ผลกระทบของวัสดุตกแต่งภายในต่อการสะสมความร้อนและความชื้นภายในอาคาร

นายวีรศักดิ์ ศลศิลป์ชัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีอาคาร ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-638-902-5

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I16218106

THE EFFECTS OF INTERIOR FINISHING MATERIALS ON HEAT AND MOISTURE ACCUMULATION IN BUILDING

Mr. Weerasak Sonsinchai

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Architecture in Building Technology
Department of Architecture
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 1997

ISBN 974-638-902-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลกระทบของวัสดุตกแต่งภายในต่อการสะสมความร้อนภายในอาคาร
โดย	นายวีรศักดิ์ ศลศิลป์ชัย
ภาควิชา	สถาปัตยกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. สุนทร บุญญาธิการ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์พิรัส เหล่าไพศาลศักดิ์

.....

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตรจารย์ นายแพทย์ศุภชัย ชุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เลอสม สถาปิตานนท์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ พิรัส เหล่าไพศาลศักดิ์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ พรรณชลัท สุริโยธิน)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

วีรศักดิ์ ศลศิลป์ชัย : ผลกระทบของวัสดุตกแต่งภายในต่อการสะสมความร้อนและความชื้นภายในอาคาร (THE EFFECTS OF INTERIOR FINISHING MATERIALS ON HEAT AND MOISTURE ACCUMULATION IN BUILDING) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร. สุนทร บุญญาธิการ, อ.พิรัส เหล่าไพศาลศักดิ์, 148 หน้า. ISBN 974-638-902-5

การใช้พลังงานภายในอาคารส่วนใหญ่เป็นผลมาจากการทำงานของระบบปรับอากาศ เพื่อปรับสภาวะภายในอาคารให้อยู่ในเขตสบาย ปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาวะภายในอาคารเกิดจากปริมาณความร้อนและความชื้นที่สะสมอยู่ในส่วนต่างๆของอาคาร วัสดุตกแต่งภายในทุกชนิดมีคุณสมบัติในการสะสมความร้อนและความชื้น ด้วยเหตุนี้การเลือกใช้วัสดุตกแต่งภายในจึงมีผลต่อการเพิ่มหรือลดภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมในการสะสมความร้อนและความชื้นของวัสดุตกแต่งภายในอาคาร ในสภาวะที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ให้คงที่ ปริมาณความร้อนและความชื้นที่สะสมอยู่ในวัสดุต่างๆภายในห้องจึงกลายเป็นภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ โดยเฉพาะในช่วงที่เริ่มเปิดระบบปรับอากาศ

กระบวนการวิจัยประกอบด้วย การศึกษาและรวบรวมข้อมูลของวัสดุตกแต่งภายในอาคารที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน โดยรวบรวมตัวอย่างของวัสดุตกแต่งภายในมาทดสอบจำนวน 32 ชนิด โดยแยกเป็น 6 กลุ่มได้แก่ วัสดุประเภทพรม วัสดุประเภทผ้า วัสดุบุเฟอร์นิเจอร์ วัสดุประเภทวอลล์เปเปอร์ วัสดุโครงสร้างภายใน และหนังสือ ขั้นตอนต่อมาคือการวิเคราะห์ความสามารถในการสะสมความร้อนและความชื้นของวัสดุแต่ละชนิด โดยการทำให้วัสดุดูดซับความร้อนและความชื้นอย่างเต็มที่ด้วยการนำไปไว้ภายนอกห้องปรับอากาศ ในขณะเดียวกันทำการตรวจสอบน้ำหนักของวัสดุตัวอย่างแต่ละชนิด เพื่อประเมินค่าน้ำหนักของวัสดุภายใต้สภาวะภายนอกที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างสูง ขั้นตอนต่อมาคือนำวัสดุเข้ามาไว้ภายในห้องปรับอากาศแล้วทำการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นที่ลดลงเนื่องจากการสูญเสียความชื้นภายในห้องปรับอากาศ ความแตกต่างระหว่างน้ำหนักที่อยู่ภายนอกเปรียบเทียบกับภายในห้องปรับอากาศก็คือความชื้นที่สะสมอยู่ในวัสดุ ซึ่งจะกลายเป็นภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศที่เกิดจากการสะสมความชื้นของวัสดุนั้น

ผลจากการวิจัยพบว่า พรมใยขนแกะ ซึ่งมีน้ำหนักของขนพรมเท่ากับ 2 ½ ปอนด์ต่อตารางหลา มีความสามารถในการสะสมความร้อนและความชื้นสูงสุดเมื่อเทียบกับวัสดุทั้งหมด ซึ่งมีปริมาณความร้อนแฝงเท่ากับ 227.77 บีทียูต่อตารางเมตรและมีค่าปริมาณความร้อนสัมผัสเท่ากับ 15.99 บีทียูต่อตารางเมตร คิดเป็นปริมาณความร้อนรวมเท่ากับ 243.76 บีทียูต่อตารางเมตร ในขณะที่ผ้าลินินมีความสามารถในการสะสมความร้อนและความชื้นต่ำสุด มีปริมาณความร้อนแฝงเท่ากับ 12.25 บีทียูต่อตารางเมตรและมีค่าปริมาณความร้อนสัมผัสเท่ากับ 0.64 บีทียูต่อตารางเมตร คิดเป็นปริมาณความร้อนรวมเท่ากับ 12.89 บีทียูต่อตารางเมตร ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยเป็นเพียงปริมาณความร้อนที่ได้จากการทดลองแต่ในการออกแบบเพื่อกำหนดภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศต้องใช้ค่าอุณหภูมิสูงสุดซึ่งเป็นค่าที่กำหนดจากมาตรฐานการปรับอากาศ (ASHRAE) จากการคำนวนพบว่า พรมใยขนแกะดังกล่าวมีปริมาณค่าความร้อนแฝงเท่ากับ 283.72 บีทียูต่อตารางเมตรและมีค่าปริมาณความร้อนสัมผัสเท่ากับ 47.96 บีทียูต่อตารางเมตร คิดเป็นปริมาณความร้อนรวมเท่ากับ 331.68 บีทียูต่อตารางเมตร ส่วนผ้าลินินมีค่าปริมาณความร้อนแฝงเท่ากับ 15.26 บีทียูต่อตารางเมตรและมีค่าปริมาณความร้อนสัมผัสเท่ากับ 1.64 บีทียูต่อตารางเมตร คิดเป็นปริมาณความร้อนรวมเท่ากับ 16.90 บีทียูต่อตารางเมตร ค่าสูงสุดที่ได้จากมาตรฐานการปรับอากาศ (ASHRAE) เมื่อนำมาคำนวนเปรียบเทียบพื้นที่วัสดุต่อขนาดเครื่องปรับอากาศ พบว่าพื้นที่พรมใยขนแกะคิดเป็น 36.1 ตารางเมตร/ตัน.ชั่วโมง. ผ้าลินินคิดเป็นพื้นที่ 710.1 ตารางเมตร/ตัน.ชั่วโมง. ผลการวิจัยแสดงว่าการสะสมความร้อนและความชื้นของวัสดุตกแต่งภายในมีอิทธิพลอย่างรุนแรงต่อการทำงานของระบบปรับอากาศ ดังนั้นในการเลือกใช้วัสดุตกแต่งภายในจำเป็นต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติในการสะสมความร้อนและความชื้นของวัสดุเพื่อลดภาระการปรับอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเริ่มต้นเปิดระบบปรับอากาศ

ภาควิชา สถาปัตยกรรมศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา เทคโนโลยีอาคาร ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2540 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

3971767025 MAJOR BUILDING TECHNOLOGY
# #
KEY WORD: INTERIOR FINISHING MATERIALS / HEAT AND MOISTURE / COOLING LOAD
WEERASAK SONSINCHAI : THE EFFECT OF INTERIOR FINISHING MATERIALS ON HEAT AND MOISTURE ACCUMULATION IN BUILDING, THESIS ADVISOR ASSO. PROF. SOONTORN BOONYATIKARN, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR LECTURER PIRAST LAOPISALSAK,
148pp. ISBN 974-638-902-5

Most of the energy consumption in the building is the result of the operation of air-conditioning system in order to control internal temperature at the comfort zone. One factor which influences the fluctuation of internal temperature is heat and moisture accumulation in the building. All finishing materials are of heat and moisture accumulation in characteristics. Therefore, the selection of internal finishing materials will affect on the increasing or reducing of the cooling load of air-conditioning system. The objective of this research is to study the behavior and performance characteristics of interior finishing materials with respect to accumulation of heat and moisture at a controlled temperature and relative humidity. The heat and moisture accumulated in the rooms will become the cooling load of air-conditioning system, especially at the beginning of the operation of air-conditioner.

According to the research methodology, the study included an actual application of altogether 32 interior finishing materials which were later divided into 6 groups. These are carpet, fabric, furniture lining, wallpaper, interior structural materials and loose materials such as books, magazines etc. Next step was to analyze the capacity of the heat and moisture accumulation of each material by placing them outside the room and allowing all materials to absorb heat and moisture at the utmost capacity. At the same time, the weight change of each one were recorded and comparison of heat and moisture retention of each material type were done inside the air-conditioning room. The different weight of each materials is the different amount of heat and moisture retention of the various interior materials. This refers that the different heat loads imposed on building cooling systems due to the different amount of heat and moisture retention of the various interior materials.

According to the findings, the 2 ½ pound wool carpet was the most capable material of accumulating heat and moisture with latent load at 227.7 Btu/sqm and sensible load at 15.99 Btu/sqm., or 243.76 Btu/sqm. total load. Lining, on the other hand, was the least capable in accumulating heat and moisture with 12.25 Btu/sqm latent load and 0.64 Btu/sqm sensible load., or 12.89 Btu/sqm. total load. However, the findings indicated merely total load. In the actual circumstance, total peak load must be used to set the standard design condition (ASHRAE). These calculations showed that the 2 ½ pound wool carpet contained latent load at 283.72 Btu/sqm and sensible load at 47.96 Btu/sqm., or 331.68 Btu/sqm. total load. Lining contained heat and moisture at 15.26 Btu/sqm latent load and 1.64 Btu/sqm sensible load., or 16.90 Btu/sqm. total load. When taking the peak load obtained from standard design condition (ASHRAE) into comparison area per ton-hour of air-conditioning system, the result showed that the 2 ½ pound wool carpet was 36.1 sqm/ton-hour. The lining was 710.1 sqm/ton-hour. The result of this research demonstrates that the interior finishing material strongly influence on heat and moisture accumulation imposed on air-conditioning system operation. Hence, the selection of interior finishing material has to concern with heat and moisture accumulation characteristic in order to alleviate cooling load, especially at the beginning of air-conditioning system operation.

ภาควิชา สถาปัตยกรรมศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา เทคโนโลยีอาคาร ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2540 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี จากความกรุณาของรองศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ และอาจารย์พิรัส เหล่าไพศาลศักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำปรึกษาตลอดจนข้อเสนอแนะต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการวิจัย นอกจากนี้ยังได้รับความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.เลอสม สถาปิตานนท์ และ อาจารย์ พรรณชลัท สุริโยธิน ซึ่งเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ทั้งนี้รวมถึงเพื่อนร่วมรุ่นทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจมาตลอด และเงินทุนวิจัยบางส่วนจากบัณฑิตวิทยาลัย และขอขอบพระคุณ

- ครอบครัวข้าพเจ้าที่ให้กำลังใจมาตลอด โดยเฉพาะคุณพ่อและคุณแม่สำหรับค่าใช้จ่ายต่างๆในการทำวิจัยตลอดมา
- ครอบครัวโกศัย สำหรับการอุปการะในทุกๆด้าน
- กรมพัฒนาและส่งเสริมการวิจัยพลังงานแห่งชาติ สำหรับเครื่องมือในการทำวิจัย
- อาจารย์วิไลพร พฤกษชาติ โรงเรียนระหานวิทยา จังหวัดกำแพงเพชร สำหรับเครื่องมือวิจัย
- ตลอดจนทุกท่านที่มิได้กล่าวถึง ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .....ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....จ
กิตติกรรมประกาศ .....ฉ
สารบัญ .....ช
สารบัญ(ต่อ).....ช
สารบัญตาราง .....ฌ
สารบัญตาราง(ต่อ).....ญ
สารบัญภาพประกอบ .....ฏ
สารบัญแผนภูมิ .....ฏ
สารบัญแผนภูมิ(ต่อ).....ฐ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา 2
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3
1.3 สมมุติฐานการวิจัย 3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย 4
1.5 ระเบียบวิธีวิจัย 4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5
บทที่ 2 ทฤษฎีและแนวความคิดที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย 6
2.1 การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร(Heat Transfer)..... 6
2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับการปรับอากาศ.....11
2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับความชื้น.....23
2.4 มวลสารและน้ำหนัก (Mass and Weight).....26
2.5 อิทธิพลของมวลสารต่อการสะสมความร้อน.....27
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....29

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 ลักษณะทางกายภาพของวัสดุที่ใช้ทำการวิจัย.....31
3.1 ความหมายและประวัติของการตกแต่งภายใน.....31
3.2 ลักษณะทางกายภาพของวัสดุตัวอย่างที่เลือกใช้ในการวิจัย.....32
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....48
บทที่ 4 การสะสมความร้อนและความชื้นของวัสดุตกแต่งภายใน.....48
4.1 ขั้นตอนและหลักเกณฑ์ในการทดสอบสมมุติฐาน.....48
4.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง.....54
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....110
5.1 ข้อสรุป.....110
5.2 ข้อเสนอแนะ.....116
รายการอ้างอิง.....118
ภาคผนวก ก. 120
ภาคผนวก ข. 130
ประวัติผู้เขียน 148

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 ลักษณะทางกายภาพของวัสดุที่ใช้ทำการวิจัย.....31
3.1 ความหมายและประวัติของการตกแต่งภายใน.....31
3.2 ลักษณะทางกายภาพของวัสดุตัวอย่างที่เลือกใช้ในการวิจัย.....32
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....48
บทที่ 4 การสะสมความร้อนและความชื้นของวัสดุตกแต่งภายใน.....48
4.1 ขั้นตอนและหลักเกณฑ์ในการทดสอบสมมุติฐาน.....48
4.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง.....54
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....110
5.1 ข้อสรุป.....110
5.2 ข้อเสนอแนะ.....116
รายการอ้างอิง.....118
ภาคผนวก ก. 120
ภาคผนวก ข. 130

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 Thermophysical Properties of Common Building Materials.....8
ตารางที่ 2.2 แสดงค่าการดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์และค่าการเปล่งรังสีความร้อน ของวัสดุสีขาวและโลหะมันวาว.....28
ตารางที่ 3.1 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติขั้นพื้นฐานของเส้นใย.....35
ตารางที่ 3.2 แสดงการดูดความชื้นของเส้นใย คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 40
ตารางที่ 4.1 แสดงตัวอย่างวัสดุตกแต่งภายในแต่ละประเภทที่นำมาใช้ในการทดลอง.....50
ตารางที่ 4.2 แสดงการจัดลำดับความสามารถในการสะสมความร้อนและความชื้น ของวัสดุแต่ละประเภท.....94
ตารางที่ 5.1 แสดงการจัดลำดับความสามารถในการสะสมความร้อนและความชื้น ของวัสดุแต่ละประเภท.....112
ตารางที่ 5.2 แสดงการเปรียบเทียบพลังงานรวมที่เกิดจากการใช้วัสดุ ตกแต่งภายในห้องประชุม.....114
ตารางที่ 5.3 แสดงการเปรียบเทียบพลังงานรวมที่ลดลง เนื่องจากการเปลี่ยนวัสดุ ตกแต่งภายในห้องประชุม.....115
ภาคผนวก ก. 117
ตารางที่ผ1.1 แสดง Design Values of a and b สำหรับค่า Cooling Load Factors for Lighting.....121
ตารางที่ผ1.2 แสดงค่า Cooling Load Factors for Lighting.....122
ตารางที่ผ1.3 แสดงค่า Heat Gain from Appliances.....124
ตารางที่ผ1.4 แสดงค่า Sensible Heat Cooling Load Factors for Appliances.....126
ตารางที่ผ1.5 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ในแต่ละวันตลอดปี.....127
ตารางที่ผ1.6 Psychrpmetric Chart 129

สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ข. 130
ตารางที่ผ2.1 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักของวัสดุตกแต่งภายใน เมื่ออยู่ภายนอก
และภายในห้องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 24°C ความชื้นสัมพัทธ์ 50%.....131
ตารางที่ผ2.2 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักของวัสดุตกแต่งภายใน เมื่ออยู่ภายนอก
และภายในห้องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 24°C ความชื้นสัมพัทธ์ 50%.....134
ตารางที่ผ2.3 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักต่อพื้นที่ 1 ตรม.ของวัสดุตกแต่งภายใน
เมื่ออยู่ภายนอก และภายในห้องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 24°C
ความชื้นสัมพัทธ์ 50%.....138
ตารางที่ผ2.4 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักต่อพื้นที่ 1 ตรม.ของวัสดุตกแต่งภายใน
เมื่ออยู่ภายนอก และภายในห้องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 24°C
ความชื้นสัมพัทธ์ 50%.....140
ตารางที่ผ2.5 แสดงพลังงานที่ใช้ในการรีดความชื้น (Latent Load) ซึ่งเกิดจาก
การสะสมความชื้นของวัสดุตกแต่งภายใน.....144
ตารางที่ผ2.6 แสดงพลังงานที่ใช้ในการทำความเย็น (Sensible Load) ซึ่งเกิดจาก
การสะสมความร้อนของวัสดุตกแต่งภายใน.....146

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพประกอบ

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ของการนำความร้อนในวัสดุกับความหนาแน่นของวัสดุ.....8
รูปที่ 2.2 แสดงการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารโดยผ่านผนัง.....9
รูปที่ 2.3 แสดงภาระความร้อนของกระบวนการปรับอากาศ.....12
รูปที่ 2.4 แผนภาพแสดงความร้อนที่ห้องได้รับทั้งหมด และความร้อนที่ถูกสะสมไว้ภายในห้อง....14
รูปที่ 2.5 แสดงผลของ Thermal Storage ในการเกิด Cooling Load ของอุปกรณ์ไฟฟ้า.....18
รูปที่ 2.6 แสดงค่าอุณหภูมิสมประสงค์ (Effective Temperature).....21
รูปที่ 2.7 แสดงค่าอุณหภูมิสมประสงค์สำหรับอากาศนิ่ง.....22
รูปที่ 3.1 แสดงตัวอย่างวัสดุที่ใช้ในการทดลอง.....44
รูปที่ 3.2 แสดงเครื่องมือ Hygro - Thermometre.....48
รูปที่ 3.3 แสดงเครื่องชั่งน้ำหนัก Digital รุ่น FA 2004 48
รูปที่ 4.1 แสดงการนำวัสดุทดลองวางไว้ภายนอกอาคาร ภายใต้สภาวะทางธรรมชาติ 54
รูปที่ 4.2 แสดงการนำวัสดุทดลองวางไว้ภายในห้องทดลอง
ภายใต้อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์คงที่.....55
รูป ที่4.3 แสดงตัวอย่างลักษณะการชั่งน้ำหนักของวัสดุทดลอง 55

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 4.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของวัสดุตกแต่ง
ประเภทพรม เมื่ออยู่ภายนอกและภายในห้องปรับอากาศ.....56
แผนภูมิที่ 4.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของวัสดุตกแต่ง ประเภทวัสดุบุเฟอร์นิเจอร์
เมื่ออยู่ภายนอกและภายในห้องปรับอากาศ.....64
แผนภูมิที่ 4.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของวัสดุตกแต่ง ประเภทผ้า
เมื่ออยู่ภายนอกและภายในห้องปรับอากาศ.....69
แผนภูมิที่ 4.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของวัสดุตกแต่ง ประเภทวัสดุโครงสร้าง
เมื่ออยู่ภายนอกและภายในห้องปรับอากาศ.....74
แผนภูมิที่ 4.5 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของวัสดุตกแต่ง ประเภทวอลล์เปเปอร์
เมื่ออยู่ภายนอกและภายในห้องปรับอากาศ.....77
แผนภูมิที่ 4.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของวัสดุตกแต่ง ประเภทหนังสือ
เมื่ออยู่ภายนอกและภายในห้องปรับอากาศ 80
แผนภูมิที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณความร้อนแฝง(Latent Load) ที่ได้จากการคำนวน
และ ทดลอง.....85
แผนภูมิที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณความร้อนสัมผัส(Sensible Load) ที่ได้จาก
การคำนวน และ ทดลอง.....88
แผนภูมิที่ 4.9 แสดงปริมาณความร้อนแฝงและความร้อนสัมผัส.....90
แผนภูมิที่4.10 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของวัสดุตกแต่ง ประพรม
เมื่ออยู่ภายนอกและภายในห้องปรับอากาศ.....97
แผนภูมิที่4.11 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของวัสดุตกแต่ง ประเภทวัสดุบุเฟอร์นิเจอร์
เมื่ออยู่ภายนอกและภายในห้องปรับอากาศ.....99
แผนภูมิที่4.12 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของวัสดุตกแต่ง ประเภทผ้า
เมื่ออยู่ภายนอกและภายในห้องปรับอากาศ.....101
แผนภูมิที่4.12 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของวัสดุตกแต่ง ประเภทวัสดุโครงสร้าง
เมื่ออยู่ภายนอกและภายในห้องปรับอากาศ.....103

สารบัญแผนภูมิ(ต่อ)

หน้า

แผนภูมิที่4.13 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของวัสดุตกแต่ง ประเภทวัสดุวอลลเปเปอร์
เมื่ออยู่ภายนอกและภายในห้องปรับอากาศ.....105
แผนภูมิที่4.14 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของวัสดุตกแต่ง ประเภทหนังสือ
เมื่ออยู่ภายนอกและภายในห้องปรับอากาศ.....107

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย