บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทสรุป

ผลการวิจัยทำให้ได้ข้อสรุปว่า ถ้าเรามีความเข้าใจถึงคุณสมบัติของวัสดุปูพื้น ในที่นี้ได้แก่ มวลสาร ความเข้มของสี และพื้นผิววัสดุ ที่มีผลต่ออุณหภูมิที่ผิววัสดุ เราสามารถเลือกใช้วัสดุปูพื้นที่เหมาะสมกับการใช้งานในสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นซึ่งมีความร้อนปริมาณมากอันเป็นปัญหาต่อความสบายขณะใช้งาน ในการวิจัยนี้ยังไม่สามารถหาวัสดุที่มีอุณหภูมิที่ผิวอยู่ในระดับสภาวะน่าสบายตลอดเวลาได้ แต่ในการวิจัยนี้พอจะให้คำตอบได้ว่า วัสดุที่มีคุณสมบัติเช่นไร ที่จะมีความร้อนหรืออุณหภูมิที่ผิวต่ำสุดในช่วงเวลาต่าง ๆ สำหรับใช้เป็นแนวทางในการเลือกใช้วัสดุปูพื้นภายนอกอาคารที่ได้รับแสงแดดปริมาณมากเป็นเวลานานให้เหมาะต่อการใช้งาน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. อิทธิพลของมวลสารที่มีต่ออุณหภูมิที่ผิววัสดุ

วัสดุที่มีมวลสารมากซึ่งมีค่าความจุความร้อนมากกว่าวัสดุที่มวลสารน้อย ตามทฤษฎี คือ ค่าความจุความร้อนมีค่าเท่ากับผลคูณของความหนาแน่นของวัสดุกับค่า Specific Heat ($C = m/_{v} \times c$) ค่า Specific Heatของวัสดุแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันน้อย และในการวิจัยนี้ปริมาตรของวัสดุเท่ากัน ดังนั้นค่าความจุความร้อนแปรผันตามมวลของวัสดุ

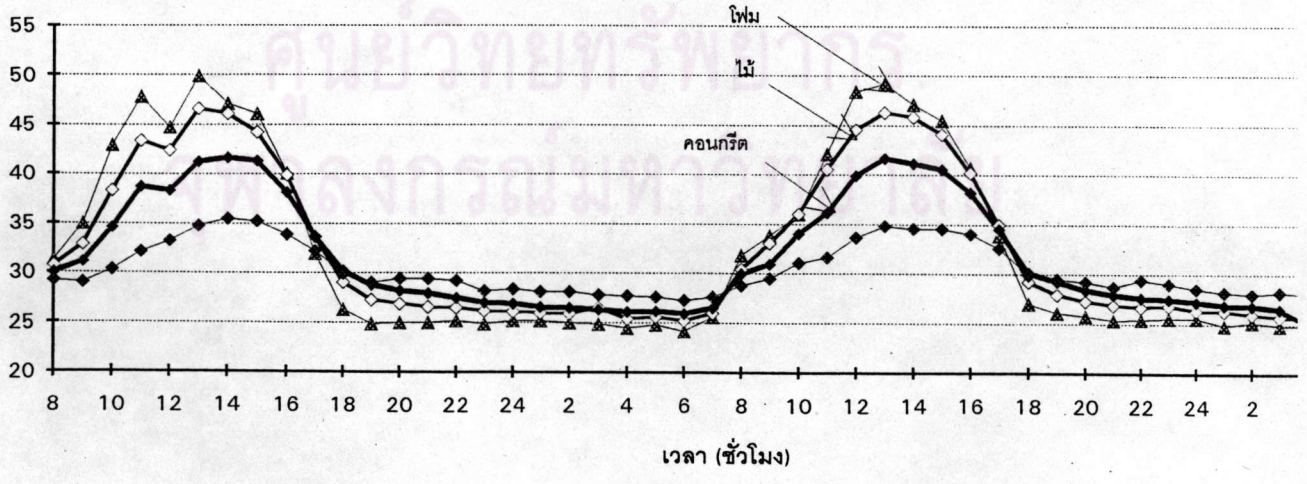
วัสดุที่มีมวลต่างกัน แต่มีความเข้มของสีและลักษณะพื้นผิวเหมือนกัน พบว่า วัสดุที่มีมวลสารมากซึ่งมีค่าความจุความร้อนมากกว่าวัสดุมวลสารน้อยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ผิวอย่างช้า ๆ มีค่าความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดต่ำสุดน้อยกว่าวัสดุที่มีมวลสารน้อย ในเวลากลางวันตั้งแต่เวลาที่เริ่มมีรังสีดวงอาทิตย์

ประมาณ 05.00 น. จนถึงเวลาประมาณ 14.00 น. วัสดุที่มีมวลสารน้อย ซึ่งมีค่าความจุความร้อนต่ำกว่าจึงแผ่รังสีความร้อนออกมามากกว่าทำให้มีอุณหภูมิที่ผิวสูงกว่าวัสดุที่มีมวลสารมากซึ่งเมื่อได้รับความร้อนก็จะเก็บสะสมไว้ไม่แผ่รังสีออกมา

จนถึงเวลาหลัง 14.00 น. วัสดุมวลสารน้อยก็เริ่มมีแนวโน้มในการลดลงของอุณหภูมิมากกว่า แต่ยังคงมีอุณหภูมิที่ผิวสูงกว่าวัสดุมวลสารมากซึ่งสะสมความร้อนไว้เกือบอิ่มตัว จนเวลาประมาณ 16.00 น. วัสดุมวลสารมากจะเริ่มคายความร้อนออกมาทำให้อุณหภูมิที่ผิววัสดุสูงกว่าวัสดุมวลสารน้อยตลอดเวลากลางคืนจนถึงเวลาประมาณ 7.00 น. ของวันใหม่ วัสดุมวลสารน้อยซึ่งได้รับอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์ในปริมาณและเวลาเดียวกันกับวัสดุมวลสารมากแต่มีค่าความจุความร้อนน้อยกว่าจึงแผ่รังสีความร้อนออกมาเร็วกว่า ทำให้มีอุณหภูมิที่ผิวสูงกว่า

พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเช่นนี้สอดคล้องกันทั้งในกรณีที่วัสดุวางบนดินมีการถ่ายเทความร้อนระหว่างดินกับวัสดุ และเมื่อวัสดุวางเหนือดินซึ่งไม่มีการถ่ายเทความร้อนระหว่างดินกับวัสดุ

ดังนั้นวัสดุที่มีมวลสารมาก จึงเหมาะสมกับการใช้งานในเวลากลางวันโดยเฉพาะช่วงเช้าถึงบ่ายอ่อน ๆ ประมาณ 14.00 น. วัสดุมวลสารน้อยเหมาะสมกับการใช้งานในเวลาเย็นถึงกลางคืนโดยเฉพาะเวลาเย็นหลัง 16.00 น.



แผนภูมิที่ 17 เปรียบเทียบอุณหภูมิที่ผิววัสดุที่มีมวลต่างกัน

2. อิทธิพลของความเข้มของสีที่มีต่ออุณหภูมิที่ผิววัสดุ

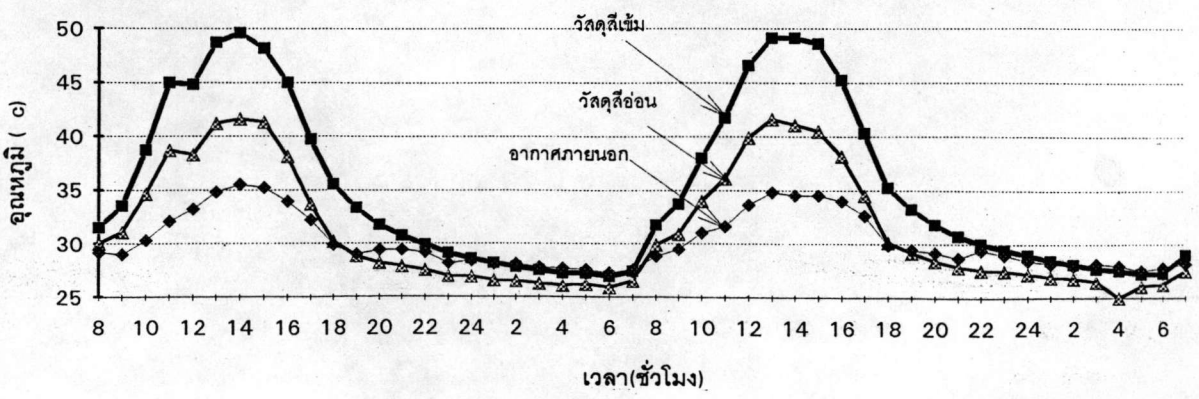
วัสดุที่มีสีเข้มซึ่งมีอัตราส่วนของค่าการดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ ต่อค่าการแผ่รังสีความร้อน (α/ε) มากกว่าวัสดุสีอ่อนจะมีอุณหภูมิที่ผิวสูงกว่าวัสดุสีอ่อนเนื่องจากมีการดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ไว้มากแต่เปล่งรังสีออกมาน้อย และจากหลักการของ Sol- Air Temperature เมื่อวัสดุทดสอบเป็นวัสดุชนิดเดียวกันอยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน. แต่มีอัตราส่วนของค่าการดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ต่อค่าการแผ่รังสีความร้อนต่างกัน Sol- Air Temperature จึงแปรผันตามอัตราส่วนดังกล่าว

วัสดุที่มีความเข้มของสีต่างกัน แต่มีมวลสารและลักษณะพื้นผิวเหมือนกันพบว่า

ในช่วงเวลาที่มีอิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์ (05.00 น.-18.00 น.) วัสดุที่มีสีเข้มซึ่งมีอัตราส่วนของค่าการดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ ต่อค่าการแผ่รังสีความร้อน (α/ε) มากกว่าวัสดุสีอ่อน จะมีอุณหภูมิที่ผิวสูงกว่าวัสดุสีอ่อน โดยมีอุณหภูมิสูงสุดต่างกันประมาณ 5 - 10°C ส่วนในช่วงเวลาที่ไม่มีอิทธิพลรังสีดวงอาทิตย์ (19.00 น. - 04.00 น.) อุณหภูมิของวัสดุทั้งสองจะใกล้เคียงกันแสดงให้เห็นว่า ความเข้มของสีจะมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิที่ผิววัสดุเมื่อมีอิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์

พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเช่นนี้สอดคล้องกันทั้งในกรณีที่วัสดุวางบนดินมีการถ่ายเทความร้อนระหว่างดินกับวัสดุ และเมื่อวัสดุวางเหนือดินซึ่งไม่มีการถ่ายเทความร้อนระหว่างดินกับวัสดุ

ดังนั้นวัสดุที่มี สีอ่อนจึงเหมาะสมต่อการใช้งานบริเวณที่มีแสงแดดจัดตลอดวัน เนื่องจากจะดูดกลืนความร้อนจากแสงแดดไว้น้อย ทำให้อุณหภูมิที่ผิววัสดุมีความร้อนต่ำ



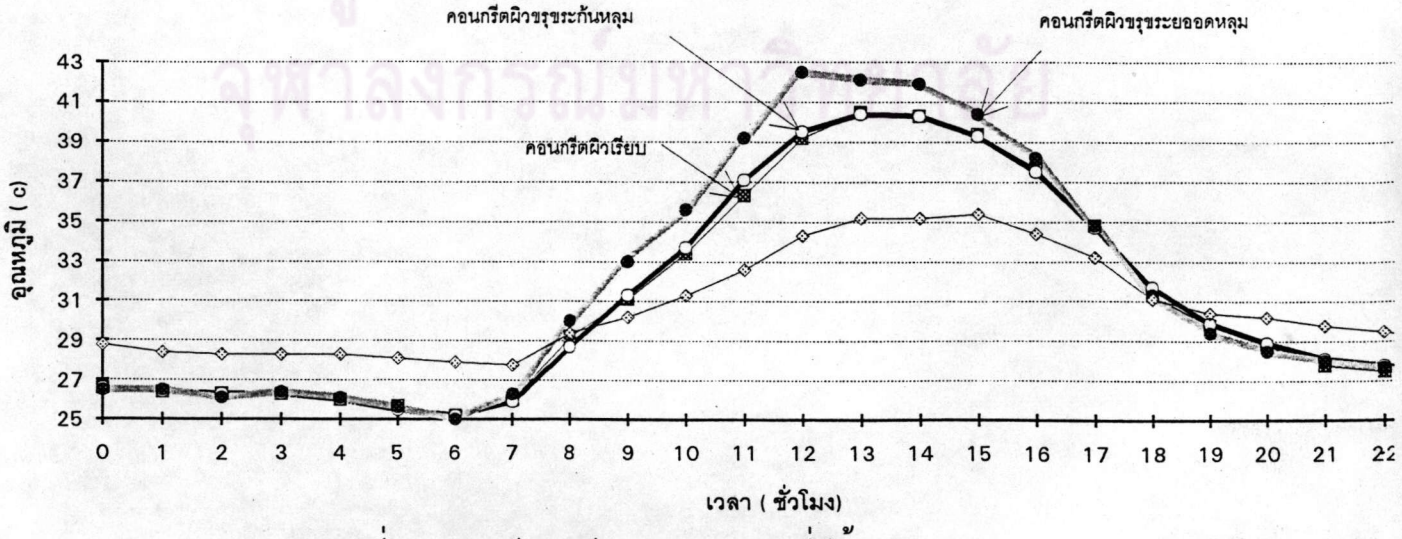
3. **อิทธิพลของพื้นผิวที่มีต่ออุณหภูมิที่ผิววัสดุ**

ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทสู่วัสดุ (Q) มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อพื้นที่ผิวในการรับความร้อนของวัสดุ (A) มีค่ามากขึ้น ตามสมการ Q = U x A x CLTD สำหรับการวิจัยนี้ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U) และค่าความแตกต่างของอุณหภูมิเทียบเท่า (CLTD)ของวัสดุทดสอบมีค่าเท่ากัน เนื่องจากเป็นวัสดุชนิดเดียวกันและอยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน ดังนั้นวัสดุที่มีพื้นผิวมากจะมีปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทสู่วัสดุมากกว่าวัสดุที่มีพื้นที่ผิวน้อยกว่า

วัสดุที่มีลักษณะพื้นผิวต่างกัน แต่มีมวลและความเข้มของสีเหมือนกัน พบว่า

วัสดุที่มีผิวขรุขระจะมีพื้นผิวที่มีลักษณะสูงขึ้นและต่ำลง ทำให้มีพื้นที่ผิวรวมมากกว่าวัสดุผิวเรียบในขนาดพื้นที่เท่ากัน ดังนั้นปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทสู่วัสดุผิวขรุขระจึงมากกว่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทสู่วัสดุผิวเรียบ มีผลให้อุณหภูมิที่ผิววัสดุผิวขรุขระสูงกว่าวัสดุผิวเรียบในเวลาที่มีความร้อนจากแสงแดดถ่ายเทสู่วัสดุ แต่พื้นผิวของวัสดุขรุขระในส่วนที่ต่ำลงจะถูกบังแสงแดด ทำให้เกิดร่มเงาที่บริเวณดังกล่าวในบางเวลาตามทิศทางการโคจรของดวงอาทิตย์ ทำให้อุณหภูมิที่ผิวในส่วนที่ต่ำลงมีค่าใกล้เคียงกับวัสดุผิวเรียบ

ในเวลาที่ไม่มีความร้อนจากแสงแดดอุณหภูมิที่ผิววัสดุผิวขรุขระและวัสดุผิวเรียบใกล้เคียงกันมาก



แผนภูมิที่ 19 เปรียบเทียบอุณหภูมิวัสดุที่มีพื้นผิวต่างกัน

พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเช่นนี้สอดคล้องกันทั้งในกรณีที่วัสดุวางบนดินมีการถ่ายเทความร้อนระหว่างดินกับวัสดุ และเมื่อวัสดุวางเหนือดินซึ่งไม่มีการถ่ายเทความร้อนระหว่างดินกับวัสดุ

ดังนั้นวัสดุผิวเรียบจึงเหมาะสมที่จะเป็นวัสดุปูพื้นที่มีการใช้งานในเวลากลางวันมากกว่าวัสดุผิวขรุขระ เนื่องจากจะดูดความร้อนจากแสงแดดไว้น้อยกว่าทำให้พื้นผิวเย็นกว่า

ข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้วัสดุปูพื้น

1. การเลือกใช้โดยพิจารณาช่วงเวลาที่ต้องการใช้งาน จากบทสรุปพบว่าในช่วงเวลาตลอด 24 ชั่วโมง ชนิดของวัสดุที่มีอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเมื่อเทียบกับวัสดุชนิดอื่น ๆ จะแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา โดยที่

วัสดุที่มีมวลสารมากจะร้อนกว่าวัสดุที่มีมวลสารน้อย ในช่วงเวลาประมาณ 16.00 น. ถึง 07.00 น. วันใหม่ จึงควรเลือกใช้วัสดุปูพื้นที่มีมวลสารน้อยเช่น หญ้าเทียม เปลือกไม้ กับพื้นที่ที่มีการใช้งานในเวลาเย็นและกลางคืน

วัสดุที่มีมวลสารน้อยจะร้อนกว่า วัสดุที่มีมวลสารมาก ในช่วงเวลาประมาณ 07.00-14.00 น.จึงควรเลือกใช้วัสดุที่มีมวลสารมาก เช่น คอนกรีตบล็อกปูถนน กับพื้นที่ที่มีการใช้งานในเวลากลางวันโดยเฉพาะช่วงเช้าถึงบ่าย

2. การเลือกโดยพิจารณาสีของวัสดุ จากการทดสอบพบว่าสีของวัสดุมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิที่ผิววัสดุอย่างชัดเจน สีอ่อนจะทำให้พื้นร้อนน้อยกว่าสีเข้มแต่มีข้อน่าสังเกตว่า ความเข้มของสีจะมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิที่ผิวน้อยมากถ้าไม่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์ ดังนั้นเราก็อาจพิจารณาเลือกใช้วัสดุสีเข้มในพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากแสงแดดน้อย

3. การเลือกโดยพิจารณาพื้นผิวของวัสดุ วัสดุผิวเรียบจะเหมาะสมกับการใช้งานกลางแจ้งที่มีแสงแดดจัดมากกว่าวัสดุผิวขรุขระ เนื่องจากวัสดุผิวเรียบจะดูดความร้อนจากแสงแดดไว้น้อยกว่า ทำให้อุณหภูมิที่ผิววัสดุผิวเรียบต่ำกว่า

ข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการทำการวิจัยต่อไป

1. กระบวนการลดความร้อนของวัสดุจากการระเหยของน้ำ มีผลทำให้อุณหภูมิของอุณหภูมิที่ผิววัสดุเย็นลง สังเกตได้จากอุณหภูมิที่ผิวหญ้าธรรมชาติจะต่ำกว่าหญ้าเทียม จากตัวอย่างงานวิจัยจึงเป็นเรื่องที่น่าจะทำการศึกษาต่อไปว่าวัสดุปูพื้นที่เปียกและแห้งจะมีอุณหภูมิที่ผิวแตกต่างกันอย่างไร

2. ในการวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะผลกระทบอันเกิดจากมวลสาร สีและพื้นผิววัสดุเป็นหลักผลการวิจัยที่ได้ยังไม่ได้นำไปสัมพันธ์อย่างชัดเจนกับ ค่าอุณหภูมิในภาวะน่าสบาย และอุณหภูมิที่มนุษย์สามารถทำกิจกรรมบนพื้นได้โดยไม่ต้องสวมรองเท้า ซึ่งเป็นพฤติกรรมการใช้งานแบบไทย เช่น การจัดเลี้ยงบนชานเรือนไทยกลางแจ้ง ในการวิจัยนี้ได้แสดงไว้ในกราฟเพียงคร่าว ๆ จึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจในการวิจัยต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย