บทที่ 2

ทฤษฎีและแนวความคิดที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

ในการศึกษาแนวความคิดที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย ได้แบ่งหัวข้อที่สำคัญในการศึกษาออกเป็น 3 หัวข้อ คือ

- การศึกษาและวิเคราะห์ทฤษฎีพื้นฐานในการคำนวณ
- การศึกษาและวิเคราะห์โปรแกรมด้านแสงสว่างที่ได้มีการจัดทำมาแล้ว
- การสำรวจความต้องการการใช้โปรแกรมออกแบบแสงสว่างของสถาปนิกในประเทศไทย

1. การศึกษาและวิเคราะห์ทฤษฎีพื้นฐานในการคำนวณ

หลักการออกแบบแสงสว่าง ทฤษฎีพื้นฐานในการคำนวณ ข้อกำหนด และค่ามาตรฐานต่างๆ ได้นำมาจากทฤษฎีการคำนวณในหนังสือเทคนิคการส่องสว่าง ของรองศาสตราจารย์ ดร. ชำนาญ ห่อเกียรติ ที่ได้มีการปรับปรุงให้เหมาะสมและสอดคล้องกับการใช้งานในประเทศไทย มีรายละเอียดโดยสังเขปดังต่อไปนี้

1.1 หลักการออกแบบแสงสว่าง

1.1.1 ลูเมนและแคนเดลา เป็นหน่วยวัดปริมาณแสง แสง 1 ลูเมน หมายถึง ปริมาณแสงที่ส่องบนพื้นที่หนึ่งตารางเมตรบนผิวทรงกลมที่มีรัศมี 1 เมตร โดยมีความเข้มแสงจากแหล่งกำเนิด 1 แคนเดลา หรือ 1 กำลังเทียนวางที่ศูนย์กลางของทรงกลมนั้น แหล่งกำเนิดแสง P แคนเดลาให้ปริมาณแสง 4¶P ลูเมน

1.1.2 อิลูมิแนนซ์ หมายถึง ความส่องสว่างที่กระทบลงบนวัตถุ หรือเรียกว่า ความส่องสว่าง มีหน่วยเป็น ลูเมน/ม^2. หรือลักซ์ ถ้าหน่วยเป็นลูเมน/ฟุต^2 ความส่องสว่างก็เป็น ฟุตแคนเดล

1 ลักซ์มีค่าประมาณ 10เท่าของฟุตแคนเดล

ความส่องสว่างหรืออิลูมิแนนซ์ = ปริมาณแสง(ลูเมน)/พื้นที่(ม^2.)

1.1.3 อุณหภูมิสี สีของแสงมักบอกกันด้วยอุณหภูมิสีหรือเคลวิน ซึ่งมีสีต่างๆกันดังนี้

อุณหภูมิสี (องศาเคลวิน)	สี	เทียบได้กับสีของหลอด
2200	เหลืองจัด	หลอดโซเดียมความดันต่ำ
2500	เหลืองทอง	หลอดโซเดียมความดันสูง
2800	เหลืองอ่อน	หลอดอินแคนเดสเซนต์
3000	เหลืองขาว	หลอดฮาโลเจน
3500	เหลืองแดง	หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิดวอร์มไวท์(Warm White)
4000	ขาวเย็น	หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิดคูลไวท์ (Cool White)
6500	ขาวปนฟ้า	หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิดเดไวท์ (Day White)

ตาราง 2.1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิสี สี และชนิดของหลอด

ที่มา: ดร.ชำนาญ ห่อเกียรติ,เทคนิคการส่องสว่าง,หน้า 1.14

1.1.4 มาตรฐานทางแสงสว่าง

IES(Illuminating Engineering Society) เป็นหน่วยงานหรือสมาคมที่มีกิจกรรมทางด้านแสงสว่าง ซึ่งในแต่ละประเทศก็มีหน่วยงานหรือสมาคมดังกล่าว IESของแต่ละประเทศจะไม่เหมือนกันและเกี่ยวข้องกันเลย ส่วนมาตรฐานที่กำหนดเป็นสากลที่ไม่ขึ้นกับประเทศใดประเทศหนึ่ง ได้แก่ CIE(International Commission on Illumination) เพื่อเป็นแนวทางให้ทราบค่าความส่องสว่างในแต่ละพื้นที่ ความส่องสว่างในตารางจะมี 3ค่า คือ ค่าต่ำ-ค่าเฉลี่ย-ค่าสูง เนื่องจากความส่องสว่างจะค่าหนึ่งค่าใด เช่น เป็นพื้นที่ใช้สำหรับผู้ชรา ก็ต้องใช้ความส่องสว่างสูงกว่าค่าเฉลี่ย เช่น ทางเดิน ค่าเฉลี่ย 100ลักซ์ ก็ใช้ 150ลักซ์ เป็นต้น โดยทั่วไปก็ใช้ความส่องสว่างค่าเฉลี่ยหรือค่ากลาง CIE ได้กำหนดอิลูมิแนนซ์ที่เหมาะสมสำหรับงานแต่ละอย่างดังแสดงไว้ในตารางต่อไปนี้

ย่านความส่องสว่าง (ลักซ์)	ชนิดพื้นที่ใช้งาน
20 - **30** - 50	ทางเดิน และพื้นที่ทำงาน ภายนอก
50 - **100** - 150	ทางเดินภายใน และการแวะผ่านระยะเวลาสั้นๆ
100 - 150 - 200	ห้องที่ไม่ได้ใช้ทำงานแบบต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานๆ
200 - **300** - 500	งานที่ใช้สายตาไม่มาก เช่น งานในโรงงาน ชิ้นงานใหญ่
300 - 500 - 750	งานที่ใช้สายตาปานกลาง เช่น สำนักงาน
500 - 750 - 1000	งานที่ใช้สายตามาก เช่น งานเขียนแบบ
750 - 1000 - 1500	งานที่ใช้สายตามากๆ เช่น งานประกอบชิ้นส่วนเล็ก
1000 - 1500 - 2000	งานที่ใช้สายตามากเป็นพิเศษ เช่น งานชิ้นส่วนเล็กมาก
มากกว่า 2000	งานที่ใช้สายตาเพื่อการทำงานที่พิถีพิถัน เช่น ผ่าตัด

ตาราง 2.1 แสดงความส่องสว่างสำหรับพื้นที่และการทำงานต่างๆกัน

ที่มา: *ดร.*ชำนาญ ห่อเกียรติ,เทคนิคการส่องสว่าง,หน้า 1.6

การจัดแบ่งค่าความส่องสว่างในแต่ละพื้นที่ตามมาตรฐานCIE โดยแบ่งตามชนิดของพื้นที่ใช้งานได้ดังตารางดังต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชนิดของพื้นที่หรืองาน	ย่านความส่องสว่าง(ลักซ์)
พื้นที่อาคารทั่วไป	
ทางเดิน	50-**100**-150
บันได บันไดเลื่อน	100-**150**-200
ที่เก็บของ ห้องเก็บของ	100-**150**-200
สำนักงาน	
สำนักงานทั่วไป พิมพ์ดีด ห้องคอมพิวเตอร์	300-**500**-750
สำนักงานเขียนแบบ	500-750-1000
ห้องประชุม	300-500-750
ร้านค้า	
- ในอาคารพาณิชย์	500-750
- ในที่อื่นๆ	300-500
- ในซุเปอร์มาร์เกต	500-750
โรงเรียน	
ห้องบรรยาย	300-500-750
หน้ากระดาน	300-500-750
ห้องเขียนแบบ	500—750-1000
ห้องทดลอง	300-500-750
ห้องศิลปะ	300-500-750
โรงปฏิบัติการ	300-500-750
ห้องสมุด	
หิ้งหนังสือ	150-200-300
โต๊ะอ่านหนังสือ	300-500-750
เคาน์เตอร์	200-300-500
อุตสาหกรรม	
งานหยาบ เครื่องมือหนัก	200-300-500
งานขนาดกลาง เครื่องจักร	300-500-750
งานละเอียด อิเล็กทรอนิกส์	500-750-1000
งานละเอียดมาก เครื่องมือวัด	1000-1500-2000
ห้องประชุม	
โรงภาพยนต์ คอนเสิร์ต	50-100-150
เอนกประสงค์	150-200-300

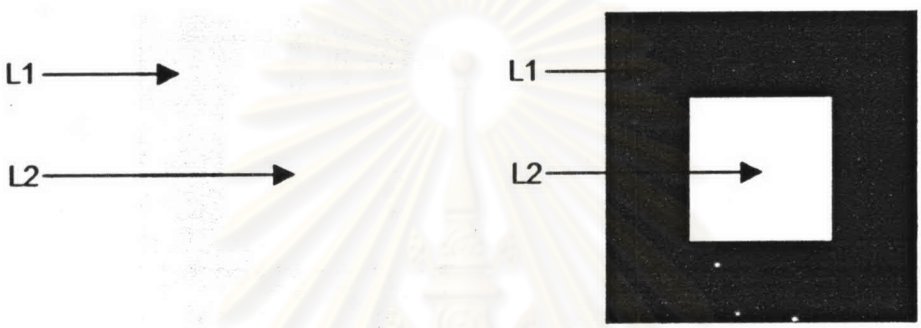
ตาราง 2.3 แสดงความส่องสว่างสำหรับพื้นที่ทำงานต่างๆตามมาตรฐานของCIE

1.1.5 <u>คอนทราสต์</u> หมายถึง ความส่องสว่างวัตถุที่ต้องการมองเทียบกับความส่องสว่างรอบข้าง คอนทราสต์มากก็มองเห็นวัตถุได้ง่ายขึ้น เช่น วัตถุสีขาวบนพื้นดำจะมองเห็นได้ง่ายกว่าวัตถุสีดำบนพื้นดำ ถ้าคอนทราสต์มากเกินไป การมองเห็นก็จะไม่ดีเพราะสายตาล้า คอนทราสต์กำหนดได้ด้วยอัตราส่วนของความแตกต่างของ อิลูมิแนนซ์ระหว่างวัตถุและลูมิแนนซ์สภาพแวดล้อมดังสมการ

$$\text{คอนทราสต์} = (L2 - L1) / L1$$

L1 - ลูมิแนนซ์ของสภาพแวดล้อม

L2 - ลูมิแนนซ์ของวัตถุ



ก. ข.

รูป 2.1 แสดงลูมิแนนซ์ของวัตถุเมื่อเทียบกับสภาพแวดล้อม

ก. ลูมิแนนซ์ของวัตถุและสภาพรอบข้างใกล้เคียง ทำให้มองเห็นได้ยาก

ข. ลูมิแนนซ์ของวัตถุและสภาพรอบข้างต่างกัน ทำให้เห็นวัตถุได้ง่าย

1.1.6 <u>ประสิทธิผล</u> หมายถึง ปริมาณแสงลูเมนต่อวัตต์ทางไฟฟ้า หลอดที่มีประสิทธิผลมาก ก็หมายถึง ให้ปริมาณแสง(ลูเมน)ออกมาต่อวัตต์มากกว่าหลอดประเภทอื่น การให้แสงสว่างที่ต้องการประหยัดไฟฟ้า ควรใช้หลอดที่มีค่าประสิทธิผลมาก

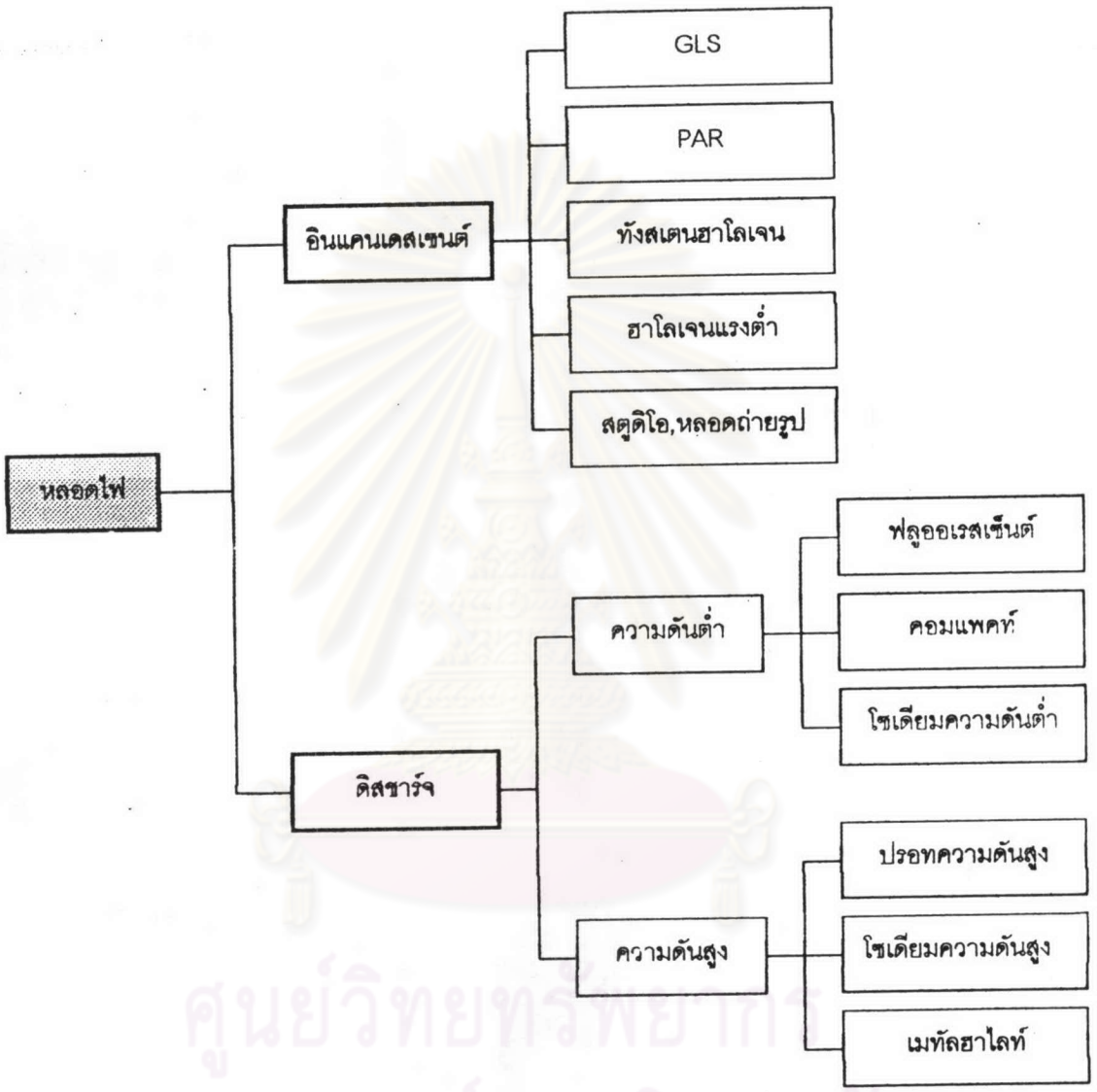
1.1.7 <u>ความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างและอุณหภูมิสี</u> ความส่องสว่างที่เหมาะสมกับอุณหภูมิสีหลอด คือ ต้องไม่จ้าหรือทึมเกินไป พื้นที่ใดที่ต้องการความส่องสว่างต่ำ ก็ควรใช้หลอดที่มีองศาเคลวินต่ำ ควรใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบวอร์มไวท์ หรือหลอดทังสเตนฮาโลเจน พื้นที่ที่ต้องการความส่องสว่างมาก ควรใช้หลอดที่มีอุณหภูมิสูง เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบเดย์ไวท์ หรือคูลไวท์ เป็นต้น

1.1.8 <u>ความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง</u>

- *ในพื้นที่ที่ต้องการความส่องสว่างสม่ำเสมอ* ควรมีความส่องสว่างสม่ำเสมอ หรืออัตราการส่องสว่างต่ำสุดต่อความส่องสว่างเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 0.8
- *ในพื้นที่ไม่จำเป็นต้องมีความส่องสว่างสม่ำเสมอ* ความสว่างโดยรอบบริเวณทำงานควรมีความส่องสว่างไม่น้อยกว่า 1/3ของความสว่างที่โต๊ะหรือพื้นที่ทำงาน เช่น ที่โต๊ะทำงานมีความส่องสว่าง 500 ลักซ์ บริเวณรอบข้างควรมีความส่องสว่างโดยประมาณไม่น้อยกว่า 500/3 = 170ลักซ์ เป็นต้น ในพื้นที่ทำงาน

ข้างเคียง ไม่ควรมีความส่องสว่างต่างกันมากกว่า 5:1 เช่น ในห้องทำงานมีความส่องสว่าง 500ลักซ์ เมื่อเดินออกจากห้องแล้ว ความส่องสว่างด้านนอกไม่ว่าจะเป็นทางเดิน ไม่ควรมีความส่องสว่างน้อยกว่า 100ลักซ์ เป็นต้น

1.1.9 <u>ประเภทของหลอดไฟฟ้า</u> หลอดไฟฟ้ามีหลายประเภท ซึ่งแต่ละประเภทต่างมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันออกไป โดยการนำไปใช้งานจะเป็นตัวกำหนดชนิดของหลอดไฟ เพื่อให้มีความเหมาะสมในการใช้งานและวัตถุประสงค์ ประเภทของแสงประดิษฐ์แบ่งได้ดังต่อไปนี้



แผนภูมิ 2.1 แสดงการแบ่งประเภทของหลอดไฟ

ที่มา: ดร.ชำนาญ ห่อเกียรติ,เทคนิคการส่องสว่าง,หน้า 2.5

หลอดไฟฟ้าสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ

1.1.9.1 ***หลอดอินแคนเดสเซนต์หรือหลอดไส้*** (Incandescent Lamp) เป็นหลอดมีไส้ซึ่งทำด้วยทังสเตน เป็นหลอดมีไส้ที่มีประสิทธิผลหรือลูเมน/วัตต์ต่ำ แต่ให้แสงที่ดูอบอุ่น มีอายุการใช้งานสั้นประมาณ 1000-3000ชั่วโมง มีอุณหภูมิสีประมาณ 2500-3000องศาเคลวิน สีของหลอดออกโทนเหลืองจนถึงเหลืองออกขาว ให้แสงที่ถูกต้อง หรือCRI 100% มักใช้ในบ้านพักอาศัย โรงแรม เป็นต้น หลอดอินแคนเดสเซนต์แบ่งออกได้หลายชนิดตามรูปร่างและโครงสร้าง ดังนี้

- *หลอด GLS(General Service Lamp)* นิยมใช้กันอยู่ทั่วไปมาตั้งแต่เดิมจนถึงปัจจุบัน มีสองแบบ คือ หลอดใสและหลอดเคลือบ อายุการใช้งานประมาณ 1000ชม. ซึ่งนับว่าสั้นมากหากเทียบกับหลอดอื่นๆ
- *หลอด PAR* เป็นแก้ว 2 ชิ้นประกบกัน หลอดประเภทนี้มักใช้ในการส่องสว่างแบบเน้น และเป็นหลอดที่ใช้กันมาก เพราะหาซื้อง่ายในท้องตลาด แต่ให้ความร้อนสูง จึงต้องส่องห่างอย่างไม่น้อยกว่า 1 เมตร
- *หลอดเปลวเทียนและหลอดปิงปอง* เป็นหลอดที่มีใช้กันมาก แต่มักเป็นหลอดไฟตกแต่ง ใช้แทนหลอดGLSในกรณีที่ไม่มีพื้นที่ติดตั้งมาก เพราะมีขนาดเล็กกว่าหลอดGLS
- *หลอดฮาโลเจนแรงดันต่ำ* เป็นหลอดที่มักใช้ในการส่องเน้น ให้สีออกขาว ให้ความร้อนสูง จึงต้องส่องห่างอย่างไม่น้อยกว่า 1เมตร เป็นหลอดที่ไม่มีกระจกป้องกันหลอด ต้องไม่สัมผัสถูก เพราะจะทำให้อายุการใช้งานสั้นลง
- *หลอดทังสเตนฮาโลเจน* ใช้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร อุณหภูมิสีประมาณ 3000 องศาเคลวิน มีขนาดเล็ก ต้องไม่สัมผัสถูกตัวหลอด เพราะจะทำให้อายุการใช้งานสั้นลง
- *หลอดอื่นๆ* เช่น หลอดที่ใช้กับเครื่องฉายสไลด์ หลอดถ่ายรูป เป็นต้น ส่วนใหญ่ใช้ในกรณีที่ต้องบีบลำแสงให้แคบ เพื่อการส่องเน้นหรือส่องเป็นลำ

1.1.9.2 *หลอดดิสชาร์จ*(Discharge Lamp) เป็นหลอดที่ไม่ต้องใช้ไส้หลอด ได้แก่

- *หลอดฟลูออเรสเซ็นต์* เป็นหลอดดิสชาร์จแรงดันต่ำ เป็นที่นิยมใช้กันมาก เพราะประหยัดไฟและหาซื้อง่าย มีประสิทธิผลประมาณ 50-80ลูเมนต่อวัตต์ ประหยัดค่าไฟฟ้ามากกว่าหลอดอินแคนเดสเซนต์ 5-8เท่าที่ใช้กันมาก สีของหลอดฟลูออเรสเซ็นต์ ที่ใช้กันมาก มี 3ชนิด คือ
  - *หลอดเดไลท์(Daylight)* อุณหภูมิ 5500-6000 เคลวิน สีออกขาวปนฟ้า นิยมใช้งานกับลักซ์ที่สูงขนาด 700-800ลักซ์ หรือสูงกว่า
  - *หลอดคูลไวท์(Cool White)* อุณหภูมิ 4000-4500 เคลวิน สีขาวเย็นฟ้า เหมาะใช้งานกับความส่องสว่าง 500ลักซ์
  - *หลอดวอร์มไวท์(Warm White)* อุณหภูมิ 3000-3500 เคลวิน สีขาวออกแดง เหมาะใช้งานกับความส่องสว่างไม่มากกว่า 300ลักซ์ ควรใช้ในบริเวณที่ไม่ต้องการความส่องสว่างมาก แต่ดูอบอุ่น

  หลอดฟลูออเรสเซ็นต์มีอีกหลายประเภท ได้แก่ หลอดฆ่าเชื้อในโรงพยาบาล เป็นต้น
- *หลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซ็นต์* หรือหลอดตะเกียบ มีแบบเดไลท์ หลอดคูลไวท์ และวอร์มไวท์ มีอายุการใช้งาน5000-8000ชม. มีประสิทธิผล 50-80 ลูเมนต่อวัตต์

- *หลอดปรอทความดันสูง* หรือหลอดแสงจันทร์ มีประสิทธิผลสูง พัฒนามาเพื่อใช้แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์
- *หลอดโซเดียมความดันสูง* หลอดไฟที่มีสีเหลืองมี 2 แบบ คือ หลอดโซเดียมความดันสูง และความดันต่ำ ซึ่งมีสีเหลืองจัดกว่า หลอดไฟโซเดียมให้ประสิทธิภาพในการมองเห็นได้ดีที่สุด เพราะตาคนเราไวต่อแสงสีเหลืองมากที่สุด
- *หลอดโซเดียมความดันต่ำ* เป็นหลอดที่มีสีเหลืองจัด และมีประสิทธิผลมากที่สุดในบรรดาหลอดทั้งหมด และประหยัดที่สุด คือ มีประสิทธิผลประมาณ 120-200ลูเมน/วัตต์ เพื่อให้เกิดความประหยัด เนื่องจากต้องเปิดตลอดทั้งคืน แต่ไม่เน้นเรื่องความถูกต้องของสี
- *หลอดเมทัลฮาไลท์* เหมือนกับหลอดดิสชาร์จอื่นๆ มีข้อดี คือ มีสเปกตรัมแสงทุกสี ทำให้สีเกือบทุกชนิดเด่นภายใต้หลอดชนิดนี้ แสงที่ออกมามีตั้งแต่ 3000-4500องศาเคลวิน ขึ้นอยู่กับขนาดวัตต์

