

## บทที่ 5

### การสรุปผลการวิจัย

จากการทดลองได้กำหนดรูปแบบการวิจัยเพื่อทำการเก็บข้อมูล โดยทำการเปรียบเทียบพฤติกรรมของการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคาร ดังนี้

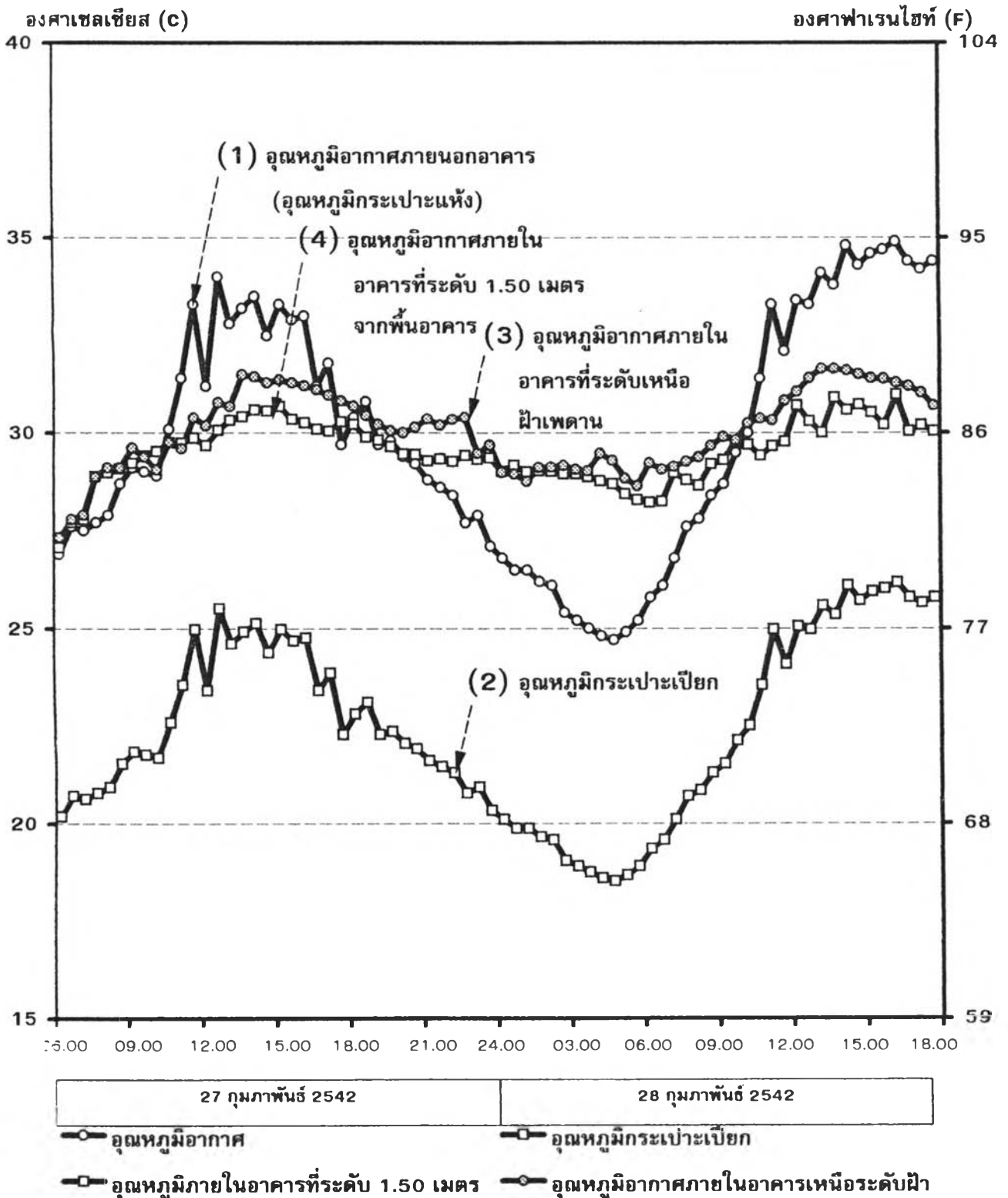
1. การศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารที่ระดับ 1.00 เมตรจากพื้นสวนบนหลังคาและอุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่ระดับ 1.50 เมตรจากพื้นอาคารและระดับเหนือฝ้าเพดาน
2. การศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาตาดฟ้าอาคารระหว่างหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุมกับหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินแห้ง
3. การศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาตาดฟ้าอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีความชื้นภายในดินแตกต่างกัน
5. การศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาตาดฟ้าอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดินปราศจากสิ่งปกคลุมกับผิวดินที่มีวัสดุคลุมดิน
6. การศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาตาดฟ้าอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในร่มและผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดด
7. การศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ในที่โล่งและผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ใต้ต้นไม้

จากการทดลองข้างต้นสามารถสรุปผลการทดลองได้ ดังนี้

### การศึกษาเปรียบเทียบพฤติกรรมของอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารและอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร

จากการศึกษาสามารถสรุปพฤติกรรมของการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศ ได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศภายในอาคารและอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกัน โดยอุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่ระดับ 1.50 เมตร จากพื้นอาคารมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร 0.29 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารในช่วงเวลา 9.00 น. ถึง 20.30 น. และมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารในช่วงเวลา 21.00 น. ถึง 8.30 น. ของวันถัดไป

แผนภูมิที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่ระดับ 1.50 เมตรจากพื้นอาคารและระดับเหนือฝ้าเพดานกับอุณหภูมิอากาศ เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 6.00 น. ถึง วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 18.00 น.

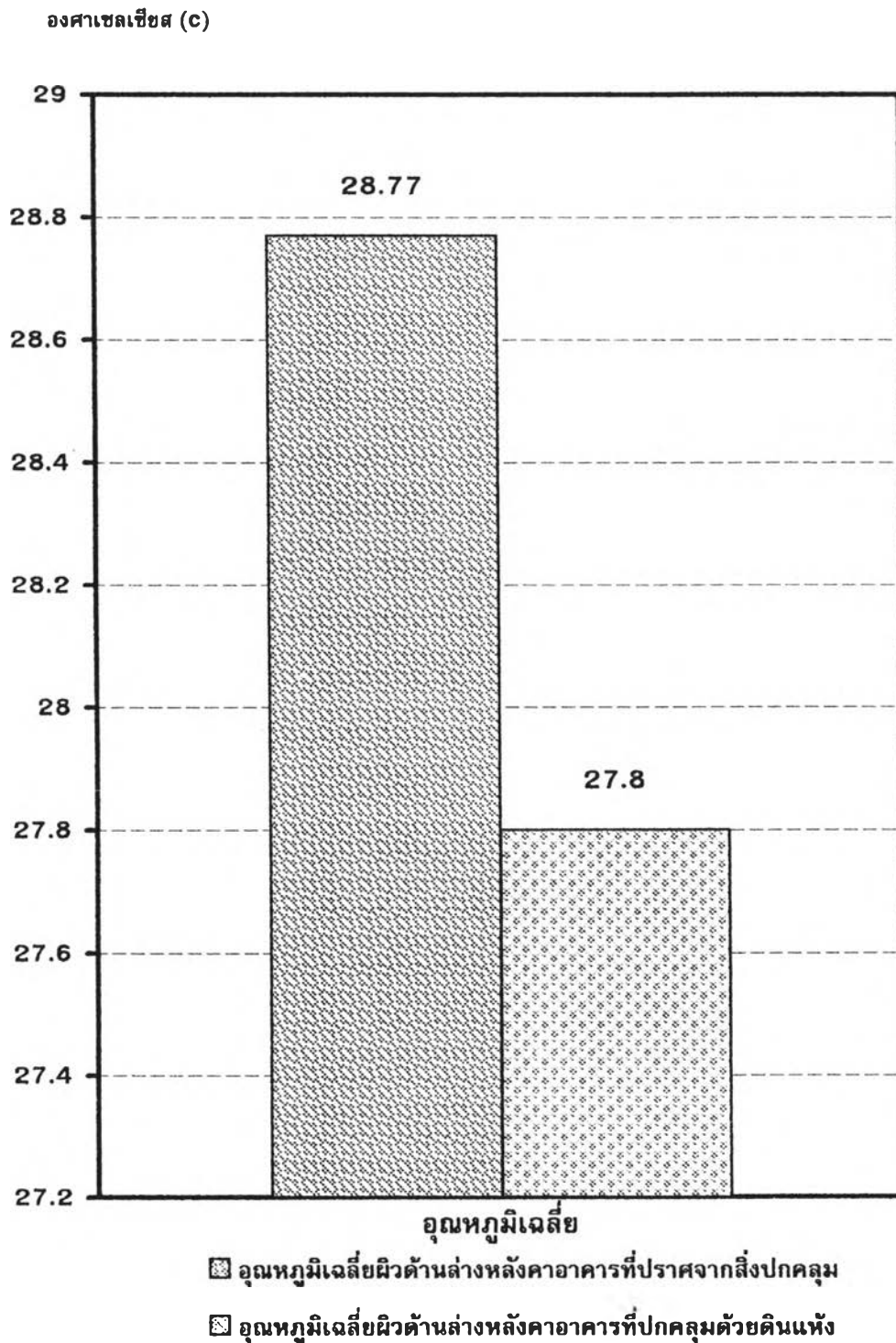


อุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่ระดับ 1.50 เมตร จากพื้นอาคารจะมีความคงที่มากกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร คือมีค่าความแตกต่างของอุณหภูมิ เท่ากับ 2.28 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารมีค่าความแตกต่างของอุณหภูมิเท่ากับ 10.20 องศาเซลเซียส

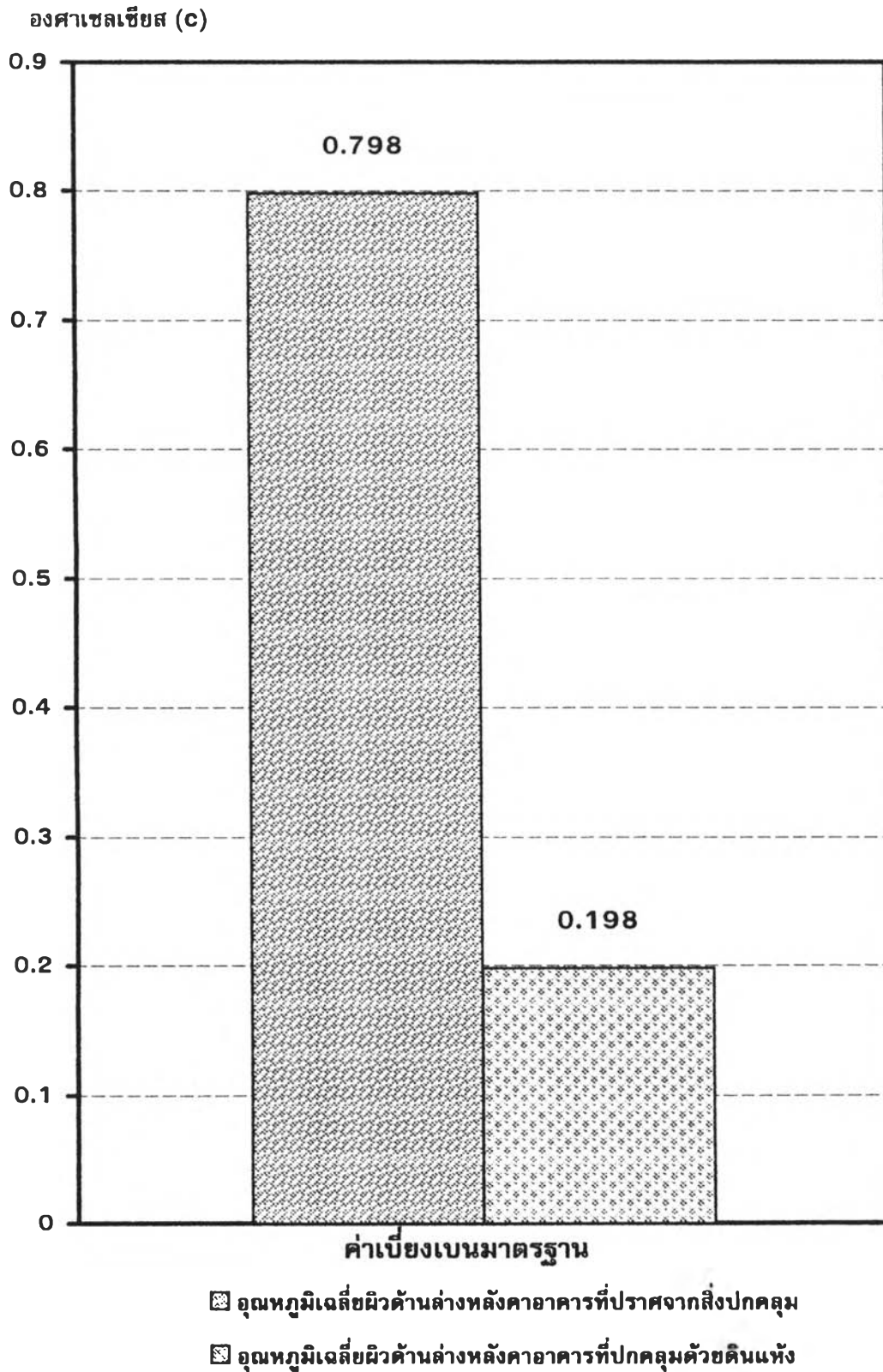
นอกจากนี้อุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่ระดับ 1.50 เมตร จากพื้นอาคารมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่ระดับเหนือฝ้าเพดาน เนื่องจากอุณหภูมิภายในอาคารที่ระดับเหนือฝ้าเพดานได้รับอิทธิพลจากอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารในช่วงเวลากลางวันและอิทธิพลจากการถ่ายเทความร้อนจากหลังคาอาคารจึงทำให้มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่ระดับ 1.50 เมตร และมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร 0.24 องศาเซลเซียส

การศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารระหว่างหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุมกับหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินแห้ง

แผนภูมิที่ 2.2 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุมกับปกคลุมด้วยดินแห้ง



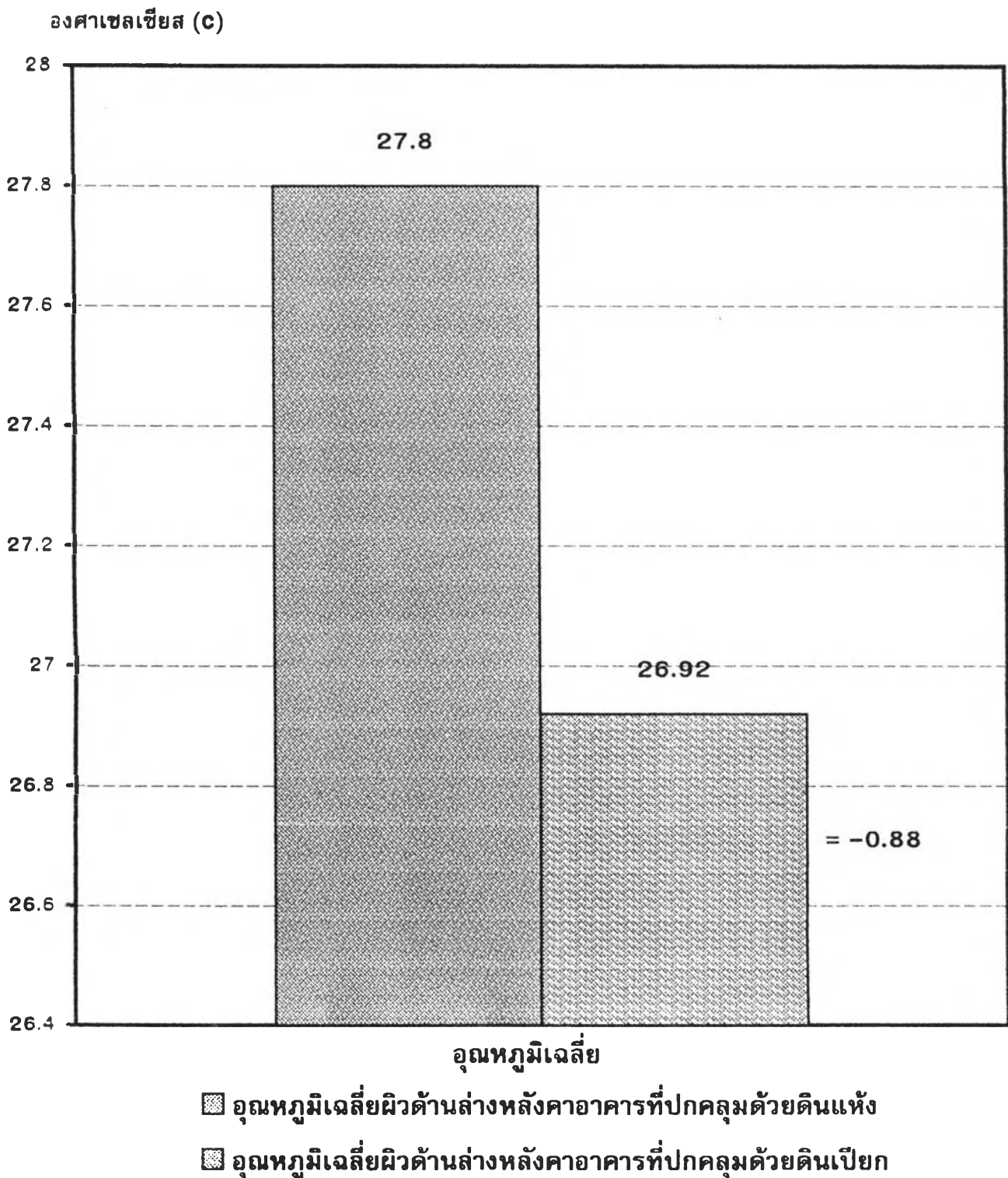
แผนภูมิที่ 2.3 แสดงการเปรียบเทียบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าอุณหภูมิเฉลี่ยผิว  
ด้านล่างหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุมกับปกคลุมด้วยดินแห้ง



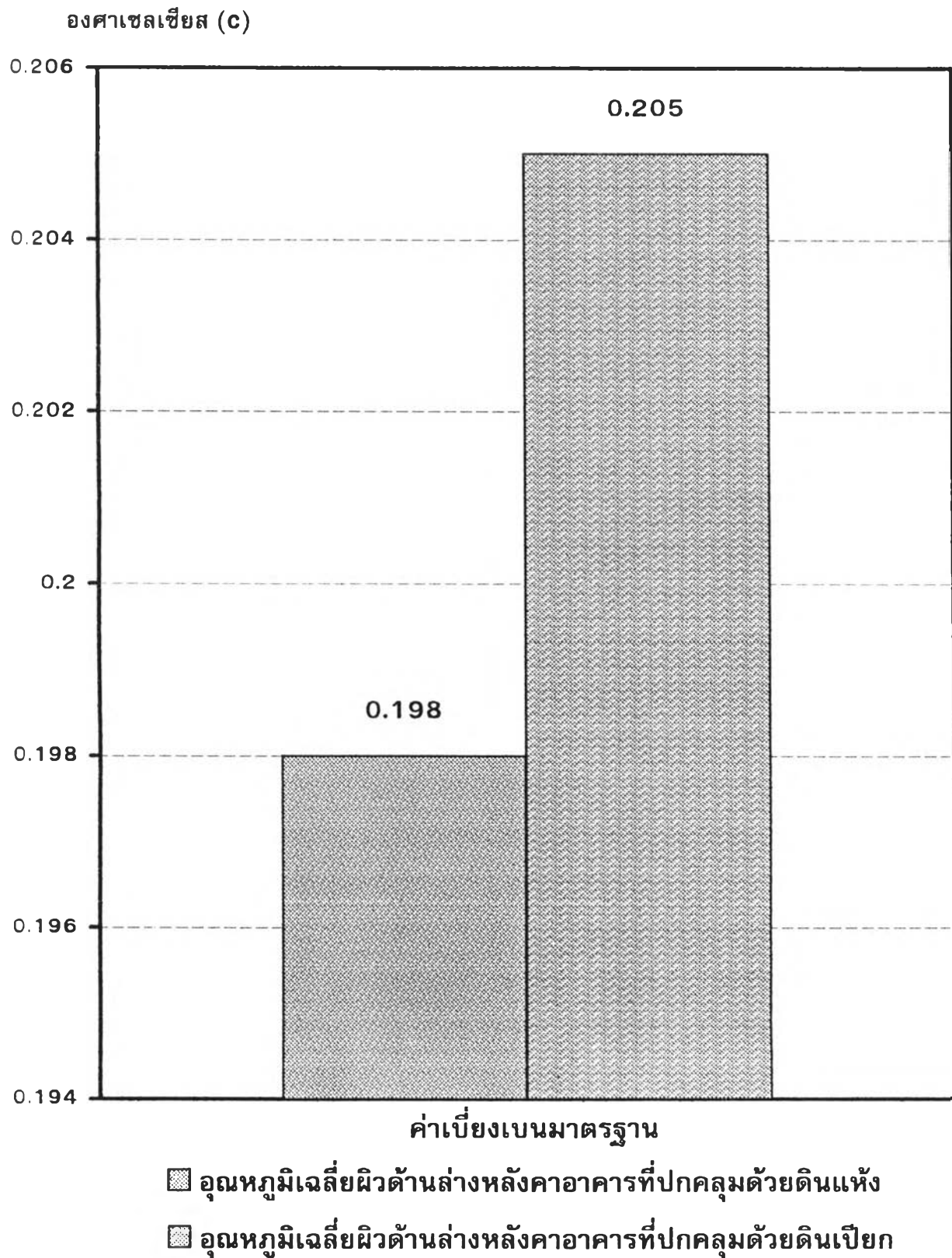
จากการศึกษาพบว่า อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินแห้งมีอุณหภูมิเกือบคงที่ที่ประมาณ 28 องศาเซลเซียสต่ำกว่าอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุมที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 29 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าประมาณ 0.97 องศาเซลเซียส และมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้อยกว่า เป็นผลมาจาก การมีวัสดุปกคลุมหลังคาอาคารเปรียบเสมือนเป็นการเพิ่มมวลสารและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ให้แก่หลังคาอาคาร และดินที่เป็นวัสดุปกคลุมมีค่าความจุความร้อนมากกว่าหลังคาอาคาร จึงทำให้มีอุณหภูมิผิวดินและอุณหภูมิดินคงที่มากกว่าและมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าอุณหภูมิผิวด้านบนหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุม การที่ดินมีค่าการนำความร้อนต่ำกว่าหลังคาอาคารและมีมวลสารมากขึ้นทำให้มีการกักเก็บความร้อนไว้ในดินและทำให้มีการหน่วงความร้อนมากขึ้นส่งผลให้ความร้อนเข้าสู่หลังคาอาคารได้ช้าลง รวมถึงกระแสลมที่พัดผ่านเหนือผิวดินช่วยพัดพาความร้อนที่ผิวดินออกไป จึงทำให้มีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารต่ำกว่าหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุม

การศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีความชื้น  
ภายในดินแตกต่างกัน

แผนภูมิที่ 2.4 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคา  
อาคารที่ปกคลุมด้วยดินแห้งและดินเปียก



แผนภูมิที่ 2.5 แสดงการเปรียบเทียบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิ  
เฉลี่ยผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินแห้งและดินเปียก





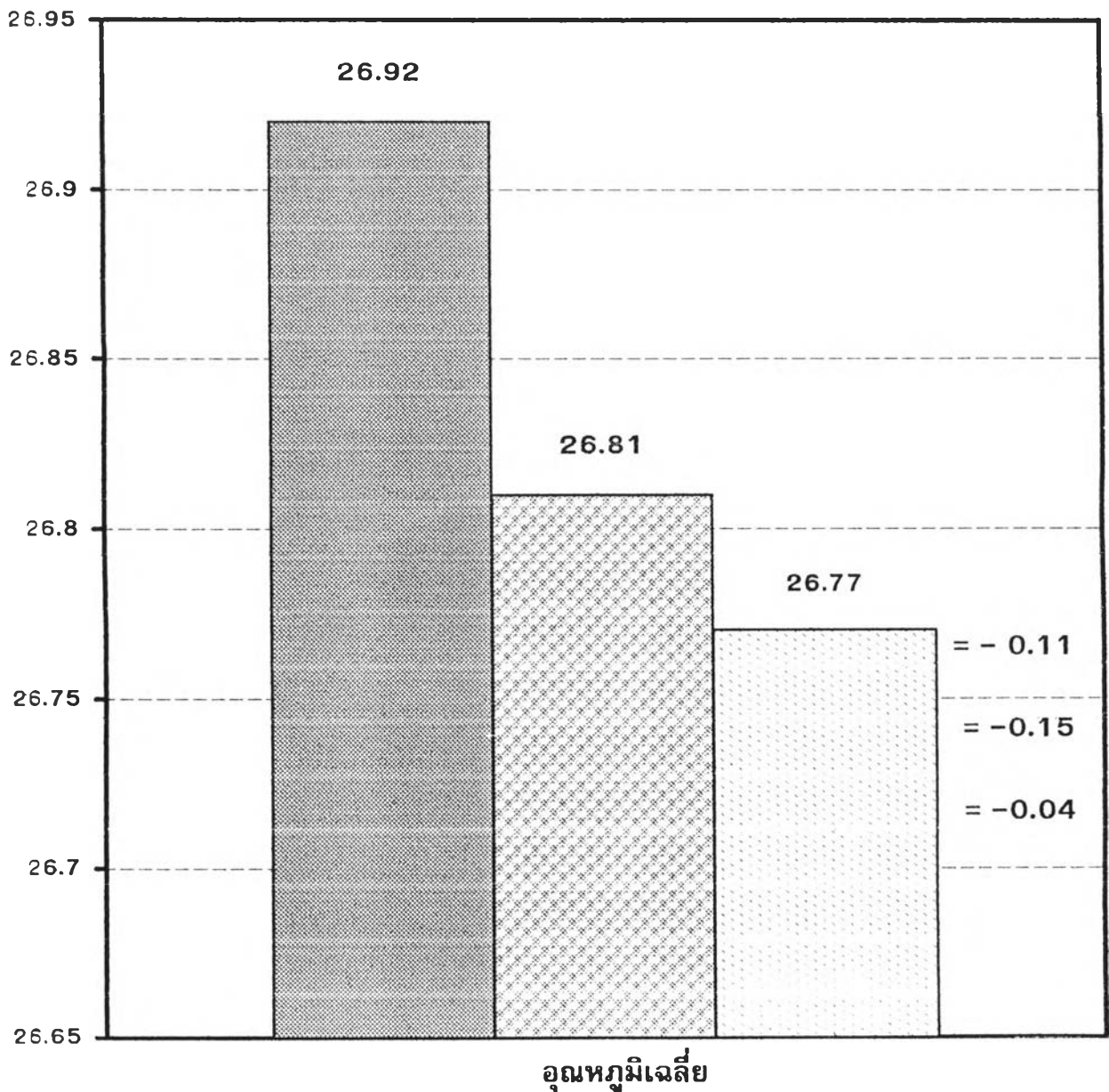
จากการศึกษาพบว่า การมีวัสดุปกคลุมหลังคาอาคารเปรียบเสมือนเป็นการเพิ่มมวลสารและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ให้แก่หลังคาอาคาร และดินที่เป็นวัสดุปกคลุมมีค่าความจุความร้อนมากกว่าหลังคาอาคาร จึงทำให้มีอุณหภูมิผิวดินและอุณหภูมิดินคงที่มากกว่าส่งผลให้มีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารต่ำกว่าหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุม

การที่ความชื้นภายในดินเพิ่มขึ้นทำให้ดินมีค่าความจุความร้อนเพิ่มขึ้นส่งผลให้มีอุณหภูมิที่ผิวดินและอุณหภูมิภายในดินคงที่และมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าดินแห้งทำให้มีการเหนี่ยวนำความเย็นจากผิวดินลงสู่ดิน ส่งผลให้มีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารต่ำกว่าดินแห้งประมาณ 0.88 องศาเซลเซียส นอกจากนี้กระแสลมที่พัดผ่านเหนือผิวดินช่วยพัดพาความร้อนที่ผิวดินออกไปช่วยในการระเหยของน้ำ และการคายความร้อนจากดินสู่สภาพแวดล้อมได้ดีขึ้นซึ่งมีผลต่อการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างหลังคาอาคารกับดินที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจึงทำให้มีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารลดลง

การศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินซึ่งผิวดิน  
ปราศจากสิ่งปกคลุมกับผิวดินที่มีสิ่งปกคลุม

แผนภูมิที่ 2.6 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยของอุณหภูมิ  
ผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งปราศจากสิ่งปกคลุมกับผิวดิน  
ปกคลุมด้วยหญ้าและพืชคลุมดิน

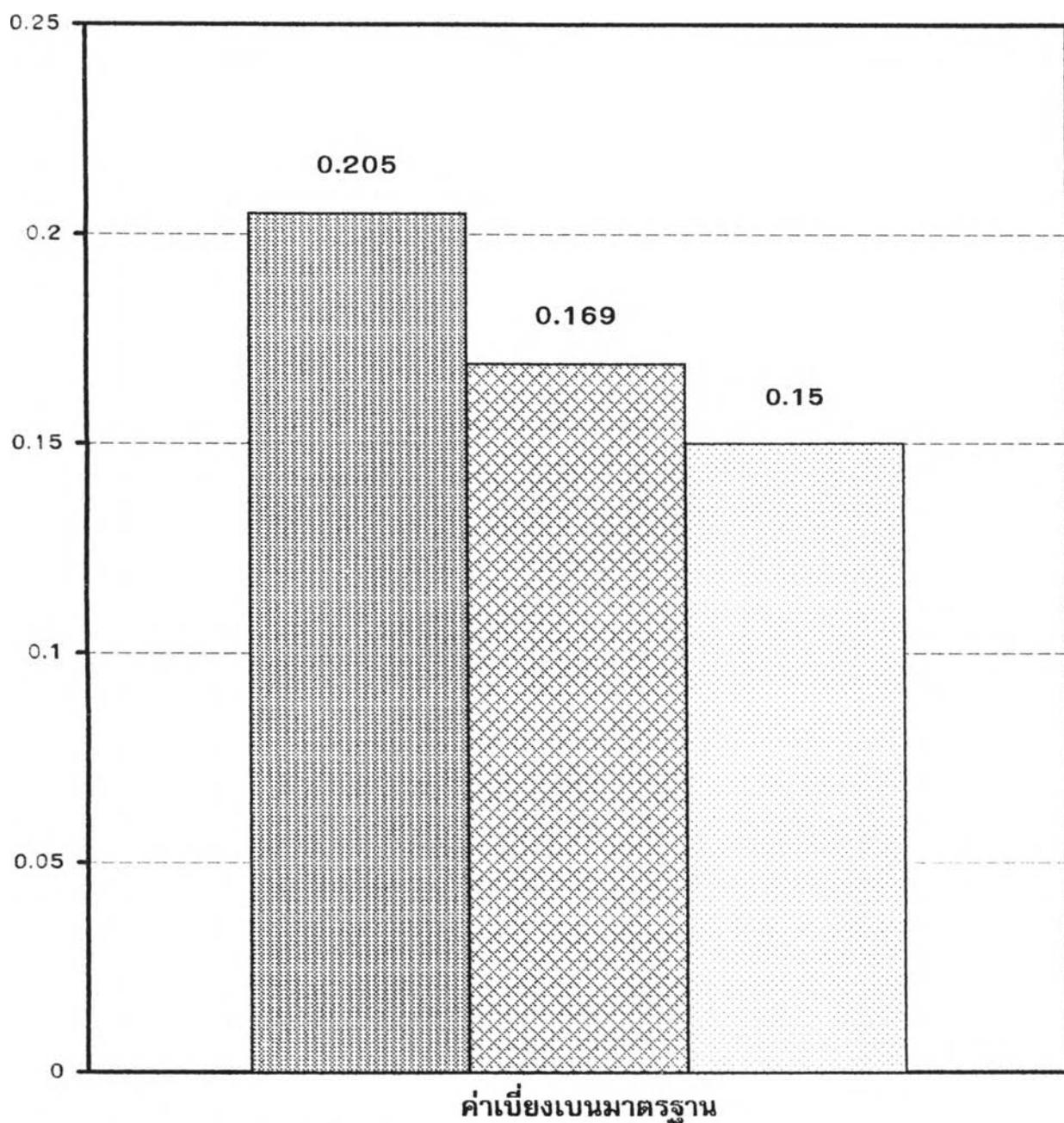
องศาเซลเซียส (c)



- อุณหภูมิเฉลี่ยผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียก
- ▨ อุณหภูมิเฉลี่ยผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งปกคลุมด้วยหญ้า
- อุณหภูมิเฉลี่ยผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน

แผนภูมิที่ 2.7 แสดงการเปรียบเทียบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิเฉลี่ยผิว  
ด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งปราศจากสิ่ง  
ปกคลุมกับผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าและพืชคลุมดิน

องศาเซลเซียส (c)



- อุณหภูมิเฉลี่ยผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียก
- ▨ อุณหภูมิเฉลี่ยผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งปกคลุมด้วยหญ้า
- อุณหภูมิเฉลี่ยผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน

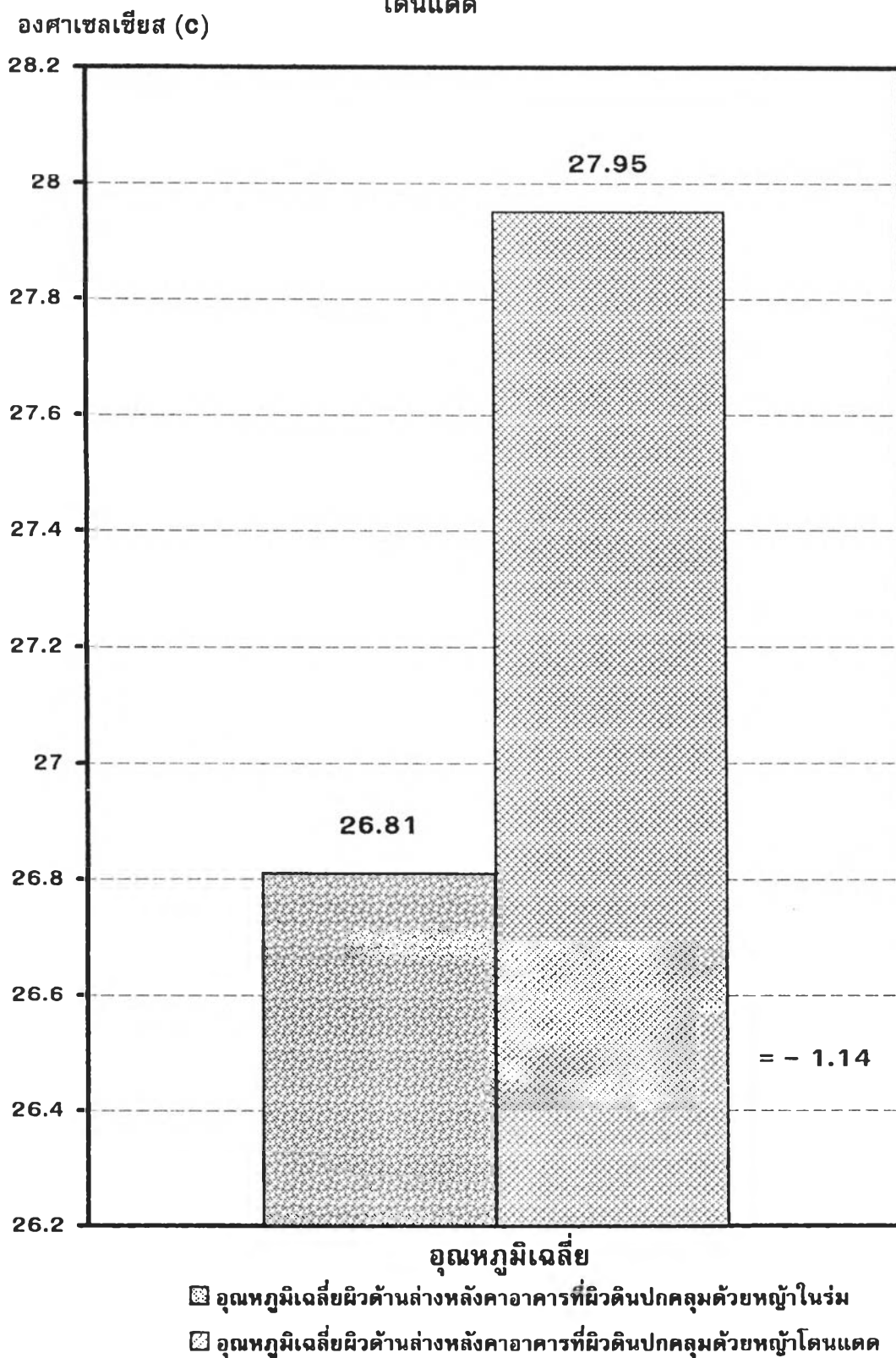
จากการศึกษาพบว่า การมีวัสดุปกคลุมหลังคาอาคารเปรียบเสมือนเป็นการเพิ่มมวลสารและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ให้แก่หลังคาอาคาร และดินที่เป็นวัสดุปกคลุมมีค่าความจุความร้อนมากกว่าหลังคาอาคาร จึงทำให้มีอุณหภูมิผิวดินและอุณหภูมิดินคงที่มากกว่าส่งผลให้มีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารต่ำกว่าหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุม

การใช้สิ่งปกคลุมดิน เช่น หญ้าและพืชคลุมดินจะช่วยป้องกันความร้อนให้กับผิวดิน เมื่อผิวดินมีความเย็นจะมีการเหนี่ยวนำความเย็นลงสู่ดิน หญ้าและพืชคลุมดินจะเสมือนฉนวนป้องกันความร้อนให้แก่ผิวดินและช่วยในการระเหยของน้ำทำให้มีการคายความร้อนสู่สภาพแวดล้อมมากขึ้น อุณหภูมิผิวดินจึงเย็นลงและส่งผลให้อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารลดต่ำลงด้วยโดยผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าและพืชคลุมดินมีอุณหภูมิต่ำกว่าผิวดินที่ปราศจากสิ่งปกคลุม 0.11 และ 0.15 องศาเซลเซียสตามลำดับ นอกจากนี้กระแสลมที่พัดผ่านเหนือผิวดินช่วยพัดพาความร้อนที่ผิวดินออกไปและช่วยในการระเหยของน้ำและการคายความร้อนจากดินสู่สภาพแวดล้อมได้ดีขึ้น ซึ่งมีผลต่อการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างหลังคาอาคารกับดินที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจึงทำให้อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารลดต่ำลง

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้ากับพืชคลุมดินพบว่าแตกต่างกัน 0.04 องศาเซลเซียส จากการทดสอบทางสถิติพบว่าค่าความแตกต่างของอุณหภูมิไม่แสดงผลความแตกต่างในเชิงสถิติ สรุปได้ว่า การใช้สิ่งปกคลุมต่างชนิดกันไม่ทำให้อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารแตกต่างกัน นอกจากนี้กระแสลมที่พัดผ่านเหนือผิวดินช่วยพัดพาความร้อนที่ผิวดินออกไปและช่วยในการระเหยของน้ำและการคายความร้อนจากดินสู่สภาพแวดล้อมได้ดีขึ้น ซึ่งมีผลต่อการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างหลังคาอาคารกับดินที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า

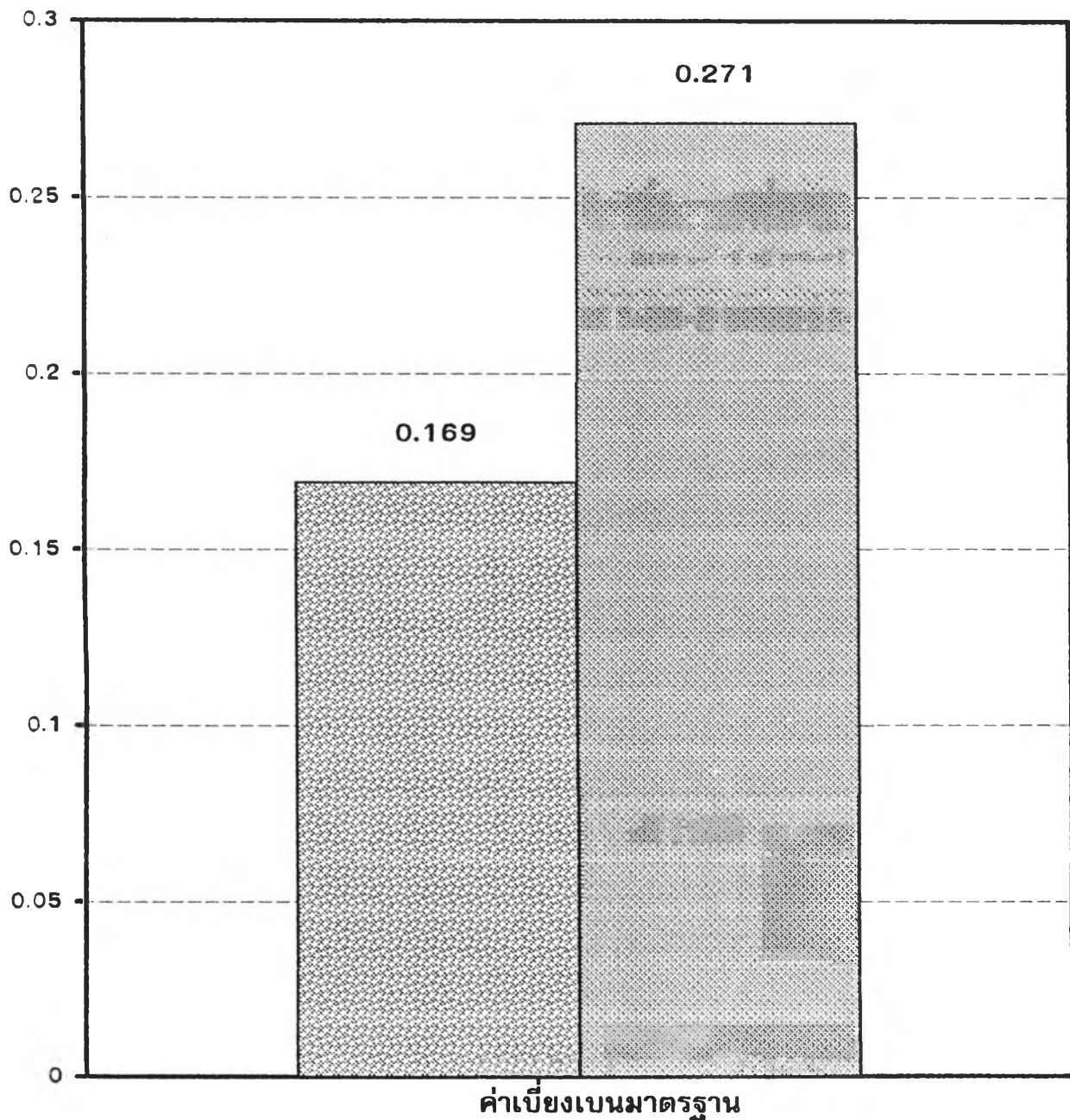
การศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในร่ม และผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดด

แผนภูมิที่ 2.8 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยของอุณหภูมิเฉลี่ยผิวด้านล่างหลังคาปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในร่มและหญ้าโดนแดด



แผนภูมิที่ 2.9 แสดงการเปรียบเทียบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิ  
เฉลี่ยผิวด้านล่างหลังคาปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุม  
ด้วยหญ้าในร่มและหญ้าโดนแดด

องศาเซลเซียส (c)



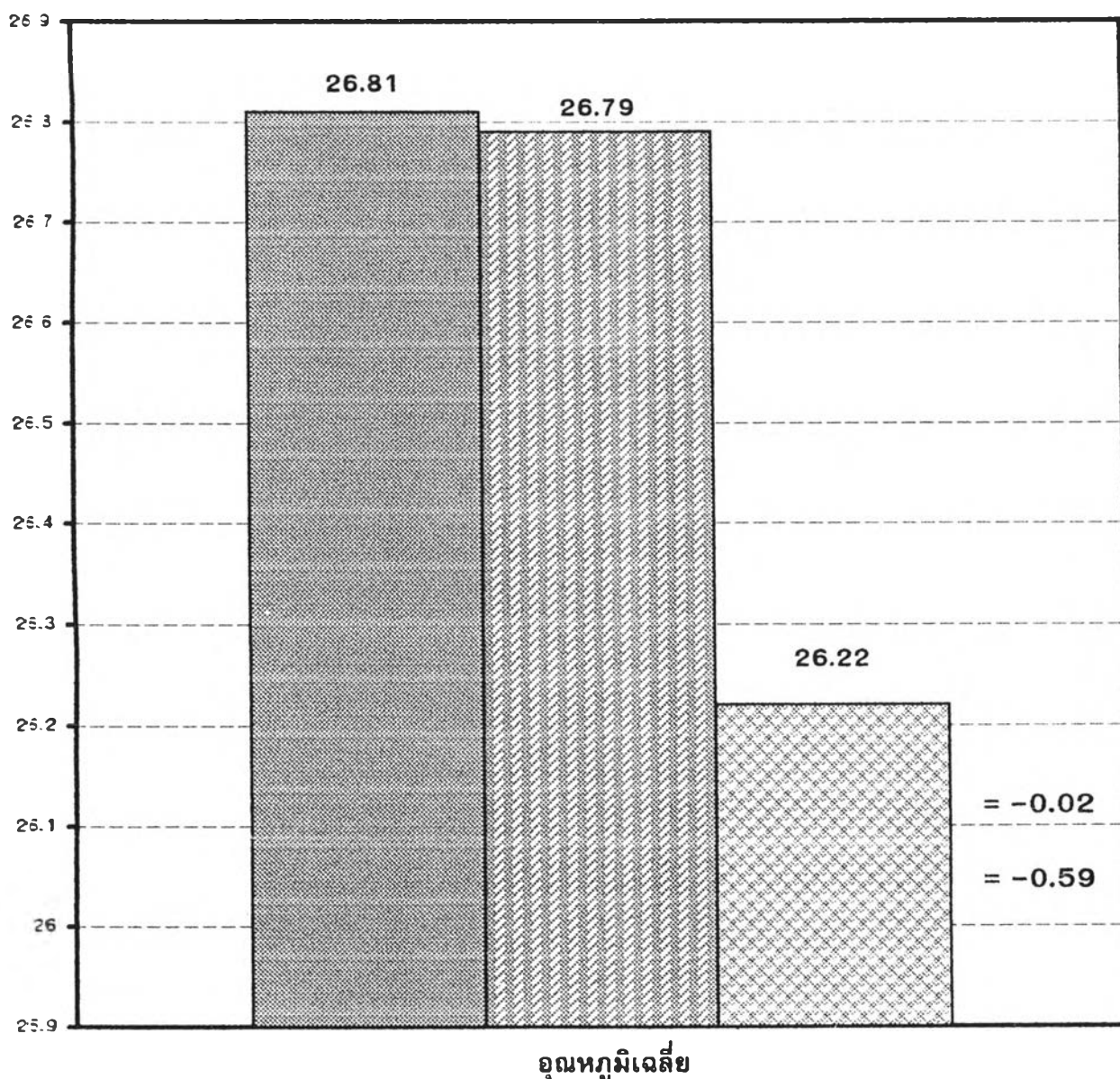
- อุณหภูมิเฉลี่ยผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในร่ม
- อุณหภูมิเฉลี่ยผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดด

จากการศึกษาพบว่า การใช้สิ่งปกคลุมดิน เช่น หญ้าจะช่วยป้องกันความร้อนให้กับผิวดิน เมื่อผิวดินมีความชื้นจะมีการเหนี่ยวนำความชื้นลงสู่ดิน หญ้าและพืชคลุมดินจะเสมือนฉนวนป้องกันความร้อนให้แก่ผิวดินและช่วยในการระเหยของน้ำทำให้มีการคายความร้อนสู่สภาพแวดล้อมมากขึ้น อุณหภูมิผิวดินจึงเย็นลงและส่งผลให้อุณหภูมิผิวดินล่างหลังคาอาคารลดต่ำลงด้วยโดยผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าในร่มจะมีอุณหภูมิที่ผิวดินและอุณหภูมิที่ผิวดินล่างหลังคาอาคารต่ำกว่าผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดดประมาณ 1.14 องศาเซลเซียส แสดงว่า การให้ร่มเงาแก่ผิวดินจะช่วยลดความร้อนจากดวงอาทิตย์ลงได้มาก

การศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ในที่โล่งและผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าที่อยู่ใต้ต้นไม้

แผนภูมิที่ 2.10 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่งกับหญ้าใต้ไม้พุ่มและหญ้าใต้ต้นไม้

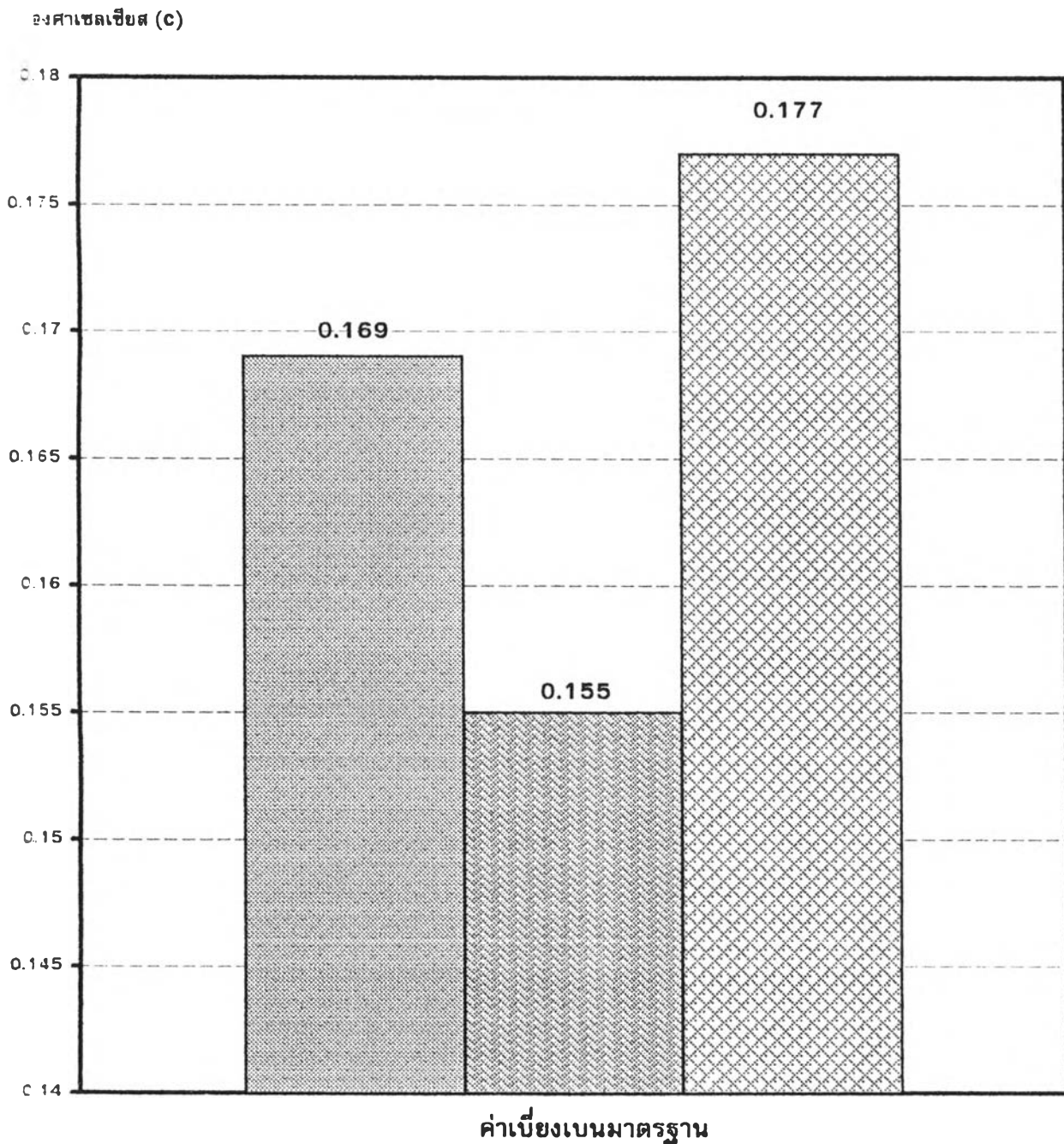
๓:๓๔๗๕๕๕๕ (c)



- อุณหภูมิเฉลี่ยผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่ง
- อุณหภูมิเฉลี่ยผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าใต้ไม้พุ่ม
- อุณหภูมิเฉลี่ยผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าใต้ต้นไม้



แผนภูมิที่ 2.11 แสดงการเปรียบเทียบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิเฉลี่ยผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่งกับหญ้าใต้ไม้พุ่มและหญ้าใต้ต้นไม้



- อุณหภูมิเฉลี่ยผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าในที่โล่ง
- ▨ อุณหภูมิเฉลี่ยผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าใต้ไม้พุ่ม
- ▩ อุณหภูมิเฉลี่ยผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าใต้ต้นไม้

จากการศึกษาพบว่า การใช้หญ้าปกคลุมผิวดินจะช่วยป้องกันความร้อนให้กับผิวดิน การที่อยู่ใต้ร่มเงาของต้นไม้ใหญ่จะช่วยบังเงาและกรองแสงจากด้านบนให้กับผิวดินและลดความร้อนให้แก่สภาพแวดล้อมโดยฟุ่มโบของต้นไม้เป็นตัวแปลงสภาพแวดล้อมให้เย็นลงส่งผลให้ผิวดินมีความเย็นและเกิดการเหนี่ยวนำความเย็นลงสู่ดิน หญ้าและต้นไม้จะทำหน้าที่ในการดูน้ำภายในดินมาระเหยทำให้มีอุณหภูมิผิวดินที่เย็นลง เมื่อมีกระแสลมที่พัดผ่านเหนือผิวดินจะช่วยพัดพาความร้อนที่ผิวดินออกไป และช่วยในการระเหยของน้ำและการคายความร้อนจากดินสู่สภาพแวดล้อมได้ดีขึ้น โดยอุณหภูมิผิวดินล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าซึ่งอยู่ใต้ร่มเงาของต้นไม้ใหญ่มีอุณหภูมิต่ำกว่าหญ้าที่อยู่ในที่โล่งประมาณ 0.59 องศาเซลเซียส

### ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวดินล่างหลังคาอาคาร

จากผลการวิจัยพบว่า การใช้สวนบนหลังคาปกคลุมหลังคาตาดฟ้าอาคารเป็นเสมือนฉนวนป้องกันความร้อนให้แก่หลังคาอาคารสามารถลดอิทธิพลความร้อนจากดวงอาทิตย์และทำให้อุณหภูมิผิวดินล่างหลังคาอาคารลดต่ำลง เป็นผลมาจากการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างหลังคาอาคารกับดินที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ซึ่งอิทธิพลความเย็นจากดินที่ผิวดินบนหลังคาอาคารสัมผัสดินสามารถลดการถ่ายเทความร้อนจากหลังคาลงได้ โดยขึ้นอยู่กับตัวแปร ดังนี้

1. สภาพความชื้นภายในดิน
2. สภาพผิวดิน
3. สภาพแวดล้อมเหนือดิน
4. อิทธิพลจากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์

### อิทธิพลจากดิน

การใช้ดินเป็นวัสดุปกคลุมหลังคาตาดฟ้าอาคารเปรียบเสมือนเป็นการเพิ่มมวลสารและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ให้แก่หลังคาอาคาร การที่ดินมีค่าความจุความร้อนมากกว่าหลังคาอาคารทำให้มีอุณหภูมิผิวดินคงที่ และมีอุณหภูมิจนต่ำกว่าอุณหภูมิผิวดินบนหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุม ซึ่งการใช้ดินปกคลุมหลังคาอาคารสามารถลดความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุดและช่วยลดผลกระทบจาก Sol-Air Temperature ได้ ดินมีมวลสารมากทำให้มีการกักเก็บความร้อนไว้ในดินและทำให้มีการหน่วงความร้อนมากขึ้น

จากการทดลองพบว่าดินมีค่าการหน่วงความร้อนประมาณ 4-6 ชั่วโมง ส่งผลให้การถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาตาดฟ้าอาคารมีอัตราที่ช้าลงจะช่วยลดความร้อนในขณะที่มีอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารร้อนที่สุดลงได้ และการที่ดินมีอุณหภูมิกว้างและมีความชื้นต่ำกว่าหลังคาอาคารทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างหลังคาอาคารที่ผิวดินบนสัมผัสดินกับดินที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าส่งผลให้อุณหภูมิผิวดินล่างหลังคาอาคารต่ำกว่าหลังคาตาดฟ้าอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุม

## อิทธิพลจากความชื้นภายในดิน

การที่ดินมีความชื้นเพิ่มขึ้นทำให้ดินมีค่าความจุความร้อนสูงขึ้นส่งผลให้มีอุณหภูมิดิน อุณหภูมิผิวดินคงที่และต่ำกว่าดินที่มีความชื้นภายในดินน้อย เมื่อมีอุณหภูมิผิวดินต่ำกว่าจะทำให้มีการเหนี่ยวนำความเย็นได้ดีกว่า และมีผลต่อการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างหลังคาอาคารที่ผิวด้านบนสัมผัสดินกับดิน ดังจะเห็นได้จากหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกมีอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารต่ำกว่าหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินแห้ง

## อิทธิพลจากสภาพผิวดิน

สภาพผิวดินที่แตกต่างกันทำให้อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารแตกต่างกัน การใช้สิ่งปกคลุมดิน เช่น หญ้าและพืชคลุมดินจะช่วยป้องกันความร้อนให้กับผิวดิน เมื่อผิวดินมีความเย็นจะมีการเหนี่ยวนำความเย็นลงสู่ดิน หญ้าและพืชคลุมดินจะเสมือนฉนวนป้องกันความร้อนให้แก่ผิวดิน และช่วยในการระเหยของน้ำทำให้มีการคายความร้อนสู่สภาพแวดล้อมมากขึ้น อุณหภูมิผิวดินจึงเย็นลงและส่งผลให้อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารลดต่ำลงด้วย นอกจากนี้กระแสลมที่พัดผ่านเหนือผิวดินช่วยพัดพาความร้อนที่ผิวดินออกไปและช่วยในการระเหยของน้ำและการคายความร้อนจากดินสู่สภาพแวดล้อมได้ดีขึ้น ซึ่งมีผลต่อการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างหลังคาอาคารที่ผิวด้านบนสัมผัสดินกับดินที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจึงทำให้อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารลดต่ำลง ดังจะเห็นได้จากอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าและพืชคลุมดินมีอุณหภูมิต่ำกว่าผิวดินที่ปราศจากสิ่งปกคลุม

## อิทธิพลจากสภาพแวดล้อมเหนือดิน

สภาพแวดล้อมเหนือดินที่แตกต่างกันมีผลทำให้อุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารแตกต่างกัน การใช้หญ้าปกคลุมผิวดินจะช่วยป้องกันความร้อนให้กับผิวดิน และการที่อยู่ใต้ร่มเงาของต้นไม้ใหญ่จะช่วยบังเงาและกรองแสงจากด้านบนให้กับผิวดินและลดความร้อนให้แก่สภาพแวดล้อมโดยพุ่มใบของต้นไม้เป็นตัวแปลงสภาพแวดล้อมให้เย็นลงส่งผลให้ผิวดินมีความเย็นและเกิดการเหนี่ยวนำความเย็นลงสู่ดิน หญ้าและต้นไม้จะทำหน้าที่ในการดูดน้ำภายในดินมาระเหยทำให้มีอุณหภูมิผิวดินที่เย็นลง เมื่อมีกระแสลมที่พัดผ่านเหนือผิวดินจะช่วยพัดพาความร้อนที่ผิวดินออกไปและช่วยในการระเหยของน้ำและการคายความร้อนจากดินสู่สภาพแวดล้อมได้ดีขึ้น โดยอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าซึ่งอยู่ใต้ร่มเงาของต้นไม้ใหญ่มีอุณหภูมิต่ำกว่าหญ้าที่อยู่ในที่โล่ง

## อิทธิพลจากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์

การใช้สิ่งปกคลุมดิน เช่น หญ้าจะช่วยป้องกันความร้อนให้กับผิวดิน เมื่อผิวดินมีความเย็นจะมีการเหนี่ยวนำความเย็นลงสู่ดิน หญ้าและพืชคลุมดินจะเสมือนฉนวนป้องกันความร้อนให้แก่ผิวดินและช่วยในการระเหยของน้ำทำให้มีการคายความร้อนสู่สภาพแวดล้อมมากขึ้น อุณหภูมิผิวดินจึงเย็นลงและส่งผลให้อุณหภูมิผิวดินล่างหลังคาอาคารลดต่ำลงด้วยโดยผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าในร่มจะมีอุณหภูมิที่ผิวดินและอุณหภูมิที่ผิวดินล่างหลังคาอาคารต่ำกว่าผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้า โดนแดดแสดงว่า การให้ร่มเงาแก่ผิวดินจะช่วยลดความร้อนจากดวงอาทิตย์ ลดความร้อนที่ผิวดินซึ่งมีผลทำให้มีอุณหภูมิดินและอุณหภูมิผิวดินล่างหลังคาอาคารลดต่ำลง

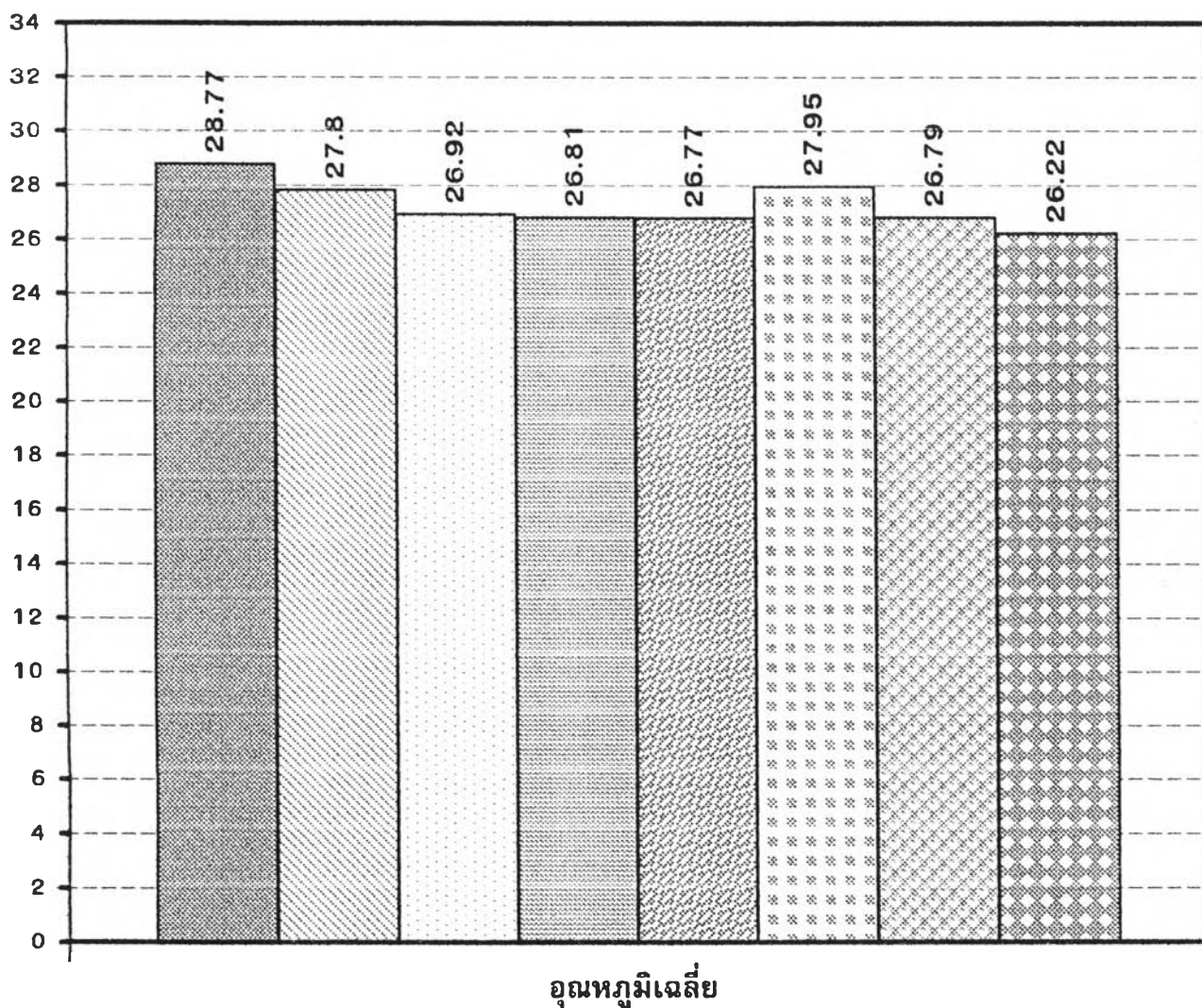
## การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวดินล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินในสภาพต่าง ๆ กัน

จากผลการทดลองในการศึกษาอุณหภูมิผิวดินล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินในสภาพต่าง ๆ สามารถสรุปความแตกต่างของอุณหภูมิได้ ดังนี้

- |   |                         |          |
|---|-------------------------|----------|
| 1. หลังคาตาดฟ้าอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุม                  | มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ | 28.77 °C |
| 2. หลังคาตาดฟ้าอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินแห้ง  | มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ | 27.80 °C |
| 3. หลังคาตาดฟ้าอาคารที่ปกคลุมด้วยดินที่มีสภาพเป็นดินเปียก | มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ | 26.92 °C |
| 4. หลังคาตาดฟ้าอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้า               | มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ | 26.81 °C |
| 5. หลังคาตาดฟ้าอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน         | มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ | 26.77 °C |
| 6. หลังคาตาดฟ้าอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าโดนแดด         | มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ | 27.95 °C |
| 7. หลังคาตาดฟ้าอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าใต้ไม้พุ่ม     | มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ | 26.79 °C |
| 8. หลังคาตาดฟ้าอาคารที่ผิวดินปกคลุมด้วยหญ้าใต้ต้นไม้      | มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ | 26.22 °C |

แผนภูมิที่ 2.12 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวด้านล่าง  
หลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุมกับหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยสวนบน  
หลังคา

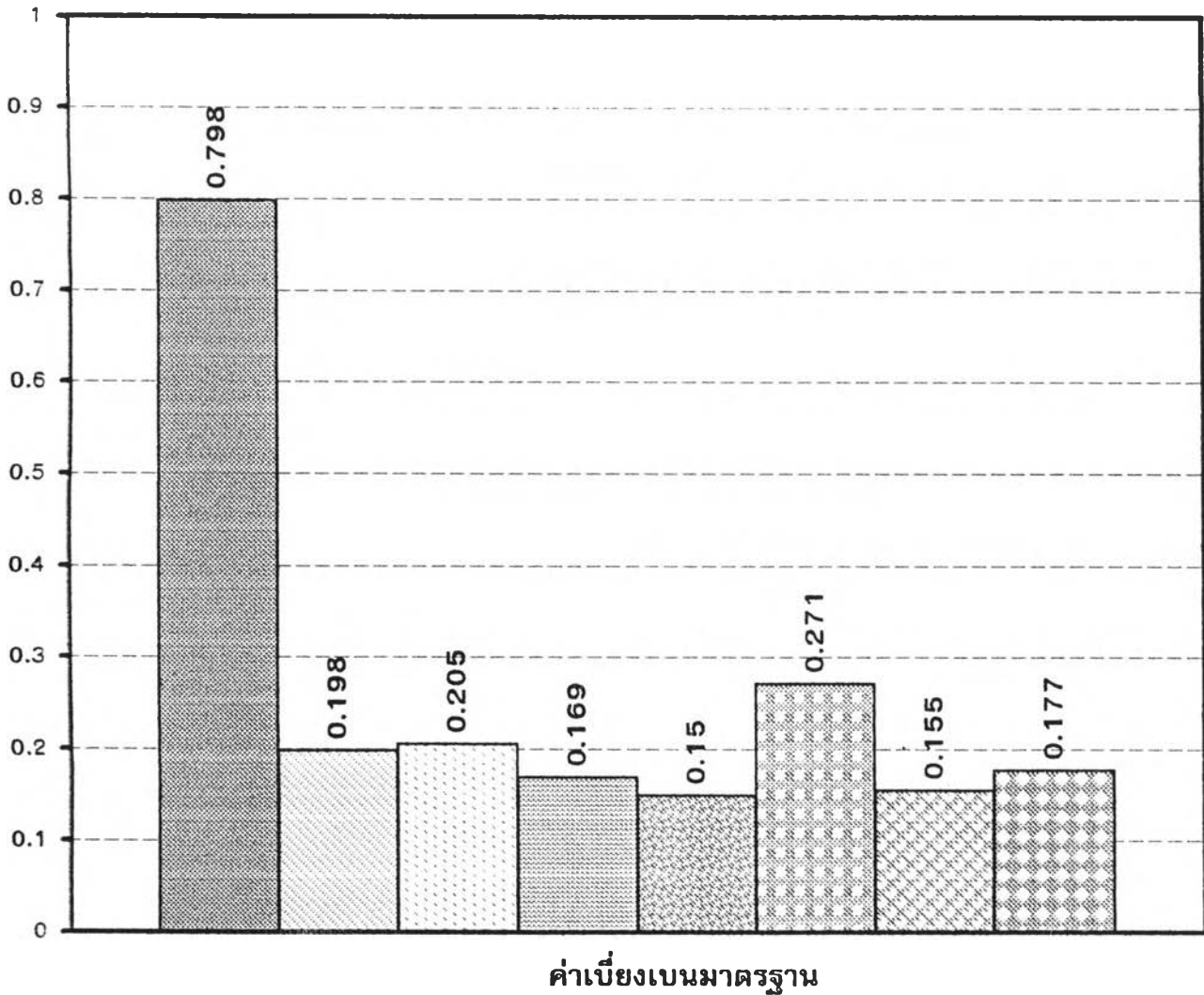
องศาเซลเซียส (c)



- ☒ อุณหภูมิเฉลี่ยผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุม
- ☒ อุณหภูมิเฉลี่ยผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินแห้ง
- ☒ อุณหภูมิเฉลี่ยผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียก
- ☒ อุณหภูมิเฉลี่ยผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งปกคลุมด้วยหญ้า
- ☒ อุณหภูมิเฉลี่ยผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน
- ☒ อุณหภูมิเฉลี่ยผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งปกคลุมด้วยหญ้าโคนแคด
- ☒ อุณหภูมิเฉลี่ยผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งปกคลุมด้วยหญ้าไต้ไม้พุ่ม
- ☒ อุณหภูมิเฉลี่ยผิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งปกคลุมด้วยหญ้าไต้ต้นไม้

แผนภูมิที่ 2.13 แสดงการเปรียบเทียบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิเฉลี่ย  
 มิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุมกับหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วย  
 สวนบนหลังคา

องศาเซลเซียส (c)



- ☒ อุณหภูมิเฉลี่ยมิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปราศจากสิ่งปกคลุม
- ☒ อุณหภูมิเฉลี่ยมิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินแห้ง
- ☐ อุณหภูมิเฉลี่ยมิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียก
- ☒ อุณหภูมิเฉลี่ยมิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งปกคลุมด้วยหญ้า
- ☒ อุณหภูมิเฉลี่ยมิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งปกคลุมด้วยพืชคลุมดิน
- ☒ อุณหภูมิเฉลี่ยมิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งปกคลุมด้วยหญ้าโคนแคด
- ☒ อุณหภูมิเฉลี่ยมิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งปกคลุมด้วยหญ้าไต้ผุ่ม
- ☐ อุณหภูมิเฉลี่ยมิวด้านล่างหลังคาอาคารที่ปกคลุมด้วยดินเปียกซึ่งปกคลุมด้วยหญ้าไต้ผุ่ม

## ประโยชน์และการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบ

1. การใช้สวนบนหลังคาปกคลุมหลังคาอาคารช่วยลดความแตกต่างของอุณหภูมิผิวหลังคาอาคารและลดอิทธิพลความร้อนจากดวงอาทิตย์ลงได้ซึ่งช่วยลดการแตกร้าวของผิวหลังคาอาคารอันเนื่องมาจากการยึดหดตัวของผิวหลังคาอาคาร
2. สามารถลดอุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารให้ลดต่ำลงซึ่งเป็นผลมาจากการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างหลังคาอาคารกับดินที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า
3. การที่ผิวด้านบนหลังคาอาคารสัมผัสดินสามารถลดการถ่ายเทความร้อนจากหลังคาอาคารได้เนื่องจากอิทธิพลความเย็นจากดินที่สามารถเป็นแหล่งความเย็นให้แก่หลังคาอาคาร
4. การทำให้ดินมีความชุ่มชื้นและมีสิ่งปกคลุมดินจะช่วยรักษาความชื้นภายในดินและการใช้ต้นไม้ใหญ่ปรับสภาพแวดล้อมเหนือดินจะทำให้ลดการถ่ายเทความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
5. ดินมีการหน่วงความร้อนประมาณ 4-6 ชั่วโมง ส่งผลให้การถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาตาดฟ้าอาคารมีอัตราที่ช้าลงจะช่วยลดความร้อนในขณะที่ยุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารร้อนที่สุดลงได้

## ข้อจำกัดในการวิจัย

1. การทดสอบเป็นการทดสอบในระบบเปิด คือ ทำการทดสอบจากอาคารกรณีศึกษาที่มีการถ่ายเทความร้อนจากสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารโดยตรงและโดยอ้อม และไม่มีกำบังความร้อนจากผนังและหลังคาอาคาร ดังนั้นผลการทดสอบอาจผิดพลาดได้ด้วยอิทธิพลจากตัวแปรอื่นที่ไม่ได้ทำการศึกษา
2. ตัวแปรที่ทำการศึกษาคือทำการศึกษาเฉพาะบางตัวแปรเท่านั้น ผลสรุปจากการวิจัยอาจมีความคลาดเคลื่อนได้
3. ในการทดลองทำการศึกษาจากดินที่ระดับความลึก 0.60 เมตร เท่านั้นจึงไม่สามารถอธิบายพฤติกรรมของอุณหภูมิดินที่ระดับความลึกต่างๆได้
4. ระยะเวลาในการทดลองอยู่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึง มีนาคม พ.ศ. 2542 ดังนั้นข้อมูลที่ได้จากการทดลองจึงเป็นข้อมูลจำกัดในช่วงเวลาดังกล่าว

## ข้อผิดพลาดที่พบในการวิจัย

1. การติดตั้งสายสัญญาณอาจมีความคลาดเคลื่อนทำให้อุณหภูมิที่ตรวจวัดได้ผิดพลาดจากความเป็นจริง
2. การทดสอบเป็นการทดสอบในระบบเปิด คือ ทดสอบจากอาคารกรณีศึกษา ดังนั้นการควบคุมตัวแปรที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิผิวด้านล่างหลังคาอาคารจึงไม่สามารถควบคุมได้
3. สถานที่ทดสอบได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อม เช่น พื้นที่ด้านล่างของสวนหลังคาไม่มีการปรับอากาศจึงได้รับอิทธิพลจากอุณหภูมิอากาศภายนอก

### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรขยายเวลาการเก็บข้อมูลให้ต่อเนื่องตลอดปีเพื่อให้ทราบพฤติกรรม การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิช่วงเวลาต่างๆ
2. ทำการทดลองที่ระดับความลึกของดินที่แตกต่างกัน
3. ทดสอบสวนหลังคาในสถานที่ที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน