

บทที่ 5

อภิปรายและสรุปผล

เนื่องจากการวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อหาแนวทางการออกแบบช่องเปิด เพื่อประหยัดพลังงานด้านการได้รับความร้อนและแสงสว่างอย่างเหมาะสม ในการอภิปรายและสรุปผลในบทนี้จะแบ่งเนื้อหาเป็น 3 ส่วน คือ ข้อสรุปผลการวิจัย ข้อสรุปด้านความสัมพันธ์เชิงเส้น และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการใช้พลังงาน

1. กรณีที่มีการใช้พลังงานต่ำที่สุดสำหรับช่องเปิดทุกทิศทาง คือ กรณีที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาต่ำที่สุด (0.2) และค่าการส่องผ่านของแสงสว่างสูงสุด (100%) เนื่องจากได้รับความร้อนเข้าอาคารต่ำที่สุด และได้รับแสงธรรมชาติทดแทนแสงประดิษฐ์สูงสุด (รายละเอียดการใช้พลังงานทุกกรณี ปรากฏในภาคผนวก ง)

2. การใช้พลังงานด้านแสงสว่างมีค่าน้อยมาก ประมาณ 1 ใน 3 เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้พลังงานด้านความร้อน แสดงว่าการประหยัดพลังงานจากการใช้แสงธรรมชาติทดแทนแสงประดิษฐ์ไม่สามารถชดเชยการสิ้นเปลืองพลังงานจากการได้รับความร้อนได้อย่างที่คาดการณ์

3. ค่าสัมประสิทธิ์การบังเงา แปรผันตรงกับ ค่าการใช้พลังงานด้านความร้อน

4. ค่าการส่องผ่านของแสงสว่าง แปรผันตรงกับ ค่าการใช้พลังงานด้านแสงสว่าง

5. ค่าการส่องผ่านของแสงสว่าง แปรผกผันกับ การใช้พลังงานด้านความร้อน

5.2 สรุปผลการประหยัดพลังงาน

5.2.1 อภิปรายผลการวิจัย

จากภาพที่ 5.1 จะเห็นว่ากรณีอัตราส่วนช่องเปิดต่ำสามารถใช้ค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาได้ในช่วงกว้าง ขณะเดียวกันในกรณีอัตราส่วนช่องเปิดสูงสามารถใช้ค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาได้ในช่วงแคบลง คือ ไม่เกิน 0.4 เท่านั้น เนื่องจากมีค่าความร้อนเข้ามามากเกินไป โดยทั่วไปการ

เลือกใช้กระจกและอุปกรณ์บังแดดในการออกแบบอาคารปรับอากาศ ควรคำนึงถึงค่าสัมประสิทธิ์การบังเงารวมของช่องเปิดที่ต่ำ และค่าการส่องผ่านแสงสว่างที่สูง แต่จากผลการทดลองทำให้ทราบว่าไม่สามารถใช้เกณฑ์ดังกล่าวในการออกแบบในทุกกรณีได้ และทำให้ข้อสรุปที่ได้แตกต่างจากสมมติฐาน ดังนี้

1. ทิศเหนือ เป็นทิศที่มีการประหยัดพลังงานมากเป็นอันดับที่สอง ซึ่งตามสมมติฐานเป็นทิศที่มีการประหยัดพลังงานได้สูงที่สุด เนื่องจากถึงแม้จะได้รับรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 8 เดือนในรอบปี แต่การประหยัดพลังงานจากแสงธรรมชาติที่ทดแทนแสงประดิษฐ์รวมทั้งปีไม่สามารถทดแทนพลังงานที่สูญเสียจากความร้อนในรอบ 8 เดือนดังกล่าวได้ (ภาพที่ 5.2) แต่ทิศเหนือมีการประหยัดพลังงานสูงกว่าทิศอื่นทุกกรณี ซึ่งหมายถึงการเลือกใช้ช่องเปิดที่มีคุณสมบัติใดก็มีแนวโน้มจะเกิดการประหยัดพลังงานมากกว่าทิศอื่น เนื่องจากมีความร้อนผ่านช่องเปิดเข้าสู่อาคารน้อย ต่างจากทิศตะวันตกที่มีค่าการประหยัดพลังงานลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเป็นทิศที่ได้รับผลกระทบจากรังสีดวงอาทิตย์มากที่สุด ทำให้ในการออกแบบช่องเปิดจำเป็นต้องคำนึงถึงการประหยัดพลังงานมากกว่า (ภาพที่ 5.1)

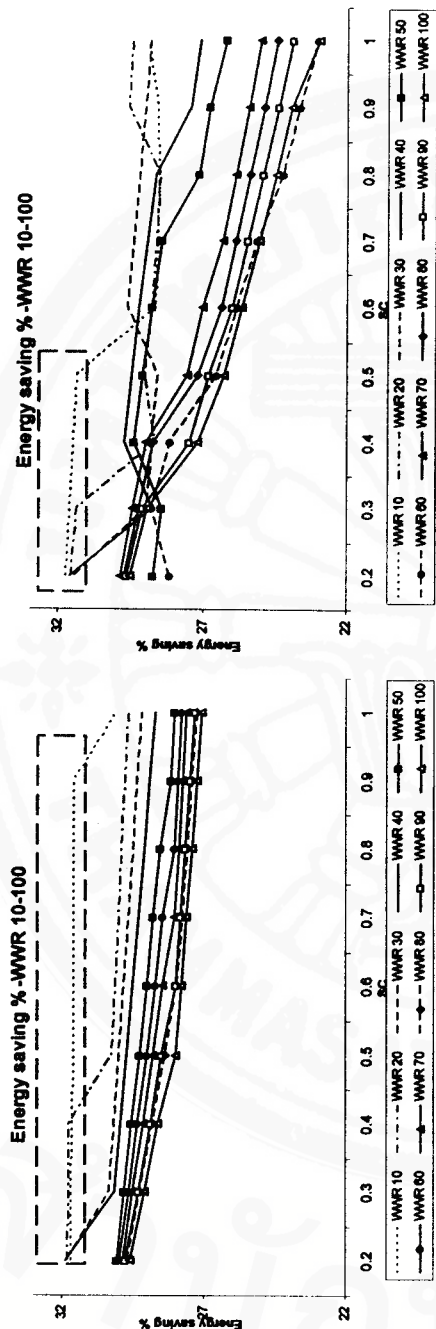
2. ทิศใต้ เป็นทิศที่มีการประหยัดพลังงานสูงเป็นอันดับที่สามตรงตามสมมติฐาน เนื่องจากได้รับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยมาก และเป็นรังสีโดยตรงมากถึง 4 เดือนในรอบปี

3. ทิศตะวันออก เป็นทิศที่มีการประหยัดพลังงานมากที่สุด ซึ่งตามสมมติฐานเป็นทิศที่มีการประหยัดพลังงานได้ต่ำที่สุด เนื่องจากถึงแม้จะได้รับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยต่อปีน้อย แต่ยังคงได้รับความร้อนจากอิทธิพลของทิศทางการโคจรของดวงอาทิตย์ในช่วงเวลาเช้า เมื่ออัตราส่วนช่องเปิดสูงขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้การประหยัดพลังงานลดลงอย่างรวดเร็ว จะเห็นว่ากรณีที่ดีที่สุด ในทิศเหนือและทิศตะวันออก มีค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาสูงกว่าทิศอื่น (ภาพที่ 5.2) คือสามารถใช้กระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาสูง (0.4-0.8) ได้ในอัตราส่วนช่องเปิด 30-60% เนื่องจากมีแสงธรรมชาติทดแทนแสงประดิษฐ์มาก แต่ได้รับความร้อนไม่มากนัก จึงมีค่าการประหยัดพลังงานด้านแสงสว่างมาก ทำให้ค่าการประหยัดพลังงานโดยรวมมากขึ้นด้วย

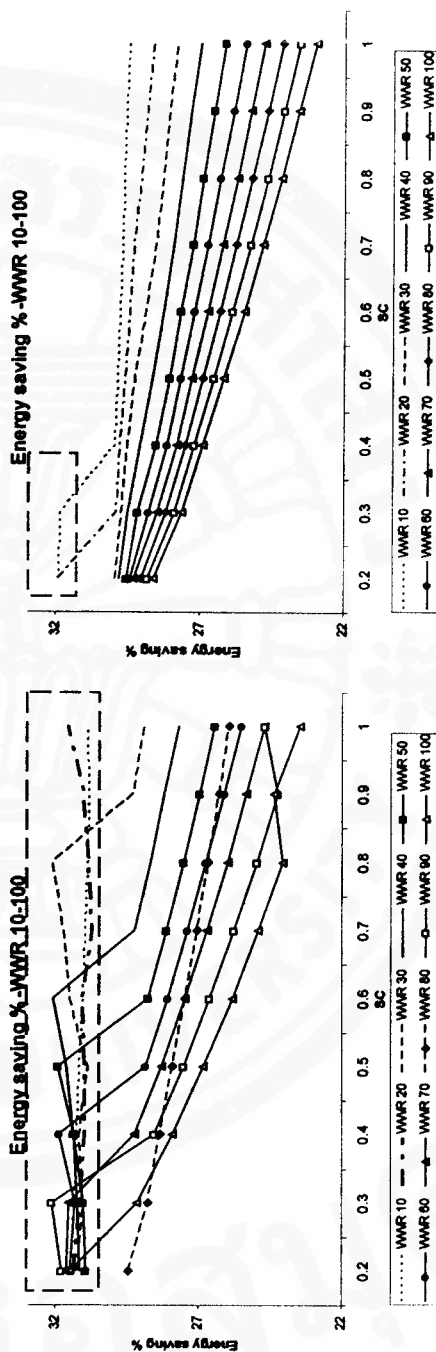
4. ทิศตะวันตก เป็นทิศที่มีการประหยัดพลังงานต่ำที่สุด ตรงตามสมมติฐาน เนื่องจากได้รับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงมาก การใช้คุณสมบัติกระจกที่ดีขึ้นมีผลการประหยัดพลังงานมากขึ้น เช่น ในอัตราส่วนช่องเปิด 30-100% การประหยัดพลังงานลดลงเมื่อกรณีดังกล่าวมีอัตราส่วนช่องเปิด และค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาเพิ่มขึ้น

ภาพที่ 5.1

เปรียบเทียบแผนภูมิวงกลมที่มีการประหยัดพลังงานสูงสุดของทุกทิศ



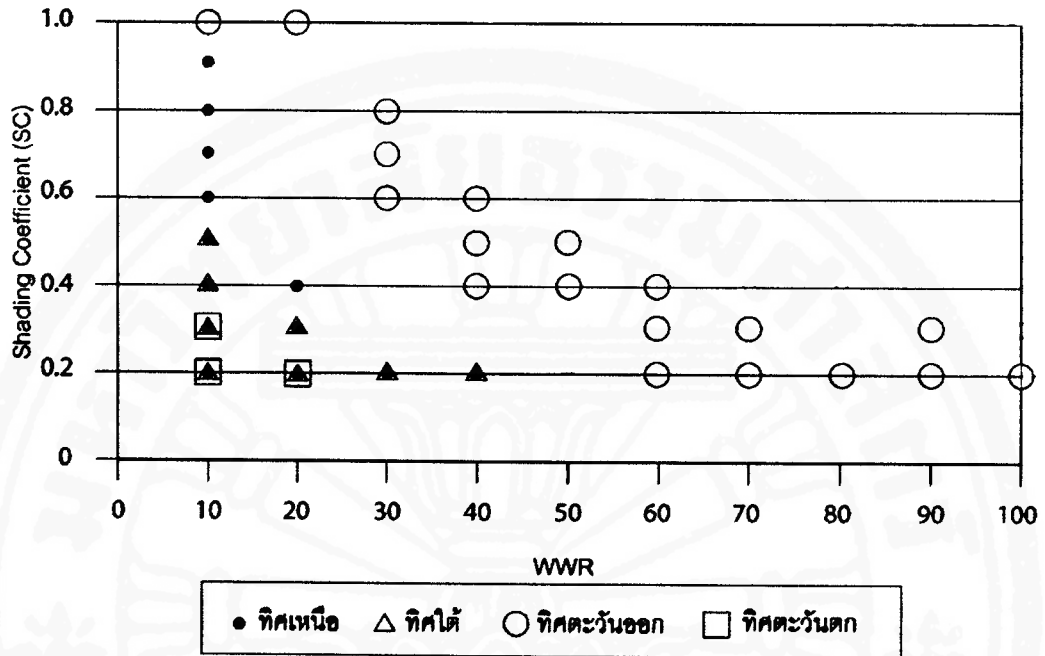
ทิศใต้



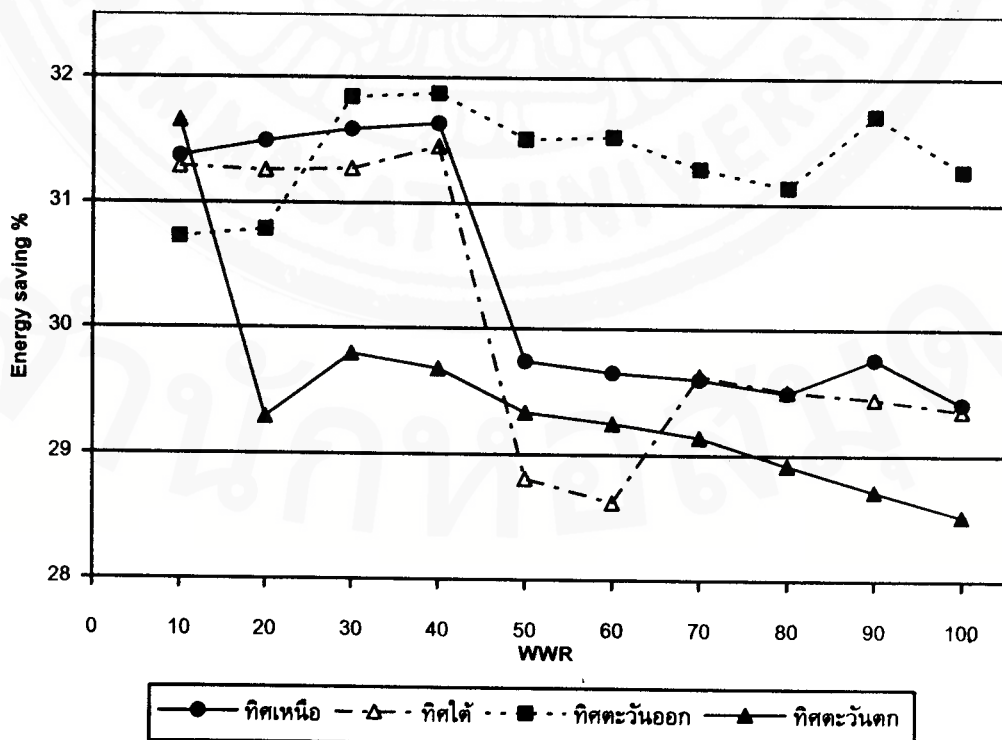
ทิศตะวันตก

ทิศตะวันออกเฉียง

ภาพที่ 5.2
ค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาที่ดีที่สุดในแต่ละกรณี



ภาพที่ 5.3
ค่าเปอร์เซ็นต์การประหยัดพลังงานเฉลี่ยกรณีที่ดีที่สุดในแต่ละกรณี



5.2.2 สรุปกรณีที่มีการประหยัดพลังงานสูงสุด

ตารางที่ 4.3 ภาพที่ 5.1 ทำให้เห็นว่ามีกรณีที่มีการประหยัดพลังงานสูงอย่างโดดเด่นในแต่ละทิศ จึงสามารถสรุปกรณีที่มีการประหยัดพลังงานสูงสุดได้เป็นกลุ่มดังตารางที่ 5.1 โดยทุกกรณีสามารถใช้ค่าการส่องผ่านของแสงสว่างตั้งแต่ 50-100% และหากลดค่าการส่องผ่านของแสงสว่างลงเป็น 40% และ 30% ตามลำดับ จะลดการประหยัดพลังงานลงไม่เกิน 0.5% และ 1.4% ตามลำดับ

ตารางที่ 5.1
กลุ่มกรณีที่มีการประหยัดพลังงานสูงสุด

ทิศ	WWR (%)	SC
เหนือ	10	0.2-0.9
	20	0.2-0.4
	30-40*	0.2*
ใต้	10	0.2-0.5
	20	0.2-0.3
	30-40*	0.2*
ตะวันออก	10-20	ทุก SC
	30	0.2-0.8
	40*	0.2-0.6*
	50	0.2-0.5
	60	0.2-0.4
	70, 90	0.2-0.3
	100	0.2
	ตะวันออก	10*
ตะวันออก	20	0.2

*หมายเหตุ: กรณีที่มีการประหยัดพลังงานมากที่สุดของแต่ละทิศ

5.3 ข้อสรุปด้านความสัมพันธ์เชิงเส้น

เมื่อนำผลด้านการใช้พลังงานโดยรวมต่อตารางเมตรต่อปี (total energy consumption) ในทิศต่าง ๆ มาหาความสัมพันธ์เชิงเส้น พบว่าในอัตราส่วนช่องเปิดทุกกรณีในแต่ละทิศมีลักษณะเป็นรูปแบบคล้ายคลึงกัน แตกต่างกันที่มีระดับการกระจายตัวต่างกัน ตัวอย่างแผนภูมิทิศเหนือ ในอัตราส่วนช่องเปิด 100% ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่สามารถสังเกตลักษณะแนวโน้ม และความสัมพันธ์ได้ชัดเจนที่สุด (ภาพที่ 5.4) สามารถสรุปเป็นสมการเชิงเส้นของช่องเปิดแต่ละทิศได้ดังสมการพื้นฐานต่อไปนี้

	Y	=	$C + aX_1 + bX_2$
หรือ	Y	=	$C + a(VT/SC) + b(WWR)$
เมื่อ	Y	=	Total Energy Consumption (kWh/m ² /yr)
	C	=	ค่าคงที่ของสมการ
	a	=	ค่าระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นที่ 1 (X_1)
	b	=	ค่าระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นที่ 2 (X_2)
	VT/SC	=	สัดส่วนของค่าการส่องผ่านของแสงสว่างของกระจกต่อค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาของช่องเปิด
	WWR	=	อัตราส่วนช่องเปิดต่อผนังอาคารทั้งหมด

1. ทิศเหนือ มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 68.1%;

$$Y = 97.889 - 4.189(VT/SC) + 0.142(WWR)$$

2. ทิศใต้ มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 71.4%;

$$Y = 97.720 - 5.774(VT/SC) + 0.254(WWR)$$

3. ทิศตะวันออก มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 70.4%;

$$Y = 98.695 - 7.153(VT/SC) + 0.333(WWR)$$

4. ทิศตะวันตก มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 71.9%;

$$Y = 100.647 - 5.921(VT/SC) + 0.252(WWR)$$

ตารางที่ 5.2

ระดับความสัมพันธ์ของอัตราส่วนช่องเปิด และสัดส่วนของค่าการส่องผ่านของแสงสว่าง
ของกระจกต่อค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาของช่องเปิด

ทิศ	ค่าคงที่ (constant)	ค่าระดับความสัมพันธ์ (Beta)		ค่า ความเชื่อมั่น (R square)
		อัตราส่วน ช่องเปิด	สัดส่วนของค่าการส่องผ่านของแสงสว่าง ของกระจกต่อค่าสัมประสิทธิ์การบังเงา ของช่องเปิด (VT/SC)	
เหนือ	97.889	0.142	-4.189	0.681
ใต้	97.720	0.254	-5.774	0.714
ตะวันออก	98.695	0.333	-7.153	0.704
ตะวันตก	100.647	0.252	-5.921	0.719

จากภาพที่ 5.4 แสดงลักษณะการใช้พลังงานสัมพันธ์กับค่าการส่องผ่านแสงสว่างต่อค่าสัมประสิทธิ์การบังเงา มีแนวโน้มการใช้พลังงานต่ำลงหรือประหยัดพลังงานมากขึ้น เมื่อมีค่าการส่องผ่านของแสงสว่างต่อค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาสูงขึ้นเรื่อย ๆ สามารถพิจารณาได้เป็น 3 กลุ่ม ตามระดับการใช้พลังงานสูง กลาง และต่ำ ดังนี้

1. กลุ่มที่มีการใช้พลังงานสูงสุด หรือประหยัดพลังงานต่ำสุด คือ กลุ่มที่มีค่าการส่องผ่านของแสงสว่างต่อค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1.0 (ค่าการส่องผ่านของแสงสว่าง เท่ากับหรือน้อยกว่าค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาเล็กน้อย) เป็นกลุ่มที่มีลักษณะการเกาะกลุ่มอยู่ในช่วงค่าการส่องผ่านของแสงสว่างต่อค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาระหว่าง 0.5-1.0 เป็นจำนวนมาก ซึ่งเปรียบเทียบกับกระจกใส กระจกสีบางประเภท และกระจก low-e ประเภทที่มีค่าการส่องผ่านของแสงสว่างต่ำมาก

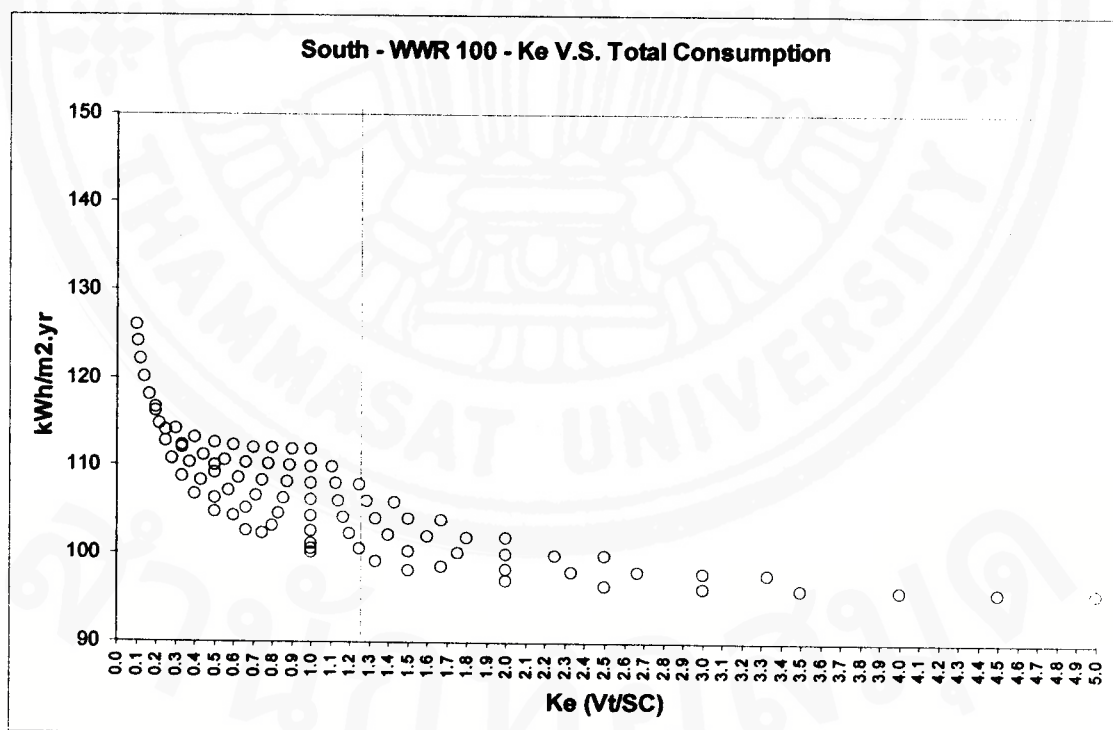
2. กลุ่มที่มีการใช้พลังงานระดับกลาง มีค่าการส่องผ่านของแสงสว่างต่อค่าสัมประสิทธิ์การบังเงามากกว่า 1.0 แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2.0 (ค่าการส่องผ่านของแสงสว่าง เท่ากับหรือน้อยกว่าสองเท่าของค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาเล็กน้อย) ตัวอย่างเช่น กระจกที่มีคุณสมบัติต่อไปนี้ มีค่าสัมประสิทธิ์การบังเงา 0.2 ค่าการส่องผ่านของแสงสว่างระหว่าง 20-40% มีค่าสัมประสิทธิ์การบังเงา 0.3 ค่าการส่องผ่านของแสงสว่างระหว่าง 30-60% และมีค่าสัมประสิทธิ์

การบังเงา 0.4 ค่าการส่องผ่านของแสงสว่างระหว่าง 40-80% เป็นต้น กระจกลักษณะดังกล่าวสามารถเปรียบเทียบกับกระจกตามท้องตลาดได้กับกระจกสะท้อนแสง และกระจก Low-E

3. กลุ่มที่มีผลการใช้พลังงานต่ำสุด หรือประหยัดพลังงานสูงสุด คือ กลุ่มที่มีค่าการส่องผ่านของแสงสว่างต่อค่าสัมประสิทธิ์การบังเงามากกว่า 2.0 (ค่าการส่องผ่านของแสงสว่างมากกว่าสองเท่าของค่าสัมประสิทธิ์การบังเงา) เป็นคุณสมบัติกระจกที่ยังไม่มีจริงในปัจจุบัน เนื่องจากอยู่ในระหว่างขั้นตอนศึกษา และวิจัยถึงประสิทธิภาพ และความคุ้มค่าในการใช้งาน ตัวอย่างเช่น กระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังเงา 0.2 ค่าการส่องผ่านของแสงสว่างมากกว่า 40% และกระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังเงา 0.3 ค่าการส่องผ่านของแสงสว่างมากกว่า 60% เป็นต้น

ภาพที่ 5.4

ความสัมพันธ์ของค่าการใช้พลังงานรวมและค่าการส่องผ่านของแสงสว่างต่อ
ค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาในอัตราส่วนช่องเปิด 100%



5.4 ข้อจำกัดของการวิจัย

ในการจำลองช่องเปิดอาคารด้วยโปรแกรม Visual Doe 4.0 พบว่าในอัตราส่วนช่องเปิดบางค่า ได้แก่ 10-60% โปรแกรมไม่สามารถดำเนินการคำนวณผลได้ เนื่องจากที่ระยะห่างจากช่องเปิด 1.5 เท่าของระดับความสูงช่องเปิด ที่ใช้วางตำแหน่งอุปกรณ์ตรวจวัดแสงธรรมชาติ มีความสว่างจากแสงธรรมชาติไม่ถึงระดับที่ตั้งไว้ให้อุปกรณ์ทำการตรวจจับ คือ 300 ลักซ์ จึงต้องแก้ปัญหาด้วยการเลื่อนตำแหน่งอุปกรณ์ตรวจวัดแสงธรรมชาติ เพื่อลดระยะห่างจากช่องเปิด จนกระทั่งสามารถคำนวณผลได้ (ตารางที่ 5.3) จึงถือเป็นข้อจำกัดในการวิจัยที่ใช้วิธีการวางตำแหน่งอุปกรณ์ตรวจวัดแสงธรรมชาติได้ไม่ตรงกับทฤษฎี ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลได้

ตารางที่ 5.3

ตำแหน่งอุปกรณ์ตรวจวัดแสงธรรมชาติ

อัตราส่วนช่องเปิดต่อผนังอาคาร (%)	ตำแหน่งอุปกรณ์ตรวจวัดแสงธรรมชาติ	
	ระยะห่างจากช่องเปิด - X (เมตร) ตามทฤษฎี	ระยะห่างจากช่องเปิด - X (เมตร) ใช้จริง
10	3.00	1.00
20	3.00	1.00
30	3.00	1.20
40	3.62	2.42
50	4.20	3.81
60	4.83	4.69
70	5.43	5.43
80	6.00	6.00
90	6.00	6.00
100	6.00	6.00

5.5 การประยุกต์ใช้

5.5.1 การประยุกต์ใช้ตามพระราชบัญญัติ

จากการกำหนดการชดเชยเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำของระบบแสงสว่างด้วยการใช้แสงธรรมชาติเพื่อการส่องสว่างภายในอาคารควบคุม ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2550 (ฉบับที่ 2) กำหนดว่าหากมีการออกแบบระบบไฟฟ้าแยกสวิตช์บริเวณริมหน้าต่างในระยะ 1.5 เท่าของความสูงหน้าต่าง และกระจกต้องมีค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาไม่ต่ำกว่า 0.3 และอัตราส่วนของค่าการส่องผ่านของแสงช่วงตามมองเห็น ต่อ ค่าสัมประสิทธิ์ความร้อนรังสีอาทิตย์ มากกว่า 1.0 ซึ่งจากสมการจะได้ว่า

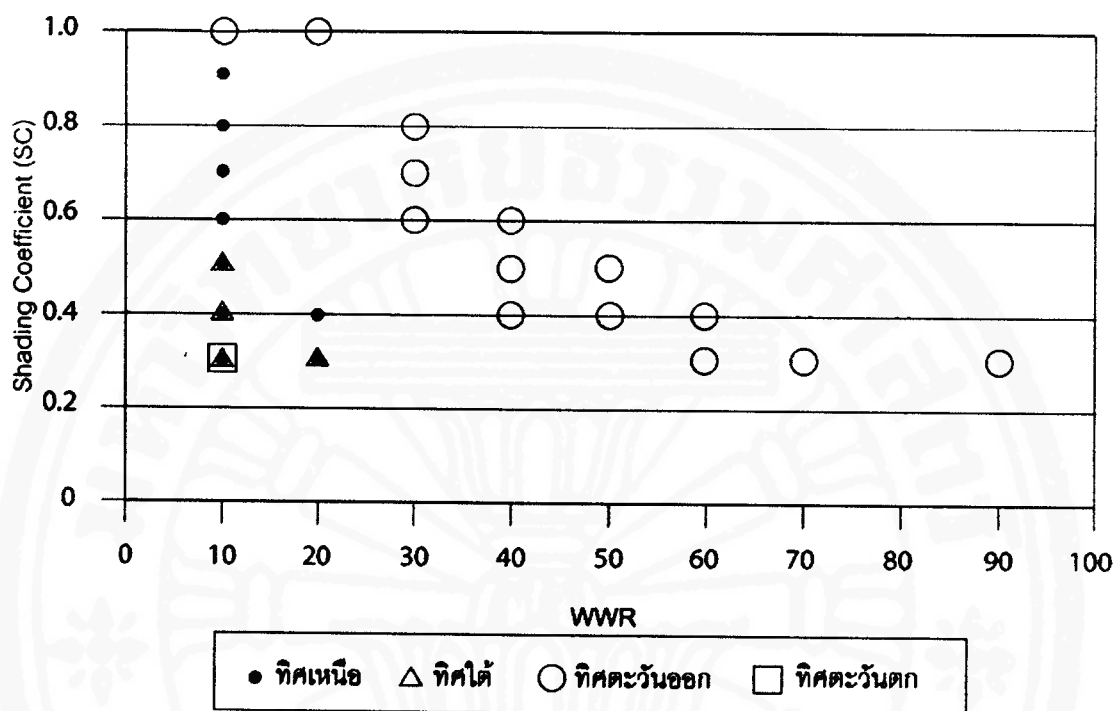
$$\begin{aligned} \text{VT/SHGC} &> 1.0 \\ \text{SC} &= \text{SHGC}/0.87 \\ \text{ดังนั้น} \quad \text{VT/SC} &> 1.2 \end{aligned}$$

เมื่อเปรียบเทียบกับภาพที่ 5.4 และตารางที่ 5.1 จะได้คุณสมบัติกระจกที่เหมาะสมตามข้อกำหนด และมีการประหยัดพลังงานมากที่สุด (ภาพที่ 5.5)

นอกจากนั้น เมื่อพิจารณาจากข้อจำกัดของการวิจัย พบว่า ในอัตราส่วนของเปิดตั้งแต่ 10-60% ไม่สามารถใช้งานแสงธรรมชาติในพื้นที่ 1.5 เท่าของความสูงช่องเปิดได้ เนื่องจากมีความเข้มแสงต่ำกว่า 300 ลักซ์ นั่นคือ ไม่สามารถปิดไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ในช่วงพื้นที่ดังกล่าวได้ทั้งหมด ทำให้ตามที่พระราชบัญญัติฯ (ฉบับที่ 2) ที่กำหนดให้มีการชดเชยการใช้พลังงานจากการติดตั้งสวิตช์แยกเปิด-ปิดระบบแสงสว่างในพื้นที่ดังกล่าว “จะได้รับการชดเชยโดยการถือเสมือนหนึ่งว่าไม่มีการติดตั้งหลอดไฟฟ้าแสงสว่างในพื้นที่ตามแนวกรอบอาคารข้างต้น” เกิดการประหยัดพลังงานเมื่อมีการใช้งานจริงน้อยมาก มาตรการส่งเสริมการประหยัดพลังงานดังกล่าวจึงก่อให้เกิดประโยชน์น้อยกว่าความจริง เนื่องจากช่องเปิดที่เกิดการประหยัดพลังงานจริงเป็นไปได้ในอัตราส่วนของเปิด 70-100% เท่านั้น และจากการกำหนดคุณสมบัติกระจกในพระราชบัญญัติฯ (ฉบับที่ 2) ที่ให้ค่าประสิทธิผลของสัมประสิทธิ์การบังแดด (effective shading coefficient, SC_{eff}) ไม่น้อยกว่า 0.3 ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาในกรณีที่ดีที่สุดที่เป็นไปได้ลดลง (ภาพที่ 5.5) และกรณีที่ใช้ได้กลายเป็นกรณีที่ประหยัดพลังงานต่ำลงด้วย

ภาพที่ 5.5

ค่าสัมประสิทธิ์การบังเงากรณีที่ดีที่สุดเมื่อใช้ข้อกำหนดจากพระราชบัญญัติฯ



5.5.2 การประยุกต์ใช้กับอาคารสำนักงานจริง

1. การนำไปใช้เพื่อการออกแบบช่องเปิดที่ประหยัดพลังงานตามแนวทางการวิจัยนี้สามารถใช้เพื่อออกแบบอาคารโดยทดแทนอัตราส่วนช่องเปิดในผนังแต่ละชั้น หรือ ทดแทนผนังอาคารทั้งรูปด้านได้

2. จากการวิจัยนี้การออกแบบช่องเปิดที่ประหยัดพลังงานมากที่สุดในแต่ละทิศสามารถทำได้โดยนำกรณีที่ประหยัดพลังงานสูงสุด แทนที่ช่องเปิดในแต่ละทิศทั้ง 4 ทิศ และเปรียบเทียบผลการประหยัดพลังงานกรณีดังกล่าว กับกรณีอาคารสำนักงานทั่วไปในเขตกรุงเทพมหานคร (ภาพที่ 5.5) ที่มีขนาดช่องเปิดสูงประมาณ 1.6-2.0 เมตร ซึ่งตรงกับอัตราส่วนช่องเปิด 50% ใช้กระจกติดฟิล์มสีเขียว และไม่มีการใช้แสงธรรมชาติทดแทนแสงประดิษฐ์ โดยกรณีการประหยัดพลังงานสูงสุดตามการวิจัยเป็นกรณีที่มีการเลือกใช้คุณสมบัติช่องเปิดที่เหมาะสมในแต่ละทิศ และมีการใช้แสงธรรมชาติทดแทนแสงประดิษฐ์แล้ว

ตารางที่ 5.4

เปรียบเทียบกรณีการประหยัดพลังงานสูงสุดในแต่ละทิศตามการวิจัยกับ
กรณีอาคารสำนักงานทั่วไปในเขตกรุงเทพมหานคร

ทิศ	กรณี	WWR	SC	VT	ค่าการใช้พลังงาน (kWh/m ² /y)	เปอร์เซ็นต์การ ประหยัดพลังงาน (%)
เหนือ	ตามการวิจัย	40	0.20	1.00	90.72	34.54
	อาคารทั่วไป	50	0.79	0.75	138.58	
ใต้	ตามการวิจัย	40	0.20	1.00	91.33	37.42
	อาคารทั่วไป	50	0.79	0.75	145.94	
ตะวันออก	ตามการวิจัย	40	0.60	1.00	97.55	36.38
	อาคารทั่วไป	50	0.79	0.75	153.33	
ตะวันตก	ตามการวิจัย	40	0.30	1.00	90.253	38.77
	อาคารทั่วไป	50	0.79	0.75	147.41	

5.6 ข้อเสนอแนะ

1. งานวิจัยฉบับนี้เป็นการแนะนำแนวทางการออกแบบช่องเปิด โดยกำหนดคุณสมบัติค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาของช่องเปิดโดยรวมระหว่างกระจก และอุปกรณ์บังแดด จึงสามารถออกแบบได้ 2 กรณี คือ กรณีออกแบบโดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาโดยรวมของช่องเปิด และกรณีไม่ใช้อุปกรณ์บังแดด

1) กรณีออกแบบโดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาโดยรวมของช่องเปิด อุปกรณ์การบังแดดมีหลากหลายลักษณะ เช่น อุปกรณ์แนวนอนแบบยื่นตรงและแบบเอียง (overhang) อุปกรณ์แนวตั้งแบบยื่นตรงและแบบเอียง (fin) และการออกแบบหน้าต่างลึกเข้าไปภายในอาคาร ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การบังเงา (SC_2) ในแต่ละลักษณะจะขึ้นอยู่กับทิศทาง ขนาดช่องเปิด ขนาดอุปกรณ์บังแดด และระยะห่างจากช่องเปิด เช่น อุปกรณ์แนวนอนแบบยื่นตรงที่มีระยะยื่น 1 ใน 2 ของความสูงหน้าต่าง มีค่าสัมประสิทธิ์การบังเงา ดังนี้ ทิศเหนือ 0.895 ทิศใต้ 0.688 ทิศตะวันออก 0.775 และทิศตะวันตก 0.785 โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์การบังเงารวม (SC) เป็นค่าที่คิดรวมระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาของกระจก (SC_1) และค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาของอุปกรณ์บังแดด (SC_2) ดังสูตร

$$SC = (SC_1)(SC_2)$$

2) กรณีไม่ใช้อุปกรณ์บังแดด เมื่อนำวัสดุกระจกตามท้องตลาดเปรียบเทียบกับกรณีที่มีเปอร์เซ็นต์การประหยัดพลังงานมากที่สุด พบว่า

(1) กระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังเงา 0.2 มักมีค่าการส่องผ่านของแสงสว่างต่ำกว่า 20% เมื่อเปรียบเทียบจึงเป็นกระจกที่ไม่ประหยัดพลังงาน

(2) กระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังเงา 0.3-0.4 มีค่าการส่องผ่านของแสงสว่างประมาณ 30-70% เป็นกระจกที่มีการประหยัดพลังงานดี ซึ่งตามท้องตลาด คือ กระจก low-e

(3) กระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังเงา 0.5-0.7 มีค่าการส่องผ่านแสงสว่างประมาณ 50-70% เป็นกระจกที่มีการประหยัดพลังงานรองลงมาซึ่งตามท้องตลาด คือ กระจกฉาบสีบางชนิด กระจกสะท้อนแสงบางชนิด และกระจก low-e

ในการเลือกใช้กระจกจึงควรพิจารณาค่าการประหยัดพลังงานตามทิศ และอัตราส่วนของเปิดแต่ละกรณี เนื่องจากมีความเฉพาะเจาะจงที่แตกต่างกัน

2. วัตถุประสงค์และข้อสรุปของการวิจัยฉบับนี้ มุ่งเน้นการศึกษากรณีที่ดีที่สุดในการออกแบบช่องเปิด ดังนั้นเกณฑ์ในการพิจารณาจึงสนใจกรณีที่มีผลการประหยัดพลังงานสูงสุดเท่านั้น ซึ่งในความเป็นจริงอาจมีกรณีอื่น ๆ อีกที่มีผลการประหยัดพลังงานเป็นที่น่าพอใจ แต่การศึกษาเกณฑ์ดังกล่าวไม่อยู่ในวัตถุประสงค์การวิจัยฉบับนี้ จึงเป็นข้อสังเกตที่น่าสนใจในการศึกษาวิจัยต่อไปในภายภาคหน้า

3. การวิจัยนี้ศึกษาช่องเปิดจำนวน 4 ทิศ คือ ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก โดยใช้กรุงเทพมหานครในการจำลองสถานการณ์จริง ในความเป็นจริงอาคารสำนักงานในเขตกรุงเทพมหานครมักหันอาคารในทิศทางตะวันออกเฉียงเหนือ หรือตะวันตกเฉียงใต้ มากกว่าหันอาคารในทิศทางเดียวกับทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ เนื่องจากสามารถประหยัดพลังงานมากกว่า เพื่อการวิจัยที่ครอบคลุมมากขึ้นจึงควรศึกษาเพิ่มเติมให้ครบทั้ง 8 ทิศ

4. งานวิจัยนี้ศึกษาโดยใช้พื้นที่กรุงเทพมหานครเป็นสถานที่ในการจำลองสถานการณ์ในการวิจัยต่อไปควรศึกษาในกรณีที่อยู่ในต่างประเทศที่อยู่บนเส้นรุ้งเดียวกัน หรือมีภูมิอากาศใกล้เคียงกัน เพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของการประหยัดพลังงาน และภูมิอากาศต่อไป

ข้อสรุปที่ได้จากการศึกษาสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางในการออกแบบช่องเปิดอาคารสำนักงานเพื่อการประหยัดพลังงาน อีกทั้งการเลือกใช้วัสดุของสถาปนิกถือเป็นกลจักรสำคัญในการกำหนดบทบาทการผลิตวัสดุในอนาคต เพราะภาคอุตสาหกรรม

จำเป็นต้องผลิตวัสดุที่มีความต้องการใช้จริงในตลาด และยังเป็นการพัฒนาต่อยอดในเชิงพาณิชย์ ด้วยการส่งเสริมความต้องการใช้วัสดุที่เหมาะสม ช่วยสนับสนุนการผลิตวัสดุประหยัดพลังงานที่มีประสิทธิภาพในปริมาณที่มากขึ้น แต่มีราคาต่ำลงเพื่อให้เกิดการใช้อย่างแพร่หลายมากขึ้น



ชำนาญกหอสมุด