1.2 พารามิเตอร์ที่มีผลต่อความสว่าง

1.2.1 <u>ฟลักซ์ส่องสว่างที่ติดตั้งต่อตารางเมตร</u> (Install Luminous Flux per Square Metre)

ถ้าพารามิเตอร์อื่นๆ คงที่ความสว่างจะเป็นสัดส่วนกับฟลักซ์ส่องสว่างที่ติดตั้งต่อขนาดพื้นที่ของพื้นห้องนั่นคือ

$$E = \phi / (A*B)$$

เมื่อ E คือ ความสว่าง (lux)

ϕ คือ ฟลักซ์ส่องสว่างที่ติดตั้ง (lumen, lm) และ

(A*B) คือ ขนาดพื้นที่ของพื้นห้อง (m2)

1.2.2 <u>ลักษณะการกระจายแสงของโคมไฟ</u> (The Zonal Flux Distribution of The Luminaire)

ตามวิธีคำนวณของ CIE ได้พิจารณาลักษณะคุณสมบัติการกระจายของโคม ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ใช้สำหรับคำนวณตามวิธีคำนวณแบบประยุกต์ของ CIE นี้

1.2.3 <u>ลักษณะของการติดตั้งโคมไฟ</u> (Geometry of The Installation) การจัดเรียงโคมไฟสามารถกำหนดได้โดย 5 ตัวแปร ดังนี้

- ระยะระหว่างโคมไฟแถวนอกสุดกับฝาผนังที่ใกล้ที่สุดตามแนวยาวของห้อง
- ระยะระหว่างโคมไฟแถวนอกสุดกับฝาผนังที่ใกล้ที่สุดตามแนวขวางของห้อง
- ระยะห้อยของโคมไฟ (Suspension Height)
- จำนวนของโคมไฟตามด้านกว้างของห้อง (Number of Luminaires Crosswise)
- จำนวนของโคมไฟตามด้านยาวของห้อง (Number of Luminaires Lengthwise)

ถ้าพารามิเตอร์ทุกตัวคงที่ เมื่อระยะระหว่างโคมไฟแถวนอกสุดกับฝาผนังที่ใกล้ที่สุด (Proximity) น้อยลง นั่นคือ โคมไฟแถวนอกอยู่ชิดผนังมากขึ้นจะทำให้ความสว่างบนพื้นที่ทำงานน้อยลงและความสว่างบนฝาผนังสูงขึ้น เมื่อทุกพารามิเตอร์คงที่รวมถึงค่าการส่องสว่างที่ติดตั้งและขนาดของห้อง พบว่าจำนวนโคมไฟจะมีผลต่อความสว่างของพื้นผิวน้อยกว่าอิทธิพลของระยะแขวนโคมไฟ และการเปลี่ยนแปลงระยะแขวนโคมไฟจะมีผลต่อขนาดของห้องและอัตราส่วนระยะห้อยดวงโคมด้วย

1.2.4 สะท้อนของพื้นผิว (Reflectance of The Surface) ความสว่างของพื้นผิวของห้องสามารถจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ เกิดจากความส่องสว่างที่ส่องลงมาโดยตรงจากโคม และจากความส่องสว่างที่สะท้อนไปมาระหว่างพื้นผิว ถ้าทุกพารามิเตอร์คงที่ ค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิวต่างๆ เพิ่มขึ้น ทำให้ฟลักซ์ส่องสว่างในส่วนที่สะท้อนไปมา(Reflected Flux)จะมีค่าสูงขึ้น นั่นคือ ระดับความสว่างสูงขึ้น ข้อสำคัญอีกประการหนึ่งคือ ค่าการสะท้อนแสงของพื้นที่ทำงาน เป็นค่าการสะท้อนแสงของระนาบในแนวระดับที่ความสูงเท่ากับพื้นที่ทำงาน

1.2.5 สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุต่างๆ มีผลต่อการส่องสว่างมาก โดยเฉพาะภายในอาคาร ห้องที่มีกำแพงเพดานพื้น ที่มีสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุสูง ก็ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้งานมาก ดังนั้นการใช้จำนวนดวงโคมน้อย เพราะมีการสะท้อนของแสงเนื่องจากวัสดุที่อยู่รอบข้างมาก

การคำนวณโดยวิธีลูเมน ต้องใช้สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้น กำแพง และเพดาน เพื่อนำไปใช้เปิดหาค่าCUหรือสัมประสิทธิ์ในการใช้งานของโคม สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุแต่ละชนิด แสดงไว้ในตารางดังต่อไปนี้

สี	p	วัสดุ	p
ขาว	0.7-0.8	น้ำเงิน	0.1-0.15
ครีมอ่อน	0.7-0.8	แดงเข้ม	0.1-0.15
เหลืองอ่อน	0.55-0.65	เทาเข้ม	0.1-0.15
เขียวอ่อน	0.45-0.5	น้ำเงินเข้ม	0.05-0.1
ชมพู	0.45-0.5	ดำ	0.04
ฟ้าอ่อน	0.4-0.45	อิฐแดง	0.05-0.25
เทาอ่อน	0.4-0.45	คอนกรีต	0.15-0.4
เนื้ออ่อน	0.25-0.35	สีโอ๊คอ่อน	0.15-0.20
เหลืองเข้ม	0.25-0.35	ขาวอีนาเมล	0.65-0.75
น้ำตาลอ่อน	0.25-0.35	กระจกใส	0.06-0.08
เขียว	0.25-0.35	ไม้สีครีม	0.5-0.6
ส้ม	0.2-0.25	พลาสเตอร์	0.8
เขียวส้ม	0.1-0.15	วอลนัตเข้ม	0.15-0.20

ตาราง 2.4 แสดงสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุ

ที่มา: ดร.ชำนาญ ห่อเกียรติ,เทคนิคการส่องสว่าง,หน้า 4.5

1.3 วิธีการคำนวณ

ใช้วิธีการคำนวณ 2 วิธี คือ วิธีการคำนวณแบบลูเมนและวิธีการคำนวณแบบจุดต่อจุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.3.1 การคำนวณด้วยวิธีลูเมน

ใช้ในส่วนแรกของโปรแกรมในกรณีที่ต้องการแสงสว่างอย่างสม่ำเสมอ ใช้คุณสมบัติการสะท้อนแสงของวัสดุทั้งผนัง พื้น และเพดาน มาประกอบการพิจารณาด้วย ใช้ในส่วนแรกของโปรแกรม มักเป็นพื้นที่ทำงานที่ต้องสายตามาก เช่น สำนักงาน โรงเรียน ห้องประชุม เป็นต้น

การคำนวณการส่องสว่างโดยวิธีลูเมน สามารถใช้สมการการคำนวณ ดังนี้

E = NxLxMFxCU/A

E – ความส่องสว่าง - ลักซ์

N - จำนวนหลอด

L – ปริมาณแสง – ลูเมน/หลอด

MF – แฟคเตอร์ในการบำรุงรักษา

CU – สัมประสิทธิ์การใช้งาน

A – พื้นที่ - ตารางเมตร

ความส่องสว่าง E หาได้จากมาตรฐานต่างๆ เช่น IES,CIE ที่กำหนดความส่องสว่างของเนื้อที่ใช้งานไว้ ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยอย่างต่ำที่คิดจากระดับที่ทำงาน เช่น ความส่องสว่างสำนักงานใช้ 500ลักซ์ หมายถึง ความส่องสว่างบนโต๊ะทำงานที่ระดับ 0.7เมตรเหนือพื้น ควรมีความส่องสว่างอย่างน้อย 500ลักซ์ เป็นต้น

แฟคเตอร์ในการบำรุงรักษา MF มีค่ามากน้อยขึ้นกับการบำรุงรักษา เมื่อหลอดไฟที่ไม่ได้ทำความสะอาดจะให้แสงที่น้อยลง ค่าMFเป็นค่าเฉลี่ยที่ให้แสงออกมา

สัมประสิทธิ์การใช้งาน CU หมายถึง อัตราส่วนปริมาณแสงที่ออกมาจากโคมและสะท้อนพื้น เพดาน และกำแพง ก่อนลงมาที่โต๊ะทำงาน ต่อ ปริมาณแสงที่ออกมาจากหลอด โคมที่มีแผ่นกรองแสงปิด ให้ปริมาณแสงออกมาน้อยกว่าโคมที่ไม่มีแผ่นกรองแสง โคมที่มีแผ่นกรองแสงหรือห้องที่มีเพดาน พื้น สีกำแพงทึบให้การสะท้อนแสงน้อยก็ให้CUน้อย สัมประสิทธิ์การใช้งานจึงขึ้นอยู่กับชนิดของโคมและสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของเพดาน พื้น และกำแพง ค่าCUหรือสัมประสิทธิ์การใช้งานของดวงโคมได้จากผู้ผลิต

ก่อนจะหาค่าCUจากตารางผู้ผลิต ต้องได้ค่าบางอย่าง เพื่อนำไปเปิดตาราง ค่าดังกล่าว คือ RCR(Room Cavity Ratio) ค่าRCR สามารถหาได้จากสมการดังนี้

RCR = 5xHx(L+W)/(LxW)

L = ความยาวห้อง - เมตร

W = ความกว้างห้อง - เมตร

H = ความสูงห้องเหนือโต๊ะทำงาน – เมตร

เช่น ห้องสูง 3เมตร โต๊ะทำงานอยู่ที่ระดับ 0.7เมตร มีค่า H = 3-0.7 = 2.3เมตร เป็นต้น

ระนาบทำงานที่ใช้สำหรับโต๊ะทำงานที่เหมาะสมกับคนไทย คือ ที่ความสูง 0.75เมตร

สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงที่เพดาน กำแพง และพื้น เพื่อนำไปเปิดตารางสัมประสิทธิ์การใช้งานที่ผู้ผลิตกำหนดมาให้ ทั่วไปใช้ 70%สำหรับเพดาน 50%สำหรับกำแพง และ20%สำหรับพื้น หมายถึง เพดานที่มีสีอ่อนมาก เช่น ขาวครีม เป็นต้น ส่วนผนังก็มีสีโทนปานกลางไปทางอ่อน ส่วนพื้นก็มีสีเข้ม เมื่อนำค่าRCR และ

สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของเพดาน กำแพง พื้น ไปเปิดตาราง ก็สามารถหาสัมประสิทธิ์การใช้งานและนำไปแทนค่า เพื่อหาจำนวนหลอดและโคมต่อไป

การคำนวณด้วยวิธีลูเมน

การคำนวณด้วยวิธีลูเมน ใช้สมการที่แสดงไว้ตอนต้น คือ

$$E = NxLxMFxCU/A$$

E - ความส่องสว่าง - ลักซ์

N - จำนวนหลอด

L - ปริมาณแสง – ลูเมน/หลอด

MF - แฟคเตอร์ในการบำรุงรักษา

CU - สัมประสิทธิ์ในการใช้งาน

A - พื้นที่ - ตารางเมตร

ขั้นตอนในการคำนวณ มีดังนี้

- หาสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของเพดาน กำแพง และพื้น ในกรณีทั่วไปที่ไม่ทราบค่าให้ใช้ค่าเฉลี่ย 70/50/20 ตามลำดับ
- นำค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงและค่าRCR ไปหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้งานCUจากตารางของผู้ผลิต หรือจากตาราง มาตรฐานIESที่กำหนดไว้
- นำค่าCUแทนค่าเพื่อหาจำนวนหลอดหรือความสว่างแล้วแต่ต้องการตามสมการข้างต้น

ตัวอย่างการคำนวณโดยใช้วิธีลูเมน

โจทย์

ให้หาจำนวนหลอดที่ใช้สำหรับส่องสว่าง 500ลักซ์ในสำนักงานขนาด 6x10เมตร ซึ่งมีความสูงห้อง 2.7 เมตร และโต๊ะมีความสูง 0.7เมตร โคมให้ใช้แบบตัวกรองแสงแบบเกล็ดแก้ว หลอดฟลูออเรสเซนต์ 36วัตต์ซึ่งยาว 1.2เมตร มีปริมาณแสง 3000ลูเมน/หลอด

วิธีการคำนวณ

$$RCR = 5 * H * (L+W) / (L* W)$$
$$= 5* (2.7-0.7)*(6+10)/(6*10)$$
$$= 2.67$$

เมื่อพิจารณาโคมแบบตัวกรองแสงแบบเกล็ดแก้วโดยพิจารณาตารางประกอบ ที่ค่า RCR=2.67 ซึ่งอยู่ระหว่างค่า2 และ3 หาค่าสัมประสิทธิ์การใช้งานได้ดังนี้

CU = 0.58-(0.58-0.52)*0.67 = 0.54

MF = 0.75 สำหรับงานสำนักงาน

L = 3000 ลูเมน

E = 500 ลักซ์

N = E*A/(L*MF*Cu)

= 500*60/(3000*0.75*0.54)

= 24.7 หรือ 25 หลอด

เมื่อได้จำนวนหลอดสำหรับความส่องสว่าง 500ลักซ์ แล้ว ก็ต้องหาต่อไปว่า ควรใช้โคมไฟ จำนวนต่อโคมเท่าใด และการติดตั้งโคมควรเป็นอย่างไร

จากการคำนวณดังกล่าว ทำให้ทราบว่าเมื่อนำค่าที่คำนวณไปทำการติดตั้งแล้ว ความส่องสว่างเมื่อเริ่มทำการติดตั้งจะมีค่าสูงมากประมาณ 500/0.75 = 666 ลักซ์ เพราะหลอดยังใหม่และยังไม่มีฝุ่นเกาะที่หลอด และปริมาณแสงของหลอดยังไม่ได้ลดลง ดังนั้นความส่องสว่างที่คำนวณออกมานั้น หมายถึง ความส่องสว่างที่ได้เมื่อติดตั้งไปแล้วหลายเดือนที่หลอดทำงานไปและมีฝุ่นผงเกาะ

<u>การหาจำนวนหลอดจากตารางสำเร็จรูป</u>

การคำนวณจำนวนของหลอดที่ใช้งาน เมื่อกำหนดความส่องสว่างมาให้ สามารถหาค่าได้โดยใช้ตารางสำเร็จรูปที่คำนวณจากตารางสัมประสิทธิ์การใช้งานของIES และหาค่า วัตต์/ตารางเมตร ต่อ100ลักซ์ ของโคมชนิดต่างๆ ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

<u>ตัวอย่างการคำนวณโดยใช้ตารางข้างต้นนี้ เช่น</u>

โจทย์

ห้องขนาด 6x4เมตร สูง 3เมตร พื้นทำงานคิดที่ 0.7เมตร ถ้าต้องการความส่องสว่าง 500ลักซ์ โดยใช้โคมไฟแบบแผ่นกรองแสงเกล็ดแก้วแบบแบน(Flat Prismatic)

วิธีการคำนวณ

RCR = 5xH(L+W) / (LxW) = 5X(3-0.7)(6+4)/(6x4) = 4.8

ใช้โคมเบอร์ 40หรือ41 ถ้าใช้เบอร์ 40 ที่RCR = 4.8 ได้ วัตต์ต่อตารางเมตรต่อ 100ลักซ์

= 3.409 + 0.8x(3.847-3.409) = 3.759

ห้องขนาด 6x4 เมตร ถ้าต้องการความส่องสว่าง 500ลักซ์ ใช้ไฟ 6x4x3.759x5 = 451 วัตต์ หรือใช้หลอด 36วัตต์ทั้งหมด 451/36 = 12.525 หรือ 14หลอด

ขั้นต่อไปก็หาว่าโคมควรใช้ชนิดกี่หลอดเพื่อประหยัดที่สุด และยังได้แสงสว่างตามต้องการ เช่น 14หลอด ถ้าใช้ชนิด 2หลอดต่อโคมก็ได้ 7โคม แต่ถ้าใช้ 3หลอดต่อโคม ก็ได้ 5โคม ยิ่งใช้จำนวนโคมน้อยลงก็ประหยัดมากขึ้น แต่ถ้าใช้จำนวนโคมน้อยลงมากเกินไป ระยะห่างระหว่างโคมก็มาก ทำให้บริเวณระหว่างโคมมืดเกินไป

<u>การหาจำนวนหลอดต่อโคมและจำนวนโคม</u>

การหาจำนวนหลอดต่อโคม ต้องทราบระยะห่างระหว่างโคมให้มากที่สุดที่ผู้ผลิตกำหนด โดยไม่ทำให้แสงระหว่างโคมต่ำเกินไป โดยทั่วไปผู้ผลิตกำหนดเป็นค่าดังกล่าวเป็น ระยะห่างระหว่างโคมมากที่สุด/ความสูงหรือSm/H คือ อัตราส่วนระยะห่างระหว่างโคมเหนือโต๊ะทำงานต้องไม่น้อยกว่าค่าที่หกำหนด สมมติจากตัวอย่างข้างต้นกำหนด Sm/H =1.1 เช่น ห้องที่มีความสูง 2.5เมตร เมื่อคิดระนาบทำงานที่ 0.7เมตร ความสูงโคมเหนือโต๊ะทำงานเท่ากับ 2.5-0.7=1.8เมตร ดังนั้นเมื่อคิดระยะห่างโคมไม่ควรมากกว่า 1.8x1.1=1.98เมตร

การใช้จำนวนหลอดต่อโคมให้มากที่สุด จะเป็นการประหยัดที่สุด เพราะจำนวนโคมใช้น้อยที่สุด และตำแหน่งการติดตั้งก็น้อย ที่ระวัง คือ เมื่อใช้จำนวนหลอดต่อโคมมากที่สุดแล้ว แสงระหว่างโคมต้องไม่มืดเกินไป

การหาจำนวนโคมในแต่ละครั้งที่สมมติจำนวนโคมต่อหลอดแล้ว ต้องให้จำนวนหลอดรวมไม่น้อยกว่าค่าที่คำนวณได้ เช่น ตัวอย่างข้างต้นของห้องขนาด 6x4 สูง3เมตร ต้องการความส่องสว่างได้ 500ลักซ์ และหาจำนวนหลอดได้ 14หลอด ถ้าใช้3หลอดต่อโคม ต้องใช้ 5โคม(รวม15หลอด) ถ้าใช้ 4หลอดต่อโคม ก็ต้องใช้ 4โคม

เป็นอย่างน้อย(รวม16หลอด) คือ เมื่อคิดจำนวนหลอดแล้ว ต้องมีค่ามากกว่า 14 หลอด เมื่อนำจำนวนโคมที่ได้ออกมาและลองคิดดู แล้วพิจารณาว่าระยะห่างระหว่างโคมต่อความสูงโคมเหนือพื้นทำงานมีค่ามากกว่าค่าที่กำหนดหรือไม่

การติดตั้งโคมห่างจากผนังเท่าใด มีกฎเกณฑ์ว่าให้แสงด้านข้างมาก เช่น โคมแบบหลอดเปลือย โคมแบบตัวกรองแสงขาวขุ่นชนิด Drop White Diffuser โคมแบบอะลูมิเนียมสะท้อนแสง ให้ติดตั้งโคมโดยใช้เกณฑ์ห่างจากผนังเท่ากับครึ่งหนึ่งของระยะห่างระหว่างโคม โคมที่ให้แสงด้านข้างออกมาน้อย เช่น โคมแบบตัวกรองแสงขาวขุ่นเรียบ โคมแบบตัวกรองแสงเกล็ดแก้วเรียบ ให้ติดตั้งห่างกำแพงเท่ากับ 1/3 ของระยะห่างระหว่างโคม

การหาจำนวนหลอดต่อโคม เพื่อไม่ให้เกิดแสงระหว่างโคมมืดเกินไปนั้น ใช้เฉพาะกรณีที่ต้องการความส่องสว่างสม่ำเสมอเท่านั้น หากเป็นกรณีติดตั้งโคมไฟที่ทางเดินซึ่งต้องการความส่องสว่างสูงมาก อาจไม่สามารถทำให้แสงสม่ำเสมอได้ ดังนั้นการพิจารณาจำนวนหลอดต่อโคมที่เหมาะสม เพื่อให้แสงระหว่างโคมไม่มืดเกินไป ใช้เฉพาะกรณีที่ต้องการแสงสว่างสม่ำเสมอที่ใช้งานเท่านั้น เช่น สำนักงาน โรงเรียน เป็นต้น

<u>ตัวอย่างการคำนวณหาจำนวนหลอดต่อโคมและจำนวนโคม</u>

โจทย์

สมมติห้องทำงานขนาด 8x16เมตร ความสูงฝ้าเหนือพื้น 2.8เมตร ต้องการติดตั้งโคมไฟอะลูมิเนียมตามIESเบอร์28 ซึ่งกำหนดระยะห่างมากสุด/ความสูงโคมเหนือโต๊ะทำงาน=1.5/1.1 ให้มีความส่องสว่าง 500 ลักซ์ ที่ระนาบโต๊ะทำงานสูง 0.70เมตร ให้คำนวณจำนวนโคมที่ใช้ จำนวนหลอดต่อโคม

วิธีการคำนวณ

RCR = 5xHx(L+W)/(LxW)

= 5x(2.8-0.7) x (8+16) / (8x16)

= 1.97

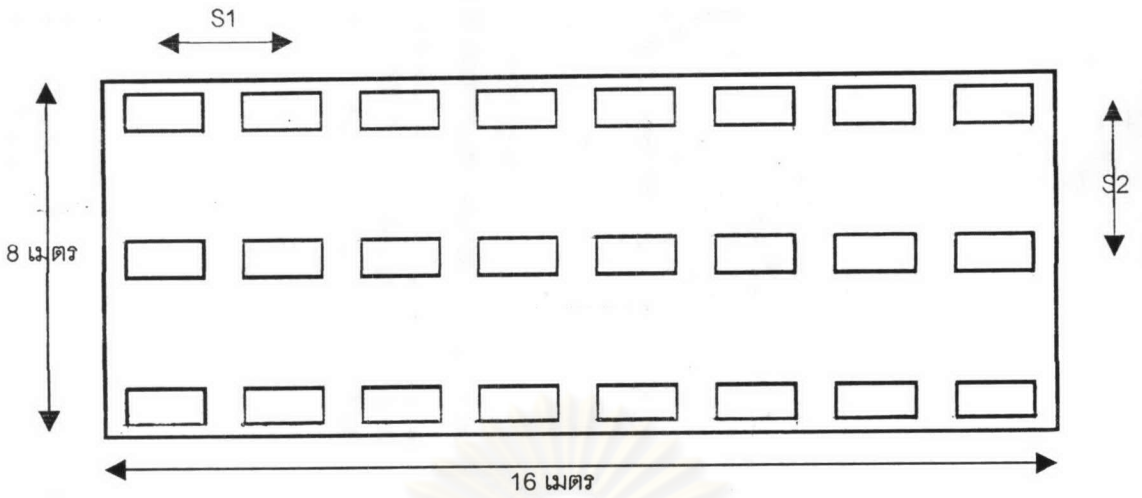
เมื่อนำค่านี้ไปเปิดตารางIES เบอร์ 28 ได้ค่า CU=0.64 และเมื่อคิดค่า MF=0.75

E = N x L x MF x CU / A

500 = N x3000 x 0.75 x 0.64 / (8 x 16)

N = 44

ถ้าใช้ 2หลอดต่อโคม ก็ต้องใช้ทั้งหมด 22โคม และเมื่อนำมาจัดจำนวนแถวแล้วได้ 3x8 และเมื่อคิดระยะติดตั้งต่อความสูงได้ S1/H =0.95 ,S2/H =1.39 ซึ่งต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ค่า 1.5/1.1 หากเพิ่มจำนวนหลอดต่อโคมเป็น 3หลอดต่อโคม ก็ได้ทั้งหมด 44/3 =15โคม และเมื่อมาจัดจำนวนแถวได้ 3x5หรือ2x8 ก็ให้ระยะห่าง/ความสูง ได้ 1.29/1.52 และ1.9/0.95 ซึ่งค่าด้านใดด้านหนึ่งมากกว่าค่า 1.5/1.1 ดังนั้นโคมที่เหมาะสมที่สุด คือ โคมแบบ 2หลอดต่อดวงโคม



แผนภูมิ 2.2 แผนผังแสดงการวางโคมเพื่อหาระยะห่างระหว่างโคม/ความสูงโคมเหนือระนาบทำงาน

ความสูง 2.8 –0.7 =2.1

S1 = 16/8 = 2

S2 = 8/3 = 2.7

S1/H = 2/2.1 = 0.95

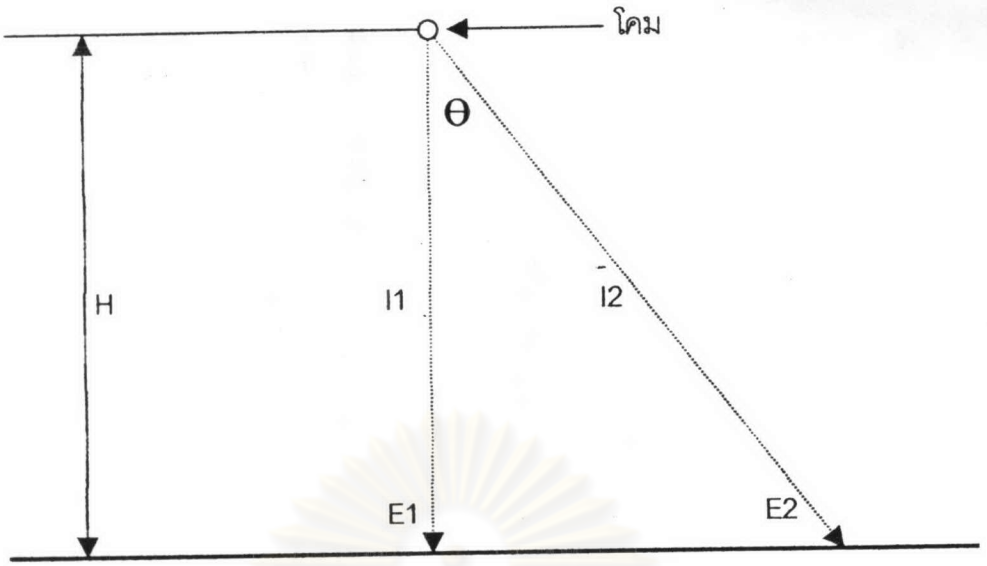
S2/H = 2.7/2.1 = 1.29

สำหรับค่าความกว้างและความยาวห้องที่ใช้ประกอบการคำนวณนั้น เพื่อต้องการให้ทราบว่าค่าที่คำนวณออกมานั้นใช้ข้อมูลขนาดห้องเท่าใด เพราะค่าสัมประสิทธิ์การใช้งานสำหรับห้องขนาดต่างๆ ไม่เท่ากัน เช่น ใช้ขนาดห้อง6x6ก็เพื่อใช้สำหรับงานติดตั้งในพื้นที่ขนาดใหญ่ เช่น พื้นที่ขนาด 15x15เมตร ถ้านำไปใช้ในการคำนวณก็จะได้ค่าสัมประสิทธิ์มีค่ามาก ทำให้ได้ใช้โคมน้อย แต่เมื่อติดตั้งในพื้นที่ที่มีการกั้นบริเวณหรือ ที่เรียกว่า Partitionก็ทำให้ความส่องสว่างลดลงมาก ดังนั้นจึงกำหนดพื้นที่สำหรับทำการคำนวณที่ 6x6เมตร

1.3.2 การคำนวณแบบจุดต่อจุด (Point-by-Point Method)

เป็นการคำนวณหาความสว่างทีละจุดที่ต้องการ การคำนวณแบบนี้ จำเป็นต้องทราบกราฟกระจายแสงของโคมและการคำนวณก็เสียเวลามาก ถ้าหากต้องคำนวณหลายค่าจำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ช่วย เพื่อไม่ให้เสียเวลามากเกินไป จำเป็นต้องคำนวณหลายค่าเพื่อหาค่าเฉลี่ย

สูตรการคำนวณการส่องสว่างแบบจุดเป็นการคำนวณค่าความสว่างในระนาบทำงาน มีสมการดังนี้



แผนภูมิ 2.4 การคำนวณแสงสว่างแบบจุดต่อจุด

ความส่องสว่างให้โคม สามารถหาได้จากสมการ

$$E1 = I/H^2$$

E1 - ความส่องสว่างในแนวตั้งฉากกับแสง - ลักซ์

I - ความเข้มแสง - แคนเดลา

H - ระยะทางจากโคมไปยังจุดที่ต้องการ - เมตร

ความส่องสว่างที่จุดห่างจากดวงโคมออกไปมีสมการดังนี้

โดยทั่วไประดับของความสว่างที่กำหนดในห้องแต่ละชนิดว่ามีค่าเท่าไรนั้นจะเป็นค่าความสว่างในเทอมของค่าความสว่างเฉลี่ยบนพื้นที่ทำงาน (Working Plane) พื้นที่ทำงานจะเป็นพื้นที่ในแนวราบสูงขึ้นมาจากพื้นประมาณ 0.75 หรือ 0.85 เมตร สามารถคำนวณได้โดย

$$E2 = I2 \times \cos^3\Theta / H^2$$

เมื่อ E_p คือ ระดับความสว่างในแนวราบที่จุด P

$I(\gamma)$ คือ ความเข้มข้นส่องสว่างที่มุม γ

H คือ ความสูงของแหล่งกำเนิดแสง

ถ้ามีดวงโคมหลายโคมก็สามารถหาค่าความสว่างได้ที่จุด P ได้ โดยคิดค่าความสว่างที่จุด P จากผลของดวงโคมแต่ละโคมแล้วนำมารวมกันได้

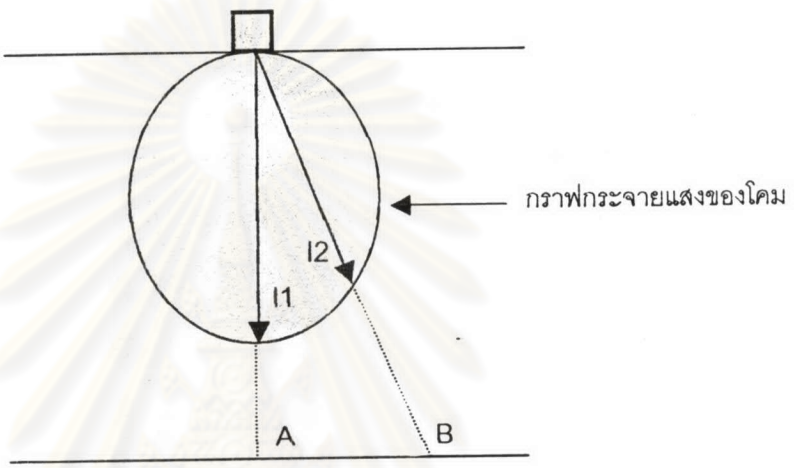
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$E_p(total) = E_{p1} + E_{p2} + E_{p3} + ... + E_{pi}$$

เมื่อ $E_p(total)$ คือ ผลรวมของค่าความสว่างในแนวราบที่จุด P ของดวงโคมทั้งหมด

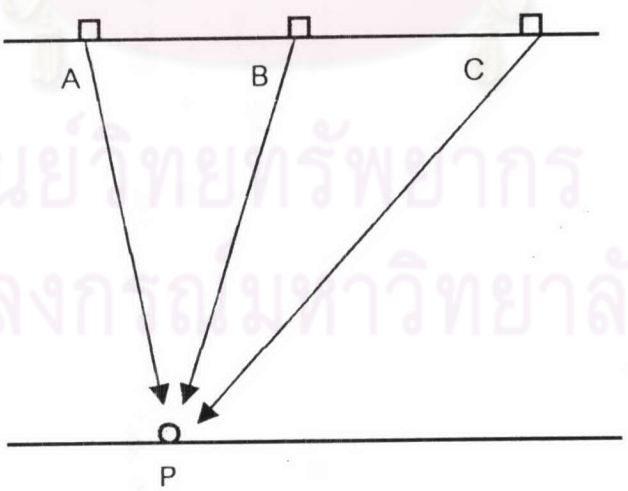
E_{pi} คือ ค่าความสว่างในแนวราบที่จุด P ของดวงโคมที่ I

การคำนวณการส่องสว่างแบบจุดต่อจุด นอกจากต้องการคำนวณความส่องสว่างแล้ว ก็ควรคำนวณเส้นผ่านศูนย์กลางของวงแสงด้วย โดยทั่วไปความส่องสว่างที่ใช้เพื่อการคำนวณเส้นผ่านศูนย์กลางของวงแสงคือ 100ลักซ์ เพราะที่ความส่องสวางประมาณ 100ลักซ์ จะเห็นเป็นวงแสงที่ค่อนข้างชัด



แผนภูมิ 2.4 แสดงการคำนวณจุดต่อจุดจากโคม

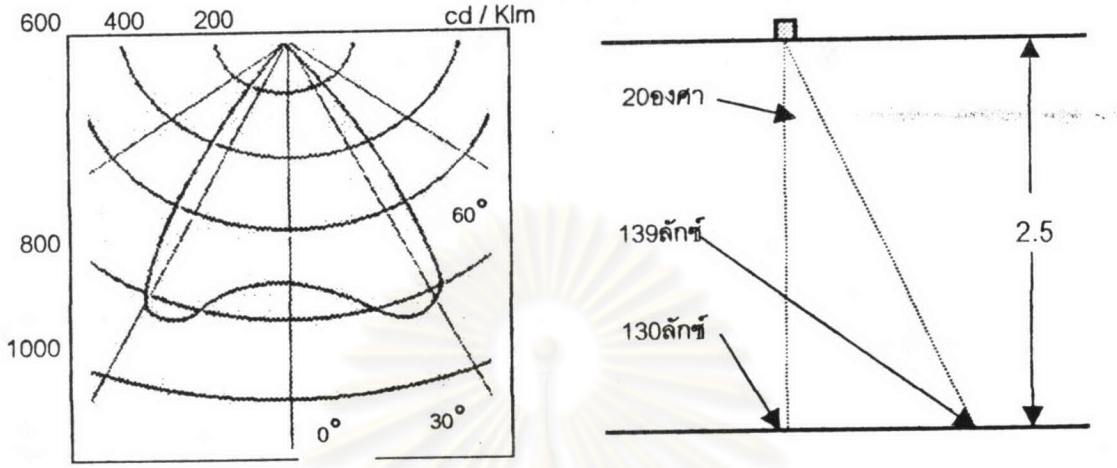
จากรูปเมื่อต้องการคำนวณความส่องสว่างที่จุดAหรือB ต้องหาความเข้มแสง(แคนเดลา) จากกราฟกระจายแสงของโคมในทิศทางที่ส่องไปที่AและB ก่อนที่จะใช้สูตรในสมการข้างต้น



แผนภูมิ 2.5 แสดงการหาความส่องสว่างเนื่องจากหลายโคม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรณีที่มีโคมหลายโคมสามารถหาความส่องสว่างที่จุดใดๆ เนื่องจากโคมแต่ละโคม แล้วนำมารวมกัน แสดงในรูปข้างต้น เมื่อต้องการหาความส่องสว่างที่จุดP ต้องหาความส่องสว่างเนื่องจากโคมไฟA BและCที่จุดP แล้วนำมารวมกันแบบพีชคณิต เช่น ความส่องสว่างเนื่องจากโคมไฟA BและC ในแนวระดับที่จุดP ได้ค่า100 80 และ30ลักซ์ ตามลำดับ ดังนั้นความส่องสว่างในแนวระดับที่จุดP มีค่า 100+80+30 =210ลักซ์



แผนภูมิ 2.7 แสดงกราฟกระจายแสงของโคมหลอด 100W GLS

จากรูปข้างต้น ซึ่งเป็นตัวอย่างกราฟกระจายแสงของโคมไฟฟ้าหลอด 100W GLS ซึ่งมีปริมาณแสง 1300ลูเมน สมมติต้องการหาความส่องสว่างที่พื้นที่ใต้โคมไฟสำหรับความสูงห้อง 2.5เมตร และหาความส่องสว่างที่พื้นที่ห่างโคมทำมุม 20 องศา

จากรูป ได้ความเข้มแสงที่ใต้โคมมีค่า 625 cd / Klm แต่หลอดมีปริมาณแสง 1.3กิโลลูเมน

ดังนั้นความเข้มแสงของโคมมีค่า	= 625 x 1.3	= 813	แคนเดลา
ความส่องสว่างให้โคม	= $813/2.5^2$	= 130	ลักซ์
ถ้าคิด MF = 0.8 จะได้ความส่องสว่าง	= 130 x 0.8	= 104	ลักซ์
ความเข้มแสงที่มุม 20องศาใต้	= 810 cd/Klm		
ความเข้มแสงที่มุม 20 องศา	= 810 x 1.3	= 1053	แคนเดลา
ความส่องสว่างที่พื้น	= $1053\ Cos^3 20/\ 2.5^2$		
	= 139		ลักซ์
ถ้าคิด MF = 0.8 จะได้ความส่องสว่าง	= 139 x 0.8	= 111	ลักซ์

การส่องสว่างแบบจุด ก็ใช้กับการส่องสว่างในพื้นที่ที่ไม่ต้องการความส่องสว่างสม่ำเสมอได้ เช่น ในพื้นที่ที่ติดตั้งทั้งโคมฟลูออเรสเซนต์และโคมไฟส่องลง โดยที่โคมไฟฟลูออเรสเซนต์ติดตั้งเหนือโต๊ะทำงาน ส่วนโคมไฟส่องลงติดตั้งที่บริเวณรอบโต๊ะทำงาน ดังนั้นในกรณีที่ใช้การคำนวณแบบลูเมนไม่ได้ เพราะต้องการความส่องสว่างเพียงพื้นที่บางส่วนเท่านั้น ยกตัวอย่างห้องทำงานที่ต้องการออกแบบให้มีบรรยากาศแบบส่วนตัว ดังนั้นจึงไม่ออกแบบให้มีความส่องสว่างสม่ำเสมอ แต่ให้มีความส่องสว่างที่โต๊ะทำงานให้ได้ 500ลักซ์ ส่วนรอบข้างไม่จำเป็นต้องให้มีความส่องสว่าง 500ลักซ์ เป็นต้น ดังนั้นจึงใช้การคำนวณแบบจุดต่อจุด แต่วิธีการนี้ ต้องทราบความเข้มแสงที่โต๊ะใต้โคม เพื่อหาความส่องสว่างที่โต๊ะทำงาน

พิจารณาแผนผังการคำนวณแสงสว่างแบบจุดต่อจุด ซึ่งแสดงค่าที่คำนวณความส่องสว่างที่พื้นที่ใต้โคมที่ความสูงห้องต่างๆกัน โดยคิดระนาบทำงานที่ความสูง 0.7เมตร สำหรับโคม 2แบบ คือ โคมแบบตัวสะท้อนแสงอะลูมิเนียมพาราโบลิกสองด้าน แบบผิวด้านหรือซาติน และอีกแบบ คือ โคมตัวสะท้อนแสงอะลูมิเนียมแบบกระจกชนิดมีตัวบังแสงมาก

ที่ความสูง 2.5 เมตร ถ้าใช้โคมแบบที่ 1 ก็ติดตั้งโคม 3x36วัตต์ ได้ความส่องสว่าง 550ลักซ์ หรือใช้โคมแบบที่2 ติดตั้งโคม 2x36วัตต์ ก็ได้ความส่องสว่าง 550ลักซ์ ถ้าเป็นที่ความสูงห้อง 2.8เมตร ก็ใช้โคมแบบที่2 ติดตั้ง3x36วัตต์ ได้ความส่องสว่าง 480ลักซ์ หรือถ้าเป็นความสูงห้อง 3เมตร ก็ใช้โคมแบบที่2 แต่ถ้าต้องเปลี่ยนเป็น 4x36วัตต์ เพราะโคม3x36วัตต์ ก็ได้ความส่องสว่างเพียง400ลักซ์เท่านั้น

โคมแต่ละผลิตภัณฑ์อาจมีกราฟกระจายแสงของโคมที่แตกต่างกันไป ดังนั้นถ้าต้องการคำนวณการส่องสว่างที่แน่นอน ก็ให้พิจารณาจากกราฟกระจายแสงของโคมที่ต้องการเลือก ถ้าหากไม่มีข้อมูลที่แน่นอนก็ใช้ตารางดังกล่าวได้ หากนำมาพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างโคมที่ผลิตในประเทศไทยโดยเฉพาะโคมที่ใช้ตัวสะท้อนแสงอะลูมิเนียมนั้น ให้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้งานหรือCU ใกล้เคียงกับที่กำหนดในIES

การใช้ข้อมูลการแผนผังการคำนวณแสงสว่างแบบจุดต่อจุด มีประโยชน์สำหรับงานที่ต้องการติดตั้งโคมเพียงบางจุดเท่านั้น ทำให้ทราบค่าความส่องสว่างเหนือโต๊ะทำงานได้ ส่วนบริเวณข้างเคียงโต๊ะทำงานสามารถออกแบบให้เป็นแบบไฟส่องสว่างทั่วไป หรือทำเป็นไฟแสงสว่างตกแต่ง

Type I : Recessed- Double Parabolic Satin Finish

Type II : Recessed- Profile Mirror Louver

ชนิด	วัตต์	โคมกว้าง ซม.	จำนวน เซลล์	Cd/ Klm	ความสูงห้อง(เมตร) WP=0.7 2.5	2.8	3	3.5
Type I	3 x 36	60	3 x 6	262	730/550	530/400	450/330	300/230
	3 x 18	60	3 x 3	243	270/200	200/150	170/120	110/80
Type II	3 x 36	60	3 x 13	315	880/660	640/480	540/400	360/270
	2 x 36	30	2 x 36	395	730/550	540/400	450/340	300/230
	3 x 18	60	3 x 7	271	300/230	220/170	180/140	120/100

ค่าในช่องซ้ายไม่คิดMF ค่าในช่องขวาคิด MF=0.75

ตาราง 2.5 แสดงความส่องสว่างใต้โคมที่ความสูงต่างๆกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.4 การส่องสว่างภายในอาคาร

1.4.1 ระบบการให้แสงหลัก หมายถึง แสงสว่างพื้นฐานที่ต้องการใช้งาน แบ่งออกเป็น

- *แสงสว่างทั่วไป* คือ การให้แสงกระจายทั่วไปเท่ากันทั้งบริเวณพื้นที่ใช้งาน ซึ่งใช้กับความส่องสว่างที่ไม่มากจนเกินไป
- *แสงสว่างเฉพาะที่* คือ การให้แสงสว่างเป็นบางบริเวณเฉพาะที่ทำงานเท่านั้น เพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า โดยไม่ต้องให้สม่ำเสมอเหมือนกับแบบแรก
- *แสงสว่างเฉพาะที่และทั่วไป* คือ การให้แสงสว่างทั้งแบบทั่วไปทั้งบริเวณ และเฉพาะที่ที่ใช้งาน ซึ่งมักใช้กับงานที่ต้องการความส่องสว่างสูง ซึ่งไม่สามารถให้แสงสว่างทั่วไปได้เพราะเปลืองค่าไฟฟ้ามาก

1.4.2 การส่องสว่างในบ้านพักอาศัย อพาร์ตเมนต์ และโรงแรม ควรให้แสงแบบอบอุ่น ส่วนใหญ่จึงใช้แสงสีเหลืองจากหลอดอินแคนเดสเซ็นต์ การใช้หลอดคอมแพคส์แบบวอร์มไวท์(Warm White)จะได้แสงสีเหลืองคล้ายกัน ทางเดินที่ต้องเปิดไฟทั้งคืน ควรใช้หลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ เพราะมีอายุการใช้งานนานกว่าหลอดมีไส้ถึง 4-8เท่า การส่องสว่างสำหรับพื้นที่ทั่วไปใช้ 100-120 ลักซ์ การส่องสว่างพื้นที่ต่างๆ กำหนดเป็นตารางดังต่อไปนี้

พื้นที่ต่าง ๆ	ความส่องสว่างที่พื้นที่ (ลักซ์)	ความส่องสว่างรอบข้าง (ลักซ์)
ทางเข้า	150/500	60/100
ห้องครัว	500/750	250/350
ห้องทางอาหาร	300	100
ห้องนั่งเล่น	60/300	60
ห้องทำงาน	300	150
ห้องน้ำ	500	200
ห้องน้ำแขก	250	100
ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า	500	200
ห้องนอนใหญ่	300/500	100/150
ห้องนอนเด็ก	300	150
ทางเดิน	150	50
บันได	200	60
ถนนทางเข้าบ้าน	300	100

ตาราง 2.6 แสดงความส่องสว่างในพื้นที่ใช้งานต่างๆในบ้านพักอาศัย

1.4.3 การส่องสว่างในสำนักงาน ต้องได้แสงสว่างที่สม่ำเสมอ ยกเว้นห้องต้อนรับหรือบริเวณที่ไม่ได้ใช้ทำงานก็ไม่ต้องให้มีแสงสว่างสม่ำเสมอ การส่องสว่างทั่วไปใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์คูลไวท์และเดไลท์

โคมไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้กันมาก ได้แก่ โคมตัวสะท้อนแสงอะลูมิเนียม หรือโคมแบบมีแผ่นกรองแสงแบบขาวขุ่นและแบบเกล็ดแก้วในพื้นที่ที่ต้องการแสงบาดตาน้อย แต่โคมประเภทนี้เปลืองค่าไฟฟ้ามากกว่าโคมตัวสะท้อนแสงอะลูมิเนียม

1.4.3 <u>การส่องสว่างในโรงงานอุตสาหกรรม</u> ต่างจากการส่องสว่างสำนักงาน คือ เพดานอาจมีความสูงมากกว่าในสำนักงาน เมื่อมีความสูงมาก การติดตั้งโคมไฟสามารถติดตั้งห่างกันได้มากระหว่างโคมโดยที่ยังได้ความส่องสว่างที่สม่ำเสมอ เมื่อสามารถติดตั้งห่างกันได้ ก็ต้องใช้โคมที่มีหลอดที่มีวัตต์สูง ถ้าโรงงานมีความสูงไม่เกิน 5-7เมตร ก็ใช้โคมไฟฟลูออเรสเซนต์ หรืออาจใช้โคมไฟหลอดดิสชาร์จได้ ถ้าความสูงอยู่ในช่วง 4-7เมตร ถ้าเป็นโรงงานที่มีความสูงมากกว่า 7เมตรขึ้นไป จึงควรเลือกใช้โคมแบบ ไฮเบย์ ซึ่งใช้จำนวนโคมน้อยกว่าโคมแบบอื่น โคมฟลูออเรสเซนต์ที่นิยมสำหรับเพดานที่ไม่สูงเกิน 4 เมตร โคมควรเป็นชนิดที่ดูแลรักษาได้ง่าย โคมไฟฟ้าที่เหมาะกับโรงงาน ได้แก่ โคมฟลูออเรสเซนต์แบบอุตสาหกรรม หลอดดิสชาร์จที่ใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรมมี 3ชนิด คือ หลอดเมทัลฮาไลท์ หลอดปรอทความดันสูง และหลอดโซเดียมความดันสูง

1.4.4 <u>การส่องสว่างในโรงเรียน</u> โคมไฟที่ใช้ทั่วไปเป็นโคมฟลูออเรสเซนต์แบบมีครีบ และใช้แขวนจากเพดาน โคมไฟฟลูออเรสเซนต์ควรติดตั้งแนวยาวของดวงโคมตามทิศทางการมอง เพื่อไม่ให้เกิดเงาระหว่างโคมที่โต๊ะเรียน

- *ห้องบรรยาย* ควรมีการส่องสว่างประมาณ 500 ลักซ์ และการส่องสว่างที่หน้ากระดาน 700 ลักซ์
- *ห้องประชุมใหญ่* การส่องสว่างทั่วไปในห้องประชุมประมาณ 200ลักซ์ การส่องสว่างหน้าเวทีใช้ 1000-2000ลักซ์
- *ห้องสมุด* ต้องการแสงสว่างในการมอง อ่าน หรือเขียน ประมาณ3ที่ คือ นิ้งหนังสือ โต๊ะอ่านหนังสือและบริเวณตู้ค้นดัชนีหนังสือ การส่องสว่างภายในห้องสมุดมีค่าความส่องสว่างประมาณ300ลักซ์
- *อาคารอเนกประสงค์* โดยทั่วไปจะมีเพดานสูง จึงควรใช้โคมที่ใส่หลอดดิสชาร์จประเภทปรอทความดันสูงหรือเมทัลฮาไลท์ เพื่อให้แสงสว่างทั่วไป และควรมีโคมหลอดฮาโลเจนเพื่อสามารถหรี่แสงได้ตามต้องการเมื่อต้องการใช้งานบางอย่าง เช่น การฉายวีดีโอสไลด์

1.4.5 <u>การส่องสว่างในโรงพยาบาล</u> หลอดที่เหมาะสำหรับการตรวจรักษาโรคทั่วไป คือ หลอดคูลไวท์ ยกเว้นโรคดีซ่าน ที่ต้องใช้หลอดเดไลท์จะเหมาะกว่า ดวงโคมที่เหมาะสำหรับงานในโรงพยาบาลในบริเวณที่มีคนไข้ คือ โคมที่มีแผ่นกรองแสงขาวขุ่นหรือเกล็ดแก้ว

- *ห้องตรวจคนไข้* การส่องสว่างที่เหมาะสมสำหรับห้องตรวจคนไข้ทั่วไป คือ อย่างน้อย 200ลักซ์ หากการตรวจรักษาต้องใช้สายตามาก ก็ต้องมีการส่องสว่างมากกว่านี้ และอาจมีค่าถึง 2000ลักซ์
- แสงสว่างจากโคมไฟผ่าตัด ซึ่งเป็นโคมไฟสำเร็จรูป ซึ่งอาจมีกำลังแรงถึง 10,000-20,000 ลักซ์ ดังนั้นแสงรอบข้างอื่นต้องมีการส่องสว่างมากตามด้วยเพื่อไม่ให้เกิดหน้ามืด เนื่องจากการส่องสว่างที่ต่างกันมาก

- โคมไฟเพื่อการส่องสว่างทั่วไปภายในห้อง ซึ่งควรให้ความสว่างมาพอให้เกิดความส่องสว่างไม่แตกต่างกันมากจากการส่องสว่างที่เกิดจากโคมไฟผ่าตัด การส่องสว่างทั่วไปภายในห้องอาจใช้ประมาณ 1000ลักซ์ และเพื่อการทำงานที่สะดวกด้วย เช่น หยิบเครื่องมือผ่าตัด หรืออุปกรณ์อื่นๆที่จำเป็นในช่วงที่มีการผ่าตัด
- ห้องจ่ายยา มีการส่องสว่างที่มากพอ เพื่ออ่านชื่อยาได้ชัดเจนที่ความส่องสว่างประมาณ 300ลักซ์

1.4.6 <u>การส่องสว่างในพิพิธภัณฑ์</u> เป็นการส่องสว่างที่มีต้องระวังเรื่องการทำความเสียหายกับสิ่งที่แสดง เนื่องจากแสงอัลตราไวโอเลตและแสงอินฟราเรดที่มาจากหลอดไฟ การชะลอให้เกิดความเสียหายน้อยลงจึงควรให้แสงสว่างทั่วไปไม่เกิน 50 ลักซ์ การส่องสว่างไม่ควรมีค่ามาก เนื่องจากแสงอินฟราเรดและอัลตราไวโอเลตจะทำให้วัตถุเสียหายเร็วขึ้น การส่องสว่างที่ควรใช้สำหรับวัตถุแต่ละอย่างแสดงในตารางดังต่อไปนี้

ชนิดวัสดุ	ความส่องสว่าง(ลักซ์)
โลหะ หิน เซรามิค เพชรพลอย	ไม่จำกัด
ภาพสีน้ำมัน เขา กระดูก ไม้	150
ผ้า เสื้อ ภาพสีน้ำมัน แสตมป์ กระดาษ ภาพพิมพ์ ภาพเขียน	50

ตาราง 2.7 แสดงการส่องสว่างที่เหมาะสมสำหรับวัตถุชนิดต่างๆ

1.4.7 <u>การส่องสว่างในร้านค้า และศูนย์การค้า</u> แบ่งเป็น 2 อย่าง คือ การให้แสงสว่างทั่วไป ใช้โคมอินแคนเดสเซนต์ หรือโคมฟลูออเรสเซนต์ และการให้แสงสว่างแบบเน้น มักใช้โคมอินแคนเดสเซนต์ หรือโคมไฟแรงดันต่ำ

- ห้างสรรพสินค้าต้องการการส่องสว่างค่อนข้างสูง โดยทั่วไปใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์และบริเวณที่ต้องการเน้นก็ใช้ไฟสปอร์ตติดราง บริเวณที่ขายสินค้าที่มีราคาแพง ส่วนใหญ่ใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์เป็นแสงสว่างทั่วไป
- สินค้าประเภทเพชรพลอยควรใช้ไฟจากหลอดอินแคนเดสเซนต์ ส่วนประเภทเสื้อผ้าควรใช้หลอดที่มี CRI สูง เพื่อให้เสื้อผ้ามีความสวยงาม ซึ่งได้แก่ หลอดฟลูออเรสเซต์
- หลอดปรอทความดันสูงและหลอดเมทัลฮาไลท์ ใช้กันมากในซุปเปอร์มาเก็ตและห้างสรรพสินค้า เพราะให้ขนาดวัตต์สูง ทำให้ไม่ต้องจำนวนโคมมากเหมือนฟลูออเรศเซนต์
- ร้านค้าใช้ค่าการส่องสว่างประมาณ 700-1500ลักซ์
- หลอดไฟฟ้า ต้องพิจารณาเรื่องแสงสี และอายุการใช้งานด้วย หลอดฮาโลเจนแรงดันต่ำเหมาะที่จะใช้สำหรับการส่องสว่างสินค้าให้เด่นในจุดที่ต้องการเน้น

รายละเอียด	ลักซ์	องศาเคลวิน
อาหารกระป๋อง	500	3000/5000
เนื้อ	300	3000
ปลา	500	4000
ผลไม้	500	3000
ขนม	500	3000/3300
ดอกไม้	750	4000
เครื่องเขียน	500	3000
เฟอร์นิเจอร์	500	3000
เครื่องครัว	500	3000/5000
เครื่องกีฬา	600	3000/4000
ของเล่น	500	3000/4000
ยา	300/500	3000/4000
เครื่องสำอาง	500	3000
พรม	700	3000
เครื่องหนัง	500	3000
ผ้า	500	3300
รถยนต์	1000	4000
เครื่องตกแต่งบ้าน	200	2600
พื้นที่ทางเดิน	50	2600/4000
ที่จอดรถ	50	2600
สวน	50/150	4000
บริเวณขนถ่ายสินค้า	150	2600/4000

ตาราง 2.8 แสดงความส่องสว่างสำหรับห้างสรรพสินค้าสัมพันธ์กับคุณภาพแสง

รายละเอียด	ความส่องสว่าง(ลักซ์) ร้านค้าในห้างสรรพสินค้า	ความส่องสว่าง(ลักซ์) ร้านค้าในที่อื่นๆ
แสงสว่างทั่วไปในร้านค้า	500-1000	300-500
ส่องเน้นในร้านค้า	1500-3000	750-1500
แสงสว่างทั่วไปในตู้กระจก	1000-2000	500-1000
ส่องเน้นในตู้กระจก	5000-10000	3000-5000

ตาราง 2.10 ตารางแสดงค่าความส่องสว่างทั่วไปในห้างสรรพสินค้า

2. การศึกษาและวิเคราะห์โปรแกรมด้านแสงสว่างที่ได้มีการจัดทำมาแล้ว

จากการศึกษาลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับเรื่องของแสงสว่างภายในอาคารและการคำนวณการจัดวางตำแหน่งดวงโคมที่ได้มีการจัดทำมาแล้ว ซอฟท์แวร์ที่ช่วยในงานด้านแสงสว่างที่มีอยู่ในปัจจุบัน ส่วนมากเกือบทั้งหมดจะผลิตและพัฒนาขึ้นจากต่างประเทศ อีกทั้งค่าการกระจายแสงและค่าต่างๆของดวงโคม ก็เป็นดวงโคมของผู้ผลิตจากต่างประเทศแทบทั้งสิ้น สามารถแบ่งประเภทของโปรแกรมด้านแสงสว่างตามลักษณะการใช้งานได้ดังต่อไปนี้

- *ซอฟท์แวร์ประเภทงานเขียนแบบและงานนำเสนอ*(Lighting Software Plot/Visualization) เป็นซอฟท์แวร์ที่ใช้ในงานนำเสนอ ซึ่งอาจเป็นภาพนิ่ง ตัวอย่างโปรแกรม ได้แก่ 3D studioViz,Lightscape เป็นต้น
- *ซอฟท์แวร์ประเภทงานเอกสาร* (Paperwork) เช่น ใช้ในการคำนวณแสง ค่าการกระจายแสง และการตกกระทบ แสดงผลเป็นค่ากราฟ ตัวเลข ผู้ใช้ต้องเป็นผู้ที่มีความรู้พื้นฐานในการออกแบบแสงสว่างพอสมควร ตัวอย่างโปรแกรม ได้แก่ Dialux2.0,Visual2.2,Lightscape เป็นต้น
- *ซอฟท์แวร์ในงานทางเทคนิค* (Technical) ใช้ในอุตสาหกรรมด้านแสงสว่าง ที่ผู้ผลิตดวงโคมทำการพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมการผลิต ซึ่งผู้ใช้ต้องมีความชำนาญเฉพาะด้าน
- *ซอฟท์แวร์ที่ใช้ในการควบคุมแสงสว่าง* (Lighting Control) เป็นซอฟท์แวร์ที่ใช้ในการควบคุมและจัดการปริมาณการส่องสว่างด้วยคอมพิวเตอร์ เหมาะกับองค์กรที่มีการจัดการระบบที่ดีและมีทุนทรัพย์

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ที่ได้คัดเลือกและนำมาวิเคราะห์ประกอบไปด้วย

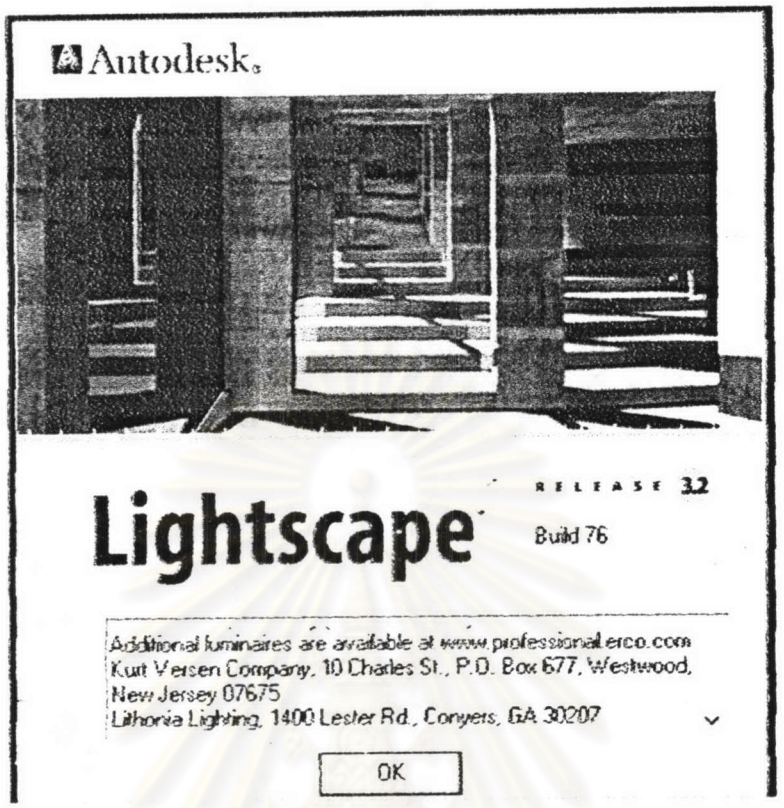
- โปรแกรมจำลองสภาพแสงสว่าง Lightscape v3.2
- โปรแกรมจำลองสภาพแสงสว่างและการจัดวางตำแหน่งดวงโคมภายในอาคาร Dialux2.0
- โปรแกรม 3DstudioVIZ3.0

โดยมีหัวข้อในการวิเคราะห์โปรแกรมคอมพิวเตอร์ แบ่งออกได้เป็นดังนี้

- ระบบการทำงาน
- ระบบการป้อนข้อมูล
- ระบบการประมวลผล
- ระบบการแสดงผล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1 โปรแกรมจำลองสภาพแสงสว่าง Lightscape version 3.2



รูปที่ 2.2 ลักษณะของโปรแกรม Lightscape version 3.2

ที่มา : โปรแกรม Lightscape version 3.2

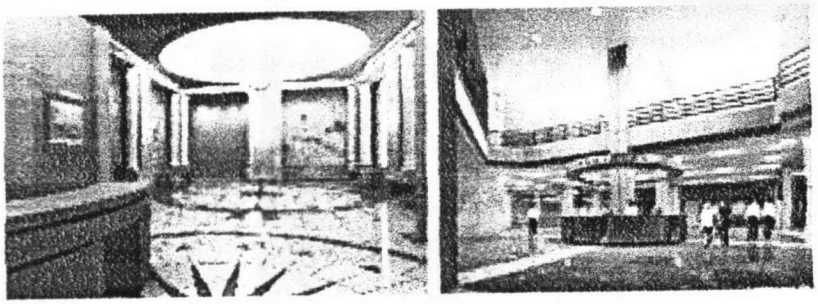
2.1.1 ข้อมูลเบื้องต้น

เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ถูกพัฒนาขึ้น โดยบริษัท Autodesk จำกัด ประเทศสหรัฐอเมริกา มีวัตถุประสงค์ในการจำลองสภาพแสงสว่างโดยใช้วิธีการคำนวณแบบจุดต่อจุด และการสะท้อนรังสีของแสงบนพื้นผิวทุกพื้นผิว(Radiosity) ทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมาก โปรแกรมนี้ทำงานบนระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์วินโดวส์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดวงโคมและการจัดแสง

ดวงโคม(Luminaires) ที่ใช้ในโปรแกรมLightScape แต่ละดวงมีคุณสมบัติ ลักษณะทางกายภาพ ตามข้อมูลของบริษัทผู้ผลิต เช่น Bega,Erco, Kurt Versen, Lithonia, Peerless เป็นต้น อีกทั้งสามารถเลือกใช้ดวงโคมจากบริษัทผู้ผลิตอื่นๆที่ไม่มีอยู่ในโปรแกรมได้โดยใช้ไฟล์ IESที่มาจากผู้ผลิตดวงโคม การจัดแสงมีทั้งการให้แสงประดิษฐ์ภายในอาคารและการจัดแสงธรรมชาติ บางครั้งต้องใช้การจัดแสงทั้งสองประเภทร่วมกันเพื่อให้ได้แสงที่ถูกต้องตามความเป็นจริงมากที่สุด การคำนวณจะคำนวณการสะท้อนแสงบนพื้นที่ทุกจุด โดยสะท้อนไปมา เป็นวิธีการคำนวณที่ทำให้ได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำ



รูป 2.3 แสดงตัวอย่างภาพที่สร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรมLightscapeในการจำลองสภาพแสง

ที่มา : โปรแกรม Lightscape version 3.2

ประเภทผู้ใช้งาน นักเขียนภาพเปอร์สเปคทีฟ,นักออกแบบแสงสว่าง,สถาปนิก,Interior Designer

ระดับผู้ใช้งาน มีความชำนาญในการใช้คอมพิวเตอร์มาก และมีพื้นฐานความรู้ในเรื่องการออกแบบแสง

ลักษณะหน้าตาของโปรแกรม เช่นเดียวกับโปรแกรมที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดส์ทั่วไป คือ มีลักษณะเป็นหน้าต่างแบ่งเป็นหมวดหมู่ มีส่วนของ เมนู และทูลบาร์ มีช่องให้ป้อนข้อมูล

เทคนิควิธีการที่ใช้ในการคำนวณ การคำนวณแบบRadiosity คือ คำนวณการสะท้อนซ้ำไปซ้ำมาบนทุกพื้นผิวและการคำนวณการสะท้อนแสงแบบ Raytrace

ปัจจัยสภาพแวดล้อมภายนอก มีการใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์

การแสดงผลของการคำนวณ แสดงผลออกมาเป็นภาพและเส้นแสงแสดงค่าความสว่างของแสง

ผลลัพธ์ของโปรแกรม Lighting Analysis ,Image File,VRML และ Animation

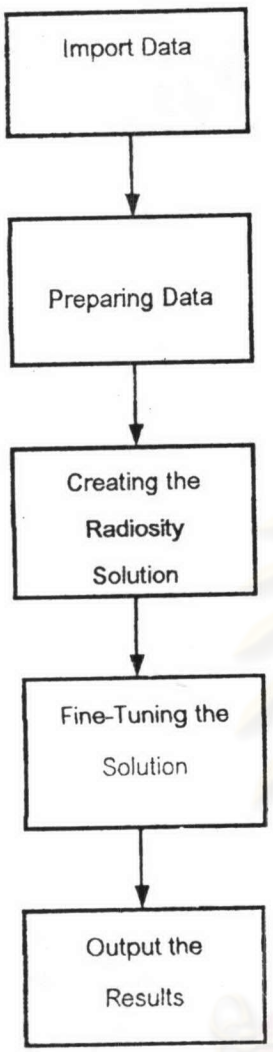
ข้อดีของการใช้งานของโปรแกรม

- ให้ผลลัพธ์การคำนวณแสงสว่างที่มีความแม่นยำ เที่ยงตรง และได้ภาพที่เหมือนจริงมาก
- มีLibraryให้เลือกมากมาย เช่น ดวงโคมจากบริษัทผู้ผลิต วัสดุ เป็นต้น และสามารถนำไฟล์จากโปรแกรมสามมิติต่างๆมาใช้งานได้
- เป็นโปรแกรมการออกแบบแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพมาก

ข้อเสียของการใช้งานโปรแกรม

- ผู้ใช้ต้องมีพื้นฐานความรู้ในเรื่องแสงสว่าง และต้องมีความเชี่ยวชาญการในทำ3D ไม่เหมาะกับผู้ใช้ทั่วไป เนื่องจากมีการใช้งานยาก ต้องมีการศึกษาในระดับหนึ่ง
- ใช้ทรัพยากรของเครื่องในการคำนวณมาก ใช้เวลาคำนวณนาน
- ต้องใช้เวลาในการเรียนรู้การใช้งานโปรแกรม
- การป้อนข้อมูลค่อนข้างสับสน ผู้ใช้งานต้องมีพื้นฐานความรู้ในการใช้งานโปรแกรมอยู่บ้าง

2.1.2 ระบบการทำงาน



ขั้นตอนการนำข้อมูลเข้ามาใช้ จากโปรแกรมCAD หรือ 3D Modeling

ขั้นตอนเตรียมModeling ในกระบวนการคำนวณรังสีตกกระทบ

- ใส่Material บนพื้นผิวของวัสดุ
- ใส่ตำแหน่ง เลือกชนิด และกำหนดลักษณะทางกายภาพของดวงโคม

ขั้นตอนเริ่มต้นการคำนวณแสง

- เตรียมรูปทรงเพื่อใช้ในการคำนวณและกำหนดความละเอียดในการกระจายแสง เพื่อให้เกิดความแม่นยำ
- เริ่มต้นกระบวนการคำนวณ

ขั้นตอนปรับเปลี่ยนแก้ไขลักษณะพื้นผิวและคุณสมบัติการกระจายแสงของดวงโคม

ขั้นตอนแสดงผลลัพธ์ ได้หลายวิธี

- ภาพนิ่ง สามารถเพิ่มการคำนวณค่าการสะท้อนและ Effect ของแสง โดยกระบวนการRay Trace
- สร้างภาพเคลื่อนไหวในตัวโปรแกรมเลยหรือโอนไปยังโปรแกรมอื่น
- Export ข้อมูล แบบVRML Model ให้กับโปรแกรมอื่น ในขั้นตอน Radiosity Solution
- Export ข้อมูลเป็นภาพมุมกว้าง(Panoramic Image) ในขั้นตอน Radiosity Solution โดยปราศจากการ Ray Trace

แผนภูมิ 2.7 แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม LightScape

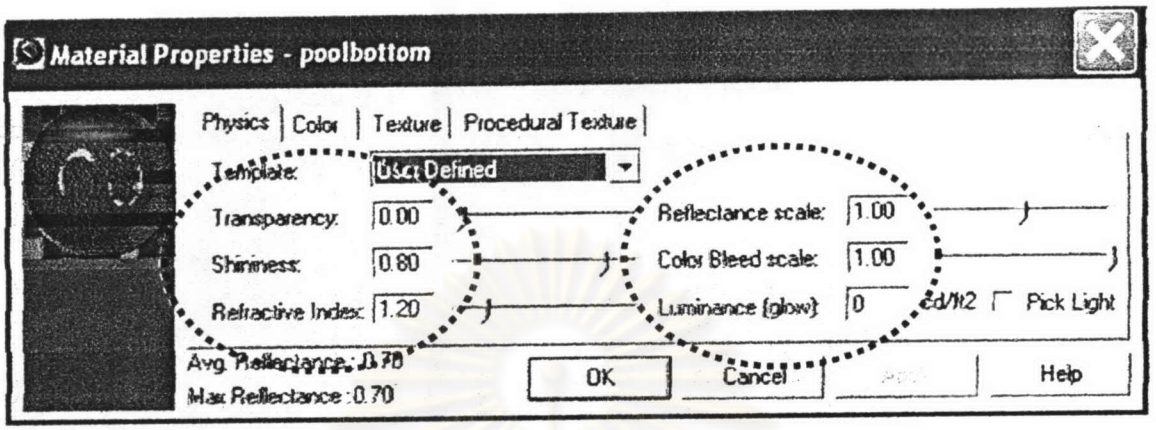
ที่มา : โปรแกรม Lightscape version 3.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.3 **ข้อมูลเบื้องต้นระบบการป้อนข้อมูล**

ระบบการป้อนข้อมูลของโปรแกรม Lightscape สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

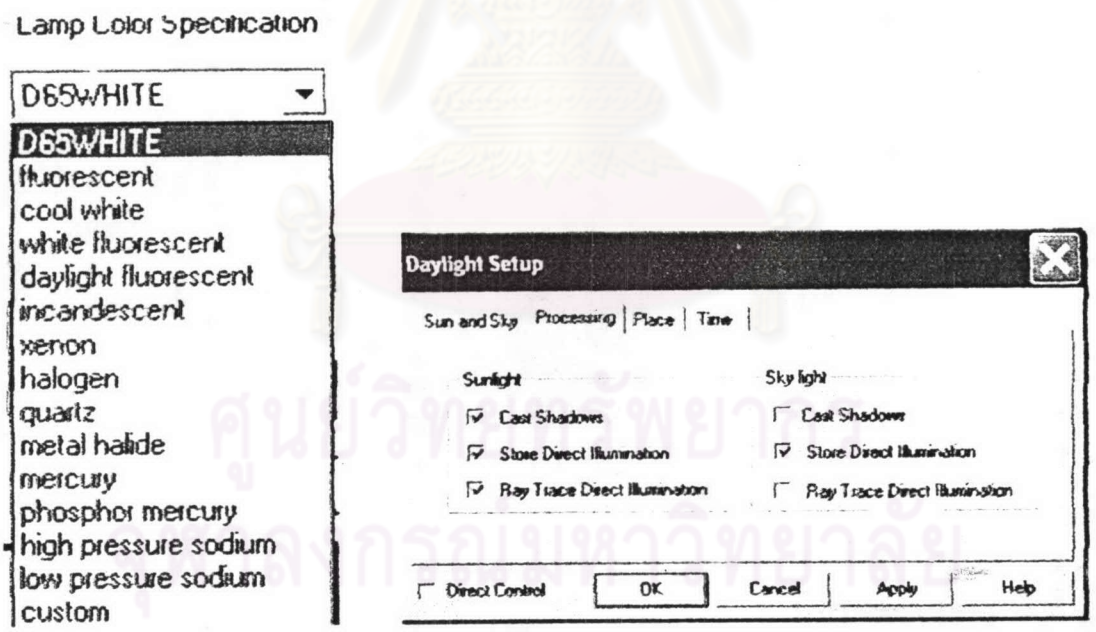
2.1.3.1 การป้อนข้อมูลโดยการป้อนค่าด้วยตนเอง



รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะการป้อนข้อมูลโดยการป้อนค่าด้วยตนเอง

ที่มา : โปรแกรม Lightscape version 3.2

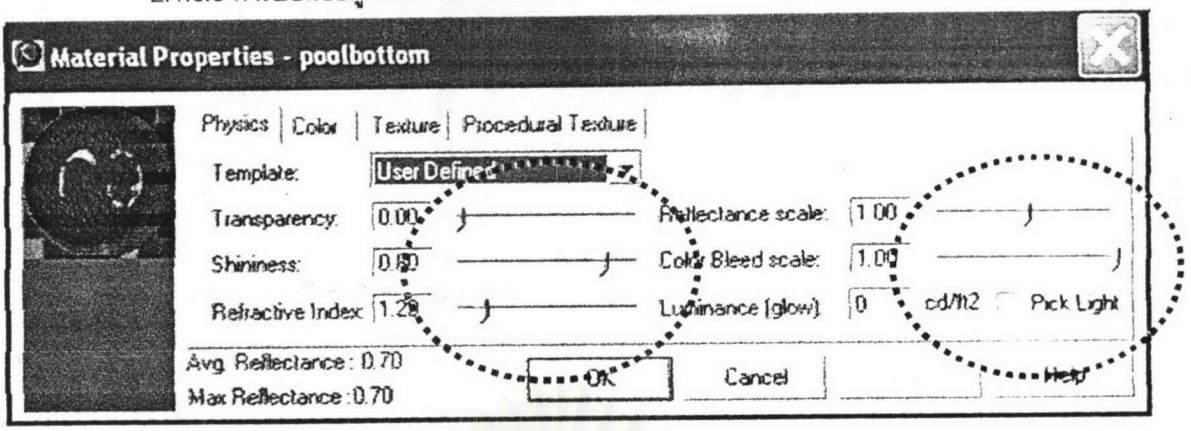
2.1.3.2 การป้อนข้อมูลโดยการเลือกจากค่าที่กำหนดมาให้



รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะการป้อนข้อมูลโดยการเลือกจากค่าที่กำหนดมาให้

ที่มา : โปรแกรม Lightscape version 3.2

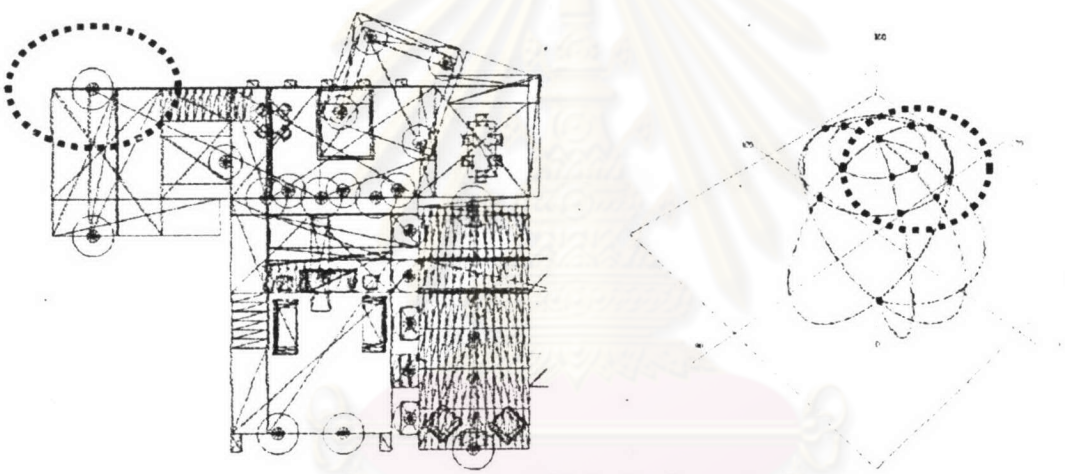
2.1.3.3 การป้อนข้อมูลโดยการเลื่อน / ปรับเปลี่ยนค่า



รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะการป้อนข้อมูลโดยการเลื่อน / ปรับเปลี่ยนค่า

ที่มา : โปรแกรม Lightscape version 3.2

2.1.3.4 การป้อนข้อมูลโดยการใช้เม้าส์ช่วยในการปรับตำแหน่ง

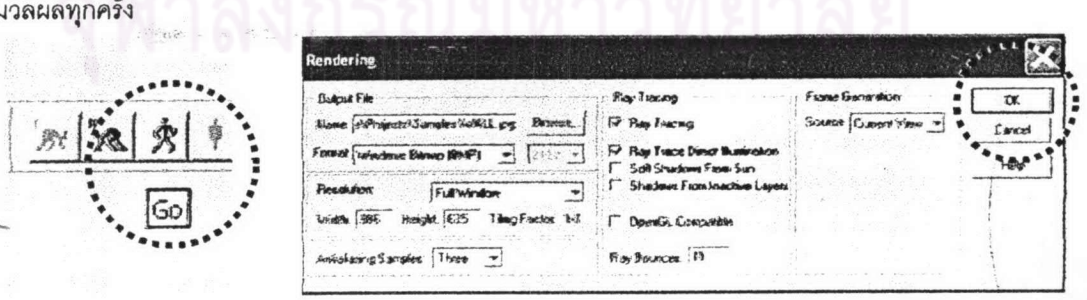


รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะการใช้เม้าส์ช่วยในการปรับตำแหน่ง

ที่มา : โปรแกรม Lightscape version 3.2

2.1.4 ระบบการประมวลผล

เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการป้อนข้อมูลแล้ว หากต้องการทราบผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจะต้องทำการสั่งให้ประมวลผลทุกครั้ง

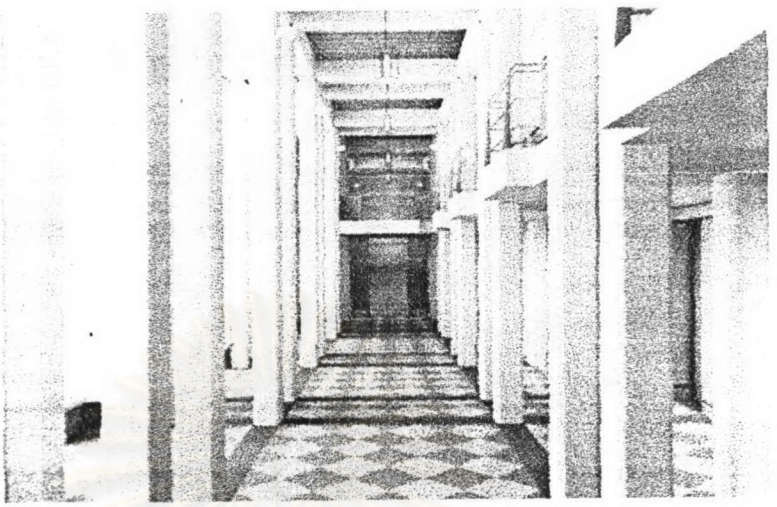


รูปที่ 2.8 แสดงระบบการประมวลผล

ที่มา : โปรแกรม Lightscape version 3.2

2.1.5 ระบบการแสดงผล

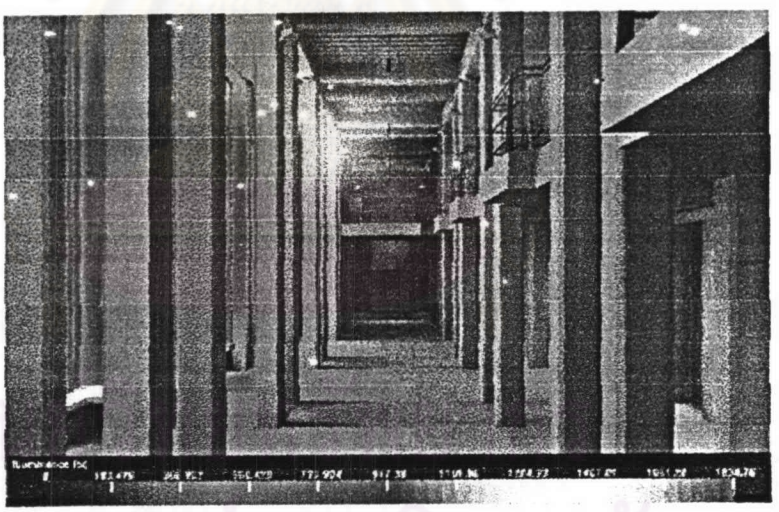
2.1.5.1 การแสดงผลด้วยรูปภาพ



รูปที่ 2.9 แสดงลักษณะการแสดงผลด้วยรูปภาพ

ที่มา : โปรแกรม Lightscape version 3.2

2.1.5.2 การแสดงผลด้วยการเทียบค่าสี

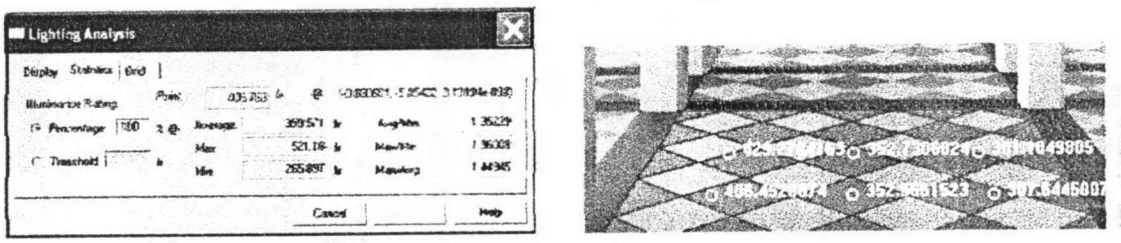


รูปที่ 2.10 แสดงลักษณะการแสดงผลด้วยการเทียบค่าสี

ที่มา : โปรแกรม Lightscape version 3.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

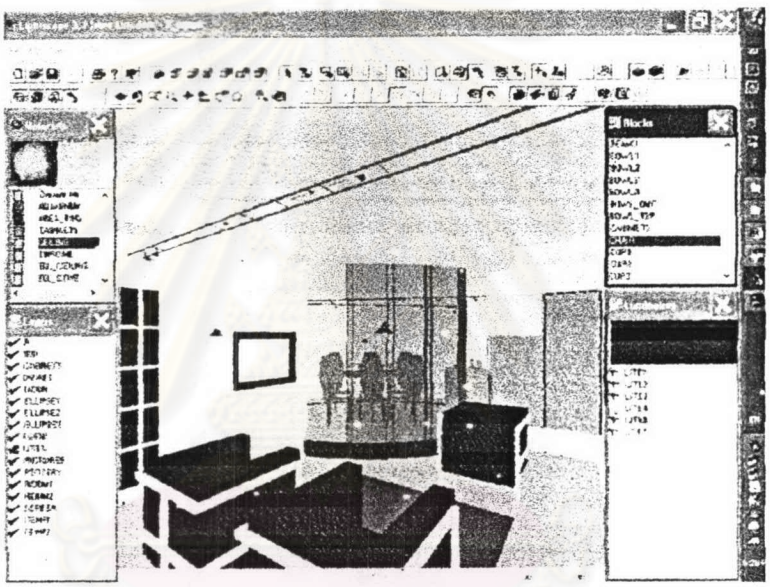
2.1.5.2 การแสดงผลด้วยตัวเลข



รูปที่ 2.11 แสดงลักษณะการแสดงผลด้วยตัวเลข

ที่มา : โปรแกรม ightscape version 3.2

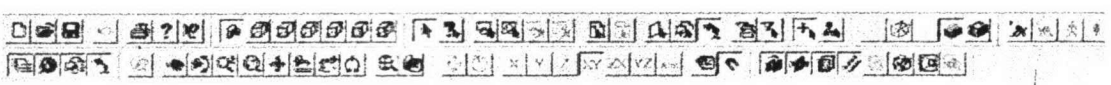
2.1.6 ขั้นตอนการใช้งานโดยสังเขป



รูปที่ 2.12 แสดงหน้าจอหลักของโปรแกรม Lightscape

ที่มา : โปรแกรมLightscape version 3.2

ส่วนเมนูหลัก(Main Menu) เมื่อเข้ามาสู่โปรแกรม Lightscape จะพบกับหน้าจอเมนูหลักซึ่งเป็นส่วนแรกของการ เริ่มต้นการทำงาน ในเมนูหลักจะประกอบด้วยพื้นที่ทำงาน ปุ่มคำสั่ง เมนูคำสั่ง และรายการผลิตภัณฑ์แบ่งออกตามประเภท เช่น รายการวัสดุ รายการดวงโคม รายการเลเยอร์ และรายการวัตถุ เป็นต้น

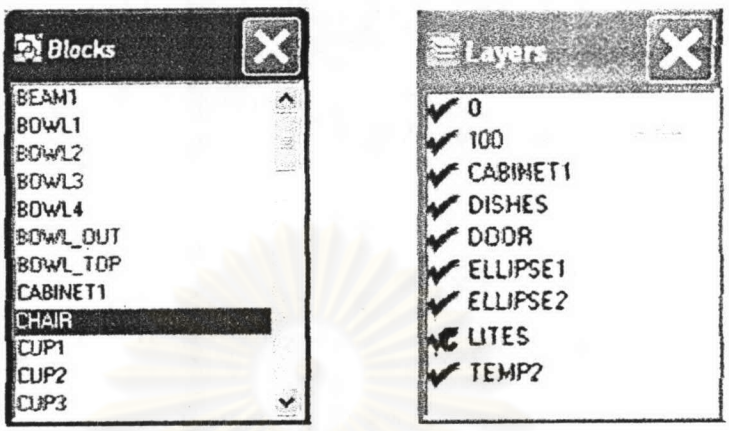


รูปที่ 2.13 แสดงทูลบาร์ของโปรแกรม Lightscape

ที่มา : โปรแกรมLightscape version 3.2

ส่วนปุ่มคำสั่ง (Toolbar Buttons) เป็นกลุ่มของปุ่มคำสั่งที่แบ่งตามลักษณะของการใช้งาน ใช้

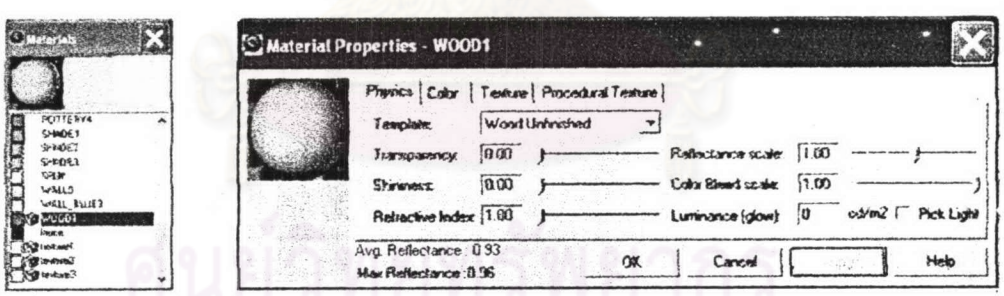
สำหรับ การกำหนดค่า การปรับเปลี่ยนค่า การเลือกวัตถุ กำหนดมุมมอง กำหนดการแสดงผล และเริ่มต้นการคำนวณ ประกอบด้วยส่วนต่างๆ เช่น Display, Projection, Radiosity Processing, Selection, Shading, Satndard, Tables, Transformation, View Control



รูปที่ 2.14 แสดงรายการวัตถุและรายการเลเยอร์

ที่มา : โปรแกรมLightscape version 3.2

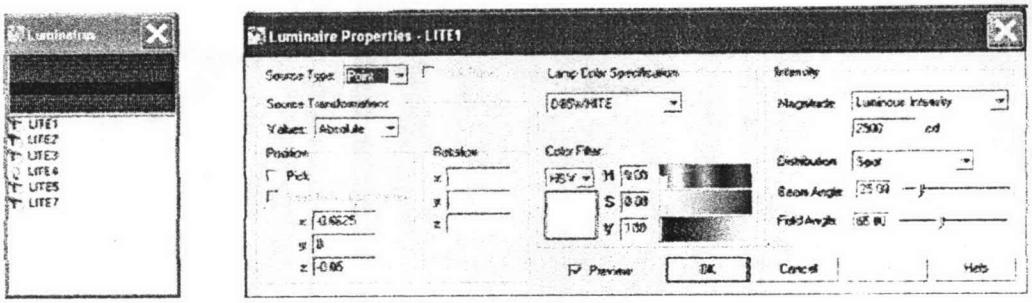
ส่วนรายการวัตถุและรายการเลเยอร์ (Toggle Block and Layer Tables) เป็นส่วนเก็บรายชื่อวัตถุที่ทำ การสร้างขึ้นด้วยโปรแกรมLightscapeหรือนำเข้ามาจากโปรแกรมสามมิติอื่นๆ ยังสามารถทำการเพิ่มและแก้ไขได้ เมื่อแก้ไข เสร็จแล้วกดปุ่ม "File/Save as" เพื่อบันทึกและเพื่อให้สามารถนำกลับมาใช้ได้อีกในครั้งต่อๆไป



รูปที่ 2.15 แสดงรายการวัสดุ

ที่มา : โปรแกรมLightscape version 3.2

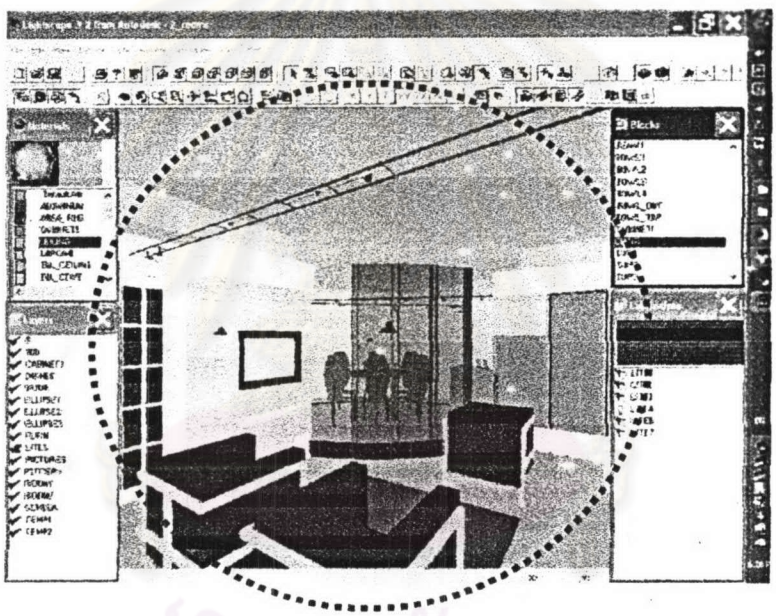
ส่วนรายการวัสดุ (Toggle Material Tables) เป็นส่วนเก็บรายการวัสดุ สามารถปรับค่าได้ ประกอบด้วยส่วนต่างๆ เช่น Physics, Color, Texture, Procedural Texture เป็นต้น



รูปที่ 2.16 แสดงรายการดวงโคม

ที่มา : โปรแกรมLightscape version 3.2

ส่วนรายการดวงโคม (Toggle Luminaire Tables) เป็นส่วนเก็บรายการดวงโคม เพื่อนำไปใช้คำนวณค่าความส่องสว่างสามารถปรับเปลี่ยนค่าได้ ประกอบด้วยส่วนต่างๆ เช่น Source Type, Source Transformations, Lamp Color Specification, Intensity เป็นต้น

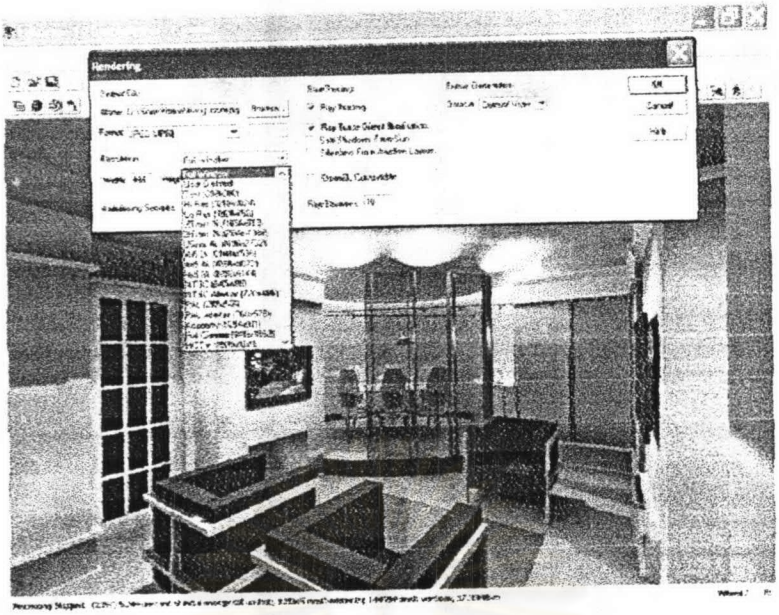


รูปที่ 2.17 แสดงพื้นที่ทำงานของโปรแกรม Lightscape

ที่มา : โปรแกรมLightscape version 3.2

ส่วนพื้นที่ทำงาน(Working Area)เป็นส่วนสำคัญในการคำนวณ เนื่องจากพื้นที่ห้องที่ถูกวาดจะเป็น ส่วนหนึ่งของข้อมูลในการคำนวณ โดยมีรายละเอียดในการกำหนดค่าต่างๆ เช่น Coordinates, Grid เป็นต้น

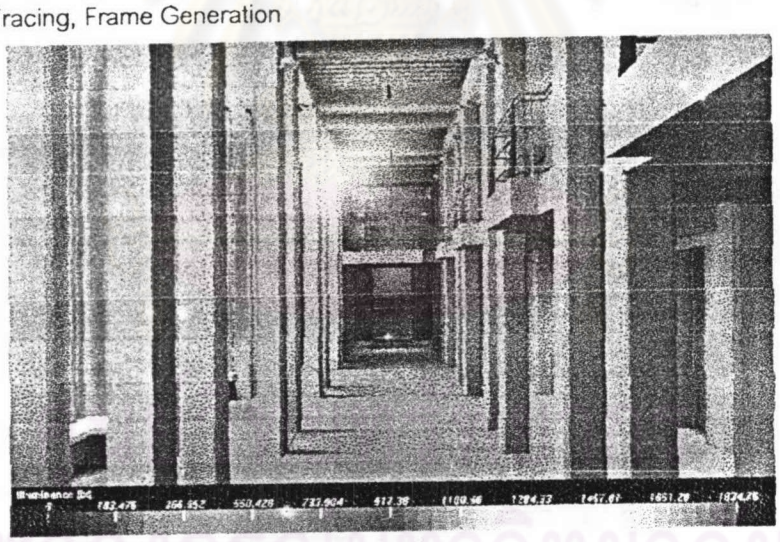
I 21175147

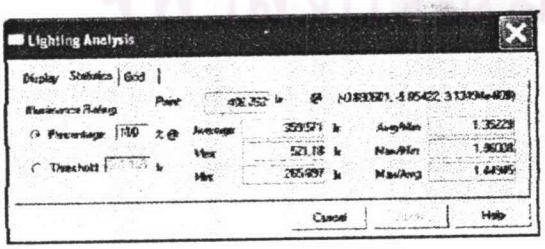


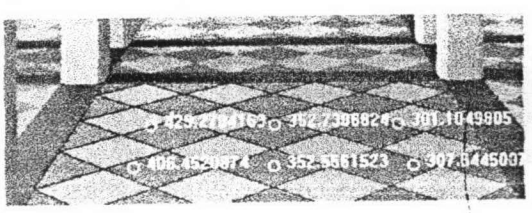
รูปที่ 2.18 แสดงผลลัพธ์การคำนวณด้วยรูปภาพและเมนูแปลงเป็นไฟล์ภาพ

ที่มา : โปรแกรมLightscape version 3.2

ส่วนแสดงผลการคำนวณด้วยรูปภาพ เป็นผลลัพธ์การคำนวณการจัดแสง เมื่อเลือกที่เมนู File/Render จะปรากฏทูลบ็อกซ์ Rendering ประกอบด้วยส่วนต่างๆ เช่น Output file, Resolution, Antialias Samples, Ray Tracing, Frame Generation







รูปที่ 2.19 แสดงผลลัพธ์การคำนวณแบบการเทียบค่าสีและแบบตัวเลข

ที่มา : โปรแกรมLightscape version 3.2

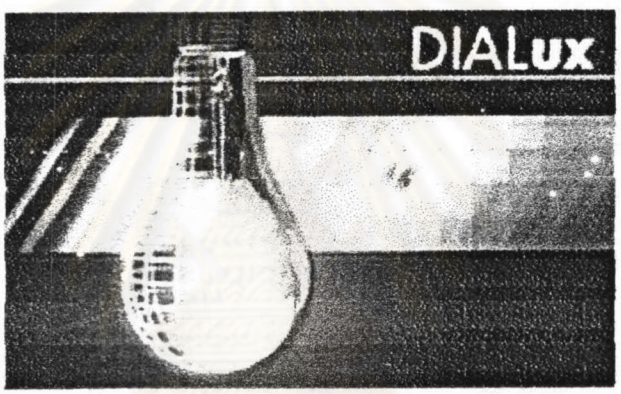
เมื่อทำการคำนวณผลเรียบร้อยแล้ว เมื่อเลือกที่เมนู Light/Analysis จะปรากฏทูลบ๊อกซ์การวิเคราะห์แสงสว่าง ข้อมูลที่แสดงแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ Display, Statistic และ Grid

2.1.6.1 Display เป็นรูปแบบการแสดงผล ประกอบด้วยการแสดงผลแบบการเทียบค่าสี การแสดงผลแบบการเทียบค่าสีเทา และการแสดงผลแบบรูปภาพ เลือกรูปแบบค่าการส่องสว่างในหน่วยลักซ์หรือแคนเดลาต่อตารางเมตร

2.1.6.2 Statistic เป็นรูปแบบการแสดงผลของการคำนวณแบบจุดต่อจุด ค่าการส่องสว่างสูงสุด-ต่ำสุดบนพื้นผิว และค่าการส่องสว่างเฉลี่ยบนพื้นผิว โดยให้คลิ๊กที่จุดที่ต้องการทราบค่าความส่องสว่าง

2.1.6.3 Grid เป็นการกำหนดการแสดงผลแบบตัวเลข เรียงเป็นระเบียบปรากฏบนพื้นผิว สามารถกำหนดค่าความละเอียดของการแสดงผล และจำนวนตัวเลขทศนิยม

2.2 โปรแกรมจำลองสภาพแสงสว่างและการจัดวางตำแหน่งดวงโคมภายในอาคาร Dialux2.0



รูปที่ 2.20 ลักษณะของโปรแกรม Dialux2.0
ที่มา : โปรแกรมDialux2.0

2.2.1 ข้อมูลเบื้องต้น

เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ถูกพัฒนาขึ้น โดยบริษัท DIAL จำกัด ประเทศเยอรมัน มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยในการจัดวางตำแหน่งดวงโคม สามารถจำลองสภาพแสงสว่างเพื่อดูผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น โปรแกรมนี้เปิดให้มีการใช้งานได้ฟรี ไม่จำกัดเรื่องลิขสิทธิ์ มีเป้าหมายในการขยายตัวในอนาคตโดยให้ผู้ผลิตดวงโคมบริษัทต่างๆในยุโรป ที่ต้องการเข้าร่วมในการพัฒนาฐานข้อมูลของผลิตภัณฑ์ ทำการส่งข้อมูลผลิตภัณฑ์ให้ผู้จัดทำโปรแกรมบรรจุลงในฐานข้อมูลดวงโคม เพื่อให้ผู้ใช้เลือกใช้งาน สามารถนำไฟล์เขียนแบบ(DXF File)เข้ามาใช้งานได้ โปรแกรมนี้ทำงานบนระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์วินโดวส์

<u>ดวงโคมและการจัดแสง</u>

การจัดแสงจะไม่คำนึงถึงการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้งาน จะใช้เพียงแสงประดิษฐ์เพียงอย่างเดียว และพื้นที่ใช้งานเป็นพื้นที่ปิด ไม่มีแสงสว่างจากภายนอกรบกวน ดวงโคมที่ใช้ในโปรแกรมเป็นดวงโคมจากยุโรป ได้แก่ AEG,Bega,Erco,Oslam,Philips เป็นต้น โดยจัดทำในรูปแบบของPlug in ฐานข้อมูลดวงโคมที่ต้องทำการติดตั้งเพิ่มเติมเข้าไป การคำนวณจะคำนวณการสะท้อนแสงบนพื้นที่

ทุกจุด โดยสะท้อนไปมาทุกระนาบ เป็นวิธีการคำนวณที่ทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ค่อนข้างแม่นยำ แต่จะแสดงค่าความสว่างในรูปGreyscale ไม่นำค่าสีมาใช้ในการคำนวณ ใช้เวลาในการคำนวณไม่มากนัก

ประเภทผู้ใช้งาน วิศวกรไฟฟ้า,บริษัทผู้ผลิตดวงโคม,นักออกแบบแสงสว่าง,สถาปนิก,Interior Designer

ระดับผู้ใช้งาน มีความชำนาญในการใช้คอมพิวเตอร์พอสมควร และมีพื้นฐานความรู้ในเรื่องการออกแบบแสงสว่าง ใช้เวลาในการเรียนรู้โปรแกรมไม่นานนัก

การแสดงผลของโปรแกรม มีลักษณะ เป็นหน้าต่างแบ่งเป็นหมวดหมู่ มีส่วนของเมนู และทูลบาร์ มีช่องให้ป้อนข้อมูล

เทคนิควิธีการที่ใช้ในการป้อนข้อมูล เลือกป้อนข้อมูลเอง หรือใช้Wizard บังคับให้มีการป้อนข้อมูลเป็นขั้นตอน เหมาะกับผู้ใช้ที่มีเพิ่งเริ่มต้นการใช้โปรแกรม

เทคนิควิธีการที่ใช้ในการคำนวณ การคำนวณแบบฟลักซ์ส่องสว่างสะท้อนไปมาทุกพื้นผิว

ปัจจัยสภาพแวดล้อมภายนอก ไม่คำนึงแสงจากภายนอกและแสงธรรมชาติ ใช้เพียงแสงประดิษฐ์

การแสดงผลของการคำนวณ

- ภาพ3มิติแบบGreyscale สามารถหมุนแบบ interactive เพื่อดูผลลัพธ์ได้
- รายละเอียดทางวิศวกรรมของดวงโคมที่เลือกใช้งาน
- ผังการจัดวางตำแหน่งดวงโคม และเฟอร์นิเจอร์
- แสดงผลแบบตัวเลข และเส้นกราฟ แสดงค่าการส่องสว่างในแต่ละระนาบ

ข้อดีของการใช้งานของโปรแกรม

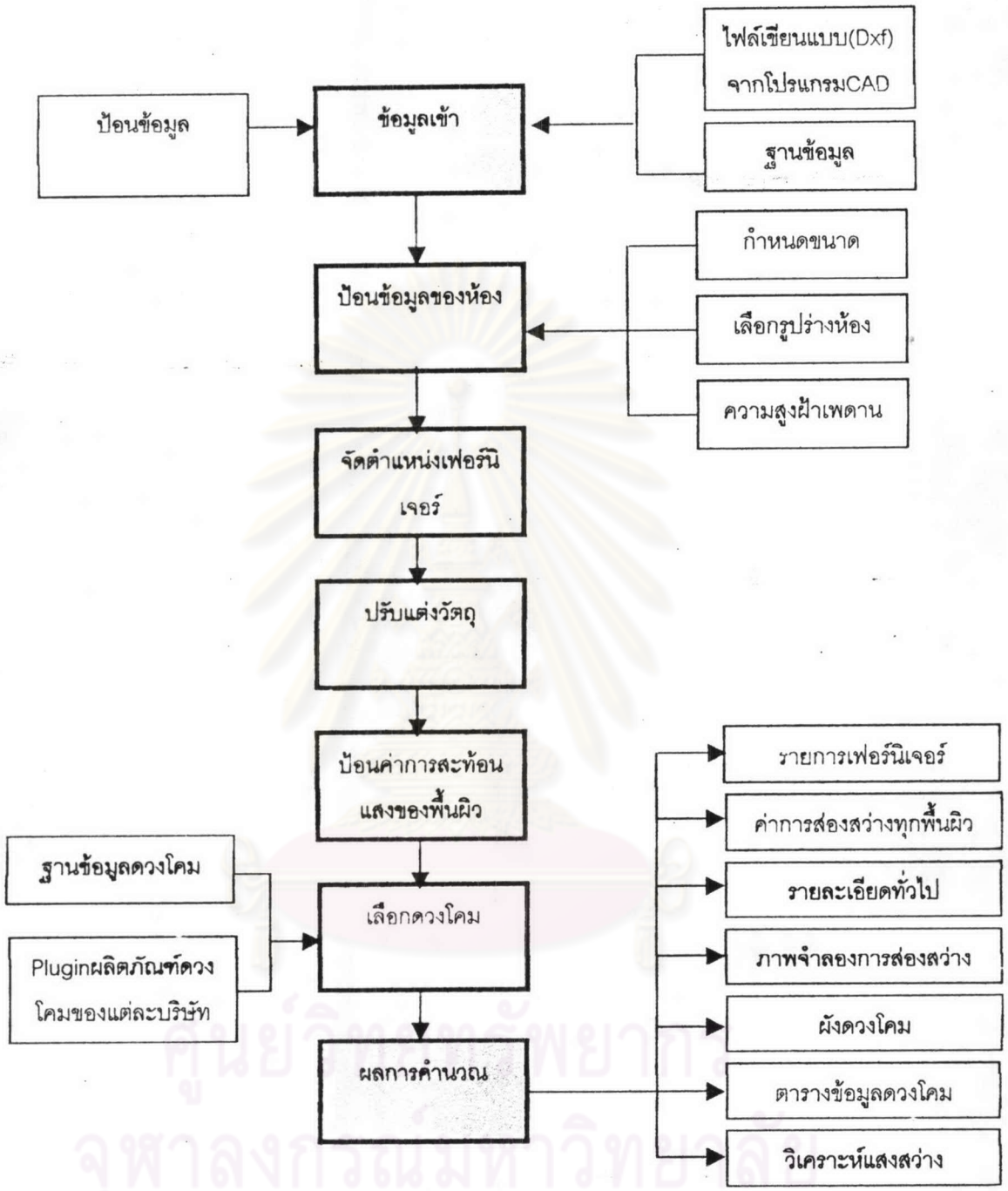
- แสดงภาพ 3มิติแบบGreyscale ทำให้เห็นภาพชัดเจน เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ต่อไป
- มีLibrary ดวงโคมจากบริษัทผู้ผลิตมากมาย เป็นโปรแกรมการออกแบบแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งแสดงผลการคำนวณที่ละเอียด

ข้อเสียของการใช้งานโปรแกรม

- ผู้ใช้ต้องมีพื้นฐานความรู้ในเรื่องแสงสว่าง และต้องมีความเชี่ยวชาญการในทำ3D ไม่เหมาะกับผู้ใช้ทั่วไป เนื่องจากมีการใช้งานยาก ต้องมีการศึกษาในระดับหนึ่ง
- ใช้ทรัพยากรของเครื่องในการคำนวณมาก ใช้เวลาคำนวณนาน
- ต้องใช้เวลาในการเรียนรู้การใช้งานโปรแกรม
- การป้อนข้อมูลค่อนข้างสับสน ผู้ใช้งานต้องมีพื้นฐานความรู้ในการใช้งานโปรแกรมอยู่บ้าง
- ผู้ใช้ต้องมีความเชี่ยวชาญในเรื่องแสงสว่างมาก สามารถเข้าใจค่าที่วิเคราะห์ได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2.2 ระบบการทำงาน



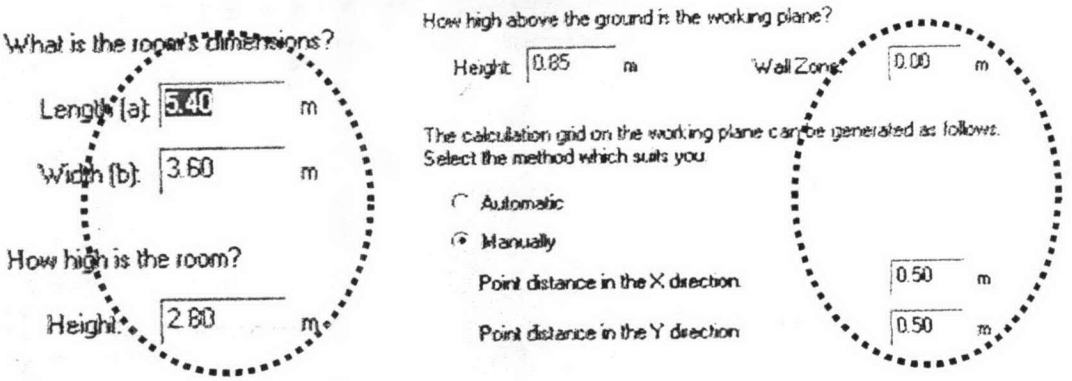
แผนภูมิ 2.8 แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมDIALux

2.2.3 ข้อมูลเบื้องต้นระบบการป้อนข้อมูล

ระบบการป้อนข้อมูลของโปรแกรมDialux สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

2.2.3.1 การป้อนข้อมูลโดยการป้อนค่าด้วยตนเอง

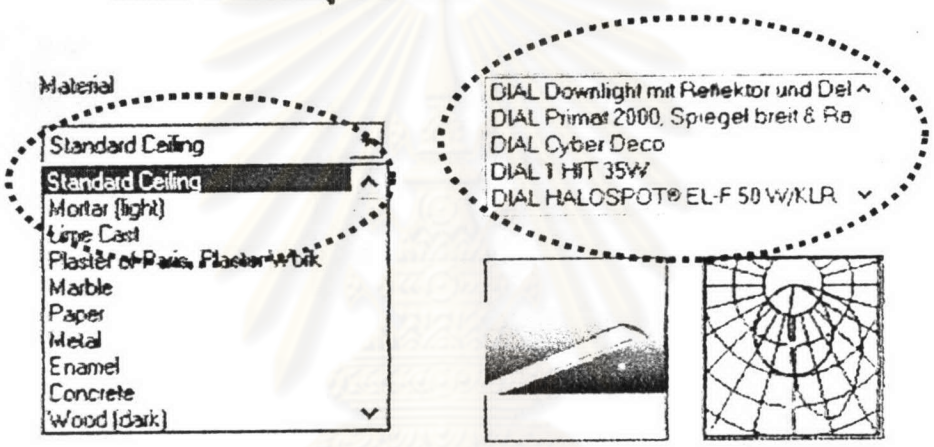
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.21 แสดงลักษณะการป้อนข้อมูลโดยการป้อนค่าด้วยตนเอง

ที่มา : โปรแกรมDialux2.0

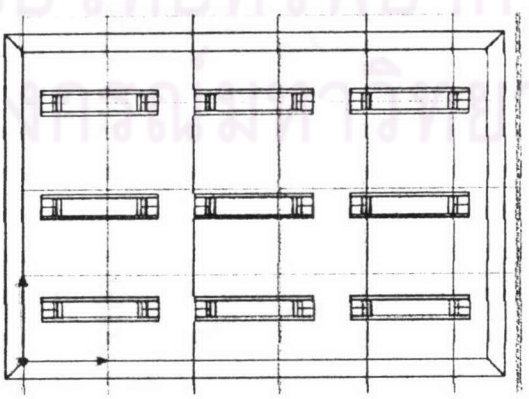
2.2.3.2 การป้อนข้อมูลโดยการเลือกจากค่าที่กำหนดมาให้



รูปที่ 2.22 แสดงลักษณะการป้อนข้อมูลโดยการเลือกจากค่าที่กำหนดมาให้

ที่มา : โปรแกรมDialux2.0

2.2.3.3 การป้อนข้อมูลโดยการใช้เม้าส์ช่วยในการปรับตำแหน่ง



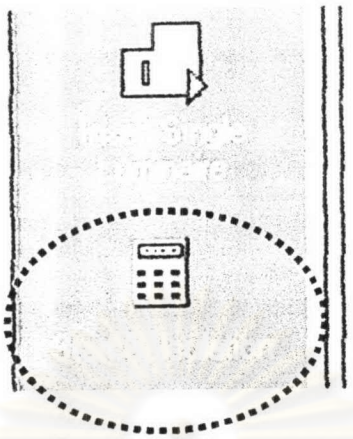
รูปที่ 2.23 แสดงลักษณะการใช้เม้าส์ช่วยในการปรับตำแหน่ง

ที่มา : โปรแกรมDialux2.0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2.4 ระบบการประมวลผล

เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการป้อนข้อมูลแล้ว หากผู้ใช้งานต้องการทราบผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นแล้ว จะต้องทำการสั่งให้ประมวลผลทุกครั้ง



รูปที่ 2.24 แสดงระบบการประมวลผล

ที่มา : โปรแกรมDialux2.0

2.2.5 ระบบการแสดงผล

2.2.5.1 การแสดงผลด้วยตัวอักษร / ตัวเลข

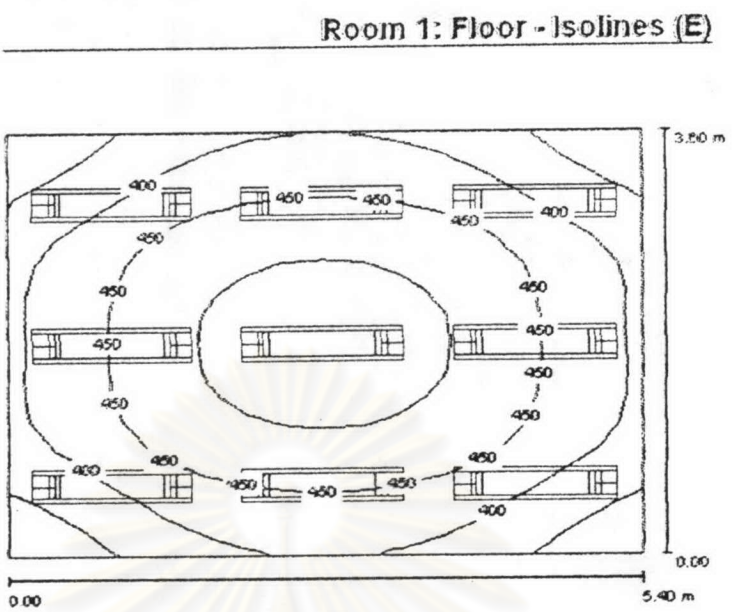
Surface	Average illuminances [lx]			Reflection factor [%]	Average Luminance [cd/m²]
	direct	indirect	total		
Working Plane	55	463	518	/	/
Floor	44	392	436	20	28
Ceiling	957	183	1139	70	254
Wall 1	95	316	411	50	65
Wall 2	55	316	371	50	59
Wall 3	95	316	411	50	65
Wall 4	55	315	370	50	59

รูปที่ 2.25 แสดงการแสดงผลด้วยตัวอักษร / ตัวเลข

ที่มา : โปรแกรมDialux2.0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

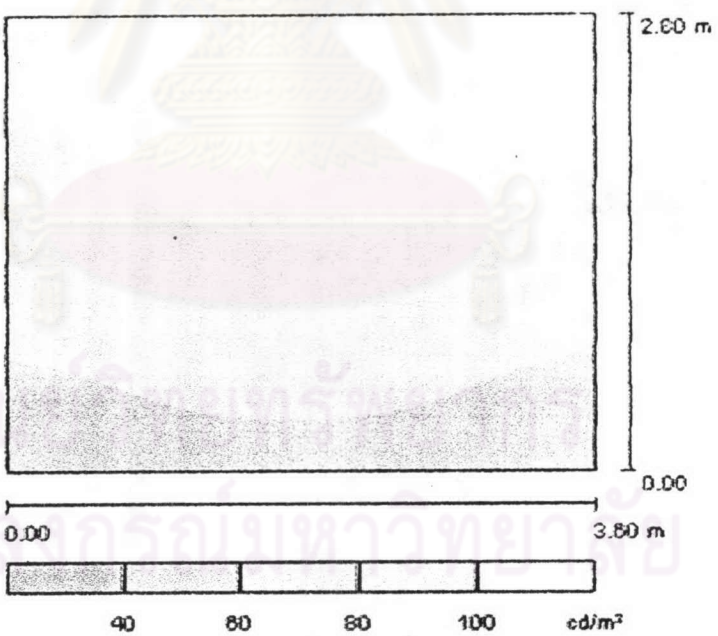
2.2.5.2 การแสดงผลด้วยด้วยลายเส้น



รูปที่ 2.26 แสดงการแสดงผลด้วยลายเส้น

ที่มา : โปรแกรมDialux2.0

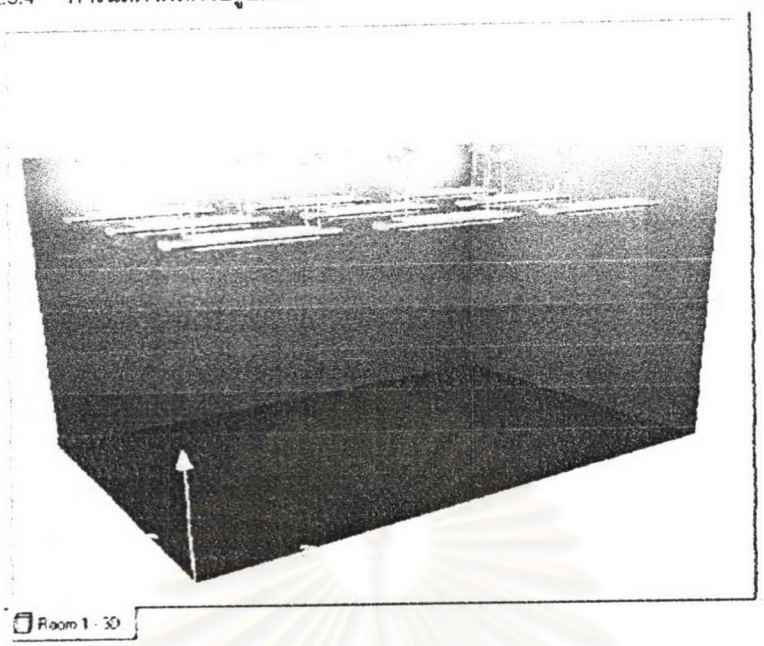
2.2.5.3 การแสดงผลด้วยการเทียบค่าสี



รูปที่ 2.27 แสดงการแสดงผลด้วยการเทียบค่าสี

ที่มา : โปรแกรมDialux2.0

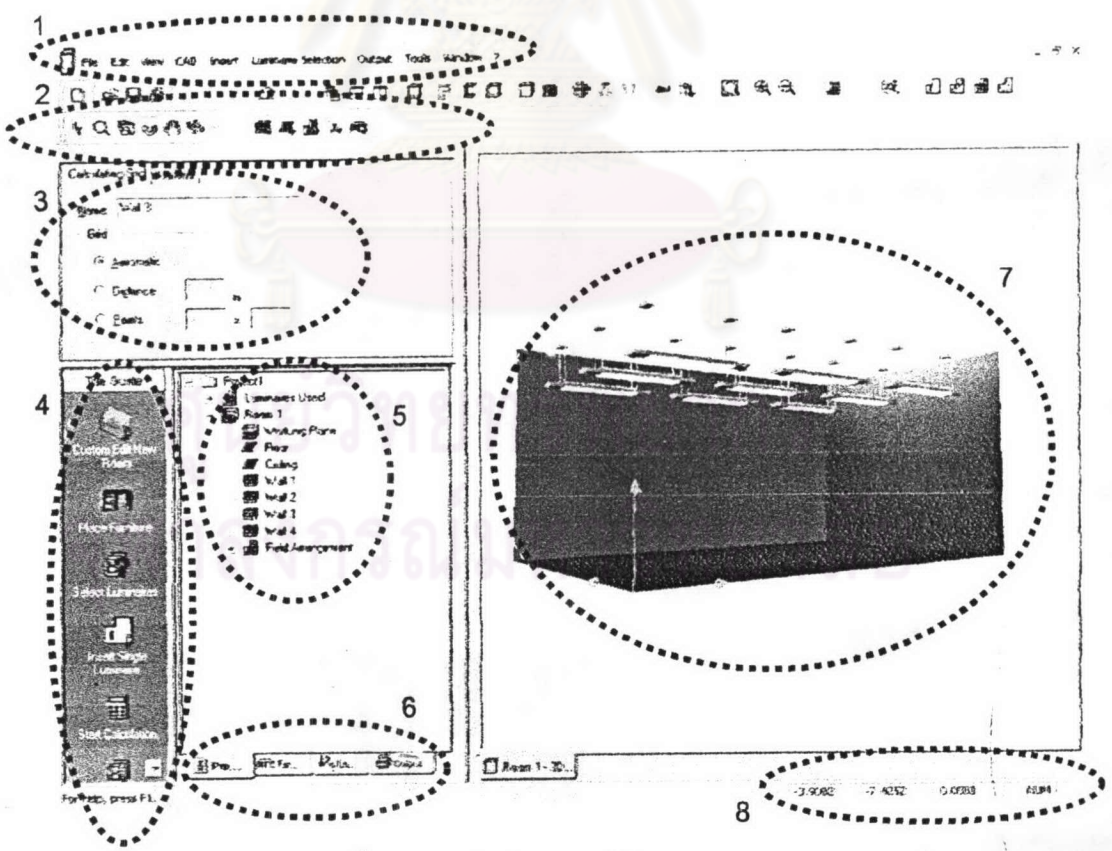
2.2.5.4 การแสดงผลด้วยรูปภาพ



รูปที่ 2.28 แสดงการแสดงผลด้วยรูปภาพ

ที่มา : โปรแกรมDialux2.0

2.2.6 ส่วนประกอบของโปรแกรม



รูปที่ 2.29 แสดงส่วนประกอบของโปรแกรม

ที่มา : โปรแกรมDialux2.0

ส่วนที่ 1 Pull Down Menu จะประกอบไปด้วยชุดคำสั่ง เช่น File, Edit, View, CAD, Insert, Luminiare Selection, Output, Tools, Window, ?

ส่วนที่ 2 Toolbars ประกอบไปด้วยกลุ่มคำสั่งซึ่งแบ่งแยกตามประเภทการใช้งาน เช่น Standard, Window, Navigation, Output, Luminaire, Mouse Mode, Selection Filter

ส่วนที่ 3 The Inspector เป็นส่วนที่ใช้ป้อนข้อมูล ปรากฏช่องให้ป้อนข้อมูลเมื่อคลิ๊กที่ The Guide

ส่วนที่ 4 The Guide เป็นชุดคำสั่งใช้ในการกำหนดขนาดห้อง ดวงโคม เฟอร์นิเจอร์ รูปแบบการจัดเรียงดวงโคม การประมวลผล และการจัดทำรายงาน ประกอบด้วย Custom Edit New Room, Place Furniture, Select Luminaires, Insert Single Luminaire, Start Calculation, Output

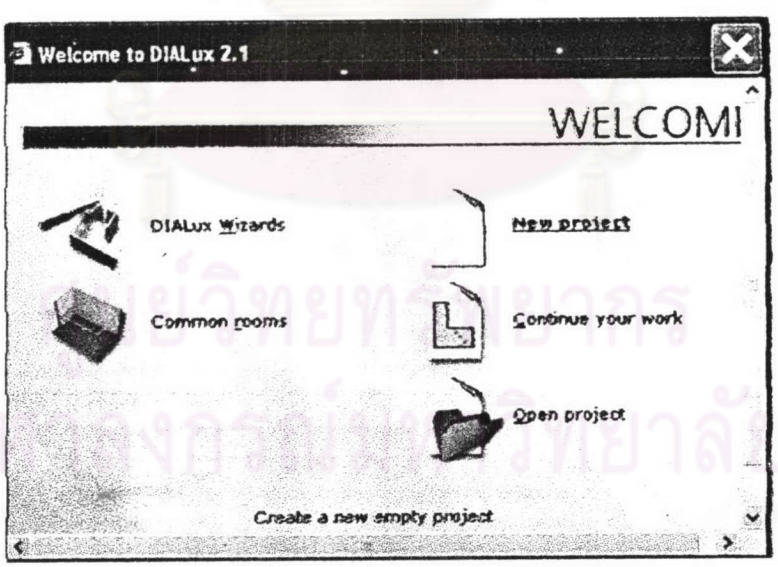
ส่วนที่ 5 Project Tree เป็นรายการแบ่งแยกตามหมวดหมู่ เมื่อคลิ๊กที่กลุ่มคำสั่งจะปรากฏรายการย่อยของกลุ่มคำสั่งนั้น

ส่วนที่ 6 Tabbars เป็นรายการแบ่งแยกตามวัตถุและการใช้งาน ประกอบด้วยรายการ เช่น Project, Furniture, Luminaire, Output

ส่วนที่ 7 CAD Window เป็นพื้นที่แสดงผลการคำนวณในแบบกราฟฟิก

ส่วนที่ 8 Coordinate เป็นจุดพิกัดของการเคลื่อนเม้าส์ในพื้นที่ CAD Window

2.2.7 ขั้นตอนการใช้งานโดยสังเขป



รูปที่ 2.30 แสดงเมนูหลักของโปรแกรมDialux

ที่มา : โปรแกรมDialux2.0

เมนูหลักของโปรแกรมจะแบ่งออกเป็น 5 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ส่วนDIAlux Wizards เป็นการกำหนดให้ผู้ใช้โปรแกรมป้อนข้อมูลตามขั้นตอนที่ทาง

โปรแกรมได้กำหนดไว้ เหมาะกับผู้ใช้ที่เริ่มใช้งานโปรแกรมหรือต้องการเข้าสู่การป้อนข้อมูลอย่างรวดเร็ว

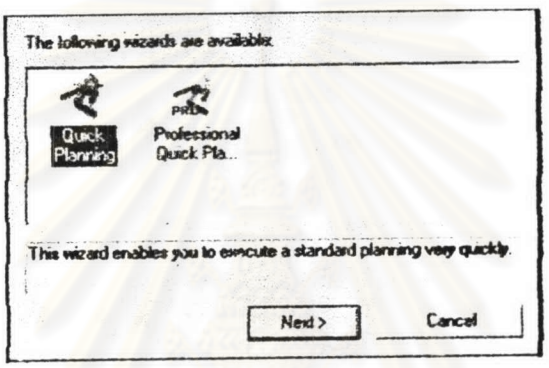
ส่วนที่ 2 ส่วนCommon rooms เป็นการกำหนดรูปร่างของห้องและขนาดห้อง ค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิวทุกระนาบ

ส่วนที่ 3 ส่วน New project เป็นส่วนเริ่มต้นของการใช้งาน โดยโปรแกรมจะให้ผู้ใช้ป้อนค่าขนาดของห้อง

ส่วนที่ 4 ส่วนContinue your work เข้าสู่โปรแกรมอย่างรวดเร็วโดยไม่มีการกำหนดค่าเลย

ส่วนที่ 5 ส่วนOpen project เป็นการเปิดไฟล์ที่ได้บันทึกไว้ก่อนหน้านี้

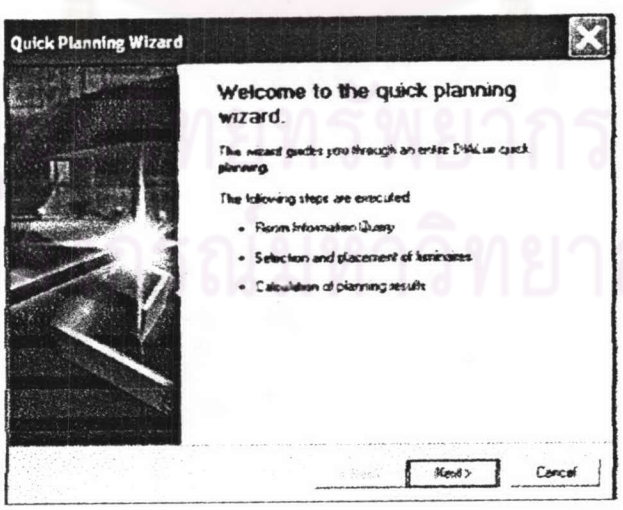
ในขั้นตอนต่อไป จะกล่าวถึงขั้นตอนการใช้งานโดยใช้ส่วน DIAlux Wizards เนื่องจากเหมาะกับผู้ใช้งานที่มีพื้นฐานความรู้เรื่องแสงสว่างและยังไม่คุ้นเคยกับการใช้โปรแกรมรวมทั้งสถาปนิก



รูปที่ 2.31 แสดงเมนูวิซาร์ด

ที่มา : โปรแกรมDialux2.0

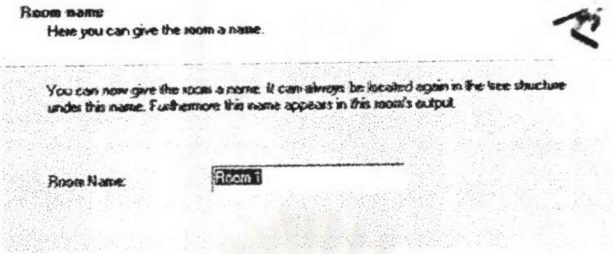
เลือกรูปแบบการป้อนข้อมูล Quick Planning หรือ Professional Quick Planning



รูปที่ 2.32 แสดงข้อแนะนำเมื่อเข้าสู่การเริ่มต้นส่วนQuick Planning

ที่มา : โปรแกรมDialux2.0

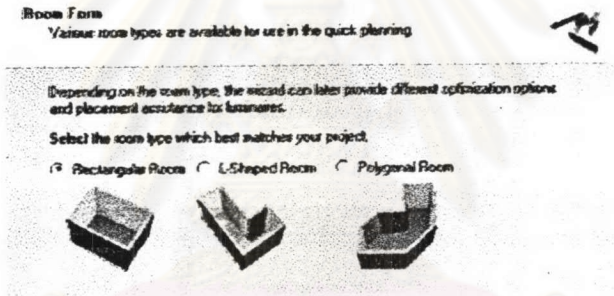
เมื่อเข้าสู่ขั้นตอนQuick Planning จะปรากฏข้อเสนอแนะให้ผู้ใช้โปรแกรมได้ทราบวิธีการใช้งานโปรแกรม ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การป้อนข้อมูลลักษณะทางกายภาพของห้อง เลือกประเภทดวงโคมและจัดเรียงดวงโคม และขั้นตอนของการคำนวณ



รูปที่ 2.33 แสดงการป้อนข้อมูลชื่อห้อง

ที่มา : โปรแกรมDialux2.0

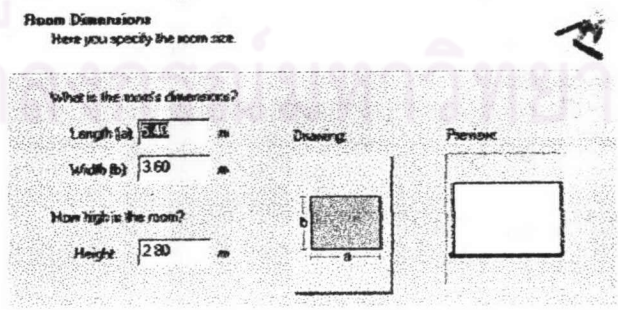
เป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลตั้งชื่อห้อง



รูปที่ 2.34 แสดงการป้อนข้อมูลโดยการเลือกรูปร่างของห้อง

ที่มา : โปรแกรมDialux2.0

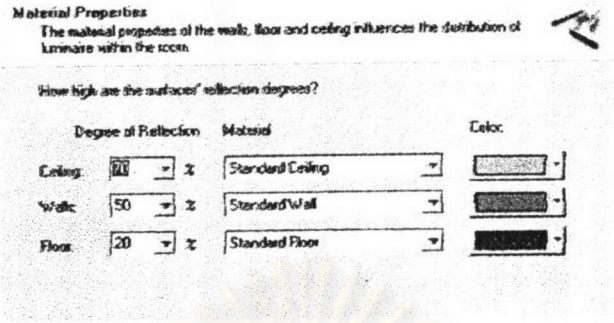
ป้อนข้อมูลโดยการเลือกรูปร่างของห้องให้เหมาะกับโครงการ ประกอบด้วยห้องสี่เหลี่ยม ห้องที่มีรูปร่างตัวแอล และห้องที่มีลักษณะรูปหลายเหลี่ยม



รูปที่ 2.35 แสดงการป้อนข้อมูลขนาดห้อง

ที่มา : โปรแกรมDialux2.0

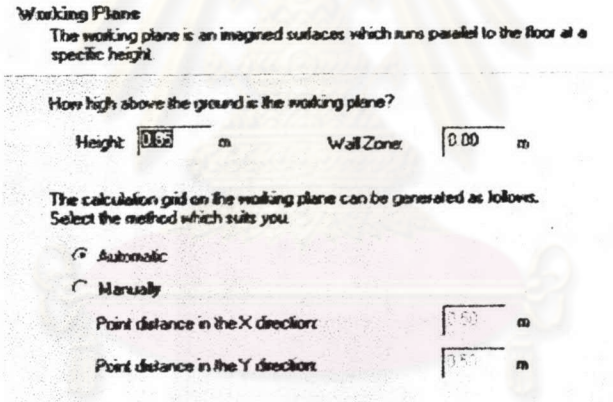
ป้อนข้อมูลขนาดห้อง ประกอบด้วยความกว้าง ความยาว และความสูงของห้อง โปรแกรมจะแสดงรูปร่างของห้องในลักษณะกราฟิกทางช่องขวามือ



รูปที่ 2.36 แสดงการป้อนข้อมูลคุณสมบัติของวัสดุของระนาบต่างๆ

ที่มา : โปรแกรมDialux2.0

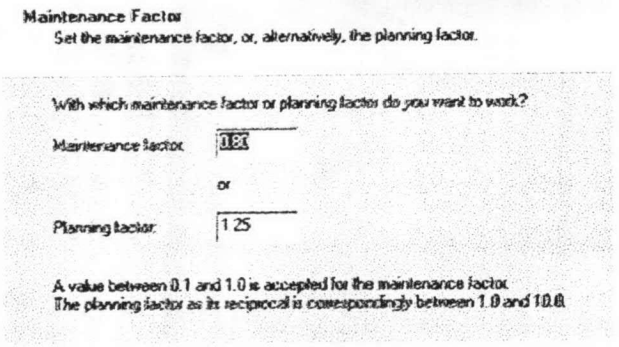
ป้อนข้อมูลโดยการเลือกวัสดุของพื้นผิวของแต่ละระนาบ โดยโปรแกรมได้เตรียมค่าเริ่มต้นไว้ ส่วนการป้อนข้อมูลนี้ ประกอบด้วย Degree of Reflection(ค่าการสะท้อนแสง), Material(วัสดุ), Color(สี)



รูปที่ 2.37 แสดงการป้อนข้อมูลค่าต่างๆของระนาบทำงาน

ที่มา : โปรแกรมDialux2.0

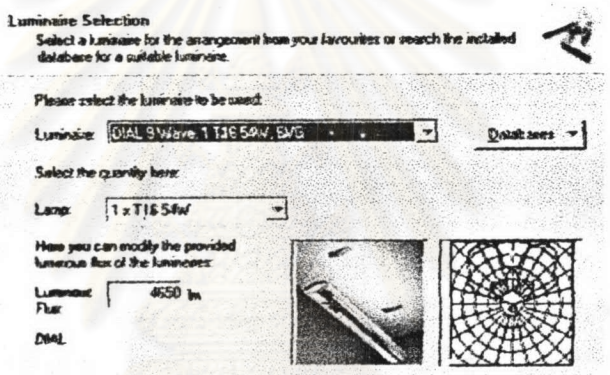
ป้อนข้อมูลของระนาบทำงาน ซึ่งมีผลต่อการคำนวณแสงสว่างและการจัดวางตำแหน่งดวงโคม ประกอบด้วยการกำหนดความสูงของระนาบทำงาน, Wall Zone และวิธีการคำนวณ



รูปที่ 2.38 แสดงการป้อนข้อมูลMiantenance factor และ Planning factor

ที่มา : โปรแกรมDialux2.0

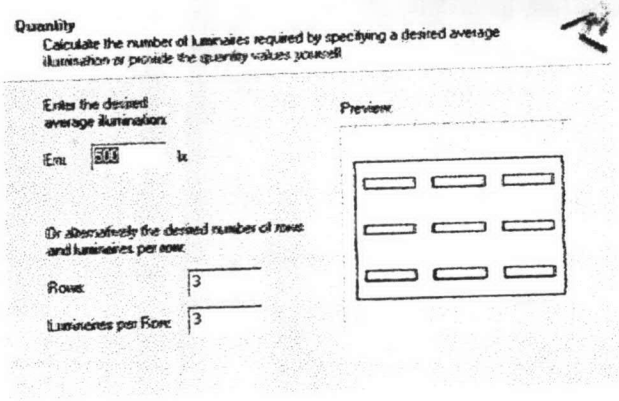
การป้อนข้อมูลMaintenance factor และ Planning factor มีผลต่อจำนวนดวงโคม ที่ต้องการจัดเรียง



รูปที่ 2.39 แสดงการป้อนข้อมูลการเลือกดวงโคมและหลอดไฟฟ้า

ที่มา : โปรแกรมDialux2.0

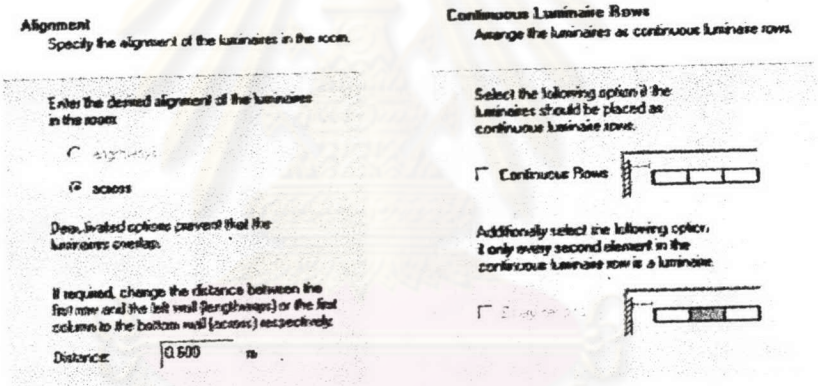
ป้อนข้อมูลโดยการเลือกดวงโคมและหลอดไฟฟ้าในฐานข้อมูลที่โปรแกรมได้จัดเตรียมไว้ให้ ประกอบด้วยส่วนต่างๆ เช่น Luminaire, Lamp, Luminous Flux ในรูปจะใช้ดวงโคม ห้อยจากฝ้าเพดาน บรรจุหลอดหลอดฟลูออเรสเซ็นต์จำนวน 1 หลอด มีกำลังไฟฟ้า 54 วัตต์ ให้ค่า ความส่องสว่าง 4650 ลูเมนต่อ หลอด



รูปที่ 2.40 แสดงการป้อนข้อมูลค่าความส่องสว่างและการจัดเรียงดวงโคม

ที่มา : โปรแกรมDialux2.0

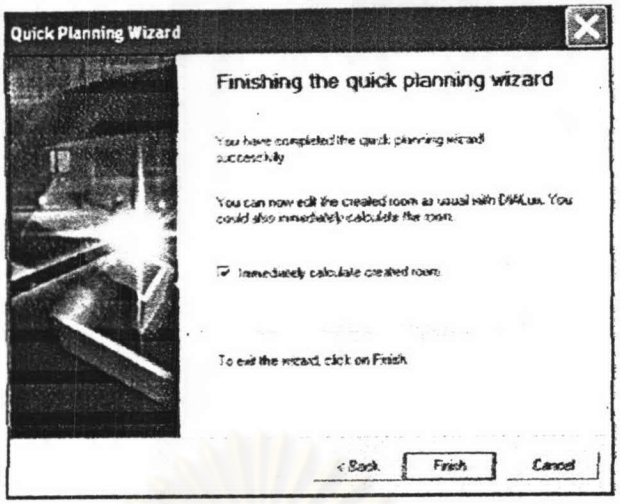
ป้อนข้อมูลค่าความส่องสว่างเฉลี่ยในหน่วยของลักซ์และจำนวนดวงโคมที่ต้องการจัดเรียงในแนวนอน ประกอบด้วยส่วนต่างๆ เช่น Em, Rows, Luminaire per Row



รูปที่ 2.41 แสดงการป้อนข้อมูลการจัดเรียงดวงโคม

ที่มา : โปรแกรมDialux2.0

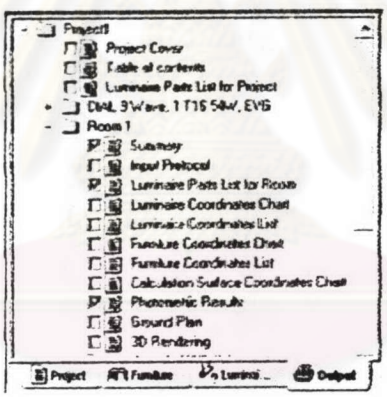
ป้อนข้อมูลระยะห่างระหว่างดวงโคมแถวแรกกับผนังด้านซ้ายและการป้อนข้อมูลกำหนดให้ดวงโคมเรียงห่างกันหรือชิดกัน ประกอบด้วยส่วนต่างๆ เช่น Lenthways, Across, Distance, Continuous Rows, Every second



รูปที่ 2.42 แสดงเมนูเมื่อเสร็จสิ้นการจัดเรียงโดยใช้ Wizard

ที่มา : โปรแกรมDialux2.0

เมื่อป้อนข้อมูลสมบูรณ์แล้ว จะปรากฏเมนูให้ผู้ใช้ทราบและให้เลือกว่าจะทำการคำนวณหรือไม่ ถ้ากำหนดให้โปรแกรมคำนวณ โปรแกรมจะประมวลผลและแสดงผลโดยสรุปเป็นรายงาน



รูปที่ 2.43 แสดงรายการผลลัพธ์การคำนวณของโปรแกรม Dialux

ที่มา : โปรแกรมDialux2.0

รายการผลลัพธ์การคำนวณ ได้แก่ Project Cover, Table of contents, Luminaire Parts List for Project, Luminaire Data Sheet, Summary, Input Protocal, Luminaire Parts List for Room, Luminaire Coordinates Chart, Luminaire Coordinates List, Furniture Coordinates Chart, furniture Coordinates List, Calculation Surface Coordinate, Photometric Results, Ground Plan ,3D Rendering, Isolines, Greyscale, Value Chart, Table **ซึ่งมีทั้งการแสดงผลด้วยรูปภาพ ตัวเลข และกราฟฟิก**

บทวิเคราะห์

จากการศึกษา และวิเคราะห์องค์ประกอบที่ผ่านมาข้างต้น สามารถสรุปแบ่งเป็นหัวข้อตามที่ได้ศึกษาดังนี้

ระบบการทำงาน

จากการวิเคราะห์ระบบการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้ทำการศึกษาจะพบว่า ระบบการทำงานส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นเส้นตรง หมายความว่าจะต้องทำงานให้เสร็จสิ้นในการทำงานแต่ละกระบวนก่อนจึงจะข้ามไปทำงานในกระบวนการต่อไปได้ และเมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนป้อนข้อมูลและโปรแกรมรายงานผลออกมาแล้ว หากผู้ใช้งานต้องการแก้ไขข้อมูล ก็ต้องย้อนกระบวนการกลับไปยังส่วนของการป้อนข้อมูล ทำการแก้ไขข้อมูล แล้วจึงให้โปรแกรมประมวลผลอีกครั้งหนึ่งแล้วรายงานผลออกมา ซึ่งการทำงานในลักษณะนี้ ทำให้การแก้ไขข้อมูลเป็นไปอย่างลำบาก ผู้ใช้โปรแกรมไม่สามารถมองเห็นการเปลี่ยนแปลงค่าได้อย่างชัดเจน เนื่องจากต้องย้อนกลับไปดูผลการคำนวณในครั้งก่อนหน้านี้ แล้วจึงค่อยสลับกลับมาดูยังส่วนของการแสดงผล

ในส่วนของหน้าจอแสดงผล ควรกำหนดให้มีการเข้าถึงหรือทำการแก้ไขข้อมูลส่วนอื่นของโปรแกรมได้อย่างอิสระ สามารถเชื่อมต่อข้อมูลทุก ส่วนของโปรแกรมอย่างต่อเนื่อง และสามารถแสดงผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงโดยทันที จะทำให้ผู้ใช้งานเห็นการเปลี่ยนแปลงของผลการคำนวณทันทีเมื่อทำการเปลี่ยนแปลงการป้อนข้อมูล

ระบบการป้อนข้อมูล

จากการศึกษาและวิเคราะห์ในส่วนของทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณแล้วจะพบว่า สมการที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณมีหลายสมการ ตารางที่ใช้ในการคำนวณมีหลายตาราง และต้องทำการป้อนข้อมูลในแต่ละสมการให้ครบถ้วนจึงจะสามารถคำนวณได้ การป้อนค่าจำนวนมากจึงต้องมีส่วนรับข้อมูลมากตามไปด้วย สร้างความสับสนให้กับผู้ใช้งานได้ อีกทั้งการป้อนค่ามีรายละเอียดมากเกินไปสามารถเกิดความผิดพลาดในการป้อนข้อมูลได้เช่นกัน นอกจากนี้อาจทำให้ผู้ใช้รู้สึกเกิดความเบื่อหน่ายอีกด้วย

การป้อนค่าต่างๆที่เป็นเรื่องเฉพาะของสาขาวิชา เช่น ค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิว ลักษณะทางกายภาพของวัสดุ การจัดเรียงดวงโคม ค่าการบำรุงรักษา ระยะห่างในการจัดเรียง กราฟการกระจายแสง เป็นต้น มีสถาปนิกและผู้ใช้โปรแกรมเพียงบางกลุ่มเท่านั้นที่มีความรู้ในเรื่องการออกแบบแสงสว่างหรือทราบความหมายของข้อมูลที่ป้อนเข้าไปเป็นอย่างดี หรือแม้แต่บางครั้งที่ผู้ที่มีความรู้เรื่องการออกแบบแสงสว่างใช้แล้ว อาจเกิดความสับสนได้เช่นกัน และผู้ใช้โปรแกรมอาจเป็นบุคคลที่มีความรู้เรื่องแสงสว่างน้อยหรืออาจไม่มีความรู้เลย ดังนั้นจึงคำนึงถึงผู้ใช้โดยทั่วไปด้วย โปรแกรมจึงจะมีการใช้งานได้อย่างแพร่หลายมากขึ้น

แนวทางหนึ่งในการออกแบบโปรแกรมเพื่อช่วยในการจัดวางตำแหน่งดวงโคม ส่วนหนึ่งควรมีการเตรียมความรู้พื้นฐานของการป้อนค่าต่างๆ ให้สามารถเรียกใช้งานได้อย่างสะดวก ลดขั้นตอนของการป้อนข้อมูลให้น้อยลง สร้างความคุ้นเคยกับผู้ใช้อย่างรวดเร็ว เป็นการสอนให้ผู้ใช้เรียนรู้วิธีการใช้งานโปรแกรมให้สามารถคาดการณ์ถึงความน่าจะเป็นที่ผู้ใช้โปรแกรมกำลังต้องการอยู่ในขณะนั้น แล้วทำการสุ่มตัวอย่างทางเลือกออกมาให้ผู้ใช้งานได้เลือกใช้งาน เช่น เมื่อผู้ใช้โปรแกรมป้อนข้อมูลโดยการเลือกค่าที่โปรแกรมจัดเตรียมไว้ให้ ค่าตัวเลขที่ใช้ในการคำนวณจะปรากฏออกมา หากผู้ใช้ไม่มีความรู้เรื่องแสงสว่างหรือไม่ทราบค่าเหล่านี้อย่างแน่ชัดหรือครบถ้วน ก็สามารถที่จะดำเนินการคำนวณในขั้นตอนต่อไปได้ แต่ถ้าผู้ใช้ทราบค่าที่แน่นอนแล้ว ก็สามารถเปลี่ยนแปลงค่าเหล่านี้ได้ตามความเป็นจริงเพื่อการคำนวณที่แม่นยำขึ้น

ระบบการประมวลผล

เนื่องจากในลักษณะของการคำนวณที่มีตัวเลขในปริมาณมากและมีความซับซ้อนของการคำนวณหลายสมการ การทำงานของโปรแกรมส่วนใหญ่เป็นการช่วยอำนวยความสะดวกในการคำนวณเป็นหลัก เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น ซึ่งนับว่าเป็นข้อดีอย่างหนึ่ง แต่ถ้าหากมองในแง่ของการออกแบบสถาปัตยกรรมแล้ว ระบบการทำงานของโปรแกรมนอกจากเป็นเครื่องมือช่วยในการคำนวณแล้ว ควรมีส่วนของการเปรียบเทียบ เพื่อช่วยวิเคราะห์ ปรับเปลี่ยนและควบคุมตัวแปรที่สำคัญและมีผลต่อการเลือกใช้และจัดวางดวงโคมได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง ทำให้สามารถทำการวิเคราะห์ข้อมูลได้หลายมุมมองมากขึ้น ทำให้เป็นประโยชน์ในการออกแบบสถาปัตยกรรมอย่างแท้จริง เช่น

จากระบบเดิมที่เป็นการป้อนค่าของข้อมูลเข้าไปในโปรแกรมแล้วทำการประมวลผลออกมา เมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงการป้อนค่าแล้วทำการประมวลผลใหม่ ผลลัพธ์ของข้อมูลเดิมจะถูกลบทิ้ง ซึ่งอาจสร้างความสับสนกับผู้ใช้โปรแกรมเมื่อต้องการเปรียบเทียบการป้อนข้อมูลก่อนหน้านี้ แต่ระบบการทำงานรูปแบบใหม่จะมีส่วนของการเปรียบเทียบค่า เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถย้อนกลับไปดูผลการคำนวณก่อนหน้านี้ได้

ระบบการแสดงผล

การแสดงผลของโปรแกรมโดยส่วนใหญ่สามารถแสดงผลแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. การแสดงผลเป็นตัวอักษร ได้แก่ ตารางแสดงผล
2. การแสดงผลเป็นรูปภาพ ได้แก่ รูปภาพ กราฟเส้น

การแสดงผลทั้ง 2 ส่วนนี้จะแยกออกจากกันเมื่อผู้ใช้โปรแกรมต้องการทราบข้อมูลในส่วนใดก็สามารถเข้าไปดูในส่วนของประเภทการแสดงผลนั้นๆ ซึ่งในแต่ละประเภทของการแสดงผล ก็จะมีการแยกรูปแบบการนำเสนอออกตามรายละเอียดของการเปรียบเทียบข้อมูลในแต่ละชนิดตามความต้องการของผู้ใช้โปรแกรม หากสามารถออกแบบให้ส่วนของการแสดงผลอยู่ร่วมกับหน้าจอเดียวกันกับส่วนของรายละเอียดของการป้อนข้อมูลได้ จะทำให้สามารถทำการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือแก้ไขผลได้อย่างสะดวกมากยิ่งขึ้น

3. การสำรวจความต้องการการใช้โปรแกรมออกแบบแสงสว่างของสถาปนิกในประเทศ

นอกจากการจัดทำโปรแกรมแล้ว ยังได้มีการทำเก็บข้อมูลเพื่อสำรวจความต้องการการใช้โปรแกรม เพื่อศึกษาถึงแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยการสัมภาษณ์โดยสุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้ผลิตและจำหน่ายดวงโคม นักออกแบบแสงสว่าง สถาปนิกจำนวนหนึ่ง

3.1 สำรวจความต้องการการใช้โปรแกรมโดยการสัมภาษณ์ผู้ผลิตและจำหน่ายดวงโคม

ผู้ให้สัมภาษณ์

คุณปราบพล ชูตระกูล ผู้จัดการทั่วไป บริษัท พาลิคอน โปร-อาร์ต ไลท์ติ้ง จำกัด ซึ่งเป็นผู้นำเข้าและให้บริการออกแบบแสงสว่างเครื่องหมายสินค้า Erco,Bega,Llashutte Limburg,Boom

สรุปเนื้อหา

บริษัทใช้โปรแกรมDialux2.0ในการคำนวณการจัดวางตำแหน่งดวงโคม ซึ่งให้ผลลัพธ์ซึ่งค่อนข้างละเอียด ฐานข้อมูลดวงโคมที่ใช้จะมีการupdateทันสมัยตลอดเวลาจากประเทศเยอรมัน ผลิตภัณฑ์ที่ลงในฐานข้อมูลจะมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง มีการวิจัยและพัฒนาโดยมีห้องทดลองเพื่อทดสอบดวงโคม และบันทึกเป็นค่าตัวเลขทางเทคนิคและวิศวกรรม แล้วนำค่าIESมาใช้ในโปรแกรมDialux โดยตัวโปรแกรมเป็นโปรแกรมด้าน

การออกแบบแสงสว่างที่มีความน่าเชื่อถือ และยังมีโปรแกรม Dialux Exterior ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการจัดแสงภายนอกอาคาร ก็ใช้ฐานข้อมูลของผลิตภัณฑ์ของบริษัทด้วยเช่นกัน

เมื่อลูกค้าทำการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์ บริษัทจะมีนักออกแบบแสงสว่างทำการออกแบบแสงสว่างโดยทำงานร่วมกับการใช้โปรแกรมDialux เมื่อทำการติดตั้งที่หน้างาน ก็จะทำการทดสอบค่าแสง สว่างว่าเป็นไปตามที่ต้องการหรือไม่ และจะทำการปรับเปลี่ยนที่หน้างานต่อไป

3.2 **สำรวจความต้องการการใช้โปรแกรมโดยการสัมภาษณ์นักออกแบบแสงสว่าง**

ผู้ให้สัมภาษณ์

Lighting Designer บริษัท พาลิคอน โปร-อาร์ต ไลท์ติ้ง จำกัด

สรุปเนื้อหา

รายละเอียดการทำงานของ Lighting Designer จะมีดังนี้

1. นักออกแบบแสงจะใช้ประสพการณ์ในการจัดแสง และทำความรู้จักประเภทและรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ทั้งหมดของบริษัทอย่างละเอียด โดยบริษัทจัดทำเป็นคู่มือดวงโคมอย่างละเอียด ซึ่งรวมถึงรายละเอียดทางเทคนิคและวิศวกรรมเพื่อนำมาใช้คำนวณด้วย เพื่อให้สามารถนำผลิตภัณฑ์เหล่านี้มาใช้จัดแสงได้อย่างเต็มที่ การจัดแสงขั้นต้นต้องมีการวางแผน และพูดคุยกับลูกค้าถึงความต้องการต่างๆ เพื่อให้การจัดแสงตรงกับความต้องการของลูกค้ามากที่สุด

2. การจัดแสงขึ้นอยู่กับงบประมาณของลูกค้าเป็นสำคัญ

3. ทำการจัดแสงโดยการSpecificationในแบบด้วยความเชี่ยวชาญ จากนั้นนำดวงโคมเหล่านี้ไปทดสอบที่หน้างานจริง เพื่อทดสอบความสว่างที่เกิดขึ้นให้ตรงกับความพอใจของลูกค้ามากที่สุด

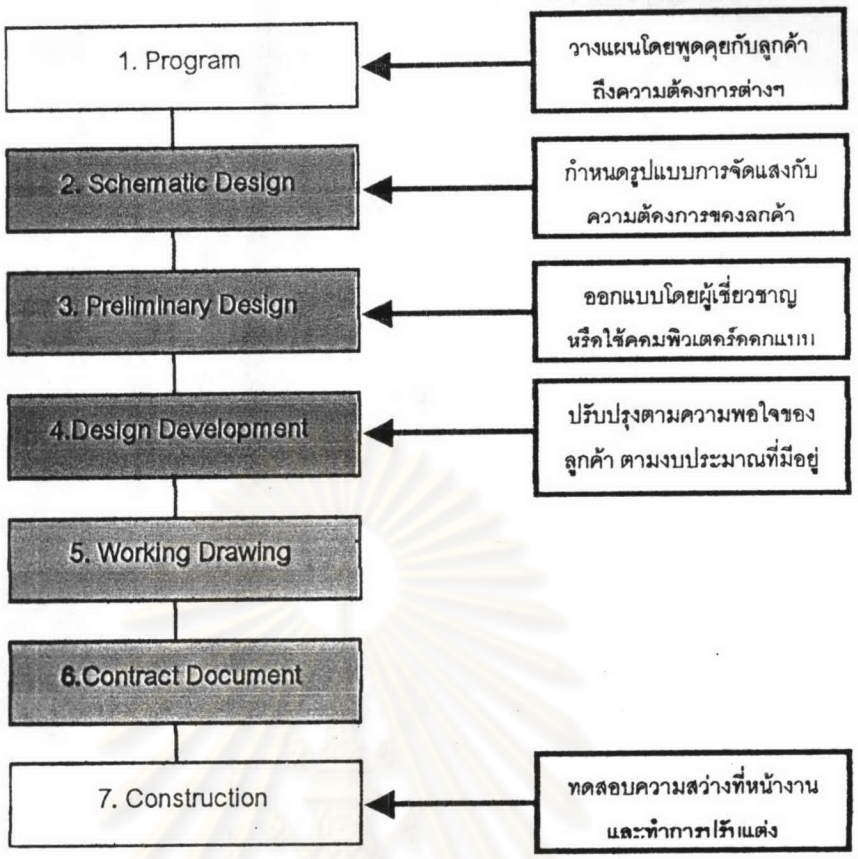
4. การจัดแสงส่องอาคารภายนอกอาคารและแสงสว่างบริเวณรอบอาคาร นักออกแบบแสงจะทำการทดสอบการส่องสว่างโดยการติดตั้งที่หน้างานจริง บางครั้งประสบปัญหาความกว้างของถนนหน้าอาคารแคบเกินไปทำให้การทดสอบการจัดแสงมีข้อจำกัดที่ต้องเลือกใช้ดวงโคมที่ส่องได้ในระยะใกล้ และมีมุมแคบ

5. การจัดแสง นักออกแบบแสงจะทำงานจัดแสงเป็นห้องๆหรือ Volumeหนึ่งๆ เพื่อให้การทำงานมีการแบ่งแยกกันไป สามารถทำงานง่าย

6. ในขั้นตอนการออกแบบ สามารถใช้คอมพิวเตอร์ร่วมระบบฐานข้อมูลผลิตภัณฑ์ของบริษัท โดยใช้โปรแกรม Dialux, Dialux Exterior ซึ่งต่อไปจะมีการใช้งานร่วมกับโปรแกรมเขียนแบบอย่างAutoCAD ซึ่งทำให้การทำงานของนักออกแบบแสงเป็นไปอย่างรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

7. การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยให้การทำงานสะดวกมากยิ่งขึ้น ในด้านการคำนวณและการสืบค้นข้อมูล

8. การนำเสนองานให้ลูกค้าในปัจจุบันยังไม่สะดวกเท่าที่ควรเนื่องจากต้องทดสอบให้ลูกค้าที่หน้างานจริง มีความต้องการนำเสนองานด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์มากกว่า ซึ่งจะเป็นการจำลองลักษณะที่เหมือนจริงมากกว่านี้ด้วยโปรแกรม Lightscape



แผนภูมิ 2.8 แสดงการทำงานของนักออกแบบแสงสว่าง

3.3 สำรวจความต้องการการใช้โปรแกรมโดยการสัมภาษณ์สถาปนิก

สรุปเนื้อหา

1. การออกแบบจัดวางตำแหน่งดวงโคมภายในอาคารจะใช้ประสพการณ์การจัดเป็นสำคัญ ซึ่งดวงโคมบางยี่ห้อ ทางผู้จำหน่ายดวงโคมจะกำหนดมาเลยว่าจะมีวิธีการจัดอย่างไร เหมาะกับฝ้าเพดานที่มีความสูงที่จำกัด ขึ้นอยู่กับจำนวนวัตต์ของดวงโคม ถ้าจำนวนวัตต์น้อย จะเรียงจำนวนโคมถี่มากขึ้นอีกทั้งขึ้นอยู่กับระดับฝ้าเพดานว่าจะยกขึ้นไปสูงอีกระดับหรือไม่ ก็จะมีระยะการจัดอีก แบบหนึ่ง

2. ถ้ามีการคำนึงถึงความสวยงามด้วย การจัดตำแหน่งดวงโคมก็จะมีความอิสระมากขึ้น

3. ถ้าลักษณะห้องมีความซับซ้อนมากเกินไป ก็จะต้องให้วิศวกรไฟฟ้าช่วยคำนวณ

4. บางบริษัทจะแบ่งหน้าที่การคำนวณการส่องสว่างให้วิศวกรไฟฟ้าโดยเฉพาะ เพื่อลดความผิดพลาดในการคำนวณ การออกแบบแสงสว่างจะใช้ค่าการส่องสว่างตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ หลังจากสถาปนิกได้จัดเรียงตำแหน่งดวงโคมอย่างคร่าวๆให้ตรงกับพื้นที่ทำงานแล้ว จะส่งให้วิศวกรทำการคำนวณ

5. ทำการทดสอบสภาพแสงที่หน้างาน และจะทำการปรับเปลี่ยนตามความเหมาะสม

6.จะเลือกใช้ดวงโคมจากบริษัทผู้ผลิตที่มีดวงโคมให้เลือกหลายหลายมากมาย และราคาประหยัด หลอดไฟฟ้าจะเลือกใช้หลอดที่มีอายุการใช้งานยาวนาน

บทวิเคราะห์

จากการสำรวจความต้องการการใช้โปรแกรมออกแบบแสงสว่างของสถาปนิกในประเทศ สามารถสรุป โดยการเปรียบเทียบการทำงานของนักออกแบบแสงสว่างกับสถาปนิก ดังนี้

นักออกแบบแสงสว่าง	สถาปนิก
1. จัดวางตำแหน่งดวงโคม โดยมีหลักวิธีการคำนวณ	1. อาศัยประสพการณ์ในการจัดวางตำแหน่ง
2. มีความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ดวงโคมมากกว่า	2. มีความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ดวงโคมเท่าที่เคยใช้งาน
3. ใช้ความรู้สึก และใช้ผลลัพธ์จากการคำนวณ เป็นตัวกำหนดว่าห้องมีค่าความสว่างที่เหมาะสม	3.ใช้ความรู้สึกกำหนดว่าห้องมีค่าความสว่างที่เหมาะสม
4. ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณในบางกรณี	4. ไม่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดวางตำแหน่งเลย
5. ค่าการส่องสว่างหลังการจัดมีความผิดพลาดน้อย	5. ค่าการส่องสว่างที่ได้มีโอกาสผิดพลาดมาก
6. ทำการทดสอบความส่องสว่างที่หน้างาน	6. ทำการทดสอบความส่องสว่างที่หน้างานด้วยเช่นกัน
7. มีหน้าที่ออกแบบแสงสว่างโดยตรง	7. โครงการขนาดใหญ่จะใช้วิศวกรไฟฟ้าหรือผู้ที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะสาขา
8. คำนึงถึงความสวยงามในออกแบบแสงสว่างภายใต้ งบประมาณที่กำหนดไว้	8. คำนึงถึงงบประมาณเป็นส่วนสำคัญ เลือกใช้ดวงโคมที่มีราคาถูก
9. มีพื้นฐานการคำนวณ ทราบตัวแปรด้านการส่องสว่างและมีวิธีการคำนวณ	9. มีพื้นฐานการคำนวณน้อย ไม่ทราบวิธีการคำนวณ

ตาราง 2.10 แสดงการเปรียบเทียบการทำงานของนักออกแบบแสงสว่างกับสถาปนิก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย