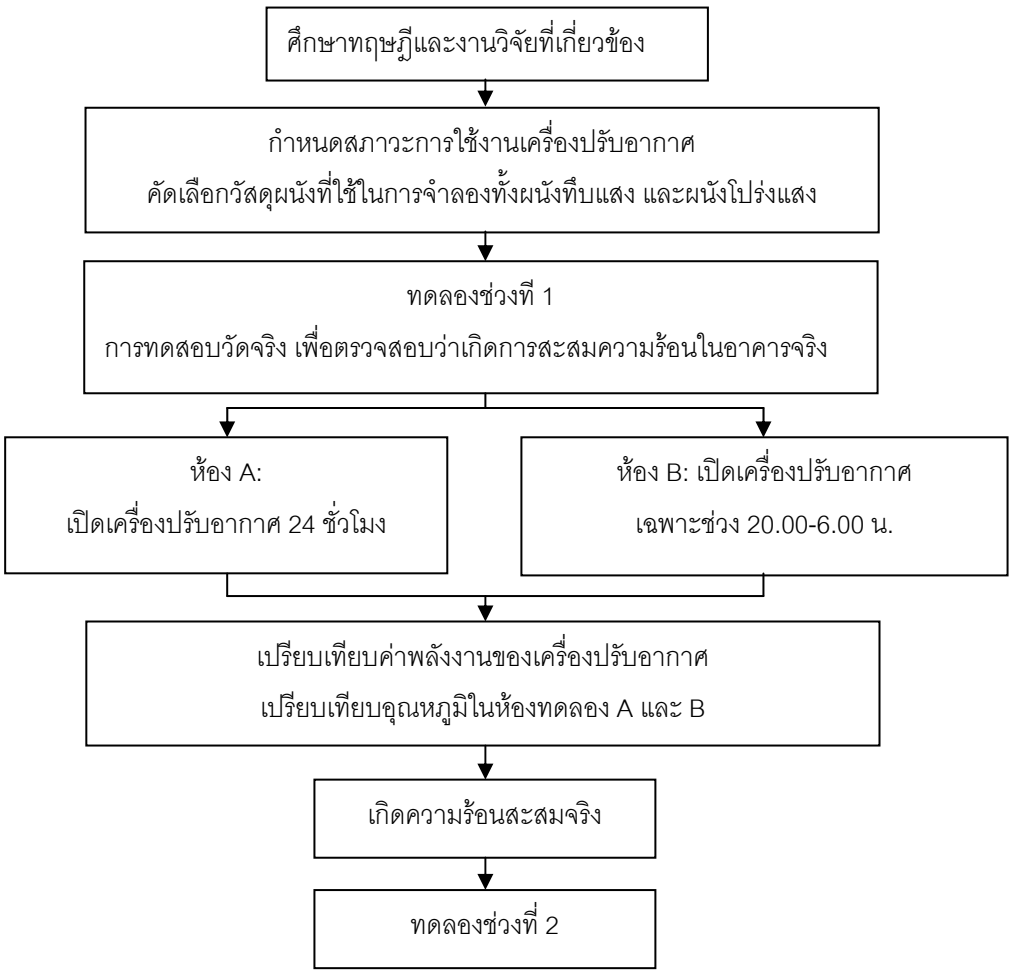
บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

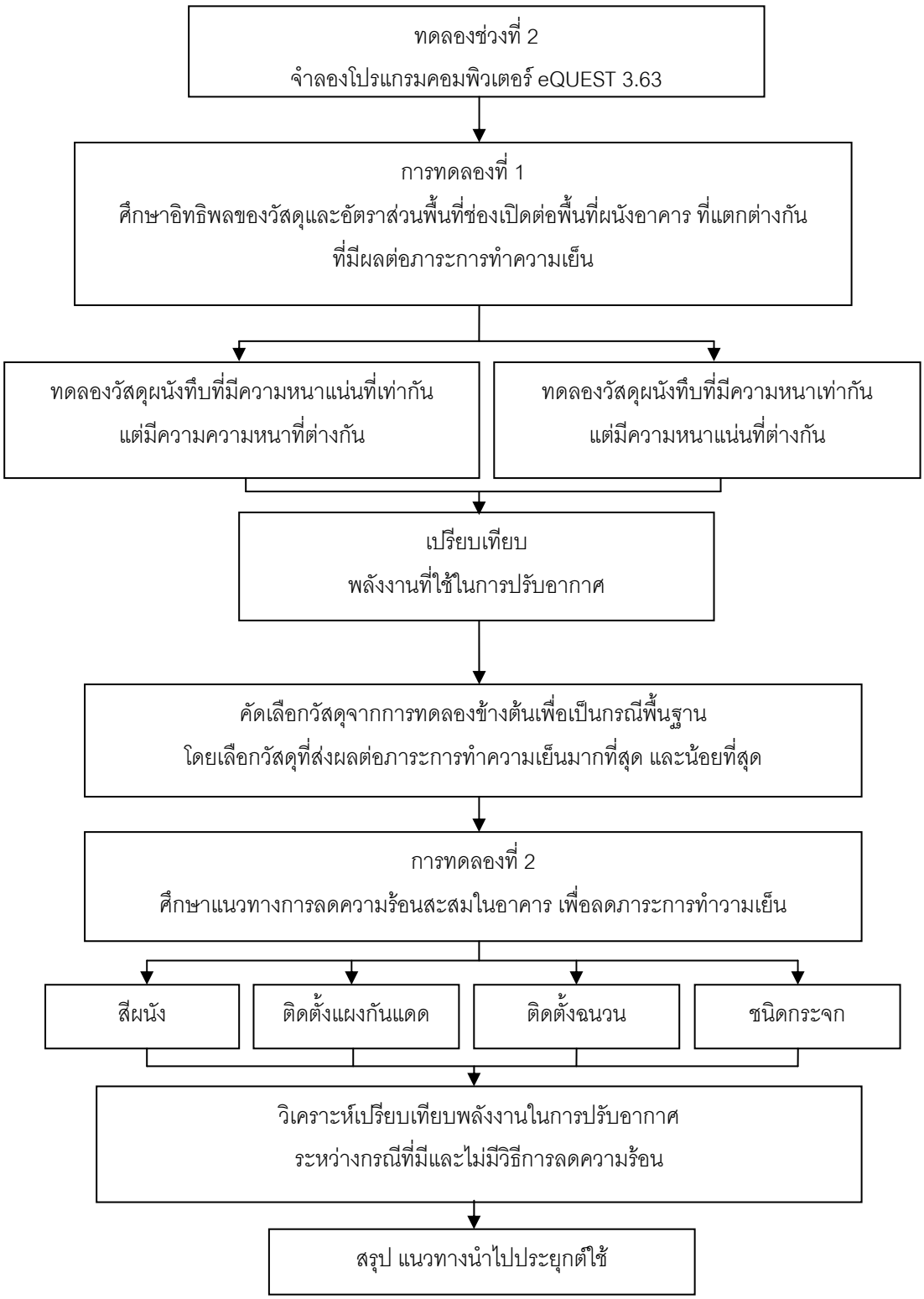
3.1 การดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาอิทธิผลของวัสดุผนังแต่ละชนิด และอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังอาคาร (WWR) ที่มีผลต่อการใช้พลังงานในการปรับอากาศ ของอาคารประเภทที่พักอาศัย และหาแนวทางลดความร้อนสะสมภายในอาคาร เพื่อการประหยัดพลังงาน โดยมีขั้นตอนการดำเนินวิจัย ดังภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย



ภาพที่ 3.1 (ต่อ)


ทดลองช่วงที่ 2
จำลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์ eQUEST 3.63
การทดลองที่ 1
ศึกษาอิทธิพลของวัสดุและอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังอาคาร ที่แตกต่างกัน
ที่มีผลต่อภาระการทำความเย็น
ทดลองวัสดุผนังทึบที่มีความหนาแน่นที่เท่ากัน
แต่มีความความหนาที่ต่างกัน
ทดลองวัสดุผนังทึบที่มีความหนาเท่ากัน
แต่มีความหนาแน่นที่ต่างกัน
เปรียบเทียบ
พลังงานที่ใช้ในการปรับอากาศ
คัดเลือกวัสดุจากการทดลองข้างต้นเพื่อเป็นกรณีพื้นฐาน
โดยเลือกวัสดุที่ส่งผลต่อภาระการทำความเย็นมากที่สุด และน้อยที่สุด
การทดลองที่ 2
ศึกษาแนวทางการลดความร้อนสะสมในอาคาร เพื่อลดภาระการทำวามเย็น
สีผนัง
ติดตั้งแผงกันแดด
ติดตั้งฉนวน
ชนิดกระจก
วิเคราะห์เปรียบเทียบพลังงานในการปรับอากาศ
ระหว่างกรณีที่มีและไม่มีวิธีการลดความร้อน
สรุป แนวทางนำไปประยุกต์ใช้

3.2 รูปแบบของงานวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยแบ่งออกเป็น 2 ช่วงการศึกษา คือ

ช่วงที่ 1 การศึกษาเพื่อทดสอบความร้อนสะสมภายในอาคาร เมื่อมีการปรับอากาศเฉพาะช่วงเวลากลางคืน โดยการวัดจริง และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับสภาวะปรับอากาศ 24 ชั่วโมง

ช่วงที่ 2 การศึกษาค่าการใช้พลังงานในการปรับอากาศของอาคารที่มีการปรับอากาศในอาคารที่มีการใช้งานในช่วงเวลากลางคืน โดยการจำลองผ่านโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ eQUEST 3.63 แบ่งออกเป็น 2 การทดลองดังนี้

1) การศึกษาอิทธิพลของผนังแต่ละชนิดที่มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน และในแต่ละวัสดุมี WWR ที่แตกต่างกัน

2) การศึกษาและจำลองแนวทางการลดความร้อนสะสมให้เหมาะสมในแต่กรณี เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงและออกแบบผนังอาคาร โดยพิจารณาจากค่าพลังงานที่ใช้ในการปรับอากาศ

ตารางที่ 3.1
รูปแบบการศึกษาของงานวิจัย

การศึกษา		รูปแบบการศึกษา	วัตถุประสงค์
ช่วงที่ 1		วัดจริงในห้องทดลอง	ตรวจสอบการเกิดความร้อนสะสม
ช่วงที่ 2	การทดลองที่ 1	จำลองด้วยโปรแกรม eQUEST 3.63	ศึกษาอิทธิพลของวัสดุผนังแต่ละชนิดที่มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน และในแต่ละวัสดุมีอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังอาคาร (WWR) ที่แตกต่างกัน
	การทดลองที่ 2	จำลองด้วยโปรแกรม eQUEST 3.63	ศึกษาหาทางลดปริมาณความร้อนสะสมในอาคาร เพื่อการประหยัดพลังงาน

3.3 การคัดเลือกตัวแปรต้นที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้แบ่งการเลือกตัวแปรต้นที่ใช้ในการวิจัยออกเป็น 2 ช่วง ตามการทดลองจำลองโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ eQUEST 3.63

<u>การทดลองที่ 1</u> ศึกษาอิทธิพลของคุณสมบัติของวัสดุผนังและ WWR ที่มีผลต่อค่าการใช้พลังงาน ซึ่งตัวแปรต้นในการวิจัยนี้ ได้แก่ ชนิดของผนัง ทั้งผนังทึบแสง และผนังโปร่งแสง โดยเกณฑ์ในการเลือกวัสดุที่จะนำมาใช้ในการคัดเลือกเพื่อนำมาใช้ในงานวิจัยนี้ มีดังนี้

1) เป็นวัสดุที่นิยมใช้ในการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัย

2) เป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน

3) เป็นวัสดุที่ส่งผลต่อค่าการใช้พลังงานสูงที่สุด (กรณีคัดเลือกกระจก)

เมื่อนำเกณฑ์ที่ตั้งนำมาวิเคราะห์วัสดุ เพื่อหาตัวแทนของผนังทึบ สามารถคัดเลือกวัสดุออกมาได้ 4 วัสดุ ที่มีมวลสารและค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่แตกต่างกัน ได้แก่ ผนังคอนกรีต ผนังอิฐมวลเบา ผนังอิฐก่อ1 ชั้น และโคร่งเคร่าไม้ปิดผิวด้วยยิปซั่มบอร์ด และตัวแทนของผนังโปร่งแสงได้แก่ กระจกใส 1 ชั้น หนา 6 มิลลิเมตร

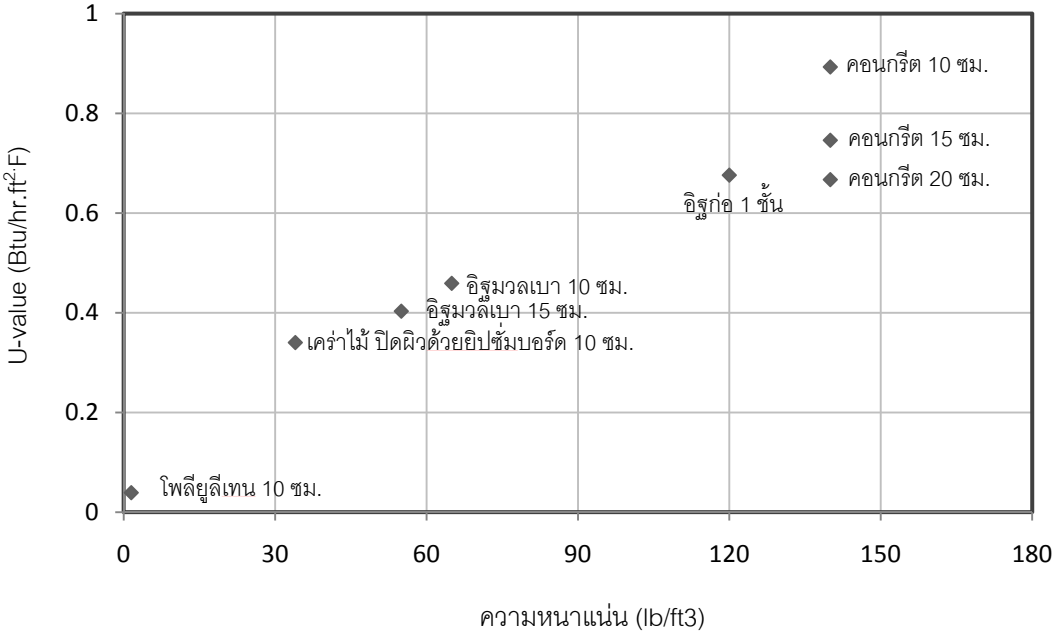
ตารางที่ 3.2

ค่าคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการทดลอง

	ความหนา (cm.)	ความหนาแน่น (lb/ft3)	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (Btu/hr.ft2.F)
คอนกรีต	10	140	0.893
คอนกรีต	15	140	0.746
คอนกรีต	20	140	0.667
อิฐก่อ 1 ชั้น	10	120	0.76
อิฐมวลเบา	10	65	0.459
เคร่าไม้ ปิดยิปซั่มบอร์ด	10	34	0.34

ที่มา: James J. Hirsch & Associates, 2009

ภาพที่ 3.2
การกระจายเมื่อระบุค่าความสัมพันธ์ระหว่างความความหนาแน่น
และค่าสัมประสิทธ์การถ่ายเทความร้อน ของวัสดุก่อสร้างต่าง ๆ



<u>การทดลองที่ 2</u> ศึกษาแนวทางการลดความร้อนสะสม เพื่อการประหยัดพลังงาน ซึ่งตัวแปรต้นในส่วนของการทดลองนี้ ได้แก่ สีของผนัง ฉนวนกันความร้อน ระยะยื่นของแผงกันแดด และชนิดของกระจก โดยผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือก ดังนี้

1) สี จากการศึกษางานวิจัย และทฤษฎีต่าง ๆ สีของผนังมีส่วนในการลดความร้อน เนื่องจากค่าการดูดซับความร้อนของสีแต่ละสีมีค่าไม่เท่ากัน โดยที่สีเข้มจะมีค่าการดูดซับความร้อนที่สูง ส่งผลให้อุณหภูมิที่ผิวของผนังสูงด้วย เกิดการถ่ายเทความร้อนสู่ผนังได้ดีกว่าผนังที่มีสีที่อ่อน ดังนั้นในการทดลองนี้ ผู้วิจัยจึงได้เลือกสีที่มีค่าการดูดซับความร้อนที่น้อยที่สุด ได้แก่ สีขาว มีค่าดูดซับความร้อนอยู่ที่ 0.18

2) ชนิดและตำแหน่งที่ตั้งของฉนวน การทดลอง ผู้วิจัยได้เลือกฉนวนโพลียูลีเทน (Polyurethane) เนื่องจากเป็นฉนวนที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ประกอบกับคุณสมบัติที่ดีกว่าฉนวนทั่ว ๆ ไป เช่น ความสามารถในการลามไฟ ความสามารถในการป้องกันความชื้น เป็นต้น โดยตำแหน่งที่ติดตั้งฉนวน จากการศึกษาจากงานวิจัย การติดตั้งฉนวนในอาคารที่มีการใช้งานในช่วงเวลากลางคืนนั้นจะแตกต่างกับอาคารที่มีการใช้งานในตอนกลางวัน ซึ่งควรติดตั้งฉนวนได้

ด้านในของผนัง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกจำลองตำแหน่งการติดตั้งฉนวนไว้ด้านใน และจำลองฉนวนที่ความหนา 1, 3 และ 6 นิ้ว

3) ระยะยื่นของแผงกันแดด การทดลองนี้ได้เลือกระยะยื่นปกติในอาคารที่พักอาศัย ซึ่งโดยปกติแล้วในอาคารที่พักอาศัยติดตั้งแผงกันแดดที่มีระยะยื่นอยู่ที่ประมาณ 1 - 1.5 เมตร ดังนั้นในการทดลองนี้จึงได้ทำการจำลองระยะยื่นน้อยที่สุด คือ 1 เมตร และระยะยื่นสูงสุด คือ 1.5 เมตร

4) ชนิดของกระจก ปัจจุบันได้มีการพัฒนาคุณสมบัติของกระจกเพื่อป้องกันความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารหลายวิธีด้วยกัน เช่น การลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ โดยกระจกยิ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ของความร้อนที่ผ่านกระจก (SHCG) และมีค่าสัมประสิทธิ์การบังเงา (SC) น้อย ความร้อนก็ยิ่งผ่านเข้ามาได้น้อย หรือแม้แต่การเพิ่มความเป็นฉนวนของกระจก ก็เป็นการส่งผลต่อความร้อนที่ถ่ายเทเข้ามาเช่นกัน ดังนั้นวัสดุกระจกที่เลือกนำมาใช้ในการทดลองส่วนนี้ จึงเลือกกระจกที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน สามารถคัดเลือกออกมาได้ 4 ชนิดด้วยกัน ได้แก่ กระจกสีเขียว กระจกสะท้อนแสง กระจกใส 2 ชั้น กระจก low-e 2 ชั้น ตัดแสง โดยค่าคุณสมบัติตามตาราง 3.3

ตารางที่ 3.3
ค่าคุณสมบัติของกระจกที่ใช้ในการทดลอง

ชนิดกระจก	ความหนา (มม.)	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (Btu/hr.ft2.F)	ค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาของกระจก (SC)	ค่าสัมประสิทธิ์ของความร้อนที่ผ่านกระจก (SHCG)
กระจกใส 1 ชั้น	6	1.11	0.95	0.81
กระจกสีเขียว	6	1.09	0.71	0.61
กระจกสะท้อนแสง	6	0.86	0.23	0.19
กระจกใส 2 ชั้น	24.5	0.47	0.81	0.7
low-e 2 ชั้น ตัดแสง	24.5	0.23	0.32	0.28

ที่มา: James J. Hirsch & Associates, 2009

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การทดลองวัดจริง เพื่อทดสอบความร้อนสะสมในอาคาร เมื่อมีการปรับอากาศเฉพาะช่วงกลางคืน

การทดลองวัดจริง เป็นการศึกษาเพื่อตรวจสอบว่าอาคารหากมีการปิดช่องเปิดในช่วงกลางวัน และเปิดเครื่องปรับอากาศในเฉพาะช่วงเวลากลางคืนเท่านั้น จะเกิดความร้อนสะสมขึ้น ทำให้ต้องใช้พลังงานสูงในช่วงแรกของการปรับอากาศเมื่อเปรียบเทียบกับอาคารที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมงหรือไม่ ซึ่งผลที่ได้นำไปสู่การทดลองจำลองโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ต่อไป

1) ตัวแปรที่ศึกษา

(1) ตัวแปรต้น คือ ช่วงเวลาในการปรับอากาศ

(2) ตัวแปรตาม คือ พลังงานที่ใช้ในการปรับอากาศ

(3) ตัวแปรควบคุม คือ ขนาด รูปทรง ห้องทดลอง
ชนิด สี ของผนัง สัดส่วนช่องเปิด
ขนาดของเครื่องปรับอากาศ
ค่าคุณสมบัติของอากาศ

2) ห้องทดลอง

ลักษณะของห้องทดลองมีขนาดกว้าง 3.15 เมตร ยาว 4.6 เมตร ผนังภายนอกประกอบด้วย ผนังคอนกรีต ความหนา 10 เซนติเมตร โดยที่มีช่องเปิดอยู่ทางด้านทิศใต้ มีขนาดกว้าง 0.77 เมตร สูง 1.2 เมตร ผนังกั้นห้องภายในเป็นผนังยิปซั่มบอร์ด ภายในห้องทดลองมีการป้องกันปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนด้านอื่น ๆ ด้วยการติดตั้งฉนวนกันความร้อนตรงบริเวณช่องเปิด เพื่อให้ห้องทดลองทั้ง 2 ห้องมี WWR เท่ากัน และมีการติดตั้งฉนวนตรงบริเวณผนังด้านทิศตะวันออกของห้องทดลอง A ดังภาพที่ 3.3 เพื่อให้ห้องทดลองทั้ง 2 ห้องมีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน โดยที่เครื่องปรับอากาศที่ใช้ในการทดลองนี้มีขนาด 2.5 ตัน

3) วิธีการทดลอง

ในการทดลองนี้ ได้ทดลองเปรียบเทียบการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ 2 ช่วงเวลา โดยห้องทดลอง A วัดการใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง และห้องทดลอง B วัดการใช้งานเฉพาะช่วงเวลากลางคืน (20.00 - 8.00 น.)

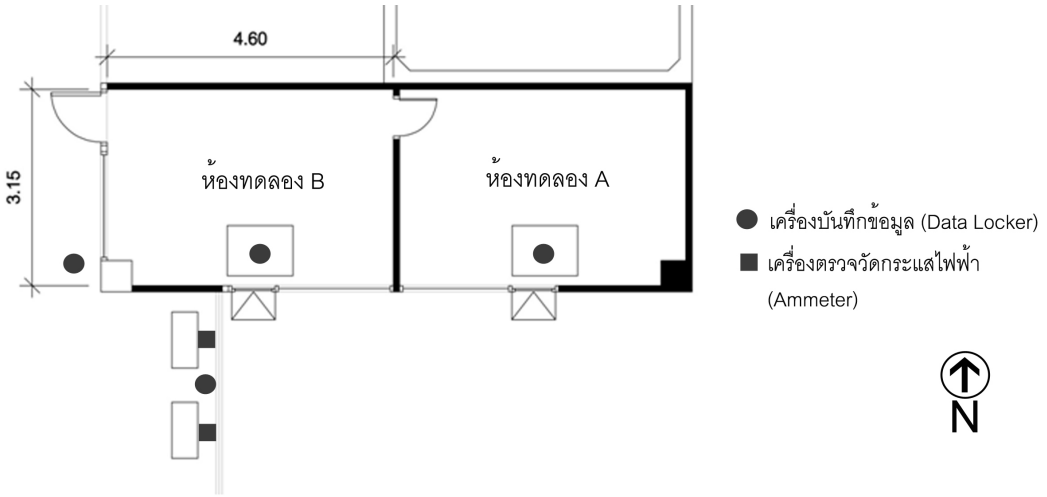
การทดลองเริ่มทดลองวันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 โดยเปิดเครื่องปรับอากาศห้องทดลองทั้งสองห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เริ่มเปิดเครื่องปรับอากาศเวลา 8.00 น. เพื่อใช้เป็นค่ามาตรฐานในการคำนวณพลังงานทั้งสองห้องให้มีค่าที่เท่ากัน ส่วนในการทดลองวันที่ 27 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 ห้องทดลอง A เปิดเครื่องปรับอากาศต่ออีกเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในขณะที่ทำการปิดเครื่องปรับอากาศห้องทดลอง B เวลา 7.00 น. และเปิดเครื่องปรับอากาศห้องทดลอง B อีกครั้งเมื่อเวลา 20.00 น.จนถึง 7.00 น. เพื่อทำการเก็บข้อมูลพลังงานที่ใช้ในการปรับอากาศ โดยบันทึกค่าทุก 1 นาที ด้วยเครื่องตรวจวัดกระแสไฟฟ้า (Ammeter) และต่อเข้ากับอุปกรณ์เก็บข้อมูล (Data Locker) มีตำแหน่งการติดตั้งเครื่องมือ ดังภาพที่ 3.4 – 3.5

ภาพที่ 3.3
การติดตั้งฉนวนห้องทดลอง

(ก) ห้องทดลอง A

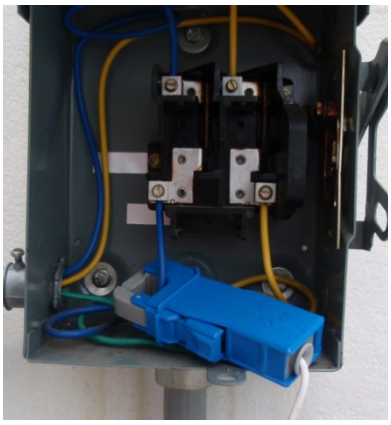
(ข) ห้องทดลอง B

ภาพที่ 3.4
ตำแหน่งติดตั้งเครื่องมือ



ภาพที่ 3.5
เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล

Data Locker



Ammeter

4) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

(1) เครื่องมืออุปกรณ์เก็บข้อมูล (Data Locker) ใช้ทั้งหมด 4 เครื่อง โดยแยกเก็บข้อมูล ดังนี้ เก็บข้อมูลอุณหภูมิภายในห้องทดลองทั้ง 2 ห้อง เก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศภายนอก 1 เครื่อง และเก็บข้อมูลอัตราการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ 1 เครื่อง

(2) เครื่องตรวจวัดกระแสไฟฟ้า (Ammeter) จำนวน 2 เครื่อง

(3) คอมพิวเตอร์ ใช้ในการเก็บข้อมูลเป็นจำนวน 1 เครื่อง

3.4.2 การทดลองที่ 1 จำลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อศึกษาอิทธิพลของวัสดุผนังแต่ละชนิดที่มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน และในแต่ละวัสดุมีอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังอาคาร (WWR) ที่แตกต่างกัน

ในการทดลองที่ 1 ได้ทำการศึกษาผนังทั้ง 4 ชนิด ใน WWR ที่แตกต่างกัน โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน ส่วนแรกศึกษาวัสดุที่มีความหนาแน่นเท่ากัน แต่ความหนาแตกต่างกัน วัสดุที่ใช้ในการศึกษาคือ คอนกรีตที่ความหนา 10, 15 และ 20 เซนติเมตร และในส่วนที่สองศึกษาวัสดุที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน แต่มีความหนาเท่ากัน วัสดุที่ใช้ในการศึกษาคือ คอนกรีต อิฐมวลเบา อิฐก่อ1 ชั้น และโครงเคร่าไม้ปิดผิวด้วยยิปซั่มบอร์ด ความหนา 10 เซนติเมตร เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลชนิดและความหนาของวัสดุผนัง ที่ส่งผลต่อค่าการใช้พลังงานในการปรับอากาศ สำหรับอาคารที่มีการใช้งานเฉพาะช่วงเวลากลางคืน รวมไปถึงขนาดของ WWR ซึ่งส่งผลให้ความร้อนสามารถเข้าสู่อาคารได้โดยตรง

1) ตัวแปรที่ศึกษา

(1) ตัวแปรต้น คือ ชนิดของผนัง
ความหนาของผนัง
อัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังอาคาร (WWR)

(2) ตัวแปรตาม คือ ค่าการใช้พลังงานในการปรับอากาศ

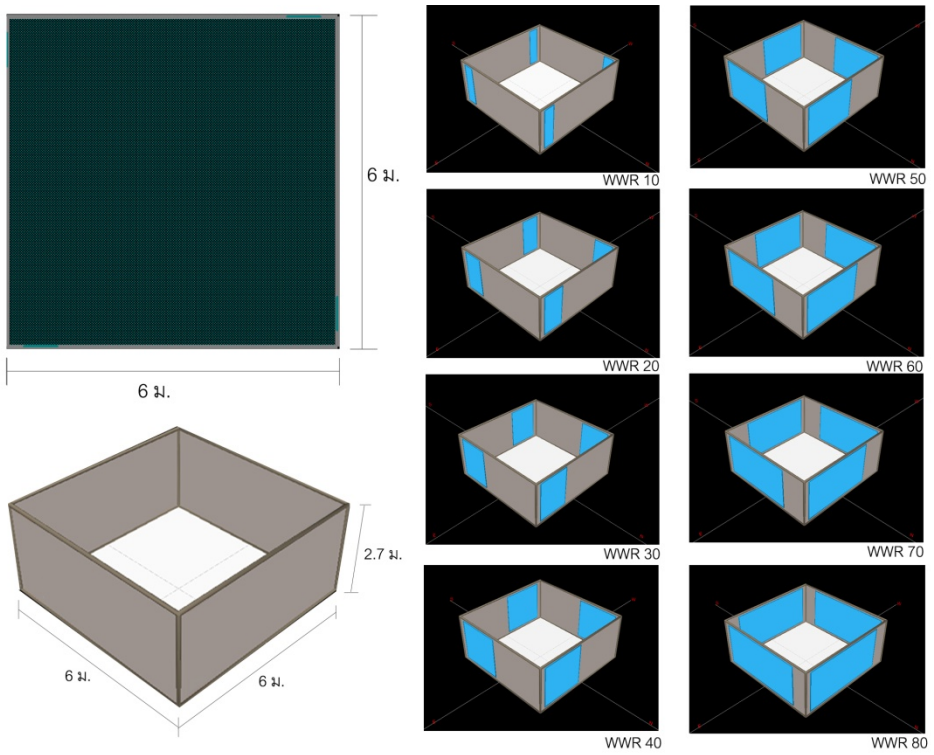
(3) ตัวแปรควบคุม คือ ลักษณะ รูปทรง ขนาดและวัสดุของหุ่นจำลอง
ขนาดเครื่องปรับอากาศและการตั้งค่าอุณหภูมิ
ค่าคุณสมบัติของอากาศ

2) การจำลอง

ลักษณะการจำลองได้การกำหนดขนาดหุ่นจำลองกว้าง 6 เมตร ยาว 6 เมตร สูง 2.7 เมตร เปิดช่องเปิดทั้ง 4 ด้านเท่า ๆ กัน โดยในแต่ละวัสดุจะจำลองที่ WWR ตั้งแต่ 0 - 80 ในขณะที่ขนาดและตำแหน่งของช่องเปิดได้จัดวางตามแนวขวาง และวางอยู่ริมสุดของผนัง สาเหตุที่จัดวางเช่นนั้น เพื่อให้สะดวกแก่การเพิ่ม WWR ดังภาพที่ 3.6 และตารางที่ 3.4 ซึ่งการคำนวณพลังงานในโปรแกรม eQUEST 3.63 ลักษณะรูปร่างและตำแหน่งของช่องเปิดไม่มีผลต่อภาระการทำความเย็น รายละเอียดของหุ่นจำลอง ได้กำหนดตามตาราง 3.5

ภาพที่ 3.6

ขนาดของหุ่นจำลอง และขนาดช่องเปิด



ที่มา: James J. Hirsch & Associates, 2009

ตารางที่ 3.4

ขนาด และตำแหน่งช่องเปิด

WWR (%)	ความกว้างช่องเปิด (ม.)	ความสูงช่องเปิด (ม.)	ความสูงจากพื้น (ม.)
10	0.606	2.4	0.15
20	1.212	2.4	0.15
30	1.818	2.4	0.15
40	2.424	2.4	0.15
50	3.03	2.4	0.15
60	3.636	2.4	0.15
70	4.242	2.4	0.15
80	4.848	2.4	0.15

ตารางที่ 3.5

ค่ากำหนดต่าง ๆ ในการจำลองโปรแกรม eQUEST 3.63

ชุดข้อมูล	รายละเอียด	
เปลือกอาคาร	อัตราการรั่วของอากาศ (CFM = 0.001) สมมติไม่มีการรั่วไหลของอากาศ	
	ไม่มีการระบายอากาศในตอนกลางวัน	
	หลังคา	กำหนดให้ไม่มีความร้อนผ่านเข้ามาทางหลังคา
	ผนัง	วัสดุตามตัวแปรต้น
		ค่าดูดซับความร้อน (abs.) 0.4
		ไม่มีการติดตั้งแผงกันแดดทั้งภายในและภายนอก
	พื้น	วัสดุคอนกรีต 10 เซนติเมตร
		ไม่มีการติดตั้งฉนวนกันความร้อน
		กำหนดให้ไม่มีความร้อนผ่านจากพื้นดินเข้ามา
ระบบปรับอากาศ	ชนิด	Split system single zone DX (ไม่มีระบบทำความร้อน)
	ขนาด	24,000 บีทียู
อุณหภูมิอากาศ	weather file	THA_Bangkok_IWEC

3) การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลได้ทำการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานปรับอากาศต่อตารางเมตรต่อปี และเก็บข้อมูลภาระการทำความเย็นรายชั่วโมง โดยในการเก็บข้อมูลในรายชั่วโมงนี้คัดเลือกมาเฉพาะในช่วงเดือนเมษายน เนื่องจากเป็นช่วงที่มีค่าการใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศสูงที่สุด และนำค่าภาระการทำความเย็นรายชั่วโมงของเดือนเมษายนมาเฉลี่ย เพื่ออธิบายลักษณะการใช้พลังงานตลอดทั้งคืนซึ่งส่งผลต่อค่าการใช้พลังงานปรับอากาศต่อปี โดยที่ค่าภาระการทำความเย็น**ในการวิจัยนี้มาจากค่าการใช้ไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศในรายชั่วโมง เฉลี่ยของเดือนเมษายน นำมาคูณค่า COP (Coefficient of performance) และแปลงหน่วยจากกิโลวัตต์ เป็นวัตต์ต่อตารางเมตร**

4) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ eQUEST 3.63 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการจำลองหาพลังงานจากการถ่ายเทความร้อน

3.4.3 การทดลองที่ 2 จำลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อศึกษาหาแนวทางการลดความร้อนสะสมภายในอาคาร

การทดลองที่ 2 ทำการคัดเลือกวัสดุจากการทดลองที่ 1 โดยเลือกวัสดุที่มีค่าการใช้พลังงานในการปรับอากาศสูงที่สุด และต่ำที่สุด เพื่อนำมาหาแนวทางการลดความร้อนสะสมภายในอาคาร

1) ตัวแปรที่ศึกษา

(1) ตัวแปรต้น คือ ชนิดของผนังโดยคัดเลือกมาจากการทดลองที่ 1
อัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังอาคาร (WWR)
สีของผนัง
การติดตั้งฉนวนกันความร้อน
การติดตั้งแผงกันแดด
ชนิดของกระจก

(2) ตัวแปรตาม คือ ค่าการใช้พลังงานในการปรับอากาศ

(3) ตัวแปรควบคุม คือ ลักษณะ รูปทรง ขนาดและวัสดุของหุ่นจำลอง
ขนาดเครื่องปรับอากาศและการตั้งค่าอุณหภูมิ
ค่าคุณสมบัติของอากาศ

2) การจำลอง

ลักษณะการจำลองได้มีการกำหนดขนาดและวัสดุของหุ่นจำลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 ตามตารางที่ 3.4 ในการทดลองนี้ได้มีการศึกษาแนวทางการลดความร้อน 4 แนวทางด้วยกัน ได้แก่ สีของผนัง ติดตั้งฉนวนกันความร้อน ติดตั้งแผงกันแดด เปลี่ยนชนิดกระจก เป็นต้น ซึ่งกำหนดค่าต่าง ๆ ตามตารางที่ 3.6 โดยในทุก ๆ วัสดุ และทุก ๆ แนวทางลดความร้อนสะสม จะจำลองที่ WWR ตั้งแต่ 0 - 80

เนื่องจากการติดตั้งแผงกันแดด รูปร่างและความสูงของช่องเปิดส่งผลต่อการถ่ายเทความร้อน จึงไม่สามารถกำหนดขนาดของช่องเปิดเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 ได้ ดังนั้นในการทดลองติดตั้งแผงกันแดดนี้จึงได้กำหนดความสูงของช่องเปิดที่ 1.2 เมตร ซึ่งเป็นขนาดมาตรฐานของกระจกที่ใช้ในอาคารที่พักอาศัยทั่วไป และค่อย ๆ เพิ่มความกว้างออกด้านข้างจนเต็มผนัง แล้วจึงเพิ่มความสูง ดังภาพที่ 3.7 และตารางที่ 3.4

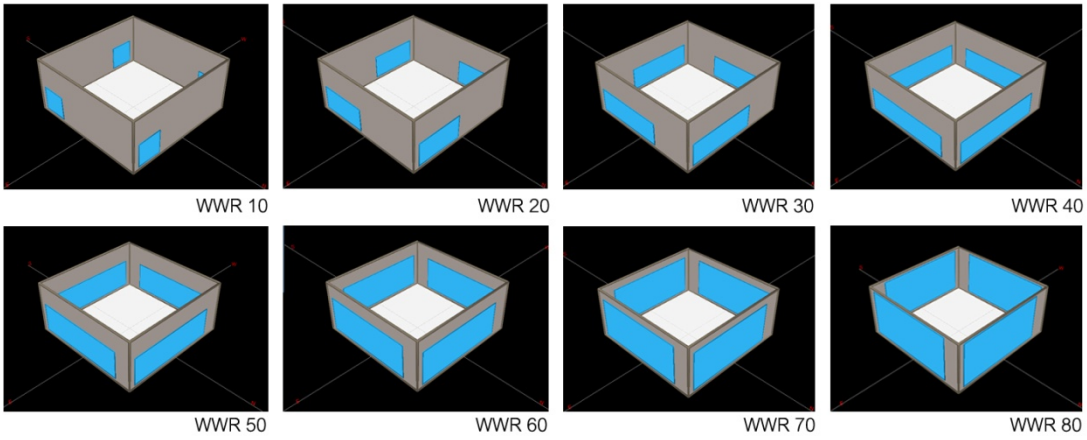
ตารางที่ 3.6

ตัวแปรต้นในการทดลองที่ 2

วัสดุ	สัดส่วนกระจก	แนวทางการลดความร้อน	
จากการทดลองที่ 1 เลือกวัสดุที่มีค่าการใช้พลังงานปรับอากาศสูงที่สุดและต่ำที่สุด	0 - 80	เปลี่ยนสีผนัง	สีขาว ค่าดูดซับความร้อน 0.18
		ติดตั้งฉนวนกันความร้อน	โพลียูลีเทน (polyurethane) ความหนา 1, 3 และ6 นิ้ว ติดตั้งไว้ภายใน
		ติดตั้งแผงกันแดด	บังแดดเฉพาะส่วนกระจก ระยะยื่น 1 เมตร และ 1.5 เมตร
		เปลี่ยนชนิดกระจก	กระจกสีเขียว
			กระจกสะท้อนแสง
			กระจกใส 2 ชั้น
			low-e 2 ชั้น

ภาพที่ 3.7

ขนาดของหุ่นจำลอง และขนาดช่องเปิด กรณีติดตั้งแผงกันแดด



ที่มา: James J. Hirsch & Associates, 2009

ตารางที่ 3.7

ขนาด และตำแหน่งช่องเปิด กรณีติดตั้งแผงกันแดด

WWR (%)	ความกว้างช่องเปิด (ม.)	ความสูงช่องเปิด (ม.)	ความสูงจากพื้น (ม.)
10	1.212	1.2	0.15
20	2.424	1.2	0.15
30	3.636	1.2	0.15
40	4.848	1.2	0.15
50	4.848	1.5	0.15
60	4.848	1.8	0.15
70	4.848	2.1	0.15
80	4.848	2.4	0.15

3) การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลได้ทำการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานปรับอากาศต่อตารางเมตรต่อปี และเก็บข้อมูลภาระการทำความเย็นรายชั่วโมง โดยในการเก็บข้อมูลในรายชั่วโมงนี้คัดเลือกมาเฉพาะในช่วงเดือนเมษายน เนื่องจากเป็นช่วงที่มีค่าการใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศสูงที่สุด และนำค่าภาระการทำความเย็นรายชั่วโมงของเดือนเมษายนมาเฉลี่ย เพื่ออธิบายลักษณะการใช้พลังงานตลอดทั้งคืนซึ่งส่งผลต่อค่าการใช้พลังงานปรับอากาศต่อปี โดยที่ค่าภาระการทำความเย็น**ในการวิจัยนี้มาจากค่าการใช้ไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศในรายชั่วโมง เฉลี่ยของเดือนเมษายน นำมาคูณค่า COP (Coefficient of performance) และแปลงหน่วยจากกิโลวัตต์เป็นวัตต์ต่อตารางเมตร**

4) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ eQUEST 3.63 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการจำลองหาพลังงานจากการถ่ายเทความร้อน

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 3 ช่วง ตามการทดลอง ดังนี้

3.4.1 การทดลองวัดจริง เพื่อทดสอบความร้อนสะสมในอาคาร เมื่อมีการปรับอากาศเฉพาะช่วงกลางคืน

1) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในห้องทดลอง และอุณหภูมิอากาศภายนอก

2) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ค่าการใช้พลังงานในการปรับอากาศ ระหว่างห้องทดลอง A และห้องทดลอง B

3.4.2 การทดลองที่ 1 จำลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อศึกษาอิทธิพลของวัสดุผนังแต่ละชนิดที่มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน และในแต่ละวัสดุมีอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังอาคาร (WWR) ที่แตกต่างกัน

1) วิเคราะห์ค่าการใช้พลังงานในการปรับอากาศต่อตารางเมตรต่อปี ของในแต่ละวัสดุเพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน และอธิบายผลด้วยค่าภาระการทำความเย็นรายชั่วโมง เฉลี่ยเดือนเมษายน

2) ทำการเลือกวัสดุที่มีการใช้พลังงานในการปรับอากาศสูงที่สุด และต่ำที่สุด เพื่อใช้เป็นตัวแทนในทดลองที่ 2 ต่อไป

3.4.3 การทดลองที่ 2 จำลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อศึกษาหาแนวทางการลดความร้อนสะสมภายในอาคาร

วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานในการปรับอากาศต่อตารางเมตรต่อปี ระหว่างกรณีที่มี และไม่มีวิธีการลดความร้อน (วัสดุที่ใช้ในการทดลองมาจากการทดลองที่ 1 เพื่อศึกษาว่าในแต่ละวิธีการลดความร้อนสะสมสามารถลดการใช้พลังงานหรือไม่