บทที่ 6

บทสรุปและแนวทางการประยุกต์ใช้ในการออกแบบ

6.1 บทสรุปการวิจัย

เนื่องจากการทดลองนี้เป็นการทดลองที่มุ่งเน้นไปที่การศึกษาวิธีการลดความร้อนโดยตัวแปรจากธรรมชาติเป็นหลัก ตัวแปรที่ถูกนำมาสรุปเป็นแนวทางการแก้ปัญหาจึงเป็นตัวแปรจากตัววัสดุเอง และตัวแปรจากธรรมชาติเท่านั้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งการแก้ปัญหาด้วยเครื่องมือกล ตัวแปรเหล่านี้เป็นตัวแปรที่สามารถเลือกใช้ประกอบการออกแบบอาคารได้ตามลักษณะอาคารและการใช้สอย ดังนั้นการสรุปผลการวิจัยเพื่อความเข้าใจที่ชัดเจนจะแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลในการลดความร้อนภายในอาคารของตัวแปรตามวัตถุประสงค์และขั้นตอนในการศึกษาวิจัย ได้ดังต่อไปนี้

6.1.1ค่าความต้านทานความร้อนของกระจกมีผลต่อการลดความร้อนภายในอาคาร

วัสดุที่เลือกใช้ในการวิจัย ทั้ง 2 ชนิด ถึงแม้จะมีค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาของกระจกเท่ากันซึ่งสามารถป้องกันการส่งผ่านพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ได้เท่ากันก็ตาม แต่จากการผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิภายในของกระจก 2 ชนิดมีค่าแตกต่างกัน ซึ่งเป็นผลมาจากอิทธิพลของค่าความต้านทานความร้อนที่ต่างกันของกระจกทั้ง 2 ชนิด ลักษณะความแตกต่างจะเห็นได้อย่างชัดเจนในเวลากลางวันช่วงที่อุณหภูมิภายในมีค่าสูงสุด วัสดุกระจก 2 ชั้น ซึ่งมีค่าความต้านทานความร้อนสูงกว่า กลับเก็บกักความร้อนไว้ภายในมากกว่า (อุณหภูมิสูงกว่า) เนื่องจากค่าความต้านทานความร้อนที่สูงกว่าของกระจก 2 ชั้น ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการส่งผ่านพลังงานความร้อนกลับสู่สภาพแวดล้อม ดังนั้นในสภาพที่ไม่ปรับอากาศและปิดสนิท ควรเลือกใช้กระจกชั้นเดียวประกอบการใช้งานจะให้ผลที่ดีกว่า ในทางกลับกันถ้ามีการใช้เครื่องปรับอากาศ พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนจะเปลี่ยนแปลงในการตรงกันข้าม ความร้อนจากภายนอกจะถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคารได้ยากกว่าและสามารถเก็บกักความเย็นไว้ภายในอาคารได้ดีกว่าเช่นเดียวกัน

6.1.2การเปลี่ยนแปลงขนาดช่องเปิดในส่วนผนัง มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนภายในอาคาร

ตัวแปรสำคัญอีกประการที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง นอกจากการเลือกใช้กระจกแล้ว จะพบว่ายังมีตัวแปรสำคัญคือขนาดของช่องเปิดที่เป็นตัวกำหนดปริมาณการถ่ายเทความร้อนโดยกระแสลม เมื่อช่องเปิดของผนังมีพื้นที่มากขึ้น อุณหภูมิภายในหน่วยทดลองก็จะลดต่ำลงตามขนาดช่องเปิดจนกระทั่งใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศในช่วงเวลากลางวันในหน่วยทดลองที่เปิดโล่ง ด้วยความสามารถในการพัดพาความร้อนออกสู่ภายนอกจากการเคลื่อนที่ของอากาศผ่านหน่วยทดลอง แต่ในเวลากลางคืน อุณหภูมิภายในหน่วยทดลองปิดที่ไม่มีมวลสารกลับให้ผลทางอุณหภูมิที่ดีกว่าคือมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ เนื่องจากสามารถถ่ายเทความร้อนที่มีอยู่ภายในได้อย่างรวดเร็ว และสามารถป้องกันการได้รับความร้อนเพิ่มเติมจากสภาพอากาศแวดล้อมภายนอกที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของกระแสลมผ่านเข้าภายในหน่วยทดลอง

ดังนั้นการเลือกใช้วิธีการถ่ายเทความร้อนโดยวิธีการพาความร้อนในเวลากลางวันเป็นกระบวนการที่สามารถนำมาใช้ในการลดความร้อนที่เกิดขึ้นในกรณีนี้ได้ แต่อย่างไรก็ตามสภาพของอุณหภูมิอากาศโดยทั่วไปในประเทศไทยและโดยเฉพาะอย่างยิ่งคือกรุงเทพฯนั้น อุณหภูมิโดยเฉลี่ยก็ยังมีค่าสูงกว่าสภาวะความน่าสบายของมนุษย์ เกือบ 10°C ดังนั้นหากต้องการใช้วิธีการนี้ให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้นก็ควรมีการปรับสภาพแวดล้อมโดยวิธีการต่างๆ ที่ช่วงปรุงแต่งให้สภาพของอุณหภูมิแวดล้อมนั้นลดลงจนอยู่ในสภาพที่ต้องการได้

6.1.2การเปลี่ยนแปลงมวลสารมีผลต่อการถ่ายเทความร้อนภายในอาคาร

ในการศึกษาพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของมวลสารที่มีมวลสารต่างกันชนิดระหว่างอิฐมอญที่เป็นวัสดุมวลสารหนัก กับคอนกรีตมวลเบาที่เป็นวัสดุมวลสารเบาโดยเฉพาะในหน่วยทดลองที่มีสภาพปิดสนิทจะพบว่า อิฐมอญจะมีค่าของอุณหภูมิภายในต่ำกว่าคอนกรีตมวลเบาในช่วงเวลากลางวัน เนื่องจากความสามารถในการสะสมความร้อนในประมาณที่มากกว่า ซึ่งจะเห็นได้จากค่าอุณหภูมิสูงสุดของอิฐมอญที่ต่ำกว่าคอนกรีตมวลเบา ความสามารถในการสะสมความร้อนของอิฐมอญมีอิทธิพลจากค่าความจุความร้อนของตัววัสดุที่ต้องการปริมาณความร้อนที่สะสมในตัววัสดุที่มากกว่าวัสดุที่มีค่าความจุความร้อนต่ำในการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของตัววัสดุให้สูงขึ้นหรือต่ำลง ในการศึกษาวิจัยในอนาคตถ้ามีการเลือกใช้วัสดุคอนกรีตซึ่งมีค่าความจุความร้อนและมวลสารที่มีค่ามากกว่าอิฐมอญก็จะแสดงให้เห็นผลที่เกิดขึ้นระหว่างความแตกต่างของอุณหภูมิที่เกิดจากความแตกต่างของมวลสารได้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามในเวลากลางคืนเมื่อมีการถ่ายเทความร้อนกลับสู่สภาพแวดล้อม การที่วัสดุที่มีมวลสารมาก การสูญเสียความร้อนจึงเป็นไปได้ช้ากว่า วัสดุที่มีมวลสารเบาเมื่อผนวกเข้ากับปริมาณความร้อนที่สะสมไว้ในปริมาณที่มากกว่า อุณหภูมิ

ภายในของหน่วยทดลองที่มีอิฐมอญเป็นส่วนประกอบจึงมีค่าอุณหภูมิสูงกว่าคอนกรีตมวลเบา และผนังที่ไม่มีมวลสารอย่างเห็นได้ชัด

แต่ด้วยเหตุผลที่การถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคากระจกมีปริมาณมากกว่าการถ่ายเทความร้อนในระนาบต่างๆ ของอาคาร เนื่องจากเป็นการได้รับอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง จึงทำให้ความร้อนที่เกิดขึ้นภายในหน่วยทดลองปิดดังกล่าว มีปริมาณสูงกว่าที่มวลสารภายในจะเก็บกักไว้เพื่อให้สภาพอุณหภูมิอยู่ในจุดที่ต้องการได้ แต่จากการทดลองก็ยังแสดงให้เห็นว่ามวลสารเหล่านี้มีประสิทธิภาพในการลดความร้อนได้มากพอสมควร (ผลต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดของหน่วยทดลองปิดไม่มีมวลสารและหน่วยทดลองปิดมีมวลสาร) ดังนั้นในทางปฏิบัติจริงจึงอาจแก้ไขด้วยการเพิ่มความหนาของวัสดุให้มากขึ้น (แต่ก็เพิ่มราคาค่าก่อสร้างขึ้นเช่นเดียวกัน) หรือการใช้ปัจจัยจากสภาพแวดล้อมภายนอกด้วยการเพิ่มช่องเปิดในส่วนผนังก็จะสามารถระบายความร้อนที่ถูกเก็บกักไว้ภายในหน่วยทดลอง ซึ่งจะเห็นได้จากการทดลองในขั้นตอนที่ 3.2 ที่ตัวแปรจากการระบายอากาศและความแตกต่างของมวลสารมีอิทธิพลมากกว่าปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร การผสมผสานข้อดีในการทดลองขั้นตอนที่ 2 ดังกล่าวนี้จึงสามารถปรับปรุงค่าสภาพอุณหภูมิภายในให้อยู่ในจุดที่ต้องการได้

6.1.3การใช้ต้นไม้ในการปรุงแต่งสภาพอุณหภูมิ

เนื่องจากการใช้มวลสารเพื่อช่วยลดความร้อนภายในหน่วยทดลองปิด ยังไม่เพียงพอในการปรับปรุงสภาพอุณหภูมิภายใน ดังนั้นการใช้ปัจจัยอื่นโดยเฉพาะจากต้นไม้ที่มีคุณสมบัติในการลดความร้อนที่ดีจากการกรองแสงและคายน้ำเหล่านี้จึงเป็นอีกทางแก้ไขหนึ่งที่สามารถปฏิบัติให้เกิดขึ้นได้ ซึ่งแสดงให้เห็นจากผลการทดลองในขั้นตอนที่ 4.1 ว่า พุ่มไม้ใบไม้ สามารถช่วยกลั่นกรองแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบภายในได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้อุณหภูมิภายใน ตำแหน่งที่ 1 ลดต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศได้ รวมทั้งการผสมผสานข้อดีของการระบายอากาศในขั้นตอนที่ 2 เพื่อช่วยแก้ปัญหาการสะสมความร้อนในเวลากลางคืนจากใบไม้ ที่เกิดขึ้นในการทดลองขั้นตอนที่ 4.1 และ 4.2 โดยจะเห็นได้จากการทดลองขั้นตอนที่ 4.3 ซึ่งมีผนังเปิดโล่ง จะสามารถลดอุณหภูมิและระบายความร้อนที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพ ที่ผสมผสานกันระหว่างกระบวนการลดความร้อนโดยต้นไม้และการระบายความร้อน โดยกระแสลมจากพื้นที่ที่ต้องการได้

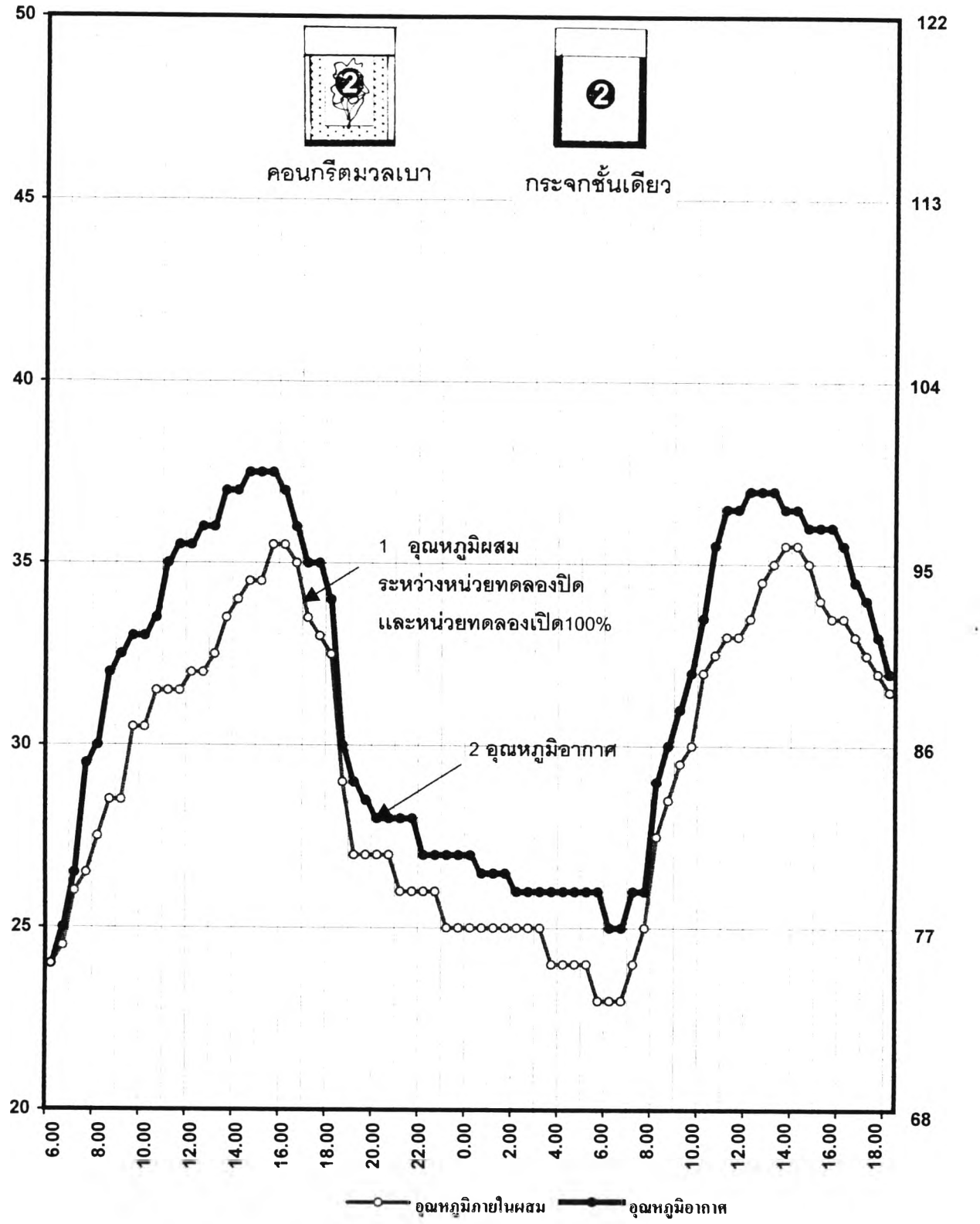
6.2 แนวทางการประยุกต์ใช้ในการออกแบบ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิจัยเพื่อแก้ปัญหาจากความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารโดยใช้ตัวแปรจากธรรมชาติเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา การประยุกต์ใช้งานตัวแปรเหล่านี้จึงเป็นแนวทางที่ใช้สำหรับอาคารที่ไม่มีการปรับอากาศเท่านั้น เพราะแนวทางเหล่านี้หากถูกนำมาใช้กับอาคารที่มีการปรับอากาศ ผลที่ได้รับจะแตกต่างกันโดยสิ้นเชิงรวมทั้งอาจก่อปัญหาให้เกิดมากขึ้นอีกด้วย

คำตอบของรูปแบบอาคารที่เกิดจากการแก้ปัญหานี้ จะใช้การผสมผสานข้อดีของแต่ละตัวแปร ตามการทดลองขั้นตอนต่างๆ เพื่อนำไปใช้ประกอบการออกแบบอาคาร ดังนี้

- ส่วนหลังคา เนื่องจากเป็นแนวทางออกแบบเพื่ออาคารไม่ปรับอากาศ ควรเลือกใช้วัสดุกระจกชั้นเดียวเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาจากการเก็บกักความร้อนภายในอาคาร รวมทั้งช่วยให้สามารถถ่ายเทความร้อนกลับสู่สภาพแวดล้อมได้ดีกว่า
- ส่วนผนังอาคาร ควรมีลักษณะเปิดโล่งทั้งช่วงกลางวันและกลางคืนเพื่อให้เกิดการถ่ายเทความร้อนออกสู่ภายนอกได้อย่างรวดเร็วโดยไม่เกิดการสะสมความร้อนไว้ภายใน ตำแหน่งของช่องเปิดควรอยู่ในทิศทางการเคลื่อนที่ของลมประจำ ซึ่งจะทำให้ได้รับลมธรรมชาติในปริมาณมาก หรือหากมีความจำเป็น ต้องปิดผนังอาคารบ้างเป็นบางส่วน ตำแหน่งของช่องเปิดควรพิจารณาเลือกให้มีช่องเปิดในส่วนบนของอาคาร
- องค์ประกอบอาคาร ในเวลากลางวัน ส่วนผนังอาคารหากเป็นไปได้ควรเลือกใช้วัสดุที่มีมวลสารหนักเพื่อช่วยในการดูดซับความร้อน แต่ด้วยปัญหาจากการคายความร้อนของวัสดุในเวลากลางคืน การออกแบบโดยให้มีลักษณะผนังเปิดโล่งทั้งกลางวันและกลางคืน ก็สามารถให้ผลลัพธ์ที่ดีได้เช่นกัน
- ส่วนปรุงแต่งสภาพแวดล้อม การใช้ต้นไม้เพื่อลดอุณหภูมิควรเลือกใช้ต้นไม้ที่มีรูปทรงสูง มีพุ่มใบหนาเพื่อช่วยในการกรองแสงในส่วนบนของหลังคา รวมทั้งการใช้ส่วนประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรมอื่นๆ เช่น หิน ดิน น้ำ เหล่านี้เป็นต้น ซึ่งไม่รวมอยู่ในการวิจัยนี้ ก็สามารถช่วยปรับปรุง สภาพอุณหภูมิให้ดีขึ้นไปอีกได้

จากการสรุปข้อดีของตัวแปรเหล่านี้ เมื่อนำข้อมูลในส่วนที่สามารถแก้ปัญหาได้ดีที่สุดของแต่ละตัวแปรทั้งในเวลากลางวันและกลางคืนมาผสมเข้าด้วยกันจากหน่วยทดลองกระจกชั้นเดียว ก็จะได้การผสมข้อดีในการทดลองขั้นตอนที่ 4.2 ในเวลากลางวัน กับการทดลองในขั้นตอนที่ 1 ในเวลากลางคืน ตามลักษณะของอุณหภูมิ ตามแผนภูมิที่ 6.1 ซึ่งมีสภาพอุณหภูมิภายในต่ำกว่า



อุณหภูมิอากาศภายในมีมวลสาร/ต้นไม้และช่องเปิดผสมกับไม่มีมวลสาร/ปิดสนิทของกระจกชั้นเดียว

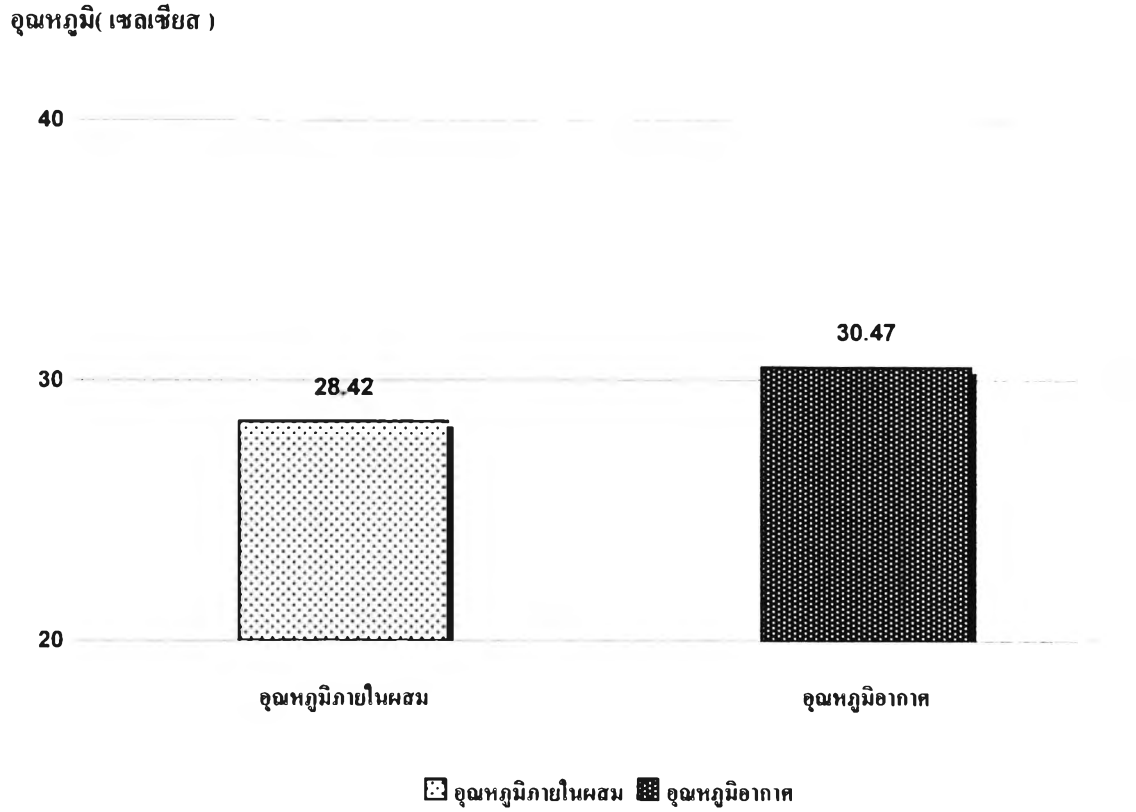
แผนภูมิที่ 6.1 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในเวลากลางวันหน่วยทดลองเปิดมีมวลสาร(คอนกรีตมวลเบา)และต้นไม้ผสมกับอุณหภูมิอากาศภายในเวลากลางคืนหน่วยทดลองปิดไม่มีมวลสาร ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีค่า SC=0.40

อุณหภูมิอากาศอย่างชัดเจนตลอดทั้งวันรวมทั้งสามารถลดอุณหภูมิในช่วงสูงสุดของวันได้ถึง 3°C และมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศถึง 2°C (แผนภูมิที่ 6.2) สิ่งนี้จะแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาจากการผสมผสานข้อดีของแต่ละตัวแปรออกมาเป็นรูปธรรมที่ชัดเจนขึ้นและสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบได้ต่อไป

6.3 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เนื่องจากมีข้อจำกัดทางด้านเครื่องมือในการวิจัยและเวลาที่ใช้ทำการศึกษาจึงยังมีจุดที่ควรนำไปศึกษาเพิ่มเติมเพื่อใช้ปรับปรุงแนวทางการแก้ปัญหาเหล่านี้เพื่อให้ได้วิธีการลดความร้อนจากธรรมชาติที่ดียิ่งขึ้นต่อไปดังนี้

- ความชื้นจากดิน เนื่องจากดินเป็นตัวแปรที่สำคัญที่ควรนำมาพิจารณาอีกประการในการลดความร้อน ด้วยคุณสมบัติที่ดินมีความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามสภาพแวดล้อมน้อยมาก รวมทั้งความชื้นในตัวเองที่ระเหยกลับสู่สภาพแวดล้อมตลอดเวลา แต่การทำการศึกษาวิจัยอาจทำได้ยากเนื่องจากการขาดแคลนเครื่องมือที่ใช้ในการวัด รวมทั้งความยากลำบากในการแยกอิทธิพลของตัวแปรนี้ออกจากตัวแปรอื่นๆ จากสภาพแวดล้อมในการทดลองหน่วยทดลองแบบเปิด แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษาวิจัยต่อไปหากกระทำได้ก็ควรเป็นแนวทางที่นำมาพิจารณาเลือกใช้
- องค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรม การตกแต่งสภาพภายในอาคารด้วยองค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรม เช่น หิน ดิน น้ำ เหล่านี้ เป็นอีกปัจจัยหนึ่งนอกจากความสวยงามในการนำมาใช้ประกอบกับต้นไม้ ในการแก้ปัญหานี้ เนื่องจากหินเป็นวัสดุที่มีค่าความจุความร้อนสูงสามารถเก็บกักความร้อนไว้ได้เป็นอย่างดี และความชื้นในดินก็จะช่วยบรรเทาความร้อนที่เกิดขึ้นภายในได้ ประกอบกับการลดความร้อนด้วยวิธีการธรรมชาติในลักษณะอื่นๆ เช่น การระเหยของน้ำเหล่านี้เป็นสิ่งที่ควรนำศึกษาวิจัยต่อไป ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาแบบแยกหรือรวมก็ตาม เพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้นต่อไป



อุณหภูมิอากาศภายในมีมวลสาร/ต้นไม้/ช่องเปิดผสมกับไม่มีมวลสาร/มีช่องเปิดของกระจกชั้นเดียว

แผนภูมิที่ 6.2 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในเวลากลางวันหน่วยทดลองเปิดมีมวลสาร(คอนกรีตมวลเบา) และต้นไม้ผสมกับอุณหภูมิอากาศภายในเวลากลางคืนหน่วยทดลองไม่มีมวลสาร ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีค่า SC=0