บทที่ 4

การใช้คอมพิวเตอร์ในการคำนวณไฟแสงสว่างของถนน

จากที่ได้ศึกษาการคำนวณค่าต่าง ๆ เกี่ยวกับไฟถนนมาแล้วนั้นจะเห็นได้ว่าหากต้องคำนวณค่าความสว่างหรือความส่องสว่างบนถนนหลาย ๆ จุดแล้ว จะต้องใช้เวลาในการคำนวณอย่างมาก ดังนั้นเพื่อความสะดวกและประหยัดเวลาในการออกแบบไฟถนน จึงควรใช้คอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบไฟถนน ซึ่งโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้เขียนด้วยภาษา Turbo Pascal Version 4.0 สำหรับใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ PC 16 บิท ที่มีใช้งานกันอยู่ทั่วไป โปรแกรมนี้ใช้คำนวณกับถนนตรง ซึ่งเพียงพอกับการใช้งานภายในประเทศ นอกจากนี้ยังสามารถแสดง Installation Performance Graphs และ Isolux,Isoluminance Diagram ซึ่งมีประโยชน์อย่างมากในการออกแบบไฟถนน ค่าที่คำนวณได้ทุกค่าสามารถเก็บลงแผ่น Disks ได้ เพื่อประโยชน์ในการนำมาแสดงผล หรือแก้ไขตามที่ต้องการในภายหลัง โดยไม่ต้องคำนวณซ้ำใหม่

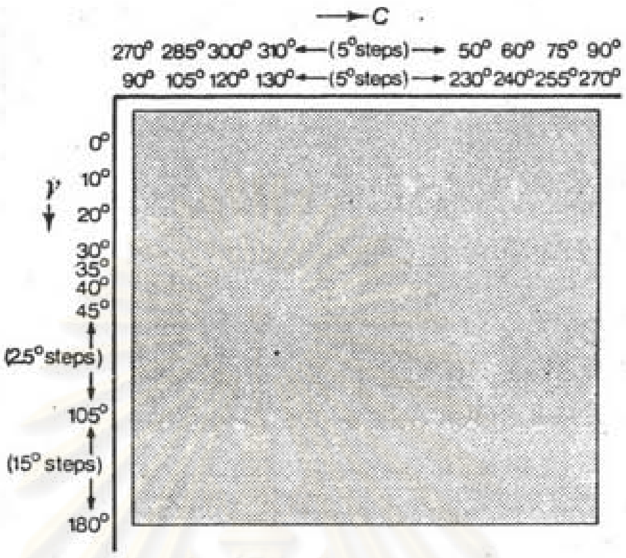
หลักการคำนวณค่าไฟแสงสว่างของถนนโดยใช้คอมพิวเตอร์ในที่นี้จะใช้หลักการคำนวณตามที่ CIE. กำหนด ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดในการกำหนดค่าต่างๆ และผลที่ได้จากการใช้คอมพิวเตอร์ในการคำนวณและ แสดงผล ดังต่อไปนี้

4.1 การกำหนดค่าที่จำเป็นต่างๆเพื่อใช้ในการคำนวณ

4.1.1. การกำหนดค่าการกระจายความเข้มแห่งการส่องสว่าง

ในการกำหนดค่าการกระจายความเข้มแห่งการส่องสว่างสำหรับใช้ในโปรแกรม จะต้องมีความละเอียดพอที่จะใช้คำนวณได้ทุก ๆ จุด บนพื้นที่ของผิวถนนที่ต้องการ โดยวิธีการประมาณค่า (Interpolation) ซึ่งการกำหนดการกระจายความเข้มแห่งการส่องสว่างเป็นตารางอาจทำได้หลายวิธี ถ้าหากกำหนดค่า I น้อย ๆ ค่าก็จะทำให้คอมพิวเตอร์ต้องใช้เวลานานในการประมาณค่าซึ่งจะเป็นการไม่ประหยัดเวลาของคอมพิวเตอร์ แต่ถ้ากำหนดค่า I หลาย ๆ ค่าอย่างละเอียดก็จะทำให้สิ้นเปลืองเวลาและค่าใช้จ่ายในการวัดค่า I จากโคมไฟ ดังนั้น CIE.

จึงกำหนดให้ใช้ตารางค่า I ตามรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงตารางการกระจายความเข้มแห่งการส่องสว่างของโคมไฟจากระนาบ C_{270} ถึง C_{90} และ C_{90} ถึง C_{270}

ตารางค่า I นี้ประกอบด้วยค่า I ทั้งหมด 1872 ค่าที่ C - γ Plane ต่าง ๆ กัน โดยทั่วไปถือว่า Plane C = 0 องศา เป็น Plane ที่ขนานกับถนน ซึ่งถ้าหากค่า I ของโคมไฟสมมาตรรอบแกน Plane C = 270 องศา และ C = 90 องศา แล้วการใส่ค่า I ก็ใช้เพียงจาก Plane C = 270 องศา ถึง C = 90 องศา เท่านั้น โดยที่ค่า I ส่วนที่สมมาตรนั้น โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะสร้างขึ้นเอง

แต่เนื่องจากข้อมูลการกระจายความเข้มแห่งการส่องสว่างที่ใช้กันอยู่ในประเทศมักจะแสดงค่าตารางการกระจายความเข้มแห่งการส่องสว่างด้วยการแบ่งมุมไม่ละเอียดตามที่ CIE. กำหนด เพื่อประหยัดเวลาในการวัด ดังนั้นในการพัฒนาโปรแกรม และเพื่อความสะดวกในการทดสอบโปรแกรม จึงได้ใช้ตารางการกระจายความเข้มแห่งการส่องสว่างของโคมไฟถนนดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 4.2

ตัวอย่างตารางที่นำมาแสดงนี้เป็นตารางแสดงการกระจายความเข้มแห่งการส่องสว่างจากโคมไฟที่ผลิตโดยบริษัทผลิตโคมไฟแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร โดยทำการวัดค่าการกระจาย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความเข้มแห่งการส่องสว่างที่ค่ามุม C และ γ ต่างๆ ซึ่งการแบ่งมุมจะมีช่วงห่างมากกว่าของ CIE. ดังนี้

มุม C แบ่งได้ 32 มุมคือ ช่วงมุม 240 ถึง 300 ห่างกัน 15 องศา
ช่วงมุม 300 ถึง 60 ห่างกัน 10 องศา
ช่วงมุม 60 ถึง 120 ห่างกัน 15 องศา
และ ช่วงมุม 120 ถึง 240 ห่างกัน 10 องศา

มุม γ แบ่งได้ 17 มุมคือ ช่วงมุม 0 ถึง 50 ห่างกัน 10 องศา
ช่วงมุม 50 ถึง 80 ห่างกัน 5 องศา
และ ช่วงมุม 80 ถึง 130 ห่างกัน 10 องศา

อย่างไรก็ตามในโปรแกรมนี้สามารถให้ผู้ใช้งานป้อนข้อมูลจากตารางความเข้มแห่งการส่องสว่างมาเก็บในไฟล์ได้ในกรณีที่ผู้ใช้มีตารางความเข้มแห่งการส่องสว่างตามที่ CIE. กำหนด เมื่อต้องการคำนวณก็สามารถเรียกใช้ไฟล์นี้ได้โดยตรง

4.1.2. การกำหนดค่าการสะท้อนแสงของผิวถนน

การกำหนดค่าการสะท้อนแสงของผิวถนนจะไม่ใช้ค่า q แต่จะใช้ค่า r (Reduced Luminance Coefficient) แทน ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการคำนวณค่าความส่องสว่างโดยใช้คอมพิวเตอร์ดังที่กล่าวแล้วในบทที่ 2 ซึ่งตารางค่า r มาตรฐานตามสภาพวัสดุที่ใช้ทำผิวถนนในสภาพแห้งแสดงดังภาคผนวกที่ 1 ถึง 4

4.1.3. การคำนวณค่าความสว่างและความส่องสว่างโดยใช้คอมพิวเตอร์

การคำนวณค่าความสว่างและความส่องสว่างโดยใช้คอมพิวเตอร์ เป็นการคำนวณค่าบางจุดบนผิวถนนเท่านั้น ดังนั้นค่าต่ำสุดอาจจะคลาดเคลื่อนไปจากค่าที่เป็นจริง ซึ่งจะทำให้ค่า Uniformity ที่คำนวณได้สูงกว่าค่าจริงในสนามเล็กน้อย แต่ถึงอย่างไรก็ตามการคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ก็จะมีความผิดพลาดที่แน่นอนทุกครั้ง และจุดการคำนวณก็คงที่ทำให้สามารถเปรียบเทียบ

C	270	285	300	310	320	330	340	350	0	10	20	30	40	50	60	75
GAMMA																
0	91175	91175	91175	91175	91175	91175	91175	91175	91175	91175	91175	91175	91175	91175	91175	91175
10	23252	23633	28344	32555	39082	51052	64868	75118	97030	101192	60065	26122	10856	8762.5	8133.5	7567.9
20	7845.5	7822.1	8316	9761.5	12859	20917	36849	73675	113608	58185	9674.4	8281	7607.7	3279.6	2421.4	1614.3
30	9831.9	9827.8	10123	8671.3	8953.2	10290	17677	40134	93054	12413	7638.5	2311.8	1481.1	941.35	807.15	622.18
40	9347.8	9276.3	10675	12143	12105	9031.9	8410.7	13523	37047	6181.3	1934.8	723.74	757.4	689.57	554.92	369.94
50	3956.1	4178.5	9085.7	8738.4	9070.5	8242.8	4482.3	2416.1	2164.4	2284.4	1362.8	1699.9	353.45	100.91	235.42	67.263
55	3622.3	3743.9	3932.1	6205.8	5254.6	3294.7	2293.9	738.26	453.92	587.9	1430.1	673.25	100.98	67.275	50.447	33.631
60	1218.5	1972.2	2877.9	2633.2	1877.8	554	587.57	570.47	151	268.75	959.03	67.325	33.662	33.637	33.631	33.631
65	50.077	150.42	736.22	553.49	100.59	100.72	335.75	117.45	134.22	50.391	134.6	50.493	67.325	84.094	50.447	33.631
70	25.038	43.455	53.543	55.349	58.682	60.436	65.472	67.114	75.503	55.43	50.475	38.712	42.078	33.637	26.905	23.542
75	16.692	21.728	26.771	30.19	35.209	40.291	45.327	41.946	45.302	35.274	35.332	37.028	33.662	30.274	26.905	21.86
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

C	90	105	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	255
GAMMA																
0	91175	91175	91175	91175	91175	91175	91175	91175	91175	91175	91175	91175	91175	91175	91175	91175
10	7739.5	7822.2	8455.5	9333.0	12880	32594	81541	111402	93101	77912	66365	54901	45638	39283	33237	27026
20	1531	1732.6	2695.9	5778.4	8345.3	8233.2	11918	80587	105636	73014	44828	26513	16025	11238	9266.5	8168.7
30	605.7	656.05	741.39	1010.8	1669	4252.1	8567.2	25013	86950	46236	20592	11921	9995	9595.4	10689	10096
40	336.5	420.54	690.84	741.26	573.21	999.5	3826.4	7289.2	44911	17470	9984.4	9524.5	13603	13743	11519	9487.9
50	67.3	67.287	84.249	269.54	1145.4	1931.2	1100.5	3179.5	3903.1	4477.1	5886	9592	10079	9376.4	9740.9	4312.6
55	50.475	50.465	67.399	101.08	185.45	1456.9	1049.7	1251.5	1351.7	2592	3288.7	5674.1	6623.8	7023.8	4031.9	3788.3
60	16.825	33.643	33.699	67.387	101.15	118.58	846.56	422.81	388.62	1211.8	1382.9	1621.1	2913.8	3232.6	3167.9	2114
65	33.65	50.465	33.699	50.54	67.437	84.703	524.87	118.39	253.45	403.95	775.81	168.87	271.05	1083.2	948.63	186.03
70	18.507	21.868	26.959	32.009	37.09	42.351	52.487	55.811	67.587	67.325	69.148	69.238	69.457	60.93	55.904	42.281
75	11.777	20.186	23.589	32.009	32.033	32.187	33.862	37.207	42.242	40.395	38.79	33.774	30.493	27.08	27.105	23.677
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

รูปที่ 4.2 ตารางแสดงการกระจายความเข้มแห่งการส่องสว่างของโคมไฟจากระนาบ C_{270} ถึง C_{90} และ C_{90} ถึง C_{270} ที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรม

การคำนวณแต่ละครั้งได้

โปรแกรมที่ใช้คำนวณนี้ใช้ได้กับสภาพถนนที่เป็นทางตรง และโคมไฟติดตั้งฉากกับถนนเท่านั้น ซึ่งมีวิธีการคำนวณและข้อกำหนดดังต่อไปนี้

ก. ค่าความสว่างและความส่องสว่าง

ค่าความสว่างที่จุดใด ๆ คำนวณได้จากสมการ

$$E = \frac{I(\gamma,C).Cos(\gamma)}{l^2} \qquad (4.1)$$

หรือ

$$E = \frac{I(\gamma,C).Cos^3(\gamma)}{H^2} \qquad (4.2)$$

ค่าความส่องสว่างที่จุดใด ๆ คำนวณได้จากสมการ

$$L = r(\gamma,\beta).\frac{I(\gamma,C)}{H^2} \qquad (4.3)$$

สำหรับค่า I และค่า r ได้จากการประมาณค่า (Interpolation) ดังรูปที่ 4.3 เป็นตัวอย่างการประมาณค่าโดยใช้ Quadratic Interpolation ของค่า I สำหรับ Curve A ที่มุม γ_j ซึ่งนำมาเขียนดังรูปที่ 4.4 และประมาณค่าได้จากสมการ

$$I_A = K_o I_x + K_1 I_{x+1} + K_2 I_{x+2} \qquad (4.4)$$

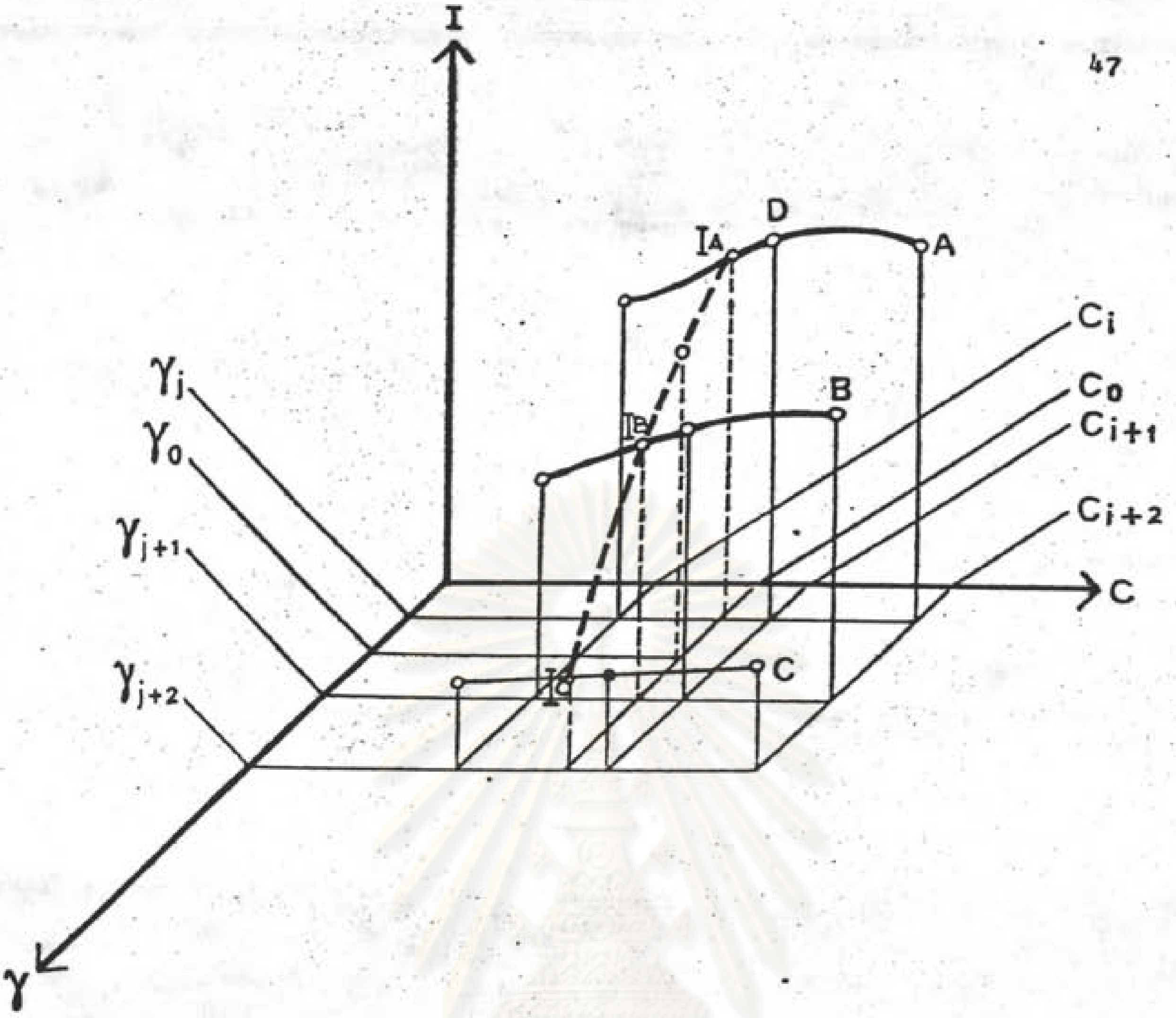
เมื่อ

$$K_o = 1 - K_1 - K_2 \qquad (4.5)$$

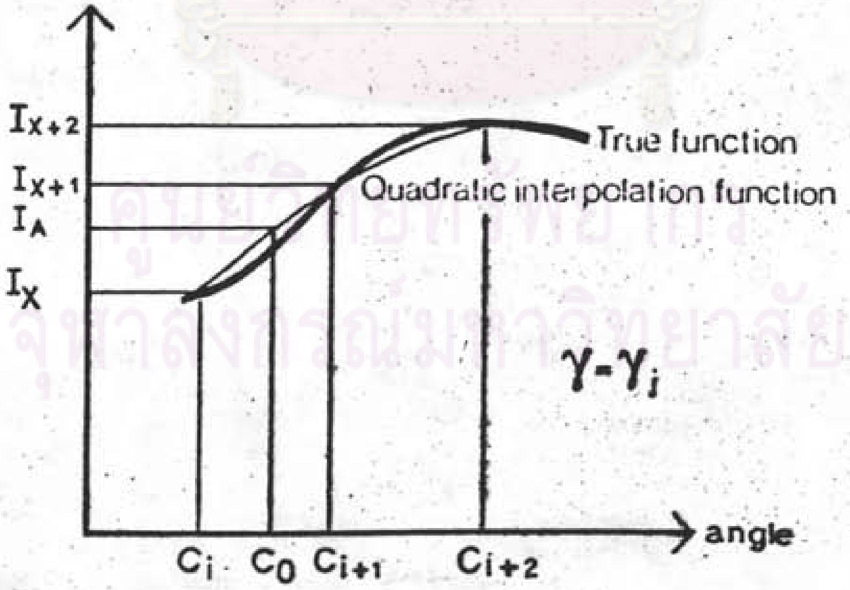
$$K_1 = \frac{(C_o - C_i)(C_{i+2} - C_o)}{(C_{i+2} - C_{i+1})(C_{i+1} - C_i)} \qquad (4.6)$$

$$K_2 = \frac{(C_o - C_i)(C_{i+1} - C_o)}{(C_{i+2} - C_{i+1})(C_{i+1} - C_i)} \qquad (4.7)$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.3 แสดงตัวอย่างการประมาณค่าโดยใช้ Quadratic Interpolation ของค่า I



รูปที่ 4.4 แสดงการใช้ Quadratic Interpolation ของ curve A จากรูปที่ 4.3

ในการใช้ Quadratic Interpolation หาค่านั้นมีด้วยกัน 2 วิธี ซึ่งจะต้องรู้ค่าทั้งหมด 3 ค่าจึงจะหาค่าประมาณตามที่ต้องการได้ โดยที่ค่าจำนวน 2 ค่าแรกจะอยู่ทางด้านซ้ายและขวาของค่าที่ต้องการประมาณด้านละค่า ส่วนค่าที่ 3 นั้น ถ้าเป็นวิธีที่ 1 ซึ่งใช้ประมาณค่า r ค่าที่ 3 จะอยู่ทางด้านขวาของค่าที่ต้องการประมาณเสมอ สำหรับวิธีที่ 2 ซึ่งใช้ประมาณค่า I ค่าที่ 3 จะอยู่ทางด้านซ้ายของค่าที่ต้องการประมาณถ้ามุมที่คำนวณได้ น้อยกว่าค่าเฉลี่ยของมุมของ 2 ค่าแรก แต่ถ้ามากกว่า ค่าที่ 3 จะอยู่ด้านขวามือของค่าที่ต้องการประมาณ

สำหรับค่า r บริเวณขอบ ๆ ของ curve จะใช้การประมาณค่าแบบ Linear Interpolation เพราะบริเวณดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงของค่า r แบบเส้นตรงนั่นเอง

ข. พื้นที่ที่ต้องการคำนวณ

พื้นที่ของถนนที่ต้องคำนวณ ก็คือพื้นที่ที่ผู้ขับขี่ยวดยานมองขณะขับรถซึ่งเป็นดังนี้คือ

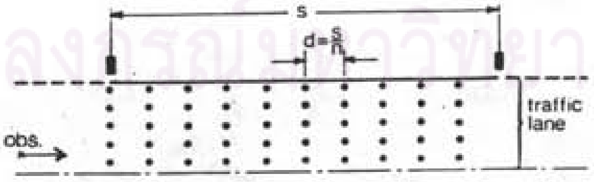
1) ช่วงตามความยาวถนน คือ ระหว่าง 1 ช่วงโคมไฟที่อยู่ในแถวเดียวกัน ในกรณีการติดตั้งโคมไฟแบบ staggered ให้คิดโคมไฟที่อยู่ด้านขวามือ

2) ช่วงตามขวางถนน คือทั้งหมดของความกว้างของถนนที่ไม่มีเกาะกลางถนน หรือ ทั้งหมดของความกว้างของถนนด้านเดียวเมื่อมีเกาะกลางถนน

ค. จุดที่ต้องคำนวณ

จุดที่ต้องคำนวณจะกระจายอยู่ภายในพื้นที่ที่ต้องคำนวณอย่างสม่ำเสมอดังรูปที่ 4.5 ซึ่งมีจุดต่าง ๆ ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.5 แสดงจุดที่ต้องคำนวณภายในพื้นที่ที่ต้องคำนวณ

1) กรณีที่ช่วงห่างของโคมไฟในแถวเดียวกันไม่เกิน 50 เมตร จุดที่ต้อง

คำนวณเป็น 10 จุดตามยาวของถนน โดยที่จุดแรกอยู่ในแนวโคมไฟ

2) ถ้าช่วงห่างของโคมไฟในแถวเดียวกันเกิน 50 เมตรจุดที่ต้องคำนวณตามยาวของถนนเป็น N จุด โดยที่จุดแรกอยู่ใต้แนวโคมไฟ

เมื่อ $N = S/d$ (4.8)

S = ช่วงห่างของโคมไฟ

d = ช่วงห่างแต่ละจุดที่คำนวณ

$d \leq 5$ เมตร

3) ตามขวางถนนควรจะคำนวณ 5 จุด ของแต่ละช่องวิ่ง (Lane) โดยที่จุดหนึ่งอยู่กลางช่องวิ่ง จุดริมทั้ง 2 ข้างห่างจากขอบช่องวิ่ง 1/10 ของความกว้างของช่องวิ่ง ส่วนอีก 2 จุดอยู่ระหว่างจุดกลางและจุดขอบช่องวิ่ง

ง. จุดสังเกต

ในการคำนวณค่าความส่องสว่างนั้น ค่าจะแตกต่างกันไปเมื่อจุดสังเกตเปลี่ยนไปสำหรับจุดสังเกตตามมาตรฐาน CIE. กำหนดไว้ดังนี้

จุดสังเกตตามความยาวถนนอยู่ห่างจากแถวแรกของจุดที่ต้องคำนวณเท่ากับ 60 เมตร และสูงจากพื้น 1.5 เมตร

จุดสังเกตตามขวางถนนมีดังนี้ ดูรูปที่ 4.6

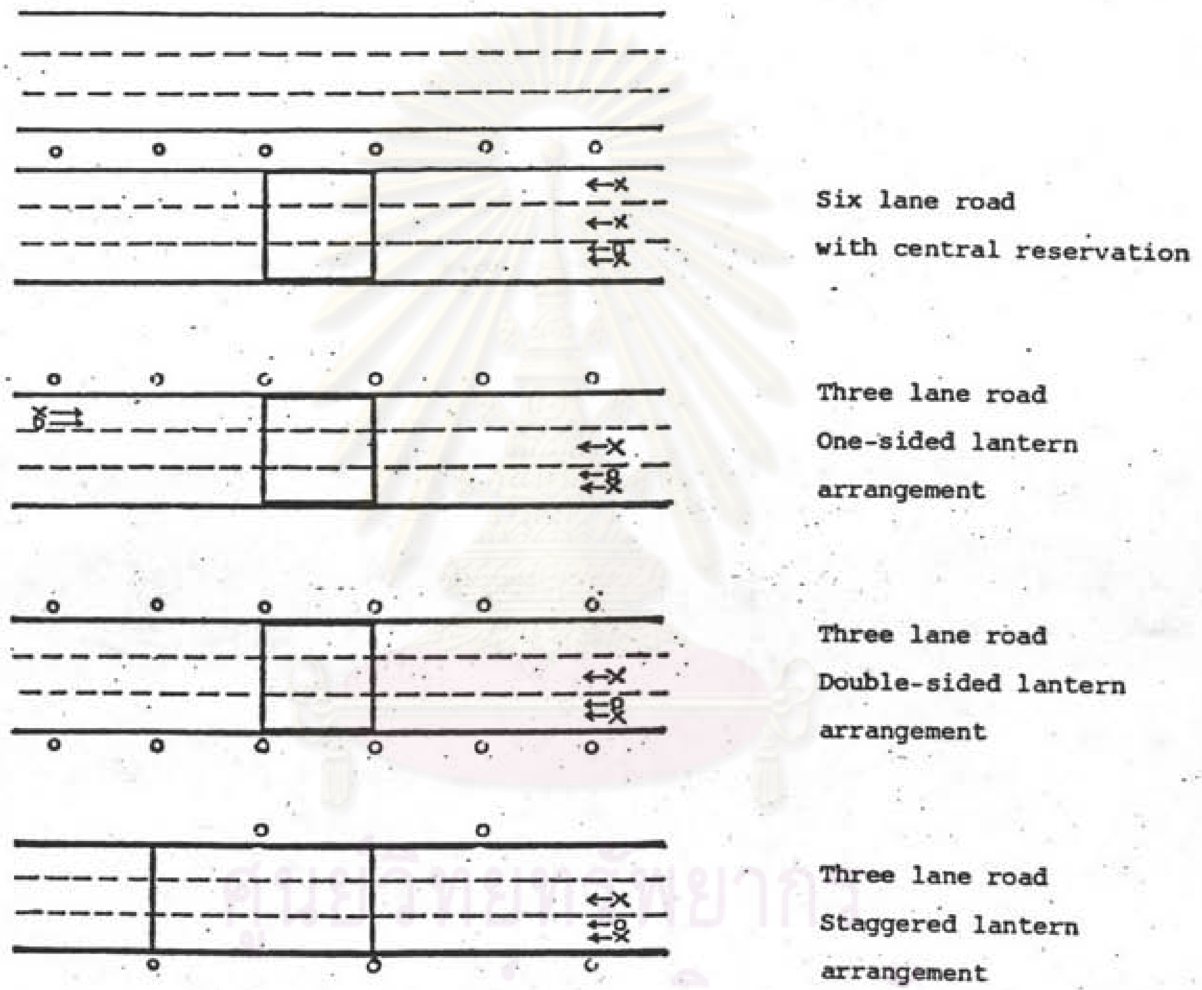
1) เมื่อคำนวณค่าความส่องสว่างเฉลี่ย (L_{av}) และ Overall Uniformity (U_o) จุดสังเกตอยู่ห่างจากขอบซ้ายของถนนเท่ากับ 1/4 ของความกว้างของถนน

2) เมื่อคำนวณค่า Longitudinal Uniformity (U_1) จุดสังเกตอยู่กึ่งกลางช่องวิ่งตามทิศทางที่รถวิ่ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 คุณลักษณะความส่องสว่าง

ในการคำนวณค่าความส่องสว่างเฉลี่ย (L_{av}) จะต้องรู้ค่าความส่องสว่างของจุดที่ต้องคำนวณทุกจุดและจำนวนจุดที่คำนวณ สำหรับการคำนวณค่า Overall Uniformity (U_o) และ Longitudinal Uniformity (U_1) จะต้องรู้ค่าความส่องสว่างของจุดที่ต้องคำนวณต่ำสุดและ



← o จุดสังเกตเพื่อคำนวนค่า L_{av} และ U_o
← x จุดสังเกตเพื่อคำนวนค่า U_1

รูปที่ 4.6 แสดงจุดสังเกตของการคำนวณค่า L_{av} ,U_o และ U_1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สูงสุดซึ่งอาจจะเป็นจุดใด ๆ ก็ได้ ภายในพื้นที่ที่ต้องคำนวณโดยการเปรียบเทียบค่าแบบจุดต่อจุดซึ่งค่าที่ได้อาจจะไม่ตรงกับค่าในสนามก็ได้ดังกล่าวแล้ว เมื่อได้ค่าความส่องสว่างต่ำสุด และสูงสุดแล้วก็สามารถหาค่า U_o และ U_1 ได้ซึ่งอาจเขียนการหาค่า L_{av} ,U_o และ U_1 ได้ดังนี้

$$L_{av} = \frac{\text{ผลรวมของความส่องสว่างทุกจุด}}{\text{จำนวนจุดที่คำนวณทั้งหมด}} \qquad (4.9)$$

$$U_o = \frac{\text{ค่าความส่องสว่างต่ำที่สุด}}{\text{ค่าความส่องสว่างเฉลี่ย}} \qquad (4.10)$$

$$U_1 = \frac{\text{ค่าความส่องสว่างต่ำที่สุดของช่องวิ่ง}}{\text{ค่าความส่องสว่างสูงที่สุดของช่องวิ่ง}} \qquad (4.11)$$

4.3 การคำนวณ Disability Glare

4.3.1. ค่า Disability Glare คำนวณจากสมการ

$$\text{Veiling Luminance, } L_v = \sum_{i=1}^{n} \frac{10.E_{eye}}{\theta^2} \qquad (4.12)$$

ซึ่งโปรแกรมจะคำนวณค่า L_v โดยคิดโคมไฟที่อยู่ในระยะ 500 เมตร หรือจะไม่คิดค่า L_v ของโคมไฟใดที่มีค่าน้อยกว่า 2 เปอร์เซนต์ ของผลรวมค่า L_v ทั้งหมดที่ทำการคำนวณมาก่อนแล้ว

$$\text{Threshold Increment, TI} = \frac{65.L_v}{(L_{av})^{0.8}} \ \% \qquad (4.13)$$

4.3.2. จุดสังเกต

จุดสังเกตอยู่ห่างจากขอบซ้ายของถนนเท่ากับ 1/4 ของความกว้างของถนนสูงจากพื้น 1.5เมตร และมุมยกขึ้นเท่ากับ 19 องศากับแนวระดับซึ่งโคมไฟที่อยู่ในมุมนี้จะต้องนำมาคำนวณทั้งหมด โดยคิดว่าผู้ขับขี่ยวดยานมองผิวถนนห่างออกไป 90 เมตร จากจุดสังเกตหรือมุม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มองลงประมาณ 1 องศากับแนวระดับนั่นเอง

4.4 การคำนวณ Discomfort Glare

ค่า Discomfort Glare คำนวณได้จากสมการ

$$G = 13.84 - 3.31\log(I_{80}) + 1.3\log(I_{80}/I_{88})^{0.5} - 0.08\log(I_{80}/I_{88}) + 1.29\log(F) + C + 0.97\log(L_{av}) + 4.41\log(h') - 1.46\log(P) \quad (4.14)$$

หรือ

$$G = SLI + C + 0.97\log(L_{av}) + 4.41\log(h') - 1.46\log(P) \quad (4.15)$$

เมื่อ SLI = Specific Lantern Index

สำหรับการคำนวณเรื่อง Discomfort Glare มีข้อกำหนดในการคำนวณดังนี้

1. ถนนเป็นทางตรง และติดตั้งโคมไฟเรียงเป็นแถวตามถนน
2. โคมไฟทั้งหมดต้องมีการกระจายความเข้มแห่งการส่องสว่างเหมือนกัน
3. โคมไฟต้องมีการกระจายความเข้มแห่งการส่องสว่างสมมาตรกับ C_{270} และ C_{90} Plane

4.5 ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

ข้อมูลซึ่งจำเป็นต้องใส่เพื่อให้คอมพิวเตอร์คำนวณมีดังต่อไปนี้คือ

4.5.1. ข้อมูลเกี่ยวกับถนน (Road Description)

ก. ชนิดของผิวถนน

ข. จำนวนช่องวิ่ง(Lane) ต่อทางวิ่ง(Carriage Way)

ค. ความกว้างของแต่ละช่องวิ่ง

ง. ความกว้างของเกาะกลางถนน (ถ้ามี)

4.5.2. รายละเอียดการติดตั้งโคมไฟ (Geometry of Lantern Arrangement)

ก. ความสูงของเสา (Mounting Height)

ข. ระยะห่างระหว่างเสาในแถวเดียวกัน (Spacing)

ค. รูปแบบการติดตั้งโคมไฟ (Mounting Arrangement)

ง. ระยะช่วงยื่น (Overhang)

จ. มุมเงยของดวงโคม (Tilt Angle)

4.5.3. รายละเอียดของดวงโคม

ก. การกระจายความเข้มแห่งการส่องสว่างของดวงโคมที่ใช้

ข. ฟลักซ์การส่องสว่างของหลอดไฟ

ค. Maintenance Factor

ง. Colour Constant

จ. Flashed Area ของดวงโคม

4.6 ข้อกำหนดของข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรม

ข้อมูลที่จะใช้ในการคำนวณด้วยโปรแกรมนี้มีข้อจำกัดดังนี้คือ

4.6.1. ถนนทางตรงแบ่งเป็นช่องวิ่งกว้างเท่าๆ กัน

4.6.2. โคมไฟที่ใช้ต้องเป็นแบบเดียวกัน และระยะห่างของโคมไฟในแต่ละแถวต้องเท่ากัน

4.6.3. รูปแบบการติดตั้งโคมไฟที่ใช้ในโปรแกรมมีอยู่ 4 แบบ คือ

ก. Single Sided

ข. Opposite

ค. Staggered

ง. Central Twin Brackets

4.6.4. โคมไฟเอียงรอบแนวแกนถนน (Tilt Angle) ได้ และติดตั้งตั้งฉากกับแนวยาวของถนน

4.6.5. ค่ากระจายความเข้มแห่งการส่องสว่าง I(γ,C) และค่า Reduced

Luminance Coefficient $r(\gamma,\beta)$ จะเก็บไว้ในแผ่นแม่เหล็ก(Disks) เมื่อเลือกแบบของโคมและชนิดของผิวถนนแล้วโปรแกรมจะไปดึงข้อมูลที่เก็บไว้มาใช้ในการคำนวณเอง

4.7 ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรม

เมื่อทำการป้อนข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการคำนวณเรียบร้อยแล้วโปรแกรมสามารถแสดงผลการคำนวณในรูปแบบต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้คือ

4.7.1. ข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดการติดตั้งโคมไฟถนน

4.7.2. ตารางค่าความสว่าง และตารางค่าความส่องสว่างในบริเวณที่พิจารณา

4.7.3. คุณลักษณะความสว่าง ได้แก่

ก. ความสว่างเฉลี่ย (E_{av})

ข. ค่าความสว่างต่ำสุด ต่อ ค่าความสว่างเฉลี่ย (E_{min}/E_{av})

ค. ค่าความสว่างต่ำสุด ต่อ ค่าความสว่างสูงสุด (E_{min}/E_{max})

4.7.4. คุณลักษณะความส่องสว่าง ได้แก่

ก. ความส่องสว่างเฉลี่ย (L_{av})

ข. Overall Uniformity (U_o)

ค. Longitudinal Uniformity (U_1)

ง. Disability Glare (TI)

จ. Discomfort Glare (G)

4.7.5. รูปแสดง Isolux และ Isoluminance Diagram ซึ่งสามารถแสดงผลทาง จอภาพ,เครื่องพิมพ์ (Printer) หรือ Plotter ได้ตามต้องการ

4.7.6. แสดงรูป Installation Performance Graphs ซึ่งแสดงถึงคุณลักษณะความสว่าง และคุณลักษณะความส่องสว่าง ที่ค่า Spacing ต่างๆ ซึ่งกำหนดให้เปลี่ยนไปตามค่า 2,2.5,3,3.5,4,4.5 และ 5 เท่าของความสูงของเสาโคมไฟที่ใช้ในการติดตั้ง โดยปกติในประเทศไทย ค่าระยะห่างระหว่างเสา (Spacing) ที่ใช้กันอยู่มีค่าระหว่าง 2 ถึง 4.5 เท่าของความสูงของเสาโคมไฟ ดังนั้นกราฟนี้จึงมีประโยชน์อย่างมากในการพิจารณาถึงการติดตั้งจริง เช่น ถ้ามีการใช้โคมชนิดหนึ่งในการติดตั้งไฟถนนที่ความกว้างของถนนค่าหนึ่ง ผู้ออกแบบสามารถพิ

จารณาได้ว่าสามารถขยาย Spacing ออกไปได้ถึงระยะห่างเท่าไรค่าคุณลักษณะทางแสงของไฟถนนนั้นยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ หรืออยู่ในระดับที่ผู้ออกแบบต้องการ ทั้งนี้เพื่อเป็นการออกแบบที่คำนึงถึงในแง่ของเศรษฐกิจด้วย รูป Installation Performance Graphs นี้จะแสดงผลออกทาง จอภาพ และ เครื่องพิมพ์

สำหรับข้อมูลทุกค่าที่โปรแกรมคำนวณได้สามารถเก็บลงในแผ่นแม่เหล็ก (Disks) ได้ ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการใช้งานทำให้สามารถแสดงผลหรือแก้ไขได้ทันทีตามที่ผู้ออกแบบต้องการ โดยไม่ต้องคำนวณซ้ำอีก ถ้าผู้ออกแบบเก็บข้อมูลจากการคำนวณเอาไว้

ข้อมูลที่สามารถเก็บได้จะมี 2 ชุด คือ ชุดแรกจะเก็บข้อมูลในกรณีที่มีการคำนวณหาคุณลักษณะทางแสงทั่วไป ซึ่งข้อมูลที่เก็บนี้จะได้มาจากการคำนวณในข้อ 1.,2.,3. และ 4. ในหัวข้อนี้ ข้อมูลชุดนี้สามารถแสดงผลทางจอภาพ หรือทางเครื่องพิมพ์ได้อีกครั้งหนึ่ง และนำไปแสดงผลในรูปของ Isolux และ Isoluminance Diagram ได้ สำหรับข้อมูลชุดที่ 2 ได้มาจากการคำนวณเพื่อแสดง Istallation Performance Graphs ซึ่งข้อมูลชุดนี้สามารถนำมาแสดง รูปกราฟอีกได้โดยไม่ต้องเสียเวลาในการคำนวณใหม่เพราะการคำนวณแบบนี้จะใช้เวลาในการคำนวณมาก

4.8 การประมาณราคาระบบไฟแสงสว่างของถนน

เมื่อทำการออกแบบไฟแสงสว่างของถนนให้ได้ค่าตามที่ต้องการแล้ว สิ่งสำคัญที่ควรคำนึงถึงในการออกแบบไฟแสงสว่างของถนนอีกอย่างหนึ่งก็คือการประมาณราคาระบบไฟแสงสว่างของถนน โดยแบ่งการพิจารณาได้ดังนี้

4.8.1. วิธีการวิเคราะห์ สามารถแยกการวิเคราะห์ราคาออกเป็น 2 ส่วนคือ

ก. การประมาณราคาการติดตั้งขั้นต้น (Initial Cost) เป็นการคิดราคาการลงทุนในช่วงแรกของการติดตั้ง ได้แก่ ค่าโคมไฟ ค่าเดินสายไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ามายังโคมไฟ ค่าติดตั้งเสาของโคมไฟ และค่าจ้างการติดตั้งโคมไฟ เมื่อรวมค่าต่างๆ เหล่านี้เข้าด้วยกันจะได้ ราคาการติดตั้งขั้นต้นรวม (Total Initial Cost) แต่ตามปกติมักจะคิดเป็นค่าดอกเบี้ยต่อปีโดยนำเอาราคาการติดตั้งรวมนำมาคูณกับดอกเบี้ย(%)

ข. การประมาณราคาในช่วงการใช้งาน (Operating Cost) เป็นการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิจารณาค่าใช้จ่ายในแต่ละปีโดยคิดจาก ราคาหลอดไฟที่ต้องเปลี่ยน ค่าจ้างการเปลี่ยนหลอดไฟ ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละปี เมื่อนำมารวมกันจะเป็นการประมาณราคาในช่วงการใช้งาน (Operating Cost) ในแต่ละปี

เมื่อนำเอา Initial Cost และ Operating Cost ซึ่งเป็นค่าต่อปีมารวมกันจะได้ค่าใช้จ่ายรวมต่อปีของการติดตั้งไฟแสงสว่างของถนนสำหรับการติดตั้งไฟถนนรูปแบบหนึ่งๆ ซึ่งสามารถพิมพ์รายละเอียดต่างๆออกทางเครื่องพิมพ์ได้

4.8.2. ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ มีดังต่อไปนี้คือ

ก. ข้อมูลของหลอดไฟ ประกอบด้วย อายุการใช้งาน(ชั่วโมง) ราคาของหลอดไฟ และกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดไฟ(Watts)

ข. ข้อมูลของโคมไฟ ประกอบด้วย ราคาของโคมไฟ และLight Loss Factor (LLF)

ค. ข้อมูลเกี่ยวกับค่าจ้างต่างๆ ประกอบด้วย ค่าจ้างการติดตั้งโคมไฟ ค่าจ้างการเดินสายไฟ ค่าจ้างการเปลี่ยนหลอดไฟซึ่งมี 2 ราคาขึ้นอยู่กับแบบของการเปลี่ยนหลอดไฟ (แบบ Spot หรือ Group)

ง. ราคาค่าติดตั้งเสาของโคมไฟ

จ. อัตราค่ากระแสไฟฟ้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย