บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

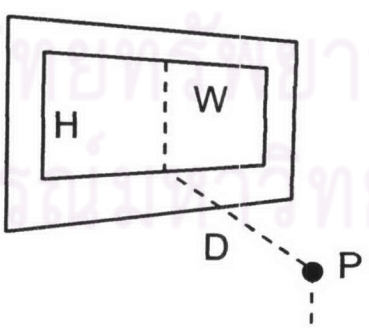
เมื่อได้ทำการศึกษาทฤษฎี และตัวแปรต่างๆ รวมทั้งงานวิจัย และวิทยานิพนธ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัยเรื่องการนำแสงธรรมชาติมาใช้ภายในอาคารผ่านช่องแสงจากด้านข้างแล้ว จึงกำหนดแนวทาง และขอบเขตของการวิจัย ซึ่งเป็นไปตามตัวแปรต่างๆ และทำการคำนวณแสงธรรมชาติด้านข้างด้วยวิธี Sky Factor โดยตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินการใช้แสงธรรมชาติในอาคารเพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้นว่า ต้องเป็นวัน และเวลาที่มีแสงน้อยที่สุดของปี เพื่อเป็นพื้นฐานของข้อมูลในการวิจัยนี้ และทำการสรุปผลเป็นแผนภูมิเพื่อประเมินค่าตัวแปรต่างๆ ในเรื่องการนำแสงธรรมชาติเข้ามาภายในอาคารด้วยโปรแกรม Microsoft Office Excel ดังนี้

3. 1 ขอบเขตของตัวแปรในทำการวิจัย

3.1. 1 **รูปแบบ และอัตราส่วนของช่องแสง** ได้แก่

- รูปแบบของช่องแสง จากการวิจัยนี้จะศึกษาแต่ช่องแสงด้านข้างเท่านั้น มีรายละเอียดดังนี้

แสงที่มาจากด้านข้าง (Side lighting) คำนวณด้วยวิธี Sky Factor Calculation (Daylighting, 1966: 109 อ้างถึงใน กมล เกียรติเรืองกมลา, 2541: 166) เป็นพื้นฐานในการคำนวณค่าตัวแปรเรื่องแสงธรรมชาติจากช่องแสงด้านข้างในงานวิจัยนี้ (โดยใช้ข้อมูลของวันที่ 21 ธันวาคม เวลา 12.00 น.เป็นพื้นฐานในการคำนวณแสงธรรมชาติที่เข้ามาภายในอาคาร ณ จุดที่ต้องการ (P) หรือจุดสมมติที่มีความสูงเท่ากับ 0.75 ม. (working plane)) โดยช่องแสงที่จะทำการประเมินนั้น จะศึกษาเพียงช่องแสงที่มีลักษณะแบบสี่เหลี่ยมเท่านั้น (Rectangular)



ภาพที่ 3 - 1 แสดงตำแหน่งอ้างอิง (P) ในการคำนวณหาอัตราส่วนความกว้างของช่องแสงต่อระยะห่างจากช่องแสง (W / D) และอัตราส่วนความสูงของช่องแสงต่อระยะห่างจากช่องแสง (H / D)

(Daylighting, 1966: 115)

- อัตราส่วนของช่องแสง จากการวิจัยนี้เป็นแสงธรรมชาติที่มาจากช่องแสงด้านข้าง (Side lighting) ตามทิศทางทั้ง 8 ทิศ (ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก ทิศตะวันตก ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ และทิศตะวันตกเฉียงใต้) สามารถคำนวณด้วยวิธี Sky Factor Calculation (Illuminance (P) ดังภาพที่ 3 – 1) เป็นพื้นฐานในการคำนวณค่าตัวแปรเรื่องแสงธรรมชาติจากช่องแสงด้านข้างในงานวิจัยนี้

การคำนวณหาค่าปริมาณแสงธรรมชาติด้วยวิธี Sky Factor สามารถคำนวณด้วยสมการดังนี้

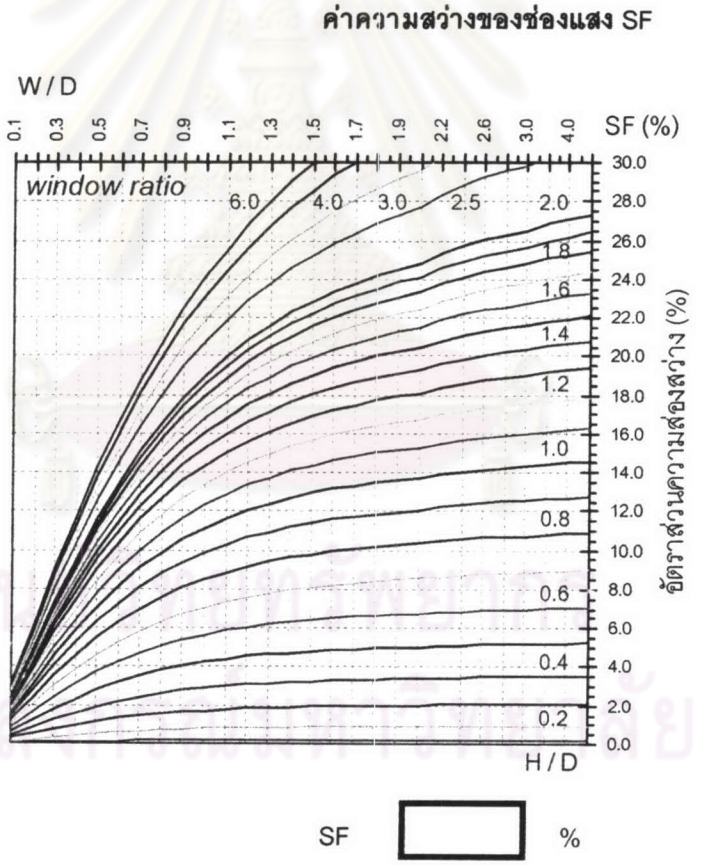
$$SF = (50 / \P)(\tan^{-1}(W / D) - \{(D / \sqrt{D^2 + H^2})(\tan^{-1} W / \sqrt{D^2 + H^2})\}) \quad \text{..... (3.1)}$$

โดยที่ SF = ค่า Sky Factor (%)

W / D = อัตราส่วนความกว้างของช่องแสงต่อระยะห่างจากช่องแสง

H / D = อัตราส่วนความสูงของช่องแสงต่อระยะห่างจากช่องแสง

H = ความสูงช่องแสง - 0.75 ม.



แผนภูมิที่ 3 - 1 แสดงค่าความส่องสว่าง Sky Factor ภายในอาคารที่เกิดจากอัตราส่วนของความกว้างช่องแสงต่อระยะห่างจากช่องแสง และอัตราส่วนของความสูงช่องแสงต่อระยะห่างจากช่องแสง

หมายเหตุ: ภาคผนวก ฉ แสดงค่าปริมาณความส่องสว่าง Sky Factor ที่ได้จากการคำนวณโดยวิธี Sky Factor

3.1.2 **ความส่องสว่างภายใน** ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิวภายในอาคาร (Interior Reflectance Component, IRC) รวมทั้งขนาดห้อง ลักษณะพื้นผิว และรูปแบบการสะท้อนแสงภายในอาคาร (ดูค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิวภายนอก และภายในอาคาร ภาคผนวก จ)

การคำนวณหาค่าการสะท้อนแสงเฉลี่ยภายในอาคาร สามารถคำนวณด้วยสมการดังนี้

$$Avg.\ IRC = (win*(C1*Rfw+C2*Rcw)) / A*(1-R) \quad \text{..... (3.2)}$$

โดยที่ Avg. IRC = ค่าการสะท้อนแสงเฉลี่ยภายในอาคาร

Win = พื้นที่รวมของช่องแสง

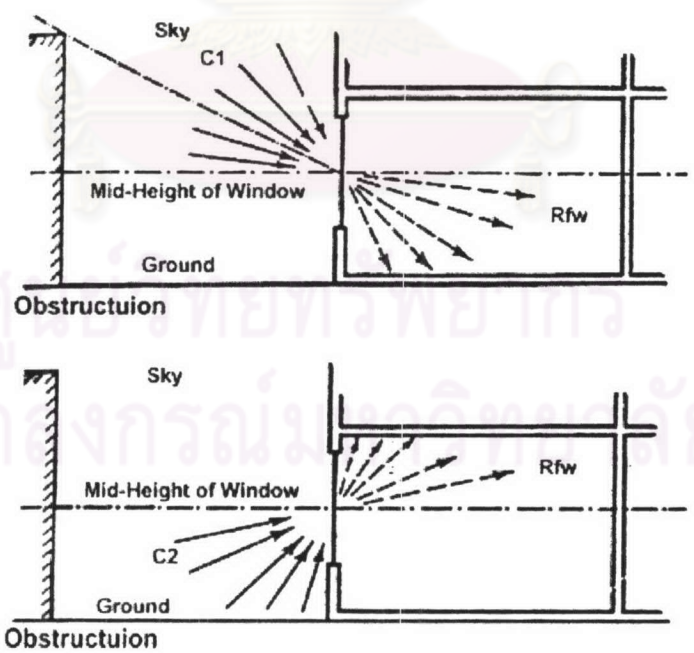
C1,C2 = ตัวประกอบจากมุมที่แตกต่างกันของสิ่งบดบัง ที่เข้ามาภายในอาคาร จากด้านบนและด้านล่างของระนาบอ้างอิง

Rfw = ค่าเฉลี่ยการสะท้อนแสงในส่วนของผนังด้านบนของเส้นระนาบอ้างอิง ซึ่งได้รับแสงสะท้อนจากพื้นดิน หาได้จาก ((low_wall*w_re)+(floor*f_re))/(low_wall+floor)

Rcw = ค่าเฉลี่ยการสะท้อนแสงในส่วนของผนังด้านล่างของเส้นระนาบอ้างอิง ซึ่งได้รับแสงตรงจากท้องฟ้า หาได้จาก ((up_wall*w_re)+(ceil*c_re))/(up_wall+ceil)

A = พื้นที่ผนังรวมภายใน ไม่รวมพื้นที่ช่องแสง (พื้นที่รวมภายใน = พื้นที่เพดาน + พื้นที่ผนัง + พื้นที่พื้น)

R = ค่าการสะท้อนแสงเฉลี่ยรวมของเพดาน ผนัง พื้น ไม่รวมการสะท้อนแสงของช่องแสง



ภาพที่ 3 - 2 The Split-Flux principle **ในการคำนวณหาค่าการสะท้อนแสงภายในอาคาร** (IRC)

(Daylighting, 1966: 77)

การหาค่าตัวประกอบจากมุมที่แตกต่างกันของสิ่งบดบัง ที่เข้ามาภายในอาคาร จากด้านบนและด้านล่างของระนาบอ้างอิง (C) สามารถหาได้จากตารางที่ 3 – 1

ค่าสัมประสิทธิ์ตัวประกอบของสิ่งบดบัง (C)

Angle of obstruction measured from centre of window (degrees above horizontal)	C
0 (no obstruction)	39
10	35
20	31
30	25
40	20
50	14
60	10
70	7
80	5

ตารางที่ 3 - 1 ค่าสัมประสิทธิ์ของสิ่งบดบัง (C) ที่ใช้ในการคำนวณ

(Daylighting, 1966: 78)

เพื่อให้สะดวกในการคำนวณ สามารถคำนวณหาค่าการสะท้อนแสงเฉลี่ยภายในอาคาร จากสมการดังนี้

$$\text{Avg. IRC} = ((0.85*win)*(39*Rfw+5*Rcw)) / A*(1-R) \quad \text{.....(3.3)}$$

โดยที่ C1 = 39 ถือว่าไม่มีสิ่งบดบังจากท้องฟ้า 0 องศา

C2 = 5 ถือว่าไม่มีสิ่งบดบังจากพื้นดิน 80 องศา

จากการคำนวณด้วยสมการที่ 3.3 ข้างต้น สามารถสรุปผลค่าการสะท้อนแสงเฉลี่ยภายในอาคาร ตามค่าการสะท้อนแสงของส่วนเพดาน ผนัง และพื้น โดยที่สามารถแบ่งค่าการสะท้อนแสงตามส่วนต่างๆ ได้ดังตารางที่ 3 – 2 ดังนี้

เพดาน 40 50 60 70 และ80 เปอร์เซ็นต์

ผนัง 20 40 60 และ80 เปอร์เซ็นต์

พื้น 10 20 และ40 เปอร์เซ็นต์

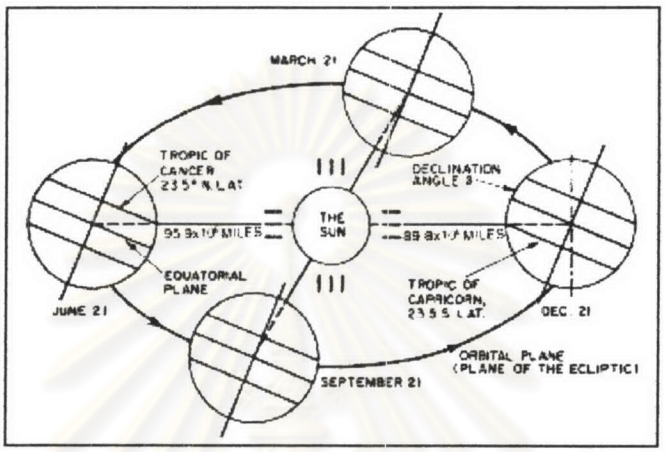
องศา ของช่องแสง		อัตราส่วน พื้นที่ช่องแสง ต่อพื้นที่ใช้งาน	พื้นที่ช่องแสง (ร้อยละของพื้นที่ใช้งาน)	ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงเฉลี่ย ของพื้น (%)											
				10				20				40			
90°				ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงเฉลี่ย ของผนัง (%)											
				20	40	60	80	20	40	60	80	20	40	60	80
ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงเฉลี่ย ของท้องฟ้าเพดาน (%)	40	1 : 50	2	-	-	0.1	0.1	-	0.1	0.1	0.1	-	0.1	0.1	0.1
		1 : 20	5	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.2	0.4	0.1	0.1	0.3	0.4
		1 : 14	7	0.1	0.1	0.2	0.4	0.1	0.1	0.3	0.4	0.1	0.2	0.4	0.6
		1 : 10	10	0.1	0.1	0.3	0.5	0.1	0.2	0.4	0.6	0.2	0.4	0.6	0.8
		1 : 6.7	15	0.1	0.3	0.4	0.7	0.1	0.4	0.6	0.9	0.3	0.5	0.8	1.2
		1 : 5	20	0.1	0.4	0.6	1.0	0.2	0.4	0.8	1.2	0.4	0.6	1.1	1.6
		1 : 4	25	0.2	0.4	0.7	1.2	0.3	0.6	0.9	1.4	0.4	0.8	1.3	2.0
		1 : 3.3	30	0.2	0.5	0.8	1.4	0.4	0.6	1.1	1.7	0.6	0.9	1.5	2.3
		1 : 2.9	35	0.3	0.6	1.0	1.6	0.4	0.7	1.3	2.0	0.6	1.1	1.7	2.7
		1 : 2.5	40	0.4	0.6	1.1	1.8	0.4	0.8	1.4	2.2	0.7	1.2	1.9	2.9
		1 : 2.2	45	0.4	0.7	1.3	2.0	0.5	0.9	1.5	2.4	0.8	1.3	2.1	3.2
		1 : 2	50	0.4	0.8	1.3	2.2	0.6	1.0	1.6	2.6	0.9	1.5	2.2	3.4
	50	1 : 50	2	-	-	0.1	0.2	-	0.1	0.1	0.2	-	0.1	0.2	0.2
		1 : 20	5	0.1	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.3	0.5
		1 : 14	7	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.3	0.5	0.2	0.2	0.5	0.6
		1 : 10	10	0.1	0.2	0.3	0.6	0.2	0.2	0.5	0.7	0.2	0.4	0.6	1.0
		1 : 6.7	15	0.2	0.3	0.5	0.8	0.2	0.4	0.6	1.0	0.3	0.6	0.9	1.4
		1 : 5	20	0.2	0.4	0.6	1.1	0.2	0.5	0.9	1.4	0.4	0.7	1.2	1.8
		1 : 4	25	0.2	0.5	0.8	1.4	0.3	0.6	1.0	1.6	0.5	0.9	1.4	2.2
		1 : 3.3	30	0.2	0.6	1.0	1.6	0.4	0.7	1.2	1.9	0.6	1.0	1.7	2.6
		1 : 2.9	35	0.3	0.6	1.1	1.8	0.4	0.8	1.4	2.2	0.7	1.2	1.9	3.0
		1 : 2.5	40	0.4	0.7	1.3	2.1	0.5	1.0	1.6	2.5	0.8	1.4	2.2	3.4
		1 : 2.2	45	0.4	0.8	1.4	2.3	0.6	1.0	1.8	2.7	1.0	1.5	2.4	3.7
		1 : 2	50	0.5	0.9	1.5	2.5	0.6	1.1	1.8	3.0	1.0	1.7	2.6	3.9
	60	1 : 50	2	-	-	0.1	0.2	-	0.1	0.1	0.2	-	0.1	0.2	0.2
		1 : 20	5	0.1	0.1	0.2	0.4	0.1	0.2	0.3	0.5	0.1	0.2	0.4	0.5
		1 : 14	7	0.1	0.2	0.3	0.5	0.1	0.2	0.4	0.5	0.2	0.3	0.5	0.7
		1 : 10	10	0.1	0.2	0.4	0.6	0.2	0.3	0.5	0.8	0.3	0.5	0.7	1.1
		1 : 6.7	15	0.2	0.4	0.5	0.9	0.2	0.5	0.7	1.2	0.4	0.6	1.0	1.5
		1 : 5	20	0.2	0.5	0.7	1.3	0.3	0.5	1.0	1.5	0.5	0.8	1.4	2.1
		1 : 4	25	0.3	0.5	0.9	1.5	0.4	0.7	1.2	1.8	0.5	1.0	1.6	2.5
		1 : 3.3	30	0.3	0.6	1.1	1.8	0.5	0.8	1.4	2.2	0.7	1.2	1.9	3.0
		1 : 2.9	35	0.4	0.7	1.3	2.1	0.5	0.9	1.6	2.5	0.8	1.4	2.2	3.4
		1 : 2.5	40	0.5	0.8	1.4	2.3	0.5	1.1	1.8	2.8	0.9	1.5	2.4	3.8
		1 : 2.2	45	0.5	0.9	1.6	2.6	0.6	1.2	2.0	3.1	1.1	1.7	2.7	4.1
		1 : 2	50	0.5	1.0	1.7	2.8	0.7	1.3	2.1	3.3	1.2	1.9	2.9	4.4
	70	1 : 50	2	-	-	0.1	0.2	-	0.1	0.1	0.2	-	0.1	0.2	0.2
		1 : 20	5	0.1	0.1	0.2	0.4	0.1	0.2	0.3	0.5	0.1	0.2	0.4	0.6
		1 : 14	7	0.1	0.2	0.3	0.5	0.1	0.2	0.4	0.6	0.2	0.3	0.6	0.8
		1 : 10	10	0.1	0.2	0.4	0.7	0.2	0.3	0.6	0.9	0.3	0.5	0.8	1.2
		1 : 6.7	15	0.2	0.4	0.6	1.0	0.2	0.5	0.8	1.3	0.4	0.7	1.1	1.7
		1 : 5	20	0.2	0.5	0.8	1.4	0.3	0.6	1.1	1.7	0.5	0.9	1.5	2.3
		1 : 4	25	0.3	0.6	1.0	1.7	0.4	0.8	1.3	2.0	0.6	1.1	1.8	2.8
		1 : 3.3	30	0.3	0.7	1.2	2.0	0.5	0.9	1.5	2.4	0.8	1.3	2.1	3.3
		1 : 2.9	35	0.4	0.8	1.4	2.3	0.5	1.0	1.8	2.8	0.9	1.5	2.4	3.8
		1 : 2.5	40	0.5	0.9	1.6	2.6	0.6	1.2	2.0	3.1	1.0	1.7	2.7	4.2
		1 : 2.2	45	0.5	1.0	1.8	2.9	0.7	1.3	2.2	3.4	1.2	1.9	3.0	4.6
		1 : 2	50	0.6	1.1	1.9	3.1	0.8	1.4	2.3	3.7	1.3	2.1	3.2	4.9
	80	1 : 50	2	-	-	0.1	0.2	-	0.1	0.1	0.2	-	0.1	0.2	0.2
		1 : 20	5	0.1	0.1	0.2	0.4	0.1	0.2	0.3	0.6	0.1	0.2	0.4	0.7
		1 : 14	7	0.1	0.2	0.3	0.6	0.1	0.2	0.4	0.7	0.2	0.3	0.7	0.9
		1 : 10	10	0.1	0.2	0.4	0.8	0.2	0.3	0.7	1.0	0.3	0.6	0.9	1.3
		1 : 6.7	15	0.2	0.4	0.7	1.1	0.2	0.6	0.9	1.4	0.4	0.8	1.2	1.9
		1 : 5	20	0.2	0.6	0.9	1.5	0.3	0.7	1.2	1.9	0.6	1.0	1.7	2.5
		1 : 4	25	0.3	0.7	1.1	1.9	0.4	0.9	1.4	2.2	0.7	1.2	2.0	3.1
		1 : 3.3	30	0.3	0.8	1.3	2.2	0.6	1.0	1.7	2.6	0.9	1.4	2.3	3.6
		1 : 2.9	35	0.4	0.9	1.5	2.5	0.6	1.1	2.0	3.1	1.0	1.7	2.6	4.2
		1 : 2.5	40	0.6	1.0	1.8	2.9	0.7	1.3	2.2	3.4	1.1	1.9	3.0	4.6
		1 : 2.2	45	0.6	1.1	2.0	3.2	0.8	1.4	2.4	3.7	1.3	2.1	3.3	5.1
		1 : 2	50	0.7	1.2	2.1	3.4	0.9	1.5	2.5	4.1	1.4	2.3	3.5	5.4
Conversion factor to obtain average value of I.R.C				x 1.9	x 1.5	x 1.3	x 1.2	x 1.8	x 1.4	x 1.3	x 1.2	x 1.6	x 1.4	x 1.2	x 1.1

ตารางที่ 3 - 2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงเฉลี่ยสำหรับการคำนวณโดยวิธี Sky Factor

(Daylighting, 1966: 251, 256)

3.1. 3 **ความส่องสว่างภายนอก** ได้แก่

- ความแปรปรวนของสภาพท้องฟ้า สำหรับประเทศไทยซึ่งตั้งอยู่ในภูมิภาคเขตร้อนชื้น (Hot-Humid Climate) สภาพท้องฟ้า (Sky Component, SC) ส่วนใหญ่เป็นท้องฟ้าแบบมีเมฆบางส่วน (Partly Cloudy) ซึ่งการคำนวณด้วยวิธี Sky Factor นั้นจะทำการกำหนดให้เป็นท้องฟ้าแบบมีเมฆบางส่วนตลอดการคำนวณปริมาณแสงธรรมชาติด้านข้างที่เข้ามาภายในอาคาร



ภาพที่ 3 - 3 แสดงการเคลื่อนที่ของโลกรอบดวงอาทิตย์

(ASHRAE. 2001: 30.14)

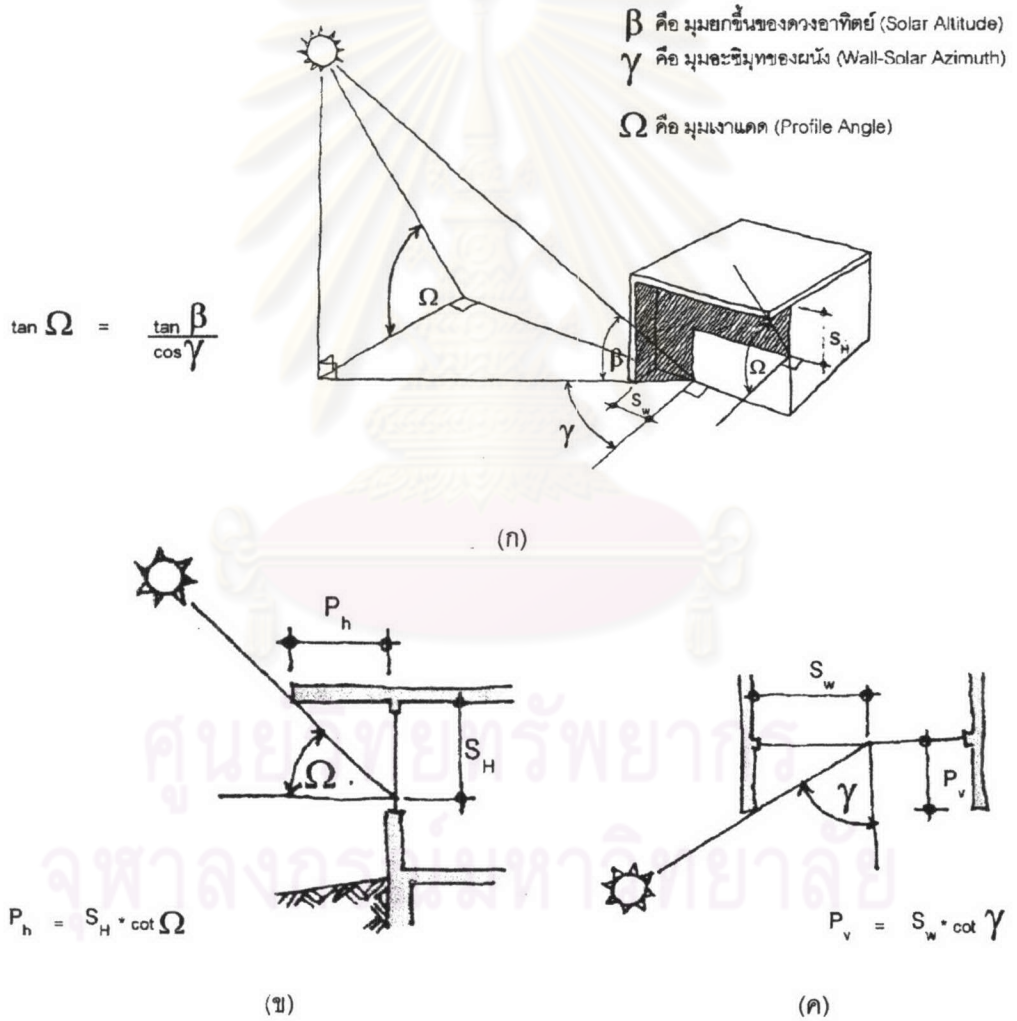
- มุมของแสงธรรมชาติที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนตำแหน่ง และการโคจรของดวงอาทิตย์ เช่น มุมอัลติจูด (Solar Altitude) และมุมอะซิมุท (Solar Azimuth) รวมทั้งทิศทางของแสงธรรมชาติที่ตกกระทบในแนวระนาบนอนและระนาบตั้งทั้ง 8 ทิศ (ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก ทิศตะวันตก ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ และทิศตะวันตกเฉียงใต้) และค่ารังสีรวมของดวงอาทิตย์ที่ตกลงบนแนวระนาบ

จากการเคลื่อนที่ของโลกรอบดวงอาทิตย์ ดังภาพที่ 3 – 3 และตารางที่ 3 – 3 ทำให้เลือก วันที่ 21 เดือนธันวาคม (เดือนธันวาคม มีค่ารังสีกระจายจากท้องฟ้าน้อยกว่าเดือนอื่นๆตลอดทั้งปี, ภาคผนวก ช) เป็นพื้นฐานในการคำนวณค่าความสว่างภายนอกของปริมาณแสงธรรมชาติด้านข้างที่เข้ามาภายในอาคาร ด้วยวิธี Sky Factor และจากการศึกษาเรื่องมุมยกขึ้นของดวงอาทิตย์ (Solar Altitude) และมุมเงาแดด (Profile Angle) (ภาคผนวก ข) ทำให้เลือกเวลา 12.00 น. (เป็นเวลาที่ปริมาณของแสงธรรมชาติเข้ามาภายในอาคารทางช่องแสงได้น้อยที่สุด ตามมุมยกขึ้นของดวงอาทิตย์) ดังภาพที่ 3 – 4 และ 3 – 5 เป็นพื้นฐานในการคำนวณด้วยเช่นกัน

Month	Time	สภาพท้องฟ้า	Evk	Ehk				
				S	SE / SW	E / W	NE / NW	N
				0	45	90	135	180
DEC	12.00	clear	16000	14887	14282	13498	12991	12421
		partly	16000	15250	14645	14131	13814	13435
		overcast	11000	11090	11090	11090	11090	11090

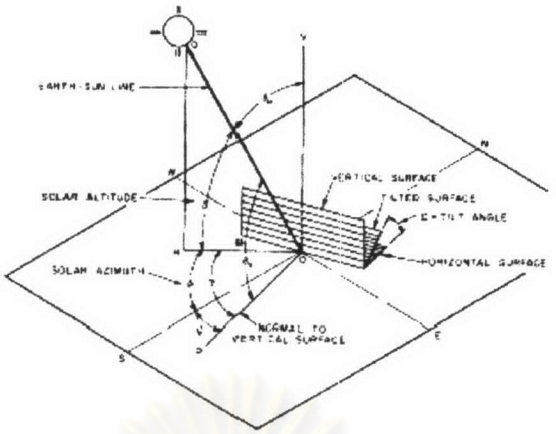
ตารางที่ 3 - 3 แสดงค่าความส่องสว่างกระจายจากท้องฟ้าในระนาบตั้ง และระนาบนอน

(กมล เกียรติเรืองกมลา, 2541: 158)



ภาพที่ 3 - 4 (ก) แสดงมุมต่าง ๆของดวงอาทิตย์ (ข) แสดงมุมของเงาแดดทางตั้ง สำหรับคำนวณหาความยาวของครีบกันแดดในแนวนอน (ค) แสดงเส้นเงาในแนวระนาบ สำหรับคำนวณหาความยาวของครีบกันแดดในแนวตั้ง

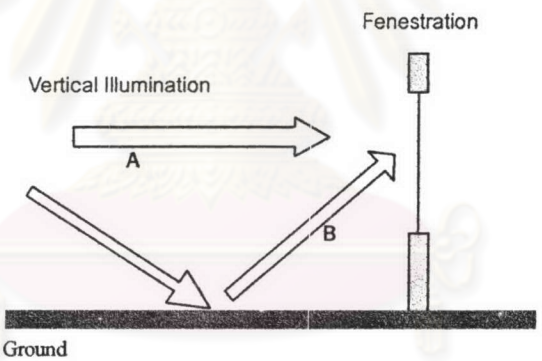
(เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า, 2542: 235)



ภาพที่ 3 - 5 แสดงมุมของดวงอาทิตย์ที่กระทำในระนาบตั้ง และระนาบนอนต่อพื้นผิว

(ASHRAE, 2001: 30.16)

จากการศึกษาเรื่องตัวแปรเรื่อง สภาพท้องฟ้า (Sky Component, SC) มุมยกขึ้นของดวงอาทิตย์ (Solar Altitude) และมุมเงาแดด (Profile Angle) ดังกล่าว สามารถคำนวณหาค่าความส่องสว่างภายนอกอาคาร ก่อนเข้าสู่ช่องแสง ได้ดังสมการต่อไปนี้



ภาพที่ 3 - 6 ค่าความส่องสว่างภายนอกก่อนเข้าสู่ช่องแสงประกอบด้วย A) รังสีกระจายในระนาบตั้งจากท้องฟ้า และ B) รังสีกระจายในระนาบนอนที่สะท้อนจากพื้นดิน ก่อนเข้าสู่ช่องแสง

(กมล เกียรติเรืองกมลา, 2541: 65)

$$Ext = Evg + Evk \quad \text{..... (3.4)}$$

$$Evg = ((Ehk+Edh)/2)*Rfg \quad \text{..... (3.5)}$$

จากเหตุผลดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นสามารถใช้ค่า Evk (ค่ารังสีกระจายในระนาบตั้งจากท้องฟ้า) และค่า Ehk (ค่าความส่องสว่างกระจายจากท้องฟ้าภายนอกอาคารในระนาบนอน) จากตารางที่ 3 – 3 เป็นพื้นฐานในการคำนวณ และให้ค่า Edh (ค่ารังสีตรงจากดวงอาทิตย์ เท่ากับ ศูนย์ ถือว่าไม่มีรังสีตรงจากดวงอาทิตย์)

โดยที่ Ext = ค่าความส่องสว่างภายนอกอาคาร ก่อนเข้าสู่ช่องแสง

Evg = ค่ารังสีกระจายในระนาบนอนที่สะท้อนจากพื้นดิน ก่อนเข้าสู่ช่องแสง

Evk = ค่ารังสีกระจายในระนาบตั้งจากท้องฟ้า

Ehk = ค่าความส่องสว่างกระจายจากท้องฟ้าภายนอกอาคารในระนาบนอน

Edh = ค่ารังสีตรงจากดวงอาทิตย์ (โดยงานวิจัยนี้ กำหนดให้มีค่าเท่ากับศูนย์ ถือว่าไม่มีรังสีตรงจากดวงอาทิตย์)

Rfg = ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิวภายนอกอาคาร

- ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิวภายนอกอาคาร (Ground Reflectance Component, Rfg) รวมทั้งลักษณะพื้นผิว และสัดส่วนของพื้นผิวภายนอกอาคาร

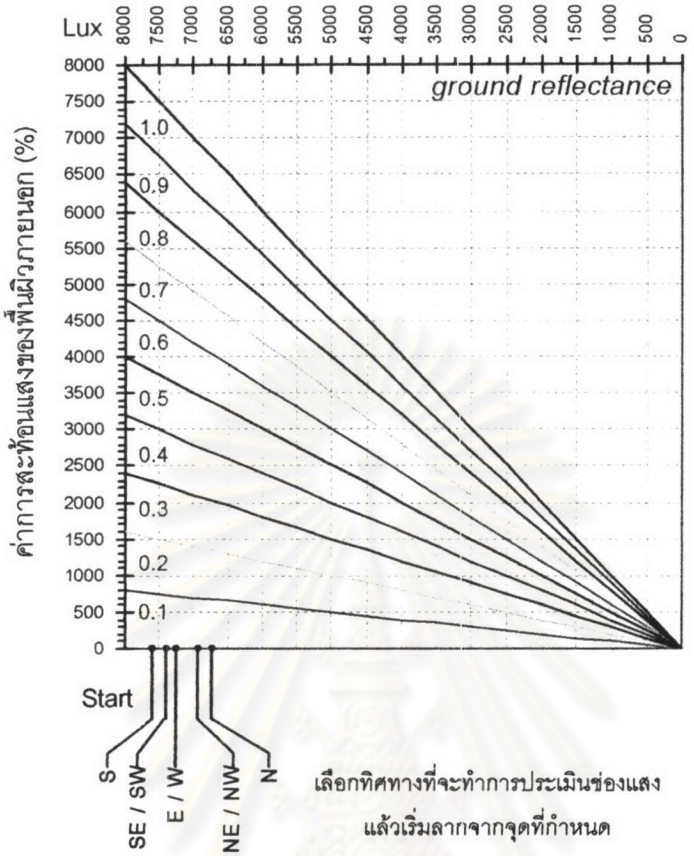
Materials	Reflectance	Materials	Reflectance
Grass (dark green)	0.06	Brick (dark buff)	0.40
Earth (moist cultivated)	0.07	Granite	0.40
Asphalt	0.07	Marble (white)	0.45
Slate (dark clay)	0.08	Brick (light buff)	0.48
Gravel	0.13	Concrete	0.55
Granolite pavement	0.17	Paint (white), old	0.55
Bluestone, Sandstone	0.18	Snow, old	0.64
Macadam	0.18	Water (Smooth)	0.70
Vegetation (mean)	0.25	Snow, new	0.74
Cement	0.27	Paint (white), new	0.75
Water (Rough)	0.30	More reflect material	0.90
Brick (dark red glazed)	0.30		

ตารางที่ 3 - 4 แสดงค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิวภายนอกอาคาร

(Mechanical and Electrical Equipment for Building, 1992: 1003)

จากตารางที่ 3 – 3 และ 3 – 4 สามารถนำค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิวภายนอก และค่าความส่องสว่างกระจายจากท้องฟ้าในระนาบตั้ง และระนาบนอน มาคำนวณหาค่ารังสีกระจายในระนาบนอนที่สะท้อนจากพื้นดิน ก่อนเข้าสู่ช่องแสง ด้วยสมการที่ 3.5 ได้ดังแผนภูมิที่ 3 – 2

ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิวภายนอก (Rfg)



แผนภูมิที่ 3 - 2 แสดงค่าค่ารังสีกระจายในระนาบนอนที่สะท้อนจากพื้นดิน ก่อนเข้าสู่ช่องแสงตามทิศทางต่าง ๆ

3.1. 4 **ค่าความสกปรกของท้องฟ้า** (Atmospheric Turbidity) **และสภาพบรรยากาศ** (Atmospheric Moisture) สามารถคำนวณหาค่าการลดทอนความส่องสว่างของแสงธรรมชาติ เนื่องจากความสกปรกของท้องฟ้า และสภาพบรรยากาศ จากสูตรดังนี้

$$atm = Ext * atm\ t * atm\ m \quad \text{..... (3.6)}$$

โดยที่ atm = ค่าความสกปรกของท้องฟ้าและบรรยากาศ

Ext = ค่าความส่องสว่างภายนอกอาคาร ก่อนเข้าสู่ช่องแสง

atm t = ค่าความสกปรกของท้องฟ้าจากปริมาณไอน้ำและฝุ่นละอองในอากาศ

atm m = ค่าสภาพบรรยากาศ โดยคำนวณจากปริมาณความชื้นในบรรยากาศ

ในการหาค่าสภาพบรรยากาศ atm m กำหนดให้ Tropical (humid air) = 0.9

Temperate (default) = 0.7

Desert (dry air) = 0.4

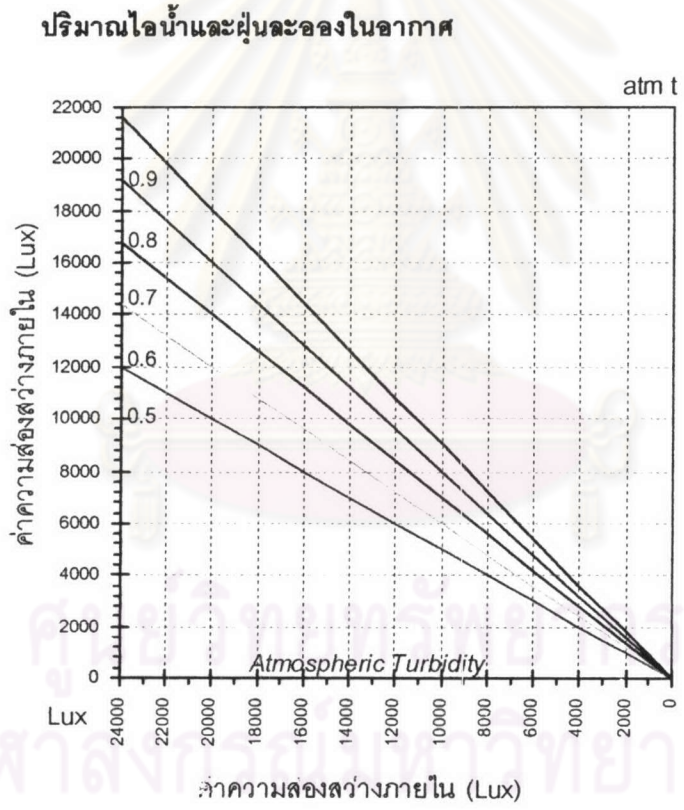
(กมล เกียรติเรืองกมลา, 2541: 162)

การหาค่าความสกปรกของท้องฟ้าจากปริมาณไอน้ำและฝุ่นละอองในอากาศ atm t สามารถคำนวณได้จากตารางที่ 3 – 5 และสรุปผลดังแผนภูมิที่ 3 – 3 และ 3 – 4 ดังนี้

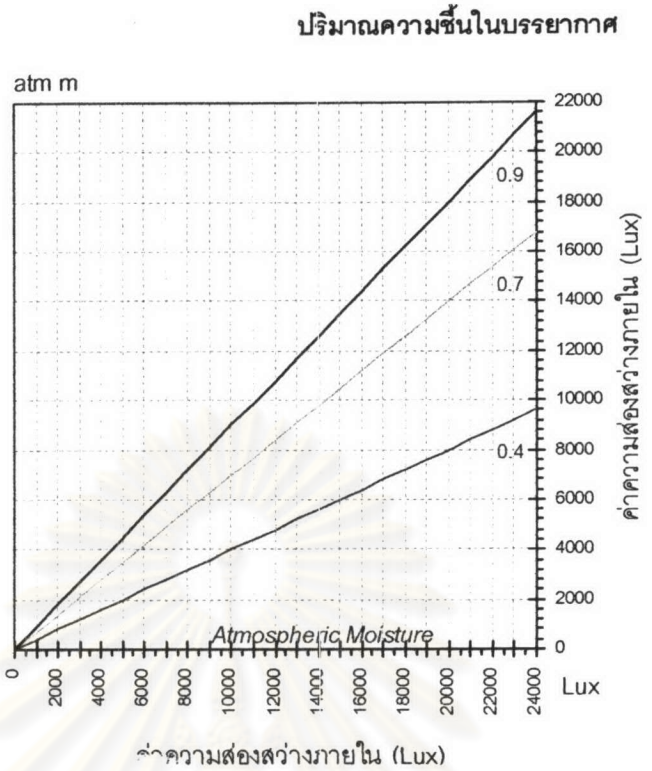
	Light Loss Factor Glazing Position		
Location	Vertical	Sloped	Horizontal
Clean areas	0.9	0.8	0.78
Industrial areas	0.8	0.7	0.6
Very dirty areas	0.7	0.6	0.5

ตารางที่ 3 - 5 ค่าตัวแปรการลดทอนความส่องสว่างของแสงธรรมชาติ

(IES RP-23-1989 อ้างถึงใน Mechanical and Electrical Equipment for Building, 1992: 996)



แผนภูมิที่ 3 - 3 แสดงค่าความส่องสว่างที่ลดลงเนื่องจากปริมาณไอน้ำและฝุ่นละอองในอากาศบริเวณที่จะทำการประเมิน (Atmospheric Turbidity)



แผนภูมิที่ 3 - 4 แสดงค่าความส่องสว่างที่ลดลงเนื่องจากปริมาณความชื้นในบรรยากาศ (Atmospheric Moisture)

3.1. 5 **ตัวกลาง (กระจก)** โดยคำนึงถึงค่าการส่องผ่านของแสง (Visible Light Transmittance, VT) และค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading Coefficient, SC) โดยการประเมินค่าตัวแปรในส่วนของช่องแสงกระจกด้านข้าง ควรเลือกใช้กระจกที่คำนึงถึงค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดที่ต่ำเป็นขั้นแรก แล้วจึงพิจารณาค่าการส่องผ่านของแสงที่สูง หากพิจารณาทั้งสองตัวแปรควบคู่กันก็จะยิ่งดี โดยคำนึงถึงอัตราส่วนระหว่างค่าการส่องผ่านของแสงต่อค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดที่สูงสุด (Coolness Ratio or Light to Solar Gain Ratio, VT / SC) อันหมายความว่า เป็นกระจกที่ยอมให้แสงธรรมชาติผ่านเข้ามาได้มากในขณะที่ความร้อนเข้ามาได้น้อย ซึ่งปัจจุบันปรากฏว่ากระจก Heat-Mirror ซึ่งมีค่า Coolness Ratio เท่ากับ 1.85 (VT = 0.65, SC = 0.35) สามารถให้แสงธรรมชาติผ่านเข้ามาได้มากในขณะที่ความร้อนเข้ามาได้น้อยที่สุด รองลงมาเป็นกระจก Heat-Stop ซึ่งมีค่า Coolness Ratio เท่ากับ 1.70 (VT = 0.68, SC = 0.40) จากการวิจัยนี้สามารถคำนวณหาค่าการส่องผ่านของแสงผ่านวัสดุช่องแสงได้จากสมการดังนี้

$$Trans = (VT / SC)*VT*net \quad \text{..... (3.7)}$$

โดยที่ Trans = ค่าการส่องผ่านของแสงธรรมชาติที่เข้าสู่อาคาร

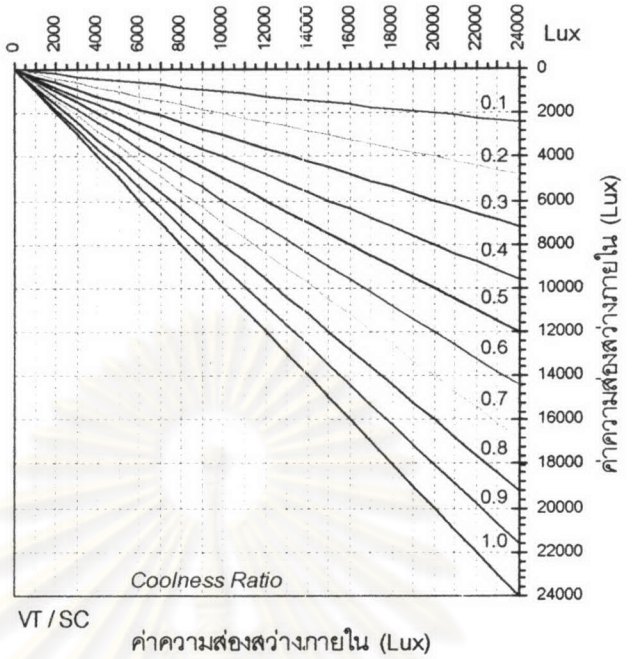
VT / SC = อัตราส่วนระหว่างค่าการส่องผ่านของแสงต่อค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดที่สูงสุด (Coolness Ratio or Light to Solar Gain Ratio, VT / SC)

VT = ค่าการส่องผ่านของแสง (Visible Light Transmittance)

net = พื้นที่สุทธิของช่องแสง

- ค่าการส่องผ่านของแสงผ่านวัสดุช่องแสง (Light Transmission from Fenestration)

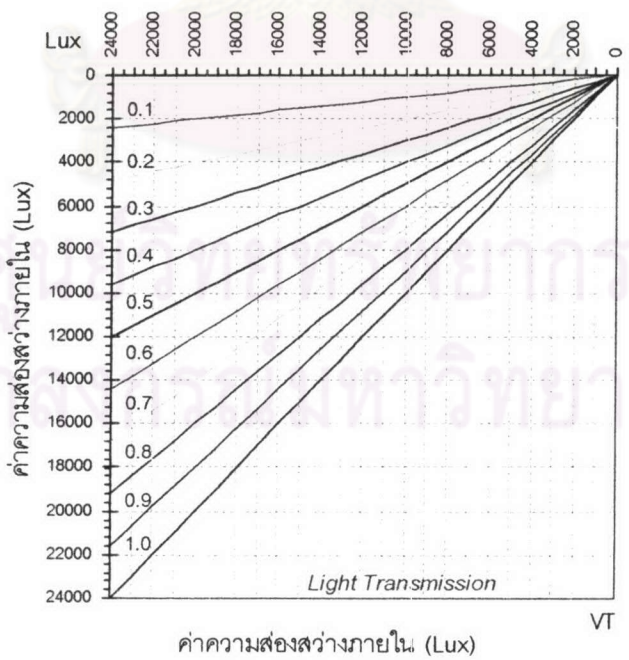
ค่าอัตราส่วนการส่องผ่านของแสงต่อส.ป.ส.การบังแดด



แผนภูมิที่ 3 - 5 แสดงค่าความส่องสว่างที่ลดลงเนื่องจากการส่องผ่านของแสง ผ่านวัสดุช่องแสง (Light Transmission from Fenestration)

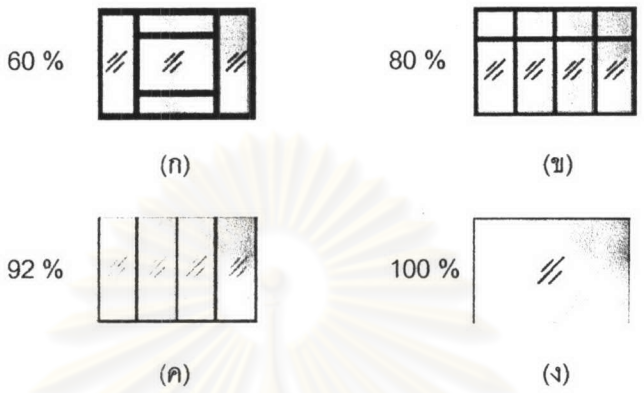
- ค่าความทึบแสงของช่องแสง (Light Transmission from Material)

ค่าการส่องผ่านของช่องแสง



แผนภูมิที่ 3 - 6 แสดงค่าความส่องสว่างที่ลดลงเนื่องจากความทึบแสงของช่องแสง (Light Transmission from Material)

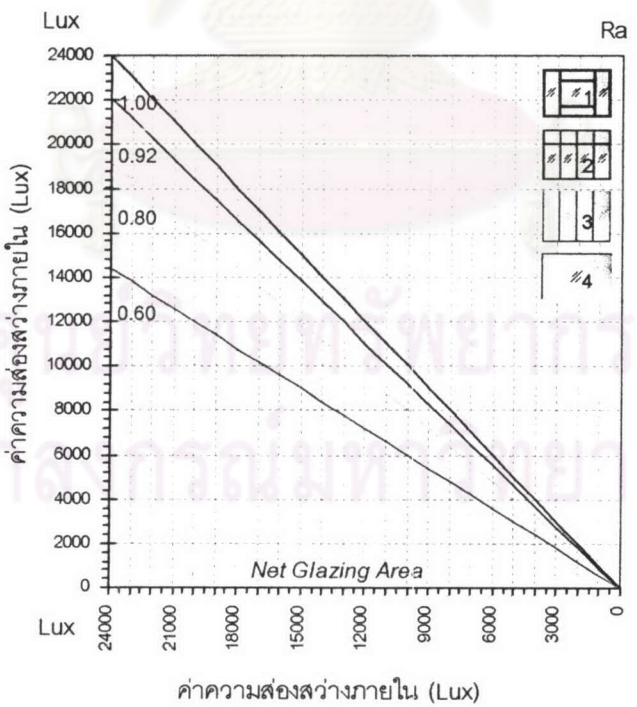
3.1. 6 **พื้นที่สุทธิของช่องแสง** เป็นค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงพื้นที่สุทธิของช่องแสง จากอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ของวัสดุที่เป็นช่องแสง ต่อพื้นที่ช่องแสงทั้งหมด ค่าสัมประสิทธิ์กรอบช่องแสงของอาคาร จะมีความแตกต่างกันไปตามรูปแบบที่กำหนด โดยรูปแบบของช่องแสง ที่ได้มีการใช้คำนวณในงานวิจัยนี้ จะใช้รูปแบบของกรอบที่เป็นมาตราฐาน เพื่อให้สะดวกในการคำนวณด้วยวิธี Sky Factor โดยที่รูปแบบกรอบช่องแสงมาตราฐานที่มีความแตกต่างกันในแต่ละแบบนั้นจะมีลักษณะ และค่าสัมประสิทธิ์ดังภาพที่ 3 – 7 และสามารถแสดงผลได้ดังแผนภูมิที่ 3 – 7 ดังนี้



ภาพที่ 3 - 7 (ก) แสดงพื้นที่กรอบช่องแสง 60 % (ข) แสดงพื้นที่กรอบช่องแสง 80 % (ค) แสดงพื้นที่กรอบช่องแสง 92 % (ง) แสดงพื้นที่กรอบช่องแสง 100 %

(R.G. Hopkinson, 1966: 101 อ้างถึงใน กมล เกียรติเรืองกมลา, 2541: 69)

พื้นที่สุทธิของช่องแสง



แผนภูมิที่ 3 - 7 แสดงค่าความส่องสว่างที่ลดลงเนื่องจากพื้นที่กรอบช่องแสง

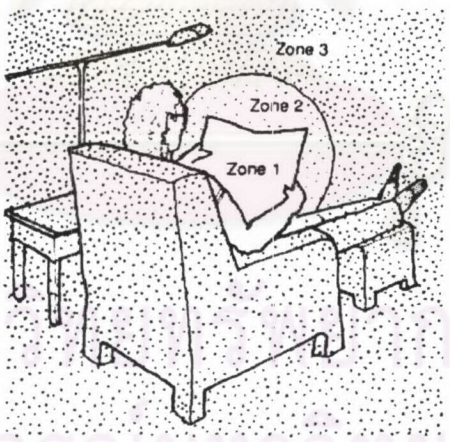
3.1. 7 ระดับความส่องสว่างภายใน ในแต่ละกิจกรรมตามมาตรฐานความส่องสว่างสากล

กิจกรรม	ค่าการส่องสว่าง (Lux) ตามมาตรฐาน IES
บริเวณทางเดิน	50 - 75 - 100
ห้องรับแขก	100 - 150 - 200
ห้องรับประทานอาหาร	100 - 150 - 200
ห้องน้ำ	100 - 150 - 200
ห้องเก็บของ	100 - 150 - 200
บริเวณบันได	100 - 150 - 200
ห้องครัว	200 - 350 - 500
ห้องนอน	200 - 350 - 500
ห้องประชุม	300 - 500 - 750
ห้องคอมพิวเตอร์	300 - 500 - 750
สำนักงาน	300 - 500 - 750
ห้องเขียนแบบ	500 - 750 - 1000

ตารางที่ 3 - 6 แสดงค่าความส่องสว่าง (Lux) ตามมาตรฐานสากล (IES)

โดยที่ 1 lux = 1 lumen per square meter

1 lumen = 0.0014614 watt (1 watt = 683 lumen) (Fuller Moore, 1991: 272)



Zone 2 The immediate surrounding (area adjacent to the visual task)	
Desirable ratio	1/3 to equal to task*
Minimum acceptable ratio	1/5 to equal to task*
Zone 3 The general surrounding (not immediataly adjacent to task)	
Desirable ratio	1/5 to 5 times task*
Minimum acceptable ratio	1/10 to 10 times task*

ภาพที่ 3 - 8 แสดงบริเวณพื้นที่การมองเห็น และอัตราส่วนค่าความส่องสว่างสำหรับพื้นที่ทำงานในอาคารพักอาศัย

(Mechanical and Electrical Equipment for Building, 1992: 1156)

จากตารางที่ 3 – 6 และภาพที่ 3 – 8 สามารถนำค่าการส่องสว่างในแต่ละกิจกรรมมาหาค่าระดับคะแนนความส่องสว่างที่เหมาะสมที่สุด (ความส่องสว่างที่พอดี ไม่สว่าง หรือมืดเกินกว่าค่าการส่องสว่างมาตรฐาน IES) ที่สามารถนำมาเป็นเกณฑ์ในการให้ระดับคะแนน ในการสร้างแบบประเมินค่าการประหยัดพลังงาน ในด้านการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยให้ค่ากลางของความส่องสว่างตามมาตรฐานเป็นคะแนนเบอร์ 5 และให้ค่าความส่องสว่างที่น้อยกว่า และมากกว่า ด้านซ้ายมือ และขวามือตามลำดับเป็น คะแนนเบอร์ 4 โดยที่คะแนนเบอร์ 3 เบอร์ 2 และเบอร์ 1 นั้นจะใช้ค่ากลางของความส่องสว่างตามมาตรฐาน หารด้วย 1/ 3, 1/ 5, และ1/ 10 ตามลำดับ จะได้ระดับคะแนนตามตารางที่ 3 – 7 ดังนี้

กิจกรรม	ระดับความส่องสว่าง (Lux)								
บริเวณทางเดิน	8	15	25	50	**75**	100	125	140	148
ห้องรับแขก	15	30	50	100	**150**	200	250	280	295
ห้องรับประทานอาหาร	15	30	50	100	**150**	200	250	280	295
ห้องน้ำ	15	30	50	100	**150**	200	250	280	295
ห้องเก็บของ	15	30	50	100	**150**	200	250	280	295
บริเวณบันได	15	30	50	100	**150**	200	250	280	295
ห้องครัว	35	70	117	200	**350**	500	617	687	722
ห้องนอน	35	70	117	200	**350**	500	617	687	722
ห้องประชุม	50	100	167	300	**500**	750	917	1017	1067
ห้องคอมพิวเตอร์	50	100	167	300	**500**	750	917	1017	1067
สำนักงาน	50	100	167	300	**500**	750	917	1017	1067
ห้องเขียนแบบ	75	150	250	500	**750**	1000	1250	1400	1475
ระดับคะแนน	1	2	3	4	**5**	4	3	2	1

ตารางที่ 3 - 7 แสดงระดับคะแนน ตามค่าความส่องสว่าง (Lux) มาตรฐานตามแต่ละกิจกรรม

เพื่อความสะดวกในการเปรียบเทียบเกี่ยวกับปริมาณการบริโภคพลังงาน จึงมีการปรับเปลี่ยนค่าความส่องสว่างในหน่วยของลักซ์ หรือลูเมนต่อตารางเมตร ให้อยู่ในหน่วยของ วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งสามารถคำนวณค่าความส่องสว่างมาตรฐานในหน่วย วัตต์ต่อตารางเมตร โดยรวมระดับความส่องสว่างที่เหมือนกันให้อยู่ในประเภทเดียวกัน และใช้ค่ากึ่งกลางความส่องสว่างซึ่งมีความเหมาะสมที่สุด (เบอร์ 5) เป็นค่ากลางในการสร้างเกณฑ์มาตรฐานของระดับคะแนนสำหรับใช้ในการประเมินค่าการใช้แสงธรรมชาติในอาคารเพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ดังตารางที่ 3 – 8 ดังนี้

ในกรณีประเมินทั้งอาคารจะใช้ค่าความส่องสว่างเฉลี่ยรวมสำหรับบ้านพักอาศัย เท่ากับ 250 lux (lm/m^2)

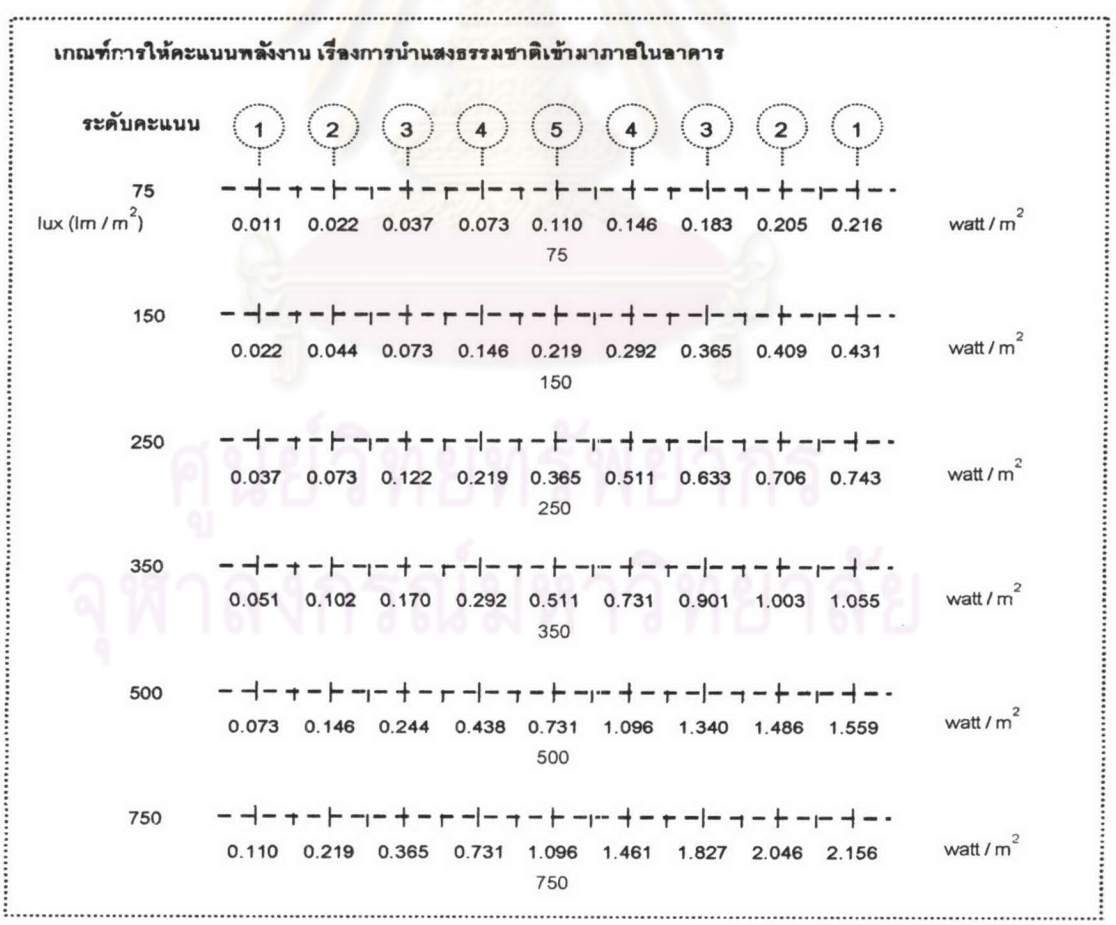
สำนักงาน เท่ากับ 500 lux (lm/m^2)

**ความส่องสว่างเฉลี่ยกำหนดจากการเฉลี่ยค่าระดับความส่องสว่างของระดับความส่องสว่างรวมของห้องในบ้านพักอาศัย (ห้องรับแขก ห้องรับประทานอาหาร ห้องครัว และห้องนอน) และสำนักงาน (ห้องประชุม ห้องคอมฯ และห้องสำนักงาน) ตามตารางที่ 3 – 7

ค่ากลาง (lux)	ระดับความส่องสว่าง (วัตต์ ต่อ ตารางเมตร)								
75	0.011	0.022	0.037	0.073	0.110	0.146	0.183	0.205	0.216
150	0.022	0.044	0.073	0.146	0.219	0.292	0.365	0.409	0.431
250	0.037	0.073	0.122	0.219	0.365	0.511	0.633	0.706	0.743
350	0.051	0.102	0.170	0.292	0.511	0.731	0.901	1.003	1.055
500	0.073	0.146	0.244	0.438	0.731	1.096	1.340	1.486	1.559
750	0.110	0.219	0.365	0.731	1.096	1.461	1.827	2.046	2.156
คะแนน	1	2	3	4	5	4	3	2	1

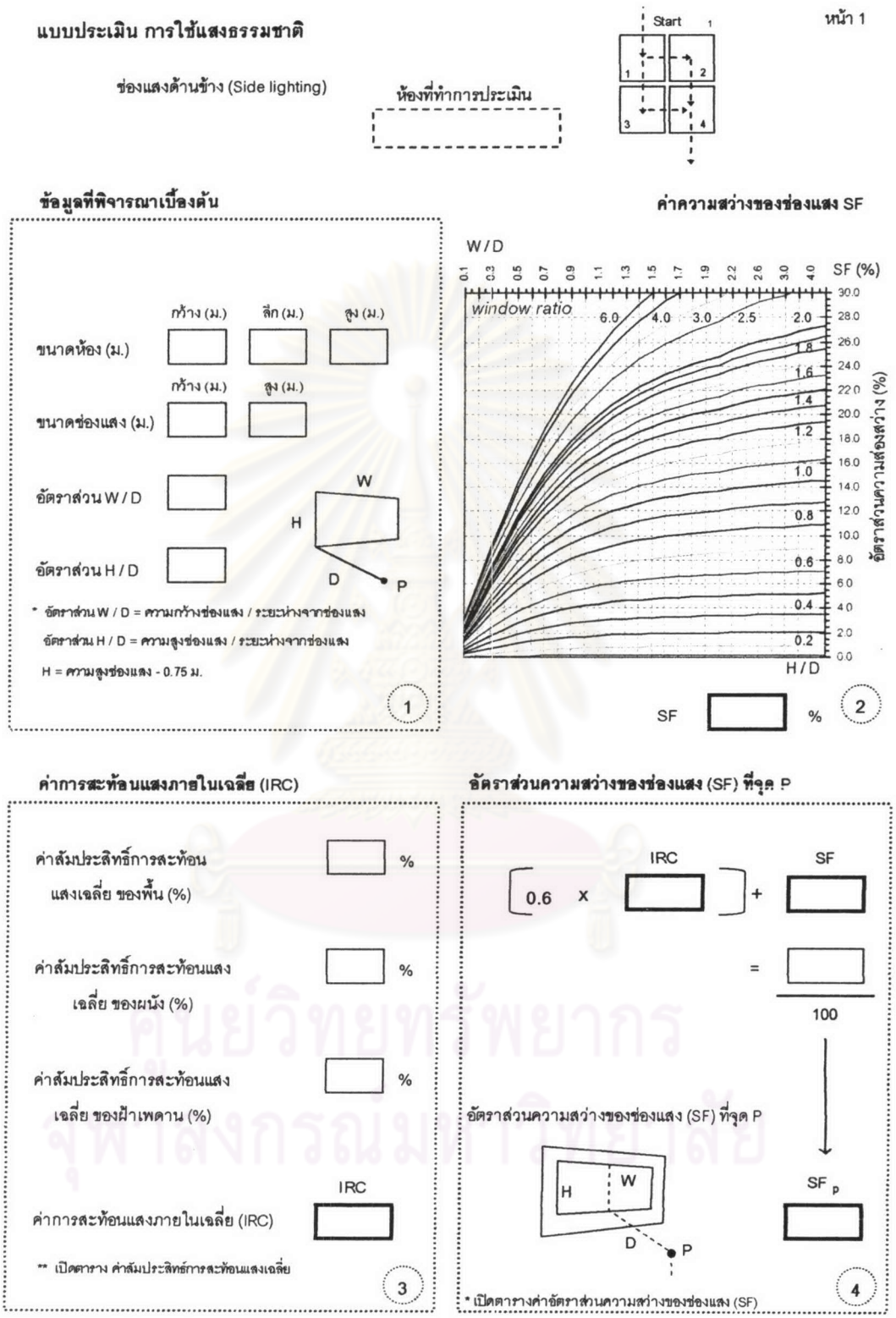
ตารางที่ 3 - 8 แสดงระดับคะแนน ตามค่าความส่องสว่าง (วัตต์ ต่อ ตารางเมตร) ตามความต้องการแต่ละกิจกรรม

ในกรณีที่ระดับคะแนนที่ได้อยู่ในช่วงกึ่งกลางระหว่างคะแนน เช่น ระดับ 3 กับ 4 หรือ 4 กับ5 ของค่ากลางที่ 250 lux สามารถนำค่าคะแนนของระดับทั้งสองมาหาค่าเฉลี่ยได้เช่น (0.122+0.219) /2 เท่ากับ 0.170 หรือ (0.219+0.365) /2 เท่ากับ 0.292 และสรุปผลเพื่อแสดงระดับความส่องสว่างภายใน ในแต่ละกิจกรรมตามมาตรฐานความส่องสว่างสากลเป็นแผนภูมิที่ 3 – 8 ได้ดังนี้

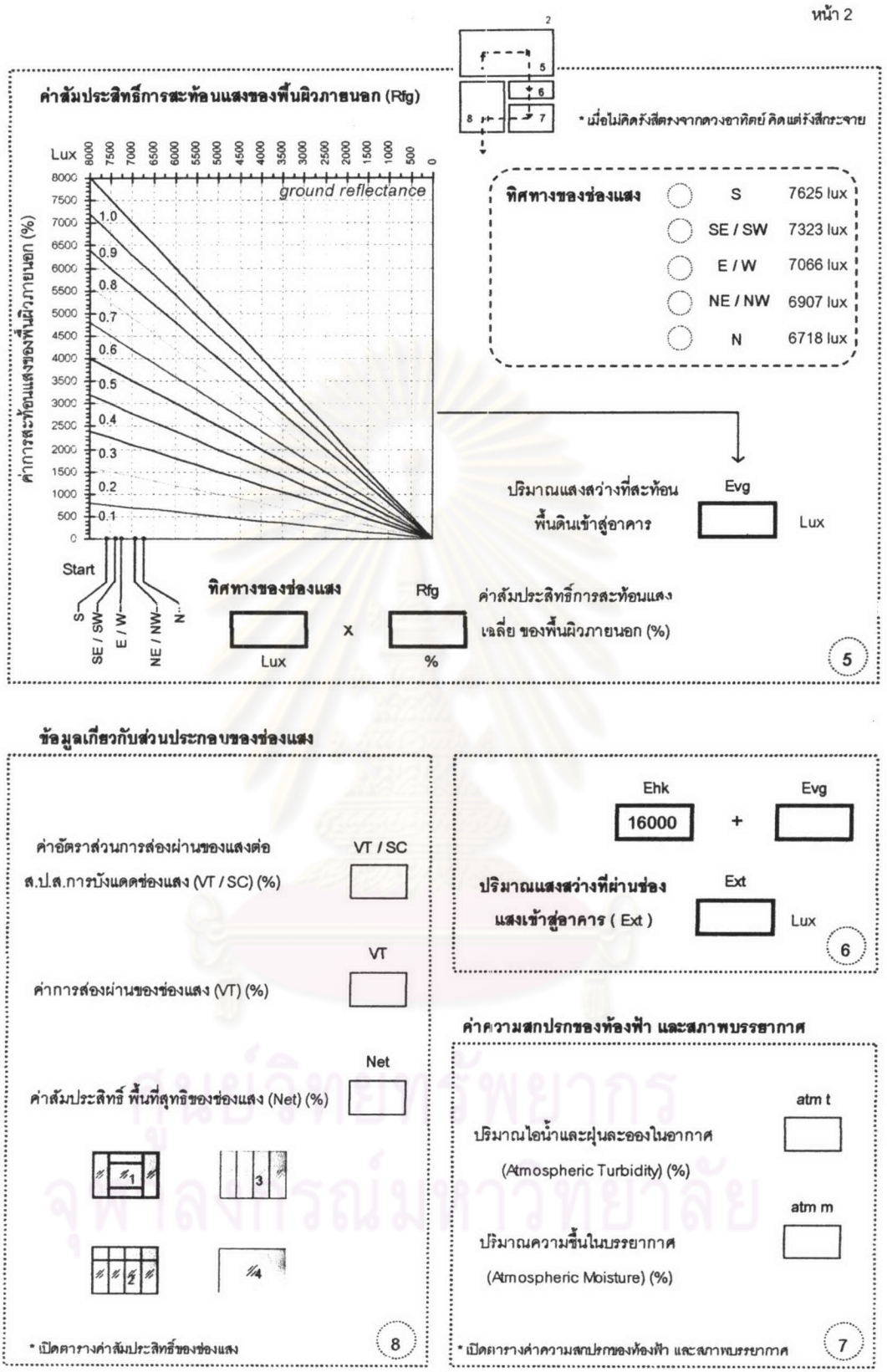


แผนภูมิที่ 3 - 8 แสดงระดับความส่องสว่างภายใน ในแต่ละกิจกรรมตามมาตรฐานความส่องสว่างสากล (watt / m^2)

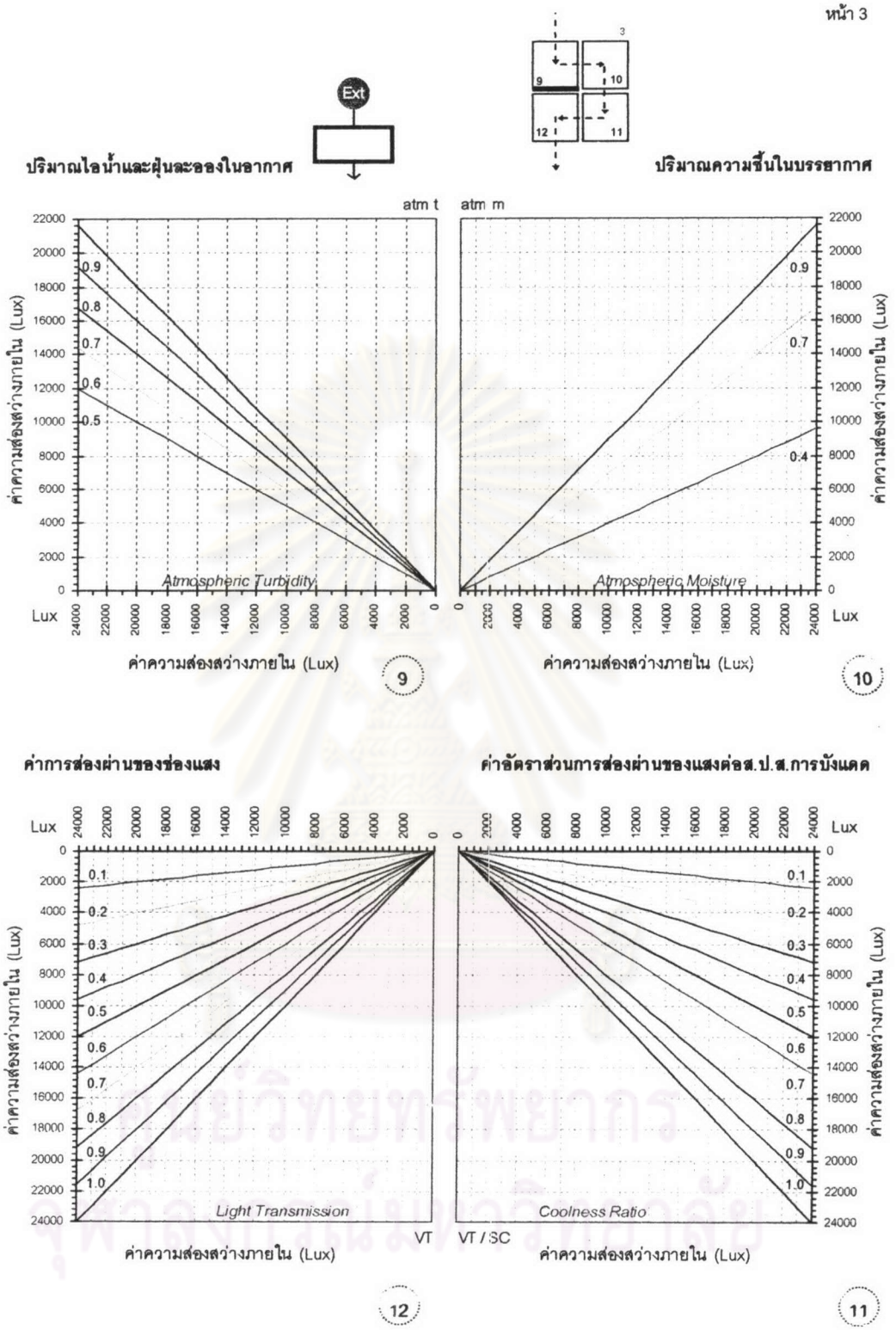
3. 2 แบบประเมินการใช้แสงธรรมชาติในอาคารเพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ



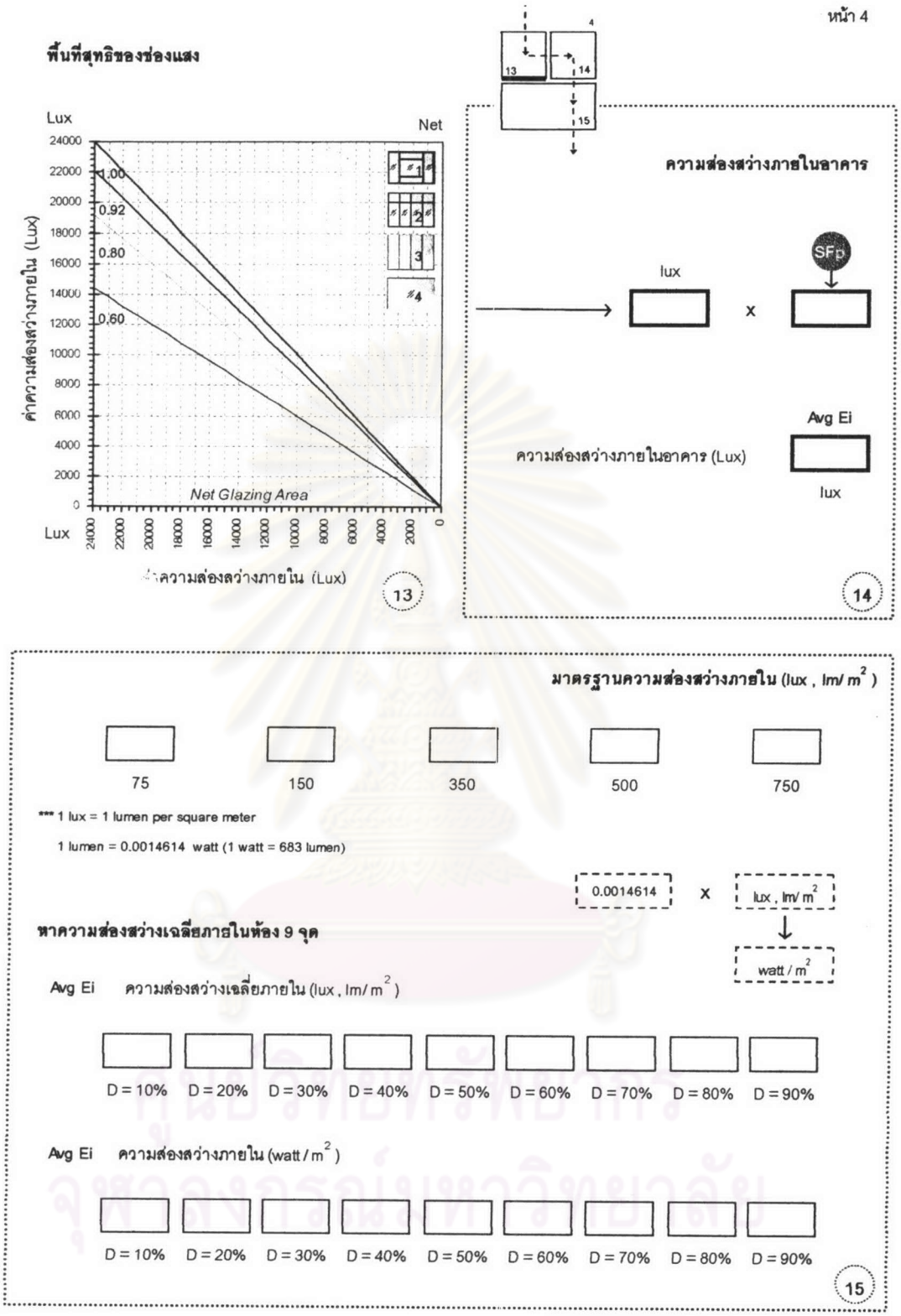
แผนภูมิที่ 3 - 9 แสดงแบบประเมินการใช้แสงธรรมชาติในอาคารเพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ช่องแสงด้านข้าง (Side lighting) แบบประเมินที่ 1 - 4



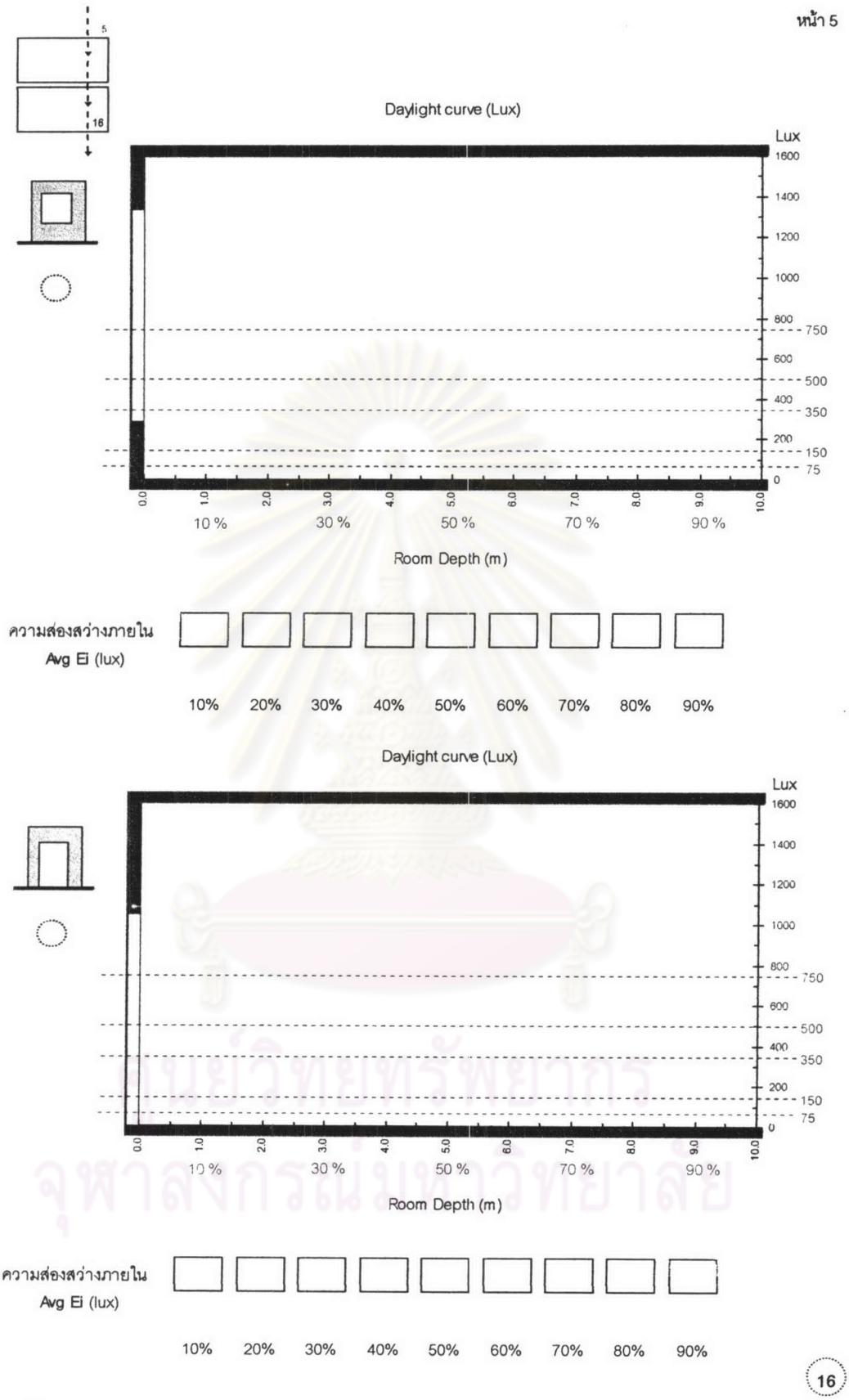
แผนภูมิที่ 3 - 10 แสดงแบบประเมินการใช้แสงธรรมชาติในอาคารเพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ช่องแสงด้านข้าง (Side lighting) แบบประเมินที่ 5 - 8



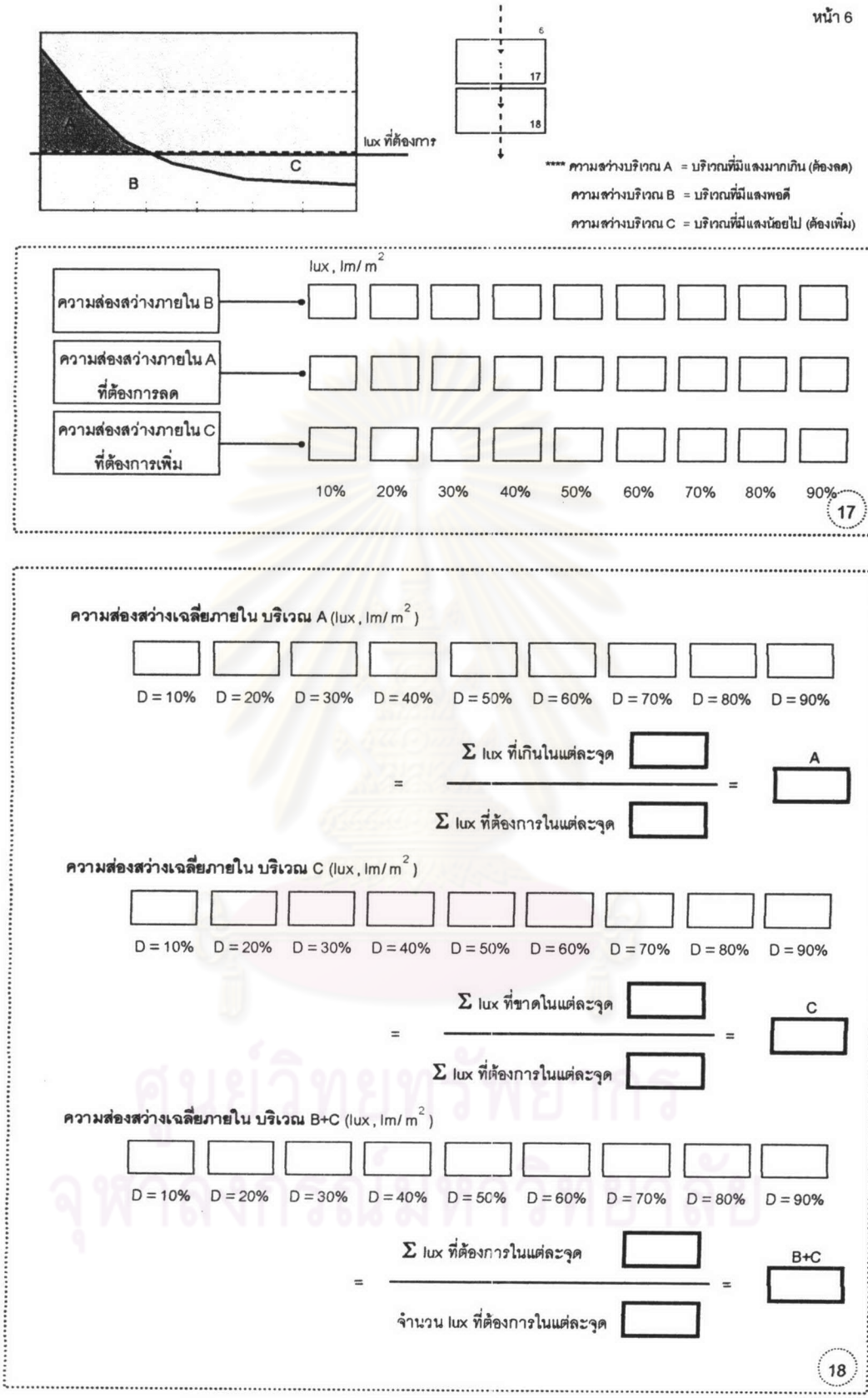
แผนภูมิที่ 3 - 11 แสดงแบบประเมินการใช้แสงธรรมชาติในอาคารเพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ช่องแสงด้านข้าง (Side lighting) แบบประเมินที่ 9 - 12



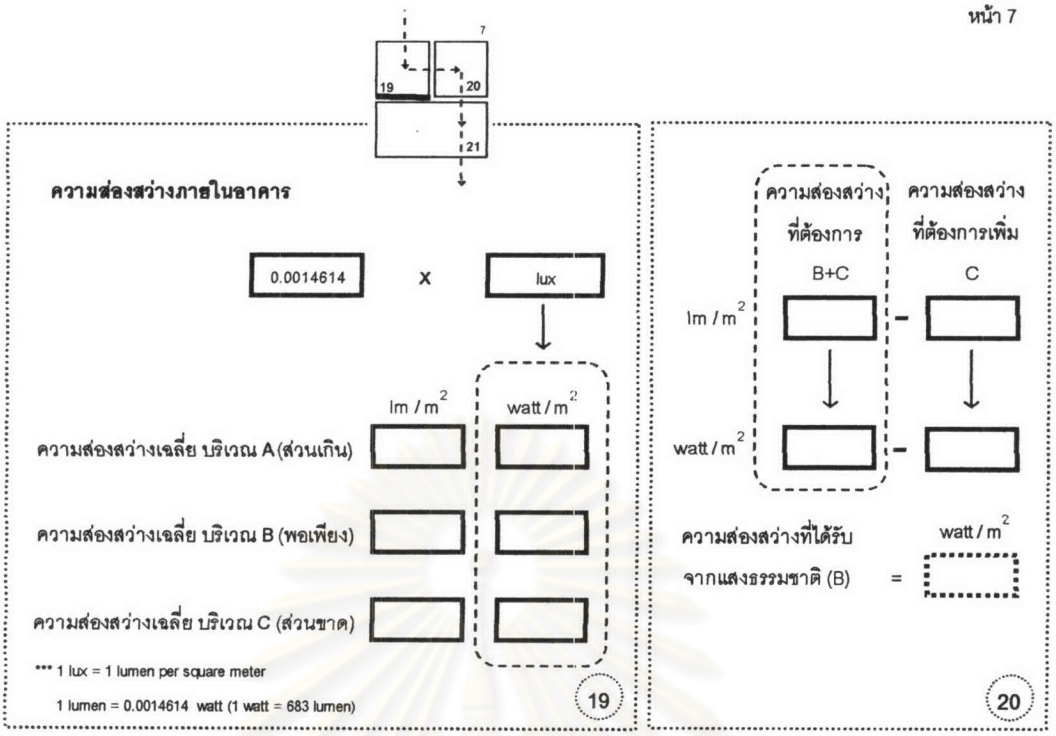
แผนภูมิที่ 3 - 12 แสดงแบบประเมินการใช้แสงธรรมชาติในอาคารเพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ช่องแสงด้านข้าง (Side lighting) **แบบประเมินที่ 13 - 15**

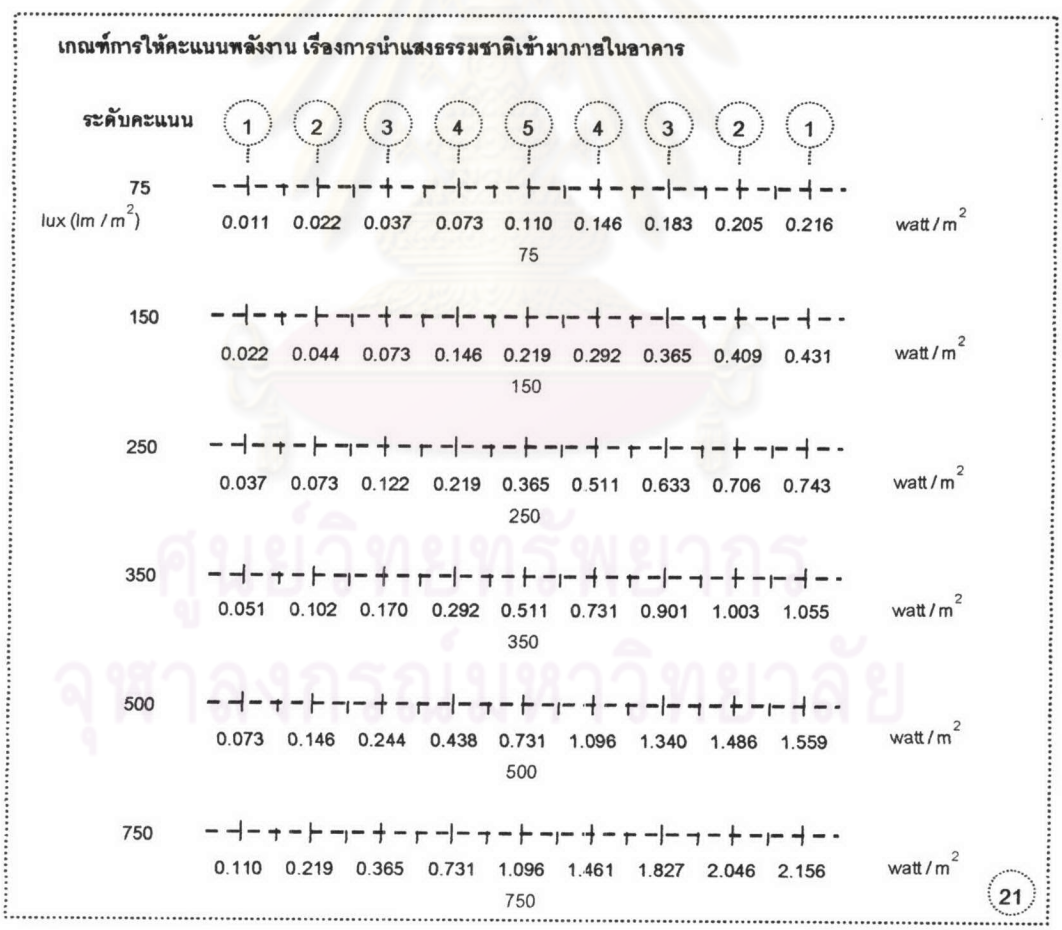


แผนภูมิที่ 3 - 13 แสดงแบบประเมินการใช้แสงธรรมชาติในอาคารเพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ช่องแสงด้านข้าง (Side lighting) แบบประเมินที่ 16

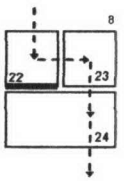


แผนภูมิที่ 3 - 14 แสดงแบบประเมินการใช้แสงธรรมชาติในอาคารเพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ช่องแสงด้านข้าง (Side lighting) **แบบประเมินที่** 17 - 18





แผนภูมิที่ 3 - 15 แสดงแบบประเมินการใช้แสงธรรมชาติในอาคารเพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ช่องแสงด้านข้าง (Side lighting) แบบประเมินที่ 19 - 21



เกณฑ์การให้คะแนนพลังงานรวมทั้งอาคาร เรื่องการนำแสงธรรมชาติเข้ามาภายในอาคาร บริเวณ B

ประเภทอาคาร

watt / m^2

บ้านพักอาศัย
250 lux , (lm / m^2)

0.365

อาคารสำนักงาน
500 lux , (lm / m^2)

0.731

22

watt / m^2

ความส่องสว่างที่ต้องการ − ผลรวมของความส่องสว่างที่ต้องการเพิ่ม (C) / จำนวนช่องแสงทั้งหมด

= watt / m^2 − watt / m^2 / บาน

ความส่องสว่างที่ได้รับจากแสงธรรมชาติ (B) = watt / m^2

23

ระดับคะแนน 1 2 3 4 5 4 3 2 1

250 lux (lm / m^2)

0.037 0.073 0.122 0.219 0.365 0.511 0.633 0.706 0.743 watt / m^2

250

500

0.073 0.146 0.244 0.438 0.731 1.096 1.340 1.486 1.559 watt / m^2

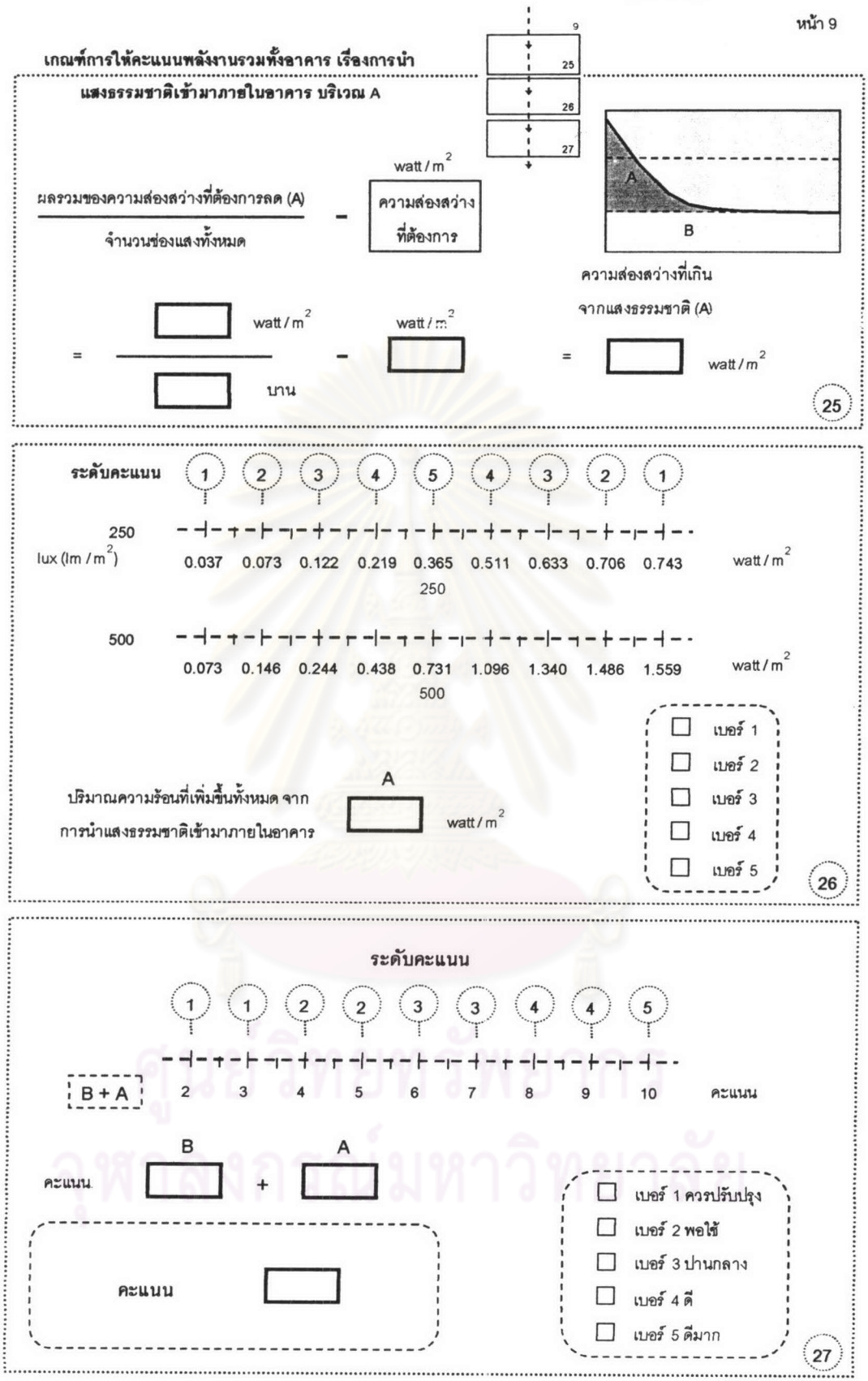
500

☐ เบอร์ 1
☐ เบอร์ 2
☐ เบอร์ 3
☐ เบอร์ 4
☐ เบอร์ 5

ปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นทั้งหมด จากการนำแสงธรรมชาติเข้ามาภายในอาคาร B watt / m^2

24

แผนภูมิที่ 3 - 16 แสดงแบบประเมินการใช้แสงธรรมชาติในอาคารเพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ช่องแสงด้านข้าง (Side lighting) แบบประเมินที่ 22 - 24



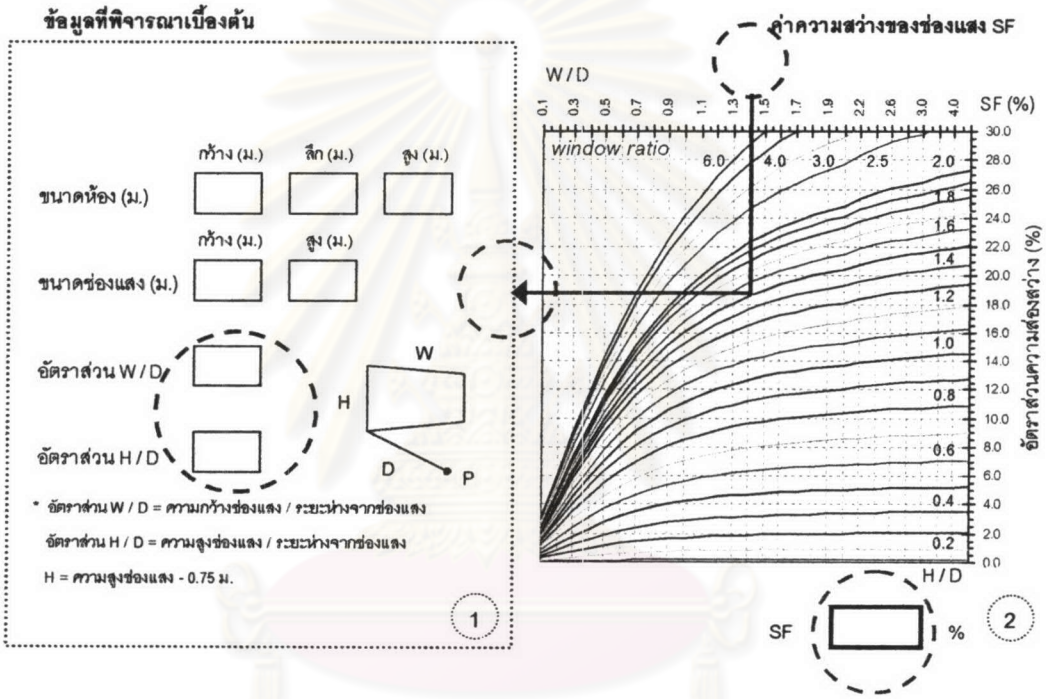
แผนภูมิที่ 3 - 17 แสดงแบบประเมินการใช้แสงธรรมชาติในอาคารเพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ช่องแสงด้านข้าง (Side lighting) **แบบประเมินที่ 25 - 27**

3. 3 วิธีการใช้แบบประเมินการใช้แสงธรรมชาติในอาคารเพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

การใช้แบบประเมินการใช้แสงธรรมชาติในอาคารเพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ จะเริ่มจากการเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นที่ต้องการ เพื่อนำมาทดสอบแบบประเมินจากสถานที่จริง หรือจากรายละเอียดอาคารที่ทำการประเมิน เช่น รูปด้านอาคาร รูปตัดอาคาร และผังพื้นอาคาร โดยทำการคำนวณทีละห้อง หลังจากนั้นจึงนำผลรวมของค่าความส่องสว่างทั้งหมด มาเปรียบเทียบกับพื้นที่ใช้สอยภายในอาคารทั้งหมด ตามขั้นตอนดังนี้

3.3. 1 เก็บรวบรวมข้อมูลในส่วนของ ขนาดห้อง ขนาดช่องแสง และหาอัตราส่วน W / D (ความกว้างช่องแสง / ระยะห่างจากช่องแสง) และอัตราส่วน H / D (ความสูงช่องแสง / ระยะห่างจากช่องแสง)

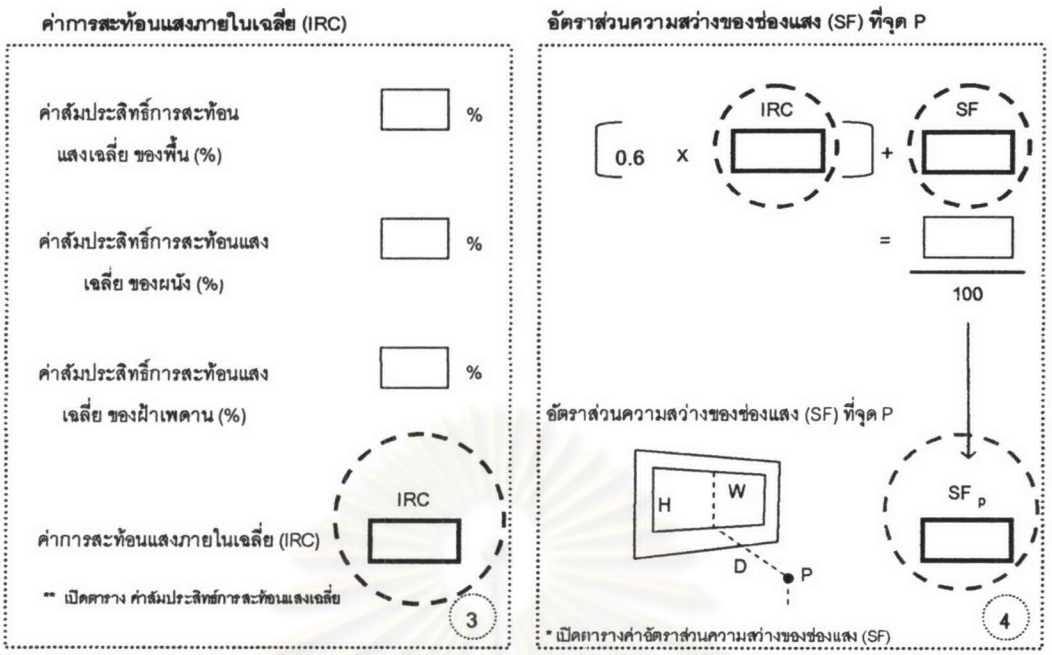
3.3. 2 นำอัตราส่วน W / D และ อัตราส่วน H / D มาหาค่า Sky Factor



แผนภูมิที่ 3 - 18 แสดงขั้นตอนการเก็บข้อมูลเบื้องต้น เพื่อนำมาหาค่า Sky Factor โดยใช้อัตราส่วนอัตราส่วน W / D (ความกว้างช่องแสง / ระยะห่างจากช่องแสง) และอัตราส่วน H / D (ความสูงช่องแสง / ระยะห่างจากช่องแสง)

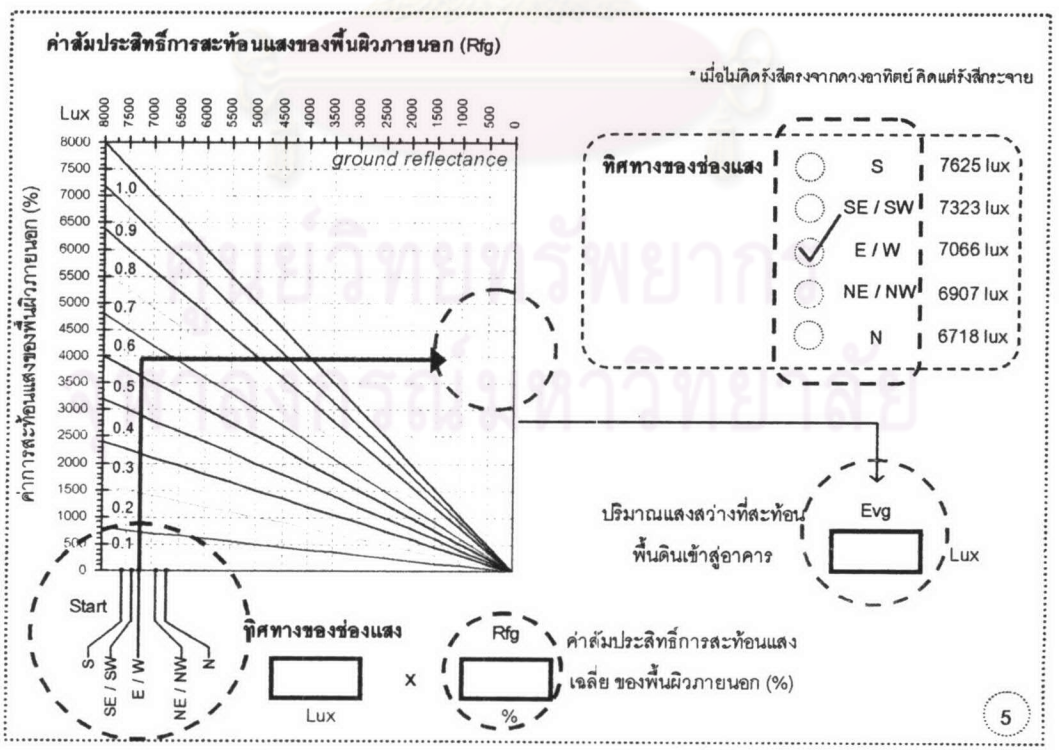
3.3. 3 เก็บรวบรวมข้อมูลในส่วนของค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงภายในของเพดาน ผนัง และพื้น แล้วนำค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงเฉลี่ย (IRC) ที่ได้ไปคำนวณ หรือเปิดตารางค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงเฉลี่ย

3.3. 4 นำค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงเฉลี่ย (IRC) ที่ได้ มาคูณด้วยค่า 0.6 และบวกด้วยค่า Sky Factor ที่ได้ในขั้นตอนที่ 3.3.2 แล้วหารด้วย 100 จะได้ค่าสัดส่วนของ Sky Factor ที่จุดอ้างอิง



แผนภูมิที่ 3 - 19 แสดงขั้นตอนการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงเฉลี่ยภายในอาคาร เพื่อนำมาหาค่าสัดส่วนของ Sky Factor ที่จุดอ้างอิง

3.3. 5 ตรวจสอบทิศทาง (ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก ทิศตะวันตก ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ และทิศตะวันตกเฉียงใต้) ที่จะทำการประเมิน และเก็บข้อมูลในส่วนของค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงเฉลี่ยของพื้นผิวภายนอก (Rfg) แล้วทำการคำนวณเพื่อหาปริมาณแสงสว่างที่สะท้อนพื้นดินก่อนเข้าสู่อาคาร (Evg)

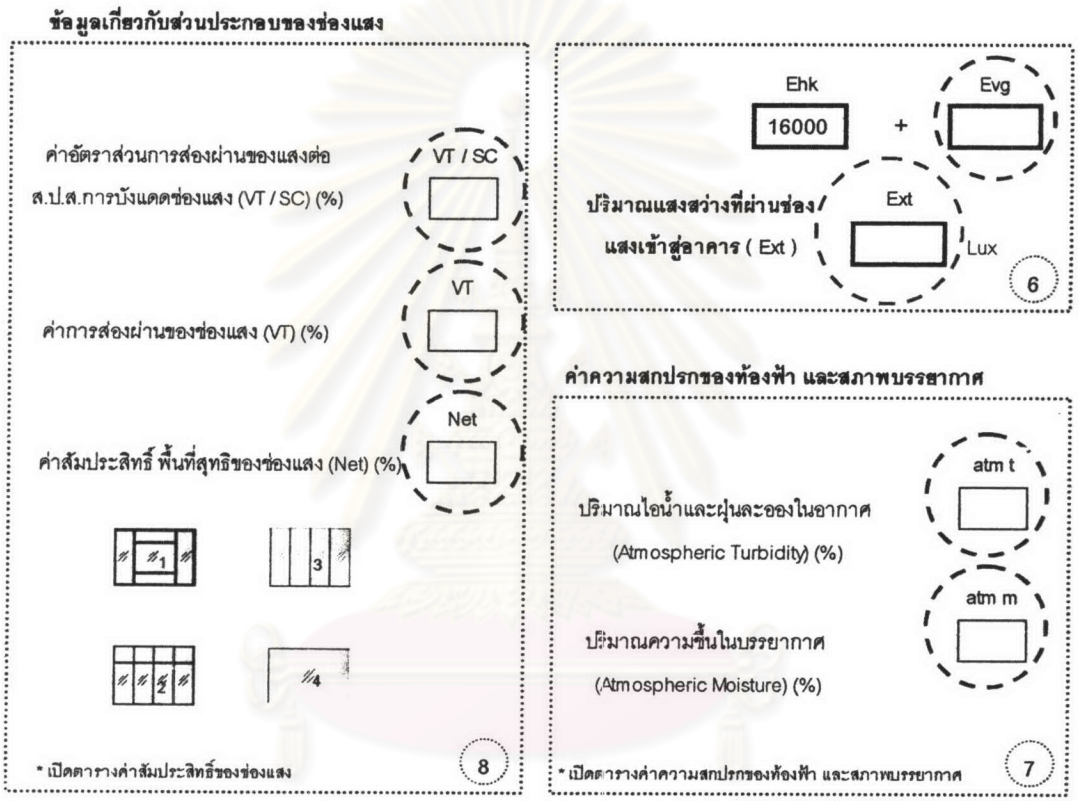


แผนภูมิที่ 3 - 20 แสดงการหาปริมาณแสงสว่างที่สะท้อนพื้นดินก่อนเข้าสู่อาคาร

3.3. 6 นำปริมาณแสงสว่างที่สะท้อนพื้นดินก่อนเข้าสู่อาคารมารวมกับค่าความส่องสว่างกระจายในระนาบนอน (16000 Lux) จะได้ปริมาณแสงสว่างที่ผ่านช่องแสงเข้าสู่อาคาร (Ext)

3.3. 7 เก็บรวบรวมข้อมูลในส่วนของค่าปริมาณไอน้ำและฝุ่นละอองในอากาศ (atm t) และปริมาณความชื้นในบรรยากาศ (atm m) ว่ามีค่าเท่าใด แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณแสงสว่างที่เข้ามาภายใน

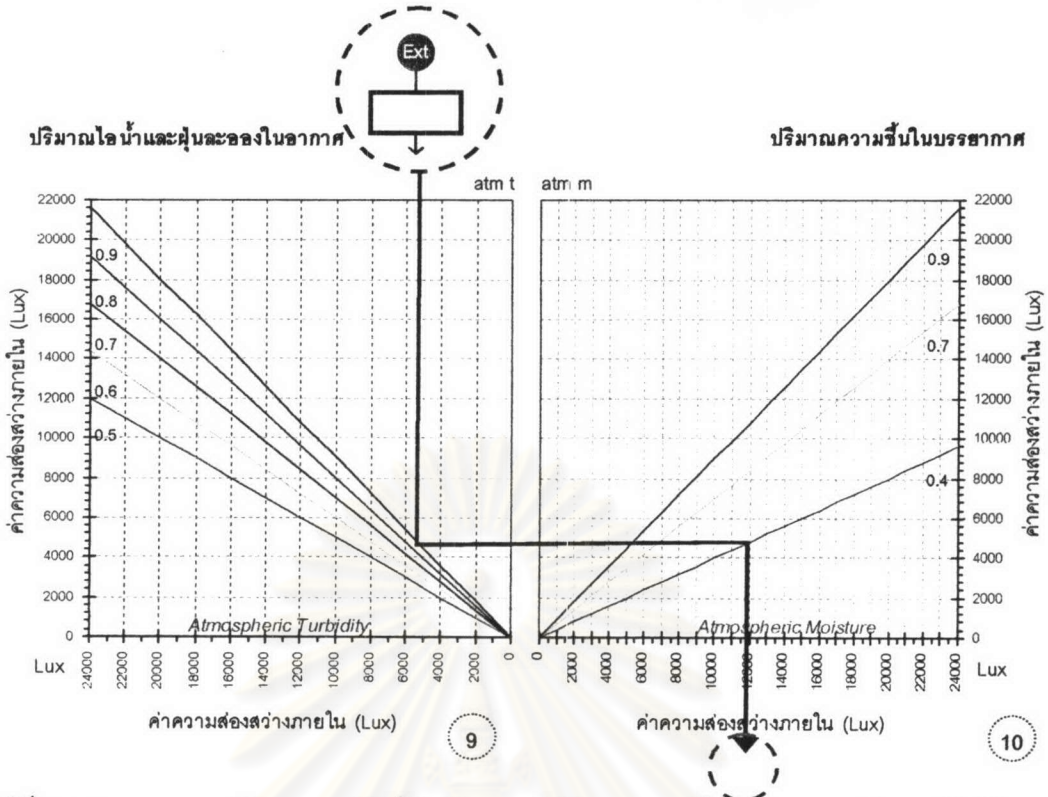
3.3. 8 เก็บรวบรวมข้อมูลในส่วนของค่าอัตราส่วนการส่องผ่านของแสงต่อสัมประสิทธิ์การบังแดด (VT / SC) ที่ผ่านวัสดุช่องแสงประเภทต่างๆ และตรวจสอบด้วยว่าค่าการส่องผ่านของแสง (VT) เท่าใด โดยดูว่ามีพื้นที่สุทธิของช่องแสง (Net) เป็นสัดส่วนเท่าใด แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณแสงสว่างที่เข้ามาภายใน



แผนภูมิที่ 3 - 21 แสดงการหาปริมาณแสงสว่างที่ผ่านช่องแสงเข้าสู่อาคาร (Ext) และการเก็บข้อมูลที่มีผลต่อการลดทอนแสงสว่างที่จะผ่านช่องแสงเข้ามาภายในอาคาร

3.3. 9 นำค่าปริมาณแสงสว่างที่ผ่านช่องแสงเข้าสู่อาคาร (Ext) มาคูณกับค่าปริมาณไอน้ำและฝุ่นละอองในอากาศ (atm t) สามารถแสดงผลการคำนวณได้ดังแผนภูมิที่ 3 – 21 แบบประเมินที่ 9

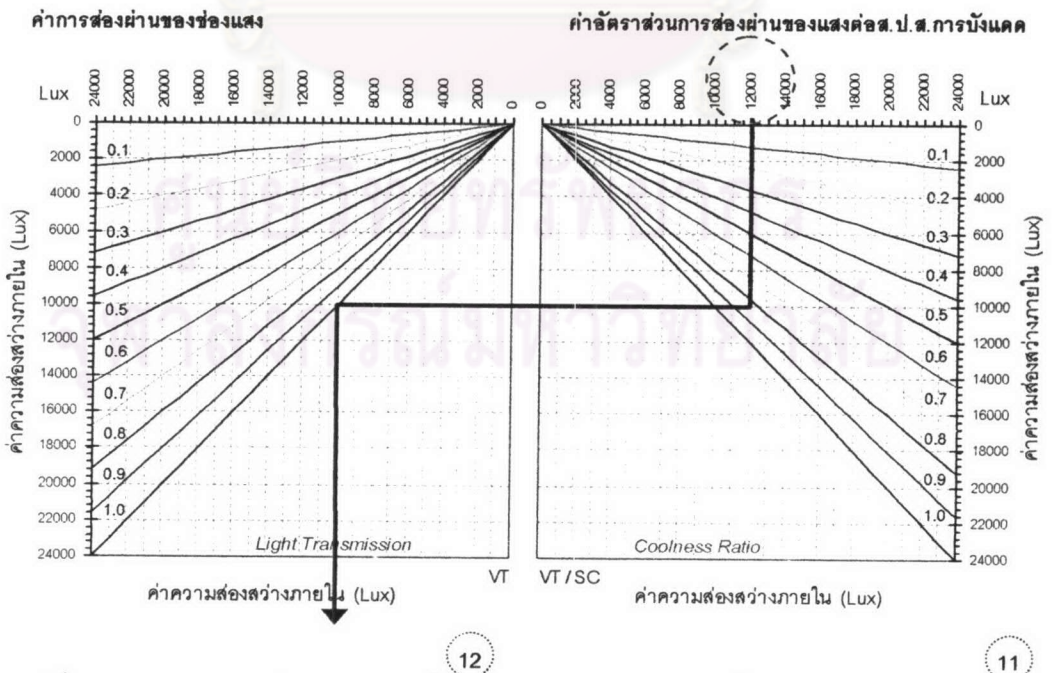
3.3. 10 นำค่าปริมาณแสงสว่างที่ผ่านช่องแสงเข้าสู่อาคาร (Ext) มาคูณกับค่าปริมาณความชื้นในบรรยากาศ (atm m) สามารถแสดงผลการคำนวณได้ดังแผนภูมิที่ 3 – 21 แบบประเมินที่ 10



แผนภูมิที่ 3 - 22 แสดงการหาปริมาณแสงสว่างที่ผ่านช่องแสงเข้าสู่อาคาร (Ext) ที่ผ่านค่าความสกปรกของท้องฟ้า (atm t) และสภาพบรรยากาศ (atm m)

3.3. 11 นำค่าปริมาณแสงสว่างที่ผ่านช่องแสงเข้าสู่อาคาร (Ext) มาคูณกับค่าอัตราส่วนการส่องผ่านของแสงต่อส.ป.ส.การบังแดด (VT / SC) สามารถแสดงผลการคำนวณได้ดังแผนภูมิที่ 3 – 22 แบบประเมินที่ 11

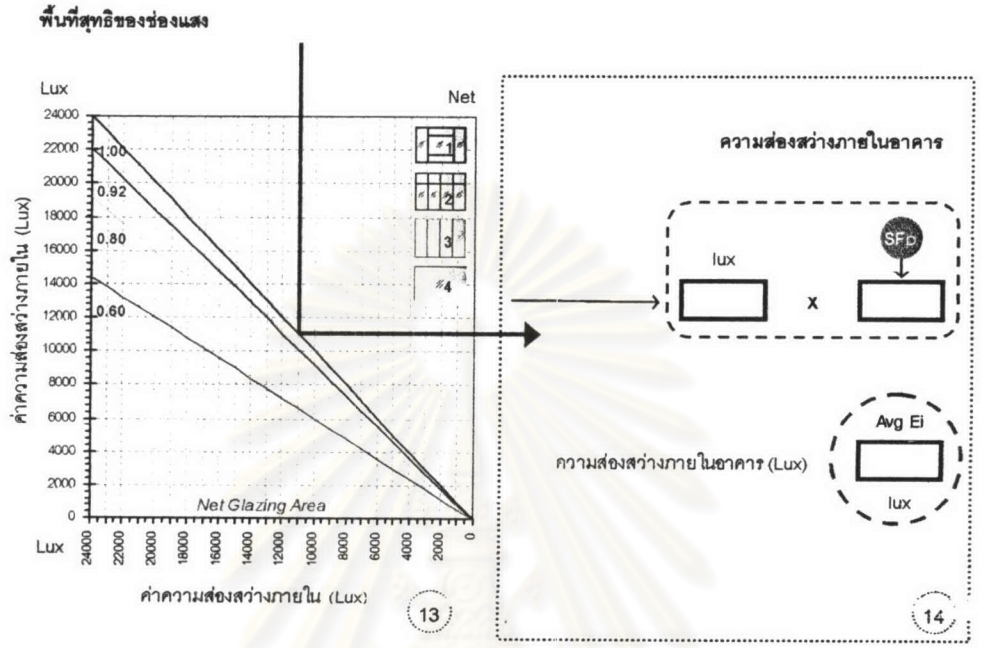
3.3. 12 นำค่าปริมาณแสงสว่างที่ผ่านช่องแสงเข้าสู่อาคาร (Ext) มาคูณกับค่าการส่องผ่านของแสง (VT) ของช่องแสง สามารถแสดงผลการคำนวณได้ดังแผนภูมิที่ 3 – 22 แบบประเมินที่ 12



แผนภูมิที่ 3 - 23 แสดงการหาปริมาณแสงสว่างที่ผ่านช่องแสงเข้าสู่อาคาร (Ext) ที่ผ่านค่าการส่องผ่านของช่องแสง (VT)

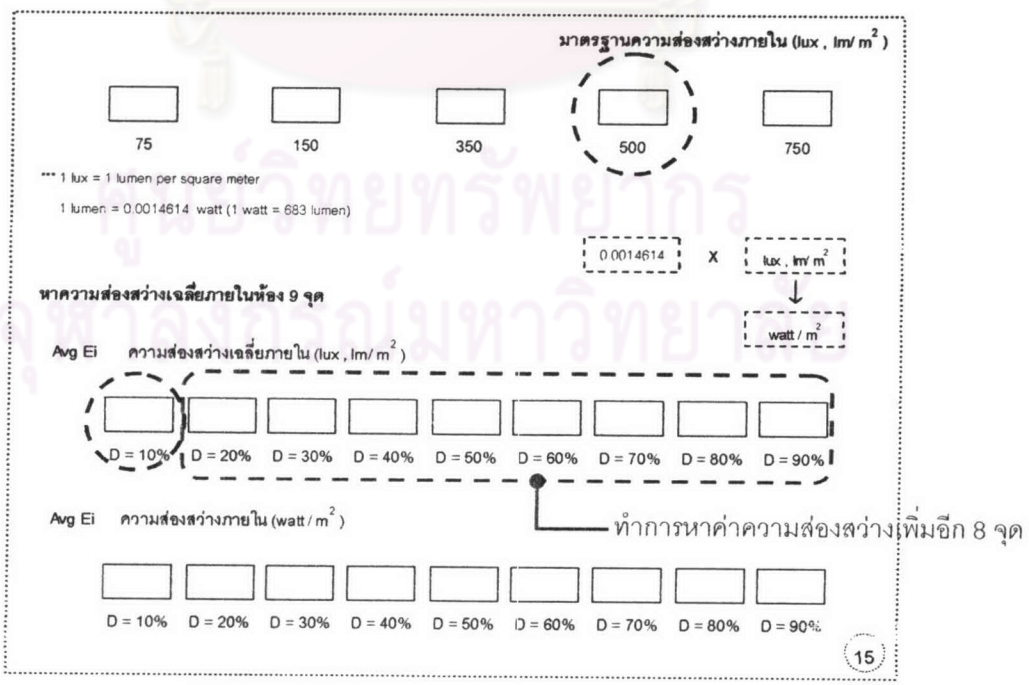
3.3. 13 นำค่าปริมาณแสงสว่างที่ผ่านช่องแสงเข้าสู่อาคาร (Ext) มาคูณกับพื้นที่สุทธิของช่องแสง (Net)

3.3. 14 นำค่าปริมาณแสงสว่างที่ผ่านช่องแสงเข้าสู่อาคาร (Ext) ที่ผ่านความสกปรกของท้องฟ้า สภาพบรรยากาศ วัสดุช่องแสง และพื้นที่สุทธิของช่องแสง มาคูณกับค่า Sky Factor ที่จุดอ้างอิง จะได้ค่าความส่องสว่างภายในอาคาร (Lux) ที่จุดอ้างอิง (เป็นความส่องสว่างเพียงจุดเดียว ต้องหาเพิ่มอีก 8 จุด)



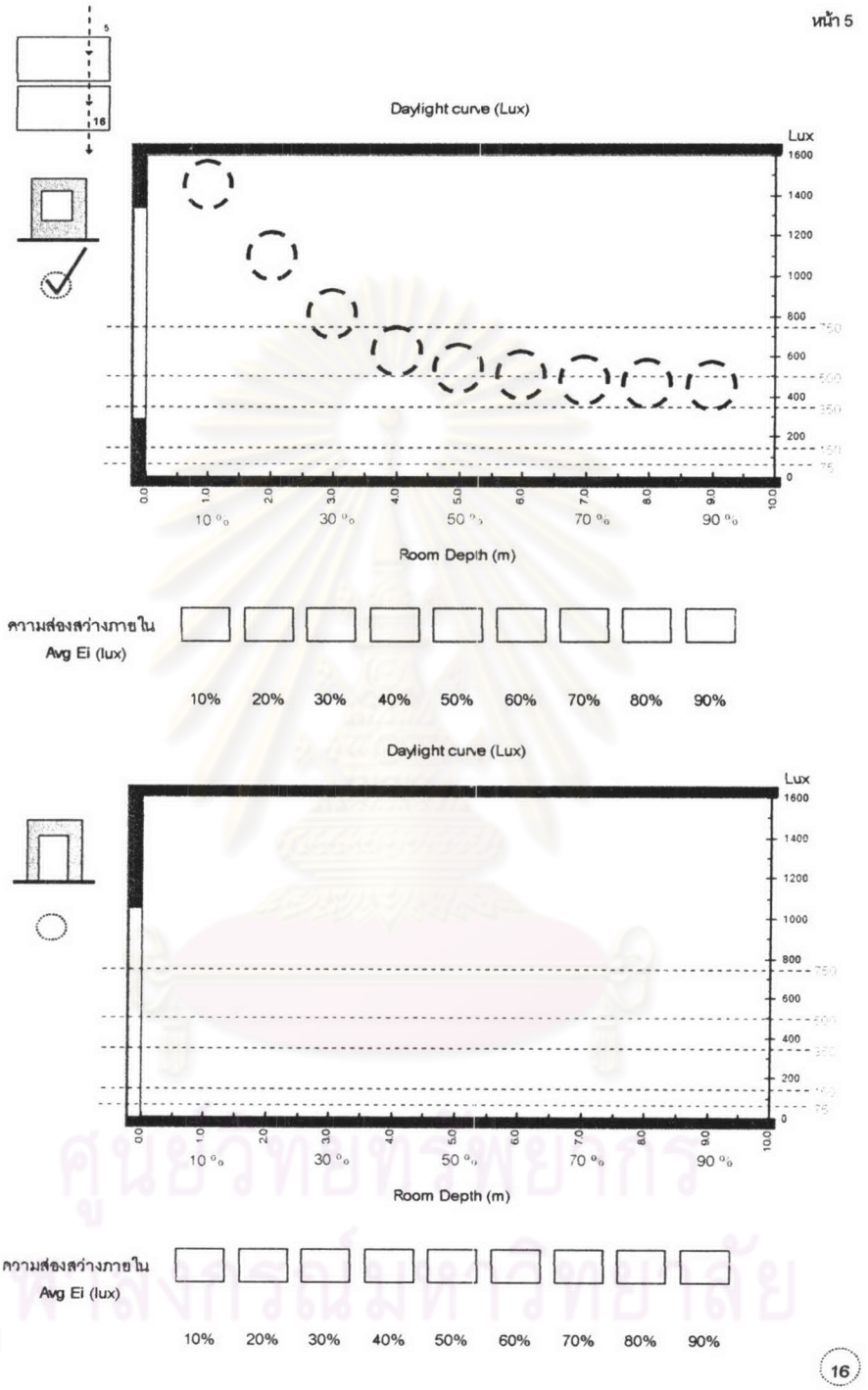
แผนภูมิที่ 3 - 24 แสดงการหาความส่องสว่างภายในอาคาร (Avg Ei)

3.3. 15 ตรวจสอบดูว่าห้องที่ทำการประเมินนั้นเป็นห้องที่ใช้ทำกิจกรรมใด มีค่ามาตรฐานความส่องสว่างเท่าใดใน 5 ประเภทกิจกรรม แล้วหาความส่องสว่างอีก 8 จุดที่เหลือโดยการเปลี่ยนความลึกของจุดอ้างอิง



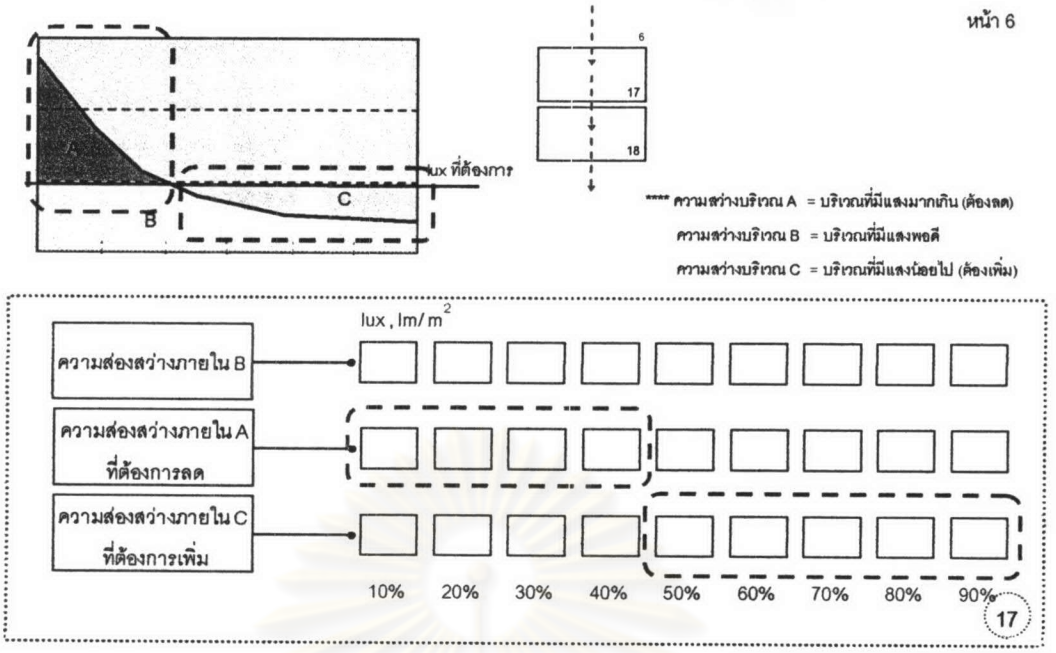
แผนภูมิที่ 3 - 25 แสดงการหาความส่องสว่างภายในอาคาร (Avg Ei) ทั้ง 9 จุด

3.3. 16 นำค่าความส่องสว่างภายในอาคาร (Avg Ei) ทั้ง 9 จุดมากำหนดจุด (plot) ที่ระดับความส่องสว่างมาตรฐานตามกิจกรรมในห้องที่จะทำการประเมิน



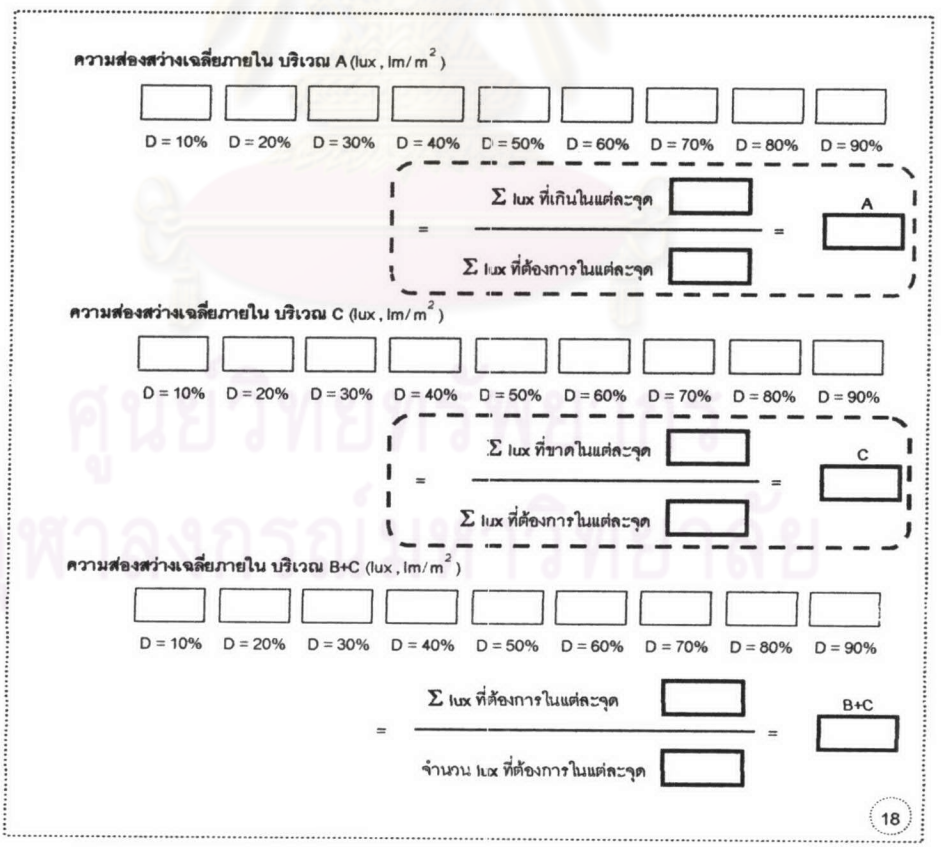
แผนภูมิที่ 3 - 26 แสดงค่าความส่องสว่างภายในที่ระดับความส่องสว่างมาตรฐานตามกิจกรรมในห้องที่จะทำการประเมิน

3.3. 17 ลากเส้นเชื่อม 9 จุดที่กำหนด และหาปริมาณแสงในบริเวณที่มีแสงมากเกิน บริเวณที่มีแสงพอดี และบริเวณที่มีแสงน้อยไป โดยหาผลต่างระหว่างค่าความส่องสว่างภายใน (ส่วนเกิน - พอดี) (พอดี - ส่วนขาด)



แผนภูมิที่ 3 - 27 แสดงความสว่างภายในอาคาร A) บริเวณที่มีแสงมากเกิน B) บริเวณที่มีแสงพอดี C) บริเวณที่มีแสงน้อยไป

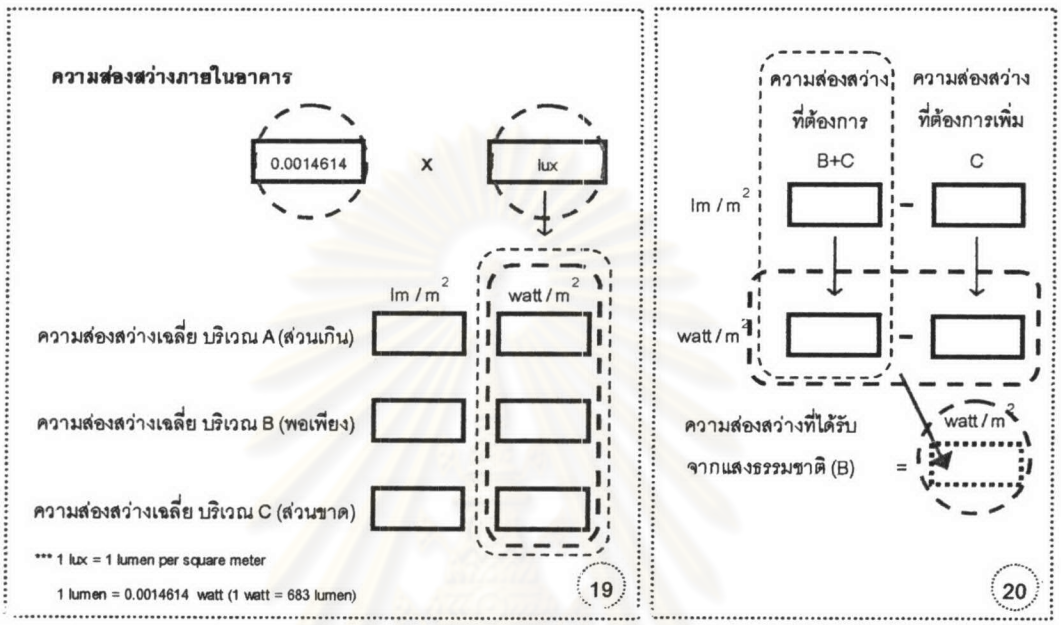
3.3. 18 นำค่าความส่องสว่างภายในที่ได้จากการคำนวณมาหาค่าความส่องสว่างเฉลี่ยภายในที่ต้องการลด และเพิ่ม โดยหาอัตราส่วนของจุดที่ต้องการลด และเพิ่มตามแผนภูมิที่ 3 – 27



แผนภูมิที่ 3 - 28 แสดงค่าความส่องสว่างเฉลี่ยภายในที่ต้องการเพิ่ม และลด (lux, lm/m^2)

3.3. 19 นำค่าความส่องสว่างที่ได้มาเปลี่ยนหน่วยจากลักซ์ หรือลูเมนต่อตารางเมตร เป็นวัตต์ต่อตารางเมตร เพื่อนำมาประเมินปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร

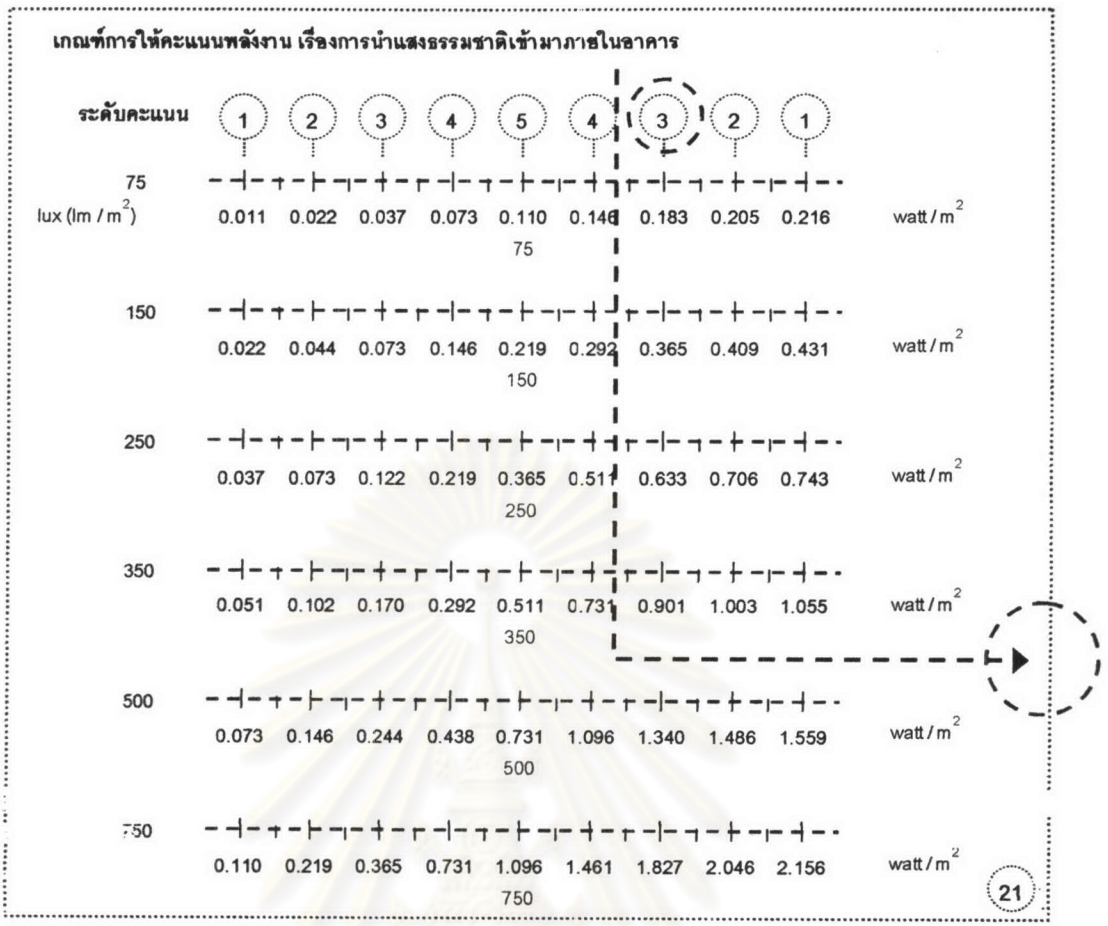
3.3. 20 นำค่าความส่องสว่างที่ต้องการในแต่ละกิจกรรม มาหักออกจากค่าความส่องสว่างที่ต้องการเพิ่ม จะได้ความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติที่เกิดขึ้นภายใน เนื่องจากช่องแสงด้านข้าง (วัตต์ต่อตารางเมตร)



แผนภูมิที่ 3 - 29 แสดงปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร เนื่องจากปริมาณความส่องสว่างที่เกิดขึ้น

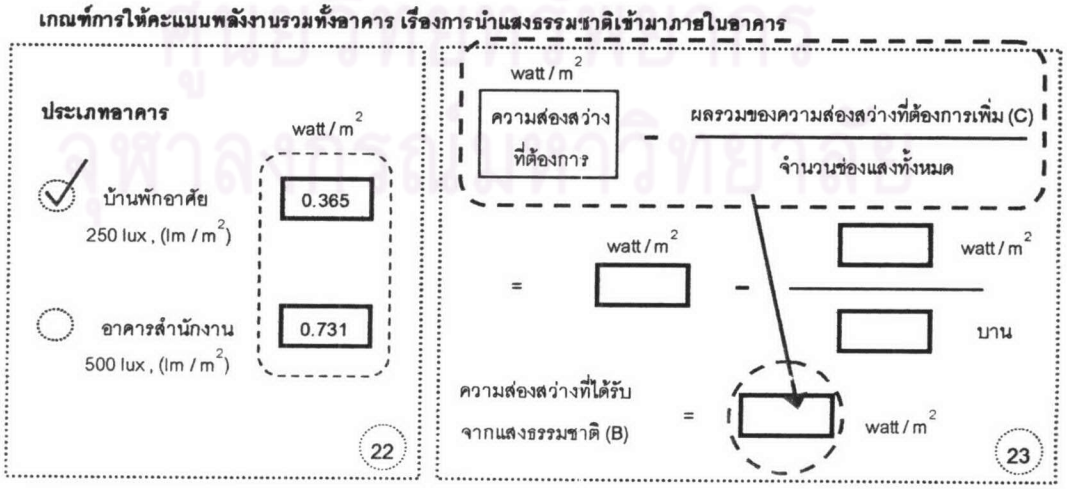
3.3. 21 นำค่าความส่องสว่างที่เกิดขึ้นในหน่วยของ วัตต์ต่อตารางเมตร มาลากผ่านแบบประเมินที่ 21 ในเรื่องของระดับความส่องสว่างภายใน ในแต่ละกิจกรรมตามมาตรฐานความส่องสว่างสากล ซึ่งผลที่ออกมา สามารถอธิบายได้ว่าช่องแสงแต่ละบานของอาคารในแต่ละกิจกรรมที่ทำการประเมินมีค่าระดับคะแนนในเรื่องการใช้แสงธรรมชาติในอาคารผ่านทางช่องแสงจากด้านข้างเพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นระดับคะแนนดังแผนภูมิที่ 3 – 29

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



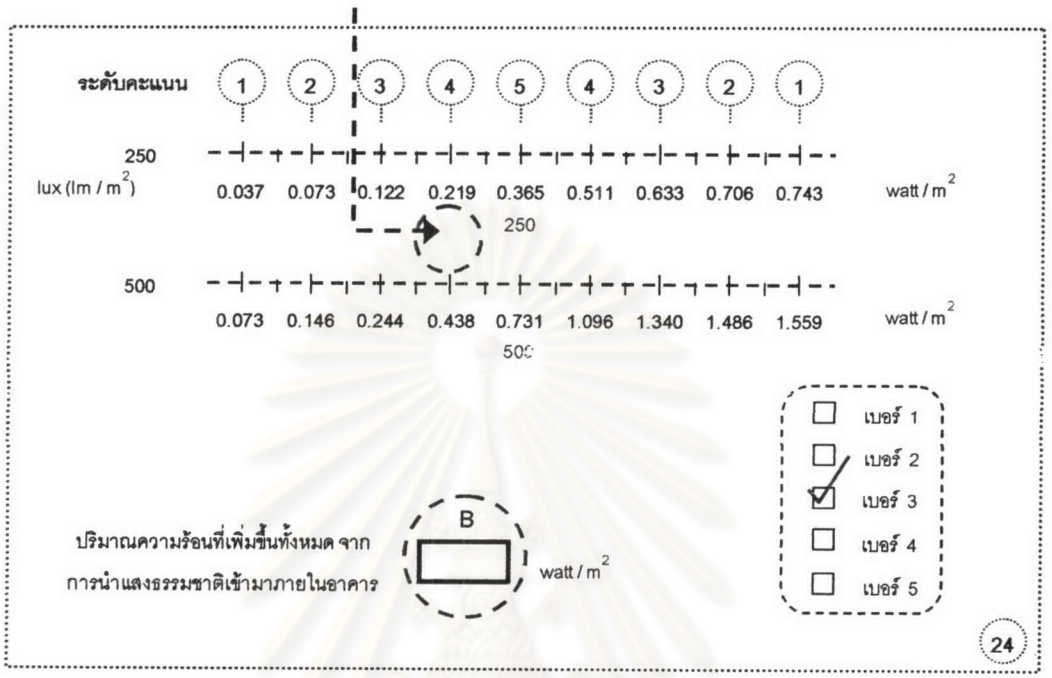
แผนภูมิที่ 3 - 30 แสดงค่าระดับคะแนนในเรื่องการนำแสงธรรมชาติมาใช้ภายในอาคารแต่ละช่องแสงที่ทำการประเมิน

3.3. 22 หลังจากที่ได้ระดับคะแนนของแต่ละช่องแสงแล้ว สรุปได้ว่าช่องแสงที่ดี และไม่ดีในแต่ละกิจกรรมนั้น เป็นระดับคะแนนของช่องแสงตามแต่ละห้องเท่านั้น หากต้องการจะประเมินช่องแสงโดยรวมทั้งอาคารนั้น ต้องนำปริมาณค่าความส่องสว่างที่ต้องการเพิ่มรวม (watt / m^2) หารด้วยจำนวนช่องแสงทั้งหมดที่ทำการประเมิน แล้วนำมาหักออกจากค่าความส่องสว่างที่ต้องการ (watt / m^2)



แผนภูมิที่ 3 - 31 แสดงการหาค่าปริมาณความร้อนเนื่องจากความส่องสว่างที่ต้องการเพิ่

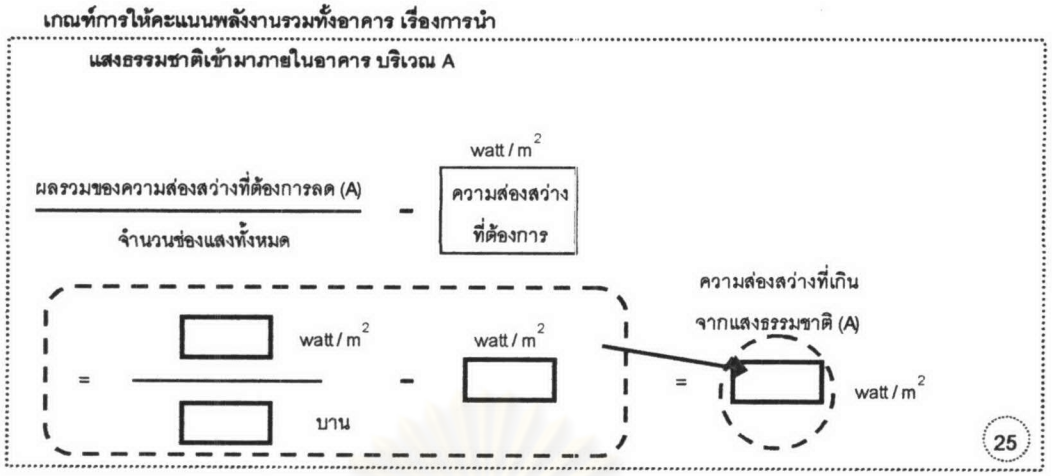
3.3. 23 นำค่าปริมาณความร้อน (ภาระการทำความเย็น) เนื่องจากความส่องสว่างที่ต้องการเพิ่มมาลากผ่านแบบประเมินที่ 24 สามารถสรุปเป็นระดับคะแนนในเรื่องการใช้แสงธรรมชาติในอาคารผ่านทางช่องแสงจากด้านข้าง เพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ



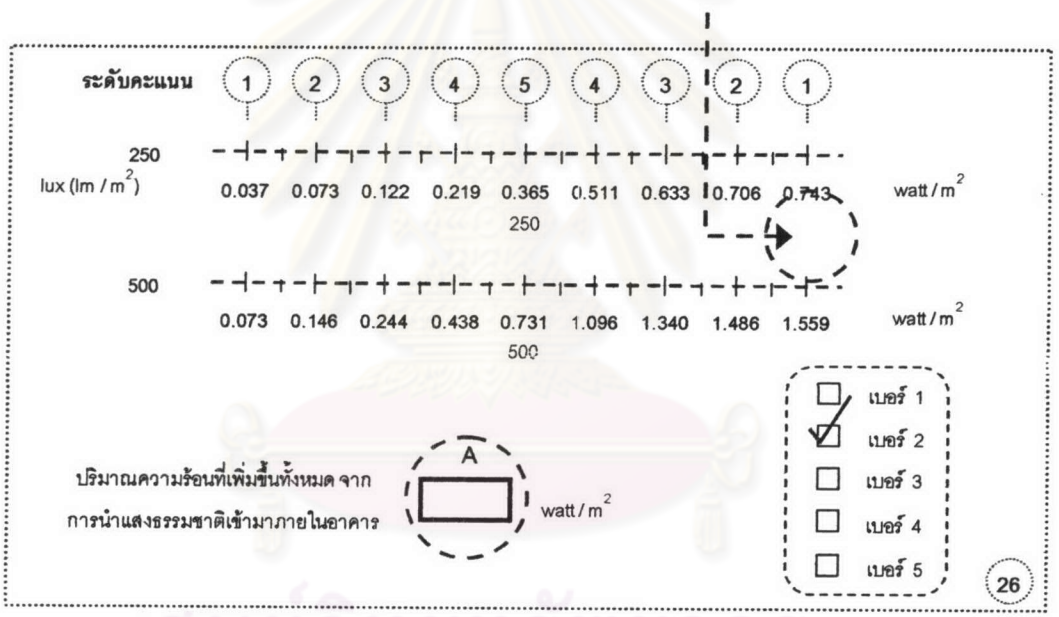
แผนภูมิที่ 3 - 32 แสดงระดับคะแนนในเรื่องการใช้แสงธรรมชาติในอาคารผ่านทางช่องแสงจากด้านข้าง เพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ บริเวณ B

3.3. 24 หลังจากได้คะแนนในบริเวณ B (บริเวณที่มีแสงพอดี = บริเวณที่ต้องการ - บริเวณที่ต้องการเพิ่ม (C)) ออกมาแล้วนั้น ต้องคำนึงถึงเรื่องของแสงธรรมชาติที่เข้ามาภายในอาคารบริเวณ A ด้วย (บริเวณที่มีแสงมากเกินไปเป็นภาระการทำความเย็นสำหรับอาคาร) กล่าวคือ ช่องแสงที่สามารถนำแสงธรรมชาติเข้ามาภายในอาคารได้ดีที่สุดนั้นไม่ควรที่จะทำให้เกิดส่วนของบริเวณ A และ C (แสงที่มาก และน้อย) มากจนเกินไป ดังนั้นควรที่จะนำค่าความส่องสว่างภายในเฉลี่ยรวมบริเวณ A (lux, lm / m^2) ในแบบประเมินที่ 18 และ 19 มาทำการหาคะแนนเช่นเดียวกันด้วย แต่คราวนี้นำค่าปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจากแสงธรรมชาติบริเวณ A มาลบออกจากบริเวณที่ต้องการแสงสว่างภายในแทน ดังแผนภูมิที่ 3 – 33 แล้วจึงนำมาหาค่าระดับคะแนน ดังแผนภูมิที่ 3 – 34 ดังนี้

โดยที่	บริเวณ A	มีค่ามาก	แสดงว่าความร้อนเนื่องจากแสงธรรมชาติเข้ามาภายในได้มาก	ไม่ดี	= เบอร์ 1
	A	มีค่าน้อย	แสดงว่าความร้อนเนื่องจากแสงธรรมชาติเข้ามาภายในได้น้อย	ดี	= เบอร์ 5
	B	มีค่ามาก	แสดงว่ามีแสงสว่างภายในอาคารอย่างพอเหมาะ	ดี	= เบอร์ 5
	B	มีค่าน้อย	แสดงว่ามีแสงสว่างภายในอาคารไม่พอเหมาะต้องใช้แสงเพิ่ม	ไม่ดี	= เบอร์ 1



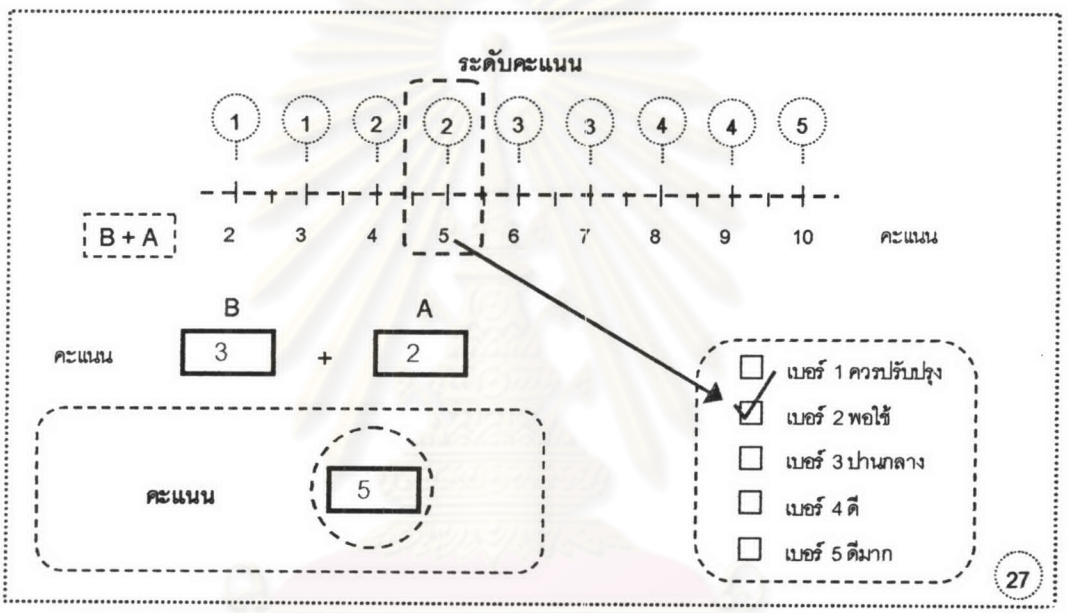
แผนภูมิที่ 3 - 33 แสดงการหาค่าปริมาณความร้อนเนื่องจากความส่องสว่างที่ต้องการลด



แผนภูมิที่ 3 - 34 แสดงระดับคะแนนในเรื่องการใช้แสงธรรมชาติในอาคารผ่านทางช่องแสงจากด้านข้าง เพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ บริเวณ A

3.3. 25 หลังจากที่ได้ระดับคะแนนในส่วนบริเวณ B และ A แล้ว ให้นำเอาระดับคะแนนของทั้งสองบริเวณมารวมกันได้เลยเนื่องจากความต้องการแสงสว่างที่พอเหมาะ แต่ต้องการความร้อน หรือภาระการทำความเย็นที่น้อย เพื่อทำการประเมินระดับคะแนนในส่วนบริเวณ B + A โดยสามารถแบ่งระดับคะแนนโดยรวมได้ดังนี้

ระดับคะแนนรวม	เท่ากับ	2 - 3	จะได้คะแนนพลังงาน	เบอร์ 1 ควรปรับปรุง
		4 – 5		เบอร์ 2 พอใช้
		6 – 7		เบอร์ 3 ปานกลาง
		8 – 9		เบอร์ 4 ดี
		10		เบอร์ 5 ดีมาก



แผนภูมิที่ 3 - 35 แสดงระดับคะแนนในเรื่องการใช้แสงธรรมชาติในอาคารผ่านทางช่องแสงจากด้านข้าง เพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ของอาคารที่ทำการประเมิน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย