# บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยพบว่าปริมาณค่าการสะสมความร้อนของสภาพภูมิทัศน์ขึ้นอยู่กับลักณะของสภาพแวดล้อมและปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบ พบว่า

สภาพภูมิทัศน์ที่อยู่กลางแจ้งค่าการสะสมความร้อนมีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณของรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบ โดยค่าการสะสมความร้อนของสภาพภูมิทัศน์ที่อยู่กลางแจ้งจะสูงขึ้นในช่วงเวลากลางวัน (10.00 – 16.00 น.) และจะลดลงตามลำดับตามปริมาณของรังสีดวงอาทิตย์ โดยที่ค่าการสะสมความร้อนของสภาพภูมิทัศน์กลางแจ้งที่ระดับความลึก -0.30 ม. มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตามปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบ ส่วนที่ระดับความลึก -0.60 ม. และ -0.90ม. ปริมาณการสะสมความร้อนของสภาพภูมิทัศน์ค่อนข้างคงที่ตลอดเวลา โดยไม่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณของรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบ

ส่วนสภาพภูมิทัศน์ที่อยู่ใต้ร่มไม้ค่าการสะสมความร้อนมีการเปลี่ยนแปลงตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศ และปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ส่องผ่านร่มเงาจากต้นไม้ โดยค่าการสะสมความร้อนของสภาพภูมิทัศน์ใต้ร่มไม้ที่ระดับความลึก -0.30 ม. มีการเปลี่ยนแปลงในปริมาณเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิทัศน์กลางแจ้งที่ระดับ -0.30 ม. ส่วนที่ระดับความลึก -0.60 ม. และ -0.90ม. ปริมาณการสะสมความร้อนของสภาพภูมิทัศน์ค่อนข้างคงที่ตลอดเวลา โดยไม่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิอากาศ และปริมาณของรังสีดวงอาทิตย์ที่ส่องผ่านร่มเงาจากต้นไม้

ในการเปรียบเทียบค่าการสะสมความร้อนของน้ำ และดิน พบว่าปริมาณค่าการสะสมความร้อนของน้ำมีปริมาณสูงกว่าดินเป็นจำนวนมากเนื่องจากค่าความจุความร้อนของน้ำมีค่ามากกว่าดิน 5 เท่า ถึงแม้ว่ามวลของน้ำจะน้อยกว่าดินก็ตาม โดยที่ดิน 1 ลบ.ม. มีน้ำหนัก 1,800 กิโลกรัม น้ำ 1 ลบ.ม. มีน้ำหนัก 1,000 กิโลกรัม ถึงแม้ว่าปริมาณค่าความร้อนที่สะสมในน้ำมีค่ามากกว่าดินมากแต่อุณหภูมิที่เกิดขึ้นต่ำกว่าดินมากเพราะว่าน้ำมีค่าความจุความร้อนมากทำให้สามาถสะสมความร้อนได้มากโดยที่อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับดิน

5.1.1 ปริมาณค่าการสะสมความร้อน

จากการเปรียบเทียบปริมาณค่าการสะสมความร้อนของสภาพภูมิทัศน์ที่อยู่กลางแจ้งและสภาพภูมิทัศน์ที่อยู่ใต้ร่มไม้ พบว่า เมื่อสภาพภูมิทัศน์ได้รับอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์จะทำให้ค่าการสะสมความร้อนรวมของสภาพภูมิทัศน์เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งที่ระดับ -0.30 ม. ค่าการสะสมความร้อนของสภาพภูมิทัศน์จะเปลี่ยนแปลงตามปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบ ซึ่งในช่วงเวลา 10.00–16.00 น. ค่าการสะสมความร้อนจะเพิ่มสูงขึ้นมากที่สุดในเวลา 14.00 น. และจะลดลงตามลำดับ โดยในช่วงเวลากลางคืนมีค่าการสะสมความร้อนน้อยที่สุดในเวลา 6.00 น. ส่วนที่ระดับ -0.60 ม. และ -0.90 ม. ค่าการสะสมความร้อนค่อนข้างที่จะคงที่ตลอดวัน

สภาพภูมิทัศน์ที่อยู่ใต้ร่มไม้ค่าการสะสมความร้อนที่ระดับ -0.30 ม. ค่าการสะสมความร้อนมีการเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิอากาศซึ่งในช่วงเวลากลางวันค่าการสะสมความร้อนมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มสูงขึ้น โดยมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นเล็น้อยเมื่อเปรียบเทียบกับสภาพภูมิทัศน์ประเภทต่าง ๆ ที่อยู่กลางแจ้ง ส่วนที่ระดับ -0.60 ม. และ -0.90 ม. ค่าการสะสมความร้อนของสภาพภูมิทัศน์ค่อนข้างที่จะคงที่ตลอดทั้งวัน และมีปริมาณต่ำกว่าสภาพภูมิทัศน์ที่อยู่กลางแจ้ง

ผลจากการเปรียบเทียบปริมาณการสะสมความร้อนของสภาพภูมิทัศน์ประเภทต่าง ๆ พบว่า เมื่อมีการปรับปรุงสภาพภูมิทัศน์ด้วยการเพิ่มร่มเงาสามารถลดปริมาณการสะสมความร้อนของสภาพภูมิทัศน์ประเภทต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- พื้นคอนกรีต

เมื่อมีการเพิ่มร่มเงาให้แก่พื้นดินกลางแจ้งสามารถลดปริมาณค่าการสะสมความร้อนรวมที่ระดับความลึก -0.90 ม. ได้ประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์

- พื้นดิน

เมื่อมีการเพิ่มร่มเงาให้แก่พื้นดินกลางแจ้งสามารถลดปริมาณค่าการสะสมความร้อนรวมที่ระดับความลึก -0.90 ม. ได้ประมาณ 53 เปอร์เซ็นต์

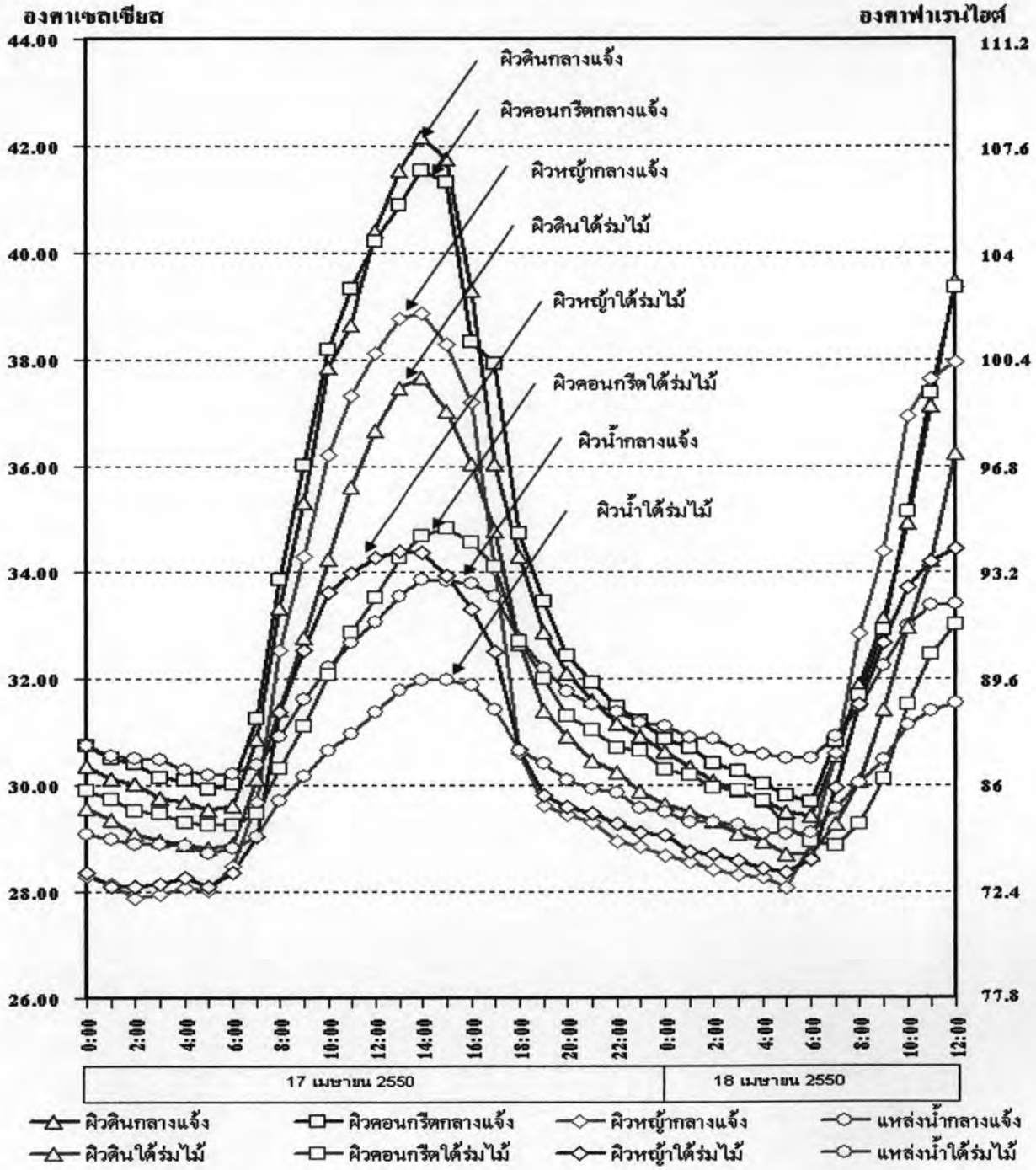
- พื้นหญ้า

เมื่อมีการเพิ่มร่มเงาให้แก่พื้นหญ้ากลางแจ้งสามารถลดปริมาณค่าการสะสมความร้อนรวมที่ระดับความลึก -0.90 ม. ได้ประมาณ 56 เปอร์เซ็นต์

- แหล่งน้ำ

เมื่อมีการเพิ่มร่มเงาให้แก่พื้นหญ้ากลางแจ้งสามารถลดปริมาณค่าการสะสมความร้อนรวมที่ระดับความลึก -0.90 ม. ได้ประมาณ 49 เปอร์เซ็นต์

5.1.2 อุณหภูมิสภาพภูมิทัศน์




แผนภูมิที่ 5.1 แสดงอุณหภูมิที่มนุษย์สัมผัสได้จากสภาพภูมิทัศน์ประเภทต่าง ๆ เป็นรายชั่วโมง

จากแผนภูมิที่ 5.1 พบว่าในช่วงเวลา 6.00 – 18.00 น. พื้นดินกลางแจ้งมีอุณหภูมิสูงที่สุดที่42.17 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิสูงสุดอยู่ในเวลา 14.00 น. รองลงมาได้แก่ ผิวคอนกรีตกลางแจ้งที่ 41.54 องศาเซลเซียส ผิวหญ้ากลางแจ้งที่ 38.87 องศาซลเซียส ผิวดินใต้ร่มไม้ที่ 37.66 องศาเซลเซียส ผิวคอนกรีตใต้ร่มไม้ที่ 34.82 องศาเซลเซียส ผิวหญ้าใต้ร่มไม้ที่ 34.38 องศาเซลเซียส ผิวน้ำกลางแจ้งที่ 33.87 องศาเซลเซียส และ ผิวน้ำใต้ร่มไม้ที่ 31.98 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

ส่วนในช่วงเวลา 19.00 – 5.00 น. พบว่า ผิวหญ้ากลางแจ้งมีอุณหภูมิต่ำที่สุดที่ 28.08 องศาเซลเซียส ถัดไปคือ ผิวหญ้าใต้ร่มไม้ที่ 28.38 องศาเซลเซียส ผิวดินใต้ร่มไม้ที่ 28.71 องศาเซลเซียส แหล่งน้ำใต้ร่มไม้ 29.10 องศาเซลเซียส คอนกรีตใต้ร่มไม้ 29.22 องศาเซลเซียส ผิวดินกลางแจ้งที่ 29.55 องศาเซลเซียส คอนกรีตกลางแจ้ง 29.94 องศาเซลเซียส และแหล่งน้ำกลางแจ้ง 30.20 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

## 5.2 แนวทางในการปรับสภาพภูมิทัศน์ภายนอกอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ

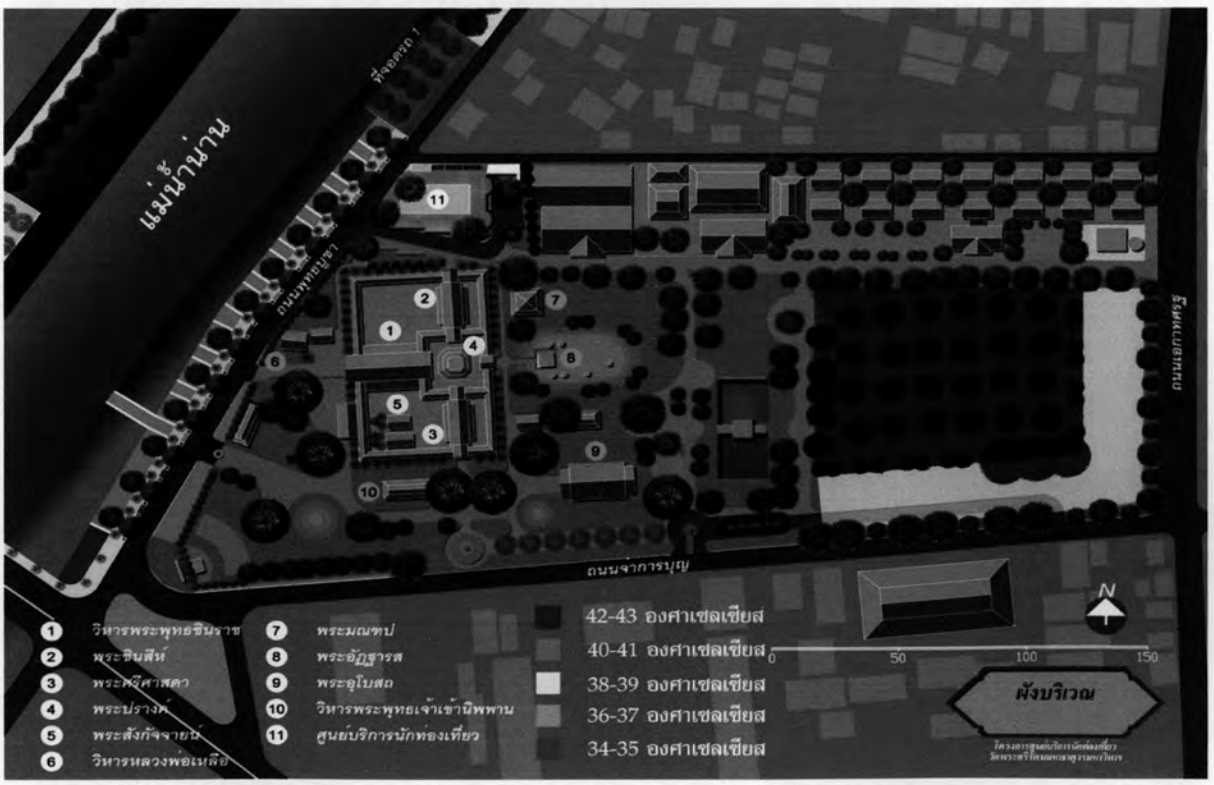
ในการปรับปรุงสภาพภูมิทัศน์เพื่อลดการสะสมความร้อนในสภาพแวดล้อมอาคารควรที่จะใช้การผสมผสานของสภาพภูมิทัศน์ที่เป็นหญ้าใต้ร่มไม้ และแหล่งน้ำใต้ร่มไม้เพราะจะทำให้สภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิที่เกิดขึ้นต่ำที่สุด การปรับปรุงสภาพภูมิทัศน์ด้วยแหล่งน้ำจะต้องให้แหล่งน้ำมีความลึกไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร เพื่อใช้ประโยชน์จากการสะสมความร้อนของแหล่งน้ำในเวลากลางวันซึ่งทำให้อุณหภูมิที่เกิดจากแหล่งน้ำมีอุณหภูมิใกล้กับอุณหภูมิของสภาพวะน่าสบายมากที่สุด ส่วนการปรับปรุงด้วยภูมิทัศน์ที่เป็นหญ้าใต้ร่มไม้จะต้องให้ดินมีความลึกไม่น้อยกว่า 0.60 ม. เพื่อใช้ประโยชน์จากอุณหภูมิของดินที่คงที่ในระดับใต้ดิน ซึ่งทำให้สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ (อุณหภูมิดินที่คงที่อยู่ที่ 30.4 องศาเซลเซียส)

หากไม่สามารถทำการปรับปรุงโดยการเปลี่ยนประเภทของสภาพภูมิทัศน์ให้เป็นพื้นหญ้าใต้ร่มไม้ และแหล่งน้ำใต้ร่มไม้ อย่างน้อยที่สุดในการปรับปรุงสภาพภูมิทัศน์ก็ควรที่จะทำการปรับปรุงสภาพภูมิทัศน์ที่อยู่กลางแจ้งให้มีร่มเงาให้มากที่สุด เนื่องจากค่าการสะสมความร้อนของสภาพภูมิทัศน์ที่อยู่กลางแจ้ง และสภาพภูมิทัศน์ที่อยู่ใต้ร่มไม้มีค่าการสะสมความร้อนต่างกันประมาณ 35 – 55 เปอร์เซนต์ โดยขึ้นอยู่กับประเภทของสภาพภูมิทัศน์นั้น ๆ

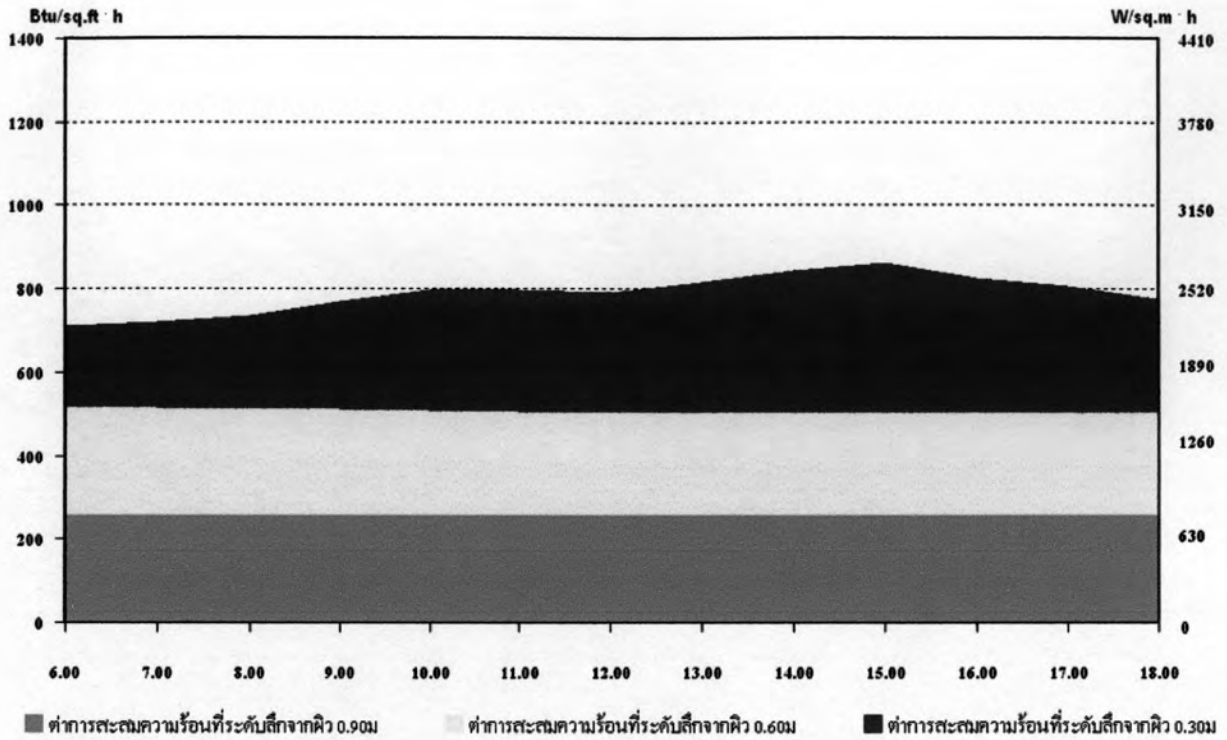
## 5.3 การประยุกต์ใช้ในการออกแบบ

กรณีศึกษาผังบริเวณวัดพระศรีรัตนมหาธาตุวรมหาวิหาร จากการศึกษาอิทธิพลของสภาพภูมิทัศน์ที่มีผลต่อการสะสมความร้อนในผังบริเวณ

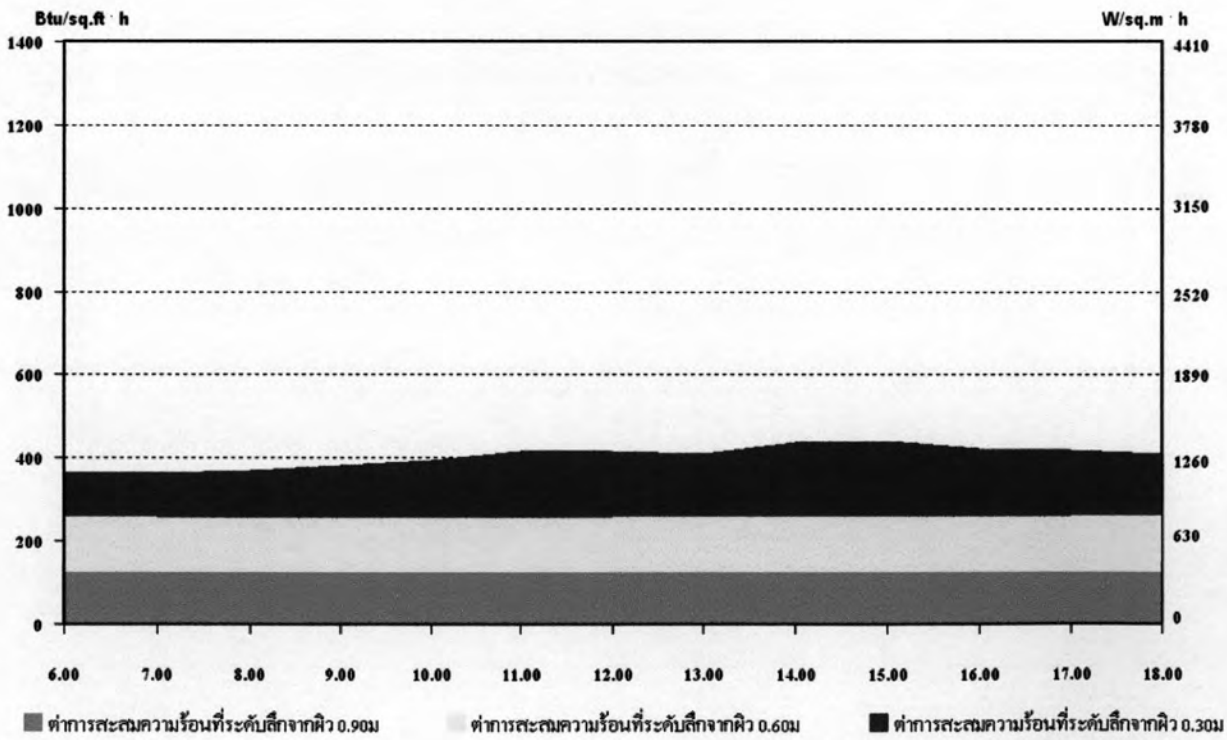
ภาพที่ 5.1 แสดงผังบริเวณก่อนทำการปรับปรุงสภาพภูมิทัศน์




ภาพที่ 5.2 แสดงผังบริเวณหลังทำการปรับปรุงสภาพภูมิทัศน์

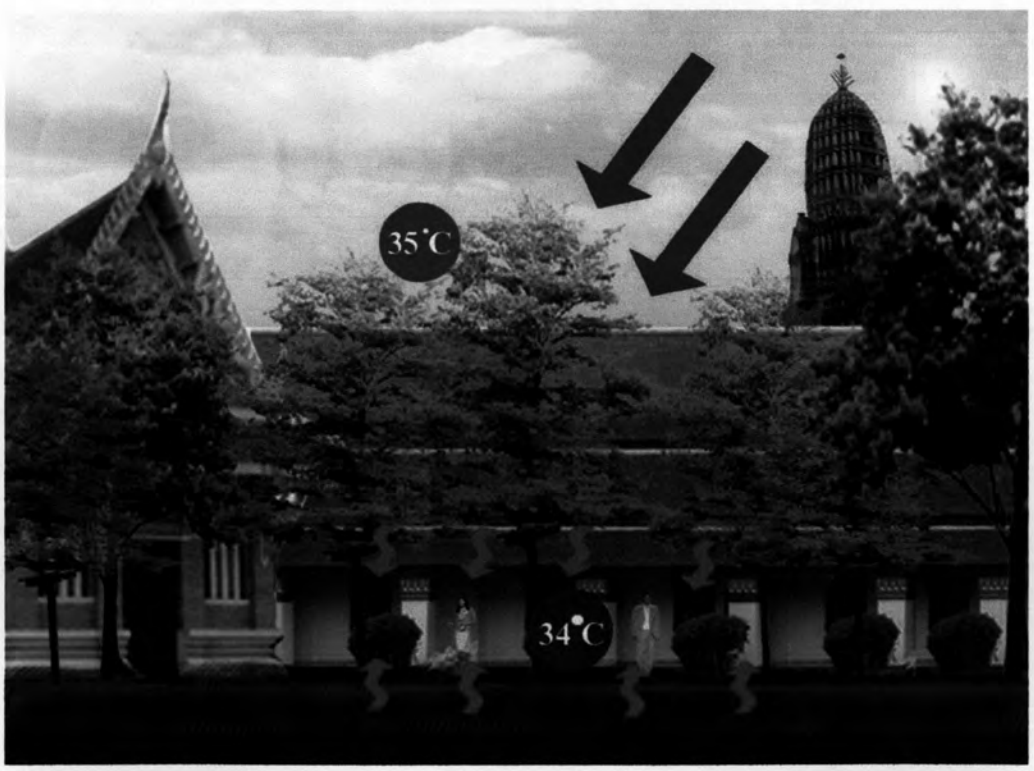



แผนภูมิที่ 5.12 แสดงปริมาณความร้อนสะสมในมวลสารของภูมิทัศน์ก่อนทำการปรับปรุงสภาพภูมิทัศน์



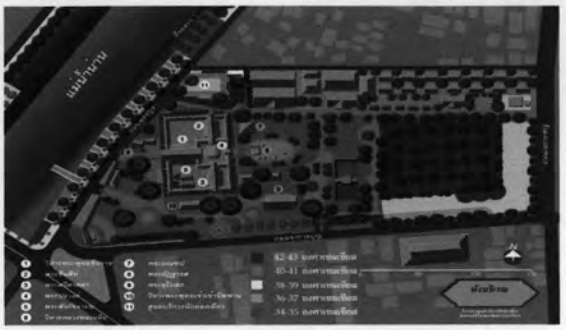

แผนภูมิที่ 5.13 แสดงปริมาณความร้อนสะสมในมวลสารของภูมิทัศน์หลังทำการปรับปรุงสภาพภูมิทัศน์

ภาพที่ 5.3 แสดงอุณหภูมิในระดับพื้นดินที่เกิดจากผังบริเวณก่อนการปรับปรุงสภาพภูมิทัศน์




ภาพที่ 5.4 แสดงอุณหภูมิในระดับพื้นดินที่เกิดจากผังบริเวณหลังจากการปรับปรุงสภาพภูมิทัศน์

แสดงการเปรียบเทียบสภาพภูมิทัศน์ก่อนการปรับปรุง และหลังการปรับปรุง โดยในการหาค่าเฉลี่ยปริมาณความร้อนที่สะสมในสภาพภูมิทัศน์ ในการคำณวนจะทำการหาปริมาณการสะสมความร้อนของสภาพภูมิทัศน์แต่ละประเภทนำมารวมกันและหารด้วยพื้นที่ทั้งหมดเพื่อหาปริมาณความร้อนที่สะสมต่อพื้นที่



| ก่อนการปรับปรุงสภาพภูมิทัศน์ของผังบริเวณ | หลังการปรับปรุงสภาพภูมิทัศน์ของผังบริเวณ |
|---|---|
| 1. ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในอาคารกับอุณหภูมิภายนอกอาคาร<br>$\Delta t = 17\ ^{\circ}C$ | 1. ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในอาคารกับอุณหภูมิภายนอกอาคาร<br>$\Delta t = 9\ ^{\circ}C$ |
| 2. ค่าการสะสมความร้อนในมวลสารเฉลี่ยต่อพื้นที่ 1 ตารางฟุต = 783 Btu/sq.ft | 2. ค่าการสะสมความร้อนในมวลสารเฉลี่ยต่อพื้นที่ 1 ตารางฟุต = 402 Btu/sq.ft |
| 3. อุณหภูมิเฉลี่ยในผังบริเวณ = 42 °C | 3. อุณหภูมิเฉลี่ยในผังบริเวณ = 35 °C |

## 5.4 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิของภูมิทัศน์ที่มีผลต่อการสะสมความร้อนในผังบริเวณ มีข้อเสนอแนะเพื่อประโยชน์ในการพัฒนาข้อมูลให้ดียิ่งขึ้นในอนาคต ดังนี้

1. การศึกษาครั้งนี้พิจารณาเฉพาะอุณหภูมิในดินเท่านั้น ซึ่งการวิจัยในอนาคตควรนำตัวแปรทางด้านอื่นที่มีผลต่อการสะสมความร้อนของดินมาพิจารณาประกอบด้วย เช่น ประเภทของดิน ความหนาแน่น ความชื้น

2. การศึกษาในครั้งนี้มีข้อจำกัดในเรื่องเครื่องมือในอนาคตควรที่จะเพิ่มเครื่องมือในการวิจัยเพื่อให้สามารถเข้าใจพฤติกรรมของสภาพภูมิทัศน์มากยิ่งขึ้น

3. การศึกษาในครั้งนี้ทำการศึกษาที่ระดับ +0.00 ม. -0.30 ม. -0.60 ม. และ -0.90 ม. เท่านั้น เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องเวลาและค่าใช้จ่ายในการวิจัย ซึ่งการวิจัยในอนาคตอาจทำการศึกษาที่ระดับลึกมากกว่าการศึกษาในครั้งนี้

4. เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้ทำการทดลองในฤดูร้อนเท่านั้น ดังนั้นควรทำการศึกษาในฤดูฝน และฤดูหนาวเพื่อให้ทราบถึงอิทธิพลของ Seasonal lag ที่มีผลต่ออุณหภูมิใต้ดินในระดับต่าง ๆ

5. การคำนวณในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดความเข้าใจในแนวความคิด ซึ่งค่าที่ได้จากการคำนวณในครั้งนี้เป็นค่าที่ได้จากข้อมูลในฤดูร้อนเท่านั้นอาจจะไม่ตรงกับค่าการสะสมความร้อนในฤดูอื่น ๆ

6. การศึกษาในอนาคตอาจทำการศึกษาสภาพภูมิทัศน์ปะเภทอื่น ๆ เพิ่มเติมเพื่อให้เข้าใจถึงการสะสมความร้อนของสภาพภูมิทัศน์ประเภทต่าง ๆ เพิ่มขึ้น