

## บทที่ 4

### โปรแกรมออกแบบแสงสว่างภายนอกอาคาร

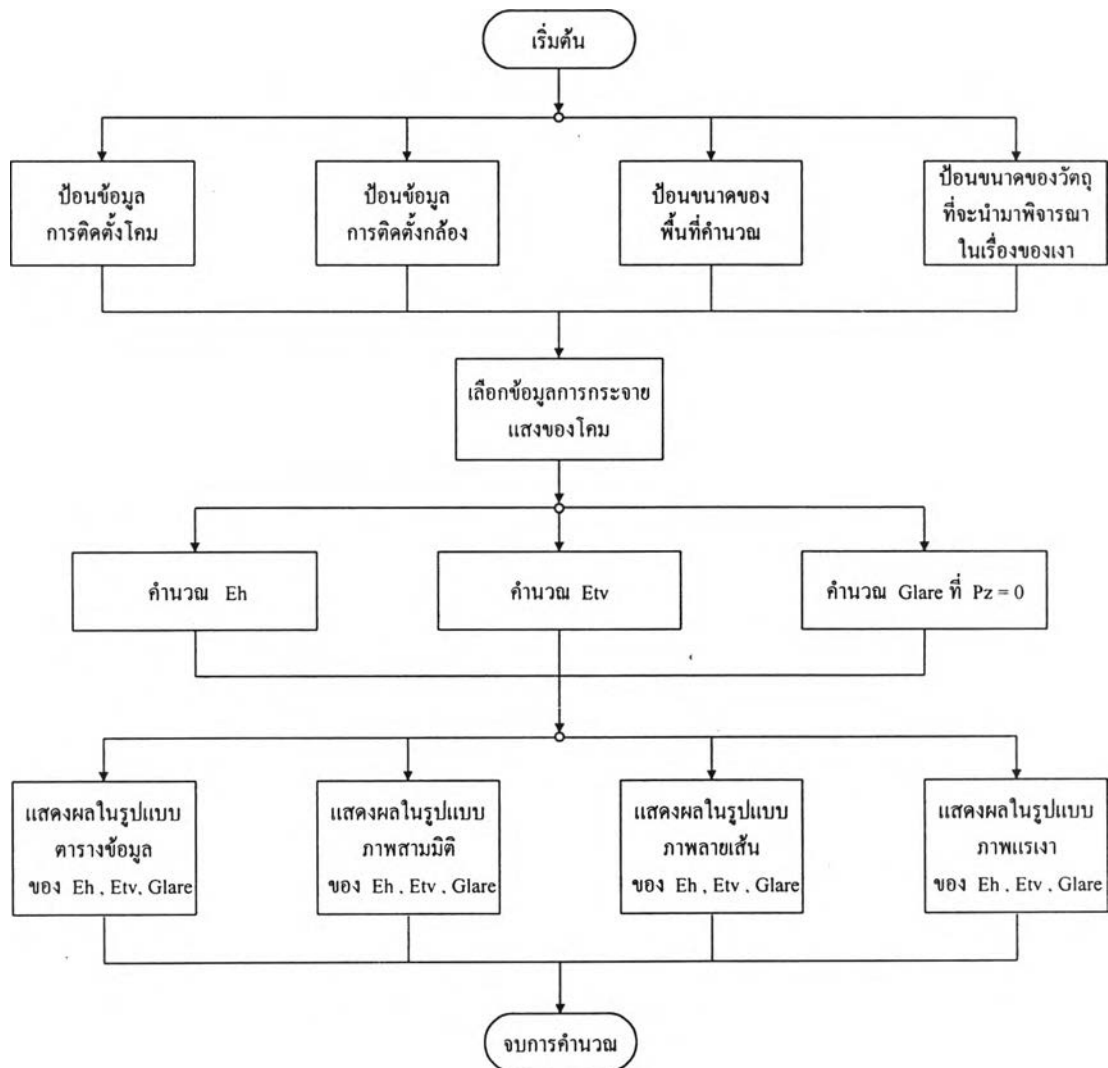
การคำนวณระบบแสงสว่างภายนอกอาคาร เช่น ในสนามกีฬาที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ วิธีการที่เหมาะสมที่จะใช้คำนวณหาความสว่างคือ วิธีจุดต่อจุด (Point-by-Point Method) ณ จุดต่างๆ บนพื้นที่นั้น ถ้าคิดคำนวณโดยใช้มือนั้นอาจทำให้มีความล่าช้าและความผิดพลาดเกิดขึ้นได้ ดังนั้นการนำเอาคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในการคำนวณจึงช่วยประหยัดเวลาและมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้เขียนด้วยภาษา Borland C++ Builder Version 5.0 นอกจากจะสามารถคำนวณความสว่างในระนาบต่างๆ ได้แล้ว ยังสามารถประเมินคุณภาพของการส่องสว่างในด้านแสงจ้าแยงตาและการเกิดเงาได้ด้วย มีการแสดงผลการคำนวณออกมาเป็นตารางข้อมูลตัวเลข ณ จุดต่างๆ สำหรับการแสดงผลในเชิงรูปภาพจะแสดงออกมาในลักษณะของภาพสามมิติ ภาพลายเส้น ตลอดจนภาพแรเงาของปริมาณต่างๆ เช่น ความสว่าง แสงจ้า

#### 4.1 โครงสร้างการทำงานของโปรแกรม

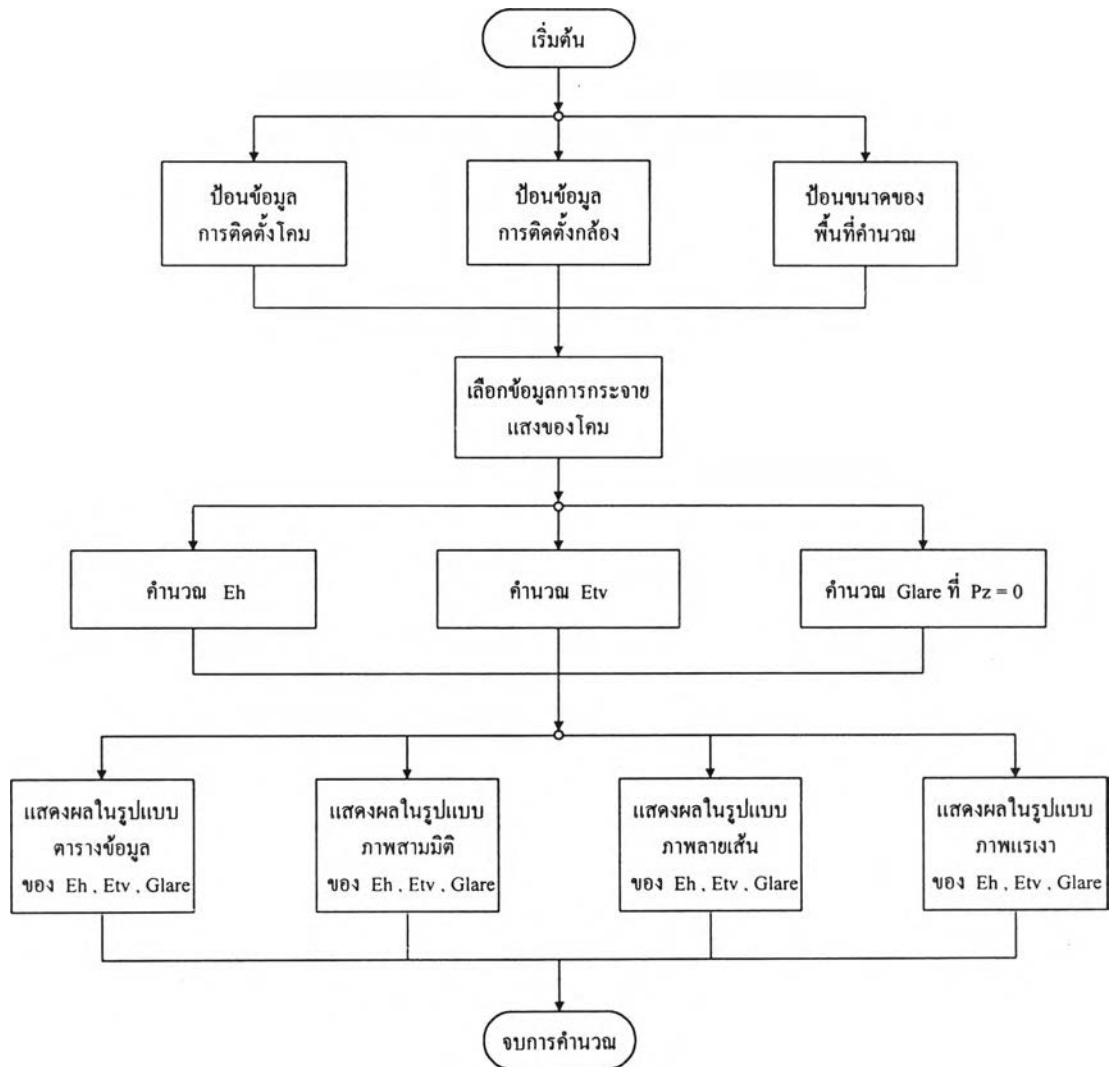
โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นนี้ มีการพิจารณาใน 2 ส่วน คือ ส่วนของระนาบนอน และส่วนของระนาบเอียง โดยแต่ละส่วนมีโครงสร้างของโปรแกรมแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ

1. ส่วนรับข้อมูลของพื้นที่คำนวณ
2. ส่วนประมวลผล
3. ส่วนแสดงผล

ส่วนประกอบทั้ง 3 ของโปรแกรมจะมีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกัน โดยการทำงานของโปรแกรมจะเริ่มต้นที่การรับข้อมูลลักษณะของพื้นที่คำนวณ ข้อมูลของโคมไฟ ข้อมูลของกล้อง และลักษณะของวัตถุที่จะนำมาพิจารณาในเรื่องของเงา แล้วส่งข้อมูลดังกล่าวไปให้ส่วนประมวลผล จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้มาแสดงผลในรูปของตารางข้อมูลตัวเลข กราฟสามมิติ ภาพลายเส้น และภาพแรเงา โดยโครงสร้างการทำงานของโปรแกรมสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4-1 และ รูปที่ 4-2



รูปที่ 4-1 โครงสร้างการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์  
(คำนวณบนระนาบนอนและระนาบตั้งฉากกับแนวสังเกตการณ์)

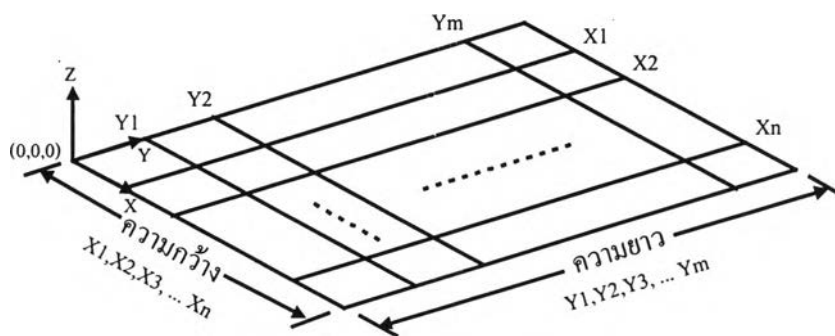


รูปที่ 4-2 โครงสร้างการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (คำนวณบนระนาบเอียง)

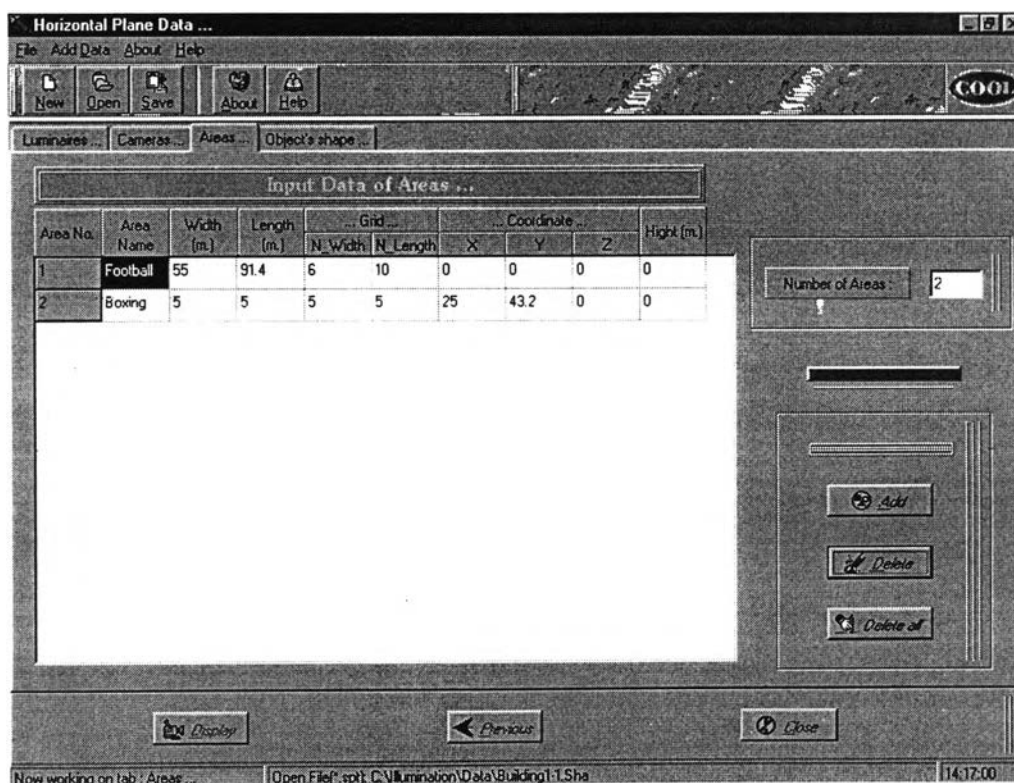
## 4.2 ส่วนรับข้อมูล

### 4.2.1 ส่วนรับข้อมูลของระนาบนอน

1) ข้อมูลของพื้นที่คำนวณ

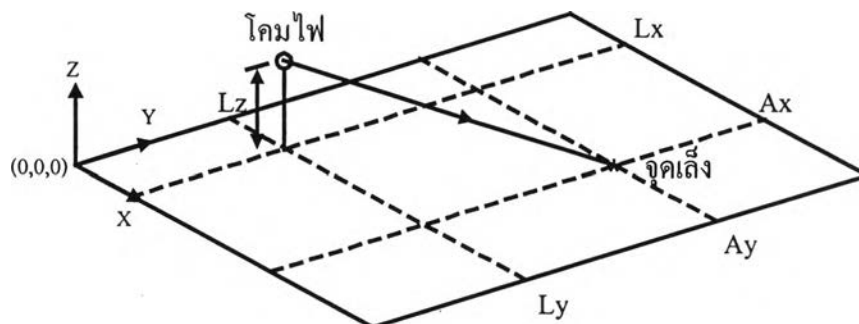


รูปที่ 4-3 ส่วนประกอบต่างๆ ที่ใช้ในการป้อนข้อมูลของพื้นที่

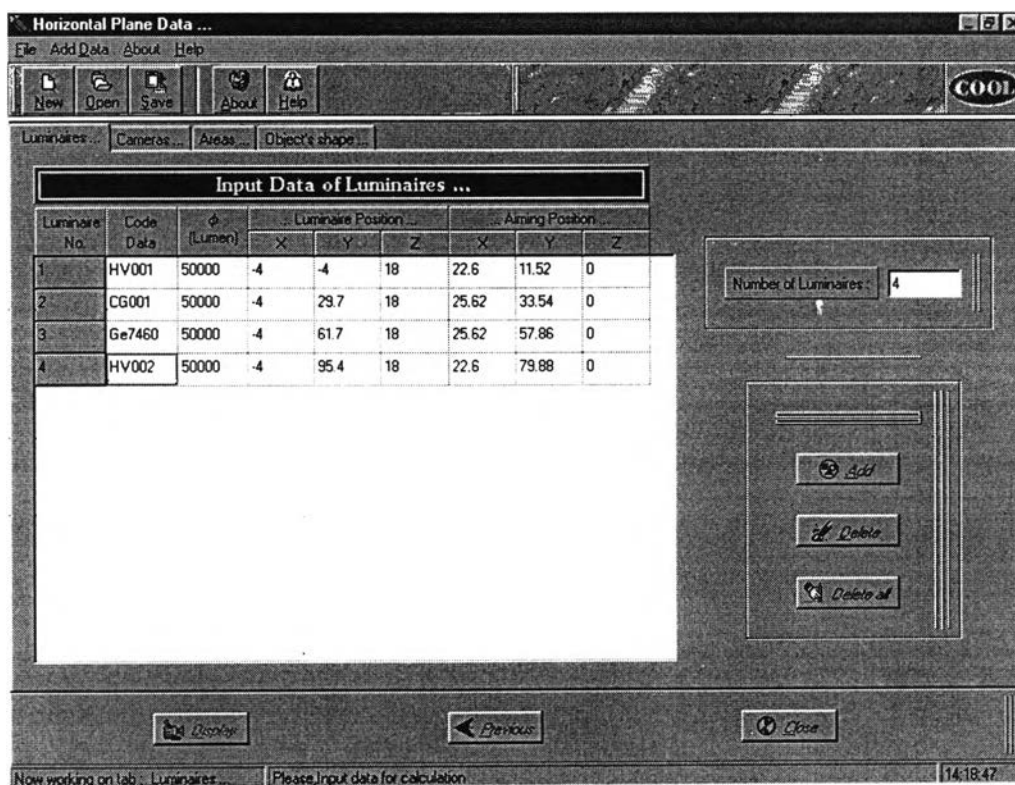


รูปที่ 4-4 ส่วนรับข้อมูลรายละเอียดของพื้นที่คำนวณ

## 2) ข้อมูลเกี่ยวกับโคมไฟ

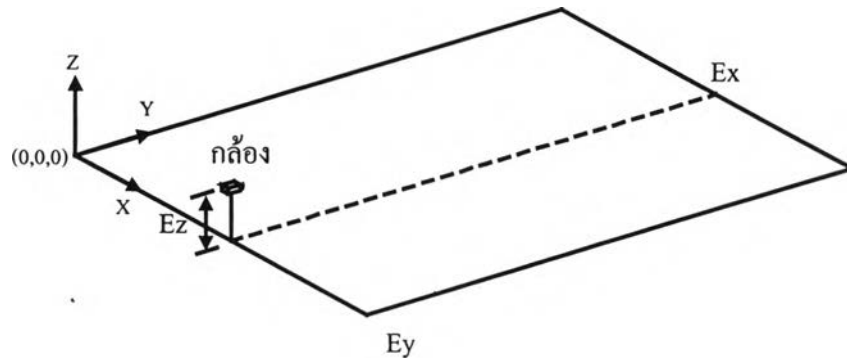


รูปที่ 4-5 ส่วนประกอบต่างๆ ที่ใช้ในการป้อนข้อมูลของโคมไฟ

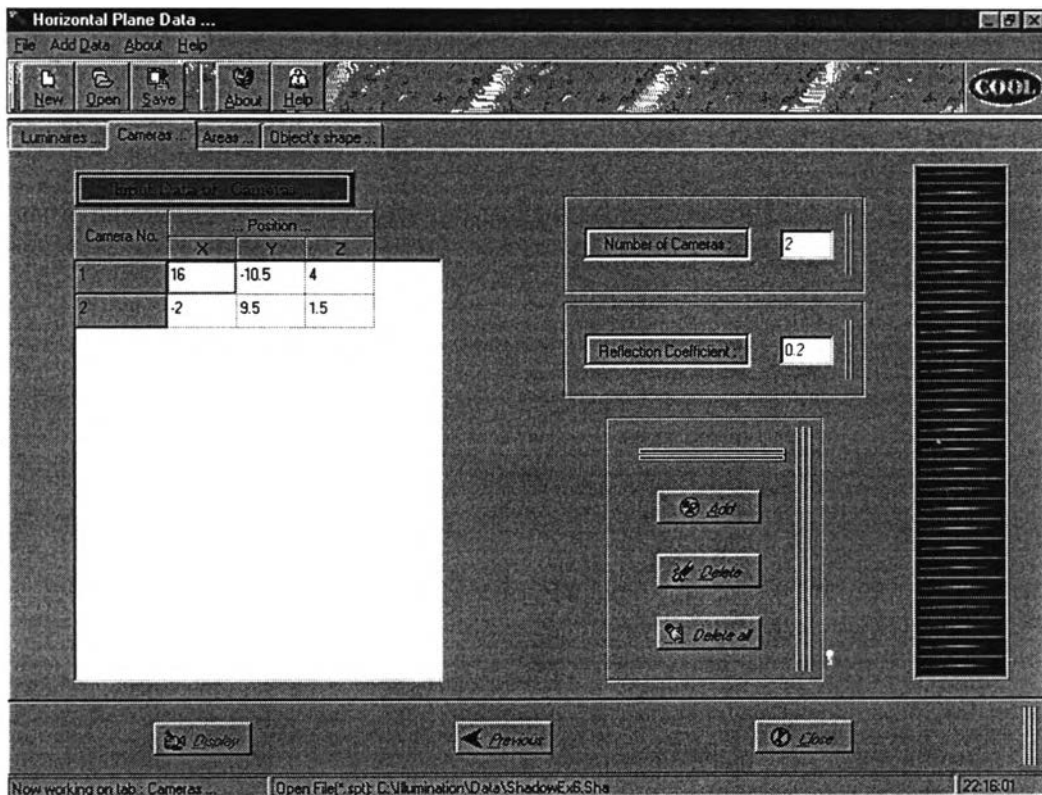


รูปที่ 4-6 ส่วนรับข้อมูลรายละเอียดของโคมไฟ

3) ข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งติดตั้งกล้องหรือผู้สังเกตการณ์

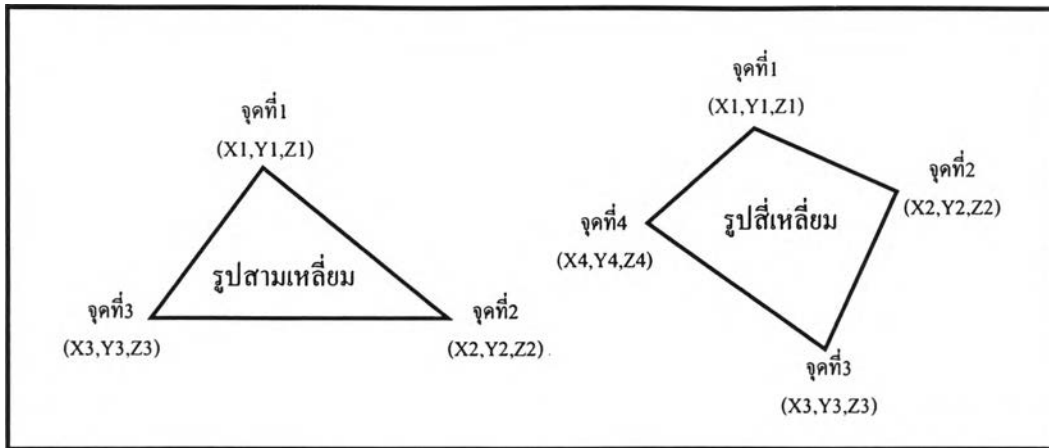


รูปที่ 4-7 ส่วนประกอบต่างๆ ที่ใช้ในการป้อนข้อมูล  
ของตำแหน่งกล้องหรือผู้สังเกตการณ์

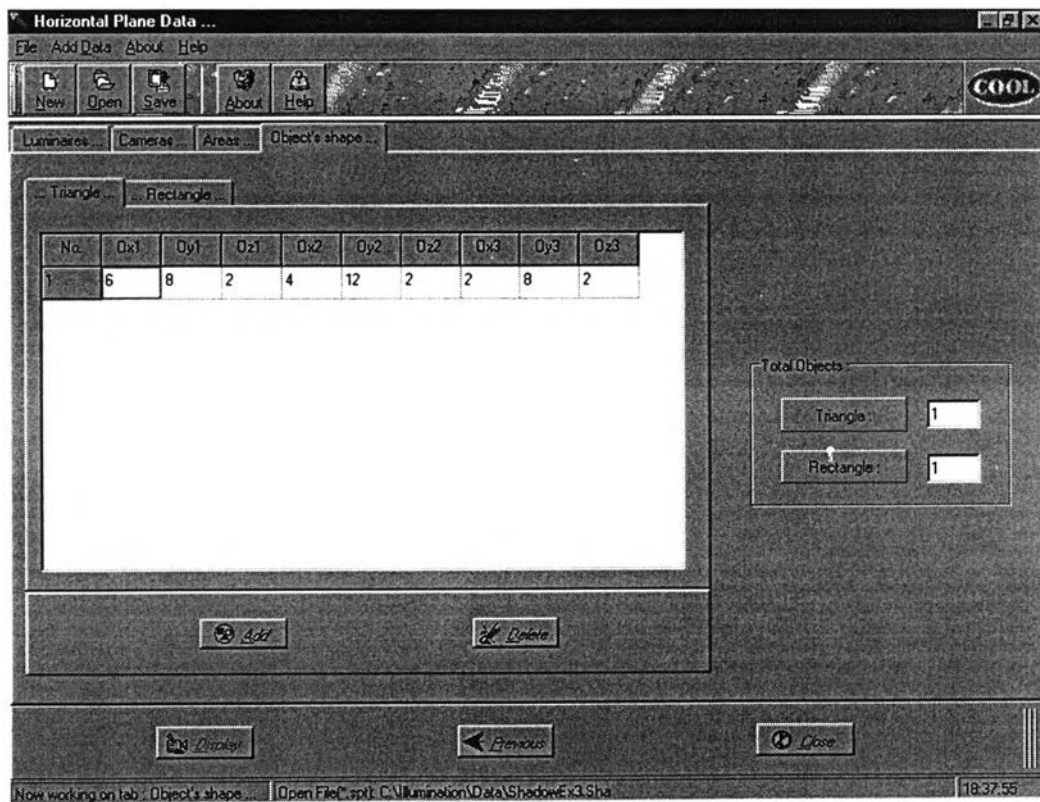


รูปที่ 4-8 ส่วนรับข้อมูลรายละเอียดของตำแหน่ง  
ติดตั้งกล้องหรือผู้สังเกตการณ์

4) ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของวัตถุที่อยู่ในพื้นที่



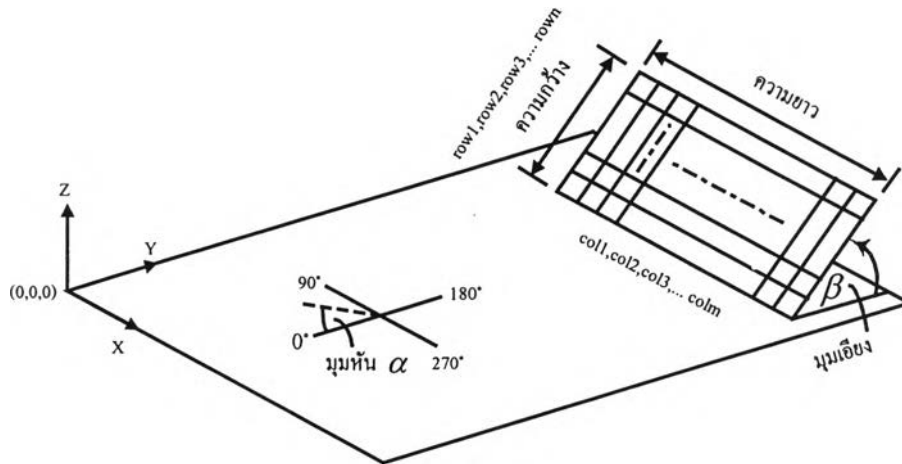
รูปที่ 4-9 ส่วนประกอบต่างๆ ที่ใช้ในการป้อนข้อมูลของวัตถุ



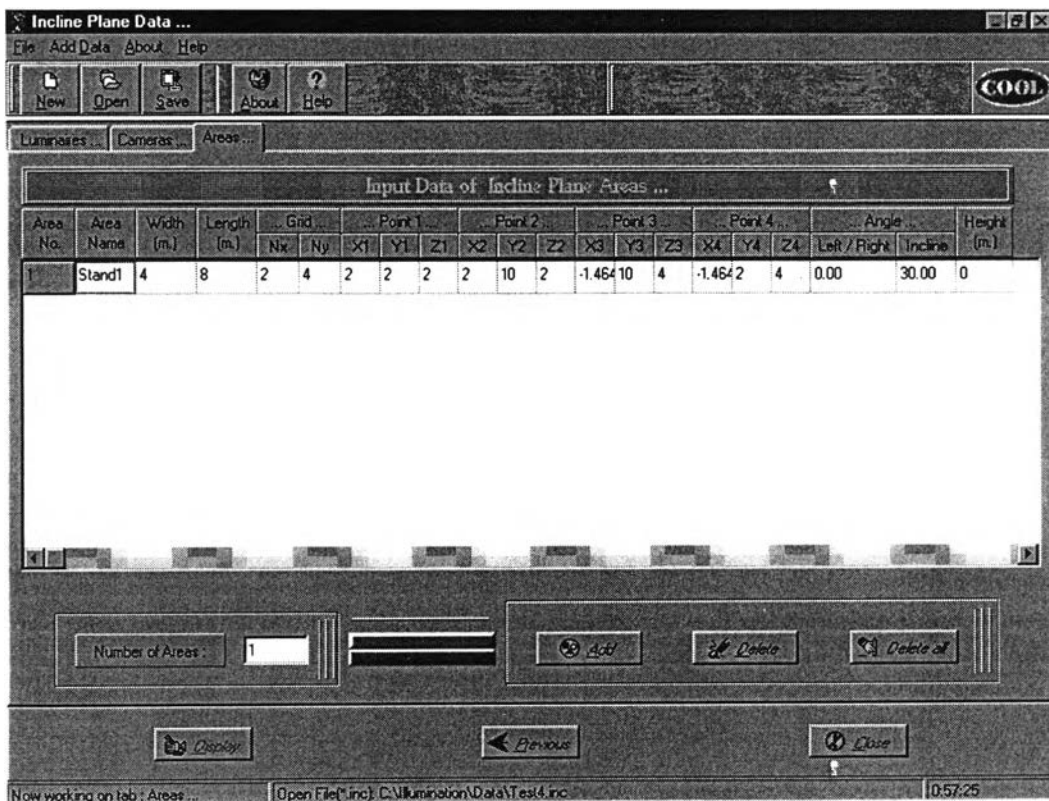
รูปที่ 4-10 ส่วนรับข้อมูลลักษณะของวัตถุรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม

#### 4.2.2 ส่วนรับข้อมูลของระนาบเอียง

##### 1) ข้อมูลของพื้นที่คำนวณ



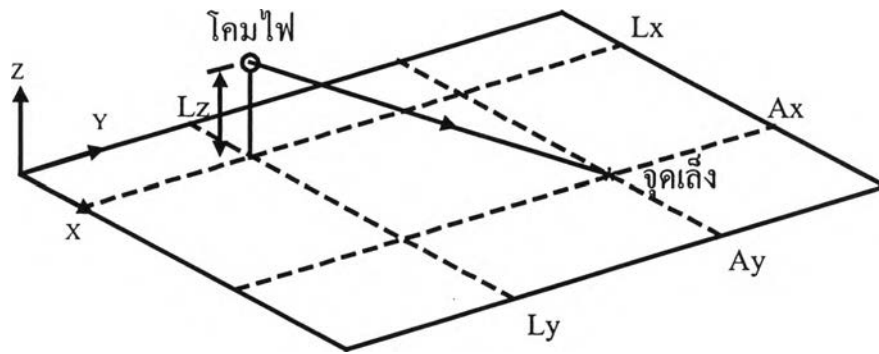
รูปที่ 4-11 ส่วนประกอบต่างๆ ที่ใช้ในการป้อนข้อมูลของพื้นที่



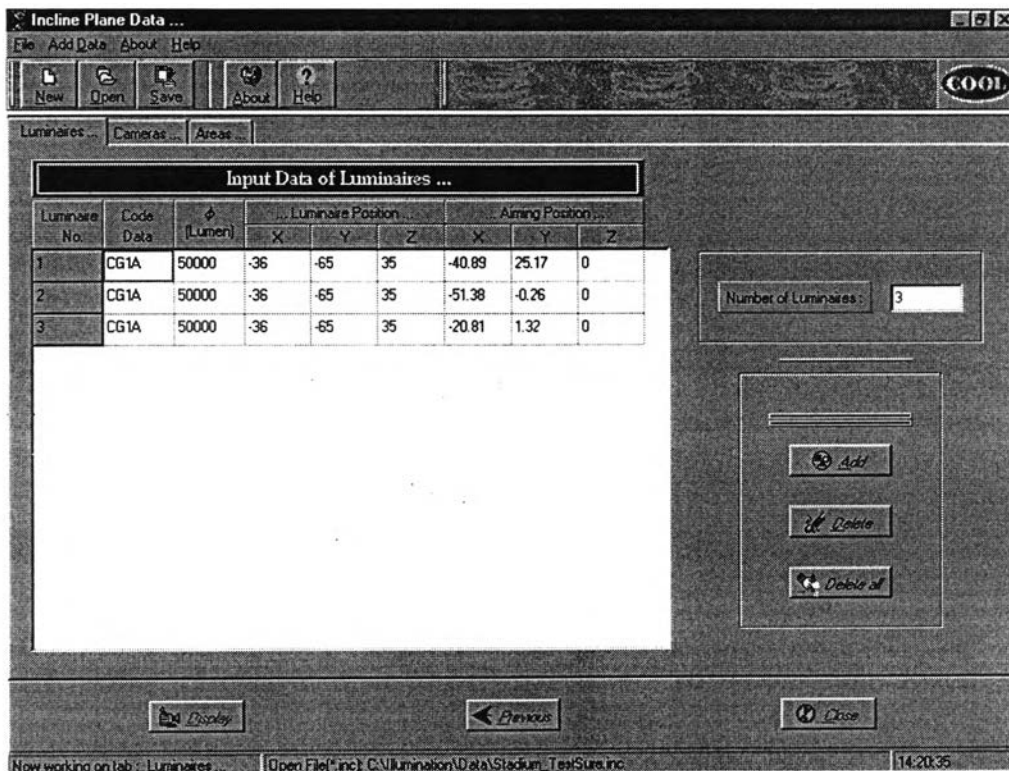
รูปที่ 4-12 ส่วนรับข้อมูลรายละเอียดของพื้นที่คำนวณ



## 2) ข้อมูลเกี่ยวกับโคมไฟ

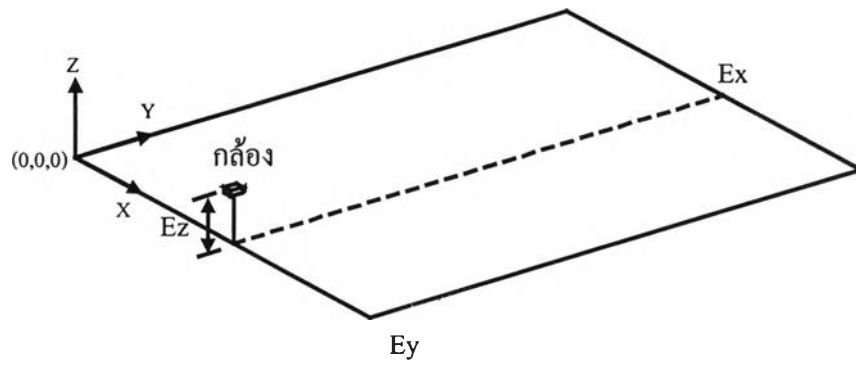


รูปที่ 4-13 ส่วนประกอบต่างๆ ที่ใช้ในการป้อนข้อมูลของโคมไฟ

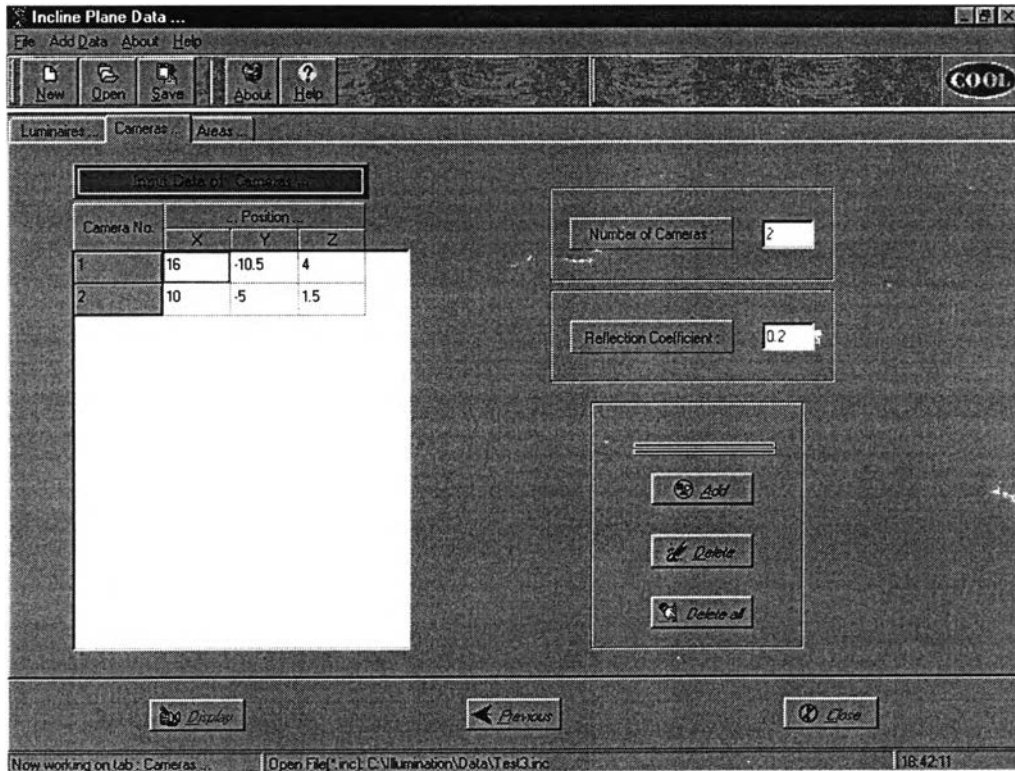


รูปที่ 4-14 ส่วนรับข้อมูลรายละเอียดของโคมไฟ

3) ข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งติดตั้งกล้องหรือผู้สังเกตการณ์



รูปที่ 4-15 ส่วนประกอบต่างๆ ที่ใช้ในการป้อนข้อมูล  
ของตำแหน่งกล้องหรือผู้สังเกตการณ์



รูปที่ 4-16 ส่วนรับข้อมูลรายละเอียดของตำแหน่ง  
ติดตั้งกล้องหรือผู้สังเกตการณ์

### 4.3 ส่วนประมวลผล

ส่วนประมวลผลของโปรแกรมแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนจัดเก็บข้อมูลการกระจายแสงของดวงโคม และส่วนคำนวณผลลัพธ์ ดังนี้

#### 4.3.1 ส่วนจัดเก็บข้อมูลการกระจายแสงของดวงโคม

ข้อมูลการกระจายแสงของดวงโคม จะมีการจัดเก็บไว้เป็นฐานข้อมูลซึ่งสามารถนำออกมาใช้โดยไม่ต้องป้อนข้อมูลใหม่ทุกครั้ง นอกจากนี้ยังสามารถแก้ไขและเพิ่มเติมข้อมูลของดวงโคม ใช้ได้ทั้งในระบบ H-V และระบบ C-γ โดยมีหน้าจอแสดงการรับข้อมูลดังรูปที่ 4-17

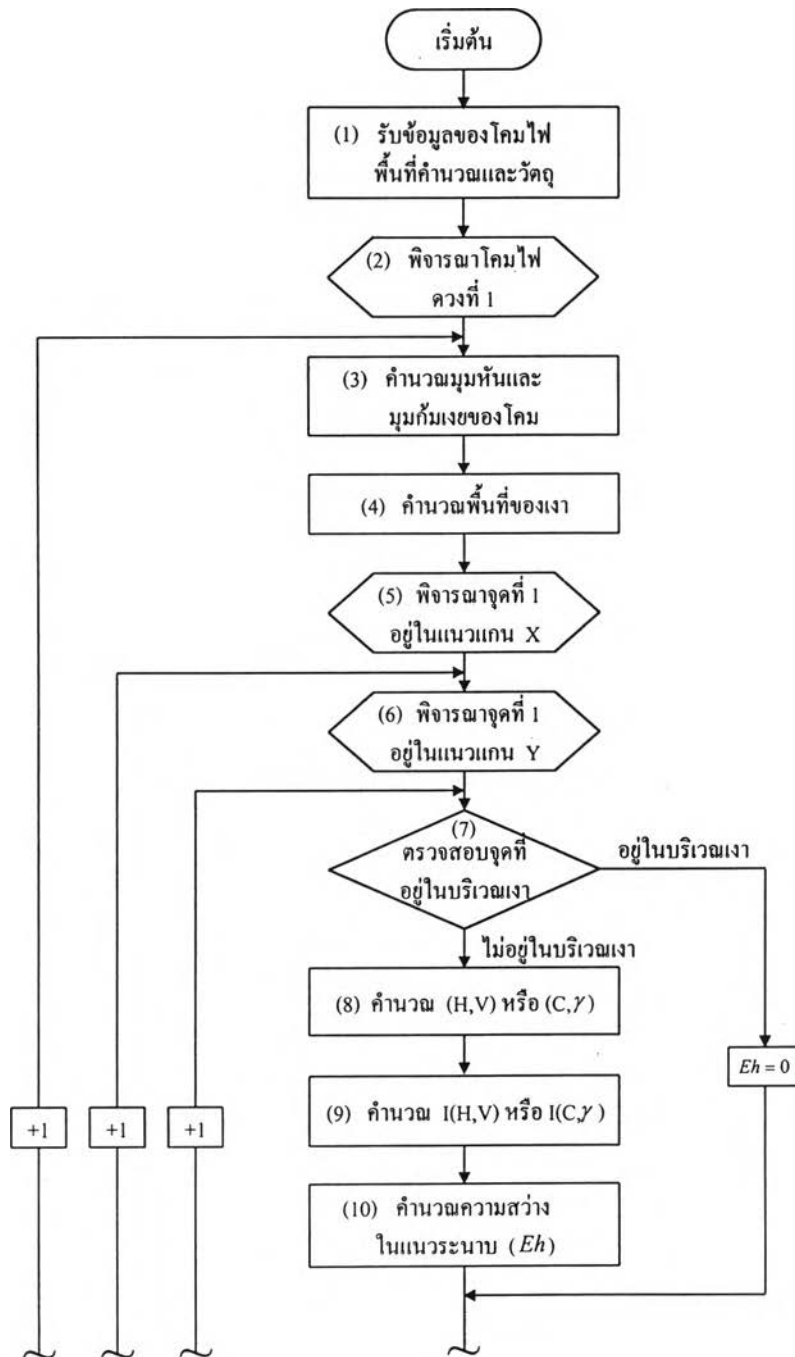
G C	0	15	25	35	45	55	65	70	75	77.5	80	82	84
0	1290	1290	1290	1290	1290	1290	1290	1290	1290	1290	1290	1290	1290
5	1197	1179	1153	1030	988	953	930	920	910	905	900	895	890
10	1070	972	835	746	647	526	479	450	423	421	416	413	410
15	936	749	613	462	345	280	234	225	217	213	210	210	208
20	853	634	451	303	220	185	212	218	221	223	224	225	225
25	757	537	353	226	205	196	192	189	193	195	201	203	203
30	591	372	229	232	211	195	175	171	172	169	168	167	166
35	442	220	181	214	202	196	162	139	126	122	118	118	117
40	205	129	145	162	176	159	146	130	118	122	121	119	118
45	89	96	120	135	148	150	158	137	121	113	107	104	103
50	76	82	103	117	129	135	129	130	122	117	117	115	113
55	65	65	85	110	127	134	126	125	124	122	120	118	116
60	55	55	75	100	117	124	116	115	114	112	110	108	106
65	45	45	65	90	107	114	106	105	104	102	100	98	96
70	35	35	55	80	97	104	96	95	94	92	90	88	86
75	25	25	45	70	87	94	86	85	84	82	80	78	76
80	15	15	35	60	77	84	76	75	74	72	70	68	66
82	10	10	25	45	62	69	61	60	59	57	55	53	51
84	5	5	15	30	47	54	46	45	44	42	40	38	36

รูปที่ 4-17 หน้าจอการรับข้อมูลการกระจายแสงของดวงโคม

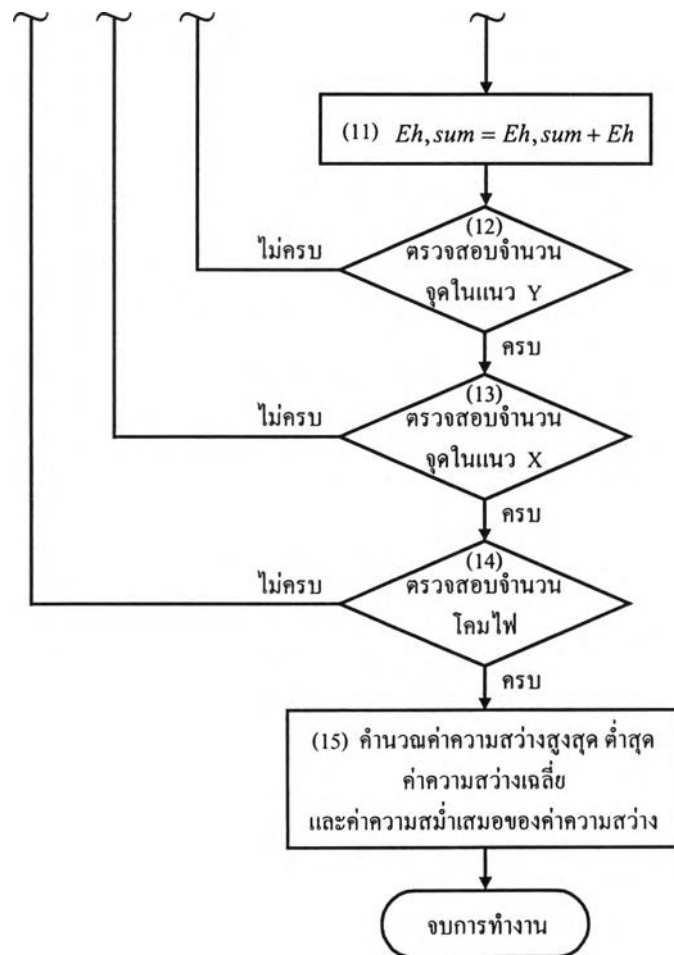
### 4.3.2 ส่วนคำนวณผลลัพธ์

เนื้อหาในส่วนนี้จะแสดงถึงขั้นตอนการคำนวณของความสว่างบนระนาบนอนหรือระนาบเอียง ความสว่างบนระนาบที่ตั้งฉากกับแนวมองของผู้สังเกตการณ์ และระดับของแสงจ้า โดยแสดงแผนภาพของการคำนวณแยกกัน เพื่อให้เห็นขั้นตอนการคำนวณได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น

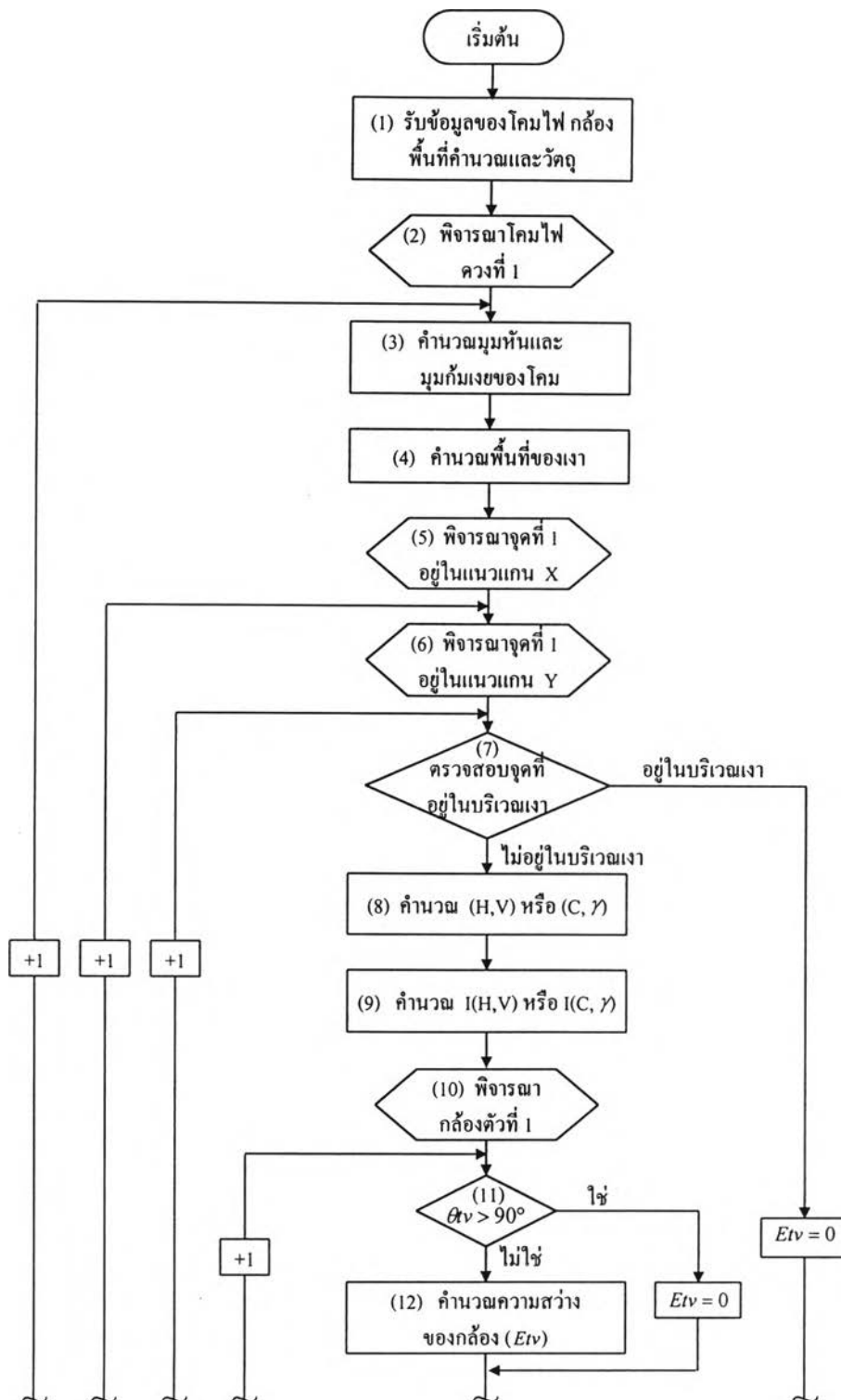
#### (ก) ส่วนคำนวณผลลัพธ์ของระนาบนอน



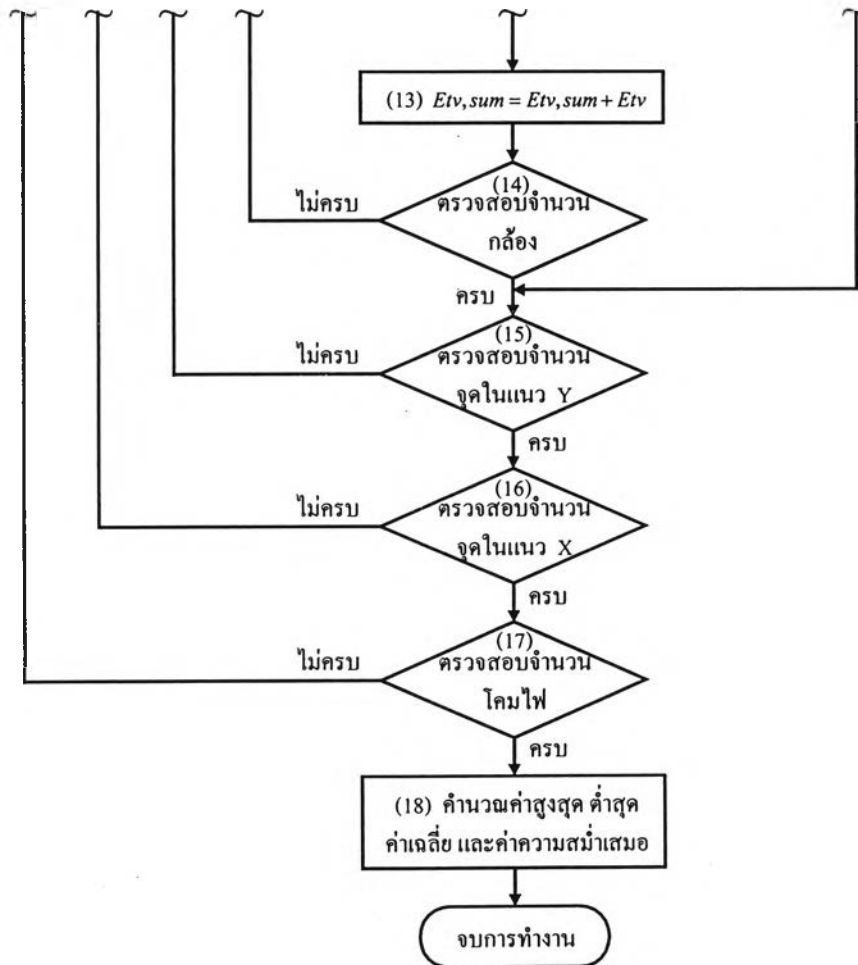
รูปที่ 4-18 แผนภาพแสดงการคำนวณความสว่างบนระนาบนอน ( $E_h$ )



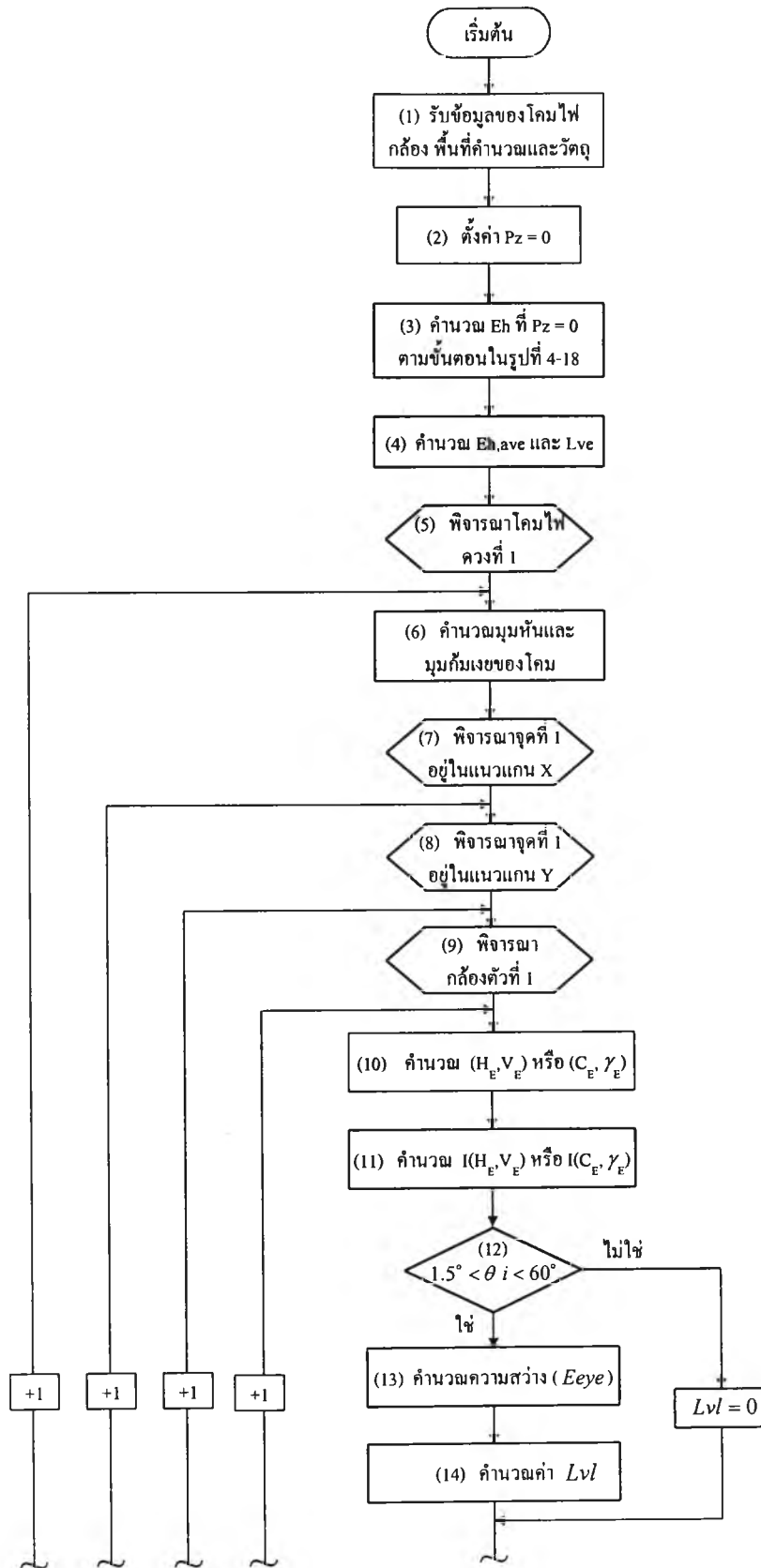
รูปที่ 4-18 (ต่อ) แผนภาพแสดงการคำนวณความสว่างบนระนาบนอน ( $E_h$ )



รูปที่ 4-19 แผนภาพแสดงการคำนวณความสว่าง  
บนระนาบที่ตั้งฉากกับแนวมองของผู้สังเกตการณ์ ( $E_{tv}$ )

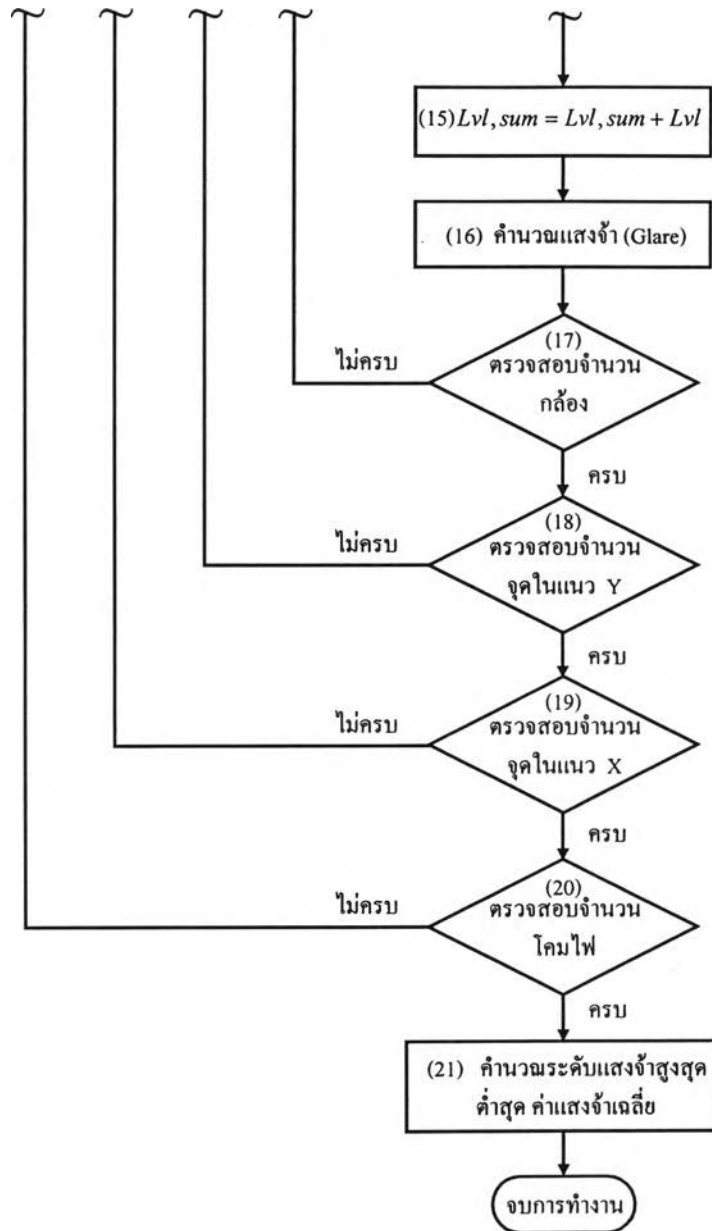


รูปที่ 4-19 (ต่อ) แผนภาพแสดงการคำนวณความสว่าง  
บนระนาบที่ตั้งฉากกับแนวมองของผู้สังเกตการณ์ (Etv)



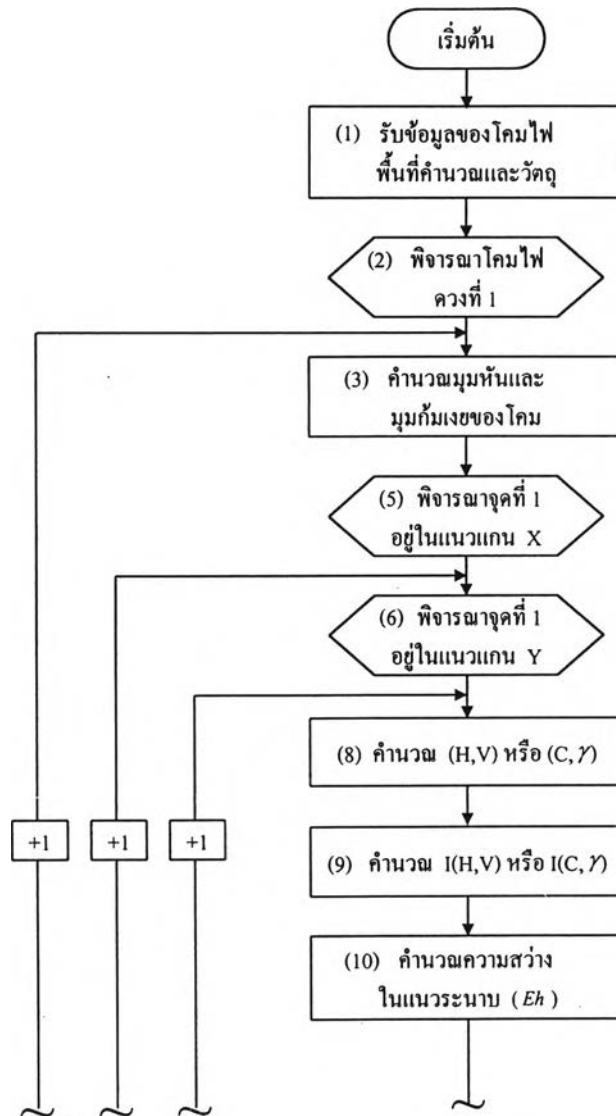
รูปที่ 4-20 แผนภาพแสดงการคำนวณแสงจ้า (Glare)



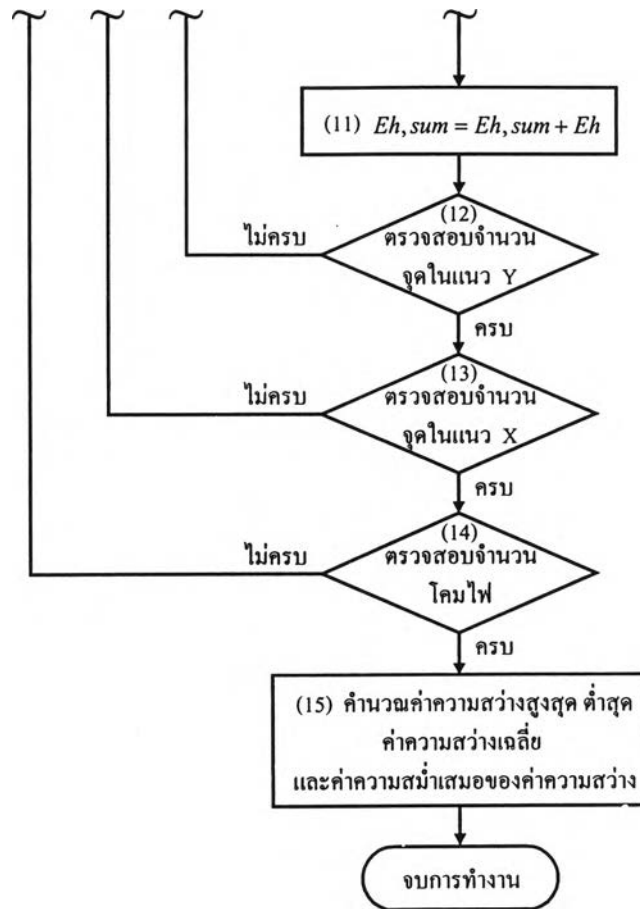


รูปที่ 4-20 (ต่อ) แผนภาพแสดงการคำนวณแสงจ้า (Glare)

## (ข) ส่วนคำนวณผลลัพธ์ของระนาบเอียง



รูปที่ 4-21 แผนภาพแสดงการคำนวณความสว่างบนพื้นเอียง



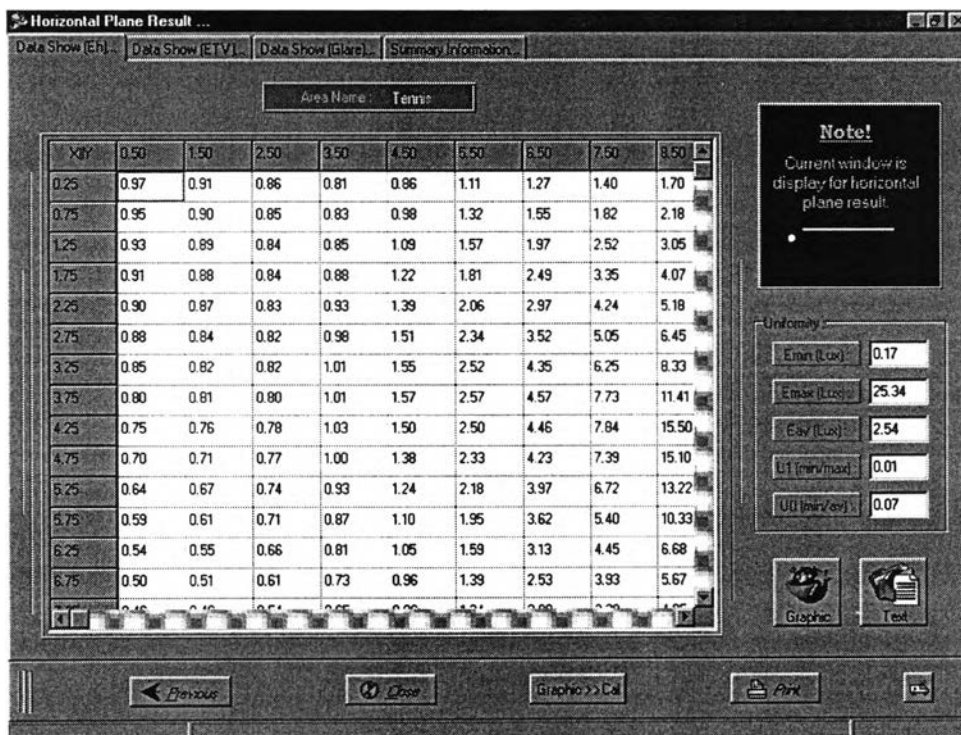
รูปที่ 4-21 (ต่อ) แผนภาพแสดงการคำนวณความสว่างบนพื้นเอียง

## 4.4 ส่วนแสดงผล

### 4.4.1 การแสดงผลของระนาบนอนและระนาบเอียง

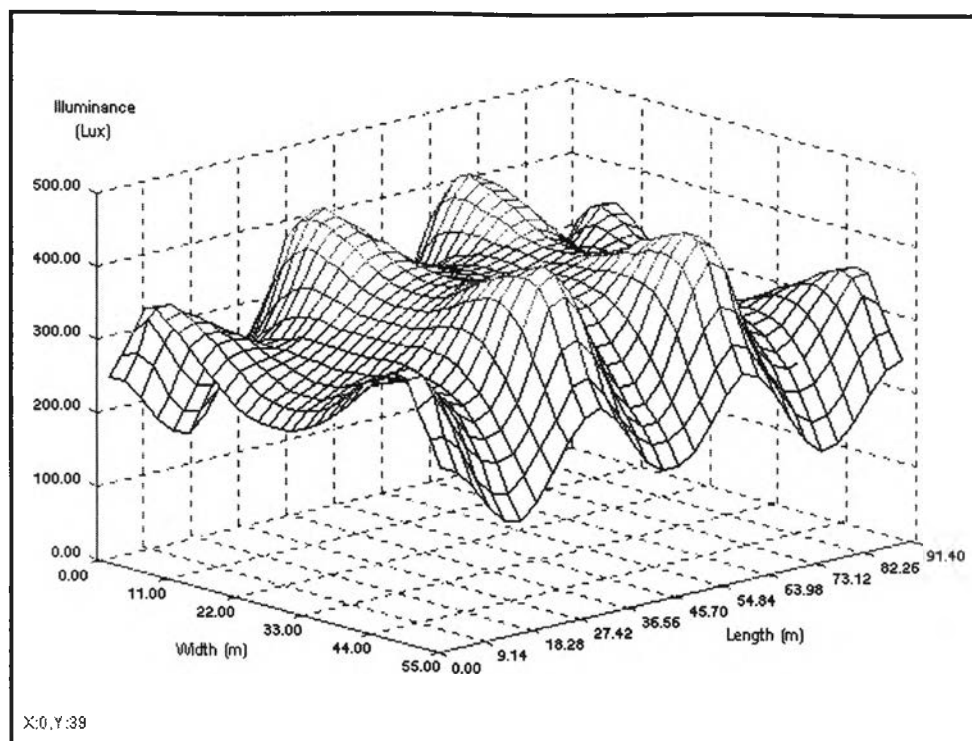
ส่วนแสดงผลของระนาบนอนและระนาบเอียงนี้ มีส่วนแสดงผลการคำนวณอยู่ 3 ส่วน คือ ผลของความสว่างบนระนาบนอนหรือระนาบเอียง ความสว่างบนระนาบที่ตั้งฉากกับแนวมองของผู้สังเกตการณ์ และในเรื่องของแสงจ้า โดยแบ่งลักษณะการแสดงผลพร้อมออกเป็น 4 ลักษณะ เพื่อความชัดเจนในการพิจารณาผลลัพธ์ในมุมมองที่แตกต่างกัน ดังนี้

#### (ก) ความสว่างบนระนาบนอนและระนาบเอียง

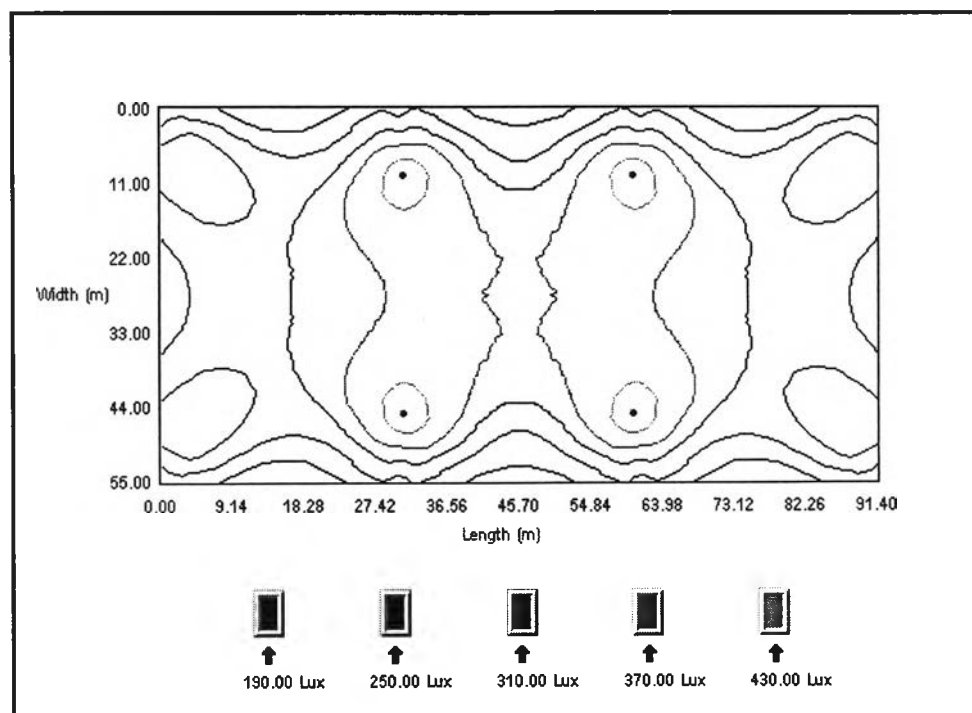


รูปที่ 4-22 หน้าจอแสดงผลของความสว่างบนระนาบนอนในรูปแบบของตารางตัวเลข

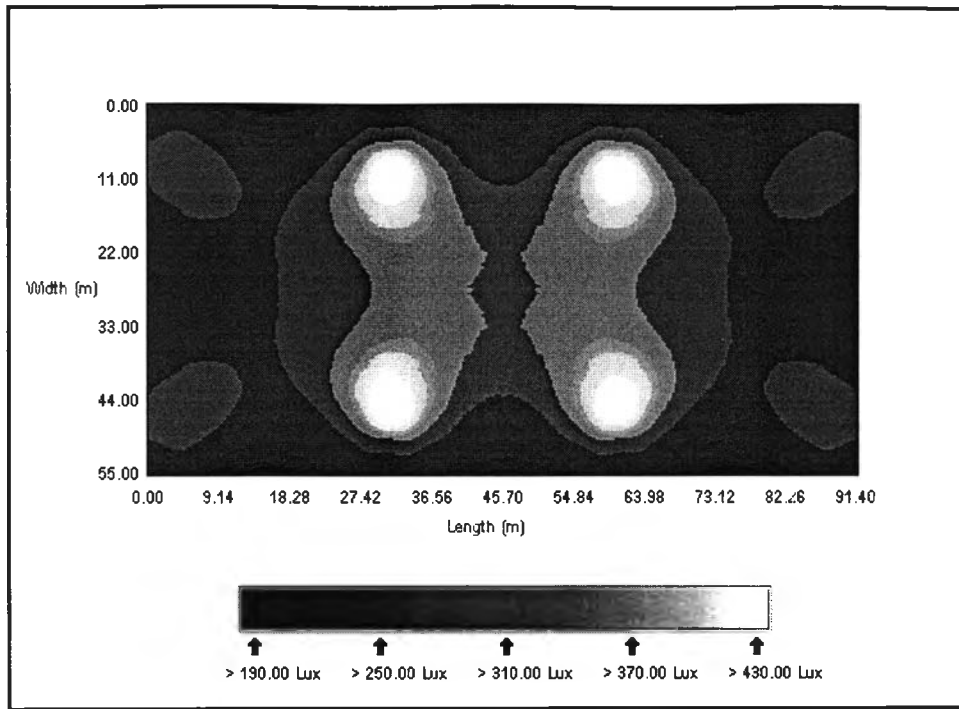
การแสดงผลลัพธ์ในส่วนนี้จะแสดงค่าความสว่างในแนวระนาบตามจุดที่กำหนด รวมทั้งแสดงค่าของความสว่างสูงสุด (Emax) ความสว่างต่ำที่สุด (Emin) ความสว่างเฉลี่ย (Eav) และค่าความสม่ำเสมอของความสว่าง (U1,U0)



รูปที่ 4-23 หน้าจอแสดงผลของความสว่างบนระนาบนอนในรูปของภาพสามมิติ

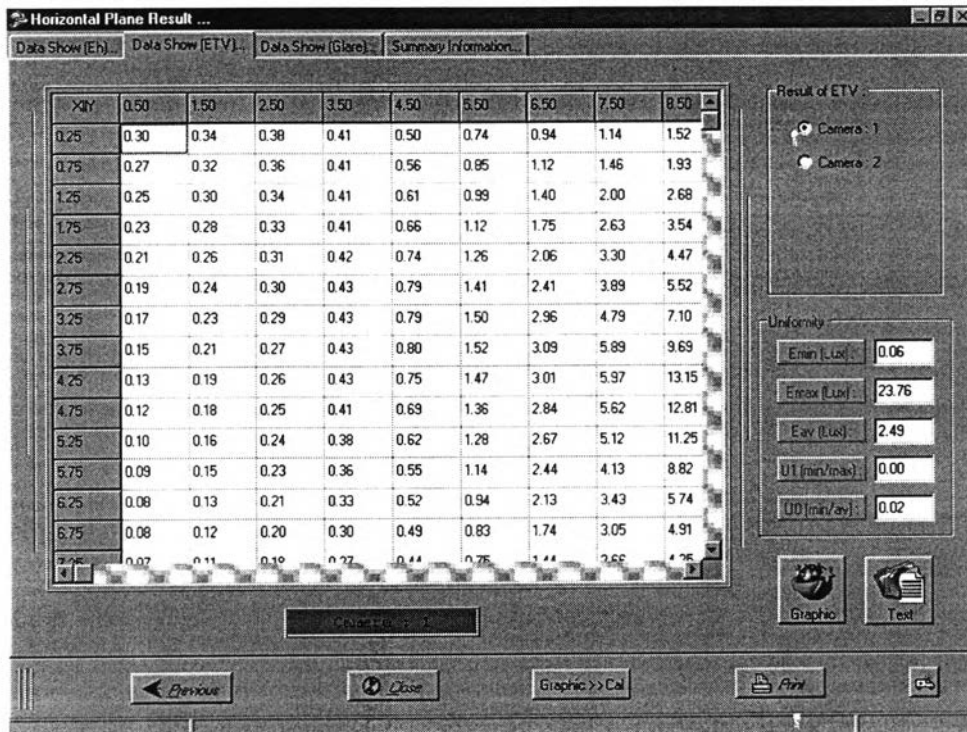


รูปที่ 4-24 หน้าจอแสดงผลของความสว่างบนระนาบนอนในรูปของภาพลายเส้น



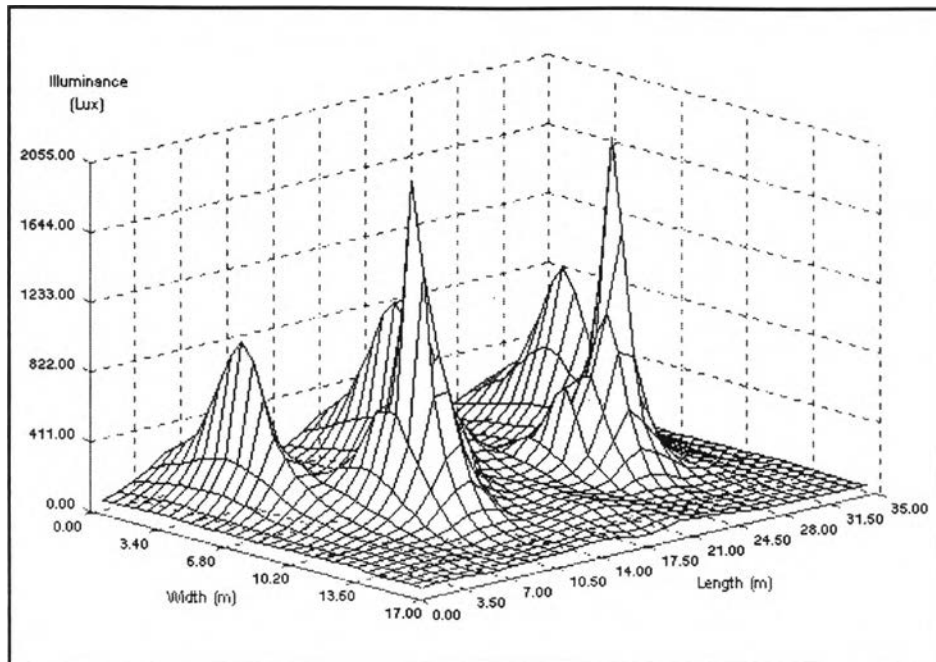
รูปที่ 4-25 หน้าจอแสดงผลของความสว่างบนระนาบนอนในรูปของภาพแรเงา

(ข) ความสว่างบนระนาบที่ตั้งฉากกับแนวมองของผู้สังเกตการณ์

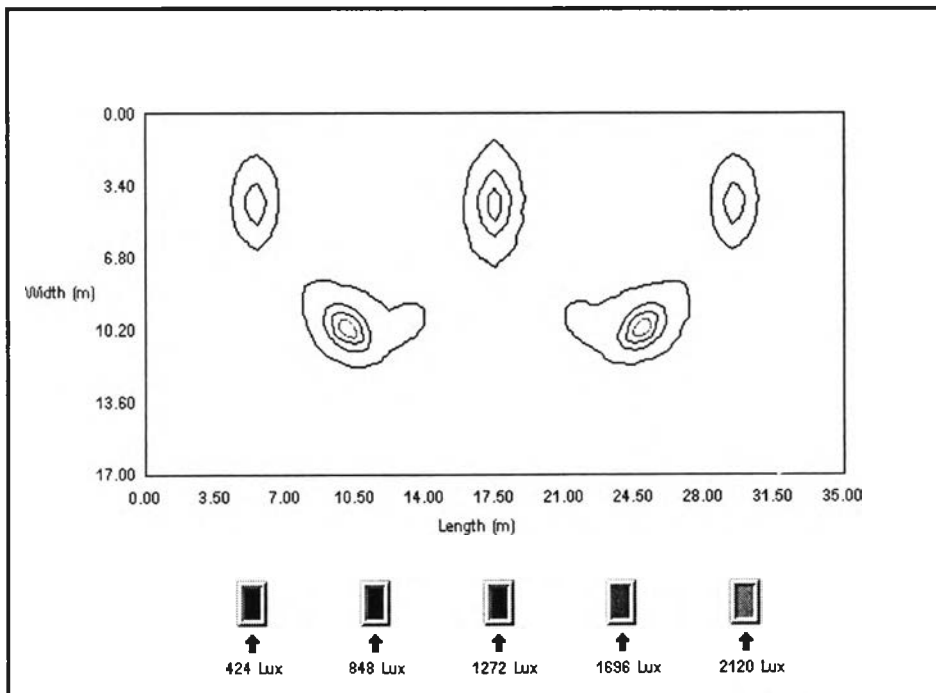


รูปที่ 4-26 หน้าจอแสดงผลของความสว่างบนระนาบที่ตั้งฉากกับแนวมองของผู้สังเกตการณ์ในรูปของตารางตัวเลข

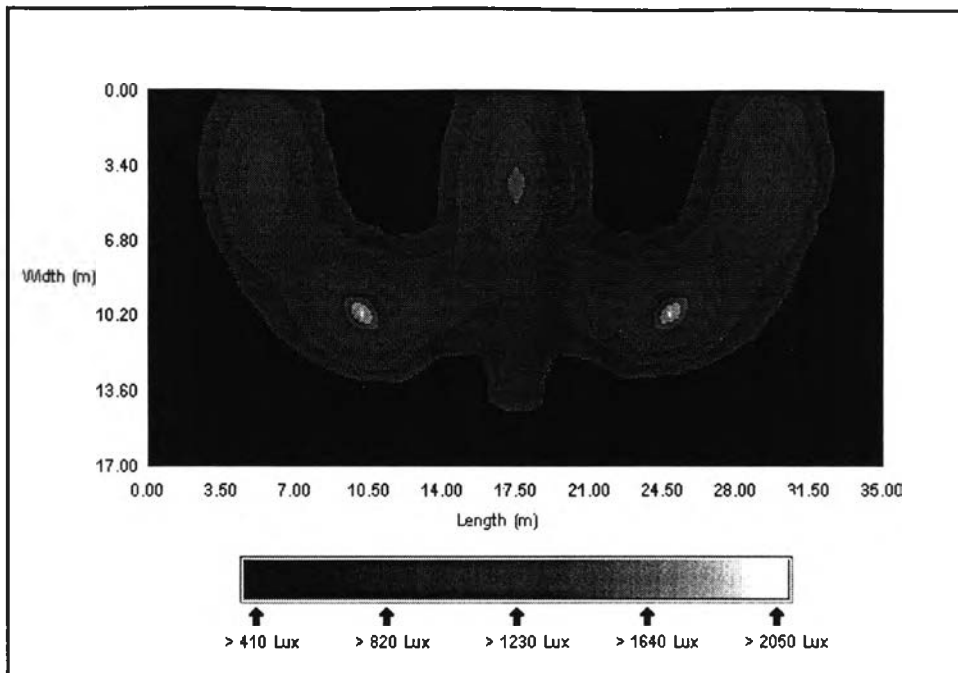
การแสดงผลลัพธ์ในส่วนนี้จะแสดงค่าความสว่างที่กล้องแต่ละตัวมองเห็นตามจุดที่กำหนด รวมทั้งแสดงค่าของความสว่างสูงที่สุด ( $E_{max}$ ) ความสว่างต่ำที่สุด ( $E_{min}$ ) ความสว่างเฉลี่ย ( $E_{av}$ ) และค่าความสม่ำเสมอของความสว่าง ( $U1, U0$ )



รูปที่ 4-27 หน้าจอแสดงผลของความสว่างบนระนาบที่ตั้งฉาก  
กับแนวมองของผู้สังเกตการณ์ในรูปของภาพสามมิติ

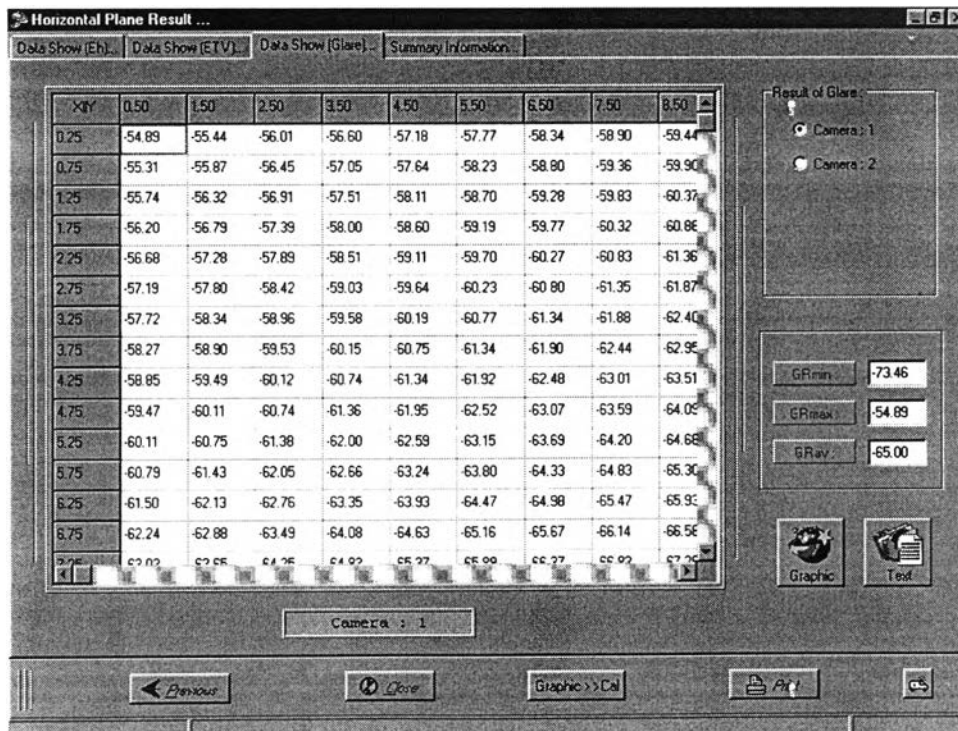


รูปที่ 4-28 หน้าจอแสดงผลของความสว่างบนระนาบที่ตั้งฉาก  
กับแนวมองของผู้สังเกตการณ์ในรูปของภาพลายเส้น



รูปที่ 4-29 หน้าจอแสดงผลของความสว่างบนระนาบที่ตั้งฉากกับแนวมองของผู้สังเกตการณ์ในรูปของภาพแรง

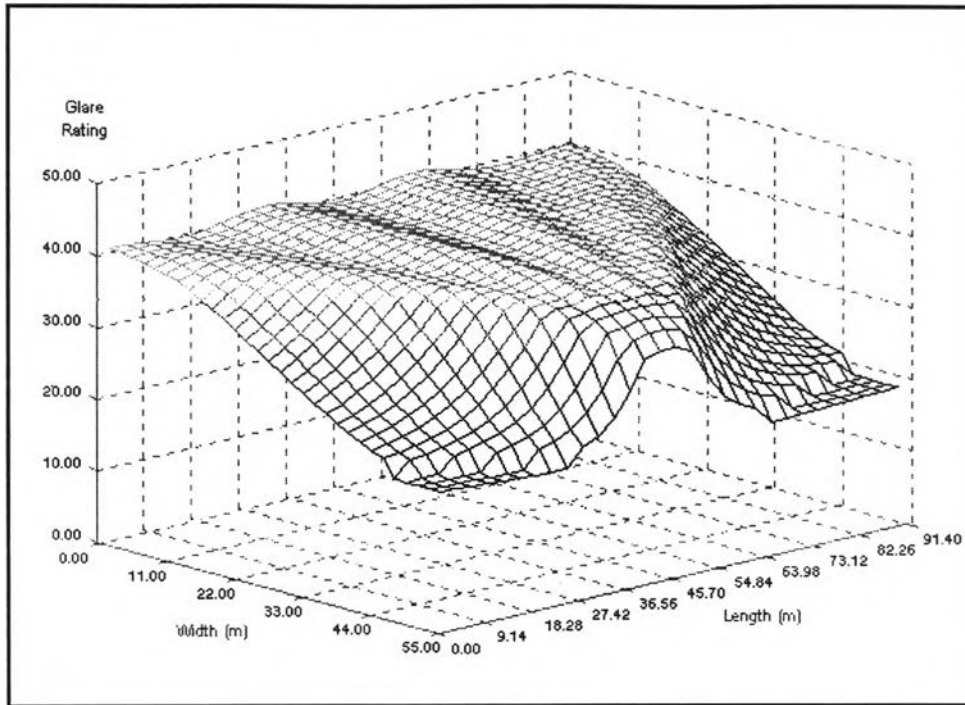
(ค) แสงจ้าแยงตา



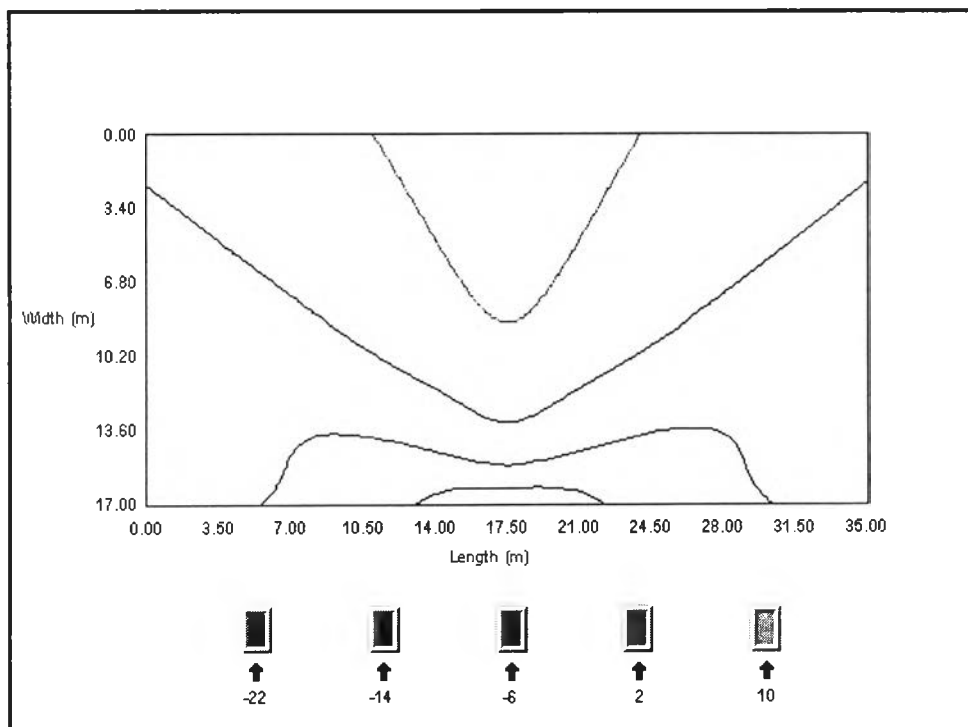
รูปที่ 4-30 หน้าจอแสดงผลของแสงจ้าแยงตาในรูปของตารางตัวเลข



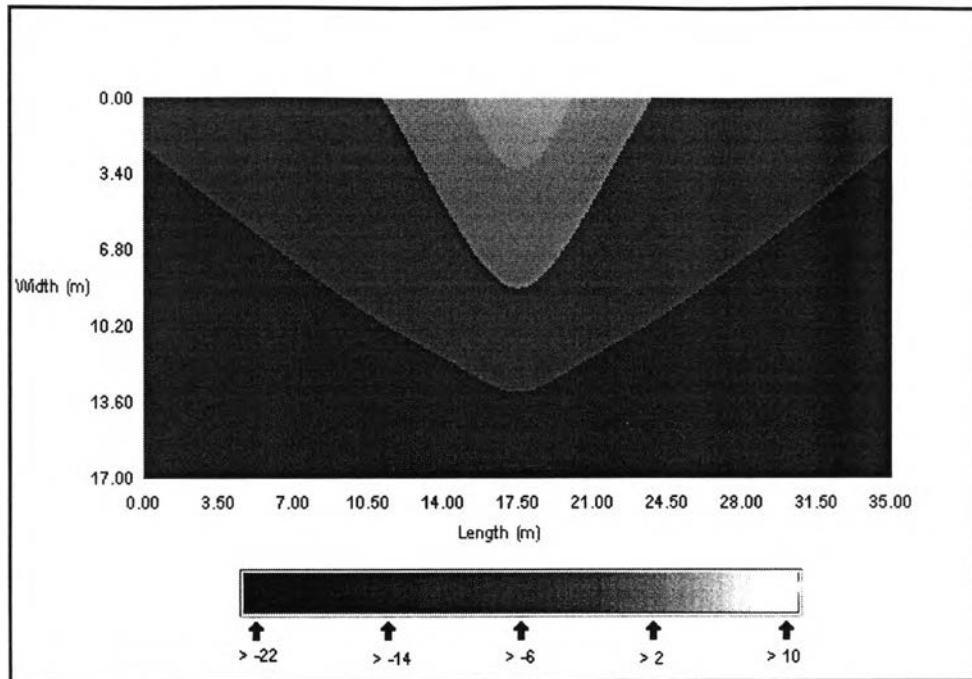
การแสดงผลลัพธ์ในส่วนนี้จะแสดงปริมาณแสงจ้าแยงตาที่กล้องแต่ละตัวมองเห็นตามจุดที่กำหนด รวมทั้งแสดงค่าของแสงจ้าแยงตาสูงที่สุด ( $G_{max}$ ) แสงจ้าแยงตาคต่ำที่สุด ( $G_{min}$ ) และแสงจ้าแยงตาเฉลี่ย ( $G_{av}$ )



รูปที่ 4-31 หน้าจอแสดงผลของแสงจ้าแยงตาในรูปของภาพสามมิติ



รูปที่ 4-32 หน้าจอแสดงผลของแสงจ้าแยงตาในรูปของภาพลายเส้น

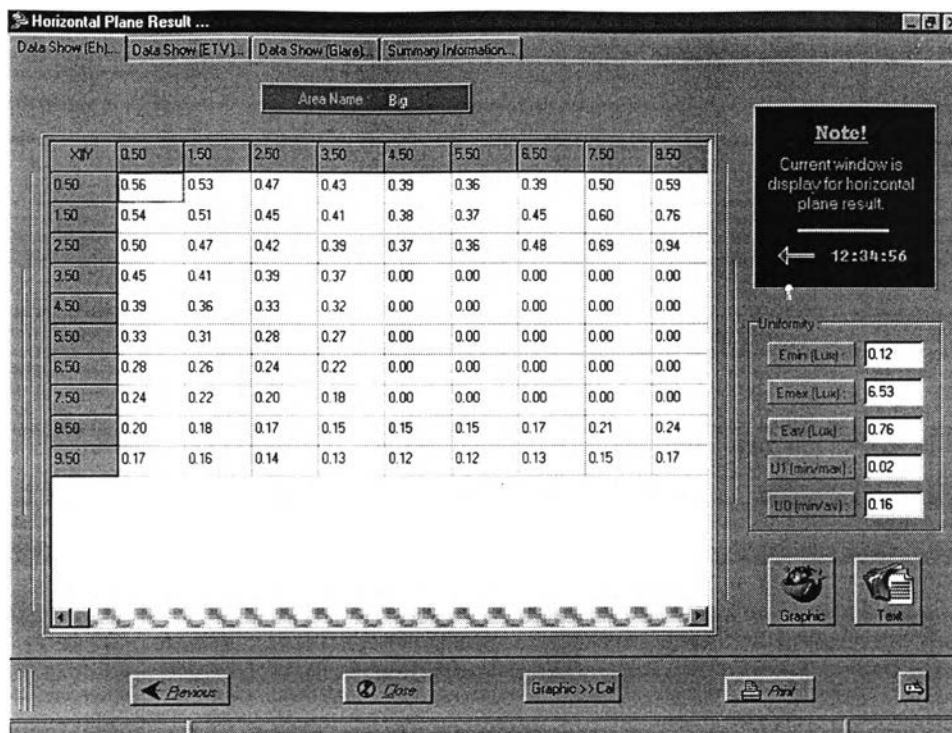


รูปที่ 4-33 หน้าจอแสดงผลของแสงจ้าแยงตาในรูปของภาพแรเงา

#### 4.4.2 การแสดงผลของการเกิดเงา

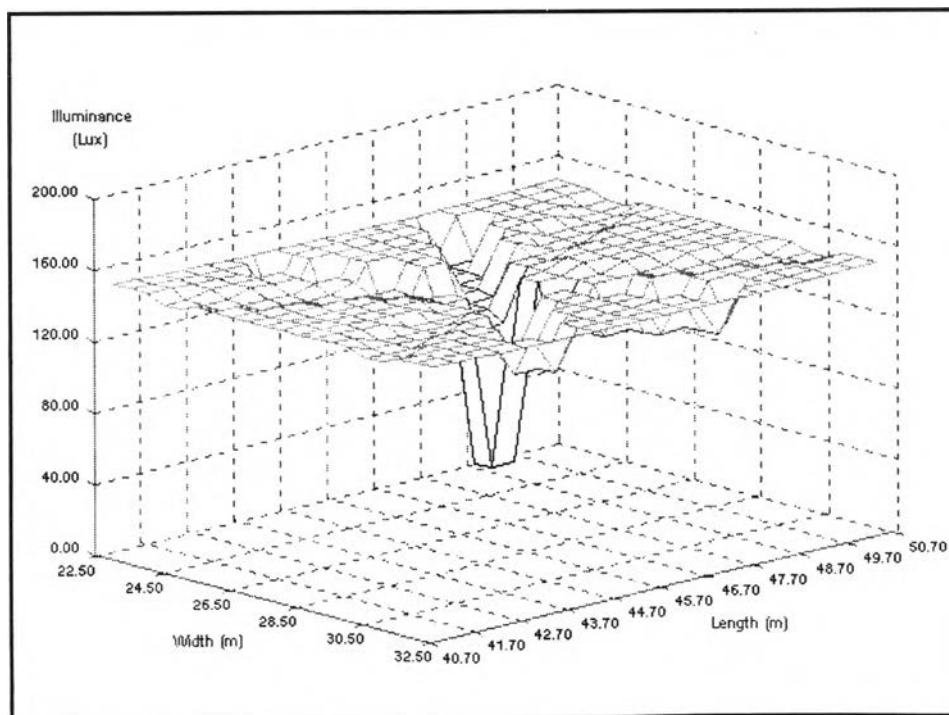
การแสดงผลในกรณีที่มีการเกิดเงาของวัตถุบนพื้นที่คำนวณนี้ มีส่วนแสดงผลการคำนวณเป็นความสว่างบนระนาบนอน โดยแบ่งลักษณะการแสดงผลลัพธ์ออกเป็น 4 ลักษณะ เพื่อความชัดเจนในการพิจารณาผลลัพธ์ในมุมมองที่แตกต่างกัน ดังนี้

(ก) ความสว่างบนระนาบนอน

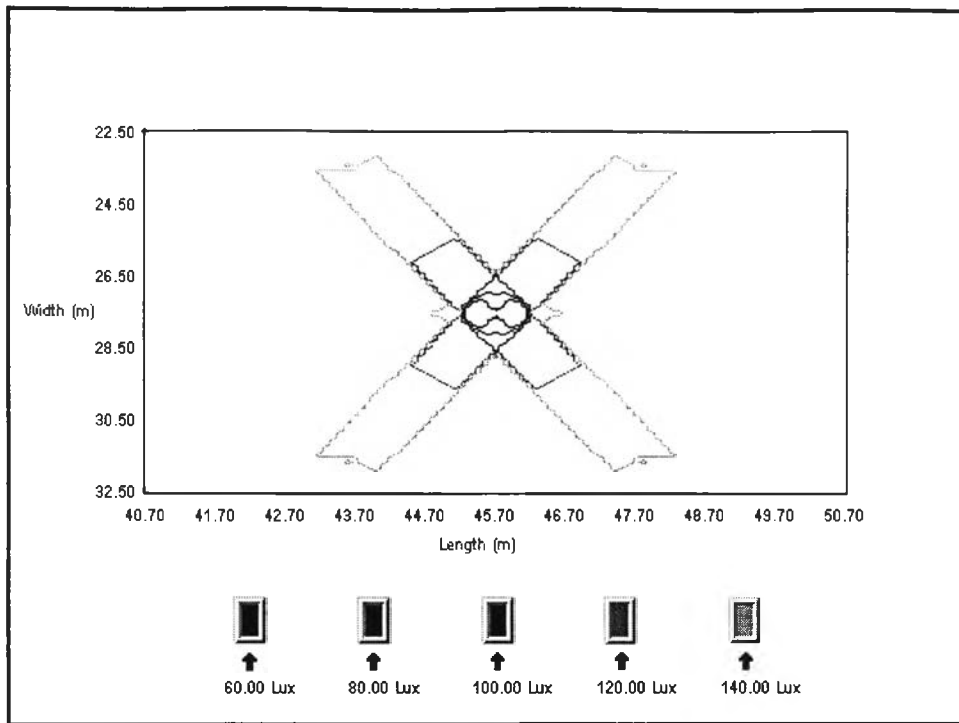


รูปที่ 4-34 หน้าจอแสดงผลของความสว่างบนระนาบนอนในรูปของตารางตัวเลข

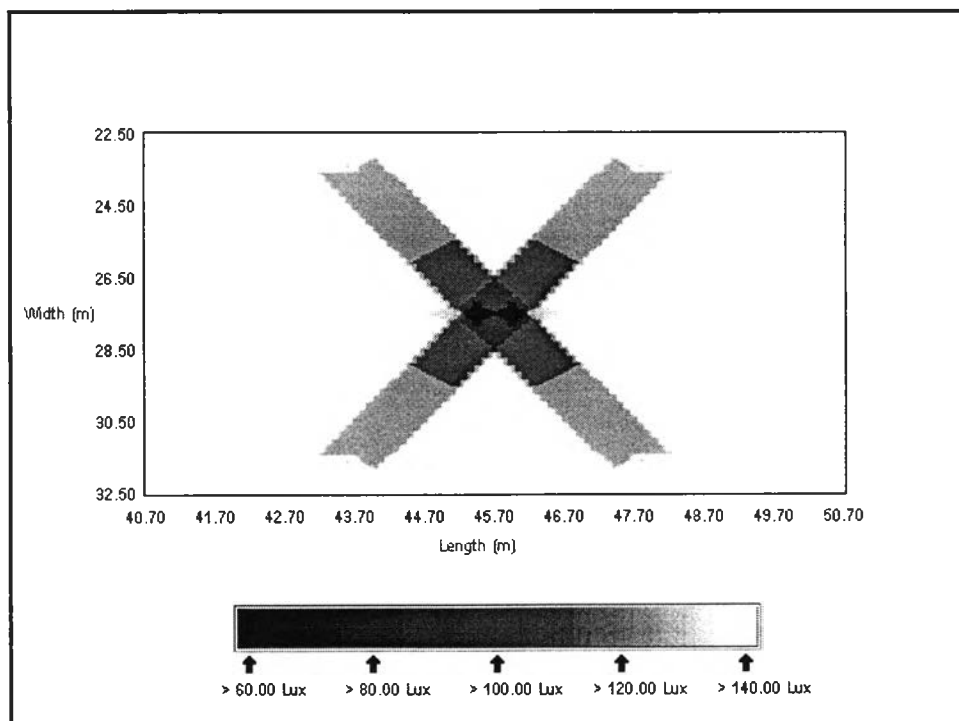
การแสดงผลลัพธ์ในส่วนนี้จะแสดงค่าความสว่างในแนวระนาบตามจุดที่กำหนด รวมทั้งแสดงค่าของความสว่างสูงที่สุด (Emax) ความสว่างต่ำที่สุด (Emin) ความสว่างเฉลี่ย (Eav) และค่าความสม่ำเสมอของความสว่าง (U1,U0)



รูปที่ 4-35 หน้าจอแสดงผลของความสว่างบนระนาบนอนในรูปของภาพสามมิติ



รูปที่ 4-36 หน้าจอแสดงผลของความสว่างบนระนาบนอนในรูปของภาพลายเส้น



รูปที่ 4-37 หน้าจอแสดงผลของความสว่างบนระนาบนอนในรูปของภาพแรเงา