

การลดความร้อนภายนอกอาคารโดยใช้สวมนขนาดเล็ก : กรณีศึกษา อาคารพักอาศัยประเภททาวน์เฮาส์

นายธีรศักดิ์ สิงห์ปรีชา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-5877-4

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

HEAT REDUCTION OF OUTSIDE BUILDING USING SMALL GARDEN :  
CASE STUDY OF TOWNHOUSES

Mr. Teerasak Singpreecha

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

Department of Architecture

Faculty of Architecture

Chulalongkorn University

Academic Year 2003

ISBN 974-17-5877-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การลดความร้อนภายนอกอาคารโดยใช้สวนขนาดเล็ก : กรณีศึกษา  
อาคารพักอาศัยประเภททาวน์เฮาส์

โดย

นายธีรศักดิ์ สิงห์ปรีชา

ภาควิชา

สถาปัตยกรรมศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธนิต จินดาวงนิค

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

อาจารย์ ดร. อังสนา บุญโยภาส

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท



..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.วีระ สัจกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปราโมทย์ แต่งเที่ยง)




..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธนิต จินดาวงนิค)



..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(อาจารย์ ดร. อังสนา บุญโยภาส)



..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พรรณชลัท สุริโยธิน)



..... กรรมการ

(อาจารย์พิรัช พัทธเศวต)

ธีรศักดิ์ สิงห์ปรีชา : การลดความร้อนภายนอกอาคารโดยใช้สวนขนาดเล็ก: กรณีศึกษา อาคารพักอาศัยประเภททาวน์เฮาส์ (HEAT REDUCTION OF OUTSIDE BUILDING USING SMALL GARDEN: CASE STUDY OF TOWNHOUSES) อ.ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธนิต จินดาวงศ์, อ.ที่ปรึกษาร่วม: อาจารย์ ดร. อังสนา บุญโยภาส, 267 หน้า. ISBN 974-17-5877-4.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางในการจัดสวนขนาดเล็กเพื่อลดความร้อนภายนอกอาคาร ในพื้นที่ว่างภายนอกอาคารด้านหลังของทาวน์เฮาส์ขนาด 16 ตารางเมตร โดยจะทำการทดสอบ เก็บข้อมูล เปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลที่ได้รับจากการทดลอง กับพื้นที่ภายนอกอาคารทาวน์เฮาส์จำนวน 2 อาคารที่มีสภาพพื้นที่ภายนอกแตกต่างกัน โดยอาคารทดลองที่ 1 กำหนดให้เป็นอาคารควบคุมที่มีพื้นที่ว่างภายนอกอาคารเป็นคอนกรีต เปรียบเทียบกับพื้นที่ภายนอกอาคารที่ 2 ที่กำหนดให้เป็นอาคารทดลอง ซึ่งจะทำการจัดสวนขนาดเล็กที่มีการจัดองค์ประกอบในการจัดสวนแตกต่างกัน 8 วิธีลงไปบนพื้นที่ภายนอกอาคาร เริ่มจากเป็นพื้นดินและค่อยๆเพิ่มองค์ประกอบที่เป็น สนามหญ้า ไม้พุ่มขนาดใหญ่ ไม้พุ่มขนาดกลาง ไม้คลุมดิน บ่อน้ำพุและตาข่ายกรองแสงตามลำดับ ทำให้เกิดรูปแบบของการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสวนขนาดเล็กในลักษณะต่างๆ กันจำนวนทั้งหมด 8 ชุดการทดสอบด้วยกัน

ผลการศึกษาพบว่าการจัดสวนขนาดเล็กบนพื้นที่ว่างภายนอกอาคารที่มีขนาดจำกัดนี้ จะสามารถช่วยลดความร้อนภายนอกอาคารลงได้ โดยชุดการทดสอบที่แสดงว่าสวนขนาดเล็กสามารถลดอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารลงได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืนนั้นจะเริ่มต้นตั้งแต่ชุดการทดสอบที่ 4 คือ มีองค์ประกอบของดิน หญ้า ไม้พุ่มใหญ่และไม้พุ่มกลางเป็นต้นไปจนถึงชุดการทดสอบที่ 8 ซึ่งมีองค์ประกอบครบทุกอย่าง จะช่วยลดอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารในช่วงเวลากลางวันลงได้ตั้งแต่ 3.8 องศาเซลเซียสถึง 12 องศาเซลเซียส และในเวลากลางคืนอุณหภูมิจะลดลง 2.5 องศาเซลเซียสถึง 2.9 องศาเซลเซียส ขณะที่สวนขนาดเล็กทำให้อุณหภูมิอากาศภายในอาคารของทุกชุดการทดสอบมีค่าลดลงไม่เกิน 1 องศาเซลเซียส ซึ่งจัดว่าไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติแต่อย่างใด นอกจากนี้ผลจากการศึกษา ยังแสดงให้เห็นว่าสวนขนาดเล็กภายนอกอาคารนั้นจะมีอิทธิพลต่อปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ทั้งภายนอกอาคารและภายในอาคารให้มีค่าเพิ่มมากขึ้น โดยปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารทั้งในเวลากลางวันและกลางคืนจะเพิ่มขึ้นประมาณ 10 ถึง 15 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารในเวลากลางวันและกลางคืนจะเพิ่มขึ้นประมาณ 5 ถึง 15 เปอร์เซ็นต์

ผลสรุปที่ได้จากการศึกษา คือการจัดสวนขนาดเล็กสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางเพื่อช่วยลดการถ่ายเทความร้อนภายนอกอาคารที่มีพื้นที่ว่างขนาดจำกัดได้ โดยช่วยลดภาระการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังของอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวันลงได้ประมาณ 4,260 วัตต์ถึง 5,498 วัตต์ หรือลดลงร้อยละ 60 ถึง 95 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าภาระการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังของอาคารทดลอง 1 และสามารถที่จะลดภาระการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางคืนลงได้ 1,448 วัตต์ถึง 1,967 วัตต์หรือลดลงร้อยละ 63 ถึง 91 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าภาระการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังของอาคารทดลอง 1

ภาควิชา.....สถาปัตยกรรมศาสตร์.....ลายมือชื่อนิสิต.....  
สาขาวิชา.....สถาปัตยกรรม.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....  
ปีการศึกษา...2546.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

# # 4474153025 : MAJOR ARCHITECTURE

KEY WORD: HEAT REDUCTION OF OUTSIDE BUILDING/ SMALL GARDEN

TEERASAK SINGPREECHA : HEAT REDUCTION OF OUTSIDE BUILDING USING SMALL GARDEN : CASE STUDY OF TOWNHOUSES, THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. THANIT CHINDAVANIG, THESIS COADVISOR: ANGSANA BOONYOBHAS,D.E.D.,267 pp. ISBN 974-17-5877-4.

This research studies guidelines for converting open space of sixteen square meters behind townhouses into a garden to reduce heat gain outside building. To determine the guidelines, the open space of two townhouses with different combinations of landscape elements were used as subjects. Townhouse number 1 with a concrete exterior surface was used as a control subject. A small garden with 8 different combinations of soil, lawn, large size shrub, medium size shrub, ground cover, fountain pond, and slant, was designed outside townhouse number 2. Each of these landscape elements were installed into the garden one at the time accordingly and were used in this research to compare how effectively each type of landscape element reduced heat.

It was found that a small garden can reduce heat gain outside buildings. Combination from type 4 which is soil, lawn, large size shrub and medium size shrub to type 8 which contains all elements were found to reduce the heat dramatically day and night. During the day, the temperature outside the building could be reduced from 38 Celcius to 12 Celcius and at night from 25 Celcius to 29 Celcius. In addition, all 8 experiment of landscape element combinations in garden were found to affect the temperature inside adjacent buildings although only by 1 Celcius which was statistically insignificant. Gardens increased the relative humidity both inside and outside adjacent buildings. The relative humidity outside buildings increased by 10% -15% day and night while that inside buildings increased by 5%-15% during those two periods of time.

It can be concluded that a small garden can be used to reduce heat outside a building. It can reduce the conduction of heat gain during the day by 60%-95% or from 4,260 watts to 5,498 watts and during the night by 63%- 91% or from 1,448 watts to 1,967 watts compared to the control building.

Department	Architecture	Student's signature..... <i>Teerasak</i>
Field of study	Architecture	Advisor's signature..... <i>Thanit</i>
Academic year	2003	Co-advisor's signature..... <i>Angsana</i>

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธนิต จินดาวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร. อังสนา บุญโยภาส อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้ให้คำแนะนำที่สำคัญและคำปรึกษาที่มีประโยชน์ต่องานวิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบคุณในความช่วยเหลือของคุณขวัญเนตร เหลืองทองคำ สำหรับสถานที่ที่ใช้ในงานวิจัย และขอขอบคุณ คุณกุลเพชร ปัทมศรีรัตนนา สำหรับความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวกับเอกสารของงานวิจัยฉบับนี้ และท้ายสุดนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งให้การสนับสนุนในด้านเงินทุนที่ใช้ในการศึกษาและวิจัยจนสำเร็จการศึกษา

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง .....	ญ
สารบัญรูปภาพ .....	ฒ
สารบัญแผนภูมิ .....	ต
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	2
1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย .....	4
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย .....	4
1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย .....	5
1.5 สมมติฐานงานวิจัย .....	5
1.6 วิธีการดำเนินงานวิจัย .....	6
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	9
บทที่ 2 ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย	
2.1 สภาวะน่าสบาย .....	10
2.2 สภาพภูมิอากาศ .....	12
2.3 ปัจจัยหลักของสภาพภูมิอากาศมหภาคที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบสถาปัตยกรรม .....	13
2.4 ปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศจุลภาค .....	19
2.5 พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อน .....	22
2.6 คุณสมบัติของวัสดุที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน .....	22
2.7 การถ่ายเทความร้อนจากภายนอกอาคารที่มีผลต่อการทำความเย็น .....	25
2.8 การใช้ประโยชน์จากพืชพรรณในการปรับแต่งสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร .....	27
2.9 การใช้ประโยชน์จากพืชพรรณเพื่อควบคุมสภาพภูมิอากาศจุลภาค .....	30
2.10 การใช้พืชพรรณเพื่อควบคุมอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ .....	31
2.11 รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	35

บทที่ 3 สมมติฐานการวิจัยและการดำเนินการวิจัย	
3.1 สมมติฐานการวิจัย .....	37
3.2 อาคารกรณีศึกษา .....	38
3.3 การเก็บข้อมูลในการวิจัย .....	41
3.4 วัสดุและพืชพรรณที่นำมาใช้ในการทดสอบ .....	43
3.5 วิธีการดำเนินการวิจัย .....	62
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
4.1 ผลการวิจัยของชุดการทดสอบที่ 1 .....	69
4.2 ผลการวิจัยของชุดการทดสอบที่ 2 .....	94
4.3 ผลการวิจัยของชุดการทดสอบที่ 3 .....	107
4.4 ผลการวิจัยของชุดการทดสอบที่ 4 .....	120
4.5 ผลการวิจัยของชุดการทดสอบที่ 5 .....	133
4.6 ผลการวิจัยของชุดการทดสอบที่ 6 .....	146
4.7 ผลการวิจัยของชุดการทดสอบที่ 7 .....	159
4.8 ผลการวิจัยของชุดการทดสอบที่ 8 .....	172
บทที่ 5 การวิเคราะห์ผลการวิจัยและการสรุปผลการวิจัย	
5.1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร ของทุกชุดการทดสอบ	185
5.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร ของทุกชุดการทดสอบ ...	191
5.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร กับอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร ( $\Delta T$ ) ของทุกชุดการทดสอบ .....	193
5.4 การวิเคราะห์เปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคาร ของทุกชุดการทดสอบ	198
5.5 การวิเคราะห์เปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคาร ของทุกชุดการทดสอบ .	202
บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	
6.1 บทสรุป .....	206
6.2 ข้อผิดพลาดที่พบในงานวิจัย .....	207
6.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป .....	207
รายการอ้างอิง .....	209



สารบัญ (ต่อ)

ณ

หน้า

ภาคผนวก .....	210
ภาคผนวก ก ข้อมูลที่ได้จากชุดการทดสอบ .....	211
ภาคผนวก ข ตารางแสดงผลการเปรียบเทียบแบบพหุคูณ ของทุกชุดการทดสอบ .....	236
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....	267

## สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	แสดงขนาดโดยประมาณของต้นไม้ชนิดต่างๆ .....	29
ตารางที่ 4.1	แสดงค่าอุณหภูมิอากาศปกติ อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารทดลอง 1 และอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวัน และช่วงเวลากลางคืน ของชุดการทดสอบที่ 1 .....	70
ตารางที่ 4.2	แสดงค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารทดลอง 1 และอุณหภูมิภายในอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ของชุดการทดสอบที่ 1 .....	72
ตารางที่ 4.3	แสดงผลจากการเปรียบเทียบแบบพหุคูณเพื่อใช้ในการทดสอบสมมติฐาน การวิจัยของอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารในช่วงเวลากลางวัน ของชุดการทดสอบที่ 1 .....	75
ตารางที่ 4.4	แสดงผลจากการเปรียบเทียบแบบพหุคูณเพื่อใช้ในการทดสอบสมมติฐาน การวิจัยของอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารในช่วงเวลากลางคืน ของชุดการทดสอบที่ 1 .....	76
ตารางที่ 4.5	แสดงผลจากการเปรียบเทียบแบบพหุคูณเพื่อใช้ในการทดสอบสมมติฐาน การวิจัยของอุณหภูมิอากาศภายในอาคารในช่วงเวลากลางวัน ของชุดการทดสอบที่ 1 .....	79
ตารางที่ 4.6	แสดงผลจากการเปรียบเทียบแบบพหุคูณเพื่อใช้ในการทดสอบสมมติฐาน การวิจัยของอุณหภูมิอากาศภายในอาคารในช่วงเวลากลางคืน ของชุดการทดสอบที่ 1 .....	80
ตารางที่ 4.7	แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์ปกติ ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารทดลอง 1 (พื้นผิวคอนกรีต) และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารทดลอง 2 (พื้นผิวดิน) ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืนของชุดการทดสอบที่ 1 .....	83
ตารางที่ 4.8	แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลอง 1 และความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ของชุดการทดสอบที่ 1 .....	84
ตารางที่ 4.9	แสดงการเปรียบเทียบพหุคูณเพื่อใช้ในการทดสอบสมมติฐานการวิจัยของ ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารในช่วงเวลากลางวันของชุดการทดสอบที่ 1 ..	87
ตารางที่ 4.10	แสดงการเปรียบเทียบพหุคูณเพื่อใช้ในการทดสอบสมมติฐานการวิจัยของ ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารในช่วงเวลากลางคืนของชุดการทดสอบที่ 1 ..	88

สารบัญตาราง (ต่อ)

ฎ

หน้า

ตารางที่ 4.11	แสดงการเปรียบเทียบพหุคูณเพื่อใช้ในการทดสอบสมมติฐานการวิจัยของ ความขึ้นสัมพันธ์ภายในอาคารในช่วงเวลากลางวันของ ชุดการทดสอบที่ 1 ...	91
ตารางที่ 4.12	แสดงการเปรียบเทียบพหุคูณเพื่อใช้ในการทดสอบสมมติฐานการวิจัยของ ความขึ้นสัมพันธ์ภายในอาคารในช่วงเวลากลางคืนของ ชุดการทดสอบที่ 1 ...	92
ตารางที่ 4.13	แสดงค่าอุณหภูมิอากาศปกติ อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารทดลอง 1 และอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวัน และช่วงเวลากลางคืนของ ชุดการทดสอบที่ 2 .....	95
ตารางที่ 4.14	แสดงค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารทดลอง 1 และอุณหภูมิอากาศภายใน อาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ของชุดการทดสอบที่ 2 .....	97
ตารางที่ 4.15	แสดงค่าความขึ้นสัมพันธ์ปกติ ความขึ้นสัมพันธ์ภายนอกอาคารทดลอง 1 และความขึ้นสัมพันธ์ภายนอกอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวัน และช่วงเวลากลางคืนของชุดการทดสอบที่ 2 .....	102
ตารางที่ 4.16	แสดงค่าความขึ้นสัมพันธ์ภายในอาคารทดลอง 1 และความขึ้นสัมพันธ์ ภายในอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ของชุดการทดสอบที่ 2 .....	103
ตารางที่ 4.17	แสดงค่าอุณหภูมิอากาศปกติ อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารทดลอง 1 และอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวัน และช่วงเวลากลางคืนของ ชุดการทดสอบที่ 3 .....	108
ตารางที่ 4.18	แสดงค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารทดลอง 1 และอุณหภูมิอากาศภายใน อาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ของชุดการทดสอบที่ 3 .....	110
ตารางที่ 4.19	แสดงค่าความขึ้นสัมพันธ์ปกติ ความขึ้นสัมพันธ์ภายนอกอาคารทดลอง 1 และความขึ้นสัมพันธ์ภายนอกอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวัน และช่วงเวลากลางคืนของชุดการทดสอบที่ 3 .....	115
ตารางที่ 4.20	แสดงค่าความขึ้นสัมพันธ์ภายในอาคารทดลอง 1 และความขึ้นสัมพันธ์ ภายในอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ของชุดการทดสอบที่ 3 .....	116





สารบัญตาราง (ต่อ)

๗

	หน้า
ตารางที่ 4.39	แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์ปกติ ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารทดลอง 1 และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวัน และช่วงเวลากลางคืนของชุดการทดสอบที่ 8 ..... 180
ตารางที่ 4.40	แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลอง 1 และความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืนของชุดการทดสอบที่ 8 ..... 181
ตารางที่ 5.1	แสดงผลสรุปจากการทดสอบสมมติฐานการวิจัยด้วยวิธีการทางสถิติถึงความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารทดลอง 1 กับอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารทดลอง 2 ของทุกชุดการทดสอบ ..... 190
ตารางที่ 5.2	แสดงผลสรุปจากการทดสอบสมมติฐานการวิจัยด้วยวิธีการทางสถิติถึงความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศภายในอาคารทดลอง 1 กับอุณหภูมิอากาศภายในอาคารทดลอง 2 ของทุกชุดการทดสอบ ..... 193
ตารางที่ 5.3	แสดงค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารกับอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร ( $\Delta T$ ) ในช่วงเวลากลางวันของทุกชุดการทดสอบ ..... 194
ตารางที่ 5.4	แสดงค่าภาระการนำความร้อนผ่านผนังและกระจกใสของอาคารทดลองในทุกชุดการทดสอบ ..... 195
ตารางที่ 5.5	แสดงค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารและอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร ( $\Delta T$ ) ในช่วงเวลากลางคืนของทุกชุดการทดสอบ ..... 196
ตารางที่ 5.6	แสดงค่าภาระการนำความร้อนผ่านผนังและกระจกใสของอาคารทดลองในทุกชุดการทดสอบ ..... 197
ตารางที่ 5.7	แสดงผลสรุปจากการทดสอบการทดสอบสมมติฐานการวิจัยด้วยวิธีการทางสถิติถึงความแตกต่างระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารทดลอง 1 กับความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารทดลอง 2 ของทุกชุดการทดสอบ..... 201
ตารางที่ 5.8	แสดงผลสรุปจากการทดสอบการทดสอบสมมติฐานการวิจัยด้วยวิธีการทางสถิติถึงความแตกต่างระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลอง 1 กับความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลอง 2 ของทุกชุดการทดสอบ ..... 204

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ด

หน้า

รูปที่ 3.38	แสดงการติดตั้งเครื่องมือบันทึกข้อมูลบริเวณพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ที่เป็นพื้นผิวหญ้า ไม้พุ่มใหญ่ ไม้พุ่มกลาง ไม้พุ่มเล็ก บ่อน้ำกับน้ำพุ และตาข่ายกรองแสงคลุมพื้นที่ 50 % ของชุดการทดสอบที่ 7 .....	61
รูปที่ 3.39	แสดงการติดตั้งเครื่องมือบันทึกข้อมูลบริเวณพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ที่เป็นพื้นผิวหญ้า ไม้พุ่มใหญ่ ไม้พุ่มกลาง ไม้พุ่มเล็ก บ่อน้ำกับน้ำพุ และตาข่ายกรองแสงคลุมพื้นที่ 70 % ของชุดการทดสอบที่ 8 .....	61
รูปที่ 3.40	แสดงพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1 และพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ของชุดการทดสอบที่ 1 .....	62
รูปที่ 3.41	แสดงพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1 และพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ของชุดการทดสอบที่ 2 .....	63
รูปที่ 3.42	แสดงพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1 และพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ของชุดการทดสอบที่ 3 .....	63
รูปที่ 3.43	แสดงพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1 และพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ของชุดการทดสอบที่ 4 .....	64
รูปที่ 3.44	แสดงพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1 และพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ของชุดการทดสอบที่ 5 .....	64
รูปที่ 3.45	แสดงพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1 และพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ของชุดการทดสอบที่ 6 .....	65
รูปที่ 3.46	แสดงพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1 และพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ของชุดการทดสอบที่ 7 .....	65
รูปที่ 3.47	แสดงพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1 และพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ของชุดการทดสอบที่ 8 .....	66

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ณ

หน้า

รูปที่ 3.24	แสดงรูปแพงพวยฝรั่ง .....	53
รูปที่ 3.25	แสดงรูปหลิวใต้หวัน .....	53
รูปที่ 3.26	แสดงการจัดวางตำแหน่งของไม้พุ่มเล็ก ในพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ของชุดการทดสอบที่ 5 .....	54
รูปที่ 3.27	แสดงการจัดวางตำแหน่งของไม้พุ่มเล็กและบ่อน้ำกับน้ำพุ ในพื้นที่ภายนอก อาคารทดลอง 2 ของชุดการทดสอบที่ 6 .....	55
รูปที่ 3.28	แสดงการจัดวางตำแหน่งของตาข่ายกรองแสงคลุมพื้นที่ 50% ของพื้นที่ภายนอก อาคารทดลอง 2 ของชุดการทดสอบที่ 7 .....	55
รูปที่ 3.29	แสดงการจัดวางตำแหน่งของตาข่ายกรองแสงคลุมพื้นที่ 70% ของพื้นที่ภายนอก อาคารทดลอง 2 ของชุดการทดสอบที่ 8 .....	56
รูปที่ 3.30	แสดงการติดตั้งเครื่องมือบันทึกข้อมูลบริเวณพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1 ที่เป็นพื้นผิวคอนกรีตของทุกชุดการทดสอบ .....	57
รูปที่ 3.31	แสดงการติดตั้งเครื่องมือบันทึกข้อมูลบริเวณพื้นที่ภายในอาคารทดลอง 1 และ ภายในอาคารทดลอง 2 ของทุกชุดการทดสอบ .....	57
รูปที่ 3.32	แสดงการติดตั้งเครื่องมือบันทึกข้อมูลอุณหภูมิอากาศปกติและความชื้นสัมพัทธ์ปกติ ของทุกชุดการทดสอบ .....	58
รูปที่ 3.33	แสดงการติดตั้งเครื่องมือบันทึกข้อมูลบริเวณพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ที่เป็นพื้นผิวหญ้า ของชุดการทดสอบที่ 2 .....	58
รูปที่ 3.34	แสดงการติดตั้งเครื่องมือบันทึกข้อมูลบริเวณพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ที่เป็นพื้นผิวหญ้าและไม้พุ่มใหญ่ ของชุดการทดสอบที่ 3 .....	59
รูปที่ 3.35	แสดงการติดตั้งเครื่องมือบันทึกข้อมูลบริเวณพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ที่เป็นพื้นผิวหญ้า ไม้พุ่มใหญ่ และไม้พุ่มกลาง ของชุดการทดสอบที่ 4 .....	59
รูปที่ 3.36	แสดงการติดตั้งเครื่องมือบันทึกข้อมูลบริเวณพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ที่เป็นพื้นผิวหญ้า ไม้พุ่มใหญ่ ไม้พุ่มกลางและไม้พุ่มเล็ก ของชุดการทดสอบที่ 5 .....	60
รูปที่ 3.37	แสดงการติดตั้งเครื่องมือบันทึกข้อมูลบริเวณพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ที่เป็นพื้นผิวหญ้า ไม้พุ่มใหญ่ ไม้พุ่มกลาง ไม้พุ่มเล็กและบ่อน้ำกับน้ำพุ ของชุดการทดสอบที่ 6 .....	60



## สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงการแลกเปลี่ยนความร้อนในช่วงเวลากลางวัน .....	16
รูปที่ 2.2 แสดงการแลกเปลี่ยนความร้อนในช่วงเวลากลางคืน .....	17
รูปที่ 3.1 แสดงผังพื้นของอาคารทาวน์เฮาส์ทดลองทั้ง 2 อาคาร และตำแหน่งที่ใช้ ในการบันทึกข้อมูล .....	38
รูปที่ 3.2 แสดงรูปตัดของอาคารทาวน์เฮาส์ทดลองและพื้นที่ที่ใช้ในการทดลอง .....	39
รูปที่ 3.3 แสดงรูปตัดของอาคารทาวน์เฮาส์ทดลองและตำแหน่งที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล .....	39
รูปที่ 3.4 แสดงสภาพพื้นที่ภายนอกอาคารทาวน์เฮาส์ทดลอง 1 .....	40
รูปที่ 3.5 แสดงสภาพพื้นที่ภายนอกอาคารทาวน์เฮาส์ทดลอง 2 .....	40
รูปที่ 3.6 แสดงสภาพภายในอาคารทาวน์เฮาส์ทดลอง .....	40
รูปที่ 3.7 แสดงรูปเครื่องมือเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ .....	42
รูปที่ 3.8 แสดงรูปหัวเทอร์โมคัพเพิลเซนเซอร์ (Thermocouple Sensor) ที่ใช้ต่อเข้ากับ เครื่องเก็บข้อมูล .....	42
รูปที่ 3.9 แสดงเครื่องมือโกลบเทมเพอเรเจอร์ (Globe temperature) .....	42
รูปที่ 3.10 แสดงรูปแก้ว .....	45
รูปที่ 3.11 แสดงรูปจิ้งจุกปูน .....	45
รูปที่ 3.12 แสดงรูปของออฟอินเดีย .....	46
รูปที่ 3.13 แสดงรูปไมก .....	46
รูปที่ 3.14 แสดงรูปวาสนา .....	47
รูปที่ 3.15 แสดงรูปหมากเขียว .....	47
รูปที่ 3.16 แสดงการจัดวางตำแหน่งของไม้พุ่มใหญ่ ในพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ของชุดการทดสอบที่ 3 .....	48
รูปที่ 3.17 แสดงรูปโกสน .....	49
รูปที่ 3.18 แสดงรูปขาไก่ดำ .....	49
รูปที่ 3.19 แสดงรูปเข็มเศรษฐกิจ .....	50
รูปที่ 3.20 แสดงรูปไม้ดำ .....	50
รูปที่ 3.21 แสดงรูปสวมน้อยประแป้ง .....	51
รูปที่ 3.22 แสดงการจัดวางตำแหน่งของไม้พุ่มกลาง ในพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ของชุดการทดสอบที่ 4 .....	51
รูปที่ 3.23 แสดงรูปเฟิร์นใบมะขาม .....	52

## สารบัญแผนภูมิ

		หน้า
แผนภูมิที่ 4.1	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร อุณหภูมิภายในอาคาร และอุณหภูมิกระเปาะเปียกภายนอกอาคาร ของอาคารทดลอง ของชุดการทดสอบที่ 1 .....	69
แผนภูมิที่ 4.2	แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศปกติสูงสุด อุณหภูมิอากาศสูงสุด ภายนอกอาคารทดลอง 1 และอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายนอกอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืนของชุดการทดสอบที่ 1 .....	71
แผนภูมิที่ 4.3	แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศปกติเฉลี่ย อุณหภูมิอากาศภายนอก อาคารทดลอง 1 เฉลี่ยและอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารทดลอง 2 เฉลี่ย ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ของชุดการทดสอบที่ 1.....	72
แผนภูมิที่ 4.4	แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารทดลอง 1 เฉลี่ย และอุณหภูมิอากาศภายในอาคารทดลอง 2 เฉลี่ยในช่วงเวลากลางวัน และช่วงเวลากลางคืน ของชุดการทดสอบที่ 1 .....	73
แผนภูมิที่ 4.5	แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ปกติ ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก อาคารทดลอง และความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลอง ชุดการทดสอบที่ 1 .....	82
แผนภูมิที่ 4.6	แสดงการเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ปกติ ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก อาคารทดลอง 1 และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารทดลอง 2 ช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ชุดการทดสอบที่ 1.....	84
แผนภูมิที่ 4.7	แสดงการเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลอง 1 และความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวันและ ช่วงเวลากลางคืน ชุดการทดสอบที่ 1 .....	85
แผนภูมิที่ 4.8	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร อุณหภูมิภายในอาคาร และอุณหภูมิกระเปาะเปียกภายนอกอาคาร ของอาคารทดลอง ชุดการทดสอบที่ 2 .....	94
แผนภูมิที่ 4.9	แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศปกติสูงสุด อุณหภูมิอากาศสูงสุด ภายนอกอาคารทดลอง 1 และอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายนอกอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ของชุดการทดสอบที่ 2 .....	96

แผนภูมิที่ 4.10	แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศปกติเฉลี่ย อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารทดลอง 1 เฉลี่ยและอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารทดลอง 2 เฉลี่ย ในช่วงเวลากลางวัน และช่วงเวลากลางคืนของชุดการทดสอบที่ 2 .....	97
แผนภูมิที่ 4.11	แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารทดลอง 1 เฉลี่ย และอุณหภูมิอากาศภายในอาคารทดลอง 2 เฉลี่ยในช่วงเวลากลางวัน และช่วงเวลากลางคืนของ ชุดการทดสอบที่ 2 .....	98
แผนภูมิที่ 4.12	แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ปกติ ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารทดลอง และความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลอง ชุดการทดสอบที่ 2 .....	101
แผนภูมิที่ 4.13	แสดงการเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ปกติ ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารทดลอง 1 และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ชุดการทดสอบที่ 2 .....	103
แผนภูมิที่ 4.14	แสดงการเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลอง 1 และความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวัน และช่วงเวลากลางคืน ชุดการทดสอบที่ 2 .....	104
แผนภูมิที่ 4.15	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร อุณหภูมิภายในอาคาร และอุณหภูมิกระเปาะเปียกภายนอกอาคาร ของอาคารทดลอง ของชุดการทดสอบที่ 3 .....	107
แผนภูมิที่ 4.16	แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศปกติสูงสุด อุณหภูมิอากาศสูงสุดภายนอกอาคารทดลอง 1 และอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายนอกอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืนของชุดการทดสอบที่ 3 .....	109
แผนภูมิที่ 4.17	แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศปกติเฉลี่ย อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารทดลอง 1 เฉลี่ยและอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารทดลอง 2 เฉลี่ย ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ของชุดการทดสอบที่ 3.....	110
แผนภูมิที่ 4.18	แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารทดลอง 1 เฉลี่ย และอุณหภูมิอากาศภายในอาคารทดลอง 2 เฉลี่ยในช่วงเวลากลางวัน และช่วงเวลากลางคืน ของชุดการทดสอบที่ 3 .....	111
แผนภูมิที่ 4.19	แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ปกติ ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารทดลอง และความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลอง ชุดการทดสอบที่ 3 .....	114

สารบัญแผนภูมิ (ต่อ)

ท

หน้า

แผนภูมิที่ 4.20	แสดงการเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ปกติ ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารทดลอง 1 และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ชุดการทดสอบที่ 3.....	116
แผนภูมิที่ 4.21	แสดงการเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลอง 1 และความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ชุดการทดสอบที่ 3 .....	117
แผนภูมิที่ 4.22	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร อุณหภูมิภายในอาคาร และอุณหภูมิกระเปาะเปียกภายนอกอาคารของอาคารทดลอง ของชุดการทดสอบที่ 4 .....	120
แผนภูมิที่ 4.23	แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศปกติสูงสุด อุณหภูมิอากาศสูงสุดภายนอกอาคารทดลอง 1 และอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายนอกอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืนของชุดการทดสอบที่ 4 .....	122
แผนภูมิที่ 4.24	แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศปกติเฉลี่ย อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารทดลอง 1 เฉลี่ยและอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารทดลอง 2 เฉลี่ย ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ของชุดการทดสอบที่ 4.....	123
แผนภูมิที่ 4.25	แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารทดลอง 1 เฉลี่ย และอุณหภูมิอากาศภายในอาคารทดลอง 2 เฉลี่ยในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ของชุดการทดสอบที่ 4 .....	124
แผนภูมิที่ 4.26	แสดงการเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ปกติ ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารทดลอง และความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลอง ชุดการทดสอบที่ 4 .....	127
แผนภูมิที่ 4.27	แสดงการเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ปกติ ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารทดลอง 1 และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ชุดการทดสอบที่ 4.....	129
แผนภูมิที่ 4.28	แสดงการเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลอง 1 และความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ชุดการทดสอบที่ 4 .....	130

แผนภูมิที่ 4.29	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร อุณหภูมิภายในอาคาร และอุณหภูมิกระเปาะเปียกภายนอกอาคาร ของอาคารทดลอง ของชุดการทดสอบที่ 5 .....	133
แผนภูมิที่ 4.30	แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศปกติสูงสุด อุณหภูมิอากาศสูงสุด ภายนอกอาคารทดลอง 1 และอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายนอกอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืนของชุดการทดสอบที่ 5 .....	135
แผนภูมิที่ 4.31	แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศปกติเฉลี่ย อุณหภูมิอากาศภายนอก อาคารทดลอง 1 เฉลี่ยและอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารทดลอง 2 เฉลี่ย ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ของชุดการทดสอบที่ 5.....	136
แผนภูมิที่ 4.32	แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารทดลอง 1 เฉลี่ย และอุณหภูมิอากาศภายในอาคารทดลอง 2 เฉลี่ยในช่วงเวลากลางวัน และช่วงเวลากลางคืน ของชุดการทดสอบที่ 5 .....	137
แผนภูมิที่ 4.33	แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ปกติ ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก อาคารทดลอง และความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลอง ชุดการทดสอบที่ 5 .....	140
แผนภูมิที่ 4.34	แสดงการเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ปกติ ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก อาคารทดลอง 1 และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ชุดการทดสอบที่ 5.....	142
แผนภูมิที่ 4.35	แสดงการเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลอง 1 และความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวันและ ช่วงเวลากลางคืน ชุดการทดสอบที่ 5 .....	143
แผนภูมิที่ 4.36	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร อุณหภูมิภายในอาคาร และอุณหภูมิกระเปาะเปียกภายนอกอาคาร ของอาคารทดลอง ของชุดการทดสอบที่ 6 .....	146
แผนภูมิที่ 4.37	แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศปกติสูงสุด อุณหภูมิอากาศสูงสุด ภายนอกอาคารทดลอง 1 และอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายนอกอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืนของชุดการทดสอบที่ 6 .....	148

แผนภูมิที่ 4.38	แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศปกติเฉลี่ย อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารทดลอง 1 เฉลี่ยและอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารทดลอง 2 เฉลี่ย ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ของชุดการทดสอบที่ 6.....	149
แผนภูมิที่ 4.39	แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารทดลอง 1 เฉลี่ย และอุณหภูมิอากาศภายในอาคารทดลอง 2 เฉลี่ยในช่วงเวลากลางวัน และช่วงเวลากลางคืน ของชุดการทดสอบที่ 6 .....	150
แผนภูมิที่ 4.40	แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ปกติ ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารทดลอง และความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลอง ชุดการทดสอบที่ 6 .....	153
แผนภูมิที่ 4.41	แสดงการเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ปกติ ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารทดลอง 1 และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ชุดการทดสอบที่ 6.....	155
แผนภูมิที่ 4.42	แสดงการเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลอง 1 และความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ชุดการทดสอบที่ 6 .....	156
แผนภูมิที่ 4.43	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร อุณหภูมิภายในอาคาร และอุณหภูมิกระเปาะเปียกภายนอกอาคาร ของอาคารทดลอง ของชุดการทดสอบที่ 7 .....	159
แผนภูมิที่ 4.44	แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศปกติสูงสุด อุณหภูมิอากาศสูงสุดภายนอกอาคารทดลอง 1 และอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายนอกอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืนของชุดการทดสอบที่ 7 .....	161
แผนภูมิที่ 4.45	แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศปกติเฉลี่ย อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารทดลอง 1 เฉลี่ยและอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารทดลอง 2 เฉลี่ย ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ของชุดการทดสอบที่ 7.....	162
แผนภูมิที่ 4.46	แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารทดลอง 1 เฉลี่ย และอุณหภูมิอากาศภายในอาคารทดลอง 2 เฉลี่ยในช่วงเวลากลางวัน และช่วงเวลากลางคืน ของชุดการทดสอบที่ 7 .....	163

แผนภูมิที่ 4.47	แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ปกติ ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารทดลอง และความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลอง ชุดการทดสอบที่ 7 .....	166
แผนภูมิที่ 4.48	แสดงการเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ปกติ ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารทดลอง 1 และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ชุดการทดสอบที่ 7.....	168
แผนภูมิที่ 4.49	แสดงการเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลอง 1 และความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ชุดการทดสอบที่ 7 .....	169
แผนภูมิที่ 4.50	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร อุณหภูมิภายในอาคาร และอุณหภูมิกระเปาะเปียกภายนอกอาคารของอาคารทดลอง ของชุดการทดสอบที่ 8 .....	172
แผนภูมิที่ 4.51	แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศปกติสูงสุด อุณหภูมิอากาศสูงสุดภายนอกอาคารทดลอง 1 และอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายนอกอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืนของชุดการทดสอบที่ 8 .....	174
แผนภูมิที่ 4.52	แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศปกติเฉลี่ย อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารทดลอง 1 เฉลี่ยและอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารทดลอง 2 เฉลี่ย ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ของชุดการทดสอบที่ 8.....	175
แผนภูมิที่ 4.53	แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารทดลอง 1 เฉลี่ยและอุณหภูมิอากาศภายในอาคารทดลอง 2 เฉลี่ยในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ของชุดการทดสอบที่ 8 .....	176
แผนภูมิที่ 4.54	แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ปกติ ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารทดลอง และความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลอง ชุดการทดสอบที่ 8 .....	179
แผนภูมิที่ 4.55	แสดงการเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ปกติ ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารทดลอง 1 และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ชุดการทดสอบที่ 8 .....	181

แผนภูมิที่ 4.56	แสดงการเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลอง 1 และความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลอง 2 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ชุดการทดสอบที่ 8 .....	182
แผนภูมิที่ 5.1	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายนอกอาคารทดลอง 2 ที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายนอกอาคารทดลอง 1 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ของทุกชุดการทดสอบ .....	186
แผนภูมิที่ 5.2	แสดงการเปรียบเทียบค่าของอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยภายนอกอาคารทดลอง 2 ที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับค่าของอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยภายนอกอาคารทดลอง 1 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ของทุกชุดการทดสอบ .....	189
แผนภูมิที่ 5.3	แสดงการเปรียบเทียบค่าของอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยภายในอาคารทดลอง 2 ที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับค่าของอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยภายในอาคารทดลอง 1 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ของทุกชุดการทดสอบ .....	192
แผนภูมิที่ 5.4	แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดภายนอกอาคารทดลอง 2 ที่เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดภายนอกอาคารทดลอง 1 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ของทุกชุดการทดสอบ .....	199
แผนภูมิที่ 5.5	แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยภายนอกอาคารทดลอง 2 ที่เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยภายนอกอาคารทดลอง 1 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ของทุกชุดการทดสอบ .....	200
แผนภูมิที่ 5.6	แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยภายในอาคารทดลอง 2 ที่เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยภายในอาคารทดลอง 1 ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ของทุกชุดการทดสอบ .....	203