

การศึกษาพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนในช่วงฤดูร้อนของพื้นคอนกรีต และพื้นที่สีเขียวที่มีผลต่ออาคาร

อริสมันต์ แสงธทอง^{1*} และอติชาต อิงโฆษาชนะวานิช¹

arissaman@taf.mi.th^{1*}, atichart_a@taf.mi.th¹

Received	: 25-Mar-2022
Revised	: 14-Dec-2022
Accepted	: 16-Dec-2022

¹ภาควิชาวิศวกรรมโยธา กองวิศวกรรมไฟฟ้าและโยธา กองการศึกษา โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช เขตสายไหม กรุงเทพมหานคร 10220

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนในช่วงฤดูร้อนของพื้นคอนกรีต และพื้นที่สีเขียวที่มีผลต่ออาคาร โดยเก็บข้อมูลอุณหภูมิในแต่ละชั้นความหนาของพื้นผิวทั้ง 2 แบบ ที่ระดับความลึก -15.00 ซม., -7.50 ซม. และ 0.00 ซม.ตามลำดับ และอุณหภูมิแวดล้อม ซึ่งเก็บข้อมูลอุณหภูมิเมื่อครบ 1 นาที่ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ต่อเนื่องกันเป็นเวลา 7 วัน ภายใต้เงื่อนไขสภาพพื้นที่แบบชานเมือง ไม่มีอาคารสูง อาคารมีขนาดใกล้เคียงกัน พื้นผิวรอบอาคาร ร้อยละ 30 จากพื้นที่ทั้งหมดร้อยละ 100 โดยสภาพอากาศเป็นวันที่มีแดดออกจัด เพื่อต้องการนำข้อมูล อุณหภูมิที่เกิดขึ้นในระดับความลึกที่แตกต่างกันของพื้นผิวเดียวกันและที่พื้นผิวแตกต่างกันในระดับความลึกเดียวกัน ของช่วงเวลากลางวันและกลางคืน มาอธิบายการถ่ายเทความร้อนตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้สมการการแพร่วิเคราะห์อุณหภูมิที่เกิดขึ้นกับอาคาร จากการศึกษา พบว่า การถ่ายเทความร้อนในแนวตั้งของพื้นที่ต่างชนิดกันส่งผลให้อุณหภูมิถ่ายเทไม่สมบูรณ์ เนื่องจากมีการสกัดกั้นการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่พื้นชั้นถัดไปด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้การถ่ายเทความร้อนในแนวราบที่เป็นพื้น ชนิดเดียวกันทำได้ดีกว่าการส่งต่อเข้าสู่พื้นอาคาร ฉะนั้นพื้นอาคารที่ถูกรายล้อมด้วยพื้นที่สีเขียวจึงมีความร้อนสะสมน้อยกว่า พื้นอาคารที่ถูกรายล้อมด้วยพื้นคอนกรีตเป็นเหตุให้ในช่วงฤดูร้อนพื้นคอนกรีตบริเวณโดยรอบอาคารสะสมความร้อนให้กับพื้น อาคารสูงกว่าพื้นที่สีเขียว ทั้งในช่วงเวลากลางวันและเวลากลางคืน

คำสำคัญ: การถ่ายเทความร้อน สมการการแพร่ ความร้อนผิว ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ

A Study of Heat Transfer of Concrete and Green Space Affected to the Building in Summer

Arissaman Sangthongtong^{1*} and Atichart Aungkosachanawanich¹

arissaman@rtaf.mi.th^{1*}, atichart_a@rtaf.mi.th¹

Received	: 25-Mar-2022
Revised	: 14-Dec-2022
Accepted	: 16-Dec-2022

¹ Civil Engineering Department Division of Education Navaminda Kasatriyadhiraj Royal Air Force Academy, Sai Mai, Bangkok 10220, THAILAND

Abstract

The objective of this study is to study Heat Transfer of concrete and greenfield that affected to the building in summer by record the temperature in each thickness of the two surfaces at depth levels of -15.00 cm, -7.50 cm and 0.00 cm respectively, for ambient temperature is recorded every 1 minute, 24 hours a day, for 7 days under the suburbs area conditions, where without any tall buildings, there are only about the same size of buildings of the 30% surface around the building from the total area 100% on a sunny day. The data of temperatures at different depths of the same surface and the same depth at the different surface during the day and night for explain the heat transfer by using the diffusion equation to analyze the temperature occurring in the building. This research results that vertical heat transfer in different areas was affected incomplete transfer temperature due to there is blocking of heat transfer to the next layer. For this reason, the horizon heat transfer to the same areas is better than transfer to the building. So, the building floor that are surrounded by greenfield has less heat accumulation than the building floor that are surrounded by concrete. Therefore, in the summer, the concrete floors surrounding the buildings show accumulate heat level higher than the green space, both of during the day and night.

Keywords: Heat transfer, Diffusion equation, Surface temperature, Relation temperature

1. บทนำ (Introduction)

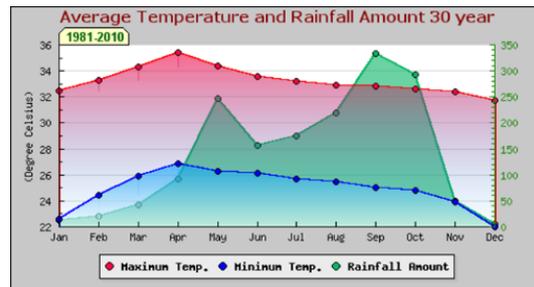
สถานการณ์ ณ ปัจจุบันกรุงเทพมหานครประสบปัญหาความร้อนในเขตเมืองสูง ซึ่งมีชื่อเรียกว่าปรากฏการณ์เกาะความร้อน [1] อันเนื่องมาจากอาคารบ้านเรือนถูกปรับเปลี่ยนวัสดุก่อสร้างจากไม้เป็นคอนกรีต พื้นทีที่สีเขียวถูกปรับเปลี่ยนเป็นถนนคอนกรีต ถนนลาดยาง พื้นทีที่ชุ่มน้ำถูกปรับสภาพเป็นแผ่นดินสำหรับการก่อสร้าง อาทิเช่น หมู่บ้านจัดสรร และอาคารบ้านเรือนเก่าถูกรื้อถอนปรับเปลี่ยนเป็นคอนโดมิเนียมที่มีความสูงมาก ด้วยเหตุนี้ทำให้ช่วงเวลากลางวันคอนกรีตสะสมความร้อนไว้ในเนื้อวัสดุสูงและปลดปล่อยความร้อนออกมาในเวลากลางคืน อีกทั้งตัวอาคารที่มีความสูงมากเกิดการบังทิศทางลมทำให้ลมไม่สามารถนำพาความร้อนจากพื้นดินขึ้นสู่บรรยากาศได้ และการที่เมืองมีประชากรโยกย้ายถิ่นฐานเข้ามาอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น ส่งผลให้มีการใช้อุปกรณ์อำนวยความสะดวกที่ทำให้เกิดความร้อนกับสภาพแวดล้อม อาทิเช่น เครื่องปรับอากาศ จึงเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้กรุงเทพมหานคร ณ ปัจจุบันเป็นเมืองที่มีอากาศร้อนมากทั้งช่วงเวลากลางวันและกลางคืน ด้วยความตระหนักถึงปรากฏการณ์เกาะความร้อนทั้งสถาปนิกและวิศวกร [2] จึงออกแบบพื้นที่ใช้สอย รูปทรงอาคาร และเลือกใช้วัสดุที่สามารถลดความร้อนลงได้ โดยอ้างอิงหลักการความสบายเชิงความร้อน (Thermal comfort) [3] มาวิเคราะห์เพื่อให้ผู้อยู่อาศัยมีความพึงพอใจต่อสภาวะอากาศแวดล้อมในอาคาร

งานวิจัยนี้จึงเป็นการเก็บข้อมูลอุณหภูมิที่เกิดขึ้นของพื้นคอนกรีตและพื้นที่สีเขียว ที่มีพื้นที่โดยรอบอาคารร้อยละ 30 จากพื้นที่ทั้งหมดร้อยละ 100 ตัวอาคารอยู่กึ่งกลางของพื้นที่ศึกษา ตั้งจุดทดสอบ 4 จุด รอบอาคารทั้ง 4 ทิศทาง สภาพพื้นที่ทดสอบตั้งอยู่ที่ชานเมือง มีความหนาแน่นน้อย [4] เนื่องจากต้องการศึกษาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นทั้ง 2 สภาพพื้นผิวมาประกอบการตัดสินใจในการออกแบบภูมิสถาปัตยกรรมของอาคารที่มีผลต่อความสบายเชิงความร้อนในการอยู่อาศัยทั้งเวลากลางวันและเวลากลางคืนในช่วงฤดูร้อน [5] ของประชาชนต่อไป

2. วิธีดำเนินการวิจัย (Method)

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

กรุงเทพมหานครตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 5 และ 21 องศาเหนือ เส้นแวงที่ 97 และ 106 องศาตะวันออก มีลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาท้องถิ่น หรือบรรยากาศจุลภาคคือ เป็นเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้น พื้นทีที่มีลักษณะเป็นพื้นที่ราบดินตะกอนน้ำพารูปพัด กรุงเทพมหานครตั้งอยู่ทางทิศเหนือของทะเลอ่าวไทย สภาพอากาศจึงมีความชื้นสูงเนื่องจากได้รับอิทธิพลของกระแสลมตะวันตกเฉียงใต้ และได้รับความชื้นมาจากทะเลอ่าวไทยโดยตรง โดยสถานีตรวจวัดอุตุนิยมวิทยากรุงเทพมหานครหมายเลข 48455 ตั้งอยู่ที่เส้นรุ้ง 13 และ 43 องศาเหนือ เส้นแวงที่ 100 และ 33 องศาตะวันออก รายงานอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด และอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดของแต่ละเดือน ในรอบ 30 ปี พบว่าช่วงอุณหภูมิสูงสุดเกิดขึ้นในเดือนเมษายนของทุกปี ดังแสดงตามรูปที่ 1



รูปที่ 1 อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดและปริมาณฝนของแต่ละเดือน ในรอบ 30 ปี [6]

การถ่ายเทความร้อน คือ การส่งผ่านพลังงานความร้อนซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ กล่าวคือ เมื่อใดก็ตามที่มีความแตกต่างของอุณหภูมิเกิดขึ้นในตัวกลางหรือระหว่างตัวกลางการถ่ายเทความร้อนจะเกิดขึ้น ฉะนั้นพื้นฐานของการถ่ายเทความร้อน คือ “ความแตกต่างของอุณหภูมิ” (Temperature Different) ถ้าตัวกลางสองตัวมีอุณหภูมิเท่ากันจะไม่เกิดการถ่ายเทความร้อน ด้วยเหตุนี้ความแตกต่างของอุณหภูมิจึงเป็นแรงขับเคลื่อน (Driving Force) เพื่อให้เกิดการถ่ายเทอัตราการถ่ายเทความร้อนขึ้นอยู่กับความลาดชันของอุณหภูมิ (Temperature Gradient) ซึ่งหมายถึง ความแตกต่างของ

อุณหภูมิต่อหน่วยความยาว หรืออัตราการลดลงของอุณหภูมิ สมการพื้นฐานสำหรับกระบวนการถ่ายโอน

$$\text{Rate of Transfer Process} = \frac{\text{Driving force}}{\text{Resistance}} \quad (1)$$

ปรากฏการณ์เกาะความร้อน [7] คือ ปรากฏการณ์ที่พื้นที่บริเวณสังคมเมืองมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณโดยรอบ โดยมีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงพื้นผิวของแผ่นดินที่มาจากการพัฒนาเมือง จากเดิมเป็นพื้นที่สีเขียวถูกปรับเปลี่ยนโดยการปกคลุมด้วยคอนกรีตที่มีความทึบสูงทำให้เกิดการดูดซับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ในตอนกลางวันและปลดปล่อยความร้อนออกมาในเวลากลางคืนหรือการใช้วัสดุหรืออุปกรณ์ที่ทำให้เกิดความร้อน เช่น ความร้อนจากเครื่องปรับอากาศ ทำให้เกิดการสะสมพลังงานความร้อนและปลดปล่อยออกมาทำให้เกิดเกาะความร้อนในบริเวณโดยรอบ รวมถึงการที่มีประชากรอาศัยอยู่กันอย่างหนาแน่นในเขตเมืองซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้มีการเพิ่มอุณหภูมิแวดล้อมด้วยเช่นเดียวกัน

ความสบายเชิงความร้อน (Thermal comfort) [8-12] ถูกกำหนดขึ้นจากสมาคมวิศวกรรมการปรับอากาศแห่งอเมริกา (American Society of Heating, Refrigerating and Air conditioning Engineers, ASHRAE) ตามมาตรฐาน ASHRAE 55-92 ซึ่งหมายถึง สภาวะของจิตใจที่แสดงถึงความพึงพอใจต่อสภาวะอากาศแวดล้อม โดยความรู้สึกสภาพอากาศที่เป็นกลาง คือ สภาพแวดล้อมที่ไม่ร้อนหรือไม่หนาวเกินไป ความรู้สึกสบาย และการยอมรับสภาพอากาศเข้าด้วยกันทั้งหมด อย่างไรก็ตามสภาวะอากาศหนึ่งไม่สามารถทำให้คนทุกคนรู้สึกสบายใจได้ ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาสำรวจหาสภาวะอากาศที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้คนส่วนใหญ่รู้สึกสบายเชิงความร้อน ทั้งนี้ความสบายเชิงความร้อนจะขึ้นกับตัวแปร 6 ตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) ความเร็วลม (Air speed) อุณหภูมิการแผ่รังสี (Radiant temperature) ระดับกิจกรรม (Activity level) ที่ส่งผลต่ออัตราการเผาผลาญพลังงาน และระดับฉนวนของเสื้อผ้า (Clothing insulation) จากตัวแปรทั้ง 6 ตัวแปร งานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่ตัวแปรเรื่องอุณหภูมิอากาศ เนื่องจากสามารถ

ตรวจวัดค่าได้แม่นยำ และนำไปประมวลผลในระเบียบวิธีวิจัยทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีนัยสำคัญ

การถ่ายเทความร้อน [13] ประกอบด้วย 3 รูปแบบ คือ การนำความร้อน (Conduction) การพาความร้อน (Convection) และการแผ่รังสีความร้อน (Radiation) ซึ่งการนำความร้อนจะเป็นการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นผ่านตัวกลาง ในขณะที่การพาความร้อนจะเป็นการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นระหว่างพื้นผิวและของไหลที่เคลื่อนที่ เมื่อมีอุณหภูมิแตกต่างกันส่วนการแผ่รังสีความร้อนเป็นการที่ทุกพื้นผิวมีอุณหภูมิหนึ่งปล่อยพลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมา ฉะนั้นในสภาวะที่ปราศจากตัวกลางใด ๆ จะมีการถ่ายเทความร้อนสุทธิที่เกิดขึ้นเนื่องจากการแผ่รังสีระหว่างพื้นผิวสองพื้นผิวที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันได้โดยกลไกการถ่ายเทความร้อนเกิดขึ้นได้ 2 สภาวะ คือ สภาวะสม่ำเสมอ (Steady state) และสภาวะไม่สม่ำเสมอ (Unsteady State หรือ Transient State)

สภาวะสม่ำเสมอ (Steady state) หมายถึง อุณหภูมิที่จุด ๆ หนึ่งในวัตถุไม่เปลี่ยนแปลงกับเวลาเขียนในรูปสมการได้ว่า

$$\frac{\partial T}{\partial t} = 0 \quad (2)$$

สภาวะไม่สม่ำเสมอ (Unsteady State หรือ Transient State) หมายถึง อุณหภูมิที่จุด ๆ หนึ่งในวัตถุยังเปลี่ยนแปลงอยู่ เมื่อเวลาเปลี่ยนไป เขียนในรูปสมการได้ว่า

$$\frac{\partial T}{\partial t} \neq 0 \quad (3)$$

จากงานวิจัยของ วรากรณ์ พูลจันทร์ และคณะ (2564) ได้ดำเนินการวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคารโดยใช้สมการการแพร่ความร้อนผ่านตัวกลาง โดยใช้กฎของฟิคส์ (Fick's law) เขียนในรูปสมการได้ว่า

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{k}{cp} \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \quad (4)$$

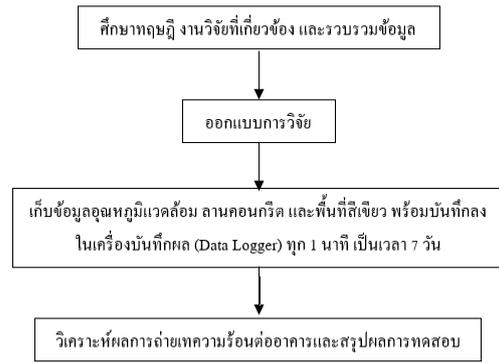
จากสมการข้างต้นงานวิจัยนี้ จึงวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อนโดยการแพร่กระจายความร้อนในรูปแบบ 1 มิติ โดยจำลองการแพร่ในทิศทางแนวตั้งซึ่งผิวบน

ของพื้นผิวจะสัมผัสแสงแดดโดยตรงและแพร่กระจายลงสู่ชั้นต่าง ๆ และดำเนินการวิเคราะห์การแพร่กระจายขึ้นสู่พื้นอาคารคอนกรีต โดยใช้สมการเชิงอนุพันธ์ย่อยเพื่อแสดงค่าของอุณหภูมิ T ในช่วงเวลา t โดยกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k), ค่าความร้อนจำเพาะ (c) และค่าความหนาแน่น (ρ) ของแต่ละพื้นผิว (พื้นคอนกรีตและพื้นที่สีเขียว) โดยกำหนดความหนาของพื้นผิว 3 ระดับ คือ -15.00 ซม., -7.50 ซม. และ 0.00 ซม. โดยใส่ค่าที่ได้จากการเก็บข้อมูลจริงและความหนาของการแพร่ขึ้นด้านบนที่ 15.00 ซม. โดยคิดจากการก่อสร้างพื้นอาคารปกติซึ่งความหนารวมของแบบจำลองอยู่ที่ 30.00 ซม. ในทางเดียวกันได้เก็บข้อมูลอุณหภูมิทั้ง 4 ด้านของอาคารเพื่อศึกษาผลต่างของจุดที่สัมผัสแสงแดดและไม่ได้สัมผัสแสงแดดเพื่อนำมาอธิบายความแตกต่างของการแพร่กระจายความร้อนในแนวราบ ทั้งนี้งานวิจัยฉบับนี้ไม่ได้คำนึงถึงความเร็วลมและองค์ประกอบอื่น ๆ โดยวิเคราะห์จากอุณหภูมิที่เกิดขึ้นจริงเท่านั้น

การคายระเหย (evapotranspiration) [14] คือ การที่ปริมาณน้ำจากพื้นที่เพาะปลูกขึ้นสู่บรรยากาศในรูปไอน้ำโดยเป็นกระบวนการดูดความร้อนเพื่อเปลี่ยนสถานะ แวตลุ่มจากอากาศร้อนเป็นอากาศเย็น ซึ่งผลของการคายระเหยน้ำทำให้อากาศมีความชื้นเพิ่มขึ้น

2.2 กระบวนการวิจัย

การศึกษาพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนในช่วงฤดูร้อนของพื้นคอนกรีตและพื้นที่สีเขียวที่มีผลต่อพื้นอาคาร ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) ศึกษาทฤษฎีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และรวบรวมข้อมูล 2) ออกแบบการวิจัย 3) เก็บข้อมูลอุณหภูมิ แวตลุ่ม พื้นคอนกรีต และพื้นที่สีเขียว พร้อมบันทึกผลในเครื่องบันทึกผล (Data Logger) ทุก ๆ 1 นาที เป็นเวลา 7 วัน 4) วิเคราะห์ผลการถ่ายเทความร้อนต่ออาคารและสรุปผลการทดสอบ โดยมีกรอบงานวิจัย ดังแสดงในรูปที่ 2



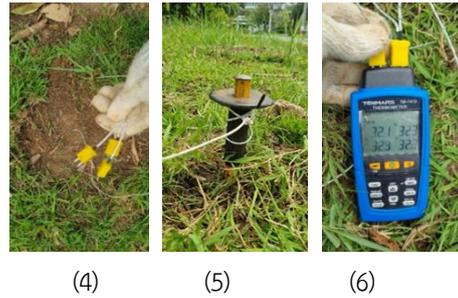
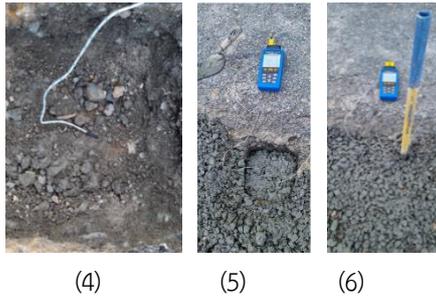
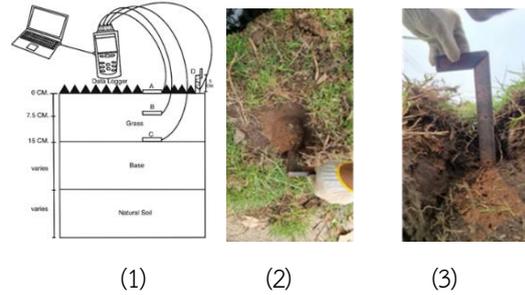
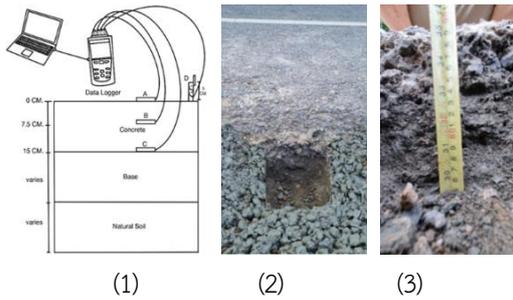
รูปที่ 2 กรอบงานวิจัย

2.3 สถานที่ทดสอบ

จัดเตรียมพื้นที่ทดสอบขนาดความกว้าง ความยาว ความลึก 15x15x15 ซม. สำหรับการทดสอบบนพื้นคอนกรีต โดยเลือกใช้พื้นที่อาคารภาควิชาวิศวกรรมโยธา ในส่วนการทดสอบอุณหภูมิที่เกิดขึ้นบนพื้นที่สีเขียว เลือกใช้พื้นที่อาคารพละ โดยตำแหน่งที่จัดเก็บข้อมูลใช้พื้นที่ทั้ง 4 ด้านของอาคาร ซึ่งในช่วงเวลากลางวันต้องมีแสงแดดส่องถึงตลอดเวลา หากมีการบดบัง หรือร่มเงาของอาคารข้างเคียง และต้นไม้ใหญ่ จะไม่เลือกใช้ข้อมูลชุดนั้นในห้วงเวลาที่มีการบดบัง

2.4 ทดสอบอุณหภูมิที่เกิดขึ้นบนพื้นคอนกรีต และทดสอบอุณหภูมิแวตลุ่ม [15-16]

ทำการบดอัดดินด้านข้างของพื้นคอนกรีตพร้อมทาน้ำยาประสานคอนกรีตเก่าและคอนกรีตใหม่ที่บริเวณรอบหลุม (ผนัง) ของพื้นที่ทดสอบพื้นคอนกรีต และดำเนินการติดตั้งสาย Thermocouple Type K (C) บนชั้นวัสดุบดอัดที่ระดับ -15.00 ซม. จากพื้นดิน เมื่อติดตั้งสายแล้วเสร็จทำการเทคอนกรีตให้ได้ความลึก -7.50 ซม. พร้อมดำเนินการติดตั้งสาย Thermocouple Type K (B) บริเวณกึ่งกลางของคอนกรีตและเทคอนกรีตจนถึงระดับพื้นดินที่ 0.00 ซม. รอคอนกรีตแข็งตัวดำเนินการติดตั้งสาย Thermocouple Type K (A) และทำการปักท่อ PVC เพื่อติดตั้งสาย Thermocouple Type K (D) ที่ระดับ +5.00 ซม. จากพื้นดิน ดำเนินการบันทึกอุณหภูมิลงในเครื่องบันทึกผล (Data Logger) ทุกช่วงเวลา 1 นาที ทำซ้ำ 4 หลุมรอบอาคารทดสอบแสดงขั้นตอนการดำเนินงานในรูปที่ 3



รูปที่ 3 (1) รูปแบบการติดตั้ง Thermocouple Type K
 (2) เตรียมพื้นที่ทดสอบของพื้นคอนกรีต
 (3) วัดระยะความกว้าง ความยาว ความลึก
 (4) ติดตั้ง Thermocouple Type K (C)
 (5) ติดตั้ง Thermocouple Type K (B)
 (6) ติดตั้ง Thermocouple Type K (A) และ (D)
 พร้อมดำเนินการเก็บข้อมูลอุณหภูมิทุก 1 นาที

รูปที่ 4 (1) รูปแบบการติดตั้ง Thermocouple Type K
 (2) เตรียมพื้นที่ทดสอบของพื้นคอนกรีต
 (3) วัดระยะความกว้าง ความยาว ความลึก
 (4) ติดตั้ง Thermocouple Type K (C) และ (B)
 (5) ติดตั้ง Thermocouple Type K (A) และ (D)
 (6) ดำเนินการเก็บข้อมูลอุณหภูมิทุก 1 นาที

2.5 ทดสอบอุณหภูมิที่เกิดขึ้นบนพื้นที่สีเขียว และทดสอบอุณหภูมิแวดล้อม

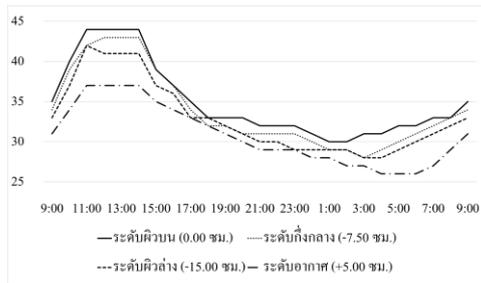
ทำการบดอัดดินที่หลุมด้านล่างของพื้นที่สีเขียว และบริเวณรอบหลุม (ผนัง) ของพื้นที่ทดสอบพื้นที่สีเขียว พร้อมดำเนินการติดตั้งสาย Thermocouple Type K (C) บนชั้นวัสดุบดอัด ที่ระดับ -15.00 ซม.จากพื้นดินเมื่อติดตั้งสายแล้วเสร็จทำการถมดิน พร้อมบดอัดให้ได้ความลึก -7.50 ซม. ดำเนินการติดตั้งสาย Thermocouple Type K (B) บริเวณกึ่งกลางของชั้นดินและถมดินพร้อมบดอัดจนถึงระดับพื้นดินที่ 0.00 ซม.ดำเนินการติดตั้งสาย Thermocouple Type K (A) และปูหญ้าเพื่อคืนสภาพพื้นที่เดิม ทำการตอกหมุดเหล็ก ติดตั้งสาย Thermocouple Type K (D) ที่ระดับ +5.00 ซม. จากพื้นดิน ดำเนินการบันทึกอุณหภูมิลงในเครื่องบันทึกผล (Data Logger) ทุกช่วงเวลา 1 นาที ทำซ้ำ 4 หลุมรอบอาคาร ทดสอบแสดงขั้นตอนการดำเนินงานในรูปที่ 4

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล (Result)

3.1 ผลการทดสอบอุณหภูมิของพื้นคอนกรีต พื้นที่สีเขียว และอุณหภูมิแวดล้อม ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง

จากการดำเนินการทดสอบอุณหภูมิที่เกิดขึ้นบนพื้นคอนกรีต และอุณหภูมิแวดล้อม ทุก ๆ 1 นาที ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า ทั้ง 4 ด้านของอาคารให้ผลไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือที่ ระดับผิวบน 0.00 ซม. มีอุณหภูมิสูงที่สุด รองลงมาเป็นที่ระดับกึ่งกลาง -7.50 ซม. และอุณหภูมิต่ำสุดที่ ระดับผิวล่าง -15.00 ซม. อันเนื่องมาจากคอนกรีตเป็นวัสดุที่มีความหนาสูงมีอัตราการสะสมความร้อนในตัววัสดุสูง และถ่ายเทความร้อนออกสู่บรรยากาศได้ต่ำ อีกทั้งในเวลากลางวันผิวบนของคอนกรีตสัมผัสความร้อนตลอดเวลาทำให้เกิดการสะสมความร้อนในเนื้อคอนกรีตสูงและแพร่กระจายความร้อนเข้าสู่คอนกรีตชั้นกึ่งกลางและชั้นล่างตามลำดับ โดยที่ชั้นล่างมีการถ่ายเทความร้อนให้กับชั้นดินที่ติดกันจึงทำให้ที่ผิวล่างของคอนกรีตมีอุณหภูมิต่ำสุดในช่วงเวลากลางวันความร้อน

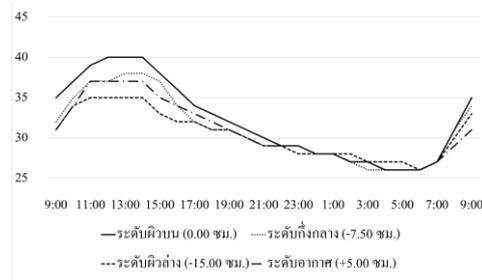
ที่สะสมในเนื้อคอนกรีตมีการถ่ายเทความร้อนได้ไม่ดีเท่าที่ควร ทำให้อุณหภูมิของคอนกรีตที่ระดับชั้นต่าง ๆ มีค่าใกล้เคียงกันและสูงกว่าอุณหภูมิแวดล้อม เมื่อนำพื้นคอนกรีตมาใช้เป็นพื้นที่โดยรอบอาคารการถ่ายเทอุณหภูมิเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์อันเนื่องมาจากวัสดุที่ใช้เป็นคอนกรีตเหมือนกันส่งผลให้อุณหภูมิจากพื้นคอนกรีตสามารถแพร่กระจายเข้าตัวอาคารได้ดี ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาและอุณหภูมิของพื้นคอนกรีต และอุณหภูมิแวดล้อม

ในส่วนการดำเนินการทดสอบอุณหภูมิที่เกิดขึ้นบนพื้นที่สีเขียว และทดสอบอุณหภูมิแวดล้อมทุก ๆ 1 นาทีในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า ทั้ง 4 ด้านของอาคารให้ผลไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือที่ระดับผิวบน 0.00 ซม. มีอุณหภูมิสูงสุด รองลงมาเป็นที่ระดับกึ่งกลาง -7.50 ซม. และอุณหภูมิต่ำสุดที่ระดับผิวล่าง -15.00 ซม. เนื่องจากพื้นที่สีเขียวมีอัตราการสะสมความร้อนต่ำ ชั้นดินมีมวลช่องว่างและรูพรุนสูง ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนเข้าและออกสู่บรรยากาศได้ดี ประกอบกับมีการระเหยคายน้ำของพืชจึงทำให้อุณหภูมิที่เกิดขึ้นของพื้นที่สีเขียวต่ำกว่าคอนกรีต อีกทั้งในเวลากลางวันผิวบนของพื้นที่สีเขียวสัมผัสความร้อนตลอดเวลาทำให้เกิดการสะสมความร้อนในชั้นดินสูงและถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ชั้นดินในชั้นกึ่งกลางและชั้นล่างตามลำดับ ส่วนเวลากลางคืนความร้อนที่สะสมในชั้นดินสามารถถ่ายเทขึ้นสู่บรรยากาศได้ง่าย โดยอาศัยช่องว่างรูพรุนของเม็ดดินในการนำพาความร้อนออก ทำให้อุณหภูมิของพื้นที่สีเขียวที่ระดับชั้นต่าง ๆ มีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิแวดล้อม เมื่อนำพื้นที่สีเขียวมาใช้เป็นพื้นที่โดยรอบอาคารการส่งต่ออุณหภูมิจะยากกว่าพื้นคอนกรีตอันเนื่องมาจากความแตกต่างของวัสดุ 2 ชนิด ส่งผลให้อุณหภูมิที่ถูกถ่ายเทถูกบล็อกเป็นเหตุให้การถ่ายเทอุณหภูมิออกในพื้นที่ข้างเคียงโดยรอบอาคารทำได้ง่ายกว่าการส่งต่อเข้าสู่พื้น

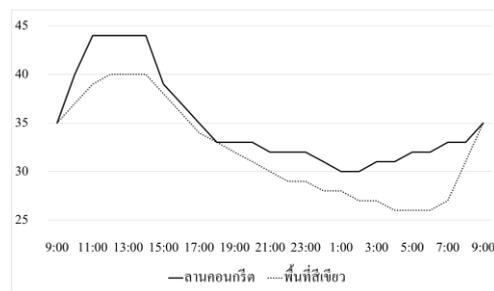
อาคาร ฉะนั้นพื้นอาคารที่ถูกแรยล้อมด้วยพื้นที่สีเขียวจึงมีความร้อนสะสมน้อยกว่าพื้นอาคารที่ถูกแรยล้อมด้วยพื้นคอนกรีต ดังแสดงในรูปที่ 6



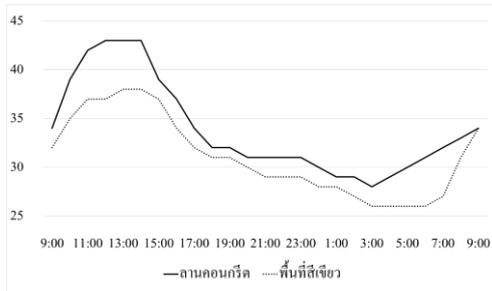
รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาและอุณหภูมิของพื้นที่สีเขียว และอุณหภูมิแวดล้อม

3.2 ผลการทดสอบอุณหภูมิที่ระดับผิวบน (0.00 ซม.) ระดับกึ่งกลาง (-7.50 ซม.) และระดับผิวล่าง (-15.00 ซม.) ของพื้นคอนกรีต เปรียบเทียบกับพื้นที่สีเขียว ที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง

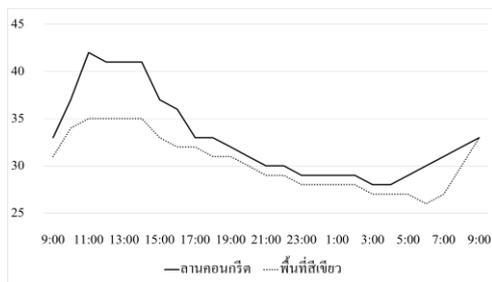
จากการดำเนินการทดสอบอุณหภูมิที่ระดับผิวบน (0.0 ซม.) ระดับกึ่งกลาง (-7.50 ซม.) และระดับผิวล่าง (-15.00 ซม.) ของพื้นคอนกรีตเปรียบเทียบกับพื้นที่สีเขียว ที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า ทั้ง 3 ระดับ มีทิศทางสอดคล้องกัน กล่าวคือ อุณหภูมิของพื้นคอนกรีตมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิของพื้นที่สีเขียว เนื่องจากตัววัสดุคอนกรีตมีความทึบสูงมีอัตราการสะสมความร้อนสูงและอัตราการถ่ายเทความร้อนต่ำ ในส่วนของพื้นที่สีเขียวมีอัตราการสะสมความร้อนต่ำ ชั้นดินมีมวลช่องว่างและรูพรุนสูง ส่งผลให้เกิดอัตราการถ่ายเทความร้อนเข้าและออกสู่บรรยากาศได้ง่าย ประกอบกับมีปัจจัยเรื่องการระเหยคายน้ำของพืชเข้ามาเกี่ยวข้องจึงทำให้อุณหภูมิที่เกิดขึ้นของพื้นที่สีเขียวต่ำกว่าคอนกรีตอย่างเห็นได้ชัด ดังแสดงในรูปที่ 7-9



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาและอุณหภูมิที่ระดับผิวบน (0.00 ซม.)



รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาและอุณหภูมิที่ระดับกึ่งกลาง (-7.50 ซม.)



รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาและอุณหภูมิที่ระดับผิวล่าง (-15.00 ซม.)

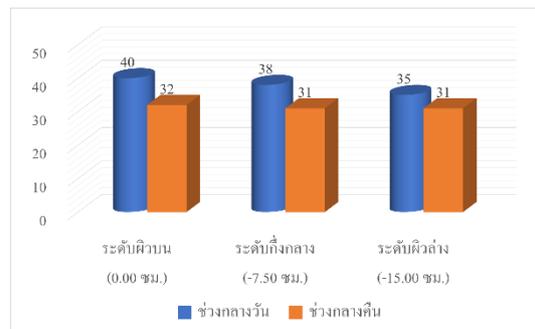
3.3 ผลการทดสอบอุณหภูมิสูงสุดของพื้นคอนกรีต และพื้นที่สีเขียว ในช่วงเวลากลางวัน และเวลากลางคืน

จากการวิเคราะห์อุณหภูมิสูงสุดของพื้นคอนกรีต ในช่วงเวลากลางวัน และเวลากลางคืน พบว่า อุณหภูมิสูงสุดของทั้ง 3 ระดับ มีค่าใกล้เคียงกันซึ่งเป็นการบ่งชี้ถึงความสามารถในการถ่ายเทความร้อนของคอนกรีตผ่านอนุภาคที่เชื่อมต่อกันและความทึบของวัสดุทำให้คอนกรีตทุกระดับความลึกมีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน ดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10 อุณหภูมิสูงสุดของพื้นคอนกรีต ในช่วงเวลากลางวันและเวลากลางคืน

จากการวิเคราะห์อุณหภูมิสูงสุดของพื้นที่สีเขียว ในช่วงเวลากลางวัน พบว่า อุณหภูมิที่ระดับผิวบน 0.00 ซม. มีค่าสูงสุด รองลงมาเป็นที่ระดับกึ่งกลาง -7.50 ซม. และอุณหภูมิต่ำสุดที่ระดับผิวล่าง -15.00 ซม. ซึ่งเป็นการบ่งชี้ถึงความสามารถในการถ่ายเทความร้อนของชั้นดินผ่านอนุภาคเม็ดดินที่มีมวลช่องว่าง และรูพรุนสูง รวมถึงปัจจัยการระเหยคายน้ำของพืชทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนเข้าและออกสู่บรรยากาศได้ดีส่งผลให้อุณหภูมิสูงสุดในช่วงเวลากลางวันแตกต่างกัน ในส่วนเวลากลางคืนอุณหภูมิสูงสุดของทั้ง 3 ระดับ มีค่าใกล้เคียงกัน อันเนื่องมาจากการถ่ายเทความร้อนเข้าและออกสู่บรรยากาศทำได้ดีทำให้อุณหภูมิสูงสุดของทั้ง 3 ระดับ มีค่าใกล้เคียงกัน ดังแสดงในรูปที่ 11



รูปที่ 11 อุณหภูมิสูงสุดของพื้นที่สีเขียว ในช่วงเวลากลางวันและเวลากลางคืน

3.4 ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิที่อาคารในแนวตั้งที่เกิดขึ้นจากคอนกรีตและพื้นที่สีเขียวเปรียบเทียบกับอุณหภูมิแวดล้อม

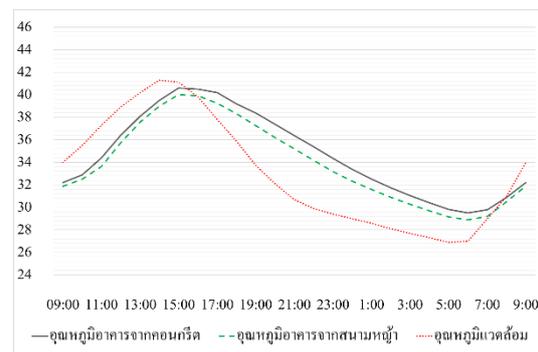
เมื่อนำค่าอุณหภูมิที่เกิดขึ้นมาประมวลผล โดยใช้สมการการแพร่ใน 1 มิติ ตามแนวตั้ง ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อุณหภูมิพื้นอาคารที่เกิดขึ้นจากการวิเคราะห์ผลด้วยระเบียบทางคณิตศาสตร์

ช่วง เวลา	อุณหภูมิพื้น		เปอร์เซ็นต์แสดง	
	อาคารที่ เกิดขึ้นจาก คอนกรีต	อุณหภูมิ พื้นอาคาร ที่เกิดขึ้น จากพื้นที่สี เขียว	อุณหภูมิ แวดล้อม	อุณหภูมิของ คอนกรีตเทียบกับ อุณหภูมิของพื้นที่สี เขียว
09:00	32.2	31.9	34.0	1.02
10:00	32.9	32.5	37.9	1.23
11:00	34.4	33.6	42.3	2.25
12:00	36.4	35.7	43.6	1.86
13:00	38.1	37.6	43.8	1.38
14:00	39.5	39.0	43.7	1.34
15:00	40.6	40.0	40.1	1.49
16:00	40.5	39.9	37.5	1.46
17:00	40.2	39.2	35.6	2.44
18:00	39.2	38.3	33.8	2.26
19:00	38.4	37.2	32.8	3.03
20:00	37.4	36.2	31.8	3.26
21:00	36.4	35.2	30.7	3.37
22:00	35.4	34.2	29.9	3.53
23:00	34.3	33.2	29.4	3.50
0:00	33.4	32.3	29.0	3.27
1:00	32.5	31.6	28.6	2.97
2:00	31.7	30.9	28.1	2.69
3:00	31.0	30.3	27.7	2.56
4:00	30.4	29.7	27.3	2.40
5:00	29.8	29.1	26.9	2.27
6:00	29.5	28.9	26.6	2.08
7:00	29.8	29.2	27.1	2.05
8:00	30.9	30.5	32.0	1.31
9:00	32.2	31.9	34.0	0.94

จากตารางที่ 1 พบว่า ในขั้นตอนการวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อนจากพื้นผิวทั้ง 2 รูปแบบ เข้าสู่พื้นอาคารคอนกรีตที่ความหนา 15 ซม. อุณหภูมิพื้นอาคารที่เกิดขึ้นจากพื้นคอนกรีตมีค่ามากกว่าอุณหภูมิพื้นอาคารที่เกิดขึ้นจากพื้นที่สีเขียวทุกช่วงเวลา โดยจากการประมวลผลตาม

เงื่อนไขที่กำหนด พบว่า พื้นอาคารใช้วัสดุเป็นคอนกรีตซึ่งเป็นวัสดุชนิดเดียวกันกับพื้นคอนกรีต ส่งผลให้การถ่ายเทอุณหภูมิเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์อุณหภูมิจากพื้นคอนกรีตสามารถแพร่กระจายเข้าสู่ตัวอาคารได้ดี เป็นเหตุให้พื้นอาคารเกิดความร้อนสะสมเช่นเดียวกับพื้นคอนกรีตในทางกลับกันอุณหภูมิพื้นอาคารที่เกิดขึ้นจากพื้นที่สีเขียวถ่ายเทอุณหภูมิด้านน้อยกว่า เนื่องจากความแตกต่างของวัสดุ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k), ค่าความร้อนจำเพาะ (C) และค่าความหนาแน่น (ρ) ที่แตกต่างกัน ส่งผลให้อุณหภูมิที่ถูกถ่ายเทถูกบล็อกเป็นเหตุให้การถ่ายเทอุณหภูมิออกในพื้นที่ข้างเคียงโดยรอบอาคาร (ที่พื้นที่สีเขียว ซึ่งเป็นวัสดุชนิดเดียวกัน) ทำได้ง่ายกว่าการส่งต่อเข้าสู่พื้นอาคาร ฉะนั้นพื้นอาคารที่ถูกรยล้อมด้วยพื้นที่สีเขียวจึงมีความร้อนสะสมน้อยกว่าพื้นอาคารที่ถูกรยล้อมด้วยพื้นคอนกรีต ดังแสดงในรูปที่ 12



รูปที่ 12 อุณหภูมิพื้นอาคารที่เกิดขึ้นจากพื้นคอนกรีตและพื้นที่สีเขียวเปรียบเทียบกับอุณหภูมิแวดล้อม

3.5 ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิในแนวราบที่เกิดขึ้นจากคอนกรีตและพื้นที่สีเขียวทั้ง 4 ด้านของอาคาร

จากการวิเคราะห์ผลอุณหภูมิในแนวราบ พบว่าพื้นที่คอนกรีตที่ระดับผิวบน 0.00 ซม. ด้านที่สัมผัสแสงแดดมีอุณหภูมิสูงกว่าด้านที่ไม่โดนแสงแดด 4 องศาเซลเซียส ในสภาวะอุณหภูมิแวดล้อม 38 องศาเซลเซียส ส่วนระดับกึ่งกลาง -7.50 ซม. และที่ระดับผิวล่าง -15.00 ซม. มีความแตกต่างของอุณหภูมิ ทั้งสองด้านที่ 1 องศาเซลเซียส ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการแพร่กระจายและการสะสมความร้อนในเนื้อวัสดุที่บุง

ในส่วนพื้นที่สีเขียว ที่ระดับผิวบน 0.00 ซม. ด้านที่สัมผัสแสงแดดมีอุณหภูมิสูงกว่าด้านที่ไม่โดนแสงแดด

1 องศาเซลเซียส ในสภาวะอุณหภูมิแวดล้อม 38 องศาเซลเซียส ส่วนระดับกึ่งกลาง -7.50 ซม.และที่ระดับผิวล่าง -15.00 ซม.ไม่มีความแตกต่างของอุณหภูมิทั้งสองด้าน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการถ่ายเทความร้อนเข้าและออกจากมวลช่องว่าง รูพรุน และการระเหยคายน้ำของพืช ส่งผลให้อัตราการสะสมความร้อนต่ำและแพร่กระจายความร้อนได้ไม่ดี

4. สรุป (Conclusion)

จากการวิเคราะห์ผล พื้นที่สีเขียวถ่ายเทความร้อนได้ดีมีอัตราการสะสมความร้อนต่ำ โดยนำความร้อนเข้าและออกผ่านช่องว่าง รูพรุน ของเนื้อวัสดุ อีกทั้งยังมีปัจจัยการระเหยคายน้ำของพืชร่วมด้วย ส่งผลให้ทั้งแนวตั้งและแนวราบพื้นอาคารที่มีพื้นที่สีเขียวล้อมรอบมีอุณหภูมิต่ำกว่าพื้นคอนกรีต อันเนื่องมาจากพื้นคอนกรีตมีความทึบสูง ทุกอนุภาคเรียงชิดติดกัน ทำให้เกิดการแพร่กระจายความลาดชันของอุณหภูมิได้ดี แต่การนำความร้อนออกทำได้เฉพาะที่ผิวบน และผิวล่างเท่านั้น จึงเป็นเหตุให้เกิดการสะสมความร้อนสูงเกิดเป็นปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเขตเมืองส่งผลให้มีค่าความสบายเชิงความร้อนต่ำนำไปสู่การใช้เครื่องปรับอากาศ ซึ่งทำให้เขตเมืองมีอากาศร้อนมากขึ้นทั้งช่วงเวลากลางวันและกลางคืน

ด้วยเหตุนี้สภาพพื้นผิวโดยรอบอาคารที่เหมาะสมคือพื้นที่สีเขียว เนื่องจากมีการถ่ายเทความร้อนได้ดี อีกทั้งยังมีผลต่อความสบายเชิงความร้อนของผู้อยู่อาศัยในการเป็นอยู่ทั้งเวลากลางวันและเวลากลางคืนในช่วงฤดูร้อน

5. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีจากคำแนะนำของนาวาอากาศโท รองศาสตราจารย์ ดร.เทียณสิริ เหลืองวิไล ในด้านระเบียบวิธีวิจัยทางคณิตศาสตร์ และภาควิชาวิศวกรรมโยธาของวิศวกรรมไฟฟ้าและโยธา กองการศึกษา โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช ในการสนับสนุนเงินทุนและสถานที่ รวมถึงเครื่องมือทดสอบอุณหภูมิ ทางคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

6. เอกสารอ้างอิง (References)

- [1] Khamchiangta D, Dhakal S. Physical and non-physical factors driving urban heat island: case of Bangkok metropolitan administration. Thailand. Journal of Environmental Management. 2019, 248:1-13. (in Thai)
- [2] Puljan V, Luangwilai T, Welamas W, Meechowna S, Leelayuth S, Moodleah S. Investigating the behavior of heat transfer through building walls with different covering materials by using Method of Lines (MOL). NKRAFA Journal of Science and Technology. 2021;17(1):1-10. (in Thai)
- [3] Nuntasiri P, Rasisuttha S. Thermal comfort of low income people: case study of Baan Mankong Non Nong Wat 2. Academic Journal: Faculty of Architecture, Khon Kaen University. 2558;14(2):127-41. (in Thai)
- [4] Intaraksa A. Role of latent heat flux and sensible heat flux in urban zoning, design and planning [dissertation]. [Bangkok (TH)]: Kasetsart University; 2014.
- [5] Lamananchai T. Weather warning. Thai Meteorological Department; 2022.
- [6] Weather report on 2021. Available from: https://www.tmd.go.th/province_weather_stat.php?StationNumber=48455
- [7] Teanmanee T. Urban heat island and urban physical environment [master's thesis]. [Bangkok (TH)]: Silpakom University; 2022.
- [8] Rasitanon T. The thermal comfort and adaptability to living for Muslim on the coast area Songkhla province [master's thesis]. [Songkla (TH)]: Prince of Songkla University; 2010.
- [9] Takkanon P. Thermal comfort: basic and models for hot and humid climates. Journal of the Faculty of Architecture Silpakom University. 2005;21:133-46. (in Thai)

- [10] rivanit M, Auttarat S. The summer thermal environment and human comfort of shaded outdoor and semi-outdoor spaces to living in the urban area of Chiang Mai city. *Journal of Architectural/Planning research and studies (JARS)*. 2015;12(2):53-72. (in Thai)
- [11] Norkaew S, Sangkaew Y, Yarak P, Wisetmuenwai O, Ketsakom A. Assessment of indoor air quality in the lecture room of undergraduate students in a university in Pathumthani province. *Journal of Safety and Health*. 2022;15(1):173-86. (in Thai)
- [12] Khetkrathok N, Suluksna K. Guidelines for the management of thermal comfort conditions in air-conditioned areas for energy saving case study library building Suranaree university of technology. *Ladkrabang Engineering Journal*. 2019;36(1):17-24. (in Thai)
- [13] Wattanavichin P. The experimental study of thermal behavior with Phase Change Material Thermal Shield (PCMTS) inside lightweight wall during the daytime [thesis]. [Bangkok (TH)]: Thammasat University; 2015.
- [14] Wongkhunkaew P, Konyai S. Effect of climate variability on sugarcane production of northeastern Thailand. 22nd National Graduate Research Conference. 2021:7-14. (in Thai)
- [15] Ruengsilapanun K, Udtaranakron T, Pulngern T, Tangchirapat W, Jaturapitakkul C. Mechanical properties, shrinkage, and heat evolution of alkali activated fly ash concrete. *Construction and Building Materials*. 2021;299:1-14.
- [16] Liqun H, Yangyang L, Xiaolong Z, Shaowen D, Zhuangzhuang, Hao L.H. Temperature characteristics of porous portland cement concrete during the hot summer session. *Hindawi Advances in Materials Science and Engineering*. 2017:1-10.