รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังของบ้านดิน

The Study and Analysis of Translation of Heat from Earth Structure's Wall

ณภัทร ศรีวัฒนประยูร
นฤมล แสนเสนา
พิมพ์ณภัท จันทร์ศรี

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังของบ้านดิน

The Study and Analysis of Translation of Heat from Earth Structure's Wall

โดย นางสาวณภัทร ศรีวัฒนประยูร

นางสาวนฤมล แสนเสนา

นางสาวพิมพ์ณภัท จันทร์ศรี

เดือน กันยายน พ.ศ. 2552

การศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังของบ้านดิน

The Study and Analysis of Translation of Heat from Earth Structure's Wall

ณภัทร ศรีวัฒนประยูร นฤมล แสนเสนา พิมพ์ณภัท จันทร์ศรี

Napat Sriwattanaprayoon Narumol Sansena Pimnapat Junsri

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการศึกษาถึงพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังของบ้านดิน เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการออกแบบสถาปัตยกรรมให้เหมาะสมกับเขตร้อนชื้น และการประหยัดพลังงาน โดยการทำสภาพแวดล้อมภายในงานสถาปัตยกรรมให้อยู่ในเขตสบายมากที่สุดหรือเย็นสบายที่สุดโดยไม่ปรับอากาศ ซึ่งบ้านดินมีคุณสมบัติที่ใกล้เคียง เนื่องจากบ้านดินมีการบริโภคพลังงานน้อยมาก เมื่อเทียบกับอาคารพักอาศัยประเภทอื่น

ในการศึกษาพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังของบ้านดินกรณีศึกษานั้น ได้กำหนดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 หลังคือ บ้านชั้นเดียว และบ้านชั้นครึ่ง ชุมชนอนุตตรธรรม จังหวัดนครราชสีมา และอาคารหอประชุมศุภสวัสดิ์ คลอง 15 จังหวัดนครนายก

จากผลการวิจัยพบว่า ผนังอิฐดินดิบมีค่าการต้านทานความร้อนสูง โดยเมื่อได้รับความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ผนังอิฐดินดิบจะมีการหน่วงเหนี่ยวความร้อนไว้ให้ถ่ายเทความร้อนสู่ภายในได้ช้าลง

สำหรับในช่วงกลางคืนเมื่อไม่ได้รับอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์ประกอบกับความร้อนภายในผนังยังไม่สามารถถ่ายเทความร้อนออกมาได้หมด แม้ว่าอุณหภูมิข้างนอกจะเย็นลงมากแล้ว จึงทำให้ความร้อนยังคงสะสมอยู่ในผนังและในตัวอาคาร ทำให้อากาศภายในอาคารยังคงอบอุ่นอยู่

โดยหากพิจารณาจากพื้นที่ศึกษา จะพบว่าบ้านตัวอย่างจากชุมชนอนุตรธรรม จังหวัดนครราชสีมานั้น มีความแตกต่างของอุณหภูมิภายนอกในช่วงเวลากลางวันและกลางคืนเป็นอย่างมาก แต่อุณหภูมิภายในบ้านดินนั้น มีความแตกต่างกันไม่เกิน 6 องศาเซลเซียส และพบว่าด้านที่มีอุณหภูมิสูงที่สุดคือ ทิศตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นไปตามทิศทางจากรังสีของดวงอาทิตย์ ถ้าหากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนของผนัง อาจจะเพิ่มความหนาของผนังด้านนี้ให้มากขึ้น

สำหรับความแตกต่างของอุณหภูมิผนังภายใน แต่ละด้านในช่วงเวลาเดียวกันนั้น บ้านชั้นเดียวจะมีความแตกต่างของอุณหภูมิผนังภายใน แต่ละด้านในช่วงเวลาเดียวกันเพียง 1 องศา

เซลเซียส เนื่องมาจากช่องเปิดที่มีน้อย และมีชายคาคลุมยาว บ้านชั้นครึ่งจะมีความแตกต่างในช่วงกลางวันค่อนข้างมาก คือ 4 องศาเซลเซียส อันมีผลมาจากช่องเปิดของอาคารที่มีมาก และชายคาที่ไม่ได้คลุมลงมาถึงผนังด้านล่าง แต่ในเวลากลางคืนจะแตกต่างกันเพียง 1 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับบ้านชั้นครึ่ง และผนังมีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อนเท่ากันคือประมาณ 4 ชั่วโมง

เมื่อนำผลการเก็บข้อมูลอุณหภูมิมาวิเคราะห์ประกอบกับแผนภูมิ Bioclimatic Chart นั้น พบว่าบ้านตัวอย่างจากชุมชนอนุตรธรรมนั้นอยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายตลอดทั้งวัน

ส่วนอาคารหอประชุมศุภสวัสดิ์ จังหวัดนครนายก มีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อน 1-2 ชั่วโมง เนื่องจากบริเวณโดยรอบอาคารมีสภาพเป็นคูคลองและมีต้นไม้ปกคลุมหนาแน่นทำให้บริเวณนั้นมีความชื้นสูง และสะสมอยู่ในผนังอิฐดินดิบ จึงทำให้การหน่วงเหนี่ยวมีค่าลดลง เนื่องจากความร้อนสามารถส่งผ่านผนังได้เร็วกว่าผนังอิฐดินดิบที่แห้ง นอกจากนี้ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังยังขึ้นอยู่กับวัสดุที่เป็นส่วนผสมของผนังอิฐดิบด้วย หากพิจารณาจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลจะพบว่ามีความแตกต่างของอุณภูมิผนังภายในอาคารถึง 8 องศาเซลเซียส และจากแผนภูมิ Bioclimatic Chart พบว่าอุณหภูมิและความชื้นภายในหอประชุมศุภสวัสดิ์ ที่ไม่มีความเร็วลมช่วงเวลากลางวัน โดยส่วนใหญ่อยู่นอกเขตสภาวะน่าสบายแต่เมื่อได้รับอิทธิพลจากความเร็วลมทำให้อุณหภูมิและความชื้นภายในบ้านเข้าสู่สภาวะน่าสบายเกือบทั้งวัน ยกเว้นช่วงเวลา 07.00 – 08.00 น. ที่มีความชื้นสูงจึงอยู่นอกเขตสภาวะน่าสบาย

พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังบ้านดินแบบอิฐดินดิบนี้เมื่อนำมาใช้กับงานสถาปัตยกรรม พบว่าเป็นมีความเป็นฉนวนที่เหมาะสม เนื่องจากมีการถ่ายเทความร้อนได้ช้า เหมาะสำหรับภูมิภาคที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันระหว่างกลางวันกับกลางคืนที่สูง หรืออากาศหนาวเย็นในเวลากลางคืน เนื่องจากมีการป้องกันการส่งผ่านความร้อนได้ดีช่วงกลางวันและสามารถเก็บสะสมอุณหภูมิไว้ในช่วงกลางคืนทำให้สภาพอุณหภูมิภายในอาคารค่อนข้างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามสภาพแวดล้อมอย่างรวดเร็วนัก

ศักยภาพ และข้อจำกัดของบ้านดิน ในเชิงพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังและแนวทางในการออกแบบการสร้างบ้านดิน

จากการวิจัยพบว่า หากจะทำให้บ้านดินสามารถคงอุณหภูมิที่จะทำให้อยู่ในสภาวะน่าสบายได้นั้น ตัวอาคารควรอยู่ในพื้นที่ที่มีความชื้นต่ำ อันสรุปได้จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างดังกล่าว และในทิศทางที่รับผลจากรังสีของดวงอาทิตย์โดยตรง ควรจะเพิ่มความหนาของผนังให้มากขึ้นเพื่อเพิ่มความเป็นฉนวน และอีกประการหนึ่ง บ้านดินจะมีความชื้นค่อนข้างสูง การใช้งานอาคารประเภทนี้ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการระบายอากาศที่ดี เพื่อลดความชื้นจากอาคาร และเมื่อมีช่องเปิดมากความร้อนก็จะเข้ามาได้มากเช่นกัน และทำให้ผนังดินรับน้ำหนักได้ลดลงดังนั้

จึงต้องพิจารณาความเหมาะสมด้วย และเนื่องจากดินเป็นวัสดุธรรมชาติที่มีการเสื่อมสภาพง่ายกว่าวัสดุก่อสร้างอื่นจึงต้องดูแลรักษาเป็นอย่างดี

คำสำคัญ : บ้านดิน, อุณหภูมิ , ความชื้น,สภาวะน่าสบาย(Comfort Zone)

Abstract

The purpose of project was to study translation of heat from earth structure's wall(adobe brick), for use in architectural designed for tropical zone and economize the energy. By made architectural environment to comfort zone not use air conditioner, Its nearly earth structure properties. Because the earth structure use energy less than the others.

In the behaviour education of translation of heat from earth structure's wall of sample case, had fix the amount sample 3 house. There were single-story house and one half-story house from Anuttarathum community Nakornrachsrima, and Supasawat auditorium building from 15th channel Nakornnayok.

From the research result, adobe wall had high heat resistance. When the sun radiated heat to adobe wall, The heat got slow ventilate to inside.

When did not receive the influence from the sun radioactivity at night. And heat it can was exhausted with the heat inside the wall yet. Although the temperature will have been very cold. Still made the heat to collected in the wall and building. Still made the warm air inside a building.

If consider from the Study area. Example house from Anuttarathum community Nakornrachsrima have different outside temperature of nighttime and daytime. But temperature in the earth structure was not difference exceed 6 degree celsius. And the most side at have the high temperature is the southwest. Which it was in line with the direction from the sun radioactivity. If want to increase efficiency in the heat prevention of the wall. Might go up this thick of the side wall too much.

For the difference of the inside wall temperature in same side and same time. A single-storied house will have the same difference of the inside wall temperature was not difference exceed 1 degree celsius. Because the channel opened less and the eaves covered have and

lengthily along the wall. And a one half-storied house had the difference inside wall temperature during the daytime very much, It was from the channel opens very much and the eaves didn't cover have and lengthily along the wall. But the difference of the inside wall temperature in nighttime was not exceed 1 degree celsius same as single-story house. And 4 hours of thermal time lag.

When collecting data have assembled the temperature one with the Bioclimatic chart. Its was found example house from Anuttarathum community be during the comfortable condition all day.

For Supasawat auditorium building from 15th channel Nakornnayok. The thermal time lag approximately 1-2 hours. Because the environs had the state to the channel ditch around. The tree covered have and densely and made high moistness. And collected in the adobe wall. It was decreasing thermal time lag . Because the heat can transmit to moisture adobe wall better than dry adobe wall. Besides the ventilation heat value still changes depending on the raw materials of adobe brick. If consider that data was found the difference of temperature inside a building to arrive at 8 degree celsius. From Bioclimatic Chart was found temperature and moistness inside Supasawat auditorium building at daytime there was not the time wind speed. Mainly It was outside the comfort zone. But moistness and temperature almost reach the comfort zone all day when had influence from the wind speed. Except duration time 07.00 – 08.00 am. had the high moistness was outside the comfort zone.

This translation of heat from earth structure's wall(adobe brick) when apply with the architecture work ,its will be appropriate insulator. Because of there can be the slow heat translation. Its convenient for provincial had the different temperature between the daytime on at nighttime or the air was cold on during nighttime. Because of the heat transmission prevention well when daytime. And collect heat in the period on night. Do not made the temperature state inside a building to be stable to follow the environment quickly.

The latency and the limitation of earth structure in the translation of heat and the trend in the building an earth structure designing.

From the research was found if temperature will be able to make that comfortable house to do for the condition be in. The building should be in the area at have the low moistness. The one can summarize from the data analysis result of the sample. And the direction at take from the

sun radioactivity should go up the thick of the wall for add the insulator being too much. The some again the earth structure had rather high moistness. This building kind usability, its necessary there must be the good ventilation very much. For decrease the moistness from a building. And when the channel opens very much The heat will be able to come also very much. The earthwall can take decreasing weight.Thus must consider the suitability. Must look after well because of construction materials soil is the other inventory at have the easy deterioration.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	III
สารบัญ	VI
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูป	IX
สารบัญแผนภูมิ	XI
บทนำ	1
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 แนวทางการดำเนินการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2ทฤษฎีและผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	6
2.2 สภาพภูมิอากาศร้อนชื้นของประเทศไทย	18
2.3 การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร	20
2.4 ค่าสัมประสิทธิ์ของการถ่ายเทความร้อน และช่วงเวลาหน่วงที่ความร้อนไหลผ่าน	25
2.5 ความเป็นมาของบ้านดิน	26
2.6 ร่องรอยบ้านดินในประเทศไทย	31
2.7 ลักษณะของดินที่ใช้ในการก่อสร้าง	32
2.8 หลักการออกแบบบ้านดินเบื้องต้น	35
2.9 เทคนิคต่างๆในการสร้างบ้านดินในประเทศไทย	37
2.10 การก่อสร้างด้วยอิฐดินดิบ (Adobe)	39
2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	41

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 ระเบียบวิธีการวิจัย 48

3.1 กลุ่มตัวอย่างกรณีศึกษา 49

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล 52

3.3 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา 54

3.4 วิธีการเก็บข้อมูล 54

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 55

3.6 การสรุปผลการศึกษา 56

บทที่ 4 ผลการศึกษา 57

4.1 ข้อมูลด้านกายภาพของอาคาร 57

4.2 ผลการเก็บข้อมูลของอุณหภูมิ 69

4.3 ผลการเก็บข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ของอาคารทั้งสามกรณีศึกษา 84

4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ทฤษฎี ไบโอไคลเมติก ชาร์ทของ Victor Olgyay 87

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 93

5.1 สรุปผลการทดลอง 93

5.2 ข้อเสนอแนะ 95

บรรณานุกรม 95

ภาคผนวก 96

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	วิกฤตของความร้อนในร่างกายมนุษย์ Critical body temperatures	13
2.2	วิกฤตของความร้อนในร่างกายมนุษย์ Critical Body Temperatures (ต่อ)	14
2.3	แสดงการเปรียบเทียบค่าสภาพนำความร้อน (Thermal Conductivity)	22
2.4	แสดงค่าสภาพเปล่งความร้อนของผิววัสดุชนิดต่างๆ (Emissivity of some Typical Surface)	23
2.5	ค่าสภาพสะท้อนรังสีตามความเข้มของสีของผิววัสดุต่างๆ (Reflectivity of Materials)	24
2.6	แสดงสภาพสะท้อนความร้อน (Reflectivity) ของวัสดุต่างๆ ที่มีทั้งการทาสีผิววัสดุ และวัสดุที่เป็นสีธรรมชาติ	25
2.7	แสดงค่าช่วงเวลาการหน่วงที่ความร้อนไหลผ่านวัสดุ	26
4.1	ข้อมูลพื้นฐานบ้านกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 หลัง	63
4.2	แสดงปัจจัยที่มีผลต่ออุณหภูมิภายในบ้าน	65
4.3	แสดงข้อจำกัดในการใช้งานบ้านดิน	66
4.4	แสดงถึงตำแหน่งทิศและ หมายเลขของผนังที่ทำการเก็บอุณหภูมิบ้านดินหลังที่1	67
4.5	แสดงถึงตำแหน่งทิศและหมายเลขของผนังที่ทำการเก็บอุณหภูมิบ้านดินหลังที่ 2	68
4.6	แสดงถึงตำแหน่งทิศและหมายเลขของผนังที่ทำการเก็บอุณหภูมิบ้านดินหลังที่ 3	68

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 "THE COMFORT ZONE"The Bioclimatic Comfort Chart 8

2.2 การถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นกับวัสดุเมื่อได้รับแสงอาทิตย์ 21

2.3 บ้านดินบริเวณแอ่งแอฟริกา 27

2.4 บ้านดินบริเวณแอ่งแอฟริกาประเทศมาลี 28

2.5 ดีวา (Dewa) ซากสิ่งก่อสร้างของอินเดียแดงเผ่าอนาซาซี (Anazazy) 29

2.6 เมสาเวอร์เด(Messaverde) ชุมชนสมัยโบราณ 29

2.7 หมู่บ้านเต๋าของเผ่า พเวบ-โล (Pueblo) 30

2.8 การทดสอบคุณสมบัติของดินเหนียว 34

2.9 การทดสอบคุณสมบัติของดินเหนียวด้วยการหัก 34

2.10 การทดสอบเพื่อดูสัดส่วนของทราย ดินตะกอน และดินเหนียว 35

2.11 เทคนิคการก่อด้วยอิฐดินดิบ (Adobe) 37

2.12 เทคนิคดินปั้น (Cob) 37

2.13 เทคนิคดินปั้นกับโครงไม้ (Wattle and Daub) 38

2.14 การใช้เศษไม้หรือหิน (Cordwood or Stone) เป็นโครงสร้าง 38

2.15 เทคนิคดินอัด (Rammed Earth) 39

2.16 อิฐดินดิบที่นำมาตากแดด 40

3.1 อาคารดินตัวอย่างที่ 1 ชุมชนอนุตตรธรรม อ.เมือง จ.นครราชสีมา 49

3.2 อาคารดินตัวอย่างที่ 2 ชุมชนอนุตตรธรรม อ.เมือง จ.นครราชสีมา 50

3.3 อาคารดินตัวอย่างที่ 3 อาคารหอประชุมศุภสวัสดิ์ อาศรมวงษ์สนิท คลอง 15 จ.นครนายก 50

3.4 ลักษณะและขนาดของอิฐดินดิบ 51

3.5 การสร้างบ้านด้วยอิฐดินดิบ 51

3.6 การสร้างบ้านด้วยอิฐดินดิบ 52

3.7 อินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์ 52

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.8 "HOBO" data logger 53

3.8 เครื่องวัดความเร็วลม Testo 425 53

4.1 แปลนบ้านชั้นเดียวขนาดเล็ก 57

4.2 แบบรูปด้าน 1 และภาพถ่ายของผนังด้าน 1 58

4.3 แบบรูปด้าน 2 และภาพถ่ายของผนังด้าน 2 58

4.4 แบบรูปด้าน3 และภาพถ่ายของผนังด้าน 3 58

4.5 แบบรูปด้าน 4 และภาพถ่ายของผนังด้าน 4 59

4.6 แปลนชั้น 1 บ้านชั้นครึ่ง 59

4.7 แปลนชั้น 2 บ้านชั้นครึ่ง 59

4.8 แบบรูปด้าน1 และภาพถ่ายของผนังด้าน 1 60

4.9 แบบรูปด้าน2 และภาพถ่ายของผนังด้าน 2 60

4.10 แบบรูปด้าน 3 และภาพถ่ายของผนังด้าน 3 60

4.11 แบบรูปด้าน4 61

4.12 แปลน อาคารหอประชุมศุภสวัสดิ์ 61

4.13 รูปด้าน1 62

4.14 รูปด้าน2 62

4.15 รูปด้าน3 62

4.16 รูปด้าน4 63

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
4.1	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังภายในอาคาร ณ วันที่ 23-24 สิงหาคม2551	69
4.2	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังภายนอกอาคาร ณ วันที่ 23-24 สิงหาคม2551	70
4.3	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังภายนอกกับภายใน ทิศตะวันตกเฉียงใต้	71
4.4	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังภายนอกกับภายใน ทิศตะวันออกเฉียงใต้	71
4.5	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังภายนอกกับภายใน ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	72
4.6	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังภายนอกกับภายใน ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	72
4.7	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังภายในอาคาร ณ วันที่ 22-23 พฤศจิกายน 2551	74
4.8	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังภายนอกอาคาร ณวันที่ 22-23 พฤศจิกายน 2551	75
4.9	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังภายนอกกับภายใน ทิศตะวันตกเฉียงใต้	76
4.10	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังภายนอกกับภายใน ทิศตะวันออกเฉียงใต้	76
4.11	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังภายนอกกับภายใน ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	77
4.12	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังภายนอกกับภายใน ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	77
4.13	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังภายในอาคาร ณ วันที่ 28-29 เมษายน 2551	79
4.14	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังภายนอกอาคาร ณวันที่ 28-29 เมษายน 2551	80
4.15	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังภายนอกกับภายใน ทิศตะวันตกเฉียงใต้	81
4.16	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังภายนอกกับภายใน ทิศตะวันออกเฉียงใต้	81
4.17	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังภายนอกกับภายใน ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	82
4.18	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังภายนอกกับภายใน ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	82
4.19	แสดงความชื้นสัมพัทธ์ภายในบ้านชั้นเดียวขนาดเล็ก วันที่ 24-25 สิงหาคม 25	84
4.20	แสดงความชื้นสัมพัทธ์ภายในบ้านชั้นครึ่ง วันที่ 22-23 พฤศจิกายน 2551	85
4.21	แสดงความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารหอประชุมศุภสวัสดิ์ วันที่ 28-29 เมษายน 2551	85
4.22	แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารบ้านชั้นเดียวขนาดเล็ก บ้านชั้นครึ่งและอาคารหอประชุมศุภสวัสดิ์	86

สารบัญแผนภูมิ(ต่อ)

แผนภูมิที่ **หน้า**

4.23 แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ 87
ภายในบ้านชั้นเดียวขนาดเล็ก วันที่ 24 สิงหาคม 2551
4.24 แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ 88
เมื่อมีอิทธิพลของความเร็วลม ภายในบ้านชั้นเดียวขนาดเล็ก วันที่ 24 สิงหาคม2551
4.25 แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ 89
ภายในบ้านชั้นครึ่ง วันที่ 25 พฤศจิกายน 2551
4.26 แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ 90
และความเร็วลมภายในบ้านชั้นครึ่ง วันที่ 25 พฤศจิกายน 2551
4.27 แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ 91
ภายในอาคารหอประชุมสุขสวัสดิ์ วันที่ 29 เมษายน 2551
4.28 แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ 92
เมื่อมีอิทธิพลของความเร็วลมภายในอาคารหอประชุมสุขสวัสดิ์ วันที่ 29 เมษายน 2551

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี