บทที่ 4

ผลการวิจัยและการวิเคราะห์

จากการวัตถุประสงค์การวิจัย

1. ศึกษาและหาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิภายในอาคารที่มีผิวสัมผัสดิน
2. หาแนวทางลดอุณหภูมิดินและเลือกวัสดุผิวอาคารส่วนสัมผัสดินที่เหมาะสม
3. เสนอแนวทางเพื่อประยุกต์ใช้ประโยชน์จากอุณหภูมิดินที่สัมผัสผิวอาคาร เพื่อช่วยปรับแต่งสภาวะน่าสบายภายในอาคาร

สามารถสรุปเป็นผลการวิจัยและการวิเคราะห์ผลการทดลองได้แก่

- การหาแนวทางปรุงแต่งอุณหภูมิดินที่สัมผัสผิวอาคาร
- แนวทางการเลือกวัสดุผิวอาคารส่วนสัมผัสดินที่เหมาะสม
- การนำไปประยุกต์ใช้กับอาคาร กรณีศึกษาอาคารจำลองโรงเรียนต้นแบบภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นกรณีศึกษา

4.1 การหาแนวทางปรุงแต่งอุณหภูมิดินที่สัมผัสผิวอาคาร

จากการศึกษาในเบื้องต้น ได้คัดเลือกตัวแปรเบื้องต้นที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิดินที่ระดับความลึกต่าง ๆ ได้แก่ คุณสมบัติของเนื้อดิน , ปริมาณความชื้นในดิน และ ชนิดของสิ่งปกคลุมดิน และระดับความลึกของดิน โดยแบ่งผลการทดสอบออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

1. ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของดินกับความชื้นในดิน
2. ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของดินกับสิ่งปกคลุมดิน
3. ทดสอบแนวทางการผสมผสานชนิดดินให้เหมาะสมกับระดับความลึก
4. หาความลึกและปริมาตรดินสัมผัสผิวอาคารที่เหมาะสม

4.1.1 ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของดินกับความชื้นในดิน

วิธีการทดสอบ กำหนดตัวแปรที่ทดสอบตามลักษณะเนื้อดิน เปรียบเทียบกันในสภาวะเปียกกับแห้ง โดยจำแนกชนิดของดินที่ทดสอบออกเป็น 3 ประเภท คือ

- ทราย มีเนื้อหยาบที่สุด มีขนาดประมาณ 0.20 – 2.00 มม.
- ดินร่วน มีขนาดประมาณ 0.02 - 0.20 มม.
- ดินเหนียว มีอนุภาคละเอียดที่สุด มีขนาดน้อยกว่า 0.02 มม.

วิเคราะห์ผลการทดลอง

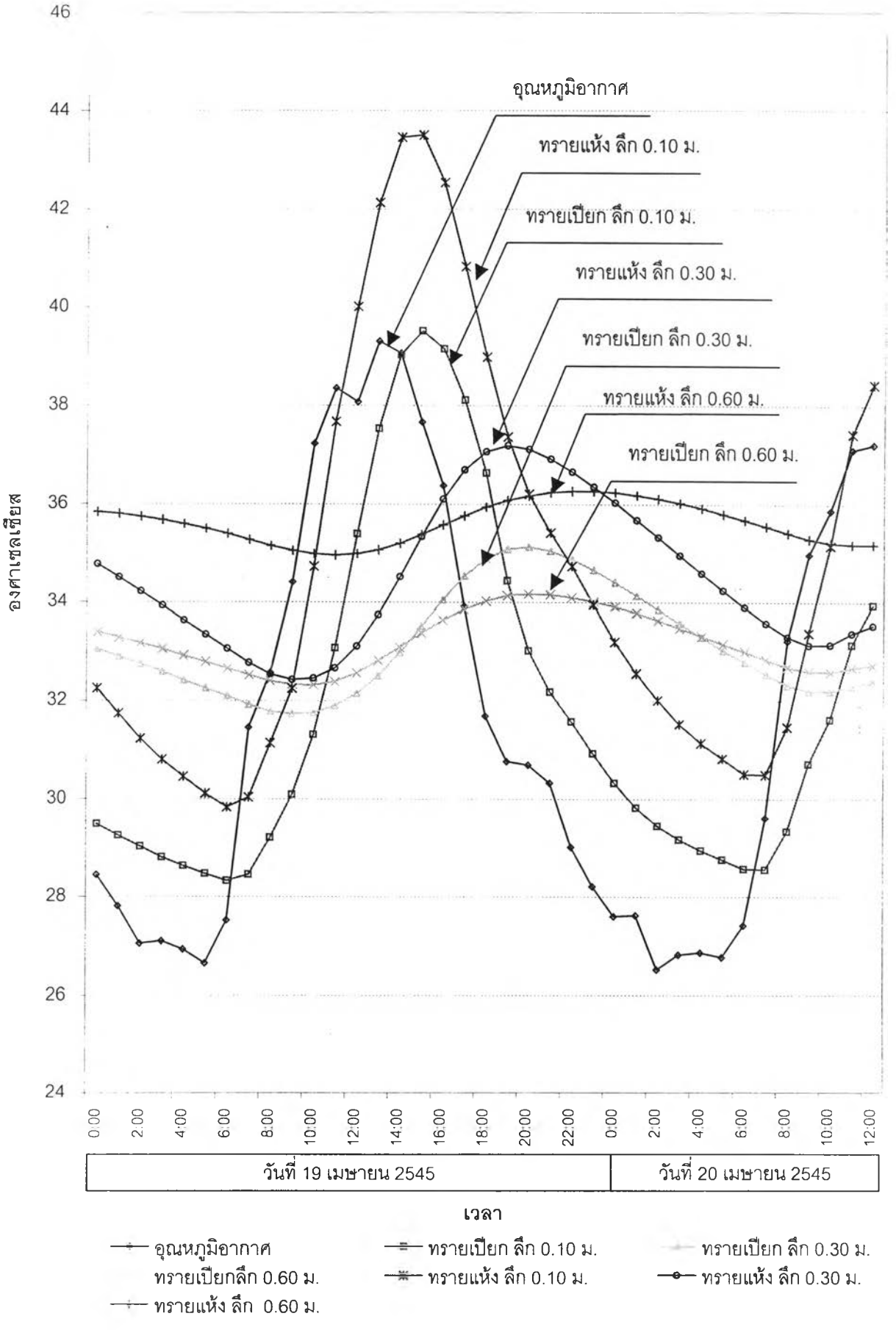
วิเคราะห์ความชื้นในดิน ที่ระดับความลึกต่าง ๆ

- เปรียบเทียบอุณหภูมิทรายระหว่างเปียกกับแห้ง ที่ระดับความลึก 0.10 ม., 0.30 ม., 0.60 ม. จากผิวบน
- เปรียบเทียบอุณหภูมิดินเหนียวระหว่างเปียกกับแห้ง ที่ระดับความลึก 0.10 ม., 0.30 ม., 0.60 ม. จากผิวบน
- เปรียบเทียบอุณหภูมิดินร่วนระหว่างเปียกกับแห้ง ที่ระดับความลึก 0.10 ม., 0.30 ม., 0.60 ม. จากผิวบน

วิเคราะห์ดินต่างชนิดกันที่สภาวะเปียก ที่ระดับต่าง ๆ

- เปรียบเทียบอุณหภูมิดินชนิดต่าง ๆ ในสภาวะเปียก ที่ระดับความลึก 0.10 ม.
- เปรียบเทียบอุณหภูมิดินชนิดต่าง ๆ ในสภาวะเปียก ที่ระดับความลึก 0.30 ม.
- เปรียบเทียบอุณหภูมิดินชนิดต่าง ๆ ในสภาวะเปียก ที่ระดับความลึก 0.60 ม.

แผนภูมิที่ 4 - 1 เปรียบเทียบอุณหภูมิทรายเปียก – แห้ง ที่ระดับความลึกต่าง ๆ



จากแผนภูมที่ 4 - 1 สรุปผลการสรุปผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิทรายเปียก – แห้ง ที่ระดับความลึกต่าง ๆ ได้ดังนี้ดังนี้

1. เปรียบเทียบอุณหภูมิทรายเปียก – แห้ง ที่ระดับความลึกเดียวกัน

พบว่า ทรายเปียกและทรายแห้งมีความแปรปรวนของอุณหภูมิระหว่างวันไปในทิศทางเดียวกัน แต่ทรายเปียกมีอุณหภูมิต่ำกว่าตลอดเวลา โดยที่ความลึก 0.10 ม. ทรายแห้งมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 43.69 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15:00 น. และต่ำสุดที่ 29.79 องศาเซลเซียส ที่เวลา 6:30 น. มีอุณหภูมิเฉลี่ย 34.49 องศาเซลเซียส มีความต่างของอุณหภูมิในรอบวัน 13.9 องศาเซลเซียส ในขณะที่ทรายเปียกที่ระดับความลึกเดียวกัน มีอุณหภูมิสูงสุดที่ 39.54 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15:15 น. และต่ำสุดที่ 28.30 องศาเซลเซียส ที่เวลา 6:45 น. มีอุณหภูมิเฉลี่ย 31.68 องศาเซลเซียส มีความต่างของอุณหภูมิในรอบวัน 11.24 องศาเซลเซียส ทรายแห้งกับเปียกมีระยะเวลาหน่วงความร้อน (Time Lag) ใกล้เคียงกันที่ประมาณ 1 ชั่วโมง

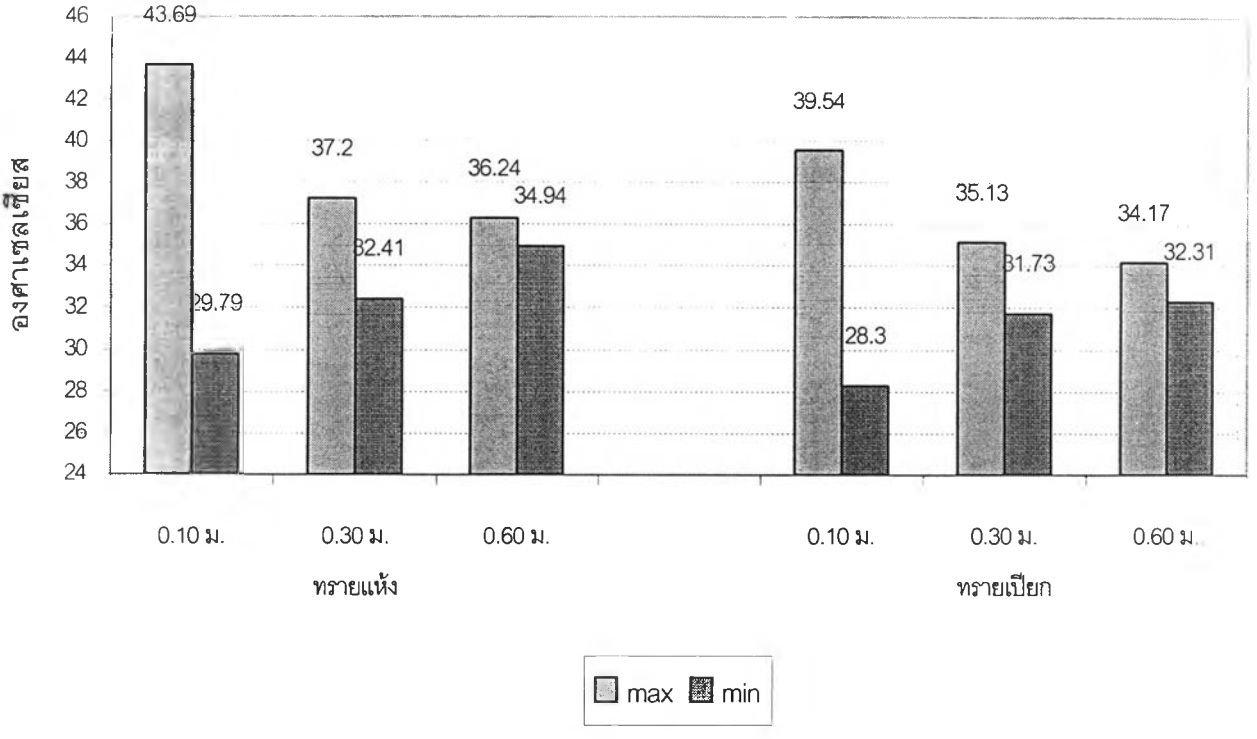
ที่ความลึก 0.30 ม. แนวโน้มของอุณหภูมิเริ่มมีความแปรปรวนน้อยลง โดยทรายแห้งมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 37.2 องศาเซลเซียส ที่เวลา 19:30 น. และต่ำสุดที่ 32.41 องศาเซลเซียส ที่เวลา 9:45 น. มีอุณหภูมิเฉลี่ย 34.50 องศาเซลเซียส มีความต่างของอุณหภูมิในรอบวัน 4.97 องศาเซลเซียส ในขณะที่ทรายเปียกที่ระดับความลึกเดียวกัน มีอุณหภูมิสูงสุดที่ 35.13 องศาเซลเซียส ที่เวลา 20:15 น. และต่ำสุดที่ 31.73 องศาเซลเซียส ที่เวลา 9:30 น. มีอุณหภูมิเฉลี่ย 33.14 องศาเซลเซียส มีความต่างของอุณหภูมิในรอบวัน 3.4 องศาเซลเซียส ทรายแห้งกับเปียกมีระยะเวลาหน่วงความร้อน (Time Lag) ใกล้เคียงกันที่ประมาณ 5-6 ชั่วโมง

ที่ความลึก 0.60 ม. โดยทรายแห้งมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 36.24 องศาเซลเซียส ที่เวลา 22:00 น. และต่ำสุดที่ 34.94 องศาเซลเซียส ที่เวลา 11:45 น. มีอุณหภูมิเฉลี่ย 35.62 องศาเซลเซียส มีความต่างของอุณหภูมิในรอบวัน 1.3 องศาเซลเซียส ในขณะที่ทรายเปียกที่ระดับความลึกเดียวกัน มีอุณหภูมิสูงสุดที่ 34.42 องศาเซลเซียส ที่เวลา 20:30 น. และต่ำสุดที่ 32.56 องศาเซลเซียส ที่เวลา 9:45 น. มีอุณหภูมิเฉลี่ย 33.44 องศาเซลเซียส มีความต่างของอุณหภูมิในรอบวัน 1.86 องศาเซลเซียส ทรายแห้งกับเปียกมีระยะเวลาหน่วงความร้อน (Time Lag) ใกล้เคียงกันที่ประมาณ 5 ชั่วโมง 45 นาที ถึง 6 ชั่วโมง 15 นาที

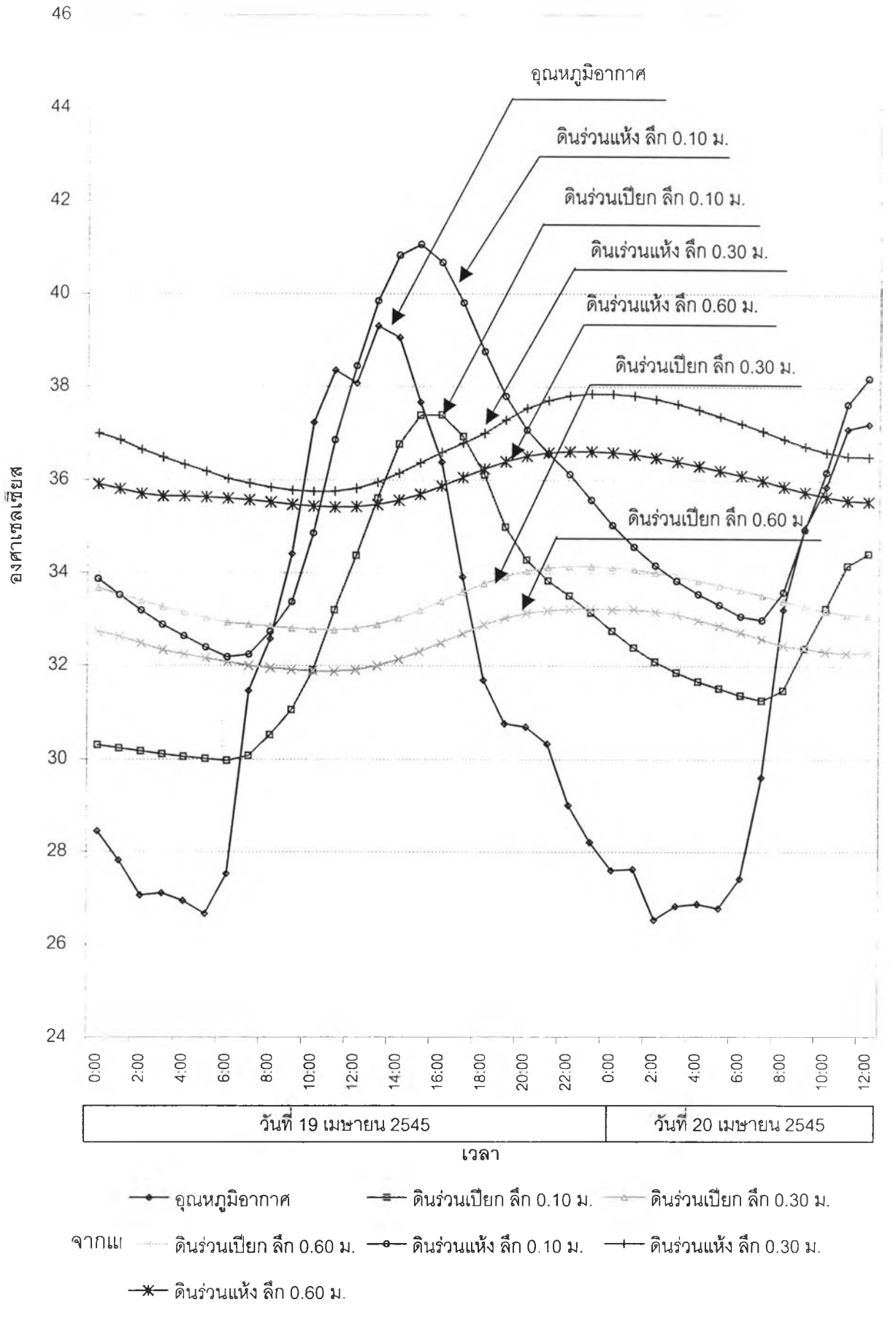
2. เปรียบเทียบอุณหภูมิทราย ที่ระดับความลึกต่าง ๆ

พบว่าทรายเปียกกับแห้ง มีแนวโน้มของอุณหภูมิที่ระดับความลึกต่าง ๆ ใกล้เคียงกัน และมีความแปรปรวนของอุณหภูมิในรอบวันแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยที่ระดับความลึก 0.10 ม. มีความแปรปรวนตามอุณหภูมิอากาศมากที่สุด ลองลงมาคือที่ความลึก 0.30 ม. และ 0.60 ม. ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาถึงอุณหภูมิเฉลี่ยในรอบวัน พบว่าทั้ง 3 ระดับความลึก มีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน โดยต่างกันเพียงประมาณ 1 องศาเซลเซียส

แผนภูมิที่ 4 - 2 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของทรายเปียก – แห้ง ที่ระดับความลึกต่าง ๆ



แผนภูมิที่ 4 – 3 เปรียบเทียบอุณหภูมิดินร่วนเปียก – แห้ง ที่ระดับความลึกต่าง ๆ



จากแ

จากแผนภูมที่ 4 - 3 สรุปผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิดินร่วนเปียก – แห้ง ที่ระดับความลึกต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. เปรียบเทียบอุณหภูมิดินร่วนเปียก – แห้ง ที่ระดับความลึกเดียวกัน

พบว่า ความแปรปรวนของอุณหภูมิระหว่างวันของดินร่วนเปียกกับแห้ง ที่ระดับความลึกเดียวกันมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน แต่เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่ระดับความลึกเดียวกัน พบว่าดินร่วนเปียกมีอุณหภูมิต่ำกว่าเสมอ

ที่ความลึก 0.10 ม. ดินร่วนแห้งมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 41.07 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15:15 น. และต่ำสุดที่ 32.14 องศาเซลเซียส ที่เวลา 6:45 น. มีอุณหภูมิเฉลี่ย 35.47 องศาเซลเซียส มีความต่างของอุณหภูมิในรอบวัน 8.93 องศาเซลเซียส ในขณะที่ดินร่วนเปียกมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 37.48 องศาเซลเซียส ที่เวลา 16:00 น. และต่ำสุดที่ 29.96 องศาเซลเซียส ที่เวลา 6:30 น. มีอุณหภูมิเฉลี่ย 32.74 องศาเซลเซียส มีความต่างของอุณหภูมิในรอบวัน 7.52 องศาเซลเซียส ดินร่วนแห้งกับเปียกมีระยะเวลาหน่วงความร้อน (Time Lag) ใกล้เคียงกันที่ประมาณ 1 - 2 ชั่วโมง

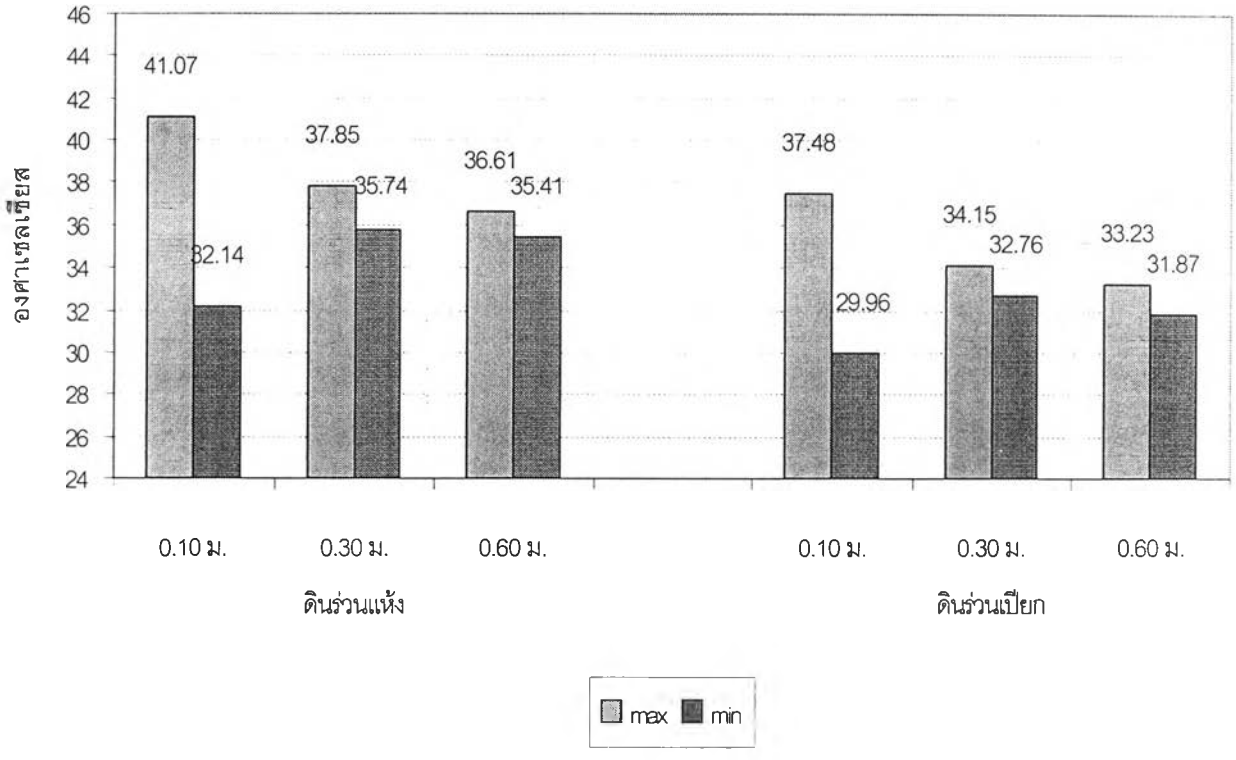
ที่ความลึก 0.30 ม. พบว่าอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศในรอบวันมีผลต่ออุณหภูมิดินที่ระดับความลึกนี้น้อยลง โดยดินร่วนแห้งมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 37.85 องศาเซลเซียส ที่เวลา 23:15 น. และต่ำสุดที่ 35.75 องศาเซลเซียส ที่เวลา 10:45 น. มีอุณหภูมิเฉลี่ย 36.79 องศาเซลเซียส มีความต่างของอุณหภูมิในรอบวัน 2.11 องศาเซลเซียส ในขณะที่ดินร่วนเปียกมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 34.15 องศาเซลเซียส ที่เวลา 22:15 น. และต่ำสุดที่ 32.76 องศาเซลเซียส ที่เวลา 10:30 น. มีอุณหภูมิเฉลี่ย 33.44 องศาเซลเซียส มีความต่างของอุณหภูมิในรอบวัน 1.39 องศาเซลเซียส

ที่ความลึก 0.60 ม. ดินร่วนแห้งมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 36.61 องศาเซลเซียส ที่เวลา 23:30 น. และต่ำสุดที่ 35.41 องศาเซลเซียส ที่เวลา 11:45 น. มีอุณหภูมิเฉลี่ย 35.94องศาเซลเซียส มีความต่างของอุณหภูมิในรอบวัน 1.20 องศาเซลเซียส ในขณะที่ดินเหนียวเปียกมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 33.23 องศาเซลเซียส ที่เวลา 22:30 น. และต่ำสุดที่ 31.87 องศาเซลเซียส ที่เวลา 11:00 น. มีอุณหภูมิเฉลี่ย 32.59 องศาเซลเซียส มีความต่างของอุณหภูมิในรอบวัน 1.36 องศาเซลเซียส

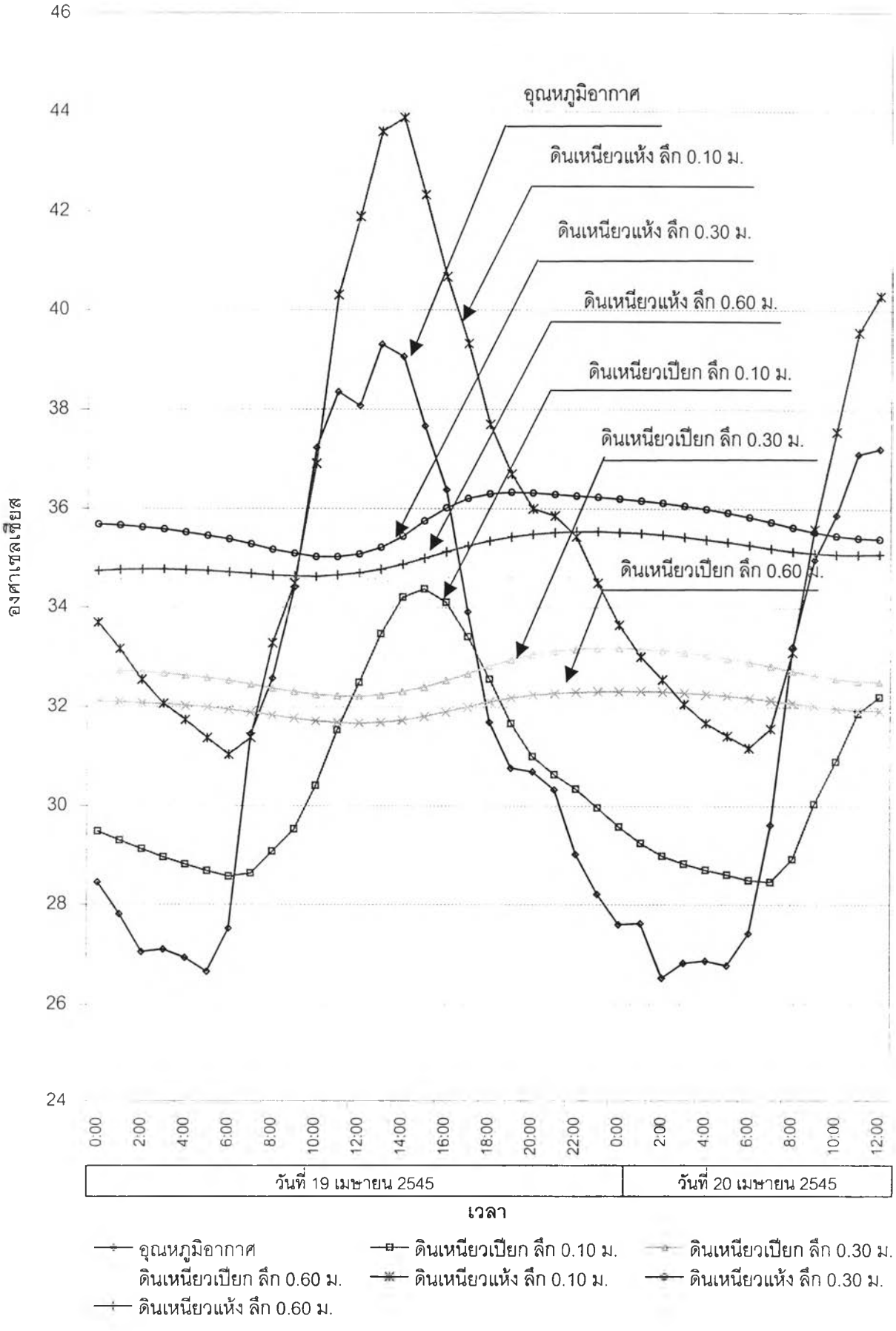
2. เปรียบเทียบอุณหภูมิดินร่วน ที่ระดับความลึกต่าง ๆ

ดินร่วนแห้ง มีแนวโน้มของอุณหภูมิที่ระดับความลึกต่าง ๆ ใกล้เคียงกัน โดยที่ระดับความลึก 0.10 ม. มีความแปรปรวนตามอุณหภูมิอากาศมากที่สุด ลองลงมาคือที่ความลึก 0.30 ม. และ 0.60 ม. และมีอุณหภูมิเฉลี่ยของทุกระยะความลึกใกล้เคียงกันที่ประมาณ 35 องศาเซลเซียส ในขณะที่ดินร่วนเปียกมีแนวโน้มของอุณหภูมิในทิศทางเดียวกันกับดินร่วนแห้ง แต่มีอุณหภูมิต่ำกว่าโดยมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่ประมาณ 32-33 องศาเซลเซียส

แผนภูมิที่ 4 - 4 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของดินร่วนเปียก – แห้ง ที่ระดับความลึกต่าง ๆ



แผนภูมิที่ 4 - 5 เปรียบเทียบอุณหภูมิดินเหนียวเปียก – แห้ง ที่ระดับความลึกต่าง ๆ



จากแผนภูมที่ 4 - 5 สรุปผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิดินเหนียวเปียก – แห้ง ที่ระดับความลึกต่าง ๆ ได้ดังนี้ได้ดังนี้

1. เปรียบเทียบอุณหภูมิดินเหนียวเปียก – แห้ง ที่ระดับความลึกเดียวกัน

ความแปรปรวนของอุณหภูมิระหว่างวันของดินเหนียวเปียกกับแห้ง มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน แต่เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่ระดับความลึกเดียวกัน พบว่าดินเหนียวเปียกมีอุณหภูมิต่ำกว่าเสมอ

ที่ความลึก 0.10 ม. ดินเหนียวเปียกมีอุณหภูมิต่ำกว่าดินเหนียวแห้งค่อนข้างมาก ในช่วงเวลาที่ร้อนที่สุด มีอุณหภูมิต่างกันประมาณ 10 องศาเซลเซียส ดินเหนียวแห้งมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 44.13 องศาเซลเซียส ที่เวลา 14:30 น. และต่ำสุดที่ 30.97 องศาเซลเซียส ที่เวลา 6:45 น. มีอุณหภูมิเฉลี่ย 35.39 องศาเซลเซียส มีความต่างของอุณหภูมิในรอบวัน 13.16 องศาเซลเซียส ในขณะที่ดินเหนียวเปียกมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 34.4 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15:00 น. และต่ำสุดที่ 28.84 องศาเซลเซียส ที่เวลา 7:00 น. มีอุณหภูมิเฉลี่ย 30.37 องศาเซลเซียส มีความต่างของอุณหภูมิในรอบวัน 5.98องศาเซลเซียส ดินเหนียวแห้งกับเปียกมีระยะเวลาหน่วงความร้อน (Time Lag) ใกล้เคียงกันที่ประมาณ 15 นาที ถึง1 ชั่วโมง

ที่ความลึก 0.30 ม. พบว่าอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศในรอบวันมีผลต่ออุณหภูมิดินที่ระดับความลึกนี้น้อยลง โดยดินเหนียวแห้งมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 36.33 องศาเซลเซียส ที่เวลา 19:15 น. และต่ำสุดที่ 35.00 องศาเซลเซียส ที่เวลา 10:45 น. มีอุณหภูมิเฉลี่ย 35.72 องศาเซลเซียส มีความต่างของอุณหภูมิในรอบวัน 1.33 องศาเซลเซียส มีระยะเวลาหน่วงความร้อน (Time Lag) ประมาณ 5 ชั่วโมง ในขณะที่ดินเหนียวเปียกมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 33.19 องศาเซลเซียส ที่เวลา 00:00 น. และต่ำสุดที่ 32.21 องศาเซลเซียส ที่เวลา 11:45 น. มีอุณหภูมิเฉลี่ย 32.71 องศาเซลเซียส มีความต่างของอุณหภูมิในรอบวัน 0.98 องศาเซลเซียส มีระยะเวลาหน่วงความร้อน (Time Lag) ประมาณ 9 - 10 ชั่วโมง

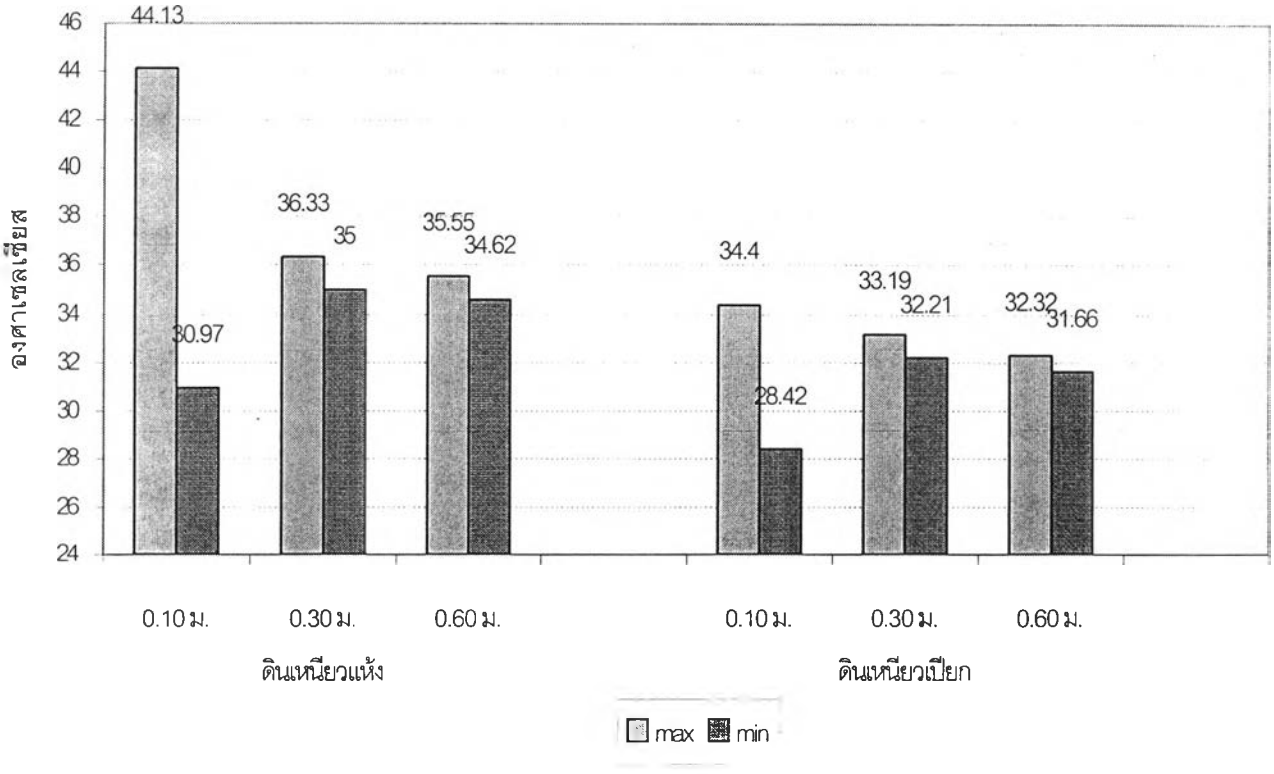
ที่ความลึก 0.60 ม. พบว่าอุณหภูมิของดินที่ระดับความลึกนี้ค่อนข้างคงที่ โดยดินเหนียวแห้งมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 35.55 องศาเซลเซียส ที่เวลา 23:00 น. และต่ำสุดที่ 34.62 องศาเซลเซียส ที่เวลา 10:45 น. มีอุณหภูมิเฉลี่ย 35.07 องศาเซลเซียส มีความต่างของอุณหภูมิในรอบวัน 0.93 องศาเซลเซียส มีระยะเวลาหน่วงความร้อน (Time Lag) ประมาณ 8 ชั่วโมง ใน

ขณะที่ดินเหนียวเปียกมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 32.32 องศาเซลเซียส ที่เวลา 00:45 น. และต่ำสุดที่ 31.66 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12:00 น. มีอุณหภูมิเฉลี่ย 32.04 องศาเซลเซียส มีความต่างของอุณหภูมิในรอบวัน 0.66 องศาเซลเซียส มีระยะเวลาหน่วงความร้อน (Time Lag) ประมาณ 10 ชั่วโมง

2. เปรียบเทียบอุณหภูมิดินเหนียว ที่ระดับความลึกต่าง ๆ

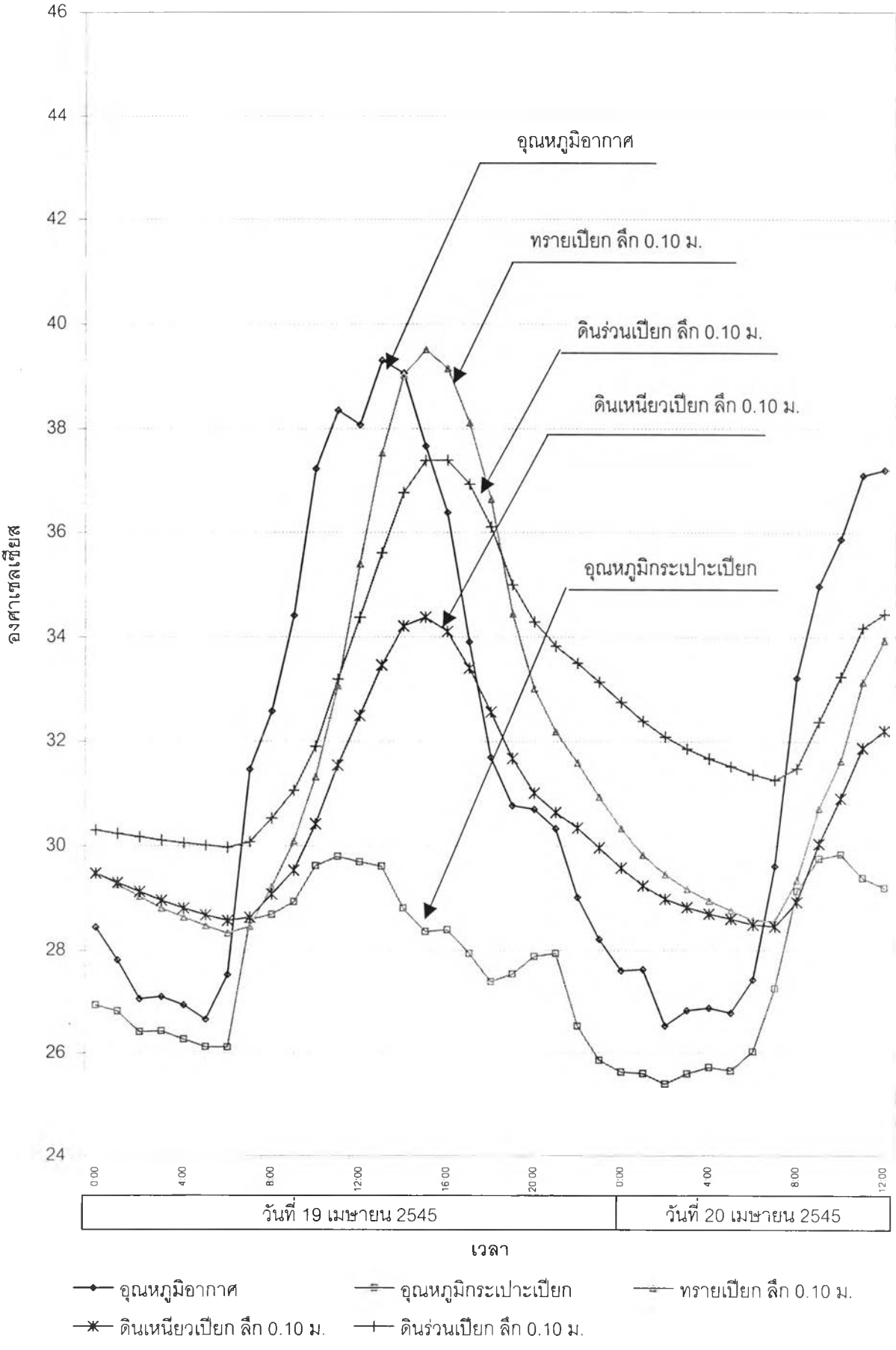
ดินเหนียวแห้ง มีแนวโน้มของอุณหภูมิที่ระดับความลึกต่าง ๆ ใกล้เคียงกัน โดยที่ระดับความลึก 0.10 ม. มีความแปรปรวนตามอุณหภูมิอากาศมากที่สุด ลองลงมาคือที่ความลึก 0.30 ม. และ 0.60 ม. และมีอุณหภูมิเฉลี่ยของทุกระยะความลึกใกล้เคียงกันที่ประมาณ 35 – 36 องศาเซลเซียส ในขณะที่ดินเหนียวเปียกมีแนวโน้มของอุณหภูมิในทิศทางเดียวกันกับดินเหนียวแห้ง แต่มีอุณหภูมิต่ำกว่าโดยมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่ประมาณ 30 – 32 องศาเซลเซียส

แผนภูมิที่ 4 - 6 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของดินเหนียวเปียก – แห้ง ที่ระดับความลึกต่าง ๆ



จากการวิเคราะห์ ชนิดของดินเปรียบเทียบกับความชื้นในดิน พบว่าดินเปียกมีอุณหภูมิต่ำกว่าดินแห้งตลอดเวลา ที่ทุก ๆ ระดับความลึกที่ทำการทดลอง เนื่องจากดินเปียกมีสัดส่วนของน้ำอยู่ในเนื้อดินมาก ซึ่งเมื่อได้รับความร้อน น้ำในเนื้อดินจะดูดความร้อนรอบข้างเพื่อเปลี่ยนสภานะเป็นไอ และการระเหยของน้ำที่ผิวดินทำให้อุณหภูมิมวลสารดินลดต่ำลง อีกทั้งน้ำมีค่าความจุความร้อนจำเพาะสูง (Specific Heat) ทำให้อุณหภูมิแปรปรวนตามอุณหภูมิอากาศน้อยกว่าดินแห้ง ดังนั้นจึงเลือกวิเคราะห์เฉพาะดินชนิดต่าง ๆ ในสภาวะเปียก

แผนภูมิที่ 4 - 7 เปรียบเทียบอุณหภูมิดินชนิดต่าง ๆ ในสภาวะเปียก ที่ระดับความลึก 0.10 ม.



จากแผนภูมิที่ 4 – 7 สรุปผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิดินเปียกชนิดต่าง ๆ ที่ระดับความลึก 0.10 ม.

พบว่าทรายมีความแปรปรวนของอุณหภูมิในรอบวันสูงที่สุด โดยมีความต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุดที่ 11.24 องศาเซลเซียส รองลงมาได้แก่ ดินร่วน 7.52 องศาเซลเซียส และดินเหนียว 5.98 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

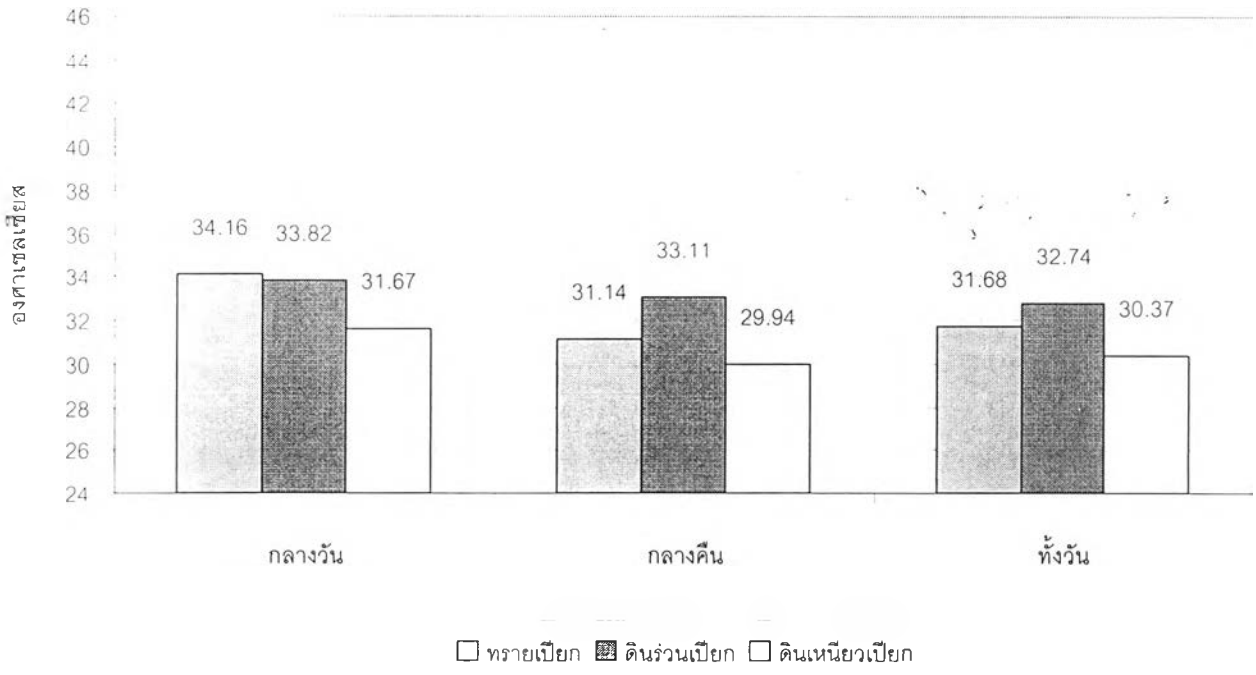
- ช่วงเวลากลางวัน (06:00 – 18:00 น.)

ทรายเปียก มีอุณหภูมิเฉลี่ย 34.16 องศาเซลเซียส , ดินร่วนเปียกมีอุณหภูมิเฉลี่ย 33.82 องศาเซลเซียส โดยดินเหนียวเปียกมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดที่ 31.67 องศาเซลเซียส

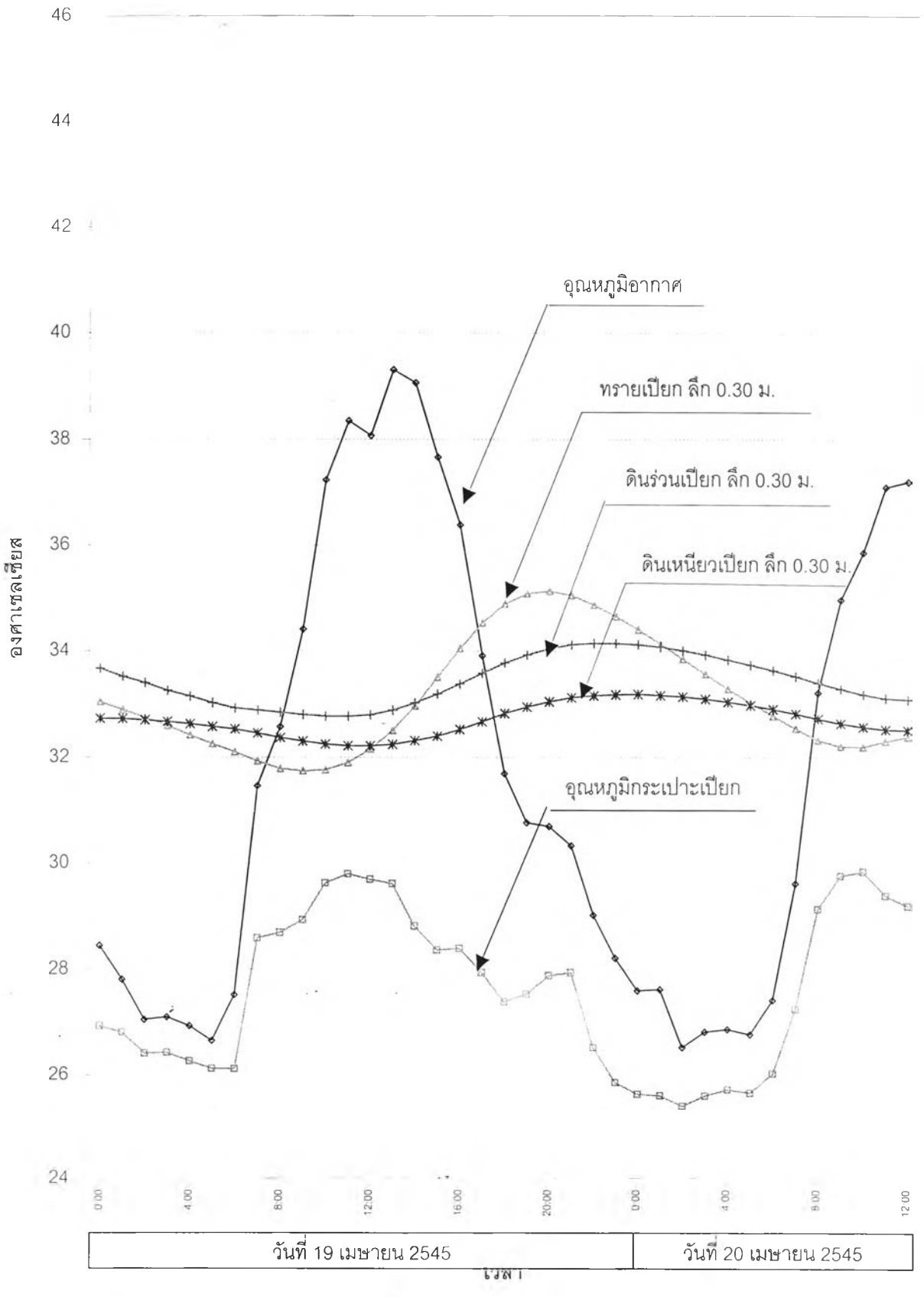
- ช่วงเวลากลางคืน (19:00 – 05:00 น.)

ทรายเปียกมีอุณหภูมิต่ำสุดในช่วงเวลากลางคืนใกล้เคียงกับดินเหนียว ที่ประมาณ 28.3 องศาเซลเซียส แต่เนื่องจากในตอนกลางวันทรายมีอุณหภูมิสูงกว่า ถึงแม้จะมีการสูญเสียความร้อนสู่สภาพแวดล้อมได้เร็วกว่าดินชนิดอื่น แต่เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิในช่วงเวลากลางคืนแล้ว พบว่าทรายเปียก มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 31.14 องศาเซลเซียส ในขณะที่ดินร่วนเปียกมีอุณหภูมิเฉลี่ย 33.11 องศาเซลเซียส โดยดินเหนียวเปียกมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดที่ 29.94 องศาเซลเซียส

แผนภูมิที่ 4 - 8 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยของดินเปียกแต่ละชนิด จำแนกตามช่วงเวลา ที่ระดับความลึก 0.10 ม.



แผนภูมิที่ 4 - 9 เปรียบเทียบอุณหภูมิดินชนิดต่าง ๆ ในสภาวะเปียก ที่ระดับความลึก 0.30 ม.



วิเคราะห์แผนภูมิที่ 4 – 9 เปรียบเทียบอุณหภูมิดินชนิดต่าง ๆ ในสภาวะเปียก ที่ระดับความลึก 0.30 ม.

พบว่าที่ระดับความลึกนี้ ทรายยังคงมีความแปรปรวนของอุณหภูมิค่อนข้างมาก โดยมีความต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุดที่ 3.4 องศาเซลเซียส เนื่องจากทรายมีความสามารถในการกักเก็บน้ำได้น้อย เป็นผลให้มีค่าความจุความร้อนจำเพาะ (Specific Heat) ต่ำ ในขณะที่ดินร่วนและดินเหนียวมีความแปรปรวนของอุณหภูมิระหว่างวันค่อนข้างคงที่ โดยดินเหนียวมีความต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุดน้อยกว่าดินร่วนที่ 0.98 องศาเซลเซียส และ1.39 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

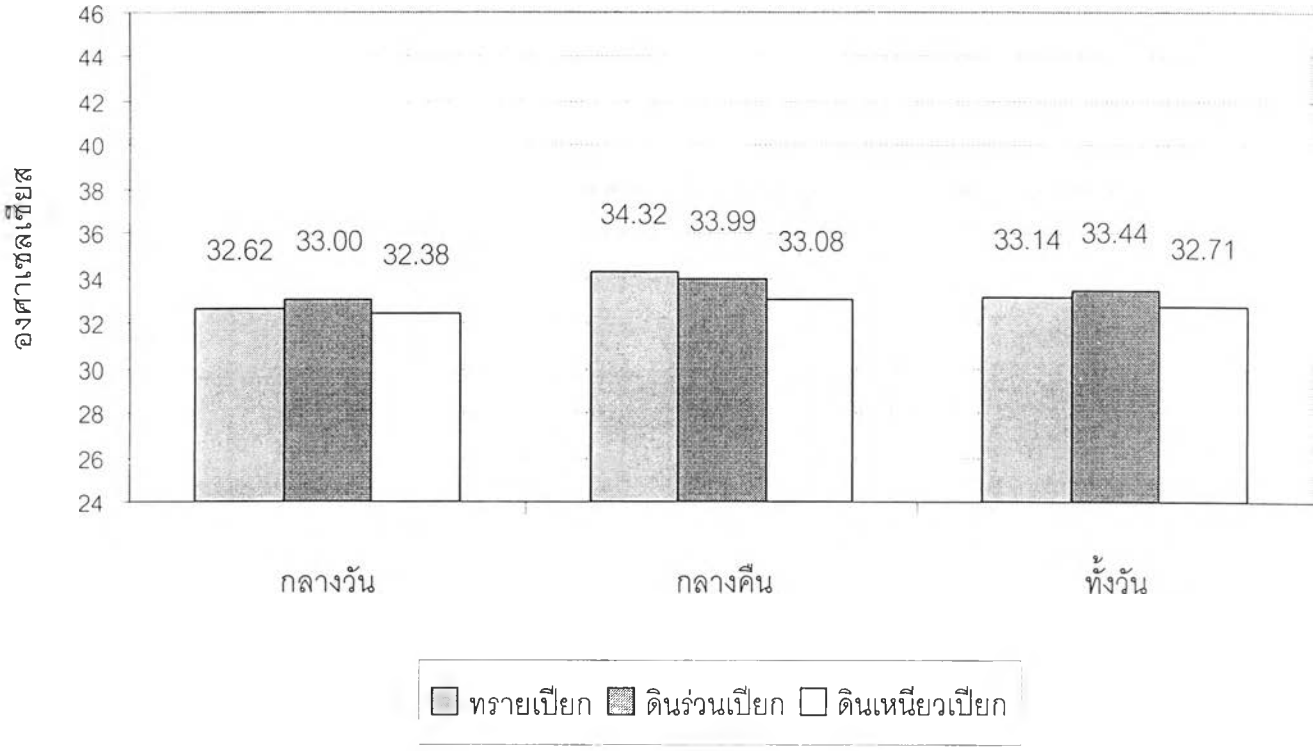
- ช่วงเวลากลางวัน (06:00 – 18:00 น.)

ทรายเปียก มีอุณหภูมิเฉลี่ย 32.62 องศาเซลเซียส , ดินร่วนเปียกมีอุณหภูมิเฉลี่ย 33.00 องศาเซลเซียส โดยดินเหนียวเปียกมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดที่ 32.38 องศาเซลเซียส

- ช่วงเวลากลางคืน (19:00 – 05:00 น.)

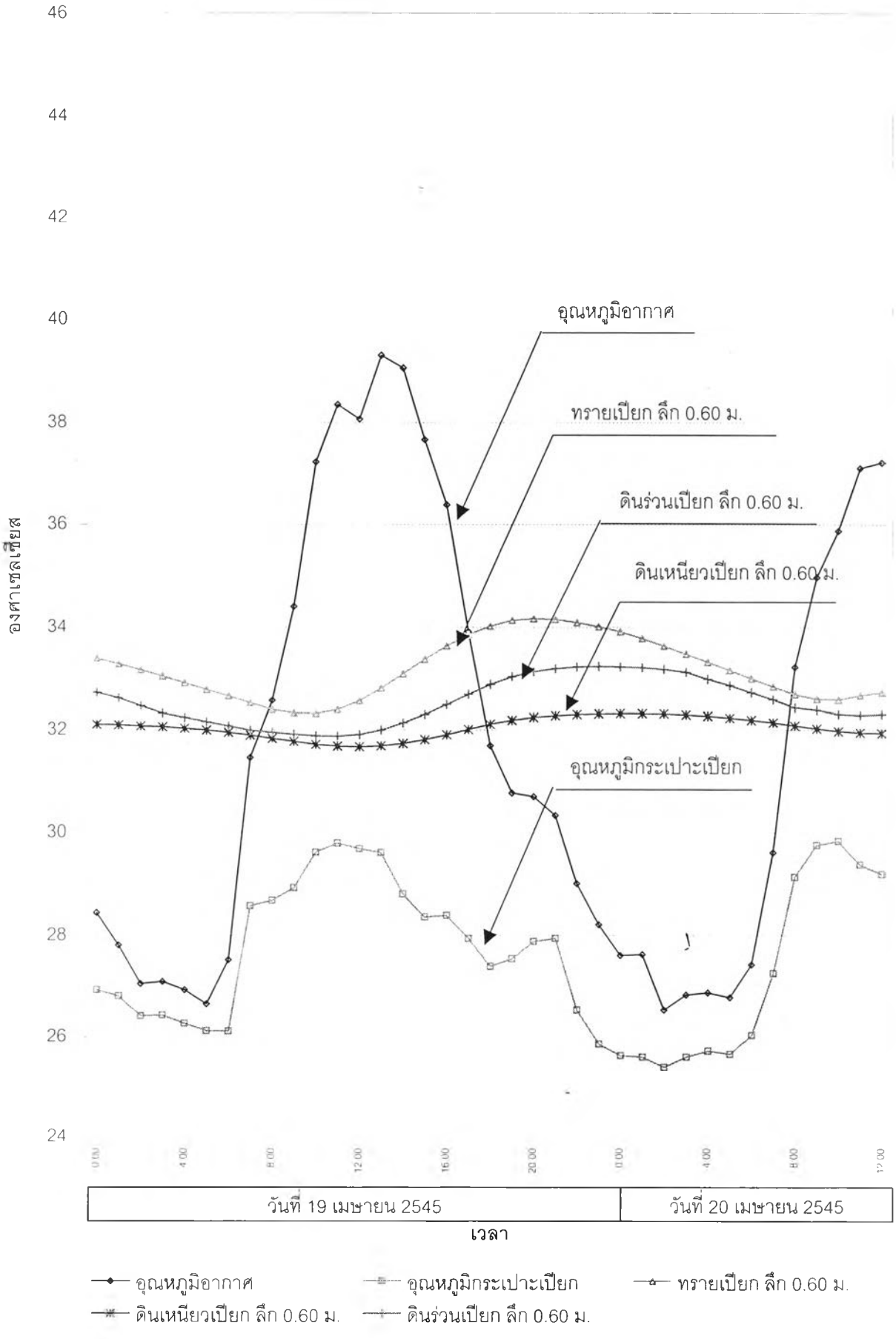
พบว่าทรายเปียกมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดที่ 34.32 องศาเซลเซียส ในขณะที่ดินร่วนเปียกมีอุณหภูมิเฉลี่ย 33.99 องศาเซลเซียส โดยดินเหนียวเปียกมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดที่ 33.08 องศาเซลเซียส

แผนภูมิที่ 4 - 10 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยของดินเปียกแต่ละชนิด จำแนกตามช่วงเวลา ที่ระดับความลึก 0.30 ม.



เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยของดินแต่ละชนิดในช่วงเวลากลางวันกับกลางคืน พบว่า ที่ระดับความลึก 0.30 ม. ดินทั้ง 3 ชนิดที่นำมาทดสอบมีอุณหภูมิมีอุณหภูมิในช่วงเวลากลางวันต่ำกว่ากลางคืน เนื่องจากอิทธิพลจากระยะเวลาหน่วงความร้อน (Time Lag) ของมวลสารดิน โดยเฉพาะดินร่วนและดินเหนียวในสภาวะเปียก จะมีระยะเวลาหน่วงความร้อน (Time Lag) ประมาณ 8 – 10 ชั่วโมง ความร้อนของอุณหภูมิอากาศในตอนกลางวันจึงส่งอิทธิผลถึงอุณหภูมิดินที่ระดับดังกล่าวในช่วงเวลากลางคืน

แผนภูมิที่ 4 - 11 เปรียบเทียบอุณหภูมิดินชนิดต่าง ๆ ในสภาวะเปียก ที่ระดับความลึก 0.60 ม.



วิเคราะห์แผนภูมิที่ 4 – 11 เปรียบเทียบอุณหภูมิดินชนิดต่าง ๆ ในสภาวะเปียก ที่ระดับความลึก 0.60 ม.

ทรายเปียก ยังคงเป็นดินที่มีความแปรปรวนของอุณหภูมิในรอบวันสูงที่สุด โดยมีความต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุดที่ 1.86 องศาเซลเซียส รองลงมาได้แก่ ดินร่วน 1.36 องศาเซลเซียส และดินเหนียว 0.66 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

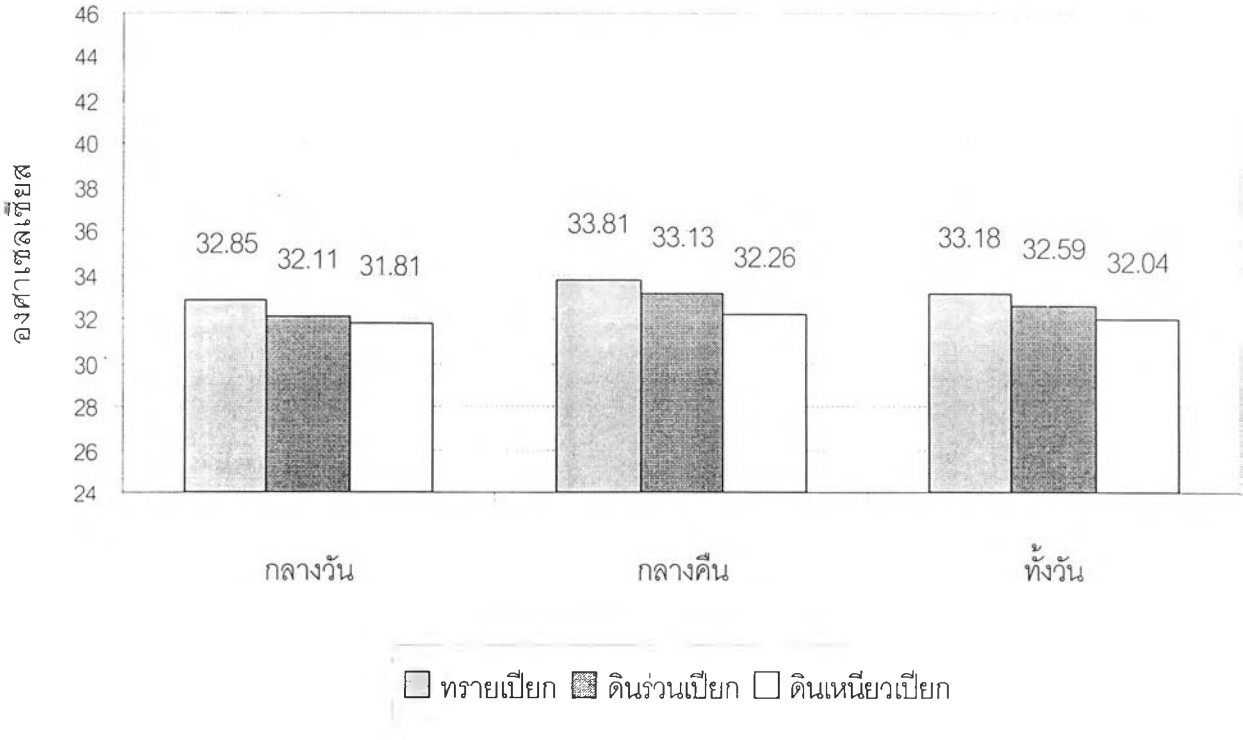
- ช่วงเวลากลางวัน (06:00 – 18:00 น.)

ทรายเปียก มีอุณหภูมิเฉลี่ย 32.85 องศาเซลเซียส , ดินร่วนเปียกมีอุณหภูมิเฉลี่ย 32.11 องศาเซลเซียส โดยดินเหนียวเปียกมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดที่ 31.81 องศาเซลเซียส

- ช่วงเวลากลางคืน (19:00 – 05:00 น.)

พบว่าทรายเปียกมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดที่ 33.81 องศาเซลเซียส ในขณะที่ดินร่วนเปียกมีอุณหภูมิเฉลี่ย 33.13 องศาเซลเซียส โดยดินเหนียวเปียกมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดที่ 32.26 องศาเซลเซียส

แผนภูมิที่ 4 - 12 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยของดินเปียกแต่ละชนิด จำแนกตามช่วงเวลา ที่ระดับความลึก 0.60 ม.



เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยของดินแต่ละชนิดในช่วงเวลากลางวันกับกลางคืน พบว่า ที่ระดับความลึก 0.60 ม. อุณหภูมิดินในช่วงเวลากลางคืนมีอุณหภูมิสูงกว่ากลางวัน เนื่องจากอิทธิพลของระยะเวลาหน่วงความร้อนของมวลสารดิน ซึ่งทรายเปียกมีประมาณ 6 ชั่วโมง ดินร่วนประมาณ 8 ชั่วโมง ในขณะที่ดินเหนียวมีระยะเวลาหน่วงความร้อนมากที่สุด ที่ประมาณ 10 ชั่วโมง

สรุปการวิเคราะห์ผลการทดลองที่ 4.1.1

1. วิเคราะห์อุณหภูมิดินที่ระดับความลึกเดียวกัน ระหว่างสภาวะดินเปียกกับแห้ง

พบว่าดินทุกชนิดเมื่ออยู่ในสภาวะเปียกจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าในสภาวะแห้งตลอดเวลา ถึงแม้ว่าดินและทรายเมื่ออยู่ในสถานะเปียกจะมีค่าการดูดซับ (Absorption) มากกว่าในสภาวะแห้ง แต่อิทธิพลที่มีต่ออุณหภูมิดินมากกว่าค่าการดูดซับของผิวดินคือ ค่าการระเหยของน้ำที่สะสมอยู่ในเนื้อดิน เนื่องจากดินเปียก มีน้ำเป็นส่วนประกอบมาก เมื่อได้รับรังสีดวงอาทิตย์ น้ำที่เป็นส่วนประกอบมวลสารจะดึงพลังงานความร้อนจากรอบข้างเพื่อเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำ(Latent Heat)[1] ดินเปียกจึงมีอุณหภูมิต่ำกว่า อีกทั้งยังมีความต่างของอุณหภูมิในรอบวัน (Temperature Swing) น้อยกว่า เพราะน้ำมีค่าความจุความร้อน (Specific Heat) สูง

2. วิเคราะห์อิทธิพลตัวแปรที่มีผลต่ออุณหภูมิดินที่ระดับต่าง ๆ

พบว่าในสภาวะที่ดินที่ระดับความลึก 0.10 ม. มีอุณหภูมิต่างกันกับที่ระดับ 0.30 ม. ค่อนข้างมาก เนื่องจากอุณหภูมิของดินที่ระดับบน มีความผันผวนตามอุณหภูมิอากาศทั้งจากอิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์ในเวลากลางวัน และการคายความร้อนกลับคืนสู่ท้องฟ้าในเวลากลางคืน ในขณะที่ดินระดับลึกได้รับอิทธิพลดังกล่าวน้อยกว่า โดยตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิดินที่ระดับนี้คือ อุณหภูมิเฉลี่ยของมวลสารดินด้านล่าง โดยเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนโดยการนำ (Conduction) ซึ่งดินเปียกจะสามารถถ่ายเทความร้อนลงสู่ด้านล่างได้ดีกว่า เนื่องจากน้ำมีค่าการนำความร้อนดีกว่าเนื้อดิน

---

[1] ความร้อนแฝง (Latent Heat) หมายถึง ความร้อนที่ให้หรือดึงออกจากสสาร ทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะ โดยที่อุณหภูมิยังคงที่อยู่

3. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของดินกับอุณหภูมิดิน

ในกรณีที่มวลสารดินไม่มีสิ่งปกคลุม พบว่า ชนิดของดินเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิของดินมาก ในสภาวะที่ดินแห้ง ทรายและดินเหนียวซึ่งมีค่าการนำความร้อนสูงกว่าดินร่วน บริเวณดินที่ระดับบนจึงมีอุณหภูมิสูงกว่า ในสภาวะที่ดินเปียก พบว่าทรายซึ่งมีความชื้นอยู่ในมวลสารน้อยกว่า จึงมีอุณหภูมิแปรปรวนที่สุด รองลงมาได้แก่ดินร่วน และดินเหนียวตามลำดับ

4. วิเคราะห์ระยะเวลาหน่วงความร้อน (Time Lag)

พบว่าความชื้นในมวลสาร เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลน้อยมากเมื่อเทียบกับ ระดับความลึก โดยที่ทรายเปียกที่ระดับความลึก 0.60 ม. จะมี Time Lag มากกว่าทรายแห้งประมาณ 1 ชม. หากพิจารณาถึงระดับความลึก พบว่า ที่ระดับ 0.10 ม. ทรายมี Time Lag ประมาณ 45 นาที ถึง 1 ชั่วโมง โดยที่ระดับความลึก 0.30 ม.และ 0.60 ม. มี Time Lag ใกล้เคียงกันที่ประมาณ 5 – 6 ชั่วโมง

จากการเปรียบเทียบลักษณะเนื้อดิน ในสภาวะเปียกกับแห้ง ดินเปียกมีอุณหภูมิต่ำกว่าดินแห้งเสมอ เมื่อพิจารณาถึงความแปรปรวนของอุณหภูมิระหว่างวัน พบว่า ทรายเปียกมีความแปรปรวนมากที่สุด แต่มีแนวโน้มในการประยุกต์ใช้อุณหภูมิในช่วงเวลากลางคืนได้ เนื่องจากเป็นชนิดที่มีอุณหภูมิต่ำสุดในช่วงเวลาดังกล่าว ในขณะที่ดินเหนียวเปียกและดินร่วนเปียกมีแนวโน้มของอุณหภูมิระหว่างวันที่ระดับต่าง ๆ ใกล้เคียงกัน แต่ดินร่วนเปียกมีอุณหภูมิสูงกว่า จึงเลือกดินเหนียวเปียกและทรายเปียกเป็นชนิดดินที่ทำการทดสอบในการทดลองต่อไป

4.1.2 ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของดินกับสิ่งปกคลุมดิน

วิธีการทดสอบ จากการทดลองที่ 4.1.1 พบว่าดินเหนียวเปียกและทรายเปียก มีแนวโน้มในการใช้อุณหภูมิเพื่อการปรุงแต่งสภาวะน่าสบายภายในอาคารได้ดี จึงเลือกเป็นตัวแปรในการทดสอบนี้ โดยเปรียบเทียบกับ สิ่งปกคลุมดินชนิดต่าง ๆ ได้แก่ หญ้า , พืชคลุมดิน ความสูงเฉลี่ย 10 – 15 ซม. และไม่มีสิ่งปกคลุมดิน

วิเคราะห์ผลการทดลอง

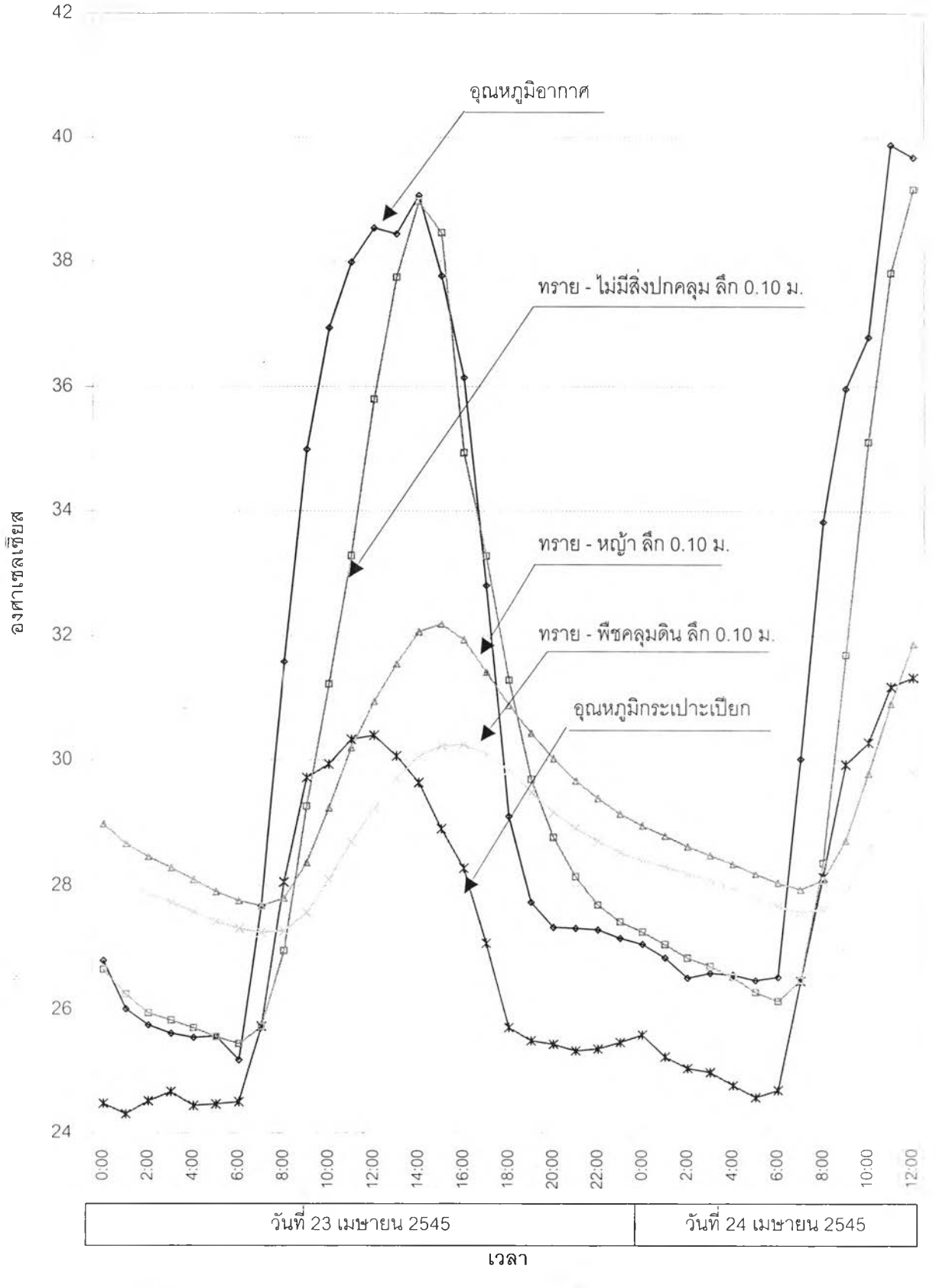
วิเคราะห์ชนิดของสิ่งปกคลุมดินกับชนิดดิน

- เปรียบเทียบอุณหภูมิทรายเปียก ที่มีสิ่งปกคลุมดินชนิดต่าง ๆ ที่ความลึก 0.10 ม.
- เปรียบเทียบอุณหภูมิทรายเปียก ที่มีสิ่งปกคลุมดินชนิดต่าง ๆ ที่ความลึก 0.30 ม.
- เปรียบเทียบอุณหภูมิทรายเปียก ที่มีสิ่งปกคลุมดินชนิดต่าง ๆ ที่ความลึก 0.60 ม.
- เปรียบเทียบอุณหภูมิดินเหนียวเปียก ที่มีสิ่งปกคลุมดินชนิดต่าง ๆ ที่ความลึก 0.10 ม.
- เปรียบเทียบอุณหภูมิดินเหนียวเปียก ที่มีสิ่งปกคลุมดินชนิดต่าง ๆ ที่ความลึก 0.30 ม.
- เปรียบเทียบอุณหภูมิดินเหนียวเปียก ที่มีสิ่งปกคลุมดินชนิดต่าง ๆ ที่ความลึก 0.60 ม.

วิเคราะห์ชนิดของดินที่ปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน

- เปรียบเทียบอุณหภูมิดินเหนียวเปียกกับทรายเปียกที่ปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน ที่ความลึก 0.10 ม.
- เปรียบเทียบอุณหภูมิดินเหนียวเปียกกับทรายเปียกที่ปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน ที่ความลึก 0.30 ม.
- เปรียบเทียบอุณหภูมิดินเหนียวเปียกกับทรายเปียกที่ปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน ที่ความลึก 0.60 ม.

แผนภูมิที่ 4 - 13 เปรียบเทียบอุณหภูมิทรายเปียก ที่มีสิ่งปกคลุมดินชนิดต่าง ๆ ที่ความลึก 0.10 ม.



จากแผนภูมที่ 4 - 13 สรุปผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิทรายเปียก ที่มีสิ่งปกคลุมดินชนิดต่าง ๆ ที่ความลึก 0.10 ม.ได้ดังนี้

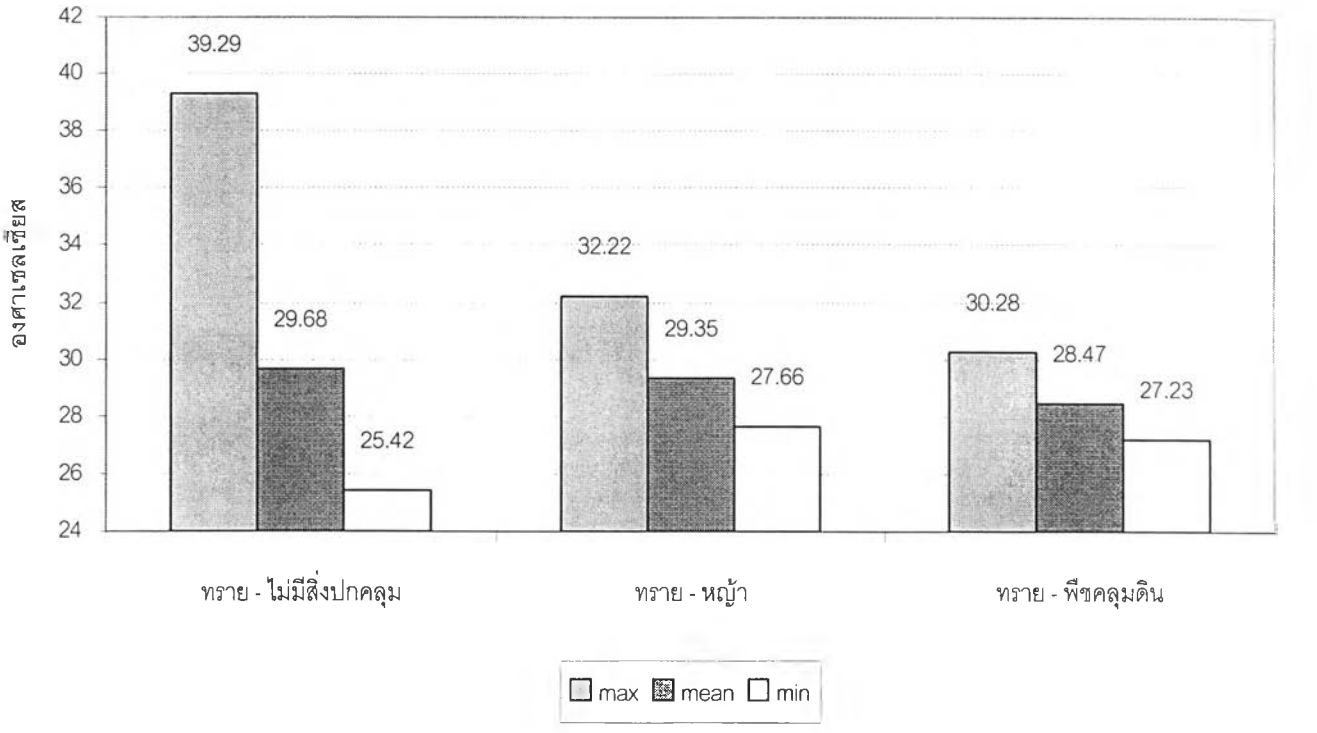
พบว่า ทรายที่ไม่มีสิ่งปกคลุม มีความแปรปรวนของอุณหภูมิในรอบวันสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับทรายที่ปกคลุมด้วยหญ้าและพืชคลุมดิน เนื่องจากในตอนกลางวัน ผิวทรายซึ่งไม่มี Shading จึงได้รับความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง ในขณะที่ตอนกลางคืน ทรายซึ่งมีค่า Emission สูง เมื่อไม่มีสิ่งปกคลุม จะคายความร้อนที่สะสมอยู่ได้ดีกว่าทรายที่มีหญ้าหรือพืชคลุมดินปกคลุมอยู่ ทำให้ตอนกลางคืนอุณหภูมิต่ำกว่า

ทรายที่ไม่มีสิ่งปกคลุม ที่ระดับความลึก 0.10 ม. มีอุณหภูมิสูงสุดที่ 39.29 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15:15 น. และต่ำสุดที่ 25.42 องศาเซลเซียส ที่เวลา 06:30 น. มีความต่างของอุณหภูมิในรอบวัน 13.87 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งวัน 29.68 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงเวลากลางวัน (6:00 – 18:00 น.) 32.57 องศาเซลเซียส และตอนกลางคืน (19:00 – 05:00 น.) 27.68 องศาเซลเซียส

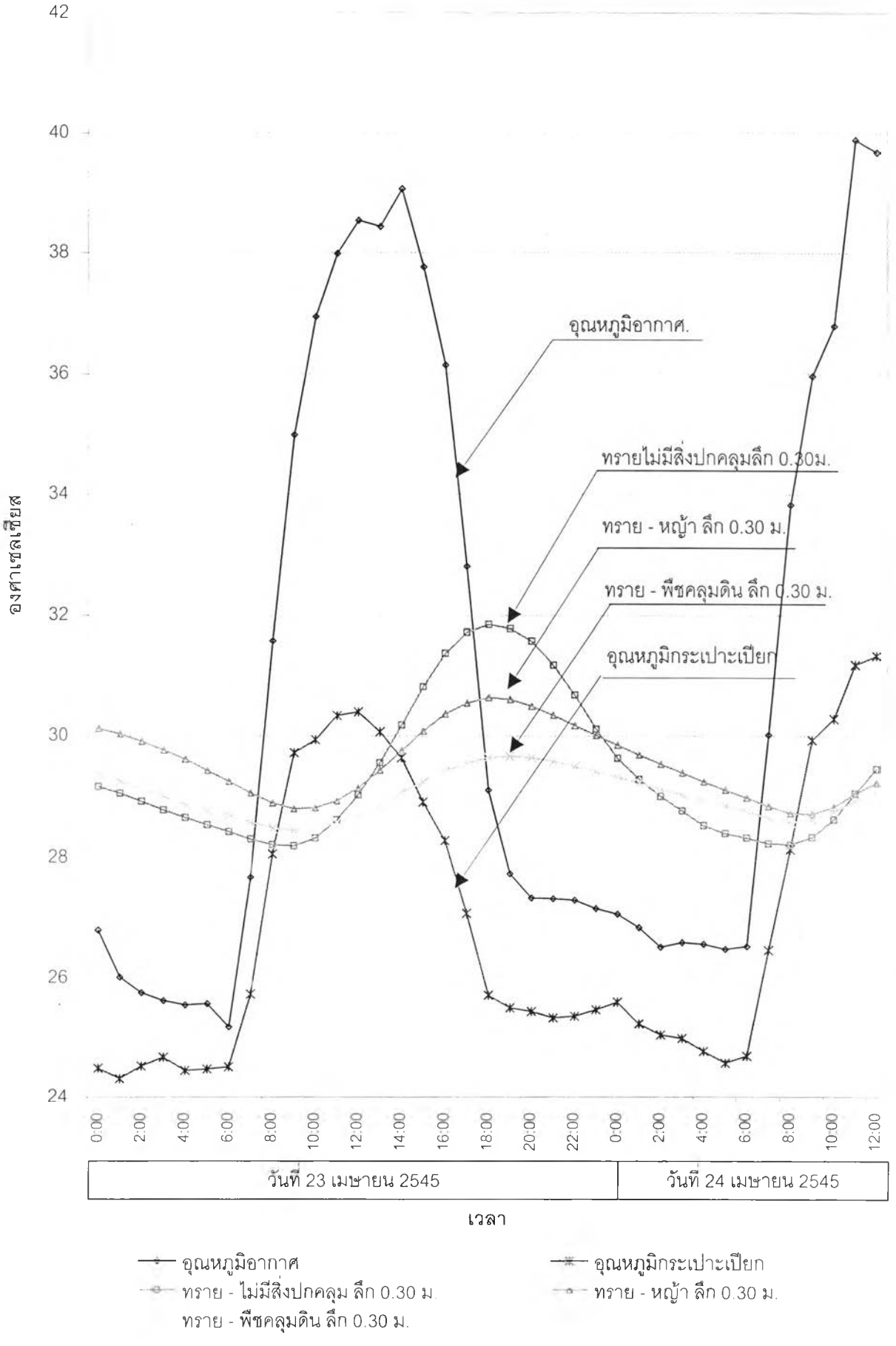
ทรายที่มีหญ้าปกคลุม ที่ระดับความลึก 0.10 ม. มีอุณหภูมิสูงสุดที่ 32.22 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15:15 น. และต่ำสุดที่ 27.66 องศาเซลเซียส ที่เวลา 07:30 น. มีความต่างของอุณหภูมิในรอบวัน 4.56 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งวัน 29.35 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงเวลากลางวัน (6:00 – 18:00 น.) 30.11 องศาเซลเซียส และตอนกลางคืน (19:00 – 05:00 น.) 29.18 องศาเซลเซียส

ทรายที่ปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน ที่ระดับความลึก 0.10 ม. มีอุณหภูมิสูงสุดที่ 30.28 องศาเซลเซียส ที่เวลา 16:00 น. และต่ำสุดที่ 27.23 องศาเซลเซียส ที่เวลา 08:00 น. มีความต่างของอุณหภูมิในรอบวัน 3.05 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งวัน 28.47 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงเวลากลางวัน (6:00 – 18:00 น.) 28.83 องศาเซลเซียส และตอนกลางคืน (19:00 – 05:00 น.) 28.57 องศาเซลเซียส

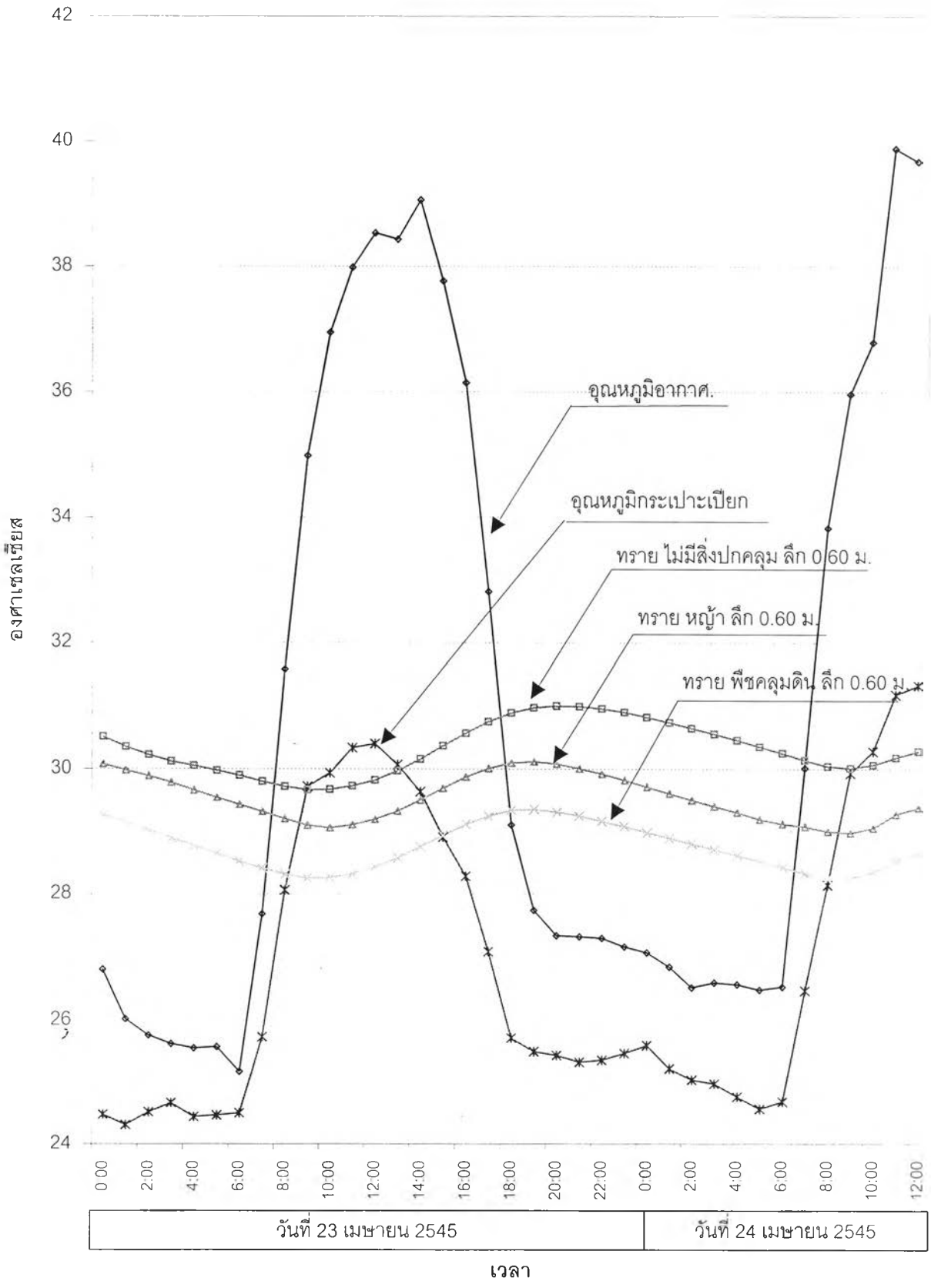
แผนภูมิที่ 4 - 14 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุด – ต่ำสุด – เฉลี่ย ของทรายเปียก ที่มีสิ่งปกคลุมดินชนิดต่าง ๆ ที่ความลึก 0.10 ม.



แผนภูมิที่ 4 - 15 เปรียบเทียบอุณหภูมิทรายเปียก ที่มีสิ่งปกคลุมดินชนิดต่าง ๆ ที่ความลึก 0.30 ม.



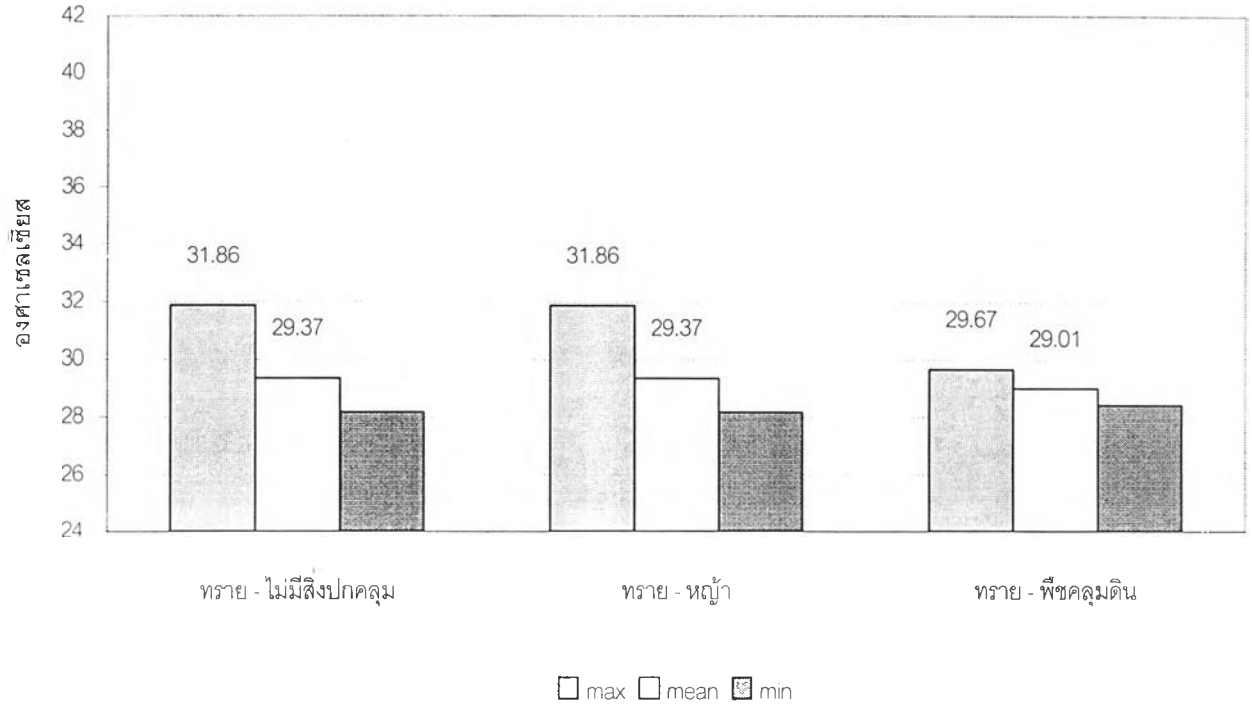
แผนภูมิที่ 4 - 16 เปรียบเทียบอุณหภูมิทรายเปียก ที่มีสิ่งปกคลุมดินชนิดต่าง ๆ ที่ความลึก 0.60 ม.



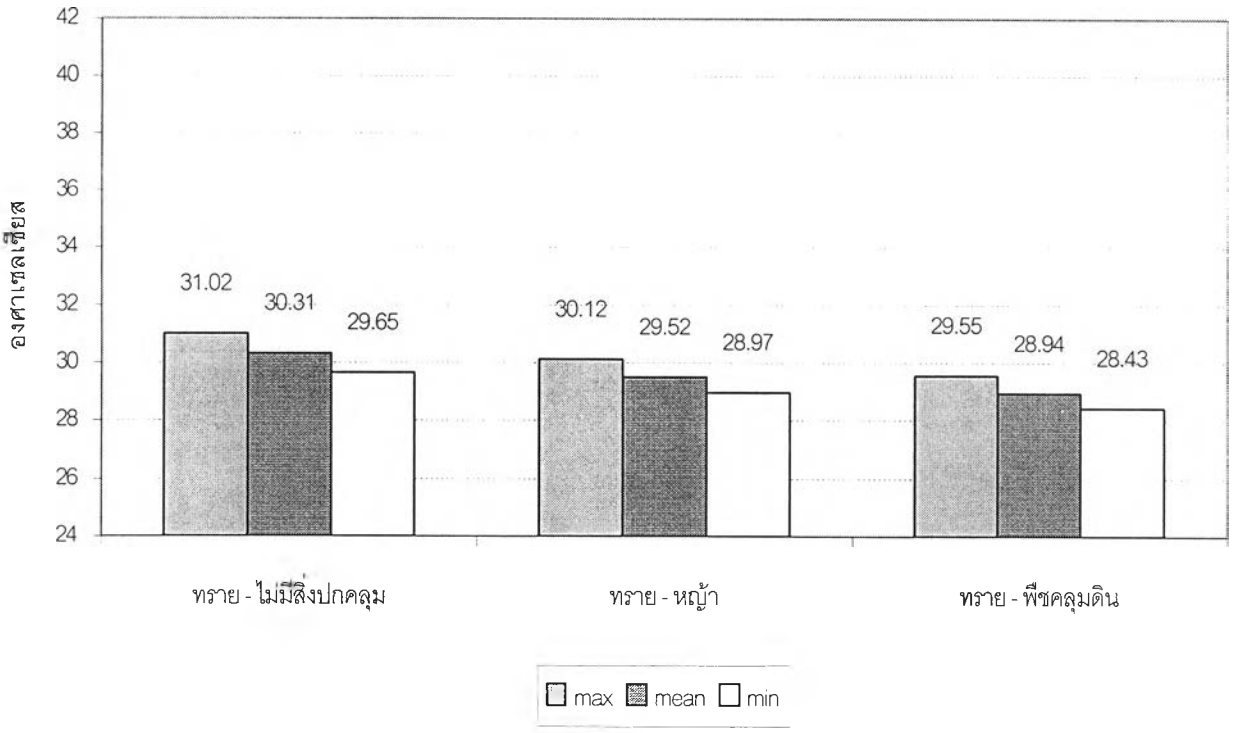
จากแผนภูมที่ 4 - 15 และ 4 - 16 สรุปผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิทรายเปียก ที่มีสิ่งปกคลุมดิน ชนิดต่าง ๆ ที่ความลึก 0.30 ม.และ 0.60 ม. ได้ดังนี้

ที่ระดับความลึก 0.30 ม. และ 0.60 ม. พบว่าอิทธิพลของชนิดสิ่งปกคลุมดินเริ่มมีน้อยลง โดยจะเห็นได้จากค่าความต่างของความแปรปรวนอุณหภูมิระหว่างวันของสิ่งปกคลุมแต่ละชนิดใกล้เคียงกัน โดยทรายที่ไม่มีสิ่งปกคลุม ยังคงมีความแปรปรวนของอุณหภูมิในรอบวันสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับทรายที่ปกคลุมด้วยหญ้าและพืชคลุมดิน แต่ทุกชนิดวัสดุปกคลุมดินเริ่มมีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน โดยมีอุณหภูมิสูงสุดต่างกันประมาณ 1 องศาเซลเซียส

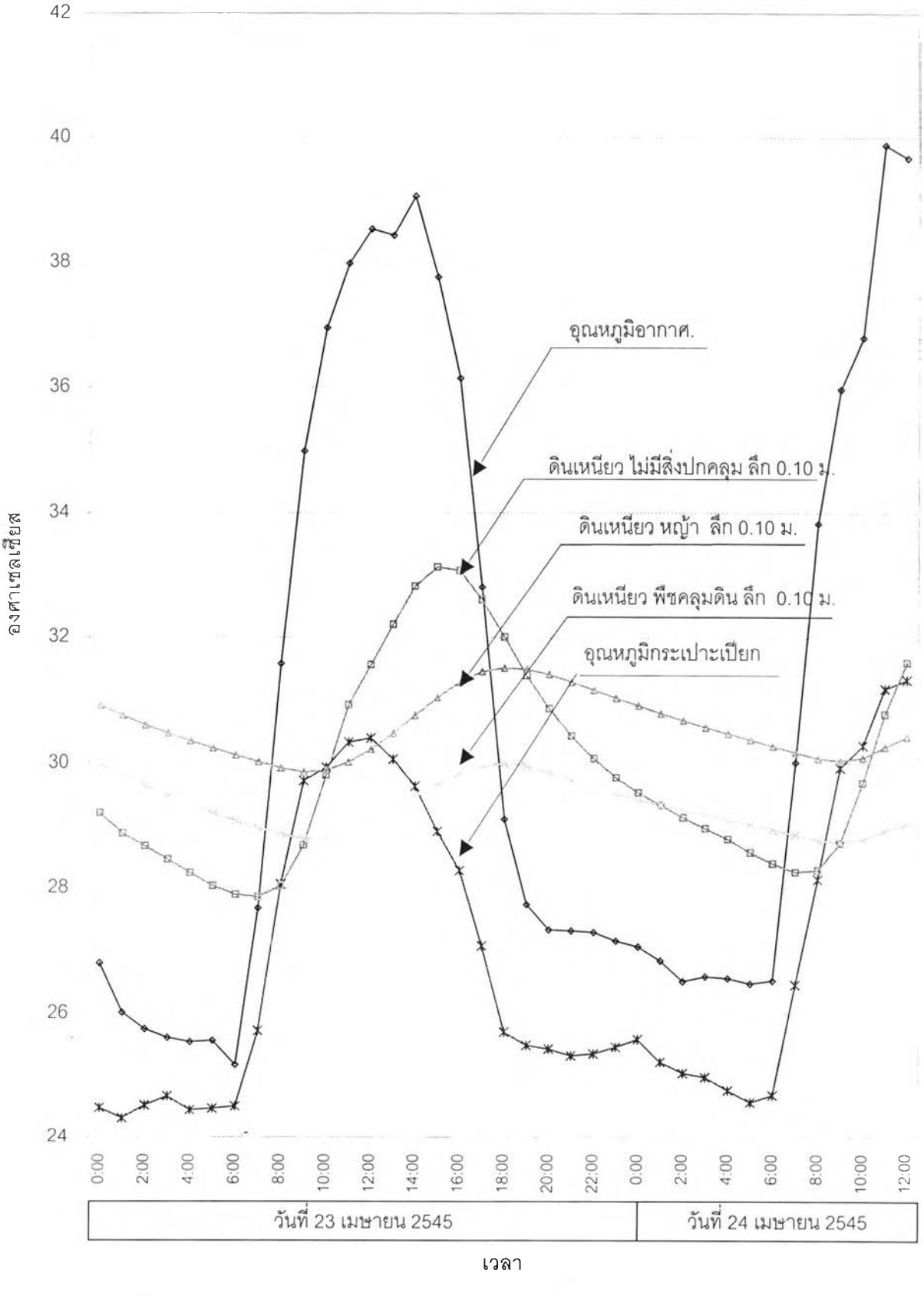
แผนภูมิที่ 4 - 17 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุด – ต่ำสุด – เฉลี่ย ของทรายเปียก ที่มีสิ่งปกคลุมดินชนิดต่าง ๆ ที่ความลึก 0.30 ม.



แผนภูมิที่ 4 - 18 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุด – ต่ำสุด – เฉลี่ย ของทรายเปียก ที่มีสิ่งปกคลุมดินชนิดต่าง ๆ ที่ความลึก 0.60 ม.



แผนภูมิที่ 4 - 19 เปรียบเทียบอุณหภูมิดินเหนียวเปียก ที่มีสิ่งปกคลุมดินชนิดต่าง ๆ ที่ความลึก 0.10 ม.



จากแผนภูมที่ 4 - 19 สรุปผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิดินเหนียวเปียก ที่มีสิ่งปกคลุมดินชนิดต่าง ๆ ที่ความลึก 0.10 ม.ได้ดังนี้

พบว่า ดินเหนียวที่ไม่มีสิ่งปกคลุม มีความแปรปรวนของอุณหภูมิในรอบวันสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับดินเหนียวที่ปกคลุมด้วยหญ้าและพืชคลุมดิน เนื่องจากในตอนกลางวัน ผิวดินซึ่งไม่มี Shading จึงได้รับความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง ในขณะที่ตอนกลางคืน เมื่ออุณหภูมิอากาศลดลง บริเวณหน้าดินที่ไม่มีสิ่งปกคลุมดิน จะคายความร้อนได้ดีกว่าดินที่มีสิ่งปกคลุม

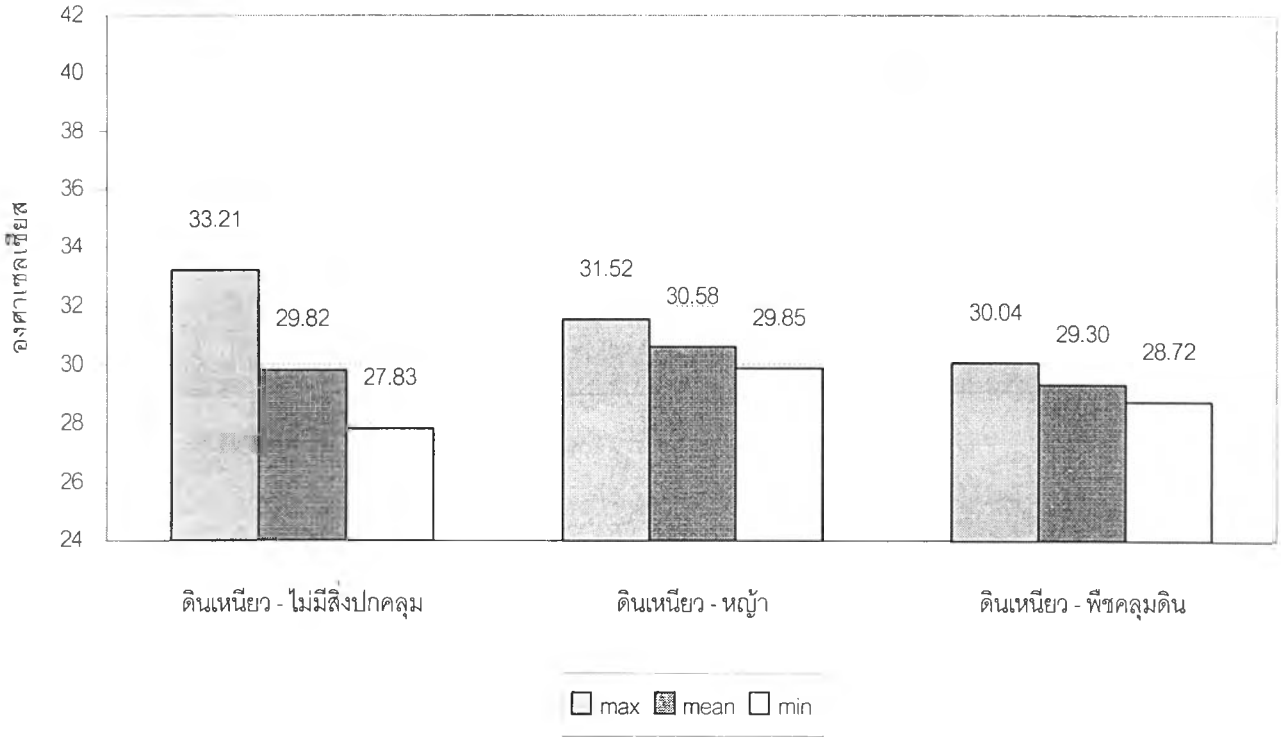
ดินเหนียวที่ไม่มีสิ่งปกคลุม ที่ระดับความลึก 0.10 ม. มีอุณหภูมิสูงสุดที่ 33.21 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15:45 น. และต่ำสุดที่ 27.83 องศาเซลเซียส ที่เวลา 07:15 น. มีความต่างของอุณหภูมิในรอบวัน 5.83 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งวัน 29.82 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงเวลากลางวัน (6:00 – 18:00 น.) 30.75 องศาเซลเซียส และตอนกลางคืน (19:00 – 05:00 น.) 29.83 องศาเซลเซียส

ดินเหนียวที่มีหญ้าปกคลุมและพืชคลุมดิน มีแนวโน้มของอุณหภูมิตลอดทั้งวันใกล้เคียงกัน โดยดินเหนียวที่ปกคลุมด้วยหญ้าเปียกมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าประมาณ 1 องศาเซลเซียส ตลอดเวลา โดยสรุปผลจากการทดลองได้ดังนี้

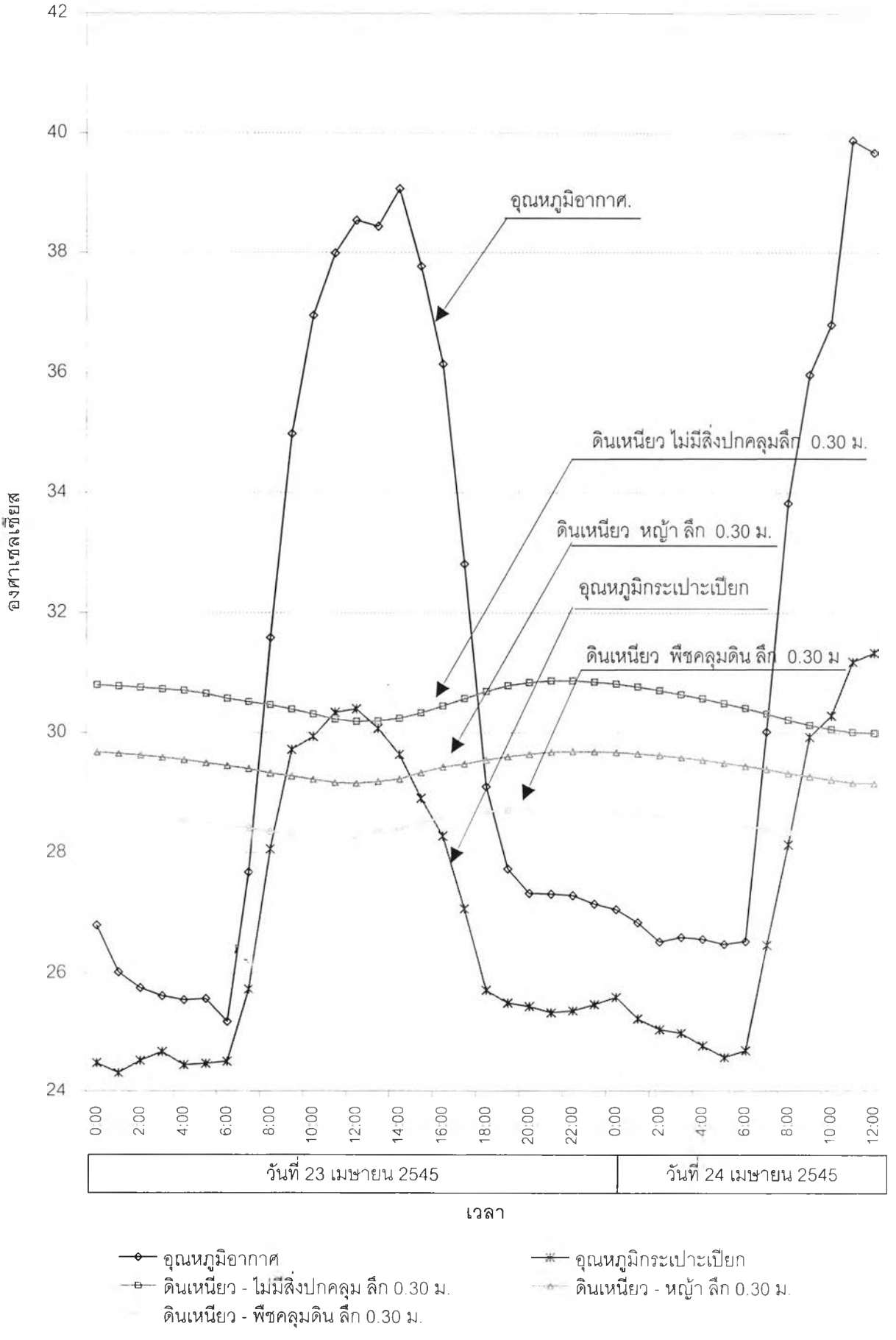
ที่ระดับความลึก 0.10 ม. มีอุณหภูมิสูงสุดที่ 35.15 องศาเซลเซียส ที่เวลา 18:15 น. และต่ำสุดที่ 29.85 องศาเซลเซียส ที่เวลา 09:45 น. มีความต่างของอุณหภูมิในรอบวัน 1.67 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งวัน 30.58 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงเวลากลางวัน (6:00 – 18:00 น.) 30.44 องศาเซลเซียส และตอนกลางคืน (19:00 – 05:00 น.) 30.95 องศาเซลเซียส

ดินเหนียวที่ปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน ที่ระดับความลึก 0.10 ม. มีอุณหภูมิสูงสุดที่ 30.04 องศาเซลเซียส ที่เวลา 18:15 น. และต่ำสุดที่ 28.72 องศาเซลเซียส ที่เวลา 09:15 น. มีความต่างของอุณหภูมิในรอบวัน 1.32 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งวัน 29.30 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงเวลากลางวัน (6:00 – 18:00 น.) 29.23 องศาเซลเซียส และตอนกลางคืน (19:00 – 05:00 น.) 29.47 องศาเซลเซียส

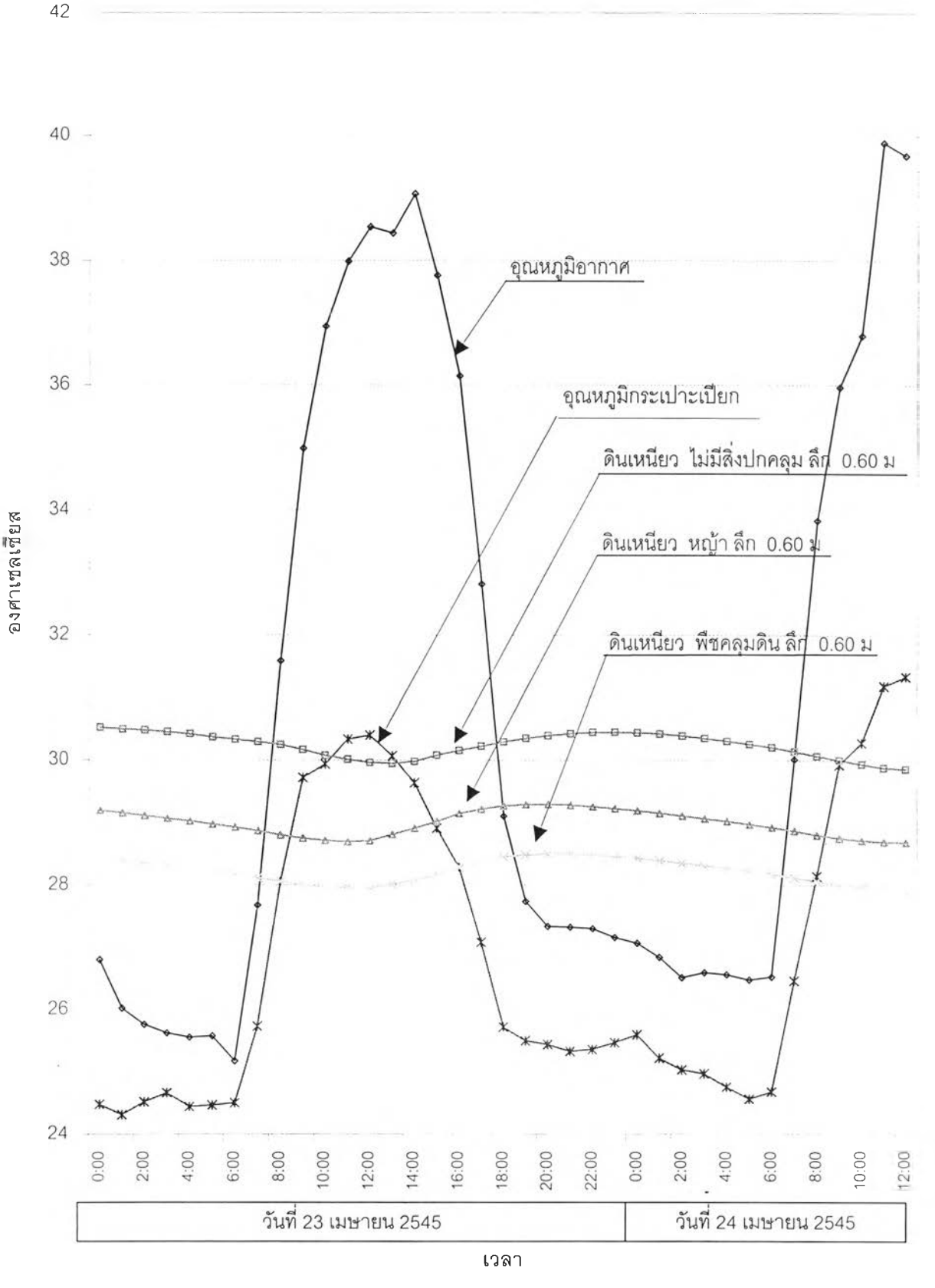
แผนภูมิที่ 4 - 20 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุด – ต่ำสุด – เฉลี่ย ของดินเหนียวเปียก ที่มีสิ่งปกคลุมดินชนิดต่าง ๆ ที่ความลึก 0.10 ม.



แผนภูมิที่ 4 - 21 เปรียบเทียบอุณหภูมิดินเหนียวเปียก ที่มีสิ่งปกคลุมดินชนิดต่าง ๆ ที่ความลึก 0.30 ม.



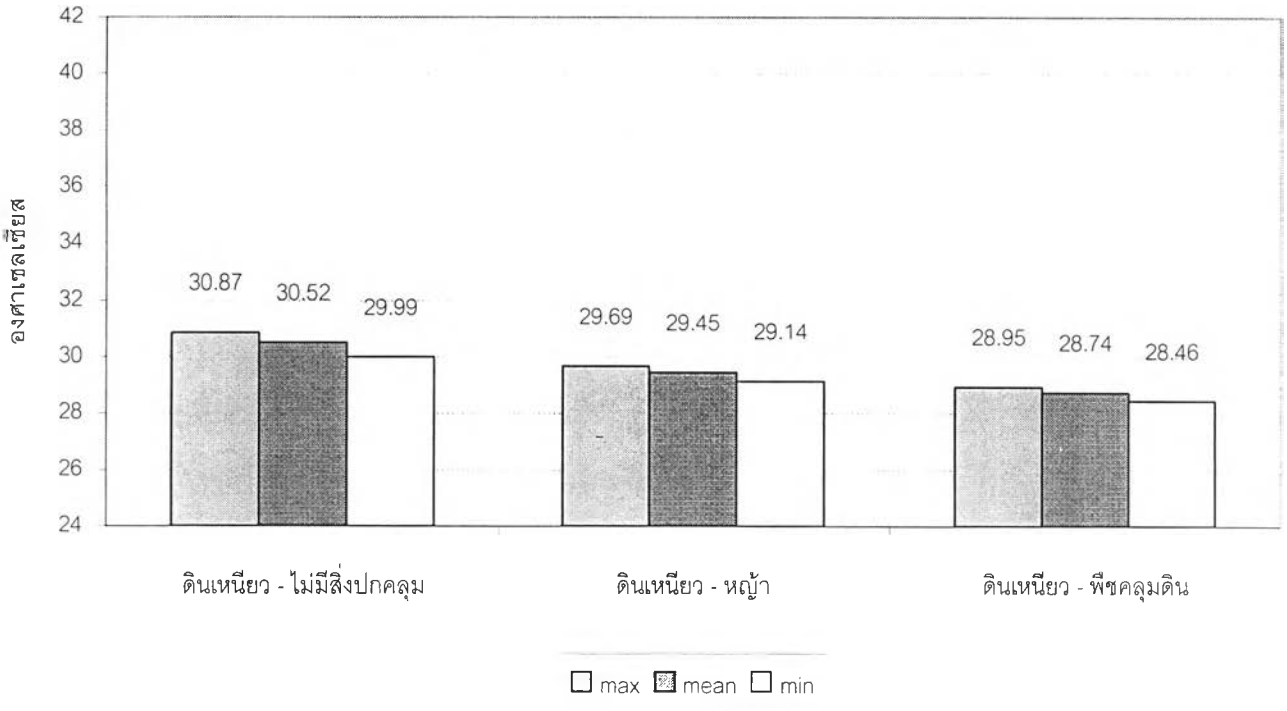
แผนภูมิที่ 4 - 22 เปรียบเทียบอุณหภูมิดินเหนียวเปียก ที่มีสิ่งปกคลุมดินชนิดต่าง ๆ ที่ความลึก 0.60 ม.



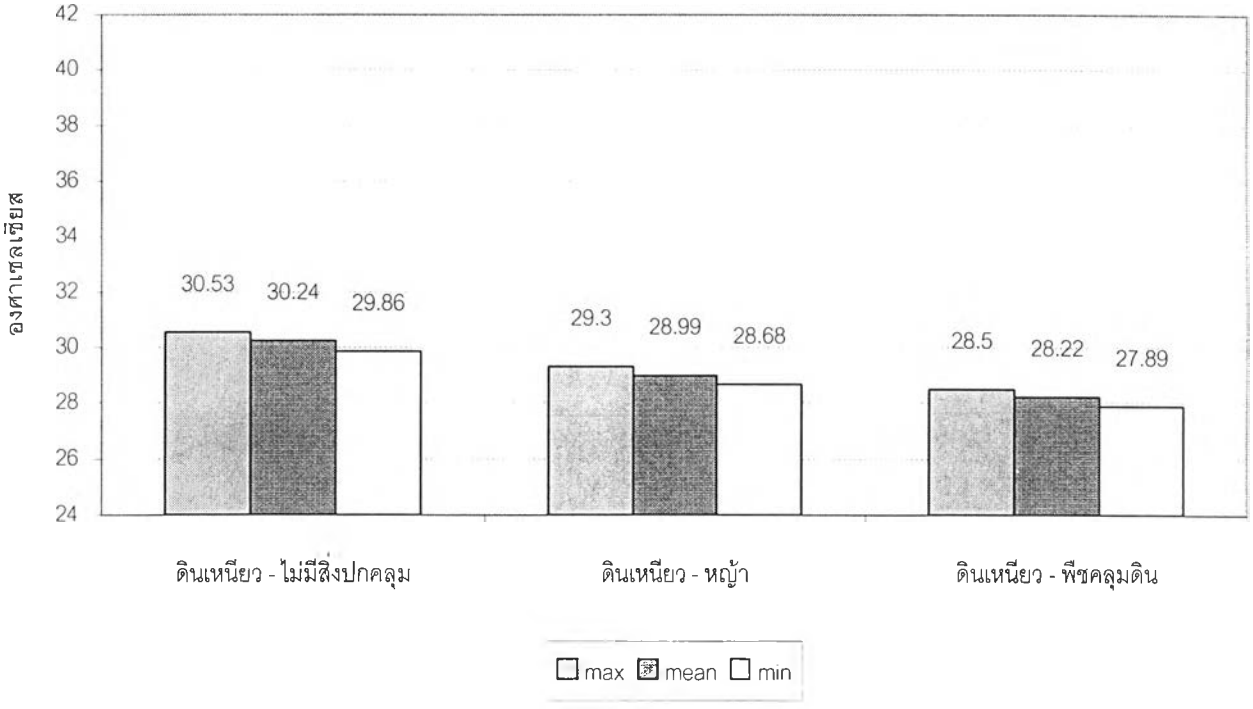
จากแผนภูมที่ 4 - 21 และ 4 - 22 สรุปผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิดินเหนียวเปียก ที่มีสิ่งปกคลุมดินชนิดต่าง ๆ ที่ความลึก 0.30 ม.และ 0.60 ม. ได้ดังนี้

ที่ระดับความลึก 0.30 ม. และ 0.60 ม. พบว่าอิทธิพลของชนิดสิ่งปกคลุมดินเริ่มมีน้อยลง โดยจะเห็นได้จากค่าความต่างของความแปรปรวนอุณหภูมิระหว่างวันของสิ่งปกคลุมแต่ละชนิดใกล้เคียงกัน โดยดินเหนียวที่ไม่มีสิ่งปกคลุม ยังคงมีความแปรปรวนของอุณหภูมิในรอบวันสูงที่สุด รองลงมาได้แก่หญ้า และพืชคลุมดิน ตามลำดับ

แผนภูมิที่ 4 - 23 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุด – ต่ำสุด – เฉลี่ย ของดินเหนียวเปียก ที่มีสิ่งปกคลุมดินชนิดต่าง ๆ ที่ความลึก 0.30 ม.



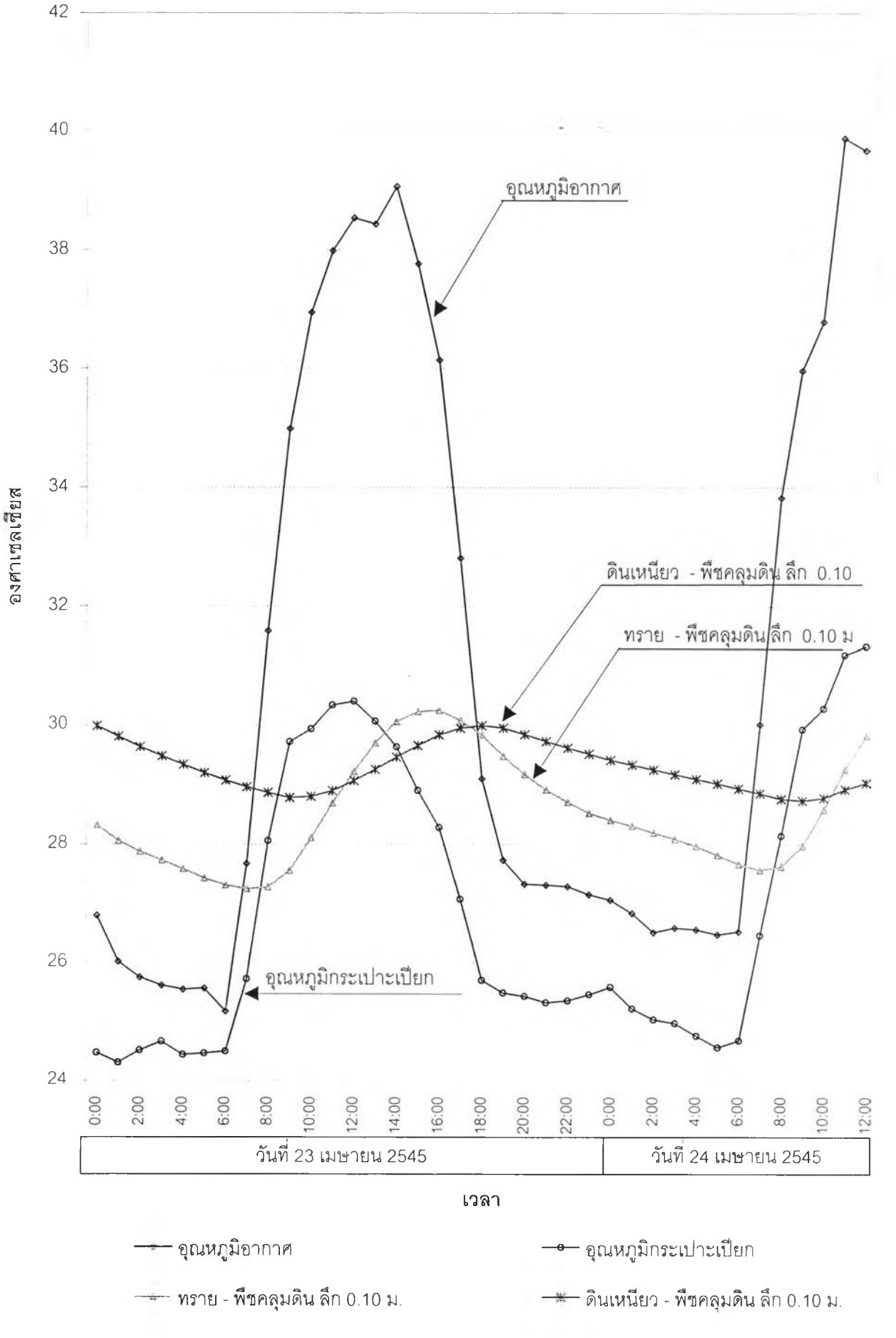
แผนภูมิที่ 4 – 24 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุด – ต่ำสุด – เฉลี่ย ของดินเหนียวเปียก ที่มีสิ่งปกคลุมดินชนิดต่าง ๆ ที่ความลึก 0.60 ม.



จากการวิเคราะห์ พบว่า สิ่งปกคลุมผิวดินเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิดินอย่างยิ่ง โดยเฉพาะที่ระดับใกล้ผิวดิน ดังเช่นที่ความลึก 0.10 ม. พบว่า ทรายที่ไม่มีสิ่งปกคลุมดินมีอุณหภูมิสูงกว่า ดินที่มีสิ่งปกคลุม ประมาณ 8 - 9 องศาเซลเซียส

เมื่อพิจารณาถึงชนิดของสิ่งปกคลุมดินที่นำมาทดสอบ อันได้แก่ หญ้าและพืชคลุมดิน พบว่าทั้งสองชนิดมีแนวโน้มความแปรปรวนอุณหภูมิระหว่างวันใกล้เคียงกัน แต่พืชคลุมดินมีอุณหภูมิต่ำกว่าหญ้าเสมอ ที่ทุกระดับความลึกที่ทำการทดสอบ เนื่องจากพืชคลุมดินมีลำดับชั้นของใบ ซึ่งช่วยบังรังสีดวงอาทิตย์ (Shading) ได้ดีกว่าหญ้า อีกทั้งใบของพืชคลุมดินช่วยให้เกิดการระเหยน้ำที่ผิวดินได้มากกว่า จึงเลือกพืชคลุมดินเป็นตัวแทนของสิ่งปกคลุมดิน เพื่อวิเคราะห์ต่อไป

แผนภูมิที่ 4 - 25 เปรียบเทียบอุณหภูมิทรายเปียก - ดินเหนียวเปียก ที่ปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน ที่ความลึก 0.10 ม.



จากแผนภูมิที่ 4 - 25 สามารถวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของดินที่ปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน ที่ระดับความลึก 0.10 ม. ได้ดังนี้

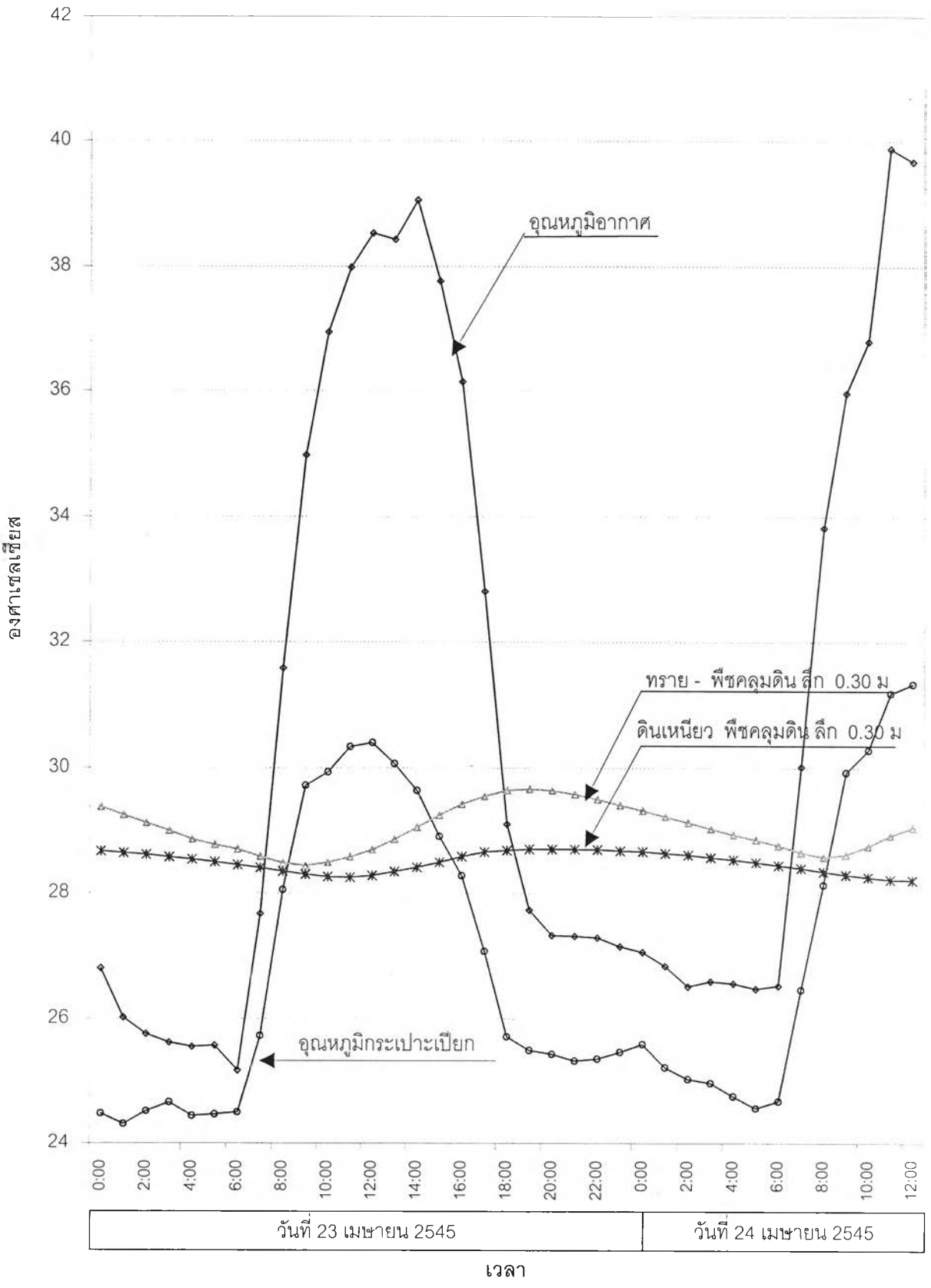
ทรายเปียก ที่ปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน พบว่า มีอุณหภูมิสูงสุดที่ 30.28 องศาเซลเซียส ต่ำสุดที่ 27.23 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ย 28.47 องศาเซลเซียส มีความแปรปรวนระหว่างวันที่ 3.05 องศาเซลเซียส

ดินเหนียวเปียก ที่ปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน พบว่า มีอุณหภูมิสูงสุดที่ 30.04 องศาเซลเซียส ต่ำสุดที่ 28.72 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ย 29.30 องศาเซลเซียส มีความแปรปรวนระหว่างวันที่ 1.32 องศาเซลเซียส

พบว่าอุณหภูมิของดินทั้งสองชนิด ที่ระดับความลึก 0.10 ม. เมื่อได้รับการปรุงแต่งแล้ว จะมีอุณหภูมิอยู่ใกล้สภาวะน่าสบาย โดยมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศตั้งแต่เวลา 08:00 – 18:00 น. และต่ำกว่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกตั้งแต่เวลา 8:45 – 14 :45 น. โดยประมาณ จึงอาจสรุปได้ว่า เมื่อปรุงแต่งดินให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมแล้ว ดินเป็นองค์ประกอบหนึ่งซึ่งสามารถใช้ปรุงแต่งสภาวะน่าสบายภายในอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เมื่อพิจารณาการเลือกใช้ชนิดของดินที่ระดับบน พบว่าทรายที่ความลึก 0.10 ม. มีอุณหภูมิต่ำกว่าดินเหนียวประมาณ 1 องศาเซลเซียส เนื่องจากในเวลากลางคืน ทรายที่ระดับบนสามารถคายความร้อนที่สะสมมาในช่วงเวลากลางวันให้กับสภาพแวดล้อมได้ดีกว่าดินเหนียว ในขณะที่ในเวลากลางวัน พบว่าอุณหภูมิสูงสุดของดินทั้งสองชนิดไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากใบของพืชคลุมดินช่วยป้องกันความร้อนและการระเหยน้ำทางใบยังช่วยลดอิทธิพลจากจากรังสีดวงอาทิตย์ อีกด้วย

แผนภูมิที่ 4 - 26 เปรียบเทียบอุณหภูมิทรายเปียก - ดินเหนียวเปียก ที่ปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน ที่ความลึก 0.30 ม.



จากแผนภูมิที่ 4 - 26 สามารถวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของดินที่ปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน ที่ระดับความลึก 0.30 ม. ได้ดังนี้

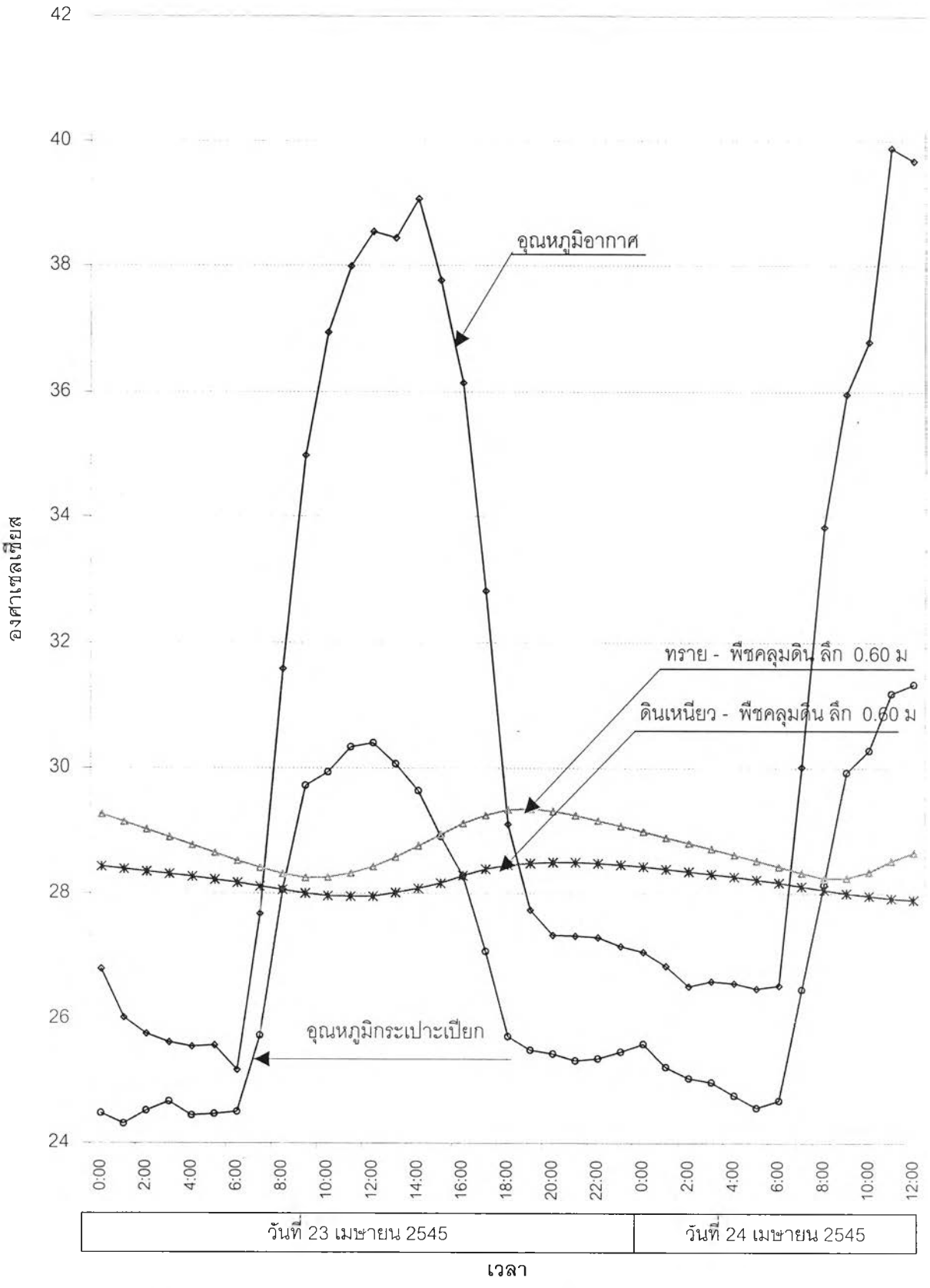
ทรายเปียก ที่ปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน พบว่า มีอุณหภูมิสูงสุดที่ 29.67 องศาเซลเซียส ต่ำสุดที่ 28.43 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ย 29.01 องศาเซลเซียส มีความแปรปรวนระหว่างวันที่ 1.24 องศาเซลเซียส

ดินเหนียวเปียก ที่ปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน พบว่า มีอุณหภูมิสูงสุดที่ 28.70 องศาเซลเซียส ต่ำสุดที่ 28.21 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ย 28.49 องศาเซลเซียส มีความแปรปรวนระหว่างวันที่ 0.49 องศาเซลเซียส

พบว่าอุณหภูมิของดินทั้งสองชนิด ที่ระดับความลึก 0.30 ม. เมื่อได้รับการปรุงแต่งแล้ว จะมีอุณหภูมิอยู่ใกล้สภาวะน่าสบาย โดยมีช่วงเวลาซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศใกล้เคียงกับที่ระดับความลึก 0.10 ม. และ 0.30 ม. คือ ตั้งแต่เวลา 08:00 – 18:00 น. และต่ำกว่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกตั้งแต่เวลา 8:45 – 15 :30 น. โดยประมาณ

เมื่อพิจารณาการเลือกใช้ชนิดของดินที่ความลึกตั้งแต่ 0.30 ลงไป พบว่าดินเหนียวมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าทรายประมาณ 1 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิแปรปรวนน้อยกว่า เนื่องจากที่ระดับความลึกนี้ อิทธิพลจากการถ่ายเทความร้อนสู่สภาพแวดล้อมในเวลากลางคืน ซึ่งเกิดบริเวณผิวดินเริ่มน้อยลง ดินเหนียวซึ่งมีความสามารถในการกักเก็บน้ำได้มาก การถ่ายเทความร้อนลงสู่มวลสารดินด้านล่างจึงดีกว่า

แผนภูมิที่ 4 - 27 เปรียบเทียบอุณหภูมิทรายเปียก - ดินเหนียวเปียก ที่ปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน ที่ความลึก 0.60 ม.



จากแผนภูมิที่ 4 - 27 สามารถวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของดินที่ปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน ที่ระดับความลึก 0.60 ม. ได้ดังนี้

ทรายเปียก ที่ปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน พบว่า มีอุณหภูมิสูงสุดที่ 29.35 องศาเซลเซียส ต่ำสุดที่ 28.23 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ย 28.74 องศาเซลเซียส มีความแปรปรวนระหว่างวันที่ 1.12 องศาเซลเซียส

ดินเหนียวเปียก ที่ปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน พบว่า มีอุณหภูมิสูงสุดที่ 28.50 องศาเซลเซียส ต่ำสุดที่ 27.89 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ย 28.22 องศาเซลเซียส มีความแปรปรวนระหว่างวันที่ 0.61 องศาเซลเซียส

พบว่าอุณหภูมิของดินทั้งสองชนิด ที่ระดับความลึก 0.60 ม. เมื่อได้รับการปรุงแต่งแล้ว จะมีอุณหภูมิอยู่ใกล้สภาวะน่าสบาย โดยมีช่วงเวลาซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศใกล้เคียงกับที่ระดับความลึก 0.10 ม. คือ ตั้งแต่เวลา 08:00 – 18:00 น. และต่ำกว่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกตั้งแต่เวลา 8:45 – 14 :45 น. โดยประมาณ

เมื่อพิจารณาการเลือกใช้ชนิดของดินที่ความลึกตั้งแต่ 0.60 ลงไป พบว่าดินเหนียวมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าทรายประมาณ 1 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิแปรปรวนน้อยกว่า เนื่องจากที่ระดับความลึกนี้ อิทธิพลจากการถ่ายเทความร้อนสู่สภาพแวดล้อมในเวลากลางคืน ซึ่งเกิดบริเวณผิวดินเริ่มน้อยลง ดินเหนียวซึ่งมีความสามารถในการกักเก็บน้ำได้มาก จึงมีอุณหภูมิต่ำกว่า

สรุปการวิเคราะห์ผลการทดลองที่ 4.1.2

1. วิเคราะห์อุณหภูมิดินกับชนิดของสิ่งปกคลุมดิน

จากการทดลอง สามารถสรุปได้ว่า สิ่งปกคลุมดินมีผลอุณหภูมิดินที่ระดับบน (ระดับผิวดิน – ระดับลึก 0.30 ม.) มากกว่าดินที่ระดับลึกลงไป โดยในกรณีที่ไม่มีสิ่งปกคลุมดิน ในช่วงเวลากลางวัน ผิวดินจะได้รับรังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์ ทำให้ดินมีอุณหภูมิสูงมาก แต่เมื่อมีหญ้าหรือพืชคลุมดิน พบว่าอุณหภูมิสูงสุดของดินที่ระดับ 0.10 ม. ลดลงประมาณ 8 – 10 องศาเซลเซียส เนื่องจากมี Shading ป้องกันรังสีจาก

ดวงอาทิตย์ ไม่ให้กระทบผิวดินโดยตรง อีกทั้งหญ้าหรือพืชคลุมดินมีค่าการสะท้อนประมาณ 32 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ดินแห้งและดินเปียกมีค่าการสะท้อนอยู่ที่ 10 – 25 เปอร์เซ็นต์ และ 8 – 9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หญ้าหรือพืชคลุมดินจึงเป็นการลดค่าการดูดซับ (Absorption) ความร้อนที่ผิวหน้าดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้น การคายน้ำของพืชคลุมดิน ยังเป็นปัจจัยที่ช่วยลดอุณหภูมิของดินส่วนบน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยพืชคลุมดินจะดูดน้ำจากใต้ดินมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งจากอิทธิพลดังกล่าว ช่วยให้อากาศบริเวณใกล้ผิวดินเข้าใกล้อุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet Bulb) โดยทรายจะเป็นชนิดของดินซึ่งเอื้ออำนวยต่อการดูดน้ำของรากพืชมากที่สุด เนื่องจากมีแรงดึงน้ำ ต่ำกว่าดินร่วนและดินเหนียว

ในช่วงเวลากลางคืน พบว่า ดินที่ไม่มีสิ่งปกคลุมดินจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าดินที่มีสิ่งปกคลุม เนื่องจากเมื่อไม่มีสิ่งปกคลุม ผิวดินจะสามารถคายรังสีความร้อนกลับคืนสู่ท้องฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในขณะที่การปลูกหญ้าหรือพืชคลุมดิน จะเป็นตัวป้องกันมิให้ความร้อนในมวลสารดินคายสู่สภาพแวดล้อมได้โดยตรง อุณหภูมิของดินจึงมีค่าเฉลี่ยในช่วงเวลากลางคืนสูงกว่า แต่ความแปรปรวนน้อยกว่า

2. วิเคราะห์ชนิดของดินกับสิ่งปกคลุมดิน

ในกรณีที่ไม่มีสิ่งปกคลุมดิน พบว่า ทรายมีความแปรปรวนของอุณหภูมิสูงกว่าดินเหนียว เนื่องจากทรายมีความสามารถในการกักเก็บน้ำได้น้อย ในช่วงเวลากลางวันเมื่อได้รับรังสีดวงอาทิตย์ จึงมีอุณหภูมิสูงกว่าดินเหนียวและกักเก็บอยู่ในมวลสาร เมื่อมีความร้อนสะสมอยู่มาก ในช่วงเวลากลางคืนจึงคายรังสีคืนสู่ท้องฟ้ามากเช่นกัน

แต่ในสภาวะที่มีสิ่งปกคลุมดิน พบว่า ชนิดของดินเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิดินน้อยลง เนื่องจากสิ่งปกคลุมดินจะช่วยลดความแปรปรวนของอุณหภูมิดินทั้งในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน ดังที่ได้วิเคราะห์ไปในหัวข้อที่ผ่านมา

4.1.3 ทดสอบแนวทางเลือกชนิดของดินให้เหมาะสมกับลำดับชั้นดิน

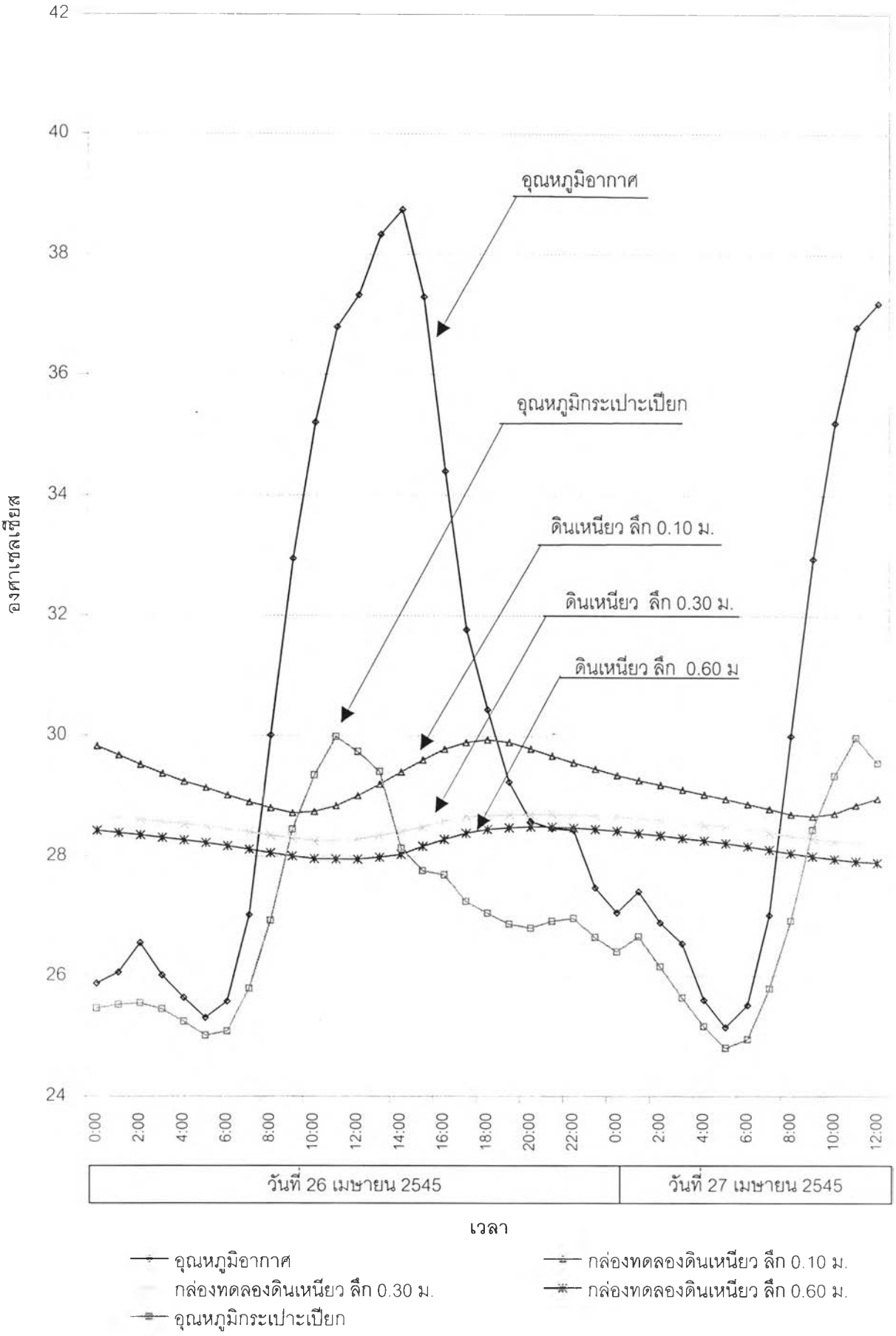
วิธีการทดสอบ จากการทดลองที่ 4.1.1 และ 4.1.2 พบว่าที่ระดับบน ทรายเปียกมีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยต่ำกว่าดินเหนียวเปียก แต่ที่ระดับความลึกตั้งแต่ 0.30 ม. ลงไป พบว่าดินเหนียวเปียกมีอุณหภูมิต่ำกว่า การทดลองนี้จึงเป็นการทดสอบแนวทางการประยุกต์ชนิดของดินเพื่อให้มีอุณหภูมิเข้าใกล้สภาวะน่าสบายที่สุด โดยแบ่งชนิดของดินในกล่องทดลองออกเป็น 2 ส่วน ส่วนบนที่ระดับผิวถึงความลึก 0.30 ม. เลือกใช้ทราย และที่ระดับลึกลงไปใช้ดินเหนียว เปรียบเทียบกับกล่องทดลองที่ใส่ดินเหนียวเปียกทั้งมด ซึ่งเป็นดินที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดจากการทดลองที่ผ่านมา โดยเลือกพืชคลุมดิน เป็นวัสดุปกคลุมดินในการทดสอบนี้

วิเคราะห์ผลการทดลอง

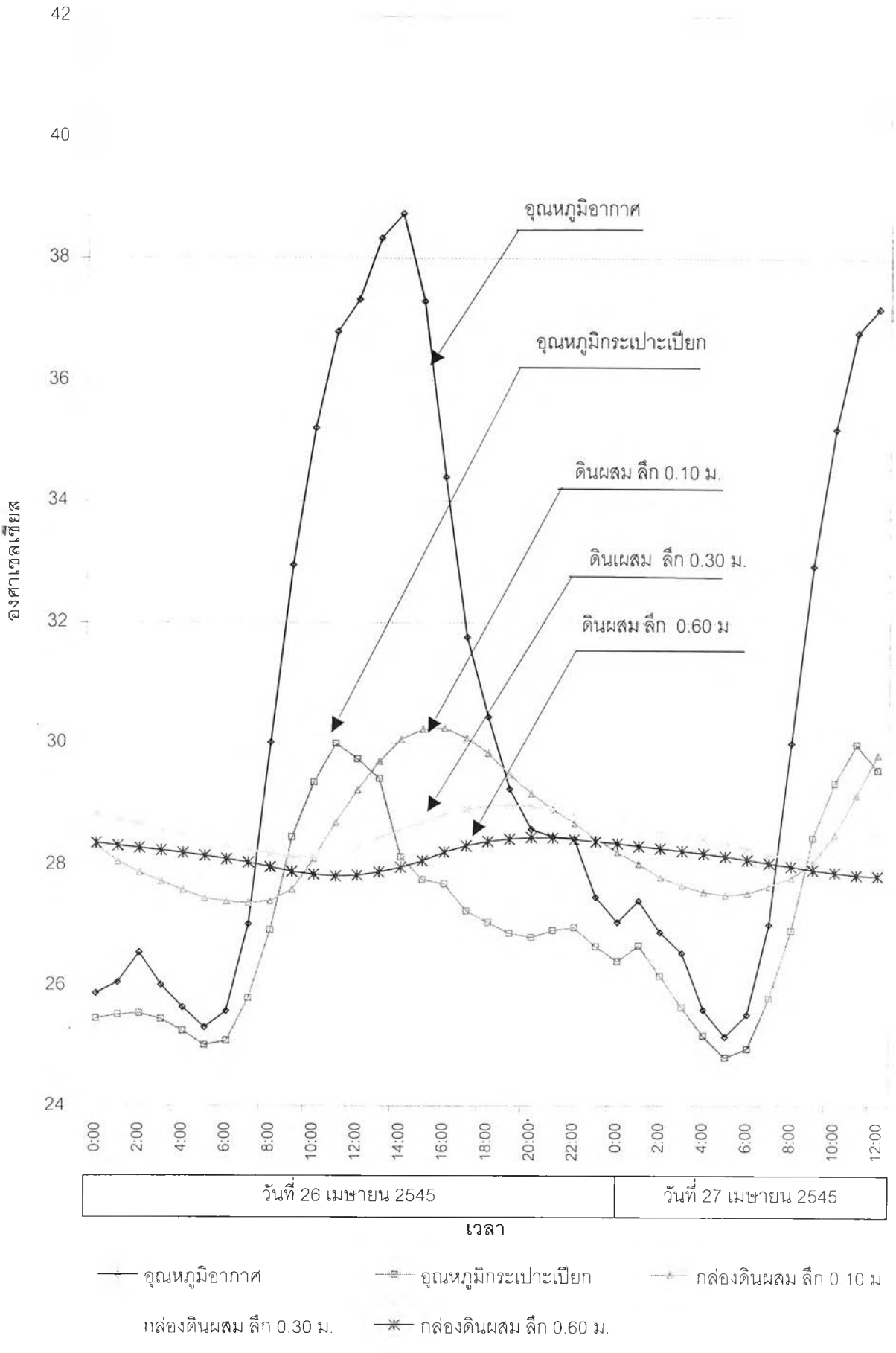
วิเคราะห์ชนิดของดินที่ปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน

- เปรียบเทียบอุณหภูมิกล่องดินเหนียว ที่ระดับความลึกต่าง ๆ
- เปรียบเทียบอุณหภูมิกล่องดินผสม ที่ระดับความลึกต่าง ๆ
- เปรียบเทียบอุณหภูมิกล่องดินเหนียวกับกล่องดินผสม ที่ระดับความลึกต่าง ๆ

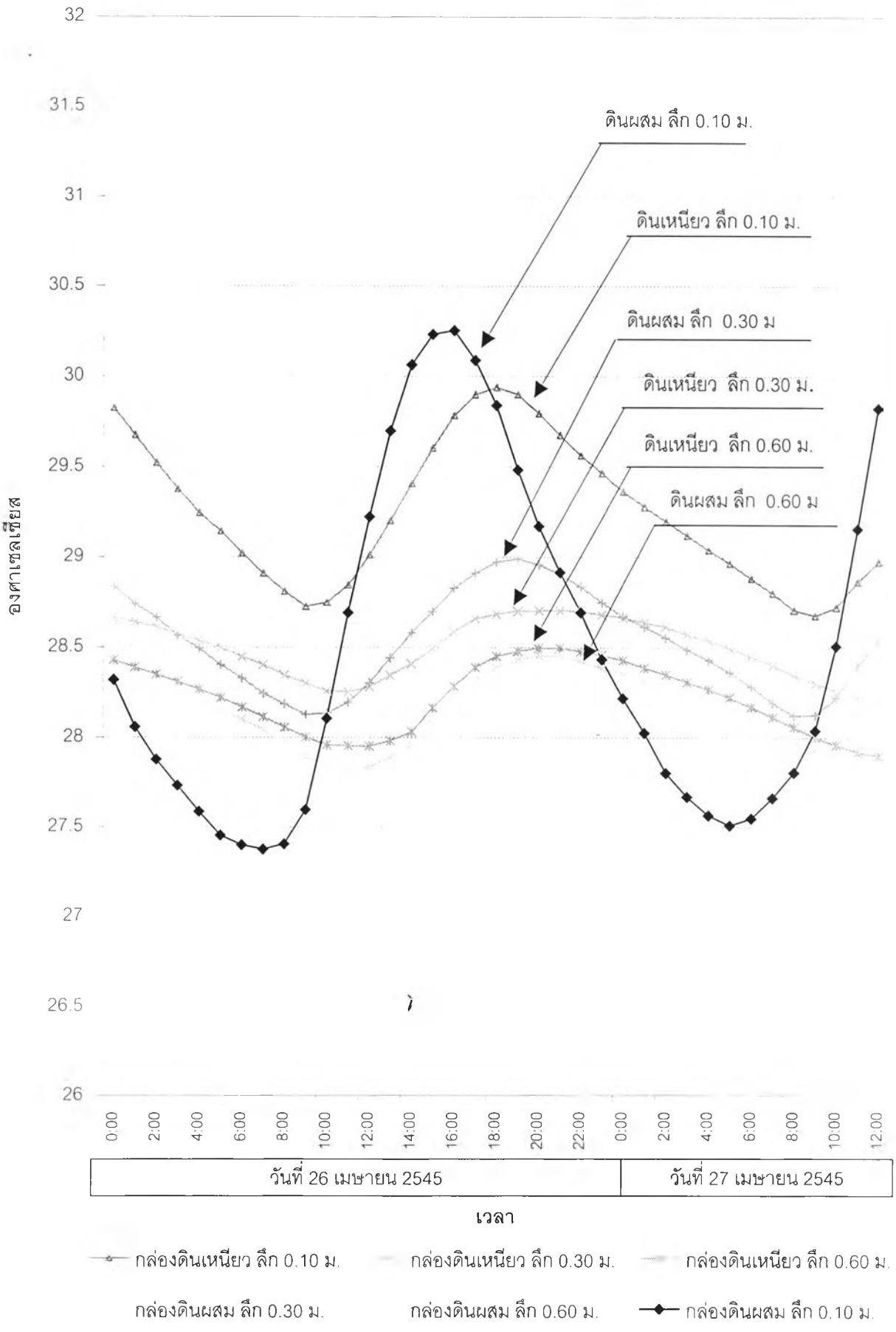
แผนภูมิที่ 4 - 28 เปรียบเทียบอุณหภูมิกล่องดินเหนียว ที่ระดับความลึกต่าง ๆ



แผนภูมิที่ 4 - 29 เปรียบเทียบอุณหภูมิกล่องดินผสม ที่ระดับความลึกต่าง ๆ

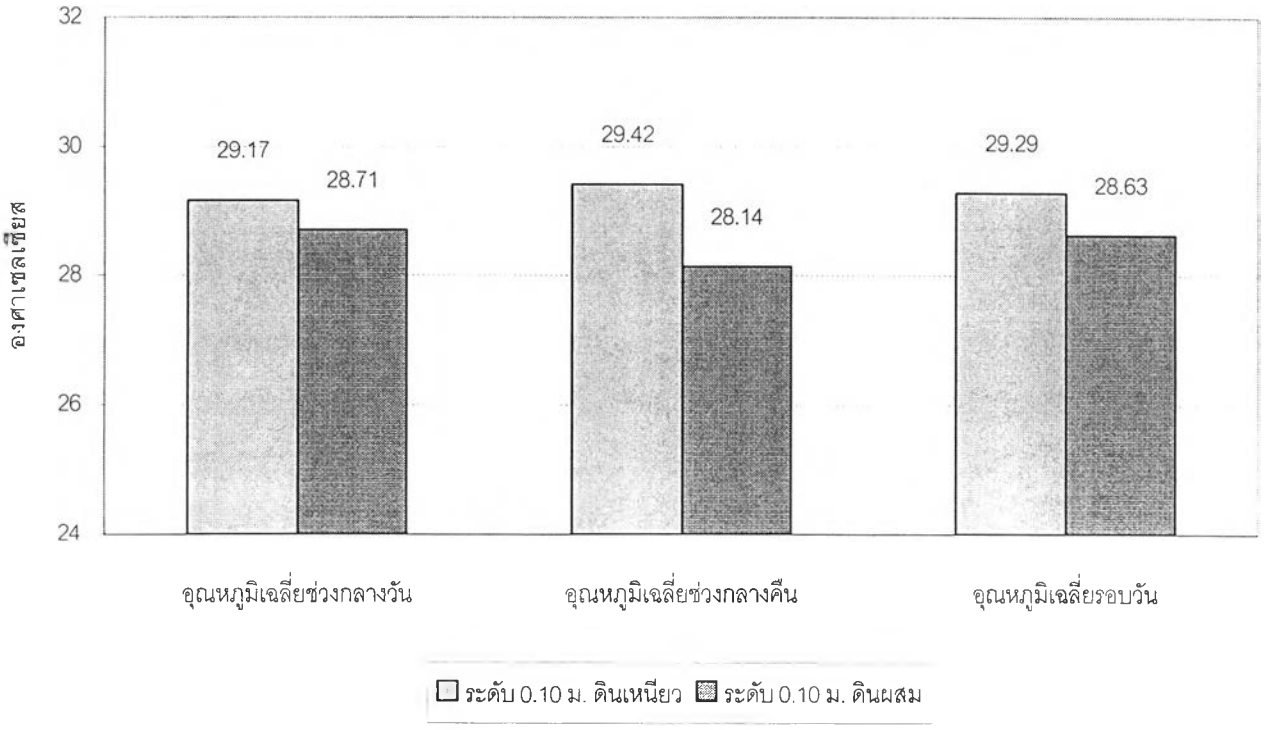


แผนภูมิที่ 4 - 30 เปรียบเทียบอุณหภูมิกล่องดินเหนียวกับกล่องดินผสม ที่ระดับความลึกต่าง ๆ



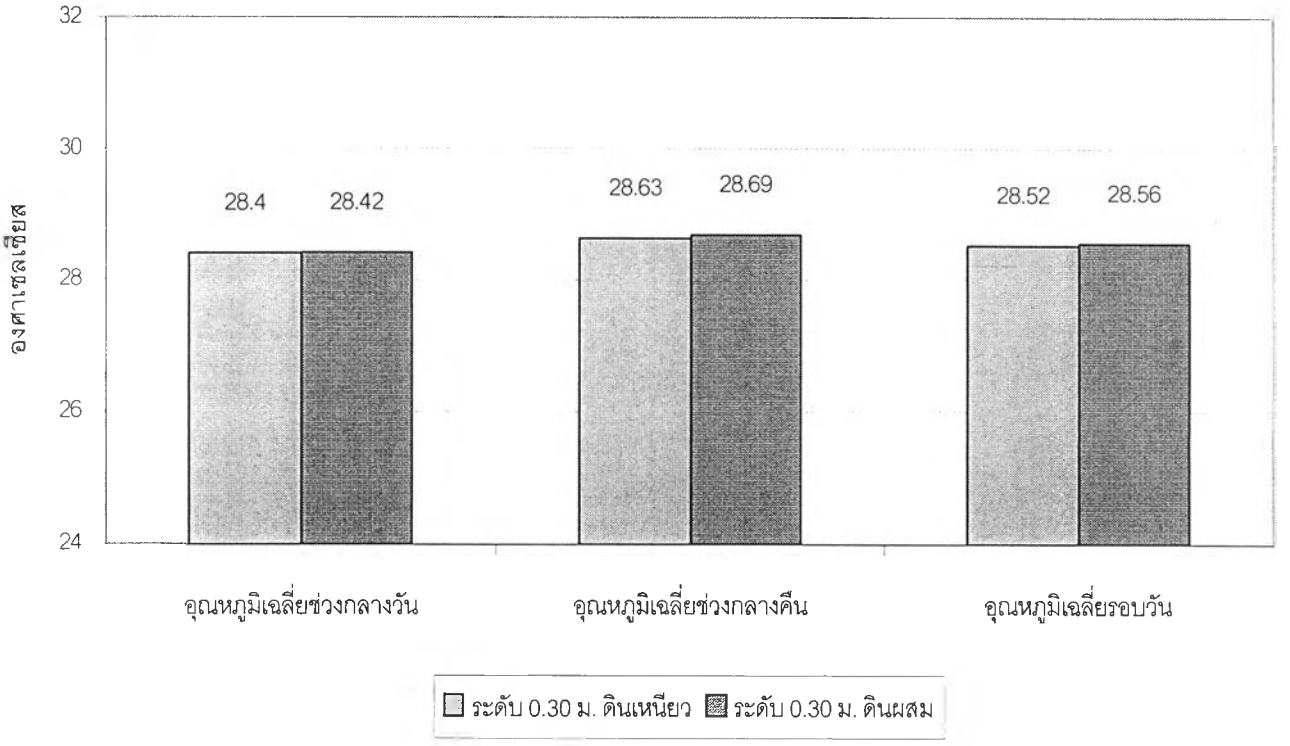
จากแผนภูมที่ 4 – 28 , 4 – 29 และ 4 - 30 สรุปผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิดินเหนียวกับดินผสม ได้ดังนี้

แผนภูมิที่ 4 – 31 เปรียบเทียบอุณหภูมิดินระหว่างดินเหนียวกับดินผสม ที่ระดับ 0.10 ม.



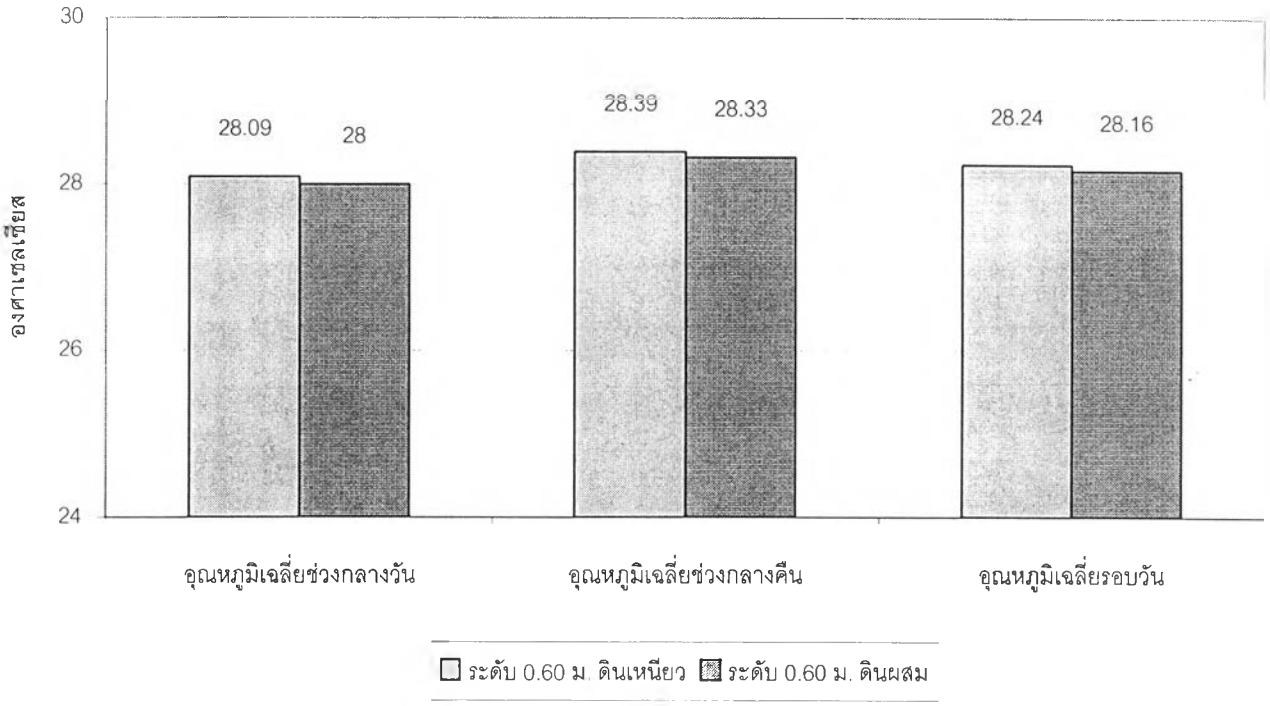
ที่ระดับความลึก 0.10 ม. ในช่วงเวลากลางวัน (6:00 – 18:00 น.) ถึงแม้ว่าทรายจะมีค่าอุณหภูมิสูงสุด สูงกว่าดินเหนียว แต่เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยแล้ว พบว่า ดินเหนียวมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าดินที่ผสมระหว่างส่วนบนเป็นทรายและส่วนล่างเป็นดินเหนียว ประมาณ 0.5 องศาเซลเซียส เนื่องจากในช่วงเวลากลางคืน (19:00 – 05:00 น.) ทรายจะคายความร้อนกลับคืนสู่ท้องฟ้าได้มากกว่าดินเหนียว ทำให้มีอุณหภูมิในมวลสารต่ำกว่า เมื่อพิจารณาในช่วงเวลากลางคืน พบว่า ดินผสมมีอุณหภูมิต่ำกว่าดินเหนียวประมาณ 1.3 องศาเซลเซียส

แผนภูมิที่ 4 – 32 เปรียบเทียบอุณหภูมิดินระหว่างดินเหนียวกับดินผสม ที่ระดับ 0.30 ม.



ที่ระดับความลึก 0.30 ม. ดินผสมมีความแปรปรวนของอุณหภูมิมากกว่าดินเหนียว เพราะได้รับอิทธิพลจากมวลสารทรายที่อยู่ส่วนบน แต่เมื่อพิจารณาถึงอุณหภูมิเฉลี่ย พบว่า ดินทั้งสองชนิดมีอุณหภูมิเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน โดยในช่วงเวลากลางวันมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 28.4 องศาเซลเซียส ต่ำกว่าในช่วงเวลากลางคืน ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ย 28.6 องศาเซลเซียส สาเหตุที่อุณหภูมิกลางวันต่ำกว่ากลางคืน เนื่องจากได้รับอิทธิพลของระยะเวลาหน่วงความร้อน (Time Lag)

แผนภูมิที่ 4 – 33 เปรียบเทียบอุณหภูมิดินระหว่างดินเหนียวกับดินผสม ที่ระดับ 0.60 ม.



ที่ระดับความลึก 0.60 ม. ความแปรปรวนของอุณหภูมิดินระหว่างวันและอุณหภูมิเฉลี่ยของดินทั้งสองชนิดใกล้เคียงกันทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน โดยในช่วงเวลากลางวันมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 28 องศาเซลเซียส ต่ำกว่าในช่วงเวลากลางคืน ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ย 28.3 องศาเซลเซียส สาเหตุที่อุณหภูมิกลางวันต่ำกว่ากลางคืน เนื่องจากได้รับอิทธิพลของระยะเวลาหน่วงความร้อน (Time Lag)

จากผลการทดลองจึงอาจสรุปได้ว่า มวลสารดินที่ส่วนบนเป็นทรายและส่วนล่างเป็นดินเหนียว มีแนวโน้มในการนำไปใช้ประโยชน์ในการปรุงแต่งสภาวะน่าสบายภายในอาคารได้ดีกว่าดินชนิดเดียวกันทุกระดับความลึก โดยที่ระดับบน เมื่อมีพืชคลุมดินที่ป้องกันความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงเวลากลางวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ พบว่า ทรายเป็นอนุภาคที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากมีอุณหภูมิในช่วงเวลากลางคืนต่ำสุด เป็นผลให้ค่าเฉลี่ยในรอบวันต่ำกว่าดินชนิดอื่น ๆ ในขณะที่ดินเหนียวเหมาะสมเป็นมวลสารดินระดับล่าง เนื่องจากมีความสามารถในการกักเก็บน้ำได้มาก เป็นผลให้มีความแปรปรวนในรอบวันน้อย และถ่ายเทความร้อนกับมวลสารดินด้านล่างได้ดี

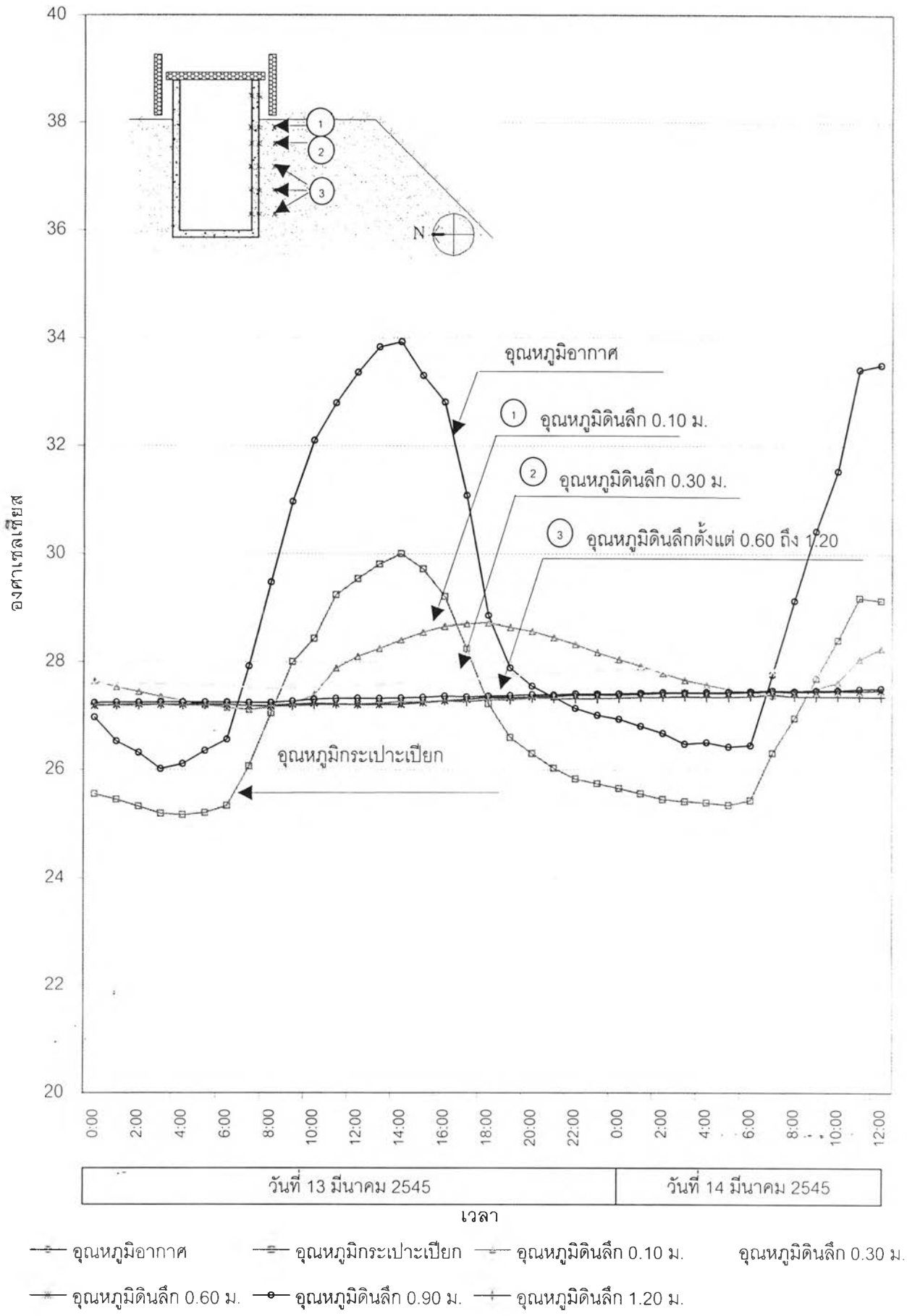
4.1.4 หาความลึกและปริมาตรของดินสัมผัสผิวอาคารที่เหมาะสม

วิธีการทดสอบ เป็นการทดลองเพื่อหาระดับความลึกของดินที่สัมผัสผิวอาคารที่น้อยที่สุด (Minimum) ที่มีอุณหภูมิดินซึ่งเอื้อประโยชน์ต่อการสร้างสภาวะน่าสบายภายในอาคาร และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิดินกับอุณหภูมิผิวผนังคอนกรีตที่สัมผัสดินที่ระดับเดียวกัน กำหนดปริมาตรของดินถม (Berm) 3.375 ลบ.ม โดยมีความกว้างของขอบดินด้านบน 1.00 ม. ความลาดเอียง (Slope) 45 องศา ติดตั้ง Sensor เพื่อวัดอุณหภูมิดินเทียบกับอุณหภูมิผิวผนังคอนกรีต ที่ระดับเดียวกัน

วิเคราะห์ผลการทดลอง

- เปรียบเทียบอุณหภูมิของดินที่ ระดับความลึกต่าง ๆ
- เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังด้านในกล่องคอนกรีตที่ระดับต่าง ๆ
- เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังกล่องคอนกรีต ที่ระดับ 1.80 ม. จากพื้น (ผนังไม่สัมผัสดิน)
- เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังคอนกรีตที่ระดับ 1.50 ม. จากพื้น (ผนังสัมผัสดินที่ความลึก 0.10 ม.)
- เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังคอนกรีตที่ระดับ 1.20 ม. จากพื้น (ผนังสัมผัสดินที่ความลึก 0.30 ม.)
- เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังคอนกรีตที่ระดับ 0.90 ม. จากพื้น (ผนังสัมผัสดินที่ความลึก 0.60 ม.)

แผนภูมิที่ 4 – 34 เปรียบเทียบอุณหภูมิของดินที่ ระดับความลึกต่าง ๆ



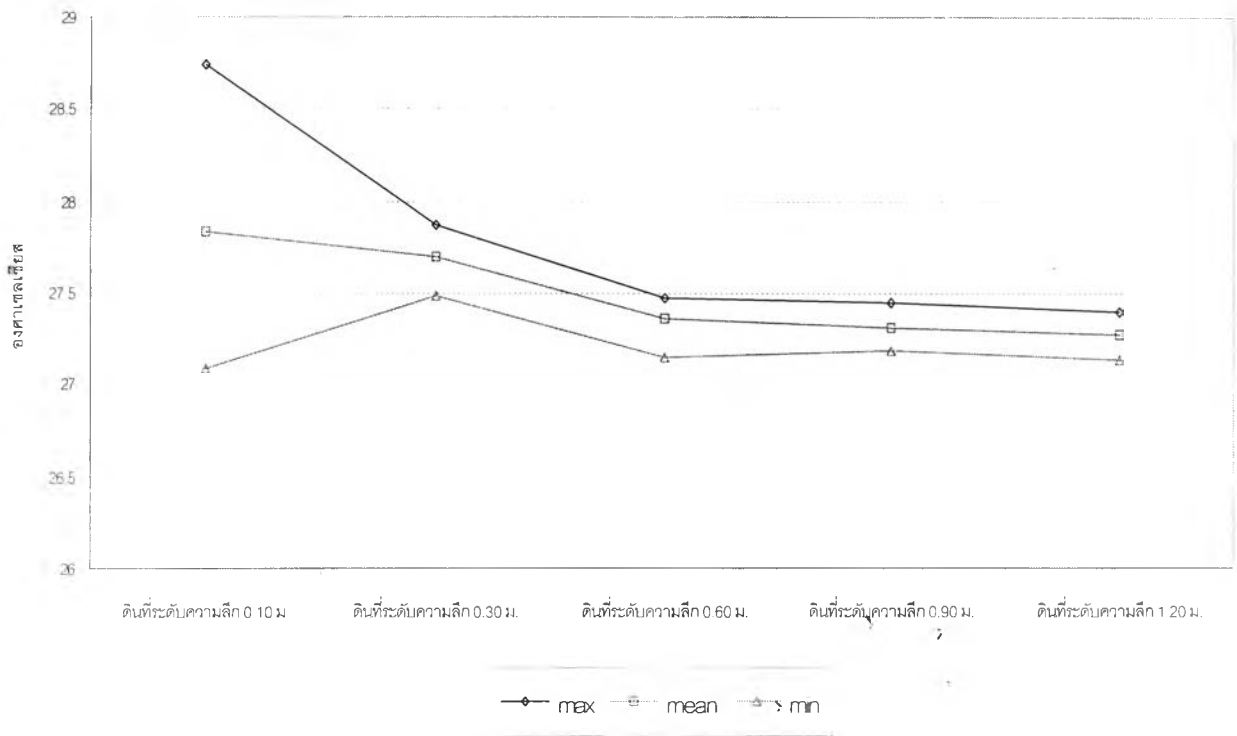
จากแผนภูมที่ 4 – 34 สรุปผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิดินที่ระดับความลึกต่าง ๆ ได้ดังนี้

ดินที่ระดับความลึก 0.10 ม. อุณหภูมิมีความแปรปรวนตามอุณหภูมิอากาศค่อนข้างมาก โดยมีอุณหภูมิสูงสุด 28.736 องศาเซลเซียส ที่เวลา 18:00 น. ต่ำสุดที่ 27.094 องศาเซลเซียส ที่เวลาประมาณ 7:30 น.โดยมีระยะเวลาหน่วงความร้อน (Time Lag) ประมาณ 3 ชั่วโมง 45 นาที

ดินที่ระดับความลึก 0.30 ม. พบว่าอุณหภูมิของดินค่อนข้างคงที่ ไม่แปรปรวนตามอุณหภูมิอากาศในรอบวัน โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 27.69 องศาเซลเซียส

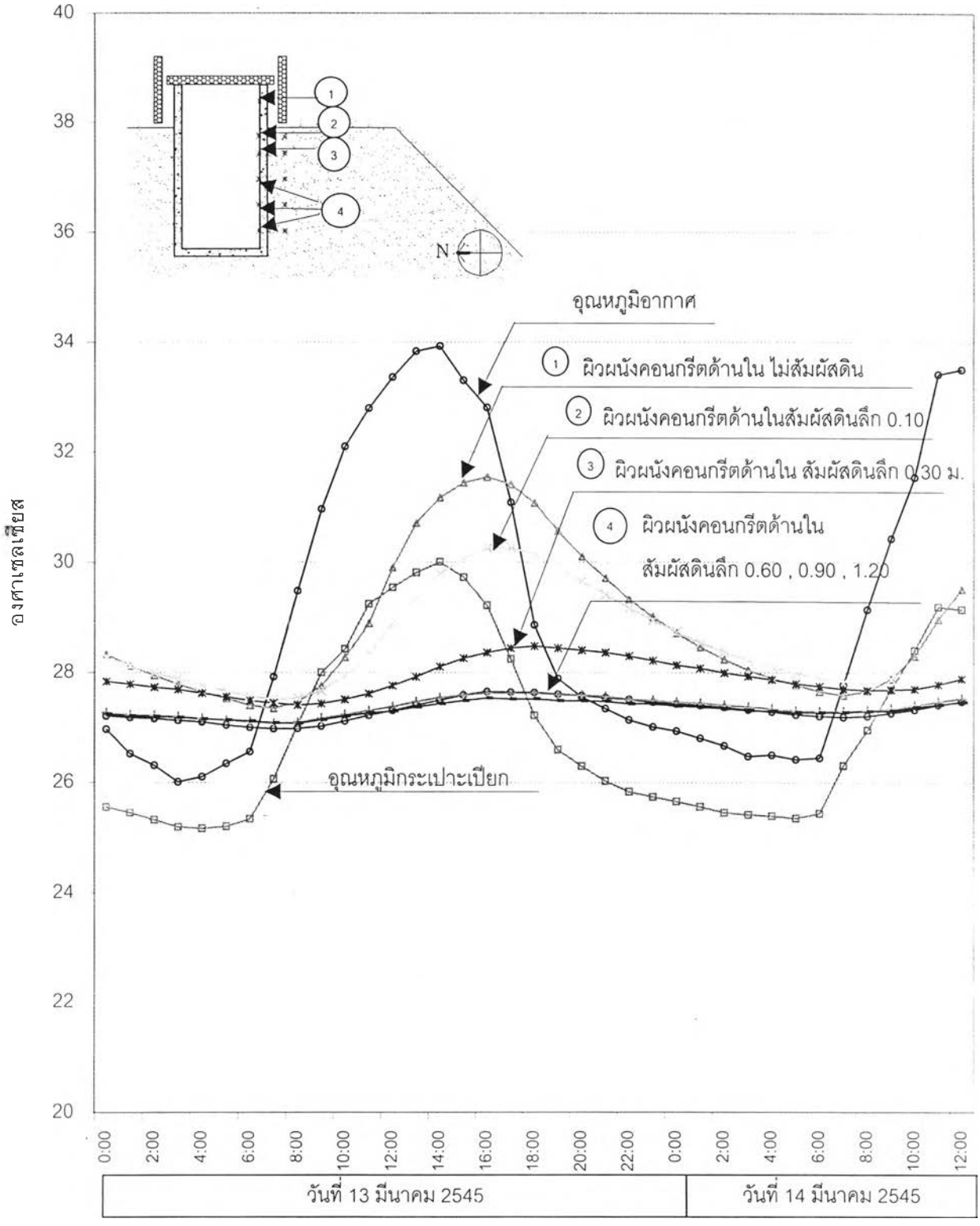
ดินที่ระดับความลึกตั้งแต่ 0.60 ม. ลงไปจนถึง 1.20 ม. พบว่า ที่ระดับนี้อุณหภูมิดินมีค่าใกล้เคียงกันมาก คือไม่แปรปรวนตามอุณหภูมิอากาศในรอบวัน โดยมีความต่างของอุณหภูมิในช่วงที่สูงที่สุดกับต่ำที่สุดเพียง 0.3 องศาเซลเซียส และมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอยู่ที่ 27.36 องศาเซลเซียส

แผนภูมิที่ 4 – 35 แสดงค่าสูงสุด – ต่ำสุด – เฉลี่ย ของอุณหภูมิดินที่ระดับความลึกต่าง ๆ



หากพิจารณาถึงระดับความลึกของดินที่สามารถนำมาใช้ปรับแต่งสภาวะน่าสบายภายในอาคาร พบว่าดินที่ระดับความลึกตั้งแต่ 0.30 ม. เป็นลงไป เป็นระดับที่มีแนวโน้มในการนำมาใช้ประโยชน์ได้ เนื่องจากเป็นระดับที่อุณหภูมิดินเริ่มมีความคงที่ตลอดวัน มีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศในช่วงเวลา 14:30 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ร้อนสุดในรอบวัน ถึง 7.38 องศาเซลเซียส

แผนภูมิที่ 4 – 36 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังด้านในกล่องคอนกรีตที่ระดับต่าง ๆ



จากแผนภูมที่ 4 – 36 สรุปผลการเปรียบเทียบผิวคอนกรีตสัมผัสดินที่ระดับความลึกต่าง ๆ ได้ดังนี้

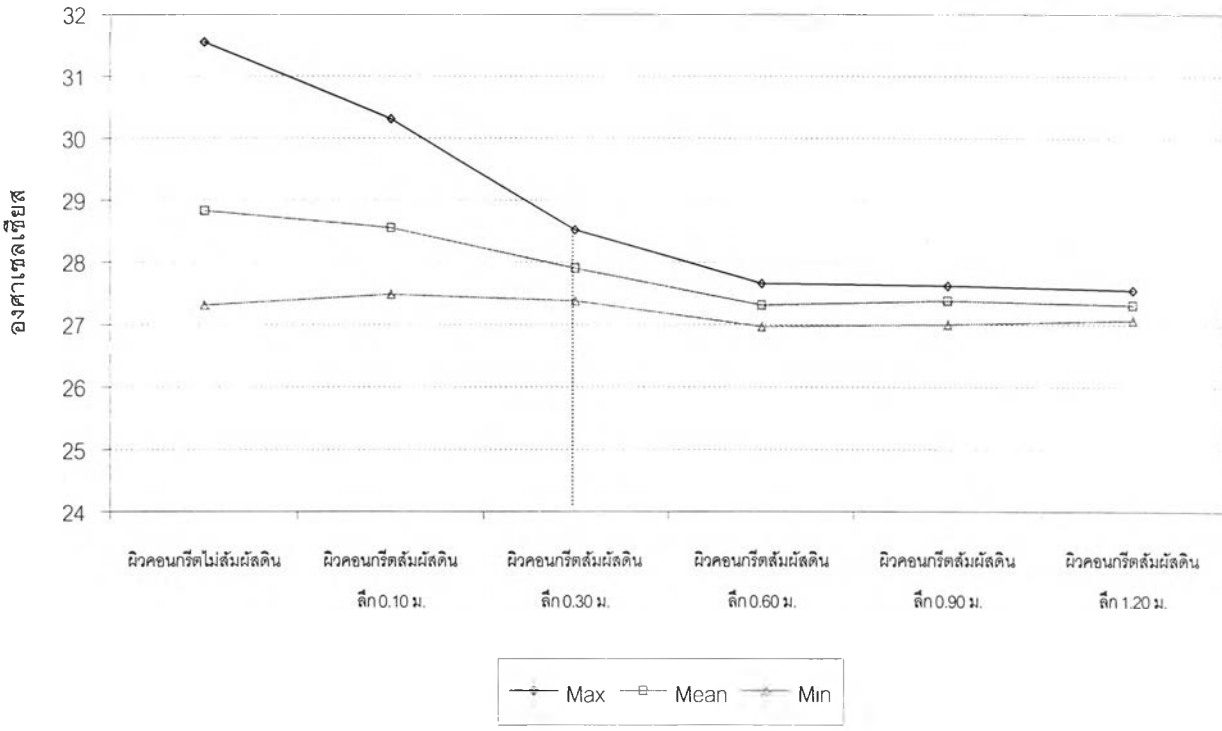
ผนังคอนกรีตที่ระดับ 1.80 ม. จากพื้น (ผนังไม่สัมผัสดิน) พบว่าอุณหภูมิผิวด้านในกล่องทดลอง แปรผันตามอุณหภูมิอากาศ โดยมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 31.55 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 16:30 น. ต่ำสุด 27.31 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 7:00 น. มีความต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุด 4.24 องศาเซลเซียส Time Lag ที่ประมาณ 2 ชั่วโมง 30 นาที

ผนังคอนกรีตที่ระดับ 1.40 ม. จากพื้น (ผนังสัมผัสดินที่ความลึก 0.10 ม.) อุณหภูมิผิวที่ระดับนี้ยังมีความแปรปรวนของอุณหภูมิ อันเนื่องมาจากการนำความร้อนจากเนื้อวัสดุส่วนที่ไม่สัมผัสดินและอุณหภูมิดินที่ระดับนี้ยังได้รับอิทธิพลจากอุณหภูมิอากาศในรอบวัน โดยมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 30.295 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลาประมาณ 16:45 น. ต่ำสุด 27.482 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 7:15 น. มีความต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุด 2.813 องศาเซลเซียส

ผนังคอนกรีตที่ระดับ 1.20 ม. จากพื้น (ผนังสัมผัสดินที่ความลึก 0.30 ม.) อุณหภูมิผิวคอนกรีตเริ่มมีความแปรปรวนน้อยลง โดยมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 28.506 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 18:15 น. ต่ำสุด 27.366 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 8:45 น. มีความต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุด 1.14 องศาเซลเซียส Time Lag ที่ประมาณ 2 ชั่วโมง 30 นาที

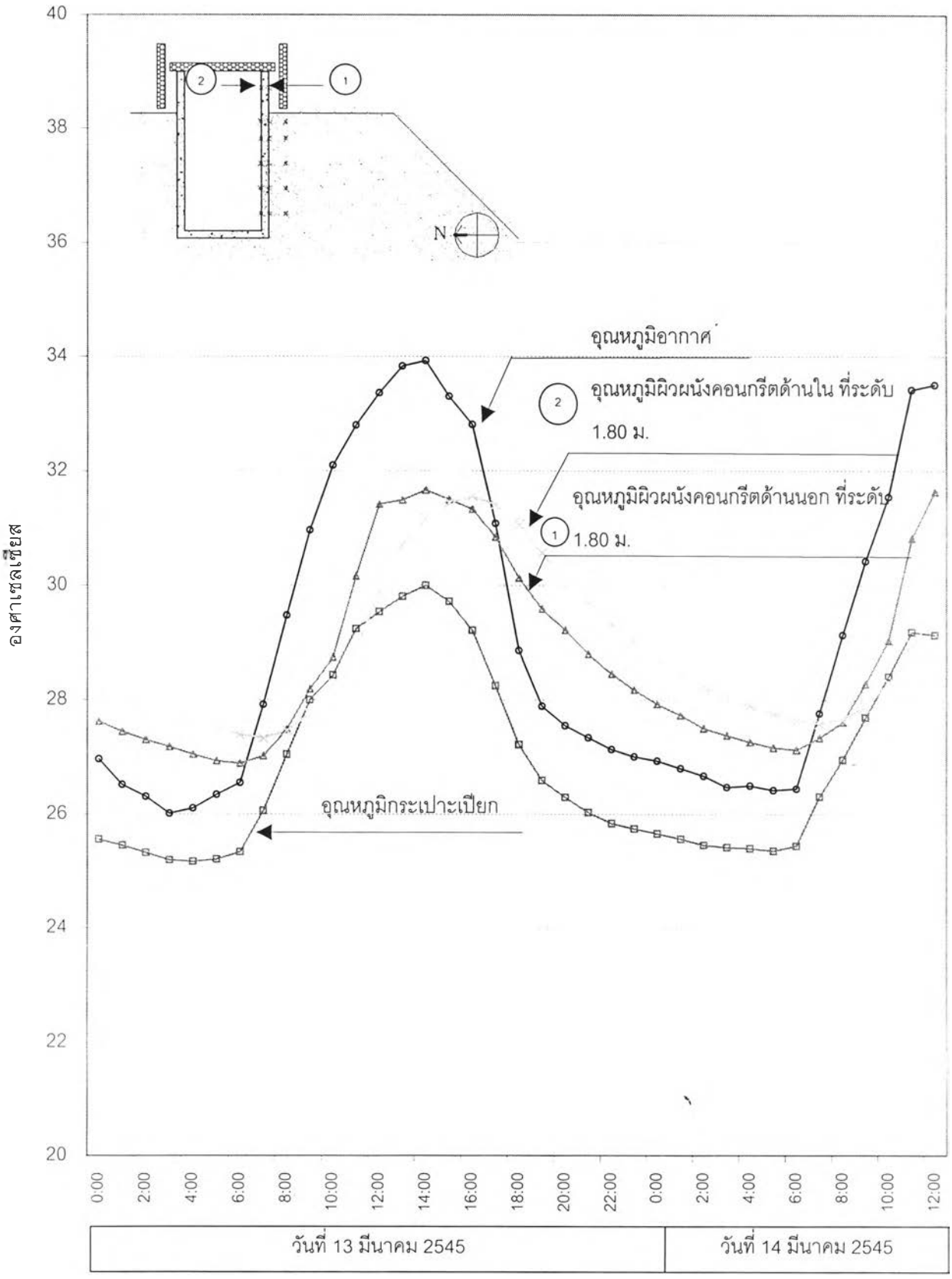
ผนังคอนกรีตที่ระดับ 0.90 ม. จากพื้นลงไป (ผนังสัมผัสดินที่ความลึกตั้งแต่ 0.60 ม.) พบว่าอุณหภูมิผิวคอนกรีต ที่ระดับ 0.90 ม. (สัมผัสดินที่ความลึก 0.60 ม.) , 0.60 ม. (สัมผัสดินที่ความลึก 0.90 ม.) และที่ระดับ 0.30 ม. จากพื้น (สัมผัสดินที่ระดับ 1.20 ม.) มีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน โดยมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 27.538 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 16:45 น. ต่ำสุด 27.052 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 8:00 น. มีความต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุด 0.486 องศาเซลเซียส

แผนภูมิที่ 4 – 37 แสดงอุณหภูมิสูงสุด – ต่ำสุด – ค่าเฉลี่ยของผิวด้านในผนังคอนกรีตที่ระดับต่าง ๆ

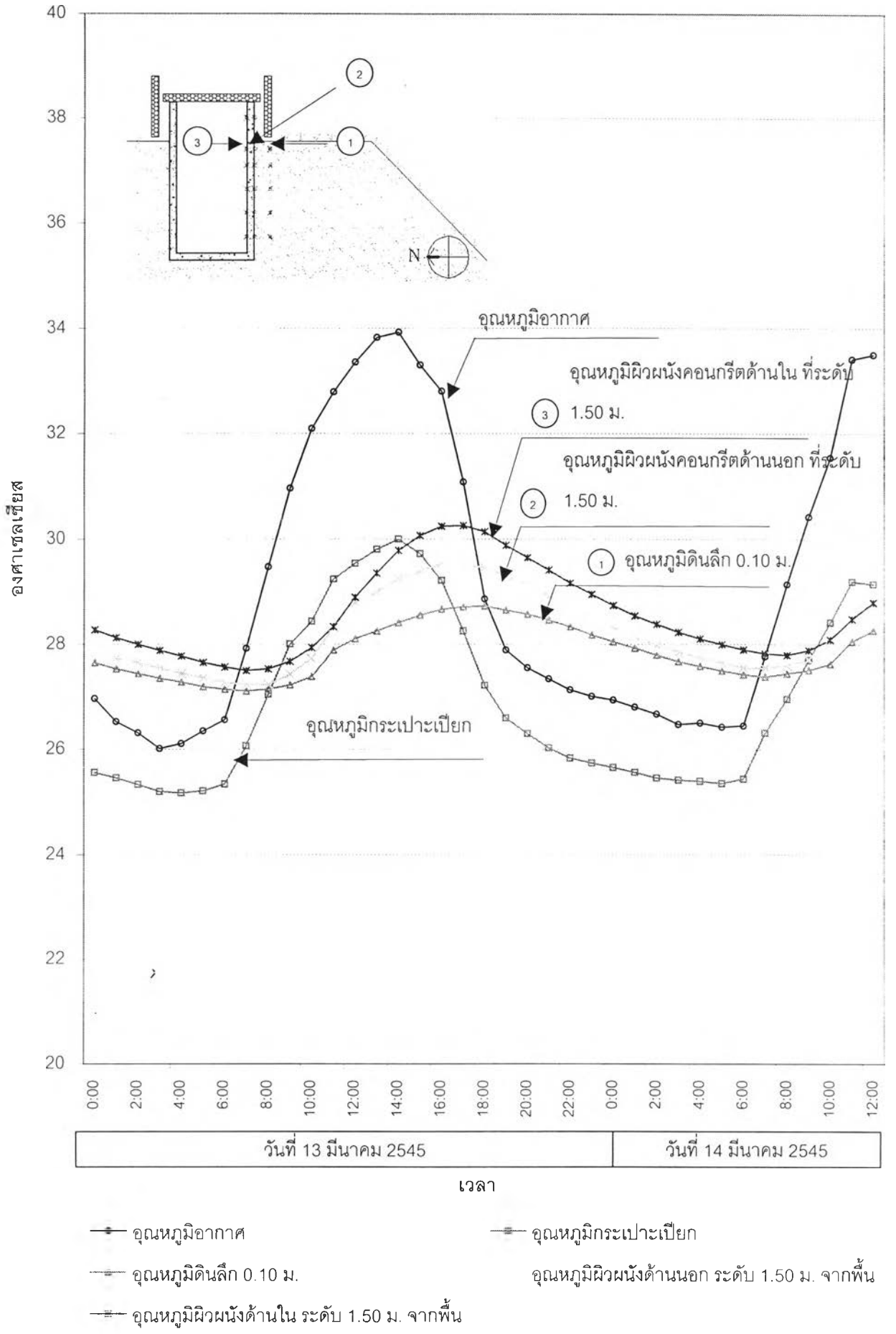


การใช้ประโยชน์จากอุณหภูมิผนังผนังอาคารส่วนสัมผัสดิน ควรป้องกันความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ทั้งจาก Direct Radiation และ Diffuse Radiation ในบริเวณผนังส่วนที่ไม่สัมผัสดินด้วย เพื่อไม่ให้เกิดสะพานความร้อน (Thermal Bridge) แต่ในส่วนของการทดลองนี้ เป็นการป้องกันเฉพาะ Direct Radiation เพื่อให้เห็นถึงอิทธิพลของสะพานความร้อน ที่นำลงมาสู่ผนังส่วนสัมผัสดิน โดยจากแผนภูมิที่ 4 – 37 พบว่าอุณหภูมิผิวผนังคอนกรีตที่ระดับซึ่งสัมผัสดินลึกตั้งแต่ 0.30 ม. ลงไป เริ่มมีอุณหภูมิที่ค่อนข้างคงที่ ไม่แปรปรวนตามอิทธิพลของอากาศในรอบวัน และอยู่ใกล้สภาวะน่าสบายตลอดเวลา ดังนั้นผิวคอนกรีตที่สัมผัสที่ระดับนี้จึงมีแนวโน้มที่จะนำไปใช้เพื่อช่วยในการปรับแต่งสภาวะน่าสบายภายในอาคารจากอิทธิพลจากอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ หรือ MRT ได้

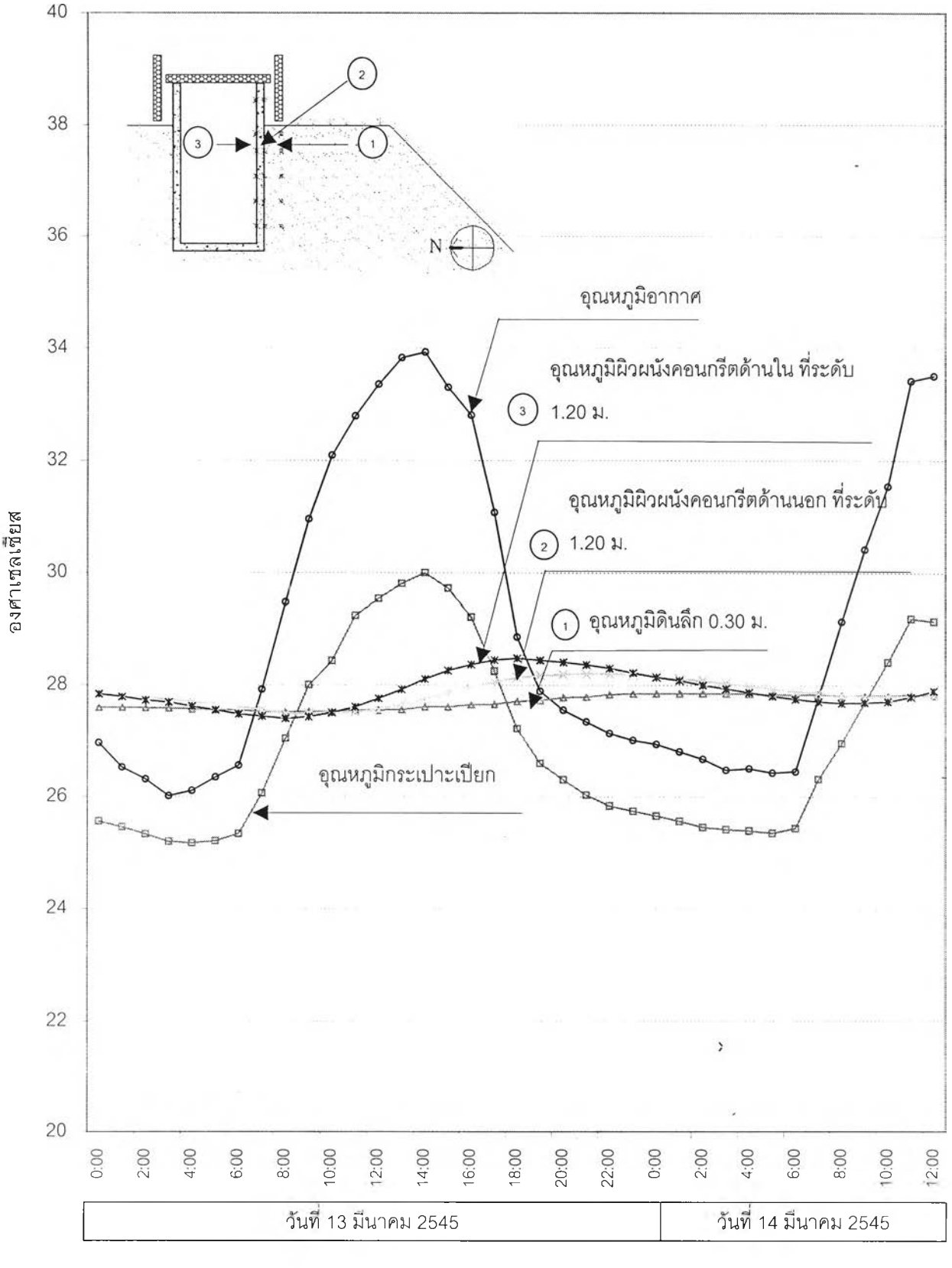
แผนภูมิที่ 4 – 38 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังกล่องคอนกรีต ที่ระดับ 1.80 ม. จากพื้น (ผนังไม่สัมผัสดิน)



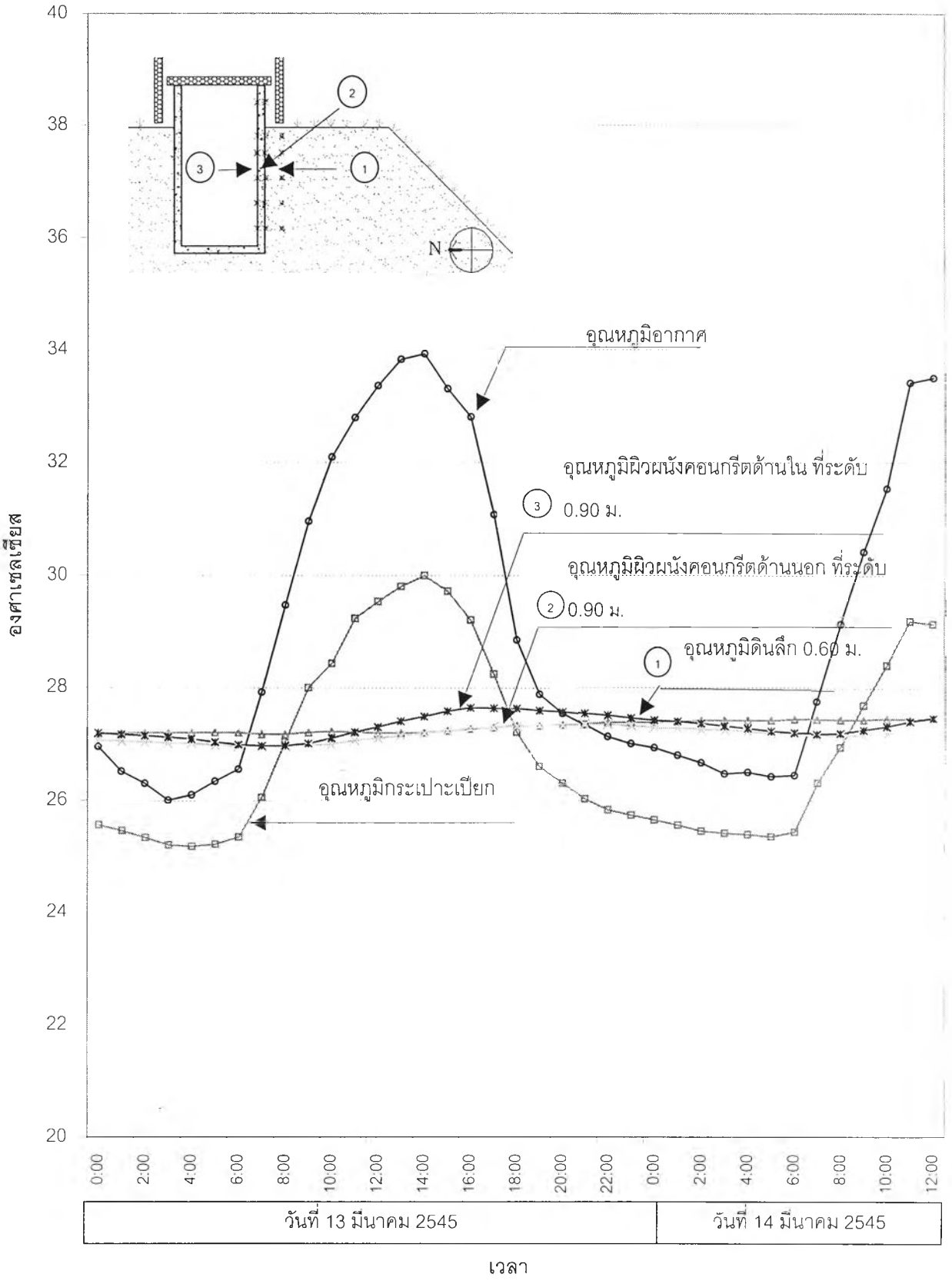
แผนภูมิที่ 4 – 39 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังกล่องคอนกรีต ที่ระดับ 1.50 ม. จากพื้น (ผนังสัมผัสดินที่ความลึก 0.10 ม.)



แผนภูมิที่ 4 – 40 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังกล่องคอนกรีต ที่ระดับ 1.20 ม. จากพื้น (ผนังสัมผัสดินที่ความลึก 0.30 ม.)

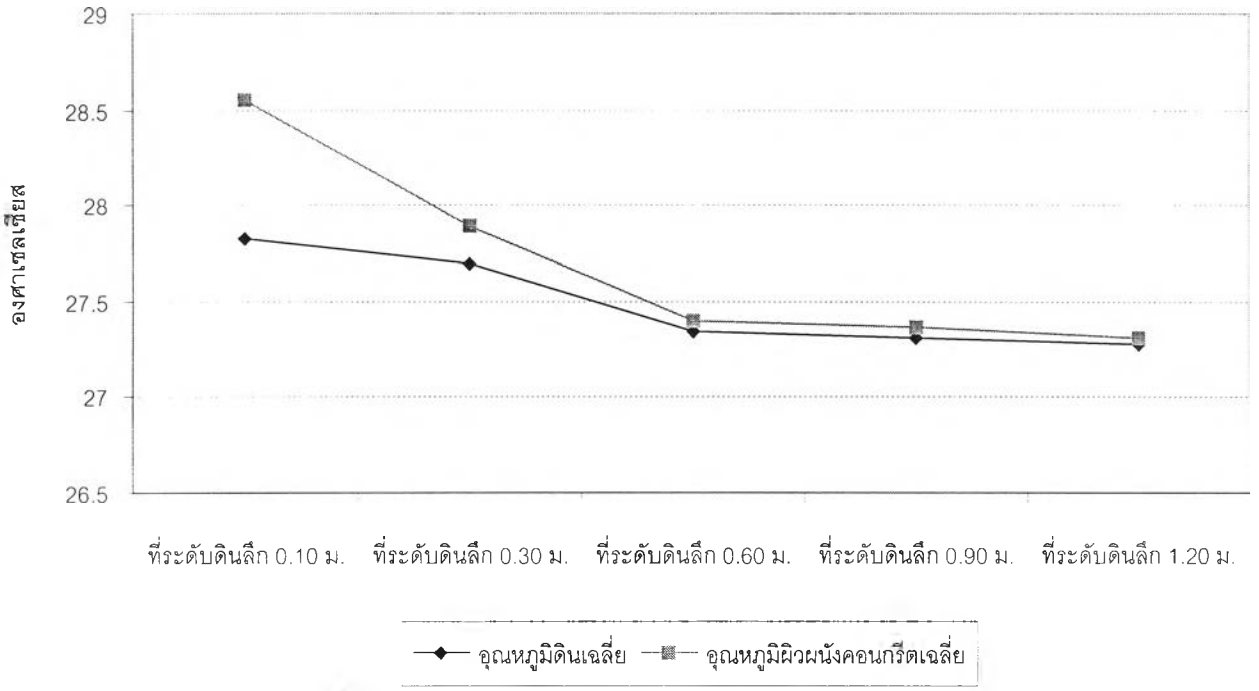


แผนภูมิที่ 4 – 41 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังกล่องคอนกรีต ที่ระดับ 0.90 ม. จากพื้น (ผนังสัมผัสดินที่ความลึก 0.60 ม.)



จากแผนภูมที่ 4 – 41 สรุปผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิดินกับผิวคอนกรีตสัมผัสดินที่ระดับเดียวกัน ได้ดังนี้

แผนภูมิที่ 4 – 42 เปรียบเทียบอุณหภูมิดินเฉลี่ยกับอุณหภูมิผิวผนังคอนกรีตเฉลี่ยที่ระดับความลึกต่าง ๆ



จากแผนภูมิที่ 4 - 42 สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิดินกับอุณหภูมิผนังคอนกรีตที่สัมผัสดิน พบว่าอุณหภูมิผนังเริ่มใกล้เคียงกับดินที่ระดับ 0.30 ม. เป็นต้นไป โดยที่ระดับนี้มีความต่างของค่าเฉลี่ย 0.2 องศาเซลเซียส

จากผลการวิเคราะห์ สามารถกำหนดระดับความลึกและปริมาตรมวลสารของดินถม (Berm) ผนังอาคารที่น้อยที่สุด (Minimum) โดยมีความกว้าง * สูง เท่ากับ 0.30 ม. * 0.30 ม. เมื่อกำหนดลักษณะทางกายภาพของดินเป็นดินเหนียวปนร่วนอยู่ในสภาวะเปียก และปกคลุมด้วยหญ้าความสูงเฉลี่ย 5 ซม.

4.2 แนวทางการเลือกวัสดุผิวอาคารส่วนสัมผัสดินที่เหมาะสม

1. ทดสอบวัสดุโดยพิจารณาจากค่าความจุความร้อน (Specific Heat)
2. ทดสอบคุณสมบัติการถ่ายเทความร้อนระหว่างผิวอาคาร (Conductance)

4.2.1 ทดสอบวัสดุโดยพิจารณาจากค่าความจุความร้อน

วิธีการทดสอบ ออกแบบกล่องทดลองซึ่งมีขนาดเหมาะสม แบ่งภายในออกเป็นช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 30 * 30 * 60 ซม. โดยแบ่งเป็น 3 กล่อง นำวัสดุที่เลือกมาพิจารณามาติดตั้งภายใน โดยให้ด้านหนึ่งสัมผัสดินที่ความลึก 0.40 ม. ซึ่งเป็นระดับซึ่งอุณหภูมิดินเริ่มคงที่

เกณฑ์ในการเลือกวัสดุพิจารณาจากค่าความจุความร้อนของวัสดุ โดยเลือกใช้วัสดุดังนี้

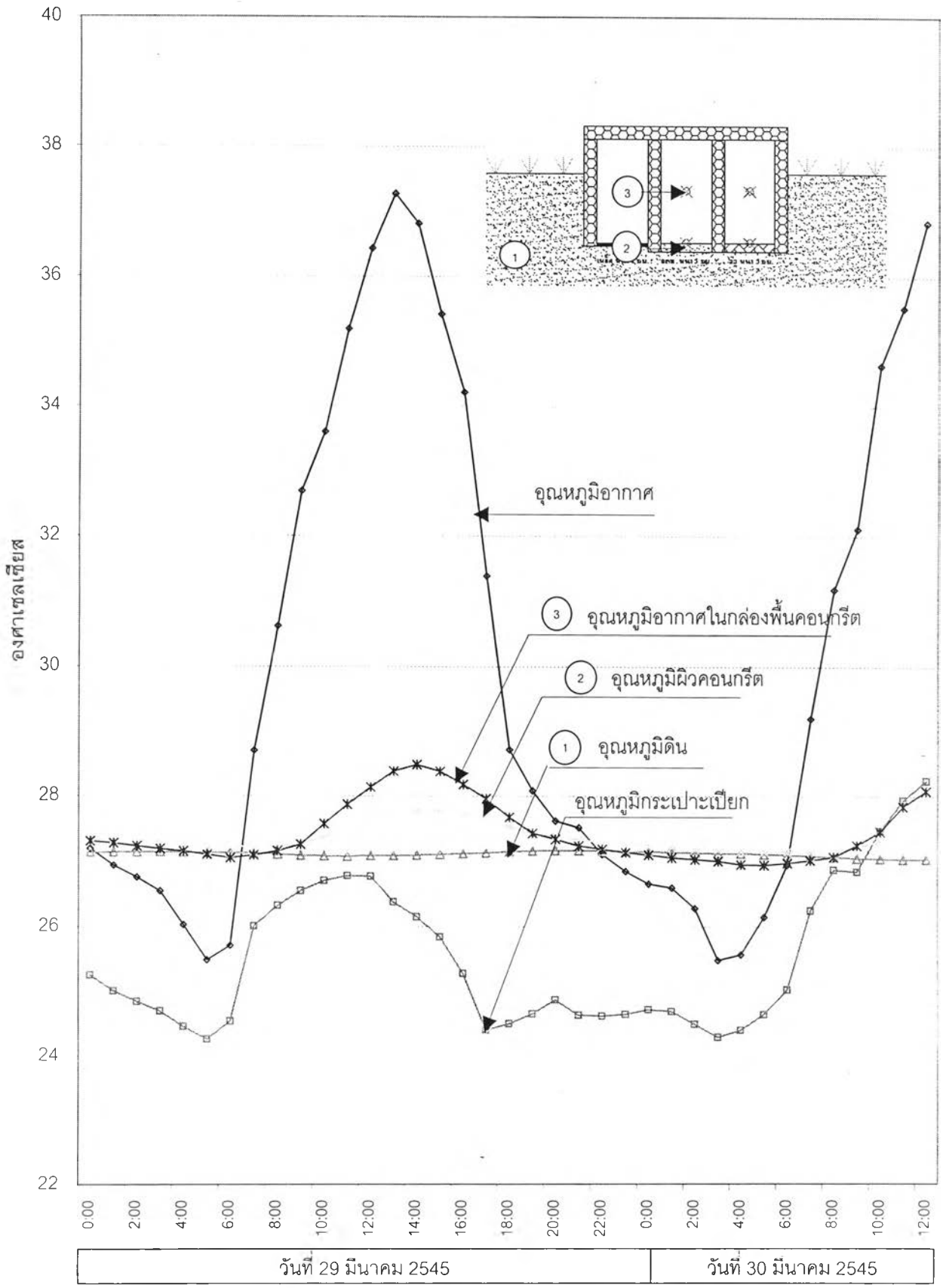
ตารางที่ 4 - 1 เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุที่นำมาทดสอบในการทดลองที่ 2 โดยเปรียบเทียบจากความแตกต่างของค่าความจุความร้อน (Heat Capacity)

Material		Density (lb / ft^3)	Specific Heat (Btu / lb. ^oF)	Heat Capacity Btu / ^oF
Low Heat Capacity	เหล็ก (Steel)	450	0.12	2.16
Medium Heat Capacity	อิฐ (Brick)	120	0.19	3.42
High Heat Capacity	คอนกรีต(Concrete)	144	0.24	4.61

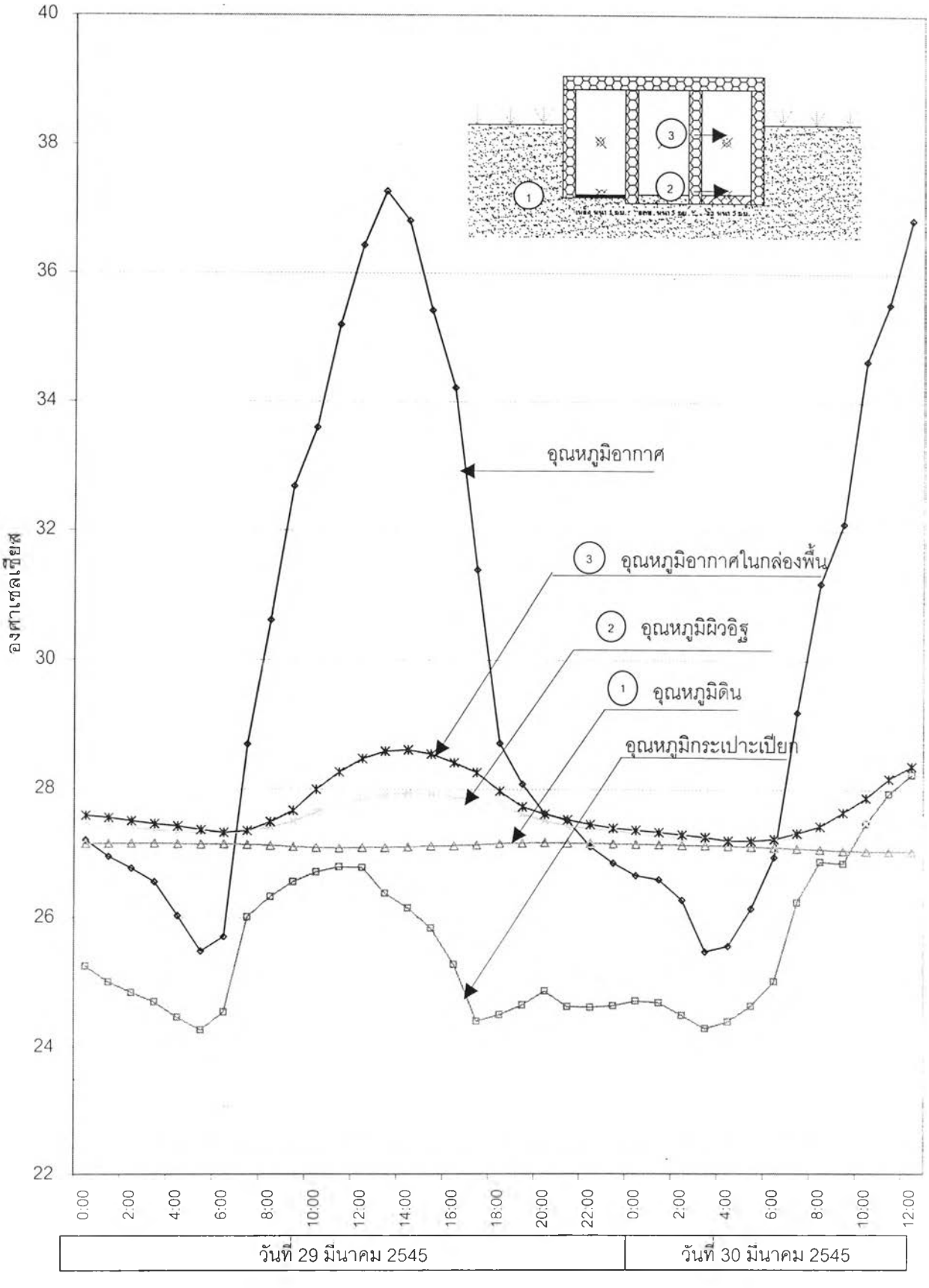
วิเคราะห์ผลการทดลอง

- เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวกับอุณหภูมิอากาศในกล่องคอนกรีต
- เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวกับอุณหภูมิอากาศในกล่องอิฐ
- เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวกับอุณหภูมิอากาศในกล่องเหล็ก
- เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวของวัสดุที่สัมผัสดินแต่ละชนิด
- เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศในกล่องทดลองของวัสดุแต่ละชนิด

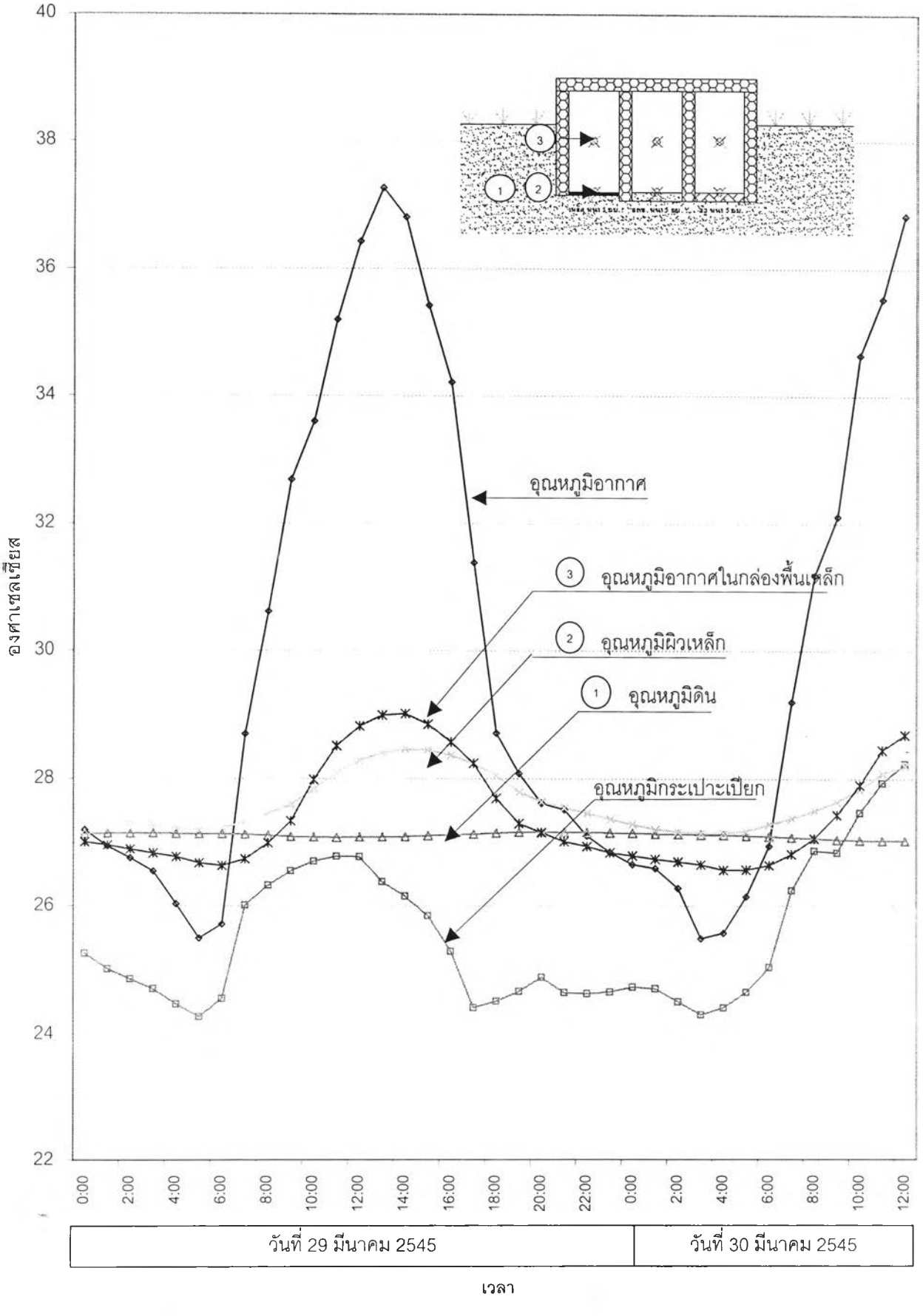
แผนภูมิที่ 4 – 43 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวกับอุณหภูมิอากาศในกล่องคอนกรีต



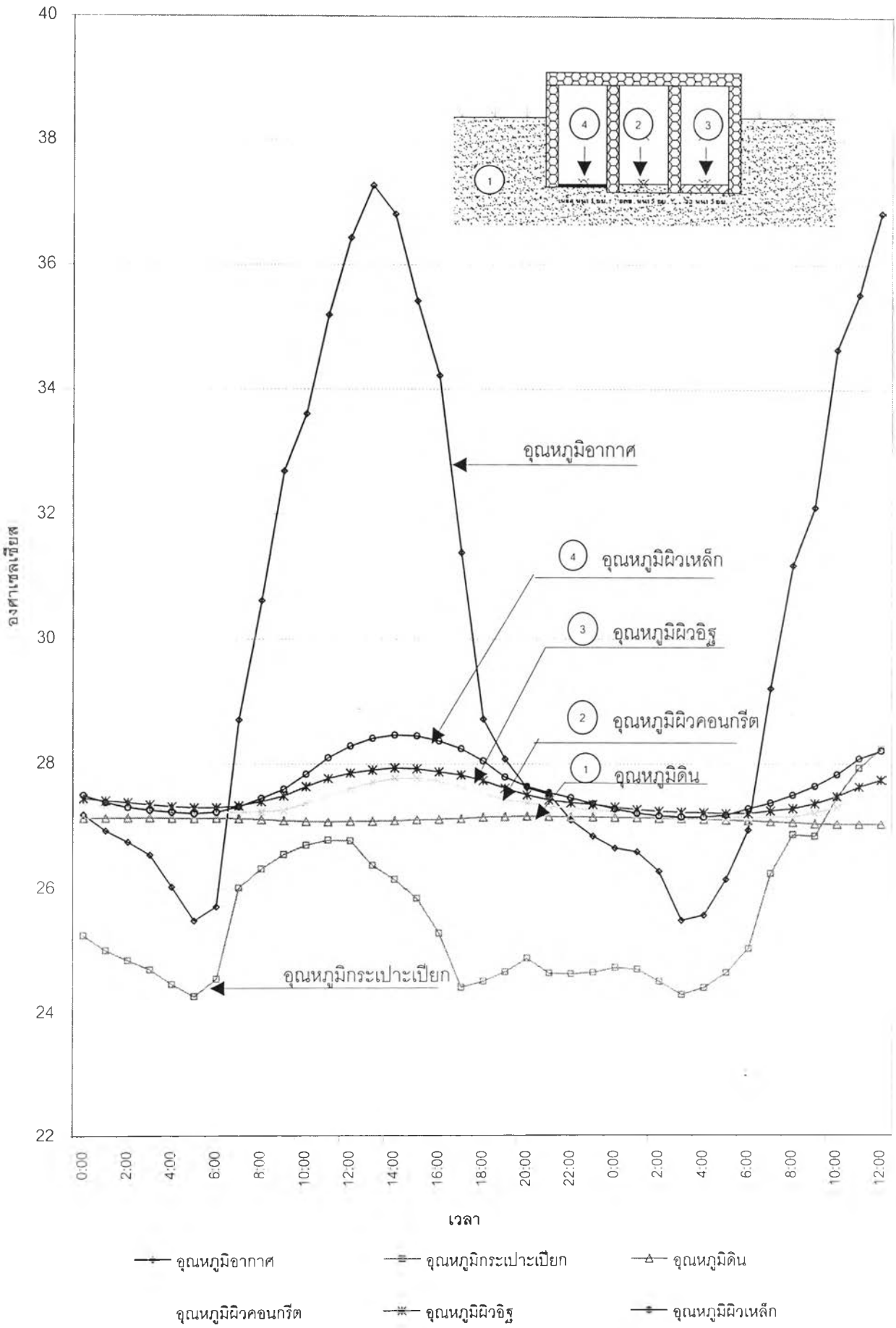
แผนภูมิที่ 4 – 44 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวกับอุณหภูมิอากาศในกล่องอิฐ



แผนภูมิที่ 4 – 45 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวกับอุณหภูมิอากาศในกล่องเหล็ก



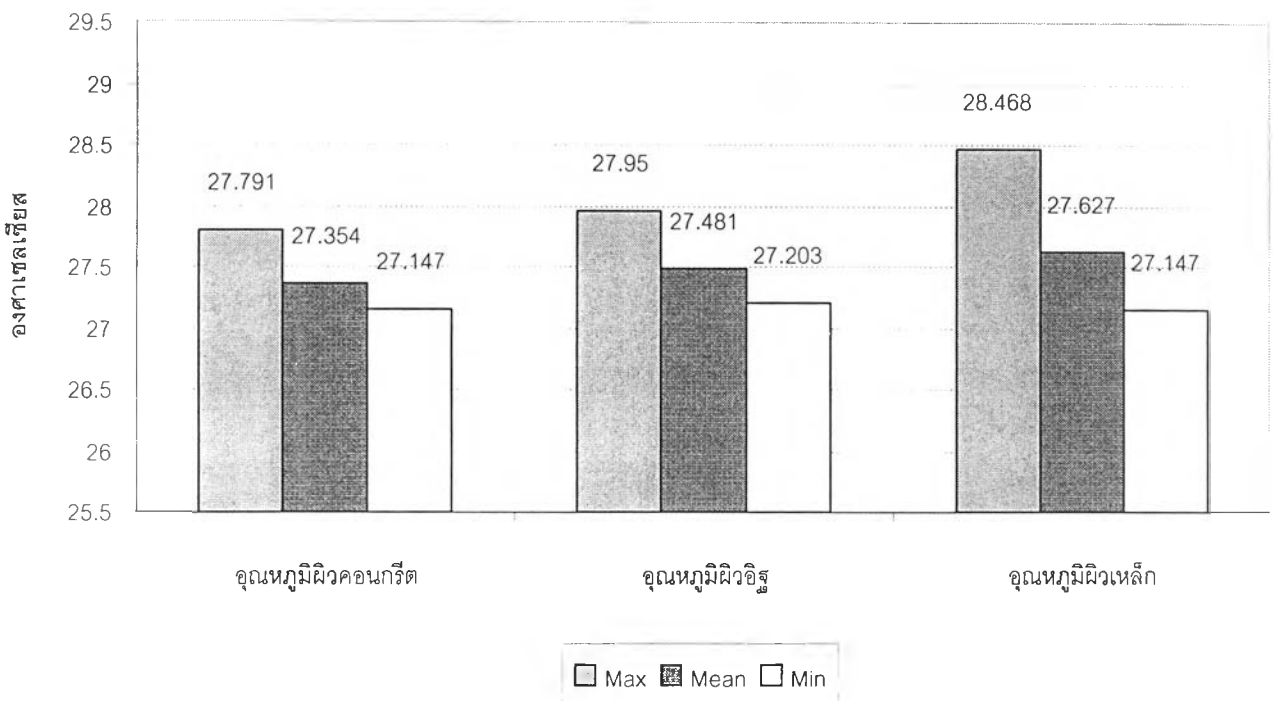
แผนภูมิที่ 4 – 46 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวของวัสดุที่สัมผัสดินแต่ละชนิด



จากแผนภูมิที่ 4 – 46 การทดลองวัสดุสัมผัสผิวดินซึ่งพิจารณาจากคุณสมบัติในการจุความร้อน (Heat Capacity) สามารถวิเคราะห์อุณหภูมิผิววัสดุที่สัมผัสดิน ดังนี้

ผลการทดสอบพบว่า ค่าความจุความร้อนที่แตกต่างกันของวัสดุที่สัมผัสดิน มีผลต่ออุณหภูมิผิววัสดุในกล่องทดลอง ดังนี้

แผนภูมิที่ 4 – 47 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุด – ต่ำสุด – เฉลี่ย ของผิววัสดุที่สัมผัสดิน



การเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุสัมผัสดิน จากการทดลองพบว่า คอนกรีตมีความแปรปรวนของอุณหภูมิผิวน้อยที่สุด และมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิดินมากที่สุด อันเนื่องมาจากคอนกรีตเป็นวัสดุที่มีค่าความจุความร้อนสูงสุดในวัสดุที่เลือกมาทดสอบ โดยมีอุณหภูมิสูงสุดในช่วงเวลา 14:45 น. ที่ 27.791 องศาเซลเซียส และต่ำสุดในเวลา 05:30 น. ที่ 27.147 องศาเซลเซียส ความต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุดคือ 0.644 องศาเซลเซียส

อิฐมอญมาตรฐาน ซึ่งเป็นวัสดุที่มีค่าความจุความร้อนปานกลาง มีความแปรปรวนของอุณหภูมิผิวรองลงมา โดยมีอุณหภูมิสูงสุดในช่วงเวลา 14:30 น. ที่ 27.950 องศาเซลเซียส

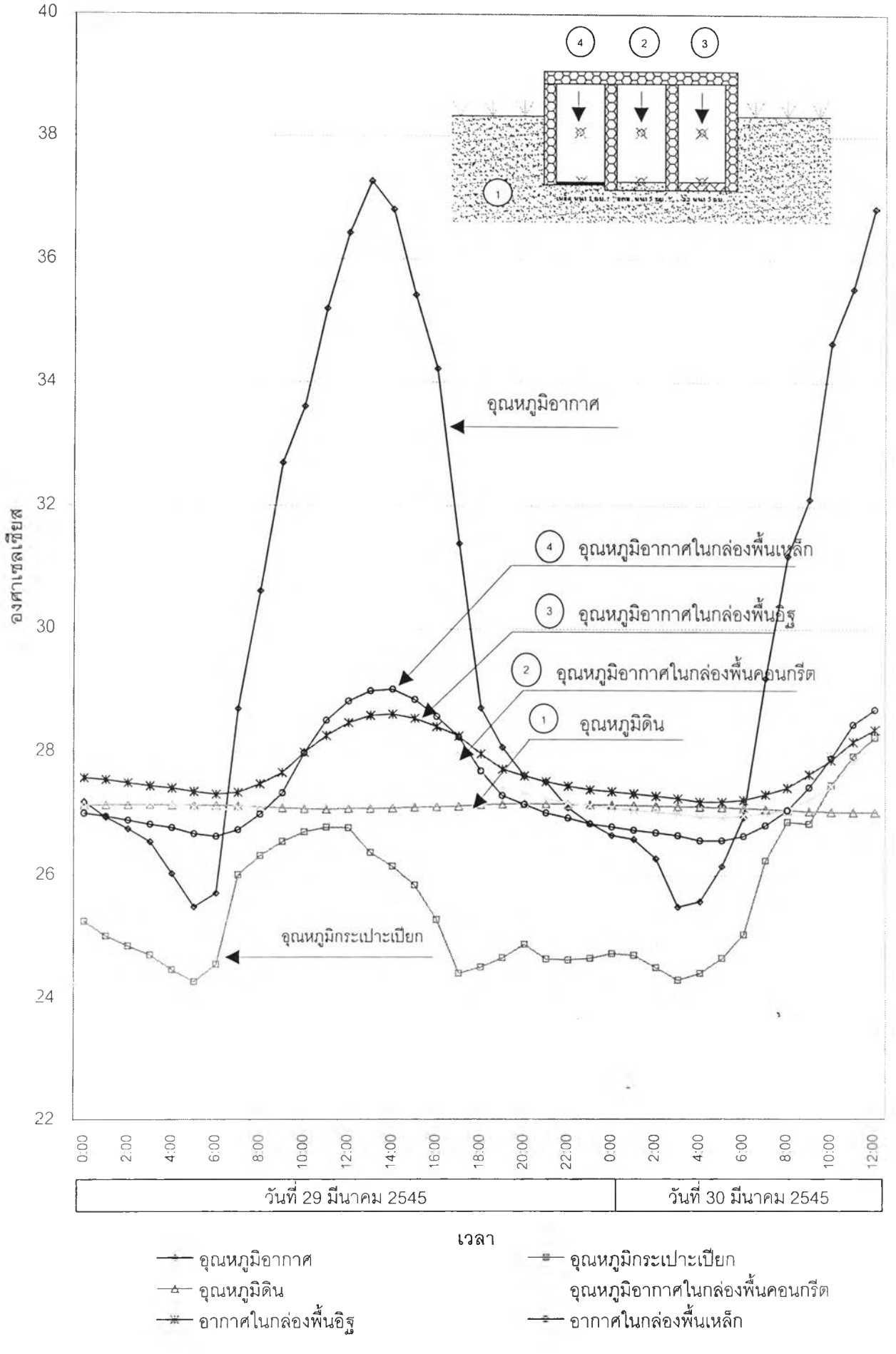
และต่ำสุดในเวลา 27.203 องศาเซลเซียส มีความต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุดที่ 0.747 องศาเซลเซียส

เหล็ก ซึ่งเป็นวัสดุที่มีค่าความจุความร้อนน้อยที่สุดที่ใช้ในการทดสอบ มีความแปรปรวนของอุณหภูมิผิวมากที่สุด โดยมีอุณหภูมิสูงสุดในช่วงเวลา 14:30 น. ที่ 28.468 องศาเซลเซียส และต่ำสุดในเวลา 27.147 องศาเซลเซียส มีความต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุดที่ 1.339 องศาเซลเซียส

หากพิจารณาถึงคุณสมบัติในการกักเก็บความร้อนของวัสดุ เมื่อให้พลังงานความร้อนกับวัสดุในปริมาณที่เท่ากัน วัสดุที่มีค่าความจุความร้อนน้อย จะมีความสามารถในการสะสมพลังงานความร้อนในตัววัสดุน้อยด้วย ส่งผลให้เกิดการถ่ายเทความร้อนออกสู่สภาพแวดล้อมในปริมาณมากและเร็ว ในขณะเดียวกันยังส่งผลต่ออัตราการเพิ่มขึ้น หรือลดลงของอุณหภูมิพื้นผิวได้รวดเร็วกว่าวัสดุที่มีค่าความจุความร้อนมาก อีกด้วย จากคุณสมบัติดังกล่าว เมื่อกลับมาพิจารณาถึงวัสดุที่มีผิวด้านหนึ่งสัมผัสดิน พบว่าวัสดุที่มีค่าความจุความร้อนสูง เมื่อมีการแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อนกับมวลสารดิน จะสามารถกักเก็บอุณหภูมิจากดินได้มาก และอัตราความแปรปรวนของอุณหภูมิระหว่างวันน้อยกว่าวัสดุที่มีค่าความจุความร้อนต่ำ ซึ่งมีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิอากาศ

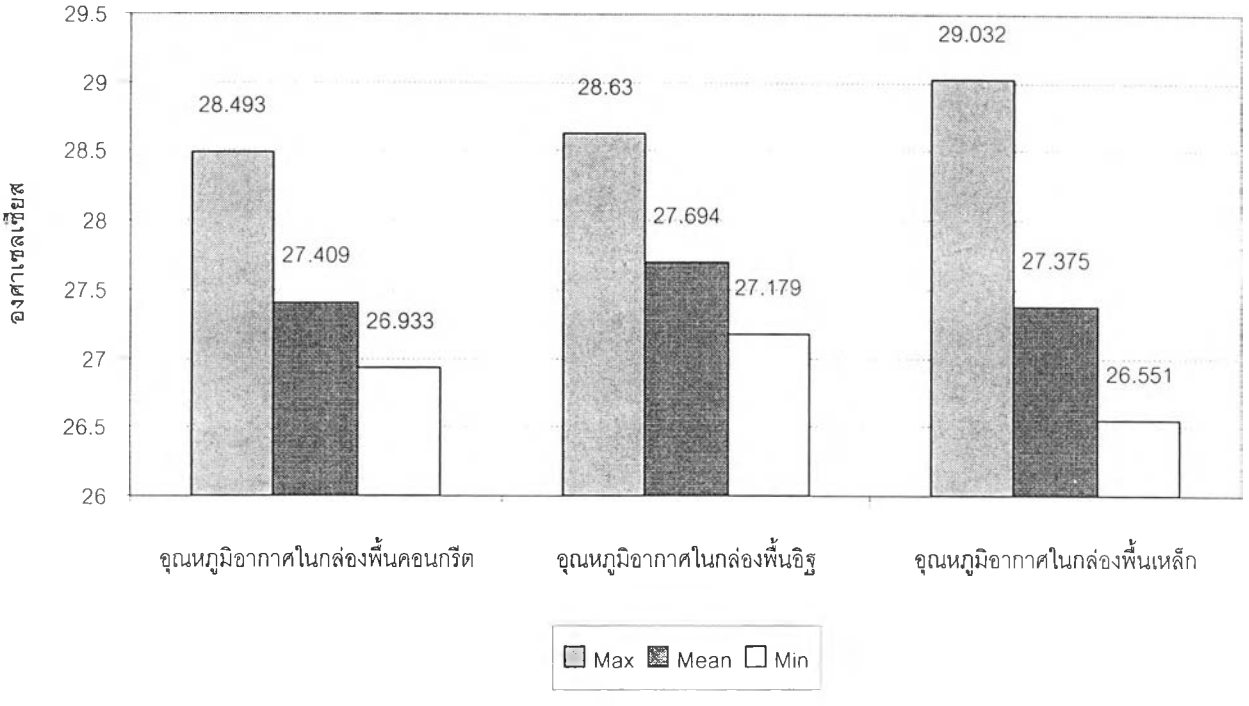
ในช่วงเวลากลางวัน (06:00 – 01:00) พบว่าคอนกรีตเป็นวัสดุที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุด ในขณะที่ช่วงเวลากลางคืน (02:00 – 05:00 น.) วัสดุทั้ง 3 ชนิดมีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน โดยเหล็กมีอุณหภูมิต่ำสุดเนื่องจากมีค่าความจุความร้อนน้อย จึงมีการสูญเสียความร้อนให้กับอากาศในตอนกลางคืนซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าได้เร็วกว่าวัสดุชนิดอื่น

แผนภูมิที่ 4 – 48 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศในกล่องทดลองของวัสดุแต่ละชนิด



จากแผนภูมิที่ 4 - 48 การทดลองวัสดุสัมผัสผิวดินซึ่งพิจารณาจากคุณสมบัติในการจุความร้อน (Heat Capacity) สามารถวิเคราะห์อุณหภูมิอากาศในกล่องทดลองได้ดังนี้

แผนภูมิที่ 4 – 49 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุด – ต่ำสุด – เฉลี่ย ของอากาศในกล่องที่มีวัสดุสัมผัสดินต่างชนิด



อุณหภูมิอากาศในกล่องทดลองพื้นคอนกรีต มีอุณหภูมิสูงสุดในช่วงเวลา 14:30 น. ที่ 28.493 องศาเซลเซียส และต่ำสุดในเวลา 26.933 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลาประมาณ 5:00 น. มีความต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุดที่ 1.56 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิในกล่องพื้นอิฐมอญมาตรฐาน มีความแปรปรวนใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศในกล่องพื้นคอนกรีต โดยมีอุณหภูมิสูงสุดในช่วงเวลา 14:00 น. ที่ 28.630 องศาเซลเซียส และต่ำสุดในเวลา 27.179 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลาประมาณ 4:45 น. มีความต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุดที่ 1.451 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิในกล่องพื้นเหล็ก มีความแปรปรวนของอากาศมากที่สุด โดยมีอุณหภูมิสูงสุด 29.032 องศาเซลเซียส ที่เวลา 14:00 น. และมีอุณหภูมิต่ำสุด 26.551 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลาประมาณ 5:00 น. มีความต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุดที่ 2.481 องศาเซลเซียส

จากผลการทดลองวิเคราะห์ได้ว่า ค่าความจุความร้อนที่แตกต่างกันของวัสดุที่สัมผัสดินมีผลต่ออุณหภูมิในกล่องทดลอง โดยวัสดุที่มีค่าความจุความร้อนมากได้แก่คอนกรีต พบว่าอุณหภูมิอากาศภายในมีความแปรปรวนน้อยที่สุดอันเนื่องมาจากความสามารถในการกักเก็บความร้อนมีมากกว่าวัสดุที่มีค่าความจุความร้อนน้อยซึ่งได้แก่ อิฐมอญมาตรฐานและเหล็ก ซึ่งเมื่อได้รับความร้อนในปริมาณที่เท่ากัน อุณหภูมิภายในจึงเพิ่มช้ากว่าวัสดุชนิดอื่น ในขณะเดียวกันเมื่อสูญเสียความร้อนก็จะคายความร้อนได้ช้ากว่าด้วย เป็นผลให้อุณหภูมิระหว่างวันมีความแปรปรวนน้อย

จึงสรุปได้ว่า ค่าความจุความร้อนของวัสดุเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวของวัสดุสัมผัสดิน โดยวัสดุที่มีค่าความจุความร้อนมากเหมาะสมที่นำมาใช้เป็นวัสดุผิวอาคารส่วนสัมผัสดิน เนื่องจากเมื่อสัมผัสดินจะมีอุณหภูมิเข้าใกล้ดินและแปรปรวนตามอุณหภูมิระหว่างวันน้อยกว่าวัสดุที่มีค่าความจุความร้อนน้อย ดังจะเห็นได้จากคอนกรีตหนา 4 ซม. ซึ่งเป็นตัวแทนของวัสดุที่มีค่าความจุความร้อนมาก จะมีอุณหภูมิผิวใกล้เคียงกับอุณหภูมิดินและแปรปรวนน้อยกว่าอิฐหนา 0.45 ซม.และเหล็กหนา 1.25 ซม. ซึ่งมีค่าความจุความร้อนน้อยกว่า

4.2.2 การทดสอบคุณสมบัติการถ่ายเทความร้อนระหว่างวัสดุผิวอาคารกับดิน

วิธีการทดสอบ แบ่งสภาวะภายในกล่องทดลองเป็น 2 สภาวะ (Condition) คือ

1. สภาวะที่กล่องทดลองไม่มีแหล่งความร้อนภายใน (Normal Condition)
2. สภาวะที่กล่องทดลองมีแหล่งความร้อนภายใน (Internal Heat Gain Condition) โดยใช้หลอดไฟ 100 Watt เป็นแหล่งความร้อนภายในกล่องทดลอง

ในแต่ละสภาวะ (Condition) จะศึกษาและเปรียบเทียบวัสดุผนังอาคารที่สัมผัสดิน 2 ชนิด ซึ่งพิจารณาเปรียบเทียบจากค่าการนำความร้อน (C) ที่ต่างกันเป็นเกณฑ์ ดังตารางที่ 4 - 2

ตารางที่ 4 - 2 เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุที่นำมาทดสอบในการทดลองที่ 4.2.2 โดยเปรียบเทียบจากค่าการนำความร้อน (Conductance)

Material		Conductance (Btu / h . F.ft^2)
ค่า C ปานกลาง	อิฐฉาบปูน หนา 10 ซม.	3.8867 (ΣC)
ค่า C มาก	คอนกรีต หนา 10 ซม.	4.8750

ผลการทดลอง

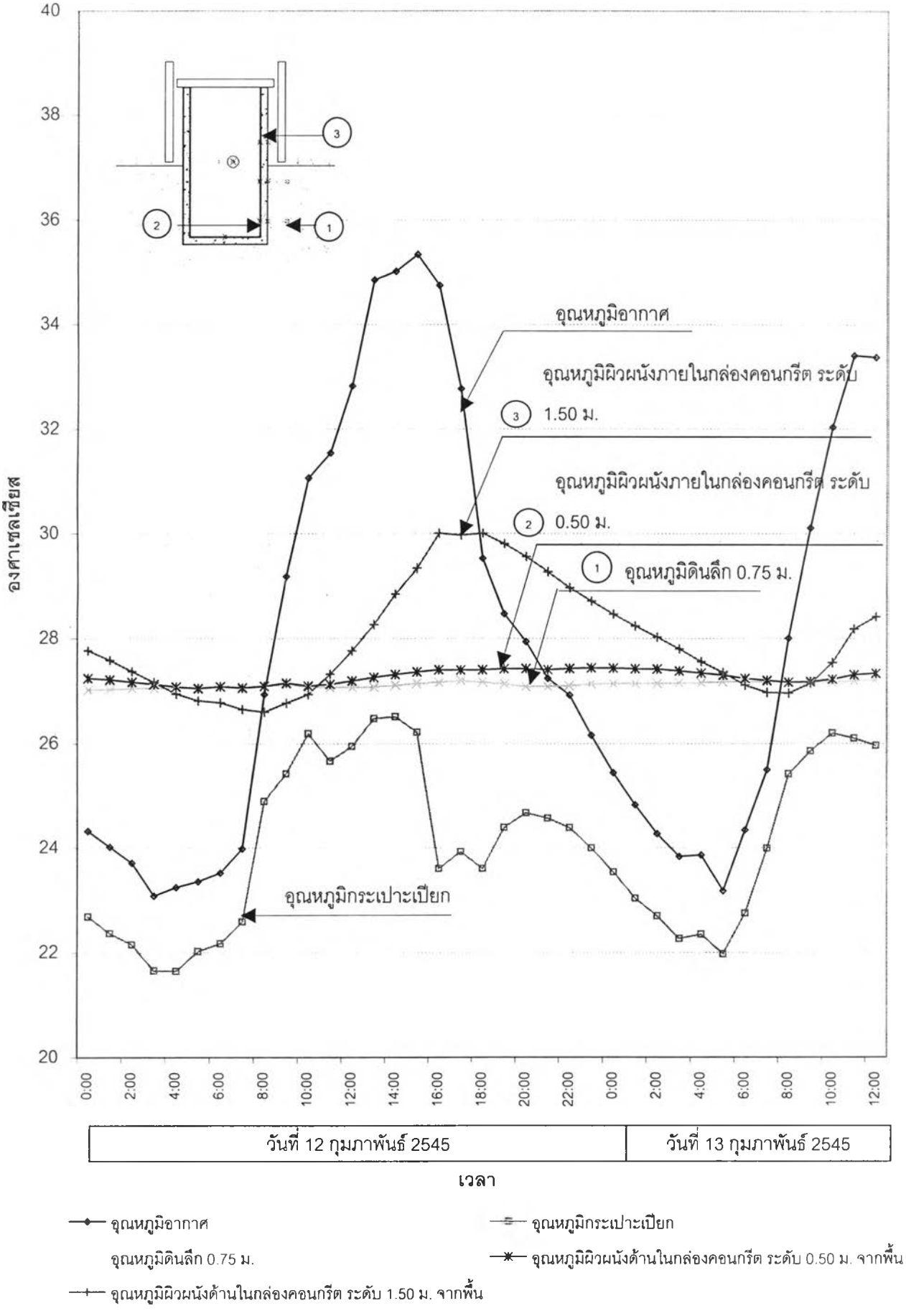
ในสภาวะกล่องทดลองไม่มีแหล่งความร้อนภายใน (Normal Condition)

- เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังคอนกรีตส่วนที่สัมผัสดินกับส่วนที่ไม่สัมผัสดิน
- เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังก่ออิฐฉาบปูนส่วนที่สัมผัสดินกับส่วนที่ไม่สัมผัสดิน
- เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังคอนกรีตกับผิวผนังก่ออิฐฉาบปูนส่วนที่สัมผัสดิน
- เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศ ในกล่องผนังคอนกรีตและกล่องผนังก่ออิฐฉาบปูน

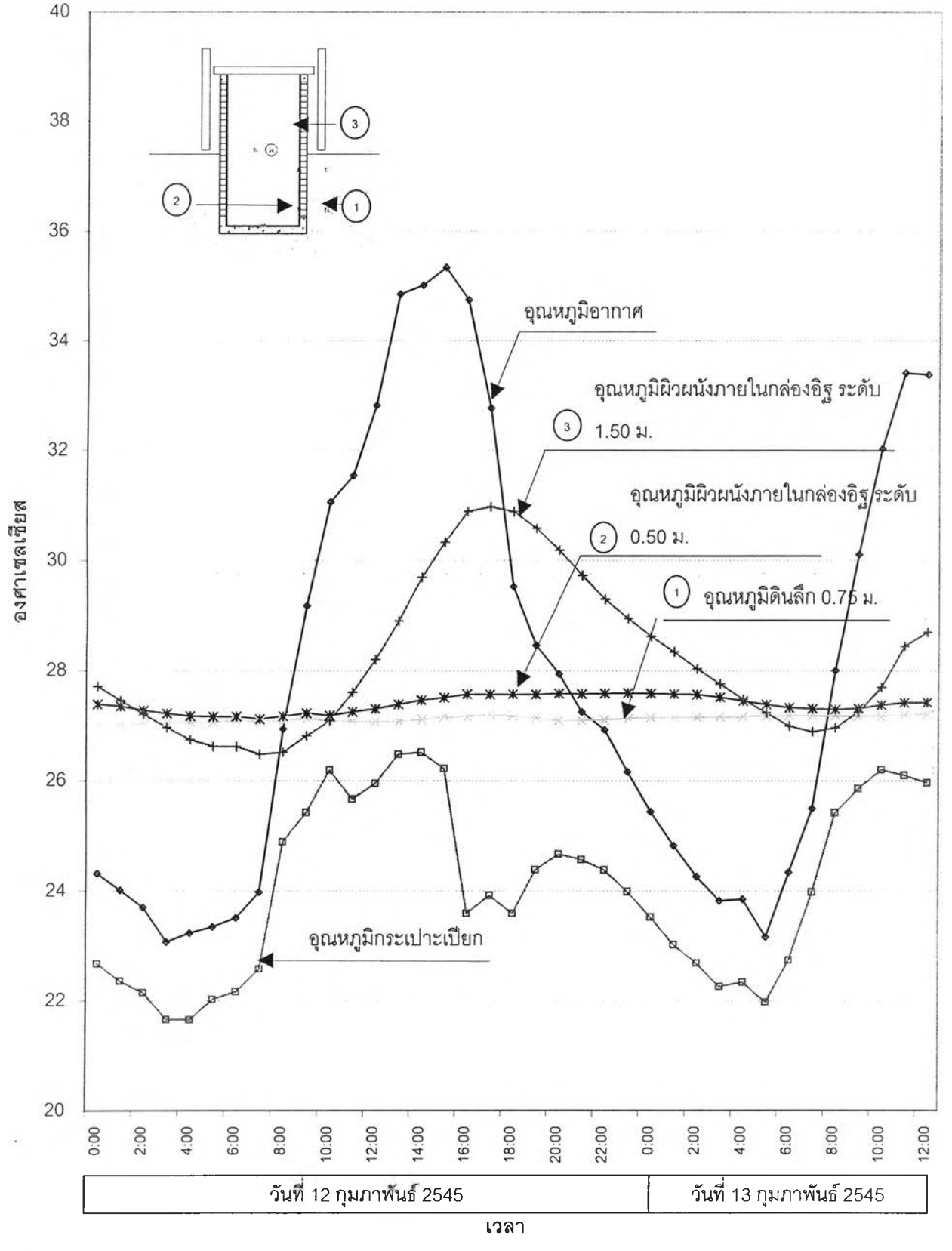
ในสภาวะที่กล่องทดลองมีแหล่งความร้อนภายใน (Internal Heat Gain Condition)

- เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังคอนกรีตส่วนที่สัมผัสดินกับส่วนที่ไม่สัมผัสดิน
- เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังก่ออิฐฉาบปูนส่วนที่สัมผัสดินกับส่วนที่ไม่สัมผัสดิน
- เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังคอนกรีตกับผิวผนังก่ออิฐฉาบปูนส่วนที่สัมผัสดิน
- เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศ ในกล่องผนังคอนกรีตและกล่องผนังก่ออิฐฉาบปูน

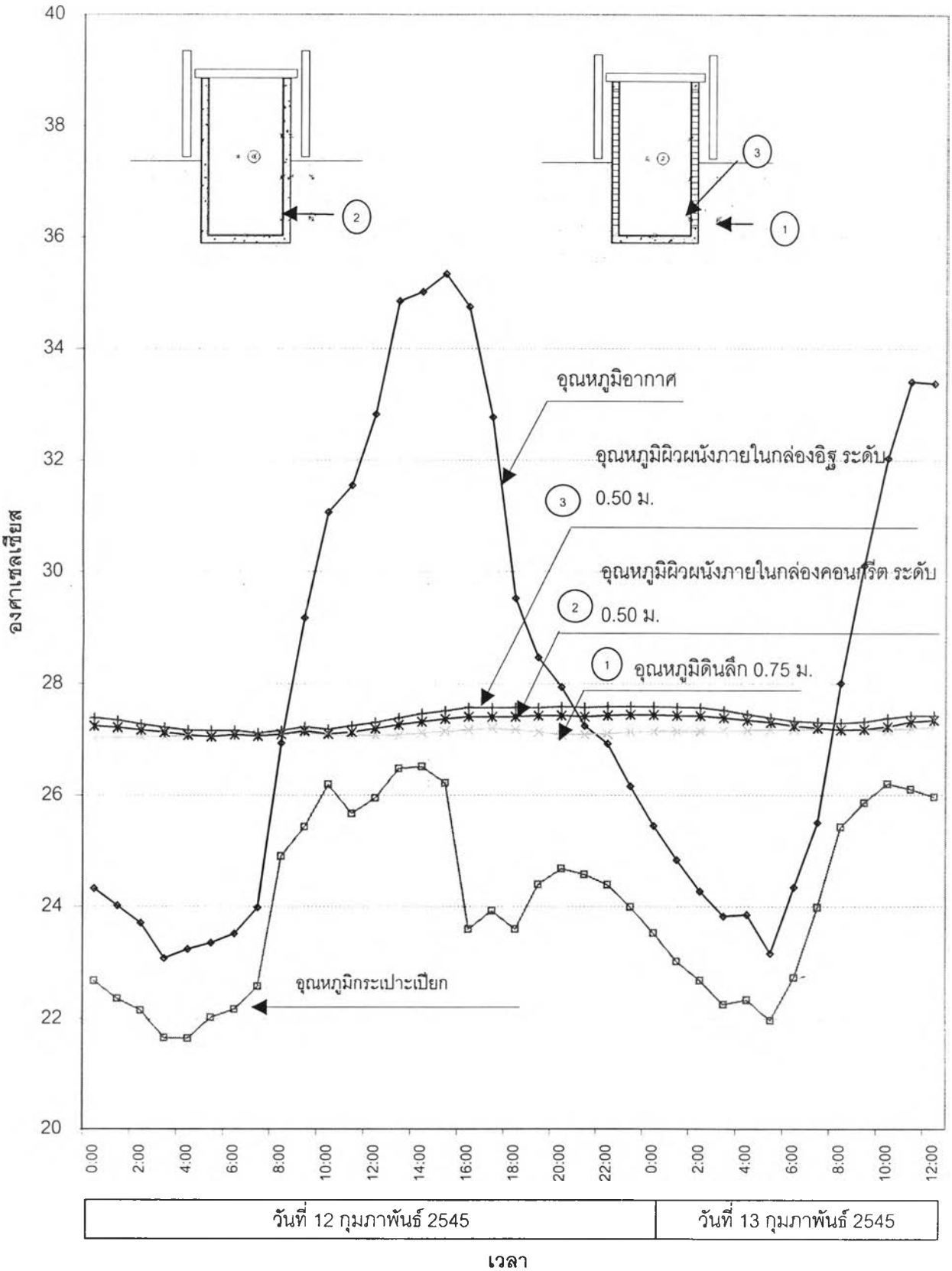
แผนภูมิที่ 4 - 50 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังคอนกรีตส่วนที่สัมผัสดินกับส่วนที่ไม่สัมผัสดิน ในสภาวะปกติ



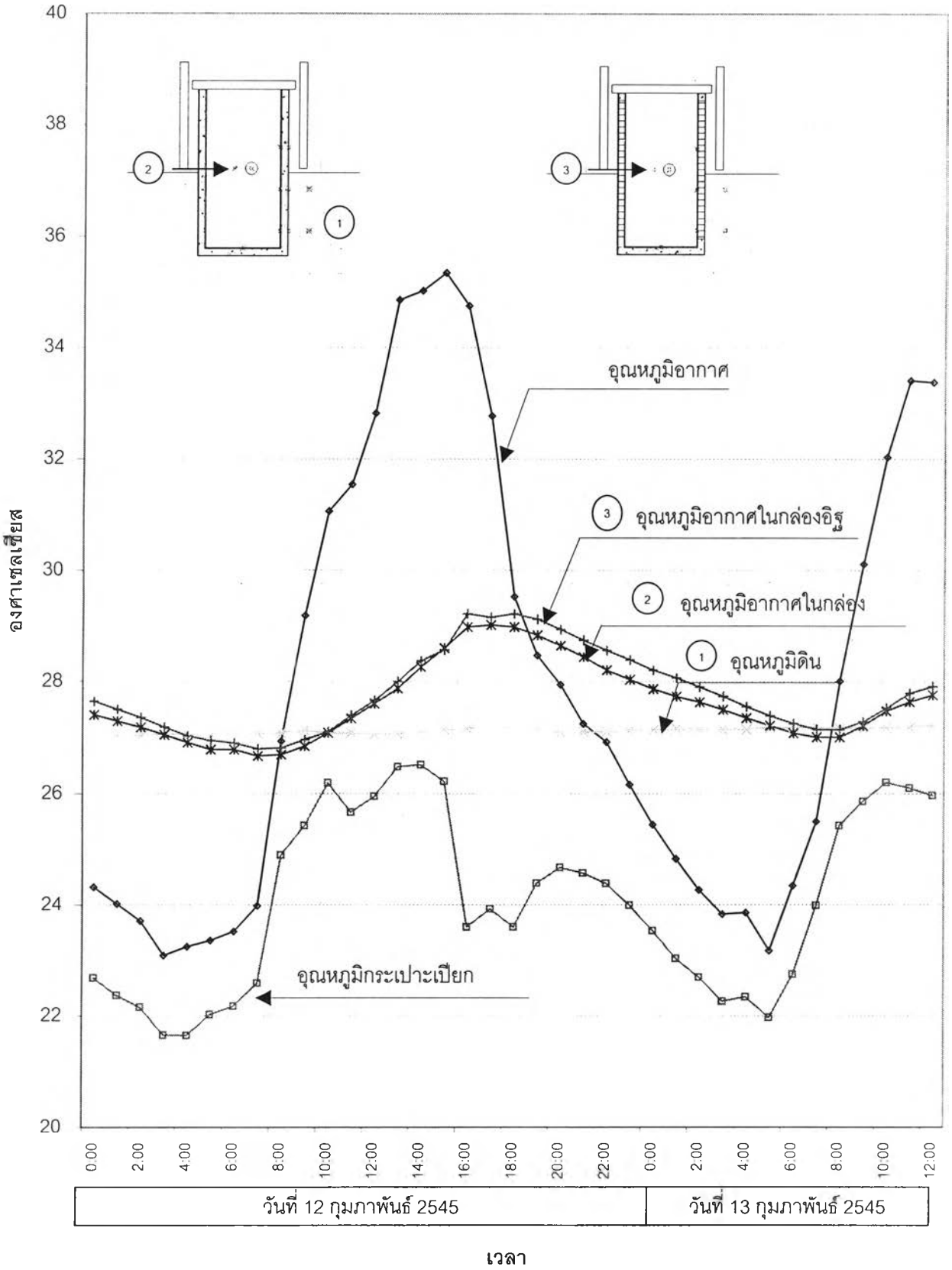
แผนภูมิที่ 4 - 51 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังก่ออิฐฉาบปูนส่วนที่สัมผัสดินกับส่วนที่ไม่สัมผัสดิน ในสภาวะปกติ



แผนภูมิที่ 4 - 52 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังคอนกรีตกับผิวผนังก่ออิฐฉาบปูน ส่วนที่สัมผัสดิน ในสภาวะปกติ



แผนภูมิที่ 4 - 53 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศ ในกล่องผนังคอนกรีตและกล่องผนังก่ออิฐฉาบปูน ในสภาวะปกติ



จากการทดลองที่ผ่านมา พบว่า วัสดุที่ให้ประสิทธิภาพในการกักเก็บความเย็นจากอุณหภูมิดินเข้าสู่อาคารได้ดี ประกอบด้วย อิฐและคอนกรีต ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิระหว่างวันในระดับใกล้เคียงกันภายใต้สภาวะปกติ ในทางกลับกัน การทดลองนี้จึงได้นำวัสดุดังกล่าว มาทดสอบเพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนออกสู่สภาพแวดล้อม (จากภายในผ่านพื้นผิวสัมผัสดิน) ในอีกลักษณะหนึ่ง ซึ่งได้แก่ สภาพการนำความร้อน ภายใต้สภาวะที่มีแหล่งความร้อนจากภายใน ซึ่งจากผลการทดลองสามารถจำแนกการวิเคราะห์ได้ดังนี้

จากแผนภูมิที่ 4 – 50 ถึง 4 – 53 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในกล่องทดลองผนังคอนกรีตกับผนังก่ออิฐฉาบปูน ในสภาวะปกติ (Normal Condition)

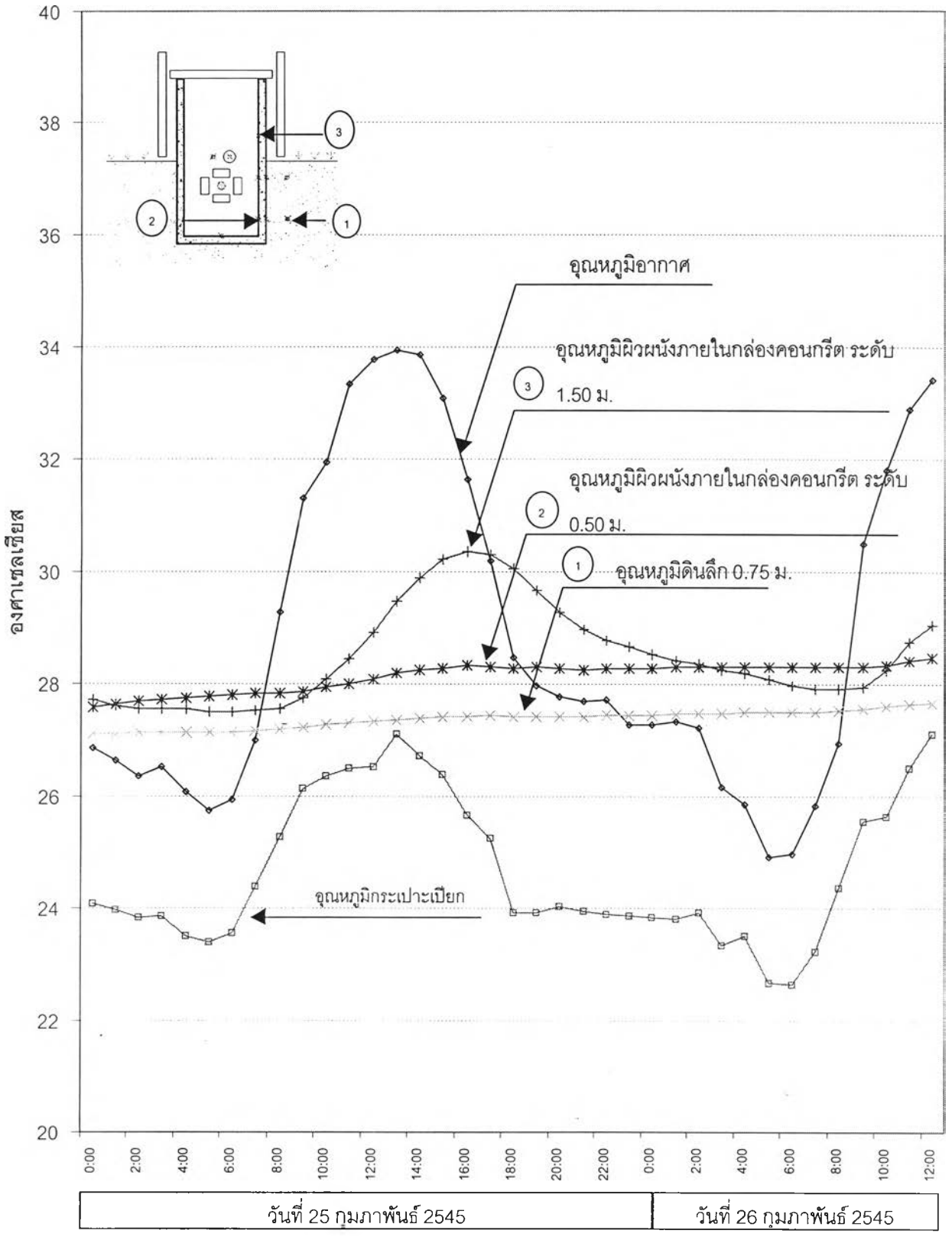
ผิวผนังคอนกรีตที่ระดับ 0.50 ม. จากพื้น (ด้านนอกสัมผัสดินที่ความลึก 0.75 ม.) มีอุณหภูมิสูงสุดที่ 27.456 องศาเซลเซียส ต่ำสุด 27.046 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ย 27.27 องศาเซลเซียส มีความต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุดที่ 0.41 องศาเซลเซียส ซึ่งมีอุณหภูมิค่อนข้างคงที่ เนื่องจากอิทธิพลของมวลสารดินที่สัมผัสผิวภายนอกอาคาร ซึ่งหากพิจารณาเปรียบเทียบกับอุณหภูมิผนังอิฐที่ระดับความลึกเดียวกัน พบว่ามีอุณหภูมิใกล้เคียงกับผนังคอนกรีตมาก โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 27.39 องศาเซลเซียส

จากการวิเคราะห์ พบว่าในสภาวะที่ไม่มีแหล่งความร้อนภายใน ค่าการนำความร้อนที่แตกต่างกันของผนังอาคารที่ด้านนอกสัมผัสดินไม่มีผลต่ออุณหภูมิผิวของวัสดุ เป็นเหตุให้ อุณหภูมิอากาศในกล่องทดลองผนังคอนกรีตมีค่าใกล้เคียงกับกล่องทดลองผนังก่ออิฐฉาบปูน (จากกราฟที่ 4 - 23) เช่นเดียวกัน โดยในกล่องทดลองผนังคอนกรีต มีอุณหภูมิอากาศภายใน สูงสุดที่ 29.05 องศาเซลเซียส ต่ำสุด 26.618 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ย 27.615 องศาเซลเซียส มีความต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุดที่ 2.43 องศาเซลเซียส มีระยะเวลาการหน่วงความร้อน (Time Lag) ประมาณ 3 ชั่วโมง เมื่อเทียบกับอุณหภูมิอากาศภายนอก โดยมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศภายนอก ณ เวลา 14:45 นาที ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ร้อนที่สุดในรอบวัน 7.81 องศาเซลเซียส

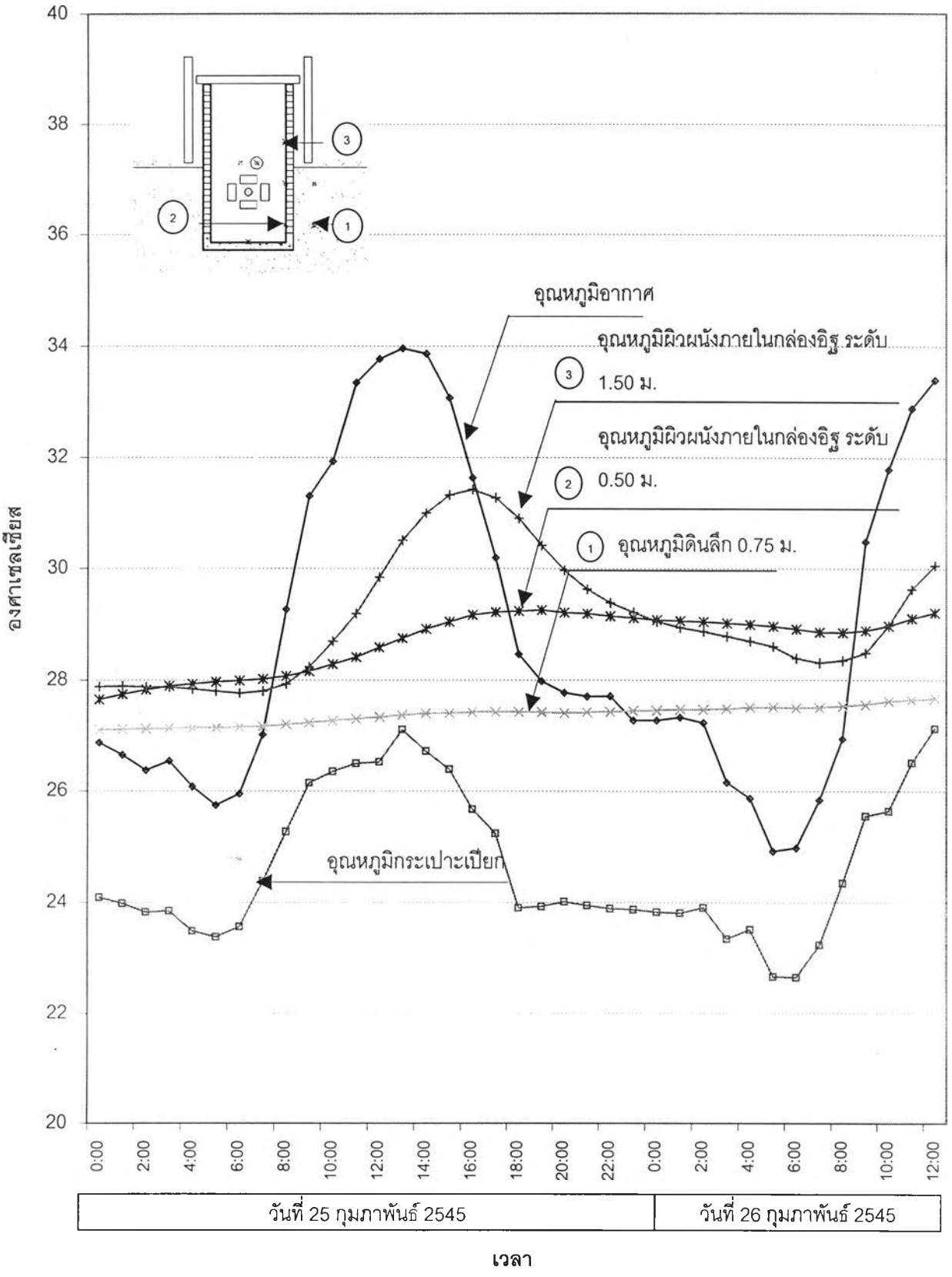
ในขณะที่อุณหภูมิภายในกล่องทดลองผนังก่ออิฐฉาบปูน มีอุณหภูมิอากาศภายใน สูงสุดที่ 29.235 องศาเซลเซียส ต่ำสุด 26.758 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ย 27.784 องศาเซลเซียส มีความต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุดที่ 2.477 องศาเซลเซียส

จึงอาจสรุปได้ว่า ในสภาวะซึ่งไม่มีแหล่งความร้อนภายในอาคาร สภาพการนำความร้อน (C) ของผนังที่มีผิวด้านนอกสัมผัสดิน เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวภายในน้อยมาก เนื่องจากผนังสัมผัสกับมวลสารดินตลอดเวลา ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนกันตามหลัก กระบวนการถ่ายเทความร้อน (Heat Exchange) เป็นผลให้อุณหภูมิผนังอยู่ในสภาวะสมดุลใกล้เคียงกับอุณหภูมิดิน

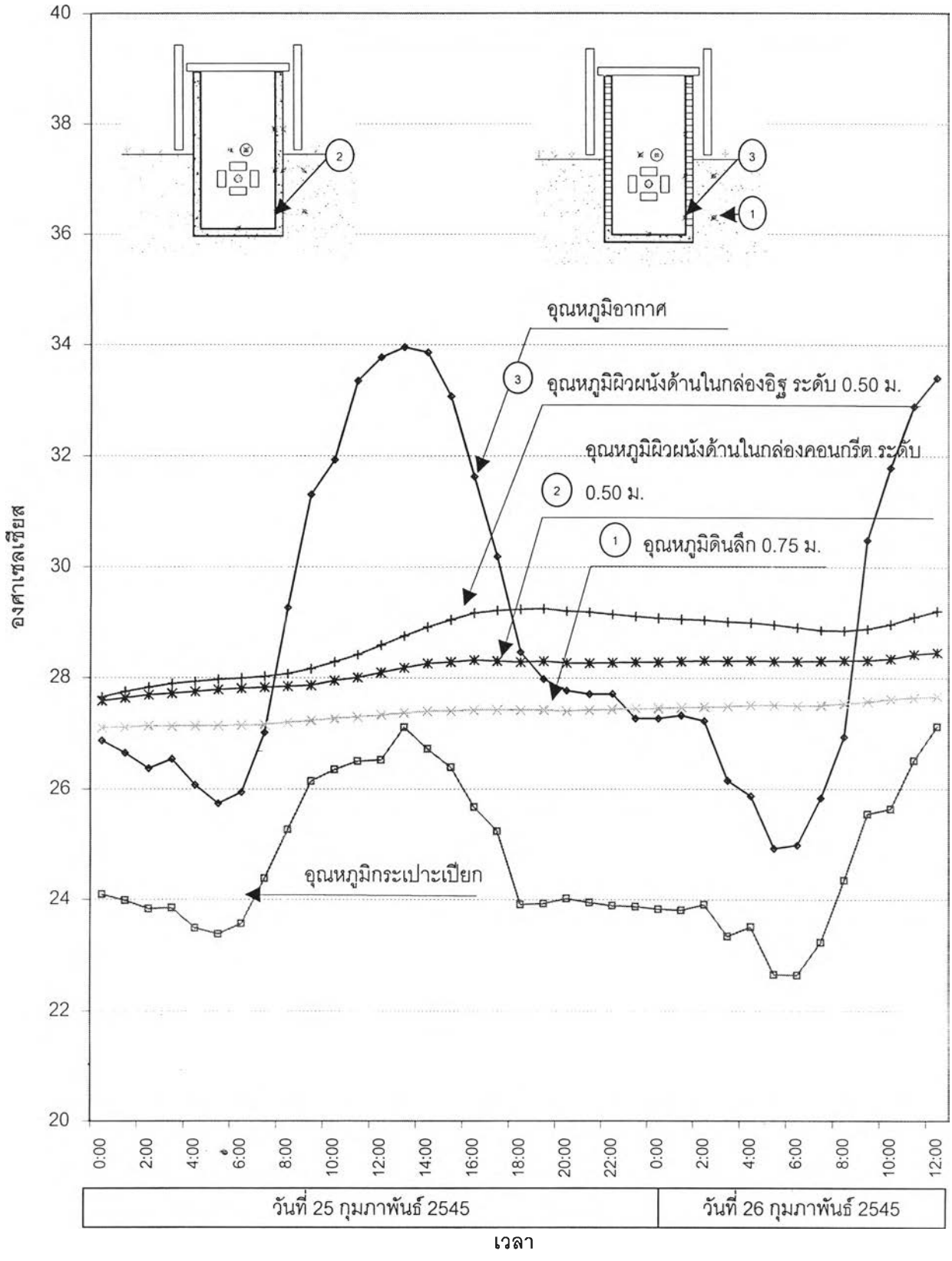
แผนภูมิที่ 4 - 54 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังคอนกรีตส่วนที่สัมผัสดินกับส่วนที่ไม่สัมผัสดิน ในสภาวะมีแหล่งความร้อนภายใน



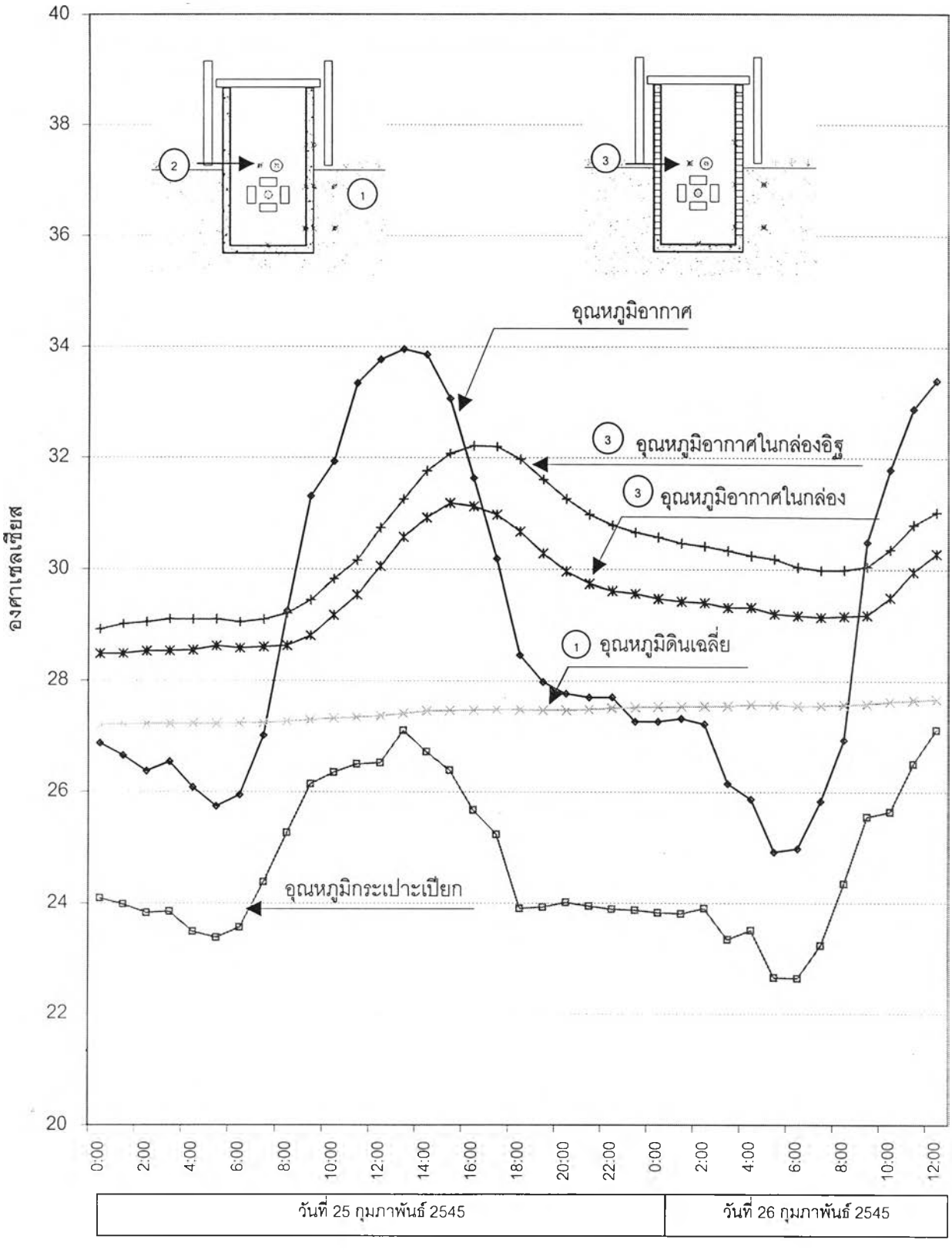
แผนภูมิที่ 4 - 55 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังก่ออิฐฉาบปูนส่วนที่สัมผัสดินกับส่วนที่ไม่สัมผัสดิน ในสภาวะมีแหล่งความร้อนภายใน



แผนภูมิที่ 4 - 56 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังคอนกรีตกับผิวผนังก่ออิฐฉาบปูน ส่วนที่สัมผัสดิน ในสภาวะมีแหล่งความร้อนภายใน



แผนภูมิที่ 4 - 57 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศ ในกล่องผนังคอนกรีตและกล่องผนังก่ออิฐฉาบปูน ในสภาวะมีแหล่งความร้อนภายใน



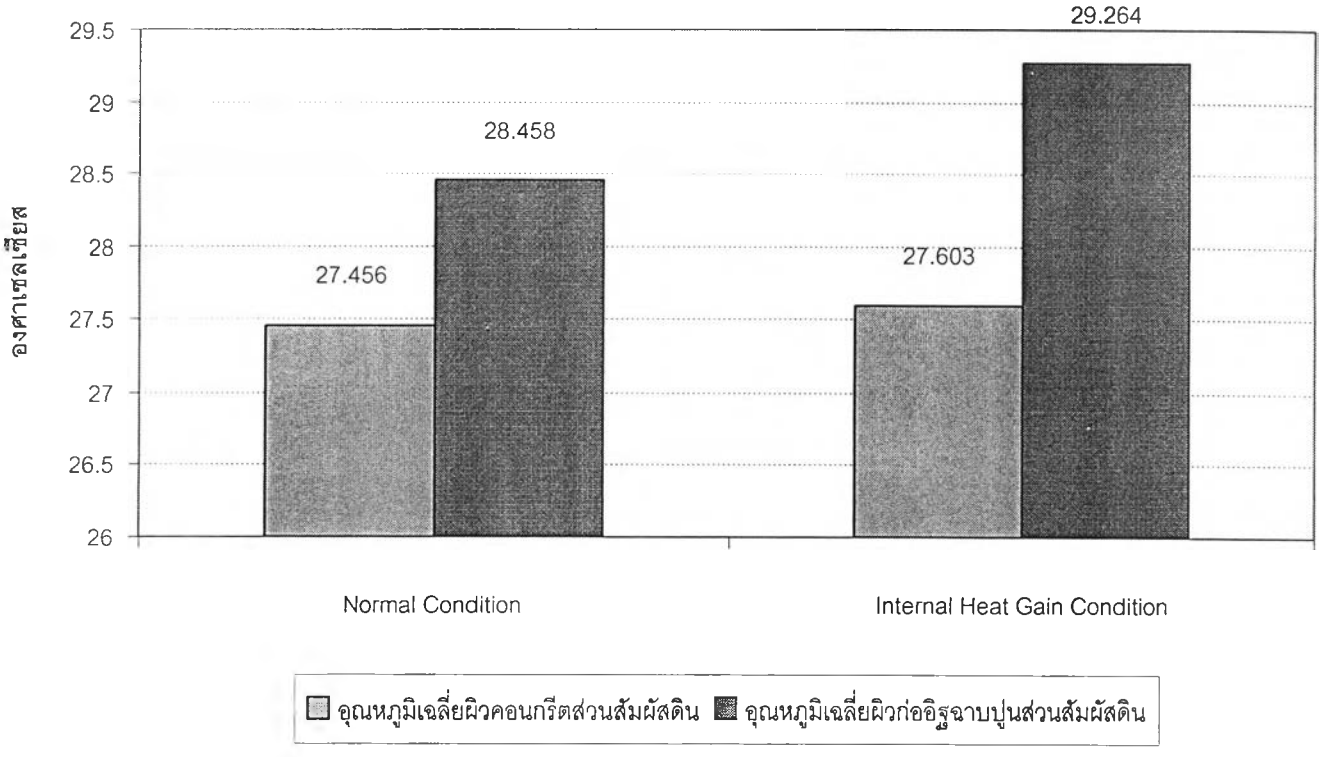
จากแผนภูมิที่ 4 – 54 ถึง 4 – 57 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในกล่องทดลองผนังคอนกรีตกับผนังก่ออิฐฉาบปูน ในสภาวะมีแหล่งความร้อนภายใน (Internal Heat Gain Condition)

ในสภาวะที่มีแหล่งความร้อนภายในอาคาร ผิวผนังคอนกรีตที่ระดับ 0.50 ม. จากพื้น (ด้านนอกสัมผัสดินที่ความลึก 0.75 ม.) มีอุณหภูมิสูงสุดที่ 28.458 องศาเซลเซียส ต่ำสุด 27.559 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ย 28.123 องศาเซลเซียส มีความต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุดที่ 0.89 องศาเซลเซียส

ที่สภาวะเดียวกัน อุณหภูมิผิวผนังก่ออิฐฉาบปูนที่ระดับ 0.50 ม. จากพื้น (ด้านนอกสัมผัสดินที่ความลึก 0.75 ม.) มีอุณหภูมิสูงสุดที่ 29.264 องศาเซลเซียส ต่ำสุด 27.614 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ย 28.684 องศาเซลเซียส มีความต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุดที่ 1.65 องศาเซลเซียส

เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังทั้ง 2 ชนิด (แผนภูมิที่ 4 – 56) พบว่าในสภาวะที่มีแหล่งความร้อนภายใน ผิวผนังคอนกรีต ณ จุดที่มีอุณหภูมิสูงที่สุด มีค่ามากกว่าอุณหภูมิผิวผนังก่ออิฐฉาบปูนที่อุณหภูมิสูงที่สุด 0.806 องศาเซลเซียส ซึ่งต่างจากในสภาวะที่ไม่มีแหล่งความร้อนภายในอาคาร ซึ่งพบว่า อุณหภูมิผิวของผนังทั้ง 2 ชนิด มีค่าความต่างในช่วงที่มีอุณหภูมิสูงที่สุด เพียง 0.147 องศาเซลเซียส เหตุที่เป็นเช่นนี้ สามารถวิเคราะห์ได้ว่า เนื่องจากผนังคอนกรีตซึ่งมีค่าการนำความร้อน(C) สูงกว่าผนังก่ออิฐฉาบปูน ในกรณีที่มีแหล่งความร้อนภายใน จะสามารถถ่ายเทความร้อนภายในอาคารให้กับมวลสารดินได้ดีกว่า

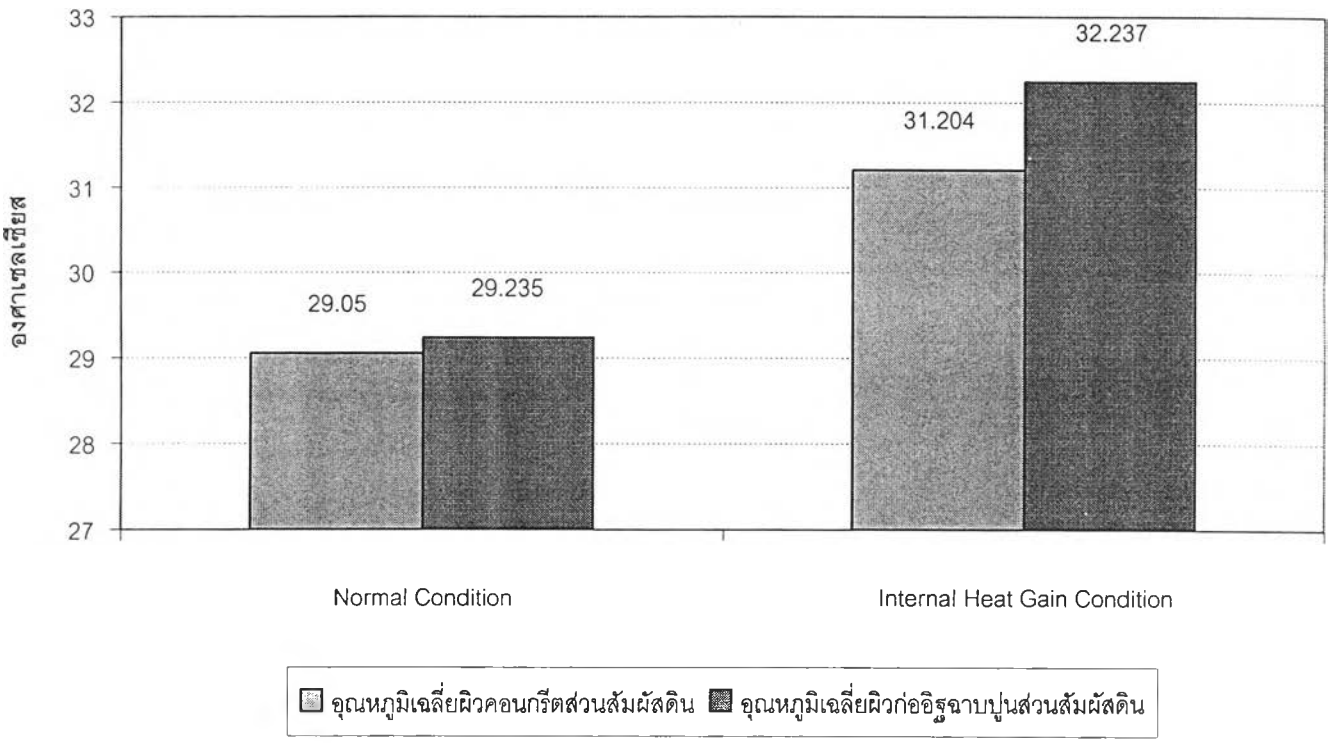
แผนภูมิที่ 4 – 58 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังคอนกรีตและผนังก่ออิฐฉาบปูน ในสภาวะปกติและสภาวะที่มีแหล่งความร้อนภายใน



กล่องผนังคอนกรีต มีอุณหภูมิอากาศภายใน สูงสุดที่ 31.204 องศาเซลเซียส ต่ำสุด 28.424 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ย 29.496 องศาเซลเซียส มีความต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุดที่ 2.78 องศาเซลเซียส ในขณะที่กล่องผนังก่ออิฐฉาบปูน มีอุณหภูมิอากาศภายใน สูงสุดที่ 32.237องศาเซลเซียส ต่ำสุด 28.861 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ย 30.34 องศาเซลเซียส มีความต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุดที่ 3.376 องศาเซลเซียส

เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศใน ณ จุดที่มีอุณหภูมิสูงสุดของกล่องทดลองผนังคอนกรีตกับผนังก่ออิฐฉาบปูน พบว่า มีอุณหภูมิต่างกัน 1.033 องศาเซลเซียส เนื่องจากกล่องคอนกรีตซึ่งมีค่าการนำความร้อนมาก สามารถถ่ายเทอุณหภูมิอากาศภายในให้กับดินได้ดีกว่าผนังก่ออิฐฉาบปูน ซึ่งมีค่าการนำความร้อนที่น้อยกว่า

แผนภูมิที่ 4 – 59 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศในกล่องคอนกรีตและกล่องก่ออิฐฉาบปูน ในสภาวะปกติและสภาวะที่มีแหล่งความร้อนภายใน



จากผลการทดลองสรุปได้ว่า ในสภาวะที่ไม่มีแหล่งความร้อนภายใน อุณหภูมิภายในอาคารค่อนข้างคงที่ ทั้งนี้เป็นผลมาจากคุณสมบัติในการกักเก็บความร้อนของวัสดุประกอบกับอุณหภูมิภายในไม่แตกต่างจากอุณหภูมิมวลสารดินที่สัมผัสผนังกล่องทดลองมากนัก อัตราส่วนการถ่ายเทพลังงานความร้อนกับสภาพแวดล้อมจึงเกิดขึ้นได้น้อย ในลักษณะช้า ๆ และทำให้ความแปรปรวนของอุณหภูมิระหว่างวันน้อยลงตามไปด้วย

ในทางกลับกัน ภายใต้สภาวะที่มีแหล่งความร้อนภายในกล่องทดลอง ทำให้อุณหภูมิภายในสูงขึ้น ลักษณะการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในจึงมีความแปรปรวนสูง การถ่ายเทความร้อนเพื่อรักษาสภาพสมดุลของอุณหภูมิจึงเกิดขึ้นในลักษณะที่ชัดเจนกว่า โดยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติการนำความร้อนของวัสดุแต่ละชนิด คอนกรีตซึ่งวัสดุเปลือกอาคารสัมผัสดินที่มีค่าการนำความร้อนมากกว่า จึงมีแนวโน้มในการนำความร้อนจากภายในอาคารสู่มวลสารดิน ได้ดีกว่าอิฐซึ่งวัสดุที่มีค่าการนำน้อยกว่า เป็นผลให้กล่องผนังคอนกรีตอุณหภูมิภายในกล่องทดลองต่ำกว่า

4.3 การนำไปประยุกต์ใช้กับอาคาร กรณีศึกษาอาคารจำลองโรงเรียนต้นแบบภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จากผลการทดลองที่ผ่านมาสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับอาคาร กรณีศึกษา โรงเรียนต้นแบบภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1. การทดลองเพื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในอาคารจำลองโรงเรียนต้นแบบภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
2. การคำนวณสิทธิภาพในการลดพลังงานความร้อนภายในอาคารโรงเรียนต้นแบบจากผิวสัมผัสดิน

4.3.1 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในอาคารจำลองโรงเรียนต้นแบบภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

<u>วิธีการทดสอบ</u> เป็นการทดสอบความสามารถในการถ่ายเทความร้อนจากอาคารสู่มวลสารดินที่สัมผัส โดยจำลองความร้อนภายในอาคารด้วยหลอดไฟ 100 watt 4 ดวง[1] แทนความร้อนจากอัตราการเผาผลาญจากมนุษย์ (Metabolism Rate) โดยแบ่งสภาวะของอาคารเป็น 2 ส่วน เพื่อเปรียบเทียบดังนี้

1. สภาวะที่ผนังอาคารสัมผัสมวลสารดิน
2. สภาวะที่ผนังอาคารไม่สัมผัสมวลสารดิน

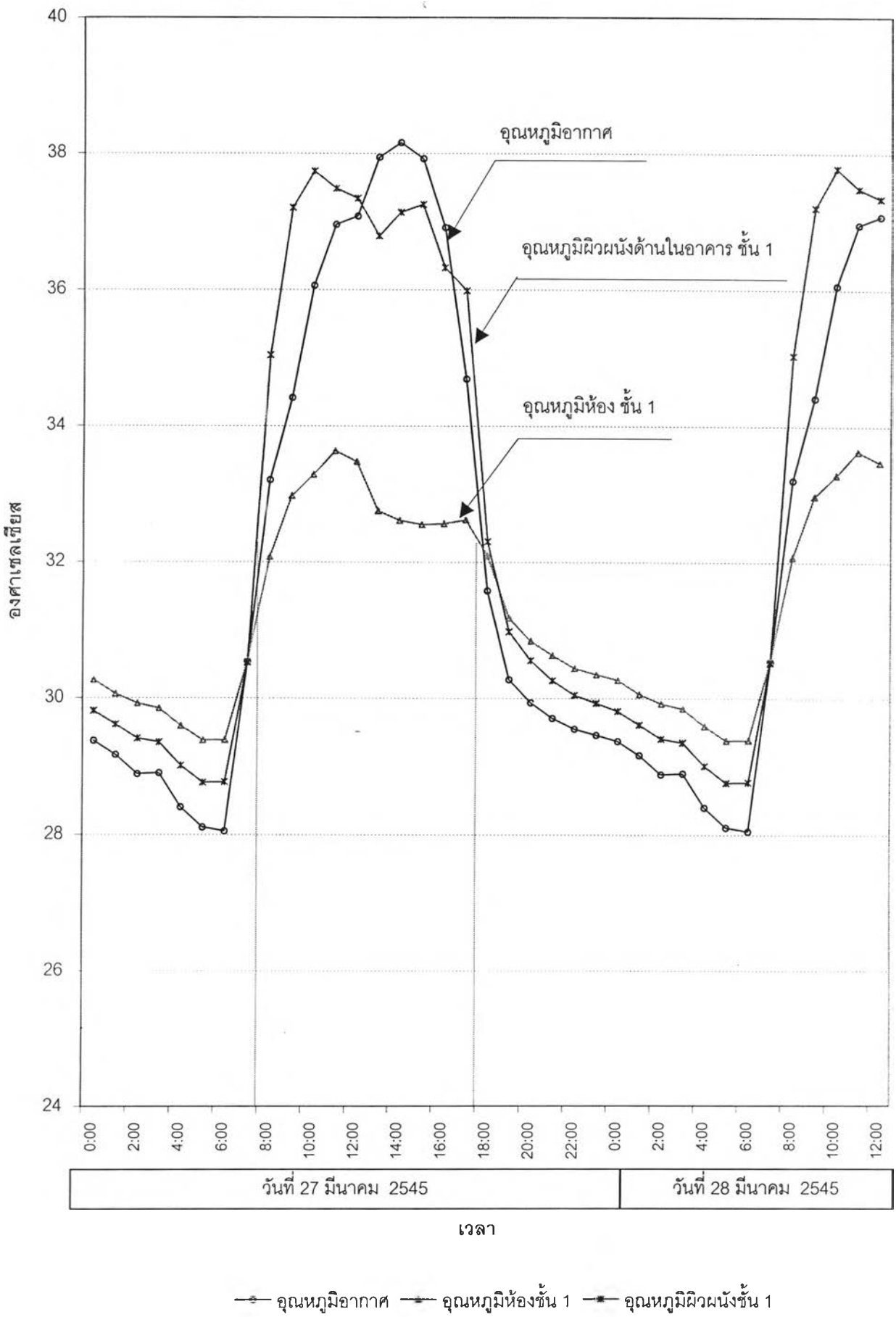
<u>วิเคราะห์ผลการทดลอง</u>

- เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในอาคารจำลอง ในสภาวะที่ผนังอาคารไม่สัมผัสมวลสารดิน
- เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในอาคารจำลอง ในสภาวะที่ผนังอาคารสัมผัสมวลสารดิน

---

[1] สุธีวรรณ โล่สุวรรณ . การพัฒนาดัชนีสำหรับการประเมินประสิทธิภาพด้านพลังงานของกรอบอาคาร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย . 2545.

แผนภูมิที่ 4 – 60 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในอาคารจำลอง ในสภาวะที่ผนังอาคารไม่สัมผัสมวลสารดิน



จากแผนภูมิที่ 4 – 61 สามารถเปรียบเทียบอุณหภูมิในห้องเรียนชั้น 1 ของอาคารจำลองโรงเรียนต้นแบบ ได้ดังนี้

ช่วงเวลาที่อาคารมีการใช้งาน (08:00 – 16:00 น.)

อุณหภูมิเฉลี่ยภายในอาคาร	32.84	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิเฉลี่ยผิวผนัง	36.82	องศาเซลเซียส

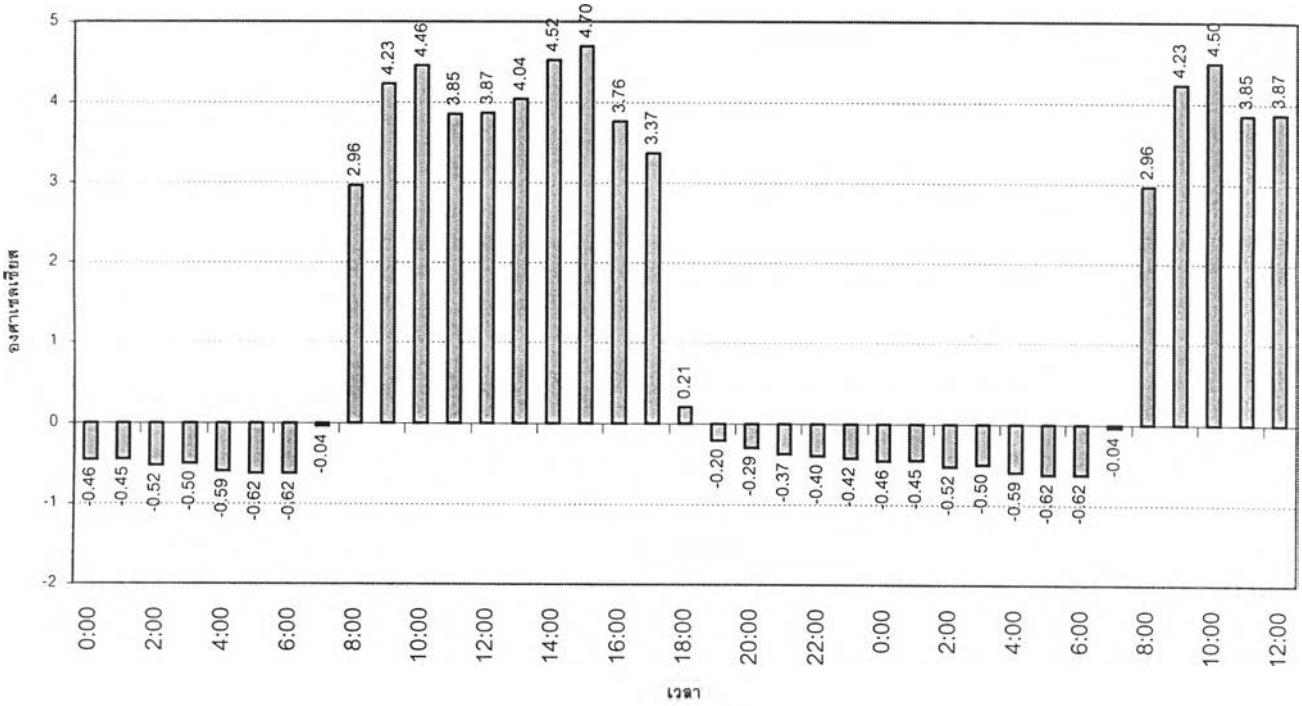
ในสภาวะที่ไม่มีมวลสารดินถมรอบอาคาร พบว่า เมื่อภายในอาคารมีแหล่งความร้อน ผนังอาคารซึ่งมีความหนามาก จะกักเก็บความร้อนไว้ในมวลสาร (Thermal Mass) แต่ไม่สามารถถ่ายเทออกสู่ภายนอกได้เนื่องจากอิทธิพลของฉนวนที่อยู่ภายนอก เป็นผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยของผิวผนังสูงกว่าอุณหภูมิภายในห้องถึง 4 องศาเซลเซียส ส่งผลต่อสภาวะน่าสบาย ในด้านอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิว (MRT) มาก

ช่วงเวลาที่อาคารไม่มีการใช้งาน (17:00 – 07:00 น.)

อุณหภูมิเฉลี่ยภายในอาคาร	29.87	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิเฉลี่ยผิวผนัง	29.40	องศาเซลเซียส

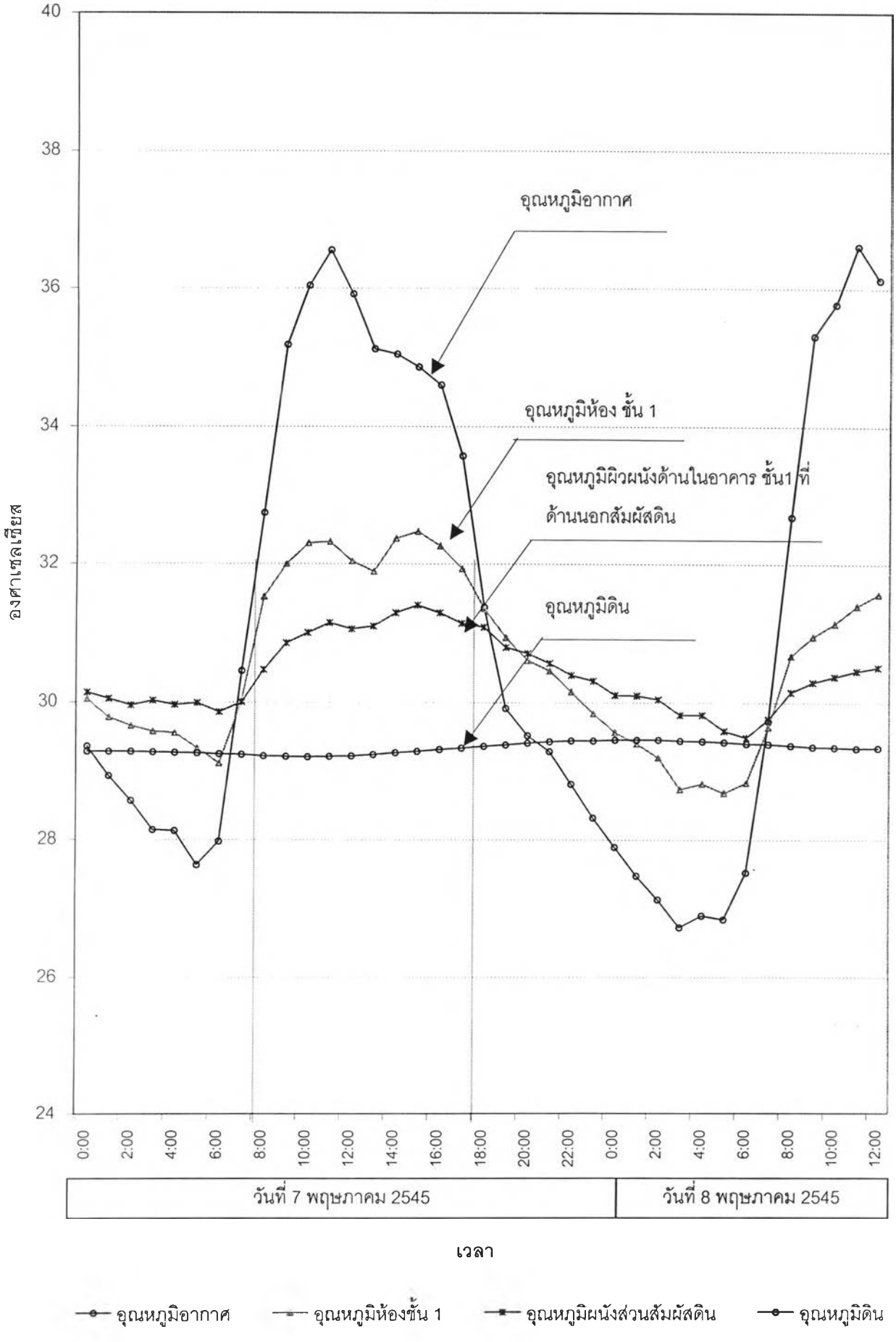
ในช่วงเวลาที่ไม่มีการใช้งานอาคาร เนื่องจากภายในอาคารไม่มีความร้อน ความร้อนที่สะสมอยู่ในมวลสารของผนังในช่วงเวลากลางวันจึงถ่ายเทออกสู่ภายในห้อง เป็นผลให้มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวอาคารใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศภายในห้อง

แผนภูมิที่ 4 – 61 แสดงผลต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศภายใน กับอุณหภูมิผิวผนังห้องเรียนชั้น 1 โรงเรียนต้นแบบ ในสภาวะที่ผนังอาคารไม่สัมผัสดิน



จากแผนภูมิที่ 4 – 62 ค่าบวกแสดงว่าอุณหภูมิผิวผนังสูงกว่าอุณหภูมิอากาศ ค่าลบแสดงว่าอุณหภูมิอากาศสูงกว่าอุณหภูมิผิวผนัง พบว่า ในช่วงที่มีการใช้งาน อุณหภูมิผิวผนังสูงกว่าอุณหภูมิอากาศมาก เป็นผลให้เกิดความรู้สึกร้อนกว่าปกติเนื่องจากอิทธิพลของ MRT ซึ่งเมื่ออุณหภูมิผิวสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส ผู้ใช้อาคารจะรู้สึกร้อนขึ้น 1.4 องศาเซลเซียส

แผนภูมิที่ 4 – 62 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในอาคารจำลอง ในสภาวะที่ผนังอาคารสัมผัสมวลสารดิน



จากแผนภูมิที่ 4 – 63 สามารถเปรียบเทียบอุณหภูมิในห้องเรียนชั้น 1 อาคารจำลองโรงเรียนต้นแบบในสภาวะที่ผนังอาคารสัมผัสดิน ได้ดังนี้

ช่วงเวลาที่อาคารมีการใช้งาน (08:00 – 16:00 น.)

อุณหภูมิเฉลี่ยภายในอาคาร	32.11	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิเฉลี่ยผิวผนัง	31.08	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิดินเฉลี่ย	29.25	องศาเซลเซียส

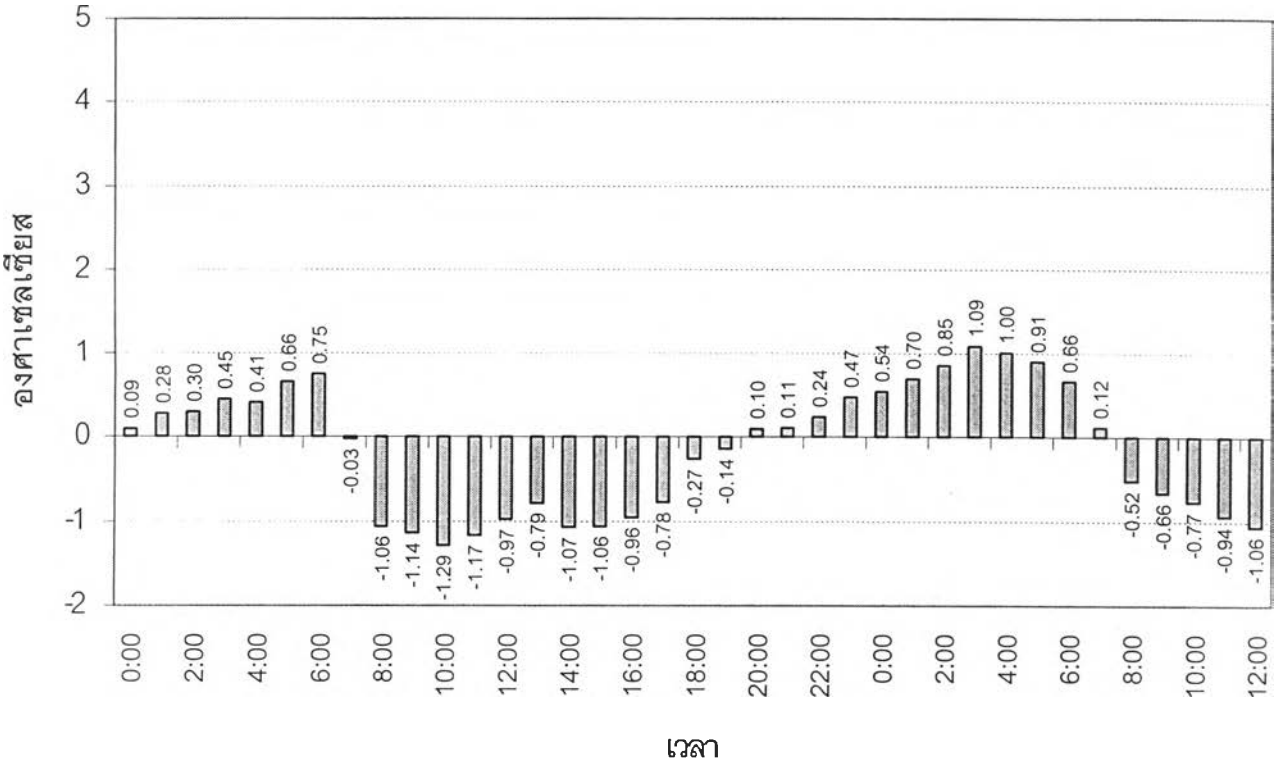
เนื่องจากดินมีอุณหภูมิใกล้สภาวะน่าสบาย เป็นผลให้ผนังซึ่งมีการแลกเปลี่ยนความร้อนกับมวลสารดินจึงมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับดินและมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิภายในอาคารประมาณ 1 องศาเซลเซียส

ช่วงเวลาที่อาคารไม่มีการใช้งาน (17:00 – 07:00 น.)

อุณหภูมิเฉลี่ยภายในอาคาร	29.63	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิเฉลี่ยผิวผนัง	30.00	องศาเซลเซียส

ดินที่ได้รับการปรุงแต่งแล้ว อุณหภูมิดินที่ระดับความลึกประมาณ 0.30 ม. จะมีความแปรปรวนตามอุณหภูมิในรอบวันน้อย โดยมีค่าเฉลี่ยในรอบวันที่ 29.26 องศาเซลเซียส ผนังสัมผัสดินเมื่อสัมผัสดินจึงมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิดินตลอดเวลา เป็นผลให้ในช่วงเวลากลางคืน เมื่ออุณหภูมิอากาศภายนอกลดต่ำลง อุณหภูมิอากาศภายในอาคารซึ่งมีความแปรปรวนมากกว่าจึงมีค่าเฉลี่ยในช่วงเวลากลางคืนที่ต่ำกว่า

แผนภูมิที่ 4 – 63 แสดงผลต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศภาย กับอุณหภูมิผิวผนังห้องเรียนชั้น 1 โรงเรียนต้นแบบ ในสภาวะที่ผนังอาคารสัมผัสดิน



จากแผนภูมิที่ 4 – 64 พบว่าในช่วงเวลาใช้งาน อุณหภูมิผนังอาคารมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศภายในห้องตลอด ทำให้สามารถใช้อิทธิพลจาก MRT เพื่อปรุงแต่งสภาวะน่าสบายภายในอาคาร โดยผู้ใช้อาคารจะรู้สึกเสมือนว่าอุณหภูมิอากาศเย็นลงได้ประมาณ 1.4 องศาเซลเซียส ต่างกับในกรณีที่ไม่มีดินรอบอาคาร (จากกราฟที่ 4 – 62) เมื่อมีแหล่งความร้อนภายในอาคาร ผนังจะสะสมความร้อนเป็นผลให้มีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศในห้อง ผู้ใช้อาคารจึงรู้สึกร้อนกว่าปกติ

การทดลองที่ 3 สามารถสรุปให้เห็นได้ว่าเมื่ออาคารมีผิวสัมผัสดิน จะช่วยให้อุณหภูมิผนังต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายในห้อง สามารถให้อิทธิพลจาก MRT เพื่อขยายเขตสภาวะน่าสบายภายในอาคารได้

4.3.2 การคำนวณพลังงานความร้อนภายในอาคารโรงเรียนต้นแบบที่สูญเสียสู่มวลสารดิน

จากการทดลองที่ 4.3 แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มในการใช้มวลสารดินในการปรุงแต่งสภาวะน่าสบายของอาคารจำลองโรงเรียนต้นแบบ ชั้น 1 ในส่วนนี้จะเป็นการคำนวณความสามารถในการถ่ายเทความร้อนภายในอาคารโรงเรียนต้นแบบในมาตราส่วนจริง โดยข้อมูลในการคำนวณ ได้มาจากการทดลองที่ผ่านมา ทั้งอุณหภูมิภายในอาคารเรียนชั้น 1 ในสภาวะที่มีแหล่งกำเนิดความร้อน อุณหภูมิดินที่ได้รับการปรุงแต่งแล้ว ได้แก่

1. อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงเวลาใช้งานของ ชั้นล่าง 33.66 องศาเซลเซียส ในเวลากลางคืนเฉลี่ย 28.85 องศาเซลเซียส
2. ที่ระดับผิวดินถึงความลึก 0.30 ม. พบว่าทรายเปียกมีพืชคลุมดิน เป็นชนิดดินที่มีอุณหภูมิต่ำสุด โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงกลางวัน 28.84 องศาเซลเซียส เฉลี่ยในช่วงกลางคืน 28.57 องศาเซลเซียส
3. ที่ระดับความลึกตั้งแต่ 0.30 ม. ลงไป พบว่าดินเหนียวเปียกมีอุณหภูมิต่ำสุด โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงเวลากลางวัน 28.10 องศาเซลเซียส เฉลี่ยในช่วงเวลากลางคืน 28.40 องศาเซลเซียส

ในช่วงที่ทำการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาคำนวณ พบว่าอุณหภูมิภายในอาคารชั้น 1 สูงกว่าอุณหภูมิดินตลอดเวลา อุณหภูมิภายในอาคารจึงสูญเสียให้แก่มวลสารดินเสมอ จึงมีแนวโน้มในการใช้มวลสารดินเพื่อปรุงแต่งสภาวะน่าสบายภายในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ ในส่วนของการเลือกวัสดุผนังอาคารส่วนสัมผัสดิน เลือกใช้ผนังคอนกรีตหนา 10 ซม. เนื่องจากเป็นผนังที่มีค่าการนำความร้อนสูงและก่อสร้างง่ายและเหมาะสมกับอาคารโรงเรียนพื้นถิ่น

การคำนวณความสามารถในการถ่ายเทความร้อนจากห้องเรียนชั้น 1 สู่มวลสารดิน พิจารณาจากสมการ

$$Q = UA\,\Delta T$$

เมื่อ Q = พลังงานความร้อน (Btu / h)

U = ค่าการนำความร้อน (Btu / h.ft^2.F)

A = พื้นที่ผิวสัมผัสดิน (sq.f)

ΔT = ค่าต่างของอุณหภูมิดินกับอากาศภายในห้อง

พลังงานความร้อนในห้องเรียน กำหนดจากอัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกายของผู้ใช้อาคาร (Metabolism Rate) โดยหนึ่งคนมี Metabolism Rate 250 Btu / hr ในหนึ่งห้องมีนักเรียน 50 คน ดังนั้นภายในอาคารมีพลังงานความร้อน 12,500 Btu / h

<u>ในช่วงเวลาใช้งานอาคาร (08:00 น. – 16:00 น.)</u>

- ที่ผิวดินถึงความลึก 0.30 ม.

เมื่อ U = 1.08 Btu / h.ft^2.F

T_{air} = 33.66 C

T_{soil} = 28.84 C

จากสมการ Q = $UA\Delta T$

= 1.08 * 1 * (33.66 – 28.84)

= 5.20 Btu / h

- ที่ระดับความลึก 0.30 ม. – 0.60 ม.

เมื่อ U = 1.08 Btu / h.ft^2.F

T_{air} = 33.66 C

T_{soil} = 28.10 C

จากสมการ Q = $UA\Delta T$

= 1.08 * 1 * (33.66 – 28.10)

= 6.00 Btu / h

<u>ช่วงเวลาไม่ใช้งานอาคาร (16:00 น. – 08:00 น.)</u>

- ที่ผิวดินถึงความลึก 0.30 ม.

เมื่อ U = 1.038Btu / h.ft^2.F

T_{air} = 28.85 C

T_{soil} = 28.57 C

จากสมการ Q = $UA\Delta T$

= 1.08 * 1 * (28.85 – 28.57)

= 0.30 Btu / h

- ที่ระดับความลึก 0.30 ม. – 0.60 ม.

เมื่อ U = 1.08 Btu / $h.ft^2.F$

T_{air} = 28.85 C

T_{soil} = 28.40 C

จากสมการ Q = $UA\Delta T$

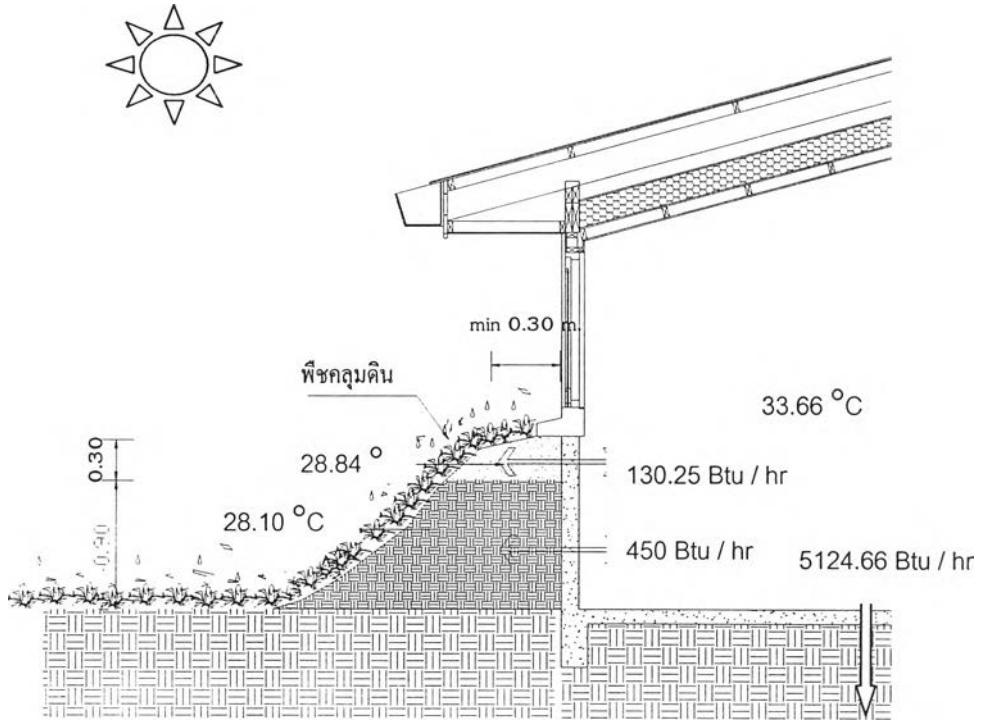
= 1.08 * 1 * (28.85 – 28.40)

= 0.49 Btu / h

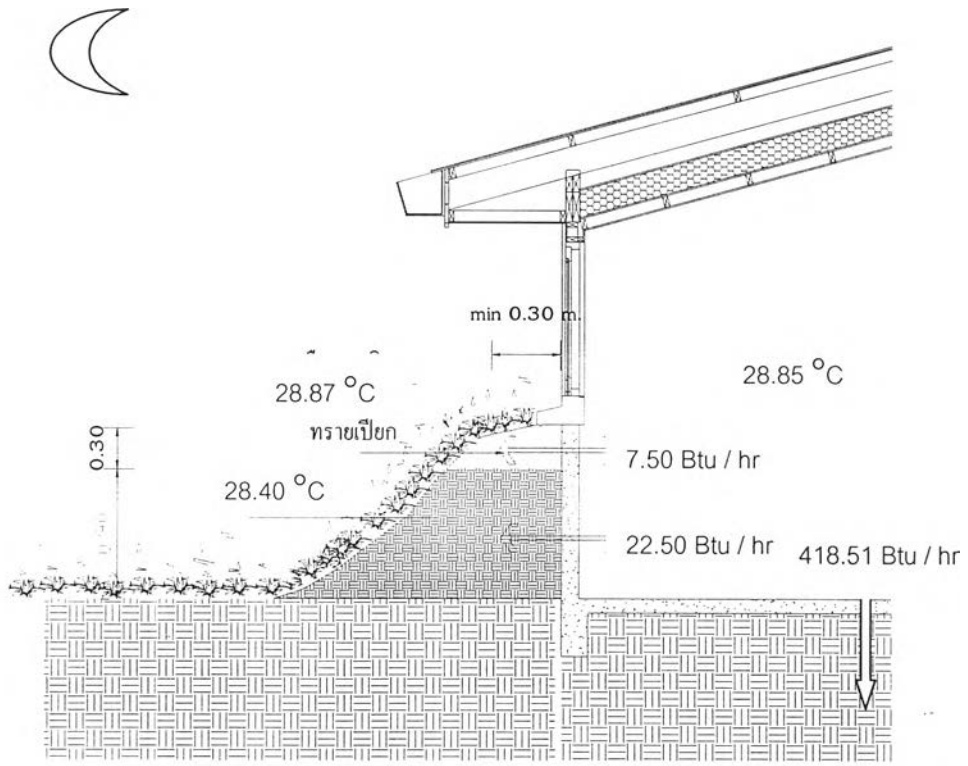
เมื่อพิจารณาพื้นที่ผิวอาคารส่วนสัมผัสดิน สามารถสรุปค่าการถ่ายเทพลังงานความร้อนภายในอาคารสู่มวลสารดิน ได้ดังนี้

ตารางที่ 4 - 3 แสดงปริมาณพลังงานความร้อนภายในอาคารที่สูญเสียสู่มวลสารดิน เมื่อใช้คอนกรีตเป็นผิวอาคาร

พื้นที่ส่วนสัมผัสดิน	พื้นที่		พลังงานความร้อนที่สูญเสียสู่ดิน (Btu / h)	
	sq.m	sq.ft	กลางวัน	กลางคืน
พื้น	76.87	854.11	5124.66	418.51
ผนัง				
- ส่วนบน (0 - 0.30 ม.)	2.25	25	130.25	7.5
- ส่วนล่าง (0.30 - 1.20 ม.)	6.75	75	450	22.5
รวม			5704.91	448.51



ภาพที่ 4 - 1 แสดงการถ่ายเทพลังงานความร้อนภายในอาคารสู่มวลสารดินเมื่อใช้คอนกรีตเป็นวัสดุผิวอาคารสัมผัสดิน ในช่วงเวลากลางวัน



ภาพที่ 4 - 2 แสดงการถ่ายเทพลังงานความร้อนภายในอาคารสู่มวลสารดินเมื่อใช้คอนกรีตเป็นวัสดุผิวอาคารสัมผัสดิน ในช่วงเวลากลางคืน

ในกรณีที่ใช้คอนกรีตเป็นวัสดุผิวอาคารส่วนสัมผัสดิน จะสามารถถ่ายเทความร้อนภายในอาคารซึ่งเกิดจากอัตราการเผาผลาญพลังงานความร้อนจากคน ออกสู่มวลสารดินในช่วงเวลากลางวันได้ 5,704.91 Btu / hr. ซึ่งคิดเป็น 45.63 เปอร์เซ็นต์ของความร้อนภายในอาคาร

ในขณะที่เวลากลางคืนซึ่งไม่มีผู้ใช้อาคารและอุณหภูมิภายในอาคารใกล้เคียงกับอุณหภูมิดิน อาคารสูญเสียความร้อนสู่ดิน 448.51 Btu / hr

จากผลสรุปดังกล่าว แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มในการใช้มวลสารดินเพื่อปรุงแต่งสภาวะน่าสบายภายในอาคารได้ ซึ่งนอกจากจะเป็นการใช้ประโยชน์จากธรรมชาติที่มีอยู่รอบตัวแล้ว แล้วยังโดยวิธีดังกล่าวยังช่วยการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