อิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์.....	71
5.2.3 ดวงโคมแอลอีดี (LED).....	71
5.3 ด้านการประหยัดพลังงาน.....	71
5.3.1 ถนนสายหลัก.....	71
5.3.1.1 ถนนสายรอง.....	72
5.4 วิจารณ์ผลการทดลอง	72
5.5 แนวโน้มในเทคโนโลยี LED	73

ภาคผนวก

เอกสารอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.1 มุมต้น	11
รูปที่ 2.2 แสดงความเข้มแสง	12
รูปที่ 2.3 เส้นโค้งโพลาไรซ์	15
รูปที่ 2.4 เส้นโค้งความเข้มแสงเท่า	16
รูปที่ 2.5 ระบบเฟลน A	17
รูปที่ 2.6 ระบบเฟลน B	17
รูปที่ 2.7 ระบบเฟลน C	18
รูปที่ 3.1 โพลีชาร์ทแสดงโครงสร้างของโปรแกรม	31
รูปที่ 3.2 ส่วนแรกของโปรแกรม	32
รูปที่ 3.3 เลือกรการตั้งค่า Wizard	32
รูปที่ 3.4 Wizard Selection	33
รูปที่ 3.5 ตั้งค่าถนน	33
รูปที่ 3.6 เลือกชนิดดวงโคม	34
รูปที่ 3.7 ตั้งค่าดวงโคม	34
รูปที่ 3.8 รูปแบบหลังทำการตั้งค่าเรียบร้อยแล้ว	35
รูปที่ 3.9 การคำนวณ	35
รูปที่ 3.10 การแสดงผล	36
รูปที่ 3.11 กราฟไอโซไลน์	36
รูปที่ 4.1 ลักษณะถนนที่นำมาทำการทดสอบ	38
รูปที่ 4.2 ลักษณะการติดตั้งดวงโคมสำหรับถนนสายหลัก	38
รูปที่ 4.3 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์แบบแกนเหล็ก	39
รูปที่ 4.4 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง	39
รูปที่ 4.5 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	40
รูปที่ 4.6 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง	40
รูปที่ 4.7 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	41
รูปที่ 4.8 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง	41
รูปที่ 4.9 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	42
รูปที่ 4.10 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของโครงการวิจัยเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่สงวนให้เข้าไปใช้ประโยชน์ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 4.11 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้โคมแอลอีดี (LED).....	43
รูปที่ 4.12 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง.....	43
รูปที่ 4.13 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้โคมแอลอีดี.....	44
รูปที่ 4.14 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง.....	44
รูปที่ 4.15 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้โคมแอลอีดี (LED).....	45
รูปที่ 4.16 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง.....	45
รูปที่ 4.17 ลักษณะถนนที่นำมาทำการทดสอบ.....	46
รูปที่ 4.18 ลักษณะการติดตั้งดวงโคมที่ถนนสายรอง.....	46
รูปที่ 4.19 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์แบบแกนเหล็ก.....	47
รูปที่ 4.20 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง.....	47
รูปที่ 4.21 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์.....	48
รูปที่ 4.22 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์.....	48
รูปที่ 4.23 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์.....	49
รูปที่ 4.24 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง.....	49
รูปที่ 4.25 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์.....	50
รูปที่ 4.26 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง.....	50
รูปที่ 4.27 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์.....	51
รูปที่ 4.28 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง.....	51
รูปที่ 4.29 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์.....	52
รูปที่ 4.30 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง.....	52
รูปที่ 4.31 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้ดวงโคมแอลอีดี (LED).....	53
รูปที่ 4.32 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง.....	53
รูปที่ 4.33 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้ดวงโคมแอลอีดี (LED).....	54
รูปที่ 4.34 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง.....	54
รูปที่ 4.35 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้ดวงโคมแอลอีดี (LED).....	55
รูปที่ 4.36 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง.....	55
รูปที่ 4.37 ลักษณะถนนที่นำมาทำการทดสอบ.....	56
รูปที่ 4.38 ลักษณะการติดตั้งดวงโคมสำหรับถนนสายรอง.....	56
รูปที่ 4.39 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์แบบแกนเหล็ก.....	57
รูปที่ 4.40 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง.....	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

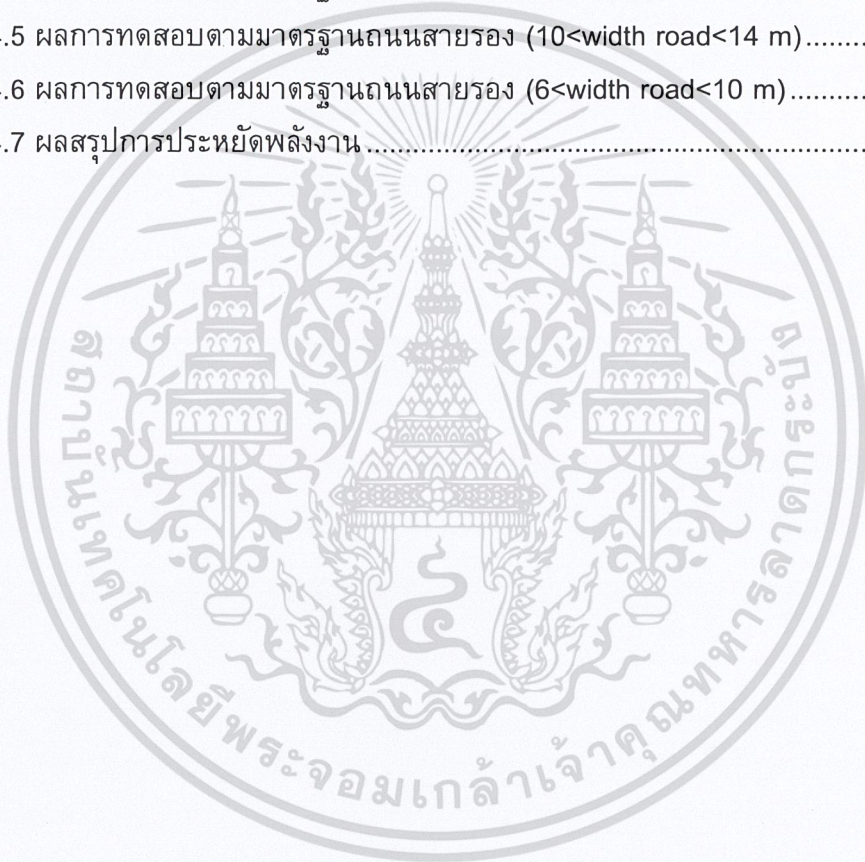
สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 4.41 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	58
รูปที่ 4.42 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง	58
รูปที่ 4.43 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	59
รูปที่ 4.44 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง	59
รูปที่ 4.45 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	60
รูปที่ 4.46 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง	60
รูปที่ 4.47 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	61
รูปที่ 4.48 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง	61
รูปที่ 4.49 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	62
รูปที่ 4.50 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง	62
รูปที่ 4.51 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้ดวงโคมแอลอีดี (LED)	63
รูปที่ 4.52 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง	63
รูปที่ 4.53 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้โคมแอลอีดี (LED)	64
รูปที่ 4.54 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง	64
รูปที่ 4.55 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้โคมแอลอีดี (LED)	65
รูปที่ 4.56 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.1 ปริมาณทั้ง 5 ชนิดมีสัญลักษณ์ นิยาม และหน่วยที่ใช้ในการวัด.....	8
ตารางที่ 4.1 ข้อมูลถนนสายหลักตามข้อกำหนดการไฟฟ้านครหลวง.....	38
ตารางที่ 4.2 ข้อมูลถนนสายรองตามข้อกำหนดการไฟฟ้านครหลวง.....	46
ตารางที่ 4.3 ข้อมูลถนนสายรองตามข้อกำหนดการไฟฟ้านครหลวง.....	56
ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบตามมาตรฐานถนนสายหลัก (18<width Road<20 m).....	66
ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบตามมาตรฐานถนนสายรอง (10<width road<14 m).....	67
ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบตามมาตรฐานถนนสายรอง (6<width road<10 m).....	68
ตารางที่ 4.7 ผลสรุปการประหยัดพลังงาน.....	69



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันการใช้พลังงานในระบบไฟถนนมีการสูญเสียสูง เนื่องจากการใช้บัลลาสต์แบบแกนเหล็ก โดยการใช้ไฟฟ้าจะต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายหลายพันล้านบาทต่อปี โดยแนวทางที่สามารถทำการลดการใช้พลังงานลงได้ มีแนวทางที่นำมาพิจารณาคือการใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์และดวงโคมแบบแอลอีดี ซึ่งปัจจัยหลักที่สำคัญที่จำเป็นต้องคำนึงถึงทางวิศวกรรมส่องสว่าง การติดตั้งให้ถูกต้องตามข้อกำหนดของการไฟฟ้านครหลวง และ ค่าความเข้มแสงเฉลี่ย และ ค่าความสม่ำเสมอของแสง ซึ่งจะต้องผ่านตามมาตรฐานกรมทางหลวง

ข้อมูลการกระจายความเข้มส่องสว่างเป็นข้อมูลที่สำคัญ เนื่องจากข้อมูลการกระจายความเข้มส่องสว่างจะถูกนำไปใช้การออกแบบ โดยเราได้ทำการทดสอบด้วยเครื่องโกนิโอโฟโตมิเตอร์แบบกระจกหมุน โดยทดสอบตามมาตรฐานของ CIE (Commission International De L'Eclairge) ซึ่งได้ระบุข้อกำหนดและวิธีการทดสอบการกระจายแสงของดวงโคมประเภทต่างๆ

การออกแบบการติดตั้งโดยข้อกำหนดการไฟฟ้านครหลวงสำหรับเขตเมือง เราได้ทำการใช้โปรแกรม DAILux มาทำการจำลองลักษณะถนนประเภทต่างๆ คือ ถนนสายหลัก และ ถนนสายรอง โดยการจำลองเพื่อทำการทดสอบว่า ดวงโคมไฟถนนที่ทำการทดสอบจากเครื่องโกนิโอโฟโตมิเตอร์แบบกระจกหมุนสามารถผ่านตามเกณฑ์ของกรมทางหลวงหรือไม่ และมีประสิทธิภาพเพียงพอสำหรับการใช้งานจริงหรือไม่ และส่งผลต่อการประหยัดพลังงานเท่าใด

ดังนั้นการทดสอบดวงโคมจากเครื่องโกนิโอโฟโตมิเตอร์จะทำให้ได้ CIE Format และนำไปทำการจำลองในโปรแกรม DAILux โดยการทดสอบจะทำให้เราทราบถึงแนวโน้มการใช้ดวงโคมแบบแอลอีดีซึ่งให้การประหยัดพลังงานที่มากกว่าการใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์และมากกว่าบัลลาสต์แบบแกนเหล็ก

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. ศึกษาลักษณะการทำงานของเครื่องโกนิโอโฟโตมิเตอร์และลักษณะการติดตั้งดวงโคมให้ถูกต้องตามมาตรฐานของ CIE (Commission International De L'Eclairge)
2. วิเคราะห์ระบบไฟถนนโดยการเปรียบเทียบการกระจายแสงของหลอดโซเดียมความดันไอสูง 250 วัตต์ ที่ทำการติดตั้งแมกเนติกส์บัลลาสต์และอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์ รวมถึงดวงโคมแอลอีดีขนาดต่างๆ
3. วิเคราะห์หาความเหมาะสมที่จะนำวิธีการต่างๆมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับประเภทของถนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วิเคราะห์ความเป็นไปได้ที่จะนำดวงโคมLEDมาทดแทนการใช้หลอดโซเดียมความดันสูงขนาด 250Wและทำการประเมินทางเศรษฐศาสตร์เพื่อการลงทุน

ขอบเขต

โครงการนี้ทำการศึกษาการใช้เครื่องโกนไฟโคมโคมไฟโตมิเตอร์แบบกระจกหมุน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ของการกระจายแสง และนำผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบดวงโคมไปทำการออกแบบในโปรแกรม DAILux เพื่อจำลองการกระจายแสงและทดสอบว่าดวงโคมโดยใช้บัลลาสต์แบบแกนเหล็ก บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์และดวงโคมแอลอีดีผ่านตามมาตรฐานหรือไม่

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจการทดสอบดวงโคมโดยใช้เครื่องโกนไฟโคมโคมไฟโตมิเตอร์แบบกระจกหมุนสำหรับดวงโคมทั้งภายนอกและภายใน
2. ศึกษาการใช้โปรแกรม DAILux เพื่อการศึกษาและวิเคราะห์การทดสอบ
3. รู้แนวโน้มการนำดวงโคมแอลอีดีมาทดแทนในอนาคต

การดำเนินงาน

โครงการนี้เริ่มต้นด้วยการเริ่มศึกษา วิธีการทดสอบดวงโคมในแบบต่างๆทั้งภายนอกและภายใน โดยใช้เครื่องโกนไฟโคมโคมไฟโตมิเตอร์แบบกระจกหมุน ซึ่งการทดสอบนี้จะทำให้ได้ค่าการกระจายแสงในรูปแบบ CIE Format โดยส่วนใหญ่ที่ทำการทดสอบจะเน้นไปทางด้านการทดสอบโคมไฟถนนซึ่งใช้หลอดโซเดียมความดันสูงขนาด 250 วัตต์ โดยใช้บัลลาสต์แบบแกนเหล็กและบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถปรับลดระดับพลังงานได้

จากนั้น จะนำผลลัพธ์ที่ได้ ไปทำงานร่วมกับโปรแกรม DAILux โดยการใช้โปรแกรมจะทำการจำลองสภาวะทางแสง ซึ่งแสงออกมาเป็นเส้นไอโซไลน์ และมีสีกำกับค่าความเข้มส่องสว่าง และ ค่าความสม่ำเสมอของแสง แล้วนำมาเทียบกับมาตรฐานกรมทางหลวง เพื่อทดสอบว่าดวงโคมมีค่าความเข้มแสงเฉลี่ยผ่านตามมาตรฐานกรมทางหลวงหรือไม่ เพื่อจะนำไปหาแนวโน้มในการประหยัดพลังงานและผ่านตามข้อกำหนดของกรมทางหลวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีทางแสงและการวัดการกระจายความเข้มส่องสว่าง

เนื้อหาในบทนี้มีเนื้อหาอยู่ 2 ส่วนที่สำคัญ คือ ส่วนแรก จะกล่าวเกี่ยวกับทฤษฎีทางแสง ปริมาณที่สำคัญทางด้าน การส่องสว่าง และกฎกำลังสองผกผัน

ส่วนที่สองจะเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวกับการวัดข้อมูลกระจายแสง การกระจายความเข้มส่องสว่าง ข้อมูลการกระจายแสงของดวงโคม การนำเสนอข้อมูลการกระจายแสง ระนาบการวัด เงื่อนไขการวัด ความผิดพลาดแหล่งกำเนิดแสงและความแม่นยำในการวัด และมาตรฐาน IES File

2.1 ทฤษฎีทางแสง

2.1.1 คำนิยาม

ก่อนที่เราจะทำการศึกษาเกี่ยวกับกฎคำนวณต่าง ๆ ทางแสงนั้น เราจำเป็นต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับคำนิยามต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เป็นที่เข้าใจความหมายตรงกัน ดังนี้

- Acceptance area

พื้นที่ที่ยอมรับ คือ พื้นที่ของส่วนหัววัดความเข้มแสงโดยตรงและประมวลค่าโดยตรง

- Auxiliary axis

แกนที่อยู่ในจุดตรงกลางการวัดทางแสง โดยตั้งฉากกับแกนอ้างอิง โดยเชื่อมกับดวงโคม และนิยามด้วยการอ้างอิงลักษณะทางกล

หมายเหตุ : แกนช่วยถูกใช้ร่วมกับแกนอ้างอิงสำหรับนิยามการวางตัวของดวงโคม ในที่ว่างด้วยลักษณะเป็นมุมฉากของดวงโคม ใช้กับระยะทางตามแนวยาว หรือด้วยลักษณะเป็นมุมฉากของดวงโคม ใช้กับระยะทางตามแนวยาวหรือ แกนตัดขวางของแสงในส่วนที่ผ่านในแนวระนาบแกนช่วยของแสงที่ตรงกับระนาบแนวราบ สำหรับความสมมาตรตามการหมุนของดวงโคม หากเลือกแกนช่วยอาจขึ้นอยู่กับข้อกำหนดทิศทางของแหล่งกำเนิดแสง

- Direction method of photometric measurement

ในวิธีนี้ทั้งหลอดและโพลีโคมมิเตอร์ ต้องปรับให้ได้มาตรฐานโดยตรงหรือโดยอ้อมต่อมาตรฐานของหลอดซึ่งรวมถึงฟลักซ์การส่องสว่างหรือความเข้มแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Direction of luminous intensity

การเปลี่ยนแปลงของความเข้มแสงแสดงด้วยการอ้างอิงทุกทิศทางจากแกนอ้างอิง การกระจายความเข้มแสงอาจแสดงได้ในรูปแบบของตารางหรือในลักษณะของโพลาร์เคิร์ฟ ถ้าไม่ได้กำหนดเป็นอย่างอื่นการกระจายความเข้มแสงถูกนิยามว่า การวัดด้วยแกนอ้างอิงและแกนช่วย ในระนาบแนวราบ ความเข้มแสงจะถูกกำหนดเป็นผลรวมฟลักซ์การส่องสว่างทั้งหมด 100 ลูเมน จากทุกหลอดในดวงโคม เมื่อทำงานภายใต้สภาวะมาตรฐาน

หมายเหตุ : 1. การกระจายความเข้มแสงของดวงโคม เหมาะสมกับชนิดที่แน่นอน

ของแหล่งกำเนิดแสงที่ขึ้นอยู่กับทิศทางการปรับทิศทางในที่ว่างของดวงโคม สำหรับกรณีของหลอดแบบการเกิดบนหลอดสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของการกระจายแสง ตลอดการอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญในค่าความเข้มสูงสุดทิศทางของตัวมัน ถ้าวางโคมถูกออกแบบให้ใช้งานในการปรับทิศทางมากกว่านั้นด้วยแกนอ้างอิงแนวระดับควรจะถูกวัดในทิศทางการหมุนนั้น ในกรณีนี้ผู้ผลิตจะกำหนดทิศทางของแกนอ้างอิงที่นำมาตรวจวัด

2. สำหรับดวงโคมในการเป็นแหล่งกำเนิดแสงไม่สามารถแยกจากระบบ เช่น การกระจายความเข้มแสงที่ระบุสำหรับ 1000 ลูเมน

- Goniophotometer

โกนีโอฟโตมิเตอร์ เป็นโฟโตมิเตอร์ชนิดหนึ่งที่ใช้ปริมาณการส่องสว่างตามมุม

หมายเหตุ : โกนีโอฟโตมิเตอร์สำหรับการวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างในอากาศ เรียกอีกอย่างว่า โฟโตมิเตอร์การกระจายความเข้มส่องสว่างโกนีโอฟโตมิเตอร์สำหรับวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างในอากาศประกอบด้วยอุปกรณ์ทางกลเป็นส่วนในการกำหนดตำแหน่งของแหล่งกำเนิด ส่วนหัววัดความเข้มแสง หรือส่วนหัววัดความเข้มแสงที่มีตัวแปลงพลังงาน และอุปกรณ์ที่ให้ข้อมูลสำหรับการศึกษาและกระบวนการทำงาน

- Half-peak side angle (in a specified plane through the maximum intensity)

มุมระหว่างทิศที่มีค่าความเข้มส่องสว่างสูงสุด และทิศทางที่ดวงโคมมีค่าความเข้มส่องสว่างเกิน 50 เปอร์เซ็นต์ ของค่าสูงสุดที่วัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Inner beam of a flood light

มุมเชิงของแข็งในทุกทิศทางของความเข้มแสงมากกว่าหรือเท่ากับ 50 ของความเข้มแสงสูงสุด

- Isocandela diagram

แผนภาพความเข้มแสงเท่า คือตารางของเส้นโค้งความเข้มแสงเท่า ซึ่งเป็นเส้นโค้งที่วัดบนทรงกลมจินตภาพที่มีแหล่งกำเนิดแสงอยู่ตรงกลาง และเป็นการรวมจุดทุกจุดในทิศทางเหล่านั้นที่ความเข้มส่องสว่างเท่ากันหรือเงาฉายเพลนของเส้นโค้งนั้น

- Light output ratio

อัตราส่วนแสงเอาท์พุท นิยามว่า ค่าอัตราส่วนของแสงเอาท์พุทของโคมที่วัดภายใต้ข้อกำหนดทางปฏิบัติเทียบกับผลรวมของแสงเอาท์พุทของหลอดแต่ละหลอด ที่ใช้งานภายนอกโคมภายนอก

- Limiting photometric distance

ขอบเขตระยะทางของความเข้มแสง คือ ระยะทางที่น้อยที่สุดระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับหัววัดความเข้มแสงที่ยอมรับได้ ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดได้ต้องน้อยกว่าค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

- Luminous intensity distribution curve

เส้นโค้งการกระจายความเข้มส่องสว่าง(ในกรณีโคมหรือหลอด) คือเส้นโค้งแสดงความเข้มส่องสว่างในเพลนที่แหล่งกำเนิดแสงส่องผ่านโดยธรรมชาติอยู่ในรูปเชิงขั้ว ในเพลนที่วัดจะประกอบด้วยมุมต่างๆที่วัดจากทิศทางที่กำหนดมาให้

- หมายเหตุ: a) เมื่อแหล่งกำเนิดมีการกระจายความเข้มส่องสว่างแบบสมมาตรมักจะมีเส้นโค้งการกระจายความเข้มส่องสว่างเพลนเดียว
b) เมื่อทิศทางที่อ้างอิงคือแนวตั้ง มุมจะเริ่มวัดจากข้างล่างตามแนวตั้งขึ้นมา

- Measurement per 1000 lamp lumens

การวัดค่าทางแสงของโคมจะต้องแปลงให้อยู่ในรูปของผลรวมของฟลักซ์ส่องสว่างต่อ 1000 ลูเมน จากทุกหลอดในโคม เมื่อพิจารณาภายใต้สภาวะการทดสอบมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **One half peak divergence** (in a specified plane through the maximum intensity)

ขอบเขตเชิงมุมของลำแสงซึ่งอยู่ในทุกเวกเตอร์ของเส้นโค้งโพลาร์ของความเข้มส่องสว่างในระนาบที่ระบุจะมีความยาวมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของค่าสูงสุด

- **Optical output ratio**

อัตราส่วนแสงเอาท์พุท นิยามว่าค่าอัตราส่วนของแสงเอาท์พุทของโคมที่วัดภายใต้ข้อกำหนดทางปฏิบัติเทียบกับผลรวมของแสงเอาท์พุทของหลอดแต่ละหลอดที่ใช้ภายนอกโคมภายนอก

หมายเหตุ : Optical output ratio แสดงถึง คุณสมบัติจริง ๆ ของการดูดซับแสงของโคม และที่มุมมองศกที่มีค่าสูง มีผลต่อความเปลี่ยนแปลงของตัวคุณ ซึ่งอัตราส่วนแสงเอาท์พุทขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของบรรยากาศ ตำแหน่งที่ติดตั้งโคมลักษณะบัลลาสต์

- **Outer beam of floodlight**

มุมเชิงของแข็งในทุกทิศทางของความเข้มแสงมากกว่าหรือเท่ากับ 10 ของความเข้มแสงสูงสุด

- **Photometer**

โฟโตมิเตอร์ เป็นเครื่องมือวัดสำหรับการวัดปริมาณการส่องสว่าง

หมายเหตุ : ปริมาณทางแสงเป็นปริมาณที่ได้รับจากปริมาณการกระจาย

- **Photometric centre**

จุดศูนย์กลางความเข้มแสง คือ จุดอ้างอิงตามกฎระยะทางของความเข้มแสง (The Photometric distance law) ที่ระบุไว้สำหรับหลอดไฟ จุดศูนย์กลางความเข้มแสงเหมือนกับจุดศูนย์กลางของน้ำหนักของพื้นที่ที่เปล่งแสง สำหรับหลอดไฟที่มีตัวสะท้อนจุดศูนย์กลางความเข้มแสง จะอยู่ที่จุดศูนย์กลางของช่องที่ปล่อยแสง

- **Photometric head**

หัววัดความเข้มแสง ประกอบด้วยตัวตรวจจับแสงความไวสูงและอุปกรณ์อื่นๆสำหรับหาราค่าทางสเปกตรัมหรือการกระจายสเปกตรัมของแสง ซึ่งอาจจะมีอุปกรณ์อำนวยความสะดวกสำหรับหาค่าของแสงได้โดยตรงด้วย ตัวตรวจจับแสงความไวสูงจะเปลี่ยนปริมาณทางแสงไปเป็นพลังงานทางไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิฉะนั้นจะถือว่าผิดกฎหมาย
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Photometric light centre

จุดตัดของแกนอ้างอิงด้วยการติดกระจกด้านหน้า หรือพื้นที่ปล่อยแสงในระนาบของช่องด้านหน้าของดวงโคม

- Reference axis

แกนที่ใช้วัดในทางแสงจะอ้างอิงทิศทางให้สัมพันธ์กับการใช้งานทางแสงตามการใช้งานของดวงโคม

หมายเหตุ : โดยส่วนมากแกนที่อ้างอิงจะเลือกจากแกนที่สมมาตรของดวงโคม ในทุกกรณีของการหาเอกลักษณ์ของแกนอ้างอิง จะต้องนิยมให้ชัดเจนจากผู้ผลิต หรือจากห้องทดลอง

- Relative method of photometric measurement

หลักการส่องสว่างของหลอดที่ใช้สำหรับการทดสอบ การวัดค่าความเข้มในรูปแบบของหน่วยตามแต่ความเหมาะสมในการอ่านค่าทางแสง

- Service correction factor

ค่าชดเชยถูกนำมาใช้เพื่อเปลี่ยนค่าการกระจายความเข้มแสงที่วัดได้ภายใต้สภาวะการทดลอง ทำให้ได้ค่าที่เกิดขึ้นจริงในทางปฏิบัติ ค่าชดเชยมีความเหมาะสมเฉพาะถ้าสภาวะที่ใช้ในทางปฏิบัติทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์ส่องสว่าง โดยปราศจากที่เวลาเดียวกันทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในรูปร่างของการกระจายแสง เช่น การใช้งานทาวปฏิบัติมีการปรับทิศทางการวัดเป็นแบบอื่น หรืออุณหภูมิ บรรยากาศเปลี่ยนแปลงมากกว่าที่ระบุบนมาตรฐานสภาวะการทดสอบ

- Stray light

แสงที่หกเห คือส่วนของฟลักซ์ส่องสว่างที่ไม่ได้พุ่งเข้าหาโดยตรงและไม่สามารถหาค่าได้โดยตรงจากพื้นวัดของหัววัดความเข้มแสง

- Surface of luminous intensity distribution

พื้นผิวของการกระจายความเข้มส่องสว่างคือ พื้นผิวที่ประกอบด้วยปลายของเวกเตอร์ตามแนวรัศมีทั้งหมดโดยมีจุดศูนย์กลางแหล่งกำเนิดร่วมกัน ความยาวของเวกเตอร์แต่ละเวกเตอร์เป็นสัดส่วนกับความเข้มส่องสว่างของแหล่งกำเนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ปริมาณที่สำคัญทางด้านการส่องสว่าง

ปริมาณที่สำคัญทางด้านการส่องสว่างที่จะกล่าวถึงมี 5 ชนิด ประกอบด้วย

- ความเข้มส่องสว่าง (Luminous Intensity)
- ความเข้มแสง (Illuminance)
- ความส่องสว่าง (Luminance)
- ฟลักซ์ส่องสว่าง (Luminous Flux)
- มุมตัน (Solid Angle)

ตารางที่ 2.1 ปริมาณทั้ง 5 ชนิดมีสัญลักษณ์ นิยาม และหน่วยที่ใช้ในการวัด

ปริมาณ	สัญลักษณ์	นิยาม	หน่วยวัด
1. ความเข้มส่องสว่าง	I	$I = \frac{d\phi}{d\omega}$	แคนเดลา (candela ; cd)
2. ความเข้มแสง	E	$E = \frac{d\phi}{dA}$	ลักซ์ (lux ; lx)
3. ความส่องสว่าง	L	$L = \frac{d^2\phi}{d\omega \times dA \times \cos \epsilon}$	แคนเดลาต่อตาราง เมตร (cd/m ²)
4. ฟลักซ์ส่องสว่าง	ϕ	$\phi = \frac{dQ}{dt}$	ลูเมน (lumen ; lm)
5. มุมตัน	ω	$\omega = \frac{A_m}{r^2}$	สเตอเรเดียน (steradian ; sr)

1. ความเข้มส่องสว่าง

ความเข้มส่องสว่างของแหล่งกำเนิดแสงในทิศทางที่กำหนดมาให้ คือ อัตราส่วนของฟลักซ์ส่องสว่างย่อยที่ออกมาจากแหล่งกำเนิด แพร่กระจายไปยังมุมเชิงของแข็งย่อย ที่กำหนดมาให้ต่อมุมเชิงของแข็ง

$$I = \frac{d\phi}{d\omega} \quad (2.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยกำหนดให้

I	คือ	ความเข้มส่องสว่าง	(แคนเดลา)
$d\phi$	คือ	ฟลักซ์ส่องสว่างย่อย	(ลูเมน)
$d\omega$	คือ	มุมเชิงของแข็งย่อย	(สเตอเรเดียน)

2. ความเข้มแสง

ความเข้มแสงที่จุดใดจุดหนึ่งบนพื้นผิว คือ อัตราส่วนของฟลักซ์ส่องสว่างที่พุ่งไปที่พื้นผิวย่อยต่อพื้นที่นั้นย่อย

$$E = \frac{d\phi}{dA} \quad (2.2)$$

โดยกำหนดให้

E	คือ	ความเข้มแสง	(ลักซ์)
$d\phi$	คือ	ฟลักซ์ส่องสว่างย่อย	(ลูเมน)
dA	คือ	พื้นที่ย่อย	(ตารางเมตร)

3. ความส่องสว่าง

ความส่องสว่างที่จุดใดจุดหนึ่งบนพื้นผิวของแหล่งกำเนิดแสง หรือตัวรับแสงในทิศทางที่กำหนดให้ หรือจุดที่อยู่ในเส้นทางของแสง คือ อัตราส่วนระหว่างฟลักซ์ส่องสว่างที่ออกหรือเข้ามาหรือส่องผ่านพื้นผิวย่อยที่จุดนั้น และแพร่กระจายในทิศทางที่กำหนดให้ ต่อส่วนย่อยของกรวยตามทิศทางที่กำหนดมาให้ ต่อผลของมุมเชิงของแข็งของรูปกรวยต่อพื้นที่ของการฉายเงาโดยตรงของพื้นผิวย่อยบนระนาบตั้งฉากในทิศทางที่กำหนดมาให้

$$L = \frac{d^2\phi}{d\omega \times dA \times \cos \epsilon} \quad (2.3)$$

โดยกำหนดให้

L	คือ	ความส่องสว่าง	(แคนเดลาต่อตารางเมตร)
$d\phi$	คือ	ฟลักซ์ส่องสว่างย่อย	(ลูเมน)
dA	คือ	พื้นที่ย่อย	(ตารางเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. พลักซ์การส่องสว่าง

พลักซ์การส่องสว่าง คือ พลังงานแสงที่แผ่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงต่อหน่วยเวลา

$$\varphi = \frac{dQ}{dt} \quad (2.4)$$

โดยกำหนดให้

φ	คือ	พลักซ์การส่องสว่าง	(ลูเมน)
Q	คือ	พลังงานแสงสว่าง	(ลูเมนวินาที)
t	คือ	เวลา	(วินาที)

5. มุมตัน

มุมตัน คือ อัตราส่วนของพื้นที่ผิวทรงกลมต่อ รัศมีของทรงกลมยกกำลังสอง

$$\omega = \frac{A_m}{r^2} \quad (2.5)$$

โดยกำหนดให้

ω	คือ	มุมตัน	(สเตอเรเดียน)
A_m	คือ	พื้นที่ผิวทรงกลม	(ตารางเมตร)
r	คือ	รัศมีทรงกลม	(เมตร)

2.1.3 กฎกำลังสองผกผัน

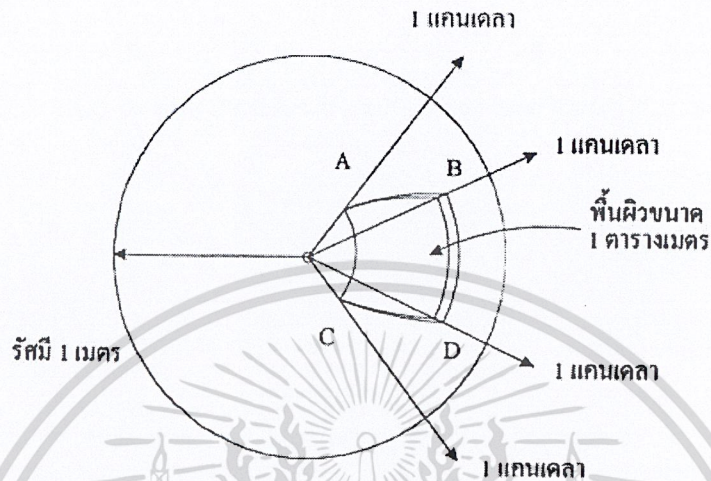
การคำนวณค่าทางแสงนั้นเป็นการแปลงค่าทางแสงใดๆ ไปเป็นการแสดงค่าอีกค่าหนึ่ง โดยในการคำนวณค่าหนึ่งๆ จะต่างกันที่ปัจจัยต่างๆที่คำนึง หรือให้ความสำคัญ ดังนั้นเนื้อหาในส่วนนี้จะได้กล่าวถึงการคำนวณค่าทางแสงที่จำเป็นต้องแสดงเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบคุณสมบัติของโคมแต่ละชนิด

กฎกำลังสองผกผันเป็นกฎที่มีการนำไปประยุกต์ใช้ในการคำนวณทางวิศวกรรมการส่องสว่างมากเนื่องจากเป็นกฎที่ใช้คำนวณหาค่าความเข้มแสงที่จุดใดจุดหนึ่งที่ต้องการทราบค่าความเข้มแสง

จากนิยามของความเข้มแสง (Illuminance; E) ที่ว่าความเข้มแสงคือความหนาแน่นพลักซ์ส่องสว่าง (Luminous Flux; φ) ที่ตกกระทบลงบนพื้นผิวใดๆ นั่นคือ พลักซ์ส่องสว่างหารด้วยพื้นที่ของพื้นผิวที่ถูกส่องสว่างอย่างสม่ำเสมอเขียนได้ดังสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$E = \frac{d\phi}{dA} \quad (2.6)$$



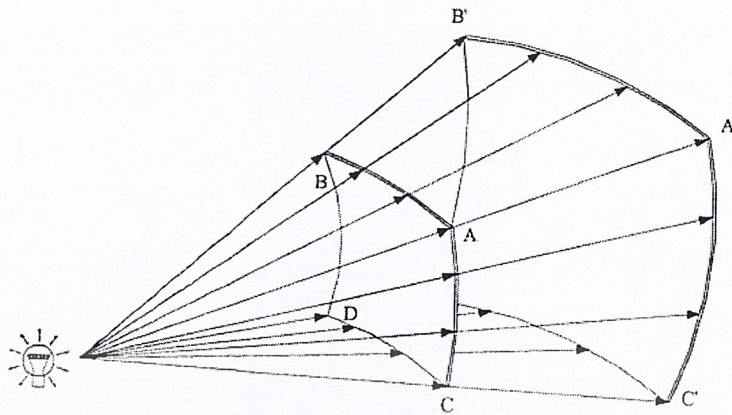
รูปที่ 2.1 มุมตัน

ให้แหล่งกำเนิดแสงที่ศูนย์กลางของทรงกลมจินตภาพขนาดรัศมี 1 เมตร มีการกระจายความเข้มส่องสว่างอย่างสม่ำเสมอในทุกทิศทางขนาด 1 แคนเดลา ความเข้มส่องสว่างจากแหล่งกำเนิดแสงนี้จะตกตั้งฉากกับพื้นผิวด้านในของทรงกลมจินตภาพทุกจุดให้ ABCD เป็นพื้นผิวของทรงกลมจินตภาพ มีขนาด 1 ตารางเมตร จากนิยามของมุมตัน พบว่ามุมตันของพื้นผิว ABCD จะมีขนาด 1 สเตอเรเดียน และจากนิยามของฟลักซ์ส่องสว่าง จะได้ว่าฟลักซ์ส่องสว่างที่ตกกระทบบนพื้นผิว ABCD จะมีขนาด 1 ลูเมน (1 แคนเดลา x 1 สเตอเรเดียน) เนื่องจากมุมตันของทรงกลมตันมีขนาด 4π ลูเมน หรือ 12.57 ลูเมน

จากสมการที่ 2.6 จะได้ความเข้มแสงบนพื้นผิว ABCD มีค่า 1 ลักซ์ ซึ่งเกิดจากฟลักซ์ส่องสว่าง 1 ลูเมน หารด้วยพื้นที่ 1 ตารางเมตร

ถ้าเราขยายทรงกลมจินตภาพให้มีขนาดโตขึ้นจากเดิม เช่น เพิ่มรัศมีจาก 1 เมตร เป็น 4 เมตร พื้นผิว ABCD ของทรงกลมก็จะมีขนาดโตขึ้นด้วยเป็น A'B'C'D' เนื่องจากมุมตันของพื้นผิว A'B'C'D' ยังมีขนาดเท่าเดิมคือ 1 สเตอเรเดียน แต่รัศมีของทรงกลมกลายเป็น 4 เมตร ดังนั้นพื้นที่ของพื้นผิว A'B'C'D' จะมีขนาดกลายเป็น 16 ตารางเมตร เพราะมุมตันยังมีขนาด 1 สเตอเรเดียน เท่าเดิม ฟลักซ์ส่องสว่างที่ตกกระทบบนพื้นผิว A'B'C'D' ก็ยังคงมีขนาด 1 ลูเมนเท่าเดิม ดังนั้นความเข้มแสงบนพื้นผิว A'B'C'D' ใหม่จะลดลงเหลือเพียง 0.0625 ลักซ์เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงความเข้มแสง

จากสมการที่ 2.6 และจากนิยามของฟลักซ์ส่องสว่าง

$$d\phi = I \cdot d\omega \quad (2.7)$$

และจากนิยามของมุมตัน

$$d\omega = \frac{dA}{r^2} \quad (2.8)$$

จะได้

$$E = \frac{d\phi}{dA} = \frac{I \cdot d\omega}{dA} = \frac{I \cdot dA}{r^2 dA} \quad (2.9)$$

$$E = \frac{I}{r^2} = \frac{I}{d^2} \quad (2.10)$$

เมื่อ d คือ ระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับจุดใดๆ บนพื้นผิวที่แสงตกกระทบบอย่างตั้งฉาก

สมการที่ 2.10 นี้แสดงให้เห็นว่า ความเข้มแสงที่จุดใดๆ บนพื้นผิวที่ความเข้มส่องสว่างตกกระทบบอย่างตั้งฉากกับพื้นผิวนั้น จะมีค่าแปรผกผันกับระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับพื้นผิวนั้นยกกำลังสอง จึงเรียกว่า “กฎกำลังสองผกผัน”

การวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างของแหล่งกำเนิดแสง เช่น หลอดไฟ ดวงโคม หัววัดความเข้มแสงทุกหัวจะต้องหันหน้าเข้าหาแหล่งกำเนิดแสง (ความเข้มส่องสว่างจากแหล่งกำเนิดแสงจะตกตั้งฉากกับผิวหน้าของหัววัดความเข้มแสง) การวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างของดวงโคมในทิศทางต่างๆทำได้โดยการหมุนดวงโคมในแกนตั้ง จะได้เพลนการวัดการกระจายความส่องสว่างออกมา 1 เพลน เนื่องจากระยะห่าง (d) ของหัววัดความเข้มแสง แต่

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละหวัจากดวงโคมนั้นเราทราบค่าที่แน่นอนแล้ว ดังนั้นเมื่อเราอ่านค่าความเข้มแสงจากเครื่องวัดความเข้มแสงได้ ก็สามารถคำนวณหาค่าความเข้มส่องสว่างในทิศทางต่างๆ ได้ทันทีจากสมการ

$$I = E \cdot d^2 \quad (2.11)$$

2.2 การวัดข้อมูลกระจายแสง

กล่าวถึงข้อมูลการกระจายแสงของดวงโคม ระบุในการวัด และการนำเสนอข้อมูลการกระจายแสง ซึ่งจะแสดงในรูปของตารางข้อมูล การกระจายความเข้มส่องสว่าง, เส้นโค้งโพลาร์, โซนอล ฟลักซ์ และเส้นโค้งความเข้มแสงเท่า

2.2.1 การกระจายความเข้มส่องสว่าง (Luminous Intensity Distribution)

การกระจายความเข้มส่องสว่างของดวงโคม เป็นข้อมูลที่จะบอกให้ทราบว่า ดวงโคมมีการกระจายแสงอย่างไร มีลำแสงกว้างแคบมากน้อยแค่ไหน การกระจายแสงมีลักษณะสมมาตรหรือไม่ เป็นต้น การกระจายความเข้มส่องสว่างของดวงโคม จะวัดได้โดยใช้อุปกรณ์วัดการกระจายแสง (Distribution Photometer)

2.2.2 ข้อมูลการกระจายแสงของดวงโคม (Photometric Luminaire Data)

ข้อมูลการกระจายแสงของดวงโคม หรือข้อมูลการกระจายความเข้มส่องสว่าง เป็นข้อมูลที่ผู้ออกแบบไฟฟ้าแสงสว่าง และผู้เลือกใช้ดวงโคมจะต้องให้ความสำคัญ เพราะเป็นข้อมูลที่จะบอกให้ทราบว่าดวงโคมที่เลือกใช้มีการกระจายแสงอย่างไร เหมาะสมกับการใช้งานในพื้นที่นั้นๆ หรือไม่ เช่น ลำแสงไม่กว้างหรือแคบเกินไป คือในห้องที่มีขนาดเล็กควรใช้โคมที่มีการกระจายแสงแคบ เพื่อไม่ให้แสงส่วนใหญ่ตกลงบนผนัง ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้น้อย หรือในทางตรงกันข้าม เราจะเลือกใช้โคมที่มีการกระจายแสงกว้างในห้องที่มีขนาดใหญ่ เป็นข้อมูลที่นำไปใช้หาค่าความสว่างที่จุดใดๆ ได้โดยการคำนวณด้วยกฎกำลังสองผกผันร่วมกับกฎโคไซน์ และเป็นข้อมูลที่จะนำไปใช้คำนวณหาข้อมูลตัวอื่นๆ ได้อีกหลายตัว เช่น สัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์แสง ความส่องสว่างเฉลี่ยในระนาบหลักที่มุมต่างๆ ที่วัดจากแนวตั้ง ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 การนำเสนอข้อมูลการกระจายแสง

การนำเสนอข้อมูลการกระจายแสงของดวงโคม โดยทั่วไปจะแสดงได้แสดงได้หลายแบบ เช่น

- ตารางข้อมูลการกระจายความเข้มส่องสว่าง (Luminous Intensity Table)
- เส้นโค้งโพลาร์ (Polar Curve)
- โซนอลฟลักซ์ (Zonal Flux)
- เส้นโค้งความเข้มแสงเท่า (Isocandela Curve)

การนำเสนอข้อมูลการกระจายแสงของดวงโคม แต่ละแบบนี้จะมีข้อดีข้อเสีย และการนำไปใช้ประโยชน์แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของดวงโคมว่าเป็นโคมใช้งานภายในอาคาร โคมไฟส่อง โคมไฟถนน ฯลฯ การนำข้อมูลไปใช้ในการคำนวณ ถ้าใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณ การนำเสนอข้อมูลในรูปของตารางการกระจายความเข้มส่องสว่างจะเหมาะสมที่สุด เพราะมีข้อมูลละเอียด แต่ผู้ใช้ดวงโคมจะดูลักษณะการกระจายแสงของโคมได้ยากแต่การนำเสนอในรูปแบบของเส้นโค้งโพลาร์หรือเส้นโค้งความเข้มแสงเท่า จะแสดงให้เห็นลักษณะของการกระจายแสงของดวงโคมได้ง่ายกว่า

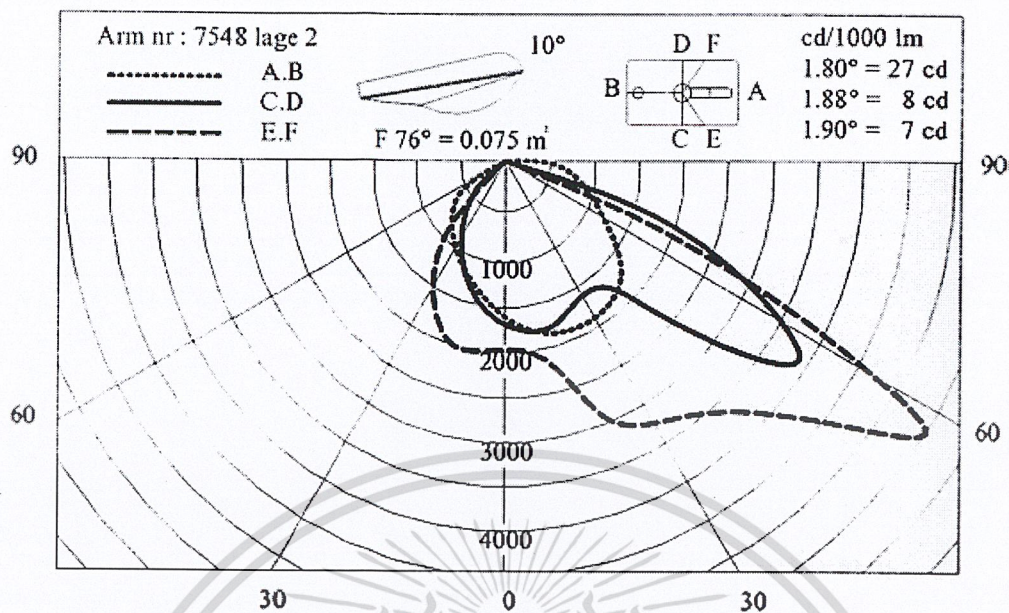
1. ตารางข้อมูลการกระจายความเข้มส่องสว่าง

การนำเสนอข้อมูลแบบนี้ เป็นการนำเสนอในรูปแบบตารางตัวเลขเหมาะกับการนำไปใช้ในการคำนวณโดยใช้คอมพิวเตอร์ มีความละเอียดสูง แต่มีข้อเสียคือดูลักษณะการกระจายแสงยาก เนื่องจากดูความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันของค่าความเข้มส่องสว่างที่มุมต่างๆ ยาก

2. เส้นโค้งโพลาร์

การนำเสนอข้อมูลการกระจายแสงของดวงโคมในรูปของเส้นโค้งโพลาร์ จะใช้กระดาษกราฟวงกลมโดยให้แนวรัศมีแสดงขนาดของมุม γ ที่วัดจากแนวตั้งลงจนถึงแนวตั้งขึ้น (0° ถึง 180°) และให้ความยาวรัศมี (หรือขนาดของวงกลม) แทนค่าความส่องสว่างที่มีหน่วยเป็นแคนเดลา การนำเสนอแบบนี้นิยมใช้แสดงข้อมูลของดวงโคมที่มีแกนอ้างอิงตั้งลงมาข้างล่างเวลาติดตั้งใช้งาน เช่น ดวงโคมติดตั้งภายในอาคาร (โคมดาวไลท์, โคมใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์) โดยปกติมักจะแสดงเพียงครึ่งซีกเท่านั้น เนื่องจากมีความสมมาตรระหว่างซีกซ้ายมือและขวามือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 เส้นโค้งโพลาร์

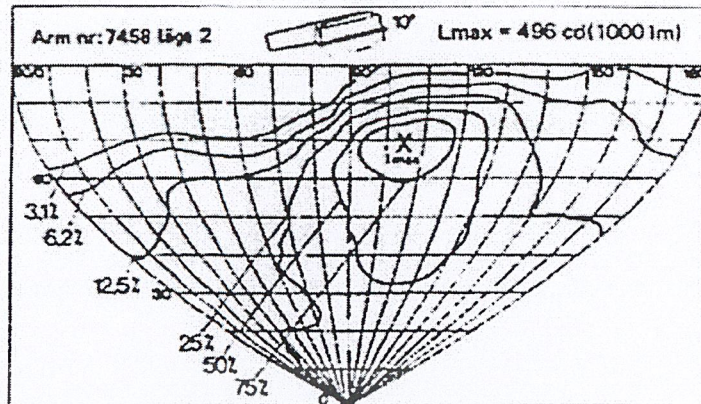
โชนอลฟลักซ์

การนำเสนอข้อมูลการกระจายแสงของดวงโคมในรูปโชนอลฟลักซ์ เป็นการบอกลักษณะการกระจายแสงของดวงโคมในรูปของปริมาณฟลักซ์ส่องสว่าง มีหน่วยเป็นลูเมน ซึ่งเป็นค่าผลรวมเฉลี่ยของ ฟลักซ์ในแต่ละโชน

3. เส้นโค้งความเข้มแสงเท่า

การนำเสนอข้อมูลการกระจายความเข้มส่องสว่างของดวงโคม ในรูปของเส้นโค้งความเข้มแสงเท่า จะเริ่มต้นด้วยการจินตนาการว่ามีทรงกลมจินตภาพรูปหนึ่งล้อมรอบดวงโคมไว้ โดยดวงโคมจะอยู่ที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมจินตภาพ จากนั้นจะลากเส้นไปบนพื้นผิวของทรงกลมจินตภาพนี้ ตามแนวที่มีค่าความเข้มส่องสว่างเท่ากัน เช่นเดียวกับการทำแผนที่แสดงชั้นความสูงที่เท่ากันของพื้นผิวโลก การกำหนดที่จุดตำแหน่งใดๆ บนผิวทรงกลมจะขึ้นอยู่กับระบบของโกนิโอมิเตอร์ ที่ใช้วัดข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 เส้นโค้งความเข้มแสงเท่า

ข้อมูลการกระจายแสง หรือการกระจายความเข้มส่องสว่างของดวงโคม จัดเป็นข้อมูลปฐมภูมิที่ได้จากการวัดในห้องปฏิบัติการทางแสงโดยตรง เป็นข้อมูลที่มีความสำคัญอย่างมาก เพราะเป็นข้อมูลที่ใช้สำหรับคำนวณหาข้อมูลที่จะบอกสมรรถนะตัวอื่นๆ ของดวงโคม เช่น ประสิทธิภาพ สัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์แสง ความกว้างของลำแสง การจัดประเภทของดวงโคม ฯลฯ เมื่อเข้าใจถึงหลักการวัดการกระจายแสง และรูปแบบของการนำเสนอข้อมูลการกระจายแสงแล้ว จะทำให้สามารถทำความเข้าใจข้อมูลตัวอื่นๆ ที่ติดตามมาได้ง่ายขึ้น

2.2.4 ระเบียบการวัด

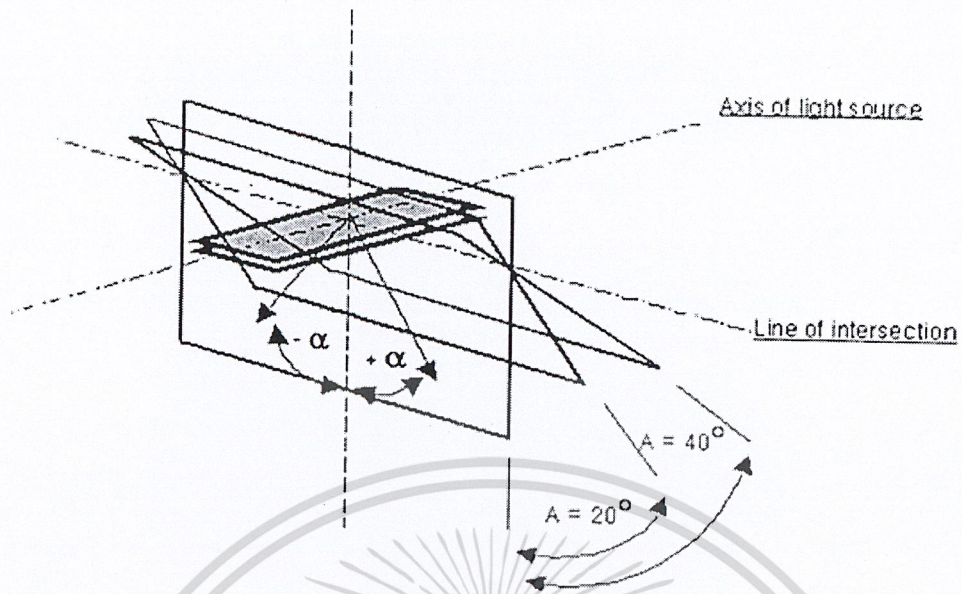
ตามธรรมชาติการกระจายความเข้มส่องสว่างของแหล่งกำเนิดแสง(หลอดและโคม) จะถูกวัดในแพลนต่างๆ จำนวนเส้นโค้งการกระจายความเข้มส่องสว่าง และการเลือกแพลนการวัดขึ้นอยู่กับชนิดของแหล่งกำเนิดและชนิดโกนีโอโฟโตมิเตอร์

ระบบแพลน A (flood light)

เป็นระบบการวัดที่มีลักษณะ การวัดการกระจายความเข้มส่องสว่างซึ่งพิกัดแกน A ซึ่งเป็นแกนหมุนดวงโคมไฟฟ้า ซึ่งเป็นแกนที่ตั้งฉากกับความยาวของดวงโคมไฟฟ้า และขนานกับพื้นที่เปล่งแสงมีพิกัดการหมุนระหว่าง $A90$ ถึง $A-90$ และพิกัดมุม α เป็นมุมภายในแกน A ที่บอกทิศทางของการกระจายความเข้มส่องสว่าง ที่มุมระหว่าง $\alpha 90$ ถึง $\alpha -90$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

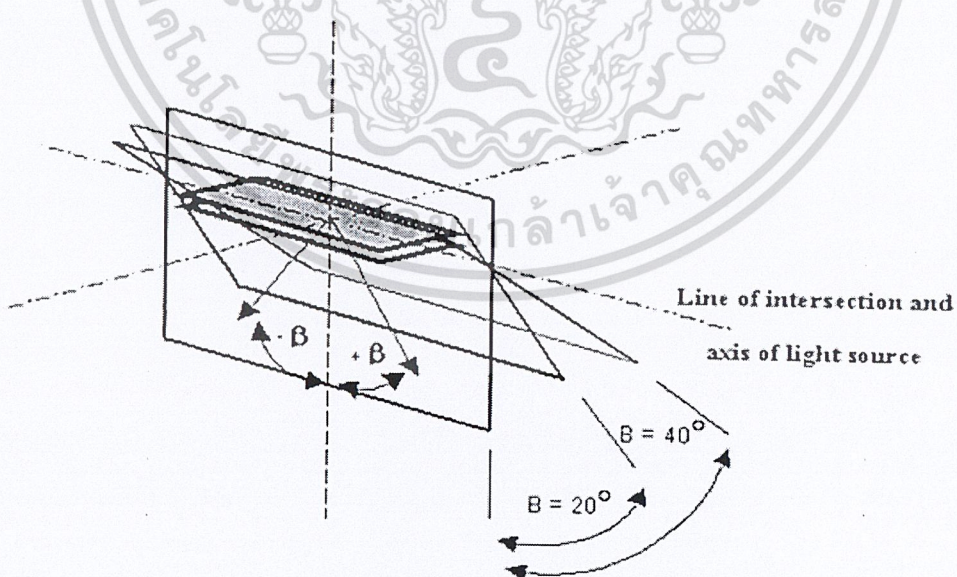
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.5 ระบบเฟลน A

ระบบเฟลน B (flood light)

เป็นระบบการวัดที่มีลักษณะ การวัดการกระจายความเข้มส่องสว่าง ซึ่งมีพิกัดแกน B เป็นพิกัดแกนหมุนดวงโคมไฟฟ้าซึ่งเป็นแกนที่ขนานกับความยาวของดวงโคมและขนานกับพื้นที่เปล่งแสงมีพิกัดการหมุนอยู่ระหว่าง $B90$ ถึง $B-90$ และพิกัดมุม β เป็นมุมภายในแกน B ที่บอกทิศทางของการกระจายความเข้มส่องสว่างมีมุมระหว่าง $\beta-90$ ถึง $\beta90$



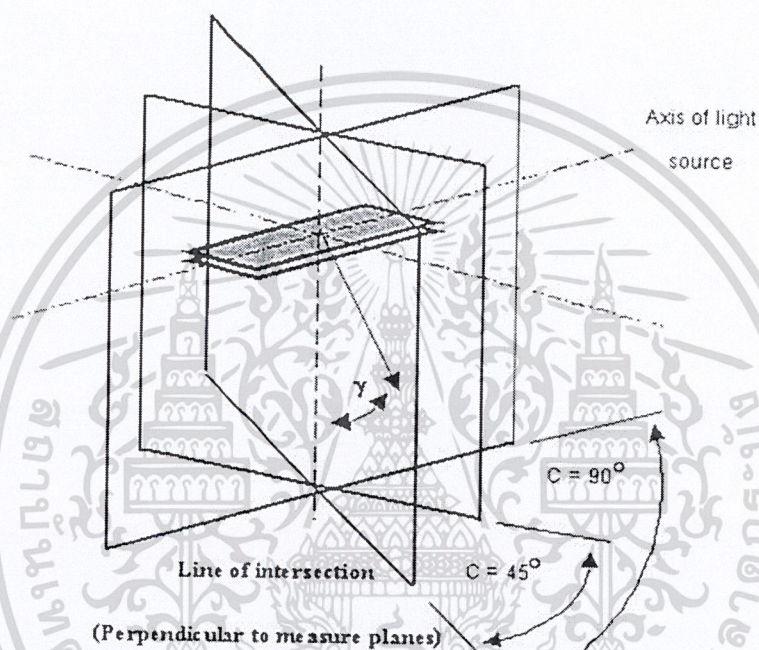
รูปที่ 2.6 ระบบเฟลน B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ทำซ้ำ แจกจ่าย หรือเผยแพร่ข้อมูลใดๆ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

117566

ระบบเพลน C (street, interior)

เป็นระบบที่มีลักษณะการวัดการกระจายความเข้มส่องสว่าง ซึ่งมีพิกต์การวัด 2 พิกต์ คือ พิกต์แกน C เป็นพิกต์แกนหมุนดวงโคมไฟฟ้า ซึ่งเป็นแกนที่ตั้งฉากกับความยาวของดวงโคมไฟฟ้าและตั้งฉากกับพื้นที่เปล่งแสงมีพิกต์การหมุนอยู่ระหว่าง $C0$ ถึง $C360$ และพิกต์มุม γ เป็นมุมภายในแกน C ที่บอกทิศทางการกระจายความเข้มส่องสว่างมีพิกต์มุมอยู่ระหว่าง $\gamma0$ ถึง $\gamma180$



รูปที่ 2.7 ระบบเพลน C

2.2.5 เงื่อนไขในการวัด

1. เงื่อนไขการทำงาน

หลอดทุกหลอดควรทดลองตามเงื่อนไขใน The I.E.C. recommendation และข้อกำหนดมาตรฐานระหว่างประเทศ (National Standard) หลอดต้องกำหนดหรือไม่ก็ทำการวัดที่ค่าแรงดัน กระแส และพลังงานที่ปรากฏ ซึ่งต้องแน่ใจว่าผลการทดสอบที่วัดได้เทียบเท่ากับค่าที่วัดได้จากห้องทดลองอื่น ปริมาณที่เป็นค่าคงที่ควรมีผลต่ออุปกรณ์การวัดและทดลองน้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ ปัจจัยที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ควรมานำมาพิจารณาหาค่าในการวัด

การปรับค่ามาตรฐานควรทำทั้งหลอดและอุปกรณ์ ทั้งการปรับโดยตรงและโดยอ้อมเทียบกับมาตรฐานที่ยอมรับระหว่างประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การอุ้หนลด

ตัวแปรในการทำงานของหลอดจะเปลี่ยนแปลงตลอดอายุการใช้งานของหลอดนั้นๆ การเปลี่ยนแปลงจะเกิดเฉพาะช่วงต้นของอายุการใช้งานของหลอด จึงต้องมีการอุ้หนลดในระดับที่เหมาะสมก่อนการวัด

ระยะเวลาการอุ้หนลดให้เสถียรเป็นคุณสมบัติเฉพาะของหลอดแต่ละชนิด พิจารณาได้จาก The applicable I.E.C. recommendation และมาตรฐานระหว่างประเทศ

3. ตำแหน่งเผาไหม้

จุดทำงานของแหล่งกำเนิดแสงจำเป็นต้องทำตาม The applicable I.E.C. recommendation และมาตรฐานระหว่างประเทศ หรือตามข้อกำหนดและการใช้จากโรงงานผลิต ตำแหน่งเผาไหม้จึงจำเป็นต้องเขียนในรายงานการวัด

4. อุณหภูมิแวดล้อม

แหล่งกำเนิดแสงควรวัดในห้องที่ปลอดโปร่ง เช่น การถ่ายเทความร้อนรอบข้าง สะดวก การวัดความเข้มแสงมักทำที่อุณหภูมิห้องที่ 25 องศาเซลเซียส กรณีแหล่งกำเนิดแสงที่อุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงฟลักซ์ส่องสว่างอย่างมาก อุณหภูมิโดยรวมควรอยู่ในช่วง ± 1 องศาเซลเซียส และกรณีแหล่งกำเนิดแสงชนิดอื่นควรอยู่ในช่วง ± 3 องศาเซลเซียส ถ้าการทดสอบทำที่อุณหภูมิที่แตกต่างจากอุณหภูมิแวดล้อมต้องมีการระบุอุณหภูมิขณะทดสอบด้วย

ฟลักซ์ส่องสว่างของหลอดพิเศษบางชนิดจะถูกวัดตามข้อกำหนดของโรงงานผลิต ถ้าหลอดทำงานภายใต้โหมดตัวอย่างที่กำหนด

อุณหภูมิควรวัดโดยเทอร์โมมิเตอร์ที่มีความละเอียดอย่างน้อย 0.1 องศาเซลเซียส การวัดอุณหภูมิมีควรทำที่จุดอ้างอิงแทน (representative spot) ในระดับความสูงเท่ากับแหล่งกำเนิดแสง

ระยะห่างระหว่างตัวตรวจจับอุณหภูมิ กับจุดศูนย์กลางความเข้มแสงของแหล่งกำเนิดแสงที่ใช้วัดควรเกินกว่าครึ่งหนึ่งของขนาดสูงสุดตามแนวระนาบของแหล่งกำเนิด และใช้ 0.5 เมตรในกรณีของโกนิโอไฟโตมิเตอร์ ตัวตรวจจับอุณหภูมิจำเป็นต้องไม่ให้ถูกแสงที่ส่องโดยตรงจากแหล่งกำเนิดแสงที่ทำกรวัด

5. การสั่นสะเทือน

เมื่อเปิดเครื่อง หลอดส่วนใหญ่ไม่ควรอยู่ภายใต้ความเร่งเกิน 10 m/s^2 (4-3000 Hz) หรือการเปลี่ยนตำแหน่งเกิน 30 มิลลิเมตร (มากถึง 4 Hz) อย่างไรก็ตามไม่สามารถกำหนดค่าที่แน่นอนที่สามารถให้กับหลอดและโคมทุกชนิดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ช่วงเสถียรภาพ

จุดประสงค์เพื่อให้มีการทดสอบที่มีเสถียรภาพ เงื่อนไขการทำงานในช่วงเสถียรภาพควรนำไปใช้กับการวัดจริง ช่วงที่ทำการทดสอบควรหลีกเลี่ยงการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งแผ่นใหม่ และตัวแปรทำงานที่กำหนดเป็นพิเศษ(แรงดันไฟฟ้า กระแส พลังงานที่กำหนด) ช่วงเสถียรภาพที่ต้องการขึ้นอยู่กับชนิดของแหล่งกำเนิดและเงื่อนไขการทำงานและควรตรวจสอบการทำงานอย่างต่อเนื่องแหล่งกำเนิดแสงสามารถพิจารณาว่าเสถียรได้ ถ้าค่าที่อ่านได้แสดงแนวโน้มเปลี่ยนแปลงในทางใดทางหนึ่งไม่นานเกินไป

7. การวัดทางไฟฟ้า

- ความไม่แน่นอนของการวัด

ผลลัพธ์ที่แตกต่างของการวัดความเข้มแสง สาเหตุโดยมากเกิดจากความผิดพลาดในการวัดหรือการปรับตัวแปรทางไฟฟ้า สำหรับความไม่แน่นอนในกระแสและแรงดันไฟฟ้า (ทั้งกระแสสลับและกระแสตรง) ของการทดสอบหลอดเผาไส้ไม่ควรเกิน 0.1 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ค่าความไม่แน่นอนในกระแสและแรงดันไฟฟ้าสลับในกรณีหลอดดิสชาร์จ คือ 0.2 เปอร์เซ็นต์

- ชนิดการทำงานและวิธีการทำงาน

ในกำลังไฟฟ้ากระแสตรงสามารถวัดได้แม่นยำกว่าในกำลังไฟฟ้าพลังงานกระแสสลับ เพราะแหล่งกำเนิดแสงกระแสสลับรวมทั้งเครื่องมือวัดทางไฟฟ้ามีผลจากปริมาณที่มีอิทธิพลหลายอย่าง เพราะว่าบางทีปริมาณความเข้มแสงก็อาศัยพลังงานทางไฟฟ้าอยู่มาก จึงควรใช้แหล่งจ่ายที่มีความเสถียรที่สุดที่เป็นไปได้

- สายไฟ

สายไฟ บัลลาสต์ และเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าควรติดตั้ง(ถ้าจำเป็น) และมีการป้องกัน ถ้าต้องการวัดความเข้มแสงบางอย่างเพื่อกำหนดแรงดัน และกำลังของหลอดแนะนำว่าควรใช้ตัวควบคุมหลอด

- การปฏิบัติในการวัดทางไฟฟ้า

การวัดด้วยแอมป์ โวลต์ และวัตต์มิเตอร์ โวลต์มิเตอร์หรือส่วนของแรงดันไฟฟ้าของวัตต์มิเตอร์ควรติดตั้งระหว่างแอมป์มิเตอร์ (ทางเดินกระแส) กระแสหรือพลังงานที่วัดได้ของเครื่องมือจำเป็นต้องนำมาพิจารณาด้วย(ดูเรื่องเครื่องมือวัดใน The applicable I.E.C. recommendation) ซึ่งประสิทธิภาพของวงจรอาจจะมีผลต่อผลลัพธ์ได้โดยเฉพาะถ้าความถี่สูงเกินไป เช่น ในหลอดสุญญากาศโซเดียมแรงดันอากาศต่ำ นอกจากนี้ความผิดพลาดจากการต่อสายดินก็มีผลต่อผลลัพธ์ได้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับอ้างอิงงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือวัดกระแสสลับที่แม่นยำ ที่ใช้ในหลอดทดลองดิสซาร์จควรเป็นชนิด “true rms” เพื่อจัดการฮาร์โมนิก เมื่อวัดที่ความถี่สูงการทำงานต้องใช้วิธีการและเครื่องมือแบบพิเศษ

- วงจรการวัด

ในกรณีหลอดดิสซาร์จ The applicable I.E.C. recommendation จะเป็นตัวกำหนด วงจรของแหล่งกำเนิดแสงที่ใช้วัด

8. บัลลาสต์

การวัดหลอดดิสซาร์จมักจะวัดด้วยบัลลาสต์อ้างอิง ถ้าใช้บัลลาสต์ชนิดอื่น บัลลาสต์ที่ใช้ ควรถูกบันทึกลงในรายงานของการวัด

9. แหล่งจ่ายแรงดัน

การวัดหลอดเผาไส้ควรใช้แหล่งจ่ายกระแสตรงมากกว่า เพราะมีความแม่นยำของการ วัดทางไฟฟ้าสูงกว่า ส่วนการวัดหลอดดิสซาร์จธรรมดาจำเป็นต้องใช้แหล่งจ่ายกระแสสลับ

แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าระหว่างอุณหภูมิหลอดควรจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้คงที่ระหว่าง 0.5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการวัดจริงควรอยู่ในช่วง 0.1 เปอร์เซ็นต์ และสำหรับการปรับมาตรฐาน หลอดเผาไส้ให้ได้มาตรฐานควรอยู่ระหว่าง 0.2 เปอร์เซ็นต์

ความถี่ควรมีความคลาดเคลื่อนอย่างมาก 0.1 เปอร์เซ็นต์ จากความถี่ของบัลลาสต์ที่ถูก ออกแบบมาผลรวมฮาร์โมนิกทั้งหมดของแหล่งจ่ายแรงดันกระแสสลับไม่ควรเกิน 3 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการดำเนินงานของหลอดความดันสูงที่มีสัดส่วนของพลังงานรีแอกทีฟสูง แหล่งจ่ายพลังงาน ควรเลือกให้มีพลังงานรีแอกทีฟที่เหมาะสม

ผลรวมฮาร์โมนิกทั้งหมดหาได้อยู่ในรูปผลรวมค่ารากที่สองเฉลี่ย (rms) ของฮาร์โมนิก แต่ละส่วนโดยให้คลื่นความถี่พื้นฐานเป็น 100 เปอร์เซ็นต์

10. ปฏิบัติการในการวัด

สำหรับการวัดจุดศูนย์กลางความเข้มแสงของแหล่งกำเนิดแสงควรอยู่ที่จุดตัดของแกน หมุนทั้ง 2 แกนและการเคลื่อนที่ของแหล่งจ่ายไม่ควรส่งผลต่อผลการวัด

ก่อนทำการวัด แหล่งกำเนิดแสงควรถูกเผาหลอดเป็นระยะเวลาสั้นเพียงพอกับความ สมดุลอุณหภูมิเครื่องมือทางไฟฟ้าและทางแสงควรถูกเปิดในระยะเวลาที่นานพอ ก่อนจะเริ่มการ วัดเพื่อให้ มีช่วงอุ่นเครื่องก่อนทำการวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. ความถูกต้องของผลลัพธ์การวัด

ถ้าแหล่งกำเนิดแสงถูกทำงานในช่วงการวัดด้วยแรงดันไฟฟ้าที่แตกต่างจากแรงดันไฟฟ้าปกติ ถ้าอุณหภูมิแวดล้อมแตกต่างจากที่ระบุไว้ หรือถ้าแหล่งกำเนิดแสงถูกวัดในตำแหน่งที่แตกต่างจากตำแหน่งที่กำหนดไว้ ผลลัพธ์ควรถูกแก้ไขถ้าเป็นไปได้

การแก้ไขผลการทดสอบจากแรงดันไฟฟ้าที่แตกต่างสามารถทำได้ ถ้ารู้ความสัมพันธ์ระหว่าง ฟลักซ์ส่องสว่างและแรงดันไฟฟ้า ส่วนผลลัพธ์ที่ได้จากอุณหภูมิแวดล้อมที่แตกต่างสามารถแก้ไขให้เป็นไปตามที่กำหนดได้ ผลลัพธ์กรณี que อุณหภูมิขึ้นอยู่กับฟลักซ์ส่องสว่างสามารถแก้ไขได้ถ้ารู้ความสัมพันธ์ระหว่างฟลักซ์ส่องสว่างและอุณหภูมิแวดล้อม ส่วนอุณหภูมิที่แตกต่างระหว่างโคมและสภาพแวดล้อมจำเป็นต้องรู้อย่างดี

การแก้ไขที่เป็นไปได้จากตำแหน่งเผาไหม้ที่แตกต่าง สำหรับหลอดเผาไส้และหลอดฟลูออเรสเซนต์ คือวิธีการวัดด้วยตัวตรวจวัดช่วย

12. การแสดงผลลัพธ์

ผลลัพธ์ควรถูกแสดงในระบบเฟลนที่เลือกอย่างเหมาะสม เช่นในระบบพิกัดคาร์ทีเซียน พิกัดเชิงขั้วหรือพิกัดทรงกระบอกและควรแปลงผลลัพธ์มาอยู่ในรูปฟลักซ์ส่องสว่างปกติของหลอดที่ใช้วัดได้

สำหรับการวัดโคมสามารถเตรียมด้วยหลอดที่ต่างกันแต่รูปทรงเหมือนกันได้ (ขนาดและพื้นที่เปล่งแสง) และควรเชื่อมโยงความเข้มส่องสว่างกับฟลักซ์ส่องสว่างของหลอดที่กำหนดในโคมในหน่วย 1000ลูเมน

2.2.6 ความผิดพลาดแหล่งกำเนิดแสงและความแม่นยำในการวัด

1. ข้อตกลงทางกลศาสตร์

ผลกระทบทางกลศาสตร์เหล่านี้ สามารถทำให้เกิดความผิดพลาดจากการวัดได้

- ความไม่มีเสถียรภาพทางกลศาสตร์เพียงพอ
- แกนแนวระนาบและแกนแนวตั้งไม่ตัดกัน
- แกนทั้งสองไม่ตั้งฉากกัน
- โคนิโอฟโตมิเตอร์ที่อาศัยการหมุนกระจก มีแกนออปติคอลของกระจกและแกนหมุนไม่สอดคล้องกัน
- มีการสั่นสะเทือนจากส่วนที่เคลื่อนที่ได้ระหว่างการหมุน
- การวางตำแหน่งของหัววัดความเข้มแสงผิดตำแหน่ง
- การหมุนไม่ต่อเนื่องจากการสั่นสะเทือนหรือขาดความสมดุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวัดมุมและขนาดของมุม

ความแม่นยำของการวัดความเข้มส่องสว่างขึ้นกับความกว้างของขอบเขตการวัดที่ไม่แน่นอนของการวัดมุมและขนาดของมุมที่ติดกันความไม่แน่นอนในการวัดขึ้นอยู่กับชนิดของตัวถอดรหัสมุมที่ใช้เป็นสำคัญข้อมูลเกี่ยวกับหลักเกณฑ์ควรได้รับจากโรงงานผู้ผลิต ถ้ารู้การกระจายความเข้มส่องสว่าง ความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นในลักษณะนี้สามารถคาดเดาสาเหตุได้

ถ้าโกนินโอโพโตมิเตอร์ไม่หยุดที่ตำแหน่งแต่ละมุม (x,y) ในการวัด ค่าระหว่างมุมแต่ละมุมจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการวัดและความเร็วในการหมุนส่วนที่เคลื่อนที่ องค์ประกอบอื่นที่ส่งผลต่อผลการวัดที่ไม่แน่นอนคือ

- ความไม่แน่นอนทางกลของตัววัดมุม
- ความไม่แน่นอนของมุมในช่วงเวลาโดยรวมโดยเฉพาะจากแหล่งจ่ายกระแสสลับ
- ช่วงห่างเวลาที่ต้องการสำหรับตัวอย่างหนึ่งๆ
- ช่วงห่างเวลาระหว่างมุมที่ติดกัน

3. อิทธิพลของกระจกหมุน หรือ หัววัดความเข้มแสงแบบการรวมความส่องสว่าง

เกิดจากการใช้กระจกในโกนินโอโพโตมิเตอร์ที่อาศัยการหมุนกระจกเบี่ยงเบน ไปจากลักษณะกระจกจินตภาพ ความผิดพลาดที่เกิดจากกระจกมีสาเหตุดังนี้

- ความหักเหของผิวกระจกจากกระจก และ ความเปลี่ยนแปลงของการหักเหระหว่างมีการหมุน
- การกระเจิงของแสงบนผิวกระจกระหว่างการสะท้อน ตรงพื้นผิวกระจกที่เสียหาย หรือมีฝุ่น
- โพลาร์ไรเซชันของแสงที่ถูกวัดบนพื้นผิวของกระจก
- การอาศัยความยาวคลื่นของการสะท้อนของพื้นผิวของกระจก
- กระจกที่ไม่เพียงพอที่ไม่เท่ากันของแก้ว สำหรับการเคลือบกระจก(ผลจากเลนส์)

ในบางกรณี ความผิดพลาดโพลาร์ไรเซชันที่มีสาเหตุจากกระจก สามารถทำให้น้อยลงได้โดยวิธีการ analyser placed ที่หน้าหัววัดความเข้มแสงซึ่งเคลื่อนที่ไปพร้อมกับกระจก ส่วนสาเหตุความผิดพลาดที่เกิดจากการกระเจิงของแสงจากการหมุนกระจกนั้นยากที่จะกำจัดอย่างไรก็ตามถ้ามีระยะที่ห่างและกระจกที่ดีมักจะไม่น่ามีปัญหา

ความผิดพลาดจากการหักเหของผิวกระจกจากกระจกที่มีพื้นผิวที่หยาบ ไม่สามารถกำจัดได้ทำได้แค่เลือกกระจกให้ดี

สามารถจำกัดสาเหตุของความผิดพลาดจากการเลือกสเปกตรัมสะท้อนของผิวกระจก โดยการปรับปรุงการตอบสนองสเปกตรัมให้วัดความเข้มแสงลงในกระจกตามความสัมพันธ์ของ $V(\lambda)$

สำหรับห้วงวัดความเข้มแสงแบบการรวมความส่องสว่าง ความผิดพลาดจะเกิดได้จากการตอบสนองในอากาศไม่คงที่

- ขนาดพื้นที่ที่ยอมรับไม่เพียงพอ
- ระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับพื้นที่ที่ยอมรับไม่เพียงพอ ทำให้แสงบางส่วนจากแหล่งกำเนิดสูญเสียไป
- มุมการวัดขนาดใหญ่ เพราะละเมียดเงื่อนไขระยะทางความเข้มแสงที่จำกัด

4. แสงที่หักเห

แสงที่หักเหสามารถทำให้ผลลัพธ์ของการวัดความเข้มส่องสว่างใช้การไม่ได้ เพราะฉะนั้นการใช้ตัวหักเหแสง (Baffle) ระหว่างแหล่งกำเนิดและพื้นที่ที่ยอมรับได้ของห้วงวัดความเข้มแสง เพื่อกำจัดแสงที่หักเห

การกำหนดสัดส่วนของแสงหักเหทำได้โดยวางแผนกันที่มีขนาดเล็กที่สุด ซึ่งเป็นการตัดแสงโดยตรงจากแหล่งกำเนิดแสงที่ตกลงพื้นที่

ที่ยอมรับได้ออก แผ่นกันวางที่ตำแหน่งระยะประมาณครึ่งหนึ่งระหว่างแหล่งกำเนิดแสงและห้วงวัดความเข้มแสง การวัดความเข้มส่องสว่างควรทำซ้ำเมื่อมีการวางแผนกันนี้ สัญญาณจากการวัดได้มีผลจากแสงหักเห และสัญญาณนี้ควรมีการลบออกจากการวัดแบบที่ไม่มีแผ่นกัน

5. การตอบสนองสเปกตรัมสัมพันธ์

การตอบสนองสเปกตรัมสัมพันธ์ (Relative spectral responsivity) ของห้วงวัดความเข้มแสงควรทำให้เหมาะสมกับประสิทธิภาพส่องสว่างของสเปกตรัม (Spectral luminous efficiency) $V(\lambda)$ ของตามนุษย์ สำหรับความสามารถในการมองเห็น (Photopic vision) ถ้าแหล่งกำเนิดแสงที่จะใช้วัดมีการกระจายสเปกตรัมเหมือนกับมาตรฐานที่ปรับไว้ ปริมาณของ $V(\lambda)$ ไม่จำเป็นต้องทำให้เหมาะสม ตัวอย่างในการวัดความสัมพันธ์สำหรับโกนิโอโฟโตมิเตอร์ที่ใช้กระจกหมุน $V(t)$ ที่เหมาะสมของห้วงวัดความเข้มแสงควรทำร่วมกันกับกระจก สำหรับห้วงวัดความเข้มแสงแบบการรวมความส่องสว่าง อย่างแรกควรให้ความสนใจกับความจริงที่การตอบสนองสเปกตรัมสัมพันธ์อาจไม่มีความหมาย (ถึงแม้ว่าจะไม่ได้ถูกเลือก) ถ้าที่ใช้หลุมในการรวมความส่องสว่าง การวัดที่การตอบสนองสเปกตรัมสัมพันธ์สำหรับห้วงวัดความเข้มแสงเป็นไปได้ที่จะใช้ตัวตรวจจับ แต่มักไม่ใช้กับห้วงวัดความเข้มแสงที่สมบูรณ์

6. เครื่องมือวัดความเข้มแสงและความส่องสว่าง

หัววัดความเข้มแสงที่ติดตั้งโฟโตอิเล็กทริกทรานซิสเตอร์สามารถกำหนดการวัดที่แม่นยำได้ในขอบเขตที่กว้างหลักเกณฑ์และขอบเขตของความผิดพลาดของการวัดอย่างแม่นยำมีอยู่ใน CIE Publication

7. กระบวนการจัดการข้อมูล

สำหรับสิ่งที่ได้มาและกระบวนการของการวัดข้อมูล ความผิดพลาดจากสัญญาณดิจิทัลมักไม่สนใจ แต่ถ้าข้อมูลได้รับในรูปแบบทางอนาล็อก เครื่องมือนั้นต้องถูกนำมาพิจารณา

8. ขอบเขตระยะทางของความเข้มแสง

ความผิดพลาดขึ้นอยู่กับกระบวนการกระจายความเข้มส่องสว่าง สามารถเกิดจากระยะห่างที่สั้นเกินไประหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับหัววัดความเข้มแสงเงื่อนไขการทำงาน

ความผิดพลาดสามารถเกิดจากการเบี่ยงเบนของเงื่อนไขการทำงานจากเงื่อนไขที่กำหนด คือ

- การวางตำแหน่งจุดศูนย์กลางความเข้มแสงในตำแหน่งที่เบี่ยงเบนจากจุดตัดของแกนทั้งสอง
- การเบี่ยงเบนของการกำหนดทิศทางของแหล่งกำเนิดแสงจากตำแหน่งเผาไหม้ที่กำหนด อิทธิพลนี้สามารถถูกแก้ไขได้สำหรับความผิดพลาดอย่างมากเท่านั้น ในกรณีของโกนิโอโฟโตมิเตอร์ที่มีอุปกรณ์หมุนแหล่งกำเนิดแสง
- เปิดเครื่องก่อนสิ้นสุดช่วงเผาไหม้ของหลอดหรือช่วงอุ่นหลอด
- การปรับและการวัดแรงดันของแหล่งจ่ายที่ไม่แม่นยำ
- การเบี่ยงเบนของความถี่จากความถี่ที่กำหนด
- ความต้านทานหน้าสัมผัสที่ผิวนวนของสลีป-ริง (slip-ring)
- ความเบี่ยงเบนของอุณหภูมิแวดล้อมจากค่าที่กำหนด
- ความไม่เสถียรภาพของอุณหภูมิจากแหล่งกำเนิดแสงที่ใช้วัด
- การเหวี่ยงจากอุปกรณ์ที่ทำให้มีอากาศหมุนเวียน หรือการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วของแหล่งกำเนิดแสง
- การบังแสงส่วนใดส่วนหนึ่งของแหล่งกำเนิดแสง โดยส่วนประกอบทางกลศาสตร์ของโกนิโอโฟโตมิเตอร์หรือโดยตัวหักเหแสงในเส้นทางแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. มาตรฐานความเข้มแสง

ข้อมูลมาตรฐานความเข้มแสงที่ใช้ในการปรับมาตรฐานควบคุมความไม่แน่นอน ค่าความไม่แน่นอนของมาตรฐานควรเอามาจากใบรับรองการปรับมาตรฐาน และควรกำหนดเพื่อจำกัดค่าความผิดพลาดสำหรับการวัด ความผิดพลาดที่เพิ่มขึ้นอาจจะเกิดจากการติดตั้งที่ไม่แม่นยำของเงื่อนไขการทำงานทางไฟฟ้าตามมาตรฐานความเข้มแสงระหว่างประเทศ

2.2.7 มาตรฐาน IES รูปแบบไฟล์ใช้ในการโอนย้ายแบบอิเล็กทรอนิกส์ของข้อมูลทางแสงและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (IES Standard File Format for Electronics Transfer of Photometric Data and Related Information)

รูปแบบไฟล์มาตรฐานนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อการตอบสนองต่อความต้องการของกลุ่มผู้ใช้งานระบบแสงสว่างทั้งในปัจจุบันและในอนาคต และตอบสนองความต้องการในการสร้างโปรแกรมที่สามารถทำการตัดสินใจเกี่ยวกับระบบแสงสว่างที่มีมนุษย์เข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้องเพียงเล็กน้อยหรือไม่มีเลย รูปแบบเฉพาะของไฟล์ของ IES LM-63-1991 จะแสดงดังต่อไปนี้

IES LM-63-1991

Id Description

00 IESNA91

01 <Keyword[TEST]>

02 <Keyword[MANUFAC]>

03 ...

04 <Keyword>

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

07 <lamp to luminance geometry>

08 <angle>

09 <multiplying factors>

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

11 <ballast factor> <ballast lamp photometric factor> <input watt>

12 <vertical angle>

13 <horizontal angles>

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

15 <candela value for all vertical angles at first horizontal angle>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของข้อมูลใน IES files

1 IESNA91

ใช้เพื่อแสดงว่าเป็นไฟล์ในรูปแบบของ IESNA LM-63-1991 และใช้เป็นจุดเริ่มต้นของไฟล์

2 <Keyword>

คีย์เวิร์ดจะแสดงในบรรทัดที่อยู่ระหว่างบรรทัดถัดจาก IESNA91 และบรรทัดก่อนที่จะถึง " TILT = " คีย์เวิร์ดที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของคีย์เวิร์ดทั้งหมดที่กำหนดโดย IES อย่างไรก็ตามคีย์เวิร์ดที่ควรปรากฏในทุกไฟล์ก็คือ [TEST] และ [MANUFAC]

[TEST] คือ หมายเลขของรายงานการทดสอบและห้องปฏิบัติการที่ทำการทดสอบ

[MANUFAC] คือ ชื่อผู้ผลิตดวงโคมไฟฟ้า

[LUMCAT] คือ หมายเลขในแคตตาล็อกของดวงโคม

[LUMINAIRE] คือ รายละเอียดที่เกี่ยวกับดวงโคม

[LAMPCAT] คือ หมายเลขแคตตาล็อกของหลอดไฟฟ้า

[LAMP] คือ รายละเอียดของหลอดไฟฟ้าที่ใช้ในการทดสอบ

3 <TILT=>

บรรทัดนี้บอกให้ทราบว่าเอาต์พุตของดวงโคม / หลอดไฟฟ้าเป็นฟังก์ชันของมุมยกของดวงโคม หรือไม่ ถ้าใช้ในไฟล์จะแสดงข้อมูลของค่าตัวคูณของมุมยกของดวงโคม (Tilt multiplier) ซึ่งจะมี 3 ชนิด คือ "TILT=NONE" , "TILT=INCLUDE" และ "TILT=<filename>"

ถ้าเป็นกรณีของ <NONE> แสดงว่าเอาต์พุตของดวงโคม / หลอดไฟฟ้าไม่เป็นฟังก์ชันของมุมยกของดวงโคมและจะไม่ปรากฏข้อมูลค่าตัวคูณของมุมยกดวงโคม หากเป็นกรณีของ <INCLUDE> จะมีข้อมูลค่าตัวคูณของมุมยกของดวงโคมปรากฏเป็นส่วนหนึ่งของไฟล์ข้อมูลการทดสอบ และในกรณีของ <File-Spec> ข้อมูลของค่าตัวคูณของมุมยกดวงโคมจะแสดงในไฟล์ที่ระบุชื่อในฟิลด์ <File-Spec>

4 <lamp-to-luminaries geometry>

เป็นตัวเลขที่บอกถึงการปรับตำแหน่งภายในของหลอดสำหรับการกระจายแสง จะมีค่า

ตั้งในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ค่าเป็น 1 เมื่อดวงโคมถูกปรับให้เล็งตรงลงด้านล่าง, หลอดไฟฟ้าอาจจะอยู่ในแนวตั้งอยู่ในลักษณะหงายขึ้นหรือคว่ำลงก็ได้
- ค่าเป็น 2 เมื่อดวงโคมถูกปรับให้เล็งตรงลงด้านล่าง, หลอดไฟฟ้าจะติดในแนวนอนและยังคงอยู่ในแนวนอน แม้ว่าจะปรับยกดวงโคมขึ้นในระนาบศูนย์องศาก็ตาม
- ค่าเป็น 3 เมื่อดวงโคมถูกปรับให้เล็งตรงลงด้านล่าง, หลอดไฟฟ้าจะอยู่ในแนวนอน แต่ถ้าเมื่อดวงโคมถูกยกขึ้นในระนาบศูนย์องศา หลอดไฟฟ้าจะอยู่ในลักษณะหงายขึ้นหรือคว่ำลงซึ่งเป็นผลจากการยกดวงโคม

5 <Number of pairs of angles and multiplying factor>

เป็นค่าที่บอกถึงจำนวนคู่ของหลอด และค่าตัวคูณของความเข้มส่องสว่าง โดยค่านี้จะไม่
มีถ้า TILT=NONE

6 <angles>

บรรทัดนี้จะแจกแจงถึงมุมยกของหลอด และจะไม่มีถ้า TILT=NONE

7 <multiplying factor>

บรรทัดนี้แสดงค่าแฟกเตอร์ตัวคูณของความเข้มส่องสว่างที่สอดคล้องกับมุมยกของโคม

8 <number of lamps>

จำนวนของหลอดไฟฟ้าทั้งหมดภายใน 1 ดวงโคม

9 <lumens per lamp>

เป็นค่าที่บอกถึงอัตรา lumens per lamp ของโคมที่ใช้ในการทดสอบ

10 <multiplier>

ตัวคูณของค่าแคนเดลา ปกติแล้วจะมีค่าเท่ากับ 1.0 แต่ก็อาจจะมีค่ามากกว่า 1.0 ก็ได้

11 <# of vertical angles>

แสดงจำนวนมุมในแนวตั้งทั้งหมดในข้อมูลของดวงโคม

12 <# of horizontal angles>

เอกสารนี้เป็น แสดงจำนวนมุมในแนวระนาบทั้งหมดในข้อมูลของดวงโคม ญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13 <photometric type>

เป็นจำนวนเต็มที่บอกถึงชนิดของการทดสอบโดยมีรายละเอียดของค่าดังนี้

1. สำหรับการทดสอบแบบ type C : Roadway
2. สำหรับการทดสอบแบบ type B : Floodlight
3. สำหรับการทดสอบแบบ type A : Interior

14 <units type>

เป็นค่าจำนวนจริงที่บอกถึงหน่วยที่ใช้ในการบอกมิติของพื้นที่กระจายแสงของโคมซึ่งมีรายละเอียดของค่าดังนี้

เป็น 1 เมื่อเส้นผ่านศูนย์กลางมีหน่วยเป็น ฟุต (feet)

เป็น 2 เมื่อเส้นผ่านศูนย์กลางมีหน่วยเป็น เมตร (meter)

15 <width>

คือระยะที่วัดพื้นที่การกระจายแสงของดวงโคมเมื่อการวัดกระทำในแนวระนาบ 90-270

องศา

16 <length>

คือระยะที่วัดพื้นที่การกระจายแสงของดวงโคมเมื่อการวัดกระทำในแนวระนาบ 0-180

องศา

17 <height>

เป็นความสูงเฉลี่ยของพื้นที่กระจายแสงของโคม

<u>พื้นที่กระจายแสงของโคม</u>	<u>ความกว้าง</u>	<u>ความยาว</u>
รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า	ระบุความกว้าง	ระบุความยาว
รูปทรงวงกลม	เส้นผ่านศูนย์กลาง(ค่าลบ)	ศูนย์
รูปทรงวงกลม	ความกว้างค่าลบ	ระบุความกว้าง
แบบจุด	ศูนย์	ศูนย์

18 <ballast factor>

บัลลาสต์แฟกเตอร์ เป็นอัตราส่วนค่าลูเมนของหลอดไฟฟ้าที่ใช้กับบัลลาสต์เทียบกับค่าลูเมน เมื่อใช้บัลลาสต์มาตรฐานซึ่งทำหน้าที่ค่าลูเมนได้ตามพิกัดของหลอด ซึ่งนำค่าแคนเดลาไป

ใช้งาน จะต้องคูณด้วยค่าแฟกเตอร์นี้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19 <ballast-lamp photometric factor>

เป็นอัตราส่วนของค่าลูเมนเออร์ที่พุ่งของโคมเมื่อบัลลาสต์และหลอดไฟฟ้าเป็นชนิดที่ใช้ในการสร้างรายงานการทดสอบโคมกับค่าลูเมนเออร์ที่พุ่งจากโคมเดียวกันที่ใช้หลอดไฟฟ้าและบัลลาสต์ชนิดอื่นภายใต้เงื่อนไขของการทดสอบ

20 <input watt>

เป็นค่าของวัตต์ทั้งหมดที่ใส่ให้กับดวงโคมรวมทั้งวัตต์ของบัลลาสต์ซึ่งค่านี้จะได้จากการวัดระหว่างการทดสอบดวงโคม

หมายเหตุ : สำหรับแฟคเตอร์ของบัลลาสต์ (ballast factor), แฟคเตอร์ของบัลลาสต์และหลอดที่ใช้ในการทดสอบ (ballast lamp photometric), และวัตต์ที่ป้อนให้ (input watt), ถ้าไม่ทราบค่าให้ใช้ค่า 1.0, 1.0 และวัตต์รวม (total watt) ตามลำดับ

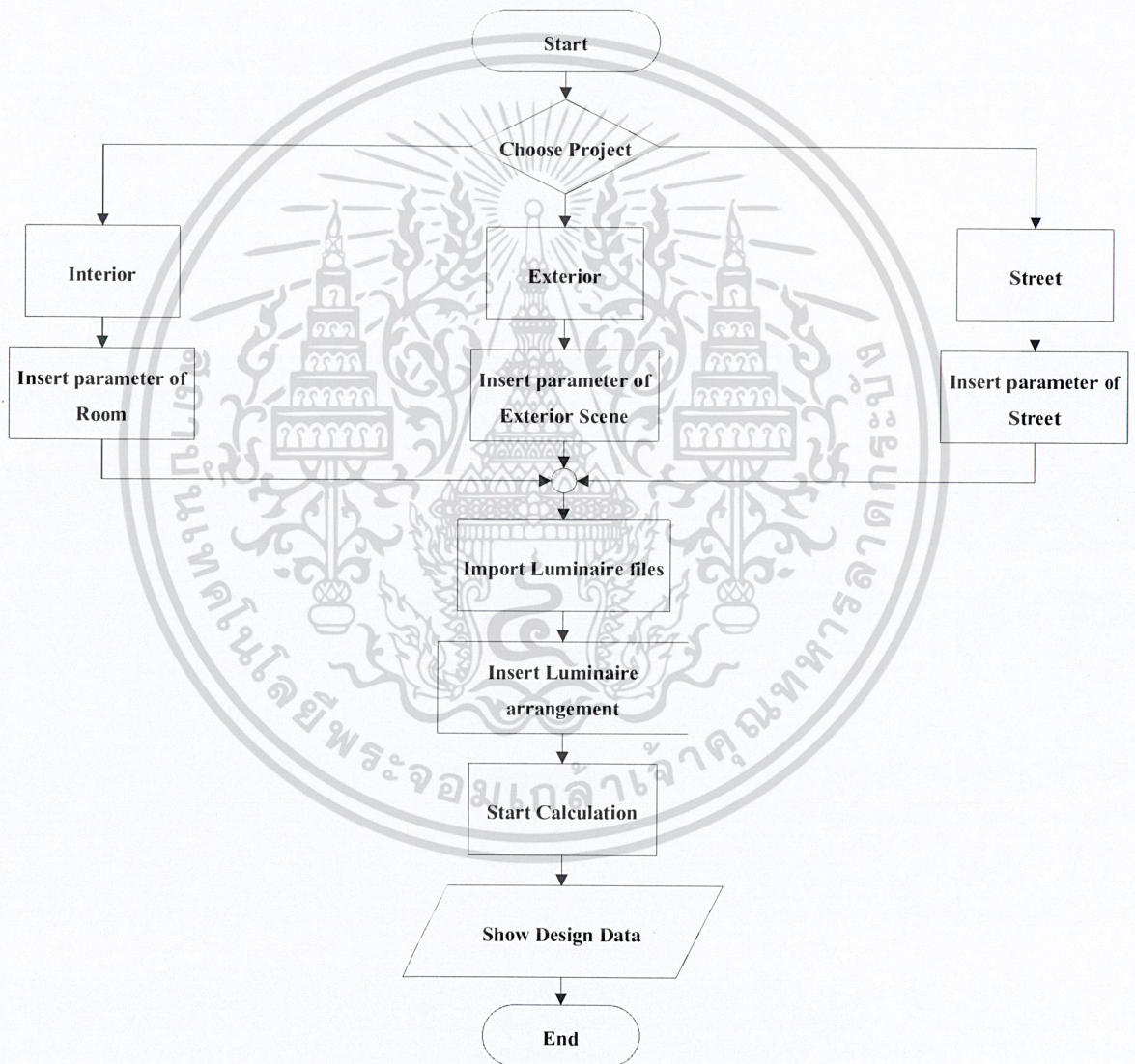
21 <vertical angles>

คือค่าของมุมแนวตั้ง (Vertical angles) ในการทดสอบดวงโคม ซึ่งจะแสดงตามลำดับจากค่าน้อยไปหาค่ามาก สำหรับการทดสอบแบบ C (type C Photometry) ค่ามุมแรกจะเป็น 0 หรือ 90 องศา และค่ามุมสุดท้ายจะเป็น 90 หรือ 180 องศา

บทที่ 3

การจำลองผลการศึกษโดยโปรแกรม DIALux 4.8

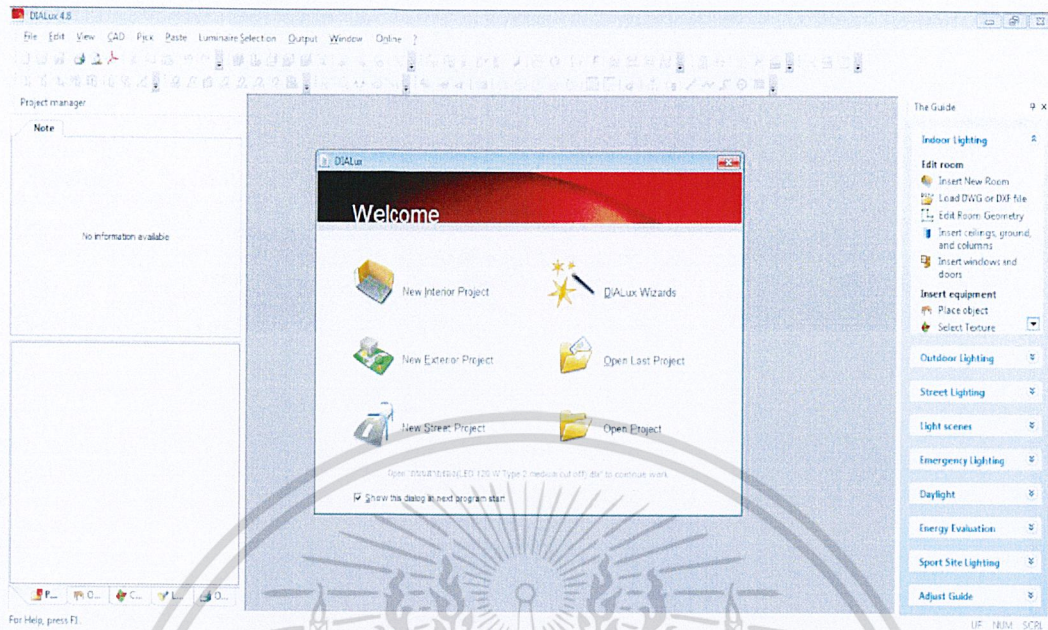
โปรแกรม DIALux 4.8 เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้เพื่อคำนวณแสงสว่าง-จำลองแสงสว่าง โดยตัวโปรแกรมสามารถทำการจำลองแสงเป็นภาพสามมิติ, คำนวณแสง, วิเคราะห์แสง, ออกแบบแสงสว่างในงานต่างๆ ทั้งงานโคมไฟภายนอก-ภายในอาคาร หรือแม้กระทั่งไฟถนน, ไฟ Landscape



รูปที่ 3.1 โฟลว์ชาร์ตแสดงโครงสร้างของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

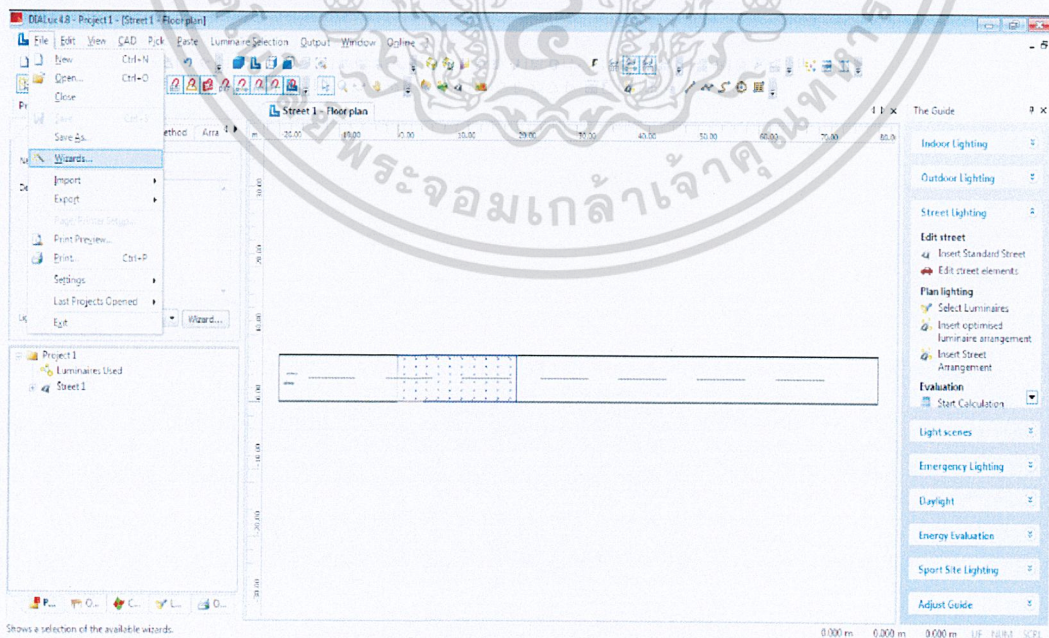
3.1 วิธีการใช้งานโปรแกรม



รูปที่ 3.2 ส่วนแรกของโปรแกรม

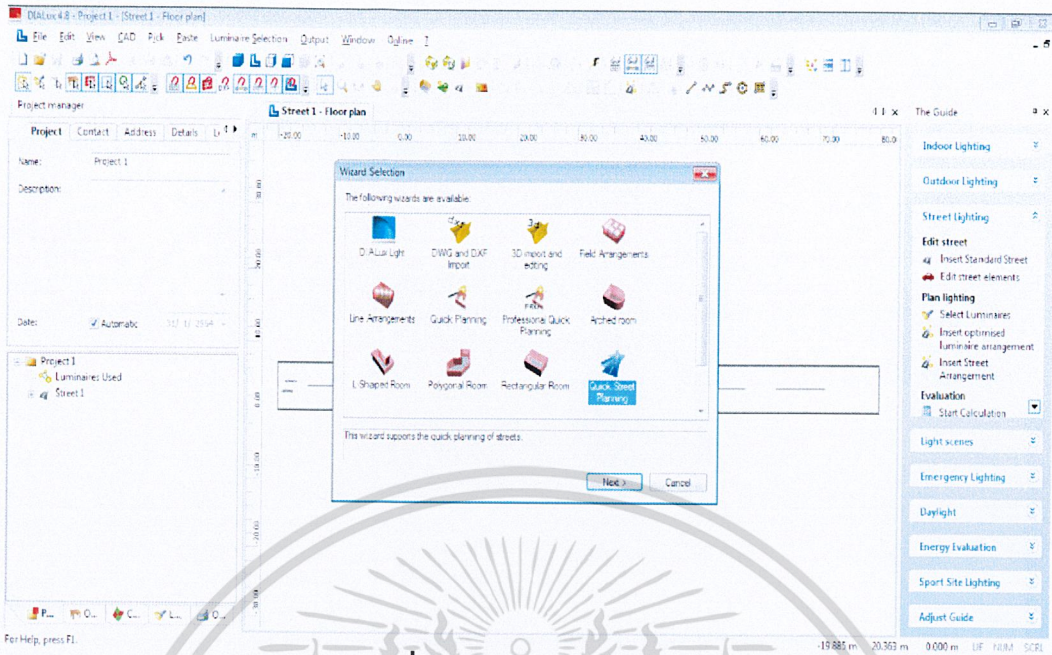
หลังจากเปิดโปรแกรมขึ้นมาจะมีให้เลือกว่าจะทำการติดตั้งดวงโคมลงใน Street, Room หรือ Exterior Scene

เนื่องจากส่วนของโปรเจกต์นี้ได้ทำการวิเคราะห์ในส่วนของระบบไฟถนน ดังนั้นเราจะทำการแสดงผลในส่วนของวิธีการใช้งานโปรแกรม ในส่วนของ Street Lighting



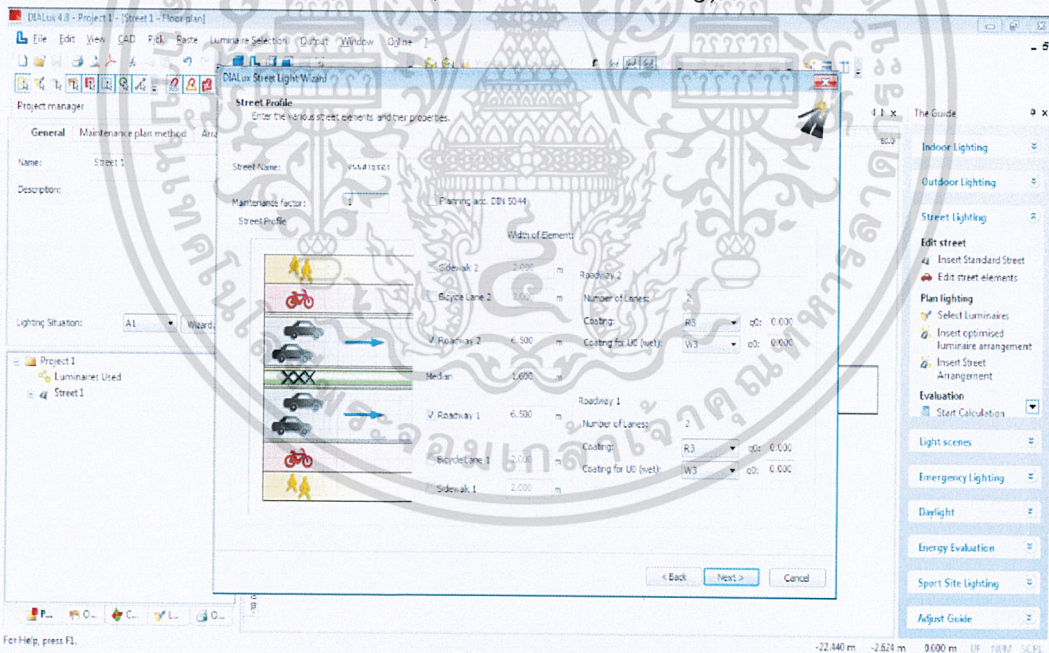
รูปที่ 3.3 เลือกการตั้งค่า Wizard

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการเรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 Wizard Selection

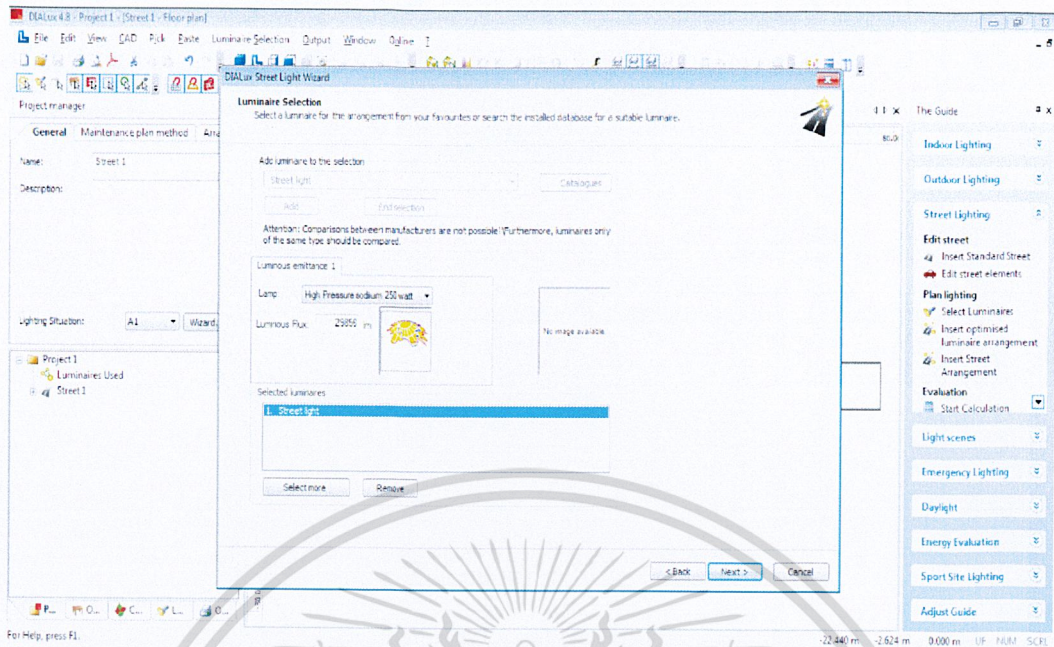
ทำการเลือก การออกแบบถนน(Quick Street Planning)



รูปที่ 3.5 ตั้งค่าถนน

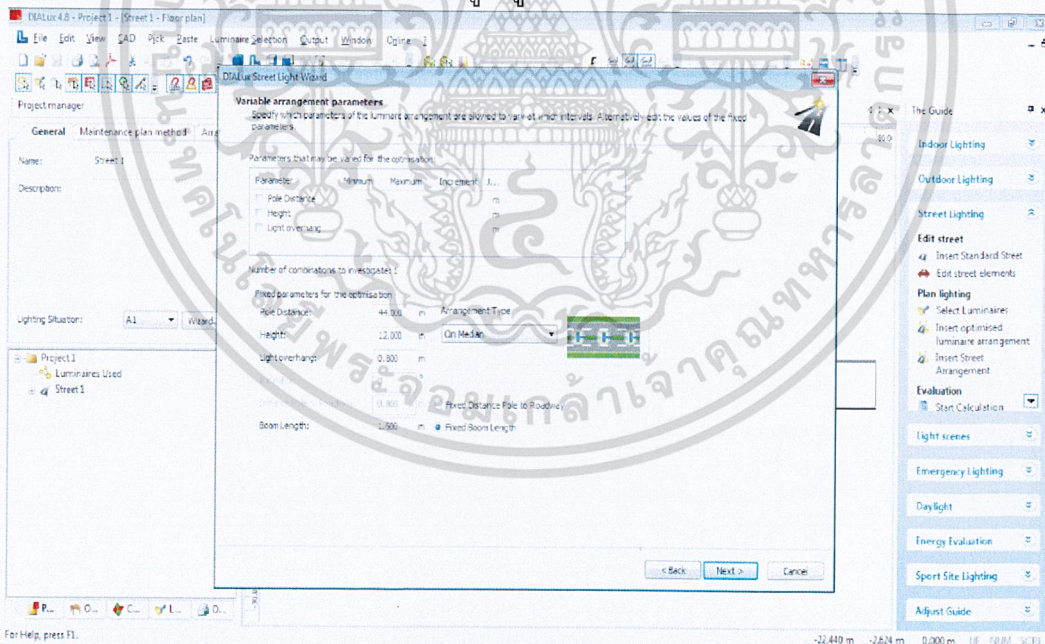
ทำการเช็คค่าพารามิเตอร์ของถนน ซึ่งในโปรเจกนี้ได้ทำการเช็คค่าพารามิเตอร์ของถนนตามมาตรฐานของกรมทางหลวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



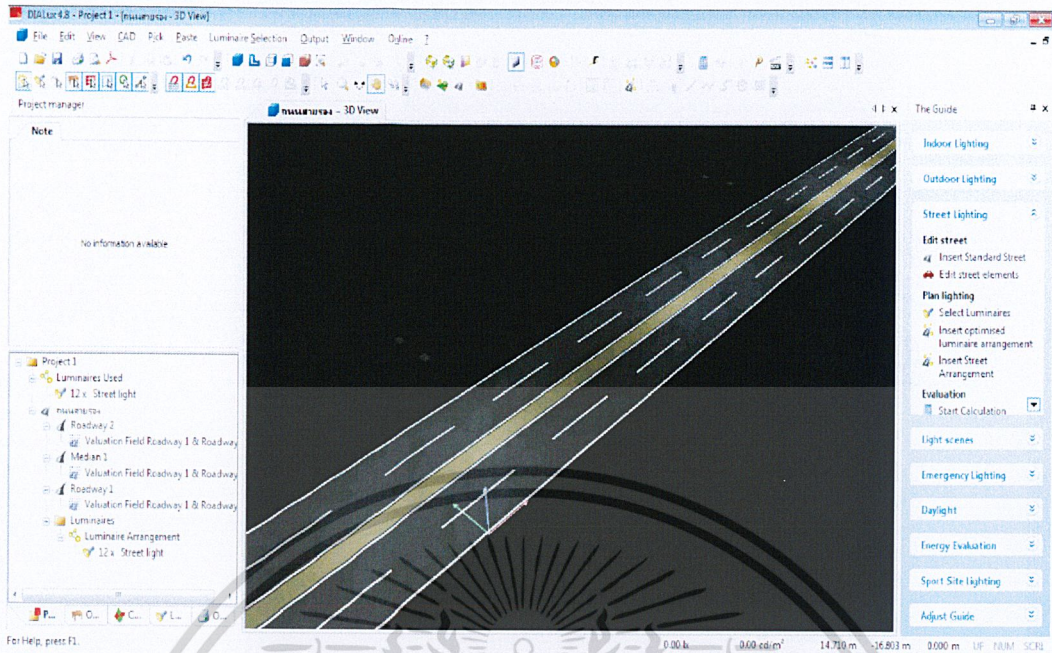
รูปที่ 3.6 เลือกชนิดดวงโคม

เลือกชนิดของดวงโคมที่เราต้องการจะทำการจำลองลงในโปรแกรม ซึ่งข้อมูลของดวงโคมที่จะนำมาจำลองในโปรแกรมนี้อาจต้องอยู่ในรูปแบบของ IES ไฟล์



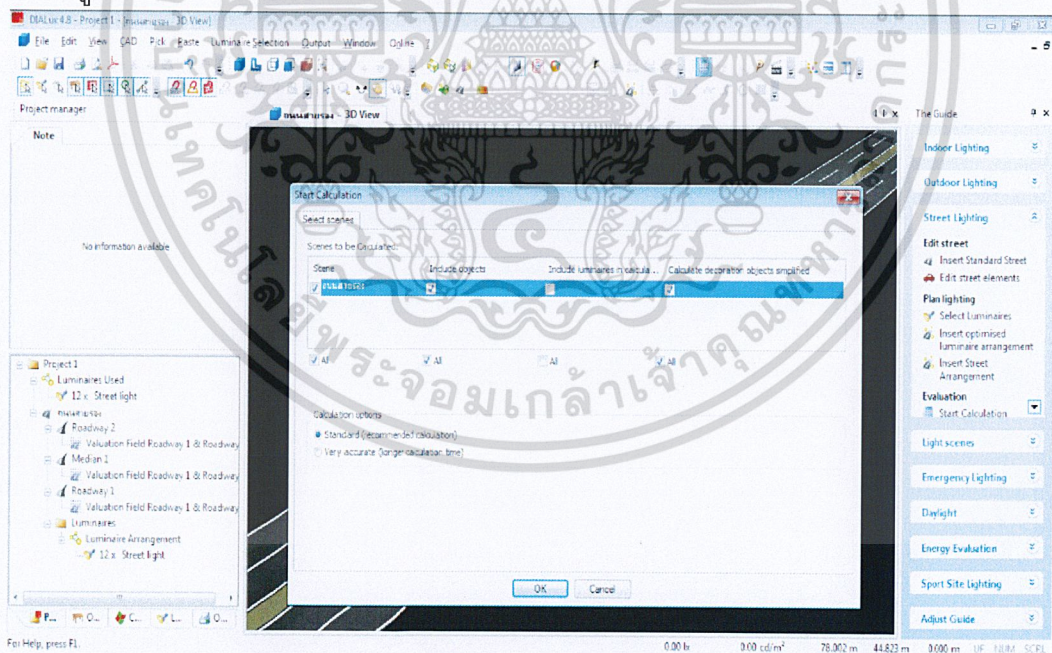
รูปที่ 3.7 ตั้งค่าดวงโคม

ทำการเซตค่าพารามิเตอร์ของดวงโคม ซึ่งมีความสูงของดวงโคม ระยะการยื่นของดวงโคม ระยะห่างของแต่ละดวงโคม และประเภทการจัดเรียงของดวงโคม ซึ่งในโปรเจกต์นี้ได้ทำการเอกละเซตค่าพารามิเตอร์ของดวงโคมตามมาตรฐานของกรมทางหลวง มุ่งอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 รูปแบบหลังทำการตั้งค่าเรียบร้อยแล้ว

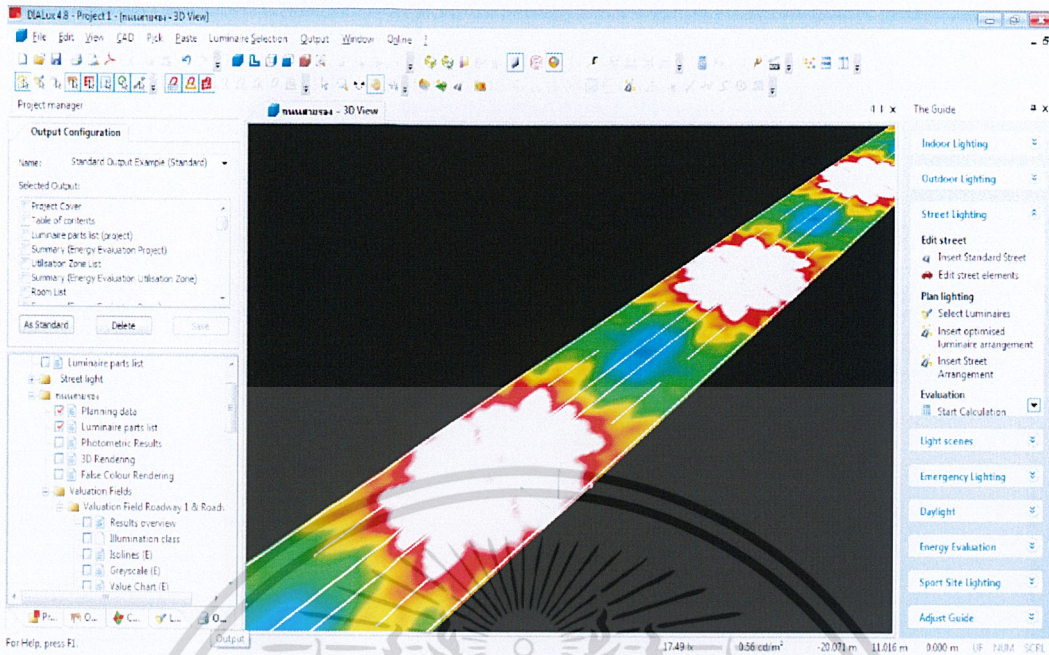
หลังจากที่ทำการเซตค่าพารามิเตอร์ต่างๆเรียบร้อยแล้วเราจะได้รูปแบบที่เราต้องการที่แสดงดังรูป 3.8



รูปที่ 3.9 การคำนวณ

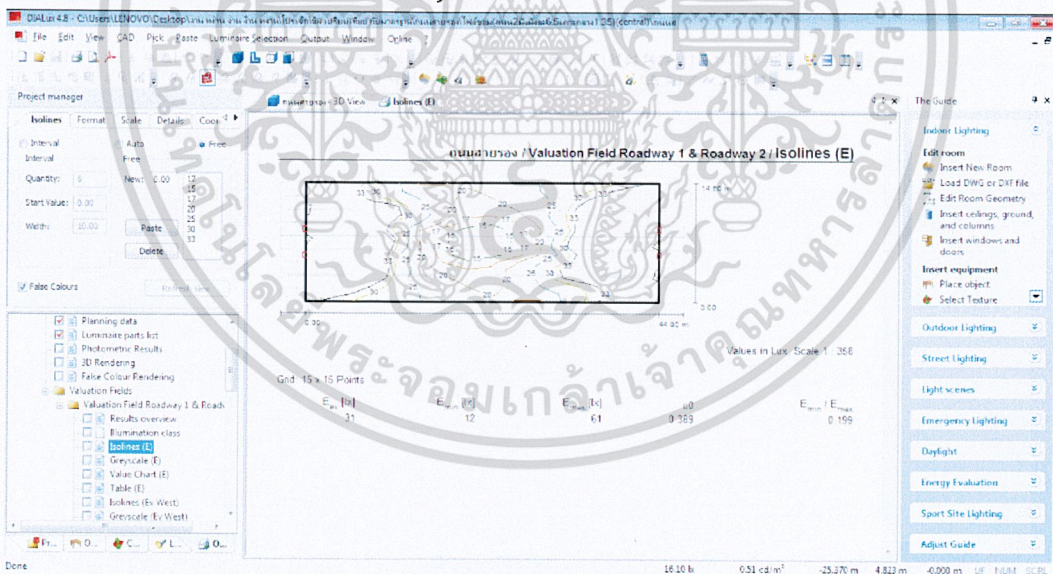
หลังจากที่ได้ทำการเซตค่าพารามิเตอร์เรียบร้อยแล้ว จะดำเนินการให้โปรแกรมเริ่มทำการคำนวณผลทางแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 การแสดงผล

หลังจากที่โปรแกรมได้ทำการคำนวณเสร็จเรียบร้อยแล้ว ในส่วนของการแสดงผลตัวโปรแกรมสามารถแสดงผลของกราฟต่างๆดังนี้



รูปที่ 3.11 กราฟไอโซไลน์

กราฟไอโซไลน์จะแสดงการกระจายแสงของดวงโคมซึ่งบอกค่า (ความเข้มแสงเฉลี่ย) E_{av} , (ความเข้มแสงสูงสุด) E_{max} , (ความเข้มแสงต่ำสุด) E_{min} และ Uniformity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในส่วนของการทดลองของโครงการนี้ ได้ทำการทดสอบและบันทึกค่าความเข้มแสง และค่าความสม่ำเสมอของแสงจากดวงโคมไฟถนน โดยใช้บัลลาสต์แบบแกนเหล็ก และอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์ และดวงโคมแอลอีดี (LED) ในถนนสายหลัก และ ถนนสายรอง

ในส่วนของการทดสอบจะมีรูปแบบการติดตั้งตามมาตรฐาน คือ แบบกิ่งเดี่ยว แบบตรงกันข้าม และ แบบกิ่งกลางถนน โดยหลอดไฟที่นำมาใช้สำหรับการติดตั้งคือหลอดโซเดียมความดันไอสูง (HPS) ขนาด 250 วัตต์ ที่ใช้ร่วมกับบัลลาสต์แบบแกนเหล็ก และติดตั้งที่มุม 15 องศา และทำการเปลี่ยนเป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้หลอดไฟดวงเดิมและโคมไฟดวงเดิมเพื่อทำการทดสอบว่าดวงโคมนั้นและบัลลาสต์แบบอิเล็กทรอนิกส์มีค่าความเข้มแสงผ่านตามมาตรฐานกรมทางหลวงหรือไม่ ถ้าผ่านตามมาตรฐานแล้วจึงทำการตรวจสอบว่า การใช้อิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์สามารถประหยัดพลังงานลงได้กี่เปอร์เซ็นต์จากการใช้บัลลาสต์แบบแกนเหล็ก

ในส่วนการทดสอบตอนสุดท้ายจะเป็นการนำดวงโคมแอลอีดี (LED) เข้ามาทำการทดสอบ โดยดวงโคมแอลอีดี (LED) ที่นำมาทดสอบจะมีขนาดเท่ากับ 80 วัตต์ 120 วัตต์ 160 วัตต์ และ 200 วัตต์ ซึ่งจะทำการทดสอบโดยการใส่ระยะห่างของเสาเท้าตามมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง

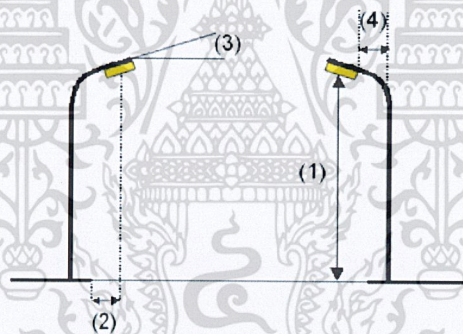
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 ผลการทดสอบถนนสายหลัก

ในส่วนของการทดสอบนี้จะเป็นทดสอบในถนนสายหลัก โดยถนนสายหลักที่นำมาทำการทดสอบนี้เป็นถนนที่มีความกว้างถนนมากกว่า 18 เมตร แต่ไม่เกิน 20 เมตร โดยมีข้อกำหนดว่าจะต้องทำการติดตั้งดวงโคมให้เป็นแบบตรงกันข้าม และมีระยะห่างของเสาเท่ากับ 44 เมตร และมีระยะยื่นของเราไม่เกิน 1 เมตร



รูปที่ 4.1 ลักษณะถนนที่นำมาทำการทดสอบ



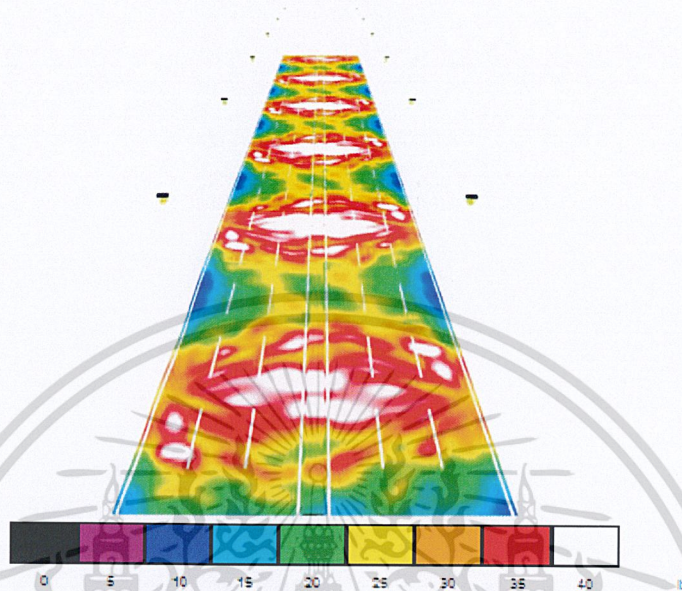
รูปที่ 4.2 ลักษณะการติดตั้งดวงโคมสำหรับถนนสายหลัก

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลถนนสายหลักตามข้อกำหนดการไฟฟ้านครหลวง

ข้อมูลถนน	ระยะตามข้อกำหนด (m)
ความกว้างของถนน (width Road)	19
ความสูงจากพื้นดินถึงดวงโคม (Mounting height)	12
ระยะยื่นของดวงโคม (Overhang)	0.8
ระยะความห่างของเสา (Spacing)	44

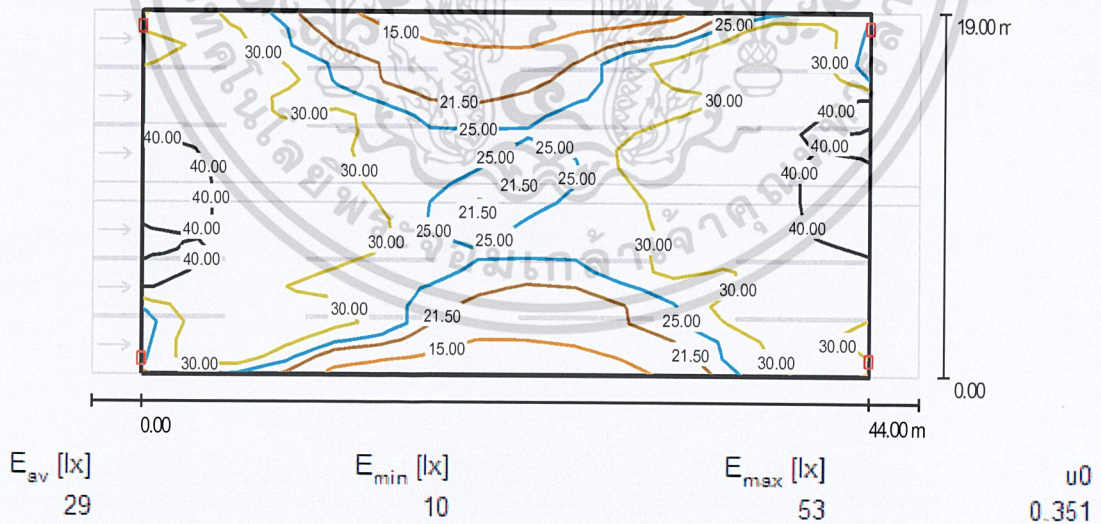
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 หลอดโซเดียมความดันไอสูง 250 วัตต์ ใช้งานร่วมกับบัลลาสต์แกนเหล็ก
 1. ลักษณะการกระจายแสงในระบบ False Colour Rendering



รูปที่ 4.3 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์แบบแกนเหล็ก

1.1 แสดงลักษณะไอโซไลน์บนพื้นถนน

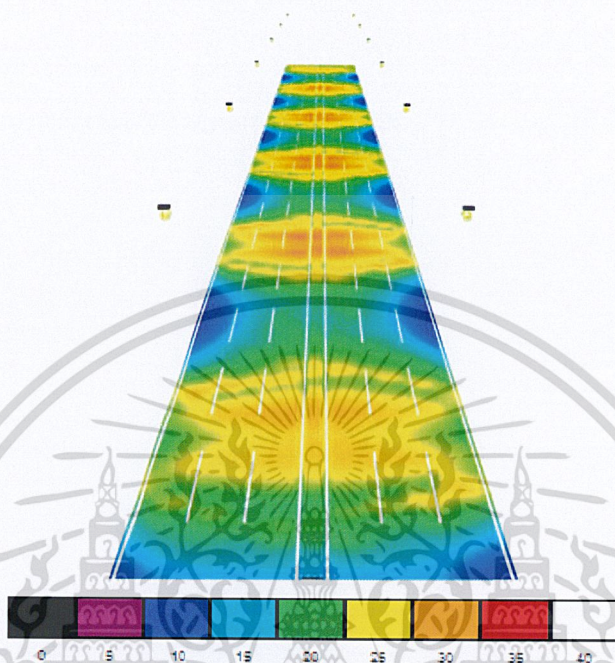


รูปที่ 4.4 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

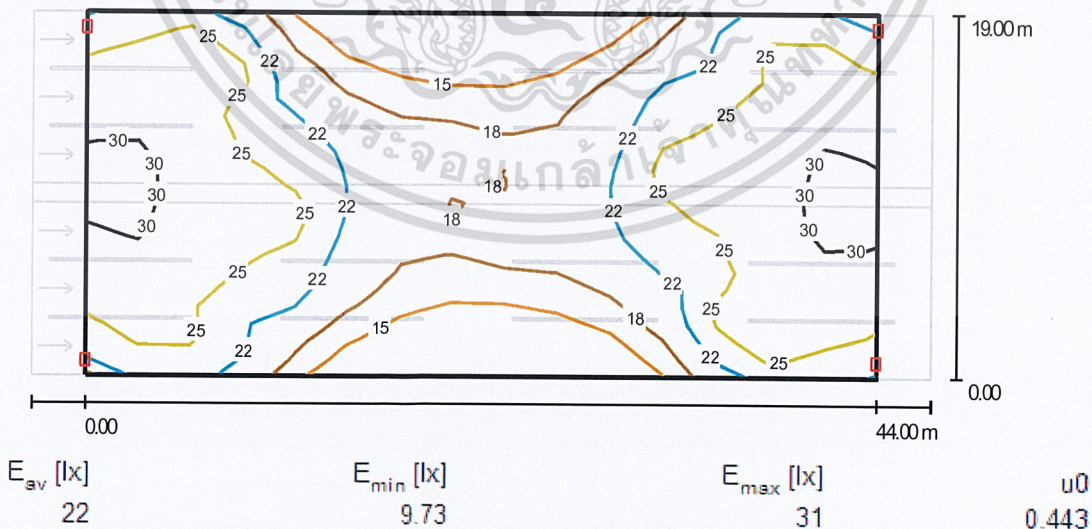
4.1.2 หลอดโซเดียมความดันไอสูงใช้งานร่วมกับอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์

1. ลักษณะการกระจายแสงในระบบ False Colour Rendering (Consume 100%)



รูปที่ 4.5 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

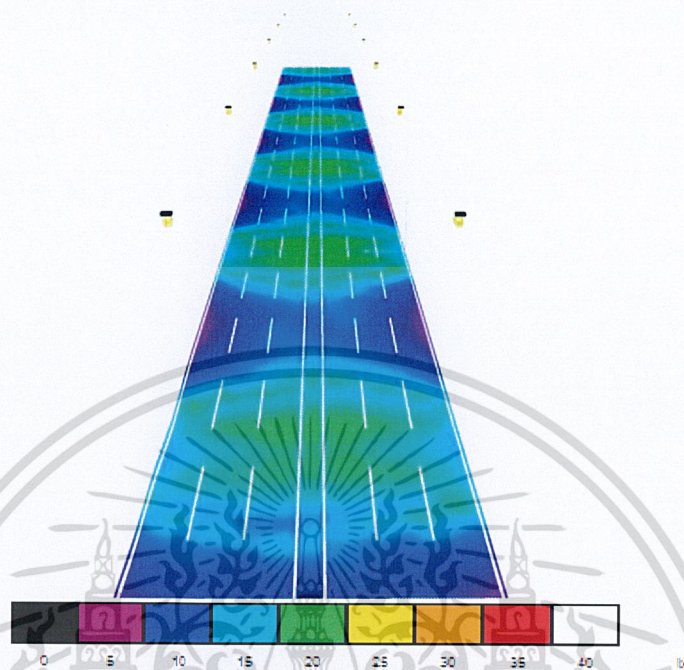
1.1 แสดงลักษณะไอโซไลนบนพื้นถนน



รูปที่ 4.6 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ลักษณะการกระจายแสงในระบบ False Colour Rendering (Consume 70%)



รูปที่ 4.7 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

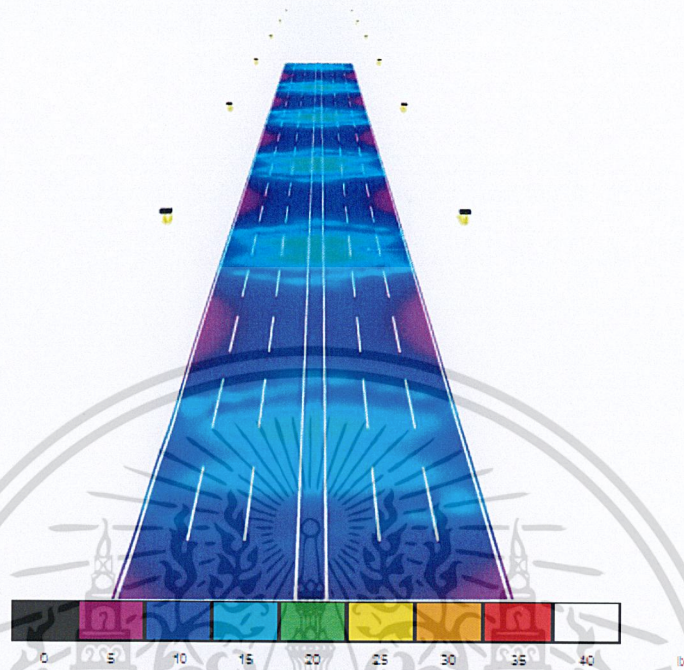
2.1 แสดงลักษณะ ไอโซไลน์ บนพื้นถนน



รูปที่ 4.8 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง

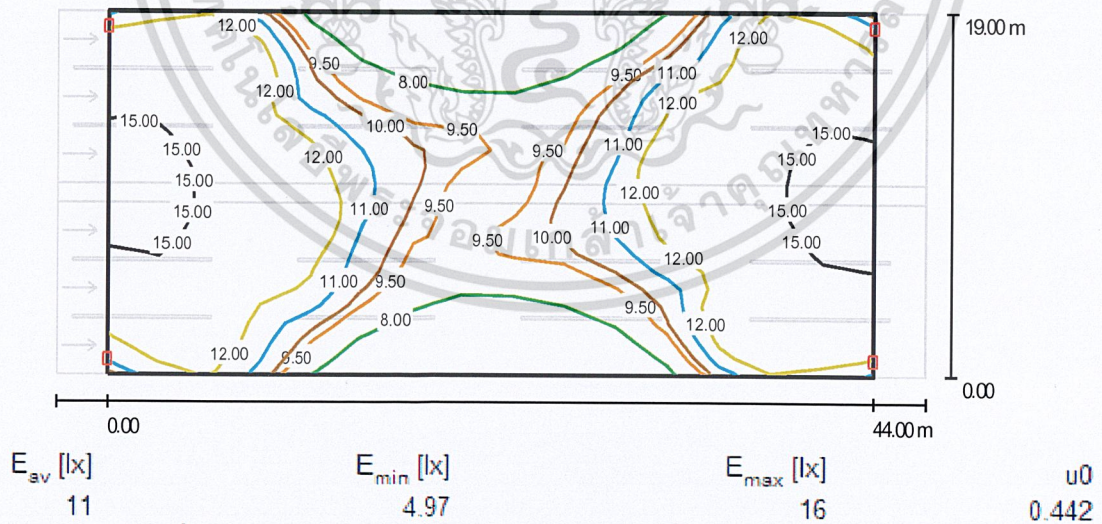
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ลักษณะการกระจายแสงในระบบ False Colour Rendering (Consume 40%)



รูปที่ 4.9 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้ปลาสตติ้อเล็กทรอนิกส์

3.1 แสดงลักษณะ ไอโซไลน์ บนพื้นถนน

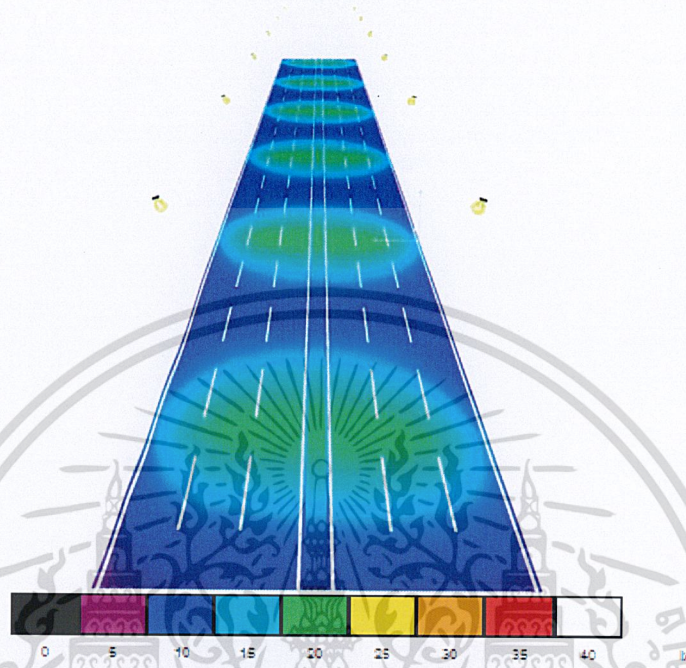


รูปที่ 4.10 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

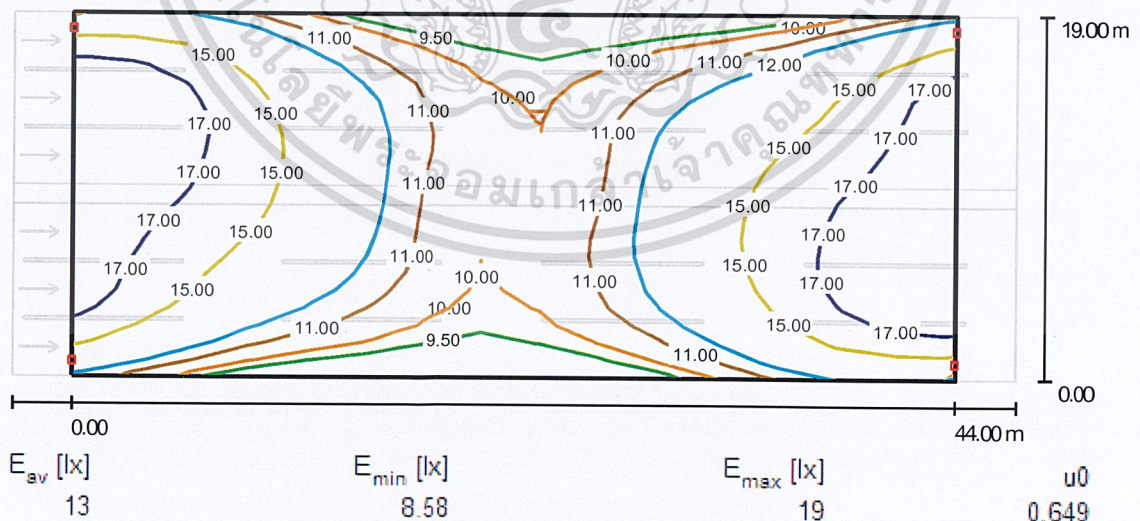
4.1.3 ดวงโคมแอลอีดี (LED)

1. ลักษณะการกระจายแสงในระบบ False Colour Rendering (120 วัตต์)



รูปที่ 4.11 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้โคมแอลอีดี (LED)

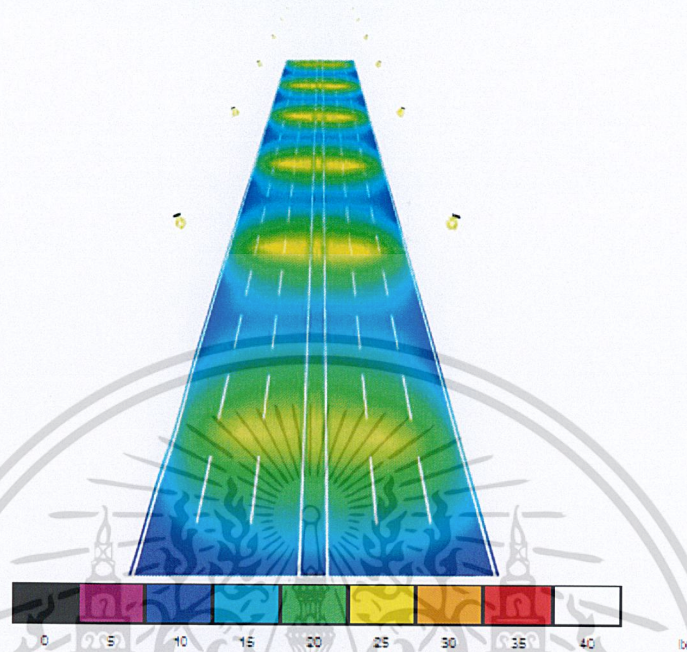
1.1 แสดงลักษณะ ไอโซไลน์ บนพื้นถนน



รูปที่ 4.12 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง

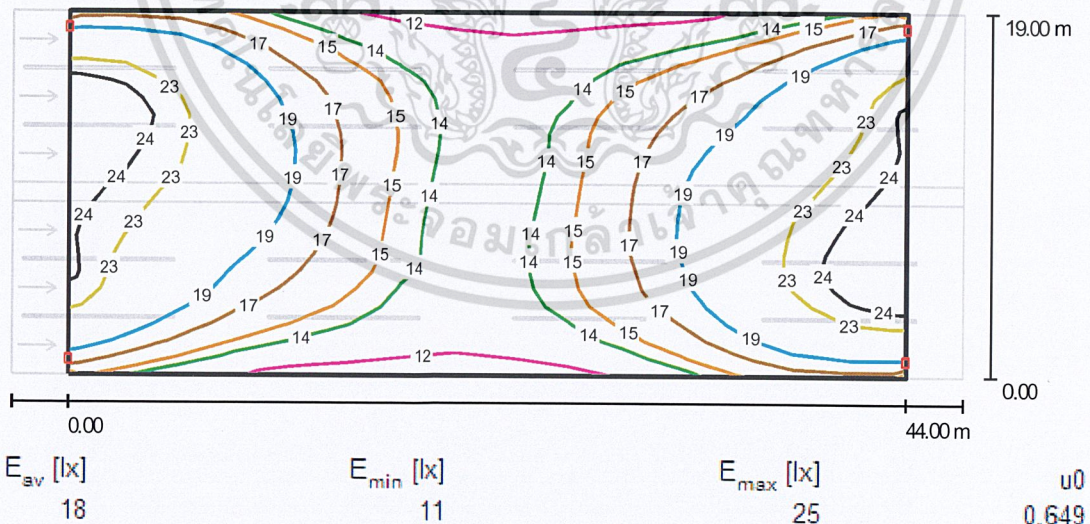
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ลักษณะการกระจายแสงในระบบ False Colour Rendering (160 วัตต์)



รูปที่ 4.13 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้คอมแอลอีดี

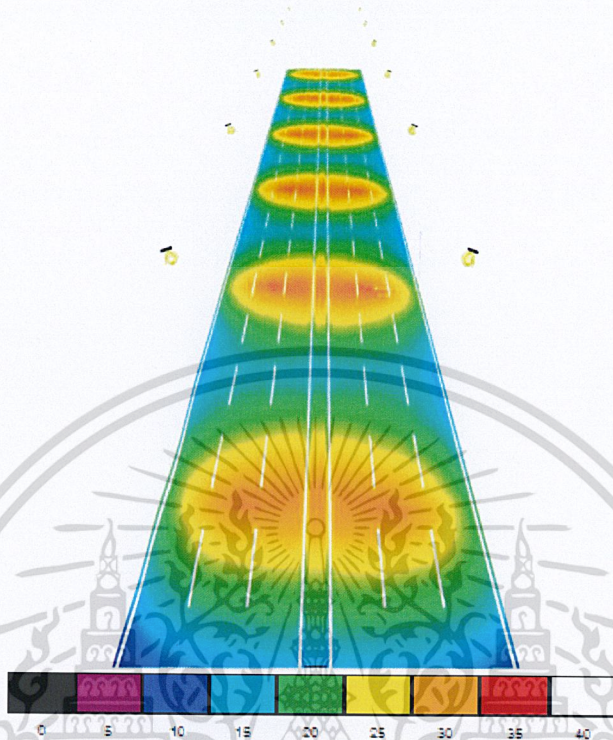
2.1 แสดงลักษณะ ไอโซไลน์ บนพื้นถนน



รูปที่ 4.14 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง

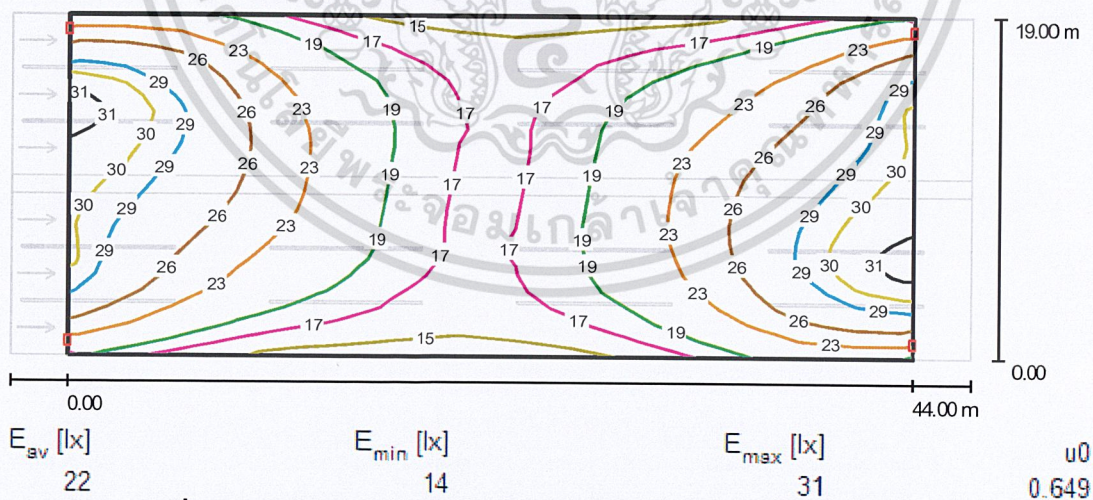
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ลักษณะการกระจายแสงในระบบ False Colour Rendering (200 วัตต์)



รูปที่ 4.15 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้คอมแอลอีดี (LED)

3.1 แสดงลักษณะ ไอโซไลน์ บนพื้นถนน



รูปที่ 4.16 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง

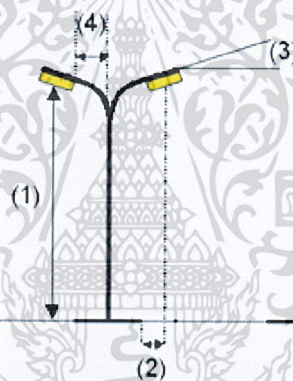
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลองถนนสายรอง

ในส่วนของการทดสอบนี้จะเป็นทดสอบในถนนสายรอง โดยถนนสายรองที่นำมาทำการทดสอบนี้เป็นถนนที่มีความกว้างถนนมากกว่า 10 เมตร แต่ไม่เกิน 14 เมตร โดยมีข้อกำหนดว่า จะต้องทำการติดตั้งดวงโคมให้เป็นแบบกึ่งกลาง (On Medium) และมีระยะห่างของเสาเท่ากับ 44 เมตร และมีระยะยื่นของเราไม่เกิน 1 เมตร



รูปที่ 4.17 ลักษณะถนนที่นำมาทำการทดสอบ



รูปที่ 4.18 ลักษณะการติดตั้งดวงโคมที่ถนนสายรอง

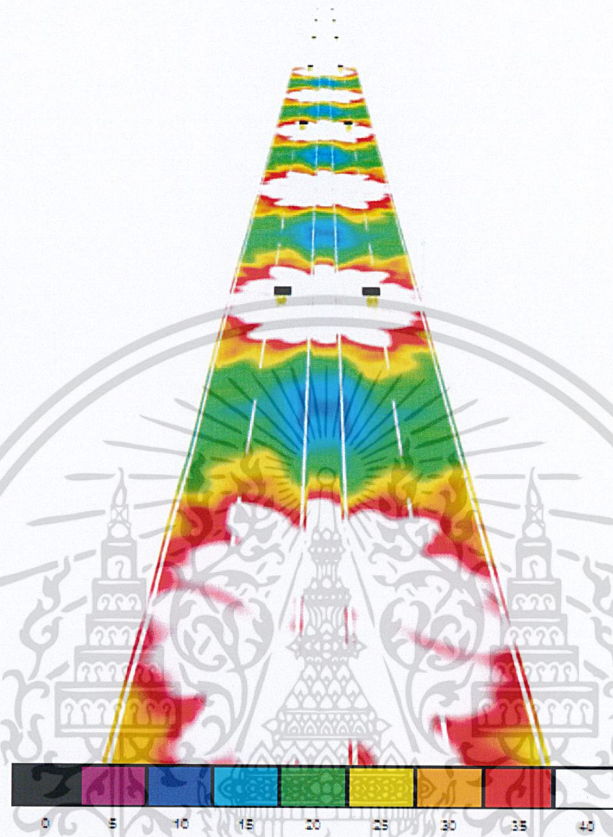
ตารางที่ 4.2 ข้อมูลถนนสายรองตามข้อกำหนดการไฟฟ้านครหลวง

ข้อมูลถนน	ระยะตามข้อกำหนด (m)
ความกว้างของถนน (width Road)	13.6
ความสูงจากพื้นดินถึงดวงโคม (Mounting height)	12
ระยะยื่นของดวงโคม (Overhang)	0.8
ระยะความห่างของเสา (Spacing)	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

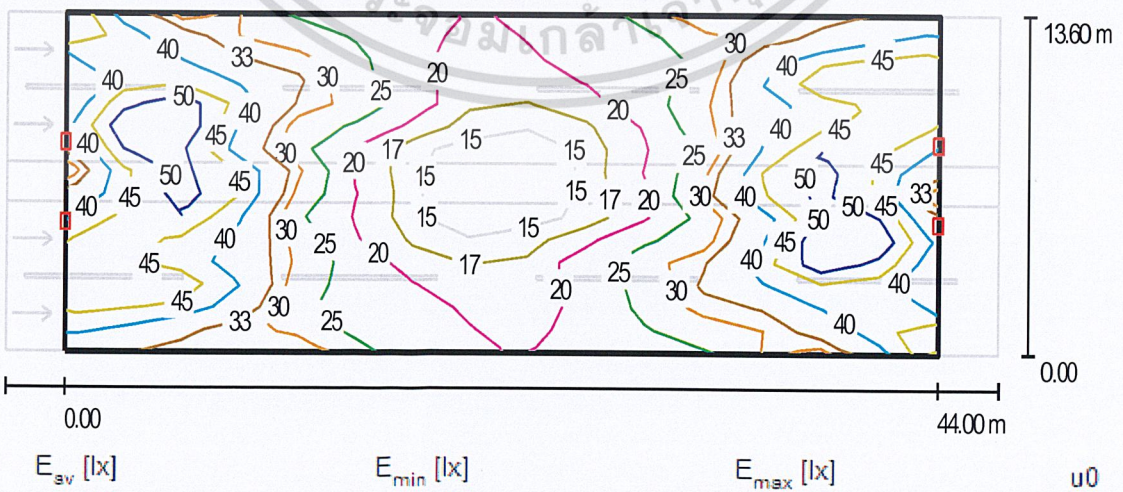
4.2.1 หลอดโซเดียมความดันสูง 250 วัตต์ ใช้งานร่วมกับบัลลาสต์แกนเหล็ก

1. ลักษณะการกระจายแสงในระบบ False Colour Rendering



รูปที่ 4.19 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์แบบแกนเหล็ก

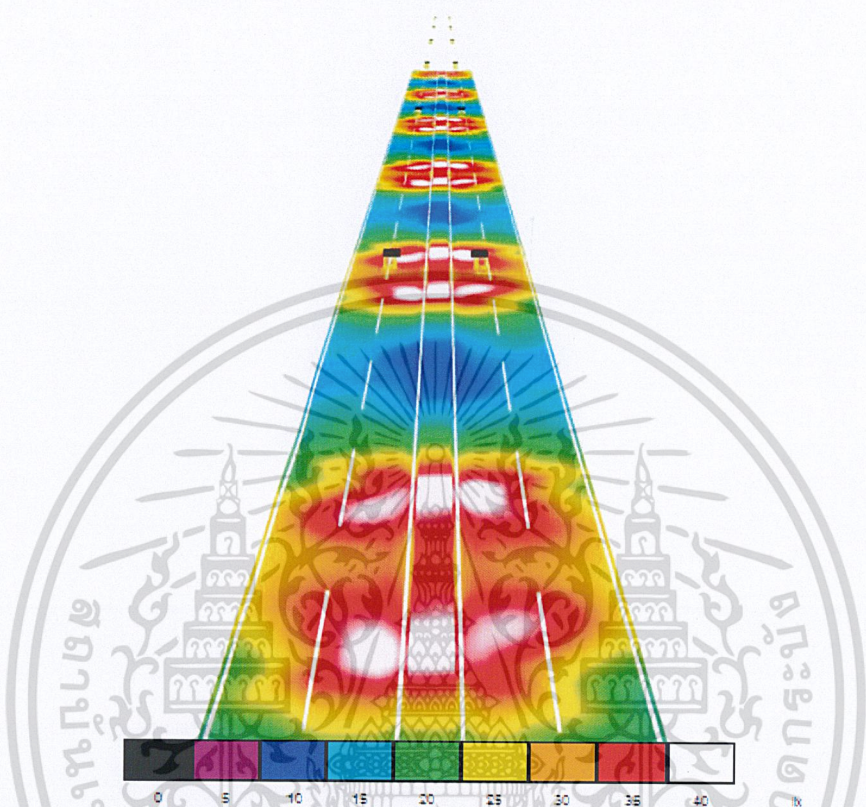
1.1 แสดงลักษณะ ไอโซไลน์ บนพื้นถนน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า
 รูปที่ 4.20 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อแบบสงวนเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

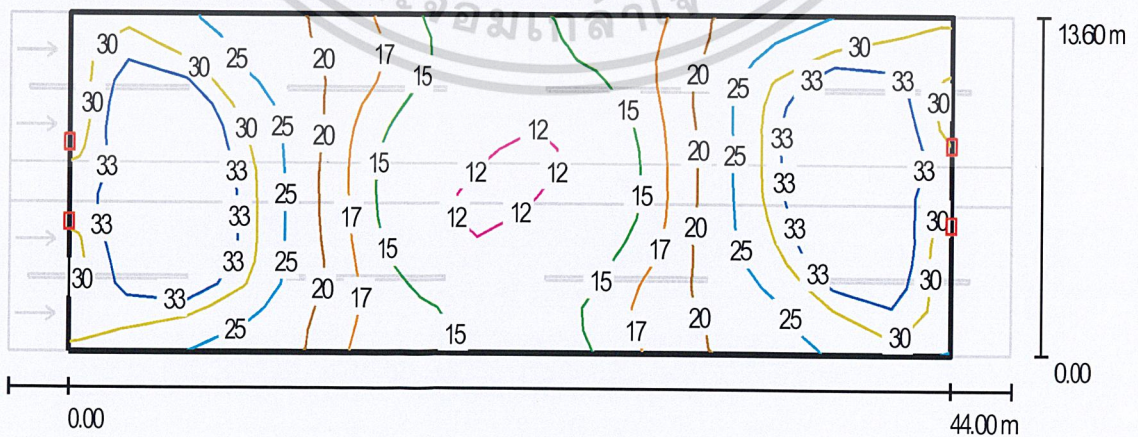
4.2.2 หลอดโซเดียมความดันไอสูงใช้งานร่วมกับอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์

1. ลักษณะการกระจายแสงในระบบ False Colour Rendering (Consume 100%)



รูปที่ 4.21 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

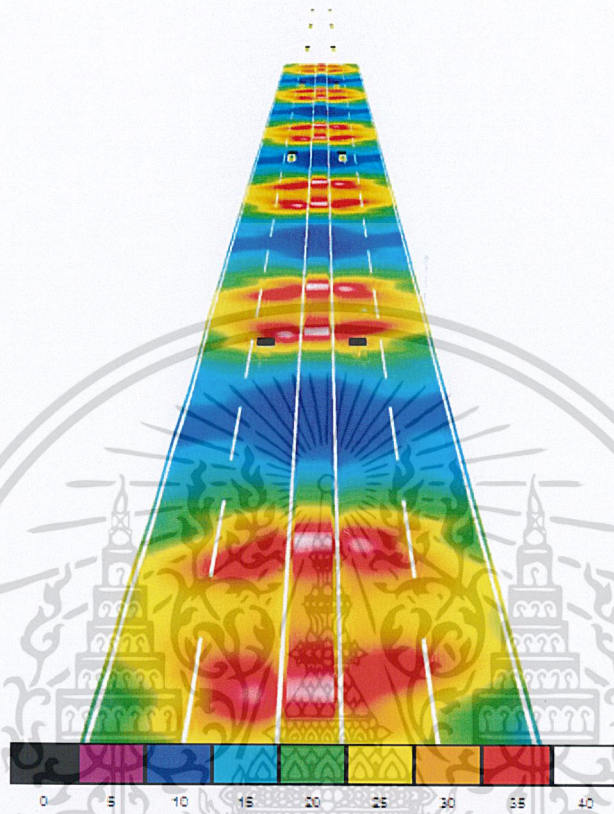
1.1 แสดงลักษณะ ไอโซไลน์ บนพื้นถนน



E_{av} [lx] E_{min} [lx] E_{max} [lx] u_0

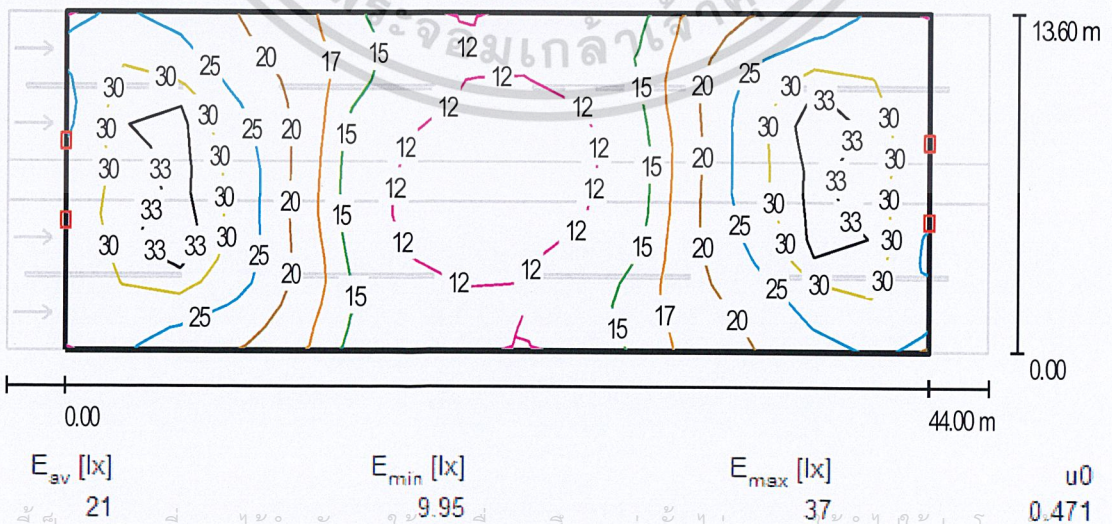
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ 11 เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ที่รูปที่ 4.22 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสงมีการนำไปใช้

2. ลักษณะการกระจายแสงในระบบ False Colour Rendering (Consume 90%)



รูปที่ 4.23 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

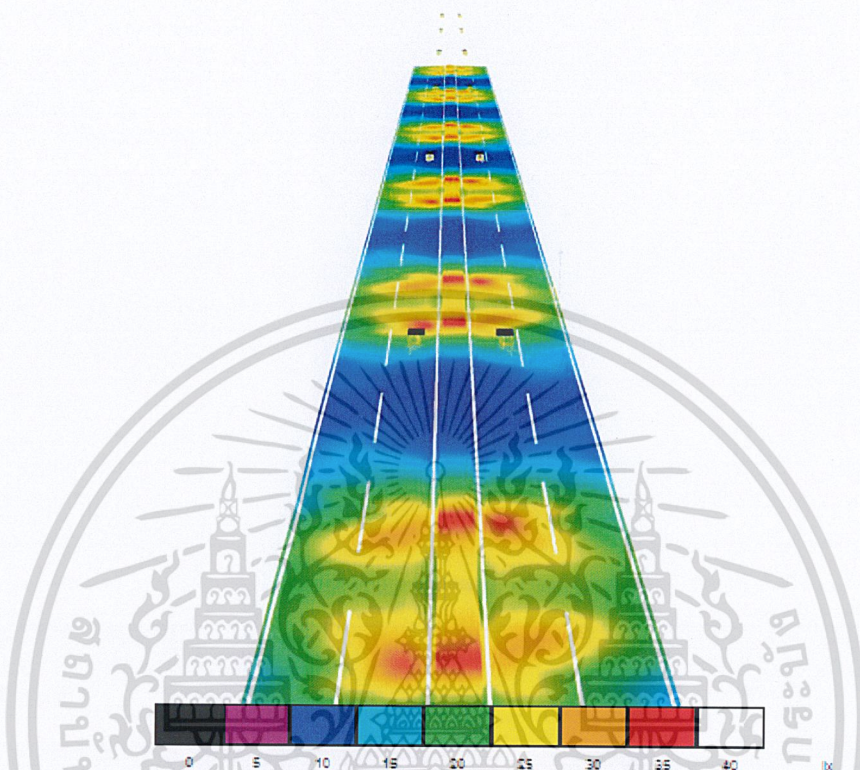
2.1 แสดงลักษณะ ไอโซไลน์ บนพื้นถนน



รูปที่ 4.24 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง

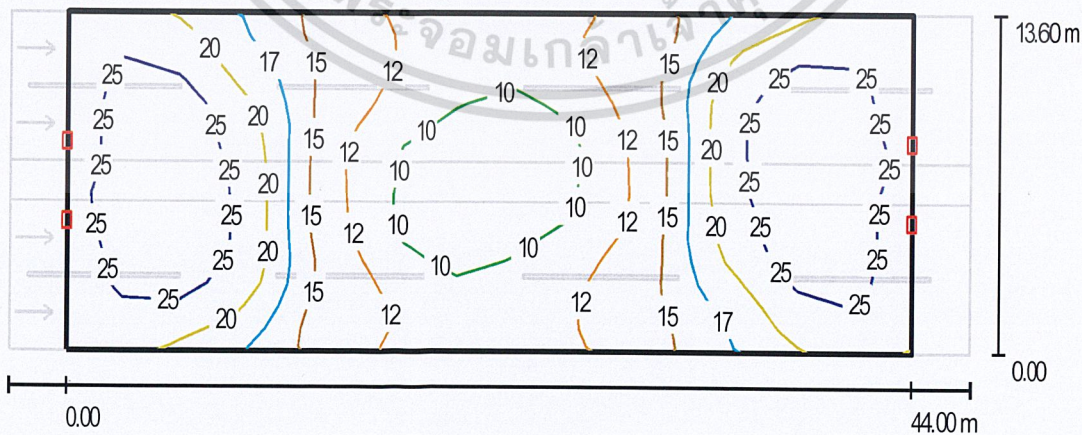
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ว่าลิขสิทธิ์ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ลักษณะการกระจายแสงในระบบ False Colour Rendering (Consume 80%)



รูปที่ 4.25 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

3.1 แสดงลักษณะ ไอโซไลน์ บนพื้นถนน

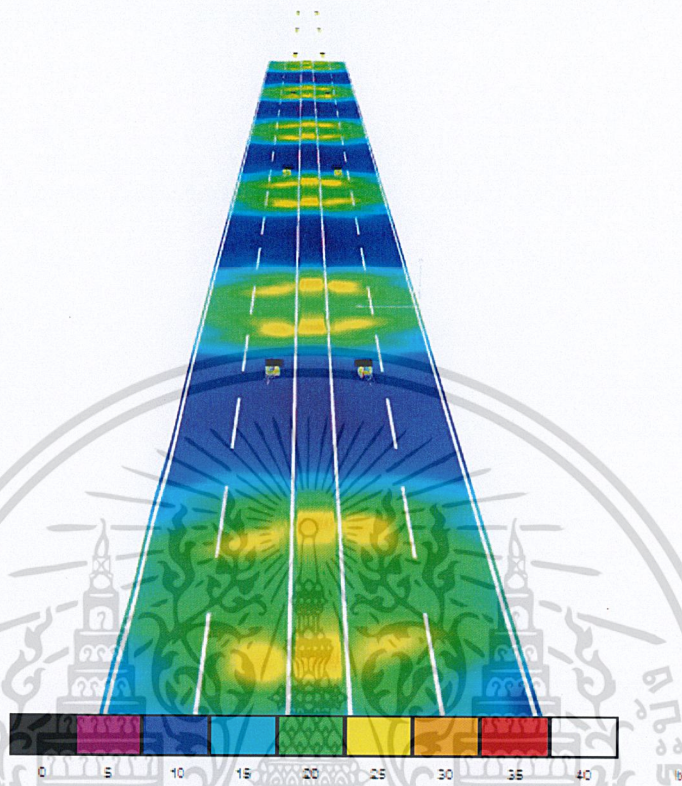


E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u_0
18	8.51	32	0.471

รูปที่ 4.26 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง

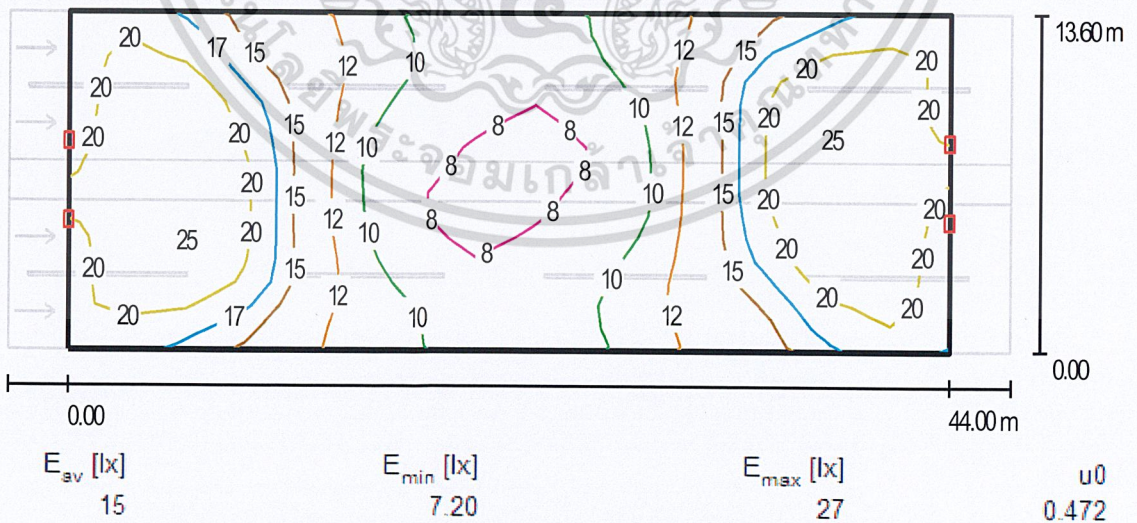
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ลักษณะการกระจายแสงในระบบ False Colour Rendering (Consume 70%)



รูปที่ 4.27 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

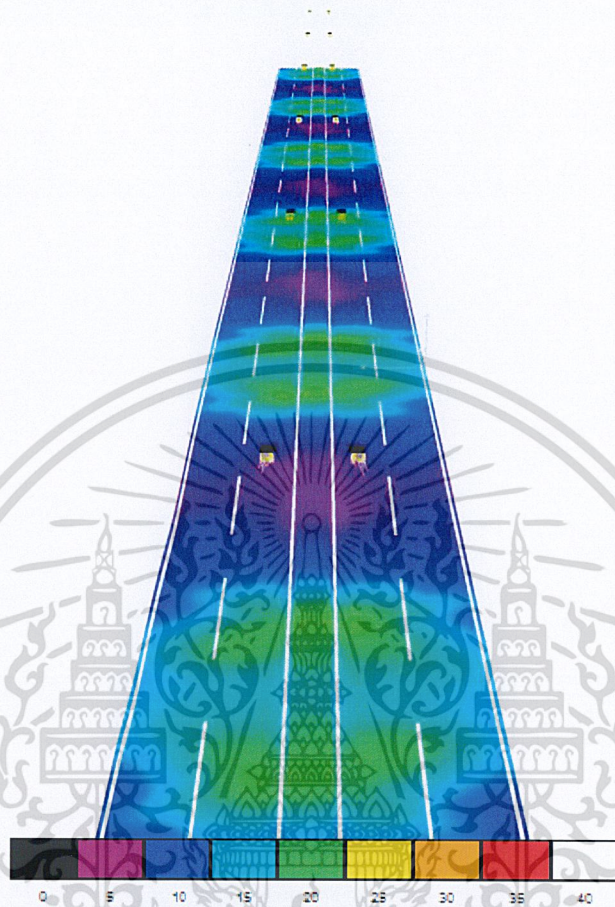
4.1 แสดงลักษณะ ไอโซไลน์ บนพื้นถนน



รูปที่ 4.28 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง

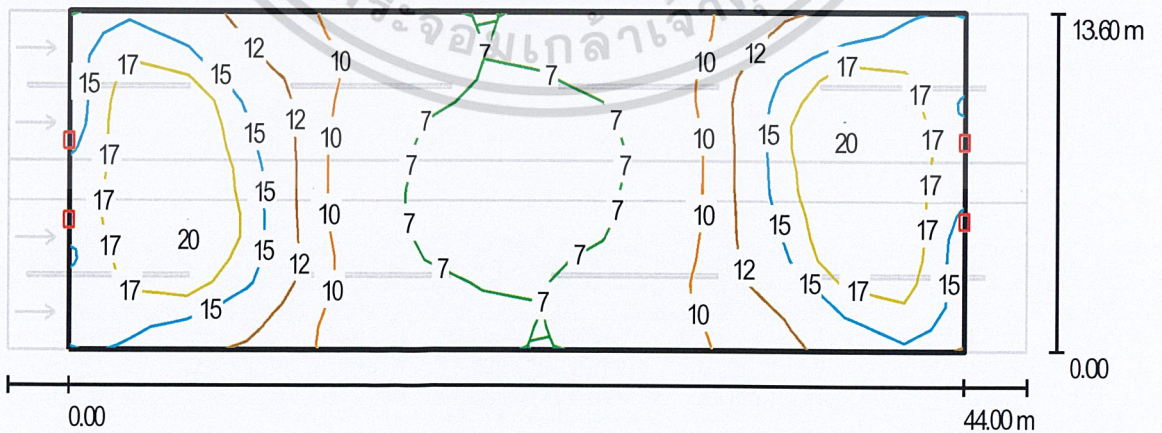
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ลักษณะการกระจายแสงในระบบ False Colour Rendering (Consume 60%)



รูปที่ 4.29 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

5.1 แสดงลักษณะ ไอโซไลน์ บนพื้นถนน



E_{av} [lx]

12

E_{min} [lx]

5.72

E_{max} [lx]

22

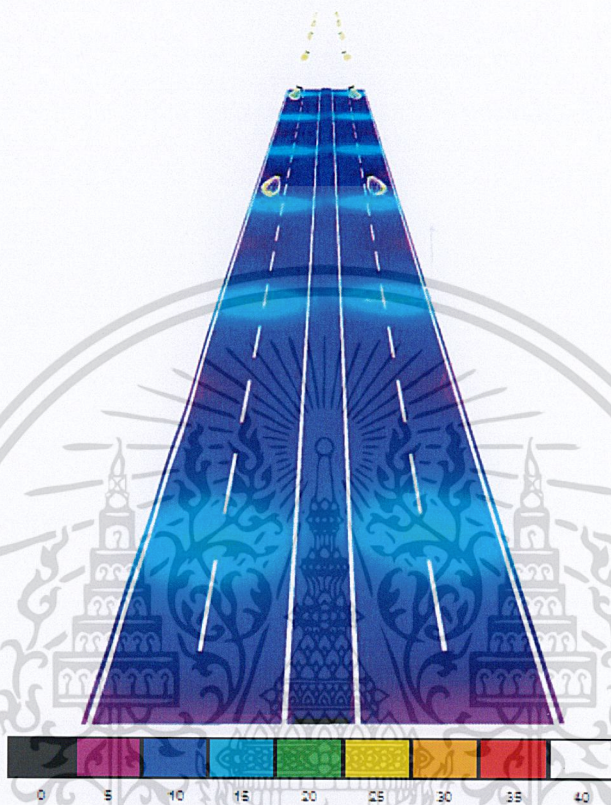
u_0

0.471

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานปริญญานิเทศการศึกษานานาชาติที่นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 4.30 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

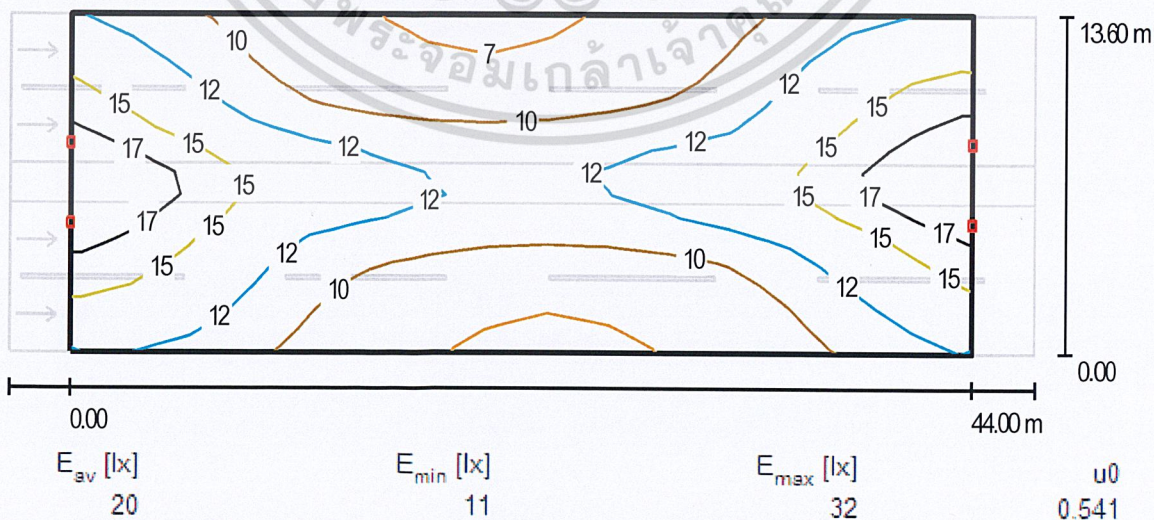
4.2.3 ดวงโคมแอลอีดี (LED)

1. ลักษณะการกระจายแสงในระบบ False Colour Rendering (120 วัตต์)



รูปที่ 4.31 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้ดวงโคมแอลอีดี (LED)

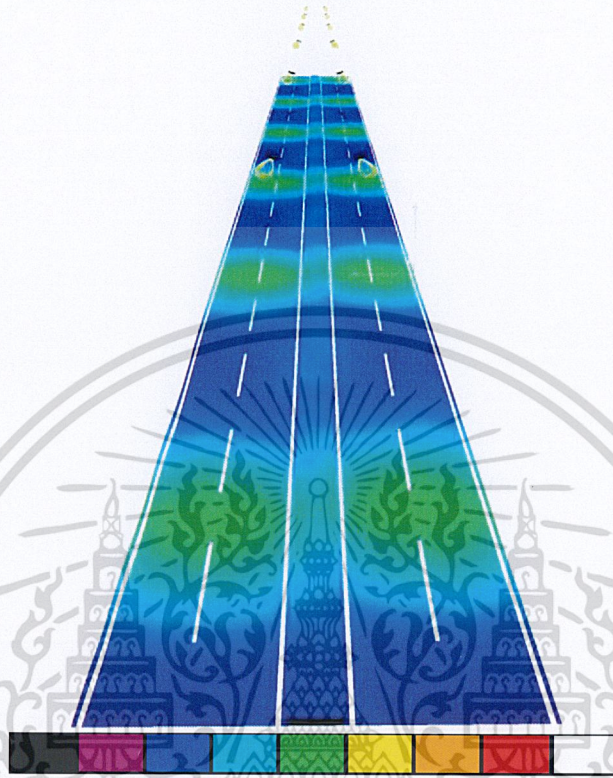
1.1 แสดงลักษณะ ไอโซไลน์ บนพื้นถนน



รูปที่ 4.32 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสูงของแสงชนด้านการค้า

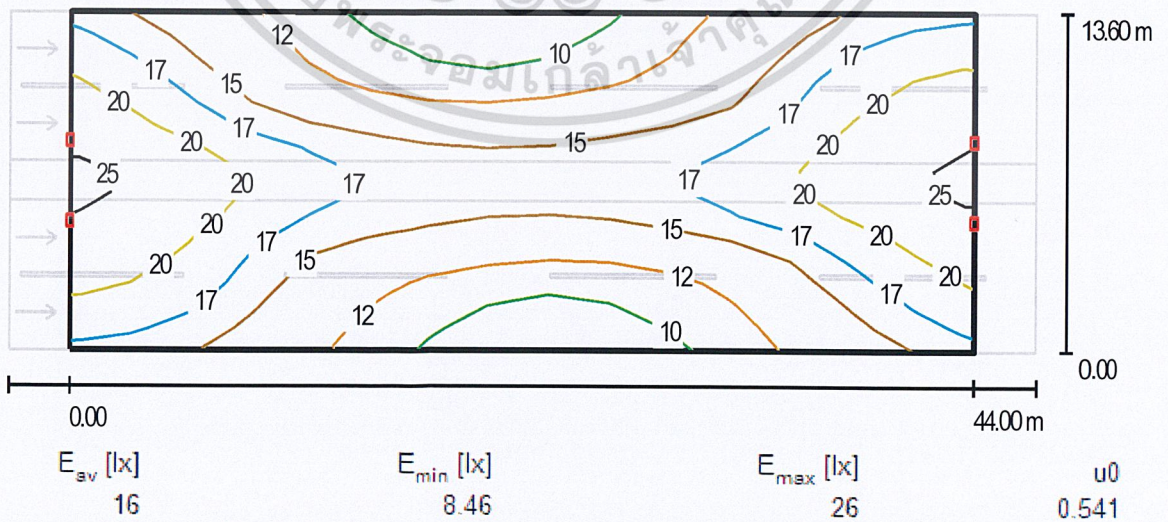
เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของ บริษัท อีทีอี จำกัด ขอสงวนสิทธิ์ในเนื้อหา
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ลักษณะการกระจายแสงในระบบ False Colour Rendering (160 วัตต์)



รูปที่ 4.33 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้ดวงโคมแอลอีดี (LED)

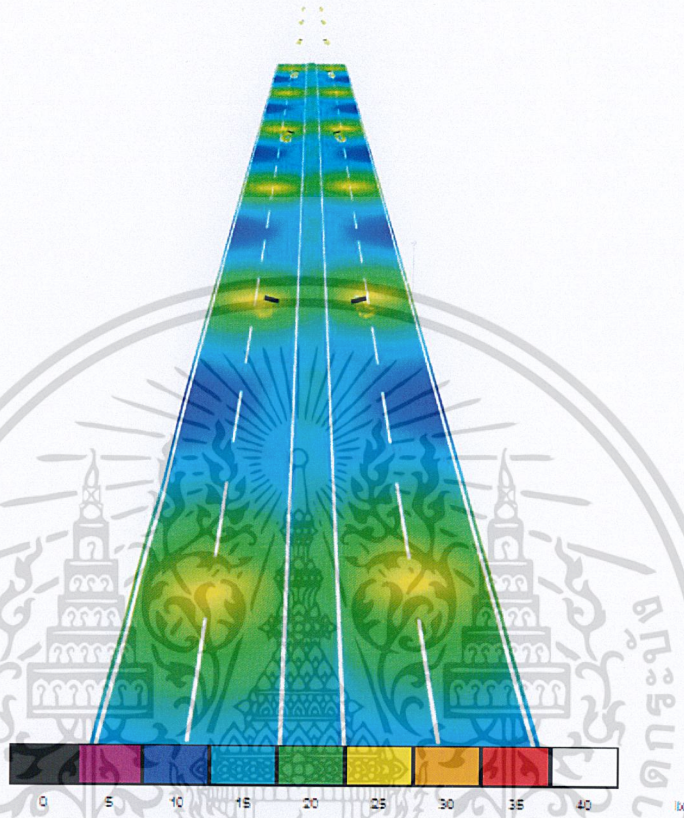
2.1 แสดงลักษณะ ไอโซไลน์ บนพื้นถนน



รูปที่ 4.34 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง

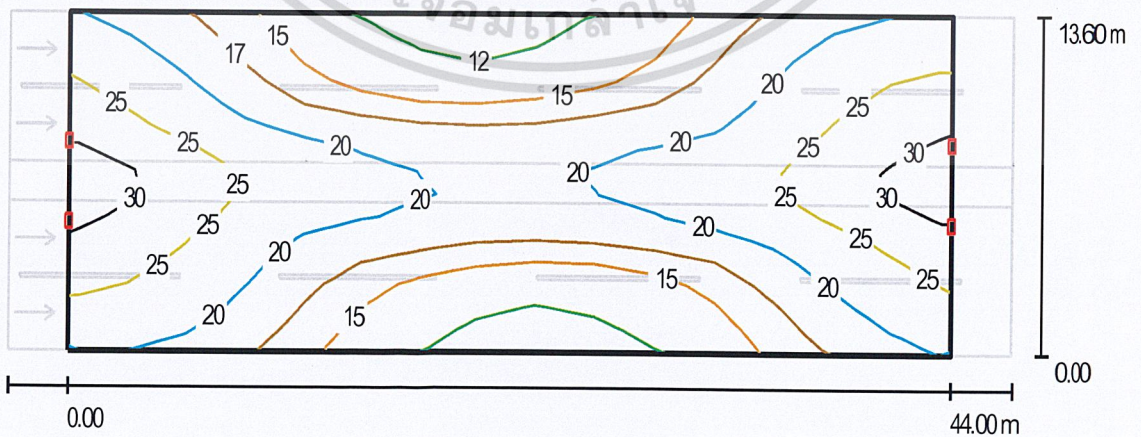
เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ลักษณะการกระจายแสงในระบบ False Colour Rendering (200 วัตต์)



รูปที่ 4.35 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้ดวงโคมแอลอีดี (LED)

3.1 แสดงลักษณะ ไอโซไลน์ บนพื้นถนน



E_{av} [lx]

E_{min} [lx]

E_{max} [lx]

u0

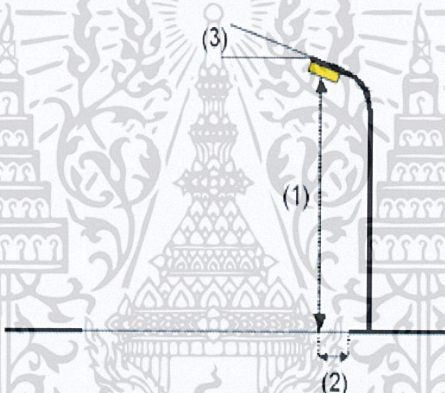
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
 11 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งรูปที่ 4.36 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง

4.3 ผลการทดลองถนนสายรอง

ในส่วนของการทดสอบนี้จะเป็นทดสอบในถนนสายรอง โดยถนนสายรองที่นำมาทำการทดสอบนี้เป็นถนนที่มีความกว้างถนนมากกว่า 6 เมตร แต่ไม่เกิน 10 เมตร โดยมีข้อกำหนดว่า จะต้องทำการติดตั้งดวงโคมให้เป็นแบบด้านเดียว (single row) และมีระยะห่างของเสาเท่ากับ 44 เมตร และมีระยะยื่นของเราไม่เกิน 1 เมตร



รูปที่ 4.37 ลักษณะถนนที่นำมาทำการทดสอบ



รูปที่ 4.38 ลักษณะการติดตั้งดวงโคมสำหรับถนนสายรอง

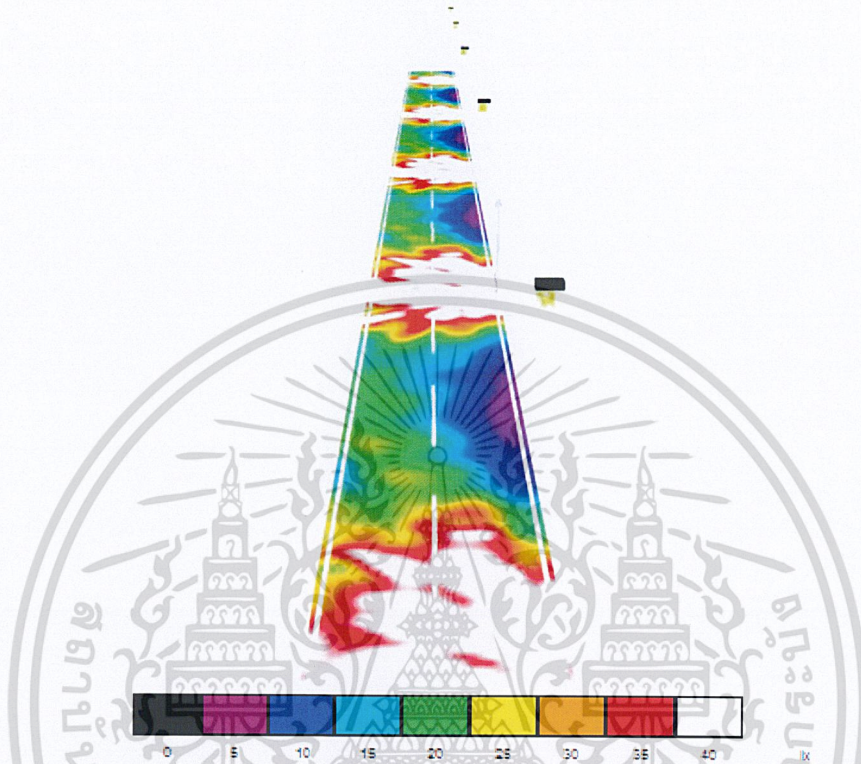
ตารางที่ 4.3 ข้อมูลถนนสายรองตามข้อกำหนดการไฟฟ้านครหลวง

ข้อมูลถนน	ระยะตามข้อกำหนด (m)
ความกว้างของถนน (width Road)	6.5
ความสูงจากพื้นดินถึงดวงโคม (Mounting height)	9
ระยะยื่นของดวงโคม (Overhang)	0.8
ระยะความห่างของเสา (Spacing)	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

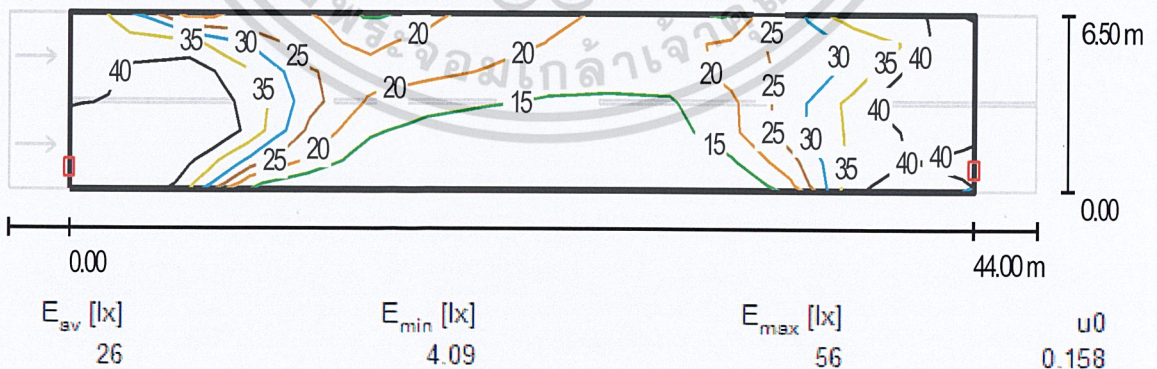
4.3.1 หลอดโซเดียมความดันไอสูง 250 วัตต์ ใช้งานร่วมกับบัลลาสต์แกนเหล็ก

1. ลักษณะการกระจายแสงในระบบ False Colour Rendering



รูปที่ 4.39 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์แบบแกนเหล็ก

1.1 แสดงลักษณะ ไอโซไลน์ บนพื้นถนน

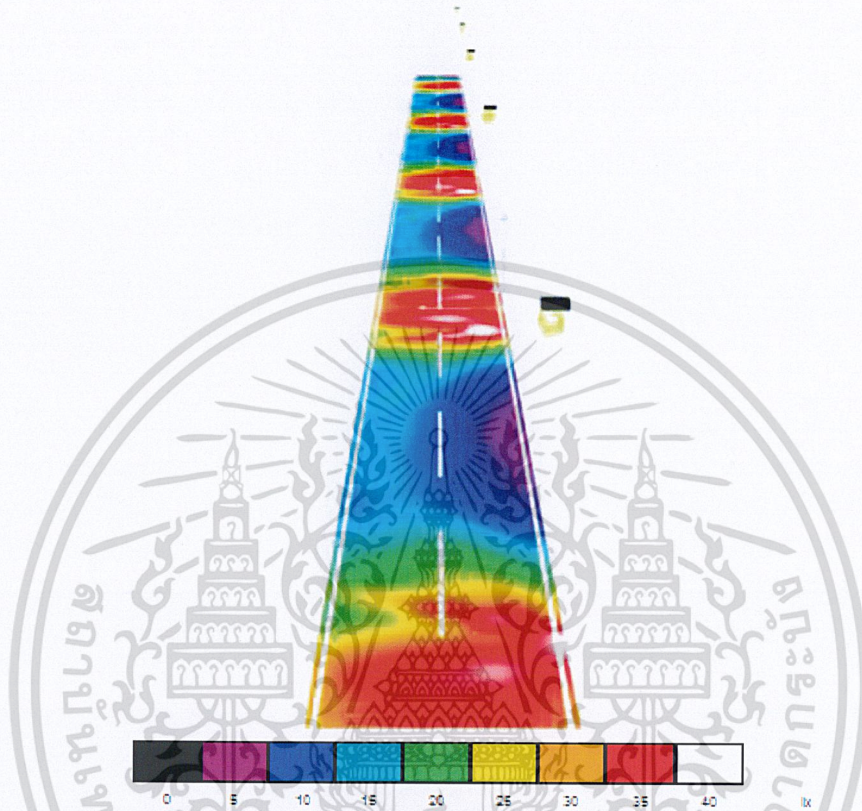


รูปที่ 4.40 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

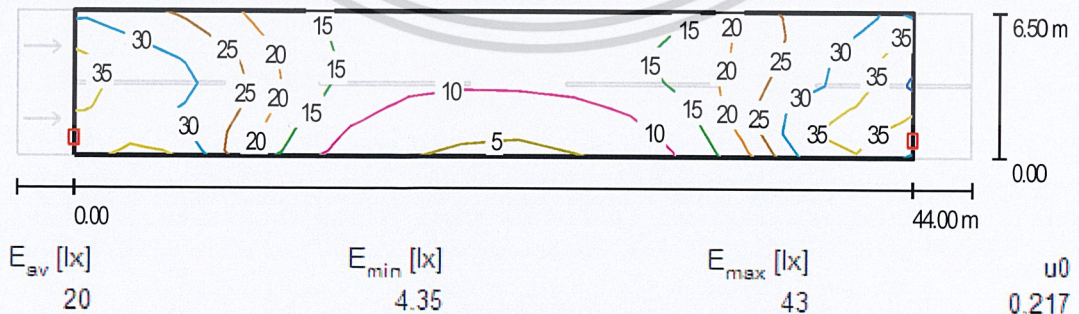
4.3.2 หลอดโซเดียมความดันไอสูงใช้งานร่วมกับอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์

1. ลักษณะการกระจายแสงในระบบ False Colour Rendering (Consume 100%)



รูปที่ 4.41 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

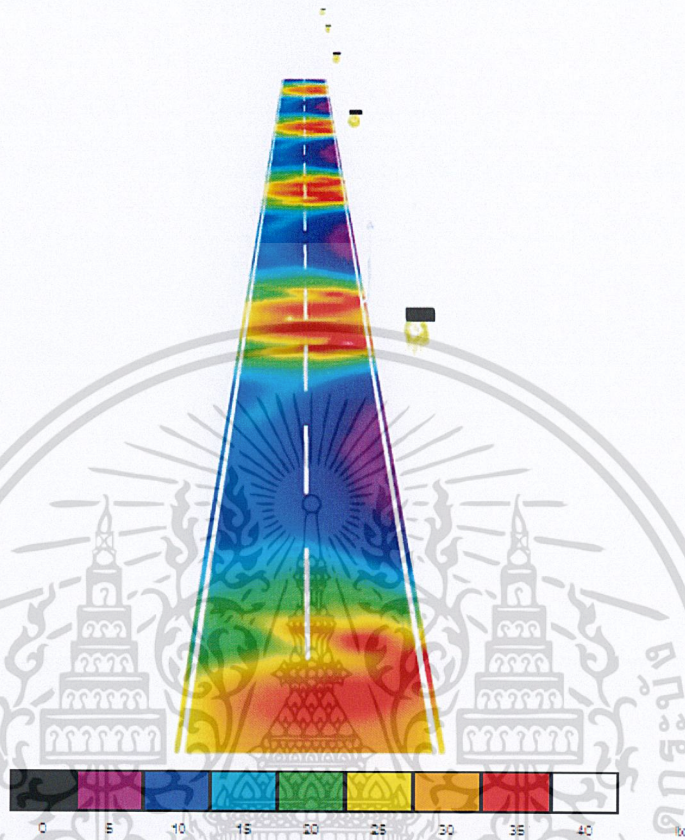
1.1 แสดงลักษณะ ไอโซไลน์ บนพื้นถนน



รูปที่ 4.42 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง

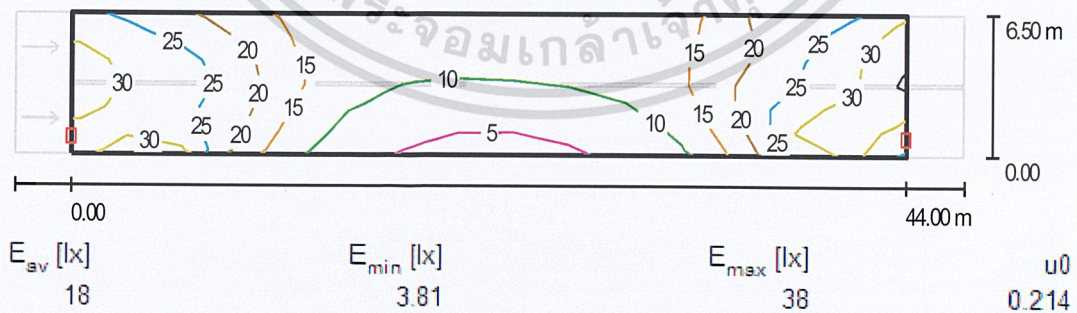
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ลักษณะการกระจายแสงในระบบ False Colour Rendering (Consume 90%)



รูปที่ 4.43 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

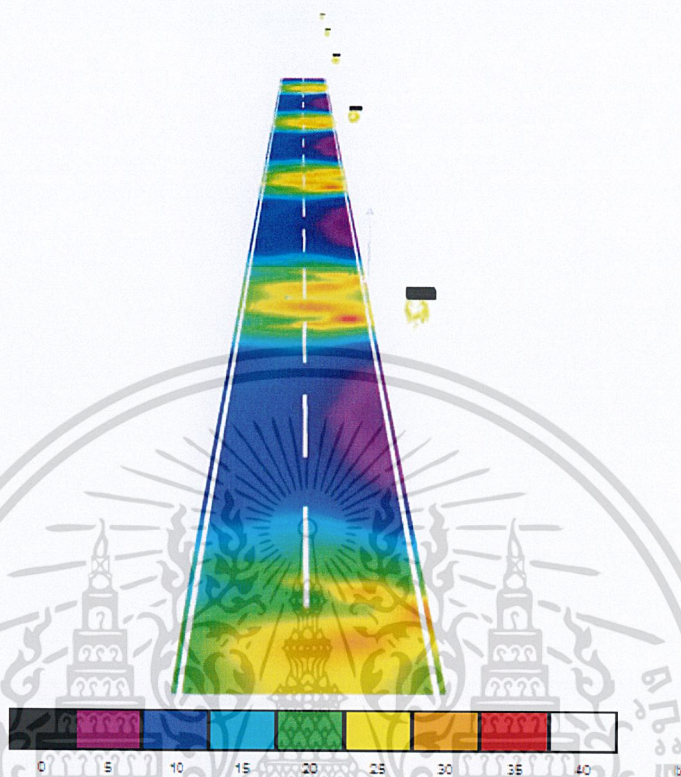
2.1 แสดงลักษณะ ไอโซไลน์ บนพื้นถนน



รูปที่ 4.44 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง

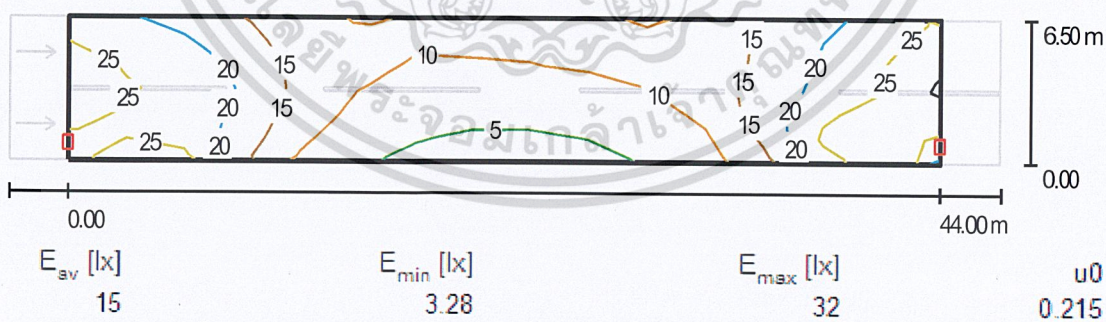
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ลักษณะการกระจายแสงในระบบ False Colour Rendering (Consume 80%)



รูปที่ 4.45 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

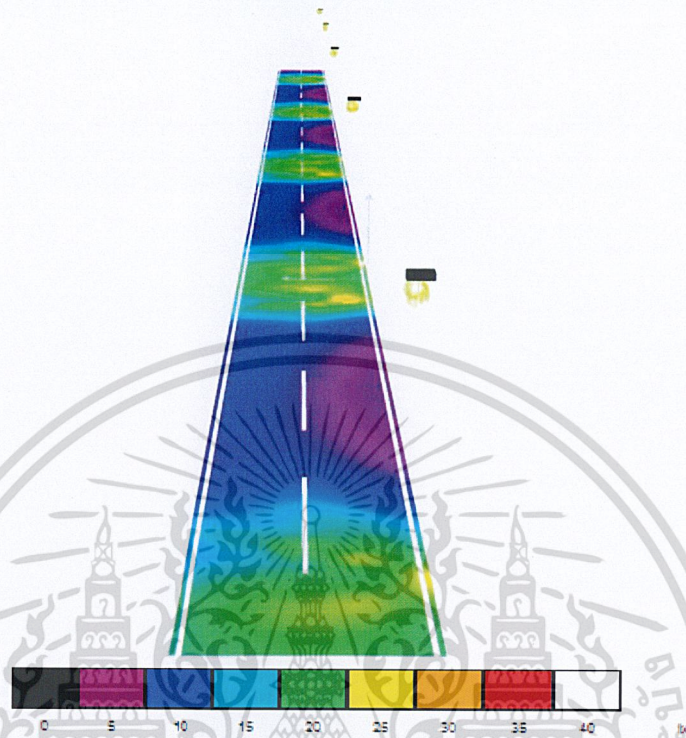
3.1 แสดงลักษณะ Isolines บนพื้นถนน



รูปที่ 4.46 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง

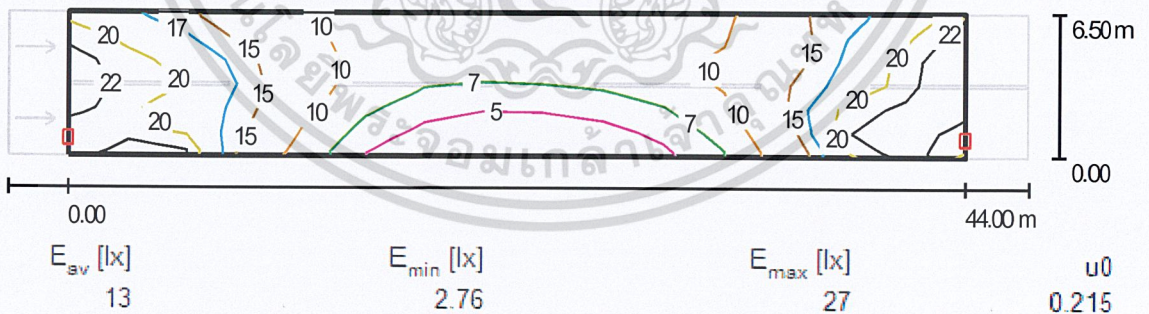
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ลักษณะการกระจายแสงในระบบ False Colour Rendering (Consume 70%)



รูปที่ 4.47 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

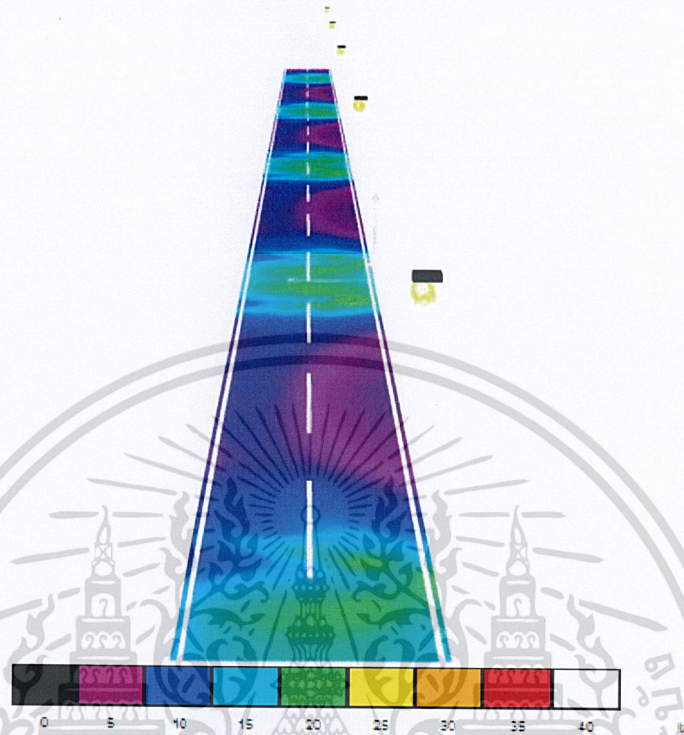
4.1 แสดงลักษณะ ไอโซไลน์ บนพื้นถนน



รูปที่ 4.48 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง

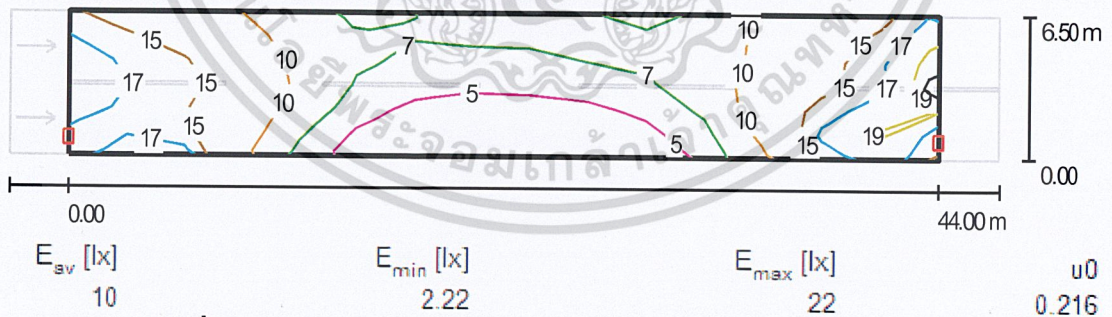
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ลักษณะการกระจายแสงในระบบ False Colour Rendering (Consume 60%)



รูปที่ 4.49 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้พลาสติกอเล็กทรอนิกส์

5.1 แสดงลักษณะ ไอโซไลน์ บนพื้นถนน

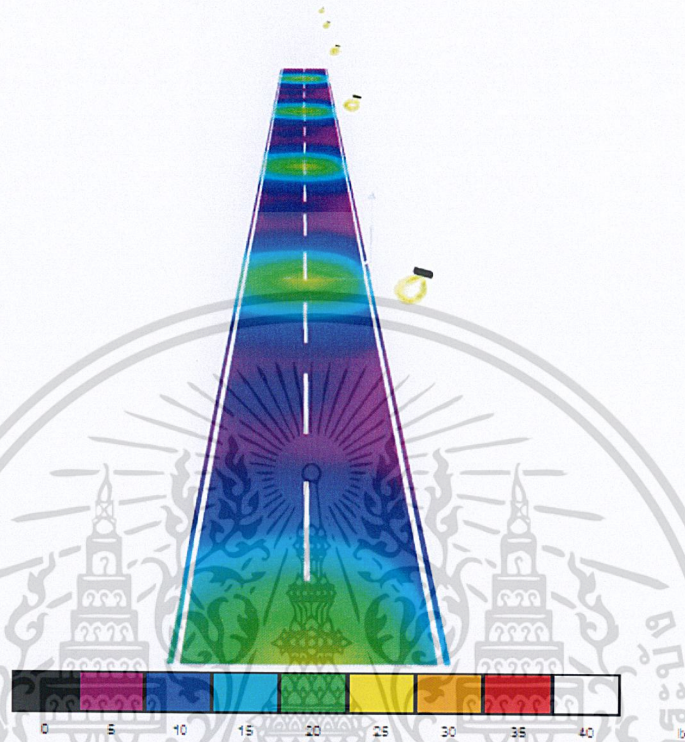


รูปที่ 4.50 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

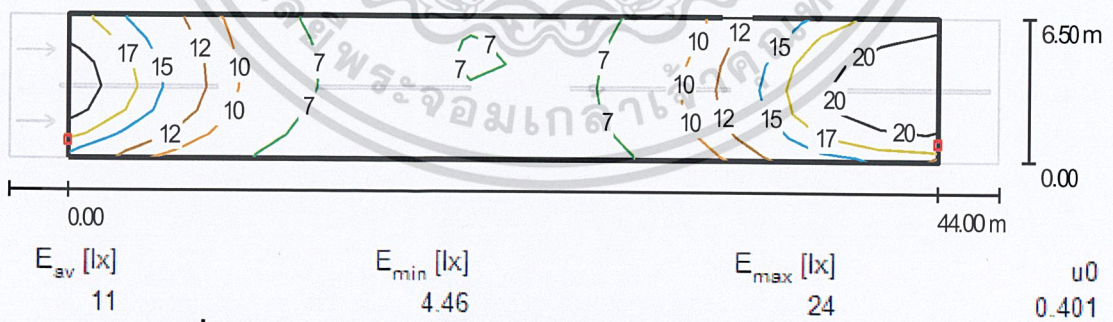
4.3.3 ดวงโคมแอลอีดี (LED)

1. ลักษณะการกระจายแสงในระบบ False Colour Rendering (120 วัตต์)



รูปที่ 4.51 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้ดวงโคมแอลอีดี (LED)

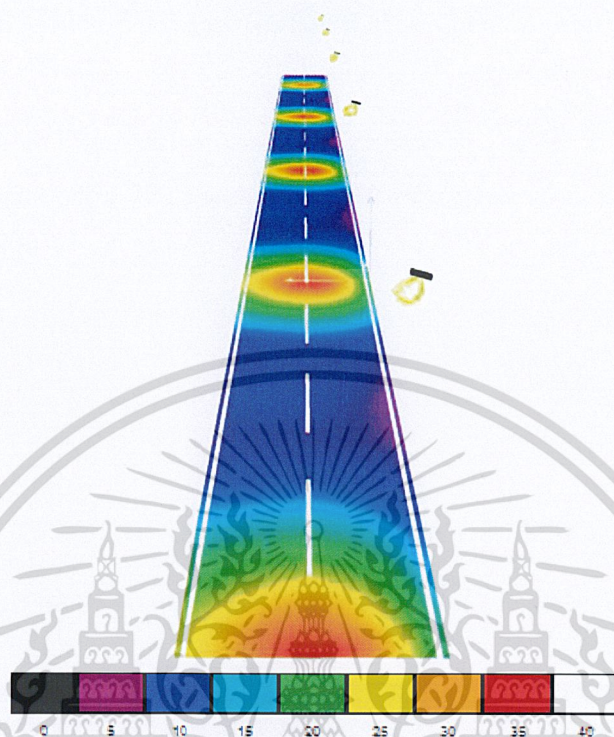
1.1 แสดงลักษณะ ไอโซไลน์ บนพื้นถนน



รูปที่ 4.52 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง

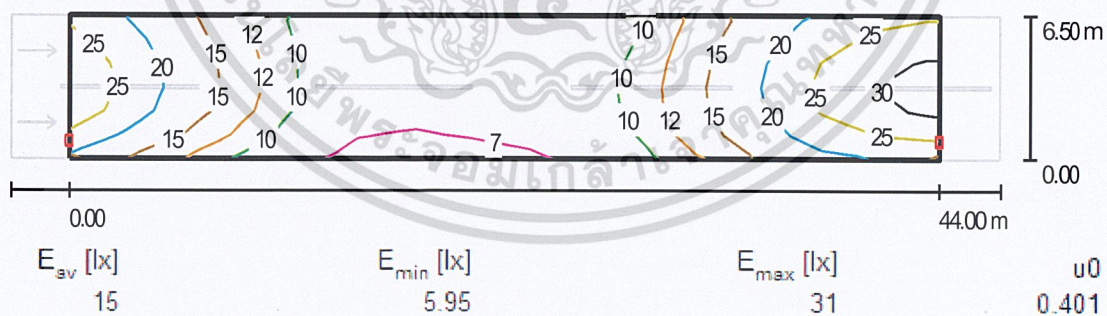
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ลักษณะการกระจายแสงในระบบ False Colour Rendering (160 วัตต์)



รูปที่ 4.53 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้โคมแอลอีดี (LED)

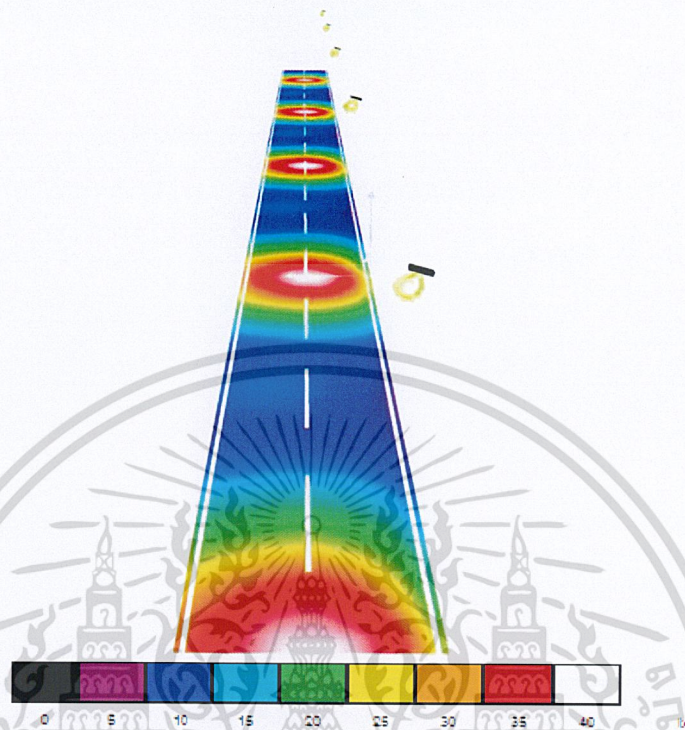
2.1 แสดงลักษณะ ไอโซไลน์ บนพื้นถนน



รูปที่ 4.54 ไอโซไลน์ และ ข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง

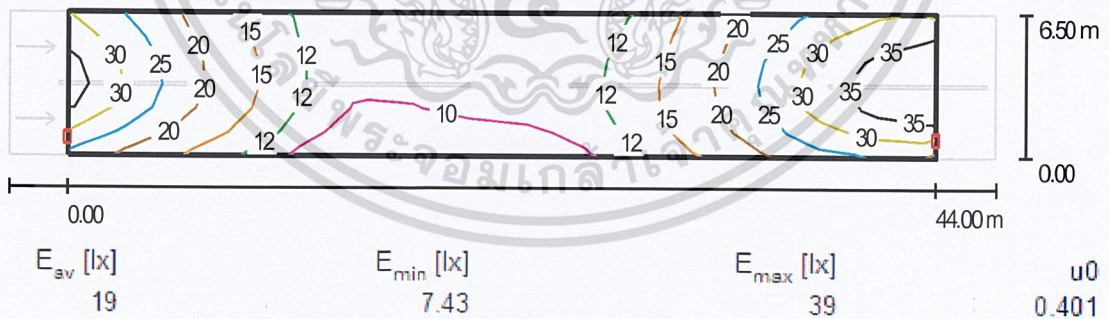
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ลักษณะการกระจายแสงในระบบ False Colour Rendering (200 วัตต์)



รูปที่ 4.55 ลักษณะการกระจายแสงโดยใช้โคมแอลอีดี (LED)

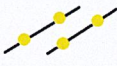
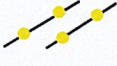
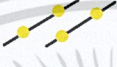

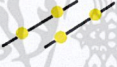

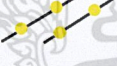
3.1 แสดงลักษณะ ไอโซไลน์ บนพื้นถนน



รูปที่ 4.56 ไอโซไลน์ และข้อมูลความเข้มแสงกับความสม่ำเสมอของแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

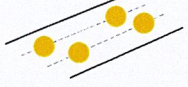
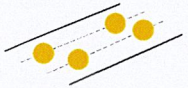







ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบตามมาตรฐานถนนสายหลัก ($18 < \text{width Road} < 20 \text{ m}$)

	รูปแบบการติดตั้ง	Watt	E_{\max}	E_{\min}	E_{av}	U_0
High Pressure Sodium with Magnetic Ballast		278.20	53	10	29	0.351
High Pressure Sodium with Electronics Ballast (Consume 100%)		257.3	31	9.75	22	0.443
High Pressure Sodium with Electronics Ballast (Consume 70%)		181.1	20	6.24	14	0.443
High Pressure Sodium with Electronics Ballast (Consume 60%)		154.4	16	4.97	11	0.442
LED 200 Watt TYPE II MEDIUM CUTOFF		200	31	14	22	0.649
LED 160 Watt TYPE II MEDIUM CUTOFF		160	25	11	18	0.649
LED 120 Watt TYPE II MEDIUM CUTOFF		120	19	8.58	13	0.649

หมายเหตุ ระยะห่างของเสา 44 เมตร และความสูงในการติดตั้งดวงโคม 12 เมตร , ความสม่ำเสมอของแสงควรอยู่ที่ 0.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบตามมาตรฐานถนนสายรอง (10<width road<14 m)

	รูปแบบการติดตั้ง	Watt	E_{max}	E_{min}	E_{av}	U_0
High Pressure Sodium with Magnetic Ballast		278.20	61	12	31	0.389
High Pressure Sodium with Electronics Ballast (Consume 100%)		257.30	42	11	24	0.480
High Pressure Sodium with Electronics Ballast (Consume 90%)		232.20	38	9.93	21	0.474
High Pressure Sodium with Electronics Ballast (Consume 80%)		204.80	32	8.5	18	0.475
High Pressure Sodium with Electronics Ballast (Consume 70%)		181.20	27	7.2	15	0.477
High Pressure Sodium with Electronics Ballast (Consume 60%)		154.40	22	5.7	12	0.473
LED 200 Watt TYPE II MEDIUM CUTOFF		200.00	32	10	19	0.530
LED 160 Watt TYPE II MEDIUM CUTOFF		160.00	26	8.16	15	0.530
LED 120 Watt TYPE II MEDIUM CUTOFF		120.00	19	6.12	12	0.530

หมายเหตุ ระยะห่างของเสา 44 เมตร และ ความสูงในการติดตั้งดวงโคม 12 เมตร , ความสม่ำเสมอของแสงควรรอยู่ที่ 0.167

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบตามมาตรฐานถนนสายรอง ($6 < \text{width road} < 10 \text{ m}$)

	รูปแบบการติดตั้ง	Watt	E_{\max}	E_{\min}	E_{av}	U_0
High Pressure Sodium with Magnetic Ballast		278.20	56	4.09	26	0.158
High Pressure Sodium with Electronics Ballast (Consume 100%)		257.30	43	4.35	20	0.217
High Pressure Sodium with Electronics Ballast (Consume 90%)		232.20	38	3.81	18	0.214
High Pressure Sodium with Electronics Ballast (Consume 80%)		204.80	32	3.28	15	0.215
High Pressure Sodium with Electronics Ballast (Consume 70%)		181.20	27	2.76	13	0.215
High Pressure Sodium with Electronics Ballast (Consume 60%)		154.40	22	2.22	10	0.216
LED 200 Watt TYPE II MEDIUM CUTOFF		200.00	39	7.43	19	0.401
LED 160 Watt TYPE II MEDIUM CUTOFF		160.00	31	5.94	15	0.401
LED 120 Watt TYPE II MEDIUM CUTOFF		120.00	24	4.46	11	0.401

หมายเหตุ ระยะห่างของเสา (Spacing) 44m และ ความสูงในการติดตั้งดวงโคม (Mounting Height) 9m ค่าความสม่ำเสมอควรอยู่ที่ 0.167

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การประหยัดพลังงาน

ถนนที่นำมาทดสอบ เช่น ถนนสายหลัก ถนนสายรอง ที่นำมาทดสอบ การเลือกใช้ดวงโคมที่ผ่านตามมาตรฐานมีอยู่หลายรูปแบบ แต่ดวงโคมชนิดใดที่สามารถให้การประหยัดพลังงานได้มากที่สุด

โดยการประหยัดพลังงานเราได้นำค่ายูนิตภายในหนึ่งคืนมาทำการเปรียบเทียบกันและพบว่าการใช้ดวงโคมแบบแอลอีดีจะให้การประหยัดพลังงานมากที่สุดสำหรับถนนสายรองทั้งสองชนิด ส่วนถนนสายหลักพบว่าการใช้ดวงโคมแอลอีดีและมีการติดตั้งแบบตรงข้ามสองฝั่งถนนนั้นยังไม่ช่วยให้เกิดการประหยัดพลังงาน เมื่อเทียบกับการใช้อิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์

ตารางที่ 4.7 ผลสรุปการประหยัดพลังงาน

ชนิดถนน	การติดตั้ง	M-ballast (Kw.hr)	E-Ballast		E-ballast Consume (70% - 80%)		LED 200 W		LED 160 W	
			Unit (Kw.hr)	เมื่อเทียบกับ M-Ballast	Unit (Kw.hr)	เมื่อเทียบกับ M-ballast	Unit (Kw.hr)	เมื่อเทียบกับ M-ballast	Unit (Kw.hr)	เมื่อเทียบกับ M-ballast
สายหลัก		153.57	142.03	-11.54	110.05	-43.52	110.40	-43.17	-	-
สายรอง		153.57	142.03	-11.54	102.96	-50.61	110.40	-43.17	88.32	-65.25
สายรอง		76.78	71.01	-5.77	49.68	-27.10	55.2	-21.58	44.16	-32.62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 ถนนสายหลัก

5.1.1 บัลลาสต์แบบแกนเหล็ก

จากผลการทดสอบพบว่าถนนสายประธานและถนนสายหลักมีค่าความเข้มส่องสว่างเพียงพอตามมาตรฐานของกรมทางหลวงซึ่งได้กำหนดไว้ที่ 21.5 ลักซ์ โดยการใช้บัลลาสต์แบบแกนเหล็กจะสามารถให้ค่าความเข้มส่องสว่างเฉลี่ยสูงที่สุด แต่ก็พบค่าความสม่ำเสมอของแสงยังมีไม่พอตามเกณฑ์ของกรมทางหลวง ซึ่งได้กำหนดไว้ว่าควรอยู่ที่ 0.4

พบว่าค่าความเข้มส่องสว่างเฉลี่ยที่มีมากเกินไปเป็นผลมาจากการบริโภคพลังงานที่สูงเกินไป เนื่องจากเกิดความสูญเสียขึ้นที่แกนเหล็กในตัวบัลลาสต์ จากผลการทดสอบบัลลาสต์ได้บริโภคพลังงานอยู่ที่ประมาณ 280 วัตต์ ซึ่งส่งผลให้ค่าความเข้มแสงมีปริมาณออกมาสูง

5.1.2 อิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์

จากการใช้บัลลาสต์แบบแกนเหล็กพบว่ามีความสูญเสียในแกนเหล็กสูง จึงทำให้ทำการทดสอบด้วยบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ที่สามารถทำการปรับลดระดับการบริโภคพลังงานได้ (Dimming) การปรับลดการบริโภคพลังงานจะทำการปรับลดตามช่วงเวลาตามมาตรฐานกรมทางหลวง

การปรับลดตามช่วงเวลา พบว่าช่วงเวลา 18:00 – 22:00 นาฬิกา ไม่ต้องใช้การปรับลดระดับพลังงานลง หมายถึง การบริโภคพลังงานที่ 250 วัตต์ และในเวลา 22:10 – 23:00 นาฬิกา และ 5:05 – 6:00 นาฬิกา สามารถใช้การปรับลดระดับการบริโภคพลังงานที่ 30% ได้ หมายถึง การบริโภคพลังงานไฟฟ้าที่ 180 วัตต์ ส่วนในช่วงเวลา 23:05 – 5:00 ต้องใช้การปรับลดระดับพลังงานที่มากกว่า 60% แต่ไม่เกิน 65% นั้นหมายถึงการบริโภคพลังงานในช่วง 157 วัตต์ ถึง 167 วัตต์ สำหรับการใช้อิเล็กทรอนิกส์พบว่าค่าความสม่ำเสมอของแสงมีอยู่ในเกณฑ์ที่เพียงพอสำหรับข้อเสนอแนะของกรมทางหลวง โดยอยู่ที่ประมาณ 0.6

5.1.3 ดวงโคมแอลอีดี (LED)

จากการทดสอบพบว่าสำหรับถนนสายหลักและมีการติดตั้งแบบตรงกันข้ามสองฝั่งถนนพบว่าดวงโคมแอลอีดี(LED) ที่จะมาทำการทดแทนได้จำเป็นต้องใช้ดวงโคมขนาด 200 วัตต์ ซึ่งจะให้ค่าความเข้มส่องสว่างเฉลี่ยที่ผ่านตามเกณฑ์ของกรมทางหลวง แต่สำหรับดวงโคมแอลอีดี(LED) ขนาดอื่นตั้งแต่ 160 วัตต์ ลงไปยังมีค่าความเข้มส่องสว่างเฉลี่ยที่ยังไม่เพียงพอ ดวงโคมแอลอีดีนี้ค่าความสม่ำเสมอของแสงอยู่ในระดับเดียวกันกับการใช้งานอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์ ซึ่ง

เอกสารอยู่ในระดับที่ 0.6 ใช้งานได้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ถนนสายรอง

5.2.1 บัลลาสต์แบบแกนเหล็ก

จากผลการทดสอบพบว่าการใช้บัลลาสต์แบบแกนเหล็กจะทำให้ได้ค่าความเข้มส่องสว่างเฉลี่ยตามมาตรฐานกรมทางหลวง แต่ความสม่ำเสมอของแสงมีค่าไม่เพียงพอตามคำแนะนำของกรมทางหลวง

5.2.2 อิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์

จากการทำการทดสอบพบว่าการลดระดับปริมาณพลังงานตามช่วงเวลาไม่สามารถทำได้ เนื่องจากในช่วงระยะเวลา 6:00 – 22:00 นาฬิกา มีความเข้มส่องสว่างเฉลี่ยที่ไม่เพียงพอ เพราะฉะนั้นจึงได้เลือกทำการปรับลดระดับพลังงานอยู่ที่ 70% หมายถึงบริโภคลงงานไฟฟ้าในระยะเวลา 12 ชั่วโมงที่ 180 วัตต์ โดยที่ระดับพลังงานนี้จะทำให้ได้ค่าความเข้มส่องสว่างเฉลี่ยและค่าความสม่ำเสมอของแสงเพียงพอสำหรับมาตรฐานกรมทางหลวง

5.2.3 ดวงโคมแอลอีดี (LED)

จากผลการทดสอบพบว่าดวงโคมแบบ (LED) ที่สามารถใช้งานได้ถนนสายรองโดยมีระดับการบริโภคลงงานอยู่ที่ 200 วัตต์ และดวงโคมขนาด 160 วัตต์ โดยที่ค่าความเข้มส่องสว่างเฉลี่ยและค่าความสม่ำเสมอของแสงมีค่าเพียงพอสำหรับมาตรฐานกรมทางหลวง โดยถ้ามองในแง่การประหยัดพลังงานแล้วควรเลือกใช้ดวงโคมขนาด 160 วัตต์ เพื่อลดพลังงานไฟฟ้าที่เกินความจำเป็น

5.3 ด้านการประหยัดพลังงาน

5.3.1 ถนนสายหลัก

พบว่า การประหยัดพลังงานในถนนสายหลัก การใช้ดวงโคมโซเดียมความดันไอสูงขนาด 250 วัตต์ ร่วมกับอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์ที่ปรับลดระดับพลังงานตามช่วงเวลา จะช่วยให้มีการประหยัดพลังงานที่สูงกว่าการใช้ดวงโคมแอลอีดีขนาด 200 วัตต์ เนื่องจากการปรับลดระดับพลังงานต้องคำนึงถึงความเข้มส่องสว่างเฉลี่ย การใช้ดวงโคมแอลอีดีที่ขนาดต่ำกว่า 200 วัตต์จะให้ความเข้มส่องสว่างเฉลี่ยไม่เพียงพอ จึงต้องใช้ดวงโคมขนาด 200 วัตต์ ซึ่งเปรียบเทียบการใช้พลังงานภายในระยะเวลา 1 คีน ระหว่างดวงโคมโซเดียมความดันไอสูงขนาด 250 วัตต์ร่วมกับอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์ เทียบกับ ดวงโคมแอลอีดีขนาด 200 วัตต์ พบว่าการใช้ดวงโคมโซเดียมความดันไอสูงขนาด 250 วัตต์ร่วมกับอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์ ประหยัดพลังงานกว่าดวงโคมแอลอีดีขนาด 200 วัตต์อยู่ 0.35 ยูนิิต ต่อ 1 คีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.2 ถนนสายรอง

5.3.2.1 ติดตั้งแบบกึ่งกลางถนน

พบว่า การประหยัดพลังงานสำหรับถนนสายรองนั้นมีความสามารถเลือกใช้การประหยัดได้หลายวิธีกว่าถนนสายหลักที่จำเป็นต้องใช้อิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์เพียงอย่างเดียว เพราะถนนสายรองสามารถใช้ค่าความเข้มส่องสว่างเฉลี่ยที่น้อยกว่าค่าความเข้มส่องสว่างเฉลี่ยถนนสายหลัก เพราะฉะนั้นการเลือกใช้อิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์หรือดวงโคมแอลอีดีก็จะช่วยให้ประหยัดพลังงานได้เช่นเดียวกัน แต่ดวงโคมแอลอีดีจะสามารถประหยัดพลังงานได้สูงกว่า ซึ่งสามารถใช้ดวงโคมแอลอีดีขนาด 160 วัตต์ได้ และประหยัดกว่าการใช้ดวงโคมโซเดียมความดันไอสูงร่วมกันอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์ถึง 14.64 ยูนิท ต่อ 1 คีน

5.3.2.2 ติดตั้งแบบฝั่งเดียว

การประหยัดพลังงานสำหรับถนนสายรองโดยการติดตั้งแบบกึ่งเดียวพบว่าประเภทของการประหยัดพลังงานที่เหมาะสมคือการเปลี่ยนมาใช้ดวงโคมแอลอีดีขนาด 160 วัตต์ เพราะการใช้ดวงโคมโซเดียมความดันไอสูงขนาด 250 วัตต์ร่วมกับอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์แล้วทำการปรับลดตามช่วงเวลานั้น ไม่สามารถใช้ได้ เพราะความเข้มแสงเฉลี่ยไม่ผ่านตามช่วงเวลาเพราะฉะนั้นถ้าต้องการใช้อิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์จะไม่ได้มีการประหยัดพลังงานสูงสุด

5.4 วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดสอบที่ได้มาทำการวิเคราะห์นี้เมื่อถ้านำไปเทียบกับสภาวะจริงแล้ว อาจจะมีค่าความผิดพลาดไปบ้าง โดยหลายๆปัจจัย อาจจะมีหมายถึงปัจจัยในการติดตั้ง ปัจจัยในสภาวะของดวงโคม โดยการทดสอบจากโปรแกรม เราไม่สามารถนำปัจจัยพวกนี้มาทำการคิดคำนวณได้ ซึ่งค่าความเข้มแสงเฉลี่ยอาจจะมีค่าความผิดพลาดไปบ้าง

โดยผลการทดลองทำให้พบว่า การใช้อิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์สำหรับโคมไฟถนนนั้นยังเป็นวิธีทางออกที่ดีที่สุดในเวลาถึงแม้ว่า ณ ขณะนี้ดวงโคมแบบ Light Emitting Diode (LED) กำลังจะมาแรงก็ตาม แต่ก็ยังเป็นเทคโนโลยีที่อยู่ในช่วง R&D (Research & Development) ถ้ามองในปัจจัยทางด้านการลงทุนนั้นยังไม่คุ้มค่า แต่ถ้าพูดในทางวิศวกรรมแล้ว สามารถนำมาใช้ได้กับไฟถนนในถนนสายรองได้ หรือ สายย่อย แต่เนื่องด้วยอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์จะมีความคุ้มทุนที่เร็วกว่ามาก โดยจากการคิดคำนวณแล้วอยู่ที่ประมาณ ไม่เกิน 5 ปี จึงทำให้อิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์ยังมีข้อได้เปรียบในการลงทุนมากกว่า

5.5 แนวโน้มในเทคโนโลยี LED

ในอนาคตข้างหน้าสำหรับดวงโคมแอลอีดี (Light Emitting Diode) จะมีบทบาทเข้ามา มากกว่าในปัจจุบัน โดยการคาดว่าในอีกไม่กี่ปีข้างหน้า ดวงโคม 120 วัตต์ อาจจะมี ความเข้มแสงเฉลี่ยที่เพียงพอสำหรับถนนสายรอง และ สายย่อย โดยแนวโน้มทางการลงทุน เมื่อเทคโนโลยีแพร่หลายแล้วการลงทุนก็จะถูกลง ซึ่งเป็นผลให้ถนนที่กำลังจะเกิดขึ้นใหม่ในอนาคต อาจจะหันมาเปลี่ยนเป็นดวงโคมแอลอีดี (LED)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก.

หลอดโซเดียมความดันไอสูงขนาด 250 วัตต์
และดวงโคมแอลอีดีขนาด 120 , 160 และ 200 วัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Produkt Bezeichnung: NAV-T 250
 Produkt-Code: 4008321070241
 Menge: Falthülle (FLH) beinhaltet 1 Stück (ST)

Das Produkt finden Sie im OSRAM eKatalog unter:
http://catalog.myosram.com?~language=DE&~country=DE&it_p=4008321070241

Anwendungsdaten	
Brennstellung	beliebig
Kategorisierungen	
ILCOS	ST-250/21/4-H-E40-47/257
Allgemeine beschreibende Daten	
Recycling	Ja
Quecksilberfrei	Nein
Quecksilbergehalt der Lampe	20.4 mg
Sockel (Normbezeichnung)	E40
Bauform / Ausführung	klar
Technik - Elektrische Angaben	
Lichtausbeute (KVG)	114 lm/W
Betriebsart LLMF/LSF	50 Hz
Kompensationskondensator bei 50 Hz	32 µF ¹⁾
Konstruktionsleistung	254.8
Konstruktionsstrom	3 A
Nennleistung	250 W
Technik - Geometriedaten	
Durchmesser	47 mm
Länge	257.00 mm
Abstand Lichtschwerpunkt (LCL)	158 mm
Technik - Lebensdauer	
Bemessungslampenüberl.faktor bei 2000 h	0.99
Bemessungslampenüberl.faktor bei 4000 h	0.99
Bemessungslampenüberl.faktor bei 6000 h	0.98
Bemessungslampenüberl.faktor bei 8000 h	0.97
Bemessungslampenüberl.faktor bei 12000 h	0.92
Bemessungslampenüberl.faktor bei 16000 h	0.84
Bemessungslampenüberl.faktor bei 20000 h	0.65
Lebensdauer	24000 h ²⁾
Technik - Lichttechnische Daten	
Bemessungs-Farbwiderg.ind. Ra	25
Bemessungslichtstrom	28000 lm
Nennlichtstrom	28000 lm
Lichtstrom	28000 lm
Bemessungs-Farbt emperatur	2000 K
Farbwiedergabeindex Ra	≤ 25

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Technik - Lichttechnische Daten**

Bemessungs-LLMF bei 2000 h	0.95
Bemessungs-LLMF bei 4000 h	0.94
Bemessungs-LLMF bei 6000 h	0.93
Bemessungs-LLMF bei 8000h	0.91
Bemessungs-LLMF bei 12000 h	0.89
Bemessungs-LLMF bei 16000 h	0.92
Bemessungs-LLMF bei 20000 h	0.90
Farbtemperatur	2000 K
Farbwiedergabestufe	4
Leuchtdichte	330 cd/cm ²
Lichtausbeute	112 lm/W

Technik - Temperaturen

Maximal zulässige Außenkolbentemperatur	400 °C
Maximal zulässige Sockelrandtemperatur	250 °C

Verpackungsvarianten

Produkt-Code	Verpackungsart und enthaltene Stücke	Abmessungen in h x b x l	Gewicht brutto	Volumen
4008321070241	Falhhülle beinhaltet 1 Stück	51,000 mm x 51,000 mm x 325,000 mm	209,000 g (0,000 g)	0,845 Kubikdezim
4008321070258	Versandschachtel beinhaltet 12 Stück	223,000 mm x 347,000 mm x 271,000 mm	2.515,000 g (0,000 g)	20,453 Kubikdezim

Natriumdampf-Hochdrucklampen VIALOX NAV-T (Standard)

Die VIALOX NAV Standard Natriumdampflampen sind günstig in der Anschaffung, wirtschaftlich im Betrieb und haben eine lange Lebensdauer.

Anwendungen

- Industrieanlagen
- Straßen
- Tunnels, Unterführungen
- Parkplätze, Höfe
- Gärten, Parkanlagen
- Gebäude, Denkmäler, Brücken

1) Typischer Wert bei Nennspannung und $\cos \phi \geq 0.9$

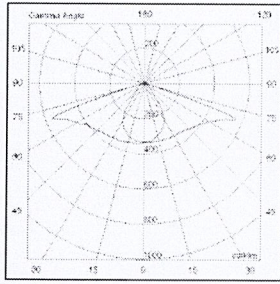
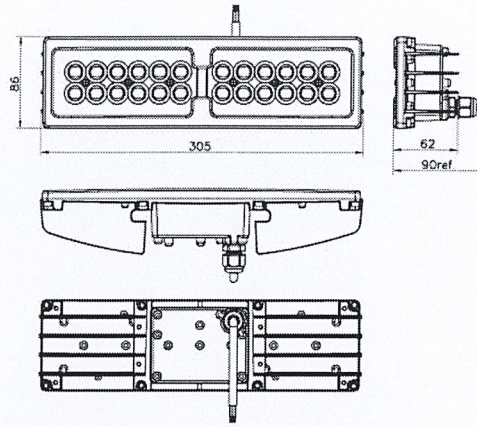
2) Mittlere Lebensdauer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

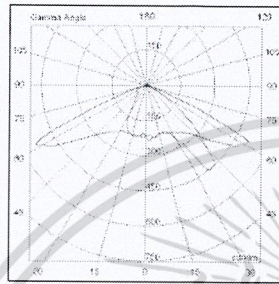


IP 65 Module Specifications :

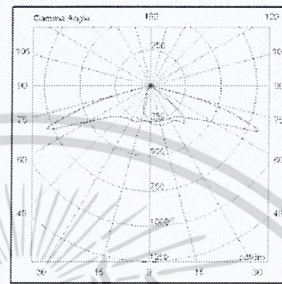
Outline Dimension: 305x86x62 mm
 LED s = 24ea High Power LED
 CCT: 6500K / 3000K Typical
 Lumens: 2600 lm / 1670 lm
 Input Voltage: 12Vdc or 24Vdc
 Total Power: 36.5 Watt
 Protection: Over-temperature protection
 Over-voltage protection
 Operation Temperature: -30°C~50°C
 Storage Temperature: -30°C~80°C
 Total Weight: 1kg
 IP rating: 65



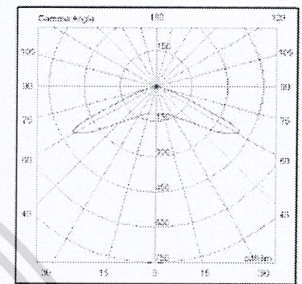
A. Type I, medium



B. Type II, short



C. Type II, medium



D. Type V, short

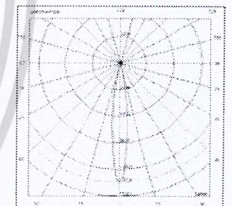
IP 68 Module Specifications :

- Outline Dimension: 305x86x73 mm (including fixture)
- Beam Angle (2θ_{1/2}): 10° / 30° / 10°x30°
- LED s : High Power 6ea Red/6ea Green/6ea Blue LED
- Total Power: 17 Watt
- Controller: DMX
- Net Weight: 1.6kg
- IP rating: 68
- Wave Length:
 - Red: 620~630nm
 - Green: 520~530nm
 - Blue: 465~475nm
- Lumens:
 - Red: 164 lm
 - Green: 426 lm
 - Blue: 50 lm
 - R/G/B full on: 640 lm

Optical performance :

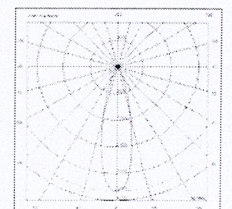
Beam Angle(2θ_{1/2}): 10°

	Center Beam Lux	Beam Width
5m	376 lx	0.9 m
10m	94.1 lx	1.7 m
20m	23.5 lx	3.5 m
30m	10.5 lx	5.2 m
40m	5.9 lx	7.0 m
50m	3.8 lx	8.7 m



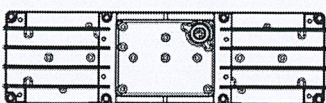
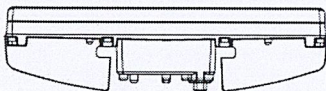
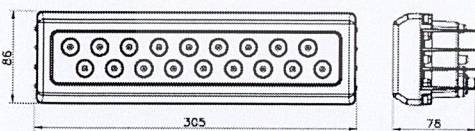
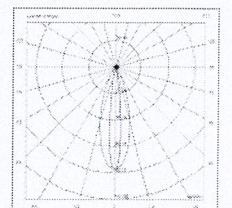
Beam Angle(2θ_{1/2}): 30°

	Center Beam Lux	Beam Width
5m	99.0 lx	2.7 m
10m	24.8 lx	5.4 m
20m	6.2 lx	10.7 m
30m	2.8 lx	16.1 m
40m	1.5 lx	21.4 m
50m	1.0 lx	26.8 m



Beam Angle(2θ_{1/2}): 10 x 30°

	Center Beam Lux	Beam Width
5m	155 lx	1.1m x 3.1m
10m	39 lx	2.1m x 6.1m
20m	9.7 lx	4.2m x 12.2m
30m	4.3 lx	6.3m x 18.3m
40m	2.4 lx	8.4m x 24.4m
50m	1.6 lx	10.5m x 30.6m

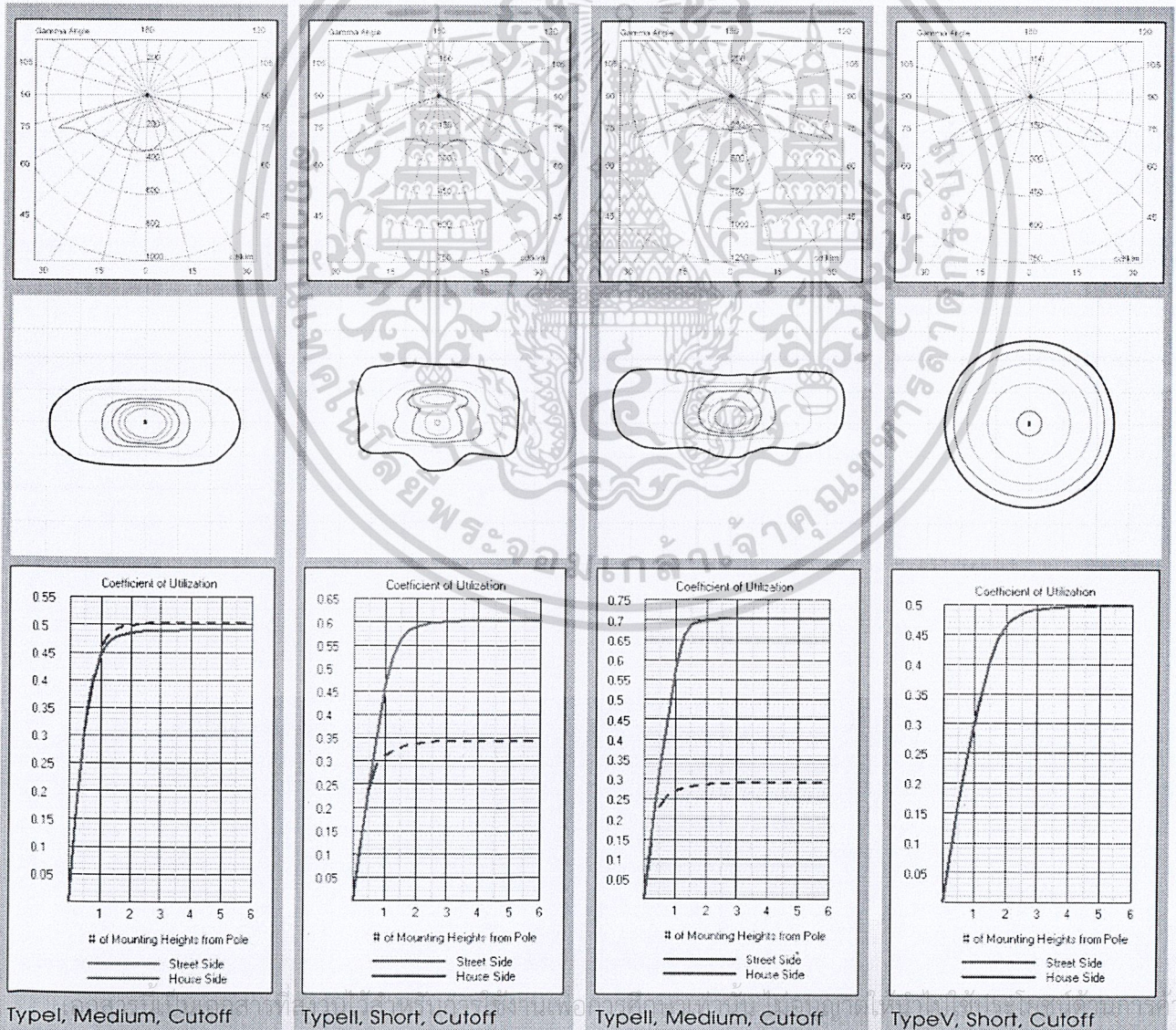


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น All for Led Lights สำหรับทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Feature:

- There are four optical design selections (IESNA Type I, medium/Type II, short/Type II, medium and Type V, short). On request of uniform distribution, the light span could achieve five times mounting height. All series are designed in full cut-off, do not produce glare on the driver.
- The Power design is using switching mode and multiple channel constant current design. The power factor is greater than 0.90. There is an additional protection design which automatically starts self-protection when the environment temperature or the voltage is too high.
- Luminaire surface temperature is $60^{\circ}\text{C}@T_a=25^{\circ}\text{C}$, Junction temperature is controlled below $84^{\circ}\text{C}@T_a=25^{\circ}\text{C}$ still air. Overheat protection will operate to adjust as the LED module surface reaches 85°C .
- 64 lm/W high luminaire efficacy.
- The luminaire meets IP65 dustproof and waterproof standards.

Optical characteristics :



ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


All for Led Lights



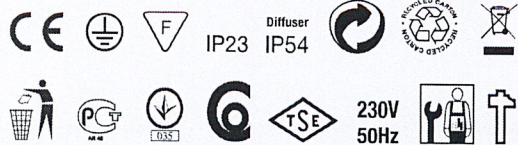
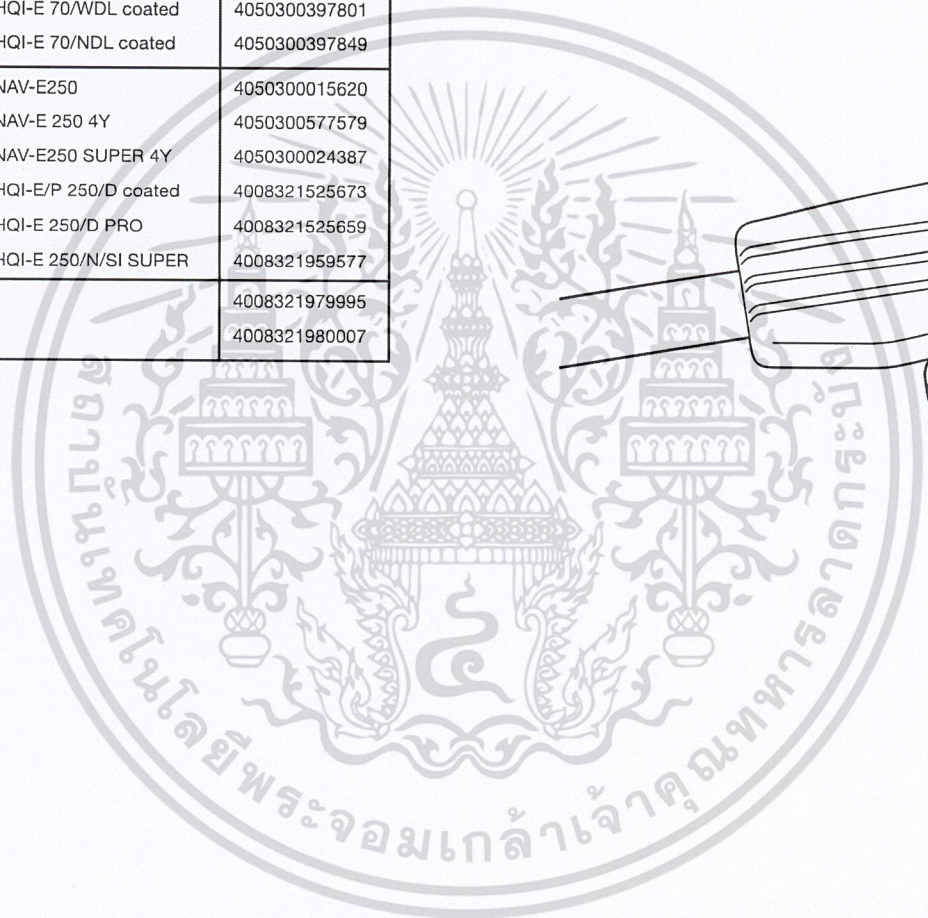
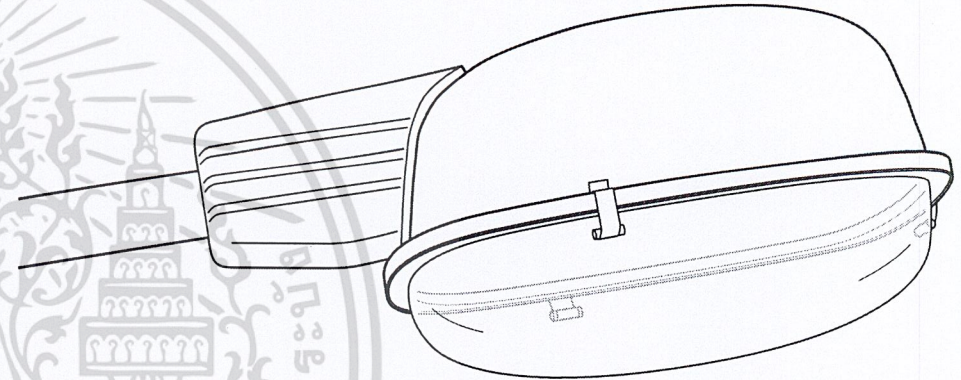
ภาคผนวก ข.

ลักษณะดวงโคมสำหรับหลอดโซเดียมความดันไอสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

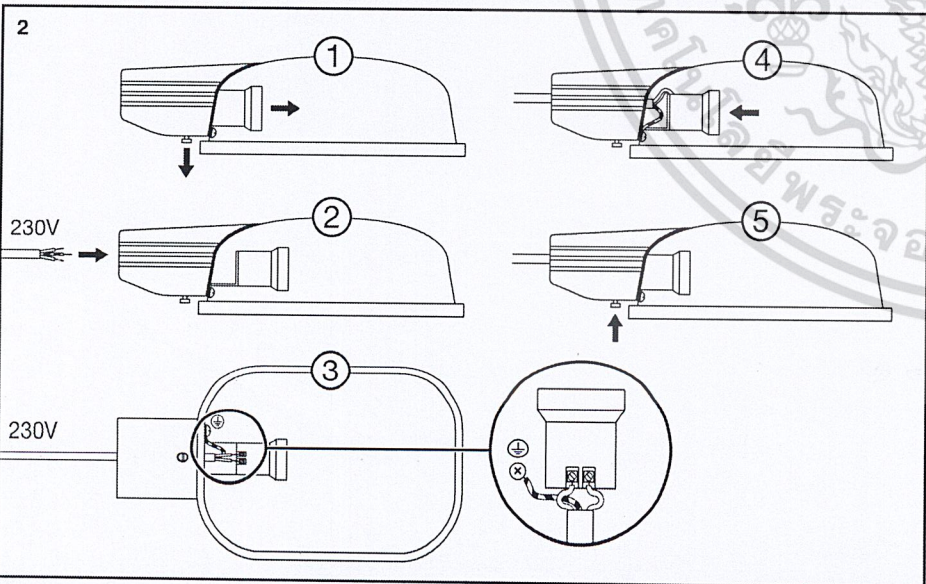
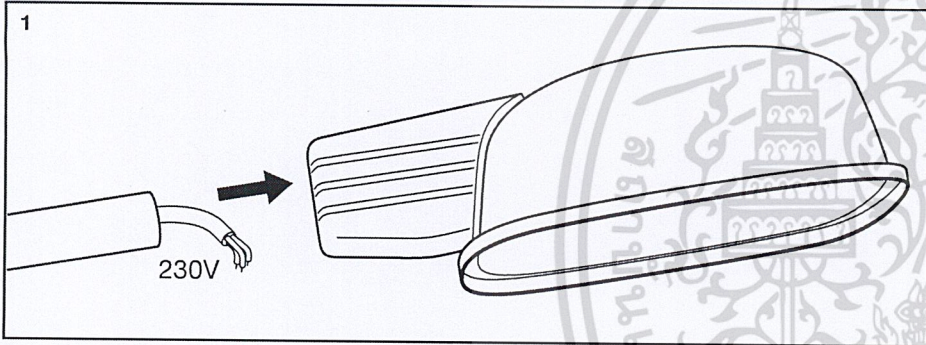
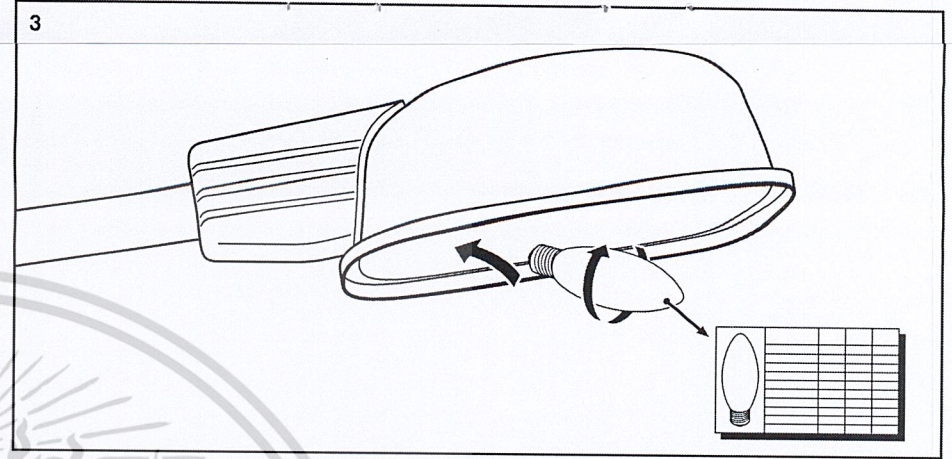
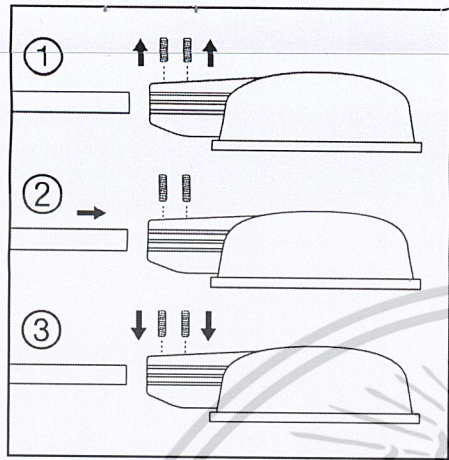
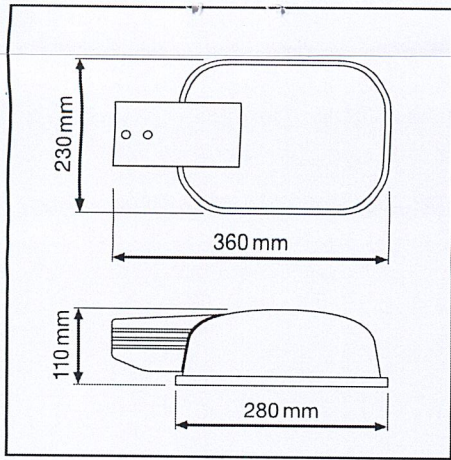
ASYMMETRIC		EAN
ASYMMETRIC max. 70W E27 NAV ASYMMETRIC max. 70W E27 HQI	NAV-E70/E	4050300015767
	NAV-E 70/I	4050300015590
	NAV-E 70 4Y	4050300577692
	NAV-E70 SUPER 4Y	4008321356048
	HQI-E 70/NDL clear	4050300397825
	HQI-E 70/WDL coated	4050300397801
	HQI-E 70/NDL coated	4050300397849
ASYMMETRIC max. 250W E40 NAV ASYMMETRIC max. 250W E40 HQI	NAV-E250	4050300015620
	NAV-E 250 4Y	4050300577579
	NAV-E250 SUPER 4Y	4050300024387
	HQI-E/P 250/D coated	4008321525673
	HQI-E 250/D PRO	4008321525659
	HQI-E 250/N/SI SUPER	4008321959577
Diffuser ASYMMETRIC max. 70W Diffuser ASYMMETRIC max. 250W		4008321979995
		4008321980007

ASYMMETRIC

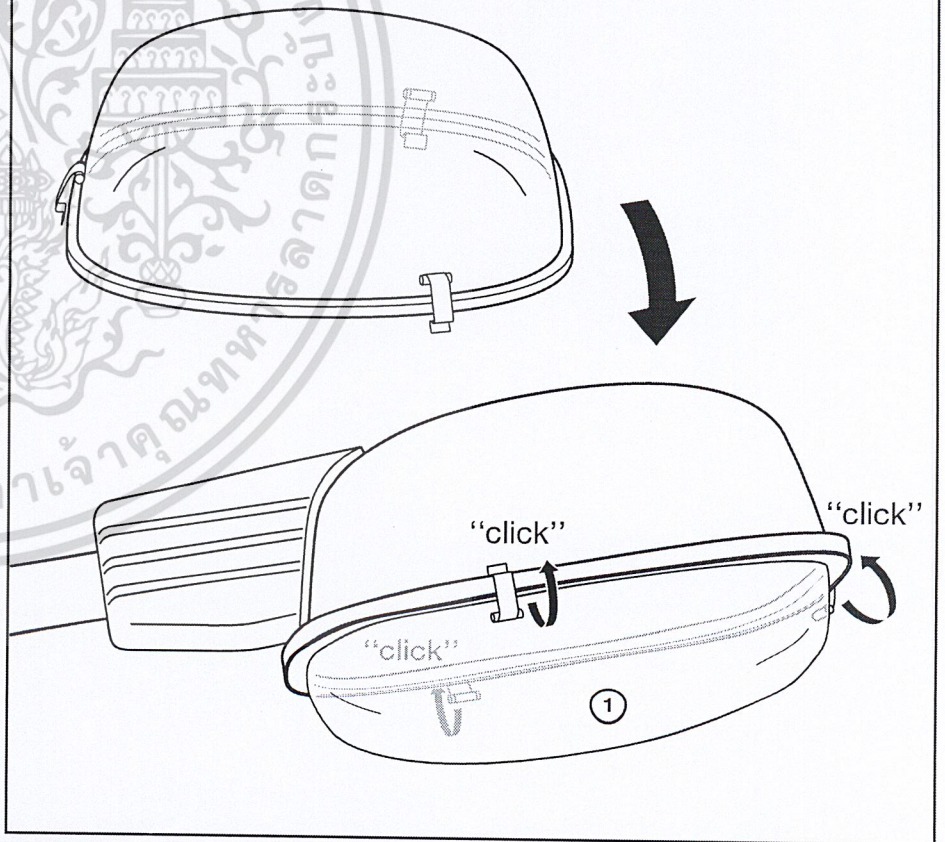


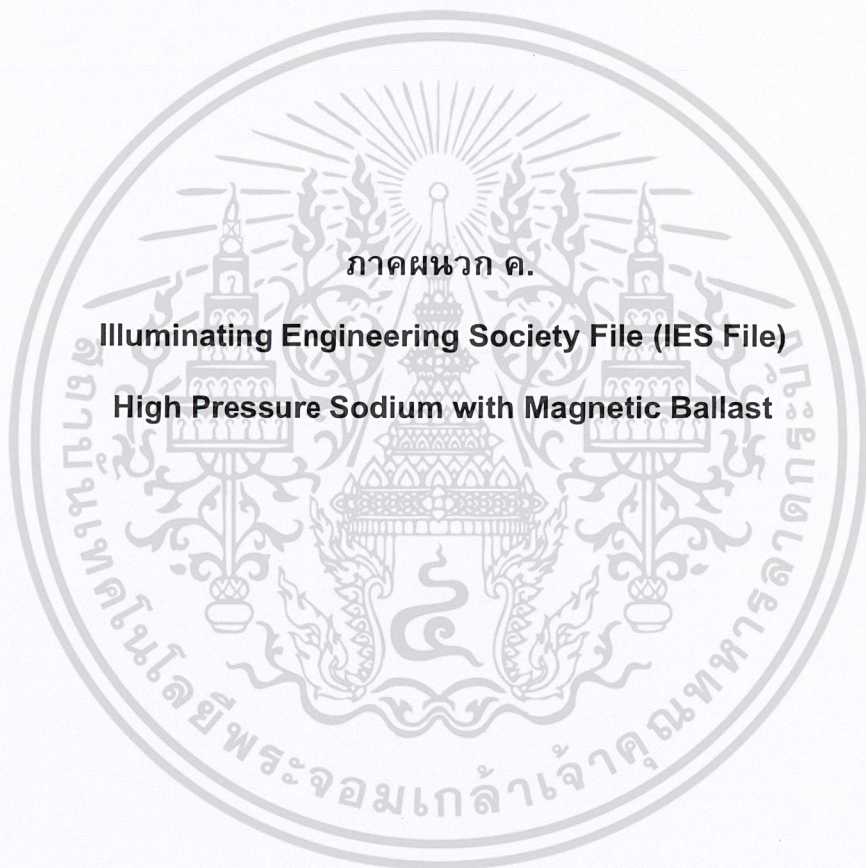
OSRAM GmbH
Steinerne Furt 62
86167 Augsburg, Germany
www.osram.com

G10238698 | G10332459



Diffuser ASYMMETRIC max. 70W - EAN 4008321 979995 ①
Diffuser ASYMMETRIC max. 250W - EAN 4008321 980007 ①





ภาคผนวก ค.

Illuminating Engineering Society File (IES File)

High Pressure Sodium with Magnetic Ballast

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IESNA:LM-63-2002

Street light High Pressure sodium 250 watt non-Electronics Ballast

[Test] Street light

[Luminaire] Street light

[Lamp] High Pressure sodium 250 watt

[Ballast] Magnetic Ballast

[Starter] -

[Capacitor] -

TILT=NONE(15)

1 29856.43 1 25 53 1 2 0.641 0.489 0.187

1 1 278.2

0 10 20 30 35 40 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 10 15 20 25 30 35 40 45 50 60 75 90 105 120 130 135 140 145 150 155 160 165
170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 240 255 270 285 300 310
315 320 325 330 335 340 345 350 355 360

3173.0 3391.2 4180.3 4264.2 4801.4 3978.8 6211.6 3962.0 5540.1 6027.0 4297.8

4767.8 3643.0 5556.9 4180.3 4532.8 4146.7 2467.9 3240.1 2232.8 2165.7 1309.5

721.9 503.6 235.0

3173.0 3728.2 6213.7 5817.1 10285.7 6583.9 7377.1 10841.0 8408.4 11052.5 10735.2

6954.1 10312.1 7826.7 12374.6 10285.7 13035.6 8699.2 12348.1 7641.6 9148.7

3781.1 3252.3 793.2 634.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3173.0 4848.3 5508.3 6523.6 11194.2 8402.0 7995.9 11194.2 7259.7 10838.9 7894.3
10229.6 13199.5 11778.1 17489.4 12894.9 22413.8 13859.5 19545.5 11778.1 12488.8
7539.0 3807.6 2639.9 660.0

3173.0 5401.9 7132.6 4851.2 9781.1 9781.1 7552.2 7499.7 11013.6 8155.3 9309.1
9990.9 13871.9 14081.7 20086.7 18382.2 15209.3 25855.7 15786.2 11852.7 12324.8
9099.3 5533.0 2255.2 1258.7

3173.0 2970.0 3375.9 3560.4 5460.5 5571.1 6641.1 5958.5 5774.1 6678.0 7489.7
6844.0 6438.2 5958.5 10219.9 8688.8 11769.5 8891.7 12636.5 5681.8 4445.8 3597.3
2693.3 1438.9 848.6

3173.0 3396.4 4066.8 4737.1 4647.7 9250.8 7686.6 6547.0 8982.6 7128.0 9340.1
10412.7 6614.1 7351.5 6278.9 9831.7 6882.2 6904.6 9049.7 5854.3 2882.5 2636.7
2078.1 938.5 692.7

3173.0 3971.6 5504.1 4964.5 5504.1 6605.0 9518.9 9864.3 5806.3 8720.3 7015.1
6453.9 8159.1 7403.6 5633.6 7943.2 6648.1 4942.9 5331.4 4791.8 3453.6 1748.4
1683.6 1165.6 626.0

3173.0 3537.7 4285.3 5251.8 5415.9 4431.2 4340.0 8041.8 6017.7 5124.2 4558.9
5689.5 6893.0 4558.9 4960.0 5379.5 4741.2 3756.5 3701.8 3902.4 3938.9 1878.3
838.8 674.7 510.6

3173.0 3777.3 4899.8 5849.5 6281.2 5094.0 4791.8 5590.5 5504.1 8936.1 6043.7
6151.7 6238.0 5892.7 4683.9 4640.7 6367.5 5655.2 3626.2 4770.2 3604.7 2676.5
2611.8 1100.8 539.6

3173.0 2919.9 3465.0 3834.8 5800.9 4691.3 4126.8 3601.2 5567.3 5625.7 4691.3
5839.8 7221.9 5684.1 3270.3 4866.5 5567.3 4243.6 2725.2 2744.7 3250.8 2433.3
2005.0 1168.0 661.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3173.0 2650.6 3946.9 5920.3 4372.5 4198.4 4662.7 4972.3 4740.1 4043.6 3405.1
3095.6 5784.9 5920.3 5997.7 3792.1 2766.7 2921.5 3443.8 2728.0 2418.4 2979.5
1780.0 1567.1 1044.8

3173.0 2366.9 3584.6 3516.0 4939.5 4202.0 3910.5 4253.5 3927.6 3447.4 2984.3
2692.7 3481.7 3927.6 3293.0 2915.7 3275.9 3258.7 2847.1 2315.4 1406.4 1389.2
1577.9 1543.6 1440.7

3173.0 4012.9 5529.4 4246.2 6485.9 5599.4 5552.7 3546.3 3592.9 4036.2 5016.1
4292.8 3756.2 3289.6 5039.4 4806.1 3126.3 3313.0 3266.3 2309.7 1819.8 2356.4
1306.5 1399.8 1539.8

3173.0 3254.3 4800.1 4901.8 4657.8 3478.1 3762.8 3905.2 2664.5 3111.9 2847.5
3823.8 3193.3 3661.1 2623.8 2644.1 2725.5 3437.4 3030.6 1708.5 1301.7 1383.1
915.3 996.6 610.2

3173.0 5013.8 4141.8 4916.9 6515.5 4941.1 4650.5 4602.0 3705.8 3608.9 3512.1
4093.4 5086.4 5183.3 5159.1 4359.8 4214.5 2858.1 2567.4 2615.9 2131.5 2252.6
1937.7 1550.2 1186.8

3173.0 3807.6 5203.7 5309.4 5499.8 4230.6 5351.7 3849.9 4949.8 4019.1 3130.7
3046.0 3701.8 4188.3 3680.6 4569.1 3173.0 3532.6 2305.7 1840.3 1671.1 1290.3
1819.2 1586.5 782.7

3173.0 3641.1 4456.0 4334.7 5114.9 3797.2 3346.4 4490.7 4213.3 4490.7 4681.4
4906.8 3606.4 3935.9 3346.4 2583.5 2566.1 2028.6 2098.0 1681.8 1855.2 1820.6
1231.0 1144.3 433.5

3173.0 2507.7 3821.2 4401.2 3548.3 3463.0 4247.7 4861.8 6874.8 6141.2 5220.0
4759.4 4213.6 4759.4 3497.1 3497.1 3377.7 2627.1 2746.5 2149.4 1876.5 1245.3
1279.4 580.0 272.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3173.0 5183.3 4650.5 4602.0 5013.8 6127.9 10415.1 10415.1 8671.2 6321.7 8816.5
5910.0 5885.7 4262.9 4069.1 4190.3 3851.2 3512.1 3391.0 3391.0 2858.1 3027.6
1404.8 678.2 557.1

3173.0 4874.4 6139.0 5127.3 4851.4 7219.6 8369.3 8645.2 8668.2 6759.8 7886.4
6506.9 6644.8 5863.1 5242.3 6024.0 5426.2 4805.4 4023.7 3609.8 3793.8 1885.4
1034.7 781.7 482.8

3173.0 2743.7 3546.3 3994.2 3490.3 5674.0 4908.8 6495.2 5095.4 5263.4 4778.1
5188.7 4628.8 5692.7 5207.4 5468.7 4722.1 4554.1 2986.3 2538.4 3005.0 1455.8
1026.5 783.9 578.6

3173.0 3428.3 3464.7 4157.7 5124.2 5671.2 6163.6 5197.1 6382.4 4795.9 4777.7
4887.1 4868.9 5452.4 5343.0 7075.4 6200.0 5890.0 4723.0 3555.9 1896.5 1367.7
875.3 747.7 492.4

3173.0 3389.3 4735.4 5985.4 9542.9 5456.5 7764.2 9230.4 9062.2 8966.0 6802.6
7115.1 7740.1 8581.4 13268.8 15696.6 10528.5 9663.1 8437.2 7644.0 4278.7 3413.3
2379.7 1418.2 841.3

3173.0 3467.7 3935.9 3883.9 6120.5 6328.6 4802.8 4438.7 4716.1 4820.1 6450.0
6727.4 7438.3 12119.7 12466.5 13160.0 14893.9 14529.8 9674.9 7854.4 5617.7
2514.1 1265.7 572.2 346.8

3173.0 2722.3 4416.9 4597.2 4939.7 4939.7 6562.3 5913.3 6418.0 5534.7 5120.0
5859.2 6832.7 7607.9 8635.5 14044.0 14134.1 12746.0 13611.3 9915.5 7553.8 4380.9
1893.0 739.2 396.6

3173.0 4365.4 3577.2 5436.5 6123.6 5113.1 6042.8 6507.6 5780.1 4911.0 5679.0
6386.4 7396.9 6588.5 8629.7 6527.8 7215.0 6952.2 6406.6 5375.9 3173.0 2485.8
707.3 323.4 303.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3173.0 3689.9 3689.9 4777.3 4955.5 5026.8 3707.7 3707.7 3636.4 4260.3 3796.9
3600.8 3886.0 3850.3 4599.0 2584.7 2477.8 3547.3 3190.8 2388.6 1836.0 891.3 427.8
267.4 231.7

3173.0 2881.2 4103.0 5215.3 4795.9 4048.3 4376.5 4868.9 3592.4 3574.1 3957.1
4157.7 4887.1 3957.1 1914.7 1604.7 1768.8 1568.2 1094.1 747.7 583.5 364.7 255.3
200.6 200.6

3173.0 3336.3 5016.1 5226.1 5646.0 6765.9 5762.7 5739.3 5809.3 4409.5 4479.5
4082.9 4666.1 3359.6 1726.5 1353.2 1399.8 1119.9 839.9 793.2 513.3 373.3 303.3
233.3 210.0

3173.0 4324.8 4498.7 5063.7 6106.9 6019.9 4411.7 5128.9 4933.3 5281.0 5215.8
5411.4 4194.4 2042.9 1477.8 1282.2 1086.6 891.0 630.2 456.4 260.8 195.6 195.6
173.9 173.9

3173.0 3437.4 3049.6 4354.0 4177.7 4019.1 3648.9 3155.3 2714.6 3754.7 3966.2
5147.3 1798.0 969.5 881.4 828.5 546.5 423.1 317.3 211.5 229.2 176.3 176.3 141.0
141.0

3173.0 2855.7 4402.5 4918.1 4799.1 4224.0 3331.6 3173.0 3173.0 3173.0 3470.4
3946.4 1408.0 1189.9 872.6 733.7 436.3 317.3 238.0 198.3 198.3 198.3 218.1 218.1
178.5

3173.0 4447.0 3846.0 7115.1 4903.7 5600.8 4158.5 3797.9 2980.7 3173.0 3485.5
2379.7 1634.6 1370.1 1009.6 697.1 552.9 360.6 240.4 240.4 192.3 192.3 216.3 216.3
240.4

3173.0 2524.0 3749.9 4993.8 3479.4 3191.0 3046.8 2001.1 2001.1 2073.2 3136.9
1280.0 829.3 594.9 486.8 486.8 378.6 252.4 144.2 162.3 144.2 162.3 144.2 126.2
162.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3173.0 3443.8 3192.3 4372.5 3618.0 4043.6 2573.2 2224.9 1818.7 2166.9 2360.4
1006.1 851.3 561.1 445.0 309.6 290.2 270.9 193.5 154.8 154.8 135.4 154.8 154.8
154.8

3173.0 2800.8 2820.4 4269.8 4877.0 2761.7 2800.8 2409.1 1821.5 1527.7 1723.6
881.4 568.0 313.4 254.6 254.6 195.9 156.7 137.1 97.9 137.1 137.1 137.1 117.5 117.5

3173.0 2502.1 3009.8 4623.5 4496.5 2629.0 2556.5 1776.9 1414.2 1196.7 1450.5
725.2 362.6 235.7 199.4 181.3 126.9 108.8 108.8 108.8 126.9 108.8 108.8 108.8 126.9

3173.0 2168.2 2432.6 3419.8 3983.8 2644.1 1833.3 1798.0 1392.6 1057.7 1022.4
722.7 440.7 246.8 193.9 158.6 105.8 105.8 105.8 123.4 123.4 123.4 158.6 141.0 123.4

3173.0 2842.4 3459.4 2842.4 3635.7 3173.0 1762.8 1630.6 1432.2 1322.1 1079.7
859.3 484.8 352.6 242.4 154.2 132.2 132.2 154.2 154.2 198.3 176.3 176.3 132.2 132.2

3173.0 3115.6 2083.5 2255.5 2809.8 2312.8 1720.3 2121.7 2083.5 1949.7 1338.0
1261.5 841.0 516.1 210.3 114.7 95.6 95.6 95.6 76.5 95.6 114.7 95.6 76.5 76.5

3173.0 2525.8 2421.5 3381.7 2734.6 2212.7 2296.2 1565.6 1607.4 1670.0 1482.1
897.6 751.5 459.2 229.6 104.4 125.2 125.2 104.4 167.0 208.7 187.9 187.9 187.9 146.1

3173.0 3503.5 2666.2 3040.8 4054.3 2644.1 3062.8 2269.6 1872.9 1542.4 1983.1
1233.9 683.1 374.6 286.4 242.4 176.3 132.2 154.2 176.3 154.2 154.2 176.3 154.2
132.2

3173.0 2203.4 2221.1 4318.8 3137.7 3278.7 2132.9 2044.8 2274.0 1657.0 1445.5
1427.8 617.0 299.7 211.5 211.5 158.6 105.8 88.1 123.4 105.8 88.1 105.8 88.1 88.1

3173.0 2224.7 3173.0 4230.6 3446.5 3902.4 3264.1 3063.6 2315.9 2297.7 1732.4
2133.5 765.9 401.2 273.5 255.3 200.6 127.6 127.6 127.6 127.6 127.6 127.6 127.6
109.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3173.0 3654.4 4048.3 4792.3 5536.3 4945.5 3457.4 3851.3 3501.2 3173.0 2822.8
2385.2 962.8 744.0 568.9 459.5 372.0 284.5 175.1 153.2 175.1 196.9 175.1 175.1
153.2

3173.0 3105.5 4118.1 6345.9 5153.3 5603.3 3600.5 3150.5 4118.1 3803.1 2767.9
2812.9 1485.2 1057.7 832.6 652.6 450.1 382.6 382.6 225.0 180.0 157.5 180.0 180.0
157.5

3173.0 3211.9 2978.3 6170.7 4224.1 4944.4 3173.0 3718.0 3620.7 3698.6 3387.1
2744.7 1674.1 1323.7 992.8 798.1 506.1 428.3 389.3 253.1 175.2 136.3 136.3 175.2
175.2

3173.0 3197.0 4687.3 6994.9 5408.5 5624.8 5216.2 4567.1 5312.3 4038.3 4951.8
4759.4 5047.9 2043.2 1586.5 937.5 865.4 793.2 552.9 384.6 312.5 264.4 192.3 240.4
264.4

3173.0 4547.1 4871.9 7320.3 7620.1 7045.5 5346.6 4597.1 4397.2 6271.0 5946.2
5546.4 7220.4 2723.3 1748.9 1124.3 949.4 749.5 749.5 499.7 424.7 299.8 274.8 224.9
224.9

3173.0 3022.8 4055.4 4919.0 5839.0 4825.2 3830.1 4487.2 4355.8 5219.4 5012.9
4299.5 3341.9 3830.1 1689.7 1558.3 1220.4 995.1 826.1 506.9 375.5 244.1 187.7
225.3 225.3

3173.0 3941.4 5354.4 7436.6 7164.0 7734.1 6023.7 5428.7 5379.2 6668.2 7188.8
5428.7 5180.9 6544.2 2825.9 2231.0 1660.8 1685.6 1289.0 818.0 594.9 371.8 297.5
297.5 297.5

3173.0 2741.1 3905.2 5951.7 4205.6 5557.4 4562.3 4430.9 4994.1 6045.5 5895.3
4712.5 4468.4 3773.8 5932.9 3116.6 2309.3 1821.2 1314.2 1295.5 1013.8 675.9 394.3
244.1 206.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3173.0 4238.9 5726.2 6271.6 8056.4 8006.8 7263.1 8626.5 7263.1 8428.2 6222.0
6271.6 6420.3 8006.8 8056.4 6940.9 4090.2 3916.6 4561.1 4685.1 3049.0 1784.8
1115.5 396.6 396.6



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก.

Illuminating Engineering Society File (IES File)

High Pressure Sodium with Electronic Ballast

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IESNA:LM-63-2002

Street light High Pressure sodium 250 watt Electronics Ballast

[Test] Street light Dim light 100%

[Luminaire] Street light

[Lamp] High Pressure sodium 250 watt

[Ballast] Electronics Ballast

[Starter] -

[Capacitor] -

TILT=NONE(15)

1 24389.41 1 25 53 1 2 0.641 0.489 0.187

1 1 257.3

0 10 20 30 35 40 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 10 15 20 25 30 35 40 45 50 60 75 90 105 120 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180

185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 240 255 270 285 300 310 315 320 325 330 335 340

345 350 355 360

2400.7 2556.2 3229.7 4127.8 4628.7 4766.9 4697.8 4628.7 4663.3 4628.7 4525.1 4438.7 4369.6

4335.1 4801.4 4905.0 3143.4 2970.7 2849.8 2590.7 2020.7 1502.6 777.2 345.4 241.8

2400.7 2642.5 3316.1 3920.6 5112.3 5095.0 5267.7 5181.4 5285.0 5371.4 5336.8 5354.1 5492.3

6045.0 6684.0 7772.1 7115.8 6701.3 6666.7 6096.8 4646.0 3057.0 1744.4 621.8 310.9

2400.7 2572.2 3378.1 3446.7 5435.9 4612.8 5418.7 5658.8 5710.3 6104.7 6241.8 6310.4 6567.7

7390.8 8848.3 9928.7 11300.5 11094.7 10408.8 9620.0 7733.7 5487.3 3052.3 1543.3 600.2

2400.7 2677.1 3540.6 3506.1 4801.4 5233.2 5146.8 5682.3 5855.0 6062.2 6286.8 6338.6 6839.4

7858.4 10034.6 10829.1 11347.2 12418.1 10656.4 9309.2 7150.3 5095.0 2884.3 1519.9 639.0

2400.7 2640.8 3532.5 3566.8 3704.0 5727.4 4904.3 5041.5 5555.9 5710.3 5693.1 5847.4 5950.3

6464.8 7339.3 8642.6 9345.6 9002.7 8694.0 6584.8 4732.8 3309.6 2109.2 1354.7 771.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ หากมีข้อผิดพลาดประการใดขออภัยเป็นอย่างสูง

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2400.7 2675.1 3583.9 3652.5 3618.2 5161.5 5418.7 4715.7 5333.0 5727.4 5881.7 5950.3 5933.2
5727.4 5607.4 5607.4 6053.2 5761.7 5127.2 4149.8 2452.2 1731.9 1183.2 874.5 600.2

2400.7 2640.8 3446.7 3652.5 3669.7 3858.3 5555.9 5710.3 5298.7 5298.7 5693.1 5898.9 5847.4
5538.8 5178.7 4732.8 4218.4 3944.0 3686.8 3429.6 3035.2 1577.6 1080.3 685.9 548.7

2400.7 2690.2 3405.3 3694.7 3796.9 3711.7 4869.5 5635.7 5720.8 5567.6 4699.3 5124.9 5159.0
4852.5 4614.1 4205.5 3933.1 3490.4 3252.0 2962.6 2758.3 2230.4 851.3 493.8 357.6

2400.7 2657.9 3361.0 3841.1 3841.1 3841.1 3806.8 3995.5 4955.8 5333.0 5607.4 4972.9 3841.1
4235.5 4098.4 4252.7 3824.0 3498.2 3223.8 2880.9 2452.2 2246.4 1800.5 685.9 343.0

2400.7 2673.1 3371.2 3865.0 3950.1 3865.0 3745.8 3660.7 3626.6 3916.1 4477.9 4529.0 4801.4
3626.6 3303.1 3269.1 3660.7 2979.6 2690.2 2434.8 2230.4 1855.9 1753.7 1208.9 493.8

2400.7 2622.1 3303.1 3899.0 4069.3 4001.2 3711.7 3660.7 3490.4 3252.0 3064.7 3030.7 3626.6
3984.2 4120.4 3762.8 2707.2 2485.8 2928.5 2298.6 2043.2 1992.1 1617.5 1464.3 1055.6

2400.7 2656.1 3286.1 3882.0 4069.3 3882.0 3660.7 3524.4 3354.2 3252.0 3064.7 2979.6 2894.5
3030.7 3115.8 3115.8 2911.5 2605.0 2434.8 2298.6 1617.5 1396.2 1430.2 1259.9 1345.1

2400.7 2656.1 3030.7 3524.4 3541.5 3303.1 3064.7 2996.6 2945.6 2894.5 2860.4 2809.3 2758.3
2775.3 2775.3 2707.2 2588.0 2247.5 2009.1 1804.8 1532.4 1294.0 1106.7 970.5 868.3

2400.7 2637.4 3009.3 3448.9 3381.3 3060.1 2755.7 2637.4 2552.9 2485.2 2451.4 2400.7 2350.0
2451.4 2485.2 2485.2 2434.5 2130.2 1927.3 1589.2 1217.3 963.7 811.5 642.4 355.0

2400.7 2688.1 3127.7 3753.2 3854.7 3533.4 3178.4 3026.2 2924.8 2840.3 2772.7 2721.9 2688.1
2738.8 2755.7 2721.9 2569.8 2299.3 2011.9 1792.1 1487.8 1217.3 1048.2 845.3 727.0

2400.7 2741.2 3388.2 4001.2 4137.4 3899.0 3473.4 3337.2 3132.8 3098.8 2911.5 2741.2 2741.2
2928.5 3149.9 2996.6 2639.1 2519.9 1906.9 1242.9 1345.1 1191.8 1123.7 1004.6 612.9

2400.7 2741.2 3541.5 3933.1 3847.9 3796.9 3592.6 3337.2 3235.0 3456.3 4375.8 4154.4 3847.9
3813.9 2894.5 2741.2 2383.7 2179.4 2026.1 1855.9 1787.8 1532.4 1225.9 970.5 425.7

2400.7 2792.3 3643.6 3728.8 3813.9 3745.8 3694.7 4665.2 5210.1 4852.5 4273.6 4341.7 3235.0
3660.7 2962.6 2758.3 2588.0 2332.6 2247.5 2145.3 1617.5 1328.1 1311.0 493.8 289.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2400.7 2755.7 3550.3 3601.1 3702.5 3634.9 5562.2 5596.0 5190.3 4750.7 4700.0 3956.1 3651.8
3398.2 3127.7 3009.3 2924.8 2755.7 2671.2 2366.9 1623.0 1758.3 794.6 371.9 304.3

2400.7 2772.7 3601.1 3634.9 3448.9 5055.0 5748.2 4970.5 5460.8 4818.3 4649.3 4260.4 3820.8
3533.4 3533.4 3448.9 3279.8 3178.4 2907.9 2062.6 2265.5 1082.0 591.7 422.7 321.2

2400.7 2755.7 3550.3 3482.7 3567.3 5545.3 4801.4 5731.3 5105.7 5021.2 4835.2 4564.7 4395.7
4328.0 4159.0 3820.8 3770.1 3567.3 2840.3 2400.7 2045.7 1031.3 710.1 574.8 405.8

2400.7 2772.7 3398.2 3330.6 5308.6 5139.5 5291.7 4936.7 4953.6 4919.8 4902.9 4852.1 4987.4
5139.5 5325.5 5832.7 5410.1 4497.1 3516.5 2620.5 1538.5 1149.6 912.9 659.3 507.2

2400.7 2758.3 3371.2 3337.2 5482.5 4460.9 5005.7 4971.7 4920.6 4869.5 5090.9 5465.4 6146.5
6963.8 8223.7 8717.5 8445.1 7832.1 6878.6 4886.6 3166.9 2247.5 1294.0 732.1 425.7

2400.7 2843.4 3354.2 4443.9 5465.4 5107.9 4988.7 4903.6 4971.7 5244.1 5567.6 6299.7 7644.8
9466.6 9943.4 10743.6 11424.7 11135.2 9705.0 7389.4 5107.9 2741.2 1362.1 612.9 323.5

2400.7 2758.3 3303.1 4920.6 4597.1 5176.0 4818.4 4682.2 4835.5 5039.8 5414.4 6078.4 6776.5
7917.2 8836.7 10403.1 10794.7 10743.6 10096.6 8428.0 5669.8 3081.8 1464.3 510.8 289.4

2400.7 2823.4 3246.0 5105.7 4514.0 4716.9 4277.3 4192.8 4175.9 4243.5 4514.0 4649.3 5055.0
5579.1 6678.0 6120.1 6272.3 6525.9 6153.9 4750.7 3026.2 1623.0 625.5 287.4 270.5

2400.7 2755.7 3161.5 4987.4 4497.1 4378.8 3939.2 3854.7 3753.2 3770.1 3854.7 3803.9 3888.5
4074.4 4057.5 2671.2 2620.5 2603.6 2417.6 1978.1 1335.6 743.9 338.1 253.6 219.8

2400.7 2806.5 3110.8 4260.4 4497.1 4023.7 3634.9 3584.2 3499.6 3601.1 3465.8 3516.5 3499.6
3685.6 1842.8 1470.9 1284.9 1149.6 946.8 676.3 473.4 287.4 219.8 169.1 186.0

2400.7 2688.1 3043.2 4294.2 4175.9 3905.4 3415.1 3364.4 3330.6 3381.3 3262.9 3279.8 3837.8
2637.4 1301.8 1065.1 879.1 760.8 608.6 422.7 304.3 219.8 169.1 135.3 152.2

2400.7 2738.8 3009.3 3973.0 4074.4 3668.7 3144.6 3093.9 3144.6 3161.5 3127.7 3550.3 2654.3
1200.4 946.8 777.7 642.4 524.1 388.8 287.4 219.8 152.2 135.3 152.2 152.2

2400.7 2637.4 3026.2 4108.3 3905.4 3516.5 2975.5 2789.6 2823.4 2924.8 2975.5 3939.2 1758.3
1031.3 811.5 642.4 524.1 405.8 304.3 219.8 186.0 135.3 135.3 152.2 152.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2400.7 2654.3 3026.2 4057.5 3719.4 3262.9 2671.2 2502.1 2519.1 2603.6 2891.0 3060.1 1082.0
794.6 625.5 541.0 388.8 287.4 236.7 152.2 135.3 135.3 135.3 152.2 152.2

2400.7 2519.1 2941.7 4006.8 3618.0 3144.6 2485.2 2282.4 2248.6 2282.4 2586.7 2299.3 946.8
777.7 591.7 439.6 338.1 270.5 186.0 135.3 135.3 135.3 135.3 135.3 135.3

2400.7 2484.7 2837.2 4062.7 3391.2 2887.6 2249.6 2014.6 1981.0 1981.0 2417.5 1091.2 721.9
587.6 520.4 369.3 285.4 201.5 151.1 134.3 134.3 134.3 117.5 134.3 134.3

2400.7 2400.7 2669.3 4264.2 3475.2 2786.8 2182.5 1880.3 1746.0 1712.4 1880.3 839.4 587.6
436.5 352.6 285.4 251.8 184.7 134.3 134.3 134.3 134.3 134.3 134.3 134.3

2400.7 2383.9 2568.6 3962.0 3391.2 2585.4 1947.4 1678.8 1477.4 1393.4 1477.4 621.2 402.9
285.4 235.0 184.7 134.3 117.5 100.7 117.5 117.5 117.5 117.5 117.5 117.5

2400.7 2300.0 2434.3 3894.9 3374.4 2467.9 1897.1 1544.5 1343.1 1175.2 1074.4 537.2 352.6
218.2 167.9 134.3 117.5 100.7 83.9 117.5 117.5 100.7 100.7 117.5 100.7

2400.7 2216.0 2232.8 3273.7 3122.6 2484.7 1947.4 1695.6 1410.2 1141.6 873.0 688.3 369.3 218.2
167.9 134.3 134.3 117.5 117.5 117.5 134.3 134.3 117.5 134.3 117.5

2400.7 2147.1 2062.6 2197.8 2265.5 1910.4 1487.8 1335.6 1217.3 1166.5 879.1 591.7 355.0 253.6
135.3 118.3 84.5 84.5 101.4 135.3 135.3 135.3 135.3 118.3 84.5

2400.7 2180.9 1978.1 2180.9 2282.4 1995.0 1623.0 1504.7 1454.0 1386.3 1183.4 1166.5 760.8
371.9 169.1 101.4 84.5 84.5 84.5 84.5 84.5 84.5 84.5 84.5 67.6

2400.7 2197.8 1995.0 2164.0 2299.3 1910.4 1487.8 1301.8 1200.4 1115.8 1014.4 794.6 574.8
304.3 169.1 118.3 84.5 101.4 118.3 135.3 135.3 135.3 135.3 118.3 118.3

2400.7 2248.6 2130.2 2400.7 2502.1 2231.6 1910.4 1606.1 1420.1 1234.2 1217.3 862.2 524.1
304.3 219.8 152.2 118.3 118.3 118.3 135.3 135.3 135.3 135.3 118.3 118.3

2400.7 2281.5 2315.6 3592.6 3286.1 2758.3 2162.3 1958.0 1770.7 1600.5 1413.2 1259.9 476.7
255.4 204.3 153.2 136.2 119.2 102.2 119.2 85.1 85.1 85.1 102.2 102.2

2400.7 2299.3 2400.7 3668.7 3550.3 2975.5 2400.7 2231.6 1944.2 1842.8 1673.7 1623.0 659.3
338.1 253.6 202.9 152.2 135.3 118.3 101.4 101.4 101.4 101.4 118.3 118.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2400.7 2332.6 2485.8 4052.3 3694.7 3115.8 2792.3 2417.7 2196.4 2111.3 1924.0 2077.2 698.1
425.7 357.6 306.5 255.4 187.3 136.2 136.2 119.2 136.2 136.2 119.2 119.2

2400.7 2333.1 2552.9 4260.4 4006.8 3347.5 2924.8 2654.3 2434.5 2350.0 2231.6 2333.1 1454.0
693.2 524.1 439.6 371.9 304.3 219.8 152.2 135.3 135.3 118.3 118.3 135.3

2400.7 2366.9 2738.8 4294.2 4023.7 3465.8 3009.3 2840.3 2671.2 2637.4 2536.0 2721.9 2164.0
862.2 659.3 574.8 473.4 371.9 270.5 169.1 135.3 135.3 135.3 135.3 135.3

2400.7 2417.7 2877.4 4460.9 4103.3 3762.8 3286.1 3149.9 3013.7 2979.6 2928.5 2758.3 3575.5
1328.1 919.4 732.1 578.9 493.8 374.6 272.4 170.3 153.2 153.2 136.2 136.2

2400.7 2451.4 2992.4 4615.4 4108.3 3770.1 3533.4 3415.1 3330.6 3313.7 3195.3 3043.2 3837.8
1758.3 1098.9 828.4 676.3 574.8 456.5 321.2 219.8 169.1 152.2 152.2 152.2

2400.7 2485.8 3081.8 4852.5 4171.4 4069.3 3865.0 3779.8 3728.8 3694.7 3575.5 3388.2 3337.2
3728.8 1634.5 1123.7 902.4 766.2 612.9 459.7 323.5 238.4 187.3 153.2 153.2

2400.7 2519.1 3144.6 5071.9 4159.0 4159.0 4057.5 4040.6 4023.7 3973.0 3820.8 3567.3 3398.2
4209.7 2180.9 1369.4 1115.8 896.0 760.8 608.6 439.6 304.3 202.9 169.1 169.1

2400.7 2519.1 3178.4 4446.4 4142.1 4344.9 4328.0 4311.1 4328.0 4243.5 4142.1 3939.2 3837.8
3736.3 4564.7 2316.2 1707.5 1386.3 1284.9 1048.2 811.5 574.8 338.1 219.8 202.9

2400.7 2586.7 3262.9 4159.0 4412.6 4801.4 4700.0 4632.4 4683.1 4598.5 4497.1 4429.5 4378.8
4361.9 4919.8 4328.0 3110.8 2975.5 2857.2 2586.7 1876.6 1268.0 625.5 304.3 253.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IESNA:LM-63-2002

Street light High Pressure sodium 250 watt Electronics Ballast

[Test] Street light Dim light 90%

[Luminaire] Street light

[Lamp] High Pressure sodium 250 watt

[Ballast] Electronics Ballast

[Starter] -

[Capacitor] -

TILT=NONE(15)

1 19438.09 1 25 53 1 2 0.641 0.489 0.187

1 1 231.57

0 10 20 30 35 40 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 10 15 20 25 30 35 40 45 50 60 75 90 105 120 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180

185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 240 255 270 285 300 310 315 320 325 330 335 340

345 350 355 360

2132.1 2269.7 2888.7 3628.0 4057.9 4212.6 4178.2 4126.6 4126.6 4126.6 4040.7 3954.7 3885.9

3851.5 4057.9 4229.8 2819.9 2665.1 2544.8 2338.4 1822.6 1203.6 705.0 309.5 240.7

2132.1 2338.4 2940.2 3507.6 4590.9 4487.7 4676.9 4590.9 4694.1 4762.8 4728.4 4762.8 4831.6

5278.7 5914.9 6929.3 6430.7 5949.2 5863.3 5313.1 4006.3 2630.7 1547.5 584.6 292.3

2132.1 2321.2 3026.2 3112.2 4917.6 4126.6 4848.8 5055.1 5072.3 5450.6 5588.2 5622.6 5880.5

6533.9 7857.8 8923.9 10213.4 9869.6 9353.7 8666.0 6723.0 5020.8 2802.7 1427.1 498.6

2132.1 2355.6 3129.4 3112.2 4333.0 4539.3 4556.5 5055.1 5192.7 5381.8 5571.0 5639.7 6018.0

7135.7 8837.9 9663.2 10213.4 11090.4 9405.3 8167.3 6207.2 4367.4 2630.7 1255.2 584.6

2132.1 2319.7 3121.4 3155.5 3309.0 5065.9 4366.5 4434.8 4912.4 5048.8 5031.8 5151.2 5287.6

5748.1 6430.4 7590.3 8238.4 7948.5 8016.7 5679.9 4247.1 2848.5 1808.0 1142.8 750.5 โยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2132.1 2407.2 3181.0 3249.7 3215.3 4694.1 4848.8 4229.8 4848.8 5106.7 5244.3 5278.7 5244.3
5123.9 5003.6 5003.6 5416.2 5158.3 4745.6 3765.6 2235.3 1444.3 1014.5 739.4 533.0

2132.1 2372.8 3077.8 3266.9 3301.3 3438.9 4969.2 5089.5 4745.6 4625.3 5089.5 5261.5 5227.1
4969.2 4642.5 4229.8 3765.6 3542.0 3301.3 3095.0 2699.5 1409.9 859.7 653.4 498.6

2132.1 2388.0 3053.2 3309.0 3394.3 3309.0 4230.1 5082.9 5134.1 4963.5 4196.0 4605.3 4639.4
4332.4 4110.7 3752.5 3530.8 3155.5 2916.7 2660.9 2439.1 1739.8 801.7 460.5 324.1

2132.1 2369.0 2978.2 3418.1 3401.2 3401.2 3350.4 3587.3 4501.1 4721.1 4941.1 4416.5 3401.2
3756.6 3621.2 3756.6 3333.5 3147.4 2809.0 2538.2 2216.7 1996.7 1590.6 558.4 287.7

2132.1 2369.0 3012.0 3435.0 3519.7 3418.1 3316.6 3248.9 3215.1 3452.0 3959.6 4061.1 4230.4
3248.9 2978.2 2893.6 3248.9 2707.4 2402.8 2165.9 1979.8 1641.4 1573.7 1083.0 406.1

2132.1 2316.8 2937.9 3458.4 3626.2 3542.3 3273.7 3223.3 3089.0 2904.4 2719.7 2635.7 3122.6
3525.5 3592.7 3374.4 2383.9 2165.7 2602.2 2031.4 1779.5 1779.5 1460.6 1292.7 940.1

2132.1 2369.0 2910.5 3452.0 3604.3 3452.0 3232.0 3113.5 2978.2 2893.6 2724.3 2656.7 2589.0
2707.4 2792.0 2775.1 2605.9 2369.0 2149.0 2081.3 1506.0 1235.3 1269.1 1133.7 1184.5

2132.1 2369.0 2724.3 3164.3 3164.3 2961.2 2724.3 2656.7 2639.7 2572.1 2538.2 2521.3 2453.6
2470.5 2453.6 2419.8 2301.3 2030.6 1810.6 1607.5 1336.8 1133.7 981.4 863.0 778.4

2132.1 2350.3 2669.3 3089.0 3005.1 2753.3 2467.9 2333.6 2266.4 2216.0 2182.5 2132.1 2081.7
2165.7 2216.0 2216.0 2182.5 1930.6 1678.8 1410.2 1158.4 873.0 721.9 570.8 302.2

2132.1 2402.8 2809.0 3367.4 3435.0 3198.1 2842.8 2707.4 2622.8 2555.1 2487.4 2436.7 2419.8
2470.5 2470.5 2436.7 2267.5 2047.5 1793.7 1590.6 1319.9 1099.9 964.5 761.5 643.0

2132.1 2419.8 2995.1 3536.6 3671.9 3468.9 3079.7 2995.1 2775.1 2741.3 2589.0 2453.6 2436.7
2622.8 2842.8 2622.8 2318.2 2182.9 1810.6 1099.9 1201.4 1083.0 998.4 863.0 558.4

2132.1 2419.8 3130.5 3468.9 3401.2 3384.3 3181.2 2978.2 2859.7 3147.4 3756.6 3705.8 3401.2
3384.3 2487.4 2436.7 2115.2 1962.9 1810.6 1658.3 1590.6 1286.0 1083.0 863.0 389.2

2132.1 2434.3 3189.8 3290.5 3357.6 3307.3 3256.9 4012.4 4600.0 4197.0 3743.8 3878.1 2820.4
3173.0 2602.2 2451.1 2266.4 2064.9 1981.0 1913.9 1460.6 1208.7 1192.0 436.5 251.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2132.1 2453.6 3181.2 3215.1 3316.6 3282.8 4805.7 5008.7 4653.4 4247.3 4213.4 3553.5 3401.2
3045.9 2842.8 2673.6 2622.8 2453.6 2385.9 2064.4 1455.2 1556.8 710.7 338.4 270.7

2132.1 2467.9 3189.8 3223.3 3072.2 4381.7 5036.5 4398.5 4818.2 4314.6 4146.7 3777.3 3374.4
3139.4 3122.6 3055.4 2904.4 2803.6 2535.0 1863.5 1981.0 990.5 537.2 386.1 285.4

2132.1 2436.7 3181.2 3096.6 3164.3 4958.0 4331.9 5161.0 4551.9 4484.2 4331.9 4044.2 3942.7
3841.2 3739.6 3418.1 3401.2 3147.4 2673.6 2149.0 1692.1 964.5 643.0 507.6 372.3

2132.1 2504.4 3045.9 2961.2 4721.1 4585.7 4704.2 4416.5 4416.5 4365.7 4331.9 4331.9 4467.3
4602.6 4738.0 5178.0 4805.7 3993.5 3130.5 2301.3 1472.2 1049.1 795.3 609.2 440.0

2132.1 2470.5 2995.1 2961.2 4839.5 3976.5 4450.3 4416.5 4348.8 4315.0 4534.9 4856.4 5381.0
6176.3 7310.1 7699.2 7445.4 6870.1 6024.0 4230.4 2893.6 1946.0 1133.7 676.9 372.3

2132.1 2521.3 2978.2 3773.5 4653.4 4568.8 4416.5 4348.8 4433.4 4636.5 4974.9 5719.4 6768.6
8240.7 8799.1 9509.8 10135.9 9679.1 8528.4 6480.9 4467.3 2605.9 1167.6 541.5 287.7

2132.1 2434.3 2904.4 4331.4 3995.6 4532.8 4247.4 4129.9 4264.2 4448.9 4784.6 5305.1 5909.4
6899.9 7856.9 9199.9 9502.1 9468.5 8847.4 7269.3 4835.0 2585.4 1376.6 537.2 251.8

2132.1 2521.3 2910.5 4568.8 4010.4 4213.4 3807.3 3756.6 3739.6 3773.5 4027.3 4145.7 4551.9
5059.5 6040.9 5499.5 5584.1 5854.8 5431.8 4145.7 2775.1 1522.9 524.6 253.8 236.9

2132.1 2434.3 2803.6 4364.9 3995.6 3861.3 3475.2 3408.0 3340.8 3340.8 3424.8 3374.4 3441.6
3643.0 3743.8 2400.7 2333.6 2316.8 2165.7 1729.2 1242.3 621.2 302.2 218.2 201.5

2132.1 2451.1 2736.5 3794.1 3911.6 3575.9 3206.5 3156.2 3089.0 3173.0 3055.4 3105.8 3105.8
3424.8 1628.5 1326.3 1124.8 1024.1 839.4 604.4 402.9 235.0 184.7 151.1 167.9

2132.1 2402.8 2724.3 3807.3 3739.6 3485.8 3062.8 2978.2 2978.2 3012.0 2910.5 2927.4 3401.2
2385.9 1201.4 947.6 795.3 659.9 541.5 423.0 270.7 186.1 152.3 135.4 152.3

2132.1 2453.6 2690.5 3671.9 3638.1 3265.8 2825.9 2758.2 2825.9 2842.8 2792.0 3232.0 2521.3
1116.8 846.1 693.8 609.2 473.8 372.3 253.8 186.1 135.4 135.4 135.4 135.4

2132.1 2369.0 2707.4 3671.9 3502.7 3130.5 2673.6 2487.4 2521.3 2589.0 2673.6 3485.8 1590.6
930.7 676.9 558.4 473.8 372.3 287.7 203.1 169.2 135.4 135.4 135.4 135.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2132.1 2350.3 2669.3 3592.7 3290.5 2904.4 2367.1 2216.0 2232.8 2316.8 2719.7 2736.5 956.9
721.9 570.8 470.1 352.6 268.6 201.5 134.3 117.5 117.5 134.3 134.3 134.3

2132.1 2266.4 2602.2 3575.9 3189.8 2803.6 2232.8 2031.4 1997.8 2031.4 2350.3 2367.1 856.2
688.3 520.4 386.1 319.0 235.0 167.9 117.5 117.5 117.5 117.5 117.5 134.3

2132.1 2216.0 2518.2 3643.0 3055.4 2568.6 1981.0 1813.1 1779.5 1779.5 2064.9 956.9 638.0
520.4 436.5 335.8 251.8 201.5 134.3 134.3 117.5 117.5 117.5 134.3 134.3

2132.1 2132.1 2400.7 3827.7 3122.6 2484.7 1913.9 1662.0 1561.3 1544.5 1678.8 889.8 537.2
386.1 319.0 268.6 218.2 151.1 134.3 117.5 134.3 117.5 117.5 117.5 117.5

2132.1 2098.5 2300.0 3575.9 3005.1 2316.8 1762.8 1477.4 1326.3 1242.3 1326.3 537.2 369.3
251.8 201.5 167.9 134.3 117.5 100.7 83.9 100.7 83.9 100.7 117.5 117.5

2132.1 2048.2 2182.5 3475.2 3005.1 2216.0 1712.4 1410.2 1175.2 1040.9 956.9 503.6 302.2 201.5
151.1 134.3 100.7 100.7 83.9 83.9 83.9 100.7 100.7 100.7 83.9

2132.1 1996.7 2013.6 2961.2 2825.9 2216.7 1776.7 1506.0 1286.0 1015.3 778.4 643.0 321.5 203.1
152.3 135.4 118.5 101.5 101.5 118.5 118.5 118.5 118.5 101.5 101.5

2132.1 1927.4 1842.1 1978.6 2046.8 1705.7 1347.5 1211.0 1091.6 1023.4 818.7 511.7 341.1 204.7
136.5 85.3 85.3 85.3 102.3 102.3 136.5 136.5 119.4 119.4 85.3

2132.1 1929.0 1759.8 1946.0 2064.4 1759.8 1438.3 1336.8 1302.9 1235.3 1049.1 1032.2 676.9
355.3 169.2 84.6 67.7 67.7 67.7 67.7 84.6 84.6 84.6 67.7 67.7

2132.1 1978.6 1773.9 1927.4 2046.8 1705.7 1330.4 1159.9 1091.6 989.3 887.0 716.4 511.7 290.0
136.5 102.3 85.3 85.3 85.3 119.4 136.5 136.5 119.4 119.4 85.3

2132.1 2012.7 1910.4 2132.1 2200.3 1978.6 1688.6 1415.7 1279.3 1125.7 1074.6 801.7 477.6
307.0 170.6 136.5 119.4 119.4 119.4 119.4 102.3 119.4 119.4 102.3 119.4

2132.1 2029.8 2046.8 3189.6 2950.8 2439.1 1927.4 1739.8 1535.1 1415.7 1245.1 1159.9 409.4
221.7 187.6 136.5 119.4 85.3 102.3 85.3 85.3 85.3 85.3 85.3 85.3

2132.1 2063.9 2149.2 3377.2 3138.5 2677.9 2132.1 2012.7 1722.7 1637.5 1501.0 1449.8 597.0
324.1 238.8 187.6 136.5 119.4 85.3 85.3 85.3 85.3 85.3 102.3 85.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2132.1 2063.9 2200.3 3564.9 3223.7 2746.1 2456.2 2149.2 1944.5 1876.2 1705.7 1791.0 631.1
392.3 307.0 255.9 221.7 170.6 136.5 136.5 119.4 119.4 119.4 119.4 119.4

2132.1 2114.9 2304.0 3748.4 3542.0 3009.0 2630.7 2372.8 2218.1 2097.7 2028.9 2097.7 1324.0
601.8 464.2 395.5 326.7 257.9 223.5 137.6 137.6 120.4 103.2 120.4 120.4

2132.1 2132.1 2458.8 3800.0 3645.2 3129.4 2733.9 2544.8 2407.2 2372.8 2269.7 2407.2 1702.2
756.6 636.2 533.0 429.9 326.7 240.7 154.7 137.6 120.4 120.4 120.4 120.4

2132.1 2149.3 2579.2 3971.9 3679.6 3318.5 2957.4 2802.7 2699.5 2647.9 2596.3 2458.8 3181.0
1186.4 825.3 636.2 533.0 429.9 326.7 240.7 154.7 137.6 137.6 120.4 137.6

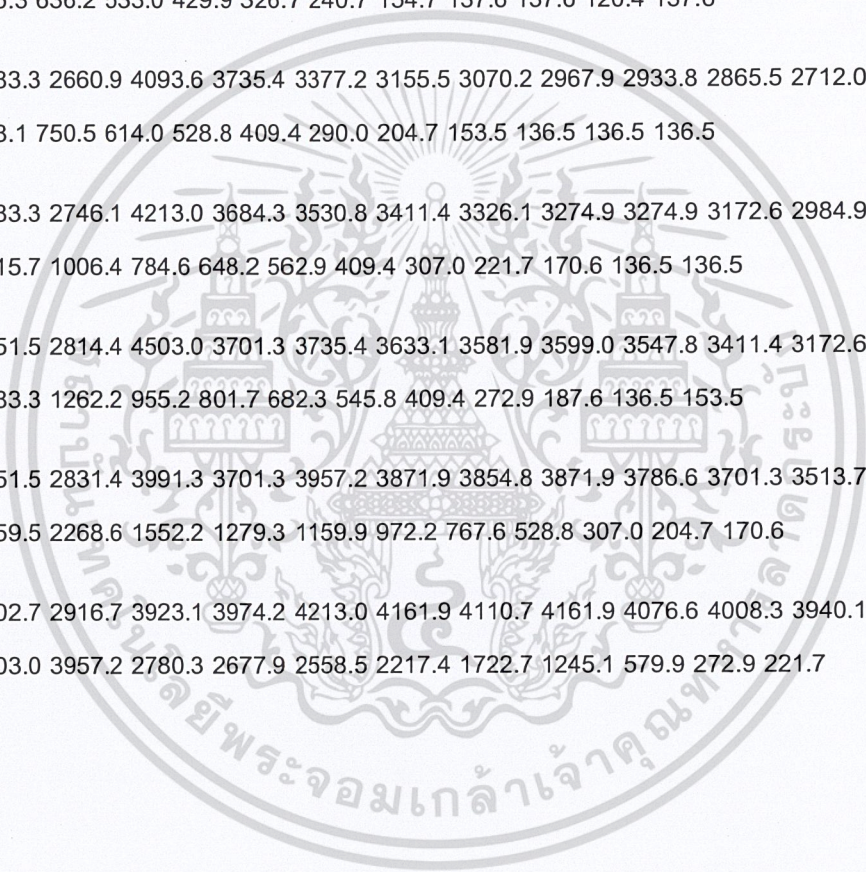
2132.1 2183.3 2660.9 4093.6 3735.4 3377.2 3155.5 3070.2 2967.9 2933.8 2865.5 2712.0 3428.4
1449.8 938.1 750.5 614.0 528.8 409.4 290.0 204.7 153.5 136.5 136.5 136.5

2132.1 2183.3 2746.1 4213.0 3684.3 3530.8 3411.4 3326.1 3274.9 3274.9 3172.6 2984.9 2899.7
3240.8 1415.7 1006.4 784.6 648.2 562.9 409.4 307.0 221.7 170.6 136.5 136.5

2132.1 2251.5 2814.4 4503.0 3701.3 3735.4 3633.1 3581.9 3599.0 3547.8 3411.4 3172.6 3053.2
3769.6 2183.3 1262.2 955.2 801.7 682.3 545.8 409.4 272.9 187.6 136.5 153.5

2132.1 2251.5 2831.4 3991.3 3701.3 3957.2 3871.9 3854.8 3871.9 3786.6 3701.3 3513.7 3411.4
3343.1 4059.5 2268.6 1552.2 1279.3 1159.9 972.2 767.6 528.8 307.0 204.7 170.6

2132.1 2302.7 2916.7 3923.1 3974.2 4213.0 4161.9 4110.7 4161.9 4076.6 4008.3 3940.1 3888.9
3888.9 4503.0 3957.2 2780.3 2677.9 2558.5 2217.4 1722.7 1245.1 579.9 272.9 221.7



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IESNA:LM-63-2002

Street light High Pressure sodium 250 watt Electronics Ballast

[Test] Street light Dim light 80%

[Luminaire] Street light

[Lamp] High Pressure sodium 250 watt

[Ballast] Electronics Ballast

[Starter] -

[Capacitor] -

TILT=NONE(15)

1 18578.69 1 25 53 1 2 0.641 0.489 0.187

1 1 205.84

0 10 20 30 35 40 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 10 15 20 25 30 35 40 45 50 60 75 90 105 120 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180

185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 240 255 270 285 300 310 315 320 325 330 335 340

345 350 355 360

1829.9 1965.5 2439.9 3151.5 3456.5 3575.1 3541.2 3507.3 3524.3 3473.4 3422.6 3337.9 3287.1

3270.1 3507.3 3693.7 2406.0 2253.5 2151.8 1965.5 1524.9 1067.4 576.1 254.2 203.3

1829.9 2018.0 2514.0 2992.8 3847.9 3847.9 4001.9 3933.5 4036.1 4104.5 4087.4 4121.6 4172.9

4685.9 5181.9 6122.5 5455.5 5164.8 5164.8 4617.5 3488.8 2308.8 1145.8 513.1 239.4

1829.9 1981.0 2568.6 2619.0 4096.3 3475.2 4079.5 4247.4 4281.0 4600.0 4667.1 4767.8 4986.1

5540.1 6513.8 7605.0 8545.2 8243.0 7856.9 7218.9 5775.1 4096.3 2266.4 1141.6 436.5

1829.9 2018.0 2685.0 2685.0 3711.1 3916.4 3899.3 4326.8 4480.7 4634.6 4839.9 4874.1 5267.4

6088.3 7524.9 8311.6 8875.9 9457.4 8072.1 6857.9 5404.2 3830.8 2325.9 1111.6 461.8

1829.9 1982.4 2677.1 2711.0 2863.5 4320.6 3676.8 3744.5 4168.1 4269.8 4286.7 4405.3 4574.8

4879.8 5472.8 6472.5 7014.7 6777.5 6828.3 4828.9 3625.9 2422.9 1626.6 1050.5 593.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของ... หรือการแจ้งให้ทราบแก่บุคคลอื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตจะถือว่าผิดกฎหมาย

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1829.9 2035.1 2736.3 2787.6 2753.4 4053.2 4138.7 3591.4 4121.6 4343.9 4497.8 4514.9 4497.8
4378.1 4292.6 4309.7 4634.6 4412.3 4053.2 3181.0 1812.8 1214.2 906.4 649.9 444.7

1829.9 2018.0 2616.6 2770.5 2821.8 2958.6 4241.3 4395.2 4224.2 3933.5 4361.0 4480.7 4412.3
4207.1 3916.4 3540.1 3181.0 2992.8 2787.6 2599.5 2257.5 1180.0 786.7 564.4 410.4

1829.9 2052.2 2633.7 2838.9 2924.4 2838.9 3711.1 4361.0 4361.0 4224.2 3608.5 3916.4 3950.6
3728.2 3488.8 3215.2 3009.9 2685.0 2496.9 2274.6 2086.4 1573.4 667.0 376.2 290.7

1829.9 1999.3 2541.5 2914.3 2931.2 2897.4 2880.4 3016.0 3710.7 3998.7 4219.0 3914.0 2914.3
3202.3 3083.7 3185.4 2880.4 2694.0 2406.0 2168.8 1846.9 1711.3 1355.5 474.4 254.2

1829.9 2033.2 2575.4 2948.2 3032.9 2914.3 2863.5 2795.7 2744.9 2931.2 3354.8 3405.7 3676.8
2812.6 2490.7 2439.9 2795.7 2321.3 2050.2 1846.9 1677.4 1423.3 1304.7 745.5 338.9

1829.9 2016.3 2524.6 2982.1 3100.7 3049.9 2829.6 2795.7 2660.1 2490.7 2338.2 2270.4 2761.8
3032.9 3100.7 2829.6 2033.2 1880.7 2202.7 1745.2 1541.9 1524.9 1253.8 1118.3 779.4

1829.9 2031.4 2467.9 2904.4 3038.7 2937.9 2736.5 2669.3 2535.0 2451.1 2300.0 2249.6 2182.5
2283.2 2367.1 2350.3 2182.5 1981.0 1829.9 1678.8 1208.7 1057.7 1074.4 956.9 1024.1

1829.9 2016.3 2338.2 2677.1 2711.0 2541.5 2355.2 2304.3 2270.4 2236.6 2185.7 2151.8 2101.0
2118.0 2118.0 2050.2 1965.5 1745.2 1558.8 1338.5 1152.2 965.8 864.1 762.5 660.8

1829.9 2014.6 2300.0 2619.0 2551.8 2333.6 2081.7 1981.0 1930.6 1897.1 1863.5 1829.9 1779.5
1863.5 1880.3 1897.1 1880.3 1645.2 1460.6 1192.0 956.9 738.7 621.2 453.3 285.4

1829.9 2050.2 2406.0 2880.4 2948.2 2711.0 2422.9 2338.2 2253.5 2168.8 2134.9 2084.1 2067.1
2101.0 2118.0 2084.1 1982.4 1762.1 1558.8 1372.4 1152.2 948.8 830.2 660.8 559.1

1829.9 2084.1 2575.4 3032.9 3134.6 2982.1 2626.3 2558.5 2372.1 2338.2 2185.7 2067.1 2067.1
2236.6 2372.1 2253.5 1999.3 1931.6 1406.3 965.8 1033.6 931.9 847.2 779.4 457.5

1829.9 2050.2 2677.1 2948.2 2880.4 2846.5 2694.0 2524.6 2439.9 2643.2 3219.3 3134.6 2914.3
2897.4 2185.7 2084.1 1813.0 1711.3 1541.9 1423.3 1372.4 1152.2 931.9 711.6 372.8

1829.9 2101.0 2744.9 2829.6 2880.4 2829.6 2761.8 3456.5 3914.0 3659.8 3236.2 3354.8 2389.1
2711.0 2219.6 2101.0 1965.5 1779.1 1694.4 1643.5 1253.8 999.7 898.0 372.8 220.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1829.9 2086.4 2736.3 2787.6 2873.1 2838.9 4155.8 4292.6 4001.9 3676.9 3625.6 3044.2 2804.7
2599.5 2411.4 2291.7 2240.4 2086.4 2035.1 1829.9 1231.3 1316.9 718.3 290.7 239.4

1829.9 2120.6 2753.4 2787.6 2650.8 3933.5 4326.8 3779.5 4138.7 3625.6 3540.1 3249.4 2924.4
2702.1 2667.9 2616.6 2514.0 2411.4 2223.3 1573.4 1710.2 855.1 427.5 324.9 256.5

1829.9 2084.1 2694.0 2660.1 2744.9 4185.1 3676.8 4202.0 3863.1 3829.3 3659.8 3456.5 3321.0
3287.1 3185.4 2948.2 2914.3 2744.9 2118.0 1846.9 1474.1 830.2 559.1 423.6 321.9

1829.9 2134.9 2592.4 2558.5 4100.4 3914.0 4049.5 3795.4 3812.3 3744.5 3744.5 3693.7 3812.3
3914.0 4032.6 4371.5 4083.4 3354.8 2643.2 2118.0 1236.9 864.1 660.8 525.3 355.8

1829.9 2101.0 2541.5 2541.5 4100.4 3337.9 3795.4 3761.5 3727.6 3693.7 3880.1 4117.3 4625.6
5286.4 6387.7 6557.2 6336.9 5828.6 5083.1 3761.5 2439.9 1643.5 1016.6 576.1 321.9

1829.9 2134.9 2541.5 3100.7 3998.7 3914.0 3727.6 3693.7 3761.5 3947.9 4252.9 4812.0 5811.7
7082.4 7539.9 8166.8 8590.4 8319.3 7184.1 5625.3 3710.7 2151.8 1084.4 508.3 237.2

1829.9 2084.1 2473.8 3676.8 3388.7 3880.1 3642.9 3524.3 3642.9 3812.3 4100.4 4574.8 5167.8
5896.4 6692.7 7895.7 8132.9 8065.2 7506.0 6184.4 4117.3 2422.9 1033.6 406.6 220.3

1829.9 2137.7 2479.8 3916.4 3454.6 3608.5 3232.3 3215.2 3215.2 3266.5 3471.7 3574.3 3916.4
4292.6 5233.2 4668.8 4788.6 4976.7 4685.9 3642.7 2291.7 1094.5 427.5 239.4 222.3

1829.9 2101.0 2422.9 3812.3 3388.7 3253.2 2982.1 2897.4 2846.5 2846.5 2914.3 2897.4 2931.2
3117.6 3185.4 2033.2 1982.4 1982.4 1813.0 1457.2 982.7 525.3 271.1 203.3 169.4

1829.9 2154.8 2394.3 3249.4 3369.1 3095.5 2770.5 2719.2 2667.9 2719.2 2633.7 2667.9 2667.9
2787.6 1402.4 1145.8 974.8 872.2 718.3 530.2 359.1 239.4 171.0 136.8 136.8

1829.9 2101.0 2321.3 3236.2 3202.3 2948.2 2592.4 2541.5 2524.6 2575.4 2490.7 2490.7 2914.3
1829.9 965.8 779.4 677.7 576.1 457.5 355.8 237.2 169.4 135.5 118.6 135.5

1829.9 2081.7 2266.4 3089.0 3089.0 2770.1 2383.9 2333.6 2383.9 2367.1 2367.1 2803.6 2232.8
940.1 705.1 587.6 486.9 386.1 302.2 201.5 167.9 134.3 117.5 117.5 134.3

1829.9 1982.4 2304.3 3117.6 2965.1 2694.0 2270.4 2118.0 2151.8 2236.6 2270.4 2965.1 1474.1
779.4 593.0 474.4 389.7 321.9 237.2 169.4 135.5 118.6 135.5 135.5 135.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1829.9 2016.3 2287.4 3083.7 2812.6 2524.6 2050.2 1897.7 1931.6 1999.3 2236.6 2236.6 847.2
610.0 508.3 389.7 305.0 237.2 152.5 135.5 101.7 118.6 118.6 118.6 135.5

1829.9 1897.1 2216.0 3055.4 2736.5 2367.1 1829.9 1712.4 1678.8 1712.4 1880.3 2148.9 755.5
587.6 419.7 335.8 251.8 201.5 134.3 117.5 100.7 100.7 100.7 117.5 117.5

1829.9 1931.6 2168.8 3117.6 2609.3 2202.7 1711.3 1558.8 1524.9 1541.9 1779.1 745.5 542.2
440.5 389.7 288.0 220.3 152.5 118.6 101.7 101.7 101.7 84.7 101.7 118.6

1829.9 1829.9 2050.2 3236.2 2694.0 2101.0 1694.4 1440.2 1338.5 1321.6 1440.2 677.7 440.5
321.9 288.0 237.2 186.4 135.5 118.6 84.7 101.7 84.7 101.7 101.7 118.6

1829.9 1813.1 1964.2 3055.4 2568.6 1981.0 1510.9 1242.3 1124.8 1040.9 1124.8 520.4 319.0
218.2 167.9 134.3 117.5 100.7 83.9 83.9 83.9 83.9 83.9 83.9 83.9

1829.9 1762.1 1880.7 2965.1 2592.4 1897.7 1457.2 1186.1 999.7 898.0 813.3 406.6 254.2 169.4
135.5 118.6 84.7 84.7 84.7 84.7 84.7 84.7 84.7 84.7 84.7 84.7

1829.9 1678.8 1695.6 2467.9 2367.1 1880.3 1477.4 1225.5 1057.7 873.0 654.7 554.0 285.4 151.1
134.3 117.5 83.9 83.9 83.9 83.9 83.9 100.7 83.9 83.9 83.9

1829.9 1643.5 1575.8 1677.4 1779.1 1457.2 1118.3 999.7 931.9 881.1 610.0 423.6 271.1 169.4
101.7 84.7 67.8 84.7 84.7 84.7 118.6 118.6 101.7 84.7 84.7

1829.9 1660.5 1508.0 1677.4 1779.1 1524.9 1236.9 1135.2 1118.3 1033.6 915.0 898.0 559.1 271.1
135.5 84.7 67.8 67.8 67.8 67.8 84.7 67.8 67.8 50.8 33.9

1829.9 1676.0 1539.2 1676.0 1778.6 1487.9 1214.2 1026.1 923.5 855.1 769.6 615.7 427.5 239.4
136.8 85.5 85.5 85.5 85.5 85.5 119.7 119.7 119.7 102.6 85.5

1829.9 1711.3 1626.6 1829.9 1880.7 1728.3 1440.2 1219.9 1084.4 948.8 931.9 643.9 406.6 254.2
169.4 135.5 101.7 101.7 84.7 84.7 84.7 84.7 84.7 84.7 84.7 84.7

1829.9 1728.3 1745.2 2694.0 2490.7 2067.1 1643.5 1457.2 1321.6 1203.0 1050.5 999.7 355.8
186.4 169.4 135.5 84.7 84.7 84.7 84.7 84.7 84.7 84.7 84.7 84.7

1829.9 1778.1 1864.4 2831.2 2727.6 2296.0 1864.4 1778.1 1501.9 1415.6 1294.7 1294.7 466.1
276.2 189.9 155.4 138.1 103.6 86.3 86.3 86.3 86.3 86.3 86.3 86.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1829.9 1762.1 1897.7 3049.9 2795.7 2355.2 2084.1 1846.9 1677.4 1592.7 1440.2 1508.0 542.2
338.9 271.1 237.2 186.4 135.5 118.6 84.7 84.7 101.7 84.7 84.7 84.7

1829.9 1795.7 1949.6 3181.0 3061.3 2531.1 2240.4 2035.1 1881.2 1812.8 1658.9 1795.7 1111.6
530.2 410.4 342.0 290.7 222.3 171.0 119.7 102.6 85.5 102.6 85.5 85.5

1829.9 1812.8 2103.5 3249.4 3061.3 2650.8 2308.8 2172.0 2035.1 2000.9 1915.4 2000.9 1556.3
649.9 547.3 444.7 376.2 273.6 205.2 136.8 119.7 119.7 85.5 102.6 102.6

1829.9 1847.0 2172.0 3386.2 3163.9 2856.0 2531.1 2411.4 2308.8 2257.5 2223.3 2103.5 2702.1
1077.4 701.2 547.3 444.7 359.1 290.7 222.3 136.8 136.8 119.7 102.6 119.7

1829.9 1864.1 2274.6 3454.6 3181.0 2907.3 2719.2 2616.6 2531.1 2531.1 2462.7 2325.9 2924.4
1180.0 820.9 615.7 530.2 427.5 359.1 256.5 171.0 136.8 136.8 119.7 119.7

1829.9 1881.2 2325.9 3608.5 3146.8 3044.2 2907.3 2856.0 2821.8 2787.6 2702.1 2548.2 2479.8
2787.6 1214.2 855.1 684.1 564.4 461.8 359.1 239.4 188.1 136.8 136.8 119.7

1829.9 1932.5 2394.3 3847.9 3181.0 3198.1 3129.7 3112.6 3095.5 3044.2 2958.6 2736.3 2599.5
3198.1 1676.0 1094.5 820.9 701.2 581.5 496.0 359.1 222.3 153.9 136.8 136.8

1829.9 1932.5 2428.5 3386.2 3163.9 3369.1 3300.7 3283.6 3317.8 3215.2 3146.8 2975.7 2907.3
2856.0 3471.7 1778.6 1316.9 1094.5 991.9 838.0 632.8 427.5 273.6 171.0 153.9

1829.9 2000.9 2496.9 3317.8 3352.0 3642.7 3557.2 3523.0 3540.1 3505.9 3403.3 3317.8 3317.8
3317.8 3830.8 3437.5 2377.2 2291.7 2189.1 1983.8 1556.3 1009.0 513.1 222.3 188.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IESNA:LM-63-2002

Street light High Pressure sodium 250 watt Electronics Ballast

[Test] Street light Dim light 70%

[Luminaire] Street light

[Lamp] High Pressure sodium 250 watt

[Ballast] Electronics Ballast

[Starter] -

[Capacitor] -

TILT=NONE(15)

1 15712.69 1 25 53 1 2 0.641 0.489 0.187

1 1 180.11

0 10 20 30 35 40 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 10 15 20 25 30 35 40 45 50 60 75 90 105 120 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180

185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 240 255 270 285 300 310 315 320 325 330 335 340

345 350 355 360

1544.5 1630.3 2059.4 2591.3 2934.6 3037.5 3003.2 2968.9 2986.1 2951.7 2900.3 2848.8 2763.0

2763.0 3003.2 3071.9 2059.4 1922.1 1836.3 1681.8 1321.4 943.9 463.4 240.3 154.5

1544.5 1681.8 2093.7 2488.4 3277.8 3260.6 3363.6 3312.1 3380.8 3432.3 3432.3 3432.3 3483.7

3827.0 4290.3 5028.2 4582.1 4359.0 4341.8 3912.8 3106.2 1939.2 1081.2 429.0 205.9

1544.5 1664.6 2162.3 2231.0 3569.5 2986.1 3518.1 3638.2 3689.7 3947.1 4032.9 4084.4 4256.0

4753.7 5594.6 6487.0 7327.9 7104.8 6778.7 6246.7 5199.9 3329.3 2145.2 995.4 343.2

1544.5 1700.7 2256.0 2256.0 3141.1 3279.9 3297.3 3661.7 3748.5 3904.7 4043.5 4078.2 4425.3

4998.0 6559.8 7028.4 7392.8 8052.3 6837.5 5935.1 4546.8 3592.3 2082.5 902.4 416.5

1544.5 1699.0 2231.0 2282.4 2419.7 3672.5 3123.3 3209.2 3586.7 3672.5 3655.3 3758.3 3861.3

4135.9 4702.2 5560.2 6040.8 5817.7 5869.1 4153.0 3123.3 2076.5 1407.2 892.4 532.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ เพื่อการประชาสัมพันธ์ และมุ่งให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้ประกอบการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1544.5 1716.1 2248.1 2333.9 2316.8 3363.6 3449.4 3054.7 3415.1 3655.3 3792.6 3827.0 3792.6
3689.7 3603.9 3603.9 3878.4 3758.3 3449.4 2763.0 1561.7 1081.2 789.4 549.2 394.7

1544.5 1681.8 2196.6 2316.8 2351.1 2471.2 3500.9 3672.5 3483.7 3312.1 3586.7 3741.2 3689.7
3535.2 3277.8 2986.1 2711.5 2488.4 2351.1 2179.5 1973.5 1029.7 652.1 463.4 343.2

1544.5 1716.1 2213.8 2402.6 2454.1 2402.6 3071.9 3655.3 3706.8 3586.7 3037.5 3329.3 3346.4
3123.3 2968.9 2745.8 2522.7 2282.4 2093.7 1922.1 1784.8 1390.1 635.0 326.1 240.3

1544.5 1699.0 2128.0 2454.1 2436.9 2454.1 2419.7 2505.5 3192.0 3380.8 3586.7 3243.5 2454.1
2728.6 2625.7 2745.8 2436.9 2282.4 2059.4 1853.4 1596.0 1458.7 1184.1 411.9 223.1

1544.5 1716.1 2179.5 2505.5 2574.2 2505.5 2436.9 2368.3 2333.9 2539.9 2797.3 2951.7 3106.2
2454.1 2128.0 2110.8 2368.3 1956.4 1767.6 1578.8 1458.7 1218.4 1132.6 686.5 274.6

1544.5 1681.8 2128.0 2505.5 2591.3 2574.2 2385.4 2333.9 2248.1 2093.7 1990.7 1922.1 2385.4
2557.0 2625.7 2488.4 1664.6 1578.8 1870.6 1475.9 1287.1 1304.3 1064.0 943.9 600.6

1544.5 1697.3 2070.7 2478.0 2596.8 2478.0 2325.3 2223.4 2121.6 2053.7 1968.8 1900.9 1867.0
1917.9 1985.8 1985.8 1867.0 1663.3 1544.5 1306.9 967.4 899.6 916.5 814.7 865.6

1544.5 1680.3 1951.9 2274.3 2274.3 2104.6 1968.8 1917.9 1884.0 1850.0 1833.0 1799.1 1765.2
1782.1 1765.2 1714.2 1663.3 1459.6 1289.9 1137.2 967.4 814.7 729.8 645.0 577.1

1544.5 1714.2 1917.9 2223.4 2172.5 1985.8 1799.1 1697.3 1646.3 1612.4 1578.5 1561.5 1510.6
1561.5 1595.4 1595.4 1561.5 1391.8 1239.0 1018.4 797.7 611.0 543.1 407.3 254.6

1544.5 1731.2 2002.8 2427.1 2478.0 2308.3 2036.7 1951.9 1884.0 1833.0 1799.1 1765.2 1731.2
1765.2 1782.1 1748.2 1629.4 1476.6 1306.9 1137.2 967.4 797.7 695.9 543.1 492.2

1544.5 1748.2 2155.5 2562.9 2647.7 2495.0 2223.4 2155.5 2002.8 1985.8 1867.0 1765.2 1782.1
1884.0 2053.7 1917.9 1697.3 1544.5 1188.1 814.7 882.6 797.7 746.8 645.0 356.4

1544.5 1765.2 2240.4 2478.0 2444.1 2427.1 2274.3 2121.6 2070.7 2223.4 2800.5 2647.7 2444.1
2427.1 1850.0 1748.2 1527.5 1425.7 1289.9 1188.1 1154.1 967.4 780.7 611.0 288.5

1544.5 1799.1 2325.3 2393.1 2444.1 2410.1 2359.2 2987.2 3343.6 3089.0 2732.6 2800.5 2053.7
2257.4 1884.0 1765.2 1663.3 1527.5 1459.6 1374.8 1069.3 848.6 797.7 322.5 186.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1544.5 1765.2 2291.3 2325.3 2393.1 2359.2 3479.4 3598.2 3309.7 3072.1 3021.1 2562.9 2359.2
2189.5 2019.7 1934.9 1884.0 1782.1 1714.2 1476.6 1052.3 1120.2 577.1 271.6 203.7

1544.5 1782.1 2308.3 2342.2 2223.4 3309.7 3632.2 3190.9 3496.4 3055.1 3055.1 2749.6 2444.1
2274.3 2257.4 2206.4 2104.6 2036.7 1833.0 1340.8 1459.6 729.8 373.4 288.5 237.6

1544.5 1765.2 2291.3 2240.4 2325.3 3547.3 3106.0 3547.3 3258.8 3207.8 3089.0 2919.3 2834.4
2766.5 2698.7 2461.0 2444.1 2308.3 1850.0 1561.5 1222.0 712.9 475.2 373.4 271.6

1544.5 1799.1 2172.5 2138.6 3173.9 3190.9 3377.6 3173.9 3156.9 3139.9 3139.9 3123.0 3190.9
3292.7 3377.6 3700.0 3462.4 2902.3 2257.4 1697.3 984.4 780.7 594.0 424.3 305.5

1544.5 1799.1 2155.5 2138.6 3513.3 2851.4 3173.9 3156.9 3106.0 3089.0 3258.8 3462.4 3971.6
4565.6 5193.6 5482.2 5312.4 4990.0 4311.1 2919.3 2087.6 1408.7 814.7 509.2 305.5

1544.5 1819.1 2162.3 2814.4 3432.3 3363.6 3209.2 3140.5 3192.0 3329.3 3621.0 4101.5 4993.9
6006.4 6332.5 6916.0 7293.5 7070.4 6229.5 4788.0 3346.4 1819.1 909.5 360.4 205.9

1544.5 1765.2 2104.6 3106.0 2868.4 3292.7 3072.1 2987.2 3106.0 3207.8 3462.4 3852.8 4294.1
4990.0 5685.8 6568.4 6857.0 6806.0 6432.6 5210.6 3683.1 2019.7 848.6 339.5 203.7

1544.5 1782.1 2087.6 3258.8 2919.3 3038.1 2749.6 2698.7 2681.7 2732.6 2902.3 3004.2 3275.7
3581.2 4378.9 3954.6 4073.4 4209.2 3801.9 2970.2 1968.8 1069.3 373.4 186.7 169.7

1544.5 1765.2 2036.7 3173.9 2834.4 2800.5 2495.0 2461.0 2427.1 2410.1 2478.0 2427.1 2495.0
2613.8 2749.6 1748.2 1697.3 1697.3 1561.5 1256.0 916.5 458.3 237.6 169.7 135.8

1544.5 1816.1 1985.8 2749.6 2834.4 2579.8 2325.3 2291.3 2240.4 2291.3 2206.4 2240.4 2274.3
2461.0 1171.1 950.5 831.7 746.8 628.0 441.3 305.5 186.7 135.8 135.8 135.8

1544.5 1782.1 1951.9 2715.6 2698.7 2512.0 2189.5 2138.6 2138.6 2155.5 2087.6 2087.6 2393.1
1663.3 831.7 678.9 594.0 475.2 390.4 305.5 203.7 135.8 118.8 101.8 118.8

1544.5 1697.3 1934.9 2613.8 2613.8 2359.2 2036.7 1985.8 2036.7 2019.7 2002.8 2342.2 1782.1
814.7 611.0 526.2 424.3 356.4 254.6 186.7 135.8 118.8 84.9 101.8 101.8

1544.5 1678.8 1930.6 2602.2 2518.2 2216.0 1897.1 1779.5 1796.3 1846.7 1880.3 2484.7 1074.4
638.0 486.9 419.7 352.6 285.4 218.2 134.3 134.3 100.7 100.7 100.7 117.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1544.5 1697.3 1934.9 2613.8 2359.2 2070.7 1748.2 1629.4 1646.3 1663.3 1900.9 1867.0 678.9
526.2 407.3 356.4 271.6 203.7 152.8 118.8 101.8 84.9 101.8 101.8 118.8

1544.5 1629.4 1884.0 2579.8 2308.3 2002.8 1595.4 1476.6 1459.6 1476.6 1612.4 1374.8 628.0
509.2 390.4 288.5 237.6 169.7 135.8 101.8 84.9 84.9 84.9 101.8 101.8

1544.5 1611.7 1813.1 2602.2 2182.5 1829.9 1460.6 1292.7 1275.9 1275.9 1510.9 671.5 470.1
386.1 319.0 251.8 201.5 134.3 100.7 83.9 83.9 83.9 83.9 83.9 117.5

1544.5 1561.5 1714.2 2732.6 2257.4 1799.1 1408.7 1205.1 1137.2 1120.2 1205.1 628.0 373.4
288.5 237.6 203.7 152.8 135.8 101.8 84.9 84.9 84.9 84.9 84.9 84.9

1544.5 1544.5 1663.3 2579.8 2206.4 1697.3 1256.0 1069.3 967.4 899.6 967.4 407.3 288.5 186.7
152.8 135.8 101.8 84.9 84.9 67.9 67.9 67.9 84.9 84.9 84.9

1544.5 1493.6 1595.4 2478.0 2206.4 1612.4 1222.0 1035.3 865.6 780.7 695.9 373.4 220.6 135.8
135.8 118.8 84.9 67.9 84.9 84.9 67.9 84.9 84.9 84.9 67.9

1544.5 1442.7 1459.6 2121.6 2019.7 1612.4 1289.9 1086.3 916.5 746.8 577.1 458.3 254.6 152.8
118.8 84.9 84.9 84.9 84.9 84.9 84.9 84.9 84.9 84.9 67.9

1544.5 1391.8 1323.9 1425.7 1459.6 1222.0 967.4 865.6 797.7 763.8 560.1 356.4 237.6 152.8
101.8 67.9 67.9 67.9 67.9 84.9 101.8 101.8 84.9 84.9 67.9

1544.5 1391.8 1273.0 1408.7 1493.6 1306.9 1069.3 984.4 950.5 916.5 797.7 763.8 492.2 237.6
135.8 67.9 67.9 50.9 50.9 67.9 67.9 67.9 50.9 50.9 33.9

1544.5 1441.5 1304.3 1424.4 1510.2 1252.8 978.2 858.1 789.4 737.9 635.0 549.2 377.5 223.1
137.3 85.8 68.6 68.6 68.6 85.8 85.8 103.0 85.8 85.8 85.8

1544.5 1458.7 1390.1 1561.7 1664.6 1475.9 1235.6 1046.8 943.9 823.7 806.6 583.5 360.4 223.1
137.3 120.1 85.8 85.8 85.8 85.8 85.8 85.8 85.8 85.8

1544.5 1459.6 1476.6 2240.4 2104.6 1782.1 1408.7 1256.0 1120.2 1018.4 899.6 831.7 305.5 169.7
135.8 118.8 84.9 67.9 67.9 67.9 67.9 67.9 67.9 67.9 67.9

1544.5 1493.0 1561.7 2385.4 2299.6 1973.5 1561.7 1441.5 1252.8 1201.3 1081.2 1081.2 411.9
240.3 171.6 137.3 120.1 85.8 85.8 85.8 68.6 85.8 68.6 68.6 85.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1544.5 1493.0 1578.8 2591.3 2351.1 2025.0 1801.9 1578.8 1441.5 1372.9 1218.4 1321.4 497.7
291.7 240.3 205.9 154.5 137.3 85.8 85.8 85.8 85.8 85.8 85.8 85.8

1544.5 1527.4 1664.6 2711.5 2591.3 2162.3 1922.1 1716.1 1596.0 1510.2 1458.7 1493.0 926.7
446.2 343.2 291.7 257.4 205.9 137.3 120.1 85.8 85.8 85.8 85.8 85.8

1544.5 1527.5 1748.2 2715.6 2545.9 2223.4 1968.8 1833.0 1731.2 1680.3 1646.3 1646.3 1222.0
543.1 492.2 373.4 305.5 237.6 152.8 118.8 84.9 84.9 84.9 84.9 101.8

1544.5 1561.7 1853.4 2883.1 2660.0 2402.6 2110.8 2025.0 1939.2 1904.9 1870.6 1767.6 2248.1
823.7 600.6 446.2 377.5 308.9 223.1 154.5 137.3 120.1 103.0 103.0 120.1

1544.5 1578.8 1922.1 2968.9 2694.3 2436.9 2299.6 2213.8 2128.0 2128.0 2076.5 1956.4 2471.2
1064.0 686.5 549.2 429.0 377.5 291.7 223.1 154.5 120.1 103.0 103.0 120.1

1544.5 1578.5 1951.9 3055.1 2647.7 2562.9 2444.1 2376.2 2342.2 2325.3 2257.4 2121.6 2087.6
2274.3 1001.4 729.8 577.1 492.2 390.4 305.5 220.6 152.8 135.8 118.8 118.8

1544.5 1630.3 2025.0 3243.5 2694.3 2694.3 2625.7 2608.5 2591.3 2574.2 2471.2 2316.8 2196.6
2728.6 1424.4 909.5 703.6 600.6 497.7 394.7 291.7 188.8 137.3 120.1 120.1

1544.5 1630.3 2042.2 2900.3 2677.2 2848.8 2780.1 2780.1 2780.1 2728.6 2677.2 2505.5 2471.2
2402.6 2917.4 1458.7 1098.3 909.5 840.9 703.6 549.2 377.5 240.3 154.5 137.3

1544.5 1681.8 2093.7 2797.3 2848.8 3071.9 3003.2 2986.1 3003.2 2951.7 2900.3 2831.6 2797.3
2797.3 3209.2 2883.1 1990.7 1939.2 1836.3 1613.2 1235.6 858.1 394.7 205.9 154.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IESNA:LM-63-2002

Street light High Pressure sodium 250 watt Electronics Ballast

[Test] Street light Dim light 60%

[Luminaire] Street light

[Lamp] High Pressure sodium 250 watt

[Ballast] Electronics Ballast

[Starter] -

[Capacitor] -

TILT=NONE(15)

1 11234.14 1 25 53 1 2 0.641 0.489 0.187

1 1 154.38

0 10 20 30 35 40 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 10 15 20 25 30 35 40 45 50 60 75 90 105 120 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180

185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 240 255 270 285 300 310 315 320 325 330 335 340

345 350 355 360

1225.5 1293.6 1651.1 2008.5 2348.9 2400.0 2366.0 2314.9 2331.9 2331.9 2280.9 2246.8 2178.7

2178.7 2246.8 2434.1 1583.0 1531.9 1463.8 1327.7 1106.4 766.0 374.5 187.2 136.2

1225.5 1327.7 1668.1 1974.5 2604.3 2536.2 2672.4 2621.3 2672.4 2706.4 2706.4 2723.4 2723.4

3063.8 3404.3 3949.0 3591.5 3421.3 3421.3 3097.9 2451.1 1531.9 851.1 306.4 170.2

1225.5 1329.1 1743.4 1795.2 2865.3 2416.6 2813.6 2934.4 2968.9 3176.0 3245.1 3262.3 3400.4

3780.2 4556.9 5195.6 5937.8 5713.4 5402.7 4919.4 4056.4 2744.5 1639.8 828.5 328.0

1225.5 1346.4 1812.4 1829.7 2520.1 2675.5 2675.5 2968.9 3038.0 3124.3 3245.1 3279.6 3504.0

4177.2 5281.9 5627.1 5955.1 6421.1 5471.8 4764.1 3624.8 2554.6 1553.5 742.2 345.2

1225.5 1327.7 1770.2 1821.3 1923.4 2910.7 2519.2 2536.2 2842.6 2927.7 2910.7 2978.7 3080.9

3319.2 3710.7 4357.5 4800.0 4612.8 4578.7 3353.2 2519.2 1685.1 1072.3 731.9 408.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ หากมีข้อผิดพลาดประการใด ขออภัยไว้ ณ ที่นี้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1225.5 1361.7 1804.3 1889.4 1838.3 2621.3 2757.5 2451.1 2706.4 2893.6 2995.8 3029.8 3012.8
2927.7 2859.6 2876.6 3080.9 2995.8 2723.4 2076.6 1259.6 868.1 612.8 442.6 306.4

1225.5 1363.6 1760.6 1864.2 1881.5 2002.3 2848.1 2917.1 2813.6 2710.0 2917.1 3038.0 2986.2
2882.6 2675.5 2433.8 2192.2 2036.8 1916.0 1777.9 1588.0 794.0 535.1 397.0 293.4

1225.5 1361.7 1753.2 1872.3 1923.4 1889.4 2434.1 2876.6 2927.7 2876.6 2400.0 2672.4 2655.3
2519.2 2366.0 2178.7 2025.5 1821.3 1685.1 1548.9 1429.8 1072.3 510.6 272.3 187.2

1225.5 1361.7 1736.2 1974.5 1957.5 1940.4 1906.4 2008.5 2485.1 2706.4 2859.6 2655.3 1991.5
2178.7 2093.6 2178.7 1940.4 1838.3 1634.1 1497.9 1276.6 1174.5 936.2 357.4 170.2

1225.5 1361.7 1736.2 1974.5 2025.5 1974.5 1923.4 1872.3 1838.3 2008.5 2229.8 2331.9 2451.1
1940.4 1702.1 1668.1 1872.3 1600.0 1395.8 1259.6 1140.4 970.2 919.2 561.7 255.3

1225.5 1359.8 1678.8 1964.2 2048.2 2014.6 1863.5 1846.7 1762.8 1662.0 1561.3 1527.7 1964.2
2014.6 2064.9 1964.2 1410.2 1259.1 1477.4 1158.4 1024.1 1040.9 822.6 755.5 520.4

1225.5 1363.6 1674.3 2002.3 2088.6 2019.5 1898.7 1846.9 1760.6 1691.6 1588.0 1553.5 1501.7
1588.0 1622.5 1622.5 1536.2 1363.6 1277.3 1104.7 811.3 759.5 776.7 673.2 725.0

1225.5 1343.1 1544.5 1813.1 1829.9 1695.6 1561.3 1510.9 1494.1 1477.4 1443.8 1427.0 1393.4
1393.4 1393.4 1359.8 1326.3 1175.2 1040.9 940.1 772.3 671.5 587.6 520.4 470.1

1225.5 1378.7 1548.9 1787.2 1770.2 1617.0 1446.8 1378.7 1327.7 1293.6 1276.6 1242.6 1208.5
1259.6 1276.6 1293.6 1276.6 1123.4 987.2 817.0 646.8 527.7 425.5 340.4 221.3

1225.5 1380.9 1622.5 1967.8 2019.5 1864.2 1674.3 1588.0 1553.5 1501.7 1467.2 1415.4 1415.4
1432.7 1449.9 1432.7 1346.4 1208.3 1070.2 966.6 811.3 655.9 586.9 466.0 397.0

1225.5 1412.8 1736.2 2042.6 2110.6 2025.5 1804.3 1719.2 1634.1 1600.0 1497.9 1412.8 1395.8
1514.9 1617.0 1566.0 1378.7 1259.6 1021.3 629.8 697.9 629.8 595.7 544.7 306.4

1225.5 1395.8 1804.3 1991.5 1940.4 1940.4 1821.3 1702.1 1651.1 1770.2 2161.7 2110.6 1957.5
1923.4 1463.8 1395.8 1225.5 1140.4 1038.3 953.2 936.2 783.0 629.8 493.6 255.3

1225.5 1412.8 1838.3 1872.3 1957.5 1906.4 1889.4 2297.9 2655.3 2434.1 2178.7 2229.8 1634.1
1855.3 1531.9 1446.8 1344.7 1225.5 1174.5 1106.4 919.2 697.9 731.9 272.3 153.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1225.5 1395.8 1838.3 1872.3 1889.4 1872.3 2757.5 2859.6 2655.3 2417.0 2417.0 2042.6 1940.4
1753.2 1617.0 1548.9 1497.9 1395.8 1344.7 1225.5 834.0 936.2 493.6 204.3 153.2

1225.5 1412.8 1821.3 1855.3 1787.2 2485.1 2910.7 2536.2 2791.5 2468.1 2383.0 2178.7 1974.5
1821.3 1821.3 1770.2 1668.1 1634.1 1480.9 1089.4 1140.4 595.7 289.4 238.3 187.2

1225.5 1432.7 1846.9 1812.4 1846.9 2848.1 2502.9 2899.9 2640.9 2606.4 2502.9 2347.5 2278.5
2261.2 2174.9 1985.0 1967.8 1864.2 1553.5 1242.8 1104.7 569.6 397.0 293.4 224.4

1225.5 1412.8 1736.2 1685.1 2689.4 2604.3 2689.4 2519.2 2502.1 2502.1 2502.1 2485.1 2553.2
2638.3 2740.4 2978.7 2859.6 2331.9 1804.3 1327.7 834.0 595.7 476.6 357.4 255.3

1225.5 1412.8 1702.1 1685.1 2757.5 2195.8 2519.2 2519.2 2485.1 2485.1 2621.3 2808.5 3114.9
3523.4 4136.2 4425.6 4272.4 4034.1 3506.4 2468.1 1702.1 1140.4 663.8 408.5 238.3

1225.5 1429.8 1685.1 2195.8 2672.4 2570.2 2519.2 2485.1 2536.2 2655.3 2859.6 3234.1 3829.8
4646.8 4987.3 5446.8 5736.2 5497.9 4800.0 3914.9 2621.3 1429.8 714.9 289.4 153.2

1225.5 1412.8 1668.1 2451.1 2280.9 2638.3 2434.1 2383.0 2468.1 2553.2 2774.5 3080.9 3438.3
3966.0 4578.7 5327.7 5480.9 5446.8 5106.4 4085.1 2859.6 1702.1 731.9 289.4 136.2

1225.5 1467.2 1691.6 2640.9 2347.5 2451.1 2174.9 2174.9 2174.9 2209.4 2347.5 2433.8 2675.5
2865.3 3555.8 3176.0 3262.3 3400.4 3124.3 2451.1 1657.1 828.5 328.0 155.3 138.1

1225.5 1395.8 1634.1 2570.2 2280.9 2229.8 2025.5 1991.5 1940.4 1957.5 1991.5 1974.5 2008.5
2093.6 2161.7 1412.8 1378.7 1378.7 1276.6 1004.3 731.9 391.5 187.2 136.2 119.1

1225.5 1446.8 1583.0 2212.8 2263.8 2059.6 1855.3 1821.3 1787.2 1838.3 1770.2 1787.2 1821.3
1906.4 953.2 766.0 646.8 612.8 493.6 357.4 255.3 136.2 119.1 102.1 102.1

1225.5 1395.8 1548.9 2195.8 2110.6 1991.5 1753.2 1702.1 1702.1 1736.2 1685.1 1685.1 1957.5
1412.8 680.9 561.7 459.6 391.5 306.4 238.3 170.2 119.1 102.1 85.1 85.1

1225.5 1393.4 1527.7 1997.8 2031.4 1846.7 1611.7 1578.1 1594.9 1578.1 1578.1 1796.3 1427.0
638.0 486.9 369.3 335.8 268.6 218.2 151.1 117.5 83.9 83.9 83.9 83.9

1225.5 1326.3 1527.7 2064.9 1981.0 1779.5 1510.9 1410.2 1443.8 1494.1 1510.9 1947.4 973.7
537.2 402.9 319.0 268.6 218.2 167.9 134.3 100.7 83.9 83.9 83.9 83.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1225.5 1343.1 1527.7 2064.9 1897.1 1678.8 1376.6 1275.9 1292.7 1343.1 1494.1 1494.1 587.6
402.9 335.8 268.6 218.2 151.1 117.5 83.9 83.9 83.9 83.9 83.9 83.9

1225.5 1292.7 1494.1 2031.4 1829.9 1578.1 1275.9 1158.4 1141.6 1141.6 1275.9 1393.4 520.4
386.1 302.2 218.2 184.7 134.3 100.7 83.9 83.9 67.2 67.2 83.9 83.9

1225.5 1293.6 1463.8 2110.6 1787.2 1480.9 1157.5 1038.3 1038.3 1038.3 1208.5 527.7 374.5
306.4 255.3 187.2 153.2 119.1 85.1 85.1 68.1 68.1 68.1 85.1 85.1

1225.5 1225.5 1376.6 2199.3 1796.3 1443.8 1124.8 973.7 906.6 906.6 956.9 503.6 319.0 235.0
184.7 151.1 134.3 117.5 83.9 83.9 83.9 83.9 67.2 67.2 83.9

1225.5 1225.5 1327.7 2042.6 1753.2 1327.7 1038.3 851.1 783.0 731.9 783.0 323.4 204.3 153.2
136.2 102.1 85.1 68.1 68.1 51.1 68.1 68.1 68.1 68.1 68.1

1225.5 1191.5 1276.6 2025.5 1753.2 1276.6 970.2 800.0 697.9 612.8 561.7 357.4 170.2 136.2
119.1 85.1 68.1 68.1 68.1 68.1 68.1 68.1 68.1 68.1 51.1

1225.5 1140.4 1157.5 1702.1 1634.1 1276.6 1021.3 851.1 748.9 595.7 459.6 374.5 187.2 136.2
119.1 85.1 68.1 68.1 68.1 85.1 85.1 85.1 68.1 68.1 68.1

1225.5 1091.2 1040.9 1108.0 1158.4 956.9 755.5 671.5 621.2 587.6 436.5 302.2 201.5 134.3 83.9
67.2 67.2 67.2 67.2 67.2 83.9 83.9 83.9 67.2 67.2

1225.5 1106.4 1021.3 1123.4 1191.5 1038.3 851.1 783.0 766.0 748.9 629.8 629.8 408.5 204.3
102.1 51.1 51.1 34.0 34.0 34.0 51.1 51.1 34.0 34.0 17.0

1225.5 1156.5 1035.7 1139.2 1208.3 1001.1 794.0 707.7 638.7 621.4 535.1 414.3 293.4 172.6
120.8 69.0 69.0 51.8 69.0 69.0 86.3 86.3 86.3 69.0

1225.5 1140.4 1089.4 1225.5 1259.6 1157.5 970.2 834.0 748.9 646.8 646.8 493.6 272.3 187.2
119.1 102.1 85.1 68.1 68.1 68.1 85.1 68.1 85.1 68.1 68.1

1225.5 1141.6 1158.4 1779.5 1662.0 1376.6 1108.0 990.5 889.8 805.8 721.9 638.0 251.8 134.3
117.5 83.9 83.9 67.2 67.2 67.2 67.2 50.4 67.2 67.2 67.2

1225.5 1191.0 1242.8 1916.0 1829.7 1570.8 1260.1 1173.8 1001.1 966.6 880.3 863.1 328.0 189.9
138.1 120.8 86.3 86.3 69.0 69.0 69.0 69.0 51.8 69.0 69.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1225.5 1191.0 1277.3 2071.3 1898.7 1605.3 1432.7 1242.8 1156.5 1122.0 1018.4 1087.4 362.5
241.7 189.9 155.3 138.1 103.6 86.3 69.0 69.0 86.3 69.0 86.3 69.0

1225.5 1191.5 1293.6 2110.6 2025.5 1702.1 1497.9 1361.7 1259.6 1191.5 1140.4 1157.5 783.0
357.4 289.4 238.3 204.3 136.2 119.1 102.1 85.1 68.1 68.1 68.1 85.1

1225.5 1208.3 1398.1 2209.4 2054.1 1777.9 1553.5 1467.2 1398.1 1346.4 1294.6 1329.1 914.8
448.8 379.7 310.7 241.7 207.1 138.1 103.6 86.3 86.3 86.3 86.3 86.3

1225.5 1242.8 1484.5 2330.2 2157.6 1933.2 1726.1 1639.8 1570.8 1553.5 1519.0 1432.7 1812.4
707.7 517.8 379.7 310.7 258.9 207.1 138.1 103.6 86.3 86.3 86.3 86.3

1225.5 1277.3 1536.2 2364.8 2140.4 1950.5 1846.9 1795.2 1708.8 1708.8 1674.3 1570.8 1967.8
845.8 552.4 431.5 345.2 310.7 241.7 172.6 138.1 103.6 86.3 86.3 86.3

1225.5 1259.6 1566.0 2434.1 2110.6 2025.5 1957.5 1889.4 1855.3 1855.3 1787.2 1685.1 1668.1
1872.3 817.0 561.7 459.6 391.5 306.4 255.3 187.2 136.2 102.1 85.1 85.1

1225.5 1276.6 1617.0 2502.1 2093.6 2144.7 2076.6 2042.6 2059.6 2008.5 1940.4 1821.3 1753.2
2144.7 1140.4 714.9 578.7 476.6 391.5 323.4 238.3 153.2 119.1 85.1 102.1

1225.5 1276.6 1634.1 2297.9 2110.6 2229.8 2195.8 2195.8 2212.8 2178.7 2127.7 2025.5 1974.5
1906.4 2280.9 1242.6 885.1 731.9 646.8 578.7 425.5 289.4 187.2 136.2 119.1

1225.5 1310.6 1651.1 2161.7 2280.9 2417.0 2348.9 2314.9 2348.9 2297.9 2280.9 2246.8 2229.8
2212.8 2485.1 2366.0 1600.0 1548.9 1463.8 1293.6 1021.3 646.8 323.4 153.2 136.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ.

Illuminating Engineering Society File (IES File)

High Pressure Sodium with Magnetic Ballast

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IESNA:LM-63-2002

[Test] STREET LIGHT LED 100w

[Luminaire] LED 100W

[Lamp] Light Emitting Diode

[Ballast] -

[Starter] -

[Capacitor] -

TILT=NONE(15)

1 4800 1 25 53 1 2 0.59 0.24 0.09

1 1 100

0 10 20 30 35 40 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 10 15 20 25 30 35 40 45 50 60 75 90 105 120 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180

185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 240 255 270 285 300 310 315 320 325 330 335 340

345 350 355 360

1091.2 1040.9 973.7 873.0 839.4 805.8 738.7 638.0 604.4 554.0 520.4 470.1 386.1 235.0 167.9

134.3 134.3 100.7 16.8 16.8 16.8 0.0 16.8 16.8 16.8

1091.2 1057.7 973.7 889.8 856.2 822.6 755.5 638.0 621.2 570.8 520.4 470.1 419.7 285.4 184.7

151.1 134.3 117.5 67.2 16.8 16.8 0.0 0.0 0.0 16.8

1091.2 1057.7 973.7 906.6 856.2 839.4 789.0 721.9 621.2 604.4 554.0 520.4 486.9 386.1 235.0

184.7 134.3 134.3 117.5 67.2 16.8 0.0 16.8 16.8 16.8

1091.2 1057.7 973.7 923.4 873.0 839.4 805.8 755.5 621.2 604.4 587.6 537.2 486.9 436.5 302.2

201.5 151.1 134.3 117.5 83.9 16.8 0.0 16.8 16.8 16.8

1091.2 1057.7 973.7 940.1 889.8 839.4 805.8 789.0 738.7 621.2 621.2 554.0 520.4 486.9 419.7

302.2 184.7 151.1 134.3 117.5 83.9 16.8 0.0 16.8 16.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1091.2 1074.4 1057.7 973.7 956.9 889.8 856.2 839.4 805.8 822.6 789.0 772.3 721.9 604.4 537.2
520.4 470.1 419.7 386.1 285.4 151.1 117.5 83.9 67.2 67.2

1091.2 1057.7 1024.1 973.7 923.4 889.8 839.4 839.4 839.4 805.8 772.3 688.3 604.4 570.8 537.2
486.9 436.5 386.1 285.4 167.9 117.5 100.7 83.9 67.2 16.8

1091.2 1091.2 1057.1 971.9 937.8 886.6 852.5 852.5 835.5 801.4 733.2 630.9 613.8 562.7 528.6
460.4 409.2 324.0 204.6 170.5 136.4 85.3 68.2 17.1 17.1

1091.2 1057.7 1007.3 940.1 906.6 873.0 856.2 822.6 789.0 721.9 621.2 604.4 554.0 520.4 470.1
402.9 319.0 201.5 151.1 134.3 100.7 67.2 16.8 16.8 16.8

1091.2 1074.2 1023.0 937.8 886.6 852.5 852.5 818.4 767.3 630.9 630.9 613.8 545.6 511.5 443.3
392.2 255.8 170.5 136.4 136.4 85.3 68.2 17.1 17.1 17.1

1091.2 1057.7 973.7 923.4 873.0 856.2 805.8 755.5 621.2 621.2 604.4 537.2 503.6 470.1 386.1
235.0 184.7 134.3 134.3 117.5 83.9 16.8 16.8 16.8 16.8

1091.2 1040.9 973.7 906.6 856.2 856.2 805.8 738.7 621.2 621.2 570.8 537.2 486.9 436.5 319.0
201.5 167.9 134.3 134.3 100.7 33.6 16.8 0.0 16.8 16.8

1091.2 1040.1 988.9 886.6 869.6 835.5 767.3 647.9 630.9 596.8 545.6 511.5 443.3 341.0 204.6
187.6 136.4 136.4 85.3 17.1 17.1 17.1 17.1 17.1 17.1

1091.2 1024.1 973.7 856.2 839.4 822.6 755.5 621.2 621.2 587.6 537.2 453.3 419.7 285.4 201.5
151.1 134.3 117.5 83.9 16.8 16.8 16.8 16.8 16.8 16.8

1091.2 1007.3 956.9 856.2 822.6 789.0 654.7 621.2 570.8 537.2 486.9 436.5 352.6 218.2 167.9
134.3 134.3 83.9 33.6 16.8 16.8 16.8 0.0 0.0 0.0

1091.2 1006.0 971.9 852.5 818.4 801.4 665.0 613.8 562.7 545.6 460.4 426.3 324.0 204.6 170.5
136.4 119.4 85.3 17.1 17.1 17.1 17.1 17.1 17.1 0.0

1091.2 990.5 940.1 822.6 789.0 755.5 621.2 554.0 537.2 470.1 419.7 386.1 235.0 167.9 134.3
117.5 83.9 16.8 16.8 16.8 16.8 16.8 16.8 16.8 0.0

1091.2 988.9 937.8 835.5 784.3 767.3 613.8 545.6 528.6 477.4 409.2 375.1 221.7 170.5 136.4
119.4 68.2 17.1 17.1 17.1 17.1 17.1 0.0 17.1 17.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1091.2 1074.4 990.5 940.1 889.8 856.2 822.6 805.8 789.0 721.9 621.2 604.4 537.2 503.6 453.3
386.1 235.0 167.9 134.3 117.5 83.9 67.2 16.8 16.8 0.0

1091.2 1074.4 1007.3 956.9 906.6 873.0 805.8 822.6 805.8 789.0 721.9 621.2 604.4 537.2 486.9
436.5 386.1 268.6 167.9 134.3 117.5 83.9 33.6 16.8 16.8

1091.2 1074.4 1007.3 956.9 923.4 873.0 839.4 805.8 805.8 789.0 772.3 654.7 604.4 537.2 520.4
436.5 402.9 352.6 218.2 134.3 100.7 83.9 67.2 16.8 0.0

1091.2 1074.4 1040.9 973.7 940.1 906.6 856.2 822.6 789.0 789.0 772.3 755.5 671.5 604.4 537.2
503.6 436.5 386.1 352.6 235.0 134.3 100.7 83.9 67.2 0.0

1091.2 1091.2 1057.1 988.9 971.9 920.7 869.6 852.5 818.4 784.3 767.3 750.2 733.2 665.0 545.6
528.6 460.4 426.3 341.0 272.8 204.6 119.4 85.3 68.2 34.1

1091.2 1074.4 1057.7 973.7 973.7 923.4 856.2 839.4 822.6 805.8 772.3 738.7 705.1 654.7 621.2
604.4 520.4 436.5 352.6 285.4 268.6 218.2 134.3 83.9 50.4

1091.2 1074.4 1057.7 1040.9 973.7 956.9 889.8 856.2 839.4 789.0 789.0 755.5 738.7 671.5 638.0
604.4 520.4 436.5 402.9 369.3 302.2 268.6 201.5 134.3 83.9

1091.2 1091.2 1074.4 1057.7 1024.1 973.7 956.9 906.6 873.0 856.2 822.6 805.8 772.3 738.7 688.3
621.2 570.8 486.9 470.1 436.5 386.1 352.6 302.2 235.0 134.3

1091.2 1074.4 1074.4 1091.2 1074.4 1057.7 973.7 973.7 940.1 889.8 856.2 822.6 789.0 772.3
755.5 654.7 604.4 520.4 503.6 470.1 436.5 369.3 302.2 218.2 167.9

1091.2 1091.2 1074.4 1057.7 1024.1 973.7 956.9 923.4 889.8 856.2 839.4 805.8 772.3 738.7 688.3
638.0 570.8 520.4 453.3 436.5 386.1 369.3 302.2 251.8 167.9

1091.2 1091.2 1074.2 1057.1 1006.0 971.9 937.8 869.6 835.5 818.4 784.3 784.3 750.2 716.1 647.9
613.8 562.7 511.5 443.3 375.1 341.0 289.9 238.7 170.5 102.3

1091.2 1074.4 1040.9 1007.3 973.7 940.1 856.2 839.4 822.6 805.8 789.0 755.5 755.5 721.9 638.0
621.2 537.2 470.1 402.9 335.8 285.4 251.8 151.1 100.7 67.2

1091.2 1074.4 1057.7 973.7 973.7 906.6 856.2 839.4 822.6 789.0 789.0 772.3 738.7 688.3 587.6
520.4 503.6 436.5 369.3 285.4 251.8 134.3 117.5 83.9 50.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1091.2 988.9 937.8 818.4 750.2 733.2 596.8 528.6 494.5 426.3 392.2 341.0 170.5 136.4 102.3 85.3
34.1 17.1 17.1 17.1 17.1 17.1 0.0 17.1 0.0

1091.2 988.9 937.8 801.4 750.2 716.1 613.8 528.6 494.5 426.3 375.1 306.9 170.5 136.4 85.3 68.2
17.1 17.1 17.1 0.0 17.1 17.1 17.1 17.1 0.0

1091.2 988.9 903.7 784.3 733.2 647.9 596.8 528.6 443.3 392.2 324.0 238.7 136.4 85.3 68.2 68.2
17.1 17.1 17.1 17.1 17.1 0.0 0.0 17.1 0.0

1091.2 988.9 903.7 767.3 733.2 647.9 596.8 511.5 443.3 375.1 289.9 221.7 136.4 85.3 68.2 34.1
17.1 0.0 17.1 17.1 17.1 17.1 0.0 0.0 17.1

1091.2 988.9 869.6 767.3 716.1 630.9 562.7 511.5 392.2 306.9 238.7 187.6 136.4 85.3 68.2 34.1
17.1 17.1 0.0 17.1 0.0 0.0 0.0 17.1 0.0

1091.2 988.9 869.6 767.3 682.0 630.9 545.6 460.4 341.0 272.8 238.7 170.5 136.4 85.3 34.1 17.1
17.1 17.1 0.0 0.0 17.1 0.0 17.1 0.0 17.1

1091.2 1006.0 869.6 767.3 682.0 613.8 477.4 375.1 306.9 272.8 238.7 170.5 136.4 85.3 17.1 17.1
17.1 0.0 17.1 0.0 17.1 17.1 17.1 0.0 17.1

1091.2 1023.0 852.5 767.3 665.0 545.6 392.2 341.0 272.8 221.7 187.6 119.4 85.3 68.2 17.1 17.1
0.0 0.0 0.0 17.1 17.1 17.1 17.1 0.0 17.1

1091.2 988.9 869.6 767.3 665.0 562.7 392.2 358.1 306.9 238.7 153.5 136.4 68.2 34.1 34.1 17.1 0.0
17.1 17.1 0.0 17.1 0.0 17.1 0.0 0.0

1091.2 988.9 852.5 750.2 665.0 545.6 375.1 341.0 272.8 221.7 170.5 119.4 85.3 34.1 17.1 17.1 0.0
17.1 17.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 17.1

1091.2 988.9 852.5 750.2 665.0 596.8 443.3 358.1 289.9 272.8 204.6 153.5 119.4 68.2 17.1 17.1
17.1 17.1 17.1 17.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

1091.2 988.9 869.6 750.2 665.0 613.8 511.5 409.2 306.9 255.8 204.6 170.5 102.3 68.2 34.1 17.1
17.1 0.0 0.0 0.0 17.1 17.1 17.1 17.1 17.1

1091.2 988.9 869.6 767.3 665.0 630.9 545.6 511.5 392.2 289.9 238.7 187.6 136.4 85.3 34.1 17.1
17.1 0.0 0.0 0.0 17.1 0.0 0.0 17.1 17.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1091.2 988.9 869.6 767.3 682.0 630.9 545.6 443.3 392.2 324.0 255.8 187.6 102.3 85.3 51.2 17.1
17.1 17.1 17.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 17.1

1091.2 988.9 869.6 767.3 716.1 630.9 579.7 511.5 443.3 392.2 306.9 238.7 119.4 85.3 68.2 34.1
17.1 17.1 17.1 17.1 17.1 17.1 17.1 17.1 17.1

1091.2 988.9 886.6 767.3 733.2 647.9 545.6 511.5 443.3 392.2 341.0 238.7 136.4 85.3 68.2 51.2
17.1 17.1 17.1 17.1 17.1 17.1 17.1 0.0 0.0

1091.2 988.9 920.7 784.3 750.2 682.0 562.7 528.6 460.4 409.2 375.1 272.8 170.5 136.4 85.3 68.2
17.1 17.1 17.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

1091.2 988.9 920.7 801.4 750.2 716.1 562.7 528.6 477.4 443.3 375.1 272.8 170.5 136.4 119.4 85.3
17.1 17.1 17.1 0.0 17.1 0.0 17.1 17.1 17.1

1091.2 988.9 937.8 818.4 784.3 750.2 630.9 562.7 528.6 477.4 409.2 341.0 204.6 153.5 136.4
102.3 85.3 17.1 17.1 0.0 17.1 17.1 17.1 17.1 0.0

1091.2 988.9 937.8 835.5 801.4 767.3 630.9 562.7 545.6 477.4 426.3 375.1 204.6 153.5 136.4
102.3 85.3 17.1 17.1 17.1 17.1 17.1 17.1 17.1 0.0

1091.2 1006.0 954.8 852.5 818.4 784.3 665.0 613.8 562.7 528.6 443.3 409.2 289.9 187.6 153.5
136.4 102.3 85.3 17.1 0.0 17.1 17.1 0.0 17.1 0.0

1091.2 1006.0 954.8 852.5 818.4 801.4 699.1 630.9 562.7 545.6 477.4 443.3 358.1 204.6 170.5
136.4 119.4 85.3 17.1 17.1 17.1 17.1 0.0 17.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ประมวลหลักปฏิบัติวิชาชีพแนวทางการปฏิบัติด้านประสิทธิภาพทางพลังงานของโคมไฟถนนสำหรับการจราจรด้วย รถยนต์ CODE OF PRACTICE ENERGY EFFICACY OF INSTALLATION PERFORMANCE OF ROAD LIGHTING LUMINAIRES FOR MOTORIZED TRAFFIC , สภาวิศวกร
- [2] การติดตั้งเสาไฟฟ้าส่องสว่างบนถนนในทางราบ สำหรับพื้นที่สายใต้ดินที่ไม่มีสายอากาศแรงสูง, การไฟฟ้า นครหลวง, พ.ศ. 2548
- [3] มาตรฐานด้านผังเมืองที่เกี่ยวข้องกับการคมนาคมและขนส่งเกณฑ์และมาตรฐานผังเมืองรวม, กรมโยธาธิการและผังเมือง, พ.ศ. 2549
- [4] ความต้องการความส่องสว่างเฉลี่ยวัดในแนวระดับต่ำสุด สำหรับไฟ ,กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม
- [5] Artemis Street light (5 Modules) Data sheet, Alliance Optotek Corp.
- [6] การออกแบบและวิเคราะห์บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับหลอดโซเดียมความดันสูง 250 วัตต์ โดยใช้วงจรจุดหลอดภายในแบบ LCC ที่มีการควบคุมกำลังไฟฟ้าที่โหลดให้คงที่, พูนศรี วรรณการ, สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร (ศูนย์พระนครเหนือ)
- [7] รศ.ศุสึ บรรจงจิต, "วิศวกรรมการส่องสว่าง", บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน), พ.ศ. 2538
- [8] Commission Internationale De L'Eclairage (CIE) Publication CIE No.27, "Photometry of luminaires for street lighting " ,1973
- [9] กฤษณ์ สุทธิพงศ์คณาสัย, "ต้นแบบห้องปฏิบัติการทดสอบการกระจายความเข้มส่องสว่าง(เครื่องโกนิโอโอฟโตมิเตอร์)", ปรินูญานินพน์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2545

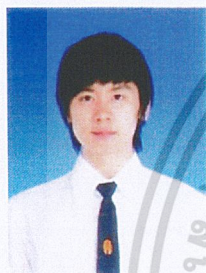
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



นาย ธนพงษ์ อัครนิฐานันท์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
47/442 ซอยนิมิตรใหม่ 40 ถนนนิมิตรใหม่ สามวาตะวันออก คลองสามวา
กรุงเทพมหานคร 10510
เบอร์โทร : 087-678-9207



นาย สิรินันท์ ศรีสกุลสมบัติ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
37/62 รามคำแหง 98 ถนนรามคำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง
กรุงเทพมหานคร 10240
เบอร์โทร : 087-696-6778



นาย พรบูรณ์ น้ายืน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
166 หมู่ที่ 2 แขวงคลองกุ่ม เขตบึงกุ่ม กรุงเทพมหานคร 10240
เบอร์โทร : 080-201-8423



นางสาว พรรณี จันท์เทียน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
548/108 ถนนสรรพาวุธ แขวงบางนา เขตบางนา กรุงเทพมหานคร 10260
เบอร์โทร : 087-104-8767

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้