



รังสีดวงอาทิตย์ส่วนใหญ่ตกกระทบบนพื้นผิวในแนวระนาบมากกว่าในแนวตั้ง ดังนั้นพื้นภายนอกอาคารซึ่งอยู่ในแนวระนาบจึงเป็นแหล่งรับพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรง โดยเฉพาะถ้าเป็นพื้นที่ที่มีบริเวณกว้างมาก เช่น ลานจอดรถ ศาลา ลานหน้าอาคารก็จะยังเป็นแหล่งสะสมความร้อนขนาดใหญ่ เมื่อพื้นเหล่านี้สะสมความร้อนไว้จนอึดตัวก็จะถ่ายเทความร้อนออกมาสู่อาคารและสิ่งแวดล้อมโดยรอบที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ซึ่งจะมีผลต่อการประหยัดพลังงานภายในอาคารและภาวะน่าสบายทั้งในอาคารและบริเวณพื้นภายนอกนั้นเอง เราสามารถลดปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นได้ ถ้าเลือกใช้วัสดุพื้นที่มีคุณสมบัติซึ่งทำให้เกิดพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนที่เหมาะสม การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้วัสดุพื้นภายนอกอาคาร โดยพิจารณาในเชิงความสัมพันธ์ระหว่างมวลสาร ความเข้มของสี และพื้นผิววัสดุ กับอุณหภูมิที่ผิววัสดุ

### ความเป็นมาของปัญหา

1 จากการศึกษาทางทฤษฎี เราพอจะทราบคุณสมบัติของวัสดุที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายเทความร้อน คือ วัสดุที่มีมวลสารมากจะเก็บความร้อนไว้ได้มาก และมีเวลาในการหน่วงความร้อนนานกว่าวัสดุที่มีมวลสารน้อย วัสดุที่มีสีเข้มจะดูดความร้อนมากกว่าวัสดุที่มีสีอ่อน ส่วนวัสดุสีอ่อน วัสดุผิวเรียบ หรือวัสดุผิวมันวาว จะสะท้อนความร้อนได้ดีกว่าวัสดุสีเข้ม ความรู้ทางทฤษฎีเหล่านี้พอจะเป็นแนวทางในการเลือกวัสดุพื้นได้ก็จริง แต่ในทางปฏิบัติยังมีปัจจัยอื่นอีกมากที่มีผลต่อพฤติกรรมถ่ายเทความร้อนของวัสดุ เช่น พื้นดิน ลม แสงแดด ท้องฟ้า ฯลฯ การทดลองนี้จะแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ผิวของวัสดุที่มีคุณสมบัติต่างกันในแง่มวลสาร สี และพื้นผิว ในสภาพแวดล้อมของการใช้งานจริง



2 ตามสภาพการใช้งานจริง พื้นภายนอกอาคารที่มนุษย์สร้างขึ้นมีทั้งที่อยู่ในระดับเดียวกับพื้นดิน (Pavings) และพื้นที่ยกระดับขึ้น (Decks) เช่น ทางขึ้นอาคาร ระเบียง ซึ่งสองกรณีนั้นแตกต่างกันในแง่ของการถ่ายเทความร้อนระหว่างดินกับวัสดุ โดยกรณีแรกการถ่ายเทความร้อนดังกล่าวจะมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิที่ผิววัสดุด้วย ถ้ามีการถ่ายเทความร้อนระหว่างดินกับวัสดุเช่นนี้ อิทธิพลของมวลสารสี และพื้นผิววัสดุจะแตกต่างจากกรณีที่ไม่มีการถ่ายเทความร้อนอย่างไร

#### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของมวลสาร (Thermal Mass) ที่มีต่ออุณหภูมิที่ผิวของวัสดุปูพื้นเปรียบเทียบระหว่างวัสดุที่มีขนาดพื้นที่เท่ากัน ความเข้มของสีและลักษณะพื้นผิวเหมือนกัน แต่มีมวลสารต่างกัน
2. เพื่อศึกษาผลของความเข้มของสี ที่มีผลต่ออุณหภูมิที่ผิวของวัสดุปูพื้นเปรียบเทียบระหว่างวัสดุที่มีมวลสารเท่ากัน ขนาดพื้นที่เท่ากัน ลักษณะพื้นผิวเหมือนกันแต่มีความเข้มของสีต่างกัน
3. เพื่อศึกษาผลของลักษณะพื้นผิว (Texture) ที่มีผลต่ออุณหภูมิที่ผิวของวัสดุปูพื้นเปรียบเทียบระหว่างวัสดุที่มีมวลสารเท่ากัน ขนาดพื้นที่เท่ากัน ความเข้มของสีเหมือนกันแต่ลักษณะพื้นผิวต่างกัน
4. เพื่อศึกษาผลของมวลสาร ความเข้มของสี และพื้นผิววัสดุ ที่มีต่ออุณหภูมิที่ผิววัสดุปูพื้น เมื่อมีการถ่ายเทความร้อนระหว่างดินกับวัสดุมาเกี่ยวข้อง โดยเปรียบเทียบระหว่างวัสดุที่วางบนดิน ซึ่งมีการถ่ายเทความร้อนระหว่างดินกับวัสดุ และวัสดุที่วางเหนือดิน ซึ่งไม่มีการถ่ายเทความร้อนระหว่างดินกับวัสดุ

#### สมมติฐานของการวิจัย

1. วัสดุที่มีมวลสารมาก จะมีความสามารถในการเก็บความร้อน (Heat Capacity) และเวลาในการหน่วงความร้อน (Time Lag) มากกว่าวัสดุ



ที่มีมวลสารน้อย ทำให้อุณหภูมิที่ผิวของวัสดุทั้งสองชนิดมีพฤติกรรมการณ์เปลี่ยนแปลงต่างกัน

2. วัสดุที่มีสีเข้ม จะมีอัตราส่วนระหว่างค่าการดูดกลืนความร้อน (Absorptance) และค่าการสะท้อนรังสี (Reflectance) ต่างจากวัสดุที่มีสีอ่อน ซึ่งอัตราส่วนดังกล่าวมีผลต่อพฤติกรรมการณ์ถ่ายเทความร้อนของวัสดุ ทำให้อุณหภูมิที่ผิวของวัสดุทั้งสองชนิดต่างกัน

3. วัสดุที่มีลักษณะพื้นผิว (Texture) ขรุขระ เมื่อได้รับรังสีดวงอาทิตย์ ตกกระทบ จะสะท้อนรังสีความร้อนน้อยกว่าวัสดุชนิดเดียวกันที่มีผิวเรียบ ทำให้ปริมาณความร้อนที่วัสดุดูดกลืนไว้ต่างกัน ทำให้อุณหภูมิที่ผิวของวัสดุทั้งสองชนิดต่างกัน

4. วัสดุที่วางอยู่บนดินจะมีการถ่ายเทความร้อนระหว่างดินกับวัสดุซึ่งจะทำให้พฤติกรรมการณ์ถ่ายเทความร้อนแตกต่างจากวัสดุที่วางเหนือดินทำให้พฤติกรรมการณ์เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ผิววัสดุซึ่งเกิดจากผลกระทบของมวลสาร สี หรือพื้นผิว ของวัสดุทั้งสองประเภทต่างกัน

#### ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาเฉพาะผลกระทบที่มีต่ออุณหภูมิที่ผิวของวัสดุอันเกิดจากตัวแปรที่เป็นคุณสมบัติของวัสดุ ได้แก่ มวลสาร ความเข้มของสี และลักษณะพื้นผิวเท่านั้น สำหรับผลกระทบจากสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติถือว่ามีผลต่อวัสดุที่ทำการทดลองไม่แตกต่างกัน เนื่องจากทำการทดลองในเวลาและสถานที่เดียวกัน
2. ศึกษาเฉพาะวัสดุปูพื้นที่วางในแนวนานกับพื้นดิน ไม่มีความลาดเอียง
3. ศึกษาเฉพาะวัสดุปูพื้นภายนอกอาคารในสภาพที่มีผิวพื้นแห้ง
4. ศึกษาเฉพาะวัสดุปูพื้นภายนอกอาคารที่ได้รับแสงแดดตลอดวันโดยปราศจากร่มเงาปกคลุม
5. เวลาที่ทำการทดสอบอยู่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม ไม่ครอบคลุมตลอดปี
6. สภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศของการทดลอง ทำการทดลองเฉพาะกรุงเทพมหานคร



## ระ เียบยวิธีวิจัย

จากสมมติฐานสามารถกำหนดวิธีวิจัย โดยการกำหนดวัสดุทดสอบที่มีความแตกต่างในแง่ของมวล สี และพื้นผิว แล้วนำมาวัดและบันทึกอุณหภูมิที่ผิววัสดุ เพื่อทำการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองต่อไป ขั้นตอนการวิจัยเป็นดังนี้

### ขั้นตอนที่ 1 การเลือกวัสดุเพื่อทำการทดลอง

เพื่อทดสอบอิทธิพลของมวลที่มีผลต่ออุณหภูมิที่ผิววัสดุจึงเลือกวัสดุที่มีมวลต่างกันตั้งแต่มาก ปานกลาง และน้อยมาเป็นวัสดุทดสอบ โดยพิจารณาจากความหนาแน่นของวัสดุเป็นเกณฑ์ นอกจากนั้นยังคำนึงความสามารถในการจัดหาวัสดุแต่ละชนิดให้มีขนาดพื้นที่และความหนาเท่ากัน จากหลักเกณฑ์ดังกล่าวเลือกวัสดุได้ดังนี้

1. วัสดุที่มีมวลสารมาก เลือกใช้คอนกรีตหนา 4" ซึ่งมีมวลสาร 2,400 กก./ลบ.ม. ขนาดพื้นที่ 0.80 x 0.80 ม.

2. วัสดุที่มีมวลสารปานกลาง เลือกใช้ไม้เนื้อแข็งขนาด 2"x 4" ซึ่งมีมวลสาร 720 กก./ลบ.ม. นำมาตอกตะปูทากาวตอกอัดจนแน่น เมื่อเสร็จแล้วจะได้ไม้แผ่นหนา 4"ขนาดพื้นที่ 0.80 x 0.80 ม.

3. วัสดุที่มีมวลสารน้อย เลือกใช้โฟมโพลีสไตลีนหนา 4"ความหนาแน่น 1ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต มวลสาร 15 กก./ลบ.ม. ขนาดพื้นที่ 0.80 x 0.80 ม.

เพื่อทดสอบอิทธิพลของความเข้มของสีที่มีผลต่ออุณหภูมิที่ผิววัสดุ จึงทำให้วัสดุมีความเข้มของสีแตกต่างกันโดยใช้วิธีทาสีคอนกรีต ไม้ และโฟมซึ่งเป็นตัวแทนของวัสดุมวลสารมากและน้อยตามลำดับ สีเข้มเลือกใช้สีดำ ซึ่งมีค่า Solar Absorptance( $\alpha$ ) = 0.94-0.98 ค่า Emittance( $\epsilon$ ) = 0.80-0.93 ค่า  $\alpha/\epsilon$  = 1.07-1.11 สีอ่อนเลือกใช้สีขาวซึ่งมีค่า Solar Absorptance( $\alpha$ ) = 0.1-0.3 ค่า Emittance( $\epsilon$ ) = 0.89-0.97 ค่า  $\alpha/\epsilon$  = 0.13-0.33

เพื่อทดสอบอิทธิพลของพื้นผิวที่มีผลต่ออุณหภูมิที่ผิววัสดุ จึงแต่งผิววัสดุให้



มีลักษณะพื้นผิวขรุขระ โดยการแต่งผิวคอนกรีตที่มีความหนา 4" ขนาดพื้นที่ 0.80 x 0.80 ม. เท่ากับที่ใช้ทดสอบมวลสาร

สรุปวัสดุที่จะทำการทดลองมีทั้งหมด 7 ชนิด ดังนี้

1. คอนกรีตหนา 4" จัดเรียบ ทาสีขาว
2. คอนกรีตหนา 4" จัดเรียบ ทาสีดำ
3. คอนกรีตหนา 4" แต่งผิวขรุขระ ทาสีขาว
4. ไม้หนา 4" ทาสีขาว
5. ไม้หนา 4" ทาสีดำ
6. โฟมหนา 4" ทาสีขาว
7. โฟมหนา 4" ทาสีดำ

วัสดุทั้ง 7 ชนิด มีขนาดพื้นที่ 0.80 x 0.80 ม. ทดสอบ 2 กรณีคือ

กรณีที่ 1. วัสดุวางบนดินซึ่งมีการถ่ายเทความร้อนระหว่างวัสดุกับดิน

กรณีที่ 2. วัสดุวางเหนือพื้นดิน 1.00 ม. ซึ่งไม่มีการถ่ายเทความร้อน

ระหว่างวัสดุกับดิน

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของมวลสาร สี และพื้นผิววัสดุที่มีต่ออุณหภูมิที่ผิววัสดุเมื่อมีและไม่มีอิทธิพลของดินมาเกี่ยวข้อง

## ขั้นตอนที่ 2 การวัดและบันทึกข้อมูล

การวิจัยนี้ต้องการศึกษาพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่ผิววัสดุในช่วงเวลาต่างๆตลอด 24 ชั่วโมง ดังนั้นจึงทำการวัดและบันทึกอุณหภูมิที่ผิววัสดุที่กำหนดเป็นวัสดุทดสอบทั้ง 7 ชนิด ทุก 1 ชั่วโมงตลอดเวลา 24 ชั่วโมง

นอกจากนี้ เพื่อเปรียบเทียบกับการใช้งานจริง จึงทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิที่ผิวของวัสดุธรรมชาติ และวัสดุที่นิยมใช้ทั่วไป โดยเลือกวัสดุดังนี้

1. บล็อกปูถนนซีแพคสีส้มสีเทาและสีดำ ซึ่งเป็นวัสดุที่เป็นตัวอย่างของวัสดุที่มีมวลมากและวัสดุที่มีความเข้มของสีต่างกัน



2. บล็อกหญ้าซีแพค ซึ่งเป็นตัวอย่างของวัสดุที่มีพื้นผิวต่างกันนอกจากนี้ยังมีอิทธิพลของการระเหยของน้ำจากหญ้ามาเกี่ยวข้อง

3. สนามหญ้า ซึ่งแผ่นหญ้าที่วางอยู่บนดิน เป็นตัวอย่างของวัสดุที่มีมวลน้อย ทั้งยังมีอิทธิพลของการระเหยของน้ำมาเกี่ยวข้องซึ่งเป็นอิทธิพลที่น่าจะทำการศึกษาต่อไป

ข้อมูลที่บันทึกได้นำมาวิเคราะห์ผลโดยการเขียนกราฟเบื้องต้น เพื่อตรวจสอบข้อผิดพลาดบกพร่อง เพื่อจะได้ทำการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องครบถ้วน

### ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์ และสรุปผลการทดลอง

จากกราฟแสดงผลการทดลองที่ได้ทำการตรวจสอบปรับปรุงข้อมูลถูกต้องแล้วนำมาวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ผิววัสดุในช่วงเวลาต่างๆ เพื่อสรุปผลการทดลองและนำไปประยุกต์เป็นแนวทางในการออกแบบและเลือกใช้วัสดุบุพื้นภายนอกอาคาร ในงานสถาปัตยกรรม

#### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลจากการวิจัยครั้งนี้ จะแสดงถึงคุณสมบัติทางด้านมวลสารสีและพื้นผิวของวัสดุที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิของวัสดุบุพื้น ทำให้ทราบพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ผิววัสดุในช่วงเวลาต่างๆ เพื่อนำใช้เป็นแนวทางในการเลือกใช้วัสดุบุพื้นที่มีอยู่ในปัจจุบันซึ่งมีหลากหลายชนิดแตกต่างกันให้เหมาะสมกับการใช้งานในช่วงเวลาต่างๆ และลดความร้อนที่ผิววัสดุซึ่งจะแผ่รังสีความร้อนออกมา ทำให้ Mean Radiant Temperature (MRT) สูงขึ้นซึ่งจะทำให้ผู้ทำกิจกรรมบนพื้นที่รู้สึกร้อนกว่าอุณหภูมิอากาศจริง

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังหวังว่าผลการวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการวิจัยและพัฒนาวัสดุบุพื้นชนิดใหม่ๆ ที่มีอุณหภูมิที่ผิววัสดุเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมต่อไป