

## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ผลการวิจัย

การศึกษาการใช้สวนหลังคาเพื่อลดการถ่ายเทความร้อน เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ผลกระทบของตัวแปรต่างๆที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาตาดฟ้าอาคาร โดยทำการศึกษ ตัวแปรทางธรรมชาติที่มีผลต่อพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาตาดฟ้าอาคาร ตามสมมติฐานการวิจัย ดังนี้

1. การศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาตาดฟ้าอาคารระหว่างหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุมกับหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินแห้ง
2. การศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาตาดฟ้าอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีความชื้นภายในดินแตกต่างกัน
3. การศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาตาดฟ้าอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปราศจากสิ่งปกคลุมกับผิวดินที่มีวัสดุปกคลุม
4. การศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาตาดฟ้าอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในร่มและผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดด
5. การศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาตาดฟ้าอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ในที่โล่งและผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ใต้ต้นไม้

จากการกำหนดรูปแบบการศึกษาข้างต้นได้กำหนดตัวแปรที่ทำการศึกษาไว้ 2 ชนิด คือ ตัวแปรที่เก็บข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ และตัวแปรที่นำมาศึกษาพฤติกรรมในการถ่ายเทความร้อน ดังนี้

#### ตัวแปรที่เก็บข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์

1. อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร (Out Side Temperature) ที่ความสูง 1.00 เมตรจากพื้นสวนบนหลังคา ประกอบด้วย
  - 1.1 อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb Temperature)
  - 1.2 อุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet Bulb Temperature)
2. อุณหภูมิอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Temperature) ประกอบด้วย
  - 2.1 อุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่ระดับ +1.50 เมตรจากระดับพื้นอาคาร
  - 2.2 อุณหภูมิอากาศภายในอาคารเหนือระดับฝ้าเพดาน

3. อุณหภูมิที่ผิวดิน
4. อุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 0.60 เมตรจากผิวดิน
5. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคาร
6. ความเร็วลม (Wind Speed) ที่ระดับเหนือผิวดิน
7. ปริมาณการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ (Solar Radiation)

### ตัวแปรที่นำมาศึกษาพฤติกรรมในการถ่ายเทความร้อน ได้แก่

1. การศึกษาอิทธิพลของดิน ได้กำหนดตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา ดังนี้
  - 1.1 หลังคาตาดฟ้าอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุม
  - 1.2 หลังคาตาดฟ้าอาคารที่ปกคลุมด้วยดิน
2. การศึกษาสภาพความชื้นภายในดิน ได้กำหนดตัวแปรในการศึกษา ดังนี้
  - 2.1 ดินแห้ง(สภาพดินที่ปราศจากการรดน้ำ)
  - 2.2 ดินเปียก (สภาพดินที่รดน้ำ)
3. การศึกษาสภาพผิวดิน ได้กำหนดตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา ดังนี้
  - 3.1 ดินเปียกที่ปราศจากสิ่งปกคลุม
  - 3.2 ดินเปียกที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้า
  - 3.3 ดินเปียกที่ผิวดินปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน
4. การศึกษาสภาพแวดล้อมเหนือดิน ได้กำหนดตัวแปรในการศึกษา ดังนี้
  - 4.1 ดินเปียกที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่ง
  - 4.2 ดินเปียกที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าใต้ไม้พุ่ม
  - 4.3 ดินเปียกที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าใต้ต้นไม้
5. การศึกษาอิทธิพลจากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ได้กำหนดตัวแปรในการศึกษา ดังนี้
  - 5.1 ดินเปียกที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในร่ม
  - 5.2 ดินเปียกที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดด

จากนั้นจะเป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาตาดฟ้าอาคารโดยใช้การเปรียบเทียบเชิงสถิติ ดังนี้

1. การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาตาดฟ้าอาคารระหว่างหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุมกับหลังคาอาคารที่มีการใช้ดินปกคลุม
2. การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาตาดฟ้าอาคารระหว่างหลังคาอาคารที่มีความชื้นภายในดินแตกต่างกัน

3. การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาตาดฟ้าอาคารระหว่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปราศจากสิ่งปกคลุมกับผิวดินที่มีวัสดุปกคลุม
4. การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาตาดฟ้าอาคารระหว่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในร่มและผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดด
5. การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาตาดฟ้าอาคารระหว่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ในโรงและผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่นอกโรง

จากนั้นเป็นการวิเคราะห์ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาโดยการใช้สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย ประกอบด้วย

1. การวิเคราะห์ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาที่ปราศจากสิ่งปกคลุม
2. การวิเคราะห์ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาที่ปกคลุมด้วยดินแห้ง
3. การวิเคราะห์ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาที่ปกคลุมด้วยดินเปียก
4. การวิเคราะห์ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้า
5. การวิเคราะห์ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาที่ผิวดินปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน
6. การวิเคราะห์ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าใต้ไม้พุ่ม
7. การวิเคราะห์ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าใต้ต้นไม้
8. การวิเคราะห์ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดด

### ข้อจำกัดในระยะเวลาการวิจัย

การวิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลแต่ละการทดลองทุก 30 นาที เป็นเวลา 36 ชั่วโมงติดต่อกันโดยทำการเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 1 เดือน ตั้งแต่ วันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2542 ถึง วันที่ 21 มีนาคม 2542 ดังนั้นผลการวิจัยที่ได้จากการเก็บข้อมูลจึงเป็นข้อมูลในช่วงเวลาดังกล่าวเท่านั้น

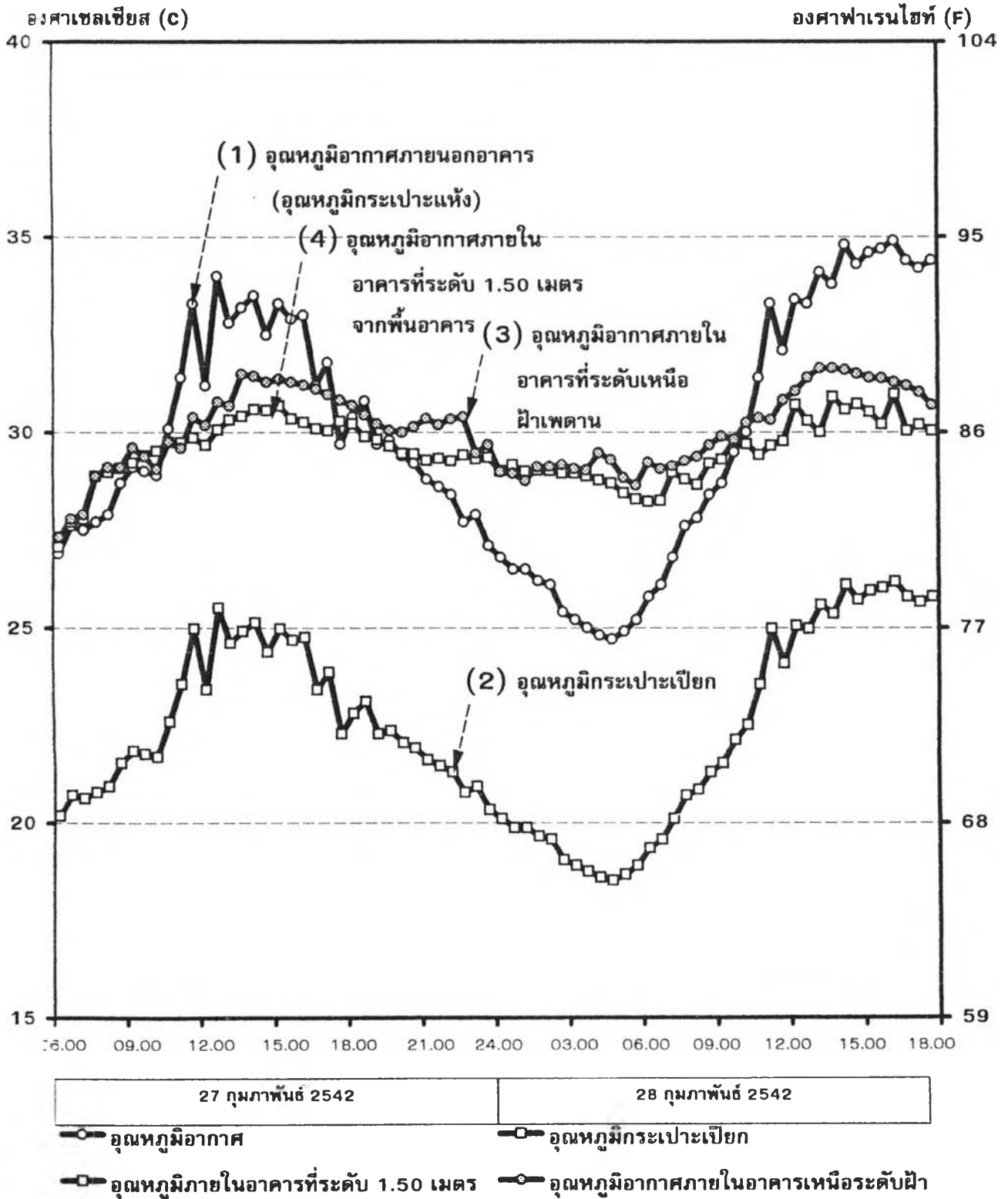
### ข้อจำกัดในการศึกษาตัวแปร

การวิจัยจำเป็นต้องจำกัดตัวแปรที่ทำการศึกษาให้สามารถศึกษาได้ในระยะเวลาที่จำกัด ดังนั้นจึงได้ศึกษาเฉพาะตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในอาคาร อิทธิพลของดิน สภาพความชื้นภายในดิน สภาพผิวดิน สภาพแวดล้อมเหนือดิน อิทธิพลจากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์และความเร็วลม เท่านั้น

### ข้อจำกัดในการวิเคราะห์ผลการวิจัย

การวิจัยเป็นการวิจัยในระบบเปิด คือ ทำการเก็บข้อมูลจากอาคารกรณีศึกษาที่มีการถ่ายเทความร้อนจากสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารโดยตรงและโดยอ้อม และไม่มีการป้องกันความร้อนจากผนังและหลังคาอาคาร ดังนั้นผลการวิจัยอาจผิดพลาดได้ด้วยอิทธิพลจากตัวแปรอื่นที่ไม่ได้ทำการศึกษา

แผนภูมิที่ 1.1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่ระดับ 1.50 เมตรจากพื้นอาคารและระดับเหนือฝ้าเพดานกับอุณหภูมิอากาศ เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 6.00 น. ถึง วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 18.00 น.



## การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารและอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร

จากแผนภูมิที่ 1.1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารที่ระดับ 1.00 เมตรจากระดับพื้นสวนหลังคา คือ อุณหภูมิกระเปาะแห้งและอุณหภูมิกระเปาะเปียก กับอุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่ระดับ 1.50 เมตร จากระดับพื้นอาคารและระดับเหนือฝ้าเพดาน สามารถสรุปพฤติกรรมของการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้ ดังนี้

1. อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร (อุณหภูมิกระเปาะแห้ง) ที่ระดับ 1.00 เมตร จากพื้นสวนหลังคา

อุณหภูมิสูงสุดที่  $34.90^{\circ}\text{C}$  ที่เวลา 16.30 น.

อุณหภูมิต่ำสุดที่  $24.70^{\circ}\text{C}$  ที่เวลา 4.30 น.

อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ  $29.81^{\circ}\text{C}$

ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด เท่ากับ  $10.20^{\circ}\text{C}$

2. อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร (อุณหภูมิกระเปาะเปียก) ที่ระดับ 1.00 เมตร จากพื้นสวนหลังคา

อุณหภูมิสูงสุดที่  $26.18^{\circ}\text{C}$  ที่เวลา 16.30 น.

อุณหภูมิต่ำสุดที่  $18.52^{\circ}\text{C}$  ที่เวลา 4.30 น.

อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ  $22.36^{\circ}\text{C}$

ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด เท่ากับ  $7.66^{\circ}\text{C}$

3. อุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่ระดับ 1.50 เมตร จากพื้นอาคาร

อุณหภูมิสูงสุดที่  $30.98^{\circ}\text{C}$  ที่เวลา 16.30 น.

อุณหภูมิต่ำสุดที่  $27.07^{\circ}\text{C}$  ที่เวลา 6.00 น.

อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ  $29.52^{\circ}\text{C}$

ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด เท่ากับ  $2.88^{\circ}\text{C}$

4. อุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่ระดับเหนือฝ้าเพดาน

อุณหภูมิสูงสุดที่  $31.65^{\circ}\text{C}$  ที่เวลา 13.00 น.

อุณหภูมิต่ำสุดที่  $27.32^{\circ}\text{C}$  ที่เวลา 6.00 น.

อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ  $30.05^{\circ}\text{C}$

ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด เท่ากับ  $4.33^{\circ}\text{C}$

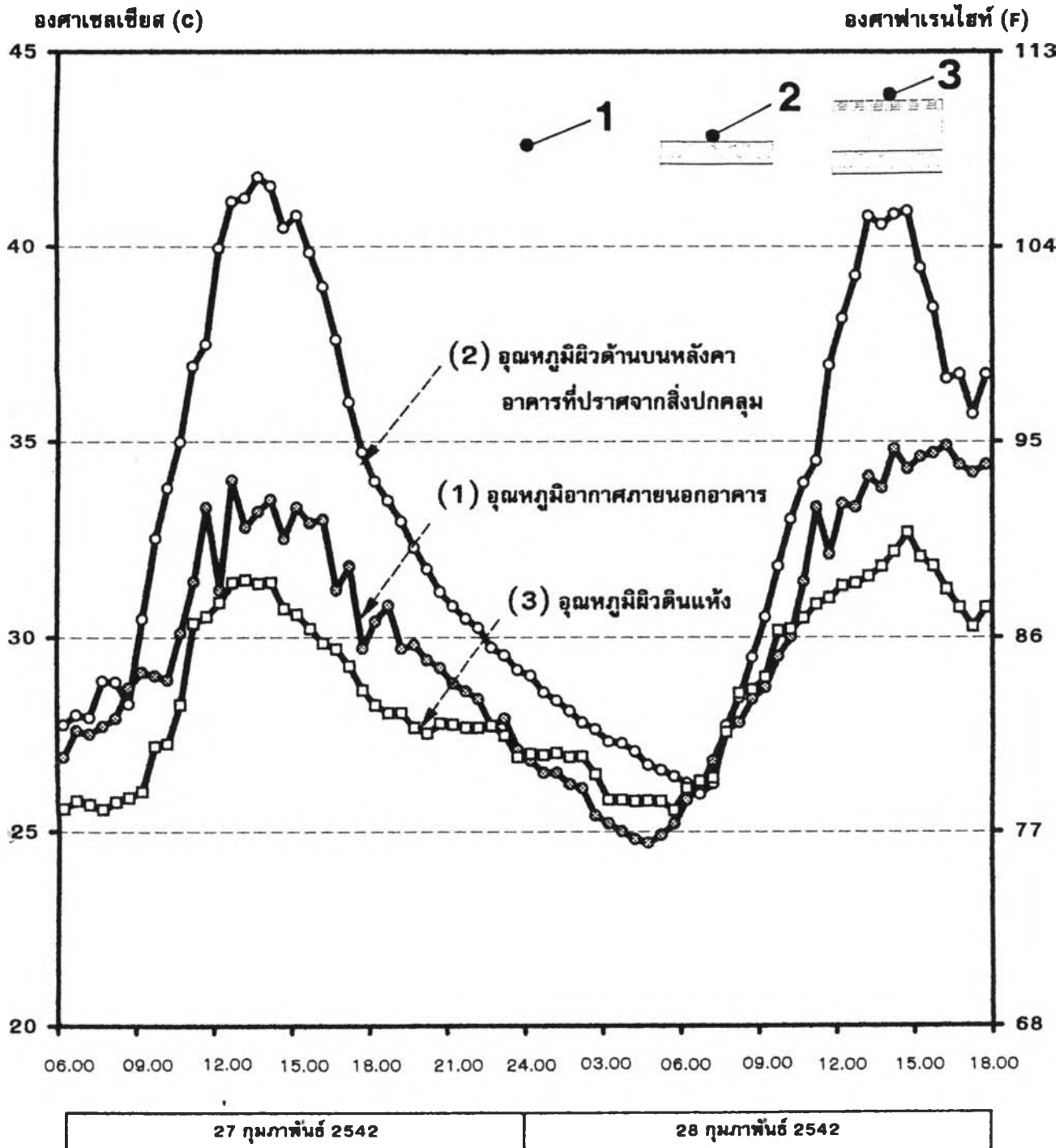
จากแผนภูมิแสดงว่า การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศภายในอาคารและอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกัน โดยอุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่ระดับ 1.50 เมตรจากพื้นอาคารมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร  $0.29\text{ }^{\circ}\text{C}$  โดยมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารในช่วงเวลา 9.00 น. ถึง 20.30 น. และมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารในช่วงเวลา 21.00 น. ถึง 8.30 น. ของวันถัดไป

โดยที่อุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่ระดับ 1.50 เมตร จากพื้นอาคารจะมีความคงที่มากกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร คือมีค่าความแตกต่างของอุณหภูมิ เท่ากับ  $2.28\text{ }^{\circ}\text{C}$  ในขณะที่อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารมีค่าความแตกต่างของอุณหภูมิเท่ากับ  $10.20\text{ }^{\circ}\text{C}$

นอกจากนี้อุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่ระดับ 1.50 เมตร จากพื้นอาคารมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่ระดับเหนือฝ้าเพดาน เนื่องจากอุณหภูมิภายในอาคารที่ระดับเหนือฝ้าเพดานได้รับอิทธิพลจากอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารในช่วงเวลากลางวันและอิทธิพลจากการถ่ายเทความร้อนจากหลังคาอาคารจึงทำให้มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่ระดับ 1.50 เมตร และมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร  $0.24\text{ }^{\circ}\text{C}$

แผนภูมิที่ 1.2 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านบนหลังคาอาคารที่  
ปราศจากสิ่งปกคลุม อุณหภูมิผิวดินแห้ง กับอุณหภูมิอากาศ

เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 6.00 น. ถึง วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 18.00 น.



○ อุณหภูมิอากาศ   ○ อุณหภูมิผิวด้านบนหลังคา   □ อุณหภูมิผิวดินแห้ง

จากแผนภูมิที่ 1.2 พบว่า อุณหภูมิผิวดินแห้งมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าอุณหภูมิผิวด้านบนหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุมและอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารเกือบตลอดวัน โดยผิวหลังคาที่ปราศจากสิ่งปกคลุมมีอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 42 องศาเซลเซียส และผิวดินแห้งมีอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 33 องศาเซลเซียส แสดงว่าหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุมมีการสะสมความร้อนไว้มาก เนื่องจากมีการดูดกลืนความร้อนสูงกว่าผิวดินแห้งจึงมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าอุณหภูมิผิวดินแห้งและอุณหภูมิอากาศ



## การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านบนหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุม อุณหภูมิผิวดินแห้งกับอุณหภูมิอากาศ

จากแผนภูมิที่ 1.2 การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านบนหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุม อุณหภูมิผิวดินแห้งกับอุณหภูมิอากาศสามารถสรุปพฤติกรรมของอุณหภูมิ ได้ดังนี้

1. อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร (อุณหภูมิกระเปาะแห้ง) ที่ระดับ 1.00 เมตร จากพื้นสวนหลังคา

อุณหภูมิสูงสุดที่ 34.90 °C ที่เวลา 16.30 น.

อุณหภูมิต่ำสุดที่ 24.70 °C ที่เวลา 4.30 น.

อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 29.81 °C

ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 10.20 °C

2. อุณหภูมิผิวด้านบนหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุม

อุณหภูมิสูงสุดที่ 41.79 °C ที่เวลา 13.00 น.

อุณหภูมิต่ำสุดที่ 25.95 °C ที่เวลา 6.30 น.

อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 33.08 °C

ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 15.84 °C

3. อุณหภูมิผิวดินแห้ง

อุณหภูมิสูงสุดที่ 32.66 °C ที่เวลา 14.30 น.

อุณหภูมิต่ำสุดที่ 25.53 °C ที่เวลา 5.30 น.

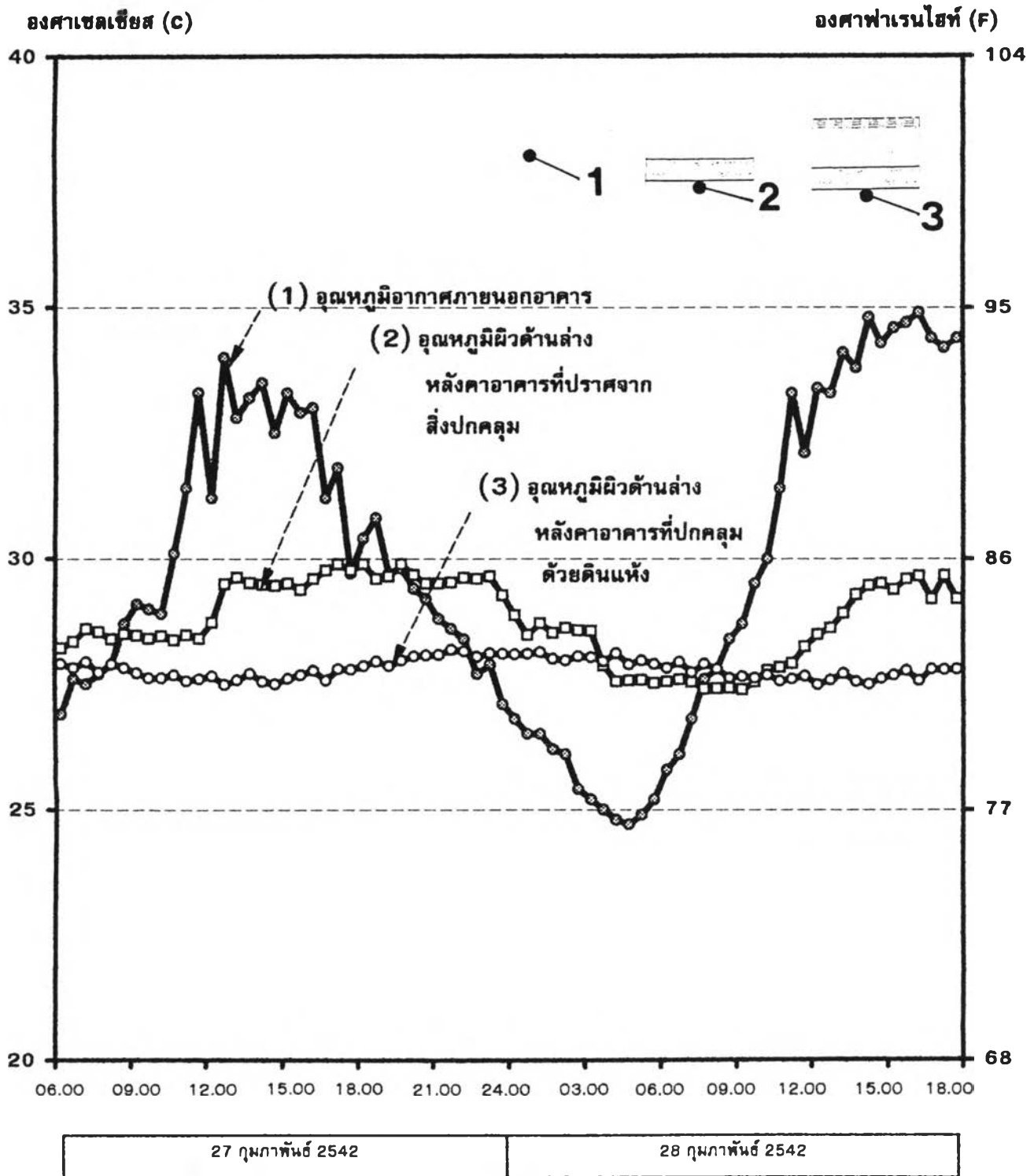
อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 28.58 °C

ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 7.13 °C

จากแผนภูมิแสดงว่า อุณหภูมิผิวดินแห้งมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าอุณหภูมิผิวด้านบนหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุมและอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารเกือบตลอดวัน โดยผิวหลังคาที่ปราศจากสิ่งปกคลุมมีอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 42 องศาเซลเซียสและผิวดินแห้งมีอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 33 องศาเซลเซียส แสดงว่า หลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุมมีการสะสมความร้อนไว้มาก เนื่องจากมีการดูดกลืนความร้อนสูงกว่าดินแห้ง จึงมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าอุณหภูมิผิวดินแห้งและอุณหภูมิอากาศ

**แผนภูมิที่ 1.3 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคาร  
ที่ปราศจากสิ่งปกคลุม ปกคลุมด้วยดินแห้งกับอุณหภูมิอากาศ**

เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 6.00 น. ถึง วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 18.00 น.



◆ อุณหภูมิอากาศ    □ อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคา    ◇ อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาที่ปกคลุมด้วยดินแห้ง

จากแผนภูมิที่ 1.3 พบว่า อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินแห้งมีอุณหภูมิเกือบคงที่ที่ประมาณ 28 องศาเซลเซียส ต่ำกว่าอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุมที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 29 องศาเซลเซียสและมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้อยกว่า แสดงว่าการใช้วัสดุปกคลุมหลังคาเปรียบเสมือนฉนวนป้องกันความร้อนให้แก่หลังคาอาคาร และเป็นการเพิ่มมวลสารให้แก่หลังคาอาคารจึงทำให้มีอุณหภูมิคงที่มากขึ้น

## การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุม ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินแห้ง กับอุณหภูมิอากาศ

จากแผนภูมิที่ 1.3 การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุม ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินแห้งกับอุณหภูมิอากาศ สามารถสรุปพฤติกรรมของอุณหภูมิ ได้ดังนี้

1. อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร (อุณหภูมิกระเปาะแห้ง) ที่ระดับ 1.00 เมตร จากพื้นสวนหลังคา

อุณหภูมิสูงสุดที่ 34.90 °C ที่เวลา 16.30 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 24.70 °C ที่เวลา 4.30 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 29.81 °C  
 ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 10.20 °C

2. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุม

อุณหภูมิสูงสุดที่ 29.89 °C ที่เวลา 17.00 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 27.40 °C ที่เวลา 9.00 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 28.77 °C  
 ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 2.49 °C

3. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินแห้ง

อุณหภูมิสูงสุดที่ 28.19 °C ที่เวลา 1.00 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 27.49 °C ที่เวลา 12.30 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 27.80 °C  
 ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 0.70 °C

จากแผนภูมิแสดงว่า อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินแห้งมีอุณหภูมิเกือบคงที่ที่ประมาณ 28 องศาเซลเซียสต่ำกว่าอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุมที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 29 องศาเซลเซียสและมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้อยกว่า แสดงว่า การใช้วัสดุปกคลุมหลังคาเปรียบเสมือนฉนวนป้องกันความร้อนให้แก่หลังคาอาคาร และเป็น การเพิ่มมวลสารให้แก่หลังคาอาคาร จึงทำให้มีอุณหภูมิคงที่มากขึ้นและมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุมตลอดเวลา

## สมมติฐานการวิจัย

หลังคาตาดฟ้าอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุมและหลังคาตาดฟ้าอาคารที่มีการใช้ดินปกคลุม หลังคาอาคารมีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารแตกต่างกัน

ตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบ

1. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุม
2. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินแห้ง

การทดสอบสมมติฐานการวิจัยได้ตั้งสมมติฐาน ดังนี้

สมมติฐานว่าง ( $H_0$ )	=	อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุมกับอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินมีอุณหภูมิไม่แตกต่างกัน
		$\mu_0 = \mu_1$
สมมติฐานแย้ง ( $H_1$ )	=	อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุมกับอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินมีอุณหภูมิแตกต่างกัน
		$\mu_0 \neq \mu_1$
กำหนดค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ		0.01
การเลือกตัวสถิติสำหรับการทดสอบ		T-Test

## การคำนวณค่าตัวสถิติ

## t-Test: Paired Two Sample for Means

	หลังคาปราศจากสิ่งปกคลุม	ดินแห้ง
Mean	28.774	27.805
Variance	0.637836845	0.039126563
Observations	72	72
Pearson Correlation	0.027538517	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	71	
t Stat	10.05912093	
P(T<=t) one-tail	1.33926E-15	
t Critical one-tail	2.380020305	
P(T<=t) two-tail	<b>2.67852E-15</b>	
t Critical two-tail	2.646866051	

ตารางที่ 1.1 แสดงการวิเคราะห์ค่าตัวสถิติในการทดสอบสมมติฐานการวิจัยของหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุมกับหลังคาที่มีการใช้ดินปกคลุมหลังคาอาคาร

## การสรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบข้อมูลทางสถิติสามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังนี้

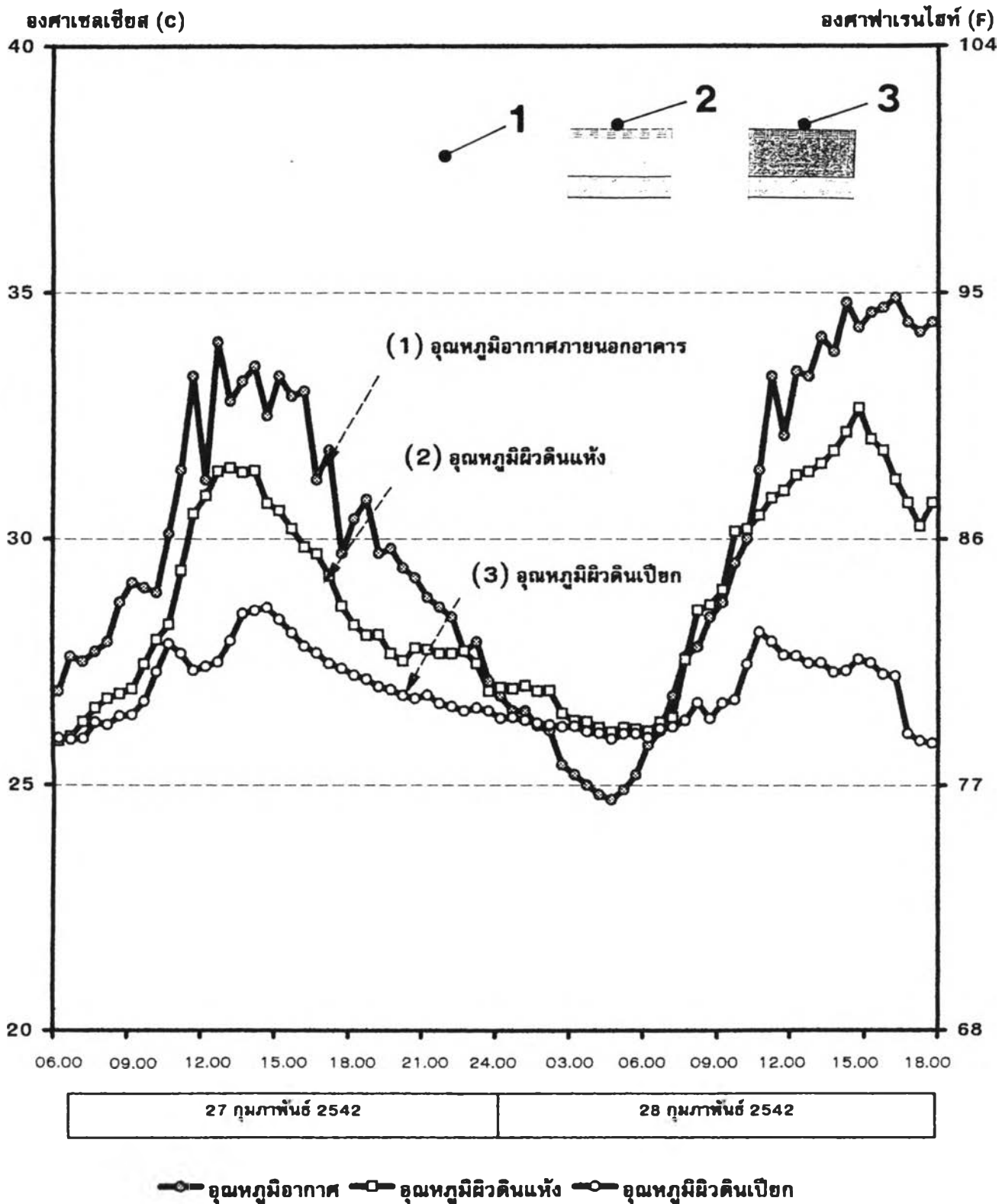
ค่าสถิติที่ได้จากการทดสอบ  $2.67852E-15$

ค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

จากการทดสอบค่าสถิติพบว่า ค่าสถิติที่ได้จากการทดสอบมีค่าเท่ากับ  $2.67852E-15$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐานว่างและยอมรับสมมติฐานแย้ง สรุปได้ว่า อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารปราศจากสิ่งปกคลุมมีอุณหภูมิแตกต่างจากอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่มีการใช้ดินปกคลุมหลังคาอาคาร

## แผนภูมิที่ 1.4 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวดินแห้ง อุณหภูมิผิวดินเปียกกับอุณหภูมิอากาศ

เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 6.00 น. ถึง วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 18.00 น.



จากแผนภูมิที่ 1.4 พบว่า อุณหภูมิผิวดินเปียกมีอุณหภูมิเกือบคงที่ตลอดเวลาโดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 27 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิผิวดินแห้งและอุณหภูมิอากาศที่มีอุณหภูมิเฉลี่ย 29 และ 30 องศาเซลเซียสตลอดเวลา เนื่องจากดินเปียกจะมีการระเหยของน้ำและคายความร้อนจากผิวดินสู่สภาพแวดล้อม และดินเปียกมีค่าความจุความร้อนที่มากกว่าดินแห้งจึงทำให้ผิวดินเปียกมีอุณหภูมิเกือบคงที่และต่ำกว่าผิวดินแห้ง

## การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวดินแห้ง อุณหภูมิผิวดินเปียก กับอุณหภูมิอากาศ

จากแผนภูมิที่ 1.4 การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวดินแห้ง อุณหภูมิผิวดินเปียกกับอุณหภูมิอากาศ สามารถสรุปพฤติกรรมของอุณหภูมิ ได้ดังนี้

1. อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร (อุณหภูมิกระเปาะแห้ง) ที่ระดับ 1.00 เมตร จากพื้นสวนหลังคา

อุณหภูมิสูงสุดที่ 34.90 °C ที่เวลา 16.30 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 24.70 °C ที่เวลา 4.30 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 29.81 °C  
 ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด  
 เท่ากับ 10.20 °C

2. อุณหภูมิผิวดินแห้ง

อุณหภูมิสูงสุดที่ 32.66 °C ที่เวลา 14.30 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 25.53 °C ที่เวลา 5.30 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 28.58 °C  
 ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด  
 เท่ากับ 7.13 °C

3. อุณหภูมิผิวดินเปียก

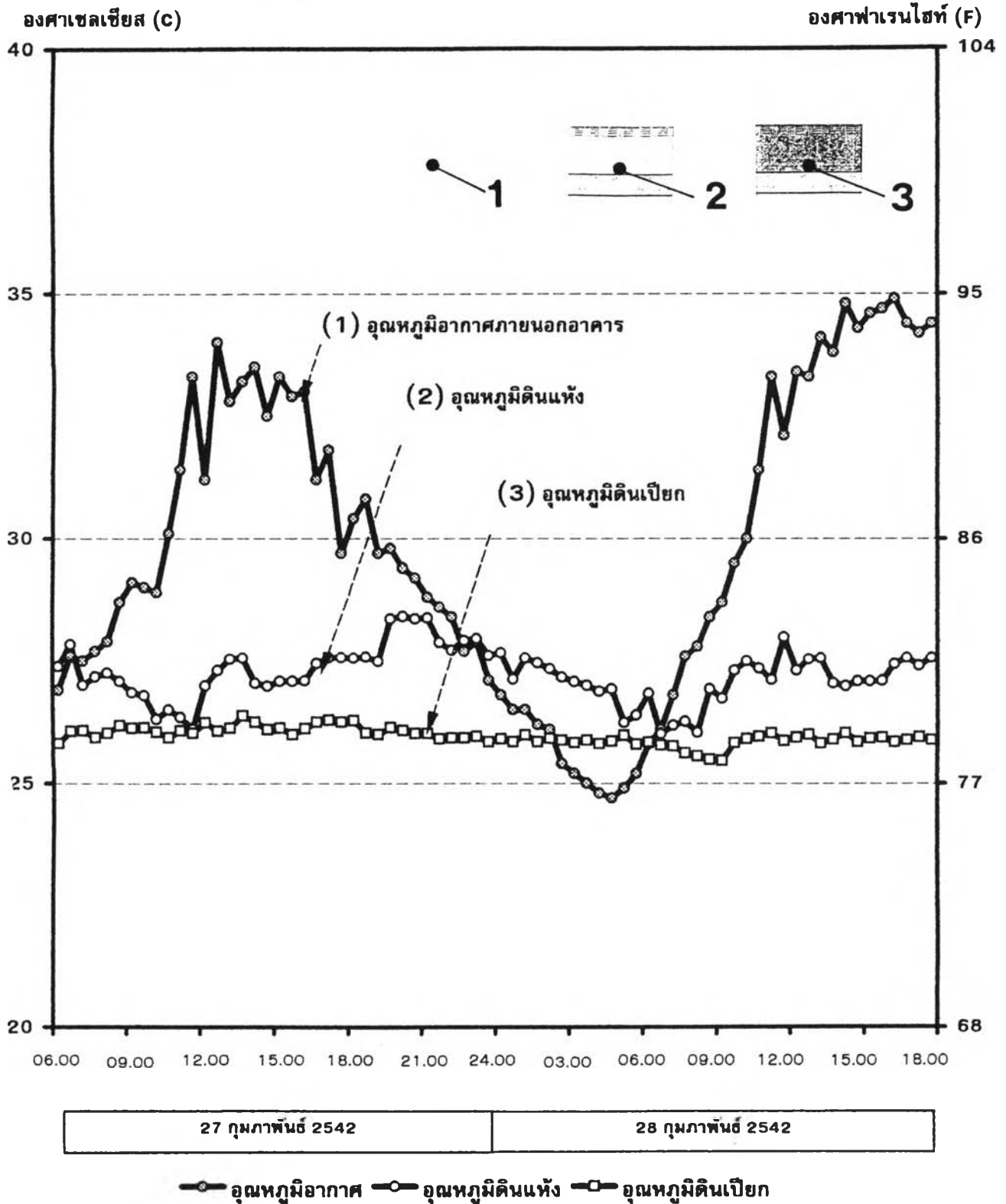
อุณหภูมิสูงสุดที่ 28.59 °C ที่เวลา 15.00 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 25.85 °C ที่เวลา 5.00 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.90 °C  
 ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด  
 เท่ากับ 2.74 °C

จากแผนภูมิแสดงว่า อุณหภูมิผิวดินเปียกมีอุณหภูมิเกือบคงที่ตลอดเวลาโดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 27 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิผิวดินแห้งและอุณหภูมิอากาศที่มีอุณหภูมิเฉลี่ย 29 และ 30 องศาเซลเซียสตลอดเวลา เนื่องจาก ดินเปียกจะมีการระเหยของน้ำ และคายความร้อนจากผิวดินสู่สภาพแวดล้อมและดินเปียกมีค่าความจุความร้อนที่มากกว่าดินแห้ง จึงทำให้ผิวดินเปียกมีอุณหภูมิเกือบคงที่และต่ำกว่าผิวดินแห้ง

# แผนภูมิที่ 1.5 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิดินแห้งและดินเปียกกับ

## อุณหภูมิอากาศ

เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 6.00 น. ถึง วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 18.00 น.



จากแผนภูมิที่ 1.5 พบว่า อุณหภูมิดินเปียกมีอุณหภูมิเกือบคงที่ที่ประมาณ 27 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิต่ำกว่าและมีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าดินแห้งที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 27.2 องศาเซลเซียส แสดงว่าความชื้นที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ดินมีค่าความจุความร้อนมากขึ้นส่งผลให้ดินเปียกมีอุณหภูมิต่ำที่ และดินเปียกมีการระเหยของน้ำและการคายความร้อนจากดินสู่สภาพแวดล้อมจึงทำให้มีอุณหภูมิต่ำกว่าดินแห้ง



## การเปรียบเทียบอุณหภูมิดินที่มีสภาพเป็นดินแห้งและดินที่มีสภาพเป็นดินเปียกกับอุณหภูมิอากาศ

จากแผนภูมิที่ 1.5 การเปรียบเทียบอุณหภูมิดินที่มีสภาพเป็นดินแห้ง และดินที่มีสภาพเป็นดินเปียกกับอุณหภูมิกอากาศ สามารถสรุปพฤติกรรมของอุณหภูมิ ได้ดังนี้

1. อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร (อุณหภูมิกระเปาะแห้ง) ที่ระดับ 1.00 เมตร จากพื้นสวนหลังคา

อุณหภูมิสูงสุดที่ 34.90 °C ที่เวลา 16.30 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 24.70 °C ที่เวลา 4.30 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 29.81 °C  
 ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 10.20 °C

2. อุณหภูมิดินที่มีสภาพเป็นดินแห้ง

อุณหภูมิสูงสุดที่ 28.42 °C ที่เวลา 20.00 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 26.01 °C ที่เวลา 6.30 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 27.21 °C  
 ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 2.42 °C

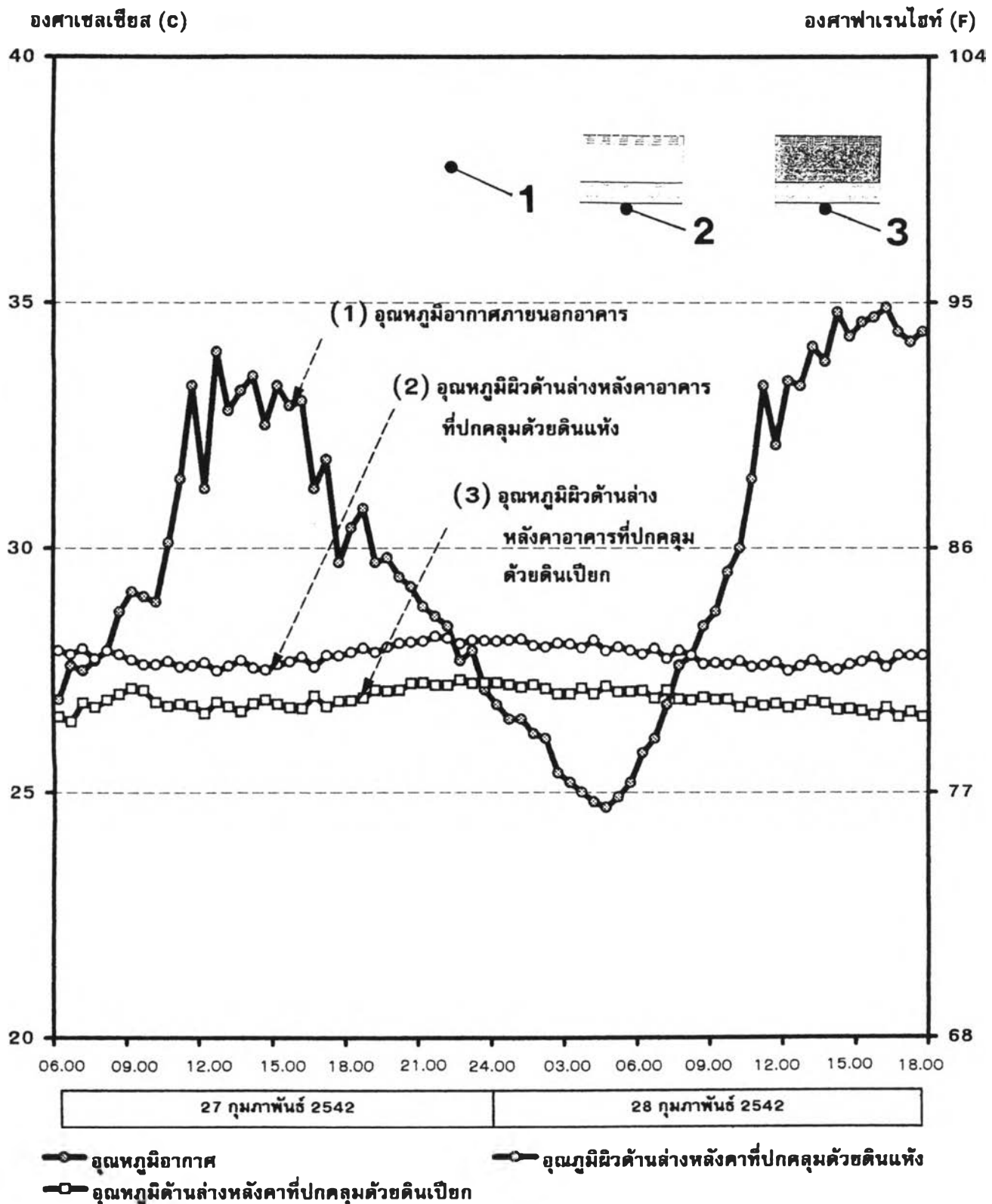
3. อุณหภูมิดินที่มีสภาพเป็นดินเปียก

อุณหภูมิสูงสุดที่ 26.93 °C ที่เวลา 13.00 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 25.79 °C ที่เวลา 9.00 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.21 °C  
 ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 1.14 °C

จากแผนภูมิแสดงว่า อุณหภูมิดินเปียกมีอุณหภูมิเกือบคงที่ที่ประมาณ 26 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิต่ำกว่าและมีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าดินแห้งที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 27 องศาเซลเซียส แสดงว่า ความชื้นที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ดินมีค่าความจุความร้อนมากขึ้นส่งผลให้ดินเปียกมีอุณหภูมิคงที่และดินเปียกมีการระเหยของน้ำและการคายความร้อนจากดินสู่สภาพแวดล้อม จึงทำให้มีอุณหภูมิต่ำกว่าดินแห้ง

### แผนภูมิที่ 1.6 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคาร ที่ปกคลุมด้วยดินแห้งและปกคลุมด้วยดินเปียกกับอุณหภูมิอากาศ

เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 6.00 น. ถึง วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 18.00 น.



จากแผนภูมิที่ 1.6 พบว่า อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกมีอุณหภูมิเกือบคงที่ที่ประมาณ 27 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินแห้งที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 28 องศาเซลเซียสตลอดเวลา เนื่องจากดินเปียกมีอุณหภูมิต่ำกว่าดินแห้ง จึงมีการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างดินที่มีอุณหภูมิต่ำกว่ากับหลังคาอาคารมากกว่าดินแห้ง จึงทำให้หลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกมีอุณหภูมิต่ำกว่า

## การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินแห้ง ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินเปียกกับอุณหภูมิอากาศ

จากแผนภูมิที่ 1.6 การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินแห้ง ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินเปียกกับอุณหภูมิอากาศ สามารถสรุปพฤติกรรมของอุณหภูมิ ได้ดังนี้

1. อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร (อุณหภูมิกระเปาะแห้ง) ที่ระดับ 1.00 เมตร จากพื้นสวนหลังคา

อุณหภูมิสูงสุดที่ 34.90 °C ที่เวลา 16.30 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 24.70 °C ที่เวลา 4.30 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 29.81 °C  
 ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 10.20 °C

2. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินแห้ง

อุณหภูมิสูงสุดที่ 28.19 °C ที่เวลา 1.00 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 27.49 °C ที่เวลา 12.30 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 27.80 °C  
 ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 0.70 °C

3. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพที่มีสภาพเป็นดินเปียก

อุณหภูมิสูงสุดที่ 27.30 °C ที่เวลา 22.30 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 26.45 °C ที่เวลา 6.30 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.92 °C  
 ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 0.85 °C

จากแผนภูมิแสดงว่า อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกมีอุณหภูมิเกือบคงที่ที่ประมาณ 27 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินแห้งที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 28 องศาเซลเซียสตลอดเวลา เนื่องจาก ดินเปียกมีอุณหภูมิต่ำกว่าดินแห้ง จึงมีการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างดินที่มีอุณหภูมิต่ำกว่ากับหลังคาอาคารมากกว่าดินแห้ง จึงทำให้หลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกมีอุณหภูมิต่ำกว่า

## สมมติฐานการวิจัย

หลังคาตาดฟ้าอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีความชื้นภายในดินแตกต่างกันมีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารแตกต่างกัน

ตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบ

1. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินแห้ง
2. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินเปียก

การทดสอบสมมติฐานการวิจัยได้ตั้งสมมติฐาน ดังนี้

สมมติฐานว่าง ( $H_0$ ) = อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินแห้งกับอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินเปียกมีอุณหภูมิไม่แตกต่างกัน

$$\mu_0 = \mu_1$$

สมมติฐานแย้ง ( $H_1$ ) = อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินแห้งกับอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินเปียกมีอุณหภูมิแตกต่างกัน

$$\mu_0 \neq \mu_1$$

กำหนดค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

การเลือกตัวสถิติสำหรับการทดสอบ T-Test

## การคำนวณค่าตัวสถิติ

**t-Test: Paired Two Sample for Means**

	ดินแห้ง	ดินเปียก
Mean	27.805	26.911
Variance	0.0391266	0.04239127
Observations	72	72
Pearson Correlation	0.6314162	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	71	
t Stat	43.71552	
P(T<=t) one-tail	2.257E-53	
t Critical one-tail	2.3800203	
P(T<=t) two-tail	4.51E-53	
t Critical two-tail	2.6468661	

ตารางที่ 1.2 แสดงการวิเคราะห์ค่าตัวสถิติในการทดสอบสมมติฐานการวิจัยของหลังคาที่ปกคลุมด้วยดินที่มีความชื้นภายในดินแตกต่างกัน

## การสรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบข้อมูลทางสถิติสามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังนี้

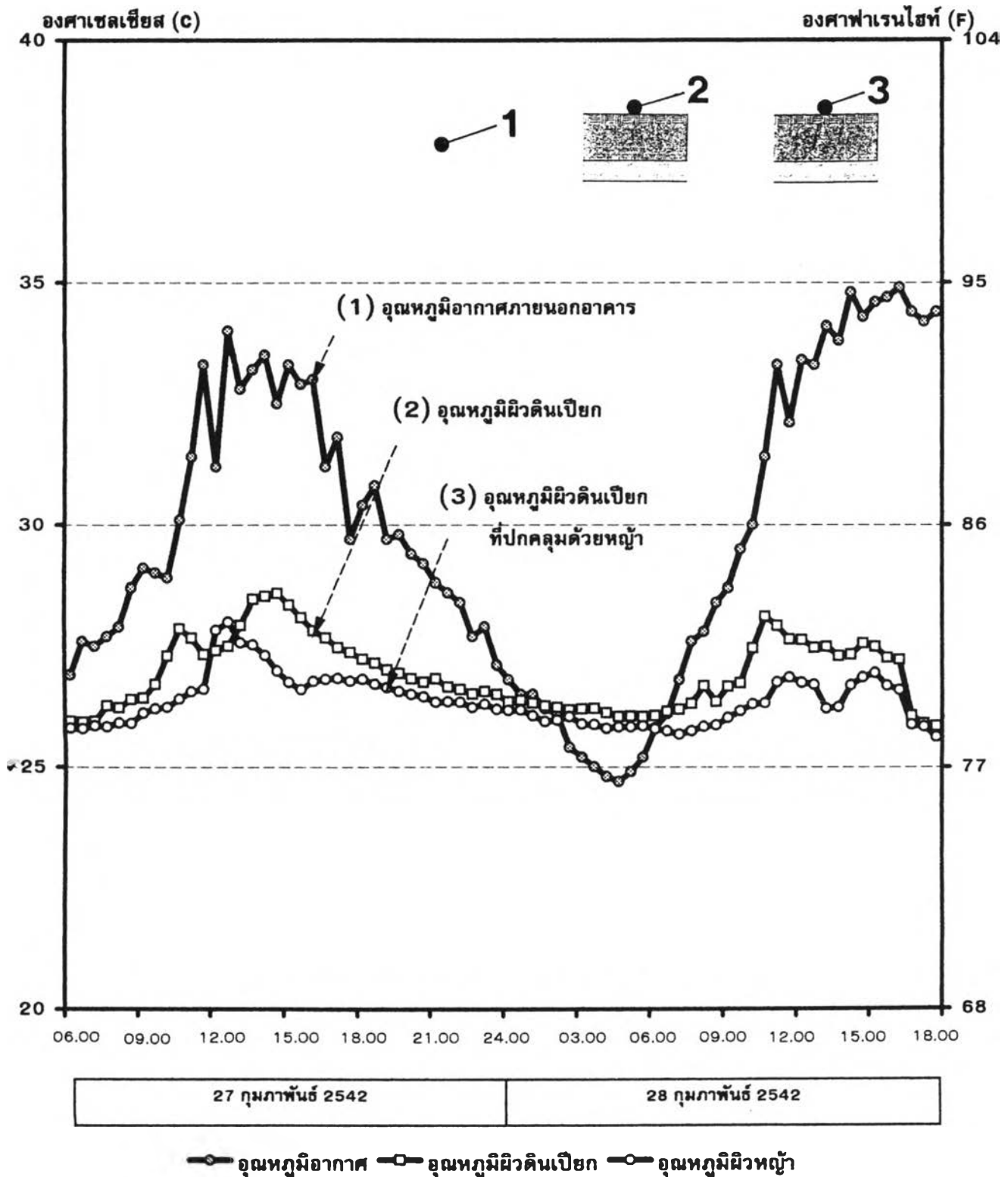
ค่าสถิติที่ได้จากการทดสอบ 4.51E-53

ค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

จากการทดสอบค่าสถิติพบว่า ค่าสถิติที่ได้จากการทดสอบมีค่าเท่ากับ 4.51E-53 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐานว่างและยอมรับสมมติฐานแย้ง สรุปได้ว่า อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีความชื้นภายในดินแตกต่างกันมีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารแตกต่างกัน

## แผนภูมิที่ 1.7 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวดินเปียก และดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้ากับอุณหภูมิอากาศ

เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 6.00 น. ถึง วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 18.00 น.



จากแผนภูมิที่ 1.7 พบว่า อุณหภูมิผิวดินเปียกที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้ามียุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิผิวดินเปียกแต่มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าโดยมีอุณหภูมิประมาณ 26.4 องศาเซลเซียสในขณะที่ผิวดินเปียกมีอุณหภูมิประมาณ 27 องศาเซลเซียส แสดงว่าการมีวัสดุปกคลุมผิวดินเป็นเสมือนฉนวนป้องกันความร้อนให้แก่ดิน ซึ่งจะส่งผลให้มีการเหนี่ยวนำความเย็นลงสู่ดินและช่วยให้ดินมีอุณหภูมิที่ต่ำลงได้

## การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวดินเปียก อุณหภูมิผิวดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้ากับ อุณหภูมิอากาศ

จากแผนภูมิที่ 1.7 การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวดินเปียก อุณหภูมิผิวดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้ากับอุณหภูมิอากาศสามารถสรุปพฤติกรรมของอุณหภูมิ ได้ดังนี้

1. อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร (อุณหภูมิกระเปาะแห้ง) ที่ระดับ 1.00 เมตร  
จากพื้นสวนหลังคา

อุณหภูมิสูงสุดที่ 34.90 °C ที่เวลา 16.30 น.  
อุณหภูมิต่ำสุดที่ 24.70 °C ที่เวลา 4.30 น.  
อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 29.81 °C  
ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด  
เท่ากับ 10.20 °C

2. อุณหภูมิผิวดินเปียก

อุณหภูมิสูงสุดที่ 28.59 °C ที่เวลา 15.00 น.  
อุณหภูมิต่ำสุดที่ 25.85 °C ที่เวลา 5.00 น.  
อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.90 °C  
ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด  
เท่ากับ 2.74 °C

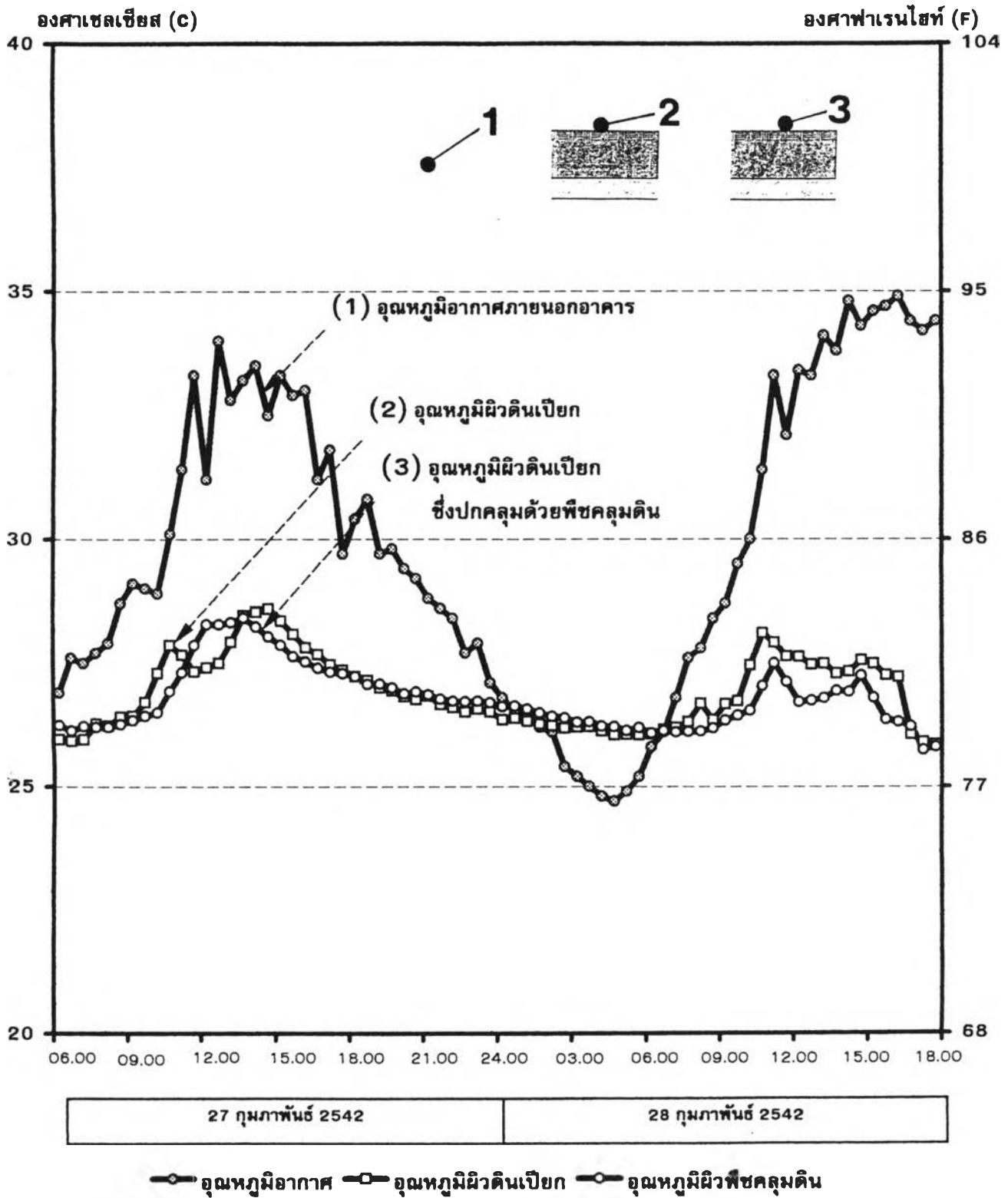
3. อุณหภูมิผิวดินเปียกที่ปกคลุมด้วยหญ้า

อุณหภูมิสูงสุดที่ 28.03 °C ที่เวลา 13.00 น.  
อุณหภูมิต่ำสุดที่ 25.62 °C ที่เวลา 6.00 น.  
อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.36 °C  
ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด  
เท่ากับ 2.41 °C

จากแผนภูมิแสดงว่า อุณหภูมิผิวดินเปียกที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้ามียุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิผิวดินเปียกแต่มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าโดยมีอุณหภูมิประมาณ 26.4 องศาเซลเซียสในขณะที่ผิวดินเปียกมีอุณหภูมิประมาณ 27 องศาเซลเซียส แสดงว่า การมีวัสดุปกคลุมผิวดินเป็นเสมือนฉนวนป้องกันความร้อนให้แก่ดิน ซึ่งจะส่งผลให้มีการเหนี่ยวนำความเย็นลงสู่ดินและช่วยให้ดินมีอุณหภูมิที่ต่ำลงได้

**แผนภูมิที่ 1.8 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวดินเปียก และดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยพืชคลุมดินกับอุณหภูมิอากาศ**

เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 6.00 น. ถึง วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 18.00 น.



จากแผนภูมิที่ 1.8 พบว่า อุณหภูมิผิวดินเปียกที่ผิวดินปกคลุมด้วยพืชคลุมดินมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิผิวดินเปียกแต่มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าโดยมีอุณหภูมิประมาณ 26.7 องศาเซลเซียสในขณะที่ผิวดินเปียกมีอุณหภูมิประมาณ 27 องศาเซลเซียส แสดงว่าการมีวัสดุปกคลุมผิวดินเป็นเสมือนฉนวนป้องกันความร้อนให้แก่ดิน ซึ่งจะส่งผลให้มีการเหนี่ยวนำความเย็นลงสู่ดินและช่วยให้ดินมีอุณหภูมิที่ต่ำลงได้



## การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวดินเปียก อุณหภูมิผิวดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยพืชคลุมดินกับ อุณหภูมิอากาศ

จากแผนภูมิที่ 1.8 การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวดินเปียก อุณหภูมิผิวดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยพืชคลุมดินกับอุณหภูมิอากาศสามารถสรุปพฤติกรรมของอุณหภูมิ ได้ดังนี้

1. อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร (อุณหภูมิกระเปาะแห้ง) ที่ระดับ 1.00 เมตร จากพื้นสวนหลังคา

อุณหภูมิสูงสุดที่ 34.90 °C ที่เวลา 16.30 น.  
อุณหภูมิต่ำสุดที่ 24.70 °C ที่เวลา 4.30 น.  
อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 29.81 °C  
ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด เท่ากับ 10.20 °C

2. อุณหภูมิผิวดินเปียก

อุณหภูมิสูงสุดที่ 28.59 °C ที่เวลา 15.00 น.  
อุณหภูมิต่ำสุดที่ 25.85 °C ที่เวลา 5.00 น.  
อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.90 °C  
ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด เท่ากับ 2.74 °C

3. อุณหภูมิผิวดินเปียกที่ปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน

อุณหภูมิสูงสุดที่ 28.41 °C ที่เวลา 13.00 น.  
อุณหภูมิต่ำสุดที่ 25.74 °C ที่เวลา 6.00 น.  
อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.7 °C  
ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด เท่ากับ 2.67 °C

จากแผนภูมิแสดงว่า อุณหภูมิผิวดินเปียกที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้ามีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิผิวดินเปียกแต่มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าโดยมีอุณหภูมิประมาณ 26.7 องศาเซลเซียสในขณะที่ผิวดินเปียกมีอุณหภูมิประมาณ 27 องศาเซลเซียส แสดงว่า การมีวัสดุปกคลุมผิวดินเป็นเสมือนฉนวน ป้องกันความร้อนให้แก่ดิน ซึ่งจะส่งผลให้มีการเหนี่ยวนำความเย็นลงสู่ดินและช่วยให้ดินมีอุณหภูมิที่ต่ำลงได้



## การเปรียบเทียบอุณหภูมิดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าและปกคลุมด้วยพีชคลุมดินกับอุณหภูมิอากาศ

จากแผนภูมิที่ 1.9 การเปรียบเทียบอุณหภูมิดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าและปกคลุมด้วยพีชคลุมดินกับอุณหภูมิอากาศสามารถสรุปพฤติกรรมของอุณหภูมิ ได้ดังนี้

1. อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร (อุณหภูมิกระเปาะแห้ง) ที่ระดับ 1.00 เมตร จากพื้นสวนหลังคา

อุณหภูมิสูงสุดที่ 34.90 °C ที่เวลา 16.30 น.

อุณหภูมิต่ำสุดที่ 24.70 °C ที่เวลา 4.30 น.

อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 29.81 °C

ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 10.20 °C

2. อุณหภูมิผิวดินเปียกที่ปกคลุมด้วยหญ้า

อุณหภูมิสูงสุดที่ 28.03 °C ที่เวลา 13.00 น.

อุณหภูมิต่ำสุดที่ 25.62 °C ที่เวลา 6.00 น.

อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.36 °C

ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 2.41 °C

3. อุณหภูมิผิวดินเปียกที่ปกคลุมด้วยพีชคลุมดิน

อุณหภูมิสูงสุดที่ 28.41 °C ที่เวลา 13.00 น.

อุณหภูมิต่ำสุดที่ 25.74 °C ที่เวลา 6.00 น.

อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.7 °C

ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 2.67 °C

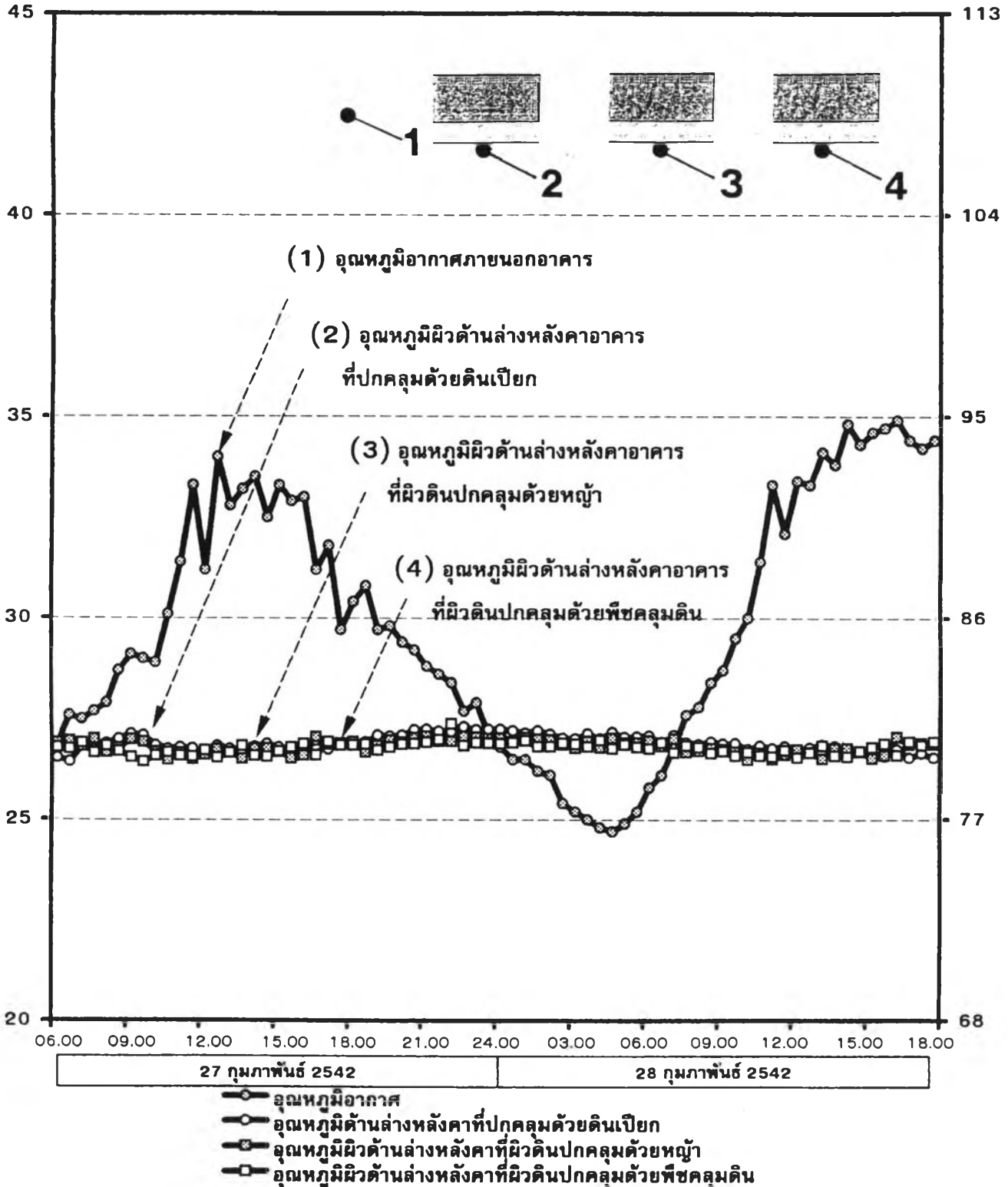
จากแผนภูมิแสดงว่า อุณหภูมิผิวดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าและปกคลุมด้วยพีชคลุมดินมีอุณหภูมิเกือบคงที่ที่ประมาณ 26.4 และ 26.7 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แสดงว่า การที่มีวัสดุปกคลุมผิวหลังคาอาคารจะช่วยป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์และการสะสมความร้อนที่หลังคาอาคารได้ และการที่หญ้าและพีชคลุมดินปกคลุมผิวดินเสมือนเป็นฉนวนป้องกันความร้อนให้แก่ดิน ซึ่งจะส่งผลให้มีการเหนี่ยวนำความเย็นลงสู่ดินและช่วยให้ดินมีอุณหภูมิที่ต่ำลง

แผนภูมิที่ 1.10 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคาร  
ที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งปราศจากสิ่งปกคลุม ปกคลุมด้วยหญ้า  
พืชคลุมดินกับอุณหภูมิอากาศ

เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 6.00 น. ถึง วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 18.00 น.

องศาเซลเซียส (C)

องศาฟาเรนไฮต์ (F)



จากแผนภูมิที่ 1.10 พบว่า อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าและพืชคลุมดินมีอุณหภูมิเกือบคงที่ที่ประมาณ 26.8 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าหลังคาที่ปกคลุมด้วยดินเปียกที่ผิวดินปราศจากสิ่งปกคลุมซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 27 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารในช่วงเวลากลางวันสูงกว่าในเวลากลางคืนและไม่มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามอุณหภูมิอากาศ

## การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งผิวดินปราศจากสิ่งปกคลุม ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าและพืชคลุมดินกับอุณหภูมิอากาศ

จากแผนภูมิที่ 1.10 การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งผิวดินปราศจากสิ่งปกคลุม ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าและพืชคลุมดินกับอุณหภูมิอากาศสามารถสรุปพฤติกรรมของอุณหภูมิ ได้ดังนี้

1. อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร (อุณหภูมิกระเปาะแห้ง) ที่ระดับ 1.00 เมตร จากพื้นสวนหลังคา

อุณหภูมิสูงสุดที่ 34.90 °C ที่เวลา 16.30 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 24.70 °C ที่เวลา 4.30 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 29.81 °C  
 ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 10.20 °C

2. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพที่มีสภาพเป็นดินเปียก

อุณหภูมิสูงสุดที่ 27.30 °C ที่เวลา 22.30 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 26.45 °C ที่เวลา 6.30 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.92 °C  
 ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 0.85 °C

3. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินเปียกปกคลุมด้วยหญ้า

อุณหภูมิสูงสุดที่ 27.08 °C ที่เวลา 22.30 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 26.49 °C ที่เวลา 10.00 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.81 °C  
 ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 0.59 °C

4. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินเปียกปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน

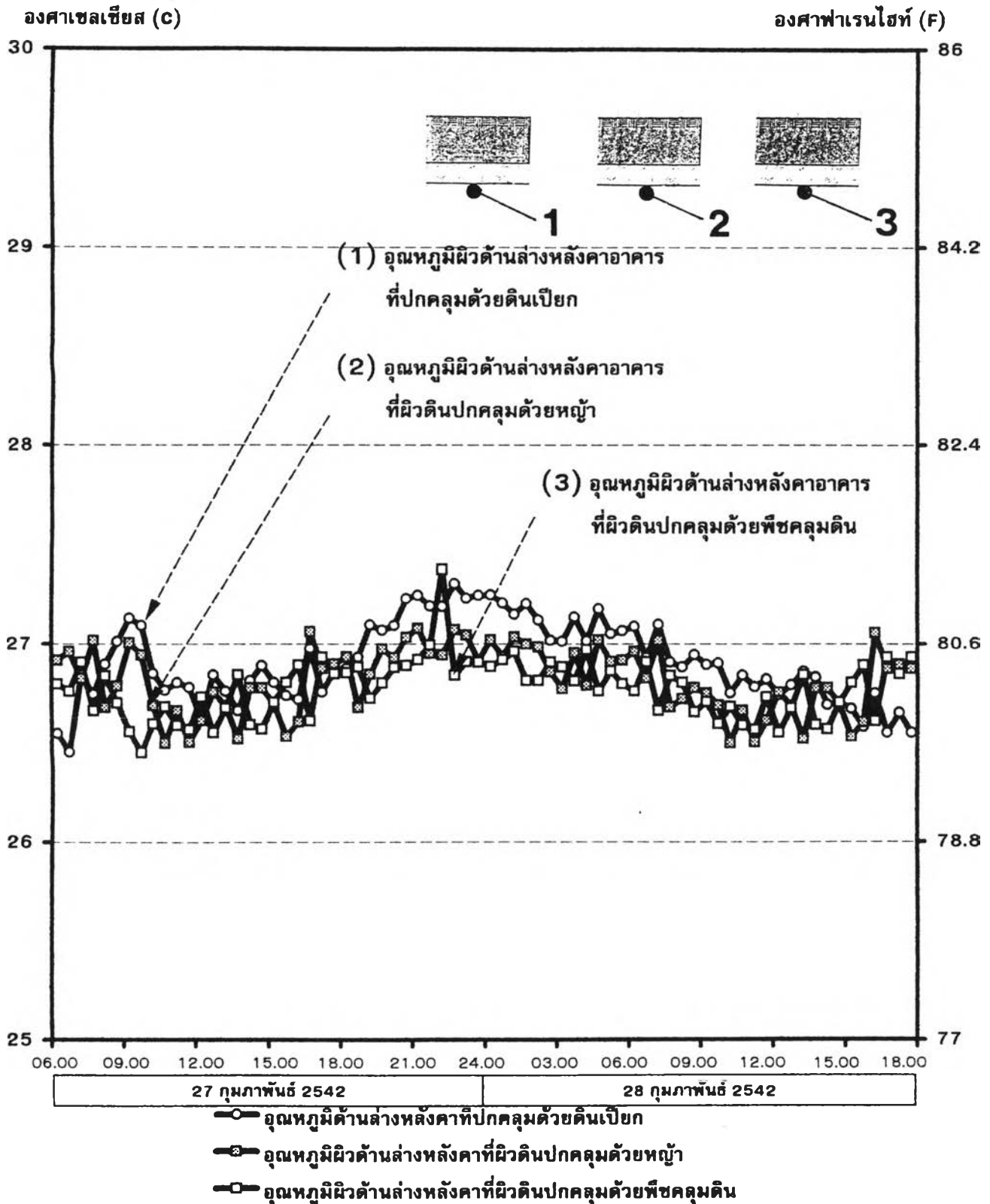
อุณหภูมิสูงสุดที่ 27.37 °C ที่เวลา 22.00 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 26.45 °C ที่เวลา 9.30 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.77 °C  
 ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 0.92 °C

จากแผนภูมิแสดงว่า อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าและพืชคลุมดินมีอุณหภูมิเกือบคงที่ที่ประมาณ 26.8 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าหลังคาที่ปกคลุมด้วยดินเปียกที่ผิวดินปราศจากสิ่งปกคลุมซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ

27 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารในช่วงเวลากลางวัน สูงกว่าในเวลากลางคืนและไม่มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามอุณหภูมิอากาศ แสดงว่า การมีวัสดุปกคลุมหลังคาอาคารเป็นเสมือนฉนวนป้องกันความร้อนให้แก่หลังคาอาคาร และการมีวัสดุคลุมดินจะช่วยป้องกันความร้อนให้แก่ผิวดินเมื่อผิวดินเย็นลงก็ทำให้มีการเหนี่ยวนำความเย็นลงสู่ดิน และมีผลต่อการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างหลังคาอาคารกับดิน จึงทำให้หลังคาอาคารมีอุณหภูมิต่ำลง

แผนภูมิที่ 1.11 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคาร  
ที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งปราศจากสิ่งปกคลุม ปกคลุมด้วยหญ้า  
และพืชคลุมดิน

เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 6.00 น. ถึง วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 18.00 น.



จากแผนภูมิที่ 1.11 พบว่า อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าและพืชคลุมดินผิวดินมีอุณหภูมิเกือบคงที่ที่ประมาณ 26.8 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าหลังคาที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งผิวดินปราศจากสิ่งปกคลุมที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ประมาณ 27 องศาเซลเซียส แสดงว่าการมีวัสดุคลุมดินจะช่วยป้องกันความร้อนให้แก่ผิวดินเมื่อผิวดินเย็นลงก็ทำให้มีการเหนี่ยวนำความเย็นลงสู่ดิน และมีผลต่อการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างหลังคาอาคารกับดินที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า จึงทำให้หลังคาอาคารมีอุณหภูมิต่ำลง

## การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งผิวดินปราศจากสิ่งปกคลุมกับผิวดินซึ่งปกคลุมด้วยหญ้าและพืชคลุมดิน

จากแผนภูมิที่ 1.11 การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งผิวดินปราศจากสิ่งปกคลุมกับผิวดินซึ่งปกคลุมด้วยหญ้าและพืชคลุมดิน สามารถสรุปพฤติกรรมของอุณหภูมิ ได้ดังนี้

1. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพที่มีสภาพเป็นดินเปียก
  - อุณหภูมิสูงสุดที่ 27.30 °C ที่เวลา 22.30 น.
  - อุณหภูมิต่ำสุดที่ 26.45 °C ที่เวลา 6.30 น.
  - อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.92 °C
  - ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 0.85 °C
2. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินเปียกปกคลุมด้วยหญ้า
  - อุณหภูมิสูงสุดที่ 27.08 °C ที่เวลา 22.30 น.
  - อุณหภูมิต่ำสุดที่ 26.49 °C ที่เวลา 10.00 น.
  - อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.81 °C
  - ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 0.59 °C
9. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินเปียกปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน
  - อุณหภูมิสูงสุดที่ 27.37 °C ที่เวลา 22.00 น.
  - อุณหภูมิต่ำสุดที่ 26.45 °C ที่เวลา 9.30 น.
  - อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.77 °C
  - ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 0.92 °C

จากแผนภูมิแสดงว่า อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าและพืชคลุมดินมีอุณหภูมิเกือบคงที่ที่ประมาณ 26.8 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าหลังคาที่ปกคลุมด้วยดินเปียกที่ผิวดินปราศจากสิ่งปกคลุมซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 27 องศาเซลเซียส แสดงว่า การมีวัสดุปกคลุมหลังคาอาคารเป็นเสมือนฉนวนป้องกันความร้อนให้แก่หลังคาอาคาร และการมีวัสดุคลุมดินจะช่วยป้องกันความร้อนให้แก่ผิวดินเมื่อผิวดินเย็นลง ทำให้มีการเหนี่ยวนำความเย็นลงสู่ดิน และมีผลต่อการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างหลังคาอาคารกับดิน จึงทำให้หลังคาอาคารมีอุณหภูมิต่ำลง



## สมมติฐานการวิจัย

หลังคาตาดฟ้าอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปราศจากสิ่งปกคลุมกับผิวดินที่มีวัสดุคลุมดินมีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารแตกต่างกัน

ตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบ

1. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินเปียกซึ่งผิวดินปราศจากสิ่งปกคลุม
2. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้า

การทดสอบสมมติฐานการวิจัยได้ตั้งสมมติฐาน ดังนี้

สมมติฐานว่าง ( $H_0$ )	=	อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปราศจากสิ่งปกคลุมกับผิวดินที่มีวัสดุคลุมดินมีอุณหภูมิไม่แตกต่างกัน
		$\mu_0 = \mu_1$
สมมติฐานแย้ง ( $H_1$ )	=	อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปราศจากสิ่งปกคลุมกับผิวดินที่มีวัสดุคลุมดินมีอุณหภูมิแตกต่างกัน
		$\mu_0 \neq \mu_1$
กำหนดค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ		0.01
การเลือกตัวสถิติสำหรับการทดสอบ		T-Test

## การคำนวณค่าตัวสถิติ

## t-Test: Paired Two Sample for Means

	ดินเปียก	หญ้า
Mean	26.911	26.813
Variance	0.0423913	0.028595805
Observations	72	72
Pearson Correlation	0.5818834	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	71	
t Stat	4.7700348	
P(T<=t) one-tail	4.769E-06	
t Critical one-tail	2.3800203	
P(T<=t) two-tail	9.5E-06	
t Critical two-tail	2.6468661	

ตารางที่ 1.3 แสดงการวิเคราะห์ค่าตัวสถิติในการทดสอบสมมติฐานการวิจัยของหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปราศจากสิ่งปกคลุมกับผิวดินที่มีวัสดุคลุมดิน

## การสรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบข้อมูลทางสถิติสามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังนี้

ค่าสถิติที่ได้จากการทดสอบ 9.5E-06

ค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

จากการทดสอบค่าสถิติพบว่า ค่าสถิติที่ได้จากการทดสอบมีค่าเท่ากับ 9.5E-06 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐานว่างและยอมรับสมมติฐานแย้ง สรุปได้ว่า อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปราศจากสิ่งปกคลุมกับผิวดินที่มีวัสดุคลุมดินมีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารแตกต่างกัน

## สมมติฐานการวิจัย

หลังคาตาดฟ้าอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปราศจากสิ่งปกคลุมกับผิวดินที่มีวัสดุคลุมดินมีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารแตกต่างกัน

ตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบ

1. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินเปียกซึ่งผิวดินปราศจากสิ่งปกคลุม
2. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน

การทดสอบสมมติฐานการวิจัยได้ตั้งสมมติฐาน ดังนี้

สมมติฐานว่าง ( $H_0$ )	=	อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปราศจากสิ่งปกคลุมกับผิวดินที่มีวัสดุคลุมดินมีอุณหภูมิไม่แตกต่างกัน
		$\mu_0 = \mu_1$
สมมติฐานแย้ง ( $H_1$ )	=	อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปราศจากสิ่งปกคลุมกับผิวดินที่มีวัสดุคลุมดินมีอุณหภูมิแตกต่างกัน
		$\mu_0 \neq \mu_1$
กำหนดค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ		0.01
การเลือกตัวสถิติสำหรับการทดสอบ		T-Test

## การคำนวณค่าตัวสถิติ

**t-Test: Paired Two Sample for Means**

	ดินเปียก	พืชคลุมดิน
Mean	26.911	26.772
Variance	0.0423913	0.02264692
Observations	72	72
Pearson Correlation	0.2760592	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	71	
t Stat	5.3813909	
P(T<=t) one-tail	4.52E-07	
t Critical one-tail	2.3800203	
P(T<=t) two-tail	9.04E-07	
t Critical two-tail	2.6468661	

ตารางที่ 1.4 แสดงการวิเคราะห์ค่าตัวสถิติในการทดสอบสมมติฐานการวิจัยของหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปราศจากสิ่งปกคลุมกับผิวดินที่มีวัสดุคลุมดิน

## การสรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบข้อมูลทางสถิติสามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังนี้

ค่าสถิติที่ได้จากการทดสอบ 9.04E-07

ค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

จากการทดสอบค่าสถิติพบว่า ค่าสถิติที่ได้จากการทดสอบมีค่าเท่ากับ 9.04E-07 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐานว่างและยอมรับสมมติฐานแย้ง สรุปได้ว่า อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปราศจากสิ่งปกคลุมกับผิวดินที่มีวัสดุคลุมดินมีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารแตกต่างกัน

## สมมติฐานการวิจัย

หลังคาตาดฟ้าอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยวัสดุคลุมดินแตกต่างกัน  
มีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารแตกต่างกัน

ตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบ

1. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้า
2. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยพีชคลุมดิน

การทดสอบสมมติฐานการวิจัยได้ตั้งสมมติฐาน ดังนี้

สมมติฐานว่าง ( $H_0$ ) = อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยวัสดุคลุมดินแตกต่างกันมีอุณหภูมิไม่แตกต่างกัน

$$\mu_0 = \mu_1$$

สมมติฐานแย้ง ( $H_1$ ) = อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยวัสดุคลุมดินแตกต่างกันมีอุณหภูมิแตกต่างกัน

$$\mu_0 \neq \mu_1$$

กำหนดค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

การเลือกตัวสถิติสำหรับการทดสอบ T-Test

## การคำนวณค่าตัวสถิติ

## t-Test: Paired Two Sample for Means

	หญ้า	พืชคลุมดิน
Mean	26.813	26.772
Variance	0.028595605	0.022646923
Observations	72	72
Pearson Correlation	0.2594431	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	71	
t Stat	1.771697157	
P(T<=t) one-tail	0.040367844	
t Critical one-tail	2.380020305	
P(T<=t) two-tail	0.0807357	
t Critical two-tail	2.646866051	

ตารางที่ 1.5 แสดงการวิเคราะห์ค่าตัวสถิติในการทดสอบสมมติฐานการวิจัยของหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยวัสดุคลุมดินแตกต่างกัน

## การสรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบข้อมูลทางสถิติสามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังนี้

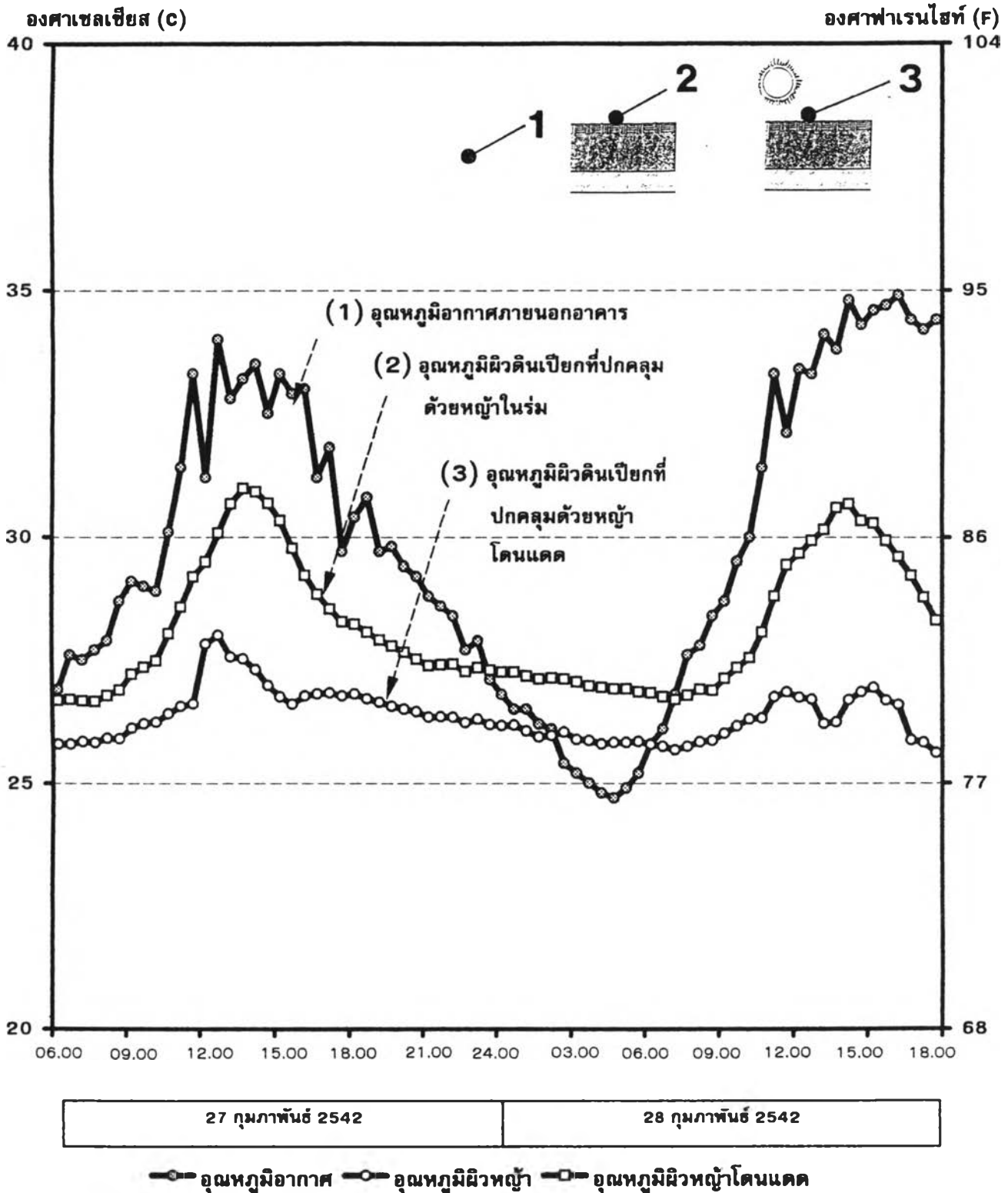
ค่าสถิติที่ได้จากการทดสอบ 0.0807357

ค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

จากการทดสอบค่าสถิติพบว่า ค่าสถิติที่ได้จากการทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.0807357 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐานว่างและปฏิเสธสมมติฐานแย้ง สรุปได้ว่า อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยวัสดุคลุมดินแตกต่างกัน มีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารไม่แตกต่างกัน

แผนภูมิที่ 1.12 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวดินเปียกที่ปกคลุมด้วยหญ้า  
 ในร่มและผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าที่โดนแดดกับอุณหภูมิอากาศ

เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 6.00 น. ถึง วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 18.00 น.



จากแผนภูมิที่ 1.12 พบว่า อุณหภูมิผิวดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในร่มมีอุณหภูมิต่ำกว่าผิวดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดดตลอดเวลาโดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 26.4 องศาเซลเซียส แสดงว่าการให้ร่มเงาแก่ผิวดินช่วยลดผลกระทบรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้จึงทำให้มีอุณหภูมิผิวดินต่ำกว่าผิวดินที่โดนแดด

## การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวดินเปียกที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในร่มและผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดดกับอุณหภูมิอากาศ

จากแผนภูมิที่ 1.12 การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวดินเปียกที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในร่มและผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดดกับอุณหภูมิอากาศ สามารถสรุปพฤติกรรมของอุณหภูมิได้ดังนี้

1. อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร (อุณหภูมิกระเปาะแห้ง) ที่ระดับ 1.00 เมตร จากพื้นสวนหลังคา

อุณหภูมิสูงสุดที่ 34.90 °C ที่เวลา 16.30 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 24.70 °C ที่เวลา 4.30 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 29.81 °C  
 ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 10.20 °C

2. อุณหภูมิผิวดินเปียกที่ปกคลุมด้วยหญ้าในร่ม

อุณหภูมิสูงสุดที่ 28.03 °C ที่เวลา 13.00 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 25.62 °C ที่เวลา 6.00 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.36 °C  
 ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 2.41 °C

3. อุณหภูมิผิวดินเปียกที่ปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดด

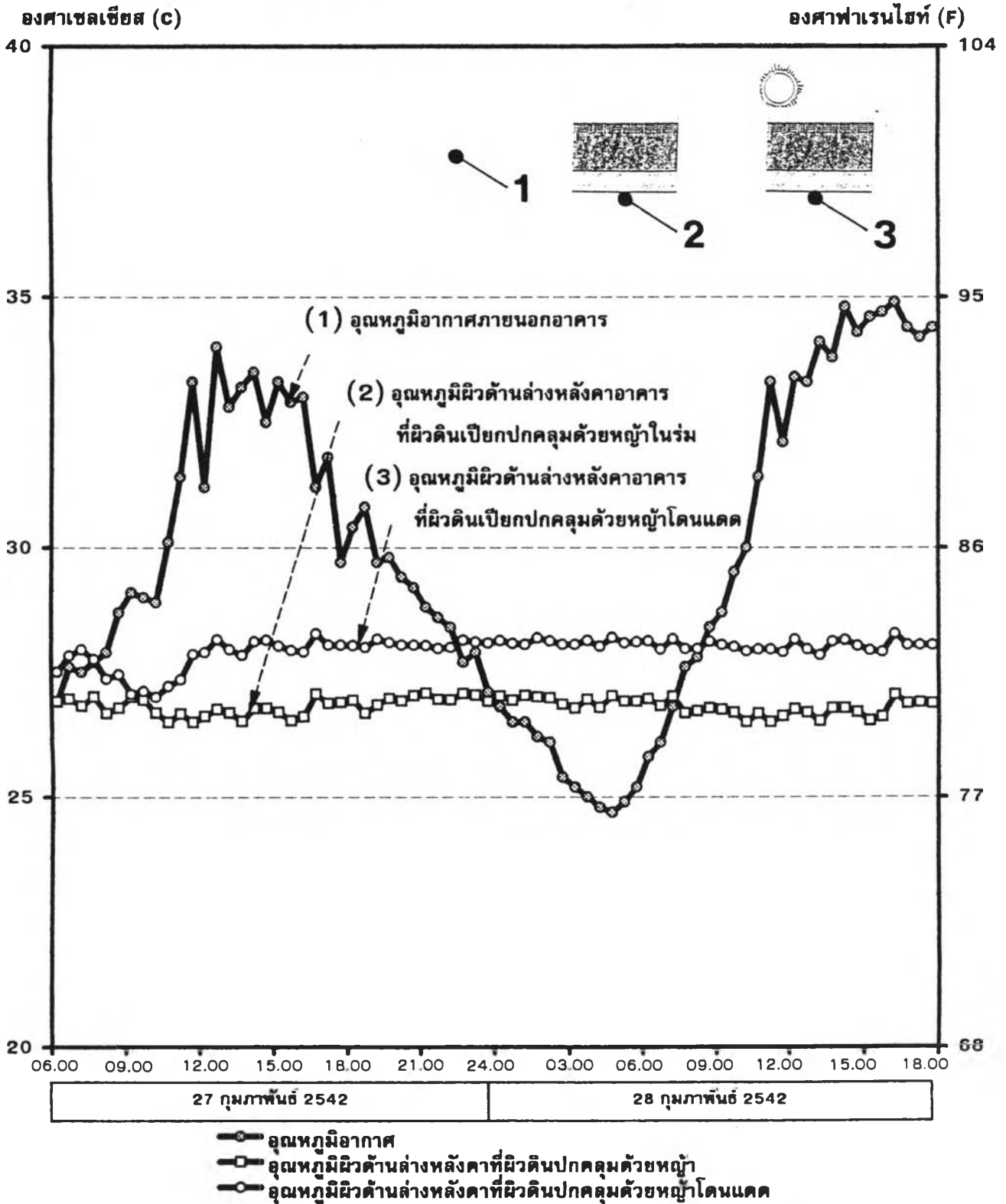
อุณหภูมิสูงสุดที่ 30.98 °C ที่เวลา 13.30 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 26.65 °C ที่เวลา 5.00 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 28.17 °C  
 ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 4.33 °C

จากแผนภูมิแสดงว่า อุณหภูมิผิวดินเปียกที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในร่มและอุณหภูมิผิวดินเปียกที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดดมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศโดยมีอุณหภูมิต่ำกว่าที่และไม่มี การเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามตามอุณหภูมิอากาศมากนัก อุณหภูมิผิวดินเปียกที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในร่มมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 26.4 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าผิวดินเปียกที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดดที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 28 องศาเซลเซียส แสดงว่า การให้ร่มเงาแก่ผิวดินจะช่วยลดผลกระทบจากรังสีความร้อนดวงอาทิตย์ได้จึงทำให้มีอุณหภูมิผิวดินต่ำกว่าผิวดินที่โดนแดด



แผนภูมิที่ 1.13 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่  
 ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในร่มและหญ้าโดนแดด  
 กับอุณหภูมิอากาศ

เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 6.00 น. ถึง วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 18.00 น.



จากแผนภูมิที่ 1.13 พบว่า อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในร่มมีอุณหภูมิต่ำกว่า  
 อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดดตลอดเวลาโดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ  
 26.8 องศาเซลเซียสในขณะที่หลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดดมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ  
 28 องศาเซลเซียส

## การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในร่มและผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดดกับอุณหภูมิอากาศ

จากแผนภูมิที่ 1.13 การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในร่มและผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดดกับอุณหภูมิอากาศสามารถสรุปพฤติกรรมของอุณหภูมิ ได้ดังนี้

1. อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร (อุณหภูมิกระเปาะแห้ง) ที่ระดับ 1.00 เมตร จากพื้นสวนหลังคา

อุณหภูมิสูงสุดที่ 34.90 °C ที่เวลา 16.30 น.  
อุณหภูมิต่ำสุดที่ 24.70 °C ที่เวลา 4.30 น.  
อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 29.81 °C  
ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 10.20 °C

2. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในร่ม

อุณหภูมิสูงสุดที่ 27.08 °C ที่เวลา 22.30 น.  
อุณหภูมิต่ำสุดที่ 26.49 °C ที่เวลา 10.00 น.  
อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.81 °C  
ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 0.59 °C

3. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดด

อุณหภูมิสูงสุดที่ 28.27 °C ที่เวลา 4.30 น.  
อุณหภูมิต่ำสุดที่ 27.05 °C ที่เวลา 7.00 น.  
อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 27.95 °C  
ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 1.22 °C

จากแผนภูมิแสดงว่า อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในร่มมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดดโดยมีอุณหภูมิค่อนข้างคงที่และไม่มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามตามอุณหภูมิอากาศอุณหภูมิอากาศมากนัก อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในร่มมีอุณหภูมิเกือบคงที่ที่ประมาณ 27 องศาเซลเซียสในขณะที่หลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดดมีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังประมาณ 28 องศาเซลเซียส แสดงว่า การให้ร่มเงาแก่ผิวดินช่วยลดผลกระทบจากรังสีความร้อนดวงอาทิตย์และทำให้มีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารลดต่ำลงได้

## สมมติฐานการวิจัย

หลังคาตาดฟ้าอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในร่มและผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดดมีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารแตกต่างกัน

ตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบ

1. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในร่ม
2. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดด

การทดสอบสมมติฐานการวิจัยได้ตั้งสมมติฐาน ดังนี้

สมมติฐานว่าง ( $H_0$ )	=	อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในร่มกับผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดดมีอุณหภูมิไม่แตกต่างกัน $\mu_0 = \mu_1$
สมมติฐานแย้ง ( $H_1$ )	=	อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในร่มกับผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดดมีอุณหภูมิแตกต่างกัน $\mu_0 \neq \mu_1$
กำหนดค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ		0.01
การเลือกตัวสถิติสำหรับการทดสอบ		T-Test

## การคำนวณค่าตัวสถิติ

**t-Test: Paired Two Sample for Means**

	หญ้าในร่ม	หญ้าโดนแดด
Mean	26.813	27.949
Variance	0.028595605	0.073814103
Observations	72	72
Pearson Correlation	0.279313152	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	71	
t Stat	-34.80080474	
P(T<=t) one-tail	1.1865E-46	
t Critical one-tail	2.380020305	
P(T<=t) two-tail	2.373E-46	
t Critical two-tail	2.646866051	

ตารางที่ 1.6 แสดงการวิเคราะห์ค่าตัวสถิติในการทดสอบสมมติฐานการวิจัยของหลังคาที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งมีดินปกคลุมด้วยหญ้าในร่มและมีดินปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดด

## การสรุปผลการทดสอบ

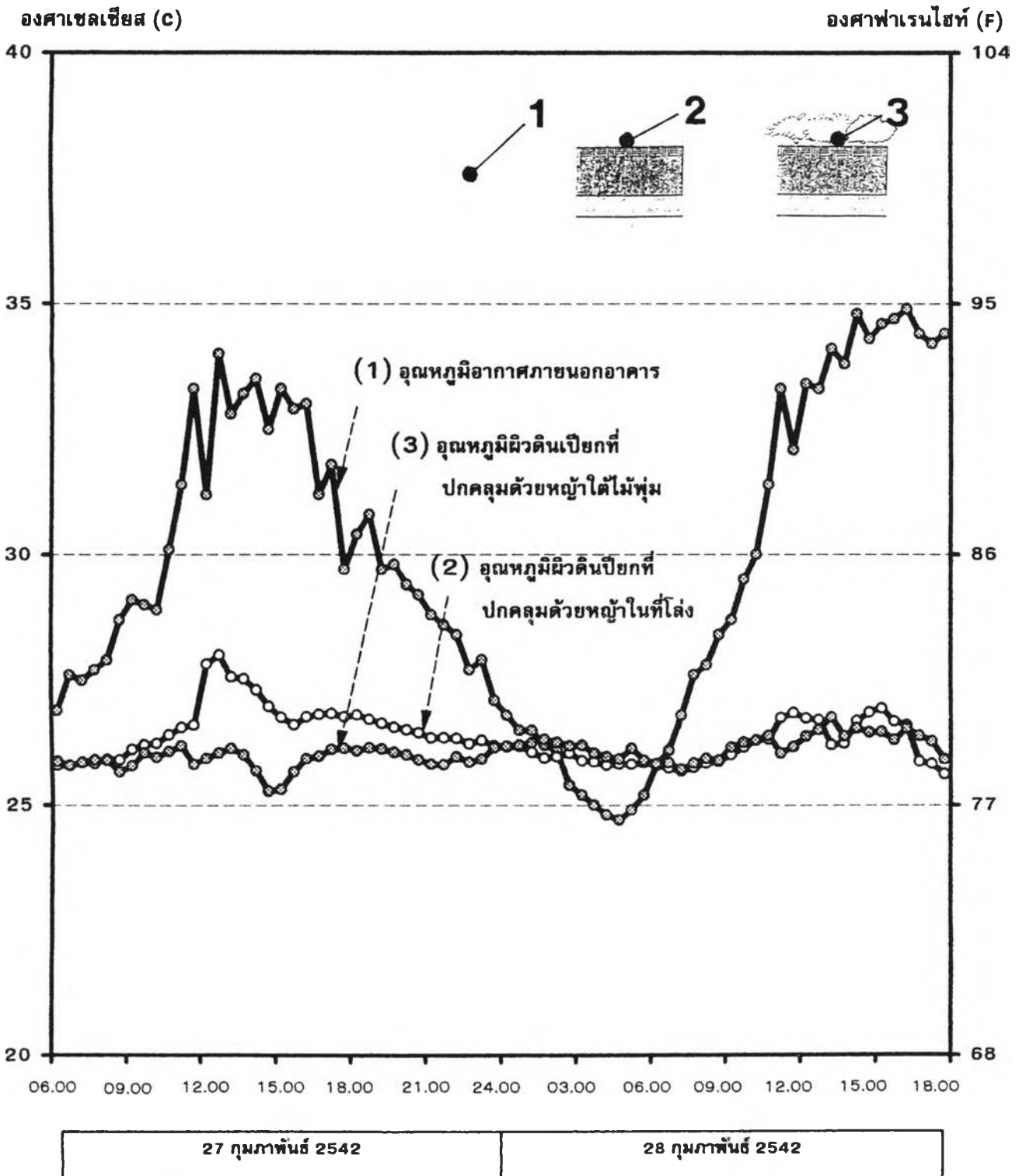
จากการทดสอบข้อมูลทางสถิติสามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังนี้

ค่าสถิติที่ได้จากการทดสอบ  $2.373E-46$

ค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ  $0.01$

จากการทดสอบค่าสถิติพบว่า ค่าสถิติที่ได้จากการทดสอบมีค่าเท่ากับ  $2.373E-46$  ที่ระดับนัยสำคัญ  $0.01$  ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐานว่างและยอมรับสมมติฐานแย้ง สรุปได้ว่า อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งมีดินปกคลุมด้วยหญ้าในร่มและมีดินปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดดมีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารแตกต่างกัน

แผนภูมิที่ 1.14 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวดินเปียกที่ปกคลุมด้วย  
 หญ้าในที่โล่งและผิวดินเปียกที่ปกคลุมด้วยหญ้าไต้ไม้พุ่มกับอุณหภูมิอากาศ  
 เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 6.00 น. ถึง วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 18.00 น.



จากแผนภูมิที่ 1.14 พบว่า อุณหภูมิผิวดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่งและผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าไต้ไม้พุ่ม มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิไม่มากนัก โดยอุณหภูมิผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าไต้ไม้พุ่มมีอุณหภูมิเฉลี่ยใกล้เคียงกับอุณหภูมิผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าไต้พุ่มไม่มีอุณหภูมิประมาณ 26 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลากลางวันผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าไต้ไม้พุ่มมีอุณหภูมิต่ำกว่าแต่ในเวลากลางคืนมีอุณหภูมิสูงกว่า เนื่องจากในเวลากลางคืนหญ้าในที่โล่งสามารถคายความร้อนสู่สภาพแวดล้อมได้ดีกว่าหญ้าไต้ไม้พุ่ม

## การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวดินเปียกที่ปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่งและผิวดินเปียกที่ปกคลุมด้วยหญ้าใต้ไม้พุ่มกับอุณหภูมิอากาศ

จากแผนภูมิที่ 1.14 การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวดินเปียกที่ปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่งและผิวดินเปียกที่ปกคลุมด้วยหญ้าใต้ไม้พุ่มกับอุณหภูมิอากาศ สามารถสรุปพฤติกรรมของอุณหภูมิได้ดังนี้

1. อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร (อุณหภูมิกระเปาะแห้ง) ที่ระดับ 1.00 เมตร จากพื้นสวนหลังคา

อุณหภูมิสูงสุดที่ 34.90 °C ที่เวลา 16.30 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 24.70 °C ที่เวลา 4.30 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 29.81 °C  
 ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 10.20 °C

2. อุณหภูมิผิวดินเปียกที่ปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่ง

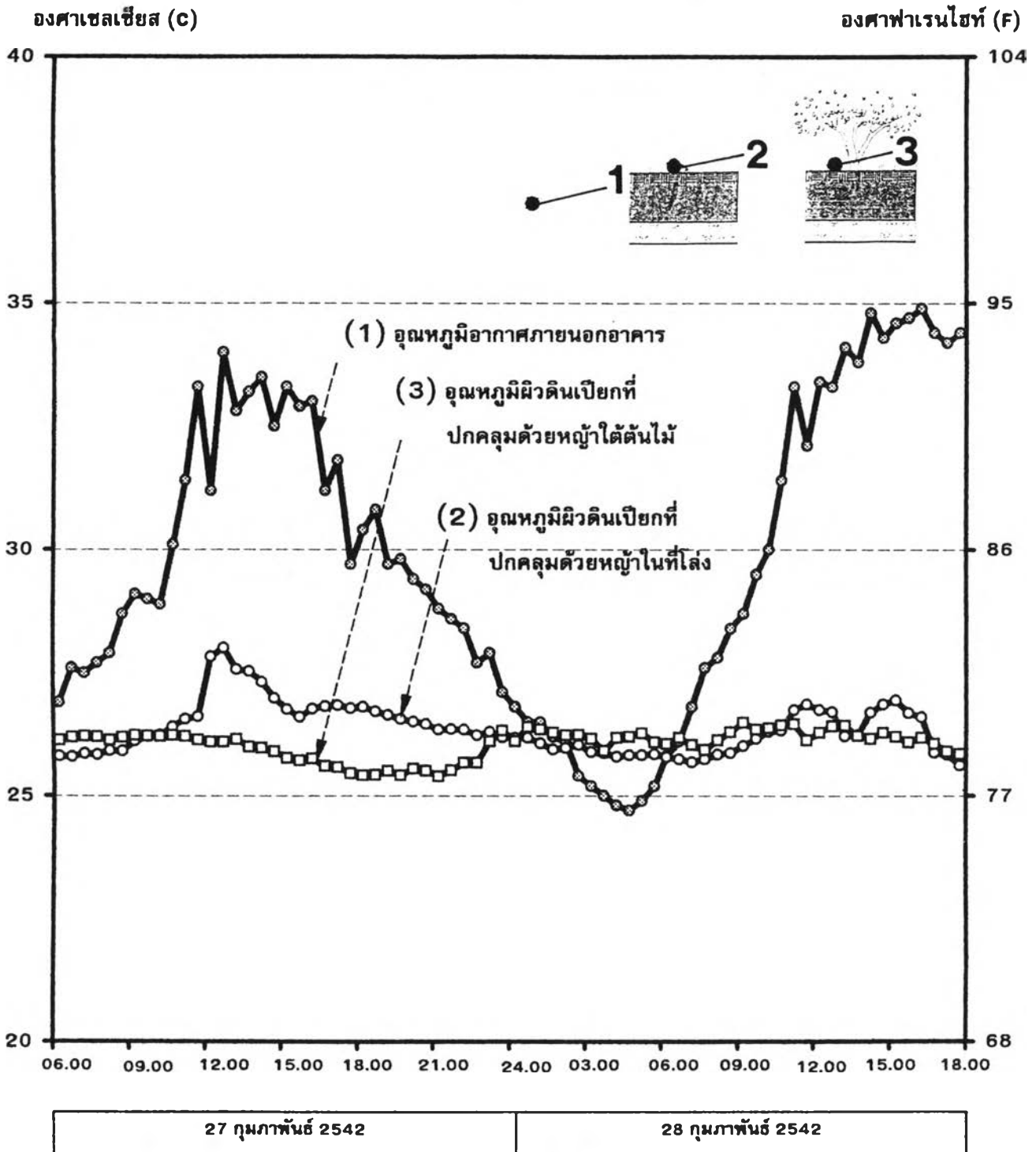
อุณหภูมิสูงสุดที่ 28.03 °C ที่เวลา 13.00 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 25.62 °C ที่เวลา 6.00 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.36 °C  
 ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 2.41 °C

3. อุณหภูมิผิวดินเปียกที่ปกคลุมด้วยหญ้าใต้ไม้พุ่ม

อุณหภูมิสูงสุดที่ 26.76 °C ที่เวลา 13.00 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 25.29 °C ที่เวลา 15.30 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.05 °C  
 ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 1.47 °C

จากแผนภูมิแสดงว่า อุณหภูมิผิวดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่งและผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าใต้ไม้พุ่ม มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิไม่มากนัก โดยอุณหภูมิผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าในร่มมีอุณหภูมิเฉลี่ยใกล้เคียงกับอุณหภูมิผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าใต้พุ่มไม้มีอุณหภูมิประมาณ 26 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลากลางวันผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าใต้ไม้พุ่มมีอุณหภูมิต่ำกว่า แต่ในเวลากลางคืนมีอุณหภูมิสูงกว่า เนื่องจากในเวลากลางคืนหญ้าในที่โล่งสามารถคายความร้อนสู่สภาพแวดล้อมได้ดีกว่าหญ้าใต้ไม้พุ่ม

**แผนภูมิที่ 1.15 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวดินเปียกที่ปกคลุมด้วยหญ้า  
ในที่โล่งและผิวดินเปียกที่ปกคลุมด้วยหญ้าไต้ต้นไม้กับอุณหภูมิอากาศ**  
เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 6.00 น. ถึง วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 18.00 น.



จากแผนภูมิที่ 1.15 พบว่า อุณหภูมิผิวดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่งและผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าไต้ต้นไม้ มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิไม่มากนัก โดยอุณหภูมิผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าในร่มมีอุณหภูมิเฉลี่ยใกล้เคียงกับอุณหภูมิผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าไต้ต้นไม้มีอุณหภูมิประมาณ 26 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลากลางวันผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าไต้ต้นไม้มีอุณหภูมิต่ำกว่าแต่ในเวลากลางคืนมีอุณหภูมิสูงกว่า เนื่องจากในเวลากลางคืนหญ้าในที่โล่งสามารถคายความร้อนสู่สภาพแวดล้อมได้ดีกว่าหญ้าไต้ต้นไม้

## การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวดินเปียกที่ปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่งและผิวดินเปียกที่ปกคลุมด้วยหญ้าไต้ต้นไม้กับอุณหภูมิอากาศ

จากแผนภูมิที่ 1.15 การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวดินเปียกที่ปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่งและผิวดินเปียกที่ปกคลุมด้วยหญ้าไต้ต้นไม้กับอุณหภูมิอากาศ สามารถสรุปพฤติกรรมของอุณหภูมิได้ดังนี้

1. อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร (อุณหภูมิกระเปาะแห้ง) ที่ระดับ 1.00 เมตร จากพื้นสวนหลังคา

อุณหภูมิสูงสุดที่ 34.90 °C ที่เวลา 16.30 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 24.70 °C ที่เวลา 4.30 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 29.81 °C  
 ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 10.20 °C

2. อุณหภูมิผิวดินเปียกที่ปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่ง

อุณหภูมิสูงสุดที่ 28.03 °C ที่เวลา 13.00 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 25.62 °C ที่เวลา 6.00 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.36 °C  
 ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 2.41 °C

3. อุณหภูมิผิวดินเปียกที่ปกคลุมด้วยหญ้าไต้ต้นไม้

อุณหภูมิสูงสุดที่ 26.48 °C ที่เวลา 13.30 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 25.39 °C ที่เวลา 19.30 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.37 °C  
 ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 1.09 °C

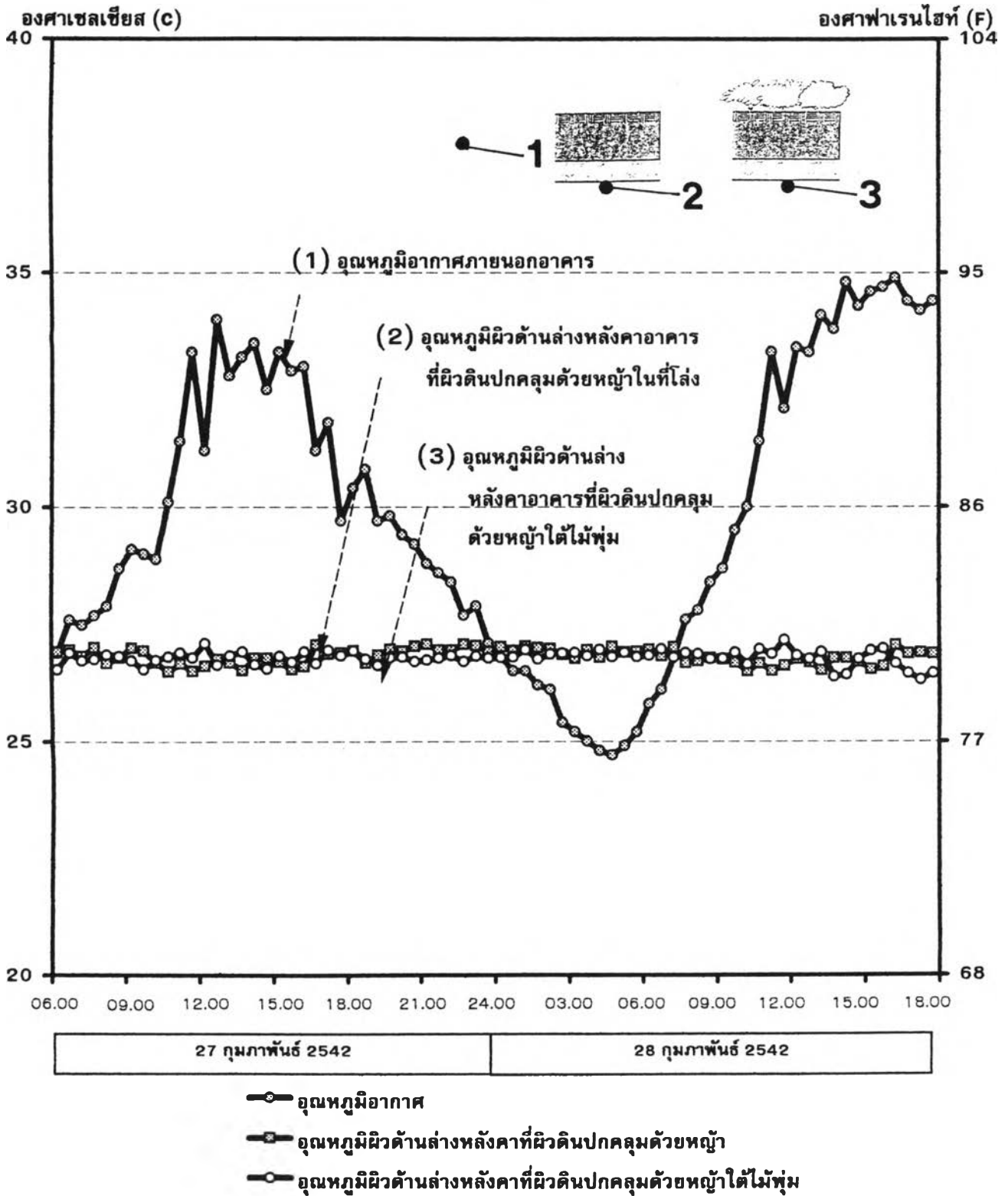
จากแผนภูมิแสดงว่า อุณหภูมิผิวดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่งและผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าไต้ต้นไม้ มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิไม่มากนัก โดยอุณหภูมิผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยใกล้เคียงกับอุณหภูมิผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าไต้ต้นไม้มีอุณหภูมิประมาณ 26 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลากลางวันผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าไต้ต้นไม้มีอุณหภูมิต่ำกว่าแต่ในเวลากลางคืนมีอุณหภูมิสูงกว่า เนื่องจากในเวลากลางคืนหญ้าในที่โล่งสามารถคายความร้อนสู่สภาพแวดล้อมได้ดีกว่าหญ้าไต้ต้นไม้



แผนภูมิที่ 1.16 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคาร  
ที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่งและหญ้าใต้ไม้พุ่ม  
กับอุณหภูมิอากาศ



เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 6.00 น. ถึง วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 18.00 น.



จากแผนภูมิที่ 1.16 พบว่า อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่ง และผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าใต้ไม้พุ่มมีอุณหภูมิใกล้เคียงกันและมีอุณหภูมิเกือบคงที่ตลอดเวลามีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 26-27 องศาเซลเซียส โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิอากาศ

## การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่งและหญ้าใต้ไม้พุ่มกับอุณหภูมิอากาศ

จากแผนภูมิที่ 1.16 การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่งและหญ้าใต้ไม้พุ่มกับอุณหภูมิอากาศ สามารถสรุปพฤติกรรมของอุณหภูมิ ได้ดังนี้

1. อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร (อุณหภูมิกระเปาะแห้ง) ที่ระดับ 1.00 เมตร จากพื้นสวนหลังคา

อุณหภูมิสูงสุดที่ 34.90 °C ที่เวลา 16.30 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 24.70 °C ที่เวลา 4.30 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 29.81 °C  
 ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 10.20 °C

2. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่ง

อุณหภูมิสูงสุดที่ 27.08 °C ที่เวลา 22.30 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 26.49 °C ที่เวลา 10.00 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.81 °C  
 ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 0.59 °C

3. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าใต้ไม้พุ่ม

อุณหภูมิสูงสุดที่ 27.16 °C ที่เวลา 1.00 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 26.32 °C ที่เวลา 13.30 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.79 °C  
 ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 0.84 °C

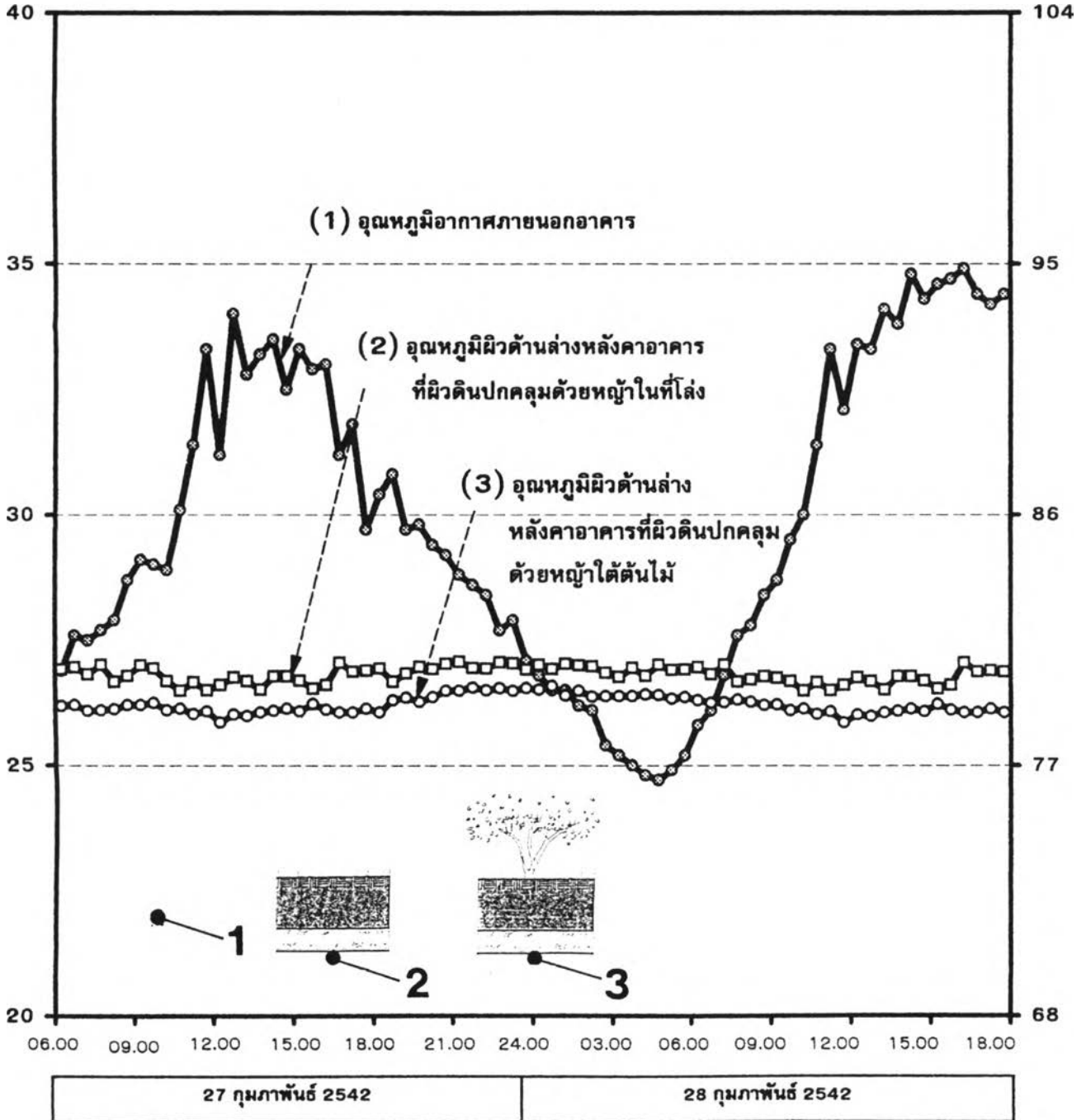
จากแผนภูมิแสดงว่า อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าใต้ไม้พุ่มและอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยใกล้เคียงกัน และมีอุณหภูมิเกือบคงที่ตลอดเวลา มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 26-27 องศาเซลเซียสโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามอุณหภูมิอากาศ

แผนภูมิที่ 1.17 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่  
 ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่งและหญ้าไต้ต้นไม้  
 กับอุณหภูมิอากาศ

เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 6.00 น. ถึง วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 18.00 น.

องศาเซลเซียส (C)

องศาฟาเรนไฮท์ (F)



- ◆ อุณหภูมิอากาศ
- อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้า
- อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าไต้ต้นไม้

จากแผนภูมิที่ 1.17 พบว่า อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่ง และผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าไต้ต้นไม้มีอุณหภูมิใกล้เคียงกันและมีอุณหภูมิเกือบคงที่ตลอดเวลาที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 26-27 องศาเซลเซียส โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิอากาศ

## การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่งและหญ้าไต้ต้นไม้กับอุณหภูมิอากาศ

จากแผนภูมิที่ 1.17 การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่งและหญ้าไต้ต้นไม้กับอุณหภูมิอากาศ สามารถสรุปพฤติกรรมของอุณหภูมิ ได้ดังนี้

1. อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร (อุณหภูมิกระเปาะแห้ง) ที่ระดับ 1.00 เมตร จากพื้นสวนหลังคา

อุณหภูมิสูงสุดที่ 34.90 °C ที่เวลา 16.30 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 24.70 °C ที่เวลา 4.30 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 29.81 °C  
 ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 10.20 °C

2. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่ง

อุณหภูมิสูงสุดที่ 27.08 °C ที่เวลา 22.30 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 26.49 °C ที่เวลา 10.00 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.81 °C  
 ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 0.59 °C

3. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าไต้ต้นไม้

อุณหภูมิสูงสุดที่ 26.60 °C ที่เวลา 24.30 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 25.85 °C ที่เวลา 11.30 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.22 °C  
 ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 0.75 °C

จากแผนภูมิแสดงว่า อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าไต้ต้นไม้และอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยใกล้เคียงกัน และมีอุณหภูมิเกือบคงที่ตลอดเวลา มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 26-27 องศาเซลเซียสโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามอุณหภูมิอากาศ แต่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าไต้ต้นไม้จะมีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารต่ำกว่าผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่งประมาณ 0.6 องศาเซลเซียส



## การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่ง ปกคลุมด้วยหญ้าไต้ไม้พุ่มและหญ้าไต้ต้นไม้

จากแผนภูมิที่ 1.18 การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่ง ปกคลุมด้วยหญ้าไต้ไม้พุ่มและหญ้าไต้ต้นไม้ สามารถสรุปพฤติกรรมของอุณหภูมิ ได้ดังนี้

### 1. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้า

อุณหภูมิสูงสุดที่ 27.08 °C ที่เวลา 22.30 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 26.49 °C ที่เวลา 10.00 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.81 °C  
 ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 0.59 °C

### 2. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าไต้ไม้พุ่ม

อุณหภูมิสูงสุดที่ 27.16 °C ที่เวลา 1.00 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 26.32 °C ที่เวลา 13.30 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.79 °C  
 ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 0.84 °C

### 3. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าไต้ต้นไม้

อุณหภูมิสูงสุดที่ 26.60 °C ที่เวลา 24.30 น.  
 อุณหภูมิต่ำสุดที่ 25.85 °C ที่เวลา 11.30 น.  
 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.22 °C  
 ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 0.75 °C

จากแผนภูมิแสดงว่า อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าไต้ต้นไม้ หญ้าไต้ไม้พุ่มและผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้ามียุณหภูมิใกล้เคียงกันและมีอุณหภูมิเกือบคงที่อยู่ในช่วงประมาณ 26-27 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าไต้ต้นไม้มียุณหภูมิต่ำสุด เนื่องจาก การที่มีหญ้าปกคลุมดินและอยู่ไต้ต้นไม้ใหญ่จะช่วยป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์และต้นไม้อาจดูดน้ำในดินแปลงเป็นไอน้ำทำให้มีการคายความร้อนจากดินสู่สภาพแวดล้อม ช่วยให้ดินมีความชื้นและมีผลต่อการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างดินกับหลังคาอาคาร ซึ่งส่งผลให้หลังคาอาคารมีอุณหภูมิต่ำลงได้

## สมมติฐานการวิจัย

หลังคาตาดฟ้าอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ในที่โล่งและผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ใต้ต้นไม้มีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารแตกต่างกัน

ตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบ

1. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ในที่โล่ง
2. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ใต้ไม้พุ่ม

การทดสอบสมมติฐานการวิจัยได้ตั้งสมมติฐาน ดังนี้

สมมติฐานว่าง ( $H_0$ ) = อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ในที่โล่งกับผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ใต้ต้นไม้มีอุณหภูมิไม่แตกต่างกัน

$$\mu_0 = \mu_1$$

สมมติฐานแย้ง ( $H_1$ ) = อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ในที่โล่งกับผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ใต้ต้นไม้มีอุณหภูมิแตกต่างกัน

$$\mu_0 \neq \mu_1$$

กำหนดค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

การเลือกตัวสถิติสำหรับการทดสอบ T-Test

## การคำนวณค่าตัวสถิติ

**t-Test: Paired Two Sample for Means**

	หญ้าในที่โล่ง	หญ้าใต้ไม้พุ่ม
Mean	26.813	26.782
Variance	0.0285956	0.024293577
Observations	72	72
Pearson Correlation	-0.24457	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	71	
t Stat	1.0090542	
P(T<=t) one-tail	0.1581876	
t Critical one-tail	2.3800203	
P(T<=t) two-tail	0.316375	
t Critical two-tail	2.6468661	

ตารางที่ 1.7 แสดงการวิเคราะห์ค่าตัวสถิติในการทดสอบสมมติฐานการวิจัยของหลังคาที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ในที่โล่งกับผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ใต้ไม้พุ่ม

## การสรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบข้อมูลทางสถิติสามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังนี้

ค่าสถิติที่ได้จากการทดสอบ 0.316375

ค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

จากการทดสอบค่าสถิติพบว่า ค่าสถิติที่ได้จากการทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.316375 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐานว่างและปฏิเสธสมมติฐานแย้ง สรุปได้ว่า อุณหภูมิผิวดินล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ในที่โล่งกับผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ใต้ไม้พุ่มมีอุณหภูมิผิวดินล่างหลังคาอาคารไม่แตกต่างกัน



## สมมติฐานการวิจัย

หลังคาตาดฟ้าอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ในที่โล่งและผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ใต้ต้นไม้มีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารแตกต่างกัน

### ตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบ

1. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ในที่โล่ง
2. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ใต้ต้นไม้

การทดสอบสมมติฐานการวิจัยได้ตั้งสมมติฐาน ดังนี้

สมมติฐานว่าง ( $H_0$ ) = อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ในที่โล่งกับผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ใต้ต้นไม้มีอุณหภูมิไม่แตกต่างกัน

$$\mu_0 = \mu_1$$

สมมติฐานแย้ง ( $H_1$ ) = อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ในที่โล่งกับผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ใต้ต้นไม้มีอุณหภูมิแตกต่างกัน

$$\mu_0 \neq \mu_1$$

กำหนดค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

การเลือกตัวสถิติสำหรับการทดสอบ T-Test

## การคำนวณค่าตัวสถิติ

**t-Test: Paired Two Sample for Means**

	หญ้าในที่โล่ง	หญ้าใต้ต้นไม้
Mean	26.813	26.217
Variance	0.0285956	0.031577723
Observations	72	72
Pearson Correlation	0.5646782	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	71	
t Stat	31.225545	
P(T<=t) one-tail	1.638E-43	
t Critical one-tail	2.3800203	
P(T<=t) two-tail	<b>3.28E-43</b>	
t Critical two-tail	2.6468661	

ตารางที่ 1.8 แสดงการวิเคราะห์ค่าตัวสถิติในการทดสอบสมมติฐานการวิจัยของหลังคาที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ในที่โล่งกับผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ที่ใต้ต้นไม้

## การสรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบข้อมูลทางสถิติสามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังนี้

ค่าสถิติที่ได้จากการทดสอบ 3.28E-43

ค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

จากการทดสอบค่าสถิติพบว่า ค่าสถิติที่ได้จากการทดสอบมีค่าเท่ากับ 3.28E-43 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐานว่างและยอมรับสมมติฐานแย้ง สรุปได้ว่า อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ในที่โล่งกับผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ที่ใต้ต้นไม้มีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารแตกต่างกัน

## การวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคาร

การวิเคราะห์ของตัวแปรที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารนั้นได้นำผลการตรวจวัดอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคาร ประกอบด้วย

1. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาที่ปราศจากสิ่งปกคลุม
2. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาที่ปกคลุมด้วยดินแห้ง
3. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาที่ปกคลุมด้วยดินเปียก
4. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้า
5. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาที่ผิวดินปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน
6. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้ากลางแจ้ง
7. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าใต้ไม้พุ่ม
8. อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าใต้ต้นไม้

การวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคาร ได้เลือกตัวสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ การวิเคราะห์ความถดถอยและสหสัมพันธ์โดยทำการวิเคราะห์ในรูปของความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย

จากแผนภูมิแสดงพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารพบว่า มีอุณหภูมิค่อนข้างคงที่ไม่มีเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามอุณหภูมิอากาศมากนัก แสดงว่า อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารมีผลกระทบจากอนุกรมเวลาน้อยมาก ดังนั้นจึงเลือกใช้การวิเคราะห์ในรูปของความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย โดยถือว่าไม่มีผลกระทบจากอนุกรมเวลา โดยสมการที่ใช้ในการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายเป็น ดังนี้

$$Y = K + AX_1 + BX_2 + CX_3 + DX_4 + EX_5 + FX_6$$

โดยกำหนดตัวแปรแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

ตัวแปรตาม	ได้แก่	Y
ตัวแปรอิสระ	ได้แก่	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$
ค่า K	ได้แก่	ค่า intercept ของสมการ

กำหนดค่าตัวแปรในสมการ ดังนี้

Y	=	อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคาร
K	=	ค่า Intercept ของสมการ
X <sub>1</sub>	=	อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร (อุณหภูมิกระเปาะแห้ง)
X <sub>2</sub>	=	อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร (อุณหภูมิกระเปาะเปียก)
X <sub>3</sub>	=	ปริมาณการแผ่รังสีดวงอาทิตย์
X <sub>4</sub>	=	ความเร็วลมเหนือผิวดิน
X <sub>5</sub>	=	อุณหภูมิผิวดิน
X <sub>6</sub>	=	อุณหภูมิผิวดิน (ทำการตรวจวัดที่ความลึก 0.60 เมตรจากผิวดิน)

เมื่อทำการแทนค่าตัวแปรในสมการจะได้สมการ ดังนี้

$$\begin{aligned}
 Y &= K + A(\text{Dry Bulb Temp.}) + B(\text{Wet Bulb Temp.}) \\
 &+ C(\text{Radiation}) + D(\text{Wind Speed}) + E(\text{Surface Temp.}) \\
 &+ F(\text{Soil Temp.})
 \end{aligned}$$

## การวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุม

การวิเคราะห์สมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย

Regression Statistic	
Multiple R	0.8717
R Square	0.7599
Adjusted R Square	0.7377
Standard Error	0.4089
df	119

	Coefficients	P-Value
Intercept	24.34351	2.05E-74
อุณหภูมิผิวด้านบนหลังคาอาคาร	0.186026	6.81E-09
ปริมาณการแผ่รังสีดวงอาทิตย์	-0.00245	6.95E-12

การสรุปผลการวิเคราะห์สมการความถดถอยอย่างง่าย

จากสมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย

$$Y = K + A(\text{Dry Bulb Temp.}) + B(\text{Wet Bulb Temp.}) + C(\text{Radiation}) + D(\text{Wind Speed}) + E(\text{Surface Temp.}) + F(\text{Soil Temp.})$$

โดยกำหนดให้

$$Y = \text{อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุม}$$

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติจากสมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย พบว่า ตัวแปรที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุมได้แก่ ปริมาณการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์และอุณหภูมิผิวด้านบนหลังคาอาคาร

ดังนั้น สมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุมจึงเท่ากับ

$$Y = K + C(\text{Radiation}) + E(\text{Surface Temp.})$$

แทนค่าในสมการ

$$Y = 24.34351 + (-0.00245)(265.107) + (0.186026)(33.08)$$

$$Y = 29.86$$

จากการคำนวณสมการสามารถอธิบายได้ว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุมได้แก่ ปริมาณการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์และอุณหภูมิผิวด้านบนหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุม โดยสามารถอธิบายค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุมได้ประมาณ 76 % การที่ตัวแปรดังกล่าวมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคาร เนื่องจาก หลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุมเมื่อได้รับความร้อนจากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์จะมีการดูดกลืนและสะสมความร้อนไว้มากจึงมีผลต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคาร

การวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินแห้ง

การวิเคราะห์สมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย

Regression Statistic	
Multiple R	0.8978
R Square	0.8062
Adjusted R Square	0.7849
Standard Error	0.0917
df	119

	Coefficients	P-Value
Intercept	26.285	7.96E-29
อุณหภูมิผิวดินแห้ง	0.0063	3.80E-02
ปริมาณการแผ่รังสีดวงอาทิตย์	-0.0004	1.24E-12
ความเร็วลม	0.00012	0.0018
อุณหภูมิดิน	0.8877	8.97E-08

การสรุปผลการวิเคราะห์สมการความถดถอยอย่างง่าย

จากสมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย

$$Y = K + A(\text{Dry Bulb Temp.}) + B(\text{Wet Bulb Temp.}) + C(\text{Radiation}) + D(\text{Wind Speed}) + E(\text{Surface Temp.}) + F(\text{Soil Temp.})$$

โดยกำหนดให้

$$Y = \text{อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินแห้ง}$$

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติจากสมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย พบว่า ตัวแปรที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินแห้ง ได้แก่ **ปริมาณการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ความเร็วลมที่พัดผ่านเหนือผิวดิน อุณหภูมิผิวดินและอุณหภูมิดิน**

ดังนั้น สมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินแห้ง เท่ากับ

$$Y = K + C(\text{Radiation}) + D(\text{Wind Speed}) + E(\text{Surface Temp.}) + F(\text{Soil Temp.})$$

แทนค่าในสมการ

$$Y = 26.2847 + (-0.000448)(265.107) + (0.00012)(235.103) + (0.0063)(27.21) + (0.887)(27.21)$$

$$Y = 28.78$$

จากการคำนวณสมการสามารถอธิบายได้ว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินแห้ง ได้แก่ **ปริมาณการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ ความเร็วลม อุณหภูมิผิวดินและอุณหภูมิดิน** โดยสามารถอธิบายค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคา อาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินแห้งได้ประมาณ 81% การที่ตัวแปรดังกล่าวมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคาร เนื่องจาก การมีวัสดุปกคลุมหลังคาอาคารเปรียบเสมือนเป็นการเพิ่มมวลสารและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ให้แก่หลังคาอาคาร และดินที่เป็นวัสดุปกคลุมมีค่าความจุความร้อนมากกว่าหลังคาอาคาร จึงทำให้มีอุณหภูมิผิวดินและอุณหภูมิดินคงที่มากกว่าและมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าอุณหภูมิผิวด้านบนหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุม การที่ดินมีค่าการนำความร้อนต่ำกว่าหลังคาอาคารและมีมวลสารมากขึ้นทำให้มีการกักเก็บความร้อนไว้ในดินและทำให้มีการหน่วงความร้อนมากขึ้น ส่งผลให้ความร้อนเข้าสู่หลังคาอาคารได้ช้าลง รวมถึงกระแสลมที่พัดผ่านเหนือผิวดินช่วยพัดพาความร้อนที่ผิวดินออกไป จึงทำให้มีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารต่ำกว่าหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุม



**การวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินเปียก**

การวิเคราะห์สมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย

Regression Statistic	
Multiple R	0.8161
R Square	0.6661
Adjusted R Square	0.6296
Standard Error	0.1253
df	119

	Coefficients	P-Value
Intercept	15.868	5.96E-09
อุณหภูมิผิวดินเปียก	0.3931	1.08E-07
ปริมาณการแผ่รังสีดวงอาทิตย์	-0.000298	4.43E-05
ความเร็วลม	0.000184	0.002312
อุณหภูมิผิวดิน	0.13311	2.48E-03

การสรุปผลการวิเคราะห์สมการความถดถอยอย่างง่าย

จากสมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย

$$Y = K + A(\text{Dry Bulb Temp.}) + B(\text{Wet Bulb Temp.}) + C(\text{Radiation}) + D(\text{Wind Speed}) + E(\text{Surface Temp.}) + F(\text{Soil Temp.})$$

โดยกำหนดให้

$$Y = \text{อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินเปียก}$$

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติจากสมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายพบว่า ตัวแปรที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินเปียก ได้แก่ ปริมาณการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ความเร็วลมที่พัดผ่านเหนือผิวดิน อุณหภูมิผิวดินและอุณหภูมิผิวดิน

ดังนั้น สมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินเปียก เท่ากับ

$$Y = K + C(\text{Radiation}) + D(\text{Wind Speed}) + E(\text{Surface Temp.}) + F(\text{Soil Temp.})$$

แทนค่าในสมการ

$$Y = 15.8687 + (-0.002285)(265.107) + (0.00018)(235.103) + (0.3931)(26.90) + (0.1331)(26.21)$$

$$Y = 28.41$$

จากการคำนวณสมการสามารถอธิบายได้ว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินเปียก ได้แก่ ปริมาณการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ ความเร็วลม อุณหภูมิผิวดินและอุณหภูมิดิน โดยสามารถอธิบายค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคา อาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินเปียกได้ประมาณ 67% การที่ตัวแปรดังกล่าวมีผลต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคาร เนื่องจาก การมีวัสดุปกคลุมหลังคาอาคารเปรียบเสมือนเป็นการเพิ่มมวลสารและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ให้แก่หลังคาอาคาร และดินที่เป็นวัสดุปกคลุมมีค่าความจุความร้อนมากกว่าหลังคาอาคาร จึงทำให้มีอุณหภูมิผิวดินและอุณหภูมิดินคงที่มากกว่าส่งผลให้มีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารต่ำกว่าหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุม

การที่ความชื้นภายในดินเพิ่มขึ้นทำให้ดินมีค่าความจุความร้อนเพิ่มขึ้นส่งผลให้มีอุณหภูมิที่ผิวดินและอุณหภูมิภายในดินคงที่และมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าดินแห้งและอุณหภูมิผิวด้านบนหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุมทำให้มีการเหนี่ยวนำความเย็นจากผิวดินลงสู่ดิน นอกจากนี้ กระแสลมที่พัดผ่านเหนือผิวดินช่วยพัดพาความร้อนที่ผิวดินออกไปและช่วยในการระเหยของน้ำ และการคายความร้อนจากดินสู่สภาพแวดล้อมได้ดีขึ้นซึ่งมีผลต่อการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างหลังคาอาคารกับดินที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า

การวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้า

การวิเคราะห์สมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย

Regression Statistic	
Multiple R	0.7546
R Square	0.5694
Adjusted R Square	0.5224
Standard Error	0.1168
df	119

	Coefficients	P-Value
Intercept	26.413	1.90E-20
อุณหภูมิผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้า	-0.01912	5.87E-03
ปริมาณการแผ่รังสีดวงอาทิตย์	-0.00044	1.44E-09
ความเร็วลม	0.000115	0.0178
อุณหภูมิดิน	0.04112	8.50E-02

การสรุปผลการวิเคราะห์สมการความถดถอยอย่างง่าย

จากสมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย

$$Y = K + A(\text{Dry Bulb Temp.}) + B(\text{Wet Bulb Temp.}) + C(\text{Radiation}) + D(\text{Wind Speed}) + E(\text{Surface Temp.}) + F(\text{Soil Temp.})$$

โดยกำหนดให้

$$Y = \text{อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้า}$$

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติจากสมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย พบว่า ตัวแปรที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้า ได้แก่ ปริมาณการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ความเร็วลมที่พัดผ่านเหนือผิวดิน อุณหภูมิผิวดินและอุณหภูมิดิน

ดังนั้น สมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้า เท่ากับ

$$Y = K + C(\text{Radiation}) + D(\text{Wind Speed}) + E(\text{Surface Temp.}) + F(\text{Soil Temp.})$$

แทนค่าในสมการ

$$Y = 26.4136 + (-0.00044)(265.107) + (0.000115)(235.103) + (-0.01912)(26.36) + (0.04112)(26.73)$$

$$Y = 26.98$$

จากการคำนวณสมการสามารถอธิบายได้ว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้า ได้แก่ ปริมาณการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ ความเร็วลม อุณหภูมิผิวดินและอุณหภูมิดิน โดยสามารถอธิบายค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าได้ประมาณ 57% การที่ตัวแปรดังกล่าวมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคาร เนื่องจาก การมีวัสดุปกคลุมหลังคาอาคาร เปรียบเสมือนเป็นการเพิ่มมวลสารและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ให้แก่หลังคาอาคาร และดินที่เป็นวัสดุปกคลุมมีค่าความจุความร้อนมากกว่าหลังคาอาคาร จึงทำให้มีอุณหภูมิผิวดินและอุณหภูมิดินคงที่มากกว่าส่งผลให้มีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารต่ำกว่าหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุม

การใช้หญ้าปกคลุมผิวดินจะช่วยป้องกันความร้อนให้กับผิวดินเมื่อผิวดินมีความเย็นจะมีการเหนี่ยวนำความเย็นลงสู่ดินและหญ้าจะทำหน้าที่ในการดูดน้ำภายในดินมาระเหยทำให้มีอุณหภูมิผิวดินที่เย็นลง นอกจากนี้กระแสลมที่พัดผ่านเหนือผิวดินช่วยพัดพาความร้อนที่ผิวดินออกไปและช่วยในการระเหยของน้ำและการคายความร้อนจากดินสู่สภาพแวดล้อมได้ดีขึ้น ซึ่งมีผลต่อการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างหลังคาอาคารกับดินที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า

การวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน

การวิเคราะห์สมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย

Regression Statistic	
Multiple R	0.744847
R Square	0.55435
Adjusted R Square	0.53055
Standard Error	0.108038
df	119

	Coefficients	P-Value
Intercept	25.6028	2.03E-16
อุณหภูมิผิวดินที่ปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน	-0.0703	5.74E-05
ปริมาณการแผ่รังสีดวงอาทิตย์	-0.00048	8.21E-13
ความเร็วลม	0.000115	4.28E-05
อุณหภูมิดิน	0.109104	1.62E-06

การสรุปผลการวิเคราะห์สมการความถดถอยอย่างง่าย

จากสมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย

$$Y = K + A(\text{Dry Bulb Temp.}) + B(\text{Wet Bulb Temp.}) + C(\text{Radiation}) + D(\text{Wind Speed}) + E(\text{Surface Temp.}) + F(\text{Soil Temp.})$$

โดยกำหนดให้

$$Y = \text{อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน}$$

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติจากสมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายพบว่า ตัวแปรที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยพีชคลุมดิน ได้แก่ ปริมาณการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ความเร็วลมที่พัดผ่านเหนือผิวดิน อุณหภูมิผิวดินและอุณหภูมิดิน

ดังนั้น สมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยพีชคลุมดิน เท่ากับ

$$Y = K + C(\text{Radiation}) + D(\text{Wind Speed}) + E(\text{Surface Temp.}) + F(\text{Soil Temp.})$$

แทนค่าในสมการ

$$Y = 25.6028 + (-0.00048)(265.107) + (0.000115)(235.103) + (-0.07029)(26.7) + (0.109104)(26.20)$$

$$Y = 26.59$$

จากการคำนวณสมการสามารถอธิบายได้ว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยพีชคลุมดิน ได้แก่ ปริมาณการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ ความเร็วลม อุณหภูมิผิวดินและอุณหภูมิดิน โดยสามารถอธิบายค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยพีชคลุมดินได้ประมาณ 55 % การที่ตัวแปรดังกล่าวมีผลต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารเนื่องจาก การมีวัสดุปกคลุมหลังคาอาคารเปรียบเสมือนเป็นการเพิ่มมวลสารและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ให้แก่หลังคาอาคาร และดินที่เป็นวัสดุปกคลุมมีค่าความจุความร้อนมากกว่าหลังคาอาคาร จึงทำให้มีอุณหภูมิผิวดินและอุณหภูมิดินคงที่มากกว่าส่งผลให้มีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารต่ำกว่าหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุม

การใช้พีชคลุมดินปกคลุมผิวดินจะช่วยป้องกันความร้อนให้กับผิวดินเมื่อผิวดินมีความเย็นจะมีการเหนี่ยวนำความเย็นลงสู่ดินและพีชคลุมดินจะทำหน้าที่ในการดูดน้ำภายในดินมาระเหยทำให้มีอุณหภูมิผิวดินที่เย็นลง นอกจากนี้กระแสลมที่พัดผ่านเหนือผิวดินช่วยพัดพาความร้อนที่ผิวดินออกไปและช่วยในการระเหยของน้ำและการคายความร้อนจากดินสู่สภาพแวดล้อมได้ดีขึ้น ซึ่งมีผลต่อการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างหลังคาอาคารกับดินที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า

การวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าไต้ไม้พุ่ม

การวิเคราะห์สมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย

Regression Statistic	
Multiple R	0.7445
R Square	0.5543
Adjusted R Square	0.5305
Standard Error	0.1089
df	119

	Coefficients	P-Value
Intercept	4.02714	3.07E-06
อุณหภูมิผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าไต้ไม้พุ่ม	0.0876	2.26E-07
ปริมาณการแผ่รังสีดวงอาทิตย์	0.000133	8.81E-04
ความเร็วลม	-0.00011	2.38E-02
อุณหภูมิผิวดิน	0.7833	2.30E-20

การสรุปผลการวิเคราะห์สมการความถดถอยอย่างง่าย

จากสมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย

$$Y = K + A(\text{Dry Bulb Temp.}) + B(\text{Wet Bulb Temp.}) + C(\text{Radiation}) + D(\text{Wind Speed}) + E(\text{Surface Temp.}) + F(\text{Soil Temp.})$$

โดยกำหนดให้

$$Y = \text{อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าไต้ไม้พุ่ม}$$

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติจากสมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายพบว่า ตัวแปรที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าไต้ไม้พุ่ม ได้แก่ ปริมาณการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ความเร็วลมที่พัดผ่านเหนือผิวดิน อุณหภูมิผิวดินและอุณหภูมิผิวดิน

ดังนั้น สมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าไต้ไม้พุ่ม เท่ากับ

$$Y = K + C(\text{Radiation}) + D(\text{Wind Speed}) + E(\text{Surface Temp.}) + F(\text{Soil Temp.})$$

แทนค่าในสมการ

$$Y = 4.027142 + (0.000133)(265.107) + (-0.0011)(235.103) + (0.0876)(26.05) + (0.783307)(26.12)$$

$$Y = 26.72$$

จากการคำนวณสมการสามารถอธิบายได้ว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าไต้ไม้พุ่ม ได้แก่ ปริมาณการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ ความเร็วลม อุณหภูมิผิวดินและอุณหภูมิผิวดิน โดยสามารถอธิบายค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าไต้ไม้พุ่มได้ประมาณ 55 % การที่ตัวแปรดังกล่าวมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคาร เนื่องจาก การมีวัสดุปกคลุมหลังคาอาคารเปรียบเสมือนเป็นการเพิ่มมวลสารและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ให้แก่หลังคาอาคาร และดินที่เป็นวัสดุปกคลุมมีค่าความจุความร้อนมากกว่าหลังคาอาคาร จึงทำให้มีอุณหภูมิผิวดินและอุณหภูมิผิวดินคงที่มากกว่าส่งผลให้มีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารต่ำกว่าหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุม

การใช้หญ้าปกคลุมผิวดินจะช่วยป้องกันความร้อนให้กับผิวดิน การที่อยู่ใต้ร่มเงาของต้นไม้จะช่วยบังเงาให้กับผิวดินและลดความร้อนให้แก่สภาพแวดล้อมส่งผลให้ผิวดินมีความเย็นและเกิดการเหนี่ยวนำความเย็นลงสู่ดิน หญ้าและไม้พุ่มจะทำหน้าที่ในการดูดน้ำภายในดินมาระเหยทำให้มีอุณหภูมิผิวดินที่เย็นลง เมื่อมีกระแสลมที่พัดผ่านเหนือผิวดินจะช่วยพัดพาความร้อนที่ผิวดินออกไปและช่วยในการระเหยของน้ำและการคายความร้อนจากดินสู่สภาพแวดล้อมได้ดีขึ้น ซึ่งมีผลต่อการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างหลังคาอาคารกับดินที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า



การวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าไต้ต้นไม้

การวิเคราะห์สมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย

Regression Statistic	
Multiple R	0.81309
R Square	0.6611
Adjusted R Square	0.6429
Standard Error	0.1095
df	119

	Coefficients	P-Value
Intercept	27.436	2.41E-15
อุณหภูมิผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าไต้ต้นไม้	0.02978	9.24E-06
ปริมาณการแผ่รังสีดวงอาทิตย์	-0.00032	1.05E-06
ความเร็วลม	0.000189	2.17E-04
อุณหภูมิดิน	-0.07654	1.08E-02

การสรุปผลการวิเคราะห์สมการความถดถอยอย่างง่าย

จากสมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย

$$Y = K + A(\text{Dry Bulb Temp.}) + B(\text{Wet Bulb Temp.}) + C(\text{Radiation}) + D(\text{Wind Speed}) + E(\text{Surface Temp.}) + F(\text{Soil Temp.})$$

โดยกำหนดให้

$$Y = \text{อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าไต้ต้นไม้}$$

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติจากสมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายพบว่า ตัวแปรที่มีผลกระทบ ต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าไต้ต้นไม้ ได้แก่ ปริมาณการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ความเร็วลมที่พัดผ่านเหนือผิวดิน อุณหภูมิผิวดินและอุณหภูมิดิน

ดังนั้น สมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุม ด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าไต้ต้นไม้ เท่ากับ

$$Y = K + C(\text{Radiation}) + D(\text{Wind Speed}) + E(\text{Surface Temp.}) + F(\text{Soil Temp.})$$

แทนค่าในสมการ

$$Y = 27.43608 + (-0.00032)(265.107) + (0.000189)(235.107) + (0.029782)(26.37) + (-0.07654)(26.87)$$

$$Y = 26.23$$

จากการคำนวณสมการสามารถอธิบายได้ว่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวด้านล่าง หลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าไต้ต้นไม้ ได้แก่ ปริมาณการแผ่รังสีของ ดวงอาทิตย์ ความเร็วลม อุณหภูมิผิวดินและอุณหภูมิดิน โดยสามารถอธิบายค่าการเปลี่ยนแปลง ของอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าไต้ต้นไม้ได้ ประมาณ 66% การที่ตัวแปรดังกล่าวมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคาร เนื่องจาก การมี วัสดุปกคลุมหลังคาอาคารเปรียบเสมือนเป็นการเพิ่มมวลสารและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนจาก ดวงอาทิตย์ให้แก่หลังคาอาคาร และดินที่เป็นวัสดุปกคลุมมีค่าความจุความร้อนมากกว่าหลังคาอาคาร จึงทำให้มีอุณหภูมิผิวดินและอุณหภูมิดินคงที่มากกว่าส่งผลให้มีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารต่ำ กว่าหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุม

การใช้หญ้าปกคลุมผิวดินจะช่วยป้องกันความร้อนให้กับผิวดิน การที่อยู่ใต้ร่มเงาของต้นไม้ ใหญ่จะช่วยบังเงาและกรองแสงจากด้านบนให้กับผิวดินและลดความร้อนให้แก่สภาพแวดล้อมโดย พุ่มใบของต้นไม้เป็นตัวแปลงสภาพแวดล้อมให้เย็นลงส่งผลให้ผิวดินมีความเย็นและเกิดการ เหนี่ยวนำความเย็นลงสู่ดิน หญ้าและต้นไม้จะทำหน้าที่ในการดูดน้ำภายในดินมาระเหยทำให้มีอุณหภูมิ ผิวดินที่เย็นลง เมื่อมีกระแสลมที่พัดผ่านเหนือผิวดินจะช่วยพัดพาความร้อนที่ผิวดินออกไปและช่วยใน การระเหยของน้ำและการคายความร้อนจากดินสู่สภาพแวดล้อมได้ดีขึ้น

การวิเคราะห์หีทธิพลของตัวแปรที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าโคนแดด

การวิเคราะห์สมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย

Regression Statistic	
Multiple R	0.8855
R Square	0.7842
Adjusted R Square	0.7726
Standard Error	0.2631
df	119

	Coefficients	P-Value
Intercept	2.4396	1.25E-04
อุณหภูมิผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าโคนแดด	0.001015	6.80E-03
ปริมาณการแผ่รังสีดวงอาทิตย์	-0.00026	1.49E-07
ความเร็วลม	0.000129	2.09E-04
อุณหภูมิผิวดิน	0.932884	3.12E-16

การสรุปผลการวิเคราะห์สมการความถดถอยอย่างง่าย

จากสมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย

$$Y = K + A(\text{Dry Bulb Temp.}) + B(\text{Wet Bulb Temp.}) + C(\text{Radiation}) + D(\text{Wind Speed}) + E(\text{Surface Temp.}) + F(\text{Soil Temp.})$$

โดยกำหนดให้

$$Y = \text{อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าโคนแดด}$$

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติจากสมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายพบว่า ตัวแปรที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดด ได้แก่ ปริมาณการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ความเร็วลมที่พัดผ่านเหนือผิวดิน อุณหภูมิผิวดินและอุณหภูมิผิวดิน

ดังนั้น สมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดด เท่ากับ

$$Y = K + C(\text{Radiation}) + D(\text{Wind Speed}) + E(\text{Surface Temp.}) + F(\text{Soil Temp.})$$

แทนค่าในสมการ

$$Y = (2.4396) + (-0.00026)(265.107) + (0.000129)(235.103) + (0.001015)(28.17) + (0.9328)(27.32)$$

$$Y = 27.91$$

จากการคำนวณสมการสามารถอธิบายได้ว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดด ได้แก่ ปริมาณการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ ความเร็วลม อุณหภูมิผิวดินและอุณหภูมิผิวดิน โดยสามารถอธิบายค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดดได้ประมาณ 78 % การที่ตัวแปรดังกล่าวมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคาร เนื่องจาก การมีวัสดุปกคลุมหลังคาอาคารเปรียบเสมือนเป็นการเพิ่มมวลสารและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ให้แก่หลังคาอาคาร และดินที่เป็นวัสดุปกคลุมมีค่าความจุความร้อนมากกว่าหลังคาอาคาร จึงทำให้มีอุณหภูมิผิวดินและอุณหภูมิผิวดินคงที่มากกว่าส่งผลให้มีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารต่ำกว่าหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุม

การใช้หญ้าปกคลุมผิวดินทำหน้าที่เสมือนฉนวนช่วยป้องกันความร้อนให้กับผิวดิน ส่งผลให้ผิวดินมีความเย็นกว่าผิวดินที่ปราศจากสิ่งปกคลุมและต้นไม้จะทำหน้าที่ในการดูดน้ำภายในดินมาระเหย ทำให้มีอุณหภูมิผิวดินที่เย็นลง เมื่อมีกระแสลมที่พัดผ่านเหนือผิวดินจะช่วยพัดพาความร้อนที่ผิวดินออกไปและช่วยในการระเหยของน้ำและการคายความร้อนจากดินสู่สภาพแวดล้อมได้ดีขึ้น

จากผลการทดลอง โดยศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคาร สามารถสรุปได้ว่า

1. หลังคาอาคารที่มีการใช้สวนหลังคาปกคลุมจะมีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารต่ำกว่าหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุม
2. ความชื้นภายในดินที่แตกต่างกันจะมีผลกระทบต่ออุณหภูมิที่ผิวด้านล่างหลังคาอาคาร โดยที่อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกต่ำกว่าอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินแห้ง
3. ผิวดินที่มีการใช้วัสดุปกคลุมดินแตกต่างกันจะมีผลกระทบต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารทำให้มีอุณหภูมิแตกต่างกัน
4. สภาพแวดล้อมเหนือผิวดินที่แตกต่างกันจะมีผลกระทบต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารทำให้มีอุณหภูมิแตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรโดยคำนวณค่าทางสถิติพบว่าตัวแปรที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคาร ได้แก่

1. อิทธิพลจากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ พบว่า อิทธิพลจากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์มีผลต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคาร โดยอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยสวนหลังคาที่ได้รับอิทธิพลโดยตรงจากดวงอาทิตย์จะมีอุณหภูมิสูงกว่าสวนหลังคาที่ได้รับร่มเงาและไม่ได้รับอิทธิพลจากดวงอาทิตย์
2. อิทธิพลจากวัสดุคลุมผิวดินที่แตกต่างกัน วิเคราะห์จากอุณหภูมิผิวดินที่ปกคลุมด้วยวัสดุคลุมดินชนิดต่าง ๆ พบว่ามีอุณหภูมิที่ผิวดินและอุณหภูมิที่ผิวด้านล่างหลังคาอาคารแตกต่างกัน
3. อิทธิพลของดิน วิเคราะห์จากอุณหภูมิผิวดิน (ทำการตรวจวัดที่ระดับความลึก 0.60 เมตร) พบว่าดินมีอุณหภูมิคงที่ตลอดเวลาและช่วยเหนี่ยวนำทำให้อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารคงที่ไม่มี การเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิอากาศ
4. อิทธิพลของความชื้นภายในดิน วิเคราะห์จากการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวดิน อุณหภูมิผิวดินและอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพแตกต่างกัน โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างดินเปียกและดินแห้งพบว่าดินเปียกจะมีอุณหภูมิที่ผิวดิน อุณหภูมิภายในดิน และอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารต่ำกว่าดินแห้ง