บทที่ 2
การศึกษาทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาแนวความคิดที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย ได้แบ่งหัวข้อที่สำคัญในการศึกษาออกเป็น 5 หัวข้อ

- การศึกษาทฤษฎีการให้แสงสว่างในหอศิลป์
- การศึกษาทฤษฎีสัดส่วน
- การศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับการให้แสงสว่าง
- การศึกษาทฤษฎีการติดตั้งดวงโคมส่องภาพ
- การศึกษาและวิเคราะห์โปรแกรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 **ทฤษฎีการให้แสงสว่างในหอศิลป์** (Gallery Lighting)

2.1.1 การใช้แสงไฟฟ้าในหอศิลป์

[1] เนื่องจากแสงธรรมชาติมีข้อจำกัดในการใช้งาน เป็นแสงที่ควบคุมยากและมีการเปลี่ยนแปลงตลอดวัน การใช้แสงไฟฟ้าจึงเป็นทางเลือกในการให้แสงภายในหอศิลป์เพื่อช่วยทำให้วัตถุน่าสนใจขึ้นวัตถุแต่ละชนิดต้องการปริมาณและคุณภาพแสงที่แตกต่างกัน และขึ้นอยู่กับความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากแสงด้วย โดยทั่วไปแล้วไม่ควรจะให้แสงที่จ้าเกินไป แต่จะต้องเพียงพอต่อการมองเห็นการให้แสงไฟฟ้าขึ้นอยู่กับลักษณะของการจัดแสดง แต่จะให้แสงในปริมาณที่คงที่กว่าแสงธรรมชาติ โดยจะต้องพิจารณาอัตราส่วนระหว่างแสงที่ส่องวัตถุกับแสงโดยรอบให้เหมาะสมด้วยโดยปกติแล้วความเปรียบต่างระหว่างค่าความส่องสว่างบนวัตถุจัดแสดงและพื้นที่ทั่วๆไปในห้องนิทรรศการ (ซึ่งโดยทั่วไปจะคิดค่าระดับความส่องสว่างเฉลี่ยในแนวตั้ง) จะมีค่าเท่ากับ 3:1 ถ้าค่าความส่องสว่างบนวัตถุสว่างกว่าพื้นหลังมากๆ ความชัดเจนในการมองเห็นก็จะลดลง ทั้งนี้เป็นเพราะระดับความส่องสว่างบนวัตถุมากหรือสว่างจ้าเกินกว่าความสามารถในการปรับสายตาของผู้เข้าชม นอกจากนี้ยังจำเป็นที่จะต้องจำกัดความสว่างจากดวงโคมที่อยู่ในมุมมองของผู้เข้าชมโดยการใช้อุปกรณ์ป้องกัน (Screen) การใช้ดวงโคมที่ไม่มีการป้องกันแสงที่เหมาะสมอาจทำให้เกิดแสงบาดตาและความไม่สบายตา แต่ผลงานที่ต้องการให้ผู้ชมรู้สึกตื่นตาตื่นใจอัตราส่วนความสว่างอาจจะมีค่ามากกว่า 3:1 ก็ได้

การใช้แสงไฟฟ้าจะต้องพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวกับแสงหลายประการ ได้แก่ ความถูกต้องของสี การเลือกสีของแสงเพื่อสร้างบรรยากาศ การเลือกชนิดของหลอดไฟที่มีค่าปริมาณรังสีอัลตราไวโอเลตและรังสีอินฟาเรดต่ำ ให้ความร้อนน้อย และมีสเปกตรัมของแสงเหมาะสมกับสีของภาพหรือวัตถุที่จัดแสดง

---

[1] พรรณชลัท สุริโยธิน, การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของแสง (กรุงเทพ: ฝ่ายวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2549), หน้า 2-4

การเลือกใช้หลอดไฟในหอศิลป์จะต้องคำนึงถึง คุณภาพแสง ลำแสง สีของแสง ปริมาณแสงรวมทั้งปริมาณรังสีอัลตราไวโอเลตและรังสีอินฟราเรด หลอดไฟที่นิยมใช้ในหอศิลป์ ได้แก่ หลอดในตระกูลอินแคนเดสเซนต์ และ หลอดฟลูออเรสเซนต์[2]

หลอดในตระกูลอินแคนเดสเซนต์ ได้แก่ หลอดไส้และหลอดทังสเตนฮาโลเจน เป็นหลอดไฟที่มีอุณหภูมิสีต่ำ สีของแสงดูอบอุ่น มีความถูกต้องของสีสูง อายุการใช้งานค่อนข้างสั้นเพียง 1,000 – 3,000 ชั่วโมง ปริมาณแสงขึ้นอยู่กับขนาดวัตต์ของหลอดไฟ สามารถควบคุมปริมาณแสงโดยการใช้อุปกรณ์หรี่แสง ซึ่งการหรี่แสงจะช่วยเพิ่มอายุการใช้งานของหลอดให้ยาวนานขึ้น หลอดไส้แบบหลอดสะท้อนแสงและหลอดทังสเตนฮาโลเจน มีลำแสงทั้งแคบและกว้างให้เลือกใช้ หลอดไฟประเภทนี้ให้ปริมาณรังสีอัลตราไวโอเลตค่อนข้างต่ำ แต่จะให้รังสีอินฟาเรดหรือรังสีความร้อนมากเมื่อเทียบกับพลังงานที่ให้เข้าไป การใช้ฟิลเตอร์ติดตั้งที่หน้าหลอดจะช่วยลดปริมาณความร้อนลงได้ หรือใช้หลอดไฟชนิดที่มี ไดครออิค-รีเฟลคเตอร์ (Dichroic Reflector) เพื่อให้ความร้อนออกทางด้านหลังหลอด ช่วยให้ไม่เกิดความร้อนแก่วัตถุโดยตรง หรือใช้หลอดพิเศษที่ป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลต ในปัจจุบันหลอดทังสเตนฮาโลเจนมีทางเลือกของอุณภูมิสีมากขึ้นด้วย

วิธีการให้แสงอาจทำได้โดยซ่อนแหล่งกำเนิดแสงหรือให้แสงทางอ้อม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะทางสถาปัตยกรรมและลักษณะของการจัดผลงานทางศิลปะ โดยที่แสงสว่างในบริเวณจัดแสดงผลงานควรจะดูสว่างกว่าส่วนอื่นๆในขอบเขตการมองเห็น หากไม่มีความเปรียบต่างระหว่างวัตถุและพื้นหลังแล้ว ห้องแสดงผลงานนั้นอาจจะดูธรรมดาเกินไปและขาดความน่าสนใจ การใช้แสงส่องเน้นยังช่วยเสริมให้การมองเห็นดีขึ้นด้วย

2.1.2 วิธีการให้แสงไฟฟ้ากับการจัดแสดงบนผนัง (Wall Side Exhibition Lighting) (Japan Lighting Information Service – Museum Lighting)

2.1.2.1 จัดแสงเพื่อสร้างบบรรยากาศโดยรอบ (Ambient Light) ให้มีลักษณะนุ่มนวล สบายตา

2.1.2.2 จัดแสงให้มีความสม่ำเสมอ (Uniform) ทั่วทั้งผนังที่ใช้จัดแสดงผลงาน

2.1.2.3 จัดให้มีระดับความส่องสว่างตามมาตราฐานที่กำหนดไว้สำหรับวัตถุจัดแสดงชนิดต่างๆ

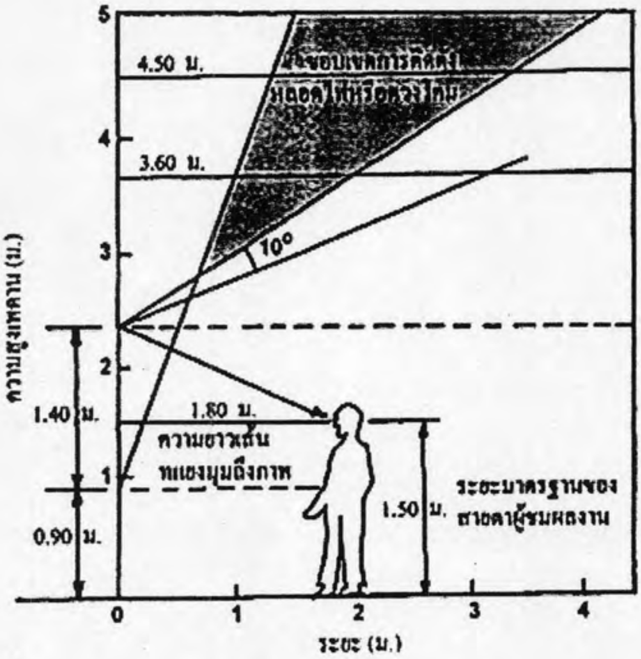
---

[2] พรรณชลัท สุริโยธิน, การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของแสง (กรุงเทพ: ฝ่ายวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2549), หน้า 2-9

2.1.2.4 ควรป้องกันแสงสะท้อนจากหลอดไฟไม่ให้เข้าตาผู้ชมผลงาน

2.1.2.5 ไม่ควรให้หลอดไฟที่มีความสว่าง (Brightness) สูงในขอบเขตของการมองเห็น (Visual Field) เพราะจะทำให้ตาพร่ามัวหรือไม่สบายตา

2.1.2.6 ไม่ควรใช้แสงส่องเน้นพื้นผิวที่ขรุขระของภาพสีน้ำมันหรือใช้กรอบภาพที่ทำให้เกิดเงาตกทอด



ภาพที่ 2.1 ตำแหน่งติดตั้งหลอดไฟหรือดวงโคม และความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของภาพ หลอดไฟหรือดวงโคมและแนวสายตาของผู้ชมผลงาน

(ที่มา:การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของแสง, 2549 : 2-9)

2.1.3 [3]ความสัมพันธ์ของตำแหน่งการติดตั้งดวงโคม การจัดแสดงรูปภาพและการมองเห็น (Japan Lighting Information Service – Museum Lighting)

2.1.3.1 หากภาพที่จัดแสดงสูงน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1.40 เมตร จุดศูนย์กลางของภาพควรจะสูงจากพื้น 1.60 เมตร

2.1.3.2 หากภาพที่จัดแสดงสูงกว่า 1.40 เมตร ควรจะให้ขอบล่างของภาพสูงจากพื้น 0.90 เมตร

[3] พรรณชลัท สุริโยธิน, การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของแสง (กรุงเทพ: ฝ่ายวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2549), หน้า 2-10

2.1.3.3 ระดับสายตาโดยเฉลี่ยของผู้ชมผลงานประมาณ 1.50 เมตร

2.1.3.4 ระยะห่างที่ต้องการในการมองภาพควรเป็น 1 – 1.5 เท่าของเส้นทแยงมุมของภาพ

2.1.3.5 การสะท้อนแสงเข้าตาสามารถตรวจสอบได้ที่ขอบบนของภาพ (ผู้ออกแบบควรคำนึงถึงการสะท้องแสงแบบกระจายที่ขอบบนของภาพ) โดยเผื่อค่าของมุมสะท้อนไว้อีก 10 องศา จากแนวสะท้อนของสายตาที่ขอบบนของภาพ

2.1.3.6 หากเกิดเงาใต้กรอบภาพ (กรอบภาพนั้นไม่เรียบเสมอกับภาพ) ควรติดตั้งดวงโคมโดยทำมุมกับส่วนล่างสุดของภาพไม่เกิน 20 องศา จากแนวผนังที่ติดตั้งภาพ

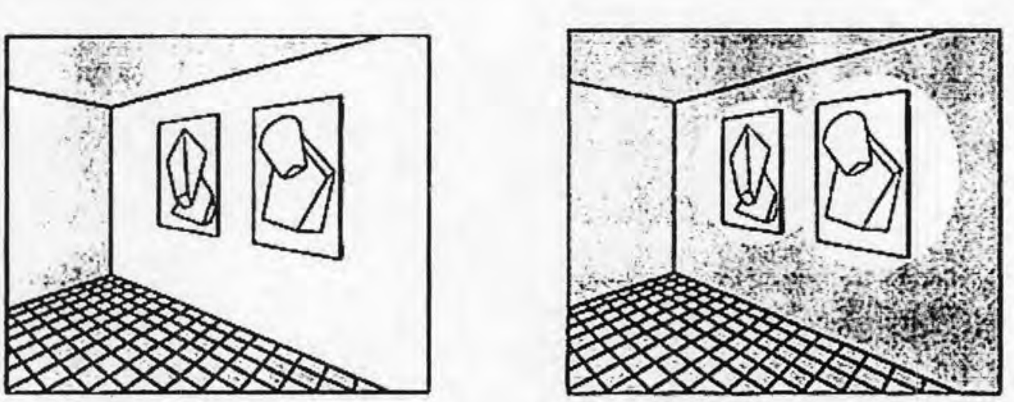
2.1.4 [4]วิธีการให้แสงไฟฟ้าเพื่อเน้นภาพหรือวัตถุในการจัดแสดงทางตั้ง (Gordon, 1995:223: กนกพร, 2545)

2.1.4.1 การให้แสงสม่ำเสมอ การให้แสงแบบนี้ทำให้มีความส่องสว่างสม่ำเสมอทั่วทั้งผนังและรูปภาพหรือวัตถุ หรืออยู่ในอัตราส่วนความส่องสว่างที่ไม่แตกต่างกันมาก เช่น 3:1 โดยบริเวณภาพหรือวัตถุเป็นสามเท่าของบริเวณโดยรอบ (มักพบในหอศิลป์ที่ใช้แสงธรรมชาติเป็นหลัก) ผนังที่ใช้ติดตั้งผลงานควรเป็นผนังสีเรียบสีขาว เพื่อไม่ให้ผนังเด่นกว่าผลงาน การให้แสงแบบนี้สามารถเปลี่ยนตำแหน่งและขนาดภาพหรือวัตถุได้โดยไม่ต้องปรับเปลี่ยนตำแหน่งดวงโคม

2.1.4.2 การให้แสงเฉพาะภาพหรือวัตถุ การให้แสงแบบนี้เป็นการกำหนดให้มีความส่องสว่างที่บริเวณภาพหรือวัตถุมากกว่าบริเวณข้างเคียง ทำมให้ภาพหรือวัตถุเป็นจุดเด่น โดยมีอัตราส่วนความส่องสว่างของภาพหรือวัตถุจัดแสดงกับบริเวณโดยรอบใกล้เคียง ประมาณ 10:3 แต่อาจจะต้องเปลี่ยนตำแหน่งดวงโคมให้เหมาะสมเมื่อมีการเปลี่ยนผลงานที่จัดแสดง

---

[4] พรรณชลัท สุริโยธิน, การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของแสง (กรุงเทพ: ฝ่ายวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2549), หน้า 2-10



(A) การให้แสงสม่ำเสมอ (B) การให้แสงเฉพาะภาพหรือวัตถุ

ภาพที่ 2.2 (A-B) การให้แสงสม่ำเสมอและการให้แสงเฉพาะบริเวณภาพหรือวัตถุ
(ที่มา:Gondon,1995:234)

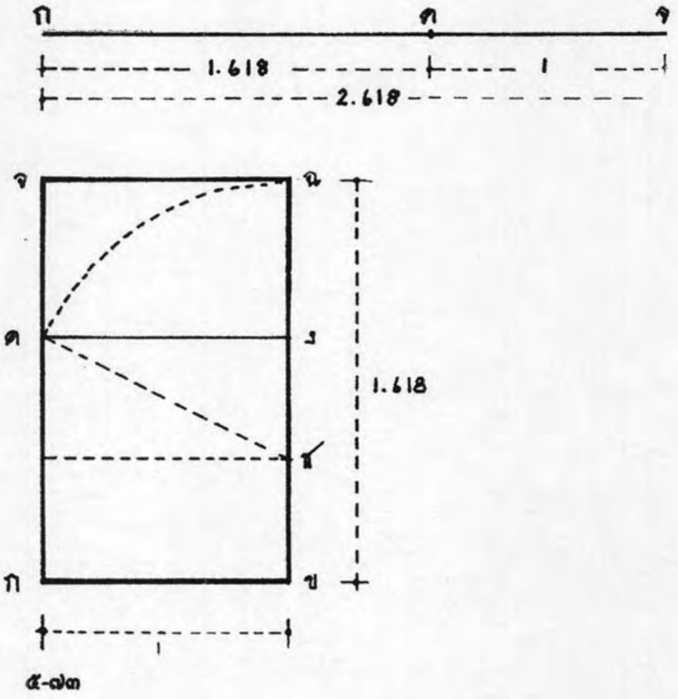
2.2 ทฤษฎีสัดส่วน

ทฤษฎี " สัดส่วน " เป็นทฤษฎีการออกแบบที่ว่าด้วยความสัมพันธ์ของส่วนของเส้นตรงและรูปร่างที่มีต่อกันระหว่างส่วนๆ หนึ่งกับส่วนใหญ่หรือส่วนรวม หรือระหว่างส่วนต่อส่วน การที่สัดส่วนมีความสัมพันธ์อันดีนี้เองที่ก่อให้เกิดความงดงามขึ้น โดยเฉพาะความงามของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่ง Marcus Viruvius Pollio สถาปนิกชาวโรมัน (ประมาณคริสต์ศตวรรษที่ 1) ได้ศึกษาพบว่าชาวกรีกโบราณเป็นผู้สร้างกฎแห่งความงาม หรือ " สัดส่วนทอง " (Golden Section) ขึ้น ได้มีการศึกษาถ่ายทอดกันมาจนเป็นที่ยอมรับจนถึงทุกวันนี้ โดยได้พบว่า รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเป็นรูปสี่เหลี่ยมที่มีความงดงามด้อยกว่ารูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าและรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีสัดส่วนงดงามนั้นก็คือ 1 : 1.618 กล่าวคือ ความกว้างเท่ากับ 1 และความยาวเท่ากับ 1.618 หรือ 2 : 3 (โดยประมาณ)

ซึ่งหมายถึง ความกว้าง 2 ส่วน และความยาว 3 ส่วน และไม่ว่าจะเพิ่มตัวเลขขึ้นไปเป็นเท่าใดก็ตาม สัดส่วนทองก็จะอยู่ในอัตราส่วน 1 : 1.618 หรือ 2 : 3 เสมอ คือ อัตราส่วน 3 : 5 5 : 8 8 : 13 และ 13 : 21 จะสังเกตได้ว่าตัวเลข 5 8 13 และ 21 ที่เป็นความกว้างนั้นได้แก่เลขตัวหลังของสัดส่วนที่อยู่ในลำดับข้างหน้า ส่วนตัวเลขความยาวจะได้จากผลบวกของอัตราส่วนในลำดับข้างหน้า เช่น 2 + 3 = 5 3 + 5 = 8 5 + 8 = 13 8 + 13 = 21 ฯลฯ ในกรณีที่จะเพิ่มขนาดของพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมให้มากขึ้น ก็คูณด้วยจำนวนที่ต้องการ เช่น ต้องการขยายเพิ่มขึ้น 2 เท่า ก็นำเอา 2 ไปคูณด้วยก็จะเป็น 4 : 6 ซึ่งยังคงมีความสัมพันธ์กับ 2 : 3 เป็นต้น

นอกจาก " สัดส่วนทอง " อันเป็นปรากฏแห่งความงามของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแล้ว นักออกแบบยังจะต้องตระหนักถึงสัดส่วนของพื้นที่กับลวดลายในพื้นที่ สัดส่วนระยะสัดส่วนของเส้นรูปร่างรูปทรง การจัดวางรูปหรือวัตถุ หรือการจัดเนื้อหาลงในพื้นที่ ๆ เป็นสัดส่วนทองด้วย เพื่อให้

เกิดความงามในองค์ประกอบนั้น ๆ รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีสัดส่วนงดงาม หรือ สัดส่วนทอง (Golden Mean Rectangle) จะมีความกว้างเท่ากับด้านของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส กขคง (ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1) และมีความยาวเท่ากับด้านรูปสี่เหลี่ยมจตุรัสดังกล่าวกับความยาวของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมเล็กซึ่งมีพื้นที่เป็น 1/2 ของสี่เหลี่ยมจตุรัส กขคง ดังนั้น รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กขจฉ มีสัดส่วนที่งดงาม หรือ Golden Mean Rectangle กข มีค่าเท่ากับ 1 ขฉ มีค่าเท่ากับ 1.618



ภาพที่ 2.3 แสดงการสร้างพื้นที่สี่เหลี่ยม Golden Mean Rectangle

(ที่มา : ทฤษฎีจิตรกรรม , 2543)

รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีสัดส่วนงดงาม หรือ Golden Mean Rectangle จะมีความกว้างเท่ากับด้านของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส กขคง (ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1) และมีความยาวเท่ากับด้านของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสดังกล่าวกับความยาวของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมเล็กซึ่งมีพื้นที่เป็น 1/2 ของสี่เหลี่ยมจัตุรัส กขคง ดังนั้นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กขจฉ มีสัดส่วนที่งดงาม หรือ Golden Mean Rectangle กข มีค่าเท่ากับ 1 ขฉ มีค่าเท่ากับ 1.618

วิธีสร้าง สร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส กขคง แบ่งครึ่ง ขง ที่ ช จาก ช ลากเส้นทแยงมุม ชค ที่ ช ใช้วงเวียนเขียนส่วนของวงกลมด้วยรัศมีเท่ากับเส้นทแยงมุม ชค มาตัดกับด้านของสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขง ต่อไปที่ ฉ จาก ฉ ลากเส้นขนานกับ คง ไปพบกับด้านของสี่เหลี่ยมจัตุรัส กค ต่อออกไปที่ จ จะได้รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กขจฉ ในทางคณิตศาสตร์ อัตราส่วน คจ : กค = กค : กจ (กค + คจ)

$$\text{หรือ} \quad \frac{\text{คจ}}{\text{กค}} = \frac{\text{คจ}}{\text{กค}}$$

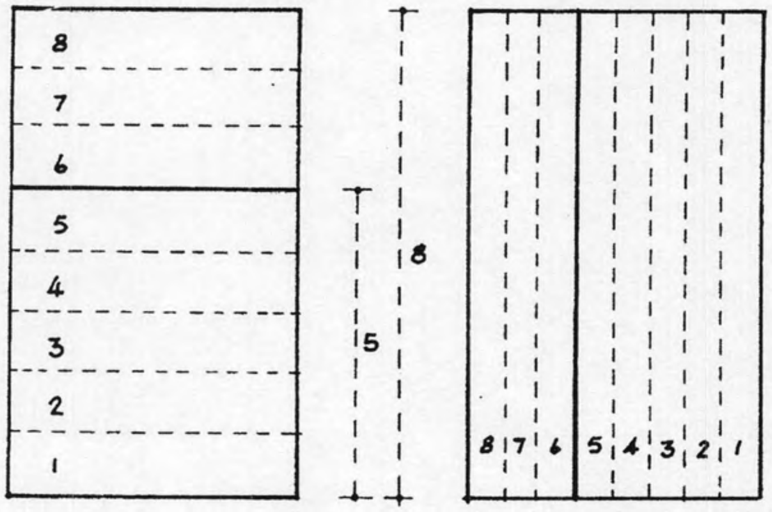
ถ้า กค มีค่าเท่ากับ 1

$$= \frac{1}{1.618} \quad \text{ดังนั้น} \quad \frac{\text{คจ}}{\text{กค}} = \frac{\text{กค}}{\text{กจ}} = \frac{1}{1.618}$$

$$\text{หรือพื้นที่} \quad \frac{\text{คงจฉ}}{\text{กขคง}} = \frac{\text{กขคง}}{\text{กขจฉ}}$$

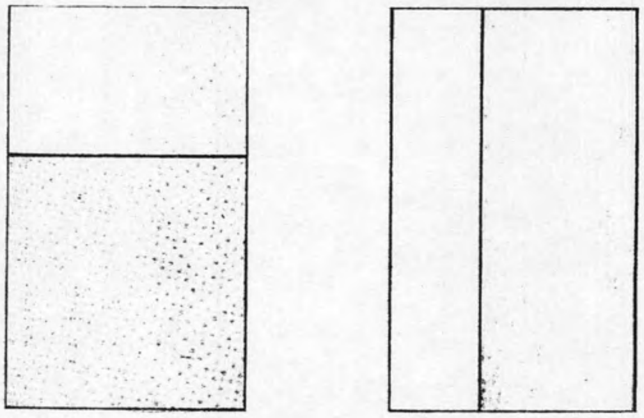
$$= \frac{1}{1.618} \quad \text{หรือประมาณ} \quad \frac{2}{3}$$

ถ้ากำหนดให้ 1 มีค่าเท่ากับ 2

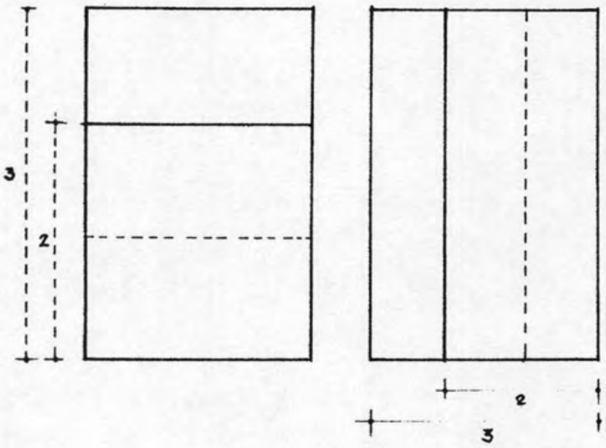


ภาพที่ 2.4 การแบ่งส่วนโดยใช้อัตราส่วน 5 : 8

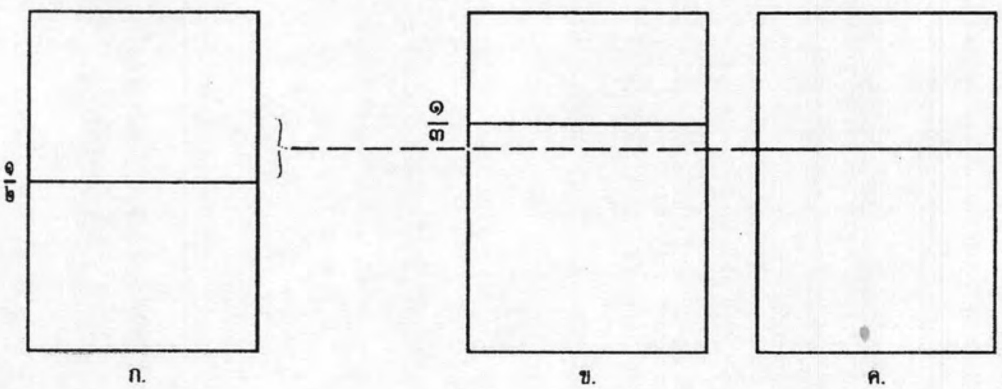
(ที่มา : ทฤษฎีจิตรกรรม , 2543)



ภาพที่ 2.5 การแบ่งส่วนของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า Golden Ractangle โดยใช้อัตราส่วน 1 : 1 : 618 หรือ 5 : 8 โดยประมาณ จะได้ผลงดงาม (ที่มา : ทฤษฎีจิตรกรรม , 2543)



ภาพที่ 2.6 การแบ่งพื้นที่ของสี่เหลี่ยมทอง Golden Rectangle ออกเป็น 2 ส่วน โดยใช้อัตราส่วน 2 : 3 (ที่มา : ทฤษฎีจิตรกรรม , 2543)



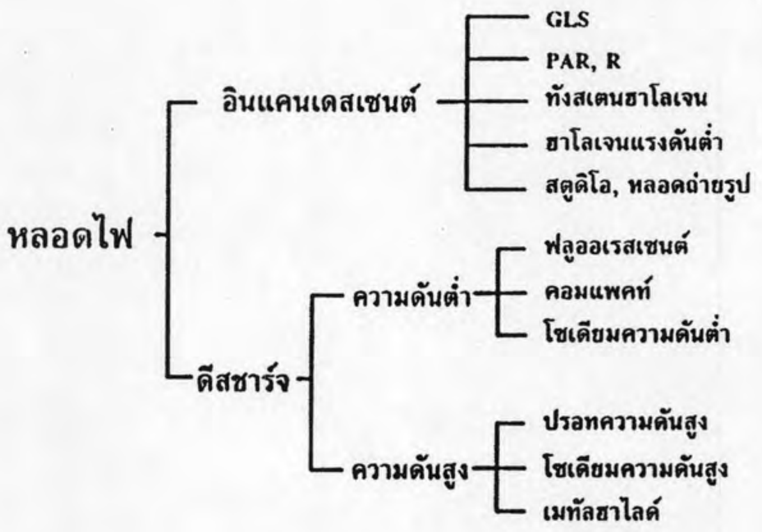
ภาพที่ 2.7 การแบ่งพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมทอง (2 : 3) รูป ค เป็นการแบ่งที่มีความงามมากที่สุด เส้นแบ่งอยู่ระหว่าง $\frac{1}{2}$ และ $\frac{1}{3}$ ของรูป (ที่มา : ทฤษฎีจิตรกรรม , 2543)

2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับการให้แสงสว่าง

2.3.1 หลอดไฟฟ้าแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ดังนี้

2.3.1.1 หลอดอินแคนเดสเซนต์ หรือ หลอดไส้

2.3.1.2 หลอดดิสชาร์จ เป็นหลอดที่ไม่ต้องใช้ไส้หลอด หลอดตระกูลนี้มีหลอดฟลูออเรสเซนต์ (หลอดปรอทความดันต่ำ) หลอดคอมแพคท์ หลอดปรอทความดันสูง หลอดโซเดียมความดันสูงและต่ำ หลอดเมทัลฮาไลทด์



ภาพที่ 2.8 ไดอะแกรมแสดงการแบ่งประเภทของหลอด
(ที่มา : เทคนิคการส่องสว่าง , 2540: 2-5)

ในการวิจัยได้เลือกใช้หลอดไฟประเภทอินแคนเดสเซนต์เนื่องจากตัวหลอดมีคุณสมบัติ ที่ให้ความถูกต้องของสี CRI ได้ 100 % และสมารถหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด ซึ่งหลอดประเภทฟลูออเรสเซนต์ไม่สามารถให้ความสวยงามเหมือนด้วยหลอดอินแคนเดสเซนต์ได้

2.3.2 ประเภทหลอดไฟที่ใช้ในการศึกษา

2.3.2.1 หลอดสะท้อนแสงชนิดแก้วหนา, PAR

หลอดสะท้อนแสงชนิดแก้วหนา (Parabolic Aluminized Reflector, PAR หรือ Pressed-Glass Lamp) เป็นหลอดที่มีตัวสะท้อนแสงภายในเป็นรูปทรงพาราโบลิก ประกบกับแก้วหนา (Pressed Glass) ปิดที่หน้าหลอด จึงมีความทนทานกว่าหลอดไส้ธรรมดา สามารถนำไปใช้งานในสถานที่ที่ร้อนกว่าปกติได้

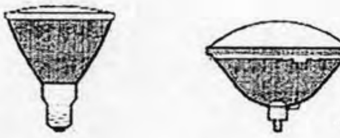
หลอด PAR มีทั้งอยู่ในกลุ่มอินแคนเดสเซนต์ กลุ่มทังสเตนฮาโลเจน และกลุ่มเมทัลเฮไลด์ ในกลุ่มอินแคนเดสเซนต์นิยมใช้กัน ได้แก่ หลอด PAR38 และ PAR56 ตัวเลขที่

เขียนต่อท้าย PAR หมายถึงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหลอด มีหน่วยเป็นหุน (8 หุน เท่ากับ 1 นิ้ว) เช่นหลอด PAR38 มีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 38 หุน หรือ 4 ¾ นิ้ว

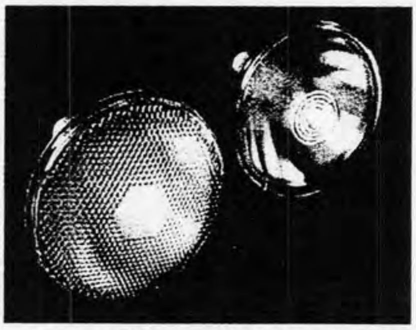
[5]หลอด PAR38 มีมุมลำแสง (Beam Spread) ให้เลือกใช้ 2 แบบ ได้แก่ แบบแคบ (Spot) 12 องศา และแบบกว้าง (Flood) 30 องศา ส่วนหลอด PAR56 มีมุมลำแสงให้เลือกใช้ 3 แบบ ได้แก่ แบบแคบ (Spot) มุมลำแสงไม่เกิน 20 องศา แบบปานกลาง (Medium Flood) มุมลำแสง 20 – 40 องศา และแบบกว้าง (Wide Flood) มุมลำแสงมากกว่า 40 องศา นอกจากลำแสงที่กำหนดแล้ว หลอด PAR ยังให้แสงกระจายด้วยอีกส่วนหนึ่ง แสงที่ได้จึงไม่คมชัดเหมือนกับลำแสงจากหลอดทังสเตนฮาโลเจนแบบสะท้อนแสง หลอด PAR ที่มีมุมลำแสงกว้าง หน้าหลอดจะมีลักษณะเป็นเกล็ดเล็กๆ เพื่อช่วยแสงกระจายส่วนมุมลำแสงแคบ หน้าหลอดจะเป็นแก้วใสแบนไม่มีเกล็ด

หลอด PAR ใช้งานได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร สำหรับภายในอาคารเหมาะกับการส่องเน้นหรือใช้กับโคมส่องลงในห้องที่มีเพดานสูง เนื่องจากเป็นหลอดที่ให้ความร้อนสูงจึงไม่ควรส่องวัตถุในระยะใกล้ สำหรับภายนอกอาคารเหมาะกับการส่องต้นไม้ รูปปั้นในสวน ในสระน้ำ หรือใช้เป็นไฟสาด

นอกจากนี้ยังมีหลอด PAR38 ชนิดลำแสงเย็น (Cool Beam) ที่ออกแบบให้ความร้อนจากลำแสงไหลวนผ่านกลับไปด้านหลังของหลอด ช่วยให้วัตถุที่รับแสง สีไม่ซีดจางหรือชำรุดเสียหายจากความร้อน



หลอด PAR38 หลอด PAR56



ภาพที่ 2.9 หน้าหลอด PAR38 ลำแสงกว้างและหน้าหลอด PAR38 ลำแสงแคบ

(ที่มา : วัสดุและการก่อสร้างหลอดไฟฟ้า , 2547: 62)

---

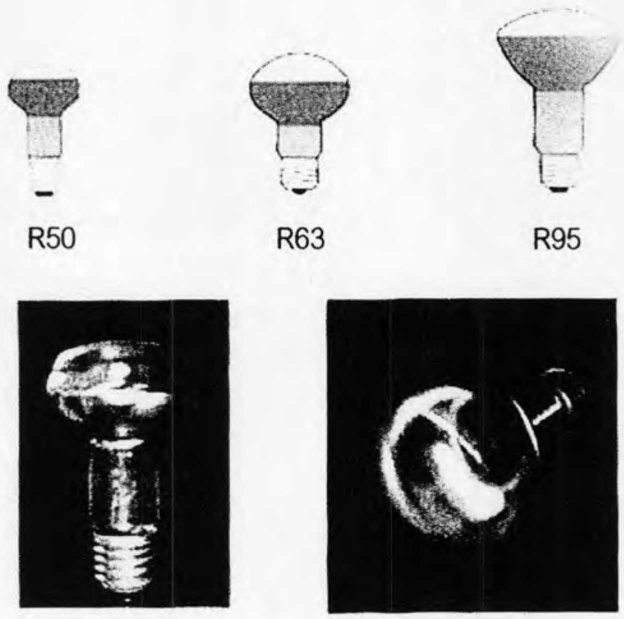
[5] พรรณชลัท สุริโยธิน, วัสดุและการก่อสร้างหลอดไฟฟ้า (กรุงเทพ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2547), หน้า 63

2.3.2.2 หลอดสะท้อนแสง

[6] หลอดสะท้อนแสงที่มีตัวสะท้อนแสงอยู่ด้านหลังไส้หลอด หรือ หลอดสะท้อนแสงชนิดแก้วบาง (Blown-Bulb Rear-Reflector หรือ Reflector Lamp,R หรือ Internally-Silvered Lamp, ISL) มีสารฉาบข้างกระเปาะแก้วด้านหลังไส้หลอด ให้แสงสะท้อนออกมาทางด้านหน้าหลอด เพื่อการส่องเน้นในทิศทางที่ต้องการ มีมุมลำแสงทั้งแบบกว้าง และแคบให้เลือก (ชำนาญ, 2540: 2 – 9) ตามความเหมาะสมของการใช้งาน สำหรับหลอดมุมแคบ (Spot Reflector) มีมุมลำแสงประมาณ 30 องศา ส่วนหลอดมุมกว้าง (Flood Reflector) มีมุมลำแสงมากกว่า 30 องศา นิยมใช้กับโคมส่องลง และโคมส่องเน้น มีหลายขนาดให้เลือกใช้ แต่ในปัจจุบันมีทางเลือกสำหรับโคมส่องเน้นมากขึ้น โดยใช้หลอดไฟที่มีขนาดเล็กกว่า เช่น หลอดทังสเตนฮาโลเจนแรงดันต่ำและหลอดฮาโลเจนขนาดจิ๋ว (Miniature Main – Voltage Halogen)

ชื่อของหลอดชนิดนี้แทนด้วยตัว R และตามด้วยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางในหน่วยมิลลิเมตร เช่น R50 R63 และ R95 เป็นต้น

หลอดสะท้อนแสงชนิดแก้วบางเหมาะสำหรับใช้ในบริเวณบ้าน โต๊ะอาหาร ห้องนอน บาร์โรงแรม ร้านค้า ตู้โชว์ หรือติดตั้งบริเวณฝาผนังเพื่อส่องรูปภาพหรือวัตถุที่ต้องการจัดแสดง นอกจากนี้ยังเหมาะกับโคมไฟส่งลงชนิดฝังฝ้าเพดาน หรือโคมไฟชนิดรางบนเพดานด้วย



ภาพที่ 2.10 หลอดสะท้อนแสงที่มีตัวสะท้อนแสงอยู่ด้านหลังไส้หลอด
(ที่มา : วัสดุและการก่อสร้างหลอดไฟฟ้า , 2547: 60)

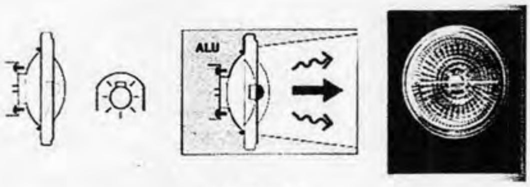
[6] พรรณชลัท สุริโยธิน, วัสดุและการก่อสร้างหลอดไฟฟ้า (กรุงเทพ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2547), หน้า 61

2.3.2.3 หลอดฮาโลเจนแรงดันต่ำ (Low Voltage Tungsten Halogen)

หลอดฮาโลเจนแรงดันต่ำแบบหลอดแคปซูลที่มีตัวสะท้อนแสงอลูมิเนียมในตัวนั้น ตัวสะท้อนแสงจะช่วยให้ได้แสงสว่างเพิ่มขึ้น โดยมีทั้งแบบตัวสะท้อนแสงจานอลูมีเนียม (Aluminum Reflector) เรียกว่าหลอด QR (Quartz Reflector) หรือหลอดจาน และแบบตัวสะท้อนแสงไดโครอิค (Dichroic Reflector) เรียกว่าหลอด QR – CBC (Quart Reflector-Cool Beam Cap) หรือหลอด MR (Mirror Reflector) ตัวเลขที่ตามหลัง QR หรือ QR-CBC หมายถึงเส้นผ่าศูนย์กลางของหลอด มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร ส่วนตัวเลขที่ตามหลัง MR หมายถึงเส้นผ่าศูนย์กลางของหลอดเช่นกัน แต่มีหน่วยเป็นหุน เช่นหลอด QR-CBC 51 เส้นผ่าศูนย์กลาง 51 ม.ม. ก็คือหลอด MR 16 เส้นผ่าศูนย์กลาง 16 หุน นั่นเอง

หลอดแคปซูลแบบมีตัวสะท้อนแสงจานอลูมิเนียม มีการระบายความร้อนด้านหน้าหลอดลำแสงที่ออกมาจึงค่อนข้างร้อน ทำมให้วัตถุที่รับแสงร้อนจนอาจเป็นรอยไหม้หรือมีสีซีดลง หากมีการติดตั้งใกล้กับวัตถุเกินไป ลำแสงจากหลอดชนิดนี้มีความคมชัด มีให้เลือกทั้งลำแสงแคบมาก แคบ ปานกลาง และกว้าง นิยมใช้ไฟส่องเน้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หลอด QR 111 ซึ่งมีรูปแบบที่แก้ปัญหาแสงแยงตาได้ดี และควบคุมลำแสงได้ดีด้วย

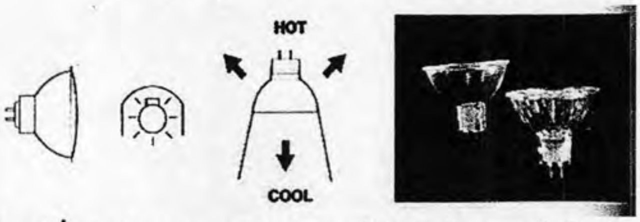
หลอดแคปซูลแบบมีตัวสะท้อนแสงไดโครอิค มีข้อดีเป็นพิเศษในการดูดซับแสงสีแดงไปทางด้านหลังหลอด เพื่อช่วยลดความร้อน มีมุมลำแสงให้เลือกทั้งลำแสงแคบ ปานกลาง กว้าง และกว้างมากถึง 60 องศา มีทั้งชนิดที่ไม่มีและชนิดที่มีกระจกปิดหน้าหลอด นิยมใช้ไฟส่องลง และไฟส่องเน้น ที่ใช้กันมากได้แก่ หลอด QR-CBC 51 (MR16) และหากต้องการหลอดที่มีขนาดเล็กอาจใช้ หลอด QR-CBC 35 (MR11)



QR 111

ภาพที่ 2.11 หลอดแคปซูลแบบมีตัวสะท้อนแสงจานอลูมิเนียม

(ที่มา : วัสดุและการก่อสร้างหลอดไฟฟ้า , 2547: 72)



ภาพที่ 2.12 หลอดแคปซูลแบบมีตัวสะท้อนแสงไดโครอิค

(ที่มา : วัสดุและการก่อสร้างหลอดไฟฟ้า , 2547: 72)

2.4 ทฤษฎีการติดตั้งดวงโคมส่องภาพ

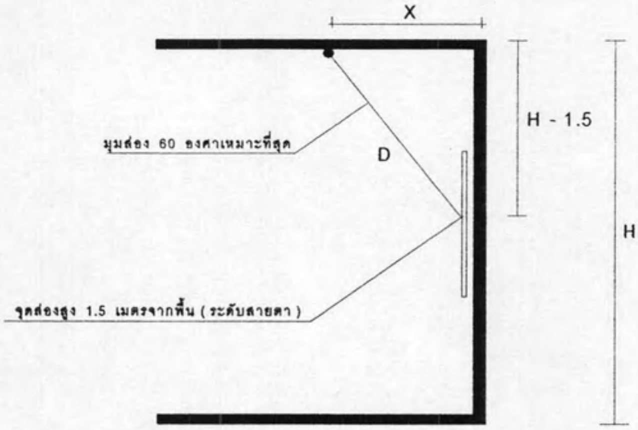
การติดตั้งดวงโคมส่องภาพเป็นเรื่องที่สำคัญเพราะทำให้ห้องดูมีชีวิตชีวา การติดตั้งดวงโคมไฟส่องภาพที่ได้ผลจำเป็นต้องมีองค์ประกอบสองสิ่งที่สำคัญ คือ ตำแหน่งติดตั้งที่ดี และการเลือกดวงโคมและหลอดที่เหมาะสม

ตำแหน่งติดตั้งดวงโคมส่องภาพที่เหมาะควรให้มีมุมส่องลงมาที่ภาพทำมุมกับระดับ 60 องศา เพราะถ้ามุมนี้น้อยเกินไปจะทำให้การติดตั้งดวงโคมไกลออกไป แสงที่ส่องภาพมีโอกาสสะท้อนเข้าตาได้ ถ้าหากติดตั้งชิดเกินไปแสงก็ส่องเข้าภาพได้ไม่เต็มที่ การติดตั้งดวงโคมดังกล่าวจำเป็นต้องพิจารณาดวงโคมที่เลือกด้วยว่าสามารถเอียงได้มุมตามที่ต้องการหรือไม่ โดยส่วนใหญ่จะเอียงได้จากแนวดิ่ง 30 องศา หรือเอียงทำมุม 60 องศากับแนวระดับเพื่อฉายเข้าภาพนั้นเอง บางครั้งการติดตั้งดวงโคมส่องภาพห่างกำแพงมากเกินไปจนกระทั่งบิดโคมอย่างไรก็ไม่สามารถส่องเข้าภาพได้

ความส่องสว่างวัตถุในหอศิลป์ไม่ควรมีค่ามาก และไม่ควรมีการแสดงให้ชมนานเกินไปด้วย เพราะ วัตถุเสียหายได้ง่ายเนื่องจากแสงอินฟาเรดและอัลตราไวโอเลตความส่องสว่างที่ควรใช้สำหรับวัตถุแต่ละอย่างได้แสดงไว้ในตารางที่

ตางรางที่ 2.1 ความส่องสว่างที่เหมาะสมสำหรับวัตถุชนิดต่างๆ
(ที่มา : เทคนิคการส่องสว่าง , 2540: 5-61)

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



ภาพที่ 2.13 ตัวแปรในการคำนวณตำแหน่งการติดตั้งดวงโคมส่องภาพ
(ที่มา : เทคนิคการส่องสว่าง , 2540: 5-27)

ตัวแปรในการคำนวณตำแหน่งการติดตั้งดวงโคมดังแสดงในภาพที่ 2.13 สามารถคำนวณที่ความสูงห้องต่างๆ กัน โดยสามารถใช้สมการดังข้างล่างนี้

$X = (H - 1.5) / \tan 60$

$X = (0.577 (H - 1.5)$

$X = 0.60$

ระยะห่างจากดวงโคมส่องภาพถึงภาพที่ความสูง 1.5 ม. เหนือพื้น

$D = (H - 1.5) / \sin 60$

$D = 1.15 (H - 1.5)$

$D = 1.15$

สมการคำนวณความส่องสว่าง Lux , Footcandle

$$E = (I / D^2) x \cos 60$$
$$E = 0.5 (I / D^2)$$

$$E = \frac{I}{D^2} = \frac{CD}{15^2} = fc$$

2.5 การศึกษาและวิเคราะห์โปรแกรมที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 โปรแกรมจำลองสภาพแสงที่เกิดขึ้นกับผนังอาคาร และรูปทรงพื้นผิวเรียบ

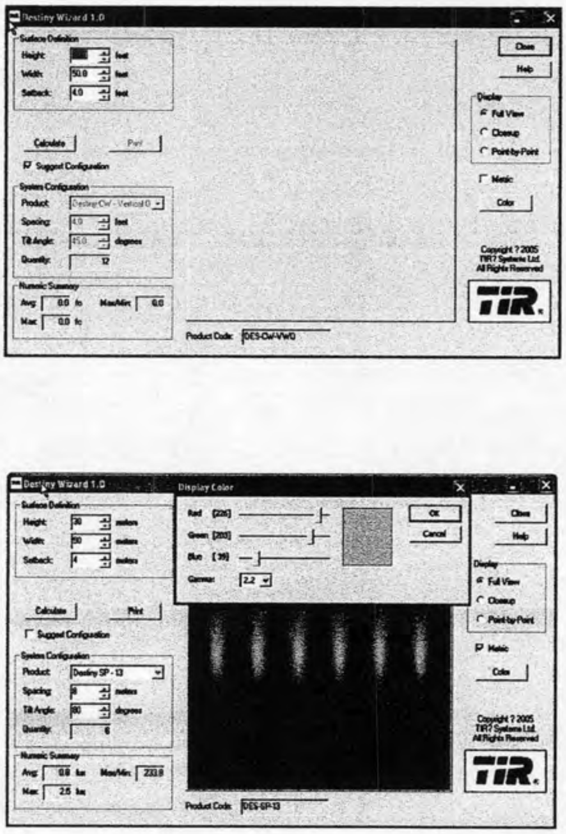
โปรแกรมตัวอย่างที่ 1 : Destiny Wizard – TIR System Lighting Calculator

เจ้าของ : TIR Systems Ltd. By Heart Consultants Limited ,

Website : http://www.tirsys.com

วัตถุประสงค์การพัฒนาเพื่อใช้งานโปรแกรม

โปรแกรมจำลองสภาพแสงที่เกิดขึ้นกับผนังอาคาร และรูปทรงพื้นผิวเรียบ Destiny Wizard เป็นโปรแกรมที่มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยในการจำลองสภาพแสงที่เกิดขึ้นกับผนังและวัสดุผิวเรียบในงานสถาปัตยกรรม ซึ่งมีลักษณะที่ไม่ซับซ้อนง่ายแก่การใช้งาน โดยผู้ใช้สามารถปรับขนาดของ Rectangular Wall หรือ Flat Surface แล้วเลือก Product Luminaries ที่ต้องการ เพื่อให้โปรแกรมทำการคำนวณและประมวณผลออกมาเป็นรูปแบบ Graphics หรือ Point by Point ซึ่งมีความรวดเร็วในการใช้งานเป็นอย่างมาก



ภาพที่ 2.14 โปรแกรมจำลองสภาพแสง Destiny Wizard ที่ 1

(ที่มา http://www.tirsys.com)

ข้อดีของโปรแกรม

- การจำลองในส่วนการแสดงผลมีรูปแบบการแสดงผลที่ชัดเจนเข้าใจง่ายโดยแสดงออกมาในรูปแบบ Graphic

ข้อจำกัดของโปรแกรม

- การนำเสนอที่เป็นรูปแบบการติดต่อประสานกราฟิก (GUI: Graphic User Interface) ยังไม่ค่อยดีเท่าควรเนื่องจากนำเสนอด้วย Text เป็นส่วนมาก
- ลักษณการเชื่อมต่อ (IO : Input - Output)ของโปรแกรมยังไม่ดีเท่าที่ควร เช่น Luminaries ของโปรแกรมไม่สามารถ Upload Luminaries มาใช้ได้ทำให้ขาดความหยืดหยุ่นในการทำงานเป็นอย่างมาก
- ไม่มีส่วน Previews ข้อมูล Luminaries ทำให้ผู้ใช้มองเห็นภาพและคุณสมบัติของ Luminaries ค่อนข้างยากไม่เหมาะสำหรับคนที่ไม่มีความรู้เรื่อง Lighting

สรุป โปรแกรม Destiny Wizard – TIR System Lighting Calculator เป็นโปรแกรมที่ถูกออกแบบมาทำงานด้าน Lighting มีความน่าสนใจในส่วนติดต่อผู้ใช้ที่ออกแบบให้เข้าใจง่าย ผู้ใช้สามารถทดสอบผลการจำลองด้วยการกรอกค่าตัวแปรต่างๆลงไปในช่องรับค่า หรือ ผ่าน Scroll Bar แล้วแสดงผลในรูปแบบ 2 มิติ

2.5.2 โปรแกรมจำลองสภาพแสงที่เกิดขึ้นกับผนังอาคาร และรูปทรงพื้นผิวเรียบ

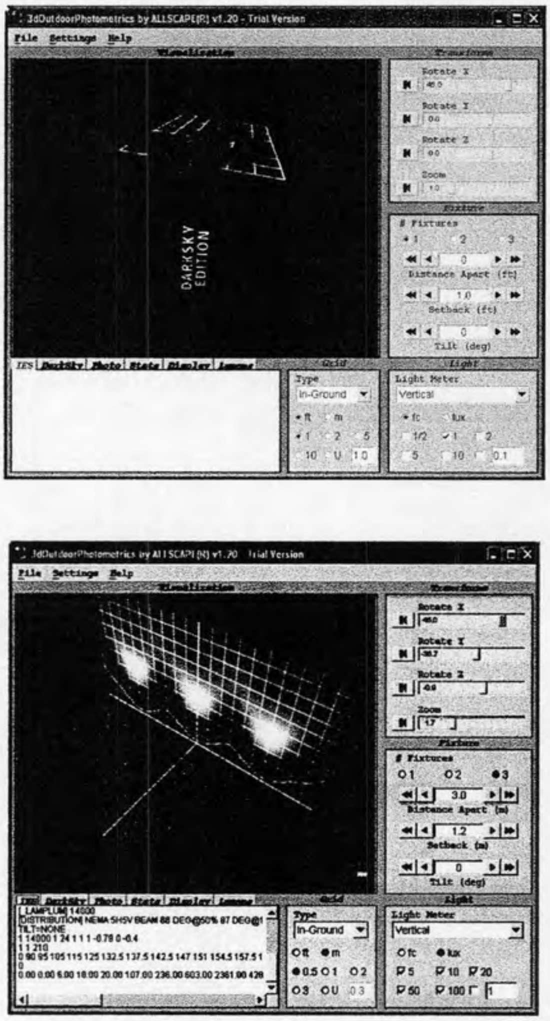
โปรแกรมตัวอย่างที่ 2 : 3dOP Version 1.20

เจ้าของ : Ian R. and David W. Lbbitson FLTK Project

Website : (http://www.allscape.net)

วัตถุประสงค์การใช้งานเพื่อการพัฒนาโปรแกรม

โปรแกรม 3dOP เป็นโปรแกรมที่มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการจำลองสภาพแสงที่เกิดขึ้นกับผนังอาคาร และรูปทรงพื้นผิวเรียบ เพื่อให้ผู้ใช้งานนำข้อมูลที่ได้จากการจำลองไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบและติดตั้ง Luminaries โดยแสดงผลในรูปแบบ 3 มิติ ซึ่งมุ่งเน้นไปที่ Lighting Designer , Engineering , Sales Representatives และบุคคลที่เกี่ยวข้องในการติดตั้ง Luminaries



ภาพที่ 2.15 โปรแกรมจำลองสภาพแสง 3dOP

(ที่มา http://www.allscape.net)

ข้อดีของโปรแกรม

- ผู้พัฒนาโปรแกรมได้ออกแบบส่วน (UI : User Interface) ให้ใช้งานง่ายและเข้าใจได้รวดเร็วโดยที่รูปแบบโปรแกรมไม่ซับซ้อนมาก และมีการแยกสัดส่วนอย่างชัดเจน

ข้อจำกัดของโปรแกรม

- ผู้ใช้งานโปรแกรมจะต้องมีความรู้ในเรื่องการติดตั้ง Luminaries พอสมควรจึงจะสามารถนำข้อมูลไปใช้งานได้

สรุป โปรแกรม 3dOP เป็นโปรแกรมที่ถูกออกแบบมาทำงานด้าน Lighting มีความน่าสนใจในส่วนติดต่อผู้ใช้ที่ออกแบบให้เข้าใจง่าย ซึ่งจะแตกต่างกับโปรแกรม Destiny Wizard – TIR System Lighting Calculator ตรงที่การแสดงผลโปรแกรม 3dOP จะแสดงผลเป็น 3 มิติ

	กระบวนการออกแบบ					ประเภทงาน		
ชื่อโปรแกรม	รวบรวมข้อมูล	วิเคราะห์ข้อมูล	ตั้งสมมุติฐาน	หาแนวทางปฏิบัติ	นำเสนอ	สิ่งพิมพ์	การจำลองแสงสว่าง	การออกแบบสถาปัตยกรรม
1.Destiny Wizard – TIR System Lighting Calculator		X			X	X	X	
2. 3dOP		X			X	X	X	

ตารางที่ 2.2 ความสัมพันธ์ของโปรแกรมกับกระบวนการจำลองแสงสว่าง