

การลดการนำความร้อนผ่านผนังเข้าสู่อาคารบ้านพักอาศัยด้วยการถมดิน

REDUCE HEAT CONDUCTION THROUGH WALL BY EARTH BERM

ทรงพล ตันติกุลวัฒนา

SONGPON TANTIKUNVATTANA

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-045-1

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การลดการนำความร้อนผ่านผนังเข้าสู่อาคารบ้านพักอาศัยด้วยการถมดิน

REDUCE HEAT CONDUCTION THROUGH WALL BY EARTH BERM



ทรงพล ตันติกุลวัฒนา

SONGPON TANTIKUNVATTANA

เลขหม.....
เลขทะเบียน..... 49425
วัน, เดือน, ปี..... 20 ก.พ. 2547

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546

ISBN 974-321⁴-945-1

REDUCE HEAT CONDUCTION THROUGH WALL EARTH BERM

SONGPON TANTIKUNVATTANA

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE
MASTER OF ARCHITECTURE IN TROPICAL ARCHITECTURE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2003

ISBN 974-324-945-1

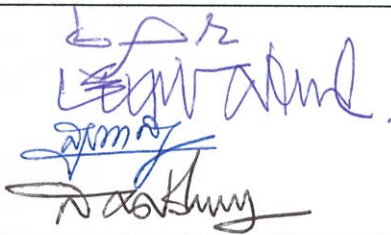
COPYRIGHT 2003

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การลดการนำความร้อนผ่านผนังเข้าสู่อาคารบ้านพักอาศัยด้านการถมดิน
REDUCE HEAT CONDUCTION THROUGH WALL BY EARTH BERM
ชื่อนักศึกษา นายทรงพล ตันติกุลวัฒนา
รหัสประจำตัว 43063103
ปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา สถาปัตยกรรมเขตร้อน
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ.ธีรมน ไวโรจนกิจ
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม อาจารย์ชัยยุทธ ศรีเผด็จ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ธีรมน	ไวโรจนกิจ	
อาจารย์ชัยยุทธ	ศรีเผด็จ	
รศ.สุภาวดี	รัตนมาศ	
ผศ.ดร.สมชาย	ศรีสมพงษ์	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 28 ตุลาคม 2546 เวลา 14.00 น. เป็นต้นไป
สถานที่สอบ ณ ภาควิชาสถาปัตยกรรม



รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 28 เดือน 10 พ.ศ. 2546

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดการนำความร้อนผ่านผนังเข้าสู่อาคารบ้านพักอาศัยด้วยการถมดิน
นักศึกษา	นายทรงพล ดันตีกุลวัฒนา
รหัสประจำตัว	43063103
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรมเขตร้อน
พ.ศ.	2546
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ธีรมน ไวโรจนกิจ
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	อ.ชัยยุทธ ศรีเผด็จ

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 4 ประการด้วยกันคือ 1) เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ตัวแปรที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในอาคาร ที่เกิดจากการนำดินมาใช้ในการลดอุณหภูมิ 2) เพื่อเป็นการรวบรวมปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องโดยตรงที่เกิดจากการนำดินมาใช้ในการลดอุณหภูมิให้กับอาคาร 3) เพื่อให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจากการนำดินมาลดอุณหภูมิให้กับอาคาร และ 4) เพื่อนำเสนอแนวทางการรวมทั้งข้อที่ควรพิจารณาในการออกแบบสำหรับการนำดินมาใช้ในการประหยัดพลังงานให้กับอาคารบ้านพักอาศัย เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยสร้างห้องทดลอง 3 ห้อง เพื่อทำการทดสอบเปรียบเทียบตัวแปรที่มีผลกระทบโดยตรงต่ออุณหภูมิของดิน ซึ่งประกอบด้วย 1) ความหนาของดินที่นำมาถมผนัง มีความหนาที่ 30 ซม. 0.6 ม. และ 1.0 ม. ตามลำดับ 2) ประเภทของพืชคลุมดิน ได้แก่ หญ้าขนาดเล็ก หญ้ามาเลย์ และต้นเทียนทอง 3) การใช้กรวดคลุมดินที่มีความหนา 10 ซม. 4) ช่วงเวลาในการรดน้ำให้กับดิน (กลางวัน หรือกลางคืน) 5) ประเภทของวัสดุผนัง ได้แก่ ผนังก่ออิฐฉาบปูน ผนังก่ออิฐฉาบปูน ทาฝ้ากันซึมภายนอก และผนัง คสล. ผสมน้ำยากันซึม โดยที่การใช้ระบบกันซึมที่ผนังที่สัมผัสดินไม่ใช้ระบบกันซึมที่เป็นแผ่นยางปูที่ผนัง เพราะต้องการให้ดินได้สัมผัสกับผนังโดยตรงเพื่อผลในการแลกเปลี่ยนความร้อนที่ติระหว่างผนังและดิน และ 6) ทิศทางของการถมดิน ได้แก่ ทิศเหนือ ได้ ตะวันออก และตะวันตก และทำการตัดตัวแปรอื่นๆออกโดยการใช้ฉนวนติดตั้งที่ผนังและฝ้าเพดาน

โดยทำการเก็บผลข้อมูลการทดลอง ทั้งสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง อุณหภูมิของดิน และอุณหภูมิภายในห้องทดลอง ทุกๆ 30 นาที โดยที่ทำการทดลองต่อเนื่องกัน 3 วัน เลือก 1 วัน เพื่อทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบอุณหภูมิภายนอกในแต่ละการทดลอง โดยที่วันที่เลือกทำการวิเคราะห์จะมีความการแผ่รังสีเฉลี่ยสูงสุดที่ประมาณ 700 วัตต์/ตารางเมตรทุกการทดลอง และทำการวัดด้วยเครื่องมือที่เชื่อถือได้ ช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือนมีนาคม

ผลการศึกษาพบว่า ดินสามารถนำมาลดอุณหภูมิของห้องทดลองได้ ทำการทดลองเปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศภายนอกเฉลี่ยทั้งวัน โดยที่ผลการทดลองที่ได้จะเป็นผลของค่าความสามารถในการลดอุณหภูมิภายในห้องทดลองเมื่อเทียบกับอุณหภูมิภายนอกห้องทดลอง โดยค่าที่ได้มีดังนี้การถมดินให้มีความหนา 1.00ม.ลดอุณหภูมิภายในได้ 5% จากอุณหภูมิภายนอก และ 0.60 ม.ลดอุณหภูมิภายในได้ 4.8% จากอุณหภูมิภายนอก ส่งผลให้อุณหภูมิภายในห้องทดลองมีค่าลดลงที่ใกล้เคียงกัน แต่ลดลงมากกว่าทำการถมดินให้มีความหนา 0.30 ม.ลดอุณหภูมิภายในได้ 3.63%จากอุณหภูมิภายนอก จากการปลูกพืชคลุมดินพบว่า ดินเทียบทอง ลดอุณหภูมิภายในได้ 9.91%จากอุณหภูมิภายนอก ซึ่งเป็นไม้พุ่มสามารถทำให้ดินเย็นได้มากกว่ากรวด ลดอุณหภูมิภายในได้ 7% หญ้ามาเลย์ ลดอุณหภูมิภายในได้ 5.07 %จากอุณหภูมิภายนอก และหญ้านวลน้อย ลดอุณหภูมิภายในได้ 4.86% จากอุณหภูมิภายนอก ตามลำดับ ช่วงเวลาที่ทำกรรดน้ำให้ดินอยู่ช่วงเวลากลางคืน ลดอุณหภูมิภายในได้ 7% จากอุณหภูมิภายนอก จะทำให้ลดอุณหภูมิในดินได้มากกว่าการรดน้ำในช่วงเวลากลางวัน ลดอุณหภูมิภายในได้ 4.73% ส่วนผนังที่ทำการนำมาถมดินผนังก่ออิฐฉาบปูนลดอุณหภูมิภายในได้ 3.61%จากอุณหภูมิภายนอก จะให้อุณหภูมิต่ำกว่าผนังก่ออิฐฉาบปูนทาสีกันชื้น ลดได้ 2.98% จากอุณหภูมิภายนอกและผนัง คสล.ผสมน้ำยากันชื้น ลดได้ 2.48% จากอุณหภูมิภายนอก ตามลำดับ ส่วนการกันความชื้นของผนังจะเป็นในทางกลับกัน และหากทำการถมดินผนังทางทิศใต้ ลดอุณหภูมิภายในได้ 5.85%จากอุณหภูมิภายนอก จะลดความร้อนได้มากที่สุด ซึ่งมากกว่าถมดินทางทิศตะวันตก ลดอุณหภูมิภายในได้ 5.63% จากอุณหภูมิภายนอก ทิศตะวันออก ลดอุณหภูมิภายในได้ 3.16% และทิศเหนือ ลดอุณหภูมิภายในได้ 3.01% จากอุณหภูมิภายนอกตามลำดับ

การวิจัยนี้ได้นำเสนอแนวทางการออกแบบเพื่อนำไปประยุกต์ใช้สำหรับบ้านพักอาศัยคือ 1) ควรเลือกถมดินที่ผนังทางด้านทิศใต้และทิศตะวันตกเป็นอันดับแรก 2) ถมดินให้มีความหนาจากผนังเป็นระยะ 0.60 ม. 3) พืชคลุมดินที่ใช้ควรเป็นไม้พุ่มใบหนาปานกลางทรวพุ่มใบสีเขียวอ่อนสูงจากพื้นประมาณ 0.15 ม. ปลูกกันอยู่ห่างดินละประมาณ 0.10 ม.เช่นดินเทียบทอง 4) ทำการรดน้ำให้แก่ดินในช่วงเวลากลางคืน 5) ทำการถมดินในส่วนห้องที่ใช้งานในเวลากลางวัน และ 6)เลือกใช้ผนัง ก่ออิฐฉาบปูนครึ่งแผ่นที่ไม่มีระบบกันชื้น

Thesis Title	Reduce Heat Conduction Throught Wall By Earth Berm
Student	Mr. Songpon Tantikunvattana
Student ID.	43063103
Degree	Master of Architecture
Program	Tropical Architecture
Year	2003
Thesis Advisor	Associate Professor Teeramon Wairochanakich
Thesis Coadvisor	Chaiyoot Sripadet

ABSTRACT

This research has four objectives : 1) Studying and analyzing variables which influence the house temperature changing that occur from using the earth cooling, 2) Collecting factors that directly involve the house temperature decreasing, 3) Realizing the problems that produce from the experimental, and 4) Guiding the tendency and conditions of the earth cooling for housing energy - conscious design which for implement in real application.

This experimental research consisted of 3 models for comparing among the factors that direct influenced to the earth temperature, which consist of these parameters : 1) thickness of the earth filling, 2) types of ground-covering, 3) thickness of gravel that cover the earth surface at 10 cm., 4) interval of sprinkling time (day or night), 5) types of wall materials, and 6) direction of earth berm, i.e., north, south, east, and west. Measuring data concerning earth temperature, and climate inside models were collected every thirty minutes along three days. The one day for analyzing every to have radiation maximum average about 700 W/m^2 by using reliable equipment from the period of February to March.

It was found that earth berm can be utilized to reduce interior temperature effectively. The thickness of earth berm 1.0, 0.60, and 0.30 meter variation yields, better and normal results respectively. Differences in species ground-covering materials also help reducing the interior temperature to some extend, and can be sorting from the best quality down as *Duranta Erecta* (L.) Verbenaceae, *Ciynodon Hybird*, and *Zoysia Matrella* (L.) Merril respectively. Water sprinkling in the night-time prove much better than performance in the day time. It is clearly proved that plastered masonry wall help reducing interior temperature rather than the reinforced concrete wall one, and, the

effectiveness of earth berm filling method is recommended that doing in the South, East, North and west yields that best and the better results respectively.

This research presents the guideline of design tendency for applying to the houses. There are consist of : 1) It should to choose berm the earth at south and west first, 2) Thickness of earth wall is 0.60 m., 3) Cover plant use to be the shrub *Duranta Erecta* (L.) Verbenaceae, 4) Spring time interval is in night time, and 5) Earth should berm with the room that use between 8.00 a.m. – 3.00 p.m. 6) The mortar plastering.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ธีรมน ไวโรจนกิจ อาจารย์ที่ปรึกษา และอาจารย์ ชัยยุทธ ศรีเผด็จ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ ด้วยความเอาใจใส่อย่างยิ่ง ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ศรีสมพงษ์ รองศาสตราจารย์ สุภาวดี รัตนมาศ ที่ให้คำแนะนำและตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จนสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ประจำสาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อนทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของข้าพเจ้า ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยบางส่วน และขอขอบคุณเพื่อนทุกคนของข้าพเจ้าซึ่งได้ช่วยเหลือข้าพเจ้าในทุกๆด้าน จนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญรูปภาพ.....	XII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	2
1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....	4
1.5 สมมติฐานของการศึกษา.....	5
1.6 ข้อจำกัดของการศึกษา.....	5
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย.....	11
2.3 สรุป.....	32
บทที่ 3 การดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย.....	35
3.1 สมมติฐานการวิจัย.....	35
3.2 การดำเนินการวิจัย.....	36
3.2.1 ขั้นตอนการเตรียมการวิจัย.....	36
3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	48
3.3 การทดลองและผลการทดลอง.....	61
3.3.1 การทดลองและผลการทดลองที่ 1.....	61
3.3.2 การทดลองและผลการทดลองที่ 2.....	69
3.3.3 การทดลองและผลการทดลองที่ 3.....	79
3.3.4 การทดลองและผลการทดลองที่ 4.....	91
3.3.5 การทดลองและผลการทดลองที่ 5.....	102

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.6 การทดลองและผลการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 1.....	114
3.3.7 การทดลองและผลการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 2.....	122
บทที่ 4 การวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	130
4.1 วัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	130
4.2 วิธีการวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	130
4.2.1 การจัดกลุ่มในการวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	131
4.2.2 แนวทางในการวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	131
4.3 การวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	132
4.3.1 การวิเคราะห์ผลการทดลองที่ 1.....	132
4.3.2 การวิเคราะห์ผลการทดลองที่ 2.....	142
4.3.3 การวิเคราะห์ผลการทดลองที่ 3.....	157
4.3.4 การวิเคราะห์ผลการทดลองที่ 4.....	171
4.3.5 การวิเคราะห์ผลการทดลองที่ 5.....	185
4.3.6 การวิเคราะห์ผลการทดลองที่ 6.....	197
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยข้อจำกัดและข้อเสนอแนะในการวิจัย.....	209
5.1 สรุปผลการวิจัย	209
5.2 ข้อเสนอแนะการประยุกต์ใช้กับอาคารจริง.....	211
5.3 ข้อเสนอแนะการวิจัยในอนาคต.....	212
รายการอ้างอิง.....	214
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	215

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 รายละเอียดสำหรับการทดลองที่ 1.....	61
3.2 ผลการทดลองที่ 1 ห้องทดลองที่มีการถมดินทางด้านทิศใต้.....	65
3.3 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ย สำหรับการทดลองที่ 1 ห้องทดลองที่มีการถมดินทางด้านทิศใต้.....	66
3.4 ผลการทดลองที่ 1 ห้องทดลองที่ไม่มีการถมดิน.....	67
3.5 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยห้องทดลองที่ไม่มีการถมดิน.....	68
3.6 รายละเอียดสำหรับการทดลองที่ 2.....	69
3.7 ผลการทดลองที่ 2 ห้องทดลองถมดินหนาจากผนัง 0.30 ม.	73
3.8 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยห้องทดลองถมดินร่วนหนาจาก ผนัง 0.30 เมตร.....	74
3.9 ผลการทดลองที่ 2 ห้องทดลองถมดินหนาจากผนัง 0.60ม.....	75
3.10 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยห้องทดลองถมดินหนาจาก ผนัง 0.60 เมตร.....	76
3.11 ผลการทดลองที่ 2 ห้องทดลองถมดินหนาจากผนัง 1.00 ม.....	77
3.12 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยห้องทดลองถมดินหนาจากผนัง 1.00 เมตร.....	78
3.13 รายละเอียดสำหรับการทดลองที่ 3.....	79
3.14 ผลการทดลองที่ 3 ห้องทดลองที่มีการถมดินปลูกหญ้าขนาดเล็ก.....	84
3.15 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองที่มีการถมดินปลูก หญ้าขนาดเล็ก.....	85
3.16 ผลการทดลองที่ 3 ห้องทดลองที่มีการถมดินปลูกหญ้ามานเลย์.....	86
3.17 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองที่มีการถมดินปลูก หญ้ามานเลย์.....	87
3.18 ผลการทดลองที่ 3 ห้องทดลองที่มีการถมดินปลูกต้นเทียนทอง.....	88
3.18 (ต่อ) ผลการทดลองที่ 3 ห้องทดลองที่มีการถมดินปลูกต้นเทียนทอง.....	89
3.19 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองที่มีการถมดินปลูก ต้นเทียนทอง.....	90
3.20 รายละเอียดสำหรับการทดลองที่ 4.....	91
3.21 ผลการทดลองที่ 4 ห้องทดลองถมดินโรยกรวดหนา 0.10 ม.รดน้ำเวลากลางคืน.....	96

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
3.22 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยของการถมดินโรยกรวดหนา 0.10 ม. รดน้ำเวลากลางคืน.....	97
3.23 ผลการทดลองที่ 4 ห้องทดลองถมดินโรยกรวดหนา 0.10 ม.รดน้ำเวลากลางวัน.....	98
3.24 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยของการถมดิน โรยกรวดหนา 0.10 ม. รดน้ำเวลากลางวัน.....	99
3.25 ผลการทดลองที่ 4 ห้องทดลองถมดินปลูกต้นเทียนทอกรวดน้ำเวลากลางวัน.....	100
3.26 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยของการปลูกต้นเทียนทอกรวดน้ำ.....	101
3.27 รายละเอียดสำหรับการทดลองที่ 5.....	102
3.28 ผลการทดลองที่ 5 ห้องทดลองที่มีการถมผนัง คสล. ผสมน้ำยากันซึม.....	107
3.29 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลองที่มี การถมผนัง คสล. ผสมน้ำยากันซึม.....	108
3.30 การทดลองที่ 5 ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศตะวันตกที่ผนังก่ออิฐฉาบปูน ½ แผ่นทาน้ำยากันซึมภายนอกผนัง.....	109
3.31 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลองถมดินทาง ทิศตะวันตกที่ ผนังก่ออิฐฉาบปูน 1/2 แผ่นทาน้ำยากันซึมภายนอกผนัง.....	110
3.32 การทดลองที่ 5 ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศตะวันตกที่ผนัง ก่ออิฐฉาบปูน ½ แผ่น.....	111
3.32 การทดลองที่ 5(ต่อ) ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศตะวันตกที่ผนัง ก่ออิฐฉาบปูน ½ แผ่น.....	112
3.33 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของห้องทดลองถมดินทางด้านทิศ ตะวันตกกับผนังก่ออิฐฉาบปูนครึ่งแผ่น.....	113
3.34 รายละเอียดสำหรับการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 1.....	114
3.35 ผลการทดลองที่ 6 ห้องทดลองที่มีการถมดินทางด้านทิศใต้.....	118
3.36 แสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้อง ทดลองถมดินทางด้านทิศใต้.....	119
3.37 การทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 1ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศตะวันตก.....	120
3.38 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลอง ถมดินทางด้านทิศตะวันตก.....	121
3.39 รายละเอียดสำหรับการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 2.....	122

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
3.40 แสดงการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 2 ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศเหนือ.....	126
3.41 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลอง ถมดินด้านทิศเหนือ.....	127
3.42 แสดงผลการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 2 ห้องทดลอง ที่มีการถมผนังทางทิศตะวันออก.....	128
3.43 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลองถมดิน ด้านทิศตะวันออก.....	129
4.1 แสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองหุ่นจำลอง ถมดินร่วนด้านทิศใต้เป็น %.....	140
4.2 แสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองหุ่นจำลอง ไม่มีการถมดินร่วนด้านทิศใต้เป็น %.....	140
4.3 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองหุ่นจำลอง ถมดินร่วนด้านทิศใต้หนา 0.30 เป็น %.....	153
4.4 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองหุ่นจำลอง ถมดินร่วนด้านทิศใต้หนา 0.60 เป็น %.....	154
4.5 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองหุ่นจำลอง ถมดินร่วนด้านทิศใต้หนา 1.00 เป็น %.....	155
4.6 ค่า สูงสุด , ต่ำสุด , ค่าความต่างและค่าเฉลี่ยของการทดลองที่มีการถมดิน ปลูกหญ้าฉนวนน้อย เป็น%.....	168
4.7 ค่า สูงสุด , ต่ำสุด , ค่าความต่างและค่าเฉลี่ยของการทดลองที่มีการถมดิน ปลูกหญ้ามาเลย์เป็น %.....	169
4.8 ค่า สูงสุด , ต่ำสุด , ค่าความต่างและค่าเฉลี่ยของการทดลองที่มีการถมดิน ปลูกต้นเทียนทองเป็น%.....	170
4.9 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลอง โรยกรวดหนา 0.10 ม.รคน้ำเวลา 19.00 น.(กลางคืน).....	182
4.10 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลอง โรยกรวดหนา 0.10 ม.รคน้ำ 10.00 น.(กลางวัน).....	183
4.11 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลอง ปลูกไม้พุ่ม(ต้นเทียนทอง)รคน้ำเวลา 10.00 น.(กลางคืน).....	184

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.12 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลอง ถมดินร่วนทางด้านทิศตะวันตกกับผนังคสล.ผสมน้ำยากันซึม.....	193
4.13 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลองถมดินร่วน ทางด้านทิศตะวันตกกับผนังก่ออิฐฉาบปูนครึ่งแผ่นทาน้ำยากันซึมภายนอกผนัง.....	194
4.14 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลองถมดินร่วน ทางด้านทิศตะวันตกกับผนังก่ออิฐฉาบปูนครึ่งแผ่น.....	195
4.15 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลอง ถมดินทางทิศใต้.....	204
4.16 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลอง ถมดินทางทิศตะวันตก.....	205
4.17 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลอง ถมดินทางทิศเหนือ.....	206
4.18 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลอง ถมดินทางทิศตะวันออก.....	207

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 กราฟแสดงการวัดอุณหภูมิเปรียบเทียบกันระหว่างอุณหภูมิที่ผิวดินแห่ง อากาศ และดินที่ความลึก 62.5 เซนติเมตร.....	1
2.1 กราฟแสดงการวัดอุณหภูมิเปรียบเทียบกันระหว่างอุณหภูมิที่ผิวดินแห่ง อากาศ และดินที่ ความลึก 62.5 เซนติเมตร.....	10
2.2 การแลกเปลี่ยนความร้อนในเวลากลางวัน	12
2.3 การแลกเปลี่ยนความร้อนในเวลากลางคืน.....	13
2.4 แสดงการถ่ายเทความร้อนด้วยการนำความร้อน.....	14
2.5 แสดงการเปรียบเทียบการไหลของน้ำในวัตถุกับ การหน่วงเวลาที่เกิดขึ้น.....	16
2.6 แสดงการคำนวณค่าเฉลี่ยอุณหภูมิการแผ่รังสี (Mean Radiant Temperature(MRT)).....	17
2.7 แสดงแนวความคิดและหลักการของอาคารคลุมด้วยดิน ในแต่ละวันและ อุณหภูมิประจำปี ในการผันแปรระหว่างเหนือพื้นดินกับใต้พื้นดิน.....	18
2.8 แสดงให้เห็นถึงความผันแปรของอุณหภูมิของดิน เทียบกับอุณหภูมิเฉลี่ย ในรอบระยะเวลา 1 ปี และความลึกของดิน.....	21
2.9 แสดงทางเลือกของการใช้ประโยชน์จากคุณสมบัติในการลดความร้อนของดิน ที่นำมาใช้กับอาคาร.....	23
2.10 แสดงเส้นทางการไหลผ่านของความร้อนไปสู่ดิน กับความลาดมากที่สุด สำหรับการถมดินที่ผนังอาคาร.....	24
2.11 แสดงการให้ร่มเงากับดิน โดยการปลูกต้นไม้ และยกอาคารเพื่อให้ร่มเงากับดิน และการรดน้ำ.....	26
2.12 แสดงการเพิ่มความเย็นให้กับดินด้วยการปูทับหน้าด้วยกรวด.....	27
2.13 แสดงการปกคลุมผิวดินด้วยการปลูกพืชผลัดใบ.....	27
2.14 การลดอุณหภูมิให้กับพื้นผิวดินในช่วงฤดูร้อน.....	29
2.15 แสดงการเพิ่มความเย็นของชั้นดินที่ลึก.....	30
2.16 แสดงการลดค่าความร้อนในฤดูร้อน.....	31
2.17 แสดงการลดถ่ายเทความร้อนจากพื้นดินที่อุ่นกว่าโดยรอบ.....	31
2.18 แสดงการใช้ประโยชน์จากดินที่เย็น ก่อนเป็นแหล่งความเย็นของอาคาร.....	32
3.1 แสดงการนำดินมาสัมผัสผิวผนังอาคารที่เป็นรูปแบบที่ใช้ในงานวิจัยนี้.....	35
3.2 รูปแบบการถมดินที่ผนังหุนจำลอง.....	39
3.3 ห้องทดลองแบบที่ 1.....	40

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.4 ห้องทดลองแบบที่ 2.....	41
3.5 ห้องทดลองแบบที่ 3.....	41
3.6 แบบและรายละเอียดห้องทดลองทั้ง 3 แบบ.....	42
3.7 แสดงอุปกรณ์ HOB0 และ H0BU SHUTTER.....	45
3.8 แสดงอุปกรณ์ OPOS 200 และ OPOS 208.....	45
3.9 สายรับสัญญาณประเภทต่างๆ.....	46
3.10 สายรับสัญญาณอุณหภูมิการแผ่รังสี.....	46
3.11 แผนที่สถานที่ทำการทดลอง.....	47
3.12 สภาพสถานที่ทำการทดลอง.....	48
3.13 แปลนห้องทดลองทั้ง 3 ห้อง.....	51
3.14 วางผัง ปรับบริเวณ พร้อมทั้งเทพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กห้องทดลอง.....	52
3.15 การก่ออิฐผนังห้องทดลองทั้ง 3 ห้อง และการเตรียมการหล่อผนัง คอนกรีตเสริมเหล็กสำหรับห้องทดลองที่ 1.....	52
3.16 การติดตั้งโครงเคร่าสำหรับผนังเบา.....	53
3.17 การติดตั้งผนังภายนอกพร้อมกรณวน.....	53
3.18 การติดตั้งผนังภายใน และทาสีขาวที่ผนังภายนอก.....	54
3.19 รูปแบบแสดงตำแหน่งการติดตั้งเครื่องมือที่ทำการเก็บผลการทดลอง ตามตำแหน่งต่างๆ	55
3.20 รูปตัดแสดงตำแหน่งการติดตั้งเครื่องมือที่ทำการเก็บผลการทดลอง ตามตำแหน่งต่างๆ	55
3.21 การติดตั้งเครื่องวัดความชื้น อุณหภูมิ และรังสีดวงอาทิตย์.....	56
3.22 การติดตั้งสายสัญญาณวัดอุณหภูมิผิวผนังภายนอก.....	56
3.23 การติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิภายในดิน.....	57
3.24 การวางเครื่องมือในการเก็บข้อมูลในห้องทดลอง.....	58
3.25 แสดงการติดตั้งสายสัญญาณต่างๆภายในห้องทดลอง.....	58
3.26 แสดงการวางเครื่องมือเก็บผลการทดลอง (Data Locker).....	59
3.27 แสดงบัวรดน้ำและดินที่ใช้ในการทดลอง.....	60
3.28 แสดงตำแหน่งติดตั้งสายสัญญาณเก็บผลการทดลองที่ 1.....	62
3.29 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 2 และห้องทดลอง 3 ขณะทำการทดลองที่ 1.....	63

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.30 กราฟแสดงค่าสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองการทดลองที่ 1.....	64
3.31 กราฟแสดงผลการทดลองที่ 1 ห้องทดลองที่มีการถมดินทางด้านทิศใต้.....	66
3.32 กราฟแสดงผลการทดลองที่ 1 ห้องทดลองที่ไม่มีการถมดิน.....	68
3.33 ตำแหน่งติดตั้งสายสัญญาณเก็บผลการทดลองที่ 2.....	70
3.34 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 1 ขณะทำการทดลองที่ 2.....	71
3.35 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 2 ขณะทำการทดลองที่ 2.....	71
3.36 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 2 ขณะทำการทดลองที่ 2.....	72
3.37 กราฟแสดงสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองสำหรับการทดลองที่ 2.....	72
3.38 กราฟแสดงผลการทดลองที่ 2 ห้องทดลองถมดินที่ผนังทางด้านทิศใต้ หนาจากผนัง 0.30 เมตร.....	74
3.39 กราฟแสดงผลการทดลองที่ 2 ห้องทดลองถมดินที่ผนังทางด้านทิศใต้ หนาจากผนัง 0.60 เมตร.....	76
3.40 กราฟแสดงผลการทดลองที่ 2 ห้องทดลองถมดินที่ผนังทางด้านทิศใต้ หนาจากผนัง 1.00 เมตร.....	78
3.41 ตำแหน่งติดตั้งสายสัญญาณเก็บผลการทดลองที่ 3.....	80
3.42 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 1 ขณะทำการทดลองที่ 3.....	81
3.43 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 2 ขณะทำการทดลองที่ 3.....	82
3.44 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 3 ขณะทำการทดลองที่ 3.....	82
3.45 กราฟแสดงสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองสำหรับการทดลองที่ 3.....	83
3.46 กราฟแสดงการทดลองที่ 3 ห้องทดลองปลูกหญ้าขนาดเล็ก.....	85
3.47 กราฟแสดงอุณหภูมิภายในห้องทดลองที่มีการถมดินปลูกหญ้ามาเลย์.....	87
3.48 กราฟแสดงอุณหภูมิภายในห้องทดลองที่มีการถมดินปลูกต้นเทียนทอง.....	89
3.49 ตำแหน่งติดตั้งสายสัญญาณเก็บผลการทดลองที่ 4.....	92
3.50 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 1 ขณะทำการทดลองที่ 4.....	93
3.51 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 2 ขณะทำการทดลองที่ 4.....	94
3.52 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 3 ขณะทำการทดลองที่ 4.....	94
3.53 สภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองสำหรับการทดลองที่ 4.....	95
3.54 กราฟแสดงการทดลองที่ 4 ห้องทดลองการถมดิน โรยกรวด หนา 0.10 ม.รดน้ำเวลากลางคืน.....	97

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่

หน้า

3.55 กราฟแสดงการทดลองที่ 4 ห้องทดลองการถนอมดิน โรยกรวดหนา 0.10 ม. รดน้ำเวลากลางวัน.....	99
3.56 กราฟแสดงการทดลองที่ 4 ห้องทดลองการถนอมดินปลูกต้นเทียนทอง.....	101
3.57 ตำแหน่งติดตั้งสายสัญญาณเก็บผลการทดลองที่ 5.....	103
3.58 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 1 ขณะทำการทดลองที่ 5.....	104
3.59 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 2 ขณะทำการทดลองที่ 5.....	105
3.60 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 3 ขณะทำการทดลองที่ 5.....	105
3.61 สภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองสำหรับการทดลองที่ 5	106
3.62 กราฟแสดงการทดลองที่ 5 ห้องทดลองการถนอมดินที่ผนังคสล.ผสมน้ำยากันซึม.....	108
3.63 กราฟแสดงการทดลองที่ 5 ห้องทดลองการถนอมดินที่ผนังก่ออิฐฉาบปูน ½ แผ่น ผสมน้ำยากันซึม.....	110
3.64 กราฟแสดงการทดลองที่ 5 ห้องทดลองการถนอมดินที่ผนังก่ออิฐฉาบปูน ½ แผ่น	112
3.65 ตำแหน่งติดตั้งสายสัญญาณเก็บผลการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 1.....	115
3.66 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 2 ขณะทำการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 1.....	116
3.67 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 3 ขณะทำการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 1.....	116
3.68 สภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองสำหรับการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 1.....	117
3.69 กราฟแสดงการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 1ห้องทดลองการถนอมดินทางด้านทิศใต้.....	119
3.70 กราฟแสดงการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 1 ห้องทดลองการถนอมดินทางด้านทิศตะวันตก.....	121
3.71 ตำแหน่งติดตั้งสายสัญญาณเก็บผลการทดลองที่ 6กลุ่มที่ 2.....	123
3.72 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 2 ขณะทำการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 2.....	124
3.73 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 3 ขณะทำการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 2.....	124
3.74 สภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองสำหรับการทดลองที่ 6กลุ่มที่ 2.....	125
3.75 กราฟแสดงการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 2 ห้องทดลองการถนอมดินทางด้านทิศใต้.....	127
3.76 กราฟแสดงการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 2 ห้องทดลองการถนอมดินทางด้านทิศตะวันออก.....	129
4.1 กราฟแสดงสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง การทดลองที่ 1.....	132
4.2 กราฟแสดงการวิเคราะห์ห่อฉนวนหุ้มผิวผนัง (Tow) การทดลองที่ 1.....	133
4.3 กราฟแสดงการวิเคราะห์ห่อฉนวนหุ้มผิวผนังภายใน การทดลองที่ 1.....	134
4.4 กราฟแสดงการวิเคราะห์ห่อฉนวนหุ้มรวมการแผ่รังสี การทดลองที่ 1.....	135

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.5 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 ม. การทดลองที่ 1.....	136
4.6 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50 ม. การทดลองที่ 1.....	137
4.7 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความชื้นภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 ม. การทดลองที่ 1.....	138
4.8 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความชื้นภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50 ม. การทดลองที่ 1.....	139
4.9 กราฟแสดงสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองที่ 2.....	142
4.10 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิดินที่ระดับ 0.60 ม. การทดลองที่ 2	143
4.11 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิดินที่ระดับ 0.40 เมตร การทดลองที่ 2	144
4.12 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิดินที่ระดับ 0.20 เมตร การทดลองที่ 2	145
4.13 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิผิวผนังภายในห้องทดลอง การทดลองที่ 2	146
4.14 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิรวมการแผ่รังสีภายในห้องทดลอง การทดลองที่ 2.....	147
4.15 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิผิวผนังภายนอกห้องทดลอง การทดลองที่ 2	148
4.16 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 ม. การทดลองที่ 2.....	149
4.17 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50 ม. การทดลองที่ 2.....	150
4.18 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 ม. การทดลองที่ 2	151
4.19 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50 ม. การทดลองที่ 2	152
4.20 แสดงกราฟแสดงสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองที่ 3.....	157
4.21 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 0.60 ม. การทดลองที่ 3.....	158
4.22 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 0.40 ม. การทดลองที่ 3.....	159
4.23 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 0.20 ม. การทดลองที่ 3.....	160
4.24 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิผิวผนังภายในห้องทดลอง การทดลองที่ 3.....	161
4.25 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิรวมการแผ่รังสีภายในห้องทดลอง การทดลองที่ 3.....	162
4.26 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิผิวผนังภายนอกห้องทดลอง การทดลองที่ 3.....	163
4.27 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 ม. การทดลองที่ 3.....	164
4.28 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50 ม. การ ทดลองที่ 3.....	165
4.29 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 ม. การทดลองที่ 3.....	166

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.30 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50 ม. การทดลองที่ 3.....	167
4.31 แสดงกราฟแสดงสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง ที่ 4.....	171
4.32 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิดินที่ระดับ 0.60 ม. การทดลองที่ 4.....	172
4.33 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิดินที่ระดับ 0.40 ม. การทดลองที่ 4.....	173
4.34 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิดินที่ระดับ 0.20 ม. การทดลองที่ 4.....	174
4.35 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิผิวผนังภายในห้องทดลอง การทดลองที่ 4.....	175
4.36 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิรวมการแผ่รังสีภายในห้องทดลอง การทดลองที่ 4.....	176
4.37 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิผิวผนังภายนอกห้องทดลอง การทดลองที่ 4.....	177
4.38 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 ม. การทดลองที่ 4.....	178
4.39 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50 ม. การทดลองที่ 4.....	179
4.40 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 ม. การทดลองที่ 4.....	180
4.41 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50 ม. การทดลองที่ 4.....	181
4.42 แสดงกราฟแสดงสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง ที่ 5.....	185
4.43 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิผิวผนังภายในห้องทดลอง การทดลองที่ 5.....	186
4.44 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิรวมการแผ่รังสีภายในห้องทดลอง การทดลองที่ 5.....	187
4.45 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิผิวผนังภายนอกห้องทดลอง การทดลองที่ 5.....	188
4.46 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 ม. การทดลองที่ 5	189
4.47 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50 ม. การทดลองที่ 5.....	190
4.48 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 ม. การทดลองที่ 5	191
4.49 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50 ม. การทดลองที่ 5	192

สารบัญรูป(ต่อ)

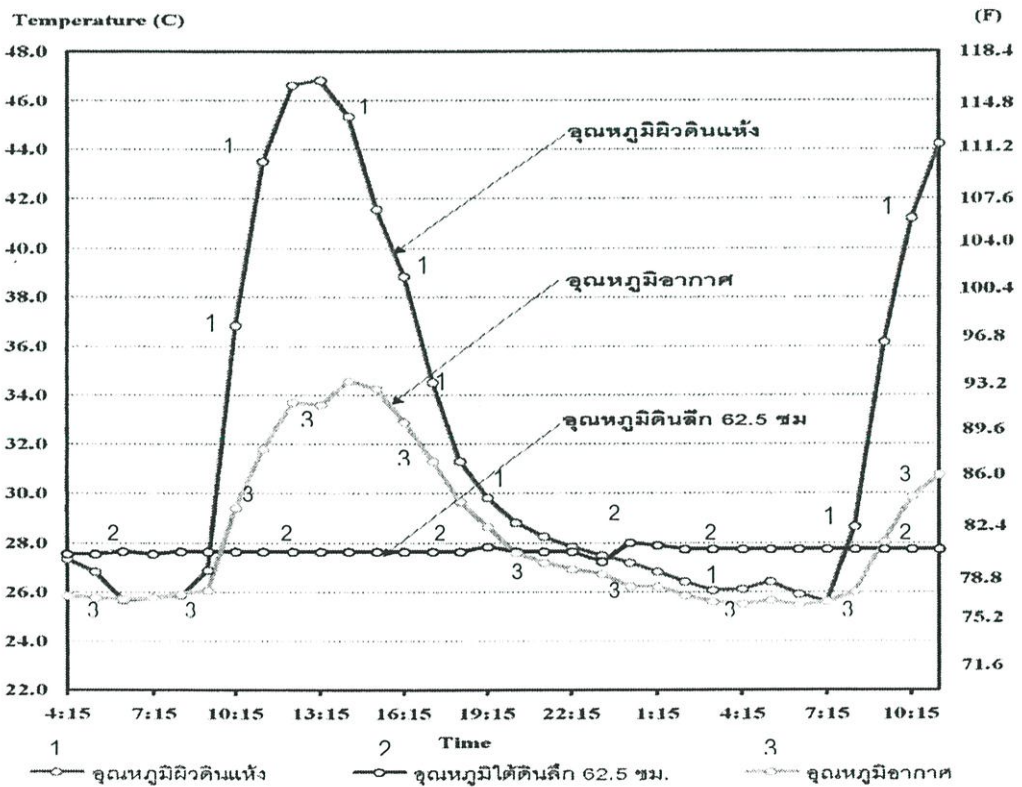
รูปที่	หน้า
4.50 แสดงกราฟเปรียบเทียบสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองการทดลองที่ 6.....	197
4.51 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิดินที่ระดับ 0.60 ม. การทดลองที่ 6.....	198
4.52 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิดินที่ระดับ 0.40 ม. การทดลองที่ 6.....	199
4.53 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิดินที่ระดับ 0.20 ม. การทดลองที่ 6.....	199
4.54 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิผิวผนังภายในห้องทดลอง การทดลองที่ 6.....	200
4.55 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิรวมการแผ่รังสีภายในห้องทดลอง การทดลองที่ 6.....	200
4.56 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิผิวผนังภายนอกห้องทดลอง การทดลองที่ 6.....	201
4.57 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับความสูง 1.00ม. การทดลองที่ 6.....	201
4.58 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับความสูง 1.50 ม. การทดลองที่ 6.....	202
4.59 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองที่ระดับ ความสูง 1.00ม. การทดลองที่ 6.....	202
4.60 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองที่ระดับ ความสูง 1.50ม. การทดลองที่ 6.....	203

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การสร้างสภาวะน่าสบายในอาคารนั้น นอกจากจะทำการออกแบบอาคารให้มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานแล้ว สภาพแวดล้อมก็มีส่วนอย่างมากในที่จะช่วยทำให้อาคารเกิดความสบาย ซึ่งสภาวะน่าสบายที่เกิดขึ้นนั้น เกิดจากการออกแบบที่คำนึงสองอย่างคือ ตัวอาคารและสภาพแวดล้อมรอบๆอาคาร การลดอุณหภูมิภายนอกอาคาร นอกจะเป็นการลดภาระการทำความเย็นของอาคาร ซึ่งทำให้อยู่ในสภาวะน่าสบายแล้ว นอกจากนี้ยังช่วยให้เกิดการลดการใช้พลังงานของอาคาร



รูปที่ 1.1 กราฟแสดงการวัดอุณหภูมิเปรียบเทียบกันระหว่างอุณหภูมิที่ผิวผนังห้อง อากาศ และ ดินที่ความลึก 62.5 เซนติเมตร

จากรูปที่ 1.1 พบว่าในระยะเวลา 1 วัน อุณหภูมิของอากาศมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งจะแตกต่างจากอุณหภูมิของดินที่ความลึก 62.5 เซนติเมตร คือมีอุณหภูมิที่ค่อนข้างคงที่ แสดงให้เห็นว่า สามารถนำคุณสมบัติทางธรรมชาติของดินทางด้านอุณหภูมิมาลดความแตกต่างของอุณหภูมิภายนอก และอุณหภูมิภายในของอาคาร โดยทางผิวสัมผัสกับผนังอาคาร

ในการนำดินมาลดอุณหภูมิให้กับอาคาร ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการด้วยกันได้แก่ ประเภทของดิน ความหนาของดินที่นำมาสัมผัสกับผิวผนังของอาคาร และความชื้นของดินเป็นต้น นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการลดอุณหภูมิของอาคาร เช่น ทิศทางของอาคาร ประเภทของพืชคลุมดิน เป็นต้น

เนื่องจากประเทศไทยมีสภาพภูมิอากาศที่ร้อนชื้น จึงต้องทำความเย็นให้กับดิน เนื่องจากดินมีคุณสมบัติในการลดอุณหภูมิ ดังนั้นถ้าหากนำดินมาสัมผัสกับผิวผนังอาคารจะทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนหรือการคายความร้อนจากผนังอาคารออกไปสู่ดิน ทำให้อุณหภูมิภายในอาคารลดลงส่งผลให้เกิดการประหยัดพลังงานได้

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยมีแนวความคิดที่จะทำการวิจัยในเรื่องของการศึกษาการคายความร้อนของอาคารบ้านพักอาศัยออกไปสู่ดินเพื่อการประหยัดพลังงาน

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1) เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ตัวแปรที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในอาคาร ที่เกิดจากการนำดินมาใช้ในการลดอุณหภูมิให้กับอาคาร
- 2) เพื่อเป็นการรวบรวมปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องโดยตรงที่เกิดจากการนำดินมาใช้ในการลดอุณหภูมิให้กับอาคาร
- 3) เพื่อให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจากการนำดินมาลดอุณหภูมิให้กับอาคาร
- 4) เพื่อนำเสนอแนวทางรวมทั้งข้อที่ควรพิจารณาในการออกแบบสำหรับการนำดินมาใช้ในการประหยัดพลังงานให้กับอาคารบ้านพักอาศัย เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษาคายความร้อนของอาคารบ้านพักอาศัยออกไปสู่ดินเพื่อการประหยัดพลังงาน ได้ทำการศึกษาเฉพาะการที่นำดินขึ้นมาสัมผัสกับผิวผนังโดยตรง ไม่ทำการศึกษาในส่วนของการนำ

อาคารฝังลงไปใต้ดิน และการนำดินมาให้ความเย็นกับหลังคาของอาคาร และทำการศึกษาเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศในบริเวณกรุงเทพมหานคร

สำหรับการศึกษาในส่วนของปัจจัยต่างๆมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การศึกษาการนำดินมาใช้ในการลดอุณหภูมิให้กับอาคารซึ่งมีปัจจัยหลายอย่างที่แตกต่างกันได้แก่

ก. ประเภทของดิน จะทำการศึกษาเฉพาะดินร่วน ดินเหนียว และดินทราย เท่านั้น โดยที่จะใช้พีชคลุมดินชนิดเดียวกัน

ข. ทำการศึกษาดินที่ความสูง 1.00 เมตร จากระดับพื้นชั้นล่างอาคาร

ค. ความหนาของดินจะทำการศึกษาเฉพาะความหนาของดินที่ห่างจากกำแพง 0.30 เมตร 0.60 เมตร และ 1.00 เมตร เท่านั้น

2) การศึกษาในเรื่องการป้องกันความชื้นที่เกิดขึ้นในอาคารเนื่องจากดิน โดยที่คำนึงถึงการนำคุณสมบัติจากดินมาลดอุณหภูมิให้กับอาคารจึงไม่ทำการศึกษาในส่วนของ การกันความชื้นให้กับห้องทดลองโดยการนำแผ่นกันซึมที่เป็นยางมีความหนาหลายๆมาทำการศึกษาเพราะแผ่นกันซึมจะเป็นฉนวนป้องกันการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผนังห้องทดลองกับดิน โดยจะทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผนังที่มีระบบกันซึมที่ผสมที่ผนังระหว่างทำการก่อสร้างดังต่อไปนี้

ก. ผนังก่ออิฐฉาบปูน ½ แผ่น ฉาบ ชัดมัน ธรรมดา

ข. ผนังก่ออิฐฉาบปูน ½ แผ่น ชัดมัน ทาน้ำยากันซึมบริเวณที่ถูกดิน

ค. ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กผสมน้ำยากันซึม ความหนา 0.10 เมตร

3) ในส่วนของการคลุมดิน จะทำการศึกษาพีชคลุมดิน 2 ประเภท และวัสดุคลุมดิน 1 ประเภท ซึ่งได้แก่

ก. พีชคลุมดิน ทำการศึกษาดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

- หญ้าคลุมดินที่มีลักษณะใบที่ต่างกัน 2 ประเภท คือหญ้า ที่มีลักษณะใบเล็ก และหญ้าที่มีลักษณะใบกว้าง

- ไม้พุ่มคลุมดิน จะทำการศึกษาไม้พุ่มคลุมดินที่มีลักษณะทางกายภาพทางด้านความสูงที่ต่างกัน 2 ประเภท

ข. วัสดุคลุมดิน ได้ทำการศึกษา กรวด นำมาคลุมดินหนา 10 เซนติเมตร

1.4 ขั้นตอนของการศึกษา

ในการวิจัยนี้ ได้ทำการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) ขั้นตอนการค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เป็นขั้นตอนของการศึกษาค้นคว้าความรู้สำหรับการศึกษาในขั้นตอนต่อไป แบ่งออกได้ดังต่อไปนี้

 - ก. ทำการศึกษาจากทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาซึ่งได้แก่ สภาวะน่าสบาย ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิ ความร้อน การถ่ายเทความร้อน เป็นต้น
 - ข. ทำการศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในเรื่องการลดอุณหภูมิของอาคาร โดยการนำวัสดุต่างๆมาสัมผัสกับผิวผนังของอาคาร รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคุณสมบัติของดินในเรื่องของอุณหภูมิ
- 2) ขั้นตอนการออกแบบการทดลอง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้
 - ก. ทำการศึกษาถึงพฤติกรรมของการถ่ายอุณหภูมิจากอาคารที่มีผิวสัมผัสกับดิน และทำการศึกษาดัชนีที่เกี่ยวข้องกับการนำดินมาใช้ในการลดอุณหภูมิให้กับอาคาร
 - ข. ทำการคัดเลือกตัวแปรที่นำมาทำการศึกษาในการวิจัยนี้ และทำการตั้งสมมติฐานโดยที่จะเลือกตัวแปรที่น่าจะมีผลกับการลดอุณหภูมิให้กับอาคาร โดยใช้ดินมาสัมผัสกับผิวผนังโดยตรงมากที่สุด
 - ค. ทำการออกแบบการทดลอง โดยใช้หุ่นจำลองที่มีมาตราส่วน 1 : 1 ทดลองในสภาพอากาศจริงในช่วงเวลาหนึ่ง เพื่อที่จะพิสูจน์ข้อสมมติฐานให้ครบถ้วนทุกตัวแปรที่เลือกนำมาศึกษา
- 3) ขั้นตอนการทำการทดลอง ประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้
 - ก. ทำการทดลองตามการขั้นตอนทดลองที่ได้ออกแบบไว้
 - ข. นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์และสรุปผลในแต่ละตัวแปรที่เกี่ยวข้องด้วยการใช้การวัดเปรียบเทียบค่าภูมิอากาศภายนอกกับสภาพภูมิอากาศภายในอาคารที่ทำการทดลอง
 - ค. นำเสนอแนวความคิดและข้อที่ควรพิจารณา ในการออกแบบ สำหรับการนำดินมาลดอุณหภูมิโดยทางผิวสัมผัสผนัง
- 4) ขั้นตอนการสรุปผลการวิจัย ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง ข้อจำกัดของการวิจัย ข้อเสนอแนะการวิจัยในอนาคต และจัดทำเอกสารวิทยานิพนธ์

1.5 สมมติฐานของการศึกษา

เนื่องจากมีตัวแปรและปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อการศึกษาการคายความร้อนของอาคาร บ้านพักอาศัยออกไปสู่ดินเพื่อการประหยัดพลังงาน ดังนั้นจึงมีสมมติฐานดังต่อไปนี้

- 1) ดินต่างประเภทกันโดยที่มีการปลูกพืชคลุมดินชนิดเดียวกัน มีการให้น้ำกับดินเท่ากันนั้น จะมีผลทำให้ปริมาณความชื้นที่เกิดขึ้นในดินไม่เท่ากัน ส่งผลกระทบต่อผิวดินที่สัมผัสผนัง ทำให้ อุณหภูมิภายในมีความแตกต่างกัน
- 2) ถ้าความหนาของดินที่นำมาสัมผัสกับผนังของอาคารมีความแตกต่างกัน จะทำให้อุณหภูมิ ภายในมีความแตกต่างกัน
- 3) ดินประเภทเดียวกันที่มีพืชคลุมดินต่างชนิดกัน มีผลต่ออุณหภูมิของดินที่จะส่งผ่านเข้ามา ในอาคาร ทำให้อุณหภูมิภายในอาคารมีความแตกต่างกัน
- 4) ผนังของอาคารที่อยู่ในทิศทางที่ต่างกัน ทำให้อุณหภูมิของดินที่ส่งผ่านผนังในแต่ละด้าน มีความแตกต่างกัน

1.6 ข้อจำกัดของการศึกษา

การศึกษานี้ทำการศึกษาอยู่ในช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ เนื่องจากมีระยะเวลาที่จำกัด ไม่สามารถทำการเก็บข้อมูลตลอดทั้งปีได้ ดังนั้นในการศึกษานี้จึงได้ทำการเก็บข้อมูลสภาพภูมิอากาศจริงรอบๆบริเวณสถานที่ทำการทดลอง เพื่อเป็นการเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการศึกษา

เนื่องจากการทดสอบในสภาวะแวดล้อมธรรมชาติจริง จะมีปัจจัยต่างๆที่ไม่สามารถนำมา พิจารณาร่วมได้ เช่น การรั่วซึมของอากาศเข้ามาในห้องทดลอง แรงลมที่พัดมาสัมผัสกับผิวดิน ทำให้พัดพาความชื้นที่ผิวดินไป และฝนที่อาจจะตกในเวลาของการทดสอบซึ่งจะมีผลต่อความชื้น ทั้งในและนอกอาคาร เป็นต้น ซึ่งปัจจัยต่างๆเหล่านี้ ไม่สามารถทำการวัดเพื่อเก็บข้อมูลได้

นอกจากนี้ ในการศึกษาไม่สามารถที่จะทำการทดลองในสถานที่ ที่มีสภาพใกล้เคียงหรือ เทียบเท่ากับความเป็นจริงได้ เนื่องจากมีข้อจำกัดในด้านงบประมาณ ดังนั้นจึงจะทำการศึกษาใน ห้องทดลอง (รายละเอียดได้แสดงบทที่ 3) จึงอาจทำให้ผลการทดลองเกิดการคลาดเคลื่อนได้

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาเรื่องการศึกษาการคายความร้อนของอาคารบ้านพักอาศัยออกไปสู่ดินเพื่อการประหยัดพลังงาน คือ

- 1) ทราบถึงตัวแปรต่างๆที่มีผลกระทบต่อการลดอุณหภูมิของดิน
- 2) ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจถึงวิธีการนำดินมาใช้ในการลดอุณหภูมิโดยสัมผัสกับผิวผนังอาคาร
- 3) ทราบปัญหาที่เกิดขึ้นจากการนำดินมาใช้ในการลดอุณหภูมิของอาคาร โดยสัมผัสกับผิวผนัง
- 4) ได้แนวทางรวมทั้งข้อที่ควรพิจารณาในการออกแบบสำหรับการนำดินมาใช้ในการลดความร้อนให้กับอาคาร

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ ด้วยกันคือ ส่วนแรกเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้แก่ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำความเย็นอาคาร โดยการใช้ผิวสัมผัสต่างๆ เทคนิคการออกแบบบ้าน เพื่อการประหยัดพลังงาน ส่วนที่สองเป็นเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ซึ่งได้แก่

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 การทำความเย็นอาคารโดยการใช้ผิวสัมผัสพื้นดิน (อเนก ชีระวิวัฒน์ชัย, 2539)

อเนก ชีระวิวัฒน์ชัย ได้ทำการศึกษาการนำความเย็นจากผิวสัมผัสพื้นดินมาใช้กับอาคาร โดยการนำดินขึ้นมาสัมผัสผนังอาคาร โดยการวิจัยได้มีการทดลองศึกษาดังรายละเอียดต่อไปนี้

- 1) การศึกษาเกี่ยวกับตัวแปรที่มีผลต่ออุณหภูมิของดิน คือ
 - ก. ความลึกของดินที่ความลึก 0.60 เมตร และ 1.00 เมตร
 - ข. ลักษณะของดิน ได้แก่ ดินแห้ง , ดินเปียก และทราย
 - ค. สภาพของผิวดินที่ปกคลุมด้วยพืช ได้แก่ หญ้าเปียก , หญ้าแห้ง และพืชคลุมดิน
 - ง. ทิศทางของอาคาร

2) วิธีการศึกษา

ได้ทำการสร้างอาคารทดลองขนาด 8 X 8 เมตร และทำการศึกษาวัดค่าอุณหภูมิเก็บค่าไว้เพื่อที่จะได้วิเคราะห์และสรุปผล โดยที่ทำการบันทึกทุกๆ 1 ชั่วโมง โดยการทดลองได้เลือกเก็บข้อมูล 2-3 วัน ติดต่อกัน ในช่วงเวลาตั้งแต่เดือน มกราคม 2539 – มีนาคม 2539

3) ผลและการวิเคราะห์การทดลอง

จากการทดลองสามารถสรุปผลและการวิเคราะห์การทดลองได้ดังต่อไปนี้

- ก. อุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 1.00 เมตร จากผิวของดินมีอุณหภูมิที่ค่อนข้างจะคงที่ มีความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ระหว่าง 2°C - 3°C

ข. ด้านทิศใต้จะเป็นทิศที่มีความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดมากกว่าทิศอื่น และมีค่าเฉลี่ยของของอุณหภูมิดินสูงกว่าทางทิศอื่น ส่วนทิศเหนือเป็นทิศที่มีอุณหภูมิต่ำสุดและอุณหภูมิต่ำสุดน้อยกว่าทางทิศอื่น และมีค่าเฉลี่ยของของอุณหภูมิดินต่ำกว่าทางทิศอื่น

ค. การเปรียบเทียบระหว่างดินกับทรายพบว่า ดินมีการหน่วงเวลา 12 ชั่วโมง และทราย มีการหน่วงเวลา 6 ชั่วโมง

ง. การทดสอบพีชคลุมดินพบว่าสภาพของดินที่ปกคลุมด้วยพีช จะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าสภาพของดินที่ปราศจากสิ่งปกคลุม 2°C

จ. ผลของอุณหภูมิภายในอาคารก่อนข้างคองที่ โดยที่อุณหภูมิภายในอาคารเฉลี่ยเท่ากับ $24 - 26.5^{\circ}\text{C}$ ซึ่งจากผลการทดลองสรุปได้ว่าการทำความเย็นอาคารโดยการใช้ผิวสัมผัสพื้นดิน สามารถลดอุณหภูมิภายในอาคารได้ถึง $1.5 - 2.0^{\circ}\text{C}$ และอุณหภูมิภายในคองก่อนข้างคองที่ ผู้อยู่อาศัยจะได้ผลของอุณหภูมิผิวโดยรอบ (MRT) ทำให้ผู้อยู่อาศัยรู้สึกเย็นกว่าปกติ

2.1.2 การใช้ระบบธรรมชาติโดยผนังสัมผัสน้ำเพื่อปรับอุณหภูมิภายในห้อง กรณีศึกษา : อาคารผนังสัมผัสน้ำที่จังหวัดเชียงราย (จิตราวดี รุ่งอินทร์. 2544)

จิตราวดี รุ่งอินทร์ ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติของน้ำ เพื่อลดช่วงความต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุดในช่วงวัน โดยการใช้สัมผัสกับผนังห้อง เพื่อปรับอุณหภูมิภายในห้องให้อยู่หรือเข้าใกล้เขตสบายได้มากที่สุด ซึ่งในการวิจัยได้ทำการทดลองโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) วิธีการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษา แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ก. ทำการเปรียบเทียบอิทธิพลน้ำและอากาศ ต่ออุณหภูมิห้อง ทำการศึกษาพฤติกรรมน้ำในทุกระดับความลึก 50 เซนติเมตร ในระบบการระเหยที่แตกต่างกันคือ การเปิดบ่อ การปิดบ่อ และบังแดดบ่อ

ข. ทำการทดสอบประสิทธิภาพน้ำกับอุณหภูมิห้องจำลอง ในระบบการระเหยที่แตกต่างกัน

ค. ทำการทดสอบกับอาคารจริง โดยนำผลสรุปและกระบวนการทดสอบที่เหมาะสมจากการทดลองทั้ง 2 ข้อข้างต้น

2) ผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่า อุณหภูมิน้ำมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิห้องมากกว่าอุณหภูมิอากาศ และระดับน้ำที่สามารถนำมาใช้ได้อยู่ที่ระดับ -2.00 เมตร ในระบบระเหยแบบบังแดด เพราะ

มีค่าการแกว่งตัวของอุณหภูมิตลอดวันน้อยที่สุด และเมื่อทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำของระบบระบายทั้ง 3 ระบบ พบว่า ช่วงกลางคืน อุณหภูมิน้ำในระบบบังแดดจะต่ำที่สุด ระบบเปิดจะสูงที่สุด สำหรับในช่วงเวลากลางวัน ระบบปิดจะต่ำที่สุด และระบบเปิดจะสูงที่สุด ปริมาตรของน้ำไม่มีผลต่ออุณหภูมิน้ำแต่จะมีผลต่ออุณหภูมิของห้อง

จากการทดสอบกับอาคารจริงมีแนวโน้มว่า อุณหภูมิน้ำจะมีผลต่ออุณหภูมิภายในห้องมากกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก เพราะส่งผลให้ช่วงความต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุดในช่วงวันของห้องทดลองลดลงได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเวลากลางคืนจะมีอุณหภูมิห้องอยู่ต่ำกว่าสภาวะน่าสบาย

2.1.3 การเก็บข้อมูลดินเพื่อหาความสามารถสร้างเสริมสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ (ธนิต จินดาวณิก. 2527)

ธนิต จินดาวณิก ได้ทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิดินจากสถานที่ 3 แห่งซึ่งจากการเก็บข้อมูลพบว่า ดินมีความสามารถสร้างเสริมสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ (Thermal Comfort) ภายในอาคารและบริเวณที่อยู่อาศัย ได้ผลข้อมูลดังนี้

1) ศูนย์วัฒนธรรมแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เก็บข้อมูลในเดือนตุลาคม พ.ศ.2535 โดยมีอุณหภูมิดินที่ความลึก 6 นิ้ว อยู่ในช่วง $25.5^{\circ}\text{C} - 26.5^{\circ}\text{C}$ ซึ่งมีความเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0.6°C ในขณะที่อุณหภูมิอากาศมีความเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 4.7°C ในขณะทำการวัดมีอุณหภูมิสูงสุด 29.2°C

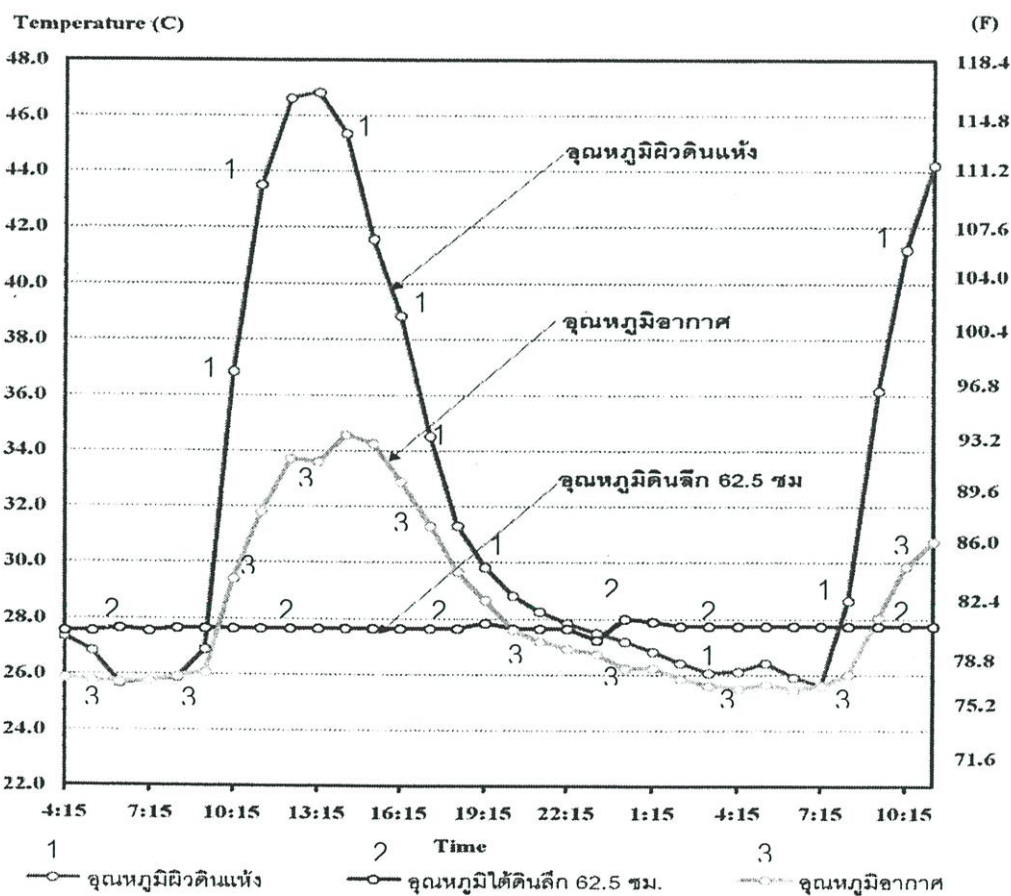
2) บ้านพักอาศัยของรศ.สุสดี ทิพทัส เก็บข้อมูลในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2535 โดยมีอุณหภูมิดินที่ความลึก 6 นิ้ว อยู่ในช่วง $24.23^{\circ}\text{C} - 24.66^{\circ}\text{C}$ ซึ่งมีความเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0.43°C ในขณะอุณหภูมิอากาศมีความเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 9.75°C ในขณะทำการวัดมีอุณหภูมิสูงสุด 32.7°C

3) บ้านพักอาศัยของคุณมนลินี จินดาวณิก เก็บข้อมูลในเดือนมกราคม พ.ศ.2536 โดยมีอุณหภูมิดินที่ความลึก 6 นิ้ว อยู่ในช่วง $26.0^{\circ}\text{C} - 26.6^{\circ}\text{C}$ ซึ่งมีความเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0.6°C ในขณะอุณหภูมิอากาศมีความเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 9.71°C ในขณะทำการวัดมีอุณหภูมิสูงสุด 32.7°C

จากกรณีดังกล่าวจะเห็นได้ว่า อุณหภูมิดินนั้นค่อนข้างที่จะคงที่และมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกโดยเฉพาะช่วงเวลาที่ร้อนจัด

2.1.4 เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า (สุนทร บุญญาริการ. 2542)

ดร.สุนทร บุญญาริการ ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบอุณหภูมิดินกับอุณหภูมิอากาศ โดยที่ทำการบันทึกตั้งแต่วันที่ 2 มีนาคม พ.ศ. 2540 เวลา 04.15 น. ถึง วันที่ 3 มีนาคม พ.ศ. 2540 เวลา 10.30 น. โดยที่ทำการทดลองวัดอุณหภูมิเปรียบเทียบกันระหว่างอุณหภูมิที่ผิวดินแห้ง อุณหภูมิอากาศ และอุณหภูมิดินที่ความลึก 62.5 เซนติเมตร ได้ผลการทดลองดังนี้



รูปที่ 2.1 กราฟแสดงการวัดอุณหภูมิเปรียบเทียบกันระหว่างอุณหภูมิที่ผิวดินแห้ง อากาศ และดินที่ความลึก 62.5 เซนติเมตร

จากการทดลองพบว่าอุณหภูมิดินที่ความลึก 0.625 เมตร มีอุณหภูมิก่อนข้างจะคงที่ประมาณ 27 °C และในขณะที่อุณหภูมิผิวดินและอุณหภูมิอากาศจะมีอุณหภูมิสูงมากในช่วงเวลากลางวัน

2.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

2.2.1 สภาวะความสบาย (Comfort Zone)

โดยปกติร่างกายมนุษย์จะมีความรู้สึกตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม เช่น สภาพอากาศมีผลทำให้รู้สึกร้อน หนาว อบอ้าว หากอยู่ในที่คับแคบจะทำให้รู้สึกอึดอัด แสงจะทำให้รู้สึกแสบตา มีด หรือสภาพแวดล้อมทางเสียงอาจทำให้รู้สึกหงุดหงิด เป็นต้น แต่ถ้าหากสภาพแวดล้อมเหล่านี้อยู่ในช่วงที่มนุษย์รู้สึกพอดี มนุษย์จะเกิดความสบาย แต่ทั้งนี้ช่วงความสบายของมนุษย์อาจไม่เท่ากัน ซึ่งอาจเป็นเพราะความเคยชิน เชื้อชาติ ลักษณะการกินอาหาร อายุ เพศ หรือลักษณะการทำกิจกรรม ซึ่งจะสามารถพิจารณาความสบายที่เกิดขึ้นได้ดังนี้ ซึ่งสภาวะความสบายประกอบด้วย 3 องค์ประกอบด้วยกันคือ ความสบายทางด้านอุณหภูมิ ความสบายทางด้านการมองเห็น และความสบายทางด้านการได้ยิน

2.2.2 สภาวะความสบายทางด้านอุณหภูมิ (Thermal Comfort)

แม้ว่ามนุษย์เราทั่วไปจะมีชีวิตอยู่ได้ไม่ว่าสภาพอากาศจะเลวร้ายอย่างไรก็ตาม แต่ร่างกายจะรู้สึกสบายที่สุดเพียงช่วงในอุณหภูมิแคบๆ เท่านั้น B. Stein จึงให้นิยามไว้ว่า สภาวะสบายทางด้านอุณหภูมิ (Thermal Comfort) หมายถึง การที่ตัวเราไม่รู้สึกอยู่ในสภาวะที่ไม่น่าสบายหรือไม่รู้สึกตัวเองว่าเราได้สูญเสียความร้อนหรือได้รับความจากสภาพแวดล้อม

จากการศึกษาวิจัยของ P.O. Fanger ในเรื่องของตัวแปรต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อสภาวะสบายทางด้านอุณหภูมิ (Thermal Comfort) มีด้วยกัน 6 ตัวแปร ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มดังนี้คือ

1) ตัวแปรทางด้านบุคคล 2 ตัวแปร คือ อัตราการเผาผลาญอาหาร (Metabolism) และผลกระทบของเสื้อผ้า (Clothing Effect)

2) ตัวแปรด้านสภาพแวดล้อม 4 ตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ (Ambient Air Temperature) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) อุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบ (Mean Radiant Temperature) และความเร็วม (Wind Speed)

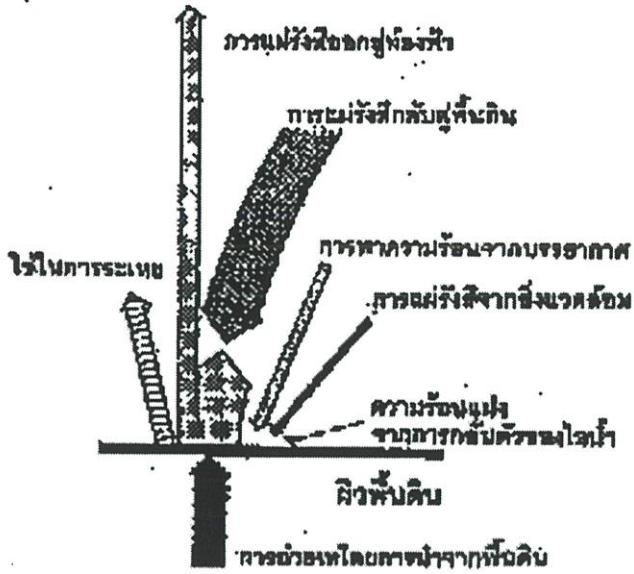
2.2.3 การแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchange) ที่เกิดขึ้นกับผิวโลก

ในเวลากลางวันรังสีดวงอาทิตย์นอกบรรยากาศโลก (Extraterrestrial Solar Radiation) ตกกระทบกับบรรยากาศของโลก ส่วนหนึ่งจะถูกสะท้อนกลับออกไปนอกบรรยากาศโลกโดยเมฆหมอก ส่วนที่เหลือจะเคลื่อนที่เข้ามาในบรรยากาศ ซึ่งบางส่วนจะถูกกระเจิง (Scatter) และดูดกลืน (Absorption) โดยโมเลกุลของอากาศ ไอน้ำ และฝุ่นละออง สำหรับส่วนที่มาถึงพื้นโลก ส่วนหนึ่งจะถูกผิวโลกสะท้อนกลับไป ส่วนที่เหลือก็จะถูกพื้นดินดูดกลืน ทำให้ผิวโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นและจะถ่ายเทความร้อนให้กับสิ่งแวดล้อมโดยการแผ่รังสี และมีบางส่วนถ่ายเทลงสู่พื้นดินโดยการนำ นอกจากนี้ความร้อนในบางส่วนยังใช้ในการระเหยน้ำที่พื้นผิวโลกด้วย ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การแลกเปลี่ยนความร้อนในเวลากลางวัน

ส่วนในเวลากลางคืน ความร้อนจากพื้นโลกจะถ่ายเทสู่ท้องฟ้าโดยการแผ่รังสี และการถ่ายเทความร้อนให้กับอากาศโดยการพาความร้อน ส่วนความร้อนจากใต้พื้นดินจะถ่ายเทขึ้นมายังผิวดินโดยการนำความร้อน ความร้อนบางส่วนจะถูกใช้ไปในการระเหยน้ำ ความร้อนที่สูญเสียไปนี้จะทำให้อุณหภูมิของพื้นผิวโลกลดลงเกิดการกลั่นตัวของไอน้ำในบรรยากาศเป็นน้ำค้าง ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การแลกเปลี่ยนความร้อนในเวลากลางวัน

2.2.4 การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร

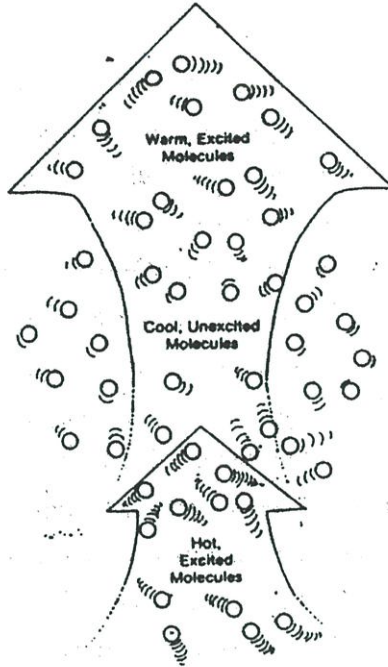
2.2.4.1 กระบวนการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร

เป็นการถ่ายเทพลังงานของสสารจากจุดที่มีพลังงานสูงกว่าไปยังจุดที่มีพลังงานต่ำกว่า กระบวนการถ่ายเทพลังงานความร้อนนี้เกิดขึ้นเมื่อมีความแตกต่างของอุณหภูมิ โดยการถ่ายเทจะเป็นไปจากจุดที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังบริเวณที่อุณหภูมิต่ำกว่าเสมอ ซึ่งกระบวนการนี้จะดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งอุณหภูมิของทั้ง 2 สสารเท่ากันหรืออยู่ในสถานะที่สมดุลย์ของอุณหภูมิ อัตราของการถ่ายเทความร้อนจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 3 ประการด้วยกันคือ ความแตกต่างของอุณหภูมิ พื้นที่ของผิวสัมผัส และความต้านทานความร้อนของสสารที่เป็นตัวกลางการถ่ายเทความร้อน ซึ่งจะเกิดขึ้นใน 3 ลักษณะดังนี้

1) การนำความร้อน (Conduction)

เป็นกระบวนการถ่ายเทความร้อนของสสารที่มีสถานะเป็นของแข็งเกิดขึ้นเนื่องจากการที่สสารทุกชนิดประกอบด้วยอนุภาคเล็กๆ ที่มีการเคลื่อนที่(สั่น)ตามสภาพอุณหภูมิของสสารนั้นๆ อนุภาคของสสารที่มีพลังงาน (อุณหภูมิ) สูงกว่าจะเคลื่อนที่มากกว่า การถ่ายเทความร้อนจะเกิดขึ้นเมื่อมีการกระทบกันของอนุภาคที่มีอุณหภูมิสูงกว่า กับอนุภาคที่มี

อุณหภูมิต่ำกว่าที่อยู่ใกล้เคียงกันและถ่ายเทพลังงาน(อุณหภูมิ)ของสสารก็จะเกิดขึ้นไปพร้อมกับกระบวนการนี้ ปริมาณการถ่ายเทพลังงานในรูปแบบนี้จะขึ้นอยู่กับความแตกต่างกันของอุณหภูมิและพื้นที่ผิวสัมผัส ดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงการถ่ายเทความร้อนด้วยการนำความร้อน

2) การพาความร้อน (Convection)

มักเป็นการถ่ายเทความร้อนที่พบมากในวัตถุหรือสสารที่มีสถานะภาพเป็นของไหล เช่น ของเหลว ก๊าซ หรืออากาศ จากการศึกษาพบว่าเมื่ออากาศได้รับความร้อนจะเปลี่ยนแปลงสภาพของตัวเองให้มีความหนาแน่นน้อยและมีน้ำหนักน้อยลง อากาศที่มีอุณหภูมิสูงกว่า ซึ่งมีความหนาแน่นและน้ำหนักมากกว่าจะเคลื่อนตัวสู่เบื้องล่างตามแรงโน้มถ่วงของโลก การเคลื่อนไหวในรูปของการแทนที่กันของอากาศนี้ก็คือลักษณะของการพาความร้อน อย่างไรก็ตามการเคลื่อนที่ของอากาศในลักษณะนี้อาจเกิดจากการมีแรงกระทำจากภายนอก เช่น การใช้พัดลมเป็นตัวให้อากาศเคลื่อนที่ได้ การพาความร้อนนี้นับว่าเป็นแนวทางสำคัญในการระบายความร้อนจากจุดที่ไม่ต้องการออกไปได้

3) การแผ่รังสีความร้อน (Radiation)

การแผ่รังสีความร้อนเป็นการถ่ายเทความร้อนในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ผ่านที่ว่างโดยไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการถ่ายเทความร้อน การแผ่รังสีความร้อนเกิด

จากการที่อนุภาคที่ผิวหน้าของวัตถุต้นจะเกิดการคายความร้อนในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ความถี่ของคลื่นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของวัตถุที่ถ่ายความร้อนออกมา การถ่ายเทความร้อนจะเกิดขึ้นในลักษณะเดียวกันกับการนำความร้อนที่เกิดจากวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ถูกส่งออกมาจะกระทบกับผิวหน้าของอีกสสารหนึ่งและดูดซับพลังงานจากการแผ่รังสีนี้ จะเปลี่ยนพลังงานความร้อนที่มีผลต่อการเพิ่มอัตราการสั่นของโมเลกุลและทำให้ อุณหภูมิผิวนั้นสูงขึ้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการแผ่รังสีความร้อนของสสารหรือวัตถุใดๆ ขึ้นอยู่กับค่าการคายความร้อนโดยการแผ่รังสี (Emissivity) ของวัตถุและอุณหภูมิของผิววัตถุ เป็นสำคัญ

2.2.4.2 ความหมายของคำนิยามที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร

1) ค่าความจุความร้อน (Heat Capacity)

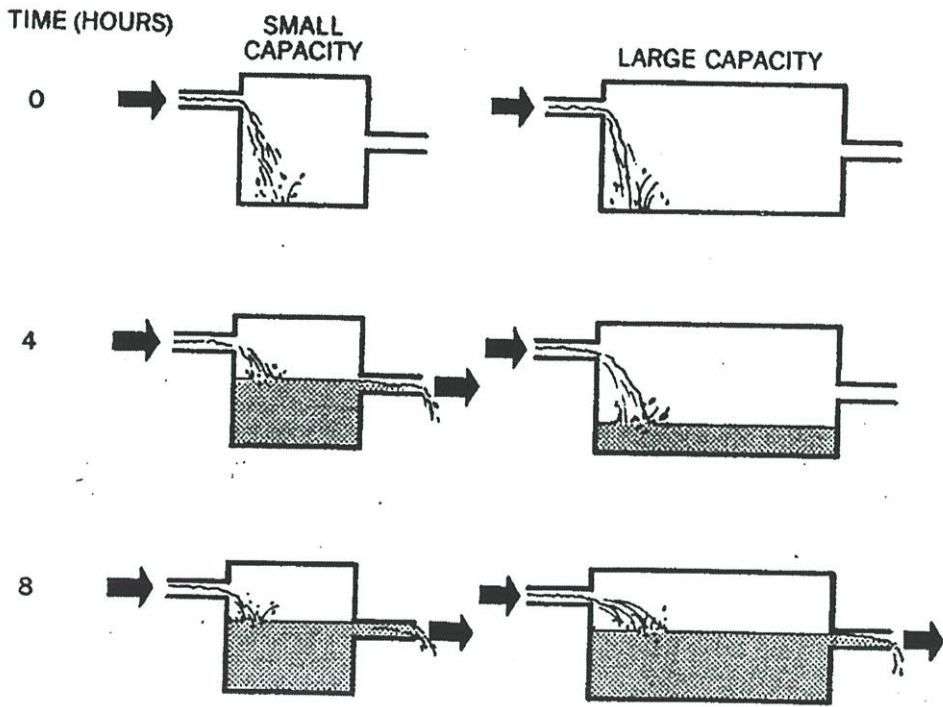
คือ ปริมาณความร้อนที่เพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้น 1°C แก่วัตถุที่หนัก 1 Kg คือ วัตถุที่มีค่าความจุความร้อนมากจะดูดและเก็บกักความร้อนไว้ได้มาก โดยทั่วไปแล้วค่าความจุความร้อนของวัตถุแต่ละชนิดไม่เท่ากัน เช่น ความจุความร้อนของน้ำที่ 15°C มีค่าเท่ากับ 4,185.8 จูล ในขณะที่อุณหภูมิความร้อนประมาณ 837.2 จูล ซึ่งมีค่าน้อยกว่าถึง 5 เท่า

2) ปริมาณความชื้นในเนื้อวัตถุ

คือ ปริมาณความชื้นในเนื้อวัตถุ จะมีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการนำความร้อนของวัตถุนั้นๆ เพราะการที่วัตถุมีความชื้น คือ การเพิ่มปริมาณน้ำในเนื้อวัตถุ และน้ำมีประสิทธิภาพในการนำความร้อนที่ค่อนข้างดี ก็อาจจะทำให้วัตถุที่เปียกน้ำมีค่าการนำความร้อนเพิ่มขึ้นด้วย

3) การหน่วงเวลา (Time Lag)

หมายถึง ระยะเวลาที่ความร้อนเคลื่อนที่จากด้านที่ร้อนกว่าไปยังด้านที่เย็นกว่าของผนัง กระบวนการเคลื่อนที่ของความร้อนดังกล่าวอาจเกิดขึ้นล่าช้าออกไป อันเป็นผลเนื่องมาจากอิทธิพลของมวลสารและความจุความร้อนของผนัง โดยทั่วไปสำหรับผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 4 นิ้ว ความล่าช้าดังกล่าวอาจจะนานถึง 4 ชั่วโมง นั่นหมายความว่าความร้อนที่เกิดขึ้นจากด้านหนึ่งของต้องใช้เวลานาน 4 ชั่วโมงกว่าจะเคลื่อนตัว ไปสู่อีกด้านหนึ่งของผนัง รูปที่ 2.5 แสดงการเปรียบเทียบการไหลของน้ำในวัตถุกับการหน่วงเวลาที่เกิดขึ้น



รูปที่ 2.5 แสดงการเปรียบเทียบการไหลของน้ำในวัตถุกับการหน่วงเวลาที่เกิดขึ้น

4) ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน

คือ ปริมาณความร้อนที่ผ่านทะลุต่อหน่วยพื้นที่ขององค์ประกอบอาคาร เช่น ผนัง หลังคา หรือพื้น เป็นต้น ภายใต้สภาวะความร้อนที่คงที่ ในหนึ่งหนึ่งหน่วยเวลาต่อหน่วยอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปของอากาศ ในแต่ละด้านขององค์ประกอบอาคาร ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร แทนค่าด้วย “U-value” มีหน่วยเป็น $W/m^2 \cdot ^\circ C$ ในการคำนวณหาค่า “U-value” ของรูปตัดอาคารองค์ประกอบอาคาร จะเป็นการรวมค่าการนำความร้อนตามสภาพความหนาแต่ละชั้นวัสดุ ที่ประกอบขึ้นเป็นรูปตัดองค์ประกอบอาคาร รวมทั้งสภาพตัวด้านการนำความร้อนของชั้นอากาศบางๆ ทั้ง 2 ด้าน หรือแม้กระทั่งชั้นอากาศที่อยู่ระหว่างชั้นวัสดุที่ประกอบขึ้นเป็นองค์ประกอบอาคาร ก็ต้องนำมาคำนวณร่วมด้วย

5) ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิการแผ่รังสี (Mean Radiant Temperature, MRT)

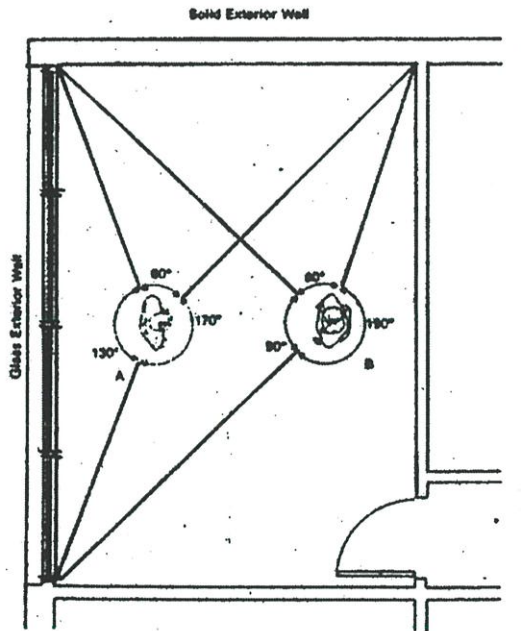
อุณหภูมิพื้นผิวสิ่งแวดล้อมรอบตัวเรา มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิร่างกาย โดยที่ปัจจัยส่วนหนึ่งที่ประกอบขึ้นเป็นสภาวะน่าสบายของมนุษย์ คือการแผ่รังสีความร้อนจากสิ่งแวดล้อมเหล่านี้ การคิดค่าการแผ่รังสีความร้อนของสิ่งแวดล้อมเหล่านี้คิดเป็นค่าเฉลี่ยของ

การแผ่รังสีจากแหล่งต่างๆ ในสภาวะแวดล้อม ซึ่งสูตรการคำนวณมีดังนี้ รูปที่ 2.6 แสดงการคำนวณค่าเฉลี่ยอุณหภูมิการแผ่รังสี

$$MRT = \sum T_{\theta} / 360 = (T_1\theta_1 + T_2\theta_2 + \dots + T_n\theta_n) / 360 \quad (\text{สมการที่ 2.1})$$

โดยที่

- T = อุณหภูมิผิวของวัสดุ (Surface Temperature)
- θ = มุมที่เป็รับกับพื้นผิววัสดุ ณ จุดที่ทำการวัด
(Surface exposure angle to occupant in degrees)



รูปที่ 2.6 แสดงการคำนวณค่าเฉลี่ยอุณหภูมิการแผ่รังสี (Mean Radiant Temperature, MRT)

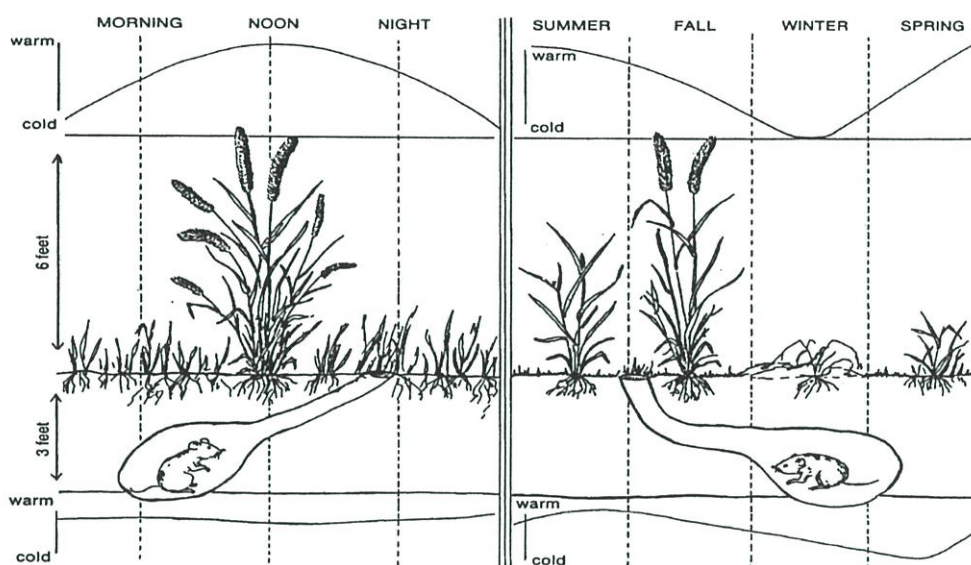
2.2.5 คุณสมบัติของดินทางด้านอุณหภูมิ

2.2.5.1 คุณสมบัติทางอุณหภูมิของดิน

1) แนวความคิดและหลักการของอาคารคลุมด้วยดิน ในแต่ละวันและอุณหภูมิประจำปีในการผันแปรระหว่างเหนือพื้นดินกับใต้พื้นดิน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ก. การเปรียบเทียบอุณหภูมิรายวัน

- อุณหภูมิบนดิน โดยทั่วไปจะมีอุณหภูมิที่ต่ำในตอนเช้าและเริ่มมีอุณหภูมิสูงขึ้นในช่วงกลางวันและจะเริ่มลดลงในตอนกลางคืน
- อุณหภูมิใต้พื้นดิน โดยทั่วไปใน 1 วัน อุณหภูมิใต้ผิวดินที่ความลึกตั้งแต่ 3 ฟุต จะมีอุณหภูมิที่ค่อนข้างคงที่ตลอดทั้งวัน



รูปที่ 2.7 แสดงแนวความคิดและหลักการของอาคารคลุมด้วยดิน ในแต่ละวันและอุณหภูมิประจำปี ในการผันแปรระหว่างเหนือพื้นดินกับใต้พื้นดิน

ข. การเปรียบเทียบอุณหภูมิตามฤดูกาล

- อุณหภูมิบนดิน จะพบว่าอุณหภูมิบนดินจะสูงมากในช่วงฤดูร้อน ลดลงในช่วงฤดูฝน และจะลดลงจนเย็นที่สุดในช่วงฤดูหนาว ก่อนที่จะเริ่มมีอุณหภูมิสูงขึ้นอีกในฤดูร้อน
- อุณหภูมิใต้พื้นดิน จะพบว่าอุณหภูมิจะอบอุ่นในฤดูร้อน ก่อๆลดลงในฤดูฝนถึงฤดูหนาว และจะกลับมอบอุ่นในฤดูร้อน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจะค่อนข้างคงที่มากกว่าอุณหภูมิบนดิน

2) อุณหภูมิธรรมชาติของดินแบ่งได้ 2 อย่างคือ อุณหภูมิจากการถ่ายเทอุณหภูมิบริเวณพื้นผิว และอุณหภูมิมงที่ของดินในความลึกที่ต่างๆกัน

3) ในบริเวณพื้นที่ที่มีความกว้างมากๆ และเป็นที่ดินผืนเดียวกันขนาดใหญ่ อุณหภูมิที่ความลึกของดินมีค่าเท่ากับค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิตลอดปี แต่ในพื้นที่ที่มีขนาดเล็กๆ อุณหภูมิใต้ผิวดินนั้นจะมีผลมาจาก

- ก. สีของดิน
- ข. ประสิทธิภาพการสะท้อนของดิน
- ค. สภาพของพื้นผิวดิน
- ง. ปริมาณความชื้นในดิน

2.2.5.2 รูปแบบประจำปีของอุณหภูมิที่ผิวดิน

ผลกระทบของอุณหภูมิมีสาเหตุมาจาก การดูดกลืนพลังงานความร้อน และอุณหภูมิโดยรอบช่วงของอุณหภูมิในระหว่างวัน ช่วงของอุณหภูมิในระหว่างวันนั้น โดยมากจะขึ้นอยู่กับ

- 1) ต้นไม้ที่ปกคลุมอยู่
- 2) ความชื้นของดิน
- 3) สีของดิน
- 4) คุณสมบัติของตัวดินเองคือ การนำความร้อน และค่าการจุความร้อนของดิน

ดินที่เปียกชื้นจะมีการนำความร้อน การส่งผ่านความร้อน และกระจายความร้อน ได้ดีกว่าดินที่แห้ง ดังนั้นดินที่มีการเปียกชื้นมากกว่าก็จะมีช่วงของอุณหภูมิที่ผิวดินในระหว่างวันที่น้อยกว่า และมีการส่งความร้อนผ่านผิวดินได้เร็วกว่าในระหว่างวัน การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่ผิวในระหว่างวันจะหายไป โดยถ้ามีความลึกเข้ามาเกี่ยวข้อง ภายใตผิวดินที่มีความลึก 1 เมตร อุณหภูมิจะมีค่าคงที่หรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่า 1°C

2.2.5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างผิวน้ำของดินและช่วงของอากาศโดยรอบ

การหาข้อมูลของอุณหภูมิของผิวดินโดยเฉลี่ย หาได้จากค่าเฉลี่ยรายปี โดยจะใช้อุณหภูมิเฉลี่ยของเดือนที่ร้อนที่สุด กับเดือนที่มีความเย็นที่สุด มาคำนวณหาความลึกที่ต่างๆ ในบางกรณีใช้อุณหภูมิจากอากาศเฉลี่ยมาแทนที่อุณหภูมิผิวดิน โดยปราศจากการแก้ไข โดยที่ความสัมพันธ์นี้ยังขึ้นอยู่กับสภาพอากาศและชนิดของอาคาร ดังนี้

- 1) ในฤดูหนาวของภูมิภาคแบบทะเลทราย อุณหภูมิเฉลี่ยของผิวดินจะมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิของอากาศโดยเฉลี่ย โดยที่จะมีอุณหภูมิสูงกว่าเพียงเล็กน้อย เนื่องจากการแผ่รังสีความร้อนแบบคลื่นยาว และการถ่ายเทความร้อนจากใต้ดินมาสู่ผิวดิน ผลที่ได้คือ ช่วงของอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีของผิวดินจะมีช่วงกว้าง ประมาณ 6°C

2) ในภูมิภาคแบบร้อนชื้น บริเวณพื้นดินที่มีความชุ่มชื้นและถูกปกคลุมไปด้วยพืช อุณหภูมิของดินโดยเฉลี่ยจะมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิของอากาศโดยเฉลี่ยหลายๆเดือนของปี ในภูมิภาคเช่นนี้รูปแบบของอุณหภูมิอากาศโดยเฉลี่ยมีค่าประมาณใกล้เคียงกับอุณหภูมิของผิวดิน

3) อุณหภูมิของดินในเกือบจะทุกกรณีที่มีความลึก 30 เซนติเมตร ช่วงความแตกต่างของอุณหภูมิเฉลี่ยของอุณหภูมิของดินในเวลากลางวันมีน้อย ประมาณ 2°C ส่วนที่มีความลึกประมาณ 60 เซนติเมตร จะมีช่วงของอุณหภูมิที่แทบจะนิ่งมาก และที่ๆมีความลึกมากกว่า 60 เซนติเมตร จะใช้อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปีเพื่อประมาณอุณหภูมิที่ได้ดินได้

2.2.6 การนำคุณสมบัติทางด้านอุณหภูมิของดินในการลดความร้อนมาใช้กับอาคาร (Earth Cooling for Building)

การนำคุณสมบัติทางด้านอุณหภูมิของดินในการลดความร้อนมาใช้กับอาคาร โดยที่ในฤดูร้อนอุณหภูมิของดินที่ความลึกเพียงเล็กน้อย จะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าอากาศโดยรอบ โดยเฉพาะในเวลากลางวัน ซึ่งประกอบด้วยหลักการ 2 ประการด้วยกันคือ

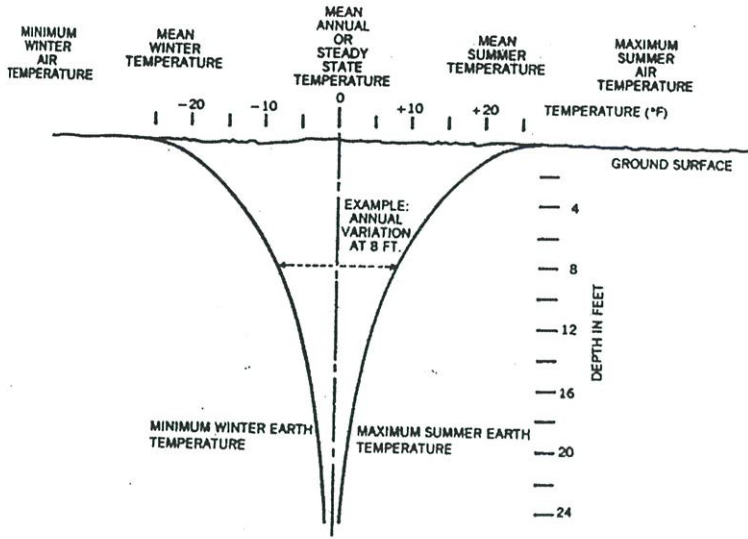
1) คุณสมบัติทางการลดความร้อนที่บริเวณผิวดิน (Surface Cooling) เนื่องจากบริเวณผิวดินนั้นมีอุณหภูมิต่ำ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในบริเวณใต้ดินนั้น ย่อมมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิปกติด้วย

2) คุณสมบัติทางการลดความร้อนโดยตรง (Direct Cooling) เนื่องจากอุณหภูมิจากใต้ดินมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิบริเวณผิวดิน นั้นแสดงให้เห็นว่าดินมีคุณสมบัติในการลดอุณหภูมิ สามารถนำมาใช้กับอาคารได้โดยตรงนั่นเอง

2.2.6.1 คุณสมบัติทางด้านอุณหภูมิของดินในการลดความร้อน (Earth cooling)

การใช้เทคนิคนี้จะเป็นการนำคุณสมบัติทางธรรมชาติทางด้านอุณหภูมิของดินมาใช้ ซึ่งแสดงในรูปที่ 2.8 พิจารณาจากเส้นอุณหภูมิสูงสุดของดินในฤดูร้อน (Maximum Summer Earth Temperature) ซึ่งอยู่ทางขวาของเส้นค่าเฉลี่ยอุณหภูมิตลอดปี (Mean Annual) และพิจารณาจากเส้นอุณหภูมิต่ำสุดของดินในฤดูหนาว (Minimum Winter Earth Temperature) ซึ่งอยู่ทางซ้ายของเส้นค่าเฉลี่ยอุณหภูมิตลอดปี พบว่า อุณหภูมิที่บริเวณผิวดินมีค่าเบี่ยงเบนไปจากเส้นค่าเฉลี่ยอุณหภูมิตลอดปีก่อนข้างมาก นั้นแสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิที่บริเวณผิวดินจะแปรเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิของอากาศ แต่ในขณะที่ดินมีความลึกมากขึ้นเรื่อยๆ อุณหภูมิกลับมีค่าลู่เข้าใกล้เส้น

ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายปี ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ที่ระดับความลึกของดินที่มากขึ้นเรื่อยๆ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอากาศจะส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของดินน้อยลงเรื่อยๆเช่นกัน



รูปที่ 2.8 แสดงให้เห็นถึงความผันแปรของอุณหภูมิของดิน เทียบกับอุณหภูมิเฉลี่ย ในรอบระยะเวลา 1 ปี และความลึกของดิน

จากคุณสมบัติดังที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่าคุณสมบัติทางด้านอุณหภูมิของดินในการลดความร้อน สามารถใช้เป็นตัวเก็บกักความร้อน สำหรับในฤดูหนาวได้ ยกเว้นเสียแต่ว่าความแตกต่างของอุณหภูมิกายในและภายนอกอาคารมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก วิธีนี้อาจไม่ส่งผลให้เกิดประโยชน์ได้

2.2.6.2 ทางเลือกของการใช้ประโยชน์จากการนำคุณสมบัติทางด้านอุณหภูมิของดินในการลดความร้อนมาใช้กับอาคาร

ในการใช้ประโยชน์จากการนำคุณสมบัติทางด้านอุณหภูมิของดินในการลดความร้อนเพื่อนำมาลดอุณหภูมิให้กับอาคารนั้น มีหลายทางเลือกด้วยกัน ซึ่งในแต่ละทางเลือกจะเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างอาคารกับคุณสมบัติทางด้านอุณหภูมิของดินในการลดความร้อน ประกอบด้วยทางเลือกดังต่อไปนี้ ดังแสดงในรูปที่ 2.9

- 1) ทางเลือกที่ 1 การนำดินมาถมคลุมหลังคาและทำเนินดินที่ผนัง และการกำบังเงาให้กับดินที่อยู่เหนือหลังคาสามารถทำได้โดยใช้วิธีการตั้งร้านไม้เลื้อย ใช้หญ้า ใบไม้คลุม หรือการปลูกด้วยกรวด
- 2) ทางเลือกที่ 2 การใช้ดินเป็นผนังโดยการฝังดิน ยกเว้นประตูหน้าต่าง ในขณะที่ หลังคามีการทำฉนวนป้องกันและไม่มีดินปกคลุม
- 3) ทางเลือกที่ 3 อาคารจะอยู่บนดินและผนังมีฉนวนป้องกันสัมผัสโดยตรงกับสิ่งแวดล้อมภายนอก หลังคาไม่มีฉนวนป้องกันและคลุมด้วยชั้นดิน ซึ่งจะเกิดความชื้นและปกคลุมด้วยชั้นของหญ้าที่ถูกบังแดดด้วยร้านไม้เลื้อย
- 4) ทางเลือกที่ 4 ดินที่อยู่ใต้อาคารโดยจะมีอุณหภูมิต่ำกว่า อุณหภูมิอากาศภายในห้อง ดังนั้นให้มีพื้นที่ทำด้วยคอนกรีตหล่อทับพื้นแนบติดกับดิน เพื่อที่จะทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนระหว่างพื้นคอนกรีตและดิน มีผลทำให้พื้นคอนกรีตมีอุณหภูมิลดลง
- 5) ทางเลือกที่ 5 การทำให้ที่ดินที่อยู่ห่างจากอาคารชั้นเกิดความเย็น เช่น จะอยู่ใต้ร่มไม้หรือร้านไม้เลื้อยในสวนที่อยู่ใกล้กับอาคาร และการใช้ประโยชน์จากกันสาด (Canopy) ที่ไว้พืชต้นไม้ไว้บังแดดให้กับอาคารบางส่วนที่ติดกัน

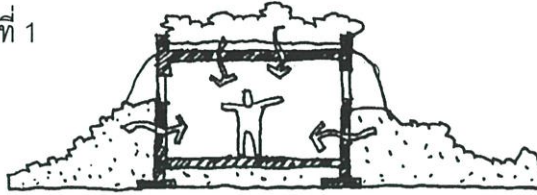
2.2.6.3 การนำดินมาลดความร้อนให้กับอาคารโดยตรง

การที่จะทำให้ประสบความสำเร็จในการนำดินมาลดความร้อนให้กับอาคารนั้น พื้น ผนังและหลังคาของอาคารจะต้องติดสัมผัสกับดินโดยตรง โดยไม่มีฉนวนป้องกันใดๆ เพราะพื้น ผนังและหลังคาเป็นตัวนำโดยตรงเมื่อสัมผัสกับดินที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ดังนั้นอุณหภูมิที่ผิวภายในของพื้น ผนัง และหลังคาของอาคารด้านนอกที่สัมผัสกับดินจะมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิดินที่สัมผัส ในการใช้เทคนิคนี้นั้นจะใช้ได้กับภูมิอากาศที่ไม่มีฤดูหนาวที่รุนแรง เมื่ออุณหภูมิต่ำสุดไม่ต่ำกว่า 5°C แต่จะเหมาะสมกว่าในภูมิอากาศที่ร้อนหรืออบอุ่นตลอดปี คือมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดของของฤดูหนาวเกิน 10°C

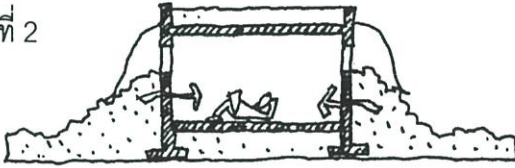
ในกรณีถ้าได้ทำการฝังอาคารอยู่ใต้ดิน เพื่อให้พื้นผิวขององค์ประกอบอาคารสัมผัสโดยตรงกับดิน โดยที่ไม่มีฉนวนกั้นอยู่เลยนั้น เนื่องจากดินมีสภาพเป็นฉนวนป้องกันความเย็นจึงเหมาะสำหรับสภาพภูมิอากาศที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีต่ำกว่า 60°F ซึ่งมีอากาศที่ค่อนข้างหนาว แต่หากสภาพภูมิอากาศมีอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีสูงกว่า 60°F ก็สามารถทำได้เช่นกัน แต่จะอธิบายไปในทางที่เกี่ยวข้องกับการทำให้ดินเย็น หากต้องการเปิดช่องเปิดสำหรับแสงและการ

ระบายอากาศ ดังนั้นการถมดินที่ผนังอาคาร (Earth Berms) เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 2.10 แสดงให้เห็นถึงเส้นทางการไหลของความร้อนผ่านทางพื้นและผนังคอนกรีต กับความลาดมากที่สุดสำหรับการถมดินที่ผนังอาคาร ควรจะปลูกต้นไม้เป็นพุ่มที่บริเวณผิวหน้าของดินที่นำมาถมกำแพง เพื่อเป็นฉนวนป้องกันรังสีความร้อนที่มาถูกดิน อย่างไรก็ตามวิธีการที่จะทำให้ดินเย็นประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 2 ประการคือ การให้ร่มเงา และการระเหยของน้ำที่ดี

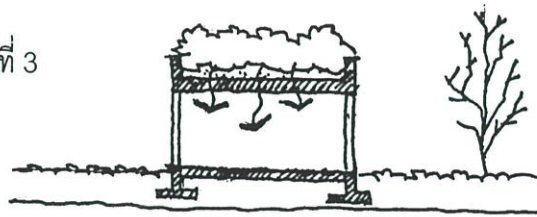
ทางเลือกที่ 1



ทางเลือกที่ 2



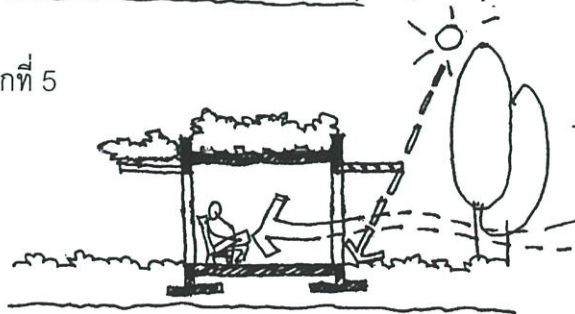
ทางเลือกที่ 3



ทางเลือกที่ 4



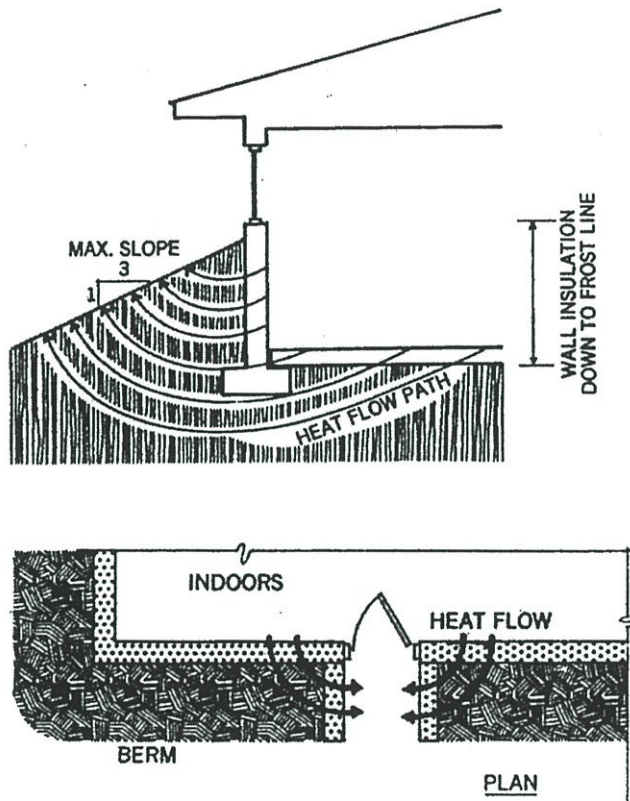
ทางเลือกที่ 5



รูปที่ 2.9 แสดงทางเลือกของการใช้ประโยชน์จากคุณสมบัติในการลดความร้อนของดินที่นำมาใช้ กับอาคาร

2.2.6.4 ข้อควรคำนึงในการออกแบบการนำคุณสมบัติทางด้านอุณหภูมิจงดินในการลดความร้อนสำหรับอาคาร

ในการออกแบบต้องคำนึงถึงแหล่งที่ตั้งที่มีลักษณะที่ต่างกันทางภูมิศาสตร์ เช่น เป็นที่ราบหรือเป็นทางลาด กับทิศทางที่แตกต่างกันนำมาทดสอบถึงการใช้พลังงานที่ได้ผลที่สุดและมีความเป็นไปได้ที่จะนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์



รูปที่ 2.10 แสดงเส้นทางการไหลผ่านของความร้อนไปสู่ดิน กับความลาดมากที่สุดสำหรับการถมดินที่ผนังอาคาร

2.2.7 การพิจารณาการสร้างอาคารคลุมด้วยดิน

ในการพิจารณาการสร้างอาคารคลุมดิน สามารถวิเคราะห์จากเงื่อนไขเหล่านี้

- 1) ความต้องการของผู้ใช้สอยอาคาร ซึ่งจะเป็นตัวที่กำหนดความต้องการ
- 2) วิเคราะห์สภาพภูมิอากาศระหว่างฤดูร้อนและฤดูหนาว
- 3) การวิเคราะห์สถานที่ตั้ง ในเรื่องความสำคัญที่อาคารจะต้องมีพื้นที่ใช้สอย
- 4) การตัดสินใจเลือกทางเข้าทางออกของผู้ใช้สอย และยานพาหนะ

5) โครงสร้างและปัญหาทางด้านเทคนิค

2.2.7.1 การวิเคราะห์ภูมิอากาศสำหรับอาคารที่มีผิวสัมผัสคลุมด้วยดิน

1) ในฤดูหนาว ปัญหาหลักคือความต้องการความร้อน และเป้าหมายในการออกแบบอาคารที่ปกคลุมด้วยดินคือจะต้องเพิ่มอุณหภูมิดิน โดครอบและใต้พื้นอาคารให้สูงกว่าอุณหภูมิธรรมชาติ

2) ในฤดูร้อน อุณหภูมิตามธรรมชาติของพื้นดินจะน้อยกว่าความเย็นที่ต้องการ ในฤดูร้อน ปัญหาหลักคือต้องการความเย็น และเป้าหมายที่จะทำให้อุณหภูมิใต้ดินต่ำกว่าอุณหภูมิธรรมชาติ

2.2.7.2 การพิจารณาการวางอาคาร

เป็นการพิจารณาถึงการวางอาคารที่คลุมด้วยดิน ซึ่งเกี่ยวกับการหันช่องเปิดของประตูและหน้าต่าง การวางอาคารควรเลือกพิจารณาถึงการประหยัดพลังงาน อย่างไรก็ตาม ในหลายกรณีก็จะถูกบังคับด้วยสภาพภูมิประเทศ หรืออิทธิพลของมุมมอง และถ้าเป็นอาคารที่ถูกกำหนดด้วยช่องเปิดของประตู หน้าต่างและการระบายลมธรรมชาติ การใช้การคลุมดินบนหลังคา ก็จะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด

2.2.7.3 การพิจารณาระดับน้ำใต้ดิน

จำเป็นต้องมีการตรวจสอบระดับน้ำใต้ดิน เนื่องจากมีความเกี่ยวข้องกับ ความเหมาะสมในการสร้างอาคารคลุมด้วยดิน หากมีระดับน้ำใต้ดินมากต้องเสียค่าใช้จ่ายในการ ป้องกันการรั่วซึมสูง

2.2.7.4 การระบายอากาศและการควบคุมการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ

อาคารที่ถูกคลุมด้วยดินในเขตร้อนชื้นนั้น ในฤดูกาลที่มีความชื้นสูงคือ หน้าฝน เหตุที่เกิดการการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ เนื่องมาจากอุณหภูมิของผิวดินที่กำแพง พื้น และ เพดานนั้นมีความต่ำกว่าจุดควบแน่นของอุณหภูมิภายนอก ผลก็คืออากาศเย็นภายนอกจะมาปะทะกับ พื้นผิวที่เย็นกว่าก็จะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำทำให้เกิดความชื้น ซึ่งการแก้ปัญหาคือ ต้องมีการระบายลม ให้มาก โดยอาจจะใช้การระบายลมจากการท่อน้ำใต้ดิน และจะเป็นการลดความเสี่ยงในการกลั่นตัว เป็นหยดน้ำในอาคาร

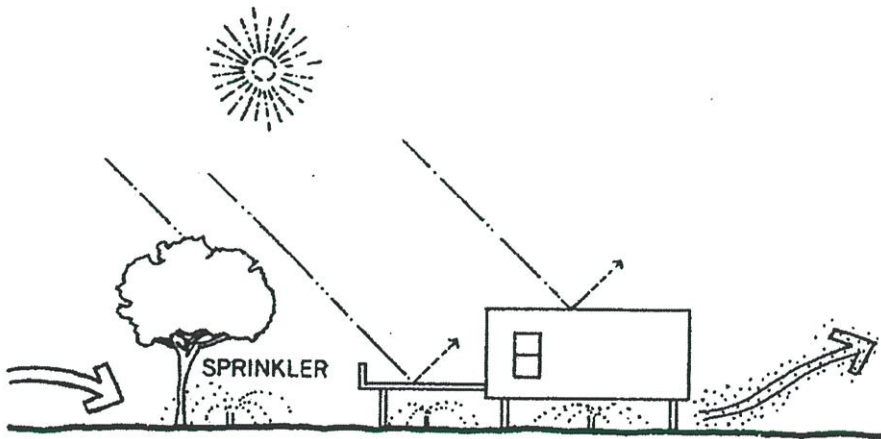
2.2.8 การทำให้ดินเย็น (Cooling The Earth)

2.2.8.1 การทำให้ดินเย็น (Cooling the Earth)

ในการทำให้ดินเย็น ประกอบด้วยหลัก 2 ประการ ประการแรกคือ การให้ร่มเงาแก่ผิวหน้าดินนั้น มีความเป็นไปได้ที่จะลดความร้อนสูงสุดที่จะเกิดขึ้นกับดิน ประการที่สองคือ การป้องกันการระเหยของผิวดิน สามารถทำให้ดินเย็นด้วยเช่นกัน หากทำการรวมทั้ง 2 วิธีนี้เข้าด้วยกันก็จะทำให้ลดอุณหภูมิที่ผิวดินได้ถึง 18°F

ในส่วนของการระเหยจากพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้นไม้และพุ่มไม้ ไม่อาจจะช่วยได้เต็มที่ถ้าเกิดการระเหยอยู่สูงกว่าระดับดินมากๆ การให้ร่มเงาจากต้นไม้ การยกพื้นสูง และการเปิดที่ว่างมีความเป็นไปได้ที่จะให้ร่มเงากับดิน จากการศึกษาการเคลื่อนที่ของอากาศพบว่า เป็นสาเหตุหนึ่งของการระเหยจากหน้าดินเช่นกัน สำหรับกรณีน้ำฝนไม่เพียงพอ ควรใช้การรดน้ำ (sprinkler) เพื่อช่วยในการเพิ่มความชื้นของดิน อย่างไรก็ตามการรดน้ำจะใช้ในเวลากลางคืนเท่านั้น เพราะในเวลากลางวันน้ำจะทำให้ดินอุ่นขึ้น

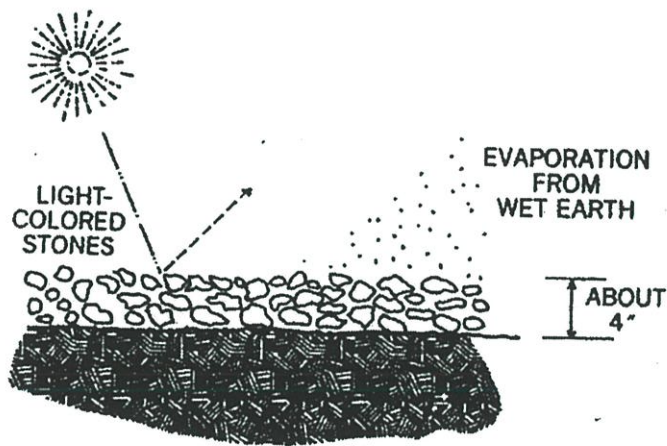
สำหรับสภาพภูมิอากาศแบบแห้ง จะใช้กรวดที่มีสีอ่อน หนาประมาณ 4 นิ้ว เป็นเงาสำหรับดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยในการลดการระเหยความชื้นออกไปจากดินได้ การอธิบายในเรื่องการทำให้ดินเย็น ดังแสดงรูปที่ 2.11 และ 2.12 ตามลำดับ



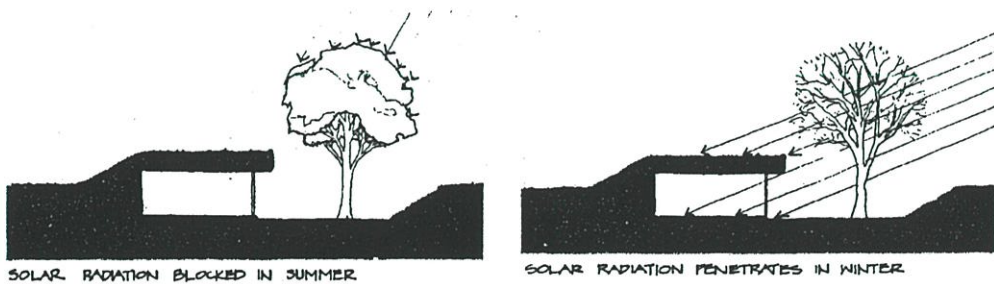
รูปที่ 2.11 แสดงการให้ร่มเงากับดินโดยการปลูกต้นไม้ และยกอาคารเพื่อให้ร่มเงากับดินและการรดน้ำ

2.2.8.2 การแผ่รังสีโดยใช้ดิน

ปริมาณการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์มีอิทธิพลกับดินมากที่สุดในฤดูร้อน และน้อยที่สุดในฤดูหนาว การดูดกลืนความร้อนของดินนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นผิว เช่น ชนิดของวัสดุหรือพืชที่ปกคลุมดิน สีของดิน เป็นต้น การปกคลุมผิวดินนั้นจะช่วยลดความร้อนที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ และช่วยลดความร้อนที่รับจากการเปลี่ยนแปลงที่เป็นรังสีคลื่นยาวที่บริเวณผิวดิน ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิต่ำลง ควรปกคลุมพื้นผิวดินในช่วงของหน้าร้อน และในขณะหน้าหนาวมีการเปิดเผยผิวดิน เช่น การปลูกไม้ที่มีการผลัดใบ เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.12 แสดงการเพิ่มความเย็นให้กับดินด้วยการปูทับหน้าด้วยกรวด



รูปที่ 2.13 แสดงการปกคลุมผิวดินด้วยการปลูกพืชผลัดใบ

2.2.8.3 การแลกเปลี่ยนความร้อนของดินกับอากาศโดยรอบด้วยการพา

ผิวดินที่มีการเปิดโล่งจะปลดปล่อยความร้อนโดยการพาความร้อนในช่วงฤดูหนาว ขณะที่อุณหภูมิของอากาศโดยเฉลี่ยต่ำกว่าอุณหภูมิที่ผิวดิน และผิวดินได้รับความร้อนจากการพาในช่วงฤดูร้อน เมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยในอากาศสูงกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยใต้ผิวดิน สัมประสิทธิ์การพา

ความร้อนขึ้นอยู่กับความเร็วลมเหนือพื้นผิวดิน ซึ่งจะเป็นปัจจัยในการที่จะปรับปรุงดิน จะต้องลดการพาความร้อนให้น้อยที่สุด โดยการปรับปรุงผิวดินโดยการจัดให้เกิดการระเหยของน้ำบริเวณผิวดินของดิน ซึ่งจะทำเป็นหน้าที่เสมือนตัวกลางป้องกันระหว่างผิวดินกับอุณหภูมิอากาศที่อยู่สูงกว่า เช่น ผิวดินที่ถมปกคลุมไปด้วยวัสดุคลุมดินที่เปียกชื้น ไม่ว่าจะเป็นเศษซั้ไม้ หรือกรวด การพาความร้อนระหว่างผิวดินกับอากาศจะลดลงจะทำให้อุณหภูมิใต้ดินต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศ

2.2.8.4 การสูญเสียความร้อนของดินด้วยวิธีการระเหย

การลดความร้อนโดยใช้วิธีการระเหยของน้ำจากผิวดินโดยใช้ความชื้นของดิน สัมประสิทธิ์ของการระเหยเกิดจาก ความแตกต่างกันระหว่างความชื้นในดินกับอากาศเหนือผิวดิน โดยที่สัมประสิทธิ์การระเหยจะขึ้นอยู่กับสัมประสิทธิ์การพาความร้อน ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ทั้ง 2 จะเพิ่มขึ้นหากความเร็วลมมีค่าเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการลดการพาความร้อน ก็จะไปลดการระเหยของความชื้นภายในดิน ซึ่งการระเหยจะช่วยลดความร้อนภายในดิน ภูมิอากาศแบบร้อนชื้นมักจะมีฝนตกด้วยในฤดูร้อน ซึ่งจะเกิดการระเหยอย่างรุนแรงเนื่องจากปริมาณการแผ่รังสีความร้อนมายังโลกมีสูง การปกคลุมผิวดินจะช่วยลดการระเหยที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วได้

2.2.8.5 ลดอุณหภูมิให้กับพื้นผิวดินในช่วงฤดูร้อน

ในภูมิภาคในเขตร้อนในช่วงหน้าร้อนนั้น การบังแดดให้กับดินเพียงอย่างเดียวอาจจะยังไม่เพียงพอสำหรับการที่จะใช้อุณหภูมิของดินช่วยในการลดอุณหภูมิ จึงจำเป็นจะต้องใช้วิธีการที่จะรักษาความเย็นของดินเพื่อที่จะทำให้อุณหภูมิลดลงดังนี้ ดังแสดงในรูปที่ 2.14

- 1) การให้ร่มเงากับดิน(การปกคลุมดิน) เช่นการปลูกพืชคลุมดิน
- 2) การใช้การระเหยของน้ำที่ผิวดินช่วยในการลดความร้อน
- 3) ลดการนำความร้อนออกจากอากาศโดยรอบที่ร้อนกว่า

2.2.8.6 การทำความเย็นให้ดินโดยการปลูกพืชคลุมดิน

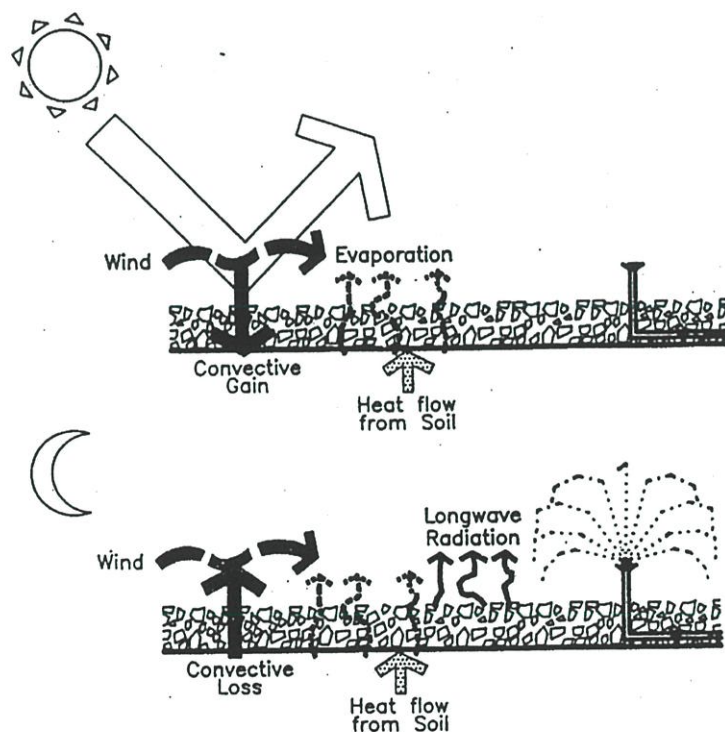
เมื่อพิจารณาการปกคลุมดินด้วยวัสดุคลุมเช่น เศษไม้ กรวด เป็นต้น อุณหภูมิความร้อนของดินก็จะถูกปรับเปลี่ยนได้หลายวิธีซึ่งประกอบด้วย การแผ่รังสี การแลกเปลี่ยนความร้อน โดยการพา และความเย็นในการระเหยของดิน

1) การแผ่รังสี

การแผ่รังสีความร้อนจะถูกป้องกันด้วยผิววัสดุปกคลุมซึ่งการนำความร้อนต่ำกว่าตัวของชั้นดินเองทำให้ความร้อนลงไปสู่ชั้นดินได้น้อย

ในฤดูร้อนเมื่อมีการรับความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์มากก็จะทำให้การแผ่รังสีเข้าสู่ผิวดินนั้นมีน้อยก็จะทำให้อุณหภูมิที่อยู่ในดินนั้นต่ำลงด้วย

ในฤดูหนาวชั้นปกคลุมก็จะช่วยลดการสูญเสียความร้อนที่ทำให้อุณหภูมิของดินนั้นไม่ต่ำจนเกินไป



รูปที่ 2.14 การลดอุณหภูมิให้กับพื้นผิวดินในช่วงฤดูร้อน

2) การแลกเปลี่ยนความร้อนโดยการพา

การใช้ชั้นปกคลุมจะช่วยลดการพาความร้อนระหว่างอุณหภูมิของอากาศกับอุณหภูมิของดิน ผิวปกคลุมที่มีความเปียกชื้นนั้นจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ การพาความร้อนในฤดูร้อนชั้นปกคลุมก็จะช่วยป้องกันความร้อนนั้นและช่วยลดอุณหภูมิความร้อนลงด้วย

3) ความเย็นในการระเหยของดิน

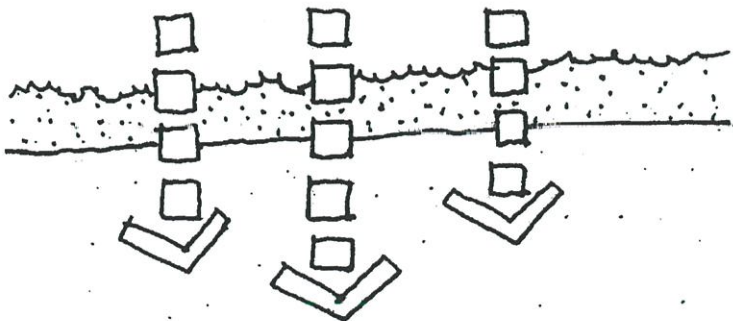
การระเหยจากดินที่มีความโล่งมากๆ มีมากกว่าดินที่ถูกปกคลุม อุณหภูมิและความเร็วลมที่สูงขึ้น เป็นผลทำให้เกิดการระเหยมาก ซึ่งจะทำให้สัมประสิทธิ์การระเหยเพิ่มขึ้น การระเหยที่สูงมากๆ สามารถช่วยลดความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่กระทบพื้นดินได้ดี แต่อย่างไรก็ตามการระเหยจากดินที่ถูกปกคลุมจะสามารถลดอุณหภูมิได้มากกว่าดินโล่งที่มีการระเหยสูงกว่า

2.2.8.7 การเก็บความเย็นใต้ผิวดินในช่วงหนาวเย็นสำหรับประโยชน์ในฤดูร้อน

ความแตกต่างของทางเลือกในการออกแบบสำหรับการเก็บความเย็นในฤดูหนาวในดิน และการใช้ประโยชน์จากดินที่เย็นในระหว่างฤดูร้อนคือ แหล่งความเย็นที่ถูกแนะนำโดย Givoni ในปี ค.ศ.1979 ซึ่งทางเลือกในการออกแบบที่แตกต่างสามารถพิจารณาการเก็บความเย็นในชั้นใต้ดินซึ่งมีองค์ประกอบพื้นฐาน 4 ข้อ

1) การเพิ่มความเย็นของชั้นดินที่ลึก

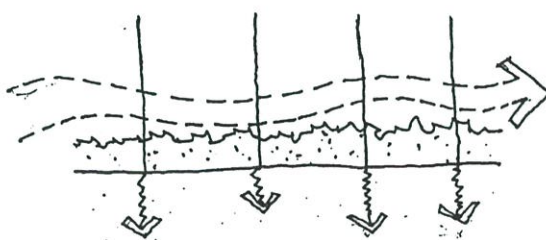
ค่าความเย็นของชั้นดินที่มีความลึกสามารถถูกทำให้เพิ่มขึ้นอย่างมากถ้าจะให้ความเย็นด้วยการพาโดยการซึมผ่านของปริมาณน้ำเย็นที่มาจากผิวดิน ซึ่งเวลาที่เหมาะคือในเวลากลางคืนเนื่องจากอากาศกลางคืนนั้นมีอุณหภูมิที่เย็นจะทำให้ น้ำที่ผิวดินนั้นเย็นไปด้วย ดังแสดงในรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 แสดงการเพิ่มความเย็นของชั้นดินที่ลึก

2) การลดค่าความร้อนในฤดูร้อน

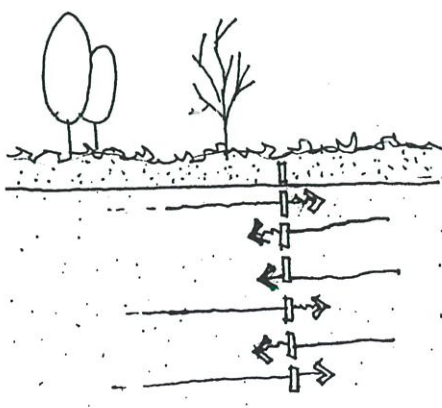
ดินที่อยู่ด้านบนจะมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิที่พื้นผิวที่สูงกว่าอากาศภายนอกในช่วงฤดูร้อน แม้ว่าจะถูกบังแดด ค่าอุณหภูมิจะประมาณเท่ากับค่าเฉลี่ยของอากาศ อุณหภูมิที่ต่ำกว่าในชั้นดินที่ลึกจะเพิ่มการนำและการพาความร้อนที่สูงกว่าไปยังค่าที่ต่ำกว่า ซึ่งจะเป็นการลดประสิทธิภาพอย่างมากในการได้รับการเก็บความเย็นในช่วงฤดูหนาว ดังนั้นควรเพิ่มฉนวนของพื้นที่เหนือดินที่เย็น และเพื่อการลดความร้อนนั้น การจัดการลดปริมาณการพัดพาความร้อนที่ดีที่สุดคือการปลูกพืชคลุมดิน ดังแสดงในรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 แสดงการลดค่าความร้อนในฤดูร้อน

3) การลดถ่ายเทความร้อนจากพื้นดินที่อุ่นกว่าโดยรอบ

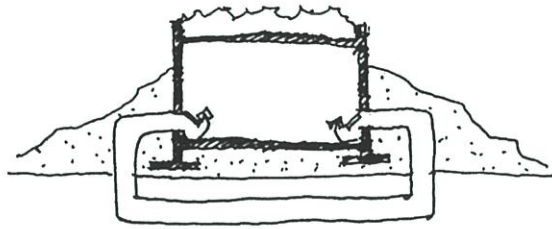
ในขณะที่เกิดการถ่ายเทความร้อนจากผิวดินที่ร้อนมายังดินที่เย็นกว่าเป็นการยากที่จะป้องกันการส่งผ่านความร้อนของดินที่เย็นกับพื้นดินที่อุ่นกว่า ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีฉนวนในทางตั้งเพื่อป้องกันการส่งผ่านความร้อนนี้ ในทางปฏิบัติจะทำได้ความลึก 2 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 แสดงการลดถ่ายเทความร้อนจากพื้นดินที่อุ่นกว่าโดยรอบ

4) การใช้ประโยชน์จากดินที่เย็นก่อนเป็นแหล่งความเย็นของอาคาร

โดยที่อากาศหรือท่อน้ำที่อยู่ในดินความเย็นสามารถส่งไปยังห้องที่ต้องการเพียงเวลาที่ต้องการ ในขณะที่อาคารยังเป็นฉนวนป้องกันความเย็นจากดินอยู่ ดังแสดงในรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 แสดงการใช้ประโยชน์จากดินที่เย็น ก่อนเป็นแหล่งความเย็นของอาคาร

2.3 สรุป

จากการรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำให้ทราบถึงตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่ออุณหภูมิของดิน ซึ่งได้แก่ ความลึก ประเภท และลักษณะของดิน เป็นต้น ทำให้ทราบถึงความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างวัสดุที่ใช้ปกคลุมดินต่างชนิดกัน นอกจากนี้ ทิศทางของอาคารก็มีผลต่ออุณหภูมิที่เกิดขึ้นเช่นกัน

ในด้านวิธีการทดลอง ทำให้ทราบถึงขั้นตอนหลักๆ ในการทดลองที่เกี่ยวข้องกับการลดอุณหภูมิของอาคาร เพื่อที่จะนำมาเป็นแนวทางในการพิจารณาออกแบบวิธีการทดลองสำหรับงานวิจัยนี้ต่อไป

นอกจากนี้ยังทำให้ทราบถึงปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการทำการวิจัยที่ผ่านมา เพื่อที่จะนำมาปรับปรุงสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ต่อไป

สำหรับเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ ได้ทำการรวบรวมทฤษฎี คำนิยามต่างๆ ที่จะนำมาใช้ประกอบกับการตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การทดลอง การวิเคราะห์ และการสรุปผลการทดลอง ซึ่งทฤษฎีและคำนิยามต่างๆ ประกอบด้วย

- 1) สภาวะความสบาย (Comfort Zone)
- 2) กระบวนการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร ประกอบด้วย การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน
- 3) ความหมายของค่าต่างๆ ได้แก่ ค่าความจุความร้อน ปริมาณความชื้นในเนื้อวัสดุ การหน่วงเวลา ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิการแผ่รังสี
- 4) หลักการนำคุณสมบัติทางด้านอุณหภูมิจากดินในการลดความร้อนมาใช้กับอาคาร (Earth Cooling for Building) ประกอบด้วย
 - คุณสมบัติทางด้านอุณหภูมิจากดินในการลดความร้อน
 - ทางเลือกของการใช้ประโยชน์จากการนำคุณสมบัติทางด้านอุณหภูมิจากดินในการลดความร้อนมาใช้กับอาคาร
 - การนำดินมาลดความร้อนให้กับอาคารโดยตรง
 - ข้อควรคำนึงในการออกแบบการนำคุณสมบัติทางด้านอุณหภูมิจากดินในการลดความร้อนสำหรับอาคาร
- 5) หลักการพิจารณาการสร้างอาคารคลุมด้วยดิน ในการพิจารณาการสร้างอาคารคลุมดินสามารถวิเคราะห์จากเงื่อนไขเหล่านี้
 - ความต้องการของผู้ใช้สอยอาคาร ซึ่งจะเป็นตัวที่กำหนดความต้องการ
 - วิเคราะห์สภาพภูมิอากาศระหว่างฤดูร้อนและฤดูหนาว
 - การวิเคราะห์สถานที่ตั้งถึงเรื่องความสำคัญที่อาคารจะต้องมีพื้นที่ใช้ในการออกแบบ
 - การตัดสินใจเลือกทางเข้าทางออกของผู้ใช้สอย และยานพาหนะ
 - โครงสร้างและปัญหาทางด้านเทคนิค
- 6) หลักในการทำให้ดินเย็น ประกอบด้วย
 - การทำให้ดินเย็น
 - การแผ่รังสีโดยใช้ดิน
 - การแลกเปลี่ยนความร้อนของดินกับอากาศโดยรอบด้วยการพา
 - การลดอุณหภูมิให้กับพื้นผิวดินในช่วงฤดูร้อน
 - การทำความเย็นให้ดินโดยการปลูกพืชคลุมดิน
 - การเก็บความเย็นใต้ผิวดินในช่วงหนาวเย็น สำหรับประโยชน์ในช่วงฤดูร้อน

ซึ่งทฤษฎี และคำนิยามต่างๆที่กล่าวมาแล้วข้างต้นนั้น จะนำไปประกอบการวิจัยในบทที่ 3 การดำเนินการทดลองและผลการทดลอง บทที่ 4 การวิเคราะห์ผลการทดลอง และบทที่ 5 สรุปผลการวิจัย ต่อไป

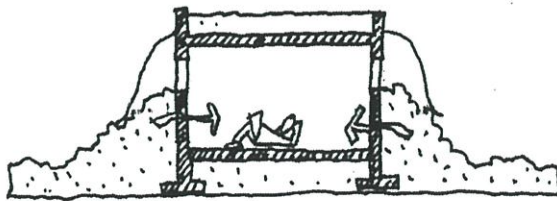
บทที่ 3

การดำเนินการและผลการวิจัย

ในบทนี้เป็นการนำเสนอวิธีการดำเนินการวิจัย พร้อมด้วยผลการวิจัยในแต่ละการทดลอง โดยใช้ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อที่ทำการหาแนวทางการศึกษา เพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์ เนื้อหาในบทนี้จะประกอบด้วย สมมติฐานที่ใช้ในการวิจัย การดำเนินการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 สมมุติฐานการวิจัย

การนำความเย็นจากดินมาลดอุณหภูมิให้กับอาคาร โดยทางผิวสัมผัสกับผนังอาคาร จะเป็นการสร้างส่วนประกอบภายนอกอาคารซึ่งจะมีผลต่อสภาวะน่าสบายภายในอาคาร นั้นมีแนวความคิดเพื่อนำเอาคุณสมบัติทางธรรมชาติของดินมาลดความแตกต่าง ระหว่างอุณหภูมิภายนอกและอุณหภูมิภายใน โดยหลักแล้วการนำดินขึ้นมาสัมผัสผิวผนังอาคาร ดินจะทำหน้าที่เป็นฉนวน (Insulation) ป้องกันไม่ให้ผนังภายนอกอาคารถูกกับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง ประกอบกับในดินจะมีความชื้น ทำให้ดินมีคุณสมบัติเป็นก้อนเก็บอุณหภูมิ (Thermal Mass) ถ้าดินมีความชื้นที่พอเหมาะ (Humidity) ก็จะทำให้ความเย็นที่เกิดขึ้นภายในดินที่มาสัมผัสกับผิวผนังอาคาร ก็จะทำให้ผนังอาคารนั้นมีอุณหภูมิต่ำลงใกล้เคียงอุณหภูมิของดิน โดยที่ดินแต่ละประเภทก็จะมีค่าความชื้นภายในดินที่แตกต่างกัน รวมถึงการปลูกพืชคลุมดินเพื่อรักษาความชื้นภายในดินก็จะมีผลทำให้ความเย็นที่เกิดขึ้นภายในดินมีมากขึ้นด้วย ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงการนำดินมาสัมผัสผิวผนังอาคารที่เป็นรูปแบบที่ใช้ในงานวิจัยนี้

โดยที่ดินมีคุณสมบัติทางธรรมชาติทางด้านอุณหภูมิคือถ้าดินมีความลึกที่เหมาะสมจะมีอุณหภูมิที่คงที่ อุณหภูมิไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนักใน หนึ่งวัน ซึ่งจะต่างกับอุณหภูมิของอากาศคือภายในหนึ่งวันนั้นอุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงขึ้นลงอยู่ตลอดเวลา การนำเอาคุณสมบัติของดินมาทำ

ความเย็นให้กับอาคารนั้นต้องการให้ผนังของอาคารนั้นมีอุณหภูมิที่ต่ำใกล้เคียงกับอุณหภูมิของดิน เพื่อที่ผนังจะได้เกิดแผ่รังสีออกมาทำให้ผู้ที่อยู่อาศัยภายในอาคารเกิดความสบาย ซึ่งจะเป็นการเพิ่มสถานะน่าสบาย การนำดินมาลดอุณหภูมิกับอาคารเป็นการนำเอาคุณสมบัติของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติเข้ามาช่วยให้อาคารเกิดสถานะน่าสบาย และเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยลดการใช้พลังงานในการลดอุณหภูมิให้กับอาคาร โดยที่งานวิจัยมีสมมติฐานดังต่อไปนี้

- 1) ห้องที่มีดินถมผนังจะมีอุณหภูมิภายในห้องต่ำกว่าห้องที่ไม่มีดินถมผนัง
- 2) อาคารที่มีดินต่างความหนาแน่นถมผนังอาคารจะทำให้อุณหภูมิภายในไม่เท่ากัน โดยที่อุณหภูมิจะแปรผันตามความหนาของดิน
- 3) อาคารที่ดินถมผนังเท่ากันปลูกพืชต่างชนิดกันจะทำให้อุณหภูมิที่เกิดขึ้นไม่เท่ากัน
- 4) การรดน้ำให้กับดินในเวลาที่ต่างกันจะทำให้อุณหภูมิที่เกิดภายในห้องที่มีการถมดินต่างกัน
- 5) การถมดินที่ผนังต่างวัสดุกันทำให้อุณหภูมิที่เข้ามาในหุนจำลองต่างกัน
- 6) ผนังที่มีระบบกันซึมและไม่มีระบบกันซึมถมดินมีผลทำให้อุณหภูมิภายในห้องต่างกัน
- 7) ดินที่นำมาถมผนังต่างทิศทางกันทำให้อุณหภูมิภายในห้องต่างกัน

3.2 การดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง ของการศึกษาการคายความร้อนของอาคารบ้านพักอาศัยออกไปสู่ดินเพื่อการประหยัดพลังงาน นี้จะทำการทดลองโดยทำการสร้างหุนจำลองขึ้นมาเพื่อ ขณะที่ทำการทดลอง นั้นจะได้มีการป้องกันตัวแปรตามที่ต้องการได้ ซึ่งถ้าในสถานที่จริงจะหาสถานที่ที่มีตัวแปรที่จะศึกษาตามที่ต้องการได้ครบถ้วนนั้นค่อนข้างยาก โดยการดำเนินการวิจัยจะแบ่งขั้นตอนในส่วนของการดำเนินการออกเป็น 2 ส่วนคือ 1) ขั้นตอนการเตรียมการวิจัย และ 2) ขั้นตอนการวิจัย

3.2.1 ขั้นตอนการเตรียมการวิจัย

3.2.1.1 การศึกษาตัวแปร

การศึกษาตัวแปรจะแบ่งออกเป็น 2 หัวข้อคือ

- 1) ตัวแปรที่จะใช้ในการวิเคราะห์ (เก็บข้อมูล) ได้แก่
 - ก. ภายในหุนจำลอง
 - อุณหภูมิผิวผนังที่สัมผัสดิน ($^{\circ}\text{C}$) , T_{IN}
 - อุณหภูมิรวมการแผ่รังสี ($^{\circ}\text{C}$) , T_G

- อุณหภูมิภายในหุ่นจำลอง (ที่ระดับความสูง 1.00 เมตร (นั่งทำงาน , $T_{in,1}$) และที่ระดับความสูง 1.50 เมตร (ยืนและเดิน , $T_{in,2}$)) ($^{\circ}\text{C}$)
- ความชื้นภายในหุ่นจำลอง (ที่ระดับความสูง 1.00 เมตร (นั่งทำงาน , $\text{RH}_{in,1}$) และที่ระดับความสูง 1.50 เมตร (ยืนและเดิน , $\text{RH}_{in,2}$)) (%)

ข. ภายนอกหุ่นจำลอง

- อุณหภูมิภายนอก ($^{\circ}\text{C}$) , T_o (ที่ระดับความสูงที่ต้องไม่อยู่ใกล้กับดินเพื่อการป้องกันการแผ่รังสี)
- อุณหภูมิดินที่ระดับกึ่งกลางในดิน ($^{\circ}\text{C}$) , T_s
- ความชื้นภายนอก (%) , RH (ที่ระดับความสูงที่ต้องไม่อยู่ใกล้กับดินเพื่อการป้องกันการแผ่รังสี)
- อุณหภูมิผิวหนังภายนอกที่ดินคลุมอยู่ (อุณหภูมิผิว) ($^{\circ}\text{C}$) , T_{ow}
- Radiation (W/m^2) , Rad

2) ตัวแปรที่จะนำมาใช้ในการทดสอบ

ก. ส่วนของดิน

- ขนาดของดิน
 1. ความสูงของดินถมสูง 1.00 เมตร จากระดับพื้นภายในหุ่นจำลอง
 2. ระยะห่างของดินถมจากผนังหุ่นจำลอง 0.30 เมตร 0.60 เมตร และ 1.00 เมตร

- พืชคลุมดิน

1. หญ้าไบบนา
2. หญ้าไบลีค
3. ไม้พุ่มคลุมดิน

ข. ส่วนของผนังอาคาร

ในส่วนของผนังจะอยู่ในส่วนของการป้องกันความชื้นเข้าสู่อาคาร (เป็นการป้องกันโดยใช้ผนังที่แตกต่างชนิดกัน) และความสามารถในการแผ่รังสีความร้อนของผนังที่ผนังได้รับจากดินที่ต่างชนิดกัน ดังนี้

- ผนังก่ออิฐ ½ แผ่น ฉาบปูนขัดมัน หนา 0.10 เมตร

น้ำยากันซึมก่อนถมดิน

- ผนังก่ออิฐ ½ แผ่น ฉาบปูนขัดมัน หนา 0.10 เมตร ทา
- ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กผสมน้ำยากันซึมหนา 0.10

เมตร

3.2.1.2 การกำหนดรูปแบบการทดลอง

จากสมมติฐานการทดลอง สามารถจัดได้เป็นกลุ่มของการทดลองได้จากสมมติฐานในการทดลองทั้งหมดจะเป็นการทดลองเปรียบเทียบกันภายในกลุ่ม ซึ่งจะเป็นการเก็บข้อมูลของตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ สามารถจัดกลุ่มได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 หุ่นจำลองที่ไม่มีดินถมที่ผนัง (หุ่นจำลองเปล่า) เปรียบเทียบกับหุ่นจำลองที่มีดินถมที่ผนัง

กลุ่มที่ 2 เปรียบเทียบความหนาของดินที่ถมห่างจากผนังของหุ่นจำลองที่ระยะ 0.3 เมตร 0.60 เมตร และ 1.00 เมตร จากระดับพื้นของหุ่นจำลอง

กลุ่มที่ 3 เปรียบเทียบพีชคลุมดินที่ต่างชนิดกันคือ หญ้าใบเล็ก หญ้าใบหนา และไม้พุ่มคลุมดิน นำผลการทดลองที่ดีที่สุดไปใช้ในการทดลองกลุ่มที่ 4 ต่อไป

กลุ่มที่ 4 เปรียบเทียบสิ่งที่นำมาคลุมดินที่ต่างชนิดกันประกอบกับการรดน้ำในเวลากลางวันเพื่อเพิ่มความเย็นให้กับดินคือ เทกรวดทับหน้าดินหนา 10 เซนติเมตร และประเภทของพีชคลุมดินที่ได้จากผลการทดลองกลุ่มที่ 3

กลุ่มที่ 5. เปรียบเทียบความสามารถในการป้องกันความชื้นและอุณหภูมิที่เกิดขึ้นของผนัง 3 ชนิด ได้แก่

- ผนังก่ออิฐ ½ แผ่น ฉาบปูนขัดมัน หนา 0.10 เมตร
- ผนังก่ออิฐ ½ แผ่น ฉาบปูนขัดมัน หนา 0.10 เมตร ทาน้ำยากันซึมที่

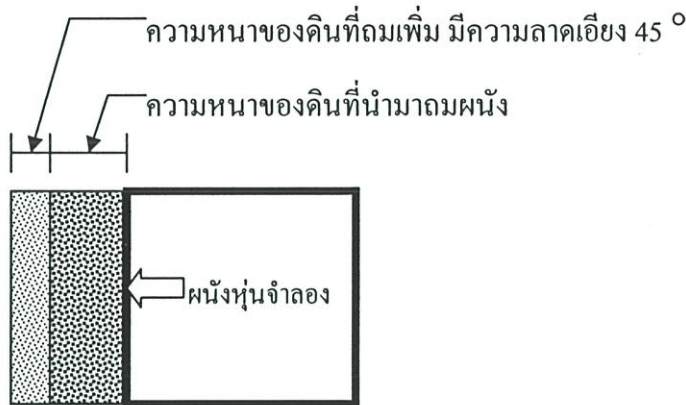
ผนังก่อนถมดิน

- ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กผสมน้ำยากันซึมหนา 0.10 เมตร

กลุ่มที่ 6. เปรียบเทียบทิศทางในการถมดินที่ผนังอาคารที่ 4 ทิศ (แบ่งการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม)

โดยที่การเปรียบเทียบภายในกลุ่มที่ได้กำหนดมานี้จะถูกจำกัดด้วยจำนวนและขนาดของหุ่นจำลองและด้วยข้อจำกัดในด้านงบประมาณจึงทำการสร้างหุ่นจำลอง 3 ห้องมีขนาด กว้าง 1.5 เมตร ยาว 1.5 เมตร จึงทำการทดสอบได้สูงสุดที่ 3 ตัวแปร สำหรับวิธีการถมดินที่

ผนังจะมีรูปแบบในการถมดิน เหมือนกันในทุกๆความหนาของดินที่นำมาถมผนัง โดยต้องทำการเพิ่มความหนาของดินให้มีความลาดเอียงออกไปอีก 45° ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 รูปแบบการถมดินที่ผนังหุ้มจ้ำลอง

3.2.1.3 ข้อกำหนดในการวัดทำการทดลอง

1) จำนวนครั้งในหนึ่งการทดลองเปรียบเทียบ

การเก็บข้อมูลในการทำการทดลองจะทำการเก็บข้อมูลเปรียบเทียบอุณหภูมิในรูปแบบเดียวกันเป็นจำนวน 2 รอบ เพื่อสังเกตแนวโน้มของผลที่ออกมาไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ ถ้าเป็นไปได้ในทิศทางเดียวกันก็จะถือว่าผ่านการทดลองขั้นนั้นๆ แต่ถ้าผลที่ออกมาไม่ไปในทิศทางเดียวกันก็ต้องทำการทดลองครั้งที่ 3 ในการทดลองนั้นๆอีกครั้งเพื่อหาว่าแนวทางของผลการทดลองที่น่าเชื่อถือมากที่สุด

2) เวลาในหนึ่งรอบการทดลองเปรียบเทียบ

ในการทดลองใน 1 รอบข้างต้น จะทำการเก็บข้อมูลในรอบ 24 ชั่วโมง และเริ่มที่เวลาเท่ากันทุกรอบการทดลอง

3.2.1.4 การออกแบบหุ้มจ้ำลอง (Model) ที่ใช้ในการทดลอง

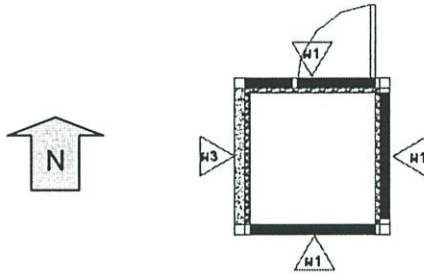
ในการทดลองเกี่ยวกับ อุณหภูมิ การทดลองจำเป็นที่จะต้องใช้หุ้มจ้ำลองที่ใช้ในการทดลองนั้นมีที่มีมาตราส่วน 1 : 1 โดยที่ในการวิจัยนี้จะเรียกหุ้มจ้ำลองที่สร้างขึ้นว่า “ห้องทดลอง” โดยที่จะแบ่งในส่วนของารออกแบบอยู่เป็น 2 ส่วนคือ

1) สภาพทางกายภาพของห้องทดลอง (แบบ)

ลักษณะห้องทดลองที่ใช้ในการทดลองมีดังนี้

ก. ห้องทดลองแบบที่ 1 ดังแสดงในรูปที่ 3.3

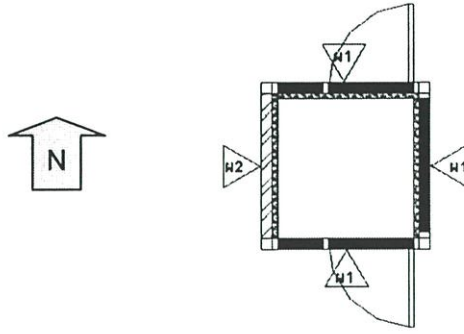
- ขนาด กว้าง 1.50 เมตร
ยาว 1.50 เมตร
สูง 2.50 เมตร
- พื้น เป็นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก (เทตามปกติ)
- ผนัง ผนังทั้งหมดที่สูงจากพื้นมา 1.00 เมตร (ผนังส่วนที่ถูกดินสัมผัส) เป็นผนังก่ออิฐฉาบปูน ½ แผ่น พร้อมทั้งปูแผ่นพลาสติก (ผ1) ส่วนอื่นๆของผนังเป็นฉนวนเพื่อป้องกันความชื้นและอุณหภูมิเข้ามารบกวนการทดลอง
- หลังคา ใช้หลังคากระเบื้องลอนเล็ก บุษ้ายิปซัม พร้อมทั้งปูฉนวนด้วย



รูปที่ 3.3 ห้องทดลองแบบที่ 1

ข. ห้องทดลองแบบที่ 2 ดังแสดงในรูปที่ 3.4

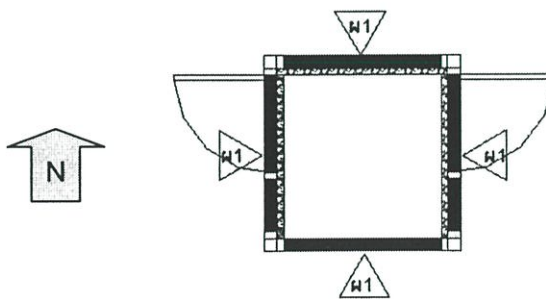
- ขนาด กว้าง 1.50 เมตร
ยาว 1.50 เมตร
สูง 2.50 เมตร
- พื้น เป็นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก (เทตามปกติ)
- ผนัง ผนังทั้งหมดที่สูงจากพื้นมา 1.00 เมตร (ผนังส่วนที่ถูกดินสัมผัส) เป็นผนังก่ออิฐฉาบปูน ½ แผ่น พร้อมทั้งปูแผ่นพลาสติก (ผ1) และผนังทางด้านทิศตะวันตกจะเป็นผนังก่ออิฐ ½ แผ่น ฉาบปูนขัดมันหนา 0.10 เมตร ทาน้ำยากันซึมที่ผนังก่อนถมดิน (ผ2) ส่วนอื่นๆของผนังเป็นฉนวนเพื่อป้องกันความชื้นและอุณหภูมิเข้ามารบกวนการทดลอง
- หลังคา ใช้หลังคากระเบื้องลอนเล็ก บุษ้ายิปซัม พร้อมทั้งปูฉนวน



รูปที่ 3.4 ห้องทดลองแบบที่ 2

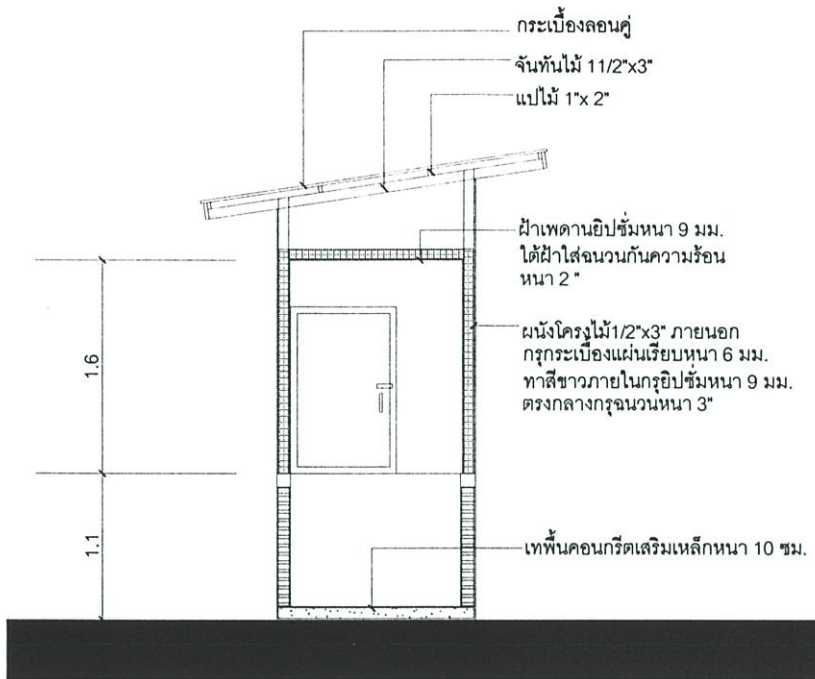
ค. ห้องทดลองแบบที่ 3 ดังแสดงในรูปที่ 3.5

- ขนาด กว้าง 1.50 เมตร
ยาว 1.50 เมตร
สูง 2.50 เมตร
- พื้น เป็นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก (เทตามปกติ)
- ผนัง ผนังทั้งหมดที่สูงจากพื้นมา 1.00 เมตร (ผนังส่วนที่ถูกดินสัมผัส) เป็นผนังก่ออิฐฉาบปูน ½ แผ่น พร้อมทั้งปูแผ่นพลาสติก (M1) และผนังทางด้านทิศตะวันตกจะเป็นผนังคอนกรีตเสริมเหล็กผสมน้ำยากันซึมหนา 0.10 เมตร (M3) ส่วนอื่นๆของผนังเป็นฉนวนเพื่อป้องกันความชื้นและอุณหภูมิเข้ามา
รอบกวนการทดลอง
- หลังคา ใช้หลังคากระเบื้องลอนเล็ก บุษ้ายิปซัม พร้อมทั้งปูฉนวนด้วย



รูปที่ 3.5 ห้องทดลองแบบที่ 3

ซึ่งผนังห้องทดลองทั้ง 3 จะต่างกันเพื่อประโยชน์ในการทดลอง ส่วนรูปแบบและรายละเอียดอื่นๆจะเหมือนกันดังแสดงในรูปที่ 3.6



หมายเหตุ ตามรอยต่อของอาคารใช้ ซิลิโคน (Silicone)

รูปที่ 3.6 แบบและรายละเอียดห้องทดลองทั้ง 3 แบบ

2) สภาพภายนอกของห้องทดลองที่ใช้ในการทดลอง

ในการทดสอบเปรียบเทียบกลุ่มตัวแปรทั้ง 6 กลุ่ม จะใช้ห้องทดลองทั้ง 3 แบบ ทำการทดสอบสลับสับเปลี่ยน โดยที่จะทำการทดสอบอยู่ในช่วงระยะเวลา ประมาณ 5 - 7 วัน โดยรูปแบบการทดสอบของตัวแปรและห้องทดลองประกอบด้วย 6 กลุ่ม ดังนี้

ก. กลุ่มที่ 1

การทดสอบเปรียบเทียบสภาพภูมิอากาศของห้องทดลองเปล่าเปรียบเทียบกับห้องทดลองที่ทำการถมดินขึ้นมาที่กำแพงหนา 1.00 เมตร ความหนาของดินห่างจากกำแพง 1.00 เมตร ทำการทดสอบเก็บข้อมูลระยะเวลา ประมาณ 2 วัน โดยใช้ห้องทดลองดังต่อไปนี้

- ห้องทดลองที่ 2 เป็นห้องทดลองที่ทำการถมดิน
- ห้องทดลองที่ 3 เป็นห้องทดลองเปล่า

ข. กลุ่มที่ 2

เป็นการทดสอบเปรียบเทียบผลกระทบบทของของอุณหภูมิตั้งแต่ความชื้น เนื่องจากความหนาของดินที่นำมาถมกำแพง ถมดินที่ความหนา 0.30 เมตร 0.60 เมตร และ 1.00 เมตร ตามลำดับ โดยใช้ห้องทดลองดังต่อไปนี้

- ห้องทดลองที่ 1 ทำการถมดินที่ความหนา 0.30 เมตร
- ห้องทดลองที่ 2 ทำการถมดินที่ความหนา 0.60 เมตร
- ห้องทดลองที่ 3 ทำการถมดินที่ความหนา 1.00 เมตร

ค. กลุ่มที่ 3

เป็นการทดสอบเปรียบเทียบผลกระทบบทของของอุณหภูมิตั้งแต่ความชื้น เนื่องจากการปลูกพืชคลุมดินต่างชนิดกัน เพื่อทำการพิจารณาผลกระทบบทของอุณหภูมิตั้งแต่ความชื้น จะใช้ห้องทดลองดังต่อไปนี้

- ห้องทดลองที่ 1 ทำการถมดินและปลูกไม้พุ่ม
 - ห้องทดลองที่ 2 ทำการถมดินและปลูกหญ้าใบหนา
 - ห้องทดลองที่ 3 ทำการถมดินและปลูกหญ้าใบเล็ก
- ประเภทของพืชคลุมดินที่ได้จากกลุ่มนี้ จะนำไปใช้ในการ

ทดลองกลุ่มที่ 4 ต่อไป

ง. กลุ่มที่ 4

เป็นการทดสอบเปรียบเทียบผลกระทบบทของของอุณหภูมิตั้งแต่ความชื้น ระหว่างการรดน้ำในเวลากลางวัน กับเวลากลางคืน โดยใช้กรวดเป็นวัสดุคลุม และทำการทดสอบเปรียบเทียบผลกระทบบทของอุณหภูมิตั้งแต่ความชื้น ระหว่างประเภทของพืชคลุมดินที่ได้จากการทดลองกลุ่มที่ 3 กับกรวดคลุมดิน จะใช้ห้องทดลองดังต่อไปนี้

- ห้องทดลองที่ 1 ทำการถมดินและคลุมดินด้วยกรวดหนา 10 เซนติเมตร รดน้ำเวลากลางคืน
- ห้องทดลองที่ 2 ทำการถมดินและคลุมดินด้วยกรวดหนา 10 เซนติเมตร รดน้ำเวลากลางวัน
- ห้องทดลองที่ 3 ใช้ทำการทดลอง โดยทำการถมดินและปลูก

พืชคลุมดินที่ได้จากการทดลองกลุ่มที่ 3

จ. กลุ่มที่ 5

เป็นการทดสอบเปรียบเทียบความสามารถในการกันความชื้นของผนังชนิดต่างๆ จะใช้ห้องทดลองดังต่อไปนี้

เมตร ไม่น้ำยากันซึม

- ห้องทดลองที่ 1 ผนังก่ออิฐ ½ แผ่น ฉาบปูนขัดมัน หนา 0.10

เมตร ทาน้ำยากันซึมก่อนถมดิน

- ห้องทดลองที่ 2 ผนังก่ออิฐ ½ แผ่น ฉาบปูนขัดมัน หนา 0.10

หนา 0.10 เมตร

- ห้องทดลองที่ 3 ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กผสมน้ำยากันซึม

ฉ. กลุ่มที่ 6

เป็นการทดสอบเปรียบเทียบความแตกต่างของตัวแปรต่างๆ ระหว่างการถมดินทั้ง 4 ทิศทาง แบ่งการทดลองออกเป็น 2 กลุ่มด้วยกัน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- กลุ่มที่ 1 ใช้ห้องทดลองดังต่อไปนี้

1. ห้องทดลองที่ 2 ทำการถมดินทางทิศใต้
2. ห้องทดลองที่ 3 ทำการถมดินทางด้านทิศตะวันตก

- กลุ่มที่ 2 ใช้ห้องทดลองดังต่อไปนี้

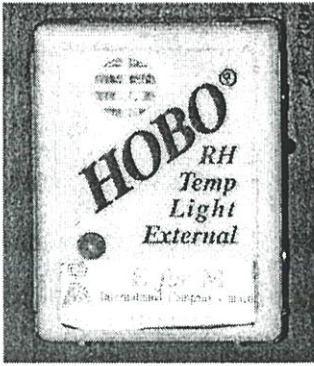
1. ห้องทดลองที่ 2 ทำการถมดินทางทิศเหนือ
2. ห้องทดลองที่ 3 ทำการถมดินทางด้านทิศตะวันออก

3.2.1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

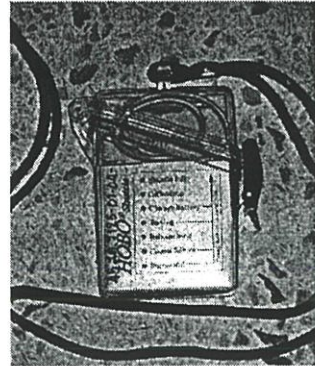
เครื่องมือที่ใช้ทำการเก็บข้อมูลในการทดลอง จะใช้เครื่องมือที่มีลักษณะเป็นตู้เก็บข้อมูล (Data Locker) ที่มีสายรับสัญญาณ (Sensor) ไปติดตั้งที่จุดที่ต้องการจะทำการวัดตัวแปร ซึ่งข้อมูลที่ได้จากตู้เก็บข้อมูล สามารถที่จะนำไปอ่านค่าด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อความสะดวกในการที่จะนำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์ต่อไป ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองมีดังนี้

1. HOBO

ใช้เป็นตู้เก็บข้อมูล มีช่องเสียบสายรับสัญญาณ หรือใช้สายรับสัญญาณในตัวได้ อุปกรณ์นี้สามารถวัดความชื้น อุณหภูมิ และแสง ซึ่งจะนำมาทำการเก็บข้อมูลในส่วนของอุณหภูมิอากาศ และความชื้นภายในอาคารและภายนอกอาคาร ดังแสดงในรูปที่ 3.7 (ก)



(ก)



(ข)

รูปที่ 3.7 แสดงอุปกรณ์ HOBO และ HOBU SHUTTER

2. HOBO SHUTTER

ใช้สำหรับเป็นที่ถอดข้อมูลของ HOBO ที่เป็นตัวเก็บข้อมูล ซึ่งสามารถถอดข้อมูลของ HOBO ที่อยู่ในห้องทดลองได้ ดังแสดงในรูป 3.7 (ข)

3. OPOS 200

ใช้เป็นตัวเก็บข้อมูล มีช่องเสียบสายรับสัญญาณ ได้หลากหลายสามารถใช้ได้หลากหลายจะนำมาทำการเก็บข้อมูลในส่วนของอุณหภูมิอากาศ ความชื้นอากาศ ความชื้นภายในดิน ความเร็วลม และการแผ่รังสี ทั้งภายในอาคาร และภายนอกอาคาร ดังแสดงในรูปที่ 3.8 (ก)

4. OPOS 208

ใช้เหมือนกับ Opos 200 แต่มีช่องเสียบสายรับสัญญาณ มากกว่า คือมี 8 ช่อง ส่วน Opos 200 มี 2 ช่อง ดังแสดงในรูปที่ 3.8 (ข)



(ก)



(ข)

รูปที่ 3.8 แสดงอุปกรณ์ OPOS 200 และ OPOS 208

5. สายรับสัญญาณ

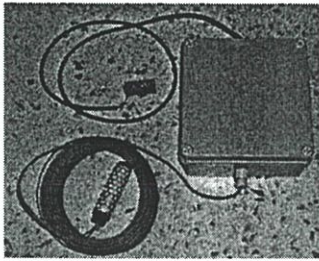
- สำหรับวัดความชื้นในดินต่อกับ OPOS ดังแสดงในรูปที่ 3.9

(ก)

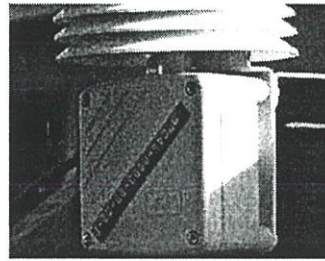
- วัดความชื้นในอากาศต่อกับ OPOS ดังแสดงในรูปที่ 3.9 (ข) ถ้า

เป็นการวัดภายนอกห้องทดลองต้องมีที่กันรังสี แต่ถ้าเป็นการวัดภายในไม่ต้องมี

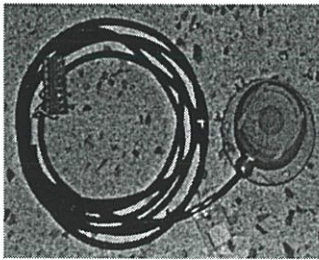
- วัด การแผ่รังสี ต่อกับ OPOS ดังแสดงในรูปที่ 3.9 (ค)
- วัดอุณหภูมิต่อกับ OPOS ดังแสดงในรูปที่ 3.9 (ง)



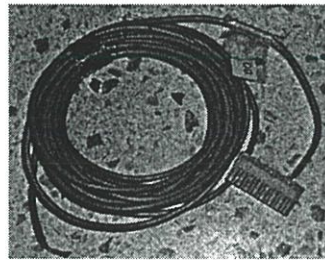
(ก)



(ข)



(ค)

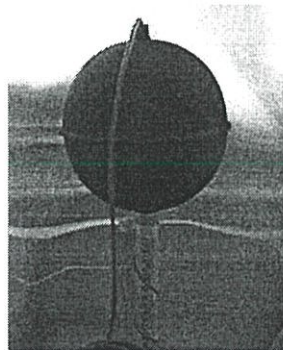


(ง)

รูปที่ 3.9 สายรับสัญญาณประเภทต่างๆ

6. สายรับสัญญาณอุณหภูมิการแผ่รังสี

วัดอุณหภูมิรวมการแผ่รังสีต่อกับ OPOS ดังแสดงในรูปที่ 3.10

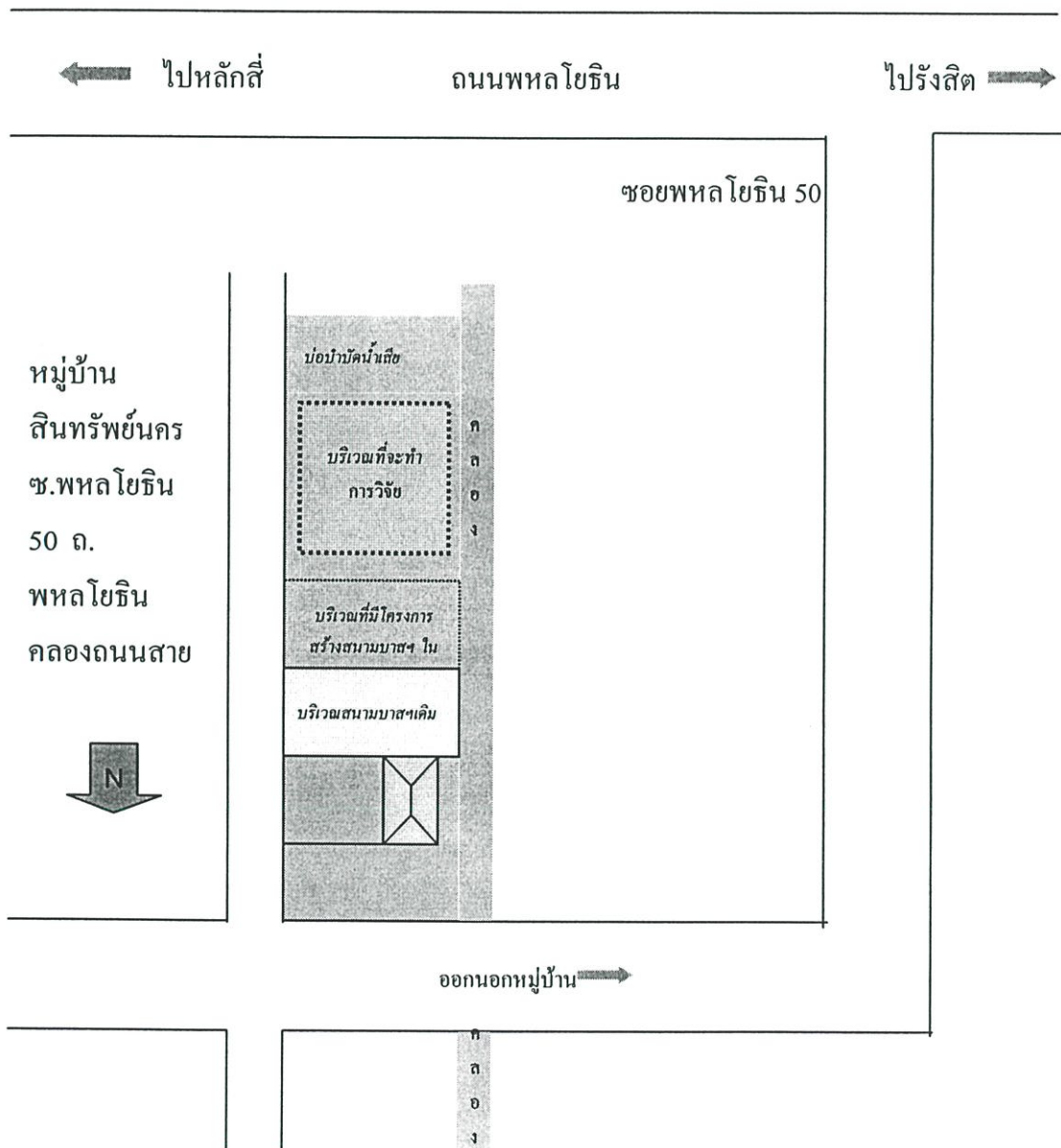


รูปที่ 3.10 สายรับสัญญาณอุณหภูมิการแผ่รังสี

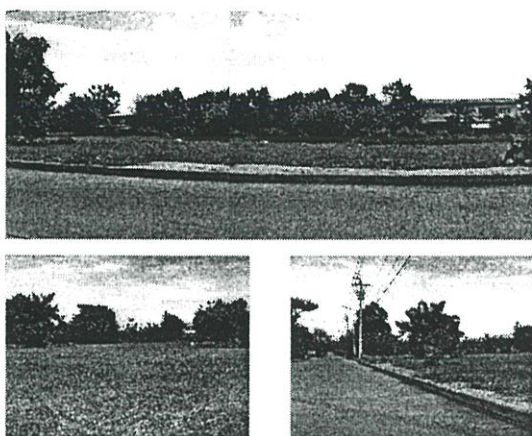
3.2.1.6 สถานที่ทำการทดลอง

สภาพพื้นที่ในการทำการทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 3.11 และ 3.12

- เป็นพื้นที่โล่ง ไม่มีเงาบังในส่วนที่ทำการสร้างห้องทดลองตลอดทั้งวัน
- พื้นที่โดยรอบเป็นดินมีต้นไม้ขึ้น
- อยู่ใกล้กับถนนหมู่บ้านและในส่วนด้านหลังติดกับคลอง



รูปที่ 3.11 แผนที่สถานที่ทำการทดลอง



รูปที่ 3.12 สภาพสถานที่ทำการทดลอง

3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

จากสมมุติฐานของงานวิจัย อุณหภูมิภายในดินจะมีความคงที่มากกว่าอุณหภูมิอากาศในเวลาเดียวกัน การนำคุณสมบัติของดินมาลดอุณหภูมิให้กับอาคาร ดินจะทำหน้าที่เปรียบเสมือนเป็นฉนวนให้กับอาคาร โดยที่ทำหน้าที่ป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่จะมากระทบ โดยตรงกับผนังที่มีดินถมอยู่

ในส่วนของคุณสมบัติในการลดความร้อนให้กับอาคาร โดยที่ดินไม่ได้เป็นฉนวนเพียงอย่างเดียว นั้น ต้องทำให้ดินมีอุณหภูมิต่ำกว่าในอาคาร เพื่อที่อาคารจะคายความร้อนออกมาสู่ดิน ทำให้อาคารนั้นมีอุณหภูมิลดน้อยลง

ดังนั้นการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ อิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิดินที่เกิดขึ้นภายในดินบริเวณที่สัมผัสกับผิวผนังอาคาร ที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวผนังภายในอาคารและอุณหภูมิภายในอาคารที่ระดับต่างๆ รวมทั้งปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้อง โดยทำการศึกษาและเก็บข้อมูลจากการทดลองทั้ง 6 กลุ่ม รายละเอียดได้กล่าวไว้แล้วในข้อ 3.2.1.2 การกำหนดรูปแบบการทดลอง

ตัวแปรที่ใช้ในการทดลองมีทั้งหมด 3 ส่วน ซึ่งจะแสดงรายละเอียด พร้อมทั้งวิธีการติดตั้งเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. สภาพภูมิอากาศภายนอกบริเวณห้องทดลอง ซึ่งกำหนดให้เป็นเป็นตัวแปร
คงที่ในการทดลอง สำหรับตัวแปรในการเก็บข้อมูลประกอบด้วย

T_o	หมายถึง	อุณหภูมิภายนอก ($^{\circ}\text{C}$)
RH	หมายถึง	ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก (%)
Rad.	หมายถึง	การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (W/m^2)

2. ค่าอุณหภูมิของดินที่นำมาสัมพันธ์กับผิวผนังอาคาร ทำการเก็บค่าเพื่อที่จะ
พิจารณาในเรื่องพฤติกรรมทางอุณหภูมิของดินภายนอกอาคารทดลอง โดยทำการเก็บค่าดังต่อไปนี้

T_{s1}	หมายถึง	อุณหภูมิในดินที่ระดับ 0.60 เมตร
T_{s2}	หมายถึง	อุณหภูมิในดินที่ระดับ 0.40 เมตร
T_{s3}	หมายถึง	อุณหภูมิในดินที่ระดับ 0.20 เมตร

3. ค่าสภาพทางอุณหภูมิของห้องทดลอง โดยทำการเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาความ
เปลี่ยนแปลงและผลกระทบของอุณหภูมิต่ออุณหภูมิภายในห้องทดลอง เมื่อดินที่อยู่ภายนอก
ห้องทดลอง โดยที่ทำการเก็บค่าดังนี้

T_{ow} หมายถึง อุณหภูมิผิวผนังภายนอกห้องทดลองที่สัมผัสดิน (วัดที่
ระดับความสูงจากพื้น 0.50 เมตร)

T_{in} หมายถึง อุณหภูมิผิวผนังภายในห้องทดลอง (วัดที่ระดับความสูง
จากพื้น 0.50 เมตร)

T_g หมายถึง อุณหภูมิการแผ่รังสี (Globe Temperature) ภายใน
ห้องทดลองบริเวณกึ่งกลางห้องทดลอง ห่างจากผนังที่สัมผัสดิน 0.75 เมตร ที่ความสูงจากระดับ
พื้นดิน 1.00 เมตร

$T_{in1.00}$ หมายถึง อุณหภูมิภายในห้องทดลองบริเวณกึ่งกลาง
ห้องทดลองห่างจากผนังที่สัมผัสดิน 0.75 เมตร ที่ความสูง 1.00 เมตร

$T_{in1.50}$ หมายถึง อุณหภูมิภายในห้องทดลองบริเวณกึ่งกลาง
ห้องทดลอง ห่างจากผนังที่สัมผัสดิน 0.75 เมตร ที่ความสูง 1.50 เมตร

RH_{in1.00} หมายถึง ความชื้นภายในห้องทดลองบริเวณกึ่งกลาง
ห้องทดลองห่างจากผนังที่สัมผัสดิน 0.75 เมตร ที่ความสูง 1.00 เมตร

RH_{in1.00} หมายถึง ความชื้นภายในห้องทดลองบริเวณกึ่งกลาง
ห้องทดลองห่างจากผนังที่สัมผัสดิน 0.75 เมตร ที่ความสูง 1.00 เมตร

การเก็บข้อมูลจะทำการเก็บเหมือนกันทุกการทดลองเพื่อที่จะใช้ในการเปรียบเทียบ และใช้ในการวิเคราะห์ผลการทดลอง โดยที่แต่ละการทดลองจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของดิน และทิศทางในการวางเป็นหลัก ทำการถมดินสูงขึ้นจากพื้นจนถึงระดับ 1.00 เมตร (ซึ่งเป็นระดับ โดยทั่วไปของขอบล่างวงกบหน้าต่างบ้านชั้นล่าง)

การทดลองประกอบด้วย 6 กลุ่มการทดลอง ดังที่กล่าวไว้แล้วข้างต้น จาก 6 กลุ่มการทดลองนั้น สามารถแจกแจงรูปแบบภายนอกของห้องทดลองทั้งหมดได้เป็น 9 รูปแบบ ประกอบด้วย

1. ห้องทดลองที่ไม่มีดินถมผนัง เปิดรับรังสีดวงอาทิตย์ทางด้านทิศใต้
2. ห้องทดลองถมดินร่วนปลูกหญ้าขนาดเล็ก (หญ้าใบเล็ก)
3. ห้องทดลองถมดินร่วนปลูกหญ้ามาเลย์ (หญ้าใบหนา)
4. ห้องทดลองถมดินร่วนปลูกต้นเทียนทอง (พืชคลุมดิน)
5. ห้องทดลองถมดินร่วนโรยกรวดเมืองกาญจนบุรี ทับหน้าร่นน้ำเวลากลางวัน

(10.00 น.)

6. ห้องทดลองถมดินร่วนโรยกรวดเมืองกาญจนบุรี ทับหน้าร่นน้ำเวลากลางคืน

(19.00 น.)

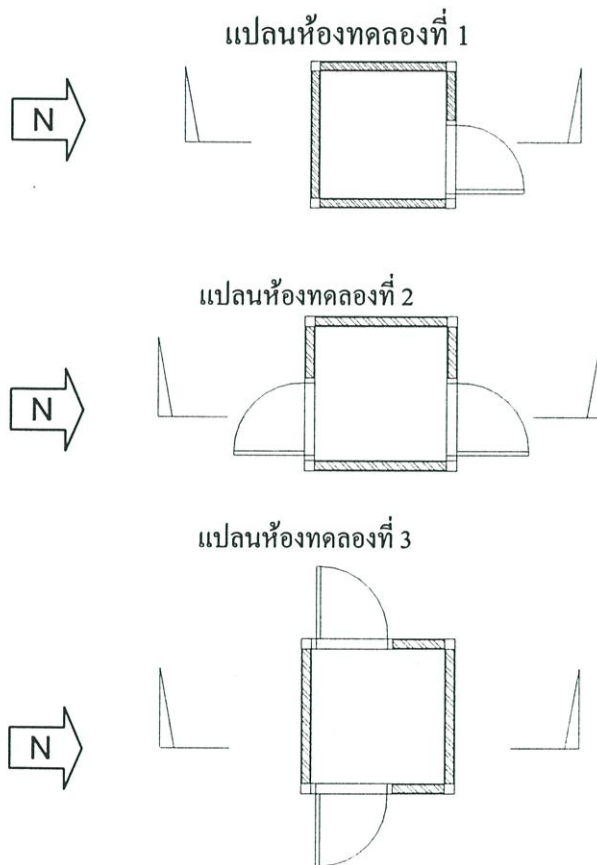
7. ห้องทดลองถมดินร่วนหนา 1.00 เมตร
8. ห้องทดลองถมดินร่วนหนา 0.60 เมตร
9. ห้องทดลองถมดินร่วนหนา 0.30 เมตร

โดยทำการเปลี่ยนตำแหน่งของทิศทางของการถมดินที่ผนังห้องทดลอง และมีการเปลี่ยนผนังในการทดลอง เพื่อที่จะทำการศึกษาถึงผลทางด้านอุณหภูมิภายในห้องทดลอง

รูปแบบภายนอกของห้องทดลองที่ทำการแจกแจงไว้ข้างต้นแล้วนั้น จะทำการแยกกันทดลองตามกลุ่มการทดลองทั้ง 6 กลุ่ม เหตุที่ไม่สามารถทำการทดลองได้พร้อมกันทั้ง 6 กลุ่มการทดลองเนื่องมาจาก มีข้อจำกัดในด้านงบประมาณและอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้มีจำกัด

3.2.2.1 การออกแบบห้องทดลอง

แนวคิดในการออกแบบห้องทดลอง คือ เพื่อให้ห้องทดลองได้รับอิทธิพลของอุณหภูมิจากผิวสัมผัสดินเท่านั้น ดังนั้นจึงทำการป้องกันอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมอื่นๆด้วยฉนวน สำหรับแบบห้องทดลองทั้ง 3 ห้องนั้น เป็นแบบเดียวกันทั้งหมด แต่จะต่างกันในการหันทิศทางของช่องเปิด เพื่อให้สะดวกในการปรับเปลี่ยนรูปแบบการทดลอง และการเก็บข้อมูลการทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 3.13 แสดงแปลนห้องทดลองทั้ง 3 ห้อง และในรูปที่ 3.6 แบบและรายละเอียดห้องทดลองทั้ง 3 แบบ



รูปที่ 3.13 แปลนห้องทดลองทั้ง 3 ห้อง

3.2.2.2 ขั้นตอนการก่อสร้างห้องทดลอง

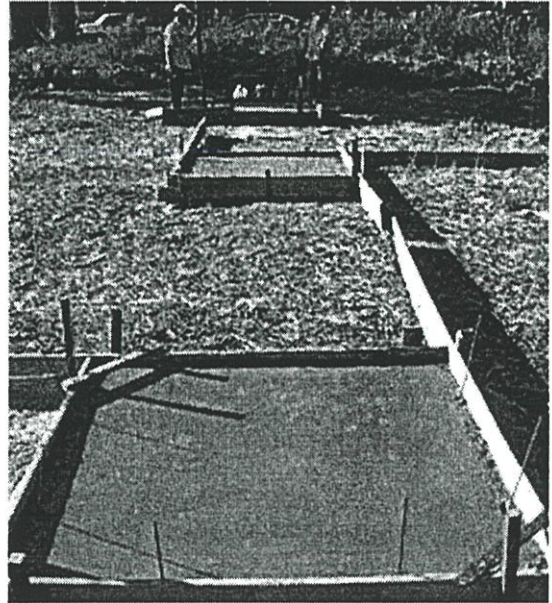
ในการก่อสร้างห้องทดลอง จะทำการก่อสร้างพร้อมกันทั้งหมด 3 ห้องทดลอง ซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนดังต่อไปนี้

- วางผัง ปรับบริเวณที่จะทำการก่อสร้างห้องทดลอง พร้อมทั้งกำหนดให้หุ่นจำลองหันหน้าไปทางทิศเหนือ ดังแสดงในรูปที่ 3.14 (ก)

- ทำการเทพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กพร้อมปรับให้ได้ระดับ ดังแสดงในรูปที่ 3.14 (ข)



(ก)



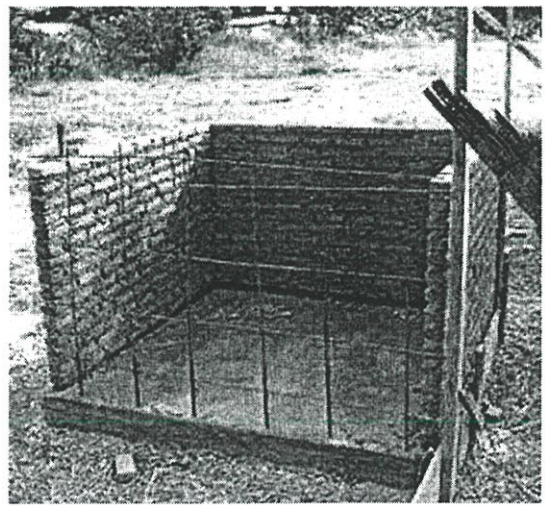
(ข)

รูปที่ 3.14 วางผัง ปรับบริเวณ พร้อมทั้งเทพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กห้องทดลอง

- ทำการก่ออิฐผนังห้องทดลองทั้ง 3 ห้องทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 3.15 (ก) แต่ต้องทำการเว้นผนังด้านทิศตะวันตกของห้องทดลองที่ 1 ไว้ เนื่องจากเป็นผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก ดังแสดงในรูปที่ 3.15 (ข)



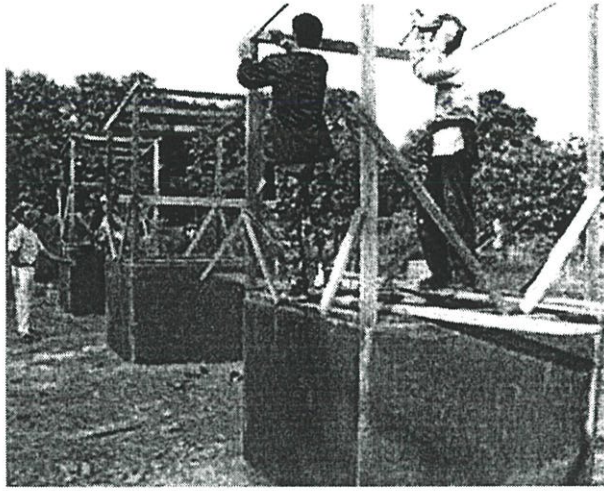
(ก)



(ข)

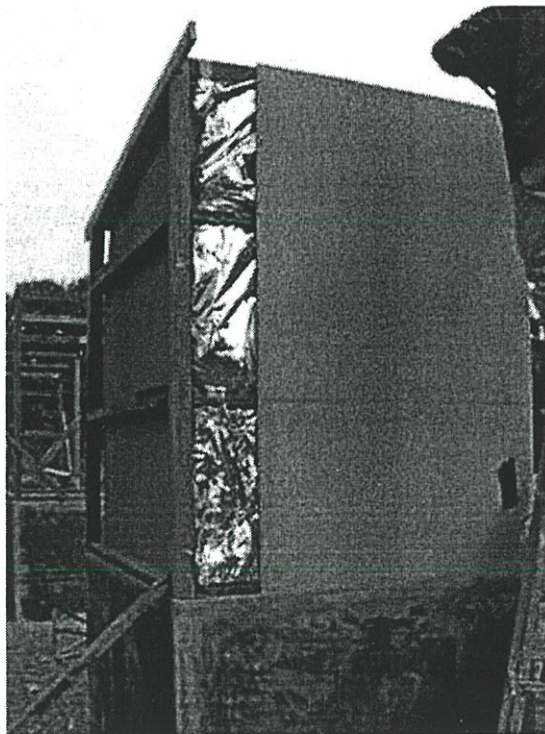
รูปที่ 3.15 การก่ออิฐผนังห้องทดลองทั้ง 3 ห้อง และการเตรียมการหล่อผนังคอนกรีตเสริมเหล็กสำหรับห้องทดลองที่ 1

- เมื่อทำการฉาบปูนผนังทั้งหมดเสร็จแล้ว จึงทำการขึ้น โครงผนังเบา เพื่อเตรียมการที่จะติดตั้งผนังบุฉนวน ดังแสดงในรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 การติดตั้งโครงคร่าวสำหรับผนังเบา

- ทำการกรุผนังภายนอกด้วยกระเบื้องแผ่นเรียบหนา 9 มม. ตรงกลาง กรุลฉนวน โยแก้วหนา 2 นิ้วระหว่างผนังภายนอกและภายใน ดังแสดงในรูปที่ 3.17

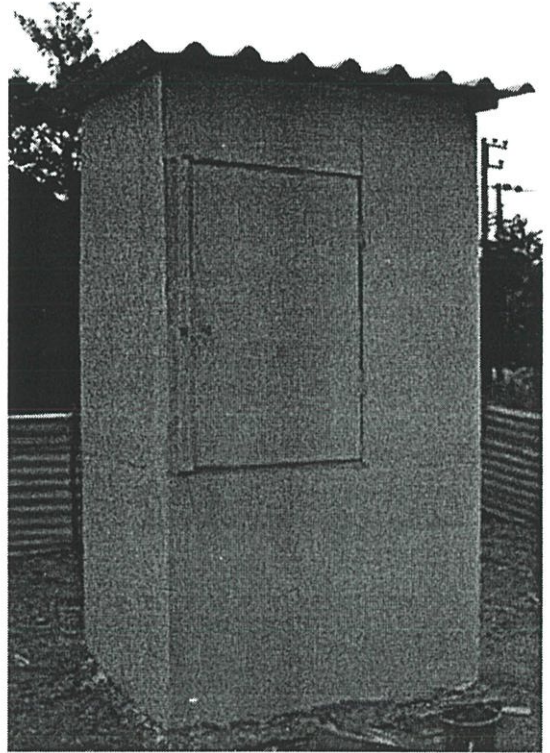


รูปที่ 3.17 การติดตั้งผนังภายนอกพร้อมกรุลฉนวน

- 3.18 (ก)
- ทำการกรุผนังภายในด้วย แผ่นยิปซัมหนา 9 มม. ดังแสดงในรูปที่
 - ทำการทาสีขาวที่ผนังภายนอก ดังแสดงในรูปที่ 3.18 (ก)



(ก)



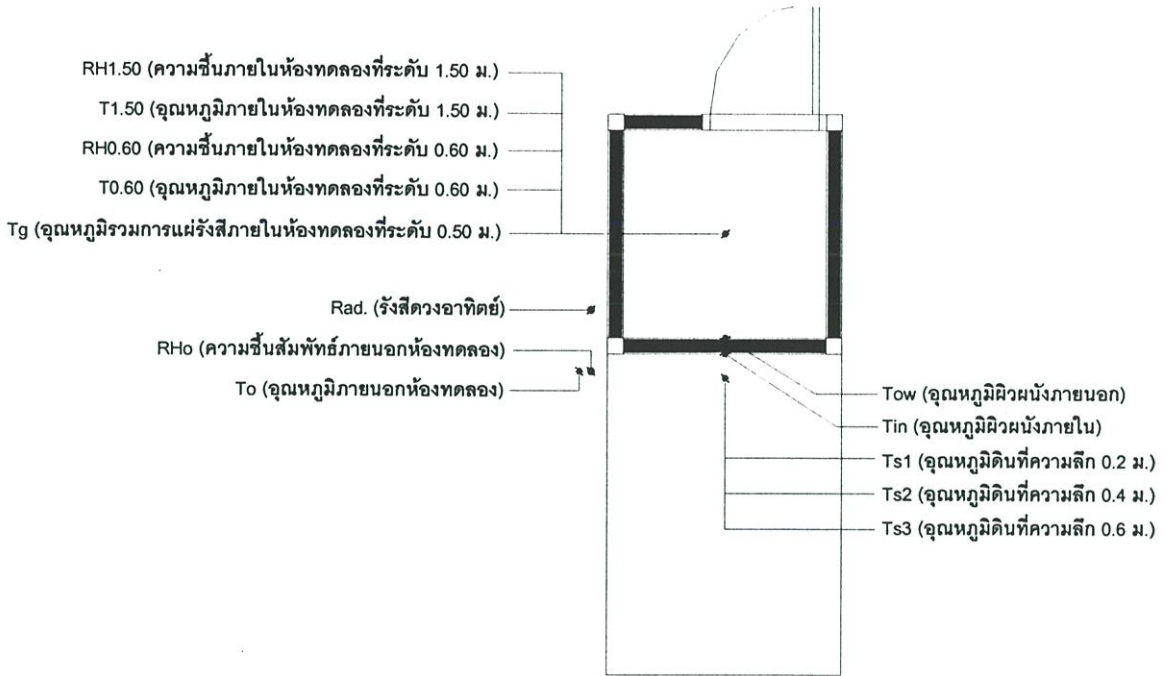
(ข)

รูปที่ 3.18 การติดตั้งผนังภายใน และทาสีขาวที่ผนังภายนอก

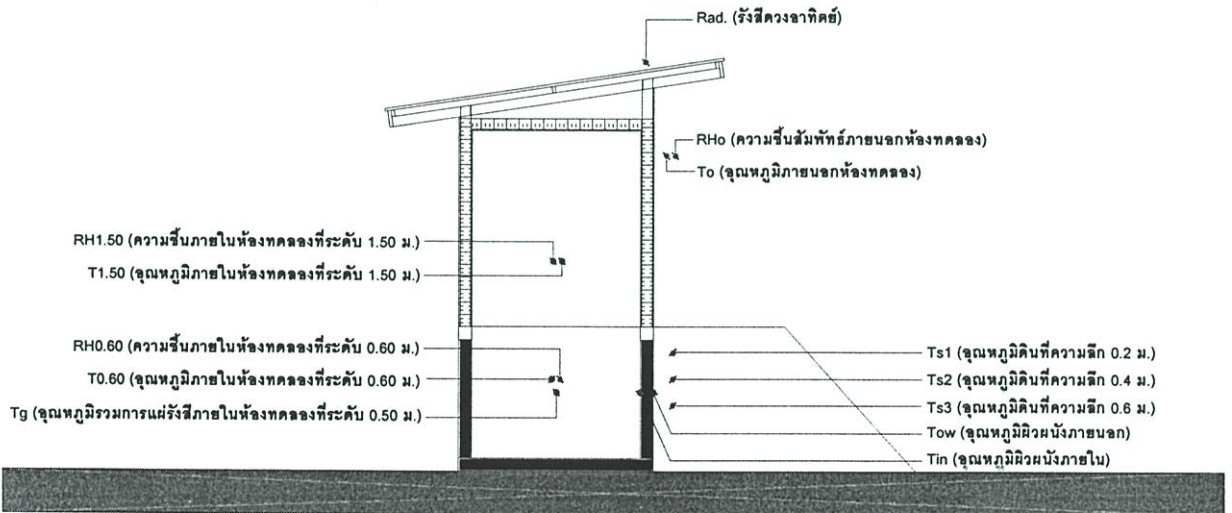
3.2.2.3 การติดตั้งเครื่องมือเก็บผลการทดลอง

1) แบบการติดตั้งเครื่องมือที่ทำการทดลอง

รูปที่ 3.19 และ 3.20 แสดงรายละเอียดตำแหน่งที่ทำการติดตั้งเครื่องมือเก็บผลการทดลอง ซึ่งจุดสีดำในรูปแสดงถึงตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องมือ พร้อมทั้งแสดงรายละเอียดของตัวแปรที่จะต้องทำการเก็บค่า



รูปที่ 3.19 รูปแบบแสดงตำแหน่งการติดตั้งเครื่องมือที่ทำการเก็บผลการทดลองตามตำแหน่งต่างๆ



รูปที่ 3.20 รูปตัดแสดงตำแหน่งการติดตั้งเครื่องมือที่ทำการเก็บผลการทดลองตามตำแหน่งต่างๆ

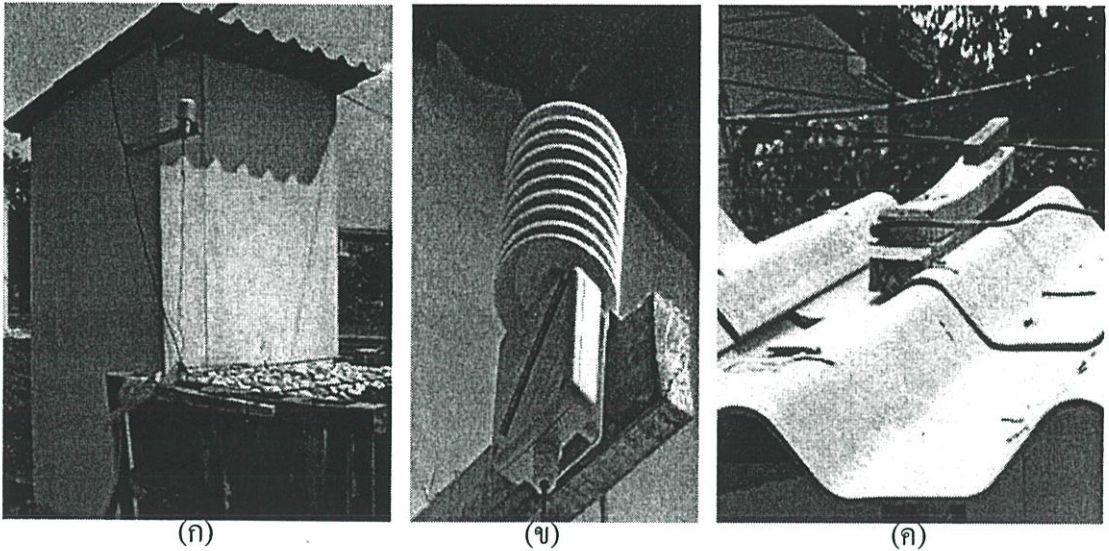
2) การติดตั้งเครื่องมือเข้ากับห้องทดลองในส่วนของภายนอก

ห้องทดลอง

- ทำการติดตั้งเครื่องมือวัดความชื้น (Rho) และอุณหภูมิ (To)

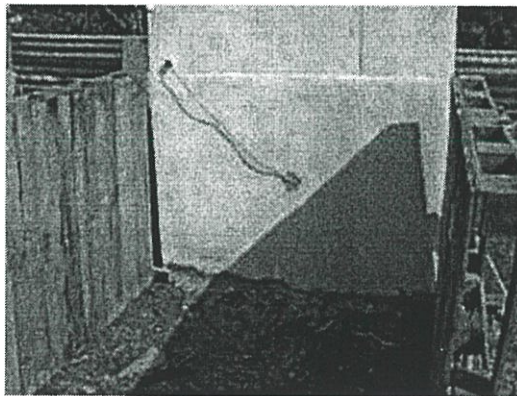
ภายนอกห้องทดลอง โดยมีที่กันรังสีดวงอาทิตย์ ดังแสดงในรูปที่ 3.21 (ก) และ (ข)

- ทำการติดตั้งเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ภายนอกห้องทดลอง เพื่อทำการวัดค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (Rad) ดังแสดงในรูปที่ 3.21 (ค)



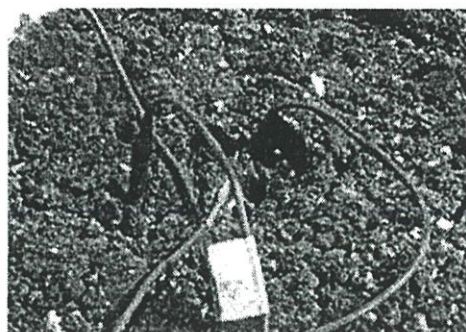
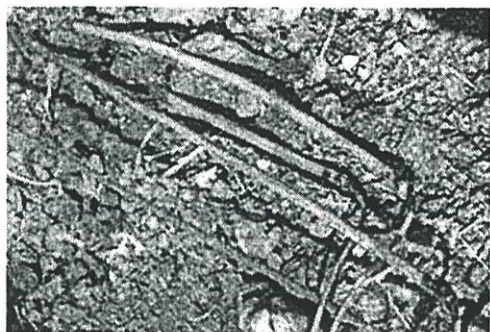
รูปที่ 3.21 การติดตั้งเครื่องวัดความชื้น อุณหภูมิ และรังสีดวงอาทิตย์

- ทำการติดตั้งสายสัญญาณวัดอุณหภูมิผิวหนังภายนอก ดังแสดงในรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 การติดตั้งสายสัญญาณวัดอุณหภูมิผิวหนังภายนอก

- ทำการติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิภายในดินที่ระดับ 0.20 เมตร 0.40 เมตร และ 0.60 เมตร ลึกลงไปในดิน ทำการติดตั้งโดยนำสายวัดอุณหภูมิร้อยเข้าไปในท่อทองแดงให้ได้ระยะที่ต้องการทั้ง 3 เส้นและทำการเสียบลงไปดิน ดังแสดงในรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 การติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิภายในดิน

3) การติดตั้งเครื่องมือเข้ากับห้องทดลองในส่วนของภายในห้องทดลอง

ก. การวางเครื่องมือเก็บผลและการตั้งสายสัญญาณภายในห้องทดลอง แสดงในรูปที่ 3.24 มีข้อควรปฏิบัติดังนี้คือ

- ทำการกันความร้อนจากผนังที่ไม่มีการสัมผัสจากดินโดยใช้โฟมหนา 11/2” ติดไว้กับผนังสามารถเคลื่อนย้ายได้
- ทำการเจาะผนังนำสายสัญญาณไปไว้ภายนอกห้องทดลอง
- ทำการแขวนเชือกไว้กลางห้องเพื่อติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิภายในห้องทดลอง

ข. ทำการติดตั้งสายสัญญาณวัดอุณหภูมิผิวผนังภายในห้องทดลอง เพื่อเก็บค่า Tin ดังแสดงในรูปที่ 3.25 (ก)

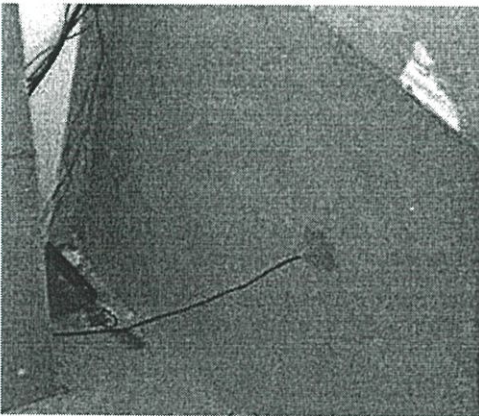
ค. ทำการติดตั้งสายสัญญาณการวัดอุณหภูมิรวมการแผ่รังสี (Globe Temperature) ภายในห้องทดลอง เพื่อเก็บค่า Tg ดังแสดงในรูปที่ 3.25 (ข)

ง. ทำการติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นภายในห้องทดลองที่ระดับ 0.60 ม. เพื่อเก็บค่า T0.60 ดังแสดงในรูป 3.25 (ค)

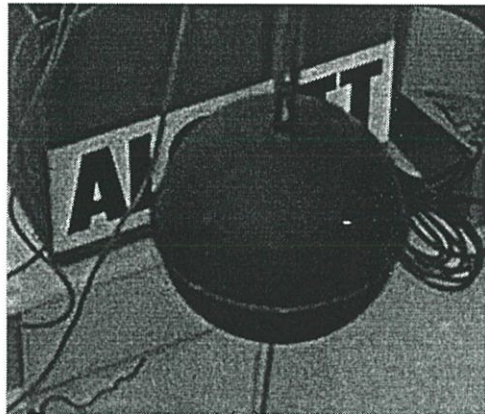
จ. ทำการติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50 เมตร เพื่อเก็บค่า T1.50 ดังแสดงในรูปที่ 3.25 (ง)



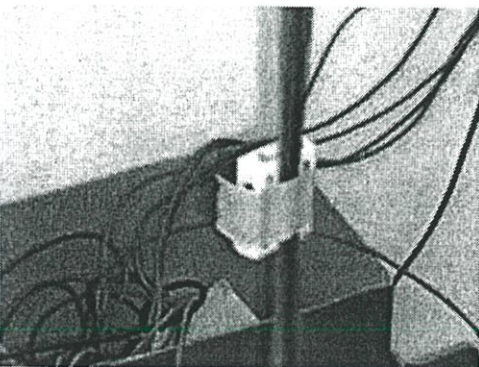
รูปที่ 3.24 การวางเครื่องมือในการเก็บข้อมูลในห้องทดลอง



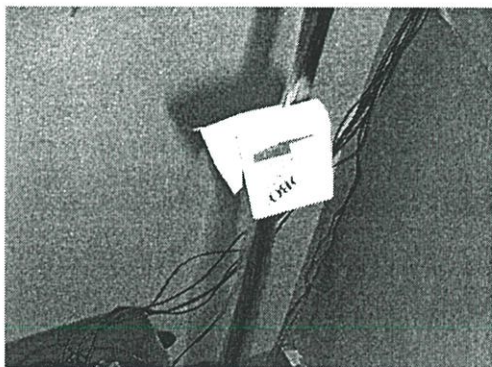
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

รูปที่ 3.25 แสดงการติดตั้งสายสัญญาณต่างๆภายในห้องทดลอง

4) เครื่องมือเก็บผลการทดลอง

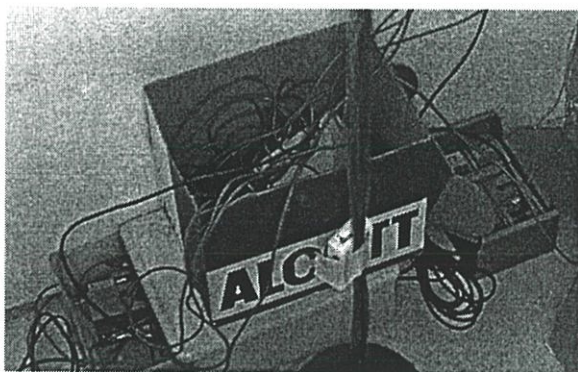
ก. การวางเครื่องมือเก็บผลการทดลอง (Data Locker) ดังแสดงในรูปที่ 3.26 ประกอบด้วย

- Opus208 อยู่ในกล่องพลาสติกทำการเก็บข้อมูลภายในห้องทดลอง

- Opus200 อยู่ในกล่องกระดาษเก็บข้อมูลภายนอกห้องทดลอง

ข. การติดตั้งเครื่องมือเก็บผลอุณหภูมิ และความชื้นภายในห้องทดลอง (Hobo) โดยทำการติดกับเชือกที่ติดตั้งไว้กลางห้องทดลองในระดับ 0.60 เมตร และ 1.50 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.25 (ง)

ค. การนำข้อมูลออกจาก Data Locker ต้องใช้คอมพิวเตอร์ในการ Read Out Data โดยที่คอมพิวเตอร์ใช้ในที่ทำกรทดลอง



รูปที่ 3.26 แสดงการวางเครื่องมือเก็บผลการทดลอง (Data Locker)

การติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ในการเก็บผลการทดลอง จะทำการติดตั้งเหมือนกันทุกการทดลอง โดยที่แต่ละการทดลองจะทำการเปลี่ยนเฉพาะรูปแบบของดินภายนอกห้องทดลองเท่านั้น ทั้งนี้ในการวิเคราะห์ผลการทดลอง จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากทุกการทดลอง โดยการทดลองทั้งหมดจะไม่ทำการทดลองเรียงกันตามวันที่ทำการทดลองเพราะการทดลองไม่มีความต่อเนื่องกัน แต่การทดลองจะทำเรียงตามความสะดวกในการจัดเตรียมสถานที่ในการทำการทดลอง

5) การควบคุมในระหว่างการดำเนินการทดลอง

ก่อนที่จะทำการทดลองได้ดำเนินการควบคุมปัจจัยต่างๆ ซึ่งได้แก่การควบคุมในส่วนของห้องทดลองในด้านการสร้างและการออกแบบ การควบคุมในส่วนของเครื่องมือที่ใช้เก็บผลการทดลอง การควบคุมในส่วนของสภาพและรูปแบบของดินที่ใช้ในการทดลอง การควบคุมในเวลาระหว่างดำเนินการทดลอง

สำหรับการควบคุมในระหว่างการดำเนินการทดลองได้มีการควบคุม ดังนี้

- การรดน้ำดินและการรดน้ำต้นไม้ นั้นจะมีการควบคุมที่โดยการใช้บัวรดน้ำเป็นตัวควบคุมจะใช้บัวรดน้ำ 8 ถัง โดยทำการรดน้ำจนทั่วบริเวณผิวหน้าดินที่สัมผัสผนังห้องทดลอง รูปที่ 3.27 (ก) แสดงประเภทของบัวรดน้ำที่ใช้ในการทดลอง
- ดินที่นำมาใช้ในการทดลอง เป็นดินที่ไปซื้อมาจากร้านที่รับถมดินเรียกว่า “หน้าดิน” เป็นดินร่วนผสมดินเหนียว ซึ่งจะเป็นดินที่ในการใช้งานจริงจะใช้มากที่สุด เรียกในการทดลองว่า “ดินร่วน” ดังแสดงในรูปที่ 3.27 (ข)



(ก)



(ข)

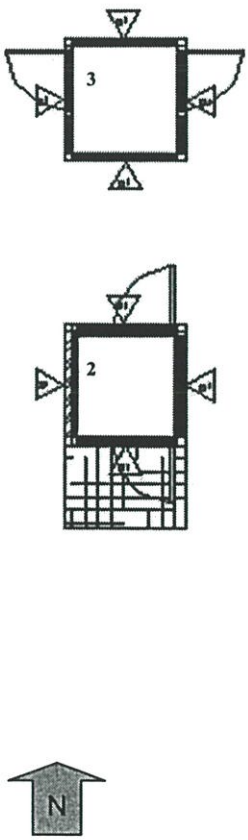
รูปที่ 3.27 แสดงบัวรดน้ำและดินที่ใช้ในการทดลอง

3.3 การทดลองและผลการทดลอง

3.3.1 การทดลองที่ 1 การทดลองหาความสามารถในการนำดินมาลดความร้อนให้กับอาคาร

รายละเอียดการทดลองแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดสำหรับการทดลองที่ 1

ห้องทดลอง	ตัวแปรที่ทำการทดสอบ	
	ห้องทดลองที่ 3	ห้องทดลองที่ 2
	ห้องทดลองที่ไม่มีดินคลุม	ห้องทดลองที่มีดินคลุม
	ตัวแปรที่ทำการเก็บข้อมูล	
	ภายในห้องทดลอง	ภายนอกห้องทดลอง
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ อุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง 0.60 เมตร และ 1.50 เมตร ($^{\circ}\text{C}$) ▪ ความชื้นภายในที่ระดับความสูง 0.60 เมตร และ 1.50 เมตร (%) ▪ อุณหภูมิผิวผนังภายในที่สัมผัสดินที่ความสูง 0.50 เมตร ($^{\circ}\text{C}$) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ อุณหภูมิภายนอก ตำแหน่งห่างดินพอสมควร ($^{\circ}\text{C}$) ▪ ความชื้นตำแหน่งห่างดินพอสมควร (%) ▪ อุณหภูมิผิวผนังภายนอกที่สัมผัสดินที่ความสูง 0.50 เมตร ($^{\circ}\text{C}$) ▪ อุณหภูมิดินที่ระดับความลึก <ul style="list-style-type: none"> - 0.20 เมตร ($^{\circ}\text{C}$) - 0.40 เมตร ($^{\circ}\text{C}$) - 0.60 เมตร ($^{\circ}\text{C}$) ▪ ความชื้น ดินที่ระดับความลึก 0.50 เมตร (%) ▪ Radiation (w / m^2) ที่ระดับความสูงบนหลังคา
	เวลาในการทดสอบ	
เตรียมเครื่องมือและห้องทดลอง	1 วัน	
การวัดค่าครั้งที่ 1 รอบ 24 ชม.	1 วัน	
การวัดค่าครั้งที่ 2 รอบ 24 ชม.	1 วัน	
ทำการตรวจสอบผล	1 วัน	
รวมทั้งสิ้น	4 วัน	

หมายเหตุ



ผนังก่ออิฐ 1/2 แผ่น ฉาบปูนขัดมันหนา 0.10 เมตร



ผนังก่ออิฐ 1/2 แผ่น ฉาบปูนขัดมันหนา 0.10 ทาน้ำยากันซึมก่อนถมดิน



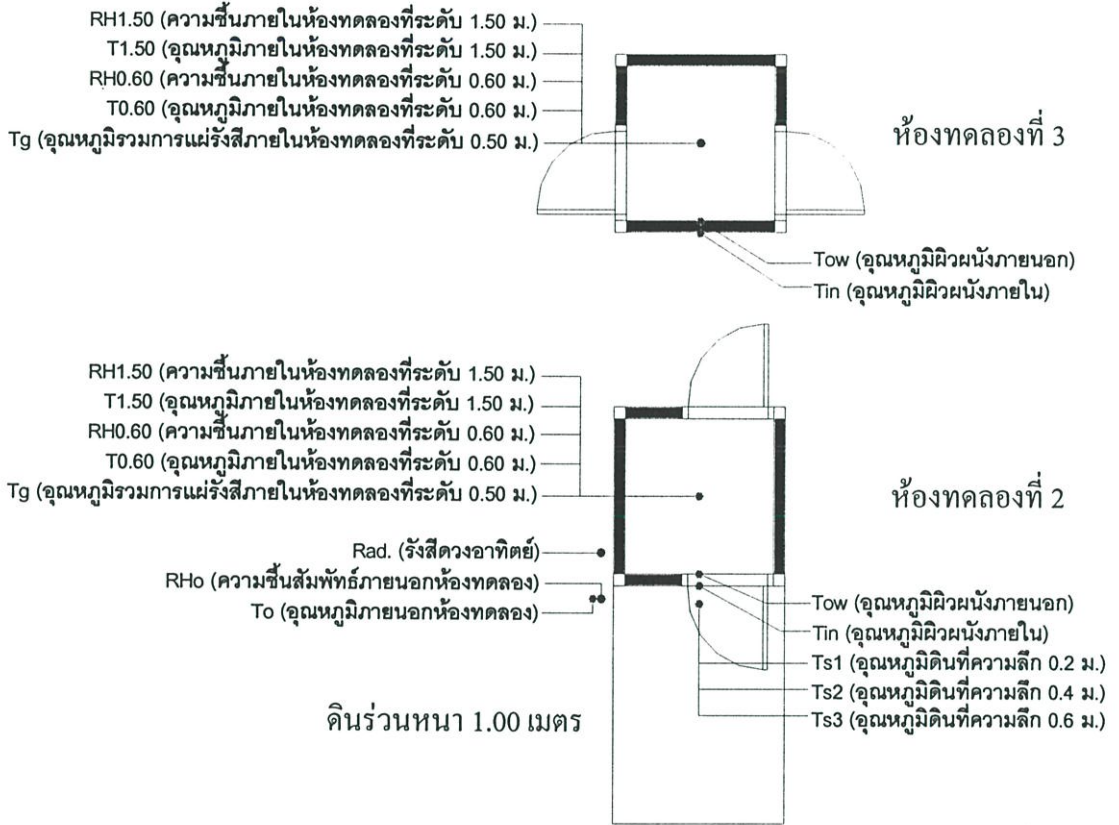
ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กผสมน้ำยากันซึมหนา 0.10 เมตร



ฉนวนกันความร้อนหนา 2 นิ้ว

3.3.1.1 ตำแหน่งในการติดตั้งเครื่องมือเก็บผลการทดลองที่ 1

รายละเอียดตำแหน่งในการติดตั้งเครื่องมือแสดงในรูปที่ 3.28

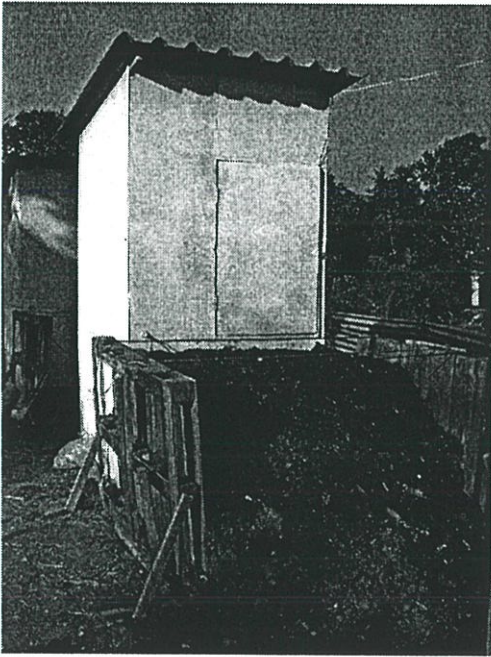


รูปที่ 3.28 ตำแหน่งติดตั้งสายสัญญาณเก็บผลการทดลองที่ 1

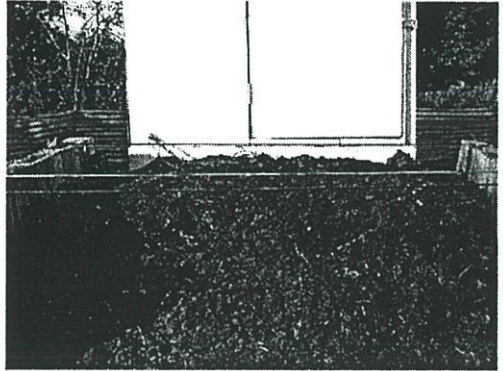
3.3.1.2 สภาพทางกายภาพขณะทำการทดลองที่ 1

ในการทดลองที่ 1 ได้ทำการทดลองโดยใช้ห้องทดลองที่ 2 และ 3 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ห้องทดลองที่ 2 นำดินร่วนหนา 1.00 เมตร มาถมผนังห้องทดลองทางด้านทิศใต้ ความสูงที่ระยะ 1.00 เมตร ทำการรดน้ำดินเวลาเช้า 8.00 น.เป็นเวลา 1 วัน ดังแสดงในรูปที่ 3.29 (ก) และ (ข)
- ห้องทดลองที่ 3 เป็นห้องทดลองไม่มีการนำดินถมผนังห้องทางด้านทิศใต้ ภายในเปิดรับ อิทธิพลจากสภาพแวดล้อมทางด้านทิศใต้เพียงด้านเดียวด้านอื่นๆ ใส่นวนป้องกัน ดังแสดงในรูปที่ 3.30 (ก) และ (ข)



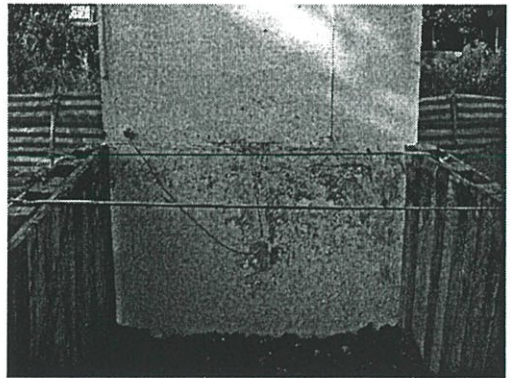
(ก)



(ข)



(ก)



(ข)

รูปที่ 3.29 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 3 ขณะ ทำการทดลองที่ 1 และ ทำการทดลองที่ 2

3.3.1.3 ผลการทดลองสภาพอากาศของการทดลองที่ 1

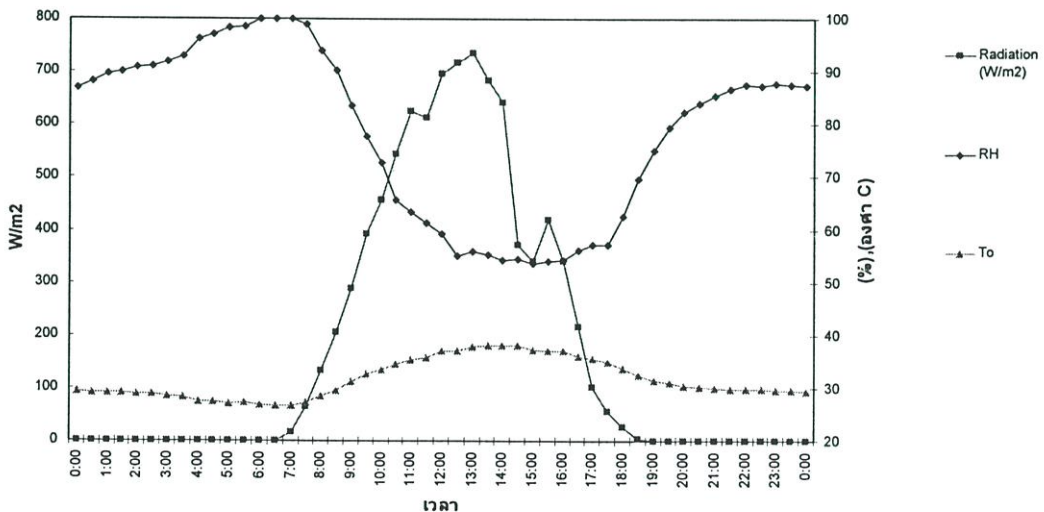
สมมติฐาน : ห้องที่มีดินถมผนังจะมีอุณหภูมิภายในห้องต่ำกว่าอาคารที่ไม่มีดินถมผนังห้อง

วันที่ทำการทดลอง เริ่มเวลา 0.00น. ของวันที่ 23 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546 ถึง 24.00น. ของวันที่ 23 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546

สภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองสำหรับการทดลองที่ 1 แสดงในรูปที่ 3.30

ผลการทดลองสำหรับห้องทดลองที่มีการถมดินทางด้านทิศใต้ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3.2 และรูปที่ 3.31 ส่วนค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยห้องทดลองแสดงในตารางที่ 3.3

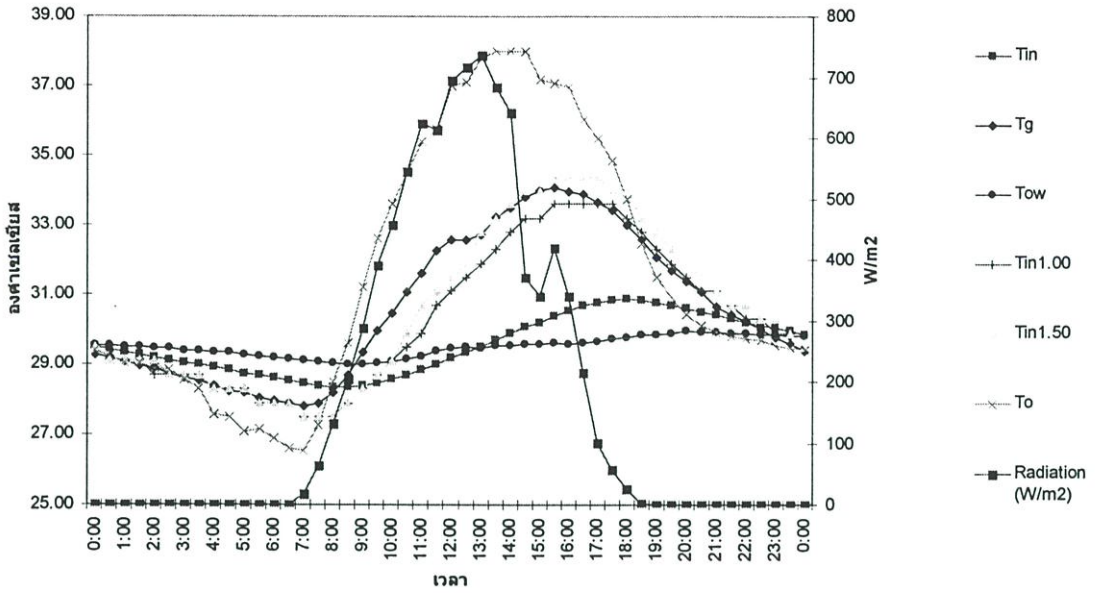
ผลการทดลองสำหรับห้องทดลองที่ไม่มีการถมดิน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3.4 และรูปที่ 3.32 ส่วนค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยห้องทดลองแสดงในตารางที่ 3.5



รูปที่ 3.30 กราฟแสดงค่าสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองการทดลองที่ 1

ตารางที่ 3.2 ผลการทดลองที่ 1 ห้องทดลองที่มีการถมดินทางด้านทิศใต้

เวลา	ภายนอกห้องทดลอง			ภายในห้องทดลอง						
	To	RH	Rad.	Tow	Tin	Tg	Tin1.00	Tin1.50	RH1.00	RH1.50
0:00	29.37	87.01	0	29.55	29.5	29.28	29.5	29.5	74.9	74.9
0:30	29.23	88.11	0	29.55	29.43	29.18	29.1	29.1	74.9	74.9
1:00	29.05	89.54	0	29.5	29.35	29.08	29.1	29.1	74.9	74.9
1:30	29.04	90.12	0	29.5	29.28	28.95	29.1	29.1	75.6	75.6
2:00	28.9	90.86	0	29.48	29.2	28.88	28.7	29.1	75.6	75.6
2:30	28.85	91.02	0	29.45	29.13	28.75	28.7	28.7	75.7	76.4
3:00	28.59	91.98	0	29.4	29.05	28.63	28.7	28.7	76.4	76.4
3:30	28.31	92.9	0	29.38	29	28.55	28.7	28.7	76.4	76.4
4:00	27.58	96.23	0	29.35	28.93	28.4	28.3	28.3	76.4	76.4
4:30	27.49	97.04	0	29.33	28.85	28.25	28.3	28.3	76.4	77.2
5:00	27.09	98.39	0	29.28	28.75	28.2	28.3	28.3	76.4	77.2
5:30	27.17	98.58	0	29.23	28.68	28.03	27.9	27.9	77.2	77.2
6:00	26.89	99.97	0	29.2	28.6	27.95	27.9	27.9	77.2	77.2
6:30	26.63	100	0.32	29.15	28.53	27.88	27.9	27.9	77.2	77.2
7:00	26.55	100	16.91	29.13	28.45	27.8	27.5	27.5	77.2	77.2
7:30	27.28	98.86	64.29	29.08	28.4	27.88	27.5	27.5	77.2	77.2
8:00	28.49	93.94	132.01	29.03	28.35	28.2	27.5	27.5	77.2	78.0
8:30	29.63	90.32	205.46	29	28.35	28.7	27.9	27.9	78.0	78.0
9:00	31.24	83.65	288.2	29	28.4	29.33	28.3	28.3	78.0	78.9
9:30	32.6	77.79	391.8	29.03	28.48	29.96	28.7	28.7	78.9	78.8
10:00	33.61	72.76	457.52	29.08	28.58	30.48	29.1	29.1	78.8	78.8
10:30	34.5	65.63	545.24	29.15	28.7	31.08	29.5	29.9	78.8	78.8
11:00	35.4	63.46	624.56	29.25	28.83	31.61	29.9	30.7	78.8	78.8
11:30	35.78	61.35	612.58	29.38	29	32.26	30.7	31.1	78.8	78.8
12:00	37	59.3	695.15	29.48	29.18	32.56	31.1	31.5	76.4	76.4
12:30	37.11	55.06	717.03	29.5	29.35	32.59	31.5	31.9	76.4	75.6
13:00	37.8	56	735.44	29.45	29.5	32.74	31.9	32.8	76.4	75.6
13:30	38	55.28	683.27	29.53	29.68	33.24	32.3	33.2	76.3	75.6
14:00	38	54.2	642.11	29.55	29.88	33.51	32.8	33.6	76.3	74.8
14:30	38	54.5	371.72	29.58	30.06	33.79	33.2	34	76.2	74.8
15:00	37.2	53.6	341.1	29.58	30.21	33.99	33.2	34	75.5	72.8
15:30	37.07	54.11	420.18	29.6	30.38	34.09	33.6	34.4	75.5	72.2
16:00	36.95	54.32	339.94	29.58	30.53	33.97	33.6	34.4	74.8	71.6
16:30	36.04	56.25	215.29	29.6	30.68	33.87	33.6	34.4	74.8	72.8
17:00	35.51	57.17	101.01	29.65	30.78	33.66	33.6	34.4	74.1	72.8
17:30	34.86	57.13	56.3	29.73	30.86	33.41	33.6	34	74.8	73.5
18:00	33.77	67.64	76.97	29.78	30.88	33.01	33.2	34	75.5	71.8
18:30	32.47	69.63	3.19	29.83	30.86	32.56	32.8	33.2	76.3	75.5
19:00	31.51	75.01	0	29.86	30.78	32.09	32.3	32.8	77.1	76.3
19:30	30.91	79.41	0	29.88	30.71	31.68	31.9	32.3	77.1	76.3
20:00	30.41	82.39	0	29.96	30.61	31.38	31.5	31.9	77.1	76.4
20:30	30.13	84.07	0	29.91	30.51	31.06	31.1	31.5	77.2	77.2
21:00	29.92	85.5	0	29.93	30.41	30.66	31.1	31.1	77.2	77.2
21:30	29.82	86.7	0	29.88	30.31	30.41	30.7	30.7	77.2	77.2
22:00	29.75	87.58	0	29.88	30.21	30.23	30.3	30.7	77.2	77.2
22:30	29.68	87.38	0	29.86	30.13	30.01	30.3	30.3	77.2	77.2
23:00	29.53	87.7	0	29.83	30.03	29.78	29.9	30.3	77.2	78.0
23:30	29.48	87.57	0	29.81	29.96	29.58	29.9	29.9	77.2	78.0



รูปที่ 3.31 กราฟแสดงผลการทดลองที่ 1 ห้องทดลองที่มีการถมดินทางด้านทิศใต้

ตารางที่ 3.3 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ย สำหรับการทดลองที่ 1 ห้องทดลองที่มีการถมดินทางด้านทิศใต้

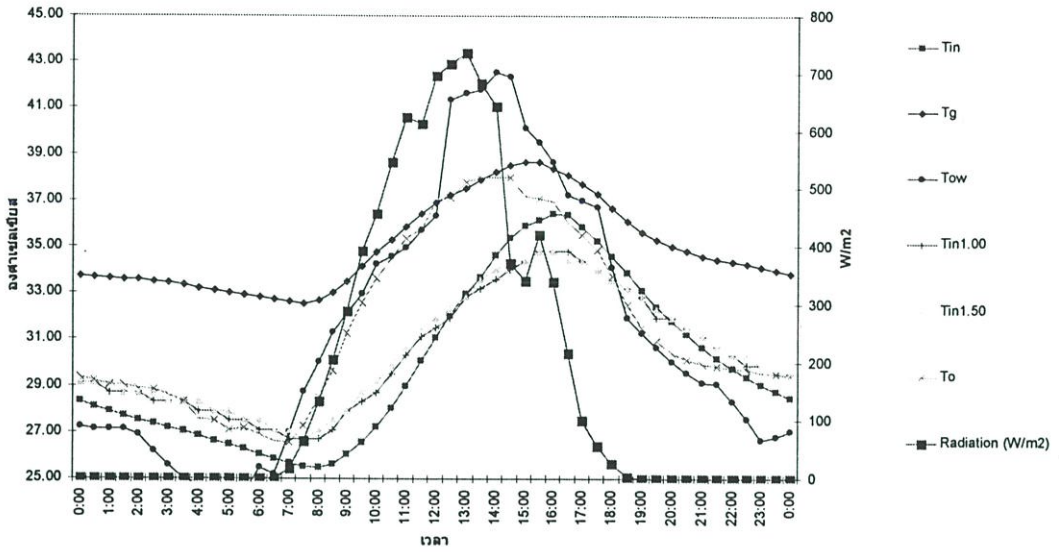
ค่าตัวแปร อุณหภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง								
Rad.	735.44		0.00		735.44		177.30	
Time	13.00		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Tow	38.00	29.96	26.55	29.00	11.45	0.96	31.62	29.50
Time	13.30-14.30	20.00	7.00	8.30-9.00				
Tin	38.00	30.88	26.55	28.35	11.45	2.53	31.62	29.55
Time	13.30-14.30	18.00	7.00	8.30				
Tg	38.00	34.09	26.55	27.80	11.45	6.29	31.62	30.62
Time	13.30-14.30	15.30	7.00	7.00				
Tin1.00	38.00	33.60	26.55	27.50	11.45	6.10	31.62	30.31
Time	13.30-14.30	15.30-17.30	7.00	7.00-8.00				
Tin1.50	38.00	34.40	26.55	27.50	11.45	6.90	31.62	30.60
Time	13.30-14.30	10.00-11.30	7.00	8.30-9.00				
RH1.00	100.00	78.88	53.60	74.08	46.40	4.80	78.56	76.62
Time	6.30-7.00	15.30-17.00	15.00	7.00-8.00				
RH1.50	100.00	78.88	53.60	71.58	46.40	7.30	78.56	76.28
Time	6.30-7.00	9.30-11.30	15.00	16.00				

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

ตารางที่ 3.4 ผลการทดลองที่ 1 ห้องทดลองที่ไม่มีกรรมดิน

เวลา	ภายนอกห้องทดลอง			ภายในห้องทดลอง						
	To	RH	Rad.	Tow	Tin	Tg	Tin1.00	Tin1.50	RH1.00	RH1.50
0:00	29.37	87.01	0	27.24	28.3	33.72	29.1	29.1	73	71.8
0:30	29.23	88.11	0	27.15	28.08	33.66	29.1	29.1	73.6	72.4
1:00	29.05	89.54	0	27.15	27.88	33.64	28.7	29.1	73.6	72.4
1:30	29.04	90.12	0	27.15	27.68	33.59	28.7	28.7	74.9	74.3
2:00	28.9	90.86	0	26.9	27.5	33.56	28.7	28.7	74.9	74.3
2:30	28.85	91.02	0	26.2	27.35	33.51	28.3	28.7	75.7	74.9
3:00	28.59	91.98	0	25.56	27.17	33.43	28.3	28.3	76.4	75.7
3:30	28.31	92.9	0	24.99	27.02	33.33	28.3	28.3	76.4	75.7
4:00	27.58	96.23	0	24.78	26.87	33.21	27.9	28.3	77.2	76.4
4:30	27.49	97.04	0	23.98	26.62	33.11	27.9	27.9	79.7	79.7
5:00	27.09	98.39	0	23.67	26.47	33.00	27.5	27.9	78	77.2
5:30	27.17	98.58	0	24.37	26.27	32.90	27.5	27.5	80.7	79.8
6:00	26.89	99.97	0	25.47	26.05	32.82	27.1	27.5	81.8	81.7
6:30	26.63	100	0.32	25.19	25.87	32.72	27.1	27.1	82.8	81.8
7:00	26.55	100	16.91	26.97	25.67	32.61	26.7	27.1	84	82.8
7:30	27.28	98.86	64.29	28.75	25.52	32.53	26.7	26.7	85.3	84
8:00	28.49	93.94	132.01	30.01	25.49	32.69	26.7	27.1	85.3	85.3
8:30	29.63	90.32	205.46	31.28	25.62	33.03	27.1	27.5	86.6	85.2
9:00	31.24	83.65	288.2	32.11	26.02	33.51	27.9	27.9	85.2	85.2
9:30	32.6	77.79	391.8	32.94	26.57	34.17	28.3	28.7	83.9	81.6
10:00	33.61	72.76	457.52	34.22	27.25	34.74	28.7	29.1	81.6	79.6
10:30	34.5	65.63	545.24	34.59	28.05	35.29	29.5	29.9	77	73.5
11:00	35.4	63.46	624.56	34.94	29	35.85	30.3	30.7	76.2	71.6
11:30	35.78	61.35	612.58	35.72	30.08	36.42	31.1	31.5	72.7	68.5
12:00	37	59.3	695.15	36.32	31.08	36.88	31.5	31.9	68.5	65.1
12:30	37.11	55.06	717.03	41.36	32.04	37.21	31.9	32.3	64	61
13:00	37.8	56	735.44	41.65	32.96	37.53	32.8	32.8	61.6	59.5
13:30	38	55.28	683.27	41.78	33.69	37.91	33.2	33.6	60.9	58.6
14:00	38	54.2	642.11	42.54	34.62	38.24	33.6	34	58.1	55.8
14:30	38	54.5	371.72	42.36	35.37	38.50	34	34.4	55.6	54
15:00	37.2	53.6	341.1	40.14	35.9	38.66	34.4	34.4	54	52.8
15:30	37.07	54.11	420.18	39.52	36.15	38.64	34.8	34.8	53.1	51.3
16:00	36.95	54.32	339.94	38.63	36.42	38.38	34.8	34.8	51.1	50
16:30	36.04	56.25	215.29	37.25	36.37	38.08	34.8	34.4	50.8	49.8
17:00	35.51	57.17	101.01	36.98	35.85	37.72	34.4	34.4	50.1	49.3
17:30	34.86	57.13	56.3	36.72	35.24	37.30	34	34	50.6	49.5
18:00	33.72	67.64	76.97	34.09	34.57	36.67	33.6	33.6	51.8	50.7
18:30	32.47	69.63	3.19	31.91	33.84	36.11	33.2	33.2	54.3	53
19:00	31.51	75.01	0	31.26	33.11	35.62	32.8	32.8	56.8	55.4
19:30	30.91	79.41	0	30.63	32.41	35.27	31.9	32.3	59.7	58.3
20:00	30.41	82.39	0	30.01	31.76	35.00	31.9	31.9	61.7	60.5
20:30	30.13	84.07	0	29.55	31.21	34.80	31.5	31.5	63.7	62.4
21:00	29.92	85.5	0	29.1	30.63	34.56	31.1	31.1	65.6	64.9
21:30	29.82	86.7	0	29.08	30.16	34.43	30.7	30.7	67.7	66.9
22:00	29.75	87.58	0	28.32	29.73	34.35	30.3	30.3	69.1	68.2
22:30	29.68	87.38	0	27.57	29.35	34.24	29.9	30.3	70.1	69.1
23:00	29.53	87.7	0	26.67	29.03	34.11	29.9	29.9	71.2	70.1
23:30	29.48	87.57	0	26.8	28.75	33.96	29.5	29.5	72.4	71.2



รูปที่ 3.32 กราฟแสดงผลการทดลองที่ 1 ห้องทดลองที่ไม่มีการฉนวนกัน

ตารางที่ 3.5 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยห้องทดลองที่ไม่มีการฉนวนกัน

ตัวแปรภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง								
Rad.	735.44		0.00		735.44		177.30	
Time	13.00		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Tow	38.00	42.54	26.55	23.67	11.45	18.87	31.62	31.40
Time	13.30-14.30	14.00	7.00	5.00				
Tin	38.00	36.42	26.55	25.49	11.45	10.93	31.62	29.94
Time	13.30-14.30	16.00	7.00	8.00				
Tg	38.00	38.66	26.55	32.53	11.45	6.13	31.62	35.00
Time	13.30-14.30	15.00	7.00	7.30				
Tin1.00	38.00	34.80	26.55	26.70	11.45	8.10	31.62	30.35
Time	13.30-14.30	15.30-16.30	7.00	7.00-8.00				
Tin1.50	38.00	34.80	26.55	26.70	11.45	8.10	31.62	30.51
Time	13.30-14.30	8.30	7.00	17.00				
RH1.00	100.00	86.60	53.60	50.10	46.40	36.50	78.56	69.63
Time	6.30-7.00	15.30-16.00	15.00	7.30				
RH1.50	100.00	85.30	53.60	49.30	46.40	36.00	78.56	68.26
Time	6.30-7.00	8.00	15.00	17.00				

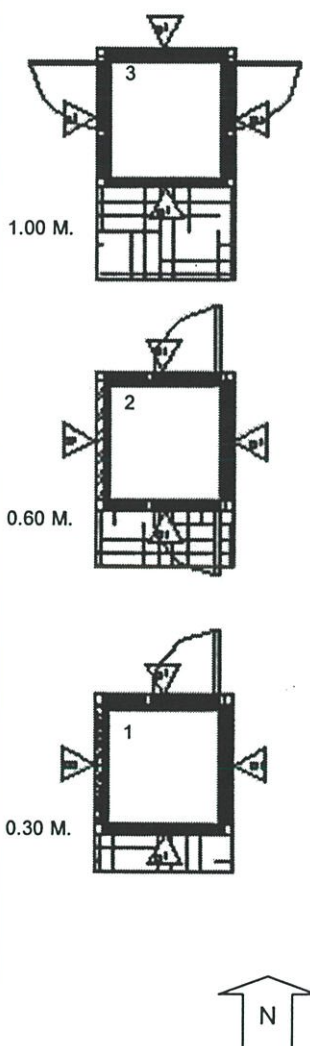
หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง




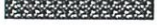
3.3.2 การทดลองที่ 2 การทดลองเปรียบเทียบความหนาของดินในการลดความร้อนให้กับอาคาร

รายละเอียดการทดลองแสดงในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 รายละเอียดสำหรับการทดลองที่ 2

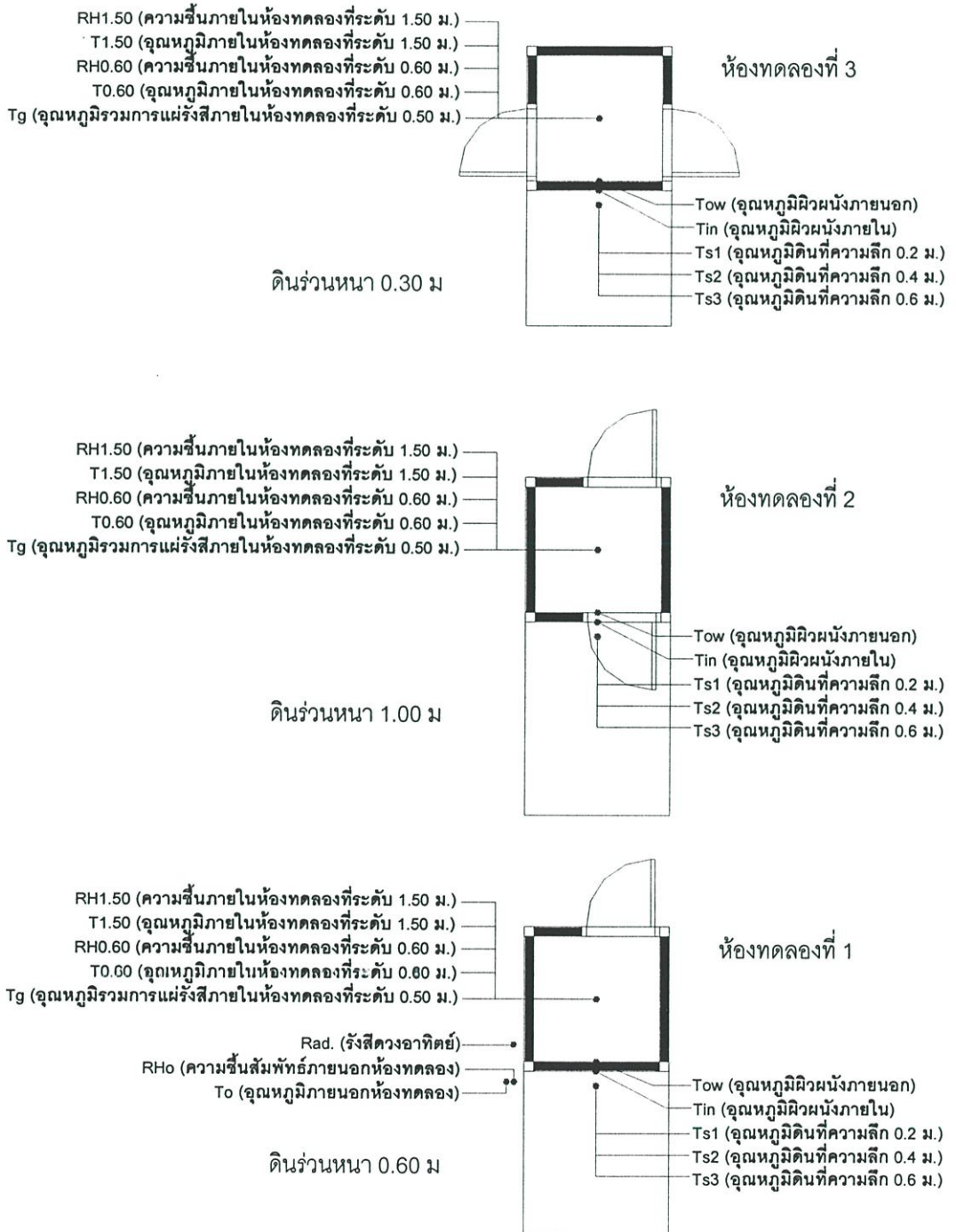
ห้องทดลอง	ตัวแปรที่ทำการทดสอบ		
	ห้องทดลองแบบที่ 1	ห้องทดลองแบบที่ 2	ห้องทดลองแบบที่ 3
	หนา 0.60 เมตร	หนา 1.00 เมตร	หนา 0.30 เมตร
	ตัวแปรที่ทำการเก็บข้อมูล		
	ภายในห้องทดลอง	ภายนอกห้องทดลอง	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ อุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง 0.60 เมตร และ 1.50 เมตร ($^{\circ}\text{C}$) ▪ ความชื้นภายในที่ระดับความสูง 0.60 เมตร และ 1.50 เมตร (%) ▪ อุณหภูมิผิวผนังภายในที่สัมผัสดินที่ความสูง 0.50 เมตร ($^{\circ}\text{C}$) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ อุณหภูมิภายนอกตำแหน่งห่างดินพอสมควร ($^{\circ}\text{C}$) ▪ ความชื้นตำแหน่งห่างดินพอสมควร (%) ▪ อุณหภูมิผิวผนังภายนอกที่สัมผัสดินที่ความสูง 0.50 เมตร ($^{\circ}\text{C}$) ▪ อุณหภูมิดินที่ระดับความลึก <ul style="list-style-type: none"> - 0.20 เมตร ($^{\circ}\text{C}$) - 0.40 เมตร ($^{\circ}\text{C}$) - 0.60 เมตร ($^{\circ}\text{C}$) ▪ ความชื้น ดินที่ระดับความลึก 0.50 เมตร (%) ▪ Radiation (w / m^2) ที่ระดับความสูงบนหลังคา 	
	เวลาในการทดสอบ		
	เตรียมเครื่องมือและห้องทดลอง	1 วัน	
	การวัดค่าครั้งที่ 1 รอบ 24 ชม.	1 วัน	
	การวัดค่าครั้งที่ 2 รอบ 24 ชม.	1 วัน	
	ทำการวิเคราะห์ผล	1 วัน	
	รวมทั้งสิ้น	4 วัน	

หมายเหตุ

-  ผนังก่ออิฐ ½ แผ่น ฉาบปูนขัดมัน หนา 0.10 เมตร
-  ผนังก่ออิฐ ½ แผ่น ฉาบปูนขัดมัน หนา 0.10 ทาน้ำยากันซึมก่อนถมดิน
-  ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กผสมน้ำยากันซึมหนา 0.10 เมตร
-  ฉนวนกันความร้อนหนา 2 นิ้ว

3.3.2.1 ตำแหน่งในการติดตั้งเครื่องมือเก็บผลการทดลองที่ 2 การทดลองเปรียบเทียบความหนาของดินในการลดความร้อนให้กับอาคาร

รายละเอียดตำแหน่งในการติดตั้งเครื่องมือแสดงในรูปที่ 3.33

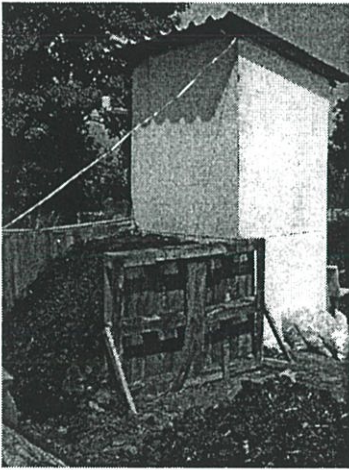


รูปที่ 3.33 ตำแหน่งติดตั้งสายสัญญาณเก็บผลการทดลองที่ 2

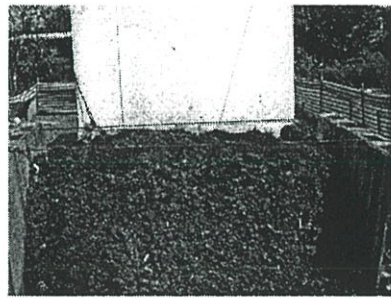
3.3.2.2 สภาพทางกายภาพขณะทำการทดลองที่ 2

ในการทดลองที่ 2 ได้ทำการทดลองโดยใช้ห้องทดลองที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ห้องทดลองที่ 1 นำดินร่วนมาถมผนังห้องทดลองทางด้านทิศใต้ หนา 0.60 ม. สูง 1.00 ม. ทำการรดน้ำเวลา 8.00 น. เป็นเวลา 2 วัน ดังแสดงในรูปที่ 3.34 (ก) และ (ข)
- ห้องทดลองที่ 2 นำดินร่วนมาถมผนังห้องทดลองทางด้านทิศใต้ หนา 1.00 ม. สูง 1.00 ม. ทำการรดน้ำเวลา 8.00 น. เป็นเวลา 2 วัน ดังแสดงในรูปที่ 3.35 (ก) และ (ข)
- ห้องทดลองที่ 3 นำดินร่วนมาถมผนังห้องทดลองทางด้านทิศใต้ หนา 0.30 ม. สูง 1.00 ม. ทำการรดน้ำเวลา 8.00 น. เป็นเวลา 2 วัน ดังแสดงในรูปที่ 3.36 (ก) และ (ข)



(ก)

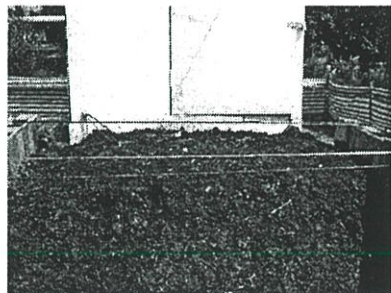


(ข)

รูปที่ 3.34 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 1 ขณะทำการทดลองที่ 2

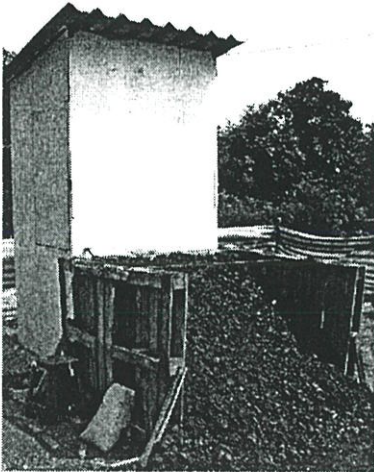


(ก)

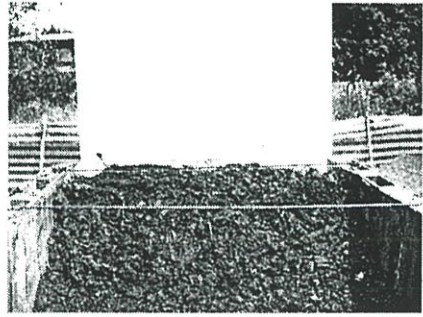


(ข)

รูปที่ 3.35 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 2 ขณะทำการทดลองที่ 2



(ก)



(ข)

รูปที่ 3.36 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 2 ขณะทำการทดลองที่ 2

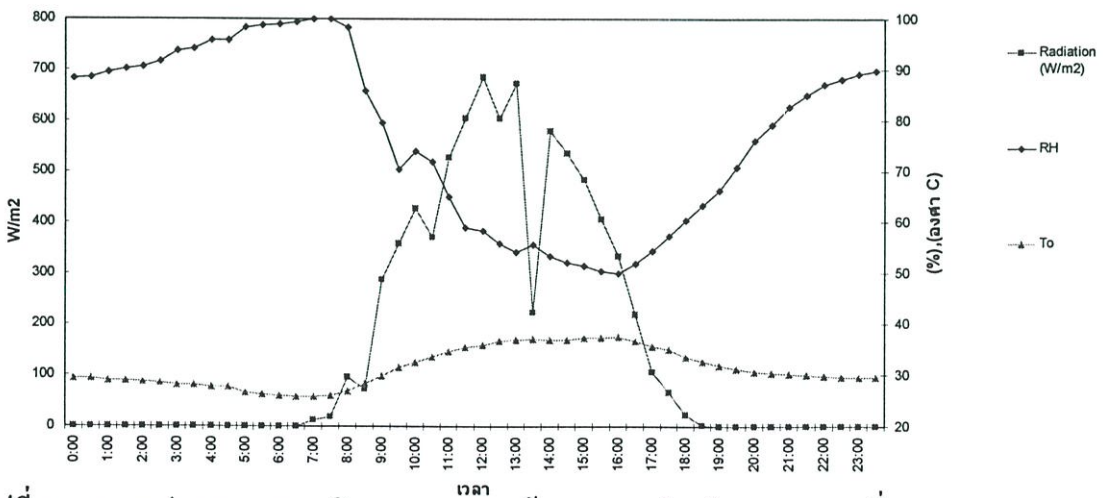
3.3.2.3 ผลการทดลองสภาพอากาศของการทดลองที่ 2

สมมติฐาน : ความหนาของดินต่างกันมีผลต่ออุณหภูมิภายในต่างกันแปรผันตามความหนาของดิน

วันที่ทำการทดลอง เริ่มเวลา 0.00น. ของวันที่ 19 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546 ถึง 24.00น. ของวันที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546

สภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองสำหรับการทดลองที่ 2 แสดงในรูป

รูปที่ 3.37

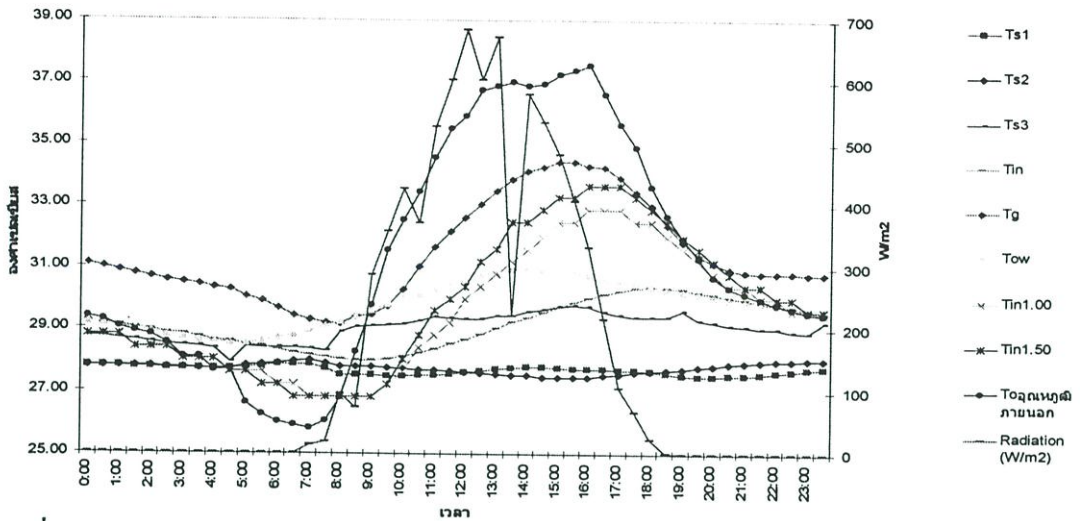


รูปที่ 3.37 กราฟแสดงสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองสำหรับการทดลองที่ 2

ผลการทดลองสำหรับห้องทดลองที่มีการถมดินทางด้านทิศใต้ หนาจาก
ผนัง 0.30 เมตร มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3.7 และรูปที่ 3.38 ส่วน
ค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยห้องทดลองแสดงในตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.7 ผลการทดลองที่ 2 ห้องทดลองถมดินหนาจากผนัง 0.30 ม.

เวลา	ภายนอกห้องทดลอง			ในดิน				ภายในห้องทดลอง					
	To	RH	Rad.	Ts1	Ts2	Ts3	Tow	Tin	Tg	Tin1.00	Tin1.50	RH1.00	RH1.50
0:00	29.38	88.33	0	28.22	28.16	31.00	30.32	30.26	32.96	28.9	28.9	74.8	74.8
0:30	29.29	88.64	0	28.17	28.13	30.90	30.40	30.18	32.76	28.9	28.9	74.8	74.8
1:00	29.04	89.64	0	28.15	28.13	30.78	30.43	30.13	32.59	28.5	28.5	74.9	74.9
1:30	28.91	90.28	0	28.13	28.11	30.68	30.36	30.06	32.41	28.5	28.5	75.6	75.6
2:00	28.79	90.53	0	28.10	28.11	30.61	30.27	29.98	32.26	28.5	28.5	75.6	75.6
2:30	28.54	91.61	0	28.10	28.08	30.54	30.19	29.93	32.11	28.1	28.1	75.6	75.6
3:00	28.1	93.76	0	28.08	28.08	30.44	30.14	29.86	31.94	28.1	28.1	76.4	76.4
3:30	28.08	94.11	0	28.08	28.08	30.39	30.09	29.81	31.84	28.1	28.1	76.4	76.4
4:00	27.66	95.8	0	28.08	28.06	30.34	29.84	29.73	31.71	27.7	27.7	77.2	77.2
4:30	27.7	95.77	0	28.08	28.06	30.26	29.63	29.65	31.56	27.7	27.7	77.2	77.2
5:00	26.62	98.32	0	27.99	28.13	30.51	29.58	29.69	31.48	27.7	27.7	78	78
5:30	26.24	98.73	0	27.99	28.21	30.44	29.63	29.76	31.33	27.3	27.3	78	78
6:00	26	98.88	0	28.01	28.21	30.41	29.71	29.68	31.21	27.3	27.3	77.2	77.2
6:30	25.9	99.33	0.2	28.04	28.21	30.39	29.84	29.6	31.13	27.3	27.3	77.2	77.2
7:00	25.82	100	13.16	28.06	28.21	30.36	29.97	29.55	31.08	27.0	27.0	77.2	77.2
7:30	26.04	99.91	17.98	28.06	28.13	30.29	30.12	29.4	30.98	27.0	27.0	77.2	77.2
8:00	26.8	98.33	95.18	27.93	27.89	29.58	30.27	29.08	30.23	27.0	27.0	78	78
8:30	28.27	85.86	73.53	27.90	27.89	29.58	30.46	29.05	30.28	27.0	27.0	78.9	78.9
9:00	29.78	79.52	286.92	27.90	27.87	29.53	30.61	29	30.33	27.0	27.0	78	78
9:30	31.55	70.48	357.63	27.90	27.84	29.53	30.78	29.05	30.53	27.0	27.0	77.2	77.2
10:00	32.54	74.02	427.15	27.96	27.84	29.63	30.94	29.13	30.93	27.3	27.7	78	78
10:30	33.45	71.92	371.54	28.01	27.87	29.80	31.12	29.25	31.43	27.7	28.1	78.8	79.7
11:00	34.56	64.95	527.66	28.13	27.89	30.05	31.24	29.38	32.01	28.1	28.5	79.7	78.7
11:30	35.51	58.87	603.31	28.27	27.92	30.34	31.40	29.53	32.59	28.5	29.3	78.7	77
12:00	35.91	58.26	684.91	28.40	27.97	30.68	31.53	29.68	33.21	28.9	29.7	77.8	74.8
12:30	36.75	55.77	604.04	28.49	28.01	31.00	31.65	29.86	33.82	29.3	30.1	77	73.4
13:00	36.89	54.2	673.9	28.58	28.06	31.35	31.73	30.01	34.39	29.7	30.5	77	72.1
13:30	37	55.53	222.74	28.65	28.11	31.61	31.78	30.18	34.89	30.1	31.3	74.7	69.4
14:00	36.88	53.41	579.93	28.65	28.13	31.84	31.78	30.33	35.24	30.5	31.3	73.3	68.4
14:30	36.95	52.03	535.16	28.63	28.13	31.99	31.75	30.51	35.49	30.9	31.7	71	67
15:00	37.26	51.52	483.55	28.60	28.11	32.04	31.68	30.63	35.64	31.3	32.1	69.9	65.3
15:30	37.38	50.42	407.22	28.54	28.08	32.09	31.58	30.78	35.77	31.3	32.1	68.9	64.9
16:00	37.55	49.98	333.39	28.47	28.06	32.10	31.50	30.91	35.9	31.7	32.5	66.6	64.9
16:30	36.61	51.93	217.87	28.45	28.06	32.15	31.43	31.03	36	31.7	32.9	66.7	63
17:00	35.65	54.47	105.33	28.37	28.03	32.18	31.38	31.11	36	32.1	32.5	63.9	63.1
17:30	34.91	57.27	67.48	28.36	28.03	32.20	31.29	31.16	35.97	31.7	32.5	63.6	63.4
18:00	33.63	60.5	23.6	28.24	28.01	32.09	31.24	31.16	35.69	31.7	32.5	63.2	63.1
18:30	32.66	63.35	2.05	28.06	27.94	31.81	31.19	31.13	35.19	31.3	32.1	63.7	63.5
19:00	31.94	66.15	0	27.83	27.89	31.50	31.14	31.06	34.59	31.3	31.7	63.7	63.6
19:30	31.3	70.78	0	27.67	27.84	31.25	31.09	30.96	34.09	30.9	31.3	64.1	63.7
20:00	30.68	76.08	0	27.60	27.84	31.11	31.04	30.88	33.69	30.5	30.9	65.2	64.8
20:30	30.34	79.25	0	27.55	27.87	31.00	30.97	30.81	33.41	30.5	30.5	66.4	65.6
21:00	30.16	82.72	0	27.55	27.89	30.93	30.92	30.76	33.19	30.1	30.5	67.3	66.8
21:30	29.99	84.94	0	27.58	27.92	30.93	30.87	30.68	33.04	30.1	30.1	68.1	67.7
22:00	29.82	87.1	0	27.63	27.97	30.93	30.78	30.63	32.91	29.7	30.1	69.1	68.6
22:30	29.68	88.09	0	27.72	28.01	30.98	30.73	30.58	32.86	29.7	29.7	70.1	69.6
23:00	29.55	89.24	0	27.83	28.08	31.08	30.66	30.53	32.84	29.3	29.7	70.7	70.1
23:30	29.49	89.8	0	27.87	28.11	31.05	30.61	30.48	32.74	29.3	29.3	71.2	71.2



รูปที่ 3.38 กราฟแสดงผลการทดลองที่ 2 ห้องทดลองถมดินที่ผนังทางด้านทิศใต้หน้จากผนัง 0.30 เมตร

ตารางที่ 3.8 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยห้องทดลองถมดินร่วนหนาจากผนัง 0.30 เมตร

ตัวแปรภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง								
Rad.	684.91		0.00		684.91		157.46	
Time	12.00		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Ts1	37.55	28.65	25.82	27.55	11.73	1.10	31.29	28.09
Time	16.00	13.30-14.00	7.00	20.30-21.00				
Ts2	37.55	28.21	25.82	27.84	11.73	0.37	31.29	28.03
Time	16.00	5.30-7.00	7.00	9.30-10.00				
Ts3	37.55	32.20	25.82	29.53	11.73	2.68	31.29	30.88
Time	16.00	17.30	7.00	9.00-9.30				
Tow	37.55	31.78	25.82	29.58	11.73	2.20	31.29	30.78
Time	16.00	13.30-14.00	7.00	5.00				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Tin	37.55	31.16	25.82	29.00	11.73	2.16	31.29	30.14
Time	16.00	17.30-18.00	7.00	9.00				
Tg	37.55	36.00	25.82	30.23	11.73	5.77	31.29	33.00
Time	16.00	16.30-17.00	7.00	8.00				
Tin1.00	37.55	32.14	25.82	26.95	11.73	5.19	31.29	29.16
Time	16.00	17.00	7.00	7.00-9.30				
Tin1.50	37.55	32.93	25.82	26.95	11.73	5.98	31.29	29.49
Time	16.00	16.30	7.00	7.00-9.30				
RH1.00	100.00	79.70	49.98	63.20	50.02	16.50	77.35	72.96
Time	7.00	11.00	16.00	18.00				
RH1.50	100.00	79.70	49.98	63.00	50.02	16.70	77.35	72.01
Time	7.00	10.30	16.00	16.30				

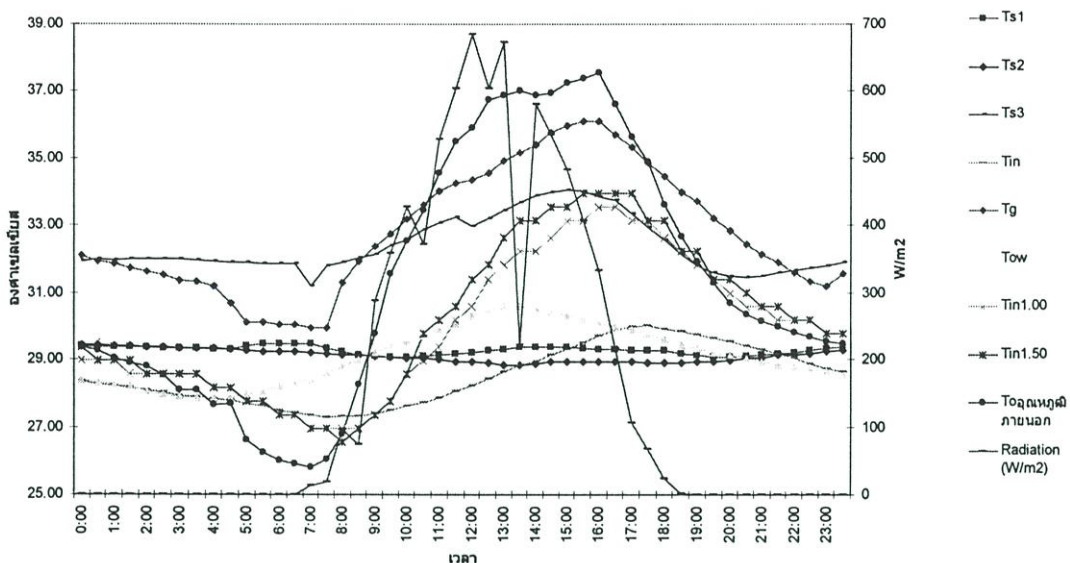
หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

ผลการทดลองสำหรับห้องทดลองที่มีการถมดินทางด้านทิศใต้ หนาจาก
ผนัง 0.60 เมตรมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3.9 และรูปที่ 3.39 ส่วน
ค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยห้องทดลองแสดงในตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.9 ผลการทดลองที่ 2 ห้องทดลองถมดินหนาจากผนัง 0.60ม.

เวลา	ภายนอกห้องทดลอง			ในดิน				ภายในห้องทดลอง					
	To	RH	Rad.	Ts1	Ts2	Ts3	Tow	Tin	Tg	Tin1.00	Tin1.50	RH1.00	RH1.50
0:00	29.38	88.33	0	27.81	27.8	28.75	29.22	29.23	31.10	28.8	28.8	74.73	74.73
0:30	29.29	88.64	0	27.78	27.78	28.73	29.17	29.15	30.98	28.8	28.8	74.73	74.73
1:00	29.04	89.64	0	27.78	27.78	28.68	29.07	29.1	30.88	28.8	28.8	74.83	74.83
1:30	28.91	90.28	0	27.76	27.78	28.63	29.00	29.03	30.79	28.4	28.4	75.52	75.52
2:00	28.79	90.53	0	27.76	27.78	28.58	28.90	28.98	30.69	28.4	28.4	75.52	75.52
2:30	28.54	91.61	0	27.73	27.75	28.5	28.79	28.88	30.60	28.4	28.4	75.52	75.52
3:00	28.1	93.76	0	27.73	27.75	28.48	28.74	28.83	30.50	28.0	28.0	76.32	76.32
3:30	28.08	94.11	0	27.73	27.73	28.43	28.64	28.73	30.44	28.0	28.0	76.32	76.32
4:00	27.66	95.8	0	27.71	27.73	28.35	28.59	28.65	30.34	28.0	28.0	77.12	77.12
4:30	27.7	95.77	0	27.71	27.73	27.93	28.54	28.6	30.27	27.6	27.6	77.12	77.12
5:00	26.62	98.32	0	27.76	27.82	28.43	28.54	28.5	30.05	27.6	27.6	77.92	77.92
5:30	26.24	98.73	0	27.80	27.87	28.4	28.59	28.43	29.91	27.6	27.2	77.92	77.92
6:00	26	98.88	0	27.85	27.9	28.4	28.69	28.33	29.67	27.2	27.2	77.12	77.12
6:30	25.9	99.33	0.2	27.85	27.95	28.4	28.79	28.23	29.43	27.2	26.8	77.12	77.12
7:00	25.82	100	13.16	27.85	27.98	28.35	28.95	28.18	29.32	26.8	26.8	77.12	77.12
7:30	26.04	99.91	17.98	27.72	27.9	28.3	29.10	28.08	29.19	26.8	26.8	77.12	77.12
8:00	26.8	98.33	95.18	27.54	27.78	28.9	29.25	28.03	29.17	26.8	26.8	77.92	77.92
8:30	28.27	85.86	73.53	27.54	27.78	29.08	29.43	27.98	29.41	26.8	26.8	78.82	78.82
9:00	29.78	79.52	286.92	27.52	27.78	29.1	29.61	27.98	29.48	26.8	26.8	77.92	77.92
9:30	31.55	70.48	357.63	27.49	27.75	29.13	29.81	28.03	29.74	27.2	27.2	77.12	77.12
10:00	32.54	74.02	427.15	27.49	27.73	29.18	29.97	28.13	30.30	27.6	28.0	77.92	77.92
10:30	33.45	71.92	371.54	27.52	27.7	29.28	30.12	28.23	31.03	28.4	28.8	78.72	79.62
11:00	34.56	64.95	527.66	27.54	27.7	29.4	30.30	28.38	31.67	28.8	29.6	79.62	78.62
11:30	35.51	58.87	603.31	27.57	27.65	29.38	30.48	28.53	32.18	29.2	30.0	78.62	76.92
12:00	35.91	58.26	684.91	27.62	27.63	29.33	30.61	28.68	32.60	30.0	30.4	77.72	74.73
12:30	36.75	55.77	604.04	27.66	27.6	29.35	30.76	28.85	33.03	30.4	31.2	76.92	73.33
13:00	36.89	54.2	673.9	27.71	27.55	29.43	30.87	29.03	33.48	30.8	31.6	76.92	72.03
13:30	37	55.53	222.74	27.76	27.52	29.45	30.97	29.23	33.84	31.2	32.5	74.63	69.33
14:00	36.88	53.41	579.93	27.78	27.52	29.58	30.99	29.38	34.11	31.6	32.5	73.23	68.33
14:30	36.95	52.03	535.16	27.78	27.47	29.65	30.97	29.53	34.27	32.0	32.9	70.93	66.93
15:00	37.26	51.52	483.55	27.76	27.47	29.76	30.92	29.71	34.41	32.5	33.3	69.83	65.23
15:30	37.38	50.42	407.22	27.73	27.47	29.78	30.83	29.88	34.44	32.5	33.3	68.83	64.84
16:00	37.55	49.98	333.39	27.71	27.47	29.76	30.76	30.01	34.30	32.9	33.7	66.53	64.84
16:30	36.61	51.93	217.87	27.71	27.52	29.58	30.66	30.16	34.27	32.9	33.7	66.13	62.94
17:00	35.65	54.47	105.33	27.68	27.57	29.48	30.58	30.26	33.91	32.9	33.7	63.84	63.04
17:30	34.91	57.27	67.48	27.68	27.63	29.4	30.48	30.36	33.46	32.5	33.3	63.54	63.34
18:00	33.63	60.5	23.6	27.66	27.65	29.4	30.41	30.38	33.00	32.5	32.9	63.14	63.04
18:30	32.66	63.35	2.05	27.59	27.68	29.4	30.32	30.36	32.39	32.0	32.5	63.64	63.44
19:00	31.94	66.15	0	27.54	27.73	29.6	30.22	30.31	31.82	31.6	32.0	63.64	63.54
19:30	31.3	70.78	0	27.49	27.78	29.3	30.14	30.23	31.41	31.2	31.6	64.04	63.64
20:00	30.68	76.08	0	27.49	27.83	29.23	30.07	30.16	31.15	30.8	31.2	65.13	64.74
20:30	30.34	79.25	0	27.52	27.88	29.15	29.99	30.06	30.96	30.4	30.8	66.33	65.53
21:00	30.16	82.72	0	27.54	27.93	29.1	29.92	29.98	30.87	30.4	30.4	67.23	66.73
21:30	29.99	84.94	0	27.57	27.95	29.05	29.84	29.88	30.84	30.0	30.4	68.03	67.63
22:00	29.82	87.1	0	27.62	27.98	29.03	29.76	29.81	30.84	30.0	30.0	69.03	68.53
22:30	29.68	88.09	0	27.66	28	28.93	29.68	29.73	30.82	29.6	30.0	70.03	69.53
23:00	29.55	89.24	0	27.73	28.03	28.9	29.61	29.63	30.79	29.6	29.6	70.63	70.03
23:30	29.49	89.8	0	27.76	28.03	29.23	29.56	29.55	30.79	29.5	29.6	71.13	71.13



รูปที่ 3.39 กราฟแสดงผลการทดลองที่ 2 ห้องทดลองถมดินที่ผนังทางด้านทิศใต้หนานจากผนัง 0.60 เมตร

ตารางที่ 3.10 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยห้องทดลองถมดินหนานจากผนัง 0.60 เมตร

ตัวแปร ภูมิภาค	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง								
Rad.	684.91		0.00		684.91		157.46	
Time	12.00		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในดินที่มถมห้องทดลอง								
Ts1	37.55	27.85	25.82	27.49	11.73	0.36	31.29	27.67
Time	16.00	6.00-7.00	7.00	19.30-20.00				
Ts2	37.55	28.05	25.82	27.47	11.73	0.58	31.29	27.75
Time	16.00	23.00	7.00	14.30-16.00				
Ts3	37.55	29.78	25.82	27.93	11.73	1.85	31.29	29.03
Time	16.00	15.30	7.00	4.30				
Tow	37.55	30.99	25.82	28.54	11.73	2.45	31.29	29.77
Time	16.00	14.00	7.00	4.30-5.00				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Tin	37.55	30.38	25.82	27.98	11.73	2.40	31.29	29.16
Time	16.00	18.00	7.00	8.30-9.00				
Tg	37.55	34.44	25.82	29.17	11.73	5.26	31.29	31.42
Time	16.00	14.00	7.00	4.30-5.00				
Tin1.00	37.55	32.88	25.82	26.82	11.73	6.05	31.29	29.53
Time	16.00	16.00-17.00	7.00	7.00-9.00				
Tin1.50	37.55	33.66	25.82	26.83	11.73	6.83	31.29	29.83
Time	16.00	16.00-17.00	7.00	6.30-9.00				
RHI.00	100.00	79.62	49.98	63.14	50.02	16.48	77.35	72.89
Time	7.00	11.00	16.00	18.00				
RHI.50	100.00	79.62	49.98	62.94	50.02	16.68	77.35	71.94
Time	7.00	10.30	16.00	16.30				

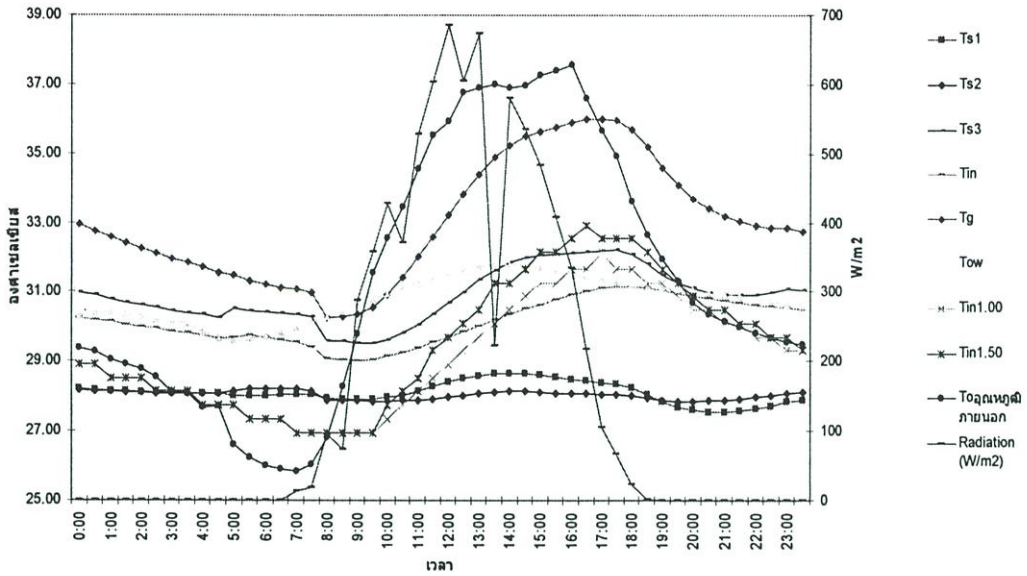
หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

ผลการทดลองสำหรับห้องทดลองที่มีการถมดินทางด้านทิศใต้ หนาจาก
ผนัง 1.00 เมตรมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3.11 และรูปที่ 3.40 ส่วน
ค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยห้องทดลองแสดงในตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.11 ผลการทดลองที่ 2 ห้องทดลองถมดินหนาจากผนัง 1.00 ม.

เวลา	ภายนอกห้องทดลอง			ในดิน				ภายในห้องทดลอง					
	To	RH	Rad.	Ts1	Ts2	Ts3	Tow	Tin	Tg	Tin1.00	Tin1.50	RH1.00	RH1.50
0:00	29.38	88.33	0	29.42	29.43	31.94	28.39	28.38	32.10	29.0	29.4	74.87	74.87
0:30	29.29	88.64	0	29.39	29.43	31.99	28.34	28.28	31.94	29.0	29.0	74.87	74.87
1:00	29.04	89.64	0	29.39	29.4	31.96	28.25	28.23	31.85	29.0	29.0	74.97	74.97
1:30	28.91	90.28	0	29.37	29.4	31.99	28.18	28.15	31.74	28.6	29.0	75.68	75.68
2:00	28.79	90.53	0	29.37	29.38	31.99	28.05	28.08	31.63	28.6	28.6	75.68	75.68
2:30	28.54	91.61	0	29.34	29.38	31.99	27.97	28.03	31.53	28.6	28.6	75.68	75.68
3:00	28.1	93.76	0	29.34	29.35	31.99	27.90	27.93	31.36	28.6	28.6	76.48	76.48
3:30	28.08	94.11	0	29.34	29.35	31.96	27.85	27.88	31.34	28.6	28.6	76.48	76.48
4:00	27.66	95.8	0	29.32	29.33	31.94	27.87	27.83	31.20	28.2	28.2	77.28	77.28
4:30	27.7	95.77	0	29.32	29.3	31.91	27.87	27.78	30.69	28.2	28.2	77.28	77.28
5:00	26.62	98.32	0	29.41	29.28	31.91	27.95	27.7	30.12	27.8	27.8	78.08	78.08
5:30	26.24	98.73	0	29.47	29.25	31.86	28.05	27.63	30.12	27.8	27.8	78.08	78.08
6:00	26	98.88	0	29.47	29.23	31.86	28.18	27.5	30.06	27.4	27.4	77.28	77.28
6:30	25.9	99.33	0.2	29.47	29.23	31.86	28.28	27.42	30.04	27.4	27.4	77.28	77.28
7:00	25.82	100	13.16	29.47	29.2	31.2	28.41	27.35	29.95	27.0	27.0	77.28	77.28
7:30	26.04	99.91	17.98	29.35	29.18	31.81	28.61	27.3	29.93	27.0	27.0	77.28	77.28
8:00	26.8	98.33	95.18	29.24	29.15	31.89	28.79	27.32	31.31	27.0	26.6	78.08	78.08
8:30	28.27	85.86	73.53	29.14	29.13	32.04	29.00	27.32	31.94	27.0	27.0	78.98	78.98
9:00	29.78	79.52	286.92	29.12	29.1	32.14	29.20	27.4	32.37	27.4	27.4	78.08	78.08
9:30	31.55	70.48	357.63	29.09	29.08	32.41	29.41	27.5	32.75	27.8	27.8	77.28	77.28
10:00	32.54	74.02	427.15	29.09	29.05	32.56	29.53	27.63	33.18	28.6	28.6	78.08	78.08
10:30	33.45	71.92	371.54	29.12	29.03	32.86	29.71	27.73	33.62	29.0	29.8	78.88	79.78
11:00	34.56	64.95	527.66	29.14	29	33.09	29.89	27.85	34.03	29.4	30.2	79.78	78.78
11:30	35.51	58.87	603.31	29.17	28.95	33.24	30.09	28.05	34.24	30.2	30.6	78.78	77.08
12:00	35.91	58.26	684.91	29.22	28.93	32.96	30.30	28.23	34.35	30.6	31.4	77.88	74.87
12:30	36.75	55.77	604.04	29.27	28.9	33.21	30.48	28.43	34.57	31.4	31.8	77.08	73.47
13:00	36.89	54.2	673.9	29.32	28.85	33.46	30.58	28.63	34.93	31.8	32.6	77.08	72.17
13:30	37	55.53	222.74	29.37	28.85	33.69	30.61	28.83	35.17	32.2	33.1	74.77	69.47
14:00	36.88	53.41	579.93	29.39	28.88	33.87	30.53	28.95	35.41	32.2	33.1	73.37	68.47
14:30	36.95	52.03	535.16	29.39	28.93	33.97	30.43	29.13	35.76	32.6	33.5	71.07	67.07
15:00	37.26	51.52	483.55	29.37	28.93	34.04	30.32	29.3	35.96	33.1	33.5	69.97	65.37
15:30	37.38	50.42	407.22	29.34	28.95	34.02	30.22	29.5	36.12	33.1	33.9	68.97	64.96
16:00	37.55	49.98	333.39	29.32	28.93	33.84	30.12	29.71	36.12	33.5	33.9	66.67	64.96
16:30	36.61	51.93	217.87	29.32	28.98	33.74	29.99	29.88	35.71	33.5	33.9	66.27	63.06
17:00	35.65	54.47	105.33	29.29	28.93	33.36	29.89	29.98	35.33	33.1	33.9	63.96	63.16
17:30	34.91	57.27	67.48	29.29	28.9	32.94	29.76	30.01	34.87	33.1	33.1	63.66	63.46
18:00	33.63	60.5	23.6	29.27	28.9	32.56	29.61	29.93	34.46	32.6	33.1	63.26	63.16
18:30	32.66	63.35	2.05	29.19	28.9	32.14	29.46	29.83	33.97	32.2	32.2	63.76	63.56
19:00	31.94	66.15	0	29.14	28.93	31.81	29.33	29.73	33.70	31.8	32.2	63.76	63.66
19:30	31.3	70.78	0	29.09	28.93	31.58	29.22	29.63	33.22	31.4	31.4	64.16	63.76
20:00	30.68	76.08	0	29.09	28.98	31.51	29.15	29.53	32.84	31.0	31.4	65.27	64.86
20:30	30.34	79.25	0	29.12	29.03	31.46	29.05	29.4	32.42	30.6	31.0	66.47	65.67
21:00	30.16	82.72	0	29.14	29.05	31.51	28.95	29.3	32.12	30.6	30.6	67.37	66.87
21:30	29.99	84.94	0	29.17	29.13	31.58	28.85	29.18	31.90	30.2	30.6	68.17	67.77
22:00	29.82	87.1	0	29.22	29.15	31.66	28.76	29.03	31.61	30.2	30.2	69.17	68.67
22:30	29.68	88.09	0	29.27	29.18	31.74	28.71	28.88	31.34	30.2	30.2	70.17	69.67
23:00	29.55	89.24	0	29.34	29.25	31.81	28.64	28.75	31.18	29.8	29.8	70.77	70.17
23:30	29.49	89.8	0	29.37	29.28	31.89	28.54	28.65	31.58	29.8	29.8	71.27	71.27



รูปที่ 3.40 กราฟแสดงผลการทดลองที่ 2 ห้องทดลองถมดินที่ผนังทางด้านทิศใต้หนานจากผนัง 1.00 เมตร

ตารางที่ 3.12 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยห้องทดลองถมดินหนานจากผนัง 1.00 เมตร

ตัวแปร ภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง								
Rad.	684.91		0.00		684.91		157.46	
Time	12.00		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Ts1	37.55	29.47	25.82	29.09	11.73	0.38	31.29	29.29
Time	16.00	5.30-7.00	7.00	19.30-20.30				
Ts2	37.55	29.43	25.82	28.85	11.73	0.58	31.29	29.11
Time	16.00	0.00-0.30	7.00	13.00-13.30				
Ts3	37.55	34.04	25.82	31.20	11.73	2.84	31.29	32.38
Time	16.00	15.00	7.00	7.00				
Tow	37.55	30.61	25.82	27.85	11.73	2.76	31.29	29.10
Time	16.00	13.00	7.00	3.30				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Tin	37.55	30.01	25.82	27.30	11.73	2.71	31.29	28.52
Time	16.00	17.30	7.00	7.30				
Tg	37.55	36.12	25.82	29.93	11.73	6.19	31.29	32.75
Time	16.00	15.30-16.00	7.00	7.30				
Tin1.00	37.55	33.53	25.82	26.97	11.73	6.57	31.29	29.94
Time	16.00	16.00-16.30	7.00	7.00-8.30				
Tin1.50	37.55	33.94	25.82	26.56	11.73	7.37	31.29	30.19
Time	16.00	15.30-17.00	7.00	8.00				
RH1.00	100.00	79.78	49.98	63.26	50.02	16.52	77.35	73.03
Time	7.00	11.00	16.00	18.00				
RH1.50	100.00	79.78	49.98	63.06	50.02	16.72	77.35	72.08
Time	7.00	10.30	16.00	16.30				

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง





3.3.3 การทดลองที่ 3 การทดลองเปรียบเทียบการปลูกพืชคลุมดินในการลดความร้อนให้กับอาคาร

รายละเอียดการทดลองแสดงในตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 รายละเอียดสำหรับการทดลองที่ 3

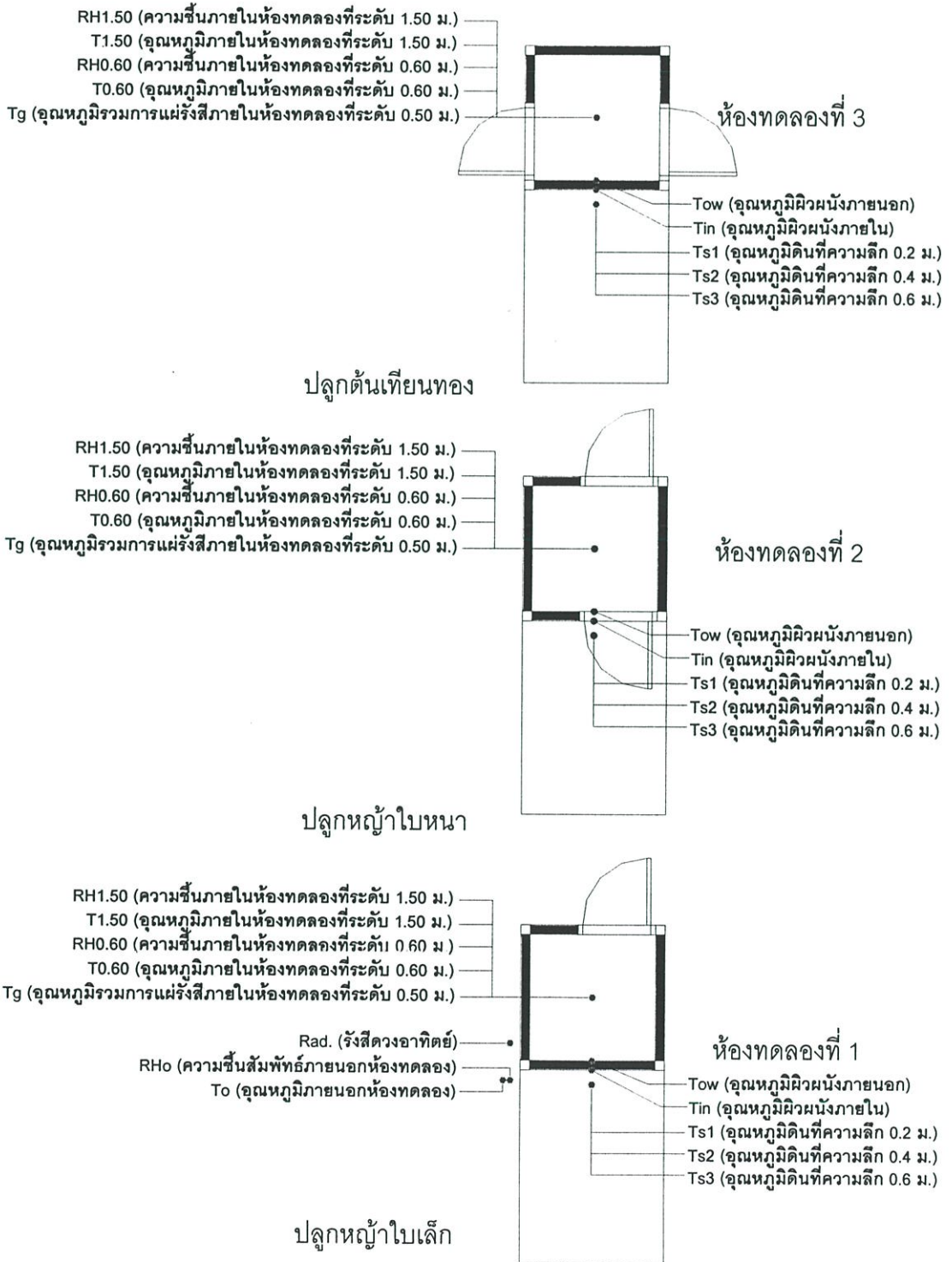
ห้องทดลอง	ตัวแปรที่ทำการทดสอบ		
	ห้องทดลองแบบที่ 1	ห้องทดลองแบบที่ 2	ห้องทดลองแบบที่ 3
	พืชคลุมดิน(หญ้าใบเล็ก)	พืชคลุมดิน(หญ้าใบหนา)	ไม่พุ่ม (ต้นเทียนทอง)
	ตัวแปรที่ทำการเก็บข้อมูล		
	ภายในห้องทดลอง		ภายนอกห้องทดลอง
ต้นเทียนทอง	<ul style="list-style-type: none"> อุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง 0.60 เมตร และ 1.50 เมตร ($^{\circ}\text{C}$) ความชื้นภายในที่ระดับความสูง 0.60 เมตร และ 1.50 เมตร (%) อุณหภูมิผิวผนังภายในที่สัมผัสดินที่ความสูง 0.50 เมตร ($^{\circ}\text{C}$) 		<ul style="list-style-type: none"> อุณหภูมิภายนอก ตำแหน่งห่างดินพอสมควร ($^{\circ}\text{C}$) ความชื้นตำแหน่งห่างดินพอสมควร (%) อุณหภูมิผิวผนังภายนอกที่สัมผัสดินที่ความสูง 0.50 เมตร ($^{\circ}\text{C}$) อุณหภูมิดินที่ระดับความลึก <ul style="list-style-type: none"> - 0.20 เมตร ($^{\circ}\text{C}$) - 0.40 เมตร ($^{\circ}\text{C}$) - 0.60 เมตร ($^{\circ}\text{C}$) ความชื้น ดินที่ระดับความลึก 0.50 เมตร (%) Radiation (w / m^2) ที่ระดับความสูงบนหลังคา
หญ้าใบหนา	เวลาในการทดสอบ		
หญ้าใบเล็ก	เตรียมเครื่องมือและห้องทดลอง	1 วัน	
	การวัดค่าครั้งที่ 1 รอบ 24 ชม.	1 วัน	
	การวัดค่าครั้งที่ 2 รอบ 24 ชม.	1 วัน	
	ทำการตรวจสอบผล	1 วัน	
	รวมทั้งสิ้น	4 วัน	

หมายเหตุ

-  ผนังก่ออิฐ ½ แผ่น ฉาบปูนขัดมัน หนา 0.10 เมตร
-  ผนังก่ออิฐ ½ แผ่น ฉาบปูนขัดมัน หนา 0.10 ทาน้ำยากันซึมก่อนฉอมดิน
-  ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กผสมน้ำยากันซึมหนา 0.10 เมตร
-  ฉนวนกันความร้อนหนา 2 นิ้ว

3.3.3.1 ตำแหน่งในการติดตั้งเครื่องมือเก็บผลการทดลองที่ 3 การทดลองเปรียบเทียบการปลูกพืชคลุมดินในการลดความร้อนให้กับอาคาร

รายละเอียดตำแหน่งในการติดตั้งเครื่องมือแสดงในรูปที่ 3.40



รูปที่ 3.41 ตำแหน่งติดตั้งสายสัญญาณเก็บผลการทดลองที่ 3

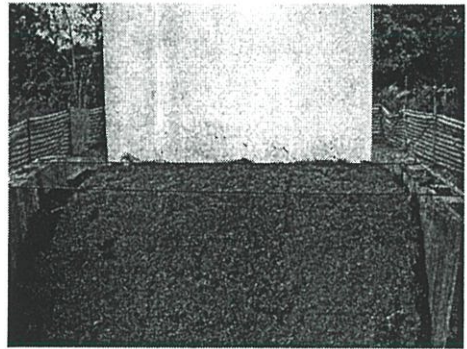
3.3.3.2 สภาพทางกายภาพขณะทำการทดลองที่ 3

ในการทดลองที่ 3 ได้ทำการทดลองโดยใช้ห้องทดลองที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ห้องทดลองที่ 1 นำดินร่วนมาถมผนังห้องทดลองทางด้านทิศใต้ ปูหญ้าใบเล็ก หนา 1.00 ม. สูง 1.00 ม. ทำการรดน้ำเวลา 8.00 น. และ 19.00 น. เป็นเวลา 2 วัน ดังแสดงในรูปที่ 3.42 (ก) และ (ข)
- ห้องทดลองที่ 2 นำดินร่วนมาถมผนังห้องทดลองทางด้านทิศใต้ ปูหญ้าใบหนา หนา 1.00 ม. สูง 1.00 ม. ทำการรดน้ำเวลา 8.00 น. และ 19.00 น. เป็นเวลา 2 วัน ดังแสดงในรูปที่ 3.43 (ก) และ (ข)
- นำดินร่วนมาถมผนังห้องทดลองทางด้านทิศใต้ ปูก้นเทียบทอง หนา 1.00 ม. สูง 1.00 ม. ทำการรดน้ำเวลา 8.00 น. และ 19.00 น. เป็นเวลา 2 วัน ดังแสดงในรูปที่ 3.44 (ก) และ (ข)

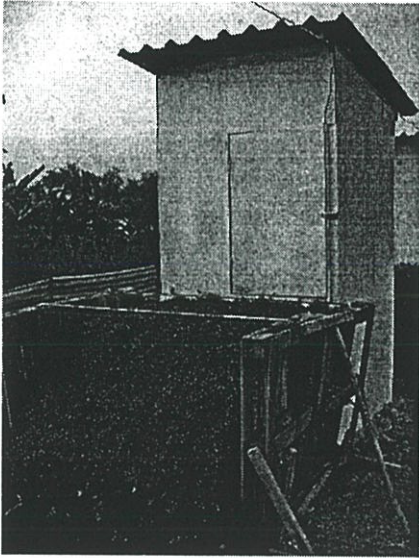


(ก)

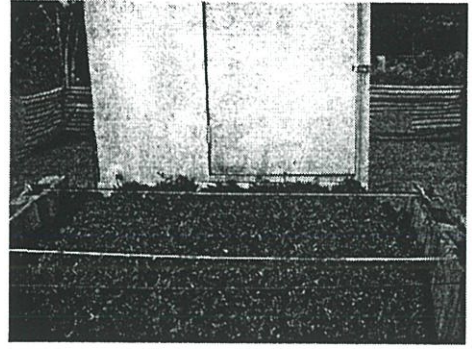


(ข)

รูปที่ 3.42 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 1 ขณะทำการทดลองที่ 3



(ก)

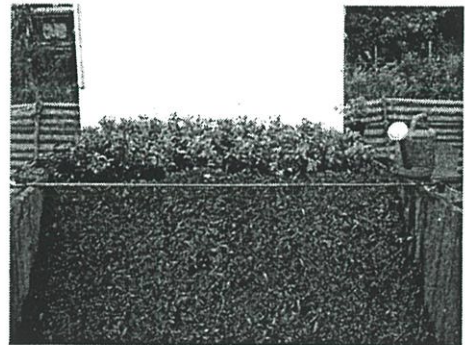


(ข)

รูปที่ 3.43 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 2 ขณะทำการทดลองที่ 3



(ก)



(ข)

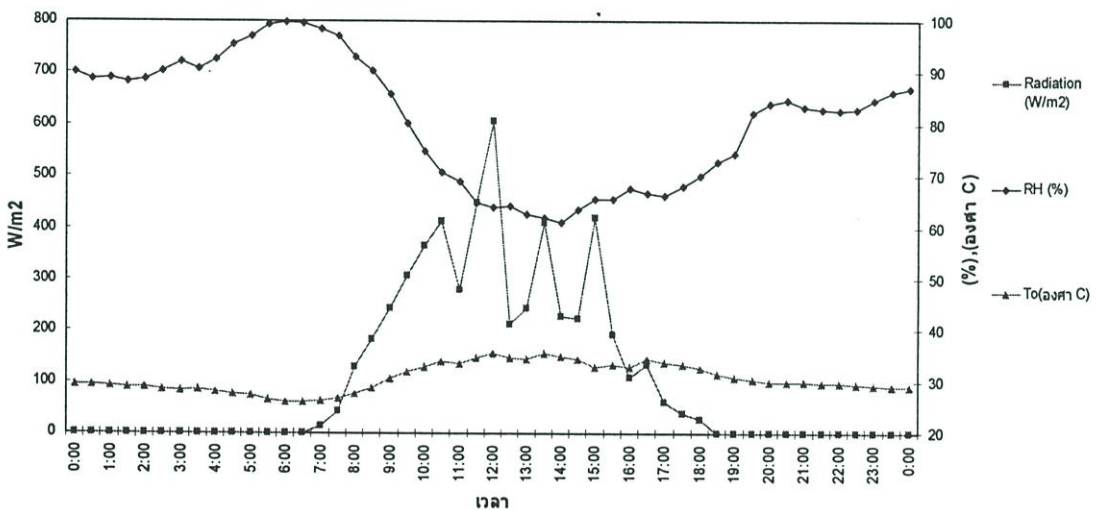
รูปที่ 3.44 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 3 ขณะทำการทดลองที่ 3

3.3.3.3 ผลการทดลองสภาพอากาศของการทดลองที่ 3

สมมติฐาน : ห้องทดลองที่ปลูกพืชคลุมดินต่างกันมีผลทำให้อุณหภูมิภายในห้องทดลองมีค่าไม่เท่ากัน

วันที่ทำการทดลอง เริ่มเวลา 0.00น. ของวันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546 ถึง 24.00น. ของวันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546

สภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองสำหรับการทดลองที่ 3 แสดงในรูปแบบที่ 3.45



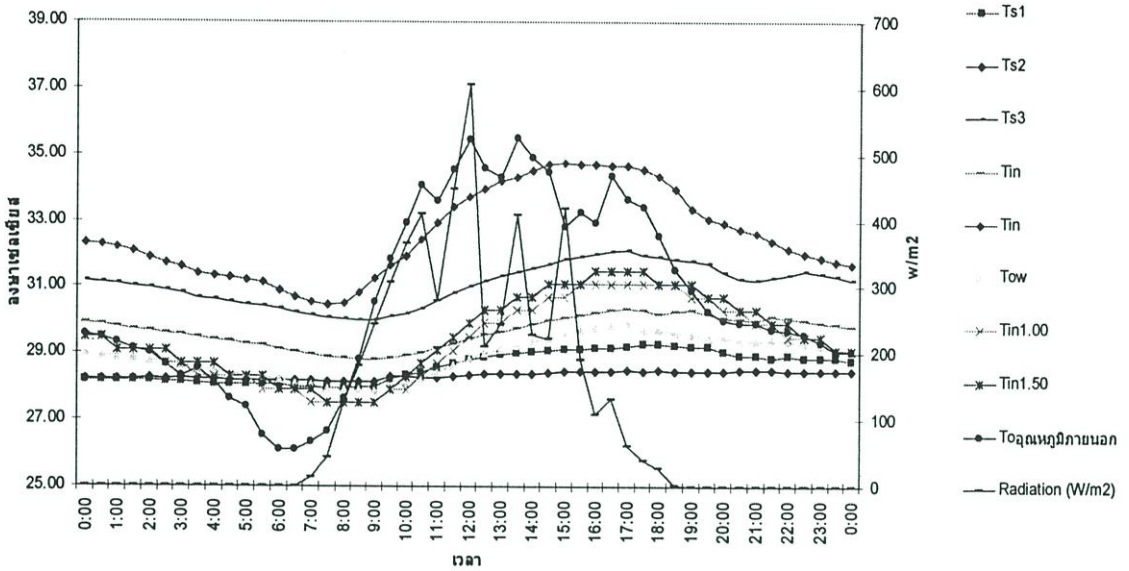
รูปที่ 3.45 กราฟแสดงสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองสำหรับการทดลองที่ 3

ผลการทดลองสำหรับห้องทดลองที่มีการถมดินทางด้านทิศใต้ ปลูกหญ้า นวลน้อย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3.14 และรูปที่ 3.46 ส่วนค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยห้องทดลองแสดงในตารางที่ 3.15

ผลการทดลองสำหรับห้องทดลองที่มีการถมดินทางด้านทิศใต้ ปลูกหญ้า มาเลย์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3.16 และรูปที่ 3.47 ส่วนค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยห้องทดลองแสดงในตารางที่ 3.17

ตารางที่ 3.14 ผลการทดลองที่ 3 ห้องทดลองที่มีการถมดินปลูกหญ้าขนาดเล็ก

เวลา	ภายนอกห้องทดลอง			ในดิน				ภายในห้องทดลอง					
	To	RH	Rad.	Ts1	Ts2	Ts3	Tow	Tin	Tg	Tin1.00	Tin1.50	RH1.00	RH1.50
0:00	29.55	90.17	0	28.18	28.23	31.16	28.98	29.93	32.31	29.5	29.5	73.5	72.9
0:30	29.49	88.71	0	28.18	28.23	31.13	28.95	29.86	32.26	29.5	29.5	73.5	73.5
1:00	29.31	88.92	0	28.18	28.23	31.08	28.90	29.81	32.21	29.1	29.1	74.2	73.6
1:30	29.12	88.2	0	28.18	28.23	31.01	28.84	29.73	32.07	29.1	29.1	74.2	74.2
2:00	29.02	88.66	0	28.18	28.25	30.96	28.79	29.68	31.89	29.1	29.1	74.2	74.2
2:30	28.66	90.29	0	28.16	28.23	30.88	28.72	29.6	31.74	28.7	29.1	74.3	74.2
3:00	28.29	92.19	0	28.13	28.25	30.81	28.65	29.55	31.62	28.7	28.7	74.3	74.3
3:30	28.55	90.65	0	28.11	28.23	30.68	28.53	29.48	31.42	28.3	28.7	74.3	74.3
4:00	28.15	92.58	0	28.08	28.23	30.61	28.47	29.4	31.34	28.3	28.7	75	74.9
4:30	27.62	95.54	0	28.06	28.2	30.53	28.39	29.35	31.29	28.3	28.3	75	75
5:00	27.41	97.03	0	28.06	28.2	30.48	28.35	29.28	31.21	28.3	28.3	75	75.7
5:30	26.55	99.23	0	28.06	28.2	30.43	28.30	29.23	31.15	27.9	28.3	75.7	75.7
6:00	26.12	99.69	0	28.06	28.2	30.33	28.21	29.13	30.90	27.9	27.9	75.7	75.7
6:30	26.11	99.65	0	27.99	28.18	30.23	28.11	29.05	30.72	27.9	27.9	75.7	75.7
7:00	26.33	98.42	14	27.99	28.18	30.16	28.05	28.98	30.55	27.5	27.9	75.8	75.7
7:30	26.65	97.18	43	27.97	28.15	30.06	27.96	28.9	30.45	27.5	27.5	75.8	75.8
8:00	27.65	93.12	128	27.97	28.13	30.03	27.93	28.85	30.52	27.5	27.5	76.5	76.5
8:30	28.83	90.41	182	27.99	28.13	30.01	27.91	28.8	30.82	27.5	27.5	76.5	76.5
9:00	30.53	85.79	243	27.99	28.15	29.98	27.88	28.83	31.24	27.5	27.5	77.2	77.2
9:30	31.86	80.26	307	28.22	28.3	30.11	28.00	28.85	31.64	27.9	27.9	78	78
10:00	32.95	74.82	365	28.35	28.3	30.21	28.10	28.93	31.94	27.9	28.3	78	78
10:30	34.07	70.8	412	28.42	28.28	30.36	28.23	29.03	32.43	28.3	28.7	78.8	77.9
11:00	33.61	69	279	28.57	28.28	30.58	28.44	29.15	32.96	28.7	29.1	78.8	77.9
11:30	34.54	64.78	449	28.69	28.3	30.81	28.65	29.28	33.40	29.1	29.5	78.7	77.8
12:00	35.48	63.84	606	28.82	28.35	31.03	28.86	29.43	33.73	29.5	29.9	77.8	77
12:30	34.6	64.21	211	28.88	28.38	31.18	29.00	29.55	33.95	29.9	30.3	77.8	75.5
13:00	34.31	62.52	244	28.96	28.38	31.33	29.14	29.65	34.19	29.9	30.3	77	74.8
13:30	35.5	61.89	409	29.01	28.38	31.46	29.26	29.76	34.32	30.3	30.7	76.2	73.4
14:00	34.92	60.93	228	29.06	28.4	31.56	29.35	29.88	34.52	30.3	30.7	76.2	73.4
14:30	34.48	63.6	223	29.08	28.43	31.68	29.46	29.98	34.72	30.7	31.1	76.1	73.3
15:00	32.84	65.6	420	29.13	28.45	31.84	29.61	30.08	34.77	30.7	31.1	76.1	73.3
15:30	33.27	65.6	192	29.13	28.45	31.94	29.70	30.16	34.72	31.1	31.1	76.1	72.7
16:00	32.95	67.5	108	29.15	28.48	32.01	29.77	30.23	34.72	31.1	31.5	75.4	72.1
16:30	34.35	66.62	132	29.17	28.48	32.09	29.84	30.31	34.69	31.1	31.5	76.1	72.7
17:00	33.67	66.18	61	29.20	28.5	32.12	29.91	30.36	34.67	31.1	31.5	75.4	73.3
17:30	33.4	67.89	39	29.27	28.48	31.96	29.72	30.3	34.57	31.1	31.5	75.4	72.7
18:00	32.54	70.05	27	29.27	28.5	31.94	29.70	30.2	34.37	31.1	31.1	74	72.7
18:30	31.53	72.69	1	29.25	28.48	31.86	29.63	30.28	33.98	31.1	31.1	74	72.7
19:00	30.89	74.34	0	29.22	28.48	31.79	29.56	30.31	33.37	30.7	31.1	73.4	72.7
19:30	30.27	82.29	0	29.20	28.48	31.71	29.49	30.2	33.06	30.7	30.7	73.4	72.8
20:00	30.01	83.97	0	29.06	28.45	31.46	29.47	30.07	32.93	30.3	30.7	74.1	73.4
20:30	29.91	84.73	0	28.93	28.5	31.26	29.40	30.03	32.76	30.3	30.3	74.1	73.4
21:00	29.93	83.41	0	28.91	28.5	31.21	29.36	30	32.63	29.9	30.3	74.8	74.1
21:30	29.72	82.97	0	28.86	28.5	31.31	29.44	30.11	32.38	29.9	29.9	74.8	74.1
22:00	29.69	82.7	0	28.91	28.48	31.36	29.37	30.06	32.17	29.5	29.9	74.8	74.1
22:30	29.57	82.96	0	28.86	28.48	31.48	29.28	30.01	31.99	29.5	29.5	74.8	74.2
23:00	29.32	84.6	0	28.84	28.48	31.41	29.21	29.93	31.87	29.5	29.5	74.8	74.8
23:30	29.04	86.22	0	28.84	28.48	31.33	29.14	29.88	31.77	29.1	29.1	74.9	74.9



รูปที่ 3.46 กราฟแสดงการทดลองที่ 3 ห้องทดลองปลุกเห็ดขนาดเล็ก

ตารางที่ 3.15 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองที่มีการถนอมดินปลุกเห็ดขนาดเล็ก

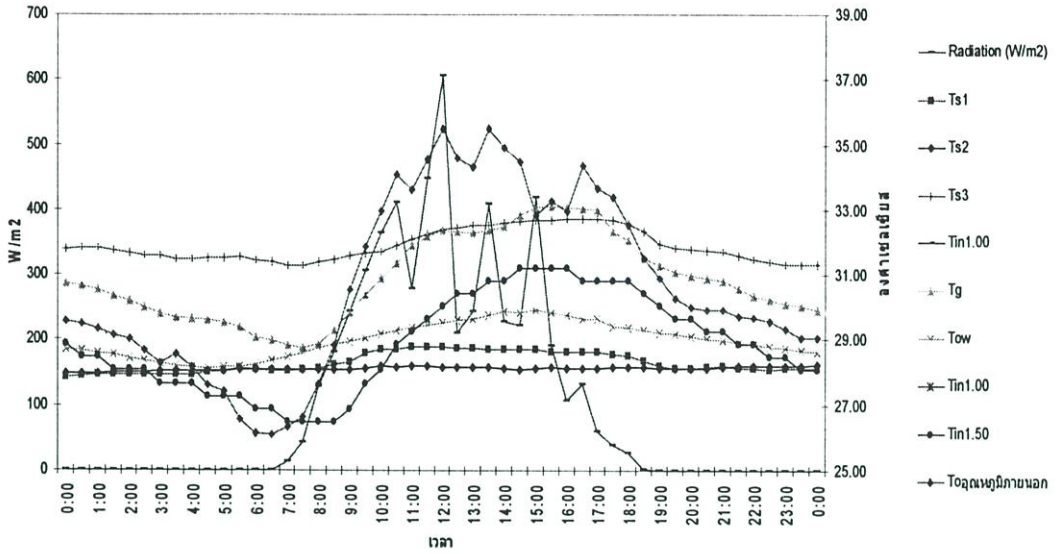
ตัวแปร ภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง								
Rad.	606.15		0.00		606.15		108.61	
Time	12.00		19.00-6.30					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Ts1	35.50	29.27	26.11	27.97	9.39	1.31	30.66	28.60
Time	13.30	17.30-18.00	6.30	7.30-8.00				
Ts2	35.50	28.50	26.11	28.13	9.39	0.37	30.66	28.34
Time	13.30	20.30-21.30	6.30	8.00-8.30				
Ts3	35.50	32.12	26.11	29.98	9.39	2.14	30.66	31.06
Time	13.30	17.00	6.30	9.00				
Tow	35.50	29.91	26.11	27.88	9.39	2.03	30.66	28.92
Time	13.30	17.00	6.30	9.00				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Tin	35.50	30.36	26.11	28.80	9.39	1.56	30.66	29.66
Time	13.30	17.00	6.30	8.30				
Tg	35.50	34.77	26.11	30.45	9.39	4.32	30.66	32.58
Time	13.30	15.00	6.30	7.30				
Tin1.00	35.50	31.10	26.11	27.50	9.39	3.60	30.66	29.34
Time	13.30	15.30-18.30	6.30	7.00-9.00				
Tin1.50	35.50	31.50	26.11	27.50	9.39	4.00	30.66	29.53
Time	13.30	10.30	6.30	19.00-19.30				
RH1.00	99.69	78.80	60.93	73.40	38.76	5.40	80.82	75.53
Time	6.00	16.00-17.30	14.00	7.30-9.00				
RH1.50	99.69	78.00	60.93	72.10	38.76	5.90	80.82	74.66
Time	6.00	9.30-10.00	14.00	16.00				

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

ตารางที่ 3.16 ผลการทดลองที่ 3 ห้องทดลองที่มีการถมดินปลูกหญ้ามาเลเซีย

เวลา	ภายนอกห้องทดลอง			ในดิน				ภายในห้องทดลอง					
	To	RH	Rad.	Ts1	Ts2	Ts3	Tow	Tin	Tg	Tin1.00	Tin1.50	RH1.00	RH1.50
0:00	29.55	90.17	0	27.84	27.98	31.79	28.70	28.93	30.75	28.4	28.8	73.6	73.0
0:30	29.49	88.71	0	27.89	27.98	31.84	28.66	28.86	30.64	28.4	28.5	73.6	73.6
1:00	29.31	88.92	0	27.94	27.98	31.84	28.59	28.82	30.54	28.4	28.5	74.3	73.7
1:30	29.12	88.2	0	27.94	28	31.76	28.54	28.74	30.33	28.0	28.1	74.3	74.3
2:00	29.02	88.66	0	27.92	28	31.68	28.44	28.69	30.17	28.0	28.1	74.3	74.3
2:30	28.66	90.29	0	27.92	28	31.61	28.36	28.61	30.00	28.0	28.1	74.4	74.3
3:00	28.29	92.19	0	27.94	28.03	31.58	28.29	28.57	29.81	27.6	27.7	74.4	74.4
3:30	28.55	90.65	0	27.92	28.03	31.48	28.22	28.50	29.69	27.6	27.7	74.4	74.4
4:00	28.15	92.58	0	27.94	28.05	31.46	28.17	28.42	29.64	27.6	27.7	75.1	75.0
4:30	27.62	95.54	0	27.99	28.05	31.51	28.12	28.37	29.61	27.2	27.3	75.1	75.1
5:00	27.41	97.03	0	28.03	28.05	31.51	28.15	28.30	29.53	27.2	27.3	75.1	75.8
5:30	26.55	99.23	0	28.11	28.08	31.56	28.17	28.26	29.38	27.2	27.3	75.8	75.8
6:00	26.12	99.69	0	28.06	28.08	31.43	28.25	28.16	29.07	26.8	26.9	75.8	75.8
6:30	26.11	99.65	0.17	28.03	28.08	31.38	28.34	28.08	28.96	26.8	26.9	75.8	75.8
7:00	26.33	98.42	14.29	28.03	28.08	31.28	28.46	28.01	28.83	26.4	26.5	75.9	75.8
7:30	26.65	97.18	43.39	28.06	28.08	31.28	28.59	27.94	28.73	26.4	26.5	75.9	75.9
8:00	27.65	93.12	128.01	28.13	28.08	31.38	28.73	27.89	28.86	26.4	26.5	76.6	76.6
8:30	28.83	90.41	181.84	28.23	28.08	31.46	28.85	27.84	29.27	26.4	26.5	76.6	76.6
9:00	30.53	85.79	242.87	28.30	28.08	31.58	28.95	27.87	29.84	26.8	26.9	77.3	77.3
9:30	31.86	80.26	306.93	28.60	28.13	31.68	29.06	27.89	30.38	27.2	27.7	78.1	78.1
10:00	32.95	74.82	364.87	28.72	28.2	31.71	29.17	27.97	30.88	27.6	28.1	78.1	78.1
10:30	34.07	70.8	411.65	28.72	28.15	31.89	29.27	28.06	31.37	28.0	28.8	78.9	78.0
11:00	33.61	69	279.43	28.79	28.2	32.11	29.37	28.18	31.89	28.4	29.2	78.9	78.0
11:30	34.54	64.78	448.79	28.77	28.2	32.26	29.45	28.30	32.17	28.8	29.6	78.8	77.9
12:00	35.48	63.84	606.15	28.77	28.15	32.39	29.51	28.45	32.35	29.2	30.0	77.9	77.1
12:30	34.6	64.21	210.88	28.74	28.15	32.44	29.59	28.57	32.32	29.5	30.4	77.9	75.6
13:00	34.31	62.52	243.99	28.74	28.15	32.51	29.64	28.66	32.30	29.9	30.4	77.1	74.9
13:30	35.5	61.89	409.25	28.72	28.15	32.54	29.75	28.77	32.37	29.9	30.8	76.3	73.5
14:00	34.92	60.93	227.5	28.72	28.13	32.59	29.89	28.88	32.48	30.3	30.8	76.3	73.5
14:30	34.48	63.6	222.57	28.69	28.1	32.66	29.82	28.98	32.85	30.3	31.2	76.2	73.4
15:00	32.84	65.6	419.61	28.69	28.13	32.69	29.91	29.08	33.06	30.3	31.2	76.2	73.4
15:30	33.27	65.6	191.53	28.64	28.15	32.69	29.85	29.15	33.13	30.3	31.2	76.2	72.8
16:00	32.95	67.5	108.15	28.61	28.13	32.71	29.74	29.22	33.08	30.3	31.2	75.5	72.2
16:30	34.35	66.62	132.02	28.61	28.13	32.74	29.64	29.30	33.03	30.3	30.8	76.2	72.8
17:00	33.67	66.18	61.1	28.61	28.13	32.74	29.64	29.35	33.00	30.3	30.8	75.5	73.4
17:30	33.4	67.89	38.68	28.57	28.15	32.69	29.40	29.63	32.32	30.3	30.8	75.5	72.8
18:00	32.54	70.05	27.3	28.50	28.15	32.56	29.35	29.74	32.06	30.3	30.8	74.1	72.8
18:30	31.53	72.69	1.07	28.37	28.15	32.34	29.30	29.80	31.50	29.9	30.4	74.1	72.8
19:00	30.89	74.34	0	28.18	28.13	31.96	29.22	29.61	31.27	29.5	30.0	73.5	72.8
19:30	30.27	82.29	0	28.11	28.13	31.81	29.17	29.55	31.08	29.5	29.6	73.5	72.9
20:00	30.01	83.97	0	28.13	28.13	31.79	29.10	29.45	30.98	29.2	29.6	74.2	73.5
20:30	29.91	84.73	0	28.16	28.13	31.74	29.03	29.35	30.91	29.2	29.2	74.2	73.5
21:00	29.93	83.41	0	28.18	28.15	31.71	28.98	29.35	30.80	28.8	29.2	74.9	74.2
21:30	29.72	82.97	0	28.11	28.18	31.58	28.90	29.11	30.57	28.8	28.8	74.9	74.2
22:00	29.69	82.7	0	28.11	28.18	31.48	28.85	29.06	30.34	28.8	28.8	74.9	74.2
22:30	29.57	82.96	0	28.08	28.18	31.38	28.80	29.01	30.23	28.4	28.5	74.9	74.3
23:00	29.32	84.6	0	28.11	28.18	31.33	28.75	28.93	30.12	28.4	28.5	74.9	74.9
23:30	29.04	86.22	0	28.11	28.2	31.31	28.68	28.88	30.02	28.0	28.1	75.0	75.0



รูปที่ 3.47 กราฟแสดงอุณหภูมิภายในห้องทดลองที่มีการถมดินปลูกหญ้ามาเลย์

ตารางที่ 3.17 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองที่มีการถมดินปลูกหญ้ามาเลย์

ตัวแปร ภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง								
Rad.	606.15		0.00		606.15		108.61	
Time	12.00		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Ts1	35.50	28.79	26.11	27.84	9.39	0.95	30.66	28.29
Time	13.30	11.00	6.30	0.00				
Ts2	35.50	28.23	26.11	27.98	9.39	0.25	30.66	28.11
Time	13.30	0.00	6.30	0.30-1.00				
Ts3	35.50	32.74	26.11	31.28	9.39	1.46	30.66	31.89
Time	13.30	16.30-17.00	6.30	7.00-7.30				
Tow	35.50	29.91	26.11	28.12	9.39	1.79	30.66	28.98
Time	13.30	15.00	6.30	4.30				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Tin	35.50	29.80	26.11	27.84	9.39	1.96	30.66	28.73
Time	13.30	18.30	6.30	8.30				
Tg	35.50	33.13	26.11	28.73	9.39	4.40	30.66	30.87
Time	13.30	15.30	6.30	7.30				
Tin1.00	35.50	30.32	26.11	26.42	9.39	3.90	30.66	28.52
Time	13.30	14.00-18.00	6.30	7.00-8.30				
Tin1.50	35.50	31.19	26.11	26.50	9.39	4.69	30.66	28.86
Time	13.30	11.30	6.30	19.00-19.30				
RH1.00	99.69	78.88	60.93	73.47	38.76	5.41	80.82	75.61
Time	6.00	14.30-16.00	14.00	7.00-8.30				
RH1.50	99.69	78.08	60.93	72.17	38.76	5.91	80.82	74.73
Time	6.00	9.30-10.00	14.00	16.00				

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

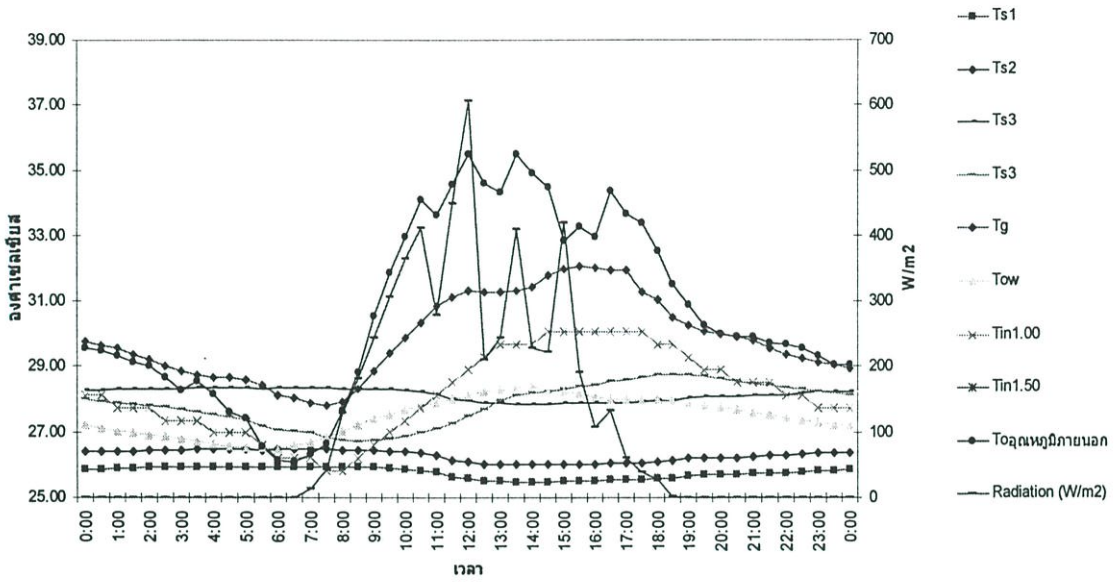
ผลการทดลองสำหรับห้องทดลองที่มีการถมดินทางด้านทิศใต้ ปลูกต้น
เทียนทอง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3.18 และรูปที่ 3.48 ส่วน
ค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยห้องทดลองแสดงในตารางที่ 3.19

ตารางที่ 3.18 ผลการทดลองที่ 3 ห้องทดลองที่มีการถมดินปลูกต้นเทียนทอง

เวลา	ภายนอกห้องทดลอง			ในดิน				ภายในห้องทดลอง					
	To	RH	Rad.	Ts1	Ts2	Ts3	Tow	Tin	Tg	Tin1.00	Tin1.50	RH1.00	RH1.50
0:00	29.55	90.17	0	25.87	26.4	28.27	27.22	28	29.76	28.1	28.3	73.5	72.9
0:30	29.49	88.71	0	25.87	26.4	28.27	27.11	27.93	29.65	28.1	28.3	73.5	73.5
1:00	29.31	88.92	0	25.89	26.42	28.30	27.04	27.9	29.55	27.7	27.9	74.2	73.6
1:30	29.12	88.2	0	25.89	26.42	28.30	26.97	27.85	29.35	27.7	27.9	74.2	74.2
2:00	29.02	88.66	0	25.92	26.45	28.33	26.93	27.8	29.2	27.7	27.9	74.2	74.2
2:30	28.66	90.29	0	25.92	26.45	28.33	26.88	27.75	29.03	27.4	27.5	74.3	74.2
3:00	28.29	92.19	0	25.92	26.45	28.33	26.80	27.7	28.85	27.4	27.5	74.3	74.3
3:30	28.55	90.65	0	25.94	26.47	28.35	26.71	27.63	28.73	27.4	27.5	74.3	74.3
4:00	28.15	92.58	0	25.94	26.47	28.35	26.65	27.52	28.68	27.0	27.1	75.0	74.9
4:30	27.62	95.54	0	25.94	26.47	28.35	26.56	27.45	28.65	27.0	27.1	75.0	75.0
5:00	27.41	97.03	0	25.94	26.47	28.35	26.53	27.37	28.58	27.0	27.1	75.0	75.7
5:30	26.55	99.23	0	25.92	26.45	28.33	26.51	27.2	28.43	26.6	26.7	75.7	75.7
6:00	26.12	99.69	0	25.94	26.47	28.35	26.49	27.07	28.13	26.2	26.3	75.7	75.7
6:30	26.11	99.65	0.17	25.94	26.47	28.35	26.60	27.02	28.03	26.2	26.3	75.7	75.7
7:00	26.33	98.42	14.29	25.94	26.47	28.35	26.69	26.97	27.9	26.2	26.3	75.8	75.7
7:30	26.65	97.18	43.39	25.94	26.47	28.35	26.82	26.85	27.8	25.8	25.9	75.8	75.8
8:00	27.65	93.12	128.01	25.92	26.45	28.33	27.02	26.75	27.93	25.8	25.9	76.5	76.5
8:30	28.83	90.41	181.84	25.92	26.45	28.33	27.22	26.7	28.33	26.2	26.3	76.5	76.5
9:00	30.53	85.79	242.87	25.92	26.45	28.33	27.42	26.75	28.88	26.6	26.7	77.2	77.2
9:30	31.86	80.26	306.93	25.89	26.42	28.30	27.55	26.8	29.4	27.0	27.5	78.0	78.0
10:00	32.95	74.82	364.87	25.87	26.4	28.27	27.68	26.87	29.88	27.4	27.9	78.0	78.0
10:30	34.07	70.8	411.65	25.82	26.35	28.22	27.79	26.97	30.36	27.7	28.7	78.8	77.9
11:00	33.61	69	279.43	25.77	26.3	28.17	27.88	27.1	30.86	28.1	29.0	78.8	77.9
11:30	34.54	64.78	448.79	25.63	26.15	28.01	27.99	27.25	31.13	28.5	29.4	78.7	77.8
12:00	35.48	63.84	606.15	25.58	26.1	27.95	28.13	27.5	31.31	28.9	29.4	77.8	77.0
12:30	34.6	64.21	210.88	25.50	26.02	27.87	28.22	27.7	31.28	29.3	29.8	77.8	75.5
13:00	34.31	62.52	243.99	25.50	26.02	27.87	28.28	27.98	31.26	29.7	30.2	77.0	74.8
13:30	35.5	61.89	409.25	25.48	26	27.85	28.35	28.13	31.33	29.7	30.2	76.2	73.4
14:00	34.92	60.93	227.5	25.48	26	27.85	28.41	28.18	31.43	29.7	30.6	76.2	73.4
14:30	34.48	63.6	222.57	25.48	26	27.85	28.24	28.25	31.79	30.1	30.6	76.1	73.3
15:00	32.84	65.6	419.61	25.50	26.02	27.87	28.22	28.33	31.99	30.1	31.0	76.1	73.3
15:30	33.27	65.6	191.53	25.50	26.02	27.87	28.15	28.4	32.06	30.1	31.0	76.1	72.7
16:00	37.95	67.5	108.15	25.50	26.02	27.87	28.09	28.45	32.01	30.1	31.0	75.4	72.1
16:30	34.35	66.62	132.02	25.53	26.05	27.90	28.02	28.53	31.96	30.1	30.6	76.1	72.7
17:00	33.67	66.18	61.1	25.53	26.05	27.90	28.00	28.58	31.94	30.1	30.6	75.4	73.3
17:30	33.4	67.89	38.68	25.55	26.07	27.92	27.98	28.68	31.28	30.1	30.2	75.4	72.7
18:00	32.54	70.05	27.3	25.58	26.1	27.95	28.00	28.73	31.03	29.7	30.2	74.0	72.7
18:30	31.53	72.69	1.07	25.60	26.12	27.97	27.97	28.75	30.48	29.7	29.8	74.0	72.7
19:00	30.89	74.34	0	25.68	26.2	28.06	27.90	28.75	30.26	29.3	29.4	73.4	72.7
19:30	30.27	82.29	0	25.70	26.22	28.08	27.81	28.7	30.08	28.9	29.4	73.4	72.8
20:00	30.01	83.97	0	25.70	26.22	28.08	27.75	28.63	29.98	28.9	29.0	74.1	73.4
20:30	29.91	84.73	0	25.70	26.22	28.08	27.68	28.55	29.91	28.5	29.0	74.1	73.4
21:00	29.93	83.41	0	25.73	26.25	28.11	27.59	28.48	29.81	28.5	28.7	74.8	74.1
21:30	29.72	82.97	0	25.74	26.27	28.14	27.53	28.43	29.58	28.5	28.7	74.8	74.1
22:00	29.69	82.7	0	25.74	26.27	28.14	27.42	28.35	29.36	28.1	28.3	74.8	74.1
22:30	29.57	82.96	0	25.79	26.32	28.19	27.35	28.3	29.25	28.1	28.3	74.8	74.2

ตารางที่ 3.18 (ต่อ) ผลการทดลองที่ 3 ห้องทดลองที่มีการถมดินปลูกต้นไม้ขึ้นทง

เวลา	ภายนอกห้องทดลอง			ในดิน				ภายในห้องทดลอง					
	To	RH	Rad.	Ts1	Ts2	Ts3	Tow	Tin	Tg	Tin1.00	Tin1.50	RH1.00	RH1.50
23:00	29.32	84.6	0	25.82	26.35	28.22	27.28	28.25	29.15	27.7	27.9	74.8	74.8
23:30	29.04	86.22	0	25.82	26.35	28.22	27.24	28.18	29.05	27.7	27.9	74.9	74.9



รูปที่ 3.48 กราฟแสดงอุณหภูมิภายในห้องทดลองที่มีการถมดินปลูกต้นไม้ขึ้นทง

ตารางที่ 3.19 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองที่มีการถมดินปลูกต้นไม้
ทอง

ตัวแปร ภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง								
Rad.	606.15		0.00		606.15		108.61	
Time	12.00		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Ts1	35.50	25.94	26.11	25.48	9.39	0.46	30.66	25.76
Time	13.30	3.30-7.30	6.30	13.30-14.30				
Ts2	35.50	26.47	26.11	26.00	9.39	0.47	30.66	26.28
Time	13.30	3.30-7.00	6.30	13.30-14.30				
Ts3	35.50	28.35	26.11	27.85	9.39	0.50	30.66	28.15
Time	13.30	13.00-14.30	6.30	3.30-7.30				
Tow	35.50	28.41	26.11	26.49	9.39	1.93	30.66	27.47
Time	13.30	14.00	6.30	6.00				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Tin	35.50	28.75	26.11	26.70	9.39	2.05	30.66	27.84
Time	13.30	18.30-19.00	6.30	8.30				
Tg	35.50	32.06	26.11	27.80	9.39	4.26	30.66	29.87
Time	13.30	15.30	6.30	7.30				
Tin1.00	35.50	30.06	26.11	25.81	9.39	4.25	30.66	28.16
Time	13.30	14.30-17.30	6.30	7.30-8.00				
Tin1.50	35.50	30.99	26.11	25.94	9.39	5.05	30.66	28.51
Time	13.30	10.30-12.30	6.30	19.00-19.30				
RH1.00	99.69	78.78	60.93	73.38	38.76	5.40	80.82	75.51
Time	6.00	15.00-16.00	14.00	7.30-8.00				
RH1.50	99.69	77.98	60.93	72.08	38.76	5.90	80.82	74.64
Time	6.00	10.30-11.00	14.00	16.00				

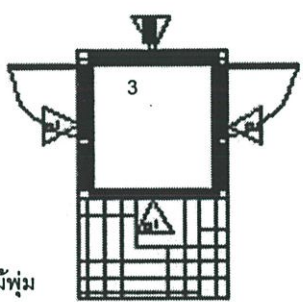
หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

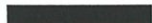



3.3.4 การทดลองที่ 4 การทดลองเปรียบเทียบการใช้กรวดและการรดน้ำในการลดความร้อนให้กับอาคาร

รายละเอียดการทดลองแสดงในตารางที่ 3.20

ตารางที่ 3.20 รายละเอียดสำหรับการทดลองที่ 4

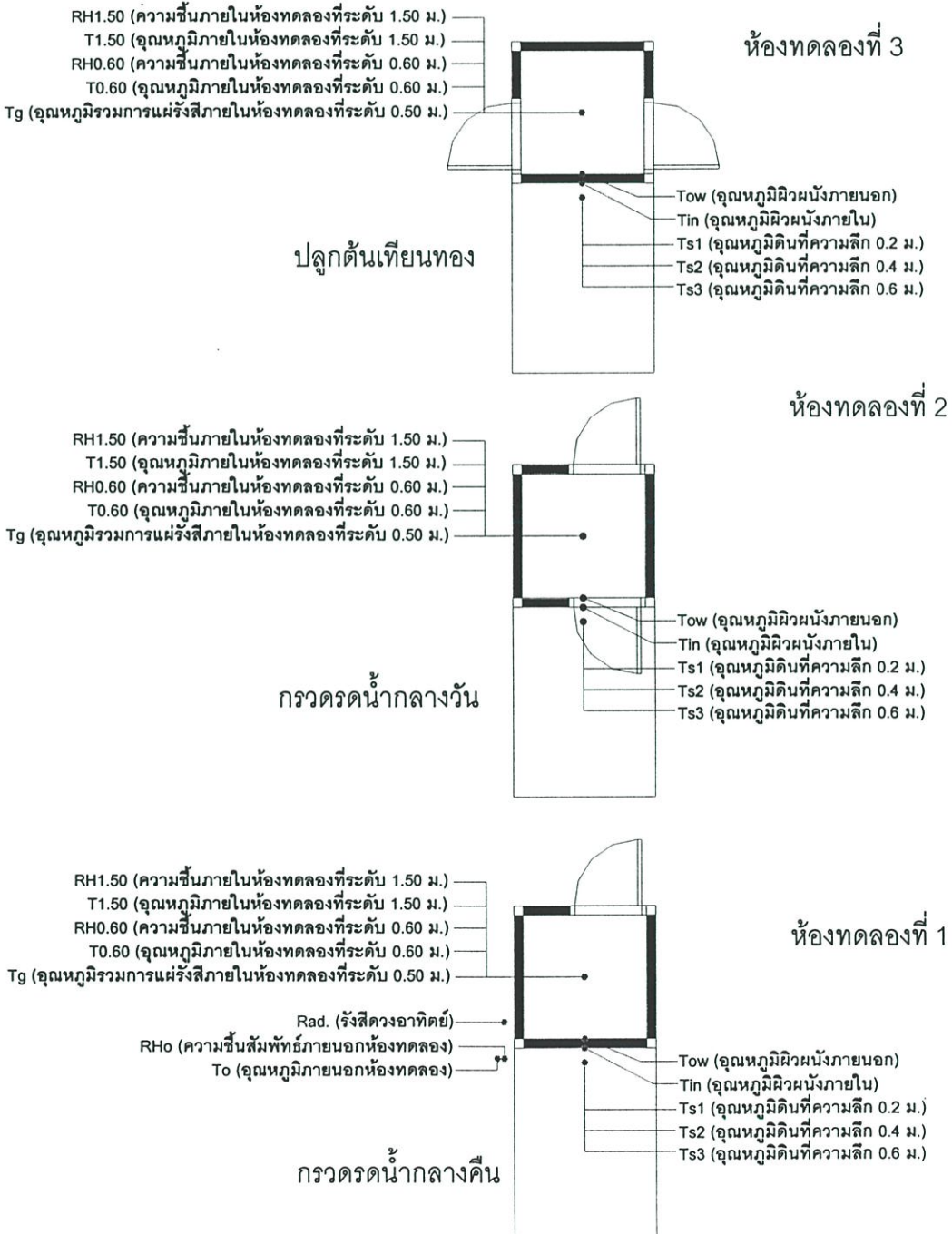
ห้องทดลอง	ตัวแปรที่ทำการทดสอบ		
	ห้องทดลองแบบที่ 1	ห้องทดลองแบบที่ 2	ห้องทดลองแบบที่ 3
 <p>ไม้พุ่ม กรวด รดน้ำ กลางวัน</p>	กรวดหนา 10 cm รดน้ำกลางคืน	กรวดหนา 10 cm รดน้ำกลางวัน	ไม้พุ่มคลุมดิน (ต้นเทียนทอง)
	ตัวแปรที่ทำการเก็บข้อมูล		
	ภายในห้องทดลอง	ภายนอกห้องทดลอง	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ อุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง 0.60 เมตร และ 1.50 เมตร ($^{\circ}\text{C}$) ▪ ความชื้นภายในที่ระดับความสูง 0.60 เมตร และ 1.50 เมตร (%) ▪ อุณหภูมิผิวผนังภายในที่สัมผัสดินที่ความสูง 0.50 เมตร ($^{\circ}\text{C}$) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ อุณหภูมิภายนอก ตำแหน่งห่างดินพอสมควร ($^{\circ}\text{C}$) ▪ ความชื้นตำแหน่งห่างดินพอสมควร (%) ▪ อุณหภูมิผิวผนังภายนอกที่สัมผัสดินที่ความสูง 0.50 เมตร ($^{\circ}\text{C}$) ▪ อุณหภูมิดินที่ระดับความลึก <ul style="list-style-type: none"> - 0.20 เมตร ($^{\circ}\text{C}$) - 0.40 เมตร ($^{\circ}\text{C}$) - 0.60 เมตร ($^{\circ}\text{C}$) ▪ ความชื้น ดินที่ระดับความลึก 0.50 เมตร (%) ▪ Radiation (w / m^2) ที่ระดับความสูงบนหลังคา 	
	เวลาในการทดสอบ		
	เตรียมเครื่องมือและห้องทดลอง 1 วัน การวัดค่าครั้งที่ 1 รอบ 24 ชม. 1 วัน การวัดค่าครั้งที่ 2 รอบ 24 ชม. 1 วัน ทำการตรวจสอบผล 1 วัน		
	รวมทั้งสิ้น	4 วัน	

หมายเหตุ

-  ผนังก่ออิฐ ½ แผ่น ฉาบปูนขัดมัน หนา 0.10 เมตร
-  ผนังก่ออิฐ ½ แผ่น ฉาบปูนขัดมัน หนา 0.10 ทาน้ำยากันซึมก่อนฉาบดิน
-  ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กผสมน้ำยากันซึมหนา 0.10 เมตร
-  ฉนวนกันความร้อนหนา 2 นิ้ว

3.3.4.1 ตำแหน่งในการติดตั้งเครื่องมือเก็บผลการทดลองที่ 4 เปรียบเทียบการใช้ กรวดและการรดน้ำในการลดความร้อนให้กับอาคาร

รายละเอียดตำแหน่งในการติดตั้งเครื่องมือแสดงในรูปที่ 3.49



รูปที่ 3.49 ตำแหน่งติดตั้งสายสัญญาณเก็บผลการทดลองที่ 4

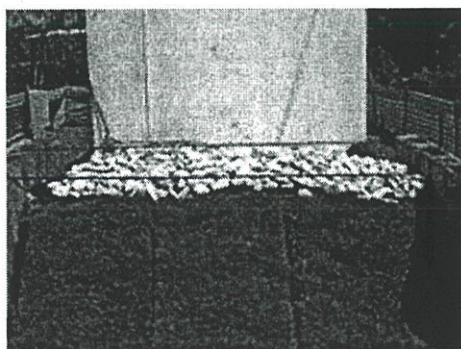
3.3.4.2 สภาพทางกายภาพขณะทำการทดลองที่ 4

ในการทดลองที่ 4 ได้ทำการทดลองโดยใช้ห้องทดลองที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ห้องทดลองที่ 1 นำดินร่วนมาถมผนังห้องทดลองทางด้านทิศใต้ โรยทับหน้าด้วยกรวดหนา 1.00 ม. สูง 1.00 ม. ทำการรดน้ำเวลา 19.00 น. เป็นเวลา 2 วัน ดังแสดงในรูปที่ 3.50 (ก) และ (ข)
- ห้องทดลองที่ 2 นำดินร่วนมาถมผนังห้องทดลองทางด้านทิศใต้ โรยทับหน้าด้วยกรวดหนา 1.00 ม. สูง 1.00 ม. ทำการรดน้ำเวลา 10.00 น. เป็นเวลา 2 วัน ดังแสดงในรูปที่ 3.51 (ก) และ (ข)
- ห้องทดลองที่ 3 นำดินร่วนมาถมผนังห้องทดลองทางด้านทิศใต้ ปลูกดั้นเทียนทอง หนา 1.00 ม. สูง 1.00 ม. ทำการรดน้ำเวลา 19.00 น. เป็นเวลา 2 วัน ดังแสดงในรูปที่ 3.52 (ก) และ (ข)



(ก)

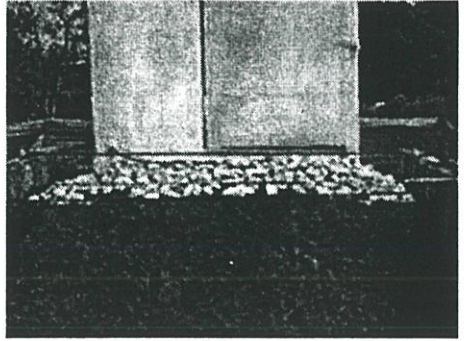


(ข)

รูปที่ 3.50 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 1 ขณะทำการทดลองที่ 4



(ก)

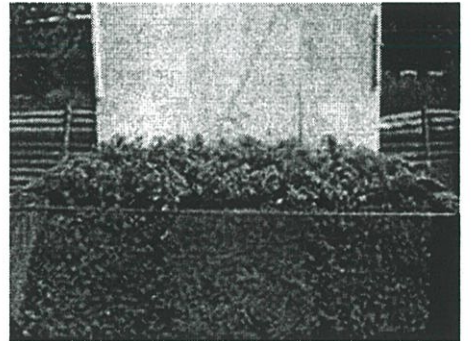


(ข)

รูปที่ 3.51 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 2 ขณะทำการทดลองที่ 4



(ค)



(ง)

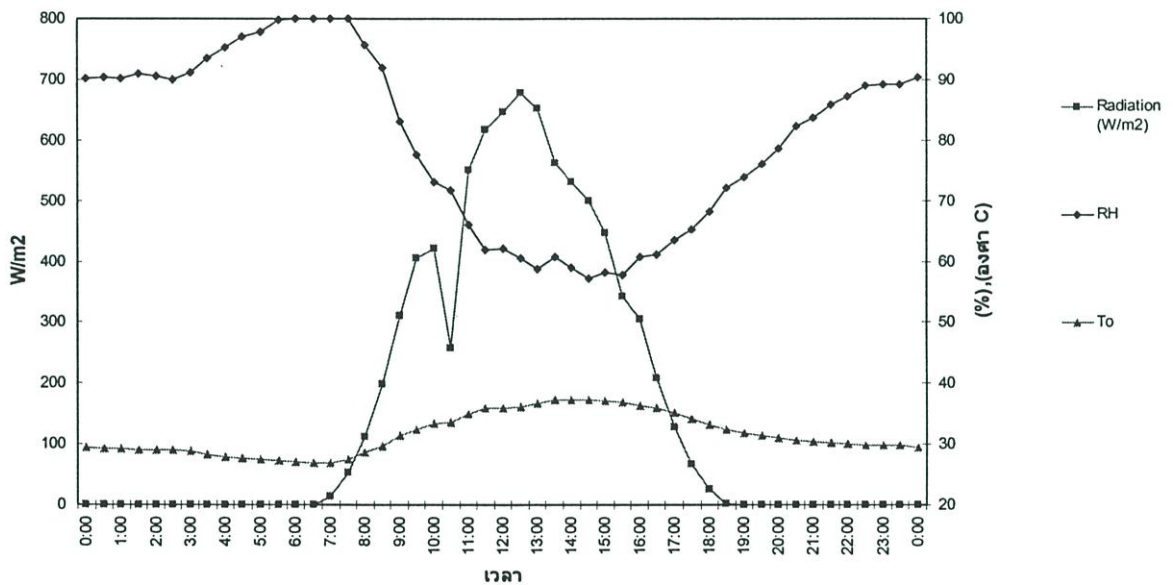
รูปที่ 3.52 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 3 ขณะทำการทดลองที่ 4

3.3.4.3 ผลการทดลองสภาพอากาศของการทดลองที่ 4

สมมติฐาน : การรดน้ำให้กับดินในเวลาที่แตกต่างกันจะทำให้อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่เกิดขึ้นต่างกัน

วันที่ทำการทดลอง เริ่มเวลา 0.00น. ของวันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546 ถึง 24.00น. ของวันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546

สภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองสำหรับการทดลองที่ 4 แสดงในรูปแบบที่ 3.53

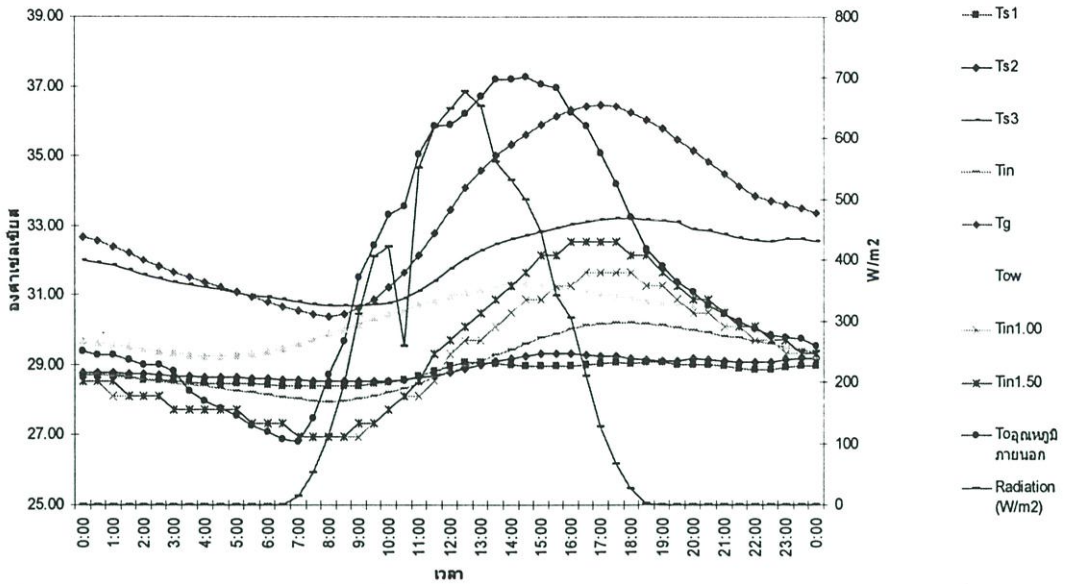


รูปที่ 3.53 สภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองสำหรับการทดลองที่ 4

ผลการทดลองสำหรับห้องทดลองที่มีการถมดินทางด้านทิศใต้ โรยกรวดคลุมดิน รดน้ำเวลากลางคืน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3.21 และรูปที่ 3.54 ส่วนค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยห้องทดลองแสดงในตารางที่ 3.22

ตารางที่ 3.21 ผลการทดลองที่ 4 ห้องทดลองถมดินโรยกรวดหนา 0.10 ม.รคน้ำเวลากลางคืน

เวลา	ภายนอกห้องทดลอง			ในดิน				ภายในห้องทดลอง					
	To	RH	Rad.	Ts1	Ts2	Ts3	Tow	Tin	Tg	Tin1.00	RH1.00	Tin1.50	RH1.50
0:00	29.4	90.24	0	28.73	28.78	31.99	29.67	29.81	32.67	28.518	28.5	77.9	77.9
0:30	29.28	90.34	0	28.71	28.78	31.94	29.62	29.76	32.58	28.518	28.5	77.9	77.9
1:00	29.29	90.13	0	28.71	28.78	31.86	29.57	29.68	32.40	28.126	28.5	77.9	77.9
1:30	29.13	90.92	0	28.66	28.73	31.71	29.52	29.65	32.20	28.126	28.1	77.9	77.9
2:00	29.01	90.6	0	28.59	28.73	31.58	29.44	29.6	31.99	28.126	28.1	77.9	77.9
2:30	29	89.99	0	28.57	28.7	31.46	29.39	29.55	31.81	28.126	28.1	77.9	77.9
3:00	28.82	91.13	0	28.54	28.68	31.38	29.34	29.5	31.64	27.734	27.7	78	78
3:30	28.24	93.47	0	28.49	28.68	31.28	29.29	29.45	31.50	27.734	27.7	78	78.8
4:00	27.96	95.29	0	28.48	28.65	31.21	29.24	29.38	31.35	27.734	27.7	78.8	78.8
4:30	27.74	97.07	0	28.48	28.63	31.16	29.24	29.33	31.22	27.734	27.7	78.8	78.8
5:00	27.56	97.81	0	28.45	28.63	31.06	29.27	29.28	31.08	27.734	27.7	78.8	78.8
5:30	27.27	99.77	0	28.45	28.6	30.98	29.32	29.23	30.95	27.342	27.3	78.8	78.8
6:00	27.1	100	0	28.43	28.6	30.93	29.39	29.15	30.80	27.342	27.3	78.8	78.8
6:30	26.88	100	0.09	28.40	28.58	30.86	29.47	29.1	30.65	27.342	27.3	78.8	78.8
7:00	26.81	100	13.61	28.40	28.58	30.81	29.59	29.05	30.54	26.95	27.0	79.8	79.8
7:30	27.47	100	52.84	28.38	28.55	30.73	29.72	29	30.44	26.95	27.0	79.8	79.8
8:00	28.71	95.72	112.94	28.38	28.53	30.68	29.88	28.95	30.39	26.95	27.0	79.8	79.8
8:30	29.68	91.87	198.63	28.38	28.53	30.68	30.03	28.95	30.44	26.95	27.0	79.8	80.7
9:00	31.49	83.11	310.7	28.40	28.55	30.68	30.18	28.98	30.61	26.95	27.3	80.7	80.7
9:30	32.43	77.55	405.46	28.45	28.55	30.73	30.33	29.03	30.88	27.342	27.3	80.7	80.7
10:00	33.3	73.1	421.54	28.49	28.55	30.78	30.43	29.1	31.22	27.734	27.7	80.6	80.6
10:30	33.57	71.67	258.44	28.57	28.58	30.91	30.56	29.18	31.64	28.126	28.1	81.6	81.6
11:00	35.03	65.92	550.78	28.66	28.65	31.11	30.71	29.3	32.13	28.126	28.5	81.6	81.6
11:30	35.84	61.83	617.77	28.82	28.68	31.41	30.84	29.43	32.77	28.518	29.3	81.6	81.5
12:00	35.88	62	647.65	28.94	28.8	31.74	30.97	29.58	33.46	29.302	29.7	80.5	80.5
12:30	36.19	60.46	677.26	29.05	28.88	32.04	31.09	29.73	34.07	29.694	30.1	80.5	79.5
13:00	36.7	58.76	651.92	29.05	29	32.29	31.19	29.88	34.58	29.694	30.5	80.5	79.5
13:30	37.2	60.69	562.52	29.04	29.1	32.46	31.27	30.03	35.01	30.086	30.9	79.5	78.5
14:00	37.2	58.95	530.71	28.99	29.18	32.59	31.34	30.13	35.33	30.478	31.3	79.5	76.8
14:30	37.27	57.14	499.8	28.96	29.25	32.71	31.34	30.26	35.62	30.87	31.7	78.5	76.7
15:00	37.06	58.05	447.16	28.94	29.3	32.81	31.32	30.41	35.89	30.87	32.1	77.6	75.2
15:30	36.96	57.71	342.35	28.96	29.3	32.91	31.24	30.53	36.13	31.262	32.1	76.8	73.8
16:00	36.25	60.63	304.49	28.94	29.33	33.01	31.19	30.66	36.31	31.262	32.5	76	73.1
16:30	35.84	61.06	209.26	28.99	29.28	33.11	31.12	30.78	36.41	31.654	32.5	74.5	71.9
17:00	35.06	63.4	127.93	29.04	29.25	33.16	31.07	30.88	36.46	31.654	32.5	74.5	71.9
17:30	34.2	65.22	66.5	29.05	29.23	33.21	30.99	30.96	36.41	31.654	32.5	73.2	72.5
18:00	33.24	68.1	25.78	29.04	29.18	33.19	30.92	31.03	36.26	31.654	32.1	73.2	73.1
18:30	32.33	72.05	2.7	29.05	29.13	33.16	30.84	31.03	36.02	31.262	32.1	72.6	72.5
19:00	31.83	73.9	0	29.05	29.1	33.14	30.76	31.01	35.77	31.262	31.7	73.2	73.2
19:30	31.38	76.08	0	29.01	29.1	33.09	30.71	30.93	35.48	30.87	31.3	73.3	73.2
20:00	31.09	78.48	0	29.01	29.18	32.89	30.66	30.88	35.15	30.478	30.9	73.3	73.3
20:30	30.7	82.26	0	28.99	29.13	32.84	30.65	30.81	34.83	30.478	30.9	74	73.3
21:00	30.46	83.64	0	28.94	29.1	32.74	30.59	30.76	34.49	30.086	30.5	74	74
21:30	30.23	85.81	0	28.90	29.08	32.64	30.24	30.68	34.12	30.086	30.1	74.7	74
22:00	30.02	87.16	0	28.87	29.08	32.56	30.01	30.61	33.85	29.694	30.1	74.8	74.7
22:30	29.86	88.92	0	28.87	29.08	32.54	29.78	30.53	33.68	29.694	29.7	75.5	74.8
23:00	29.76	89.21	0	28.91	29.15	32.59	29.54	30.46	33.58	29.302	29.7	75.5	75.5
23:30	29.74	89.12	0	28.94	29.18	32.61	29.34	30.41	33.49	29.302	29.3	76.2	75.5



รูปที่ 3.54 กราฟแสดงการทดลองที่ 4 ห้องทดลองการถมดิน โรยกรวดหนา 0.10 ม.รดน้ำเวลา กลางคืน

ตารางที่ 3.22 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยของการถมดิน โรยกรวดหนา 0.10 ม. รดน้ำ เวลากลางวัน

ตัวแปร ภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง								
Rad.	677.26		0.00		677.26		164.06	
Time	12.30		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Ts1	37.27	29.05	26.81	28.38	10.46	0.67	31.57	28.76
Time	14.30	17.30-19.00	7.00	7.30-8.30				
Ts2	37.27	29.33	26.81	28.53	10.46	0.80	31.57	28.90
Time	14.30	16.00	7.00	8.00-8.30				
Ts3	37.27	33.21	26.81	30.68	10.46	2.53	31.57	31.97
Time	14.30	17.30	7.00	8.00-9.00				
Tow	37.27	31.34	26.81	29.24	10.46	2.10	31.57	30.23
Time	14.30	14.00-14.30	7.00	4.00-4.30				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Tin	37.27	31.03	26.81	28.95	10.46	2.08	31.57	29.93
Time	14.30	18.00-18.00	7.00	8.00-8.30				
Tg	37.27	36.46	26.81	30.39	10.46	6.07	31.57	33.26
Time	14.30	17.00	7.00	8.00				
Tin1.00	37.27	31.65	26.81	26.95	10.46	4.70	31.57	29.12
Time	14.30	16.30-18.00	7.00	7.00-9.00				
RH1.00	37.27	32.54	26.81	26.95	10.46	5.59	31.57	29.45
Time	14.30	10.30-11.30	7.00	18.30				
Tin1.50	100.00	81.60	57.14	72.60	42.86	9.00	80.14	77.56
Time	6.00-7.30	16.00-17.30	14.30	7.00-8.30				
RH1.50	100.00	81.60	57.14	71.90	42.86	9.70	80.14	77.08
Time	6.00-7.30	10.00-11.00	14.30	16.30-17.00				

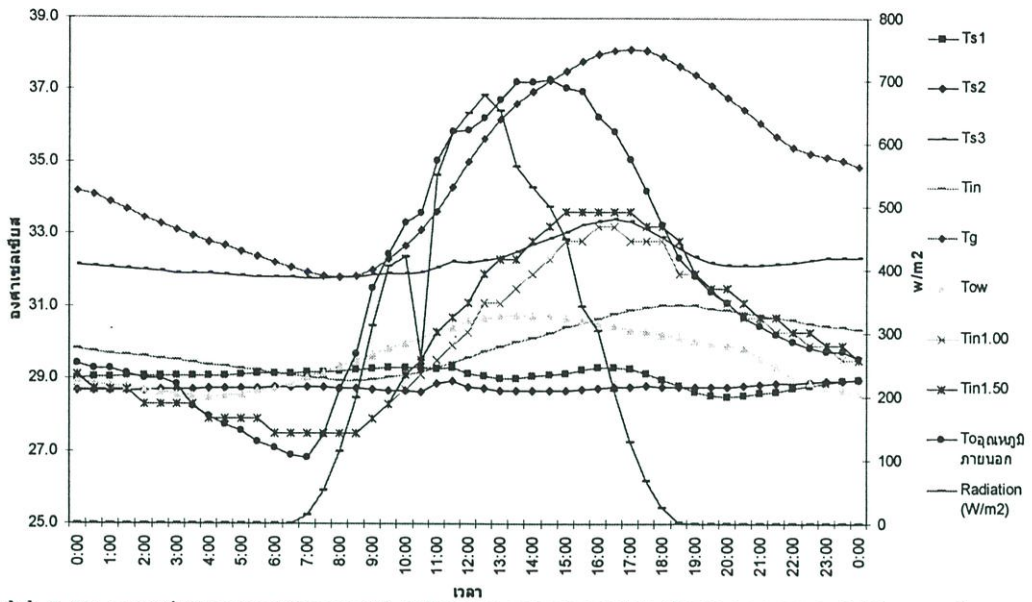
หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

ผลการทดลองสำหรับห้องทดลองที่มีการถมดินทางด้านทิศใต้ ไรยกรวด
คลุมดิน รดน้ำเวลากลางวัน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3.23 และรูป
ที่ 3.55 ส่วนค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยห้องทดลองแสดงในตารางที่ 3.24

ตารางที่ 3.23 ผลการทดลองที่ 4 ห้องทดลองถมดิน ไรยกรวดหนา 0.10 ม.รดน้ำเวลากลางวัน

เวลา	ภายนอกห้องทดลอง			ในดิน				ภายในห้องทดลอง					
	To	RH	Rad.	Ts1	Ts2	Ts3	Tow	Tin	Tg	Tin1.00	Tin1.50	RH1.00	RH1.50
0:00	29.4	90.24	0	29.0	28.7	32.14	28.98	28.78	34.17	28.7	29.1	77.8	77.8
0:30	29.28	90.34	0	29.0	28.7	32.11	28.88	28.73	34.07	28.7	28.7	77.8	77.8
1:00	29.29	90.13	0	29.0	28.7	32.06	28.80	28.68	33.89	28.7	28.7	77.8	77.8
1:30	29.13	90.92	0	29.1	28.7	32.04	28.75	28.63	33.68	28.7	28.7	77.8	77.8
2:00	29.01	90.6	0	29.1	28.7	32.01	28.70	28.58	33.46	28.3	28.3	77.8	77.8
2:30	29	89.99	0	29.1	28.7	31.96	28.63	28.53	33.27	28.3	28.3	77.8	77.8
3:00	28.82	91.13	0	29.1	28.7	31.91	28.58	28.48	33.10	28.3	28.3	77.9	77.9
3:30	28.24	93.47	0	29.1	28.7	31.89	28.53	28.43	32.94	28.3	28.3	77.9	78.7
4:00	27.96	95.29	0	29.1	28.7	31.89	28.50	28.38	32.79	27.9	27.9	78.7	78.7
4:30	27.74	97.07	0	29.1	28.7	31.86	28.53	28.33	32.66	27.9	27.9	78.7	78.7
5:00	27.56	97.81	0	29.1	28.7	31.84	28.58	28.25	32.50	27.9	27.9	78.7	78.7
5:30	27.27	99.77	0	29.1	28.7	31.81	28.65	28.2	32.37	27.9	27.9	78.7	78.7
6:00	27.1	100	0	29.1	28.8	31.79	28.75	28.15	32.22	27.5	27.5	78.7	78.7
6:30	26.88	100	0.09	29.2	28.8	31.79	28.88	28.08	32.06	27.5	27.5	78.7	78.7
7:00	26.81	100	13.61	29.2	28.8	31.76	29.02	28.03	31.94	27.5	27.5	79.7	79.7
7:30	27.47	100	52.84	29.2	28.8	31.76	29.19	27.98	31.84	27.5	27.5	79.7	79.7
8:00	28.71	95.72	112.94	29.2	28.7	31.79	29.33	27.95	31.79	27.5	27.5	79.7	79.7
8:30	29.68	91.87	198.63	29.3	28.7	31.81	29.50	27.98	31.84	27.5	27.5	79.7	80.6
9:00	31.49	83.11	310.7	29.3	28.7	31.86	29.65	28.03	32.01	27.9	27.9	80.6	80.6
9:30	32.43	77.55	405.46	29.3	28.7	31.89	29.83	28.1	32.30	28.3	28.3	80.6	80.6
10:00	33.3	73.1	421.54	29.3	28.7	31.91	29.98	28.2	32.66	28.7	29.1	80.5	80.5
10:30	33.57	71.67	258.44	29.3	28.6	31.94	30.13	28.33	33.10	29.1	29.5	81.5	81.5
11:00	35.03	65.92	550.78	29.3	28.9	32.06	30.31	28.45	33.61	29.5	30.3	81.5	81.5
11:30	35.84	61.83	617.77	29.3	28.9	32.24	30.43	28.63	34.28	29.9	30.7	81.5	81.4
12:00	35.88	62	647.65	29.2	28.8	32.21	30.58	28.78	34.99	30.3	31.1	80.4	80.4
12:30	36.19	60.46	677.26	29.1	28.7	32.26	30.66	28.95	35.64	31.1	31.9	80.4	79.4
13:00	36.7	58.76	651.92	29.0	28.7	32.34	30.71	29.1	36.17	31.1	32.3	80.4	79.4
13:30	37.2	60.69	562.52	29.0	28.7	32.49	30.76	29.28	36.61	31.5	32.3	79.4	78.4
14:00	37.2	58.95	530.71	29.1	28.7	32.69	30.73	29.43	36.95	31.9	32.8	79.4	76.7
14:30	37.27	57.14	499.8	29.1	28.7	32.89	30.71	29.58	37.26	32.3	33.2	78.4	76.6
15:00	37.06	58.05	447.16	29.2	28.7	33.04	30.66	29.76	37.54	32.8	33.6	77.5	75.1
15:30	36.96	57.71	342.35	29.3	28.7	33.24	30.61	29.88	37.79	32.8	33.6	76.7	73.7
16:00	36.25	60.63	304.49	29.3	28.7	33.36	30.53	30.03	37.98	33.2	33.6	75.9	73.0
16:30	35.84	61.06	209.26	29.3	28.8	33.41	30.46	30.11	38.08	33.2	33.6	74.4	71.8
17:00	35.06	63.4	127.93	29.3	28.8	33.36	30.37	30.16	38.13	32.8	33.6	74.4	71.8
17:30	34.2	65.22	66.5	29.2	28.8	33.16	30.32	30.21	38.08	32.8	33.2	73.1	72.4
18:00	33.24	68.1	25.78	29.0	28.8	32.91	30.21	30.18	37.93	32.8	33.2	73.1	73.0
18:30	32.33	72.05	2.7	28.8	28.8	32.59	30.14	30.16	37.67	31.9	32.8	72.5	72.4
19:00	31.83	73.9	0	28.6	28.8	32.36	30.06	30.11	37.41	31.9	31.9	73.1	73.1
19:30	31.38	76.08	0	28.5	28.8	32.21	29.99	30.06	37.11	31.5	31.5	73.2	73.1
20:00	31.09	78.48	0	28.5	28.8	32.14	29.91	29.98	36.77	31.1	31.5	73.2	73.2
20:30	30.7	82.26	0	28.5	28.8	32.14	29.85	29.91	36.43	30.7	31.1	73.9	73.2
21:00	30.46	83.64	0	28.6	28.8	32.14	29.57	29.81	36.07	30.7	30.7	73.9	73.9
21:30	30.23	85.81	0	28.6	28.9	32.16	29.35	29.76	35.69	30.3	30.7	74.6	73.9
22:00	30.02	87.16	0	28.7	28.9	32.19	29.02	29.65	35.40	30.3	30.3	74.7	74.6
22:30	29.86	88.92	0	28.8	28.9	32.26	28.89	29.58	35.23	29.9	30.3	75.4	74.7
23:00	29.76	89.21	0	28.9	28.9	32.34	28.73	29.5	35.13	29.9	29.9	75.4	75.4
23:30	29.74	89.12	0	28.9	28.9	32.34	28.65	29.43	35.02	29.5	29.9	76.1	75.4



รูปที่ 3.55 กราฟแสดงการทดลองที่ 4 ห้องทดลองการถมดิน โรยกรวดหนา 0.10 ม.รดน้ำเวลากลางวัน

ตารางที่ 3.24 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยของการถมดิน โรยกรวดหนา 0.10 ม.รดน้ำเวลากลางวัน

ตัวแปร ภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง								
Rad.	677.26		0.00		677.26		164.06	
Time	12.30		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Ts1	37.27	29.32	26.81	28.52	10.46	0.80	31.57	29.04
Time	14.30	8.30-11.30	7.00	19.30-20.30				
Ts2	37.27	28.96	26.81	28.63	10.46	0.32	31.57	28.76
Time	14.30	11.00-11.30	7.00	10.30				
Ts3	37.27	33.41	26.81	31.76	10.46	1.65	31.57	32.26
Time	14.30	16.30	7.00	7.00-7.30				
Tow	37.27	30.76	26.81	28.50	10.46	2.26	31.57	29.58
Time	14.30	13.30	7.00	4.00				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Tin	37.77	30.71	26.81	27.95	10.46	2.26	31.57	29.03
Time	14.30	17.30	7.00	8.00				
Tg	37.27	38.13	26.81	31.79	10.46	6.34	31.57	34.78
Time	14.30	17.00	7.00	8.00				
Tin1.00	37.27	33.20	26.81	27.50	10.46	5.70	31.57	29.87
Time	14.30	16.00-16.30	7.00	6.00-8.30				
Tin1.50	37.27	33.60	26.81	27.50	10.46	6.10	31.57	30.18
Time	14.30	10.30-11.30	7.00	18.30				
RH1.00	100.00	81.52	57.14	72.53	42.86	8.99	80.14	77.48
Time	6.00-7.30	15.00-17.00	14.30	6.00-8.30				
RH1.50	100.00	81.52	57.14	71.83	42.86	9.69	80.14	77.00
Time	6.00-7.30	10.30-11.00	14.30	16.30-17.00				

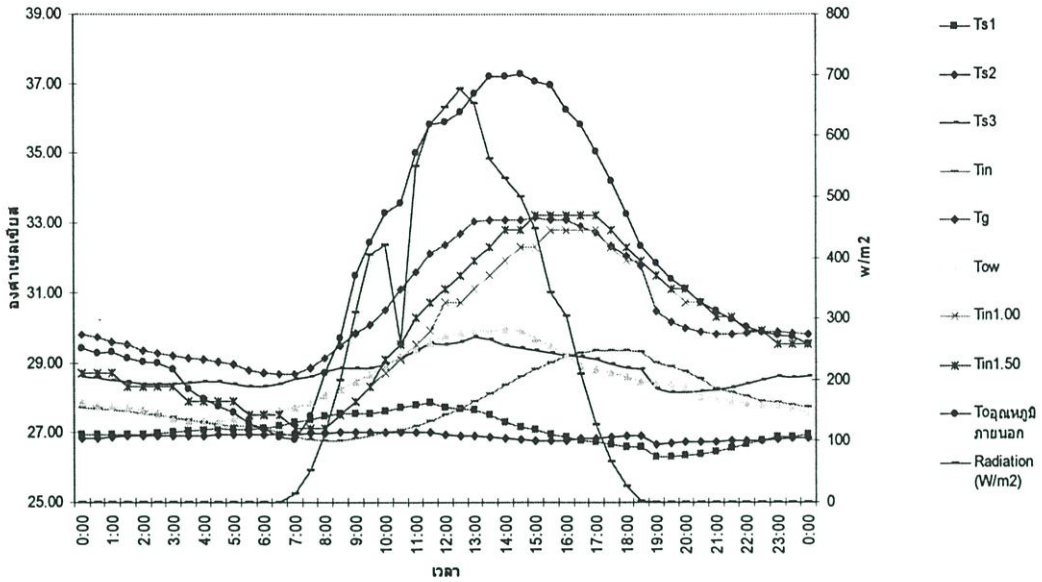
หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

ผลการทดลองสำหรับห้องทดลองที่มีการถมดินทางด้านทิศใต้ ปลุกต้น
เทียนทอง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3.25 และรูปที่ 3.56 ส่วน
ค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยห้องทดลองแสดงในตารางที่ 3.26

ตารางที่ 3.25 ผลการทดลองที่ 4 ห้องทดลองถมดินปลุกต้นเทียนทองร่น้ำเวลากลางวัน

เวลา	ภายนอกห้องทดลอง			ในดิน				ภายในห้องทดลอง					
	To	RH	Rad.	Ts1	Ts2	Ts3	Tow	Tin	Tg	Tin1.00	Tin1.50	RH1.00	RH1.50
0:00	29.4	90.24	0	26.95	26.85	28.58	27.85	27.73	29.78	28.7	28.7	74.9	74.9
0:30	29.28	90.34	0	26.95	26.85	28.55	27.76	27.68	29.71	28.7	28.7	74.9	74.9
1:00	29.29	90.13	0	26.95	26.87	28.5	27.74	27.63	29.6	28.7	28.7	74.9	74.9
1:30	29.13	90.92	0	26.95	26.9	28.45	27.71	27.6	29.5	28.3	28.3	75.6	75.6
2:00	29.01	90.6	0	26.95	26.92	28.4	27.64	27.55	29.35	28.3	28.3	75.6	75.6
2:30	29	89.99	0	26.97	26.92	28.4	27.54	27.5	29.28	28.3	28.3	75.7	76.4
3:00	28.82	91.13	0	27.00	26.92	28.38	27.41	27.42	29.2	28.3	28.3	76.4	76.4
3:30	28.24	93.47	0	27.05	26.92	28.43	27.34	27.37	29.13	27.9	27.9	76.4	76.4
4:00	27.96	95.29	0	27.07	26.92	28.45	27.29	27.3	29.08	27.9	27.9	76.4	76.4
4:30	27.74	97.07	0	27.12	26.95	28.45	27.29	27.22	29.03	27.9	27.9	76.4	77.2
5:00	27.56	97.81	0	27.10	26.95	28.38	27.39	27.2	28.95	27.9	27.9	76.4	77.2
5:30	27.27	99.77	0	27.07	26.95	28.33	27.46	27.17	28.78	27.5	27.5	77.2	77.2
6:00	27.1	100	0	27.12	26.95	28.33	27.54	27.1	28.7	27.5	27.5	77.2	77.2
6:30	26.88	100	0.09	27.19	26.95	28.4	27.61	27	28.65	27.5	27.5	77.2	77.2
7:00	26.81	100	13.61	27.29	26.95	28.53	27.71	26.87	28.68	27.1	27.1	77.2	77.2
7:30	27.47	100	52.84	27.36	26.97	28.58	27.87	26.8	28.83	27.1	27.1	77.2	77.2
8:00	28.71	95.72	112.94	27.48	26.97	28.73	28.07	26.75	29.13	27.1	27.1	77.2	78
8:30	29.68	91.87	198.63	27.55	27	28.83	28.23	26.75	29.48	27.5	27.5	78	78
9:00	31.49	83.11	310.7	27.55	27	28.83	28.46	26.85	29.83	27.9	27.9	78	78.9
9:30	32.43	77.55	405.46	27.55	27	28.85	28.66	26.92	30.08	28.3	28.3	78.9	78.8
10:00	33.3	73.1	421.54	27.60	27	28.95	28.92	27	30.51	28.7	29.1	78.8	78.8
10:30	33.57	71.67	258.44	27.72	27	29.13	29.17	27.07	31.11	29.1	29.5	78.8	78.8
11:00	35.03	65.92	550.78	27.79	27.02	29.33	29.38	27.17	31.61	29.5	30.3	78.8	78.8
11:30	35.84	61.83	617.77	27.84	27.02	29.55	29.58	27.32	32.14	29.9	30.7	78.8	78.8
12:00	35.88	62	647.65	27.72	26.95	29.5	29.76	27.52	32.36	30.7	31.1	76.4	76.4
12:30	36.19	60.46	677.26	27.70	26.92	29.6	29.84	27.68	32.69	30.7	31.5	76.4	75.6
13:00	36.7	58.76	651.92	27.65	26.92	29.71	29.92	27.9	33.04	31.1	31.9	76.4	75.6
13:30	37.2	60.69	562.52	27.50	26.87	29.65	29.92	28.1	33.06	31.5	32.3	76.3	75.6
14:00	37.2	58.95	530.71	27.31	26.82	29.48	29.94	28.35	33.06	31.9	32.8	76.3	74.8
14:30	37.27	57.14	499.8	27.16	26.8	29.4	29.89	28.6	33.06	32.3	32.8	76.2	74.8
15:00	37.06	58.05	447.16	27.07	26.77	29.35	29.68	28.8	33.14	32.3	33.2	75.5	72.8
15:30	36.96	57.71	342.35	26.95	26.77	29.28	29.48	29	33.09	32.8	33.2	75.5	72.2
16:00	36.25	60.63	304.49	26.85	26.77	29.2	29.21	29.18	33.09	32.8	33.2	74.8	71.6
16:30	35.84	61.06	209.26	26.78	26.82	29.15	28.90	29.25	32.91	32.8	33.2	74.8	72.8
17:00	35.06	63.4	127.93	26.73	26.85	29.08	28.79	29.33	32.71	32.8	33.2	74.1	72.8
17:30	34.2	65.22	66.5	26.65	26.87	28.95	28.69	29.33	32.34	32.3	32.8	74.8	73.5
18:00	33.24	68.1	25.78	26.60	26.9	28.85	28.59	29.35	32.06	31.9	32.3	75.5	74.8
18:30	32.33	72.05	2.7	26.58	26.92	28.8	28.46	29.3	31.76	31.9	31.9	76.3	75.5
19:00	31.83	73.9	0	26.31	26.65	28.25	28.41	29	30.48	31.5	31.5	77.1	76.3
19:30	31.38	76.08	0	26.29	26.7	28.15	28.34	28.89	30.16	31.1	31.1	77.1	76.3
20:00	31.09	78.48	0	26.34	26.72	28.15	28.28	28.74	29.96	30.7	31.1	77.1	76.4
20:30	30.7	82.26	0	26.39	26.72	28.18	28.02	28.54	29.88	30.7	30.7	77.2	77.2
21:00	30.46	83.64	0	26.44	26.72	28.2	27.95	28.23	29.78	30.3	30.3	77.2	77.2
21:30	30.23	85.81	0	26.54	26.75	28.28	27.90	28.13	29.78	30.3	30.3	77.2	77.2
22:00	30.02	87.16	0	26.65	26.77	28.4	27.82	28.03	29.83	29.9	29.9	77.2	77.2
22:30	29.86	88.92	0	26.78	26.77	28.5	27.80	27.9	29.88	29.9	29.9	77.2	77.2
23:00	29.76	89.21	0	26.85	26.8	28.58	27.74	27.85	29.88	29.5	29.5	77.2	78
23:30	29.74	89.12	0	26.87	26.85	28.55	27.69	27.78	29.83	29.5	29.5	77.2	78



รูปที่ 3.56 กราฟแสดงการทดลองที่ 4 ห้องทดลองการถนอมดินปลูกต้นเหียนทอง

ตารางที่ 3.26 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยของการปลูกต้นเหียนทอง

ตัวแปร ภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง								
Rad.	677.26		0.00		677.26		164.06	
Time	12.30		19.60					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Ts1	37.27	27.84	26.81	26.29	10.46	1.55	31.57	27.06
Time	14.30	11.30	7.00	19.30				
Ts2	37.27	27.02	26.81	26.65	10.46	0.37	31.57	26.88
Time	14.30	11.00-11.30	7.00	19.00				
Ts3	37.27	29.71	26.81	28.15	10.46	1.56	31.57	28.76
Time	14.30	13.00	7.00	19.30-2.00				
Tow	37.27	29.94	26.81	27.29	10.46	2.65	31.57	28.37
Time	14.30	14.00	7.00	4.00-4.30				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Tin	37.27	29.35	26.81	26.75	10.46	2.60	31.57	27.87
Time	14.30	18.00	7.00	8.00-8.30				
Tg	37.27	33.14	26.81	28.65	10.46	4.49	31.57	30.57
Time	14.30	15.00	7.00	6.30				
Tin1.00	37.27	32.80	26.81	27.10	10.46	5.70	31.57	29.72
Time	14.30	15.30-17.00	7.00	7.00-8.00				
Tin1.50	37.27	33.20	26.81	27.10	10.46	6.10	31.57	29.93
Time	14.30	9.30	7.00	17.00				
RH1.00	100.00	78.90	57.14	74.10	42.86	4.80	80.14	76.63
Time	6.00-7.30	15.00-17.00	14.30	7.00-8.00				
RH1.50	100.00	78.90	57.14	71.60	42.86	7.30	80.14	76.30
Time	6.00-7.30	9.00	14.30	16.00				


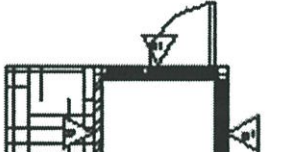

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง





3.3.5 การทดลองที่ 5 การทดลองเปรียบเทียบประเภทของผนังในการลดความร้อนและป้องกันความชื้นให้กับอาคาร

รายละเอียดการทดลองแสดงในตารางที่ 3.27

ตารางที่ 3.27 รายละเอียดสำหรับการทดลองที่ 5

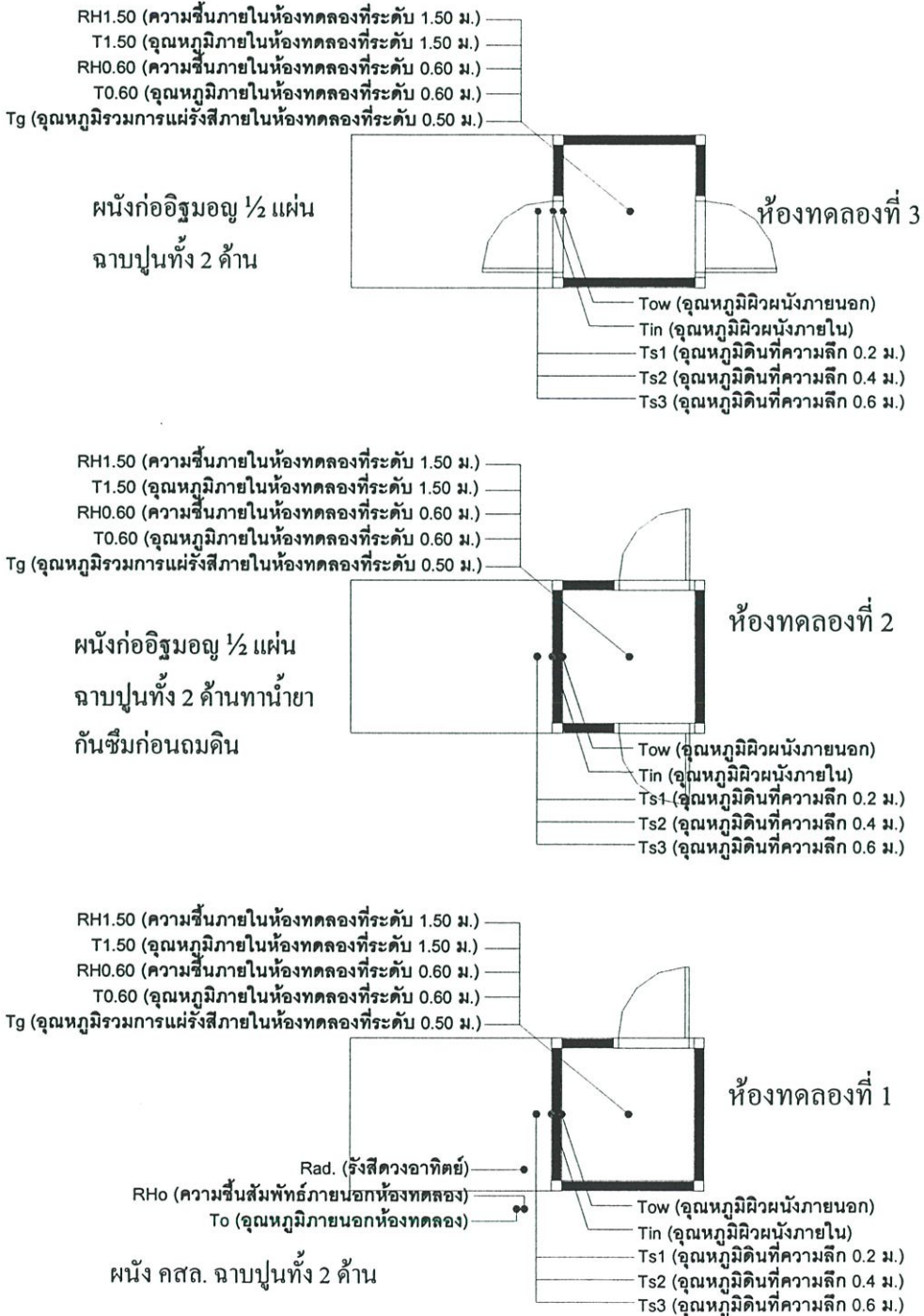
ห้องทดลอง	ตัวแปรที่ทำการทดสอบ		
	ห้องทดลองแบบที่ 1	ห้องทดลองแบบที่ 2	ห้องทดลองแบบที่ 3
 <p>แบบที่ 1</p>	ผนังก่ออิฐ½ แผ่น ฉาบปูนขัดมันหนา 0.10 ม.	ผนังก่ออิฐ½ แผ่น ฉาบปูนขัดมันหนา 0.10 ม. ทาน้ำยากันซึมก่อนการถมดิน	ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กผสมน้ำยากันซึมหนา 0.10 เมตร
 <p>แบบที่ 2</p>	ตัวแปรที่ทำการเก็บข้อมูล		
 <p>แบบที่ 3</p>	ภายในห้องทดลอง		ภายนอกห้องทดลอง
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ อุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง 0.60 เมตร และ 1.50 เมตร (°C) ▪ ความชื้นภายในที่ระดับความสูง 0.60 เมตร และ 1.50 เมตร (%) ▪ อุณหภูมิผิวผนังภายในที่สัมผัสดินที่ความสูง 0.50 เมตร (°C) 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ อุณหภูมิภายนอกตำแหน่งห่างดินพอสมควร (°C) ▪ ความชื้นตำแหน่งห่างดินพอสมควร (%) ▪ อุณหภูมิผิวผนังภายนอกที่สัมผัสดินที่ความสูง 0.50 เมตร (°C) ▪ อุณหภูมิดินที่ระดับความลึก <ul style="list-style-type: none"> - 0.20 เมตร (°C) - 0.40 เมตร (°C) - 0.60 เมตร (°C) ▪ ความชื้น ดินที่ระดับความลึก 0.50 เมตร (%) ▪ Radiation (w / m^2) ที่ระดับความสูงบนหลังคา
	เวลาในการทดสอบ		
	เตรียมเครื่องมือและห้องทดลอง	2 วัน	
	การวัดค่าครั้งที่ 1 รอบ 24 ชม.	1 วัน	
	การวัดค่าครั้งที่ 2 รอบ 24 ชม.	1 วัน	
	ทำการตรวจสอบผล	1 วัน	
	รวมทั้งสิ้น	5 วัน	

หมายเหตุ

-  ผนังก่ออิฐ½ แผ่น ฉาบปูนขัดมันหนา 0.10 เมตร
-  ผนังก่ออิฐ½ แผ่น ฉาบปูนขัดมันหนา 0.10 ทาน้ำยากันซึมก่อนการถมดิน
-  ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กผสมน้ำยากันซึมหนา 0.10 เมตร
-  ฉนวนกันความร้อนหนา 2 นิ้ว

3.3.5.1 ตำแหน่งในการติดตั้งเครื่องมือเก็บผลการทดลองที่ 5 การทดลองเปรียบเทียบประเภทของผนังในการลดความร้อนและป้องกันความชื้นให้กับอาคาร

รายละเอียดตำแหน่งในการติดตั้งเครื่องมือแสดงในรูปที่ 3.49



รูปที่ 3.57 ตำแหน่งติดตั้งสายสัญญาณเก็บผลการทดลองที่ 5

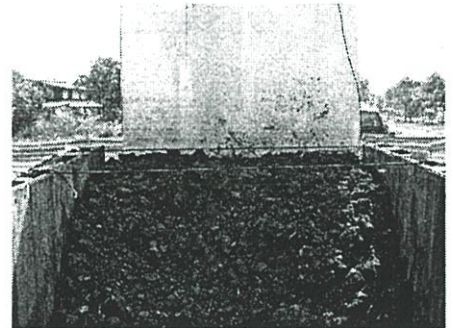
3.3.5.2 สภาพทางกายภาพขณะทำการทดลองที่ 5

ในการทดลองที่ 5 ได้ทำการทดลองโดยใช้ห้องทดลองที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ห้องทดลองที่ 1 นำดินร่วนมาถมผนังห้องทดลองทางด้านทิศตะวันตกหนา 1.00 ม. สูง 1.00 ม.ทำการรดน้ำเวลา 10.00 น. เป็นเวลา 2 วัน ดังแสดงในรูปที่ 3.58 (ก) และ (ข)
- ห้องทดลองที่ 2 นำดินร่วนมาถมผนังห้องทดลองทางด้านทิศตะวันตกหนา 1.00 ม. สูง 1.00 ม.ทำการรดน้ำเวลา 8.00 น. เป็นเวลา 2 วัน ดังแสดงในรูปที่ 3.59 (ก) และ (ข)
- ห้องทดลองที่ 3 นำดินร่วนมาถมผนังห้องทดลองทางด้านทิศตะวันตกหนา 1.00 ม. สูง 1.00 ม.ทำการรดน้ำเวลา 8.00 น. เป็นเวลา 2 วัน ดังแสดงในรูปที่ 3.60 (ก) และ (ข)

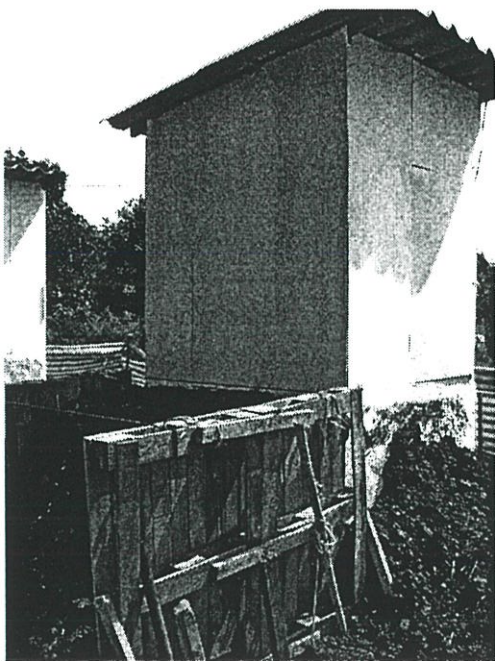


(ก)

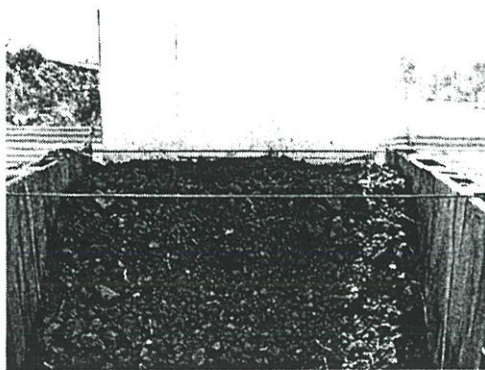


(ข)

รูปที่ 3.58 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 1 ขณะทำการทดลองที่ 5



(ก)

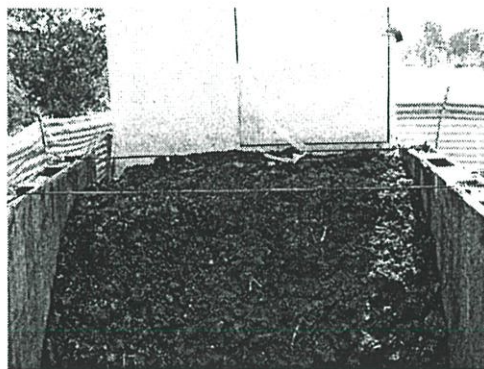


(ข)

รูปที่ 3.59 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 2 ขณะทำการทดลองที่ 5



(ก)



(ข)

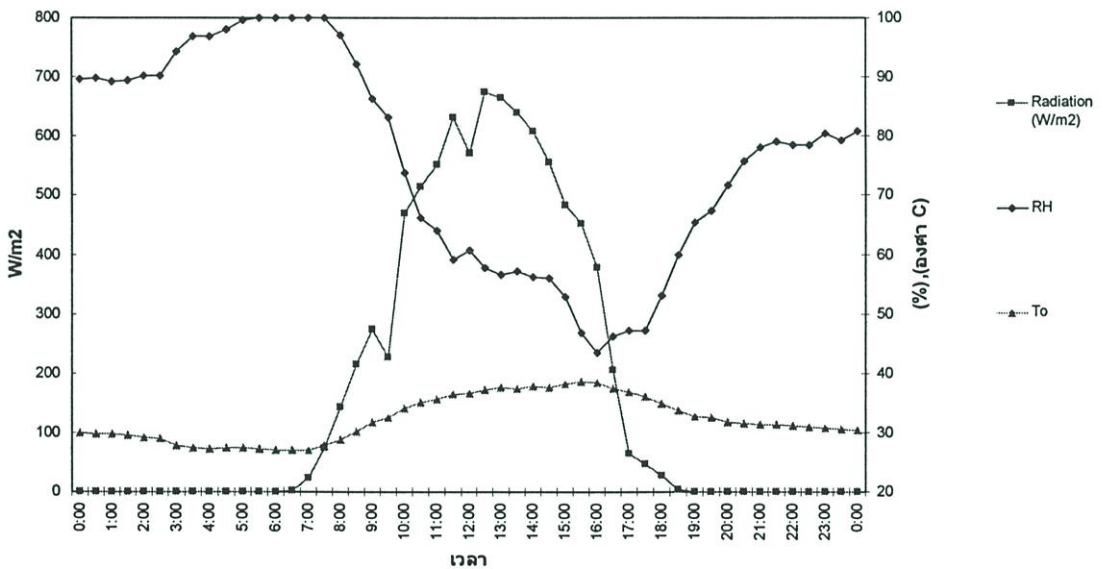
รูปที่ 3.60 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 3 ขณะทำการทดลองที่ 5

3.3.5.3 ผลการทดลองสภาพอากาศของการทดลองที่ 5

สมมติฐาน : ผนังที่มีดินถมต่างประเภททำให้ความชื้นและอุณหภูมิที่เข้ามาในห้องทดลองต่างกันและผนังที่มีการระบบกันความชื้นกับผนังไม่มีระบบกันความชื้น อุณหภูมิที่เข้ามาในห้องทดลองต่างกัน

วันที่ทำการทดลอง เริ่มเวลา 0.00น. ของวันที่ 6 มีนาคม พ.ศ. 2546 ถึง 24.00น. ของวันที่ 6 มีนาคม พ.ศ. 2546

สภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองสำหรับการทดลองที่ 5 แสดงในรูปที่ 3.61



รูปที่ 3.61 สภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองสำหรับการทดลองที่ 5

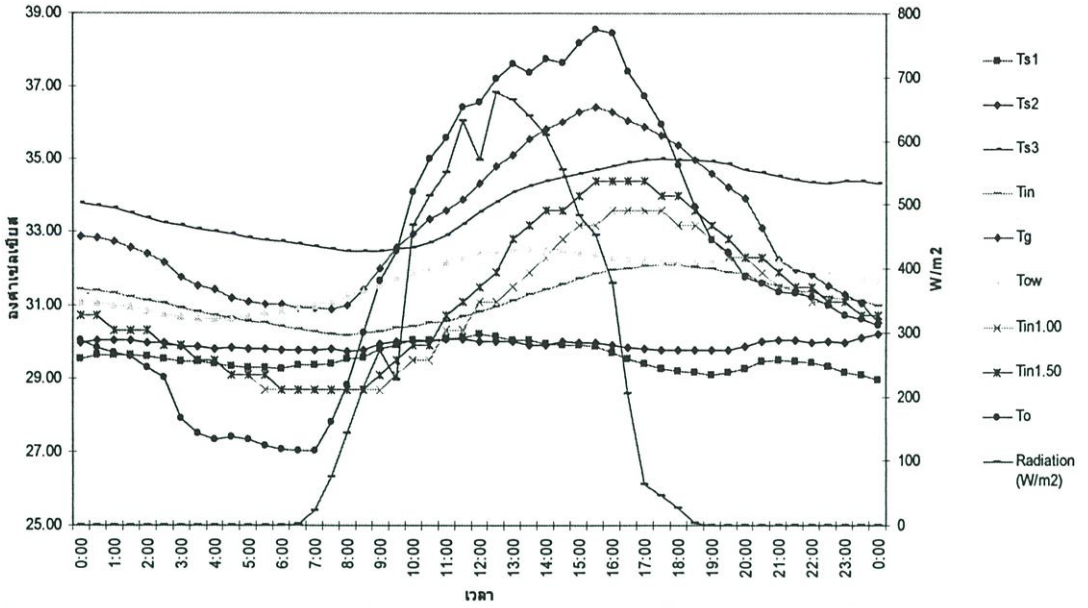
ผลการทดลองสำหรับห้องทดลองที่มีการถมดินทางด้านทิศตะวันตกที่ผนังคสล. ผสมน้ำยากันซึม มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3.28 และรูปที่ 3.62 ส่วนค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยห้องทดลองแสดงในตารางที่ 3.29

ผลการทดลองสำหรับห้องทดลองที่มีการถมดินทางด้านทิศตะวันตกที่ผนังก่ออิฐฉาบปูน ½ แผ่น ทาน้ำยากันซึมภายนอก มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ผลการทดลองแสดงใน

ตารางที่ 3.30 และรูปที่ 3.63 ส่วนค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยห้องทดลองแสดงใน ตารางที่ 3.31

ตารางที่ 3.28 ผลการทดลองที่ 5 ห้องทดลองที่มีการผสมนํ้า คสล. ผสมนํ้ายากันซึม

เวลา	ภายนอกห้องทดลอง			ในดิน				ภายในห้องทดลอง					
	To	RH	Rad.	Ts1	Ts2	Ts3	Tow	Tin	Tg	Tin1.00	Tin1.50	RH1.00	RH1.50
0:00	30.03	89.64	0	29.53	29.98	33.79	31.098	31.43	32.89	30.7	30.7	67.3	66.1
0:30	29.84	89.83	0	29.62	30.03	33.74	31.098	31.38	32.86	30.7	30.7	67.7	66.9
1:00	29.71	89.3	0	29.64	30.03	33.66	30.9966	31.31	32.74	30.3	30.3	68.2	67.8
1:30	29.61	89.44	0	29.62	30.03	33.51	30.9459	31.23	32.59	30.3	30.3	68.7	68.2
2:00	29.29	90.23	0	29.59	29.98	33.38	30.8444	31.13	32.39	30.3	30.3	69.1	68.7
2:30	29.03	90.31	0	29.53	29.98	33.26	30.7633	31.06	32.16	29.9	29.9	69.2	68.7
3:00	27.91	94.32	0	29.48	29.88	33.18	30.6923	30.93	31.76	29.9	29.9	70.1	69.7
3:30	27.51	96.84	0	29.45	29.86	33.08	30.6416	30.83	31.53	29.5	29.5	70.7	70.2
4:00	27.32	96.96	0	29.40	29.81	33.01	30.6111	30.73	31.43	29.5	29.5	71.2	70.7
4:30	27.41	98.04	0	29.34	29.83	32.96	30.6619	30.66	31.18	29.1	29.1	71.8	71.3
5:00	27.35	99.62	0	29.30	29.81	32.86	30.7126	30.56	31.08	29.1	29.1	72.4	72.4
5:30	27.15	100	0	29.30	29.81	32.78	30.7937	30.51	31.03	28.7	29.1	73.6	73.6
6:00	27.06	100	0	29.27	29.76	32.73	30.8444	30.41	31.03	28.7	28.7	74.9	74.3
6:30	27.03	100	1.83	29.36	29.78	32.66	30.9459	30.33	30.91	28.7	28.7	75.6	75.6
7:00	27.03	100	23.24	29.36	29.76	32.61	30.9966	30.26	30.93	28.7	28.7	76.4	75.6
7:30	27.79	100	74.88	29.39	29.81	32.53	31.1183	30.21	30.88	28.7	28.7	77.1	76.4
8:00	28.81	97.07	143.62	29.52	29.73	32.48	31.2704	30.18	31	28.7	28.7	77.9	77.9
8:30	30.23	92.16	214.91	29.58	29.76	32.48	31.4023	30.23	31.43	28.7	28.7	78.8	78.8
9:00	31.67	86.33	273.32	29.81	29.93	32.48	31.5544	30.28	31.99	28.7	29.1	79.7	79.6
9:30	32.47	83.24	226.62	29.90	30.01	32.53	31.7269	30.36	32.56	29.1	29.5	79.6	79.6
10:00	34.1	73.82	468.48	30.04	30	32.58	31.879	30.41	32.96	29.5	29.9	78.7	78.7
10:30	35.02	66.12	514.45	30.04	30.02	32.71	32.0109	30.51	33.34	29.5	29.9	77.8	76.2
11:00	35.57	64.02	551.21	30.08	30.08	32.91	32.1934	30.56	33.59	30.3	30.7	75.5	73.4
11:30	36.43	59.15	632.72	30.12	30.06	33.21	32.3151	30.68	33.89	30.3	31.1	74.8	72.1
12:00	36.55	60.6	570.21	30.22	30.01	33.54	32.4166	30.83	34.34	31.1	31.5	74	70.4
12:30	37.2	57.83	675.37	30.15	30.01	33.84	32.4673	30.96	34.79	31.1	31.9	72.1	68
13:00	37.61	56.6	664.65	30.05	30.01	34.09	32.518	31.11	35.12	31.5	32.8	71	66.5
13:30	37.36	57.21	640.45	30.05	29.91	34.26	32.5484	31.28	35.54	31.9	33.2	69.9	64.5
14:00	37.74	56.16	609.22	29.94	29.91	34.39	32.5484	31.43	35.82	32.3	33.6	68.8	63.4
14:30	37.65	56.08	555.53	29.92	30.01	34.51	32.4977	31.56	36.02	32.8	33.6	67.4	62.7
15:00	38.19	52.83	483.94	29.92	29.96	34.61	32.447	31.74	36.3	33.2	34	65.7	61.3
15:30	38.56	46.82	451.72	29.87	29.96	34.71	32.3659	31.86	36.42	33.2	34.4	63.1	57.9
16:00	38.47	43.47	377.5	29.71	29.91	34.81	32.3151	31.96	36.3	33.6	34.4	59.1	54.2
16:30	37.42	46.16	204.79	29.53	29.83	34.91	32.28	32.01	36.07	33.6	34.4	57.3	54.2
17:00	36.74	47.19	64.06	29.39	29.81	34.96	32.22	32.06	35.9	33.6	34.4	55.2	53.8
17:30	35.97	47.26	46.25	29.27	29.78	35.01	32.17	32.09	35.64	33.6	34	53.5	51.9
18:00	34.85	53	27.37	29.20	29.76	34.99	32.17	32.09	35.39	33.2	34	53	52.1
18:30	33.69	59.86	3.82	29.17	29.78	34.96	32.2	32.04	34.97	33.2	33.6	54	53.7
19:00	32.79	65.46	0	29.10	29.76	34.94	32.22	31.99	34.59	32.8	33.2	55.8	55.1
19:30	32.45	67.34	0	29.17	29.78	34.89	32.3	31.91	34.22	32.3	32.8	57.1	56.1
20:00	31.75	71.71	0	29.27	29.86	34.69	32.3	31.86	33.94	32.3	32.3	57.8	57.1
20:30	31.59	75.72	0	29.46	30.01	34.64	32.2644	31.64	33.11	31.9	32.3	59.4	58.3
21:00	31.37	78.1	0	29.50	30.03	34.54	32.1934	31.52	32.23	31.5	31.9	60.9	59.7
21:30	31.32	79.07	0	29.46	30.03	34.44	32.1123	31.4	31.96	31.5	31.5	62.1	60.9
22:00	31.22	78.49	0	29.44	29.98	34.36	32.0109	31.37	31.84	31.1	31.5	63.1	61.8
22:30	30.97	78.54	0	29.34	30.01	34.34	31.9297	31.22	31.51	31.1	31.1	63.5	62.5
23:00	30.73	80.35	0	29.17	29.98	34.39	31.8587	31.15	31.28	31.1	31.1	64.1	63.1
23:30	30.63	79.33	0	29.10	30.1	34.41	31.7573	31.11	31.06	30.7	30.7	64.6	63.9



รูปที่ 3.62 กราฟแสดงการทดลองที่ 5 ห้องทดลองการถนอมดินที่ผนังคสล.ผสมน้ำยากันซึม

ตารางที่ 3.29 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลองที่มีการถนอมผนังคสล. ผสมน้ำยากันซึม

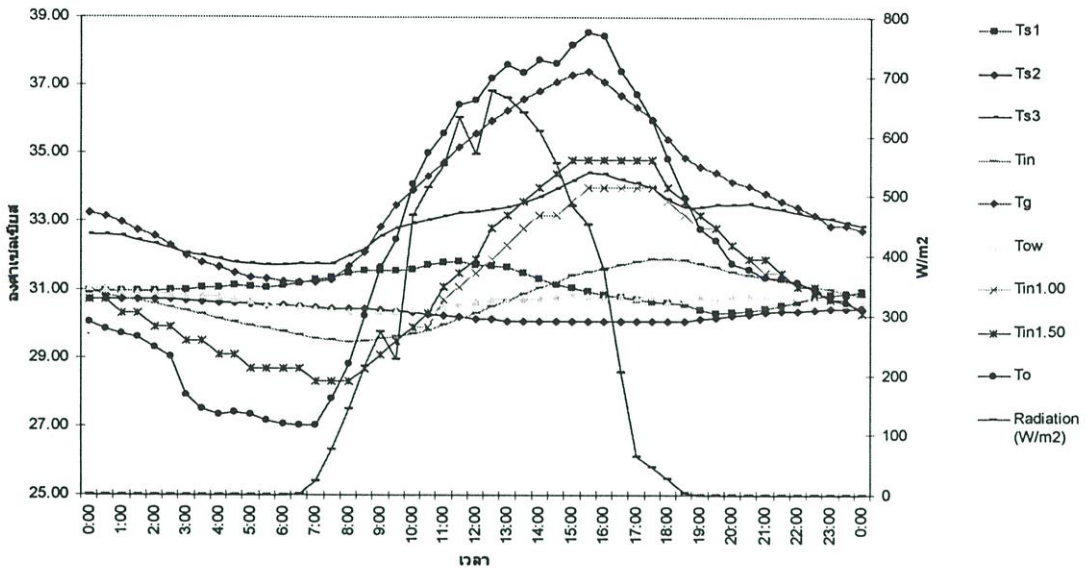
ตัวแปร ภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง								
Rad.	675.37		0.00		675.37		173.47	
Time	12.30		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Ts1	38.56	30.22	27.03	28.95	11.53	1.27	32.22	29.56
Time	15.30	12.00	6.30-7.00	0.00				
Ts2	38.56	30.21	27.03	29.73	11.53	0.48	32.22	29.92
Time	15.30	0.00	6.30-7.00	8.00				
Ts3	38.56	35.01	27.03	32.48	11.53	2.53	32.22	33.77
Time	15.30	17.30	6.30-7.00	8.00-9.30				
Tow	38.56	32.55	27.03	30.61	11.53	1.94	32.22	31.71
Time	15.30	13.30-14.00	6.30-7.00	4.00				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Tin	38.36	31.09	27.03	30.18	11.53	1.91	32.22	31.13
Time	15.30	17.30-18.00	6.30-7.00	8.00				
Tg	38.56	36.42	27.03	30.50	11.53	5.92	32.22	33.12
Time	15.30	15.30	6.30-7.00	0.00				
Tin1.00	38.56	33.60	27.03	28.70	11.53	4.90	32.22	30.87
Time	15.30	16.00-17.30	6.30-7.00	5.30-9.00				
Tin1.50	38.56	34.40	27.03	28.70	11.53	5.70	32.22	31.22
Time	15.30	9.00	6.30-7.00	18.00				
RH1.00	100.00	79.70	43.47	53.00	56.53	26.70	75.97	67.84
Time	5.30-7.30	15.30-17.00	16.00	6.00-8.30				
RH1.50	100.00	79.60	43.47	51.90	56.53	27.70	75.97	66.32
Time	5.30-7.30	9.00-9.30	16.00	17.30				

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

ตารางที่ 3.30 การทดลองที่ 5 ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศตะวันตกที่ผนังก่ออิฐฉาบปูน ½ แผ่น
ทาน้ำยากันซึมภายนอกผนัง

เวลา	ภายนอกห้องทดลอง			ในดิน				ภายในห้องทดลอง					
	To	RH	Rad.	Ts1	Ts2	Ts3	Tow	Tin	Tg	Tin1.00	Tin1.50	RH1.00	RH1.50
0:00	30.03	89.64	0	30.95	30.73	32.61	31.06	30.96	33.24	30.7	30.7	66.1	62.6
0:30	29.84	89.83	0	30.95	30.73	32.61	31.01	30.86	33.14	30.7	30.7	66.1	63.2
1:00	29.71	89.3	0	30.95	30.73	32.56	30.96	30.76	32.99	30.3	30.3	66.9	63.9
1:30	29.61	89.44	0	30.95	30.73	32.44	30.93	30.68	32.74	30.3	30.3	67.3	64.6
2:00	29.29	90.23	0	30.95	30.73	32.34	30.91	30.58	32.56	29.9	29.9	67.4	64.7
2:30	29.03	90.31	0	30.97	30.71	32.19	30.86	30.48	32.31	29.9	29.9	67.4	65.1
3:00	27.91	94.32	0	31.00	30.68	32.06	30.83	30.36	32.01	29.5	29.5	68.3	65.9
3:30	27.51	96.84	0	31.05	30.66	31.99	30.81	30.26	31.79	29.5	29.5	68.8	66.3
4:00	27.32	96.96	0	31.07	30.63	31.91	30.78	30.13	31.66	29.1	29.1	69.8	67.1
4:30	27.41	98.04	0	31.12	30.61	31.81	30.73	30.03	31.48	29.1	29.1	69.8	67.5
5:00	27.35	99.62	0	31.10	30.58	31.76	30.66	29.93	31.36	28.7	28.7	70.3	68
5:30	27.15	100	0	31.07	30.56	31.74	30.58	29.86	31.33	28.7	28.7	71.3	68.9
6:00	27.06	100	0	31.12	30.53	31.74	30.51	29.76	31.26	28.7	28.7	71.9	69.8
6:30	27.03	100	1.83	31.19	30.51	31.76	30.51	29.65	31.21	28.7	28.7	73.6	70.8
7:00	27.03	100	23.24	31.29	30.48	31.76	30.46	29.58	31.23	28.3	28.3	73.7	71.4
7:30	27.79	100	74.88	31.36	30.46	31.76	30.41	29.53	31.28	28.3	28.3	74.3	71.9
8:00	28.81	97.07	143.62	31.48	30.43	32	30.33	29.48	31.68	28.3	28.3	75.7	73.7
8:30	30.23	92.16	214.91	31.55	30.43	32.19	30.28	29.5	32.11	28.7	28.7	77.1	74.9
9:00	31.67	86.33	273.32	31.55	30.41	32.56	30.33	29.55	32.86	29.1	29.1	77.9	75.6
9:30	32.47	83.24	226.62	31.55	30.38	32.81	30.36	29.63	33.49	29.5	29.5	78.7	77
10:00	34.1	73.82	468.48	31.60	30.33	32.96	30.43	29.71	33.94	29.9	29.9	77.8	75.5
10:30	35.02	66.12	514.45	31.72	30.28	33.06	30.46	29.81	34.34	29.9	30.3	77	72.8
11:00	35.57	64.02	551.21	31.79	30.23	33.16	30.51	29.96	34.74	30.7	31.1	74.7	69.5
11:30	36.43	59.15	632.72	31.84	30.21	33.24	30.58	30.13	35.19	31.1	31.5	73.3	67.6
12:00	36.55	60.6	570.21	31.72	30.13	33.29	30.66	30.31	35.59	31.5	31.9	72.1	65.5
12:30	37.2	57.83	675.37	31.70	30.13	33.36	30.73	30.51	35.95	31.9	32.8	69.9	62.2
13:00	37.61	56.6	664.65	31.65	30.08	33.41	30.71	30.68	36.27	32.3	33.2	67.9	60.3
13:30	37.36	57.21	640.45	31.50	30.08	33.54	30.71	30.88	36.6	32.8	33.6	65.3	57.6
14:00	37.74	56.16	609.22	31.31	30.06	33.74	30.76	31.06	36.85	33.2	34	63.8	56.7
14:30	37.65	56.08	555.53	31.16	30.06	33.97	30.81	31.23	37.1	33.2	34.4	62.8	55.3
15:00	38.19	52.83	483.94	31.07	30.06	34.19	30.86	31.41	37.3	33.6	34.8	60.8	53.5
15:30	38.56	46.82	451.72	30.95	30.08	34.42	30.83	31.53	37.4	34	34.8	58	50
16:00	38.47	43.47	377.5	30.85	30.08	34.39	30.76	31.63	37.1	34	34.8	52.1	46.2
16:30	37.42	46.16	204.79	30.78	30.08	34.22	30.81	31.74	36.7	34	34.8	50.6	45.3
17:00	36.74	47.19	64.06	30.73	30.06	34.12	30.78	31.84	36.37	34	34.8	49.5	44.6
17:30	35.97	47.26	46.25	30.65	30.08	33.99	30.81	31.89	36	34	34.8	47.7	43.1
18:00	34.85	53	27.37	30.60	30.06	33.66	30.66	31.89	35.42	33.6	34	47.5	42.7
18:30	33.69	59.86	3.82	30.58	30.08	33.41	30.71	31.86	34.87	33.2	33.6	49	44.8
19:00	32.79	65.46	0	30.40	30.13	33.41	30.78	31.76	34.62	32.8	33.2	51.6	47.2
19:30	32.45	67.34	0	30.29	30.18	33.49	30.73	31.66	34.44	32.8	32.8	53.1	49
20:00	31.75	71.71	0	30.34	30.23	33.49	30.81	31.53	34.17	32.3	32.3	54.6	50.8
20:30	31.59	75.72	0	30.39	30.28	33.51	30.81	31.43	34.04	31.9	31.9	56.7	52.9
21:00	31.37	78.1	0	30.44	30.33	33.41	30.81	31.36	33.82	31.5	31.9	58.2	54.5
21:30	31.32	79.07	0	30.54	30.36	33.34	30.78	31.26	33.59	31.5	31.5	59.8	56.3
22:00	31.22	78.49	0	30.65	30.38	33.24	30.81	31.18	33.41	31.1	31.1	61.3	57.8
22:30	30.97	78.54	0	30.78	30.41	33.14	30.73	31.08	33.19	31.1	31.1	61.9	58.8
23:00	30.73	80.35	0	30.85	30.43	33.09	30.76	31.01	32.89	30.7	30.7	62.6	59.7
23:30	30.63	79.33	0	30.87	30.43	32.99	30.63	30.91	32.89	30.7	30.7	62.9	59.9



รูปที่ 3.63 กราฟแสดงการทดลองที่ 5 ห้องทดลองการถนอมดินที่ผนังก่ออิฐฉาบปูน 1/2 แผ่น ผสมน้ำยากันซึม

ตารางที่ 3.31 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลองถนอมดินทางทิศตะวันตกที่ ผนังก่ออิฐฉาบปูน 1/2 แผ่นทาน้ำยากันซึมภายนอกผนัง

ตัวแปร ภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง								
Rad.	675.37		0.00		675.37		173.47	
Time	12.30		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Ts1	38.56	31.84	27.03	30.29	11.53	1.55	32.22	31.06
Time	15.30	11.30	6.30-7.00	19.30				
Ts2	38.56	30.73	27.03	30.06	11.53	0.67	32.22	30.36
Time	15.30	0.00-2.00	6.30-7.00	14.00-15.00				
Ts3	38.56	34.42	27.03	31.74	11.53	2.68	32.22	32.95
Time	15.30	15.30	6.30-7.00	5.30-6.00				
Tow	38.56	31.06	27.03	30.28	11.53	0.78	32.22	30.70
Time	15.30	0.00	6.30-7.00	8.30				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Tin	38.56	31.89	17.03	19.48	11.53	2.41	32.22	30.69
Time	15.30	17.30-18.00	6.30-7.00	8.00				
Tg	38.56	37.40	27.03	31.21	11.53	6.19	32.22	33.86
Time	15.30	15.30	6.30-7.00	6.30				
Tin1.00	38.56	34.00	27.03	28.30	11.53	5.70	32.22	31.01
Time	15.30	15.30-17.30	6.30-7.00	7.00-8.00				
Tin1.50	38.56	34.80	27.03	28.30	11.53	6.50	32.22	31.28
Time	15.30	9.30	6.30-7.00	18.00				
RH1.00	100.00	78.70	43.47	47.50	56.53	31.20	75.97	65.07
Time	5.30-7.30	15.00-17.30	16.00	7.00-8.00				
RH1.50	100.00	77.00	43.47	42.70	56.53	34.30	75.97	61.09
Time	5.30-7.30	9.30	16.00	18.00				

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

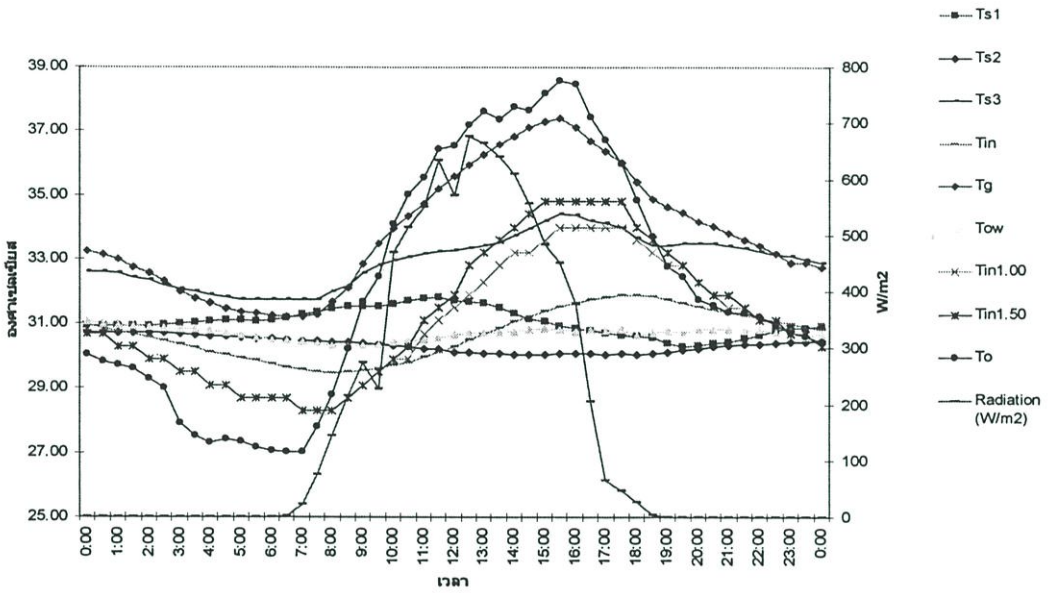
ผลการทดลองสำหรับห้องทดลองที่มีการถมดินทางด้านทิศตะวันตกที่
ผนังก่ออิฐฉาบปูน ½ แผ่น มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3.32 และรูปที่
3.64 ส่วนค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยห้องทดลองแสดงในตารางที่ 3.33

ตารางที่ 3.32 การทดลองที่ 5 ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศตะวันตกที่ผนังก่ออิฐฉาบปูน ½ แผ่น

เวลา	ภายนอกห้องทดลอง			ในดิน				ภายในห้องทดลอง					
	To	RH	Rad.	Ts1	Ts2	Ts3	Tow	Tin	Tg	Tin1.00	Tin1.50	RH1.00	RH1.50
0:00	30.03	89.64	0	29.16	29.08	31.9	30.23	30.08	30.41	30.7	30.7	70	68.6
0:30	29.84	89.83	0	29.25	29.08	31.88	30.21	29.98	30.26	30.3	30.3	70.1	68.7
1:00	29.71	89.3	0	29.27	29.08	31.85	30.21	29.88	30.11	30.3	30.3	70.6	69.6
1:30	29.61	89.44	0	29.25	29.08	31.83	30.23	29.78	29.88	29.9	29.9	71.7	70.1
2:00	29.29	90.23	0	29.22	29.1	31.78	30.13	29.71	29.83	29.9	29.9	71.2	69.7
2:30	29.03	90.31	0	29.16	29.1	31.7	30.11	29.63	29.65	29.9	29.9	70.1	69.2
3:00	27.91	94.32	0	29.02	29.08	31.63	30.03	29.53	29.43	29.5	29.5	70.2	69.2
3:30	27.51	96.84	0	28.98	29.1	31.58	29.98	29.43	29.18	29.1	29.1	71.3	70.3
4:00	27.32	96.96	0	28.95	29.08	31.53	29.98	29.35	29.08	29.1	29.1	71.8	70.8
4:30	27.41	98.04	0	28.90	29.08	31.48	29.91	29.25	28.85	28.7	29.1	72.5	71.3
5:00	27.35	99.62	0	28.93	29.05	31.48	29.86	29.1	28.73	28.7	28.7	74.3	73.6
5:30	27.15	100	0	28.93	29.03	31.48	29.83	29	28.65	28.7	28.7	76.4	75.6
6:00	27.06	100	0	28.98	28.98	31.48	29.83	28.88	28.58	28.3	28.3	78	76.4
6:30	27.03	100	1.83	29.00	28.95	31.45	29.76	28.8	28.55	28.3	28.3	78	77.2
7:00	27.03	100	23.24	29.00	28.93	31.48	29.78	28.68	28.48	28.3	28.3	79.7	78
7:30	27.79	100	74.88	29.02	28.9	31.48	29.76	28.6	28.55	28.3	28.3	80.6	79.7
8:00	28.81	97.07	143.62	29.08	28.83	31.67	29.73	28.53	29.38	28.3	28.3	82.8	81.7
8:30	30.23	92.16	214.91	29.21	28.78	31.85	29.86	28.53	29.55	28.7	28.7	83.9	82.7
9:00	31.67	86.33	273.32	29.43	28.75	32.05	29.86	28.55	30.23	29.1	29.1	83.9	82.7
9:30	32.47	83.24	226.62	29.59	28.73	32.18	29.93	28.63	30.73	29.5	29.5	82.7	81.6
10:00	34.1	73.82	468.48	29.66	28.7	32.23	29.93	28.68	31.03	29.9	30.3	80.5	78.6
10:30	35.02	66.12	514.45	29.66	28.65	32.15	29.93	28.78	31.18	30.3	30.7	78.6	74.7
11:00	35.57	64.02	551.21	29.63	28.63	31.83	29.78	29.03	31.21	30.7	31.1	71.6	69
11:30	36.43	59.15	632.72	29.57	28.58	31.8	29.73	29.2	31.46	31.1	31.9	71	67.1
12:00	36.55	60.6	570.21	29.59	28.55	31.75	29.78	29.38	31.74	31.5	32.3	68.9	65.4
12:30	37.2	57.83	675.37	29.59	28.53	31.65	29.78	29.68	32.11	32.3	32.8	65	61.3
13:00	37.61	56.6	664.65	29.59	28.5	31.65	29.76	29.88	32.41	32.8	33.2	63.9	59.7
13:30	37.36	57.21	640.45	29.59	28.5	31.73	29.73	30.11	32.71	33.2	33.6	61.2	57.8
14:00	37.74	56.16	609.22	29.57	28.5	31.9	29.78	30.31	32.91	33.6	34	60.5	56.7
14:30	37.65	56.08	555.53	29.54	28.5	32.13	29.83	30.51	33.14	34	34.4	59.3	56
15:00	38.19	52.83	483.94	29.54	28.53	32.33	29.78	30.68	33.29	34	34.4	57	53.6
15:30	38.56	46.82	451.72	29.50	28.55	32.5	29.88	30.86	33.44	34	34.4	52.9	49.4
16:00	38.47	43.47	377.8	29.34	28.63	32.6	29.91	30.98	33.06	34	34.4	48	45.1
16:30	37.42	46.16	204.79	29.16	28.65	32.73	29.96	31.03	33.04	34	34.4	47.9	45.1
17:00	36.74	47.19	64.06	29.02	28.7	32.83	30.01	31.06	32.89	34	34	46.7	44.7
17:30	35.97	47.26	46.25	28.90	28.73	32.86	30.06	31.06	32.61	33.6	34	45.3	43.5
18:00	34.85	53	27.37	28.83	28.78	32.88	30.03	31.03	32.31	33.2	33.2	46.1	44.6
18:30	33.69	59.86	3.82	28.72	28.83	32.88	30.11	30.93	32.06	32.8	33.2	48.8	47.2
19:00	32.79	65.46	0	28.63	28.88	32.86	30.11	30.88	31.89	32.8	32.8	51.4	49.7
19:30	32.45	67.34	0	28.59	28.93	32.86	30.18	30.81	31.66	32.3	32.3	53.2	51.5
20:00	31.75	71.71	0	28.63	28.98	32.81	30.18	30.71	31.38	31.9	32.3	54.7	53
20:30	31.59	75.72	0	28.74	29.03	32.78	30.13	30.61	31.18	31.9	31.9	57.6	56
21:00	31.37	78.1	0	28.88	29.08	32.73	30.18	30.53	31.03	31.5	31.5	59.5	58
21:30	31.32	79.07	0	28.85	29.1	32.71	30.16	30.43	30.83	31.1	31.5	62.2	60.6
22:00	31.22	78.49	0	28.88	29.15	32.68	30.23	30.33	30.66	31.1	31.1	63.5	62.2
22:30	30.97	78.54	0	28.85	29.18	32.63	30.16	30.23	30.43	30.7	30.7	64.2	62.9

ตารางที่ 3.32 (ต่อ) การทดลองที่ 5 ห้องทดลองกมดินทางค้ำนทิศตะวันตกที่ผนังก่ออิฐฉาบปูน ½
แผ่น

เวลา	ภายนอกห้องทดลอง			ในดิน				ภายในห้องทดลอง					
	To	RH	Rad.	Ts1	Ts2	Ts3	Tow	Tin	Tg	Tin1.00	Tin1.50	RH1.00	RH1.50
23:00	30.73	80.35	0	28.80	29.2	32.4	30.11	30.16	29.76	30.7	30.7	65.3	63.9
23:30	30.63	79.33	0	28.64	29.23	32.5	30.13	30.06	30.16	30.3	30.3	65.7	63.9



รูปที่ 3.64 กราฟแสดงการทดลองที่ 5 ห้องทดลองการกมดินที่ผนังก่ออิฐฉาบปูน ½ แผ่น

ตารางที่ 3.33 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของห้องทดลองถมดินทางด้านทิศตะวันตกกับ
ผนังก่ออิฐฉาบปูนครึ่งแผ่น

ตัวแปร ภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง								
Rad.	675.37		0.00		675.37		173.47	
Time	12.30		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Ts1	38.56	29.66	27.03	28.42	11.53	1.24	32.22	29.13
Time	15.30	10.00-10.30	6.30-7.00	0.00				
Ts2	38.56	29.25	27.03	28.50	11.53	0.75	32.22	28.87
Time	15.30	0.00	6.30-7.00	13.00-14.00				
Ts3	38.56	32.88	27.03	31.45	11.53	1.43	32.22	32.11
Time	15.30	18.00-18.30	6.30-7.00	6.30				
Tow	38.56	30.23	27.03	29.73	11.53	0.50	32.22	29.97
Time	15.30	1.30	6.30-7.00	11.30				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Tin	38.56	31.06	27.03	28.53	11.53	2.53	32.22	29.83
Time	15.30	17.00-17.30	6.30-7.00	8.00-8.30				
Tg	38.56	33.44	27.03	28.48	11.53	4.96	32.22	30.81
Time	15.30	15.30	6.30-7.00	7.00				
Tin1.00	38.56	34.00	27.03	28.30	11.53	5.70	32.22	30.96
Time	15.30	14.30-17.00	6.30-7.00	6.00-8.00				
Tin1.50	38.56	34.40	27.03	28.30	11.53	6.10	32.22	31.14
Time	15.30	8.30-9.00	6.30-7.00	17.30				
RH1.00	100.00	83.90	43.47	45.30	56.53	38.60	75.97	66.25
Time	5.30-7.30	14.30-16.30	16.00	6.00-8.00				
RH1.50	100.00	82.70	43.47	43.50	56.53	39.20	75.97	64.34
Time	5.30-7.30	8.30-9.00	16.00	17.30				

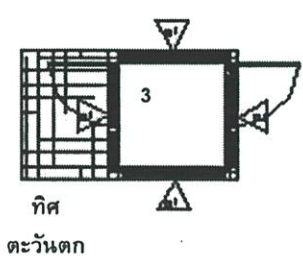
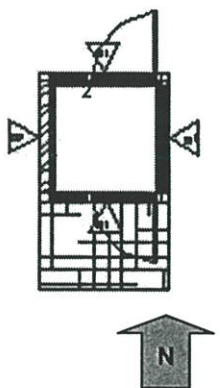
หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง





3.3.6 การทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 1 การทดลองเปรียบเทียบทิศทางของอาคาร (ทิศใต้ และ ทิศตะวันตก) ในการถมดินที่ผนังอาคารในการลดความร้อนให้กับอาคาร

รายละเอียดการทดลองแสดงในตารางที่ 3.34

ตารางที่ 3.34 รายละเอียดสำหรับการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 1

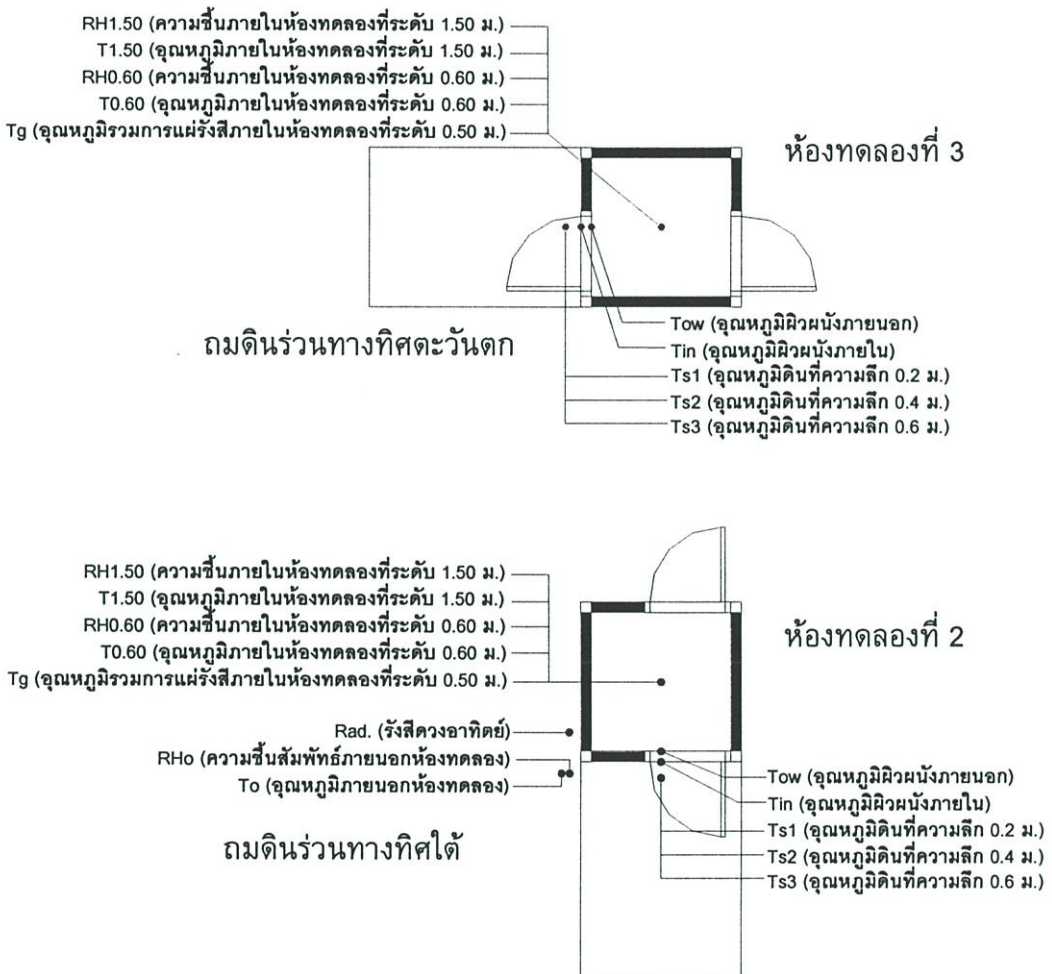
ห้องทดลอง	ตัวแปรที่ทำการทดสอบ		
 <p>ทิศ ตะวันตก</p>  <p>ทิศใต้</p>	ห้องทดลองแบบที่ 1	ห้องทดลองแบบที่ 2	ห้องทดลองแบบที่ 3
	-	ถมดินร่วนทางทิศใต้	ถมดินร่วนทางทิศตะวันตก
ตัวแปรที่ทำการเก็บข้อมูล			
ภายในห้องทดลอง		ภายนอกห้องทดลอง	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ อุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง 0.60 เมตร และ 1.50 เมตร (°C) ▪ ความชื้นภายในที่ระดับความสูง 0.60 เมตร และ 1.50 เมตร (%) ▪ อุณหภูมิผิวผนังภายในที่สัมผัสดินที่ความสูง 0.50 เมตร (°C) 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ อุณหภูมิภายนอก ตำแหน่งห่างดินพอสมควร (°C) ▪ ความชื้นตำแหน่งห่างดินพอสมควร (%) ▪ อุณหภูมิผิวผนังภายนอกที่สัมผัสดินที่ความสูง 0.50 เมตร (°C) ▪ อุณหภูมิดินที่ระดับความลึก <ul style="list-style-type: none"> - 0.20 เมตร (°C) - 0.40 เมตร (°C) - 0.60 เมตร (°C) ▪ ความชื้น ดินที่ระดับความลึก 0.50 เมตร (%) ▪ Radiation (w / m^2) ที่ระดับความสูงบนหลังคา 	
เวลาในการทดสอบ			
เตรียมเครื่องมือและห้องทดลอง	1 วัน		
การวัดค่าครั้งที่ 1 รอบ 24 ชม.	1 วัน		
การวัดค่าครั้งที่ 2 รอบ 24 ชม.	1 วัน		
ทำการตรวจสอบผล	1 วัน		
รวมทั้งสิ้น	4 วัน		

หมายเหตุ

-  ผนังก่ออิฐ ½ แผ่น ฉาบปูนขัดมัน หนา 0.10 เมตร
-  ผนังก่ออิฐ ½ แผ่น ฉาบปูนขัดมัน หนา 0.10 ทาน้ำยากันซึมก่อนถมดิน
-  ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กผสมน้ำยากันซึมหนา 0.10 เมตร
-  ฉนวนกันความร้อนหนา 2 นิ้ว

3.3.6.1 ตำแหน่งในการติดตั้งเครื่องมือเก็บผลการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 1 การทดลองเปรียบเทียบทิศทางของอาคาร (ทิศใต้ และ ทิศตะวันตก) ในการถนอมดินที่ผนังอาคารในการลดความร้อนให้กับอาคาร

รายละเอียดตำแหน่งในการติดตั้งเครื่องมือแสดงในรูปที่ 3.49



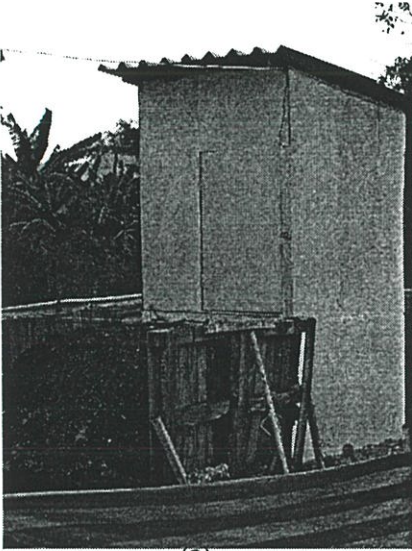
รูปที่ 3.65 ตำแหน่งติดตั้งสายสัญญาณเก็บผลการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 1

3.3.6.2 สภาพทางกายภาพขณะทำการทดลองที่ 6

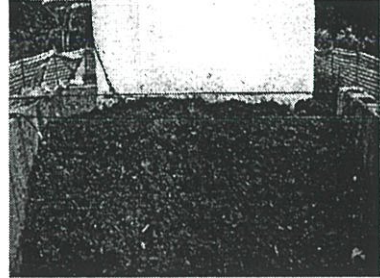
ในการทดลองที่ 6 ได้ทำการทดลองโดยใช้ห้องทดลองที่ 2 และ 3 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ห้องทดลองที่ 2 นำดินร่วนมาถมผนังห้องทดลองทางด้านทิศใต้ หนา 1.00 ม. สูง 1.00 ม. ทำการรคน้ำเวลา 8.00 น. เป็นเวลา 2 วัน ดังแสดงในรูปที่ 3.66 (ก) และ (ข)

- ห้องทดลองที่ 3 นำดินร่วนมาถมผนังห้องทดลองทางด้านทิศ ตะวันออก หนา 1.00 ม. สูง 1.00 ม. ทำการรดน้ำเวลา 8.00 น. เป็นเวลา 2 วัน ดังแสดงในรูปที่ 3.67 (ก) และ (ข)



(ก)

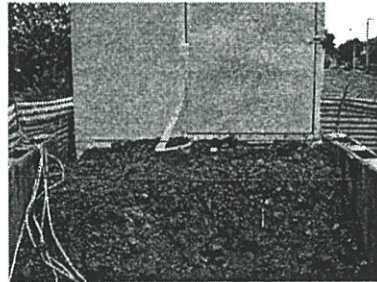


(ข)

รูปที่ 3.66 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 2 ขณะทำการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 1



(ก)



(ข)

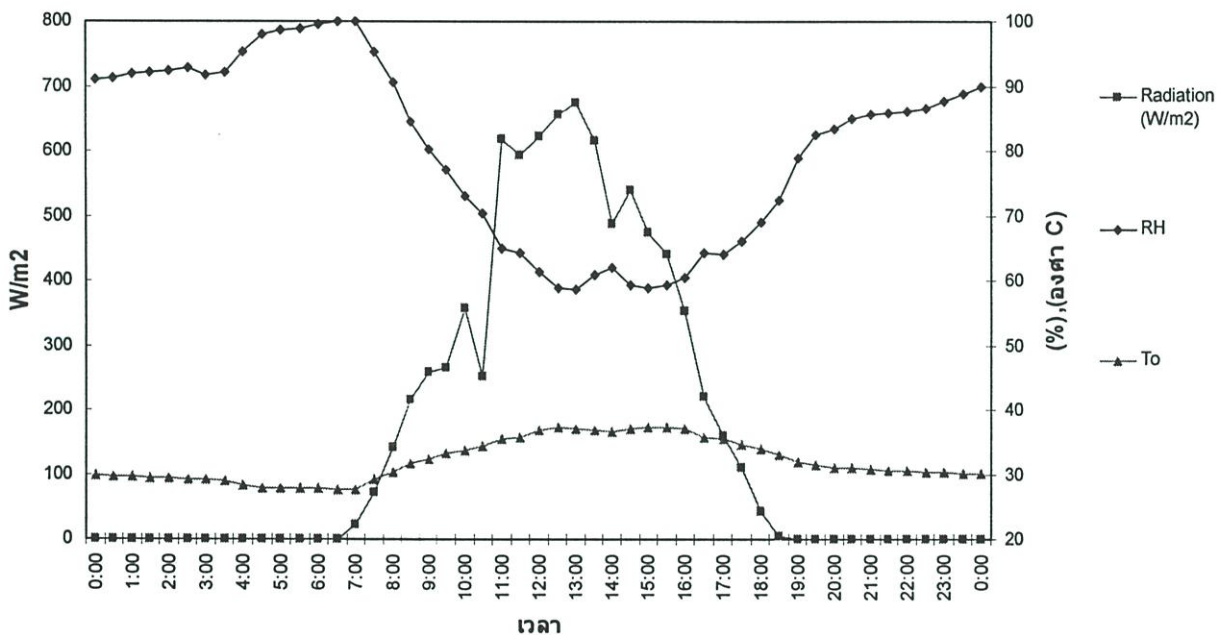
รูปที่ 3.67 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 3 ขณะทำการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 1

3.3.6.3 ผลการทดลองสภาพอากาศของการทดลองที่ 6

สมมติฐาน : ดินที่มามีความชื้นต่างกันจะทำให้อุณหภูมิที่เกิดขึ้นในห้องทดลองต่างกัน

วันที่ทำการทดลอง เริ่มเวลา 0.00น. ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ. 2546 ถึง 24.00น. ของวันที่ 2 มีนาคม พ.ศ. 2546

สภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองสำหรับการทดลองที่ 6 แสดงในรูปที่ 3.68



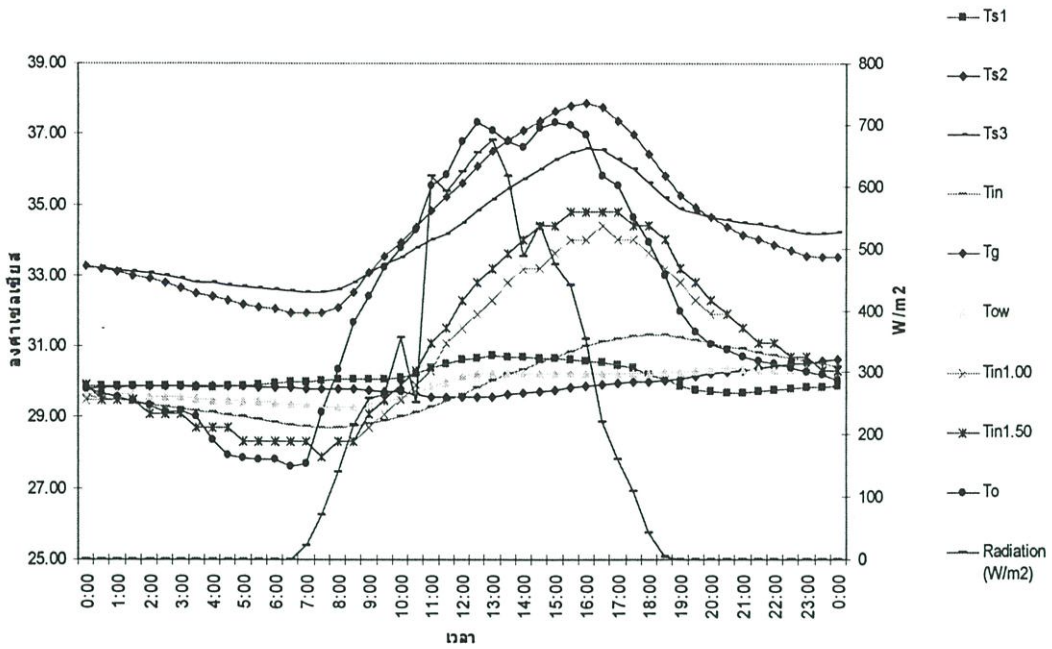
รูปที่ 3.68 สภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองสำหรับการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 1

ผลการทดลองสำหรับห้องทดลองที่มีการถมดินทางด้านทิศใต้ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3.35 และรูปที่ 3.69 ส่วนค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยห้องทดลองแสดงในตารางที่ 3.36

ผลการทดลองสำหรับห้องทดลองที่มีการถมดินทางด้านทิศตะวันตก มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3.37 และรูปที่ 3.70 ส่วนค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยห้องทดลองแสดงในตารางที่ 3.38

ตารางที่ 3.35 ผลการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 1 ห้องทดลองที่มีการถมดินทางด้านทิศใต้

เวลา	ภายนอกห้องทดลอง			ในดิน				ภายในห้องทดลอง					
	To	RH	Rad.	Ts1	Ts2	Ts3	Tow	Tin	Tg	Tin1.00	Tin1.50	RH1.00	RH1.50
0:00	29.81	91	0	29.86	29.81	33.21	29.63	29.6	33.26	29.5	29.9	74.2	71.7
0:30	29.68	91.3	0	29.86	29.83	33.21	29.63	29.53	33.19	29.5	29.5	74.8	72.4
1:00	29.57	91.89	0	29.88	29.83	33.16	29.63	29.48	33.11	29.5	29.5	74.8	72.9
1:30	29.45	92.15	0	29.88	29.86	33.11	29.63	29.43	33.01	29.5	29.5	75.5	72.9
2:00	29.33	92.25	0	29.88	29.86	33.06	29.6	29.35	32.91	29.1	29.1	75.6	73.6
2:30	29.12	92.88	0	29.88	29.86	32.99	29.58	29.3	32.79	29.1	29.1	75.6	73.6
3:00	29.18	91.69	0	29.86	29.86	32.91	29.55	29.25	32.64	29.1	29.1	76.3	74.2
3:30	29.03	92.22	0	29.83	29.86	32.81	29.53	29.18	32.49	28.7	28.7	76.4	74.3
4:00	28.35	95.31	0	29.83	29.86	32.79	29.48	29.13	32.39	28.7	28.7	77.1	74.9
4:30	27.93	98.05	0	29.86	29.86	32.74	29.48	29.05	32.29	28.7	28.7	77.1	74.9
5:00	27.85	98.63	0	29.88	29.86	32.69	29.43	29	32.19	28.3	28.3	78	75.7
5:30	27.81	98.97	0	29.93	29.83	32.64	29.43	28.93	32.11	28.3	28.3	78	76.4
6:00	27.79	99.53	0	29.96	29.83	32.59	29.4	28.88	32.04	28.3	28.3	78.8	76.4
6:30	27.6	100	0.72	29.97	29.83	32.56	29.38	28.8	31.96	28.3	28.3	78.8	77.2
7:00	27.69	99.99	22.45	29.97	29.81	32.54	29.35	28.75	31.94	28.3	28.3	79.7	77.2
7:30	29.15	95.33	72.05	30.02	29.81	32.54	29.3	28.7	31.94	27.9	27.9	79.7	78
8:00	30.34	90.65	141.19	30.05	29.78	32.61	29.28	28.7	32.11	28.3	28.3	80.6	78.8
8:30	31.66	84.55	215.77	30.05	29.78	32.81	29.3	28.75	32.54	28.3	28.3	81.7	79.7
9:00	32.41	80.17	258.49	30.07	29.76	33.06	29.35	28.83	33.06	28.7	29.1	81.6	79.6
9:30	33.21	77.12	265.96	30.07	29.73	33.31	29.43	28.9	33.54	29.1	29.5	81.6	79.6
10:00	33.76	73.09	356.52	30.12	29.71	33.51	29.53	29	33.94	29.5	29.9	80.6	77
10:30	34.3	70.37	251.4	30.21	29.65	33.76	29.63	29.13	34.37	29.9	30.3	79.6	76.2
11:00	35.54	65.05	617.31	30.38	29.58	33.99	29.86	29.3	34.84	30.3	31.1	77.8	73.3
11:30	35.84	64.2	593.19	30.51	29.55	34.17	30.01	29.45	35.22	31.1	31.5	76.9	72.1
12:00	36.77	61.24	623.34	30.60	29.55	34.47	30.13	29.63	35.62	31.5	32.3	74.6	68.8
12:30	37.34	58.82	656.2	30.67	29.55	34.82	30.23	29.83	36.07	31.9	32.8	73.2	67
13:00	37.09	58.74	674.92	30.72	29.58	35.12	30.28	30.03	36.52	32.3	33.2	69.3	62.8
13:30	36.77	60.91	616.74	30.70	29.63	35.44	30.23	30.21	36.82	32.8	33.6	67	60.5
14:00	36.63	62.03	488.54	30.70	29.68	35.74	30.21	30.36	37.1	33.2	34	65.7	59.9
14:30	37.17	59.35	539.19	30.67	29.71	36	30.23	30.53	37.35	33.2	34.4	64.5	58.4
15:00	37.32	58.82	475.17	30.65	29.76	36.27	30.23	30.71	37.62	33.6	34.4	63.7	57.9
15:30	37.23	59.22	441.18	30.60	29.83	36.47	30.26	30.86	37.8	34	34.8	62.3	57.1
16:00	36.99	60.49	353.88	30.58	29.88	36.57	30.23	31.01	37.85	34	34.8	61.3	56.6
16:30	35.79	64.37	221.08	30.53	29.93	36.55	30.21	31.13	37.75	34.4	34.8	60.1	55.6
17:00	35.53	64.1	160.12	30.46	29.96	36.27	30.21	31.21	37.35	34	34.8	59.9	55.6
17:30	34.64	66.08	109.6	30.37	29.98	36	30.21	31.28	36.97	34	34.4	59.3	55.7
18:00	33.94	68.98	42.48	30.19	30.01	35.59	30.23	31.31	36.42	33.6	34.4	59.7	56
18:30	33	72.42	3.5	30.05	30.03	35.19	30.26	31.31	35.82	33.2	34	60.3	56.3
19:00	31.97	78.87	0	29.86	30.08	34.87	30.28	31.23	35.27	32.8	33.2	61.3	57.4
19:30	31.39	82.37	0	29.76	30.13	34.74	30.31	31.16	34.89	32.3	32.8	63.2	59.5
20:00	31.03	83.36	0	29.72	30.21	34.64	30.36	31.08	34.62	31.9	32.3	65.1	61
20:30	30.9	84.86	0	29.69	30.26	34.54	30.38	30.98	34.37	31.9	31.9	66.3	62.7
21:00	30.7	85.6	0	29.69	30.31	34.47	30.36	30.91	34.14	31.5	31.5	67.1	63.7
21:30	30.59	85.84	0	29.72	30.38	34.42	30.33	30.81	33.99	31.1	31.1	68.5	65.2
22:00	30.5	85.97	0	29.76	30.43	34.34	30.33	30.73	33.84	31.1	31.1	69	66
22:30	30.39	86.43	0	29.81	30.48	34.24	30.33	30.66	33.69	30.7	30.7	69.5	66.4
23:00	30.28	87.62	0	29.83	30.51	34.17	30.33	30.56	33.54	30.7	30.7	70.5	67.3
23:30	30.17	88.83	0	29.83	30.56	34.17	30.31	30.48	33.49	30.3	30.3	71.7	68.7
0:00	30.03	89.99	0	29.86	30.61	34.19	30.28	30.41	33.49	30.3	30.3	72.2	70.1



รูปที่ 3.69 กราฟแสดงการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 1 ห้องทดลองการถมดินทางด้านทิศใต้

ตารางที่ 3.36 แสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลองถมดินทางด้านทิศใต้

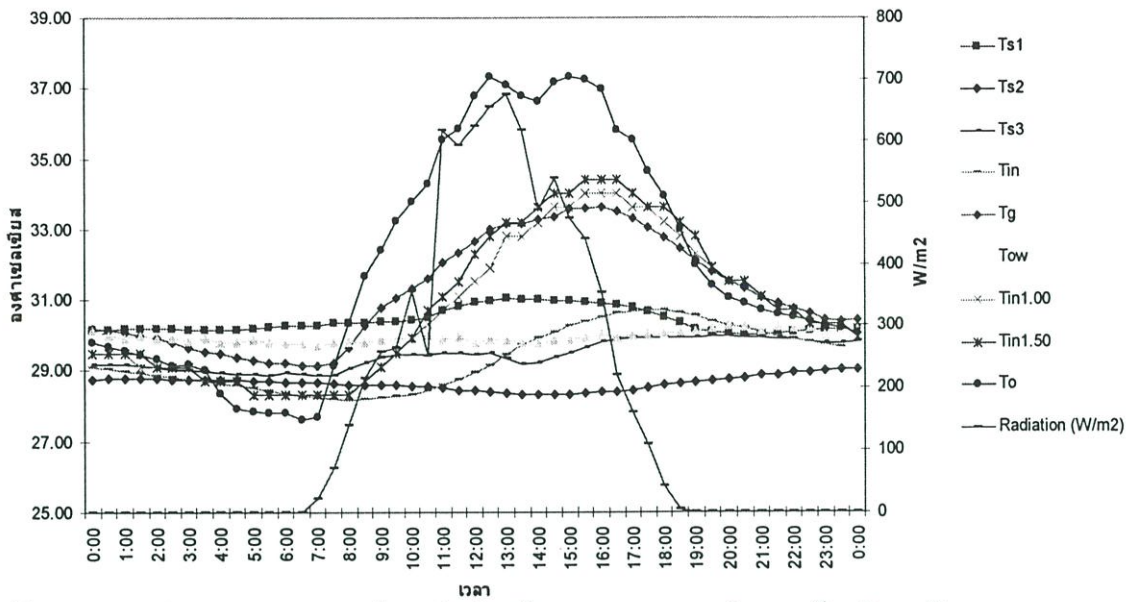
ตัวแปร ภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง								
Rad.	674.92		0.00		674.92		167.37	
Time	13.00		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Ts1	37.34	30.72	27.60	29.69	9.74	1.03	32.05	30.10
Time	12.30	13.00	6.30	20.30				
Ts2	37.34	30.61	27.60	29.55	9.74	1.06	32.05	29.92
Time	12.30	0.00	6.30	11.30-12.30				
Ts3	37.34	36.57	27.60	32.54	9.74	4.03	32.05	34.12
Time	12.30	16.00	6.30	7.00-7.30				
Tow	37.34	30.38	27.60	29.28	9.74	1.10	32.05	29.90
Time	12.30	20.30	6.30	8.30				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Tin	37.34	31.31	27.60	28.70	9.74	2.61	32.05	29.94
Time	12.30	18.00-18.30	6.30	7.30-8.00				
Tg	37.34	37.85	27.60	31.94	9.74	5.91	32.05	34.33
Time	12.30	16.00	6.30	7.00-7.30				
Tin1.00	37.34	34.40	27.60	27.90	9.74	6.50	32.05	30.74
Time	12.30	16.30	6.30	7.30				
Tin1.50	37.34	34.80	27.60	27.90	9.74	6.90	32.05	31.06
Time	12.30	8.30	6.30	17.30				
RH1.00	100.00	81.70	58.74	59.30	41.26	22.40	80.44	71.76
Time	6.30	15.30-17.00	13.00	7.30				
RH1.50	100.00	79.70	58.74	55.60	41.26	24.10	80.44	68.34
Time	6.30	8.30	13.00	16.30-17.00				

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

ตารางที่ 3.37 การทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 1 ห้องทดลองดินทางด้านทิศตะวันตก

เวลา	ภายนอกห้องทดลอง			ในดิน				ภายในห้องทดลอง					
	To	RH	Rad.	Ts1	Ts2	Ts3	Tow	Tin	Tg	Tin1.00	Tin1.50	RH1.00	RH1.50
0:00	29.81	91	0	30.16	28.75	29.18	30.13	29.1	30.18	29.5	29.5	76.3	75.5
0:30	29.68	91.3	0	30.16	28.78	29.18	30.01	29.05	30.16	29.5	29.5	76.3	75.5
1:00	29.57	91.89	0	30.18	28.78	29.18	29.91	28.98	30.08	29.5	29.5	77	76.3
1:30	29.45	92.15	0	30.18	28.78	29.15	30.01	28.93	30.01	29.1	29.5	77.1	76.3
2:00	29.33	92.25	0	30.18	28.78	29.1	29.93	28.88	29.91	29.1	29.1	77.1	76.3
2:30	29.12	92.88	0	30.18	28.75	29.03	29.93	28.83	29.81	29.1	29.1	77.1	76.3
3:00	29.18	91.69	0	30.16	28.75	29	29.83	28.75	29.65	29.1	29.1	77.1	76.3
3:30	29.03	92.22	0	30.13	28.75	28.98	29.93	28.7	29.53	28.7	28.7	77.9	77.1
4:00	28.35	95.31	0	30.13	28.73	28.95	29.81	28.63	29.48	28.7	28.7	77.9	77.1
4:30	27.93	98.05	0	30.16	28.73	28.9	29.81	28.58	29.35	28.7	28.7	77.9	77.1
5:00	27.85	98.63	0	30.18	28.7	28.9	29.88	28.5	29.28	28.3	28.3	78.8	78
5:30	27.81	98.97	0	30.23	28.7	28.88	29.81	28.43	29.23	28.3	28.3	79.7	78.8
6:00	27.79	99.53	0	30.26	28.68	28.93	29.76	28.35	29.23	28.3	28.3	80.6	79.7
6:30	27.6	100	0.72	30.28	28.68	28.9	29.76	28.28	29.15	28.3	28.3	80.6	79.7
7:00	27.69	99.99	22.45	30.28	28.65	28.85	29.68	28.25	29.15	28.3	28.3	80.6	79.7
7:30	29.15	95.33	72.05	30.32	28.63	28.88	29.81	28.18	29.23	28.3	28.3	81.7	80.6
8:00	30.34	90.65	141.19	30.35	28.6	29.05	29.78	28.15	29.65	28.3	28.3	83.9	82.8
8:30	31.66	84.55	215.77	30.35	28.6	29.23	29.81	28.18	30.26	28.7	28.7	82.7	82.7
9:00	32.41	80.17	258.49	30.37	28.6	29.38	29.86	28.23	30.78	29.1	29.1	81.6	81.6
9:30	33.21	77.12	265.96	30.37	28.58	29.43	29.86	28.28	31.06	29.5	29.5	81.6	80.6
10:00	33.76	73.09	356.52	30.42	28.55	29.43	29.91	28.33	31.33	29.9	29.9	79.6	77.8
10:30	34.3	70.37	251.4	30.52	28.53	29.45	29.98	28.45	31.61	30.3	30.7	78.6	75.4
11:00	35.54	65.05	617.31	30.69	28.5	29.48	29.86	28.6	32.04	30.7	31.1	76.1	72.7
11:30	35.84	64.2	593.19	30.82	28.45	29.5	29.96	28.73	32.34	31.1	31.5	75.4	71.5
12:00	36.77	61.24	623.34	30.91	28.43	29.45	29.76	28.95	32.66	31.5	32.3	71.5	67.4
12:30	37.34	58.82	656.2	30.98	28.38	29.48	29.88	29.15	32.99	31.9	32.8	70.4	66.1
13:00	37.09	58.74	674.92	31.03	28.35	29.33	29.83	29.43	33.16	32.8	33.2	66.1	62.1
13:30	36.77	60.91	616.74	31.01	28.33	29.18	29.78	29.71	33.14	32.8	33.2	63.9	60.9
14:00	36.63	62.03	488.54	31.01	28.3	29.23	29.76	29.91	33.26	33.2	33.6	63.4	60.5
14:30	37.17	59.35	539.19	30.98	28.3	29.35	29.83	30.06	33.36	33.6	34	62	59.3
15:00	37.32	58.82	475.17	30.96	28.33	29.5	29.86	30.26	33.56	33.6	34	61.7	58.2
15:30	37.23	59.22	441.18	30.91	28.35	29.65	29.93	30.38	33.59	34	34.4	61	57.9
16:00	36.99	60.49	353.88	30.88	28.38	29.78	29.98	30.51	33.61	34	34.4	60.7	57.6
16:30	35.79	64.37	221.08	30.84	28.4	29.88	29.93	30.63	33.49	34	34.4	60.1	57.1
17:00	35.53	64.1	160.12	30.77	28.45	29.91	30.01	30.66	33.29	33.6	34	59.9	57.5
17:30	34.64	66.08	109.6	30.67	28.5	29.93	30.01	30.68	33.04	33.6	33.6	59.7	57.3
18:00	33.94	68.98	42.48	30.50	28.58	29.93	30.03	30.68	32.76	33.2	33.6	60	57.8
18:30	33	72.42	3.5	30.35	28.63	29.93	30.08	30.63	32.46	32.8	33.2	61	58.9
19:00	31.97	78.87	0	30.16	28.68	29.93	30.11	30.53	32.09	32.3	32.8	62.6	60.7
19:30	31.39	82.37	0	30.06	28.7	29.96	30.18	30.38	31.79	31.9	31.9	65.9	64.4
20:00	31.03	83.36	0	30.01	28.75	29.96	30.28	30.28	31.51	31.5	31.5	67.6	66.3
20:30	30.9	84.86	0	29.99	28.8	29.93	30.21	30.18	31.31	31.5	31.5	68.9	67.6
21:00	30.7	85.6	0	29.99	28.85	29.91	30.11	30.06	31.03	31.1	31.1	70	69
21:30	30.59	85.84	0	30.01	28.88	29.88	30.23	29.96	30.88	30.7	30.7	71.1	70
22:00	30.5	85.97	0	30.06	28.93	29.86	30.18	29.88	30.73	30.7	30.7	71.6	70.5
22:30	30.39	86.43	0	30.11	28.95	29.81	30.18	29.81	30.61	30.3	30.3	72.2	71.1
23:00	30.28	87.62	0	30.13	28.98	29.76	30.01	29.71	30.43	30.3	30.3	72.8	71.7
23:30	30.17	88.83	0	30.13	29	29.76	30.13	29.63	30.38	30.3	30.3	74.8	73.4
0:00	30.03	89.99	0	30.16	29	29.81	30.16	29.53	30.41	29.9	29.9	75.5	74.8



รูปที่ 3.70 กราฟแสดงการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 1 ห้องทดลองการถนอมดินทางด้านทิศตะวันตก

ตารางที่ 3.38 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลองถนอมดินทางด้านทิศตะวันตก

ตัวแปร ภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง								
Rad.	674.92		0.00		674.92		167.37	
Time	13.00		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Ts1	37.34	31.03	27.60	29.99	9.74	1.04	32.05	30.40
Time	12.30	13.00	6.30	20.30-21.00				
Ts2	37.34	29.00	27.60	28.30	9.74	0.70	32.05	28.64
Time	12.30	23.00-0.00	6.30	14.00-14.30				
Ts3	37.34	29.96	27.60	28.85	9.74	1.11	32.05	29.43
Time	12.30	19.30-20.00	6.30	7.00				
Tow	37.34	30.28	27.60	29.68	9.74	0.60	32.05	29.95
Time	12.30	20.00	6.30	7.00				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Tin	37.34	30.68	27.60	28.15	9.74	2.53	32.05	29.33
Time	12.30	17.30-18.00	6.30	8.00				
Tg	37.34	33.61	27.60	29.15	9.74	4.46	32.05	31.18
Time	12.30	16.00	6.30	6.30-7.00				
Tin1.00	37.34	34.00	27.60	28.30	9.74	5.70	32.05	30.68
Time	12.30	15.30-16.30	6.30	5.00-8.00				
Tin1.50	37.34	34.40	27.60	28.30	9.74	6.10	32.05	30.85
Time	12.30	8.00	6.30	17.30				
RH1.00	100.00	83.90	58.74	59.70	41.26	24.20	80.44	72.40
Time	6.30	15.30-16.30	13.00	5.00-8.00				
RH1.50	100.00	82.80	58.74	57.10	41.26	25.70	80.44	70.68
Time	6.30	8.00	13.00	16.30				

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

3.3.7 การทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 2 การทดลองเปรียบเทียบทิศทางของอาคาร (ทิศเหนือ และ ทิศตะวันออก) ในการถมดินที่ผนังอาคารในการลดความร้อนให้กับอาคาร

รายละเอียดการทดลองแสดงในตารางที่ 3.39

ตารางที่ 3.39 รายละเอียดสำหรับการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 2

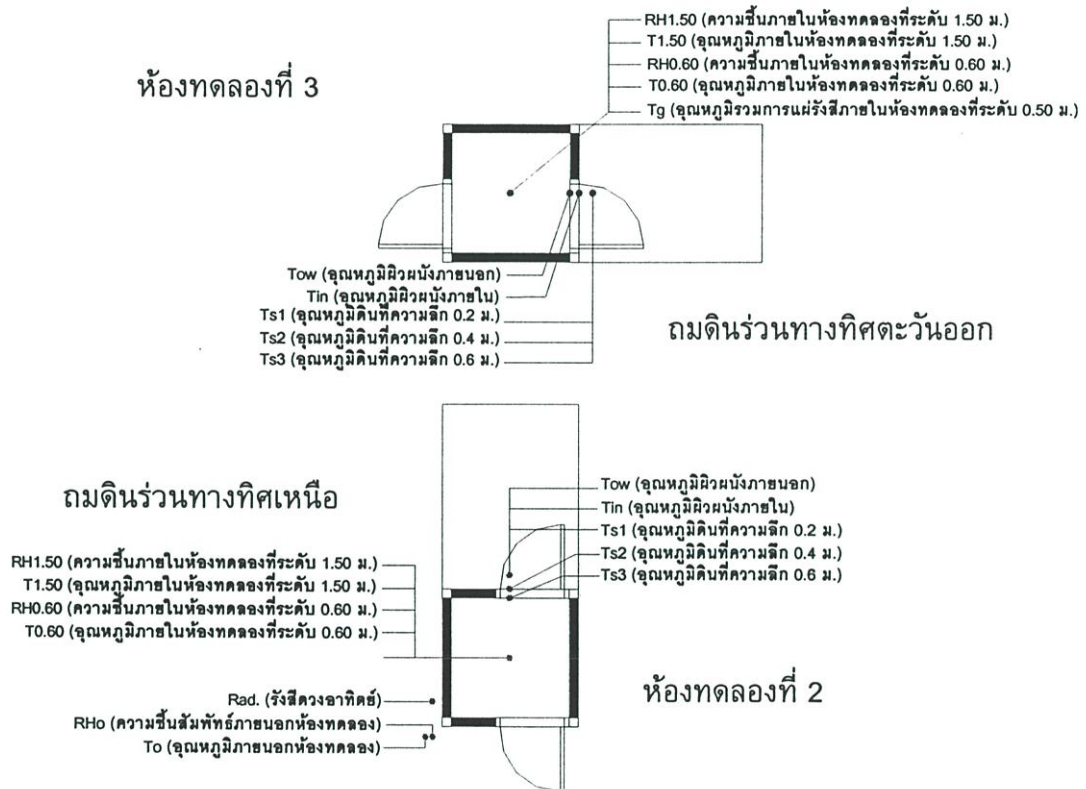
ห้องทดลอง	ตัวแปรที่ทำการทดสอบ		
<p>ทิศ ตะวันออก</p> <p>ทิศเหนือ</p> <p>2</p> <p>↑ N</p>	ห้องทดลองแบบที่ 1	ห้องทดลองแบบที่ 2	ห้องทดลองแบบที่ 3
	-	ถมดินร่วนทางทิศเหนือ	ถมดินร่วนทางทิศตะวันออก
ตัวแปรที่ทำการเก็บข้อมูล			
ภายในห้องทดลอง		ภายนอกห้องทดลอง	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ อุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง 0.60 เมตร และ 1.50 เมตร (°C) ▪ ความชื้นภายในที่ระดับความสูง 0.60 เมตร และ 1.50 เมตร (%) ▪ อุณหภูมิผิวผนังภายในที่สัมผัสดินที่ความสูง 0.50 เมตร (°C) 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ อุณหภูมิภายนอก ตำแหน่งห่างดินพอสมควร (°C) ▪ ความชื้นตำแหน่งห่างดินพอสมควร (%) ▪ อุณหภูมิผิวผนังภายนอกที่สัมผัสดินที่ความสูง 0.50 เมตร (°C) ▪ อุณหภูมิดินที่ระดับความลึก <ul style="list-style-type: none"> - 0.20 เมตร (°C) - 0.40 เมตร (°C) - 0.60 เมตร (°C) ▪ ความชื้น ดินที่ระดับความลึก 0.50 เมตร (%) ▪ Radiation (w / m^2) ที่ระดับความสูงบนหลังคา 	
เวลาในการทดสอบ			
เตรียมเครื่องมือและห้องทดลอง 1 วัน			
การวัดค่าครั้งที่ 1 รอบ 24 ชม. 1 วัน			
การวัดค่าครั้งที่ 2 รอบ 24 ชม. 1 วัน			
ทำการตรวจสอบผล 1 วัน			
<u>รวมทั้งสิ้น</u>		<u>4 วัน</u>	

หมายเหตุ

- ผนังก่ออิฐ ½ แผ่น ฉาบปูนขัดมัน หนา 0.10 เมตร
- ผนังก่ออิฐ ½ แผ่น ฉาบปูนขัดมัน หนา 0.10 ทาน้ำยากันซึมก่อนถมดิน
- ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กผสมน้ำยากันซึมหนา 0.10 เมตร
- ฉนวนกันความร้อนหนา 2 นิ้ว

3.3.7.1 ตำแหน่งในการติดตั้งเครื่องมือเก็บผลการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 2 เปรียบเทียบทิศทางของอาคาร (ทิศเหนือและทิศตะวันออก) ในการถมดินที่ผนังอาคารในการลดความร้อนให้กับอาคาร

รายละเอียดตำแหน่งในการติดตั้งเครื่องมือแสดงในรูปที่ 3.71

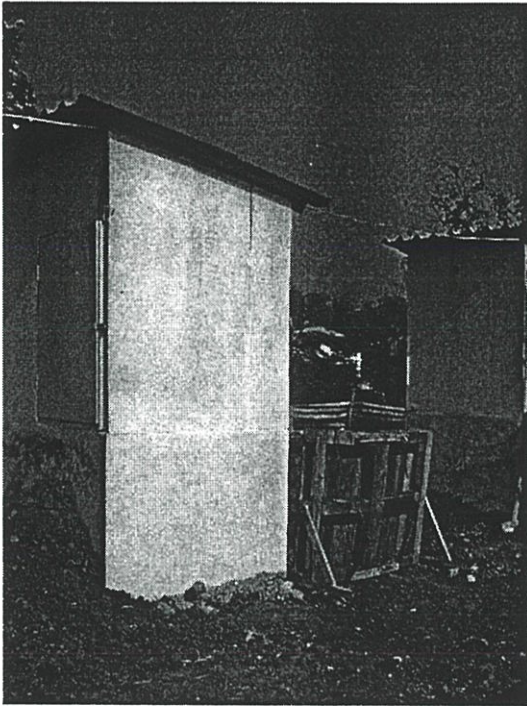


รูปที่ 3.71 ตำแหน่งติดตั้งสายสัญญาณเก็บผลการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 2

3.3.7.2 สภาพทางกายภาพขณะทำการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 2

ในการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 2 ได้ทำการทดลองโดยใช้ห้องทดลองที่ 2 และ 3 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ห้องทดลองที่ 2 นำดินมาถมผนังห้องทดลองทางด้านทิศเหนือ หนา 1.00 ม. สูง 1.00 ม. ทำการรดน้ำเวลา 8.00 น. เป็นเวลา 2 วัน ดังแสดงในรูปที่ 3.72 (ก) และ (ข)
- ห้องทดลองที่ 3 นำดินมาถมผนังห้องทดลองทางด้านทิศตะวันออก หนา 1.00 ม. สูง 1.00 ม. ทำการรดน้ำเวลา 8.00 น. เป็นเวลา 2 วัน ดังแสดงในรูปที่ 3.73 (ก) และ (ข)

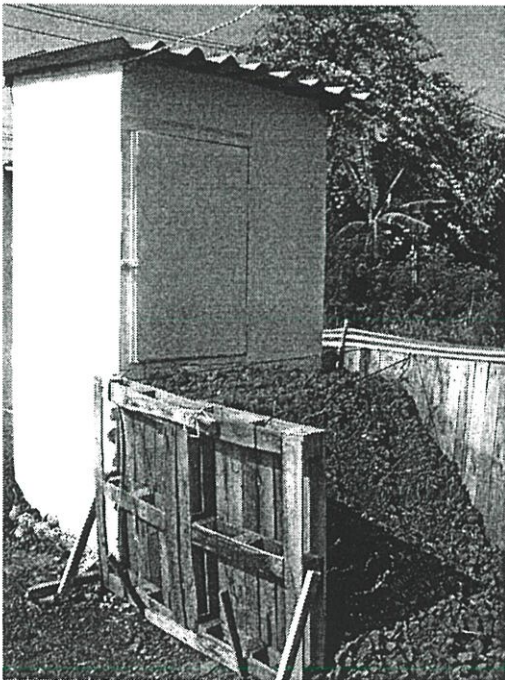


(ก)

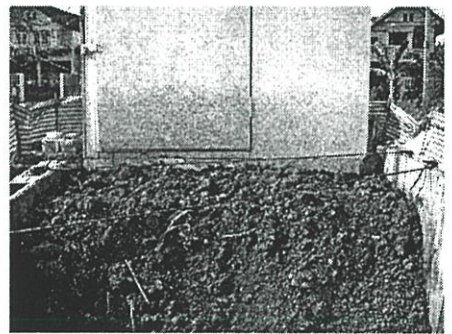


(ข)

รูปที่ 3.72 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 2 ขณะทำการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 2



(ก)



(ข)

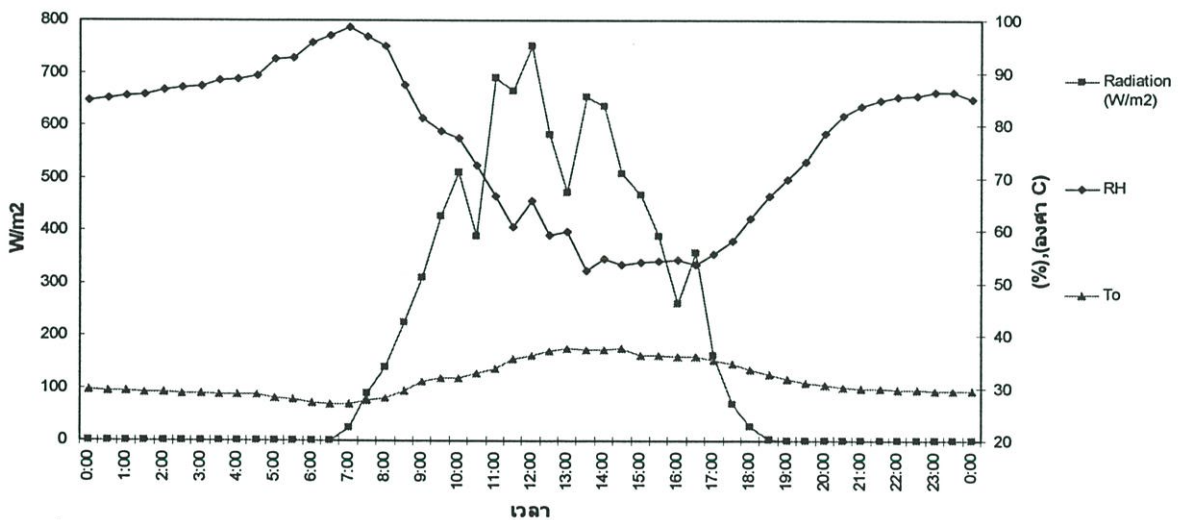
รูปที่ 3.73 สภาพทางกายภาพห้องทดลองที่ 3 ขณะทำการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 2

3.3.7.3 ผลการทดลองสภาพอากาศของการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 2เปรียบเทียบทิศทางของอาคาร (ทิศเหนือและทิศตะวันออก) ในการมอดินที่ผนังอาคารในการลดความร้อนให้กับอาคาร

สมมติฐาน : ดินที่มอดินผนังต่างทิศกันจะทำให้อุณหภูมิที่เกิดห้องทดลองต่างกัน

วันที่ทำการทดลอง เริ่มเวลา 0.00น. ของวันที่ 8 มีนาคม พ.ศ. 2546 ถึง 24.00น. ของวันที่ 8 มีนาคม พ.ศ. 2546

สภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองสำหรับการทดลองที่ 6 แสดงในรูปที่ 3.74



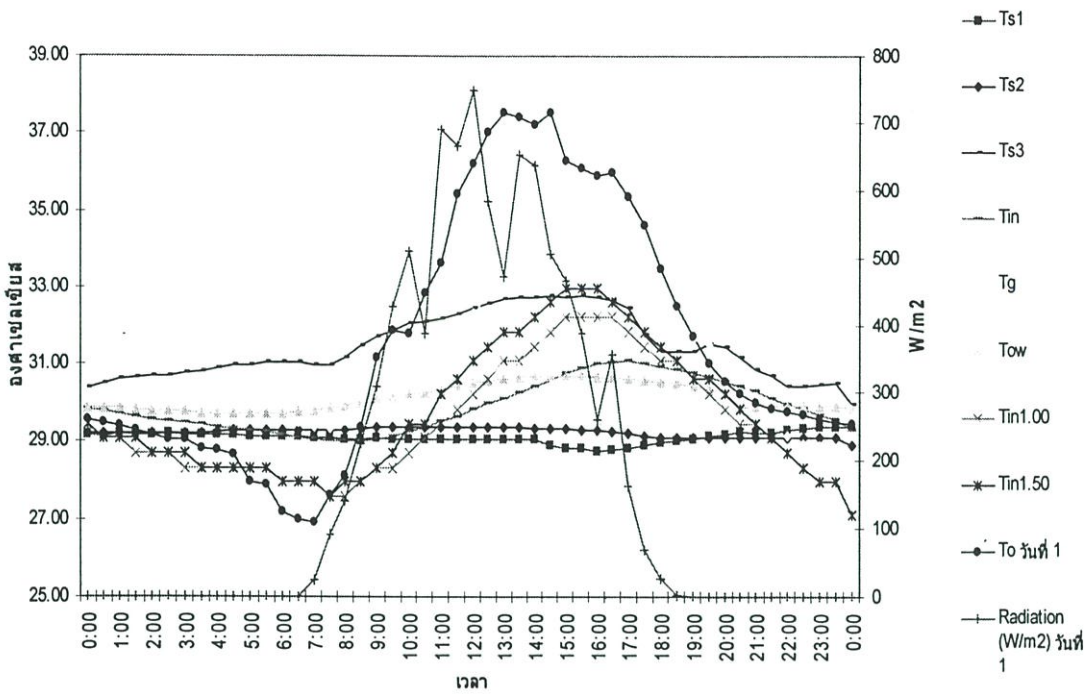
รูปที่ 3.74 สภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองสำหรับการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 2

ผลการทดลองสำหรับห้องทดลองที่มีการมอดินทางด้านทิศเหนือ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3.40 และรูปที่ 3.75 ส่วนค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยห้องทดลองแสดงในตารางที่ 3.41

ผลการทดลองสำหรับห้องทดลองที่มีการมอดินทางด้านทิศตะวันออก มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3.42 และรูปที่ 3.76 ส่วนค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่าง และค่าเฉลี่ยห้องทดลองแสดงในตารางที่ 3.43

ตารางที่ 3.42 แสดงการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 2 ห้องทดลองผดดินทางค้ำนทิศเหนือ

เวลา	ภายนอกห้องทดลอง			ในดิน				ภายในห้องทดลอง					
	To	RH	Rad.	Ts1	Ts2	Ts3	Tow	Tin	Tg	Tin1.00	Tin1.50	RH1.00	RH1.50
0:00	29.56	84.8	0	29.18	29.2	30.38	29.88	29.85	30.05	29.5	29.5	76.4	76.4
0:30	29.49	85.28	0	29.14	29.23	30.5	29.86	29.80	30.03	29.1	29.1	76.4	76.4
1:00	29.41	85.67	0	29.21	29.23	30.63	29.86	29.73	30.05	29.1	29.1	76.4	76.4
1:30	29.29	85.92	0	29.18	29.23	30.66	29.83	29.66	29.95	28.7	29.1	77.2	76.4
2:00	29.16	86.66	0	29.18	29.23	30.71	29.81	29.58	29.89	28.7	28.7	77.2	77.2
2:30	29.07	87.2	0	29.21	29.23	30.71	29.78	29.53	29.80	28.7	28.7	77.2	77.2
3:00	29.04	87.31	0	29.18	29.23	30.78	29.78	29.48	29.75	28.3	28.7	77.2	77.2
3:30	28.81	88.63	0	29.18	29.23	30.83	29.73	29.43	29.77	28.3	28.3	77.2	77.2
4:00	28.78	88.74	0	29.18	29.25	30.88	29.73	29.38	29.71	28.3	28.3	77.2	78
4:30	28.66	89.48	0	29.18	29.28	30.96	29.71	29.33	29.75	28.3	28.3	78	78
5:00	27.98	92.67	0	29.14	29.28	30.98	29.73	29.28	29.71	28.3	28.3	78	78
5:30	27.88	92.84	0	29.14	29.28	31.03	29.71	29.23	29.71	28.3	28.3	78	78
6:00	27.2	95.79	0	29.14	29.28	31.03	29.73	29.19	29.59	27.9	27.9	78.1	78.9
6:30	26.99	97.16	0.73	29.12	29.28	31.03	29.76	29.11	29.50	27.9	27.9	78.1	78.1
7:00	26.91	98.74	24.08	29.09	29.28	30.98	29.78	29.04	29.36	27.9	27.9	78.9	78.9
7:30	27.62	96.85	90.48	29.09	29.28	30.98	29.86	29.01	29.31	27.6	27.6	78.9	78.9
8:00	28.11	95.12	139.38	29.06	29.3	31.16	29.91	29.01	29.54	27.6	27.9	78.9	78.9
8:30	29.36	87.63	225.38	29.06	29.33	31.46	29.98	29.01	29.98	27.9	27.9	79.8	79.8
9:00	31.15	81.36	310.74	29.09	29.35	31.71	30.08	29.06	30.37	28.3	28.3	80.7	80.7
9:30	31.87	78.98	427.35	29.06	29.35	31.86	30.13	29.14	30.62	28.3	28.7	81.8	81.7
10:00	31.8	77.51	510.04	29.06	29.35	32.04	30.21	29.26	30.97	28.7	29.5	81.7	81.7
10:30	32.82	72.44	388.49	29.04	29.35	32.11	30.28	29.38	31.29	29.1	29.5	81.7	81.7
11:00	33.63	66.41	690.32	29.04	29.35	32.19	30.36	29.51	31.57	29.5	30.2	81.7	80.6
11:30	35.41	60.69	665.45	29.04	29.35	32.31	30.46	29.66	31.93	29.8	30.6	80.6	81.6
12:00	36.2	65.66	749.51	29.06	29.35	32.44	30.53	29.82	32.32	30.2	31.1	80.6	80.6
12:30	37	59.14	582.77	29.04	29.35	32.56	30.58	30.00	32.76	30.6	31.5	80.6	80.6
13:00	37.5	59.7	472.77	29.06	29.35	32.69	30.63	30.12	33.03	31.1	31.8	80.6	79.5
13:30	37.4	52.31	653.59	29.06	29.35	32.71	30.66	30.27	33.21	31.1	31.8	79.6	79.5
14:00	37.2	54.54	636.72	29.06	29.33	32.74	30.68	30.41	33.40	31.5	32.2	79.6	78.6
14:30	37.5	53.43	506.81	28.91	29.33	32.76	30.68	30.59	33.63	31.8	32.6	79.5	77.7
15:00	36.28	54.03	466.76	28.81	29.33	32.71	30.68	30.76	33.81	32.2	33.0	78.6	77.6
15:30	36.09	54.19	388.05	28.81	29.3	32.76	30.68	30.91	34.02	32.2	33.0	78.5	76.8
16:00	35.89	54.36	260.58	28.76	29.28	32.71	30.66	31.00	33.99	32.2	33.0	78.5	76
16:30	35.97	53.55	356.93	28.79	29.25	32.64	30.66	31.05	33.86	32.2	32.6	78.5	76
17:00	35.32	55.51	162.79	28.81	29.23	32.44	30.63	31.08	33.53	31.8	32.2	77.7	75.3
17:30	34.58	57.88	68.86	28.89	29.15	31.76	30.58	31.00	32.57	31.5	31.8	77.6	75.3
18:00	33.47	62.18	27.59	28.96	29.1	31.33	30.53	30.94	31.86	31.1	31.5	76.1	74.6
18:30	32.49	66.57	1.53	29.01	29.1	31.33	30.48	30.86	31.77	31.1	31.1	74.7	74.6
19:00	31.7	69.77	0	29.04	29.1	31.33	30.41	30.79	31.61	30.6	30.6	74.7	74
19:30	31.01	73.07	0	29.12	29.1	31.51	30.36	30.66	31.52	30.2	30.6	74.7	74
20:00	30.34	78.44	0	29.16	29.1	31.43	30.28	30.34	31.17	29.8	30.2	74.8	74.7
20:30	30.21	81.9	0	29.23	29.1	31.16	29.88	30.41	30.64	29.5	29.8	75.5	74.8
21:00	29.99	83.51	0	29.21	29.08	30.86	29.93	30.30	30.05	29.5	29.5	75.5	74.8
21:30	29.85	84.75	0	29.21	29.08	30.68	29.93	30.12	29.66	29.1	29.1	76.2	75.5
22:00	29.74	85.41	0	29.28	29.08	30.43	29.93	29.97	29.13	28.7	28.7	76.3	76.2
22:30	29.68	85.51	0	29.31	29.08	30.41	29.93	29.82	28.95	28.3	28.3	76.3	76.3
23:00	29.55	86.37	0	29.36	29.08	30.46	29.93	29.68	28.90	27.9	27.9	77	77
23:30	29.48	86.38	0	29.38	29.1	30.48	29.91	29.56	28.76	27.9	27.9	77.1	77.1
0:00	29.46	84.97	0.15	29.36	28.91	29.96	29.85	29.28	28.51	27.1	27.1	77.8	77.8



รูปที่ 3.75 กราฟแสดงการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 2 ห้องทดลองการถมดินทางด้านทิศใต้

ตารางที่ 3.43 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลองถมดินด้านทิศเหนือ

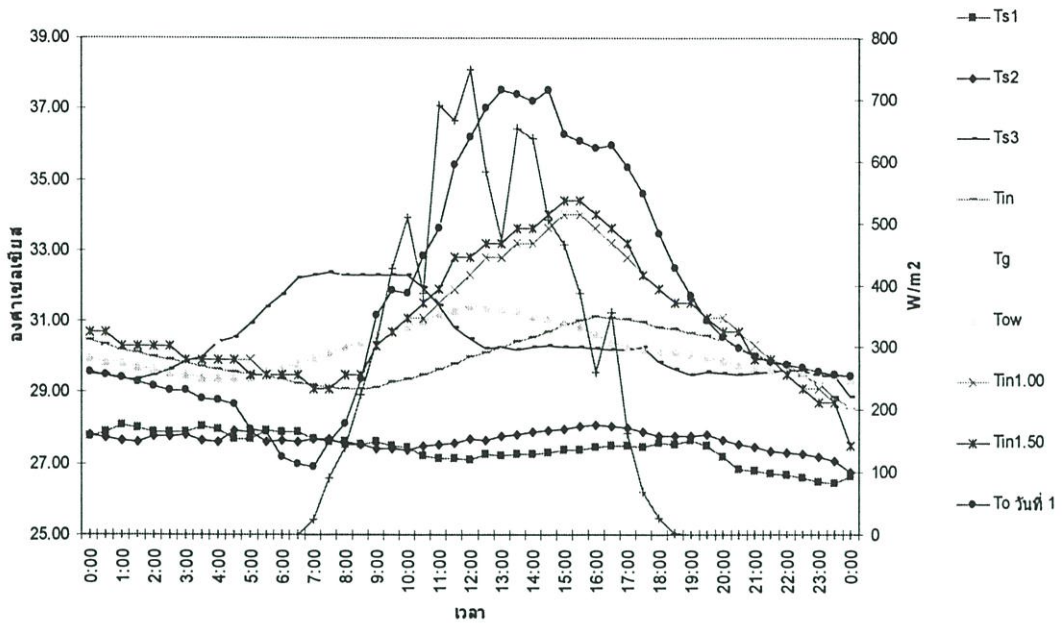
ตัวแปรภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง								
Rad.	674.92		0.00		674.92		167.37	
Time	13.00		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Ts1	37.34	30.72	27.60	29.69	9.74	1.03	32.05	30.10
Time	12.30	13.00	6.30	20.30				
Ts2	37.34	30.61	27.60	29.55	9.74	1.06	32.05	29.92
Time	12.30	0.00	6.30	11.30-12.30				
Ts3	37.34	36.57	27.60	32.54	9.74	4.03	32.05	34.12
Time	12.30	16.00	6.30	7.00-7.30				
Tow	37.34	30.38	27.60	29.28	9.74	1.10	32.05	29.90
Time	12.30	20.30	6.30	8.30				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Tin	37.34	31.31	27.60	28.70	9.74	2.61	32.05	29.94
Time	12.30	18.00-18.30	6.30	7.30-8.00				
Tg	37.34	37.85	27.60	31.94	9.74	5.91	32.05	34.33
Time	12.30	16.00	6.30	7.00-7.30				
Tin1.00	37.34	34.40	27.60	27.90	9.74	6.50	32.05	30.74
Time	12.30	16.30	6.30	7.30				
Tin1.50	37.34	34.80	27.60	27.90	9.74	6.90	32.05	31.06
Time	12.30	8.30	6.30	17.30				
RH1.00	100.00	81.70	58.74	59.30	41.26	22.40	80.44	71.76
Time	6.30	15.30-17.00	13.00	7.30				
RH1.50	100.00	79.70	58.74	55.60	41.26	24.10	80.44	68.34
Time	6.30	8.30	13.00	16.30-17.00				

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

ตารางที่ 3.42 แสดงผลการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 2 ห้องทดลอง ที่มีการผสมนํ้าทางทิศตะวันออก

เวลา	ภายนอกห้องทดลอง			ในดิน				ภายในห้องทดลอง					
	To	RH	Rad.	Ts1	Ts2	Ts3	Tow	Tin	Tg	Tin1.00	Tin1.50	RH1.00	RH1.50
0:00	29.56	84.8	0	29.18	29.2	30.38	29.88	29.85	30.05	29.5	29.5	76.4	76.4
0:30	29.49	85.28	0	29.14	29.23	30.5	29.86	29.80	30.03	29.1	29.1	76.4	76.4
1:00	29.41	85.67	0	29.21	29.23	30.63	29.86	29.73	30.05	29.1	29.1	76.4	76.4
1:30	29.29	85.92	0	29.18	29.23	30.66	29.83	29.66	29.95	28.7	29.1	77.2	76.4
2:00	29.16	86.66	0	29.18	29.23	30.71	29.81	29.58	29.89	28.7	28.7	77.2	77.2
2:30	29.07	87.2	0	29.21	29.23	30.71	29.78	29.53	29.80	28.7	28.7	77.2	77.2
3:00	29.04	87.31	0	29.18	29.23	30.78	29.78	29.48	29.75	28.3	28.7	77.2	77.2
3:30	28.81	88.63	0	29.18	29.23	30.83	29.73	29.43	29.77	28.3	28.3	77.2	77.2
4:00	28.78	88.74	0	29.18	29.25	30.88	29.73	29.38	29.71	28.3	28.3	77.2	78
4:30	28.66	89.48	0	29.18	29.28	30.96	29.71	29.33	29.75	28.3	28.3	78	78
5:00	27.98	92.67	0	29.14	29.28	30.98	29.73	29.28	29.71	28.3	28.3	78	78
5:30	27.88	92.84	0	29.14	29.28	31.03	29.71	29.23	29.71	28.3	28.3	78	78
6:00	27.2	95.79	0	29.14	29.28	31.03	29.73	29.19	29.59	27.9	27.9	78.1	78.9
6:30	26.99	97.16	0.73	29.12	29.28	31.03	29.76	29.11	29.50	27.9	27.9	78.1	78.1
7:00	26.91	98.74	24.08	29.09	29.28	30.98	29.78	29.04	29.36	27.9	27.9	78.9	78.9
7:30	27.62	96.85	90.48	29.09	29.28	30.98	29.86	29.01	29.31	27.6	27.6	78.9	78.9
8:00	28.11	95.12	139.38	29.06	29.3	31.16	29.91	29.01	29.54	27.6	27.9	78.9	78.9
8:30	29.36	87.63	225.38	29.06	29.33	31.46	29.98	29.01	29.98	27.9	27.9	79.8	79.8
9:00	31.15	81.36	310.74	29.09	29.35	31.71	30.08	29.06	30.37	28.3	28.3	80.7	80.7
9:30	31.87	78.98	427.35	29.06	29.35	31.86	30.13	29.14	30.62	28.3	28.7	81.8	81.7
10:00	31.8	77.51	510.04	29.06	29.35	32.04	30.21	29.26	30.97	28.7	29.5	81.7	81.7
10:30	32.82	72.44	388.49	29.04	29.35	32.11	30.28	29.38	31.29	29.1	29.5	81.7	81.7
11:00	33.63	66.41	690.32	29.04	29.35	32.19	30.36	29.51	31.57	29.5	30.2	81.7	80.6
11:30	35.41	60.69	665.45	29.04	29.35	32.31	30.46	29.66	31.93	29.8	30.6	80.6	81.6
12:00	36.2	65.66	749.51	29.06	29.35	32.44	30.53	29.82	32.32	30.2	31.1	80.6	80.6
12:30	37	59.14	582.77	29.04	29.35	32.56	30.58	30.00	32.76	30.6	31.5	80.6	80.6
13:00	37.5	59.7	472.77	29.06	29.35	32.69	30.63	30.12	33.03	31.1	31.8	80.6	79.5
13:30	37.4	52.31	653.59	29.06	29.35	32.71	30.66	30.27	33.21	31.1	31.8	79.6	79.5
14:00	37.2	54.54	636.72	29.06	29.33	32.74	30.68	30.41	33.40	31.5	32.2	79.6	78.6
14:30	37.5	53.43	506.81	28.91	29.33	32.76	30.68	30.59	33.63	31.8	32.6	79.5	77.7
15:00	36.28	54.03	466.76	28.81	29.33	32.71	30.68	30.76	33.81	32.2	33.0	78.6	77.6
15:30	36.09	54.19	388.05	28.81	29.3	32.76	30.68	30.91	34.02	32.2	33.0	78.5	76.8
16:00	35.89	54.36	260.58	28.76	29.28	32.71	30.66	31.00	33.99	32.2	33.0	78.5	76
16:30	35.97	53.55	356.93	28.79	29.25	32.64	30.66	31.05	33.86	32.2	32.6	78.5	76
17:00	35.32	55.51	162.79	28.81	29.23	32.44	30.63	31.08	33.53	31.8	32.2	77.7	75.3
17:30	34.58	57.88	68.86	28.89	29.15	31.76	30.58	31.00	32.57	31.5	31.8	77.6	75.3
18:00	33.47	62.18	27.59	28.96	29.1	31.33	30.53	30.94	31.86	31.1	31.5	76.1	74.6
18:30	32.49	66.57	1.53	29.01	29.1	31.33	30.48	30.86	31.77	31.1	31.1	74.7	74.6
19:00	31.7	69.77	0	29.04	29.1	31.33	30.41	30.79	31.61	30.6	30.6	74.7	74
19:30	31.01	73.07	0	29.12	29.1	31.51	30.36	30.66	31.52	30.2	30.6	74.7	74
20:00	30.54	78.44	0	29.16	29.1	31.43	30.28	30.54	31.17	29.8	30.2	74.8	74.7
20:30	30.21	81.9	0	29.23	29.1	31.16	29.88	30.41	30.64	29.5	29.8	75.5	74.8
21:00	29.99	83.51	0	29.21	29.08	30.86	29.93	30.30	30.05	29.5	29.5	75.5	74.8
21:30	29.85	84.75	0	29.21	29.08	30.68	29.93	30.12	29.66	29.1	29.1	76.2	75.5
22:00	29.74	85.41	0	29.28	29.08	30.43	29.93	29.97	29.13	28.7	28.7	76.3	76.2
22:30	29.68	85.51	0	29.31	29.08	30.41	29.93	29.82	28.95	28.3	28.3	76.3	76.3
23:00	29.55	86.37	0	29.36	29.08	30.46	29.93	29.68	28.90	27.9	27.9	77	77
23:30	29.48	86.38	0	29.38	29.1	30.48	29.91	29.56	28.76	27.9	27.9	77.1	77.1
0:00	29.46	84.97	0.15	29.36	28.91	29.96	29.85	29.28	28.51	27.1	27.1	77.8	77.8



รูปที่ 3.76 กราฟแสดงการทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 2 ห้องทดลองการถนอมดินทางด้านทิศตะวันออก

ตารางที่ 3.43 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลองถนอมดินด้านทิศตะวันออก

ตัวแปร ภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง								
Rad.	749.51		0.00		749.51		179.75	
Time	12.00		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Ts1	37.50	28.07	26.91	26.46	10.59	1.61	31.51	27.42
Time	13.00	1.00	7.00	23.30				
Ts2	37.50	28.08	26.91	26.77	10.59	1.31	31.51	27.65
Time	13.00	16.00	7.00	0.00				
Ts3	37.50	32.36	26.91	28.87	10.59	3.49	31.51	30.43
Time	13.00	7.30	7.00	0.00				
Tow	37.50	31.42	26.91	29.35	10.59	2.07	31.51	30.18
Time	13.00	12.00	7.00	0.00				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในห้องทดลอง								
Tin	37.50	31.11	26.91	28.54	10.59	2.57	31.51	29.96
Time	13.00	16.00	7.00	0.00				
Tg	37.50	34.30	26.91	28.62	10.59	5.67	31.51	31.59
Time	13.00	12.00	7.00	0.00				
Tin1.00	37.50	34.00	26.91	27.50	10.59	6.50	31.51	30.90
Time	13.00	15.00-15.30	7.00	0.00				
Tin1.50	37.50	34.40	26.91	27.50	10.59	6.90	31.51	30.99
Time	13.00	9.30	7.00	18.30-19.30				
RH1.00	98.74	81.70	52.31	74.61	46.43	7.09	76.88	77.94
Time	7.00	15.00-15.30	13.30	0.00				
RH1.50	98.74	81.62	52.31	74.53	46.43	7.08	76.88	77.86
Time	7.00	9.30	13.30	18.30-19.30				

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

บทที่ 4

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

ในบทนี้เป็นการนำเสนอวิธีการวิเคราะห์ผลของการทดลอง และการวิเคราะห์ผลการทดลอง ดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 ซึ่งการทดลองประกอบด้วย 6 การทดลองดังต่อไปนี้

- 1) การทดลองที่ 1 การทดลองประสิทธิภาพในการนำดินมาลดความร้อนให้กับอาคาร
- 2) การทดลองที่ 2 การทดลองเปรียบเทียบความหนาของดินในการลดความร้อนให้กับอาคาร
- 3) การทดลองที่ 3 การทดลองเปรียบเทียบการปลูกพืชคลุมดินในการลดความร้อนให้กับอาคาร
- 4) การทดลองที่ 4 การทดลองเปรียบเทียบการใช้กรวดและการรดน้ำในการลดความร้อนให้กับอาคาร
- 5) การทดลองที่ 5 การทดลองเปรียบเทียบประเภทของผนังในการลดความร้อนและป้องกันความชื้นให้กับอาคาร
- 6) การทดลองที่ 6 แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วย
 - กลุ่มที่ 1 การทดลองเปรียบเทียบทิศทางในการถมดินที่ผนังอาคารทางด้านทิศใต้ และทิศตะวันตก
 - กลุ่มที่ 2 การทดลองเปรียบเทียบทิศทางในการถมดินที่ผนังอาคารทางด้านทิศเหนือและทิศตะวันออก

4.1 วัตถุประสงค์การการวิเคราะห์ผลการทดลอง

วัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ผลการทดลอง เพื่อทำการเปรียบเทียบผลการทดลองของตัวแปรในด้านกายภาพของดินในแต่ละการทดลองเพื่อหาตัวแปรที่สามารถลดอุณหภูมิภายในห้องทดลองได้มากที่สุดตามสมมติฐานการวิจัยที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 3

4.2 วิธีการวิเคราะห์ผลการทดลอง

วิธีการวิเคราะห์ผลการทดลองจะทำการวิเคราะห์ผลการทดลองดังต่อไปนี้

4.2.1 การจัดกลุ่มในการวิเคราะห์ผลการทดลอง

การจัดกลุ่มในการวิเคราะห์ผลการทดลองจะแบ่งตามสมมติฐานการวิจัยโดยที่จะแยกออกเป็น 6 กลุ่มการวิเคราะห์เปรียบเทียบดังนี้

กลุ่มที่ 1 หุ่นจำลองที่ไม่มีดินถมที่ผนัง (หุ่นจำลองเปล่า) เปรียบเทียบกับหุ่นจำลองที่มีดินถมที่ผนัง

กลุ่มที่ 2 เปรียบเทียบความหนาของดินที่ถมห่างจากผนังของหุ่นจำลองที่ระยะ 0.30 เมตร , 0.60 เมตร และ 1.00 เมตร จากระดับพื้นของหุ่นจำลอง

กลุ่มที่ 3 เปรียบเทียบพืชคลุมดินที่ต่างชนิดกันคือ หญ้าใบเล็ก ,หญ้าใบหนา ,ไม้พุ่มคลุมดิน

กลุ่มที่ 4 เปรียบเทียบสิ่งที่น่าสนใจคลุมดินที่ต่างชนิดกันประกอบกับการรดน้ำในเวลากลางวันเพื่อเพิ่มความชื้นให้กับดินคือ เทกรวดทับหน้าดินหนา 10 เซนติเมตร และ ไม้พุ่มคลุมดิน

กลุ่มที่ 5 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการป้องกันความชื้นและอุณหภูมิที่เกิดขึ้นของผนัง 3 ชนิดได้แก่ 1)ผนังก่ออิฐ ½ แผ่น ฉาบปูนขัดมัน หนา 0.10 เมตร 2) ผนังก่ออิฐ ½ แผ่น ฉาบปูนขัดมัน หนา 0.10 เมตร ทาน้ำยากันซึมที่ผนังก่อนถมดิน และ 3) ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กผสมน้ำยากันซึมหนา 0.10 เมตร

กลุ่มที่ 6 เปรียบเทียบทิศทางในการถมดินที่ผนังอาคารที่ 4 ทิศ โดยทำการแบ่งภาคทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม

จากการจัดกลุ่มในการวิเคราะห์เปรียบเทียบในการทดลองเดียวกัน ได้ 5 กลุ่ม คือกลุ่มที่ 1 ถึงกลุ่มที่ 5 และการวิเคราะห์เปรียบเทียบที่ต้องทำการวิเคราะห์ข้ามวันคือการทดลองที่ 6 เพราะเป็นการทำการทดลองกันคนละวันแต่เป็นการทดลองเปรียบเทียบ จะมีแนวทางในการ วิเคราะห์ดังต่อไปนี้

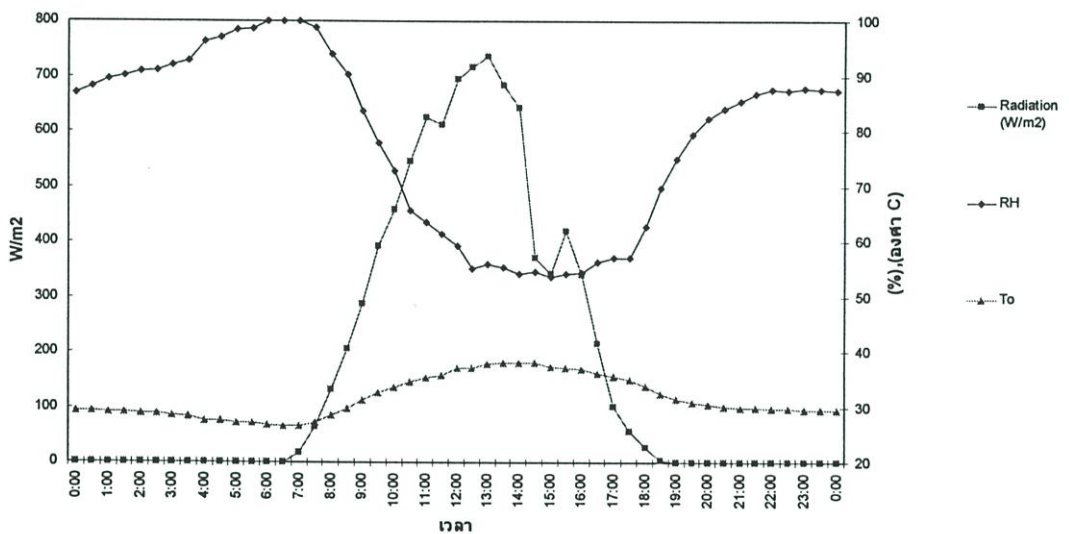
4.2.2 แนวทางการวิเคราะห์ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ผลการทดลองเปรียบเทียบในวันที่ทำการทดลองเดียวกันจะสามารถนำมาใช้ในการทดลองที่ 1 ถึงการทดลองที่ 5 ซึ่งจะทำการนำตัวแปรที่ทำการเก็บข้อมูลระหว่างการทดลองมาทำการวิเคราะห์ โดยที่นำตัวแปรร่วมที่มีทุกการทดลองมาเป็นหลักในการทำการวิเคราะห์ได้แก่ สภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง โดยที่นำตัวแปรที่เป็นค่าอุณหภูมิภายในห้องทดลองที่แปรเปลี่ยนตามสภาพทางกายภาพห้องทดลองมาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เพิ่ม - ลด เมื่อเทียบกับสภาพอากาศภายนอกห้องทดลอง

ส่วนการวิเคราะห์ผลการทดลองเปรียบเทียบในการทดลองที่ต่างวัน จะทำการวิเคราะห์เหมือนกับการทำการทดลองวันเดียวกัน แต่เพิ่มในส่วนการการเปรียบเทียบสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองว่ามีแนวโน้มเป็นไปในทางเดียวกัน ก็สามารถที่จะวิเคราะห์ได้ และถ้าไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกันการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

4.3 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

4.3.1 การวิเคราะห์ผลการทดลองที่ 1 การทดลองประสิทธิภาพในการนำดินลดความร้อนให้กับอาคาร

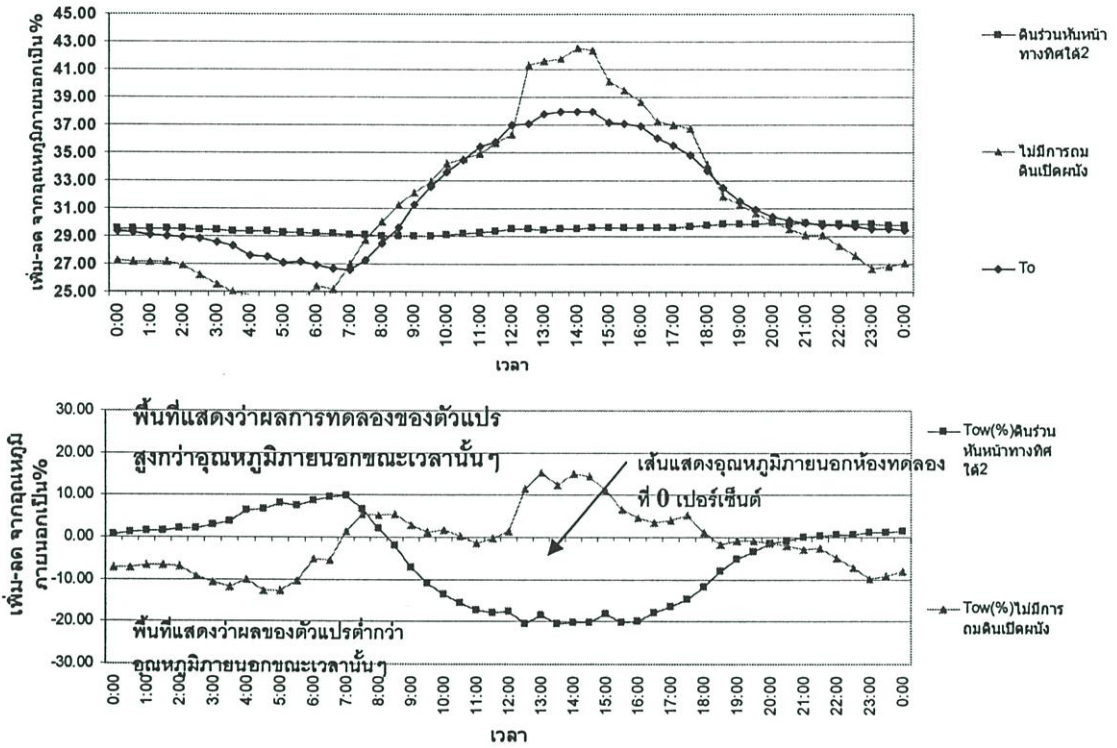


รูปที่ 4.1 กราฟแสดงสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง การทดลองที่ 1

สภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองการทดลองที่ 1 จากกราฟสภาพอากาศวันที่ทำการทดลองมีอากาศปลอดโปร่งโดยที่มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

อุณหภูมิอากาศ มีอุณหภูมิอากาศสูงสุด ที่	35.50 °C	ที่เวลา 13.30 น.
อุณหภูมิอากาศ มีอุณหภูมิอากาศต่ำสุด ที่	26.11 °C	ที่เวลา 06.30 น.
อุณหภูมิอากาศ เฉลี่ยตลอดทั้งวัน	30.66 °C	
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดทั้งวัน	80.82 %	
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์สูงสุดที่	735.40 W/m ²	ที่เวลา 13.00 น.
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดทั้งวันที่	177.30 W/m ²	

การวิเคราะห์จะทำการวิเคราะห์ในแต่ละตัวแปรเปรียบเทียบใน 2 ห้องทดลองจากกราฟเปรียบเทียบเป็น % กับอุณหภูมิภายนอกห้องทดลอง และตารางแสดงค่า สูงสุด ต่ำสุด เป็นเปอร์เซ็นต์ ในการทดลองนี้ โดยที่ทำการเปรียบเทียบกับสภาพอากาศภายนอกห้องทดลอง โดยที่การวิเคราะห์มีดังนี้



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิผิวผนัง (Tow) การทดลองที่ 1

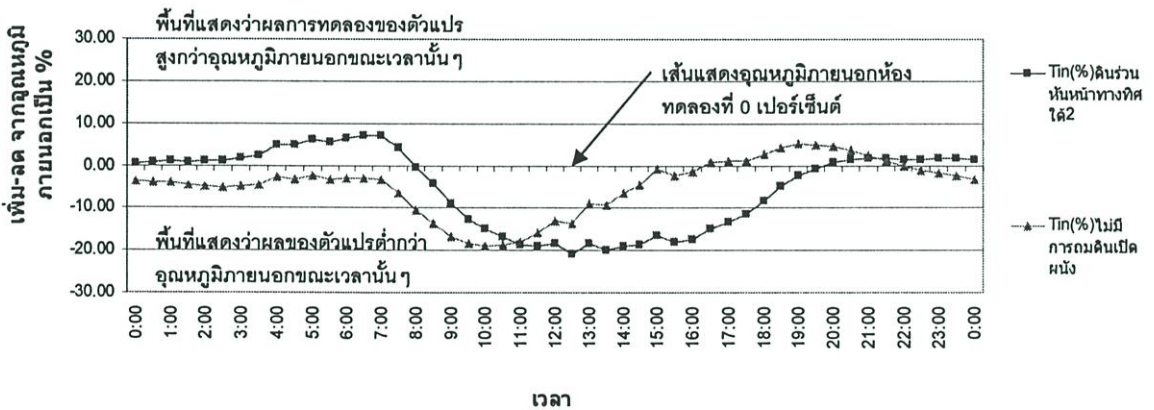
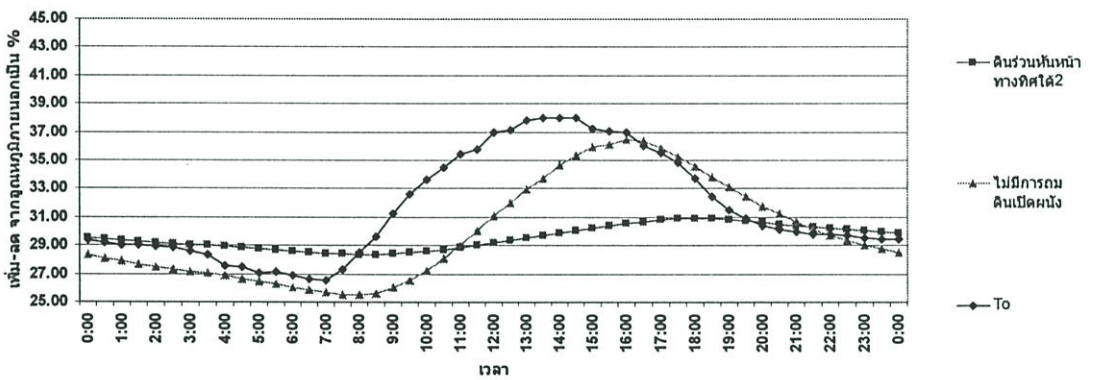
อุณหภูมิผิวผนังภายนอกห้องทดลอง (Tow) อุณหภูมิผิวผนังของห้องทดลองทั้ง 2 ในการทดลองนี้แตกต่างกันอย่างชัดเจน

ห้องทดลองที่มีการถมดินที่ผนังทางด้านทิศใต้ จะมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก ในช่วงเวลา 24.00 – 7.00 และมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกในช่วงเวลา 7.00น. – 19.00 น โดยที่ อุณหภูมิผิวผนังห้องทดลองจะมีค่าต่ำสุดเมื่อเทียบกับอุณหภูมิอากาศที่ -20.51% ที่เวลา 12.30 น.

ห้องทดลองที่ไม่มีการถมดินที่ผนังทางด้านทิศใต้ จะมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก ในช่วงเวลา 7.00 น. – 18.00 น และมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกใน

ช่วงเวลา 19.00 น.–17.00 น โดยที่ อุณหภูมิผิวผนังห้องทดลองจะมีค่าต่ำสุดเมื่อเทียบกับอุณหภูมิอากาศที่ -12.77 % ที่เวลา 04.30 น.

ดังนั้น ในส่วนของอุณหภูมิผิวผนังภายนอกห้องทดลอง จะแสดงให้เห็นว่าเวลาที่ผิวผนังห้องทดลองที่มีการถมดิน เย็นกว่าอุณหภูมิอากาศในช่วงเวลาที่อุณหภูมิภายนอก ทำให้มีประโยชน์ในการลดอุณหภูมิ ส่วนห้องทดลองที่ไม่มีการถมดินจะอุณหภูมิผิวผนังจะเย็นในช่วงที่อุณหภูมิภายนอกห้องทดลองเย็นจะไม่เกิดผล



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิผิวผนังภายใน การทดลองที่ 1

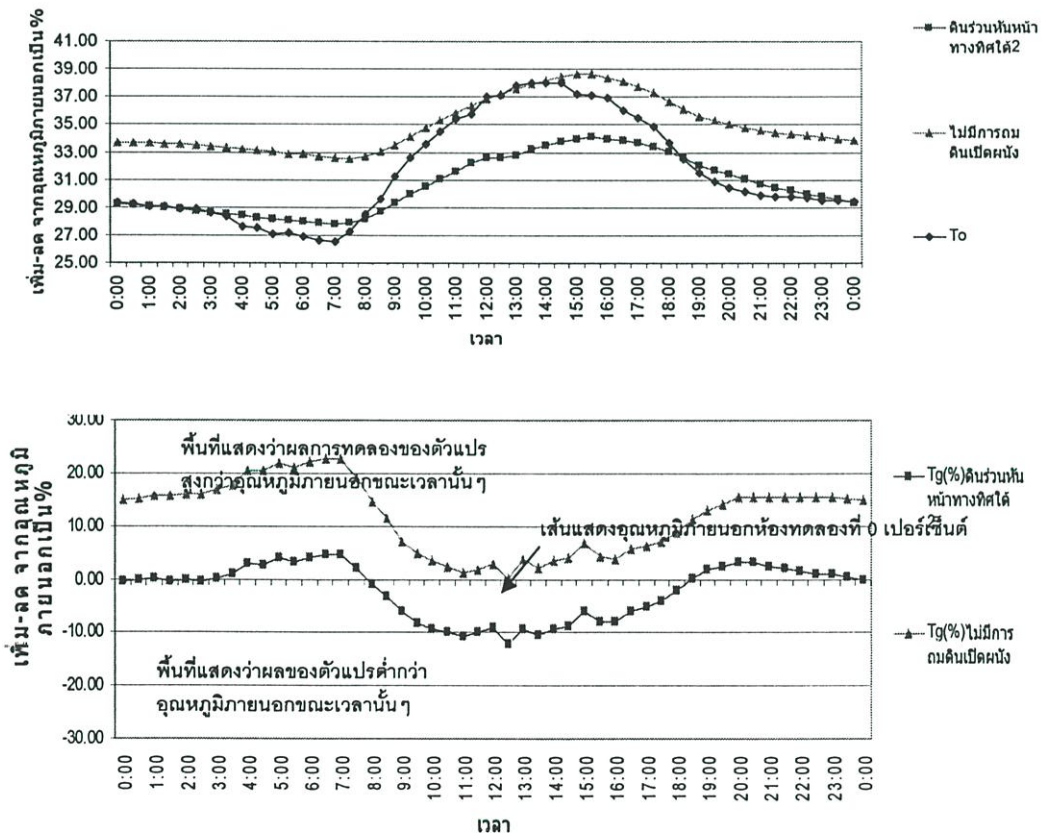
อุณหภูมิผิวผนังภายในห้องทดลอง (Tin) ของห้องทดลองทั้ง 2 ในการทดลองนี้แตกต่างกัน โดยที่อุณหภูมิผิวผนังภายในห้องทดลองที่มีดินถมจะมีอุณหภูมิต่ำกว่า ห้องทดลองที่ไม่มีดินถม โดยที่

ห้องทดลองที่มีการถมดินที่ผนังทางด้านทิศใต้ จะมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก ในช่วงเวลา 24.00 – 8.00 และมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกในช่วงเวลา

8.00น. – 20.00 น โดยที่ อุณหภูมิผิวผนังห้องทดลองจะมีค่าต่ำสุดเมื่อเทียบกับอุณหภูมิอากาศที่ - 20.91% ที่เวลา 12.30 น.

ห้องทดลองที่ไม่มีการถมดินที่ผนังทางด้านทิศใต้ จะมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิ อากาศภายนอก ในช่วงเวลา 17.00 น. – 21.00 น และมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกในช่วงเวลา 24.00 น.–15.00 น โดยที่ อุณหภูมิผิวผนังห้องทดลองจะมีค่าต่ำสุดเมื่อเทียบกับอุณหภูมิ อากาศที่ -18.92 % ที่เวลา 04.30 น.

ดังนั้นในส่วนของอุณหภูมิผิวผนังภายในห้องทดลอง จะแสดงให้เห็นว่าผนังห้องทดลองที่ไม่มีดินถมจะมีอุณหภูมิต่ำสุดในช่วงเช้า และค่อยๆสูงขึ้นเรื่อยๆจนมีค่าเท่ากับ อุณหภูมิภายนอกห้องทดลองที่เวลาประมาณ 14.30 น. ส่วนผนังห้องทดลองที่มีดินถมจะมีช่วงเวลาที่อุณหภูมิต่ำกว่าภายนอกห้องทดลองในเวลากลางวันมากกว่า

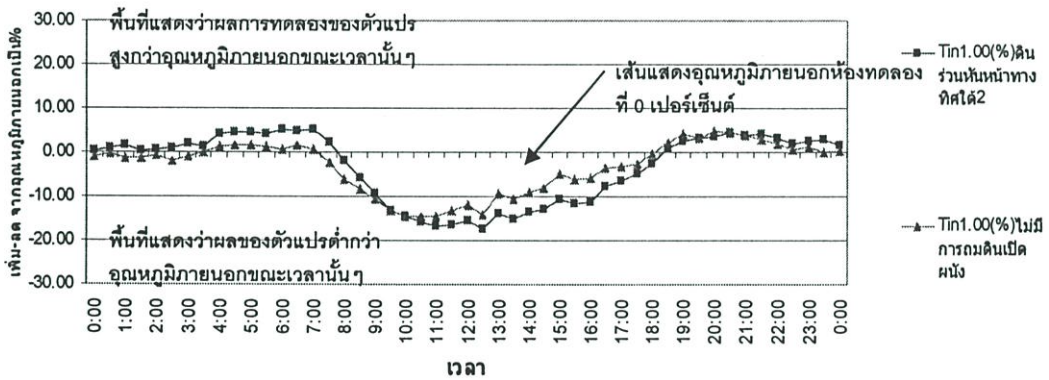
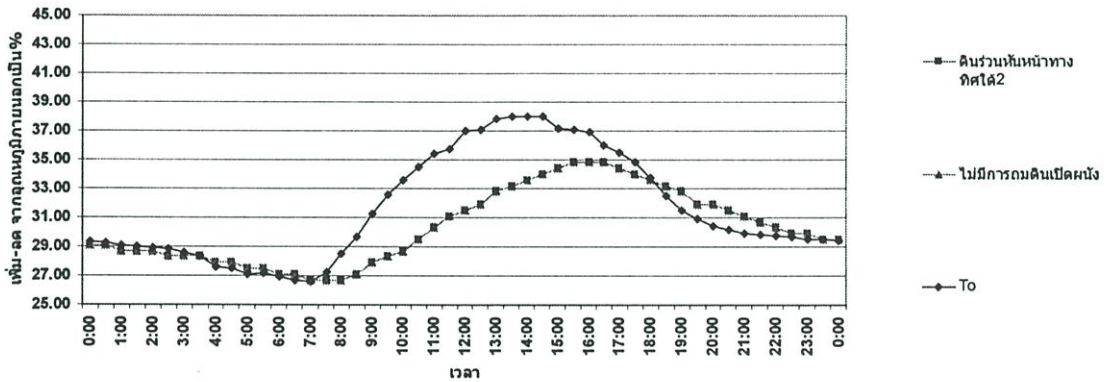


รูปที่ 4.4 กราฟแสดงการวิเคราะห์ห้ออุณหภูมิรวมการแผ่รังสี การทดลองที่ 1

อุณหภูมิรวมการแผ่รังสีภายในห้องทดลอง (Tg) ของห้องทดลองทั้ง 2 ต่างกันอย่างชัดเจน โดยที่ห้องทดลองที่ไม่มีกาถมดินจะมีค่าอุณหภูมิรวมการแผ่รังสีสูงกว่าอุณหภูมิอากาศ

ภายนอกห้องทดลองตลอดทั้งวัน ส่วนห้องทดลองที่มีดินถมผนังจะมีช่วงของอุณหภูมิที่ต่ำกว่า อุณหภูมิภายนอกห้องทดลองที่ 7.00 น – 18.30 น.

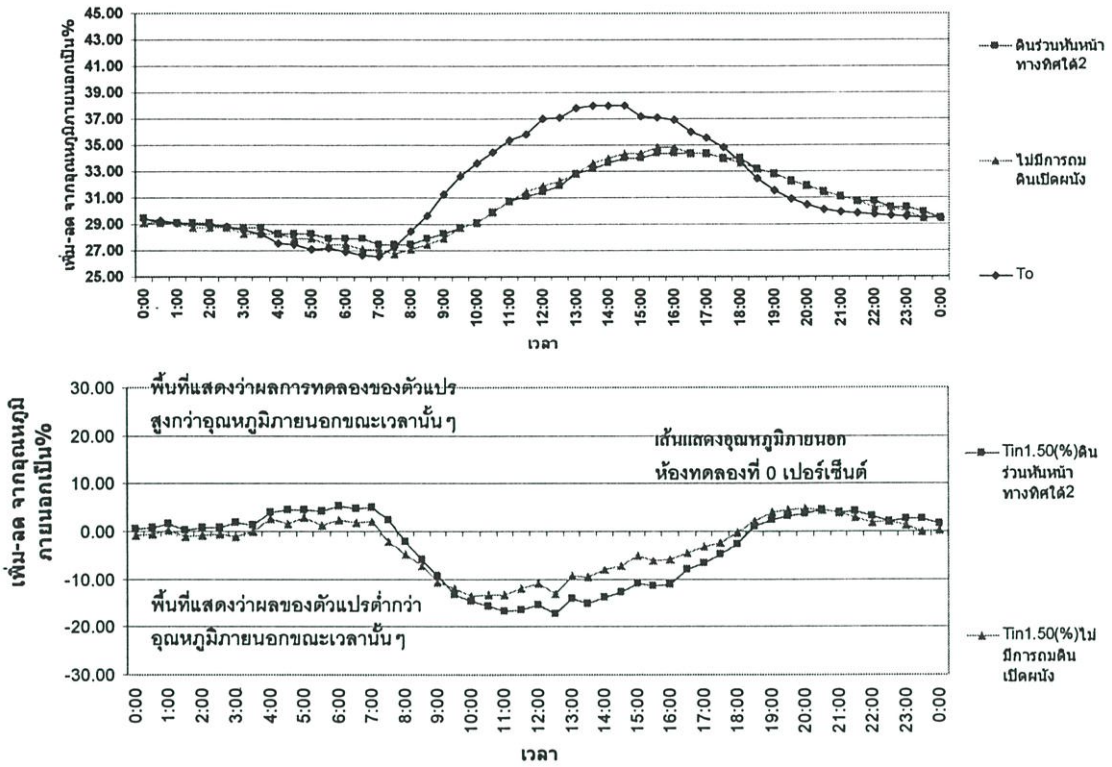
ดังนั้นในส่วนของอุณหภูมิรวมการแผ่รังสีห้องทดลองที่มีการถมดินอุณหภูมิต่ำกว่าห้องที่ไม่มีการถมดินตลอดทั้งวัน



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 ม. การทดลองที่ 1

อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 ม. (Tin1.00) ทั้ง 2 ห้องทดลองจะมีค่าที่แตกต่างกัน โดยที่ในช่วงเช้าตั้งแต่เวลา 0.00น. - 9.00น. อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ไม่มีการถมดินจะต่ำกว่าห้องที่มีการถมดิน ช่วงเวลาต่อมาคือเวลา 9.00น. - 20.00 น. อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ไม่มีดินถมผนังจะสูงขึ้นตามลำดับ จนเท่ากับอุณหภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองที่เวลา 17.00 น. ส่วนอุณหภูมิในส่วนห้องทดลองที่ถมดินที่ผนังอุณหภูมิจะต่ำลงอีกจนต่ำที่สุดที่ - 19.54% จากอุณหภูมิภายนอกห้องทดลอง ที่เวลา 12.30 น. และจะสูงเท่ากับอุณหภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองที่เวลา 20.00 น.

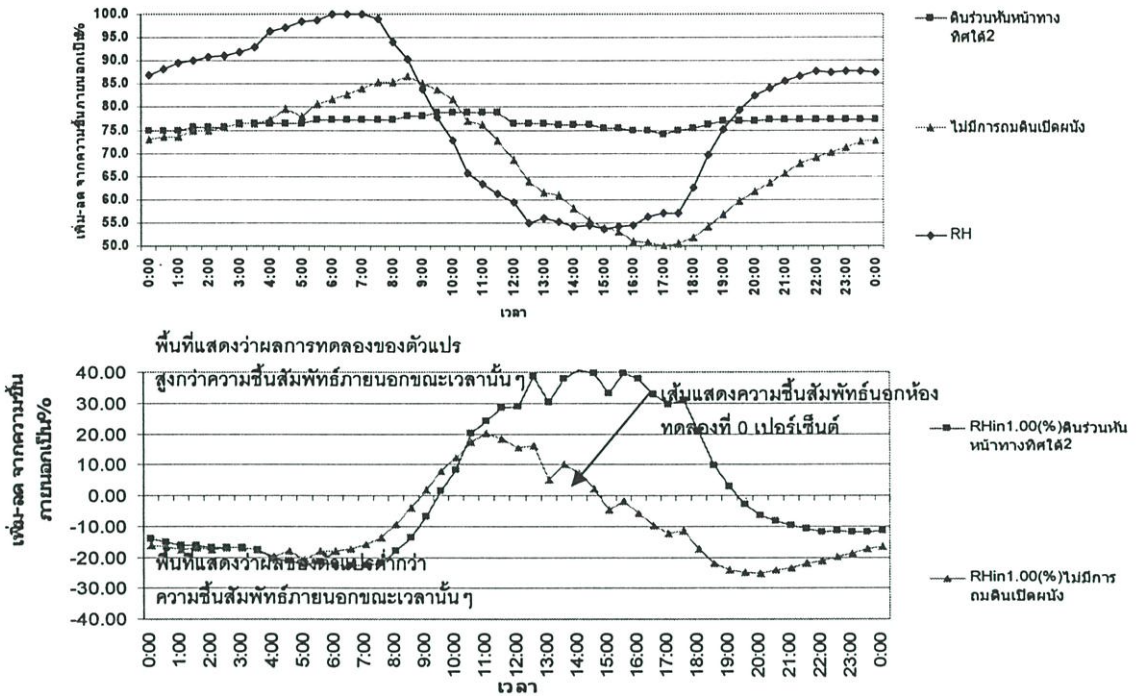
ดังนั้นในส่วนของอุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 ม. ห้องทดลองที่ผนังห้องถมดินจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าห้องทดลองที่ไม่มีการถมดินที่ผนัง



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50 ม. การทดลองที่ 1

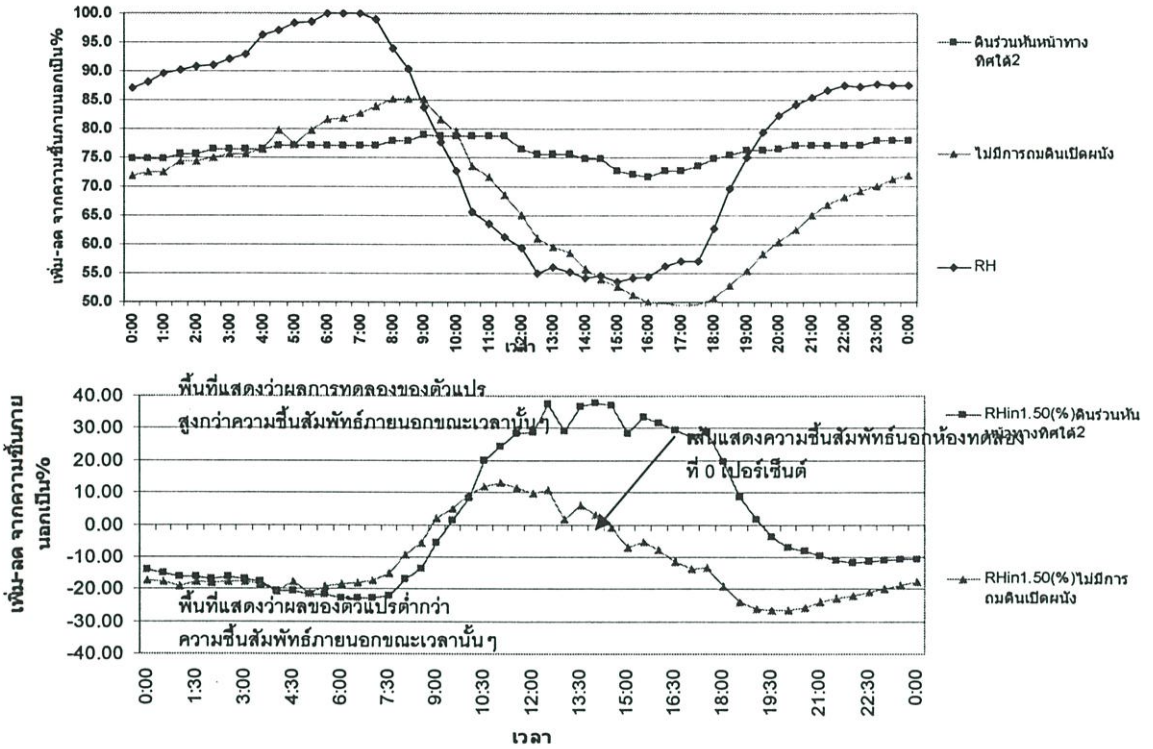
อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50 ม. (Tin1.50) ทั้ง 2 ห้องทดลองจะมีค่าที่แตกต่างกัน โดยที่ในช่วงเช้าตั้งแต่เวลา 0.00น. – 8.30น. อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ไม่มีการถมดินจะต่ำกว่าห้องที่มีการถมดิน ช่วงเวลาต่อมาคือเวลา 9.00น. – 18.00 น. อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ไม่มีดินถมผนังจะสูงขึ้นตามลำดับจนเท่ากับอุณหภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองที่เวลา 17.00 น. ส่วนอุณหภูมิในห้องทดลองที่ถมดินที่ผนังอุณหภูมิจะต่ำลงอีกจนต่ำที่สุดที่ – 18.42% จากอุณหภูมิภายนอกห้องทดลอง ที่เวลา 12.30 น. และจะสูงเท่ากับอุณหภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองที่เวลา 19.00 น.

ดังนั้นในส่วนของอุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50 ม. ก็จะคล้ายกับอุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 ม. แต่ที่ระดับ 1.50 ม. จะมีค่าสูงกว่าที่ระดับ 1.00 เล็กน้อย ห้องทดลองที่ผนังห้องถมดินจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าห้องทดลองที่ไม่มีการถมดินที่ผนัง



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความชื้นภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 ม. การทดลองที่ 1

อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 ม. (Tin1.00) จะเห็นได้ชัดเจนว่าห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลอง จะมีความชื้นที่สูงกว่าห้องทดลองที่ไม่มีดินถมเนื่องจากห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลอง จะไม่มีความร้อนที่ผ่านผนังมาด้วยการนำมีผลทำให้ไอน้ำภายในห้องทดลองลดลง อีกประการหนึ่งคือห้องทดลองจะได้รับความชื้นจากดินเข้ามาในห้องทดลอง ทำให้ห้องทดลองที่มีดินถมผนังมีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าห้องทดลองที่ไม่มีดินถมผนัง โดยที่ค่าเฉลี่ยความชื้นภายในห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองจะอยู่ที่ 76.28 % ส่วนห้องทดลองที่ไม่มีดินถมผนังห้องทดลองจะมีค่าเฉลี่ยที่ 69.63%



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความชื้นภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50 ม. การทดลองที่ 1

อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50 ม. (Tin1.50) จะคล้ายกับความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องที่ระดับ 1.00 ม แต่จะมีค่าต่ำกว่า ซึ่งจะ เห็นได้ชัดเจนว่าห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลอง จะมีความชื้นที่สูงกว่าห้องทดลองที่ไม่มีดินถมเนื่องจากห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลอง จะไม่มีความร้อนที่ผ่านผนังมาด้วยการนำมีผลทำให้ไอน้ำภายในห้องทดลองลดลง อีกประการหนึ่งคือห้องทดลองจะ ได้รับความชื้นจากดินเข้ามาในห้องทดลองทำให้ห้องทดลองที่มีดินถมผนังมีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าห้องทดลองที่ไม่มีดินถมผนัง โดยที่ค่าเฉลี่ยความชื้นภายในห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองจะอยู่ที่ 76.62% ส่วนห้องทดลองที่ไม่มีดินถมผนังห้องทดลองจะมีค่าเฉลี่ยที่ 68.26%

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองหุ่นจำลองถมดินด้านทิศใต้เป็น %

ตัวแปร ภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกหุ่นจำลอง								
Rad.	735.44		0.00		735.44		177.30	
Time	13.00		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ่นจำลอง								
ตัวแปรภูมิอากาศ	1	2	3	4	1 - 2	2 - 4	Average	
Tow	38.00	9.72	26.55	-20.51	11.45	30.22	31.62	-5.20
Time	13.30-14.30	7.00	7.00	12.30				
Tin	38.00	7.16	26.55	-20.91	11.45	28.07	31.62	-5.13
Time	13.30-14.30	7.00	7.00	12.30				
Tg	38.00	4.71	26.55	-12.18	11.45	16.89	31.62	-2.24
Time	13.30-14.30	7.00	7.00	12.30				
Tin1.00	38.00	4.77	26.55	-15.54	11.45	20.31	31.62	-3.13
Time	13.30-14.30	6.30	7.00	11.00				
Tin1.50	38.00	4.90	26.55	-14.04	11.45	18.94	31.62	-2.28
Time	13.30-14.30	20.00	7.00	11.00				
RH1.00	100.00	40.74	53.60	-22.82	46.40	63.56	78.56	1.90
Time	6.30-7.00	14.00	15.00	6.30-7.00				
RH1.50	100.00	37.97	53.60	-22.82	46.40	60.79	78.56	1.24
Time	6.30-7.00	14.00	15.00	6.30-7.00				

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองหุ่นจำลองไม่มีการถมดินด้านทิศใต้เป็น %

ตัวแปรภูมิ อากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกหุ่นจำลอง								
Rad.	735.44		0.00		735.44		177.30	
Time	13.00		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ่นจำลอง								
ตัวแปรภูมิอากาศ	1	2	3	4	1 - 2	2 - 4	Average	
Tow	38.00	15.21	26.55	-12.77	11.45	27.98	31.62	-0.91
Time	13.30-14.30	13.00	7.00	4.30				
Tin	38.00	5.08	26.55	-18.92	11.45	24.00	31.62	-4.73
Time	13.30-14.30	19.00	7.00	10.00				
Ig	38.00	22.86	26.55	0.27	11.45	22.59	31.62	11.88
Time	13.30-14.30	6.30	7.00	12.30				
Tin1.00	38.00	4.90	26.55	-14.61	11.45	19.51	31.62	-3.18
Time	13.30-14.30	20.00	7.00	10.00				
Tin1.50	38.00	4.90	26.55	-13.42	11.45	18.32	31.62	-2.68
Time	13.30-14.30	20.00	7.00	10.00				
RH1.00	100.00	20.08	53.60	-25.11	46.40	45.19	78.56	-9.79
Time	6.30-7.00	11.00	15.00	20.00				
RH1.50	100.00	12.83	53.60	-26.58	46.40	39.41	78.56	-11.78
Time	6.30-7.00	11.00	15.00	19.30				

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

4.3.1.1 สรุปการวิเคราะห์ผลการทดลองที่ 1 การทดลองประสิทธิภาพในการนำดินมาลดความร้อนให้กับอาคาร

จากสมมติฐานการทดลอง : ห้องที่มีดินถมผนังจะมีอุณหภูมิภายในห้องต่ำกว่าห้องที่ไม่มีดินถมผนัง

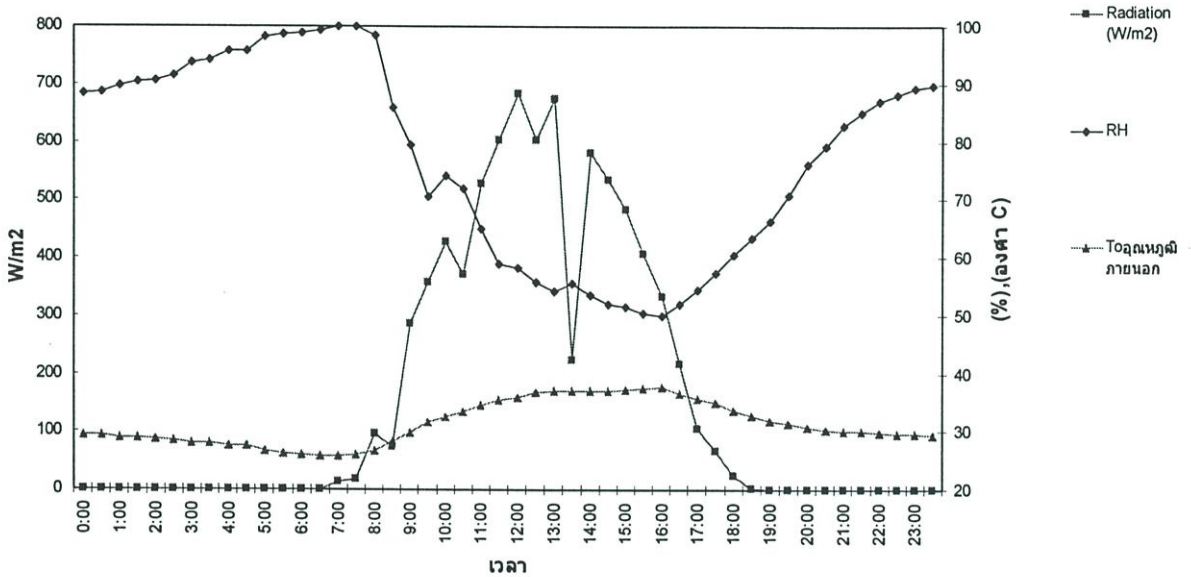
จากกราฟการวิเคราะห์ผลการทดลองเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ต่อสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองจะเห็นได้ชัดเจนในหลายตัวแปรว่า

ห้องทดลองที่มีการถมดินจะมีช่วงเวลาที่อุณหภูมิภายในห้องทดลองต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกห้องทดลอง เป็นเวลาที่อุณหภูมิภายนอกห้องทดลองสูงที่เวลาประมาณ 8.00 – 18.00 น. โดยที่สามารถจะลดความร้อนได้สูงสุดในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งเป็นเวลาที่อาคารบ้านพักอาศัยต้องการการลดความร้อนมากเพราะอุณหภูมิภายนอก จะมีค่าสูงมากที่สุดในแต่ละวัน ส่วนอุณหภูมิผิวผนังห้องทดลองจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิภายในห้องทดลองก็จะมีผลในด้านการแผ่รังสี ทำให้ห้องมีความสบายมากขึ้นเนื่องมาจากการแผ่รังสีของผนังที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิภายในห้อง และห้องทดลองที่ไม่มีการถมดิน จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้องทดลองที่ทำการเก็บข้อมูลสูงกว่าในห้องทดลองที่มีการถมดิน และช่วงเวลาที่ภายในห้องทดลองจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองจะเป็นช่วงเวลาที่ อุณหภูมิภายนอกห้องทดลองมีค่าไม่สูงมากคือ ในช่วงเวลาเช้าหรือค่ำซึ่งก็จะทำให้อุณหภูมิในห้องทดลองเป็นไปตามสภาพอากาศภายนอกห้องทดลองโดยที่ อุณหภูมิภายนอกสูงและอุณหภูมิภายในห้องทดลองก็จะสูงตาม และในส่วนของอุณหภูมิผิวผนังห้องที่มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิภายในห้องทำให้แผ่รังสี เข้ามาทำให้ห้องที่มีความร้อนอยู่แล้วก็ไม่มีความสบายมากขึ้น เมื่อได้รับอิทธิพลในการแผ่รังสีของผนังห้องที่ร้อนกว่า

โดยที่สาเหตุเกิดจากดินที่นำมาถมผนังห้องทดลองจะทำหน้าที่หลัก คือ เป็นฉนวนให้กับผนังที่ทำการถม เป็นผลห้องทดลองมีการหน่วงเวลา ที่มีระยะเวลายาวนานกว่าห้องทดลองที่ไม่มีการถมดินที่ผนังห้องทดลอง ส่วนทำให้สภาพอากาศภายนอกห้องทดลองสามารถที่จะเข้ามาในห้องทดลองได้โดยวิธีการนำ โดยใช้เวลาไม่มากเพราะมีแค่ผนังห้องทดลองเท่านั้นที่เป็นผนังกั้น และหน่วงเวลาไว้ ซึ่งคุณสมบัติของอิฐนั้นก็จะเป็นตัวนำและสะสมความร้อนที่ดี ทำให้เมื่อได้รับความร้อนจะทำการสะสมไว้แล้วทำการแผ่รังสีไปยังส่วนที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าส่วนความชื้นที่เกิดขึ้นภายในห้องทดลอง จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่ไม่มีดินถมผนังจะมีความชื้นที่ต่ำกว่าห้องทดลองที่มีดินถม

ดังนั้นห้องทดลองที่มีการถมดินจึงจะมีประสิทธิภาพในการลดความร้อนให้กับอาคารได้อย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับห้องทดลองที่ไม่มีการถมดินและห้องทดลองที่มีดินถมผนังก็จะมีค่าความชื้นภายในห้องทดลองสูงกว่าห้องทดลองที่ไม่มีดินถมผนังด้วย

4.3.2 การวิเคราะห์ผลการทดลองที่ 2 การทดลองเปรียบเทียบความหนาของดินในการลดความร้อนให้กับอาคาร



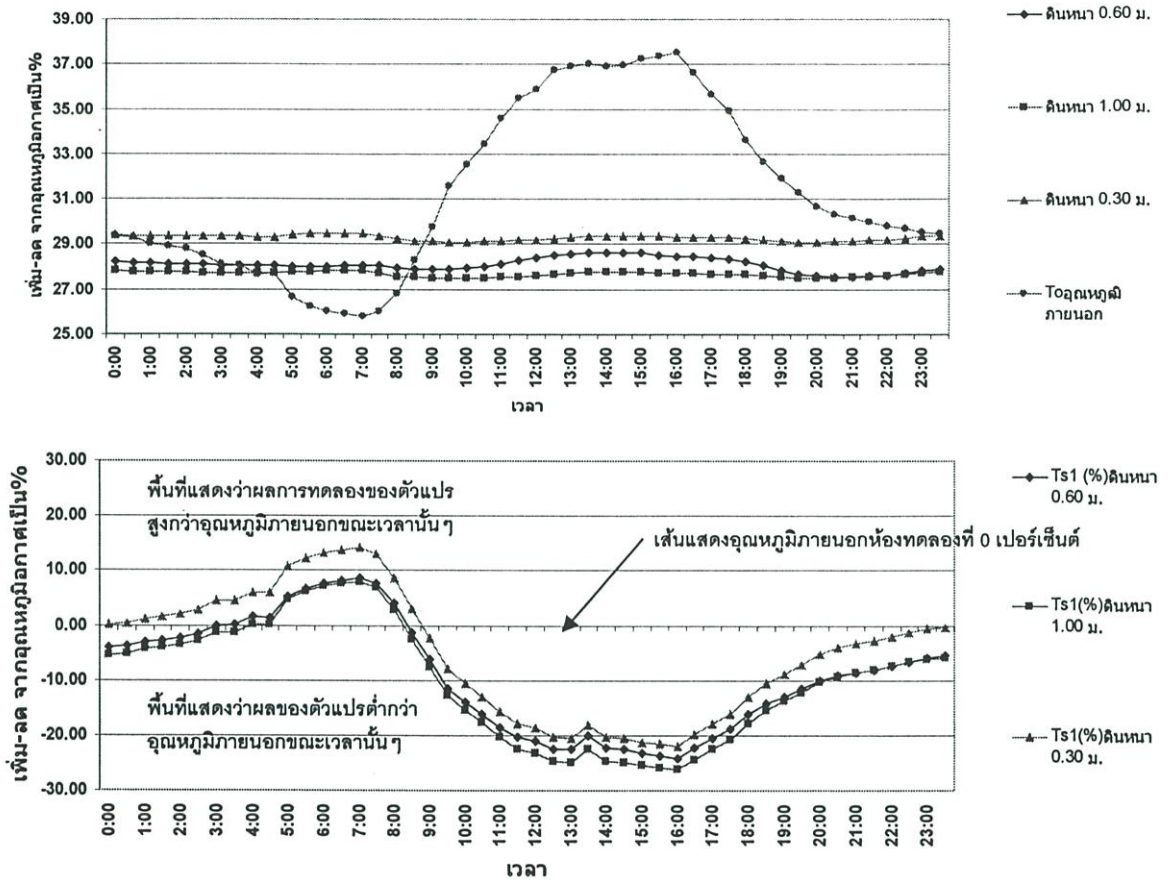
รูปที่ 4.9 กราฟแสดงสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองที่ 2

สภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองการทดลองที่ 2 จากกราฟสภาพอากาศวันที่ทำการทดลองมีอากาศปลอดโปร่งโดยที่มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

อุณหภูมิอากาศ มีอุณหภูมิอากาศสูงสุด ที่	37.55 °C	ที่เวลา 16.00 น.
อุณหภูมิอากาศ มีอุณหภูมิอากาศต่ำสุด ที่	25.82 °C	ที่เวลา 07.00 น.
อุณหภูมิอากาศ เฉลี่ยตลอดทั้งวัน	31.32 °C	
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดทั้งวัน	77.09 %	
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์สูงสุดที่	684.91 W/m ²	ที่เวลา 12.00 น.
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดทั้งวันที่	160.74 W/m ²	

การวิเคราะห์จะทำการวิเคราะห์ในแต่ละตัวแปรเปรียบเทียบใน 3 ห้องทดลองจากกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิแต่ละตัวแปรกับอุณหภูมิภายนอกและกราฟเปรียบเทียบเป็น % กับ

อุณหภูมิภายนอกห้องทดลอง และตารางแสดงค่า สูงสุด ต่ำสุด เป็นเปอร์เซ็นต์ ในการทดลองนี้ โดยที่ทำการเปรียบเทียบกับสภาพอากาศภายนอกห้องทดลอง โดยที่การวิเคราะห์มีดังนี้



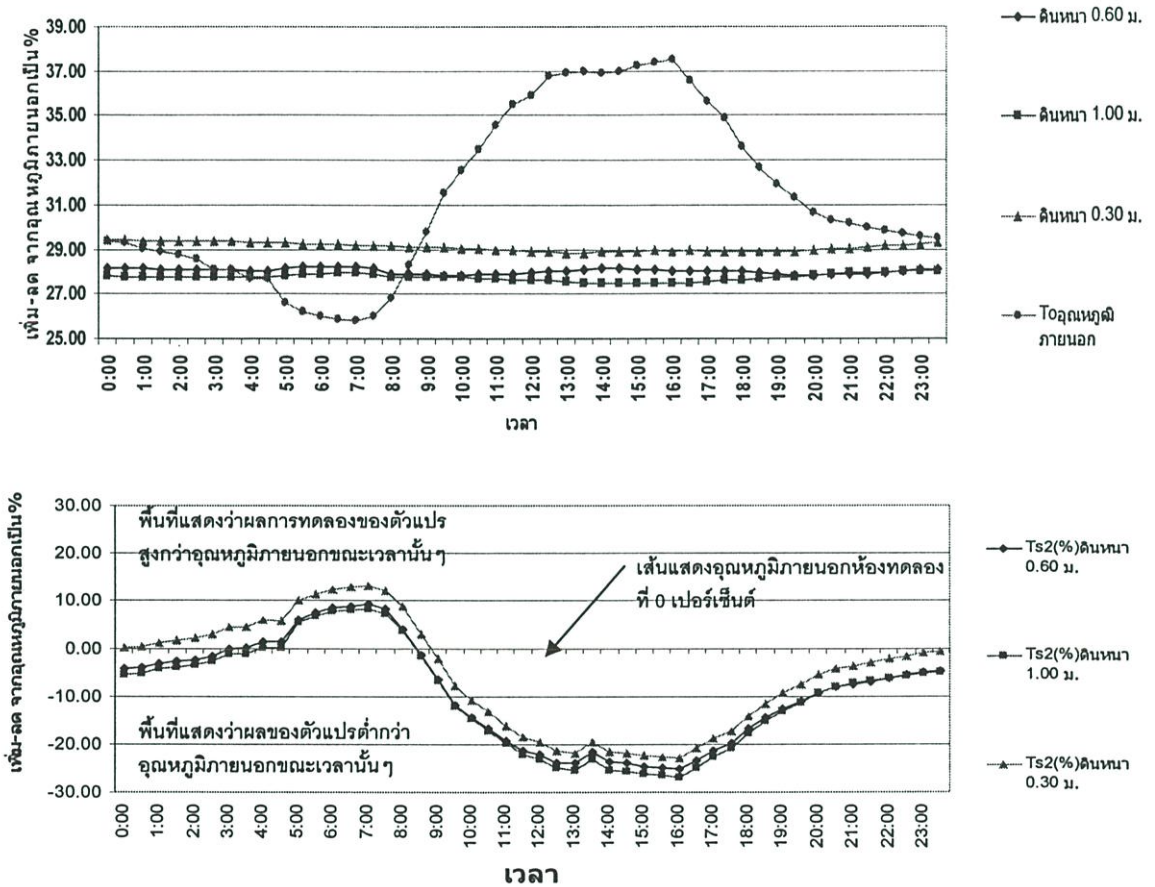
รูปที่ 4.10 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิดินที่ระดับ 0.60 ม. การทดลองที่ 2

อุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 0.60 ม. (Ts1) ในการทดลองจะแตกต่างกันโดยที่ห้องทดลองที่มีดินถมผนังหนาจากผนัง 0.30 ม. จะมีค่าอุณหภูมิที่สูงกว่าห้องทดลองที่มีการถมดิน 0.60 ม. และ 1.00 ม. ตามลำดับโดยที่

ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 0.30 ม. อุณหภูมิเฉลี่ย	29.29 °C
ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 0.60 ม. อุณหภูมิเฉลี่ย	28.09 °C
ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 1.00 ม. อุณหภูมิเฉลี่ย	27.67 °C

จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่มีดินถมผนัง 0.30 ม.มีอุณหภูมิอุณหภูมิสูงที่สุดและห้องทดลองที่มีดินที่ผนังหนา 0.60 ม. และห้องทดลองที่มีดินถมผนังหนา 1.00 ม. จะมีค่าอุณหภูมิใกล้เคียงกัน

โดยที่แนวโน้มการขึ้นลงของอุณหภูมิตลอดทั้งวัน จะต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกห้องทดลอง แต่จะมีช่วงที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกที่เวลา 2.00 น – 8.00 น.



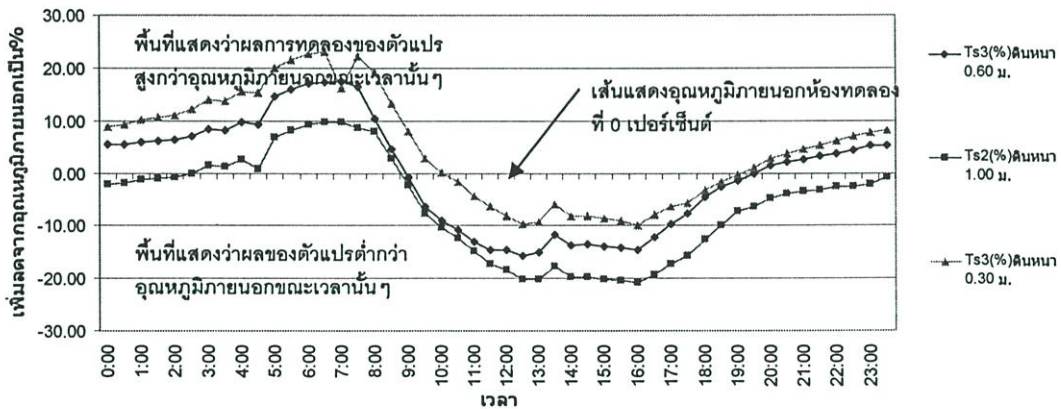
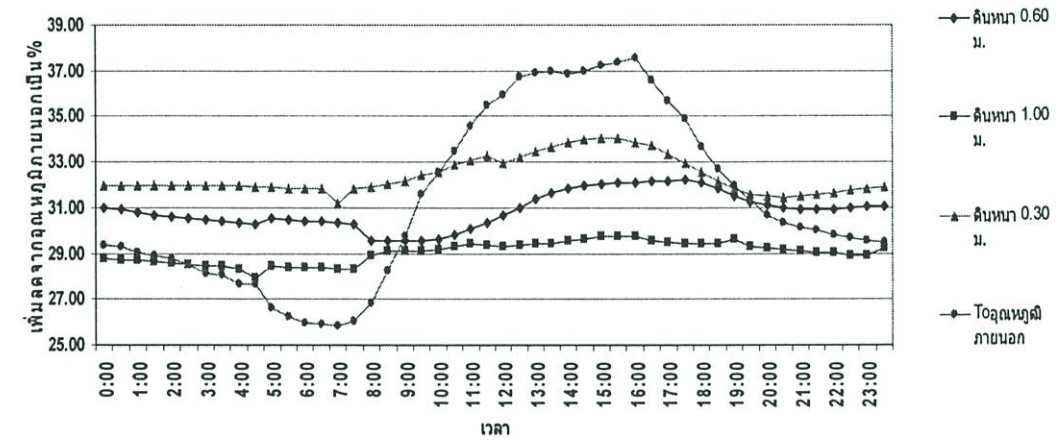
รูปที่ 4.11 กราฟแสดงการวิเคราะห์ห่ออุณหภูมิผนังระดับ 0.40 เมตร การทดลองที่ 2

อุณหภูมิผนังที่ระดับความลึก 0.40 ม. (Ts2) ในการทดลองจะแตกต่างกันโดยที่ห้องทดลองที่มีดินถมผนังหนาจากผนัง 0.30 ม. จะมีค่าอุณหภูมิที่สูงกว่าห้องทดลองที่มีการถมดิน 0.60 ม.และ 1.00 ม. ตามลำดับ โดยที่

ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 0.30 ม.อุณหภูมิเฉลี่ย	29.11 °C
ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 0.60 ม.อุณหภูมิเฉลี่ย	28.03 °C
ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 1.00 ม.อุณหภูมิเฉลี่ย	27.75 °C

จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่มีดินถมผนัง 0.30 ม. มีอุณหภูมิอุณหภูมิสูงสุดและห้องทดลองที่มีดินที่ผนังหนา 0.60 ม. และห้องทดลองที่มีดินถมผนังหนา 1.00 ม. จะมีค่าอุณหภูมิใกล้เคียง

โดยที่แนวโน้มการขึ้นลงของอุณหภูมิตลอดทั้งวัน จะต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกห้องทดลองแต่จะมีช่วงที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกที่เวลา 2.00 น – 9.00 น.



รูปที่ 4.12 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิดินที่ระดับ 0.20 เมตร การทดลองที่ 2

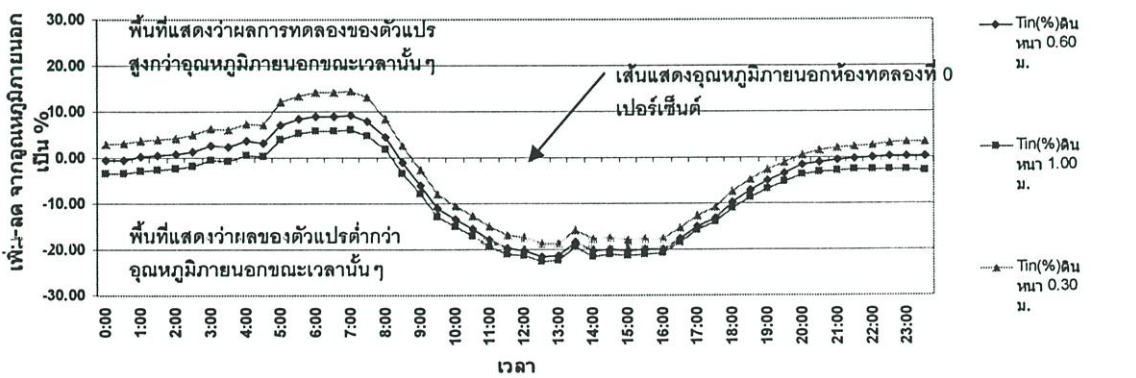
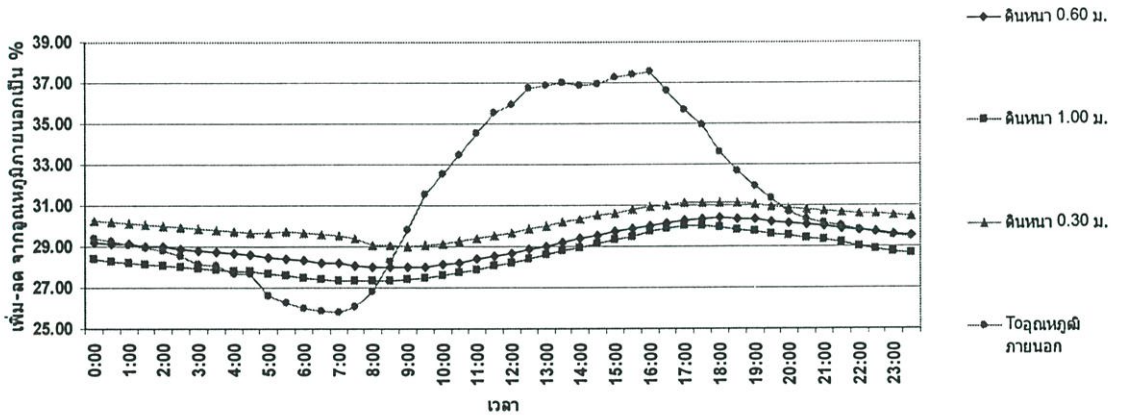
อุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 0.20 ม. (Ts3) ในการทดลองจะแตกต่างกันโดยที่ห้องทดลองที่มีดินถมผนังหนาจากผนัง 0.30 ม. จะมีค่าอุณหภูมิที่สูงกว่าห้องทดลองที่มีการถมดิน 0.60 ม. และ 1.00 ม. ตามลำดับโดยที่

- ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 0.30 ม. อุณหภูมิเฉลี่ย 32.38 ° C
- ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 0.60 ม. อุณหภูมิเฉลี่ย 30.88 ° C

ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 1.00 ม. อุณหภูมิเฉลี่ย 29.03 °C

จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่มีดินถมผนัง 0.30 ม. มีอุณหภูมิอุณหภูมิสูงสุดและห้องทดลองที่ถมดินที่ผนังหนา 0.60 ม. และห้องทดลองที่มีดินถมผนังหนา 1.00 ม. จะมีค่าอุณหภูมิแตกต่างกันเป็นลำดับอย่างชัดเจน

โดยที่แนวโน้มการขึ้นลงของอุณหภูมิตลอดทั้งวันจะแตกต่างกัน โดยที่ห้องทดลองที่มีดินถมหนา 0.30 ม. จะมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศที่เวลา 19.00 – 10.00 น. ส่วนห้องทดลองที่มีดินถมหนา 0.60 ม. จะมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศที่ เวลา 19.00 – 9.00 น. และห้องทดลองที่มีดินถมหนา 1.00 ม. จะมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศที่ เวลา 2.00 – 8.00 น.



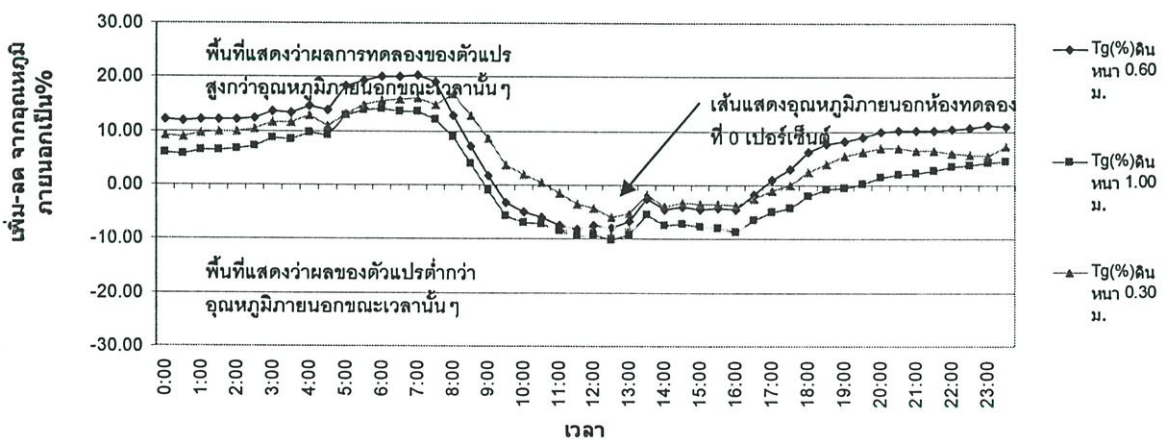
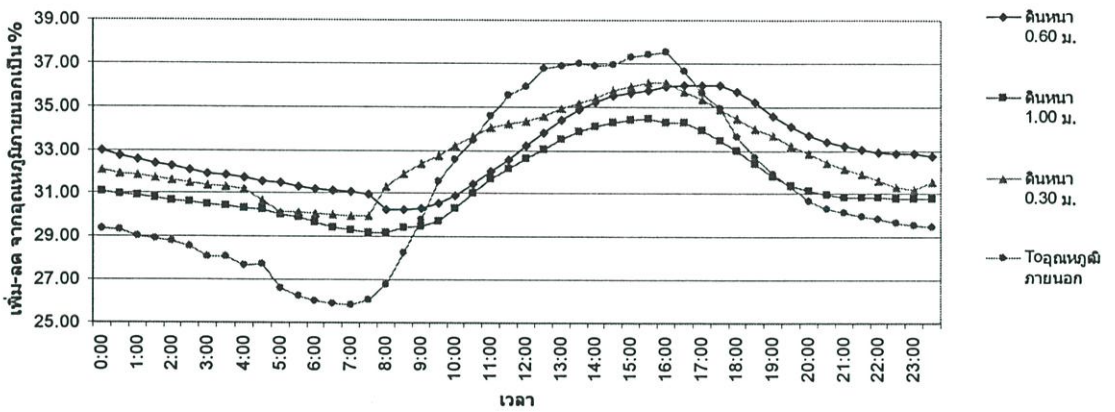
รูปที่ 4.13 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิผิวผนังภายในห้องทดลอง การทดลองที่ 2

อุณหภูมิที่ผิวผนังภายในห้องทดลอง (Tin) ห้องทดลองทั้ง 3 ห้องทดลอง จะแตกต่างกัน โดยที่ห้องทดลองที่มีดินถมผนังหนาจากผนัง 0.30 ม. จะมีค่าอุณหภูมิที่สูงกว่าห้องทดลองที่มีการถมดิน 0.60 ม. และ 1.00 ม. ตามลำดับโดยที่

ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 0.30 ม.อุณหภูมิเฉลี่ย	30.14 °C
ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 0.60 ม.อุณหภูมิเฉลี่ย	29.16 °C
ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 1.00 ม.อุณหภูมิเฉลี่ย	28.52 °C

จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่มีดินถมผนัง 0.30 ม.มีอุณหภูมิอุณหภูมิสูงสุดและห้องทดลองที่ถมดินที่ผนังหนา 0.60 ม. และห้องทดลองที่มีดินถมผนังหนา 1.00 ม. จะมีค่าอุณหภูมิใกล้เคียง

โดยที่แนวโน้มการขึ้นลงของอุณหภูมิตลอดทั้งวัน จะต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกห้องทดลองแต่จะมีช่วงที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกที่เวลา 1.00 น – 8.00 น.



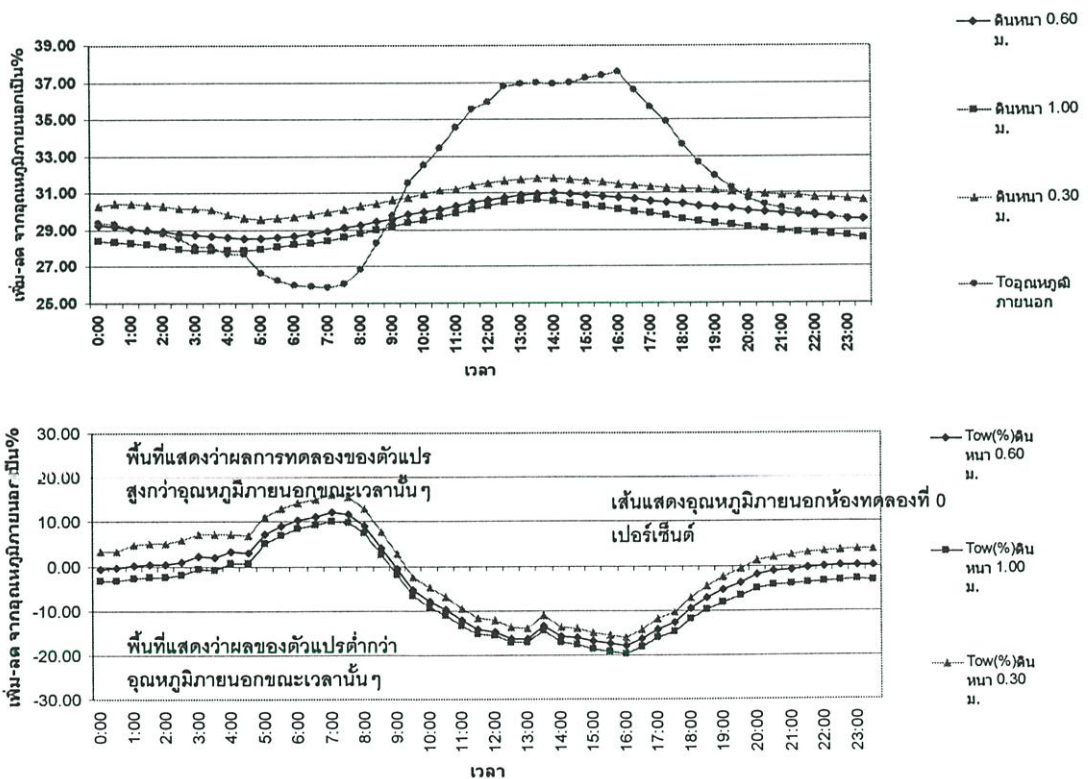
รูปที่ 4.14 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิรวมการแผ่รังสีภายในห้องทดลอง การทดลองที่ 2

อุณหภูมิที่ผิวหนังภายในห้องทดลอง (Tg) ทั้ง 3 ห้องทดลอง จะแตกต่างกันโดยที่ห้องทดลองที่มีดินถมผนังหนาจากผนัง 0.30 ม. จะมีค่าอุณหภูมิที่สูงกว่าห้องทดลองที่มีการถมดิน 0.60 ม.และ 1.00 ม. ตามลำดับโดยที่

ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 0.30 ม.อุณหภูมิเฉลี่ย 33.00 °C โดยที่ค่าสูงสุดอยู่ที่ 36.12 °C ที่เวลา 15.30 น. ส่วนห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 0.60 ม. อุณหภูมิเฉลี่ย 32.75 °C โดยที่ค่าอุณหภูมิสูงสุด 36.00 °C ที่เวลา 16.30 น. และ ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 1.00 ม.อุณหภูมิเฉลี่ย 31.45 °C โดยที่ค่าอุณหภูมิสูงสุด 34.44 °C ที่เวลา 14.00 น.

จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่มีดินถมผนัง 0.30 ม.มีอุณหภูมิอุณหภูมิสูงที่สุด และห้องทดลองที่ถมดินที่ผนังหนา 0.60 ม. และห้องทดลองที่มีดินถมผนังหนา 1.00 ม. จะมีค่าอุณหภูมิใกล้เคียงกัน

โดยที่แนวโน้มการขึ้นลงของอุณหภูมิตลอดทั้งวัน จะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกห้องทดลองแต่จะมีช่วงที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกที่เวลา 10.00 น – 17.00 น.



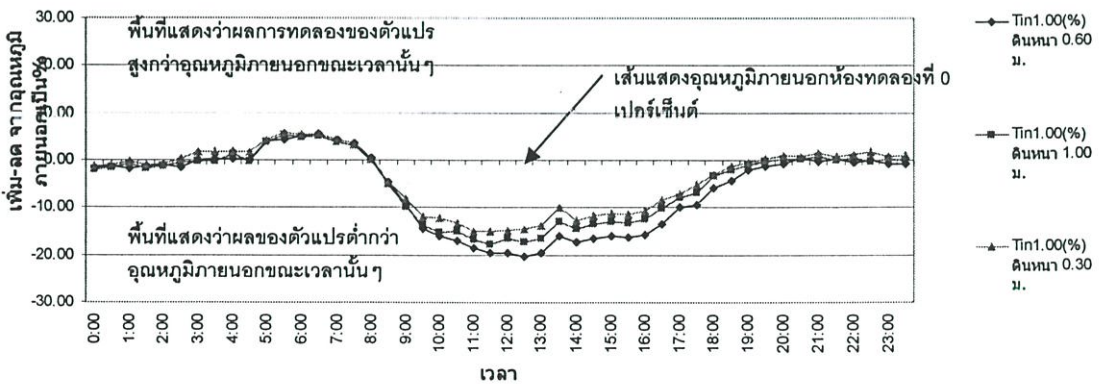
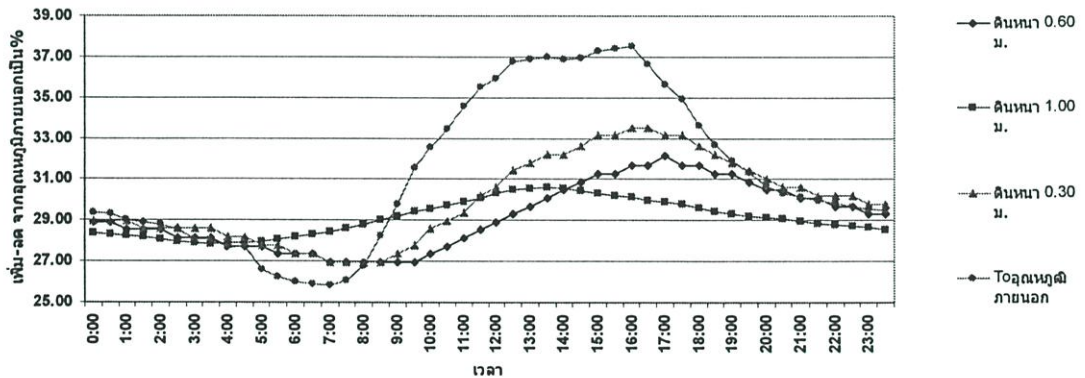
รูปที่ 4.15 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิผิวหนังภายนอกห้องทดลอง การทดลองที่ 2

อุณหภูมิที่ผิวผนังภายในห้องทดลอง (Tow) ทั้ง 3 ห้องทดลอง จะแตกต่างกัน โดยที่ห้องทดลองที่มีดินถมผนังหนาจากผนัง 0.30 ม. จะมีค่าอุณหภูมิที่สูงกว่าห้องทดลองที่มีการถมดิน 0.60 ม. และ 1.00 ม. ตามลำดับ โดยที่

ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 0.30 ม.อุณหภูมิเฉลี่ย	30.78 °C
ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 0.60 ม.อุณหภูมิเฉลี่ย	29.77 °C
ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 1.00 ม.อุณหภูมิเฉลี่ย	29.10°C

จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่มีดินถมผนัง 0.30 ม.มีอุณหภูมิอุณหภูมิสูงสุด และห้องทดลองที่ถมดินที่ผนังหนา 0.60 ม. และห้องทดลองที่มีดินถมผนังหนา 1.00 ม. จะมีค่าอุณหภูมิใกล้เคียงกัน

โดยที่แนวโน้มการขึ้นลงของอุณหภูมิตลอดทั้งวันจะต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกห้องทดลองแต่จะมีช่วงที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกที่เวลา 0.00 น – 9.00 น.



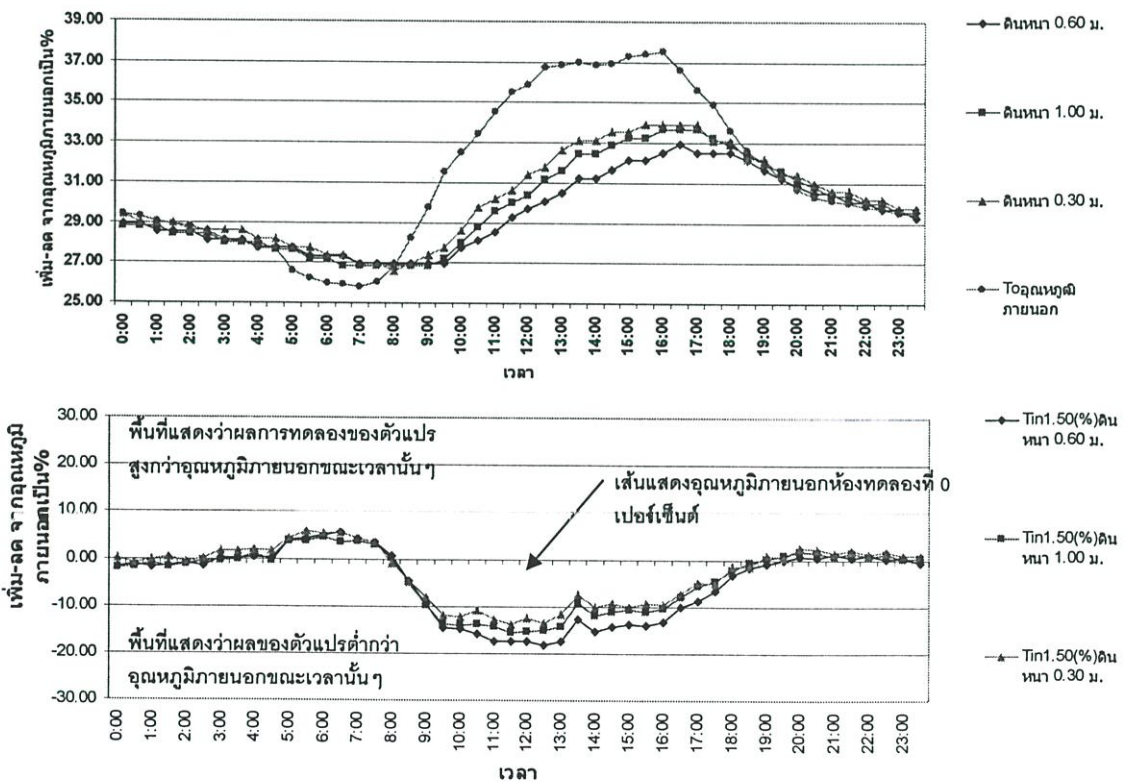
รูปที่ 4.16 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 ม. การทดลองที่ 2

อุณหภูมิผิวผนังภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 ม. (Tin1.00) ทั้ง 3 ห้องทดลอง จะแตกต่างกัน โดยที่ห้องทดลองที่มีดินถมผนังหนาจากผนัง 0.30 ม. จะมีค่าอุณหภูมิที่สูงกว่าห้องทดลองที่มีการถมดิน 0.60 ม. และ 1.00 ม. ตามลำดับโดยที่

ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 0.30 ม.อุณหภูมิเฉลี่ย	29.94 °C
ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 0.60 ม.อุณหภูมิเฉลี่ย	29.16 °C
ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 1.00 ม.อุณหภูมิเฉลี่ย	29.53 °C

จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่มีดินถมผนัง 0.30 ม.มีอุณหภูมิอุณหภูมิสูงสุด และห้องทดลองที่ถมดินที่ผนังหนา 1.00 ม. และห้องทดลองที่มีดินถมผนังหนา 0.60 ม. จะมีค่าอุณหภูมิเป็นลำดับกับ

โดยที่แนวโน้มการขึ้นลงของอุณหภูมิตลอดทั้งวัน จะต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกห้องทดลองแต่จะมีช่วงที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกที่เวลา 4.00 น – 8.00 น.



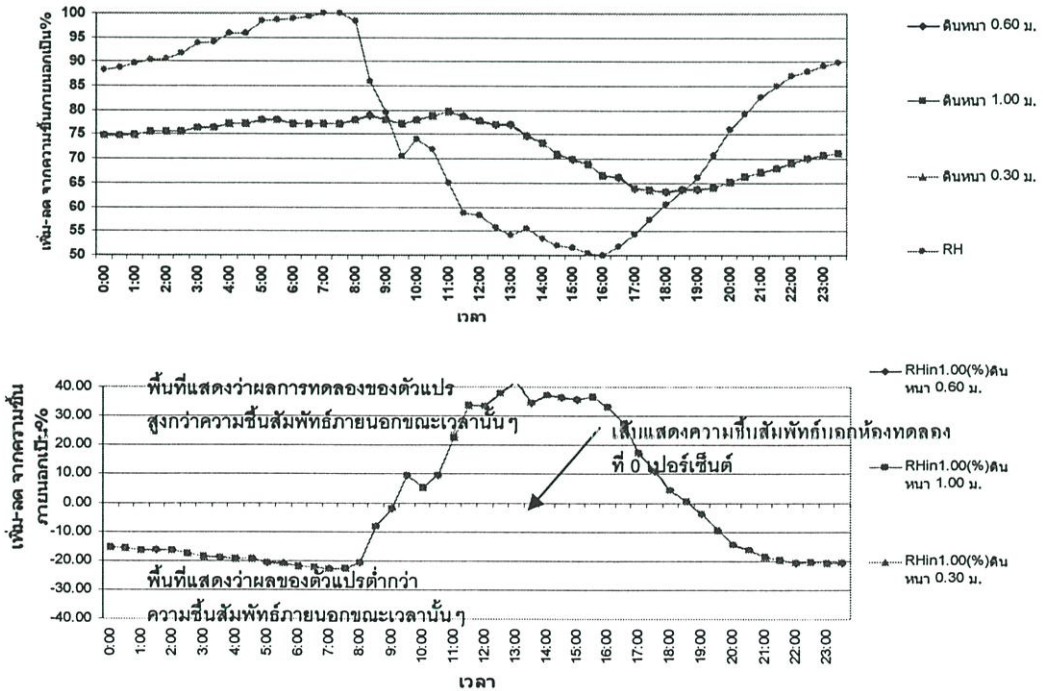
รูปที่ 4.17 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50 ม. การทดลองที่ 2

อุณหภูมิผิวผนังภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50 ม. (Tin1.50) ทั้ง 3 ห้องทดลอง จะแตกต่างกัน โดยที่ห้องทดลองที่มีดินถมผนังหนาจากผนัง 0.30 ม. จะมีค่าอุณหภูมิที่สูงกว่าห้องทดลองที่มีการถมดิน 0.60 ม. และ 1.00 ม. ตามลำดับโดยที่

ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 0.30 ม.อุณหภูมิเฉลี่ย	30.19 °C
ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 0.60 ม.อุณหภูมิเฉลี่ย	29.49 °C
ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 1.00 ม.อุณหภูมิเฉลี่ย	29.83 °C

จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่มีดินถมผนัง 0.30 ม.มีอุณหภูมิอุณหภูมิสูงสุด และห้องทดลองที่ถมดินที่ผนังหนา 1.00 ม. และห้องทดลองที่มีดินถมผนังหนา 0.60 ม. จะมีค่าอุณหภูมิเป็นลำดับกับ โดยที่โดยรวมจะสูงกว่าอุณหภูมิภายในห้องทดลองสูง 1.00 ม.

โดยที่แนวโน้มการขึ้นลงของอุณหภูมิตลอดทั้งวัน จะต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกห้องทดลองแต่จะมีช่วงที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกที่เวลา 4.00 น – 8.00 น.

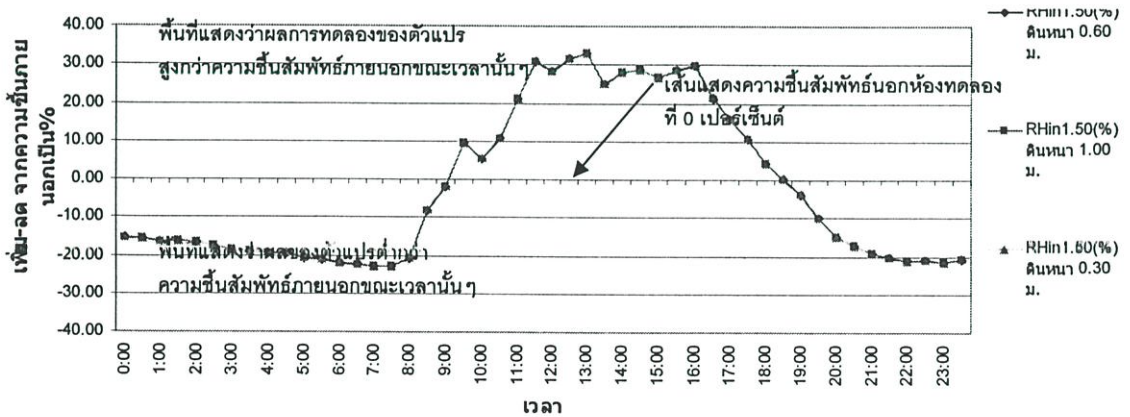
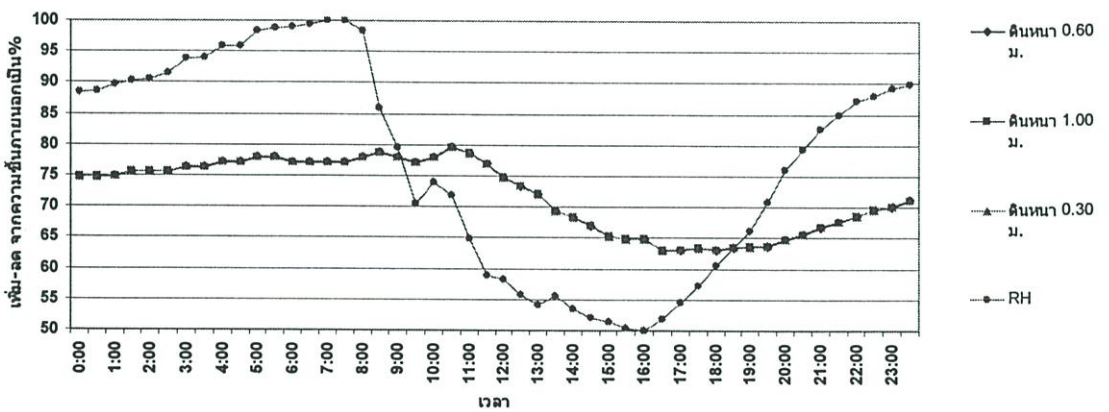


รูปที่ 4.18 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 ม. การทดลองที่ 2

ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 ม. (RHin1.00) ทั้ง 3 ห้องทดลอง ไม่แตกต่างกันมากโดยที่ห้องทดลองที่มีดินถมผนังหนาจากผนัง 0.30 ม. 0.60 ม.และ 1.00 ม. จะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เท่ากัน

ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 0.30 ม.อุณหภูมิเฉลี่ย	73.03 %
ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 0.60 ม.อุณหภูมิเฉลี่ย	72.96 %
ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 1.00 ม.อุณหภูมิเฉลี่ย	72.89 %

โดยที่แนวโน้มการขึ้นลงของความชื้นสัมพัทธ์ตลอดทั้งวันจะต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องทดลองแต่จะมีช่วงที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกที่เวลา 9.00 น – 19.00 น. เป็นเวลากลางวัน



รูปที่ 4.19 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50 ม. การทดลองที่ 2

ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50 ม. (RHin1.50) ทั้ง 3 ห้องทดลอง ไม่แตกต่างกันมาก โดยที่ห้องทดลองที่มีดินถมผนังหนาจากผนัง 0.30 ม. 0.60 ม. และ 1.00 ม. จะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เท่ากัน

ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 0.30 ม. อุณหภูมิเฉลี่ย	72.08 %
ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 0.60 ม. อุณหภูมิเฉลี่ย	72.01 %
ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 1.00 ม. อุณหภูมิเฉลี่ย	71.94 %

โดยที่แนวโน้มการขึ้นลงของความชื้นสัมพัทธ์ตลอดทั้งวันจะต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องทดลองแต่จะมีช่วงที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกที่เวลา 9.00 น – 19.00 น. เป็นเวลากลางวัน

ตารางที่ 4.3 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองหุ่นจำลองถมดินร่วนด้านทิศใต้ หนา 0.30 เป็น %

ตัวแปรภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกหุ่นจำลอง								
Rad.	684.91		0.00		684.91		160.74	
Time	12.00		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ่นจำลอง								
ตัวแปรภูมิอากาศ	1	2	3	4	1 - 2	2 - 4	Average	
Ts1	37.55	14.14	25.82	-21.92	11.73	36.06	31.32	-5.10
Time	16.00	7.00	7.00	16.30				
Ts2	37.55	13.09	25.82	-22.96	11.73	36.05	31.32	-5.63
Time	16.00	7.00	7.00	16.30				
Ts3	37.55	23.01	25.82	-9.88	11.73	32.89	31.32	4.59
Time	16.00	6.30	7.00	16.30				
Tow	37.55	10.02	25.82	-19.79	11.73	29.80	31.32	-5.99
Time	16.00	7.00	7.00	16.30				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ่นจำลอง								
Tin	37.55	5.93	25.82	-22.64	11.73	28.57	31.32	-7.82
Time	16.00	7.00	7.00	12.30				
Tg	37.55	16.82	25.82	-5.93	11.73	22.76	31.32	5.53
Time	16.00	8.00	7.00	12.30				
Tin1.00	37.55	5.85	25.82	-14.96	11.73	20.81	31.32	-3.63
Time	16.00	5.30	7.00	11.30				
Tin1.50	37.55	5.85	25.82	-13.82	11.73	19.67	31.32	-2.90
Time	16.00	5.30	7.00	11.30				
RH1.00	100.00	42.21	49.98	-22.72	50.02	64.93	77.09	-0.55
Time	7.00	13.00	16.00	7.00				
RH1.50	100.00	33.16	49.98	-22.72	50.02	55.88	77.09	-2.31
Time	7.00	13.00	16.00	7.00				

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

ตารางที่ 4.4 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองหุ้่นจำลองมดินร่วนด้านทิศใต้
หนา 0.60 เป็น %

ตัวแปรภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกหุ้่นจำลอง								
Rad.	684.91		0.00		684.91		160.74	
Time	12.00		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ้่นจำลอง								
ตัวแปรภูมิอากาศ	1	2	3	4	1 - 2	2 - 4	Average	
Ts1	37.55	8.66	25.82	-24.19	11.73	32.85	31.32	-9.04
Time	16.00	7.00	7.00	16.00				
Ts2	37.55	9.25	25.82	-25.27	11.73	34.51	31.32	-9.18
Time	16.00	7.00	7.00	16.00				
Ts3	37.55	17.58	25.82	-15.65	11.73	33.24	31.32	-0.13
Time	16.00	7.00	7.00	12.30				
Tow	37.55	16.06	25.82	-16.12	11.73	32.18	31.32	-0.52
Time	16.00	7.00	7.00	16.00				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ้่นจำลอง								
Tin	37.55	14.45	25.82	-18.75	11.73	33.19	31.32	-2.44
Time	16.00	7.00	7.00	12.30				
Tg	37.55	20.37	25.82	-8.22	11.73	28.59	31.32	6.42
Time	16.00	7.00	7.00	11.30				
Tin1.00	37.55	5.57	25.82	-20.27	11.73	25.83	31.32	-5.96
Time	16.00	6.30	7.00	12.30				
Tin1.50	37.55	5.57	25.82	-18.13	11.73	23.70	31.32	-4.98
Time	16.00	6.30	7.00	12.30				
RH1.00	100.00	42.07	49.98	-22.80	50.02	64.87	77.09	-0.65
Time	7.00	13.00	16.00	7.00				
RH1.50	100.00	33.03	49.98	-22.80	50.02	55.83	77.09	-2.40
Time	7.00	13.00	16.00	7.00				

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

ตารางที่ 4.5 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองหุ้่นจำลองดินร่วนด้านทิศใต้
หนา 1.00 เป็น %

ตัวแปรภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกหุ้่นจำลอง								
Rad.	684.91		0.00		684.91		160.74	
Time	12.00		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในดินที่มอดหุ้่นจำลอง								
ตัวแปรภูมิอากาศ	1	2	3	4	1 - 2	2 - 4	Average	
Ts1	37.55	7.88	25.82	-26.20	11.73	34.08	31.32	-10.31
Time	16.00	7.00	7.00	16.00				
Ts2	37.55	8.37	25.82	-26.84	11.73	35.21	31.32	-10.01
Time	16.00	7.00	7.00	16.00				
Ts3	37.55	9.80	25.82	-20.75	11.73	30.54	31.32	-6.09
Time	16.00	7.00	7.00	16.00				
Tow	37.55	12.11	25.82	-18.07	11.73	30.19	31.32	-3.81
Time	16.00	7.00	7.00	16.00				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ้่นจำลอง								
Tin	37.55	9.14	25.82	-21.50	11.73	30.64	31.32	-5.68
Time	16.00	7.00	7.00	12.30				
Tg	37.55	14.11	25.82	-10.12	11.73	24.23	31.32	1.29
Time	16.00	6.00	7.00	12.30				
Tin1.00	37.55	5.29	25.82	-17.78	11.73	23.07	31.32	-4.87
Time	16.00	5.30	7.00	11.30				
Tin1.50	37.55	4.71	25.82	-15.53	11.73	20.24	31.32	-4.02
Time	16.00	6.00	7.00	11.30				
RH1.00	100.00	41.92	49.98	-22.88	50.02	64.80	77.09	-0.75
Time	7.00	13.00	16.00	7.00				
RH1.50	100.00	32.89	49.98	-22.88	50.02	55.77	77.09	-2.50
Time	7.00	13.00	16.00	7.00				

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

4.3.2.1 สรุปการวิเคราะห์ผลการทดลองที่ 2 การทดลองเปรียบเทียบความหนาของดินในการลดความร้อนให้กับอาคาร

จากสมมติฐานการทดลอง : อาคารที่มีดินต่างความหนากันถมผนังอาคาร จะทำให้อุณหภูมิภายในไม่เท่ากัน โดยที่อุณหภูมิจะแปรผันตามความหนาของดิน

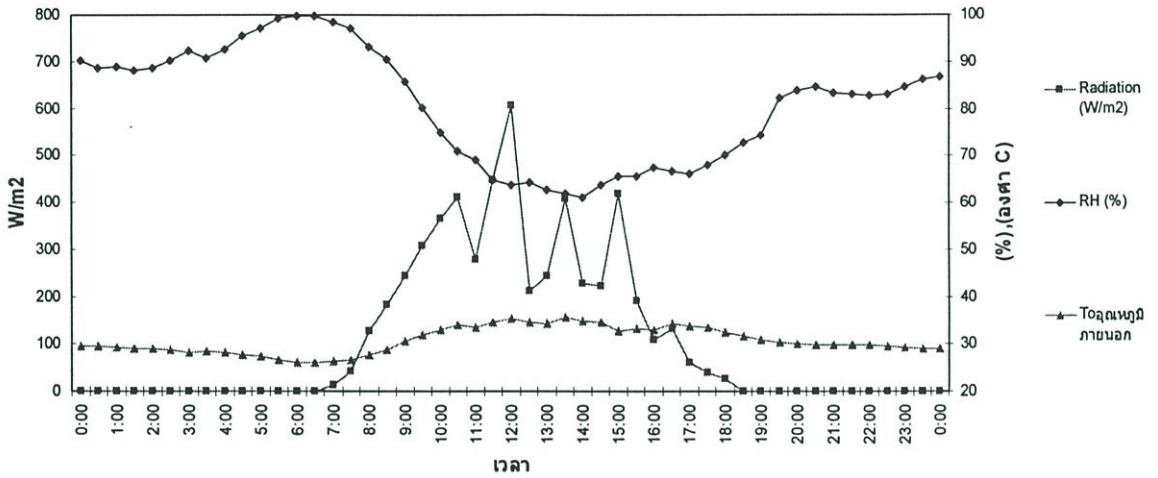
จากกราฟการวิเคราะห์ผลการทดลองเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ต่อสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง จะเห็นได้ว่า ห้องทดลองแบบที่มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุดคือ ห้องทดลองที่มีดินถมผนัง 0.30 ม. จะมีค่าที่เก็บอุณหภูมิภายในห้องทดลองสูงที่สุดและห้องทดลองที่มีดินถมผนังหนา 0.60 ม. และห้องทดลองที่มีดินถมผนังหนา 1.00 ม. จะมีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน

โดยที่อุณหภูมิของห้องทดลองที่ถมดินหนา 0.60 จะมีอุณหภูมิสูงกว่าห้องทดลองถมดินหนา 1.00 ม.เล็กน้อย

ดังนั้นจากการทดลองนี้จะแสดงให้เห็นว่าการที่ถมดินที่ผนังห้องทดลองเมื่อมีความหนาเพิ่มขึ้นทำให้อุณหภูมิภายในห้องทดลองมีแนวโน้มที่จะลดลงเมื่อเพิ่มความหนาของดิน แต่เมื่อถมมาที่ความหนามากขึ้นมากขึ้นจะทำให้ผลอุณหภูมิในห้องทดลองไม่มากเท่ากับความหนาที่ยังมีระยะที่น้อย ซึ่งสังเกตได้จาก ห้องทดลองที่ถมดินหนา 0.30 ม. จะให้ผลที่ดีกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง ห้องทดลองที่ถมดินหนา 0.60 ม. จะให้ผลที่ดีกว่าห้องทดลองที่ถมดิน 0.30 ม. ส่วนห้องทดลองที่ถมดินหนา 1.00 ม. จะให้ผลที่ดีกว่าห้องทดลองที่ถมดิน 0.60 ม. และความชื้นภายในห้องทดลองจะมีค่าความชื้นที่ไม่แตกต่างกันมากนัก

จากผลทางด้านอุณหภูมิห้องทดลองถมดินหนา 0.30ม. – 0.60ม. มีความต่างกันมากกว่าผลทางด้านอุณหภูมิห้องทดลองถมดินหนา 0.60ม. – 1.00 ม. ซึ่งต่างกันไม่มากแสดงให้เห็นว่าถมดินหนา 0.60 ม. กับถมดินหนา 1.00 ม. ไม่ส่งผลต่ออุณหภูมิที่ลดลงไม่ต่างกันมากนัก แสดงว่าอาคารที่มีดินต่างความหนา กันถมผนังอาคารจะทำให้อุณหภูมิภายในไม่เท่ากัน โดยที่อุณหภูมิจะแปรผันตามความหนาของดินจะเป็นลักษณะนี้ในช่วงแรกแต่เมื่อถึงความหนาหนึ่งแล้วอุณหภูมิภายในจะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ส่วนปริมาณความชื้นของทั้ง 3 ห้องทดลองไม่มีความแตกต่างกันมากทำให้ความหนาของดินในการถมผนังห้องทดลองแต่ละความหนาจะไม่มีผลกับความชื้นที่เกิดภายในห้องทดลอง

4.3.3 การวิเคราะห์ผลการทดลอง 3 การทดลองเปรียบเทียบพืชคลุมดินในการลดความร้อนให้กับอาคาร

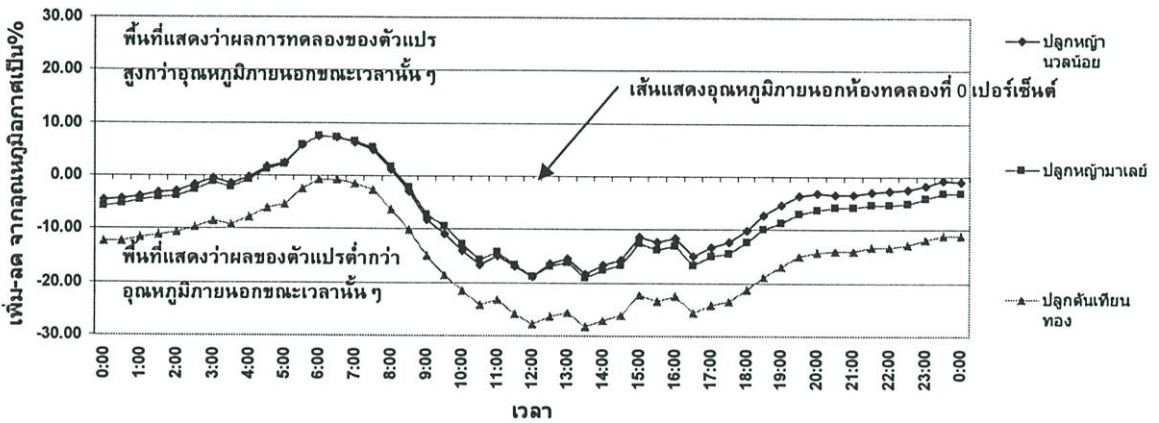
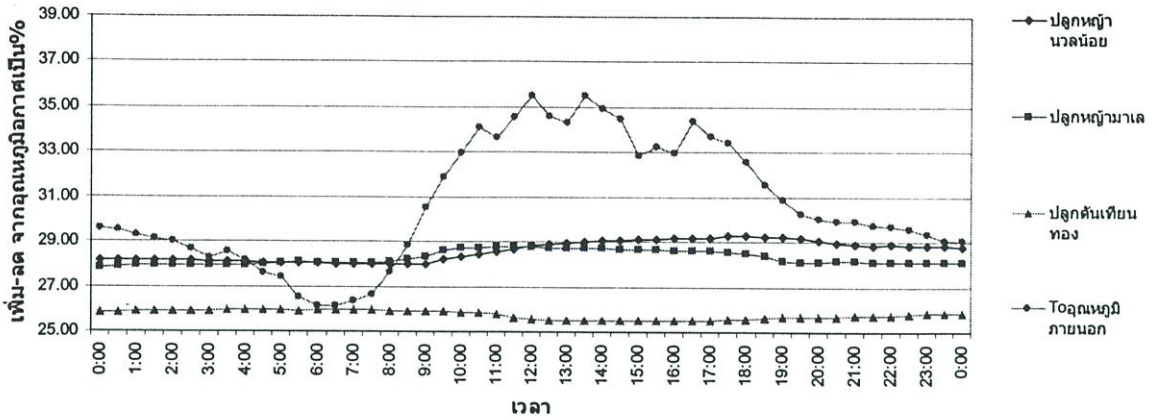


รูปที่ 4.20 แสดงกราฟแสดงสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองที่ 3

สภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองที่ 3 จากกราฟสภาพอากาศวันที่ทำการทดลองมีอากาศปลอดโปร่งโดยที่มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

อุณหภูมิอากาศ มีอุณหภูมิอากาศสูงสุด ที่	35.55 °C	ที่เวลา 13.30 น.
อุณหภูมิอากาศ มีอุณหภูมิอากาศต่ำสุด ที่	28.13 °C	ที่เวลา 8.00 น.
อุณหภูมิอากาศ เฉลี่ยตลอดทั้งวัน	30.66 °C	
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดทั้งวัน	80.82 %	
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์สูงสุดที่	606.15 W/m ²	ที่เวลา 12.00 น.
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดทั้งวันที่	108.61 W/m ²	

การวิเคราะห์จะทำการวิเคราะห์ในแต่ละตัวแปรเปรียบเทียบใน 3 ห้องทดลองจากกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิแต่ละตัวแปรกับอุณหภูมิภายนอกและกราฟเปรียบเทียบเป็น % กับอุณหภูมิภายนอกห้องทดลอง และตารางแสดงค่า สูงสุด ต่ำสุด เป็นเปอร์เซ็นต์ ในการทดลองนี้ โดยที่ทำการเปรียบเทียบกับสภาพอากาศภายนอกห้องทดลอง โดยที่การวิเคราะห์มีดังนี้



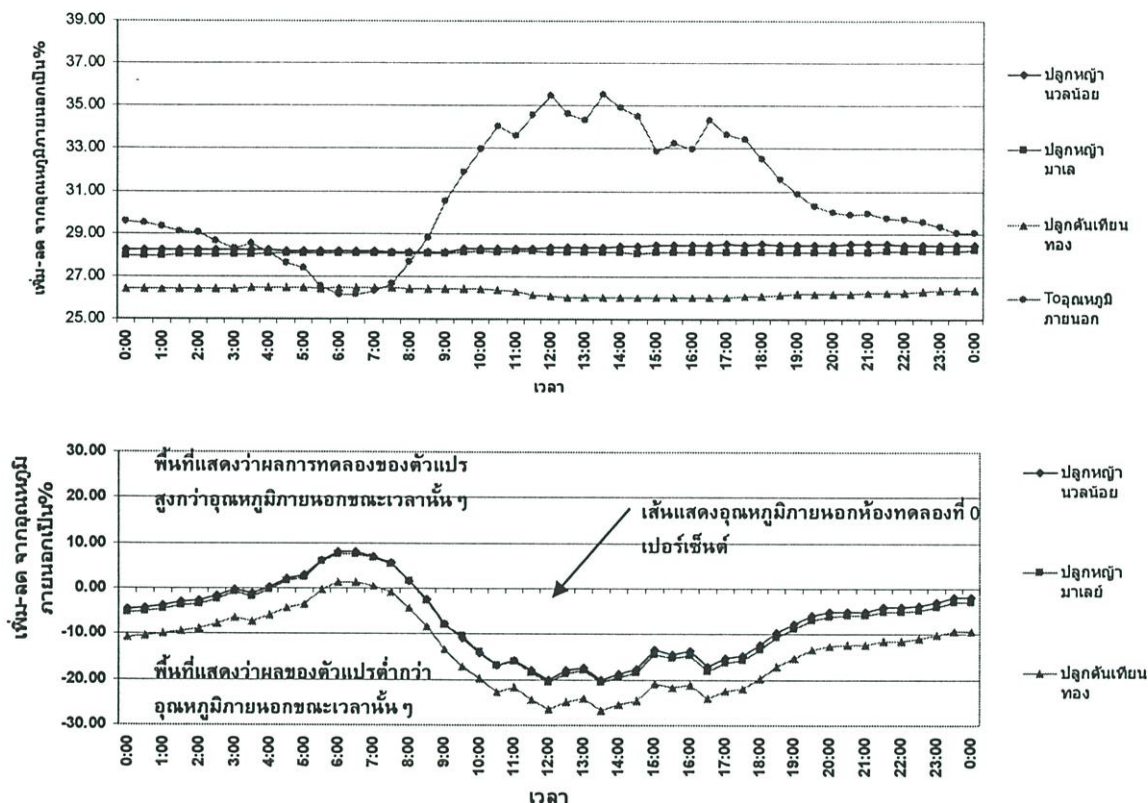
รูปที่ 4.21 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 0.60 ม. การทดลองที่ 3

อุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 0.60 ม. (Ts1).ใน3ห้องทดลองจะแตกต่างกัน โดยที่ห้องทดลองที่ปลุกหญ้านวลน้อย จะมีค่าอุณหภูมิสูงสุดและห้องทดลองที่ปลุกหญ้ามาเลย์จะมีค่าอุณหภูมิลดต่ำลง โดยที่อุณหภูมิต่ำกว่าไม่มาก และห้องทดลองที่ปลุกต้นเทียนทองจะมีค่าอุณหภูมิต่ำกว่าห้องทดลองที่ปลุกหญ้าทั้ง 2 แบบอยู่พอสมควรดังต่อไปนี้

ห้องทดลองที่ปลุกหญ้านวลน้อยมี	อุณหภูมิเฉลี่ย	28.60 °C
ห้องทดลองที่ปลุกหญ้ามาเลย์มี	อุณหภูมิเฉลี่ย	28.29 °C
ห้องทดลองที่ปลุกต้นเทียนทองมี	อุณหภูมิเฉลี่ย	25.76 °C

จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่ปลุกต้นเทียนทองจะมีค่าอุณหภูมิต่ำที่สุด ส่วนห้องทดลองที่ปลุกหญ้ามาเลย์และห้องทดลองที่ปลุกหญ้านวลน้อยจะมีอุณหภูมิลดต่ำลง โดยที่ห้องที่ห้องทดลองที่ปลุกหญ้านวลน้อยจะมีค่าอุณหภูมิสูงกว่าอยู่เล็กน้อย

โดยที่แนวโน้มการขึ้นลงของอุณหภูมิตลอดทั้งวันจะต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกห้องทดลองแต่ห้องทดลองที่ปลูกหญ้านวลน้อยและหญ้าม้าลายจะมีช่วงที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกที่เวลา 4.00 น – 8.00 น.



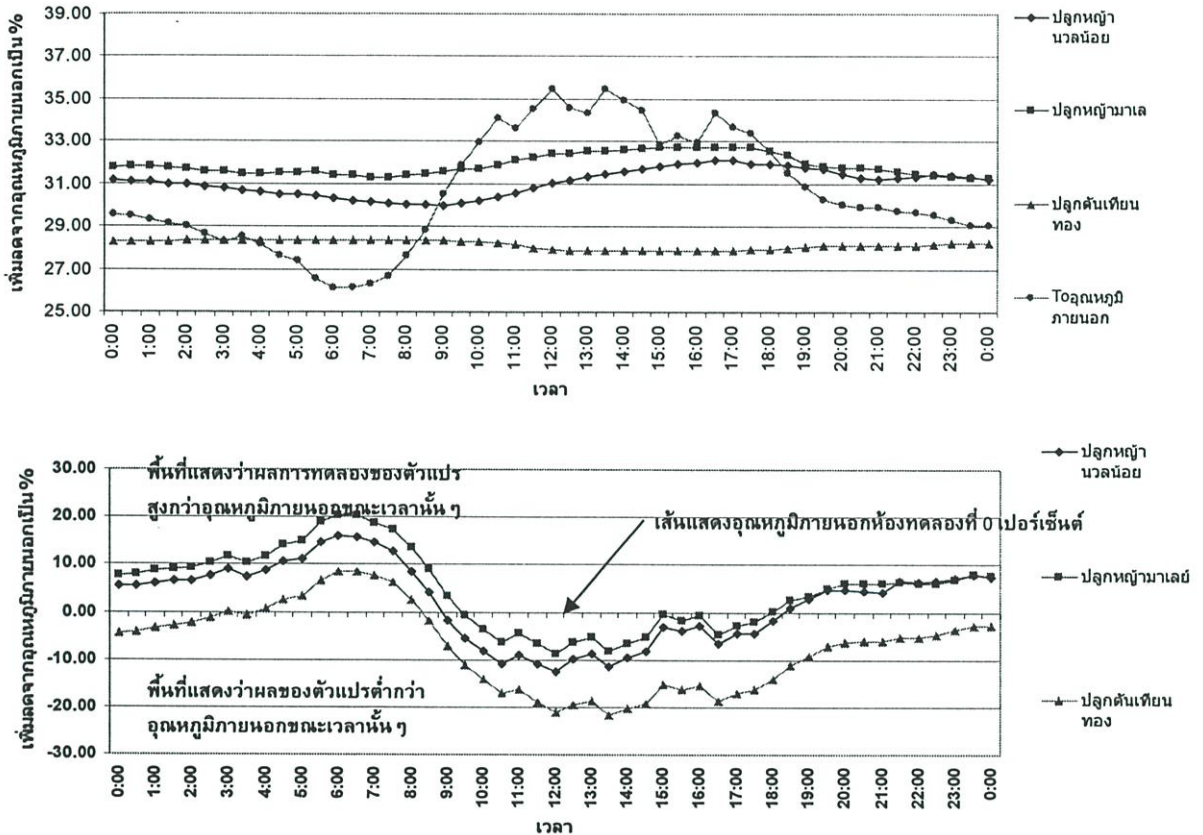
รูปที่ 4.22 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 0.40 ม. การทดลองที่ 3

อุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 0.40 ม. (Ts2) ใน3ห้องทดลองจะแตกต่างกัน โดยที่ห้องทดลองที่ปลูกหญ้านวลน้อย จะมีค่าอุณหภูมิสูงสุดและห้องทดลองที่ปลูกหญ้าม้าลายจะมีค่าอุณหภูมิใกล้เคียงกัน โดยที่อุณหภูมิต่ำกว่าไม่มาก และห้องทดลองที่ปลูกต้นเทียนทองจะมีค่าอุณหภูมิที่ต่ำกว่าห้องทดลองที่ปลูกหญ้าทั้ง 2 แบบอยู่พอสมควรดังต่อไปนี้

ห้องทดลองที่ปลูกหญ้านวลน้อยมี	อุณหภูมิเฉลี่ย	28.34 °C
ห้องทดลองที่ปลูกหญ้าม้าลายมี	อุณหภูมิเฉลี่ย	28.11 °C
ห้องทดลองที่ปลูกต้นเทียนทองมี	อุณหภูมิเฉลี่ย	26.28 °C

จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่ปลูกต้นเทียนทองจะมีค่าอุณหภูมิต่ำที่สุด ส่วนห้องทดลองที่ปลูกหญ้าม้าลายและห้องทดลองที่ปลูกหญ้านวลน้อยจะมีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน โดยที่ห้องที่ห้องทดลองที่ปลูกหญ้านวลน้อยจะมีค่าอุณหภูมิสูงกว่าอยู่เล็กน้อย

โดยที่แนวโน้มการขึ้นลงของอุณหภูมิตลอดทั้งวันจะต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกห้องทดลองแต่ห้องทดลองที่ปลูกหญ้าขนาดเล็กและหญ้ามาเลย์จะมีช่วงที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก ที่เวลา 4.00 น – 8.00 น.



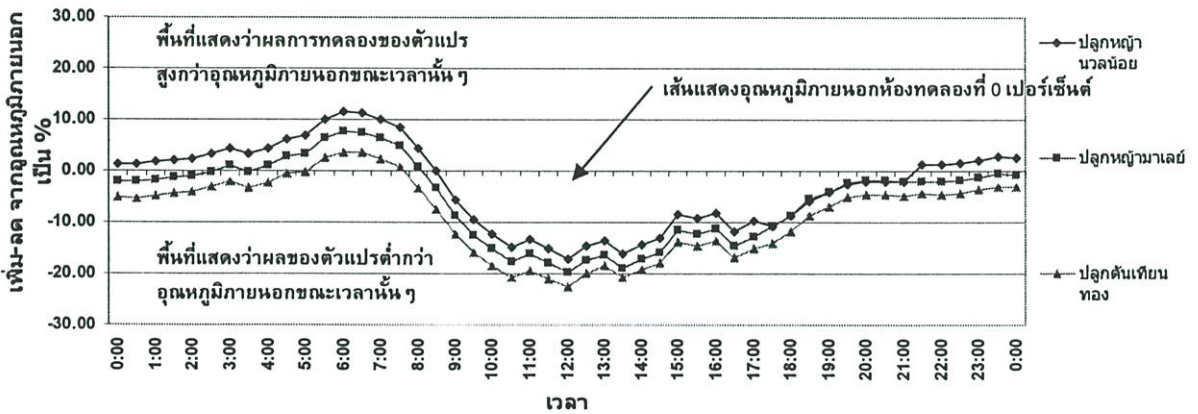
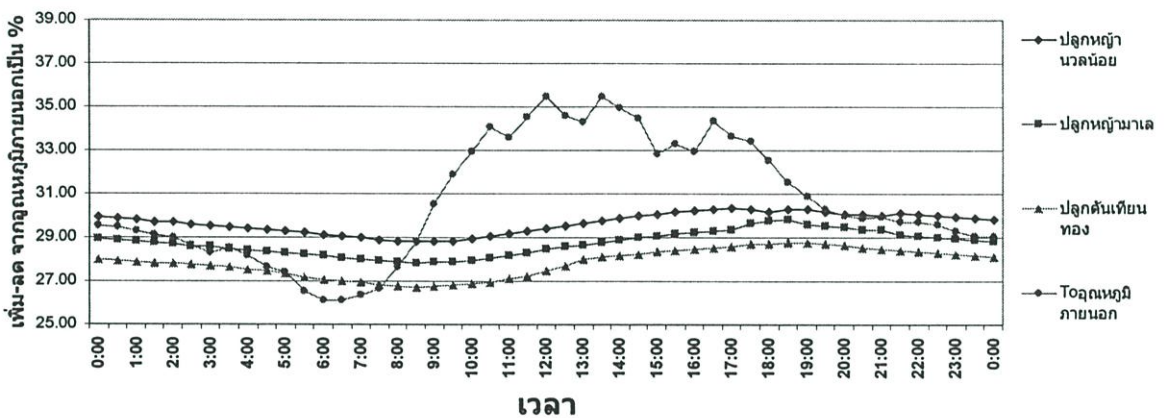
รูปที่ 4.23 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิ दिनที่ระดับความลึก 0.20 ม. การทดลองที่ 3

อุณหภูมิ दिनที่ระดับความลึก 0.20 ม. (Ts3) ใน 3 ห้องทดลองจะแตกต่างกัน โดยที่ห้องทดลองที่ปลูกหญ้าขนาดเล็ก จะมีค่าอุณหภูมิสูงสุดและห้องทดลองที่ปลูกหญ้ามาเลย์จะมีค่าอุณหภูมิใกล้เคียงกัน โดยที่อุณหภูมิต่ำกว่าไม่มาก และห้องทดลองที่ปลูกต้นเทียนทองจะมีค่าอุณหภูมิต่ำกว่าห้องทดลองที่ปลูกหญ้าทั้ง 2 แบบอยู่พอสมควรดังต่อไปนี้

ห้องทดลองที่ปลูกหญ้าขนาดเล็กมี	อุณหภูมิเฉลี่ย	31.06 °C
ห้องทดลองที่ปลูกหญ้ามาเลย์มี	อุณหภูมิเฉลี่ย	31.89 °C
ห้องทดลองที่ปลูกต้นเทียนทองมี	อุณหภูมิเฉลี่ย	28.15 °C

จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่ปลูกต้นเทียนทองจะมีค่าอุณหภูมิต่ำที่สุด ส่วนห้องทดลองที่ปลูกหญ้ามาเลย์และห้องทดลองที่ปลูกหญ้านวลน้อยจะมีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน โดยที่ห้องที่ห้องทดลองที่ปลูกหญ้านวลน้อยจะมีค่าอุณหภูมิสูงกว่าอยู่เล็กน้อย

โดยที่แนวโน้มการขึ้นลงของอุณหภูมิของห้องทดลองที่ปลูกต้นเทียนทอง ตลอดทั้งวันจะต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกส่วนที่สูงกว่าอุณหภูมิภายนอกที่เวลา 4.00 น – 8.00น. ส่วนห้องทดลองที่ปลูกหญ้านวลน้อยและหญ้ามาเลย์จะมีช่วงที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกที่เวลา 19.00น. – 9.00 น.



รูปที่ 4.24 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิผิวผนังภายในห้องทดลอง การทดลองที่ 3

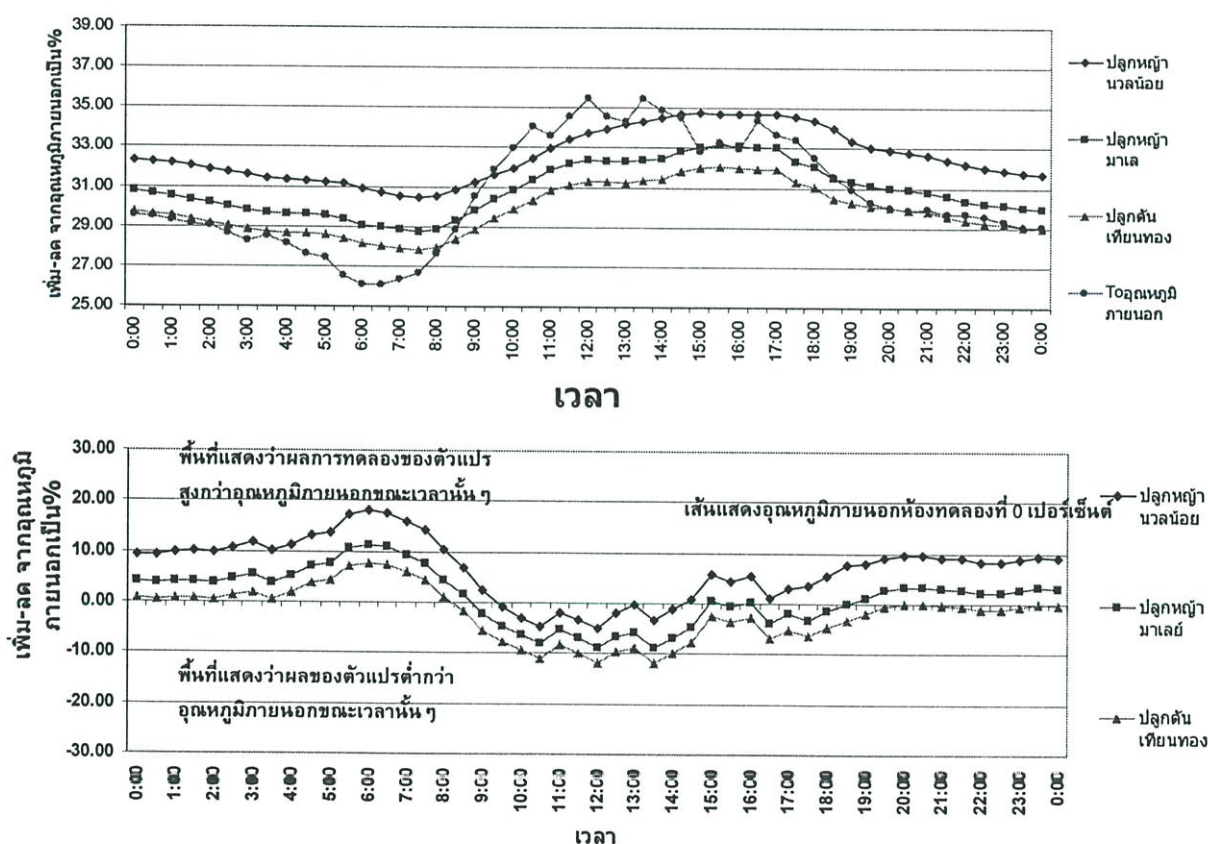
อุณหภูมิผิวผนังภายในห้องทดลอง (Tin) ของ 3ห้องทดลองจะแตกต่างกัน โดยที่ห้องทดลองที่ปลูกหญ้านวลน้อย จะมีค่าอุณหภูมิสูงสุด ส่วนห้องทดลองที่ปลูกหญ้ามาเลย์จะมีค่าอุณหภูมิลดลงมา และห้องทดลองที่ปลูกต้นเทียนทองจะมีค่าอุณหภูมิต่ำกว่าห้องทดลองที่ปลูกหญ้าทั้ง 2 แบบอยู่พอสมควรดังต่อไปนี้

ห้องทดลองที่ปลูกหญ้านวลน้อยมี อุณหภูมิเฉลี่ย 29.66 °C

ห้องทดลองที่ปลูกหญ้ามาเลย์มี	อุณหภูมิเฉลี่ย	28.73 °C
ห้องทดลองที่ปลูกต้นเทียนทองมี	อุณหภูมิเฉลี่ย	27.47 °C

จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่ปลูกต้นเทียนทองจะมีค่าอุณหภูมิต่ำที่สุด ส่วนห้องทดลองที่ปลูกหญ้ามาเลย์และห้องทดลองที่ปลูกหญ้านวลน้อยจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นมาตามลำดับ

โดยที่แนวโน้มการขึ้นลงของอุณหภูมิของห้องทดลองที่ปลูกต้นเทียนทอง ตลอดทั้งวันจะต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกส่วนที่สูงกว่าอุณหภูมิภายนอกที่เวลา 5.00 น – 8.00น. ส่วนห้องทดลองที่ปลูกหญ้านวลน้อยและหญ้ามาเลย์จะมีช่วงที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกที่เวลา 22.00น. – 9.00 น.



รูปที่ 4.25 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิรวมการแผ่รังสีภายในห้องทดลอง การทดลองที่ 3

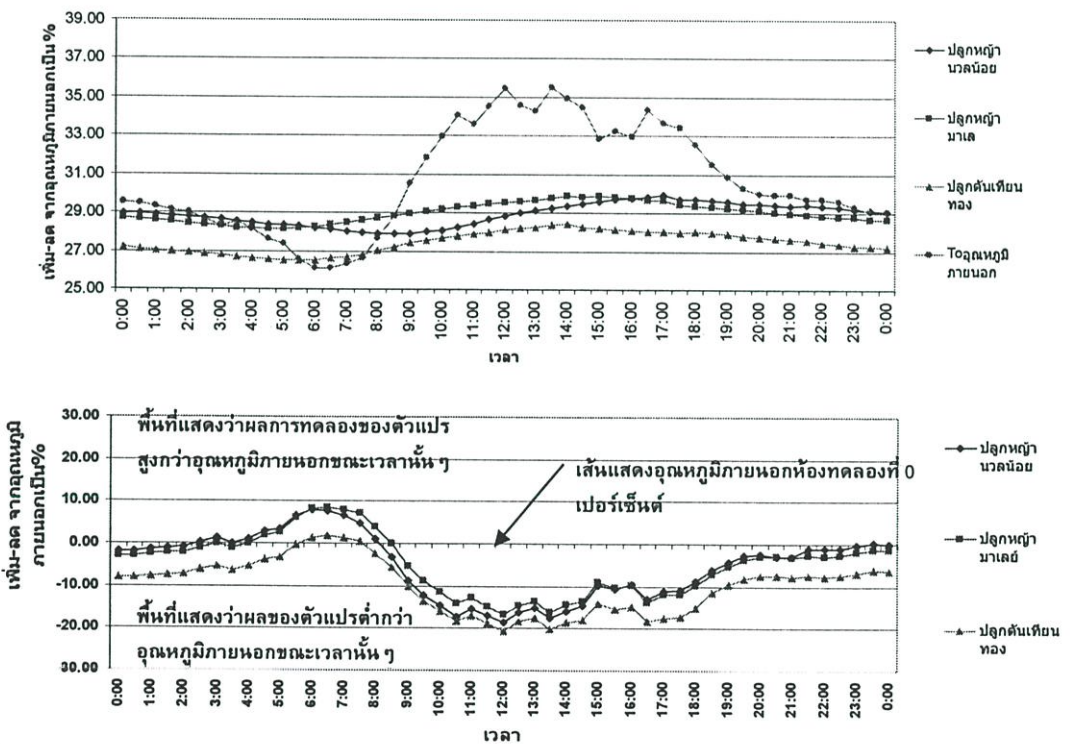
อุณหภูมิรวมการแผ่รังสีภายในห้องทดลอง (Tg) ทั้ง 3ห้องทดลองจะแตกต่างกันโดยที่ห้องทดลองที่ปลูกหญ้านวลน้อย จะมีค่าอุณหภูมิสูงสุด ส่วนห้องทดลองที่ปลูกหญ้ามาเลย์จะมีค่าอุณหภูมิลดลงมา และห้องทดลองที่ปลูกต้นเทียนทองจะมีค่าอุณหภูมิต่ำที่สุดดังนี้

ห้องทดลองที่ปลูกหญ้านวลน้อยมี	อุณหภูมิเฉลี่ย	32.58 °C
-------------------------------	----------------	----------

ห้องทดลองที่ปลูกหญ้ามาเลย์มี	อุณหภูมิเฉลี่ย	30.87 °C
ห้องทดลองที่ปลูกต้นเทียนทองมี	อุณหภูมิเฉลี่ย	29.87 °C

จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่ปลูกต้นเทียนทองจะมีค่าอุณหภูมิค่าที่สูงสุด ส่วนห้องทดลองที่ปลูกหญ้ามาเลย์และห้องทดลองที่ปลูกหญ้านวลน้อยจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นมาตามลำดับ

โดยที่แนวโน้มการขึ้นลงของอุณหภูมิของห้องทดลองที่ปลูกต้นเทียนทอง ตลอดทั้งวันจะต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกส่วนที่สูงกว่าอุณหภูมิภายนอกที่เวลา 3.00น. – 8.00น. ส่วนห้องทดลองที่ปลูกหญ้ามาเลย์จะมีช่วงที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกที่เวลา 19.00 – 9.00น.และห้องทดลองที่ปลูกหญ้านวลน้อยจะมีช่วงเวลาที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกห้องทดลองที่เวลา 9.30 น. – 14.30 น.



รูปที่ 4.26 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิผิวหนังภายนอกห้องทดลอง การทดลองที่ 3

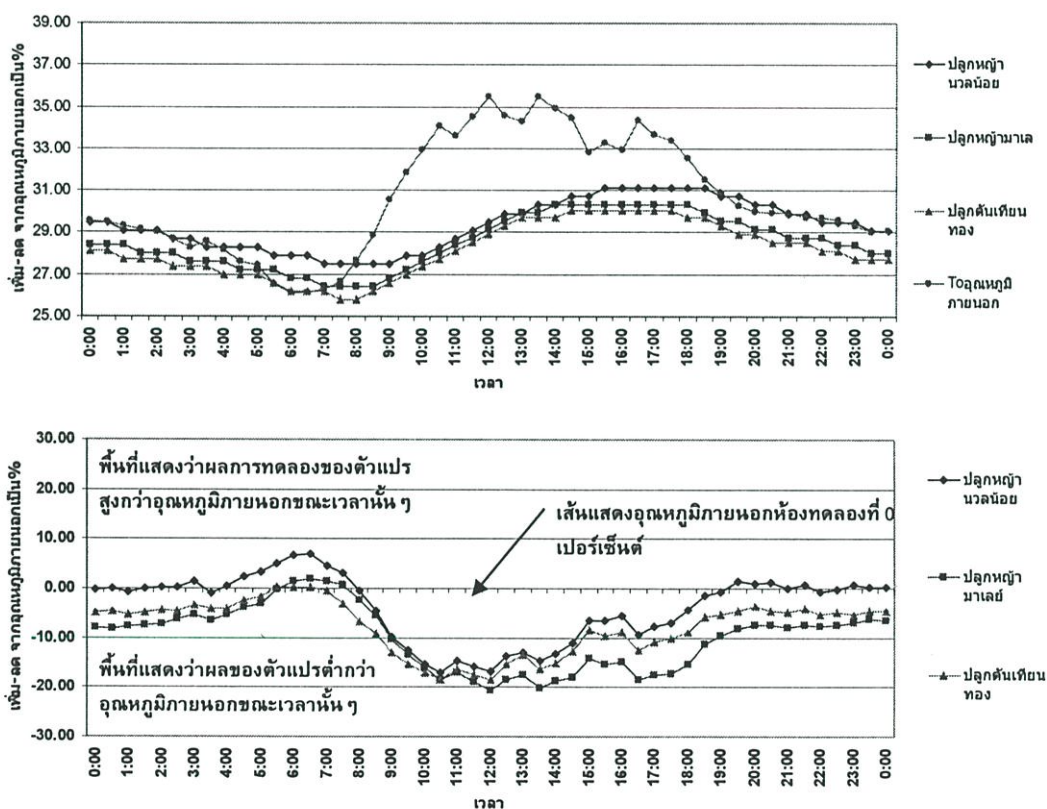
อุณหภูมิผิวหนังภายนอกห้องทดลอง (Tow) ทั้ง 3 ห้องทดลองจะแตกต่างกันโดยที่ห้องทดลองที่ปลูกหญ้านวลน้อย จะมีค่าอุณหภูมิสูงสุด ส่วนห้องทดลองที่ปลูกหญ้ามาเลย์จะมีค่าอุณหภูมิลดลงมา และห้องทดลองที่ปลูกต้นเทียนทองจะมีค่าอุณหภูมิต่ำที่สุดดังนี้

ห้องทดลองที่ปลูกหญ้านวลน้อยมี	อุณหภูมิเฉลี่ย	28.92 °C
-------------------------------	----------------	----------

ห้องทดลองที่ปลูกหญ้ามาเลย์มี	อุณหภูมิเฉลี่ย	28.98 °C
ห้องทดลองที่ปลูกต้นเทียนทองมี	อุณหภูมิเฉลี่ย	27.47 °C

จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่ปลูกต้นเทียนทองจะมีค่าอุณหภูมิต่ำที่สุด ส่วนห้องทดลองที่ปลูกหญ้ามาเลย์และห้องทดลองที่ปลูกหญ้านวลน้อยจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นตามลำดับ

โดยที่แนวโน้มการขึ้นลงของอุณหภูมิของห้องทดลองที่ปลูกต้นเทียนทอง ตลอดทั้งวันจะต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก ส่วนห้องทดลองที่ปลูกหญ้ามาเลย์และห้องทดลองที่ปลูกหญ้านวลน้อยจะมีช่วงที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกที่เวลา 3.00น.- 8.00น



รูปที่ 4.27 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 ม. การทดลองที่ 3

อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 เมตร (Tin1.00) ทั้ง 3ห้องทดลองจะแตกต่างกัน โดยที่ห้องทดลองที่ปลูกหญ้านวลน้อย จะมีค่าอุณหภูมิสูงสุด ส่วนห้องทดลองที่ปลูกหญ้ามาเลย์จะมีค่าอุณหภูมิลดลงมา และห้องทดลองที่ปลูกต้นเทียนทองจะมีค่าอุณหภูมิต่ำที่สุด ดังนี้

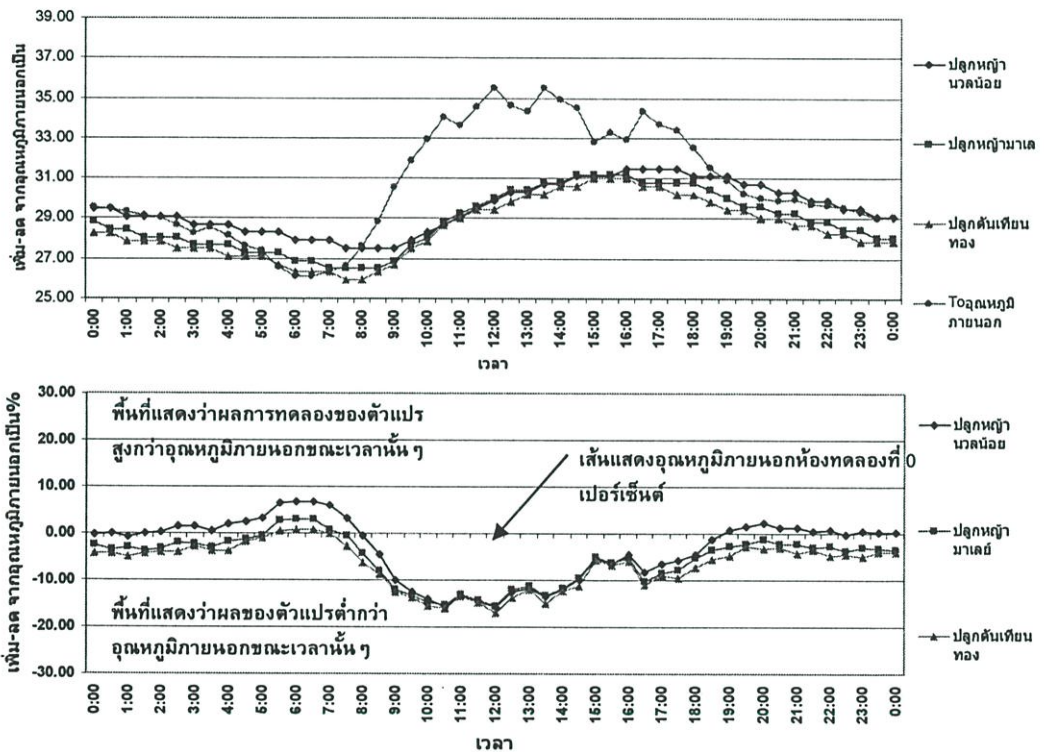
ห้องทดลองที่ปลูกหญ้านวลน้อยมี อุณหภูมิเฉลี่ย 29.34 °C

ห้องทดลองที่ปลูกหญ้ามาเลย์มี อุณหภูมิเฉลี่ย 28.52 °C

ห้องทดลองที่ปลูกต้นเทียนทองมี อุณหภูมิเฉลี่ย 27.47 °C

จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่ปลูกต้นเทียนทองจะมีค่าอุณหภูมิต่ำที่สุด ส่วนห้องทดลองที่ปลูกหญ้ามาเลย์และห้องทดลองที่ปลูกหญ้านวลน้อยจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นตามลำดับ

โดยที่แนวโน้มการขึ้นลงของอุณหภูมิของห้องทดลองที่ปลูกต้นเทียนทองและห้องทดลองที่ปลูกหญ้ามาเลย์ ตลอดทั้งวันจะต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก ส่วนห้องทดลองที่ปลูกหญ้านวลน้อยจะมีช่วงเวลาที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกห้องทดลองที่เวลา 4.00 น.–8.00 น.



รูปที่ 4.28 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50 ม. การทดลองที่ 3

อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50 เมตร (Tin1.50) ทั้ง 3ห้องทดลองจะแตกต่างกันโดยที่ห้องทดลองที่ปลูกหญ้านวลน้อย จะมีค่าอุณหภูมิสูงสุด ส่วนห้องทดลองที่ปลูกหญ้ามาเลย์จะมีค่าอุณหภูมิลดลงมา และห้องทดลองที่ปลูกต้นเทียนทองจะมีค่าอุณหภูมิต่ำที่สุดดังนี้

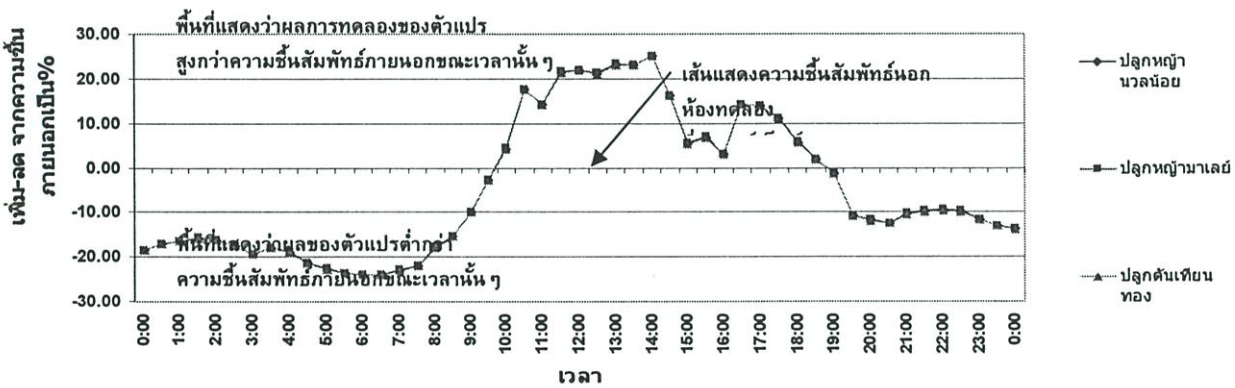
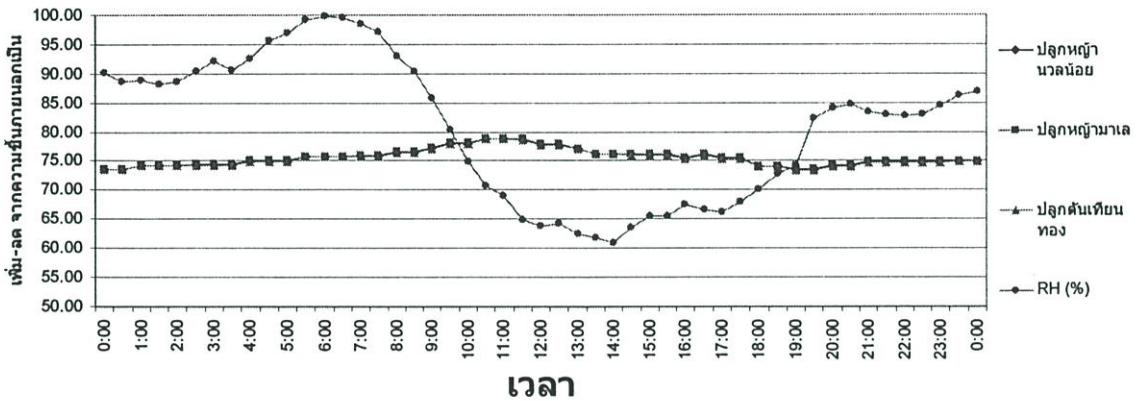
ห้องทดลองที่ปลูกหญ้านวลน้อยมี อุณหภูมิเฉลี่ย 29.53 °C

ห้องทดลองที่ปลูกหญ้ามาเลย์มี อุณหภูมิเฉลี่ย 28.86 °C

ห้องทดลองที่ปลูกต้นเทียนทองมี อุณหภูมิเฉลี่ย 28.51 °C

จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่ปลูกต้นเทียนทองจะมีค่าอุณหภูมิค่าที่สุด ส่วนห้องทดลองที่ปลูกหญ้ามาเลย์และห้องทดลองที่ปลูกหญ้านวลน้อยจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นมาตามลำดับ

โดยที่แนวโน้มการขึ้นลงของอุณหภูมิของห้องทดลองที่ปลูกต้นเทียนทองและห้องทดลองที่ปลูกหญ้ามาเลย์ ตลอดทั้งวันจะต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก ส่วนห้องทดลองที่ปลูกหญ้านวลน้อยจะมีช่วงเวลาที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกห้องทดลองที่เวลา 4.00 น. – 8.00 น.

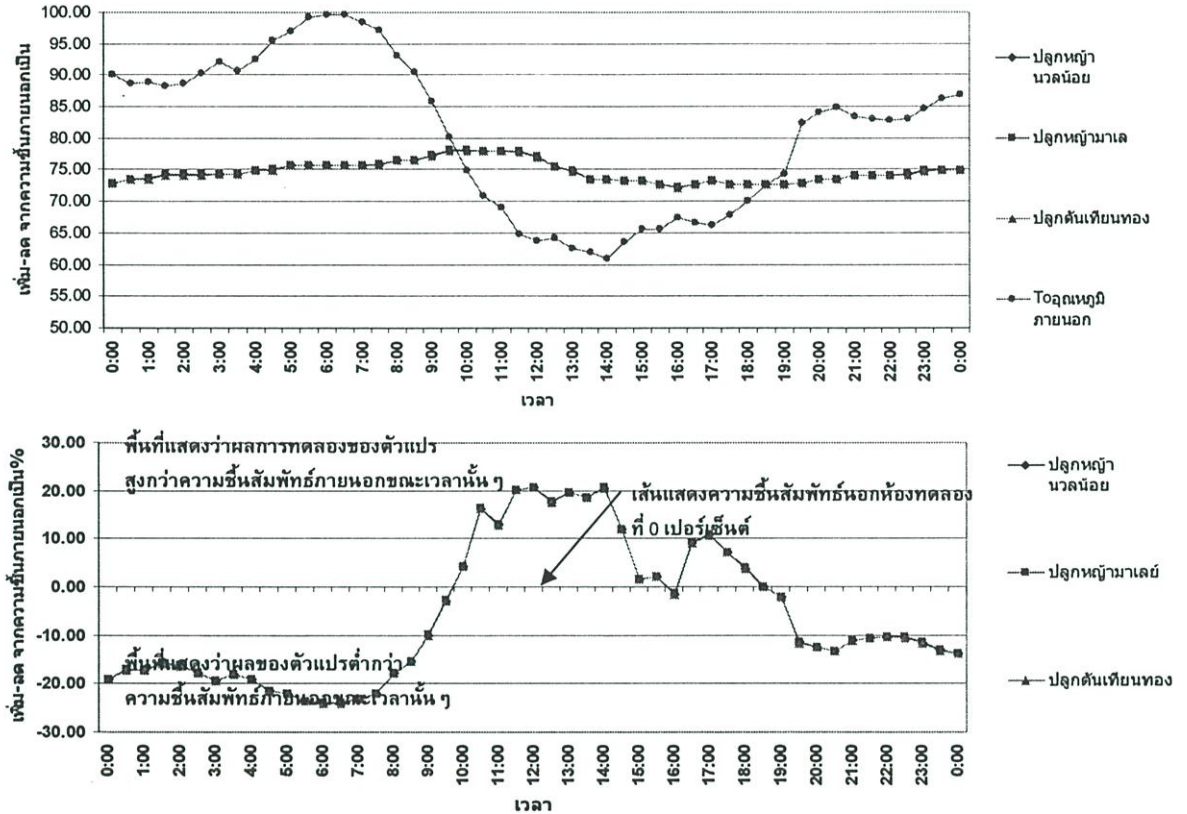


รูปที่ 4.29 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 ม. การทดลองที่ 2

ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 เมตร (RHin1.00) ทั้ง 3 ห้องทดลอง ไม่แตกต่างกันมาก โดยที่ห้องทดลองที่ปลูกหญ้านวลน้อย หญ้ามาเลย์ และต้นเทียนทอง จะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เท่ากัน

ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 0.30 ม.อุณหภูมิเฉลี่ย	75.53 %
ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 0.60 ม.อุณหภูมิเฉลี่ย	75.61 %
ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 1.00 ม.อุณหภูมิเฉลี่ย	75.51 %

โดยที่แนวโน้มการขึ้นลงของความชื้นสัมพัทธ์ตลอดทั้งวันจะต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องทดลองแต่จะมีช่วงที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกที่เวลา 9.30 น – 19.00 น. เป็นเวลากลางวัน



รูปที่ 4.30 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50 ม. การทดลองที่ 2

ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50 เมตร (RHin1.50) ทั้ง 3 ห้องทดลอง ไม่แตกต่างกันมากโดยที่ห้องทดลองที่ปลุกหญ้านวลน้อย หญ้ามาเลย์ และต้นเทียนทอง จะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เท่ากัน

ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 0.30 ม.อุณหภูมิเฉลี่ย	74.66 %
ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 0.60 ม.อุณหภูมิเฉลี่ย	74.73 %
ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 1.00 ม.อุณหภูมิเฉลี่ย	74.64 %

โดยที่แนวโน้มการขึ้นลงของความชื้นสัมพัทธ์ตลอดทั้งวันจะต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องทดลองแต่จะมีช่วงที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกที่เวลา 9.00 น – 19.00 น. เป็นเวลากลางวัน

ตารางที่ 4.6 ค่า สูงสุด , ต่ำสุด , ค่าความต่างและค่าเฉลี่ยของการทดลองที่มีการผดผืนปลูกหญ้า
นวลน้อย เป็น%

ตัวแปรภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกหุ้่นจำลอง								
Rad.	606.15		0.00		606.15		108.61	
Time	12.00		19.00-6.30					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ้่นจำลอง								
ตัวแปรภูมิอากาศ	1	2	3	4	1 - 2	2 - 4	Average	
Ts1	35.50	7.44	26.11	-18.78	9.39	26.22	30.66	-6.04
Time	13.30	6.00	6.30	12.00				
Ts2	35.50	7.96	26.11	-20.10	9.39	28.06	30.66	-6.85
Time	13.30	6.00	6.30	12.00				
Ts3	35.50	16.12	26.11	-12.54	9.39	28.66	30.66	2.08
Time	13.30	6.00	6.30	12.00				
Tow	35.50	7.99	26.11	-18.66	9.39	26.65	30.66	-5.07
Time	13.30	6.00	6.30	12.00				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ้่นจำลอง								
Tin	35.50	11.52	26.11	-17.05	9.39	28.58	30.66	-2.87
Time	13.30	6.00	6.30	12.00				
Tg	35.50	18.29	26.11	-4.93	9.39	23.23	30.66	6.79
Time	13.30	6.00	6.30	12.00				
Tin1.00	35.50	6.86	26.11	-16.94	9.39	23.79	30.66	-3.76
Time	13.30	6.30	6.30	10.30				
Tin1.50	35.50	6.86	26.11	-15.76	9.39	22.62	30.66	-3.15
Time	13.30	14.00	6.30	6.00				
RH1.00	99.69	25.06	60.93	-24.06	38.76	49.13	80.82	-4.69
Time	6.00	6.30	14.00	10.30				
RH1.50	99.69	20.61	60.93	-24.06	38.76	44.68	80.82	-5.96
Time	6.00	12.00	14.00	6.00				

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

ตารางที่ 4.7 ค่า สูงสุด , ต่ำสุด , ค่าความต่างและค่าเฉลี่ยของการทดลองที่มีการถมดินปลูกหญ้า มาเลเซียเป็น %

ตัวแปรภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกหุ้่นจำลอง								
Rad.	606.15		0.00		606.15		108.61	
Time	12.00		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ้่นจำลอง								
ตัวแปรภูมิอากาศ	1	2	3	4	1 - 2	2 - 4	Average	
Ts1	35.50	7.44	26.11	-19.10	9.39	26.54	30.66	-7.05
Time	13.30	6.00	6.30	13.30				
Ts2	35.50	7.55	26.11	-20.70	9.39	28.25	30.66	-7.53
Time	13.30	6.30	6.30	13.00				
Ts3	35.50	20.33	26.11	-8.71	9.39	29.04	30.66	4.74
Time	13.30	6.00	6.30	12.00				
Tow	35.50	8.55	26.11	-16.81	9.39	25.37	30.66	-4.86
Time	13.30	6.30	6.30	12.00				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ้่นจำลอง								
Tin	35.50	7.81	26.11	-19.82	9.39	27.62	30.66	-5.57
Time	13.30	6.00	6.30	12.00				
Tg	35.50	11.29	26.11	-8.81	9.39	20.10	30.66	1.13
Time	13.30	6.00	6.30	12.00				
Tin1.00	35.50	2.69	26.11	-17.87	9.39	20.56	30.66	-6.53
Time	13.30	6.30	6.30	10.30				
Tin1.50	35.50	2.98	26.11	-15.40	9.39	18.38	30.66	-5.47
Time	13.30	14.00	6.30	6.00				
RH1.00	99.69	25.19	60.93	-23.99	38.76	49.18	80.82	-4.60
Time	6.00	6.30	14.00	12.00				
RH1.50	99.69	20.73	60.93	-23.99	38.76	44.72	80.82	-5.87
Time	6.00	12.00	14.00	6.00				

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

ตารางที่ 4.8 ค่า สูงสุด , ต่ำสุด , ค่าความต่างและค่าเฉลี่ยของการทดลองที่มีการถมดินปลูกต้นไม้
เทียบทอง เป็น%

ตัวแปรภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกหุ้่นจำลอง								
Rad.	606.15		0.00		606.15		108.61	
Time	12.00		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ้่นจำลอง								
ตัวแปรภูมิอากาศ	1	2	3	4	1 - 2	2 - 4	Average	
Ts1	35.50	-0.65	26.11	-28.23	9.39	27.58	30.66	-15.28
Time	13.30	6.30	6.30	13.30				
Ts2	35.50	1.38	26.11	-26.76	9.39	28.14	30.66	-13.55
Time	13.30	6.30	6.30	13.30				
Ts3	35.50	8.58	26.11	-21.56	9.39	30.14	30.66	-7.41
Time	13.30	6.30	6.30	13.30				
Tow	35.50	1.89	26.11	-20.71	9.39	22.60	30.66	-9.91
Time	13.30	6.30	6.30	12.00				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ้่นจำลอง								
Tin	35.50	3.64	26.11	-22.49	9.39	26.13	30.66	-8.53
Time	13.30	6.00	6.30	12.00				
Tg	35.50	7.70	26.11	-11.75	9.39	19.45	30.66	-2.13
Time	13.30	6.00	6.30	12.00				
Tin1.00	35.50	0.33	26.11	-18.57	9.39	18.90	30.66	-7.71
Time	13.30	6.30	6.30	10.30				
Tin1.50	35.50	0.83	26.11	-17.04	9.39	17.87	30.66	-6.64
Time	13.30	14.00	6.30	6.00				
RH1.00	99.69	25.03	60.93	-24.08	38.76	49.11	80.82	-4.72
Time	6.00	6.30	14.00	12.00				
RH1.50	99.69	20.58	60.93	-24.08	38.76	44.67	80.82	-5.99
Time	6.00	12.00	14.00	6.00				

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

4.3.3.1 สรุปการวิเคราะห์ผลการทดลองที่ 3 การทดลองเปรียบเทียบพืชคลุมดิน ในการลดความร้อนให้กับอาคาร

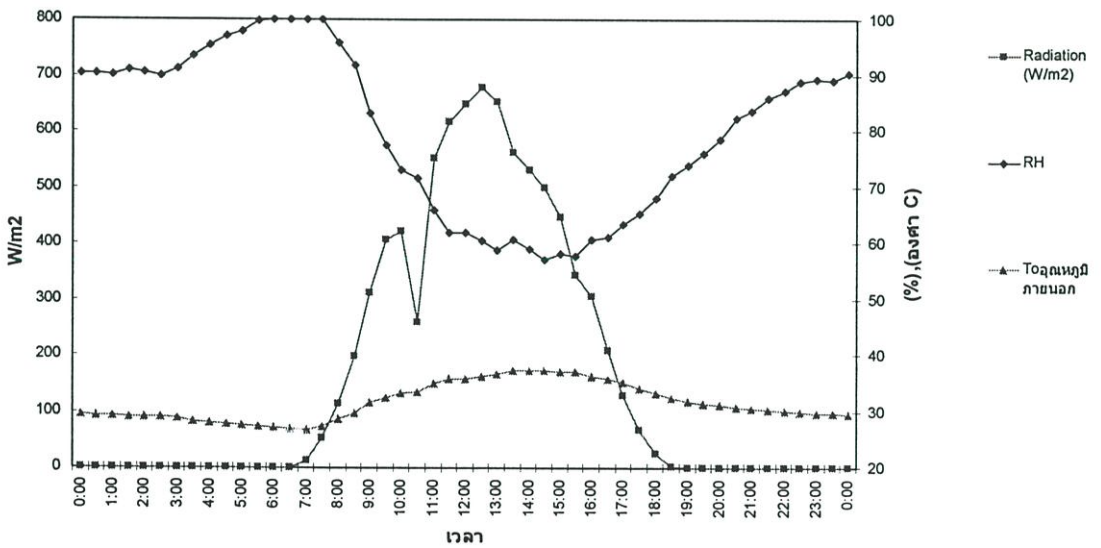
จากสมมติฐานการทดลอง : อาคารที่ดินถมผนังเท่ากันปลูกพืชต่างชนิดกันจะทำให้อุณหภูมิที่เกิดขึ้นไม่เท่ากัน

จากการทดลองจะเห็นได้ว่า ห้องทดลองทั้ง 3 ที่มีอุณหภูมิภายในห้องทดลองต่างกันอย่างชัดเจน โดยจะเรียงลำดับจากอุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ต่ำไปหาอุณหภูมิที่สูงห้องทดลองถมดินหันทางด้านทิศใต้ปลูกพืชคลุมดิน ต้นเทียบทอง มีอุณหภูมิต่ำสุด ส่วนห้องทดลองถมดินหันทางด้านทิศใต้ปลูกหญ้าไอบนา หญ้ามาเลย์ มีอุณหภูมิรองลงมา และห้องทดลองถมดินหันทางด้านทิศใต้ปลูกหญ้าไอบเล็ก หญ้านวนน้อย มีอุณหภูมิสูงที่สุด

โดยที่สังเกตจากสภาพทางกายภาพของพืชคลุมดิน จะมีส่วนในการที่ช่วยป้องกัน การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์มายังดินและยังป้องกันอิทธิพลในการพาความร้อนของลมที่จะพัดหน้าดินทำให้ความชื้นหน้าดินสูญเสียบไป ทำให้ดินนั้นไม่สูญเสียความร้อนทำให้อุณหภูมิภายในทดลองลดลงได้โดยที่ไม่พุ่ม(ต้นเทียนทอง)จะมีใบที่หนาที่สุดทำให้รักษาความความร้อนในดินได้ดีเช่นกันส่วนความชื้นที่เกิดขึ้นในห้องทดลอง ปลูกพืชทั้ง 3 ประเภทไม่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน

ดังนั้นการทดลองการทดลองเปรียบเทียบพืชคลุมดินในการลดความร้อนให้กับอาคารพืชคลุมดินมีผลในการป้องกันการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ , ป้องกันการพาความร้อนของลม , ช่วยรักษาความชื้นในดิน และสีของต้นไม้ยังสามารถสะท้อนความร้อน ทำให้พืชคลุมดินที่ต่างชนิดกันจะมีผลทำให้อุณหภูมิแตกต่างกันส่วนปริมาณความชื้นของทั้ง 3 ห้องทดลองไม่มีความแตกต่างกันมากทำให้การปลูกพืชคลุมดินในการถนอมผนังห้องทดลองพืชแต่ละชนิดจะไม่มีผลกับความชื้นที่เกิดขึ้นภายในห้องทดลอง

4.3.4 การวิเคราะห์ผลการทดลอง 4 การทดลองเปรียบเทียบการใช้กรวดและการรดน้ำในการลดความร้อนให้กับอาคาร

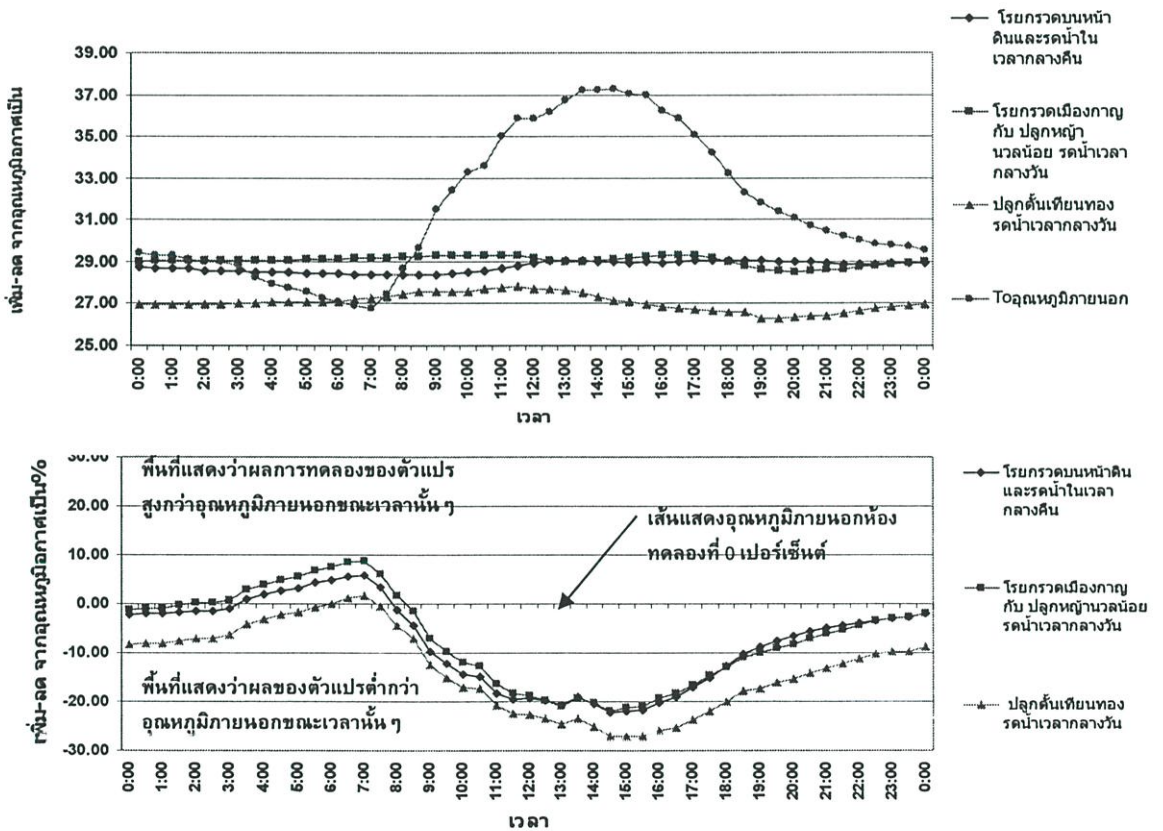


รูปที่ 4.31 แสดงกราฟแสดงสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง ที่ 4

สภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองที่4 จากกราฟสภาพอากาศวันที่ทำการทดลองมีอากาศปลอดโปร่งโดยที่มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

อุณหภูมิอากาศ มีอุณหภูมิอากาศสูงสุด ที่ 37.27 °C ที่เวลา 14.30 น.
 อุณหภูมิอากาศ มีอุณหภูมิอากาศต่ำสุด ที่ 26.81 °C ที่เวลา 07.00 น.
 อุณหภูมิอากาศ เฉลี่ยตลอดทั้งวัน 28.76 °C
 ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดทั้งวัน 77.08 %
 การแผ่รังสีดวงอาทิตย์สูงสุดที่ 677.26 W/m² ที่เวลา 12.30 น.
 การแผ่รังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดทั้งวันที่ 164.06 W/m²

การวิเคราะห์จะทำการวิเคราะห์ในแต่ละตัวแปรเปรียบเทียบใน 3 ห้องทดลอง จากกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิแต่ละตัวแปรกับอุณหภูมิภายนอกและกราฟเปรียบเทียบเป็น % กับอุณหภูมิภายนอกห้องทดลอง และตารางแสดงค่า สูงสุด ต่ำสุด เป็นเปอร์เซ็นต์ ในการทดลองนี้ โดยที่ทำการเปรียบเทียบกับสภาพอากาศภายนอกห้องทดลอง โดยที่การวิเคราะห์มีดังนี้

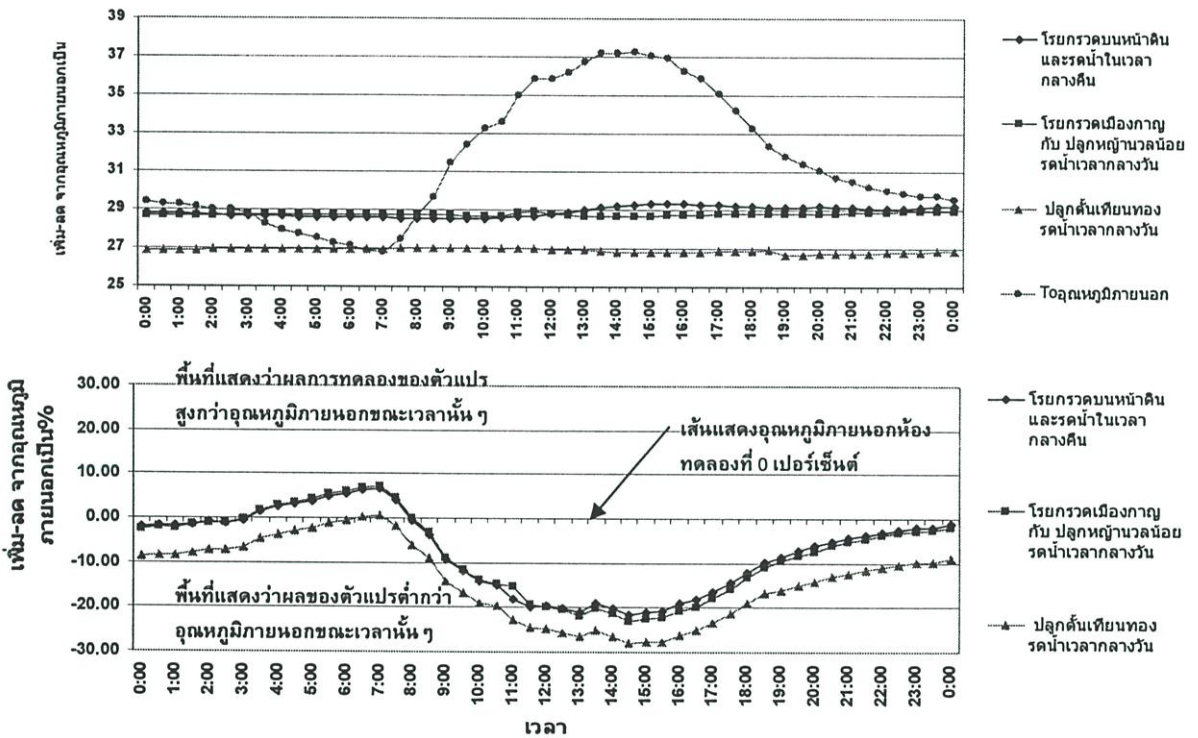


รูปที่ 4.32 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิดินที่ระดับ 0.60 ม. การทดลองที่ 4

อุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 0.60 ม. (T_{s1}) ในการทดลองจะแตกต่างกันโดยที่ห้องทดลองมีการโรยกรวดหน้าเวลากลางคืน และห้องทดลองโรยกรวดหน้าเวลากลางวัน จะมีค่าทางอุณหภูมิ ต่างกันเล็กน้อย โดยที่ห้องทดลองโรยกรวดหน้าในเวลากลางวันนั้นจะมีค่าทางอุณหภูมิสูงกว่า ส่วนห้องทดลองปลูกต้นเทียนทองจะมีค่าอุณหภูมิต่ำสุด โดยที่

ห้องทดลองที่ดินโรยกรวดรคน้ำเวลากลางคืน	อุณหภูมิเฉลี่ย	29.29 °C
ห้องทดลองที่ดินโรยกรวดรคน้ำเวลากลางวัน	อุณหภูมิเฉลี่ย	28.09 °C
ห้องทดลองที่ปลูกต้นเทียนทอง	อุณหภูมิเฉลี่ย	27.67 °C

จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่โรยกรวดรคน้ำเวลากลางวัน มีอุณหภูมิอุณหภูมิสูงที่สุดและห้องทดลองที่โรยกรวดในเวลากลางคืน รองลงมา และห้องทดลองที่มีดินต้นเทียนทอง จะมีค่าอุณหภูมิต่ำที่สุด

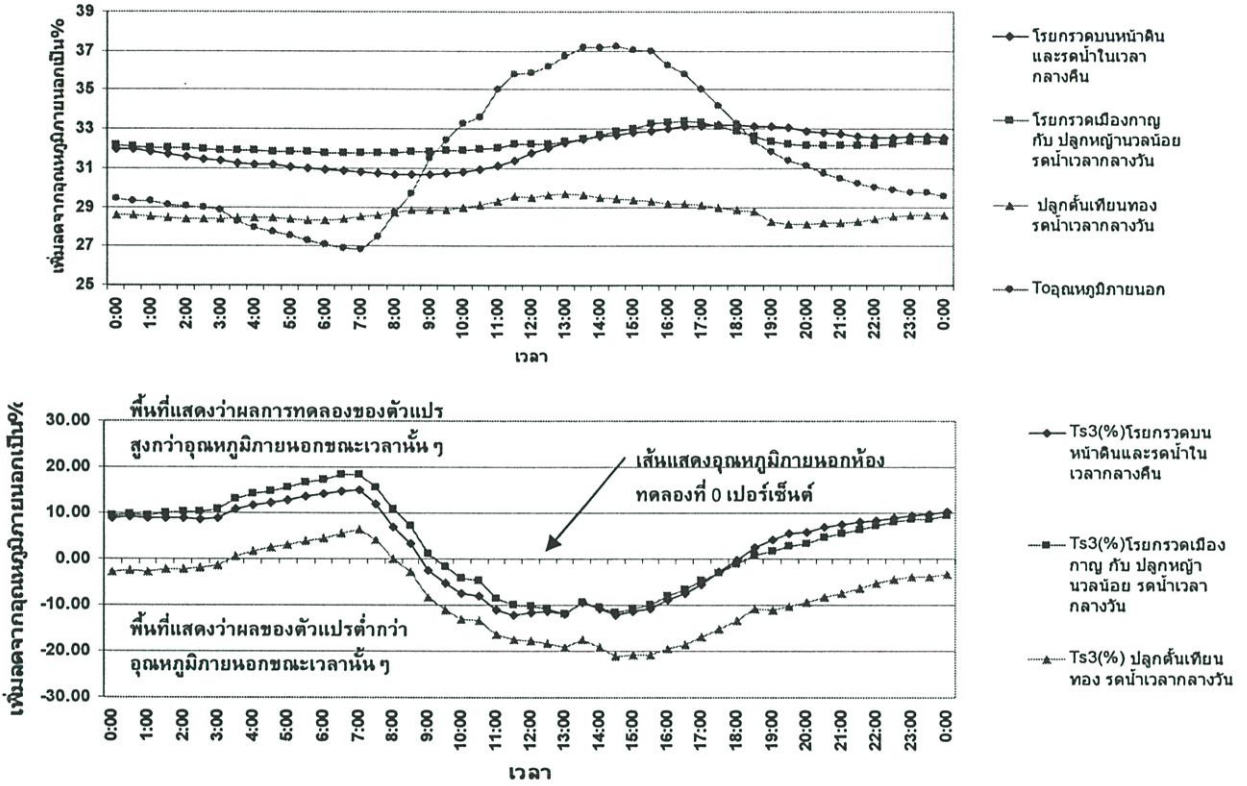


รูปที่ 4.33 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิดินที่ระดับ 0.40 ม. การทดลองที่ 4

อุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 0.40 ม. (Ts2) ในการทดลองจะแตกต่างกัน โดยที่ห้องทดลองมีการโรยกรวดรคน้ำเวลากลางคืน และห้องทดลองโรยกรวดรคน้ำเวลากลางวัน จะมีค่าทางอุณหภูมิ ต่างกันเล็กน้อย โดยที่ห้องทดลองโรยกรวดรคน้ำในเวลากลางวันนั้นจะมีค่าทางอุณหภูมิสูงกว่า ส่วนห้องทดลองปลูกต้นเทียนทองจะมีค่าอุณหภูมิต่ำสุด โดยที่

ห้องทดลองที่ดินโรยกรวดรคน้ำเวลากลางคืน	อุณหภูมิเฉลี่ย	28.90 °C
ห้องทดลองที่ดินโรยกรวดรคน้ำเวลากลางวัน	อุณหภูมิเฉลี่ย	28.76 °C
ห้องทดลองที่ปลูกต้นเทียนทอง	อุณหภูมิเฉลี่ย	26.88 °C

จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่โรยกรวดร่น้ำเวลากลางวัน มีอุณหภูมิอุณหภูมิสูงที่สุดและห้องทดลองที่โรยกรวดในเวลากลางคืน ร่องลงมา และห้องทดลองที่มีดินต้นเทียนทอง จะมีค่าอุณหภูมิต่ำที่สุด

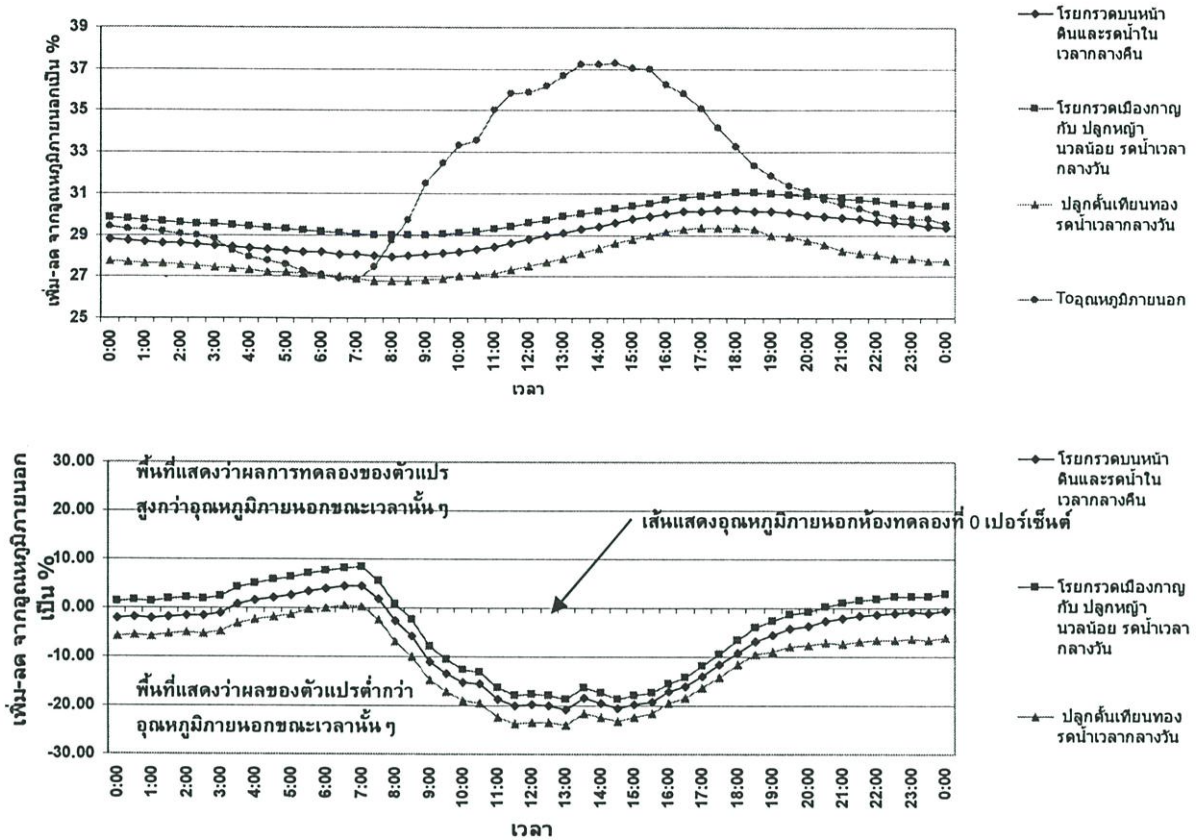


รูปที่ 4.34 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิดินที่ระดับ 0.20 ม. การทดลองที่ 4

อุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 0.20 ม. (Ts3) ในการทดลองจะแตกต่างกัน โดยที่ห้องทดลองมีการโรยกรวดร่น้ำเวลากลางคืน และห้องทดลองโรยกรวดร่น้ำเวลากลางวัน จะมีค่าทางอุณหภูมิ ต่างกันเล็กน้อย โดยที่ห้องทดลองโรยกรวดร่น้ำในเวลากลางวันนั้นจะมีค่าทางอุณหภูมิสูงกว่า ส่วนห้องทดลองปลุกต้นเทียนทองจะมีค่าอุณหภูมิต่ำสุด โดยที่

ห้องทดลองที่คืน โรยกรวดร่น้ำเวลากลางคืน	อุณหภูมิเฉลี่ย	31.97 °C
ห้องทดลองที่คืน โรยกรวดร่น้ำเวลากลางวัน	อุณหภูมิเฉลี่ย	32.26 °C
ห้องทดลองที่ปลุกต้นเทียนทอง	อุณหภูมิเฉลี่ย	28.76 °C

จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่โรยกรวดร่น้ำเวลากลางวัน มีอุณหภูมิอุณหภูมิสูงที่สุดและห้องทดลองที่โรยกรวดในเวลากลางคืน ร่องลงมา และห้องทดลองที่มีดินต้นเทียนทอง จะมีค่าอุณหภูมิต่ำที่สุด

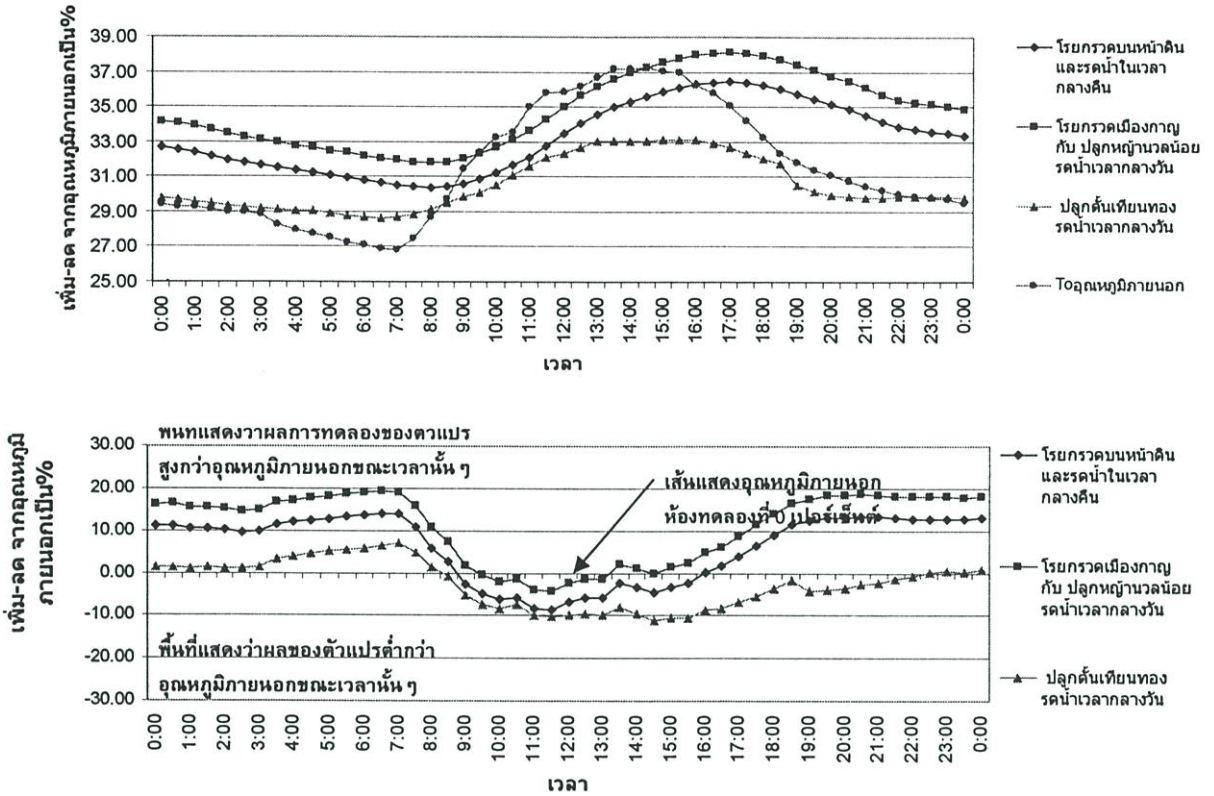


รูปที่ 4.35 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิผิวหนังภายในห้องทดลอง การทดลองที่ 4

อุณหภูมิผิวหนังภายในห้องทดลอง (Tin) ทั้ง 3 ห้องทดลองจะแตกต่างกัน โดยที่ห้องทดลองมีการโรยกรวดร่น้ำเวลากลางคืน และห้องทดลองโรยกรวดร่น้ำเวลากลางวัน จะมีค่าทางอุณหภูมิ ต่างกันเล็กน้อย โดยที่ห้องทดลองโรยกรวดร่น้ำในเวลากลางวันนั้นจะมีค่าทางอุณหภูมิสูงกว่า ส่วนห้องทดลองปลุกต้นไม้เทียนทองจะมีค่าอุณหภูมิต่ำสุด โดยที่

ห้องทดลองที่ดิน โรยกรวดร่น้ำเวลากลางคืน	อุณหภูมิเฉลี่ย	29.03 °C
ห้องทดลองที่ดิน โรยกรวดร่น้ำเวลากลางวัน	อุณหภูมิเฉลี่ย	29.93 °C
ห้องทดลองที่ปลุกต้นไม้เทียนทอง	อุณหภูมิเฉลี่ย	27.87 °C

จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่โรยกรวดร่น้ำเวลากลางวัน มีอุณหภูมิสูงสุดและห้องทดลองที่โรยกรวดในเวลากลางคืน รองลงมา และห้องทดลองที่มีดินต้นไม้เทียนทอง จะมีค่าอุณหภูมิต่ำที่สุด

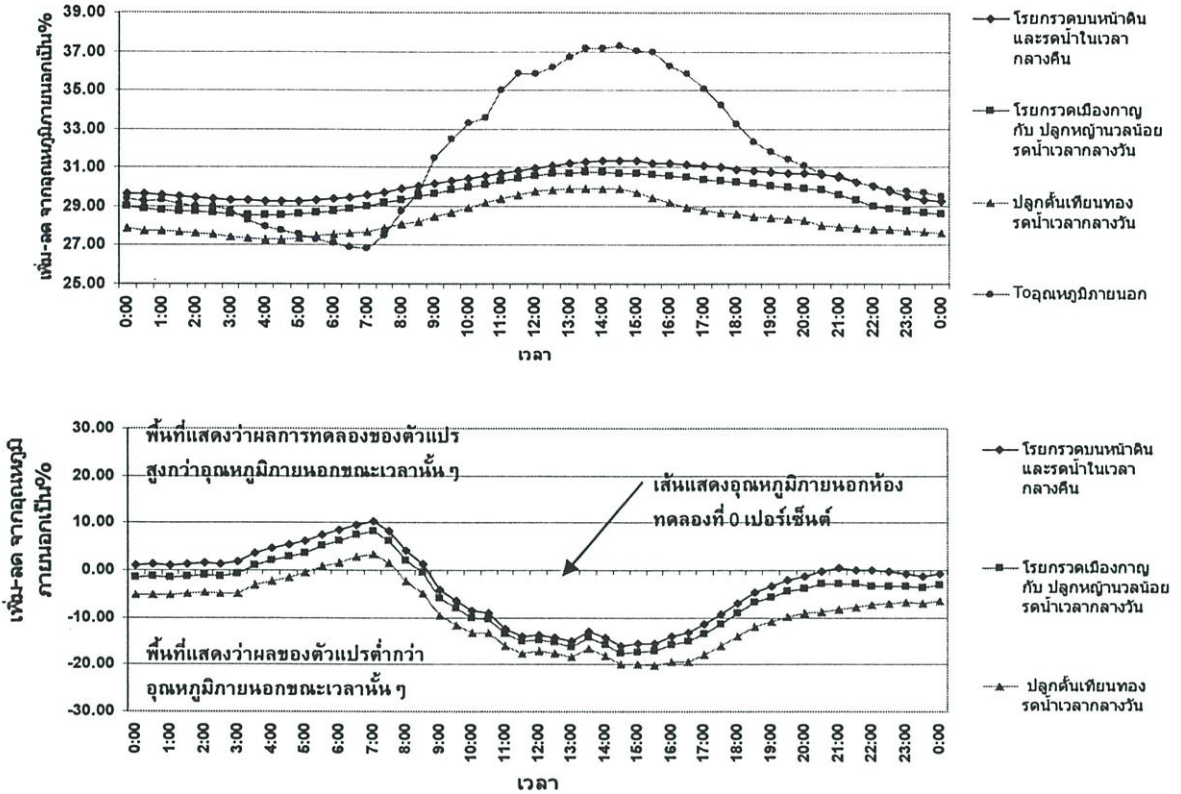


รูปที่ 4.36 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิรวมการแผ่รังสีภายในห้องทดลอง การทดลองที่ 4

อุณหภูมิรวมการแผ่รังสีภายในห้องทดลอง (Tg) ทั้ง 3 ห้องทดลองจะแตกต่างกัน โดยที่ห้องทดลองมีการ ไรยกรวดรดน้ำเวลากลางคืน และห้องทดลอง ไรยกรวดรดน้ำเวลากลางวัน จะมีค่าทางอุณหภูมิ ต่างกันเล็กน้อย โดยที่ห้องทดลอง ไรยกรวดรดน้ำในเวลากลางวันนั้น จะมีค่าทางอุณหภูมิสูงกว่า ส่วนห้องทดลองปลูกลูกต้นเทียนทองจะมีค่าอุณหภูมิต่ำสุด โดยที่

ห้องทดลองที่คืน ไรยกรวดรดน้ำเวลากลางคืน	อุณหภูมิเฉลี่ย	33.26 °C
ห้องทดลองที่คืน ไรยกรวดรดน้ำเวลากลางวัน	อุณหภูมิเฉลี่ย	34.78 °C
ห้องทดลองที่ปลูกลูกต้นเทียนทอง	อุณหภูมิเฉลี่ย	30.57 °C

จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่ ไรยกรวดรดน้ำเวลากลางวัน มีอุณหภูมิสูงสุดและห้องทดลองที่ ไรยกรวดในเวลา กลางคืน รองลงมา และห้องทดลองที่มีดินต้นเทียนทอง จะมีค่าอุณหภูมิต่ำที่สุด

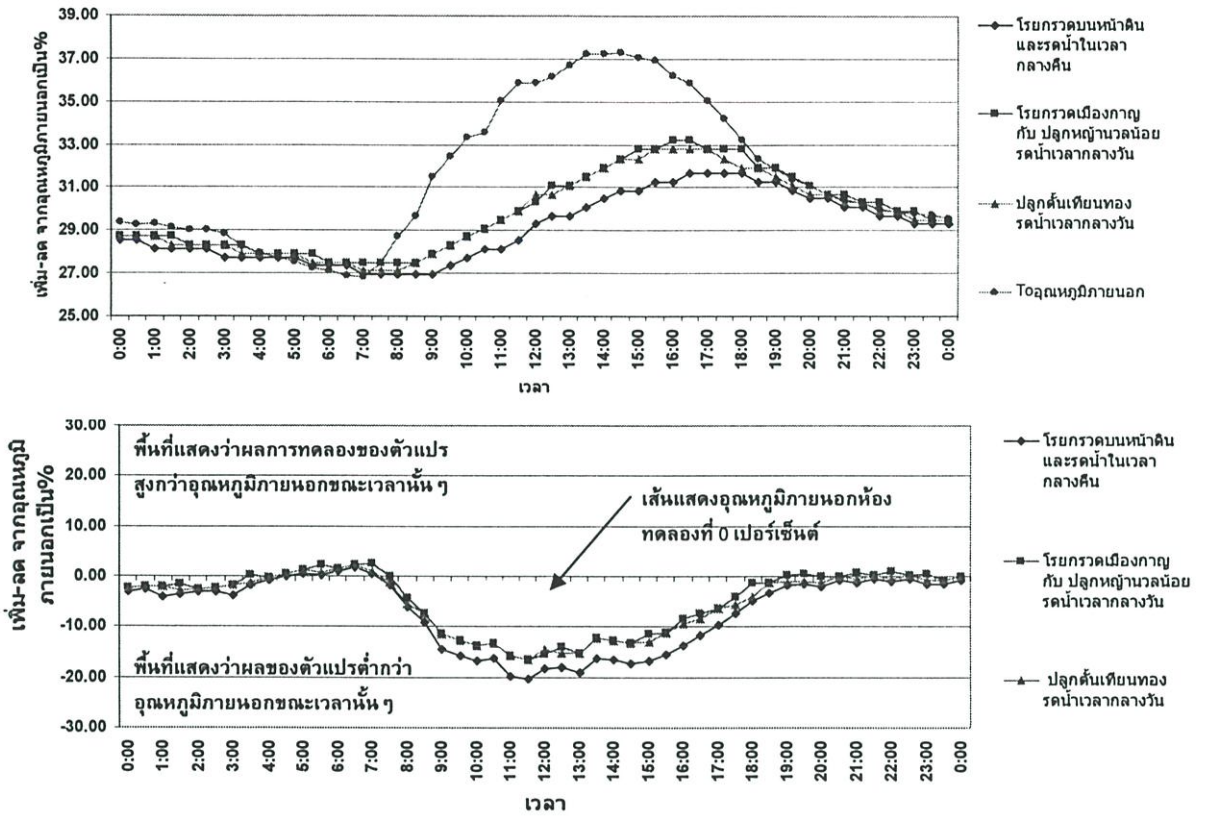


รูปที่ 4.37 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิผิวผนังภายนอกห้องทดลอง การทดลองที่ 4

อุณหภูมิผิวผนังภายนอกห้องทดลอง (Tow) อุณหภูมิผิวผนังภายนอกห้องทดลอง ทั้ง 3 ห้องทดลองจะแตกต่างกัน โดยที่ห้องทดลองมีการ โรยกรวดรดน้ำเวลากลางคืน และห้องทดลองโรยกรวดรดน้ำเวลากลางวัน จะมีค่าทางอุณหภูมิ ต่างกันเล็กน้อย โดยที่ห้องทดลองโรยกรวดรดน้ำในเวลากลางวันนั้นจะมีค่าทางอุณหภูมิสูงกว่า ส่วนห้องทดลองปลูกระถางเตียนทองจะมีค่าอุณหภูมิต่ำสุด โดยที่

ห้องทดลองที่คืน โรยกรวดรดน้ำเวลากลางคืน	อุณหภูมิเฉลี่ย	29.58 °C
ห้องทดลองที่คืน โรยกรวดรดน้ำเวลากลางวัน	อุณหภูมิเฉลี่ย	30.23 °C
ห้องทดลองที่ปลูกระถางเตียนทอง	อุณหภูมิเฉลี่ย	28.37 °C

จะเห็นว่าห้องทดลองที่โรยกรวดรดน้ำเวลากลางวัน มีอุณหภูมิสูงสุดและห้องทดลองที่โรยกรวดในเวลากลางคืน รองลงมา และห้องทดลองที่มีดินต้นเตียนทอง จะมีค่าอุณหภูมิต่ำที่สุด

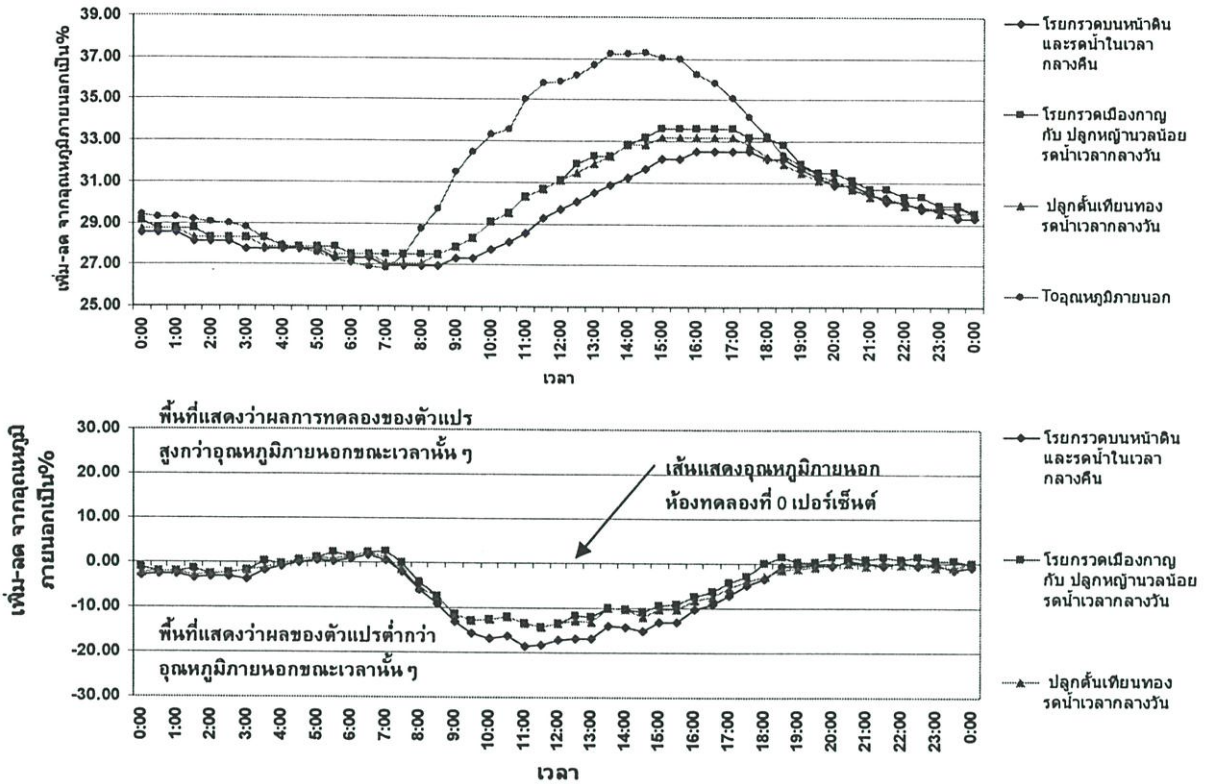


รูปที่ 4.38 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 ม. การ ทดลองที่ 4

อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 เมตร (Tin1.00) ทั้ง 3 ห้องทดลองจะแตกต่างกัน โดยที่ ห้องทดลองปลูกลำไยบนท้องไร่และห้องทดลองรอยกรวดรดน้ำเวลากลางวัน จะมีค่าทางอุณหภูมิ ต่างกันเล็กน้อย โดยที่ห้องทดลองรอยกรวดรดน้ำในเวลากลางวันนั้นจะมีค่าทางอุณหภูมิสูงกว่า ส่วนห้องทดลองมีการ รอยกรวดรดน้ำเวลากลางคืน จะมีค่าอุณหภูมิต่ำสุด โดยที่

ห้องทดลองที่ดิน รอยกรวดรดน้ำเวลากลางคืน	อุณหภูมิเฉลี่ย	29.12 °C
ห้องทดลองที่ดิน รอยกรวดรดน้ำเวลากลางวัน	อุณหภูมิเฉลี่ย	29.87 °C
ห้องทดลองที่ปลูกลำไยบนท้องไร่	อุณหภูมิเฉลี่ย	29.72 °C

จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่รอยกรวดรดน้ำเวลากลางวัน มีอุณหภูมิสูงสุดและห้องทดลองที่มีดินต้นปลูกลำไยบนท้องไร่ รองลงมา และ ห้องทดลองที่รอยกรวดในเวลากลางคืน จะมีค่าอุณหภูมิต่ำที่สุด

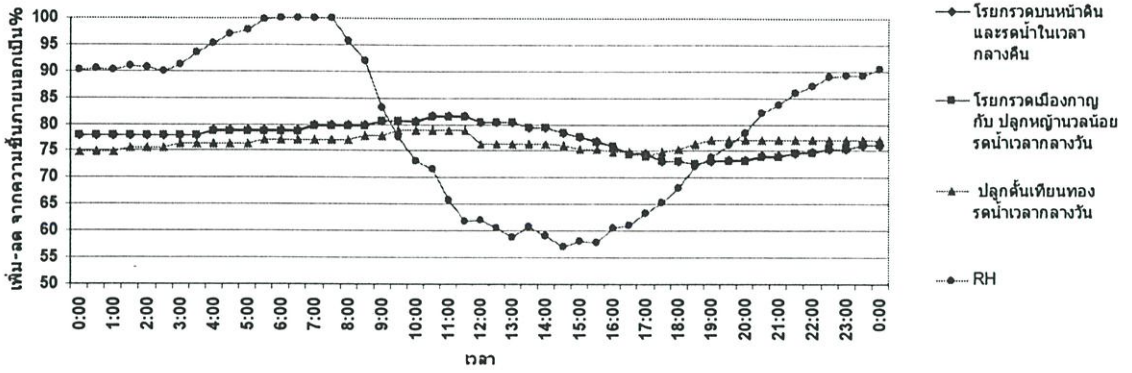


รูปที่ 4.39 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50 ม. การทดลองที่ 4

อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50ม. (Tin1.50) ทั้ง 3 ห้องทดลองจะแตกต่างกันโดยที่ ห้องทดลองปลูกลิ้นเทียนทองและห้องทดลองโรยกรวดรดน้ำเวลากลางวัน จะมีค่าทางอุณหภูมิ ต่างกันเล็กน้อย โดยที่ห้องทดลองโรยกรวดรดน้ำในเวลากลางวันนั้นจะมีค่าทางอุณหภูมิสูงกว่า ส่วนห้องทดลองมีการโรยกรวดรดน้ำเวลากลางคืน จะมีค่าอุณหภูมิต่ำสุด โดยที่

ห้องทดลองที่คืน โรยกรวดรดน้ำเวลากลางคืน	อุณหภูมิเฉลี่ย	29.45 °C
ห้องทดลองที่คืนโรยกรวดรดน้ำเวลากลางวัน	อุณหภูมิเฉลี่ย	30.18 °C
ห้องทดลองที่ปลูกลิ้นเทียนทอง	อุณหภูมิเฉลี่ย	29.93 °C

จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่โรยกรวดรดน้ำเวลากลางวัน มีอุณหภูมิสูงสุดและห้องทดลองที่มีดินต้นเทียนทอง รองลงมา และ ห้องทดลองที่โรยกรวดในเวลากลางคืน จะมีค่าอุณหภูมิต่ำที่สุด



รูปที่ 4.40 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 ม. การทดลองที่ 4

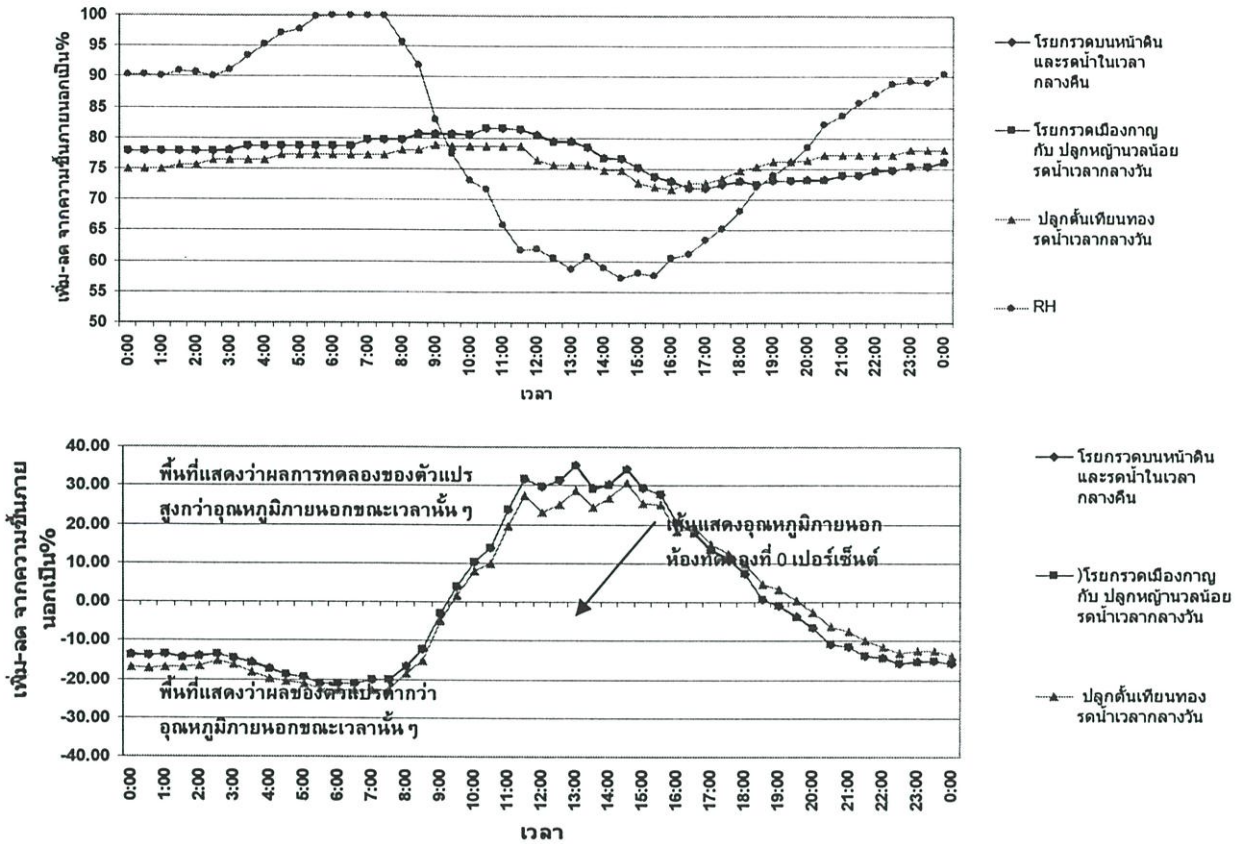
ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 ม. (RHin1.00) ทั้ง 3 ห้องทดลอง ไม่แตกต่างกันมากโดยที่ห้องทดลองที่มีดินถมผนังหนาจากผนัง 0.30 ม. 0.60 ม.และ 1.00 ม. จะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เท่ากัน

ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 0.30 ม.ความชื้นเฉลี่ย 77.56 %

ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 0.60 ม.ความชื้นเฉลี่ย 77.48 %

ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 1.00 ม.ความชื้นเฉลี่ย 76.63 %

โดยที่แนวโน้มการขึ้นลงของความชื้นสัมพัทธ์ตลอดทั้งวันจะต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องทดลองแต่จะมีช่วงที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกที่เวลา 9.00 น – 19.00 น. เป็นเวลากลางวัน



รูปที่ 4.41 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50 ม. การทดลองที่ 4

ความสัมพันธ์ภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50 ม. (RHin1.50) ทั้ง 3 ห้องทดลอง ไม่แตกต่างกันมากโดยที่ห้องทดลองที่มีดินถมผนังหนาจากผนัง 0.30 ม. 0.60 ม.และ 1.00 ม. จะมีค่าความสัมพันธ์ที่เท่ากัน

- ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 0.30 ม. อุณหภูมิเฉลี่ย 77.56 %
- ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 0.60 ม. อุณหภูมิเฉลี่ย 77.00 %
- ห้องทดลองที่มีดินถมผนังห้องทดลองหนา 1.00 ม. อุณหภูมิเฉลี่ย 76.63 %

โดยที่แนวโน้มการขึ้นลงของความชื้นสัมพันธ์ตลอดทั้งวันจะต่ำกว่าความชื้นสัมพันธ์ภายนอกห้องทดลองแต่จะมีช่วงที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกที่เวลา 9.00 น - 19.00 น. เป็นเวลากลางวัน

ตารางที่ 4.9 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลอง โรยกรวดหนา 0.10 ม.รคน้ำเวลา 19.00 น.(กลางคืน)

ตัวแปรภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกหุ้่นจำลอง								
Rad.	677.26		0.00		677.26		164.06	
Time	12.30		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ้่นจำลอง								
ตัวแปรภูมิอากาศ	1	2	3	4	1 - 2	2 - 4	Average	
Ts1	37.27	5.94	26.81	-22.29	10.46	28.23	31.57	-7.88
Time	14.30	7.00	7.00	14.00				
Ts2	37.27	6.60	26.81	-21.52	10.46	28.12	31.57	-7.43
Time	14.30	7.00	7.00	14.30				
Ts3	37.27	14.92	26.81	-12.36	10.46	27.28	31.57	2.33
Time	14.30	7.00	7.00	11.30				
Tow	37.27	10.38	26.81	-15.91	10.46	26.29	31.57	-3.31
Time	14.30	7.00	7.00	14.30				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ้่นจำลอง								
Tin	37.27	4.55	26.81	-20.71	10.46	25.26	31.57	-7.07
Time	14.30	7.00	7.00	13.00				
Tg	37.27	14.04	26.81	-8.56	10.46	22.60	31.57	6.14
Time	14.30	6.30	7.00	11.30				
Tin1.00	37.27	1.72	26.81	-20.43	10.46	22.15	31.57	-7.00
Time	14.30	6.30	7.00	11.30				
RH1.00	37.27	1.72	26.81	-18.59	10.46	20.31	31.57	-6.05
Time	14.30	14.30	7.00	6.00-6.30				
Tin1.50	100.00	37.38	57.14	-21.20	42.86	58.58	80.14	0.26
Time	6.00-7.30	6.30	14.30	11.30				
RH1.50	100.00	35.30	57.14	-21.20	42.86	56.50	80.14	-0.52
Time	6.00-7.30	13.00	14.30	6.00-6.30				

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

ตารางที่ 4.10 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลองโรยกรวดหนา 0.10 ม.รคน้ำ 10.00 น.(กลางวัน)

ตัวแปรภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกหุ้มจำลอง								
Rad.	677.26		0.00		677.26		164.06	
Time	12.30		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ้มจำลอง								
ตัวแปรภูมิอากาศ	1	2	3	4	1 - 2	2 - 4	Average	
Ts1	37.27	8.82	26.81	-21.90	10.46	30.72	31.57	-6.92
Time	14.30	7.00	7.00	14.30				
Ts2	37.27	7.25	26.81	-23.12	10.46	30.37	31.57	-7.77
Time	14.30	7.00	7.00	14.30				
Ts3	37.27	18.46	26.81	-11.88	10.46	30.34	31.57	3.29
Time	14.30	7.00	7.00	13.00				
Tow	37.27	8.25	26.81	-17.59	10.46	25.84	31.57	-5.44
Time	14.30	7.00	7.00	14.30				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ้มจำลอง								
Tin	37.27	8.36	26.81	-18.81	10.46	27.16	31.57	-4.14
Time	14.30	7.00	7.00	14.30				
Tg	37.27	19.28	26.81	-4.36	10.46	23.64	31.57	11.02
Time	14.30	6.30	7.00	11.30				
Tin1.00	37.27	2.57	26.81	-16.57	10.46	19.15	31.57	-4.73
Time	14.30	7.00	7.00	11.30				
Tin1.50	37.27	2.57	26.81	-14.34	10.46	16.92	31.57	-3.84
Time	14.30	14.30	7.00	6.00-6.30				
RH1.00	100.00	37.24	57.14	-21.28	42.86	58.52	80.14	0.16
Time	6.00-7.30	7.00	14.30	11.30				
RH1.50	100.00	35.16	57.14	-21.28	42.86	56.44	80.14	-0.62
Time	6.00-7.30	13.00	14.30	6.00-6.30				

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

ตารางที่ 4.11 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลองปลุกไม้ฟุ่ม(ต้นเทียนทอง)รดน้ำเวลา 10.00 น.(กลางวัน)

ตัวแปรภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกหุ้่นจำลอง								
Rad.	677.26		0.00		677.26		164.06	
Time	12.30		19.60					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ้่นจำลอง								
ตัวแปรภูมิอากาศ	1	2	3	4	1 - 2	2 - 4	Average	
Ts1	37.27	1.79	26.81	-27.12	10.46	28.90	31.57	-13.30
Time	14.30	7.00	7.00	14.30				
Ts2	37.27	0.52	26.81	-28.09	10.46	28.61	31.57	-13.84
Time	14.30	7.00	7.00	14.30				
Ts3	37.27	6.42	26.81	-21.12	10.46	27.53	31.57	-7.94
Time	14.30	7.00	7.00	14.30				
Tow	37.27	3.37	26.81	-20.24	10.46	23.61	31.57	-9.32
Time	14.30	7.00	7.00	15.30				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ้่นจำลอง								
Tin	37.27	0.45	26.81	-23.98	10.46	24.42	31.57	-10.82
Time	14.30	6.30	7.00	13.00				
Tg	37.27	6.98	26.81	-11.30	10.46	18.27	31.57	-2.51
Time	14.30	7.00	7.00	14.30				
Tin1.00	37.27	2.31	26.81	-16.57	10.46	18.88	31.57	-5.22
Time	14.30	6.30	7.00	11.30				
Tin1.50	37.27	2.31	26.81	-14.34	10.46	16.65	31.57	-4.62
Time	14.30	14.30	7.00	6.00-7.30				
RH1.00	100.00	33.36	57.14	-22.80	42.86	56.16	80.14	-0.99
Time	6.00-7.30	6.30	14.30	11.30				
RH1.50	100.00	30.91	57.14	-22.80	42.86	53.71	80.14	-1.60
Time	6.00-7.30	14.30	14.30	6.00-7.30				

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

4.3.4.1 สรุปการวิเคราะห์ผลการทดลองที่ 4 การทดลองเปรียบเทียบการใช้กรวดและการลดความร้อนให้กับอาคาร

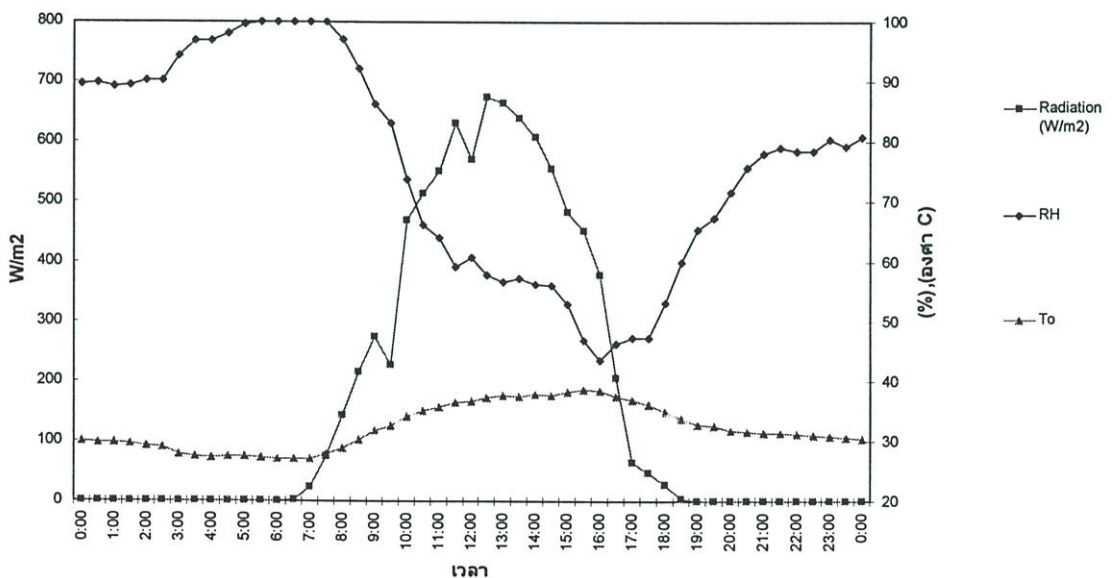
จากสมมติฐานการทดลอง : การรดน้ำให้กับดินในเวลาที่แตกต่างกันจะทำให้ อุณหภูมิที่เกิดภายในห้องที่มีการถมดินต่างกัน

จากการทดลองจะเห็นได้จากค่าตัวแปรต่างๆว่า ค่าตัวแปรในการลดความร้อนของห้องทดลองจะแตกต่างกันอย่างชัดเจน เมื่อเทียบกันระหว่างห้องทดลองโรยกรวดรดน้ำในเวลากลางวัน กับ ห้องทดลองโรยกรวดรดน้ำในเวลากลางวัน ห้องทดลอง 2 ห้องนี้ต่างกันในส่วน ของเวลาในการรดน้ำเท่านั้น โดยผลที่ได้คือห้องทดลองที่รดน้ำในเวลากลางวันจะมีค่าอุณหภูมิ ภายในห้องทดลองที่ต่ำกว่าห้องทดลองที่รดน้ำในเวลากลางวันส่วนความชื้นภายในห้องทดลองทั้ง 3 จะไม่มีความแตกต่างกันมากอย่างชัดเจน

ส่วนการทดลองโรคกรวดเปรียบเทียบกับห้องทดลองที่ปลูกพืชคลุมดิน (ต้นเทียนทอง) ผลที่ได้คืออุณหภูมิในห้องทดลองที่ปลูกพืชคลุมดินจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าห้องทดลองที่โรยกรวด เนื่องมาจากการโรยกรวดเป็นการป้องกัน การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ และเป็นการป้องกันการพาของลม แต่การปลูกพืชคลุมดินจะมีการเพิ่มในส่วนของการรักษาความชื้นในดินได้ โดยที่พืชคลุมดินนั้นมีรากไว้คอยเก็บความชุ่มชื้นส่วนกรวดจะมีคุณสมบัติของการนำความร้อนที่ดี ด้วยทำให้ห้องทดลองที่ปลูกพืชคลุมดินมีอุณหภูมิต่ำกว่า

ดังนั้นการรดน้ำให้กับดินในเวลาที่แตกต่างกันจะทำให้อุณหภูมิที่เกิดภายในห้องที่มีการถมดินต่างกัน โดยที่ห้องทดลองที่รดน้ำในเวลากลางคืนมีค่าอุณหภูมิภายในห้องทดลองต่ำกว่ารดน้ำเวลากลางวันส่วนปริมาณความชื้นของทั้ง 3 ห้องทดลองไม่มีความแตกต่างกันมากทำให้การใช้วัสดุคลุมดินคลุมดินในการถมผนังห้องทดลอง วัสดุแต่ละชนิดจะไม่มีผลกับความชื้นที่เกิดขึ้นภายในห้องทดลอง

4.3.5 การวิเคราะห์ผลการทดลองที่ 5 ห้องทดลองเปรียบเทียบผนัง 3 ประเภทในการลดความร้อนให้กับอาคาร



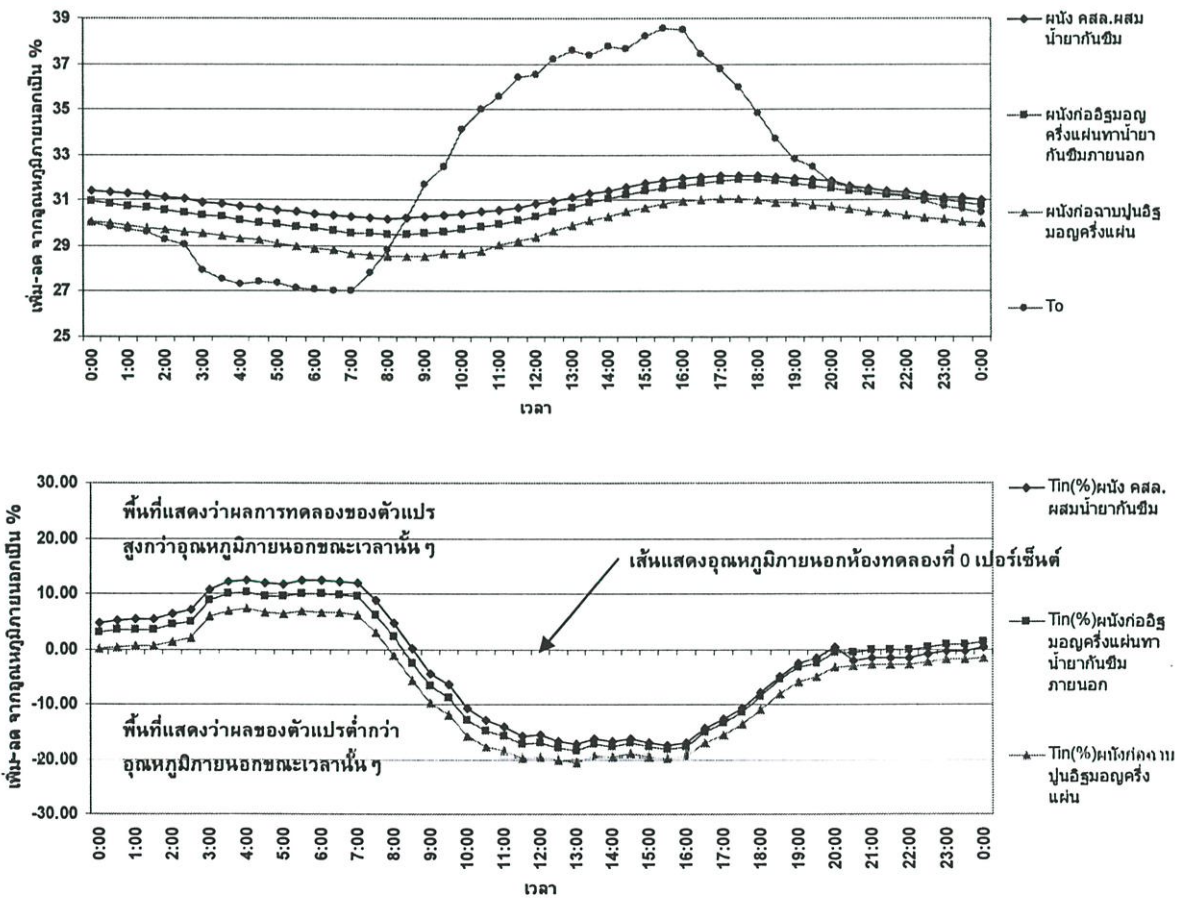
รูปที่ 4.42 แสดงกราฟแสดงสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง ที่ 5

สภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองที่ 5 จากกราฟสภาพอากาศวันที่ทำการทดลองมีอากาศปลอดโปร่งโดยที่มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

อุณหภูมิอากาศ มีอุณหภูมิอากาศสูงสุด ที่ 38.56°C ที่เวลา 15.30 น.

อุณหภูมิอากาศ มีอุณหภูมิอากาศต่ำสุด ที่	27.03 °C	ที่เวลา 06.30 น.
อุณหภูมิอากาศ เฉลี่ยตลอดทั้งวัน	32.22 °C	
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดทั้งวัน	75.97 %	
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์สูงสุดที่	675.37 W/m ²	ที่เวลา 12.30 น.
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดทั้งวันที่	173.47 W/m ²	

การวิเคราะห์จะทำการวิเคราะห์ในแต่ละตัวแปรเปรียบเทียบใน 3 ห้องทดลองจากกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิแต่ละตัวแปรกับอุณหภูมิภายนอกและกราฟเปรียบเทียบเป็น % กับอุณหภูมิภายนอกห้องทดลอง และตารางแสดงค่า สูงสุด ต่ำสุด เป็นเปอร์เซ็นต์ ในการทดลองนี้ โดยที่ทำการเปรียบเทียบกับสภาพอากาศภายนอกห้องทดลอง โดยที่การวิเคราะห์มีดังนี้



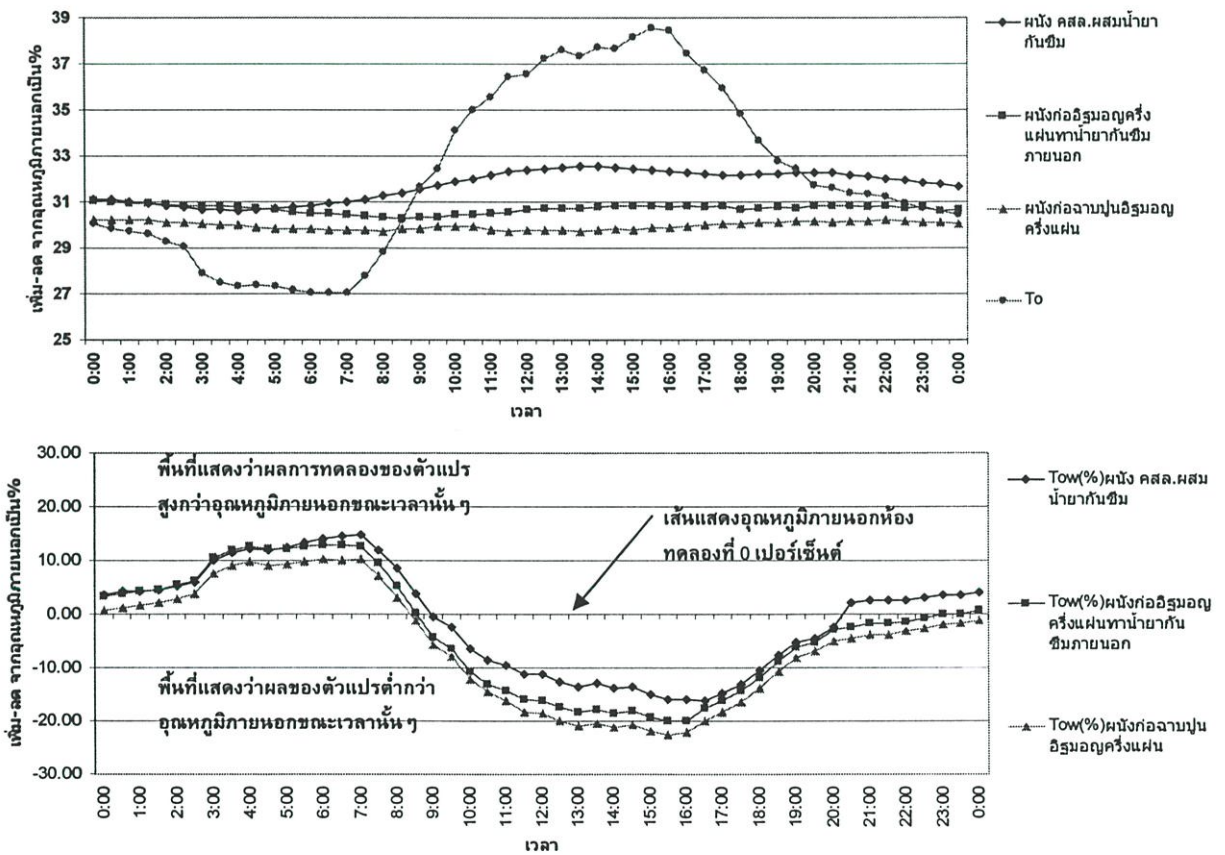
รูปที่ 4.43 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิผิวผนังภายในห้องทดลอง การทดลองที่ 5

อุณหภูมิผิวผนังภายในห้องทดลอง (Tim) ทั้ง 3 ห้องทดลองจะแตกต่างกันโดยที่ห้องทดลองที่ใช้ผนัง คสล. ผสมน้ำยากันซึม จะมีค่าทางอุณหภูมิมากที่สุด ส่วนห้องทดลองผนังก่อ

ห้องทดลองที่ใช้ผนัง คสล.ผสมน้ำยากันซึมห้องทดลองรองลงมา และห้องทดลองผนังก่ออิฐฉาบปูน เป็นห้องทดลองที่มีค่าทางอุณหภูมิค่าที่สูงสุดดังนี้

ห้องทดลองผนัง คสล. ผสมน้ำยากันซึม	อุณหภูมิเฉลี่ย	33.12 °C
ห้องทดลองผนังก่ออิฐฉาบปูนทาน้ำยากันซึม	อุณหภูมิเฉลี่ย	33.86 °C
ห้องทดลองผนังก่ออิฐฉาบปูน	อุณหภูมิเฉลี่ย	30.81 °C

จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่ผนังห้องเป็น คสล. ผสมน้ำยากันซึมเป็นผนังที่มีค่าทางอุณหภูมิมากที่สุดส่วนผนังห้องทดลองที่เป็นก่ออิฐฉาบปูนทาน้ำยากันซึมเป็นผนังห้องที่รองลงมาแต่ผนังห้องก่ออิฐฉาบปูนเป็นผนังห้องที่มีผลอุณหภูมิค่าที่ต่ำที่สุด

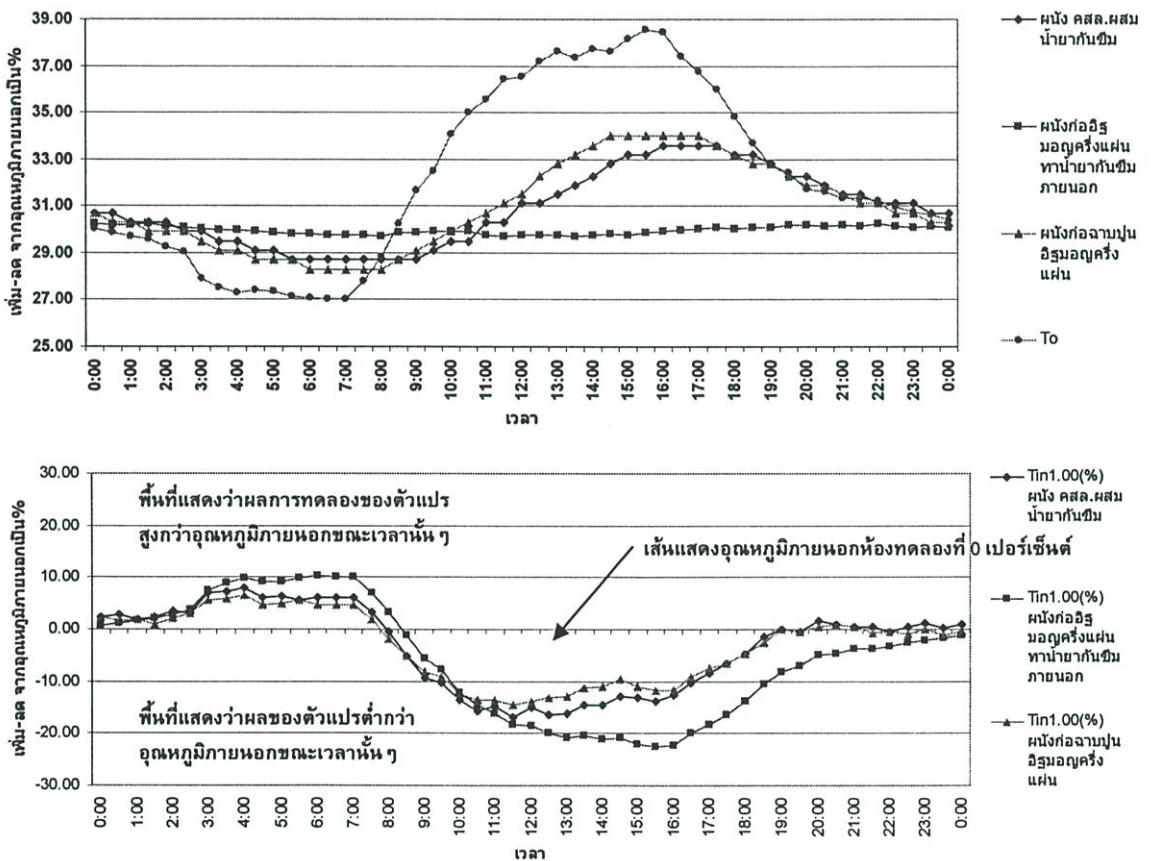


รูปที่ 4.45 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิผิวผนังภายนอกห้องทดลอง การทดลองที่ 5

อุณหภูมิผิวผนังภายนอกห้องทดลอง (Tow) ทั้ง 3 ห้องทดลองจะแตกต่างกัน โดยที่ห้องทดลองที่ใช้ผนัง คสล.ผสมน้ำยากันซึม จะมีค่าทางอุณหภูมิมากที่สุด ส่วนห้องทดลองผนังก่ออิฐฉาบปูนทาน้ำยากันซึมภายนอกห้องทดลองรองลงมา และห้องทดลองผนังก่ออิฐฉาบปูน เป็นห้องทดลองที่มีค่าทางอุณหภูมิค่าที่ต่ำที่สุดดังนี้

ห้องทดลองผนัง คสล. ผสมน้ำยากันซึม	อุณหภูมิเฉลี่ย	31.71°C
ห้องทดลองผนังก่ออิฐฉาบปูนทาน้ำยากันซึม	อุณหภูมิเฉลี่ย	30.70°C
ห้องทดลองผนังก่ออิฐฉาบปูน	อุณหภูมิเฉลี่ย	29.97°C

จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่ผนังห้องเป็น คสล. ผสมน้ำยากันซึมเป็นผนังที่มีค่าทางอุณหภูมิมากที่สุดส่วนผนังห้องทดลองที่เป็นก่ออิฐฉาบปูนทาน้ำยากันซึมเป็นผนังห้องที่รองลงมาแลผนังห้องก่ออิฐฉาบปูนเป็นผนังห้องที่มีผลอุณหภูมิต่ำที่สุด



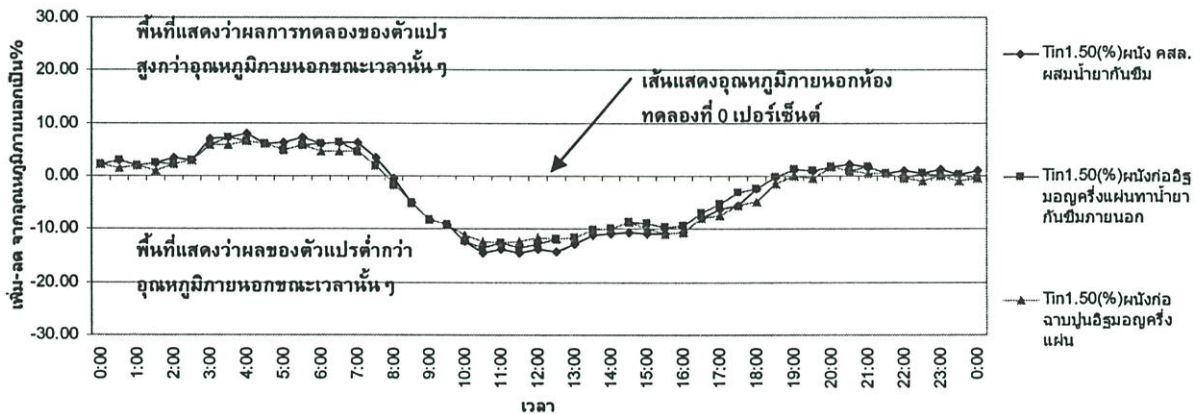
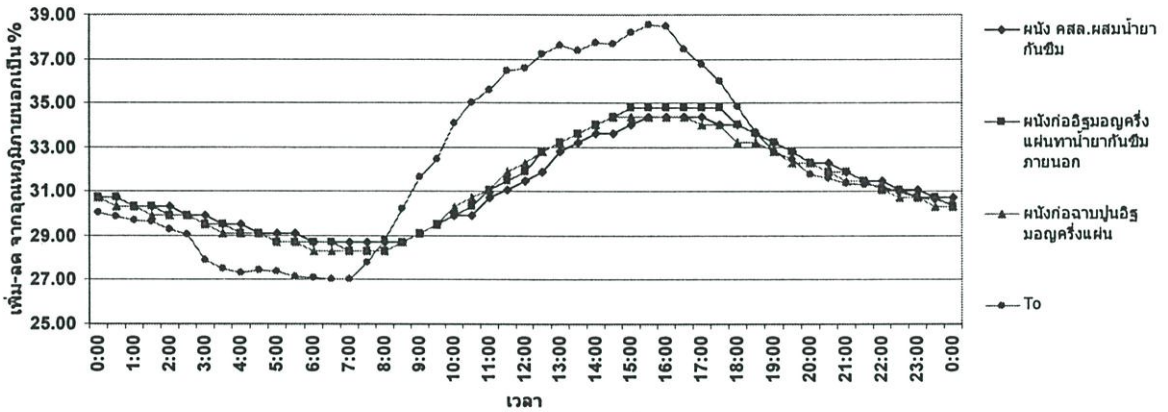
รูปที่ 4.46 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 ม. การทดลองที่ 5

อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 ม. (Tin1.00) ทั้ง 3 ห้องทดลองจะแตกต่างกันโดยที่ห้องทดลองที่ใช้ผนัง คสล.ผสมน้ำยากันซึม จะมีค่าทางอุณหภูมิมากที่สุด ใกล้เคียงกับห้องทดลองผนังก่ออิฐฉาบปูน และห้องทดลองผนังก่ออิฐฉาบปูน ทาน้ำยากันซึมภายนอกห้องทดลองเป็นห้องทดลองที่มีค่าทางอุณหภูมิต่ำที่สุดดังนี้

ห้องทดลองผนัง คสล. ผสมน้ำยากันซึม	อุณหภูมิเฉลี่ย	30.87°C
-----------------------------------	----------------	---------

ห้องทดลองผนังก่ออิฐฉาบปูนทาน้ำยากันซึม	อุณหภูมิเฉลี่ย	31.01 °C
ห้องทดลองผนังก่ออิฐฉาบปูน	อุณหภูมิเฉลี่ย	30.96 °C

จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่ผนังห้องเป็น คสล. ผสมน้ำยากันซึมเป็นผนังที่มีค่าทางอุณหภูมิมากที่สุด ส่วนผนังห้องทดลองที่เป็นก่ออิฐฉาบปูนเป็นผนังห้องที่รองลงมา แต่ผนังห้องก่ออิฐฉาบปูนทาน้ำยากันซึมเป็นผนังห้องที่มีผลอุณหภูมิต่ำที่สุด



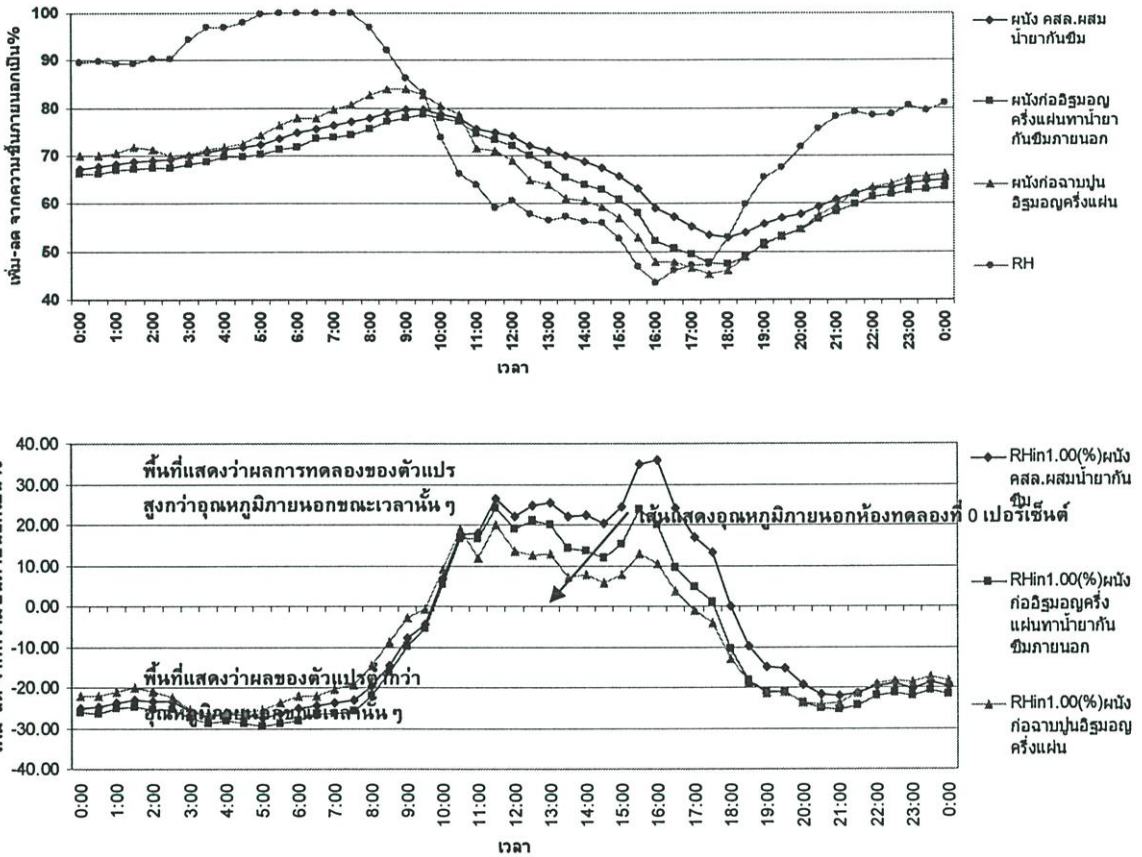
รูปที่ 4.47 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50 ม. การทดลองที่ 5

อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50 ม. (Tin1.50) ทั้ง 3 ห้องทดลองจะแตกต่างกันไม่มาก โดยที่ห้องทดลองที่ใช้ผนัง คสล. ผสมน้ำยากันซึม จะมีค่าทางอุณหภูมิมากที่สุด ใกล้เคียงกับห้องทดลองผนังก่ออิฐฉาบปูน และห้องทดลองผนังก่ออิฐฉาบปูน ทาน้ำยากันซึมภายนอก ห้องทดลองเป็นห้องทดลองที่มีค่าทางอุณหภูมิต่ำที่สุดดังนี้

ห้องทดลองผนัง คสล. ผสมน้ำยากันซึม	อุณหภูมิเฉลี่ย	31.22 °C
-----------------------------------	----------------	----------

ห้องทดลองผนังก่ออิฐฉาบปูนทาน้ำยากันซึม	อุณหภูมิเฉลี่ย	31.28 °C
ห้องทดลองผนังก่ออิฐฉาบปูน	อุณหภูมิเฉลี่ย	31.14 °C

จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่ผนังห้องเป็น คสล. ผสมน้ำยากันซึมเป็นผนังที่มีค่าทางอุณหภูมิมากที่สุด ส่วนผนังห้องทดลองที่เป็นก่ออิฐฉาบปูนเป็นผนังห้องที่รองลงมา แต่ผนังห้องก่ออิฐฉาบปูนทาน้ำยากันซึมเป็นผนังห้องที่มีผลอุณหภูมิต่ำที่สุด



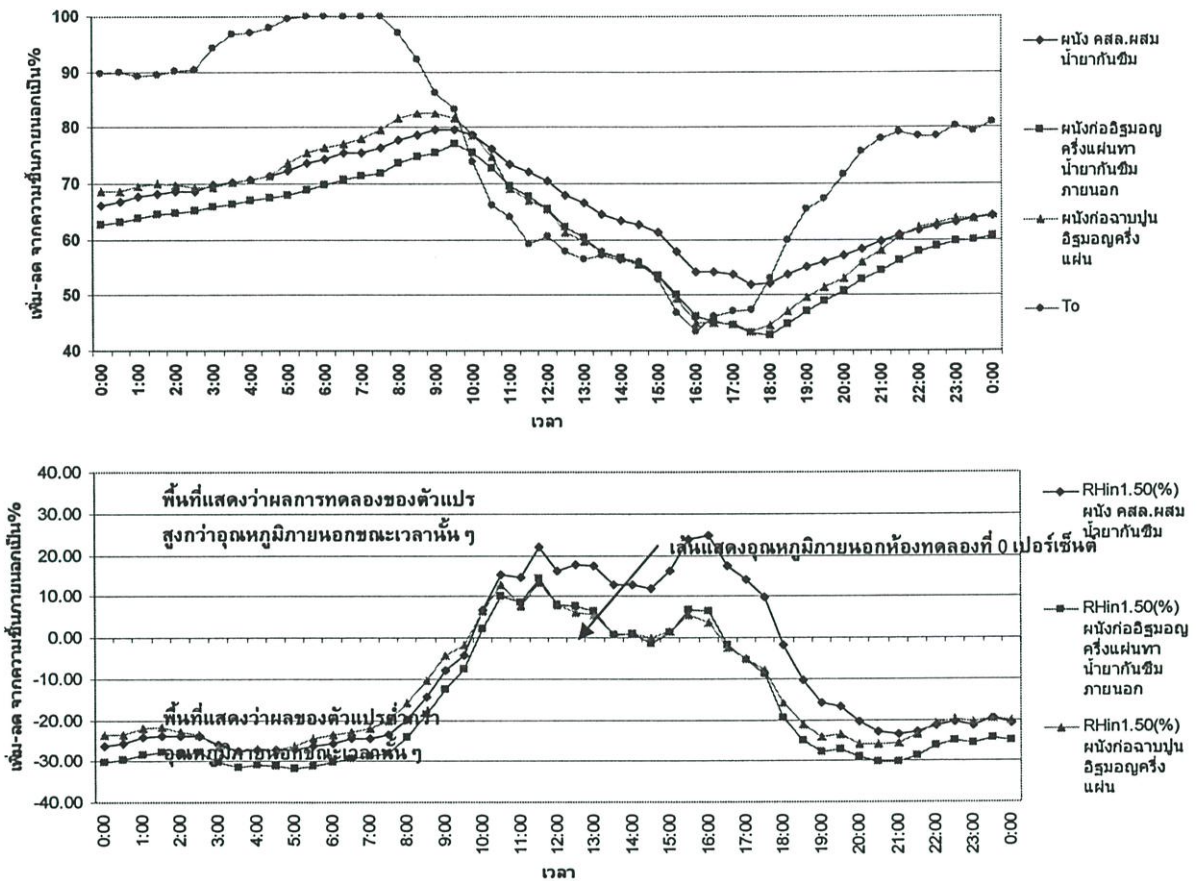
รูปที่ 4.48 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 ม. การทดลองที่ 5

ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.00 ม. (RHin1.00) จากกราฟห้องทดลองที่ผนังห้องทดลอง คสล. ผสมน้ำยากันซึมจะมีค่าความชื้นภายในห้องทดลองมากที่สุด ส่วนห้องทดลองที่ผนังภายนอกเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูนทาน้ำยากันซึมภายนอกห้องทดลอง และห้องทดลองผนังห้องทดลองเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูนเป็นผนังที่มีค่าความชื้นเข้ามาน้อยที่สุดดังนี้

ห้องทดลองผนัง คสล. ผสมน้ำยากันซึม	ความชื้นเฉลี่ย	67.84 %
-----------------------------------	----------------	---------

ห้องทดลองผนังก่ออิฐฉาบปูนหน้ายกกันซึม	ความชื้นเฉลี่ย	65.07 %
ห้องทดลองผนังก่ออิฐฉาบปูน	ความชื้นเฉลี่ย	66.25 %

จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่มีการกันความชื้นภายในห้องทดลองจะทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองเฉลี่ยต่ำกว่าห้องทดลองที่ไม่ได้มีกันความชื้น



รูปที่ 4.49 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50 ม. การทดลองที่ 5

ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลอง (RHin1.50) ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองที่ระดับ 1.50ม. จากกราฟห้องทดลองที่ผนังห้องทดลอง คสล. ผสมน้ำยากันซึมจะมีค่าความชื้นภายในห้องทดลองมากที่สุด ส่วนห้องทดลองที่ผนังภายนอกเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูนหน้ายกกันซึมภายนอกห้องทดลอง และห้องทดลองผนังห้องทดลองเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูนเป็นผนังที่มีค่าความชื้นเข้ามาน้อยที่สุดดังนี้

ห้องทดลองผนัง คสล. ผสมน้ำยากันซึม	ความชื้นเฉลี่ย	66.32 %
ห้องทดลองผนังก่ออิฐฉาบปูนหน้ายกกันซึม	ความชื้นเฉลี่ย	61.09 %

ห้องทดลองผนังก่ออิฐฉาบปูน

ความชื้นเฉลี่ย 64.34 %

จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่มีการกันความชื้นภายในห้องทดลองจะทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองเฉลี่ยต่ำกว่าห้องทดลองที่ไม่ได้มีกันความชื้น

ตารางที่ 4.12 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลองถมดินร่วนทางด้านทิศตะวันตกกับผนังคสล.ผสมน้ำยากันซึม

ตัวแปรภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกหุ้่นจำลอง								
Rad.	675.37		0.00		675.37		173.47	
Time	12.30		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ้่นจำลอง								
ตัวแปรภูมิอากาศ	1	2	3	4	1 - 2	2 - 4	Average	
Ts1	38.56	8.63	27.03	-22.76	11.53	31.39	32.22	-7.17
Time	15.30	6.30-7.00	6.30-7.00	16.00				
Ts2	38.56	10.17	27.03	-22.30	11.53	32.48	32.22	-5.88
Time	15.30	6.30	6.30-7.00	15.30				
Ts3	38.56	20.95	27.03	-9.98	11.53	30.94	32.22	6.06
Time	15.30	6.00	6.30-7.00	15.30				
Tow	38.56	14.67	27.03	-16.08	11.53	30.76	32.22	-0.96
Time	15.30	7.00	6.30-7.00	16.30				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ้่นจำลอง								
Tin	38.56	12.48	27.03	-17.38	11.53	29.86	32.22	-2.48
Time	15.30	4.00	6.30-7.00	15.30				
Tg	38.56	15.04	27.03	-6.97	11.53	22.02	32.22	3.51
Time	15.30	4.00	6.30-7.00	15.30				
Tin1.00	38.56	7.98	27.03	-16.83	11.53	24.81	32.22	-3.33
Time	15.30	4.00	6.30-7.00	15.30				
Tin1.50	38.56	7.98	27.03	-14.63	11.53	22.61	32.22	-2.34
Time	15.30	16.00	6.30-7.00	5.00				
RH1.00	100.00	35.96	43.47	-27.32	56.53	63.28	75.97	-6.36
Time	5.30-7.30	4.00	16.00	11.30				
RH1.50	100.00	24.68	43.47	-27.51	56.53	52.19	75.97	-8.95
Time	5.30-7.30	16.00	16.00	3.30				

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

ตารางที่ 4.13 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลองถมดินร่วนทางด้านทิศตะวันตกกับผนังก่ออิฐฉาบปูนครึ่งแผ่นทาน้ำยากันซึมภายนอกผนัง

ตัวแปรภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกหุ้่นจำลอง								
Rad.	675.37		0.00		675.37		173.47	
Time	12.30		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ้่นจำลอง								
ตัวแปรภูมิอากาศ	1	2	3	4	1 - 2	2 - 4	Average	
Ts1	38.56	15.76	27.03	-19.80	11.53	35.55	32.22	-2.31
Time	15.30	7.00	6.30-7.00	16.00				
Ts2	38.56	12.87	27.03	-21.99	11.53	34.87	32.22	-4.42
Time	15.30	6.30	6.30-7.00	15.30				
Ts3	38.56	17.50	27.03	-11.17	11.53	28.67	32.22	3.32
Time	15.30	6.30-7.00	6.30-7.00	13.00				
Tow	38.56	12.87	27.03	-20.05	11.53	32.92	32.22	-3.43
Time	15.30	6.30	6.30-7.00	15.30				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ้่นจำลอง								
Tin	38.56	10.29	27.03	-18.43	11.53	28.71	32.22	-3.61
Time	15.30	4.00	6.30-7.00	13.00				
Tg	38.56	15.89	27.03	-3.56	11.53	19.45	32.22	5.86
Time	15.30	4.00	6.30-7.00	13.00				
Tin1.00	38.56	7.23	27.03	-14.63	11.53	21.86	32.22	-2.98
Time	15.30	3.30	6.30-7.00	11.30				
Tin1.50	38.56	7.23	27.03	-13.53	11.53	20.77	32.22	-2.26
Time	15.30	11.30	6.30-7.00	5.00				
RH1.00	100.00	23.92	43.47	-29.43	56.53	53.35	75.97	-10.73
Time	5.30-7.30	3.30	16.00	11.30				
RH1.50	100.00	14.29	43.47	-31.74	56.53	46.03	75.97	-16.87
Time	5.30-7.30	11.30	16.00	5.00				

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

ตารางที่ 4.14 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลองดินร่วนทางด้าน
ทิศตะวันตกกับผนังก่ออิฐฉาบปูนครึ่งแผ่น

ตัวแปรภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกหุ้่นจำลอง								
Rad.	675.37		0.00		675.37		173.47	
Time	12.30		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ้่นจำลอง								
ตัวแปรภูมิอากาศ	1	2	3	4	1 - 2	2 - 4	Average	
Ts1	38.56	7.27	27.03	-23.73	11.53	31.00	32.22	-8.33
Time	15.30	6.30-7.00	6.30-7.00	16.00				
Ts2	38.56	7.10	27.03	-25.96	11.53	33.06	32.22	-9.09
Time	15.30	6.00-6.30	6.30-7.00	15.30				
Ts3	38.56	16.46	27.03	-15.85	11.53	32.31	32.22	0.95
Time	15.30	7.00	6.30-7.00	13.00				
Tow	38.56	10.24	27.03	-22.51	11.53	32.75	32.22	-5.69
Time	15.30	6.00	6.30-7.00	15.30				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ้่นจำลอง								
Tin	38.56	7.43	27.03	-20.55	11.53	27.98	32.22	-6.30
Time	15.30	4.00	6.30-7.00	13.00				
Tg	38.56	6.44	27.03	-14.06	11.53	20.51	32.22	-3.58
Time	15.30	4.00	6.30-7.00	16.00				
Tin1.00	38.56	6.52	27.03	-14.63	11.53	21.15	32.22	-3.18
Time	15.30	4.00	6.30-7.00	11.30				
Tin1.50	38.56	6.52	27.03	-12.57	11.53	19.08	32.22	-2.69
Time	15.30	11.30	6.30-7.00	3.30				
RH1.00	100.00	20.03	43.47	-26.37	56.53	46.41	75.97	-10.23
Time	5.30-7.30	4.00	16.00	11.00				
RH1.50	100.00	13.44	43.47	-27.41	56.53	40.85	75.97	-13.18
Time	5.30-7.30	11.30	16.00	3.30				

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

4.3.5.1 สรุปการวิเคราะห์ผลการทดลองที่ 5 การทดลองเปรียบเทียบประเภทของผนังในการลดความร้อนและการป้องกันความชื้นให้กับอาคาร

จากสมมติฐานในการทดลอง : การถมดินที่ผนังต่างวัสดุกันทำให้อุณหภูมิที่เข้ามาในห้องทดลองต่างกันและผนังที่มีระบบกันซึมและไม่มีระบบกันซึมถมดินมีผลทำให้อุณหภูมิภายในห้องต่างกัน

จากการทดลองผนังห้องทั้ง 3 ประเภท มีผลการทดลองของค่าอุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ต่าง โดยที่ค่าการทดลองในหลายๆตัวแปรมีค่าเป็นไปในแนวทางเดียวกัน โดยเรียงตามลำดับจากอุณหภูมิภายในที่ได้รับจากดินต่ำที่สุดไปยังอุณหภูมิสูงที่สุดดังนี้ ห้องทดลองดินถมผนังก่ออิฐฉาบปูนครึ่งแผ่น มีค่าอุณหภูมิต่ำสุด ส่วนห้องทดลองดินถมผนังก่ออิฐฉาบปูนครึ่ง

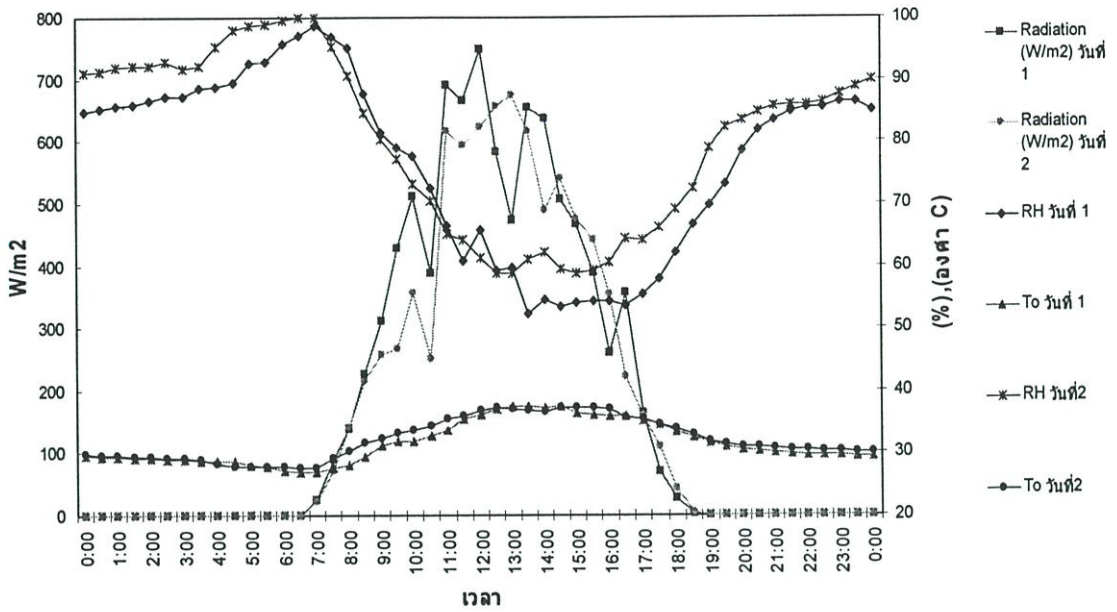
แผ่นทาน้ำยากันซึมภายนอก มีค่าทางอุณหภูมิลดลงมา และห้องทดลองถมดินฝั่ง คสล. ผสมน้ำยากันซึมฉาบปูน มีค่าอุณหภูมิสูงสุด

จากผลที่ได้เนื่องจากคุณสมบัติของดินจะเป็นฉนวนให้กับผนังที่ถมแล้ว การที่จะลดอุณหภูมิภายในห้องทดลอง ผนังจะทำหน้าที่เป็นตัวนำอุณหภูมิ โดยที่ผนังที่มีรูพรุนมาก จะทำให้อุณหภูมิต่ำกว่าผนังห้องที่มีรูพรุนน้อยเช่นผนังก่ออิฐฉาบปูนครึ่งแผ่นเป็นผนังที่มีรูพรุนมากที่สุด โดยรองลงมาคือผนังทาน้ำยากันซึมภายนอก และผนัง คสล. เป็นผนังที่มีรูพรุนน้อยที่สุด โดย ทำให้ทำให้อุณหภูมิต่ำกว่าผนังในห้องทดลองมีค่าสูงที่สุด แต่อุณหภูมิที่ต่างกันเป็นการต่างกันไม่มากนัก โดยที่ อุณหภูมิเฉลี่ยผิวผนังภายในห้องทดลองเป็นดังนี้

ห้องทดลองดินถมผนังก่ออิฐฉาบปูนครึ่งแผ่น	29.83 °C
ห้องทดลองดินถมผนังก่ออิฐฉาบปูนครึ่งแผ่นทาน้ำยากันซึม	30.69 °C
ห้องทดลองถมดินฝั่ง คสล. ผสมน้ำยากันซึมฉาบปูน	31.13 °C

ดังนั้นการป้องกันความชื้นจากดินไม่ให้เข้าภายในห้องทดลองก็จะเป็นการสวนทางกับการที่ต้องการการลดอุณหภูมิภายในห้องทดลองมากที่สุดเพราะยิ่งต้องการลดความชื้นที่เข้ามาในห้องทดลองก็จะต้องออกแบบให้ผนังห้องทดลองกันซึมได้มากขึ้น และการถมดินที่ผนังต่างวัสดุกันทำให้อุณหภูมิต่ำกว่าผนังในห้องทดลองต่างกันอีกทั้งผนังที่มีระบบกันซึมและไม่มีการกันซึมถมดินมีผลทำให้อุณหภูมิต่ำกว่าผนังในห้องทดลองต่างกันตามคุณสมบัติของผนังนั้นๆ จากการทดลองความชื้นจากผนังห้องทดลองทั้ง 3 ห้องทดลอง ไม่ได้ทำให้เกิดการควบแน่นที่ผนังภายในห้องทดลองทั้ง 3 ห้องทดลอง

4.3.6 การวิเคราะห์การทดลองที่ 6 การทดลองเปรียบเทียบทิศทางของอาคารในการลดความร้อนที่ผนังอาคารในการลดความร้อนให้กับอาคาร



รูปที่ 4.50 แสดงกราฟเปรียบเทียบสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองการทดลองที่ 6

สภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 1 จากกราฟสภาพอากาศวันที่ทำการทดลองมีอากาศปลอดโปร่ง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

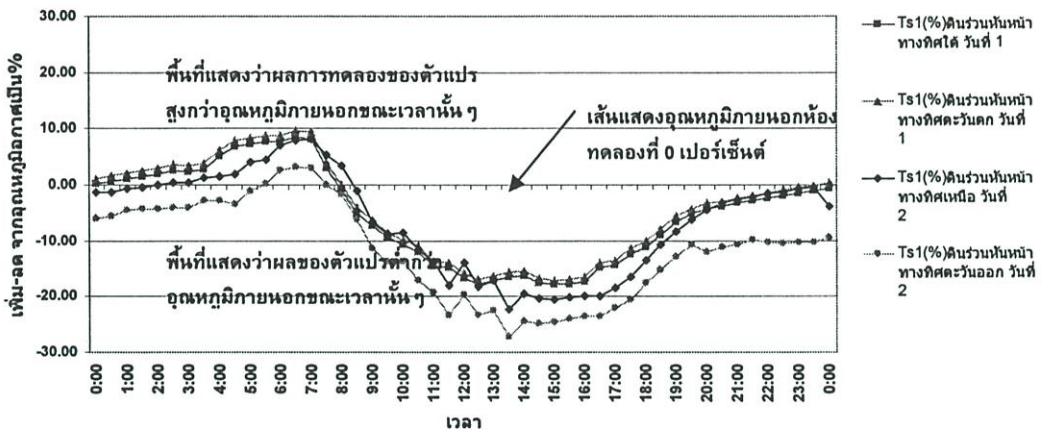
อุณหภูมิอากาศ มีอุณหภูมิอากาศสูงสุด ที่	37.34 °C	ที่เวลา 12.30 น.
อุณหภูมิอากาศ มีอุณหภูมิอากาศต่ำสุด ที่	27.60 °C	ที่เวลา 06.30 น.
อุณหภูมิอากาศ เฉลี่ยตลอดทั้งวัน	32.05 °C	
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดทั้งวัน	80.44 %	
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์สูงสุดที่	674.92 W/m2	ที่เวลา 13.00 น.
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดทั้งวันที่	167.37 W/m2	

สภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองที่ 6 กลุ่มที่ 2 จากกราฟสภาพอากาศวันที่ทำการทดลองมีอากาศปลอดโปร่ง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

อุณหภูมิอากาศ มีอุณหภูมิอากาศสูงสุด ที่	37.34 °C	ที่เวลา 12.30 น.
อุณหภูมิอากาศ มีอุณหภูมิอากาศต่ำสุด ที่	25.82 °C	ที่เวลา 07.00 น.
อุณหภูมิอากาศ เฉลี่ยตลอดทั้งวัน	32.05 °C	

ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดทั้งวัน	80.44 °C
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์สูงสุดที่	684.91 W/m ² ที่เวลา 12.00 น.
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดทั้งวันที่	674.92 W/m ²

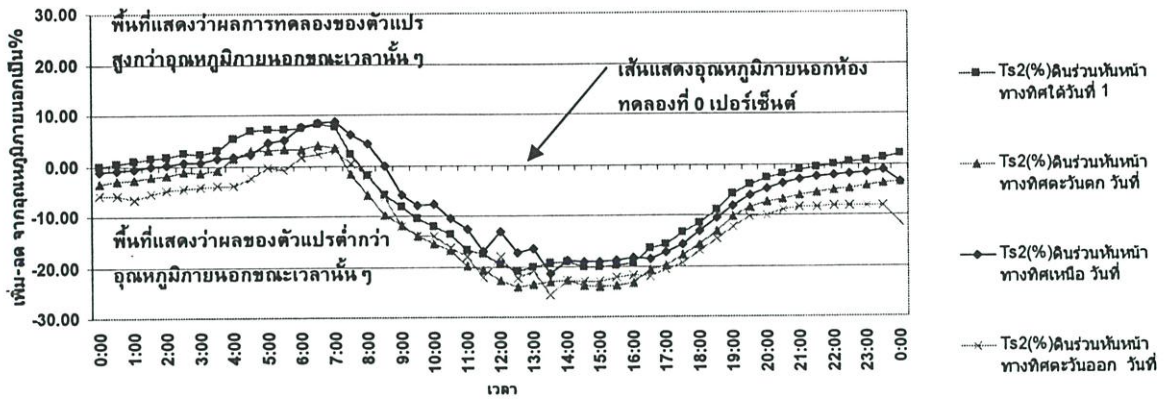
การวิเคราะห์จะทำการวิเคราะห์ในแต่ละตัวแปรเปรียบเทียบใน 3 ห้องทดลองจากกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิแต่ละตัวแปรกับอุณหภูมิภายนอกและกราฟเปรียบเทียบเป็น % กับอุณหภูมิภายนอกห้องทดลอง และตารางแสดงค่า สูงสุด ต่ำสุด เป็นเปอร์เซ็นต์ ในการทดลองนี้โดยที่ทำการเปรียบเทียบกับสภาพอากาศภายนอกห้องทดลอง โดยที่การวิเคราะห์มีดังนี้



รูปที่ 4.51 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิดินที่ระดับ 0.60 ม. การทดลองที่ 6

อุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 0.60 เมตร (Ts1) จะมีค่าของอุณหภูมิเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกเป็นเปอร์เซ็นต์ มากไปหาน้อยดังต่อไปนี้

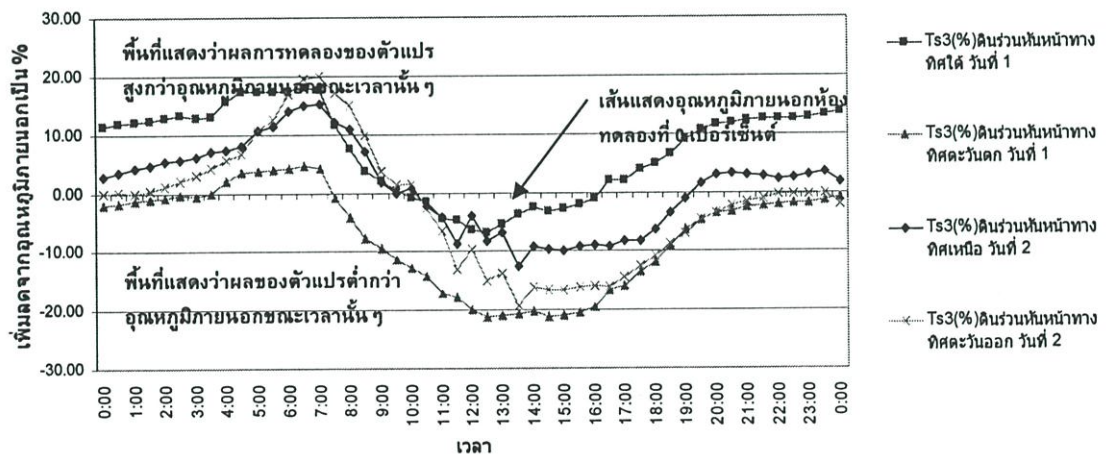
ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศใต้ ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศตะวันออก ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศตะวันตก ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศเหนือ ตามลำดับ



รูปที่ 4.52 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิดินที่ระดับ 0.40 ม. การทดลองที่ 6

อุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 0.40 เมตร (Ts2) จะมีค่าของอุณหภูมิเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกเป็นเปอร์เซ็นต์ มากไปหาน้อยดังต่อไปนี้

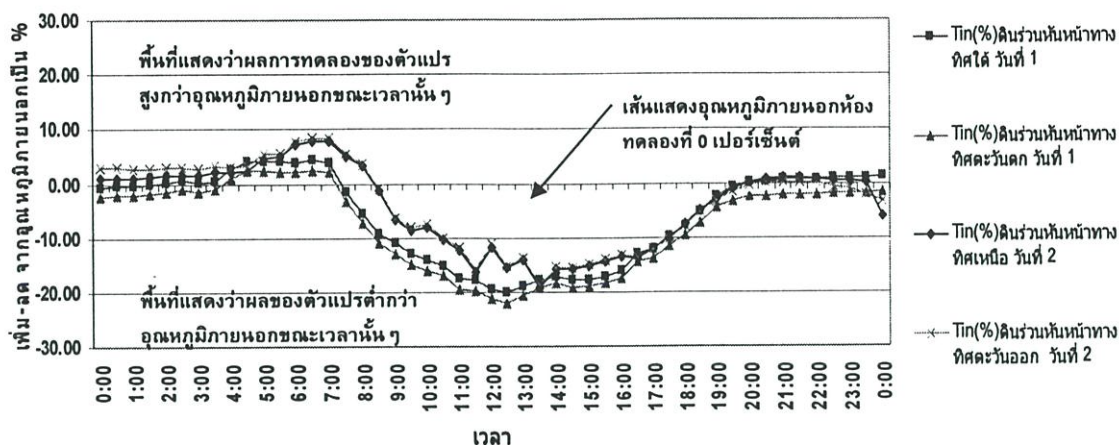
ห้องทดลองผิวดินทางด้านทิศใต้ ห้องทดลองผิวดินทางด้านทิศตะวันออก ห้องทดลองผิวดินทางด้านทิศตะวันตก ห้องทดลองผิวดินทางด้านทิศเหนือ ตามลำดับ



รูปที่ 4.53 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิดินที่ระดับ 0.20 ม. การทดลองที่ 6

อุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 0.20 เมตร (Ts3) อุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 0.20 ม. จะมีค่าของอุณหภูมิเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกเป็นเปอร์เซ็นต์ มากไปหาน้อยดังต่อไปนี้

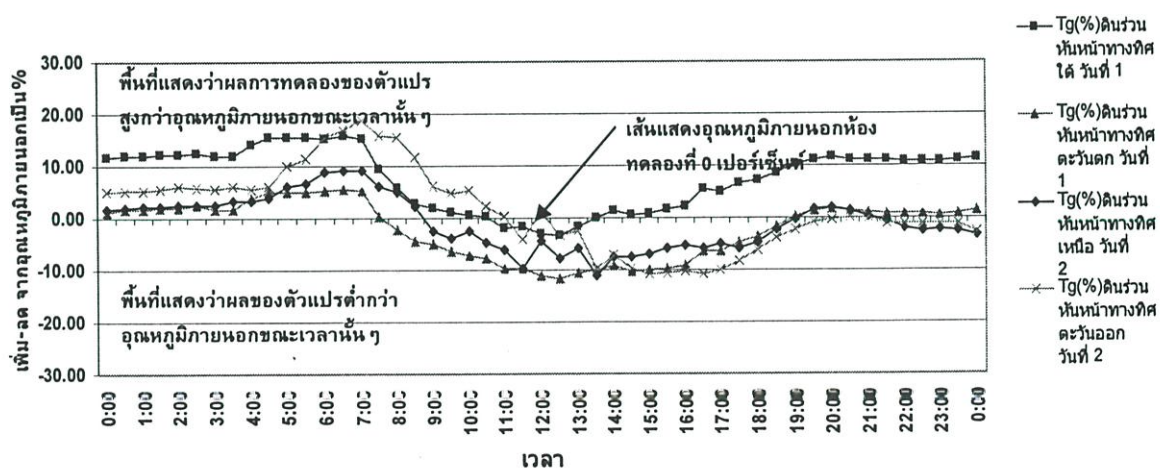
ห้องทดลองผิวดินทางด้านทิศใต้ ห้องทดลองผิวดินทางด้านทิศตะวันออก ห้องทดลองผิวดินทางด้านทิศตะวันตก ห้องทดลองผิวดินทางด้านทิศเหนือ ตามลำดับ



รูปที่ 4.54 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิผิวผนังภายในห้องทดลอง การทดลองที่ 6

อุณหภูมิผิวผนังภายในห้องทดลอง (Tim) จะมีค่าของอุณหภูมิเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกเป็นเปอร์เซ็นต์ต่างกันไม่มากโดยที่นะเรียงจาก มากไปหาน้อยดังต่อไปนี้

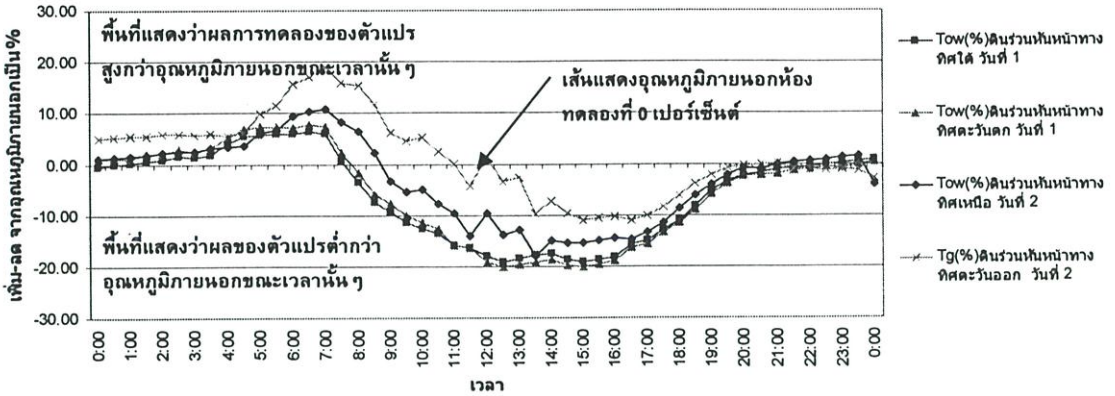
ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศใต้ ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศตะวันตก ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศตะวันออก ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศเหนือ ตามลำดับ



รูปที่ 4.55 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิรวมการแผ่รังสีภายในห้องทดลอง การทดลองที่ 6

อุณหภูมิรวมการแผ่รังสีภายในห้องทดลอง (Tg) จะมีค่าของอุณหภูมิเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกเป็นเปอร์เซ็นต์ต่างกันไม่มากโดยที่นะเรียงจากมากไปหาน้อยดังต่อไปนี้

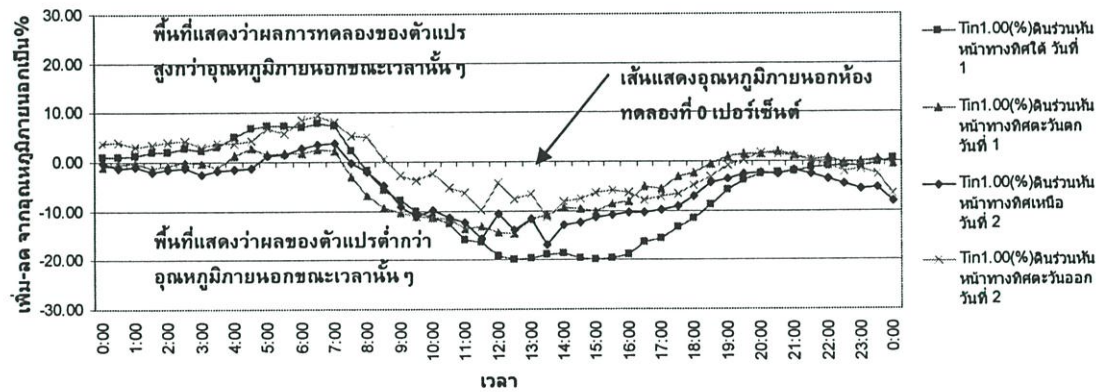
ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศตะวันตก ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศเหนือ ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศตะวันออก ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศใต้ ตามลำดับ



รูปที่ 4.56 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิกายนอกห้องทดลอง การทดลองที่ 6

อุณหภูมิกายนอกห้องทดลอง (Tow) จะมีค่าของอุณหภูมิกายนอกเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิกายนอกเป็นเปอร์เซ็นต์ต่างกัน ไม่มาก โดยที่นะเรียงจาก มาก ไปหาน้อยดังต่อไปนี้

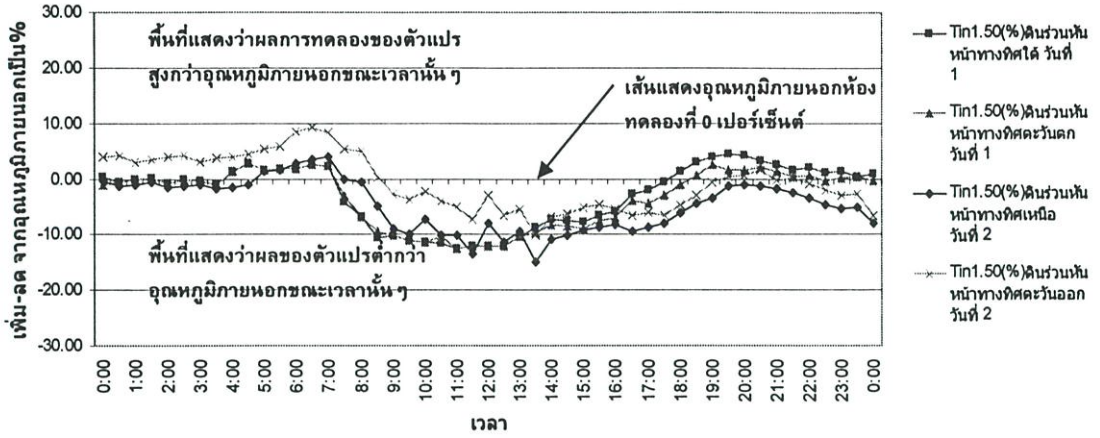
ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศใต้ ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศตะวันตก ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศเหนือ ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศตะวันออก ตามลำดับ



รูปที่ 4.57 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิกายในในห้องทดลองที่ระดับความสูง 1.00ม. การทดลองที่ 6

อุณหภูมิกายในในห้องทดลองที่ระดับความสูง 1.00 เมตร (Tin1.00) จะมีค่าของอุณหภูมิกายในเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิกายนอกเป็นเปอร์เซ็นต์ต่างกัน ไม่มาก โดยที่นะเรียงจาก มาก ไปหาน้อยดังต่อไปนี้

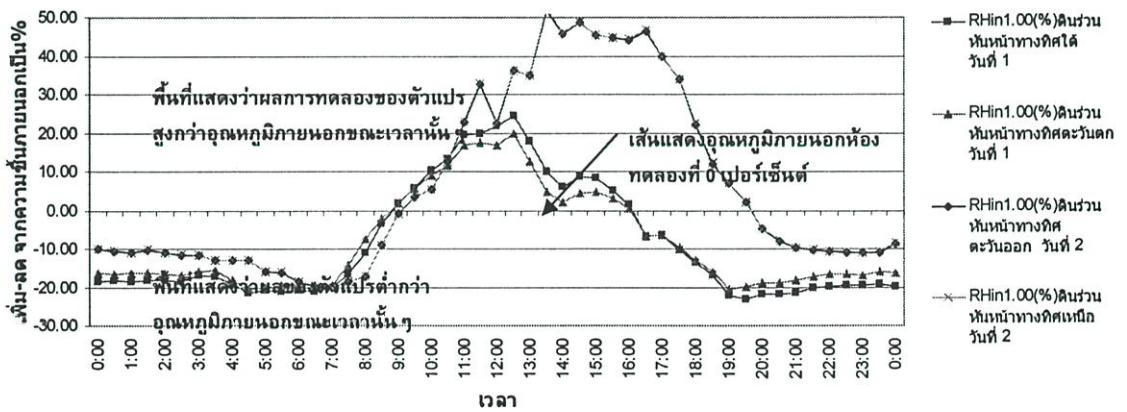
ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศใต้ ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศตะวันตก ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศเหนือ ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศตะวันออก ตามลำดับ



รูปที่ 4.58 กราฟแสดงการวิเคราะห์อุณหภูมิกายในห้องทดลองที่ระดับความสูง 1.50ม. การทดลองที่ 6

อุณหภูมิกายในห้องทดลองที่ระดับความสูง 1.50 เมตร (Tin1.50). จะมีค่าของอุณหภูมิกายเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิกายนอกเป็นเปอร์เซ็นต์ต่างกันไม่มาก โดยที่นะเรียงจาก มากไปหาน้อย ดังต่อไปนี้

ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศใต้ ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศตะวันตก ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศเหนือ ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศตะวันออก ตามลำดับ



รูปที่ 4.59 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองที่ระดับความสูง 1.00ม. การทดลองที่ 6

ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองที่ระดับความสูง 1.00 เมตร (Tim1.00) จะมีค่าของอุณหภูมิกายเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิกายนอกเป็นเปอร์เซ็นต์ต่างกันไม่มาก โดยที่นะเรียงจาก มากไปหาน้อยดังต่อไปนี้

ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศตะวันตก ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศใต้ ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศเหนือ ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศตะวันออก ตามลำดับ



รูปที่ 4.60 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองที่ระดับความสูง 1.50ม.
การทดลองที่ 6

ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองที่ระดับความสูง 1.50 เมตร ($T_{in1.50}$) จะมีค่าของอุณหภูมิเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกเป็นเปอร์เซ็นต์ต่างกันไม่มากโดยที่นะเรียงจาก มากไปหาน้อยดังต่อไปนี้

ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศตะวันตก ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศใต้ ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศเหนือ ห้องทดลองถมดินทางด้านทิศตะวันออก ตามลำดับ

ตารางที่ 4.15 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลองถมดินทางทิศใต้

ตัวแปรภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกหุ้่นจำลอง								
Rad.	674.92		0.00		674.92		167.37	
Time	13.00		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ้่นจำลอง								
ตัวแปรภูมิอากาศ	1	2	3	4	1 - 2	2 - 4	Average	
Ts1	37.34	8.60	27.60	-17.87	9.74	26.47	32.05	-5.25
Time	12.30	6.30	6.30	15.00				
Ts2	37.34	8.08	27.60	-20.86	9.74	28.94	32.05	-5.70
Time	12.30	6.30	6.30	12.30				
Ts3	37.34	17.97	27.60	-6.75	9.74	24.72	32.05	7.21
Time	12.30	6.30	6.30	12.30				
Tow	37.34	6.45	27.60	-19.04	9.74	25.49	32.05	-5.85
Time	12.30	6.30	6.30	12.30				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ้่นจำลอง								
Tin	37.34	4.35	27.60	-20.11	9.74	24.46	32.05	-5.80
Time	12.30	6.30	6.30	12.30				
Tg	37.34	15.80	27.60	-3.40	9.74	19.20	32.05	7.65
Time	12.30	6.30	6.30	12.30				
Tin1.00	37.34	3.24	27.60	-14.74	9.74	17.98	32.05	-3.62
Time	12.30	20.30	6.30	11.00				
Tin1.50	37.34	4.49	27.60	-12.49	9.74	16.98	32.05	-2.72
Time	12.30	12.30	6.30	19.30				
RH1.00	100.00	24.45	58.74	-23.27	41.26	47.72	80.44	-8.74
Time	6.30	19.30	13.00	11.00				
RH1.50	100.00	13.91	58.74	-27.76	41.26	41.67	80.44	-13.44
Time	6.30	12.30	13.00	19.30				

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

ตารางที่ 4.16 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลองถมดินทางทิศ ตะวันตก

ตัวแปรภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกหุ้่นจำลอง								
Rad.	674.92		0.00		674.92		167.37	
Time	13.00		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ้่นจำลอง								
ตัวแปรภูมิอากาศ	1	2	3	4	1 - 2	2 - 4	Average	
Ts1	37.34	9.69	27.60	-17.04	9.74	26.73	32.05	-4.30
Time	12.30	6.30	6.30	15.00				
Ts2	37.34	3.91	27.60	-24.09	9.74	28.00	32.05	-9.72
Time	12.30	6.30	6.30	15.00				
Ts3	37.34	4.71	27.60	-21.05	9.74	25.76	32.05	-7.33
Time	12.30	6.30	6.30	12.30				
Tow	37.34	7.83	27.60	-19.99	9.74	27.82	32.05	-5.63
Time	12.30	6.30	6.30	15.00				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ้่นจำลอง								
Tin	37.34	2.46	27.60	-21.93	9.74	24.40	32.05	-7.72
Time	12.30	6.30	6.30	12.30				
Tg	37.34	5.62	27.60	-11.65	9.74	17.27	32.05	-2.18
Time	12.30	6.30	6.30	12.30				
Tin1.00	37.34	2.76	27.60	-14.57	9.74	17.33	32.05	-3.81
Time	12.30	4.30	6.30	12.30				
Tin1.50	37.34	2.76	27.60	-12.49	9.74	15.25	32.05	-3.34
Time	12.30	12.30	6.30	19.00				
RH1.00	100.00	19.69	58.74	-20.63	41.26	40.32	80.44	-8.29
Time	6.30	4.30	13.00	11.00				
RH1.50	100.00	12.38	58.74	-23.04	41.26	35.41	80.44	-10.74
Time	6.30	12.30	13.00	19.00				

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

ตารางที่ 4.17 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลองถมดินทางทิศเหนือ

ตัวแปรภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกหุ้่นจำลอง								
Rad.	749.51		0.00		749.51		179.75	
Time	12.00		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ้่นจำลอง								
ตัวแปรภูมิอากาศ	1	2	3	4	1 - 2	2 - 4	Average	
Ts1	37.50	8.09	26.91	-22.31	10.59	30.40	31.51	-6.36
Time	13.00	7.00	7.00	13.30				
Ts2	37.50	8.81	26.91	-21.52	10.59	30.33	31.51	-5.92
Time	13.00	7.00	7.00	13.00				
Ts3	37.50	15.12	26.91	-12.54	10.59	27.66	31.51	1.00
Time	13.00	7.00	7.00	13.00				
Tow	37.50	10.67	26.91	-18.02	10.59	28.69	31.51	-3.16
Time	13.00	7.00	7.00	13.00				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ้่นจำลอง								
Tin	37.50	7.91	26.91	-19.07	10.59	26.98	31.51	-4.01
Time	13.00	7.00	7.00	13.30				
Tg	37.50	9.29	26.91	-11.19	10.59	20.48	31.51	-0.90
Time	13.00	6.30	7.00	13.30				
Tin1.00	37.50	3.85	26.91	-16.92	10.59	20.77	31.51	-5.53
Time	13.00	7.00	7.00	13.30				
Tin1.50	37.50	3.85	26.91	-14.89	10.59	18.74	31.51	-4.70
Time	13.00	13.30	7.00	7.00				
RH1.00	98.74	52.17	52.31	-20.09	46.43	72.26	76.88	5.81
Time	7.00	7.00	13.30	13.30				
RH1.50	98.74	51.98	52.31	-20.09	46.43	72.07	76.88	5.07
Time	7.00	13.30	13.30	7.00				

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

ตารางที่ 4.18 ค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของการทดลองห้องทดลองถนอมดินทางทิศ
ตะวันออก

ตัวแปรภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		Average	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายนอกหุ้่นจำลอง								
Rad.	749.51		0.00		749.51		179.75	
Time	12.00		19.00-6.00					
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ้่นจำลอง								
ตัวแปรภูมิอากาศ	1	2	3	4	1 - 2	2 - 4	Average	
Ts1	37.50	3.26	26.91	-27.13	10.59	30.39	31.51	-11.67
Time	13.00	6.30	7.00	13.30				
Ts2	37.50	2.94	26.91	-25.67	10.59	28.60	31.51	-11.08
Time	13.00	7.00	7.00	13.30				
Ts3	37.50	20.04	26.91	-19.32	10.59	39.36	31.51	-1.97
Time	13.00	7.00	7.00	13.30				
Tow	37.50	11.28	26.91	-16.34	10.59	27.62	31.51	-3.01
Time	13.00	7.00	7.00	13.30				
ค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศภายในหุ้่นจำลอง								
Tin	37.50	8.51	26.91	-18.69	10.59	27.20	31.51	-3.67
Time	13.00	7.00	7.00	13.30				
Tg	37.50	18.89	26.91	-10.92	10.59	29.80	31.51	1.47
Time	13.00	7.00	7.00	16.30				
Tin1.00	37.50	9.30	26.91	-11.23	10.59	20.53	31.51	-0.93
Time	13.00	6.30	7.00	13.30				
Tin1.50	37.50	9.30	26.91	-10.16	10.59	19.46	31.51	-0.68
Time	13.00	13.30	7.00	7.00				
RH1.00	98.74	51.98	52.31	-20.19	46.43	72.17	76.88	5.68
Time	7.00	6.30	13.30	13.30				
RH1.50	98.74	51.83	52.31	-20.27	46.43	72.10	76.88	5.58
Time	7.00	13.30	13.30	7.00				

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ของตัวแปรต่างๆ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

4.3.6.1 สรุปการวิเคราะห์ผลการทดลองที่ 6 การทดลองเปรียบเทียบทิศทางของอาคารในการถนอมดินที่ผนังอาคารในการลดความร้อนให้กับอาคาร

จากสมมติฐานการทดลอง : ดินที่นำมาถนอมผนังต่างทิศทางกันทำให้อุณหภูมิภายในห้องทดลองต่างกัน

ผลการทดลองจะแบ่งออกเป็น 2 วัน วันละ 2 ทิศ โดยที่จะเป็นวันที่มีสภาพอากาศที่มีแนวโน้มของสภาพอากาศภายนอกห้องทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกันในซึ่งในส่วนที่มีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดก็ไม่สามารถที่นำมาวิเคราะห์

จากกราฟผลการทดลองจะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่มีการถนอมดินทั้ง 4 ทิศ ทุกห้องทดลองสามารถที่จะลดอุณหภูมิภายในห้องทดลองได้ทุกทิศโดยที่จะมีลำดับของอุณหภูมิเรียงจากอุณหภูมิต่ำไปอุณหภูมิสูงคือ ห้องทดลองถนอมดินร่วนทางด้านทิศใต้จะมีค่าของอุณหภูมิต่ำที่สุด ส่วน ห้องทดลองถนอมดินร่วนทางด้านทิศตะวันตกมีค่าของอุณหภูมิสูงรองมาจากทิศใต้ ส่วนห้องทดลองถนอมดินร่วนทางด้านทิศตะวันออกค่าของอุณหภูมิสูงรองมาจากทิศตะวันตกและห้องทดลองถนอมดินร่วนทางด้านทิศเหนือค่าของอุณหภูมิสูงรองมาจากทิศตะวันออก

โดยที่ห้องทดลองที่ทำการถนอมดินที่ผนังของห้องทดลองทั้ง 4 ทิศทางจะสามารถลดความร้อนได้เช่นกัน แต่ต้องคำนึงถึงทิศทางที่มี การแผ่รังสีดวงอาทิตย์มาก เป็นอย่างแรกเพราะ ดินจะเป็นฉนวนในการการแผ่รังสีดวงอาทิตย์และทำหน้าที่ในการลดความร้อนให้กับห้องทดลองส่วน ปริมาณความชื้นของทั้ง 3 ห้องทดลองไม่มีความแตกต่างกันมากทำให้ทิศทางในการถนอมดินผนังห้องทดลองแต่ละทิศทางจะ ไม่มีผลกับความชื้นที่เกิดขึ้นภายในห้องทดลอง

ซึ่งการทดลองนี้จะมีความผิดปกติของค่าสภาพภูมิอากาศของห้องทดลองขณะที่ทำการทดลองเพราะจากสภาพความเป็นจริงของสภาพภูมิอากาศในรอบวันนั้นจะมีปริมาณของการแผ่รังสีดวงอาทิตย์มากไปหาหน้าคือทิศใต้ ทิศตะวันตก ทิศตะวันออกและทิศเหนือตามลำดับ แต่ในส่วนของการทดลองที่เก็บข้อมูลและได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์สภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองนั้นกลับเป็นในทางตรงกันข้ามกับสภาพอากาศจริง ทั้งนี้อาจเกิดจากการที่ไม่ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบการถนอมดินทั้ง 4 ทิศของห้องทดลองในวันเดียวกัน โดยที่แบ่งการทดลองออกเป็น 2 วัน ซึ่งมีสภาพภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองแตกต่างกัน ดังนั้นอาจทำให้การทดลองเกิดความผิดพลาดได้ แต่การวิเคราะห์ผลการทดลอง จะทำการวิเคราะห์ตามผลที่ได้จากการทดลอง

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะในการวิจัย

จากการศึกษาการคายความร้อนของอาคารบ้านพักอาศัยไปสู่ดินได้ทำการทำการสรุปผลการศึกษาพร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางในการนำไปใช้งานนอกจากนี้ยังได้นำเสนอข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการทดลอง ปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องโดยตรงที่เกิดจากการนำดินมาใช้ในการลดอุณหภูมิให้กับอาคารทั้ง 6 การทดลองตามข้อจำกัดในการทดลอง มีผลสรุปการทดลองดังนี้

5.1.1 การถมดินที่ผนังสามารถลดอุณหภูมิที่ผิวผนังห้องทดลองได้อย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับห้องทดลองที่ไม่มีการถมดิน โดยที่ห้องที่มีการถมดินมีความสามารถลดอุณหภูมิเฉลี่ยภายนอกได้มากกว่า 4.29% เมื่อเทียบกับอุณหภูมิภายนอกส่วนความชื้นภายในห้องทดลองนั้นจะมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยที่ห้องทดลองที่มีการถมดินจะมีความชื้นเฉลี่ยภายในมากกว่าห้องทดลองที่ไม่มีการถมดินอยู่ที่ 6.99% จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่มีการถมดินจะมีค่าความชื้นสูงตามด้วยและไม่พบการควบแน่นที่ผนังภายในห้องทดลองเนื่องมาจากอุณหภูมิที่ผิวผนังภายในนั้นมีค่าสูงกว่าจุดควบแน่นของอุณหภูมิภายในห้องทดลอง

5.1.2 การถมดินที่ผนังห้องทดลองให้มีความหนาเพิ่มขึ้นก็จะมีความสามารถในการลดอุณหภูมิภายในห้องทดลองได้มากขึ้นแต่ในส่วนของการถมดินที่ผนังห้องทดลอง 0.60เมตร และการถมดินที่ผนังห้องทดลอง 1.00เมตรผลของอุณหภูมิของทั้ง 2 ห้องทดลองจะลดอุณหภูมิได้ต่ำกว่าห้องทดลองถมดินหนา 0.30เมตร อยู่ประมาณ 1.2 % ส่วนห้องทดลองที่ถมดินที่ผนัง 0.60เมตร และห้องทดลองที่ถมดินที่ผนัง 1.00ม. ต่างกันที่ 0.11% แสดงให้เห็นว่าไม่มีความต่างกันมากจึงไม่จำเป็นในการถมดินที่มีความหนา 1.00ม. ถมดิน0.60ม.ก็เพียงพอในด้านอุณหภูมิแล้ว อีกทั้งยังช่วยประหยัดงบประมาณในการถมและการดูแลรักษา ส่วนปริมาณความชื้นของทั้ง 3 ห้องทดลองไม่มีความแตกต่างกันมากทำให้ความหนาของดินในการถมผนังห้องทดลองแต่ละความหนาจะไม่มีความสัมพันธ์ที่เกิดภายในห้องทดลองและไม่พบการควบแน่นที่ผนังภายในห้องทดลองเนื่องมาจากอุณหภูมิที่ผิวผนังภายในนั้นมีค่าสูงกว่าจุดควบแน่นของอุณหภูมิภายในห้องทดลอง

5.1.3 การปลูกพืชคลุมดินมีผลทางด้านอุณหภูมิภายในห้องทดลองที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยที่ห้องทดลองที่มีการปลูกต้นเทียนทองมีผลทางอุณหภูมิต่ำที่สุดซึ่งต่ำกว่าห้องทดลองที่ปลูกหญ้าฉนวนน้อย 4.84% และต่ำกว่าห้องทดลองที่มีการถมดินปลูกหญ้าม้าเลย 5.05% แสดงให้เห็นว่าห้องทดลองที่มีการปลูกต้นเทียนทองนั้นเป็นห้องทดลองที่มีความสามารถในการลดอุณหภูมิได้ดีกว่ามาก ส่วนปริมาณความชื้นของทั้ง 3 ห้องทดลองไม่มีความแตกต่างกันมากทำให้การปลูกพืชคลุมดินในการถมผนังห้องทดลองพืชแต่ละชนิดจะไม่มีผลกับความชื้นที่เกิดขึ้นภายในห้องทดลองและไม่พบการควบแน่นที่ผนังภายในห้องทดลองเนื่องมาจากอุณหภูมิที่ผิวผนังภายในนั้นมีค่าสูงกว่าจุดควบแน่นของอุณหภูมิภายในห้องทดลอง

5.1.4 การรดน้ำในเวลากลางคืนมีความสามารถในการลดอุณหภูมิภายในห้องทดลองได้มากกว่าการรดน้ำในเวลากลางวัน 2.7% และการใช้พืชต้นเทียนทองคลุมดินมีความสามารถในการลดอุณหภูมิภายในห้องทดลองได้มากกว่าการใช้กรวดคลุมดิน 3.82% ส่วนปริมาณความชื้นของทั้ง 3 ห้องทดลองไม่มีความแตกต่างกันมากทำให้การใช้วัสดุคลุมดินคลุมดินในการถมผนังห้องทดลอง วัสดุแต่ละชนิดจะไม่มีผลกับความชื้นที่เกิดขึ้นภายในห้องทดลองและไม่พบการควบแน่นที่ผนังภายในห้องทดลองเนื่องมาจากอุณหภูมิที่ผิวผนังภายในนั้นมีค่าสูงกว่าจุดควบแน่นของอุณหภูมิภายในห้องทดลอง

5.1.5 การถมดินให้กับผนังห้องทดลองที่ต่างประเภทกันมีความต่างกันทางด้านอุณหภูมิและความชื้น โดยที่ผนังห้องทดลองที่มีความสามารถในการกันความชื้นจากมากไปหาน้อยมีดังนี้ ผนัง ค.ส.ล. มีความชื้นน้อยกว่าผนังก่ออิฐมอญครึ่งแผ่นทาน้ำยากันซึมอยู่ที่ 3.97% และห้องทดลองที่ผนังก่ออิฐมอญฉาบปูนครึ่งแผ่นทาน้ำยากันซึมมีความชื้นน้อยกว่าห้องทดลองที่ผนังก่ออิฐมอญฉาบปูนอยู่ที่ 1.18% และในทางกลับกันในส่วนของอุณหภูมิที่เกิดที่ผิวผนังห้องทดลองจะกลับกันกับความชื้นที่เกิด โดยที่ผลของอุณหภูมิที่เกิดเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยมีดังนี้ ห้องทดลองที่มีการถมดินที่ผนังก่ออิฐมอญฉาบปูนครึ่งมีความสามารถลดอุณหภูมิภายในผิวผนังห้องทดลองได้มากกว่าห้องทดลองที่ผนังก่ออิฐมอญฉาบปูนครึ่งแผ่นทาน้ำยากันซึมอยู่ที่ 0.63% ส่วนห้องทดลองที่มีการถมดินที่ผนังก่ออิฐมอญฉาบปูนครึ่งแผ่นทาน้ำยากันซึมมีความสามารถลดอุณหภูมิภายในผิวผนังห้องทดลองได้มากกว่าห้องทดลองที่ผนัง ค.ส.ล. อยู่ที่ 0.5% จะเห็นได้ว่าห้องทดลองที่มีความสามารถในการลดอุณหภูมิได้ดีก็จะมีผลทำให้ความชื้นเข้ามาในห้องทดลองได้มากและในทางกลับกันห้องทดลองที่ความสามารถในการกันความชื้นได้ดีก็จะมีสามารถในการลดอุณหภูมิด้อยลงไป แต่จากการทดลองไม่พบการควบแน่นที่ผนังภายในห้องทดลองทั้ง 3 ห้อง ซึ่งในการวิจัยนี้มีจุดประสงค์ในการนำดินมาลดการนำความร้อนผ่านเข้าสู่ผนังด้วยการถมดิน จึงเลือก

ผนังห้องทดลองที่มีความสามารถในการลดอุณหภูมิได้มากที่สุดคือ ผนังก่ออิฐฉาบปูนครึ่งแผ่นที่ไม่มีระบบป้องกันความชื้น

5.1.6 การถมดินในทิศทางที่ต่างกันก็จะให้ผลของอุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ต่างกัน โดยที่ห้องทดลองที่มีความสามารถในการลดอุณหภูมิได้มากที่สุดคือห้องทดลองที่ถมดินทางด้านทิศใต้และห้องทดลองที่มีผลรองลงมาคือห้องทดลองถมดินทางด้านทิศตะวันตกต่างกัน 0.17% และรองลงมาคือห้องทดลองที่ถมดินทางด้านทิศเหนือมีผลต่างกับห้องทดลองที่มีการถมดินทางด้านทิศใต้อยู่ที่ 2.69% และสุดท้ายห้องทดลองที่ถมดินทางด้านทิศตะวันออกผลต่างกับห้องทดลองที่มีการถมดินทางด้านทิศใต้อยู่ที่ 2.84% จะเห็นได้ว่าการถมดินให้กับห้องทดลองควรพิจารณาความสำคัญในการออกแบบเพื่อลดความร้อนเข้าสู่อาคารตามลำดับดังนี้ ทางด้านทิศใต้ ทางด้านทิศตะวันตก ทางด้านทิศเหนือ และทางด้านทิศใต้ และไม่พบการควบแน่นที่ผนังภายในห้องทดลองเนื่องมาจากอุณหภูมิที่ผิวผนังภายในนั้นมีค่าสูงกว่าจุดควบแน่นของอุณหภูมิภายในห้องทดลอง

5.2 ข้อเสนอแนะการประยุกต์ใช้กับงานจริง

การออกแบบถมดินให้กับอาคารบ้านพักอาศัย ในการวิจัยนี้จะใช้ข้อควรคำนึงถึงในการถมดินให้กับอาคาร จากการวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 4 เพื่อแสดงให้เห็นถึงวิธีการนำดินมาลดความร้อนให้กับอาคาร โดยการสัมผัสผนัง โดยที่อยู่ภายใต้ขอบเขตการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งข้อควรคำนึงในการออกแบบมีดังต่อไปนี้

5.2.1 เวลาการใช้สอยภายในของห้องที่มีการถมดิน โดยที่ จากการทดลองพบว่าช่วงที่ดินถมผนังห้องทดลองนั้นสามารถที่จะลดความร้อนให้กับอาคารได้ดีกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกจะอยู่ในช่วงเวลา ประมาณ 8.00น. – 21.00น. ส่วนเวลาที่เหลืออุณหภูมิของดินจะสูงกว่าอุณหภูมิภายในอาคาร ขึ้นอยู่กับการรดน้ำและการปลูกพืชคลุมดิน ดังนั้นการถมดินให้กับห้องอาคารนั้นต้องคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอยภายในอาคารบริเวณที่ผนังสัมผัสกับดิน โดยที่ เวลาในการใช้งานอาคารต้องเป็นเวลาที่ดินนั้นมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ เท่านั้นเช่น ห้องนั่งเล่นเวลากลางวัน ห้องครัว ห้องทำงาน ห้องในบ้านพักอาศัยที่เป็นบ้าน 2 ชั้นทำการถมดินชั้นล่างเป็นต้น ถ้าเป็นเวลาที่ดินมีความอุณหภูมิมากกว่าอุณหภูมิอากาศก็จะไม่เหมาะกับการใช้งาน เช่น ห้องนอน เป็นต้น

5.2.2 ดินที่นำมาถมผนังบ้านมีความสูงระดับจากพื้น 1.00 ม.จะทำให้ผนังด้านที่มีดินถมสามารถมีหน้าต่างได้ และการถมควรมีพื้นที่พอสมควรจะทำให้เพิ่มสามารถลดอุณหภูมิภายในบ้านได้ดีมากขึ้น

5.2.3 ดินที่นำมาถมผนังบ้านมีความหนาจากผนังบ้าน 0.60 ม.ก็มีผลทางด้านอุณหภูมิใกล้เคียงกับ ความหนา 1.00 ม. น้อยกว่าเพียงเล็กน้อย การใช้งานจริง ควรใช้ร่วมกับการปลูกพืชคลุมดินจะทำให้เพิ่มสามารถลดอุณหภูมิภายในบ้านได้ดีมากขึ้น

5.2.4 พืชคลุมดินที่ใช้ควรเป็นไม้พุ่มใบหนาปานกลางทรวพุ่มใบสีเขียวอ่อนสูงจากพื้นประมาณ 0.15 ม. ปลูกกันอยู่ห่างกันประมาณ 0.10 ม. เช่น ปลูกต้นเทียนทองควรใช้พืชที่มีใบหนาสามารถป้องกันแสงแดดได้ดีและมีรากมากเพื่อที่จะทำการรักษาความร้อนภายในดินได้ดีและเป็นการเพิ่มความชื้นให้กับดินด้วย

5.2.5 การรดน้ำให้กับดินควรรดน้ำในช่วงเวลาที่ผิวดินมีอุณหภูมิที่ต่ำเช่นเวลากลางคืน ไม่ควรรดน้ำเวลาที่ผิวหน้าดินมีอุณหภูมิที่ผิวดินสูง เช่นเวลากลางวันเป็นต้น

5.2.6 การถมดินให้กับผนังบ้านต้องมีการป้องกันความชื้นที่จะเข้ามาในบ้าน ถึงแม้ว่าความสามารถในการลดอุณหภูมิจากดินจะลดลงก็ตาม โดยที่ระบบการป้องกันความชื้นของผนังไม่ควรมีลักษณะเป็นแผ่นยางบุผนังภายนอกก่อนการถมดิน เพราะจะทำให้เป็นฉนวนป้องกันการถ่ายเทอุณหภูมิระหว่างดินกับผนังอาคาร ควรที่จะเป็นระบบป้องกันความชื้นที่มีลักษณะเป็นของเหลวผสมในวัสดุระหว่างการก่อสร้างผนังอาคาร เพื่อให้ดินสัมผัสกับผิวผนังอาคารโดยตรง

5.2.7 การถมดินในทุกทิศทางของบ้านก็จะทำให้อุณหภูมิในบ้านลดลง แต่ถ้าพื้นที่มีความจำกัด ในการออกแบบควรออกแบบให้สามารถถมดินได้ในทิศตามลำดับความสำคัญดังต่อไปนี้ ทิศใต้ ตะวันตก ทิศตะวันออกและทิศเหนือเป็นทิศทางสุดท้าย

5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

ผู้ที่จะนำเอาเทคนิคนี้ไปใช้ในการลดความร้อนให้กับบ้านพักอาศัย ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนอื่นๆดังต่อไปนี้

5.3.1 การทำการศึกษาที่บ้านพักอาศัยจริง ไม่ใช่ห้องทดลอง

- 5.3.2 ทำการศึกษาเก็บข้อมูล ทั้ง 3 จุด โดยเฉพาะจุดฝน
- 5.3.3 ทำการศึกษาตัวแปรอื่นๆเพิ่มขึ้นจากการทดลองนี้เช่นความชื้นและการให้ร่มเงากับ
ดินที่ทำการถมผนังบ้าน
- 5.3.4 ทำการศึกษาในระบบที่ห้องทดลองมีช่องเปิดระบายอากาศ

บรรณานุกรม

- [1.] นางสาวจิตราวดี รุ่งอินทร์. 2544. “การใช้ระบบธรรมชาติโดยผนังสัมผัสน้ำ เพื่อปรับอุณหภูมิภายในห้อง กรณีการศึกษา : อาคารสัมผัสน้ำที่จังหวัดเชียงราย” . วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- [2.] นายเอนก ธีระวิวัฒน์ชัย. 2538 “การทำความเย็นอาคารโดยการใช้ผิวสัมผัสผิวดิน” .
วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- [3.] ดร.สุนทร บุญญาธิการ. 2542. เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- [4.] Baruch Givoni . 1994. **Passive and Low Energy Cooling of Building**. New York : An
International Thomson Publishing Company
- [5.] Max R Terman. 1985. **Earth Sheltered Housing Principles in Practice**. New York : Van
nostrand Reinhold Company
- [6.] Norbert Lechner. **Heating Cooling Lighting design methods of architecture**. Cannada :
John Wiley & Sons. Inc
- [7.] Olgay , V. 1962 **Design witch climate : Bioclimatic approach to architectural
Regionalism**. New Jersey : Princetion University Press
- [8.] The Underground Space Center University of minesota. 1978. **Earth Sheltered Housing
guidelines examples and references**. New York : Van nostrand Reinhold Company

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายทรงพล ตันติกุลวัฒนา เกิดวันที่ 30 สิงหาคม พ.ศ. 2519 ที่จังหวัดอ่างทอง จบการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม จากโรงเรียนเซนต์จอห์นเทคโนโลยีในปีการศึกษา 2537 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต จากมหาวิทยาลัยรังสิต ในปีการศึกษา 2542 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อปีการศึกษา 2543