อิทธิพลของมวลสารผนังภายนอกที่มีต่อสภาวะน่าสบาย และภาระการปรับอากาศในการออกแบบอาคาร

นางสาว สรญา ประวิตรางกูร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา เทคโนโลยีอาคาร ภาควิชา สถาปัตยกรรมศาตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2543
ISBN 974-13-0208-8
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE IMPACT OF EXTERIOR WALL MASS ON THERMAL COMFORT AND COOLING LOAD IN BUILDING DESIGN

MISS SAURAYA PRAVITRANGKUL

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Architecture in Building Technology

Department of Architecture
Faculty of Architecture
Chulalongkorn University

Academic Year 2000
ISBN 974-13-0208-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์	อิทธิพลของมวลสารผนังภายนอกที่มีต่อสภาวะน่าสบายและภาระการปรับอากาศในการออกแบบอาคาร
โดย	นางสาว สรญา ประวิตรางกูร
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธนิต จินดาวณิค

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…….. คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. วีระ สัจกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…… ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สมสิทธิ์ นิตยะ)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธนิต จินดาวณิค)

……กรรมการ
(อาจารย์ ปิยนุช เตาลานนท์)

……กรรมการ
(อาจารย์ ดร. วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรญา ประวิตรางกูร : อิทธิพลของมวลสารผนังภายนอกที่มีต่อสภาวะน่าสบายและภาระการปรับอากาศในการออกแบบอาคาร. (THE IMPACT OF EXTERIOR WALL MASS ON THERMAL COMFORT AND COOLING LOAD IN BUILDING DESIGN) อ. ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธนิต จินดาวณิค, 307 หน้า. ISBN 974-13-0208-8.

งานวิทยานิพนธ์ชิ้นนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะศึกษาอิทธิพลของผนังมวลสารภายนอกที่มีต่อสภาวะน่าสบายและภาระการปรับอากาศ เพื่อหาแนวทางในการออกแบบผนังภายนอกที่มีปริมาณมวลสารและมีรูปแบบของอาคารที่มีความเหมาะสมกับสภาพการใช้งานทั้งในสภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ และสภาวะที่มีการปรับอากาศตามช่วงเวลาที่กำหนดไว้ ทำให้เกิดประโยชน์ทางด้านการประหยัดพลังงานในอาคาร

กระบวนการวิจัยจะเริ่มจากการกำหนดสภาพการใช้งานอาคารที่จะทำการทดสอบ โดยแบ่งออกเป็นสภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ ปรับอากาศตลอด 24 ชม. ปรับอากาศเวลากลางวัน (8.00-18.00น.) และปรับอากาศเวลากลางคืน (20.00-6.00 น.) แล้วจึงทำการจัดกลุ่มผนังมวลสารภายนอก ที่จะทำการทดลองโดยแยกประเภทตามคุณลักษณะของมวลสาร ที่ระดับค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนต่างๆ ได้ดังนี้ กลุ่ม 1 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน 3.979-3.989 W/m^2C ได้แก่ ผนังไม้เนื้อแข็งหนา 12 มม., ผนังอิฐ 7 ซม.กับปูนทรายข้างละ 8 มม. , ผนังคอนกรีตหนา 12.5 ซม. (เป็นผนังมวลสารน้อย ปานกลางและมากตามลำดับ) กลุ่ม 2 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน 0.953-0.959 W/m^2C ได้แก่ ผนังคอนกรีตมวลเบาหนา 7 ซมกับปูนขนาดกลางข้างละ 5 มม., ผนังคอนกรีตมวลเบาหนา 17 ซมกับปูนนน.เบาข้างละ 1 ซม., ผนังคอนกรีตมวลเบาหนา 27 ซม.กับปูนนน.เบาข้างละ 1 ซม. (เป็นผนังมวลสารน้อย , ปานกลางและมากตามลำดับ) ต่อจากนั้นจึงดำเนินการทดสอบโดยใช้การจำลองสภาพการทดลองด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม DOE 2.1 D. ซึ่งจะทำการเก็บวัดผลข้อมูลทางด้านอุณหภูมิภายในอาคารและค่าภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ และการนำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์และประเมินผลการใช้งานผนังมวลสารภายนอกกับอาคารรูปแบบต่างๆ ที่มีรูปร่างภายนอกของอาคารต่างกันแต่มีพื้นที่ใช้สอยของอาคารเท่ากัน

ผลการวิจัยพบว่า แบบผนังและรูปแบบอาคารที่มีจำนวนชั่วโมงของอุณหภูมิภายในอาคารอยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายมากที่สุดภายใต้สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ ได้แก่ ผนังมวลสารน้อยและรูปแบบอาคารที่มีลักษณะผังพื้นแบบแผ่คลี่-มีพื้นที่ผนังอาคารมาก ส่วนสภาพการใช้งานอาคารในสภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชม.และปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวันนั้นจะให้ผลการทดลองที่เหมือนกัน คือ แบบผนังที่มีผลรวมของค่าภาระการทำความเย็นน้อยที่สุดคือ ผนังมวลสารมาก โดยมีรูปแบบอาคารที่เหมาะสมที่สุดคือ อาคารที่มีพื้นที่ผนังน้อยที่สุด (คืออาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส) สำหรับในสภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะกลางคืน ผลการทดลองของแบบผนังและรูปแบบอาคารที่มีค่าภาระการทำความเย็นน้อยที่สุด ได้แก่ ผนังมวลสารน้อยและรูปแบบอาคารที่มีพื้นที่ผนังอาคารที่น้อยที่สุด ผลการทดลองของการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบผนังอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานได้

ภาควิชา สถาปัตยกรรม . ลายมือชื่อนิสิต .

สาขาวิชา เทคโนโลยีอาคาร . ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .

ปีการศึกษา 2543 . ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .

427 41677 25 : MAJOR BUILDING TECHNOLOGY

KEYWORD : EXTERIOR WALL MASS / THERMAL COMFORT / COOLING LOAD

SAURAYA PRAVITRANGKUL : THE IMPACT OF EXTERIOR WALL MASS ON THERMAL COMFORT AND COOLING LOAD IN BUILDING DESIGN. THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR THANIT CHINDAVANIG, 307 pp. ISBN 974-13-0208-8.

This research aims to study the impact of exterior wall mass on thermal comfort and cooling load. The results of this study should provide guidelines for designing exterior walls and characteristics of buildings suitable for both non-air conditioned time and air conditionied time in order to be effective in terms of energy saving. The research categorizes the circumstance of the buildings studied into non-air conditioned, 24-hours air-conditioned, daytime air conditioned (8.00-18.00), and nighttime air conditioned (20.00-6.00). The types of exterior wall used in this research are categorized by the characteristic of thermal mass with different heat transfer rate as follow ; 1. U-value =3.979-3.989 W/mc: This group includes 12 mm hard wood, 7 cm brick + 8 mm cement mortar, 12.5 cm concrete. (In order from light mass, medium mass, and high mass) 2. U-value =0.953- 0.959 W/mc includes 7.5 cm. lightweight concrete+5 mm.cement plaster, 17 cm. lightweight concrete+1 cm.cement plaster, 27 cm. lightweight concrete+1 cm.cement plaster. (In order from light mass, medium mass, and high mass)

The study is done by using the computer simulator program, DOE 2.1 D, which collect the data of inside-air temperature and cooling load of the air conditioning system. The simulated data will be analyzed in order to evaluate the efficiency of various types of wall mass and various types of building form with the same space area.

The research finds that;

For the building with no air conditioning, the type of wall that yields the longest period of comfort zone is low-mass wall. The form of building that yields the longest period of comfort zone is spread out planning with more area of exterior wall surface.

For the building with 24-hours air-conditioning and day-time-air-conditioning, the type of wall that yield the least cooling load for the air conditioning system is high-mass wall. The form of building that yields the best result is the planning with the least area of exterior wall. (In this case is square)

For the building with night-time air-conditioning, the type of wall that yields the least cooling load for the air conditioning system is low-mass wall. The form of building that yields the best result is the planning with the least area of exterior wall.

The results of this research can be used as guidelines in designing energy saving architecture.

Department Architecture . Student's signature……..

Field of study Building Technology . Advisor's signature …….

Academic year 2543 . Co-advisor's signature……

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ผศ. ธนิต จินดาวณิค อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ปิยนุช เตาลานนท์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ในการวิจัยมาด้วยดีตลอด

ขอขอบคุณ รศ. สมสิทธิ์ นิตยะ , อาจารย์ ดร. วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์ ที่มอบความรู้และให้คำปรึกษาต่างๆ และเจ้าหน้าที่ของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือด้านเอกสารต่างๆ และขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยสำหรับทุนอุดหนุนการทำวิทยานิพนธ์ของบัณฑิตวิทยาลัย

ขอขอบคุณ คุณพงพัฒน์ มั่งคั่ง กรมส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงาน สำหรับคำปรึกษาและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ และขอขอบคุณอย่างยิ่งสำหรับพี่พราว รอ. ปริมลาภ วสุวัต ที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือต่างๆ มาด้วยดี ตั้งแต่เริ่มต้นทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณรุ่นพี่ และเพื่อนร่วมรุ่นทุกๆ คนที่เป็นกำลังใจ ให้คำแนะนำและให้ความบันเทิงมาตลอดการวิจัย

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บิดา-มารดา และพี่ๆ ทุกคนในครอบครัว ที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้แก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง .....ญ

สารบัญแผนภูมิ..... ฏ

สารบัญรูปภาพ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น 3

1.5 สมมติฐานในการวิจัย 3

1.6 ระเบียบวิธีวิจัย 3

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 คุณสมบัติทางกายภาพความร้อนของวัสดุก่อสร้างอาคาร 7

2.1.1 ค่าการนำความร้อน 8

2.1.2 ความต้านทานความร้อน 8

2.1.3 คุณสมบัติของพื้นผิววัสดุที่เกี่ยวข้องกับการแผ่รังสี 8

2.1.4 ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่ผิวของวัสดุ 8

2.1.5 ความจุความร้อน 9

2.2 บทบาทของมวลสารกับการถ่ายเทความร้อน 9

2.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพทางความร้อนของมวลสาร 12

2.3.1 คุณสมบัติทางความร้อนของวัสดุ 13

2.3.2 การจัดวางตำแหน่งผนังมวลสารภายนอกอาคาร 13

2.3.3 อิทธิพลของผนังมวลสารและฉนวนกันความร้อน 14

2.4 สภาวะน่าสบาย 14

2.4.1 อัตราการเผาผลาญในร่างกาย 15

2.4.2 เสื้อผ้าที่สวมใส่ 16

2.4.3 อุณหภูมิอากาศ 16
2.4.4 อุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบ 17
2.4.5 ความชื้นสัมพัทธ์ 18
2.4.6 ความเร็วลม 18
2.5 การคำนวณค่าภาระการทำความเย็น 22
2.5.1 วิธี Transfer Function Method 22
2.5.2 วิธี CLTD/SCL/CLF 24
2.5.3 วิธี TETD/TA 26
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 28

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3.1 วิธีดำเนินการวิจัย 29
3.1.1 การศึกษาทฤษฎีและแนวความคิดที่เกี่ยวข้อง 29
3.1.2 การกำหนดสภาพการใช้งานในอาคารที่จะทำการทดลอง 30
3.1.3 การศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเตรียมการทดลอง 31
3.1.4 การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลในการสร้างแบบจำลอง 41
3.1.5 การดำเนินการทดสอบ 41
3.1.6 การนำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์และประเมินผล 41
3.1.7 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง 41
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 41
3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลจากการทดลองในสภาพจริง 41
3.2.2 คอมพิวเตอร์โปรแกรม DOE 2.1 D. 41

บทที่ 4 การทดลอง การวิเคราะห์และการอภิปรายผล
4.1 รายละเอียดลักษณะทางกายภาพของแบบจำลอง 48
4.1.1 ข้อมูลทั่วไปของแบบจำลอง 48
4.1.2 ลักษณะของแบบจำลอง 51
4.2 ผลการทดลอง 52
4.2.1 สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ 52
4.2.2 สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชม. 59
4.2.3 สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน 66
4.2.4 สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน 73
4.3 การวิเคราะห์และอภิปรายผล 80
4.3.1 สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ 80
4.3.2 สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชม. 82
4.3.3 สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน 84

4.3.4 สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน 86
4.4 สรุปผลการทดลอง 52

บทที่ 5 การนำผลการทดลองมาใช้ในการออกแบบอาคาร
5.1 รายละเอียดของแบบจำลองที่จะทำการประเมินผล 91
5.1.1 ข้อมูลทั่วไปของแบบจำลอง 91
5.1.2 รายละเอียดของรูปร่างอาคารแบบต่างๆ ที่จะทำการทดสอบ 95
5.2 ผลการทดสอบผนังมวลสารกับรูปร่างอาคาร..... 98
5.2.1 สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ 98
5.2.2 สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชม. 99
5.2.3 สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน 100
5.2.4 สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน 101
5.3 แนวทางการพิจารณาและวิเคราะห์ผลการทดลอง 102
5.3.1 ลักษณะทางกายภาพของรูปร่างอาคารที่จะทำการทดสอบ 102
5.3.2 การหาสัดส่วนปริมาณการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทิศต่างๆ 104
5.4 การวิเคราะห์และอภิปรายผล 107
5.4.1 สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ 107
5.4.2 สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชม. 111
5.4.3 สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน 113
5.4.4 สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน 115
5.5 สรุปผลการทดลอง 117

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ
6.1 สรุปผลการวิจัย 120
6.2 ข้อเสนอแนะ 130

รายการอ้างอิง 131
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก. ข้อมูลคุณสมบัติด้านต่างๆ ของวัสดุ 132
ภาคผนวก ข. การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของการจำลองสภาพการทดลอง 138
ภาคผนวก ค. Input data 142
ภาคผนวก ง. Output data 214
ภาคผนวก จ. คำอธิบายศัพท์ที่เกี่ยวข้อง 304
ประวัติผู้เขียน 307

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดง Metabolic Rate ในกิจกรรมต่างๆ 15
ตารางที่ 2.2 แสดงค่า Clo ของเครื่องแต่งกายแบบต่างๆ 16
ตารางที่ 2.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและผลที่อาจเกิดขึ้นทางด้านความรู้สึก 19
ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดคุณสมบัติวัสดุของผนัง A-1 32
ตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียดคุณสมบัติวัสดุของผนัง B-1 33
ตารางที่ 3.3 แสดงรายละเอียดคุณสมบัติวัสดุของผนัง C-1 34
ตารางที่ 3.4 แสดงรายละเอียดคุณสมบัติวัสดุของผนัง A-2 35
ตารางที่ 3.5 แสดงรายละเอียดคุณสมบัติวัสดุของผนัง B-2 36
ตารางที่ 3.6 แสดงรายละเอียดคุณสมบัติวัสดุของผนัง C-2 37
ตารางที่ 3.7 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติด้านต่างๆ ของผนังที่จะทำการทดลอง 38
ตารางที่ 3.8 แสดงการกำหนดตัวแปรในการวิจัย 39
ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลทั่วไปของแบบจำลอง 48
ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลของผลการทดลองในสภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ 52
ตารางที่ 4.3 แสดงข้อมูลของผลการทดลองในสภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชม. 59
ตารางที่ 4.4 แสดงข้อมูลของผลการทดลองในสภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน 66
ตารางที่ 4.5 แสดงข้อมูลของผลการทดลองในสภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน 73
ตารางที่ 4.6 แสดงสรุปผลการทดลองของผนังมวลสารในสภาวะต่างๆ 88
ตารางที่ 5.1 แสดงข้อมูลทั่วไปของแบบจำลอง 91
ตารางที่ 5.2 แสดงรายละเอียดของรูปร่างอาคารแบบต่างๆ ที่จะทำการทดสอบ 95
ตารางที่ 5.3 แสดงข้อมูลผลการทดสอบผนัง A-1 กับรูปร่างอาคารแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ..... 98
ตารางที่ 5.4 แสดงข้อมูลผลการทดสอบผนัง C-2 กับรูปร่างอาคารแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชม. 99
ตารางที่ 5.5 แสดงข้อมูลผลการทดสอบผนัง C-2 กับรูปร่างอาคารแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน 100
ตารางที่ 5.6 แสดงข้อมูลผลการทดสอบผนัง A-2 กับรูปร่างอาคารแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน 101
ตารางที่ 5.7 แสดงสัดส่วนพื้นที่ของผนังทิศต่างๆ โดยคำนึงถึงการบังเงาที่เกิดจากรูปร่างอาคาร 102
ตารางที่ 5.8 แสดงสัดส่วนพื้นที่ของผนังทิศต่างๆ โดยไม่คำนึงถึงการบังเงาที่เกิดจากรูปร่างอาคาร 104
ตารางที่ 5.9 แสดงสัดส่วนปริมาณการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทิศต่างๆ ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชม. 105

ตารางที่ 5.10 แสดงสัดส่วนปริมาณการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทิศต่างๆ ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน 106
ตารางที่ 5.11 แสดงสัดส่วนปริมาณการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทิศต่างๆ ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน 106
ตารางที่ 5.12 แสดงการเปรียบเทียบผลต่างของจำนวนชั่วโมงที่มีค่าอุณหภูมิภายในอาคารอยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายของอาคารรูปแบบต่างๆ กับอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 108
ตารางที่ 5.13 แสดงการเปรียบเทียบผลรวมตลอดทั้งปีของภาระการทำความเย็นของอาคารรูปแบบต่างๆ กับอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ในสภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชม. 111
ตารางที่ 5.14 แสดงการเปรียบเทียบพื้นที่ผนังอาคารของอาคารรูปแบบต่างๆกับอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 108
ตารางที่ 5.15 แสดงการเปรียบเทียบผลรวมตลอดทั้งปีของภาระการทำความเย็นของอาคารรูปแบบต่างๆ กับอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ในสภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะกลางวัน 114
ตารางที่ 5.16 แสดงการเปรียบเทียบผลรวมตลอดทั้งปีของภาระการทำความเย็นของอาคารรูปแบบต่างๆ กับอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ในสภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะกลางคืน 116
ตารางที่ 5.17 แสดงการเปรียบเทียบผลต่างของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารที่มีรูปร่างเหมือนกันแต่ทิศทางการวางแนวอาคารต่างกัน ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศในช่วงต่างๆ..... 119
ตารางที่ 6.1 แสดงการเปรียบเทียบผลการทดสอบของผนัง A-1 และ C-1 กับรูปร่างอาคารแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ 121
ตารางที่ 6.2 แสดงการเปรียบเทียบผลการทดสอบของผนัง A-2 และ C-2 กับรูปร่างอาคารแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชม. 123
ตารางที่ 6.3 แสดงการเปรียบเทียบผลการทดสอบของผนัง A-2 และ C-2 กับรูปร่างอาคารแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน 125
ตารางที่ 6.4 แสดงการเปรียบเทียบผลการทดสอบของผนัง A-2 และ C-2 กับรูปร่างอาคารแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน 127
ตารางที่ 6.5 แสดงสรุปผลการทดลองทั้งหมด 129

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนชั่วโมงที่มีค่าของอุณหภูมิอากาศภายในอาคารอยู่ในช่วงเขตสภาวะน่าสบาย ของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 80
แผนภูมิที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิภายในอาคารสูงสุด, ต่ำสุด และอุณหภูมิภายในเฉลี่ยของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ภายใต้สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ..... 81
แผนภูมิที่ 4.3 แสดงผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคารของแบบจำลองผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชม.... 82
แผนภูมิที่ 4.4 แสดงค่าภาระการทำความเย็นเฉลี่ยและภาระการทำความเย็นสูงสุดที่เกิดขึ้นของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชม..... 83
แผนภูมิที่ 4.5 แสดงผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคารของแบบผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศช่วง 8.00-18.00 น... 84
แผนภูมิที่ 4.6 แสดงค่าภาระการทำความเย็นเฉลี่ยตลอดทั้งปีของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศช่วง 8.00-18.00 น. 85
แผนภูมิที่ 4.7 แสดงผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคารของแบบผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศช่วง 20.00-6.00 น... 86
แผนภูมิที่ 4.8 แสดงค่าภาระการทำความเย็นเฉลี่ยตลอดทั้งปีของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศช่วง 20.00-6.00 น. 86
แผนภูมิที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบผลการทดลองภายใต้สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศของอาคารรูปแบบต่างๆ 107
แผนภูมิที่ 5.2 แสดงการเปรียบเทียบผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคารของอาคารรูปแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชม. 111
แผนภูมิที่ 5.3 แสดงการเปรียบเทียบผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคารของอาคารรูปแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศช่วง 8.00-18.00 น. 113
แผนภูมิที่ 5.4 แสดงการเปรียบเทียบผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคารของอาคารรูปแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศช่วง 20.00-6.00 น. 115

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและการถ่ายเทความร้อนของเปลือกอาคารในช่วงเวลาต่างๆ ของวัน 10

ภาพที่ 2.2 แสดงการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังมวลสารน้อยและผนังมวลสารมาก 11

ภาพที่ 2.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงของภาระการปรับอากาศของผนังมวลสารน้อยและมวลสารมากในช่วง 1 วัน 12

ภาพที่ 2.4 แสดงช่วงของสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิใน Psychometric Chart 20

ภาพที่ 2.5 แสดงช่วงของสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิในฤดูหนาวและฤดูร้อน 20

ภาพที่ 2.6 แสดงความสัมพันธ์และสัดส่วนการสูญเสียความร้อนของร่างกาย 21

ภาพที่ 2.7 แสดงขั้นตอนการคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธี TFM 23

ภาพที่ 2.8 แสดงขั้นตอนการคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธี CLTD/SCL/CLF..... 25

ภาพที่ 2.9 แสดงขั้นตอนการคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธี TETD/TA 27

ภาพที่ 3.1 แสดงรูปตัดของผนัง A-1 32

ภาพที่ 3.2 แสดงรูปตัดของผนัง B-1 33

ภาพที่ 3.3 แสดงรูปตัดของผนัง C-1 34

ภาพที่ 3.4 แสดงรูปตัดของผนัง A-2 35

ภาพที่ 3.5 แสดงรูปตัดของผนัง B-2 36

ภาพที่ 3.6 แสดงรูปตัดของผนัง C-2 37

ภาพที่ 3.7 แสดงรายละเอียดของหน่วยการทดลอง 40

ภาพที่ 4.1 แสดงลักษณะของแบบจำลอง 51

ภาพที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารกับอุณภูมิอากาศภายในอาคารของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Jan,15) 53

ภาพที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารกับอุณภูมิอากาศภายในอาคารของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Feb,15) 53

ภาพที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารกับอุณภูมิอากาศภายในอาคารของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Mar,15) 54

ภาพที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารกับอุณภูมิอากาศภายในอาคารของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Apr,15) 54

ภาพที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารกับอุณภูมิอากาศภายในอาคารของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (May,15) 55

ภาพที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารกับอุณภูมิอากาศภายในอาคารของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Jun,15) 55

ภาพที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารกับอุณภูมิอากาศภายในอาคาร ของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Jul,15) 56
ภาพที่ 4.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารกับอุณภูมิอากาศภายในอาคาร ของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Aug,15) 56
ภาพที่ 4.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารกับอุณภูมิอากาศภายในอาคาร ของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Sep,15) 57
ภาพที่ 4.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารกับอุณภูมิอากาศภายในอาคาร ของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Oct,15) 57
ภาพที่ 4.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารกับอุณภูมิอากาศภายในอาคาร ของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Nov,15) 58
ภาพที่ 4.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารกับอุณภูมิอากาศภายในอาคาร ของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Dec,15) 58
ภาพที่ 4.14 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Jan,15) 60
ภาพที่ 4.15 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Feb,15) 60
ภาพที่ 4.16 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Mar,15) 61
ภาพที่ 4.17 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Apr,15) 61
ภาพที่ 4.18 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (May,15) 62
ภาพที่ 4.19 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Jun,15) 62
ภาพที่ 4.20 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Jul,15) 63
ภาพที่ 4.21 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Aug,15) 63
ภาพที่ 4.22 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Sep,15) 64
ภาพที่ 4.23 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Oct,15) 64
ภาพที่ 4.24 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Nov,15) 65

ภาพที่ 4.25 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Dec,15) 65
ภาพที่ 4.26 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Jan,15) 67
ภาพที่ 4.27 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Feb,15) 67
ภาพที่ 4.28 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Mar,15) 68
ภาพที่ 4.29 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Apr,15) 68
ภาพที่ 4.30 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (May,15) 69
ภาพที่ 4.31 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Jun,15) 69
ภาพที่ 4.32 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Jul,15) 70
ภาพที่ 4.33 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Aug,15) 70
ภาพที่ 4.34 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Sep,15) 71
ภาพที่ 4.35 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Oct,15) 71
ภาพที่ 4.36 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Nov,15) 72
ภาพที่ 4.37 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Dec,15) 72
ภาพที่ 4.38 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Jan,15) 74
ภาพที่ 4.39 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Feb,15) 74
ภาพที่ 4.40 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Mar,15) 75
ภาพที่ 4.41 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Apr,15) 75

ภาพที่ 4.42 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (May,15) 76
ภาพที่ 4.43 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Jun,15) 76
ภาพที่ 4.44 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Jul,15) 77
ภาพที่ 4.45 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Aug,15) 77
ภาพที่ 4.46 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Sep,15) 78
ภาพที่ 4.47 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Oct,15) 78
ภาพที่ 4.48 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Nov,15) 79
ภาพที่ 4.49 แสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมงของผนัง A-1,B-1,C-1,A-2,B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Dec,15) 79
ภาพที่ 5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายนอกกับอุณภูมิภายในอาคารของอาคารรูปแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Jun,15) 109
ภาพที่ 5.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายนอกกับอุณภูมิภายในอาคารของอาคารรูปแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Aug,15) 110

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นคือ อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 5-21° เหนือ กับเส้นแวง ที่ 90-106° ตะวันออก ซึ่งจัดว่าอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร มีอาณาเขตติดกับมหาสมุทรถึง 2 ด้าน ทำให้มีอุณหภูมิและความชื้นเฉลี่ยตลอดทั้งปีอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างสูง และอยู่นอกเขตภาวะน่าสบาย ที่กำหนดโดย American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) ปัจจัยสำคัญอันหนึ่งที่จะช่วยให้เกิดภาวะน่าสบายในอาคาร คือ การป้องกันหรือการลดปริมาณความร้อน (heat transmission) ที่ถ่ายเทผ่านเปลือกอาคารเข้ามาสู่ภายในอาคาร ทั้งในอาคารที่มีการปรับอากาศและอาคารที่ไม่ปรับอากาศ เพื่อให้เกิดสภาวะน่าสบายดังกล่าว ซึ่งในอาคารที่มีการปรับอากาศนั้น จำเป็นต้องใช้พลังงานไฟฟ้าในการเดินเครื่องปรับอากาศ ซึ่งจากการสำรวจการใช้พลังงานในอาคารขนาดใหญ่โดยกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ในปี 2536 พบว่า การใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารพาณิชย์เพื่อการปรับอากาศมีค่าอยู่ระหว่าง 50-60% ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในอาคาร คาดว่าแนวโน้มความต้องการใช้พลังงานในอาคารขนาดใหญ่จะสูงขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะในระบบปรับอากาศ ดังนั้นจึงเป็นเรื่องที่จำเป็นเร่งด่วนในฐานะสถาปนิกผู้ออกแบบอาคารที่มีส่วนร่วมรับผิดชอบโดยตรง ในการหามาตรการที่จะส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร

การออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานนั้น สามารถทำได้หลายวิธี เช่น เทคนิคการวางตำแหน่งทิศทางอาคาร การเลือกรูปแบบของตัวอาคารเพื่อลดพื้นที่ของผนัง การปรุงแต่งสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคาร (microclimate) ให้เอื้อประโยชน์ต่อการประหยัดพลังงาน รวมถึงการลดปริมาณการถ่ายเทความร้อนผ่านเปลือกอาคาร โดยการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม ในกฎหมายอนุรักษ์พลังงานได้กำหนดค่าปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารโดยการถ่ายเทผ่านผนังภายนอก เป็นค่าการถ่ายเทความร้อนรวมที่เข้าสู่อาคาร (Overall Thermal Transfer Value หรือ OTTV) เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการออกแบบอาคาร โดยมีเนื้อหาครอบคลุมถึงการถ่ายเทความร้อนผ่านส่วนประกอบของอาคาร อันได้แก่ การนำความร้อนผ่านผนังทึบ , การนำความร้อนผ่านผนังโปร่งแสง และการแผ่รังสีผ่านผนังโปร่งแสง สำหรับการลดการถ่ายเทความร้อนในส่วนของผนังทึบ สามารถทำได้โดยการออกแบบอาคารให้ได้รับอิทธิพลความร้อนจากดวงอาทิตย์ให้น้อยที่สุด โดยการยื่นชายคาหรือทำที่กันแดด รวมถึงการออกแบบผนังภายนอกอาคารโดยการเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสม ในการหน่วงเหนี่ยวและสกัดกั้นการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร

วัสดุที่นำมาใช้เป็นผนังภายนอกอาคารในปัจจุบันนั้นมีอยู่หลายประเภท ในแต่ละประเภทจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งจะส่งผลต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคาร โดย

ปกติวัสดุที่เป็นฉนวน มักจะมีน้ำหนักเบาและมีมวลสารน้อย มีความสามารถในการกักเก็บปริมาณความร้อนได้น้อย แต่มีคุณสมบัติในการสกัดกั้นความร้อน ทำให้การถ่ายเทความร้อนเป็นไปในอัตราที่ช้า ในทางตรงกันข้าม วัสดุที่มีมวลสารมาก จะมีความสามารถในการกักเก็บปริมาณความร้อนไว้ได้มาก เมื่อปริมาณความร้อนที่กักเก็บไว้มีมากขึ้น ก็จะส่งผ่านตัวกลางไปเรื่อยๆ ด้วยเหตุนี้ ความร้อนที่สะสมไว้จึงค่อยๆ เคลื่อนตัวผ่านเข้าสู่อาคารในเวลาถัดไป ทำให้ต้องใช้เวลานานกว่าที่จะเดินทางเข้าสู่ภายในอาคาร อิทธิพลนี้เรียกว่าการหน่วงเหนี่ยวเวลา (time lag effect) คุณสมบัติของวัสดุมวลสารในการชลอความร้อนที่เข้าสู่อาคารนั้นก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยเลื่อนเวลา ที่เกิดค่าอุณหภูมิสูงสุดภายในอาคารออกไป จากเวลาที่เกิดค่าอุณหภูมิสูงสุดภายนอก และยังเป็นการช่วยลดค่าของอุณหภูมิสูงสุดที่อาจเกิดขึ้นภายในอาคารได้อีกด้วย และถ้าหากในช่วงเวลาถัดมาที่อุณหภูมิของอากาศภายนอกเย็นลงกว่าค่าอุณหภูมิของผนังแล้ว ความร้อนที่กักเก็บอยู่ในผนังนั้นก็จะเกิดการถ่ายเทจากผนังออกสู่อากาศภายนอกด้วย ในกรณีนี้จะเห็นว่า (Kwang-Woo Kim, 1984) ความร้อนที่สะสมอยู่ในผนังนั้นส่วนหนึ่งจะเคลื่อนตัวเข้าสู่อาคาร และอีกส่วนหนึ่งจะเคลื่อนตัวออกจากผนังสู่อากาศภายนอก ซึ่งถ้าหากผนังมีมวลสารมากและมีการหน่วงเหนี่ยวเวลานาน โอกาสที่ความร้อนสะสมอยู่ในผนังจะสูญเสียให้กับอากาศภายนอกก็มีมาก

ประโยชน์ที่เกิดขึ้นอันเนื่องจากอิทธิพลของมวลสารของผนังภายนอกอาคาร ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จึงเป็นเรื่องที่น่าศึกษาทำความเข้าใจ เพื่อที่จะนำผลการวิจัยที่ได้มาใช้ให้เข้ากับสภาพการใช้งานต่างๆ ที่กำหนดไว้ ทั้งในอาคารที่มีการปรับอากาศ และอาคารที่ไม่ปรับอากาศ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในด้านการอนุรักษ์พลังงาน

1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1. เพื่อศึกษาตัวแปรต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังภายนอกอาคาร ที่มีปริมาณมวลสารต่างกัน

2. เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบสภาวะน่าสบาย และภาระการปรับอากาศที่เกิดจากปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังภายนอกของอาคารที่มีปริมาณมวลสารต่างกัน

3. เพื่อหาแนวทางในการออกแบบผนังภายนอกอาคารโดยใช้ปริมาณมวลสารจากผลการทดลองกับรูปร่างอาคารที่เหมาะสม ในสภาพการใช้งานต่างๆ ในภูมิอากาศแบบร้อนชื้น

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาเฉพาะตัวแปรของคุณสมบัติของวัสดุที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร ที่เกี่ยวข้องมวลสารของผนังภายนอก อันได้แก่ ความจุความร้อน (heat capacity) , การนำความร้อน (thermal conductivity) และการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (time lag) ส่วนตัวแปรอื่นๆ ที่มีอิทธิพลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารที่ไม่ได้ทำการศึกษา ได้แก่ การดูดกลืนรังสีของพื้นผิววัสดุ (surface

absorptivity) , การสะท้อนรังสีของพื้นผิววัสดุ (surface reflectivity) , การคายรังสีของพื้นผิววัสดุ (surface emissivity) และค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่พื้นผิวของวัสดุ (surface convection coefficient)

2. ศึกษาเฉพาะวัสดุผนังภายนอกอาคารที่เป็นวัสดุทึบแสง (opaque materials) เท่านั้น ส่วนวัสดุที่มีลักษณะโปร่งใสหรือโปร่งแสง (transparent or translucent materials) จะไม่ทำการศึกษา

3. ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสภาวะน่าสบาย ที่จะทำการศึกษาและเก็บวัดผลข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ อุณหภูมิอากาศภายในอาคาร ส่วนตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับสภาวะน่าสบายแต่ไม่ได้ทำการศึกษา ครอบคลุมถึงคือ ความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) , อุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบ (mean radiant temperature) และความเร็วลม (wind speed) และตัวแปรทางด้านบุคคล ได้แก่ อัตราการเผาผลาญอาหาร (metabolic rate) และเสื้อผ้าที่สวมใส่ (clo-value) จะเป็นตัวแปรควบคุมของการทดลองซึ่งจะไม่นำมาศึกษาในที่นี้

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น

การวิจัยครั้งนี้ ใช้ข้อมูลอากาศของกรุงเทพมหานครเป็นตัวแทนของสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นในประเทศไทยที่จะทำการศึกษา ซึ่งจะทำการทดสอบและประเมินผลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (computer simulation) ในการจำลองสภาพการใช้งานอาคารและหน่วยการทดลองด้วยโปรแกรม DOE 2.1 D (ดูรายละเอียดเบื้องต้นของโปรแกรมในบทที่ 3)

กรุงเทพมหานครอยู่ในเขตสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ตั้งอยู่ที่ละติจูด 13° 14 N และลองติจูด 100° 34 E อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 12 เมตร มีข้อมูลโดยทั่วไปของสภาพภูมิอากาศ ดังนี้ (ข้อมูลเก็บบันทึกในช่วงปี 1981 – 1998)

ข้อมูล	มค.	กพ.	มีค.	เมษ.	พค.	มิย.	กค.	สค.	กย.	ตค.	พย.	ธค.	รายปี
อุณหภูมิเฉลี่ย													
สูงสุดรายวัน	31.7	32.6	33.7	34.7	34.2	33.1	32.3	31.8	31.6	31.3	31.6	31.0	32.5
เฉลี่ยรายเดือน	27.0	28.1	29.6	30.7	30.4	29.7	29.2	28.7	28.2	28.0	27.8	26.8	28.7
ต่ำสุดรายวัน	23.1	24.5	26.5	27.6	27.4	27.0	26.7	26.3	25.7	25.3	24.3	22.9	25.6
ต่ำสุด-สูงสุด													
สูงสุด	36.0	36.6	37.4	38.2	38.1	37.1	37.1	36.0	35.0	35.7	35.3	36.3	38.2
ต่ำสุด	14.7	16.8	20.2	22.7	22.3	23.1	23.2	22.6	23.0	19.0	18.2	15.9	14.7
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)													
เฉลี่ยรายเดือน	69.2	72.1	72.4	71.7	74.3	74.1	74.8	76.0	79.7	79.1	71.6	67.6	73.5
ลม													
ความเร็วเฉลี่ย (m/s)	1.3	2.2	2.6	2.2	1.8	2.1	1.9	1.9	1.2	1.1	1.3	1.3	1.7
ทิศทาง	NE	S	S	S	S	SW	SW	SW	SW	NE	NE	NE	S,SW
ฝน (มม.)													
เฉลี่ยต่อเดือนทั้งหมด	5.8	16.1	28.7	74.9	221	154	176	250	397	305	64.0	3.3	1697.2

1.5 สมมติฐานในการวิจัย

วัสดุผนังภายนอกอาคารที่มีปริมาณมวลสารต่างกัน จะมีความสามารถในการกักเก็บความร้อน (heat capacity) ต่างกัน และใช้ระยะเวลาในการส่งผ่านความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในแตกต่างกัน และถึงแม้ว่าวัสดุผนังนั้นๆ จะมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่ใกล้เคียงกันก็ตาม แต่ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังเข้ามาในอาคารตามช่วงเวลาต่างๆ จะไม่เท่ากัน ซึ่งจะส่งผลต่อสภาวะน่าสบายและภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศที่เกิดขึ้น ในการออกแบบรูปร่างของผนังภายนอกอาคารแบบต่างๆ ให้แตกต่างกันด้วย

1.6 ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยโดยใช้การจำลองสภาพการทดลองด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม DOE 2.1 D เป็นเครื่องมือในการวิจัย โดยมีขั้นตอนการศึกษา ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร ที่เกิดจากอิทธิพลของมวลสารผนังภายนอกต่อสภาวะน่าสบาย และภาระการทำความเย็นในระบบปรับอากาศ
2. กำหนดสภาพการใช้งานในอาคารเพื่อทำการทดสอบ โดยแบ่งออกเป็น
   - 2.1 สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ
   - 2.2 สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง
   - 2.3 สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะในช่วงเวลากลางวัน (8.00-18.00 น.)
   - 2.4 สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะในช่วงเวลากลางคืน (20.00 - 6.00 น.)
3. ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อทำการเตรียมการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 วิเคราะห์และจัดกลุ่มวัสดุผนังภายนอกที่จะทำการทดลอง โดยแยกประเภทตามกลุ่มจากคุณลักษณะเฉพาะตัวของมวลสาร ที่ระดับค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U-Value) ต่างๆ โดยจัดแบ่งประเภทตามน้ำหนักของมวลสารผนังออกได้เป็น 3 ประเภท ตามข้อกำหนดของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ดังนี้

- ผนังมวลสารน้อย (low thermal mass)
  คือ ผนังที่มีน้ำหนัก 0 - 125 กิโลกรัมต่อตารางเมตร
- มวลสารปานกลาง (medium thermal mass)
  คือ ผนังที่มีน้ำหนัก 126 - 195 กิโลกรัมต่อตารางเมตร
- มวลสารมาก (high thermal mass)
  คือ ผนังที่มีน้ำหนักเกินกว่า 195 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

3.2 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำการออกแบบการทดลองตามสภาพการใช้งานที่กำหนดไว้ โดยเริ่มจากการกำหนดตัวแปรในการวิจัย , การกำหนดประเภทของข้อมูลที่ต้องการใช้ในการวิจัยเพื่อทำการเก็บวัดผล ตลอดจนการออกแบบหน่วยการทดลองที่จะใช้ในการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. ทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลในการสร้างแบบจำลอง และการทำนายผลการทดลอง โดยการเปรียบเทียบผลการจำลองสภาพการทดลองด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม DOE 2.1 D. กับผลการทดลองในสภาพจริง

5. ดำเนินการทดสอบ โดยใช้การจำลองสภาพการทดลองด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม DOE 2.1 D ซึ่งจะทำการเก็บวัดผลข้อมูลทางด้านอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร และปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังทดสอบด้านต่างๆ รวมถึงค่าภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศตามสภาพการใช้งานที่กำหนด

6. นำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ และประเมินผลการใช้งานของผนังมวลสารภายนอกกับอาคารรูปแบบต่างๆ ที่มีรูปร่างภายนอกของอาคารต่างกันแต่มีพื้นที่ใช้สอยของอาคารเท่ากัน โดยจะใช้การจำลองสภาพการทดลองด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม DOE 2.1 D

7. สรุปผลการทดสอบ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบผนังมวลสารภายนอกกับรูปแบบของอาคารที่มีความเหมาะกับสภาพการใช้งานอาคาร ทั้งในสภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศและสภาวะที่มีการปรับอากาศตามช่วงเวลาต่างๆ ที่กำหนดไว้

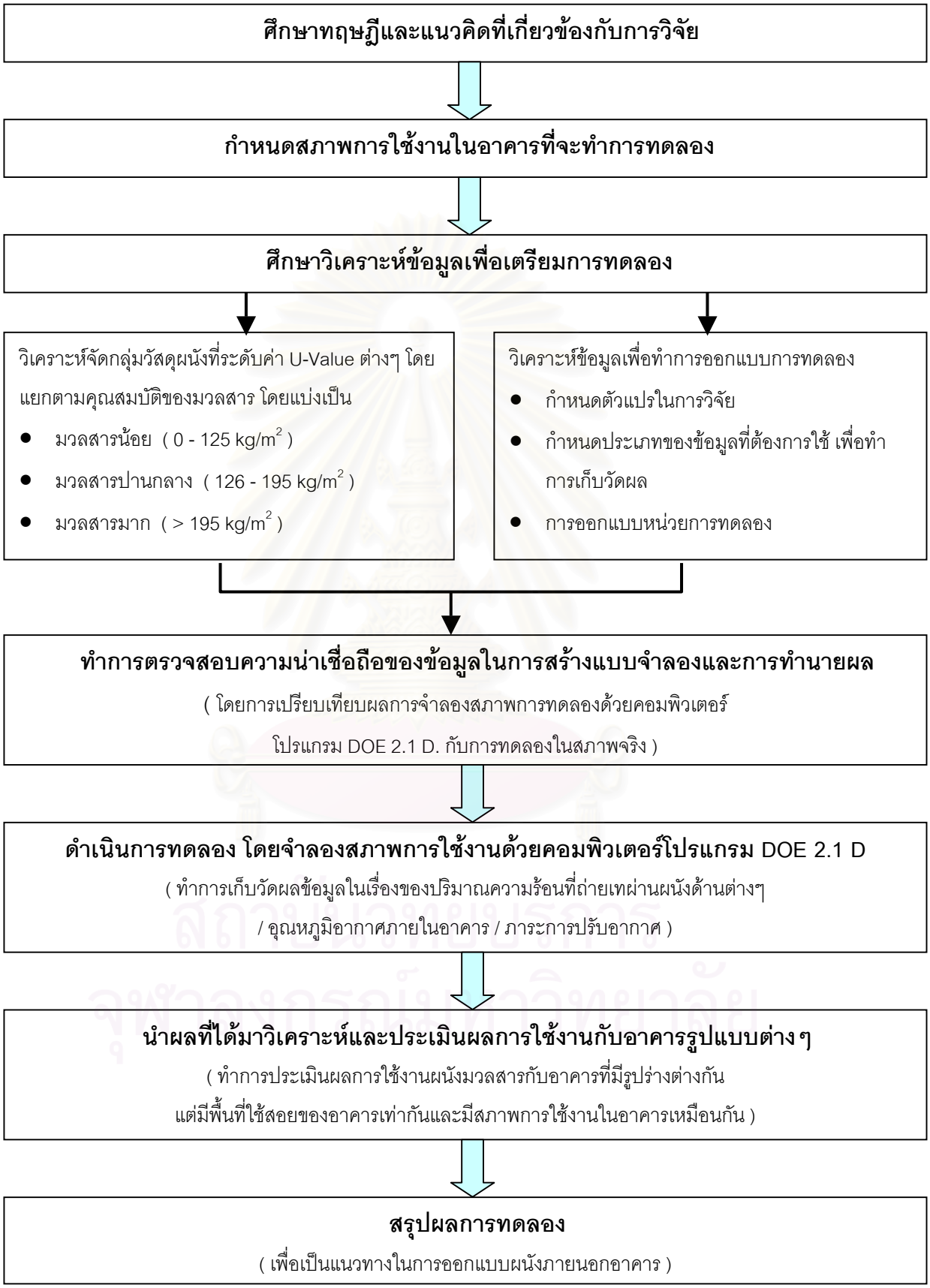
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางในการออกแบบผนังภายนอกอาคารกับรูปแบบของอาคารให้มีความเหมาะสมกับสภาพการใช้งานตามสภาวะต่างๆ ในแง่ของการลดปริมาณการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารและลดภาระการปรับอากาศ โดยใช้ประโยชน์จากอิทธิพลของมวลสารของผนังภายนอก

2. นำผลการวิจัยที่ได้ไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการออกแบบผนังภายนอกอาคาร ที่ใช้ประโยชน์จากอิทธิพลของมวลสาร ในสภาพภูมิอากาศที่ใกล้เคียงกับกรุงเทพฯได้ ตามสภาพการใช้งานที่กำหนดไว้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระเบียบวิธีวิจัย



บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากงานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาในเรื่องอิทธิพลของมวลสารผนังภายนอกที่มีผลต่อสภาวะน่าสบายและภาระการปรับอากาศในการออกแบบอาคาร จึงได้ทำการศึกษาค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวกับกระบวนการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร ตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนที่เกิดจากมวลสารผนังภายนอก เช่น คุณสมบัติของวัสดุทางด้านการนำความร้อน ความต้านทานความร้อน ค่าความจุความร้อน บทบาทของมวลสารกับการถ่ายเทความร้อน รวมถึงการศึกษาในเรื่องสภาวะน่าสบายและการคำนวณภาระการทำความเย็นในระบบปรับอากาศ และในตอนท้ายของบทได้นำเสนอตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 **คุณสมบัติทางกายภาพความร้อนของวัสดุก่อสร้างอาคาร** (thermophysical properties of building materials)

กระบวนการถ่ายเทความร้อนเข้าหรือออกจากอาคาร สามารถเกิดขึ้นได้ 4 วิธีคือ การนำความร้อน (conduction) , การพาความร้อน (convection) , การแผ่รังสีความร้อน (radiation) และการระเหยกลายเป็นไอ หรือ การควบแน่น (evaporation or condensation)

- การนำความร้อน เป็นการถ่ายเทความร้อนภายในวัตถุหนึ่ง ๆ หรือระหว่างวัตถุ 2 ชิ้นที่สัมผัสกัน ความร้อนจะถ่ายเทผ่านวัสดุจากโมเลกุลที่ร้อนกว่าไปยังโมเลกุลที่เย็นกว่า ในอนุภาคที่ติดกัน
- การพาความร้อน เป็นกระบวนการถ่ายเทพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของมวลของของไหล เช่น อากาศ ก๊าซต่าง ๆ หรือน้ำ โดยมีทิศทางของการถ่ายเทความร้อนจากที่ร้อนสู่ที่ที่เย็นกว่า เนื่องจากโมเลกุลที่ร้อนและเบากว่าจะลอยตัวขึ้น ส่วนโมเลกุลที่เย็นและหนักกว่าจะตกลงข้างล่าง
- การแผ่รังสีความร้อน เป็นการถ่ายเทพลังงานทะลุผ่านช่องว่างใดๆ ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จากพื้นผิวของวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าทะลุผ่านไปยังพื้นผิวของวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า เป็นลักษณะของการกระจายรังสีในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกจากพื้นผิวของวัตถุในทุกทิศทุกทาง
- การระเหยกลายเป็นไอ หรือการควบแน่น จะเป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอ และจากไอกลายเป็นของเหลว ตามลำดับ ซึ่งขั้นตอนของการเปลี่ยนสถานะนี้เองที่จะทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนขึ้น (ดูดความร้อน หรือคายความร้อน)

คุณสมบัติของวัสดุทึบตัน (opaque materials) ที่มีผลต่ออัตราการถ่ายเทความร้อนเข้า หรือออกจากอาคาร , อุณหภูมิภายใน และภาวะน่าสบายในอาคาร มีดังนี้

2.1.1 ค่าการนำความร้อน (thermal conductivity)

เป็นคุณสมบัติหนึ่งของวัสดุที่บ่งบอกถึง อัตราการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุทึบตันที่มีเนื้อเดียว ถูกกำหนดค่าเป็น k คือจำนวน British Thermal Units ต่อชั่วโมง (Btu/h) ที่ถ่ายเทผ่านวัสดุขนาด 1 ตารางฟุตที่มีความหนา 1 นิ้ว เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือลดลงผ่านวัสดุนี้ 1 ^{o}F ภายใต้สภาพการถ่ายเทความร้อนคงที่ (steady stade conditions) หน่วยของค่า k คือ Btu/h ft ^{o}F เทียบเท่ากับระบบเมตริกคือ W/m ^{o}C

2.1.2 ความต้านทานความร้อน (thermal resistance)

ค่า R เป็นค่าที่บอกให้รู้ว่าคุณสมบัติของวัสดุทึบตันนั้น มีประสิทธิภาพมากน้อยแค่ไหนในการเป็นฉนวน ค่า R เป็นส่วนกลับของ Conductance จะถูกวัดในจำนวนชั่วโมงที่ต้องการสำหรับความร้อน 1 Btu ที่ถ่ายเทผ่านวัสดุความหนาหนึ่ง เมื่อมีความต่างของอุณหภูมิ 1 ^{o}F หน่วยของ R คือ h ft^{2} ^{o}F/Btu ในระบบเมตริกคือ m^{2} C^{o}/W ยิ่งวัสดุมีค่า R-Value มากเท่าไร ประสิทธิภาพในความเป็นฉนวนก็ยิ่งมีมากขึ้นเท่านั้น

2.1.3 คุณสมบัติของพื้นผิววัสดุที่เกี่ยวกับการแผ่รังสี

พฤติกรรมการแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนของพื้นผิวภายนอกอาคารของวัสดุทึบตันมี 3 แบบ ได้แก่ การดูดกลืนรังสีของพื้นผิววัสดุ (surface absorptivity) , การสะท้อนรังสีของพื้นผิววัสดุ (surface reflectivity) และการคายรังสีของพื้นผิววัสดุ (surface emissivity) เมื่อรังสีความร้อนกระทบพื้นผิววัสดุ บางส่วนจะถูกดูดกลืนและบางส่วนจะถูกสะท้อนออกจากวัสดุ ในอัตราส่วนที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ , ลักษณะทางกายภาพเคมีของวัสดุ และความยาวของคลื่นรังสีที่ตกกระทบ โดยที่ผลรวมของค่าสัมประสิทธิ์ของทั้งการดูดกลืนรังสีและการสะท้อนรังสีจะเท่ากับ 1 เสมอ

ค่าการคายรังสี คือความสามารถของวัสดุและพื้นผิวของวัสดุ ที่จะแผ่หรือปล่อยพลังงานออกมา พื้นผิวที่หยาบจะคายรังสีออกมาได้ดีกว่าพื้นผิวที่เรียบและเป็นมัน ค่าการดูดกลืนรังสีคือความสามารถของวัสดุและพื้นผิวที่จะดูดกลืนความร้อน ส่วนค่าของการสะท้อนรังสีของพื้นผิวที่ยิ่งมีความหนาแน่นและเรียบ การสะท้อนรังสีก็ยิ่งมีมากขึ้น ในเรื่องของสีนั้น วัสดุที่มีสีเข้มจะดูดกลืนรังสีความร้อนได้ดีกว่าวัสดุสีอ่อน

2.1.4 ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่พื้นผิวของวัสดุ (surface convective coefficient)

การถ่ายเทความร้อนที่พื้นผิววัสดุจากการพาความร้อน ขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิพื้นผิววัสดุกับอุณหภูมิอากาศโดยรอบ และตำแหน่งทิศทางของพื้นผิวนั้นๆ การถ่ายเทความร้อนจะเกิดขึ้นเนื่องจากอากาศร้อนลอยตัวขึ้นและอากาศเย็นตกลง พื้นผิวทางตั้งที่ส่งเสริมให้เกิดการเคลื่อนไหวของอากาศในลักษณะนี้จะมีการแลกเปลี่ยนความร้อนรวดเร็วกว่าพื้นผิวเดียวกันที่วางทาง

นอน ถ้าทิศทางของการถ่ายเทความร้อนไม่ไปในทิศทางขึ้นสู่ข้างบนผ่านชั้นอากาศแนวนอน นอกจากนี้ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่พื้นผิวของวัสดุยังขึ้นกับความเร็วลมของอากาศที่อยู่ใกล้กับพื้นผิวนั้นๆ อีกด้วย

2.1.5 ความจุความร้อน (heat capacity)

ค่าความจุความร้อน คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้วัสดุหนึ่งหน่วยปริมาตร หรือพื้นที่ผิวหนึ่งหน่วยพื้นที่ มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศา มีหน่วยเป็น Kcal / $m^3{}^oC$ สำหรับกรณีที่คิดค่าความจุความร้อนของวัสดุในหน่วยปริมาตร (C_V) และมีหน่วยเป็น Kcal / $m^2{}^oC$ สำหรับการคิดค่าความจุความร้อนของผนัง (C_W) ค่าความจุความร้อนของวัสดุสามารถหาได้จากสมการ

$$C = \rho S \quad \text{..... (Givoni , 1969)}$$

C หมายถึง ค่าความจุความร้อนของวัสดุหรือของผนัง (Kcal / $m^3{}^oC$ หรือ Kcal / $m^2{}^oC$)

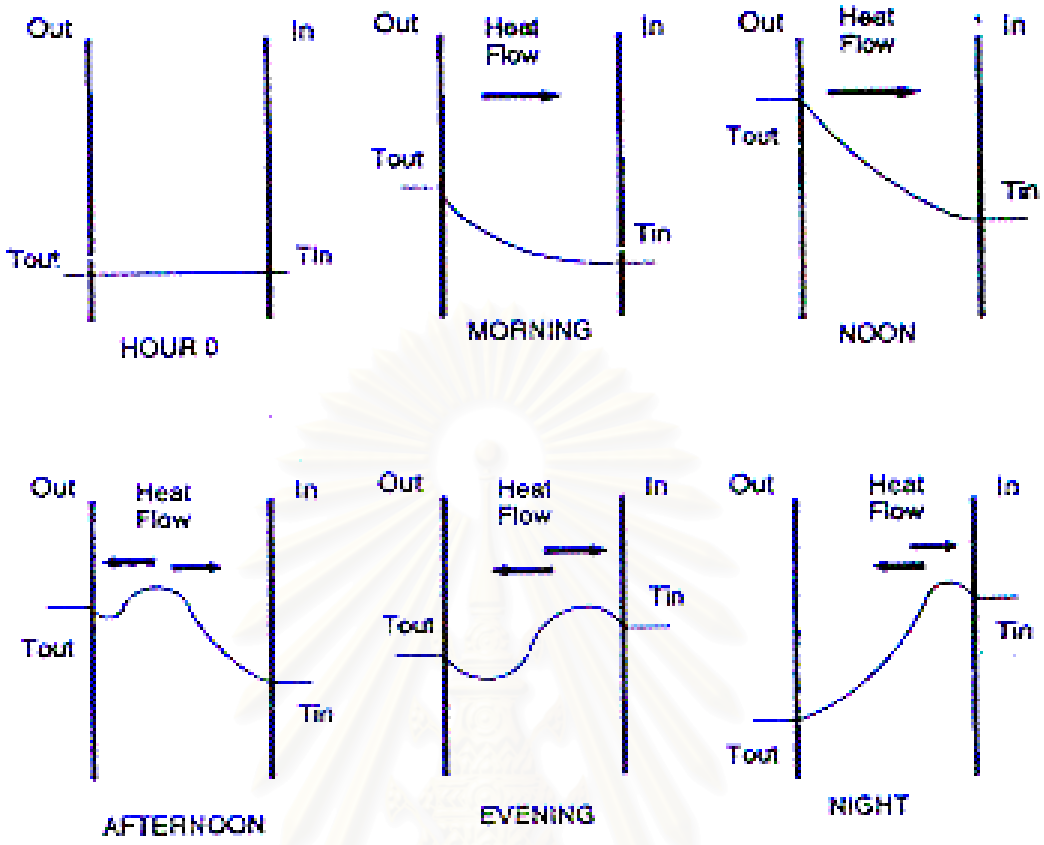
ρ หมายถึง ความหนาแน่นของวัสดุหรือของผนัง (kg/m^3 หรือ kg/m^2)

S หมายถึง ค่าความจุความร้อนจำเพาะของวัสดุ (specific heat) มีหน่วยเป็น kcal /kg^oC

จากสูตรการหาค่าความจุความร้อนที่ขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัยคือ ค่าความจุความร้อนจำเพาะ และค่าความหนาแน่นของวัสดุนั้น จะเห็นได้ว่า ในความเป็นจริงแล้วค่าความจุความร้อนจำเพาะของวัสดุใดๆ จะมีค่าในช่วงที่แตกต่างกันไม่มากนัก ในขณะที่ค่าความหนาแน่นของวัสดุต่างๆ จะมีช่วงที่แตกต่างกันมาก โดยจะขึ้นอยู่กับมวลสารของวัสดุนั้นๆ เป็นหลัก จึงอาจกล่าวได้ว่า ค่าความจุความร้อนของวัสดุใดๆ จะแปรผันตามมวลสารของวัสดุนั้นๆ เป็นส่วนใหญ่

2.2 **บทบาทของมวลสารกับการถ่ายเทความร้อน** (the role of thermal mass)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิอากาศภายในอาคารภายใต้สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ นอกเหนือจากปัจจัยภายนอก (ความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ และอุณหภูมิอากาศภายนอก) และปัจจัยภายใน (ผู้ใช้อาคาร , ไฟฟ้าจากแสงสว่าง และอุปกรณ์) แล้ว ยังมีปัจจัยที่เกิดจากโครงสร้างของเปลือกอาคาร และคุณสมบัติของวัสดุเหล่านั้น ที่จะมีผลต่ออัตราการถ่ายเทความร้อนเข้าหรือออกจากอาคาร จนทำให้เกิดดุลยภาพทางความร้อน (thermal balance) ที่จะเป็นตัวบ่งชี้สภาพอากาศภายในอาคาร

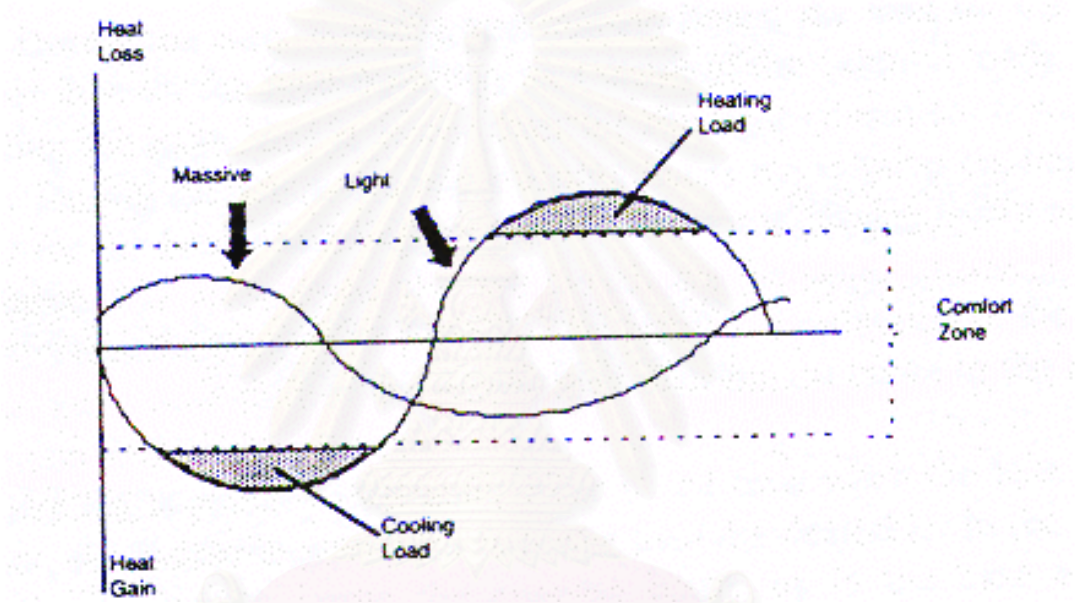


ภาพที่ 2.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและการถ่ายเทความร้อนของเปลือกอาคารในช่วงเวลาต่างๆ ของวัน
(ที่มา : Passive Cooling of Building , p.187)

ภาพที่ 2.1 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและการถ่ายเทความร้อนผ่านส่วนประกอบของผนังอาคาร โดยในขั้นต้น ผนังอาคารจะมีอุณหภูมิภายนอกและภายในเท่ากัน เมื่อเวลาผ่านไปอุณหภูมิผิวภายนอกของอาคารจะเพิ่มสูงขึ้นจากอิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์ ทำให้เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิภายในองค์ประกอบของผนังอาคาร ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร เมื่ออุณหภูมิอากาศภายนอกเพิ่มขึ้นจนมีค่าสูงสุดในตอนเที่ยง-บ่าย อุณหภูมิของผนังอาคารก็จะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ จนเกือบเท่ากับอุณหภูมิพื้นผิวผนังภายนอก และเมื่ออากาศภายนอกค่อยๆ มีอุณหภูมิลดลงในเวลาเย็น ความร้อนก็จะค่อยๆ ถ่ายเทผ่านผนังไปสู่ด้านที่เย็นกว่าทั้งภายในและภายนอกอาคาร

การใช้วิธีกักเก็บความร้อนเอาไว้ในวัสดุผนังภายนอกและภายในอาคาร เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยลดอุณหภูมิอากาศภายในและภาระการปรับอากาศสูงสุดของอาคารลงได้ โดยการเลื่อนภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศไปไว้ในช่วงเวลาถัดไป ซึ่งวัสดุที่มีคุณสมบัติดังกล่าวจะเป็นวัสดุที่มีค่าความจุความร้อนสูง ตัวอย่างเช่น คอนกรีต และอิฐ

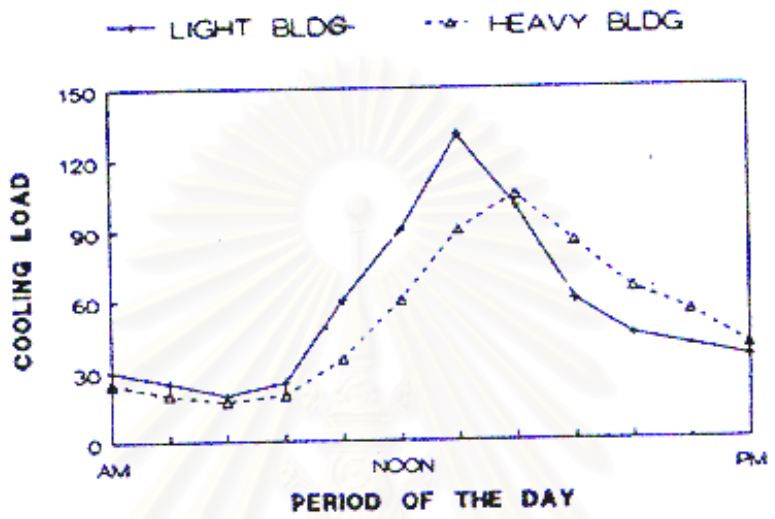
วัสดุผนังภายนอกอาคารที่มีมวลสารมาก จะมีผลในเชิงบวกกับสภาพอากาศภายในอาคารในการช่วยลดความรุนแรงของสภาพอากาศภายนอกและการลดภาระการปรับอากาศ ในช่วงที่ความแตกต่างของอุณหภูมิภายนอกกับภายในมีค่าสูงสุด เนื่องจากความร้อนจะถูกสะสมไว้ในมวลสารในช่วงที่อุณหภูมิอากาศภายนอกสูงถึงขีดสุดของวัน แล้วความร้อนที่สะสมไว้จะค่อยๆ ถ่ายเทเข้าสู่อาคารอย่างช้าๆ ในช่วงเวลาถัดมา ดังนั้นการใช้ผนังภายนอกที่มีมวลสารมากจะทำให้เกิดการลดลงของภาระการทำความเย็นสูงสุดของระบบปรับอากาศ (peak cooling load) เนื่องจากการหน่วงเหนี่ยวความร้อนของผนังกับสภาพอากาศภายนอกและภายในอาคาร



ภาพที่ 2.2 แสดงการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังมวลสารน้อยและผนังมวลสารมาก
(ที่มา : Passive Cooling of Building , p.189)

ภาพที่ 2.2 แสดงถึงการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังภายนอกอาคารของมวลสารน้อย และมวลสารมาก โดยที่เส้นกราฟเหนือแนวแกน X แสดงถึงภาวะที่เกิดการถ่ายเทความร้อนออกจากอาคาร ในขณะที่เส้นกราฟใต้แนวแกน X จะแสดงถึงภาวะที่เกิดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร พื้นที่ใต้กราฟในส่วนที่แรเงาของผนังมวลสารเบา จะแสดงถึงช่วงเวลาที่สภาพอากาศภายในอาคารอยู่นอกเขตภาวะน่าสบาย และจำเป็นต้องใช้ระบบปรับอากาศมาช่วยทำให้สภาพอากาศภายในอยู่ในเขตภาวะน่าสบาย

ประโยชน์อีกอย่างหนึ่งของการใช้ผนังอาคารที่มีมวลสารมากก็คือ การหน่วงเหนี่ยวเวลาในการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคาร ซึ่งเวลาที่ใช้จะขึ้นอยู่กับค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุด้วยเช่นกัน ตัวอย่างเช่น ภายใต้สภาวะคงที่ (steady-state conditions) ผนังไม้หนา 2.5 ซม. จะมีค่าความต้านทานความร้อนเท่ากับผนังคอนกรีตหนา 30.5 ซม. แต่ค่าการหน่วงเหนี่ยวเวลาในการถ่ายเทความร้อนของผนังไม้จะสั้นมากเพราะว่าค่าความจุความร้อนของผนังไม้มีน้อย



ภาพที่ 2.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงของภาระการปรับอากาศของผนังมวลสารน้อยและมวลสารมากในช่วง 1 วัน
(ที่มา : Passive Cooling of Building , p.189)

จากภาพที่ 2.3 จะเห็นได้ว่าในช่วงเวลาเช้าจนถึงเที่ยงวัน ภาระการปรับอากาศของผนังมวลสารมากจะมีค่าต่ำกว่าผนังมวลสารน้อย และมีค่าภาระการปรับอากาศสูงสุด (peak load) ต่ำกว่าด้วย แต่เมื่อถึงช่วงเวลาถัดมาในตอนบ่าย-เย็น ค่าภาระการปรับอากาศของผนังมวลสารมากจะมีค่าสูงกว่าอันเนื่องมาจากความร้อนที่เก็บสะสมไว้ภายในผนังค่อยๆ เคลื่อนตัวเข้าสู่ภายในอาคาร แต่อย่างไรก็ตามพื้นที่ใต้กราฟของทั้ง 2 แบบจะเท่ากัน นั่นหมายถึงว่า ผนังมวลสารทั้ง 2 แบบจะมีค่าภาระการปรับอากาศโดยรวมทั้งหมดเท่ากัน แต่การใช้ผนังมวลสารมากจะมีประโยชน์ในด้านการลดภาระการปรับอากาศสูงสุด ทำให้สามารถลดขนาดของเครื่องปรับอากาศลงได้ รวมถึงการหน่วงเหนี่ยวเวลาในการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังไปในช่วงเวลาเย็น-ค่ำ ซึ่งจะมีประโยชน์อย่างมากกับอาคารประเภทที่ไม่มีการใช้งานในช่วงเวลาดังกล่าว เช่น อาคารสำนักงาน

2.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพทางความร้อนของมวลสาร (parameter influencing thermal mass effectiveness)

ในการออกแบบอาคารให้ได้ผลดีที่สุดทางด้านการประหยัดพลังงาน และภาวะน่าสบายภายในอาคารนั้น เราจำเป็นต้องทำความเข้าใจถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านผนัง และ

การใช้ประโยชน์จากมวลสารของผนังภายนอกอาคาร โดยที่การใช้ประโยชน์จากมวลสารของผนังในระดับที่จะให้ได้ผลดีที่สุดนั้น จะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ อย่าง (Santamouris M. and Asimakopolous D., 1996) เช่น คุณสมบัติของวัสดุที่เป็นผนังอาคาร , การวางตำแหน่งและทิศทางอาคาร , การใช้ฉนวนกันความร้อน , การระบายอากาศ , สภาวะอากาศภายนอก , การใช้ระบบปรับอากาศและรูปแบบการใช้งานภายในอาคาร เป็นต้น ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะปัจจัยที่เกิดจากอิทธิพลของมวลสารเท่านั้น ได้แก่

2.3.1 คุณสมบัติทางความร้อนของวัสดุ

วัสดุที่สามารถกักเก็บความร้อนเอาไว้ได้มากจะมีคุณสมบัติดังนี้คือ มีค่าความหนาแน่นมาก (ρ) , มีค่าความจุความร้อนมาก (C) และมีค่าการนำความร้อนสูง (λ) ส่วนค่าของ Thermal Diffusivity ซึ่งมีค่าเท่ากับ λ / C (หรือ $\lambda / \rho S$ เมื่อ S คือค่าความจุความร้อนจำเพาะของวัสดุ) จะเป็นตัวแปรหนึ่งที่ควบคุมการถ่ายเทความร้อนภายในเนื้อวัสดุ โดยที่วัสดุที่มีค่า Thermal Diffusivity สูง จะมีประสิทธิภาพในการกักเก็บความร้อนตามวัฏจักรของช่วงเวลา (cycle) ได้ดีกว่าวัสดุที่มีค่า Thermal Diffusivity น้อย

2.3.2 การจัดวางตำแหน่งผนังมวลสารภายนอกอาคาร

ตำแหน่งและทิศทางในการจัดวางผนังมวลสารภายนอกอาคาร จะมีผลต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านผนัง และสภาวะอากาศภายในอาคารแตกต่างกัน โดยอาจแยกพิจารณาเป็น 2 กรณีคือ ในกรณีที่ผนังมวลสารนั้นๆ ได้รับการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์โดยตรง (direct radiation) และในกรณีที่ผนังได้รับความร้อนจากการแผ่รังสีอินฟาเรด และจากการพาความร้อนของอากาศภายในห้อง (indirect radiation) ความร้อนที่ถูกสะสมไว้และถ่ายเทเข้าสู่อาคารจากผนังมวลสารที่ได้รับการแผ่รังสีโดยตรง จะมีอิทธิพลกับอุณหภูมิพื้นผิวภายนอก , อุณหภูมิพื้นผิวภายใน และอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร มากกว่าความร้อนที่ถูกสะสมและถ่ายเทเข้าสู่อาคารจากผนังมวลสารที่ไม่ถูกรังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์

จากการศึกษาถึงอิทธิพลของผนังมวลสารในแง่ของการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (time lag) ที่สัมพันธ์กับตำแหน่งทิศทางการวางผนังมวลสารนั้นๆ (Lechner. N, 1991) พบว่า

- ผนังมวลสารที่หันหน้าสู่ทิศเหนือ จะต้องการเวลาในการหน่วงเหนี่ยวความร้อนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เนื่องจากความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังด้านนี้มีอยู่น้อย
- ผนังมวลสารที่หันหน้าสู่ทางทิศตะวันออก จะมีความต้องการเวลาในการหน่วงเหนี่ยวความร้อนที่เป็นไปได้อยู่ 2 กรณีคือ จะต้องมีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อนที่นานมากกว่า 14 ชั่วโมง เพื่อให้ความร้อนที่สะสมและถ่ายเทผ่านผนังเลื่อนเวลาไปในช่วงเย็น และอีกกรณีหนึ่งคือ ผนังมวลสารนั้นต้องมีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อนที่สั้นมากๆ ซึ่งหากจะพิจารณาในด้านเศรษฐศาสตร์และความคุ้มทุนแล้วจะเห็นได้ว่า การใช้ผนังมวลสารทางทิศตะวันออกที่มีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อนสั้นนั้นจะมีความเหมาะสมมากกว่า

- ผนังมวลสารที่หันหน้าทางทิศใต้ ที่มีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อนประมาณ 8 ชั่วโมง ก็เพียงพอสำหรับการเลื่อนและหน่วงเหนี่ยวความร้อนที่สะสมจากช่วงเที่ยงวันไปไว้ในช่วงเย็นได้
- ผนังมวลสารที่หันหน้าทางทิศตะวันตก จะมีความต้องการเวลาในการหน่วงเหนี่ยวความร้อนประมาณ 8 ชั่วโมงเช่นกัน เนื่องจากช่วงเวลาที่ความร้อนสะสมอยู่ในผนังด้านนี้ เป็นเวลาที่พระอาทิตย์ใกล้ลับขอบฟ้าแล้ว

2.3.3 อิทธิพลของผนังมวลสารและฉนวนกันความร้อน

คุณสมบัติของฉนวนกันความร้อนและมวลสารจะมีส่วนสำคัญอย่างมากกับพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังภายนอกของอาคาร การใช้ผนังมวลสารจะสามารถลดอัตราการใช้พลังงานทางด้านภาระการทำความเย็นของอาคารลงได้ ในสภาพภูมิอากาศที่อาคารนั้นๆ มีภาระการทำความเย็นเป็นหลัก และจะเป็นผลดีสำหรับอาคารที่ไม่มีการใช้งานในช่วงค่ำ เนื่องจากความร้อนที่สะสมอยู่ในผนังมวลสารจะค่อยๆ ถ่ายเทออกจากผนังในช่วงเวลาดังกล่าว จากการศึกษา (Balcomb J and R. Jones , 1988) พบว่า การใช้ฉนวนกันความร้อนทั่วๆ ไปเช่น โพลีสไตรีนโฟม อาจจะทำให้อิทธิพลของผนังมวลสารในการหน่วงเหนี่ยวความร้อนลดลงได้ เนื่องจากฉนวนกันความร้อนนั้นๆ จะไปลดทอนความร้อนบางส่วนของผนังลง ซึ่งอิทธิพลนี้ก็จะขึ้นอยู่กับตำแหน่งของฉนวนด้วย หากมองในภาพรวมแล้ว การใช้ผนังมวลสารจะมีประโยชน์อย่างมากถ้าใช้พิจารณาควบคู่ไปกับช่วงเวลาการดำเนินการของอาคาร เมื่อเทียบกับการใส่ฉนวนกันความร้อนให้กับผนังแต่เพียงอย่างเดียว

2.4 **สภาวะน่าสบาย** (thermal comfort)

สภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ หรือ thermal comfort นั้น ได้มีผู้ศึกษาค้นคว้าและเสนอแนวความคิดเอาไว้มากมาย ซึ่ง Reynolds และ Stein ได้ให้คำจำกัดความของ thermal comfort เอาไว้ในหนังสือ Mechanical and Electrical Equipment for Buildings , 8th Edition ดังนี้ " สภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิอาจหมายถึง การที่ตัวเราไม่รู้สึกอยู่ในสภาวะไม่น่าสบาย หรือไม่รู้สึกตัวเองว่าเราได้สูญเสียความร้อน หรือได้รับความร้อนจากสภาพแวดล้อม เป็นสภาวะที่สมดุลย์ทางอุณหภูมิหรือระหว่างร่างกายกับสภาวะแวดล้อม " (Reynolds and Stein , 1992 : 36)

สภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมินั้นเป็นสิ่งที่เป็นความพึงพอใจส่วนบุคคล โดยจะแตกต่างกันไปแล้วแต่ความชอบ ความคุ้นเคย วัฒนธรรม ลักษณะทางกายภาพและจิตใจของแต่ละบุคคล ซึ่งตัวแปรที่มีผลต่อสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิมีอยู่ด้วยกัน 6 ตัวแปร เป็นตัวแปรทางด้านบุคคล 2 ตัวแปร คือ อัตราการเผาผลาญของร่างกาย (metabolic rate) และเสื้อผ้าที่สวมใส่ (clo-value) ส่วนตัวแปรทางด้านสภาพแวดล้อมประกอบด้วย 4 ตัวแปร คือ อุณหภูมิอากาศ (ambient air temperature) , อุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบ (mean radiant temperature) , ความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) และความเร็วลม (wind speed)

2.4.1 อัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย (metabolic rate)

ร่างกายของมนุษย์นั้นจะผลิตความร้อนออกมาอย่างตลอดและต่อเนื่อง ในกิจกรรมประจำวันของมนุษย์เช่น การนอน การนั่ง การเดิน การทำงานและการออกกำลังกาย ล้วนแต่ทำให้เกิดการผลิตความร้อนขึ้นมาในร่างกาย ความต้องการพลังงานของร่างกายมนุษย์ทั้งหมดได้มาจากการบริโภคและย่อยอาหารเครื่องดื่มที่มนุษย์ได้รับประทานเข้าไป ขบวนการในการเปลี่ยนแปลงอาหารและเครื่องดื่มที่เราบริโภคเข้าไปให้เปลี่ยนเป็นพลังงานสำหรับร่างกายคนเรานั้น เรียกว่า Metabolism

อัตราที่ร่างกายมนุษย์เราผลิตความร้อนออกมาส่วนมากขึ้นอยู่กับระดับของกิจกรรมของร่างกาย ขึ้นกับชนิดอาหารและเครื่องดื่มที่มนุษย์ได้บริโภคเข้าไป และบางส่วนก็ขึ้นอยู่กับสถานที่ที่มนุษย์เราอยู่ในการดำรงชีวิตประจำวัน ความร้อนที่ร่างกายมนุษย์เราผลิตออกมาถูกวัดเป็น Metabolic หรือหน่วย Met 1 Met จะเท่ากับ 58.2 W/m2 หรือ 18.4 Btu/h ft2 ในลักษณะที่คนเรานั่งพัก เป็นพลังงานที่ผลิตขึ้นมาต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ โดยเฉลี่ยสำหรับผู้ใหญ่ทั่วไป พลังงานความร้อนที่ผลิตออกมาประมาณ 117 W หรือ 400 Btu/h ยิ่งร่างกายมีกิจกรรมมากความร้อนที่ร่างกายผลิตออกมาก็ยิ่งมากตาม

ระดับกิจกรรม	Metabolic Rate (หน่วย Met)	Btu / h-ft^2
นอนพักผ่อน	0.7	13
นั่งพัก	1.0	18
ยืนพัก	1.2	22
เดิน (1.34 ม./วินาที)	2.6	48
นั่งอ่านหนังสือ , เขียนหนังสือ	1.0	18
ขับรถ	1.0 - 2.0	18 - 37
ขับรถบรรทุก	3.2	59
ทำอาหาร	1.6 - 2.0	29 - 37
ทำความสะอาด , ทำงานบ้าน	2.0 - 3.4	37 - 63
งานคุมเครื่องจักรขนาดใหญ่	4.0	74
เต้นรำ	2.4 - 4.4	44 - 81
บาสเกตบอล	5.0 - 7.6	90 - 140
กีฬายกน้ำหนัก	7.0 - 8.7	130 - 160

ตารางที่ 2.1 แสดง Metabolic Rate ในกิจกรรมต่างๆ

(ที่มา : Mechanical and Electrical Equipment for Buildings , 8th Edition , p.35)

2.4.2 เสื้อผ้าที่สวมใส่ (clo-value)

ค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่ ถูกวัดเป็น Clo units ค่า 1 Clo จะประมาณเทียบเท่ากับชุดสูททำงานโดยทั่วไปของชาวอเมริกันในปี 1941

ลักษณะการแต่งกาย	ค่า Clo
กางเกงขาสั้น + เสื้อเชิ๊ตแขนสั้น	0.41
กางเกงขายาว + เสื้อเชิ๊ตแขนสั้น	0.50
กางเกงขายาว + เสื้อแขนยาว	0.62
กางเกงขายาว + เสื้อแขนยาว + เสื้อแจ๊คเกต	0.96
เสื้อยืด + เสื้อแขนยาว + กางเกงหลวมขายาว + เสื้อสเวตเตอร์แขนยาว	1.01
กระโปรงยาวถึงเข่า + เสื้อเชิ๊ตแขนสั้น + รองเท้าแตะ	0.54
กระโปรงยาวถึงเข่า + เสื้อเชิ๊ตแขนยาว + สลิปแบบเต็มตัว + รองท้าแตะ	0.67
กระโปรงยาวถึงข้อเท้า + เสื้อเชิ๊ตแขนยาว + สลิปแบบครึ่งตัว + ชุดสูท	1.10

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) แสดงค่า Clo ของเครื่องแต่งกายแบบต่างๆ

(ที่มา : Mechanical and Electrical Equipment for Buildings , 8th Edition , p.37)

ตัวแปรทางด้านบุคคลนั้นได้แก่ อัตราการเผาผลาญ และเสื้อผ้าที่สวมใส่ ดังได้กล่าวมาแล้ว อัตราที่มนุษย์ผลิตความร้อนออกมาขึ้นอยู่กับอาหารและเครื่องดื่มที่บริโภคเข้าไป และส่วนมากขึ้นอยู่กับระดับกิจกรรมของร่างกาย ยิ่งร่ายกายมีกิจกรรมมาก เช่น ออกกำลังกาย ร่างกายจึงต้องการปรับถ่ายเทความร้อนที่ผลิตออกมามากเพื่อรักษาระดับสมดุลย์ไว้ ความร้อนที่ร่างกายผลิตออกมาถูกวัดเป็น Metabolic หรือหน่วย Met เมื่อบุคคล 2 คนทำกิจกรรมต่างกัน ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน คนหนึ่งนักพักผ่อน อีกคนหนึ่งกำลังออกกำลังกายอยู่ คนที่กำลังออกกำลังกายอยู่จะรู้สึกอุ่นหรือร้อนกว่าผู้ที่นั่งพักผ่อนอยู่เฉยๆ ทั้งนี้เพราะผู้ที่ออกกำลังกายอยู่ผลิตความร้อนออกมามากกว่า

2.4.3 อุณหภูมิอากาศ (ambient air temperature)

อุณหภูมิอากาศโดยรอบเป็นตัวหลักในการบ่งบอกถึง Thermal Comfort ช่วงที่อุณหภูมิอากาศที่อยู่ใน Thermal Comfort จะอยู่ประมาณ 20 องศาเซลเซียส (68 องศาฟาเรนไฮท์)

ถึง 26.6 องศาเซลเซียส (80 องศาฟาเรนไฮท์) ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ต่ำกว่าหรือสูงกว่าช่วงนี้ การทำความร้อนหรือการทำความเย็น มีความจำเป็นเพื่อทำให้อยู่ในสภาพ Thermal Comfort นอกจากนี้ อุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม จะมีผลสามารถช่วยส่งเสริม Thermal Comfort ให้ดีขึ้นหรือแย่ลงได้ (ช่วงของอุณหภูมิอากาศที่อยู่ในสภาวะน่าสบายนี้ อาจจะมีการกำหนดค่าที่แตกต่างกันออกไป เช่น ASHRAE กำหนดให้ช่วงอุณหภูมิ 72-79 ^{o}F (22.2-26.1^{o}C) เป็นช่วงสภาวะน่าสบาย)

2.4.4 อุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบ (mean radiant temperature)

อุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบนั้น จะวัดจากค่าถ่วงเฉลี่ยของรังสีความร้อนที่มีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมนั้นๆ ซึ่งรวมถึงแสงแดดโดยตรงด้วย MRT สามารถคำนวณจากอุณหภูมิพื้นผิวของด้านต่างๆ ในห้องและตำแหน่งที่วัด MRT นั้น โดยใช้มุมกระทำ (solid angle) ที่เกิดขึ้นระหว่างตำแหน่งที่วัดและขอบเขตของแต่ละพื้นผิวโดยหาค่าเฉลี่ยออกมาเป็น MRT อย่างไรก็ตามผลของอุณหภูมิพื้นผิวที่มีผลต่อสภาวะน่าสบายและการที่จะสามารถวัดออกมาได้นั้นจะใช้ในรูปของ Operative Temperature โดยที่ค่า Operative Temperature นั้นจะเป็นค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศในห้อง และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิพื้นผิวต่าง ๆ ในห้องนั้น (MRT) ในการวัดจะใช้ Globe Thermometer โดยใช้ลูกโลหะทองแดงกลมทาสีดำด้าน เจาะรูกลมเล็กๆ และใช้เทอร์โมมิเตอร์สอดเข้าไปให้อยู่ประมาณกึ่งกลางของลูกโลหะกลม เทอร์โมมิเตอร์นี้จะอ่านค่า Operative Temperature

MRT มีผลต่อ Thermal Comfort มากกว่าอุณหภูมิอากาศถึง 40 เปอร์เซ็นต์ นั่นคือถ้าอุณหภูมิอากาศสูงขึ้น 1.4 องศาเซลเซียส และ MRT ลดลง 1 องศาเซลเซียส ความรู้สึกร้อนหนาวจะยังคงเหมือนเดิม ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า ค่าของ MRT นั้นจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิพื้นผิว (surface temperature) และมุมกระทำ (angle factor) MRT เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ด้านความรู้สึกของมนุษย์ ดังนั้นในการวัด MRT จึงเป็นเรื่องที่ละเอียดอ่อนและทำการวัดได้ยาก โดยการหา MRT จะมีวิธีการดังนี้

<u>การคำนวณโดยใช้ค่าอุณหภูมิพื้นผิวและมุมกระทำ</u>

$$MRT = T_1 F_{P-1} + T_2 F_{P-2} + \ldots\ldots\ldots\ldots + T_N F_{P-N}$$

สมการข้างต้นเป็นการหาค่า MRT ในห้องที่มี N พื้นผิว โดยที่

MRT คือ Mean Radiant Temperature , ^{o}R

T_N คือ Surface Temperature of Surface N , ^{o}R

F_{P-N} คือ Angle Factor between Person and Surface N

การคำนวณโดยใช้ Globe Temperature และความเร็วลม

$$MRT = T_G + K_G \sqrt{V}\,(T_G - T_A)$$

MRT คือ Mean Radiant Temperature , ^{o}R

V คือ ความเร็วลม , fpm

K_G คือ convection coeffient of globe

T_G คือ Globe Temperature (^{o}F)

T_A คือ Dry Bulb Temperature (^{o}F)

2.4.5 ความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity)

ความชื้นสัมพัทธ์ หมายถึงสัดส่วนของความชื้นในอากาศเมื่อเทียบกับปริมาณสูงสุดที่อากาศสามารถมีความชื้นได้โดยปราศจากการกลั่นตัวเองเป็นหยดน้ำ (condensation) เมื่อเทียบแล้วความชื้นจะมีความสำคัญน้อยในสภาพอากาศที่เย็น เนื่องจากการสูญเสียความร้อนโดยการนำ การพา และการแผ่รังสี จะมีผลมาก แต่ความชื้นจะมีความสำคัญมากในสภาพอากาศที่ร้อน โดยการสูญเสียความร้อนโดยการระเหยของเหงื่อ ความชื้นสัมพัทธ์ที่อยู่ในช่วงของ Thermal Comfort นั้นอยู่ในช่วง 20 - 80 เปอร์เซ็นต์

2.4.6 ความเร็วลม (wind speed)

ความเร็วลมที่ผ่านผู้อยู่อาศัยมีผลกระทบต่อ Thermal Comfort ลมจะพัดพาความร้อนรอบตัวออกไปทำให้รู้สึกเย็นขึ้น นอกจากนั้นยังพัดพาเอาความชื้นบริเวณผิวร่างกายซึ่งจะช่วยให้การระเหยของเหงื่อดีขึ้น ร่างกายสูญเสียความร้อนได้ดีขึ้น ทำให้รู้สึกเย็นเนื่องจากการระเหยของน้ำ อย่างไรก็ตามความเร็วลมที่เหมาะสมเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการสร้างสภาวะน่าสบาย หากความเร็วลมน้อยเกินไปผู้อยู่อาศัยจะรู้สึกอึดอัด ไม่มีอากาศถ่ายเท แต่หากความเร็วลมที่มากเกินไปก็จะทำให้รู้สึกรำคาญหรือรบกวนการทำงานและกิจกรรมต่างๆ

Reynolds และ Stein ได้จัดแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลม และสภาวะน่าสบายโดยการศึกษาของ Victor Olgyay ซึ่งสามารถแสดงได้ดังในตารางต่อไปนี้ (Reynolds and Stein , 1992 : 41)

ความเร็วลม	ความเป็นไปได้ของความรู้สึกอุณหภูมิลดลง (ระหว่าง 80-90 องศาฟาเรนไฮท์, ตัวเลขที่มากสนองกับบริเวณที่มีความชื้นสูง)	ผลที่อาจเกิดขึ้น
0 - 50 fpm	ไม่มีความเปลี่ยนแปลงในความรู้สึกน่าสบาย	ไม่สามารถสังเกตได้
50 - 100 fpm	ต่ำลง 2 - 3 °F	สบาย
100 - 200 fpm	ต่ำลง 4 - 5 °F	โดยทั่วไปรู้สึกสบาย แต่รับรู้ได้ว่ามีการเคลื่อนไหวของอากาศ
200 - 300 fpm	ต่ำลง 5 - 7 °F	รู้สึกว่ามีลมพัดเล็กน้อย จนถึงรู้สึกถูกรบกวนได้
สูงกว่า 300 fpm	ต่ำลงมากกว่า 5 - 7 °F	ต้องการการแก้ไขที่ถูกต้อง ถ้าจะให้ทำงานอย่างถูกสุขลักษณะ

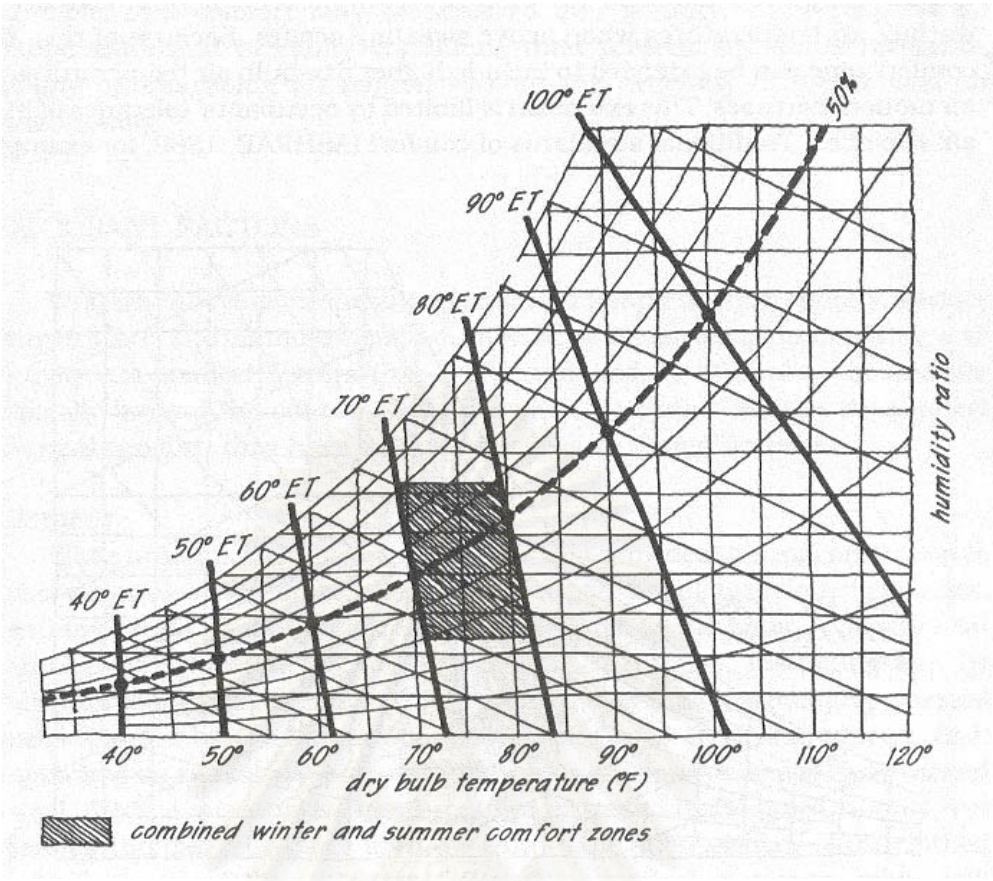
ตารางที่ 2.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและผลที่อาจเกิดขึ้นทางด้านอุณหภูมิและความรู้สึก
(ที่มา : Mechanical and Electrical Equipment for Buildings , 8th Edition , p.41)

ช่วงของสภาวะน่าสบาย

ช่วงของสภาพที่อยู่ในสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ หรือ thermal comfort ได้มีการศึกษากำหนดขึ้นมาโดยเป็นการศึกษาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศ และตัวแปรทางด้านสภาวะแวดล้อมทั้งสาม คือ MRT ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม โดยในการศึกษาวิเคราะห์ช่วงของสภาวะน่าสบาย จะกำหนดมาเป็นช่วง หรือบริเวณซึ่งคนส่วนใหญ่รู้สึกสบาย ไม่ร้อน หรือไม่หนาวจนเกินไป ซึ่งเป็นช่วงของการประมาณ ทั้งนี้เนื่องจากยังมีตัวแปรอื่น ๆ อีกหลายตัวที่มีผลต่อความสบายของมนุษย์ เช่น ความชอบ ความคุ้นเคยของแต่ละบุคคล ลักษณะทางกายภาพและจิตใจ วัฒนธรรม ระดับกิจกรรมที่ทำอยู่ และเสื้อผ้าที่สวมใส่

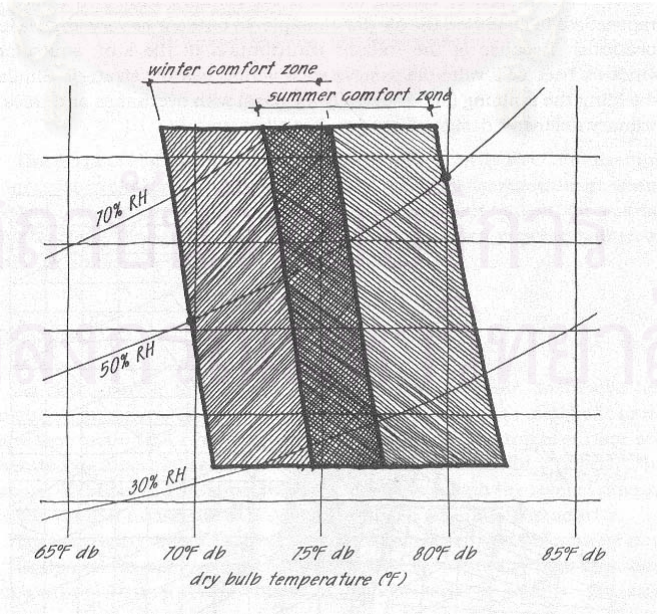
Effective Temperature

Effective Temperature (ET) เป็นอุณหภูมิที่นิยมใช้ในการวัดอุณหภูมิของสภาพแวดล้อม เป็นแนวทางสำคัญที่ใช้กันมากสุดในการพิจารณาสภาพสภาวะน่าสบายของมนุษย์โดยมุ่งสนใจในปัจจัยแวดล้อมภายนอก ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และการเคลื่อนที่ของอากาศ โดยไม่พิจารณาการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์



ภาพที่ 2.4 แสดงช่วงของสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิใน psychometric chart

(ที่มา : Mechanical and Electrical Equipment for Buildings , 8th Edition , p.41)



ภาพที่ 2.5 แสดงช่วงของสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิในฤดูหนาวและฤดูร้อน

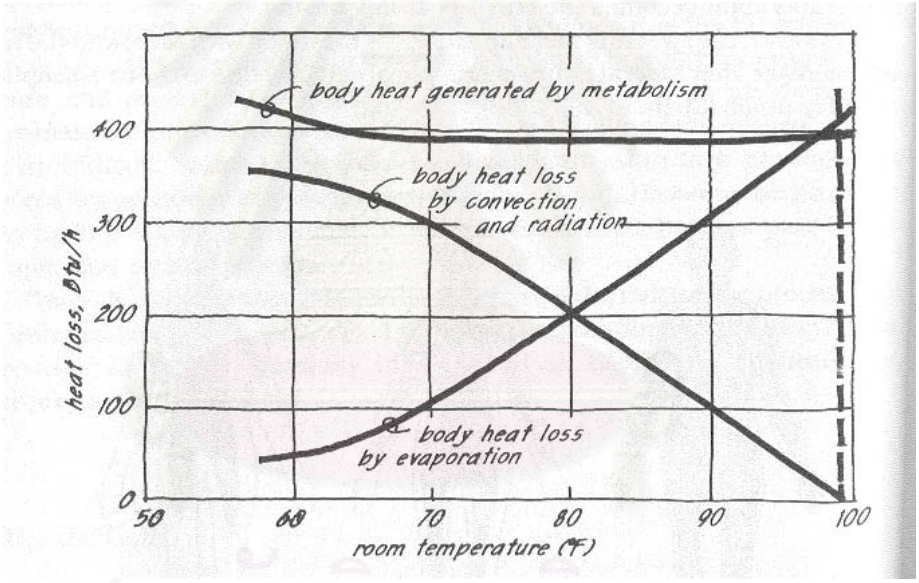
(ที่มา : Mechanical and Electrical Equipment for Buildings , 8th Edition , p.40)

Environmental Conditions

ร่างกายคนเราจะถ่ายเทความร้อนส่วนเกินไปสู่สภาพแวดล้อม 4 ทางคือ

1. การนำ (conduction) โดยการสัมผัสกับพื้นผิวที่เย็นกว่า
2. การพา (convection) โดยโมเลกุลของอากาศจะพัดผ่านผิวร่างกายและพาความร้อนออกไป
3. การแผ่รังสี (radiation) เมื่อผิวร่างกายมีอุณหภูมิสูงกว่าพื้นผิวรอบๆร่างกาย (โดยไม่มีการสัมผัส)ผิวร่างกายสูญเสียความร้อนไปสู่พื้นผิวที่เย็นกว่า
4. การระเหย (evaporation) ของเหลวจะระเหยได้โดยการดึงความร้อนจากพื้นผิวที่ของเหลวระเหย

โดยสามารถแสดงความสัมพันธ์ และสัดส่วนการสูญเสียความร้อนของร่างกายได้เป็น Diagram ดังนี้



ภาพที่ 2.6 แสดงความสัมพันธ์ และสัดส่วนการสูญเสียความร้อนของร่างกาย

(ที่มา : Mechanical and Electrical Equipment for Buildings , 8th Edition , p.37)

จะเห็นได้ว่าเมื่ออุณหภูมิอากาศ และ พื้นผิวรอบๆร่างกายขึ้นสูงใกล้เคียงอุณหภูมิของร่างกาย การสูญเสียความร้อนของร่างกายโดย Convection และ Radiation จะลดน้อยลง การสูญเสียความร้อนโดยวิธี Evaporation เป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญ ดังนั้น อากาศที่แห้ง และมีการเคลื่อนไหวจะช่วยได้มาก และถ้าอุณหภูมิอากาศและพื้นผิวรอบๆลดต่ำลง การสูญเสียความร้อนโดยวิธี Evaporation จะลดน้อยลง ในขณะที่ Convection Conduction และ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Radiation จะเพิ่มขึ้น

2.5 การคำนวณค่าภาระการทำความเย็น

ASHRAE (1993) ได้จัดแนวทางในการคำนวณภาระการทำความเย็นไว้ 3 แนวทาง ดังนี้คือ

- วิธี Transfer Function Method (TFM)
- วิธี Cooling Load Temperature Difference / Solar Cooling Load / Cooling Load Factor (CLTD/SCL/CLF)
- วิธี Total Equivalent Temperature Difference / Time averaging (TETD/TA)

2.5.1 วิธี Transfer Function Method (TFM)

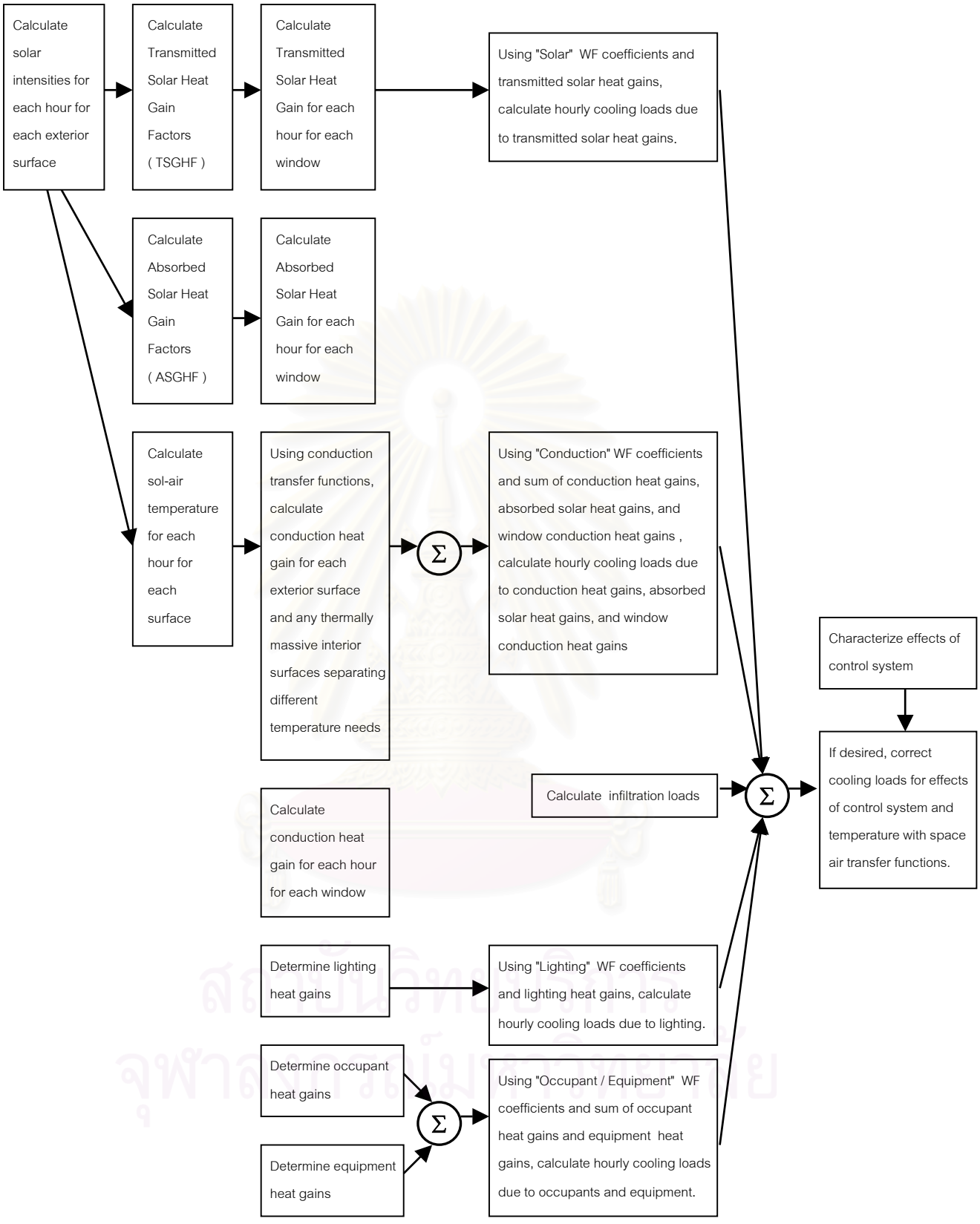
การคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธี Transfer Function Method เป็นการคำนวณที่มีขั้นตอนละเอียด โดยจะใช้การคำนวณความเข้มของรังสีจากดวงอาทิตย์เป็นรายชั่วโมงที่พื้นผิวผนังภายนอกแต่ละด้าน มาคำนวณค่า Transmitted Solar Heat Gain Factor (TSGHF) และค่า Absorbed Solar Heat Gain Factor (ASGHF) ของบานกระจกหน้าต่างแต่ละบาน และค่า Sol-air Temperature ของพื้นผิวผนังภายนอกแต่ละด้านโดยจะทำการคิดคำนวณเป็นรายชั่วโมง

สำหรับการคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธีนี้ จะตั้งอยู่บนพื้นฐานแนวคิดหลักดังนี้

2.5.1.1 ใช้วิธี Conduction Transfer Function (CTF) ในการคำนวณหาค่าความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารโดยการนำความร้อนของพื้นผิวผนังภายนอกอาคารแต่ละด้าน โดยจะพิจารณาคุณสมบัติของผนังอาคารส่วนที่ทึบแสง เพื่อหาค่า CTF สำหรับนำไปใช้ในการคำนวณโดยใช้ค่า Sol-air Temperature ของผนังภายนอกอาคารแต่ละด้านที่พิจารณาเป็นรายชั่วโมง มาใช้ในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนผ่านกรอบอาคารส่วนทึบแสง การคำนวณผลรวมของค่าภาระการทำความเย็นจากการถ่ายเทความร้อนทั้งหมดที่เกิดขึ้นและจากแหล่งความร้อนต่างๆ ภายในอาคาร จะคำนวณโดยพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ Weighting Factor เพื่อแปลงค่าการถ่ายเทความร้อนทั้งหมดให้เป็นภาระการทำความเย็นในแต่ละช่วงเวลา โดยคำนึงถึงการหน่วงเหนี่ยวความร้อนที่เกิดขึ้น จากมวลสารขององค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมของอาคาร ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความละเอียดและแม่นยำมากขึ้น

2.5.1.2 ใช้ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคาร (ΔT) ในการคำนวณการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนผ่านกรอบอาคารส่วนโปร่งแสง

2.5.1.3 ใช้ค่า Solar Heat Gain Factor ในการคำนวณการถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีผ่านกรอบอาคารส่วนโปร่งแสง โดยแยกการคำนวณออกเป็น 2 ส่วนคือ Transmitted Solar Heat Gain Factor (TSGHF) และ Absorbed Solar Heat Gain Factor (ASGHF)



Overview of Transfer Function Method

ภาพที่ 2.7 แสดงขั้นตอนการคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธี Transfer Function Method

2.5.2 วิธี Cooling Load Temperature Difference / Solar Cooling Load / Cooling Load Factor (CLTD/SCL/CLF)

การคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธี CLTD/SCL/CLF เป็นวิธีที่ดัดแปลงมาจากวิธี Transfer Function Method (TFM) เพื่อให้มีขั้นตอนในการคำนวณที่ง่ายขึ้น โดยจะข้ามขั้นตอนของการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารไปเป็นการคำนวณค่าภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ จากแหล่งความร้อนต่างๆ ที่เข้าสู่อาคาร และค่าภาระการทำความเย็นทั้งหมดที่เกิดขึ้น จะคิดจากผลรวมของความร้อนจากแหล่งต่างๆ ของอาคารโดยตรง โดยไม่มีการปรับค่าด้วย Weighting Factor Coeffient ในการคำนวณ

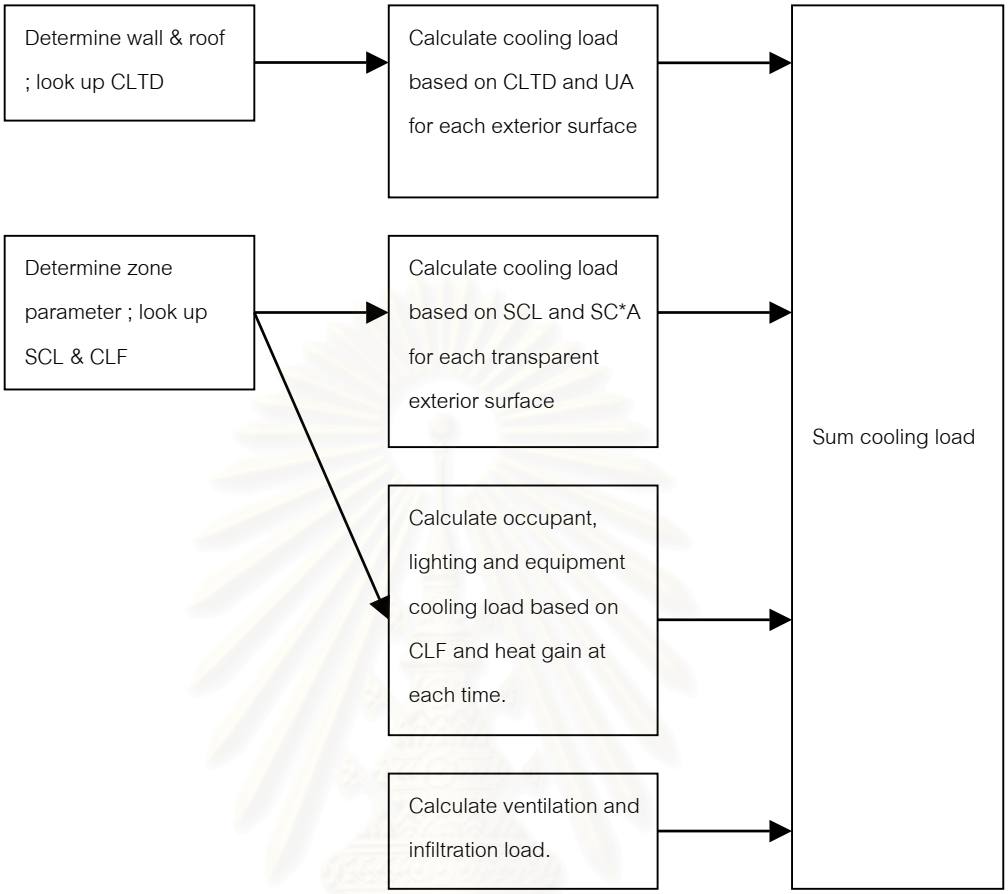
ค่า CLTD นั้นเป็นค่าที่ดัดแปลงมาจาก ΔT โดยจะทำการปรับให้เข้ากับอิทธิพลจากภายนอกหลายองค์ประกอบเช่น เวลา วัน เดือนและเขตละติจูดที่เกิด Peak Load มวลสารของผนัง สีของผนัง การหน่วงเวลาของผนังตลอดจนผลกระทบของแสงแดด อุณหภูมิ และสภาพแวดล้อม ในการคำนวณจะคำนึงถึงตัวแปรต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการถ่ายเทความร้อน เพื่อเป็นการปรับสภาพให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

แนวคิดหลักในการคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธี CLTD/SCL/CLF มีดังนี้คือ

2.5.2.1 พิจารณากรอบอาคารส่วนทึบแสง เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคาร (U-Value) พื้นที่ผิว และค่าความแตกต่างอุณหภูมิภาระการทำความเย็น (cooling load temperature difference) เพื่อใช้ในการคำนวณภาระการทำความเย็นจากการนำความร้อนผ่านกรอบอาคารในส่วนทึบแสง

2.5.2.2 พิจารณากรอบอาคารส่วนโปร่งแสง เพื่อหาค่า U-Value และพื้นที่ผิวของกรอบอาคารในส่วนที่พิจารณา และใช้ร่วมกับค่า CLTD ที่กำหนด เพื่อนำไปคำนวณภาระการทำความเย็นจากการนำความร้อนผ่านกรอบอาคารส่วนโปร่งแสง

2.5.2.3 พิจารณาองค์ประกอบต่างๆ ทางสถาปัตยกรรมของอาคาร เพื่อนำไปหาค่า Solar Cooling Load (SCL) และค่า Cooling Load Factor (CLF) สำหรับนำไปใช้ในการคำนวณภาระการทำความเย็นจากการแผ่รังสีผ่านกรอบอาคารในส่วนโปร่งแสง และใช้ในการคำนวณภาระการทำความเย็นจากแหล่งความร้อนต่างๆ ภายในอาคาร โดยจะคำนึงถึงการหน่วงเหนี่ยวความร้อนที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากมวลสารของอาคารด้วย



Overview of CLTD/SCL/CLF Method

ภาพที่ 2.8 แสดงขั้นตอนการคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธี

Cooling Load Temperature Difference / Solar Cooling Load / Cooling Load Factor

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.5.3 วิธี Total Equivalent Temperature Difference / Time averaging (TETD/TA)

การคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธี TETD/TA มีแนวคิดในการคำนวณโดยใช้ค่า TETD ของส่วนผนังทึบในการคำนวณการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร และใช้วิธีการคำนวณแบบ Time averaging ในการเปลี่ยนจากค่าการถ่ายเทความร้อนด้วยการแผ่รังสีไปเป็นค่าภาระการทำความเย็นตามช่วงเวลาต่างๆ และรวมค่าทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากแหล่งความร้อนต่างๆ ของอาคารโดยไม่พิจารณาถึงค่า Weighting Factor Coeffient ในการคำนวณ

แนวคิดหลักในการคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธี TETD/TA มีดังนี้คือ

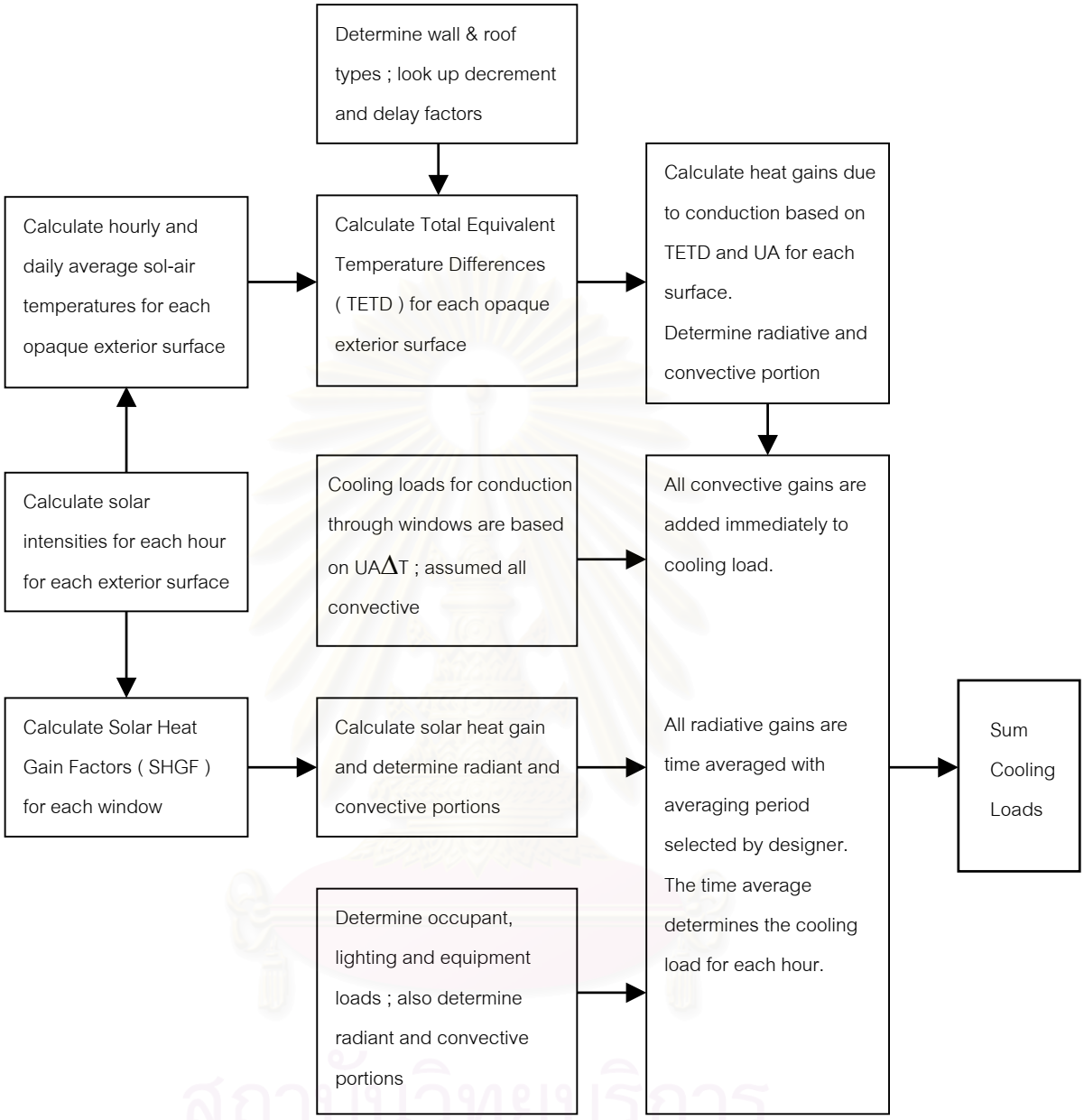
2.5.3.1 ใช้ค่า Sol-air Temperature เป็นรายชั่วโมงในแต่ละช่วงเวลา ประกอบกับคุณสมบัติของกรอบอาคารในส่วนทึบแสง เพื่อคำนวณหาค่า TETD สำหรับนำไปใช้ในการคำนวณการถ่ายเทความร้อนที่เกิดจากการนำความร้อนผ่านกรอบอาคารส่วนทึบแสง

2.5.3.2 ใช้ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคาร (ΔT) ในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนจากการนำความร้อนผ่านกรอบอาคารในส่วนโปร่งแสง

2.5.3.3 ใช้ค่า Solar Heat Gain Factor (SHGF) ในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนด้วยการแผ่รังสีผ่านกรอบอาคารในส่วนโปร่งแสง แต่ไม่ได้ทำการคำนวณแยกเป็น 2 ส่วนคือ การส่องผ่าน (transmitted) และการดูดกลืน (absorbed) เช่นเดียวกับวิธี Transfer Function Method

2.5.3.4 ใช้วิธี Time averaging ในการแปลงค่าการถ่ายเทความร้อนในช่วงเวลาต่าง ๆ กันเป็นภาระการทำความเย็น โดยคำนึงถึงการหน่วงเหนี่ยวความร้อนที่เกิดจากมวลสารขององค์ประกอบต่างๆ ของอาคารด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 2.9 แสดงขั้นตอนการคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธี Total Equivalent Temperature Difference / Time averaging

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

" ผลของมวลสารและสีของผนังต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร "

โดย นางสาว สินีรัตน์ ภัทรธรรมกุล

การวิจัยชิ้นนี้จะมุ่งเน้นศึกษาคุณสมบัติของวัสดุที่สำคัญ 2 อย่าง ว่ามีผลต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังอย่างไร ซึ่งคุณสมบัติทั้งสองได้แก่

- มวลสาร แบ่งประเภทเป็นมวลสารมาก (ก่ออิฐฉาบปูน) และมวลสารน้อย (โพลีสไตรีนโฟม)
- สี แบ่งประเภทเป็นสีดำและสีขาว

โดยมีข้อกำหนดดังนี้ คือ

- ให้ผนังมวลสารมาก (ก่ออิฐฉาบปูน) ที่หนา 4 นิ้วและ 8 นิ้ว กับผนังมวลสารน้อย (โพลีสไตรีนโฟม) ที่ความหนาหนึ่งให้มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเท่ากับผนังก่ออิฐฉาบปูนที่หนา 4 นิ้ว กับ 8 นิ้ว
- เปรียบเทียบสีดำของผนังที่มีค่าการดูดรังสีความร้อนสูง กับสีขาวของผนังที่มีค่าการดูดรังสีความร้อนต่ำ

จากผลการวิจัยพบว่า

- ผนังมวลสารมากจะสะสมและสูญเสียความร้อนในอัตราที่ช้ากว่าผนังมวลสารน้อย โดยที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U-Value) เท่ากัน
- ผนังมวลสารน้อยจะมีอุณหภูมิสูงสุด (peak temperature) สูงกว่าผนังมวลสารมาก โดยที่มีค่า U-Value เท่ากัน และจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นถ้าค่า U-Value ของผนังมีค่าเพิ่มมากขึ้น
- ผนังมวลสารมากจะมีช่วงเวลาที่อุณหภูมิภายในสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกมากชั่วโมงกว่าผนังมวลสารน้อยที่มีค่า U-Value เท่ากัน
- ผนังมวลสารน้อยจะมีค่าความแตกต่างของอุณหภูมิ (temperature swing) มากกว่าผนังมวลสารมาก โดยที่มีค่า U-Value เท่ากัน หมายความว่า ผนังมวลสารมากจะมีการถ่ายเทความร้อนเข้า-ออก ในอัตราที่ค่อนข้างคงที่มากกว่าผนังมวลสารน้อย ซึ่งมีอุณหภูมิภายในขึ้นสูงและลงต่ำแตกต่างกันมาก โดยที่ผนังที่มีค่า U-Value มากจะมีค่าแตกต่างของอุณหภูมิ (temperature swing) มากขึ้นด้วย
- ผนังมวลสารมากจะมีค่าการหน่วงเหนี่ยวเวลา (time lag) มาก และอุณหภูมิภายในจะสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกเป็นเวลานานหลายชั่วโมง ส่วนผนังมวลสารน้อยแทบจะไม่มีค่าการหน่วงเหนี่ยวเวลาเลย เพราะผนังมวลสารน้อยจะมีอุณหภูมิขึ้นสูงและลงต่ำตามอุณหภูมิอากาศภายนอกตลอดเวลา

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษา เพื่อหาอิทธิพลของผนังมวลสารภายนอกต่อสภาวะน่าสบายและภาระการทำความเย็นในระบบปรับอากาศ และนำผลการศึกษาที่ได้มาประยุกต์ใช้ให้มีความเหมาะสมกับการออกแบบอาคารที่มีรูปร่างแบบต่างๆ ในสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นในเขตกรุงเทพมหานคร โดยได้ทำการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบทที่ 2 แล้วนำข้อมูลและความรู้ที่ได้มาออกแบบวิธีการวิจัยซึ่งประกอบไปด้วย การเลือกและจัดกลุ่มวัสดุมวลสารที่จะนำมาทดลอง , การกำหนดตัวแปรในการวิจัย , การกำหนดประเภทของข้อมูลที่ต้องการเพื่อทำการเก็บวัดผล , การออกแบบหน่วยการทดลอง และแนวทางการวิเคราะห์ประเมินผลเพื่อนำไปสู่การประยุกต์ใช้ในการออกแบบอาคารรูปแบบต่างๆ รวมไปถึงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทั้งหมดไม่ว่าจะเป็น อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ วัดค่าข้อมูล อ่านและบันทึกข้อมูล และคอมพิวเตอร์โปรแกรม DOE 2.1 D.

3.1 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1.1 ขั้นตอนการศึกษาทฤษฎีและแนวความคิดที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย (ในบทที่ 2) ได้แก่

3.1.1.1 คุณสมบัติทางกายภาพความร้อนของวัสดุก่อสร้างอาคาร (thermophysical properties of building materials)

- การนำความร้อน
- ความต้านทานความร้อน
- คุณสมบัติของพื้นผิววัสดุที่เกี่ยวกับการแผ่รังสี
- ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่พื้นผิวของวัสดุ
- ความจุความร้อน

3.1.1.2 บทบาทของมวลสารกับการถ่ายเทความร้อน (the role of thermal mass)

3.1.1.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพทางความร้อนของมวลสาร (parameter influencing thermal mass effectiveness)

- คุณสมบัติทางความร้อนของวัสดุ
- การจัดวางตำแหน่งผนังมวลสารภายนอกอาคาร
- อิทธิพลของผนังมวลสารและฉนวนกันความร้อน

3.1.1.4 สภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิ (thermal comfort)

3.1.1.5 การคำนวณค่าภาระการทำความเย็น

- วิธี Transfer Function Method (TFM)

- วิธี Cooling Load Temperature Difference / Solar Cooling Load / Cooling Load Factor (CLTD/SCL/CLF)
- วิธี Total Equivalent Temperature Difference / Time averaging (TETD/TA)

3.1.2 ขั้นตอนการกำหนดสภาพการใช้งานในอาคารที่จะทำการทดสอบ โดยพิจารณาจากสภาพการใช้งานของอาคารจริงโดยทั่วๆ ไปที่ปรากฏอยู่ในปัจจุบัน ที่มีทั้งอาคารปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ ซึ่งในอาคารปรับอากาศก็จะพิจารณาตามประเภทอาคารที่มีช่วงเวลาของการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป และในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการกำหนดสภาพการใช้งานของอาคาร เพื่อทำการทดสอบวัสดุผนังมวลสารภายนอกตามสภาวะต่างๆ โดยแบ่งออกเป็น

3.1.2.1 สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ

ได้แก่ อาคารประเภทที่ไม่มีการใช้งานระบบปรับอากาศเลย ตัวอย่างอาคารประเภทนี้เช่น วัด , โบสถ์ , วิหาร , ร้านค้า และบ้านพักอาศัย เป็นต้น

3.1.2.2 สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชม.

ได้แก่ อาคารประเภทที่มีการใช้งานระบบปรับอากาศตลอดเวลา ตัวอย่างอาคารประเภทนี้เช่น โรงพยาบาล , โรงแรม และสนามบิน เป็นต้น

3.1.2.3 สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะในช่วงเวลากลางวัน

ได้แก่ อาคารที่มีทั้งสภาวะปรับอากาศและไม่ปรับอากาศปะปนกัน โดยจะมีการใช้งานของระบบปรับอากาศเฉพาะในช่วงเวลากลางวันเท่านั้น และมีเวลาในการปิด-เปิดเครื่องที่ค่อนข้างแน่นอน ตัวอย่างอาคารประเภทนี้ เช่น อาคารสำนักงาน และร้านค้าต่างๆ เป็นต้น ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดช่วงเวลาของการเดินเครื่องปรับอากาศให้อยู่ในช่วง 8.00 - 18.00 น. (10 ชั่วโมงต่อวัน) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้มาจากการสอบถามและสำรวจเวลาการใช้งานของอาคารประเภทดังกล่าวในเขตกรุงเทพมหานคร โดยผู้วิจัยได้พิจารณาแล้วว่าช่วงเวลาดังกล่าวมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นตัวแทนของการศึกษา เนื่องจากมีความสอดคล้องกับช่วงเวลาการใช้งานของอาคารในปัจจุบันมากที่สุด (พิจารณาเวลาเริ่มใช้อาคารและออกจากอาคาร)

3.1.2.4 สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะในช่วงเวลากลางคืน

ได้แก่ อาคารที่มีทั้งสภาวะปรับอากาศและไม่ปรับอากาศปะปนกัน โดยจะมีการใช้งานของระบบปรับอากาศเฉพาะในช่วงเวลากลางคืนเท่านั้น ตัวอย่างอาคารประเภทนี้เช่น บ้านพักอาศัย เป็นต้น ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ได้กำหนดช่วงเวลาของการเดินเครื่องปรับอากาศให้อยู่ในช่วงเวลา 20.00 - 6.00 น. (10 ชั่วโมงต่อวัน) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้มาจากการสอบถามและสำรวจเวลาการใช้งานของอาคารประเภทดังกล่าว ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยผู้วิจัยได้พิจารณาแล้วว่า ช่วงเวลาดังกล่าวมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นตัวแทนของการศึกษากับอาคารประเภทนี้ เนื่องจากมีความสอดคล้องกับช่วงเวลาการใช้งานของอาคารประเภทบ้านพักอาศัยในปัจจุบันมากที่สุด

3.1.3 การศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเตรียมการทดลอง

3.1.3.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์จัดกลุ่มและเลือกวัสดุที่จะนำมาทำการทดสอบ

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงอิทธิพลของมวลสารผนังภายนอกที่มีผลต่อปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังเข้าสู่อาคาร ดังนั้นเกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์และจัดกลุ่มวัสดุจึงเป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะทางด้านมวลสารของวัสดุ โดยจะพิจารณาใช้ค่าน้ำหนักของวัสดุนั้นๆ เป็นหน่วยกิโลกรัมต่อตารางเมตร และจัดกลุ่มแยกประเภทตามค่าน้ำหนักออกเป็น 3 ระดับ ตามเกณฑ์ข้อกำหนดของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ดังนี้

- ผนังมวลสารน้อย คือ ผนังที่มีน้ำหนัก 0 - 125 กิโลกรัม / ตารางเมตร
- ผนังมวลสารปานกลางคือผนังที่มีน้ำหนัก 126 - 195 กิโลกรัม / ตารางเมตร
- ผนังมวลสารมาก คือ ผนังที่มีน้ำหนักเกินกว่า 195 กิโลกรัม / ตารางเมตร

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้กำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U-Value) ของผนังมวลสารทั้ง 3 ประเภท มีค่าอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันภายในกลุ่ม และจะทำการทดสอบโดยใช้ค่า U-Value 2 ระดับ ดังนี้

<u>กลุ่มที่ 1</u> ค่า U-Value อยู่ในช่วง 3.979 - 3.989 $W/m^{2o}C$ ได้แก่

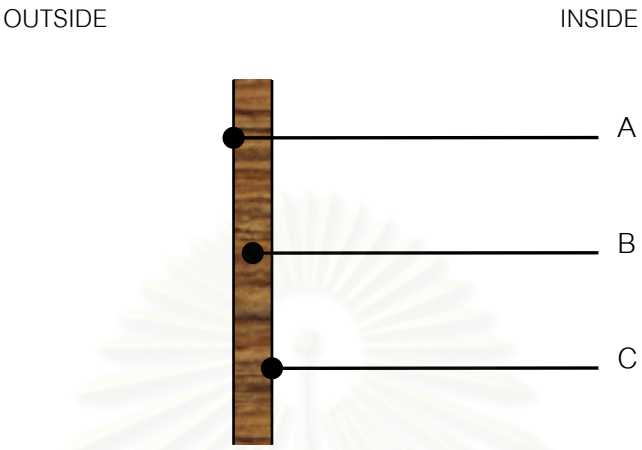
- ผนัง A-1 คือ ไม้เนื้อแข็งหนา 12 mm.
  เป็นผนังมวลสารน้อย U-Value = 3.984 $W/m^{2o}C$
- ผนัง B-1 คือ อิฐหนา 7 cm. + ปูนผสมทรายข้างละ 8 mm.
  เป็นผนังมวลสารปานกลาง U-Value = 3.979 $W/m^{2o}C$
- ผนัง C-1 คือ คอนกรีตหนา 5 นิ้ว (12.5 cm.)
  เป็นผนังมวลสารมาก U-Value = 3.989 $W/m^{2o}C$

<u>กลุ่มที่ 2</u> ค่า U-Value = 0.953 - 0.959 $W/m^{2o}C$ ได้แก่

- ผนัง A-2 คือ วัสดุก่อมวลเบาขนาดความหนา 7.5 cm. + ปูนฉาบน้ำหนักขนาดกลางข้างละ 0.5 cm.
  เป็นผนังมวลสารน้อย U-Value = 0.958 $W/m^{2o}C$
- ผนัง B-2 คือ คอนกรีตมวลเบาขนาดความหนา 17 cm. + ปูนฉาบน้ำหนักเบาข้างละ 1 cm.
  เป็นผนังมวลสารปานกลาง U-Value = 0.959 $W/m^{2o}C$
- ผนัง C-2 คือ คอนกรีตมวลเบาขนาดความหนา 27 cm. + ปูนฉาบน้ำหนักเบาข้างละ 1 cm.
  เป็นผนังมวลสารมาก U-Value = 0.953 $W/m^{2o}C$

<u>รายละเอียดของผนังที่จะทำการทดลอง</u>

<u>ผนัง A-1</u>



ภาพที่ 3.1 แสดงรูปตัดของผนัง A-1

วัสดุ	x / k	R	density (kg / m^3)	specific heat (kcal / kg°C)	หมายเหตุ
A - ฟิล์มอากาศที่ผิวผนังด้านนอก	-	0.044	-	-	ในกรณีที่ผิวผนังด้านนอกมีค่าสปส.การแผ่รังสีสูง
B - ไม้เนื้อแข็งหนา 12 mm.	0.012/0.138	0.08695	720	0.30	-
C - ฟิล์มอากาศที่ผิวผนังด้านใน	-	0.12	-	-	ในกรณีที่ผิวผนังด้านในมีค่าสปส.การแผ่รังสีสูง

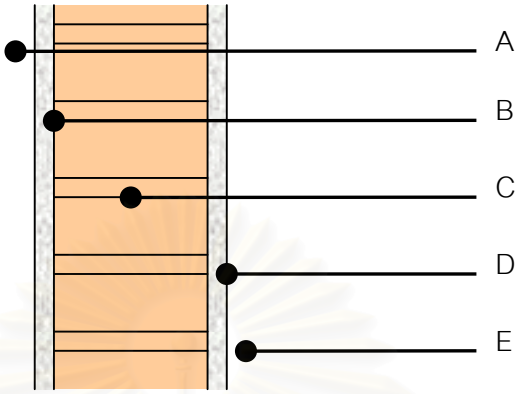
ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดคุณสมบัติวัสดุของผนัง A-1

ที่มา : คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคารปี 2536 และ Mechanical and Electrical Equipment for Buildings , 8th Edition

ค่าความต้านทานความร้อนรวม ($\sum$R)	0.25095	$m^{2o}C/W$
ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U)	3.98485	$W/m^{2o}C$
ค่าความจุความร้อนรวม (C)	2.592	$kcal/m^{2o}C$
มวลของผนัง (W)	8.64	kg/m^2

ผนัง B-1

OUTSIDE INSIDE



ภาพที่ 3.2 แสดงรูปตัดของผนัง B-1

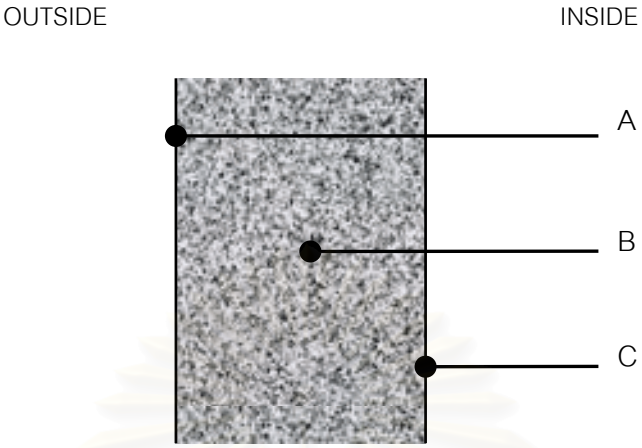
วัสดุ	x / k	R	density (kg / m^3)	specific heat (kcal / kg°C)	หมายเหตุ
A - ฟิล์มอากาศที่ผิวผนังด้านนอก	-	0.044	-	-	ในกรณีที่ผิวผนังด้านนอกมีค่าสปส.การแผ่รังสีสูง
B - ปูนผสมทราย 8 mm.	0.008/0.543	0.01473	1568	0.20	-
C - อิฐมอญ (ชื้น 6%) 7 cm.	0.07/1.211	0.05780	1872	0.19	-
D - ปูนผสมทราย 8 mm.	0.008/0.543	0.01473	1568	0.20	-
E - ฟิล์มอากาศที่ผิวผนังด้านใน	-	0.12	-	-	ในกรณีที่ผิวผนังด้านในมีค่าสปส.การแผ่รังสีสูง

ตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียดคุณสมบัติวัสดุของผนัง B-1

ที่มา : คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคารปี 2536 และ Mechanical and Electrical Equipment for Buildings , 8th Edition

ค่าความต้านทานความร้อนรวม ($\sum R$)	0.25126	$m^{2o}C/W$
ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U)	3.9799	$W/m^{2o}C$
ค่าความจุความร้อนรวม (C)	29.90	$kcal/m^{2o}C$
มวลของผนัง (W)	156.12	kg/m^2

ผนัง C-1



ภาพที่ 3.3 แสดงรูปตัดของผนัง C-1

วัสดุ	x / k	R	density (kg / m^3)	specific heat (kcal / kg°C)	หมายเหตุ
A - ฟิล์มอากาศที่ผิวผนังด้านนอก	-	0.044	-	-	ในกรณีที่ผิวผนังด้านนอกมีค่าสปส.การแผ่รังสีสูง
B - คอนกรีตหนา 5 นิ้ว (12.5 cm.)	0.125/1.442	0.08668	2400	0.20	-
C - ฟิล์มอากาศที่ผิวผนังด้านใน	-	0.12	-	-	ในกรณีที่ผิวผนังด้านในมีค่าสปส.การแผ่รังสีสูง

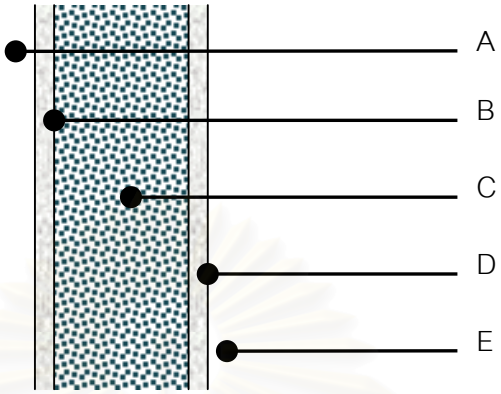
ตารางที่ 3.3 แสดงรายละเอียดคุณสมบัติวัสดุของผนัง C-1

ที่มา : คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคารปี 2536 และ Mechanical and Electrical Equipment for Buildings , 8th Edition

ค่าความต้านทานความร้อนรวม ($\sum$R)	0.25068	$m^{2o}C/W$
ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U)	3.98914	$W/m^{2o}C$
ค่าความจุความร้อนรวม (C)	60	$kcal/m^{2o}C$
มวลของผนัง (W)	300	kg/m^2

ผนัง A-2

OUTSIDE INSIDE



ภาพที่ 3.4 แสดงรูปตัดของผนัง A-2

วัสดุ	x / k	R	density (kg / m^3)	specific heat (kcal / kg°C)	หมายเหตุ
A - ฟิล์มอากาศที่ผิวผนังด้านนอก	-	0.044	-	-	ในกรณีที่ผิวผนังด้านนอกมีค่าสปส.การแผ่รังสีสูง
B - ปูนฉาบน้ำหนักขนาดกลาง 0.5 cm.	0.005/0.274	0.01824	1104	0.18	-
C - วัสดุก่อมวลเบา 7.5 cm (ρ = 600 kg/m^3)	0.075/0.089	0.84269	600	0.19	วัสดุก่อมวลเบาที่ใช้ในที่นี้คือ คอนกรีตมวลเบาของบริษัท ซูปเปอร์บล็อค
D - ปูนฉาบน้ำหนักขนาดกลาง 0.5 cm.	0.005/0.274	0.01824	1104	0.18	-
E - ฟิล์มอากาศที่ผิวผนังด้านใน	-	0.12	-	-	ในกรณีที่ผิวผนังด้านในมีค่าสปส.การแผ่รังสีสูง

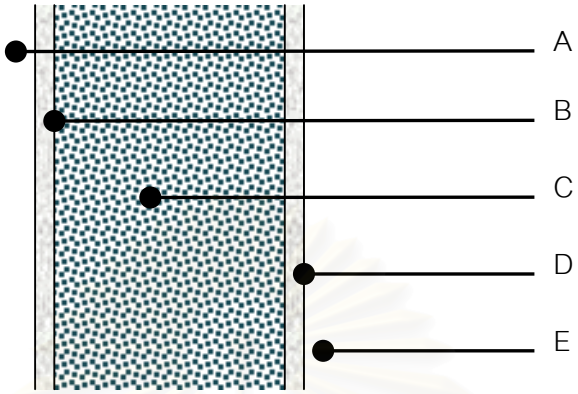
ตารางที่ 3.4 แสดงรายละเอียดคุณสมบัติวัสดุของผนัง A-2

ที่มา : คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคารปี 2536 และ Mechanical and Electrical Equipment for Buildings , 8th Edition

ค่าความต้านทานความร้อนรวม ($\sum$R)	1.04318	$m^{2o}C/W$
ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U)	0.95860	$W/m^{2o}C$
ค่าความจุความร้อนรวม (C)	10.53	$kcal/m^{2o}C$
มวลของผนัง (W)	56.04	kg/m^2

ผนัง B-2

OUTSIDE INSIDE



ภาพที่ 3.5 แสดงรูปตัดของผนัง B-2

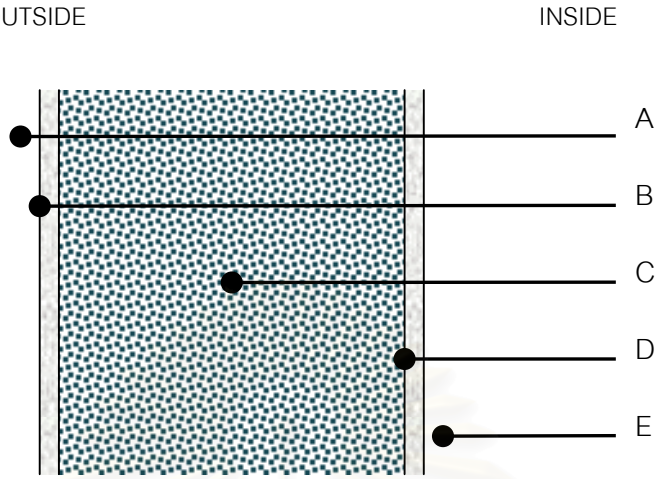
วัสดุ	x / k	R	density (kg / m^3)	specific heat (kcal / kg^{o}C)	หมายเหตุ
A - ฟิล์มอากาศที่ผิวผนังด้านนอก	-	0.044	-	-	ในกรณีที่ผิวผนังด้านนอกมีค่าสปส.การแผ่รังสีสูง
B - ปูนฉาบน้ำหนักเบา 1 cm.	0.01/0.063	0.15873	300	0.18	-
C - คอนกรีตมวลเบา 17 cm (ρ = 960 kg/m^3)	0.17/0.303	0.56105	960	0.19	ดูรายละเอียดของคอนกรีตมวลเบาชนิดนี้ได้ที่ภาคผนวก ก.
D - ปูนฉาบน้ำหนักเบา 1 cm.	0.01/0.063	0.15873	300	0.18	-
E - ฟิล์มอากาศที่ผิวผนังด้านใน	-	0.12	-	-	ในกรณีที่ผิวผนังด้านในมีค่าสปส.การแผ่รังสีสูง

ตารางที่ 3.5 แสดงรายละเอียดคุณสมบัติวัสดุของผนัง B-2

ที่มา : คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคารปี 2536 และ Mechanical and Electrical Equipment for Buildings , 8th Edition

ค่าความต้านทานความร้อนรวม ($\sum$R)	1.04251	$m^{2o}C/W$
ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U)	0.95922	$W/m^{2o}C$
ค่าความจุความร้อนรวม (C)	32.08	$kcal/m^{2o}C$
มวลของผนัง (W)	169.2	kg/m^2

ผนัง C-2



ภาพที่ 3.6 แสดงรูปตัดของผนัง C-2

วัสดุ	x / k	R	density (kg / m^3)	specific heat (kcal / kg^{o}C)	หมายเหตุ
A - ฟิล์มอากาศที่ผิวผนังด้านนอก	-	0.044	-	-	ในกรณีที่ผิวผนังด้านนอกมีค่าสปส.การแผ่รังสีสูง
B - ปูนฉาบน้ำหนักเบา 1 cm.	0.01/0.063	0.15873	300	0.18	-
C - คอนกรีตมวลเบา 27 cm (ρ = 1280 kg/m^3)	0.27/0.476	0.56722	1280	0.19	ดูรายละเอียดของคอนกรีตมวลเบาชนิดนี้ได้ที่ภาคผนวก ก.
D - ปูนฉาบน้ำหนักเบา 1 cm.	0.01/0.063	0.15873	300	0.18	-
E - ฟิล์มอากาศที่ผิวผนังด้านใน	-	0.12	-	-	ในกรณีที่ผิวผนังด้านในมีค่าสปส.การแผ่รังสีสูง

ตารางที่ 3.6 แสดงรายละเอียดคุณสมบัติวัสดุของผนัง C-2

ที่มา : คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคารปี 2536 และ Mechanical and Electrical Equipment for Buildings , 8th Edition

ค่าความต้านทานความร้อนรวม ($\sum$R)	1.04868	$m^{2o}C/W$
ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U)	0.95357	$W/m^{2o}C$
ค่าความจุความร้อนรวม (C)	66.74	$kcal/m^{2o}C$
มวลของผนัง (W)	351.6	kg/m^2

การเปรียบเทียบคุณสมบัติด้านต่างๆ ของผนังที่จะทำการทดลอง

ผนัง	Resistance ($m^{2o}C/W$)	U-Value ($W/m^{2o}C$)	Weight (kg/m^2)	Heat Capacity ($kcal/m^{2o}C$)
ผนัง A-1	0.25095	3.98485	8.64	2.592
ผนัง B-1	0.25181	3.97124	156.12	29.90
ผนัง C-1	0.25068	3.98914	300	60
ผนัง A-2	1.04318	0.95860	56.04	10.53
ผนัง B-2	1.04251	0.95922	169.2	32.08
ผนัง C-2	1.04868	0.95357	351.6	66.74

ตารางที่ 3.7 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติด้านต่างๆ ของผนังที่จะทำการทดลอง

3.1.3.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำการออกแบบการทดลอง

ในขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำการออกแบบการทดลองนี้ จะเริ่มจากการกำหนดตัวแปรในการวิจัยทั้งหมด เพื่อนำไปสู่การกำหนดประเภทของข้อมูลที่ต้องการใช้ในการวิจัยเพื่อทำการเก็บวัดผล ตลอดจนการออกแบบหน่วยการทดลองให้มีความเหมาะสมกับการวิจัย ซึ่งขั้นตอนต่างๆ มีรายละเอียด ดังนี้

การกำหนดตัวแปรในการวิจัย

- ตัวแปรอิสระ

กลุ่มที่ 1 U = 3.979 - 3.989 $W/m^{2o}C$

- ผนัง A-1 คือ ไม้เนื้อแข็งหนา 12 mm. เป็นผนังมวลสารน้อย
- ผนัง B-1 คือ อิฐหนา 7 cm. + ปูนผสมทรายข้างละ 8 mm. เป็นผนังมวลสารปานกลาง
- ผนัง C-1 คือ คอนกรีตหนา 12.5 cm. เป็นผนังมวลสารมาก

กลุ่มที่ 2 U = 0.953 - 0.959 $W/m^{2o}C$

- ผนัง A-2 คือ คอนกรีตมวลเบาหนา 7.5 cm. + ปูนฉาบน้ำหนักขนาดกลางข้างละ 0.5 mm. เป็นผนังมวลสารน้อย
- ผนัง B-2 คือ คอนกรีตมวลเบาหนา 17 cm. + ปูนฉาบน้ำหนักเบาข้างละ 1 cm.เป็นผนังมวลสารปานกลาง
- ผนัง C-2 คือ คอนกรีตมวลเบาหนา 27 cm. + ปูนฉาบน้ำหนักเบาข้างละ 1 cm.เป็นผนังมวลสารมาก

- ตัวแปรตาม

สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ	สภาวะที่มีการปรับอากาศ
จะทำการเก็บวัดผลข้อมูลจากการทดลองในด้านของสภาวะน่าสบาย โดยจะทำการเปรียบเทียบผลรวมของจำนวนชั่วโมงที่มีค่าของอุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่อยู่ในช่วงสภาวะน่าสบาย	จะทำการเก็บวัดผลข้อมูลจากการทดลองในด้านภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ ในเรื่องของภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคารรวมตลอดทั้งปี (annual wall cooling load) และปริมาณความร้อนที่ถ่ายผ่านผนังทดสอบด้านต่างๆ (heat transfer from north wall , east wall , south wall & west wall to zone)

- ตัวแปรควบคุม

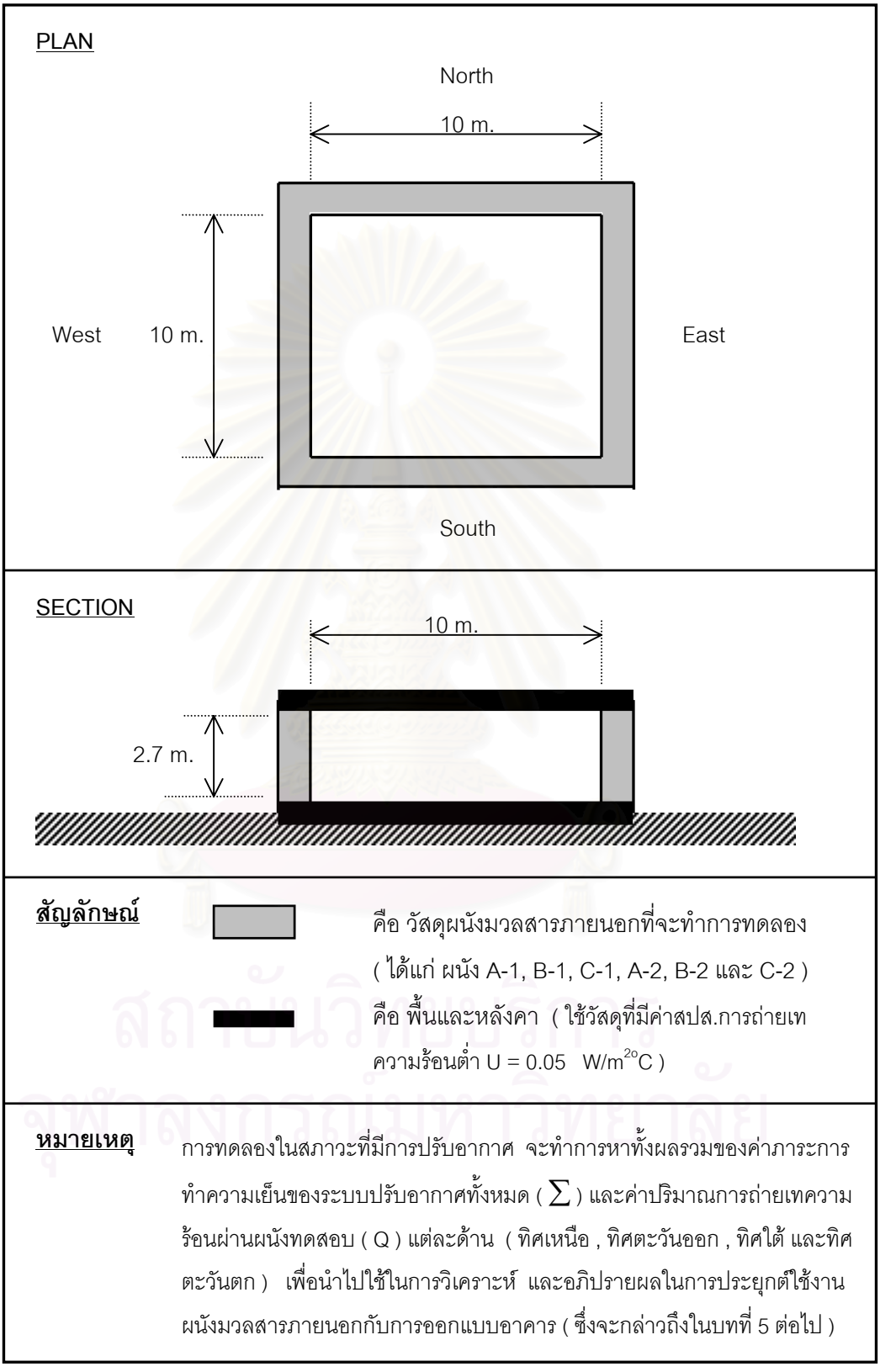
- Surface Reflectivity
- Surface Absorptivity
- Surface Emissivity
- Surface Convection on Coefficient
- Longwave Radiation Heat Exchange

และการถ่ายเทความร้อนที่เกิดจากส่วนประกอบอื่นๆ ที่ไม่ใช่ผนังภายนอกของอาคาร

ตารางที่ 3.8 แสดงการกำหนดตัวแปรในการวิจัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน่วยการทดลอง



ภาพที่ 3.7 แสดงรายละเอียดของหน่วยการทดลอง

3.1.4 ขั้นตอนการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลในการสร้างแบบจำลองและการทำนายผลการทดลอง โดยการเปรียบเทียบผลการจำลองสภาพการทดลองด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม DOE 2.1 D. กับการทดลองในสภาพจริง

3.1.5 ขั้นตอนดำเนินการทดสอบ โดยใช้การจำลองสภาพการทดลองด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม DOE 2.1 D ซึ่งจะทำการเก็บวัดผลข้อมูลทางด้านอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร โดยจะหาผลรวมของจำนวนชั่วโมงที่มีค่าอุณหภูมิภายในอาคารที่อยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายสำหรับในสภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ และหาค่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังทดสอบด้านต่างๆ และผลรวมทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นในสภาวะที่มีการปรับอากาศ ตามสภาพการใช้งานที่กำหนด

3.1.6 นำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ และประเมินผลการใช้งานของผนังมวลสารภายนอกกับอาคารรูปแบบต่างๆ ที่มีรูปร่างภายนอกของอาคารต่างกันแต่มีพื้นที่ใช้สอยของอาคารเท่ากัน โดยจะใช้การจำลองสภาพการทดลองด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม DOE 2.1 D

3.1.7 สรุปผลการทดสอบ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบผนังมวลสารภายนอกกับรูปแบบของอาคารที่มีความเหมาะสมกับสภาพการใช้งานอาคาร ทั้งในสภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศและสภาวะที่มีการปรับอากาศตามช่วงเวลาต่างๆ ที่กำหนดไว้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลจากการทดลองในสภาพจริง
(ดูรายละเอียดได้ที่ภาคผนวก ข.)

3.2.2 คอมพิวเตอร์โปรแกรม DOE 2.1 D.

โปรแกรม DOE-2 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับประเมินการใช้พลังงานในอาคารที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา การใช้งานของโปรแกรมจะใช้เพื่อการจำลองสภาพอาคารที่ต้องการทดสอบ โดยจะสามารถใช้งานได้ทั้งกับอาคารที่กำลังอยู่ในขั้นตอนของการออกแบบและการปรับปรุงอาคารที่สร้างเสร็จแล้ว เพื่อวิเคราะห์ Building Performance ของอาคารทางด้านการใช้พลังงาน

ลักษณะการใช้งานของโปรแกรมจะเน้นที่ความละเอียดแม่นยำในการกรอกข้อมูล และการคำนวณในทุกขั้นตอน ซึ่งจะสามารถสรุปแนวคิดหลักๆ ได้ดังนี้

- คำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธี Transfer Function Method
- คำนวณการใช้พลังงานตลอดปีโดยวิธี Hour-by-Hour

- ใช้ข้อมูลสภาพอากาศรายชั่วโมงในการคำนวณการใช้พลังงาน โดยสามารถใช้ได้ทั้งข้อมูลสภาพอากาศจริง และการคำนวณข้อมูลสภาพอากาศขึ้นมาใหม่จากข้อมูลจริงที่มีอยู่หลายปี
- คำนวณการใช้พลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง โดยคำนึงถึงการใช้แสงธรรมชาติ ลักษณะของช่องเปิด ระดับแสงภายในอาคารและภายนอกอาคาร
- คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของช่องเปิดในทุก ๆ ชั่วโมง เพื่อนำไปคำนวณการถ่ายเทความร้อนที่เข้าสู่อาคารในแต่ละชั่วโมง

โปรแกรม DOE-2 ที่จะใช้งานสำหรับการวิจัยในครั้งนี้เป็นเวอร์ชั่น DOE 2.1 D. ที่มีความสามารถในการศึกษาทั้งด้านสภาพอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร การประเมินการใช้พลังงานตลอดจนเรื่องของการให้แสงธรรมชาติ ในการใช้งาน DOE 2.1 D. ผู้ใช้จะต้องมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้ในการกรอกข้อมูล (input data) ที่มีรายละเอียดมากจึงต้องอาศัยความชำนาญเป็นพิเศษ ถึงแม้ว่าในปัจจุบันได้มีการพัฒนาโปรแกรมให้ทำงานง่ายขึ้น แต่เนื่องจากโปรแกรมนั้นๆ ยังไม่มีสั่งเข้ามาใช้งาน ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงยังต้องใช้โปรแกรม DOE 2.1 D. ที่ยังค่อนข้างยุ่งยากอยู่

หลักการของโปรแกรม DOE 2.1 D. มีดังนี้

1. โปรแกรมจะแปลความหมายข้อมูลที่กรอกเข้าไป (input data) จากภาษาที่เขียนด้วย Text ธรรมดาใน MS-DOS ให้เป็นภาษาที่โปรแกรมเข้าใจได้คือ ภาษา Fortran

2. ส่วนประกอบสำคัญ ๆ ที่จะต้องทำการกรอกข้อมูลเข้าไป เพื่อการใช้งานโปรแกรม DOE 2.1 D. ประกอบด้วย 5 ส่วนหลัก ๆ ดังนี้

- BDL (the building description language processor) เป็นการอธิบายข้อมูลเกี่ยวกับอาคารในรูปแบบที่กำหนดด้วยภาษาที่โปรแกรมสามารถเข้าใจได้ เพื่อใช้ในการคำนวณตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร และประเมินความสำคัญของตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในอาคาร
- LOADS (the loads simulation subprogram) เป็นส่วนที่เกี่ยวกับการเขียนคำสั่งและป้อนข้อมูลของอาคาร เพื่อใช้ในการคำนวณส่วนประกอบทางด้านความร้อนสัมผัส (sensible) และความร้อนแฝง (latent) หรือความต้องการพลังงานที่ใช้ในอาคาร รวมทั้งภาระการทำความเย็น (cooling load) หรือการทำความร้อน (heating load) ของอาคารในแต่ละพื้นที่ที่ผู้ใช้ต้องการคำนวณ โดยถือเสมือนว่าพื้นที่แต่ละส่วนที่พิจารณาจะมีค่าอุณหภูมิภายในเท่ากันหมดทั้งพื้นที่ ข้อมูลในชุดคำสั่งนี้จะมีความสัมพันธ์กับสภาพภูมิอากาศ , ตำแหน่งและข้อมูลด้านรังสีดวงอาทิตย์ ตารางการใช้งานอาคารของทั้งผู้ใช้งาน ระบบแสงสว่าง , อุปกรณ์ในอาคารและการรั่วไหลของอากาศ รวมทั้งการหน่วงเหนี่ยวเวลาในการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุเปลือกอาคารที่มีผลต่อสภาพภายในอาคาร

- SYSTEMS (the secondary HVAC systems simulation subprogram) ในขณะที่ LOADS จะทำหน้าที่ประเมินค่าความต้องการพลังงานที่ใช้ภายในอาคาร แต่ในส่วนของ SYSTEMS นั้นจะทำหน้าที่ในการประเมินในด้านที่เกี่ยวกับระบบที่ใช้ในอาคาร ทั้งความต้องการอากาศจากภายนอกที่เข้ามาทดแทน , ชั่วโมงการใช้งานในระบบ และการควบคุมระบบของ HVAC ในอาคาร ผลจากการประเมินที่ได้ (output data) ของ SYSTEMS จะระบุเป็นรายการของการทำความเย็นหรือร้อนที่ตัว Coil ของเครื่องปรับอากาศแยกตามพื้นที่ๆ พิจารณาและระบบที่ใช้งาน
- PLANT (the primary HVAC systems simulation subprogram) เป็นการจำลองสภาพการใช้งานในส่วนของ Boiler , Turbine , Chiller ฯลฯ ที่ทำให้เกิดภาระการทำความเย็นหรือร้อนในอาคารตาม SYSTEMS ที่กำหนดเข้าไป ซึ่งจะใช้งานเพื่อการคำนวณปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง หรือก๊าซที่ต้องใช้ในอาคาร
- ECONOMICS (the economics analysis subprogram) เป็นส่วนที่ใช้เพื่อการคำนวณอัตราค่าพลังงานที่ใช้ของอาคาร สามารถใช้เพื่อเปรียบเทียบอัตราค่าไฟฟ้าหรือพลังงานที่ใช้ในอาคารเพื่อการปรับปรุงอาคาร รวมถึงประมาณค่าไฟฟ้าของอาคารที่สร้างใหม่ได้

3. Weather Data เป็นแฟ้มข้อมูลอากาศที่กำหนดขึ้นเป็นรายชั่วโมง โดยจะเป็น File ที่มีนามสกุล TMY (test meteorological year) หรือ TRY (test reference year) ที่ทางอเมริการได้มีการจัดทำไว้ให้ สำหรับในประเทศไทยจะต้องทำการเขียนขึ้นเองจากรายงานข้อมูลสภาพอากาศรายชั่วโมง ซึ่งจะต้องเขียนให้มีรูปแบบ (format) ที่ตรงกัน (จะเป็น text file ที่ระบุข้อมูลอากาศทุกอย่างที่ต้องการเป็นรายชั่วโมง)

4. เมื่อมีการกรอกข้อมูลอาคารทุกส่วนครบตามความต้องการแล้ว โปรแกรมจะทำการประเมินและรายงานผลแยกตามส่วนประกอบหลักของโปรแกรม 5 ส่วน เพื่อให้ผู้ใช้สามารถประเมินผลอาคารนั้นๆได้

ลักษณะของการป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม DOE 2.1 D. สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ในการป้อนข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับรูปร่าง , รูปทรงของอาคาร จะต้องทำในลักษณะ 3 มิติ โดยการสร้างองค์ประกอบต่าง ๆ ของอาคารขึ้นมาใหม่ในโปรแกรม ซึ่งการกำหนดองค์ประกอบของอาคารที่สร้างขึ้นมานั้นจะต้องให้สัมพันธ์กันกับข้อมูลอาคารในส่วนอื่น ๆ ด้วย โดยในการกำหนดจะเริ่มจาก Building Location (เช่น latitude , longitude , altitude และ time-zone) , Building Coordinate (คือการกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของอาคารให้สัมพันธ์กับ Building Location) และ Space Coordination (คือการกำหนดตำแหน่งของ space ให้สัมพันธ์กับ Building Coordinate)

2. การป้อนข้อมูลในส่วนของ LOADS ต่างๆ ของอาคาร จะเป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับอาคารและการใช้อาคาร ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้จะเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับสถาปนิกโดยตรง ซึ่งมีการแยกข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยๆ ดังนี้

- Header Information
- Parameter
- Function
- Building Location
- Design Day
- Operation Schedule
- Wall Parameter
- Materials & Construction
- Exterior Shade
- Space Conditions
- Space
- Exterior Wall or Roof
- Trombe Wall
- Windows
- Doors
- Interior Walls
- Underground Wall (Floor)
- Building Resources
- Reports
- Footer Information

3. การป้อนข้อมูลส่วน SYSTEMS ของอาคาร ซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับระบบปรับอากาศในอาคาร มีการแยกข้อมูลออกเป็นส่วนย่อย ๆ ดังนี้

- Header Information
- Parameter
- Function
- Subr-Function
- Operation Schedule

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- Curve-fit
- Zone-by-Type
- Zone-Control
- Zone-Air
- Zone-Fans
- Zone
- System-by-Type
- System-Control
- System-Air
- System-Fans
- System-terminal
- System-Fluid
- System-Equipment
- System
- Plant-Assignment
- Reports
- Footer Information

4. การป้อนข้อมูลส่วน PLANT ของอาคาร ซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบเครื่องจักรของระบบพลังงานที่ใช้ในอาคาร จะมีการแยกข้อมูลเป็นส่วนย่อยๆ ดังนี้

- Header Information
- Parameter
- Operation Schedule
- Curve-fit
- Plant-Equipment
- Part-Load-Ratio
- Plant Parameters
- Equipment-Quad
- Heat-Recovery
- Energy Storage
- Load Assignment

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

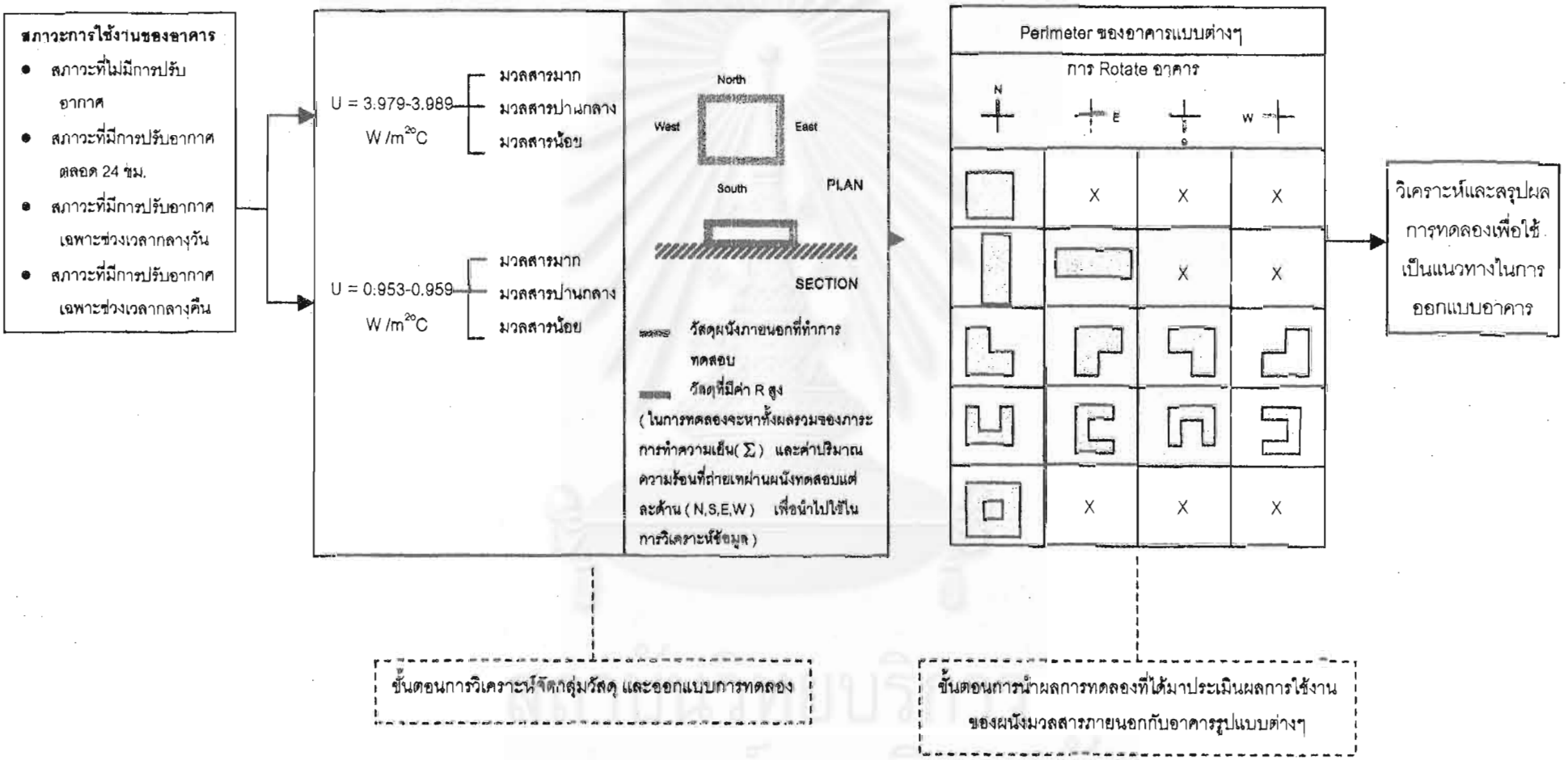
- Load Management
- Energy Resource
- Plant Costs
- Reference Costs
- Reports
- Footer Information

5. การป้อนข้อมูลส่วน ECONOMICS ของอาคาร ซึ่งเป็นข้อมูลทางด้านเศรษฐศาสตร์ จะมีการแยกข้อมูลเป็นส่วนย่อยๆ ดังนี้

- Header Information
- Parameter
- Operation Schedule
- Energy Cost
- Charge Assignment
- Cost Parameter
- Component Cost
- Baseline
- Economics Reports
- Footer Information

จากการศึกษาการใช้งานโปรแกรม DOE 2.1 D. นี้ จะเห็นได้ว่า เป็นโปรแกรมที่เหมาะจะนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการทำวิจัยมากกว่าการใช้เพื่อช่วยในการออกแบบอาคาร หรือประเมินพลังงานขั้นต้น เนื่องจากข้อมูลที่ต้องการในการป้อนลงในโปรแกรมจะมีมากและค่อนข้างละเอียด อีกทั้งหลักการคิดคำนวณของโปรแกรมจะมีลักษณะที่ค่อนข้างละเอียดซับซ้อน อาทิเช่น การคำนวณการใช้พลังงานแบบวิธี Transfer Function Method และ Hour-by-Hour รวมถึงการใช้ข้อมูลสภาพอากาศและตารางการใช้งานอาคารในด้านต่าง ๆ เป็นรายชั่วโมง เป็นต้น จึงทำให้ผลของการประเมินอาคารที่ได้มีความละเอียดและแม่นยำได้ใกล้เคียงกับความจริง

แนวความคิดของกระบวนการวิจัย



บทที่ 4
การทดลอง การวิเคราะห์และการอภิปรายผล

4.1 รายละเอียดลักษณะทางกายภาพของแบบจำลอง

4.1.1 ข้อมูลทั่วไปของแบบจำลอง

ตัวแปร	รายละเอียด	หมายเหตุ
สภาพการใช้งานอาคาร	แบ่งเป็น 4 ประเภท ดังนี้ - สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ - สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง - สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะช่วงเวลากลางวัน (8.00-18.00) - สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะช่วงเวลากลางคืน (20.00-6.00)	ดูรายละเอียดการกำหนดสภาพการใช้งานในอาคารที่จะทำการทดสอบ ในบทที่ 3 หัวข้อ 3.1.2
ขนาด	10 x 10 x 2.7 เมตร (กว้าง x ยาว x สูง)	-
ผนังและวัสดุ	<u>กลุ่มที่ 1</u> ค่า U-Value = 3.979 - 3.989 $W/m^{2o}C$ ได้แก่ - ผนัง A-1 ผนังไม้เนื้อแข็งหนา 12 มม. เป็นผนังมวลสารน้อย ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน 3.984 $W/m^{2o}C$ ค่าความจุความร้อน 2.592 $kcal/m^{2o}C$ มวลของผนัง 8.64 kg/m^2 *ไม้เนื้อแข็ง Conductivity 0.138 W/m^oC (0.138 W/m-K)* *Density 720 kg/m^3* *Specific heat 0.30 $kcal/kg^oC$ (1255 J/kg-K)* - ผนัง B-1 ผนังอิฐหนา 7 ซม.+ ปูนทรายข้างละ 8 มม. เป็นผนังมวลสารปานกลาง ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน 3.979 $W/m^{2o}C$ ค่าความจุความร้อน 29.90 $kcal/m^{2o}C$ มวลของผนัง 156.12 kg/m^2 *อิฐ Conductivity 1.211 W/m^oC (1.211 W/m-K)* *Density 1872 kg/m^3* *Specific heat 0.19 $kcal/kg^oC$ (749 J/kg-K)*	จะทำการทดสอบทีละผนัง ในทุกๆสภาพการใช้งานอาคาร (มีผนังทั้งหมด 6 ประเภท และสภาพการใช้งานอาคาร 4 สภาวะ) (ดูรายละเอียดของผนังและขั้นตอนการวิเคราะห์จัดกลุ่มรวมถึงเหตุผลการเลือกวัสดุที่จะนำมาทำการทดสอบดูได้ที่บทที่ 3 หัวข้อ 3.1.3.1)

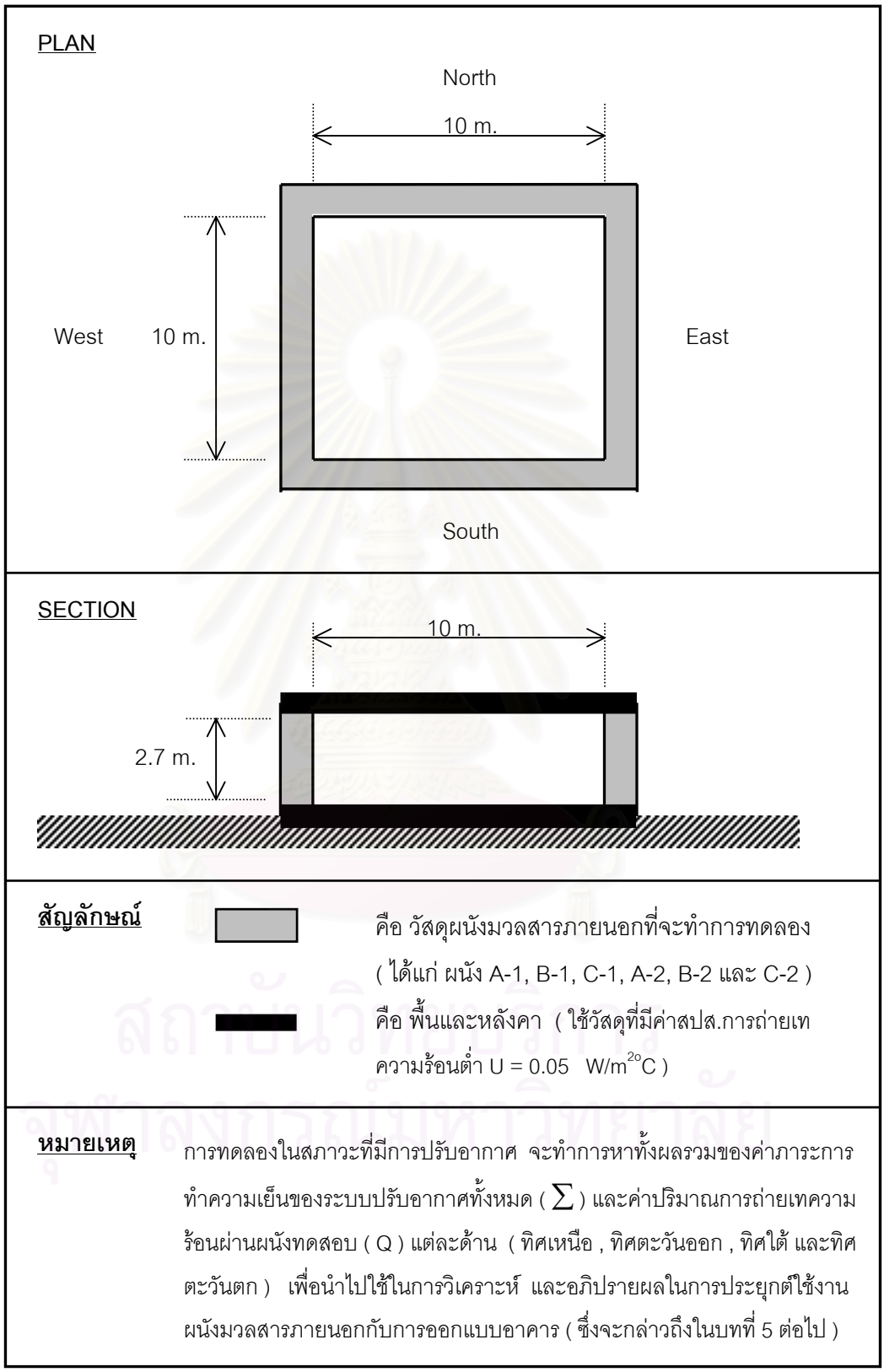
ตัวแปร	รายละเอียด	หมายเหตุ
ผนังและวัสดุ (ต่อ)	*ปูนผสมทราย* *Conductivity* 0.543 $W/m^{o}C$ (0.543 W/m-K) *Density* 1568 kg/m^{3} *Specific heat* 0.20 $kcal/kg^{o}C$ (836 J/kg-K) - ผนัง C-1 ผนังคอนกรีตหนา 12.5 ซม. เป็นผนังมวลสารมาก ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน 3.989 $W/m^{2o}C$ ค่าความจุความร้อน 60 $kcal/m^{2o}C$ มวลของผนัง 300 kg/m^{2} *คอนกรีต* *Conductivity* 1.442 $W/m^{o}C$ (1.442 W/m-K) *Density* 2400 kg/m^{3} *Specific heat* 0.20 $kcal/kg^{o}C$ (836 J/kg-K)	
	<u>กลุ่มที่ 2</u> ค่า U-Value = 0.953 - 0.959 $W/m^{2o}C$ ได้แก่ - ผนัง A-2 ผนังวัสดุก่อมวลเบาหนา 7.5 ซม. + ปูนฉาบน้ำหนักขนาดกลางข้างละ 0.5 ซม. เป็นผนังมวลสารน้อย ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน 0.958 $W/m^{2o}C$ ค่าความจุความร้อน 10.53 $kcal/m^{2o}C$ มวลของผนัง 56.04 kg/m^{2} *คอนกรีตมวลเบา* *Conductivity* 0.089 $W/m^{o}C$ (0.089 W/m-K) *Density* 600 kg/m^{3} *Specific heat* 0.19 $kcal/kg^{o}C$ (794 J/kg-K) *ปูนนน.ขนาดกลาง* *Conductivity* 0.274 $W/m^{o}C$ (0.274 W/m-K) *Density* 1104 kg/m^{3} *Specific heat* 0.18 $kcal/kg^{o}C$ (753 J/kg-K) - ผนัง B-2 ผนังคอนกรีตมวลเบาหนา 17 ซม. + ปูนฉาบน้ำหนักเบาข้างละ 1 ซม. เป็นผนังมวลสารปานกลาง ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน 0.959 $W/m^{2o}C$ ค่าความจุความร้อน 32.08 $kcal/m^{2o}C$ มวลของผนัง 169.2 kg/m^{2} *คอนกรีตมวลเบา* *Conductivity* 0.303 $W/m^{o}C$ (0.303 W/m-K) *Density* 960 kg/m^{3} *Specific heat* 0.19 $kcal/kg^{o}C$ (794 J/kg-K) *ปูนฉาบนน.เบา* *Conductivity* 0.063 $W/m^{o}C$ (0.063 W/m-K) *Density* 300 kg/m^{3} *Specific heat* 0.18 $kcal/kg^{o}C$ (753 J/kg-K)	

ตัวแปร	รายละเอียด	หมายเหตุ
ผนังและวัสดุ (ต่อ)	- ผนัง C-2 ผนังคอนกรีตมวลเบาหนา 27 ซม. + ปูนฉาบน้ำหนักเบาข้างละ 1 ซม. เป็นผนังมวลสารมาก ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน 0.953 $W/m^{2o}C$ ค่าความจุความร้อน 66.74 $kcal/m^{2o}C$ มวลของผนัง 351.6 kg/m^2 *คอนกรีตมวลเบา Conductivity 0.476 W/m^oC (0.476 W/m-K)* *Density 1280 kg/m^3* *Specific heat 0.19 $kcal/kg^oC$ (794 J/kg-K)* *ปูนฉาบนน.เบา Conductivity 0.063 W/m^oC (0.063 W/m-K)* *Density 300 kg/m^3* *Specific heat 0.18 $kcal/kg^oC$ (753 J/kg-K)*	
พื้นและหลังคา	ใช้วัสดุที่มีค่าสปส.การถ่ายเทความร้อนต่ำ U = 0.05 $W/m^{2o}C$ เพื่อให้ผลกระทบที่เกิดจากการถ่ายเทความร้อนเข้าหรือออกจากอาคารทางพื้นและหลังคามีน้อย	เป็นตัวแปรควบคุม
Ventilation	แบบจำลองที่ทำการทดสอบจะไม่มีประตู-หน้าต่าง หรือพัดลมดูดอากาศใดๆ ที่ทำให้เกิดการระบายอากาศ	เป็นตัวแปรควบคุม
Internal load	แบบจำลองที่ทำการทดสอบจะไม่มีผลกระทบของความร้อนที่เกิดจากผู้ใช้อาคาร (occupant load) ไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ (lighing load) , อุปกรณ์ไฟฟ้า (equipment load) และการรั่วซึมของอากาศ (infiltration load)	เป็นตัวแปรควบคุม
<u>หมายเหตุ</u>	ดูรายละเอียดของ input data ทั้งหมดได้ที่ภาคผนวก ค.	

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลทั่วไปของแบบจำลอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.2 ลักษณะของแบบจำลอง



ภาพที่ 4.1 แสดงลักษณะของแบบจำลอง

4.2 ผลการทดลอง

4.2.1 สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ

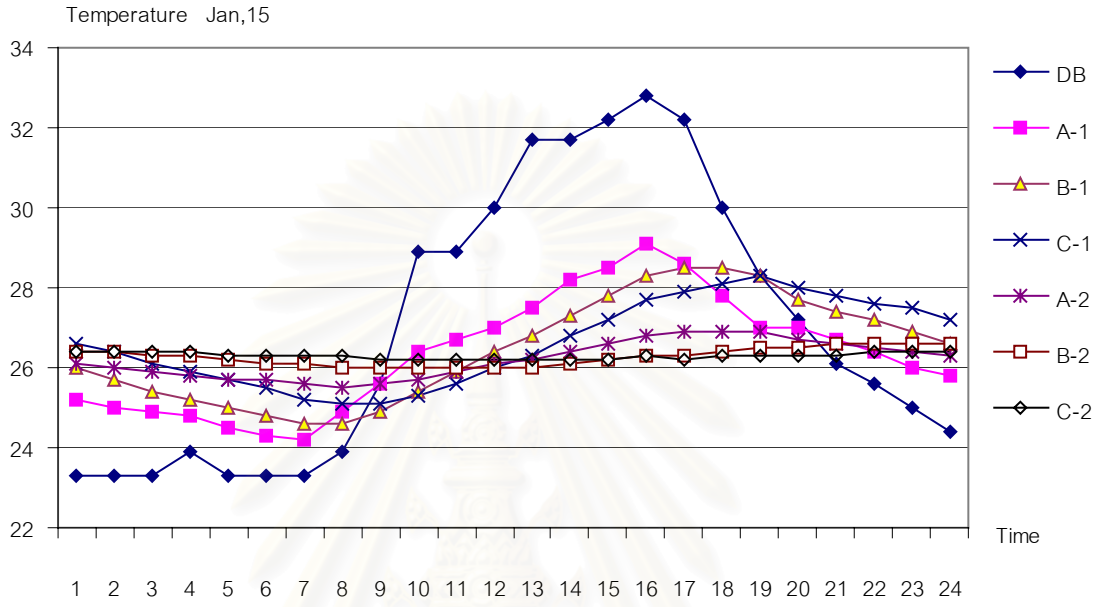
จากการดำเนินการทดสอบโดยการจำลองสภาพอาคารของผนังแบบต่างๆ (ผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2) ภายใต้สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม DOE 2.1 D. (ดูรายละเอียดของ input data ได้ที่ภาคผนวก ค.) ได้ผลการทดลองดังนี้

ข้อมูลที่ได้	Dry-bulb Temp.	ผนัง A-1	ผนัง B-1	ผนัง C-1	ผนัง A-2	ผนัง B-2	ผนัง C-2
จำนวนชั่วโมงที่มีค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารอยู่สูงกว่าช่วงอุณหภูมิในเขตสภาวะน่าสบาย (สูงกว่า 26.9 C หรือ 80 F)	-	6131	6312	6605	6865	6996	7015
จำนวนชั่วโมงที่มีค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารอยู่ในช่วงอุณหภูมิในเขตสภาวะน่าสบาย (21.5-26.9 C หรือ 70-80 F)	-	2583	2413	2130	1895	1764	1745
จำนวนชั่วโมงที่มีค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารอยู่ต่ำกว่าช่วงอุณหภูมิในเขตสภาวะน่าสบาย (ต่ำกว่า 21.5 C หรือ 70 F)	-	46	35	25	0	0	0
ค่าอุณหภูมิต่ำสุดรายปี (หน่วยเป็น ^{o}C)	15.6	18.9	19.5	20	22.3	22.7	23
ค่าอุณหภูมิสูงสุดรายปี (หน่วยเป็น ^{o}C)	39.4	34.1	33.7	33.3	32.1	31.7	31.5
ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายปี (หน่วยเป็น ^{o}C)	27.8	27.6	27.6	27.7	27.6	27.7	27.7

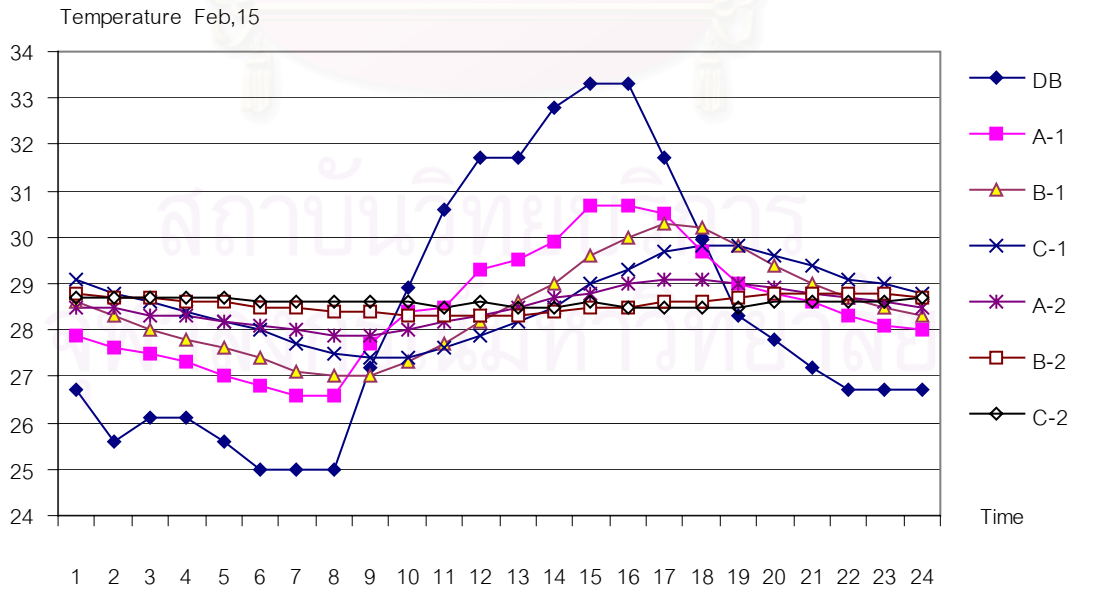
หมายเหตุ ช่วงเขตสภาวะน่าสบายที่นำมาพิจารณาในที่นี้ จะกล่าวถึงเฉพาะข้อมูลทางด้านอุณหภูมิเท่านั้น อันเนื่องมาจากข้อจำกัดของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ส่วนตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับสภาวะน่าสบายแต่ไม่ได้ทำการศึกษา ได้แก่ ความชื้นสัมพัทธ์ , อุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบ , ความเร็วลม , อัตราการเผาผลาญอาหาร และเสื้อผ้าที่สวมใส่ (ดูผล output data ของค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกและค่าอุณหภูมิอากาศภายในของแบบจำลองต่างๆ ได้ที่ภาคผนวก ง.)

ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลของผลการทดลองในสภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ

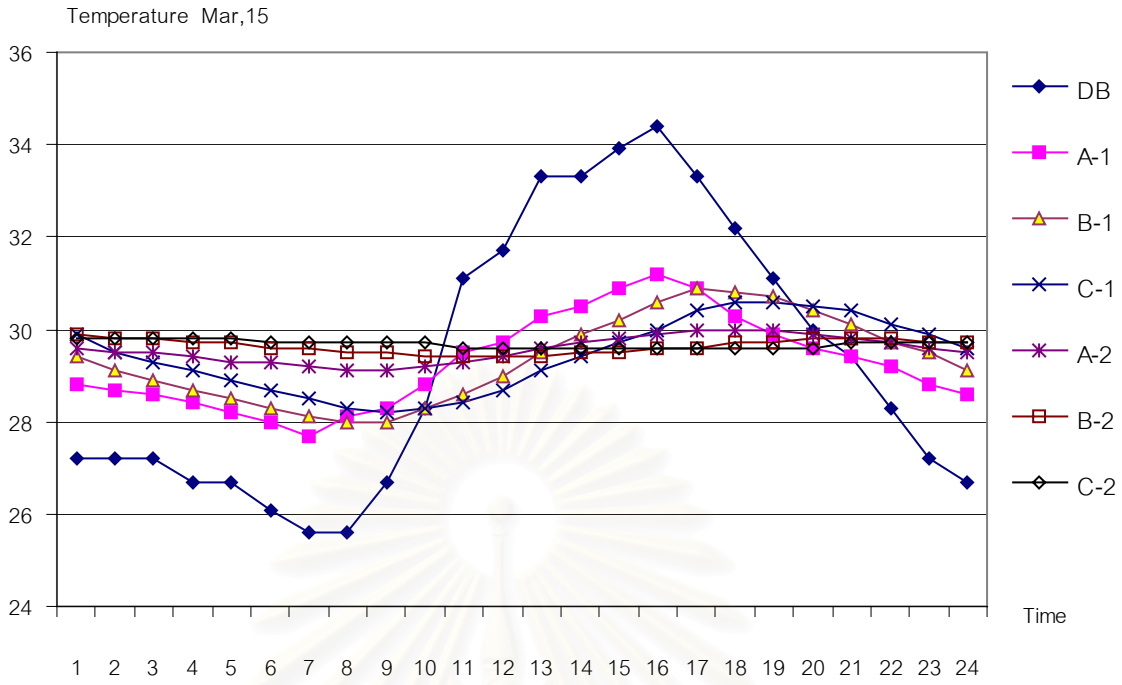
ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบผนังแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ ซึ่งผู้วิจัยนำมาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกกับอุณหภูมิอากาศภายในอาคารของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน โดยจะใช้ผลการทดลองในวันที่ 15 ของทุกเดือนมาเป็นตัวอย่างแสดง ดังนี้



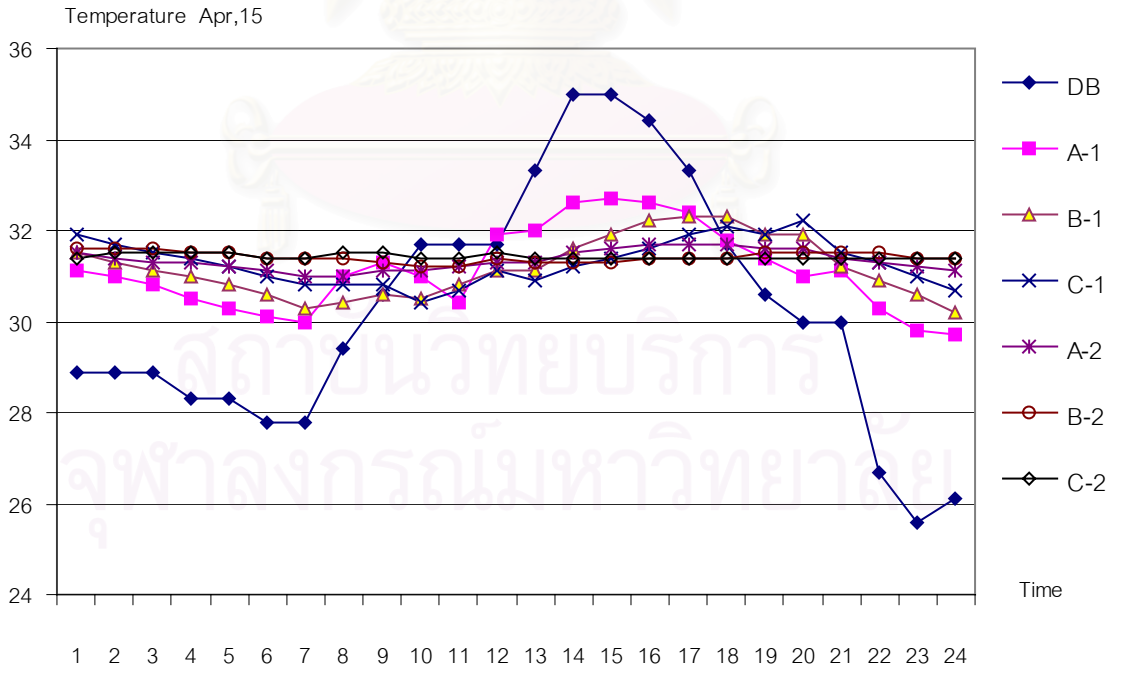
ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารกับอุณหภูมิอากาศภายในอาคารของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (January 15)



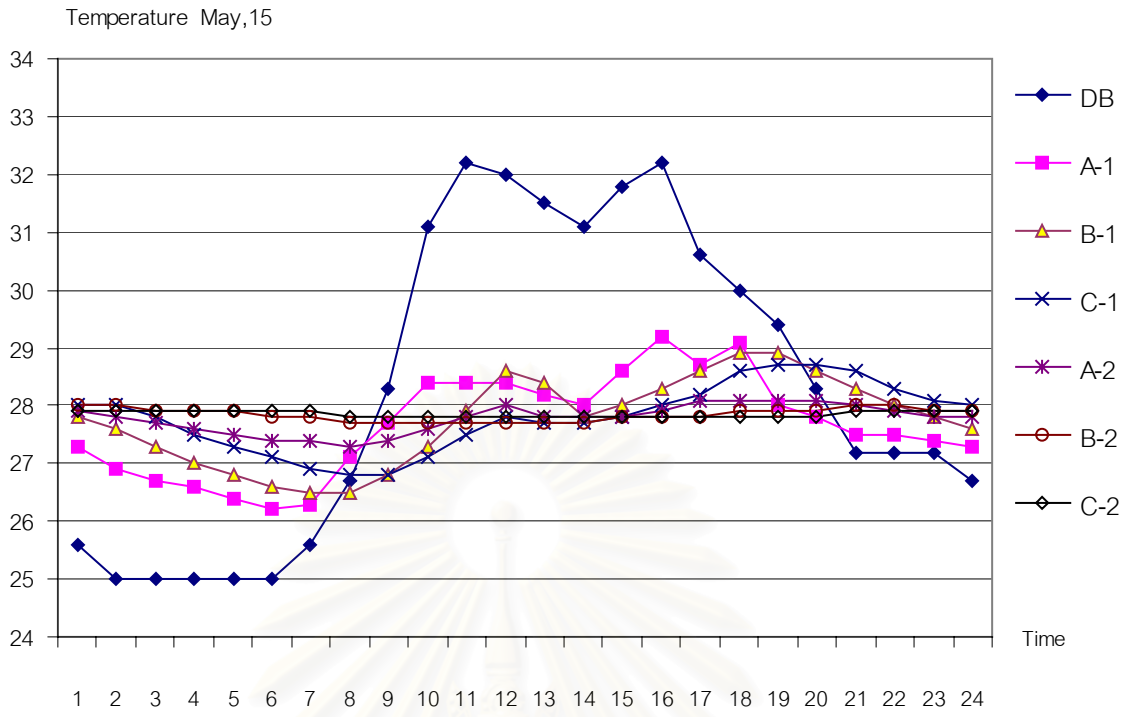
ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารกับอุณหภูมิอากาศภายในอาคารของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (February 15)



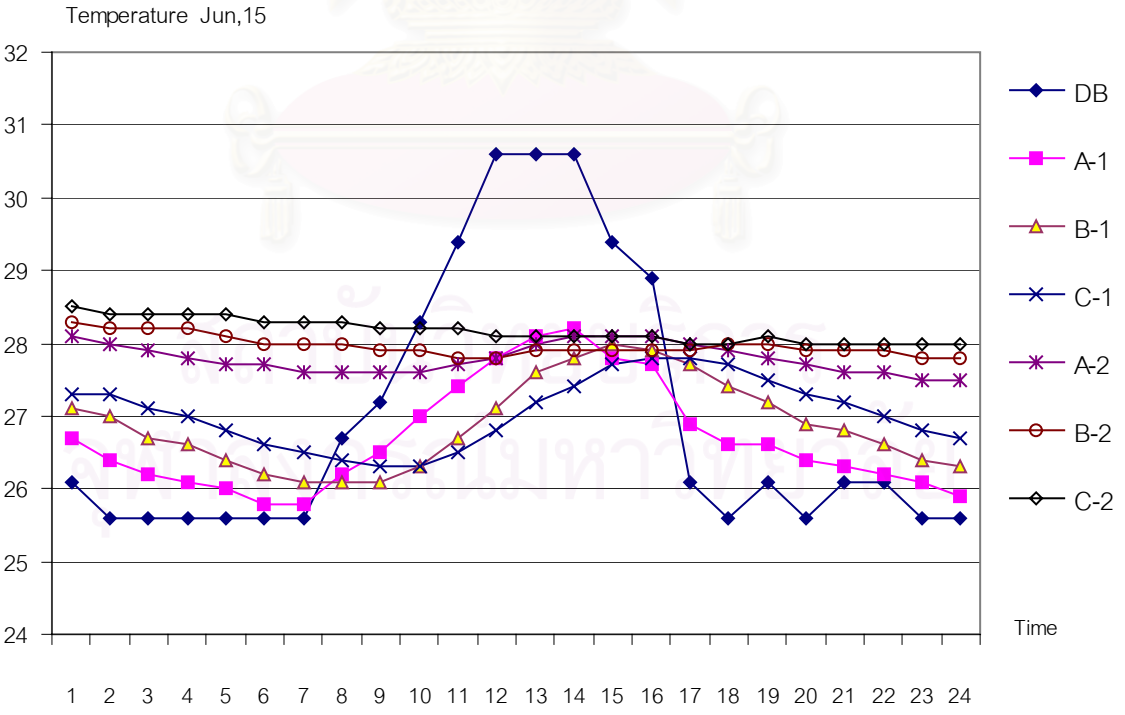
ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารกับอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (March 15)



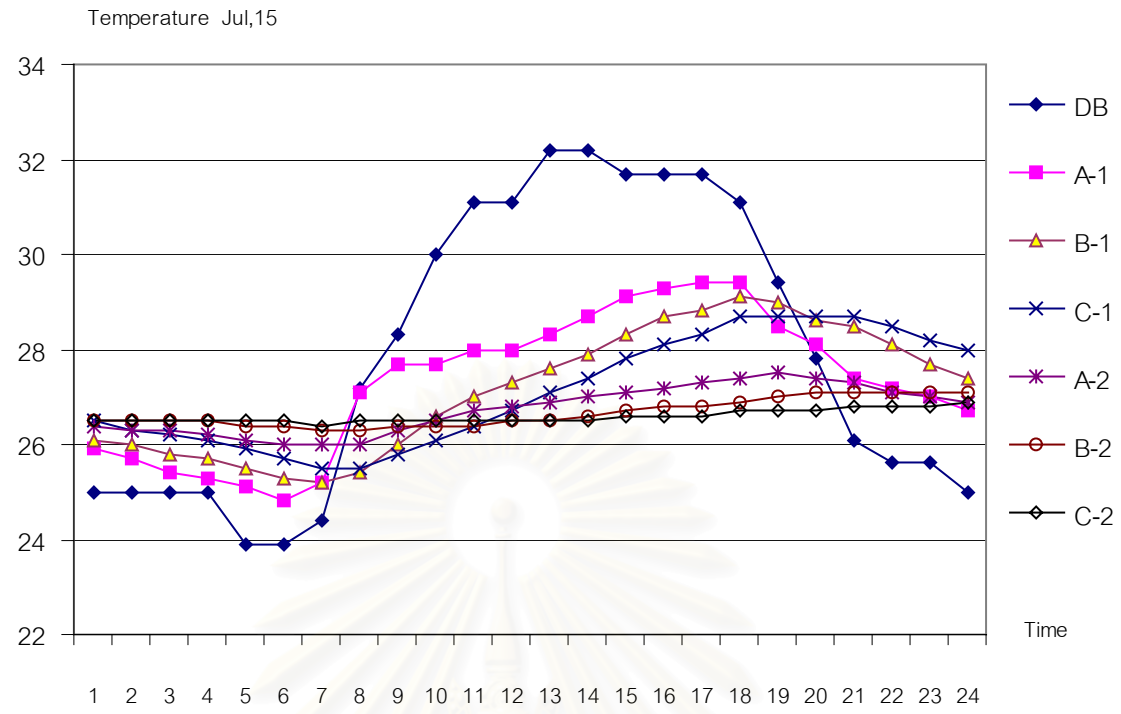
ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารกับอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (April 15)



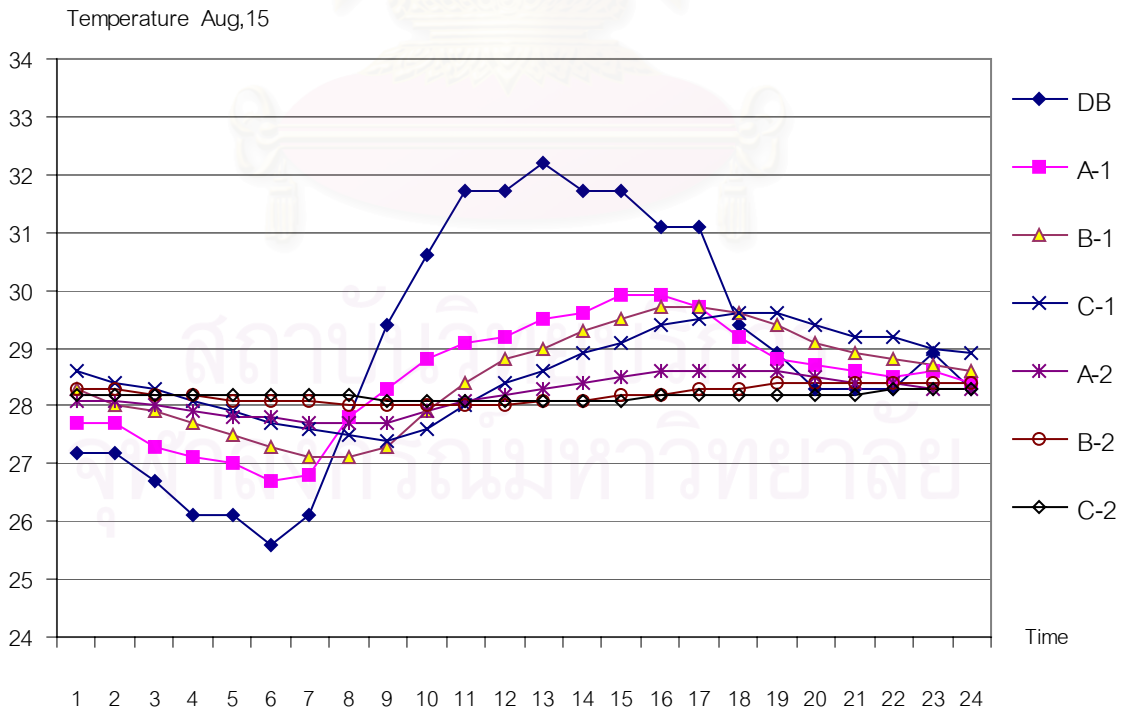
ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารกับอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (May 15)



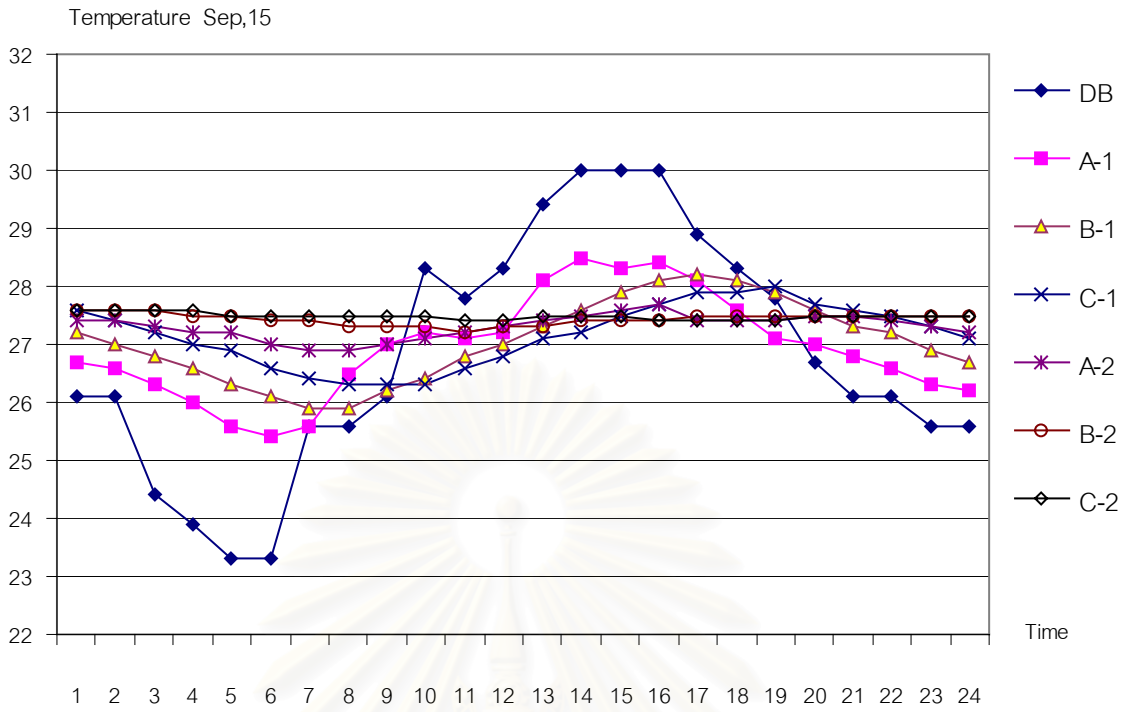
ภาพที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารกับอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (June 15)



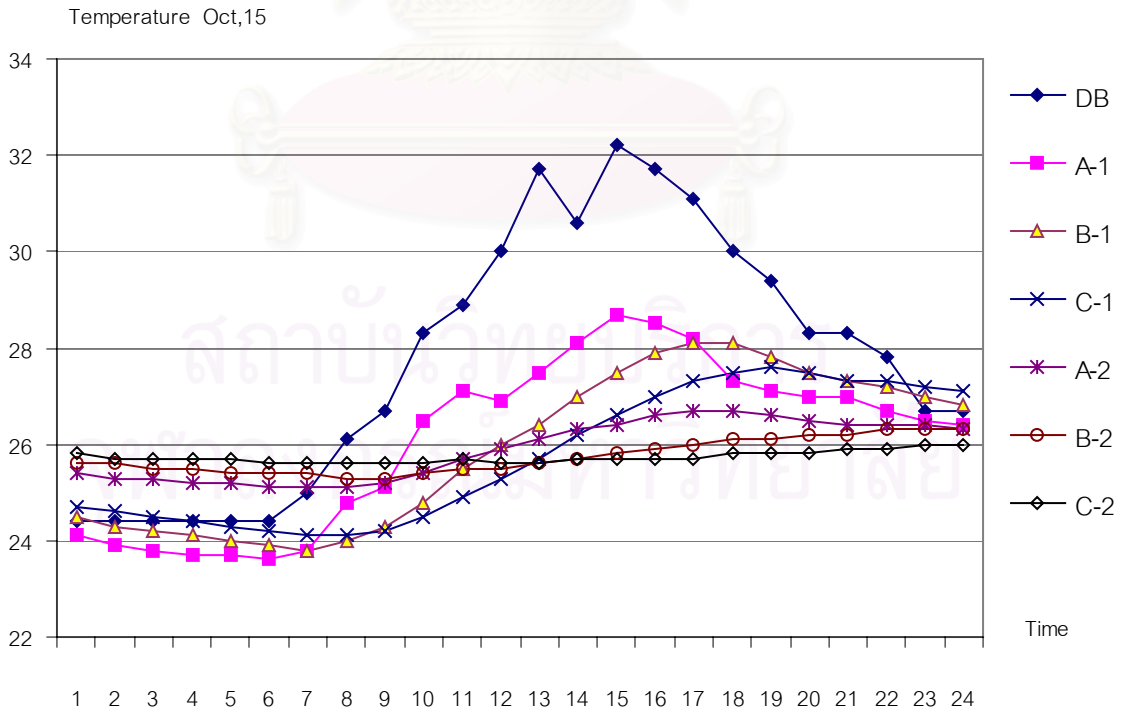
ภาพที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารกับอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (July 15)



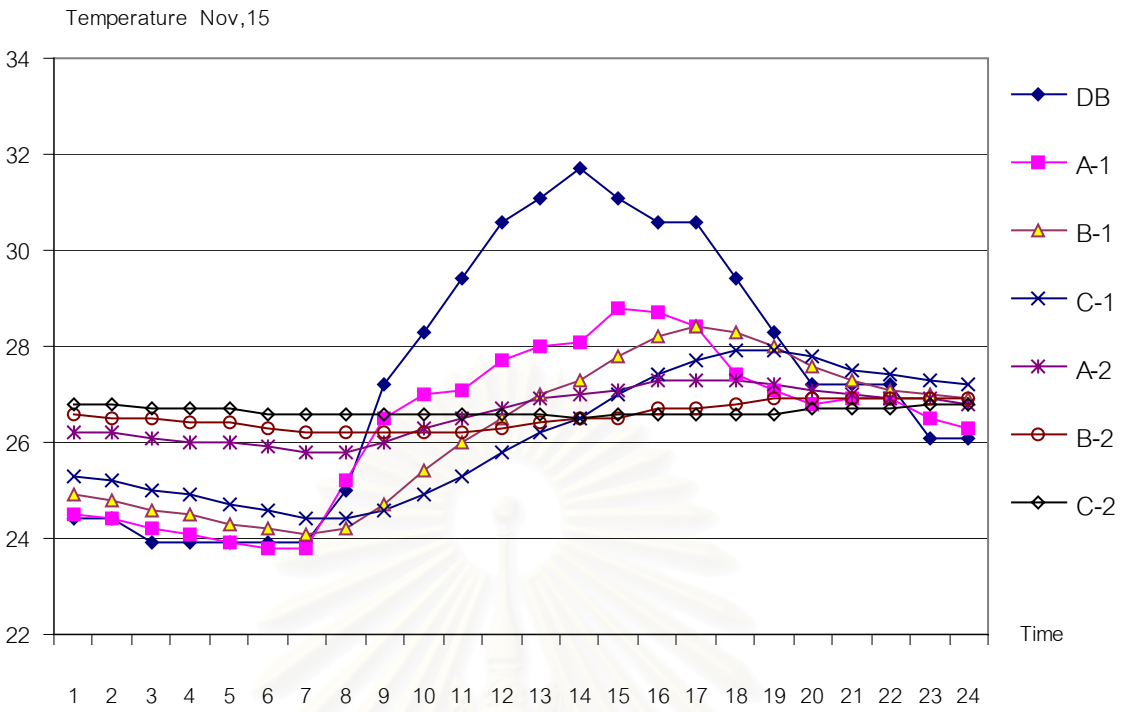
ภาพที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารกับอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (August 15)



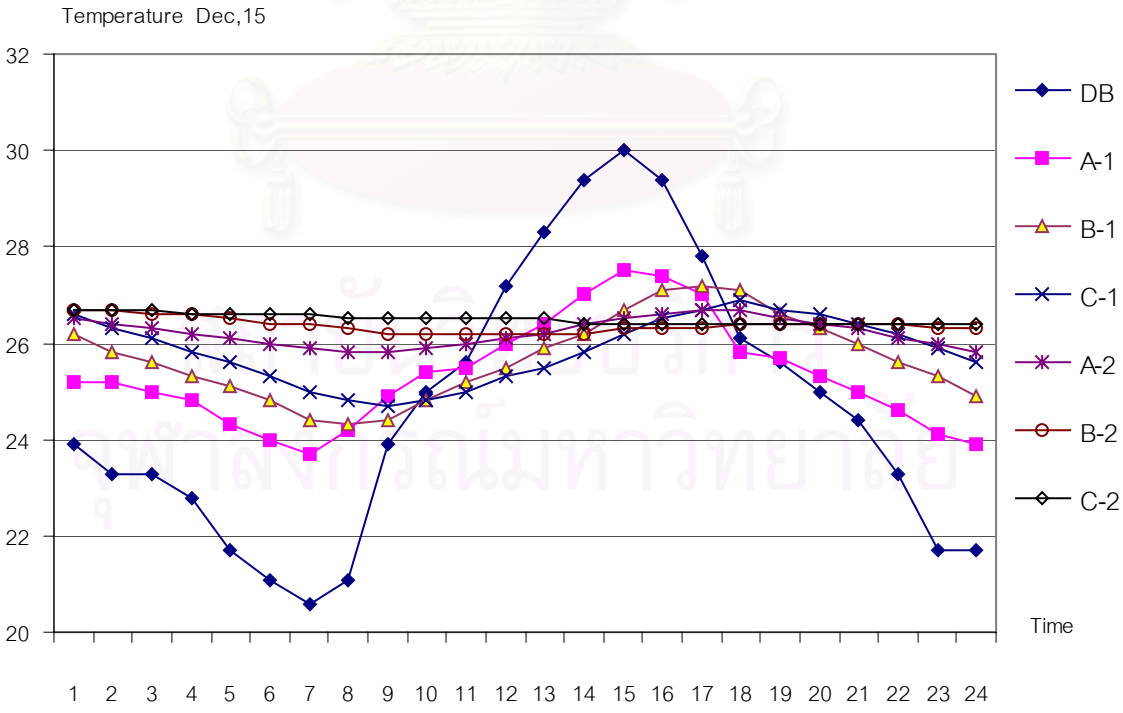
ภาพที่ 4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารกับอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (September 15)



ภาพที่ 4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารกับอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (October 15)



ภาพที่ 4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารกับอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (November 15)



ภาพที่ 4.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารกับอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (December 15)

4.2.2 สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง

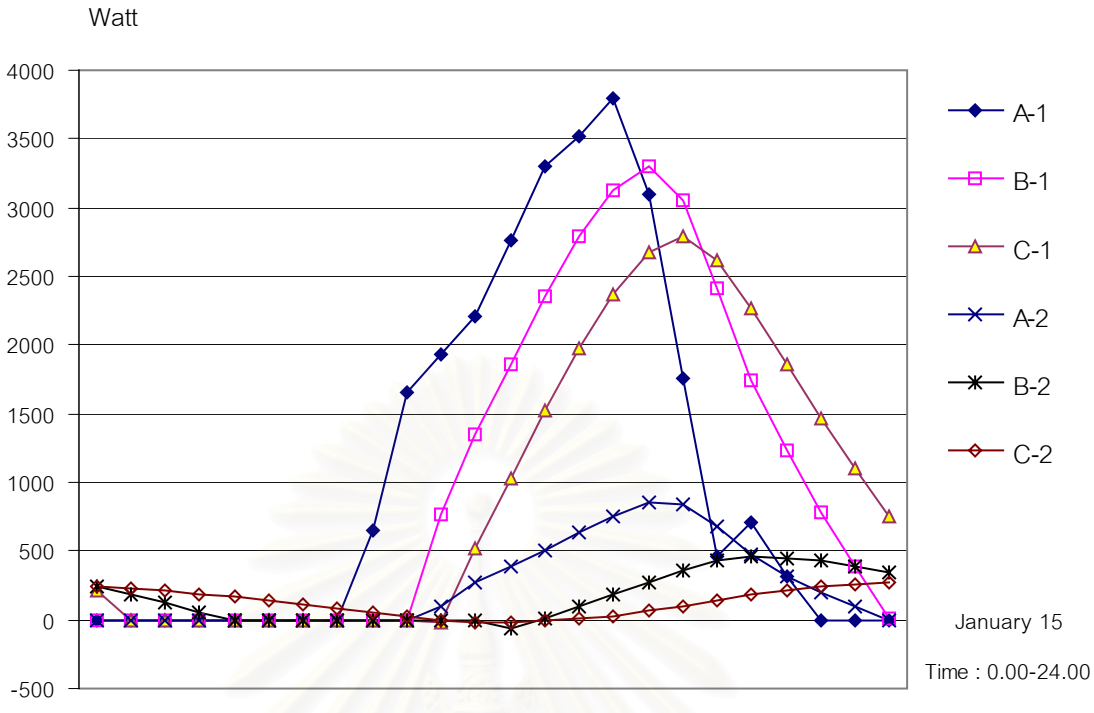
จากการดำเนินการทดสอบโดยการจำลองสภาพอาคารของผนังแบบต่างๆ (ผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2) ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม DOE 2.1 D. (ดูรายละเอียดของ input data ได้ที่ภาคผนวก ค.) ได้ผลการทดลองดังนี้

ข้อมูลที่ได้		ผนัง A-1	ผนัง B-1	ผนัง C-1	ผนัง A-2	ผนัง B-2	ผนัง C-2
Wall Cooling Load	ผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคาร (หน่วยเป็น watt)	11,263,538	10,796,633	10,547,111	2,641,136	2,381,701	2,295,545
	ค่าภาระการทำความเย็นสูงสุดรายชั่วโมงของผนังอาคาร (maximum) (หน่วยเป็น watt)	6034	5510	5111	1366	1006	817
	ค่าภาระการทำความเย็นเฉลี่ยรายชั่วโมงของผนังอาคาร (average) (หน่วยเป็น watt)	1286	1232	1204	301	272	262
Building Cooling Load	Building sensible cooling load (หน่วยเป็น watt)	11,585,024	11,106,798	10,841,502	2,949,807	2,670,278	2,594,558
	Building latent cooling load (หน่วยเป็น watt)	0	0	0	0	0	0

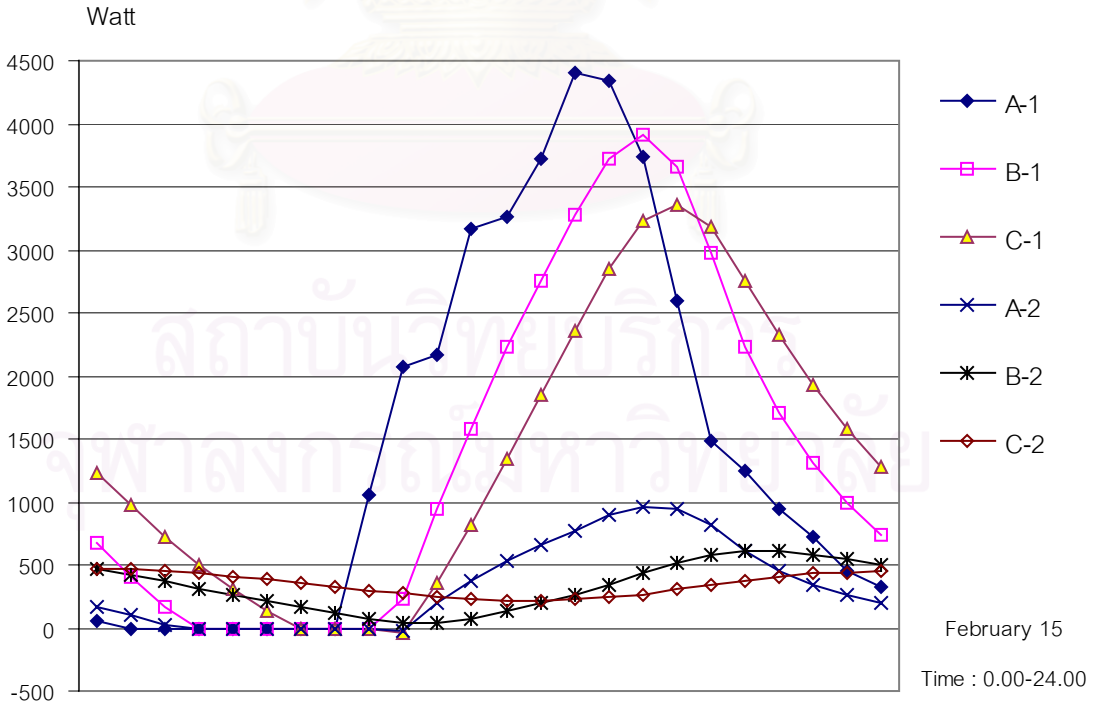
หมายเหตุ ค่าภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ คิดที่อุณหภูมิภายในคงที่ 25 องศาเซลเซียส และดูผล output data ทั้งหมดของค่า cooling load ของแบบจำลองต่างๆ ได้ที่ภาคผนวก ง.

ตารางที่ 4.3 แสดงข้อมูลของผลการทดลองในสภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง

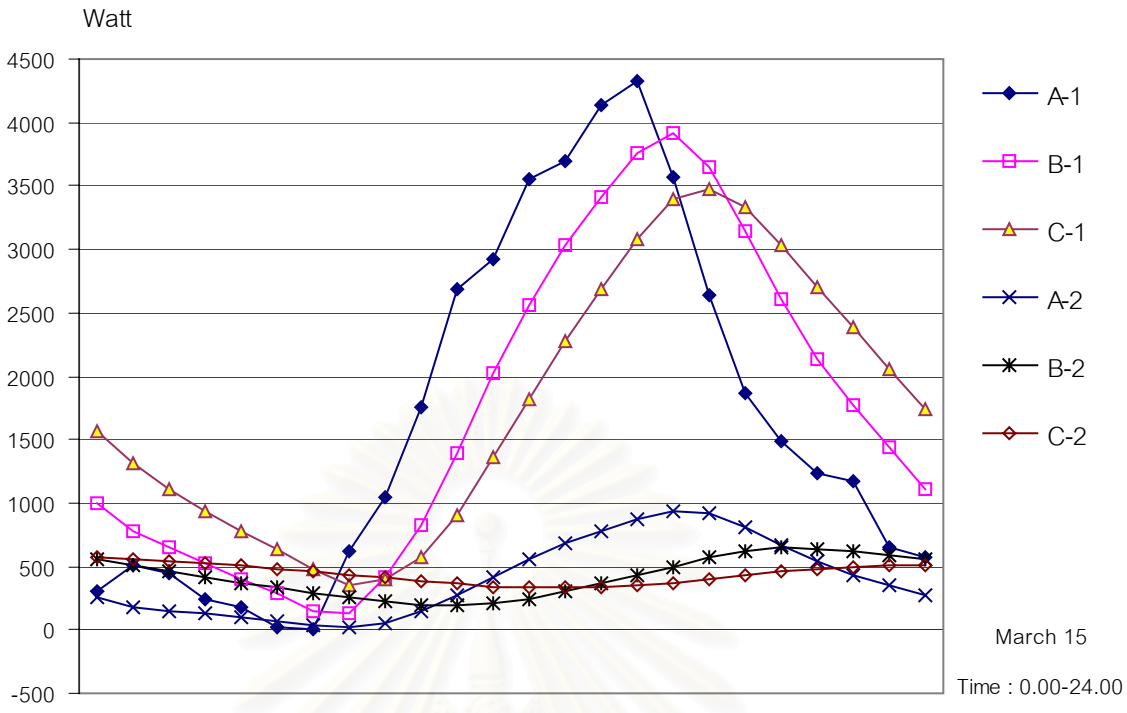
ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบผนังแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยนำมาสร้างกราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นรายชั่วโมงที่เกิดจากผนังอาคาร ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน โดยจะใช้ผลการทดลองในวันที่ 15 ของทุกเดือนมาเป็นตัวอย่างแสดง ดังนี้



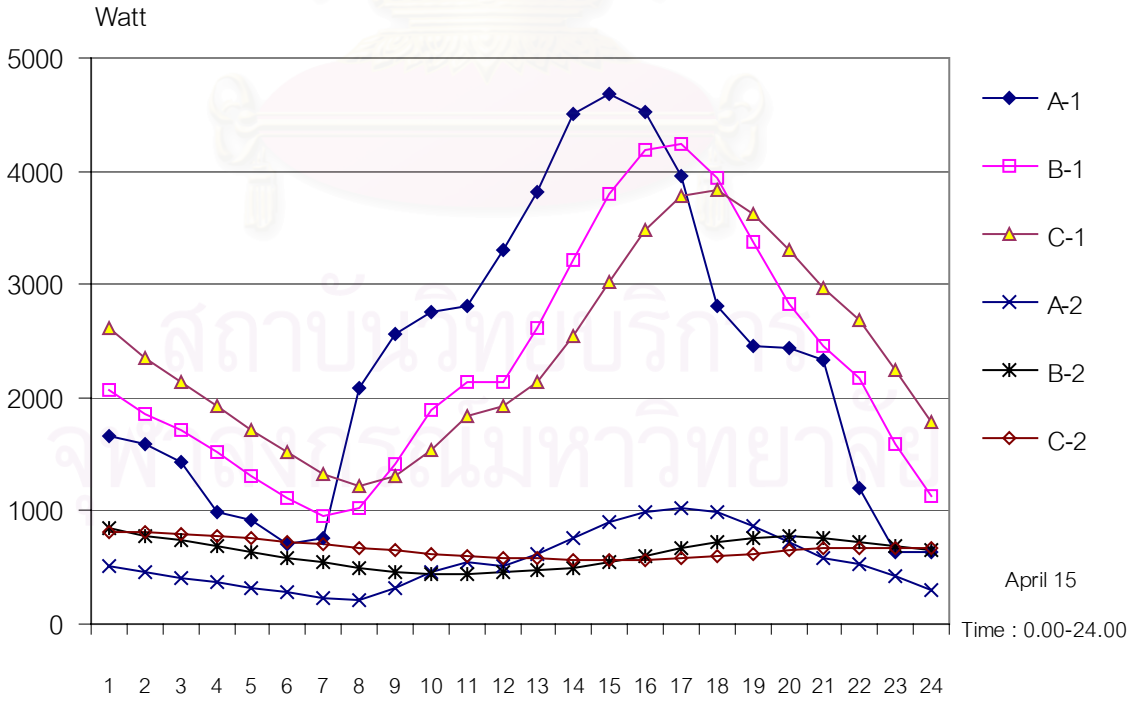
ภาพที่ 4.14 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (January 15)



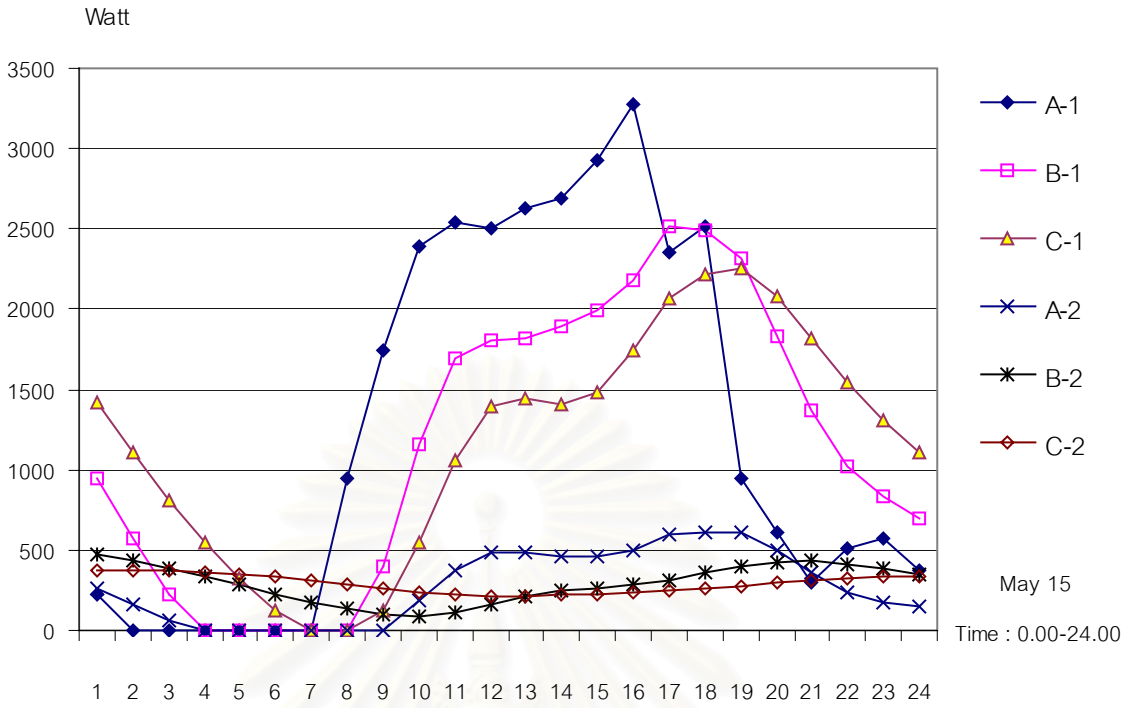
ภาพที่ 4.15 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (February 15)



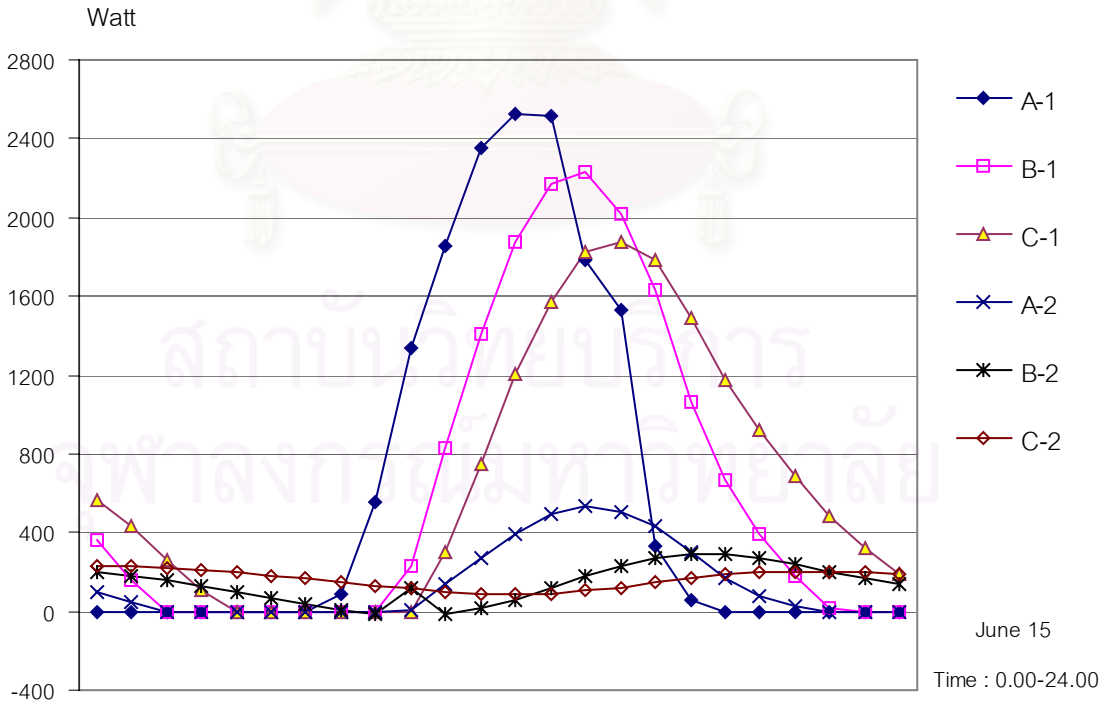
ภาพที่ 4.16 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (March 15)



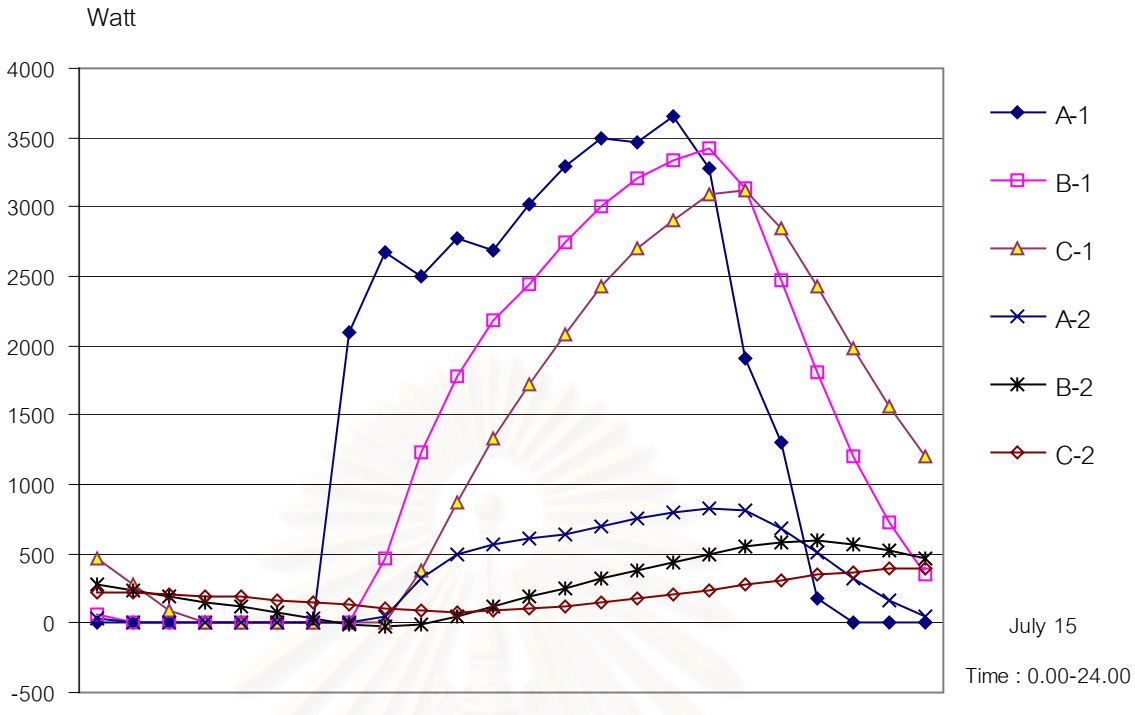
ภาพที่ 4.17 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (April 15)



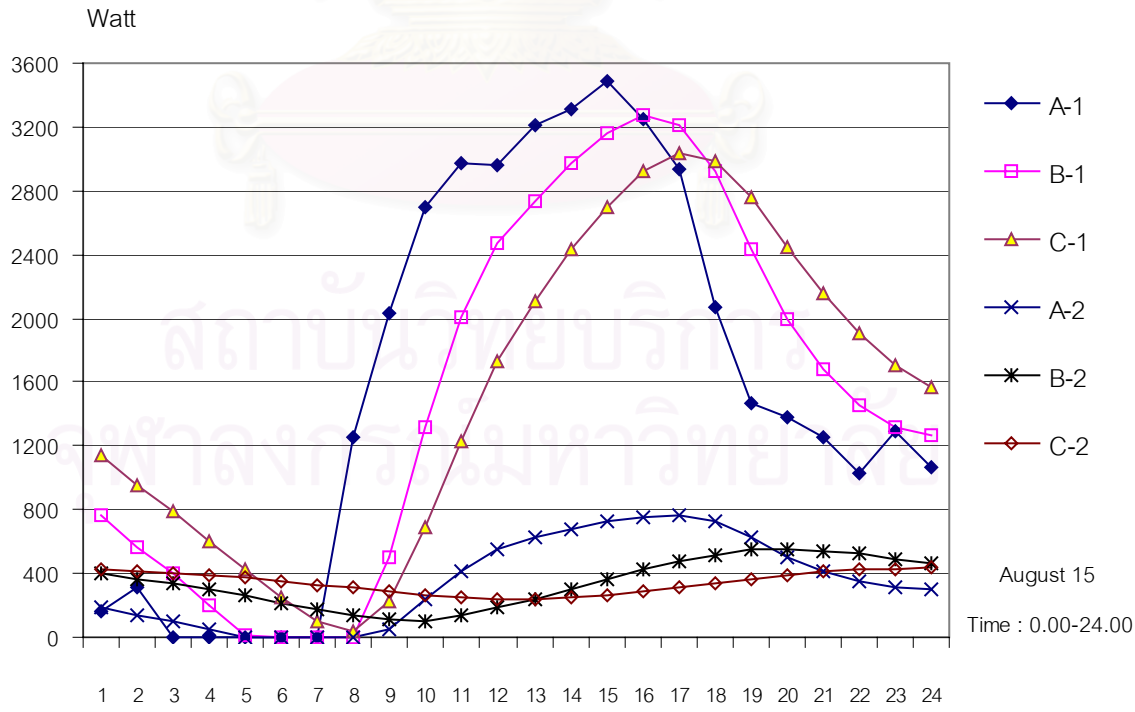
ภาพที่ 4.18 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (May 15)



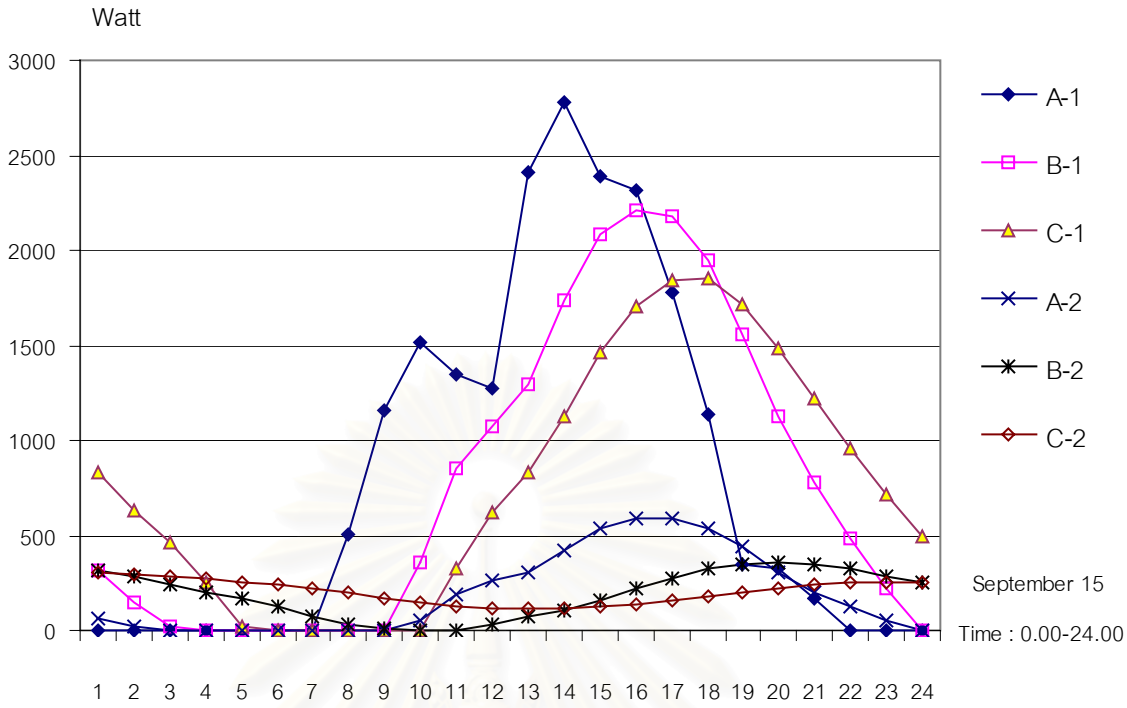
ภาพที่ 4.19 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (June 15)



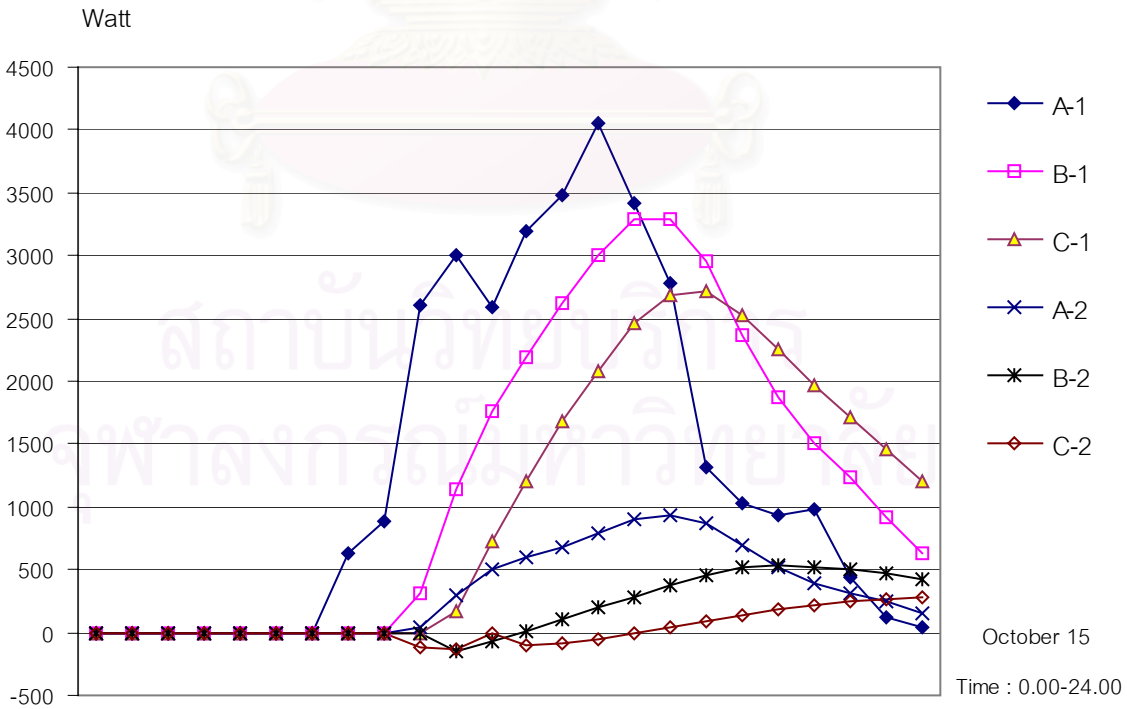
ภาพที่ 4.20 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (July 15)



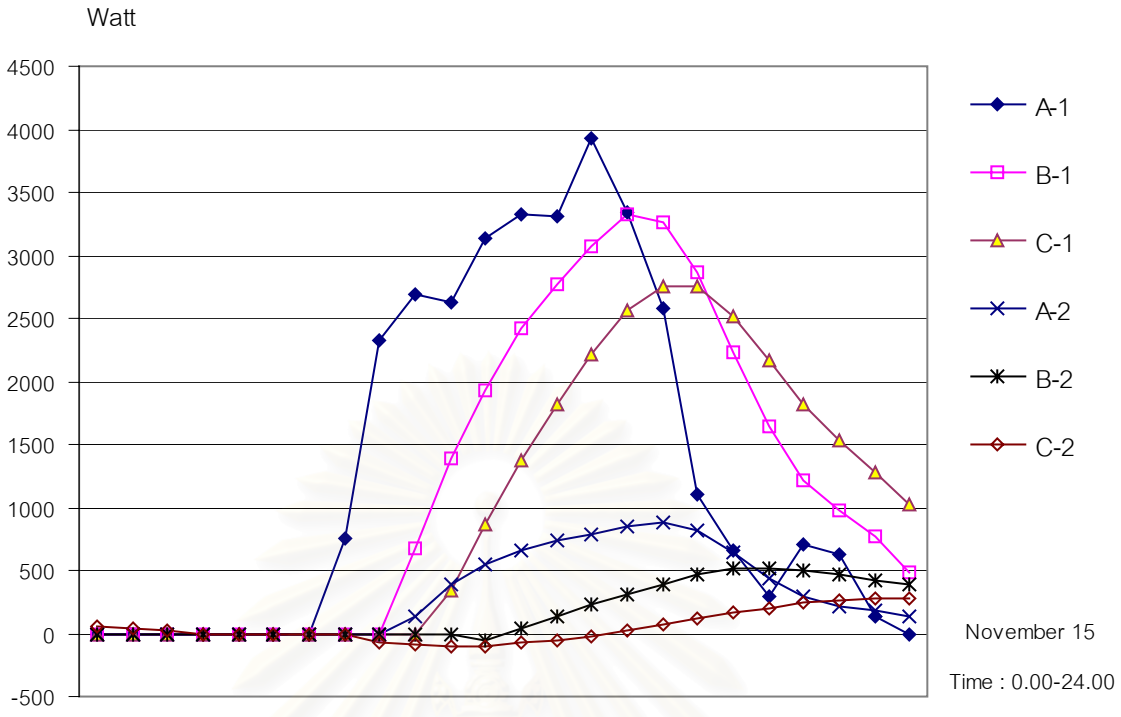
ภาพที่ 4.21 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (August 15)



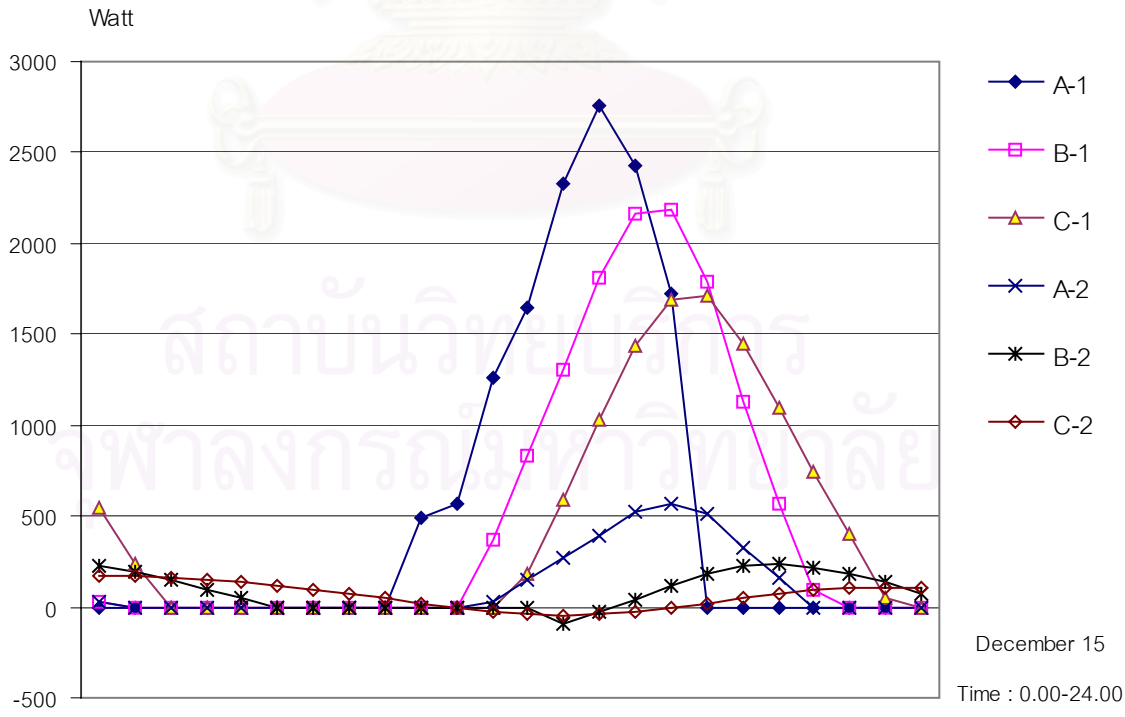
ภาพที่ 4.22 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (September 15)



ภาพที่ 4.23 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (October 15)



ภาพที่ 4.24 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (November 15)



ภาพที่ 4.25 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (December 15)

4.2.3 สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน (8.00-18.00 น.)

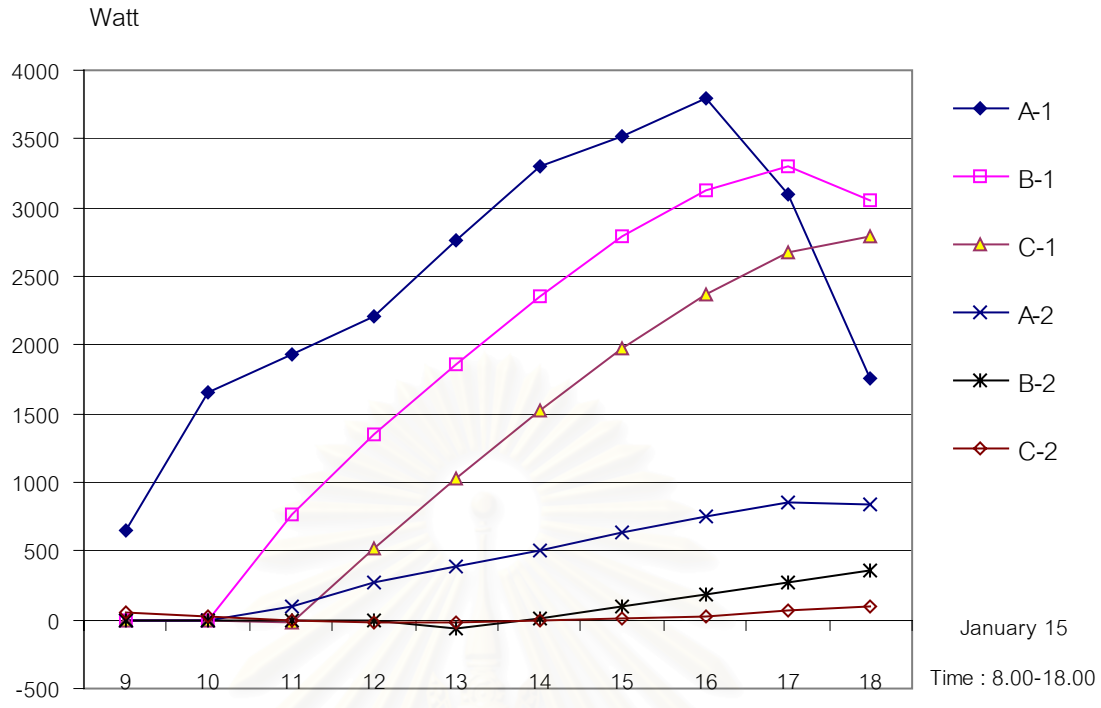
จากการดำเนินการทดสอบโดยการจำลองสภาพอาคารของผนังแบบต่างๆ (ผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2) ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน (8.00-18.00 น.) ด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม DOE 2.1 D. (ดูรายละเอียด input data ได้ที่ภาคผนวก ค.) ได้ผลการทดลองดังนี้

ข้อมูลที่ได้		ผนัง A-1	ผนัง B-1	ผนัง C-1	ผนัง A-2	ผนัง B-2	ผนัง C-2
Wall Cooling Load	ผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคาร (หน่วยเป็น watt)	9,223,398	7,330,204	5,506,146	1,765,991	727,901	622,568
	ค่าภาระการทำความเย็นเฉลี่ยรายชั่วโมงของผนังอาคาร (average) (หน่วยเป็น watt)	2527	2008	1508	484	199	170
Building Cooling Load	Building sensible cooling load (หน่วยเป็น watt)	9,502,805	7,599,695	5,758,392	2,033,992	979,964	897,382
	Building latent cooling load (หน่วยเป็น watt)	0	0	0	0	0	0

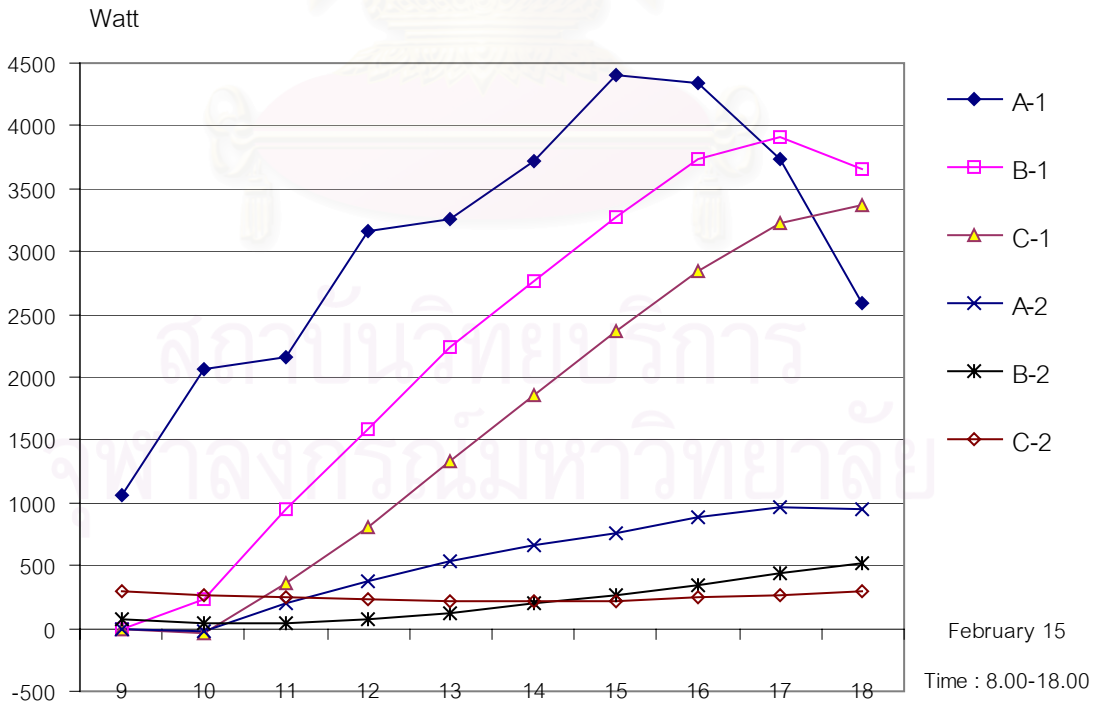
หมายเหตุ ค่าภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ คิดที่อุณหภูมิภายในคงที่ 25 องศาเซลเซียส และดูผล output data ทั้งหมดของค่า cooling load ของแบบจำลองต่างๆ ได้ที่ภาคผนวก ง.

ตารางที่ 4.4 แสดงข้อมูลของผลการทดลองในสภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน

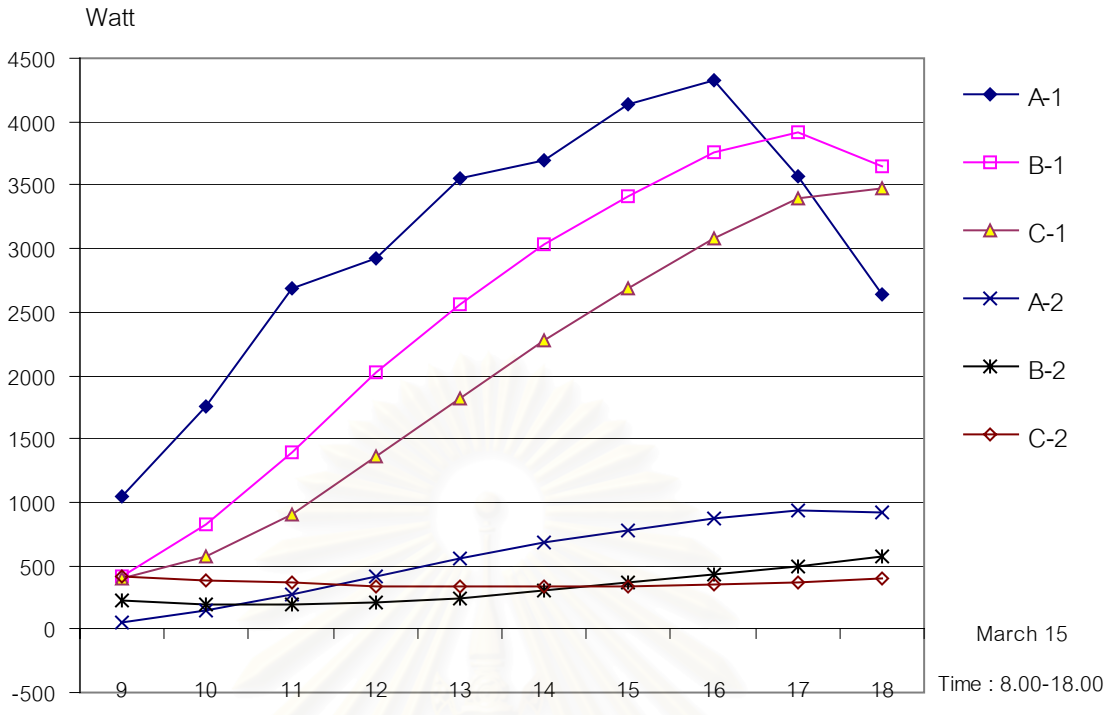
ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบผนังแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน (8.00-18.00 น.) ซึ่งผู้วิจัยนำมาสร้างกราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นรายชั่วโมงที่เกิดจากผนังอาคาร ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน โดยจะใช้ผลการทดลองในวันที่ 15 ของทุกเดือนมาเป็นตัวอย่างแสดง ดังนี้



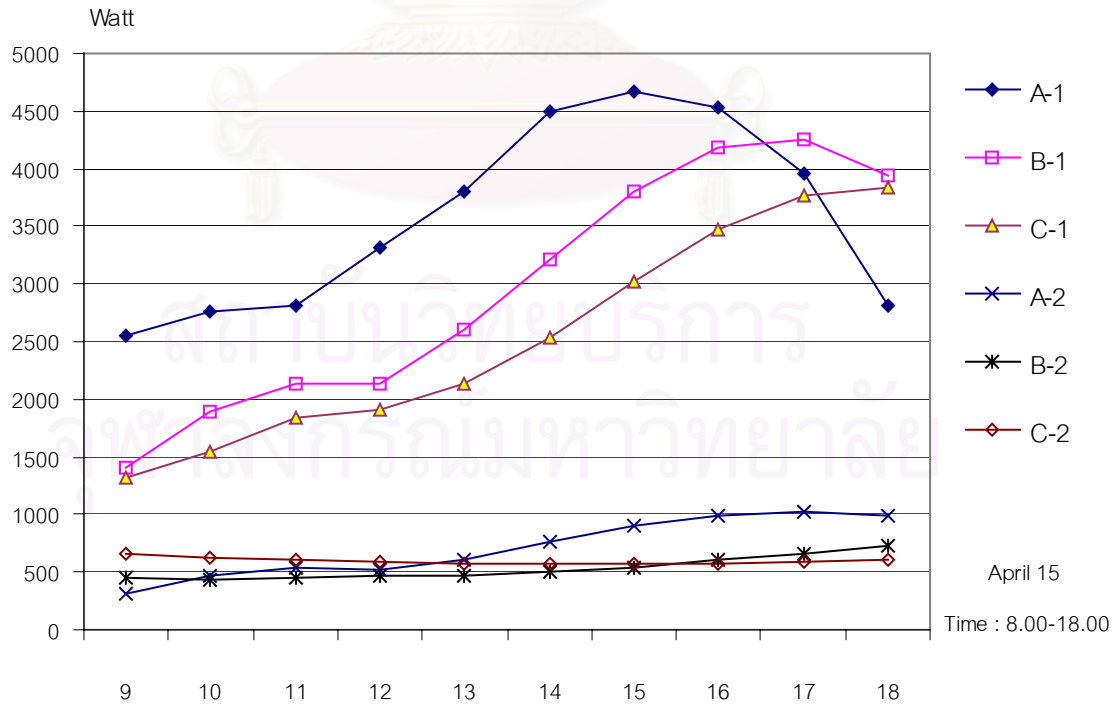
ภาพที่ 4.26 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของ (January 15)



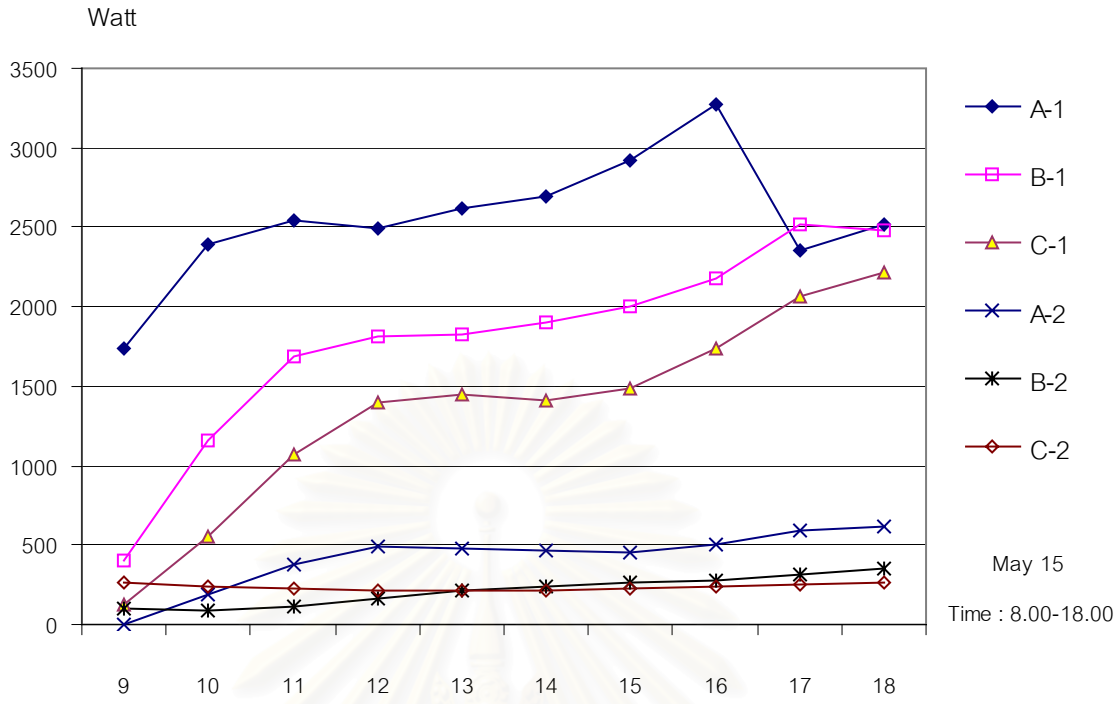
ภาพที่ 4.27 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (February 15)



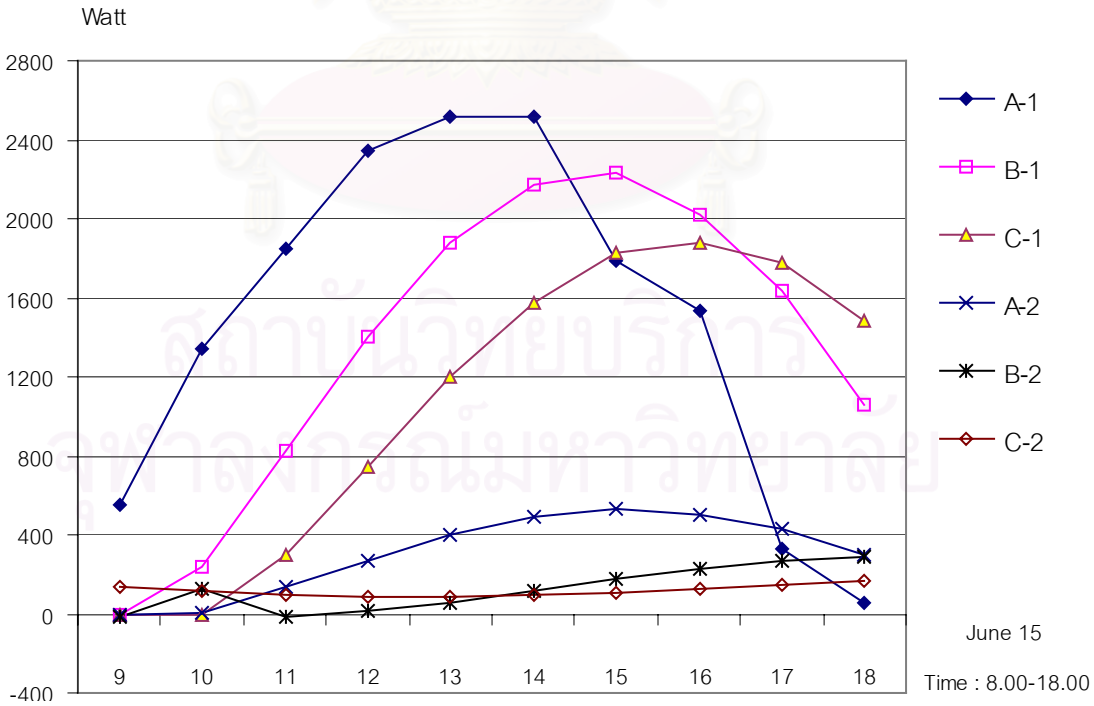
ภาพที่ 4.28 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (March 15)



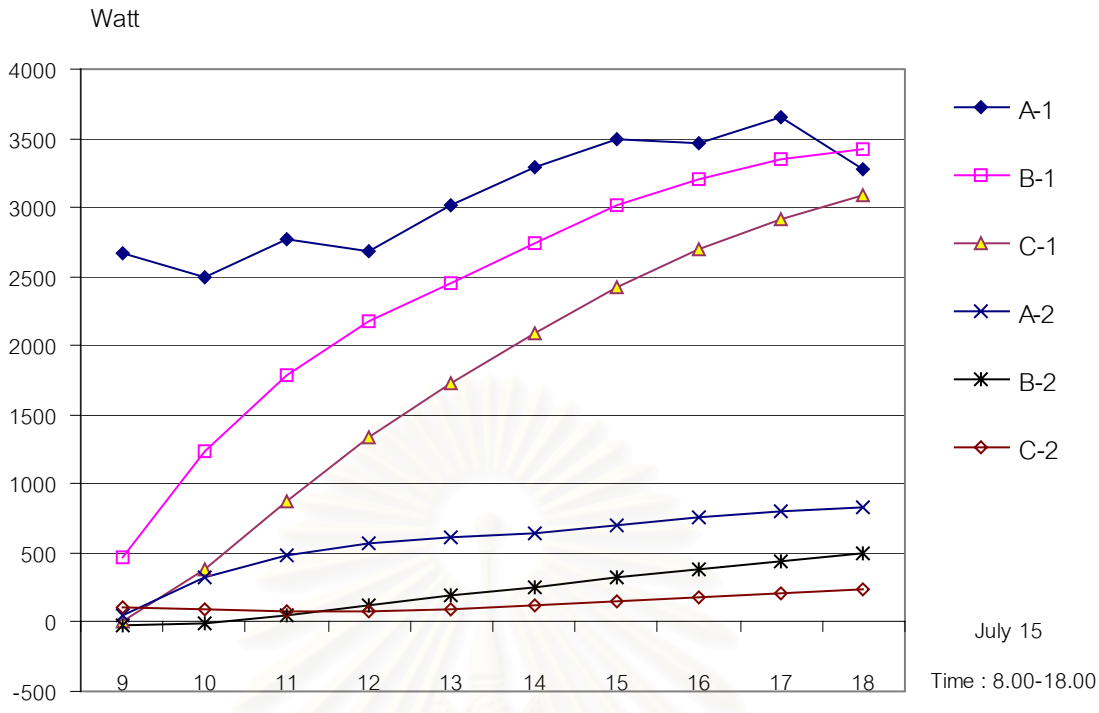
ภาพที่ 4.29 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (April 15)



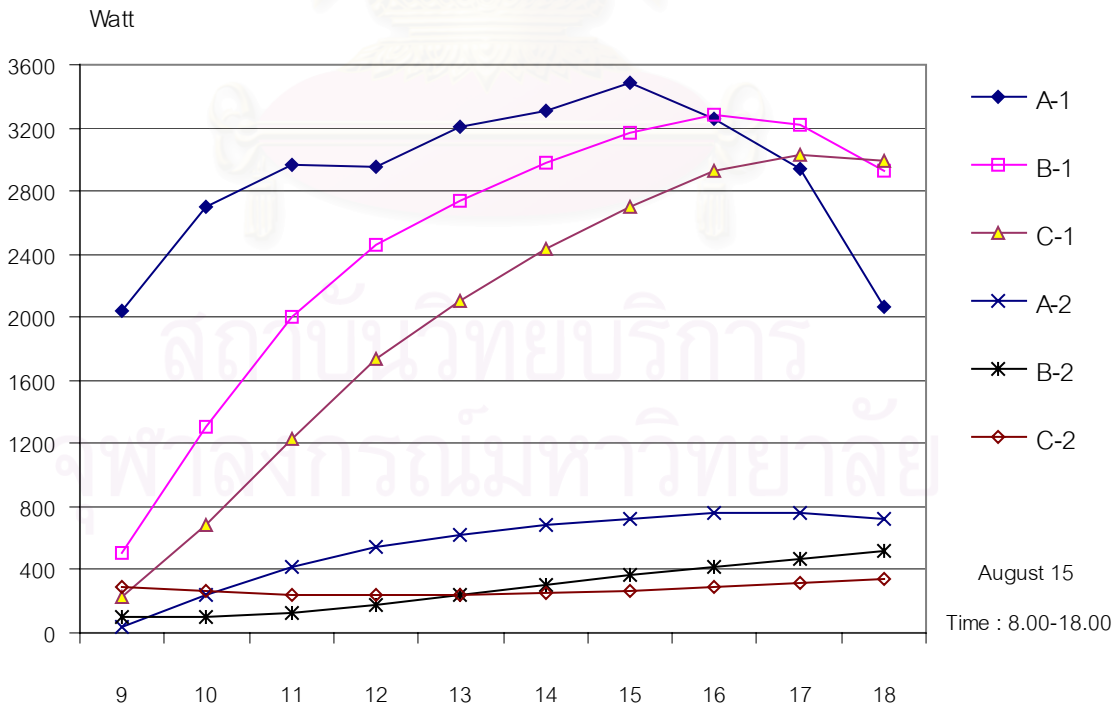
ภาพที่ 4.30 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (May 15)



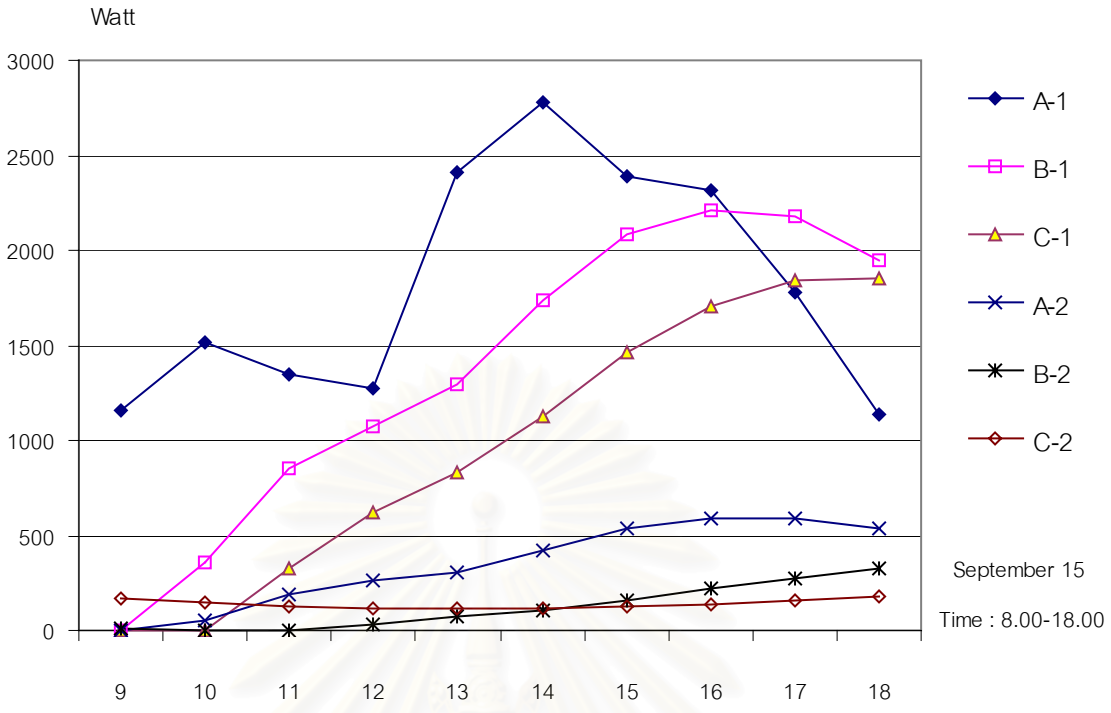
ภาพที่ 4.31 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (June 15)



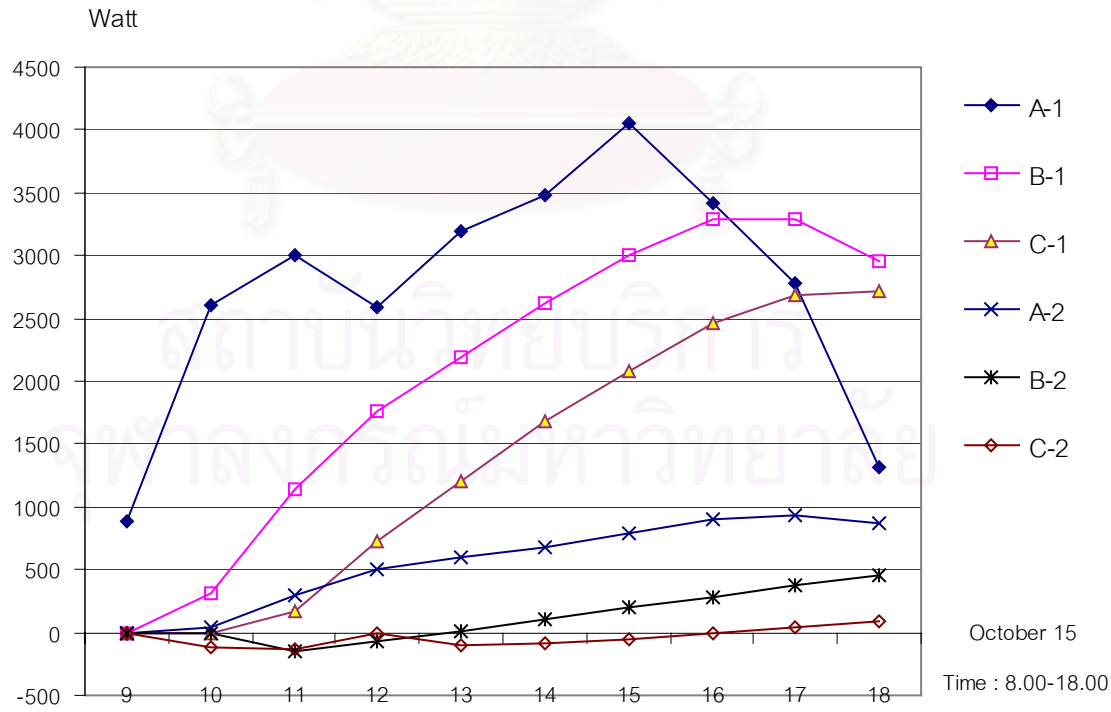
ภาพที่ 4.32 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (July 15)



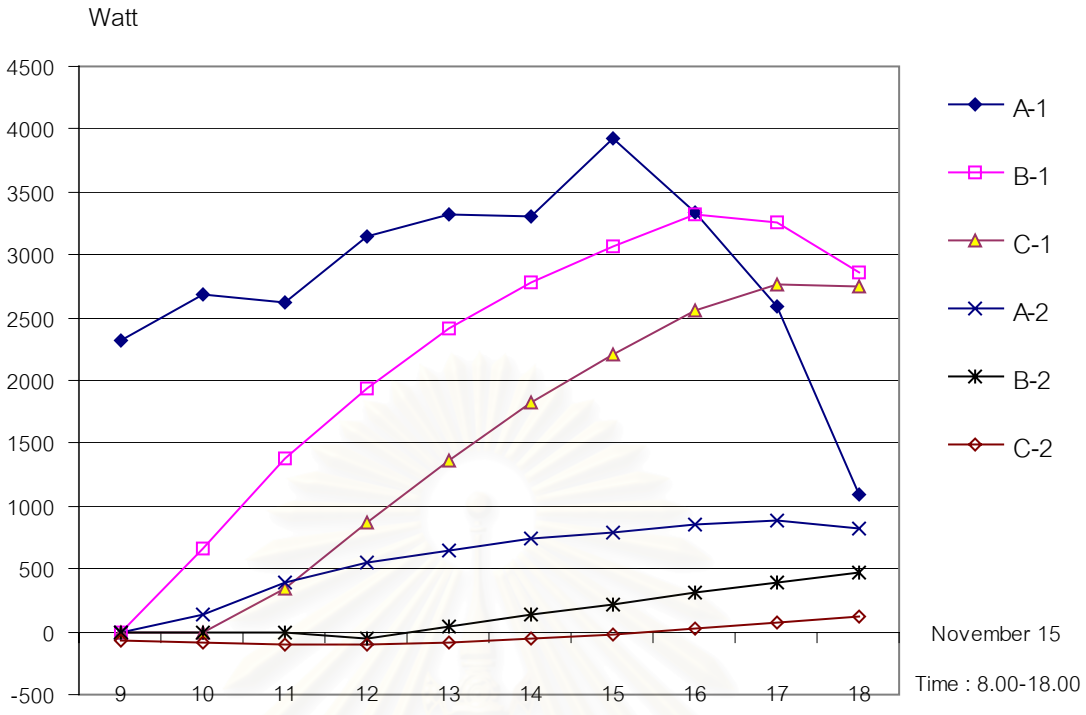
ภาพที่ 4.33 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (August 15)



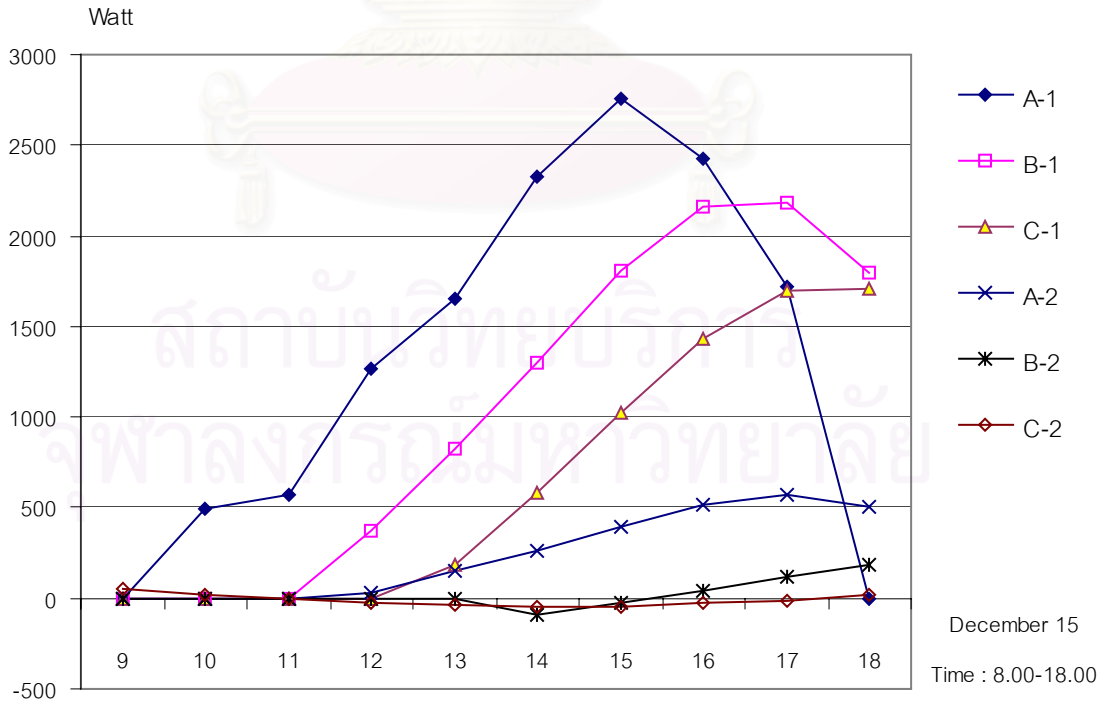
ภาพที่ 4.34 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (September 15)



ภาพที่ 4.35 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (October 15)



ภาพที่ 4.36 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (November 15)



ภาพที่ 4.37 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (December 15)

4.2.4 สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน (20.00-6.00 น.)

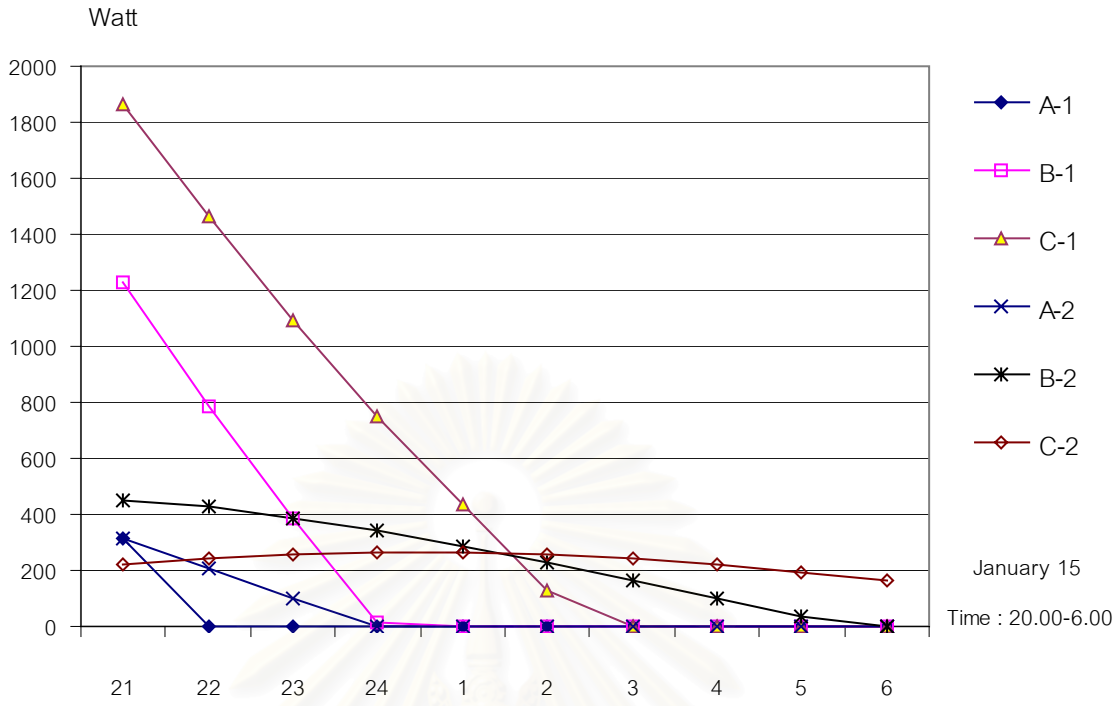
จากการดำเนินการทดสอบโดยการจำลองสภาพอาคารของผนังแบบต่างๆ (ผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2) ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน (20.00-6.00 น.) ด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม DOE 2.1 D. (ดูรายละเอียด input data ได้ที่ภาคผนวก ค.) ได้ผลการทดลองดังนี้

ข้อมูลที่ได้		ผนัง A-1	ผนัง B-1	ผนัง C-1	ผนัง A-2	ผนัง B-2	ผนัง C-2
Wall Cooling Load	ผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคาร (หน่วยเป็น watt)	934,643	1,929,055	3,217,779	479,153	1,175,665	1,201,275
	ค่าภาระการทำความเย็นเฉลี่ยรายชั่วโมงของผนังอาคาร (average) (หน่วยเป็น watt)	256	528	881	131	322	329
Building Cooling Load	Building sensible cooling load (หน่วยเป็น watt)	760,507	1,689,676	2,988,741	434,350	1,161,734	1,170,707
	Building latent cooling load (หน่วยเป็น watt)	0	0	0	0	0	0

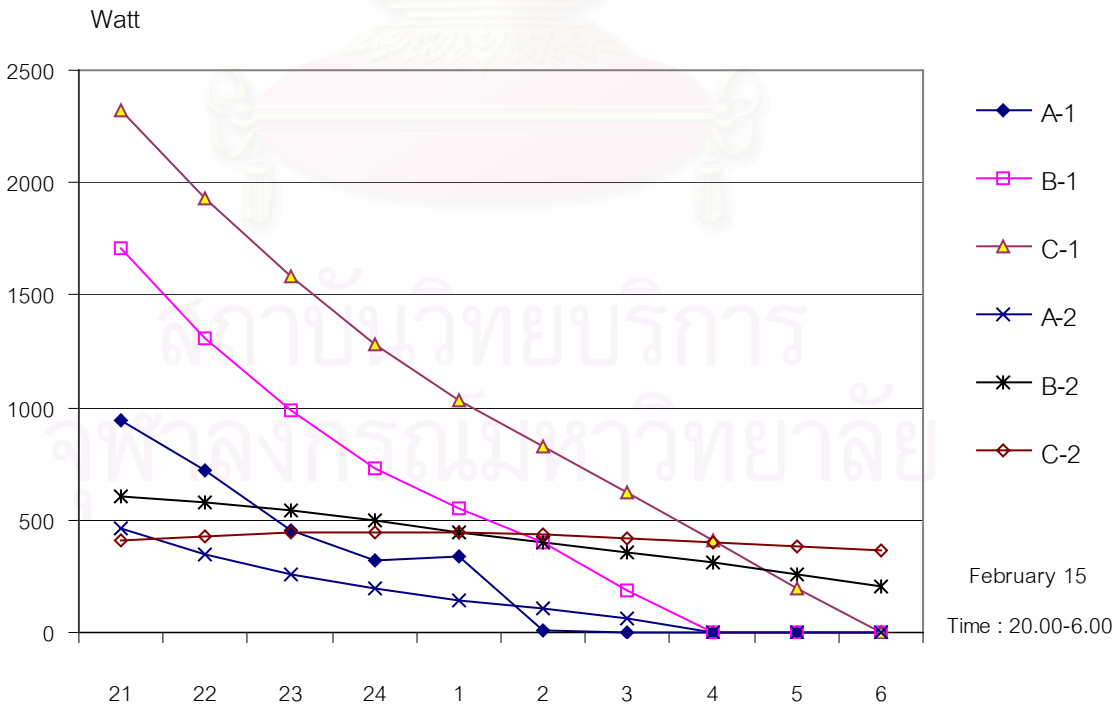
หมายเหตุ ค่าภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ คิดที่อุณหภูมิภายในคงที่ 25 องศาเซลเซียส และดูผล output data ทั้งหมดของค่า cooling load ของแบบจำลองต่างๆ ได้ที่ภาคผนวก ง.

ตารางที่ 4.5 แสดงข้อมูลของผลการทดลองในสภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน

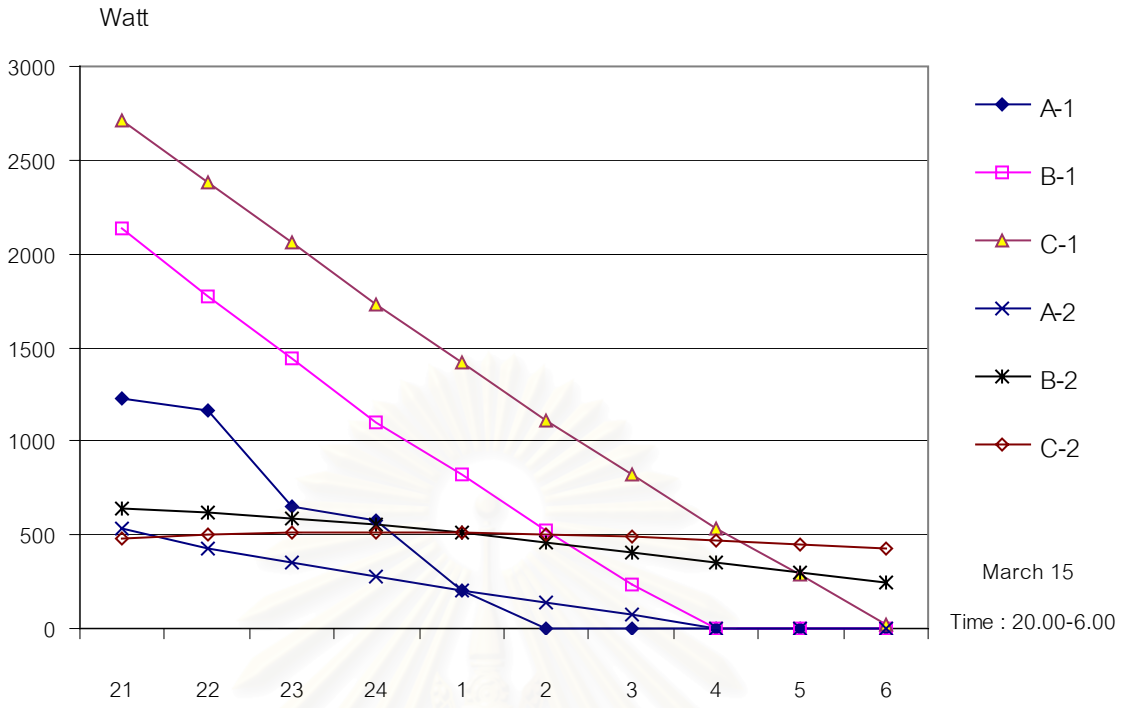
ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบผนังแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน (20.00-6.00 น.) ซึ่งผู้วิจัยนำมาสร้างกราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นรายชั่วโมงที่เกิดจากผนังอาคาร ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน โดยจะใช้ผลการทดลองในวันที่ 15 ของทุกเดือนมาเป็นตัวอย่างแสดง ดังนี้



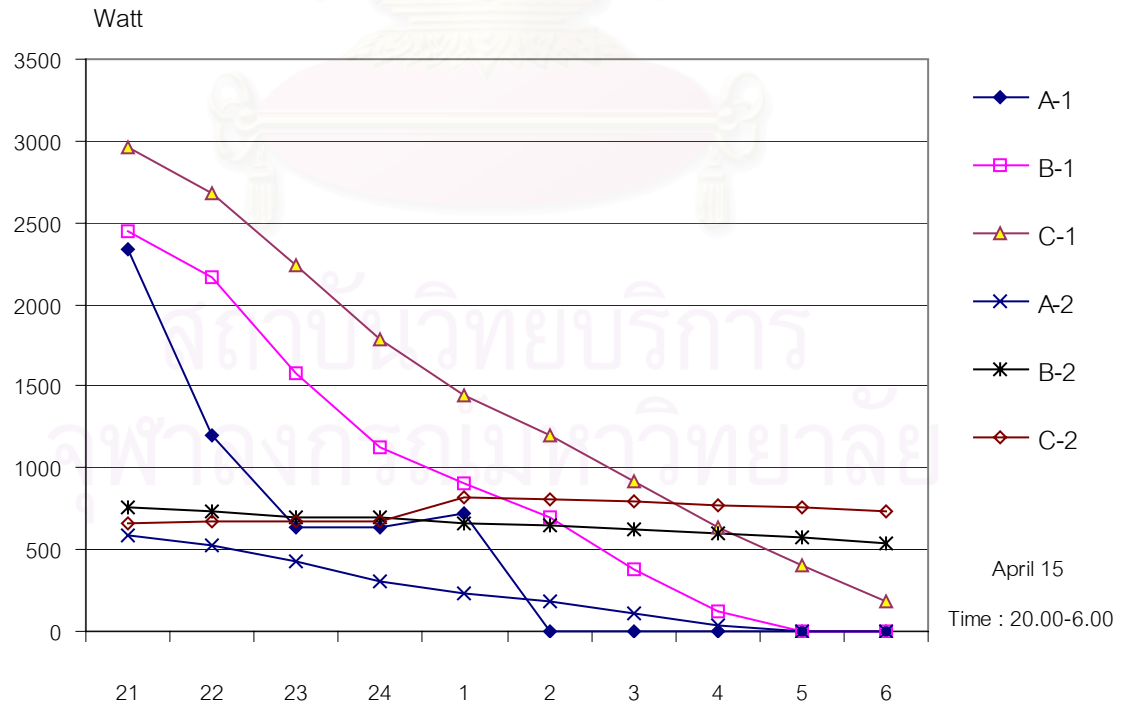
ภาพที่ 4.38 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของ (January 15)



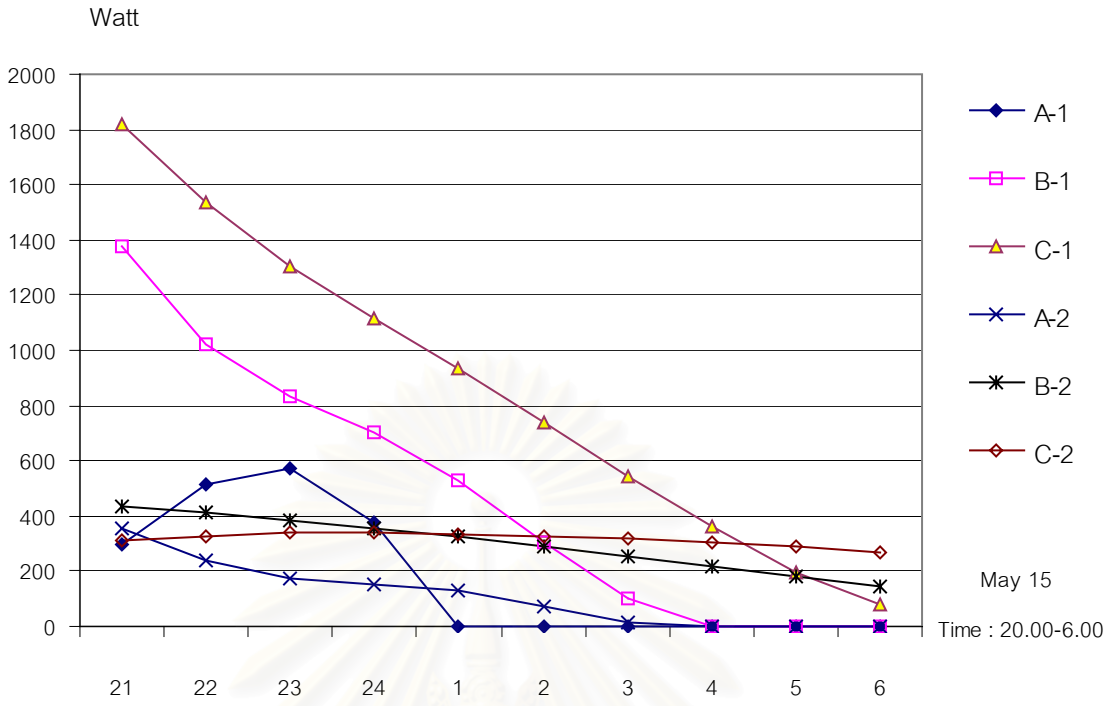
ภาพที่ 4.39 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (February 15)



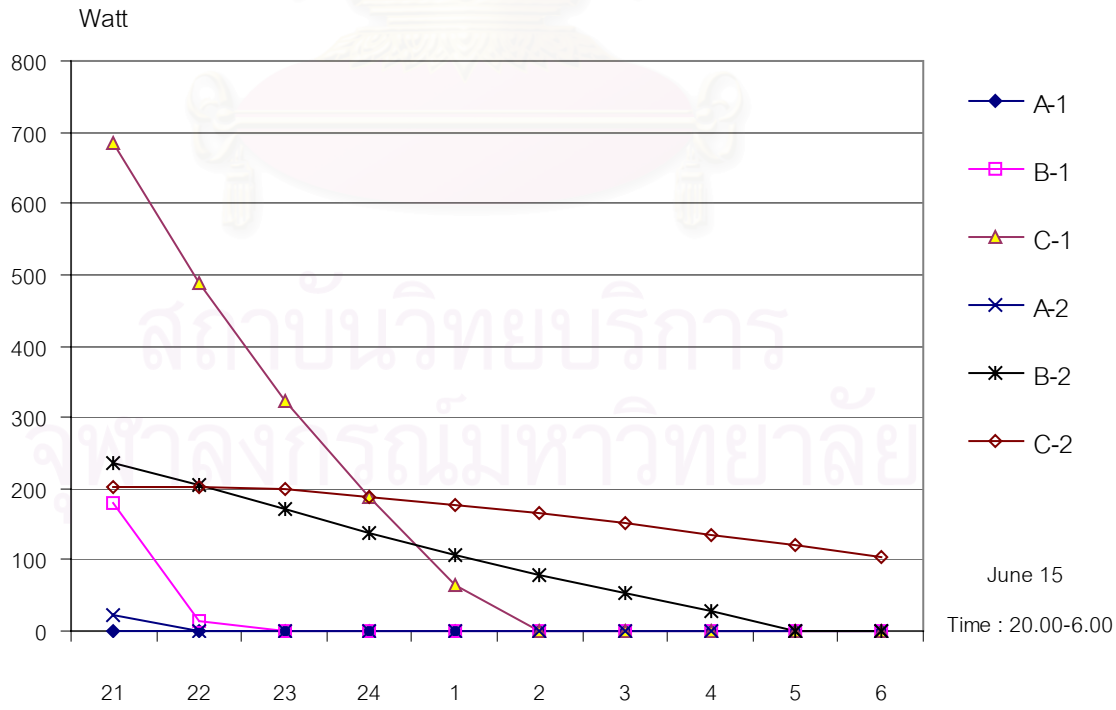
ภาพที่ 4.40 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (March 15)



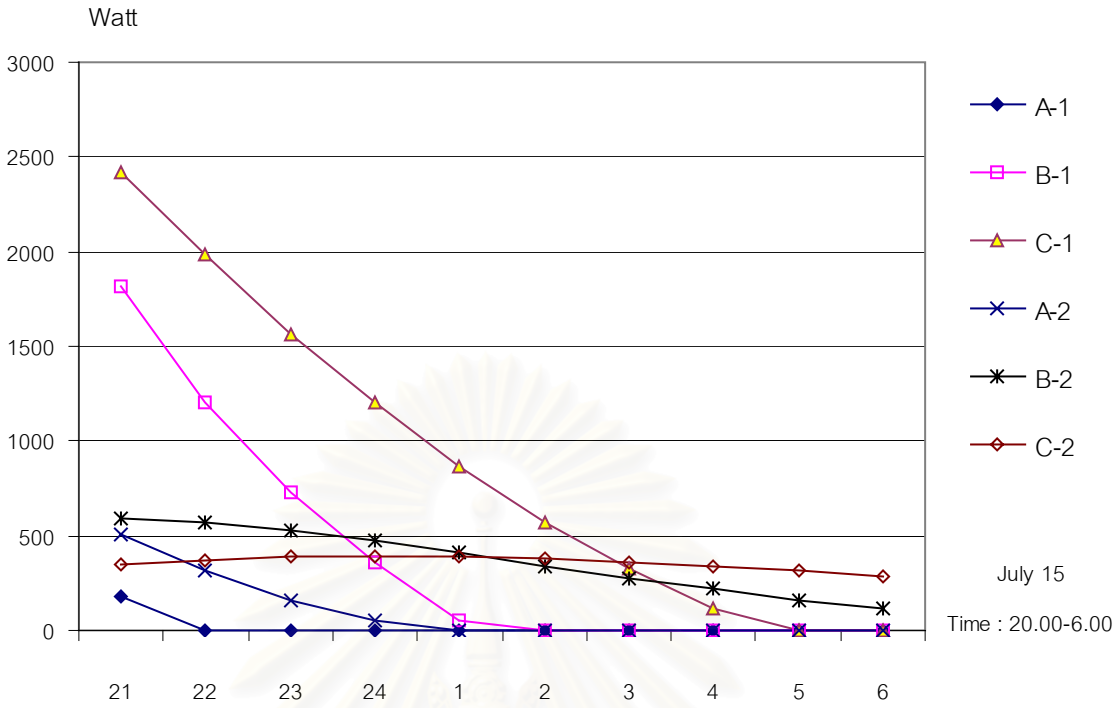
ภาพที่ 4.41 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (April 15)



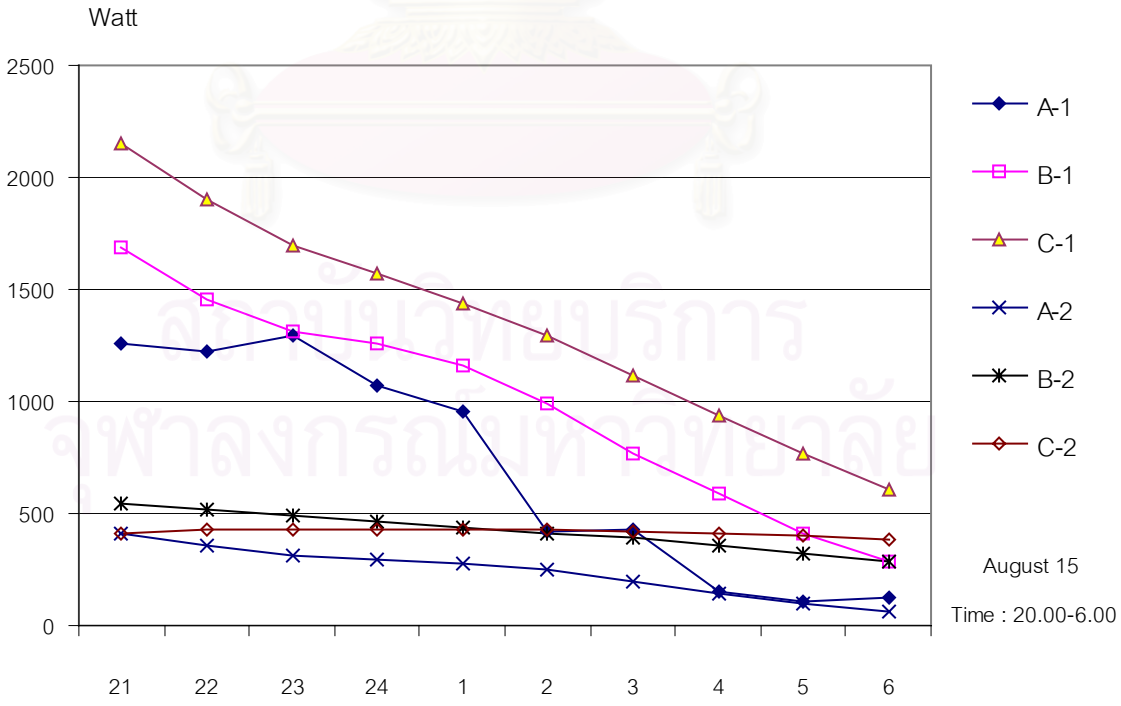
ภาพที่ 4.42 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (May 15)



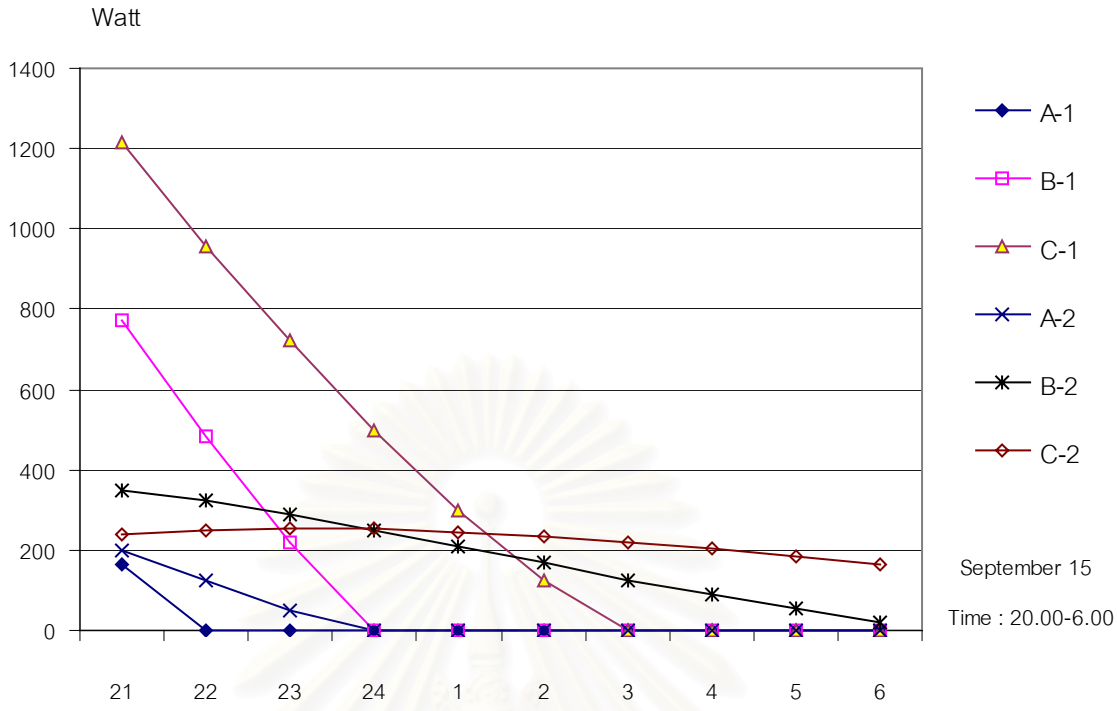
ภาพที่ 4.43 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (June 15)



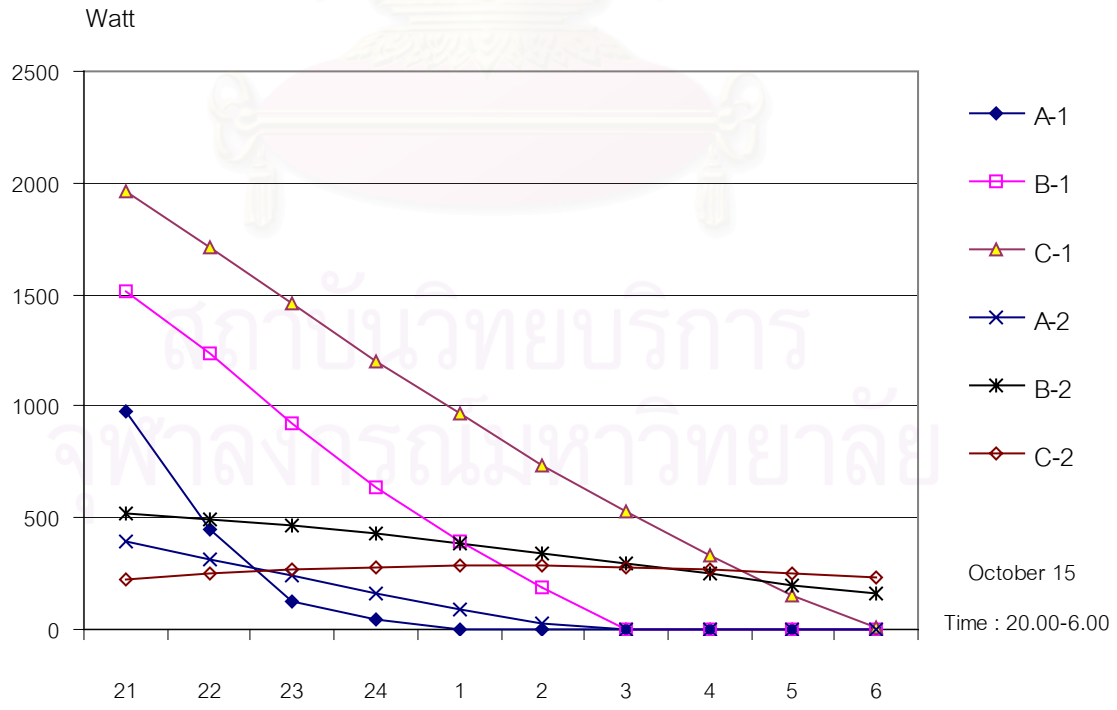
ภาพที่ 4.44 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (July 15)



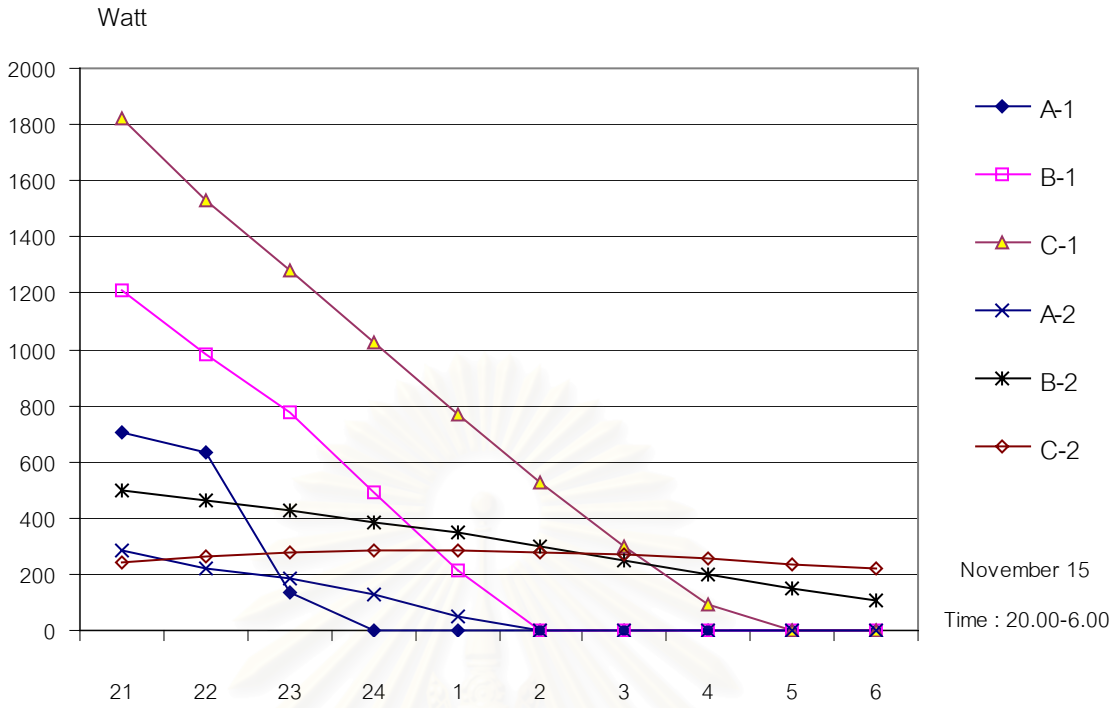
ภาพที่ 4.45 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (August 15)



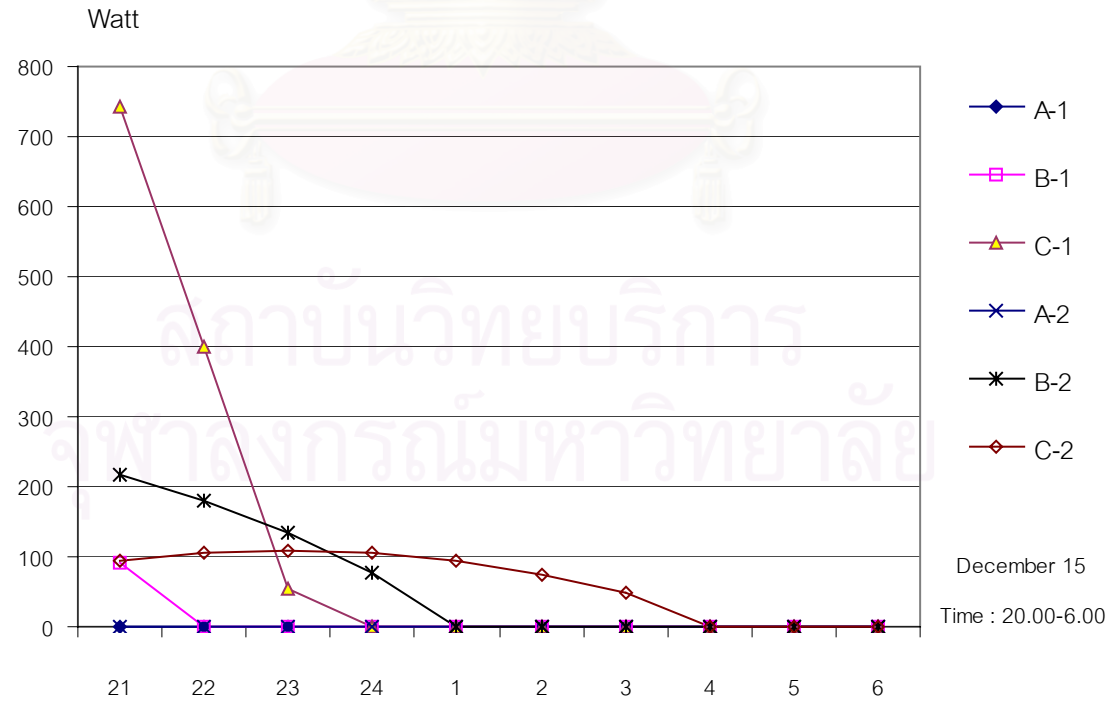
ภาพที่ 4.46 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (September 15)



ภาพที่ 4.47 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (October 15)



ภาพที่ 4.48 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (November 15)



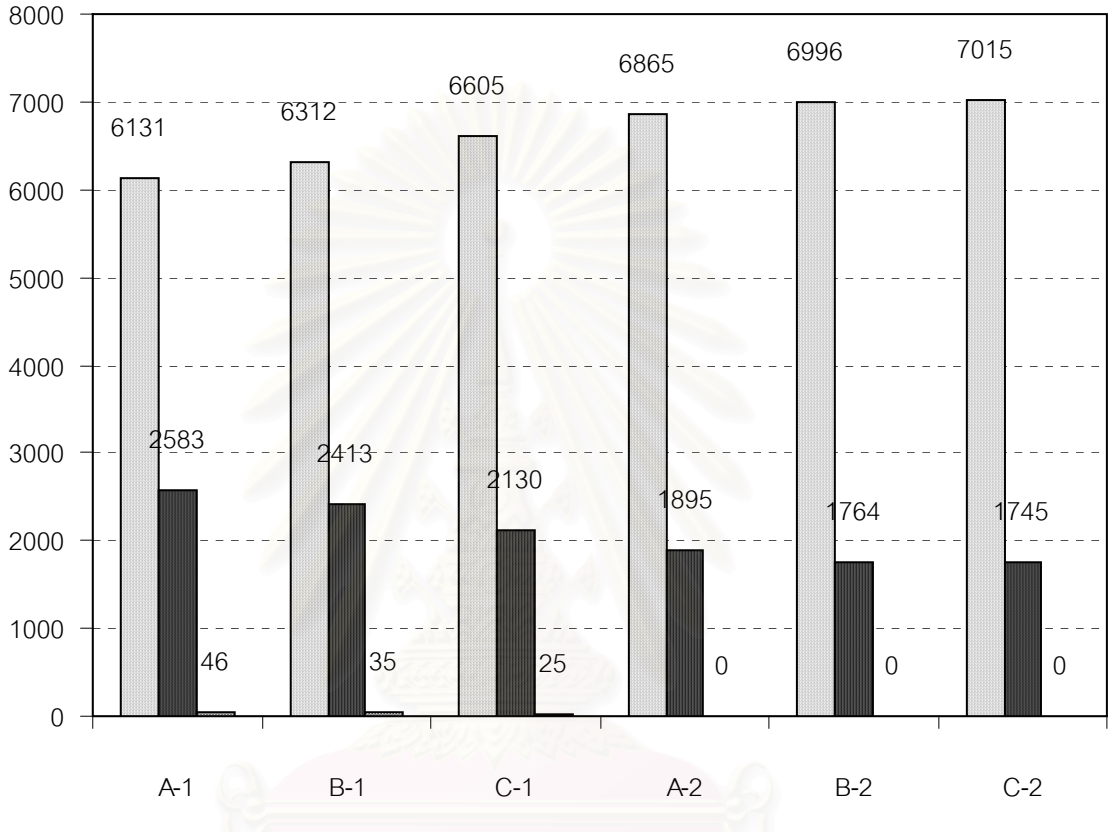
ภาพที่ 4.49 กราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นรายชั่วโมง ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (December 15)

4.3 การวิเคราะห์และอภิปรายผล

4.3.1 สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ

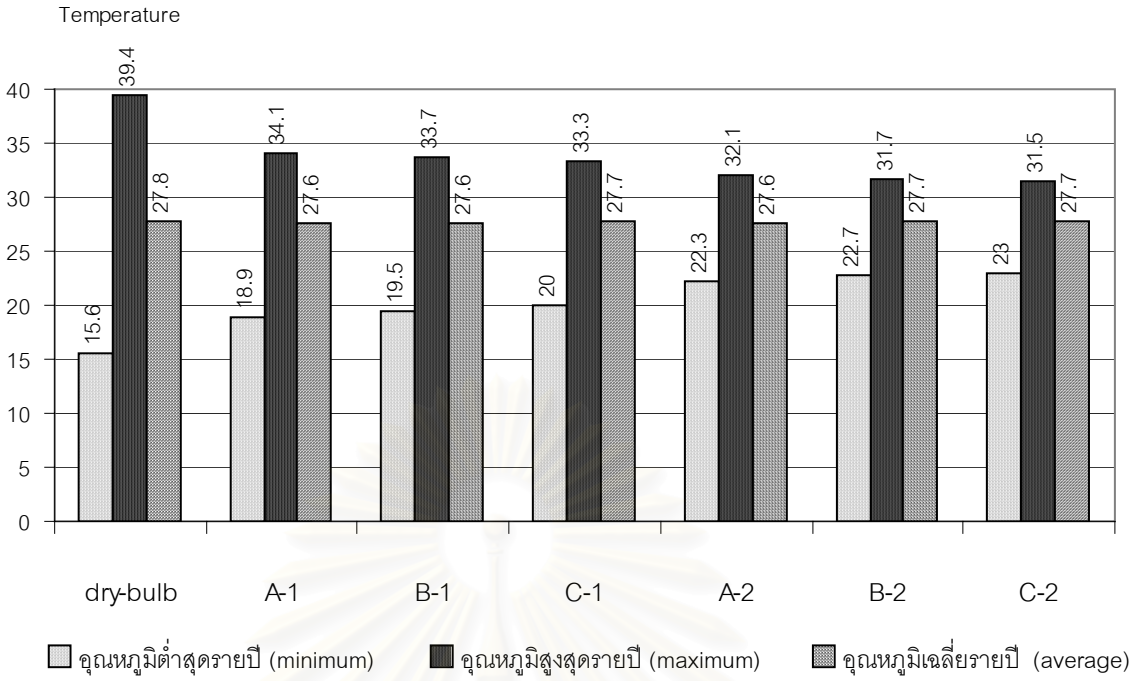
<u>เปรียบเทียบผลการทดลอง</u>

จำนวนชั่วโมง



<u>หมายเหตุ</u> ช่วงเขตสภาวะน่าสบายที่นำมาพิจารณาในที่นี้ จะกล่าวถึงเฉพาะข้อมูลทางด้านอุณหภูมิเท่านั้น อันเนื่องมาจากข้อจำกัดของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ส่วนตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับสภาวะน่าสบายแต่ไม่ได้ทำการศึกษา ได้แก่ ความชื้นสัมพัทธ์ , อุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบ , ความเร็วลม , อัตราการเผาผลาญอาหาร และเสื้อผ้าที่สวมใส่ (ดูผล output data ของค่าอุณหภูมิภายนอกและค่าอุณหภูมิภายในของแบบจำลองต่างๆ ได้ที่ภาคผนวก ง.)

แผนภูมิที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนชั่วโมงที่มีค่าของอุณหภูมิอากาศภายในอาคารอยู่ในช่วงเขตสภาวะน่าสบาย ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2



แผนภูมิที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิภายในอาคารสูงสุด , ต่ำสุด และอุณหภูมิภายในเฉลี่ยของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ภายใต้สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ

วิเคราะห์และอภิปรายผล

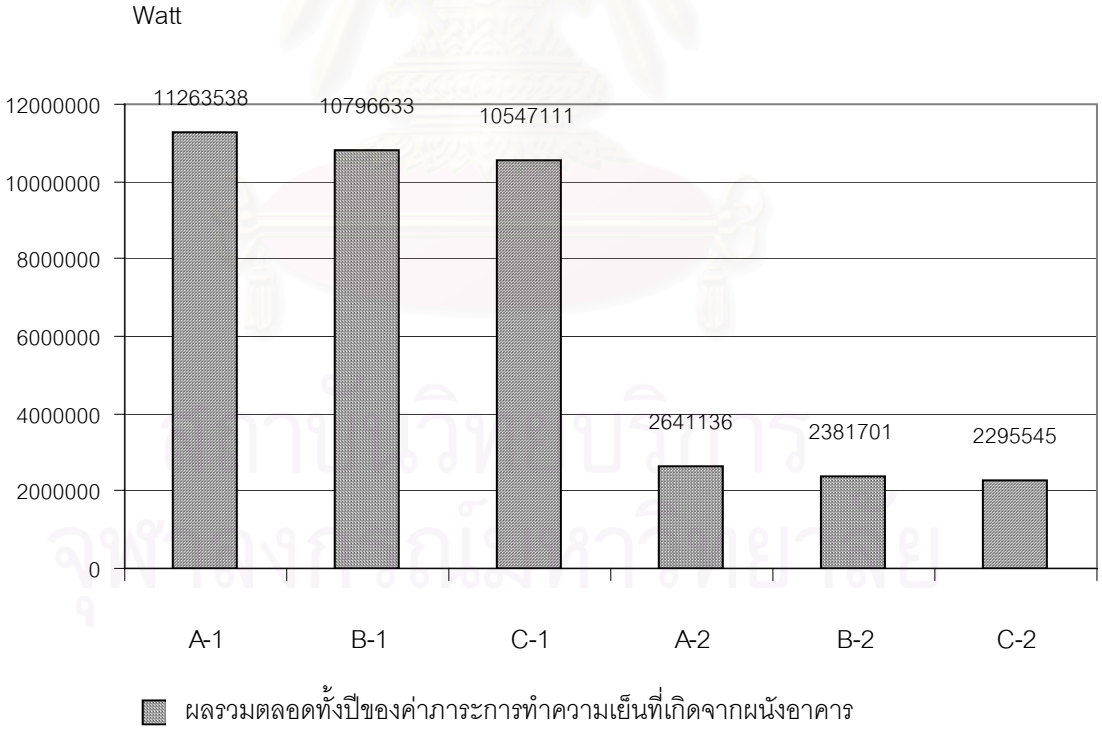
จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า แบบจำลองที่มีจำนวนชั่วโมงของค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารอยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายมากที่สุดในกลุ่มที่ 1 คือ ผนัง A-1 (ผนังไม้เนื้อแข็งหนา 12 มม.) ซึ่งเป็นผนังมวลสารน้อย และในกลุ่มที่ 2 คือผนัง A-2 (ผนังวัสดุก่อมวลเบาหนา 7.5 ซม. + ฉาบปูนน้ำหนักขนาดกลางข้างละ 0.5 ซม.) ซึ่งเป็นผนังมวลสารน้อยอีกเช่นกัน และเมื่อพิจารณาจากภาพที่ 4.2 ถึง 4.13 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร (outside drybulb temperature) กับอุณหภูมิอากาศภายในอาคารของแบบจำลองต่างๆ ของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน จะเห็นว่าอุณหภูมิภายในอาคารของผนังมวลสารน้อยจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน และมีค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในสูงสุดและต่ำสุดที่ค่อนข้างมากด้วย ส่วนผนังมวลสารมากจะมีค่าของอุณหภูมิภายในอาคารที่เปลี่ยนแปลงแบบค่อยเป็นค่อยไปไม่แตกต่างกันมากนัก และจะสังเกตเห็นว่าเส้นกราฟจะเอียงลาดค่อนไปทางขวามือ ทั้งนี้เนื่องจากผนังที่มีมวลสารมากจะมีความสามารถในการกักเก็บปริมาณความร้อนไว้ได้มาก เมื่อปริมาณความร้อนที่กักเก็บไว้มีมากขึ้นจนถึงจุดอิ่มตัว ความร้อนก็จะส่งผ่านตัวกลางไปเรื่อยๆ แล้วเคลื่อนตัวเข้าสู่อาคารในเวลาถัดไป ทำให้ต้องใช้เวลานานกว่าที่จะเดินทางเข้าสู่ภายในอาคาร หรือที่เรียกอิทธิพลนี้ว่า การหน่วงเหนี่ยวความร้อน (time lag) ที่จะช่วยเลื่อนเวลาในการเกิดค่าอุณหภูมิสูงสุดภายในอาคารออกไปจากเวลาที่เกิดค่าอุณหภูมิสูงสุดภายนอก และยังเป็นการช่วยลดค่าอุณหภูมิสูงสุดที่จะเกิดขึ้นภายในอาคารอีกด้วย และเมื่อพิจารณาจากเส้นกราฟแสดงค่าอุณหภูมิภายในอาคารในช่วงเวลาเย็น-ค่ำ จะเห็นว่าผนังมวลสารมากจะมีค่าอุณหภูมิภายในอาคารสูงกว่าผนังมวลสารน้อย

เกือบทุกชั่วโมง ทั้งนี้เป็นเพราะว่าความร้อนที่เก็บสะสมภายในมวลสารของผนังมีมากกว่าและค่อยๆ เคลื่อนตัวออกจากผนังเข้าสู่อาคารนั่นเอง

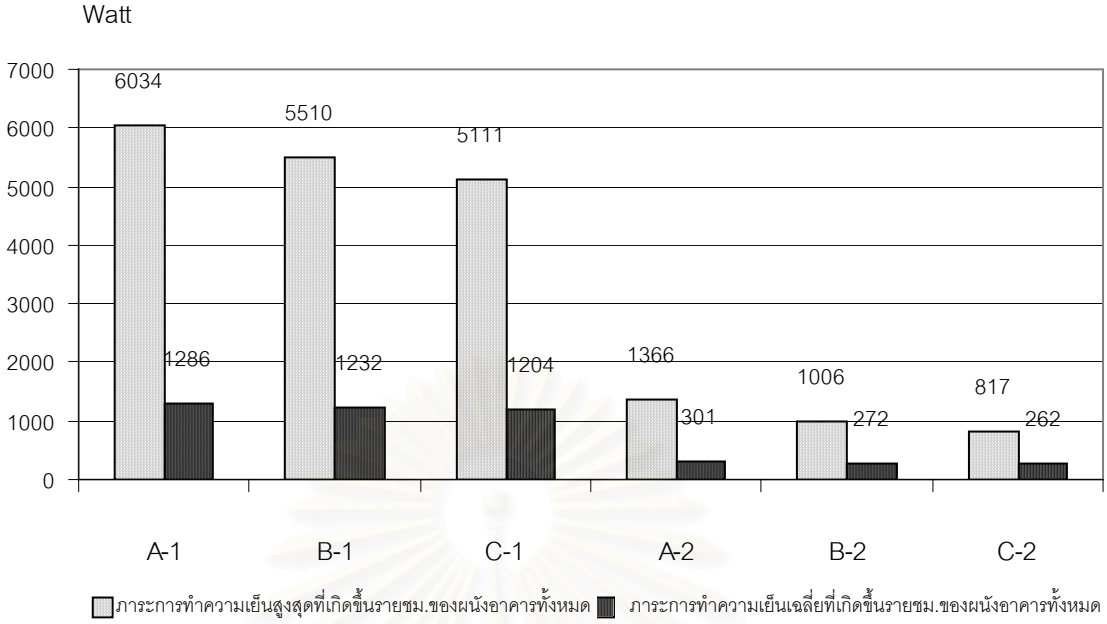
หากพิจารณาเทียบผลการทดลองแยกตามกลุ่มค่า U-Value ของผนังแล้ว จะเห็นว่ากลุ่มผนังที่มีค่า U-Value สูงกว่า จะมีจำนวนชั่วโมงของค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่อยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายมากกว่ากลุ่มผนังที่มีค่า U-Value ต่ำ นั่นเป็นเพราะว่าผนังที่มีค่า U-Value สูงจะมีความสามารถในการสกัดกั้นความร้อนได้น้อย ทำให้ความร้อนถ่ายเทผ่านผนังเข้าและออกได้ในอัตราที่เร็วกว่า จากภาพที่ 4.2 ถึง 4.13 จะเห็นว่าเส้นกราฟในช่วงเวลาเที่ยง-บ่าย ของผนังที่มีค่า U-Value สูงจะขึ้นสูงกว่า ต่อมาในช่วงเย็น-ค่ำ เส้นกราฟก็จะแสดงค่าอุณหภูมิภายในที่ต่ำกว่า ทั้งนี้เนื่องจากในขณะที่อุณหภูมิอากาศภายนอกเริ่มลดต่ำลงในช่วงเวลาเย็นนั้น ความร้อนภายในอาคารก็จะค่อยๆ เริ่มเคลื่อนตัวผ่านผนังออกสู่ภายนอก ดังนั้นปริมาณความร้อนที่จะถ่ายเทผ่านผนังที่มีค่า U-Value ต่ำจึงมีปริมาณน้อยกว่า เพราะการเคลื่อนตัวของความร้อนเป็นไปได้ช้ากว่า อีกทั้งค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในอาคาร (ΔT) ในช่วงเวลาเย็นมีค่าน้อยกว่าในช่วงเวลากลางวันนั่นเอง

4.3.2 สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชม.

<u>เปรียบเทียบผลการทดลอง</u>



แผนภูมิที่ 4.3 แสดงผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคารของแบบจำลองผนัง A-1 ,B-1 ,C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชม.



แผนภูมิที่ 4.4 แสดงค่าภาระการทำความเย็นเฉลี่ยและค่าภาระการทำความเย็นสูงสุดที่เกิดขึ้นของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชม.

<u>วิเคราะห์และอภิปรายผล</u>

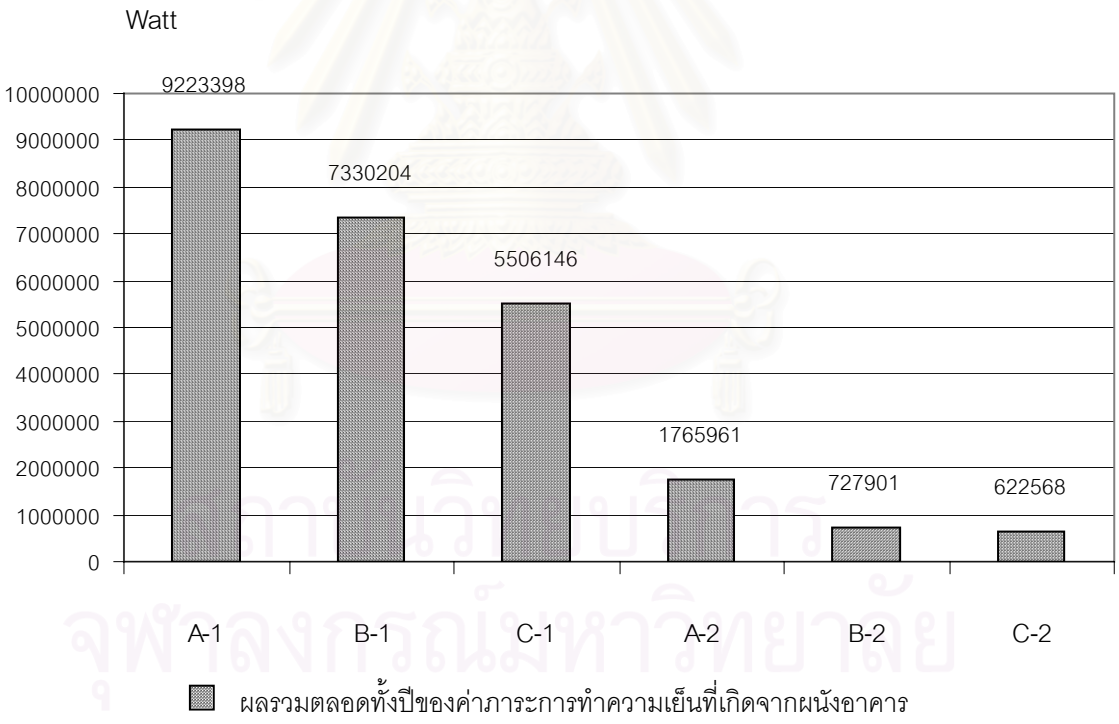
จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ผนัง C-1 (คอนกรีตหนา 12.5 ซม.) และผนัง C-2 (คอนกรีตมวลเบาหนา 27 ซม.+ ปูนนน.เบาข้างละ 1 ซม.) ซึ่งเป็นผนังมวลสารมาก จะได้ผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังของอาคาร (building wall cooling load) น้อยกว่าผนังประเภทต่างๆ ภายในกลุ่ม ทั้งนี้เป็นเพราะว่า ผนังที่มีมวลสารมากจะมีความสามารถในการกักเก็บปริมาณความร้อนไว้ได้มาก และต้องใช้เวลานานกว่าที่ความร้อนจะเดินทางผ่านผนังเข้าสู่ตัวอาคาร เป็นการช่วยเลื่อนเวลาในการเกิดค่าอุณหภูมิสูงสุดภายในอาคารออกไปจากเวลาที่เกิดค่าอุณหภูมิสูงสุดภายนอกในช่วงบ่าย เนื่องจากความร้อนภายนอกอาคารยังไม่สามารถถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคารได้ จึงทำให้อุณหภูมิภายในอาคารยังไม่สูงมากนัก และต่อมาในช่วงเวลาเย็น-ค่ำ ที่อุณหภูมิอากาศภายนอกเย็นลงแล้ว ความร้อนที่สะสมอยู่ในผนังอาคารก็จะค่อยๆ เคลื่อนตัวผ่านผนังไปสู่ด้านที่เย็นกว่าทั้งภายนอกและภายในอาคาร (ดูภาพที่ 2.1 ในบทที่ 2 ประกอบ) ซึ่งจะเป็นการช่วยลดค่าภาระการทำความเย็นสูงสุดของผนังอาคาร (maximum building wall cooling load) ลงด้วย และทำให้ผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคารประเภทมวลสารมาก มีค่าน้อยกว่าผนังมวลสารปานกลาง และมวลสารน้อย เมื่อพิจารณาจากภาพที่ 4.14 ถึง 4.25 ซึ่งแสดงค่าภาระการทำความเย็นของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน จะเห็นว่าเส้นกราฟของผนังมวลสารมากจะมีการเปลี่ยนแปลงแบบค่อยเป็นค่อยไป ไม่แตกต่างกันมากนัก ส่วนเส้นกราฟของผนังมวลสารน้อยจะมีการเปลี่ยนแปลงมากตามช่วงเวลา และมีค่าความแตกต่างระหว่างจุดสูงสุดและจุดต่ำสุดมากด้วย และสิ่งที่สังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนอีกอย่างหนึ่งคือ เส้นกราฟของผนังมวลสาร

มากจะเอียงลาดค่อนไปทางขวามือมากกว่า อีกทั้งยังมีค่าสูงสุดของเส้นกราฟต่ำกว่าผนังมวลสารปานกลางและผนังมวลสารน้อยอีกด้วย

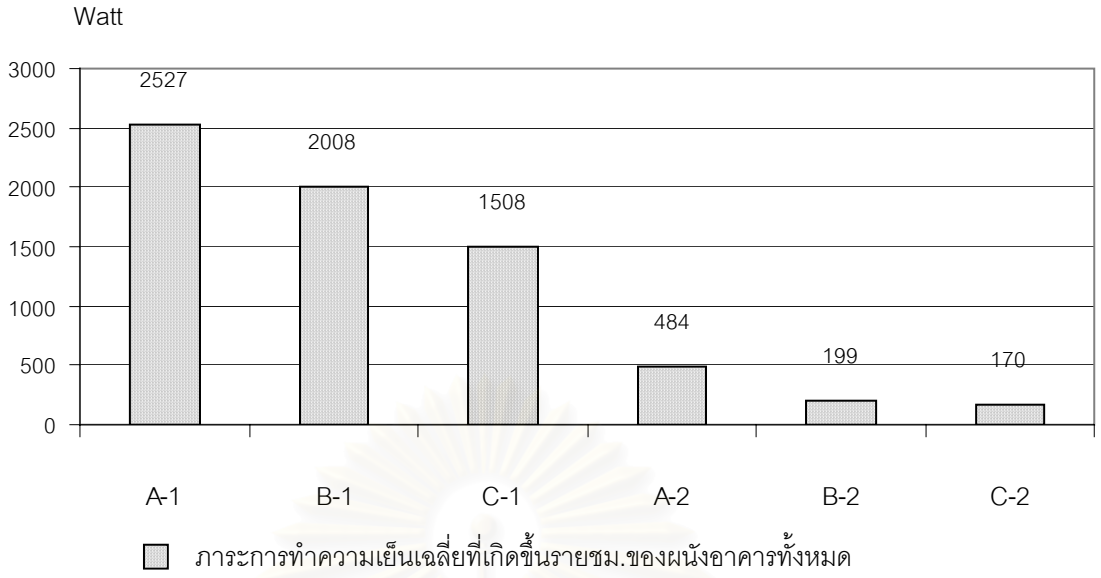
เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างผนังกลุ่มที่ 1 (ค่า U = 3.979 - 3.989 $W/m^{2o}C$) และผนังกลุ่มที่ 2 (ค่า U = 0.953 - 0.959 $W/m^{2o}C$) จะเห็นว่าผนังกลุ่มที่ 2 ซึ่งมีค่า U ต่ำกว่า จะมีผลรวมของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคารน้อยกว่าด้วย ซึ่งจะสอดคล้องกับสูตรการคำนวณหาค่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าหรือออกจากอาคารคือ $Q = UA\Delta T$ และ $Q = UACLTD$ นั่นเอง แต่เหตุผลหลักที่ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มผนังทดลองตามค่า U-Value ออกเป็น 2 ระดับนั้น ก็เพื่อจะทำการตรวจสอบผลการทดลองของผนังมวลสารมาก , ผนังมวลสารปานกลาง และผนังมวลสารน้อยในแต่ละกลุ่มว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ผลการทดลองที่ได้ของทั้ง 2 กลุ่มสอดคล้องกัน

4.3.3 สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน (8.00-18.00 น.)

<u>เปรียบเทียบผลการทดลอง</u>



แผนภูมิที่ 4.5 แสดงผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคาร ของแบบผนัง A-1 ,B-1 ,C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศช่วง 8.00-18.00 น.



แผนภูมิที่ 4.6 แสดงค่าภาระการทำความเย็นเฉลี่ยตลอดทั้งปีของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศช่วง 8.00-18.00 น.

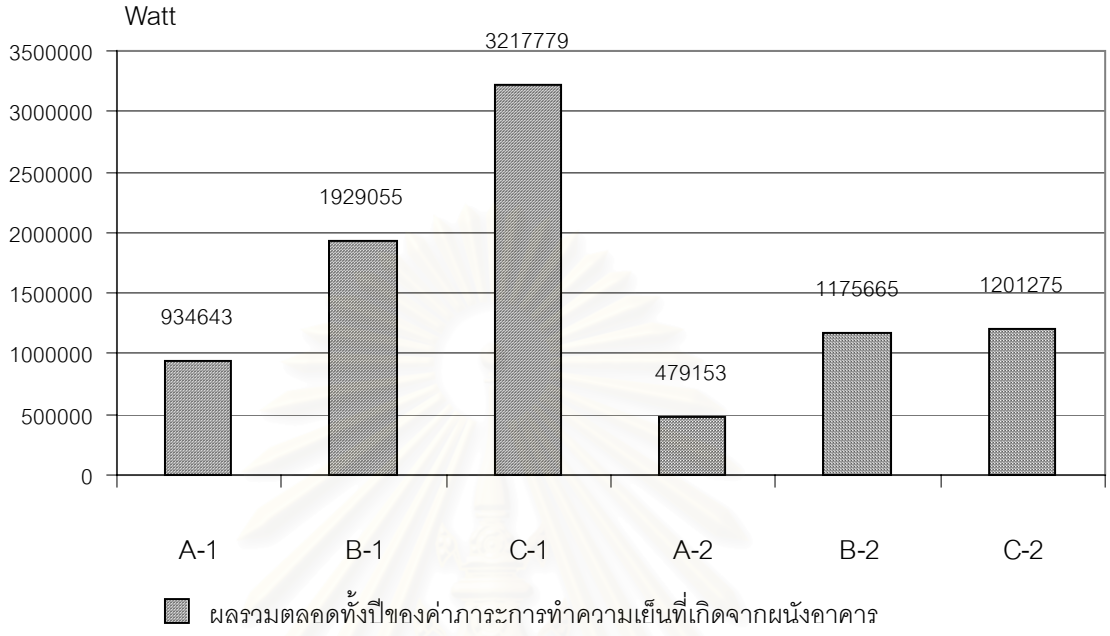
วิเคราะห์และอภิปรายผล

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคารในแต่ละกลุ่ม เรียงจากน้อยไปหามากคือ ผนังมวลสารมาก , ผนังมวลสารปานกลาง และผนังมวลสารน้อย และเมื่อพิจารณากราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นรายชั่วโมงของผนัง A-1, B-1, C-1, A-2 , B-2 และ C-2 ในช่วงเวลาที่มีการใช้งานระบบปรับอากาศ (8.00-18.00 น.) ในภาพที่ 4.26 ถึง 4.37 จะเห็นได้ว่า เส้นกราฟทั้งหมดจะมีลักษณะแบบเอียงลาดขึ้นหรือค่อนไปทางขวามือ ยกเว้นเส้นกราฟของผนังมวลสารน้อย คือ ผนัง A-1 และผนัง A-2 ที่มีรูปโค้งคว่ำในบางเดือน และจะมีความชันมากที่สุด อีกทั้งยังมีค่าภาระการทำความเย็นของผนังที่เกิดขึ้นสูงสุดในกลุ่มอีกด้วย ทั้งนี้เนื่องจากผนังมวลสารน้อยมีความสามารถในการกักเก็บปริมาณความร้อนได้น้อยและไม่สามารถหน่วงเหนี่ยวการถ่ายเทความร้อนเอาไว้ได้นาน จึงทำให้ความร้อนจากอากาศภายนอกเคลื่อนตัวเข้าสู่ภายในอาคารได้ในปริมาณมากและรวดเร็ว ดังจะเห็นได้จากค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังมวลสารน้อยจะมีค่าสูง และจะแปรผันตามสภาพอากาศภายนอกค่อนข้างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับเส้นกราฟของผนังมวลสารมากที่มีลักษณะของการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาแบบค่อยเป็นค่อยไป คือมีความลาดชันน้อยและมีความแตกต่างระหว่างค่าสูงสุด-ต่ำสุดไม่มากนัก ทำให้ผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคาร และค่าภาระการทำความเย็นเฉลี่ยรายชั่วโมงของผนังมวลสารมาก ในช่วงที่มีการใช้งานระบบปรับอากาศเวลากลางวัน (8.00-18.00 น.) มีค่าต่ำที่สุด

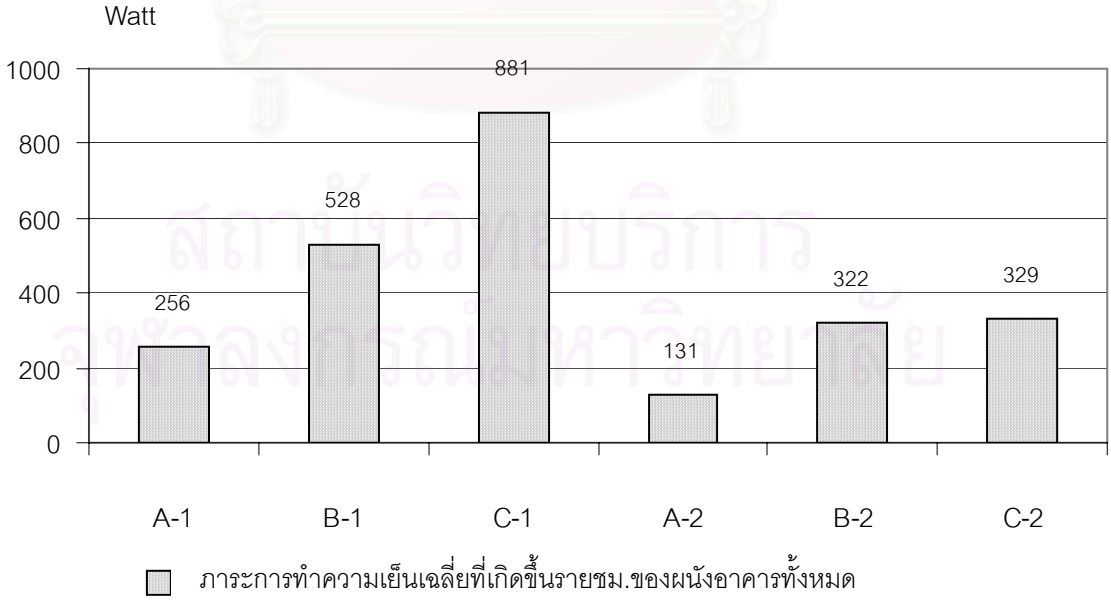
เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างผนังกลุ่มที่ 1 (ค่า U = 3.979 - 3.989 $W/m^{2o}C$) และผนังกลุ่มที่ 2 (ค่า U = 0.953 - 0.959 $W/m^{2o}C$) จะเห็นได้ว่าผลการทดลองในแต่ละกลุ่ม มีทิศทางที่สอดคล้องกัน และได้คำตอบแบบเดียวกัน

4.3.4 สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน (20.00-6.00 น.)

<u>เปรียบเทียบผลการทดลอง</u>



แผนภูมิที่ 4.7 แสดงผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคาร ของแบบผนัง A-1 ,B-1 ,C-1, A-2 , B-2 และ C-2 ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศช่วง 20.00-6.00 น.



แผนภูมิที่ 4.8 แสดงค่าภาระการทำความเย็นเฉลี่ยตลอดทั้งปีของผนัง A-1 , B-1 , C-1 , A-2 , B-2 และ C-2 ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศช่วง 20.00-6.00 น.

วิเคราะห์และอภิปรายผล

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคารในแต่ละกลุ่ม เรียงจากน้อยไปหามากคือ ผนังมวลสารน้อย , ผนังมวลสารปานกลาง และผนังมวลสารมาก และเมื่อพิจารณากราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นรายชั่วโมงของผนัง A-1, B-1, C-1, A-2 , B-2 และ C-2 ในช่วงเวลาที่มีการใช้งานระบบปรับอากาศ (20.00-6.00 น.) ในภาพที่ 4.38 ถึง 4.49 จะเห็นได้ว่า เส้นกราฟทั้งหมดจะมีลักษณะแบบเอียงลาดลง คือมีค่าสูงทางด้านซ้ายและมีค่าต่ำทางด้านขวา และเส้นกราฟของผนังมวลสารน้อยในแต่ละกลุ่มคือ ผนัง A-1 และผนัง A-2 จะมีความชันน้อยมาก และมีค่าน้อยที่สุดในกลุ่ม ทั้งนี้เนื่องจากผนังมวลสารน้อยจะมีปริมาณความร้อนที่เก็บสะสมเอาไว้ในผนังน้อยมาก พอถึงช่วงเวลาที่อุณหภูมิอากาศภายนอกเย็นลงในช่วงค่ำ ปริมาณความร้อนที่จะเคลื่อนตัวออกจากผนังเข้าสู่ภายในอาคารก็จะมีค่าน้อยมาก เมื่อเทียบกับผนังมวลสารมากที่มีความสามารถในการกักเก็บปริมาณความร้อนเอาไว้มาก ก็จะค่อยๆ ถ่ายเทความร้อนนั้นออกไปสู่ด้านที่เย็นกว่าภายในอาคาร ทำให้เส้นกราฟแสดงค่าภาระการทำความเย็นรายชั่วโมงของผนังมีค่าสูงกว่าเกือบทุกชั่วโมง เป็นผลทำให้ผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคารและค่าภาระการทำความเย็นเฉลี่ยรายชั่วโมงของผนังมวลสารน้อย ในช่วงที่มีการใช้งานระบบปรับอากาศเวลากลางคืน (20.00-6.00 น.) มีค่าน้อยที่สุด

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างผนังกลุ่มที่ 1 (ค่า U = 3.979 - 3.989 $W/m^{2o}C$) และผนังกลุ่มที่ 2 (ค่า U = 0.953 - 0.959 $W/m^{2o}C$) จะเห็นได้ว่าผลการทดลองในแต่ละกลุ่ม มีทิศทางที่สอดคล้องกัน และได้คำตอบแบบเดียวกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4 สรุปผลการทดลอง

สภาพการใช้งาน	แบบผนังที่มีจำนวนชั่วโมงของค่าอุณหภูมิภายในอาคาร อยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายมากที่สุด (21.5 - 26.9 C หรือ 70 - 80 F)	
	กลุ่มที่ 1 U = 3.979 - 3.989 W/m^{2o}C	กลุ่มที่ 2 U = 0.953 - 0.959 W/m^{2o}C
สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ	ได้แก่ ผนังมวลสารน้อย *คือ ผนัง A-1 (ไม้เนื้อแข็ง หนา 12 มม.)*	ได้แก่ ผนังมวลสารน้อย *คือ ผนัง A-2 (วัสดุก่อมวลเบาหนา 7.5 ซม.+ ปูนฉาบน้ำหนักขนาดกลางข้างละ 0.5 ซม.)*

สภาพการใช้งาน	แบบผนังที่มีผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารน้อยที่สุด	
	กลุ่มที่ 1 U = 3.979 - 3.989 W/m^{2o}C	กลุ่มที่ 2 U = 0.953 - 0.959 W/m^{2o}C
สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง	ได้แก่ ผนังมวลสารมาก *คือ ผนัง C-1 (คอนกรีตหนา 12.5 ซม.)*	ได้แก่ ผนังมวลสารมาก *คือ ผนัง C-2 (คอนกรีตมวลเบาหนา 27 ซม.+ ปูนฉาบน้ำหนักเบาข้างละ 1 ซม.)*
สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะช่วงเวลากลางวัน (8.00-18.00 น.)	ได้แก่ ผนังมวลสารมาก *คือ ผนัง C-1 (คอนกรีตหนา 12.5 ซม.)*	ได้แก่ ผนังมวลสารมาก *คือ ผนัง C-2 (คอนกรีตมวลเบาหนา 27 ซม.+ ปูนฉาบน้ำหนักเบาข้างละ 1 ซม.)*
สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะช่วงเวลากลางคืน (20.00-6.00 น.)	ได้แก่ ผนังมวลสารน้อย *คือ ผนัง A-1 (ไม้เนื้อแข็ง หนา 12 มม.)*	ได้แก่ ผนังมวลสารน้อย *คือ ผนัง A-2 (วัสดุก่อมวลเบาหนา 7.5 ซม.+ ปูนฉาบน้ำหนักขนาดกลางข้างละ 0.5 ซม.)*

ตารางที่ 4.6 แสดงสรุปผลการทดลองของผนังมวลสารในสภาวะต่างๆ

4.4.1 สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ

จากการทดลองและผลวิเคราะห์ของสภาพการใช้งานอาคารในสภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศจะเห็นได้ว่า แบบผนังที่มีจำนวนชั่วโมงของค่าอุณหภูมิภายในอาคารอยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายมากที่สุด คือ ผนังมวลสารน้อย ทั้งนี้เนื่องจากผนังมวลสารน้อยจะมีความสามารถในการหน่วงเหนี่ยวและสกัดกั้นการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในที่ต่ำ เพราะมีค่าความจุความร้อนและความสามารถในการกักเก็บความร้อนได้น้อย ทำให้การถ่ายเทความร้อนเข้าหรือออกจากอาคารเป็นไปได้ในอัตราที่รวดเร็ว และแปรผันตามค่าของอุณหภูมิอากาศภายนอกค่อนข้างมาก เป็นผลให้ค่าอุณหภูมิภายในอาคารของผนังมวลสารน้อยมีค่าสูงสุดและต่ำสุด เมื่อเทียบกับผนังมวลสารปานกลางและผนังมวลสารมาก และในทางตรงกันข้าม ผนังมวลสารมากจะมีค่าความจุความร้อนมาก และมีปริมาณความร้อนที่กักเก็บไว้มากด้วย เมื่ออุณหภูมิอากาศภายนอกเย็นลง ความร้อนก็จะค่อยๆ เคลื่อนตัวเข้าสู่อาคาร ทำให้ค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารในช่วงเย็น-ค่ำของผนังมวลสารมากมีค่าสูงกว่าผนังมวลสารปานกลางและมวลสารน้อยเกือบทุกชั่วโมง เนื่องจากความร้อนที่เก็บสะสมอยู่ภายในมวลสารของผนังมีมากกว่า และค่อยๆ เคลื่อนตัวออกจากผนังเข้าสู่อาคารนั่นเอง

4.4.2 สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง

จากการทดลองและผลวิเคราะห์ของสภาพการใช้งานอาคารในสภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง จะเห็นได้ว่าแบบผนังที่มีผลรวมของค่าภาระการทำความเย็นน้อยที่สุด คือ ผนังมวลสารมาก ทั้งนี้เนื่องจาก ผนังที่มีมวลสารมากจะมีค่าความจุความร้อนมากด้วย และมีคุณสมบัติในการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (time lag) ที่จะช่วยเลื่อนเวลาในการเกิดค่าอุณหภูมิสูงสุดภายในอาคารออกไปจากเวลาที่เกิดค่าอุณหภูมิสูงสุดภายนอกในช่วงบ่าย เนื่องจากความร้อนภายนอกอาคารยังไม่สามารถถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคารได้ จึงทำให้อุณหภูมิภายในอาคารยังไม่สูงมากนัก และต่อมาในช่วงเวลาเย็น-ค่ำ ที่อุณหภูมิอากาศภายนอกเย็นลงแล้ว ความร้อนที่สะสมอยู่ในผนังอาคารก็จะค่อยๆ เคลื่อนตัวผ่านผนังไปสู่ด้านที่เย็นกว่าทั้งภายนอกและภายในอาคาร ซึ่งจะเป็นการช่วยลดค่าภาระการทำความเย็นสูงสุดของผนังอาคาร (maximum building wall cooling load) ลงด้วย และทำให้ผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคารประเภทมวลสารมาก มีค่าน้อยกว่าผนังมวลสารปานกลาง และมวลสารน้อย

4.4.3 สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน (8.00-18.00 น.)

จากการทดลองและผลวิเคราะห์ของสภาพการใช้งานอาคารในสภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน (8.00-18.00 น.) จะเห็นได้ว่าแบบผนังที่มีผลรวมของค่าภาระการทำความเย็นน้อยที่สุด คือ ผนังมวลสารมาก เนื่องจากผนังมวลสารมากจะมีความสามารถในการกักเก็บความร้อนและคุณสมบัติในการหน่วงเหนี่ยวความร้อนมาก ทำให้ความร้อนจากอากาศภายนอกเคลื่อนตัวเข้าสู่ภายในอาคารได้น้อยและช้ากว่าผนังมวลสารน้อย ในช่วงที่มีการใช้งานระบบปรับอากาศ (8.00-

18.00 น.) จึงทำให้ผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคาร และค่าภาระการทำความเย็นเฉลี่ยของผนังมวลสารมากมีค่าน้อยที่สุด

4.4.4 สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน (20.00-6.00 น.)

จากการทดลองและผลวิเคราะห์ของสภาพการใช้งานอาคารในสภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน (20.00-6.00 น.) จะเห็นได้ว่าแบบผนังที่มีผลรวมของค่าภาระการทำความเย็นน้อยที่สุด คือ ผนังมวลสารน้อย เนื่องจากผนังมวลสารน้อยมีความสามารถในการสกัดกั้นการถ่ายเทความร้อนต่ำ และมีค่าความจุความร้อนน้อย จึงมีปริมาณความร้อนที่เก็บสะสมเอาไว้ในผนังในช่วงเวลากลางวันอยู่น้อยมาก พอถึงช่วงเวลาที่อุณหภูมิอากาศภายนอกเย็นลงในช่วงค่ำ ซึ่งเป็นช่วงที่มีการใช้งานระบบปรับอากาศ ปริมาณความร้อนที่จะเคลื่อนตัวออกจากผนังเข้าสู่ภายในอาคารก็จะมีค่าน้อยมาก เป็นผลทำให้ผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคารและค่าภาระการทำความเย็นเฉลี่ยของผนังมวลสารน้อย ในช่วงที่มีการใช้งานระบบปรับอากาศเวลากลางคืน (20.00-6.00 น.) มีค่าน้อยที่สุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
การนำผลการทดลองมาใช้ในการออกแบบอาคาร

ในบทที่ 5 นี้ ผู้วิจัยจะนำผลการทดลองที่ได้จากการดำเนินการทดสอบ โดยการจำลองสภาพอาคารของผนังมวลสารแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศและสภาวะที่มีการปรับอากาศในบทที่ 4 มาประเมินผลการใช้งานในการออกแบบอาคาร โดยจะนำผลการทดลองของผนังมวลสารภายนอกที่มีจำนวนชั่วโมงของค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารอยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายมากที่สุด (สำหรับการใช้งานอาคารที่ไม่มีการปรับอากาศ) และนำแบบผนังที่มีผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคารที่มีค่าน้อยที่สุด (สำหรับการใช้งานอาคารที่มีการปรับอากาศ) มาทำการทดสอบกับอาคารรูปแบบต่างๆ ที่มีรูปร่างภายนอกของอาคารที่แตกต่างกัน แต่มีพื้นที่ใช้สอยของอาคารเท่ากัน โดยจะใช้การจำลองสภาพการใช้งานของอาคารที่จะทำการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม DOE 2.1 D.

5.1 รายละเอียดของแบบจำลองที่จะทำการประเมินผล

5.1.1 ข้อมูลทั่วไปของแบบจำลอง

ตัวแปร	รายละเอียด	หมายเหตุ
สภาพการใช้งานอาคาร	แบ่งเป็น 4 ประเภท ดังนี้ - สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ - สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง - สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะช่วงเวลากลางวัน (8.00-18.00) - สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะช่วงเวลากลางคืน (20.00-6.00)	-
ขนาด	พื้นที่อาคาร 100 ตารางเมตร	เป็นตัวแปรควบคุม
ผนังและวัสดุ	ในบทนี้ จะนำผนังมวลสารภายนอกที่ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดจากการทดลอง ในแต่ละสภาพการใช้งาน (จากบทที่ 4) มาทำการทดลอง ได้แก่ - สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ คือ ผนัง A-1 ผนังไม้เนื้อแข็งหนา 12 มม. เป็นผนังมวลสารน้อย ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน 3.984 $W/m^{2o}C$	-

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

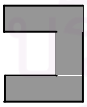
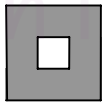
ตัวแปร	รายละเอียด	หมายเหตุ
ผนังและวัสดุ (ต่อ)	ค่าความจุความร้อน 2.592 kcal/m^{2o}C มวลของผนัง 8.64 kg/m^2 *ไม้เนื้อแข็ง* *Conductivity 0.138 W/m°C (0.138 W/m-K)* *Density 720 kg/m^3* *Specific heat 0.30 kcal/kg°C (1255 J/kg-K)*	-
	- สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง คือ ผนัง C-2 ผนังคอนกรีตมวลเบาหนา 27 ซม. + ปูนฉาบน้ำหนักเบาข้างละ 1 ซม. เป็นผนังมวลสารมาก ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน 0.953 W/m^{2o}C ค่าความจุความร้อน 66.74 kcal/m^{2o}C มวลของผนัง 351.6 kg/m^2 *คอนกรีตมวลเบา* *Conductivity 0.476 W/m°C (0.476 W/m-K)* *Density 1280 kg/m^3* *Specific heat 0.19 kcal/kg°C (794 J/kg-K)* *ปูนฉาบนน.เบา* *Conductivity 0.063 W/m°C (0.063 W/m-K)* *Density 300 kg/m^3* *Specific heat 0.18 kcal/kg°C (753 J/kg-K)*	
	- สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน คือ ผนัง C-2 ผนังคอนกรีตมวลเบาหนา 27 ซม. + ปูนฉาบน้ำหนักเบาข้างละ 1 ซม. เป็นผนังมวลสารมาก ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน 0.953 W/m^{2o}C ค่าความจุความร้อน 66.74 kcal/m^{2o}C มวลของผนัง 351.6 kg/m^2 *คอนกรีตมวลเบา* *Conductivity 0.476 W/m°C (0.476 W/m-K)* *Density 1280 kg/m^3* *Specific heat 0.19 kcal/kg°C (794 J/kg-K)* *ปูนฉาบนน.เบา* *Conductivity 0.063 W/m°C (0.063 W/m-K)* *Density 300 kg/m^3* *Specific heat 0.18 kcal/kg°C (753 J/kg-K)*	
	- สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน คือ ผนัง A-2 ผนังวัสดุก่อมวลเบาหนา 7.5 ซม. + ปูนฉาบน้ำหนักขนาดกลางข้างละ 0.5 ซม. เป็นผนังมวลสารน้อย ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน 0.958 W/m^{2o}C ค่าความจุความร้อน 10.53 kcal/m^{2o}C มวลของผนัง 56.04 kg/m^2	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<table>
<tr><th>ตัวแปร</th><th>รายละเอียด</th><th>หมายเหตุ</th></tr>
<tr><td>ผนังและวัสดุ
(ต่อ)</td><td>คอนกรีตมวลเบา Conductivity 0.089 W/m°C (0.089 W/m-K)
Density 600 kg/m³
Specific heat 0.19 kcal/kg°C (794 J/kg-K)
ปูนนน.ขนาดกลาง Conductivity 0.274 W/m°C (0.274 W/m-K)
Density 1104 kg/m³
Specific heat 0.18 kcal/kg°C (753 J/kg-K)</td><td></td></tr>
<tr><td>พื้นและหลังคา</td><td>ใช้วัสดุที่มีค่าสปส.การถ่ายเทความร้อนต่ำ U = 0.05 W/m²°C เพื่อให้ผลกระทบที่เกิดจากการถ่ายเทความร้อนเข้าหรือออกจากอาคารทางพื้นและหลังคามีน้อย</td><td>เป็นตัวแปรควบคุม</td></tr>
<tr><td>Ventilation</td><td>แบบจำลองที่ทำการทดสอบจะไม่มีประตู-หน้าต่าง หรือพัดลมดูดอากาศใดๆ ที่ทำให้เกิดการระบายอากาศ</td><td>เป็นตัวแปรควบคุม</td></tr>
<tr><td>Internal load</td><td>แบบจำลองที่ทำการทดสอบจะไม่มีผลกระทบของความร้อนที่เกิดจากผู้ใช้อาคาร (occupant load) ไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ (lighting load) , อุปกรณ์ไฟฟ้า (equipment load) และการรั่วซึมของอากาศ (infiltration load)</td><td>เป็นตัวแปรควบคุม</td></tr>
<tr><td>รูปร่างอาคาร</td><td>จะทำการทดสอบอาคารรูปแบบต่างๆ ที่มีรูปร่างภายนอกของอาคารที่แตกต่างกัน แต่มีพื้นที่ของอาคารเท่ากัน ดังนี้
<table>
<tr><th>รูปร่างอาคาร</th><th>ลักษณะผังพื้นอาคาร</th><th>หมายเหตุ</th></tr>
<tr><td>1. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส</td><td> </td><td>ใช้เป็นอาคารเปรียบเทียบ
(BASE CASE)</td></tr>
<tr><td>2. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
วางแนวนอน</td><td> </td><td rowspan="2">เป็นแบบอาคารที่มีกรอบของอาคาร (perimeter) เหมือนกัน แต่มีทิศทางการวางแนวอาคาร (orientation) ที่แตกต่างกัน ในที่นี้จะพิจารณาเป็นแบบอาคารคนละแบบ</td></tr>
<tr><td>3. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
วางแนวตั้ง</td><td> </td></tr>
</table>
</td><td></td></tr>
</table>

ตัวแปร	รายละเอียด	หมายเหตุ

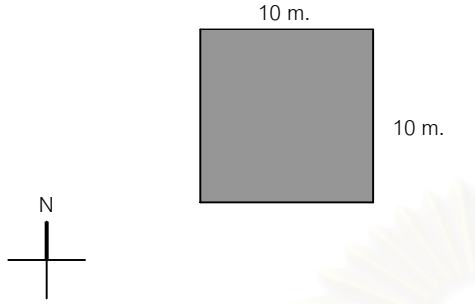
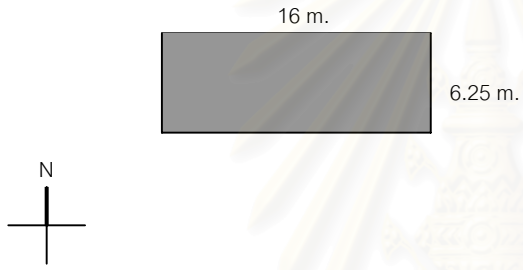
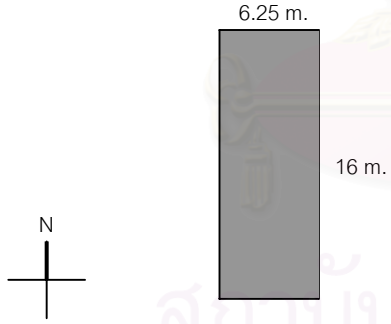
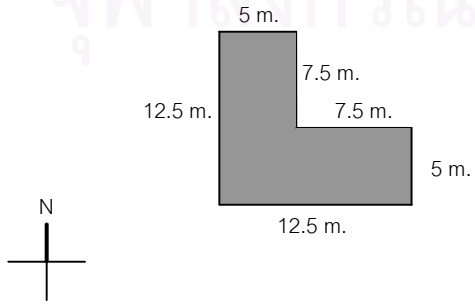
รูปร่างอาคาร (ต่อ)

รูปร่างอาคาร	ลักษณะผังพื้นอาคาร	หมายเหตุ
4. รูปตัวแอล		เป็นแบบอาคารที่มีกรอบของอาคาร (perimeter) เหมือนกัน แต่มีทิศทางการวางแนวอาคาร (oreintation) ที่แตกต่างกัน ในที่นี้จะพิจารณาเป็นแบบอาคารคนละแบบ
5. รูปสระอากลับด้าน		
6. รูปสระอา		
7. รูปตัวแอลกลับด้าน		
8. รูปตัวยู		เป็นแบบอาคารที่มีกรอบของอาคาร (perimeter) เหมือนกัน แต่มีทิศทางการวางแนวอาคาร (oreintation) ที่แตกต่างกัน ในที่นี้จะพิจารณาเป็นแบบอาคารคนละแบบ
9. รูปตัวซี		
10. รูปตัวยูคว่ำ		
11. รูปตัวซีกลับด้าน		
12. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสแบบมี court กลาง		

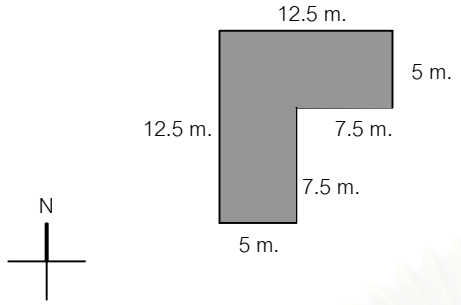
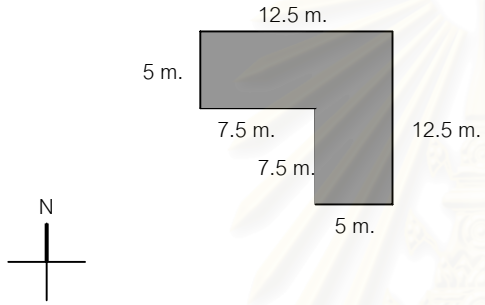
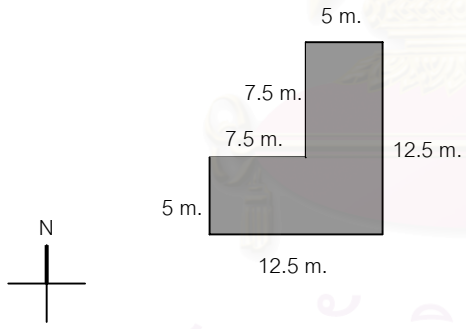
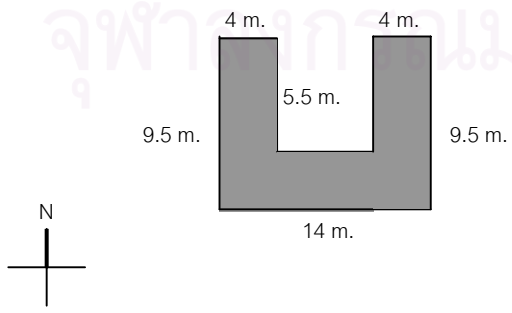
ตารางที่ 5.1 แสดงข้อมูลทั่วไปของแบบจำลอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

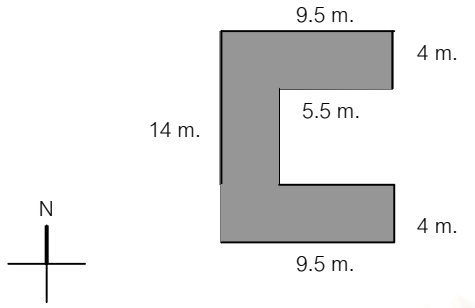
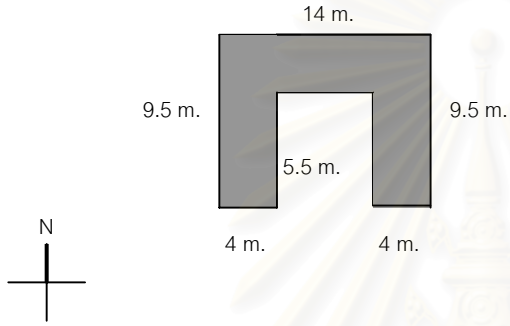
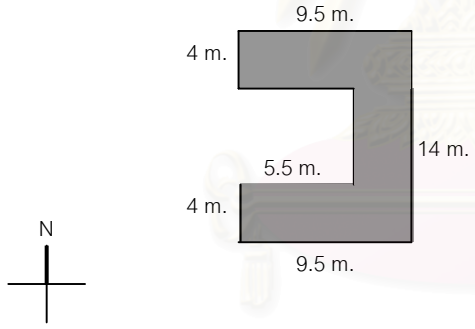
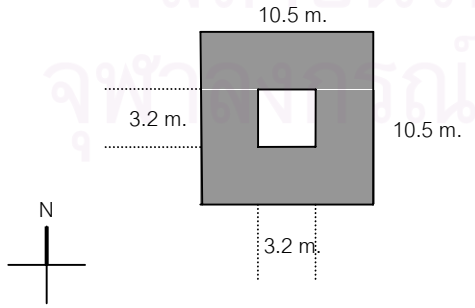
5.1.2 รายละเอียดของรูปร่างอาคารแบบต่างๆ ที่จะทำการทดสอบ

1. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส  	พื้นที่อาคาร 100 m^2 พื้นที่ผนังของอาคาร 108 m^2 หมายเหตุ ระยะความสูงจากพื้นถึงเพดาน 2.7 เมตร
2. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าวางแนวนอน  	พื้นที่อาคาร 100 m^2 พื้นที่ผนังของอาคาร 120.15 m^2 หมายเหตุ ระยะความสูงจากพื้นถึงเพดาน 2.7 เมตร
3. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าวางแนวตั้ง  	พื้นที่อาคาร 100 m^2 พื้นที่ผนังของอาคาร 120.15 m^2 หมายเหตุ ระยะความสูงจากพื้นถึงเพดาน 2.7 เมตร
4. รูปตัวแอล  	พื้นที่อาคาร 100 m^2 พื้นที่ผนังของอาคาร 135 m^2 หมายเหตุ ระยะความสูงจากพื้นถึงเพดาน 2.7 เมตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. รูปสระอากลับด้าน  	พื้นที่อาคาร 100 m^2 พื้นที่ผนังของอาคาร 135 m^2 หมายเหตุ ระยะความสูงจากพื้นถึงเพดาน 2.7 เมตร
6. รูปสระอา  	พื้นที่อาคาร 100 m^2 พื้นที่ผนังของอาคาร 135 m^2 หมายเหตุ ระยะความสูงจากพื้นถึงเพดาน 2.7 เมตร
7. รูปตัวแอลกลับด้าน  	พื้นที่อาคาร 100 m^2 พื้นที่ผนังของอาคาร 135 m^2 หมายเหตุ ระยะความสูงจากพื้นถึงเพดาน 2.7 เมตร
8. รูปตัวยู  	พื้นที่อาคาร 100 m^2 พื้นที่ผนังของอาคาร 156.6 m^2 หมายเหตุ ระยะความสูงจากพื้นถึงเพดาน 2.7 เมตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

9. รูปตัวซี  	พื้นที่อาคาร 100 m^2 พื้นที่ผนังของอาคาร 156.6 m^2 หมายเหตุ ระยะความสูงจากพื้นถึงเพดาน 2.7 เมตร
10. รูปตัวยูคว่ำ  	พื้นที่อาคาร 100 m^2 พื้นที่ผนังของอาคาร 156.6 m^2 หมายเหตุ ระยะความสูงจากพื้นถึงเพดาน 2.7 เมตร
11. รูปตัวซีกลับด้าน  	พื้นที่อาคาร 100 m^2 พื้นที่ผนังของอาคาร 156.6 m^2 หมายเหตุ ระยะความสูงจากพื้นถึงเพดาน 2.7 เมตร
12. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสแบบมี court กลาง  	พื้นที่อาคาร 100 m^2 พื้นที่ผนังของอาคาร 147.96 m^2 หมายเหตุ ระยะความสูงจากพื้นถึงเพดาน 2.7 เมตร

ตารางที่ 5.2 แสดงรายละเอียดของรูปร่างอาคารแบบต่างๆ ที่จะทำการทดสอบ

5.2 ผลการทดสอบผนังมวลสารกับรูปร่างอาคาร

5.2.1 สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ

จากการทดลองโดยนำผนังมวลสารที่มีจำนวนชั่วโมงของค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารอยู่ในช่วงเขตสภาวะน่าสบายมากที่สุดภายใต้สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ ซึ่งในที่นี้คือ ผนัง A-1 (ผนังไม้เนื้อแข็งหนา 12 มม. เป็นผนังมวลสารน้อย) มาประเมินผลการใช้งานในการออกแบบอาคาร โดยทำการทดสอบผนังมวลสารกับอาคารที่มีรูปร่างแบบต่างๆ (ดังที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อ 5.1.2) ด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม DOE 2.1 D. ได้ผลการทดลองดังนี้

ลักษณะรูปร่างอาคาร	จำนวนชั่วโมงที่มีค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารอยู่สูงกว่าอุณหภูมิในเขตสภาวะน่าสบาย (สูงกว่า 26.9 C หรือ 80 F)	จำนวนชั่วโมงที่มีค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารอยู่ในช่วงอุณหภูมิในเขตสภาวะน่าสบาย (21.5 - 26.9 C หรือ 70 - 80 F)	จำนวนชั่วโมงที่มีค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารอยู่ต่ำกว่าอุณหภูมิในเขตสภาวะน่าสบาย (ต่ำกว่า 21.5 C หรือ 70 F)
1. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส	6131	2583	46
2. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าวางแนวนอน	5913	2792	55
3. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าวางแนวตั้ง	6167	2535	58
4. รูปตัวแอล	5941	2757	62
5. รูปสระอากลับด้าน	5983	2716	61
6. รูปสระอา	5892	2805	63
7. รูปตัวแอลกลับด้าน	5941	2755	64
8. รูปตัวยู	5822	2870	68
9. รูปตัวซี	5902	2790	68
10. รูปตัวยูคว่ำ	5822	2870	68
11. รูปตัวซีกลับด้าน	5902	2790	68
12. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมี court กลาง	5762	2931	67

ตารางที่ 5.3 แสดงข้อมูลผลการทดสอบของผนัง A-1 กับรูปร่างอาคารแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ

5.2.2 สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง

จากการทดลองโดยการนำผนังมวลสารที่ได้ผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคารที่มีค่าน้อยที่สุด ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ซึ่งในที่นี้คือ ผนัง C-2 (ผนังคอนกรีตมวลเบา 27 ซม+ปูนฉาบนน.เบาข้างละ 1 ซม.เป็นผนังมวลสารมาก) มาประเมินผลการใช้งานในการออกแบบอาคาร โดยทำการทดสอบผนังมวลสารกับอาคารที่มีรูปร่างแบบต่างๆ (ดังที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อ 5.1.2) ด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม DOE 2.1 D. ได้ผลการทดลองดังนี้

ลักษณะรูปร่างอาคาร	Building Wall Cooling Load		หมายเหตุ
	ผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคาร (หน่วยเป็น Watt)	ค่าภาระการทำความเย็นเฉลี่ยของผนังอาคาร (หน่วยเป็น Watt)	
1. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส	2,295,545	262	ค่าภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ คิดที่อุณหภูมิภายในคงที่ 25 องศาเซลเซียส และดูผล output data ทั้งหมดของค่า cooling load ของแบบจำลองต่างๆ ได้ที่ภาคผนวก ง.
2. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าวางแนวนอน	2,443,575	279	
3. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าวางแนวตั้ง	2,667,677	305	
4. รูปตัวแอล	2,873,496	328	
5. รูปสระอากลับด้าน	2,875,107	328	
6. รูปสระอา	2,874,139	328	
7. รูปตัวแอลกลับด้าน	2,875,438	328	
8. รูปตัวยู	3,346,998	382	
9. รูปตัวซี	3,325,730	380	
10. รูปตัวยูคว่ำ	3,346,998	382	
11. รูปตัวซีกลับด้าน	3,325,730	380	
12. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมี court กลาง	3,151,873	360	

ตารางที่ 5.4 แสดงข้อมูลผลการทดสอบของผนัง C-2 กับรูปร่างอาคารแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง

5.2.3 สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน (8.00-18.00 น.)

จากการทดลองโดยการนำผนังมวลสารที่ได้ผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคารที่มีค่าน้อยที่สุด ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน (8.00-18.00 น.) ซึ่งในที่นี้คือ ผนัง C-2 (ผนังคอนกรีตมวลเบา 27 ซม+ปูนฉาบนน.เบาข้างละ 1 ซม. เป็นผนังมวลสารมาก) มาประเมินผลการใช้งานในการออกแบบอาคาร โดยทำการทดสอบผนังมวลสารกับอาคารที่มีรูปร่างแบบต่างๆ (ดังที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อ 5.1.2) ด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม DOE 2.1 D. ได้ผลการทดลองดังนี้

ลักษณะรูปร่างอาคาร	Building Wall Cooling Load		หมายเหตุ
	ผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคาร (หน่วยเป็น Watt)	ค่าภาระการทำความเย็นเฉลี่ยของผนังอาคาร (หน่วยเป็น Watt)	
1. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส	622,568.33	170.56	ค่าภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ คิดที่อุณหภูมิภายใน 25 องศาเซลเซียส และดูผล output data ทั้งหมดของค่า cooling load ของแบบจำลองต่างๆ ได้ที่ภาคผนวก ง.
2. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าวางแนวนอน	660,771.66	181.03	
3. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าวางแนวตั้ง	742,440.41	203.40	
4. รูปตัวแอล	793,783.75	217.47	
5. รูปสระอากลับด้าน	795,773.75	218.07	
6. รูปสระอา	797,646.66	218.53	
7. รูปตัวแอลกลับด้าน	800,992.50	219.45	
8. รูปตัวยู	934,491.25	256.02	
9. รูปตัวซี	931,662.50	255.25	
10. รูปตัวยูคว่ำ	934,491.25	256.02	
11. รูปตัวซีกลับด้าน	931,662.50	255.25	
12. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมี court กลาง	880,866.66	241.33	

ตารางที่ 5.5 แสดงข้อมูลผลการทดสอบของผนัง C-2 กับรูปร่างอาคารแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน (8.00-18.00 น.)

5.2.4 สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน (20.00-6.00 น.)

จากการทดลองโดยการนำผนังมวลสารที่ได้ผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคารที่มีค่าน้อยที่สุด ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน (20.00-6.00 น.) ซึ่งในที่นี้คือ ผนัง A-2 (ผนังวัสดุก่อมวลเบา 7.5 ซม+ปูนฉาบนน.ขนาดกลางข้างละ 0.5 ซม. เป็นผนังมวลสารน้อย) มาประเมินผลการใช้งานในการออกแบบอาคาร โดยทำการทดสอบผนังมวลสารกับอาคารที่มีรูปร่างแบบต่างๆ ด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม DOE 2.1 D. ได้ผลการทดลองดังนี้

ลักษณะรูปร่างอาคาร	Building Wall Cooling Load		หมายเหตุ
	ผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคาร (หน่วยเป็น Watt)	ค่าภาระการทำความเย็นเฉลี่ยของผนังอาคาร (หน่วยเป็น Watt)	
1. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส	416,160.83	114.01	ค่าภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ คิดที่อุณหภูมิภายใน 25 องศาเซลเซียส และดูผล output data ทั้งหมดของค่า cooling load ของแบบจำลองต่างๆ ได้ที่ภาคผนวก ง.
2. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าวางแนวนอน	449,527.91	123.15	
3. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าวางแนวตั้ง	463,945.41	127.10	
4. รูปตัวแอล	520,550.83	142.61	
5. รูปสระอากลับด้าน	520,824.58	142.69	
6. รูปสระอา	520,520.41	142.60	
7. รูปตัวแอลกลับด้าน	520,763.75	142.67	
8. รูปตัวยู	605,230.83	165.81	
9. รูปตัวซี	602,371.66	165.03	
10. รูปตัวยูคว่ำ	605,230.83	165.81	
11. รูปตัวซีกลับด้าน	602,371.66	165.03	
12. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมี court กลาง	570,707.91	156.35	

ตารางที่ 5.6 แสดงข้อมูลผลการทดสอบของผนัง A-2 กับรูปร่างอาคารแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน (20.00-6.00 น.)

5.3 แนวทางการพิจารณาและวิเคราะห์ผลการทดลอง

ในหัวข้อนี้ ผู้วิจัยจะกล่าวถึงแนวทางที่ใช้ในการพิจารณาและวิเคราะห์ผลการทดลอง จากการทดสอบผนังมวลสารกับอาคารที่มีรูปร่างแบบต่างๆ โดยจะแสดงรายละเอียดลักษณะทางกายภาพของรูปร่างอาคารที่จะทำการทดสอบ รวมถึงการหาค่าสัดส่วนปริมาณการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทิศต่างๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบในการวิเคราะห์ผลการทดลองในหัวข้อต่อไป

5.3.1 ลักษณะทางกายภาพของรูปร่างอาคารที่จะทำการทดสอบ

- *พิจารณาพื้นที่ของผนังทิศต่างๆ โดยคำนึงถึงการบังเงาที่เกิดจากตัวรูปร่างอาคาร*

ลักษณะรูปร่างอาคาร	พื้นที่ผนังที่ไม่ได้รับการบังเงาที่เกิดจากตัวรูปร่างอาคาร (m^2)				พื้นที่ผนังที่ได้รับการบังเงาที่เกิดจากตัวรูปร่างอาคาร (m^2)				รวมพื้นที่ผนังทั้งหมด (m^2)
	N	E	S	W	N	E	S	W	
1. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส	27 (25%)	27 (25%)	27 (25%)	27 (25%)	-	-	-	-	108
	รวม 108 m^2 (100%)				รวม 0 m^2 (0%)				
2. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าวางแนวนอน	43.2 **(35.96%)**	16.875 **(14.04%)**	43.2 **(35.96%)**	16.875 **(14.04%)**	-	-	-	-	120.15
	รวม 120.15 m^2 (100%)				รวม 0 m^2 (0%)				
3. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าวางแนวตั้ง	16.875 **(14.04%)**	43.2 **(35.96%)**	16.875 **(14.04%)**	43.2 **(35.96%)**	-	-	-	-	120.15
	รวม 120.15 m^2 (100%)				รวม 0 m^2 (0%)				
4. รูปตัวแอล	13.5 (10%)	13.5 (10%)	33.75 (25%)	33.75 (25%)	20.25 (15%)	20.25 (15%)	-	-	135
	รวม 94.5 m^2 (70%)				รวม 40.5 m^2 (30%)				
5. รูปสระอากลับด้าน	33.75 (25%)	13.5 (10%)	13.5 (10%)	33.75 (25%)	-	20.25 (15%)	20.25 (15%)	-	135
	รวม 94.5 m^2 (70%)				รวม 40.5 m^2 (30%)				
6. รูปสระอา	33.75 (25%)	33.75 (25%)	13.5 (10%)	13.5 (10%)	-	-	20.25 (15%)	20.25 (15%)	135
	รวม 94.5 m^2 (70%)				รวม 40.5 m^2 (30%)				
7. รูปตัวแอลกลับด้าน	13.5 (10%)	33.75 (25%)	33.75 (25%)	13.5 (10%)	20.25 (15%)	-	-	20.25 (15%)	135
	รวม 94.5 m^2 (70%)				รวม 40.5 m^2 (30%)				
8. รูปตัวยู	21.6 **(13.79%)**	25.65 **(16.38%)**	37.8 **(24.14%)**	25.65 **(16.38%)**	16.2 **(10.35%)**	14.85 **(9.48%)**	-	14.85 **(9.48%)**	156.6
	รวม 110.7 m^2 (70.69%)				รวม 45.9 m^2 (29.31%)				
9. รูปตัวซี	25.65 **(16.38%)**	21.6 **(13.79%)**	25.65 **(16.38%)**	37.8 **(24.14%)**	14.85 **(9.48%)**	16.2 **(10.35%)**	14.85 **(9.48%)**	-	156.6
	รวม 110.7 m^2 (70.69%)				รวม 45.9 m^2 (29.31%)				

ลักษณะรูปร่างอาคาร	พื้นที่ผนังที่ไม่ได้รับการบังเงาที่เกิดจากตัวรูปร่างอาคาร (m^2)				พื้นที่ผนังที่ได้รับการบังเงาที่เกิดจากตัวรูปร่างอาคาร (m^2)				รวมพื้นที่ผนังทั้งหมด (m^2)
	N	E	S	W	N	E	S	W	
10. รูปตัวยูคว่ำ	37.8 (24.14%)	25.65 (16.38%)	21.6 (13.79%)	25.65 (16.38%)	-	14.85 (9.48%)	16.2 (10.35%)	14.85 (9.48%)	156.6
	รวม 110.7 m^2 (70.69%)				รวม 45.9 m^2 (29.31%)				
11. รูปตัวซีกลับด้าน	25.65 (16.38%)	37.8 (24.14%)	25.65 (16.38%)	21.6 (13.79%)	14.85 (9.48%)	-	14.85 (9.48%)	16.2 (10.35%)	156.6
	รวม 110.7 m^2 (70.69%)				รวม 45.9 m^2 (29.31%)				
12. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมี court กลาง	28.35 (19.16%)	28.35 (19.16%)	28.35 (19.16%)	28.35 (19.16%)	8.64 (5.84%)	8.64 (5.84%)	8.64 (5.84%)	8.64 (5.84%)	147.96
	รวม 113.4 m^2 (76.64%)				รวม 34.56 m^2 (23.36%)				
——— คือ ผนังที่ไม่ได้รับการบังเงาที่เกิดจากตัวรูปร่างอาคาร ——— คือ ผนังที่ได้รับการบังเงาที่เกิดจากตัวรูปร่างอาคาร									

ตารางที่ 5.7 แสดงสัดส่วนพื้นที่ของผนังทิศต่างๆ โดยคำนึงถึงการบังเงาที่เกิดจากตัวรูปร่างอาคาร

หมายเหตุ รูปแบบอาคารที่มีรูปร่างแบบตัวแอล (แบบที่ 4-7) , แบบตัวยู (แบบที่ 8-11) และแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสมี court ตรงกลาง (แบบที่ 12) นั้น จะมีลักษณะของพื้นที่ผนังที่ได้รับการบังเงาที่เกิดจากตัวรูปร่างของอาคารเองมาก-น้อยแตกต่างกันไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงไม่ได้นำข้อมูลทางด้านสัดส่วนร้อยละของพื้นที่ผนังที่ได้รับการบังเงาของรูปแบบอาคารทั้ง 3 แบบมาคิดเปรียบเทียบกัน แต่เป็นเพียงเพื่อนำมาใช้ประกอบการพิจารณาในการวิเคราะห์ผลการทดลองเท่านั้น

- *พิจารณาพื้นที่ของผนังทิศต่างๆ โดยไม่คำนึงถึงการบังเงาที่เกิดจากตัวรูปร่างอาคาร*

ลักษณะรูปร่างอาคาร	พื้นที่ผนังอาคาร (m^2)				รวมพื้นที่ผนังทั้งหมด (m^2)
	N	E	S	W	
1. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส	27 (25%)	27 (25%)	27 (25%)	27 (25%)	108
2. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าวางแนวนอน	43.2 (35.96%)	16.875 (14.04%)	43.2 (35.96%)	16.875 (14.04%)	120.15
3. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าวางแนวตั้ง	16.875 (14.04%)	43.2 (35.96%)	16.875 (14.04%)	43.2 (35.96%)	125.15
4. รูปตัวแอล	33.75 (25%)	33.75 (25%)	33.75 (25%)	33.75 (25%)	135

ลักษณะรูปร่างอาคาร	พื้นที่ผนังอาคาร (m^2)				รวมพื้นที่ผนังทั้งหมด (m^2)
	N	E	S	W	
5. รูปสระอากลับด้าน	33.75 (25%)	33.75 (25%)	33.75 (25%)	33.75 (25%)	135
6. รูปสระอา	33.75 (25%)	33.75 (25%)	33.75 (25%)	33.75 (25%)	135
7. รูปตัวแอลกลับด้าน	33.75 (25%)	33.75 (25%)	33.75 (25%)	33.75 (25%)	135
8. รูปตัวยู	37.8 (24.14%)	40.5 (25.86%)	37.8 (24.14%)	40.5 (25.86%)	156.6
9. รูปตัวซี	40.5 (25.86%)	37.8 (24.14%)	40.5 (25.86%)	37.8 (24.14%)	156.6
10. รูปตัวยูคว่ำ	37.8 (24.14%)	40.5 (25.86%)	37.8 (24.14%)	40.5 (25.86%)	156.6
11. รูปตัวซีกลับด้าน	40.5 (25.86%)	37.8 (24.14%)	40.5 (25.86%)	37.8 (24.14%)	156.6
12. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มี court กลาง	36.99 (25%)	36.99 (25%)	36.99 (25%)	36.99 (25%)	147.96

ตารางที่ 5.8 แสดงสัดส่วนพื้นที่ของผนังทิศต่างๆ โดยไม่คำนึงถึงการบังเงาที่เกิดจากตัวรูปร่างอาคาร

5.3.2 การหาค่าสัดส่วนปริมาณการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทิศต่างๆ

สำหรับการทดลองในสภาวะที่มีการปรับอากาศ ผู้วิจัยจะทำการหาผลรวมของค่าภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศทั้งหมด (ดังที่แสดงไปแล้วในผลการทดลองของบทที่ 4) และจะทำการหาค่าสัดส่วนปริมาณการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทดสอบในทิศต่างๆ เพื่อที่จะนำไปใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์และอภิปรายผลในการทดสอบผนังมวลสารกับอาคารที่มีรูปร่างแบบต่างๆ ดังนี้

5.3.2.1 สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง

ผนัง	ค่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังทดสอบรวมตลอดทั้งปี (Watt)			
	North	East	South	West
ผนัง A-1	1,639,495 (17.81%)	2,790,303 (30.31%)	2,493,506 (27.08%)	2,282,830 (24.79)
ผนัง B-1	1,672,445 (18.07%)	2,743,345 (29.64%)	2,511,870 (27.13%)	2,328,578 (25.16%)

ผนัง	ค่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังทดสอบรวมตลอดทั้งปี (Watt)			
	North	East	South	West
ผนัง C-1	1,734,865 (18.25%)	2,780,326 (29.25%)	2,582,223 (27.17%)	2,407,876 (25.33%)
ผนัง A-2	379,568 (17.40%)	668,404 (30.65%)	594,151 (27.24%)	538,989 (24.71%)
ผนัง B-2	387,130 (17.48%)	676,011 (30.53%)	603,297 (27.24%)	548,070 (24.75%)
ผนัง C-2	388,675 (17.54%)	674,510 (30.45%)	603,374 (27.23%)	548,996 (24.78%)
หมายเหตุ	ผลรวมตลอดทั้งปีของค่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังทดสอบ จะคิดเฉพาะในชั่วโมงที่มีการเดินเครื่องปรับอากาศเท่านั้น และค่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังทดสอบที่เป็นค่าบวก จะหมายถึงทิศทางการเคลื่อนที่ของความร้อนเข้าสู่อาคาร ส่วนค่าลบ จะหมายถึงทิศทางการเคลื่อนที่ของความร้อนออกจากอาคาร			

ตารางที่ 5.9 แสดงค่าสัดส่วนปริมาณการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทิศต่างๆ ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง

5.3.2.2 สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน (8.00-18.00น.)

ผนัง	ค่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังทดสอบรวมตลอดทั้งปี (Watt)			
	North	East	South	West
ผนัง A-1	2,226,162 (19.59%)	2,979,223 (26.22%)	3,156,884 (27.79%)	2,999,431 (26.40%)
ผนัง B-1	1,730,063 (18.82%)	2,683,930 (29.19%)	2,578,187 (28.04%)	2,201,314 (23.95%)
ผนัง C-1	1,195,276 (18.03%)	2,100,034 (31.69%)	1,871,500 (28.24%)	1,460,692 (22.04%)
ผนัง A-2	407,349 (18.37%)	674,535 (30.41%)	621,253 (28.01%)	514,719 (23.21%)
ผนัง B-2	105,150 (14.61%)	288,100 (40.03%)	199,740 (27.75%)	126,708 (17.61%)

ผนัง	ค่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังทดสอบรวมตลอดทั้งปี (Watt)			
	North	East	South	West
ผนัง C-2	90,889 (16.36%)	192,618 (34.68%)	142,544 (25.67%)	129,358 (23.29%)
หมายเหตุ	ผลรวมตลอดทั้งปีของค่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังทดสอบ จะคิดเฉพาะในชั่วโมงที่มีการเดินเครื่องปรับอากาศเท่านั้น และค่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังทดสอบที่เป็นค่าบวก จะหมายถึงทิศทางการเคลื่อนที่ของความร้อนเข้าสู่อาคาร ส่วนค่าลบ จะหมายถึงทิศทางการเคลื่อนที่ของความร้อนออกจากอาคาร			

ตารางที่ 5.10 แสดงค่าสัดส่วนปริมาณการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทิศต่างๆ ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน (8.00-18.00น.)

5.3.2.2 สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน (20.00-6.00น.)

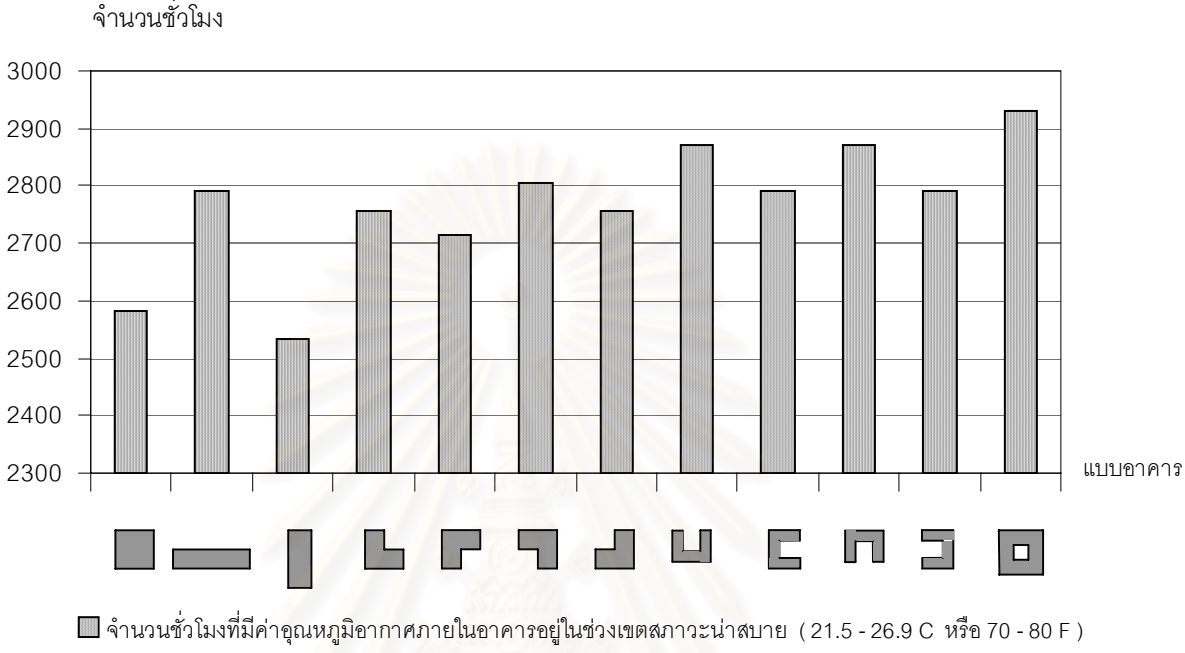
ผนัง	ค่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังทดสอบรวมตลอดทั้งปี (Watt)			
	North	East	South	West
ผนัง A-1	-760,745 (25%)	-760,745 (25%)	-760,745 (25%)	-760,745 (25%)
ผนัง B-1	-315,045 (27.84%)	-322,466 (28.50%)	-278,609 (24.63%)	-215,323 (19.03%)
ผนัง C-1	201,436 (15.87%)	226,972 (17.89%)	362,252 (28.54%)	478,501 (37.70%)
ผนัง A-2	-92,267 (26.83%)	-94,791 (27.57%)	-86,602 (25.18%)	-70,230 (20.42%)
ผนัง B-2	197,928 (18.87%)	247,612 (23.61%)	288,678 (27.52%)	314,600 (30.00%)
ผนัง C-2	231,085 (18.77%)	330,018 (26.80%)	337,441 (27.41%)	332,701 (27.02%)
หมายเหตุ	ผลรวมตลอดทั้งปีของค่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังทดสอบ จะคิดเฉพาะในชั่วโมงที่มีการเดินเครื่องปรับอากาศเท่านั้น และค่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังทดสอบที่เป็นค่าบวก จะหมายถึงทิศทางการเคลื่อนที่ของความร้อนเข้าสู่อาคาร ส่วนค่าลบ จะหมายถึงทิศทางการเคลื่อนที่ของความร้อนออกจากอาคาร			

ตารางที่ 5.11 แสดงค่าสัดส่วนปริมาณการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทิศต่างๆ ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน (20.00-6.00น.)

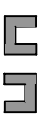
5.4 การวิเคราะห์และอภิปรายผล

5.4.1 สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ

<u>เปรียบเทียบผลการทดลอง</u> (ใช้ผนัง A-1 เป็นผนังทดสอบ)



แผนภูมิที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบผลการทดลองภายใต้สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศของอาคารรูปแบบต่างๆ

อันดับที่	รูปร่างอาคาร	การเปรียบเทียบจำนวนชั่วโมงที่มีค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่อยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายของอาคารรูปแบบต่างๆกับอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (เรียงจากมากไปน้อย)
1		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 13.47%
2		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 11.11%
3		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 8.59%
4		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 8.19%
5		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 8.01%
6		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 6.73%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อันดับที่	รูปร่างอาคาร	การเปรียบเทียบจำนวนชั่วโมงที่มีค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่อยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายของอาคารรูปแบบต่างๆกับอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (เรียงจากมากไปน้อย)
7		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 6.65%
8		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 5.15%
9		ใช้เป็นอาคารเปรียบเทียบ (BASE CASE)
10		น้อยกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 1.85%

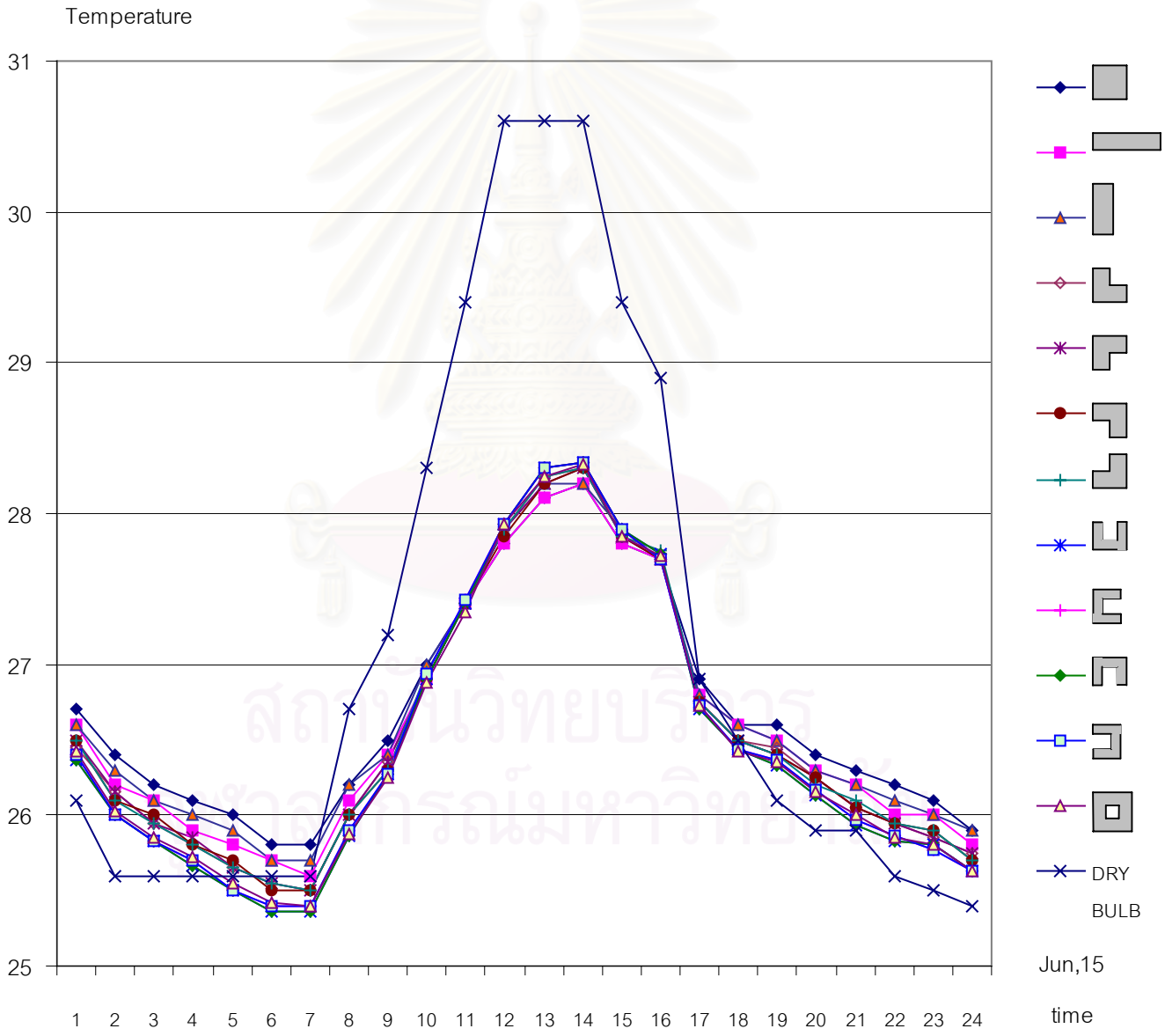
ตารางที่ 5.12 แสดงการเปรียบเทียบผลต่างของจำนวนชั่วโมงที่มีค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารอยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายของอาคารรูปแบบต่างๆ กับอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

<u>วิเคราะห์และอภิปรายผล</u>

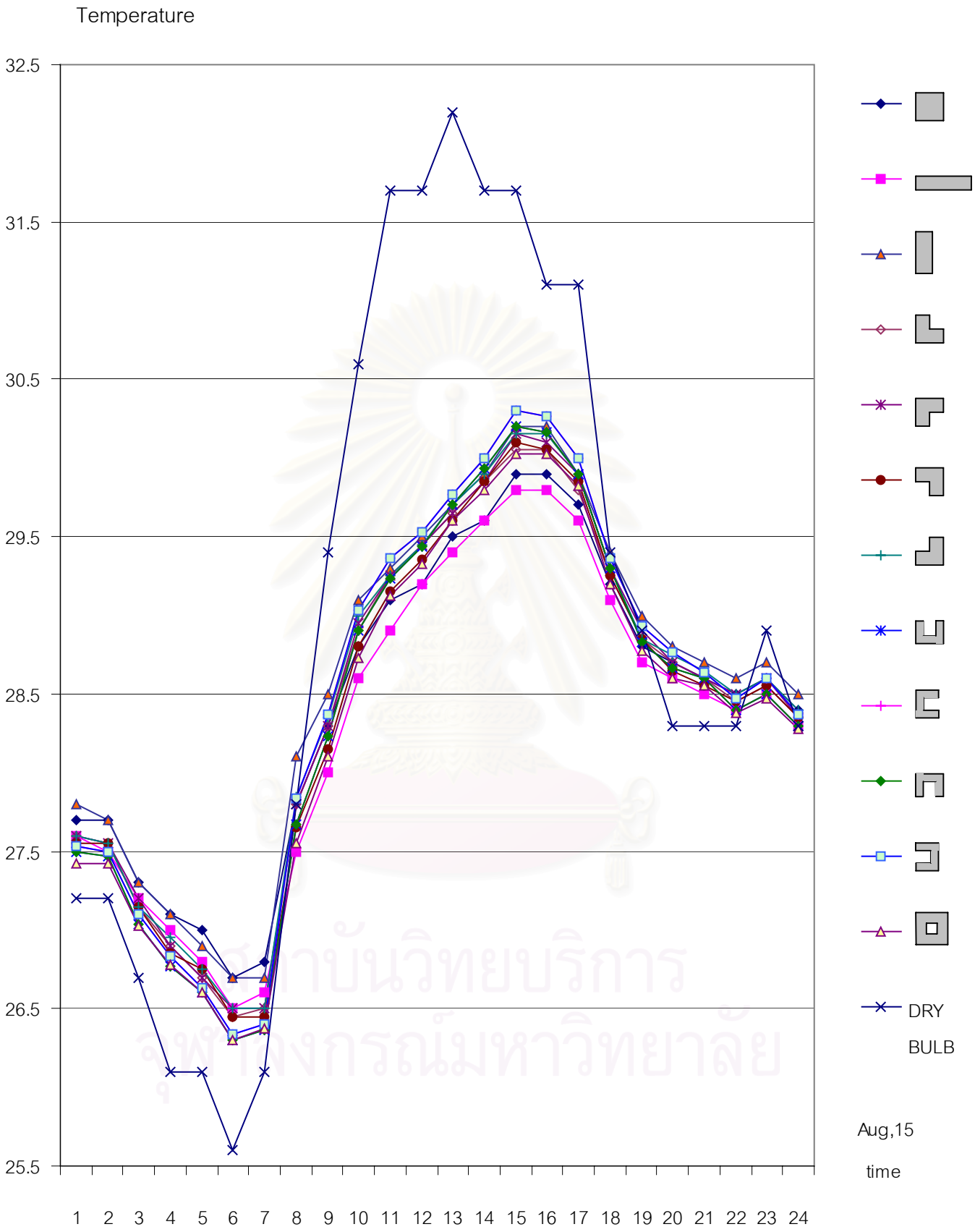
จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า อาคารที่มีรูปร่างแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้าวางแนวตั้งเป็นอาคารเพียงแบบเดียวที่มีจำนวนชั่วโมงของค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารอยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายน้อยกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่เป็น BASE CASE ส่วนอาคารที่มีรูปร่างแบบอื่น ๆ ล้วนมีจำนวนชั่วโมงของค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่อยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายมากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสทั้งสิ้น และเมื่อพิจารณาถึงรูปร่างอาคารจากผลการทดลองจะเห็นว่า แบบอาคารที่มีจำนวนชั่วโมงของค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่อยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายมากนั้น จะมีลักษณะของผังพื้นอาคารแบบแผ่คลี่-กระจายตัวออกและมีพื้นที่ของผนังอาคารมากกว่า เมื่อเทียบกับอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสซึ่งมีรูปแบบผังพื้นของอาคารในลักษณะที่เป็นกลุ่มก้อนและมีพื้นที่ของผนังอาคารน้อย ลักษณะดังกล่าวนี้จะมีผลอย่างมาก กล่าวคือ ในช่วงเวลากลางวันที่อุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่าสูงนั้น ความร้อนจะค่อยๆ เคลื่อนตัวผ่านผนังอาคารเข้ามาภายใน ทำให้ค่าอุณหภูมิภายในอาคารสูงขึ้นในเวลาถัดมา และในช่วงเวลาเย็น-ค่ำเมื่ออุณหภูมิอากาศภายนอกเย็นลงแล้ว ความร้อนที่สะสมอยู่ภายในอาคารก็จะค่อยๆ ถ่ายเทออกสู่ภายนอก ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในอาคารในช่วงเวลาดังกล่าวนี้มีค่าต่ำ ซึ่งพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนเข้าและออกจากอาคารดังที่กล่าวนี้ จะเกิดขึ้นโดยมีผนังของอาคารเป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนความร้อน ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า ค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารจะมีความสัมพันธ์กับรูปแบบของอาคาร โดยรูปแบบอาคารที่มีลักษณะผังพื้นเป็นแบบแผ่คลี่และมีพื้นที่ผนังมากนั้นจะทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนเข้า-ออกได้มากและรวดเร็ว ทำให้ค่าอุณหภูมิภายในอาคารมีค่าแปรผันตามอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารมากกว่า (ดูภาพที่ 5.2 และ5.3) เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วจะเห็นว่า ค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารในช่วงเย็น-ค่ำ จะมีค่าต่ำเกือบทุกชั่วโมง ซึ่งจะทำให้เกิดทิศทางการถ่ายเทความร้อนออกจากอาคารและเป็นผลให้ค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารมีค่าต่ำตลอดในช่วงเวลาดังกล่าว

อิทธิพลอีกอย่างหนึ่งของรูปร่างอาคารต่อค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารก็คือทิศทางของผนังอาคาร เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 5.9-5.11 จะเห็นได้ว่าผนังอาคารที่วางในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก จะมีค่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังในสัดส่วนที่มากกว่าผนังที่วางในแนวทิศเหนือ-ใต้ นั่นหมายความว่า ยิ่ง

อาคารที่มีพื้นที่ของผนังอยู่ในทิศตะวันออก-ตะวันตกมาก ก็จะมีค่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังในสัดส่วนที่มากขึ้นด้วย ดังจะเห็นได้จากผลการทดลองของแบบอาคารที่มีรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าวางแนวตั้งที่มีจำนวนชั่วโมงของค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่อยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายน้อยกว่าแบบอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เนื่องจากมีพื้นที่ของผนังที่วางตัวในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตกมากกว่า และเมื่อเปรียบเทียบกับรูปร่างอาคารแบบเดียวกันคือ แบบอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าวางแนวนอนที่มีจำนวนชั่วโมงของค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารอยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายมากกว่าแบบอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่เป็น BASE CASE ทั้งที่มีรูปร่างอาคารแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้าเหมือนกัน แต่ทิศทางการวางแนวอาคารต่างกัน ก็จะให้ผลการทดลองที่แตกต่างกันได้อันเนื่องมาจากอิทธิพลดังกล่าวนั่นเอง



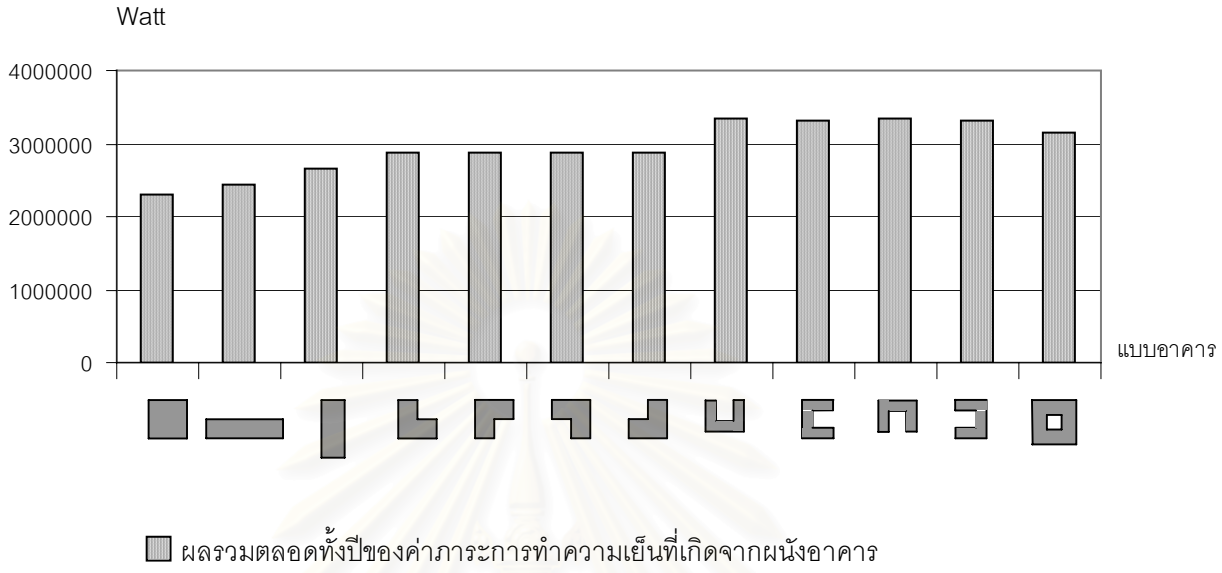
ภาพที่ 5.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในอาคารของอาคารรูปแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Jun,15)



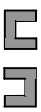
ภาพที่ 5.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในอาคาร ของอาคารรูปแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน (Aug,15)

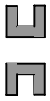
5.4.2 สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง

<u>เปรียบเทียบผลการทดลอง</u> (ใช้ผนัง C-2 เป็นผนังทดสอบ)



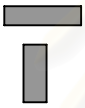
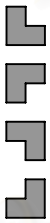
แผนภูมิที่ 5.2 แสดงการเปรียบเทียบผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคารของอาคารรูปแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง

อันดับที่	รูปร่างอาคาร	การเปรียบเทียบผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารรูปแบบต่างๆ กับอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (เรียงจากน้อยไปมาก)
1		ใช้เป็นอาคารเปรียบเทียบ (BASE CASE)
2		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 6.44%
3		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 16.21%
4		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 25.17%
5		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 25.20%
6		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 25.24%
7		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 25.26%
8		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 37.30%
9		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 44.87%

อันดับที่	รูปร่างอาคาร	การเปรียบเทียบผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็น ของอาคารรูปแบบต่างๆ กับอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (เรียงจากน้อยไปมาก)
10		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 45.30%

ตารางที่ 5.13 แสดงการเปรียบเทียบผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารรูปแบบต่างๆ กับอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง

วิเคราะห์และอภิปรายผล

อันดับที่	รูปร่างอาคาร	การเปรียบเทียบพื้นที่ของผนังอาคารรูปแบบต่างๆ กับอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
1		ใช้เป็นอาคารเปรียบเทียบ (BASE CASE)
2		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 11.25%
3		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 25%
4		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 37%
5		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 45%

ตารางที่ 5.14 แสดงการเปรียบเทียบพื้นที่ผนังอาคารของอาคารรูปแบบต่างๆ กับอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

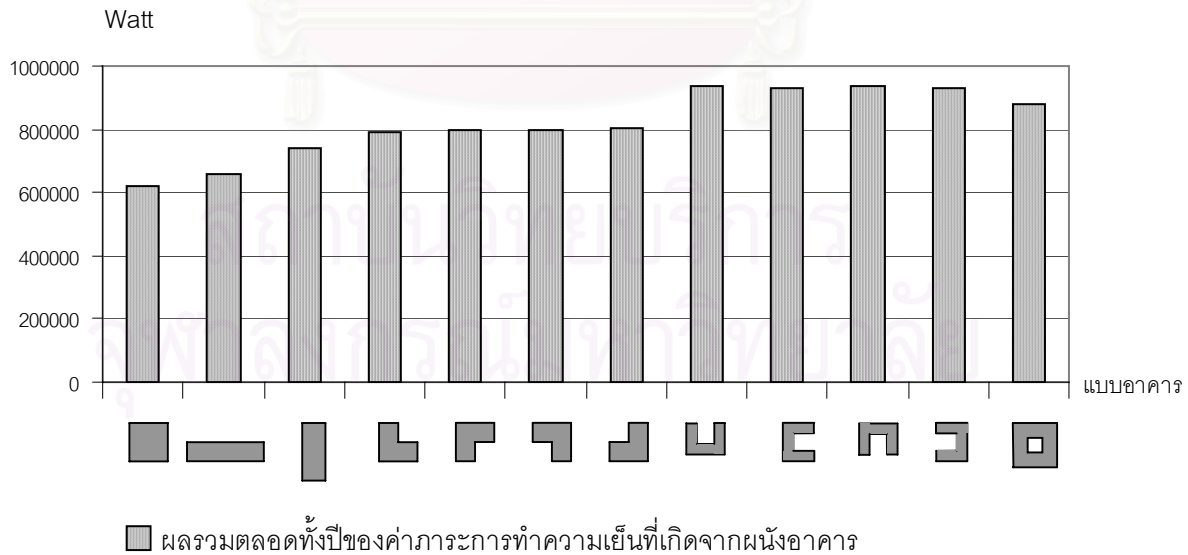
เมื่อพิจารณาจากผลการเปรียบเทียบผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคารของอาคารแบบต่างๆ โดยเรียงอันดับจากค่าน้อยไปมาก ในตารางที่ 5.13 กับผลการเปรียบเทียบพื้นที่ผนังอาคารของอาคารแบบต่างๆ โดยเรียงอันดับจากค่าน้อยไปมากในตารางที่ 5.14 จะเห็นได้ว่า แบบอาคารที่มีพื้นที่ของผนังมาก ก็จะมีค่าภาระการทำความเย็นมากตามไปด้วย เป็น

เพราะว่าผนังของอาคารจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนความร้อนโดยตรงระหว่างพื้นที่ภายในอาคารกับสิ่งแวดล้อมภายนอก (ไม่ว่าจะเป็นการนำความร้อน , การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน) และหากเราเปรียบเทียบผนังอาคารเป็นเสมือนแหล่งความร้อนอันหนึ่ง (ที่ได้รับอิทธิพลจากความร้อนภายนอกอาคารอีกต่อหนึ่ง) ก็จะทำให้สามารถเห็นภาพได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าค่าภาระการทำความเย็นของอาคารรูปแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง จะมีค่าแปรผันตามพื้นที่ของผนังอาคาร กล่าวคือ ยิ่งอาคารมีพื้นที่ของผนังมาก อาคารนั้นๆ ก็จะมีค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นมากตามไปด้วย

หากเปรียบเทียบค่าภาระการทำความเย็นของอาคารที่มีกรอบอาคาร (perimeter) ที่เหมือนกัน แต่มีทิศทางการวางแนวอาคาร (orientation) แตกต่างกัน จะเห็นได้ว่าค่าผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารจากตารางที่ 5.13 ในอันดับที่ 4-7 และอันดับที่ 9-10 นั้นจะมีผลต่างน้อยมาก กล่าวคือเมื่อเทียบกันแล้วจะมีค่ามากหรือน้อยกว่ากันไม่ถึง 1% และเมื่อพิจารณาค่าภาระการทำความเย็นของอาคารในอันดับที่ 2-3 จะเห็นว่า อาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีทิศทางการวางแนวอาคารที่ต่างกันจะมีผลต่างของค่าภาระการทำความเย็นรวมตลอดทั้งปีของอาคารมากกว่า คือต่างกันประมาณ 9.77% ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า แบบอาคารที่มีกรอบอาคารที่เหมือนกันแต่มีทิศทางการวางแนวอาคารต่างกัน จะมีค่าภาระการทำความเย็นที่แตกต่างกันมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับสัดส่วนพื้นที่ของผนังในทิศต่างๆ ด้วย (ดูตารางที่ 5.7 และ 5.8 ประกอบ)

5.4.3 สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน (8.00-18.00 น.)

<u>เปรียบเทียบผลการทดลอง</u> (ใช้ผนัง C-2 เป็นผนังทดสอบ)



แผนภูมิที่ 5.3 แสดงการเปรียบเทียบผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคารของอาคารรูปแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน

อันดับที่	รูปร่างอาคาร	การเปรียบเทียบผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารรูปแบบต่างๆ กับอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (เรียงจากน้อยไปมาก)
1		ใช้เป็นอาคารเปรียบเทียบ (BASE CASE)
2		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 6.13%
3		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 19.25%
4		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 27.50%
5		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 27.82%
6		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 28.12%
7		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 28.65%
8		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 41.48%
9		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 49.64%
10		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 50.10%

ตารางที่ 5.15 แสดงการเปรียบเทียบผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารรูปแบบต่างๆ กับอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน

<u>วิเคราะห์และอภิปรายผล</u>

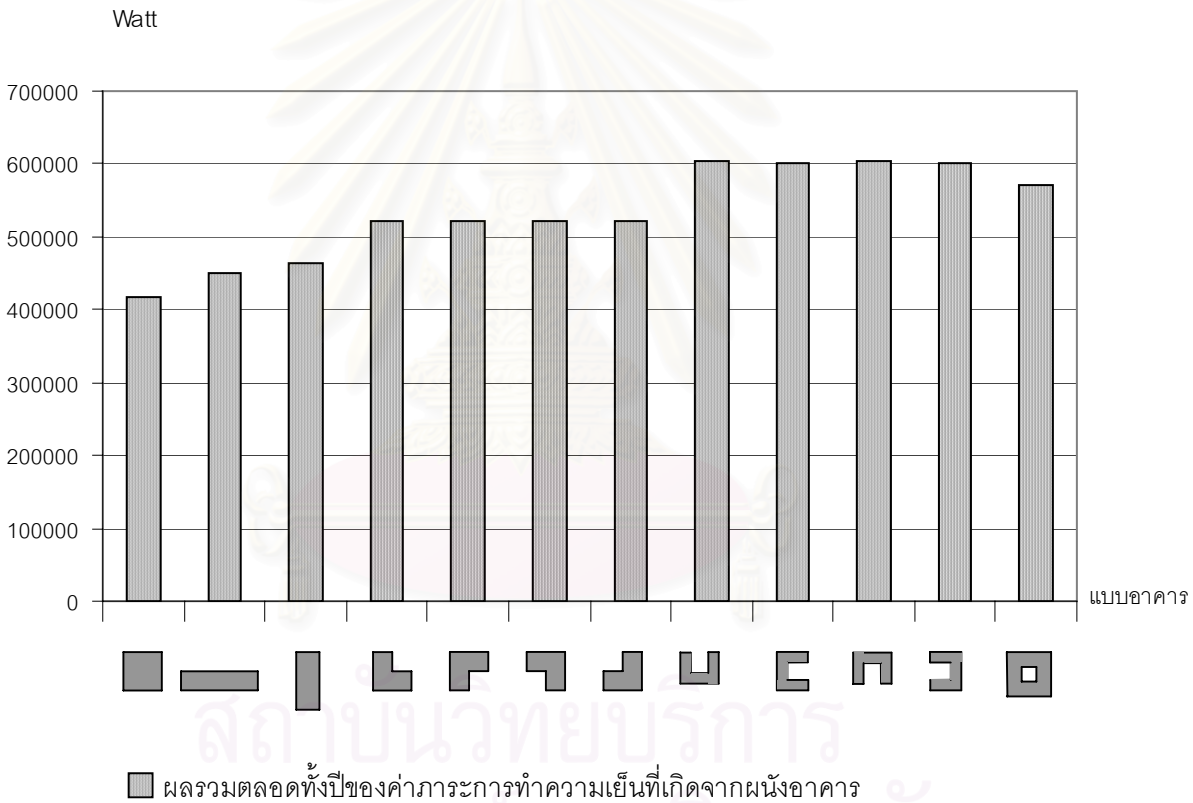
เมื่อพิจารณาจากผลการเปรียบเทียบผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคารของอาคารแบบต่างๆ โดยเรียงอันดับจากค่าน้อยไปมาก ในตารางที่ 5.15 กับผลการเปรียบเทียบพื้นที่ผนังอาคารของอาคารแบบต่างๆ โดยเรียงอันดับจากค่าน้อยไปมากในตารางที่ 5.14 จะเห็นว่า ได้ผลการทดลองที่สอดคล้องกับผลการทดลองในสภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง กล่าวคือ ค่าภาระการทำความเย็นของแบบอาคารรูปแบบต่างๆ จะมีค่าแปรผันตามพื้นที่ของผนังอาคาร ยิ่งอาคารมีพื้นที่ของผนังมากเท่าใด อาคารนั้นๆ ก็จะมีค่าภาระการทำความเย็นมากขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากผนังของอาคารจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนความร้อนโดยตรงระหว่างพื้นที่ภายในอาคารกับสิ่งแวดล้อมภายนอกนั่นเอง

เมื่อเปรียบเทียบค่าภาระการทำความเย็นของอาคารที่มีกรอบอาคาร (perimeter) ที่เหมือนกัน แต่มีทิศทางการวางแนวอาคาร (orientation) แตกต่างกัน จะเห็นได้ว่าค่าผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารจากตารางที่ 5.15 ในอันดับที่ 4-7 จะมีผลต่างกันประมาณ 0.3-

1.15% และอันดับที่ 9-10 มีผลต่างกันประมาณ 0.46% ซึ่งถือว่าน้อยมาก และเมื่อพิจารณาค่าภาระการทำความเย็นของอาคารในอันดับที่ 2-3 จะเห็นว่า อาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีทิศทางการวางแนวอาคารที่ต่างกันจะมีผลต่างของค่าภาระการทำความเย็นรวมตลอดทั้งปีของอาคารมากกว่า คือต่างกันประมาณ 13.12% ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าแบบอาคารที่มีกรอบอาคารที่เหมือนกันแต่มีทิศทางการวางแนวอาคารต่างกัน จะมีค่าภาระการทำความเย็นที่แตกต่างกันมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับสัดส่วนพื้นที่ของผนังในทิศต่างๆ ด้วย (ดูตารางที่ 5.7 และ 5.8 ประกอบ)

5.4.4 สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน (20.00-6.00 น.)

<u>เปรียบเทียบผลการทดลอง</u> (ใช้ผนัง A-2 เป็นผนังทดสอบ)



แผนภูมิที่ 5.4 แสดงการเปรียบเทียบผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคารของอาคารรูปแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อันดับที่	รูปร่างอาคาร	การเปรียบเทียบผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารรูปแบบต่างๆ กับอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (เรียงจากน้อยไปมาก)
1		ใช้เป็นอาคารเปรียบเทียบ (BASE CASE)
2		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 8.01%
3		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 11.48%
4		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 25.07%
5		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 25.08%
6		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 25.13%
7		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 25.14%
8		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 37.13%
9		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 45.04%
10		มากกว่าอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 45.43%

ตารางที่ 5.16 แสดงการเปรียบเทียบผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารรูปแบบต่างๆ กับอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน

<u>วิเคราะห์และอภิปรายผล</u>

เมื่อพิจารณาจากผลการเปรียบเทียบผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากผนังอาคารของอาคารแบบต่างๆ โดยเรียงอันดับจากค่าน้อยไปมาก ในตารางที่ 5.16 กับผลการเปรียบเทียบพื้นที่ผนังอาคารของอาคารแบบต่างๆ โดยเรียงอันดับจากค่าน้อยไปมากในตารางที่ 5.14 จะเห็นว่า ได้ผลการทดลองที่สอดคล้องกับผลการทดลองทั้งในสภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง และสภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน กล่าวคือ ค่าภาระการทำความเย็นของแบบอาคารรูปแบบต่างๆ จะมีค่าแปรผันตามพื้นที่ของผนังอาคาร ยิ่งอาคารมีพื้นที่ของผนังมากเท่าใด อาคารนั้นๆ ก็จะมีค่าภาระการทำความเย็นมากขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากผนังของอาคารจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนความร้อนโดยตรงระหว่างพื้นที่ภายในอาคารกับสิ่งแวดล้อมภายนอกนั่นเอง

เมื่อเปรียบเทียบค่าภาระการทำความเย็นของอาคารที่มีกรอบอาคาร (perimeter) ที่เหมือนกัน แต่มีทิศทางการวางแนวอาคาร (orientation) แตกต่างกัน จะเห็นได้ว่าค่าผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารจากตารางที่ 5.16 ในอันดับที่ 4-7 จะมีผลต่างกันประมาณ

0.01-0.07% และอันดับที่ 9-10 มีผลต่างกันประมาณ 0.39% ซึ่งถือว่าน้อยมาก และเมื่อพิจารณาค่าภาระการทำความเย็นของอาคารในอันดับที่ 2-3 จะเห็นว่า อาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีทิศทางการวางแนวอาคารที่ต่างกันจะมีผลต่างของค่าภาระการทำความเย็นรวมตลอดทั้งปีของอาคารมากกว่า คือต่างกันประมาณ 3.47% ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าแบบอาคารที่มีกรอบของอาคารที่เหมือนกันแต่มีทิศทางการวางแนวอาคารต่างกัน จะมีค่าภาระการทำความเย็นที่แตกต่างกันมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับสัดส่วนพื้นที่ของผนังในทิศต่างๆ ด้วย (ดูตารางที่ 5.7 และ 5.8 ประกอบ)

5.5 สรุปผลการทดลอง

สภาพการใช้งาน	รูปแบบอาคารที่มีจำนวนชั่วโมงของค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารอยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายมากที่สุด	รูปแบบอาคารที่มีจำนวนชั่วโมงของค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารอยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายน้อยที่สุด
สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ (ใช้ผนังA-1 เป็นผนังทดสอบ)	ได้แก่ อาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสแบบมี court ตรงกลาง	ได้แก่ อาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าวางแนวตั้ง
	มีผลต่างกันประมาณ 15.32 %	

สภาพการใช้งาน	รูปแบบอาคารที่มีผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่มีค่าน้อยที่สุด	รูปแบบอาคารที่มีผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นที่มีค่ามากที่สุด
สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง (ใช้ผนังC-2 เป็นผนังทดสอบ)	ได้แก่ อาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส	ได้แก่ อาคารรูปตัวยู และรูปตัวยูคว่ำ
	มีผลต่างกันประมาณ 45.80 %	
สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะช่วงเวลากลางวัน (8.00-18.00 น.) (ใช้ผนังC-2 เป็นผนังทดสอบ)	ได้แก่ อาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส	ได้แก่ อาคารรูปตัวยู และรูปตัวยูคว่ำ
	มีผลต่างกันประมาณ 50.10 %	
สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะช่วงเวลากลางคืน (20.00-6.00 น.) (ใช้ผนังA-2 เป็นผนังทดสอบ)	ได้แก่ อาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส	ได้แก่ อาคารรูปตัวยู และรูปตัวยูคว่ำ
	มีผลต่างกันประมาณ 45.43 %	

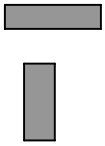
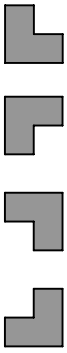
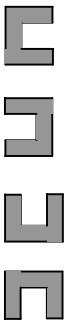
5.5.1 สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ

จากการทดลองและผลวิเคราะห์ของสภาพการใช้งานอาคารในสภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศของอาคารรูปแบบต่างๆ จะเห็นได้ว่าอาคารที่มีรูปแบบผังพื้นในลักษณะที่แผ่คลี่-กระจายตัวออกนั้น จะมีจำนวนชั่วโมงของค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่อยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายมากกว่าอาคารที่มีรูปแบบผังพื้นในลักษณะที่เป็นกลุ่มก้อน ทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลของการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในอาคารโดยมีผนังเป็นตัวกลาง ดังที่กล่าวไปแล้วในหัวข้อ 5.4.1 นั่นเอง และอิทธิพลอีกอย่างหนึ่งของรูปร่างอาคารต่อค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่เห็นได้ชัดจากผลการทดลอง ก็คือ ทิศทางของผนังอาคาร ดังจะเห็นได้ว่าอาคารที่มีพื้นที่ผนังในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตกมากนั้น จะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่สูงกว่า และมีจำนวนชั่วโมงของค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่อยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายน้อยกว่าอาคารที่มีรูปร่างแบบเดียวกันที่มีพื้นที่ผนังในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตกน้อย

5.5.2 สภาวะที่มีการปรับอากาศ

จากการทดลองและผลวิเคราะห์ของสภาพการใช้งานอาคารทั้งในสภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง , สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน และสภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืนของอาคารรูปแบบต่างๆ จะเห็นว่า ได้ผลการทดลองที่สอดคล้องกันหมด คือ ค่าภาระการทำเย็นของอาคารรูปแบบต่างๆ จะมีค่าแปรผันตามพื้นที่ของผนังอาคาร ยิ่งอาคารนั้นมีพื้นที่ของผนังมากก็จะมีค่าภาระการทำความเย็นมากขึ้นตามไปด้วย และเมื่อเปรียบเทียบค่าภาระการทำความเย็นของอาคารที่มีกรอบของอาคาร (perimeter) ที่เหมือนกัน แต่มีทิศทางการวางแนวอาคาร (orientation) แตกต่างกัน ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง , ปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวันและปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน (ดูตารางที่ 5.17) จะเห็นได้ว่า ผลรวมของค่าภาระการทำความเย็นของแบบอาคารดังกล่าว ในสภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวันจะมีค่าผลต่างมากที่สุด รองลงมาคือ สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง และสภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน ตามลำดับ นั่นเป็นเพราะอิทธิพลที่เกิดจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบผนังอาคารในช่วงกลางวันนั่นเอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปร่างอาคาร	ผลต่างของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารที่มีรูปร่างเหมือนกัน แต่มีทิศทางการวางแนวอาคารต่างกัน		
	สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน (ใช้ผนังC-2 เป็นผนังทดสอบ)	สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชม. (ใช้ผนังC-2 เป็นผนังทดสอบ)	สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน (ใช้ผนังA-2 เป็นผนังทดสอบ)
	13.12 %	9.77 %	3.47 %
	0.3-1.15 %	0.09 %	0.01-0.07 %
	0.46 %	0.43 %	0.39 %

ตารางที่ 5.17 แสดงการเปรียบเทียบผลต่างของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารที่มีรูปร่างเหมือนกัน แต่มีทิศทางการวางแนวอาคารต่างกันภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศในช่วงเวลาต่างๆ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการทดสอบเพื่อหามวลสารของผนังภายนอก และรูปแบบอาคารที่เหมาะสมกับการใช้งานอาคาร ภายใต้สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ , สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง , ปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน และปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน ที่ผ่านมาในบทที่ 4 และ 5 ต่อไปจะเป็นการอภิปรายผลสรุปของการทดลองทั้งหมด โดยจะสรุปแบ่งตามสภาวะการใช้งานต่างๆ ของอาคารได้ดังนี้

6.1.1 สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ

<u>ผลการทดลองเรื่องมวลสารของผนังภายนอก</u>

แบบผนังที่มีจำนวนชั่วโมงของค่าอุณหภูมิภายในอาคาร อยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายมากที่สุด (21.5 - 26.9 C หรือ 70 - 80 F)	
กลุ่มที่ 1 U = 3.979 - 3.989 W/m^{2o}C ได้แก่ ผนังมวลสารน้อย *คือ ผนัง A-1 (ไม้เนื้อแข็งหนา 12 มม.)*	กลุ่มที่ 2 U = 0.953 - 0.959 W/m^{2o}C ได้แก่ ผนังมวลสารน้อย *คือ ผนัง A-2 (วัสดุก่อมวลเบาหนา 7.5 ซม.+ ปูนฉาบน้ำหนักขนาดกลางข้างละ 0.5 ซม.)*
<u>หมายเหตุ</u> จากผลการทดลองในบทที่ 4 จะเห็นว่าการใช้ผนังมวลสารน้อยจะมีผลดีต่อสภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ เพียงแค่ในช่วงเวลาเย็น-กลางคืน ดังจะเห็นได้จากภาพที่ 4.4 – 4.13 ซึ่งแสดงค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารของแบบจำลองต่างๆ โดยที่ค่าอุณหภูมิภายในอาคารของผนังมวลสารน้อยจะมีค่าสูงในช่วงเวลากลางวัน แต่จะมีค่าต่ำในช่วงเวลาเย็น-กลางคืน	

<u>ผลการทดลองเรื่องรูปแบบอาคาร</u>

รูปแบบอาคารที่มีจำนวนชั่วโมงของค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารอยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายมากที่สุด	รูปแบบอาคารที่มีจำนวนชั่วโมงของค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารอยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายน้อยที่สุด
ได้แก่ อาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสแบบมี court ตรงกลาง	ได้แก่ อาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าวางแนวตั้ง

จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการทดลองหาผลกระทบของการใช้งานอาคาร ทั้งในเรื่องมวลสารของผนังภายนอกและรูปแบบอาคาร ภายใต้สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ จึงได้ทำการทดลองขยายผลต่อจากบทที่ 5 โดยการนำผนังมวลสารภายในกลุ่มเดียวกัน (มีค่า U เท่ากัน) ที่มีจำนวนชั่วโมงของค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารอยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายน้อยที่สุด (จา*กบทที่ 4 ซึ่งในที่นี้คือ ผนังคอนกรีตหนา 12.5 ซม. เป็นผนังมวลสารมาก*) มาทำการทดสอบในเรื่องรูปแบบของอาคารต่อ เพื่อทำการหาผลกระทบจากการใช้งานอาคารและเพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาออกแบบ ทั้งในเรื่องของการเลือกใช้มวลสารของผนัง และการเลือกรูปแบบอาคาร ในสภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ ได้ผลการทดลองเปรียบเทียบ ดังนี้

ลักษณะรูปร่างอาคาร	จำนวนชั่วโมงที่มีค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารอยู่ในช่วงสภาวะน่าสบาย (21.5 - 26.9 C หรือ 70 - 80 F)		เปรียบเทียบผลต่าง
	ผนัง A-1 (ไม้เนื้อแข็งหนา 12 มม.) เป็นผนังมวลสารน้อย	ผนัง C-1 (คอนกรีตหนา 12.5 ซม.) เป็นผนังมวลสารมาก	
1. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส	2583	2130	17.53 %
2. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าวางแนวนอน	2792	2344	16.04 %
3. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าวางแนวตั้ง	2535	2072	18.26 %
4. รูปตัวแอล	2757	2281	17.26 %
5. รูปสระอากลับด้าน	2716	2232	17.82 %
6. รูปสระอา	2805	2323	17.18 %
7. รูปตัวแอลกลับด้าน	2755	2297	16.62 %
8. รูปตัวยู	2870	2388	16.79 %
9. รูปตัวซี	2790	2316	16.98 %
10. รูปตัวยูคว่ำ	2870	2388	16.79 %
11. รูปตัวซีกลับด้าน	2790	2316	16.98 %
12. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมี court กลาง	2931	2437	16.85 %

ตารางที่ 6.1 แสดงการเปรียบเทียบผลการทดสอบของผนัง A-1 และ C-1
กับรูปร่างอาคารแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ

เมื่อพิจารณาจากผลการทดลองในตารางที่ 6.1 ทำให้สามารถสรุปได้ว่า การเลือกใช้มวลสารของผนังภายนอกจะมีอิทธิพลต่อจำนวนชั่วโมงของค่าอุณหภูมิภายในอาคารที่อยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายมากกว่าอิทธิพลที่เกิดจากรูปแบบของอาคาร โดยเมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองของอาคารรูปร่างแบบเดียวกันระหว่างผนังมวลสารน้อยกับผนังมวลสารมากในสภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ จะพบว่ามีค่าผลต่างกันอยู่ในช่วง 16.04 - 17.82 %

6.1.2 สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง

<u>ผลการทดลองเรื่องมวลสารของผนังภายนอก</u>

แบบผนังที่มีผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารน้อยที่สุด	
กลุ่มที่ 1 U = 3.979 - 3.989 W/m^{2o}C ได้แก่ ผนังมวลสารมาก *คือ ผนัง C-1 (คอนกรีตหนา 12.5 ซม.)*	กลุ่มที่ 2 U = 0.953 - 0.959 W/m^{2o}C ได้แก่ ผนังมวลสารมาก *คือ ผนัง C-2 (คอนกรีตมวลเบาหนา 27 ซม.+ ปูนฉาบน้ำหนักเบาข้างละ 1 ซม.)*

<u>ผลการทดลองเรื่องรูปแบบอาคาร</u>

รูปแบบอาคารที่มีผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารน้อยที่สุด	รูปแบบอาคารที่มีผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารมากที่สุด
ได้แก่ อาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 	ได้แก่ อาคารรูปตัวยู และรูปตัวยูคว่ำ

จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการทดลองหาผลกระทบของการใช้งานอาคาร ทั้งในเรื่องมวลสารของผนังภายนอกและรูปร่างอาคาร ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง จึงได้ทำการทดลองขยายผลต่อจากบทที่ 5 โดยการนำผนังมวลสารภายในกลุ่มเดียวกัน (มีค่า U เท่ากัน) ที่มีผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารมากที่สุด (*จากบทที่ 4 ซึ่งในที่นี้คือ ผนังวัสดุก่อมวลเบาหนา 7.5 ซม.+ปูนฉาบขนาดกลางข้างละ 0.5 ซม. เป็นผนังมวลสารน้อย*) มาทำการทดสอบในเรื่องรูปแบบของอาคารต่อ เพื่อทำการหาผลกระทบจากการใช้งานอาคารและเพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาออกแบบ ทั้งในเรื่องของการเลือกใช้มวลสารของผนัง และการเลือกรูปแบบอาคาร ในสภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ได้ผลการทดลองเปรียบเทียบ ดังนี้

ลักษณะรูปร่างอาคาร	ผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นของอาคาร (หน่วยเป็น Watt)		เปรียบเทียบผลต่าง
	ผนัง A-2 (วัสดุก่อมวลเบาหนา 7.5 ซม.+ ปูนฉาบขนาดกลางข้างละ 0.5 ซม.) เป็นผนังมวลสารน้อย	ผนัง C-2 (คอนกรีตมวลเบาหนา 27 ซม.+ ปูนฉาบนน.เบาข้างละ 1 ซม.) เป็นผนังมวลสารมาก	
1. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส	2,641,136	2,295,545	13.08 %
2. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า วางแนวนอน	2,835,879	2,443,575	13.83 %
3. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า วางแนวตั้ง	3,043,759	2,667,677	12.35 %
4. รูปตัวแอล	3,303,627	2,873,496	13.01 %
5. รูปสระอากลับด้าน	3,304,884	2,875,107	13.00 %
6. รูปสระอา	3,307,340	2,874,139	13.09 %
7. รูปตัวแอลกลับด้าน	3,303,918	2,875,438	12.96 %
8. รูปตัวยู	3,845,424	3,346,998	12.96 %
9. รูปตัวซี	3,823,134	3,325,730	12.99 %
10. รูปตัวยูคว่ำ	3,845,424	3,346,998	12.96 %
11. รูปตัวซีกลับด้าน	3,823,134	3,325,730	13.01 %
12. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มี court กลาง	3,625,643	3,151,873	13.06 %

ตารางที่ 6.2 แสดงการเปรียบเทียบผลการทดสอบของผนัง A-2 และ C-2 กับรูปร่างอาคารแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง

เมื่อพิจารณาจากผลการทดลองในตารางที่ 6.2 ทำให้สามารถสรุปได้ว่า การเลือกใช้มวลสารของผนังภายนอกจะมีอิทธิพลต่อผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารมากกว่าอิทธิพลที่เกิดจากรูปแบบของอาคาร โดยเมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองของอาคารรูปร่างแบบเดียวกันระหว่างผนังมวลสารน้อยกับผนังมวลสารมาก ในสภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง แล้วจะพบว่า มีค่าผลต่างกันอยู่ในช่วง 12.96 - 13.83 %

6.1.3 สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน (8.00-18.00 น.)

ผลการทดลองเรื่องมวลสารของผนังภายนอก

แบบผนังที่มีผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารน้อยที่สุด	
กลุ่มที่ 1 U = 3.979 - 3.989 W/m^{2o}C ได้แก่ ผนังมวลสารมาก *คือ ผนัง C-1 (คอนกรีตหนา 12.5 ซม.)*	กลุ่มที่ 2 U = 0.953 - 0.959 W/m^{2o}C ได้แก่ ผนังมวลสารมาก *คือ ผนัง C-2 (คอนกรีตมวลเบาหนา 27 ซม.+ ปูนฉาบน้ำหนักเบาข้างละ 1 ซม.)*

ผลการทดลองเรื่องรูปแบบอาคาร

รูปแบบอาคารที่มีผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารน้อยที่สุด	รูปแบบอาคารที่มีผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารมากที่สุด
ได้แก่ อาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส	ได้แก่ อาคารรูปตัวยู และรูปตัวยูคว่ำ

จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการทดลองหาผลกระทบของการใช้งานอาคาร ทั้งในเรื่องมวลสารของผนังภายนอกและรูปร่างอาคาร ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะช่วงเวลากลางวัน (8.00-18.00 น.) จึงได้ทำการทดลองขยายผลต่อจากบทที่ 5 โดยการนำผนังมวลสารภายในกลุ่มเดียวกัน (มีค่า U เท่ากัน) ที่มีผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารมากที่สุด (จา*กบทที่ 4 ซึ่งในที่นี้คือ ผนังวัสดุก่อมวลเบาหนา 7.5 ซม.+ปูนฉาบขนาดกลางข้างละ 0.5 ซม. เป็นผนังมวลสารน้อย*) มาทำการทดสอบในเรื่องรูปแบบของอาคารต่อ เพื่อทำการหาผลกระทบจากการใช้งานอาคารและเพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาออกแบบ ทั้งในเรื่องของการเลือกใช้มวลสารของผนัง และการเลือกรูปแบบอาคาร ในสภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะช่วงเวลากลางวัน (8.00-18.00 น.) ได้ผลการทดลองเปรียบเทียบ ดังนี้

ลักษณะรูปร่างอาคาร	ผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นของอาคาร (หน่วยเป็น Watt)		เปรียบเทียบผลต่าง
	ผนัง A-2 (วัสดุก่อมวลเบาหนา 7.5 ซม.+ ปูนฉาบขนาดกลางข้างละ 0.5 ซม.) เป็นผนังมวลสารน้อย	ผนัง C-2 (คอนกรีตมวลเบาหนา 27 ซม.+ ปูนฉาบนน.เบาข้างละ 1 ซม.) เป็นผนังมวลสารมาก	
1. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส	1,765,961	622,568.33	64.74 %
2. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า วางแนวนอน	1,899,886	660,771.66	65.22 %
3. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า วางแนวตั้ง	2,029,157	742,440.41	63.41 %
4. รูปตัวแอล	2,207,550	793,783.75	64.04 %
5. รูปสระอากลับด้าน	2,208,090	795,773.75	63.96 %
6. รูปสระอา	2,209,923	797,646.66	63.90 %
7. รูปตัวแอลกลับด้าน	2,207,866	800,992.50	63.72 %
8. รูปตัวยู	2,568,535	934,491.25	63.61 %
9. รูปตัวซี	2,553,723	931,662.50	63.51 %
10. รูปตัวยูคว่ำ	2,568,535	934,491.25	63.61 %
11. รูปตัวซีกลับด้าน	2,553,723	931,662.50	63.51 %
12. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มี court กลาง	2,420,771	880,866.66	63.61 %

ตารางที่ 6.3 แสดงการเปรียบเทียบผลการทดสอบของผนัง A-2 และ C-2 กับรูปร่างอาคารแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน (8.00-18.00 น.)

เมื่อพิจารณาจากผลการทดลองในตารางที่ 6.3 ทำให้สามารถสรุปได้ว่า การเลือกใช้มวลสารของผนังภายนอกจะมีอิทธิพลต่อผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารมากกว่าอิทธิพลที่เกิดจากรูปแบบของอาคาร โดยเมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองของอาคารรูปร่างแบบเดียวกันระหว่างผนังมวลสารน้อยกับผนังมวลสารมาก ในสภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน (8.00-18.00 น.) แล้วจะพบว่า มีค่าผลต่างกันอยู่ในช่วง 63.41-65.22 %

6.1.4 สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน (20.00-6.00 น.)

ผลการทดลองเรื่องมวลสารของผนังภายนอก

แบบผนังที่มีผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารน้อยที่สุด	
กลุ่มที่ 1 U = 3.979 - 3.989 W/m^{2o}C ได้แก่ ผนังมวลสารน้อย *คือ ผนัง A-1 (ไม้เนื้อแข็งหนา 12 มม.)*	กลุ่มที่ 2 U = 0.953 - 0.959 W/m^{2o}C ได้แก่ ผนังมวลสารน้อย *คือ ผนัง A-2 (วัสดุก่อมวลเบาหนา 7.5 ซม.+ ปูนฉาบน้ำหนักขนาดกลาง ข้างละ 0.5 ซม.)*

ผลการทดลองเรื่องรูปแบบอาคาร

รูปแบบอาคารที่มีผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารน้อยที่สุด	รูปแบบอาคารที่มีผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารมากที่สุด
ได้แก่ อาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส	ได้แก่ อาคารรูปตัวยู และรูปตัวยูคว่ำ

จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการทดลองหาผลกระทบของการใช้งานอาคาร ทั้งในเรื่องมวลสารของผนังภายนอกและรูปร่างอาคาร ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะช่วงเวลากลางคืน (20.00-6.00 น.) จึงได้ทำการทดลองขยายผลต่อจากบทที่ 5 โดยการนำผนังมวลสารภายในกลุ่มเดียวกัน (มีค่า U เท่ากัน) ที่มีผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารมากที่สุด (จา*กบทที่ 4 ซึ่งในที่นี้คือ ผนังคอนกรีตมวลเบาหนา 27 ซม.+ปูนฉาบนน.เบาข้างละ 1 ซม. เป็นผนังมวลสารมาก*) มาทำการทดสอบในเรื่องรูปแบบของอาคารต่อ เพื่อทำการหาผลกระทบจากการใช้งานอาคารและเพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาออกแบบ ทั้งในเรื่องของการเลือกใช้มวลสารของผนัง และการเลือกรูปแบบอาคาร ในสภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะช่วงเวลากลางคืน (20.00-6.00 น.) ได้ผลการทดลองเปรียบเทียบ ดังนี้

ลักษณะรูปร่างอาคาร	ผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นของอาคาร (หน่วยเป็น Watt)		เปรียบเทียบผลต่าง
	ผนัง A-2 (วัสดุก่อมวลเบาหนา 7.5 ซม.+ ปูนฉาบขนาดกลางข้างละ 0.5 ซม.) เป็นผนังมวลสารน้อย	ผนัง C-2 (คอนกรีตมวลเบาหนา 27 ซม.+ ปูนฉาบนน.เบาข้างละ 1 ซม.) เป็นผนังมวลสารมาก	
1. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส	416,160.83	1,167,088	64.34 %
2. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า วางแนวนอน	449,527.91	1,251,646	64.08 %
3. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า วางแนวตั้ง	463,945.41	1,344,995	65.50 %
4. รูปตัวแอล	520,550.83	1,458,783	64.31 %
5. รูปสระอากลับด้าน	520,824.58	1,459,605	64.31 %
6. รูปสระอา	520,520.41	1,459,300	64.33 %
7. รูปตัวแอลกลับด้าน	520,763.75	1,459,939	64.32 %
8. รูปตัวยู	605,230.83	1,697,493	64.34 %
9. รูปตัวซี	602,371.66	1,688,399	64.32 %
10. รูปตัวยูคว่ำ	605,230.83	1,697,493	64.34 %
11. รูปตัวซีกลับด้าน	602,371.66	1,688,399	64.32 %
12. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มี court กลาง	570,707.91	1,599,278	64.31 %

ตารางที่ 6.4 แสดงการเปรียบเทียบผลการทดสอบของผนัง A-2 และ C-2 กับรูปร่างอาคารแบบต่างๆ ภายใต้สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน (20.00-6.00 น.)

เมื่อพิจารณาจากผลการทดลองในตารางที่ 6.4 ทำให้สามารถสรุปได้ว่า การเลือกใช้มวลสารของผนังภายนอกจะมีอิทธิพลต่อผลรวมตลอดทั้งปีของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารมากกว่าอิทธิพลที่เกิดจากรูปแบบของอาคาร โดยเมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองของอาคารรูปร่างแบบเดียวกันระหว่างผนังมวลสารน้อยกับผนังมวลสารมาก ในสภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน (20.00-6.00 น.) แล้วจะพบว่า มีค่าผลต่างกันอยู่ในช่วง 64.08-65.50 %

หากพิจารณาผลการทดลองข้างต้นเปรียบเทียบกัน ทั้งสภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชม., ปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวันและปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน จะเห็นว่า การเลือกใช้มวลสารของผนังภายนอกจะมีอิทธิพลต่อค่าภาระการทำความเย็นของอาคารมากกว่าอิทธิพลที่เกิดจากการเลือกรูปแบบอาคาร ซึ่งอิทธิพลของมวลสารผนังภายนอกดังที่กล่าวนี้ จะส่งผลกระทบต่อค่าผลรวมตลอดทั้งปีของภาระการทำความเย็นของอาคารในสภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน และปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน มากกว่าผลกระทบที่เกิดในสภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง (ดูตารางที่ 6.2 , 6.3 และ 6.4) เนื่องจากคุณสมบัติการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (time lag) ของวัสดุ (ซึ่งผนังมวลสารมากที่ใช้ในการทดลองนี้มีค่ามวลของผนังอยู่ที่ 351.6 kg/m^2) และพฤติกรรมการส่งผ่านความร้อนของผนังมวลสารที่แตกต่างกันตามช่วงเวลาต่างๆ ของวันนั่นเอง

สรุปผลจากสมมติฐานในการวิจัย

จากการทดลองที่ผ่านมาในบทต่างๆ ทำให้สามารถสรุปสมมติฐานของการวิจัยได้ว่า

" วัสดุผนังภายนอกที่มีปริมาณมวลสารต่างกัน ถึงแม้ว่าจะมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่ใกล้เคียงกัน แต่ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังเข้ามาในอาคารตามช่วงเวลาต่างๆ จะไม่เท่ากัน ซึ่งจะส่งผลต่อสภาวะน่าสบายและภาระการปรับอากาศที่เกิดขึ้น ในการออกแบบรูปร่างของผนังภายนอกอาคารแบบต่างๆ ให้แตกต่างกันด้วย "

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการทดลอง		สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ	สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชม.	สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน (8.00-18.00 น.)	สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน (20.00-6.00 น.)	หมายเหตุ
ผนังมวลสาร	แบบผนังที่ให้ผลการทดลองที่ดีมากที่สุด	ผนัง A-1 ผนังมวลสารน้อย กลุ่มที่มีค่า U สูง	ผนัง C-2 ผนังมวลสารมาก กลุ่มที่มีค่า U ต่ำ	ผนัง C-2 ผนังมวลสารมาก กลุ่มที่มีค่า U ต่ำ	ผนัง A-2 ผนังมวลสารน้อย กลุ่มที่มีค่า U ต่ำ	เกณฑ์ที่ใช้วัดเปรียบเทียบ มีดังนี้ - **<u>สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ</u>** **<u>ดีมากที่สุด</u>**คือ แบบผนังที่มีจำนวนชม.ของค่าอุณหภูมิภายในอาคารที่อยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายมากที่สุด **<u>ดีน้อยที่สุด</u>**คือ แบบผนังที่มีจำนวนชม.ของค่าอุณหภูมิภายในอาคารที่อยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายน้อยที่สุด - **<u>สภาวะที่มีการปรับอากาศ</u>** **<u>ดีมากที่สุด</u>**คือ แบบผนังที่มีผลรวมของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารที่น้อยที่สุด **<u>ดีน้อยที่สุด</u>**คือ แบบผนังที่มีผลรวมของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารที่มากที่สุด
	แบบผนังที่ให้ผลการทดลองที่ดีน้อยที่สุด	ผนัง C-2 ผนังมวลสารมาก กลุ่มที่มีค่า U ต่ำ	ผนัง A-1 ผนังมวลสารน้อย กลุ่มที่มีค่า U สูง	ผนัง A-1 ผนังมวลสารน้อย กลุ่มที่มีค่า U สูง	ผนัง C-1 ผนังมวลสารมาก กลุ่มที่มีค่า U สูง	
รูปแบบอาคาร	แบบผนังที่ให้ผลการทดลองที่ดีมากที่สุด					
	แบบผนังที่ให้ผลการทดลองที่ดีน้อยที่สุด					
การเปรียบเทียบผลต่างของค่าภาระการทำความเย็นของอาคารที่มีรูปร่างเหมือนกัน แต่มีทิศทางการวางแนวอาคารต่างกัน		-	0.09 – 9.77 %	0.3 – 13.12 %	0.01 – 3.47 %	ดูรายละเอียดเพิ่มเติมที่ตาราง 5.12–5.16 หน้า 107-116
การเปรียบเทียบผลต่างของการทดลองในเรื่องมวลสารของผนังภายนอกกับรูปแบบของอาคาร		16.04–17.82 %	12.96-13.83 %	63.41-65.22 %	64.08-65.50 %	ดูรายละเอียดเพิ่มเติมที่ตาราง 6.1–6.4 หน้า 121-127

ตารางที่ 6.5 แสดงสรุปผลการทดลองทั้งหมด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.2 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยชิ้นนี้ เป็นการศึกษาเรื่องอิทธิพลของมวลสารผนังภายนอกที่มีต่อสภาวะน่าสบายและภาระการปรับอากาศในการออกแบบอาคาร โดยผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะจากการทดลองในบทที่ผ่านมาดังนี้

1. แบบจำลองของผนังภายนอกที่ใช้ในงานวิจัยชิ้นนี้ ใช้เป็นผนังทึบ (opaque wall) ทั้งหมด ส่วนตัวแปรอื่นๆ เช่น ผนังโปร่งแสง , ประตู-หน้าต่าง , ผู้ใช้อาคาร , อุปกรณ์ไฟฟ้าและแสงประดิษฐ์ ล้วนเป็นตัวแปรควบคุมที่ไม่ได้ทำการศึกษา ซึ่งในการใช้งานอาคารจริงนั้น สิ่งต่างๆ เหล่านี้ ล้วนมีอิทธิพลต่อสภาวะน่าสบายและภาระการปรับอากาศของอาคารทั้งสิ้น ดังนั้นหากจะมีการทำวิจัยในหัวข้อที่ใกล้เคียงกับงานวิจัยชิ้นนี้ต่อไป ผู้สนใจอาจจะทำการทดลองในส่วนของ Internal load และผนังโปร่งแสงเพิ่มเติม ก็จะเป็นประโยชน์ในการใช้งานจริงมากขึ้น

2. ในการศึกษาเรื่อง รูปแบบของอาคารกับสภาวะน่าสบายและภาระการปรับอากาศของอาคารในงานวิจัยชิ้นนี้ ได้ทำการทดลองกับรูปร่างอาคารแบบต่างๆ รวมถึงทิศทางการวางแนวอาคาร โดยกำหนดให้พื้นที่ใช้สอยของอาคารมีค่าคงที่ (เป็นตัวแปรควบคุม) ดังนั้นหากจะมีการทำวิจัยในหัวข้อที่ใกล้เคียงกันนี้ต่อไป ผู้สนใจอาจจะทำการทดลองเพิ่มเติมในเรื่องของรูปแบบอาคารและความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนพื้นที่ผนังต่อพื้นที่อาคาร กับค่าภาระการทำความเย็น เพื่อหารูปแบบอาคารที่มีสัดส่วนของพื้นที่ผนังต่อพื้นที่อาคารที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งานต่างๆ ซึ่งก็จะเป็นประโยชน์มากขึ้นทางด้านการประหยัดพลังงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กิตติพงษ์ เพชรวราภา. การศึกษาระบบผนังภายนอกอาคารที่มีผลต่อภาระการปรับอากาศ : กรณีศึกษาสำหรับภูมิอากาศร้อนชื้นในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2537.

ธนิต จินดาวณิค, ผศ. สถาปัตยกรรมและเทคโนโลยี . กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2540.

ประพันธ์ จงปติยัตต์ . การลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารด้วยระบบผนังที่มีช่องว่างอากาศ . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2537.

พัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กรม. คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร . พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : กองอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ,2536.

สิทธิชัย วุฒิวรวงศ์ . การปรับปรุงผนังอาคารเพื่อลดการถ่ายเทความร้อน : กรณีศึกษา อาคารของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2539.

สินีรัตน์ ภัทรธรรมกุล. ผลของมวลสารและสีของผนังต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

ภาษาอังกฤษ

A.J. Elder and Maritz Vandenberg . AJ HANDBOOK OF BUILDING ENCLOSURE . (n.p.) : Architect Press, 1974.

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. 1997 ASHRAE HANDBOOK OF FUNDAMENTALS. I-P Edition. (n.p.) : Atlanta , 1997.

Kwang – Woo Kim. THERMAL PERFORMANCE SIMULATION OF OPAQUE BUILDING ENVELOPES. D. Arch. Dissertation, University of Michigan, 1984.

Givoni, B. MAN, CLIMATE AND ARCHITECTURE. New York : Elsevier Publishing , 1969.

Givoni, B. PASSIVE AND LOW ENERGY COOLING OF BUILDING New York : Van Nostrand Reinhold, 1994.

Item Systems. DOE-PLUS User's Mannual. (n.p.) : 1992.

Moore, F. ENVIRONMENTAL CONTROL SYSTEMS : HEATING COOLING LIGHTING. New York : McGraw-Hill Book Company, 1993.

Olgyay, V. DESIGN WITH CLIMATE. New Jersey : Princeton University Press, 1963.

Pratt, A.W. HEAT TRANSMISSION. New York : Van Nostrand Reinhold, 1992.

Santamouris, M. and Asimakopoulos,D. PASSIVE COOLING OF BUILDINGS. London : James&James (Science Publishers),1996.

Stein,Benjamin and Reynolds, John,S. MECHANICAL AND ELECTRICAL EQUIPMENT OF BUILDING. 8th.ed. New York : John Willey&Sons, 1992.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก. ข้อมูลคุณสมบัติของวัสดุ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) และความหนาแน่นของวัสดุต่างๆ

ลำดับที่	วัสดุ	ความหนาแน่น กก. ม.$^{-3}$	ค่า k วัตต์ ม.$^{-1}$ °ซ$^{-1}$
1	แผ่นซีเมนต์แอสเบสตอส	1860	0.198
2	แผ่นฉนวนกันความร้อนแอสเบสตอส	720	0.108
3	วัสดุมุงหลังคาที่ทำด้วยแอสฟัลท์	2240	1.226
4	บิดูเม็น (bitumen)		1.298
5	อิฐ		
	(a) แห้ง และฉาบปูนหรือปิดด้วยแผ่นโมเสด	1760	0.807
	(b) ความชื้น 6%	1872	1.211
	(c) ผนัง (ไม่ฉาบปูน)		1.154
6	คอนกรีต	2400	1.442
7	คอนกรีต ชนิดเบา ขนาดความหนาแน่นต่าง ๆ	960	0.303
		1120	0.346
		1280	0.476
8	แผ่นไม้ก๊อก	144	0.042
9	แผ่นไฟเบอร์ (fibre board)	264	0.052
10	ไฟเบอร์กลาส (ดูใยแก้ว)		
	(a) แบบม้วน (Blanket)	10-24	0.038
	(b) แบบแผ่น (Rigid board)	32-48	0.033
	(c) แบบท่อสำเร็จ (Rigid pipe sections)	56-80	0.038
11	แผ่นกระจก	2512	1.053
12	ใยแก้ว สานเป็นแผ่น หรือสอดไส้อยู่ระหว่างวัสดุอื่น 2 แผ่น (แห้ง)	32	0.035
13	แผ่นยิบซั่ม	880	0.191
14	แผ่นไม้อัดฮาร์ดบอร์ด		
	(a) มาตรฐาน	1024	0.216
	(b) ปานกลาง	640	0.123
15	โลหะ		
	(a) โลหะผสมของอลูมิเนียม แบบธรรมดา	2672	211
	(b) ทองแดง ที่มีขายเชิงพาณิชย์	8784	385
	(c) เหล็กกล้า	7840	47.6
16	ใยแร่ อัดแน่นเป็นแผ่น	32-104	0.035-0.032

I20048804

ตารางที่ 1 (ต่อ) แสดงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) และความหนาแน่นของวัสดุต่าง ๆ

ลำดับที่	วัสดุ	ความหนาแน่น กก. ม.$^{-3}$	ค่า k วัตต์ ม.$^{-1}$ °ซ$^{-1}$
17	วัสดุใช้ฉาบหรือปิดผิว		
	(a) ยิบซั่ม	880	0.191
	(b) ปูนฉาบ น้ำหนักเบา	300	0.063
	น้ำหนักขนาดกลาง	1104	0.274
	(c) เพอร์ไลท์	616	0.115
	(d) ปูนผสมทราย	1568	0.533
	(e) เวอร์มิคูไลท์	640-960	0.202-0.303
18	โพลีสไตรีน เบ่งขยายตัว	16	0.035
19	โพลียูรีเทน โฟม	24	0.024
20	วัสดุทำพื้น PVC	1360	0.173
21	ดินอัดหลวม (ร่วนซุย) ความชื้น 14%	1200	0.375
22	หิน		
	หินทราย	2000	1.298
	แกรนิต	2640	2.927
	หินอ่อน	2640	1.298
23	กระเบื้อง หลังคา	1890	0.836
24	ไม้		
	ไม้เนื้ออ่อน	608	0.125
	ไม้เนื้อแข็ง	720	0.138
	ไม้อัด	528	0.138
25	เวอร์มิคูไลท์ แบบเม็ดหยาบอัดหลวม	80-112	0.065
26	ไม้อัดชีพบอร์ด	800	0.144
27	ไม้พื้นแผ่นเรียบ	400	0.086
28	หินล้าง	2245	0.115
29	กรวดล้าง	2244	0.115

ตารางที่ 2 ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวผนังและหลังคา

ชนิดของผิววัสดุ	ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (ม.^{2} °ซ วัตต์$^{-1}$)
ก. กรณีของผนังอาคาร	
ก.1 ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวผนังด้านใน (R_i)	
ก.1.1 กรณีที่ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.120
ก.1.2 กรณีที่ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.299
ก.2 ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวผนังด้านนอก (R_o) (ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง)	0.044
ข. กรณีของหลังคา	
ข.1 ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านในของหลังคา (R_i)	
ข.1.1 กรณีที่ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	
ข.1.1.1 หลังคาราบ	0.162
ข.1.1.2 หลังคาเอียงทำมุม 22.5° กับแนวระดับ	0.148
ข.1.1.3 หลังคาเอียงทำมุม 45° กับแนวระดับ	0.133
ข.1.2 กรณีที่ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	
ข.1.2.1 หลังคาราบ	0.801
ข.1.2.2 หลังคาเอียงทำมุม 22.5° กับแนวระดับ	0.595
ข.1.2.3 หลังคาเอียงทำมุม 45° กับแนวระดับ	0.391
ข.2 ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านนอกของหลังคา (R_o) (ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูงและเอียงทำมุมใด ๆ)	0.055

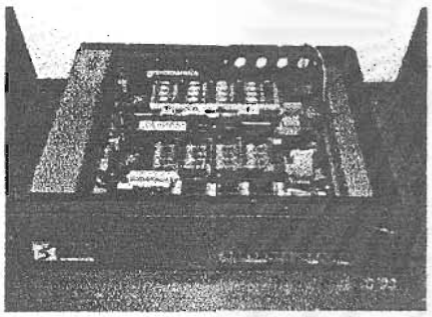
ภาคผนวก ข. การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของการจำลองสภาพการทดลอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

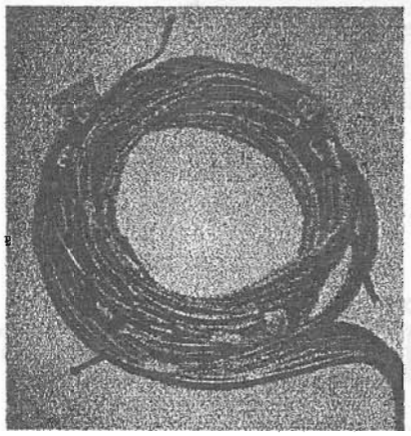
การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของการจำลองสภาพการทดลองด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม DOE 2.1 และการทดลองจริง

- เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
  - การวัดอุณหภูมิ

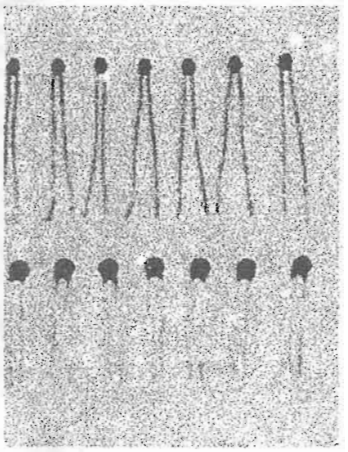
- เครื่องวัดอุณหภูมิ (data logger) ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิของ Sciemetric Instrument System 200 รุ่น 236 High speed A/D convector

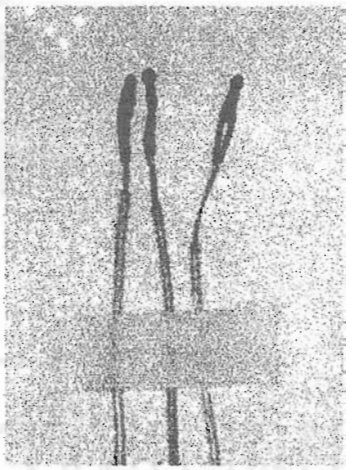


- สายวัดอุณหภูมิ ใช้สายโทรศัพท์ (station wire) เชื่อมหัววัดอุณหภูมิเทอร์มิสเตอร์กับเครื่องวัดอุณหภูมิ



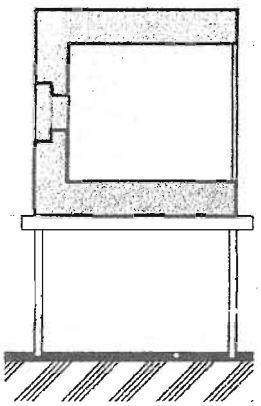
- หัววัดอุณหภูมิ ใช้เทอร์มิสเตอร์ (thermister) ขนาด 10 กิโลโอห์ม

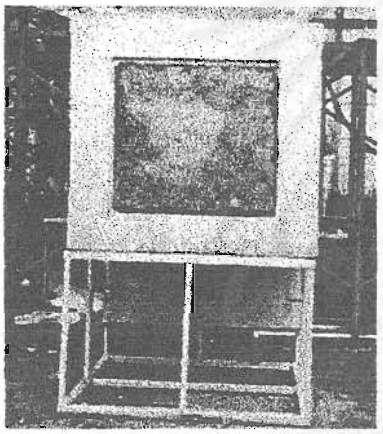




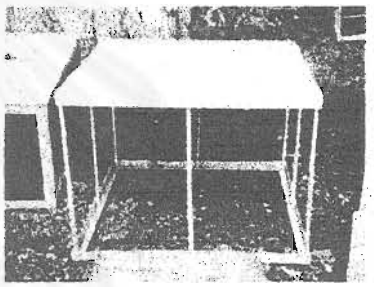
- หุ่นจำลอง

- หุ่นจำลองที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ควรจะมีคุณสมบัติในการถ่ายเทความร้อนที่ต่ำ , มีค่าการกักเก็บความร้อนต่ำ และการถ่ายเทความชื้นต่ำ ผู้วิจัยจึงใช้กล่องทดลองที่ทำจากโฟมโพลีสไตรีนหนา 15 ซม. ทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ มีปริมาตรภายใน 0.60*0.60*0.60 ลบ.ม. โดยเว้นช่องผนังไว้ 2 ด้าน ด้านหนึ่งเพื่อใช้ติดตั้งผนังที่จะทำการทดสอบ อีกด้านหนึ่งมีฝาปิดเปิดเพื่อใช้ในการติดตั้งเครื่องมือและการดูแลรักษาอื่นๆ ดังรูป





กล่องทดลอง



ขาตั้งกล่องทดลอง
(ขาตั้งกล่อง ทำสูงจากพื้น 0.60 เมตร เพื่อลดอิทธิพลที่เกิดจากการถ่ายเทความร้อนจากพื้นดิน)

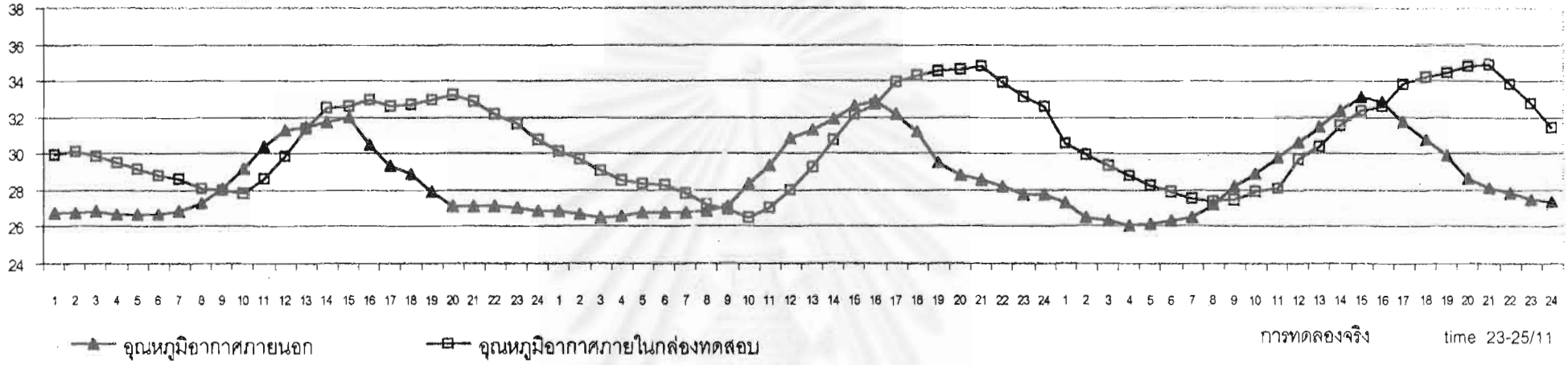
- ผนังที่ใช้ทดสอบ

- ผนังคอนกรีตหนา 10 เซ็นติเมตร		
ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน	4.285	$W/m^{2o}C$
ค่าความจุความร้อน	48	$kcal/m^{2o}C$
มวลของผนัง	240	kg/m^2
- ผนังคอนกรีตหนา 20 เซ็นติเมตร		
ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน	3.303	$W/m^{2o}C$
ค่าความจุความร้อน	96	$kcal/m^{2o}C$
มวลของผนัง	480	kg/m^2

- ผลการทดลองเปรียบเทียบ (คอนกรีตหนา 10 ซม.)

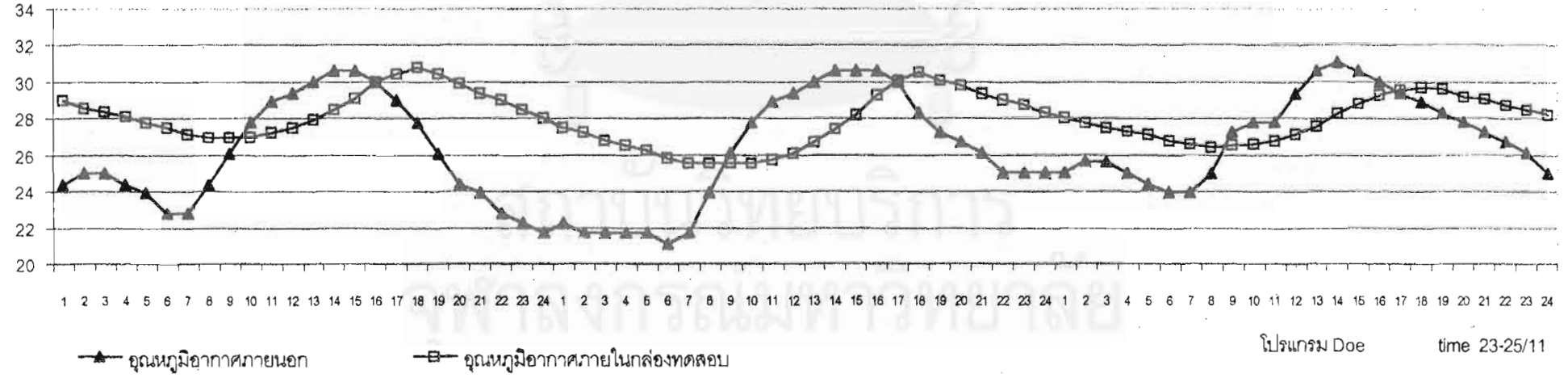
  - การทดลองในสภาพจริง (ทำการเก็บผลการทดลอง ณ วันที่ 23-25/11/43)

temperature / concrete 10 cm.



  - การทดลองด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม DOE 2.1 D (ใช้ข้อมูลอากาศของวันที่ 23-25/11 ใน weather data file)

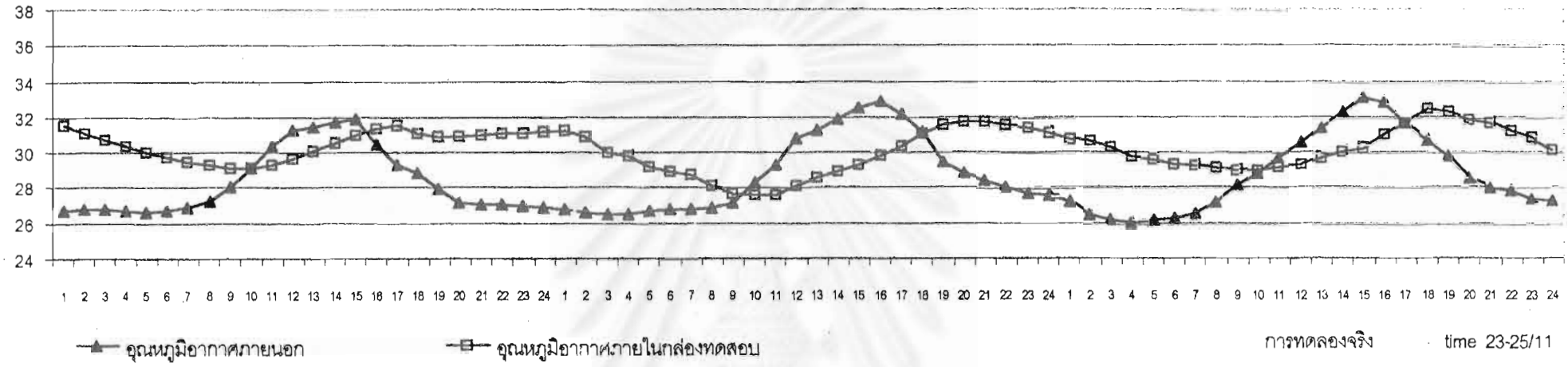
Temperature / concrete 10 cm.



- <u>ผลการทดลองเปรียบเทียบ</u> (คอนกรีตหนา 20 ซม.)

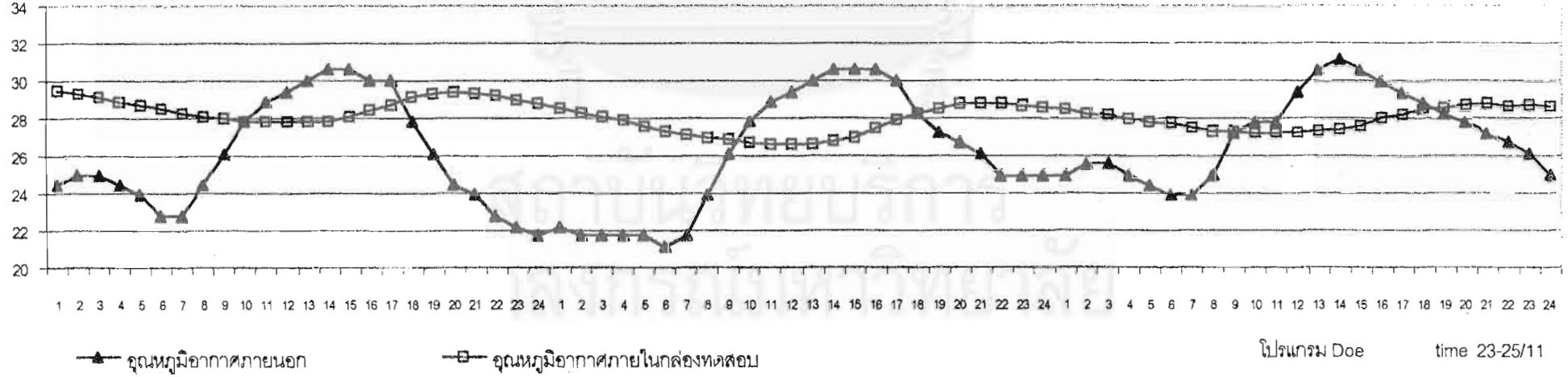
  - การทดลองในสภาพจริง (ทำการเก็บผลการทดลอง ณ วันที่ 23-25/11/43)

temperature / concrete 20 cm.



  - การทดลองด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม DOE 2.1 D (ใช้ข้อมูลอากาศของวันที่ 23-25/11 ใน weather data file)

temperature / concrete 20 cm.



ภาคผนวก ค. Input data ที่ใส่ในโปรแกรม DOE 2.1 D

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
INPUT LOADS
    INPUT-UNITS = METRIC
    OUTPUT-UNITS = METRIC  ..

$ ---------- BUILDING DESCRIPTION ---------- $
$ CASE 1-1    UNCONDITIONED 24 HOURS
$ DIMENSION   10 x 10 x 2.7 M.
$ WALL        TYPE A-1 : HARDWOOD 12 mm.
$ MATERIAL    HARDWOOD  CONDUCTIVITY   0.138  W/M-C   ( 0.138 W/M-K )
$             DENSITY        720  KG/M3
$             SPECIFIC HEAT   0.30  KCAL/KG-C ( 1255.15 J/KG-K )
$             THICKNESS      0.012  M.
$ ROOF&FLOOR   U = 0.05 W/M2-C
$ INTERNAL LOAD: NO PEOPLE , NO LIGHTING , NO EQUIPMENT AND NO INFILTRATION
TITLE  LINE-1 *WALL TYPE A-1*
    LINE-3 *HARDWOOD 12 mm.*
    LINE-5 *CASE1-1 UNCONDITIONED 24 HOURS*  ..

ABORT ERRORS  ..
DIAGNOSTIC COMMENTS  ..
RUN-PERIOD  JAN 1 1985 THRU DEC 31 1985  ..

$ ---------- BUILDING LOCATION : BANGKOK , THAILAND ---------- $
BUILDING-LOCATION   LATITUDE = 13.44   LONGITUDE = -100.6
            ALTITUDE = 2.02    TIME-ZONE = -7
            AZIMUTH = 0        ..
$ ---------- CONSTRUCTION & MATERIALS INFORMATION ---------- $
$       CONSTRUCTION
WALL-1 = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 4.83
    ABSORPTANCE = 0.40  $ white paint $
    ROUGHNESS = 3            ..
ROOF-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05
    ABSORPTANCE = 0.65  $ uncolored concrete $
    ROUGHNESS = 3            ..
FLOOR-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05           ..
INT-W = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05           ..

$ ---------- SPACE CONDITIONS ---------- $
SPACE-1 = SPACE-CONDITIONS
    TEMPERATURE = (25)
    INF-METHOD = NONE    ZONE-TYPE = CONDITIONED  ..
$ ---------- SPACES & SURFACES ---------- $
ZONE-1 = SPACE
    X = 0  Y = 0  Z = 0
    AREA = 100  VOLUME = 270  AZIMUTH = 0
    SPACE-CONDITIONS = SPACE-1      ..
NORTH-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1
    X = 10  Y = 10  Z = 0
    HEIGHT = 2.7    WIDTH = 10
    AZIMUTH = 0     TILT = 90  ..
EAST-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1
    X = 10  Y = 0  Z = 0
    HEIGHT = 2.7    WIDTH = 10
```

```
      AZIMUTH = 90      TILT  = 90     ..
SOUTH-W = EXTERIOR-WALL
      CONSTRUCTION = WALL-1
      X = 0    Y = 0    Z = 0
      HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10
      AZIMUTH = 180     TILT  = 90     ..
WEST-W  = EXTERIOR-WALL
      CONSTRUCTION = WALL-1
      X = 0    Y = 10   Z = 0
      HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10
      AZIMUTH = 270     TILT  = 90     ..
ROOF-1  = ROOF
      CONSTRUCTION = ROOF-SLAB
      X = 0    Y = 0    Z = 2.7
      HEIGHT  = 10      WIDTH = 10
      AZIMUTH = 180     TILT  = 0      ..
FLOOR-1 = UNDERGROUND-FLOOR
      CONSTRUCTION = FLOOR-SLAB
      AREA = 11.64      TILT = 180     ..
LOADS-REPORT   VERIFICATION = (LV-C,LV-D,LV-I)
         SUMMARY    = (LS-A,LS-D)     ..

$ ---------- LOADS HOURLY REPORT ----------$
LHR-SCH-1 = SCHEDULE
    THRU DEC 31  (ALL) (1,24) (1)       ..
LRB-1 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = BUILDING
    VARIABLE-LIST = (21)       ..   $ building wall cooling load $
L-HR  = HOURLY-REPORT
    REPORT-SCHEDULE = LHR-SCH-1
    REPORT-BLOCK   = (LRB-1)     ..
END   ..
COMPUTE LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM INPUT ----------$
INPUT SYSTEMS
   INPUT-UNITS  = METRIC
   OUTPUT-UNITS = METRIC     ..
$ ---------- SCHEDULE ----------$
$ SCHEDULE FOR HEAT-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ HEATING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE  (NO OPERATION)
D-H-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (12)    ..
W-H-SP = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-H-SP   ..
H-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-SP   ..
$ SCHEDULE FOR COOL-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ COOLING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE  (NO OPERATION)
D-C-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (32)    ..
W-C-SP = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-SP   ..
C-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-SP   ..
$ SCHEDULE FOR HEATING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ HEATING IS SHUTDOWN
D-H-OFF = DAY-SCHEDULE  (1,24) (0)     ..
W-H-OFF = WEEK-SCHEDULE (ALL) D-H-OFF  ..
H-OFF-SCH = SCHEDULE    THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-OFF  ..
$ SCHEDULE FOR COOLING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ COOLING IS SHUTDOWN
D-C-ON = DAY-SCHEDULE   (1,24) (0)     ..
W-C-ON = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-ON   ..
C-ON-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-ON   ..
```

```
$ ---------- ZONE DESCRIPTION ---------- $
Z-CONTROL1 = ZONE-CONTROL
    DESIGN-HEAT-T = 12    HEAT-TEMP-SCH = H-SP-SCH
    DESIGN-COOL-T = 32    COOL-TEMP-SCH = C-SP-SCH
    BASEBOARD-CTRL  = OUTDOOR-RESET
    THERMOSTAT-TYPE  = PROPORTIONAL
    THROTTLING-RANGE = 1.112      ..
ZONE-1 = ZONE
    ZONE-TYPE    = CONDITIONED
    ZONE-CONTROL  = Z-CONTROL1
    SIZING-OPTION = ADJUST-LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM DESCRIPTION ---------- $
S-CONTROL1 = SYSTEM-CONTROL
    MAX-SUPPLY-T = 24    HEATING-SCHEDULE = H-OFF-SCH
    MIN-SUPPLY-T = 18    COOLING-SCHEDULE = C-ON-SCH    ..
SYS-1 = SYSTEM
    SYSTEM-TYPE = RESYS    SYSTEM-CONTROL = S-CONTROL1
    HEAT-SOURCE = ELECTRIC  SIZING-RATIO  = 1.0
    ZONE-NAMES  = (ZONE-1)     ..
PLANT-1 = PLANT-ASSIGNMENT
    SYSTEM-NAMES = (SYS-1)     ..
SYSTEMS-REPORT
    VERIFICATION = (SV-A)
    SUMMARY    = (SS-A,SS-C,SS-F,SS-J,SS-O)    ..

$ ---------- SYSTEM HOURLY REPORT ---------- $
HR-SCH-1 = SCHEDULE
    THRU DEC 31  (ALL) (1,24) (1)      ..
SRB-1 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = GLOBAL
    VARIABLE-LIST = (7,8)    .. $ outside wet-bulb , outside dry-bulb $
SRB-2 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = ZONE-1
    VARIABLE-LIST = (6)    .. $ current hour zone temp $
SRB-3 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = SYS-1
    VARIABLE-LIST = (47)    .. $ electric input to cooling $
SRB-4 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = ZONE-1
    VARIABLE-LIST = (1)   .. $ sensible load at constant temperature $
SYS-HR = HOURLY-REPORT
    REPORT-SCHEDULE = HR-SCH-1
    REPORT-BLOCK   = (SRB-1,SRB-2,SRB-3,SRB-4)    ..

END          ..
COMPUTE SYSTEMS    ..
STOP         ..
```

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
INPUT LOADS
    INPUT-UNITS  = METRIC
    OUTPUT-UNITS = METRIC   ..

$ ———————— BUILDING DESCRIPTION ———————— $
$ CASE 1-2     UNCONDITIONED 24 HOURS
$ DIMENSION    10 x 10 x 2.7 M.
$ WALL         TYPE B-1 : MORTAR 8 mm.+ BRICK 7 cm.+ MORTAR 8 mm.
$ MATERIAL     MORTAR    CONDUCTIVITY   0.543  W/M-C    (0.543 W/M-K)
$                 DENSITY         1568  KG/M3
$                 SPECIFIC HEAT   0.20  KCAL/KG-C (836.76 J/KG-K)
$                 THICKNESS       0.008  M.
$           BRICK     CONDUCTIVITY   1.211  W/M-C    (1.211 W/M-K)
$                 DENSITY         1872  KG/M3
$                 SPECIFIC HEAT   0.19  KCAL/KG-C (794.92 J/KG-K)
$                 THICKNESS       0.07  M.
$ ROOF&FLOOR   U = 0.05 W/M2-C
$ INTERNAL LOAD: NO PEOPLE , NO LIGHTING , NO EQUIPMENT AND NO INFILTRATION
TITLE  LINE-1 "WALL TYPE B-1"
    LINE-3 "MORTAR 8 mm.+ BRICK 7 cm.+ MORTAR 8 mm."
    LINE-5 "CASE1-2 UNCONDITIONED 24 HOURS"          ..
ABORT ERRORS    ..
DIAGNOSTIC COMMENTS    ..
RUN-PERIOD   JAN 1 1985 THRU DEC 31 1985    ..

$ ———————— BUILDING LOCATION : BANGKOK , THAILAND ———————— $
BUILDING-LOCATION    LATITUDE = 13.44    LONGITUDE = -100.6
              ALTITUDE = 2.02     TIME-ZONE = -7
              AZIMUTH  = 0        ..
$ ———————— CONSTRUCTION & MATERIALS INFORMATION ———————— $
$          MATERIALS
MORTAR-1 = MATERIAL
    THICKNESS     = 0.008
    CONDUCTIVITY  = 0.543
    DENSITY       = 1568
    SPECIFIC-HEAT = 836.76      ..
BRICK-1 = MATERIAL
    THICKNESS     = 0.07
    CONDUCTIVITY  = 1.211
    DENSITY       = 1872
    SPECIFIC-HEAT = 794.92      ..
$          LAYERS
MB-1  = LAYERS
    MATERIAL  = (MORTAR-1,BRICK-1,MORTAR-1)
    THICKNESS = (0.008,0.07,0.008)
    INSIDE-FILM-RES = 0.12      ..
$          CONSTRUCTION
WALL-1 = CONSTRUCTION
    LAYERS = MB-1
    ABSORPTANCE  = 0.40   $ white paint $
    ROUGHNESS    = 3            ..
ROOF-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05
    ABSORPTANCE  = 0.65   $ uncolored concrete $
    ROUGHNESS    = 3            ..
FLOOR-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05              ..
INT-W  = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05              ..
```

ผนัง B-1 : สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ

```
$ ---------- SPACE CONDITIONS ---------- $
SPACE-1  = SPACE-CONDITIONS
     TEMPERATURE  = (25)
     INF-METHOD   = NONE      ZONE-TYPE    = CONDITIONED    ..
$ ---------- SPACES & SURFACES ---------- $
ZONE-1 = SPACE
     X = 0   Y =0   Z = 0
     AREA = 100   VOLUME = 270   AZIMUTH = 0
     SPACE-CONDITIONS = SPACE-1          ..
NORTH-W = EXTERIOR-WALL
     CONSTRUCTION = WALL-1
     X = 10  Y = 10   Z = 0
     HEIGHT  = 2.7      WIDTH = 10
     AZIMUTH = 0        TILT  = 90     ..
EAST-W  = EXTERIOR-WALL
     CONSTRUCTION = WALL-1
     X = 10   Y = 0    Z = 0
     HEIGHT  = 2.7      WIDTH = 10
     AZIMUTH = 90       TILT  = 90     ..
SOUTH-W = EXTERIOR-WALL
     CONSTRUCTION = WALL-1
     X = 0    Y = 0    Z = 0
     HEIGHT  = 2.7      WIDTH = 10
     AZIMUTH = 180      TILT  = 90     ..
WEST-W  = EXTERIOR-WALL
     CONSTRUCTION = WALL-1
     X = 0    Y = 10   Z = 0
     HEIGHT  = 2.7      WIDTH = 10
     AZIMUTH = 270      TILT  = 90     ..
ROOF-1  = ROOF
     CONSTRUCTION = ROOF-SLAB
     X = 0    Y = 0    Z = 2.7
     HEIGHT  = 10       WIDTH = 10
     AZIMUTH = 180      TILT  = 0      ..
FLOOR-1 = UNDERGROUND-FLOOR
     CONSTRUCTION = FLOOR-SLAB
     AREA = 11.64       TILT = 180     ..
LOADS-REPORT   VERIFICATION = (LV-C,LV-D,LV-I)
          SUMMARY     = (LS-A,LS-D)    ..
$ ---------- LOADS HOURLY REPORT ---------- $
LHR-SCH-1 = SCHEDULE
     THRU DEC 31  (ALL) (1,24) (1)       ..
LRB-1 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = BUILDING
     VARIABLE-LIST = (21)       ..   $ building wall cooling load $
L-HR  = HOURLY-REPORT
     REPORT-SCHEDULE = LHR-SCH-1
     REPORT-BLOCK   = (LRB-1)      ..
END   ..
COMPUTE LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM INPUT ---------- $
INPUT SYSTEMS
     INPUT-UNITS  = METRIC
     OUTPUT-UNITS = METRIC     ..
$ ---------- SCHEDULE ---------- $
$ SCHEDULE FOR HEAT-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ HEATING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE  (NO OPERATION)
D-H-SP = DAY-SCHEDULE    (1,24) (12)    ..
```

```
W-H-SP = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-H-SP  ..
H-SP-SCH = SCHEDULE    THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-SP  ..
$ SCHEDULE FOR COOL-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ COOLING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE (NO OPERATION)
D-C-SP = DAY-SCHEDULE  (1,24) (32)  ..
W-C-SP = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-SP  ..
C-SP-SCH = SCHEDULE    THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-SP  ..
$ SCHEDULE FOR HEATING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ HEATING IS SHUTDOWN
D-H-OFF = DAY-SCHEDULE  (1,24) (0)  ..
W-H-OFF = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-H-OFF  ..
H-OFF-SCH = SCHEDULE    THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-OFF  ..
$ SCHEDULE FOR COOLING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ COOLING IS SHUTDOWN
D-C-ON = DAY-SCHEDULE  (1,24) (0)  ..
W-C-ON = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-ON  ..
C-ON-SCH = SCHEDULE    THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-ON  ..

$ ---------- ZONE DESCRIPTION ---------- $
Z-CONTROL1 = ZONE-CONTROL
    DESIGN-HEAT-T = 12    HEAT-TEMP-SCH = H-SP-SCH
    DESIGN-COOL-T = 32    COOL-TEMP-SCH = C-SP-SCH
    BASEBOARD-CTRL  = OUTDOOR-RESET
    THERMOSTAT-TYPE  = PROPORTIONAL
    THROTTLING-RANGE = 1.112      ..
ZONE-1 = ZONE
    ZONE-TYPE    = CONDITIONED
    ZONE-CONTROL  = Z-CONTROL1
    SIZING-OPTION = ADJUST-LOADS  ..

$ ---------- SYSTEM DESCRIPTION ---------- $
S-CONTROL1 = SYSTEM-CONTROL
    MAX-SUPPLY-T = 24    HEATING-SCHEDULE = H-OFF-SCH
    MIN-SUPPLY-T = 18    COOLING-SCHEDULE = C-ON-SCH    ..
SYS-1 = SYSTEM
    SYSTEM-TYPE = RESYS    SYSTEM-CONTROL = S-CONTROL1
    HEAT-SOURCE = ELECTRIC  SIZING-RATIO  = 1.0
    ZONE-NAMES  = (ZONE-1)      ..
PLANT-1 = PLANT-ASSIGNMENT
    SYSTEM-NAMES = (SYS-1)      ..
SYSTEMS-REPORT
    VERIFICATION = (SV-A)
    SUMMARY     = (SS-A,SS-C,SS-F,SS-J,SS-O)    ..
$ ---------- SYSTEM HOURLY REPORT ---------- $
HR-SCH-1 = SCHEDULE
    THRU DEC 31  (ALL) (1,24) (1)      ..
SRB-1 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = GLOBAL
    VARIABLE-LIST = (7,8)    .. $ outside wet-bulb , outside dry-bulb $
SRB-2 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = ZONE-1
    VARIABLE-LIST = (6)      .. $ current hour zone temp $
SYS-HR = HOURLY-REPORT
    REPORT-SCHEDULE = HR-SCH-1
    REPORT-BLOCK   = (SRB-1,SRB-2)      ..

END          ..
COMPUTE SYSTEMS    ..
STOP          ..
```

```
INPUT LOADS
    INPUT-UNITS = METRIC
    OUTPUT-UNITS = METRIC   ..

$ ---------- BUILDING DESCRIPTION ---------- $
$ CASE 1-3    UNCONDITIONED 24 HOURS
$ DIMENSION   10 x 10 x 2.7 M.
$ WALL        TYPE C-1 : CONCRETE 12.5 cm.
$ MATERIAL    CONCRETE  CONDUCTIVITY   1.442  W/M-C   (1.442 W/M-K)
$             DENSITY       2400  KG/M3
$             SPECIFIC HEAT   0.20  KCAL/KG-C (836.76 J/KG-K)
$             THICKNESS     0.125  M.
$ ROOF&FLOOR   U = 0.05 W/M2-C
$ INTERNAL LOAD: NO PEOPLE , NO LIGHTING , NO EQUIPMENT AND NO INFILTRATION
TITLE  LINE-1 "WALL TYPE C-1"
    LINE-3 "CONCRETE 12.5 cm."
    LINE-5 "CASE1-3 UNCONDITIONED 24 HOURS"   ..
ABORT ERRORS    ..
DIAGNOSTIC COMMENTS    ..
RUN-PERIOD   JAN 1 1985 THRU DEC 31 1985    ..

$ ---------- BUILDING LOCATION : BANGKOK , THAILAND ---------- $
BUILDING-LOCATION    LATITUDE = 13.44    LONGITUDE = -100.6
          ALTITUDE = 2.02    TIME-ZONE = -7
          AZIMUTH  = 0       ..
$ ---------- CONSTRUCTION & MATERIALS INFORMATION ---------- $
$          MATERIALS
CONCRETE-1 = MATERIAL
    THICKNESS    = 0.125          CONDUCTIVITY  = 1.442
    DENSITY      = 2400           SPECIFIC-HEAT = 836.76    ..
$          LAYERS
CONC-1  = LAYERS
    MATERIAL  = (CONCRETE-1)
    THICKNESS = (0.125)
    INSIDE-FILM-RES = 0.12    ..
$          CONSTRUCTION
WALL-1 = CONSTRUCTION
    LAYERS = CONC-1
    ABSORPTANCE  = 0.40   $ white paint $        ROUGHNESS   = 3          ..
ROOF-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05
    ABSORPTANCE  = 0.65   $ uncolored concrete $
    ROUGHNESS   = 3          ..
FLOOR-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05    ..
INT-W  = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05          ..

$ ---------- SPACE CONDITIONS ---------- $
SPACE-1  = SPACE-CONDITIONS
    TEMPERATURE  = (25)
    INF-METHOD   = NONE     ZONE-TYPE   = CONDITIONED    ..
$ ---------- SPACES & SURFACES ---------- $
ZONE-1 = SPACE
    X = 0   Y = 0   Z = 0
    AREA = 100   VOLUME = 270   AZIMUTH = 0
    SPACE-CONDITIONS = SPACE-1       ..
NORTH-W = EXTERIOR-WALL
     CONSTRUCTION = WALL-1
```

ผนัง C-1 : สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ

```
    X = 10  Y = 10   Z = 0
    HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10
    AZIMUTH = 0       TILT  = 90    ..
EAST-W  = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1
    X = 10   Y = 0    Z = 0
    HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10
    AZIMUTH = 90      TILT  = 90    ..
SOUTH-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1
    X = 0    Y = 0    Z = 0
    HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10
    AZIMUTH = 180     TILT  = 90    ..
WEST-W  = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1
    X = 0    Y = 10   Z = 0
    HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10
    AZIMUTH = 270     TILT  = 90    ..
ROOF-1  = ROOF
    CONSTRUCTION = ROOF-SLAB
    X = 0    Y = 0    Z = 2.7
    HEIGHT  = 10      WIDTH = 10
    AZIMUTH = 180     TILT  = 0     ..
FLOOR-1 = UNDERGROUND-FLOOR
    CONSTRUCTION = FLOOR-SLAB
    AREA = 11.64      TILT = 180    ..
LOADS-REPORT   VERIFICATION = (LV-C,LV-D,LV-I)
        SUMMARY     = (LS-A,LS-D)   ..

$ ---------- LOADS HOURLY REPORT ----------$
LHR-SCH-1 = SCHEDULE
    THRU DEC 31  (ALL) (1,24) (1)     ..
LRB-1 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = BUILDING
    VARIABLE-LIST = (21)     .. $ building wall cooling load $
L-HR  = HOURLY-REPORT
    REPORT-SCHEDULE = LHR-SCH-1
    REPORT-BLOCK    = (LRB-1)     ..
END  ..
COMPUTE LOADS   ..

$ ---------- SYSTEM INPUT ----------$
INPUT SYSTEMS
   INPUT-UNITS  = METRIC
   OUTPUT-UNITS = METRIC    ..
$ ---------- SCHEDULE ----------$
$ SCHEDULE FOR HEAT-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ HEATING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE  (NO OPERATION)
D-H-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (12)   ..
W-H-SP = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-H-SP  ..
H-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-SP   ..
$ SCHEDULE FOR COOL-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ COOLING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE  (NO OPERATION)
D-C-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (32)   ..
W-C-SP = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-SP  ..
C-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-SP   ..
$ SCHEDULE FOR HEATING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ HEATING IS SHUTDOWN
D-H-OFF = DAY-SCHEDULE  (1,24) (0)    ..
```

```
W-H-OFF = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-H-OFF  ..
H-OFF-SCH = SCHEDULE    THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-OFF  ..
$ SCHEDULE FOR COOLING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ COOLING IS SHUTDOWN
D-C-ON = DAY-SCHEDULE   (1,24) (0)    ..
W-C-ON = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-ON   ..
C-ON-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-ON   ..

$ ---------- ZONE DESCRIPTION ----------$
Z-CONTROL1 = ZONE-CONTROL
     DESIGN-HEAT-T = 12     HEAT-TEMP-SCH = H-SP-SCH
     DESIGN-COOL-T = 32     COOL-TEMP-SCH = C-SP-SCH
     BASEBOARD-CTRL  = OUTDOOR-RESET
     THERMOSTAT-TYPE  = PROPORTIONAL
     THROTTLING-RANGE = 1.112       ..
ZONE-1 = ZONE
     ZONE-TYPE    = CONDITIONED
     ZONE-CONTROL  = Z-CONTROL1
     SIZING-OPTION = ADJUST-LOADS    ..
$ ---------- SYSTEM DESCRIPTION ----------$
S-CONTROL1 = SYSTEM-CONTROL
     MAX-SUPPLY-T = 24     HEATING-SCHEDULE = H-OFF-SCH
     MIN-SUPPLY-T = 18     COOLING-SCHEDULE = C-ON-SCH     ..
 SYS-1 = SYSTEM
     SYSTEM-TYPE = RESYS     SYSTEM-CONTROL = S-CONTROL1
     HEAT-SOURCE = ELECTRIC   SIZING-RATIO   = 1.0
     ZONE-NAMES  = (ZONE-1)      ..
PLANT-1 = PLANT-ASSIGNMENT
     SYSTEM-NAMES = (SYS-1)      ..
SYSTEMS-REPORT
     VERIFICATION = (SV-A)
     SUMMARY     = (SS-A,SS-C,SS-F,SS-J,SS-O)    ..

$ ---------- SYSTEM HOURLY REPORT ----------$
HR-SCH-1 = SCHEDULE
     THRU DEC 31   (ALL) (1,24) (1)       ..
SRB-1 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = GLOBAL
     VARIABLE-LIST = (7,8)     .. $ outside wet-bulb , outside dry-bulb $
SRB-2 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = ZONE-1
     VARIABLE-LIST = (6)      .. $ current hour zone temp $
SRB-3 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = SYS-1
     VARIABLE-LIST = (47)     .. $ electric input to cooling $
SRB-4 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = ZONE-1
     VARIABLE-LIST = (1)    .. $ sensible load at constant temperature $
SYS-HR = HOURLY-REPORT
     REPORT-SCHEDULE = HR-SCH-1
     REPORT-BLOCK    = (SRB-1,SRB-2,SRB-3,SRB-4)      ..

END             ..
COMPUTE SYSTEMS    ..
STOP            ..
```

```
INPUT LOADS
    INPUT-UNITS = METRIC
    OUTPUT-UNITS = METRIC  ..

$ ———————— BUILDING DESCRIPTION ———————— $
$ CASE 1-4    UNCONDITIONED 24 HOURS
$ DIMENSION   10 x 10 x 2.7 M.
$ WALL        TYPE A-2 : PLASTER 5 mm.+ LW-CONC. 7.5 cm. + PLASTER 5 mm.
$ MATERIAL    PLASTER   CONDUCTIVITY   0.274  W/M-C   (0.274 W/M-K)
$               DENSITY        1104  KG/M3
$               SPECIFIC HEAT   0.18  KCAL/KG-C (753.08 J/KG-K)
$               THICKNESS      0.005  M.
$         LW-CONC.  CONDUCTIVITY   0.089  W/M-C   (0.089 W/M-K)
$               DENSITY        600  KG/M3
$               SPECIFIC HEAT   0.19  KCAL/KG-C (794.92 J/KG-K)
$               THICKNESS      0.075  M.
$ ROOF&FLOOR   U = 0.05 W/M2-C
$ INTERNAL LOAD: NO PEOPLE , NO LIGHTING , NO EQUIPMENT AND NO INFILTRATION
TITLE  LINE-1 *WALL TYPE A-2*
    LINE-3 *PLASTER 5mm.+LW-CONC 7.5cm.+PLASTER 5mm.*
    LINE-5 *CASE1-4 UNCONDITIONED 24 HOURS*  ..

ABORT ERRORS  ..
DIAGNOSTIC COMMENTS  ..
RUN-PERIOD  JAN 1 1985 THRU DEC 31 1985  ..

$ ———————— BUILDING LOCATION : BANGKOK , THAILAND ———————— $
BUILDING-LOCATION   LATITUDE = 13.44   LONGITUDE = -100.6
              ALTITUDE = 2.02   TIME-ZONE = -7
              AZIMUTH = 0   ..
$ ———————— CONSTRUCTION & MATERIALS INFORMATION ———————— $
$       MATERIALS
PLASTER-1 = MATERIAL
      THICKNESS  = 0.005        CONDUCTIVITY  = 0.274
      DENSITY    = 1104         SPECIFIC-HEAT = 753.08   ..
LW.CONC-1 = MATERIAL
      THICKNESS  = 0.075        CONDUCTIVITY  = 0.089
      DENSITY    = 600          SPECIFIC-HEAT = 794.92   ..
$       LAYERS
P.LW-1 = LAYERS
    MATERIAL  = (PLASTER-1,LW.CONC-1,PLASTER-1)
    THICKNESS = (0.005,0.075,0.005)
    INSIDE-FILM-RES = 0.12   ..
$       CONSTRUCTION
WALL-1 = CONSTRUCTION
    LAYERS = P.LW-1        ABSORPTANCE = 0.40  $ white paint $
    ROUGHNESS  = 3         ..
ROOF-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05         ABSORPTANCE = 0.65  $ uncolored concrete $
    ROUGHNESS  = 3         ..
FLOOR-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05         ..
INT-W = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05         ..

$ ———————— SPACE CONDITIONS ———————— $
SPACE-1  = SPACE-CONDITIONS
    TEMPERATURE = (25)
    INF-METHOD  = NONE    ZONE-TYPE  = CONDITIONED  ..
```

```
$ ———————— SPACES & SURFACES ———————— $
ZONE-1 = SPACE
    X = 0   Y =0   Z = 0          AREA = 100   VOLUME = 270   AZIMUTH = 0
    SPACE-CONDITIONS = SPACE-1      ..
NORTH-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1          X = 10   Y = 10   Z = 0
    HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10
    AZIMUTH = 0       TILT  = 90    ..
EAST-W  = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1          X = 10   Y = 0    Z = 0
    HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10
    AZIMUTH = 90      TILT  = 90    ..
SOUTH-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1          X = 0    Y = 0    Z = 0
    HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10
    AZIMUTH = 180     TILT  = 90    ..
WEST-W  = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1          X = 0    Y = 10   Z = 0
    HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10
    AZIMUTH = 270     TILT  = 90    ..
ROOF-1  = ROOF
    CONSTRUCTION = ROOF-SLAB       X = 0    Y = 0    Z = 2.7
    HEIGHT  = 10      WIDTH = 10          AZIMUTH = 180     TILT  = 0     ..
FLOOR-1 = UNDERGROUND-FLOOR
    CONSTRUCTION = FLOOR-SLAB           AREA = 11.64      TILT = 180    ..
LOADS-REPORT   VERIFICATION = (LV-C,LV-D,LV-I)
        SUMMARY     = (LS-A,LS-D)    ..

$ ———————— LOADS HOURLY REPORT ———————— $
LHR-SCH-1 = SCHEDULE
    THRU DEC 31  (ALL) (1,24) (1)      ..
LRB-1 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = BUILDING
    VARIABLE-LIST = (21)      ..   $ building wall cooling load $
L-HR  = HOURLY-REPORT
    REPORT-SCHEDULE = LHR-SCH-1
    REPORT-BLOCK   = (LRB-1)     ..

END   ..
COMPUTE LOADS    ..

$ ———————— SYSTEM INPUT ———————— $
INPUT SYSTEMS
   INPUT-UNITS  = METRIC
   OUTPUT-UNITS = METRIC    ..
$ ———————— SCHEDULE ———————— $
$ SCHEDULE FOR HEAT-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ HEATING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE  (NO OPERATION)
D-H-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (12)    ..
W-H-SP = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-H-SP   ..
H-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-SP    ..

$ SCHEDULE FOR COOL-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ COOLING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE  (NO OPERATION)
D-C-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (32)    ..
W-C-SP = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-SP   ..
C-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-SP    ..
$ SCHEDULE FOR HEATING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ HEATING IS SHUTDOWN
```

```
D-H-OFF = DAY-SCHEDULE  (1,24) (0)    ..
W-H-OFF = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-H-OFF  ..
H-OFF-SCH = SCHEDULE    THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-OFF  ..
$ SCHEDULE FOR COOLING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ COOLING IS SHUTDOWN
D-C-ON = DAY-SCHEDULE   (1,24) (0)    ..
W-C-ON = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-ON   ..
C-ON-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-ON   ..

$ ---------- ZONE DESCRIPTION ---------- $
Z-CONTROL1 = ZONE-CONTROL
    DESIGN-HEAT-T = 12     HEAT-TEMP-SCH = H-SP-SCH
    DESIGN-COOL-T = 32     COOL-TEMP-SCH = C-SP-SCH
    BASEBOARD-CTRL  = OUTDOOR-RESET
    THERMOSTAT-TYPE  = PROPORTIONAL
    THROTTLING-RANGE = 1.112      ..
ZONE-1 = ZONE
    ZONE-TYPE    = CONDITIONED
    ZONE-CONTROL  = Z-CONTROL1
    SIZING-OPTION = ADJUST-LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM DESCRIPTION ---------- $
S-CONTROL1 = SYSTEM-CONTROL
    MAX-SUPPLY-T = 24     HEATING-SCHEDULE = H-OFF-SCH
    MIN-SUPPLY-T = 18     COOLING-SCHEDULE = C-ON-SCH     ..
SYS-1 = SYSTEM
    SYSTEM-TYPE = RESYS     SYSTEM-CONTROL = S-CONTROL1
    HEAT-SOURCE = ELECTRIC  SIZING-RATIO  = 1.0
    ZONE-NAMES  = (ZONE-1)      ..
PLANT-1 = PLANT-ASSIGNMENT
    SYSTEM-NAMES = (SYS-1)      ..

SYSTEMS-REPORT
    VERIFICATION = (SV-A)
    SUMMARY     = (SS-A,SS-C,SS-F,SS-J,SS-O)    ..

$ ---------- SYSTEM HOURLY REPORT ---------- $
HR-SCH-1 = SCHEDULE
    THRU DEC 31   (ALL) (1,24) (1)       ..
SRB-1 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = GLOBAL
    VARIABLE-LIST = (7,8)     .. $ outside wet-bulb , outside dry-bulb $
SRB-2 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = ZONE-1
    VARIABLE-LIST = (6)     .. $ current hour zone temp $
SRB-3 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = SYS-1
    VARIABLE-LIST = (47)     .. $ electric input to cooling $
SRB-4 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = ZONE-1
    VARIABLE-LIST = (1)    .. $ sensible load at constant temperature $

SYS-HR = HOURLY-REPORT
    REPORT-SCHEDULE = HR-SCH-1
    REPORT-BLOCK   = (SRB-1,SRB-2,SRB-3,SRB-4)      ..

END             ..
COMPUTE SYSTEMS    ..
STOP            ..
```

```
INPUT LOADS
    INPUT-UNITS = METRIC
    OUTPUT-UNITS = METRIC   ..

$ ———————— BUILDING DESCRIPTION ———————— $
$ CASE 1-5    UNCONDITIONED 24 HOURS
$ DIMENSION   10 x 10 x 2.7 M.
$ WALL        TYPE B-2 : PLASTER 1 cm.+ LW-CONC. 17 cm.+ PLASTER 1 cm.
$ MATERIAL    PLASTER   CONDUCTIVITY   0.063  W/M-C    (0.063 W/M-K)
$               DENSITY         300  KG/M3
$               SPECIFIC HEAT   0.18  KCAL/KG-C (753.08 J/KG-K)
$               THICKNESS       0.01  M.
$         LW-CONC.  CONDUCTIVITY   0.303  W/M-C    (0.303 W/M-K)
$               DENSITY         960  KG/M3
$               SPECIFIC HEAT   0.19  KCAL/KG-C (794.92 J/KG-K)
$               THICKNESS       0.17  M.
$ ROOF&FLOOR   U = 0.05 W/M2-C
$ INTERNAL LOAD: NO PEOPLE , NO LIGHTING , NO EQUIPMENT AND NO INFILTRATION
TITLE  LINE-1 *WALL TYPE B-2*
    LINE-3 *PLASTER 1cm.+LW-CONC 17cm.+PLASTER 1cm.*
    LINE-5 *CASE1-5 UNCONDITIONED 24 HOURS*   ..

ABORT ERRORS    ..
DIAGNOSTIC COMMENTS    ..
RUN-PERIOD   JAN 1 1985 THRU DEC 31 1985    ..

$ ———————— BUILDING LOCATION : BANGKOK , THAILAND ———————— $
BUILDING-LOCATION    LATITUDE = 13.44    LONGITUDE = -100.6
              ALTITUDE = 2.02    TIME-ZONE = -7
              AZIMUTH = 0        ..
$ ———————— CONSTRUCTION & MATERIALS INFORMATION ———————— $
$         MATERIALS
PLASTER-2 = MATERIAL
      THICKNESS   = 0.01          CONDUCTIVITY  = 0.063
      DENSITY     = 300           SPECIFIC-HEAT = 753.08    ..
LW.CONC-2 = MATERIAL
      THICKNESS   = 0.17          CONDUCTIVITY  = 0.303
      DENSITY     = 960           SPECIFIC-HEAT = 794.92    ..
$         LAYERS
P.LW-2 = LAYERS
    MATERIAL  = (PLASTER-2,LW.CONC-2,PLASTER-2)
    THICKNESS = (0.01,0.17,0.01)          INSIDE-FILM-RES = 0.12    ..
$         CONSTRUCTION
WALL-1 = CONSTRUCTION
    LAYERS = P.LW-2
    ABSORPTANCE  = 0.40   $ white paint $
    ROUGHNESS    = 3          ..
ROOF-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05
    ABSORPTANCE  = 0.65   $ uncolored concrete $
    ROUGHNESS    = 3          ..
FLOOR-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05          ..
INT-W  = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05          ..
$ ———————— SPACE CONDITIONS ———————— $
SPACE-1  = SPACE-CONDITIONS
    TEMPERATURE  = (25)
    INF-METHOD   = NONE     ZONE-TYPE   = CONDITIONED   ..
```

ผนัง B-2 : สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ

```
$ ---------- SPACES & SURFACES ----------$
ZONE-1 = SPACE
    X = 0   Y =0   Z = 0          AREA = 100   VOLUME = 270   AZIMUTH = 0
    SPACE-CONDITIONS = SPACE-1      ..
NORTH-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1        X = 10   Y = 10   Z = 0
    HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 0      TILT  = 90     ..
EAST-W  = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1        X = 10   Y = 0    Z = 0
    HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 90     TILT  = 90     ..
SOUTH-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1        X = 0    Y = 0    Z = 0
    HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 180    TILT  = 90
WEST-W  = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1        X = 0    Y = 10   Z = 0
    HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 270    TILT  = 90     ..
ROOF-1  = ROOF
    CONSTRUCTION = ROOF-SLAB        X = 0    Y = 0    Z = 2.7
    HEIGHT  = 10      WIDTH = 10      AZIMUTH = 180    TILT  = 0      ..
FLOOR-1 = UNDERGROUND-FLOOR
    CONSTRUCTION = FLOOR-SLAB       AREA = 11.64     TILT = 180     ..
LOADS-REPORT  VERIFICATION = (LV-C,LV-D,LV-I)
        SUMMARY     = (LS-A,LS-D)    ..

$ ---------- LOADS HOURLY REPORT ----------$
LHR-SCH-1 = SCHEDULE
    THRU DEC 31  (ALL) (1,24) (1)      ..
LRB-1 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = BUILDING
    VARIABLE-LIST = (21)      ..   $ building wall cooling load $
L-HR  = HOURLY-REPORT
    REPORT-SCHEDULE = LHR-SCH-1
    REPORT-BLOCK    = (LRB-1)     ..

END   ..
COMPUTE LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM INPUT ----------$
INPUT SYSTEMS
   INPUT-UNITS  = METRIC
   OUTPUT-UNITS = METRIC     ..

$ ---------- SCHEDULE ----------$
$ SCHEDULE FOR HEAT-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ HEATING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE  (NO OPERATION)
D-H-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (12)    ..
W-H-SP = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-H-SP   ..
H-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-SP   ..
$ SCHEDULE FOR COOL-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ COOLING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE  (NO OPERATION)
D-C-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (32)    ..
W-C-SP = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-SP   ..
C-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-SP   ..
$ SCHEDULE FOR HEATING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ HEATING IS SHUTDOWN
D-H-OFF = DAY-SCHEDULE  (1,24) (0)     ..
W-H-OFF = WEEK-SCHEDULE (ALL) D-H-OFF  ..
H-OFF-SCH = SCHEDULE    THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-OFF  ..
$ SCHEDULE FOR COOLING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
```

```
$ COOLING IS SHUTDOWN
D-C-ON = DAY-SCHEDULE   (1,24) (0)     ..
W-C-ON = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-ON   ..
C-ON-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-ON   ..

$ ---------- ZONE DESCRIPTION ----------$
Z-CONTROL1 = ZONE-CONTROL
     DESIGN-HEAT-T = 12     HEAT-TEMP-SCH = H-SP-SCH
     DESIGN-COOL-T = 32     COOL-TEMP-SCH = C-SP-SCH
     BASEBOARD-CTRL  = OUTDOOR-RESET
     THERMOSTAT-TYPE  = PROPORTIONAL
     THROTTLING-RANGE = 1.112       ..
ZONE-1 = ZONE
     ZONE-TYPE    = CONDITIONED
     ZONE-CONTROL  = Z-CONTROL1
     SIZING-OPTION = ADJUST-LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM DESCRIPTION ----------$
S-CONTROL1 = SYSTEM-CONTROL
     MAX-SUPPLY-T = 24     HEATING-SCHEDULE = H-OFF-SCH
     MIN-SUPPLY-T = 18     COOLING-SCHEDULE = C-ON-SCH     ..
SYS-1 = SYSTEM
     SYSTEM-TYPE = RESYS     SYSTEM-CONTROL = S-CONTROL1
     HEAT-SOURCE = ELECTRIC  SIZING-RATIO  = 1.0
     ZONE-NAMES  = (ZONE-1)      ..
PLANT-1 = PLANT-ASSIGNMENT
     SYSTEM-NAMES = (SYS-1)      ..
SYSTEMS-REPORT
     VERIFICATION = (SV-A)
     SUMMARY      = (SS-A,SS-C,SS-F,SS-J,SS-O)    ..

$ ---------- SYSTEM HOURLY REPORT ----------$
HR-SCH-1 = SCHEDULE
     THRU DEC 31   (ALL) (1,24) (1)       ..
SRB-1 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = GLOBAL
     VARIABLE-LIST = (7,8)     .. $ outside wet-bulb , outside dry-bulb $
SRB-2 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = ZONE-1
     VARIABLE-LIST = (6)      .. $ current hour zone temp $
SRB-3 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = SYS-1
     VARIABLE-LIST = (47)     .. $ electric input to cooling $
SRB-4 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = ZONE-1
     VARIABLE-LIST = (1)   .. $ sensible load at constant temperature $

SYS-HR = HOURLY-REPORT
     REPORT-SCHEDULE = HR-SCH-1
     REPORT-BLOCK   = (SRB-1,SRB-2,SRB-3,SRB-4)      ..


END             ..
COMPUTE SYSTEMS     ..
STOP            ..
```

```
INPUT LOADS
    INPUT-UNITS = METRIC
    OUTPUT-UNITS = METRIC   ..

$ ———————— BUILDING DESCRIPTION ———————— $
$ CASE 1-6    UNCONDITIONED 24 HOURS
$ DIMENSION   10 x 10 x 2.7 M.
$ WALL        TYPE C-2 : PLASTER 1 cm.+ LW-CONC. 27 cm.+ PLASTER 1 cm.
$ MATERIAL    PLASTER   CONDUCTIVITY   0.063  W/M-C   (0.063 W/M-K)
$               DENSITY        300  KG/M3
$               SPECIFIC HEAT   0.18  KCAL/KG-C (753.08 J/KG-K)
$               THICKNESS      0.01  M.
$         LW-CONC.  CONDUCTIVITY   0.476  W/M-C   (0.476 W/M-K)
$               DENSITY        1280  KG/M3
$               SPECIFIC HEAT   0.19  KCAL/KG-C (794.92 J/KG-K)
$               THICKNESS      0.27  M.
$ ROOF&FLOOR   U = 0.05 W/M2-C
$ INTERNAL LOAD: NO PEOPLE , NO LIGHTING , NO EQUIPMENT AND NO INFILTRATION
TITLE  LINE-1 "WALL TYPE C-2"
    LINE-3 "PLASTER 1cm.+LW-CONC 27 cm.+PLASTER 1cm."
    LINE-5 "CASE1-6 UNCONDITIONED 24 HOURS"   ..

ABORT ERRORS    ..
DIAGNOSTIC COMMENTS    ..
RUN-PERIOD   JAN 1 1985 THRU DEC 31 1985    ..

$ ———————— BUILDING LOCATION : BANGKOK , THAILAND ———————— $
BUILDING-LOCATION    LATITUDE = 13.44    LONGITUDE = -100.6
            ALTITUDE = 2.02    TIME-ZONE = -7
            AZIMUTH = 0        ..
$ ———————— CONSTRUCTION & MATERIALS INFORMATION ———————— $
$         MATERIALS
PLASTER-3 = MATERIAL
      THICKNESS   = 0.01          CONDUCTIVITY  = 0.063
      DENSITY     = 300           SPECIFIC-HEAT = 753.08      ..
LW.CONC-3 = MATERIAL
      THICKNESS   = 0.27          CONDUCTIVITY  = 0.476
      DENSITY     = 1280          SPECIFIC-HEAT = 794.92      ..
$         LAYERS
P.LW-3 = LAYERS
    MATERIAL  = (PLASTER-3,LW.CONC-3,PLASTER-3)
    THICKNESS = (0.01,0.27,0.01)        INSIDE-FILM-RES = 0.12      ..
$         CONSTRUCTION
WALL-1 = CONSTRUCTION
    LAYERS = P.LW-3
    ABSORPTANCE  = 0.40   $ white paint $          ROUGHNESS   = 3          ..
ROOF-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05
    ABSORPTANCE  = 0.65   $ uncolored concrete $          ROUGHNESS   = 3          ..
FLOOR-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05          ..
INT-W  = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05          ..

$ ———————— SPACE CONDITIONS ———————— $
SPACE-1  = SPACE-CONDITIONS
    TEMPERATURE  = (25)
    INF-METHOD   = NONE     ZONE-TYPE   = CONDITIONED   ..
```

```
$ ---------- SPACES & SURFACES ----------$
ZONE-1 = SPACE
    X = 0   Y = 0   Z = 0
    AREA = 100   VOLUME = 270   AZIMUTH = 0
    SPACE-CONDITIONS = SPACE-1      ..
NORTH-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1       X = 10   Y = 10   Z = 0
    HEIGHT = 2.7    WIDTH = 10    AZIMUTH = 0     TILT = 90    ..
EAST-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1       X = 10   Y = 0   Z = 0
    HEIGHT = 2.7    WIDTH = 10    AZIMUTH = 90    TILT = 90    ..
SOUTH-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1       X = 0   Y = 0   Z = 0
    HEIGHT = 2.7    WIDTH = 10    AZIMUTH = 180    TILT = 90    ..
WEST-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1       X = 0   Y = 10   Z = 0
    HEIGHT = 2.7    WIDTH = 10    AZIMUTH = 270    TILT = 90    ..
ROOF-1 = ROOF
    CONSTRUCTION = ROOF-SLAB      X = 0   Y = 0   Z = 2.7
    HEIGHT = 10    WIDTH = 10    AZIMUTH = 180    TILT = 0    ..
FLOOR-1 = UNDERGROUND-FLOOR
    CONSTRUCTION = FLOOR-SLAB
    AREA = 11.64    TILT = 180    ..
LOADS-REPORT   VERIFICATION = (LV-C,LV-D,LV-I)
        SUMMARY    = (LS-A,LS-D)    ..

$ ---------- LOADS HOURLY REPORT ----------$
LHR-SCH-1 = SCHEDULE
    THRU DEC 31  (ALL) (1,24) (1)      ..
LRB-1 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = BUILDING
    VARIABLE-LIST = (21)      .. $ building wall cooling load $
L-HR  = HOURLY-REPORT
    REPORT-SCHEDULE = LHR-SCH-1
    REPORT-BLOCK   = (LRB-1)    ..

END  ..
COMPUTE LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM INPUT ----------$
INPUT SYSTEMS
   INPUT-UNITS  = METRIC
   OUTPUT-UNITS = METRIC    ..
$ ---------- SCHEDULE ----------$
$ SCHEDULE FOR HEAT-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ HEATING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE  (NO OPERATION)
D-H-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (12)    ..
W-H-SP = WEEK-SCHEDULE   (ALL) D-H-SP    ..
H-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31    WEEK-SCHEDULE = W-H-SP    ..
$ SCHEDULE FOR COOL-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ COOLING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE  (NO OPERATION)
D-C-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (32)    ..
W-C-SP = WEEK-SCHEDULE   (ALL) D-C-SP    ..
C-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31    WEEK-SCHEDULE = W-C-SP    ..
$ SCHEDULE FOR HEATING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ HEATING IS SHUTDOWN
D-H-OFF = DAY-SCHEDULE   (1,24) (0)    ..
W-H-OFF = WEEK-SCHEDULE   (ALL) D-H-OFF    ..
H-OFF-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31    WEEK-SCHEDULE = W-H-OFF    ..
```

```
$ SCHEDULE FOR COOLING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ COOLING IS SHUTDOWN
D-C-ON = DAY-SCHEDULE   (1,24) (0)    ..
W-C-ON = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-ON  ..
C-ON-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-ON   ..

$ ---------- ZONE DESCRIPTION ---------- $
Z-CONTROL1 = ZONE-CONTROL
     DESIGN-HEAT-T = 12     HEAT-TEMP-SCH = H-SP-SCH
     DESIGN-COOL-T = 32     COOL-TEMP-SCH = C-SP-SCH
     BASEBOARD-CTRL  = OUTDOOR-RESET
     THERMOSTAT-TYPE  = PROPORTIONAL
     THROTTLING-RANGE = 1.112       ..
ZONE-1 = ZONE
     ZONE-TYPE    = CONDITIONED
     ZONE-CONTROL  = Z-CONTROL1
     SIZING-OPTION = ADJUST-LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM DESCRIPTION ---------- $
S-CONTROL1 = SYSTEM-CONTROL
     MAX-SUPPLY-T = 24      HEATING-SCHEDULE = H-OFF-SCH
     MIN-SUPPLY-T = 18      COOLING-SCHEDULE = C-ON-SCH     ..

SYS-1 = SYSTEM
     SYSTEM-TYPE = RESYS     SYSTEM-CONTROL = S-CONTROL1
     HEAT-SOURCE = ELECTRIC  SIZING-RATIO  = 1.0
     ZONE-NAMES  = (ZONE-1)      ..
PLANT-1 = PLANT-ASSIGNMENT
     SYSTEM-NAMES = (SYS-1)      ..
SYSTEMS-REPORT
     VERIFICATION = (SV-A)
     SUMMARY     = (SS-A,SS-C,SS-F,SS-J,SS-O)    ..

$ ---------- SYSTEM HOURLY REPORT ---------- $
HR-SCH-1 = SCHEDULE
     THRU DEC 31   (ALL) (1,24) (1)       ..
SRB-1 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = GLOBAL
     VARIABLE-LIST = (7,8)     .. $ outside wet-bulb , outside dry-bulb $
SRB-2 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = ZONE-1
     VARIABLE-LIST = (6)       .. $ current hour zone temp $
SRB-3 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = SYS-1
     VARIABLE-LIST = (47)      .. $ electric input to cooling $
SRB-4 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = ZONE-1
     VARIABLE-LIST = (1)    .. $ sensible load at constant temperature $
SYS-HR = HOURLY-REPORT
     REPORT-SCHEDULE = HR-SCH-1
     REPORT-BLOCK    = (SRB-1,SRB-2,SRB-3,SRB-4)      ..

END             ..
COMPUTE SYSTEMS     ..
STOP            ..
```

```
INPUT LOADS
    INPUT-UNITS = METRIC
    OUTPUT-UNITS = METRIC   ..

$ ———————— BUILDING DESCRIPTION ———————— $
$ CASE 2-1    AIR-CONDITIONED 24 HOURS
$ DIMENSION   10 x 10 x 2.7 M.
$ WALL        TYPE A-1 : HARDWOOD 12 mm.
$ MATERIAL    HARDWOOD  CONDUCTIVITY   0.138  W/M-C    ( 0.138 W/M-K )
$             DENSITY        720  KG/M3
$             SPECIFIC HEAT   0.30  KCAL/KG-C ( 1255.15 J/KG-K )
$             THICKNESS      0.012  M.
$ ROOF&FLOOR   U = 0.05 W/M2-C
$ INTERNAL LOAD: NO PEOPLE , NO LIGHTING , NO EQUIPMENT AND NO INFILTRATION
TITLE  LINE-1 *WALL TYPE A-1*
    LINE-3 *HARDWOOD 12 mm.*
    LINE-5 *CASE2-1 AIR-CONDITIONED 24 HOURS*   ..
ABORT ERRORS    ..
DIAGNOSTIC COMMENTS    ..
RUN-PERIOD   JAN 1 1985 THRU DEC 31 1985    ..

$ ———————— BUILDING LOCATION : BANGKOK , THAILAND ———————— $
BUILDING-LOCATION    LATITUDE = 13.44    LONGITUDE = -100.6
            ALTITUDE = 2.02    TIME-ZONE = -7
            AZIMUTH  = 0        ..
$ ———————— CONSTRUCTION & MATERIALS INFORMATION ———————— $
$          CONSTRUCTION
WALL-1 = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 4.83          ABSORPTANCE  = 0.40   $ white paint $
    ROUGHNESS   = 3             ..
ROOF-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05          ABSORPTANCE  = 0.65   $ uncolored concrete $
    ROUGHNESS   = 3             ..
FLOOR-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05              ..
INT-W  = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05              ..

$ ———————— SPACE CONDITIONS ———————— $
SPACE-1  = SPACE-CONDITIONS
    TEMPERATURE  = (25)
    INF-METHOD   = NONE    ZONE-TYPE   = CONDITIONED    ..
$ ———————— SPACES & SURFACES ———————— $
ZONE-1 = SPACE
    X = 0   Y = 0   Z = 0       AREA = 100   VOLUME = 270  AZIMUTH = 0
    SPACE-CONDITIONS = SPACE-1      ..
NORTH-W = EXTERIOR-WALL
     CONSTRUCTION = WALL-1      X = 10  Y = 10   Z = 0
     HEIGHT  = 2.7    WIDTH = 10      AZIMUTH = 0      TILT  = 90    ..
EAST-W  = EXTERIOR-WALL
     CONSTRUCTION = WALL-1      X = 10  Y = 0    Z = 0
     HEIGHT  = 2.7    WIDTH = 10      AZIMUTH = 90     TILT  = 90    ..
SOUTH-W = EXTERIOR-WALL
     CONSTRUCTION = WALL-1      X = 0   Y = 0    Z = 0
     HEIGHT  = 2.7    WIDTH = 10      AZIMUTH = 180    TILT  = 90    ..
WEST-W  = EXTERIOR-WALL
     CONSTRUCTION = WALL-1      X = 0   Y = 10   Z = 0
     HEIGHT  = 2.7    WIDTH = 10      AZIMUTH = 270    TILT  = 90    ..
```

ผนัง A-1 : สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชม.

```
ROOF-1 = ROOF
     CONSTRUCTION = ROOF-SLAB      X = 0   Y = 0   Z = 2.7
     HEIGHT = 10      WIDTH = 10      AZIMUTH = 180     TILT = 0    ..
FLOOR-1 = UNDERGROUND-FLOOR
     CONSTRUCTION = FLOOR-SLAB
     AREA = 11.64      TILT = 180    ..
LOADS-REPORT   VERIFICATION = (LV-C,LV-D,LV-I)
          SUMMARY    = (LS-A,LS-D)    ..

$ ---------- LOADS HOURLY REPORT ---------- $
LHR-SCH-1 = SCHEDULE
    THRU DEC 31  (ALL) (1,24) (1)      ..
LRB-1 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = BUILDING
    VARIABLE-LIST = (21)      ..   $ building wall cooling load $
L-HR = HOURLY-REPORT
    REPORT-SCHEDULE = LHR-SCH-1
    REPORT-BLOCK   = (LRB-1)     ..

END   ..
COMPUTE LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM INPUT ---------- $
INPUT SYSTEMS
   INPUT-UNITS  = METRIC
   OUTPUT-UNITS = METRIC    ..
$ ---------- SCHEDULE ---------- $
$ SCHEDULE FOR HEAT-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ HEATING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE  (NO OPERATION)
D-H-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (12)    ..
W-H-SP = WEEK-SCHEDULE   (ALL) D-H-SP    ..
H-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31    WEEK-SCHEDULE = W-H-SP    ..
$ SCHEDULE FOR COOL-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ COOLING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE
D-C-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (25)    ..
W-C-SP = WEEK-SCHEDULE   (ALL) D-C-SP    ..
C-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31    WEEK-SCHEDULE = W-C-SP    ..
$ SCHEDULE FOR HEATING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ HEATING IS SHUTDOWN
D-H-OFF = DAY-SCHEDULE   (1,24) (0)    ..
W-H-OFF = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-H-OFF    ..
H-OFF-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31    WEEK-SCHEDULE = W-H-OFF    ..
$ SCHEDULE FOR COOLING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ COOLING IS ALWAYS ON
D-C-ON = DAY-SCHEDULE   (1,24) (1)    ..
W-C-ON = WEEK-SCHEDULE   (ALL) D-C-ON    ..
C-ON-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31    WEEK-SCHEDULE = W-C-ON    ..

$ ---------- ZONE DESCRIPTION ---------- $
Z-CONTROL1 = ZONE-CONTROL
     DESIGN-HEAT-T = 12     HEAT-TEMP-SCH = H-SP-SCH
     DESIGN-COOL-T = 25     COOL-TEMP-SCH = C-SP-SCH
     BASEBOARD-CTRL   = OUTDOOR-RESET      THERMOSTAT-TYPE  = PROPORTIONAL
     THROTTLING-RANGE = 1.112      ..
ZONE-1 = ZONE
    ZONE-TYPE    = CONDITIONED      ZONE-CONTROL  = Z-CONTROL1
    SIZING-OPTION = ADJUST-LOADS    ..
$ ---------- SYSTEM DESCRIPTION ---------- $
S-CONTROL1 = SYSTEM-CONTROL
```

```
    MAX-SUPPLY-T = 24     HEATING-SCHEDULE = H-OFF-SCH
    MIN-SUPPLY-T = 18     COOLING-SCHEDULE = C-ON-SCH     ..
SYS-1 = SYSTEM
    SYSTEM-TYPE = RESYS     SYSTEM-CONTROL = S-CONTROL1
    HEAT-SOURCE = ELECTRIC  SIZING-RATIO  = 1.0
    ZONE-NAMES  = (ZONE-1)      ..
PLANT-1 = PLANT-ASSIGNMENT
    SYSTEM-NAMES = (SYS-1)      ..

SYSTEMS-REPORT
    VERIFICATION = (SV-A)
    SUMMARY     = (SS-A,SS-C,SS-F,SS-J,SS-O)    ..

$ ---------- SYSTEM HOURLY REPORT ---------- $
HR-SCH-1 = SCHEDULE
    THRU DEC 31   (ALL) (1,24) (1)      ..
SRB-1 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = GLOBAL
    VARIABLE-LIST = (7,8)     .. $ outside wet-bulb , outside dry-bulb $
SRB-2 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = ZONE-1
    VARIABLE-LIST = (6)     .. $ current hour zone temp $
SRB-3 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = SYS-1
    VARIABLE-LIST = (47)     .. $ electric input to cooling $
SRB-4 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = ZONE-1
    VARIABLE-LIST = (1)   .. $ sensible load at constant temperature $
SYS-HR = HOURLY-REPORT
    REPORT-SCHEDULE = HR-SCH-1
    REPORT-BLOCK   = (SRB-1,SRB-2,SRB-3,SRB-4)     ..


END         ..
COMPUTE SYSTEMS    ..
STOP        ..
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
INPUT LOADS
    INPUT-UNITS  = METRIC
    OUTPUT-UNITS = METRIC   ..

$ ---------- BUILDING DESCRIPTION ---------- $
$ CASE 2-2    AIR-CONDITIONED 24 HOURS
$ DIMENSION   10 x 10 x 2.7 M.
$ WALL        TYPE B-1 : MORTAR 8 mm.+ BRICK 7 cm.+ MORTAR 8 mm.
$ MATERIAL    MORTAR   CONDUCTIVITY   0.543  W/M-C   (0.543 W/M-K)
$             DENSITY        1568  KG/M3
$             SPECIFIC HEAT  0.20  KCAL/KG-C (836.76 J/KG-K)
$             THICKNESS      0.008  M.
$         BRICK   CONDUCTIVITY   1.211  W/M-C   (1.211 W/M-K)
$             DENSITY        1872  KG/M3
$             SPECIFIC HEAT  0.19  KCAL/KG-C (794.92 J/KG-K)
$             THICKNESS      0.07  M.
$ ROOF&FLOOR  U = 0.05 W/M2-C
$ INTERNAL LOAD: NO PEOPLE , NO LIGHTING , NO EQUIPMENT AND NO INFILTRATION
TITLE  LINE-1 "WALL TYPE B-1"
    LINE-3 "MORTAR 8 mm.+ BRICK 7 cm.+ MORTAR 8 mm."
    LINE-5 "CASE2-2 AIR-CONDITIONED 24 HOURS"   ..
ABORT ERRORS   ..
DIAGNOSTIC COMMENTS   ..
RUN-PERIOD   JAN 1 1985 THRU DEC 31 1985   ..

$ ---------- BUILDING LOCATION : BANGKOK , THAILAND ---------- $
BUILDING-LOCATION   LATITUDE = 13.44   LONGITUDE = -100.6
            ALTITUDE = 2.02   TIME-ZONE = -7
            AZIMUTH  = 0   ..
$ ---------- CONSTRUCTION & MATERIALS INFORMATION ---------- $
$         MATERIALS
MORTAR-1 = MATERIAL
    THICKNESS   = 0.008   CONDUCTIVITY  = 0.543
    DENSITY     = 1568    SPECIFIC-HEAT = 836.76   ..
BRICK-1 = MATERIAL
    THICKNESS   = 0.07    CONDUCTIVITY  = 1.211
    DENSITY     = 1872    SPECIFIC-HEAT = 794.92   ..
$         LAYERS
MB-1  = LAYERS
    MATERIAL  = (MORTAR-1,BRICK-1,MORTAR-1)
    THICKNESS = (0.008,0.07,0.008)   INSIDE-FILM-RES = 0.12   ..
$         CONSTRUCTION
WALL-1 = CONSTRUCTION
    LAYERS = MB-1   ABSORPTANCE  = 0.40   $ white paint $
    ROUGHNESS  = 3   ..
ROOF-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05   ABSORPTANCE  = 0.65   $ uncolored concrete $
    ROUGHNESS  = 3   ..
FLOOR-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05   ..
INT-W  = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05   ..
$ ---------- SPACE CONDITIONS ---------- $
SPACE-1  = SPACE-CONDITIONS
    TEMPERATURE = (25)
    INF-METHOD  = NONE   ZONE-TYPE  = CONDITIONED   ..
$ ---------- SPACES & SURFACES ---------- $
ZONE-1 = SPACE
    X = 0   Y =0   Z = 0   AREA = 100   VOLUME = 270   AZIMUTH = 0
```

ผนัง B-1 : สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชม.

```
    SPACE-CONDITIONS = SPACE-1      ..
NORTH-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1       X = 10  Y = 10  Z = 0
    HEIGHT  = 2.7    WIDTH = 10      AZIMUTH = 0      TILT  = 90    ..
EAST-W  = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1       X = 10  Y = 0   Z = 0
    HEIGHT  = 2.7    WIDTH = 10      AZIMUTH = 90     TILT  = 90    ..
SOUTH-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1       X = 0   Y = 0   Z = 0
    HEIGHT  = 2.7    WIDTH = 10      AZIMUTH = 180    TILT  = 90    ..
WEST-W  = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1       X = 0   Y = 10  Z = 0
    HEIGHT  = 2.7    WIDTH = 10      AZIMUTH = 270    TILT  = 90    ..
ROOF-1  = ROOF
    CONSTRUCTION = ROOF-SLAB      X = 0   Y = 0   Z = 2.7
    HEIGHT  = 10     WIDTH = 10      AZIMUTH = 180    TILT  = 0     ..
FLOOR-1 = UNDERGROUND-FLOOR
    CONSTRUCTION = FLOOR-SLAB     AREA = 11.64     TILT = 180    ..
LOADS-REPORT   VERIFICATION = (LV-C,LV-D,LV-I)
        SUMMARY    = (LS-A,LS-D)    ..

$ ---------- LOADS HOURLY REPORT ---------- $
LHR-SCH-1 = SCHEDULE
    THRU DEC 31  (ALL) (1,24) (1)      ..
LRB-1 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = BUILDING
    VARIABLE-LIST = (21)      ..   $ building wall cooling load $
L-HR  = HOURLY-REPORT
    REPORT-SCHEDULE = LHR-SCH-1
    REPORT-BLOCK   = (LRB-1)    ..

END  ..
COMPUTE LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM INPUT ---------- $
INPUT SYSTEMS
   INPUT-UNITS  = METRIC
   OUTPUT-UNITS = METRIC    ..
$ ---------- SCHEDULE ---------- $
$ SCHEDULE FOR HEAT-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ HEATING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE  (NO OPERATION)
D-H-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (12)    ..
W-H-SP = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-H-SP   ..
H-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-SP   ..
$ SCHEDULE FOR COOL-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ COOLING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE
D-C-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (25)    ..
W-C-SP = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-SP   ..
C-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-SP   ..
$ SCHEDULE FOR HEATING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ HEATING IS SHUTDOWN
D-H-OFF = DAY-SCHEDULE  (1,24) (0)     ..
W-H-OFF = WEEK-SCHEDULE (ALL) D-H-OFF  ..
H-OFF-SCH = SCHEDULE    THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-OFF  ..
$ SCHEDULE FOR COOLING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ COOLING IS ALWAYS ON
D-C-ON = DAY-SCHEDULE   (1,24) (1)     ..
W-C-ON = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-ON   ..
C-ON-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-ON   ..
```

```
$ ---------- ZONE DESCRIPTION ---------- $
Z-CONTROL1 = ZONE-CONTROL
    DESIGN-HEAT-T = 12     HEAT-TEMP-SCH = H-SP-SCH
    DESIGN-COOL-T = 25     COOL-TEMP-SCH = C-SP-SCH
    BASEBOARD-CTRL  = OUTDOOR-RESET
    THERMOSTAT-TYPE  = PROPORTIONAL
    THROTTLING-RANGE = 1.112      ..
ZONE-1 = ZONE
    ZONE-TYPE    = CONDITIONED
    ZONE-CONTROL  = Z-CONTROL1
    SIZING-OPTION = ADJUST-LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM DESCRIPTION ---------- $
S-CONTROL1 = SYSTEM-CONTROL
    MAX-SUPPLY-T = 24     HEATING-SCHEDULE = H-OFF-SCH
    MIN-SUPPLY-T = 18     COOLING-SCHEDULE = C-ON-SCH    ..
SYS-1 = SYSTEM
    SYSTEM-TYPE = RESYS     SYSTEM-CONTROL = S-CONTROL1
    HEAT-SOURCE = ELECTRIC  SIZING-RATIO  = 1.0
    ZONE-NAMES  = (ZONE-1)      ..
PLANT-1 = PLANT-ASSIGNMENT
    SYSTEM-NAMES = (SYS-1)      ..

SYSTEMS-REPORT
    VERIFICATION = (SV-A)
    SUMMARY     = (SS-A,SS-C,SS-F,SS-J,SS-O)    ..

$ ---------- SYSTEM HOURLY REPORT ---------- $
HR-SCH-1 = SCHEDULE
    THRU DEC 31  (ALL) (1,24) (1)       ..
SRB-1 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = GLOBAL
    VARIABLE-LIST = (7,8)     .. $ outside wet-bulb , outside dry-bulb $
SRB-2 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = ZONE-1
    VARIABLE-LIST = (6)     .. $ current hour zone temp $
SRB-3 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = SYS-1
    VARIABLE-LIST = (47)     .. $ electric input to cooling $
SRB-4 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = ZONE-1
    VARIABLE-LIST = (1)    .. $ sensible load at constant temperature $
SYS-HR = HOURLY-REPORT
    REPORT-SCHEDULE = HR-SCH-1
    REPORT-BLOCK   = (SRB-1,SRB-2,SRB-3,SRB-4)     ..


END             ..
COMPUTE SYSTEMS    ..
STOP            ..
```

```
INPUT LOADS
    INPUT-UNITS = METRIC
    OUTPUT-UNITS = METRIC   ..

$ ---------- BUILDING DESCRIPTION ---------- $
$ CASE 2-3    AIR-CONDITIONED 24 HOURS
$ DIMENSION   10 x 10 x 2.7 M.
$ WALL        TYPE C-1 : CONCRETE 12.5 cm.
$ MATERIAL    CONCRETE  CONDUCTIVITY   1.442  W/M-C   (1.442 W/M-K)
$             DENSITY       2400  KG/M3
$             SPECIFIC HEAT   0.20  KCAL/KG-C (836.76 J/KG-K)
$             THICKNESS     0.125  M.
$ ROOF&FLOOR  U = 0.05 W/M2-C
$ INTERNAL LOAD: NO PEOPLE , NO LIGHTING , NO EQUIPMENT AND NO INFILTRATION
TITLE  LINE-1 "WALL TYPE C-1"
    LINE-3 "CONCRETE 12.5 cm."
    LINE-5 "CASE2-3 AIR-CONDITIONED 24 HOURS"   ..

ABORT ERRORS    ..
DIAGNOSTIC COMMENTS    ..
RUN-PERIOD   JAN 1 1985 THRU DEC 31 1985    ..

$ ---------- BUILDING LOCATION : BANGKOK , THAILAND ---------- $
BUILDING-LOCATION    LATITUDE = 13.44    LONGITUDE = -100.6
            ALTITUDE = 2.02    TIME-ZONE = -7
            AZIMUTH = 0        ..
$ ---------- CONSTRUCTION & MATERIALS INFORMATION ---------- $
$         MATERIALS
CONCRETE-1 = MATERIAL
    THICKNESS   = 0.125    CONDUCTIVITY  = 1.442
    DENSITY     = 2400     SPECIFIC-HEAT = 836.76    ..
$         LAYERS
CONC-1  = LAYERS
    MATERIAL = (CONCRETE-1)    THICKNESS = (0.125)
    INSIDE-FILM-RES = 0.12     ..
$         CONSTRUCTION
WALL-1 = CONSTRUCTION
    LAYERS = CONC-1    ABSORPTANCE = 0.40   $ white paint $
    ROUGHNESS  = 3             ..
ROOF-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05     ABSORPTANCE = 0.65   $ uncolored concrete $
    ROUGHNESS  = 3             ..
FLOOR-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05             ..
INT-W = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05             ..

$ ---------- SPACE CONDITIONS ---------- $
SPACE-1  = SPACE-CONDITIONS
    TEMPERATURE = (25)
    INF-METHOD  = NONE    ZONE-TYPE  = CONDITIONED    ..
$ ---------- SPACES & SURFACES ---------- $
ZONE-1 = SPACE
    X = 0   Y = 0   Z = 0     AREA = 100   VOLUME = 270   AZIMUTH = 0
    SPACE-CONDITIONS = SPACE-1      ..
NORTH-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1      X = 10   Y = 10   Z = 0
    HEIGHT = 2.7    WIDTH = 10     AZIMUTH = 0     TILT = 90    ..
EAST-W  = EXTERIOR-WALL
```

ผนัง C-1 : สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชม.

```
    CONSTRUCTION = WALL-1      X = 10   Y = 0    Z = 0
    HEIGHT  = 2.7    WIDTH = 10      AZIMUTH = 90     TILT  = 90    ..
SOUTH-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1      X = 0    Y = 0    Z = 0
    HEIGHT  = 2.7    WIDTH = 10      AZIMUTH = 180    TILT  = 90    ..
WEST-W  = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1      X = 0    Y = 10   Z = 0
    HEIGHT  = 2.7    WIDTH = 10      AZIMUTH = 270    TILT  = 90    ..
ROOF-1  = ROOF
    CONSTRUCTION = ROOF-SLAB      X = 0    Y = 0    Z = 2.7
    HEIGHT  = 10     WIDTH = 10      AZIMUTH = 180    TILT  = 0     ..
FLOOR-1 = UNDERGROUND-FLOOR
    CONSTRUCTION = FLOOR-SLAB
    AREA = 11.64     TILT = 180    ..
LOADS-REPORT   VERIFICATION = (LV-C,LV-D,LV-I)
        SUMMARY    = (LS-A,LS-D)    ..

$ ---------- LOADS HOURLY REPORT ---------- $
LHR-SCH-1 = SCHEDULE
    THRU DEC 31  (ALL) (1,24) (1)      ..
LRB-1 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = BUILDING
    VARIABLE-LIST = (21)      ..  $ building wall cooling load $
L-HR  = HOURLY-REPORT
    REPORT-SCHEDULE = LHR-SCH-1
    REPORT-BLOCK   = (LRB-1)    ..

END   ..
COMPUTE LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM INPUT ---------- $
INPUT SYSTEMS
   INPUT-UNITS  = METRIC
   OUTPUT-UNITS = METRIC    ..
$ ---------- SCHEDULE ---------- $
$ SCHEDULE FOR HEAT-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ HEATING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE  (NO OPERATION)
D-H-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (12)    ..
W-H-SP = WEEK-SCHEDULE   (ALL) D-H-SP    ..
H-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-SP    ..
$ SCHEDULE FOR COOL-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ COOLING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE
D-C-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (25)    ..
W-C-SP = WEEK-SCHEDULE   (ALL) D-C-SP    ..
C-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-SP    ..
$ SCHEDULE FOR HEATING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ HEATING IS SHUTDOWN
D-H-OFF = DAY-SCHEDULE   (1,24) (0)     ..
W-H-OFF = WEEK-SCHEDULE   (ALL) D-H-OFF    ..
H-OFF-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-OFF    ..
$ SCHEDULE FOR COOLING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ COOLING IS ALWAYS ON
D-C-ON = DAY-SCHEDULE   (1,24) (1)     ..
W-C-ON = WEEK-SCHEDULE   (ALL) D-C-ON    ..
C-ON-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-ON    ..

$ ---------- ZONE DESCRIPTION ---------- $
Z-CONTROL1 = ZONE-CONTROL
    DESIGN-HEAT-T = 12     HEAT-TEMP-SCH = H-SP-SCH
```

```
    DESIGN-COOL-T = 25    COOL-TEMP-SCH = C-SP-SCH
    BASEBOARD-CTRL  = OUTDOOR-RESET
    THERMOSTAT-TYPE  = PROPORTIONAL
    THROTTLING-RANGE = 1.112      ..
ZONE-1 = ZONE
    ZONE-TYPE    = CONDITIONED
    ZONE-CONTROL  = Z-CONTROL1
    SIZING-OPTION = ADJUST-LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM DESCRIPTION ---------- $
S-CONTROL1 = SYSTEM-CONTROL
    MAX-SUPPLY-T = 24    HEATING-SCHEDULE = H-OFF-SCH
    MIN-SUPPLY-T = 18    COOLING-SCHEDULE = C-ON-SCH    ..
SYS-1 = SYSTEM
    SYSTEM-TYPE = RESYS    SYSTEM-CONTROL = S-CONTROL1
    HEAT-SOURCE = ELECTRIC  SIZING-RATIO  = 1.0
    ZONE-NAMES  = (ZONE-1)     ..
PLANT-1 = PLANT-ASSIGNMENT
    SYSTEM-NAMES = (SYS-1)     ..
SYSTEMS-REPORT
    VERIFICATION = (SV-A)
    SUMMARY    = (SS-A,SS-C,SS-F,SS-J,SS-O)    ..

$ ---------- SYSTEM HOURLY REPORT ---------- $
HR-SCH-1 = SCHEDULE
    THRU DEC 31  (ALL) (1,24) (1)      ..
SRB-1 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = GLOBAL
    VARIABLE-LIST = (7,8)    .. $ outside wet-bulb , outside dry-bulb $
SRB-2 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = ZONE-1
    VARIABLE-LIST = (6)    .. $ current hour zone temp $
SRB-3 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = SYS-1
    VARIABLE-LIST = (47)    .. $ electric input to cooling $
SRB-4 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = ZONE-1
    VARIABLE-LIST = (1)    .. $ sensible load at constant temperature $
SYS-HR = HOURLY-REPORT
    REPORT-SCHEDULE = HR-SCH-1
    REPORT-BLOCK   = (SRB-1,SRB-2,SRB-3,SRB-4)    ..


END          ..
COMPUTE SYSTEMS    ..
STOP         ..
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
INPUT LOADS
    INPUT-UNITS = METRIC
    OUTPUT-UNITS = METRIC   ..

$ ---------- BUILDING DESCRIPTION ---------- $
$ CASE 2-4    AIR-CONDITIONED 24 HOURS
$ DIMENSION   10 x 10 x 2.7 M.
$ WALL        TYPE A-2 : PLASTER 5 mm.+ LW-CONC. 7.5 cm.+ PLASTER 5 mm.
$ MATERIAL    PLASTER   CONDUCTIVITY   0.274  W/M-C   (0.274 W/M-K)
$               DENSITY       1104  KG/M3
$               SPECIFIC HEAT   0.18  KCAL/KG-C (753.08 J/KG-K)
$               THICKNESS     0.005  M.
$         LW-CONC.  CONDUCTIVITY   0.089  W/M-C   (0.089 W/M-K)
$               DENSITY       600  KG/M3
$               SPECIFIC HEAT   0.19  KCAL/KG-C (794.92 J/KG-K)
$               THICKNESS     0.075  M.
$ ROOF&FLOOR   U = 0.05 W/M2-C
$ INTERNAL LOAD: NO PEOPLE , NO LIGHTING , NO EQUIPMENT AND NO INFILTRATION
TITLE  LINE-1 *WALL TYPE A-2*
    LINE-3 *PLASTER 5mm.+LW-CONC 7.5cm.+PLASTER 5mm.*
    LINE-5 *CASE2-4 AIR-CONDITIONED 24 HOURS*   ..
ABORT ERRORS   ..
DIAGNOSTIC COMMENTS   ..
RUN-PERIOD   JAN 1 1985 THRU DEC 31 1985   ..

$ ---------- BUILDING LOCATION : BANGKOK , THAILAND ---------- $
BUILDING-LOCATION    LATITUDE = 13.44    LONGITUDE = -100.6
..              ALTITUDE = 2.02    TIME-ZONE = -7              AZIMUTH = 0      ..

$ ---------- CONSTRUCTION & MATERIALS INFORMATION ---------- $
$         MATERIALS
PLASTER-1 = MATERIAL
      THICKNESS   = 0.005      CONDUCTIVITY  = 0.274
      DENSITY     = 1104       SPECIFIC-HEAT = 753.08     ..
LW.CONC-1 = MATERIAL
      THICKNESS   = 0.075      CONDUCTIVITY  = 0.089
      DENSITY     = 600        SPECIFIC-HEAT = 794.92     ..
$         LAYERS
P.LW-1 = LAYERS
    MATERIAL  = (PLASTER-1,LW.CONC-1,PLASTER-1)
    THICKNESS = (0.005,0.075,0.005)    INSIDE-FILM-RES = 0.12    ..
$         CONSTRUCTION
WALL-1 = CONSTRUCTION
    LAYERS = P.LW-1    ABSORPTANCE  = 0.40   $ white paint $
    ROUGHNESS   = 3    ..
ROOF-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05     ABSORPTANCE  = 0.65   $ uncolored concrete $
    ROUGHNESS   = 3    ..
FLOOR-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05     ..
INT-W  = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05     ..

$ ---------- SPACE CONDITIONS ---------- $
SPACE-1  = SPACE-CONDITIONS
    TEMPERATURE  = (25)
    INF-METHOD   = NONE    ZONE-TYPE   = CONDITIONED   ..
$ ---------- SPACES & SURFACES ---------- $
ZONE-1 = SPACE
```

ผนัง A-2 : สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชม.

```
    X = 0   Y =0   Z = 0      AREA = 100   VOLUME = 270  AZIMUTH = 0
    SPACE-CONDITIONS = SPACE-1      ..
NORTH-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1      X = 10  Y = 10  Z = 0
    HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 0      TILT  = 90    ..
EAST-W  = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1      X = 10  Y = 0   Z = 0
    HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 90     TILT  = 90    ..
SOUTH-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1      X = 0   Y = 0   Z = 0
    HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 180    TILT  = 90    ..
WEST-W  = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1      X = 0   Y = 10  Z = 0
    HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 270    TILT  = 90    ..
ROOF-1  = ROOF
    CONSTRUCTION = ROOF-SLAB      X = 0   Y = 0   Z = 2.7
    HEIGHT  = 10      WIDTH = 10      AZIMUTH = 180    TILT  = 0     ..
FLOOR-1 = UNDERGROUND-FLOOR
    CONSTRUCTION = FLOOR-SLAB
    AREA = 11.64      TILT = 180    ..
LOADS-REPORT   VERIFICATION = (LV-C,LV-D,LV-I)
        SUMMARY     = (LS-A,LS-D)    ..

$ ---------- LOADS HOURLY REPORT ---------- $
LHR-SCH-1 = SCHEDULE
    THRU DEC 31  (ALL) (1,24) (1)      ..
LRB-1 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = BUILDING
    VARIABLE-LIST = (21)     ..   $ building wall cooling load $
L-HR  = HOURLY-REPORT
    REPORT-SCHEDULE = LHR-SCH-1
    REPORT-BLOCK   = (LRB-1)     ..

END   ..
COMPUTE LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM INPUT ---------- $
INPUT SYSTEMS
   INPUT-UNITS  = METRIC
   OUTPUT-UNITS = METRIC    ..

$ ---------- SCHEDULE ---------- $
$ SCHEDULE FOR HEAT-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ HEATING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE  (NO OPERATION)
D-H-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (12)    ..
W-H-SP = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-H-SP   ..
H-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-SP   ..
$ SCHEDULE FOR COOL-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ COOLING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE
D-C-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (25)    ..
W-C-SP = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-SP   ..
C-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-SP   ..
$ SCHEDULE FOR HEATING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ HEATING IS SHUTDOWN
D-H-OFF = DAY-SCHEDULE  (1,24) (0)     ..
W-H-OFF = WEEK-SCHEDULE (ALL) D-H-OFF  ..
H-OFF-SCH = SCHEDULE    THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-OFF  ..
$ SCHEDULE FOR COOLING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ COOLING IS ALWAYS ON
```

ผนัง A-2 : สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชม.

```
D-C-ON = DAY-SCHEDULE   (1,24) (1)    ..
W-C-ON = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-ON  ..
C-ON-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-ON   ..

$ ---------- ZONE DESCRIPTION ---------- $
Z-CONTROL1 = ZONE-CONTROL
    DESIGN-HEAT-T = 12     HEAT-TEMP-SCH = H-SP-SCH
    DESIGN-COOL-T = 25     COOL-TEMP-SCH = C-SP-SCH
    BASEBOARD-CTRL  = OUTDOOR-RESET
    THERMOSTAT-TYPE  = PROPORTIONAL      THROTTLING-RANGE = 1.112      ..
ZONE-1 = ZONE
    ZONE-TYPE    = CONDITIONED
    ZONE-CONTROL  = Z-CONTROL1
    SIZING-OPTION = ADJUST-LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM DESCRIPTION ---------- $
S-CONTROL1 = SYSTEM-CONTROL
    MAX-SUPPLY-T = 24     HEATING-SCHEDULE = H-OFF-SCH
    MIN-SUPPLY-T = 18     COOLING-SCHEDULE = C-ON-SCH     ..
SYS-1 = SYSTEM
    SYSTEM-TYPE = RESYS     SYSTEM-CONTROL = S-CONTROL1
    HEAT-SOURCE = ELECTRIC  SIZING-RATIO  = 1.0
    ZONE-NAMES  = (ZONE-1)      ..
PLANT-1 = PLANT-ASSIGNMENT
    SYSTEM-NAMES = (SYS-1)      ..

SYSTEMS-REPORT
    VERIFICATION = (SV-A)
    SUMMARY      = (SS-A,SS-C,SS-F,SS-J,SS-O)    ..

$ ---------- SYSTEM HOURLY REPORT ---------- $
HR-SCH-1 = SCHEDULE
    THRU DEC 31   (ALL) (1,24) (1)        ..
SRB-1 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = GLOBAL
    VARIABLE-LIST = (7,8)     .. $ outside wet-bulb , outside dry-bulb $
SRB-2 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = ZONE-1
    VARIABLE-LIST = (6)       .. $ current hour zone temp $
SRB-3 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = SYS-1
    VARIABLE-LIST = (47)      .. $ electric input to cooling $
SRB-4 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = ZONE-1
    VARIABLE-LIST = (1)    .. $ sensible load at constant temperature $
SYS-HR = HOURLY-REPORT
    REPORT-SCHEDULE = HR-SCH-1
    REPORT-BLOCK    = (SRB-1,SRB-2,SRB-3,SRB-4)      ..


END             ..
COMPUTE SYSTEMS    ..
STOP            ..
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
INPUT LOADS
    INPUT-UNITS = METRIC
    OUTPUT-UNITS = METRIC   ..

$ ---------- BUILDING DESCRIPTION ----------$
$ CASE 2-5    AIR-CONDITIONED 24 HOURS
$ DIMENSION   10 x 10 x 2.7 M.
$ WALL        TYPE B-2 : PLASTER 1 cm.+ LW-CONC. 17 cm.+ PLASTER 1 cm.
$ MATERIAL    PLASTER   CONDUCTIVITY   0.063  W/M-C   (0.063 W/M-K)
$               DENSITY        300  KG/M3
$               SPECIFIC HEAT   0.18  KCAL/KG-C (753.08 J/KG-K)
$               THICKNESS      0.01  M.
$         LW-CONC.  CONDUCTIVITY   0.303  W/M-C   (0.303 W/M-K)
$               DENSITY        960  KG/M3
$               SPECIFIC HEAT   0.19  KCAL/KG-C (794.92 J/KG-K)
$               THICKNESS      0.17  M.
$ ROOF&FLOOR   U = 0.05 W/M2-C
$ INTERNAL LOAD: NO PEOPLE , NO LIGHTING , NO EQUIPMENT AND NO INFILTRATION
TITLE  LINE-1 *WALL TYPE B-2*
    LINE-3 *PLASTER 1cm.+LW-CONC 17cm.+PLASTER 1cm.*
    LINE-5 *CASE2-5 AIR-ONDITIONED 24 HOURS*   ..

ABORT ERRORS    ..
DIAGNOSTIC COMMENTS    ..
RUN-PERIOD   JAN 1 1985 THRU DEC 31 1985    ..

$ ---------- BUILDING LOCATION : BANGKOK , THAILAND ----------$
BUILDING-LOCATION     LATITUDE = 13.44      LONGITUDE = -100.6
              ALTITUDE = 2.02      TIME-ZONE = -7
              AZIMUTH  = 0         ..
$ ---------- CONSTRUCTION & MATERIALS INFORMATION ----------$
$         MATERIALS
PLASTER-2 = MATERIAL
      THICKNESS    = 0.01        CONDUCTIVITY  = 0.063
      DENSITY      = 300         SPECIFIC-HEAT = 753.08      ..
LW.CONC-2 = MATERIAL
      THICKNESS    = 0.17        CONDUCTIVITY  = 0.303
      DENSITY      = 960         SPECIFIC-HEAT = 794.92      ..
$         LAYERS
P.LW-2 = LAYERS
    MATERIAL  = (PLASTER-2,LW.CONC-2,PLASTER-2)
    THICKNESS = (0.01,0.17,0.01)      INSIDE-FILM-RES = 0.12      ..
$         CONSTRUCTION
WALL-1 = CONSTRUCTION
    LAYERS = P.LW-2
    ABSORPTANCE  = 0.40   $ white paint $
    ROUGHNESS    = 3                ..
ROOF-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05
    ABSORPTANCE  = 0.65   $ uncolored concrete $
    ROUGHNESS    = 3                ..
FLOOR-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05                  ..
INT-W  = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05                  ..

$ ---------- SPACE CONDITIONS ----------$
SPACE-1  = SPACE-CONDITIONS
    TEMPERATURE  = (25)
```

ผนัง B-2 : สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชม.

```
    INF-METHOD  = NONE      ZONE-TYPE  = CONDITIONED    ..
$ ---------- SPACES & SURFACES ---------- $
ZONE-1 = SPACE
    X = 0   Y = 0   Z = 0       AREA = 100   VOLUME = 270   AZIMUTH = 0
    SPACE-CONDITIONS = SPACE-1          ..
NORTH-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1       X = 10   Y = 10   Z = 0
    HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10       AZIMUTH = 0       TILT  = 90     ..
EAST-W  = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1       X = 10   Y = 0    Z = 0
    HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10       AZIMUTH = 90      TILT  = 90     ..
SOUTH-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1       X = 0    Y = 0    Z = 0
    HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10       AZIMUTH = 180     TILT  = 90     ..
WEST-W  = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1       X = 0    Y = 10   Z = 0
    HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10       AZIMUTH = 270     TILT  = 90     ..
ROOF-1  = ROOF
    CONSTRUCTION = ROOF-SLAB        X = 0    Y = 0    Z = 2.7
    HEIGHT  = 10      WIDTH = 10       AZIMUTH = 180     TILT  = 0      ..
FLOOR-1 = UNDERGROUND-FLOOR
    CONSTRUCTION = FLOOR-SLAB
    AREA = 11.64      TILT = 180    ..

LOADS-REPORT   VERIFICATION = (LV-C,LV-D,LV-I)
        SUMMARY     = (LS-A,LS-D)     ..

$ ---------- LOADS HOURLY REPORT ---------- $
LHR-SCH-1 = SCHEDULE
    THRU DEC 31  (ALL) (1,24) (1)       ..
LRB-1 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = BUILDING
    VARIABLE-LIST = (21)      ..  $ building wall cooling load $
L-HR  = HOURLY-REPORT
    REPORT-SCHEDULE = LHR-SCH-1
    REPORT-BLOCK  = (LRB-1)     ..

END  ..
COMPUTE LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM INPUT ---------- $
INPUT SYSTEMS
   INPUT-UNITS  = METRIC
   OUTPUT-UNITS = METRIC    ..

$ ---------- SCHEDULE ---------- $
$ SCHEDULE FOR HEAT-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ HEATING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE  (NO OPERATION)
D-H-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (12)    ..
W-H-SP = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-H-SP   ..
H-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-SP   ..
$ SCHEDULE FOR COOL-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ COOLING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE
D-C-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (25)    ..
W-C-SP = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-SP   ..
C-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-SP   ..
$ SCHEDULE FOR HEATING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ HEATING IS SHUTDOWN
D-H-OFF = DAY-SCHEDULE  (1,24) (0)     ..
```

ผนัง B-2 : สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชม.

```
INPUT LOADS
    INPUT-UNITS  = METRIC
    OUTPUT-UNITS = METRIC   ..

$ ---------- BUILDING DESCRIPTION ---------- $
$ CASE 2-6    AIR-CONDITIONED 24 HOURS
$ DIMENSION   10 x 10 x 2.7 M.
$ WALL        TYPE C-2 : PLASTER 1 cm.+ LW-CONC. 27 cm.+ PLASTER 1 cm.
$ MATERIAL    PLASTER   CONDUCTIVITY   0.063  W/M-C   (0.063 W/M-K)
$                 DENSITY         300  KG/M3
$                 SPECIFIC HEAT   0.18  KCAL/KG-C (753.08 J/KG-K)
$                 THICKNESS       0.01  M.
$           LW-CONC.  CONDUCTIVITY   0.476  W/M-C   (0.476 W/M-K)
$                 DENSITY         1280  KG/M3
$                 SPECIFIC HEAT   0.19  KCAL/KG-C (794.92 J/KG-K)
$                 THICKNESS       0.27  M.
$ ROOF&FLOOR  U = 0.05 W/M2-C
$ INTERNAL LOAD: NO PEOPLE , NO LIGHTING , NO EQUIPMENT AND NO INFILTRATION
TITLE  LINE-1 "WALL TYPE C-2"
    LINE-3 "PLASTER 1cm.+LW-CONC 27 cm.+PLASTER 1cm."
    LINE-5 "CASE2-6 AIR-CONDITIONED 24 HOURS"   ..

ABORT ERRORS    ..
DIAGNOSTIC COMMENTS    ..
RUN-PERIOD   JAN 1 1985 THRU DEC 31 1985    ..

$ ---------- BUILDING LOCATION : BANGKOK , THAILAND ---------- $
BUILDING-LOCATION    LATITUDE = 13.44    LONGITUDE = -100.6
                ALTITUDE = 2.02    TIME-ZONE = -7          AZIMUTH  = 0        ..

$ ---------- CONSTRUCTION & MATERIALS INFORMATION ---------- $
$         MATERIALS
PLASTER-3 = MATERIAL
        THICKNESS    = 0.01        CONDUCTIVITY  = 0.063
        DENSITY      = 300         SPECIFIC-HEAT = 753.08      ..
LW.CONC-3 = MATERIAL
        THICKNESS    = 0.27        CONDUCTIVITY  = 0.476
        DENSITY      = 1280        SPECIFIC-HEAT = 794.92      ..
$         LAYERS
P.LW-3 = LAYERS
    MATERIAL  = (PLASTER-3,LW.CONC-3,PLASTER-3)
    THICKNESS = (0.01,0.27,0.01)    INSIDE-FILM-RES = 0.12      ..
$         CONSTRUCTION
WALL-1 = CONSTRUCTION
    LAYERS = P.LW-3     ABSORPTANCE = 0.40   $ white paint $
    ROUGHNESS  = 3              ..
ROOF-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05      ABSORPTANCE = 0.65   $ uncolored concrete $
    ROUGHNESS  = 3              ..
FLOOR-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05              ..
INT-W  = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05              ..

$ ---------- SPACE CONDITIONS ---------- $
SPACE-1  = SPACE-CONDITIONS
    TEMPERATURE  = (25)
    INF-METHOD   = NONE     ZONE-TYPE   = CONDITIONED   ..
```

```
$ ---------- SPACES & SURFACES ----------$
ZONE-1 = SPACE
    X = 0   Y =0   Z = 0      AREA = 100   VOLUME = 270  AZIMUTH = 0
    SPACE-CONDITIONS = SPACE-1      ..
NORTH-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1      X = 10  Y = 10   Z = 0
    HEIGHT = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 0      TILT = 90    ..
EAST-W  = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1      X = 10   Y = 0    Z = 0
    HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 90     TILT  = 90    ..
SOUTH-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1      X = 0    Y = 0    Z = 0
    HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 180    TILT  = 90    ..
WEST-W  = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1      X = 0    Y = 10   Z = 0
    HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 270    TILT  = 90    ..
ROOF-1  = ROOF
    CONSTRUCTION = ROOF-SLAB      X = 0    Y = 0    Z = 2.7
    HEIGHT  = 10      WIDTH = 10      AZIMUTH = 180    TILT  = 0     ..
FLOOR-1 = UNDERGROUND-FLOOR
    CONSTRUCTION = FLOOR-SLAB
    AREA = 11.64      TILT = 180    ..
LOADS-REPORT   VERIFICATION = (LV-C,LV-D,LV-I)
        SUMMARY     = (LS-A,LS-D)    ..

$ ---------- LOADS HOURLY REPORT ----------$
LHR-SCH-1 = SCHEDULE
    THRU DEC 31  (ALL) (1,24) (1)      ..
LRB-1 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = BUILDING
    VARIABLE-LIST = (21)      ..   $ building wall cooling load $
L-HR  = HOURLY-REPORT
    REPORT-SCHEDULE = LHR-SCH-1
    REPORT-BLOCK   = (LRB-1)     ..

END   ..
COMPUTE LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM INPUT ----------$
INPUT SYSTEMS
   INPUT-UNITS  = METRIC
   OUTPUT-UNITS = METRIC    ..

$ ---------- SCHEDULE ----------$
$ SCHEDULE FOR HEAT-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ HEATING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE  (NO OPERATION)
D-H-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (12)    ..
W-H-SP = WEEK-SCHEDULE   (ALL) D-H-SP    ..
H-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-SP    ..
$ SCHEDULE FOR COOL-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ COOLING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE
D-C-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (25)    ..
W-C-SP = WEEK-SCHEDULE   (ALL) D-C-SP    ..
C-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-SP    ..
$ SCHEDULE FOR HEATING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ HEATING IS SHUTDOWN
D-H-OFF = DAY-SCHEDULE   (1,24) (0)    ..
W-H-OFF = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-H-OFF    ..
H-OFF-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-OFF    ..
```

ผนัง C-2 : สภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชม.

```
$ SCHEDULE FOR COOLING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ COOLING IS ALWAYS ON
D-C-ON = DAY-SCHEDULE   (1,24) (1)    ..
W-C-ON = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-ON   ..
C-ON-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-ON   ..

$ ---------- ZONE DESCRIPTION ---------- $
Z-CONTROL1 = ZONE-CONTROL
    DESIGN-HEAT-T = 12     HEAT-TEMP-SCH = H-SP-SCH
    DESIGN-COOL-T = 25     COOL-TEMP-SCH = C-SP-SCH
    BASEBOARD-CTRL  = OUTDOOR-RESET
    THERMOSTAT-TYPE  = PROPORTIONAL      THROTTLING-RANGE = 1.112      ..
ZONE-1 = ZONE
    ZONE-TYPE    = CONDITIONED
    ZONE-CONTROL  = Z-CONTROL1      SIZING-OPTION = ADJUST-LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM DESCRIPTION ---------- $
S-CONTROL1 = SYSTEM-CONTROL
    MAX-SUPPLY-T = 24     HEATING-SCHEDULE = H-OFF-SCH
    MIN-SUPPLY-T = 18     COOLING-SCHEDULE = C-ON-SCH    ..
SYS-1 = SYSTEM
    SYSTEM-TYPE = RESYS     SYSTEM-CONTROL = S-CONTROL1
    HEAT-SOURCE = ELECTRIC  SIZING-RATIO  = 1.0
    ZONE-NAMES  = (ZONE-1)      ..

PLANT-1 = PLANT-ASSIGNMENT
    SYSTEM-NAMES = (SYS-1)      ..

SYSTEMS-REPORT
    VERIFICATION = (SV-A)
    SUMMARY     = (SS-A,SS-C,SS-F,SS-J,SS-O)    ..

$ ---------- SYSTEM HOURLY REPORT ---------- $
HR-SCH-1 = SCHEDULE
    THRU DEC 31   (ALL) (1,24) (1)       ..
SRB-1 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = GLOBAL
    VARIABLE-LIST = (7,8)     .. $ outside wet-bulb , outside dry-bulb $
SRB-2 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = ZONE-1
    VARIABLE-LIST = (6)     .. $ current hour zone temp $
SRB-3 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = SYS-1
    VARIABLE-LIST = (47)     .. $ electric input to cooling $
SRB-4 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = ZONE-1
    VARIABLE-LIST = (1)    .. $ sensible load at constant temperature $
SYS-HR = HOURLY-REPORT
    REPORT-SCHEDULE = HR-SCH-1
    REPORT-BLOCK   = (SRB-1,SRB-2,SRB-3,SRB-4)     ..


END          ..
COMPUTE SYSTEMS    ..
STOP         ..
```

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
INPUT LOADS
    INPUT-UNITS  = METRIC
    OUTPUT-UNITS = METRIC   ..

$ ---------- BUILDING DESCRIPTION ---------- $
$ CASE 3-1    AIR-CONDITIONED (8.00-18.00)
$ DIMENSION   10 x 10 x 2.7 M.
$ WALL        TYPE A-1 : HARDWOOD 12 mm.
$ MATERIAL    HARDWOOD  CONDUCTIVITY   0.138  W/M-C   ( 0.138 W/M-K )
$             DENSITY        720  KG/M3
$             SPECIFIC HEAT  0.30  KCAL/KG-C ( 1255.15 J/KG-K )
$             THICKNESS      0.012  M.
$ ROOF&FLOOR  U = 0.05 W/M2-C
$ INTERNAL LOAD: NO PEOPLE , NO LIGHTING , NO EQUIPMENT AND NO INFILTRATION
TITLE  LINE-1 *WALL TYPE A-1*
    LINE-3 *HARDWOOD 12 mm.*
    LINE-5 *CASE3-1 AIR-CONDITIONED (8.00-18.00)*   ..
ABORT ERRORS    ..
DIAGNOSTIC COMMENTS    ..
RUN-PERIOD   JAN 1 1985 THRU DEC 31 1985    ..

$ ---------- BUILDING LOCATION : BANGKOK , THAILAND ---------- $
BUILDING-LOCATION    LATITUDE = 13.44    LONGITUDE = -100.6
            ALTITUDE = 2.02    TIME-ZONE = -7            AZIMUTH = 0      ..

$ ---------- CONSTRUCTION & MATERIALS INFORMATION ---------- $
$          CONSTRUCTION
WALL-1 = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 4.83    ABSORPTANCE = 0.40   $ white paint $
    ROUGHNESS  = 3            ..
ROOF-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05    ABSORPTANCE = 0.65   $ uncolored concrete $
    ROUGHNESS  = 3            ..
FLOOR-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05            ..
INT-W  = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05            ..

$ ---------- SPACE CONDITIONS ---------- $
SPACE-1  = SPACE-CONDITIONS
    TEMPERATURE = (25)
    INF-METHOD  = NONE    ZONE-TYPE  = CONDITIONED    ..
$ ---------- SPACES & SURFACES ---------- $
ZONE-1 = SPACE
    X = 0   Y = 0   Z = 0
    AREA = 100   VOLUME = 270   AZIMUTH = 0
    SPACE-CONDITIONS = SPACE-1        ..
NORTH-W = EXTERIOR-WALL
     CONSTRUCTION = WALL-1      X = 10   Y = 10   Z = 0
     HEIGHT = 2.7    WIDTH = 10     AZIMUTH = 0     TILT = 90    ..
EAST-W  = EXTERIOR-WALL
     CONSTRUCTION = WALL-1      X = 10   Y = 0    Z = 0
     HEIGHT = 2.7    WIDTH = 10     AZIMUTH = 90    TILT = 90    ..
SOUTH-W = EXTERIOR-WALL
     CONSTRUCTION = WALL-1      X = 0    Y = 0    Z = 0
     HEIGHT = 2.7    WIDTH = 10     AZIMUTH = 180   TILT = 90    ..
WEST-W  = EXTERIOR-WALL
     CONSTRUCTION = WALL-1      X = 0    Y = 10   Z = 0
     HEIGHT = 2.7    WIDTH = 10     AZIMUTH = 270   TILT = 90    ..
```

```
ROOF-1 = ROOF
    CONSTRUCTION = ROOF-SLAB      X = 0   Y = 0   Z = 2.7
    HEIGHT = 10     WIDTH = 10      AZIMUTH = 180     TILT = 0    ..
FLOOR-1 = UNDERGROUND-FLOOR
    CONSTRUCTION = FLOOR-SLAB
    AREA = 11.64     TILT = 180    ..
LOADS-REPORT   VERIFICATION = (LV-C,LV-D,LV-I)
        SUMMARY    = (LS-A,LS-D)    ..

$ ---------- LOADS HOURLY REPORT ---------- $
LHR-SCH-1 = SCHEDULE
    THRU DEC 31  (ALL) (1,24) (1)      ..
LRB-1 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = BUILDING
    VARIABLE-LIST = (21)      ..   $ building wall cooling load $
L-HR = HOURLY-REPORT
    REPORT-SCHEDULE = LHR-SCH-1
    REPORT-BLOCK   = (LRB-1)     ..

END   ..
COMPUTE LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM INPUT ---------- $
INPUT SYSTEMS
   INPUT-UNITS  = METRIC
   OUTPUT-UNITS = METRIC    ..

$ ---------- SCHEDULE ---------- $
$ SCHEDULE FOR HEAT-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ HEATING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE  (NO OPERATION)
D-H-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (12)    ..
W-H-SP = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-H-SP   ..
H-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-SP    ..
$ SCHEDULE FOR COOL-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ COOLING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE
D-C-SP = DAY-SCHEDULE   (1,8) (32) (9,18) (25) (19,24) (32)    ..
W-C-SP = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-SP   ..
C-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-SP    ..
$ SCHEDULE FOR HEATING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ HEATING IS SHUTDOWN
D-H-OFF = DAY-SCHEDULE  (1,24) (0)     ..
W-H-OFF = WEEK-SCHEDULE (ALL) D-H-OFF  ..
H-OFF-SCH = SCHEDULE    THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-OFF   ..
$ SCHEDULE FOR COOLING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
D-C-ON = DAY-SCHEDULE   (1,8) (0) (9,18) (1) (19,24) (0)     ..
W-C-ON = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-ON   ..
C-ON-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-ON    ..
$ ---------- ZONE DESCRIPTION ---------- $
Z-CONTROL1 = ZONE-CONTROL
    DESIGN-HEAT-T = 12     HEAT-TEMP-SCH = H-SP-SCH
    DESIGN-COOL-T = 25     COOL-TEMP-SCH = C-SP-SCH
    BASEBOARD-CTRL  = OUTDOOR-RESET      THERMOSTAT-TYPE  = PROPORTIONAL
    THROTTLING-RANGE = 1.112      ..
ZONE-1 = ZONE
    ZONE-TYPE    = CONDITIONED
    ZONE-CONTROL  = Z-CONTROL1      SIZING-OPTION = ADJUST-LOADS    ..
$ ---------- SYSTEM DESCRIPTION ---------- $
S-CONTROL1 = SYSTEM-CONTROL
    MAX-SUPPLY-T = 24     HEATING-SCHEDULE = H-OFF-SCH
```

```
    MIN-SUPPLY-T = 18     COOLING-SCHEDULE = C-ON-SCH     ..
SYS-1 = SYSTEM
    SYSTEM-TYPE = RESYS     SYSTEM-CONTROL = S-CONTROL1
    HEAT-SOURCE = ELECTRIC  SIZING-RATIO  = 1.0
    ZONE-NAMES  = (ZONE-1)      ..

PLANT-1 = PLANT-ASSIGNMENT
    SYSTEM-NAMES = (SYS-1)      ..

SYSTEMS-REPORT
    VERIFICATION = (SV-A)
    SUMMARY     = (SS-A,SS-C,SS-F,SS-J,SS-O)    ..

$ ---------- SYSTEM HOURLY REPORT ---------- $
HR-SCH-1 = SCHEDULE
    THRU DEC 31  (ALL) (1,24) (1)       ..
SRB-1 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = GLOBAL
    VARIABLE-LIST = (7,8)     .. $ outside wet-bulb , outside dry-bulb $
SRB-2 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = ZONE-1
    VARIABLE-LIST = (6)     ..  $ current hour zone temp $
SRB-3 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = SYS-1
    VARIABLE-LIST = (47)     ..  $ electric input to cooling $
SRB-4 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = ZONE-1
    VARIABLE-LIST = (1)    .. $ sensible load at constant temperature $
SYS-HR = HOURLY-REPORT
    REPORT-SCHEDULE = HR-SCH-1
    REPORT-BLOCK   = (SRB-1,SRB-2,SRB-3,SRB-4)     ..


END             ..
COMPUTE SYSTEMS    ..
STOP            ..
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผนัง A-1 : สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน

```
INPUT LOADS
    INPUT-UNITS = METRIC
    OUTPUT-UNITS = METRIC  ..

$ ---------- BUILDING DESCRIPTION ---------- $
$ CASE 3-2   AIR-CONDITIONED (8.00-18.00)
$ DIMENSION   10 x 10 x 2.7 M.
$ WALL       TYPE B-1 : MORTAR 8 mm.+ BRICK 7 cm.+ MORTAR 8 mm.
$ MATERIAL   MORTAR   CONDUCTIVITY   0.543  W/M-C   (0.543 W/M-K)
$              DENSITY       1568  KG/M3
$              SPECIFIC HEAT   0.20  KCAL/KG-C (836.76 J/KG-K)
$              THICKNESS     0.008  M.
$         BRICK   CONDUCTIVITY   1.211  W/M-C   (1.211 W/M-K)
$              DENSITY       1872  KG/M3
$              SPECIFIC HEAT   0.19  KCAL/KG-C (794.92 J/KG-K)
$              THICKNESS     0.07  M.
$ ROOF&FLOOR   U = 0.05 W/M2 C
$ INTERNAL LOAD: NO PEOPLE , NO LIGHTING , NO EQUIPMENT AND NO INFILTRATION
TITLE  LINE-1 *WALL TYPE B-1*
    LINE-3 *MORTAR 8 mm.+ BRICK 7 cm.+ MORTAR 8 mm.*
    LINE-5 *CASE3-2 AIR-CONDITIONED (8.00-18.00)*  ..

ABORT ERRORS  ..
DIAGNOSTIC COMMENTS  ..
RUN-PERIOD  JAN 1 1985 THRU DEC 31 1985  ..

$ ---------- BUILDING LOCATION : BANGKOK , THAILAND ---------- $
BUILDING-LOCATION   LATITUDE = 13.44   LONGITUDE = -100.6
              ALTITUDE = 2.02   TIME-ZONE = -7
              AZIMUTH = 0  ..
$ ---------- CONSTRUCTION & MATERIALS INFORMATION ---------- $
$         MATERIALS
MORTAR-1 = MATERIAL
    THICKNESS   = 0.008   CONDUCTIVITY  = 0.543
    DENSITY   = 1568   SPECIFIC-HEAT  = 836.76  ..
BRICK-1 = MATERIAL
    THICKNESS   = 0.07   CONDUCTIVITY  = 1.211
    DENSITY   = 1872   SPECIFIC-HEAT  = 794.92  ..
$         LAYERS
MB-1  = LAYERS
    MATERIAL  = (MORTAR-1,BRICK-1,MORTAR-1)
    THICKNESS = (0.008,0.07,0.008)   INSIDE-FILM-RES = 0.12  ..
$         CONSTRUCTION
WALL-1 = CONSTRUCTION
    LAYERS = MB-1   ABSORPTANCE  = 0.40  $ white paint $
    ROUGHNESS  = 3  ..
ROOF-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05   ABSORPTANCE  = 0.65  $ uncolored concrete $
    ROUGHNESS  = 3  ..
FLOOR-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05  ..
INT-W  = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05  ..
$ ---------- SPACE CONDITIONS ---------- $
SPACE-1  = SPACE-CONDITIONS
    TEMPERATURE  = (25)
    INF-METHOD  = NONE   ZONE-TYPE  = CONDITIONED  ..
$ ---------- SPACES & SURFACES ---------- $
ZONE-1 = SPACE
```

```
      X = 0   Y = 0   Z = 0       AREA = 100   VOLUME = 270   AZIMUTH = 0
      SPACE-CONDITIONS = SPACE-1          ..
NORTH-W = EXTERIOR-WALL
      CONSTRUCTION = WALL-1        X = 10   Y = 10   Z = 0
      HEIGHT = 2.7     WIDTH = 10        AZIMUTH = 0       TILT = 90     ..
EAST-W  = EXTERIOR-WALL
      CONSTRUCTION = WALL-1        X = 10   Y = 0    Z = 0
      HEIGHT = 2.7     WIDTH = 10        AZIMUTH = 90      TILT = 90     ..
SOUTH-W = EXTERIOR-WALL
      CONSTRUCTION = WALL-1        X = 0    Y = 0    Z = 0
      HEIGHT = 2.7     WIDTH = 10        AZIMUTH = 180     TILT = 90     ..
WEST-W  = EXTERIOR-WALL
      CONSTRUCTION = WALL-1        X = 0    Y = 10   Z = 0
      HEIGHT = 2.7     WIDTH = 10        AZIMUTH = 270     TILT = 90     ..
ROOF-1  = ROOF
      CONSTRUCTION = ROOF-SLAB       X = 0    Y = 0    Z = 2.7
      HEIGHT = 10      WIDTH = 10        AZIMUTH = 180     TILT = 0      ..
FLOOR-1 = UNDERGROUND-FLOOR
      CONSTRUCTION = FLOOR-SLAB        AREA = 11.64      TILT = 180    ..

LOADS-REPORT    VERIFICATION = (LV-C,LV-D,LV-I)
          SUMMARY     = (LS-A,LS-D)     ..

$ ---------- LOADS HOURLY REPORT ----------$
LHR-SCH-1 = SCHEDULE
     THRU DEC 31  (ALL) (1,24) (1)       ..
LRB-1 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = BUILDING
     VARIABLE-LIST = (21)      ..   $ building wall cooling load $
L-HR  = HOURLY-REPORT
     REPORT-SCHEDULE = LHR-SCH-1
     REPORT-BLOCK    = (LRB-1)      ..

END   ..
COMPUTE LOADS     ..

$ ---------- SYSTEM INPUT ----------$
INPUT SYSTEMS
    INPUT-UNITS  = METRIC
    OUTPUT-UNITS = METRIC     ..
$ ---------- SCHEDULE ----------$
$ SCHEDULE FOR HEAT-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ HEATING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE  (NO OPERATION)
D-H-SP = DAY-SCHEDULE    (1,24) (12)    ..
W-H-SP = WEEK-SCHEDULE   (ALL) D-H-SP    ..
H-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31    WEEK-SCHEDULE = W-H-SP    ..
$ SCHEDULE FOR COOL-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ COOLING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE
D-C-SP = DAY-SCHEDULE    (1,8) (32) (9,18) (25) (19,24) (32)     ..
W-C-SP = WEEK-SCHEDULE   (ALL) D-C-SP    ..
C-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31    WEEK-SCHEDULE = W-C-SP    ..
$ SCHEDULE FOR HEATING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ HEATING IS SHUTDOWN
D-H-OFF = DAY-SCHEDULE   (1,24) (0)     ..
W-H-OFF = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-H-OFF    ..
H-OFF-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31    WEEK-SCHEDULE = W-H-OFF    ..
$ SCHEDULE FOR COOLING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
D-C-ON = DAY-SCHEDULE    (1,8) (0) (9,18) (1) (19,24) (0)        ..
W-C-ON = WEEK-SCHEDULE   (ALL) D-C-ON    ..
```

```
C-ON-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-ON   ..
$ ---------- ZONE DESCRIPTION ---------- $
Z-CONTROL1 = ZONE-CONTROL
     DESIGN-HEAT-T = 12     HEAT-TEMP-SCH = H-SP-SCH
     DESIGN-COOL-T = 25     COOL-TEMP-SCH = C-SP-SCH
     BASEBOARD-CTRL  = OUTDOOR-RESET      THERMOSTAT-TYPE  = PROPORTIONAL
     THROTTLING-RANGE = 1.112      ..
ZONE-1 = ZONE
     ZONE-TYPE    = CONDITIONED
     ZONE-CONTROL  = Z-CONTROL1      SIZING-OPTION = ADJUST-LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM DESCRIPTION ---------- $
S-CONTROL1 = SYSTEM-CONTROL
     MAX-SUPPLY-T = 24     HEATING-SCHEDULE = H-OFF-SCH
     MIN-SUPPLY-T = 18     COOLING-SCHEDULE = C-ON-SCH     ..
SYS-1 = SYSTEM
     SYSTEM-TYPE = RESYS     SYSTEM-CONTROL = S-CONTROL1
     HEAT-SOURCE = ELECTRIC  SIZING-RATIO  = 1.0      ZONE-NAMES  = (ZONE-1)      ..

PLANT-1 = PLANT-ASSIGNMENT
     SYSTEM-NAMES = (SYS-1)      ..

SYSTEMS-REPORT
     VERIFICATION = (SV-A)
     SUMMARY     = (SS-A,SS-C,SS-F,SS-J,SS-O)    ..

$ ---------- SYSTEM HOURLY REPORT ---------- $
HR-SCH-1 = SCHEDULE
     THRU DEC 31   (ALL) (1,24) (1)       ..
SRB-1 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = GLOBAL
     VARIABLE-LIST = (7,8)     .. $ outside wet-bulb , outside dry-bulb $
SRB-2 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = ZONE-1
     VARIABLE-LIST = (6)     .. $ current hour zone temp $
SRB-3 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = SYS-1
     VARIABLE-LIST = (47)     .. $ electric input to cooling $
SRB-4 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = ZONE-1
     VARIABLE-LIST = (1)    .. $ sensible load at constant temperature $
SYS-HR = HOURLY-REPORT
     REPORT-SCHEDULE = HR-SCH-1
     REPORT-BLOCK    = (SRB-1,SRB-2,SRB-3,SRB-4)      ..

END          ..
COMPUTE SYSTEMS    ..
STOP         ..
```

ผนัง B-1 : สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน

```
INPUT LOADS
    INPUT-UNITS  = METRIC
    OUTPUT-UNITS = METRIC   ..

$ ---------- BUILDING DESCRIPTION ---------- $
$ CASE 3-3    AIR-CONDITIONED (8.00-18.00)
$ DIMENSION   10 x 10 x 2.7 M.
$ WALL        TYPE C-1 : CONCRETE 12.5 cm.
$ MATERIAL    CONCRETE  CONDUCTIVITY   1.442  W/M-C    (1.442 W/M-K)
$                DENSITY        2400  KG/M3
$                SPECIFIC HEAT    0.20  KCAL/KG-C (836.76 J/KG-K)
$                THICKNESS      0.125  M.
$ ROOF&FLOOR   U = 0.05 W/M2-C
$ INTERNAL LOAD: NO PEOPLE , NO LIGHTING , NO EQUIPMENT AND NO INFILTRATION
TITLE  LINE-1 "WALL TYPE C-1"
    LINE-3 "CONCRETE 12.5 cm."
    LINE-5 "CASE3-3 AIR-CONDITIONED (8.00-18.00)"   ..
ABORT ERRORS    ..
DIAGNOSTIC COMMENTS    ..
RUN-PERIOD   JAN 1 1985 THRU DEC 31 1985    ..

$ ---------- BUILDING LOCATION : BANGKOK , THAILAND ---------- $
BUILDING-LOCATION    LATITUDE = 13.44     LONGITUDE = -100.6
                ALTITUDE = 2.02      TIME-ZONE = -7
                AZIMUTH  = 0         ..

$ ---------- CONSTRUCTION & MATERIALS INFORMATION ---------- $
$          MATERIALS
CONCRETE-1 = MATERIAL
    THICKNESS    = 0.125      CONDUCTIVITY  = 1.442
    DENSITY      = 2400       SPECIFIC-HEAT = 836.76      ..
$          LAYERS
CONC-1  = LAYERS
    MATERIAL  = (CONCRETE-1)      THICKNESS = (0.125)
    INSIDE-FILM-RES = 0.12        ..
$          CONSTRUCTION
WALL-1 = CONSTRUCTION
    LAYERS = CONC-1
    ABSORPTANCE  = 0.40   $ white paint $
    ROUGHNESS    = 3              ..
ROOF-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05
    ABSORPTANCE  = 0.65   $ uncolored concrete $
    ROUGHNESS    = 3              ..
FLOOR-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05                ..
INT-W  = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05                ..

$ ---------- SPACE CONDITIONS ---------- $
SPACE-1  = SPACE-CONDITIONS
    TEMPERATURE  = (25)
    INF-METHOD   = NONE      ZONE-TYPE   = CONDITIONED    ..

$ ---------- SPACES & SURFACES ---------- $
ZONE-1 = SPACE
    X = 0   Y = 0   Z = 0
    AREA = 100   VOLUME = 270   AZIMUTH = 0
    SPACE-CONDITIONS = SPACE-1        ..
```

ผนัง C-1 : สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน

```
NORTH-W = EXTERIOR-WALL
      CONSTRUCTION = WALL-1       X = 10  Y = 10  Z = 0
      HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10       AZIMUTH = 0       TILT  = 90    ..
EAST-W  = EXTERIOR-WALL
      CONSTRUCTION = WALL-1       X = 10  Y = 0   Z = 0
      HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10       AZIMUTH = 90      TILT  = 90    ..
SOUTH-W = EXTERIOR-WALL
      CONSTRUCTION = WALL-1       X = 0   Y = 0   Z = 0
      HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10       AZIMUTH = 180     TILT  = 90    ..
WEST-W  = EXTERIOR-WALL
      CONSTRUCTION = WALL-1       X = 0   Y = 10  Z = 0
      HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10       AZIMUTH = 270     TILT  = 90    ..
ROOF-1  = ROOF
      CONSTRUCTION = ROOF-SLAB
      X = 0   Y = 0   Z = 2.7       HEIGHT  = 10      WIDTH = 10
      AZIMUTH = 180     TILT  = 0     ..
FLOOR-1 = UNDERGROUND-FLOOR
      CONSTRUCTION = FLOOR-SLAB
      AREA = 11.64      TILT = 180    ..

LOADS-REPORT   VERIFICATION = (LV-C,LV-D,LV-I)
          SUMMARY     = (LS-A,LS-D)    ..

$ ---------- LOADS HOURLY REPORT ---------- $
LHR-SCH-1 = SCHEDULE
     THRU DEC 31  (ALL) (1,24) (1)       ..

LRB-1 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = BUILDING
     VARIABLE-LIST = (21)      ..  $ building wall cooling load $
L-HR  = HOURLY-REPORT
     REPORT-SCHEDULE = LHR-SCH-1
     REPORT-BLOCK   = (LRB-1)     ..

END   ..
COMPUTE LOADS    ..


$ ---------- SYSTEM INPUT ---------- $
INPUT SYSTEMS
    INPUT-UNITS  = METRIC
    OUTPUT-UNITS = METRIC    ..

$ ---------- SCHEDULE ---------- $
$ SCHEDULE FOR HEAT-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ HEATING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE  (NO OPERATION)
D-H-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (12)    ..
W-H-SP = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-H-SP   ..
H-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-SP   ..
$ SCHEDULE FOR COOL-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ COOLING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE
D-C-SP = DAY-SCHEDULE   (1,8) (32) (9,18) (25) (19,24) (32)    ..
W-C-SP = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-SP   ..
C-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-SP   ..
$ SCHEDULE FOR HEATING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ HEATING IS SHUTDOWN
D-H-OFF = DAY-SCHEDULE  (1,24) (0)     ..
W-H-OFF = WEEK-SCHEDULE (ALL) D-H-OFF  ..
```

```
H-OFF-SCH = SCHEDULE    THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-OFF   ..
$ SCHEDULE FOR COOLING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
D-C-ON = DAY-SCHEDULE   (1,8) (0) (9,18) (1) (19,24) (0)      ..
W-C-ON = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-ON   ..
C-ON-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-ON   ..

$ ---------- ZONE DESCRIPTION ---------- $
Z-CONTROL1 = ZONE-CONTROL
     DESIGN-HEAT-T = 12    HEAT-TEMP-SCH = H-SP-SCH
     DESIGN-COOL-T = 25    COOL-TEMP-SCH = C-SP-SCH
     BASEBOARD-CTRL  = OUTDOOR-RESET
     THERMOSTAT-TYPE  = PROPORTIONAL     THROTTLING-RANGE = 1.112      ..
ZONE-1 = ZONE
     ZONE-TYPE    = CONDITIONED
     ZONE-CONTROL  = Z-CONTROL1
     SIZING-OPTION = ADJUST-LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM DESCRIPTION ---------- $
S-CONTROL1 = SYSTEM-CONTROL
     MAX-SUPPLY-T = 24     HEATING-SCHEDULE = H-OFF-SCH
     MIN-SUPPLY-T = 18     COOLING-SCHEDULE = C-ON-SCH     ..
SYS-1 = SYSTEM
     SYSTEM-TYPE = RESYS     SYSTEM-CONTROL = S-CONTROL1
     HEAT-SOURCE = ELECTRIC   SIZING-RATIO   = 1.0
     ZONE-NAMES  = (ZONE-1)      ..

PLANT-1 = PLANT-ASSIGNMENT
     SYSTEM-NAMES = (SYS-1)      ..

SYSTEMS-REPORT
     VERIFICATION = (SV-A)
     SUMMARY     = (SS-A,SS-C,SS-F,SS-J,SS-O)    ..

$ ---------- SYSTEM HOURLY REPORT ---------- $
HR-SCH-1 = SCHEDULE
     THRU DEC 31   (ALL) (1,24) (1)       ..

SRB-1 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = GLOBAL
     VARIABLE-LIST = (7,8)     .. $ outside wet-bulb , outside dry-bulb $
SRB-2 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = ZONE-1
     VARIABLE-LIST = (6)      .. $ current hour zone temp $
SRB-3 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = SYS-1
     VARIABLE-LIST = (47)     .. $ electric input to cooling $
SRB-4 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = ZONE-1
     VARIABLE-LIST = (1)    .. $ sensible load at constant temperature $
SYS-HR = HOURLY-REPORT
     REPORT-SCHEDULE = HR-SCH-1
     REPORT-BLOCK   = (SRB-1,SRB-2,SRB-3,SRB-4)      ..

END             ..
COMPUTE SYSTEMS    ..
STOP            ..
```

ผนัง C-1 : สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน

```
INPUT LOADS
     INPUT-UNITS  = METRIC
     OUTPUT-UNITS = METRIC   ..

$ ---------- BUILDING DESCRIPTION ---------- $
$ CASE 3-4     AIR-CONDITIONED (8.00-18.00)
$ DIMENSION    10 x 10 x 2.7 M.
$ WALL         TYPE A-2 : PLASTER 5 mm. + LW-CONC. 7.5 cm. + PLASTER 5 mm.
$ MATERIAL     PLASTER   CONDUCTIVITY   0.274  W/M-C    (0.274 W/M-K)
$                 DENSITY          1104  KG/M3
$                 SPECIFIC HEAT    0.18  KCAL/KG-C (753.08 J/KG-K)
$                 THICKNESS        0.005  M.
$           LW-CONC.   CONDUCTIVITY    0.089  W/M-C    (0.089 W/M-K)
$                 DENSITY          600  KG/M3
$                 SPECIFIC HEAT    0.19  KCAL/KG-C (794.92 J/KG-K)
$                 THICKNESS        0.075  M.
$ ROOF&FLOOR   U = 0.05 W/M2-C
$ INTERNAL LOAD: NO PEOPLE , NO LIGHTING , NO EQUIPMENT AND NO INFILTRATION
TITLE  LINE-1 "WALL TYPE A-2"
     LINE-3 "PLASTER 5mm.+LW-CONC 7.5cm.+PLASTER 5mm."
     LINE-5 "CASE3-4 AIR-CONDITIONED (8.00-18.00)"      ..

ABORT ERRORS     ..
DIAGNOSTIC COMMENTS     ..
RUN-PERIOD    JAN 1 1985 THRU DEC 31 1985     ..

$ ---------- BUILDING LOCATION : BANGKOK , THAILAND ---------- $
BUILDING-LOCATION     LATITUDE = 13.44      LONGITUDE = -100.6
                ALTITUDE = 2.02      TIME-ZONE = -7                AZIMUTH  = 0          ..

$ ---------- CONSTRUCTION & MATERIALS INFORMATION ---------- $
$          MATERIALS
PLASTER-1 = MATERIAL
       THICKNESS    = 0.005        CONDUCTIVITY  = 0.274
       DENSITY      = 1104         SPECIFIC-HEAT = 753.08       ..
LW.CONC-1 = MATERIAL
       THICKNESS    = 0.075        CONDUCTIVITY  = 0.089
       DENSITY      = 600          SPECIFIC-HEAT = 794.92       ..
$          LAYERS
P.LW-1 = LAYERS
     MATERIAL  = (PLASTER-1,LW.CONC-1,PLASTER-1)
     THICKNESS = (0.005,0.075,0.005)
     INSIDE-FILM-RES = 0.12       ..
$          CONSTRUCTION
WALL-1 = CONSTRUCTION
     LAYERS = P.LW-1
     ABSORPTANCE  = 0.40   $ white paint $      ROUGHNESS   = 3              ..
ROOF-SLAB = CONSTRUCTION
     U-VALUE = 0.05
     ABSORPTANCE  = 0.65   $ uncolored concrete $      ROUGHNESS   = 3          ..
FLOOR-SLAB = CONSTRUCTION
     U-VALUE = 0.05          ..
INT-W  = CONSTRUCTION
     U-VALUE = 0.05          ..

$ ---------- SPACE CONDITIONS ---------- $
SPACE-1  = SPACE-CONDITIONS
     TEMPERATURE  = (25)
     INF-METHOD   = NONE      ZONE-TYPE   = CONDITIONED    ..
```

```
$ ---------- SPACES & SURFACES ---------- $
ZONE-1 = SPACE
    X = 0   Y =0   Z = 0
    AREA = 100   VOLUME = 270   AZIMUTH = 0      SPACE-CONDITIONS = SPACE-1   ..
NORTH-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1      X = 10   Y = 10   Z = 0
    HEIGHT = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 0      TILT = 90    ..
EAST-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1      X = 10   Y = 0    Z = 0
    HEIGHT = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 90     TILT = 90    ..
SOUTH-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1      X = 0    Y = 0    Z = 0
    HEIGHT = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 180    TILT = 90    ..
WEST-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1      X = 0    Y = 10   Z = 0
    HEIGHT = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 270    TILT = 90    ..
ROOF-1 = ROOF
    CONSTRUCTION = ROOF-SLAB      X = 0    Y = 0    Z = 2.7
    HEIGHT = 10      WIDTH = 10      AZIMUTH = 180    TILT = 0     ..
FLOOR-1 = UNDERGROUND-FLOOR
    CONSTRUCTION = FLOOR-SLAB
    AREA = 11.64     TILT = 180   ..

LOADS-REPORT   VERIFICATION = (LV-C,LV-D,LV-I)
        SUMMARY    = (LS-A,LS-D)    ..

$ ---------- LOADS HOURLY REPORT ---------- $
LHR-SCH-1 = SCHEDULE
    THRU DEC 31  (ALL) (1,24) (1)      ..
LRB-1 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = BUILDING
    VARIABLE-LIST = (21)      ..  $ building wall cooling load $
L-HR = HOURLY-REPORT
    REPORT-SCHEDULE = LHR-SCH-1
    REPORT-BLOCK   = (LRB-1)     ..

END   ..
COMPUTE LOADS   ..

$ ---------- SYSTEM INPUT ---------- $
INPUT SYSTEMS
   INPUT-UNITS = METRIC
   OUTPUT-UNITS = METRIC   ..

$ ---------- SCHEDULE ---------- $
$ SCHEDULE FOR HEAT-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ HEATING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE  (NO OPERATION)
D-H-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (12)   ..
W-H-SP = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-H-SP   ..
H-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-SP   ..
$ SCHEDULE FOR COOL-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ COOLING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE
D-C-SP = DAY-SCHEDULE   (1,8) (32) (9,18) (25) (19,24) (32)    ..
W-C-SP = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-SP   ..
C-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-SP   ..
$ SCHEDULE FOR HEATING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ HEATING IS SHUTDOWN
D-H-OFF = DAY-SCHEDULE  (1,24) (0)    ..
W-H-OFF = WEEK-SCHEDULE (ALL) D-H-OFF   ..
```

```
H-OFF-SCH = SCHEDULE    THRU DEC 31    WEEK-SCHEDULE = W-H-OFF   ..
$ SCHEDULE FOR COOLING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
D-C-ON = DAY-SCHEDULE   (1,8) (0) (9,18) (1) (19,24) (0)        ..
W-C-ON = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-ON    ..
C-ON-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31    WEEK-SCHEDULE = W-C-ON    ..

$ ---------- ZONE DESCRIPTION ---------- $
Z-CONTROL1 = ZONE-CONTROL
     DESIGN-HEAT-T = 12     HEAT-TEMP-SCH = H-SP-SCH
     DESIGN-COOL-T = 25     COOL-TEMP-SCH = C-SP-SCH
     BASEBOARD-CTRL  = OUTDOOR-RESET
     THERMOSTAT-TYPE  = PROPORTIONAL      THROTTLING-RANGE = 1.112      ..
ZONE-1 = ZONE
     ZONE-TYPE    = CONDITIONED      ZONE-CONTROL  = Z-CONTROL1
     SIZING-OPTION = ADJUST-LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM DESCRIPTION ---------- $
S-CONTROL1 = SYSTEM-CONTROL
     MAX-SUPPLY-T = 24      HEATING-SCHEDULE = H-OFF-SCH
     MIN-SUPPLY-T = 18      COOLING-SCHEDULE = C-ON-SCH     ..
 SYS-1 = SYSTEM
     SYSTEM-TYPE = RESYS     SYSTEM-CONTROL = S-CONTROL1
     HEAT-SOURCE = ELECTRIC  SIZING-RATIO  = 1.0
     ZONE-NAMES  = (ZONE-1)      ..

PLANT-1 = PLANT-ASSIGNMENT
     SYSTEM-NAMES = (SYS-1)      ..

SYSTEMS-REPORT
     VERIFICATION = (SV-A)
     SUMMARY     = (SS-A,SS-C,SS-F,SS-J,SS-O)    ..

$ ---------- SYSTEM HOURLY REPORT ---------- $
HR-SCH-1 = SCHEDULE
     THRU DEC 31   (ALL) (1,24) (1)        ..

SRB-1 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = GLOBAL
     VARIABLE-LIST = (7,8)     .. $ outside wet-bulb , outside dry-bulb $
SRB-2 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = ZONE-1
     VARIABLE-LIST = (6)      .. $ current hour zone temp $
SRB-3 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = SYS-1
     VARIABLE-LIST = (47)     .. $ electric input to cooling $
SRB-4 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = ZONE-1
     VARIABLE-LIST = (1)    .. $ sensible load at constant temperature $

SYS-HR = HOURLY-REPORT
     REPORT-SCHEDULE = HR-SCH-1
     REPORT-BLOCK   = (SRB-1,SRB-2,SRB-3,SRB-4)      ..


END             ..
COMPUTE SYSTEMS    ..
STOP            ..
```

ผนัง A-2 : สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน

```
INPUT LOADS
     INPUT-UNITS  = METRIC
     OUTPUT-UNITS = METRIC   ..

$ ---------- BUILDING DESCRIPTION ---------- $
$ CASE 3-5     AIR-CONDITIONED (8.00-18.00)
$ DIMENSION    10 x 10 x 2.7 M.
$ WALL         TYPE B-2 : PLASTER 1 cm.+ LW-CONC. 17 cm.+ PLASTER 1 cm.
$ MATERIAL     PLASTER   CONDUCTIVITY   0.063  W/M-C    (0.063 W/M-K)
$                 DENSITY         300  KG/M3
$                 SPECIFIC HEAT   0.18  KCAL/KG-C (753.08 J/KG-K)
$                 THICKNESS       0.01  M.
$           LW-CONC.  CONDUCTIVITY   0.303  W/M-C    (0.303 W/M-K)
$                 DENSITY         960  KG/M3
$                 SPECIFIC HEAT   0.19  KCAL/KG-C (794.92 J/KG-K)
$                 THICKNESS       0.17  M.
$ ROOF&FLOOR   U = 0.05 W/M2-C
$ INTERNAL LOAD: NO PEOPLE , NO LIGHTING , NO EQUIPMENT AND NO INFILTRATION
TITLE   LINE-1 *WALL TYPE B-2*
     LINE-3 *PLASTER 1cm.+LW-CONC 17cm.+PLASTER 1cm.*
     LINE-5 *CASE3-5 AIR-ONDITIONED (8.00-18.00)*   ..

ABORT ERRORS    ..
DIAGNOSTIC COMMENTS    ..
RUN-PERIOD    JAN 1 1985 THRU DEC 31 1985    ..

$ ---------- BUILDING LOCATION : BANGKOK , THAILAND ---------- $
BUILDING-LOCATION     LATITUDE = 13.44     LONGITUDE = -100.6
                ALTITUDE = 2.02     TIME-ZONE = -7
                AZIMUTH  = 0        ..

$ ---------- CONSTRUCTION & MATERIALS INFORMATION ---------- $
$          MATERIALS
PLASTER-2 = MATERIAL
       THICKNESS    = 0.01       CONDUCTIVITY  = 0.063
       DENSITY      = 300        SPECIFIC-HEAT = 753.08      ..
LW.CONC-2 = MATERIAL
       THICKNESS    = 0.17       CONDUCTIVITY  = 0.303
       DENSITY      = 960        SPECIFIC-HEAT = 794.92      ..
$          LAYERS
P.LW-2 = LAYERS
     MATERIAL  = (PLASTER-2,LW.CONC-2,PLASTER-2)
     THICKNESS = (0.01,0.17,0.01)
     INSIDE-FILM-RES = 0.12      ..
$          CONSTRUCTION
WALL-1 = CONSTRUCTION
     LAYERS = P.LW-2
     ABSORPTANCE  = 0.40   $ white paint $      ROUGHNESS   = 3          ..
ROOF-SLAB = CONSTRUCTION
     U-VALUE = 0.05
     ABSORPTANCE  = 0.65   $ uncolored concrete $      ROUGHNESS   = 3          ..
FLOOR-SLAB = CONSTRUCTION
     U-VALUE = 0.05          ..
INT-W  = CONSTRUCTION
     U-VALUE = 0.05          ..

$ ---------- SPACE CONDITIONS ---------- $
SPACE-1  = SPACE-CONDITIONS
     TEMPERATURE  = (25)
```

ผนัง B-2 : สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวัน

```
    INF-METHOD  = NONE      ZONE-TYPE   = CONDITIONED    ..

$ ---------- SPACES & SURFACES ---------- $
ZONE-1 = SPACE
    X = 0   Y = 0   Z = 0
    AREA = 100   VOLUME = 270   AZIMUTH = 0      SPACE-CONDITIONS = SPACE-1      ..
NORTH-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1       X = 10   Y = 10   Z = 0
    HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 0      TILT  = 90    ..
EAST-W  = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1       X = 10   Y = 0    Z = 0
    HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 90     TILT  = 90    ..
SOUTH-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1       X = 0    Y = 0    Z = 0
    HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 180    TILT  = 90    ..
WEST-W  = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1       X = 0    Y = 10   Z = 0
    HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 270    TILT  = 90    ..
ROOF-1  = ROOF
    CONSTRUCTION = ROOF-SLAB      X = 0    Y = 0    Z = 2.7
    HEIGHT  = 10      WIDTH = 10      AZIMUTH = 180    TILT  = 0     ..
FLOOR-1 = UNDERGROUND-FLOOR
    CONSTRUCTION = FLOOR-SLAB      AREA = 11.64     TILT = 180    ..

LOADS-REPORT   VERIFICATION = (LV-C,LV-D,LV-I)
        SUMMARY     = (LS-A,LS-D)    ..

$ ---------- LOADS HOURLY REPORT ---------- $
LHR-SCH-1 = SCHEDULE
    THRU DEC 31  (ALL) (1,24) (1)      ..
LRB-1 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = BUILDING
    VARIABLE-LIST = (21)      ..   $ building wall cooling load $
L-HR  = HOURLY-REPORT
    REPORT-SCHEDULE = LHR-SCH-1
    REPORT-BLOCK    = (LRB-1)     ..

END   ..
COMPUTE LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM INPUT ---------- $
INPUT SYSTEMS
   INPUT-UNITS  = METRIC
   OUTPUT-UNITS = METRIC     ..

$ ---------- SCHEDULE ---------- $
$ SCHEDULE FOR HEAT-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ HEATING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE  (NO OPERATION)
D-H-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (12)    ..
W-H-SP = WEEK-SCHEDULE   (ALL) D-H-SP    ..
H-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31    WEEK-SCHEDULE = W-H-SP    ..
$ SCHEDULE FOR COOL-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ COOLING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE
D-C-SP = DAY-SCHEDULE   (1,8) (32) (9,18) (25) (19,24) (32)     ..
W-C-SP = WEEK-SCHEDULE   (ALL) D-C-SP    ..
C-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31    WEEK-SCHEDULE = W-C-SP    ..
$ SCHEDULE FOR HEATING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ HEATING IS SHUTDOWN
D-H-OFF = DAY-SCHEDULE   (1,24) (0)     ..
```

```
W-H-OFF = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-H-OFF  ..
H-OFF-SCH = SCHEDULE    THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-OFF  ..
$ SCHEDULE FOR COOLING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
D-C-ON = DAY-SCHEDULE   (1,8) (0) (9,18) (1) (19,24) (0)       ..
W-C-ON = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-ON   ..
C-ON-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-ON   ..

$ ———————— ZONE DESCRIPTION ———————————— $
Z-CONTROL1 = ZONE-CONTROL
     DESIGN-HEAT-T = 12     HEAT-TEMP-SCH = H-SP-SCH
     DESIGN-COOL-T = 25     COOL-TEMP-SCH = C-SP-SCH
     BASEBOARD-CTRL  = OUTDOOR-RESET
     THERMOSTAT-TYPE  = PROPORTIONAL      THROTTLING-RANGE = 1.112      ..
ZONE-1 = ZONE
     ZONE-TYPE    = CONDITIONED
     ZONE-CONTROL  = Z-CONTROL1      SIZING-OPTION = ADJUST-LOADS    ..

$ ———————— SYSTEM DESCRIPTION ———————————— $
S-CONTROL1 = SYSTEM-CONTROL
     MAX-SUPPLY-T = 24     HEATING-SCHEDULE = H-OFF-SCH
     MIN-SUPPLY-T = 18     COOLING-SCHEDULE = C-ON-SCH     ..
SYS-1 = SYSTEM
     SYSTEM-TYPE = RESYS     SYSTEM-CONTROL = S-CONTROL1
     HEAT-SOURCE = ELECTRIC   SIZING-RATIO  = 1.0
     ZONE-NAMES  = (ZONE-1)      ..

PLANT-1 = PLANT-ASSIGNMENT
     SYSTEM-NAMES = (SYS-1)      ..

SYSTEMS-REPORT
     VERIFICATION = (SV-A)
     SUMMARY     = (SS-A,SS-C,SS-F,SS-J,SS-O)    ..

$ ———————— SYSTEM HOURLY REPORT ———————————— $
HR-SCH-1 = SCHEDULE
     THRU DEC 31   (ALL) (1,24) (1)       ..

SRB-1 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = GLOBAL
     VARIABLE-LIST = (7,8)     .. $ outside wet-bulb , outside dry-bulb $
SRB-2 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = ZONE-1
     VARIABLE-LIST = (6)      ..  $ current hour zone temp $
SRB-3 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = SYS-1
     VARIABLE-LIST = (47)     .. $ electric input to cooling $
SRB-4 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = ZONE-1
     VARIABLE-LIST = (1)    .. $ sensible load at constant temperature $

SYS-HR = HOURLY-REPORT
     REPORT-SCHEDULE = HR-SCH-1
     REPORT-BLOCK   = (SRB-1,SRB-2,SRB-3,SRB-4)      ..

END            ..
COMPUTE SYSTEMS    ..
STOP           ..
```

```
INPUT LOADS
     INPUT-UNITS = METRIC
     OUTPUT-UNITS = METRIC   ..

$ ---------- BUILDING DESCRIPTION ---------- $
$ CASE 3-6    AIR-CONDITIONED (8.00-18.00)
$ DIMENSION   10 x 10 x 2.7 M.
$ WALL        TYPE C-2 : PLASTER 1 cm.+ LW-CONC. 27 cm.+ PLASTER 1 cm.
$ MATERIAL    PLASTER   CONDUCTIVITY   0.063  W/M-C    (0.063 W/M-K)
$                DENSITY        300  KG/M3
$                SPECIFIC HEAT   0.18  KCAL/KG-C (753.08 J/KG-K)
$                THICKNESS      0.01  M.
$           LW-CONC.  CONDUCTIVITY   0.476  W/M-C    (0.476 W/M-K)
$                DENSITY        1280  KG/M3
$                SPECIFIC HEAT   0.19  KCAL/KG-C (794.92 J/KG-K)
$                THICKNESS      0.27  M.
$ ROOF&FLOOR   U = 0.05 W/M2-C
$ INTERNAL LOAD: NO PEOPLE , NO LIGHTING , NO EQUIPMENT AND NO INFILTRATION
TITLE  LINE-1 *WALL TYPE C-2*
     LINE-3 *PLASTER 1cm.+LW-CONC 27 cm.+PLASTER 1cm.*
     LINE-5 *CASE3-6 AIR-CONDITIONED (8.00-18.00)*   ..

ABORT ERRORS    ..
DIAGNOSTIC COMMENTS    ..
RUN-PERIOD   JAN 1 1985 THRU DEC 31 1985    ..

$ ---------- BUILDING LOCATION : BANGKOK , THAILAND ---------- $
BUILDING-LOCATION     LATITUDE = 13.44     LONGITUDE = -100.6
               ALTITUDE = 2.02     TIME-ZONE = -7              AZIMUTH  = 0        ..

$ ---------- CONSTRUCTION & MATERIALS INFORMATION ---------- $
$          MATERIALS
PLASTER-3 = MATERIAL
       THICKNESS    = 0.01        CONDUCTIVITY  = 0.063
       DENSITY      = 300         SPECIFIC-HEAT = 753.08      ..
LW.CONC-3 = MATERIAL
       THICKNESS    = 0.27        CONDUCTIVITY  = 0.476
       DENSITY      = 1280        SPECIFIC-HEAT = 794.92      ..
$          LAYERS
P.LW-3 = LAYERS
     MATERIAL  = (PLASTER-3,LW.CONC-3,PLASTER-3)
     THICKNESS = (0.01,0.27,0.01)     INSIDE-FILM-RES = 0.12      ..
$          CONSTRUCTION
WALL-1 = CONSTRUCTION
     LAYERS = P.LW-3
     ABSORPTANCE  = 0.40   $ white paint $      ROUGHNESS   = 3            ..
ROOF-SLAB = CONSTRUCTION
     U-VALUE = 0.05
     ABSORPTANCE  = 0.65   $ uncolored concrete $      ROUGHNESS   = 3            ..
FLOOR-SLAB = CONSTRUCTION
     U-VALUE = 0.05            ..
INT-W  = CONSTRUCTION
     U-VALUE = 0.05            ..

$ ---------- SPACE CONDITIONS ---------- $
SPACE-1  = SPACE-CONDITIONS
     TEMPERATURE  = (25)
     INF-METHOD   = NONE     ZONE-TYPE   = CONDITIONED    ..
```

```
$ ---------- SPACES & SURFACES ---------- $
ZONE-1 = SPACE
    X = 0   Y = 0   Z = 0
    AREA = 100   VOLUME = 270   AZIMUTH = 0
    SPACE-CONDITIONS = SPACE-1      ..
NORTH-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1      X = 10   Y = 10   Z = 0
    HEIGHT = 2.7     WIDTH = 10     AZIMUTH = 0     TILT = 90    ..
EAST-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1      X = 10   Y = 0   Z = 0
    HEIGHT = 2.7     WIDTH = 10     AZIMUTH = 90     TILT = 90    ..
SOUTH-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1      X = 0   Y = 0   Z = 0
    HEIGHT = 2.7     WIDTH = 10     AZIMUTH = 180     TILT = 90    ..
WEST-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1      X = 0   Y = 10   Z = 0
    HEIGHT = 2.7     WIDTH = 10     AZIMUTH = 270     TILT = 90    ..
ROOF-1 = ROOF
    CONSTRUCTION = ROOF-SLAB      X = 0   Y = 0   Z = 2.7
    HEIGHT = 10     WIDTH = 10     AZIMUTH = 180     TILT = 0    ..
FLOOR-1 = UNDERGROUND-FLOOR
    CONSTRUCTION = FLOOR-SLAB      AREA = 11.64     TILT = 180    ..

LOADS-REPORT   VERIFICATION = (LV-C,LV-D,LV-I)
        SUMMARY    = (LS-A,LS-D)    ..

$ ---------- LOADS HOURLY REPORT ---------- $
LHR-SCH-1 = SCHEDULE
    THRU DEC 31  (ALL) (1,24) (1)      ..
LRB-1 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = BUILDING
    VARIABLE-LIST = (21)      ..   $ building wall cooling load $
L-HR = HOURLY-REPORT
    REPORT-SCHEDULE = LHR-SCH-1
    REPORT-BLOCK   = (LRB-1)     ..

END   ..
COMPUTE LOADS    ..


$ ---------- SYSTEM INPUT ---------- $
INPUT SYSTEMS
   INPUT-UNITS = METRIC
   OUTPUT-UNITS = METRIC    ..

$ ---------- SCHEDULE ---------- $
$ SCHEDULE FOR HEAT-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ HEATING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE  (NO OPERATION)
D-H-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (12)    ..
W-H-SP = WEEK-SCHEDULE   (ALL) D-H-SP    ..
H-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31    WEEK-SCHEDULE = W-H-SP    ..
$ SCHEDULE FOR COOL-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ COOLING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE
D-C-SP = DAY-SCHEDULE   (1,8) (32) (9,18) (25) (19,24) (32)     ..
W-C-SP = WEEK-SCHEDULE   (ALL) D-C-SP    ..
C-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31    WEEK-SCHEDULE = W-C-SP    ..
$ SCHEDULE FOR HEATING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ HEATING IS SHUTDOWN
D-H-OFF = DAY-SCHEDULE   (1,24) (0)     ..
```

```
W-H-OFF = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-H-OFF  ..
H-OFF-SCH = SCHEDULE    THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-OFF  ..
$ SCHEDULE FOR COOLING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
D-C-ON = DAY-SCHEDULE   (1,8) (0) (9,18) (1) (19,24) (0)       ..
W-C-ON = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-ON   ..
C-ON-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-ON   ..

$ ---------- ZONE DESCRIPTION ---------- $
Z-CONTROL1 = ZONE-CONTROL
     DESIGN-HEAT-T = 12     HEAT-TEMP-SCH = H-SP-SCH
     DESIGN-COOL-T = 25     COOL-TEMP-SCH = C-SP-SCH
     BASEBOARD-CTRL  = OUTDOOR-RESET
     THERMOSTAT-TYPE  = PROPORTIONAL      THROTTLING-RANGE = 1.112       ..

ZONE-1 = ZONE
     ZONE-TYPE    = CONDITIONED
     ZONE-CONTROL  = Z-CONTROL1      SIZING-OPTION = ADJUST-LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM DESCRIPTION ---------- $
S-CONTROL1 = SYSTEM-CONTROL
     MAX-SUPPLY-T = 24     HEATING-SCHEDULE = H-OFF-SCH
     MIN-SUPPLY-T = 18     COOLING-SCHEDULE = C-ON-SCH     ..
SYS-1 = SYSTEM
     SYSTEM-TYPE = RESYS     SYSTEM-CONTROL = S-CONTROL1
     HEAT-SOURCE = ELECTRIC   SIZING-RATIO  = 1.0
     ZONE-NAMES  = (ZONE-1)      ..

PLANT-1 = PLANT-ASSIGNMENT
     SYSTEM-NAMES = (SYS-1)      ..

SYSTEMS-REPORT
     VERIFICATION = (SV-A)
     SUMMARY     = (SS-A,SS-C,SS-F,SS-J,SS-O)    ..

$ ---------- SYSTEM HOURLY REPORT ---------- $
HR-SCH-1 = SCHEDULE
     THRU DEC 31   (ALL) (1,24) (1)       ..

SRB-1 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = GLOBAL
     VARIABLE-LIST = (7,8)     .. $ outside wet-bulb , outside dry-bulb $
SRB-2 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = ZONE-1
     VARIABLE-LIST = (6)     .. $ current hour zone temp $
SRB-3 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = SYS-1
     VARIABLE-LIST = (47)     .. $ electric input to cooling $
SRB-4 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = ZONE-1
     VARIABLE-LIST = (1)    .. $ sensible load at constant temperature $
SYS-HR = HOURLY-REPORT
     REPORT-SCHEDULE = HR-SCH-1
     REPORT-BLOCK   = (SRB-1,SRB-2,SRB-3,SRB-4)      ..


END             ..
COMPUTE SYSTEMS    ..
STOP            ..
```

```
INPUT LOADS
    INPUT-UNITS = METRIC
    OUTPUT-UNITS = METRIC  ..

$ ---------- BUILDING DESCRIPTION ---------- $
$ CASE 4-1    AIR-CONDITIONED (20.00-6.00)
$ DIMENSION   10 x 10 x 2.7 M.
$ WALL        TYPE A-1 : HARDWOOD 12 mm.
$ MATERIAL    HARDWOOD  CONDUCTIVITY   0.138  W/M-C   ( 0.138 W/M-K )
$             DENSITY        720  KG/M3
$             SPECIFIC HEAT   0.30  KCAL/KG-C ( 1255.15 J/KG-K )
$             THICKNESS      0.012  M.
$ ROOF&FLOOR  U = 0.05 W/M2-C
$ INTERNAL LOAD: NO PEOPLE , NO LIGHTING , NO EQUIPMENT AND NO INFILTRATION
TITLE  LINE-1 "WALL TYPE A-1"
    LINE-3 "HARDWOOD 12 mm."
    LINE-5 "CASE4-1 AIR-CONDITIONED (20.00-6.00)"  ..

ABORT ERRORS  ..
DIAGNOSTIC COMMENTS  ..
RUN-PERIOD  JAN 1 1985 THRU DEC 31 1985  ..

$ ---------- BUILDING LOCATION : BANGKOK , THAILAND ---------- $
BUILDING-LOCATION  LATITUDE = 13.44  LONGITUDE = -100.6
            ALTITUDE = 2.02  TIME-ZONE = -7  AZIMUTH = 0  ..

$ ---------- CONSTRUCTION & MATERIALS INFORMATION ---------- $
$          CONSTRUCTION
WALL-1 = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 4.83
    ABSORPTANCE = 0.40  $ white paint $  ROUGHNESS = 3  ..
ROOF-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05
    ABSORPTANCE = 0.65  $ uncolored concrete $
    ROUGHNESS = 3  ..
FLOOR-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05  ..
INT-W = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05  ..

$ ---------- SPACE CONDITIONS ---------- $
SPACE-1 = SPACE-CONDITIONS
    TEMPERATURE = (25)
    INF-METHOD = NONE  ZONE-TYPE = CONDITIONED  ..

$ ---------- SPACES & SURFACES ---------- $
ZONE-1 = SPACE
    X = 0  Y = 0  Z = 0
    AREA = 100  VOLUME = 270  AZIMUTH = 0
    SPACE-CONDITIONS = SPACE-1  ..
NORTH-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1  X = 10  Y = 10  Z = 0
    HEIGHT = 2.7  WIDTH = 10  AZIMUTH = 0  TILT = 90  ..
EAST-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1  X = 10  Y = 0  Z = 0
    HEIGHT = 2.7  WIDTH = 10  AZIMUTH = 90  TILT = 90  ..
SOUTH-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1  X = 0  Y = 0  Z = 0
    HEIGHT = 2.7  WIDTH = 10  AZIMUTH = 180  TILT = 90  ..
```

```
WEST-W  = EXTERIOR-WALL
      CONSTRUCTION = WALL-1       X = 0    Y = 10   Z = 0
      HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10       AZIMUTH = 270     TILT  = 90    ..
ROOF-1  = ROOF
      CONSTRUCTION = ROOF-SLAB       X = 0    Y = 0    Z = 2.7
      HEIGHT  = 10      WIDTH = 10       AZIMUTH = 180     TILT  = 0     ..
FLOOR-1 = UNDERGROUND-FLOOR
      CONSTRUCTION = FLOOR-SLAB       AREA = 11.64      TILT = 180    ..

LOADS-REPORT   VERIFICATION = (LV-C,LV-D,LV-I)
         SUMMARY     = (LS-A,LS-D)    ..

$ ---------- LOADS HOURLY REPORT ---------- $
LHR-SCH-1 = SCHEDULE
     THRU DEC 31  (ALL) (1,24) (1)       ..
LRB-1 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = BUILDING
     VARIABLE-LIST = (21)       ..   $ building wall cooling load $
L-HR  = HOURLY-REPORT
     REPORT-SCHEDULE = LHR-SCH-1
     REPORT-BLOCK   = (LRB-1)      ..

END   ..
COMPUTE LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM INPUT ---------- $
INPUT SYSTEMS
   INPUT-UNITS  = METRIC
   OUTPUT-UNITS = METRIC     ..

$ ---------- SCHEDULE ---------- $
$ SCHEDULE FOR HEAT-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ HEATING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE  (NO OPERATION)
D-H-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (12)    ..
W-H-SP = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-H-SP   ..
H-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-SP   ..

$ SCHEDULE FOR COOL-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ COOLING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE
D-C-SP = DAY-SCHEDULE   (1,6) (25) (7,20) (32) (21,24) (25)    ..
W-C-SP = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-SP   ..
C-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-SP   ..

$ SCHEDULE FOR HEATING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ HEATING IS SHUTDOWN
D-H-OFF = DAY-SCHEDULE  (1,24) (0)     ..
W-H-OFF = WEEK-SCHEDULE (ALL) D-H-OFF  ..
H-OFF-SCH = SCHEDULE    THRU DEC 31    WEEK-SCHEDULE = W-H-OFF  ..

$ SCHEDULE FOR COOLING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
D-C-ON = DAY-SCHEDULE   (1,6) (1) (7,20) (0) (21,24) (1)       ..
W-C-ON = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-ON   ..
C-ON-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31    WEEK-SCHEDULE = W-C-ON   ..

$ ---------- ZONE DESCRIPTION ---------- $
Z-CONTROL1 = ZONE-CONTROL
     DESIGN-HEAT-T = 12     HEAT-TEMP-SCH = H-SP-SCH
     DESIGN-COOL-T = 25     COOL-TEMP-SCH = C-SP-SCH
     BASEBOARD-CTRL  = OUTDOOR-RESET
```

```
    THERMOSTAT-TYPE  = PROPORTIONAL
    THROTTLING-RANGE = 1.112        ..
ZONE-1 = ZONE
    ZONE-TYPE    = CONDITIONED
    ZONE-CONTROL  = Z-CONTROL1      SIZING-OPTION = ADJUST-LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM DESCRIPTION ---------- $
S-CONTROL1 = SYSTEM-CONTROL
    MAX-SUPPLY-T = 24     HEATING-SCHEDULE = H-OFF-SCH
    MIN-SUPPLY-T = 18     COOLING-SCHEDULE = C-ON-SCH     ..

SYS-1 = SYSTEM
    SYSTEM-TYPE = RESYS     SYSTEM-CONTROL = S-CONTROL1
    HEAT-SOURCE = ELECTRIC  SIZING-RATIO  = 1.0
    ZONE-NAMES  = (ZONE-1)      ..

PLANT-1 = PLANT-ASSIGNMENT
    SYSTEM-NAMES = (SYS-1)      ..

SYSTEMS-REPORT
    VERIFICATION = (SV-A)
    SUMMARY      = (SS-A,SS-C,SS-F,SS-J,SS-O)    ..

$ ---------- SYSTEM HOURLY REPORT ---------- $
HR-SCH-1 = SCHEDULE
    THRU DEC 31   (ALL) (1,24) (1)      ..

SRB-1 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = GLOBAL
    VARIABLE-LIST = (7,8)     .. $ outside wet-bulb , outside dry-bulb $
SRB-2 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = ZONE-1
    VARIABLE-LIST = (6)       .. $ current hour zone temp $
SRB-3 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = SYS-1
    VARIABLE-LIST = (47)      .. $ electric input to cooling $
SRB-4 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = ZONE-1
    VARIABLE-LIST = (1)    .. $ sensible load at constant temperature $

SYS-HR = HOURLY-REPORT
    REPORT-SCHEDULE = HR-SCH-1
    REPORT-BLOCK   = (SRB-1,SRB-2,SRB-3,SRB-4)      ..


END             ..
COMPUTE SYSTEMS    ..
STOP            ..
```

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
INPUT LOADS
     INPUT-UNITS  = METRIC
     OUTPUT-UNITS = METRIC   ..

$ ———————— BUILDING DESCRIPTION ———————————— $
$ CASE 4-2     AIR-CONDITIONED (20.00-6.00)
$ DIMENSION    10 x 10 x 2.7 M.
$ WALL         TYPE B-1 : MORTAR 8 mm.+ BRICK 7 cm.+ MORTAR 8 mm.
$ MATERIAL     MORTAR    CONDUCTIVITY   0.543  W/M-C    (0.543 W/M-K)
$                DENSITY        1568  KG/M3
$                SPECIFIC HEAT    0.20  KCAL/KG-C (836.76 J/KG-K)
$                THICKNESS      0.008  M.
$          BRICK     CONDUCTIVITY    1.211  W/M-C    (1.211 W/M-K)
$                DENSITY        1872  KG/M3
$                SPECIFIC HEAT    0.19  KCAL/KG-C (794.92 J/KG-K)
$                THICKNESS      0.07  M.
$ ROOF&FLOOR   U = 0.05 W/M2-C
$ INTERNAL LOAD: NO PEOPLE , NO LIGHTING , NO EQUIPMENT AND NO INFILTRATION
TITLE   LINE-1 "WALL TYPE B-1"
     LINE-3 "MORTAR 8 mm.+ BRICK 7 cm.+ MORTAR 8 mm."
     LINE-5 "CASE4-2 AIR-CONDITIONED (20.00-6.00)"          ..

ABORT ERRORS     ..
DIAGNOSTIC COMMENTS     ..
RUN-PERIOD     JAN 1 1985 THRU DEC 31 1985     ..

$ ———————— BUILDING LOCATION ; BANGKOK , THAILAND ———————— $
BUILDING-LOCATION     LATITUDE = 13.44     LONGITUDE = -100.6
                ALTITUDE = 2.02     TIME-ZONE = -7                AZIMUTH  = 0          ..

$ ———————— CONSTRUCTION & MATERIALS INFORMATION ———————— $
$          MATERIALS
MORTAR-1 = MATERIAL
     THICKNESS     = 0.008      CONDUCTIVITY  = 0.543
     DENSITY       = 1568       SPECIFIC-HEAT = 836.76       ..
BRICK-1 = MATERIAL
     THICKNESS     = 0.07       CONDUCTIVITY  = 1.211
     DENSITY       = 1872       SPECIFIC-HEAT = 794.92       ..
$          LAYERS
MB-1   = LAYERS
     MATERIAL  = (MORTAR-1,BRICK-1,MORTAR-1)
     THICKNESS = (0.008,0.07,0.008)
     INSIDE-FILM-RES = 0.12       ..
$          CONSTRUCTION
WALL-1 = CONSTRUCTION
     LAYERS = MB-1       ABSORPTANCE  = 0.40   $ white paint $
     ROUGHNESS   = 3              ..
ROOF-SLAB = CONSTRUCTION
     U-VALUE = 0.05       ABSORPTANCE  = 0.65   $ uncolored concrete $
     ROUGHNESS   = 3              ..
FLOOR-SLAB = CONSTRUCTION
     U-VALUE = 0.05               ..
INT-W  = CONSTRUCTION
     U-VALUE = 0.05               ..

$ ———————— SPACE CONDITIONS ———————— $
SPACE-1  = SPACE-CONDITIONS
     TEMPERATURE  = (25)
     INF-METHOD   = NONE      ZONE-TYPE   = CONDITIONED    ..
```

```
$ ---------- SPACES & SURFACES ---------- $
ZONE-1 = SPACE
     X = 0   Y = 0   Z = 0      AREA = 100   VOLUME = 270   AZIMUTH = 0
     SPACE-CONDITIONS = SPACE-1      ..
NORTH-W = EXTERIOR-WALL
     CONSTRUCTION = WALL-1      X = 10   Y = 10   Z = 0
     HEIGHT = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 0      TILT = 90    ..
EAST-W = EXTERIOR-WALL
     CONSTRUCTION = WALL-1      X = 10   Y = 0   Z = 0
     HEIGHT = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 90      TILT = 90    ..
SOUTH-W = EXTERIOR-WALL
     CONSTRUCTION = WALL-1      X = 0   Y = 0   Z = 0
     HEIGHT = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 180      TILT = 90    ..
WEST-W = EXTERIOR-WALL
     CONSTRUCTION = WALL-1      X = 0   Y = 10   Z = 0
     HEIGHT = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 270      TILT = 90    ..
ROOF-1 = ROOF
     CONSTRUCTION = ROOF-SLAB      X = 0   Y = 0   Z = 2.7
     HEIGHT = 10      WIDTH = 10      AZIMUTH = 180      TILT = 0    ..
FLOOR-1 = UNDERGROUND-FLOOR
     CONSTRUCTION = FLOOR-SLAB      AREA = 11.64      TILT = 180    ..

LOADS-REPORT   VERIFICATION = (LV-C,LV-D,LV-I)
          SUMMARY    = (LS-A,LS-D)    ..

$ ---------- LOADS HOURLY REPORT ---------- $
LHR-SCH-1 = SCHEDULE
     THRU DEC 31  (ALL) (1,24) (1)      ..

LRB-1 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = BUILDING
     VARIABLE-LIST = (21)      ..   $ building wall cooling load $
L-HR = HOURLY-REPORT
     REPORT-SCHEDULE = LHR-SCH-1
     REPORT-BLOCK   = (LRB-1)     ..

END   ..
COMPUTE LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM INPUT ---------- $
INPUT SYSTEMS
    INPUT-UNITS  = METRIC
    OUTPUT-UNITS = METRIC    ..

$ ---------- SCHEDULE ---------- $
$ SCHEDULE FOR HEAT-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ HEATING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE  (NO OPERATION)
D-H-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (12)    ..
W-H-SP = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-H-SP    ..
H-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31    WEEK-SCHEDULE = W-H-SP    ..
$ SCHEDULE FOR COOL-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ COOLING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE
D-C-SP = DAY-SCHEDULE   (1,6) (25) (7,20) (32) (21,24) (25)     ..
W-C-SP = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-SP    ..
C-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31    WEEK-SCHEDULE = W-C-SP    ..
$ SCHEDULE FOR HEATING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ HEATING IS SHUTDOWN
D-H-OFF = DAY-SCHEDULE   (1,24) (0)     ..
W-H-OFF = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-H-OFF    ..
```

```
H-OFF-SCH = SCHEDULE    THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-OFF   ..
$ SCHEDULE FOR COOLING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
D-C-ON = DAY-SCHEDULE   (1,6) (1) (7,20) (0) (21,24) (1)      ..
W-C-ON = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-ON   ..
C-ON-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-ON   ..

$ ---------- ZONE DESCRIPTION ---------- $
Z-CONTROL1 = ZONE-CONTROL
     DESIGN-HEAT-T = 12     HEAT-TEMP-SCH = H-SP-SCH
     DESIGN-COOL-T = 25     COOL-TEMP-SCH = C-SP-SCH
     BASEBOARD-CTRL  = OUTDOOR-RESET
     THERMOSTAT-TYPE  = PROPORTIONAL      THROTTLING-RANGE = 1.112      ..
ZONE-1 = ZONE
     ZONE TYPE    = CONDITIONED
     ZONE-CONTROL  = Z-CONTROL1
     SIZING-OPTION = ADJUST-LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM DESCRIPTION ---------- $
S-CONTROL1 = SYSTEM-CONTROL
     MAX-SUPPLY-T = 24     HEATING-SCHEDULE = H-OFF-SCH
     MIN-SUPPLY-T = 18     COOLING-SCHEDULE = C-ON-SCH     ..

SYS-1 = SYSTEM
     SYSTEM-TYPE = RESYS     SYSTEM-CONTROL = S-CONTROL1
     HEAT-SOURCE = ELECTRIC   SIZING-RATIO   = 1.0
     ZONE-NAMES  = (ZONE-1)      ..
PLANT-1 = PLANT-ASSIGNMENT
     SYSTEM-NAMES = (SYS-1)      ..

SYSTEMS-REPORT
     VERIFICATION = (SV-A)
     SUMMARY     = (SS-A,SS-C,SS-F,SS-J,SS-O)    ..

$ ---------- SYSTEM HOURLY REPORT ---------- $
HR-SCH-1 = SCHEDULE
     THRU DEC 31   (ALL) (1,24) (1)      ..

SRB-1 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = GLOBAL
     VARIABLE-LIST = (7,8)     .. $ outside wet-bulb , outside dry-bulb $
SRB-2 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = ZONE-1
     VARIABLE-LIST = (6)     .. $ current hour zone temp $
SRB-3 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = SYS-1
     VARIABLE-LIST = (47)     .. $ electric input to cooling $
SRB-4 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = ZONE-1
     VARIABLE-LIST = (1)    .. $ sensible load at constant temperature $

SYS-HR = HOURLY-REPORT
     REPORT-SCHEDULE = HR-SCH-1
     REPORT-BLOCK   = (SRB-1,SRB-2,SRB-3,SRB-4)      ..

END          ..
COMPUTE SYSTEMS    ..
STOP         ..
```

```
INPUT LOADS
    INPUT-UNITS = METRIC
    OUTPUT-UNITS = METRIC   ..

$ ———————— BUILDING DESCRIPTION ———————— $
$ CASE 4-3    AIR-CONDITIONED (20.00-6.00)
$ DIMENSION    10 x 10 x 2.7 M.
$ WALL :      TYPE C-1 : CONCRETE 12.5 cm.
$ MATERIAL    CONCRETE  CONDUCTIVITY   1.442  W/M-C    (1.442 W/M-K)
$                DENSITY        2400  KG/M3
$                SPECIFIC HEAT    0.20  KCAL/KG-C (836.76 J/KG-K)
$                THICKNESS      0.125  M.
$ ROOF&FLOOR   U = 0.05 W/M2-C
$ INTERNAL LOAD: NO PEOPLE , NO LIGHTING , NO EQUIPMENT AND NO INFILTRATION
TITLE  LINE-1 *WALL TYPE C-1*
    LINE-3 *CONCRETE 12.5 cm.*
    LINE-5 *CASE4-3 AIR-CONDITIONED (20.00-6.00)*   ..

ABORT ERRORS    ..
DIAGNOSTIC COMMENTS    ..
RUN-PERIOD    JAN 1 1985 THRU DEC 31 1985    ..

$ ———————— BUILDING LOCATION : BANGKOK , THAILAND ———————— $
BUILDING-LOCATION     LATITUDE = 13.44     LONGITUDE = -100.6
            ALTITUDE = 2.02     TIME-ZONE = -7            AZIMUTH  = 0        ..

$ ———————— CONSTRUCTION & MATERIALS INFORMATION ———————— $
$          MATERIALS
CONCRETE-1 = MATERIAL
    THICKNESS    = 0.125     CONDUCTIVITY  = 1.442
    DENSITY      = 2400      SPECIFIC-HEAT  = 836.76      ..
$          LAYERS
CONC-1  = LAYERS
    MATERIAL  = (CONCRETE-1)     THICKNESS = (0.125)
    INSIDE-FILM-RES = 0.12       ..
$          CONSTRUCTION
WALL-1 = CONSTRUCTION
    LAYERS = CONC-1
    ABSORPTANCE  = 0.40   $ white paint $
    ROUGHNESS    = 3              ..
ROOF-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05
    ABSORPTANCE  = 0.65   $ uncolored concrete $
    ROUGHNESS    = 3              ..
FLOOR-SLAB = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05           ..
INT-W  = CONSTRUCTION
    U-VALUE = 0.05           ..

$ ———————— SPACE CONDITIONS ———————— $
SPACE-1  = SPACE-CONDITIONS
    TEMPERATURE  = (25)
    INF-METHOD   = NONE     ZONE-TYPE   = CONDITIONED    ..

$ ———————— SPACES & SURFACES ———————— $
ZONE-1 = SPACE
    X = 0   Y = 0   Z = 0
    AREA = 100   VOLUME = 270   AZIMUTH = 0
    SPACE-CONDITIONS = SPACE-1        ..
```

ผนัง C-1 : สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน

```
NORTH-W = EXTERIOR-WALL
      CONSTRUCTION = WALL-1       X = 10  Y = 10  Z = 0
      HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10       AZIMUTH = 0       TILT  = 90    ..
EAST-W  = EXTERIOR-WALL
      CONSTRUCTION = WALL-1       X = 10  Y = 0   Z = 0
      HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10       AZIMUTH = 90      TILT  = 90    ..
SOUTH-W = EXTERIOR-WALL
      CONSTRUCTION = WALL-1       X = 0   Y = 0   Z = 0
      HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10       AZIMUTH = 180     TILT  = 90    ..
WEST-W  = EXTERIOR-WALL
      CONSTRUCTION = WALL-1       X = 0   Y = 10  Z = 0
      HEIGHT  = 2.7     WIDTH = 10       AZIMUTH = 270     TILT  = 90    ..
ROOF-1  = ROOF
      CONSTRUCTION = ROOF-SLAB      X = 0   Y = 0   Z = 2.7
      HEIGHT  = 10      WIDTH = 10       AZIMUTH = 180     TILT  = 0     ..
FLOOR-1 = UNDERGROUND-FLOOR
      CONSTRUCTION = FLOOR-SLAB       AREA = 11.64      TILT = 180    ..

LOADS-REPORT   VERIFICATION = (LV-C,LV-D,LV-I)
         SUMMARY    = (LS-A,LS-D)    ..

$ ---------- LOADS HOURLY REPORT ----------$
LHR-SCH-1 = SCHEDULE
    THRU DEC 31  (ALL) (1,24) (1)      ..
LRB-1 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = BUILDING
    VARIABLE-LIST = (21)      ..   $ building wall cooling load $
L-HR  = HOURLY-REPORT
    REPORT-SCHEDULE = LHR-SCH-1
    REPORT-BLOCK   = (LRB-1)     ..

END  ..
COMPUTE LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM INPUT ----------$
INPUT SYSTEMS
   INPUT-UNITS  = METRIC
   OUTPUT-UNITS = METRIC    ..

$ ---------- SCHEDULE ----------$
$ SCHEDULE FOR HEAT-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ HEATING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE  (NO OPERATION)
D-H-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (12)    ..
W-H-SP = WEEK-SCHEDULE   (ALL) D-H-SP    ..
H-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-SP    ..
$ SCHEDULE FOR COOL-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ COOLING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE
D-C-SP = DAY-SCHEDULE   (1,6) (25) (7,20) (32) (21,24) (25)     ..
W-C-SP = WEEK-SCHEDULE   (ALL) D-C-SP    ..
C-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-SP    ..
$ SCHEDULE FOR HEATING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ HEATING IS SHUTDOWN
D-H-OFF = DAY-SCHEDULE   (1,24) (0)    ..
W-H-OFF = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-H-OFF   ..
H-OFF-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-OFF   ..
$ SCHEDULE FOR COOLING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
D-C-ON = DAY-SCHEDULE   (1,6) (1) (7,20) (0) (21,24) (1)       ..
W-C-ON = WEEK-SCHEDULE   (ALL) D-C-ON    ..
```

```
C-ON-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-ON   ..

$ ---------- ZONE DESCRIPTION ---------- $
Z-CONTROL1 = ZONE-CONTROL
     DESIGN-HEAT-T = 12     HEAT-TEMP-SCH = H-SP-SCH
     DESIGN-COOL-T = 25     COOL-TEMP-SCH = C-SP-SCH
     BASEBOARD-CTRL  = OUTDOOR-RESET
     THERMOSTAT-TYPE  = PROPORTIONAL      THROTTLING-RANGE = 1.112      ..
ZONE-1 = ZONE
     ZONE-TYPE    = CONDITIONED
     ZONE-CONTROL  = Z-CONTROL1      SIZING-OPTION = ADJUST-LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM DESCRIPTION ---------- $
S-CONTROL1 = SYSTEM-CONTROL
     MAX-SUPPLY-T = 24     HEATING-SCHEDULE = H-OFF-SCH
     MIN-SUPPLY-T = 18     COOLING-SCHEDULE = C-ON-SCH     ..
 SYS-1 = SYSTEM
     SYSTEM-TYPE = RESYS     SYSTEM-CONTROL = S-CONTROL1
     HEAT-SOURCE = ELECTRIC   SIZING-RATIO   = 1.0
     ZONE-NAMES  = (ZONE-1)      ..

PLANT-1 = PLANT-ASSIGNMENT
     SYSTEM-NAMES = (SYS-1)      ..

SYSTEMS-REPORT
     VERIFICATION = (SV-A)
     SUMMARY     = (SS-A,SS-C,SS-F,SS-J,SS-O)    ..

$ ---------- SYSTEM HOURLY REPORT ---------- $
HR-SCH-1 = SCHEDULE
     THRU DEC 31   (ALL) (1,24) (1)       ..

SRB-1 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = GLOBAL
     VARIABLE-LIST = (7,8)     .. $ outside wet-bulb , outside dry-bulb $
SRB-2 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = ZONE-1
     VARIABLE-LIST = (6)      .. $ current hour zone temp $
SRB-3 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = SYS-1
     VARIABLE-LIST = (47)     .. $ electric input to cooling $
SRB-4 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = ZONE-1
     VARIABLE-LIST = (1)   .. $ sensible load at constant temperature $

SYS-HR = HOURLY-REPORT
     REPORT-SCHEDULE = HR-SCH-1
     REPORT-BLOCK   = (SRB-1,SRB-2,SRB-3,SRB-4)      ..


END          ..
COMPUTE SYSTEMS    ..
STOP          ..
```

ผนัง C-1 : สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน

```
INPUT LOADS
     INPUT-UNITS  = METRIC
     OUTPUT-UNITS = METRIC   ..

$ ---------- BUILDING DESCRIPTION ---------- $
$ CASE 4-4     AIR-CONDITIONED (20.00-6.00)
$ DIMENSION    10 x 10 x 2.7 M.
$ WALL         TYPE A-2 : PLASTER 5 mm.+ LW-CONC. 7.5 cm.+ PLASTER 5 mm.
$ MATERIAL     PLASTER   CONDUCTIVITY   0.274  W/M-C    (0.274 W/M-K)
$                DENSITY        1104  KG/M3
$                SPECIFIC HEAT   0.18  KCAL/KG-C (753.08 J/KG-K)
$                THICKNESS      0.005  M.
$          LW-CONC.  CONDUCTIVITY   0.089  W/M-C    (0.089 W/M-K)
$                DENSITY        600  KG/M3
$                SPECIFIC HEAT   0.19  KCAL/KG-C (794.92 J/KG-K)
$                THICKNESS      0.075  M.
$ ROOF&FLOOR   U = 0.05 W/M2-C
$ INTERNAL LOAD: NO PEOPLE , NO LIGHTING , NO EQUIPMENT AND NO INFILTRATION
TITLE  LINE-1 "WALL TYPE A-2"
     LINE-3 "PLASTER 5mm.+LW-CONC 7.5cm.+PLASTER 5mm."
     LINE-5 "CASE4-4 AIR-CONDITIONED (20.00-6.00)"     ..

ABORT ERRORS     ..
DIAGNOSTIC COMMENTS     ..
RUN-PERIOD    JAN 1 1985 THRU DEC 31 1985     ..

$ ---------- BUILDING LOCATION : BANGKOK , THAILAND ---------- $
BUILDING-LOCATION     LATITUDE = 13.44      LONGITUDE = -100.6
                ALTITUDE = 2.02      TIME-ZONE = -7                AZIMUTH = 0        ..

$ ---------- CONSTRUCTION & MATERIALS INFORMATION ---------- $
$          MATERIALS
PLASTER-1 = MATERIAL
       THICKNESS    = 0.005        CONDUCTIVITY  = 0.274
       DENSITY      = 1104         SPECIFIC-HEAT = 753.08       ..
LW.CONC-1 = MATERIAL
       THICKNESS    = 0.075        CONDUCTIVITY  = 0.089
       DENSITY      = 600          SPECIFIC-HEAT = 794.92       ..
$          LAYERS
P.LW-1 = LAYERS
     MATERIAL  = (PLASTER-1,LW.CONC-1,PLASTER-1)
     THICKNESS = (0.005,0.075,0.005)      INSIDE-FILM-RES = 0.12      ..
$          CONSTRUCTION
WALL-1 = CONSTRUCTION
     LAYERS = P.LW-1      ABSORPTANCE  = 0.40   $ white paint $
     ROUGHNESS   = 3      ..
ROOF-SLAB = CONSTRUCTION
     U-VALUE = 0.05       ABSORPTANCE  = 0.65   $ uncolored concrete $
     ROUGHNESS   = 3      ..
FLOOR-SLAB = CONSTRUCTION
     U-VALUE = 0.05       ..
INT-W  = CONSTRUCTION
     U-VALUE = 0.05       ..

$ ---------- SPACE CONDITIONS ---------- $
SPACE-1  = SPACE-CONDITIONS
     TEMPERATURE  = (25)
     INF-METHOD   = NONE      ZONE-TYPE   = CONDITIONED    ..
```

```
$ ———————— SPACES & SURFACES ———————— $
ZONE-1 = SPACE
    X = 0   Y = 0   Z = 0
    AREA = 100   VOLUME = 270   AZIMUTH = 0      SPACE-CONDITIONS = SPACE-1      ..
NORTH-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1      X = 10   Y = 10   Z = 0
    HEIGHT = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 0      TILT = 90     ..
EAST-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1      X = 10   Y = 0   Z = 0
    HEIGHT = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 90     TILT = 90     ..
SOUTH-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1      X = 0   Y = 0   Z = 0
    HEIGHT = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 180     TILT = 90     ..
WEST-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1      X = 0   Y = 10   Z = 0
    HEIGHT = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 270     TILT = 90     ..
ROOF-1 = ROOF
    CONSTRUCTION = ROOF-SLAB      X = 0   Y = 0   Z = 2.7
    HEIGHT = 10     WIDTH = 10      AZIMUTH = 180     TILT = 0     ..
FLOOR-1 = UNDERGROUND-FLOOR
    CONSTRUCTION = FLOOR-SLAB      AREA = 11.64     TILT = 180     ..

LOADS-REPORT   VERIFICATION = (LV-C,LV-D,LV-I)
        SUMMARY    = (LS-A,LS-D)    ..

$ ———————— LOADS HOURLY REPORT ———————— $
LHR-SCH-1 = SCHEDULE
    THRU DEC 31  (ALL) (1,24) (1)      ..
LRB-1 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = BUILDING
    VARIABLE-LIST = (21)      ..   $ building wall cooling load $
L-HR  = HOURLY-REPORT
    REPORT-SCHEDULE = LHR-SCH-1
    REPORT-BLOCK   = (LRB-1)     ..

END   ..
COMPUTE LOADS    ..


$ ———————— SYSTEM INPUT ———————— $
INPUT SYSTEMS
   INPUT-UNITS  = METRIC
   OUTPUT-UNITS = METRIC    ..

$ ———————— SCHEDULE ———————— $
$ SCHEDULE FOR HEAT-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ HEATING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE  (NO OPERATION)
D-H-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (12)    ..
W-H-SP = WEEK-SCHEDULE   (ALL) D-H-SP    ..
H-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31    WEEK-SCHEDULE = W-H-SP    ..
$ SCHEDULE FOR COOL-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ COOLING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE
D-C-SP = DAY-SCHEDULE    (1,6) (25) (7,20) (32) (21,24) (25)     ..
W-C-SP = WEEK-SCHEDULE   (ALL) D-C-SP    ..
C-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31    WEEK-SCHEDULE = W-C-SP    ..
$ SCHEDULE FOR HEATING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ HEATING IS SHUTDOWN
D-H-OFF = DAY-SCHEDULE   (1,24) (0)     ..
W-H-OFF = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-H-OFF   ..
```

```
H-OFF-SCH = SCHEDULE    THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-OFF   ..
$ SCHEDULE FOR COOLING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
D-C-ON = DAY-SCHEDULE   (1,6) (1) (7,20) (0) (21,24) (1)      ..
W-C-ON = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-ON   ..
C-ON-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-ON   ..

$ ---------- ZONE DESCRIPTION ---------- $
Z-CONTROL1 = ZONE-CONTROL
     DESIGN-HEAT-T = 12     HEAT-TEMP-SCH = H-SP-SCH
     DESIGN-COOL-T = 25     COOL-TEMP-SCH = C-SP-SCH
     BASEBOARD-CTRL  = OUTDOOR-RESET
     THERMOSTAT-TYPE  = PROPORTIONAL      THROTTLING-RANGE = 1.112      ..
ZONE-1 = ZONE
     ZONE-TYPE    = CONDITIONED
     ZONE-CONTROL  = Z-CONTROL1
     SIZING-OPTION = ADJUST-LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM DESCRIPTION ---------- $
S-CONTROL1 = SYSTEM-CONTROL
     MAX-SUPPLY-T = 24     HEATING-SCHEDULE = H-OFF-SCH
     MIN-SUPPLY-T = 18     COOLING-SCHEDULE = C-ON-SCH     ..

SYS-1 = SYSTEM
     SYSTEM-TYPE = RESYS     SYSTEM-CONTROL = S-CONTROL1
     HEAT-SOURCE = ELECTRIC  SIZING-RATIO  = 1.0
     ZONE-NAMES  = (ZONE-1)      ..

PLANT-1 = PLANT-ASSIGNMENT
     SYSTEM-NAMES = (SYS-1)      ..

SYSTEMS-REPORT
     VERIFICATION = (SV-A)
     SUMMARY     = (SS-A,SS-C,SS-F,SS-J,SS-O)    ..

$ ---------- SYSTEM HOURLY REPORT ---------- $
HR-SCH-1 = SCHEDULE
     THRU DEC 31   (ALL) (1,24) (1)       ..

SRB-1 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = GLOBAL
     VARIABLE-LIST = (7,8)     .. $ outside wet-bulb , outside dry-bulb $
SRB-2 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = ZONE-1
     VARIABLE-LIST = (5)     .. $ current hour zone temp $
SRB-3 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = SYS-1
     VARIABLE-LIST = (47)     .. $ electric input to cooling $
SRB-4 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = ZONE-1
     VARIABLE-LIST = (1)   .. $ sensible load at constant temperature $

SYS-HR = HOURLY-REPORT
     REPORT-SCHEDULE = HR-SCH-1
     REPORT-BLOCK   = (SRB-1,SRB-2,SRB-3,SRB-4)     ..

END          ..
COMPUTE SYSTEMS    ..
STOP         ..
```

```
INPUT LOADS
     INPUT-UNITS  = METRIC
     OUTPUT-UNITS = METRIC   ..

$ ---------- BUILDING DESCRIPTION ---------- $
$ CASE 4-5     AIR-CONDITIONED (20.00-6.00)
$ DIMENSION    10 x 10 x 2.7 M.
$ WALL         TYPE B-2 : PLASTER 1 cm.+ LW-CONC. 17 cm.+ PLASTER 1 cm.
$ MATERIAL     PLASTER    CONDUCTIVITY    0.063  W/M-C    (0.063 W/M-K)
$                  DENSITY          300  KG/M3
$                  SPECIFIC HEAT    0.18  KCAL/KG-C (753.08 J/KG-K)
$                  THICKNESS        0.01  M.
$          LW-CONC.  CONDUCTIVITY    0.303  W/M-C    (0.303 W/M-K)
$                  DENSITY          960  KG/M3
$                  SPECIFIC HEAT    0.19  KCAL/KG-C (794.92 J/KG-K)
$                  THICKNESS        0.17  M.
$ ROOF&FLOOR   U = 0.05 W/M2-C
$ INTERNAL LOAD: NO PEOPLE , NO LIGHTING , NO EQUIPMENT AND NO INFILTRATION
TITLE  LINE-1 "WALL TYPE B-2"
     LINE-3 "PLASTER 1cm.+LW-CONC 17cm.+PLASTER 1cm."
     LINE-5 "CASE4-5 AIR-ONDITIONED (20.00-6.00)"   ..

ABORT ERRORS    ..
DIAGNOSTIC COMMENTS    ..
RUN-PERIOD    JAN 1 1985 THRU DEC 31 1985    ..

$ ---------- BUILDING LOCATION : BANGKOK , THAILAND ---------- $
BUILDING-LOCATION     LATITUDE = 13.44      LONGITUDE = -100.6
                ALTITUDE = 2.02      TIME-ZONE = -7                AZIMUTH  = 0        ..

$ ---------- CONSTRUCTION & MATERIALS INFORMATION ---------- $
$          MATERIALS
PLASTER-2 = MATERIAL
       THICKNESS    = 0.01        CONDUCTIVITY  = 0.063
       DENSITY      = 300         SPECIFIC-HEAT  = 753.08      ..
LW.CONC-2 = MATERIAL
       THICKNESS    = 0.17        CONDUCTIVITY  = 0.303
       DENSITY      = 960         SPECIFIC-HEAT  = 794.92      ..
$          LAYERS
P.LW-2 = LAYERS
     MATERIAL  = (PLASTER-2,LW.CONC-2,PLASTER-2)
     THICKNESS = (0.01,0.17,0.01)      INSIDE-FILM-RES = 0.12      ..
$          CONSTRUCTION
WALL-1 = CONSTRUCTION
     LAYERS = P.LW-2
     ABSORPTANCE  = 0.40   $ white paint $      ROUGHNESS   = 3                ..
ROOF-SLAB = CONSTRUCTION
     U-VALUE = 0.05
     ABSORPTANCE  = 0.65   $ uncolored concrete $      ROUGHNESS   = 3          ..
FLOOR-SLAB = CONSTRUCTION
     U-VALUE = 0.05          ..
INT-W  = CONSTRUCTION
     U-VALUE = 0.05          ..

$ ---------- SPACE CONDITIONS ---------- $
SPACE-1  = SPACE-CONDITIONS
     TEMPERATURE  = (25)
     INF-METHOD   = NONE     ZONE-TYPE   = CONDITIONED    ..
```

```
$ ---------- SPACES & SURFACES ----------$
ZONE-1 = SPACE
    X = 0   Y = 0   Z = 0
    AREA = 100   VOLUME = 270   AZIMUTH = 0
    SPACE-CONDITIONS = SPACE-1      ..
NORTH-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1      X = 10   Y = 10   Z = 0
    HEIGHT = 2.7     WIDTH = 10     AZIMUTH = 0     TILT = 90    ..
EAST-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1      X = 10   Y = 0   Z = 0
    HEIGHT = 2.7     WIDTH = 10     AZIMUTH = 90     TILT = 90    ..
SOUTH-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1      X = 0   Y = 0   Z = 0
    HEIGHT = 2.7     WIDTH = 10     AZIMUTH = 180     TILT = 90    ..
WEST-W = EXTERIOR-WALL
    CONSTRUCTION = WALL-1      X = 0   Y = 10   Z = 0
    HEIGHT = 2.7     WIDTH = 10     AZIMUTH = 270     TILT = 90    ..
ROOF-1 = ROOF
    CONSTRUCTION = ROOF-SLAB      X = 0   Y = 0   Z = 2.7
    HEIGHT = 10     WIDTH = 10     AZIMUTH = 180     TILT = 0    ..
FLOOR-1 = UNDERGROUND-FLOOR
    CONSTRUCTION = FLOOR-SLAB      AREA = 11.64     TILT = 180    ..

LOADS-REPORT   VERIFICATION = (LV-C,LV-D,LV-I)
        SUMMARY    = (LS-A,LS-D)    ..

$ ---------- LOADS HOURLY REPORT ----------$
LHR-SCH-1 = SCHEDULE
    THRU DEC 31  (ALL) (1,24) (1)      ..

LRB-1 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = BUILDING
    VARIABLE-LIST = (21)      ..  $ building wall cooling load $
L-HR = HOURLY-REPORT
    REPORT-SCHEDULE = LHR-SCH-1
    REPORT-BLOCK   = (LRB-1)     ..

END   ..
COMPUTE LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM INPUT ----------$
INPUT SYSTEMS
   INPUT-UNITS  = METRIC
   OUTPUT-UNITS = METRIC    ..

$ ---------- SCHEDULE ----------$
$ SCHEDULE FOR HEAT-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ HEATING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE  (NO OPERATION)
D-H-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (12)    ..
W-H-SP = WEEK-SCHEDULE   (ALL) D-H-SP    ..
H-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31    WEEK-SCHEDULE = W-H-SP    ..
$ SCHEDULE FOR COOL-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ COOLING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE
D-C-SP = DAY-SCHEDULE   (1,6) (25) (7,20) (32) (21,24) (25)    ..
W-C-SP = WEEK-SCHEDULE   (ALL) D-C-SP    ..
C-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31    WEEK-SCHEDULE = W-C-SP    ..
$ SCHEDULE FOR HEATING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ HEATING IS SHUTDOWN
D-H-OFF = DAY-SCHEDULE   (1,24) (0)    ..
```

```
W-H-OFF = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-H-OFF  ..
H-OFF-SCH = SCHEDULE   THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-OFF  ..
$ SCHEDULE FOR COOLING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
D-C-ON = DAY-SCHEDULE  (1,6) (1) (7,20) (0) (21,24) (1)      ..
W-C-ON = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-ON  ..
C-ON-SCH = SCHEDULE    THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-ON  ..

$ ---------- ZONE DESCRIPTION ----------$
Z-CONTROL1 = ZONE-CONTROL
    DESIGN-HEAT-T = 12    HEAT-TEMP-SCH = H-SP-SCH
    DESIGN-COOL-T = 25    COOL-TEMP-SCH = C-SP-SCH
    BASEBOARD-CTRL  = OUTDOOR-RESET     THERMOSTAT-TYPE  = PROPORTIONAL
    THROTTLING-RANGE = 1.112      ..

ZONE-1 = ZONE
    ZONE-TYPE   = CONDITIONED
    ZONE-CONTROL  = Z-CONTROL1     SIZING-OPTION = ADJUST-LOADS   ..

$ ---------- SYSTEM DESCRIPTION ----------$
S-CONTROL1 = SYSTEM-CONTROL
    MAX-SUPPLY-T = 24    HEATING-SCHEDULE = H-OFF-SCH
    MIN-SUPPLY-T = 18    COOLING-SCHEDULE = C-ON-SCH    ..

SYS-1 = SYSTEM
    SYSTEM-TYPE = RESYS    SYSTEM-CONTROL = S-CONTROL1
    HEAT-SOURCE = ELECTRIC  SIZING-RATIO  = 1.0
    ZONE-NAMES  = (ZONE-1)     ..

PLANT-1 = PLANT-ASSIGNMENT
    SYSTEM-NAMES = (SYS-1)     ..

SYSTEMS-REPORT
    VERIFICATION = (SV-A)
    SUMMARY    = (SS-A,SS-C,SS-F,SS-J,SS-O)   ..

$ ---------- SYSTEM HOURLY REPORT ----------$
HR-SCH-1 = SCHEDULE
    THRU DEC 31  (ALL) (1,24) (1)      ..

SRB-1 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = GLOBAL
    VARIABLE-LIST = (7,8)    .. $ outside wet-bulb , outside dry-bulb $
SRB-2 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = ZONE-1
    VARIABLE-LIST = (6)     .. $ current hour zone temp $
SRB-3 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = SYS-1
    VARIABLE-LIST = (47)    .. $ electric input to cooling $
SRB-4 = REPORT-BLOCK
    VARIABLE-TYPE = ZONE-1
    VARIABLE-LIST = (1)   .. $ sensible load at constant temperature $

SYS-HR = HOURLY-REPORT
    REPORT-SCHEDULE = HR-SCH-1
    REPORT-BLOCK   = (SRB-1,SRB-2,SRB-3,SRB-4)    ..

END          ..
COMPUTE SYSTEMS   ..
STOP         ..
```

ผนัง B-2 : สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน

```
INPUT LOADS
     INPUT-UNITS = METRIC
     OUTPUT-UNITS = METRIC   ..

$ ———————— BUILDING DESCRIPTION ———————— $
$ CASE 4-6.   AIR-CONDITIONED (20.00-6.00)
$ DIMENSION   10 x 10 x 2.7 M.
$ WALL        TYPE C-2 : PLASTER 1 cm.+ LW-CONC. 27 cm.+ PLASTER 1 cm.
$ MATERIAL    PLASTER   CONDUCTIVITY   0.063  W/M-C    (0.063 W/M-K)
$                 DENSITY        300  KG/M3
$                 SPECIFIC HEAT    0.18  KCAL/KG-C (753.08 J/KG-K)
$                 THICKNESS      0.01  M.
$           LW-CONC.  CONDUCTIVITY   0.476  W/M-C    (0.476 W/M-K)
$                 DENSITY        1280  KG/M3
$                 SPECIFIC HEAT    0.19  KCAL/KG-C (794.92 J/KG-K)
$                 THICKNESS      0.27  M.
$ ROOF&FLOOR   U = 0.05 W/M2-C
$ INTERNAL LOAD: NO PEOPLE , NO LIGHTING , NO EQUIPMENT AND NO INFILTRATION
TITLE   LINE-1 "WALL TYPE C-2"
     LINE-3 "PLASTER 1cm.+LW-CONC 27 cm.+PLASTER 1cm."
     LINE-5 "CASE4-6 AIR-CONDITIONED (20.00-6.00)"   ..

ABORT ERRORS   ..
DIAGNOSTIC COMMENTS   ..
RUN-PERIOD   JAN 1 1985 THRU DEC 31 1985   ..

$ ———————— BUILDING LOCATION : BANGKOK , THAILAND ———————— $
BUILDING-LOCATION     LATITUDE = 13.44     LONGITUDE = -100.6
                ALTITUDE = 2.02     TIME-ZONE = -7                AZIMUTH  = 0        ..

$ ———————— CONSTRUCTION & MATERIALS INFORMATION ———————— $
$          MATERIALS
PLASTER-3 = MATERIAL
       THICKNESS    = 0.01        CONDUCTIVITY  = 0.063
       DENSITY      = 300         SPECIFIC-HEAT = 753.08      ..
LW.CONC-3 = MATERIAL
       THICKNESS    = 0.27        CONDUCTIVITY  = 0.476
       DENSITY      = 1280        SPECIFIC-HEAT = 794.92      ..
$          LAYERS
P.LW-3 = LAYERS
     MATERIAL  = (PLASTER-3,LW.CONC-3,PLASTER-3)
     THICKNESS = (0.01,0.27,0.01)     INSIDE-FILM-RES = 0.12      ..
$          CONSTRUCTION
WALL-1 = CONSTRUCTION
     LAYERS = P.LW-3
     ABSORPTANCE  = 0.40   $ white paint $      ROUGHNESS   = 3              ..
ROOF-SLAB = CONSTRUCTION
     U-VALUE = 0.05
     ABSORPTANCE  = 0.65   $ uncolored concrete $      ROUGHNESS   = 3              ..
FLOOR-SLAB = CONSTRUCTION
     U-VALUE = 0.05              ..
INT-W  = CONSTRUCTION
     U-VALUE = 0.05              ..

$ ———————— SPACE CONDITIONS ———————— $
SPACE-1  = SPACE-CONDITIONS
     TEMPERATURE  = (25)
     INF-METHOD   = NONE     ZONE-TYPE   = CONDITIONED   ..
```

ผนัง C-2 : สภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะเวลากลางคืน

```
$ ———————— SPACES & SURFACES ———————— $
ZONE-1 = SPACE
     X = 0   Y = 0   Z = 0
     AREA = 100   VOLUME = 270   AZIMUTH = 0
     SPACE-CONDITIONS = SPACE-1      ..
NORTH-W = EXTERIOR-WALL
     CONSTRUCTION = WALL-1      X = 10   Y = 10   Z = 0
     HEIGHT = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 0      TILT = 90     ..
EAST-W = EXTERIOR-WALL
     CONSTRUCTION = WALL-1      X = 10   Y = 0   Z = 0
     HEIGHT = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 90     TILT = 90     ..
SOUTH-W = EXTERIOR-WALL
     CONSTRUCTION = WALL-1      X = 0   Y = 0   Z = 0
     HEIGHT = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 180     TILT = 90     ..
WEST-W = EXTERIOR-WALL
     CONSTRUCTION = WALL-1      X = 0   Y = 10   Z = 0
     HEIGHT = 2.7     WIDTH = 10      AZIMUTH = 270     TILT = 90     ..
ROOF-1 = ROOF
     CONSTRUCTION = ROOF-SLAB      X = 0   Y = 0   Z = 2.7
     HEIGHT = 10     WIDTH = 10      AZIMUTH = 180     TILT = 0     ..
FLOOR-1 = UNDERGROUND-FLOOR
     CONSTRUCTION = FLOOR-SLAB
     AREA = 11.64     TILT = 180     ..

LOADS-REPORT   VERIFICATION = (LV-C,LV-D,LV-I)
          SUMMARY    = (LS-A,LS-D)     ..

$ ———————— LOADS HOURLY REPORT ———————— $
LHR-SCH-1 = SCHEDULE
     THRU DEC 31  (ALL) (1,24) (1)      ..
LRB-1 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = BUILDING
     VARIABLE-LIST = (21)      ..   $ building wall cooling load $
L-HR  = HOURLY-REPORT
     REPORT-SCHEDULE = LHR-SCH-1
     REPORT-BLOCK   = (LRB-1)      ..

END   ..
COMPUTE LOADS     ..

$ ———————— SYSTEM INPUT ———————— $
INPUT SYSTEMS
    INPUT-UNITS  = METRIC
    OUTPUT-UNITS = METRIC     ..

$ ———————— SCHEDULE ———————— $
$ SCHEDULE FOR HEAT-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ HEATING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE  (NO OPERATION)
D-H-SP = DAY-SCHEDULE   (1,24) (12)     ..
W-H-SP = WEEK-SCHEDULE   (ALL) D-H-SP     ..
H-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31    WEEK-SCHEDULE = W-H-SP     ..
$ SCHEDULE FOR COOL-TEMP-SCH IN ZONE-CONTROL
$ COOLING THERMOSTAT SET POINT SCHEDULE
D-C-SP = DAY-SCHEDULE   (1,6) (25) (7,20) (32) (21,24) (25).     ..
W-C-SP = WEEK-SCHEDULE   (ALL) D-C-SP     ..
C-SP-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31    WEEK-SCHEDULE = W-C-SP     ..
$ SCHEDULE FOR HEATING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
$ HEATING IS SHUTDOWN
D-H-OFF = DAY-SCHEDULE   (1,24) (0)     ..
```

```
W-H-OFF = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-H-OFF  ..
H-OFF-SCH = SCHEDULE    THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-H-OFF  ..
$ SCHEDULE FOR COOLING-SCHEDULE IN SYSTEM-CONTROL
D-C-ON = DAY-SCHEDULE   (1,6) (1) (7,20) (0) (21,24) (1)       ..
W-C-ON = WEEK-SCHEDULE  (ALL) D-C-ON   ..
C-ON-SCH = SCHEDULE     THRU DEC 31   WEEK-SCHEDULE = W-C-ON   ..

$ ---------- ZONE DESCRIPTION ---------- $
Z-CONTROL1 = ZONE-CONTROL
     DESIGN-HEAT-T = 12     HEAT-TEMP-SCH = H-SP-SCH
     DESIGN-COOL-T = 25     COOL-TEMP-SCH = C-SP-SCH
     BASEBOARD-CTRL  = OUTDOOR-RESET
     THERMOSTAT-TYPE  = PROPORTIONAL      THROTTLING-RANGE = 1.112      ..
ZONE-1 = ZONE
     ZONE-TYPE    = CONDITIONED
     ZONE-CONTROL  = Z-CONTROL1
     SIZING-OPTION = ADJUST-LOADS    ..

$ ---------- SYSTEM DESCRIPTION ---------- $
S-CONTROL1 = SYSTEM-CONTROL
     MAX-SUPPLY-T = 24     HEATING-SCHEDULE = H-OFF-SCH
     MIN-SUPPLY-T = 18     COOLING-SCHEDULE = C-ON-SCH     ..

SYS-1 = SYSTEM
     SYSTEM-TYPE = RESYS     SYSTEM-CONTROL = S-CONTROL1
     HEAT-SOURCE = ELECTRIC   SIZING-RATIO   = 1.0
     ZONE-NAMES  = (ZONE-1)      ..

PLANT-1 = PLANT-ASSIGNMENT
     SYSTEM-NAMES = (SYS-1)      ..

SYSTEMS-REPORT
     VERIFICATION = (SV-A)
     SUMMARY     = (SS-A,SS-C,SS-F,SS-J,SS-O)    ..

$ ---------- SYSTEM HOURLY REPORT ---------- $
HR-SCH-1 = SCHEDULE
     THRU DEC 31   (ALL) (1,24) (1)       ..
SRB-1 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = GLOBAL
     VARIABLE-LIST = (7,8)     .. $ outside wet-bulb , outside dry-bulb $
SRB-2 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = ZONE-1
     VARIABLE-LIST = (6)     .. $ current hour zone temp $
SRB-3 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = SYS-1
     VARIABLE-LIST = (47)     .. $ electric input to cooling $
SRB-4 = REPORT-BLOCK
     VARIABLE-TYPE = ZONE-1
     VARIABLE-LIST = (1)    .. $ sensible load at constant temperature $
SYS-HR = HOURLY-REPORT
     REPORT-SCHEDULE = HR-SCH-1
     REPORT-BLOCK   = (SRB-1,SRB-2,SRB-3,SRB-4)      ..

END            ..
COMPUTE SYSTEMS    ..
STOP           ..
```

ภาคผนวก ง. Output data **ของโปรแกรม** DOE 2.1 D

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TOTAL HOURS AT TEMPERATURE LEVEL AND TIME OF DAY

HOUR	1AM	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1PM	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
ABOVE 29.5	20	12	11	10	7	5	5	15	31	48	70	82	108	150	161	161	132	102	63	53	46	38	26	21	1377
27.0-29.4	188	182	165	142	128	114	111	189	227	243	248	243	226	192	183	182	205	220	242	244	230	229	218	203	4754
24.0-26.9	143	156	170	192	207	215	216	137	93	64	40	33	26	19	18	19	24	36	53	60	81	87	109	127	2325
21.5-23.9	10	10	14	16	18	25	25	19	12	10	7	7	5	4	3	3	4	7	7	8	8	11	12	13	258
18.7-21.4	4	5	5	5	5	6	8	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	46
15.9-18.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BELOW 15.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TOTAL HOURS AT TEMPERATURE LEVEL AND TIME OF DAY

HOUR	1AM	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1PM	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
ABOVE 29.5	24	20	17	12	11	10	9	9	12	16	28	47	59	82	109	129	138	131	106	87	67	55	45	36	1259
27.0-29.4	234	214	200	188	170	146	132	137	167	208	230	240	250	244	227	211	202	207	224	237	249	251	247	238	5053
24.0-26.9	96	120	135	150	167	190	203	198	166	126	94	68	49	33	24	21	22	23	31	37	43	52	65	82	2195
21.5-23.9	11	10	12	12	12	14	16	16	15	12	11	10	7	6	5	4	3	4	4	4	6	7	8	9	218
18.7-21.4	0	1	1	3	5	5	5	5	5	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
15.9-18.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BELOW 15.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TOTAL HOURS AT TEMPERATURE LEVEL AND TIME OF DAY

HOUR	1AM	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1PM	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
ABOVE 29.5	46	39	29	22	18	14	12	11	12	14	16	23	43	50	63	87	105	115	114	105	86	73	64	54	1215
27.0-29.4	253	242	238	227	211	194	176	165	169	189	216	236	238	253	258	242	227	220	219	225	237	247	252	256	5390
24.0-26.9	59	75	87	105	123	142	161	172	167	146	118	94	74	54	38	30	28	26	28	31	38	39	43	48	1926
21.5-23.9	7	9	11	10	12	13	11	12	12	12	13	12	10	8	6	6	5	4	4	4	4	6	6	7	204
18.7-21.4	0	0	0	1	1	2	5	5	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
15.9-18.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BELOW 15.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TOTAL HOURS AT TEMPERATURE LEVEL AND TIME OF DAY

HOUR	1AM	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1PM	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
ABOVE 29.5	34	31	28	23	22	18	16	16	19	21	30	38	44	49	50	55	58	59	55	51	46	43	41	37	884
27.0-29.4	252	248	240	235	229	228	222	222	228	248	248	252	253	255	260	265	275	275	271	258	255	257	254	251	5981
24.0-26.9	68	76	85	95	102	106	113	112	103	83	75	64	59	53	47	41	28	27	35	50	57	57	61	67	1664
21.5-23.9	11	10	12	12	12	13	14	15	15	13	12	11	9	8	8	4	4	4	4	6	7	8	9	10	231
18.7-21.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.9-18.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BELOW 15.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TOTAL HOURS AT TEMPERATURE LEVEL AND TIME OF DAY

HOUR	1AM	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1PM	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
ABOVE 29.5	43	41	41	41	37	35	32	32	30	26	26	30	31	34	39	41	43	44	44	47	47	46	45	43	918
27.0-29.4	256	256	252	249	251	252	248	247	246	251	253	251	252	253	251	253	253	254	258	258	258	258	259	259	6078
24.0-26.9	58	60	62	65	67	68	74	74	77	76	74	73	71	68	65	61	59	59	55	52	52	54	54	56	1534
21.5-23.9	8	8	10	10	10	10	11	12	12	12	12	11	11	10	10	10	10	8	8	8	8	7	7	7	230
18.7-21.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.9-18.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BELOW 15.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TOTAL HOURS AT TEMPERATURE LEVEL AND TIME OF DAY

HOUR	1AM	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1PM	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
ABOVE 29.5	44	44	42	42	41	39	38	38	38	38	37	36	37	37	37	37	37	38	39	40	41	43	44	44	951
27.0-29.4	253	253	253	252	253	254	252	252	252	252	253	254	253	253	251	251	252	250	251	252	256	254	254	254	6064
24.0-26.9	59	59	61	62	62	63	66	65	65	65	65	65	65	65	67	67	66	67	66	63	58	58	58	58	1515
21.5-23.9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10	10	10	9	9	230
18.7-21.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.9-18.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BELOW 15.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

WALL TYPE A-1
HARDWOOD 12 mm.
REPORT- LS-D BUILDING MONTHLY LOADS SUMMARY

DOE-2.1D 11/22/2000 17:18:41 LDL RUN 1
CASE2-1 AIR-CONDITIONED 24 HOURS
WEATHER FILE- 1985 BANGKOK W/SOLAR

	COOLING						HEATING						ELEC	
MONTH	COOLING ENERGY (MWH)	TIME OF MAX DY	TIME OF MAX HR	DRY-BULB TEMP	WET-BULB TEMP	MAXIMUM COOLING LOAD (KW)	HEATING ENERGY (MWH)	TIME OF MAX DY	TIME OF MAX HR	DRY-BULB TEMP	WET-BULB TEMP	MAXIMUM HEATING LOAD (KW)	ELEC-TRICAL ENERGY (KWH)	MAXIMUM ELEC LOAD (KW)
JAN	0.80891	23	15	33.C	26.C	4.550	-0.384	1	7	20.C	18.C	-2.887	0.	0.000
FEB	1.04807	28	16	34.C	27.C	4.820	-0.095	1	7	22.C	19.C	-2.375	0.	0.000
MAR	1.42663	1	15	36.C	24.C	5.230	-0.054	3	7	21.C	18.C	-2.172	0.	0.000
APR	1.43025	20	16	39.C	26.C	6.144	-0.055	18	5	24.C	23.C	-1.457	0.	0.000
MAY	1.16370	5	16	37.C	27.C	5.975	-0.066	1	6	24.C	23.C	-1.199	0.	0.000
JUN	1.01406	19	15	39.C	25.C	5.524	-0.025	16	6	25.C	24.C	-0.930	0.	0.000
JUL	0.84262	22	17	33.C	26.C	4.839	-0.131	13	6	24.C	23.C	-1.430	0.	0.000
AUG	0.98178	18	15	34.C	26.C	4.671	-0.078	2	4	24.C	24.C	-1.066	0.	0.000
SEP	0.76347	21	14	32.C	26.C	4.342	-0.148	19	7	23.C	23.C	-1.514	0.	0.000
OCT	0.67214	20	15	31.C	26.C	5.057	-0.226	30	6	23.C	23.C	-1.547	0.	0.000
NOV	0.78412	21	15	33.C	24.C	5.042	-0.191	24	6	21.C	19.C	-2.362	0.	0.000
DEC	0.64929	6	18	39.C	24.C	4.453	-0.621	17	7	16.C	14.C	-4.612	0.	0.000
TOTAL	11.585						-2.073						0.	
MAX						6.144						-4.612		0.000

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	COOLING						HEATING						ELEC	
MONTH	COOLING ENERGY (MWH)	TIME OF MAX DY	TIME OF MAX HR	DRY-BULB TEMP	WET-BULB TEMP	MAXIMUM COOLING LOAD (KW)	HEATING ENERGY (MWH)	TIME OF MAX DY	TIME OF MAX HR	DRY-BULB TEMP	WET-BULB TEMP	MAXIMUM HEATING LOAD (KW)	ELEC-TRICAL ENERGY (KWH)	MAXIMUM ELEC LOAD (KW)
JAN	1.84971	22	16	33.C	22.C	4.063	0.000					0.000	1019.	2.085
FEB	2.06555	9	17	34.C	22.C	4.457	0.000					0.000	1070.	2.255
MAR	2.50375	2	17	34.C	21.C	4.560	0.000					0.000	1276.	2.370
APR	2.41345	14	17	37.C	26.C	4.563	0.000					0.000	1237.	2.406
MAY	2.29900	5	18	36.C	27.C	4.533	0.000					0.000	1194.	2.295
JUN	2.22666	19	17	29.C	25.C	4.372	0.000					0.000	1148.	2.093
JUL	2.06801	22	19	32.C	26.C	4.115	0.000					0.000	1096.	2.071
AUG	2.20376	18	18	32.C	27.C	3.991	0.000					0.000	1149.	2.027
SEP	1.93388	10	17	33.C	26.C	3.950	0.000					0.000	1036.	2.007
OCT	1.84419	20	17	25.C	23.C	4.059	0.000					0.000	1013.	1.953
NOV	1.90641	21	16	33.C	24.C	4.127	0.000					0.000	1028.	2.067
DEC	1.58681	6	19	29.C	24.C	4.056	0.000					0.000	917.	2.084
TOTAL	24.901						0.000						13183.	
MAX						4.563						0.000		2.406

WALL TYPE B-1
MORTAR 8 mm.+ BRICK 7 cm.+ MORTAR 8 mm.
REPORT- LS-D BUILDING MONTHLY LOADS SUMMARY

DOE-2.1D 11/22/2000 17:19: 8 LDL RUN 1
CASE2-2 AIR-CONDITIONED 24 HOURS
WEATHER FILE- 1985 BANGKOK W/SOLAR

	COOLING						HEATING						ELEC	
MONTH	COOLING ENERGY (MWH)	TIME OF MAX DY	TIME OF MAX HR	DRY-BULB TEMP	WET-BULB TEMP	MAXIMUM COOLING LOAD (KW)	HEATING ENERGY (MWH)	TIME OF MAX DY	TIME OF MAX HR	DRY-BULB TEMP	WET-BULB TEMP	MAXIMUM HEATING LOAD (KW)	ELEC-TRICAL ENERGY (KWH)	MAXIMUM ELEC LOAD (KW)
JAN	0.74973	23	16	32.C	26.C	3.671	-0.299	1	7	20.C	18.C	-2.260	0.	0.000
FEB	1.01427	28	17	34.C	26.C	4.593	-0.062	1	7	22.C	19.C	-1.880	0.	0.000
MAR	1.39833	30	17	34.C	27.C	4.803	-0.029	3	8	23.C	18.C	-1.431	0.	0.000
APR	1.40289	14	17	37.C	26.C	5.609	-0.040	18	6	24.C	23.C	-1.365	0.	0.000
MAY	1.13554	5	17	36.C	27.C	5.220	-0.039	14	6	24.C	24.C	-0.988	0.	0.000
JUN	1.00064	1	17	33.C	27.C	4.255	-0.012	16	7	26.C	25.C	-0.704	0.	0.000
JUL	0.79818	22	17	33.C	26.C	4.106	-0.092	13	7	24.C	23.C	-1.345	0.	0.000
AUG	0.95201	18	17	32.C	27.C	3.979	-0.047	7	7	25.C	24.C	-0.926	0.	0.000
SEP	0.71639	2	16	32.C	25.C	3.571	-0.104	19	8	24.C	23.C	-1.269	0.	0.000
OCT	0.61870	20	15	31.C	26.C	4.024	-0.166	30	7	23.C	23.C	-1.393	0.	0.000
NOV	0.73889	21	17	32.C	25.C	4.097	-0.132	24	7	22.C	20.C	-2.068	0.	0.000
DEC	0.58123	7	16	33.C	25.C	3.833	-0.522	17	8	17.C	14.C	-3.983	0.	0.000
TOTAL	11.107						-1.545						0.	
MAX						5.609						-3.983		0.000

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

WALL TYPE B-1 DOE-2.1D 11/22/2000 17:19: 8 SDL RUN 1
MORTAR 8 mm.+ BRICK 7 cm.+ MORTAR 8 mm. CASE2-2 AIR-CONDITIONED 24 HOURS
REPORT- SS-A SYSTEM MONTHLY LOADS SUMMARY FOR SYS-1 WEATHER FILE- 1985 BANGKOK W/SOLAR

	COOLING						HEATING						ELEC	
MONTH	COOLING ENERGY (MWH)	TIME OF MAX DY	TIME OF MAX HR	DRY-BULB TEMP	WET-BULB TEMP	MAXIMUM COOLING LOAD (KW)	HEATING ENERGY (MWH)	TIME OF MAX DY	TIME OF MAX HR	DRY-BULB TEMP	WET-BULB TEMP	MAXIMUM HEATING LOAD (KW)	ELEC-TRICAL ENERGY (KWH)	MAXIMUM ELEC LOAD (KW)
JAN	1.80099	25	17	31.C	24.C	3.541	0.000					0.000	959.	1.798
FEB	1.98112	9	18	32.C	22.C	3.905	0.000					0.000	1002.	1.966
MAR	2.39225	2	18	32.C	20.C	4.143	0.000					0.000	1193.	2.086
APR	2.29745	13	19	32.C	26.C	4.280	0.000					0.000	1154.	2.129
MAY	2.20513	6	20	32.C	27.C	4.182	0.000					0.000	1119.	2.035
JUN	2.13523	3	19	30.C	26.C	3.751	0.000					0.000	1077.	1.877
JUL	1.98571	22	20	31.C	26.C	3.623	0.000					0.000	1027.	1.805
AUG	2.11720	18	20	30.C	26.C	3.631	0.000					0.000	1078.	1.787
SEP	1.86142	2	18	32.C	26.C	3.560	0.000					0.000	971.	1.771
OCT	1.78372	20	18	26.C	24.C	3.555	0.000					0.000	952.	1.717
NOV	1.84650	22	18	30.C	23.C	3.570	0.000					0.000	967.	1.786
DEC	1.55065	7	17	32.C	25.C	3.573	0.000					0.000	867.	1.942
TOTAL	23.957						0.000						12366.	
MAX						4.280						0.000		2.129

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	COOLING						HEATING						ELEC	
MONTH	COOLING ENERGY (MWH)	TIME OF MAX DY	TIME OF MAX HR	DRY-BULB TEMP	WET-BULB TEMP	MAXIMUM COOLING LOAD (KW)	HEATING ENERGY (MWH)	TIME OF MAX DY	TIME OF MAX HR	DRY-BULB TEMP	WET-BULB TEMP	MAXIMUM HEATING LOAD (KW)	ELEC-TRICAL ENERGY (KWH)	MAXIMUM ELEC LOAD (KW)
JAN	0.69145	25	17	31.C	24.C	3.211	-0.199	27	7	21.C	20.C	-1.996	0.	0.000
FEB	1.00286	28	18	32.C	26.C	4.238	-0.032	1	8	23.C	19.C	-1.445	0.	0.000
MAR	1.39943	30	18	31.C	26.C	4.401	-0.012	3	8	23.C	18.C	-0.996	0.	0.000
APR	1.39743	14	18	36.C	26.C	5.190	-0.026	18	7	24.C	23.C	-1.252	0.	0.000
MAY	1.13368	5	18	34.C	27.C	4.671	-0.016	14	7	25.C	24.C	-0.753	0.	0.000
JUN	1.01198	1	18	31.C	26.C	3.843	-0.004	16	7	26.C	25.C	-0.519	0.	0.000
JUL	0.77407	22	18	32.C	26.C	3.468	-0.054	13	7	24.C	23.C	-1.171	0.	0.000
AUG	0.94841	18	18	31.C	26.C	3.443	-0.022	7	8	27.C	24.C	-0.745	0.	0.000
SEP	0.68844	2	18	30.C	26.C	3.182	-0.060	17	8	24.C	23.C	-1.111	0.	0.000
OCT	0.57785	17	17	29.C	25.C	3.049	-0.106	4	7	24.C	22.C	-1.096	0.	0.000
NOV	0.70275	21	18	31.C	25.C	3.550	-0.075	24	7	22.C	20.C	-1.664	0.	0.000
DEC	0.51315	7	17	32.C	25.C	3.387	-0.424	17	8	17.C	14.C	-3.531	0.	0.000
TOTAL	10.842						-1.031						0.	
MAX						5.190						-3.531		0.000

WALL TYPE C-1
CONCRETE 12.5 cm.
REPORT- SS-A SYSTEM MONTHLY LOADS SUMMARY FOR SYS-1

DOE-2.1D 11/22/2000 17:19:36 SDL RUN 1
CASE2-3 AIR-CONDITIONED 24 HOURS
WEATHER FILE- 1985 BANGKOK W/SOLAR

	COOLING						HEATING						ELEC	
MONTH	COOLING ENERGY (MWH)	TIME OF MAX DY	TIME OF MAX HR	DRY-BULB TEMP	WET-BULB TEMP	MAXIMUM COOLING LOAD (KW)	HEATING ENERGY (MWH)	TIME OF MAX DY	TIME OF MAX HR	DRY-BULB TEMP	WET-BULB TEMP	MAXIMUM HEATING LOAD (KW)	ELEC-TRICAL ENERGY (KWH)	MAXIMUM ELEC LOAD (KW)
JAN	1.78093	25	19	27.C	23.C	3.312	0.000					0.000	922.	1.595
FEB	1.92920	28	20	29.C	25.C	3.651	0.000					0.000	958.	1.760
MAR	2.31487	2	19	29.C	20.C	3.821	0.000					0.000	1135.	1.872
APR	2.21964	14	21	30.C	27.C	4.048	0.000					0.000	1098.	1.951
MAY	2.14709	6	21	31.C	27.C	3.972	0.000					0.000	1069.	1.877
JUN	2.07609	3	20	29.C	26.C	3.512	0.000					0.000	1029.	1.723
JUL	1.93720	17	22	29.C	26.C	3.369	0.000					0.000	982.	1.645
AUG	2.06523	16	20	24.C	24.C	3.422	0.000					0.000	1031.	1.650
SEP	1.82026	2	21	27.C	26.C	3.337	0.000					0.000	929.	1.623
OCT	1.74886	17	18	29.C	25.C	3.263	0.000					0.000	912.	1.562
NOV	1.80974	21	20	29.C	25.C	3.282	0.000					0.000	927.	1.613
DEC	1.52916	6	20	29.C	24.C	3.320	0.000					0.000	832.	1.798
TOTAL	23.378						0.000						11824.	
MAX						4.048						0.000		1.951

WALL TYPE A-2
PLASTER 5mm.+LW-CONC 7.5cm.+PLASTER 5mm.
REPORT- LS-D BUILDING MONTHLY LOADS SUMMARY

DOE-2.1D 11/22/2000 17:20: 6 LDL RUN 1
CASE2-4 AIR-CONDITIONED 24 HOURS
WEATHER FILE- 1985 BANGKOK W/SOLAR

	COOLING						HEATING						ELEC	
MONTH	COOLING ENERGY (MWH)	TIME OF MAX DY	TIME OF MAX HR	DRY-BULB TEMP	WET-BULB TEMP	MAXIMUM COOLING LOAD (KW)	HEATING ENERGY (MWH)	TIME OF MAX DY	TIME OF MAX HR	DRY-BULB TEMP	WET-BULB TEMP	MAXIMUM HEATING LOAD (KW)	ELEC-TRICAL ENERGY (KWH)	MAXIMUM ELEC LOAD (KW)
JAN	0.19995	23	16	32.C	26.C	1.078	-0.092	1	8	22.C	18.C	-0.682	0.	0.000
FEB	0.25968	8	17	33.C	24.C	1.168	-0.020	1	8	23.C	19.C	-0.574	0.	0.000
MAR	0.35856	1	17	34.C	25.C	1.221	-0.009	4	8	24.C	21.C	-0.423	0.	0.000
APR	0.36680	13	17	36.C	27.C	1.464	-0.012	18	6	24.C	23.C	-0.385	0.	0.000
MAY	0.29838	5	17	36.C	27.C	1.475	-0.013	14	6	24.C	24.C	-0.285	0.	0.000
JUN	0.25290	1	17	33.C	27.C	1.077	-0.004	16	7	26.C	25.C	-0.209	0.	0.000
JUL	0.21765	22	17	33.C	26.C	1.250	-0.028	13	7	24.C	23.C	-0.384	0.	0.000
AUG	0.24934	18	17	32.C	27.C	1.214	-0.015	7	7	25.C	24.C	-0.264	0.	0.000
SEP	0.19956	21	15	31.C	27.C	1.024	-0.031	19	8	24.C	23.C	-0.360	0.	0.000
OCT	0.18091	20	15	31.C	26.C	1.300	-0.050	30	7	23.C	23.C	-0.405	0.	0.000
NOV	0.20422	21	17	32.C	25.C	1.115	-0.041	24	7	22.C	20.C	-0.602	0.	0.000
DEC	0.16186	6	15	32.C	24.C	1.031	-0.149	17	8	17.C	14.C	-1.125	0.	0.000
TOTAL	2.950						-0.463						0.	
MAX						1.475						-1.125		0.000

	COOLING						HEATING						ELEC	
MONTH	COOLING ENERGY (MWH)	TIME OF MAX DY	TIME OF MAX HR	DRY-BULB TEMP	WET-BULB TEMP	MAXIMUM COOLING LOAD (KW)	HEATING ENERGY (MWH)	TIME OF MAX DY	TIME OF MAX HR	DRY-BULB TEMP	WET-BULB TEMP	MAXIMUM HEATING LOAD (KW)	ELEC-TRICAL ENERGY (KWH)	MAXIMUM ELEC LOAD (KW)
JAN	0.47766	25	19	27.C	23.C	0.836	0.000					0.000	254.	0.428
FEB	0.51898	9	18	32.C	22.C	0.951	0.000					0.000	264.	0.488
MAR	0.63017	2	19	29.C	20.C	0.976	0.000					0.000	315.	0.507
APR	0.61505	13	19	32.C	26.C	1.022	0.000					0.000	308.	0.522
MAY	0.58936	6	21	31.C	27.C	0.992	0.000					0.000	299.	0.502
JUN	0.55842	4	20	29.C	26.C	0.888	0.000					0.000	283.	0.467
JUL	0.53394	22	20	31.C	26.C	0.881	0.000					0.000	275.	0.454
AUG	0.56090	18	20	30.C	26.C	0.878	0.000					0.000	286.	0.443
SEP	0.50576	2	21	27.C	26.C	0.853	0.000					0.000	262.	0.439
OCT	0.49430	20	18	26.C	24.C	0.867	0.000					0.000	260.	0.438
NOV	0.50149	22	18	30.C	23.C	0.849	0.000					0.000	261.	0.437
DEC	0.41786	8	18	30.C	23.C	0.846	0.000					0.000	233.	0.488
TOTAL	6.404						0.000						3301.	
MAX						1.022						0.000		0.522

WALL TYPE B-2
PLASTER 1cm.+LW-CONC 17cm.+PLASTER 1cm.
REPORT- LS-D BUILDING MONTHLY LOADS SUMMARY

DOE-2.1D 11/22/2000 17:20:33 LDL RUN 1
CASE2-5 AIR-ONDITIONED 24 HOURS
WEATHER FILE- 1985 BANGKOK W/SOLAR

	COOLING						HEATING						ELEC	
MONTH	COOLING ENERGY (MWH)	TIME OF MAX DY	TIME OF MAX HR	DRY-BULB TEMP	WET-BULB TEMP	MAXIMUM COOLING LOAD (KW)	HEATING ENERGY (MWH)	TIME OF MAX DY	TIME OF MAX HR	DRY-BULB TEMP	WET-BULB TEMP	MAXIMUM HEATING LOAD (KW)	ELEC-TRICAL ENERGY (KWH)	MAXIMUM ELEC LOAD (KW)
JAN	0.13922	25	19	27.C	23.C	0.592	-0.027	27	8	22.C	21.C	-0.436	0.	0.000
FEB	0.24339	28	20	29.C	25.C	0.809	-0.003	2	9	26.C	21.C	-0.211	0.	0.000
MAR	0.35507	30	20	29.C	26.C	0.862	0.000	4	9	26.C	21.C	-0.048	0.	0.000
APR	0.35862	14	21	30.C	27.C	1.044	-0.003	18	7	24.C	23.C	-0.263	0.	0.000
MAY	0.28903	5	20	31.C	27.C	1.047	0.000	14	8	27.C	26.C	-0.057	0.	0.000
JUN	0.25195	3	20	29.C	26.C	0.746	0.000	16	7	26.C	25.C	-0.043	0.	0.000
JUL	0.19743	22	20	30.C	26.C	0.803	-0.005	13	7	24.C	23.C	-0.228	0.	0.000
AUG	0.23762	18	20	27.C	25.C	0.752	-0.001	7	9	28.C	24.C	-0.105	0.	0.000
SEP	0.17514	2	20	27.C	26.C	0.615	-0.004	19	9	25.C	24.C	-0.194	0.	0.000
OCT	0.14693	1	20	28.C	25.C	0.637	-0.012	23	7	24.C	23.C	-0.198	0.	0.000
NOV	0.17150	21	20	29.C	25.C	0.712	-0.007	24	8	24.C	21.C	-0.270	0.	0.000
DEC	0.10437	6	21	28.C	24.C	0.676	-0.088	17	9	19.C	16.C	-0.758	0.	0.000
TOTAL	2.670						-0.151						0.	
MAX						1.047						-0.758		0.000

WALL TYPE B-2 DOE-2.1D 11/22/2000 17:20:33 SDL RUN 1
PLASTER 1cm.+LW-CONC 17cm.+PLASTER 1cm. CASE2-5 AIR-ONDITIONED 24 HOURS
REPORT- SS-A SYSTEM MONTHLY LOADS SUMMARY FOR SYS-1 WEATHER FILE- 1985 BANGKOK W/SOLAR

	COOLING						HEATING						ELEC	
MONTH	COOLING ENERGY (MWH)	TIME OF MAX DY	TIME OF MAX HR	DRY-BULB TEMP	WET-BULB TEMP	MAXIMUM COOLING LOAD (KW)	HEATING ENERGY (MWH)	TIME OF MAX DY	TIME OF MAX HR	DRY-BULB TEMP	WET-BULB TEMP	MAXIMUM HEATING LOAD (KW)	ELEC-TRICAL ENERGY (KWH)	MAXIMUM ELEC LOAD (KW)
JAN	0.41488	25	24	23.C	22.C	0.653	0.000					0.000	204.	0.319
FEB	0.43234	9	17	34.C	22.C	0.743	0.000					0.000	207.	0.379
MAR	0.52049	2	8	24.C	17.C	0.799	0.000					0.000	246.	0.406
APR	0.51049	15	1	29.C	27.C	0.832	0.000					0.000	242.	0.393
MAY	0.49204	8	2	24.C	23.C	0.829	0.000					0.000	235.	0.380
JUN	0.46611	8	1	28.C	24.C	0.717	0.000					0.000	223.	0.350
JUL	0.45472	23	5	25.C	24.C	0.689	0.000					0.000	219.	0.328
AUG	0.47107	19	22	25.C	24.C	0.707	0.000					0.000	226.	0.328
SEP	0.43232	3	22	25.C	24.C	0.681	0.000					0.000	209.	0.324
OCT	0.42703	3	2	26.C	24.C	0.660	0.000					0.000	208.	0.317
NOV	0.42974	11	21	26.C	24.C	0.666	0.000					0.000	208.	0.319
DEC	0.36121	8	1	28.C	23.C	0.668	0.000					0.000	185.	0.356
TOTAL	5.412						0.000						2612.	
MAX						0.832						0.000		0.406

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

WALL TYPE C-2
PLASTER 1cm.+LW-CONC 27 cm.+PLASTER 1cm.
REPORT- LS-D BUILDING MONTHLY LOADS SUMMARY

DOE-2.1D 11/22/2000 17:21: 2 LDL RUN 1
CASE2-6 AIR-CONDITIONED 24 HOURS
WEATHER FILE- 1985 BANGKOK W/SOLAR

	COOLING						HEATING						ELEC	
MONTH	COOLING ENERGY (MWH)	TIME OF MAX DY	TIME OF MAX HR	DRY-BULB TEMP	WET-BULB TEMP	MAXIMUM COOLING LOAD (KW)	HEATING ENERGY (MWH)	TIME OF MAX DY	TIME OF MAX HR	DRY-BULB TEMP	WET-BULB TEMP	MAXIMUM HEATING LOAD (KW)	ELEC-TRICAL ENERGY (KWH)	MAXIMUM ELEC LOAD (KW)
JAN	0.11730	25	22	24.C	22.C	0.412	-0.003	27	10	24.C	22.C	-0.199	0.	0.000
FEB	0.23646	28	23	28.C	26.C	0.619	0.000					0.000	0.	0.000
MAR	0.35606	30	22	29.C	26.C	0.685	0.000					0.000	0.	0.000
APR	0.35615	14	24	29.C	26.C	0.844	0.000	18	7	24.C	23.C	-0.051	0.	0.000
MAY	0.28814	6	23	30.C	27.C	0.848	0.000					0.000	0.	0.000
JUN	0.25146	8	23	28.C	24.C	0.589	0.000					0.000	0.	0.000
JUL	0.19324	22	24	29.C	26.C	0.578	-0.001	13	11	28.C	24.C	-0.075	0.	0.000
AUG	0.23537	4	14	32.C	26.C	0.542	0.000					0.000	0.	0.000
SEP	0.17169	2	22	27.C	24.C	0.460	0.000	19	8	24.C	23.C	-0.070	0.	0.000
OCT	0.13826	1	23	28.C	25.C	0.457	-0.002	15	7	25.C	24.C	-0.091	0.	0.000
NOV	0.16499	22	22	26.C	23.C	0.456	0.000	15	7	24.C	24.C	-0.053	0.	0.000
DEC	0.08542	6	24	27.C	24.C	0.475	-0.067	18	12	27.C	19.C	-0.499	0.	0.000
TOTAL	2.595						-0.074						0.	
MAX						0.848						-0.499		0.000

WALL TYPE C-2
PLASTER 1cm.+LW-CONC 27 cm.+PLASTER 1cm.
REPORT- SS-A SYSTEM MONTHLY LOADS SUMMARY FOR SYS-1

DOE-2.1D 11/22/2000 17:21: 2 SDL RUN 1
CASE2-6 AIR-CONDITIONED 24 HOURS
WEATHER FILE- 1985 BANGKOK W/SOLAR

	COOLING						HEATING						ELEC	
MONTH	COOLING ENERGY (MWH)	TIME OF MAX DY	TIME OF MAX HR	DRY-BULB TEMP	WET-BULB TEMP	MAXIMUM COOLING LOAD (KW)	HEATING ENERGY (MWH)	TIME OF MAX DY	TIME OF MAX HR	DRY-BULB TEMP	WET-BULB TEMP	MAXIMUM HEATING LOAD (KW)	ELEC-TRICAL ENERGY (KWH)	MAXIMUM ELEC LOAD (KW)
JAN	0.36944	26	3	23.C	22.C	0.565	0.000					0.000	176.	0.284
FEB	0.37958	9	10	28.C	20.C	0.693	0.000					0.000	178.	0.339
MAR	0.45820	2	8	24.C	17.C	0.746	0.000					0.000	212.	0.366
APR	0.45050	15	24	26.C	24.C	0.729	0.000					0.000	208.	0.338
MAY	0.43286	8	2	24.C	23.C	0.725	0.000					0.000	202.	0.324
JUN	0.40949	9	7	27.C	23.C	0.627	0.000					0.000	191.	0.300
JUL	0.40056	23	6	26.C	24.C	0.594	0.000					0.000	188.	0.276
AUG	0.41383	19	22	25.C	24.C	0.610	0.000					0.000	194.	0.283
SEP	0.38186	3	1	25.C	24.C	0.592	0.000					0.000	180.	0.277
OCT	0.37941	3	5	24.C	23.C	0.578	0.000					0.000	180.	0.270
NOV	0.37970	10	2	26.C	24.C	0.578	0.000					0.000	179.	0.274
DEC	0.32392	8	5	24.C	23.C	0.583	0.000					0.000	160.	0.298
TOTAL	4.779						0.000						2248.	
MAX						0.746						0.000		0.366

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
115 1	0.
115 2	0.
115 3	0.
115 4	0.
115 5	0.
115 6	0.
115 7	0.
115 8	0.
115 9	647.
11510	1651.
11511	1931.
11512	2208.
11513	2759.
11514	3294.
11515	3526.
11516	3802.
11517	3101.
11518	1754.
11519	460.
11520	703.
11521	316.
11522	0.
11523	0.
11524	0.

DAILY SUMMARY (JAN 15)	
MN	0.
MX	3802.
SM	26151.
AV	1090.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
215 1	61.
215 2	0.
215 3	0.
215 4	0.
215 5	0.
215 6	0.
215 7	0.
215 8	0.
215 9	1056.
21510	2066.
21511	2166.
21512	3163.
21513	3256.
21514	3720.
21515	4404.
21516	4336.
21517	3732.
21518	2596.
21519	1484.
21520	1240.
21521	947.
21522	724.
21523	452.
21524	319.

DAILY SUMMARY (FEB 15)	
MN	0.
MX	4404.
SM	35722.
AV	1488.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

WALL TYPE A-1 DOE-2.1D 11/22/2000
17:15:12 LDL RUN 1
HARDWOOD 12 mm. CASE1-1 UNCONDITIONED 24 HOURS
L-HR = HOURLY-REPORT
PAGE 74- 1

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT ----(21)
315 1	310.
315 2	506.
315 3	440.
315 4	236.
315 5	173.
315 6	15.
315 7	0.
315 8	614.
315 9	1053.
31510	1753.
31511	2681.
31512	2921.
31513	3558.
31514	3692.
31515	4132.
31516	4332.
31517	3565.
31518	2634.
31519	1859.
31520	1481.
31521	1230.
31522	1165.
31523	653.
31524	576.

DAILY SUMMARY (MAR 15)

MN	0.
MX	4332.
SM	39579.
AV	1649.

WALL TYPE A-1 DOE-2.1D 11/22/2000
17:15:12 LDL RUN 1
HARDWOOD 12 mm. CASE1-1 UNCONDITIONED 24 HOURS
L-HR = HOURLY-REPORT
PAGE105- 1

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT ----(21)
415 1	1652.
415 2	1584.
415 3	1439.
415 4	993.
415 5	920.
415 6	701.
415 7	755.
415 8	2085.
415 9	2554.
41510	2752.
41511	1513.
41512	3310.
41513	3810.
41514	4501.
41515	4678.
41516	4528.
41517	3955.
41518	2813.
41519	2456.
41520	1448.
41521	2333.
41522	1202.
41523	633.
41524	638.

DAILY SUMMARY (APR 15)

MN	633.
MX	4678.
SM	53253.
AV	2219.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT ----(21)
515 1	222.
515 2	0.
515 3	0.
515 4	0.
515 5	0.
515 6	0.
515 7	0.
515 8	947.
515 9	1743.
51510	2681.
51511	2442.
51512	1373.
51513	1027.
51514	1743.
51515	2564.
51516	3278.
51517	2357.
51518	2513.
51519	944.
51520	612.
51521	295.
51522	516.
51523	570.
51524	377.

DAILY SUMMARY (MAY 15)

MN	0.
MX	3278.
SM	26204.
AV	1092.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT ----(21)
615 1	0.
615 2	0.
615 3	0.
615 4	0.
615 5	0.
615 6	0.
615 7	0.
615 8	92.
615 9	555.
61510	1342.
61511	1853.
61512	2349.
61513	2521.
61514	2520.
61515	1787.
61516	1533.
61517	328.
61518	53.
61519	0.
61520	0.
61521	0.
61522	0.
61523	0.
61524	0.

DAILY SUMMARY (JUN 15)

MN	0.
MX	2521.
SM	14932.
AV	622.

WALL TYPE A-1 DOE-2.1D 11/22/2000
17:15:12 LDL RUN 1
HARDWOOD 12 mm. CASE1-1 UNCONDITIONED 24 HOURS
L-HR = HOURLY-REPORT
PAGE196- 1

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT ----(21)
715 1	0.
715 2	0.
715 3	0.
715 4	0.
715 5	0.
715 6	0.
715 7	0.
715 8	2093.
715 9	2674.
71510	2497.
71511	2769.
71512	2683.
71513	3015.
71514	3295.
71515	3497.
71516	3468.
71517	3657.
71518	3278.
71519	1913.
71520	1309.
71521	183.
71522	0.
71523	0.
71524	0.

DAILY SUMMARY (JUL 15)

MN	0.
MX	3657.
SM	36331.
AV	1514.

WALL TYPE A-1 DOE-2.1D 11/22/2000
17:15:12 LDL RUN 1
HARDWOOD 12 mm. CASE1-1 UNCONDITIONED 24 HOURS
L-HR = HOURLY-REPORT
PAGE227- 1

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT ----(21)
815 1	164.
815 2	317.
815 3	0.
815 4	0.
815 5	0.
815 6	0.
815 7	0.
815 8	1255.
815 9	2035.
81510	2696.
81511	2969.
81512	2956.
81513	3211.
81514	3310.
81515	3492.
81516	3255.
81517	2938.
81518	2065.
81519	1462.
81520	1383.
81521	1256.
81522	1025.
81523	1294.
81524	1068.

DAILY SUMMARY (AUG 15)

MN	0.
MX	3492.
SM	38152.
AV	1590.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
915 1	0.
915 2	0.
915 3	0.
915 4	0.
915 5	0.
915 6	0.
915 7	0.
915 8	504.
915 9	1155.
91510	1512.
91511	1348.
91512	1276.
91513	2411.
91514	2783.
91515	2386.
91516	2312.
91517	1775.
91518	1140.
91519	351.
91520	325.
91521	166.
91522	0.
91523	0.
91524	0.

DAILY SUMMARY (SEP 15)

MN	0.
MX	2783.
SM	19444.
AV	810.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
1015 1	0.
1015 2	0.
1015 3	0.
1015 4	0.
1015 5	0.
1015 6	0.
1015 7	0.
1015 8	636.
1015 9	885.
101510	2611.
101511	2996.
101512	2595.
101513	3200.
101514	3479.
101515	4062.
101516	3419.
101517	2787.
101518	1312.
101519	1024.
101520	934.
101521	973.
101522	445.
101523	123.
101524	43.

DAILY SUMMARY (OCT 15)

MN	0.
MX	4062.
SM	31525.
AV	1314.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
1115 1	0.
1115 2	0.
1115 3	0.
1115 4	0.
1115 5	0.
1115 6	0.
1115 7	0.
1115 8	753.
1115 9	2321.
111510	2683.
111511	2621.
111512	3141.
111513	3322.
111514	3311.
111515	3933.
111516	3339.
111517	2587.
111518	1098.
111519	655.
111520	294.
111521	706.
111522	630.
111523	137.
111524	0.

DAILY SUMMARY (NOV 15)	
MN	0.
MX	3933.
SM	31532.
AV	1314.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
1215 1	0.
1215 2	0.
1215 3	0.
1215 4	0.
1215 5	0.
1215 6	0.
1215 7	0.
1215 8	0.
1215 9	0.
121510	496.
121511	571.
121512	1265.
121513	1650.
121514	2327.
121515	2753.
121516	2429.
121517	1719.
121518	0.
121519	0.
121520	0.
121521	0.
121522	0.
121523	0.
121524	0.

DAILY SUMMARY (DEC 15)	
MN	0.
MX	2753.
SM	13209.
AV	550.

YEARLY SUMMARY	
MN	-66.
MX	6034.
SM	11263538.
AV	1286.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT ----(21)
115 1	0.
115 2	0.
115 3	0.
115 4	0.
115 5	0.
115 6	0.
115 7	0.
115 8	0.
115 9	0.
11510	-3.
11511	774.
11512	1348.
11513	1855.
11514	2354.
11515	2785.
11516	3131.
11517	3299.
11518	3052.
11519	2418.
11520	1747.
11521	1230.
11522	785.
11523	383.
11524	13.

DAILY SUMMARY (JAN 15)	
MN	-3.
MX	3299.
SM	25172.
AV	1049.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT ----(21)
215 1	681.
215 2	410.
215 3	159.
215 4	0.
215 5	0.
215 6	0.
215 7	0.
215 8	0.
215 9	0.
21510	234.
21511	950.
21512	1585.
21513	2238.
21514	2761.
21515	3278.
21516	3729.
21517	3905.
21518	3651.
21519	2980.
21520	2238.
21521	1709.
21522	1309.
21523	989.
21524	731.

DAILY SUMMARY (FEB 15)	
MN	0.
MX	3905.
SM	33538.
AV	1397.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT ----(21)
315 1	1000.
315 2	771.
315 3	646.
315 4	530.
315 5	402.
315 6	283.
315 7	146.
315 8	134.
315 9	409.
31510	820.
31511	1390.
31512	2028.
31513	2554.
31514	3028.
31515	3406.
31516	3763.
31517	3909.
31518	3653.
31519	3148.
31520	2608.
31521	2140.
31522	1769.
31523	1437.
31524	1102.

DAILY SUMMARY (MAR 15)	
MN	134.
MX	3909.
SM	41074.
AV	1711.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT ----(21)
415 1	2064.
415 2	1863.
415 3	1709.
415 4	1526.
415 5	1301.
415 6	1111.
415 7	950.
415 8	1021.
415 9	1412.
41510	1884.
41511	2133.
41512	2135.
41513	2608.
41514	3217.
41515	3802.
41516	4185.
41517	4245.
41518	3933.
41519	3381.
41520	2828.
41521	2448.
41522	2170.
41523	1584.
41524	1126.

DAILY SUMMARY (APR 15)	
MN	950.
MX	4245.
SM	54634.
AV	2276.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
515 1	952.
515 2	575.
515 3	227.
515 4	0.
515 5	0.
515 6	0.
515 7	0.
515 8	0.
515 9	401.
51510	1154.
51511	1789.
51512	1900.
51513	1612.
51514	1479.
51515	1703.
51516	2178.
51517	2514.
51518	2486.
51519	2313.
51520	1830.
51521	1375.
51522	1022.
51523	830.
51524	700.

DAILY SUMMARY (MAY 15)

MN	0.
MX	2514.
SM	27041.
AV	1127.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
615 1	357.
615 2	157.
615 3	0.
615 4	0.
615 5	0.
615 6	0.
615 7	0.
615 8	0.
615 9	0.
61510	234.
61511	830.
61512	1406.
61513	1880.
61514	2174.
61515	2230.
61516	2019.
61517	1632.
61518	1061.
61519	662.
61520	394.
61521	180.
61522	14.
61523	0.
61524	0.

DAILY SUMMARY (JUN 15)

MN	0.
MX	2230.
SM	15232.
AV	635.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT ----(21)
715 1	60.
715 2	0.
715 3	0.
715 4	0.
715 5	0.
715 6	0.
715 7	0.
715 8	0.
715 9	467.
71510	1232.
71511	1782.
71512	2179.
71513	2448.
71514	2738.
71515	3011.
71516	3206.
71517	3342.
71518	3417.
71519	3137.
71520	2476.
71521	1813.
71522	1200.
71523	725.
71524	358.

DAILY SUMMARY (JUL 15)

MN	0.
MX	3417.
SM	33592.
AV	1400.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT ----(21)
815 1	761.
815 2	564.
815 3	406.
815 4	197.
815 5	13.
815 6	0.
815 7	0.
815 8	0.
815 9	503.
81510	1311.
81511	2006.
81512	2465.
81513	2740.
81514	2978.
81515	3166.
81516	3280.
81517	3215.
81518	2928.
81519	2435.
81520	1991.
81521	1684.
81522	1456.
81523	1314.
81524	1262.

DAILY SUMMARY (AUG 15)

MN	0.
MX	3280.
SM	36676.
AV	1528.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT ----(21)
915 1	313.
915 2	151.
915 3	23.
915 4	0.
915 5	0.
915 6	0.
915 7	0.
915 8	0.
915 9	0.
91510	356.
91511	855.
91512	1074.
91513	1299.
91514	1737.
91515	2088.
91516	2206.
91517	2178.
91518	1945.
91519	1554.
91520	1122.
91521	774.
91522	484.
91523	218.
91524	0.

DAILY SUMMARY (SEP 15)	
MN	0.
MX	2206.
SM	18375.
AV	766.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT ----(21)
1015 1	0.
1015 2	0.
1015 3	0.
1015 4	0.
1015 5	0.
1015 6	0.
1015 7	0.
1015 8	0.
1015 9	0.
101510	317.
101511	1141.
101512	1761.
101513	2196.
101514	2626.
101515	3004.
101516	3296.
101517	3284.
101518	2950.
101519	2371.
101520	1876.
101521	1513.
101522	1235.
101523	923.
101524	634.

DAILY SUMMARY (OCT 15)	
MN	0.
MX	3296.
SM	29127.
AV	1214.

BUILDING

WALL
CLG LOAD
WATT

----(21)

1115 1	0.
1115 2	0.
1115 3	0.
1115 4	0.
1115 5	0.
1115 6	0.
1115 7	0.
1115 8	0.
1115 9	0.
111510	669.
111511	1385.
111512	1932.
111513	2418.
111514	2773.
111515	3071.
111516	3318.
111517	3258.
111518	2866.
111519	2223.
111520	1637.
111521	1207.
111522	983.
111523	774.
111524	489.

DAILY SUMMARY (NOV 15)

MN	0.
MX	3318.
SM	29004.
AV	1208.

BUILDING

WALL
CLG LOAD
WATT

----(21)

1215 1	25.
1215 2	0.
1215 3	0.
1215 4	0.
1215 5	0.
1215 6	0.
1215 7	0.
1215 8	0.
1215 9	0.
121510	0.
121511	0.
121512	372.
121513	829.
121514	1301.
121515	1808.
121516	2163.
121517	2188.
121518	1793.
121519	1128.
121520	568.
121521	92.
121522	0.
121523	0.
121524	0.

DAILY SUMMARY (DEC 15)

MN	0.
MX	2188.
SM	12267.
AV	511.

YEARLY SUMMARY

MN	-97.
MX	5510.
SM	10796633.
AV	1232.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
115 1	212.
115 2	0.
115 3	0.
115 4	0.
115 5	0.
115 6	0.
115 7	0.
115 8	0.
115 9	0.
11510	0.
11511	-14.
11512	514.
11513	1023.
11514	1527.
11515	1978.
11516	2370.
11517	2677.
11518	2790.
11519	2616.
11520	2260.
11521	1861.
11522	1465.
11523	1095.
11524	752.

DAILY SUMMARY (JAN 15)	
MN	-14.
MX	2790.
SM	23126.
AV	964.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
215 1	1223.
215 2	973.
215 3	723.
215 4	505.
215 5	315.
215 6	136.
215 7	0.
215 8	0.
215 9	0.
21510	-45.
21511	360.
21512	811.
21513	1334.
21514	1850.
21515	2362.
21516	2846.
21517	3223.
21518	3362.
21519	3177.
21520	2757.
21521	2322.
21522	1930.
21523	1582.
21524	1284.

DAILY SUMMARY (FEB 15)	
MN	-45.
MX	3362.
SM	33030.
AV	1376.

BUILDING WALL CLG LOAD WATT	----(21)
315 1	1564.
315 2	1317.
315 3	1113.
315 4	942.
315 5	778.
315 6	628.
315 7	477.
315 8	353.
315 9	392.
31510	579.
31511	898.
31512	1358.
31513	1825.
31514	2283.
31515	2693.
31516	3080.
31517	3391.
31518	3476.
31519	3325.
31520	3038.
31521	2708.
31522	2381.
31523	2062.
31524	1732.

DAILY SUMMARY (MAR 15)

MN	353.
MX	3476.
SM	42392.
AV	1766.

BUILDING WALL CLG LOAD WATT	----(21)
415 1	2613.
415 2	2348.
415 3	2130.
415 4	1933.
415 5	1720.
415 6	1520.
415 7	1332.
415 8	1221.
415 9	1313.
41510	1542.
41511	1839.
41512	1918.
41513	2142.
41514	2537.
41515	3015.
41516	3472.
41517	3775.
41518	3830.
41519	3627.
41520	3299.
41521	2962.
41522	2686.
41523	2244.
41524	1789.

DAILY SUMMARY (APR 15)

MN	1221.
MX	3830.
SM	56808.
AV	2367.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
515 1	1418.
515 2	1114.
515 3	813.
515 4	544.
515 5	320.
515 6	128.
515 7	0.
515 8	0.
515 9	130.
51510	554.
51511	1064.
51512	1401.
51513	1450.
51514	1407.
51515	1486.
51516	1741.
51517	2071.
51518	2216.
51519	2253.
51520	2081.
51521	1818.
51522	1539.
51523	1303.
51524	1114.

DAILY SUMMARY (MAY 15)	
MN	0.
MX	2253.
SM	27965.
AV	1165.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
615 1	568.
615 2	428.
615 3	264.
615 4	108.
615 5	0.
615 6	0.
615 7	0.
615 8	0.
615 9	0.
61510	0.
61511	302.
61512	749.
61513	1203.
61514	1571.
61515	1828.
61516	1879.
61517	1780.
61518	1485.
61519	1173.
61520	916.
61521	685.
61522	488.
61523	324.
61524	187.

DAILY SUMMARY (JUN 15)	
MN	0.
MX	1879.
SM	15937.
AV	664.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT ----(21)
715 1	468.
715 2	275.
715 3	95.
715 4	0.
715 5	0.
715 6	0.
715 7	0.
715 8	0.
715 9	0.
71510	377.
71511	875.
71512	1336.
71513	1725.
71514	2084.
71515	2422.
71516	2700.
71517	2910.
71518	3088.
71519	3114.
71520	2839.
71521	2424.
71522	1983.
71523	1568.
71524	1201.

DAILY SUMMARY (JUL 15)

MN	0.
MX	3114.
SM	31483.
AV	1312.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT ----(21)
815 1	1138.
815 2	950.
815 3	785.
815 4	605.
815 5	423.
815 6	255.
815 7	100.
815 8	35.
815 9	229.
81510	685.
81511	1232.
81512	1732.
81513	2106.
81514	2430.
81515	2701.
81516	2922.
81517	3030.
81518	2991.
81519	2760.
81520	2449.
81521	2153.
81522	1905.
81523	1700.
81524	1567.

DAILY SUMMARY (AUG 15)

MN	35.
MX	3030.
SM	36883.
AV	1537.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
915 1	828.
915 2	634.
915 3	461.
915 4	254.
915 5	22.
915 6	0.
915 7	0.
915 8	0.
915 9	0.
91510	0.
91511	323.
91512	623.
91513	836.
91514	1129.
91515	1465.
91516	1704.
91517	1844.
91518	1849.
91519	1715.
91520	1480.
91521	1216.
91522	959.
91523	721.
91524	498.

DAILY SUMMARY (SEP 15)	
MN	0.
MX	1849.
SM	18560.
AV	773.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
1015 1	0.
1015 2	0.
1015 3	0.
1015 4	0.
1015 5	0.
1015 6	0.
1015 7	0.
1015 8	0.
1015 9	0.
101510	0.
101511	176.
101512	719.
101513	1207.
101514	1679.
101515	2084.
101516	2455.
101517	2681.
101518	2718.
101519	2525.
101520	2249.
101521	1965.
101522	1715.
101523	1463.
101524	1205.

DAILY SUMMARY (OCT 15)	
MN	0.
MX	2718.
SM	24841.
AV	1035.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
1115 1	0.
1115 2	0.
1115 3	0.
1115 4	0.
1115 5	0.
1115 6	0.
1115 7	0.
1115 8	0.
1115 9	0.
111510	0.
111511	339.
111512	864.
111513	1367.
111514	1821.
111515	2211.
111516	2565.
111517	2761.
111518	2752.
111519	2509.
111520	2170.
111521	1820.
111522	1527.
111523	1283.
111524	1026.

DAILY SUMMARY (NOV 15)	
MN	0.
MX	2761.
SM	25012.
AV	1042.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
1215 1	551.
1215 2	237.
1215 3	0.
1215 4	0.
1215 5	0.
1215 6	0.
1215 7	0.
1215 8	0.
1215 9	0.
121510	0.
121511	0.
121512	0.
121513	183.
121514	585.
121515	1027.
121516	1435.
121517	1692.
121518	1712.
121519	1453.
121520	1098.
121521	744.
121522	401.
121523	54.
121524	0.

DAILY SUMMARY (DEC 15)	
MN	0.
MX	1712.
SM	11172.
AV	465.

YEARLY SUMMARY	
MN	-108.
MX	5111.
SM	10547111.
AV	1204.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT ----(21)
115 1	0.
115 2	0.
115 3	0.
115 4	0.
115 5	0.
115 6	0.
115 7	0.
115 8	0.
115 9	0.
11510	0.
11511	102.
11512	273.
11513	391.
11514	503.
11515	633.
11516	748.
11517	848.
11518	836.
11519	685.
11520	470.
11521	316.
11522	206.
11523	103.
11524	0.

DAILY SUMMARY (JAN 15)	
MN	0.
MX	848.
SM	6114.
AV	255.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT ----(21)
215 1	171.
215 2	100.
215 3	23.
215 4	0.
215 5	0.
215 6	0.
215 7	0.
215 8	0.
215 9	0.
21510	-21.
21511	196.
21512	369.
21513	538.
21514	662.
21515	765.
21516	893.
21517	968.
21518	950.
21519	815.
21520	618.
21521	459.
21522	346.
21523	262.
21524	192.

DAILY SUMMARY (FEB 15)	
MN	-21.
MX	968.
SM	8306.
AV	346.

BUILDING

WALL
CLG LOAD
WATT

	----(21)
315 1	251.
315 2	186.
315 3	148.
315 4	126.
315 5	99.
315 6	71.
315 7	41.
315 8	15
315 9	57.
31510	144.
31511	266.
31512	421.
31513	554.
31514	681.
31515	780.
31516	871.
31517	941.
31518	924.
31519	815.
31520	669.
31521	535.
31522	431.
31523	355.
31524	275.

DAILY SUMMARY (MAR 15)

MN	15.
MX	941.
SM	9657.
AV	402.

BUILDING

WALL
CLG LOAD
WATT

	----(21)
415 1	504.
415 2	453.
415 3	415.
415 4	379.
415 5	326.
415 6	277.
415 7	232.
415 8	219.
415 9	320.
41510	461.
41511	540.
41512	519.
41513	614.
41514	759.
41515	901.
41516	996.
41517	1025.
41518	981.
41519	862.
41520	724.
41521	589.
41522	530.
41523	430.
41524	306.

DAILY SUMMARY (APR 15)

MN	219.
MX	1025.
SM	13362.
AV	557.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
515 1	258.
515 2	168.
515 3	59.
515 4	0.
515 5	0.
515 6	0.
515 7	0.
515 8	0.
515 9	5.
51510	187.
51511	379.
51512	486.
51513	441.
51514	364.
51515	374.
51516	470.
51517	592.
51518	612.
51519	607.
51520	499.
51521	355.
51522	236.
51523	176.
51524	153.

DAILY SUMMARY (MAY 15)	
MN	0.
MX	612.
SM	6419.
AV	267.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
615 1	99.
615 2	51.
615 3	0.
615 4	0.
615 5	0.
615 6	0.
615 7	0.
615 8	0.
615 9	0.
61510	2.
61511	136.
61512	271.
61513	395.
61514	492.
61515	536.
61516	504.
61517	435.
61518	297.
61519	165.
61520	78.
61521	23.
61522	0.
61523	0.
61524	0.

DAILY SUMMARY (JUN 15)	
MN	0.
MX	536.
SM	3484.
AV	145.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
715 1	28.
715 2	0.
715 3	0.
715 4	0.
715 5	0.
715 6	0.
715 7	0.
715 8	0.
715 9	50.
71510	328.
71511	488.
71512	573.
71513	609.
71514	646.
71515	697.
71516	757.
71517	805.
71518	831.
71519	815.
71520	680.
71521	505.
71522	316.
71523	158.
71524	49.
DAILY SUMMARY (JUL 15)	
MN	0.
MX	831.
SM	8333.
AV	347.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
815 1	193.
815 2	136.
815 3	96.
815 4	44.
815 5	0.
815 6	0.
815 7	0.
815 8	0.
815 9	44.
81510	237.
81511	416.
81512	547.
81513	627.
81514	682.
81515	723.
81516	758.
81517	763.
81518	722.
81519	621.
81520	501.
81521	412.
81522	354.
81523	309.
81524	296.
DAILY SUMMARY (AUG 15)	
MN	0.
MX	763.
SM	8483.
AV	353.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT ----(21)
915 1	61.
915 2	16.
915 3	0.
915 4	0.
915 5	0.
915 6	0.
915 7	0.
915 8	0.
915 9	0.
91510	55.
91511	193.
91512	262.
91513	304.
91514	419.
91515	542.
91516	591.
91517	592.
91518	541.
91519	440.
91520	306.
91521	200.
91522	124.
91523	50.
91524	0.

DAILY SUMMARY (SEP 15)	
MN	0.
MX	592.
SM	4695.
AV	196.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT ----(21)
1015 1	0.
1015 2	0.
1015 3	0.
1015 4	0.
1015 5	0.
1015 6	0.
1015 7	0.
1015 8	0.
1015 9	0.
101510	46.
101511	289.
101512	509.
101513	602.
101514	676.
101515	782.
101516	901.
101517	936.
101518	871.
101519	694.
101520	516.
101521	392.
101522	318.
101523	241.
101524	157.

DAILY SUMMARY (OCT 15)	
MN	0.
MX	936.
SM	7928.
AV	330.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

BUILDING

WALL
CLG LOAD
WATT

----(21)

1115 1	0.
1115 2	0.
1115 3	0.
1115 4	0.
1115 5	0.
1115 6	0.
1115 7	0.
1115 8	0.
1115 9	0.
111510	139.
111511	396.
111512	544.
111513	654.
111514	736.
111515	783.
111516	857.
111517	886.
111518	819.
111519	636.
111520	440.
111521	287.
111522	220.
111523	188.
111524	131.

DAILY SUMMARY (NOV 15)

MN	0.
MX	886.
SM	7717.
AV	322.

BUILDING

WALL
CLG LOAD
WATT

----(21)

1215 1	30.
1215 2	0.
1215 3	0.
1215 4	0.
1215 5	0.
1215 6	0.
1215 7	0.
1215 8	0.
1215 9	0.
121510	0.
121511	0.
121512	32.
121513	149.
121514	267.
121515	397.
121516	520.
121517	570.
121518	509.
121519	323.
121520	155.
121521	0.
121522	0.
121523	0.
121524	0.

DAILY SUMMARY (DEC 15)

MN	0.
MX	570.
SM	2952.
AV	123.

YEARLY SUMMARY

MN	-92.
MX	1366.
SM	2641136.
AV	301.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
115 1	244.
115 2	183.
115 3	120.
115 4	58.
115 5	0.
115 6	0.
115 7	0.
115 8	0.
115 9	0.
11510	0.
11511	0.
11512	0.
11513	-57.
11514	16.
11515	95.
11516	181.
11517	271.
11518	358.
11519	426.
11520	458.
11521	453.
11522	427.
11523	389.
11524	342.

DAILY SUMMARY (JAN 15)	
MN	-57.
MX	458.
SM	3963.
AV	165.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
215 1	464.
215 2	418.
215 3	368.
215 4	316.
215 5	264.
215 6	215.
215 7	167.
215 8	121.
215 9	78.
21510	46.
21511	45.
21512	75.
21513	127.
21514	194.
21515	269.
21516	349.
21517	435.
21518	517.
21519	580.
21520	610.
21521	606.
21522	579.
21523	540.
21524	495.

DAILY SUMMARY (FEB 15)	
MN	45.
MX	610.
SM	7879.
AV	328.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
315 1	561.
315 2	513.
315 3	463.
315 4	416.
315 5	372.
315 6	331.
315 7	291.
315 8	253.
315 9	218.
31510	196.
31511	192.
31512	208.
31513	246.
31514	297.
31515	360.
31516	427.
31517	498.
31518	566.
31519	618.
31520	644.
31521	643.
31522	623.
31523	591.
31524	553.

DAILY SUMMARY (MAR 15)

MN	192.
MX	644.
SM	10080.
AV	420.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
415 1	840.
415 2	786.
415 3	734.
415 4	684.
415 5	636.
415 6	588.
415 7	540.
415 8	493.
415 9	455.
41510	440.
41511	447.
41512	463.
41513	474.
41514	500.
41515	544.
41516	603.
41517	665.
41518	721.
41519	758.
41520	771.
41521	760.
41522	731.
41523	697.
41524	652.

DAILY SUMMARY (APR 15)

MN	440.
MX	840.
SM	14982.
AV	624.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT ----(21)
515 1	469.
515 2	434.
515 3	390.
515 4	337.
515 5	282.
515 6	228.
515 7	179.
515 8	133.
515 9	99.
51510	91.
51511	113.
51512	159.
51513	209.
51514	243.
51515	262.
51516	281.
51517	314.
51518	357.
51519	397.
51520	426.
51521	433.
51522	416.
51523	386.
51524	354.

DAILY SUMMARY (MAY 15)	
MN	91.
MX	469.
SM	6993.
AV	291.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT ----(21)
615 1	196.
615 2	180.
615 3	159.
615 4	131.
615 5	100.
615 6	68.
615 7	38.
615 8	10.
615 9	-13.
61510	-22.
61511	-13.
61512	15.
61513	59.
61514	114.
61515	175.
61516	230.
61517	271.
61518	292.
61519	289.
61520	267.
61521	237.
61522	204.
61523	170.
61524	137.

DAILY SUMMARY (JUN 15)	
MN	-22.
MX	292.
SM	3294.
AV	137.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
715 1	275.
715 2	235.
715 3	196.
715 4	156.
715 5	115.
715 6	73.
715 7	32.
715 8	-7.
715 9	-28.
71510	-6.
71511	51.
71512	122.
71513	192.
71514	257.
71515	319.
71516	379.
71517	438.
71518	495.
71519	546.
71520	584.
71521	594.
71522	574.
71523	530.
71524	471.

DAILY SUMMARY (JUL 15)	
MN	-28.
MX	594.
SM	6592.
AV	275.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
815 1	403.
815 2	370.
815 3	334.
815 4	297.
815 5	258.
815 6	217.
815 7	176.
815 8	136.
815 9	107.
81510	105.
81511	132.
81512	182.
81513	242.
81514	304.
81515	364.
81516	421.
81517	474.
81518	518.
81519	547.
81520	556.
81521	545.
81522	522.
81523	495.
81524	466.

DAILY SUMMARY (AUG 15)	
MN	105.
MX	556.
SM	8170.
AV	340.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
915 1	320.
915 2	281.
915 3	242.
915 4	204.
915 5	167.
915 6	124.
915 7	76.
915 8	27.
915 9	-8.
91510	-17.
91511	0.
91512	34.
91513	71.
91514	110.
91515	161.
91516	220.
91517	276.
91518	322.
91519	352.
91520	360.
91521	348.
91522	322.
91523	289.
91524	251.

DAILY SUMMARY (SEP 15)	
MN	-17.
MX	360.
SM	4534.
AV	189.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
1015 1	0.
1015 2	0.
1015 3	0.
1015 4	0.
1015 5	0.
1015 6	0.
1015 7	0.
1015 8	0.
1015 9	0.
101510	0.
101511	-147.
101512	-74.
101513	17.
101514	107.
101515	195.
101516	286.
101517	378.
101518	458.
101519	512.
101520	531.
101521	521.
101522	497.
101523	466.
101524	430.

DAILY SUMMARY (OCT 15)	
MN	-147.
MX	531.
SM	4178.
AV	174.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
1115 1	0.
1115 2	0.
1115 3	0.
1115 4	0.
1115 5	0.
1115 6	0.
1115 7	0.
1115 8	0.
1115 9	0.
111510	0.
111511	0.
111512	-57.
111513	37.
111514	132.
111515	224.
111516	310.
111517	392.
111518	464.
111519	510.
111520	521.
111521	501.
111522	465.
111523	426.
111524	387.

DAILY SUMMARY (NOV 15)	
MN	-57.
MX	521.
SM	4313.
AV	180.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
1215 1	225.
1215 2	192.
1215 3	147.
1215 4	98.
1215 5	50.
1215 6	0.
1215 7	0.
1215 8	0.
1215 9	0.
121510	0.
121511	0.
121512	0.
121513	0.
121514	-88.
121515	-30.
121516	39.
121517	114.
121518	182.
121519	226.
121520	235.
121521	217.
121522	181.
121523	133.
121524	76.

DAILY SUMMARY (DEC 15)	
MN	-88.
MX	235.
SM	1996.
AV	83.

YEARLY SUMMARY	
MN	-172.
MX	1006.
SM	2381701.
AV	272.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
115 1	237.
115 2	228.
115 3	212.
115 4	191.
115 5	165.
115 6	138.
115 7	109.
115 8	80.
115 9	50.
11510	22.
11511	-1.
11512	-15.
11513	-18.
11514	-11.
11515	5.
11516	30.
11517	62.
11518	99.
11519	141.
11520	183.
11521	218.
11522	244.
11523	259.
11524	266.

DAILY SUMMARY (JAN 15)	
MN	-18.
MX	266.
SM	2892.
AV	120.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
215 1	471.
215 2	461.
215 3	447.
215 4	429.
215 5	408.
215 6	384.
215 7	357.
215 8	330.
215 9	301.
21510	272.
21511	245.
21512	225.
21513	215.
21514	214.
21515	224.
21516	243.
21517	269.
21518	302.
21519	339.
21520	376.
21521	407.
21522	430.
21523	442.
21524	446.

DAILY SUMMARY (FEB 15)	
MN	214.
MX	471.
SM	8240.
AV	343.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
315 1	567.
315 2	557.
315 3	542.
315 4	524.
315 5	503.
315 6	481.
315 7	457.
315 8	433.
315 9	408.
31510	383.
31511	360.
31512	342.
31513	331.
31514	329.
31515	334.
31516	348.
31517	368.
31518	395.
31519	425.
31520	455.
31521	480.
31522	499.
31523	510.
31524	513.

DAILY SUMMARY (MAR 15)	
MN	329.
MX	567.
SM	10545.
AV	439.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
415 1	814.
415 2	806.
415 3	792.
415 4	774.
415 5	754.
415 6	731.
415 7	706.
415 8	680.
415 9	652.
41510	625.
41511	603.
41512	587.
41513	576.
41514	569.
41515	568.
41516	573.
41517	586.
41518	605.
41519	627.
41520	649.
41521	666.
41522	676.
41523	679.
41524	676.

DAILY SUMMARY (APR 15)	
MN	568.
MX	814.
SM	15978.
AV	666.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT ----(21)
515 1	372.
515 2	375.
515 3	372.
515 4	364.
515 5	351.
515 6	333.
515 7	311.
515 8	288.
515 9	263.
51510	240.
51511	222.
51512	212.
51513	213.
51514	220.
51515	229.
51516	239.
51517	248.
51518	261.
51519	278.
51520	297.
51521	315.
51522	329.
51523	337.
51524	338.

DAILY SUMMARY (MAY 15)

MN	212.
MX	375.
SM	7004.
AV	292.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT ----(21)
615 1	231.
615 2	226.
615 3	219.
615 4	210.
615 5	198.
615 6	184.
615 7	168.
615 8	150.
615 9	132.
61510	115.
61511	100.
61512	90.
61513	88.
61514	92.
61515	104.
61516	122.
61517	144.
61518	166.
61519	185.
61520	197.
61521	203.
61522	203.
61523	198.
61524	189.

DAILY SUMMARY (JUN 15)

MN	88.
MX	231.
SM	3915.
AV	163.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT ----(21)
715 1	218.
715 2	216.
715 3	209.
715 4	199.
715 5	186.
715 6	169.
715 7	151.
715 8	131.
715 9	110.
71510	92.
71511	83.
71512	86.
71513	100.
71514	121.
71515	147.
71516	176.
71517	207.
71518	241.
71519	276.
71520	312.
71521	345.
71522	372.
71523	389.
71524	396.

DAILY SUMMARY (JUL 15)	
MN	83.
MX	396.
SM	4933.
AV	206.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT ----(21)
815 1	424.
815 2	415.
815 3	403.
815 4	388.
815 5	372.
815 6	353.
815 7	332.
815 8	310.
815 9	286.
81510	264.
81511	247.
81512	239.
81513	241.
81514	251.
81515	268.
81516	290.
81517	315.
81518	341.
81519	368.
81520	393.
81521	412.
81522	425.
81523	432.
81524	433.

DAILY SUMMARY (AUG 15)	
MN	239.
MX	433.
SM	8203.
AV	342.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
915 1	302.
915 2	295.
915 3	285.
915 4	272.
915 5	257.
915 6	240.
915 7	220.
915 8	197.
915 9	172.
91510	147.
91511	128.
91512	117.
91513	113.
91514	116.
91515	123.
91516	137.
91517	156.
91518	178.
91519	202.
91520	223.
91521	240.
91522	251.
91523	255.
91524	253.

DAILY SUMMARY (SEP 15)	
MN	113.
MX	302.
SM	4878.
AV	203.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
1015 1	0.
1015 2	0.
1015 3	0.
1015 4	0.
1015 5	0.
1015 6	0.
1015 7	0.
1015 8	0.
1015 9	0.
101510	-123.
101511	-128.
101512	0.
101513	-107.
101514	-81.
101515	-47.
101516	-7.
101517	38.
101518	87.
101519	136.
101520	183.
101521	221.
101522	249.
101523	268.
101524	280.

DAILY SUMMARY (OCT 15)	
MN	-128.
MX	280.
SM	966.
AV	40.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
1115 1	50.
1115 2	38.
1115 3	25.
1115 4	0.
1115 5	0.
1115 6	0.
1115 7	0.
1115 8	0.
1115 9	-77.
111510	-93.
111511	-101.
111512	-96.
111513	-79.
111514	-52.
111515	-17.
111516	24.
111517	69.
111518	116.
111519	163.
111520	205.
111521	239.
111522	263.
111523	276.
111524	282.

DAILY SUMMARY (NOV 15)	
MN	-101.
MX	282.
SM	1235.
AV	51.

	BUILDING WALL CLG LOAD WATT
	----(21)
1215 1	166.
1215 2	167.
1215 3	163.
1215 4	153.
1215 5	138.
1215 6	120.
1215 7	99.
1215 8	75.
1215 9	47.
121510	18.
121511	-8.
121512	-29.
121513	-41.
121514	-46.
121515	-42.
121516	-30.
121517	-10.
121518	16.
121519	45.
121520	73.
121521	94.
121522	107.
121523	110.
121524	105.

DAILY SUMMARY (DEC 15)	
MN	-46.
MX	167.
SM	1491.
AV	62.

YEARLY SUMMARY	
MN	-152.
MX	817.
SM	2295545.
AV	262.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
115 1	22.2	23.3	25.2	0.000	-1255.
115 2	21.7	23.3	25.0	0.000	-1389.
115 3	22.2	23.3	24.9	0.000	-1370.
115 4	22.8	23.9	24.8	0.000	-1303.
115 5	22.2	23.3	24.5	0.000	-1516.
115 6	22.2	23.3	24.3	0.000	-1584.
115 7	22.2	23.3	24.2	0.000	-1642.
115 8	22.2	23.9	24.9	0.000	-507.
115 9	23.3	25.6	25.6	0.000	664.
11510	24.4	28.9	26.4	0.000	1693.
11511	22.8	28.9	26.7	0.000	1992.
11512	22.2	30.0	27.0	0.000	2271.
11513	22.8	31.7	27.5	0.000	2834.
11514	22.8	31.7	28.2	0.000	3406.
11515	22.8	32.2	28.5	0.000	3623.
11516	22.8	32.8	29.1	0.000	3911.
11517	22.8	32.2	28.6	0.000	3161.
11518	22.2	30.0	27.8	0.000	1786.
11519	22.2	28.3	27.0	0.000	472.
11520	22.2	27.2	27.0	0.000	718.
11521	22.8	26.1	26.7	0.000	325.
11522	22.8	25.6	26.4	0.000	-80.
11523	22.8	25.0	26.0	0.000	-601.
11524	23.3	24.4	25.8	0.000	-798.
DAILY SUMMARY (JAN 15)					
MN	21.7	23.3	24.2	0.000	-1642.
MX	24.4	32.8	29.1	0.000	3911.
SM	951.7	1057.2	1041.1	0.000	14813.
AV	22.6	27.0	26.3	0.000	617.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
215 1	25.0	26.7	27.9	0.000	64.
215 2	25.0	25.6	27.6	0.000	-279.
215 3	24.4	26.1	27.5	0.000	-277.
215 4	24.4	26.1	27.3	0.000	-364.
215 5	24.4	25.6	27.0	0.000	-547.
215 6	24.4	25.0	26.8	0.000	-707.
215 7	23.9	25.0	26.6	0.000	-800.
215 8	23.9	25.0	26.6	0.000	-581.
215 9	25.0	27.2	27.7	0.000	1092.
21510	25.6	28.9	28.4	0.000	2129.
21511	25.6	30.6	28.5	0.000	2224.
21512	25.6	31.7	29.3	0.000	3266.
21513	25.6	31.7	29.5	0.000	3365.
21514	26.1	32.8	29.9	0.000	3823.
21515	25.6	33.3	30.7	0.000	4537.
21516	25.6	33.3	30.7	0.000	4434.
21517	25.0	31.7	30.5	0.000	3810.
21518	25.0	30.0	29.7	0.000	2642.
21519	23.9	28.3	29.0	0.000	1512.
21520	23.9	27.8	28.8	0.000	1263.
21521	23.9	27.2	28.6	0.000	966.
21522	23.9	26.7	28.3	0.000	739.
21523	23.9	26.7	28.1	0.000	462.
21524	24.4	26.7	28.0	0.000	328.
DAILY SUMMARY (FEB 15)					
MN	23.9	25.0	26.6	0.000	-800.
MX	26.1	33.3	30.7	0.000	4537.
SM	1002.8	1088.3	1091.8	0.000	33102.
AV	24.7	28.3	28.5	0.000	1379.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
315 1	25.6	27.2	28.8	0.000	318.
315 2	25.0	27.2	28.7	0.000	515.
315 3	25.0	27.2	28.6	0.000	448.
315 4	25.0	26.7	28.4	0.000	241.
315 5	25.0	26.7	28.2	0.000	177.
315 6	24.4	26.1	28.0	0.000	16.
315 7	23.9	25.6	27.7	0.000	-159.
315 8	21.7	25.6	28.1	0.000	625.
315 9	20.6	26.7	28.3	0.000	1079.
31510	21.7	28.3	28.8	0.000	1304.
31511	22.2	31.1	29.5	0.000	2753.
31512	22.2	31.7	29.7	0.000	3007.
31513	23.9	33.3	30.3	0.000	3660.
31514	22.8	33.3	30.5	0.000	3784.
31515	23.3	33.9	30.9	0.000	4233.
31516	23.3	34.4	31.2	0.000	4424.
31517	22.8	33.3	30.9	0.000	3636.
31518	21.7	32.2	30.3	0.000	2680.
31519	23.9	31.1	29.9	0.000	1891.
31520	22.8	30.0	29.6	0.000	1506.
31521	22.2	29.4	29.4	0.000	1251.
31522	21.1	28.3	29.2	0.000	1184.
31523	21.1	27.2	28.8	0.000	664.
31524	21.1	26.7	28.6	0.000	586.
DAILY SUMMARY (MAR 15)					
MN	20.6	25.6	27.7	0.000	-159.
MX	25.6	34.4	31.2	0.000	4424.
SM	961.1	1112.2	1111.3	0.000	40322.
AV	23.0	29.3	29.3	0.000	1680.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
415 1	26.7	28.9	31.1	0.000	1677.
415 2	26.7	28.9	31.0	0.000	1608.
415 3	26.1	28.9	30.8	0.000	1460.
415 4	25.6	28.3	30.5	0.000	1009.
415 5	25.6	28.3	30.3	0.000	935.
415 6	25.6	27.8	30.1	0.000	713.
415 7	26.1	27.8	30.0	0.000	770.
415 8	26.7	29.4	31.0	0.000	2131.
415 9	27.2	30.6	31.3	0.000	2628.
41510	25.0	31.7	31.0	0.000	2793.
41511	25.6	28.3	30.4	0.000	1550.
41512	27.2	31.7	31.9	0.000	3481.
41513	27.2	33.3	32.0	0.000	3949.
41514	26.7	35.0	32.6	0.000	4638.
41515	26.1	35.0	32.7	0.000	4785.
41516	26.7	34.4	32.6	0.000	4617.
41517	26.1	33.3	32.4	0.000	4027.
41518	26.1	31.7	31.8	0.000	2866.
41519	26.1	30.6	31.4	0.000	2497.
41520	26.1	30.0	31.0	0.000	1478.
41521	25.6	30.0	31.1	0.000	2368.
41522	22.8	26.7	30.3	0.000	1224.
41523	23.9	25.6	29.8	0.000	647.
41524	23.9	26.1	29.7	0.000	651.
DAILY SUMMARY (APR 15)					
MN	22.8	25.6	29.7	0.000	647.
MX	27.2	35.0	32.7	0.000	4785.
SM	1030.0	1131.1	1155.4	0.000	54504.
AV	25.9	30.1	31.1	0.000	2271.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
515 1	23.3	25.6	27.3	0.000	230.
515 2	23.9	25.0	26.9	0.000	-338.
515 3	23.9	25.0	26.7	0.000	-451.
515 4	23.9	25.0	26.6	0.000	-378.
515 5	23.3	25.0	26.4	0.000	-475.
515 6	23.3	25.0	26.2	0.000	-730.
515 7	23.9	25.6	26.3	0.000	-348.
515 8	24.4	26.7	27.1	0.000	968.
515 9	25.0	28.3	27.7	0.000	1787.
51510	26.1	31.1	28.4	0.000	2750.
51511	27.2	32.2	28.4	0.000	2500.
51512	25.0	28.9	27.7	0.000	1396.
51513	25.0	27.8	27.5	0.000	1056.
51514	25.0	28.9	28.0	0.000	1787.
51515	25.6	30.0	28.6	0.000	2636.
51516	26.1	32.2	29.2	0.000	3351.
51517	26.1	30.6	28.7	0.000	2401.
51518	25.6	30.0	29.1	0.000	2571.
51519	26.1	29.4	28.0	0.000	964.
51520	25.6	28.3	27.8	0.000	627.
51521	25.6	27.2	27.5	0.000	306.
51522	25.6	27.2	27.5	0.000	528.
51523	25.0	27.2	27.4	0.000	581.
51524	25.0	26.7	27.3	0.000	385.
DAILY SUMMARY (MAY 15)					
MN	23.3	25.0	26.2	0.000	-730.
MX	27.2	32.2	29.2	0.000	3351.
SM	1008.3	1077.8	1071.1	0.000	24105.
AV	25.0	27.9	27.6	0.000	1004.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
615 1	24.4	26.1	26.7	0.000	-25.
615 2	25.0	25.6	26.4	0.000	-436.
615 3	25.0	25.6	26.2	0.000	-500.
615 4	25.0	25.6	26.1	0.000	-559.
615 5	25.0	25.6	26.0	0.000	-613.
615 6	25.0	25.6	25.8	0.000	-662.
615 7	25.0	25.6	25.8	0.000	-581.
615 8	25.0	26.7	26.2	0.000	110.
615 9	25.0	27.2	26.5	0.000	578.
61510	26.1	28.3	27.0	0.000	1377.
61511	25.0	29.4	27.4	0.000	1898.
61512	25.0	30.6	27.8	0.000	2405.
61513	25.0	30.6	28.1	0.000	2601.
61514	25.0	30.6	28.2	0.000	2580.
61515	25.0	29.4	27.8	0.000	1829.
61516	26.1	28.9	27.7	0.000	1568.
61517	24.4	26.1	26.9	0.000	339.
61518	25.0	25.6	26.6	0.000	62.
61519	25.0	26.1	26.6	0.000	-15.
61520	25.0	25.6	26.4	0.000	-99.
61521	25.0	26.1	26.3	0.000	-263.
61522	25.0	26.1	26.2	0.000	-312.
61523	25.0	25.6	26.1	0.000	-252.
61524	23.9	25.6	25.9	0.000	-381.
DAILY SUMMARY (JUN 15)					
MN	23.9	25.6	25.8	0.000	-662.
MX	26.1	30.6	28.2	0.000	2601.
SM	1008.9	1056.7	1049.5	0.000	10651.
AV	25.0	27.0	26.7	0.000	444.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
715 1	23.3	25.0	25.9	0.000	-183.
715 2	22.8	25.0	25.7	0.000	-453.
715 3	22.8	25.0	25.4	0.000	-704.
715 4	22.8	25.0	25.3	0.000	-806.
715 5	22.8	23.9	25.1	0.000	-897.
715 6	22.8	23.9	24.8	0.000	-1171.
715 7	22.8	24.4	25.2	0.000	-516.
715 8	23.3	27.2	27.1	0.000	2150.
715 9	23.3	28.3	27.7	0.000	2778.
71510	23.3	30.0	27.7	0.000	2599.
71511	24.4	31.1	28.0	0.000	2879.
71512	24.4	31.1	28.0	0.000	2775.
71513	24.4	32.2	28.3	0.000	3120.
71514	23.3	32.2	28.7	0.000	3394.
71515	23.3	31.7	29.1	0.000	3612.
71516	23.3	31.7	29.3	0.000	3571.
71517	24.4	31.7	29.4	0.000	3740.
71518	24.4	31.1	29.4	0.000	3351.
71519	24.4	29.4	28.5	0.000	1952.
71520	24.4	27.8	28.1	0.000	1338.
71521	23.9	26.1	27.4	0.000	196.
71522	23.9	25.6	27.2	0.000	-59.
71523	23.9	25.6	27.0	0.000	-183.
71524	23.3	25.0	26.7	0.000	-446.
DAILY SUMMARY (JUL 15)					
MN	22.8	23.9	24.8	0.000	-1171.
MX	24.4	32.2	29.4	0.000	3740.
SM	975.0	1078.9	1063.8	0.000	32038.
AV	23.6	27.9	27.3	0.000	1335.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
815 1	24.4	27.2	27.7	0.000	171.
815 2	24.4	27.2	27.7	0.000	325.
815 3	23.3	26.7	27.3	0.000	-131.
815 4	24.4	26.1	27.1	0.000	-287.
815 5	24.4	26.1	27.0	0.000	-361.
815 6	24.4	25.6	26.7	0.000	-552.
815 7	25.0	26.1	26.8	0.000	-343.
815 8	25.0	27.8	27.8	0.000	1290.
815 9	25.0	29.4	28.3	0.000	2079.
81510	25.0	30.6	28.8	0.000	2768.
81511	25.6	31.7	29.1	0.000	3046.
81512	25.0	31.7	29.2	0.000	3044.
81513	25.6	32.2	29.5	0.000	3288.
81514	25.6	31.7	29.6	0.000	3394.
81515	26.1	31.7	29.9	0.000	3579.
81516	25.6	31.1	29.9	0.000	3330.
81517	25.6	31.1	29.7	0.000	2992.
81518	25.6	29.4	29.2	0.000	2103.
81519	25.6	28.9	28.8	0.000	1489.
81520	25.6	28.3	28.7	0.000	1407.
81521	26.1	28.3	28.6	0.000	1278.
81522	26.1	28.3	28.5	0.000	1044.
81523	25.6	28.9	28.6	0.000	1315.
81524	23.9	28.3	28.4	0.000	1085.
DAILY SUMMARY (AUG 15)					
MN	23.3	25.6	26.7	0.000	-552.
MX	26.1	32.2	29.9	0.000	3579.
SM	1011.7	1103.3	1091.7	0.000	37351.
AV	25.1	28.9	28.5	0.000	1556.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
915 1	25.0	26.1	26.7	0.000	-216.
915 2	24.4	26.1	26.6	0.000	-41.
915 3	23.9	24.4	26.3	0.000	-378.
915 4	22.8	23.9	26.0	0.000	-768.
915 5	22.8	23.3	25.6	0.000	-1193.
915 6	22.8	23.3	25.4	0.000	-1284.
915 7	22.8	25.6	25.6	0.000	-731.
915 8	23.9	25.6	26.5	0.000	530.
915 9	24.4	26.1	27.0	0.000	1219.
91510	24.4	28.3	27.2	0.000	1557.
91511	25.0	27.8	27.1	0.000	1391.
91512	25.0	28.3	27.2	0.000	1324.
91513	25.0	29.4	28.1	0.000	2543.
91514	25.6	30.0	28.5	0.000	2901.
91515	25.6	30.0	28.3	0.000	2468.
91516	25.0	30.0	28.4	0.000	2387.
91517	25.0	28.9	28.1	0.000	1831.
91518	25.0	28.3	27.6	0.000	1176.
91519	24.4	27.8	27.1	0.000	369.
91520	24.4	26.7	27.0	0.000	340.
91521	23.9	26.1	26.8	0.000	178.
91522	24.4	26.1	26.6	0.000	-193.
91523	24.4	25.6	26.3	0.000	-387.
91524	23.9	25.6	26.2	0.000	-478.
DAILY SUMMARY (SEP 15)					
MN	22.8	23.3	25.4	0.000	-1284.
MX	25.6	30.0	28.5	0.000	2901.
SM	992.8	1052.2	1054.9	0.000	14545.
AV	24.3	26.9	26.9	0.000	606.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
1015 1	23.9	24.4	24.1	0.000	-1026.
1015 2	23.9	24.4	23.9	0.000	-1085.
1015 3	23.9	24.4	23.8	0.000	-1125.
1015 4	23.9	24.4	23.7	0.000	-1161.
1015 5	23.9	24.4	23.7	0.000	-1197.
1015 6	23.9	24.4	23.6	0.000	-1231.
1015 7	23.9	25.0	23.8	0.000	-804.
1015 8	25.0	26.1	24.8	0.000	660.
1015 9	24.4	26.7	25.1	0.000	936.
101510	25.0	28.3	26.5	0.000	2738.
101511	25.0	28.9	27.1	0.000	3178.
101512	25.0	30.0	26.9	0.000	2712.
101513	25.6	31.7	27.5	0.000	3329.
101514	25.6	30.6	28.1	0.000	3659.
101515	25.6	32.2	28.7	0.000	4225.
101516	26.1	31.7	28.5	0.000	3539.
101517	25.6	31.1	28.2	0.000	2872.
101518	25.6	30.0	27.3	0.000	1358.
101519	26.1	29.4	27.1	0.000	1060.
101520	25.6	28.3	27.0	0.000	966.
101521	25.6	28.3	27.0	0.000	1002.
101522	25.0	27.8	26.7	0.000	466.
101523	25.0	26.7	26.5	0.000	139.
101524	25.0	26.7	26.4	0.000	56.
DAILY SUMMARY (OCT 15)					
MN	23.9	24.4	23.6	0.000	-1231.
MX	26.1	32.2	28.7	0.000	4225.
SM	1006.7	1075.0	1035.0	0.000	25267.
AV	24.9	27.8	26.1	0.000	1053.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
1115 1	23.9	24.4	24.5	0.000	-1036.
1115 2	23.9	24.4	24.4	0.000	-1079.
1115 3	23.9	23.9	24.2	0.000	-1247.
1115 4	23.3	23.9	24.1	0.000	-1313.
1115 5	23.3	23.9	23.9	0.000	-1357.
1115 6	22.8	23.9	23.8	0.000	-1421.
1115 7	23.9	23.9	23.8	0.000	-1283.
1115 8	24.4	25.0	25.2	0.000	773.
1115 9	25.0	27.2	26.5	0.000	2406.
111510	25.0	28.3	27.0	0.000	2811.
111511	25.0	29.4	27.1	0.000	2728.
111512	25.0	30.6	27.7	0.000	3283.
111513	25.0	31.1	28.0	0.000	3454.
111514	25.0	31.7	28.1	0.000	3408.
111515	25.6	31.1	28.8	0.000	4060.
111516	25.0	30.6	28.7	0.000	3446.
111517	25.0	30.6	28.4	0.000	2654.
111518	25.0	29.4	27.4	0.000	1133.
111519	25.0	28.3	27.1	0.000	679.
111520	24.4	27.2	26.8	0.000	311.
111521	24.4	27.2	26.9	0.000	726.
111522	25.0	27.2	26.9	0.000	648.
111523	24.4	26.1	26.5	0.000	148.
111524	24.4	26.1	26.3	0.000	-243.
DAILY SUMMARY (NOV 15)					
MN	22.8	23.9	23.8	0.000	-1421.
MX	25.6	31.7	28.8	0.000	4060.
SM	996.7	1064.4	1040.9	0.000	23692.
AV	24.5	27.3	26.3	0.000	987.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
1215 1	20.0	23.9	25.2	0.000	-1116.
1215 2	19.4	23.3	25.2	0.000	-950.
1215 3	18.9	23.3	25.0	0.000	-1046.
1215 4	18.9	22.8	24.8	0.000	-1275.
1215 5	18.9	21.7	24.3	0.000	-1728.
1215 6	18.3	21.1	24.0	0.000	-1956.
1215 7	18.3	20.6	23.7	0.000	-2233.
1215 8	17.8	21.1	24.2	0.000	-1379.
1215 9	18.9	23.9	24.9	0.000	-127.
121510	19.4	25.0	25.4	0.000	526.
121511	18.9	25.6	25.5	0.000	609.
121512	20.0	27.2	26.0	0.000	1343.
121513	20.6	28.3	26.4	0.000	1737.
121514	20.0	29.4	27.0	0.000	2416.
121515	20.6	30.0	27.5	0.000	2842.
121516	20.6	29.4	27.4	0.000	2493.
121517	20.6	27.8	27.0	0.000	1758.
121518	20.0	26.1	25.8	0.000	-150.
121519	20.6	25.6	25.7	0.000	-46.
121520	18.9	25.0	25.3	0.000	-718.
121521	19.4	24.4	25.0	0.000	-996.
121522	18.3	23.3	24.6	0.000	-1381.
121523	17.8	21.7	24.1	0.000	-1869.
121524	17.8	21.7	23.9	0.000	-1980.
DAILY SUMMARY (DEC 15)					
MN	17.8	20.6	23.7	0.000	-2233.
MX	20.6	30.0	27.5	0.000	2842.
SM	871.7	1001.1	1016.6	0.000	-5225.
AV	19.3	24.7	25.3	0.000	-218.
YEARLY SUMMARY					
MN	13.9	15.6	18.9	0.000	-4612.
MX	28.3	39.4	34.1	0.050	6144.
SM	367030.8	399436.4	397192.8	1.300	9511763.
AV	24.1	27.8	27.6	0.000	1086.

□

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
115 1	22.2	23.3	26.0	0.000	-521.
115 2	21.7	23.3	25.7	0.000	-808.
115 3	22.2	23.3	25.4	0.000	-1019.
115 4	22.8	23.9	25.2	0.000	-1145.
115 5	22.2	23.3	25.0	0.000	-1239.
115 6	22.2	23.3	24.8	0.000	-1349.
115 7	22.2	23.3	24.6	0.000	-1444.
115 8	22.2	23.9	24.6	0.000	-1334.
115 9	23.3	25.6	24.9	0.000	-780.
11510	24.4	28.9	25.4	0.000	39.
11511	22.8	28.9	25.9	0.000	835.
11512	22.2	30.0	26.4	0.000	1411.
11513	22.8	31.7	26.8	0.000	1931.
11514	22.8	31.7	27.3	0.000	2466.
11515	22.8	32.2	27.8	0.000	2883.
11516	22.8	32.8	28.3	0.000	3240.
11517	22.8	32.2	28.5	0.000	3360.
11518	22.2	30.0	28.5	0.000	3084.
11519	22.2	28.3	28.3	0.000	2431.
11520	22.2	27.2	27.7	0.000	1762.
11521	22.8	26.1	27.4	0.000	1240.
11522	22.8	25.6	27.2	0.000	788.
11523	22.8	25.0	26.9	0.000	377.
11524	23.3	24.4	26.6	0.000	5.
DAILY SUMMARY (JAN 15)					
MN	21.7	23.3	24.6	0.000	-1444.
MX	24.4	32.8	28.5	0.000	3360.
SM	951.7	1057.2	1044.0	0.000	16212.
AV	22.6	27.0	26.5	0.000	676.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
215 1	25.0	26.7	28.6	0.000	684.
215 2	25.0	25.6	28.3	0.000	408.
215 3	24.4	26.1	28.0	0.000	157.
215 4	24.4	26.1	27.8	0.000	-22.
215 5	24.4	25.6	27.6	0.000	-177.
215 6	24.4	25.0	27.4	0.000	-335.
215 7	23.9	25.0	27.1	0.000	-485.
215 8	23.9	25.0	27.0	0.000	-568.
215 9	25.0	27.2	27.0	0.000	-352.
21510	25.6	28.9	27.3	0.000	297.
21511	25.6	30.6	27.7	0.000	1009.
21512	25.6	31.7	28.2	0.000	1689.
21513	25.6	31.7	28.6	0.000	2347.
21514	26.1	32.8	29.0	0.000	2864.
21515	25.6	33.3	29.6	0.000	3412.
21516	25.6	33.3	30.0	0.000	3827.
21517	25.0	31.7	30.3	0.000	3984.
21518	25.0	30.0	30.2	0.000	3697.
21519	23.9	28.3	29.8	0.000	3008.
21520	23.9	27.8	29.4	0.000	2262.
21521	23.9	27.2	29.0	0.000	1727.
21522	23.9	26.7	28.7	0.000	1324.
21523	23.9	26.7	28.5	0.000	1000.
21524	24.4	26.7	28.3	0.000	739.
DAILY SUMMARY (FEB 15)					
MN	23.9	25.0	27.0	0.000	-568.
MX	26.1	33.3	30.3	0.000	3984.
SM	1002.8	1088.3	1092.4	0.000	32496.
AV	24.7	28.3	28.5	0.000	1354.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
315 1	25.6	27.2	29.4	0.000	1008.
315 2	25.0	27.2	29.1	0.000	780.
315 3	25.0	27.2	28.9	0.000	654.
315 4	25.0	26.7	28.7	0.000	536.
315 5	25.0	26.7	28.5	0.000	406.
315 6	24.4	26.1	28.3	0.000	285.
315 7	23.9	25.6	28.1	0.000	144.
315 8	21.7	25.6	28.0	0.000	144.
315 9	20.6	26.7	28.0	0.000	434.
31510	21.7	28.3	28.3	0.000	871.
31511	22.2	31.1	28.6	0.000	1461.
31512	22.2	31.7	29.0	0.000	2114
31513	23.9	33.3	29.5	0.000	2657.
31514	22.8	33.3	29.9	0.000	3119.
31515	23.3	33.9	30.2	0.000	3506.
31516	23.3	34.4	30.6	0.000	3854.
31517	22.8	33.3	30.9	0.000	3979.
31518	21.7	32.2	30.8	0.000	3700.
31519	23.9	31.1	30.7	0.000	3180.
31520	22.8	30.0	30.4	0.000	2633.
31521	22.2	29.4	30.1	0.000	2161.
31522	21.1	28.3	29.7	0.000	1788.
31523	21.1	27.2	29.5	0.000	1449.
31524	21.1	26.7	29.1	0.000	1112.
DAILY SUMMARY (MAR 15)					
MN	20.6	25.6	28.0	0.000	144.
MX	25.6	34.4	30.9	0.000	3979.
SM	961.1	1112.2	1113.0	0.000	41975.
AV	23.0	29.3	29.3	0.000	1749.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
415 1	26.7	28.9	31.5	0.000	2089.
415 2	26.7	28.9	31.3	0.000	1887.
415 3	26.1	28.9	31.1	0.000	1730.
415 4	25.6	28.3	31.0	0.000	1542.
415 5	25.6	28.3	30.8	0.000	1316.
415 6	25.6	27.8	30.6	0.000	1122.
415 7	26.1	27.8	30.3	0.000	965.
415 8	26.7	29.4	30.4	0.000	1067.
415 9	27.2	30.6	30.6	0.000	1486.
41510	25.0	31.7	30.5	0.000	1925.
41511	25.6	28.3	30.8	0.000	2170.
41512	27.2	31.7	31.1	0.000	2306.
41513	27.2	33.3	31.1	0.000	2747.
41514	26.7	35.0	31.6	0.000	3354.
41515	26.1	35.0	31.9	0.000	3909.
41516	26.7	34.4	32.2	0.000	4274.
41517	26.1	33.3	32.3	0.000	4317.
41518	26.1	31.7	32.3	0.000	3986.
41519	26.1	30.6	31.9	0.000	3421.
41520	26.1	30.0	31.9	0.000	2859.
41521	25.6	30.0	31.2	0.000	2483.
41522	22.8	26.7	30.9	0.000	2191.
41523	23.9	25.6	30.6	0.000	1598.
41524	23.9	26.1	30.2	0.000	1139.
DAILY SUMMARY (APR 15)					
MN	22.8	25.6	30.2	0.000	965.
MX	27.2	35.0	32.3	0.000	4317.
SM	1030.0	1131.1	1157.1	0.000	55884.
AV	25.9	30.1	31.2	0.000	2329.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
515 1	23.3	25.6	27.8	0.000	960.
515 2	23.9	25.0	27.6	0.000	575.
515 3	23.9	25.0	27.3	0.000	225.
515 4	23.9	25.0	27.0	0.000	-23.
515 5	23.3	25.0	26.8	0.000	-186.
515 6	23.3	25.0	26.6	0.000	-338.
515 7	23.9	25.6	26.5	0.000	-428.
515 8	24.4	26.7	26.5	0.000	-198.
515 9	25.0	28.3	26.8	0.000	446.
51510	26.1	31.1	27.3	0.000	1223.
51511	27.2	32.2	27.9	0.000	1347.
51512	25.0	28.9	27.9	0.000	1923.
51513	25.0	27.8	27.8	0.000	1641.
51514	25.0	28.9	27.8	0.000	1523.
51515	25.6	30.0	28.0	0.000	1775.
51516	26.1	32.2	28.3	0.000	2251.
51517	26.1	30.6	28.6	0.000	2559.
51518	25.6	30.0	28.9	0.000	2543.
51519	26.1	29.4	28.9	0.000	2333.
51520	25.6	28.3	28.6	0.000	1845.
51521	25.6	27.2	28.3	0.000	1385.
51522	25.6	27.2	28.0	0.000	1034.
51523	25.0	27.2	27.8	0.000	841.
51524	25.0	26.7	27.6	0.000	709.
DAILY SUMMARY (MAY 15)					
MN	23.3	25.0	26.5	0.000	-428.
MX	27.2	32.2	28.9	0.000	2559.
SM	1008.3	1077.8	1073.3	0.000	26464.
AV	25.0	27.9	27.7	0.000	1103.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
615 1	24.4	26.1	27.1	0.000	360.
615 2	25.0	25.6	27.0	0.000	155.
615 3	25.0	25.6	26.7	0.000	-61.
615 4	25.0	25.6	26.6	0.000	-228.
615 5	25.0	25.6	26.4	0.000	-356.
615 6	25.0	25.6	26.2	0.000	-456.
615 7	25.0	25.6	26.1	0.000	-518.
615 8	25.0	26.7	26.1	0.000	-444.
615 9	25.0	27.2	26.1	0.000	-186.
61510	26.1	28.3	26.3	0.000	269.
61511	25.0	29.4	26.7	0.000	876.
61512	25.0	30.6	27.1	0.000	1462.
61513	25.0	30.6	27.6	0.000	1960.
61514	25.0	30.6	27.8	0.000	2234.
61515	25.0	29.4	28.0	0.000	2272.
61516	26.1	28.9	27.9	0.000	2055.
61517	24.4	26.1	27.7	0.000	1643.
61518	25.0	25.6	27.4	0.000	1071.
61519	25.0	26.1	27.2	0.000	671.
61520	25.0	25.6	26.9	0.000	399.
61521	25.0	26.1	26.8	0.000	182.
61522	25.0	26.1	26.6	0.000	15.
61523	25.0	25.6	26.4	0.000	-97.
61524	23.9	25.6	26.3	0.000	-177.
DAILY SUMMARY (JUN 15)					
MN	23.9	25.6	26.1	0.000	-518.
MX	26.1	30.6	28.0	0.000	2272.
SM	1008.9	1056.7	1053.8	0.000	13099.
AV	25.0	27.0	26.9	0.000	546.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
715 1	23.3	25.0	26.1	0.000	63.
715 2	22.8	25.0	26.0	0.000	-96.
715 3	22.8	25.0	25.8	0.000	-279.
715 4	22.8	25.0	25.7	0.000	-457.
715 5	22.8	23.9	25.5	0.000	-609.
715 6	22.8	23.9	25.3	0.000	-768.
715 7	22.8	24.4	25.2	0.000	-826.
715 8	23.3	27.2	25.4	0.000	-374.
715 9	23.3	28.3	26.0	0.000	571.
71510	23.3	30.0	26.6	0.000	1334.
71511	24.4	31.1	27.0	0.000	1891.
71512	24.4	31.1	27.3	0.000	2271.
71513	24.4	32.2	27.6	0.000	2554.
71514	23.3	32.2	27.9	0.000	2836.
71515	23.3	31.7	28.3	0.000	3126.
71516	23.3	31.7	28.7	0.000	3309.
71517	24.4	31.7	28.8	0.000	3426.
71518	24.4	31.1	29.1	0.000	3490.
71519	24.4	29.4	29.0	0.000	3177.
71520	24.4	27.8	28.6	0.000	2506.
71521	23.9	26.1	28.5	0.000	1826.
71522	23.9	25.6	28.1	0.000	1209.
71523	23.9	25.6	27.7	0.000	731.
71524	23.3	25.0	27.4	0.000	359.
DAILY SUMMARY (JUL 15)					
MN	22.8	23.9	25.2	0.000	-826.
MX	24.4	32.2	29.1	0.000	3490.
SM	975.0	1078.9	1060.6	0.000	31269.
AV	23.6	27.9	27.2	0.000	1303.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
815 1	24.4	27.2	28.3	0.000	767.
815 2	24.4	27.2	28.0	0.000	572.
815 3	23.3	26.7	27.9	0.000	407.
815 4	24.4	26.1	27.7	0.000	197.
815 5	24.4	26.1	27.5	0.000	11.
815 6	24.4	25.6	27.3	0.000	-152.
815 7	25.0	26.1	27.1	0.000	-265.
815 8	25.0	27.8	27.1	0.000	-79.
815 9	25.0	29.4	27.3	0.000	548.
81510	25.0	30.6	27.9	0.000	1383.
81511	25.6	31.7	28.4	0.000	2083.
81512	25.0	31.7	28.8	0.000	2553.
81513	25.6	32.2	29.0	0.000	2817.
81514	25.6	31.7	29.3	0.000	3063.
81515	26.1	31.7	29.5	0.000	3253.
81516	25.6	31.1	29.7	0.000	3354.
81517	25.6	31.1	29.7	0.000	3269.
81518	25.6	29.4	29.6	0.000	2966.
81519	25.6	28.9	29.4	0.000	2462.
81520	25.6	28.3	29.1	0.000	2015.
81521	26.1	28.3	28.9	0.000	1706.
81522	26.1	28.3	28.8	0.000	1476.
81523	25.6	28.9	28.7	0.000	1335.
81524	23.9	28.3	28.6	0.000	1280.
DAILY SUMMARY (AUG 15)					
MN	23.3	25.6	27.1	0.000	-265.
MX	26.1	32.2	29.7	0.000	3354.
SM	1011.7	1103.3	1092.4	0.000	37020.
AV	25.1	28.9	28.5	0.000	1542.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
915 1	25.0	26.1	27.2	0.000	319.
915 2	24.4	26.1	27.0	0.000	158.
915 3	23.9	24.4	26.8	0.000	25.
915 4	22.8	23.9	26.6	0.000	-198.
915 5	22.8	23.3	26.3	0.000	-472.
915 6	22.8	23.3	26.1	0.000	-737.
915 7	22.8	25.6	25.9	0.000	-857.
915 8	23.9	25.6	25.9	0.000	-651.
915 9	24.4	26.1	26.2	0.000	-146.
91510	24.4	28.3	26.4	0.000	401.
91511	25.0	27.8	26.8	0.000	898.
91512	25.0	28.3	27.0	0.000	1122.
91513	25.0	29.4	27.3	0.000	1431.
91514	25.6	30.0	27.6	0.000	1855.
91515	25.6	30.0	27.9	0.000	2169.
91516	25.0	30.0	28.1	0.000	2281.
91517	25.0	28.9	28.2	0.000	2234.
91518	25.0	28.3	28.1	0.000	1981.
91519	24.4	27.8	27.9	0.000	1572.
91520	24.4	26.7	27.6	0.000	1138.
91521	23.9	26.1	27.3	0.000	786.
91522	24.4	26.1	27.2	0.000	490.
91523	24.4	25.6	26.9	0.000	222.
91524	23.9	25.6	26.7	0.000	-8.
DAILY SUMMARY (SEP 15)					
MN	22.8	23.3	25.9	0.000	-857.
MX	25.6	30.0	28.2	0.000	2281.
SM	992.8	1052.2	1057.6	0.000	16012.
AV	24.3	26.8	27.0	0.000	667.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
1015 1	23.9	24.4	24.5	0.000	-684.
1015 2	23.9	24.4	24.3	0.000	-810.
1015 3	23.9	24.4	24.2	0.000	-912.
1015 4	23.9	24.4	24.1	0.000	-992.
1015 5	23.9	24.4	24.0	0.000	-1056.
1015 6	23.9	24.4	23.9	0.000	-1110.
1015 7	23.9	25.0	23.8	0.000	-1091.
1015 8	25.0	26.1	24.0	0.000	-799.
1015 9	24.4	26.7	24.3	0.000	-257.
101510	25.0	28.3	24.8	0.000	444.
101511	25.0	28.9	25.5	0.000	1322.
101512	25.0	30.0	26.0	0.000	1878.
101513	25.6	31.7	26.4	0.000	2326.
101514	25.6	30.6	27.0	0.000	2806.
101515	25.6	32.2	27.5	0.000	3167.
101516	26.1	31.7	27.9	0.000	3417.
101517	25.6	31.1	28.1	0.000	3368.
101518	25.6	30.0	28.1	0.000	2996.
101519	26.1	29.4	27.8	0.000	2407.
101520	25.6	28.3	27.5	0.000	1908.
101521	25.6	28.3	27.3	0.000	1542.
101522	25.0	27.8	27.2	0.000	1256.
101523	25.0	26.7	27.0	0.000	938.
101524	25.0	26.7	26.8	0.000	647.
DAILY SUMMARY (OCT 15)					
MN	23.9	24.4	23.8	0.000	-1110.
MX	26.1	32.2	28.1	0.000	3417.
SM	1006.7	1075.0	1031.0	0.000	22714.
AV	24.9	27.8	25.9	0.000	946.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
1115 1	23.9	24.4	24.9	0.000	-758.
1115 2	23.9	24.4	24.8	0.000	-862.
1115 3	23.9	23.9	24.6	0.000	-960.
1115 4	23.3	23.9	24.5	0.000	-1067.
1115 5	23.3	23.9	24.3	0.000	-1159.
1115 6	22.8	23.9	24.2	0.000	-1237.
1115 7	23.9	23.9	24.1	0.000	-1279.
1115 8	24.4	25.0	24.2	0.000	-1010.
1115 9	25.0	27.2	24.7	0.000	-169.
111510	25.0	28.3	25.4	0.000	797.
111511	25.0	29.4	26.0	0.000	1491.
111512	25.0	30.6	26.5	0.000	2074.
111513	25.0	31.1	27.0	0.000	2551.
111514	25.0	31.7	27.3	0.000	2871.
111515	25.6	31.1	27.8	0.000	3198.
111516	25.0	30.6	28.2	0.000	3425.
111517	25.0	30.6	28.4	0.000	3326.
111518	25.0	29.4	28.3	0.000	2901.
111519	25.0	28.3	28.0	0.000	2248.
111520	24.4	27.2	27.6	0.000	1654.
111521	24.4	27.2	27.3	0.000	1227.
111522	25.0	27.2	27.1	0.000	1001.
111523	24.4	26.1	27.0	0.000	784.
111524	24.4	26.1	26.9	0.000	493.
DAILY SUMMARY (NOV 15)					
MN	22.8	23.9	24.1	0.000	-1279.
MX	25.6	31.7	28.4	0.000	3425.
SM	996.7	1064.4	1037.9	0.000	21539.
AV	24.5	27.3	26.2	0.000	897.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
1215 1	20.0	23.9	26.2	0.000	9.
1215 2	19.4	23.3	25.8	0.000	-372.
1215 3	18.9	23.3	25.6	0.000	-638.
1215 4	18.9	22.8	25.3	0.000	-849.
1215 5	18.9	21.7	25.1	0.000	-1098.
1215 6	18.3	21.1	24.8	0.000	-1394.
1215 7	18.3	20.6	24.4	0.000	-1682.
1215 8	17.8	21.1	24.3	0.000	-1766.
1215 9	18.9	23.9	24.4	0.000	-1340.
121510	19.4	25.0	24.8	0.000	-609.
121511	18.9	25.6	25.2	0.000	-21.
121512	20.0	27.2	25.5	0.000	450.
121513	20.6	28.3	25.9	0.000	916.
121514	20.0	29.4	26.2	0.000	1389.
121515	20.6	30.0	26.7	0.000	1897.
121516	20.6	29.4	27.1	0.000	2227.
121517	20.6	27.8	27.2	0.000	2228.
121518	20.0	26.1	27.1	0.000	1802.
121519	20.6	25.6	26.6	0.000	1135.
121520	18.9	25.0	26.3	0.000	563.
121521	19.4	24.4	26.0	0.000	82.
121522	18.3	23.3	25.6	0.000	-343.
121523	17.8	21.7	25.3	0.000	-765.
121524	17.8	21.7	24.9	0.000	-1158.
DAILY SUMMARY (DEC 15)					
MN	17.8	20.6	24.3	0.000	-1766.
MX	20.6	30.0	27.2	0.000	2228.
SM	871.7	1001.1	1025.0	0.000	665.
AV	19.3	24.7	25.7	0.000	28.
YEARLY SUMMARY					
MN	13.9	15.6	19.5	0.000	-3983.
MX	28.3	39.4	33.7	0.050	5609.
SM	367030.8	399436.4	397449.4	1.300	9561675.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
115 1	22.2	23.3	26.6	0.000	195.
115 2	21.7	23.3	26.4	0.000	-105.
115 3	22.2	23.3	26.1	0.000	-368.
115 4	22.8	23.9	25.9	0.000	-580.
115 5	22.2	23.3	25.7	0.000	-751.
115 6	22.2	23.3	25.5	0.000	-907.
115 7	22.2	23.3	25.2	0.000	-1049.
115 8	22.2	23.9	25.1	0.000	-1118.
115 9	23.3	25.6	25.1	0.000	-948.
11510	24.4	28.9	25.3	0.000	-522.
11511	22.8	28.9	25.6	0.000	47.
11512	22.2	30.0	26.0	0.000	577.
11513	22.8	31.7	26.3	0.000	1099.
11514	22.8	31.7	26.8	0.000	1639.
11515	22.8	32.2	27.2	0.000	2075.
11516	22.8	32.8	27.7	0.000	2480.
11517	22.8	32.2	27.9	0.000	2738.
11518	22.2	30.0	28.1	0.000	2821.
11519	22.2	28.3	28.3	0.000	2628.
11520	22.2	27.2	28.0	0.000	2275.
11521	22.8	26.1	27.8	0.000	1871.
11522	22.8	25.6	27.6	0.000	1468.
11523	22.8	25.0	27.5	0.000	1090.
11524	23.3	24.4	27.2	0.000	743.
DAILY SUMMARY (JAN 15)					
MN	21.7	23.3	25.1	0.000	-1118.
MX	24.4	32.8	28.3	0.000	2821.
SM	951.7	1057.2	1047.7	0.000	17399.
AV	22.6	27.0	26.6	0.000	725.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
215 1	25.0	26.7	29.1	0.000	1226.
215 2	25.0	25.6	28.8	0.000	971.
215 3	24.4	26.1	28.6	0.000	720.
215 4	24.4	26.1	28.4	0.000	501.
215 5	24.4	25.6	28.2	0.000	309.
215 6	24.4	25.0	28.0	0.000	127.
215 7	23.9	25.0	27.7	0.000	-47.
215 8	23.9	25.0	27.5	0.000	-188.
215 9	25.0	27.2	27.4	0.000	-207.
21510	25.6	28.9	27.4	0.000	18.
21511	25.6	30.6	27.6	0.000	419.
21512	25.6	31.7	27.9	0.000	915.
21513	25.6	31.7	28.2	0.000	1443.
21514	26.1	32.8	28.5	0.000	1953.
21515	25.6	33.3	29.0	0.000	2496.
21516	25.6	33.3	29.3	0.000	2945.
21517	25.0	31.7	29.7	0.000	3302.
21518	25.0	30.0	29.8	0.000	3407.
21519	23.9	28.3	29.8	0.000	3205.
21520	23.9	27.8	29.6	0.000	2781.
21521	23.9	27.2	29.4	0.000	2341.
21522	23.9	26.7	29.1	0.000	1945.
21523	23.9	26.7	29.0	0.000	1592.
21524	24.4	26.7	28.8	0.000	1292.
DAILY SUMMARY (FEB 15)					
MN	23.9	25.0	27.4	0.000	-207.
MX	26.1	33.3	29.8	0.000	3407.
SM	1002.8	1088.3	1095.8	0.000	33465.
AV	24.7	28.3	28.6	0.000	1394.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
315 1	25.6	27.2	29.9	0.000	1572.
315 2	25.0	27.2	29.5	0.000	1326.
315 3	25.0	27.2	29.3	0.000	1121.
315 4	25.0	26.7	29.1	0.000	947.
315 5	25.0	26.7	28.9	0.000	782.
315 6	24.4	26.1	28.7	0.000	629.
315 7	23.9	25.6	28.5	0.000	475.
315 8	21.7	25.6	28.3	0.000	363.
315 9	20.6	26.7	28.2	0.000	418.
31510	21.7	28.3	28.3	0.000	629.
31511	22.2	31.1	28.4	0.000	969.
31512	22.2	31.7	28.7	0.000	1444.
31513	23.9	33.3	29.1	0.000	1927.
31514	22.8	33.3	29.4	0.000	2374.
31515	23.3	33.9	29.7	0.000	2793.
31516	23.3	34.4	30.0	0.000	3171.
31517	22.8	33.3	30.4	0.000	3462.
31518	21.7	32.2	30.6	0.000	3523.
31519	23.9	31.1	30.6	0.000	3357.
31520	22.8	30.0	30.5	0.000	3064.
31521	22.2	29.4	30.4	0.000	2729.
31522	21.1	28.3	30.1	0.000	2400.
31523	21.1	27.2	29.9	0.000	2074.
31524	21.1	26.7	29.6	0.000	1742.
DAILY SUMMARY (MAR 15)					
MN	20.6	25.6	28.2	0.000	363.
MX	25.6	34.4	30.6	0.000	3523.
SM	961.1	1112.2	1115.1	0.000	43293.
AV	23.0	29.3	29.4	0.000	1804.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
415 1	26.7	28.9	31.9	0.000	2638.
415 2	26.7	28.9	31.7	0.000	2372.
415 3	26.1	28.9	31.5	0.000	2151.
415 4	25.6	28.3	31.4	0.000	1949.
415 5	25.6	28.3	31.2	0.000	1735.
415 6	25.6	27.8	31.0	0.000	1532.
415 7	26.1	27.8	30.8	0.000	1347.
415 8	26.7	29.4	30.8	0.000	1267.
415 9	27.2	30.6	30.8	0.000	1387.
41510	25.0	31.7	30.4	0.000	1583.
41511	25.6	28.3	30.7	0.000	1876.
41512	27.2	31.7	31.1	0.000	2090.
41513	27.2	33.3	30.9	0.000	2282.
41514	26.7	35.0	31.2	0.000	2674.
41515	26.1	35.0	31.4	0.000	3122.
41516	26.7	34.4	31.6	0.000	3561.
41517	26.1	33.3	31.9	0.000	3847.
41518	26.1	31.7	32.1	0.000	3883.
41519	26.1	30.6	31.9	0.000	3668.
41520	26.1	30.0	32.2	0.000	3329.
41521	25.6	30.0	31.5	0.000	2997.
41522	22.8	26.7	31.3	0.000	2708.
41523	23.9	25.6	31.0	0.000	2259.
41524	23.9	26.1	30.7	0.000	1802.
DAILY SUMMARY (APR 15)					
MN	22.8	25.6	30.4	0.000	1267.
MX	27.2	35.0	32.2	0.000	3883.
SM	1030.0	1131.1	1159.7	0.000	58058.
AV	25.9	30.1	31.3	0.000	2419.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
515 1	23.3	25.6	28.0	0.000	1426.
515 2	23.9	25.0	28.0	0.000	1114.
515 3	23.9	25.0	27.8	0.000	811.
515 4	23.9	25.0	27.5	0.000	543.
515 5	23.3	25.0	27.3	0.000	317.
515 6	23.3	25.0	27.1	0.000	120.
515 7	23.9	25.6	26.9	0.000	-36.
515 8	24.4	26.7	26.8	0.000	-68.
515 9	25.0	28.3	26.8	0.000	175.
51510	26.1	31.1	27.1	0.000	623.
51511	27.2	32.2	27.5	0.000	1122.
51512	25.0	28.9	27.6	0.000	1424.
51513	25.0	27.8	27.7	0.000	1479.
51514	25.0	28.9	27.7	0.000	1451.
51515	25.6	30.0	27.8	0.000	1558.
51516	26.1	32.2	28.0	0.000	1814.
51517	26.1	30.6	28.2	0.000	2116.
51518	25.6	30.0	28.6	0.000	2273.
51519	26.1	29.4	28.7	0.000	2274.
51520	25.6	28.3	28.7	0.000	2097.
51521	25.6	27.2	28.6	0.000	1828.
51522	25.6	27.2	28.3	0.000	1551.
51523	25.0	27.2	28.1	0.000	1314.
51524	25.0	26.7	28.0	0.000	1122.
DAILY SUMMARY (MAY 15)					
MN	23.3	25.0	26.8	0.000	-68.
MX	27.2	32.2	28.7	0.000	2274.
SM	1008.3	1077.8	1075.7	0.000	28446.
AV	25.0	27.9	27.8	0.000	1185.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
615 1	24.4	26.1	27.3	0.000	571.
615 2	25.0	25.6	27.3	0.000	426.
615 3	25.0	25.6	27.1	0.000	261.
615 4	25.0	25.6	27.0	0.000	104.
615 5	25.0	25.6	26.8	0.000	-36.
615 6	25.0	25.6	26.6	0.000	-158.
615 7	25.0	25.6	26.5	0.000	-256.
615 8	25.0	26.7	26.4	0.000	-293.
615 9	25.0	27.2	26.3	0.000	-230.
61510	26.1	28.3	26.3	0.000	-25.
61511	25.0	29.4	26.5	0.000	347.
61512	25.0	30.6	26.8	0.000	805.
61513	25.0	30.6	27.2	0.000	1283.
61514	25.0	30.6	27.4	0.000	1631.
61515	25.0	29.4	27.7	0.000	1870.
61516	26.1	28.9	27.8	0.000	1914.
61517	24.4	26.1	27.8	0.000	1791.
61518	25.0	25.6	27.7	0.000	1494.
61519	25.0	26.1	27.5	0.000	1182.
61520	25.0	25.6	27.3	0.000	921.
61521	25.0	26.1	27.2	0.000	687.
61522	25.0	26.1	27.0	0.000	489.
61523	25.0	25.6	26.8	0.000	325.
61524	23.9	25.6	26.7	0.000	186.
DAILY SUMMARY (JUN 15)					
MN	23.9	25.6	26.3	0.000	-293.
MX	26.1	30.6	27.8	0.000	1914.
SM	1008.9	1056.7	1057.9	0.000	15287.
AV	25.0	27.0	27.0	0.000	637.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
715 1	23.3	25.0	26.5	0.000	471.
715 2	22.8	25.0	26.3	0.000	274.
715 3	22.8	25.0	26.2	0.000	89.
715 4	22.8	25.0	26.1	0.000	-87.
715 5	22.8	23.9	25.9	0.000	-250.
715 6	22.8	23.9	25.7	0.000	-415.
715 7	22.8	24.4	25.5	0.000	-540.
715 8	23.3	27.2	25.5	0.000	-459.
715 9	23.3	28.3	25.8	0.000	-32.
71510	23.3	30.0	26.1	0.000	479.
71511	24.4	31.1	26.4	0.000	984.
71512	24.4	31.1	26.7	0.000	1428.
71513	24.4	32.2	27.1	0.000	1830.
71514	23.3	32.2	27.4	0.000	2183.
71515	23.3	31.7	27.8	0.000	2537.
71516	23.3	31.7	28.1	0.000	2802.
71517	24.4	31.7	28.3	0.000	2994.
71518	24.4	31.1	28.7	0.000	3162.
71519	24.4	29.4	28.7	0.000	3153.
71520	24.4	27.8	28.7	0.000	2868.
71521	23.9	26.1	28.7	0.000	2437.
71522	23.9	25.6	28.5	0.000	1991.
71523	23.9	25.6	28.2	0.000	1574.
71524	23.3	25.0	28.0	0.000	1202.
DAILY SUMMARY (JUL 15)					
MN	22.8	23.9	25.5	0.000	-540.
MX	24.4	32.2	28.7	0.000	3162.
SM	975.0	1078.9	1060.0	0.000	30677.
AV	23.6	27.9	27.1	0.000	1278.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
815 1	24.4	27.2	28.6	0.000	1144.
815 2	24.4	27.2	28.4	0.000	958.
815 3	23.3	26.7	28.3	0.000	786.
815 4	24.4	26.1	28.1	0.000	604.
815 5	24.4	26.1	27.9	0.000	422.
815 6	24.4	25.6	27.7	0.000	251.
815 7	25.0	26.1	27.6	0.000	102.
815 8	25.0	27.8	27.5	0.000	69.
815 9	25.0	29.4	27.4	0.000	274.
81510	25.0	30.6	27.6	0.000	757.
81511	25.6	31.7	28.0	0.000	1308.
81512	25.0	31.7	28.4	0.000	1820.
81513	25.6	32.2	28.6	0.000	2184.
81514	25.6	31.7	28.9	0.000	2514.
81515	26.1	31.7	29.1	0.000	2787.
81516	25.6	31.1	29.4	0.000	2996.
81517	25.6	31.1	29.5	0.000	3083.
81518	25.6	29.4	29.6	0.000	3028.
81519	25.6	28.9	29.6	0.000	2786.
81520	25.6	28.3	29.4	0.000	2473.
81521	26.1	28.3	29.2	0.000	2176.
81522	26.1	28.3	29.2	0.000	1924.
81523	25.6	28.9	29.0	0.000	1722.
81524	23.9	28.3	28.9	0.000	1584.
DAILY SUMMARY (AUG 15)					
MN	23.3	25.6	27.4	0.000	69.
MX	26.1	32.2	29.6	0.000	3083.
SM	1011.7	1103.3	1094.5	0.000	37753.
AV	25.1	28.9	28.6	0.000	1573.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
915 1	25.0	26.1	27.6	0.000	834.
915 2	24.4	26.1	27.4	0.000	640.
915 3	23.9	24.4	27.2	0.000	463.
915 4	22.8	23.9	27.0	0.000	250.
915 5	22.8	23.3	26.9	0.000	11.
915 6	22.8	23.3	26.6	0.000	-228.
915 7	22.8	25.6	26.4	0.000	-418.
915 8	23.9	25.6	26.3	0.000	-457.
915 9	24.4	26.1	26.3	0.000	-283.
91510	24.4	28.3	26.3	0.000	-19.
91511	25.0	27.8	26.6	0.000	366.
91512	25.0	28.3	26.8	0.000	671.
91513	25.0	29.4	27.1	0.000	968.
91514	25.6	30.0	27.2	0.000	1248.
91515	25.6	30.0	27.5	0.000	1547.
91516	25.0	30.0	27.7	0.000	1778.
91517	25.0	28.3	27.9	0.000	1900.
91518	25.0	28.3	27.9	0.000	1885.
91519	24.4	27.8	28.0	0.000	1733.
91520	24.4	26.7	27.7	0.000	1496.
91521	23.9	26.1	27.6	0.000	1228.
91522	24.4	26.1	27.5	0.000	966.
91523	24.4	25.6	27.3	0.000	724.
91524	23.9	25.6	27.1	0.000	499.
DAILY SUMMARY (SEP 15)					
MN	22.8	23.3	26.3	0.000	-457.
MX	25.6	30.0	28.0	0.000	1900.
SM	992.8	1052.2	1060.7	0.000	17802.
AV	24.3	26.8	27.2	0.000	742.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
1015 1	23.9	24.4	24.7	0.000	-432.
1015 2	23.9	24.4	24.6	0.000	-549.
1015 3	23.9	24.4	24.5	0.000	-657.
1015 4	23.9	24.4	24.4	0.000	-754.
1015 5	23.9	24.4	24.3	0.000	-838.
1015 6	23.9	24.4	24.2	0.000	-912.
1015 7	23.9	25.0	24.1	0.000	-954.
1015 8	25.0	26.1	24.1	0.000	-883.
1015 9	24.4	26.7	24.2	0.000	-622.
101510	25.0	28.3	24.5	0.000	-209.
101511	25.0	28.9	24.9	0.000	357.
101512	25.0	30.0	25.3	0.000	836.
101513	25.6	31.7	25.7	0.000	1336.
101514	25.6	30.6	26.2	0.000	1860.
101515	25.6	32.2	26.6	0.000	2247.
101516	26.1	31.7	27.0	0.000	2575.
101517	25.6	31.1	27.3	0.000	2766.
101518	25.6	30.0	27.5	0.000	2764.
101519	26.1	29.4	27.6	0.000	2562.
101520	25.6	28.3	27.5	0.000	2280.
101521	25.6	28.3	27.3	0.000	1995.
101522	25.0	27.8	27.3	0.000	1736.
101523	25.0	26.7	27.2	0.000	1478.
101524	25.0	26.7	27.1	0.000	1217.
DAILY SUMMARY (OCT 15)					
MN	23.9	24.4	24.1	0.000	-954.
MX	26.1	32.2	27.6	0.000	2766.
SM	1006.7	1075.0	1026.8	0.000	19200.
AV	24.9	27.8	25.7	0.000	800.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
1115 1	23.9	24.4	25.3	0.000	-414.
1115 2	23.9	24.4	25.2	0.000	-541.
1115 3	23.9	23.9	25.0	0.000	-657.
1115 4	23.3	23.9	24.9	0.000	-772.
1115 5	23.3	23.9	24.7	0.000	-881.
1115 6	22.8	23.9	24.6	0.000	-980.
1115 7	23.9	23.9	24.4	0.000	-1059.
1115 8	24.4	25.0	24.4	0.000	-1027.
1115 9	25.0	27.2	24.6	0.000	-671.
111510	25.0	28.3	24.9	0.000	-99.
111511	25.0	29.4	25.3	0.000	445.
111512	25.0	30.6	25.8	0.000	1006.
111513	25.0	31.1	26.2	0.000	1499.
111514	25.0	31.7	26.5	0.000	1918.
111515	25.6	31.1	27.0	0.000	2338.
111516	25.0	30.6	27.4	0.000	2672.
111517	25.0	30.6	27.7	0.000	2828.
111518	25.0	29.4	27.9	0.000	2787.
111519	25.0	28.3	27.9	0.000	2533.
111520	24.4	27.2	27.8	0.000	2187.
111521	24.4	27.2	27.5	0.000	1840.
111522	25.0	27.2	27.4	0.000	1545.
111523	24.4	26.1	27.3	0.000	1294.
111524	24.4	26.1	27.2	0.000	1030.
DAILY SUMMARY (NOV 15)					
MN	22.8	23.9	24.4	0.000	-1059.
MX	25.6	31.7	27.9	0.000	2828.
SM	996.7	1064.4	1035.7	0.000	18823.
AV	24.5	27.3	26.1	0.000	784.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
1215 1	20.0	23.9	26.6	0.000	535.
1215 2	19.4	23.3	26.3	0.000	227.
1215 3	18.9	23.3	26.1	0.000	-74.
1215 4	18.9	22.8	25.8	0.000	-337.
1215 5	18.9	21.7	25.6	0.000	-594.
1215 6	18.3	21.1	25.3	0.000	-868.
1215 7	18.3	20.6	25.0	0.000	-1153.
1215 8	17.8	21.1	24.8	0.000	-1380.
1215 9	18.9	23.9	24.7	0.000	-1346.
121510	19.4	25.0	24.8	0.000	-998.
121511	18.9	25.6	25.0	0.000	-560.
121512	20.0	27.2	25.3	0.000	-128.
121513	20.6	28.3	25.5	0.000	270.
121514	20.0	29.4	25.8	0.000	674.
121515	20.6	30.0	26.2	0.000	1115.
121516	20.6	29.4	26.5	0.000	1499.
121517	20.6	27.8	26.7	0.000	1732.
121518	20.0	26.1	26.9	0.000	1721.
121519	20.6	25.6	26.7	0.000	1461.
121520	18.9	25.0	26.6	0.000	1093.
121521	19.4	24.4	26.4	0.000	733.
121522	18.3	23.3	26.2	0.000	384.
121523	17.8	21.7	25.9	0.000	30.
121524	17.8	21.7	25.6	0.000	-331.
DAILY SUMMARY (DEC 15)					
MN	17.8	20.6	24.7	0.000	-1380.
MX	20.6	30.0	26.9	0.000	1732.
SM	871.7	1001.1	1029.5	0.000	3703.
AV	19.3	24.7	25.9	0.000	154.
YEARLY SUMMARY					
MN	13.9	15.6	20.0	0.000	-3531.
MX	28.3	39.4	33.3	0.050	5190.
SM	367030.8	399436.4	398130.3	1.300	9810832.
AV	24.1	27.8	27.7	0.000	1120.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
115 1	22.2	23.3	26.1	0.000	-168.
115 2	21.7	23.3	26.0	0.000	-256.
115 3	22.2	23.3	25.9	0.000	-319.
115 4	22.8	23.9	25.8	0.000	-356.
115 5	22.2	23.3	25.7	0.000	-376.
115 6	22.2	23.3	25.7	0.000	-398.
115 7	22.2	23.3	25.6	0.000	-424.
115 8	22.2	23.9	25.5	0.000	-416.
115 9	23.3	25.6	25.6	0.000	-291.
11510	24.4	28.9	25.7	0.000	-74.
11511	22.8	28.9	25.9	0.000	163.
11512	22.2	30.0	26.1	0.000	336.
11513	22.8	31.7	26.2	0.000	466.
11514	22.8	31.7	26.4	0.000	615.
11515	22.8	32.2	26.6	0.000	730.
11516	22.8	32.8	26.8	0.000	857.
11517	22.8	32.2	26.9	0.000	909.
11518	22.2	30.0	26.9	0.000	868.
11519	22.2	28.3	26.9	0.000	698.
11520	22.2	27.2	26.7	0.000	485.
11521	22.8	26.1	26.6	0.000	325.
11522	22.8	25.6	26.5	0.000	209.
11523	22.8	25.0	26.4	0.000	98.
11524	23.3	24.4	26.3	0.000	-15.
DAILY SUMMARY (JAN 15)					
MN	21.7	23.3	25.5	0.000	-424.
MX	24.4	32.8	26.9	0.000	909.
SM	951.7	1057.2	1037.9	0.000	3667.
AV	22.6	27.0	26.2	0.000	153.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
215 1	25.0	26.7	28.5	0.000	174.
215 2	25.0	25.6	28.5	0.000	98.
215 3	24.4	26.1	28.3	0.000	20.
215 4	24.4	26.1	28.3	0.000	-37.
215 5	24.4	25.6	28.2	0.000	-77.
215 6	24.4	25.0	28.1	0.000	-116.
215 7	23.9	25.0	28.0	0.000	-157.
215 8	23.9	25.0	27.9	0.000	-179.
215 9	25.0	27.2	27.9	0.000	-131.
21510	25.6	28.9	28.0	0.000	42.
21511	25.6	30.6	28.2	0.000	255.
21512	25.6	31.7	28.3	0.000	473.
21513	25.6	31.7	28.5	0.000	647.
21514	26.1	32.8	28.7	0.000	765.
21515	25.6	33.3	28.8	0.000	899.
21516	25.6	33.3	29.0	0.000	991.
21517	25.0	31.7	29.1	0.000	1046.
21518	25.0	30.0	29.1	0.000	995.
21519	23.9	28.3	29.0	0.000	844.
21520	23.9	27.8	28.9	0.000	642.
21521	23.9	27.2	28.8	0.000	477.
21522	23.9	26.7	28.7	0.000	361.
21523	23.9	26.7	28.6	0.000	273.
21524	24.4	26.7	28.5	0.000	200.
DAILY SUMMARY (FEB 15)					
MN	23.9	25.0	27.9	0.000	-179.
MX	26.1	33.3	29.1	0.000	1046.
SM	1002.8	1088.3	1092.8	0.000	8505.
AV	24.7	28.3	28.5	0.000	354.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
315 1	25.6	27.2	29.6	0.000	259.
315 2	25.0	27.2	29.5	0.000	195.
315 3	25.0	27.2	29.5	0.000	156.
315 4	25.0	26.7	29.4	0.000	131.
315 5	25.0	26.7	29.3	0.000	102.
315 6	24.4	26.1	29.3	0.000	72.
315 7	23.9	25.6	29.2	0.000	40.
315 8	21.7	25.6	29.1	0.000	26.
315 9	20.6	26.7	29.1	0.000	83.
31510	21.7	28.3	29.2	0.000	195.
31511	22.2	31.1	29.3	0.000	338.
31512	22.2	31.7	29.4	0.000	507.
31513	23.9	33.3	29.6	0.000	656.
31514	22.8	33.3	29.7	0.000	772.
31515	23.3	33.9	29.8	0.000	880.
31516	23.3	34.4	29.9	0.000	963.
31517	22.8	33.3	30.0	0.000	1011.
31518	21.7	32.2	30.0	0.000	971.
31519	23.9	31.1	30.0	0.000	847.
31520	22.8	30.0	29.9	0.000	695.
31521	22.2	29.4	29.8	0.000	557.
31522	21.1	28.3	29.7	0.000	450.
31523	21.1	27.2	29.6	0.000	367.
31524	21.1	26.7	29.5	0.000	285.
DAILY SUMMARY (MAR 15)					
MN	20.6	25.6	29.1	0.000	26.
MX	25.6	34.4	30.0	0.000	1011.
SM	961.1	1112.2	1118.3	0.000	10558.
AV	23.0	29.3	29.6	0.000	440.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
415 1	26.7	28.9	31.5	0.000	529.
415 2	26.7	28.9	31.4	0.000	477.
415 3	26.1	28.9	31.3	0.000	436.
415 4	25.6	28.3	31.3	0.000	396.
415 5	25.6	28.3	31.2	0.000	341.
415 6	25.6	27.8	31.1	0.000	288.
415 7	26.1	27.8	31.0	0.000	247.
415 8	26.7	29.4	31.0	0.000	265.
415 9	27.2	30.6	31.1	0.000	394.
41510	25.0	31.7	31.1	0.000	502.
41511	25.6	28.3	31.2	0.000	577.
41512	27.2	31.7	31.3	0.000	690.
41513	27.2	33.3	31.3	0.000	753.
41514	26.7	35.0	31.5	0.000	896.
41515	26.1	35.0	31.6	0.000	1008.
41516	26.7	34.4	31.7	0.000	1085.
41517	26.1	33.3	31.7	0.000	1096.
41518	26.1	31.7	31.7	0.000	1034.
41519	26.1	30.6	31.6	0.000	903.
41520	26.1	30.0	31.6	0.000	755.
41521	25.6	30.0	31.4	0.000	624.
41522	22.8	26.7	31.3	0.000	551.
41523	23.9	25.6	31.2	0.000	445.
41524	23.9	26.1	31.1	0.000	320.
DAILY SUMMARY (APR 15)					
MN	22.8	25.6	31.0	0.000	247.
MX	27.2	35.0	31.7	0.000	1096.
SM	1030.0	1131.1	1161.1	0.000	14613.
AV	25.9	30.1	31.3	0.000	609.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
515 1	23.3	25.6	27.9	0.000	265.
515 2	23.9	25.0	27.8	0.000	168.
515 3	23.9	25.0	27.7	0.000	57.
515 4	23.9	25.0	27.6	0.000	-30.
515 5	23.3	25.0	27.5	0.000	-76.
515 6	23.3	25.0	27.4	0.000	-108.
515 7	23.9	25.6	27.4	0.000	-132.
515 8	24.4	26.7	27.3	0.000	-102.
515 9	25.0	28.3	27.4	0.000	49.
51510	26.1	31.1	27.6	0.000	256.
51511	27.2	32.2	27.8	0.000	436.
51512	25.0	28.9	27.8	0.000	509.
51513	25.0	27.8	27.8	0.000	470.
51514	25.0	28.9	27.8	0.000	409.
51515	25.6	30.0	27.8	0.000	446.
51516	26.1	32.2	27.9	0.000	543.
51517	26.1	30.6	28.1	0.000	636.
51518	25.6	30.0	28.1	0.000	669.
51519	26.1	29.4	28.1	0.000	628.
51520	25.6	28.3	28.1	0.000	514.
51521	25.6	27.2	28.0	0.000	365.
51522	25.6	27.2	27.9	0.000	248.
51523	25.0	27.2	27.8	0.000	187.
51524	25.0	26.7	27.8	0.000	162.
DAILY SUMMARY (MAY 15)					
MN	23.3	25.0	27.3	0.000	-132.
MX	27.2	32.2	28.1	0.000	669.
SM	1008.3	1077.8	1075.4	0.000	6568.
AV	25.0	27.9	27.8	0.000	274.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
615 1	24.4	26.1	28.1	0.000	101.
615 2	25.0	25.6	28.0	0.000	49.
615 3	25.0	25.6	27.9	0.000	-18.
615 4	25.0	25.6	27.8	0.000	-75.
615 5	25.0	25.6	27.7	0.000	-115.
615 6	25.0	25.6	27.7	0.000	-144.
615 7	25.0	25.6	27.6	0.000	-159.
615 8	25.0	26.7	27.6	0.000	-138.
615 9	25.0	27.2	27.6	0.000	-75.
61510	26.1	28.3	27.6	0.000	37.
61511	25.0	29.4	27.7	0.000	181.
61512	25.0	30.6	27.8	0.000	327.
61513	25.0	30.6	28.0	0.000	475.
61514	25.0	30.6	28.1	0.000	552.
61515	25.0	29.4	28.1	0.000	578.
61516	26.1	28.9	28.1	0.000	540.
61517	24.4	26.1	28.0	0.000	446.
61518	25.0	25.6	27.9	0.000	307.
61519	25.0	26.1	27.8	0.000	174.
61520	25.0	25.6	27.7	0.000	82.
61521	25.0	26.1	27.6	0.000	25.
61522	25.0	26.1	27.6	0.000	-20.
61523	25.0	25.6	27.5	0.000	-52.
61524	23.9	25.6	27.5	0.000	-67.
DAILY SUMMARY (JUN 15)					
MN	23.9	25.6	27.5	0.000	-159.
MX	26.1	30.6	28.1	0.000	578.
SM	1008.9	1056.7	1075.8	0.000	3011.
AV	25.0	27.0	27.8	0.000	125.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
715 1	23.3	25.0	26.4	0.000	31.
715 2	22.8	25.0	26.3	0.000	-13.
715 3	22.8	25.0	26.3	0.000	-63.
715 4	22.8	25.0	26.2	0.000	-122.
715 5	22.8	23.9	26.1	0.000	-171.
715 6	22.8	23.9	26.0	0.000	-211.
715 7	22.8	24.4	26.0	0 000	-235.
715 8	23.3	27.2	26.0	0.000	-139.
715 9	23.3	28.3	26.3	0.000	154.
71510	23.3	30.0	26.5	0.000	430.
71511	24.4	31.1	26.7	0.000	597.
71512	24.4	31.1	26.8	0.000	665.
71513	24.4	32.2	26.9	0.000	714.
71514	23.3	32.2	27.0	0.000	745.
71515	23.3	31.7	27.1	0.000	812.
71516	23.3	31.7	27.2	0.000	860.
71517	24.4	31.7	27.3	0.000	889.
71518	24.4	31.1	27.4	0.000	904.
71519	24.4	29.4	27.5	0.000	854.
71520	24.4	27.8	27.4	0.000	709.
71521	23.9	26.1	27.3	0.000	519.
71522	23.9	25.6	27.1	0.000	324.
71523	23.9	25.6	27.0	0.000	164.
71524	23.3	25.0	26.9	0.000	50.
DAILY SUMMARY (JUL 15)					
MN	22.8	23.9	26.0	0.000	-235.
MX	24.4	32.2	27.5	0.000	904.
SM	975.0	1078.9	1050.8	0.000	8465.
AV	23.6	27.9	26.7	0.000	353.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
815 1	24.4	27.2	28.1	0.000	199.
815 2	24.4	27.2	28.1	0.000	144.
815 3	23.3	26.7	28.0	0.000	97.
815 4	24.4	26.1	27.9	0.000	44.
815 5	24.4	26.1	27.8	0.000	-13.
815 6	24.4	25.6	27.8	0.000	-61.
815 7	25.0	26.1	27.7	0.000	-93.
815 8	25.0	27.8	27.7	0.000	-58.
815 9	25.0	29.4	27.7	0.000	89.
81510	25.0	30.6	27.9	0.000	309.
81511	25.6	31.7	28.1	0.000	493.
81512	25.0	31.7	28.2	0.000	635.
81513	25.6	32.2	28.3	0.000	704.
81514	25.6	31.7	28.4	0.000	767.
81515	26.1	31.7	28.5	0.000	810.
81516	25.6	31.1	28.6	0.000	832.
81517	25.6	31.1	28.6	0.000	816.
81518	25.6	29.4	28.6	0.000	760.
81519	25.6	28.9	28.6	0.000	648.
81520	25.6	28.3	28.5	0.000	525.
81521	26.1	28.3	28.4	0.000	435.
81522	26.1	28.3	28.4	0.000	373.
81523	25.6	28.9	28.3	0.000	330.
81524	23.9	28.3	28.3	0.000	313.
DAILY SUMMARY (AUG 15)					
MN	23.3	25.6	27.7	0.000	-93.
MX	26.1	32.2	28.6	0.000	832.
SM	1011.7	1103.3	1085.6	0.000	9098.
AV	25.1	28.9	28.2	0.000	379.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
915 1	25.0	26.1	27.4	0.000	67.
915 2	24.4	26.1	27.4	0.000	23.
915 3	23.9	24.4	27.3	0.000	-5.
915 4	22.8	23.9	27.2	0.000	-44.
915 5	22.8	23.3	27.2	0.000	-113.
915 6	22.8	23.3	27.0	0.000	-200.
915 7	22.8	25.6	26.9	0.000	-256.
915 8	23.9	25.6	26.9	0.000	-215.
915 9	24.4	26.1	27.0	0.000	-52.
91510	24.4	28.3	27.1	0.000	100.
91511	25.0	27.8	27.2	0.000	236.
91512	25.0	28.3	27.3	0.000	310.
91513	25.0	29.4	27.4	0.000	436.
91514	25.6	30.0	27.5	0.000	537.
91515	25.6	30.0	27.6	0.000	624.
91516	25.0	30.0	27.7	0.000	665.
91517	25.0	28.9	27.7	0.000	648.
91518	25.0	28.3	27.7	0.000	577.
91519	24.4	27.8	27.7	0.000	458.
91520	24.4	26.7	27.5	0.000	322.
91521	23.9	26.1	27.5	0.000	212.
91522	24.4	26.1	27.4	0.000	131.
91523	24.4	25.6	27.3	0.000	53.
91524	23.9	25.6	27.2	0.000	-17.
DAILY SUMMARY (SEP 15)					
MN	22.8	23.3	26.9	0.000	-256.
MX	25.6	30.0	27.7	0.000	665.
SM	992.8	1052.2	1065.1	0.000	4497.
AV	24.3	26.8	27.3	0.000	187.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
1015 1	23.9	24.4	25.4	0.000	-193.
1015 2	23.9	24.4	25.3	0.000	-232.
1015 3	23.9	24.4	25.3	0.000	-265.
1015 4	23.9	24.4	25.2	0.000	-289.
1015 5	23.9	24.4	25.2	0.000	-307.
1015 6	23.9	24.4	25.1	0.000	-321.
1015 7	23.9	25.0	25.1	0.000	-317.
1015 8	25.0	26.1	25.1	0.000	-250.
1015 9	24.4	26.7	25.2	0.000	-76.
101510	25.0	28.3	25.4	0.000	174.
101511	25.0	28.9	25.7	0.000	470.
101512	25.0	30.0	25.9	0.000	627.
101513	25.6	31.7	26.1	0.000	731.
101514	25.6	30.6	26.3	0.000	856.
101515	25.6	32.2	26.4	0.000	945.
101516	26.1	31.7	26.6	0.000	1021.
101517	25.6	31.1	26.7	0.000	1020.
101518	25.6	30.0	26.7	0.000	917.
101519	26.1	29.4	26.6	0.000	731.
101520	25.6	28.3	26.5	0.000	547.
101521	25.6	28.3	26.4	0.000	421.
101522	25.0	27.8	26.4	0.000	339.
101523	25.0	26.7	26.4	0.000	256.
101524	25.0	26.7	26.3	0.000	169.
DAILY SUMMARY (OCT 15)					
MN	23.9	24.4	25.1	0.000	-321.
MX	26.1	32.2	26.7	0.000	1021.
SM	1006.7	1075.0	1030.1	0.000	6974.
AV	24.9	27.8	25.9	0.000	291.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
1115 1	23.9	24.4	26.2	0.000	-227.
1115 2	23.9	24.4	26.2	0.000	-257.
1115 3	23.9	23.9	26.1	0.000	-282.
1115 4	23.3	23.9	26.0	0.000	-310.
1115 5	23.3	23.9	26.0	0.000	-337.
1115 6	22.8	23.9	25.9	0.000	-359.
1115 7	23.9	23.9	25.8	0.000	-371.
1115 8	24.4	25.0	25.8	0.000	-321.
1115 9	25.0	27.2	26.0	0.000	-74.
111510	25.0	28.3	26.3	0.000	267.
111511	25.0	29.4	26.5	0.000	502.
111512	25.0	30.6	26.7	0.000	686.
111513	25.0	31.1	26.9	0.000	787.
111514	25.0	31.7	27.0	0.000	833.
111515	25.6	31.1	27.1	0.000	910.
111516	25.0	30.6	27.3	0.000	963.
111517	25.0	30.6	27.3	0.000	954.
111518	25.0	29.4	27.3	0.000	855.
111519	25.0	28.3	27.2	0.000	661.
111520	24.4	27.2	27.1	0.000	457.
111521	24.4	27.2	27.0	0.000	307.
111522	25.0	27.2	26.9	0.000	238.
111523	24.4	26.1	26.9	0.000	199.
111524	24.4	26.1	26.8	0.000	135.
DAILY SUMMARY (NOV 15)					
MN	22.8	23.9	25.8	0.000	-371.
MX	25.6	31.7	27.3	0.000	963.
SM	996.7	1064.4	1047.1	0.000	6218.
AV	24.5	27.3	26.6	0.000	259.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
1215 1	20.0	23.9	26.5	0.000	14.
1215 2	19.4	23.3	26.4	0.000	-100.
1215 3	18.9	23.3	26.3	0.000	-178.
1215 4	18.9	22.8	26.2	0.000	-223.
1215 5	18.9	21.7	26.1	0.000	-274.
1215 6	18.3	21.1	26.0	0.000	-344.
1215 7	18.3	20.6	25.9	0.000	-415.
1215 8	17.8	21.1	25.8	0.000	-456.
1215 9	18.9	23.9	25.8	0.000	-391.
121510	19.4	25.0	25.9	0.000	-218.
121511	18.9	25.6	26.0	0.000	-45.
121512	20.0	27.2	26.1	0.000	111.
121513	20.6	28.3	26.2	0.000	236.
121514	20.0	29.4	26.4	0.000	356.
121515	20.6	30.0	26.5	0.000	486.
121516	20.6	29.4	26.6	0.000	584.
121517	20.6	27.8	26.7	0.000	609.
121518	20.0	26.1	26.7	0.000	519.
121519	20.6	25.6	26.5	0.000	330.
121520	18.9	25.0	26.4	0.000	151.
121521	19.4	24.4	26.3	0.000	0.
121522	18.3	23.3	26.1	0.000	-132.
121523	17.8	21.7	26.0	0.000	-252.
121524	17.8	21.7	25.8	0.000	-367.
DAILY SUMMARY (DEC 15)					
MN	17.8	20.6	25.8	0.000	-456.
MX	20.6	30.0	26.7	0.000	609.
SM	871.7	1001.1	1038.2	0.000	-2.
AV	19.3	24.7	26.2	0.000	0.
YEARLY SUMMARY					
MN	13.9	15.6	22.3	0.000	-1125.
MX	28.3	39.4	32.1	0.050	1475.
SM	367030.8	399436.4	397827.4	1.300	2486424.
AV	24.1	27.8	27.6	0.000	284.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
115 1	22.2	23.3	26.4	0.000	227.
115 2	21.7	23.3	26.4	0.000	164.
115 3	22.2	23.3	26.3	0.000	102.
115 4	22.8	23.9	26.3	0.000	40.
115 5	22.2	23.3	26.2	0.000	-21.
115 6	22.2	23.3	26.1	0.000	-73.
115 7	22.2	23.3	26.1	0.000	-121.
115 8	22.2	23.9	26.0	0.000	-150.
115 9	23.3	25.6	26.0	0.000	-160.
11510	24.4	28.9	26.0	0.000	-148.
11511	22.8	28.9	26.0	0.000	-110.
11512	22.2	30.0	26.0	0.000	-59.
11513	22.8	31.7	26.0	0.000	19.
11514	22.8	31.7	26.1	0.000	128.
11515	22.8	32.2	26.2	0.000	193.
11516	22.8	32.8	26.3	0.000	291.
11517	22.8	32.2	26.3	0.000	331.
11518	22.2	30.0	26.4	0.000	389.
11519	22.2	28.3	26.5	0.000	438.
11520	22.2	27.2	26.5	0.000	473.
11521	22.8	26.1	26.6	0.000	462.
11522	22.8	25.6	26.6	0.000	430.
11523	22.8	25.0	26.6	0.000	383.
11524	23.3	24.4	26.6	0.000	333.
DAILY SUMMARY (JAN 15)					
MN	21.7	23.3	26.0	0.000	-160.
MX	24.4	32.8	26.6	0.000	473.
SM	951.7	1057.2	1039.4	0.000	3559.
AV	22.6	27.0	26.3	0.000	148.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
215 1	25.0	26.7	28.8	0.000	467.
215 2	25.0	25.6	28.7	0.000	416.
215 3	24.4	26.1	28.7	0.000	366.
215 4	24.4	26.1	28.6	0.000	312.
215 5	24.4	25.6	28.6	0.000	257.
215 6	24.4	25.0	28.5	0.000	206.
215 7	23.9	25.0	28.5	0.000	157.
215 8	23.9	25.0	28.4	0.000	120.
215 9	25.0	27.2	28.4	0.000	114.
21510	25.6	28.9	28.3	0.000	110.
21511	25.6	30.6	28.3	0.000	103.
21512	25.6	31.7	28.3	0.000	178.
21513	25.6	31.7	28.3	0.000	235.
21514	26.1	32.8	28.4	0.000	297.
21515	25.6	33.3	28.5	0.000	403.
21516	25.6	33.3	28.5	0.000	448.
21517	25.0	31.7	28.6	0.000	514.
21518	25.0	30.0	28.6	0.000	562.
21519	23.9	28.3	28.7	0.000	608.
21520	23.9	27.8	28.8	0.000	634.
21521	23.9	27.2	28.8	0.000	625.
21522	23.9	26.7	28.8	0.000	594.
21523	23.9	26.7	28.8	0.000	551.
21524	24.4	26.7	28.7	0.000	503.
DAILY SUMMARY (FEB 15)					
MN	23.9	25.0	28.3	0.000	103.
MX	26.1	33.3	28.8	0.000	634.
SM	1002.8	1088.3	1094.4	0.000	8781.
AV	24.7	28.3	28.6	0.000	366.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
315 1	25.6	27.2	29.9	0.000	570.
315 2	25.0	27.2	29.8	0.000	522.
315 3	25.0	27.2	29.8	0.000	471.
315 4	25.0	26.7	29.7	0.000	421.
315 5	25.0	26.7	29.7	0.000	376.
315 6	24.4	26.1	29.6	0.000	332.
315 7	23.9	25.6	29.6	0.000	290.
315 8	21.7	25.6	29.5	0.000	264.
315 9	20.6	26.7	29.5	0.000	244.
31510	21.7	28.3	29.4	0.000	247.
31511	22.2	31.1	29.4	0.000	264.
31512	22.2	31.7	29.4	0.000	294.
31513	23.9	33.3	29.4	0.000	348.
31514	22.8	33.3	29.5	0.000	389.
31515	23.3	33.9	29.5	0.000	460.
31516	23.3	34.4	29.6	0.000	519.
31517	22.2	33.3	29.6	0.000	568.
31518	21.7	32.2	29.7	0.000	613.
31519	23.9	31.1	29.7	0.000	650.
31520	22.8	30.0	29.8	0.000	669.
31521	22.2	29.4	29.8	0.000	664.
31522	21.1	28.3	29.8	0.000	641.
31523	21.1	27.2	29.7	0.000	603.
31524	21.1	26.7	29.7	0.000	563.
DAILY SUMMARY (MAR 15)					
MN	20.6	25.6	29.4	0.000	244.
MX	25.6	34.4	29.9	0.000	669.
SM	961.1	1112.2	1120.0	0.000	10981.
AV	23.0	29.3	29.6	0.000	458.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
415 1	26.7	28.9	31.6	0.000	865.
415 2	26.7	28.9	31.6	0.000	810.
415 3	26.1	28.9	31.6	0.000	755.
415 4	25.6	28.3	31.5	0.000	700.
415 5	25.6	28.3	31.5	0.000	651.
415 6	25.6	27.8	31.4	0.000	600.
415 7	26.1	27.8	31.4	0.000	555.
415 8	26.7	29.4	31.4	0.000	539.
415 9	27.2	30.6	31.3	0.000	529.
41510	25.0	31.7	31.2	0.000	480.
41511	25.6	28.3	31.2	0.000	485.
41512	27.2	31.7	31.4	0.000	634.
41513	27.2	33.3	31.3	0.000	614.
41514	26.7	35.0	31.3	0.000	637.
41515	26.1	35.0	31.3	0.000	651.
41516	26.7	34.4	31.4	0.000	692.
41517	26.1	33.3	31.4	0.000	737.
41518	26.1	31.7	31.4	0.000	773.
41519	26.1	30.6	31.5	0.000	799.
41520	26.1	30.0	31.5	0.000	801.
41521	25.6	30.0	31.5	0.000	794.
41522	22.8	26.7	31.5	0.000	753.
41523	23.9	25.6	31.4	0.000	712.
41524	23.9	26.1	31.4	0.000	666.
DAILY SUMMARY (APR 15)					
MN	22.8	25.6	31.2	0.000	480.
MX	27.2	35.0	31.6	0.000	865.
SM	1030.0	1131.1	1163.0	0.000	16232.
AV	25.9	30.1	31.4	0.000	676.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
515 1	23.3	25.6	28.0	0.000	477.
515 2	23.9	25.0	28.0	0.000	434.
515 3	23.9	25.0	27.9	0.000	388.
515 4	23.9	25.0	27.9	0.000	336.
515 5	23.3	25.0	27.9	0.000	278.
515 6	23.3	25.0	27.8	0.000	221.
515 7	23.9	25.6	27.8	0.000	183.
515 8	24.4	26.7	27.7	0.000	155.
515 9	25.0	28.3	27.7	0.000	143.
51510	26.1	31.1	27.7	0.000	160.
51511	27.2	32.2	27.7	0.000	170.
51512	25.0	28.9	27.7	0.000	181.
51513	25.0	27.8	27.7	0.000	238.
51514	25.0	28.9	27.7	0.000	288.
51515	25.6	30.0	27.8	0.000	334.
51516	26.1	32.2	27.8	0.000	354.
51517	26.1	30.6	27.8	0.000	358.
51518	25.6	30.0	27.9	0.000	415.
51519	26.1	29.4	27.9	0.000	418.
51520	25.6	28.3	27.9	0.000	442.
51521	25.6	27.2	28.0	0.000	443.
51522	25.6	27.2	28.0	0.000	428.
51523	25.0	27.2	27.9	0.000	398.
51524	25.0	26.7	27.9	0.000	362.
DAILY SUMMARY (MAY 15)					
MN	23.3	25.0	27.7	0.000	143.
MX	27.2	32.2	28.0	0.000	477.
SM	1008.3	1077.8	1076.9	0.000	7602.
AV	25.0	27.9	27.8	0.000	317.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
615 1	24.4	26.1	28.3	0.000	199.
615 2	25.0	25.6	28.2	0.000	178.
615 3	25.0	25.6	28.2	0.000	155.
615 4	25.0	25.6	28.2	0.000	127.
615 5	25.0	25.6	28.1	0.000	95.
615 6	25.0	25.6	28.0	0.000	62.
615 7	25.0	25.6	28.0	0.000	36.
615 8	25.0	26.7	28.0	0.000	28.
615 9	25.0	27.2	27.9	0.000	10.
61510	26.1	28.3	27.9	0.000	14.
61511	25.0	29.4	27.8	0.000	32.
61512	25.0	30.6	27.8	0.000	71.
61513	25.0	30.6	27.9	0.000	139.
61514	25.0	30.6	27.9	0.000	174.
61515	25.0	29.4	27.9	0.000	217.
61516	26.1	28.9	27.9	0.000	265.
61517	24.4	26.1	27.9	0.000	282.
61518	25.0	25.6	28.0	0.000	302.
61519	25.0	26.1	28.0	0.000	298.
61520	25.0	25.6	27.9	0.000	272.
61521	25.0	26.1	27.9	0.000	239.
61522	25.0	26.1	27.9	0.000	205.
61523	25.0	25.6	27.8	0.000	171.
61524	23.9	25.6	27.8	0.000	136.
DAILY SUMMARY (JUN 15)					
MN	23.9	25.6	27.8	0.000	10.
MX	26.1	30.6	28.3	0.000	302.
SM	1008.9	1056.7	1080.1	0.000	3705.
AV	25.0	27.0	28.0	0.000	154.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
715 1	23.3	25.0	26.5	0.000	277.
715 2	22.8	25.0	26.5	0.000	234.
715 3	22.8	25.0	26.5	0.000	191.
715 4	22.8	25.0	26.5	0.000	149.
715 5	22.8	23.9	26.4	0.000	106.
715 6	22.8	23.9	26.4	0.000	59.
715 7	22.8	24.4	26.3	0.000	33.
715 8	23.3	27.2	26.3	0.000	50.
715 9	23.3	28.3	26.4	0.000	75.
71510	23.3	30.0	26.4	0.000	96.
71511	24.4	31.1	26.4	0.000	161.
71512	24.4	31.1	26.5	0.000	214.
71513	24.4	32.2	26.5	0.000	298.
71514	23.3	32.2	26.6	0.000	356.
71515	23.3	31.7	26.7	0.000	434.
71516	23.3	31.7	26.8	0.000	481.
71517	24.4	31.7	26.8	0.000	522.
71518	24.4	31.1	26.9	0.000	568.
71519	24.4	29.4	27.0	0.000	585.
71520	24.4	27.8	27.1	0.000	613.
71521	23.9	26.1	27.1	0.000	607.
71522	23.9	25.6	27.1	0.000	583.
71523	23.9	25.6	27.1	0.000	536.
71524	23.3	25.0	27.1	0.000	472.
DAILY SUMMARY (JUL 15)					
MN	22.8	23.9	26.3	0.000	33.
MX	24.4	32.2	27.1	0.000	613.
SM	975.0	1078.9	1048.9	0.000	7701.
AV	23.6	27.9	26.7	0.000	321.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
815 1	24.4	27.2	28.3	0.000	409.
815 2	24.4	27.2	28.3	0.000	377.
815 3	23.3	26.7	28.2	0.000	335.
815 4	24.4	26.1	28.2	0.000	296.
815 5	24.4	26.1	28.1	0.000	256.
815 6	24.4	25.6	28.1	0.000	212.
815 7	25.0	26.1	28.1	0.000	178.
815 8	25.0	27.8	28.0	0.000	170.
815 9	25.0	29.4	28.0	0.000	151.
81510	25.0	30.6	28.0	0.000	177.
81511	25.6	31.7	28.0	0.000	209.
81512	25.0	31.7	28.0	0.000	269.
81513	25.6	32.2	28.1	0.000	319.
81514	25.6	31.7	28.1	0.000	389.
81515	26.1	31.7	28.2	0.000	451.
81516	25.6	31.1	28.2	0.000	495.
81517	25.6	31.1	28.3	0.000	527.
81518	25.6	29.4	28.3	0.000	555.
81519	25.6	28.9	28.4	0.000	574.
81520	25.6	28.3	28.4	0.000	580.
81521	26.1	28.3	28.4	0.000	567.
81522	26.1	28.3	28.4	0.000	542.
81523	25.6	28.9	28.4	0.000	516.
81524	23.9	28.3	28.4	0.000	484.
DAILY SUMMARY (AUG 15)					
MN	23.3	25.6	28.0	0.000	151.
MX	26.1	32.2	28.4	0.000	580.
SM	1011.7	1103.3	1085.8	0.000	9040.
AV	25.1	28.9	28.2	0.000	377.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
915 1	25.0	26.1	27.6	0.000	326.
915 2	24.4	26.1	27.6	0.000	288.
915 3	23.9	24.4	27.6	0.000	244.
915 4	22.8	23.9	27.5	0.000	201.
915 5	22.8	23.3	27.5	0.000	155.
915 6	22.8	23.3	27.4	0.000	111.
915 7	22.8	25.6	27.4	0.000	73.
915 8	23.9	25.6	27.3	0.000	53.
915 9	24.4	26.1	27.3	0.000	55.
91510	24.4	28.3	27.3	0.000	28.
91511	25.0	27.8	27.2	0.000	43.
91512	25.0	28.3	27.3	0.000	82.
91513	25.0	29.4	27.3	0.000	203.
91514	25.6	30.0	27.4	0.000	229.
91515	25.6	30.0	27.4	0.000	243.
91516	25.0	30.0	27.4	0.000	295.
91517	25.0	28.9	27.5	0.000	332
91518	25.0	28.3	27.5	0.000	358.
91519	24.4	27.8	27.5	0.000	370.
91520	24.4	26.7	27.5	0.000	376.
91521	23.9	26.1	27.5	0.000	360.
91522	24.4	26.1	27.5	0.000	329.
91523	24.4	25.6	27.5	0.000	293.
91524	23.9	25.6	27.5	0.000	252.
DAILY SUMMARY (SEP 15)					
MN	22.8	23.3	27.2	0.000	28.
MX	25.6	30.0	27.6	0.000	376.
SM	992.8	1052.2	1067.3	0.000	5299.
AV	24.3	26.8	27.4	0.000	221.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
1015 1	23.9	24.4	25.6	0.000	-60.
1015 2	23.9	24.4	25.6	0.000	-82.
1015 3	23.9	24.4	25.5	0.000	-106.
1015 4	23.9	24.4	25.5	0.000	-131.
1015 5	23.9	24.4	25.4	0.000	-155.
1015 6	23.9	24.4	25.4	0.000	-178.
1015 7	23.9	25.0	25.4	0.000	-188.
1015 8	25.0	26.1	25.3	0.000	-178.
1015 9	24.4	26.7	25.3	0.000	-158.
101510	25.0	28.3	25.4	0.000	-63.
101511	25.0	28.9	25.5	0.000	34.
101512	25.0	30.0	25.5	0.000	43.
101513	25.6	31.7	25.6	0.000	146.
101514	25.6	30.6	25.7	0.000	287.
101515	25.6	32.2	25.8	0.000	359.
101516	26.1	31.7	25.9	0.000	407.
101517	25.6	31.1	26.0	0.000	463.
101518	25.6	30.0	26.1	0.000	504.
101519	26.1	29.4	26.1	0.000	548.
101520	25.6	28.3	26.2	0.000	562.
101521	25.6	28.3	26.2	0.000	551.
101522	25.0	27.8	26.3	0.000	519.
101523	25.0	26.7	26.3	0.000	482.
101524	25.0	26.7	26.3	0.000	442.
DAILY SUMMARY (OCT 15)					
MN	23.9	24.4	25.3	0.000	-188.
MX	26.1	32.2	26.3	0.000	562.
SM	1006.7	1075.0	1026.8	0.000	4045.
AV	24.9	27.8	25.7	0.000	169.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
1115 1	23.9	24.4	26.6	0.000	-21.
1115 2	23.9	24.4	26.5	0.000	-53.
1115 3	23.9	23.9	26.5	0.000	-86.
1115 4	23.3	23.9	26.4	0.000	-116.
1115 5	23.3	23.9	26.4	0.000	-146.
1115 6	22.8	23.9	26.3	0.000	-176.
1115 7	23.9	23.9	26.2	0.000	-197.
1115 8	24.4	25.0	26.2	0.000	-190.
1115 9	25.0	27.2	26.2	0.000	-140.
111510	25.0	28.3	26.2	0.000	-77.
111511	25.0	29.4	26.2	0.000	-37.
111512	25.0	30.6	26.3	0.000	86.
111513	25.0	31.1	26.4	0.000	170.
111514	25.0	31.7	26.5	0.000	230.
111515	25.6	31.1	26.6	0.000	351.
111516	25.0	30.6	26.7	0.000	417.
111517	25.0	30.6	26.7	0.000	460.
111518	25.0	29.4	26.8	0.000	499.
111519	25.0	28.3	26.9	0.000	534.
111520	24.4	27.2	26.9	0.000	538.
111521	24.4	27.2	26.9	0.000	521.
111522	25.0	27.2	26.9	0.000	483.
111523	24.4	26.1	26.9	0.000	436.
111524	24.4	26.1	26.9	0.000	391.
DAILY SUMMARY (NOV 15)					
MN	22.8	23.9	26.2	0.000	-197.
MX	25.6	31.7	26.9	0.000	538.
SM	996.7	1064.4	1046.2	0.000	3877.
AV	24.5	27.3	26.6	0.000	162.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
1215 1	20.0	23.9	26.7	0.000	209.
1215 2	19.4	23.3	26.7	0.000	181.
1215 3	18.9	23.3	26.6	0.000	134.
1215 4	18.9	22.8	26.6	0.000	82.
1215 5	18.9	21.7	26.5	0.000	28.
1215 6	18.3	21.1	26.4	0.000	-22.
1215 7	18.3	20.6	26.4	0.000	-76.
1215 8	17.8	21.1	26.3	0.000	-118.
1215 9	18.9	23.9	26.2	0.000	-147.
121510	19.4	25.0	26.2	0.000	-157.
121511	18.9	25.6	26.2	0.000	-153.
121512	20.0	27.2	26.2	0.000	-92.
121513	20.6	28.3	26.2	0.000	-49.
121514	20.0	29.4	26.2	0.000	0.
121515	20.6	30.0	26.3	0.000	59.
121516	20.6	29.4	26.3	0.000	103.
121517	20.6	27.8	26.3	0.000	154.
121518	20.0	26.1	26.4	0.000	191.
121519	20.6	25.6	26.4	0.000	234.
121520	18.9	25.0	26.4	0.000	230.
121521	19.4	24.4	26.4	0.000	207.
121522	18.3	23.3	26.4	0.000	164.
121523	17.8	21.7	26.3	0.000	109.
121524	17.8	21.7	26.3	0.000	49.
DAILY SUMMARY (DEC 15)					
MN	17.8	20.6	26.2	0.000	-157.
MX	20.6	30.0	26.7	0.000	234.
SM	871.7	1001.1	1041.7	0.000	1320.
AV	19.3	24.7	26.4	0.000	55.
YEARLY SUMMARY					
MN	13.9	15.6	22.7	0.000	-758.
MX	28.3	39.4	31.7	0.050	1047.
SM	367030.8	399436.4	398155.0	1.300	2519739.
AV	24.1	27.8	27.7	0.000	288.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
115 1	22.2	23.3	26.4	0.000	221.
115 2	21.7	23.3	26.4	0.000	208.
115 3	22.2	23.3	26.4	0.000	193.
115 4	22.8	23.9	26.4	0.000	173.
115 5	22.2	23.3	26.3	0.000	144.
115 6	22.2	23.3	26.3	0.000	115.
115 7	22.2	23.3	26.3	0.000	85.
115 8	22.2	23.9	26.3	0.000	71.
115 9	23.3	25.6	26.2	0.000	67.
11510	24.4	28.9	26.2	0.000	64.
11511	22.8	28.9	26.2	0.000	60.
11512	22.2	30.0	26.2	0.000	48.
11513	22.8	31.7	26.2	0.000	57.
11514	22.8	31.7	26.2	0.000	101.
11515	22.8	32.2	26.2	0.000	103.
11516	22.8	32.8	26.3	0.000	139.
11517	22.8	32.2	26.2	0.000	122.
11518	22.2	30.0	26.3	0.000	131.
11519	22.2	28.3	26.3	0.000	153.
11520	22.2	27.2	26.3	0.000	198.
11521	22.8	26.1	26.3	0.000	227.
11522	22.8	25.6	26.4	0.000	247.
11523	22.8	25.0	26.4	0.000	254.
11524	23.3	24.4	26.4	0.000	257.
DAILY SUMMARY (JAN 15)					
MN	21.7	23.3	26.2	0.000	48.
MX	24.4	32.8	26.4	0.000	257.
SM	951.7	1057.2	1040.1	0.000	3440.
AV	22.6	27.0	26.3	0.000	143.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
215 1	25.0	26.7	28.7	0.000	474.
215 2	25.0	25.6	28.7	0.000	460.
215 3	24.4	26.1	28.7	0.000	445.
215 4	24.4	26.1	28.7	0.000	425.
215 5	24.4	25.6	28.7	0.000	401.
215 6	24.4	25.0	28.6	0.000	375.
215 7	23.9	25.0	28.6	0.000	347.
215 8	23.9	25.0	28.6	0.000	329.
215 9	25.0	27.2	28.6	0.000	337.
21510	25.6	28.9	28.6	0.000	336.
21511	25.6	30.6	28.5	0.000	304.
21512	25.6	31.7	28.6	0.000	328.
21513	25.6	31.7	28.5	0.000	323.
21514	26.1	32.8	28.5	0.000	318.
21515	25.6	33.3	28.6	0.000	358.
21516	25.6	33.3	28.5	0.000	341.
21517	25.0	31.7	28.5	0.000	348.
21518	25.0	30.0	28.5	0.000	347.
21519	23.9	28.3	28.5	0.000	367.
21520	23.9	27.8	28.6	0.000	399.
21521	23.9	27.2	28.6	0.000	426.
21522	23.9	26.7	28.6	0.000	445.
21523	23.9	26.7	28.6	0.000	453.
21524	24.4	26.7	28.7	0.000	455.
DAILY SUMMARY (FEB 15)					
MN	23.9	25.0	28.5	0.000	304.
MX	26.1	33.3	28.7	0.000	474.
SM	1002.8	1088.3	1095.3	0.000	9142.
AV	24.7	28.3	28.6	0.000	381.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
315 1	25.6	27.2	29.8	0.000	576.
315 2	25.0	27.2	29.8	0.000	566.
315 3	25.0	27.2	29.8	0.000	550.
315 4	25.0	26.7	29.8	0.000	529.
315 5	25.0	26.7	29.8	0.000	507.
315 6	24.4	26.1	29.7	0.000	482.
315 7	23.9	25.6	29.7	0.000	456.
315 8	21.7	25.6	29.7	0.000	443.
315 9	20.6	26.7	29.7	0.000	434.
31510	21.7	28.3	29.7	0.000	434.
31511	22.2	31.1	29.6	0.000	432.
31512	22.2	31.7	29.6	0.000	428.
31513	23.9	33.3	29.6	0.000	434.
31514	22.8	33.3	29.6	0.000	420.
31515	23.3	33.9	29.6	0.000	434.
31516	23.3	34.4	29.6	0.000	440.
31517	22.8	33.3	29.6	0.000	439.
31518	21.7	32.2	29.6	0.000	442.
31519	23.9	31.1	29.6	0.000	457.
31520	22.8	30.0	29.6	0.000	480.
31521	22.2	29.4	29.7	0.000	501.
31522	21.1	28.3	29.7	0.000	518.
31523	21.1	27.2	29.7	0.000	521.
31524	21.1	26.7	29.7	0.000	523.
DAILY SUMMARY (MAR 15)					
MN	20.6	25.6	29.6	0.000	420.
MX	25.6	34.4	29.8	0.000	576.
SM	961.1	1112.2	1121.1	0.000	11446.
AV	23.0	29.3	29.7	0.000	477.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
415 1	26.7	28.9	31.4	0.000	839.
415 2	26.7	28.9	31.5	0.000	830.
415 3	26.1	28.9	31.5	0.000	813.
415 4	25.6	28.3	31.5	0.000	791.
415 5	25.6	28.3	31.5	0.000	769.
415 6	25.6	27.8	31.4	0.000	743.
415 7	26.1	27.8	31.4	0.000	721.
415 8	26.7	29.4	31.5	0.000	726.
415 9	27.2	30.6	31.5	0.000	727.
41510	25.0	31.7	31.4	0.000	666.
41511	25.6	28.3	31.4	0.000	640.
41512	27.2	31.7	31.5	0.000	758.
41513	27.2	33.3	31.4	0.000	715.
41514	26.7	35.0	31.4	0.000	706.
41515	26.1	35.0	31.4	0.000	674.
41516	26.7	34.4	31.4	0.000	662.
41517	26.1	33.3	31.4	0.000	658.
41518	26.1	31.7	31.4	0.000	658.
41519	26.1	30.6	31.4	0.000	668.
41520	26.1	30.0	31.4	0.000	680.
41521	25.6	30.0	31.4	0.000	701.
41522	22.8	26.7	31.4	0.000	698.
41523	23.9	25.6	31.4	0.000	694.
41524	23.9	26.1	31.4	0.000	689.
DAILY SUMMARY (APR 15)					
MN	22.8	25.6	31.4	0.000	640.
MX	27.2	35.0	31.5	0.000	839.
SM	1030.0	1131.1	1162.8	0.000	17228.
AV	25.9	30.1	31.4	0.000	718.

	GLOBAL WET BULB TEMP C ----(7)	GLOBAL DRY BULB TEMP C ----(8)	ZONE-1 ZONE TEMP C ----(6)	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW ----(47)	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT ----(1)
515 1	23.3	25.6	27.9	0.000	380.
515 2	23.9	25.0	27.9	0.000	375.
515 3	23.9	25.0	27.9	0.000	370.
515 4	23.9	25.0	27.9	0.000	363.
515 5	23.3	25.0	27.9	0.000	347.
515 6	23.3	25.0	27.9	0.000	325.
515 7	23.9	25.6	27.9	0.000	315.
515 8	24.4	26.7	27.8	0.000	309.
515 9	25.0	28.3	27.8	0.000	307.
51510	26.1	31.1	27.8	0.000	309.
51511	27.2	32.2	27.8	0.000	279.
51512	25.0	28.9	27.8	0.000	235.
51513	25.0	27.8	27.8	0.000	242.
51514	25.0	28.9	27.8	0.000	264.
51515	25.6	30.0	27.8	0.000	301.
51516	26.1	32.2	27.8	0.000	311.
51517	26.1	30.6	27.8	0.000	293.
51518	25.6	30.0	27.8	0.000	318.
51519	26.1	29.4	27.8	0.000	298.
51520	25.6	28.3	27.8	0.000	312.
51521	25.6	27.2	27.9	0.000	325.
51522	25.6	27.2	27.9	0.000	341.
51523	25.0	27.2	27.9	0.000	348.
51524	25.0	26.7	27.9	0.000	346.
DAILY SUMMARY (MAY 15)					
MN	23.3	25.0	27.8	0.000	235.
MX	27.2	32.2	27.9	0.000	380.
SM	1008.3	1077.8	1077.1	0.000	7614.
AV	25.0	27.9	27.8	0.000	317.

	GLOBAL WET BULB TEMP C ----(7)	GLOBAL DRY BULB TEMP C ----(8)	ZONE-1 ZONE TEMP C ----(6)	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW ----(47)	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT ----(1)
615 1	24.4	26.1	28.5	0.000	234.
615 2	25.0	25.6	28.4	0.000	224.
615 3	25.0	25.6	28.4	0.000	216.
615 4	25.0	25.6	28.4	0.000	206.
615 5	25.0	25.6	28.4	0.000	193.
615 6	25.0	25.6	28.3	0.000	178.
615 7	25.0	25.6	28.3	0.000	166.
615 8	25.0	26.7	28.3	0.000	168.
615 9	25.0	27.2	28.2	0.000	155.
61510	26.1	28.3	28.2	0.000	150.
61511	25.0	29.4	28.2	0.000	145.
61512	25.0	30.6	28.1	0.000	146.
61513	25.0	30.6	28.1	0.000	168.
61514	25.0	30.6	28.1	0.000	152.
61515	25.0	29.4	28.1	0.000	146.
61516	26.1	28.9	28.1	0.000	158.
61517	24.4	26.1	28.0	0.000	155.
61518	25.0	25.6	28.0	0.000	176.
61519	25.0	26.1	28.1	0.000	194.
61520	25.0	25.6	28.0	0.000	202.
61521	25.0	26.1	28.0	0.000	205.
61522	25.0	26.1	28.0	0.000	204.
61523	25.0	25.6	28.0	0.000	199.
61524	23.9	25.6	28.0	0.000	188.
DAILY SUMMARY (JUN 15)					
MN	23.9	25.6	28.0	0.000	145.
MX	26.1	30.6	28.5	0.000	234.
SM	1008.9	1056.7	1085.2	0.000	4326.
AV	25.0	27.0	28.2	0.000	180.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
715 1	23.3	25.0	26.5	0.000	221.
715 2	22.8	25.0	26.5	0.000	214.
715 3	22.8	25.0	26.5	0.000	203.
715 4	22.8	25.0	26.5	0.000	191.
715 5	22.8	23.9	26.5	0.000	177.
715 6	22.8	23.9	26.5	0.000	156.
715 7	22.8	24.4	26.4	0.000	153.
715 8	23.3	27.2	26.5	0.000	188.
715 9	23.3	28.3	26.5	0.000	213.
71510	23.3	30.0	26.5	0.000	194.
71511	24.4	31.1	26.5	0.000	193.
71512	24.4	31.1	26.5	0.000	178.
71513	24.4	32.2	26.5	0.000	205.
71514	23.3	32.2	26.5	0.000	220.
71515	23.3	31.7	26.6	0.000	262.
71516	23.3	31.7	26.6	0.000	278.
71517	24.4	31.7	26.6	0.000	291.
71518	24.4	31.1	26.7	0.000	314.
71519	24.4	29.4	26.7	0.000	316.
71520	24.4	27.8	26.7	0.000	341.
71521	23.9	26.1	26.8	0.000	358.
71522	23.9	25.6	26.8	0.000	381.
71523	23.9	25.6	26.8	0.000	395.
71524	23.3	25.0	26.9	0.000	397.
DAILY SUMMARY (JUL 15)					
MN	22.8	23.9	26.4	0.000	153.
MX	24.4	32.2	26.9	0.000	397.
SM	975.0	1078.9	1046.7	0.000	6041.
AV	23.6	27.9	26.6	0.000	252.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
815 1	24.4	27.2	28.2	0.000	430.
815 2	24.4	27.2	28.2	0.000	422.
815 3	23.3	26.7	28.2	0.000	404.
815 4	24.4	26.1	28.2	0.000	388.
815 5	24.4	26.1	28.2	0.000	370.
815 6	24.4	25.6	28.2	0.000	349.
815 7	25.0	26.1	28.2	0.000	334.
815 8	25.0	27.8	28.2	0.000	344.
815 9	25.0	29.4	28.1	0.000	331.
81510	25.0	30.6	28.1	0.000	336.
81511	25.6	31.7	28.1	0.000	324.
81512	25.0	31.7	28.1	0.000	327.
81513	25.6	32.2	28.1	0.000	318.
81514	25.6	31.7	28.1	0.000	336.
81515	26.1	31.7	28.1	0.000	355.
81516	25.6	31.1	28.2	0.000	364.
81517	25.6	31.1	28.2	0.000	368.
81518	25.6	29.4	28.2	0.000	379.
81519	25.6	28.9	28.2	0.000	395.
81520	25.6	28.3	28.2	0.000	417.
81521	26.1	28.3	28.2	0.000	435.
81522	26.1	28.3	28.3	0.000	445.
81523	25.6	28.9	28.3	0.000	453.
81524	23.9	28.3	28.3	0.000	451.
DAILY SUMMARY (AUG 15)					
MN	23.3	25.6	28.1	0.000	318.
MX	26.1	32.2	28.3	0.000	453.
SM	1011.7	1103.3	1085.2	0.000	9073.
AV	25.1	28.9	28.2	0.000	378.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
915 1	25.0	26.1	27.6	0.000	308.
915 2	24.4	26.1	27.6	0.000	302.
915 3	23.9	24.4	27.6	0.000	287.
915 4	22.8	23.9	27.6	0.000	268.
915 5	22.8	23.3	27.5	0.000	245.
915 6	22.8	23.3	27.5	0.000	226.
915 7	22.8	25.6	27.5	0.000	216.
915 8	23.9	25.6	27.5	0.000	223.
915 9	24.4	26.1	27.5	0.000	235.
91510	24.4	28.3	27.5	0.000	193.
91511	25.0	27.8	27.4	0.000	171.
91512	25.0	28.3	27.4	0.000	165.
91513	25.0	29.4	27.5	0.000	245.
91514	25.6	30.0	27.5	0.000	234.
91515	25.6	30.0	27.5	0.000	205.
91516	25.0	30.0	27.4	0.000	211.
91517	25.0	28.9	27.4	0.000	212.
91518	25.0	28.3	27.4	0.000	214.
91519	24.4	27.8	27.4	0.000	220.
91520	24.4	26.7	27.5	0.000	239.
91521	23.9	26.1	27.5	0.000	253.
91522	24.4	26.1	27.5	0.000	258.
91523	24.4	25.6	27.5	0.000	258.
91524	23.9	25.6	27.5	0.000	254.
DAILY SUMMARY (SEP 15)					
MN	22.8	23.3	27.4	0.000	165.
MX	25.6	30.0	27.6	0.000	308.
SM	992.8	1052.2	1068.7	0.000	5642.
AV	24.3	26.8	27.5	0.000	235.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
1015 1	23.9	24.4	25.8	0.000	-42.
1015 2	23.9	24.4	25.7	0.000	-48.
1015 3	23.9	24.4	25.7	0.000	-56.
1015 4	23.9	24.4	25.7	0.000	-66.
1015 5	23.9	24.4	25.7	0.000	-77.
1015 6	23.9	24.4	25.6	0.000	-89.
1015 7	23.9	25.0	25.6	0.000	-91.
1015 8	25.0	26.1	25.6	0.000	-76.
1015 9	24.4	26.7	25.6	0.000	-63.
101510	25.0	28.3	25.6	0.000	4.
101511	25.0	28.9	25.7	0.000	54.
101512	25.0	30.0	25.6	0.000	-6.
101513	25.6	31.7	25.6	0.000	22.
101514	25.6	30.6	25.7	0.000	99.
101515	25.6	32.2	25.7	0.000	116.
101516	26.1	31.7	25.7	0.000	113.
101517	25.6	31.1	25.7	0.000	122.
101518	25.6	30.0	25.8	0.000	132.
101519	26.1	29.4	25.8	0.000	173.
101520	25.6	28.3	25.8	0.000	214.
101521	25.6	28.3	25.9	0.000	250.
101522	25.0	27.8	25.9	0.000	270.
101523	25.0	26.7	26.0	0.000	283.
101524	25.0	26.7	26.0	0.000	293.
DAILY SUMMARY (OCT 15)					
MN	23.9	24.4	25.6	0.000	-91.
MX	26.1	32.2	26.0	0.000	293.
SM	1006.7	1075.0	1026.6	0.000	1531.
AV	24.9	27.8	25.7	0.000	64.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
1115 1	23.9	24.4	26.8	0.000	41.
1115 2	23.9	24.4	26.8	0.000	28.
1115 3	23.9	23.9	26.7	0.000	12.
1115 4	23.3	23.9	26.7	0.000	-5.
1115 5	23.3	23.9	26.7	0.000	-22.
1115 6	22.8	23.9	26.6	0.000	-40.
1115 7	23.9	23.9	26.6	0.000	-53.
1115 8	24.4	25.0	26.6	0.000	-39.
1115 9	25.0	27.2	26.6	0.000	8.
111510	25.0	28.3	26.6	0.000	35.
111511	25.0	29.4	26.6	0.000	6.
111512	25.0	30.6	26.6	0.000	46.
111513	25.0	31.1	26.6	0.000	53.
111514	25.0	31.7	26.5	0.000	46.
111515	25.6	31.1	26.6	0.000	111.
111516	25.0	30.6	26.6	0.000	131.
111517	25.0	30.6	26.6	0.000	136.
111518	25.0	29.4	26.6	0.000	151.
111519	25.0	28.3	26.6	0.000	187.
111520	24.4	27.2	26.7	0.000	223.
111521	24.4	27.2	26.7	0.000	260.
111522	25.0	27.2	26.7	0.000	281.
111523	24.4	26.1	26.8	0.000	287.
111524	24.4	26.1	26.8	0.000	286.
DAILY SUMMARY (NOV 15)					
MN	22.8	23.9	26.5	0.000	-53.
MX	25.6	31.7	26.8	0.000	287.
SM	996.7	1064.4	1048.5	0.000	2165.
AV	24.5	27.3	26.7	0.000	90.

	GLOBAL WET BULB TEMP C	GLOBAL DRY BULB TEMP C	ZONE-1 ZONE TEMP C	SYS-1 COOLING ELECTRIC KW	ZONE-1 SENSIBLE LOAD-IN WATT
	----(7)	----(8)	----(6)	----(47)	----(1)
1215 1	20.0	23.9	26.7	0.000	150.
1215 2	19.4	23.3	26.7	0.000	156.
1215 3	18.9	23.3	26.7	0.000	150.
1215 4	18.9	22.8	26.6	0.000	138.
1215 5	18.9	21.7	26.6	0.000	117.
1215 6	18.3	21.1	26.6	0.000	96.
1215 7	18.3	20.6	26.6	0.000	71.
1215 8	17.8	21.1	26.5	0.000	58.
1215 9	18.9	23.9	26.5	0.000	53.
121510	19.4	25.0	26.5	0.000	48.
121511	18.9	25.6	26.5	0.000	30.
121512	20.0	27.2	26.5	0.000	50.
121513	20.6	28.3	26.5	0.000	45.
121514	20.0	29.4	26.4	0.000	43.
121515	20.6	30.0	26.4	0.000	47.
121516	20.6	29.4	26.4	0.000	34.
121517	20.6	27.8	26.4	0.000	29.
121518	20.0	26.1	26.4	0.000	25.
121519	20.6	25.6	26.4	0.000	53.
121520	18.9	25.0	26.4	0.000	69.
121521	19.4	24.4	26.4	0.000	84.
121522	18.3	23.3	26.4	0.000	90.
121523	17.8	21.7	26.4	0.000	86.
121524	17.8	21.7	26.4	0.000	79.
DAILY SUMMARY (DEC 15)					
MN	17.8	20.6	26.4	0.000	25.
MX	20.6	30.0	26.7	0.000	156.
SM	871.7	1001.1	1044.7	0.000	1799.
AV	19.3	24.7	26.5	0.000	75.
YEARLY SUMMARY					
MN	13.9	15.6	23.0	0.000	-499.
MX	28.3	39.4	31.5	0.050	848.
SM	367030.8	399436.4	398312.4	1.300	2520877.
AV	24.1	27.8	27.7	0.000	288.

ภาคผนวก จ. คำอธิบายศัพท์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำอธิบายศัพท์

การนำความร้อน (*conduction*)	คือ ปรากฏการณ์ที่พลังงานความร้อนถ่ายเทภายในวัตถุหนึ่งๆ หรือวัตถุ 2 ชิ้นที่สัมผัสกัน โดยมีทิศทางการเคลื่อนที่ของพลังงานความร้อน จากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า การนำความร้อนเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นบนชั้นอะตอมของอนุภาค การนำความร้อนเป็นผลมาจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ ในของเหลวและของแข็งที่มีสภาพการนำความร้อนต่ำ เป็นผลมาจากการสั่นของโมเลกุลข้างเคียง และในก๊าซการนำความร้อนเกิดขึ้นผ่านการสั่นสะเทือนระหว่างโมเลกุล
การพาความร้อน (convection)	คือ กระบวนการถ่ายเทพลังงาน ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของมวลของของไหล เช่นอากาศ น้ำ หรือ ไอน้ำ เมื่อของไหลสัมผัสกับพื้นผิวของวัตถุใดๆ ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน จะเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนขึ้น ในสภาพธรรมชาติเมื่อของไหลถูกทำให้ร้อนขึ้น จะสามารถเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้ ทำให้เกิดการไหลเวียนพาความร้อนเพราะโมเลกุลที่เย็นและหนักกว่าจะตกลงข้างล่าง ส่วนโมเลกุลที่ร้อนกว่าจะลอยตัวสูงขึ้น
การแผ่รังสีความร้อน (radiation)	เป็นการถ่ายเทพลังงานทะลุผ่านช่องว่างใดๆ ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากพื้นผิวของวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าทะลุผ่านไปยังพื้นผิวของวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า เป็นลักษณะการเปล่งหรือกระจายรังสีในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกจากพื้นผิวของวัตถุในทุกทิศทาง ในความเป็นจริงแล้วการเกิดการแผ่รังสีอย่างแท้จริงระหว่างวัตถุใดๆ จะไม่ทำให้อุณหภูมิของตัวกลางที่มีความร้อนนั้นผ่านสูงขึ้นแต่อย่างใด เมื่อรังสีนี้ไปกระทบวัตถุใดๆ บางส่วนอาจจะสะท้อนกลับ (reflected) บางส่วนอาจจะส่งผ่านทะลุไป (transmitted) บางส่วนอาจถูกดูดซับไว้ (absorbed) และถ้ารังสีที่ตกกระทบคือ รังสีความร้อน รังสีที่ถูกดูดซับไว้จะปรากฏเป็นความร้อนในวัตถุนั้น
การส่งผ่านความร้อน (*thermal transmission*)	ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเท เนื่องจากการนำ การพา หรือการแผ่รังสีความร้อนภายใต้สภาวะที่ดำเนินอยู่
การหน่วงเหนี่ยวความร้อน (time lag)	ระยะเวลาที่ความร้อนเคลื่อนที่จากด้านที่ร้อนกว่าไปยังด้านที่เย็นกว่าของผนังหรือหลังคาอาคาร กระบวนการเคลื่อนที่ของความร้อนดังกล่าวอาจ

	เกิดขึ้นล่าช้าออกไป อันเป็นผลเนื่องมาจากอิทธิพลของมวลสารและความจุความร้อนของผนัง โดยทั่วไปสำหรับผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 4 นิ้ว ความล่าช้าดังกล่าวอาจนานถึง 4 ชั่วโมง นั่นก็หมายความว่าความร้อนที่เกิดจากด้านหนึ่งของผนังต้องใช้เวลานาน 4 ชั่วโมงกว่าจะเคลื่อนตัวไปสู่อีกด้านหนึ่งของผนัง
ความจุความร้อน (heat capacity)	ความสามารถในการกักเก็บความร้อนของสสาร ถ้าสสาร 2 ชนิดที่มีความจุความร้อนต่างกันแล้วจะพบว่า สสารที่มีความจุความร้อนเมื่อได้รับความร้อนก็จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นช้ากว่าสสารที่มีความจุความร้อนน้อย ส่วนใหญ่เมื่อกล่าวถึงเรื่องของมวลสาร (mass) แล้วจะพบว่า วัสดุที่มีมวลสารมากก็จะมีความจุความร้อนมากด้วย ดังนั้นบ่อยครั้งจึงมีผู้ใช้คำว่ามวลสาร แทนความหมายของคำว่า ความจุความร้อน
ความร้อนแฝง (latent heat)	ความร้อนที่ให้หรือดึงออกจากสสาร ทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะโดยที่อุณหภูมิยังคงที่อยู่
ความสามารถนำความร้อน	ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านหน่วยพื้นที่ของวัสดุต่อหน่วยเวลา ผ่านความหนา 1 หน่วย ด้วยผลต่างอุณหภูมิระหว่างพื้นผิวของด้านทั้งสอง 1 หน่วย
เปลือกอาคาร (building envelope)	หมายถึง ทุกๆ ส่วนของอาคารที่สัมผัสกับอากาศภายนอก
สภาวะน่าสบาย (comfort zone)	เป็นขอบเขตของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกร้อน - หนาวของมนุษย์ สภาวะดังกล่าวขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหรือตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกของมนุษย์ 6 ตัวแปร ได้แก่ (1) อุณหภูมิอากาศ (2) ความชื้นสัมพัทธ์ (3) อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (4) ความเร็วลม (5) อัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย (6) เสื้อผ้าที่สวมใส่
สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U-Value)	คือ ปริมาณการถ่ายเทความร้อนโดยการนำหรือพา ต่อหนึ่งองศาของความแตกต่างระหว่างด้านที่ร้อนกว่าไปยังพื้นผิวด้านที่เย็นกว่า ในระบบ SI หน่วยของค่า U เป็นวัตต์ต่อตารางเมตรต่อความแตกต่างอุณหภูมิ 1 องศาเคลวิน ($W/m^2.K$) ในขณะที่ระบบ I-P มีหน่วยเป็นบีทียูต่อตารางฟุตต่อชั่วโมงต่อความแตกต่างของอุณหภูมิ 1 องศาฟาเรนไฮต์ ($Btu/ft^2.h.F$) ในการคำนวณค่า U สามารถหาได้จากส่วนกลับของค่า

ความต้านทานรวมหรือเขียนเป็นสมการได้ คือ U = I/R เมื่อ R เป็นผลรวมของค่าความต้านทานของผนังทั้งหมด และค่าความต้านทานของฟิล์มอากาศภายนอก ด้วยเหตุนี้ความเร็วลมจึงมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า R และค่า U ด้วย เนื่องจากเมื่อความเร็วลมเปลี่ยนไป ค่าความต้านทานฟิล์มอากาศ ก็จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย

อากาศภายนอก
(outside air)

อากาศที่อยู่หรือนำเข้าจากภายนอกอาคาร

อุณหภูมิกระเปาะเปียก
(wet-bulb temperature)

ค่าอุณหภูมิต่ำสุดที่สามารถบันทึกได้โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ หรือเครื่องวัดอุณหภูมิชนิดอื่นๆ ซึ่งตัวรับรู้ (sensor) ถูกห่อหุ้มด้วยผ้าหรือสำลีชุบน้ำ และมีความเร็วลมหรืออากาศพัดผ่าน จนทำให้เกิดการระเหยของน้ำในบริเวณนั้น อันจะเป็นผลทำให้อุณหภูมิจากกระเปาะเทอร์โมมิเตอร์หรือตัวรับรู้นั้นเย็นลงจนถึงจุดคงที่และอ่านค่าอุณหภูมิที่อ่านได้ คือ อุณหภูมิกระเปาะเปียก

อุณหภูมิกระเปาะแห้ง
(dry-bulb temperature)

หมายถึงอุณหภูมิของวัตถุที่สามารถอ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์ทั่วไป หรือเครื่องวัดอุณหภูมิ โดยปกติจะต้องควบคุมไม่ให้ได้รับอิทธิพลจากการแผ่รังสีความร้อนของแหล่งกำเนิดความร้อนต่างๆ เช่น ดวงอาทิตย์ เครื่องใช้ไฟฟ้า หรืออื่นๆ ซึ่งทำให้เกิดการดูดซับความร้อนระหว่างตัวรับรู้และแหล่งกำเนิดความร้อน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาว สรญา ประวิตรางกูร เกิดเมื่อวันที่ 6 กันยายน พ.ศ. 2517 ที่โรงพยาบาลมิชชั่น กรุงเทพมหานคร จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาที่โรงเรียนเบญจมราชาลัย เมื่อปีพ.ศ. 2533 และเข้ารับการศึกษาในระดับปริญญาตรี ที่คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศิลปากร เมื่อปี พ.ศ. 2534 และสำเร็จการศึกษาในปีพ.ศ. 2538 และมีประสบการณ์ทำงาน ดังนี้

มีค. – เมษ. พ.ศ 2538	นักศึกษาฝึกงาน บริษัท CM 49 จำกัด
พ.ศ. 2539 – 2541	สถาปนิกฝ่ายออกแบบ บริษัท TANDEM จำกัด
พ.ศ. 2542	เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท ที่คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาเทคโนโลยีอาคาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาว สรญา ประวิตรางกูร เกิดเมื่อวันที่ 6 กันยายน พ.ศ. 2517 ที่โรงพยาบาลมิชชั่น กรุงเทพมหานคร จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาที่โรงเรียนเบญจมราชาลัย เมื่อปีพ.ศ. 2533 และเข้ารับการศึกษาในระดับปริญญาตรี ที่คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศิลปากร เมื่อปี พ.ศ. 2534 และสำเร็จการศึกษาในปีพ.ศ. 2538 และมีประสบการณ์ทำงาน ดังนี้

มีค. – เมษ. พ.ศ 2538	นักศึกษาฝึกงาน บริษัท CM 49 จำกัด
พ.ศ. 2539 – 2541	สถาปนิกฝ่ายออกแบบ บริษัท TANDEM จำกัด
พ.ศ. 2542	เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท ที่คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาเทคโนโลยีอาคาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย