

การออกแบบไฟถนนด้วยวิธี ซีไออี โดยใช้คอมพิวเตอร์



นาย นพดล บินสุภา

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2532

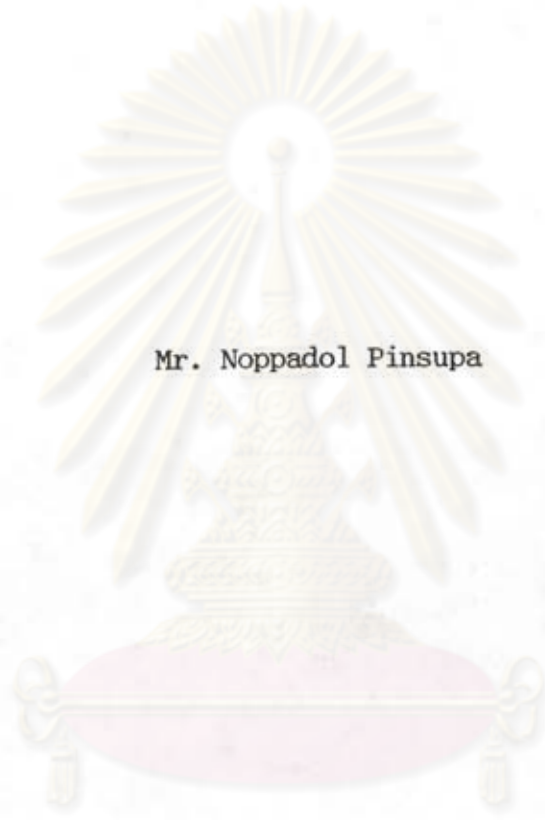
ISBN 974-576-071-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

015922

I17619202

COMPUTERIZED ROAD LIGHTING DESIGN BASED ON CIE METHOD



Mr. Noppadol Pinsupa

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Electrical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1989

ISBN 974-576-071-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การออกแบบไฟถนนด้วยวิธี ซีไออี โดยใช้คอมพิวเตอร์

โดย

นายหนวด ปิ่นสุภา

ภาควิชา


วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ไชยะ แซ่มช้อย

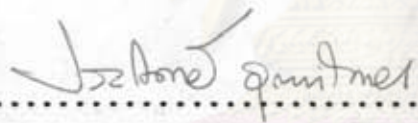


บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้พิมพ์วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต


  
.....  
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วิชัยรักษ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย


คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
.....  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประโชค อุนต์ไวยะ)

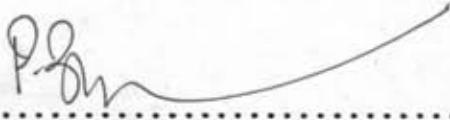
ประธานกรรมการ

  
.....  
(อาจารย์ ไชยะ แซ่มช้อย)

อาจารย์ที่ปรึกษา

  
.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประสิทธิ์ นิตยวัฒน์)

กรรมการ

  
.....  
(นายปรกรณ์ บริมาสนพร)

กรรมการ



พิมพ์ต้นฉบับบทความวิจัยวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

บทคัดย่อ : การออกแบบไฟถนนด้วยวิธี ซีไออี โดยใช้คอมพิวเตอร์

(COMPUTERIZED ROAD LIGHTING DESIGN BY CIE METHOD) อ.ที่ปรึกษา :

อาจารย์ไชยะ แซ่มชัย, 133 หน้า.

การออกแบบไฟฟ้าแสงสว่างของถนนที่พิจารณาแต่เฉพาะค่าความสว่างบนพื้นผิวถนนแต่เพียงอย่างเดียวนั้น ไม่สามารถจะตรวจสอบคุณภาพของระบบไฟฟ้าแสงสว่างดังกล่าวได้ แต่การออกแบบโดยพิจารณาจากค่าความส่องสว่างและค่าแกลร์ ที่สามารถตรวจสอบคุณภาพได้ทั้งหมดผ่านการคำนวณที่ยุงยาก สลับซับซ้อน ใช้ข้อมูล เวลาและค่าใช้จ่ายมาก

วิทยานิพนธ์นี้เสนอโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อช่วยในการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างของถนนตรงตามวิธีของ CIE โดยใช้งานกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ 16 บิต ที่มีใช้งานอย่างแพร่หลาย โปรแกรมนี้สามารถคำนวณหาค่าความสว่าง ความส่องสว่าง ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และความสม่ำเสมอของความสว่างและความส่องสว่าง นอกจากนี้ยังคำนวณค่าแกลร์ เปรียบเทียบราคาค่าใช้จ่ายต่อปี ตลอดจนจัดทำ Isolux และ Isoluminance Diagram และ Installation Performance Graphs ของการติดตั้งโคมไฟแต่ละแบบ

โปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้ให้ผลการคำนวณที่แม่นยำในเวลาอันรวดเร็ว ทำให้ผู้ใช้สามารถออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างของถนนได้อย่างมีคุณภาพและประหยัดค่าใช้จ่าย

ภาควิชา .....วิศวกรรมไฟฟ้า.....  
สาขาวิชา .....วิศวกรรมไฟฟ้า.....  
ปีการศึกษา .....2531.....

ลายมือชื่อนิติ .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....





พิมพ์ต้นฉบับบทความวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

NOPPADOL PINSUPA : COMPUTERIZED ROAD LIGHTING DESIGN BY CIE  
METHOD : MR. CHAIYA CHAMCHOY, M.Eng. 133 PP.

The road lighting system performances designed by considering only illuminance levels on road surface cannot be visually evaluated. Road light system designed by using luminance and glare values can evaluate lighting qualities. But it uses complicated calculation method , a lot of photometric and installation data and has time consuming and high cost.

This thesis presents a microcomputer program developed for straight road lighting calculation according to CIE method. It is used with the popular 16 bit microcomputer. The program can calculate illuminance and luminance levels at any specific point on road surface, can find maximum, minimum, average and uniformity of illuminance and luminance. It can also calculate glare level, compare the annual cost and plot isolux diagrams, isoluminance diagrams and installation performance graphs of particular type of installation.

Since the users can obtain the fast accuracy results. They can design the road lighting system with high quality and economic.

ภาควิชา .....วิศวกรรมไฟฟ้า.....  
สาขาวิชา .....วิศวกรรมไฟฟ้า.....  
ปีการศึกษา .....2531.....

ลายมือชื่อผู้สมัคร .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....



### กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้เป็นอย่างดีจากความช่วยเหลือของหลายท่าน ผู้เขียนขอขอบพระคุณ อาจารย์ ไชยะ แซ่มซ้อย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการวิจัยด้วยดีตลอดมา ขอขอบพระคุณกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร.ประไพทย์ อุณหไวกยะ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประสิทธิ์ นิตยวัฒน์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า และ คุณปกรณ์ บริมาสมร ผู้จัดการทั่วไปของบริษัท GTE International ประเทศไทย จำกัด ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำรวมทั้งข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของงานวิจัยนี้ ขอขอบคุณ บริษัท ฉ้อ จิน ฮั่ว กรุงเทพมหานครที่กรุณาให้คำแนะนำ และข้อมูลที่มีประโยชน์ต่องานวิจัย นอกจากนี้ขอขอบคุณ พี่ เพื่อน และน้องๆทุกคนที่อยู่เบื้องหลังความสำเร็จครั้งนี้

ท้ายนี้ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้เขียนเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญรูป .....	ญ
สารบัญตาราง .....	ต

บทที่

1. บทนำ	
1.1 ความเป็นมาของปัญหา .....	1
1.2 ความสำคัญของปัญหา .....	1
1.3 วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย .....	2
1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย .....	3
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย .....	3
2. การออกแบบไฟแสงสว่างของถนน	
2.1 ศักดิ์เฉพาะทางด้านแสงสว่าง .....	5
2.2 ค่าทางแสงสว่างของไฟถนน .....	7
2.3 ชนิดของถนนและการกำหนดค่าทางแสงสว่างของไฟถนน .....	14
2.4 ผิวถนน .....	16
2.5 โคมไฟถนน .....	20
2.6 การติดตั้งไฟถนน .....	27
3. วิธีคำนวณเกี่ยวกับค่าแสงสว่างไฟถนน	
3.1 การคำนวณค่าความสว่าง และค่าความส่องสว่าง .....	30
3.2 การคำนวณ Disability Glare .....	34



4.	การใช้คอมพิวเตอร์ในการคำนวณไฟแสงสว่างของถนน	
4.1	การกำหนดค่าที่จำเป็นต่างๆเพื่อใช้ในการคำนวณ .....	42
4.2	คุณลักษณะความส่องสว่าง .....	49
4.3	การคำนวณ Disability Glare .....	51
4.4	การคำนวณ Discomfort Glare .....	52
4.5	ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ .....	52
4.6	ข้อกำหนดของข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรม .....	53
4.7	ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรม .....	54
4.8	การประมาณราคาระบบไฟแสงสว่างของถนน .....	55
5.	การพัฒนาโปรแกรม	
5.1	โครงสร้างของโปรแกรม .....	57
5.2	วิธีการใช้งานโปรแกรม .....	70
6.	ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม	
6.1	ตัวอย่างการใช้งาน General Calculation .....	91
6.2	ตัวอย่างการใช้งาน Plot Isolux and Isoluminance Diagram .....	108
6.3	ตัวอย่างการใช้งาน Installation Performance Graphs .....	113
6.4	ตัวอย่างการใช้งาน Cost Evaluation .....	119
7.	บทสรุป	
7.1	สรุปผลการทำวิจัย .....	121
7.2	ข้อเสนอแนะ .....	122
	หนังสืออ้างอิง .....	124



บทที่

หน้า

ภาคผนวก

1. ตาราง R1 .....	125
2. ตาราง R2 .....	126
3. ตาราง R3 .....	127
4. ตาราง R4 .....	128
5. ตารางการกระจายความเข้มแห่งการส่องสว่าง I1 .....	129
6. ตารางการกระจายความเข้มแห่งการส่องสว่าง I2 .....	130
7. ตารางการกระจายความเข้มแห่งการส่องสว่าง I3 .....	131
8. ตารางการกระจายความเข้มแห่งการส่องสว่าง I4 .....	132
ประวัติผู้เขียน .....	133

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงการหาค่าความส่องสว่าง .....	6
2.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสม่ำเสมอทั้งหมด ( $U_0$ ) กับความส่องสว่างเฉลี่ยของผิวถนน ( $L_{av}$ ) เพื่อให้การสังเกตเห็นวัตถุสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ขนาด 20 เซนติเมตรได้ 75 เปอร์เซ็นต์เมื่อวางวัตถุไว้ที่จุดมืดที่สุดของผิวถนน .....	9
2.3	แสดงการมองวัตถุแล้วมีแสงเข้าตาทำให้เกิดแกลร์ .....	10
2.4	แสดงค่า Discomfort Glare Control Mark (G) กับความส่องสว่างเฉลี่ย ( $L_{av}$ ) ของผิวถนน .....	13
2.5	การติดตั้งไฟถนนและการมองความส่องสว่างของผิวถนน .....	16
2.6	การกำหนดค่ามุมของแนวที่มองกับแนวระดับ .....	17
2.7	ระบบระนาบ C - $\gamma$ ที่ใช้แสดงลักษณะการกระจายความเข้มแห่งการส่องสว่างของไฟถนน .....	20
2.8	แสดงตัวอย่างตารางความเข้มแห่งการส่องสว่างของโคมไฟจากระนาบ $C_{270}$ ถึง $C_{90}$ .....	21
2.9	แสดงไอโซแคนเดลาไดอะแกรมของโคมไฟจากระนาบ $C_{270}$ ถึง $C_{90}$ .....	22
2.10	แสดงโพล่าไดอะแกรมของโคมไฟทั้ง 4 ระนาบ .....	23
2.11	แสดงรูป Polar Diagram (Principle Vertical Plane) เพื่อพิจารณาค่า Throw .....	25
2.12	แสดงการพิจารณาค่า Spread .....	25
2.13	แสดง Isocandela Diagram เพื่ออธิบายค่า Throw และ Spread ....	26
2.14	คำจำกัดความของการติดตั้งโคมไฟถนน .....	27
2.15	แสดงการติดตั้งไฟถนนแบบที่ใช้กันมากในประเทศไทย .....	28

3.1	แสดงตำแหน่งของโคมไฟ ผู้สังเกต และจุดที่พิจารณา (จุด P) บนผิวถนน ..	31
3.2	แสดงการคำนวณหาค่ามุม $\gamma_1$ มุม $\gamma_2$ และมุม $\beta$ .....	33
3.3	แสดงการคำนวณหาค่ามุม C .....	35
3.4	แสดงการหาช่วงของมุมในการมองขณะที่ผู้ขับขี่ยานยนต์ไปตามถนน .....	36
3.5	แสดงการคำนวณหามุม $\theta$ .....	37
3.6	แสดงการคำนวณหาค่ามุมต่าง ๆ เพื่อนำมาคำนวณหาค่า Veiling Luminance .....	38
4.1	แสดงตารางการกระจายความเข้มแห่งการส่องสว่างของ โคมไฟจากระนาบ $C_{270}$ ถึง $C_{90}$ และ $C_{90}$ ถึง $C_{270}$ .....	43
4.2	แสดงตารางการกระจายความเข้มแห่งการส่องสว่างของ โคมไฟจากระนาบ $C_{270}$ ถึง $C_{90}$ และ $C_{90}$ ถึง $C_{270}$ ที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรม .....	45
4.3	แสดงตัวอย่างการประมาณค่าโดยใช้ Quadratic .....	47
4.4	แสดงการใช้ Quadratic Interpolation ของ Curve A จากรูปที่ 4.3 .....	47
4.5	แสดงจุดที่ต้องคำนวณภายในพื้นที่ที่ต้องคำนวณ .....	48
4.6	แสดงจุดสังเกตของการคำนวณค่า $L_{uv}$ , $U_0$ และ $U_1$ .....	50
5.1	แสดง Flow Diagram ของโครงสร้างหลักของโปรแกรม Road Lighting Design .....	58
5.2	แสดง Diagram การทำงานในส่วน General Calculation .....	60
5.3	แสดง Diagram การทำงานในส่วน Calculation .....	62
5.4	แสดง Diagram การทำงานในส่วน Instillation Performance Graphs .....	65
5.5	แสดง Diagram การทำงานในส่วน Isolux and Isoluminance Diagram .....	66



5.6	แสดง Diagram การทำงานในส่วน Cost Evaluation .....	68
5.7	แสดง Diagram การทำงานในส่วน Intensity Table .....	69
5.8	แสดงภาพบนจอภาพเมื่อเริ่มใช้โปรแกรม ROADCIE .....	71
5.9	แสดงภาพที่ปรากฏบนจอภาพหลังการเลือก Calculation & Graphs ....	71
5.10	แสดงภาพบนจอเมื่อเลือก General Calculation .....	72
5.11	แสดงรูปแบบจอภาพเมื่อเลือก Calculation ของ General Calculation .....	72
5.12	แสดงภาพบนจอเมื่อเลือก Road Description .....	74
5.13	แสดงภาพบนจอเมื่อเลือก Geometry of Lantern .....	74
5.14	แสดงภาพบนจอเมื่อเลือก Lantern Constant .....	76
5.15	แสดงภาพบนจอเมื่อเลือก Glare Calculation .....	76
5.16	แสดงภาพขณะทำการคำนวณ .....	77
5.17	แสดงภาพบนจอเมื่อเลือก Display Data .....	77
5.18	แสดงภาพบนจอเมื่อเลือก Print Data .....	79
5.19	แสดงภาพบนจอเมื่อเลือก Installation Graphs .....	79
5.20	แสดงภาพบนจอเมื่อเลือก Display Graphs .....	80
5.21	แสดงภาพบนจอเมื่อเลือก Printout Graphs .....	80
5.22	แสดงภาพบนจอเมื่อเลือก Correct NO. ....	82
5.23	ภาพแสดง MENU ของ Plot Iso-Diagram .....	82
5.24	แสดงการใส่ชื่อไฟล์ข้อมูลที่ต้องการแสดง Diagram .....	83
5.25	แสดงการเลือกใช้งาน Printout Diagram .....	83
5.26	แสดงภาพบนจอเมื่อเลือกการประมาณราคาการติดตั้ง โดยการกำหนดค่า Spacing .....	85
5.27	แสดงภาพบนจอเมื่อเลือกการประมาณราคาการติดตั้ง โดยการคำนวณจากกราฟ .....	85

5.28	แสดงภาพหน้าจอเมื่อใส่ข้อมูลการติดตั้งของการประมาณราคา .....	86
5.29	แสดงภาพหน้าจอเมื่อใส่ข้อมูลเกี่ยวกับการประมาณราคา .....	86
5.30	แสดงภาพหน้าจอเมื่อเลือก Intensity Table .....	88
5.31	แสดงภาพหน้าจอเมื่อเลือก Write I-Table .....	88
5.32	แสดงภาพหน้าจอเมื่อเลือก Correct I-Table .....	90
5.33	แสดงภาพหน้าจอเมื่อเลือก Printout I-Table .....	90
6.1	การติดตั้งแบบ Single Sided (Left) .....	92
6.2	การติดตั้งแบบ Single Sided (Right) .....	95
6.3	การติดตั้งแบบ Opposite .....	98
6.4	การติดตั้งแบบ Staggered .....	102
6.5	การติดตั้งแบบ Central Twin Brackets .....	105
6.6	Isolux Diagram ของการติดตั้งแบบ Single Sided (Left) .....	108
6.7	Isoluminance Diagram ของการติดตั้งแบบ Single Sided (Left) .....	108
6.8	Isolux Diagram ของการติดตั้งแบบ Single Sided (Right) .....	109
9 6.9	Isoluminance Diagram ของการติดตั้งแบบ Single Sided (Right) .....	109
6.10	Isolux Diagram ของการติดตั้งแบบ Opposite .....	110
6.11	Isoluminance Diagram ของการติดตั้งแบบ Opposite .....	110
6.12	Isolux Diagram ของการติดตั้งแบบ Staggered .....	111
6.13	Isoluminance Diagram ของการติดตั้งแบบ Staggered .....	111
6.14	Isolux Diagram ของการติดตั้งแบบ Central Twin Brackets ....	112
6.15	Isoluminance Diagram ของการติดตั้งแบบ Central Twin Brackets .....	112

6.16	Installation Performance Graphs ของค่าความสว่าง และความสม่ำเสมอของแสงสว่าง ที่มีการติดตั้งแบบ Single Sided (Left) และใช้โคมไฟ I2 .....	113
6.17	แสดง Installation Performance Graphs ของค่าความส่องสว่าง ความสม่ำเสมอของแสงสว่าง และแกลร์ ที่มีการติดตั้งแบบ Single Sided (Left) และใช้โคมไฟ I2 .....	114
6.18	Installation Performance Graphs ของค่าความสว่าง และความสม่ำเสมอของแสงสว่าง ที่มีการติดตั้งแบบ Single Sided (Left) และใช้โคมไฟ I3 .....	115
6.19	แสดง Installation Performance Graphs ของค่าความส่องสว่าง ความสม่ำเสมอของแสงสว่าง และแกลร์ ที่มีการติดตั้งแบบ Single Sided (Left) และใช้โคมไฟ I3 .....	116
6.20	Installation Performance Graphs ของค่าความสว่าง และความสม่ำเสมอของแสงสว่าง ที่มีการติดตั้งแบบ Single Sided (Left) และใช้โคมไฟ I4 .....	117
6.21	แสดง Installation Performance Graphs ของค่าความส่องสว่าง ความสม่ำเสมอของแสงสว่าง และแกลร์ ที่มีการติดตั้งแบบ Single Sided (Left) และใช้โคมไฟ I4 .....	118





สารบัญตาราง

๗

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงการแบ่งประเภทถนนตาม CIE .....	15
ตารางที่ 2.2 แสดงการกำหนดค่าทางแสงสว่างของไฟถนนตาม CIE .....	15
ตารางที่ 2.3 แสดงการแบ่งประเภทของผิวถนนตาม CIE .....	19
ตารางที่ 2.4 การแบ่งประเภทของโคมไฟตามมาตรฐาน CIE ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2508 .....	24
ตารางที่ 2.5 การแบ่งประเภทของโคมไฟตาม CIE ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520 .....	26
ตารางที่ 6.1 แสดงตัวอย่างการประมาณราคาของการติดตั้งไฟถนน .....	120

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย