

การศึกษาทางด้านความร้อนของผนังดินเหนียว  
เพื่อนำมาใช้สำหรับอาคาร

The Thermal Study of Soil Vetiveria Zizanioides Wall  
For Building

นายกิตติศักดิ์	จันทร์	รหัส 49360099
นายภาสกร	ศิริพันธุ์	รหัส 49361454
นายกัมพล	พงษ์สีมา	รหัส 49363410

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนเรศวร  
ปีการศึกษา 2552

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ..... 21, ก.ค. 2554
เลขทะเบียน..... 1555 6922
เลขเรียกหนังสือ..... นร.
มหาวิทยาลัยธนเรศวร 17675 11

2562



## ใบรับรองโครงการวิศวกรรมเครื่องกล

หัวข้อโครงการ : การศึกษาทางด้านความร้อนของผนังดินเหนียวหุ้มฝาแฝด  
เพื่อนำมาใช้สำหรับอาคาร


ผู้ดำเนินโครงการ : นายกิตติศักดิ์ จันดารา รหัส 49360099  
นายภาสกร ศิริพันธุ์ รหัส 49361454  
นายกัมพล พงษ์สีมา รหัส 49363410

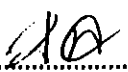
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ : อาจารย์นินนาท ราชประดิษฐ์

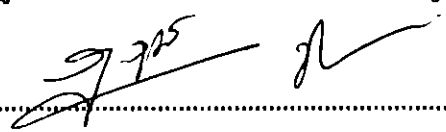
สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี อนุมัติโครงการฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล  
คณะกรรมการสอบโครงการ

  
.....ประธานกรรมการ  
(อาจารย์ นินนาท ราชประดิษฐ์)

  
.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิยะนันท์ เจริญสุวรรณค์)

  
.....กรรมการ  
(ดร. รัฐภูมิ ปรีชาติปรีชา)

หัวข้อโครงการ	: การศึกษาทางด้านความร้อนของผนังคินเหนียวหุ้มฝาแฝก เพื่อนำมาใช้สำหรับอาคาร		
ดำเนินโครงการ	: นายกิตติศักดิ์ จันดารา	รหัส	49360099
	: นายภาสกร ศิริพันธุ์	รหัส	49361454
	: นายกัมพล พงษ์สีมา	รหัส	49363410
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ	: อาจารย์นันทนาท ราชประดิษฐ์		
สาขาวิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล		
ภาควิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร		
ปีการศึกษา	: 2552		

### บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาทางด้านความร้อนของผนังคินเหนียวหุ้มฝาแฝกเพื่อนำมาใช้สำหรับอาคาร ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุง หรือเปรียบเทียบถึงอัตราส่วนผสมของผนังคินเหนียวหุ้มฝาแฝก และช่วยพิจารณาในการเลือกใช้อัตราส่วนผสมของผนังคินเหนียวหุ้มฝาแฝก เพื่อให้มีความสบายกับผู้อยู่อาศัย ซึ่งได้ทำการทดลองและเก็บข้อมูลที่ศาลฟ้าชั้น 2 หอพักจันทร์สุริยา มหาวิทยาลัยนเรศวร

โครงการนี้ทำการทดลองโดยใช้ผนังคินเหนียวหุ้มฝาแฝกในอัตราส่วนผสม 5 ชนิด ผนังคอนกรีต และผนังอิฐมวลเบา บันทึกข้อมูลของอุณหภูมิที่ตำแหน่งผิวด้านนอก กึ่งกลางผนัง และผิวผนังด้านใน โดยบันทึกข้อมูลทุก 5 นาที ทั้งหมด 24 ชั่วโมง แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาสร้างกราฟ และหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ย เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับความเข้มรังสีอาทิตย์ และเพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์จึงได้มีการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยเปรียบเทียบผนังคอนกรีต อิฐมวลเบา และผนังคินเหนียวหุ้มฝาแฝก มาใช้ในการวิเคราะห์และสรุปผล

จากการศึกษาทดลองพบว่า อุณหภูมิของผนังคินเหนียวหุ้มฝาแฝก 60% มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าผนังคินเหนียวหุ้มฝาแฝกอัตราส่วนผสมอื่นๆ อุณหภูมิของผนังคอนกรีต อิฐมวลเบา และผนังคินเหนียวหุ้มฝาแฝก 60 % มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นและลดลงตามความเข้มแสงอาทิตย์ แต่ยังคงมีการเก็บความร้อน เนื่องจากมวล ค่าความจุความร้อนจำเพาะ และความชื้น แล้วค่อยๆคายความร้อนจนอุณหภูมิลดลงอย่างช้าๆ เมื่อเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการทดลองกับค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์พบว่าค่าที่ได้จากแบบจำลองจะต่ำกว่าค่าจากการทดลองเล็กน้อย โดยมีค่าความคลาดเคลื่อน 1-9 %

Project Title : The Thermal Study of Soil Vetiveria Zizanioides Wall  
for building

Name : Mr. Kittisak Jundara ID. 49360099  
: Mr. Pussakorn Siripun ID. 49361454  
: Mr. Kumpol Pongseema ID. 49363410

Project Advisor : Mr. Ninnart Ratchapradit

Department : Mechanical Engineering

Academic Year : 2009

---

### Abstract

This project is the experiment for studies the thermal study of soil vetiveria Zizanioides wall for building. This can be used as a guideline to improve or compare to the mixed soil vetiveria Zizanioides wall, determine for choose the mixed soil vetiveria Zizanioides wall. In addition to comfortable for living. Which was tested and collected data at Junsuriya apartment Naresuan University.

This project will be conducted by use the mixed soil vetiveria Zizanioides wall five size, concrete wall, soft brick wall. Collected data at every five minute at on twenty four hours. Then the data from experiment to be plot graft and calculate average temperature to compare with day light. And be easy to the analysis has math model by compare with concrete wall, soft brick wall, and soil vetiveria Zizanioides wall 60% to the analysis and conclusions.

From the study showed that the temperature of soil vetiveria Zizanioides wall 60% have the average temperature less than other soil vetiveria Zizanioides wall .And temperature of concrete wall, soft brick wall, and soil vetiveria Zizanioides wall 60% have increase and lower as day light. But still have heat retention as mass, specific heat capacity and moisture. Then exothermic until temperature lower slowly. When compare with math model values obtained is lower actual values by margin of error at 1-9 percent.

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ดำเนินโครงการขอขอบพระคุณคณะบุคคล และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ ให้คำปรึกษาให้โครงการประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ซึ่งได้แก่

1. อาจารย์นิพนธ์ ราชประดิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิยะนันท์ เจริญสวรรค์
3. ดร. รัฐภูมิ ปรีชาดิปรีชา
4. คณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ตลอดจนคำแนะนำ
5. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
6. วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร
7. หอพักจันทร์สุริยาที่เอื้อเพื่อสถานที่ทำการทดลอง
8. สมาชิกในกลุ่มและเพื่อนทุกคน

รวมทั้งขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา รวมทั้งผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้  
ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้เสมอมา

คณะผู้จัดทำโครงการ

## สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงการ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูปภาพ	ช
สารบัญกราฟ	ฌ
รายการสัญลักษณ์	ฎ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	<b>1</b>
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบข่ายของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับ	2
1.5 ระยะเวลาการดำเนินงาน	2
1.6 สถานที่ปฏิบัติงาน	3
1.7 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน	3
1.8 งบประมาณที่ใช้	3
<b>บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี</b>	<b>4</b>
2.1 การถ่ายเทความร้อน	4
2.1.1 การนำความร้อน	4
2.1.2 การพาความร้อน	5
2.1.3 การแผ่รังสีความร้อน	5
2.2 อัตราการถ่ายเทความร้อน	6

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3 ระเบียบวิธีผลต่างสี่บเนื่อง (Finite Difference)	7
2.3.1 The Explicit Method	7
2.3.2 วิธีโดยนัย (Implicit method)	9
<b>บทที่ 3 การดำเนินงาน</b>	<b>10</b>
3.1 ตอนที่ 1 การสร้างผนังจำลองจากดินเหนียวผสมหญ้าแฝก	10
3.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน	10
3.1.2 วัสดุที่ใช้	10
3.1.3 วิธีการดำเนินโครงการ	10
3.1.4 ขั้นตอนการเตรียมวัสดุและการขึ้นรูป	12
3.2 ตอนที่ 2 การเก็บข้อมูล	18
3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำการเก็บข้อมูล	18
3.2.2 วัสดุที่ใช้	18
3.2.3 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	18
3.2.4 ตำแหน่งวัด	24
3.2.5 ห้องทดลอง	25
3.2.6 อุปกรณ์และเครื่องมือวัด	26
3.3 วิธีการทดลองและเก็บข้อมูล	27
<b>บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์</b>	<b>29</b>
4.1 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผนังคอนกรีต ผนังอิฐมวลเบา และผนังดินเหนียวหญ้าแฝก	30
4.1.1 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผนังคอนกรีต ผนังอิฐมวลเบา และผนังดินเหนียวหญ้าแฝกตามเวลาและ ความเข้มแสงอาทิตย์	31

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.1.2 อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังคอนกรีต ผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน และผนังอิฐมวลเบา ณ จุดต่างๆเวลา 24 ชั่วโมง	33
4.1.3 อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังคอนกรีต ผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน และผนังอิฐมวลเบา ณ จุดต่างๆเวลากลางวัน	35
4.1.4 อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังคอนกรีต ผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน และผนังอิฐมวลเบา ณ จุดต่างๆเวลากลางคืน	37
4.2 การเปรียบเทียบผนังดินเหนียวหุ้มฉนวนแต่ละส่วนผสม	39
4.2.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของผนังดินเหนียวหุ้มฉนวนแต่ละส่วนผสม	40
4.2.2 อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 50% 60% 70% 80% และ 90% ณ เวลา 24 ชั่วโมง	42
4.2.3 อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 50% 60% 70% 80% และ 90% ณ เวลากลางวัน	44
4.2.4 อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 50% 60% 70% 80% และ 90% ณ เวลากลางคืน	46
4.3 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของผนัง	48
4.3.1 วัตถุประสงค์	48
4.3.2 การวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของผนัง	48
4.3.3 ผลการทดสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	53
4.3.4 เปรียบเทียบอุณหภูมิในแต่ละตำแหน่งของผนังคอนกรีต ที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ กับผลการทดลองจริง	55



## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3.5 เปรียบเทียบคุณสมบัติในแต่ละตำแหน่งของผนังอิฐมวลเบา ที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ กับผลการทดลองจริง	57
4.3.6 เปรียบเทียบคุณสมบัติในแต่ละตำแหน่งของผนัง ดินเหนียวหุ้มฉนวน 60% ที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลอง ทางคณิตศาสตร์กับผลการทดลองจริง	59
4.4 วิเคราะห์การกลาดเคลื่อนของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	61
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	62
5.1 สรุปผลการทดลอง	62
5.2 ข้อเสนอแนะ	63
5.3 แนวทางการพัฒนา	63
เอกสารอ้างอิง	64
ภาคผนวก ก ผลการทดลอง	65
ภาคผนวก ข ผลจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	89
ภาคผนวก ค ขั้นตอนการใช้งานเครื่อง Agilent Benchlink Data Logger	138
ประวัติผู้จัดทำโครงการ	144

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.5 ระยะเวลาการดำเนินงาน	2
3.1 ตารางข้อมูลการขึ้นรูป	15
ก.1 ตารางแสดงข้อมูลการทดลอง วันที่ 7 มิถุนายน 2553	65
ก.2 ตารางค่าความเข้มแสงอาทิตย์ วันที่ 7 มิถุนายน 2553	77
ข.1 ตารางแสดงข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของผนังคอนกรีต ผนังอิฐมวลเบา และผนังคินเหนียวหุ้มฉนวน 60% วันที่ 7 มิถุนายน 2553	89
ข.2 ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังคอนกรีต ที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง	101
ข.3 ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังอิฐมวลเบา ที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง	113
ข.4 ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังคินเหนียวหุ้มฉนวน 60% ที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง	125

## สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 แผนภาพอธิบายกลไกการหาผลเฉลยด้วยวิธีโดยลำดับ เมื่อ $n$ คือรอบการคำนวณ (Explicit Method)	8
2.2 แผนภาพอธิบายกลไกการหาผลเฉลยด้วยวิธีโดยนัย เมื่อ $n$ คือรอบการคำนวณ (Implicit method)	9
3.1 ผังแสดงขั้นตอนการดำเนินการ	11
3.2 ดินเหนียว	12
3.3 หมักดินเหนียวทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อนำไปผสมกับหญ้าแฝกสับ	12
3.4 การสับหญ้าแฝกยาว 2-5 เซนติเมตร	13
3.5 แม่แบบไม้ที่ชุบน้ำมัน	13
3.6 หญ้าแฝก	14
3.7 การหญ้าแฝกกับดินเหนียวทิ้งไว้ 1 วัน	14
3.8 ดินเหนียวหญ้าแฝก 50% ขึ้นรูปในแม่แบบ	16
3.9 ดินเหนียวหญ้าแฝก 60% ขึ้นรูปในแม่แบบ	16
3.10 ดินเหนียวหญ้าแฝก 70% ขึ้นรูปในแม่แบบ	16
3.11 ดินเหนียวหญ้าแฝก 80% ขึ้นรูปในแม่แบบ	16
3.12 ดินเหนียวหญ้าแฝก 90% ขึ้นรูปในแม่แบบ	17
3.13 การถอดแม่แบบไม้ ออกเมื่อผ่านไป 1 วัน	17
3.14 ผงที่พร้อมใช้งาน	17
3.15 ผังแสดงขั้นตอนการดำเนินการ	19
3.16 นำผงดินเหนียวหญ้าแฝกของเคม้ออก	20
3.17 นำสายเทอร์โมคัปเปิลสำหรับวัดค่าออก	21
3.18 ติดตั้งผงดินเหนียวหญ้าแฝกชุดใหม่	21
3.19 การฉาบประสานผนัง	22
3.20 ผนังดินเหนียวหญ้าแฝกที่ติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว	23

## สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.21 Control volume สำหรับทำการทดลอง	24
3.22 ภาพ sketch ของผนังที่จะใช้ทำการทดลอง	25
3.23 ผนังที่ใช้ทดลอง	25
3.24 Agilent Benchlink Data Logger	26
3.25 สายเทอร์โมคัปเปิลส่วนที่ต่อเข้ากับเครื่อง Agilent Benchlink Data Logger	27
3.26 สายเทอร์โมคัปเปิลส่วนที่ต่อกับจุดที่จะวัดบนผนัง	27
3.27 การเก็บข้อมูลช่วงเวลากลางคืน	28
4.1 แสดง Control volume การหาอุณหภูมิที่ตำแหน่ง $T_1$	48
4.2 แสดง Control volume การหาอุณหภูมิที่ตำแหน่ง $T_2$	50
4.3 แสดง Control volume การหาอุณหภูมิที่ตำแหน่ง $T_3$	51
ก.1 แสดงการต่อสายเทอร์โมคัปเปิลเข้าเครื่อง Agilent Benchlink Data Logger	138
ก.2 – ก.9 แสดงการใช้โปรแกรม Agilent Benchlink Data Logger	139



## สารบัญกราฟ

กราฟที่	หน้า
4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิตามเวลา ณ จุดต่างๆเทียบกับความเข้มแสงอาทิตย์	31
4.2 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยของผนังทั้ง 3 ชนิด ที่ตำแหน่งต่างๆเวลา 24 ชั่วโมง	33
4.3 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยของผนังทั้ง 3 ชนิด ที่ตำแหน่งต่างๆเวลากลางวัน	35
4.4 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยของผนังทั้ง 3 ชนิด ที่ตำแหน่งต่างๆเวลากลางคืน	37
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิตามเวลาของผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 5 ชนิด ณ จุดต่างๆ	40
4.6 อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังดินเหนียวหุ้มฉนวนทั้ง 5 ชนิด ที่ตำแหน่งต่างๆเวลา 24 ชั่วโมง	42
4.7 อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังดินเหนียวหุ้มฉนวนทั้ง 5 ชนิด ที่ตำแหน่งต่างๆเวลากลางวัน	44
4.8 อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังดินเหนียวหุ้มฉนวนทั้ง 5 ชนิด ที่ตำแหน่งต่างๆเวลากลางคืน	46
4.9 ค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในแต่ละตำแหน่งของผนังทั้ง 3 ชนิด	53
4.10 แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามเวลาของผนังคอนกรีต ที่ได้จากการคำนวณ โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เทียบกับการ เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามเวลาที่ ได้จากการทดลองจริง	55
4.11 แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามเวลาของผนังอิฐมวลเบา ที่ได้จากการคำนวณ โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เทียบ กับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามเวลาที่ ได้จากการทดลองจริง	57
4.12 แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามเวลาของผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60% ที่ได้จากการคำนวณ โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เทียบ กับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามเวลาที่ ได้จากการทดลองจริง	59

## รายการสัญลักษณ์

สัญลักษณ์		หน่วย
$A$	พื้นที่หน้าตัดของวัตถุ	$m^2$
$C_p$	ค่าความร้อนจำเพาะ (Specific heat) ที่ความดันคงที่ของอากาศ	$kJ / kg.K$
$F_0$	ตัวเลขฟูเรียร์	
$h$	สัมประสิทธิ์การพาความร้อน (heat transfer coefficient)	$W / m^2.K$
$I_t$	ค่ารังสีอาทิตย์รวม	$W / m^2$
$i$	ตำแหน่งของจุดอุณหภูมิในแนวแกน $x$	
$k$	ค่าการนำความร้อน	$W / m^2$
$n$	ช่วงเวลา	
$Q$	อัตราการถ่ายเทความร้อน	$W$
$Q_s$	อัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัส	$kW$
$T$	อุณหภูมิ	$K$
$T_i^n$	ตำแหน่ง $n$ อุณหภูมิปัจจุบันมีหน่วยเป็น	$K$
$T_i^{n+1}$	อุณหภูมิที่ตำแหน่งปัจจุบันเวลาถัดไป	$K$
$T_{i+1}^n$	ตำแหน่งอุณหภูมิที่จุดถัดไปเวลาปัจจุบัน	$K$
$T_{i-1}^n$	ตำแหน่งอุณหภูมิที่จุดก่อนหน้าเวลาปัจจุบัน	$K$
$T_{i+1}^{n+1}$	ตำแหน่งอุณหภูมิที่จุดถัดไปเวลาถัดไป	$K$
$T_{i-1}^{n+1}$	ตำแหน่งอุณหภูมิที่จุดก่อนหน้าของเวลาถัดไป	$K$
$T_s^4$	อุณหภูมิพื้นผิว	$K$
$t_{in}$	อุณหภูมิของอากาศเข้า	
$t_{out}$	อุณหภูมิของอากาศออก	
$V$	ความเร็วลมเฉลี่ยอากาศแวดล้อมมีค่าประมาณ 2.5 m/s	
$\dot{V}_{ae}$	อัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศ	$m^3 / s$
$\Delta T$	ผลต่างของอุณหภูมิ	$K$

## รายการสัญลักษณ์ (ต่อ)

สัญลักษณ์		หน่วย
$\Delta t$	ผลต่างของช่วงเวลา	
$\Delta x$	ผลต่างของระยะทาง	
$\alpha$	อัตราการแพร่กระจายของความร้อน (Thermal Diffusivity)	$m^2 / s$
$\varepsilon$	ค่าการแผ่รังสี	
$\rho$	ความหนาแน่น	$kg / m^3$
$\sigma$	ค่าคงที่สเตเฟน - โบลซ์แมน (Stefan-Boltzmann Constant) $5.66 \times 10^{-8}$	



## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ผนังอาคาร เป็นอุปกรณ์สำหรับกันหรือแบ่งอาคารเป็นห้องๆ ผนังอาคารมีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์เป็นอย่างมาก ผนังมีหลากหลายชนิดและหลากหลายวัสดุที่นำมาใช้เป็นผนัง ทั้งนี้เพื่อเหมาะสมกับงานที่จะนำไปใช้ ซึ่งล้วนแต่มีคุณสมบัติข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป

หญ้าแฝก<sup>(1)</sup> เป็นพืชชนิดหนึ่งที่ได้รับพระราชทานพระราชดำริจากพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชกาลปัจจุบัน ให้ศึกษาและนำมาใช้ในการอนุรักษ์ดินและน้ำ ตลอดจนใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ หญ้าแฝก เป็นพืชตระกูลหญ้าเช่นเดียวกับ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง อ้อย และตะไคร้ พบกระจายทั่วไปหลาย ๆ พื้นที่ ที่พบในประเทศไทยจำแนกออกได้ 2 ชนิด ได้แก่ หญ้าแฝกหอม และหญ้าแฝกคอน

ดินเหนียว<sup>(2)</sup> มีสมบัติเด่นในการนำมาขึ้นรูปคือ มีความเหนียว และเมื่อแห้งมีความแข็งแรงสูง ทำให้ผลิตภัณฑ์หลังแห้งมีความแข็งแรง แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อแห้ง ดินเหนียวมักมีการหดตัวสูง ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีการแตกร้าว ดังนั้นจึงไม่นิยมใช้เนื้อดินเหนียวล้วนๆ ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ แต่ต้องมีการผสมวัสดุที่ไม่มีความเหนียว

ผนังดินเหนียวหญ้าแฝกมีความน่าสนใจ คือ สามารถทำได้ง่ายเป็นวัสดุที่ได้จากธรรมชาติ เนื่องจากเป็นวัสดุที่ทำจากธรรมชาติ จึงรักษาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญต่อโลกด้วย และดินเหนียวหญ้าแฝกยังมีราคาที่ถูกกว่าวัสดุสังเคราะห์อย่างคอนกรีตและอิฐต่างๆ อีกทั้งยังเป็นวัสดุทางเลือกทดแทนในการทำมาใช้อีกประเภทหนึ่งด้วย

การวิเคราะห์ค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังก็มีความสำคัญมาก สามารถใช้เปรียบเทียบกับผนังชนิดที่ต่างกัน ได้ ผนังที่ได้ทำการวิเคราะห์และทดลองจากการทำโครงการนี้คือ ผนังดินเหนียวหญ้าแฝกเพื่อนำข้อมูลที่ได้มีไปเป็นปัจจัยหนึ่งในการออกแบบผนังอาคาร เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์จึงได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการวิเคราะห์ คือการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยนำมาใช้ในการวิเคราะห์คำนวณค่าทางความร้อนของผนัง เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งจะลดต้นทุนและเวลาลงได้ อีกทั้งในปัจจุบันยังไม่มีใครศึกษาในเรื่องทางความร้อนของผนังดินเหนียวหญ้าแฝก





## 1.6 สถานที่ปฏิบัติงาน

- 1.6.1 อาคารปฏิบัติการทางวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
- 1.6.1 หอพักนิสิต จันทร์สุริยา มหาวิทยาลัยนเรศวร

## 1.7 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน

- 1.7.1 คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง
- 1.7.2 ผนังคินเทเนียวหญาแฝก 5 ชนิด ผนังอิฐมวลเบา ผนังคอนกรีต
- 1.7.3 เครื่อง Agilent Bench link Data Logger
- 1.7.4 สายเทอร์โมคัปเปิล
- 1.7.5 นาฬิกาจับเวลา
- 1.7.6 ผ้าใบขนาด 3×4 เมตร

## 1.8 งบประมาณที่ใช้

1.6.1 ค่าอุปกรณ์ต่างๆ	1,500	บาท
1.6.2 ค่าถ่ายเอกสาร	500	บาท
1.6.3 ค่าทำรูปเล่ม	1,000	บาท
1.6.4 รวมเป็นเงินทั้งสิ้น	3,000	บาท

## บทที่ 2

### หลักการและทฤษฎี

สำหรับ โครงการนี้เป็นการศึกษาทางความร้อนของผนังดินเหนียวหุ้มฝาแฝกเพื่อเปรียบเทียบกับผนังอิฐมวลเบาและผนังคอนกรีต จึงต้องใช้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังนี้

#### 2.1 การถ่ายเทความร้อน<sup>(3)(4)(5)</sup>

การถ่ายเทความร้อนมี 3 รูปแบบ คือ การนำความร้อน (Conduction) การพาความร้อน (Convection) และการแผ่รังสีความร้อน (Radiation)

##### 2.1.1 การนำความร้อน (Conduction heat transfer)

การนำความร้อน หมายถึง การส่งถ่ายพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นในตัวกลาง โดยอัตราการถ่ายเทความร้อนผ่านตัวกลางจากด้านที่มีอุณหภูมิสูง ไปสู่ด้านที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า การนำความร้อนเกิดขึ้นได้ในตัวกลางที่เป็น ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ แต่เนื่องจาก ของเหลว และก๊าซ มีการไหลหมุนเวียนเกิดขึ้น จึงมีการถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อนเกิดขึ้นในของเหลวและก๊าซนั้นด้วย ส่วนของแข็งนั้นเป็นวัตถุทึบแสงซึ่งไม่มีการเคลื่อนไหวภายในวัตถุนั้น จึงมีแต่การถ่ายเทความร้อนโดยการนำเพียงอย่างเดียว

การนำความร้อนสามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ

- การนำความร้อนเมื่อสภาวะต่างๆคงที่ (Steady State Conduction)
- การนำความร้อนเมื่อสภาวะต่างๆยังไม่คงที่ (Transient Conduction)

ดังนั้นปัญหาการถ่ายเทความร้อนนั้น จึงสามารถแยกออกได้อย่างกว้างๆตามตัวแปรที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิดังนี้

- ถ้าอุณหภูมิของระบบไม่ขึ้นอยู่กับเวลาแล้ว ปัญหาที่เกิดขึ้นนี้จะจัดอยู่ในรูปของปัญหาที่สภาวะต่างๆคงที่ (Steady State Conduction)
- ถ้าอุณหภูมิของระบบยังคงเปลี่ยนแปลงหรือยังแปรตามเวลา ปัญหานั้นจะจัดเป็นปัญหาที่สภาวะยังไม่คงที่ (Transient Conduction)

สมการที่ใช้ในการคำนวณคือ

$$Q = -kA \frac{\partial T}{\partial x} \quad (2.1)$$

- เมื่อ  $Q$  คือ อัตราการถ่ายเทความร้อน ( $W$ )  
 $k$  คือ สภาพการนำความร้อน ( $W / m.K$ )

$A$  คือ พื้นที่หน้าตัดของวัตถุ ( $m^2$ )

$T$  คือ อุณหภูมิ ( $K$ )

เครื่องหมายลบ หมายถึง ว่าทิศทางของการเคลื่อนที่ของ  $Q$  จะไปในทิศทางที่อุณหภูมิลดลงเสมอ

### 2.1.2 การพาความร้อน (Convection)

การพาความร้อนเกิดขึ้นเมื่อของไหล ไหลผ่านพื้นผิวของของแข็ง โดยที่ของไหลจะเป็นตัวพาความร้อนมาให้ของแข็งหรือเป็นตัวนำพาความร้อนไปจากของแข็ง ขึ้นอยู่กับว่าสิ่งใดมีอุณหภูมิสูงกว่ากัน เช่น ของไหลคืออากาศเย็น ไหลผ่าน heat sink ซึ่งเป็นพื้นผิวของของแข็ง จะเกิดการนำความร้อนจากผิวของ heat sink ไปยังโมเลกุลของอากาศที่ไหลผ่าน อากาศจะร้อนขึ้นและ heat sink จะเย็นลง แต่เนื่องจากว่าอากาศมีการไหลตลอดเวลา ดังนั้น โมเลกุลของอากาศร้อนจะถูกแทนที่ด้วยโมเลกุลของอากาศเย็นตลอดเวลา ถ้าอากาศเย็น ไหลเร็วขึ้นความร้อนที่ heat sink ก็จะถูกระบายได้เร็วขึ้นเช่นกัน นอกจากนี้ ถ้าพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่าง heat sink และอากาศมีมากก็จะทำให้ความร้อนระบายได้เร็วขึ้นเช่นกัน อีกนัยหนึ่ง คือ เป็นการเคลื่อนไหวของอากาศตามธรรมชาติเมื่ออากาศสัมผัสผิวของวัสดุที่จะมีความหนาแน่นน้อยลงและลอยตัวขึ้น อากาศที่เย็นและมี ความหนาแน่นมากกว่าก็จะเคลื่อนตัวเข้ามาแทนที่ อากาศที่รับความร้อนจะนำความร้อนไปถ่ายให้กับบริเวณที่เย็นกว่า

สมการที่ใช้ในการคำนวณการเคลื่อนที่ของความร้อนด้วยการพาความร้อน คือ

$$Q = hA(\Delta T) \quad (2.2)$$

เมื่อ  $Q$  คือ อัตราการถ่ายเทความร้อน ( $W$ )

$h$  คือ สัมประสิทธิ์การพาความร้อน ( $W / m^2 \cdot K$ )

$A$  คือ พื้นที่หน้าตัดของวัตถุ ( $m^2$ )

$\Delta T$  คือ ผลต่างของอุณหภูมิ ( $K$ )

### 2.1.3 การแผ่รังสีความร้อน (Radiation)

เป็นความร้อน โดยตรงจากดวงอาทิตย์ในลักษณะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าคล้าย ๆ คลื่นแสง เมื่อมีการกล่าวถึงการแผ่รังสีจะต้องมีการกล่าวถึงวัตถุดำ (Black body) วัตถุดำเป็นวัตถุ สมมุติที่ตั้งขึ้นมาเพื่อให้วัตถุอื่นเปรียบเทียบความสามารถในการแผ่ความร้อน โดยที่วัตถุดำมีค่าการ ดูรังสีความร้อนที่ตกกระทบได้อย่างสมบูรณ์ วัตถุดำเป็นเพียงวัตถุในอุดมคติเท่านั้น วัตถุที่มีอยู่จริงทุกชนิดจะมีการสะท้อนรังสีบางส่วนออกไปเสมอ

ค่ารังสีอาทิตย์นี้จะไม่ทำให้อากาศรอบ ๆ ตัวร้อนขึ้น แต่จะทำให้วัสดุที่ถูกกระทบจากคลื่นรังสีความร้อนนี้ร้อนขึ้น ๆ และรังสีความร้อนนี้จะสามารถทะลุผ่านวัสดุทุกชนิดไปได้ เช่น เมื่อเราอยู่ในอาคารเราจะรู้สึกร้อนมากกว่าภายนอกหรือหากนำเอาโลหะ เช่น เหล็กไปตากไว้กลางแดด โลหะนั้นจะร้อนมากจนเราจับต้องไม่ได้ในขณะที่อุณหภูมิรอบ ๆ ตัวเรานั้นน้อยกว่าอุณหภูมิของโลหะนั้นมาก

สมการที่ใช้ในการคำนวณการเคลื่อนที่ของความร้อนด้วยการแผ่รังสีคือ

$$Q = \epsilon \sigma A T_s^4 \quad (2.3)$$

โดยที่

- $\epsilon$  คือ ค่าการแผ่รังสี
- $\sigma$  คือ ค่าคงที่สเตเฟน – โบลซ์แมน (Stefan-Boltzmann Constant)  $5.66 \times 10^{-8}$
- $A$  คือ พื้นที่หน้าตัดของวัตถุ ( $m^2$ )
- $T_s^4$  คือ อุณหภูมิพื้นผิว ( $K$ )

## 2.2 อัตราการถ่ายเทความร้อน

การถ่ายเทความร้อนเป็นการศึกษาถึงอัตราการถ่ายเทพลังงานในรูปของความร้อนที่เกิดขึ้นในระบบซึ่งอาจเกิดขึ้นระหว่างระบบสองระบบหรือระหว่างระบบหนึ่งและสิ่งแวดล้อม เมื่อมีความแตกต่างของอุณหภูมิ โดยไม่มีการเปลี่ยนรูปพลังงานความร้อนไปเป็นพลังงานรูปอื่น เมื่อเกิดความแตกต่างของอุณหภูมิในระบบจะทำให้พลังงานในรูปความร้อนถ่ายเทจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าหรือกล่าวได้ว่าเกิดความลาดเอียงของอุณหภูมิ (Temperature Gradient) ขึ้นในระบบซึ่งหาได้จากค่าการกระจายของอุณหภูมิ (Temperature Distribution) เมื่อเราทราบการกระจายของอุณหภูมิก็คือสามารถหาอัตราการถ่ายเทความร้อนต่อพื้นที่ได้

$$Q_s = \dot{V}_{ae} (1.23)(t_{out} - t_{in}) \quad (2.4)$$

โดยที่

- $Q_s$  คือ อัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัส ( $kW$ )
- $\dot{V}_{ae}$  คือ อัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศ ( $m^3/s$ )
- 1.23 คือ ค่าคงที่ที่ได้จากค่าความจุความร้อนจำเพาะ และค่าความหนาแน่นของอากาศ  
มาตรฐาน  $\left(\frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C} \cdot \frac{kg}{m^3}\right)$
- $t_m$  คือ อุณหภูมิของอากาศเข้า ( $K$ )
- $t_{out}$  คือ อุณหภูมิของอากาศออก ( $K$ )

### 2.3 ระเบียบวิธีผลต่างสี่เหลี่ยม (Finite Difference) <sup>[6]</sup>

ระเบียบวิธีผลต่างสี่เหลี่ยม เป็นระเบียบวิธีเชิงตัวเลขขั้นสูงใช้ในการแก้สมการอนุพันธ์ย่อยของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ที่ไม่สามารถหาผลเฉลยแม่นยำได้ เงื่อนไขและรูปแบบของปัญหามีความซับซ้อน หากต้องการทราบค่าที่ตำแหน่งอื่นๆ จำเป็นต้องใช้หลักการประมาณค่า เป็นวิธีที่ใช้แก้ปัญหาคงที่ความร้อนในเรื่องการนำความร้อนแบบสภาวะไม่คงที่ (Transient Conduction) ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 แบบด้วยกันคือ วิธีชัดเจน (Explicit Method) และ วิธีโดยนัย (Implicit method)

#### 2.3.1 The Explicit Method

สมการ Finite Difference ขึ้นอยู่กับการแทนค่าอุณหภูมิต่าง ๆ ถ้าเราใช้อุณหภูมิที่แต่ละจุด ณ เวลาเดิม สมการที่ได้เรียกว่า Explicit Method

$$T_i^{n+1} = T_i^n + \alpha(T_{i+1}^n - 2T_i^n + T_{i-1}^n) \quad (2.5)$$

$$\alpha = \frac{k\Delta t}{\rho c(\Delta x)^2} \quad (2.6)$$

$$\Delta t \leq \frac{\rho c(\Delta x)^2}{2k} \quad (2.7)$$

โดยที่

$n$  คือ ช่วงเวลา

$i$  คือ ตำแหน่งของจุดอุณหภูมิในแนวแกน  $x$

$T_i^n$  คือ ตำแหน่ง ณ อุณหภูมิปัจจุบัน ( $K$ )

$T_{i+1}^n$  และ  $T_{i-1}^n$  คือ ตำแหน่งอุณหภูมิที่จุดรอบข้างของตำแหน่งอุณหภูมิปัจจุบัน

$T_i^{n+1}$  คือ อุณหภูมิที่ตำแหน่ง  $X + \Delta x$  ที่เวลา  $(n+1) \Delta t$

และ Fourier number

$$F_0 = \left( \frac{\alpha \Delta t}{\Delta x^2} \right) \quad (2.8)$$

โดย

$\alpha$  คือ อัตราการแพร่กระจายของความร้อน (Thermal Diffusivity) ( $m^2/s$ )

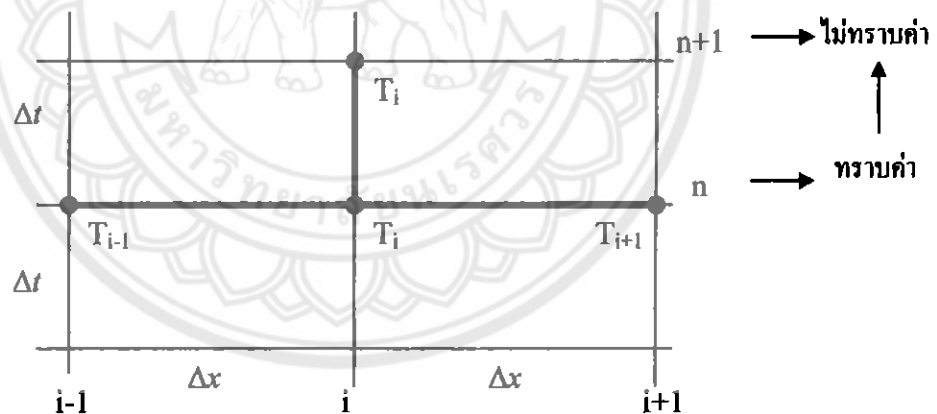
$\Delta t$  คือ ผลต่างของช่วงเวลา ( $s$ )

$\Delta x$  คือ ผลต่างของระยะทาง ( $m$ )

กรณีมิติเดียว

$$Fo \leq \frac{1}{2} \quad (2.9)$$

ความถูกต้องของผลลัพธ์จะมีมากขึ้นเมื่อเราลดค่า  $\Delta x$  และ  $\Delta t$  วิธีนี้ค่า  $\Delta t$  จะสูงสุดได้เพียงค่าหนึ่งเท่านั้น ถ้ามากกว่าที่กำหนดจะทำให้เกิดความผิดพลาดได้ จากการหาค่า Fourier number นี้เราสามารถนำไปหาค่า  $\Delta t$  สูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้สำหรับค่า  $\Delta x$  และ  $\alpha$  ที่กำหนดให้ได้



รูปที่ [2.1] แผนภาพอธิบายกลไกการหาผลเฉลยด้วยวิธีโดยลำดับเมื่อ  $n$  คือรอบการคำนวณ (Explicit Method)

### 2.3.2 วิธีโดยนัย (Implicit method)

จากสมการของวิธี (Implicit method)

$$T_i^{n+1} = F_0(T_{i-1}^{n+1} + T_{i+1}^{n+1}) + (1 - 2F_0)T_i^{n+1} + T_i^n \quad (2.10)$$

โดยที่

$n$  คือ ช่วงเวลา

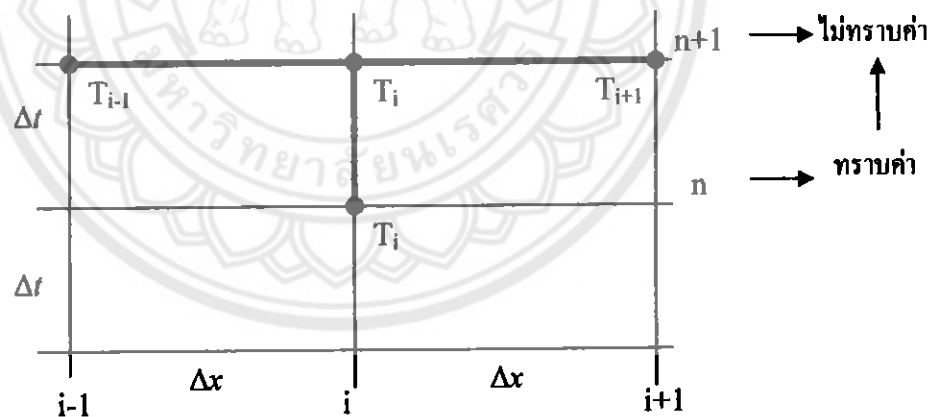
$i$  คือ ตำแหน่งของจุดอุณหภูมิในแนวแกน  $x$

$T_i^{n+1}$  คือ อุณหภูมิที่ตำแหน่ง  $X + \Delta x$  ที่เวลา  $(n+1) \Delta T$

$T_i^n$  คือ ตำแหน่ง ณ อุณหภูมิปัจจุบัน ( $K$ )

$T_{i+1}^{n+1}$  และ  $T_{i-1}^{n+1}$  คือ ตำแหน่งอุณหภูมิที่จุนรอบข้างของตำแหน่งอุณหภูมิปัจจุบัน

ในวิธีนี้เราจะทราบค่าเริ่มต้นเพียงค่าเดียวและค่าไม่ทราบอีก 3 จุด ดังรูปที่ [2.2]



รูปที่ [2.2] แผนภาพอธิบายกลไกการหาผลเฉลยด้วยวิธีโดยนัยเมื่อ  $n$  คือรอบการคำนวณ (Implicit method)

วิธีนี้ไม่มีข้อจำกัดในการเลือก  $\Delta t$  และ  $\Delta x$  แต่การใช้  $\Delta t$  และ  $\Delta x$  ที่ใหญ่เกินไปจะทำให้ผลเฉลยของสมการลู่เข้าช้ากว่าการใช้ค่าน้อยๆ



## บทที่ 3

### การดำเนินงาน

ในการทำโครงการนี้เป็นการทำการทดลองเพื่อศึกษาในเรื่องทางความร้อนของผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 5 ชนิดว่าชนิดใดดีที่สุดเพื่อที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอนาคต ซึ่งจะมีวิธีการดำเนินงานดังต่อไปนี้

#### 3.1 การสร้างผนังจำลองจากดินเหนียวผสมหุ้มฉนวน

##### 3.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน

1. บ่อคอนกรีต
2. แม่แบบไม้ขนาด  $100 \times 15 \times 10$  เซนติเมตร
3. ผ้าพลาสติก
4. ถัง จอบ เสียม พลั่ว
5. ไม้บรรทัด ตลับเมตร
6. เกรียง
7. มีด
8. น้ำมันสำหรับเคลือบแม่แบบไม้

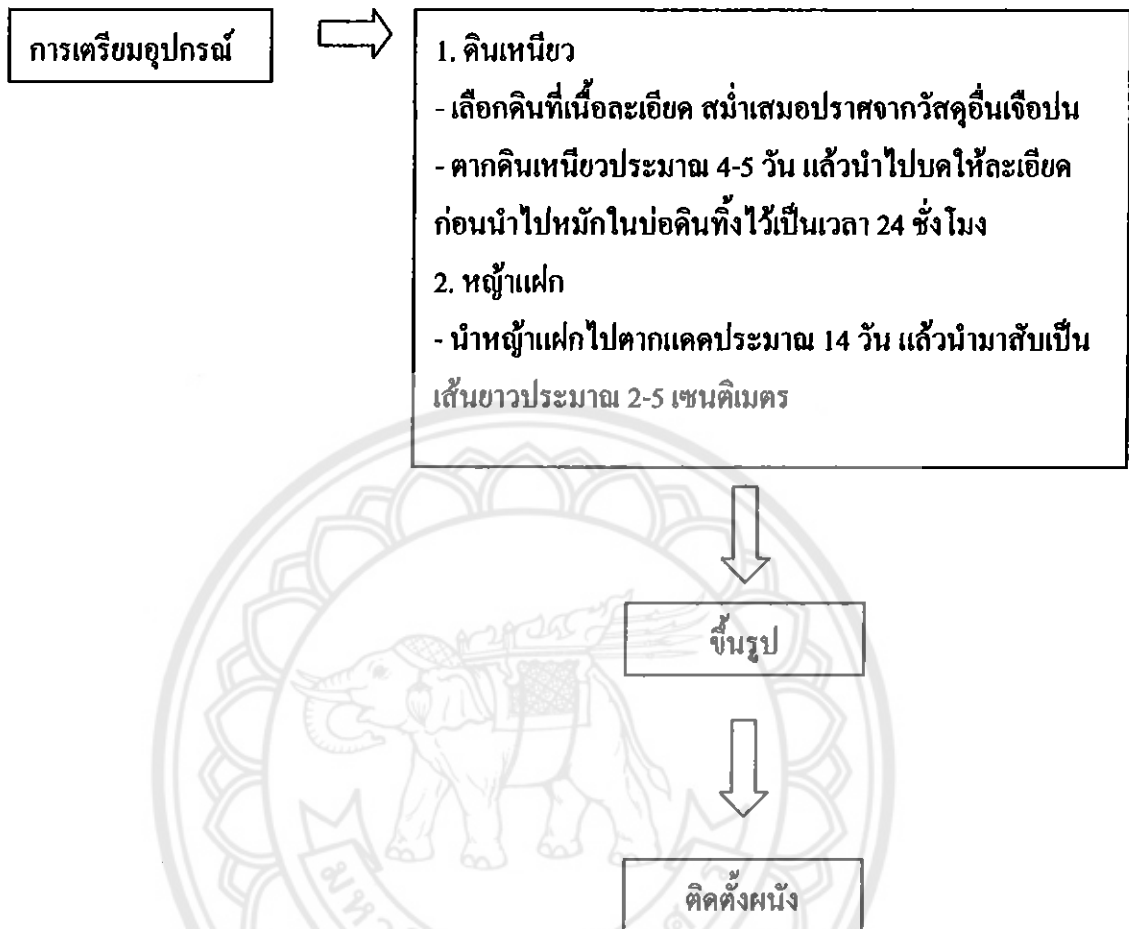
##### 3.1.2 วัสดุที่ใช้

1. ดินเหนียว
2. หุ้มฉนวน เป็นพันธุ์เปลือกคอน

##### 3.1.3 วิธีการดำเนินโครงการ

การดำเนิน โครงการจะทำการศึกษาทางความร้อนของผนังดินเหนียวหุ้มฉนวนจำนวน 5 ชนิดคือ ผนังดินเหนียวหุ้มฉนวนที่มีส่วนผสมของหุ้มฉนวนตามอัตราส่วน 50%,60%,70%,80% และ 90% โดยปริมาตรตามลำดับ แล้วนำข้อมูลทางความร้อนของผนังทั้ง 5 ชนิดมาเปรียบเทียบกัน ว่าชนิดใดดีที่สุด

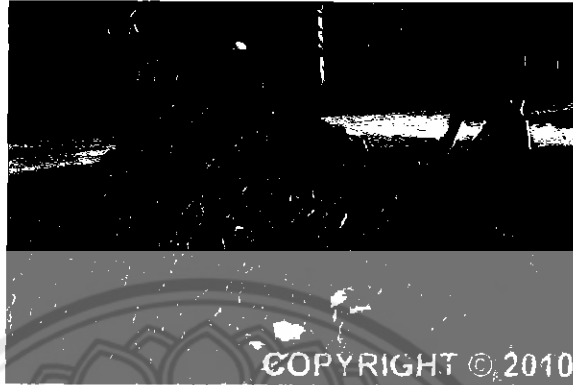
### รายละเอียดแสดงผังขั้นตอนตามโครงการ ดังรูป 3.1



รูปที่ [3.1] ผังแสดงขั้นตอนการดำเนินการ

### 3.1.4 ขั้นตอนการเตรียมวัสดุและการขึ้นรูป

1. เตรียมดิน โดยการนำดินไปตากแดดให้แห้ง แล้วนำมาบดให้ละเอียดก่อนนำดินที่ได้มาหมักทิ้งไว้ในบ่อเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง

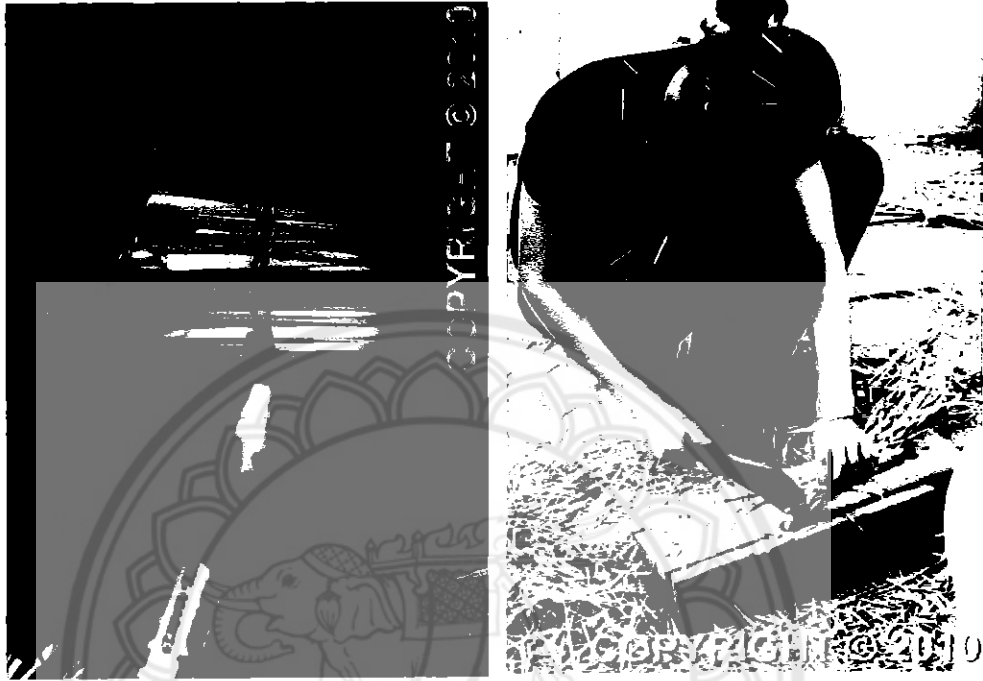


รูปที่ [3.2] ดินเหนียว



รูปที่ [3.3] หมักดินเหนียวทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อนำไปผสมกับหญ้าแฝกสับ

2. การเตรียมหญ้าแฝกจะใช้หญ้าแฝกที่ทำการเก็บเกี่ยวเมื่อหญ้าแฝกมีอายุ 1 เดือน นำมาตากแดดทิ้งไว้ 14 วัน แล้วนำมาสับเป็นเส้นยาวประมาณ 2 เซนติเมตร ถึง 5 เซนติเมตร



รูปที่ [3.4] การสับหญ้าแฝกยาว 2 เซนติเมตร ถึง 5 เซนติเมตร

3. นำแม่แบบไม้ขนาด ยาว 100 เซนติเมตร กว้าง 15 เซนติเมตร หนา 10 เซนติเมตร มาเตรียมไว้เพื่อที่จะทำการขึ้นรูปผนัง โดยทำการชุบน้ำมันไว้เพื่อป้องกันไม่ให้ดินเหนียวติดกับแม่แบบ



รูปที่ [3.5] แม่แบบไม้ที่ชุบน้ำมัน

#### 4. ทำการขึ้นรูปตามอัตราส่วนผสม



รูปที่ [3.6] หญ้าแฝก



รูปที่ [3.7] การหมักหญ้าแฝกกับดินเหนียวทิ้งไว้ 1 วัน

ตาราง 3.1 ตารางข้อมูลการขึ้นรูป

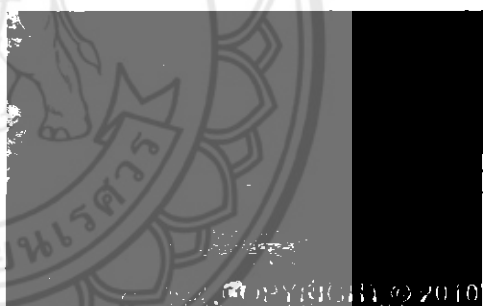
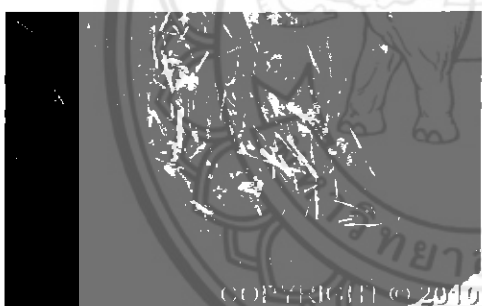
ตารางข้อมูลขึ้นรูปผนัง				
แบบที่	อัตราส่วนผสมในการขึ้นรูป (โดยปริมาตร)			อัตราส่วนที่ใช้จริง
	ดินเหนียว	หญ้าแฝกสับ 2.5 ซม.	น้ำ	
50%	1	0.5	0.5	3 : 1.5 : 1.5
60%	1	0.6	0.5	3 : 1.8 : 1.5
70%	1	0.7	0.5	3 : 2.1 : 1.5
80%	1	0.8	0.5	3 : 2.4 : 1.5
90%	1	0.9	0.5	3 : 2.7 : 1.5



รูปที่ [3.8] ดินเหนียวหญาแฝก 50% ขึ้นรูปในแม่แบบ



รูปที่ [3.9] ดินเหนียวหญาแฝก 60% ขึ้นรูปในแม่แบบ



รูปที่ [3.10] ดินเหนียวหญาแฝก 70% ขึ้นรูปในแม่แบบ

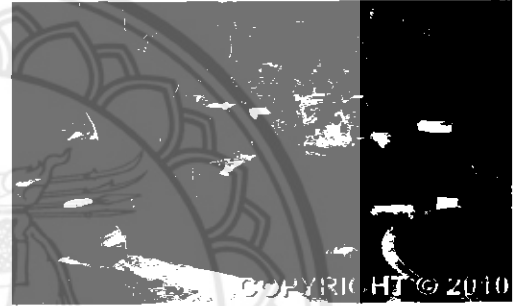


รูปที่ [3.11] ดินเหนียวหญาแฝก 80% ขึ้นรูปในแม่แบบ



รูปที่ [3.12] ดินเหนียวหญาแฝก 90% ขึ้นรูปในแม่แบบ

5. ทำการถอดแม่แบบไม้้ออกหลังจากตากแดดไว้ 1 วัน



รูปที่ [3.13] การถอดแม่แบบไม้้ออกเมื่อผ่าน ไป 1 วัน

6. หลังจากถอดแม่แบบไม้้ออกแล้ว นำผนังที่ได้ไปตากแดดไว้ในร่ม จะได้ผนังที่พร้อมนำไปใช้งานในการทดลอง



รูปที่ [3.14] ผนังที่พร้อมใช้งาน



## 3.2 การเก็บข้อมูล

### 3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำการเก็บข้อมูล

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. เครื่องบันทึกข้อมูล Agilent Benchlink Data Logger
3. เทอร์โมมิเตอร์
4. นาฬิกาสำหรับจับเวลา
5. รมกันแดด ผ้าใบ
6. ปลั๊กไฟฟ้า

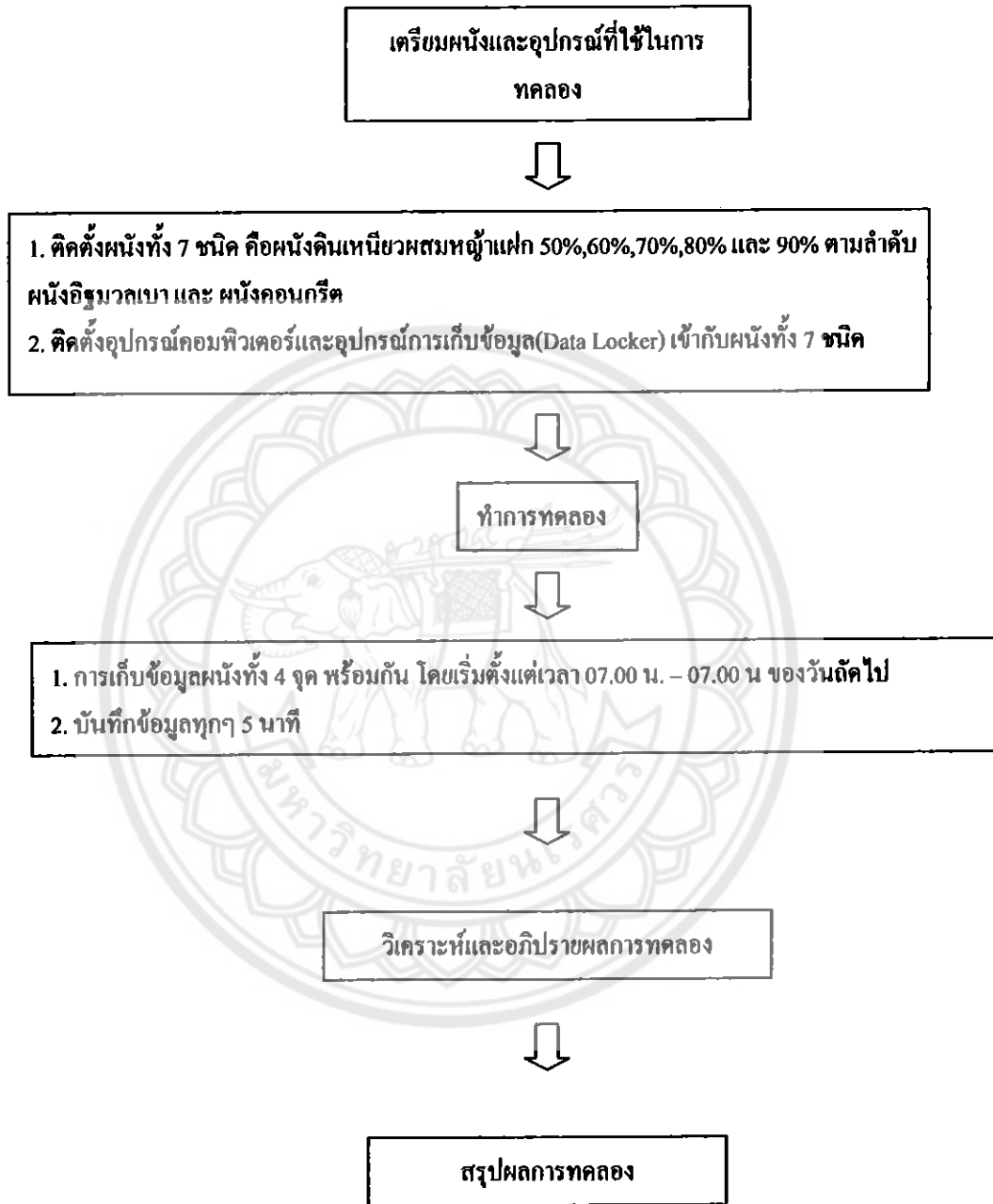
### 3.2.2 วัสดุที่ใช้

1. ผนังดินเหนียวหุ้มแผ่นขนาด  $60 \times 50 \times 20$  เซนติเมตร จำนวน 5 ชนิด คือ ผนังดินเหนียวผสมหุ้มแผ่น 50%, 60%, 70%, 80% และ 90% ตามลำดับ
2. ผนังอิฐมวลเบาขนาด  $60 \times 50 \times 10$  เซนติเมตร
3. ผนังอิฐมวลเบาและผนังคอนกรีตขนาด  $60 \times 50 \times 10$  เซนติเมตร

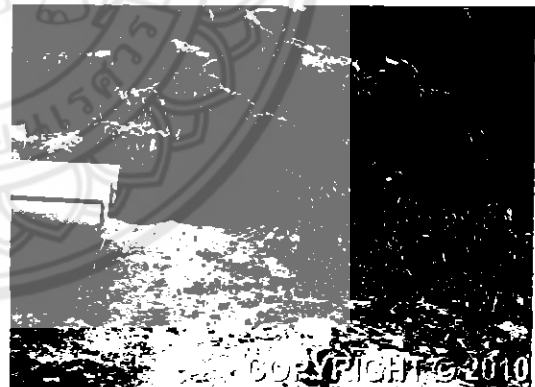
### 3.2.3 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. หลังจากได้ผนังครบทั้ง 7 ชนิดแล้ว นำไปติดตั้งพร้อมอุปกรณ์ที่จะใช้ในการเก็บข้อมูล
2. การเก็บข้อมูลนี้ จะเก็บข้อมูลโดยการวัดอุณหภูมิแต่ละผนังไปพร้อมๆกัน โดยที่เราได้กำหนดจุดที่จะทำการบันทึกข้อมูลในแต่ละผนังไว้ 4 จุด คือ จุดที่ 1 จะวัดอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมภายนอก จุดที่ 2 จะวัดอุณหภูมิที่บริเวณผิวผนังชั้นนอกสุดของแต่ละผนัง จุดที่ 3 จะวัดอุณหภูมิที่จุดกึ่งกลางของแต่ละผนัง และจุดสุดท้าย จะวัดอุณหภูมิที่บริเวณผิวผนังด้านในของแต่ละผนัง
3. ช่วงระยะเวลาในการเก็บข้อมูลเริ่มตั้งแต่ 07.00 น. จนถึงเวลา 07.00 น. ของวันถัดไป รวมเวลาที่ใช้เก็บข้อมูล 24 ชั่วโมง โดยในแต่ละชั่วโมง จะแบ่งการเก็บข้อมูลเป็นช่วงๆละ 5 นาที
4. บันทึกผลข้อมูล หลังจากได้ข้อมูลของผนังทั้ง 7 ชนิดแล้ว นำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบโดยใช้กราฟวิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าอุณหภูมิที่บันทึกได้ของแต่ละผนังกับช่วงระยะเวลา
5. อภิปรายผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง

### รายละเอียดแสดงผังขั้นตอนการปฏิบัติงานดังรูป 3.15



รูปที่ [3.15] ผังแสดงขั้นตอนการดำเนินการ



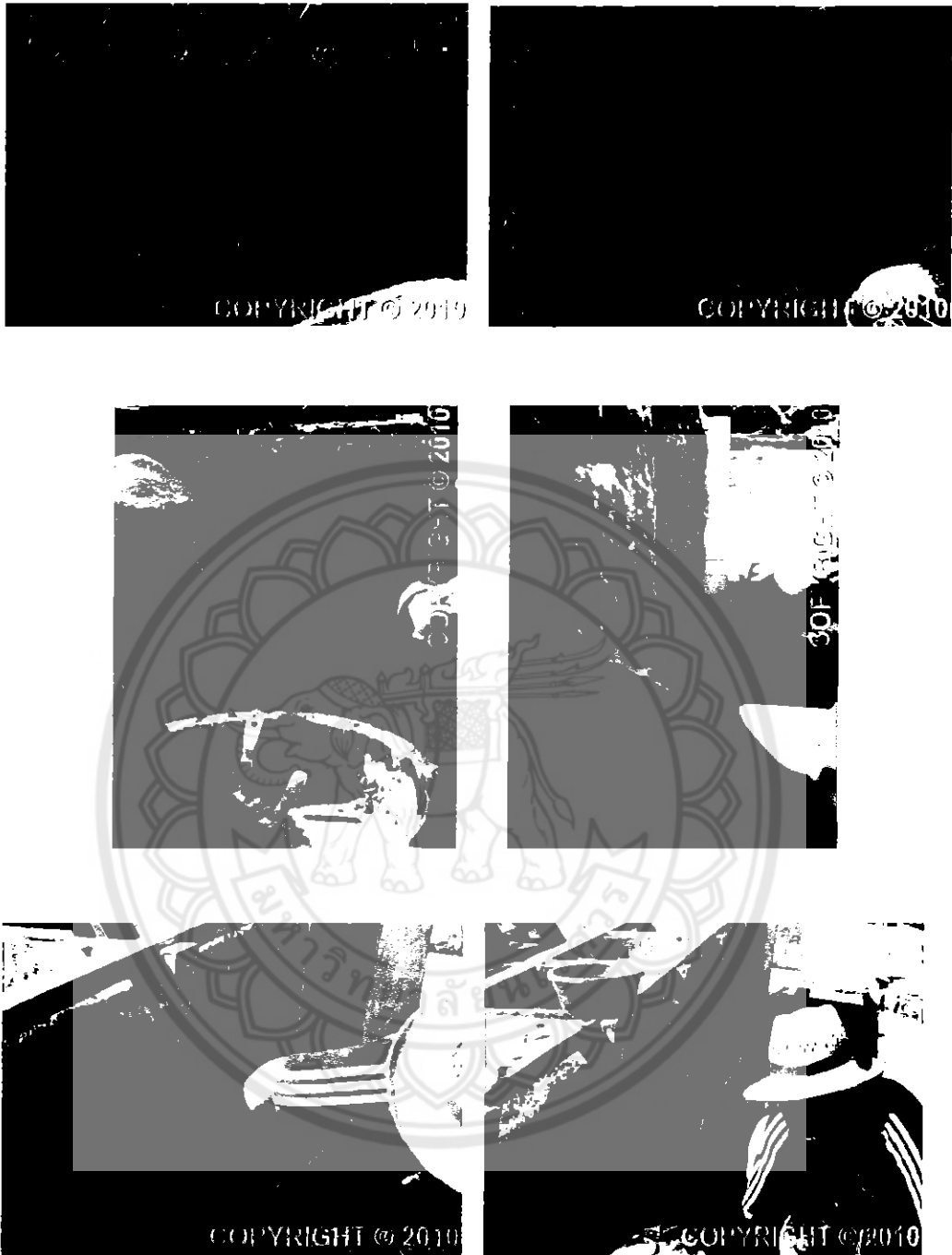
รูปที่ [3.16] นำมันดินเหนียวหุ้ม้าเผกของเคมออก



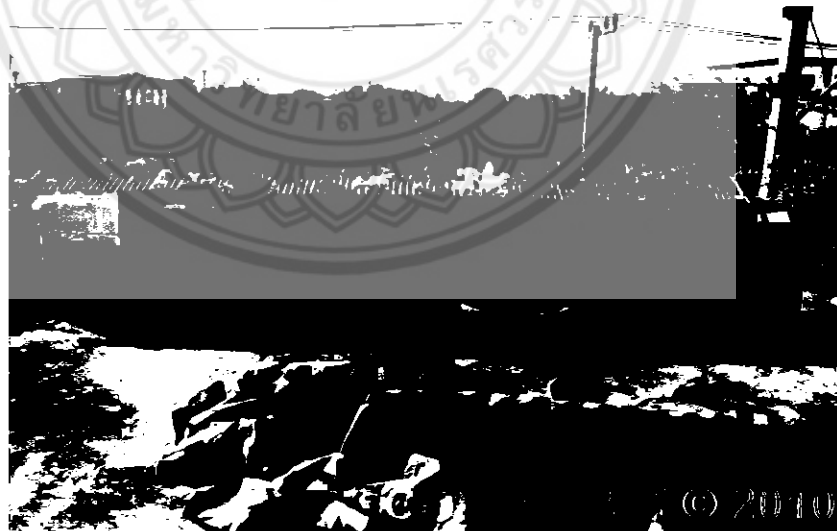
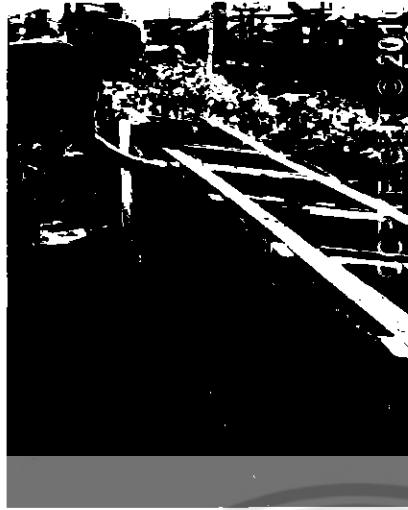
รูปที่ [3.17] นำสายเทอร์โมคัปเปิลสำหรับวัดค่าออก



รูปที่ [3.18] การติดตั้งผนังดินเหนียวห่อผ้าเปลือกหอยใหม่



รูปที่ [3.19] การฉาบผสมผนัง



รูปที่ [3.20] ผนังคานเหนียวท่อน้ำฝนที่ติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว

### 3.2.4 ตำแหน่งวัด

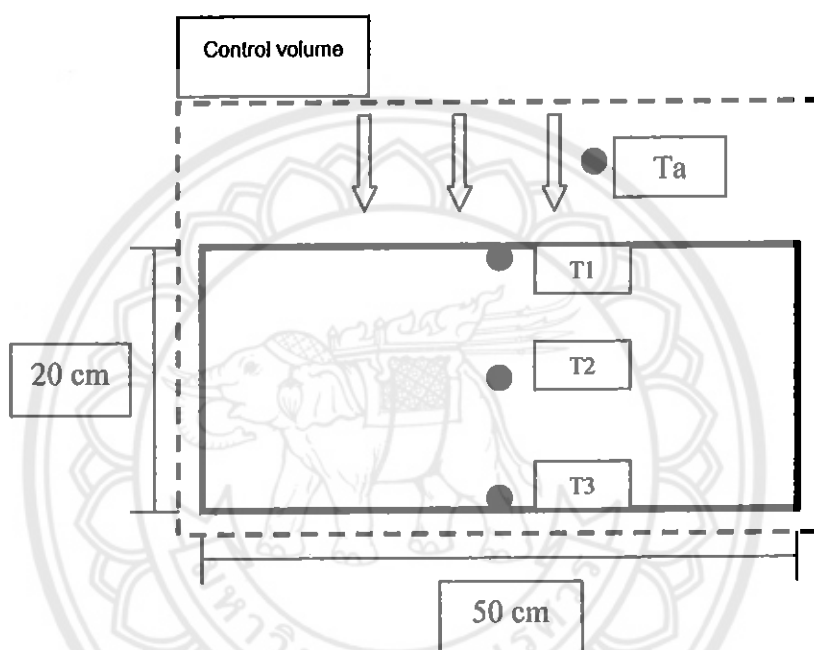
ในการทดลองนั้น จะทำการวัดและบันทึกค่าต่างๆตามตำแหน่งจากรูป 3.21 ดังนี้คือ

ตำแหน่งที่ Ta วัดอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมภายนอก

ตำแหน่งที่ T1 วัดอุณหภูมิของตัวผนังด้านนอกที่สัมผัสกับแสงอาทิตย์

ตำแหน่งที่ T2 วัดอุณหภูมิของตรงกลางผนัง

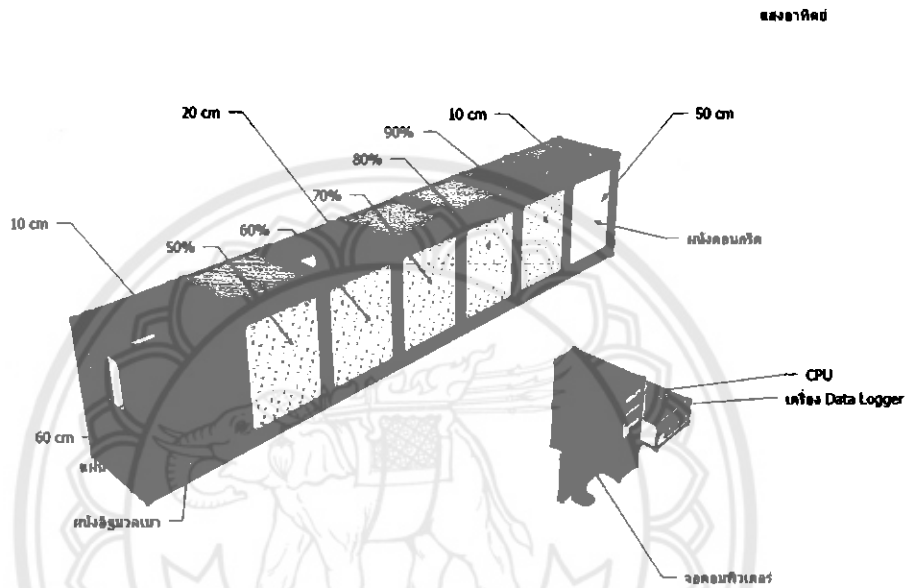
ตำแหน่งที่ T3 วัดอุณหภูมิของผนังภายใน



รูปที่ [3.21] Control volume สำหรับทำการทดลอง

### 3.2.5 ห้องทดลอง

เพื่อความสะดวกในการเก็บข้อมูลจึงได้สร้างห้องขนาดจำลองขึ้น โดยสร้างเป็นห้องที่เหลี่ยมจัตุรัสกว้างด้านละ 50 เซนติเมตร ด้านหน้าได้ติดตั้งผนังที่ใช้ทำการทดลอง ด้านข้างและด้านหลังปิดสนิทด้วยแผ่นไม้อัด ด้านบนปิดด้วยฝ้าเพดาน ดังแสดงในรูปที่ 3.22



รูป [3.22] ภาพ sketch ของผนังที่จะใช้ทำการทดลอง



รูปที่ [3.23] ผนังที่ใช้ทดลอง

15556922

นร.

176757

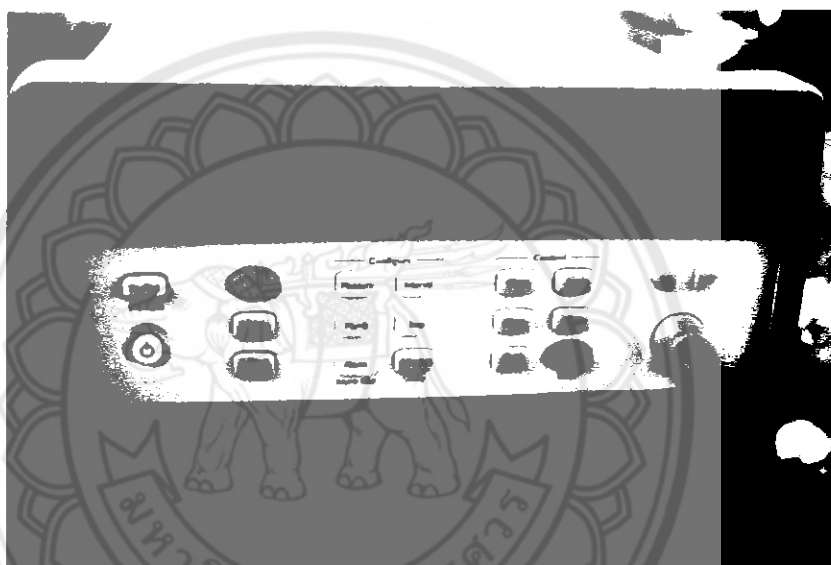
2552



### 3.2.6 อุปกรณ์และเครื่องมือวัด

#### Agilent Benchlink Data Logger

เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดและบันทึกค่าอุณหภูมิของอากาศในตำแหน่งต่างๆของการทดลอง ดังรูป 3.24 โดยใช้สายเทอร์โมคัปเปิลเป็นตัวส่งสัญญาณ ซึ่งปลายด้านหนึ่งจะต่อเข้ากับเครื่อง Agilent Benchlink Data Logger ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งจะเป็นหัววัดอุณหภูมิที่จะใช้วัดในตำแหน่งต่างๆ ซึ่งเครื่อง Agilent Benchlink Data Logger สามารถใช้งานได้ในช่วงอุณหภูมิ 0 ถึง 1250 °C ความละเอียด 0.001 องศา และในการทดลองนี้จะตั้งค่าให้เก็บข้อมูลทุกๆ 5 นาที

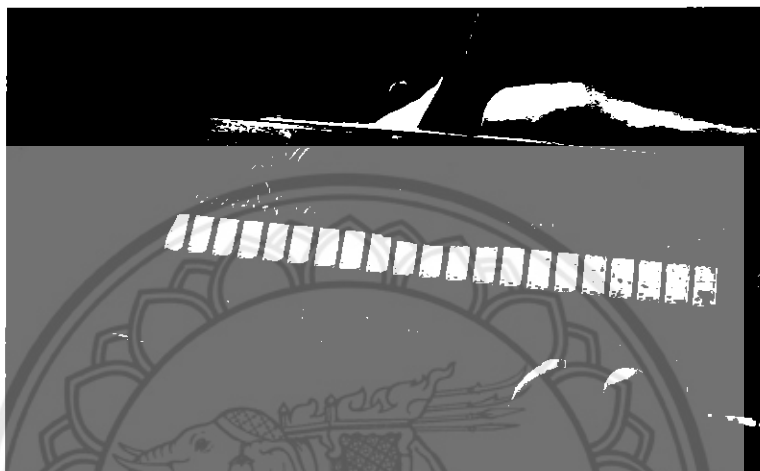


รูป [3.24] Agilent Benchlink Data Logger

### 3.3 วิธีการทดลองและเก็บข้อมูล

3.3.1 เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งต่อเข้ากับเครื่องมือวัดและบันทึกอุณหภูมิ (Agilent Benchlink Data Logger)

3.3.2 เปิดเครื่องมือวัดและบันทึกอุณหภูมิซึ่งต่อเข้ากับสายเทอร์โมคัปเปิล โดยหัววัดอยู่ที่ตำแหน่งต่างๆที่ต้องการจะวัดและเก็บข้อมูลดังรูป 3.25 และรูป 3.26 เรียบร้อยแล้ว

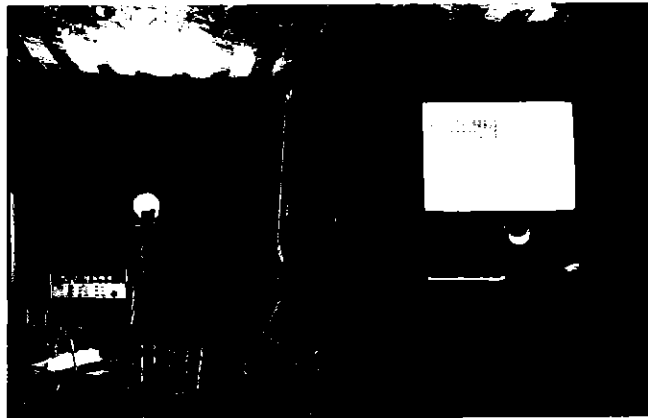


รูปที่ [3.25] สายเทอร์โมคัปเปิลส่วนที่ต่อเข้ากับเครื่อง Agilent Benchlink Data Logger



รูปที่ [3.26] สายเทอร์โมคัปเปิลส่วนที่ต่อกับจุดที่จะวัดบนผนัง

3.3.3 เปิดโปรแกรมเครื่องมือวัดและบันทึกอุณหภูมิ ปรับตั้งค่าโปรแกรมและเริ่มทำการวัดบันทึกอุณหภูมิโดยตั้งการบันทึกค่าอุณหภูมิแบบต่อเนื่องทุกๆ 5 นาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง



รูปที่ [3.27] การเก็บข้อมูลช่วงเวลากลางคืน

3.3.4 เมื่อทำการทดลองเสร็จปิดอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการทดลองให้เรียบร้อย

3.3.5 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาทำเป็นกราฟเพื่อวิเคราะห์ผล

## บทที่ 4

### ผลการทดลองและการวิเคราะห์

จากการเก็บข้อมูลค่าอุณหภูมิของผนังแต่ละชนิดเป็นเวลา 21 วัน คือตั้งแต่วันที่ 22 พฤษภาคม 2553 ถึงวันที่ 11 มิถุนายน 2553 โดยแบ่งเป็นข้อมูลอุณหภูมิเวลา 6 ชั่วโมง เก็บข้อมูลได้ 7 วัน ข้อมูลอุณหภูมิเวลา 12 ชั่วโมง เก็บข้อมูลได้ 3 วัน ข้อมูลอุณหภูมิเวลา 24 ชั่วโมง เก็บข้อมูลได้ 3 วัน และมีจำนวน 8 วันที่ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ เนื่องจากสภาพอากาศไม่เอื้ออำนวย มีฝนตก ดังนั้นเพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลค่าของอุณหภูมิของผนังแต่ละผนังนี้ ทางผู้จัดทำโครงการจึงได้เลือกชุดข้อมูลที่มีความสมบูรณ์และเหมาะสมที่สุดมาใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่ ข้อมูลค่าอุณหภูมิของผนังแต่ละชนิดเมื่อเทียบกับเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งเป็นข้อมูลของวันที่ 7 มิถุนายน 2553 เหตุผลที่ได้เลือกใช้ข้อมูลของวันที่ 7 มิถุนายน 2553 นี้เพราะว่าสภาพอากาศของวันที่ 7 มิถุนายน 2553 ปรอดโปร่ง ไม่มีเมฆฝน หรือฝนตกในเวลากลางวัน แสงแดดส่องสว่างสัมผัสกับผนังที่ใช้ในการทดลองตลอดในเวลากลางวัน ส่วนในเวลากลางคืนไม่มีฝนตก ไม่เป็นอุปสรรคในการทำการทดลอง ทำให้ได้ชุดข้อมูลที่เหมาะสมและสมบูรณ์กว่าวันอื่นๆ เพราะเหตุนี้ทางผู้จัดทำโครงการจึงได้นำชุดข้อมูลที่ได้ในวันที่ 7 มิถุนายน 2553 นี้ มาทำเป็นกราฟเพื่อวิเคราะห์ค่าของอุณหภูมิของผนังแต่ละชนิด เพื่อที่จะได้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องและดีที่สุดในการทำโครงการ

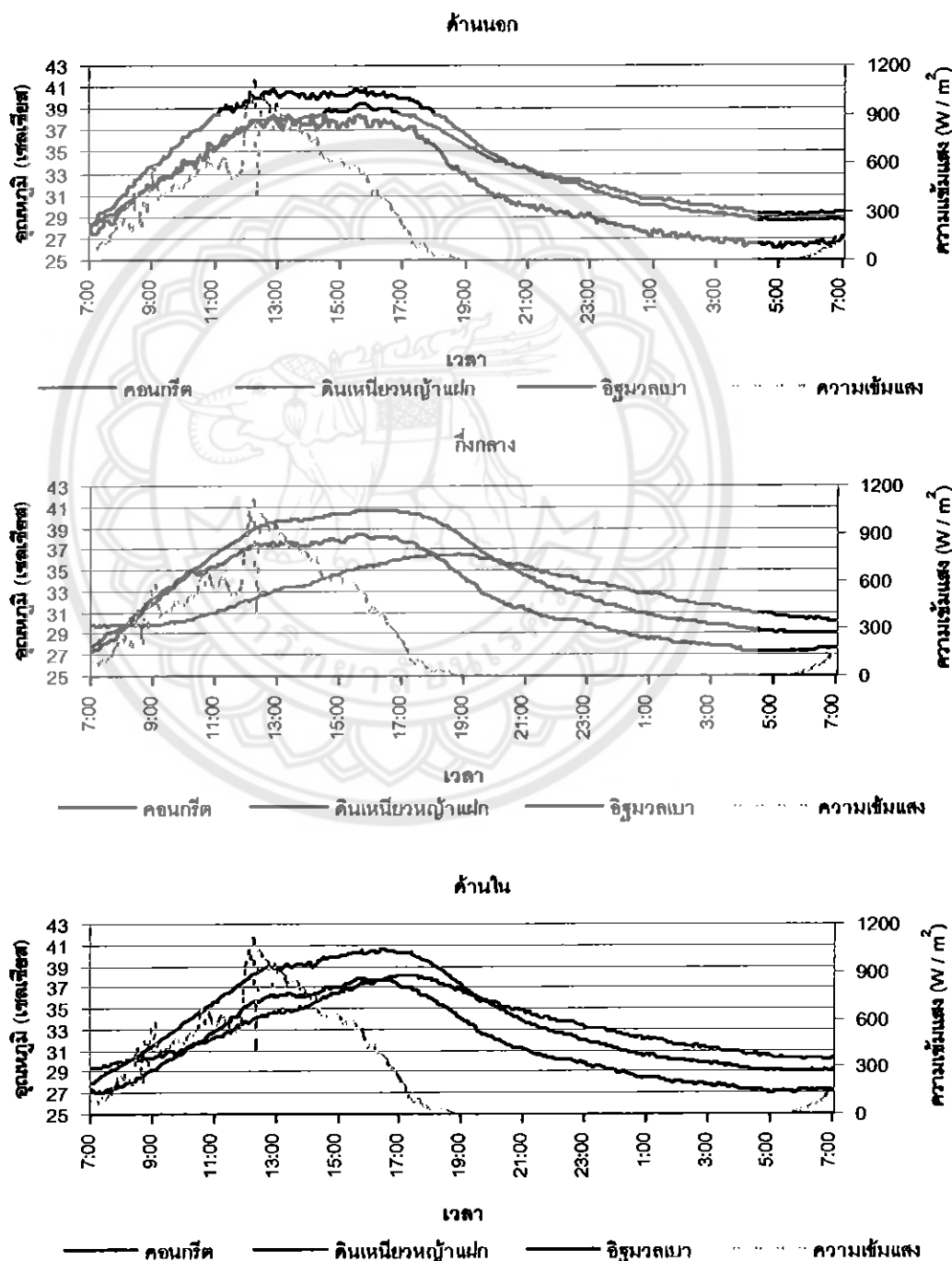
ในการวิเคราะห์ข้อมูลจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของผนังแต่ละชนิด ส่วนต่อมาจะทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของผนังคินเหนียวหญ้าแฝกในอัตราส่วนผสมที่แตกต่างกัน และส่วนสุดท้ายจะทำการวิเคราะห์ผลจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

#### 4.1 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผนังคอนกรีต ผนังอิฐมวลเบา และ ผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน

ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามเวลาของผนังคอนกรีต ผนังอิฐมวลเบา ผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน โดยใช้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามเวลา 24 ชั่วโมงของผนังทั้ง 3 ชนิด ในวันที่ 7 มิถุนายน 2553 เพื่อเปรียบเทียบกับความเข้มรังสีอาทิตย์ แสดงดังกราฟ 4.1 โดยพิจารณาตำแหน่งต่างๆของผนังคือ ผนังด้านนอก กึ่งกลางผนัง ผนังด้านใน ซึ่งจะใช้ผนังดินเหนียวหุ้มฉนวนที่มีสัดส่วน 60% ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบ โดยจะแบ่งส่วนการวิเคราะห์ย่อยออกเป็น 4 ส่วนย่อยคือ ส่วนแรกจะเป็นการพิจารณาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิตามเวลาและตามค่าความเข้มแสงอาทิตย์ที่จุดต่างๆของผนัง (ผนังด้านนอก กึ่งกลางผนัง ผนังด้านใน) ส่วนที่ 2 คือ การพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของผนังแต่ละชนิด โดยพิจารณาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิแต่ละจุดของผนัง (ผนังด้านนอก กึ่งกลางผนัง ผนังด้านใน) ตลอด 24 ชั่วโมง ส่วนที่ 3 คือ การพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของผนังแต่ละชนิด โดยพิจารณาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิแต่ละจุดของผนัง (ผนังด้านนอก กึ่งกลางผนัง ผนังด้านใน) ตลอดช่วงเวลากลางวันและส่วนสุดท้าย คือ การพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของผนังแต่ละชนิด โดยพิจารณาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิแต่ละจุดของผนัง (ผนังด้านนอก กึ่งกลางผนัง ผนังด้านใน) ตลอดช่วงเวลากลางคืน

4.1.1 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผนังคอนกรีต ผนังอิฐมวลเบา และผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน ตามเวลาและความเข้มแสงอาทิตย์

การวิเคราะห์การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผนังคอนกรีต ผนังอิฐมวลเบา และผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน ตามเวลาและความเข้มแสงอาทิตย์ ณ ตำแหน่งผิวผนังด้านนอก กึ่งกลางผนัง และผิวผนังด้านใน โดยใช้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามเวลา 24 ชั่วโมงของผนังทั้ง 3 ชนิด ในวันที่ 7 มิถุนายน 2553 แสดงดังกราฟ 4.1



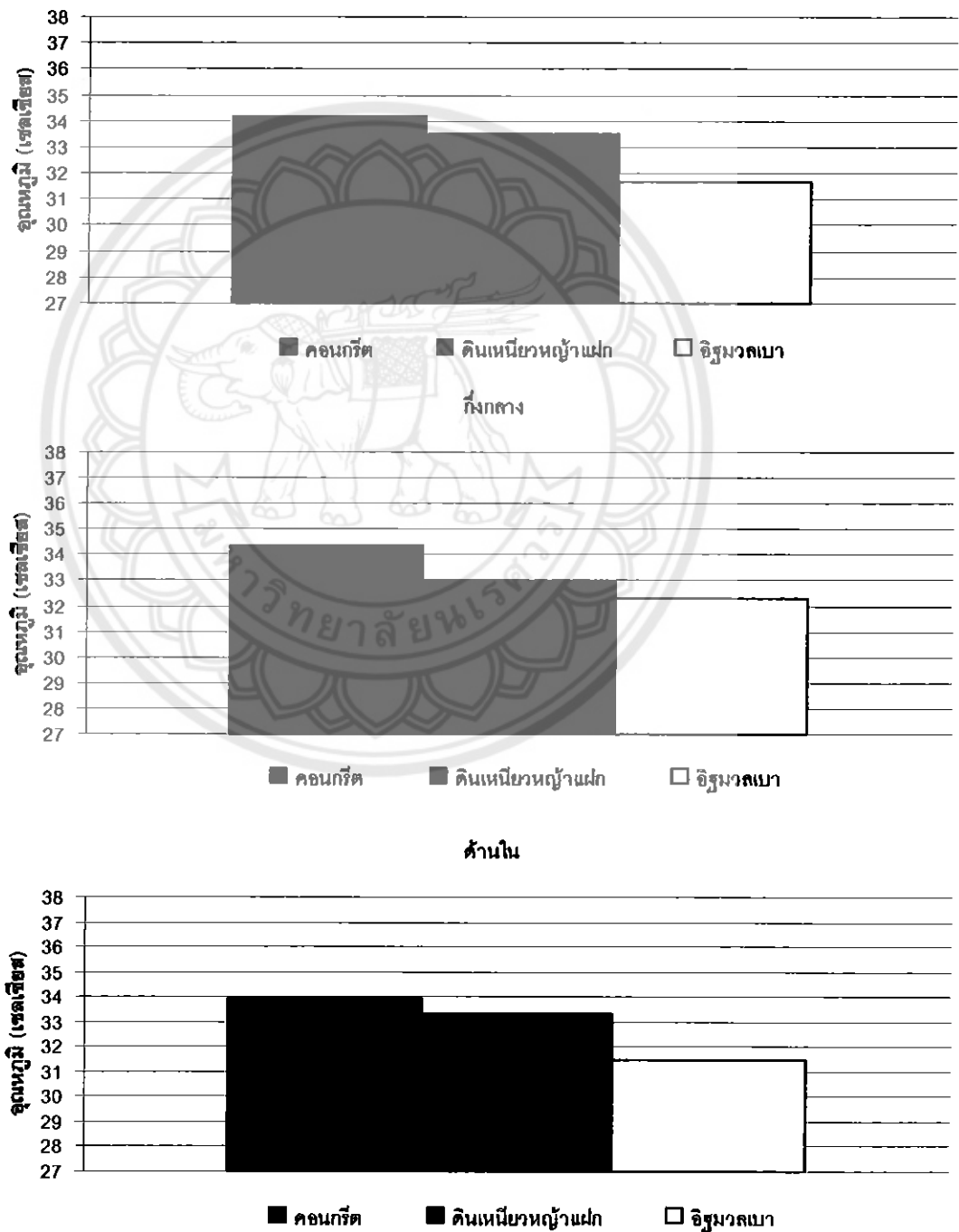
กราฟ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิตามเวลา ณ จุดต่างๆเทียบกับความเข้มแสงอาทิตย์

จากกราฟ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิตามเวลา ณ จุดต่างๆเทียบกับความเข้มแสงอาทิตย์ จากกราฟจะเห็นได้ว่าที่ตำแหน่งผิวของผนังด้านนอก กึ่งกลางผนัง และผิวของผนังด้านใน แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิของผนังแต่ละชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความเข้มแสงอาทิตย์ที่เพิ่มขึ้น ในเวลา 7.00 น. ถึง 13.00 น. และเมื่อความเข้มแสงอาทิตย์เริ่มลดลงในเวลา 13.00 น. ถึง 19.00 น. แต่อุณหภูมิของผนังแต่ละชนิดยังคงมีอุณหภูมิที่สูง และค่อยๆลดอุณหภูมิลงอย่างช้าๆ อันเนื่องมาจากการสะสมความร้อนของผนังและจุดความร้อนของผนัง ที่มีค่าความจุความร้อนแตกต่างกัน โดยค่าความจุความร้อนและค่าทางความร้อนอื่นๆของผนังดินเหนียวหุ้มฝาแฝดยังไม่มีความแน่นอน ส่วนค่าความจุความร้อนของอิฐมวลเบาคือ  $250 \text{ (J/kg.K)}$  ค่าการนำความร้อนของอิฐมวลเบาคือ  $0.089 - 0.132 \text{ (W/m.K)}$  และค่าการต้านทานความร้อนคือ  $0.58 \text{ (m}^2\text{K / W)}$  เมื่อเทียบกับคอนกรีตที่มีค่าความจุความร้อนถึง  $800-1000 \text{ (J/kg.K)}$  ค่าการนำความร้อน  $0.519 \text{ (W/m.K)}$  และค่าการต้านทานความร้อนคือ  $0.149 \text{ (m}^2\text{K/W)}$  จึงสอดคล้องกับผลที่ได้จากการทดลองตามกราฟ

จากกราฟจะเห็นได้อีกว่า ผนังคอนกรีตซึ่งมีมวลมากที่สุดจะมีอุณหภูมิสูงที่สุด ผนังดินเหนียวหุ้มฝาแฝดมีมวลน้อยกว่าผนังคอนกรีตอุณหภูมิจะน้อยกว่าผนังคอนกรีตด้วย และอิฐมวลเบา มีมวลน้อยที่สุด อุณหภูมิจะมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิผนังคอนกรีตและผนังดินเหนียวหุ้มฝาแฝดอีกด้วย

4.1.2 คุณภาพเฉลี่ยของผนังคอนกรีต ผนังดินเหนียวหุ้มยาแฝก และผนังอิฐมวลเบา ณ จุดต่างๆ เวลา 24 ชั่วโมง

ในการวิเคราะห์คุณภาพเฉลี่ยของผนังคอนกรีต ผนังดินเหนียวหุ้มยาแฝก และผนังอิฐมวลเบา ที่ตำแหน่ง ผิวผนังด้านนอก กึ่งกลางผนัง และผิวผนังด้านใน โดยใช้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลง คุณภาพตามเวลา 24 ชั่วโมงของผนังทั้ง 3 ชนิด ในวันที่ 7 มิถุนายน 2553 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของผนังแต่ละชนิดดังกราฟ 4.2



กราฟ 4.2 แสดงคุณภาพเฉลี่ยของผนังทั้ง 3 ชนิด ที่ตำแหน่งต่างๆเวลา 24 ชั่วโมง

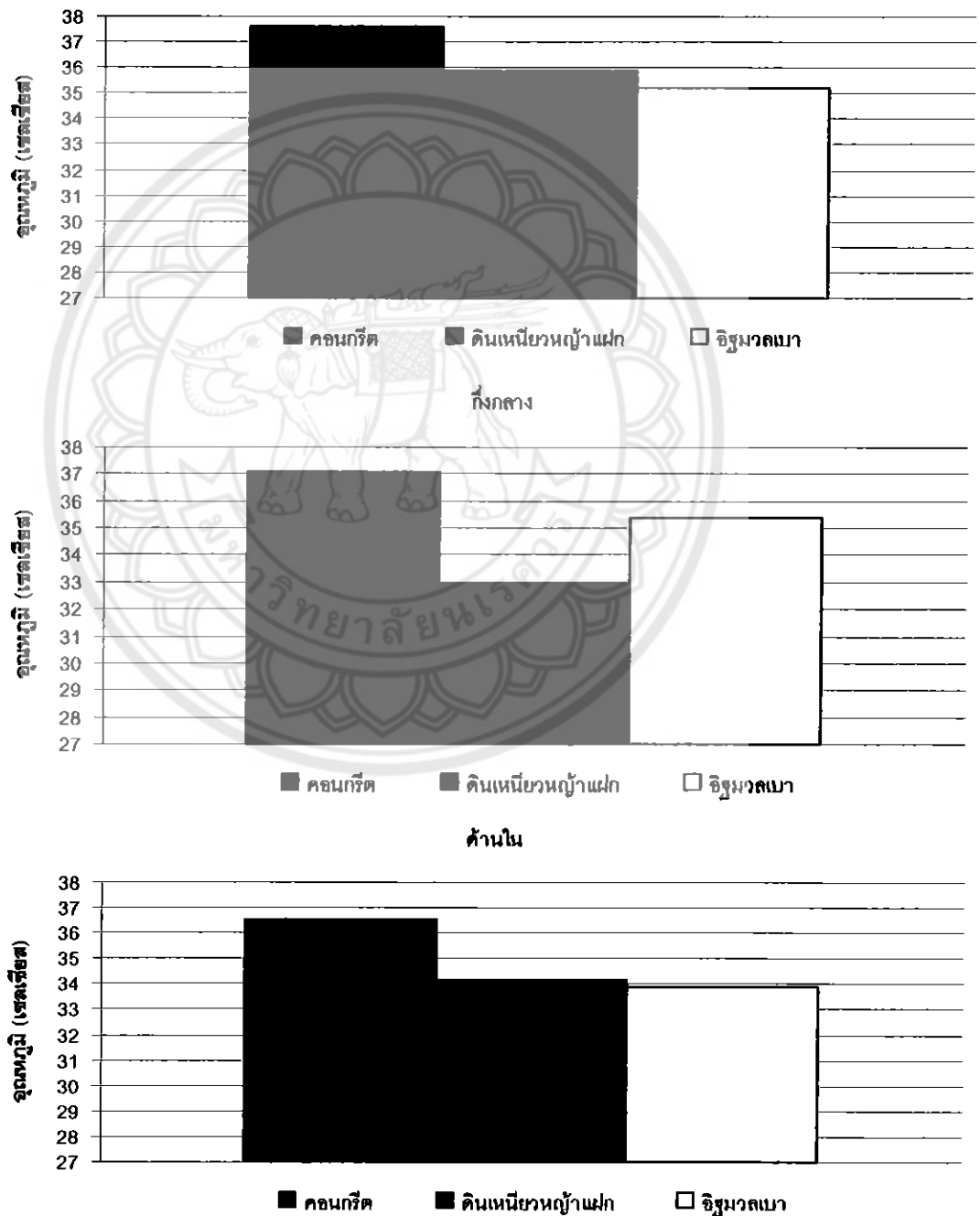


จากกราฟ 4.2 อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังที่ตำแหน่งต่างๆ ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง จากกราฟจะเห็นว่าอุณหภูมิเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของคอนกรีตทั้ง 3 ตำแหน่งจะมีอุณหภูมิสูงที่สุดอยู่ที่ประมาณ 34-35 องศาเซลเซียส ขณะที่ผนังคานเหินขวหญาแฝกทั้ง 3 ตำแหน่งอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 33 องศาเซลเซียส และผนังอิฐมวลเบาทั้ง 3 ตำแหน่งอยู่ที่ประมาณ 31- 32 องศาเซลเซียส โดยค่าความจุความร้อนและค่าทางความร้อนอื่นๆของผนังคานเหินขวหญาแฝกยังไม่มีค่าที่แน่นอน ส่วนค่าความจุความร้อนของอิฐมวลเบาคือ 250 (J/kg.K) ค่าการนำความร้อนของอิฐมวลเบาคือ 0.089 - 0.132 (W/m.K) และค่าการต้านทานความร้อนคือ 0.58 (m<sup>2</sup>K / W) เมื่อเทียบกับคอนกรีตที่มีค่าความจุความร้อนถึง 800-1000 (J/kg.K) ค่าการนำความร้อน 0.519 (W/m.K) และค่าการต้านทานความร้อนคือ 0.149 (m<sup>2</sup>K/W) จึงสอดคล้องกับผลที่ได้จากการทดลองตามกราฟ



4.1.3 อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังคอนกรีต ผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน และผนังอิฐมวลเบา ณ จุดต่างๆ เวลากลางวัน

ในการวิเคราะห์อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังคอนกรีต ผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน และผนังอิฐมวลเบา ที่ตำแหน่ง ผิวผนังด้านนอก กึ่งกลางผนัง และผิวผนังด้านใน โดยใช้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามเวลา 07.00 น. – 19.00 น. ของผนังทั้ง 3 ชนิด ในวันที่ 7 มิถุนายน 2553 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิเฉลี่ยในเวลากลางวันของผนังแต่ละชนิดดังกราฟ 4.3



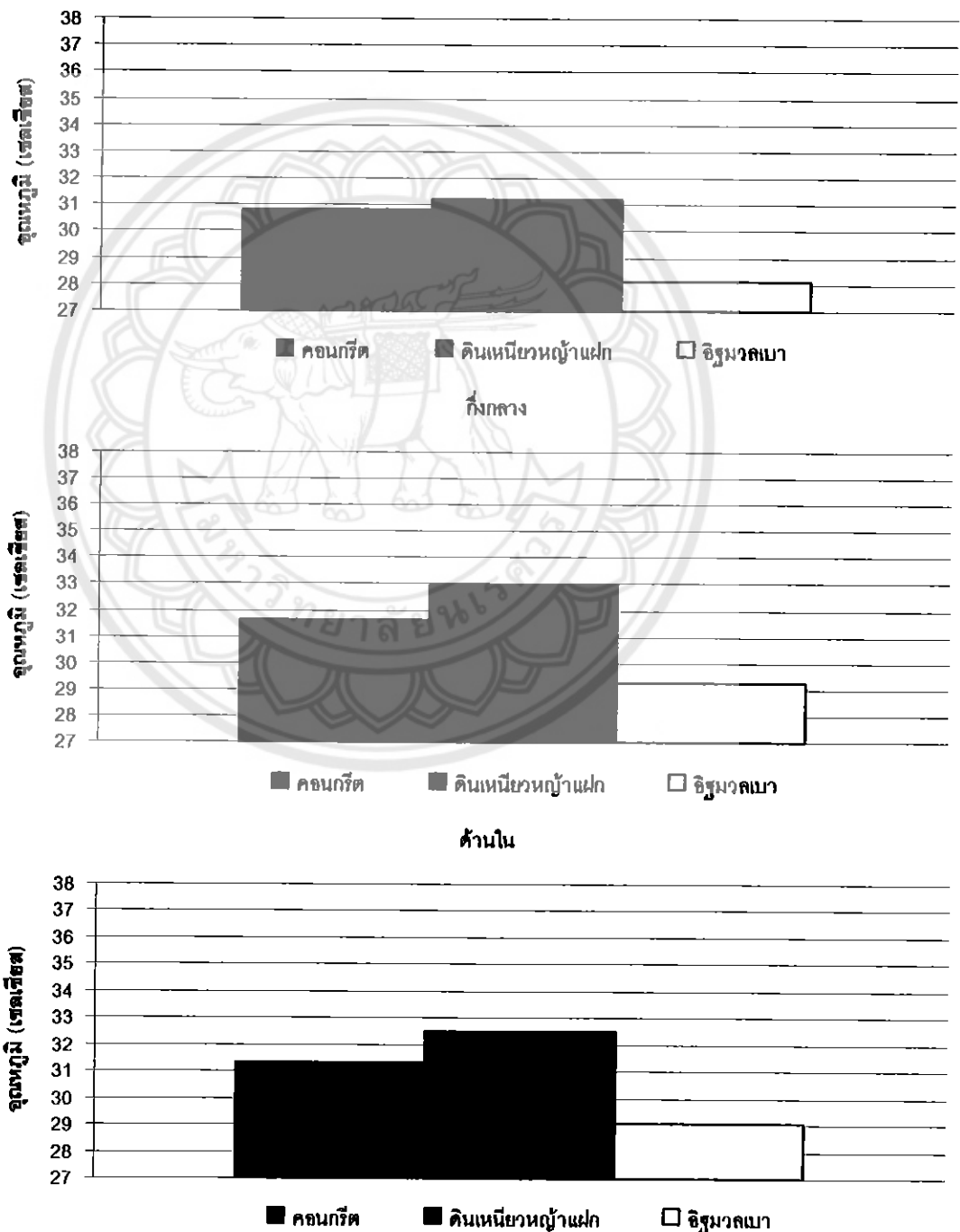
กราฟ 4.3 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยของผนังทั้ง 3 ชนิด ที่ตำแหน่งต่างๆ เวลากลางวัน

จากกราฟ 4.3 อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังที่ตำแหน่งต่างๆ ช่วงเวลากลางวัน จากกราฟจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังคอนกรีตทั้ง 3 ตำแหน่งอยู่ที่ประมาณ 37 องศาเซลเซียส จะมีอุณหภูมิสูงมากกว่าอุณหภูมิของผนังดินเหนียวหุ้มฉนวนที่อุณหภูมิเฉลี่ยทั้ง 3 ตำแหน่งอยู่ที่ประมาณ 34-36 องศาเซลเซียส และผนังอิฐมวลเบาจะมีอุณหภูมิเฉลี่ยใกล้เคียงกับผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน โดยอุณหภูมิทั้ง 3 ตำแหน่งอยู่ที่ประมาณ 33-35 องศาเซลเซียส โดยค่าความจุความร้อนและค่าทางความร้อนอื่นๆของผนังดินเหนียวหุ้มฉนวนยังไม่มีค่าที่แน่นอน ส่วนค่าความจุความร้อนของอิฐมวลเบาคือ 250 (J/kg.K) ค่าการนำความร้อนของอิฐมวลเบาคือ 0.089 - 0.132 (W/m.K) และค่าการต้านทานความร้อนคือ 0.58 (m<sup>2</sup>K / W) เมื่อเทียบกับคอนกรีตที่มีค่าความจุความร้อนถึง 800-1000 (J/kg.K) ค่าการนำความร้อน 0.519 (W/m.K) และค่าการต้านทานความร้อนคือ 0.149 (m<sup>2</sup>K/W) จึงสอดคล้องกับผลที่ได้จากการทดลองตามกราฟ



4.1.4 อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังคอนกรีต ผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน และผนังอิฐมวลเบา ณ จุดต่างๆ เวลากลางวัน

ในการวิเคราะห์อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังคอนกรีต ผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน และผนังอิฐมวลเบา ที่ตำแหน่ง ผิวผนังด้านนอก กึ่งกลางผนัง และผิวผนังด้านใน โดยใช้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามเวลา 19.00 น. - 07.00 น. ของผนังทั้ง 3 ชนิด ในวันที่ 7 มิถุนายน 2553 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิเฉลี่ยในเวลากลางวันของผนังแต่ละชนิดดังกราฟ 4.4 ด้านนอก



กราฟ 4.4 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยของผนังทั้ง 3 ชนิด ที่ตำแหน่งต่างๆเวลากลางวัน

จากกราฟ 4.4 อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังที่ตำแหน่งต่างๆ ช่วงเวลากลางคืน จากกราฟจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของผนังคอนกรีตทั้ง 3 ตำแหน่งจะมีค่าลดค่าลงอยู่ที่ประมาณ 31-32 องศาเซลเซียส ซึ่งต่างจากกลางวันเป็นอย่างมาก ส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยของผนังดินเหนียวหุ้มฉนวนทั้ง 3 ตำแหน่งลดลงจากกลางวันเพียงเล็กน้อยอยู่ที่ประมาณ 31-33 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยของผนังอิฐมวลเบาทั้ง 3 ตำแหน่งลดลงต่ำกว่าผนังชนิดอื่นอยู่ที่ประมาณ 28-29 องศาเซลเซียส โดยค่าการนำความร้อนและค่าทางความร้อนอื่นๆของผนังดินเหนียวหุ้มฉนวนยังไม่มีค่าที่แน่นอน ส่วนค่าการนำความร้อนของอิฐมวลเบา คือ 0.089 - 0.132 (W/m.K) ค่าการต้านทานความร้อนคือ 0.58 ( $m^2K / W$ ) และค่าความจุความร้อนคือ 250 (J/kg.K) เมื่อเทียบกับคอนกรีตที่มีค่าการนำความร้อนคือ 0.519 (W/m.K) ค่าการต้านทานความร้อนคือ 0.149 ( $m^2K/W$ ) และค่าความจุความร้อนคือ 800-1000 (J/kg.K) จึงสอดคล้องกับผลที่ได้จากการทดลอง

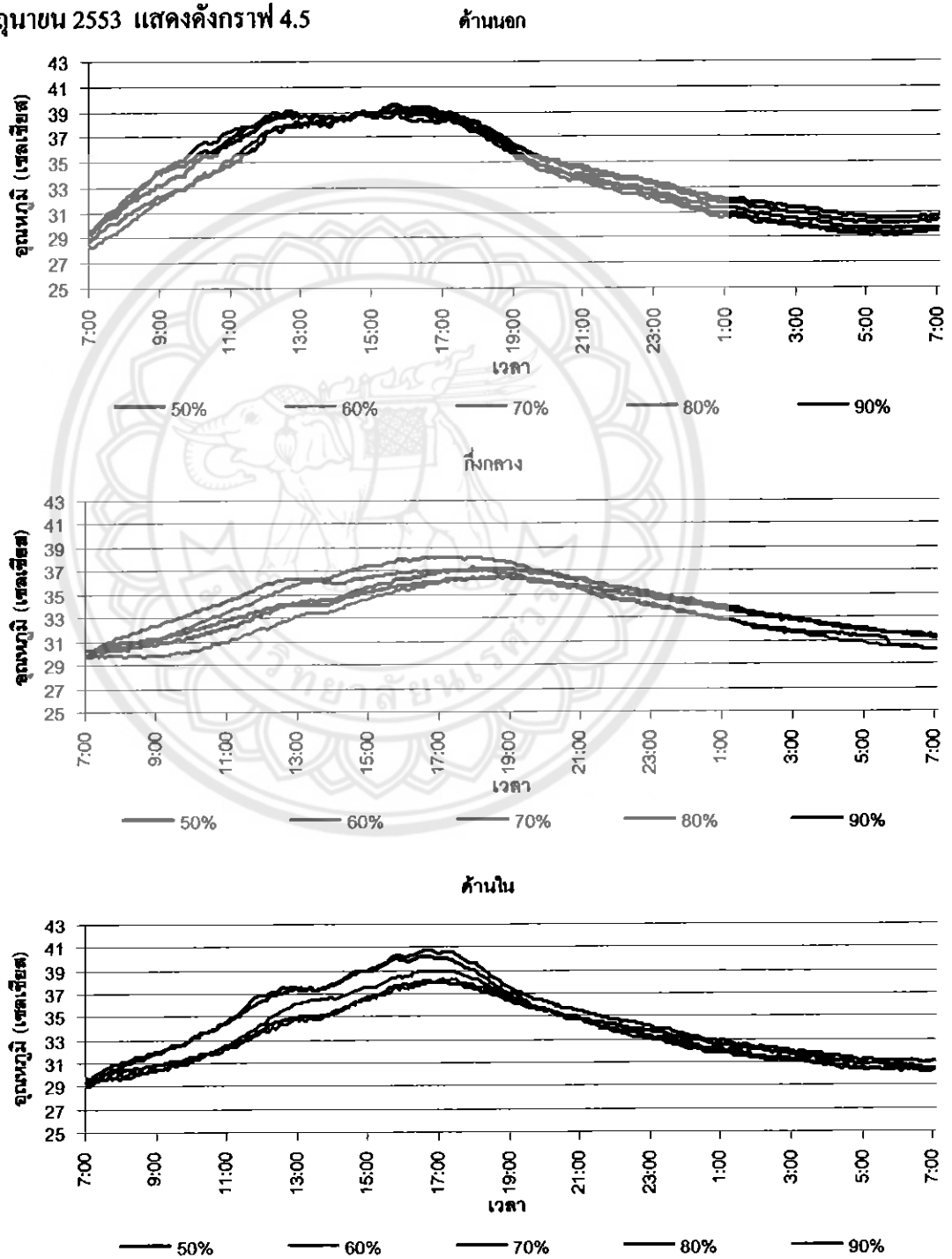


#### 4.2 การเปรียบเทียบผนังดินเหนียวหุ้มฝาแฝดแต่ละส่วนผสม

ในการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผนังดินเหนียวหุ้มฝาแฝดแต่ละส่วนผสม จะใช้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามเวลา 24 ชั่วโมงของผนังดินเหนียวหุ้มฝาแฝดตามส่วนผสม 5 ชนิดคือ 50% 60% 70% 80% และ 90% ในวันที่ 7 มิถุนายน 2553 เพื่อเปรียบเทียบว่า ผนังดินเหนียวหุ้มฝาแฝดที่ส่วนผสมเท่าไร จะมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามเวลาได้ดีที่สุด ซึ่งแสดงดังกราฟ 4.5 โดยพิจารณาค่าแห่งต่างๆของผนังคือ ผิวผนังด้านนอก กึ่งกลางผนัง ผิวผนังด้านใน โดยจะแบ่งส่วนการวิเคราะห์ย่อยออกเป็น 4 ส่วนย่อยคือ ส่วนแรกจะเป็นการพิจารณาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิตามเวลาที่จุดต่างๆของผนังดินเหนียวหุ้มฝาแฝด (ผิวผนังด้านนอก กึ่งกลางผนัง ผิวผนังด้านใน) ส่วนที่ 2 คือ การพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของผนังดินเหนียวหุ้มฝาแฝดแต่ละส่วนผสมโดยพิจารณาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิแต่ละจุดของผนัง (ผิวผนังด้านนอก กึ่งกลางผนัง ผิวผนังด้านใน) ตลอด 24 ชั่วโมง ส่วนที่ 3 คือ การพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของผนังดินเหนียวหุ้มฝาแฝดแต่ละส่วนผสมโดยพิจารณาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิแต่ละจุดของผนัง (ผิวผนังด้านนอก กึ่งกลางผนัง ผิวผนังด้านใน) ตลอดช่วงเวลากลางวันและส่วนสุดท้าย คือ การพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของผนังดินเหนียวหุ้มฝาแฝดแต่ละส่วนผสมโดยพิจารณาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิแต่ละจุดของผนัง (ผิวผนังด้านนอก กึ่งกลางผนัง ผิวผนังด้านใน) ตลอดช่วงเวลากลางคืน

### 4.2.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆของผนังดินเหนียวหุ้ม้าแฝกแต่ละส่วนผสม

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผนังดินเหนียวหุ้ม้าแฝกแต่ละส่วนผสม ตามเวลา ณ ตำแหน่งผิวผนังด้านนอก กึ่งกลางผนัง และผิวผนังด้านใน โดยใช้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามเวลา 24 ชั่วโมงของส่วนผนังดินเหนียวหุ้ม้าแฝกส่วนผสมทั้ง 5 ชนิด ในวันที่ 7 มิถุนายน 2553 แสดงดังกราฟ 4.5



กราฟ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิตามเวลาของผนังดินเหนียวหุ้ม้าแฝก 5 ชนิด ณ จุดต่างๆ

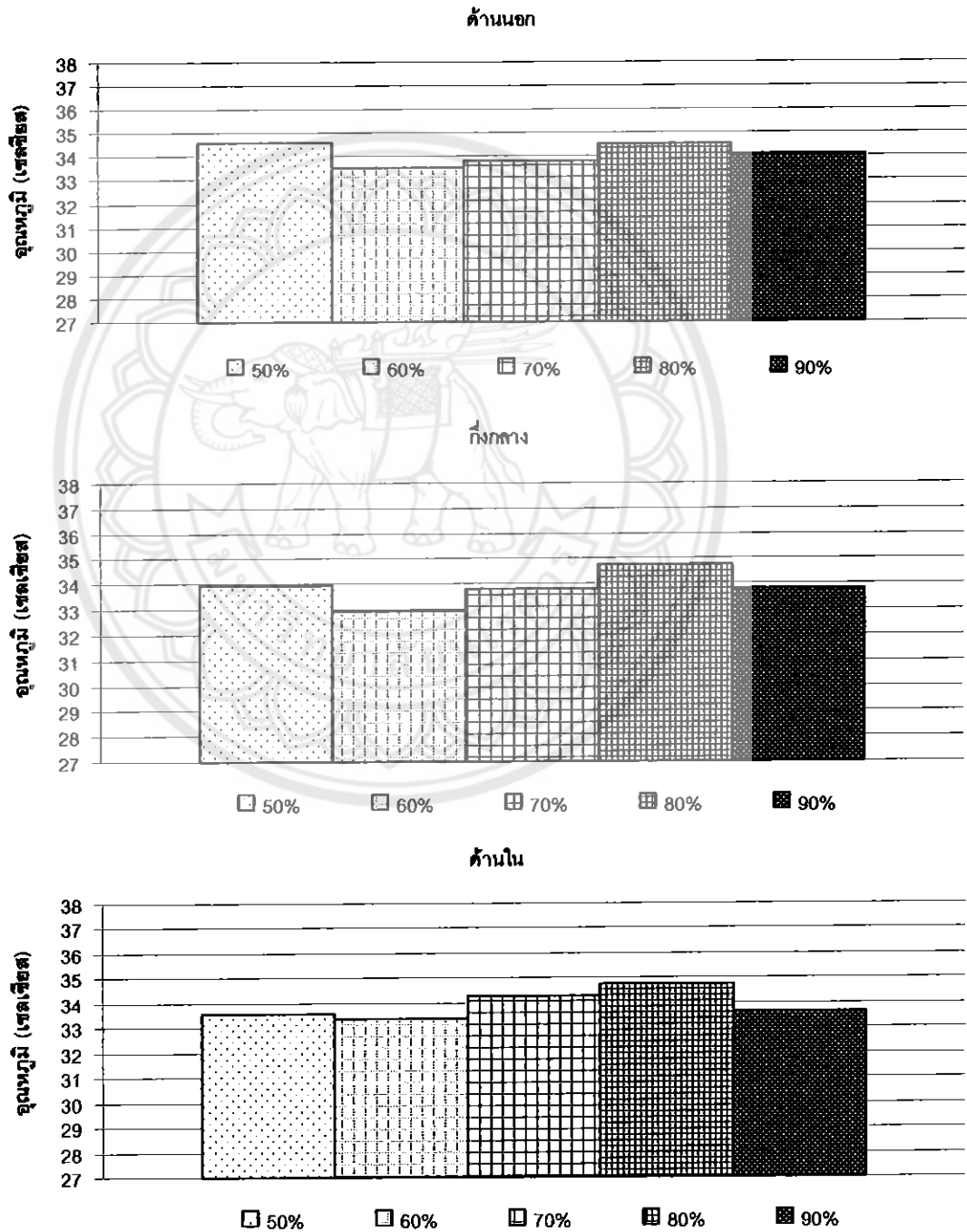
จากกราฟ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิตามเวลา ณ จุดต่างๆของผนังคินเหนียว  
หุ้มแผ่นทั้ง 5 ชนิด จากกราฟจะเห็นได้ว่า แนวโน้มของกราฟไม่แตกต่างกันมาก มีอุณหภูมิตาม  
เวลาที่ใกล้เคียงกัน โดยในกลางวันจะมีอุณหภูมิสูงและลดต่ำลงในเวลากลางคืน ซึ่งจากกราฟอาจจะ  
ไม่ชัดเจน ดังนั้นจึงได้ทำการแสดงผลเป็นอุณหภูมิเฉลี่ย เพื่อให้เห็นความแตกต่างของอุณหภูมิผนัง  
คินเหนียวหุ้มแผ่นแต่ละชนิดได้อย่างชัดเจน





4.2.2 อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังคานเหนียวหุ้มฉนวน 50% 60% 70% 80% และ 90% ณ เวลา 24 ชั่วโมง

ในการวิเคราะห์อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังคานเหนียวหุ้มฉนวน 50% 60% 70% 80% และ 90% ที่ตำแหน่ง คิวผนังด้านนอก กึ่งกลางผนัง และคิวผนังด้านใน โดยใช้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามเวลา 24 ชั่วโมงของผนังทั้ง 5 ชนิด ในวันที่ 7 มิถุนายน 2553 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของผนังแต่ละชนิดดังกราฟ 4.6



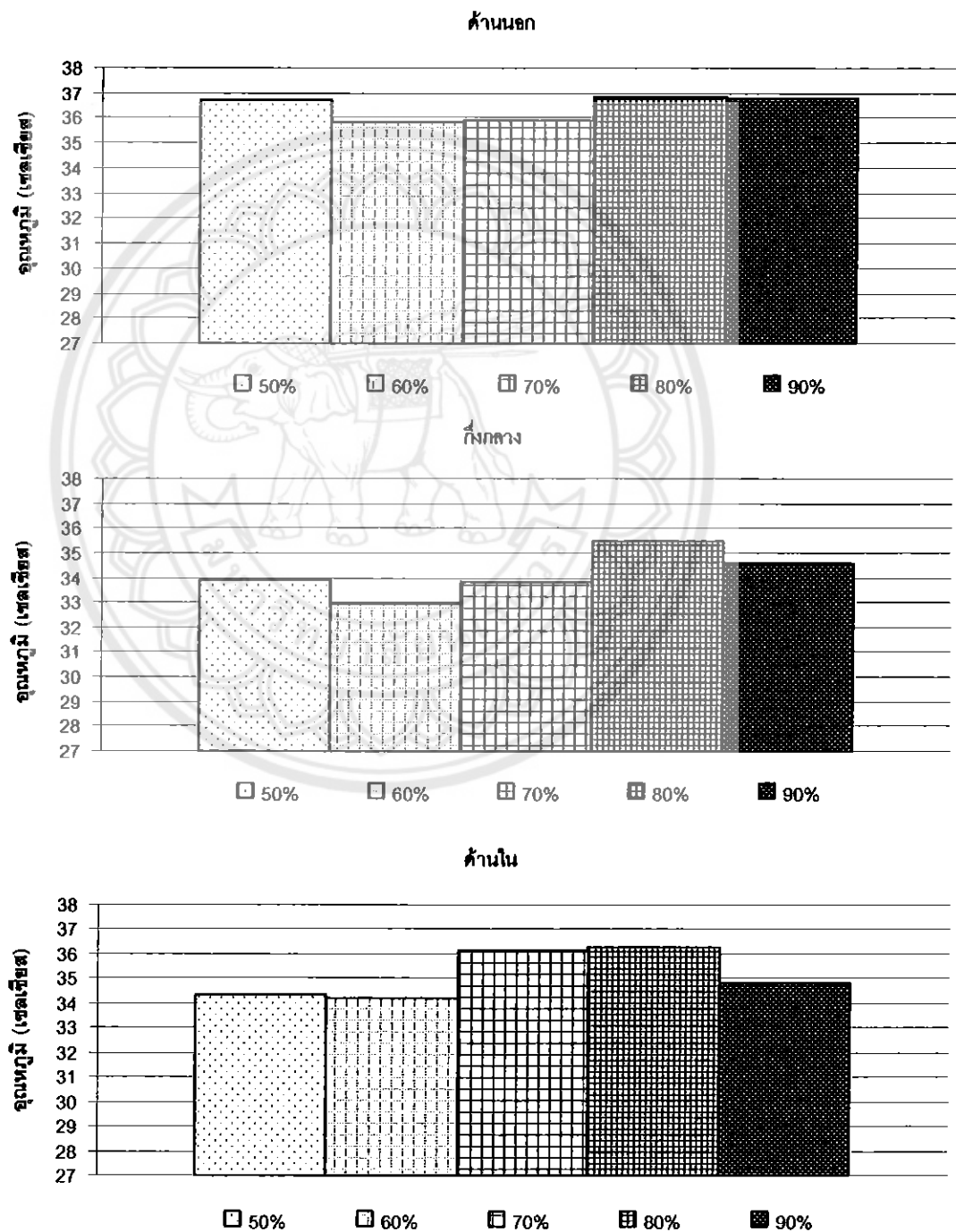
กราฟ 4.6 อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังคานเหนียวหุ้มฉนวนทั้ง 5 ชนิด ที่ตำแหน่งต่างๆเวลา 24 ชั่วโมง

จากกราฟ 4.6 อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังคินเหนียวหุ้มผ้าแฝกทั้ง 5 ชนิด ที่ตำแหน่งต่างๆ ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง จากกราฟจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิเฉลี่ยทั้ง 3 ตำแหน่งมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ที่ประมาณ 33-34 องศาเซลเซียส และ อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังคินเหนียวหุ้มผ้าแฝก 60% ทั้ง 3 ตำแหน่งจะมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของผนังคินเหนียวหุ้มผ้าแฝกชนิดอื่นๆ แต่ถึงอย่างไรมันอาจมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นได้เนื่องมาจากความชื้นที่สะสมอยู่ภายในตัวผนังของแต่ละส่วนผสม ตำแหน่งที่วัดอุณหภูมิ และอาจเกิดจากการผสมคินเหนียวกับหุ้มผ้าแฝกที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกันของผนังแต่ละชนิด จึงทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นได้



### 4.2.3 อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังดินเหนียวหุ้มฝาแฝด 50% 60% 70% 80% และ 90% ณ เวลา กลางวัน

ในการวิเคราะห์อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังดินเหนียวหุ้มฝาแฝด 50% 60% 70% 80% และ 90% ที่ตำแหน่ง ผิวผนังด้านนอก กึ่งกลางผนัง และผิวผนังด้านใน โดยใช้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิตามเวลา 07.00 น. – 19.00 น.ของผนังทั้ง 5 ชนิด ในวันที่ 7 มิถุนายน 2553 เพื่อ เปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิเฉลี่ยในเวลากลางวันของผนังแต่ละชนิดดังกราฟ 4.7



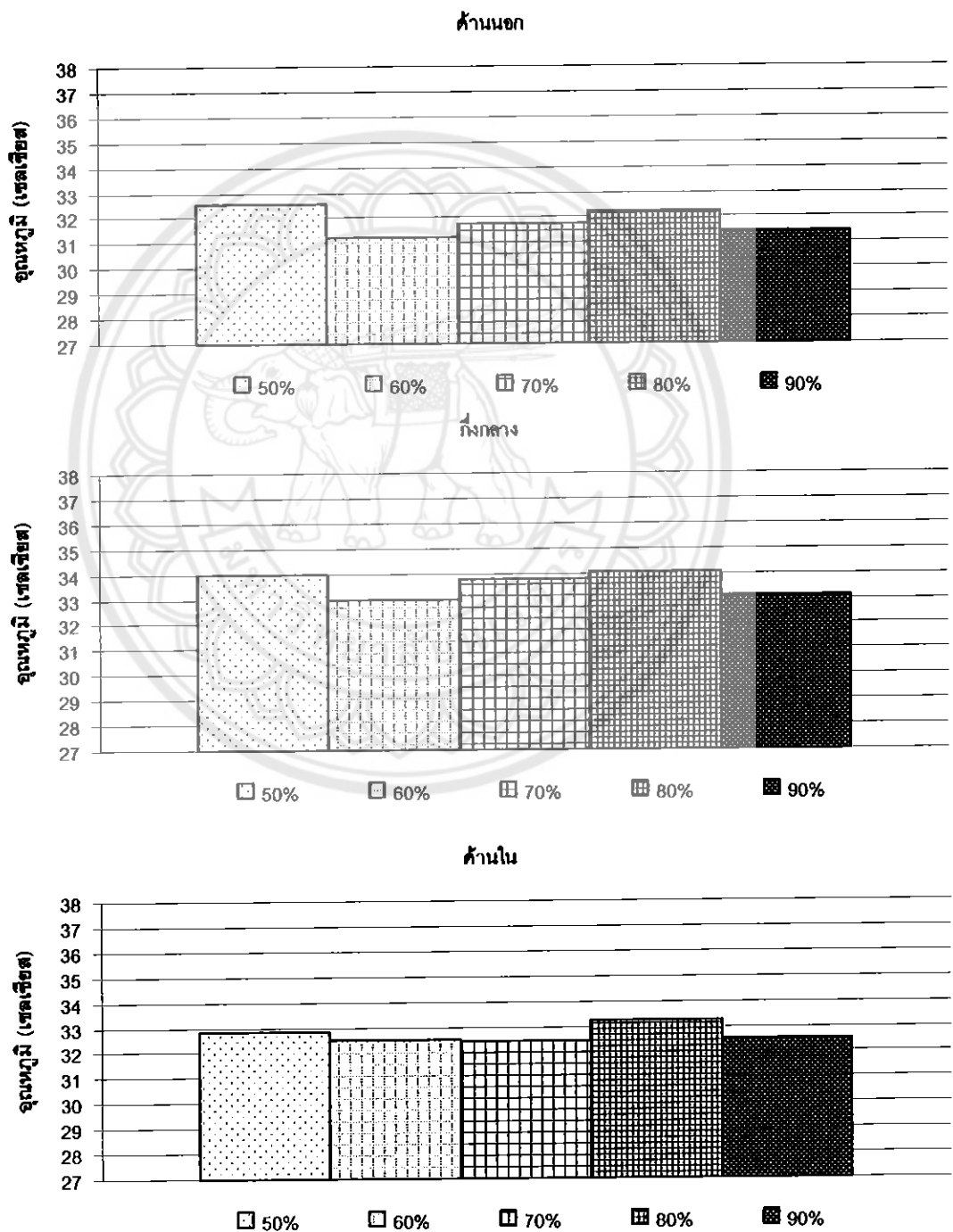
กราฟ 4.7 อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังดินเหนียวหุ้มฝาแฝดทั้ง 5 ชนิด ที่ตำแหน่งต่างเวลากลางวัน

จากกราฟ 4. 7 อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังดินเหนียวหุ้มฝาแฝดทั้ง 5 ชนิด ที่ตำแหน่งต่างๆ ช่วงเวลากลางวัน จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิเฉลี่ยทั้ง 3 ตำแหน่งของผนังมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ที่ประมาณ 33 – 35 องศาเซลเซียส โดยที่ผนังดินเหนียวหุ้มฝาแฝด 60% จะมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าผนังดินเหนียวหุ้มฝาแฝดชนิดอื่นทั้ง 3 ตำแหน่ง แต่ถึงอย่างไรนั้นอาจมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นได้ เนื่องจากความชื้นที่สะสมอยู่ภายในตัวผนังของแต่ละส่วนผสม ตำแหน่งที่วัดอุณหภูมิ และอาจเกิดจากการผสมดินเหนียวกับหุ้มฝาแฝดที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกันของผนังแต่ละชนิด จึงทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นได้



4.2.4 อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังดินเหนียวหุ้มฝาแฝด 50% 60% 70% 80% และ 90% ณ เวลา กลางคืน

ในการวิเคราะห์อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังดินเหนียวหุ้มฝาแฝด 50% 60% 70% 80% และ 90% ที่ตำแหน่ง ผิวผนังด้านนอก กึ่งกลางผนัง และผิวผนังด้านใน โดยใช้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิตามเวลา 19.00 น. - 07.00 น.ของผนังทั้ง 5 ชนิด ในวันที่ 7 มิถุนายน 2553 เพื่อ เปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิเฉลี่ยในเวลากลางวันของผนังแต่ละชนิดดังกราฟ 4.8



กราฟ 4.8 อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังดินเหนียวหุ้มฝาแฝดทั้ง 5 ชนิด ที่ตำแหน่งต่างๆเวลากลางคืน

จากกราฟ 4. 8 อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังดินเหนียวหุ้มผ้าฝ้ายแห้งทั้ง 5 ชนิด ที่ตำแหน่งต่างๆ ช่วงเวลากลางคืน จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิเฉลี่ยทั้ง 3 ตำแหน่งของผนังมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ที่ประมาณ 32 – 34 องศาเซลเซียส โดยที่ผนังดินเหนียวหุ้มผ้าฝ้ายแห้ง 60% จะมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าผนังดินเหนียวหุ้มผ้าฝ้ายแห้งชนิดอื่นทั้ง 3 ตำแหน่ง แต่ถึงอย่างไรนั้นอาจมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นได้ เนื่องจากความชื้นที่สะสมอยู่ภายในตัวผนังของแต่ละส่วนผสม ตำแหน่งที่วัดอุณหภูมิ และอาจเกิดจากการผสมดินเหนียวกับหุ้มผ้าฝ้ายแห้งที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกันของผนังแต่ละชนิด จึงทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นได้



### 4.3 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของผนัง

#### 4.3.1 วัตถุประสงค์

- เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการทดลองจริง
- เพื่อเป็นสมการที่สามารถนำไปใช้ในการศึกษาข้อมูลทางความร้อนของผนังในการทำงานจริงในอนาคตได้

#### 4.3.2 การวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของผนัง

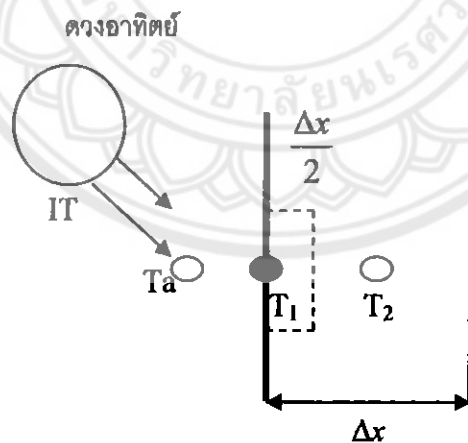
- การวิเคราะห์โดยวิธีเชิงตัวเลข (Numerical method)

สำหรับการวิเคราะห์ปัญหาของการนำความร้อนภายในเนื้อวัสดุ ที่อยู่ในสถานะที่ไม่คงที่ (Transient) ซึ่งอุณหภูมิเป็นฟังก์ชันของตำแหน่งและเวลา เป็นเรื่องที่ยุ่งยากซับซ้อน ดังนั้น จึงต้องนำเอาวิธีเชิงตัวเลข (Numerical method) มาช่วยในการแก้ปัญหา โดยจะเลือกใช้วิธีที่เรียกว่า "Finite-difference" แบบ Explicit เพราะเป็นวิธีที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน และมีความสะดวกรวดเร็ว

- แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของผนังรูปแบบ Explicit Finite-Difference

การคำนวณอุณหภูมิสำหรับทุกๆ ตำแหน่งของผิวผนังที่ใช้ในการทดลองจะประมาณจากสมการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. สำหรับ (ตำแหน่ง 1) ผิวผนังด้านนอก



รูปที่ 4.1 แสดง Control volume การหาอุณหภูมิที่ตำแหน่ง  $T_1$

จากสมการสมดุลพลังงานบริเวณผิวด้านหน้าของผนังสามารถเขียนได้เป็น

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Heat gain} \\ \text{By Radiation} \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \text{Heat convection} \\ \text{to the air} \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \text{Heat gain} \\ \text{By conduction} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Rate of increase} \\ \text{of internal energy} \end{array} \right\}$$

$$I\alpha + h_1(T_a^n - T_1^n) + k \cdot \frac{(T_2^n - T_1^n)}{\Delta x} = \rho C_p \cdot \frac{\Delta x}{2} \cdot \frac{(T_1^{n+1} - T_1^n)}{\Delta t}$$

ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนคำนวณดังต่อไปนี้

- จากสมการความสัมพัทธ์ของ Love day

$$h_1 = 3.0 + 7.4\sqrt{v} \quad (4.1)$$

$v$  = ความเร็วลมเฉลี่ยอากาศแวดล้อมมีค่าประมาณ 2.5 m/s

จัดรูปสมการใหม่จะได้เป็น

$$T_1^{n+1} = \frac{2 \cdot \Delta t}{\rho C_p \Delta x} \left[ I\alpha + h_1(T_a^n - T_1^n) + \frac{k}{\Delta x}(T_2^n - T_1^n) \right] + T_1^n \quad \text{หรือ}$$

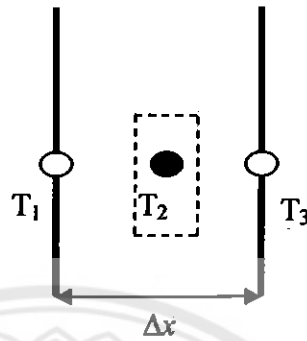
$$T_1^{n+1} = 2 \cdot Fo_1 \frac{\Delta x}{k} \left[ I\alpha + h_1(T_a^n - T_1^n) + \frac{k}{\Delta x}(T_2^n - T_1^n) \right] + T_1^n \quad (4.2)$$

เมื่อ  $\alpha = \frac{k}{\rho C_p}$  และ  $Fo_1 = \alpha \cdot \frac{\Delta t}{\Delta x^2} = \frac{k}{\rho C_p} \cdot \frac{\Delta t}{\Delta x^2}$

โดยที่  $Fo_1 \leq \frac{1}{2}$



## 2. สำหรับ (ตำแหน่ง 2) กึ่งกลางผนัง



รูปที่ 4.2 แสดง Control volume การหาอุณหภูมิที่ตำแหน่ง  $T_2$

สำหรับตำแหน่งที่ 2 กึ่งกลางผนัง

$$\frac{\partial T(x,t)}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$$

$$\frac{T_i^{n+1} - T_i^n}{\Delta t} = \alpha \frac{T_{i-1}^n - 2T_i^n + T_{i+1}^n}{(\Delta x)^2}$$

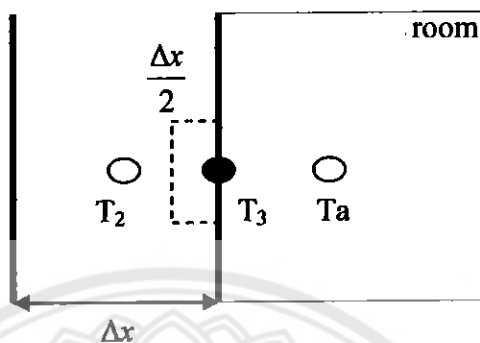
จัดรูปใหม่จะได้

$$T_2^{n+1} = Fo_1(T_1^n + T_3^n) + (1 - 2Fo_1)T_2^n \quad (4.3)$$

เมื่อ  $\alpha = \frac{k}{\rho C_p}$  และ  $Fo_1 = \alpha \cdot \frac{\Delta t}{\Delta x^2} = \frac{k}{\rho C_p} \cdot \frac{\Delta t}{\Delta x^2}$

โดยที่  $Fo_1 \leq \frac{1}{2}$

## 3. สำหรับ (ตำแหน่ง 3) ผิวผนังด้านใน

รูปที่ 4.3 แสดง Control volume การหาอุณหภูมิที่ตำแหน่ง  $T_3$ 

สำหรับตำแหน่งที่ 3 ผิวผนังด้านใน

$$\frac{\partial T(x,t)}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$$

$$\frac{T_i^{n+1} - T_i^n}{\Delta t} = \alpha \frac{T_{i-1}^n - 2T_i^n + T_{i+1}^n}{(\Delta x)^2}$$

จัดรูปใหม่จะได้

$$T_3^{n+1} = Fo_1(T_a^n + T_2^n) + (1 - 2Fo_1)T_3^n \quad (4.4)$$

เมื่อ  $\alpha = \frac{k}{\rho C_p}$  และ  $Fo_1 = \alpha \cdot \frac{\Delta t}{\Delta x^2} = \frac{k}{\rho C_p} \cdot \frac{\Delta t}{\Delta x^2}$  โดยที่  $Fo_1 \leq \frac{1}{2}$

#### 4. ค่าคงที่ที่ใช้ในการคำนวณ<sup>[7][8]</sup>

$$\Delta t = 300 \text{ s}$$

$$\Delta x = 0.055 \text{ m}$$

คอนกรีต

$$\rho = 768 \text{ kg/m}^3$$

$$C_p = 880 \text{ J/kg.K}$$

$$k = 0.519 \text{ W/m.K}$$

ดินเหนียวหญาแฝก 60%

$$\rho = 510 \text{ kg/m}^3$$

$$C_p = 1380 \text{ J/kg.K}$$

$$k = 0.368 \text{ W/m.K}$$

อิฐมวลเบา

$$\rho = 640 \text{ kg/m}^3$$

$$C_p = 320 \text{ J/kg.K}$$

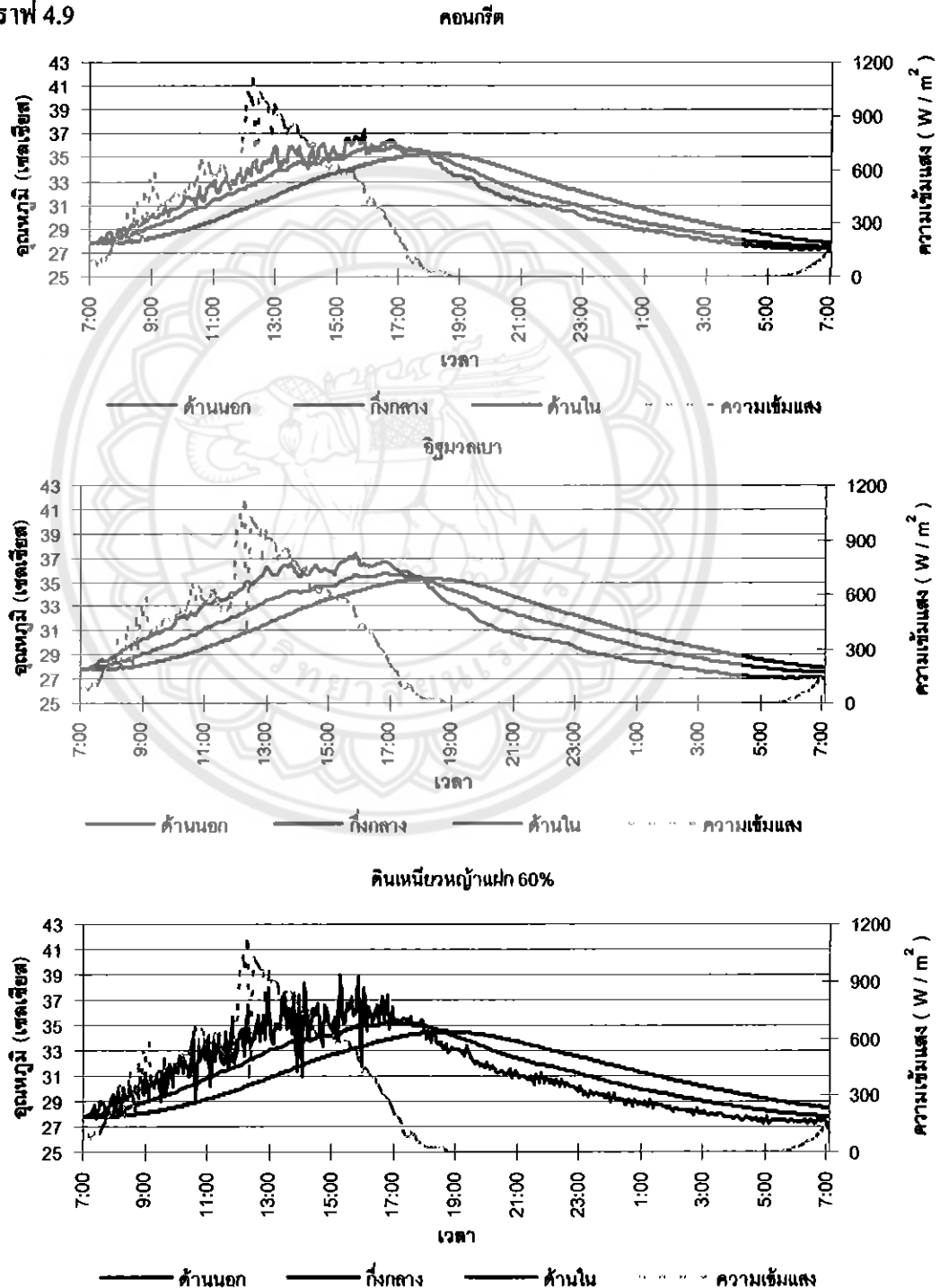
$$k = 0.132 \text{ W/m.K}$$

หมายเหตุ. ค่าคุณสมบัติทางความร้อนทั้ง 3 ตัวของผนังดินเหนียวหญาแฝก 60% นั้น เป็นค่าที่อ้างอิงมาจากค่าคุณสมบัติของไม้มาพิจารณาในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากว่าค่าคุณสมบัติของผนังดินเหนียวหญาแฝก 60% นั้น ยังไม่มีค่าที่แน่นอน

### 4.3.3 ผลการทดสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

แสดงค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในแต่ละตำแหน่งของผนังคอนกรีต ผนังอิฐมวลเบา และผนังคินเหนียวหุ้มฉนวน 60 %

ในการพิจารณาค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในแต่ละตำแหน่งต่างๆ ได้ใช้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและค่าความเข้มแสงอาทิตย์ต่อเวลาของวันที่ 7 มิถุนายน 2553 ซึ่งแสดงดังกราฟ 4.9

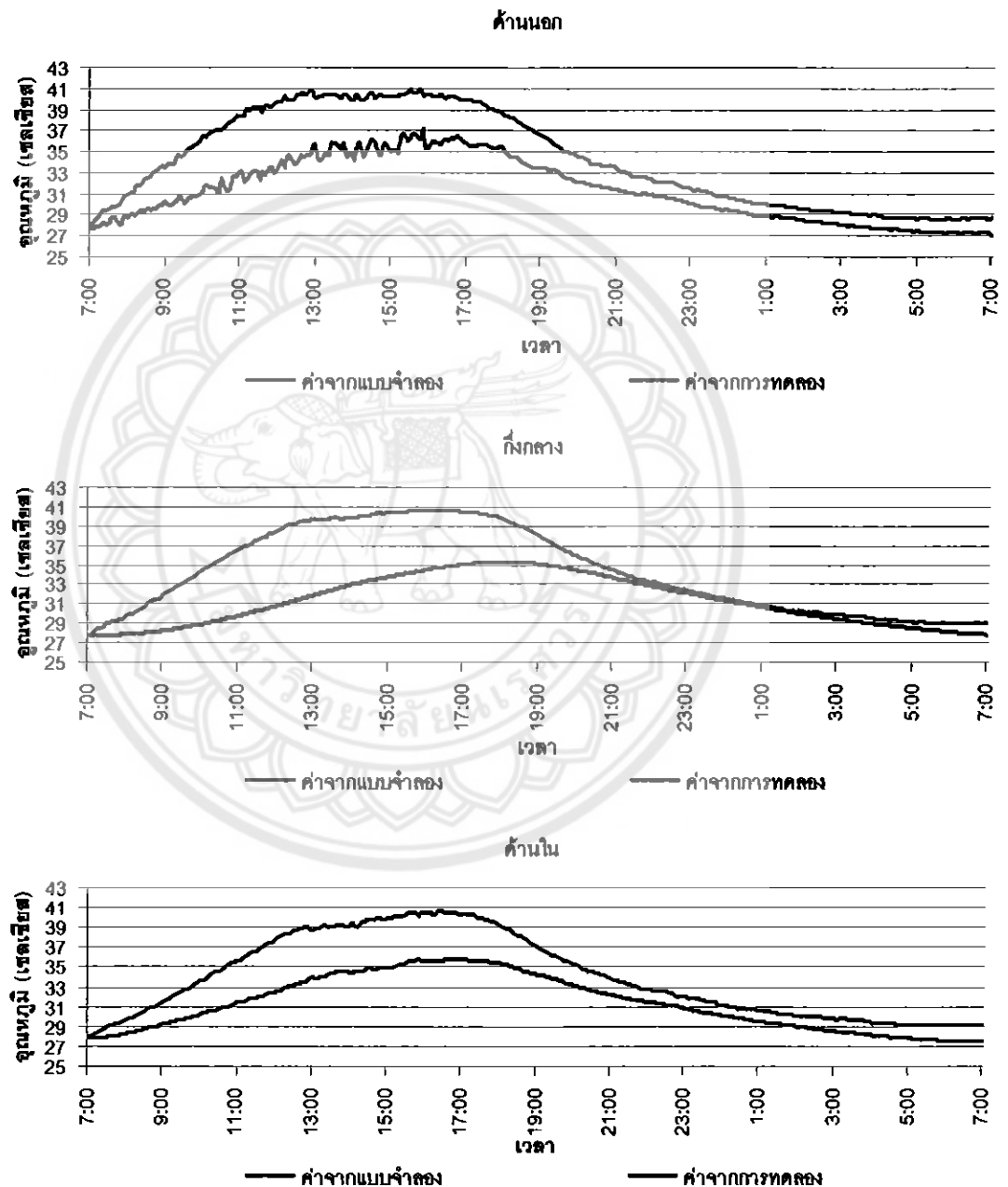


จากกราฟแสดงค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในตำแหน่งผิวผนังด้านนอก กึ่งกลางผนัง ผิวผนังด้านในของผนังคอนกรีต ผนังอิฐมวลเบาและผนังคินเหนียวหญ้าแฝก 60% จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิของผิวผนังด้านนอกของผนังทั้ง 3 ชนิดมีแนวโน้มสูงขึ้นตามค่าความเข้มแสงอาทิตย์ส่งผลทำให้อุณหภูมิของกึ่งกลางผนังและผิวผนังด้านในสูงขึ้นตามไปด้วย ค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในตำแหน่งผิวผนังด้านนอกของแต่ละชนิดนั้น จะมีค่าเพิ่มขึ้นในเวลากลางวัน และจะลดต่ำลงหลังเวลา 18.00 น. จากกราฟเราจะเห็นว่า แม้ค่าความเข้มแสงอาทิตย์สูงขึ้นและลดลงอย่างรวดเร็ว แต่กราฟของอุณหภูมิของผิวผนังด้านนอก กึ่งกลาง และผิวผนังด้านในของผนังทั้ง 3 ชนิดจะไม่ลดลงตามอย่างรวดเร็ว แต่จะค่อยๆลดลงอย่างช้าๆ ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าผนังได้รับการสะสมความร้อนมาตลอดทั้งวันแล้วคลายความร้อนออกตามคุณสมบัติการจุความร้อนของวัสดุแต่ละชนิด และจะเห็นได้ว่าค่าสูงสุดต่ำสุดของกราฟและลักษณะเส้นกราฟของผนังแต่ละชนิดนั้น จะมีค่าไม่เท่ากันเพราะเนื่องมาจากค่าคุณสมบัติของวัสดุที่นำมาใช้แตกต่างกัน



#### 4.3.4 เปรียบเทียบอุณหภูมิในแต่ละตำแหน่งของผนังคอนกรีตที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับผลการทดลองจริง

ในการพิจารณาเปรียบเทียบอุณหภูมิตามจุดต่างๆจากผลการทดลองจริงกับผลการคำนวณจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ใช้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่อเวลาของวันที่ 7 มิถุนายน 2553 ซึ่งแสดงดังกราฟ 4.10



กราฟ 4.10 แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกับเวลาของผนังคอนกรีตที่ได้จากการคำนวณ โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เทียบกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกับเวลาที่ ได้จากการทดลอง

จากกราฟผลการเปรียบเทียบระหว่างค่าอุณหภูมิที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าจากการทดลองจริงที่ผิวผนังด้านนอก กึ่งกลางผนัง ผิวผนังด้านในของผนังคอนกรีต จะเห็นได้ว่าค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะมีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จากการทดลองจริง โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในเวลากลางวันแล้วจะลดต่ำลงในเวลากลางคืน ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าในการทดลองจริงนั้นสภาพแวดล้อมมีความหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นแสงแดด กระแสลม หรือความชื้น ส่วนค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้น ค่าจะเป็นไปตามคุณสมบัติทางความร้อนของวัสดุที่เราต้องใส่เข้าไป โดยระบบของสมการจะเป็นตัวให้ค่าคำตอบของค่าอุณหภูมิจากสมการที่ใช้ในการคำนวณแต่ละตำแหน่งของผนัง

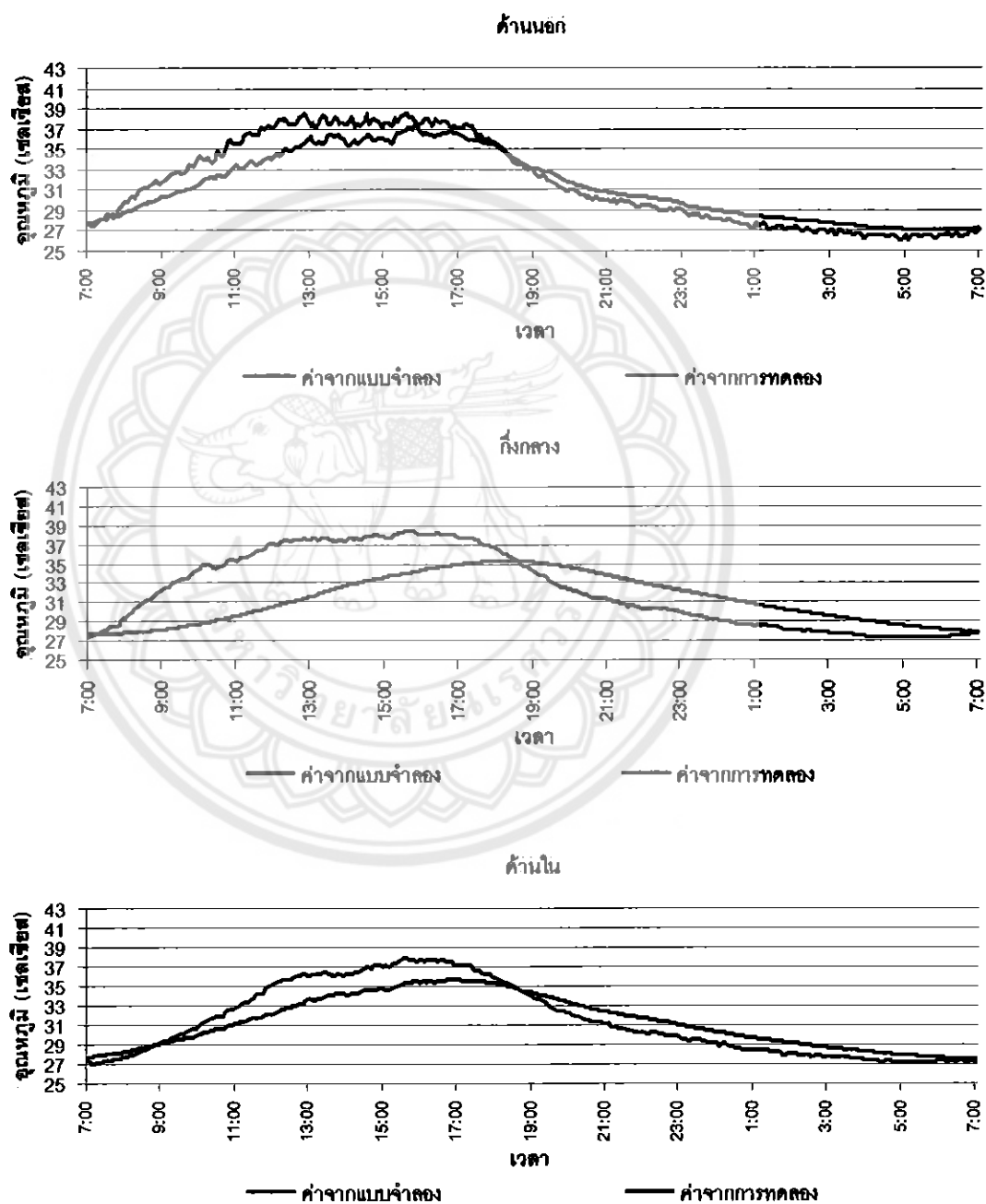
สำหรับเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของผนังคอนกรีตในแต่ละตำแหน่งนั้น เมื่อเฉลี่ยออกมาแล้วจะได้ดังต่อไปนี้

- ความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่ผิวผนังด้านนอก เท่ากับ 8 %
- ความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่กึ่งกลางของผนัง เท่ากับ 9 %
- ความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่ผิวผนังด้านใน เท่ากับ 8 %



#### 4.3.5 เปรียบเทียบอุณหภูมิในแต่ละตำแหน่งของผนังอิฐมวลเบาที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับผลการทดลองจริง

ในการพิจารณาเปรียบเทียบอุณหภูมิตามจุดต่างๆจากผลการทดลองจริงกับผลการคำนวณจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ใช้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่อเวลาของวันที่ 7 มิถุนายน 2553 ซึ่งแสดงดังกราฟ 4.11



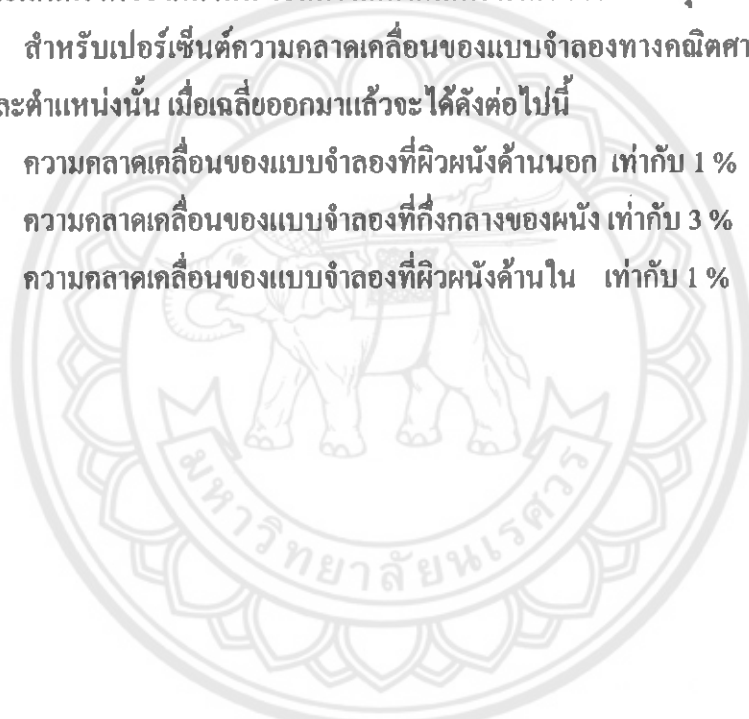
กราฟ 4.11 แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกับเวลาของผนังอิฐมวลเบาที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เทียบกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกับเวลาที่ได้จากการทดลอง



จากกราฟผลการเปรียบเทียบระหว่างค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าจากการทดลองจริงที่ผิวหนังด้านนอก กึ่งกลางหนัง ผิวหนังด้านในของหนังอิฐมวลเบา จะเห็นได้ว่า ค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะมีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จากการทดลองจริง โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในเวลากลางวันแต่เวลากลางคืนจะมีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากการทดลองจริง เพราะว่าสภาพแวดล้อมมีความหลากหลาย ทั้งแสงแดด กระแสลม ความชื้น และคุณสมบัติในการถ่ายเทความร้อนที่ดีของตัวอิฐมวลเบาเอง ส่วนค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้น ค่าจะเป็นไปตามคุณสมบัติทางความร้อนของวัสดุที่เราต้องใส่เข้าไป โดยระบบของสมการจะเป็นตัวให้ค่าคำตอบของค่าอุณหภูมิจากสมการที่ใช้ในการคำนวณแต่ละตำแหน่งของหนัง จะเห็นได้ว่าค่าสูงสุดต่ำสุดของกราฟและลักษณะเส้นกราฟของหนังนั้น จะมีค่าไม่เท่ากันเพราะเนื่องมาจากค่าคุณสมบัติของวัสดุอิฐมวลเบา

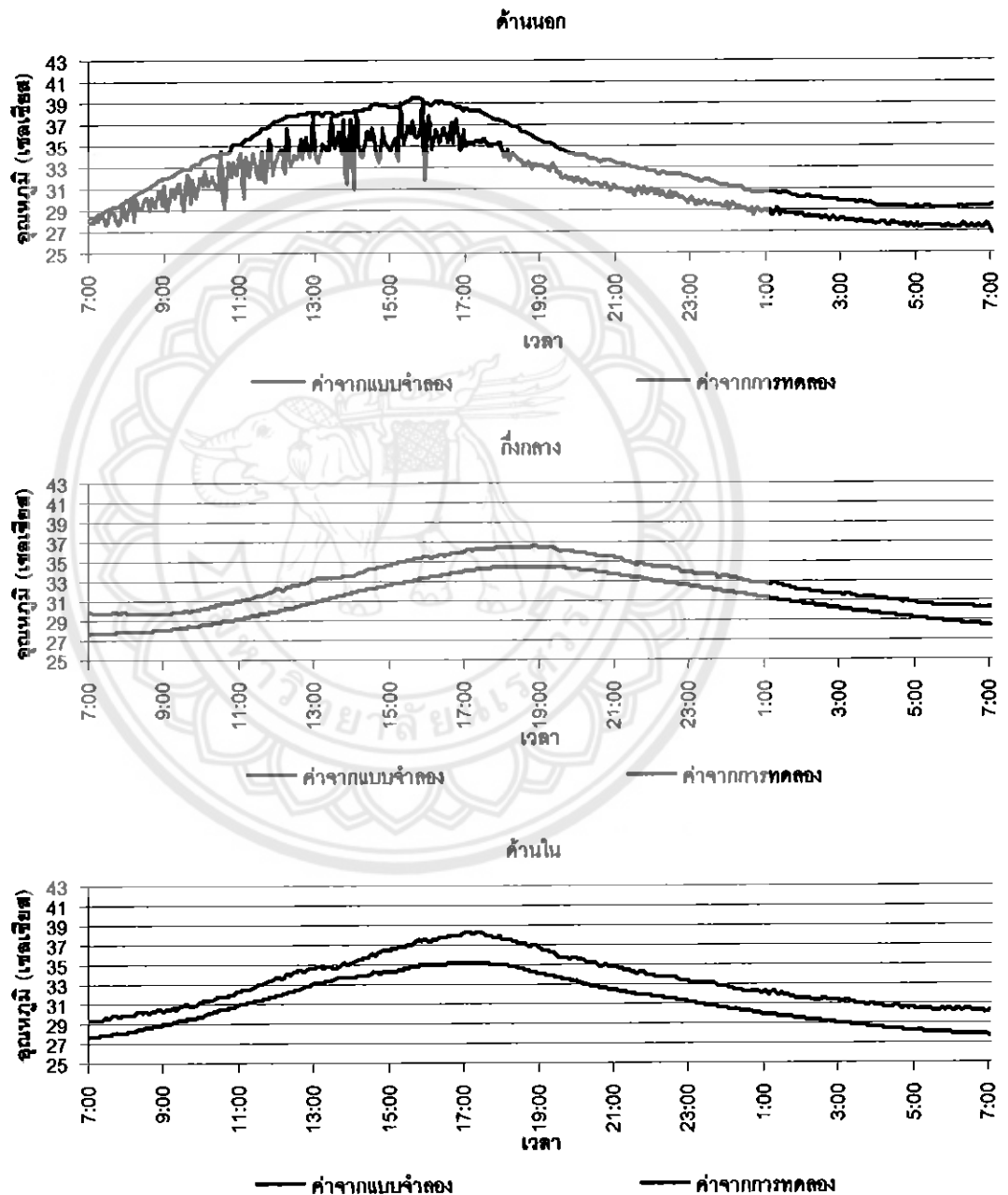
สำหรับเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของหนังอิฐมวลเบาในแต่ละตำแหน่งนั้น เมื่อเฉลี่ยออกมาแล้วจะได้ดังต่อไปนี้

- ความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่ผิวหนังด้านนอก เท่ากับ 1 %
- ความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่กึ่งกลางของหนัง เท่ากับ 3 %
- ความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่ผิวหนังด้านใน เท่ากับ 1 %



#### 4.3.6 เปรียบเทียบอุณหภูมิในแต่ละตำแหน่งของผนังคินเหนียวหุ้มแผ่น 60% ที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับผลการทดลองจริง

ในการพิจารณาเปรียบเทียบอุณหภูมิตามจุดต่างๆจากผลการทดลองจริงกับผลการคำนวณจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ใช้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่อเวลาของวันที่ 7 มิถุนายน 2553 ซึ่งแสดงดังกราฟ 4.12



กราฟ 4.12 แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่อเวลาของผนังคินเหนียวหุ้มแผ่น 60% ที่ได้จากการคำนวณ โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เทียบกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่อเวลาที่ได้จากการทดลอง

จากกราฟผลการเปรียบเทียบระหว่างค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าจากการทดลองจริงที่ผิวผนังด้านนอก กึ่งกลางผนัง ผิวผนังด้านในของผนังคานเหินยวหญาแฝก 60% จะเห็นว่าค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะมีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จากการทดลองจริง ที่บริเวณผิวผนังด้านนอกนั้น ไม่มีความสม่ำเสมอในช่วงเวลากลางวัน เพราะว่าค่าคุณสมบัติทางความร้อนของวัสดุผนังคานเหินยวหญาแฝก 60% นั้นยังไม่มีค่าที่แน่นอน ทางผู้จัดทำโครงการจึงได้เลือกใช้ค่าของวัสดุไม้ ซึ่งน่าจะเป็นค่าที่ใกล้เคียงที่สุดมาใช้สำหรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้อาจเป็นไปได้ว่าค่าที่นำมาใช้นั้นอาจจะยังไม่สอดคล้องกันซึ่งจะได้ทำการปรับปรุงแก้ไขต่อไป ส่วนบริเวณกึ่งกลางผนังและผิวผนังด้านในนั้น ค่าที่ได้จากการแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จากการทดลองจริงเล็กน้อยและเส้นกราฟมีความสม่ำเสมอว่าบริเวณผิวผนังด้านนอก

สำหรับเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของผนังคานเหินยวหญาแฝก 60% ในแต่ละตำแหน่งนั้น เมื่อเฉลี่ยออกมาแล้วจะได้ดังต่อไปนี้

- ความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่ผิวผนังด้านนอก เท่ากับ 7 %
- ความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่กึ่งกลางของผนัง เท่ากับ 5 %
- ความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่ผิวผนังด้านใน เท่ากับ 6 %



#### 4.4 วิเคราะห์การคลาดเคลื่อนของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

จากการที่ได้ทำการศึกษาจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของผนังแต่ละชนิด จะเห็นได้ว่าค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ยังคงมีความคลาดเคลื่อนจากค่าที่ได้จากการทดลอง ที่เป็นเช่นนี้อาจเกิดจากปัจจัยหลายๆประการได้แก่

1. ในการทำการทดลองจริงนั้น สภาพแวดล้อมของสิ่งแวดล้อมภายนอกมีความหลากหลาย เช่น กระแสลม ความชื้นของอากาศ ความชื้นของผนัง เป็นต้น เมื่อนำค่าที่ได้จากการทดลองมาเปรียบเทียบกับค่าจากแบบจำลองแล้ว จึงทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น

2. ในการทำแบบจำลองนั้น เราเลือกให้แบบจำลองสามารถควบคุมระบบได้ทุกจุด ทุกตำแหน่งของผนังได้ คือ สามารถควบคุมค่าทางความร้อนต่างๆของผนังทุกจุดทุกตำแหน่งได้ ทั้งการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสี รวมไปถึงการพาความร้อนแบบอิสระ (Free Convection) ที่เกิดขึ้นที่ผิวผนังด้านในที่เราจำลองให้เป็นผนังด้านในของห้องจำลอง แต่ในความเป็นจริงแล้วห้องจำลองที่เราสร้างขึ้นมานั้น ไม่สามารถที่จะควบคุมการพาความร้อนแบบอิสระ (Free Convection) ได้เพราะว่า อาจมีรอยรั่วต่างๆของห้องจำลอง ที่ทำให้แสงหรือลมลอดเข้าไปในห้องจำลองได้ จึงทำให้เกิดการคลาดเคลื่อนของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

3. ตำแหน่งการวัดที่เราได้ทำการติดเครื่องมือวัดค่าไปนั้น อาจเกิดการผิดพลาดได้ เช่น เครื่องมือวัดค่าไปสัมผัสจุดที่ไม่ใช่เนื้อผนัง เป็นต้น จึงทำให้เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับแบบจำลองว่า จึงมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น

4. ตัวอุปกรณ์ที่ใช้ทำการเก็บค่าอาจชำรุด หรือมีความผิดพลาดเช่น อุปกรณ์สายเทอร์โมคัปเปิล เป็นต้น ซึ่งอาจทำให้ค่าที่ได้จากการทดลองคลาดเคลื่อนไป และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าจากแบบจำลอง จึงเกิดการคลาดเคลื่อน

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลอง

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาทดลองนี้ต้องการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ของผนังคอนกรีต ผนังอิฐมวลเบา และผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60% เปรียบเทียบกับความเข้มแสงอาทิตย์และต้องการทราบถึงอัตราส่วนผสมระหว่างดินเหนียวกับหุ้มฉนวน 60% ว่าจะมีผลต่อค่าการถ่ายเทความร้อน การนำความร้อน และความสบายเชิงความร้อนอย่างไร โดยใช้ค่าอุณหภูมิสัมพันธ์กับเวลาและอุณหภูมิเฉลี่ยของผนังคอนกรีต ผนังอิฐมวลเบา ผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60% ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ และได้มีการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการทดลองจริงของผนังคอนกรีต ผนังอิฐมวลเบา ผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60%

ผลของการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผนังคอนกรีต ผนังอิฐมวลเบา และผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60% เทียบกับความเข้มแสงอาทิตย์ จากผลการศึกษาทดลองสามารถสรุปได้ว่า ผนังคอนกรีต ผนังอิฐมวลเบา และผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60% มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มแสงอาทิตย์เพิ่มขึ้น เมื่อความเข้มแสงอาทิตย์ลดลง อุณหภูมิของผนังคอนกรีต ผนังอิฐมวลเบา และผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60% ยังไม่ลดลงอย่างทันที จะมีการกักเก็บความร้อนไว้ในผนังอยู่ช่วงระยะเวลาหนึ่งแล้วค่อยๆคายความร้อนทำให้อุณหภูมิลดลงอย่างช้าๆ เนื่องจากมวล ค่าความจุความร้อนและความชื้นของวัสดุ และในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ผนังคอนกรีตมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด ผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60% มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าผนังคอนกรีต และผนังอิฐมวลเบา มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด

ผลของการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผนังดินเหนียวหุ้มฉนวนอัตราส่วนผสม 50% 60% 70% 80% และ 90% จากผลการศึกษาทดลองสามารถสรุปได้ว่า ผนังดินเหนียวหุ้มฉนวนอัตราส่วนผสม 60% มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและอุณหภูมิเฉลี่ยในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ต่ำกว่าผนังดินเหนียวหุ้มฉนวนอัตราส่วนผสมอื่นๆ และอาจมีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการผสมดินเหนียวหุ้มฉนวนที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน ตำแหน่งที่ทำการวัดอุณหภูมิและความชื้นที่สะสมอยู่ภายในตัวผนัง

ผลการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผนังคอนกรีต ผนังอิฐมวลเบา ผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60% โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จากผลการศึกษาทดลองสามารถสรุปได้ว่าอุณหภูมิของผนังคอนกรีต อิฐมวลเบา และผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60% มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตาม

ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ และเมื่อค่าความเข้มแสงอาทิตย์ลดลง แต่อุณหภูมิของผนังคอนกรีต อิฐมวลเบา และผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60% จะค่อยๆลดลงอย่างช้าๆเนื่องจากการสะสมความร้อนจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางความร้อนของวัสดุ ค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะต่ำกว่าค่าจริงเล็กน้อย ค่าความคลาดเคลื่อนของผนังคอนกรีตอยู่ที่ 8-9 เปอร์เซ็นต์ ค่าความคลาดเคลื่อนของอิฐมวลเบาอยู่ที่ 1-3 เปอร์เซ็นต์ และค่าความคลาดเคลื่อนของผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60 % อยู่ที่ 5-7 เปอร์เซ็นต์

และจากการทดลองสามารถสรุปได้คือว่าค่าความจุความร้อนของวัสดุผนังที่มาก จะสะสมความร้อนไว้มาก และคายความร้อนได้ช้า เพราะฉะนั้นจึงควรใช้วัสดุผนังที่มีค่าความจุความร้อนน้อย เพื่อผนังจะไม่สะสมความร้อนไว้มาก และเกิดความสบายสำหรับผู้อยู่อาศัย

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

### 5.2.1 ความผิดพลาดเนื่องจากสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อมภายนอก

-เนื่องจากการทดลองกลางแจ้งอุณหภูมิของอากาศภายนอกในแต่ละวันและในแต่ละเวลาไม่เท่ากัน จึงทำให้ช่วงของอุณหภูมิของผนังในแต่ละวันมีค่าแตกต่างกัน ทำให้เกิดความผิดพลาดเล็กน้อย ดังนั้นหากสามารถควบคุมสภาพอากาศในการทดลองจะทำให้ได้ค่าข้อมูลที่ชัดเจนกว่านี้

-เนื่องจากส่วนผสมดินเหนียวกับหุ้มฉนวนที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน และความชื้นในผนัง จึงทำให้อุณหภูมิของผนังเกิดความคลาดเคลื่อนเล็กน้อย ดังนั้นหากสามารถผสมส่วนผสมดินเหนียวหุ้มฉนวนให้เป็นเนื้อเดียวกัน และหาความชื้นในผนังจะทำให้ได้ค่าข้อมูลที่ชัดเจนกว่านี้

-เนื่องจากตำแหน่งวัดของผนังอาจไปสัมผัสกับเนื้อหุ้มฉนวนกึ่งกลางของผนังซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ ดังนั้นหากสามารถเพิ่มจุดวัดอุณหภูมิและหาค่าเฉลี่ยจะทำให้ได้ค่าข้อมูลที่ชัดเจนกว่านี้

- เพิ่มตำแหน่งการวัดหลายๆตำแหน่ง เพื่อที่จะได้ข้อมูลที่สมบูรณ์มากขึ้น
- ถึงแม้ว่าผลการทดลองจะบ่งบอกว่าผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60% ดีกว่าผนังดินเหนียวหุ้มฉนวนในอัตราส่วนผสมอื่น แต่ก็ยังสรุปแน่นอนไม่ได้ว่าดีกว่าจริงหรือไม่เนื่องมาจากยังมีข้อผิดพลาดอีกหลายประการเช่น การผสมดินเหนียวหุ้มฉนวนที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน ทำให้เกิดมีช่องว่างในเนื้อผนังหรือมีฟองอากาศ เป็นต้น ดังนั้นควรทำการสร้างผนังให้มีความสมบูรณ์มากที่สุด

## 5.3 แนวทางการพัฒนา

### 5.3.1 เปลี่ยนส่วนผสมโดยใช้วัสดุธรรมชาติชนิดอื่นแทนหุ้มฉนวนได้

### 5.3.2 พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้สมบูรณ์ขึ้นเพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์

## เอกสารอ้างอิง

- [1] <http://online.benchama.ac.th/webcontest/benchama2/html/fak.html> สืบค้นเมื่อวันอังคารที่ 25 สิงหาคม 2552.
- [2] <http://www.material.chula.ac.th/ClayProject/index.php> สืบค้นเมื่อวันอังคารที่ 25 สิงหาคม 2552.
- [3] รศ.ศุภันท์ ศรีษะนิคย์. การถ่ายเทความร้อน. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2545.
- [4] มนตรี พิรุณเกษตร, การถ่ายเทความร้อน ฉบับเตรียมสอบและเสริมประสบการณ์ วิทยพัฒน์, กรุงเทพฯ, 2548.
- [5] Incorpera, F.P. and D.P. De Witt, **Fundamentals of Heat and Mass Transfer**, John Wiley & Sons, New York, 6<sup>th</sup> ed., page 302-318, 2006.
- [6] ปราโมทย์ เคชะอำไพ. ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขในงานวิศวกรรม. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2538.
- [7] <http://www2.dede.go.th/new-homesafe/webban/book/material%20table.htm> สืบค้นวันที่ 16 กรกฎาคม 2553.
- [8] Richard E. Sonntag, Claus Borgnakke, and Gordon J. Van Wylen, **Fundamentals of Thermodynamics**, John Wiley & Sons, sixth edition, USA , page 657.





ตารางที่ ก.1 ตารางแสดงข้อมูลการทดลอง วันที่ 7 มิถุนายน 2553

7:00	27.8	27.4	27.3	29.3	29.8	29.3	28.4	29.9	29.4	28.8	29.7	29	29.3	29.9	29.6	29.6	30.2	29.7	28.1	27.8	28	27.8
7:05	27.5	27.5	27.2	29.6	30.0	29.3	28.3	29.8	29.4	29	29.7	29	29.5	30	29.6	29.6	30.2	29.6	28.4	28	28	27.9
7:10	27.5	27.5	27.0	29.9	30.1	29.5	28.4	29.7	29.4	29.1	29.9	29.2	29.8	30.1	29.8	29.8	30.2	29.6	28.6	28.2	28.3	28.0
7:15	27.8	27.7	27.2	30.1	30.1	29.6	28.7	29.8	29.4	29.4	30.1	29.4	30.1	30.4	30	29.9	30.1	29.6	28.9	28.4	28.5	28.7
7:20	28.1	27.9	27.1	30.3	30.3	29.8	28.7	29.7	29.4	29.6	30.2	29.6	30.4	30.5	30.1	30.1	30.2	29.6	29.4	28.5	28.6	28.3
7:25	28.2	28.1	27.2	30.6	30.4	29.9	29	29.8	29.7	29.8	30.4	29.9	30.7	30.7	30.3	30.4	30.1	29.6	29.4	28.7	28.8	28.6
7:30	28.6	28.2	27.3	30.8	30.4	30.0	29.1	29.7	29.6	30	30.5	30	30.9	30.8	30.4	30.5	30.1	29.6	29.6	29	28.9	29.5
7:35	28.6	28.4	27.4	30.9	30.5	30.1	29.2	29.8	29.7	30.1	30.6	30.2	31.1	30.9	30.6	30.6	30.2	29.6	29.7	29	29.1	29.2
7:40	28.3	28.4	27.4	31	30.6	30.1	29.3	29.9	29.9	30.1	30.7	30.3	31.2	31	30.7	30.7	30.2	29.7	29.2	29.2	29.2	28.1
7:45	28.5	28.5	27.5	31.2	30.6	30.2	29.3	29.8	29.8	30.2	30.7	30.4	31.2	31.1	30.8	30.7	30.3	29.6	30	29.3	29.3	28.4
7:50	29.4	28.7	27.5	31.4	30.5	30.3	29.6	29.8	29.8	30.3	30.8	30.5	31.5	31.3	30.9	30.9	30.3	29.7	30.4	29.4	29.4	29.8
7:55	29.3	29.2	27.6	31.5	30.6	30.2	29.7	29.9	30.0	30.6	30.8	30.6	31.9	31.3	30.9	31.3	30.3	29.6	30.7	29.5	29.5	29.2
8:00	29.9	29.4	27.7	31.7	30.5	30.3	30	29.8	29.9	30.7	30.9	30.7	32	31.4	31.1	31.5	30.3	29.8	31	29.8	29.7	29.9
8:05	29.8	29.7	27.8	31.8	30.5	30.4	30	29.7	29.9	31	30.9	30.8	32.3	31.5	31.1	31.8	30.4	29.8	31.1	29.9	29.8	29.4
8:10	30.4	29.9	27.9	31.9	30.6	30.4	30.3	29.8	30.0	31	30.9	31	32.5	31.5	31.2	32	30.3	29.8	31.3	30	29.9	29.7
8:15	30.2	30.3	28.0	32	30.7	30.4	30.5	29.8	30.1	31.2	30.9	31	32.7	31.7	31.3	32.3	30.5	29.8	31.8	30.2	30.1	30.3
8:20	30.5	30.5	28.1	32.1	30.7	30.5	30.6	29.8	30.2	31.3	31	31.1	32.9	31.8	31.4	32.5	30.5	29.9	31.8	30.4	30.2	29.9
8:25	31	30.8	28.2	32.3	30.6	30.6	30.8	29.8	30.1	31.4	31	31.3	33	31.8	31.5	32.8	30.6	30	32.3	30.5	30.4	30.7
8:30	31.3	31.0	28.4	32.4	30.7	30.5	31	29.8	30.2	31.6	31	31.3	33.3	31.9	31.5	33	30.6	30	32.4	30.7	30.5	30.2
8:35	31.3	31.2	28.5	32.6	30.7	30.6	31.2	29.7	30.1	31.7	31.1	31.3	33.4	32.1	31.6	33.2	30.8	30.1	32.7	31	30.7	30.4
8:40	31.4	31.3	28.6	32.6	30.7	30.7	31.3	29.7	30.2	31.7	31.1	31.5	33.5	32.1	31.6	33.4	30.8	30.2	32.9	31.2	30.9	30.4
8:45	31.5	31.6	28.8	32.8	30.7	30.7	31.5	29.8	30.3	31.9	31.2	31.5	33.7	32.2	31.8	33.6	30.9	30.2	33.2	31.4	31	31.0
8:50	32	32.0	29.0	32.9	30.8	30.7	31.8	29.8	30.4	32.1	31.2	31.7	34	32.3	31.9	34	31	30.3	33.5	31.5	31.2	30.9
8:55	31.6	32.2	29.1	33.2	30.7	30.7	31.8	29.8	30.3	32.3	31.2	31.8	34.2	32.4	31.9	34.3	31.1	30.3	33.7	31.7	31.3	31.5
9:00	31.8	32.3	29.2	33.1	30.8	30.8	32	29.8	30.3	32.2	31.2	31.8	34.1	32.4	32	34.2	31.1	30.4	33.5	31.9	31.5	30.7
9:05	31.9	32.5	29.3	33.3	30.9	30.8	32	29.8	30.5	32.3	31.2	31.9	34.3	32.5	32	34.5	31.3	30.4	33.9	32.1	31.6	30.8

ตารางแสดงข้อมูลการทดลอง วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

9:10	32.3	32.6	29.4	33.4	30.9	30.8	32.2	29.8	30.5	32.4	31.3	32	34.3	32.6	32.1	34.5	31.4	30.5	33.8	32.3	31.8	31.4
9:15	32.6	33.0	29.7	33.6	30.9	31.0	32.4	29.9	30.6	32.6	31.4	32.2	34.5	32.7	32.3	34.8	31.5	30.6	34	32.6	32	31.2
9:20	32.7	33.1	29.8	33.8	30.9	31.0	32.5	29.9	30.5	32.7	31.5	32.2	34.6	32.8	32.3	34.9	31.6	30.7	34.6	32.8	32.2	32.2
9:25	32.8	33.2	30.0	33.8	31.0	31.1	32.7	30.0	30.8	32.7	31.5	32.4	34.6	32.8	32.5	35	31.6	30.8	34.5	32.9	32.4	30.7
9:30	32.6	33.4	30.1	33.9	31.1	31.1	32.8	30.0	30.9	32.8	31.6	32.4	34.7	32.9	32.5	35	31.7	30.7	34.7	33.1	32.5	31.8
9:35	32.7	33.4	30.1	34	31.2	31.1	32.8	30.1	31.0	32.8	31.6	32.5	34.7	33	32.5	35.2	31.9	30.8	34.5	33.2	32.7	31.7
9:40	32.9	33.5	30.3	34	31.1	31.1	32.9	30.0	30.9	32.8	31.7	32.6	34.8	33	32.6	35.2	31.9	30.9	35.3	33.4	32.8	31.8
9:45	33.5	33.9	30.5	34.4	31.1	31.3	33.1	30.1	30.8	33	31.8	32.6	34.9	33.2	32.7	35.4	32	31	35.5	33.7	33	31.9
9:50	33.3	34.2	30.7	34.6	31.3	31.4	33.3	30.1	30.9	33.2	31.8	32.8	35.2	33.3	32.8	35.7	32.2	31.1	35.7	33.9	33.2	32.2
9:55	33.9	34.3	30.7	34.8	31.4	31.4	33.4	30.1	31.1	33.3	31.9	33	35.3	33.3	32.9	35.9	32.2	31.2	36	34.1	33.4	32.8
10:00	34.3	34.6	31.0	35.1	31.4	31.6	33.8	30.2	31.1	33.6	32	33.2	35.6	33.5	33.2	36.2	32.3	31.4	36.5	34.3	33.7	33.4
10:05	34	34.9	31.2	35.2	31.5	31.6	33.9	30.3	31.3	33.7	32	33.4	35.7	33.6	33.3	36.4	32.5	31.5	36.4	34.5	33.7	33.1
10:10	34	34.9	31.4	35.4	31.5	31.6	34	30.3	31.3	33.8	32	33.4	35.8	33.6	33.3	36.5	32.6	31.5	36.7	34.7	33.9	32.9
10:15	34.2	35.0	31.6	35.5	31.6	31.8	34.2	30.4	31.4	34	32.2	33.5	35.9	33.8	33.6	36.6	32.7	31.7	36.9	35	34.1	32.7
10:20	33.6	34.8	31.7	35.5	31.7	31.8	34.1	30.5	31.6	33.9	32.2	33.6	36	33.8	33.6	36.6	32.8	31.8	37.1	35.1	34.3	31.8
10:25	34	34.5	31.7	35.4	31.8	31.8	34	30.6	31.8	33.7	32.4	33.7	35.8	33.9	33.7	36.5	32.9	31.8	37.1	35.3	34.5	34.6
10:30	34.8	34.8	31.9	35.6	31.8	31.9	34.4	30.6	31.7	34	32.4	33.8	35.9	34	33.8	36.7	33	31.9	37.1	35.4	34.6	32.4
10:35	34.3	34.7	31.9	35.6	31.9	32.0	34.3	30.8	31.7	34	32.5	33.8	36	34.1	33.9	36.7	33.1	32	37.4	35.6	34.8	32.2
10:40	34.6	34.9	32.0	35.9	31.9	32.0	34.4	30.8	31.8	34.1	32.5	34	36.2	34.2	33.9	36.8	33.2	32.1	37.7	35.8	34.9	34.1
10:45	35.8	35.2	32.4	36.2	32.0	32.2	34.9	30.8	31.9	34.5	32.7	34.3	36.4	34.2	34.2	37.2	33.2	32.3	37.9	36	35.2	34.4
10:50	35.9	35.4	32.6	36.3	32.0	32.3	35.2	30.9	32.0	34.7	32.8	34.4	36.7	34.3	34.3	37.3	33.3	32.4	38	36.2	35.4	34.3
10:55	35.5	35.4	32.6	36.5	32.2	32.4	35.1	31.0	32.2	34.8	32.7	34.5	36.8	34.4	34.4	37.5	33.5	32.5	38.5	36.4	35.4	35.1
11:00	35.5	35.3	32.8	36.5	32.2	32.4	35.2	31.0	32.2	34.8	32.9	34.6	36.9	34.5	34.5	37.4	33.6	32.6	38.4	36.6	35.6	32.9
11:05	35.5	35.6	33.0	36.6	32.4	32.5	35.5	31.2	32.4	35	32.9	34.9	37.1	34.6	34.7	37.6	33.7	32.7	38.5	36.7	35.7	33.4
11:10	35.9	35.6	33.2	36.8	32.4	32.6	35.7	31.2	32.4	35.2	33	35	37.3	34.7	34.9	37.7	33.8	32.9	39.1	36.9	36	34.4
11:15	36.4	35.6	33.3	36.8	32.4	32.7	35.7	31.2	32.4	35.2	33	35.1	37.2	34.7	35	37.6	33.8	33	39	37	36.2	34.9

ตารางแสดงข้อมูลการทดลอง วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

11:20	36.6	35.8	33.4	37	32.6	32.9	36	31.3	32.7	35.4	33.1	35.3	37.5	34.9	35.1	37.8	33.9	33.2	39.3	37.2	36.4	34.8
11:25	36.4	36.1	33.7	37.2	32.6	33.0	36.2	31.5	32.8	35.7	33.2	35.6	37.7	35	35.4	37.9	34	33.4	39.1	37.4	36.5	33.0
11:30	36.4	36.2	33.8	37.3	32.8	33.0	36.4	31.6	33.0	35.8	33.2	35.8	37.8	35.1	35.5	37.9	34.1	33.4	39.2	37.5	36.6	34.7
11:35	36.4	36.4	34.2	37.5	32.8	33.3	36.6	31.6	33.0	36.1	33.4	36	37.9	35.2	35.7	37.9	34.2	33.7	38.8	37.7	36.8	34.0
11:40	37.2	36.4	34.3	37.5	32.9	33.4	36.7	31.8	33.2	36	33.5	36.4	37.9	35.3	35.9	37.8	34.3	33.8	39.5	37.8	37.1	35.4
11:45	37	36.6	34.3	37.7	33.1	33.4	36.8	31.9	33.4	36.1	33.4	36.7	38.1	35.4	36	38	34.4	33.9	39.2	37.9	37.2	35.2
11:50	37.3	36.9	34.8	38	33.1	33.7	37.2	32.0	33.4	36.5	33.6	36.7	38.3	35.6	36.2	38	34.5	34.1	39.4	38.2	37.4	33.8
11:55	37.1	37.1	35.0	38.1	33.2	33.8	37.3	32.1	33.6	36.8	33.6	36.8	38.6	35.7	36.3	38.1	34.7	34.3	39.6	38.3	37.5	35.1
12:00	37.2	37.1	35.1	38.3	33.4	33.9	37.4	32.2	33.8	36.9	33.7	36.8	38.7	35.8	36.4	38.3	34.8	34.4	39.8	38.4	37.7	36.1
12:05	37.5	37.0	35.3	38.4	33.4	34.1	37.5	32.1	33.6	37	33.8	36.8	38.7	35.9	36.5	38.2	34.8	34.6	39.7	38.6	37.9	34.7
12:10	37.9	37.3	35.5	38.6	33.5	34.3	37.6	32.2	33.7	37.3	33.8	37	38.9	36	36.7	38.4	35	34.9	40.3	38.8	38.2	36.6
12:15	37.8	37.3	35.6	38.6	33.7	34.3	37.8	32.4	34.1	37.3	33.9	37.2	39	36	36.9	38.5	35	35	40	38.9	38.3	36.4
12:20	37.9	37.5	35.8	38.8	33.7	34.6	37.9	32.4	33.9	37.5	34	37.2	39	36.1	36.9	38.6	35.2	35.2	39.9	39.1	38.3	34.9
12:25	37.5	37.3	35.7	38.7	33.9	34.5	37.9	32.6	34.2	37.2	34.1	37.3	38.8	36.2	37.1	38.5	35.3	35.3	40	39.1	38.4	35.3
12:30	37.5	37.4	35.8	38.8	34.0	34.6	37.9	32.6	34.3	37.3	34.1	37.4	38.9	36.2	37	38.6	35.4	35.4	40.4	39.2	38.6	36.6
12:35	37.4	37.5	36.0	38.8	34.0	34.7	38	32.7	34.4	37.4	34.1	37.5	39.1	36.2	37.2	38.7	35.5	35.6	40.5	39.3	38.7	36.2
12:40	38.1	37.5	36.1	38.8	34.1	34.8	38	32.8	34.3	37.5	34.1	37.4	39.1	36.3	37.2	38.7	35.7	35.8	40.6	39.5	38.9	36.5
12:45	38.1	37.4	36.1	38.6	34.2	34.8	38	32.9	34.5	37.2	34.1	37.5	38.9	36.3	37.3	38.7	35.7	35.8	40.4	39.5	38.9	36.2
12:50	38.5	37.6	36.3	38.8	34.3	34.9	38.2	33.0	34.6	37.5	34.2	37.5	39	36.3	37.3	38.8	35.8	36	40.8	39.6	39	38.3
12:55	38	37.5	36.2	38.7	34.3	34.9	38.2	33.1	34.7	37.3	34.2	37.5	38.8	36.3	37.4	38.7	35.8	36.1	40.6	39.6	38.9	37.9
13:00	37.3	37.4	36.1	38.6	34.3	34.9	38	33.2	34.6	37.1	34.1	37.3	38.6	36.3	37.3	38.6	35.9	36.1	40.1	39.7	38.7	34.7
13:05	37.6	37.7	36.3	38.8	34.4	35.0	38.1	33.3	34.8	37.4	34.1	37.5	38.8	36.3	37.3	38.8	36.1	36.2	40.3	39.7	38.9	35.5
13:10	37.1	37.5	36.2	38.6	34.4	35.0	37.9	33.3	34.6	37.2	34.1	37.3	38.6	36.4	37.3	38.6	36.1	36.3	40.3	39.7	38.8	36.2
13:15	37.9	37.5	36.3	38.5	34.4	35.0	38.1	33.4	34.7	37.2	34.2	37.4	38.5	36.3	37.4	38.6	36.1	36.3	40.5	39.7	39.1	35.9
13:20	38.4	37.6	36.3	38.5	34.5	35.0	38.1	33.4	34.9	37.2	34.1	37.5	38.6	36.3	37.4	38.8	36.1	36.4	40.5	39.7	39.2	38.3
13:25	38	37.7	36.4	38.7	34.5	35.1	38.1	33.4	34.8	37.4	34.1	37.4	38.7	36.3	37.3	38.8	36.2	36.5	40.5	39.7	39.1	37.8

ตารางแสดงข้อมูลการทดลอง วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

13:30	37.5	37.4	36.2	38.6	34.4	35.1	37.9	33.4	34.7	37.2	34.1	37.3	38.5	36.3	37.3	38.6	36.2	36.5	40.4	39.8	39	37.1
13:35	37.7	37.4	36.2	38.6	34.6	35.1	38	33.4	34.8	37.2	34.2	37.4	38.5	36.3	37.4	38.7	36.2	36.5	40.3	39.8	39.1	36.4
13:40	38.1	37.3	36.1	38.5	34.5	35.2	38	33.4	34.9	37	34.2	37.5	38.4	36.3	37.4	38.6	36.1	36.6	40.1	39.8	39.2	37.7
13:45	37.5	37.4	36.2	38.5	34.6	35.2	38.1	33.5	35.1	37.1	34.2	37.6	38.7	36.3	37.4	38.7	36.1	36.6	40.4	39.7	39.3	34.7
13:50	37.7	37.4	36.3	38.6	34.5	35.2	38.2	33.5	35.0	37.2	34.2	37.6	38.7	36.4	37.7	38.7	36.1	36.6	40.3	39.8	39.2	35.7
13:55	37.5	37.3	36.1	38.5	34.6	35.3	38.2	33.6	35.2	37.1	34.3	37.8	38.6	36.5	37.8	38.6	36	36.7	40	39.8	39.1	34.3
14:00	37.5	37.4	36.2	38.5	34.6	35.4	38.2	33.6	35.2	37.2	34.4	37.7	38.5	36.6	37.9	38.4	36	36.6	40	39.9	39.2	36.1
14:05	38.2	37.6	36.3	38.6	34.7	35.6	38.4	33.7	35.3	37.3	34.4	38	38.6	36.6	37.9	38.6	35.9	36.6	40.4	39.9	39.4	37.7
14:10	37.1	37.5	36.3	38.6	34.8	35.6	38.3	33.9	35.5	37.2	34.5	38	38.7	36.7	38.1	38.4	36	36.7	39.9	39.9	39	34.6
14:15	37.5	37.6	36.5	38.6	34.9	35.8	38.4	33.9	35.6	37.4	34.7	38.2	38.6	36.9	38.3	38.5	36	36.9	40	40	39.3	36.4
14:20	37.3	37.5	36.4	38.6	35.0	35.9	38.5	34.1	35.8	37.3	34.8	38.3	38.6	36.9	38.4	38.4	36.1	36.9	40.1	40.1	39.5	37.5
14:25	37.7	37.7	36.6	38.8	35.1	35.9	38.5	34.2	35.8	37.5	34.9	38.4	38.8	37	38.5	38.6	36.2	37	40.6	40.1	39.6	37.8
14:30	38.5	37.9	36.8	39	35.2	36.1	38.8	34.3	36.1	37.8	34.9	38.7	39	37	38.8	38.9	36.2	37.2	40.6	40.1	39.8	37.1
14:35	37.4	37.9	37.0	39	35.2	36.3	39	34.3	36.0	37.9	35	38.7	39	37.2	38.9	38.8	36.3	37.3	40.1	40.2	39.7	34.6
14:40	38	37.8	36.9	39	35.4	36.3	38.8	34.4	36.3	37.8	35	38.8	39	37.2	38.9	38.8	36.3	37.3	40.5	40.2	39.8	36.1
14:45	37.8	38.0	37.1	39.1	35.4	36.4	38.9	34.5	36.3	38	35.1	38.9	39.1	37.3	39	38.8	36.4	37.4	40.3	40.4	39.9	37.3
14:50	37.7	37.8	37.1	39	35.5	36.6	38.9	34.5	36.5	37.8	35.1	39	38.9	37.3	39	38.7	36.3	37.5	40.3	40.3	39.9	36.1
14:55	37.2	37.8	37.1	39	35.6	36.6	38.7	34.6	36.4	37.9	35.2	38.9	39	37.4	39	38.7	36.5	37.5	40.3	40.4	39.8	35.4
15:00	37.6	37.7	37.0	38.9	35.7	36.7	38.7	34.7	36.5	37.8	35.3	39	38.8	37.4	39.1	38.5	36.5	37.6	40.3	40.4	39.9	36.0
15:05	37.7	37.7	37.1	38.9	35.7	36.7	38.7	34.8	36.7	37.7	35.3	39	38.8	37.4	39.2	38.6	36.5	37.6	40.3	40.4	40	35.2
15:10	37.3	37.7	37.0	38.9	35.8	36.8	38.7	34.8	36.6	37.8	35.4	39.1	38.9	37.5	39.3	38.6	36.6	37.6	40.3	40.4	40	38.3
15:15	38.1	38.1	37.3	39.1	35.9	36.9	38.9	35.0	36.9	38.1	35.4	39.3	39.1	37.5	39.4	38.9	36.6	37.7	40.4	40.4	40.1	38.4
15:20	37.7	38.1	37.4	39.3	36.0	37.0	39	35.0	36.9	38.1	35.4	39.4	39.2	37.5	39.5	38.9	36.6	37.9	40.5	40.4	40.2	37.1
15:25	38.1	38.2	37.5	39.4	35.9	37.2	39.1	35.0	36.8	38.3	35.5	39.5	39.2	37.6	39.6	39	36.6	38	40.7	40.5	40.2	37.7
15:30	38.3	38.3	37.7	39.5	36.0	37.3	39.3	35.1	37.0	38.4	35.5	39.6	39.4	37.7	39.7	39	36.7	38.1	40.9	40.5	40.3	38.2
15:35	38.5	38.4	37.9	39.6	36.0	37.5	39.5	35.1	37.0	38.6	35.6	39.8	39.5	37.8	40	39.1	36.7	38.3	40.6	40.6	40.4	37.7

ตารางแสดงข้อมูลการทดลอง วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

15:40	38.1	38.4	37.8	39.6	36.2	37.6	39.5	35.3	37.4	38.5	35.7	40	39.5	37.8	40.2	39.2	36.8	38.4	40.6	40.6	40.4	37.0
15:45	38.2	38.5	37.8	39.5	36.3	37.7	39.5	35.4	37.5	38.6	35.7	40.1	39.5	37.9	40.3	39.2	36.8	38.4	40.9	40.6	40.5	39.3
15:50	37.4	38.3	37.8	39.4	36.3	37.7	39.3	35.4	37.3	38.4	35.8	39.9	39.3	38	40.3	38.9	36.9	38.5	40.2	40.7	40.2	35.1
15:55	37.4	38.1	37.6	39.3	36.4	37.7	39	35.5	37.6	38.2	35.7	39.9	39.1	37.9	40.2	38.9	36.9	38.4	40.5	40.6	40.4	35.6
16:00	37.7	38.0	37.7	39.2	36.3	37.8	39	35.5	37.4	38.2	35.8	39.9	39	38	40.2	38.7	36.9	38.5	40.4	40.6	40.4	37.0
16:05	37.9	38.0	37.6	39.2	36.4	37.7	38.9	35.4	37.4	38.1	35.8	39.8	39	37.9	40.2	38.7	36.9	38.5	40.3	40.6	40.5	36.3
16:10	37.9	38.1	37.7	39.4	36.4	37.8	39.1	35.5	37.5	38.2	35.8	40	39.1	37.9	40.3	38.8	36.9	38.6	40.3	40.6	40.5	36.5
16:15	37.3	38.1	37.7	39.3	36.5	37.8	39	35.5	37.6	38.2	35.9	40	39.1	38	40.4	38.8	37	38.8	40.2	40.6	40.3	35.9
16:20	38	38.1	37.7	39.3	36.5	38.0	39.1	35.7	37.7	38.2	35.9	40.1	39.2	38	40.5	38.8	37	38.8	40.5	40.6	40.5	37.0
16:25	37.8	38.2	37.7	39.3	36.5	38.0	39	35.6	37.7	38.2	35.9	40.2	39.1	38	40.6	38.8	36.9	38.9	40.1	40.6	40.6	36.6
16:30	37.6	38.1	37.6	39.4	36.6	38.0	39	35.7	37.8	38.3	36	40.2	39.1	38.1	40.6	38.8	37	39	40.2	40.6	40.5	37.3
16:35	37.8	38.1	37.7	39.3	36.6	38.1	39	35.8	37.9	38.3	36.1	40.2	39	38.1	40.7	38.7	37	39	40.3	40.6	40.5	37.0
16:40	37.6	38.0	37.6	39.2	36.7	38.1	38.8	35.9	38.0	38.1	36.1	40.2	39	38.1	40.8	38.6	37.1	39	40.2	40.7	40.5	37.5
16:45	37.2	38.1	37.5	39.2	36.8	38.0	38.7	35.9	38.0	38.2	36.1	40.2	38.9	38.1	40.7	38.7	37.1	39	40.1	40.6	40.5	36.6
16:50	37.3	38.0	37.5	39.1	36.8	38.0	38.6	36.0	38.0	38	36.1	40.1	38.8	38.2	40.6	38.5	37.1	39	39.9	40.6	40.4	36.2
16:55	37.1	37.8	37.2	39	36.9	38.0	38.4	36.0	38.1	37.9	36.1	40.1	38.8	38.1	40.5	38.5	37.1	38.9	39.9	40.5	40.3	36.2
17:00	37.1	37.7	37.1	39	36.9	38.0	38.5	36.1	38.2	37.8	36.1	40.1	38.7	38.1	40.5	38.4	37.1	38.9	39.9	40.5	40.3	35.5
17:05	37.2	37.7	37.1	38.8	37.0	38.0	38.4	36.2	38.2	37.8	36.2	40.1	38.7	38.1	40.6	38.4	37.1	38.9	39.9	40.5	40.3	35.5
17:10	37.4	37.7	37.1	38.9	36.9	38.0	38.4	36.1	38.1	37.8	36.3	40.1	38.6	38.2	40.6	38.4	37.1	39	39.8	40.5	40.3	35.7
17:15	37.3	37.7	37.1	38.8	37.0	37.9	38.3	36.2	38.1	37.8	36.3	40	38.6	38.2	40.6	38.3	37.1	39	39.8	40.4	40.3	36.0
17:20	37.3	37.7	37.1	38.8	37.0	37.9	38.4	36.3	38.2	37.8	36.3	40	38.6	38.2	40.6	38.3	37	39	39.7	40.4	40.3	35.8
17:25	36.5	37.5	36.7	38.7	37.1	37.8	38.1	36.3	38.2	37.7	36.2	39.7	38.5	38.1	40.3	38.2	37.1	38.8	39.6	40.3	40	35.9
17:30	36.3	37.4	36.7	38.6	37.1	37.8	38	36.3	38.1	37.7	36.3	39.6	38.4	38.1	40.3	38.1	37.1	38.8	39.4	40.3	39.9	35.6
17:35	36.4	37.1	36.6	38.5	37.0	37.8	37.8	36.2	37.9	37.5	36.3	39.5	38.2	38.2	40.1	37.9	37.1	38.7	39.1	40.3	39.8	35.1
17:40	35.9	37.0	36.3	38.4	37.1	37.6	37.6	36.3	38.0	37.3	36.2	39.3	38.2	38	39.9	37.9	37	38.5	39.1	40.1	39.7	35.2
17:45	36.1	36.9	36.3	38.3	37.1	37.6	37.5	36.3	37.8	37.3	36.3	39.2	38.1	38.1	39.8	37.7	37	38.5	39	40.1	39.6	35.4

ตารางแสดงข้อมูลการทดลอง วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

17:50	35.8	36.8	36.2	38.3	37.2	37.5	37.5	36.4	37.8	37.3	36.4	39.1	38.1	38.2	39.7	37.7	37.1	38.4	39	40	39.6	35.6
17:55	35.7	36.7	36.0	38.2	37.3	37.4	37.4	36.5	37.9	37.2	36.4	39.1	38.1	38.1	39.7	37.7	37	38.3	38.8	39.9	39.4	34.5
18:00	35.5	36.6	36.0	38.1	37.2	37.4	37.3	36.4	37.6	37.1	36.4	38.9	37.9	38.1	39.6	37.5	37	38.3	38.5	39.8	39.2	34.1
18:05	35.2	36.3	35.8	37.9	37.2	37.4	37.2	36.4	37.6	37	36.4	38.7	37.7	38.1	39.4	37.3	37	38.2	38.4	39.7	39.1	33.8
18:10	35	36.1	35.6	37.8	37.2	37.2	37	36.5	37.6	36.9	36.4	38.6	37.7	38	39.2	37.3	37	38	38.3	39.6	38.9	33.8
18:15	34.5	36.0	35.4	37.7	37.2	37.1	36.8	36.4	37.4	36.8	36.4	38.4	37.5	38	39	37.1	37	37.9	38.2	39.4	38.8	33.9
18:20	34.3	35.9	35.4	37.6	37.2	37.1	36.8	36.5	37.4	36.8	36.4	38.2	37.5	38	38.8	37	37	37.7	37.9	39.3	38.6	33.3
18:25	33.9	35.6	35.1	37.5	37.2	37.0	36.6	36.5	37.2	36.6	36.4	38	37.3	38	38.6	36.9	37	37.6	37.8	39.2	38.4	33.2
18:30	33.7	35.4	35.0	37.3	37.2	36.9	36.4	36.5	37.2	36.5	36.4	37.8	37.2	37.9	38.4	36.7	36.9	37.4	37.6	39	38.2	32.8
18:35	33.4	35.2	34.9	37.2	37.2	36.8	36.3	36.5	37.1	36.4	36.5	37.6	37.1	37.9	38.2	36.6	36.9	37.3	37.4	38.9	38.1	32.8
18:40	33.7	35.0	34.7	37	37.2	36.7	36.2	36.5	37.0	36.3	36.5	37.5	36.9	37.9	38.1	36.5	36.8	37.1	37.2	38.7	37.9	32.5
18:45	33.2	34.8	34.5	36.9	37.2	36.7	36	36.4	36.8	36.1	36.5	37.3	36.7	37.9	37.8	36.3	36.9	37	37	38.6	37.7	32.4
18:50	32.9	34.7	34.3	36.8	37.2	36.5	35.9	36.6	37.0	36	36.5	37.2	36.6	37.8	37.7	36.2	36.8	36.8	36.9	38.4	37.5	32.6
18:55	33.1	34.4	34.1	36.5	37.2	36.4	35.7	36.5	36.8	35.8	36.5	37	36.4	37.7	37.6	36	36.8	36.7	36.7	38.2	37.3	32.6
19:00	32.6	34.2	33.9	36.4	37.2	36.3	35.5	36.5	36.7	35.7	36.4	36.9	36.3	37.7	37.4	35.9	36.7	36.6	36.5	38	37.1	32.5
19:05	32.5	34.0	33.8	36.3	37.1	36.2	35.3	36.4	36.4	35.6	36.4	36.6	36.1	37.6	37.3	35.7	36.7	36.5	36.4	37.9	36.9	32.4
19:10	32.3	33.9	33.7	36.2	37.1	36.1	35.3	36.5	36.5	36.5	36.4	36.6	36.1	37.5	37.2	35.7	36.6	36.3	36.2	37.6	36.7	32.1
19:15	32.5	33.8	33.5	36.1	37.1	36.1	35.3	36.5	36.3	35.5	36.4	36.5	36	37.5	37.1	35.6	36.6	36.3	36	37.5	36.6	32.5
19:20	32	33.7	33.4	36	37.0	36.0	35.1	36.4	36.3	35.4	36.4	36.3	35.9	37.4	37	35.4	36.5	36.2	35.7	37.3	36.3	32.3
19:25	31.9	33.3	33.1	35.8	37.0	35.9	34.9	36.3	36.1	35.2	36.3	36.1	35.7	37.3	36.8	35.2	36.4	36	35.5	37.1	36.2	31.7
19:30	31.7	33.1	32.9	35.7	36.9	35.8	34.7	36.1	35.8	35	36.2	35.9	35.5	37.2	36.7	35.1	36.3	35.9	35.3	37	36.1	31.3
19:35	31.6	32.9	32.7	35.6	36.8	35.8	34.6	36.1	35.7	34.9	36.2	35.8	35.4	37.1	36.6	35	36.3	35.8	35	36.8	36	31.2
19:40	31.3	32.7	32.5	35.5	36.9	35.7	34.5	36.1	35.8	34.8	36.2	35.8	35.4	37	36.5	34.9	36.2	35.7	35	36.6	35.8	31.1
19:45	31.2	32.6	32.5	35.4	36.8	35.6	34.4	36.1	35.8	34.7	36.2	35.8	35.3	37	36.4	34.8	36.2	35.5	34.9	36.4	35.6	31.0
19:50	31.1	32.5	32.4	35.3	36.8	35.6	34.3	36.1	35.6	34.7	36.2	35.7	35.2	37	36.4	34.7	36.1	35.5	34.8	36.3	35.6	30.9
19:55	30.8	32.4	32.3	35.3	36.8	35.5	34.2	36.0	35.7	34.6	36.1	35.6	35.2	36.9	36.3	34.7	36.1	35.4	34.7	36.1	35.4	31.0

ตารางแสดงข้อมูลการทดลอง วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

20:00	31.1	32.3	32.2	35.2	36.7	35.5	34.2	36.0	35.5	34.5	36.1	35.5	35	36.9	36.3	34.6	36	35.4	34.5	36	35.3	30.8
20:05	30.8	32.2	32.1	35.2	36.7	35.4	34.2	36.0	35.6	34.5	36.1	35.5	35.1	36.9	36.2	34.6	36	35.3	34.5	35.9	35.2	30.7
20:10	30.9	32.1	32.0	35.1	36.6	35.3	34.1	35.9	35.5	34.5	36	35.4	35	36.8	36.2	34.4	35.9	35.2	34.3	35.7	35	30.7
20:15	30.5	32.0	31.9	35.1	36.6	35.3	33.9	35.8	35.2	34.4	36	35.2	34.9	36.8	35.9	34.3	36	35.1	34.2	35.6	34.8	30.4
20:20	30.6	31.8	31.7	34.9	36.5	35.3	33.8	35.7	35.1	34.3	36	35.1	34.7	36.7	36	34.2	35.8	35.1	33.9	35.5	34.8	30.4
20:25	30.2	31.8	31.6	34.9	36.5	35.2	33.8	35.7	35.1	34.2	35.9	35	34.7	36.6	35.8	34.2	35.8	35	33.9	35.3	34.6	30.5
20:30	30.4	31.6	31.5	34.8	36.4	35.1	33.7	35.6	35.1	34.1	35.8	35	34.6	36.5	35.8	34.1	35.6	34.9	33.8	35.1	34.6	30.3
20:35	30	31.5	31.4	34.8	36.3	35.1	33.5	35.5	34.9	34.1	35.8	34.8	34.5	36.5	35.7	34	35.6	34.8	33.6	35.1	34.4	30.3
20:40	30.3	31.4	31.3	34.7	36.3	35.0	33.6	35.5	34.8	34	35.8	34.8	34.5	36.4	35.7	34	35.6	34.7	33.6	35	34.3	30.6
20:45	30	31.5	31.3	34.8	36.4	35.0	33.6	35.6	35.0	34.1	35.8	34.8	34.6	36.4	35.6	34	35.6	34.7	33.6	34.8	34.2	30.2
20:50	30.1	31.5	31.3	34.7	36.2	35.0	33.6	35.5	34.8	34.1	35.8	34.8	34.6	36.4	35.6	33.9	35.5	34.7	33.7	34.7	34.1	30.2
20:55	30	31.5	31.2	34.7	36.3	34.9	33.5	35.5	34.8	34.1	35.7	34.7	34.6	36.4	35.5	33.9	35.5	34.6	33.6	34.6	34	30.2
21:00	30	31.3	31.1	34.6	36.2	34.8	33.4	35.4	34.8	33.9	35.6	34.7	34.4	36.3	35.4	33.8	35.4	34.5	33.3	34.5	33.8	30.0
21:05	29.9	31.3	31.1	34.6	36.1	34.7	33.4	35.3	34.6	33.9	35.7	34.5	34.3	36.3	35.3	33.7	35.4	34.5	33.2	34.4	33.6	30.1
21:10	30	31.1	30.9	34.4	36.1	34.7	33.3	35.3	34.7	33.8	35.6	34.5	34.3	36.2	35.3	33.7	35.2	34.3	33.1	34.2	33.6	30.0
21:15	29.6	31.0	30.8	34.4	36.0	34.6	33.1	35.0	34.4	33.7	35.5	34.4	34.1	36.1	35.2	33.5	35.3	34.3	33	34.2	33.5	29.8
21:20	30	30.9	30.7	34.3	35.9	34.5	33.1	35.0	34.4	33.6	35.5	34.3	34	36	35.2	33.4	35.1	34.2	32.9	34	33.4	30.0
21:25	29.9	30.8	30.6	34.2	35.9	34.5	33	34.9	34.3	33.5	35.4	34.2	34	35.9	35.1	33.3	35	34.1	32.7	33.9	33.3	29.7
21:30	29.8	30.7	30.6	34.2	35.8	34.5	33	34.8	34.2	33.5	35.4	34.1	33.9	35.9	35	33.2	35	34	32.7	33.8	33.2	29.9
21:35	29.6	30.6	30.5	34.2	35.7	34.5	32.8	34.7	34.1	33.4	35.3	34	33.9	35.9	34.9	33.2	35	34	32.6	33.7	33.1	29.9
21:40	29.7	30.7	30.5	34.1	35.8	34.4	32.9	34.8	34.2	33.4	35.3	34.1	33.9	35.8	34.9	33.2	34.8	33.9	32.7	33.5	33.1	30.1
21:45	29.4	30.5	30.3	34.1	35.7	34.3	32.8	34.7	34.2	33.3	35.3	34	33.9	35.7	34.8	33.2	34.8	33.8	32.6	33.5	33	30.0
21:50	29.3	30.5	30.3	34	35.6	34.3	32.7	34.6	33.9	33.3	35.2	33.8	33.8	35.7	34.7	33	34.8	33.7	32.4	33.4	32.8	29.9
21:55	29.5	30.4	30.3	33.9	35.5	34.3	32.7	34.6	33.9	33.2	35.2	33.8	33.7	35.7	34.7	32.9	34.7	33.7	32.4	33.3	32.8	29.8
22:00	29.5	30.4	30.2	33.8	35.5	34.2	32.6	34.5	33.9	33.1	35.2	33.8	33.7	35.6	34.7	32.9	34.6	33.6	32.2	33.2	32.7	29.8
22:05	29.5	30.3	30.1	33.8	35.5	34.2	32.4	34.4	33.7	33.1	35.1	33.7	33.6	35.6	34.6	32.8	34.6	33.5	32.2	33.2	32.7	29.7

## ตารางแสดงข้อมูลการทดลอง วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

22:10	29.3	30.3	30.1	33.8	35.5	34.1	32.4	34.4	33.8	33	35	33.7	33.6	35.5	34.5	32.8	34.5	33.5	32.2	33.1	32.6	29.7
22:15	29.4	30.3	30.2	33.8	35.5	34.1	32.5	34.4	33.8	33.1	35.1	33.7	33.6	35.5	34.6	32.8	34.5	33.5	32.1	33	32.6	29.5
22:20	29	30.4	30.2	33.8	35.4	34.0	32.4	34.4	33.8	33.1	35	33.7	33.6	35.5	34.5	32.8	34.5	33.4	32.1	32.9	32.5	29.6
22:25	29	30.3	30.1	33.8	35.4	34.0	32.4	34.4	33.8	33.1	35	33.7	33.6	35.4	34.5	32.8	34.5	33.3	32.1	32.9	32.5	29.6
22:30	29	30.3	30.1	33.7	35.3	34.0	32.4	34.3	33.8	33	35	33.6	33.6	35.4	34.5	32.7	34.4	33.3	32.1	32.8	32.5	29.5
22:35	28.9	30.3	30.0	33.7	35.3	33.9	32.3	34.3	33.7	33	34.9	33.5	33.6	35.3	34.3	32.7	34.4	33.2	32	32.7	32.3	29.5
22:40	29.2	30.1	30.0	33.5	35.2	33.9	32.3	34.2	33.6	32.8	34.9	33.5	33.4	35.3	34.3	32.5	34.2	33.2	31.8	32.6	32.3	29.3
22:45	28.9	30.1	29.9	33.5	35.1	33.8	32.1	34.0	33.4	32.8	34.8	33.3	33.3	35.2	34.2	32.5	34.3	33.1	31.7	32.6	32.1	29.2
22:50	29.1	30.1	30.0	33.5	35.1	33.8	32.2	34.0	33.4	32.8	34.8	33.3	33.3	35.2	34.2	32.4	34.2	33.1	31.6	32.5	32.1	28.9
22:55	29.2	30.0	29.9	33.4	35.1	33.8	32.2	34.0	33.4	32.7	34.8	33.3	33.2	35.1	34.2	32.4	34.1	33.1	31.6	32.4	32.1	29.1
23:00	28.9	29.9	29.8	33.4	35.0	33.7	32	33.9	33.2	32.7	34.7	33.2	33.2	35.1	34.1	32.3	34.1	33	31.5	32.4	32	28.9
23:05	28.8	29.8	29.6	33.3	34.9	33.7	31.9	33.8	33.1	32.5	34.6	33.1	33	35	34	32.2	34	32.9	31.3	32.3	31.9	28.7
23:10	28.4	29.8	29.6	33.3	35.0	33.6	31.8	33.8	33.2	32.5	34.5	33.1	33.1	34.9	34	32.2	34	32.8	31.4	32.2	31.8	28.6
23:15	28.6	29.6	29.4	33.2	34.9	33.6	31.7	33.7	33.2	32.3	34.5	33	32.9	34.8	33.9	32.2	33.9	32.8	31.2	32.1	31.8	28.7
23:20	28.5	29.6	29.6	33.2	34.9	33.5	31.8	33.7	33.1	32.4	34.5	33	33	34.9	33.9	32.1	33.9	32.8	31.3	32.1	31.8	28.7
23:25	28.6	29.6	29.5	33.1	34.8	33.5	31.8	33.7	33.2	32.3	34.5	33	32.9	34.8	33.9	32.1	33.8	32.7	31.1	32	31.7	28.7
23:30	28.3	29.6	29.5	33.1	34.8	33.4	31.7	33.7	33.2	32.3	34.4	32.9	32.9	34.8	33.9	32.1	33.8	32.7	31.1	31.9	31.6	28.7
23:35	28.3	29.5	29.4	33	34.7	33.3	31.6	33.7	33.1	32.2	34.4	32.8	32.8	34.7	33.7	31.9	33.7	32.5	31	31.8	31.5	28.6
23:40	28.4	29.4	29.3	32.8	34.6	33.3	31.5	33.5	33.0	32.1	34.3	32.7	32.6	34.6	33.7	31.8	33.6	32.5	30.8	31.8	31.4	28.6
23:45	28.2	29.2	29.2	32.8	34.5	33.3	31.4	33.4	32.8	31.9	34.3	32.6	32.4	34.6	33.5	31.6	33.6	32.5	30.8	31.7	31.4	28.4
23:50	28.2	29.2	29.2	32.7	34.6	33.2	31.4	33.5	32.9	32	34.3	32.7	32.5	34.5	33.6	31.6	33.6	32.4	30.8	31.7	31.4	28.6
23:55	28.2	29.2	29.2	32.7	34.5	33.1	31.3	33.5	32.9	31.9	34.2	32.6	32.5	34.5	33.4	31.6	33.5	32.3	30.7	31.6	31.2	28.4
0:00	28.1	29.0	29.1	32.6	34.4	33.1	31.2	33.3	32.7	31.8	34.2	32.5	32.3	34.4	33.4	31.4	33.4	32.3	30.6	31.5	31.2	28.5
0:05	28	29.0	28.9	32.6	34.5	33.0	31.2	33.3	32.7	31.7	34.1	32.4	32.3	34.3	33.3	31.4	33.4	32.1	30.6	31.4	31.1	28.5
0:10	28	29.1	29.1	32.5	34.4	33.0	31.1	33.3	32.5	31.8	34.1	32.4	32.3	34.3	33.3	31.4	33.4	32.2	30.5	31.4	31	28.3
0:15	28.1	29.0	29.0	32.4	34.3	32.9	31.1	33.2	32.5	31.7	34.1	32.3	32.1	34.2	33.2	31.3	33.2	32.2	30.4	31.3	31	28.3



ตารางแสดงข้อมูลการทดลอง วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

0:20	28	28.9	28.9	32.4	34.3	32.9	31.1	33.2	32.5	31.6	34.1	32.3	32.1	34.3	33.2	31.2	33.2	32.1	30.4	31.3	31	28.3
0:25	27.8	28.8	28.8	32.4	34.2	32.9	30.9	33.0	32.3	31.6	34	32.2	32	34.2	33.1	31.2	33.2	32.1	30.3	31.2	30.8	28.0
0:30	27.8	28.7	28.7	32.3	34.2	32.8	30.8	33.0	32.3	31.5	33.9	32.1	31.9	34.1	33	31.1	33.1	31.9	30.2	31.1	30.8	28.1
0:35	27.6	28.7	28.6	32.2	34.1	32.7	30.7	32.9	32.2	31.4	33.8	32	31.9	34	32.9	31	33	31.8	30.1	31	30.8	27.9
0:40	27.6	28.6	28.5	32.2	34.1	32.7	30.7	32.9	32.2	31.3	33.8	32	31.9	34	32.9	31	33	31.8	30.1	31	30.7	28.0
0:45	27.6	28.6	28.5	32.1	34.0	32.6	30.7	32.9	32.3	31.3	33.7	32	31.8	33.9	32.9	30.9	32.9	31.8	30.1	30.9	30.7	28.1
0:50	27.2	28.6	28.4	32.2	34.0	32.6	30.6	32.8	32.2	31.3	33.7	32	31.8	33.9	32.8	31	32.9	31.7	30.1	30.9	30.7	28.0
0:55	27.3	28.6	28.5	32.1	34.0	32.5	30.6	32.8	32.1	31.3	33.7	31.9	31.8	33.8	32.8	30.9	32.9	31.7	30.1	30.8	30.5	28.0
1:00	27.7	28.5	28.5	32.1	34.0	32.6	30.7	32.8	32.2	31.3	33.7	32	31.8	33.8	32.9	30.9	32.8	31.7	30	30.8	30.6	28.1
1:05	27.4	28.6	28.5	32.1	33.8	32.6	30.6	32.7	32.0	31.3	33.6	31.9	31.7	33.8	32.8	30.8	32.8	31.6	30	30.8	30.5	27.9
1:10	27.7	28.5	28.5	32	33.9	32.5	30.7	32.8	32.1	31.3	33.6	32	31.8	33.7	32.8	30.9	32.7	31.6	30	30.7	30.6	28.1
1:15	27.5	28.6	28.5	32	33.8	32.5	30.7	32.8	32.2	31.3	33.6	31.9	31.8	33.7	32.7	30.9	32.7	31.5	30	30.7	30.5	28.0
1:20	27.1	28.5	28.4	32	33.8	32.3	30.5	32.6	32.0	31.2	33.5	31.8	31.7	33.6	32.6	30.8	32.6	31.5	30	30.6	30.4	27.9
1:25	27.3	28.5	28.3	32	33.7	32.4	30.6	32.6	32.1	31.2	33.5	31.8	31.7	33.6	32.6	30.8	32.6	31.5	29.9	30.5	30.4	28.0
1:30	27.2	28.4	28.3	32	33.7	32.3	30.6	32.5	32.0	31.2	33.4	31.8	31.7	33.6	32.6	30.8	32.5	31.4	29.8	30.5	30.3	27.9
1:35	27.4	28.4	28.2	31.8	33.6	32.2	30.5	32.4	31.9	31.1	33.4	31.6	31.6	33.5	32.5	30.7	32.5	31.4	29.8	30.4	30.3	27.9
1:40	27.4	28.3	28.2	31.8	33.5	32.2	30.4	32.3	31.8	30.9	33.3	31.6	31.4	33.3	32.5	30.6	32.3	31.3	29.7	30.4	30.2	27.8
1:45	27	28.2	28.1	31.7	33.5	32.1	30.3	32.3	31.8	30.9	33.2	31.6	31.5	33.3	32.4	30.6	32.4	31.3	29.7	30.4	30.2	27.7
1:50	27.3	28.1	28.0	31.7	33.4	32.1	30.2	32.1	31.6	30.8	33.2	31.4	31.3	33.2	32.4	30.5	32.3	31.2	29.6	30.3	30.2	27.8
1:55	27.2	28.2	28.1	31.7	33.3	32.1	30.2	32.1	31.5	30.8	33.1	31.4	31.3	33.3	32.3	30.4	32.2	31.2	29.6	30.2	30.1	27.6
2:00	27.3	28.2	28.1	31.7	33.3	32.1	30.2	32.1	31.5	30.9	33.2	31.4	31.3	33.3	32.3	30.4	32.2	31.2	29.6	30.3	30.1	27.6
2:05	27.4	28.2	28.1	31.7	33.3	32.1	30.3	32.1	31.6	30.8	33.2	31.4	31.3	33.2	32.4	30.4	32.2	31.2	29.6	30.2	30.1	27.7
2:10	27.1	28.1	27.9	31.6	33.2	32.0	30.1	32.0	31.6	30.8	33	31.3	31.3	33.1	32.2	30.4	32.2	31.1	29.5	30.2	30.1	27.6
2:15	26.9	28.1	27.9	31.6	33.2	32.0	30.1	31.9	31.4	30.7	33	31.3	31.2	33.1	32.2	30.3	32.1	31.1	29.5	30.2	30	27.6
2:20	27.2	28.0	28.0	31.5	33.1	32.0	30.1	31.9	31.4	30.7	33	31.3	31.1	33.1	32.2	30.3	32.1	31.1	29.4	30.1	30	27.6
2:25	27.1	28.1	28.0	31.5	33.1	31.9	30.1	31.9	31.4	30.7	33	31.3	31.2	33.1	32.2	30.3	32.1	31.1	29.4	30.1	30	27.5

ตารางแสดงข้อมูลการทดลอง วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

2:30	26.9	28.0	27.9	31.6	33.0	32.0	30	31.8	31.3	30.7	33	31.1	31.1	32.2	30.2	32	31.1	29.4	30.1	30	27.6
2:35	26.8	28.0	27.8	31.5	33.1	31.8	30	31.8	31.5	30.6	32.9	31.1	31.1	32.9	30.3	31.9	30.9	29.4	30	30	27.4
2:40	27	28.0	27.9	31.5	33.0	31.8	30	31.8	31.4	30.6	32.8	31.2	31.1	32.9	30.2	31.9	31	29.4	30	29.9	27.5
2:45	27	27.9	27.9	31.4	33.0	31.8	30	31.7	31.3	30.5	32.9	31.2	31	32.9	30.2	31.9	30.9	29.3	30	29.9	27.5
2:50	27	27.9	27.8	31.4	33.0	31.8	30	31.8	31.4	30.5	32.8	31.2	31	32.9	30.2	31.8	30.9	29.3	29.9	29.8	27.3
2:55	26.7	27.9	27.8	31.4	32.9	31.7	29.9	31.7	31.3	30.5	32.7	31.1	31	32.8	32	30.1	30.8	29.3	29.9	29.8	27.4
3:00	27	27.8	27.8	31.3	32.9	31.7	29.9	31.7	31.3	30.4	32.7	31.1	30.9	32.8	32	30.1	30.8	29.2	29.9	29.8	27.3
3:05	26.5	27.8	27.7	31.4	32.8	31.7	29.8	31.6	31.1	30.4	32.7	31.1	30.9	32.8	31.9	30	30.8	29.2	29.9	29.7	27.2
3:10	26.6	27.8	27.7	31.3	32.9	31.6	29.8	31.7	31.3	30.4	32.6	31.1	31	32.7	32	30	30.7	29.3	29.8	29.8	27.3
3:15	27	27.8	27.7	31.2	32.8	31.7	29.9	31.6	31.2	30.4	32.7	31.1	30.9	32.7	32	30	30.6	29.1	29.8	29.8	27.3
3:20	26.8	27.8	27.8	31.2	32.7	31.6	29.8	31.5	31.1	30.4	32.6	31	30.8	32.7	31.9	30	30.8	29.1	29.8	29.7	27.2
3:25	26.8	27.8	27.7	31.2	32.7	31.6	29.7	31.4	31.0	30.3	32.6	31	30.8	32.6	31.9	29.9	30.7	29.1	29.8	29.7	27.3
3:30	26.9	27.8	27.8	31.2	32.6	31.6	29.8	31.4	31.0	30.4	32.6	31	30.8	32.6	31.9	29.9	30.7	29.1	29.8	29.7	27.3
3:35	26.5	27.8	27.6	31.2	32.6	31.5	29.7	31.4	31.0	30.3	32.5	30.9	30.8	32.6	31.8	29.8	30.6	29.1	29.7	29.6	27.1
3:40	26.8	27.6	27.5	31.1	32.6	31.5	29.6	31.3	31.0	30.2	32.5	30.9	30.6	32.4	31.8	29.8	30.6	29	29.7	29.7	27.1
3:45	26.8	27.6	27.6	31	32.5	31.5	29.7	31.3	30.9	30.2	32.4	30.9	30.6	32.4	31.8	29.7	30.6	28.9	29.6	29.6	27.1
3:50	26.3	27.5	27.5	31	32.5	31.3	29.5	31.3	31.0	30.1	32.3	30.8	30.6	32.4	31.7	29.8	30.5	29	29.6	29.5	27.0
3:55	26.2	27.6	27.5	31	32.4	31.3	29.4	31.2	30.9	30.1	32.3	30.7	30.6	32.4	31.6	29.7	30.5	28.9	29.6	29.5	27.0
4:00	26.6	27.4	27.4	30.9	32.4	31.3	29.4	31.1	30.9	30	32.3	30.8	30.4	32.3	31.6	29.6	30.4	28.9	29.5	29.4	27.1
4:05	26.5	27.4	27.4	30.9	32.3	31.3	29.4	31.1	30.8	29.9	32.3	30.7	30.4	32.2	31.6	29.6	30.4	28.8	29.5	29.4	27.1
4:10	26.5	27.4	27.4	30.8	32.3	31.2	29.3	31.1	30.7	29.9	32.2	30.7	30.4	32.2	31.5	29.5	30.4	28.7	29.4	29.4	26.9
4:15	26.5	27.4	27.4	30.8	32.3	31.2	29.3	31.0	30.7	29.9	32.2	30.6	30.3	32.2	31.5	29.5	30.4	28.7	29.4	29.4	27.0
4:20	26.5	27.3	27.3	30.7	32.2	31.1	29.3	31.0	30.7	29.8	32.2	30.5	30.3	32.1	31.4	29.5	30.2	28.7	29.4	29.3	27.1
4:25	26.5	27.3	27.2	30.7	32.2	31.1	29.3	31.0	30.7	29.7	32.1	30.5	30.3	32.1	31.4	29.4	30.2	28.7	29.3	29.3	27.0
4:30	26.4	27.3	27.2	30.8	32.2	31.1	29.3	31.0	30.8	29.8	32.1	30.6	30.3	32.1	31.4	29.5	30.2	28.8	29.4	29.3	26.9
4:35	26.5	27.4	27.3	30.7	32.1	31.1	29.3	31.0	30.6	29.8	32.1	30.5	30.3	32.1	31.4	29.4	30.2	28.7	29.3	29.3	27.0

ตารางแสดงข้อมูลการทดลอง วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

4:40	26.5	27.3	30.7	32.1	31.0	29.3	30.9	30.5	29.8	32.1	30.5	30.2	32	31.3	29.3	31	30.2	28.7	29.3	29.2	26.9
4:45	26.4	27.3	30.7	32.1	30.9	29.2	31.0	30.7	29.7	32	30.5	30.3	31.9	31.3	29.4	30.9	30.1	28.7	29.2	29.2	27.0
4:50	26.1	27.3	30.7	32.0	30.9	29.2	30.9	30.5	29.8	32	30.4	30.3	32	31.2	29.4	30.9	30.1	28.7	29.2	29.1	26.9
4:55	26.2	27.3	30.7	32.0	30.9	29.2	30.9	30.6	29.8	31.9	30.4	30.3	31.9	31.2	29.4	30.9	30	28.7	29.2	29.1	27.0
5:00	26.6	27.3	30.6	32.0	31.0	29.3	30.8	30.5	29.7	32	30.4	30.2	31.9	31.3	29.4	30.8	30.1	28.6	29.2	29.2	26.9
5:05	26.1	27.3	30.6	31.9	30.8	29.1	30.7	30.4	29.7	31.9	30.3	30.2	31.8	31.2	29.4	30.8	30	28.7	29.1	29.1	26.8
5:10	26.5	27.3	30.6	31.9	30.9	29.2	30.7	30.4	29.7	31.9	30.4	30.2	31.8	31.3	29.4	30.8	30	28.7	29.2	29.2	27.0
5:15	26.6	27.3	30.6	31.8	30.9	29.3	30.7	30.4	29.8	31.9	30.4	30.2	31.8	31.2	29.3	30.7	30	28.7	29.2	29.2	27.0
5:20	26.6	27.4	30.6	31.8	30.8	29.3	30.7	30.5	29.7	31.8	30.4	30.3	31.8	31.2	29.4	30.7	30	28.6	29.1	29.1	27.0
5:25	26.3	27.4	30.6	31.8	30.8	29.2	30.6	30.4	29.7	31.8	30.4	30.2	31.8	31.2	29.3	30.7	30	28.6	29.1	29.1	27.0
5:30	26.5	27.3	30.5	31.7	30.8	29.1	30.5	30.3	29.7	31.8	30.3	30.1	31.7	31.2	29.3	30.6	29.9	28.6	29.1	29.1	27.0
5:35	26.5	27.3	30.6	31.7	30.8	29.2	30.5	30.3	29.7	31.7	30.3	30.1	31.7	31.2	29.3	30.6	29.9	28.6	29.1	29.1	26.9
5:40	26.5	27.3	30.6	31.7	30.8	29.2	30.5	30.3	29.7	31.7	30.4	30.1	31.7	31.2	29.3	30.6	29.9	28.6	29.1	29.1	26.8
5:45	26.3	27.3	30.6	31.6	30.7	29.1	30.5	30.4	29.6	31.6	30.3	30.1	31.6	31.1	29.3	30.6	29.9	28.6	29.1	29.1	27.0
5:50	26.2	27.4	30.6	31.6	30.7	29.1	30.5	30.3	29.7	31.7	30.3	30.1	31.7	31.1	29.3	30.6	29.9	28.7	29.1	29.1	27.0
5:55	26.6	27.3	30.5	31.6	30.7	29.2	30.5	30.4	29.6	31.7	30.4	30.1	31.6	31.1	29.3	30.5	29.8	28.6	29	29.1	26.9
6:00	26.6	27.4	30.6	31.6	30.7	29.2	30.5	30.3	29.7	31.7	30.4	30.2	31.7	31.1	29.3	30.5	29.9	28.6	29.1	29.1	26.9
6:05	26.6	27.4	30.5	31.5	30.8	29.2	30.4	30.2	29.7	31.7	30.3	30.2	31.6	31.1	29.3	30.5	29.9	28.6	29.1	29.1	26.9
6:10	26.7	27.4	30.5	31.5	30.6	29.3	30.5	30.4	29.7	31.6	30.4	30.2	31.6	31.1	29.3	30.4	29.8	28.6	29	29.1	27.1
6:15	26.3	27.4	30.6	31.5	30.7	29.2	30.4	30.3	29.7	31.5	30.3	30.2	31.6	31.1	29.3	30.5	29.8	28.7	29.1	29.1	27.0
6:20	26.8	27.5	30.5	31.4	30.7	29.4	30.4	30.4	29.7	31.6	30.4	30.2	31.6	31.1	29.3	30.4	29.8	28.6	29	29.2	27.0
6:25	26.6	27.5	30.5	31.4	30.6	29.3	30.5	30.4	29.7	31.5	30.3	30.2	31.5	31.1	29.4	30.4	29.8	28.7	29	29.1	27.1
6:30	26.4	27.6	30.6	31.4	30.6	29.3	30.4	30.3	29.8	31.5	30.3	30.3	31.6	31.1	29.3	30.4	29.8	28.7	29.1	29.1	26.9
6:35	26.6	27.6	30.7	31.4	30.6	29.3	30.3	30.3	29.8	31.5	30.3	30.3	31.5	31	29.4	30.4	29.7	28.8	29.1	29.1	27.0
6:40	26.6	27.6	30.6	31.3	30.5	29.3	30.3	30.2	29.8	31.4	30.2	30.3	31.5	31	29.4	30.3	29.7	28.8	29	29.1	27.1
6:45	27	27.5	30.5	31.3	30.5	29.4	30.2	30.2	29.7	31.4	30.3	30.2	31.4	31	29.4	30.2	29.7	28.7	29	29.2	27.2

ตารางแสดงข้อมูลการทดลอง วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

6:50	26.7	27.7	27.3	30.7	31.2	30.5	29.4	30.2	30.2	31.4	30.3	30.4	31.5	31	29.4	30.3	29.7	28.8	29.1	29.2	27.2
6:55	26.8	27.7	27.3	30.7	31.2	30.5	29.4	30.2	30.1	29.8	30.3	30.3	31.4	31	29.4	30.3	29.7	28.6	29.1	29.1	26.6
7:00	27.1	27.7	27.2	30.7	31.2	30.5	29.5	30.2	30.3	29.8	30.4	30.4	31.4	31.1	29.5	30.2	29.7	28.7	29	29.2	26.8



ตาราง ก.2 ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

เวลา	ค่าความเข้มแสง (W/m <sup>2</sup> )
7:00	83.98
7:05	93.48
7:10	73.85
7:15	70.11
7:20	91.07
7:25	107.74
7:30	93.20
7:35	116.91
7:40	150.38
7:45	170.86
7:50	188.00
7:55	240.82
8:00	222.77
8:05	221.70
8:10	358.63
8:15	217.31
8:20	182.43
8:25	346.72
8:30	427.98
8:35	263.27
8:40	201.87
8:45	473.42
8:50	299.84
8:55	537.63
9:00	471.08
9:05	586.65
9:10	364.21
9:15	401.24



## ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

เวลา	ค่าความเข้มแสง (W/m <sup>2</sup> )
9:20	403.00
9:25	392.17
9:30	431.62
9:35	419.76
9:40	455.87
9:45	466.25
9:50	448.36
9:55	459.80
10:00	449.26
10:05	483.49
10:10	490.41
10:15	516.46
10:20	504.89
10:25	533.82
10:30	595.23
10:35	664.39
10:40	566.04
10:45	646.04
10:50	602.17
10:55	566.75
11:00	574.91
11:05	560.77
11:10	590.87
11:15	627.97
11:20	590.62
11:25	554.58
11:30	501.29
11:35	522.23

## ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

เวลา	ค่าความเข้มแสง (W/m <sup>2</sup> )
11:40	511.31
11:45	522.15
11:50	576.90
11:55	749.12
12:00	925.99
12:05	1,043.75
12:10	971.14
12:15	1,101.14
12:20	393.55
12:25	1,029.23
12:30	1,005.11
12:35	978.69
12:40	960.07
12:45	950.23
12:50	792.34
12:55	962.03
13:00	893.35
13:05	909.10
13:10	889.08
13:15	864.33
13:20	791.51
13:25	837.95
13:30	843.79
13:35	848.39
13:40	827.57
13:45	783.26
13:50	788.66
13:55	769.31



## ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

เวลา	ค่าความเข้มแสง(W/m <sup>2</sup> )
14:00	737.55
14:05	718.51
14:10	752.30
14:15	740.46
14:20	663.37
14:25	625.67
14:30	627.82
14:35	612.38
14:40	610.71
14:45	606.25
14:50	623.39
14:55	616.52
15:00	621.23
15:05	576.42
15:10	587.30
15:15	573.26
15:20	584.01
15:25	583.76
15:30	579.79
15:35	538.01
15:40	537.96
15:45	522.04
15:50	504.85
15:55	411.22
16:00	424.70
16:05	441.85
16:10	408.40
16:15	387.63

ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

เวลา	ค่าความเข้มแสง (W/m <sup>2</sup> )
16:20	387.54
16:25	368.59
16:30	349.38
16:35	311.54
16:40	296.39
16:45	278.25
16:50	262.85
16:55	227.77
17:00	206.18
17:05	175.49
17:10	179.73
17:15	115.21
17:20	82.24
17:25	78.14
17:30	80.55
17:35	105.59
17:40	67.81
17:45	50.29
17:50	46.15
17:55	32.24
18:00	29.48
18:05	29.02
18:10	28.06
18:15	27.30
18:20	26.84
18:25	26.47
18:30	22.66
18:35	13.68

## ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

เวลา	ค่าความเข้มแสง (W/m <sup>2</sup> )
18:40	7.51
18:45	0.54
18:50	0.00
18:55	0.00
19:00	0.00
19:05	0.00
19:10	0.00
19:15	0.00
19:20	0.00
19:25	0.00
19:30	0.00
19:35	0.00
19:40	0.00
19:45	0.00
19:50	0.00
19:55	0.00
20:00	0.00
20:05	0.00
20:10	0.00
20:15	0.00
20:20	0.00
20:25	0.00
20:30	0.00
20:35	0.00
20:40	0.00
20:45	0.00
20:50	0.00
20:55	0.00

## ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

เวลา	ค่าความเข้มแสง (W/m <sup>2</sup> )
21:00	0.00
21:05	0.00
21:10	0.00
21:15	0.00
21:20	0.00
21:25	0.00
21:30	0.00
21:35	0.00
21:40	0.00
21:45	0.00
21:50	0.00
21:55	0.00
22:00	0.00
22:05	0.00
22:10	0.00
22:15	0.00
22:20	0.00
22:25	0.00
22:30	0.00
22:35	0.00
22:40	0.00
22:45	0.00
22:50	0.00
22:55	0.00
23:00	0.00
23:05	0.00
23:10	0.00
23:15	0.00

ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

เวลา	ค่าความเข้มแสง (W/m <sup>2</sup> )
23:20	0.00
23:25	0.00
23:30	0.00
23:35	0.00
23:40	0.00
23:45	0.00
23:50	0.00
23:55	0.00
0:00	0.00
0:05	0.00
0:10	0.00
0:15	0.00
0:20	0.00
0:25	0.00
0:30	0.00
0:35	0.00
0:40	0.00
0:45	0.00
0:50	0.00
0:55	0.00
1:00	0.00
1:05	0.00
1:10	0.00
1:15	0.00
1:20	0.00
1:25	0.00
1:30	0.00
1:35	0.00

ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

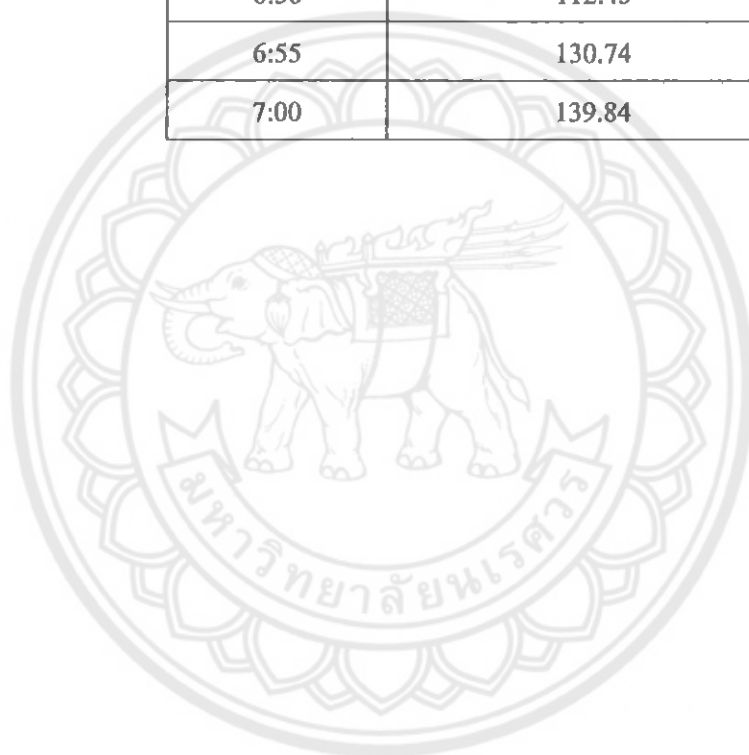
เวลา	ค่าความเข้มแสง (w/m <sup>2</sup> )
1:40	0.00
1:45	0.00
1:50	0.00
1:55	0.00
2:00	0.00
2:05	0.00
2:10	0.00
2:15	0.00
2:20	0.00
2:25	0.00
2:30	0.00
2:35	0.00
2:40	0.00
2:45	0.00
2:50	0.00
2:55	0.00
3:00	0.00
3:05	0.00
3:10	0.00
3:15	0.00
3:20	0.00
3:25	0.00
3:30	0.00
3:35	0.00
3:40	0.00
3:45	0.00
3:50	0.00
3:55	0.00

## ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

เวลา	ค่าความเข้มแสง (W/m <sup>2</sup> )
4:00	0.00
4:05	0.00
4:10	0.00
4:15	0.00
4:20	0.00
4:25	0.00
4:30	0.00
4:35	0.00
4:40	0.00
4:45	0.00
4:50	0.00
4:55	0.00
5:00	0.00
5:05	0.00
5:10	0.00
5:15	0.00
5:20	0.00
5:25	0.00
5:30	0.06
5:35	1.61
5:40	4.92
5:45	8.72
5:50	12.53
5:55	17.47
6:00	22.82
6:05	28.33
6:10	34.73
6:15	42.37

## ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

เวลา	ค่าความเข้มแสง (W/m <sup>2</sup> )
6:20	50.38
6:25	58.37
6:30	66.55
6:35	74.56
6:40	85.19
6:45	97.93
6:50	112.45
6:55	130.74
7:00	139.84







ตารางที่ ข.1 ตารางแสดงข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของผนังคอนกรีต ผนังอิฐมวลเบา และผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60% วันที่ 7 มิถุนายน 2553

เวลา	ผนังคอนกรีต			อิฐมวลเบา			ผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60%		
	ช่วงเช้า	ช่วงบ่าย	เย็น	ช่วงเช้า	ช่วงบ่าย	เย็น	ช่วงเช้า	ช่วงบ่าย	เย็น
7:00	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8
7:05	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8
7:10	27.9	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8	27.9	27.8	27.8
7:15	27.9	27.8	27.8	27.9	27.8	27.8	27.9	27.8	27.8
7:20	28.3	27.8	27.9	28.0	27.8	27.9	28.8	27.8	27.9
7:25	28.1	27.8	27.9	28.1	27.8	27.9	27.6	27.8	27.9
7:30	28.3	27.8	28.0	28.2	27.8	27.9	28.9	27.8	27.9
7:35	28.7	27.8	28.1	28.5	27.8	28.0	29.0	27.8	28.0
7:40	28.7	27.8	28.1	28.6	27.8	28.1	28.6	27.8	28.0
7:45	28.1	27.8	28.1	28.5	27.8	28.1	27.6	27.8	28.0
7:50	28.2	27.8	28.1	28.4	27.8	28.1	28.8	27.8	28.0
7:55	28.9	27.9	28.2	28.7	27.8	28.2	29.5	27.8	28.1
8:00	28.7	27.9	28.3	28.8	27.8	28.2	28.2	27.8	28.2
8:05	29.1	27.9	28.4	29.0	27.9	28.3	30.1	27.9	28.2
8:10	28.9	27.9	28.4	29.1	27.9	28.4	28.0	27.9	28.3
8:15	29.0	27.9	28.5	29.2	27.9	28.4	30.1	27.9	28.3
8:20	29.4	28.0	28.6	29.4	27.9	28.5	29.2	27.9	28.4
8:25	29.2	28.0	28.6	29.4	27.9	28.6	29.5	27.9	28.5
8:30	29.6	28.0	28.8	29.7	28.0	28.7	30.2	27.9	28.6
8:35	29.5	28.0	28.8	29.7	28.0	28.7	29.1	28.0	28.6
8:40	29.6	28.1	28.9	29.8	28.0	28.8	30.2	28.0	28.7
8:45	29.6	28.1	28.9	29.9	28.1	28.8	29.3	28.0	28.7
8:50	29.9	28.2	29.0	30.1	28.1	28.9	30.8	28.0	28.8
8:55	29.9	28.2	29.1	30.2	28.1	29.0	29.5	28.1	28.9
9:00	30.3	28.2	29.2	30.4	28.2	29.1	31.3	28.1	29.0
9:05	29.9	28.3	29.3	30.4	28.2	29.2	29.0	28.1	29.0

ตารางแสดงข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของผนังคอนกรีต ผนังอิฐมวลเบา และผนัง  
ดินเหนียวหุ้มแผ่น 60% วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

เวลา	ผนังคอนกรีต			อิฐมวลเบา			ผนังอิฐมวลเบาหุ้มแผ่น 60%		
	ยอด	กลาง	ใบ	ยอด	กลาง	ใบ	ยอด	กลาง	ใบ
9:10	30.0	28.3	29.3	30.4	28.2	29.2	31.0	28.2	29.1
9:15	30.3	28.4	29.4	30.6	28.3	29.3	30.1	28.2	29.2
9:20	30.2	28.4	29.5	30.7	28.3	29.4	30.6	28.2	29.2
9:25	30.8	28.5	29.6	30.9	28.4	29.5	31.4	28.3	29.3
9:30	30.1	28.5	29.6	30.8	28.4	29.5	29.0	28.3	29.3
9:35	30.6	28.6	29.7	31.0	28.5	29.6	32.3	28.3	29.4
9:40	30.6	28.7	29.8	31.0	28.5	29.7	29.6	28.4	29.5
9:45	30.7	28.7	29.9	31.1	28.6	29.7	31.9	28.4	29.6
9:50	30.8	28.8	30.0	31.2	28.6	29.8	30.2	28.5	29.6
9:55	31.0	28.8	30.1	31.4	28.7	29.9	32.0	28.5	29.7
10:00	31.3	28.9	30.2	31.6	28.8	30.0	31.3	28.6	29.8
10:05	31.7	28.9	30.4	31.9	28.8	30.2	32.6	28.6	29.9
10:10	31.6	29.0	30.5	32.1	28.9	30.3	31.3	28.6	30.0
10:15	31.6	29.1	30.6	32.2	28.9	30.4	32.2	28.7	30.1
10:20	31.5	29.2	30.6	32.2	29.0	30.4	31.2	28.8	30.2
10:25	31.1	29.2	30.6	32.0	29.1	30.4	30.9	28.8	30.2
10:30	32.4	29.3	30.8	32.5	29.1	30.6	34.5	28.9	30.4
10:35	31.5	29.4	30.9	32.4	29.2	30.7	29.1	28.9	30.4
10:40	31.4	29.4	30.9	32.3	29.3	30.7	33.3	29.0	30.4
10:45	32.3	29.5	31.0	32.6	29.4	30.8	32.2	29.0	30.6
10:50	32.6	29.6	31.2	32.9	29.4	31.0	33.5	29.1	30.7
10:55	32.6	29.7	31.3	33.1	29.5	31.1	32.4	29.1	30.8
11:00	33.1	29.7	31.5	33.4	29.6	31.3	34.3	29.2	30.9
11:05	32.1	29.8	31.5	33.2	29.7	31.3	30.2	29.3	31.0
11:10	32.2	29.9	31.5	33.2	29.7	31.3	34.1	29.3	31.0

ตารางแสดงข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของผนังคอนกรีต ผนังอิฐมวลเบา และผนัง  
ดินเหนียวหุ้มฉนวน 60% วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

เวลา	คอนกรีต			อิฐมวลเบา			ผนังเหนียวหุ้มฉนวน 60%		
	อุณหภูมิ	ความชื้น	ไอน้ำ	อุณหภูมิ	ความชื้น	ไอน้ำ	อุณหภูมิ	ความชื้น	ไอน้ำ
11:15	32.8	30.0	31.6	33.3	29.8	31.4	32.2	29.4	31.1
11:20	33.1	30.1	31.8	33.6	29.9	31.5	34.4	29.5	31.2
11:25	33.2	30.2	31.9	33.7	30.0	31.7	32.6	29.5	31.3
11:30	32.3	30.2	31.9	33.5	30.1	31.7	31.9	29.6	31.3
11:35	33.1	30.3	32.0	33.7	30.1	31.8	34.5	29.7	31.4
11:40	32.8	30.4	32.0	33.6	30.2	31.8	31.6	29.7	31.5
11:45	33.5	30.5	32.2	33.9	30.3	31.9	35.6	29.8	31.6
11:50	33.6	30.6	32.3	34.1	30.4	32.1	32.3	29.9	31.7
11:55	32.9	30.7	32.3	33.9	30.5	32.1	33.3	29.9	31.7
12:00	33.5	30.7	32.4	34.1	30.5	32.2	34.0	30.0	31.8
12:05	34.1	30.8	32.6	34.4	30.6	32.3	34.7	30.1	32.0
12:10	33.5	30.9	32.6	34.4	30.7	32.4	32.6	30.1	32.0
12:15	34.4	31.0	32.8	34.8	30.8	32.6	36.6	30.2	32.2
12:20	34.5	31.1	33.0	35.0	30.9	32.7	33.2	30.3	32.3
12:25	33.8	31.2	33.0	34.9	31.0	32.7	34.2	30.4	32.3
12:30	33.9	31.3	33.1	34.9	31.1	32.8	33.9	30.4	32.4
12:35	34.6	31.4	33.2	35.1	31.1	32.9	35.7	30.5	32.5
12:40	34.6	31.4	33.3	35.3	31.2	33.1	33.9	30.6	32.6
12:45	34.7	31.5	33.5	35.4	31.3	33.2	35.8	30.7	32.7
12:50	34.7	31.6	33.5	35.5	31.4	33.3	33.9	30.7	32.8
12:55	35.7	31.7	33.8	36.0	31.5	33.5	38.0	30.8	33.0
13:00	35.7	31.8	34.0	36.3	31.6	33.6	34.4	30.9	33.2
13:05	34.2	31.9	33.9	35.8	31.7	33.6	33.5	31.0	33.1
13:10	34.4	32.0	33.9	35.6	31.8	33.6	35.1	31.1	33.2
13:15	34.8	32.1	33.9	35.7	31.9	33.7	34.7	31.1	33.2

ตารางแสดงข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของผนังคอนกรีต ผนังอิฐมวลเบา และผนัง  
ดินเหนียวหุ้มฉนวน 60% วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

เวลา	คอนกรีต			อิฐมวลเบา			ผนังเหนียวหุ้มฉนวน 60%		
	รวม	กลาง	ใบ	รวม	กลาง	ใบ	รวม	กลาง	ใบ
13:20	34.7	32.2	34.0	35.6	32.0	33.7	34.7	31.2	33.3
13:25	35.9	32.3	34.2	36.1	32.1	33.9	37.6	31.3	33.4
13:30	35.9	32.4	34.4	36.4	32.2	34.1	34.8	31.4	33.6
13:35	35.6	32.5	34.4	36.4	32.3	34.1	36.3	31.5	33.7
13:40	35.2	32.6	34.5	36.3	32.4	34.2	34.3	31.5	33.7
13:45	35.9	32.7	34.6	36.5	32.5	34.3	37.5	31.6	33.8
13:50	34.5	32.8	34.5	36.0	32.5	34.2	31.4	31.7	33.8
13:55	34.8	32.9	34.5	35.8	32.6	34.2	37.5	31.8	33.8
14:00	34.1	32.9	34.4	35.4	32.7	34.1	31.0	31.9	33.7
14:05	35.0	33.0	34.4	35.5	32.8	34.2	38.3	31.9	33.7
14:10	35.9	33.1	34.6	35.9	32.9	34.3	34.3	32.0	33.9
14:15	34.5	33.2	34.5	35.6	33.0	34.3	33.9	32.1	33.8
14:20	35.2	33.2	34.6	35.7	33.1	34.3	36.4	32.1	33.9
14:25	35.9	33.3	34.7	36.0	33.1	34.5	35.7	32.2	34.0
14:30	36.1	33.4	34.8	36.3	33.2	34.6	36.7	32.3	34.1
14:35	35.9	33.4	34.9	36.4	33.3	34.7	35.2	32.3	34.2
14:40	34.6	33.5	34.8	35.9	33.3	34.6	33.5	32.4	34.1
14:45	35.2	33.6	34.8	35.9	33.4	34.6	36.6	32.5	34.2
14:50	35.9	33.6	34.9	36.1	33.5	34.7	35.5	32.5	34.2
14:55	35.4	33.7	34.9	36.1	33.5	34.7	35.0	32.6	34.3
15:00	35.0	33.8	34.9	35.9	33.6	34.7	34.6	32.7	34.3
15:05	35.3	33.8	34.9	35.8	33.7	34.7	35.7	32.7	34.3
15:10	34.9	33.9	34.9	35.6	33.7	34.7	33.9	32.8	34.3
15:15	36.4	33.9	35.1	36.2	33.8	34.9	39.0	32.8	34.4
15:20	36.7	34.0	35.3	36.6	33.8	35.0	35.1	32.9	34.5
15:25	36.1	34.0	35.3	36.6	33.9	35.1	36.8	33.0	34.6

ตารางแสดงข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของผนังคอนกรีต ผนังอิฐมวลเบา และผนัง  
ดินเหนียวทาสี 60% วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

เวลา	คอนกรีต			อิฐมวลเบา			ผนังเหนียวทาสี 60%		
	อากาศ	ผนัง	พื้น	อากาศ	ผนัง	พื้น	อากาศ	ผนัง	พื้น
15:30	36.4	34.1	35.4	36.8	34.0	35.2	36.2	33.0	34.7
15:35	36.7	34.2	35.6	37.0	34.0	35.3	37.3	33.1	34.8
15:40	36.5	34.2	35.6	37.1	34.1	35.4	35.8	33.1	34.9
15:45	36.2	34.3	35.6	37.0	34.1	35.4	36.2	33.2	34.9
15:50	37.3	34.4	35.8	37.4	34.2	35.6	38.7	33.3	35.1
15:55	35.4	34.4	35.7	36.8	34.3	35.5	31.8	33.3	35.0
16:00	35.4	34.5	35.6	36.5	34.3	35.4	37.9	33.4	34.9
16:05	36.1	34.6	35.6	36.5	34.4	35.5	34.6	33.5	35.0
16:10	35.8	34.6	35.6	36.4	34.5	35.4	36.5	33.5	35.0
16:15	35.9	34.7	35.6	36.4	34.5	35.5	35.3	33.6	35.0
16:20	35.6	34.7	35.6	36.3	34.6	35.4	35.5	33.6	35.0
16:25	36.1	34.8	35.7	36.4	34.6	35.5	36.6	33.7	35.0
16:30	36.0	34.8	35.7	36.4	34.7	35.5	35.3	33.7	35.0
16:35	36.4	34.9	35.7	36.5	34.7	35.6	37.2	33.8	35.1
16:40	36.3	34.9	35.8	36.6	34.8	35.6	35.3	33.8	35.1
16:45	36.5	34.9	35.9	36.7	34.8	35.7	37.5	33.9	35.2
16:50	36.1	35.0	35.9	36.7	34.9	35.7	34.7	33.9	35.2
16:55	35.9	35.0	35.8	36.5	34.9	35.7	36.5	34.0	35.2
17:00	35.9	35.1	35.8	36.4	35.0	35.7	35.1	34.0	35.2
17:05	35.5	35.1	35.7	36.2	35.0	35.6	35.4	34.1	35.2
17:10	35.5	35.2	35.7	36.0	35.0	35.6	35.1	34.1	35.1
17:15	35.6	35.2	35.7	35.9	35.1	35.5	35.6	34.2	35.1
17:20	35.7	35.2	35.7	35.9	35.1	35.5	35.6	34.2	35.1
17:25	35.6	35.2	35.6	35.9	35.1	35.5	35.3	34.2	35.1
17:30	35.7	35.3	35.6	35.9	35.2	35.5	35.7	34.3	35.1
17:35	35.5	35.3	35.6	35.8	35.2	35.5	35.0	34.3	35.1

ตารางแสดงข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของผนังคอนกรีต ผนังอิฐมวลเบา และผนัง  
คินเหนียวหุ้มฝ้า 60% วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

เวลา	คอนกรีต			อิฐมวลเบา			คินเหนียวหุ้มฝ้า 60%		
	ยาว	กลาง	ใบ	ยาว	กลาง	ใบ	ยาว	กลาง	ใบ
17:40	35.3	35.3	35.6	35.6	35.2	35.5	34.9	34.3	35.1
17:45	35.3	35.3	35.5	35.5	35.2	35.4	35.1	34.4	35.1
17:50	35.4	35.3	35.5	35.5	35.3	35.4	35.2	34.4	35.0
17:55	35.5	35.3	35.5	35.5	35.3	35.4	35.4	34.4	35.1
18:00	35.0	35.3	35.4	35.3	35.3	35.4	33.9	34.4	35.0
18:05	34.7	35.3	35.3	35.0	35.3	35.3	34.6	34.5	34.9
18:10	34.5	35.4	35.2	34.8	35.3	35.2	33.7	34.5	34.9
18:15	34.4	35.4	35.1	34.6	35.3	35.1	34.4	34.5	34.8
18:20	34.5	35.3	35.0	34.5	35.3	35.0	33.9	34.5	34.7
18:25	34.1	35.3	34.9	34.2	35.3	34.9	33.6	34.5	34.6
18:30	34.0	35.3	34.8	34.1	35.3	34.8	33.7	34.5	34.6
18:35	33.8	35.3	34.7	33.8	35.3	34.7	33.1	34.5	34.5
18:40	33.7	35.3	34.6	33.7	35.3	34.6	33.6	34.5	34.4
18:45	33.5	35.2	34.5	33.5	35.3	34.5	32.8	34.5	34.3
18:50	33.4	35.2	34.4	33.3	35.2	34.4	33.3	34.5	34.2
18:55	33.5	35.2	34.3	33.2	35.2	34.4	33.1	34.5	34.2
19:00	33.5	35.1	34.2	33.1	35.2	34.3	33.2	34.5	34.1
19:05	33.4	35.1	34.2	33.1	35.1	34.2	33.0	34.5	34.0
19:10	33.3	35.0	34.1	33.0	35.1	34.2	33.0	34.5	34.0
19:15	33.2	35.0	34.0	32.8	35.1	34.1	32.6	34.5	33.9
19:20	33.3	35.0	34.0	32.8	35.0	34.0	33.4	34.4	33.9
19:25	33.2	34.9	33.9	32.8	35.0	34.0	32.5	34.4	33.8
19:30	32.9	34.9	33.8	32.6	34.9	33.9	32.5	34.4	33.7
19:35	32.6	34.8	33.7	32.4	34.9	33.8	32.0	34.4	33.6
19:40	32.5	34.7	33.6	32.2	34.8	33.7	32.2	34.3	33.5
19:45	32.4	34.7	33.4	32.0	34.8	33.6	31.9	34.3	33.5

ตารางแสดงข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของผนังคอนกรีต ผนังอิฐมวลเบา และผนัง  
ดินเหนียวหุ้มฉนวน 60% วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

เวลา	คอนกรีต			อิฐมวลเบา			ดินเหนียวหุ้มฉนวน 60%		
	ยอด	กลาง	ใบ	ยอด	กลาง	ใบ	ยอด	กลาง	ใบ
19:50	32.3	34.6	33.3	31.9	34.7	33.5	32.0	34.3	33.4
19:55	32.2	34.6	33.2	31.8	34.7	33.4	31.7	34.2	33.3
20:00	32.2	34.5	33.2	31.7	34.6	33.3	32.0	34.2	33.2
20:05	32.1	34.4	33.1	31.6	34.5	33.2	31.5	34.2	33.1
20:10	32.0	34.4	33.0	31.5	34.5	33.1	31.8	34.1	33.1
20:15	32.0	34.3	32.9	31.4	34.4	33.1	31.5	34.1	33.0
20:20	31.8	34.2	32.8	31.3	34.4	33.0	31.3	34.1	32.9
20:25	31.7	34.2	32.7	31.2	34.3	32.9	31.4	34.0	32.8
20:30	31.7	34.1	32.6	31.1	34.2	32.8	31.4	34.0	32.8
20:35	31.6	34.0	32.5	31.0	34.2	32.7	31.2	33.9	32.7
20:40	31.6	34.0	32.5	30.9	34.1	32.6	31.3	33.9	32.6
20:45	31.7	33.9	32.4	31.0	34.0	32.6	31.5	33.8	32.6
20:50	31.5	33.8	32.3	30.9	33.9	32.5	30.9	33.8	32.5
20:55	31.4	33.7	32.3	30.8	33.9	32.5	31.4	33.7	32.5
21:00	31.4	33.7	32.2	30.8	33.8	32.4	30.9	33.7	32.4
21:05	31.3	33.6	32.1	30.7	33.7	32.3	31.0	33.6	32.3
21:10	31.3	33.5	32.1	30.6	33.7	32.3	31.0	33.6	32.3
21:15	31.2	33.4	32.0	30.6	33.6	32.2	30.9	33.5	32.2
21:20	31.0	33.4	31.9	30.5	33.5	32.1	30.7	33.5	32.2
21:25	31.1	33.3	31.9	30.5	33.4	32.1	31.0	33.4	32.1
21:30	30.9	33.2	31.8	30.4	33.4	32.0	30.4	33.4	32.0
21:35	31.0	33.2	31.7	30.4	33.3	31.9	31.1	33.3	32.0
21:40	31.0	33.1	31.7	30.3	33.2	31.9	30.5	33.3	31.9
21:45	31.1	33.0	31.7	30.4	33.2	31.8	31.2	33.2	31.9
21:50	31.0	33.0	31.6	30.4	33.1	31.8	30.5	33.2	31.9
21:55	30.9	32.9	31.6	30.3	33.0	31.8	30.9	33.1	31.8



ตารางแสดงข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของผนังคอนกรีต ผนังอิฐมวลเบา และผนัง  
ดินเหนียวหุ้มฉนวน 60% วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

เวลา	คอนกรีต			อิฐมวลเบา			ผนังอิฐมวลเบาหุ้มฉนวน 60%		
	ยอด	กลาง	ใจ	ยอด	กลาง	ใจ	ยอด	กลาง	ใจ
22:00	30.8	32.8	31.5	30.3	33.0	31.7	30.4	33.1	31.8
22:05	30.8	32.8	31.5	30.2	32.9	31.7	30.8	33.0	31.7
22:10	30.7	32.7	31.4	30.2	32.8	31.6	30.4	33.0	31.7
22:15	30.7	32.6	31.4	30.2	32.8	31.5	30.7	32.9	31.6
22:20	30.6	32.6	31.3	30.1	32.7	31.5	30.2	32.9	31.6
22:25	30.6	32.5	31.2	30.0	32.6	31.4	30.7	32.8	31.5
22:30	30.6	32.4	31.2	30.0	32.6	31.4	30.2	32.8	31.5
22:35	30.5	32.4	31.1	30.0	32.5	31.3	30.4	32.7	31.5
22:40	30.5	32.3	31.1	29.9	32.4	31.3	30.2	32.7	31.4
22:45	30.3	32.3	31.0	29.9	32.4	31.2	30.1	32.6	31.4
22:50	30.2	32.2	31.0	29.8	32.3	31.2	30.1	32.6	31.3
22:55	30.1	32.1	30.9	29.7	32.3	31.1	29.7	32.5	31.2
23:00	30.1	32.1	30.8	29.6	32.2	31.0	30.2	32.5	31.2
23:05	30.0	32.0	30.8	29.5	32.1	31.0	29.6	32.5	31.1
23:10	29.9	32.0	30.7	29.4	32.1	30.9	29.8	32.4	31.1
23:15	29.8	31.9	30.6	29.3	32.0	30.8	29.5	32.4	31.0
23:20	29.8	31.8	30.5	29.2	32.0	30.7	29.8	32.3	30.9
23:25	29.8	31.8	30.5	29.2	31.9	30.7	29.5	32.3	30.9
23:30	29.7	31.7	30.4	29.2	31.8	30.6	29.7	32.2	30.8
23:35	29.7	31.6	30.4	29.1	31.8	30.6	29.5	32.1	30.8
23:40	29.6	31.6	30.3	29.1	31.7	30.5	29.5	32.1	30.7
23:45	29.6	31.5	30.3	29.1	31.7	30.5	29.5	32.0	30.7
23:50	29.5	31.5	30.2	29.0	31.6	30.4	29.3	32.0	30.6
23:55	29.5	31.4	30.2	29.0	31.5	30.4	29.6	31.9	30.6
0:00	29.4	31.3	30.1	28.9	31.5	30.3	29.1	31.9	30.5
0:05	29.4	31.3	30.1	28.9	31.4	30.2	29.6	31.8	30.5

ตารางแสดงข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของผนังคอนกรีต ผนังอิฐมวลเบา และผนัง  
ดินเหนียวหุ้มฉนวน 60% วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

เวลา	คอนกรีต			อิฐมวลเบา			ผนังอิฐมวลเบา ฉนวน 60%		
	ช่วง	กลาง	ใบ	ช่วง	กลาง	ใบ	ช่วง	กลาง	ใบ
0:10	29.4	31.2	30.0	28.9	31.3	30.2	29.1	31.8	30.4
0:15	29.3	31.1	30.0	28.8	31.3	30.1	29.3	31.7	30.4
0:20	29.3	31.1	29.9	28.8	31.2	30.1	29.1	31.7	30.3
0:25	29.2	31.0	29.9	28.7	31.2	30.0	29.2	31.6	30.3
0:30	29.1	31.0	29.8	28.6	31.1	30.0	28.8	31.6	30.2
0:35	29.1	30.9	29.7	28.6	31.1	29.9	29.2	31.5	30.2
0:40	28.9	30.9	29.7	28.5	31.0	29.9	28.6	31.5	30.1
0:45	29.0	30.8	29.6	28.5	30.9	29.8	29.2	31.4	30.1
0:50	29.0	30.7	29.6	28.4	30.9	29.8	28.8	31.4	30.0
0:55	28.9	30.7	29.5	28.4	30.8	29.7	28.9	31.3	30.0
1:00	28.9	30.6	29.5	28.4	30.8	29.7	28.8	31.3	29.9
1:05	28.9	30.6	29.4	28.4	30.7	29.6	29.0	31.2	29.9
1:10	28.8	30.5	29.4	28.3	30.6	29.6	28.6	31.2	29.9
1:15	28.9	30.5	29.4	28.3	30.6	29.5	29.1	31.1	29.8
1:20	28.8	30.4	29.3	28.3	30.5	29.5	28.5	31.1	29.8
1:25	28.7	30.3	29.3	28.3	30.5	29.5	28.9	31.0	29.8
1:30	28.8	30.3	29.3	28.3	30.4	29.4	28.7	31.0	29.7
1:35	28.7	30.2	29.2	28.3	30.4	29.4	28.7	30.9	29.7
1:40	28.7	30.2	29.2	28.2	30.3	29.4	28.7	30.9	29.6
1:45	28.6	30.1	29.1	28.2	30.3	29.3	28.5	30.8	29.6
1:50	28.5	30.1	29.1	28.1	30.2	29.3	28.5	30.8	29.6
1:55	28.6	30.0	29.1	28.1	30.2	29.2	28.6	30.8	29.5
2:00	28.4	30.0	29.0	28.1	30.1	29.2	28.3	30.7	29.5
2:05	28.4	29.9	29.0	28.0	30.1	29.1	28.5	30.7	29.4
2:10	28.4	29.9	28.9	28.0	30.0	29.1	28.4	30.6	29.4
2:15	28.4	29.8	28.9	28.0	30.0	29.1	28.4	30.6	29.4

ตารางแสดงข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของผนังคอนกรีต ผนังอิฐมวลเบา และผนัง  
คินเนียวท้อ้าแฝก 60% วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

เวลา	ผนังอิฐ			อิฐมวลเบา			คินเนียวท้อ้าแฝก 60%		
	ขนาด	มวล	โม	ขนาด	มวล	โม	ขนาด	มวล	โม
2:20	28.4	29.8	28.8	27.9	29.9	29.0	28.4	30.5	29.3
2:25	28.3	29.8	28.8	27.9	29.9	29.0	28.3	30.5	29.3
2:30	28.3	29.7	28.8	27.9	29.8	28.9	28.2	30.4	29.2
2:35	28.3	29.7	28.7	27.9	29.8	28.9	28.4	30.4	29.2
2:40	28.2	29.6	28.7	27.8	29.7	28.9	28.0	30.3	29.2
2:45	28.2	29.6	28.7	27.8	29.7	28.8	28.4	30.3	29.1
2:50	28.2	29.5	28.6	27.8	29.6	28.8	28.0	30.3	29.1
2:55	28.1	29.5	28.6	27.7	29.6	28.7	28.1	30.2	29.1
3:00	28.1	29.4	28.5	27.7	29.6	28.7	28.1	30.2	29.0
3:05	28.0	29.4	28.5	27.7	29.5	28.7	28.0	30.1	29.0
3:10	28.0	29.3	28.5	27.6	29.5	28.6	28.0	30.1	28.9
3:15	28.0	29.3	28.4	27.6	29.4	28.6	28.0	30.0	28.9
3:20	28.0	29.3	28.4	27.6	29.4	28.5	28.0	30.0	28.9
3:25	27.9	29.2	28.4	27.5	29.3	28.5	27.9	30.0	28.8
3:30	27.9	29.2	28.3	27.5	29.3	28.5	28.0	29.9	28.8
3:35	27.9	29.1	28.3	27.5	29.2	28.5	27.9	29.9	28.8
3:40	27.8	29.1	28.3	27.5	29.2	28.4	27.8	29.8	28.7
3:45	27.8	29.1	28.2	27.4	29.2	28.4	27.8	29.8	28.7
3:50	27.8	29.0	28.2	27.4	29.1	28.3	27.7	29.7	28.7
3:55	27.7	29.0	28.2	27.4	29.1	28.3	27.7	29.7	28.6
4:00	27.7	28.9	28.1	27.3	29.0	28.3	27.7	29.7	28.6
4:05	27.7	28.9	28.1	27.3	29.0	28.2	27.8	29.6	28.6
4:10	27.7	28.9	28.1	27.3	29.0	28.2	27.7	29.6	28.5
4:15	27.6	28.8	28.0	27.3	28.9	28.2	27.5	29.5	28.5
4:20	27.6	28.8	28.0	27.3	28.9	28.1	27.8	29.5	28.5
4:25	27.6	28.7	28.0	27.3	28.8	28.1	27.7	29.5	28.4

ตารางแสดงข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของผนังคอนกรีต ผนังอิฐมวลเบา และผนัง  
ดินเหนียวหุ้มฉนวน 60% วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

เวลา	คอนกรีต			อิฐมวลเบา			ดินเหนียวหุ้ม ฉนวน 60%		
	อุณหภูมิ	ความชื้น	ไอน้ำ	อุณหภูมิ	ความชื้น	ไอน้ำ	อุณหภูมิ	ความชื้น	ไอน้ำ
4:30	27.6	28.7	27.9	27.2	28.8	28.1	27.6	29.4	28.4
4:35	27.5	28.7	27.9	27.2	28.8	28.0	27.5	29.4	28.4
4:40	27.5	28.6	27.9	27.2	28.7	28.0	27.7	29.4	28.4
4:45	27.5	28.6	27.9	27.2	28.7	28.0	27.4	29.3	28.3
4:50	27.5	28.5	27.8	27.2	28.7	28.0	27.7	29.3	28.3
4:55	27.5	28.5	27.8	27.2	28.6	27.9	27.3	29.2	28.3
5:00	27.5	28.5	27.8	27.2	28.6	27.9	27.7	29.2	28.2
5:05	27.4	28.4	27.8	27.1	28.5	27.9	27.3	29.2	28.2
5:10	27.4	28.4	27.7	27.1	28.5	27.9	27.5	29.1	28.2
5:15	27.4	28.4	27.7	27.1	28.5	27.8	27.5	29.1	28.2
5:20	27.4	28.3	27.7	27.1	28.4	27.8	27.5	29.1	28.1
5:25	27.4	28.3	27.7	27.1	28.4	27.8	27.5	29.0	28.1
5:30	27.4	28.3	27.7	27.1	28.4	27.8	27.5	29.0	28.1
5:35	27.4	28.3	27.7	27.1	28.3	27.8	27.5	29.0	28.1
5:40	27.4	28.2	27.6	27.1	28.3	27.8	27.4	28.9	28.1
5:45	27.3	28.2	27.6	27.1	28.3	27.7	27.3	28.9	28.0
5:50	27.4	28.2	27.6	27.1	28.2	27.7	27.6	28.9	28.0
5:55	27.4	28.1	27.6	27.1	28.2	27.7	27.4	28.8	28.0
6:00	27.3	28.1	27.6	27.1	28.2	27.7	27.4	28.8	28.0
6:05	27.3	28.1	27.6	27.1	28.2	27.7	27.4	28.8	28.0
6:10	27.3	28.1	27.5	27.1	28.1	27.6	27.4	28.7	27.9
6:15	27.4	28.0	27.5	27.1	28.1	27.6	27.6	28.7	27.9
6:20	27.3	28.0	27.5	27.1	28.1	27.6	27.3	28.7	27.9
6:25	27.3	28.0	27.5	27.1	28.1	27.6	27.5	28.6	27.9
6:30	27.4	28.0	27.5	27.1	28.0	27.6	27.4	28.6	27.9
6:35	27.3	27.9	27.5	27.1	28.0	27.6	27.3	28.6	27.9

ตารางแสดงข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของหมังกอนกรีต หมันงอิฐมวลเบา และหมันงดินเหนียวหุ้ม้าแฝก 60% วันที่ 7 มิถุนายน 2553 (ต่อ)

เวลา	ดินเหนียว			อิฐมวลเบา			โดยหมันงอิฐมวลเบา แฝก 60%		
	แรง	การส	ใบ	แรง	การส	ใบ	แรง	การส	ใบ
6:40	27.3	27.9	27.5	27.1	28.0	27.6	27.5	28.6	27.9
6:45	27.3	27.9	27.5	27.1	28.0	27.6	27.4	28.5	27.9
6:50	27.4	27.9	27.5	27.2	27.9	27.6	27.6	28.5	27.8
6:55	27.4	27.8	27.5	27.2	27.9	27.6	27.4	28.5	27.8
7:00	27.1	27.8	27.4	27.1	27.9	27.5	26.8	28.5	27.8



ตารางที่ ข.2 ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังคอนกรีตที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง

เวลา	ผนังคอนกรีต					
	ขอบ (แบบจำลอง)	ขอบ (ค่าจริง)	กลาง (แบบจำลอง)	กลาง (ค่าจริง)	ใบ (แบบจำลอง)	ใบ (ค่าจริง)
7:00	27.8	28.1	27.8	27.8	27.8	28
7:05	27.8	28.4	27.8	28	27.8	28
7:10	27.9	28.6	27.8	28.2	27.8	28.3
7:15	27.9	28.9	27.8	28.4	27.8	28.5
7:20	28.3	29.4	27.8	28.5	27.9	28.6
7:25	28.1	29.4	27.8	28.7	27.9	28.8
7:30	28.3	29.6	27.8	29	28.0	28.9
7:35	28.7	29.7	27.8	29	28.1	29.1
7:40	28.7	29.7	27.8	29.2	28.1	29.2
7:45	28.1	30	27.8	29.3	28.1	29.3
7:50	28.2	30.4	27.8	29.4	28.1	29.4
7:55	28.9	30.7	27.9	29.5	28.2	29.5
8:00	28.7	31	27.9	29.8	28.3	29.7
8:05	29.1	31.1	27.9	29.9	28.4	29.8
8:10	28.9	31.3	27.9	30	28.4	29.9
8:15	29.0	31.8	27.9	30.2	28.5	30.1
8:20	29.4	31.8	28.0	30.4	28.6	30.2
8:25	29.2	32.3	28.0	30.5	28.6	30.4
8:30	29.6	32.4	28.0	30.7	28.8	30.5
8:35	29.5	32.7	28.0	31	28.8	30.7
8:40	29.6	32.9	28.1	31.2	28.9	30.9
8:45	29.6	33.2	28.1	31.4	28.9	31
8:50	29.9	33.5	28.2	31.5	29.0	31.2
8:55	29.9	33.7	28.2	31.7	29.1	31.3
9:00	30.3	33.5	28.2	31.9	29.2	31.5

ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังคอนกรีตที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	เซ็นเซอร์ที่ 6					
	ขอบ (แบบจำลอง)	ขอบ (ค่าจริง)	กลาง (แบบจำลอง)	กลาง (ค่าจริง)	ใจ (แบบจำลอง)	ใจ (ค่าจริง)
9:05	29.9	33.9	28.3	32.1	29.3	31.6
9:10	30.0	33.8	28.3	32.3	29.3	31.8
9:15	30.3	34	28.4	32.6	29.4	32
9:20	30.2	34.6	28.4	32.8	29.5	32.2
9:25	30.8	34.5	28.5	32.9	29.6	32.4
9:30	30.1	34.7	28.5	33.1	29.6	32.5
9:35	30.6	35.2	28.6	33.3	29.7	32.7
9:40	30.6	35.3	28.7	33.4	29.8	32.8
9:45	30.7	35.5	28.7	33.7	29.9	33
9:50	30.8	35.7	28.8	33.9	30.0	33.2
9:55	31.0	36	28.8	34.1	30.1	33.4
10:00	31.3	36.5	28.9	34.3	30.2	33.7
10:05	31.7	36.4	28.9	34.5	30.4	33.7
10:10	31.6	36.7	29.0	34.7	30.5	33.9
10:15	31.6	36.9	29.1	35	30.6	34.1
10:20	31.5	37.1	29.2	35.1	30.6	34.3
10:25	31.1	37.1	29.2	35.3	30.6	34.5
10:30	32.4	37.1	29.3	35.4	30.8	34.6
10:35	31.5	37.4	29.4	35.6	30.9	34.8
10:40	31.4	37.7	29.4	35.8	30.9	34.9
10:45	32.3	37.9	29.5	36	31.0	35.2
10:50	32.6	38	29.6	36.2	31.2	35.4
10:55	32.6	38.5	29.7	36.4	31.3	35.4
11:00	33.1	38.4	29.7	36.6	31.5	35.6
11:05	32.1	38.5	29.8	36.7	31.5	35.7

ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังคอนกรีตที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	ผนังคอนกรีต					
	หน้า	หน้า	กลาง	กลาง	หลัง	หลัง
	(แบบจำลอง)	(ค่าจริง)	(แบบจำลอง)	(ค่าจริง)	(แบบจำลอง)	(ค่าจริง)
11:10	32.2	39.1	29.9	36.9	31.5	36
11:15	32.8	39	30.0	37	31.6	36.2
11:20	33.1	39.3	30.1	37.2	31.8	36.4
11:25	33.2	39.1	30.2	37.4	31.9	36.5
11:30	32.3	39.2	30.2	37.5	31.9	36.6
11:35	33.1	38.8	30.3	37.7	32.0	36.8
11:40	32.8	39.5	30.4	37.8	32.0	37.1
11:45	33.5	39.2	30.5	37.9	32.2	37.2
11:50	33.6	39.4	30.6	38.2	32.3	37.4
11:55	32.9	39.6	30.7	38.3	32.3	37.5
12:00	33.5	39.8	30.7	38.4	32.4	37.7
12:05	34.1	39.7	30.8	38.6	32.6	37.9
12:10	33.5	40.3	30.9	38.8	32.6	38.2
12:15	34.4	40	31.0	38.9	32.8	38.3
12:20	34.5	39.9	31.1	39.1	33.0	38.3
12:25	33.8	40	31.2	39.1	33.0	38.4
12:30	33.9	40.4	31.3	39.2	33.1	38.6
12:35	34.6	40.5	31.4	39.3	33.2	38.7
12:40	34.6	40.6	31.4	39.5	33.3	38.9
12:45	34.7	40.4	31.5	39.5	33.5	38.9
12:50	34.7	40.8	31.6	39.6	33.5	39
12:55	35.7	40.6	31.7	39.6	33.8	38.9
13:00	35.7	40.1	31.8	39.7	34.0	38.7
13:05	34.2	40.3	31.9	39.7	33.9	38.9
13:10	34.4	40.3	32.0	39.7	33.9	38.8



ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังคอนกรีตที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	ผนังคอนกรีต					
	ขอบ (แบบฉนวน)	ขอบ (ไม่มีฉนวน)	กลาง (แบบฉนวน)	กลาง (ไม่มีฉนวน)	ใจ (แบบฉนวน)	ใจ (ไม่มีฉนวน)
13:15	34.8	40.5	32.1	39.7	33.9	39.1
13:20	34.7	40.5	32.2	39.7	34.0	39.2
13:25	35.9	40.5	32.3	39.7	34.2	39.1
13:30	35.9	40.4	32.4	39.8	34.4	39
13:35	35.6	40.3	32.5	39.8	34.4	39.1
13:40	35.2	40.1	32.6	39.8	34.5	39.2
13:45	35.9	40.4	32.7	39.7	34.6	39.3
13:50	34.5	40.3	32.8	39.8	34.5	39.2
13:55	34.8	40	32.9	39.8	34.5	39.1
14:00	34.1	40	32.9	39.9	34.4	39.2
14:05	35.0	40.4	33.0	39.9	34.4	39.4
14:10	35.9	39.9	33.1	39.9	34.6	39
14:15	34.5	40	33.2	40	34.5	39.3
14:20	35.2	40.1	33.2	40.1	34.6	39.5
14:25	35.9	40.6	33.3	40.1	34.7	39.6
14:30	36.1	40.6	33.4	40.1	34.8	39.8
14:35	35.9	40.1	33.4	40.2	34.9	39.7
14:40	34.6	40.5	33.5	40.2	34.8	39.8
14:45	35.2	40.3	33.6	40.4	34.8	39.9
14:50	35.9	40.3	33.6	40.3	34.9	39.9
14:55	35.4	40.3	33.7	40.4	34.9	39.8
15:00	35.0	40.3	33.8	40.4	34.9	39.9
15:05	35.3	40.3	33.8	40.4	34.9	40
15:10	34.9	40.3	33.9	40.4	34.9	40
15:15	36.4	40.4	33.9	40.4	35.1	40.1

ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังคอนกรีตที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	พื้นที่แสงอาทิตย์					
	ทิศ (แบบจำลอง)	ทิศ (ที่ผนัง)	ทิศ (แบบจำลอง)	ทิศ (ที่ผนัง)	ทิศ (แบบจำลอง)	ทิศ (ที่ผนัง)
15:20	36.7	40.5	34.0	40.4	35.3	40.2
15:25	36.1	40.7	34.0	40.5	35.3	40.2
15:30	36.4	40.9	34.1	40.5	35.4	40.3
15:35	36.7	40.6	34.2	40.6	35.6	40.4
15:40	36.5	40.6	34.2	40.6	35.6	40.4
15:45	36.2	40.9	34.3	40.6	35.6	40.5
15:50	37.3	40.2	34.4	40.7	35.8	40.2
15:55	35.4	40.5	34.4	40.6	35.7	40.4
16:00	35.4	40.4	34.5	40.6	35.6	40.4
16:05	36.1	40.3	34.6	40.6	35.6	40.5
16:10	35.8	40.3	34.6	40.6	35.6	40.5
16:15	35.9	40.2	34.7	40.6	35.6	40.3
16:20	35.6	40.5	34.7	40.6	35.6	40.5
16:25	36.1	40.1	34.8	40.6	35.7	40.6
16:30	36.0	40.2	34.8	40.6	35.7	40.5
16:35	36.4	40.3	34.9	40.6	35.7	40.5
16:40	36.3	40.2	34.9	40.7	35.8	40.5
16:45	36.5	40.1	34.9	40.6	35.9	40.5
16:50	36.1	39.9	35.0	40.6	35.9	40.4
16:55	35.9	39.9	35.0	40.5	35.8	40.3
17:00	35.9	39.9	35.1	40.5	35.8	40.3
17:05	35.5	39.9	35.1	40.5	35.7	40.3
17:10	35.5	39.8	35.2	40.5	35.7	40.3
17:15	35.6	39.8	35.2	40.4	35.7	40.3
17:20	35.7	39.7	35.2	40.4	35.7	40.3

ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังคอนกรีตที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	ผนังแนวทแยง					
	ขอบ ((บนซ้าย))	ขอบ (ล่างซ้าย)	ขอบ (บนขวา)	ขอบ (ล่างขวา)	ใบ ((บนซ้าย))	ใบ (ล่างซ้าย)
17:25	35.6	39.6	35.2	40.3	35.6	40
17:30	35.7	39.4	35.3	40.3	35.6	39.9
17:35	35.5	39.1	35.3	40.3	35.6	39.8
17:40	35.3	39.1	35.3	40.1	35.6	39.7
17:45	35.3	39	35.3	40.1	35.5	39.6
17:50	35.4	39	35.3	40	35.5	39.6
17:55	35.5	38.8	35.3	39.9	35.5	39.4
18:00	35.0	38.5	35.3	39.8	35.4	39.2
18:05	34.7	38.4	35.3	39.7	35.3	39.1
18:10	34.5	38.3	35.4	39.6	35.2	38.9
18:15	34.4	38.2	35.4	39.4	35.1	38.8
18:20	34.5	37.9	35.3	39.3	35.0	38.6
18:25	34.1	37.8	35.3	39.2	34.9	38.4
18:30	34.0	37.6	35.3	39	34.8	38.2
18:35	33.8	37.4	35.3	38.9	34.7	38.1
18:40	33.7	37.2	35.3	38.7	34.6	37.9
18:45	33.5	37	35.2	38.6	34.5	37.7
18:50	33.4	36.9	35.2	38.4	34.4	37.5
18:55	33.5	36.7	35.2	38.2	34.3	37.3
19:00	33.5	36.5	35.1	38	34.2	37.1
19:05	33.4	36.4	35.1	37.9	34.2	36.9
19:10	33.3	36.2	35.0	37.6	34.1	36.7
19:15	33.2	36	35.0	37.5	34.0	36.6
19:20	33.3	35.7	35.0	37.3	34.0	36.3
19:25	33.2	35.5	34.9	37.1	33.9	36.2

ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังคอนกรีตที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	ค่าที่คำนวณได้				ใบ	ใบ
	หน้า	หลัง	หน้า	หลัง		
	(แบบจำลอง)	(แบบจำลอง)	(แบบจำลอง)	(แบบจำลอง)	(แบบจำลอง)	(แบบจำลอง)
19:30	32.9	35.3	34.9	37	33.8	36.1
19:35	32.6	35	34.8	36.8	33.7	36
19:40	32.5	35	34.7	36.6	33.6	35.8
19:45	32.4	34.9	34.7	36.4	33.4	35.6
19:50	32.3	34.8	34.6	36.3	33.3	35.6
19:55	32.2	34.7	34.6	36.1	33.2	35.4
20:00	32.2	34.5	34.5	36	33.2	35.3
20:05	32.1	34.5	34.4	35.9	33.1	35.2
20:10	32.0	34.3	34.4	35.7	33.0	35
20:15	32.0	34.2	34.3	35.6	32.9	34.8
20:20	31.8	33.9	34.2	35.5	32.8	34.8
20:25	31.7	33.9	34.2	35.3	32.7	34.6
20:30	31.7	33.8	34.1	35.1	32.6	34.6
20:35	31.6	33.6	34.0	35.1	32.5	34.4
20:40	31.6	33.6	34.0	35	32.5	34.3
20:45	31.7	33.6	33.9	34.8	32.4	34.2
20:50	31.5	33.7	33.8	34.7	32.3	34.1
20:55	31.4	33.6	33.7	34.6	32.3	34
21:00	31.4	33.3	33.7	34.5	32.2	33.8
21:05	31.3	33.2	33.6	34.4	32.1	33.6
21:10	31.3	33.1	33.5	34.2	32.1	33.6
21:15	31.2	33	33.4	34.2	32.0	33.5
21:20	31.0	32.9	33.4	34	31.9	33.4
21:25	31.1	32.7	33.3	33.9	31.9	33.3
21:30	30.9	32.7	33.2	33.8	31.8	33.2

ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังคอนกรีตที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	ผนังคอนกรีต					
	ขอบ (บนหน้าผิว)	ขอบ (ล่างผิว)	กลาง (บนหน้าผิว)	กลาง (ล่างผิว)	โย (บนหน้าผิว)	โย (ล่างผิว)
21:35	31.0	32.6	33.2	33.7	31.7	33.1
21:40	31.0	32.7	33.1	33.5	31.7	33.1
21:45	31.1	32.6	33.0	33.5	31.7	33
21:50	31.0	32.4	33.0	33.4	31.6	32.8
21:55	30.9	32.4	32.9	33.3	31.6	32.8
22:00	30.8	32.2	32.8	33.2	31.5	32.7
22:05	30.8	32.2	32.8	33.2	31.5	32.7
22:10	30.7	32.2	32.7	33.1	31.4	32.6
22:15	30.7	32.1	32.6	33	31.4	32.6
22:20	30.6	32.1	32.6	32.9	31.3	32.5
22:25	30.6	32.1	32.5	32.9	31.2	32.5
22:30	30.6	32.1	32.4	32.8	31.2	32.5
22:35	30.5	32	32.4	32.7	31.1	32.3
22:40	30.5	31.8	32.3	32.6	31.1	32.3
22:45	30.3	31.7	32.3	32.6	31.0	32.1
22:50	30.2	31.6	32.2	32.5	31.0	32.1
22:55	30.1	31.6	32.1	32.4	30.9	32.1
23:00	30.1	31.5	32.1	32.4	30.8	32
23:05	30.0	31.3	32.0	32.3	30.8	31.9
23:10	29.9	31.4	32.0	32.2	30.7	31.8
23:15	29.8	31.2	31.9	32.1	30.6	31.8
23:20	29.8	31.3	31.8	32.1	30.5	31.8
23:25	29.8	31.1	31.8	32	30.5	31.7
23:30	29.7	31.1	31.7	31.9	30.4	31.6
23:35	29.7	31	31.6	31.8	30.4	31.5

ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังคอนกรีตที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	ผนังคอนกรีต					
	ชุด ๑ (แบบผนังจริง)	ชุด ๒ (ไม้ฉลิม)	ชุด ๓ (แบบผนังจริง)	ชุด ๔ (ไม้ฉลิม)	ชุด ๕ (แบบผนังจริง)	ชุด ๖ (ไม้ฉลิม)
23:40	29.6	30.8	31.6	31.8	30.3	31.4
23:45	29.6	30.8	31.5	31.7	30.3	31.4
23:50	29.5	30.8	31.5	31.7	30.2	31.4
23:55	29.5	30.7	31.4	31.6	30.2	31.2
0:00	29.4	30.6	31.3	31.5	30.1	31.2
0:05	29.4	30.6	31.3	31.4	30.1	31.1
0:10	29.4	30.5	31.2	31.4	30.0	31
0:15	29.3	30.4	31.1	31.3	30.0	31
0:20	29.3	30.4	31.1	31.3	29.9	31
0:25	29.2	30.3	31.0	31.2	29.9	30.8
0:30	29.1	30.2	31.0	31.1	29.8	30.8
0:35	29.1	30.1	30.9	31	29.7	30.8
0:40	28.9	30.1	30.9	31	29.7	30.7
0:45	29.0	30.1	30.8	30.9	29.6	30.7
0:50	29.0	30.1	30.7	30.9	29.6	30.7
0:55	28.9	30.1	30.7	30.8	29.5	30.5
1:00	28.9	30	30.6	30.8	29.5	30.6
1:05	28.9	30	30.6	30.8	29.4	30.5
1:10	28.8	30	30.5	30.7	29.4	30.6
1:15	28.9	30	30.5	30.7	29.4	30.5
1:20	28.8	30	30.4	30.6	29.3	30.4
1:25	28.7	29.9	30.3	30.5	29.3	30.4
1:30	28.8	29.8	30.3	30.5	29.3	30.3
1:35	28.7	29.8	30.2	30.4	29.2	30.3
1:40	28.7	29.7	30.2	30.4	29.2	30.2

ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังคอนกรีตที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	ผนังคอนกรีต					
	แนว A ((เมตรต้นแนว))	แนว B ((เมตรต้น))	แนว C ((เมตรต้นแนว))	แนว D ((เมตรต้น))	แนว E ((เมตรต้นแนว))	แนว F ((เมตรต้น))
1:45	28.6	29.7	30.1	30.4	29.1	30.2
1:50	28.5	29.6	30.1	30.3	29.1	30.2
1:55	28.6	29.6	30.0	30.2	29.1	30.1
2:00	28.4	29.6	30.0	30.3	29.0	30.1
2:05	28.4	29.6	29.9	30.2	29.0	30.1
2:10	28.4	29.5	29.9	30.2	28.9	30.1
2:15	28.4	29.5	29.8	30.2	28.9	30
2:20	28.4	29.4	29.8	30.1	28.8	30
2:25	28.3	29.4	29.8	30.1	28.8	30
2:30	28.3	29.4	29.7	30.1	28.8	30
2:35	28.3	29.4	29.7	30	28.7	30
2:40	28.2	29.4	29.6	30	28.7	29.9
2:45	28.2	29.3	29.6	30	28.7	29.9
2:50	28.2	29.3	29.5	29.9	28.6	29.8
2:55	28.1	29.3	29.5	29.9	28.6	29.8
3:00	28.1	29.2	29.4	29.9	28.5	29.8
3:05	28.0	29.2	29.4	29.9	28.5	29.7
3:10	28.0	29.3	29.3	29.8	28.5	29.8
3:15	28.0	29.1	29.3	29.8	28.4	29.8
3:20	28.0	29.1	29.3	29.8	28.4	29.7
3:25	27.9	29.1	29.2	29.8	28.4	29.7
3:30	27.9	29.1	29.2	29.8	28.3	29.7
3:35	27.9	29.1	29.1	29.7	28.3	29.6
3:40	27.8	29	29.1	29.7	28.3	29.7
3:45	27.8	28.9	29.1	29.6	28.2	29.6

ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังคอนกรีตที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	ผนังเอียงใต้					
	ยอด (เมตรเหนือ)	ยอด (เมตรใต้)	กลาง (เมตรเหนือ)	กลาง (เมตรใต้)	ใบ (เมตรเหนือ)	ใบ (เมตรใต้)
3:50	27.8	29	29.0	29.6	28.2	29.5
3:55	27.7	28.9	29.0	29.6	28.2	29.5
4:00	27.7	28.9	28.9	29.5	28.1	29.4
4:05	27.7	28.8	28.9	29.5	28.1	29.4
4:10	27.7	28.7	28.9	29.4	28.1	29.4
4:15	27.6	28.7	28.8	29.4	28.0	29.4
4:20	27.6	28.7	28.8	29.4	28.0	29.3
4:25	27.6	28.7	28.7	29.3	28.0	29.3
4:30	27.6	28.8	28.7	29.4	27.9	29.3
4:35	27.5	28.7	28.7	29.3	27.9	29.3
4:40	27.5	28.7	28.6	29.3	27.9	29.2
4:45	27.5	28.7	28.6	29.2	27.9	29.2
4:50	27.5	28.7	28.5	29.2	27.8	29.1
4:55	27.5	28.7	28.5	29.2	27.8	29.1
5:00	27.5	28.6	28.5	29.2	27.8	29.2
5:05	27.4	28.7	28.4	29.1	27.8	29.1
5:10	27.4	28.7	28.4	29.2	27.7	29.2
5:15	27.4	28.7	28.4	29.2	27.7	29.2
5:20	27.4	28.6	28.3	29.1	27.7	29.1
5:25	27.4	28.6	28.3	29.1	27.7	29.1
5:30	27.4	28.6	28.3	29.1	27.7	29.1
5:35	27.4	28.6	28.3	29.1	27.7	29.1
5:40	27.4	28.6	28.2	29.1	27.6	29.1
5:45	27.3	28.6	28.2	29.1	27.6	29.1
5:50	27.4	28.7	28.2	29.1	27.6	29.1



ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังคอนกรีตที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	ผนังคอนกรีต					
	หน้า	หน้า	กลาง	กลาง	ใน	ใน
	(แบบจำลอง)	(แบบจำลอง)	(แบบจำลอง)	(แบบจำลอง)	(แบบจำลอง)	(แบบจำลอง)
5:55	27.4	28.6	28.1	29	27.6	29.1
6:00	27.3	28.6	28.1	29.1	27.6	29.1
6:05	27.3	28.6	28.1	29.1	27.6	29.1
6:10	27.3	28.6	28.1	29	27.5	29.1
6:15	27.4	28.7	28.0	29.1	27.5	29.1
6:20	27.3	28.6	28.0	29	27.5	29.2
6:25	27.3	28.7	28.0	29	27.5	29.1
6:30	27.4	28.7	28.0	29.1	27.5	29.1
6:35	27.3	28.8	27.9	29.1	27.5	29.1
6:40	27.3	28.8	27.9	29	27.5	29.1
6:45	27.3	28.7	27.9	29	27.5	29.2
6:50	27.4	28.8	27.9	29.1	27.5	29.2
6:55	27.4	28.6	27.8	29.1	27.5	29.1
7:00	27.1	28.7	27.8	29	27.4	29.2

ตาราง ข.3 ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังอิฐมวลเบาที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง

เวลา	ผนัง (cm)					
	ผนัง (แบบผิวใน)	ผนัง (ผิวใน)	ผนัง (แบบผิวใน)	ผนัง (ผิวใน)	ผนัง (แบบผิวใน)	ผนัง (ผิวใน)
7:00	27.8	27.8	27.8	27.4	27.8	27.3
7:05	27.8	27.5	27.8	27.5	27.8	27.2
7:10	27.8	27.5	27.8	27.5	27.8	27.0
7:15	27.9	27.8	27.8	27.7	27.8	27.2
7:20	28.0	28.1	27.8	27.9	27.9	27.1
7:25	28.1	28.2	27.8	28.1	27.9	27.2
7:30	28.2	28.6	27.8	28.2	27.9	27.3
7:35	28.5	28.6	27.8	28.4	28.0	27.4
7:40	28.6	28.3	27.8	28.4	28.1	27.4
7:45	28.5	28.5	27.8	28.5	28.1	27.5
7:50	28.4	29.4	27.8	28.7	28.1	27.5
7:55	28.7	29.3	27.8	29.2	28.2	27.6
8:00	28.8	29.9	27.8	29.4	28.2	27.7
8:05	29.0	29.8	27.9	29.7	28.3	27.8
8:10	29.1	30.4	27.9	29.9	28.4	27.9
8:15	29.2	30.2	27.9	30.3	28.4	28.0
8:20	29.4	30.5	27.9	30.5	28.5	28.1
8:25	29.4	31	27.9	30.8	28.6	28.2
8:30	29.7	31.3	28.0	31.0	28.7	28.4
8:35	29.7	31.3	28.0	31.2	28.7	28.5
8:40	29.8	31.4	28.0	31.3	28.8	28.6
8:45	29.9	31.5	28.1	31.6	28.8	28.8
8:50	30.1	32	28.1	32.0	28.9	29.0
8:55	30.2	31.6	28.1	32.2	29.0	29.1
9:00	30.4	31.8	28.2	32.3	29.1	29.2

ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังอิฐมวลเบาที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	ผนังอิฐมวลเบา					
	หน้า	หลัง	หน้า	หลัง	หน้า	หลัง
	(แบบจำลอง)	(แบบจำลอง)	(แบบจำลอง)	(แบบจำลอง)	(แบบจำลอง)	(แบบจำลอง)
9:05	30.4	31.9	28.2	32.5	29.2	29.3
9:10	30.4	32.3	28.2	32.6	29.2	29.4
9:15	30.6	32.6	28.3	33.0	29.3	29.7
9:20	30.7	32.7	28.3	33.1	29.4	29.8
9:25	30.9	32.8	28.4	33.2	29.5	30.0
9:30	30.8	32.6	28.4	33.4	29.5	30.1
9:35	31.0	32.7	28.5	33.4	29.6	30.1
9:40	31.0	32.9	28.5	33.5	29.7	30.3
9:45	31.1	33.5	28.6	33.9	29.7	30.5
9:50	31.2	33.3	28.6	34.2	29.8	30.7
9:55	31.4	33.9	28.7	34.3	29.9	30.7
10:00	31.6	34.3	28.8	34.6	30.0	31.0
10:05	31.9	34	28.8	34.9	30.2	31.2
10:10	32.1	34	28.9	34.9	30.3	31.4
10:15	32.2	34.2	28.9	35.0	30.4	31.6
10:20	32.2	33.6	29.0	34.8	30.4	31.7
10:25	32.0	34	29.1	34.5	30.4	31.7
10:30	32.5	34.8	29.1	34.8	30.6	31.9
10:35	32.4	34.3	29.2	34.7	30.7	31.9
10:40	32.3	34.6	29.3	34.9	30.7	32.0
10:45	32.6	35.8	29.4	35.2	30.8	32.4
10:50	32.9	35.9	29.4	35.4	31.0	32.6
10:55	33.1	35.5	29.5	35.4	31.1	32.6
11:00	33.4	35.5	29.6	35.3	31.3	32.8
11:05	33.2	35.5	29.7	35.6	31.3	33.0

ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังอิฐมวลเบาที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	ผนังอิฐมวลเบา					
	แบบ ((แบบจำลอง))	แบบ ((แบบจำลอง))	แบบ ((แบบจำลอง))	แบบ ((แบบจำลอง))	แบบ ((แบบจำลอง))	แบบ ((แบบจำลอง))
11:10	33.2	35.9	29.7	35.6	31.3	33.2
11:15	33.3	36.4	29.8	35.6	31.4	33.3
11:20	33.6	36.6	29.9	35.8	31.5	33.4
11:25	33.7	36.4	30.0	36.1	31.7	33.7
11:30	33.5	36.4	30.1	36.2	31.7	33.8
11:35	33.7	36.4	30.1	36.4	31.8	34.2
11:40	33.6	37.2	30.2	36.4	31.8	34.3
11:45	33.9	37	30.3	36.6	31.9	34.3
11:50	34.1	37.3	30.4	36.9	32.1	34.8
11:55	33.9	37.1	30.5	37.1	32.1	35.0
12:00	34.1	37.2	30.5	37.1	32.2	35.1
12:05	34.4	37.5	30.6	37.0	32.3	35.3
12:10	34.4	37.9	30.7	37.3	32.4	35.5
12:15	34.8	37.8	30.8	37.3	32.6	35.6
12:20	35.0	37.9	30.9	37.5	32.7	35.8
12:25	34.9	37.5	31.0	37.3	32.7	35.7
12:30	34.9	37.5	31.1	37.4	32.8	35.8
12:35	35.1	37.4	31.1	37.5	32.9	36.0
12:40	35.3	38.1	31.2	37.5	33.1	36.1
12:45	35.4	38.1	31.3	37.4	33.2	36.1
12:50	35.5	38.5	31.4	37.6	33.3	36.3
12:55	36.0	38	31.5	37.5	33.5	36.2
13:00	36.3	37.3	31.6	37.4	33.6	36.1
13:05	35.8	37.6	31.7	37.7	33.6	36.3
13:10	35.6	37.1	31.8	37.5	33.6	36.2

ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังอิฐมวลเบาที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	ผนังอิฐมวลเบา					
	ผนัง (แบบจำลอง)	ผนัง (ทดลอง)	อากาศ (แบบจำลอง)	อากาศ (ทดลอง)	โถง (แบบจำลอง)	โถง (ทดลอง)
13:15	35.7	37.9	31.9	37.5	33.7	36.3
13:20	35.6	38.4	32.0	37.6	33.7	36.3
13:25	36.1	38	32.1	37.7	33.9	36.4
13:30	36.4	37.5	32.2	37.4	34.1	36.2
13:35	36.4	37.7	32.3	37.4	34.1	36.2
13:40	36.3	38.1	32.4	37.3	34.2	36.1
13:45	36.5	37.5	32.5	37.4	34.3	36.2
13:50	36.0	37.7	32.5	37.4	34.2	36.3
13:55	35.8	37.5	32.6	37.3	34.2	36.1
14:00	35.4	37.5	32.7	37.4	34.1	36.2
14:05	35.5	38.2	32.8	37.6	34.2	36.3
14:10	35.9	37.1	32.9	37.5	34.3	36.3
14:15	35.6	37.5	33.0	37.6	34.3	36.5
14:20	35.7	37.3	33.1	37.5	34.3	36.4
14:25	36.0	37.7	33.1	37.7	34.5	36.6
14:30	36.3	38.5	33.2	37.9	34.6	36.8
14:35	36.4	37.4	33.3	37.9	34.7	37.0
14:40	35.9	38	33.3	37.8	34.6	36.9
14:45	35.9	37.8	33.4	38.0	34.6	37.1
14:50	36.1	37.7	33.5	37.8	34.7	37.1
14:55	36.1	37.2	33.5	37.8	34.7	37.1
15:00	35.9	37.6	33.6	37.7	34.7	37.0
15:05	35.8	37.7	33.7	37.7	34.7	37.1
15:10	35.6	37.3	33.7	37.7	34.7	37.0
15:15	36.2	38.1	33.8	38.1	34.9	37.3

ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังอิฐมวลเบาที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	ผนังอิฐมวลเบา					
	หน้า	หลัง	กลาง	หน้า	หลัง	กลาง
	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
15:20	36.6	37.7	33.8	38.1	35.0	37.4
15:25	36.6	38.1	33.9	38.2	35.1	37.5
15:30	36.8	38.3	34.0	38.3	35.2	37.7
15:35	37.0	38.5	34.0	38.4	35.3	37.9
15:40	37.1	38.1	34.1	38.4	35.4	37.8
15:45	37.0	38.2	34.1	38.5	35.4	37.8
15:50	37.4	37.4	34.2	38.3	35.6	37.8
15:55	36.8	37.4	34.3	38.1	35.5	37.6
16:00	36.5	37.7	34.3	38.0	35.4	37.7
16:05	36.5	37.9	34.4	38.0	35.5	37.6
16:10	36.4	37.9	34.5	38.1	35.4	37.7
16:15	36.4	37.3	34.5	38.1	35.5	37.7
16:20	36.3	38	34.6	38.1	35.4	37.7
16:25	36.4	37.8	34.6	38.2	35.5	37.7
16:30	36.4	37.6	34.7	38.1	35.5	37.6
16:35	36.5	37.8	34.7	38.1	35.6	37.7
16:40	36.6	37.6	34.8	38.0	35.6	37.6
16:45	36.7	37.2	34.8	38.1	35.7	37.5
16:50	36.7	37.3	34.9	38.0	35.7	37.5
16:55	36.5	37.1	34.9	37.8	35.7	37.2
17:00	36.4	37.1	35.0	37.7	35.7	37.1
17:05	36.2	37.2	35.0	37.7	35.6	37.1
17:10	36.0	37.4	35.0	37.7	35.6	37.1
17:15	35.9	37.3	35.1	37.7	35.5	37.1
17:20	35.9	37.3	35.1	37.7	35.5	37.1

ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังอิฐมวลเบาที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	การเปรียบเทียบ					
	ผนัง (แบบอิฐมวลเบา)	ผนัง (ไม้ไผ่)	ผนัง (แบบอิฐมวลเบา)	ผนัง (ไม้ไผ่)	อิฐ (แบบอิฐมวลเบา)	อิฐ (ไม้ไผ่)
17:25	35.9	36.5	35.1	37.5	35.5	36.7
17:30	35.9	36.3	35.2	37.4	35.5	36.7
17:35	35.8	36.4	35.2	37.1	35.5	36.6
17:40	35.6	35.9	35.2	37.0	35.5	36.3
17:45	35.5	36.1	35.2	36.9	35.4	36.3
17:50	35.5	35.8	35.3	36.8	35.4	36.2
17:55	35.5	35.7	35.3	36.7	35.4	36.0
18:00	35.3	35.5	35.3	36.6	35.4	36.0
18:05	35.0	35.2	35.3	36.3	35.3	35.8
18:10	34.8	35	35.3	36.1	35.2	35.6
18:15	34.6	34.5	35.3	36.0	35.1	35.4
18:20	34.5	34.3	35.3	35.9	35.0	35.4
18:25	34.2	33.9	35.3	35.6	34.9	35.1
18:30	34.1	33.7	35.3	35.4	34.8	35.0
18:35	33.8	33.4	35.3	35.2	34.7	34.9
18:40	33.7	33.7	35.3	35.0	34.6	34.7
18:45	33.5	33.2	35.3	34.8	34.5	34.5
18:50	33.3	32.9	35.2	34.7	34.4	34.3
18:55	33.2	33.1	35.2	34.4	34.4	34.1
19:00	33.1	32.6	35.2	34.2	34.3	33.9
19:05	33.1	32.5	35.1	34.0	34.2	33.8
19:10	33.0	32.3	35.1	33.9	34.2	33.7
19:15	32.8	32.5	35.1	33.8	34.1	33.5
19:20	32.8	32	35.0	33.7	34.0	33.4
19:25	32.8	31.9	35.0	33.3	34.0	33.1

ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังอิฐมวลเบาที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	ผนังอิฐมวลเบา					
	หน้า	หลัง	กลาง	กลาง	หน้า	หลัง
	(เมตรเซลเซียส)	(กิโลกรัม)	(เมตรเซลเซียส)	(กิโลกรัม)	(เมตรเซลเซียส)	(กิโลกรัม)
19:30	32.6	31.7	34.9	33.1	33.9	32.9
19:35	32.4	31.6	34.9	32.9	33.8	32.7
19:40	32.2	31.3	34.8	32.7	33.7	32.5
19:45	32.0	31.2	34.8	32.6	33.6	32.5
19:50	31.9	31.1	34.7	32.5	33.5	32.4
19:55	31.8	30.8	34.7	32.4	33.4	32.3
20:00	31.7	31.1	34.6	32.3	33.3	32.2
20:05	31.6	30.8	34.5	32.2	33.2	32.1
20:10	31.5	30.9	34.5	32.1	33.1	32.0
20:15	31.4	30.5	34.4	32.0	33.1	31.9
20:20	31.3	30.6	34.4	31.8	33.0	31.7
20:25	31.2	30.2	34.3	31.8	32.9	31.6
20:30	31.1	30.4	34.2	31.6	32.8	31.5
20:35	31.0	30	34.2	31.5	32.7	31.4
20:40	30.9	30.3	34.1	31.4	32.6	31.3
20:45	31.0	30	34.0	31.5	32.6	31.3
20:50	30.9	30.1	33.9	31.5	32.5	31.3
20:55	30.8	30	33.9	31.5	32.5	31.2
21:00	30.8	30	33.8	31.3	32.4	31.1
21:05	30.7	29.9	33.7	31.3	32.3	31.1
21:10	30.6	30	33.7	31.1	32.3	30.9
21:15	30.6	29.6	33.6	31.0	32.2	30.8
21:20	30.5	30	33.5	30.9	32.1	30.7
21:25	30.5	29.9	33.4	30.8	32.1	30.6
21:30	30.4	29.8	33.4	30.7	32.0	30.6



ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังอิฐมวลเบาที่ได้จากแบบจำลองทาง  
คณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	ผนังอิฐมวลเบา					
	หน้า	หลัง	กลาง	กลาง	ใน	ใน
	(แบบจำลอง)	(ค่าจริง)	(แบบจำลอง)	(ค่าจริง)	(แบบจำลอง)	(ค่าจริง)
21:35	30.4	29.6	33.3	30.6	31.9	30.5
21:40	30.3	29.7	33.2	30.7	31.9	30.5
21:45	30.4	29.4	33.2	30.5	31.8	30.3
21:50	30.4	29.3	33.1	30.5	31.8	30.3
21:55	30.3	29.5	33.0	30.4	31.8	30.3
22:00	30.3	29.5	33.0	30.4	31.7	30.2
22:05	30.2	29.5	32.9	30.3	31.7	30.1
22:10	30.2	29.3	32.8	30.3	31.6	30.1
22:15	30.2	29.4	32.8	30.3	31.5	30.2
22:20	30.1	29	32.7	30.4	31.5	30.2
22:25	30.0	29	32.6	30.3	31.4	30.1
22:30	30.0	29	32.6	30.3	31.4	30.1
22:35	30.0	28.9	32.5	30.3	31.3	30.0
22:40	29.9	29.2	32.4	30.1	31.3	30.0
22:45	29.9	28.9	32.4	30.1	31.2	29.9
22:50	29.8	29.1	32.3	30.1	31.2	30.0
22:55	29.7	29.2	32.3	30.0	31.1	29.9
23:00	29.6	28.9	32.2	29.9	31.0	29.8
23:05	29.5	28.8	32.1	29.8	31.0	29.6
23:10	29.4	28.4	32.1	29.8	30.9	29.6
23:15	29.3	28.6	32.0	29.6	30.8	29.4
23:20	29.2	28.5	32.0	29.6	30.7	29.6
23:25	29.2	28.6	31.9	29.6	30.7	29.5
23:30	29.2	28.3	31.8	29.6	30.6	29.5
23:35	29.1	28.3	31.8	29.5	30.6	29.4

ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังอิฐมวลเบาที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	ผนังอิฐมวลเบา					
	ขอบ (เหนือ)	ขอบ (ล่าง)	กลาง (เหนือ)	กลาง (ล่าง)	ใน (เหนือ)	ใน (ล่าง)
23:40	29.1	28.4	31.7	29.4	30.5	29.3
23:45	29.1	28.2	31.7	29.2	30.5	29.2
23:50	29.0	28.2	31.6	29.2	30.4	29.2
23:55	29.0	28.2	31.5	29.2	30.4	29.2
0:00	28.9	28.1	31.5	29.0	30.3	29.1
0:05	28.9	28	31.4	29.0	30.2	28.9
0:10	28.9	28	31.3	29.1	30.2	29.1
0:15	28.8	28.1	31.3	29.0	30.1	29.0
0:20	28.8	28	31.2	28.9	30.1	28.9
0:25	28.7	27.8	31.2	28.8	30.0	28.8
0:30	28.6	27.8	31.1	28.7	30.0	28.7
0:35	28.6	27.6	31.1	28.7	29.9	28.6
0:40	28.5	27.6	31.0	28.6	29.9	28.5
0:45	28.5	27.6	30.9	28.6	29.8	28.5
0:50	28.4	27.2	30.9	28.6	29.8	28.4
0:55	28.4	27.3	30.8	28.6	29.7	28.5
1:00	28.4	27.7	30.8	28.5	29.7	28.5
1:05	28.4	27.4	30.7	28.6	29.6	28.5
1:10	28.3	27.7	30.6	28.5	29.6	28.5
1:15	28.3	27.5	30.6	28.6	29.5	28.5
1:20	28.3	27.1	30.5	28.5	29.5	28.4
1:25	28.3	27.3	30.5	28.5	29.5	28.3
1:30	28.3	27.2	30.4	28.4	29.4	28.3
1:35	28.3	27.4	30.4	28.4	29.4	28.2
1:40	28.2	27.4	30.3	28.3	29.4	28.2

ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังอิฐมวลเบาที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	ผนังอิฐมวลเบา					
	หน้า	หลัง	กลาง		ใน	นอก
	(แบบจำลอง)	(แบบจำลอง)	(แบบจำลอง)	(แบบจำลอง)	(แบบจำลอง)	(แบบจำลอง)
1:45	28.2	27	30.3	28.2	29.3	28.1
1:50	28.1	27.3	30.2	28.1	29.3	28.0
1:55	28.1	27.2	30.2	28.2	29.2	28.1
2:00	28.1	27.3	30.1	28.2	29.2	28.1
2:05	28.0	27.4	30.1	28.2	29.1	28.1
2:10	28.0	27.1	30.0	28.1	29.1	27.9
2:15	28.0	26.9	30.0	28.1	29.1	27.9
2:20	27.9	27.2	29.9	28.0	29.0	28.0
2:25	27.9	27.1	29.9	28.1	29.0	28.0
2:30	27.9	26.9	29.8	28.0	28.9	27.9
2:35	27.9	26.8	29.8	28.0	28.9	27.8
2:40	27.8	27	29.7	28.0	28.9	27.9
2:45	27.8	27	29.7	27.9	28.8	27.9
2:50	27.8	27	29.6	27.9	28.8	27.8
2:55	27.7	26.7	29.6	27.9	28.7	27.8
3:00	27.7	27	29.6	27.8	28.7	27.8
3:05	27.7	26.5	29.5	27.8	28.7	27.7
3:10	27.6	26.6	29.5	27.8	28.6	27.7
3:15	27.6	27	29.4	27.8	28.6	27.7
3:20	27.6	26.8	29.4	27.8	28.5	27.8
3:25	27.5	26.8	29.3	27.8	28.5	27.7
3:30	27.5	26.9	29.3	27.8	28.5	27.8
3:35	27.5	26.5	29.2	27.8	28.5	27.6
3:40	27.5	26.8	29.2	27.6	28.4	27.5
3:45	27.4	26.8	29.2	27.6	28.4	27.6

ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังอิฐมวลเบาที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	ผนังอิฐมวลเบา					
	ขอบ (แบบจำลอง)	ขอบ (ค่าจริง)	กลาง (แบบจำลอง)	กลาง (ค่าจริง)	ใจ (แบบจำลอง)	ใจ (ค่าจริง)
3:50	27.4	26.3	29.1	27.5	28.3	27.5
3:55	27.4	26.2	29.1	27.6	28.3	27.5
4:00	27.3	26.6	29.0	27.4	28.3	27.4
4:05	27.3	26.5	29.0	27.4	28.2	27.4
4:10	27.3	26.5	29.0	27.4	28.2	27.4
4:15	27.3	26.5	28.9	27.4	28.2	27.4
4:20	27.3	26.5	28.9	27.3	28.1	27.3
4:25	27.3	26.5	28.8	27.3	28.1	27.2
4:30	27.2	26.4	28.8	27.3	28.1	27.2
4:35	27.2	26.5	28.8	27.4	28.0	27.3
4:40	27.2	26.5	28.7	27.3	28.0	27.3
4:45	27.2	26.4	28.7	27.3	28.0	27.2
4:50	27.2	26.1	28.7	27.3	28.0	27.2
4:55	27.2	26.2	28.6	27.3	27.9	27.1
5:00	27.2	26.6	28.6	27.3	27.9	27.1
5:05	27.1	26.1	28.5	27.3	27.9	27.1
5:10	27.1	26.5	28.5	27.3	27.9	27.2
5:15	27.1	26.6	28.5	27.3	27.8	27.2
5:20	27.1	26.6	28.4	27.4	27.8	27.2
5:25	27.1	26.3	28.4	27.4	27.8	27.2
5:30	27.1	26.5	28.4	27.3	27.8	27.2
5:35	27.1	26.5	28.3	27.3	27.8	27.2
5:40	27.1	26.5	28.3	27.3	27.8	27.2
5:45	27.1	26.3	28.3	27.3	27.7	27.1
5:50	27.1	26.2	28.2	27.4	27.7	27.2

ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังอิฐมวลเบาที่ได้จากแบบจำลองทาง  
คณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	ผนังอิฐมวลเบา					
	ยอด (แบบจำลอง)	ยอด (วัดจริง)	กลาง (แบบจำลอง)	กลาง (วัดจริง)	ใบ (แบบจำลอง)	ใบ (วัดจริง)
5:55	27.1	26.6	28.2	27.3	27.7	27.2
6:00	27.1	26.6	28.2	27.4	27.7	27.3
6:05	27.1	26.6	28.2	27.4	27.7	27.3
6:10	27.1	26.7	28.1	27.4	27.6	27.3
6:15	27.1	26.3	28.1	27.4	27.6	27.2
6:20	27.1	26.8	28.1	27.5	27.6	27.3
6:25	27.1	26.6	28.1	27.5	27.6	27.2
6:30	27.1	26.4	28.0	27.6	27.6	27.3
6:35	27.1	26.6	28.0	27.6	27.6	27.3
6:40	27.1	26.6	28.0	27.6	27.6	27.3
6:45	27.1	27	28.0	27.5	27.6	27.2
6:50	27.2	26.7	27.9	27.7	27.6	27.3
6:55	27.2	26.8	27.9	27.7	27.6	27.3
7:00	27.1	27.1	27.9	27.7	27.5	27.2

ตารางที่ ข.4 ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังดินเหนียวหุ้มแผ่น 60% ที่ได้  
จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง

เวลา	ผนังใต้ดินหุ้มแผ่น 60%					
	ขอบ (แบบจำลอง)	ขอบ (ค่าจริง)	กลาง (แบบจำลอง)	กลาง (ค่าจริง)	ใน (แบบจำลอง)	ใน (ค่าจริง)
7:00	27.8	28.4	27.8	29.9	27.8	29.4
7:05	27.8	28.3	27.8	29.8	27.8	29.4
7:10	27.9	28.4	27.8	29.7	27.8	29.4
7:15	27.9	28.7	27.8	29.8	27.8	29.4
7:20	28.8	28.7	27.8	29.7	27.9	29.4
7:25	27.6	29	27.8	29.8	27.9	29.7
7:30	28.9	29.1	27.8	29.7	27.9	29.6
7:35	29.0	29.2	27.8	29.8	28.0	29.7
7:40	28.6	29.3	27.8	29.9	28.0	29.9
7:45	27.6	29.3	27.8	29.8	28.0	29.8
7:50	28.8	29.6	27.8	29.8	28.0	29.8
7:55	29.5	29.7	27.8	29.9	28.1	30.0
8:00	28.2	30	27.8	29.8	28.2	29.9
8:05	30.1	30	27.9	29.7	28.2	29.9
8:10	28.0	30.3	27.9	29.8	28.3	30.0
8:15	30.1	30.5	27.9	29.8	28.3	30.1
8:20	29.2	30.6	27.9	29.8	28.4	30.2
8:25	29.5	30.8	27.9	29.8	28.5	30.1
8:30	30.2	31	27.9	29.8	28.6	30.2
8:35	29.1	31.2	28.0	29.7	28.6	30.1
8:40	30.2	31.3	28.0	29.7	28.7	30.2
8:45	29.3	31.5	28.0	29.8	28.7	30.3
8:50	30.8	31.8	28.0	29.8	28.8	30.4
8:55	29.5	31.8	28.1	29.8	28.9	30.3
9:00	31.3	32	28.1	29.8	29.0	30.3

ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60% ที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	ผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60%					
	แบบ (แบบจำลอง)	แบบ (ค่าจริง)	แบบ (แบบจำลอง)	แบบ (ค่าจริง)	แบบ (แบบจำลอง)	แบบ (ค่าจริง)
9:05	29.0	32	28.1	29.8	29.0	30.5
9:10	31.0	32.2	28.2	29.8	29.1	30.5
9:15	30.1	32.4	28.2	29.9	29.2	30.6
9:20	30.6	32.5	28.2	29.9	29.2	30.5
9:25	31.4	32.7	28.3	30.0	29.3	30.8
9:30	29.0	32.8	28.3	30.0	29.3	30.9
9:35	32.3	32.8	28.3	30.1	29.4	31.0
9:40	29.6	32.9	28.4	30.0	29.5	30.9
9:45	31.9	33.1	28.4	30.1	29.6	30.8
9:50	30.2	33.3	28.5	30.1	29.6	30.9
9:55	32.0	33.4	28.5	30.1	29.7	31.1
10:00	31.3	33.8	28.6	30.2	29.8	31.1
10:05	32.6	33.9	28.6	30.3	29.9	31.3
10:10	31.3	34	28.6	30.3	30.0	31.3
10:15	32.2	34.2	28.7	30.4	30.1	31.4
10:20	31.2	34.1	28.8	30.5	30.2	31.6
10:25	30.9	34	28.8	30.6	30.2	31.8
10:30	34.5	34.4	28.9	30.6	30.4	31.7
10:35	29.1	34.3	28.9	30.8	30.4	31.7
10:40	33.3	34.4	29.0	30.8	30.4	31.8
10:45	32.2	34.9	29.0	30.8	30.6	31.9
10:50	33.5	35.2	29.1	30.9	30.7	32.0
10:55	32.4	35.1	29.1	31.0	30.8	32.2
11:00	34.3	35.2	29.2	31.0	30.9	32.2
11:05	30.2	35.5	29.3	31.2	31.0	32.4

ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60% ที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	ผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60%					
	แบบจำลอง (แบบจำลอง)	ทดลอง (ค่าจริง)	แบบจำลอง (แบบจำลอง)	ทดลอง (ค่าจริง)	แบบจำลอง (แบบจำลอง)	ทดลอง (ค่าจริง)
11:10	34.1	35.7	29.3	31.2	31.0	32.4
11:15	32.2	35.7	29.4	31.2	31.1	32.4
11:20	34.4	36	29.5	31.3	31.2	32.7
11:25	32.6	36.2	29.5	31.5	31.3	32.8
11:30	31.9	36.4	29.6	31.6	31.3	33.0
11:35	34.5	36.6	29.7	31.6	31.4	33.0
11:40	31.6	36.7	29.7	31.8	31.5	33.2
11:45	35.6	36.8	29.8	31.9	31.6	33.4
11:50	32.3	37.2	29.9	32.0	31.7	33.4
11:55	33.3	37.3	29.9	32.1	31.7	33.6
12:00	34.0	37.4	30.0	32.2	31.8	33.8
12:05	34.7	37.5	30.1	32.1	32.0	33.6
12:10	32.6	37.6	30.1	32.2	32.0	33.7
12:15	36.6	37.8	30.2	32.4	32.2	34.1
12:20	33.2	37.9	30.3	32.4	32.3	33.9
12:25	34.2	37.9	30.4	32.6	32.3	34.2
12:30	33.9	37.9	30.4	32.6	32.4	34.3
12:35	35.7	38	30.5	32.7	32.5	34.4
12:40	33.9	38	30.6	32.8	32.6	34.3
12:45	35.8	38	30.7	32.9	32.7	34.5
12:50	33.9	38.2	30.7	33.0	32.8	34.6
12:55	38.0	38.2	30.8	33.1	33.0	34.7
13:00	34.4	38	30.9	33.2	33.2	34.6
13:05	33.5	38.1	31.0	33.3	33.1	34.8
13:10	35.1	37.9	31.1	33.3	33.2	34.6



ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังดินเหนียวหุ้มแผ่น 60% ที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	ผนังดินเหนียวหุ้มแผ่น 60%					
	แบบ (แบบเชิงประจักษ์)	แบบ (ค่าจริง)	แบบ (แบบเชิงประจักษ์)	แบบ (ค่าจริง)	แบบ (แบบเชิงประจักษ์)	แบบ (ค่าจริง)
13:15	34.7	38.1	31.1	33.4	33.2	34.7
13:20	34.7	38.1	31.2	33.4	33.3	34.9
13:25	37.6	38.1	31.3	33.4	33.4	34.8
13:30	34.8	37.9	31.4	33.4	33.6	34.7
13:35	36.3	38	31.5	33.4	33.7	34.8
13:40	34.3	38	31.5	33.4	33.7	34.9
13:45	37.5	38.1	31.6	33.5	33.8	35.1
13:50	31.4	38.2	31.7	33.5	33.8	35.0
13:55	37.5	38.2	31.8	33.6	33.8	35.2
14:00	31.0	38.2	31.9	33.6	33.7	35.2
14:05	38.3	38.4	31.9	33.7	33.7	35.3
14:10	34.3	38.3	32.0	33.9	33.9	35.5
14:15	33.9	38.4	32.1	33.9	33.8	35.6
14:20	36.4	38.5	32.1	34.1	33.9	35.8
14:25	35.7	38.5	32.2	34.2	34.0	35.8
14:30	36.7	38.8	32.3	34.3	34.1	36.1
14:35	35.2	39	32.3	34.3	34.2	36.0
14:40	33.5	38.8	32.4	34.4	34.1	36.3
14:45	36.6	38.9	32.5	34.5	34.2	36.3
14:50	35.5	38.9	32.5	34.5	34.2	36.5
14:55	35.0	38.7	32.6	34.6	34.3	36.4
15:00	34.6	38.7	32.7	34.7	34.3	36.5
15:05	35.7	38.7	32.7	34.8	34.3	36.7
15:10	33.9	38.7	32.8	34.8	34.3	36.6
15:15	39.0	38.9	32.8	35.0	34.4	36.9

ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60% ที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	ผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60%					
	แบบ (แบบจำลอง)	แบบ (ทดลอง)	แบบ (แบบจำลอง)	แบบ (ทดลอง)	แบบ (แบบจำลอง)	แบบ (ทดลอง)
15:20	35.1	39	32.9	35.0	34.5	36.9
15:25	36.8	39.1	33.0	35.0	34.6	36.8
15:30	36.2	39.3	33.0	35.1	34.7	37.0
15:35	37.3	39.5	33.1	35.1	34.8	37.0
15:40	35.8	39.5	33.1	35.3	34.9	37.4
15:45	36.2	39.5	33.2	35.4	34.9	37.5
15:50	38.7	39.3	33.3	35.4	35.1	37.3
15:55	31.8	39	33.3	35.5	35.0	37.6
16:00	37.9	39	33.4	35.5	34.9	37.4
16:05	34.6	38.9	33.5	35.4	35.0	37.4
16:10	36.5	39.1	33.5	35.5	35.0	37.5
16:15	35.3	39	33.6	35.5	35.0	37.6
16:20	35.5	39.1	33.6	35.7	35.0	37.7
16:25	36.6	39	33.7	35.6	35.0	37.7
16:30	35.3	39	33.7	35.7	35.0	37.8
16:35	37.2	39	33.8	35.8	35.1	37.9
16:40	35.3	38.8	33.8	35.9	35.1	38.0
16:45	37.5	38.7	33.9	35.9	35.2	38.0
16:50	34.7	38.6	33.9	36.0	35.2	38.0
16:55	36.5	38.4	34.0	36.0	35.2	38.1
17:00	35.1	38.5	34.0	36.1	35.2	38.2
17:05	35.4	38.4	34.1	36.2	35.2	38.2
17:10	35.1	38.4	34.1	36.1	35.1	38.1
17:15	35.6	38.3	34.2	36.2	35.1	38.1
17:20	35.6	38.4	34.2	36.3	35.1	38.2

ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60% ที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	ผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60%					
	ขวา (แบบจำลอง)	ขวา (วัดจริง)	กลาง (แบบจำลอง)	กลาง (วัดจริง)	ซ้าย (แบบจำลอง)	ซ้าย (วัดจริง)
17:25	35.3	38.1	34.2	36.3	35.1	38.2
17:30	35.7	38	34.3	36.3	35.1	38.1
17:35	35.0	37.8	34.3	36.2	35.1	37.9
17:40	34.9	37.6	34.3	36.3	35.1	38.0
17:45	35.1	37.5	34.4	36.3	35.1	37.8
17:50	35.2	37.5	34.4	36.4	35.0	37.8
17:55	35.4	37.4	34.4	36.5	35.1	37.9
18:00	33.9	37.3	34.4	36.4	35.0	37.6
18:05	34.6	37.2	34.5	36.4	34.9	37.6
18:10	33.7	37	34.5	36.5	34.9	37.6
18:15	34.4	36.8	34.5	36.4	34.8	37.4
18:20	33.9	36.8	34.5	36.5	34.7	37.4
18:25	33.6	36.6	34.5	36.5	34.6	37.2
18:30	33.7	36.4	34.5	36.5	34.6	37.2
18:35	33.1	36.3	34.5	36.5	34.5	37.1
18:40	33.6	36.2	34.5	36.5	34.4	37.0
18:45	32.8	36	34.5	36.4	34.3	36.8
18:50	33.3	35.9	34.5	36.6	34.2	37.0
18:55	33.1	35.7	34.5	36.5	34.2	36.8
19:00	33.2	35.5	34.5	36.5	34.1	36.7
19:05	33.0	35.3	34.5	36.4	34.0	36.4
19:10	33.0	35.3	34.5	36.5	34.0	36.5
19:15	32.6	35.3	34.5	36.5	33.9	36.3
19:20	33.4	35.1	34.4	36.4	33.9	36.3
19:25	32.5	34.9	34.4	36.3	33.8	36.1

ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60% ที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

(ชม.)	ผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60%					
	ขอบ ((เมตรเหนือข))	ขอบ ((ล่างใต้))	ขอบ ((เมตรเหนือข))	ขอบ ((ล่างใต้))	ใบ ((เมตรเหนือข))	ใบ ((ล่างใต้))
19:30	32.5	34.7	34.4	36.1	33.7	35.8
19:35	32.0	34.6	34.4	36.1	33.6	35.7
19:40	32.2	34.5	34.3	36.1	33.5	35.8
19:45	31.9	34.4	34.3	36.1	33.5	35.8
19:50	32.0	34.3	34.3	36.1	33.4	35.6
19:55	31.7	34.2	34.2	36.0	33.3	35.7
20:00	32.0	34.2	34.2	36.0	33.2	35.5
20:05	31.5	34.2	34.2	36.0	33.1	35.6
20:10	31.8	34.1	34.1	35.9	33.1	35.5
20:15	31.5	33.9	34.1	35.8	33.0	35.2
20:20	31.3	33.8	34.1	35.7	32.9	35.1
20:25	31.4	33.8	34.0	35.7	32.8	35.1
20:30	31.4	33.7	34.0	35.6	32.8	35.1
20:35	31.2	33.5	33.9	35.5	32.7	34.9
20:40	31.3	33.6	33.9	35.5	32.6	34.8
20:45	31.5	33.6	33.8	35.6	32.6	35.0
20:50	30.9	33.6	33.8	35.5	32.5	34.8
20:55	31.4	33.5	33.7	35.5	32.5	34.8
21:00	30.9	33.4	33.7	35.4	32.4	34.8
21:05	31.0	33.4	33.6	35.3	32.3	34.6
21:10	31.0	33.3	33.6	35.3	32.3	34.7
21:15	30.9	33.1	33.5	35.0	32.2	34.4
21:20	30.7	33.1	33.5	35.0	32.2	34.4
21:25	31.0	33	33.4	34.9	32.1	34.3
21:30	30.4	33	33.4	34.8	32.0	34.2

ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60% ที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	ผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60%					
	จริง (แบบฉนวนจริง)	จริง (ไม่ฉนวน)	จำลอง (แบบฉนวนจริง)	จำลอง (ไม่ฉนวน)	จริง (แบบฉนวนจริง)	จริง (ไม่ฉนวน)
21:35	31.1	32.8	33.3	34.7	32.0	34.1
21:40	30.5	32.9	33.3	34.8	31.9	34.2
21:45	31.2	32.8	33.2	34.7	31.9	34.2
21:50	30.5	32.7	33.2	34.6	31.9	33.9
21:55	30.9	32.7	33.1	34.6	31.8	33.9
22:00	30.4	32.6	33.1	34.5	31.8	33.9
22:05	30.8	32.4	33.0	34.4	31.7	33.7
22:10	30.4	32.4	33.0	34.4	31.7	33.8
22:15	30.7	32.5	32.9	34.4	31.6	33.8
22:20	30.2	32.4	32.9	34.4	31.6	33.8
22:25	30.7	32.4	32.8	34.4	31.5	33.8
22:30	30.2	32.4	32.8	34.3	31.5	33.8
22:35	30.4	32.3	32.7	34.3	31.5	33.7
22:40	30.2	32.3	32.7	34.2	31.4	33.6
22:45	30.1	32.1	32.6	34.0	31.4	33.4
22:50	30.1	32.2	32.6	34.0	31.3	33.4
22:55	29.7	32.2	32.5	34.0	31.2	33.4
23:00	30.2	32	32.5	33.9	31.2	33.2
23:05	29.6	31.9	32.5	33.8	31.1	33.1
23:10	29.8	31.8	32.4	33.8	31.1	33.2
23:15	29.5	31.7	32.4	33.7	31.0	33.2
23:20	29.8	31.8	32.3	33.7	30.9	33.1
23:25	29.5	31.8	32.3	33.7	30.9	33.2
23:30	29.7	31.7	32.2	33.7	30.8	33.2
23:35	29.5	31.6	32.1	33.7	30.8	33.1

ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังคานเหินยวหุ้มฉนวน 60% ที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	ผนังคานเหินยวหุ้มฉนวน 60%					
	แบบ (แบบจำลอง)	แบบ (ค่าจริง)	แบบ (แบบจำลอง)	แบบ (ค่าจริง)	แบบ (แบบจำลอง)	แบบ (ค่าจริง)
23:40	29.5	31.5	32.1	33.5	30.7	33.0
23:45	29.5	31.4	32.0	33.4	30.7	32.8
23:50	29.3	31.4	32.0	33.5	30.6	32.9
23:55	29.6	31.3	31.9	33.5	30.6	32.9
0:00	29.1	31.2	31.9	33.3	30.5	32.7
0:05	29.6	31.2	31.8	33.3	30.5	32.7
0:10	29.1	31.1	31.8	33.3	30.4	32.5
0:15	29.3	31.1	31.7	33.2	30.4	32.5
0:20	29.1	31.1	31.7	33.2	30.3	32.5
0:25	29.2	30.9	31.6	33.0	30.3	32.3
0:30	28.8	30.8	31.6	33.0	30.2	32.3
0:35	29.2	30.7	31.5	32.9	30.2	32.2
0:40	28.6	30.7	31.5	32.9	30.1	32.2
0:45	29.2	30.7	31.4	32.9	30.1	32.3
0:50	28.8	30.6	31.4	32.8	30.0	32.2
0:55	28.9	30.6	31.3	32.8	30.0	32.1
1:00	28.8	30.7	31.3	32.8	29.9	32.2
1:05	29.0	30.6	31.2	32.7	29.9	32.0
1:10	28.6	30.7	31.2	32.8	29.9	32.1
1:15	29.1	30.7	31.1	32.8	29.8	32.2
1:20	28.5	30.5	31.1	32.6	29.8	32.0
1:25	28.9	30.6	31.0	32.6	29.8	32.1
1:30	28.7	30.6	31.0	32.5	29.7	32.0
1:35	28.7	30.5	30.9	32.4	29.7	31.9
1:40	28.7	30.4	30.9	32.3	29.6	31.8

ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60% ที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	ผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60%					
	ขอบ (เมตรด้านใน)	ขอบ (แกว่ง)	กลาง (เมตรด้านใน)	กลาง (แกว่ง)	ไทย (เมตรด้านใน)	ไทย (แกว่ง)
1:45	28.5	30.3	30.8	32.3	29.6	31.8
1:50	28.5	30.2	30.8	32.1	29.6	31.6
1:55	28.6	30.2	30.8	32.1	29.5	31.5
2:00	28.3	30.2	30.7	32.1	29.5	31.5
2:05	28.5	30.3	30.7	32.1	29.4	31.6
2:10	28.4	30.1	30.6	32.0	29.4	31.6
2:15	28.4	30.1	30.6	31.9	29.4	31.4
2:20	28.4	30.1	30.5	31.9	29.3	31.4
2:25	28.3	30.1	30.5	31.9	29.3	31.4
2:30	28.2	30	30.4	31.8	29.2	31.3
2:35	28.4	30	30.4	31.8	29.2	31.5
2:40	28.0	30	30.3	31.8	29.2	31.4
2:45	28.4	30	30.3	31.7	29.1	31.3
2:50	28.0	30	30.3	31.8	29.1	31.4
2:55	28.1	29.9	30.2	31.7	29.1	31.3
3:00	28.1	29.9	30.2	31.7	29.0	31.3
3:05	28.0	29.8	30.1	31.6	29.0	31.1
3:10	28.0	29.8	30.1	31.7	28.9	31.3
3:15	28.0	29.9	30.0	31.6	28.9	31.2
3:20	28.0	29.8	30.0	31.5	28.9	31.1
3:25	27.9	29.7	30.0	31.4	28.8	31.0
3:30	28.0	29.8	29.9	31.4	28.8	31.0
3:35	27.9	29.7	29.9	31.4	28.8	31.0
3:40	27.8	29.6	29.8	31.3	28.7	31.0
3:45	27.8	29.7	29.8	31.3	28.7	30.9

ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60% ที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	ผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60%					
	ขอบ (แบบจำลอง)	ขอบ (ค่าจริง)	กลาง (แบบจำลอง)	กลาง (ค่าจริง)	ใจ (แบบจำลอง)	ใจ (ค่าจริง)
3:50	27.7	29.5	29.7	31.3	28.7	31.0
3:55	27.7	29.4	29.7	31.2	28.6	30.9
4:00	27.7	29.4	29.7	31.1	28.6	30.9
4:05	27.8	29.4	29.6	31.1	28.6	30.8
4:10	27.7	29.3	29.6	31.1	28.5	30.7
4:15	27.5	29.3	29.5	31.0	28.5	30.7
4:20	27.8	29.3	29.5	31.0	28.5	30.7
4:25	27.7	29.3	29.5	31.0	28.4	30.7
4:30	27.6	29.3	29.4	31.0	28.4	30.8
4:35	27.5	29.3	29.4	31.0	28.4	30.6
4:40	27.7	29.3	29.4	30.9	28.4	30.5
4:45	27.4	29.2	29.3	31.0	28.3	30.7
4:50	27.7	29.2	29.3	30.9	28.3	30.5
4:55	27.3	29.2	29.2	30.9	28.3	30.6
5:00	27.7	29.3	29.2	30.8	28.2	30.5
5:05	27.3	29.1	29.2	30.7	28.2	30.4
5:10	27.5	29.2	29.1	30.7	28.2	30.4
5:15	27.5	29.3	29.1	30.7	28.2	30.4
5:20	27.5	29.3	29.1	30.7	28.1	30.5
5:25	27.5	29.2	29.0	30.6	28.1	30.4
5:30	27.5	29.1	29.0	30.5	28.1	30.3
5:35	27.5	29.2	29.0	30.5	28.1	30.3
5:40	27.4	29.2	28.9	30.5	28.1	30.3
5:45	27.3	29.1	28.9	30.5	28.0	30.4
5:50	27.6	29.1	28.9	30.5	28.0	30.3



ตารางแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60% ที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง (ต่อ)

เวลา	ผนังดินเหนียวหุ้มฉนวน 60%					
	ขอบ (แบบจำลอง)	ขอบ (ค่าจริง)	กลาง (แบบจำลอง)	กลาง (ค่าจริง)	ใจ (แบบจำลอง)	ใจ (ค่าจริง)
5:55	27.4	29.2	28.8	30.5	28.0	30.4
6:00	27.4	29.2	28.8	30.5	28.0	30.3
6:05	27.4	29.2	28.8	30.4	28.0	30.2
6:10	27.4	29.3	28.7	30.5	27.9	30.4
6:15	27.6	29.2	28.7	30.4	27.9	30.3
6:20	27.3	29.4	28.7	30.4	27.9	30.4
6:25	27.5	29.3	28.6	30.5	27.9	30.4
6:30	27.4	29.3	28.6	30.4	27.9	30.3
6:35	27.3	29.3	28.6	30.3	27.9	30.3
6:40	27.5	29.3	28.6	30.3	27.9	30.2
6:45	27.4	29.4	28.5	30.2	27.9	30.2
6:50	27.6	29.4	28.5	30.2	27.8	30.2
6:55	27.4	29.4	28.5	30.2	27.8	30.1
7:00	26.8	29.5	28.5	30.2	27.8	30.3



ภาคผนวก ค

ขั้นตอนการใช้งานเครื่อง

Agilent Benchlink Data Logger

มหาวิทยาลัยนเรศวร

### ก.1 ขั้นตอนการใช้งานเครื่อง Agilent Benchlink Data Logger

1. ค้างคัลบออกจากตัวเครื่อง Agilent Benchlink Data Logger โดยจะมี 3 คัลบเรียงกันให้ค้างคัลบบนสุดเพียงคัลบเดียว
2. เปิดฝาตลับออก จะเห็นchannel ทั้งหมด 40 channel
3. นำสายเทอร์โมคัลป์เปิด ซึ่งแต่ละสายจะแยกออกเป็นสายเล็ก 2 สายมี 2 สี คือ สีแดงและสีเหลืองให้นำสายสีเหลืองใส่เข้าตาม channel สายละ channel ตาม channel ที่เราต้องการ หลังจากนั้นให้นำสายสีแดงทั้งหมดใส่ รวมกันที่ channel ที่มีสัญลักษณ์ L ดังรูปที่ ก.1

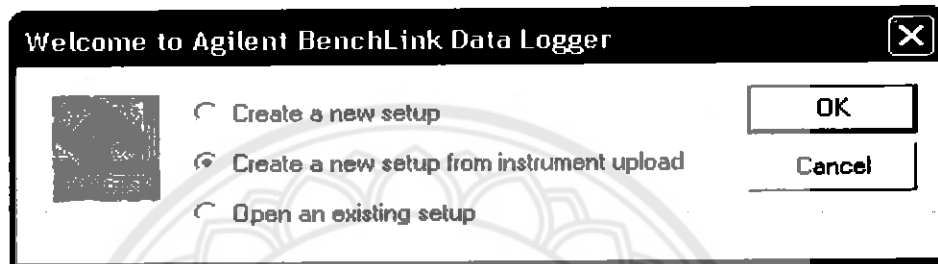


รูปที่ ก.1 แสดงการต่อสายเทอร์โมคัลป์เปิดเข้าเครื่อง Agilent Benchlink Data Logger

4. ปิดคัลบแล้วนำคัลบใส่เข้าไปในตัวเครื่อง Agilent Benchlink Data Logger ตามเดิม
5. ทำการเชื่อมต่อเครื่อง Agilent Benchlink Data Logger กับคอมพิวเตอร์ ทดลองดูว่ามีค่าอุณหภูมิขึ้นทุก channel หรือไม่ ถ้า channel ไหนไม่มีอุณหภูมิปรากฏบนหน้าจอให้ทำการตรวจสอบการต่อ หรือตรวจดูความชำรุดของสาย

## ค.2 ขั้นตอนการใช้โปรแกรมของเครื่อง Agilent Benchink Data Logger เพื่อเก็บค่าอุณหภูมิ ณ จุดต่างๆ ลงในคอมพิวเตอร์

1. เปิดเครื่อง Agilent Benchink Data Logger และเปิดเครื่อง computer
2. เปิดโปรแกรม Agilent Benchink Data Logger จะมีหน้าต่างดังรูปที่ ค.2 ขึ้นมาให้กด Create a new setup from instrument upload จะเป็นการ โหลดข้อมูลจากเครื่องลง Computer



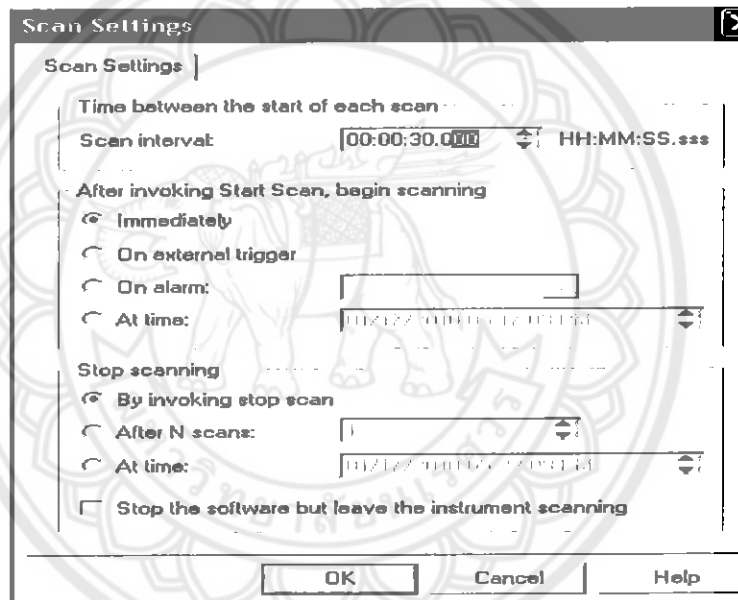
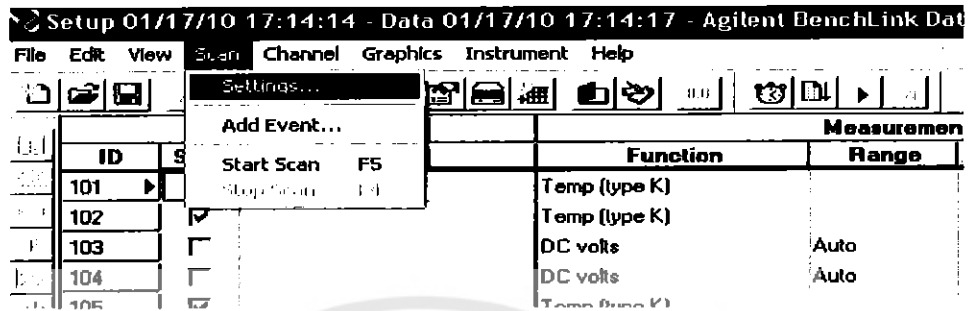
รูปที่ ค.2 แสดงการใช้โปรแกรม Agilent Benchink Data Logger

3. เมื่อกด โหลดข้อมูลเรียบร้อยแล้วจะมีหน้าต่างโปรแกรมดังรูปที่ ค.3 ขึ้นมา ซึ่งเป็นการตั้งค่า ถ้าเราต้องการที่จะ scan ช่องไหนให้ใส่เครื่องหมายถูกตรงช่องที่เราต้องการ และในช่อง Function ให้เราเลือกว่าเราต้องการวัดอะไร ใช้อะไรวัด ในตัวอย่าง เลือก Temp (type K) ซึ่งเลือกวัดอุณหภูมิ โดยใช้เทอร์โมคัปเปิลชนิด K

ID	Scan	Channel Name	Function	Range	Resolution	Advanced	Scale	Gain(M)	Offset(B)	Label
101	<input checked="" type="checkbox"/>		Temp (type K)		5.5 digits	Default	<input type="checkbox"/>	1.0	0.0	C
102	<input type="checkbox"/>		Temp (type K)		5.5 digits	Default	<input type="checkbox"/>	1.0	0.0	C
103	<input type="checkbox"/>		DC volts	Auto	5.5 digits	Default	<input type="checkbox"/>	1.0	0.0	VDC
104	<input type="checkbox"/>		DC volts	Auto	5.5 digits	Default	<input type="checkbox"/>	1.0	0.0	VDC
105	<input type="checkbox"/>		AC volts		5.5 digits	Default	<input type="checkbox"/>	1.0	0.0	C
106	<input type="checkbox"/>		2w ohms		5.5 digits	Default	<input type="checkbox"/>	1.0	0.0	C
107	<input type="checkbox"/>		Frequency		5.5 digits	Default	<input type="checkbox"/>	1.0	0.0	C
108	<input type="checkbox"/>		Period		5.5 digits	Default	<input type="checkbox"/>	1.0	0.0	C
109	<input type="checkbox"/>		Temp (type B)		5.5 digits	Default	<input type="checkbox"/>	1.0	0.0	C
110	<input type="checkbox"/>		Temp (type E)		5.5 digits	Default	<input type="checkbox"/>	1.0	0.0	C
111	<input type="checkbox"/>		Temp (type J)		5.5 digits	Default	<input type="checkbox"/>	1.0	0.0	C
112	<input type="checkbox"/>		Temp (type I)		5.5 digits	Default	<input type="checkbox"/>	1.0	0.0	C
113	<input type="checkbox"/>		DC volts	Auto	5.5 digits	Default	<input type="checkbox"/>	1.0	0.0	VDC

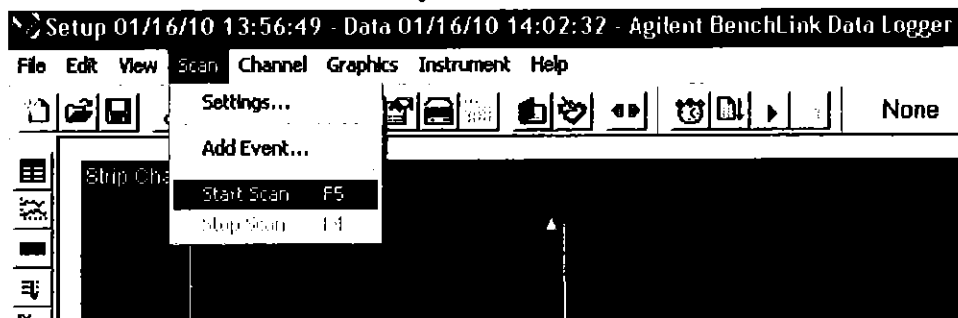
รูปที่ ค.3 แสดงการใช้โปรแกรม Agilent Benchink Data Logger

4. เมื่อเลือก Channel ที่ต้องการจะ Scan เก็บข้อมูลเสร็จให้ทำการตั้งค่าก่อน Scan โดยไปที่ Scan -> Settings. จะมีหน้าต่างขึ้นมาดังรูปที่ ค.5 ในช่องแรกเป็นช่องให้ใส่เวลาที่เราจะเก็บข้อมูลทุกๆกี่นาทึ, วินาที ในตัวอย่างเลือกเก็บทุกๆ 30 วินาที ส่วนอีก 2 ส่วนเป็นการให้เลือกว่าเราจะเริ่มและหยุด Scan เมื่อใด



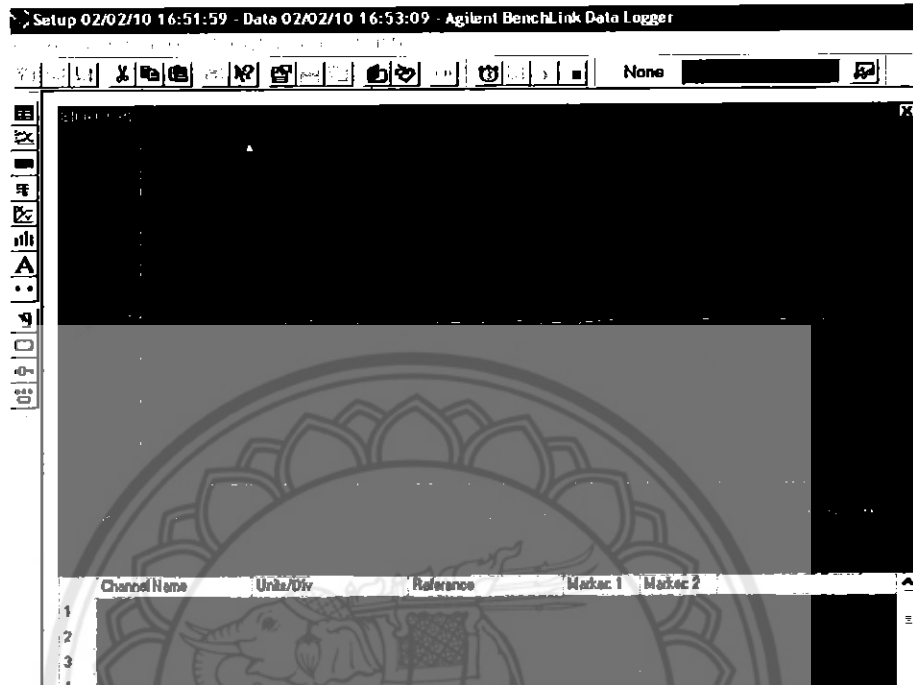
รูปที่ ค.4 แสดงการใช้โปรแกรม Agilent BenchLink Data Logger

5. เมื่อตั้งค่าเสร็จให้เริ่มทำการ Scan เก็บข้อมูล โดยไปที่คำสั่ง Scan -> Start Scan



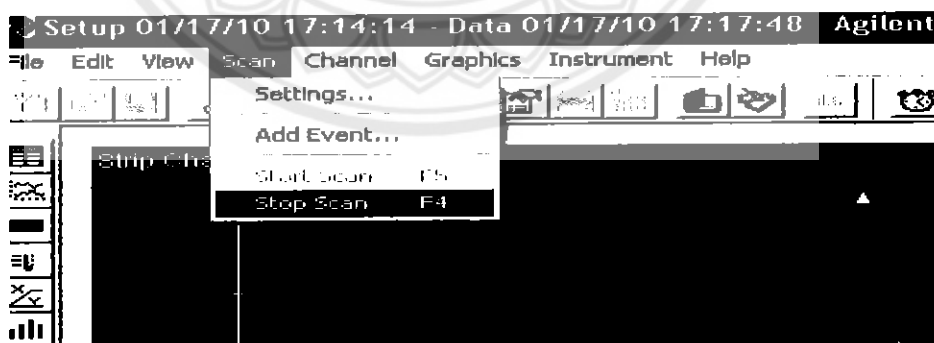
รูปที่ ค.5 แสดงการใช้โปรแกรม Agilent BenchLink Data Logger

- เมื่อกดปุ่ม Start Scan แล้วจะมีหน้าจอตั้งรูปที่ ก.6 และจะมีกราฟแสดงอุณหภูมิขึ้น เราสามารถปรับตั้งค่าต่างๆ ได้ เพื่อให้เราสามารถมองเห็นกราฟและควบคุมอุณหภูมิได้

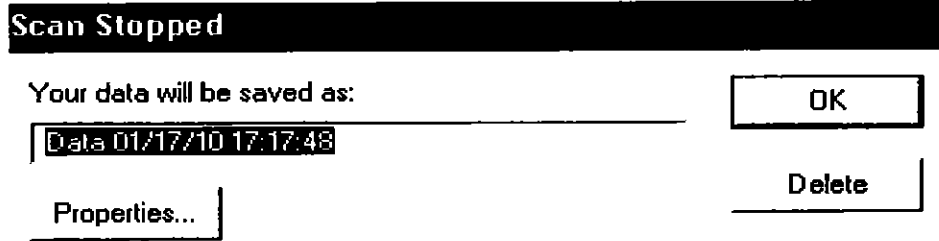


รูปที่ ก.6 แสดงการใช้โปรแกรม Agilent Benchink Data Logger

6.เมื่อทำการเก็บข้อมูลได้ตามต้องการแล้วให้เราหยุดการ Scan เก็บข้อมูลโดยไปที่คำสั่ง Scan -> Stop Scan เมื่อกดจะมีหน้าต่างคำสั่งขึ้นมาดังรูปที่ ก.8 ให้กด OK

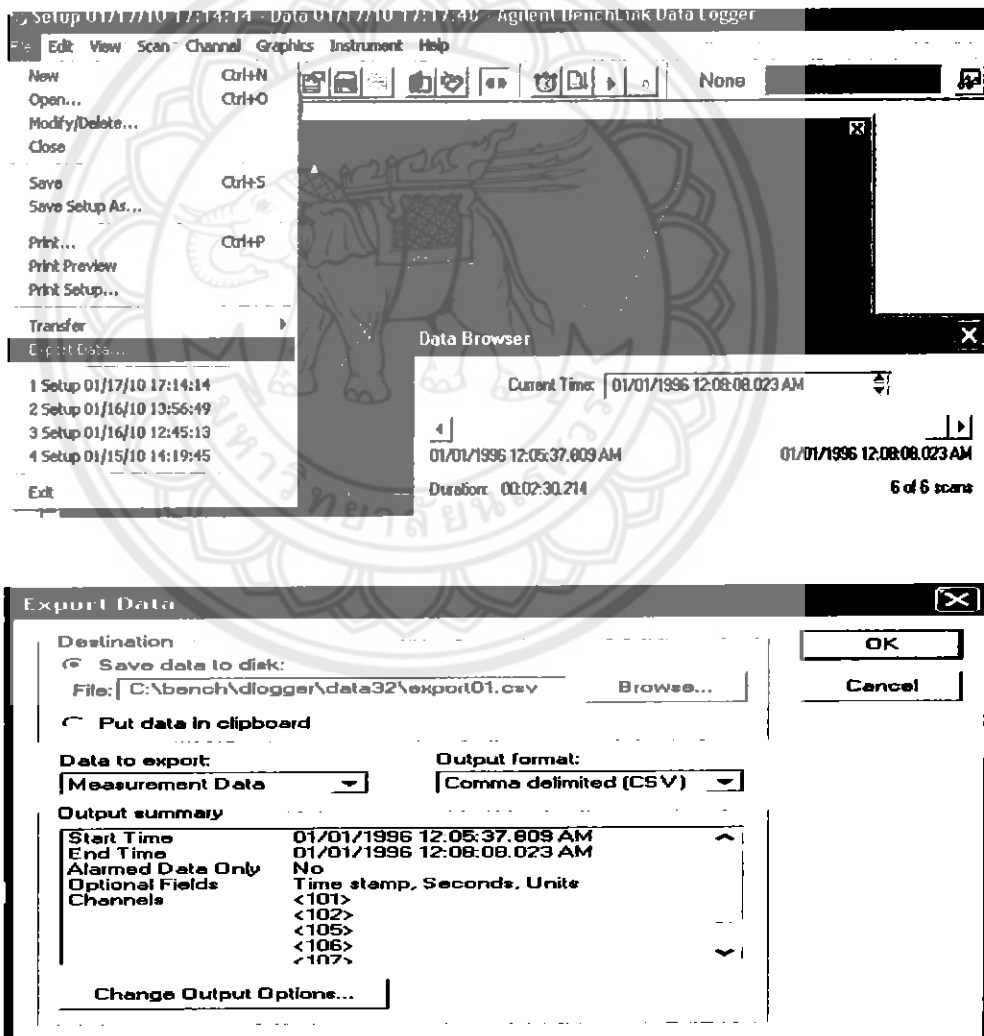


รูปที่ ก.7 แสดงการใช้โปรแกรม Agilent Benchink Data Logger



รูปที่ ค.8 แสดงการใช้โปรแกรม Agilent Benchink Data Logger

7.เมื่อกด OK จะมีหน้าต่าง Data Browser ขึ้นมาให้ปล่อยทิ้งไว้รอค่ากดปิด จากนั้นไปที่คำสั่ง File -> Export Data จะมีหน้าต่างคำสั่ง Export Data ขึ้นมาดังรูปที่ ค.9 จากนั้นให้เราทำการเลือกเพิ่มที่จะเก็บข้อมูลเมื่อเลือกได้แล้วกด OK จะ ได้ข้อมูลที่ไว้กับ โปรแกรม Microsoft Office Excel ได้



รูปที่ ค.9 แสดงการใช้โปรแกรม Agilent Benchink Data Logger

## ประวัติผู้จัดทำโครงการ

ชื่อ นายกิตติศักดิ์ จันทร์คารา  
 เกิดวันที่ 15 พฤศจิกายน พ.ศ. 2530  
 ภูมิลำเนา 29 หมู่ 2 ตำบลหนองไผ่ อำเภอหนองขาหย่าง จังหวัดอุทัยธานี 61130  
 ประวัติการศึกษา

- จบระดับประถมศึกษา โรงเรียนวัดหนองไผ่ จังหวัดอุทัยธานี
- จบระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนหนองขาหย่างวิทยา จังหวัดอุทัยธานี
- จบระดับอุดมศึกษามหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

ชื่อ นายภาสกร ศิริพันธ์  
 เกิดวันที่ 21 ธันวาคม พ.ศ. 2530  
 ภูมิลำเนา 227/1 หมู่ 1 ตำบลผาจุก อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000  
 ประวัติการศึกษา

- จบระดับประถมศึกษา โรงเรียนเทศบาลท่าอิฐ จังหวัดอุตรดิตถ์
- จบระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์
- จบระดับอุดมศึกษามหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

ชื่อ นายกัมพล พงษ์สีมา  
 เกิดวันที่ 13 มิถุนายน พ.ศ. 2530  
 ภูมิลำเนา 46 หมู่ 5 ตำบลบ้านค่าน อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000  
 ประวัติการศึกษา

- จบระดับประถมศึกษา โรงเรียนวัดคู้งยาง จังหวัดอุตรดิตถ์
- จบระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์
- จบระดับอุดมศึกษามหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก