บทที่ 7

บทสรุป

ในบทนี้ จะเป็นการสรุปงานวิจัยที่ได้ทำมาทั้งหมด ซึ่งสามารถแยกสรุปได้เป็นส่วน ๆ ดังนี้

<u>การจำลองแบบการหาค่าความร้อนผ่านรูปร่างรอบนอกอาคาร</u>

จากการวิเคราะห์ค่าความร้อนเฉลี่ยของแบบจำลองที่มีรูปร่างลักษณะและวางในทิศทางต่าง ๆ ซึ่งไม่รวมความร้อนที่ผ่านหลังคา สามารถสรุปได้ดังนี้

ความร้อนที่ถ่ายเทผ่านช่องกระจกที่หันไปทางทิศต่าง ๆ จะมีค่าไม่เท่ากัน ช่องกระจกที่หันไปทางทิศเหนือ จะได้รับความร้อนน้อยที่สุด และหันไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือจะได้รับความร้อนมากที่สุด

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อค่าความร้อนเฉลี่ยที่แบบจำลองได้รับอย่างมาก ได้แก่ อัตราส่วนช่องกระจกต่อกำแพง,WWR และสัดส่วนอาคาร,R ซึ่งปัจจัยทั้งสองนี้จะเป็นตัวกำหนดรูปร่างลักษณะของแบบจำลอง

เมื่อค่า WWR มาก ความร้อนที่แบบจำลองได้รับก็จะมีค่ามาก แบบจำลองรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีผนังกระจก (Curtain Wall) 1 ด้าน ความร้อนที่แบบจำลองได้รับจะประมาณ 2 เท่าของแบบจำลองที่เป็นกำแพงทึบหมด เมื่อมีผนังกระจก 2 ด้าน จะมีค่าประมาณ 3 เท่า เมื่อมีผนังกระจก 3 ด้าน จะมีค่าประมาณ 4 เท่า และเมื่อมีผนัง 4 ด้าน ความร้อนที่ได้รับจะมีค่าประมาณ 5 เท่า ค่า WWR ของกำแพงของแบบจำลองในแต่ละด้าน จะเป็นตัวกำหนดลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างค่าความร้อนเฉลี่ยกับสัดส่วนอาคาร (จะเห็นได้จากกราฟ

รูปที่ 4.5 ถึง 4.9 ในบทที่ 4)

สำหรับสัดส่วนของอาคาร,R แบบจำลองรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีลักษณะค่อนข้างยาวมาก โดยทั่วไปมักจะได้รับความร้อนมากกว่าแบบจำลองที่มีรูปร่างค่อนข้างเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่า WWR ของกำแพงของแบบจำลองในแต่ละด้านด้วย เนื่องจากค่า WWR เป็นตัวกำหนดลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างค่าความร้อนเฉลี่ยกับสัดส่วนอาคาร ดังที่กล่าวมาแล้ว แบบจำลองที่มีค่า WWR หนึ่ง ๆ วางในทิศทางหนึ่ง ๆ จะมีค่าสัดส่วนอาคาร,R, ค่าหนึ่งที่ทำให้แบบจำลองได้รับความร้อนน้อยที่สุด

เมื่อพิจารณาถึงค่าความร้อนเฉลี่ยของแบบจำลองที่มีรูปร่างลักษณะเดียวกับวางในทิศทางต่าง ๆ จะเห็นว่าค่าความร้อนเฉลี่ยจะแตกต่างกันไม่มากนัก รายละเอียดทิศทางการวางแบบจำลองของอาคารโดยทั่วไปที่ให้ค่าความร้อนเฉลี่ยมากหรือน้อย สามารถดูได้จากรูปที่ 4.11

สำหรับปัจจัยเรื่องขนาดพื้นที่ชั้นนั้น จะเห็นได้ว่าความร้อนเฉลี่ยที่ผ่านกำแพงจะมีค่าแปรตามรากที่สองของปริมาณขนาดพื้นที่ชั้น กล่าวคือเมื่อขนาดพื้นที่ชั้นมีค่าเป็น A sq.m. ความร้อนเฉลี่ยจะมีค่าเป็น $A^{1/2}$ เท่าของความร้อนเฉลี่ยของแบบจำลองที่มีขนาดพื้นที่ชั้น 1 sq.m. ซึ่งมีรูปร่างลักษณะและทิศทางเดียวกัน ต่างไปจากความร้อนที่ผ่านหลังคาซึ่งแปรตามปริมาณพื้นที่ และไม่ขึ้นกับทิศทางของแบบจำลอง

<u>การหาสัดส่วนของอาคารที่เหมาะสมเพื่อให้ได้รับความร้อนน้อยที่สุด</u>

ค่าสัดส่วนอาคารที่เหมาะสม เพื่อให้อาคารได้รับความร้อนน้อยที่สุดนี้จะมีค่าเป็นเท่าไหร่ ขึ้นอยู่กับความร้อนที่ผ่านพื้นที่กำแพงขนาด 1 หน่วยด้านต่าง ๆ ซึ่งความร้อนที่ผ่านกำแพงจะมากหรือน้อยขึ้นกับอัตราส่วนช่องกระจกต่อกำแพง,WWR ถ้า WWR มาก ความร้อนที่ผ่านกำแพงก็จะมาก ถ้า WWR น้อย

ความร้อนที่ผ่านกำแพงก็จะน้อย นั่นก็คือ ค่าสัดส่วนอาคารที่เหมาะสมจะขึ้นกับ WWR ของกำแพงด้านต่าง ๆ ซึ่งไม่ขึ้นกับขนาดพื้นที่ชั้นแต่อย่างใด ตารางที่ 7.1 เป็นการสรุปค่าสัดส่วนอาคารที่เหมาะสมของแบบจำลองแบบต่าง ๆ

ในบางกรณีของแบบจำลอง ค่าสัดส่วนอาคารที่เหมาะสมที่คำนวณได้นั้น ในทางปฏิบัติ สถาปนิกก็ไม่นิยมนำไปใช้ในการออกแบบอาคาร เนื่องจากสถาปนิกจะคำนึงถึงความงามทางด้านสถาปัตยกรรมของอาคารด้วย ส่วนใหญ่เป็นกรณีที่กำหนดแบบจำลองมี WWR ของกำแพงด้านที่อยู่ต่างแกนต่างกันมาก ๆ เท่านั้น ซึ่งนอกจากกรณีที่กล่าวมานี้ ค่าสัดส่วนอาคารที่เหมาะสมที่คำนวณได้สามารถนำไปใช้ได้ดีในทางปฏิบัติ ซึ่งค่าส่วนใหญ่ที่นำไปใช้ได้ดีอยู่ในช่วง 1:1 ถึง 1:2

การหาสัดส่วนอาคารที่เหมาะสมเพื่อให้อาคารได้รับความร้อนน้อยที่สุด เป็นการพิจารณาหาค่าสัดส่วนอาคารที่ทำให้ความร้อนผ่านกำแพงมีค่าน้อยที่สุด โดยไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงความร้อนที่ผ่านหลังคา ส่วนการคำนวณหารูปทรงอาคารที่เหมาะสมเพื่อให้ได้รับความร้อนน้อยที่สุด จะต้องคำนึงถึงความร้อนที่ผ่านหลังคาด้วย โดยพิจารณาหาขนาดพื้นที่ชั้น (Floor Area) หรือจำนวนชั้นของอาคารที่เหมาะสม เพื่อให้ความร้อนที่ผ่านกำแพงและหลังคามีค่าน้อยที่สุด เมื่อกำหนดขนาดพื้นที่ชั้นรวม (Total Floor Area) มาให้ โดยใช้ค่าสัดส่วนอาคารที่หาได้ จากการหาสัดส่วนอาคารที่เหมาะสม อาคารที่มีปริมาณพื้นที่กระจกมาก จำนวนชั้นของอาคารที่เหมาะสมจะมีค่าต่ำกว่าอาคารที่มีปริมาณพื้นที่กระจกน้อย

ขนาดพื้นที่ชั้นหรือจำนวนชั้นของอาคารที่เหมาะสมซึ่งคำนวณได้นั้น เป็นการพิจารณาจากความร้อนที่ได้รับเพียงปัจจัยเดียว ซึ่งในทางปฏิบัติแล้ว การกำหนดขนาดพื้นที่ชั้นหรือจำนวนชั้น ต้องคำนึงถึงปัจจัยอีกหลายอย่าง เช่น ราคาค่าก่อสร้าง ขนาดและราคาที่ดิน การใช้งาน เป็นต้น ดังนั้นขนาดพื้นที่ชั้นหรือจำนวนชั้นของอาคารที่หาได้ ซึ่งเป็นการกำหนดรูปทรงของอาคาร จึงยังไม่

สามารถนำไปใช้ออกแบบอาคารได้ทันที แต่ยังต้องพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ประกอบด้วย

เมื่อพิจารณาถึงการใช้งานในทางปฏิบัติ สำหรับการหาค่าสัดส่วนอาคารที่เหมาะสมและการหารูปทรงอาคารที่เหมาะสมเพื่อให้อาคารได้รับความร้อนน้อยที่สุดนั้น การหารูปทรงอาคารที่เหมาะสมเป็นการหาขนาดพื้นที่ชั้นหรือจำนวนชั้นของอาคารที่เหมาะสม เมื่อกำหนดขนาดพื้นที่ชั้นรวมมาให้ เป็นการคำนวณต่อจากการหาค่าสัดส่วนอาคารที่เหมาะสม ซึ่งในการหารูปทรงอาคารที่เหมาะสมนั้นจะใช้ค่าสัดส่วนอาคารที่เหมาะสมมาใช้ ผลการคำนวณขนาดพื้นที่ชั้นหรือจำนวนชั้นซึ่งหาได้นี้เป็นการพิจารณาจากความร้อนที่อาคารได้รับเพียงปัจจัยเดียว ซึ่งในทางปฏิบัติยังต้องพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ อีก การหารูปทรงอาคารที่เหมาะสมเพื่อให้อาคารได้รับความร้อนน้อยที่สุดจึงเป็นเพียงแนวทางหนึ่งเพื่อให้สถาปนิกและวิศวกรพิจารณาเปรียบเทียบกับปัจจัยอื่น ๆ เพื่อการออกแบบอาคารที่ประหยัดพลังงานต่อไป ส่วนการหาค่าสัดส่วนอาคารที่เหมาะสม ในทางปฏิบัติสามารถนำมาใช้ได้ดี เนื่องจากสถาปนิกสามารถกำหนดอัตราส่วนช่องกระจกต่อกำแพง,WWR, และขนาดพื้นที่ชั้นที่เหมาะสมเมื่อพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ แล้วได้เอง เนื่องจากค่าสัดส่วนอาคารที่เหมาะสมไม่ขึ้นกับขนาดพื้นที่ชั้นดังที่ได้กล่าวมาแล้ว อีกทั้งความงามทางด้านสถาปัตยกรรมของอาคารก็ไม่เสียด้วย ดังนั้นสถาปนิกและวิศวกร น่าจะยึดวิธีการนั้นนำไปใช้ในการออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานต่อไป

<u>แนวทางการลดความร้อนที่ผ่านเข้าสู่อาคาร</u>

แนวทางการลดความร้อนที่ผ่านเข้าสู่อาคารจะพิจารณาอยู่ 2 วิธี คือ

1. การใช้อุปกรณ์บังแดดภายนอก

2. การใช้ฉนวนบุกำแพงและหลังคา

ตารางที่ 7.1 แสดงช่วงของสัดส่วนอาคารที่เหมาะสมสำหรับแบบจำลองแบบต่าง ๆ

N-S-E-W : สัดส่วนอาคาร = ความยาวกำแพงด้าน N หรือ S / ความยาวกำแพงด้าน E หรือ W

NE-SW-SE-NW : สัดส่วนอาคาร = ความยาวกำแพงด้าน NE หรือ SW / ความยาวกำแพงด้าน SE หรือ NW

แบบจำลอง	ช่วงของสัดส่วนอาคารที่เหมาะสม	
	N-S-E-W	NE-SW-SE-NW
มี WWR เท่ากันทั้ง 4 ด้าน	1.1:1	1:1
มี WWR 4 ด้าน	1.4:1 - 1:1.1	1.2:1 - 1:1.3
มี WWR 3 ด้าน	2.1:1 - 1:1.6	1.9:1 - 1:1.8
มี WWR 2 ด้าน	5.9:1 - 1:4.8	5.3:1 - 1:5.4
มี WWR 1 ด้าน	3.7:1 - 1:3.2	3.3:1 - 1:3.5

สำหรับการใช้อุปกรณ์บังแดดภายนอก ได้คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ร่มเงาประสิทธิผล, SC_2, ของอุปกรณ์บังแดดภายนอกที่ใช้ทั่วไป 3 แบบ คือ อุปกรณ์บังแดดแบบทางนอน ทางตั้ง และแบบผสม ซึ่งได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ฉ เพื่อให้สถาปนิกได้เลือกใช้ตามความเหมาะสมได้เอง

สำหรับการใช้ฉนวนบุกำแพง จากการวิเคราะห์และเปรียบเทียบฉนวนที่ใช้ทั่วไป 4 ชนิด พบว่าการใช้ฉนวนบุกำแพงเป็นแนวทางที่ดี ระยะเวลาในการคืนทุนเร็ว โดยทั่วไปประมาณ 1-2 ปี Insucrete จะให้ผลตอบแทนดีที่สุด รองลงมาได้แก่ Polystyrene Foam เมื่อพิจารณาถึงเรื่องความหนาของฉนวนแล้วพบว่า ฉนวนที่หนา 2.5 cm. จะให้ผลตอบแทนดีกว่าฉนวนที่หนา 5 cm.

สำหรับการใช้ฉนวนกับหลังคา จากการวิเคราะห์และเปรียบเทียบพบ

ว่า Insucrete จะให้ผลตอบแทนดีที่สุด รองลงมาได้แก่ Cellocrete ต่ำที่สุดได้แก่ สตรามิตบอร์ด

<u>ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป</u>

การวิจัยหาค่าความร้อนที่ผ่านรูปร่างรอบนอกอาคาร และ การหาสัดส่วนอาคารที่เหมาะสมเพื่อให้ได้รับความร้อนน้อยที่สุด ค่าตัวประกอบต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณ ได้คำนวณหาจากข้อมูลสภาพภูมิอากาศของกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นจังหวัดที่อยู่ในภาคกลาง ค่าตัวประกอบต่าง ๆ นี้ สามารถนำไปใช้ได้ในจังหวัดอื่น ๆ ที่อยู่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากสภาพภูมิอากาศไม่แตกต่างกันมากนัก

จากการที่ประเทศไทยแบ่งตามสภาพภูมิอากาศได้เป็น 4 ภาค คือ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ ดังนั้น ในการวิจัยครั้งต่อไป ควรที่จะคำนวณหาค่าตัวประกอบต่าง ๆ ที่เหมาะสมสำหรับภาคอื่น ๆ เพื่อใช้ในการวิจัยหาค่าความร้อนที่ผ่านรูปร่างรอบนอกอาคารและการหาสัดส่วนอาคารที่เหมาะสมเพื่อให้ได้รับความร้อนน้อยที่สุดสำหรับอาคารที่ตั้งอยู่ในจังหวัดอื่น ๆ เพื่อจะได้มีข้อมูลครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศไทย ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อสถาปนิกและวิศวกรออกแบบอาคารต่อไป