บทที่ 5

การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ก่อนการทดลองได้มีการทดสอบการบันทึกข้อมูลของหน่วยทดลอง เพื่อให้ได้ความเชื่อมั่นว่าค่าที่ได้จากการทดลองเป็นผลมาจากตัวแปรที่ต้องการทดสอบจริง ๆ การทดสอบทำโดยใช้วัสดุชนิดเดียวกันปิดด้านบนของหน่วยทดลองทุกกล่องและนำไปตั้งกลางแจ้ง จากนั้นจึงทำการวัดอุณหภูมิที่จุดเดียวกันของหน่วยทดลองทุกหน่วยเปรียบเทียบกัน พบว่า อุณหภูมิที่ได้รับแตกต่างกันน้อยมาก แสดงว่าหน่วยทดลองทุกหน่วยมีคุณสมบัติทางด้านอุณหภูมิไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ตัวบันทึกอุณหภูมิทุกจุดที่ใช้ในการบันทึกก็ถูกนำมาทดสอบด้วยการนำตัวบันทึกข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ในการบันทึกมารวมไว้ที่จุดเดียวกันในบริเวณสถานที่ที่ทำกรทดลองจากนั้นจึงทำการบันทึกอุณหภูมิทุกจุดที่ได้รับการวัด เป็นเวลาต่อเนื่องกันประมาณ 6 ชั่วโมง ก็พบว่าอุณหภูมิที่ได้รับทั้งหมดแตกต่างกันน้อยมากเช่นเดียวกัน

5.1 การทดลองขั้นตอนที่ 1 : การทดลองคุณสมบัติความต้านทานความร้อนของกระจก

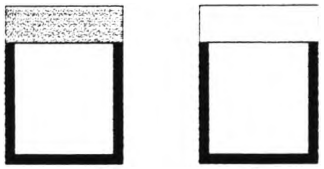
จากหน่วยทดลองในขั้นตอนที่ 1 เมื่อทำการติดตั้งวัสดุประกอบหน่วยทดลอง รวมทั้งตัวบันทึกข้อมูลตามจุดต่างๆ เรียบร้อยแล้ว ก็เริ่มบันทึกข้อมูลทุก 30 นาทีต่อเนื่องกันตลอดวัน โดยเริ่มบันทึกข้อมูลในขั้นตอนนี้ตั้งแต่วันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2542 ถึง 27 กุมภาพันธ์ 2542 (รูปที่ 5.1 และ 5.2) โดยขั้นตอนนี้จะทดสอบความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองปิดไม่มีมวลสารที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น และชั้นเดียวที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาเท่ากัน แต่มีค่าความต้านทานความร้อนต่างกัน โดยควบคุมให้หน่วยทดลองทั้ง 2 ได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมในสภาพที่เหมือนกันทุกประการ

5.1.1 คุณสมบัติของวัสดุกระจกที่ใช้ในการทดลอง

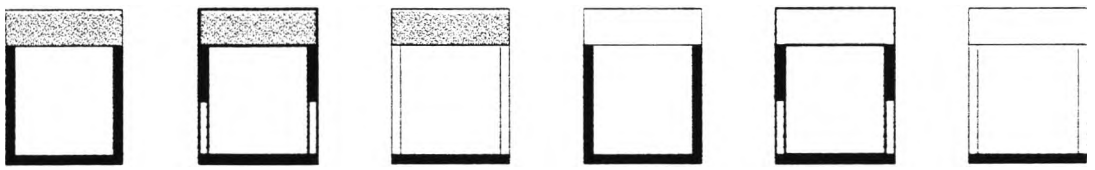
- กระจก 2 ชั้น ความหนา 23 มม.

  มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (U)= 1.354 w/m^2

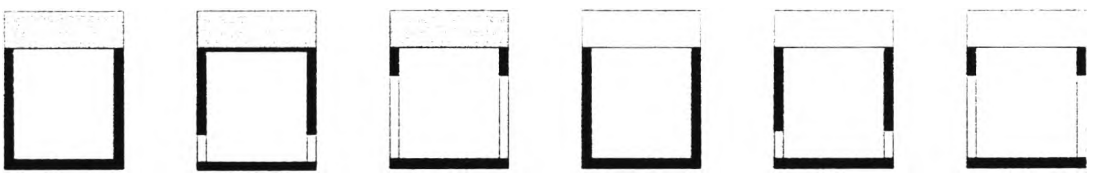
  มีค่าสัมประสิทธิ์การบังเงา (SC) = 0.40



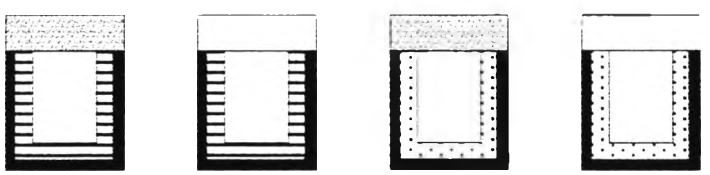
กระจกสองชั้น กระจกชั้นเดียว แสดงหน่วยทดลองในขั้นตอนที่ 1



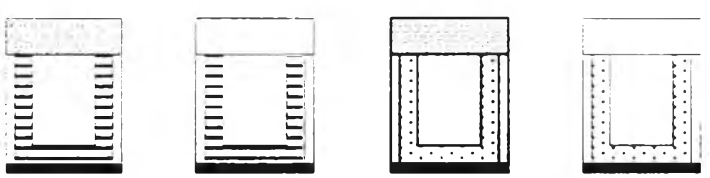
แสดงหน่วยทดลองในขั้นตอนที่ 2.1



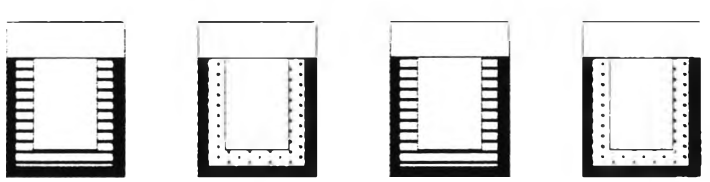
แสดงหน่วยทดลองในขั้นตอนที่ 2.2



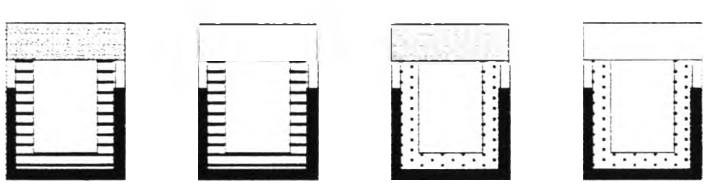
อิฐมอญ อิฐมอญ คอนกรีตมวลเบา คอนกรีตมวลเบา แสดงหน่วยทดลองในขั้นตอนที่ 3.1



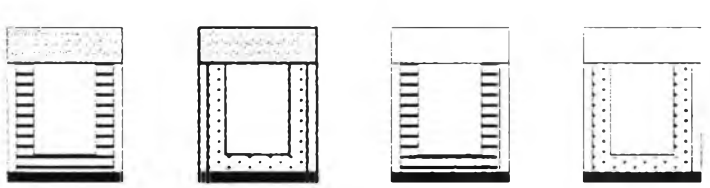
อิฐมอญ อิฐมอญ คอนกรีตมวลเบา คอนกรีตมวลเบา แสดงหน่วยทดลองในขั้นตอนที่ 3.2



อิฐมอญ คอนกรีตมวลเบา อิฐมอญ คอนกรีตมวลเบา แสดงหน่วยทดลองในขั้นตอนที่ 4.1



อิฐมอญ อิฐมอญ คอนกรีตมวลเบา คอนกรีตมวลเบา แสดงหน่วยทดลองในขั้นตอนที่ 4.2



อิฐมอญ คอนกรีตมวลเบา อิฐมอญ คอนกรีตมวลเบา แสดงหน่วยทดลองในขั้นตอนที่ 4.3

รูปที่ 5.1-5.16 แสดงหน่วยทดลองตามขั้นตอนการวิจัย

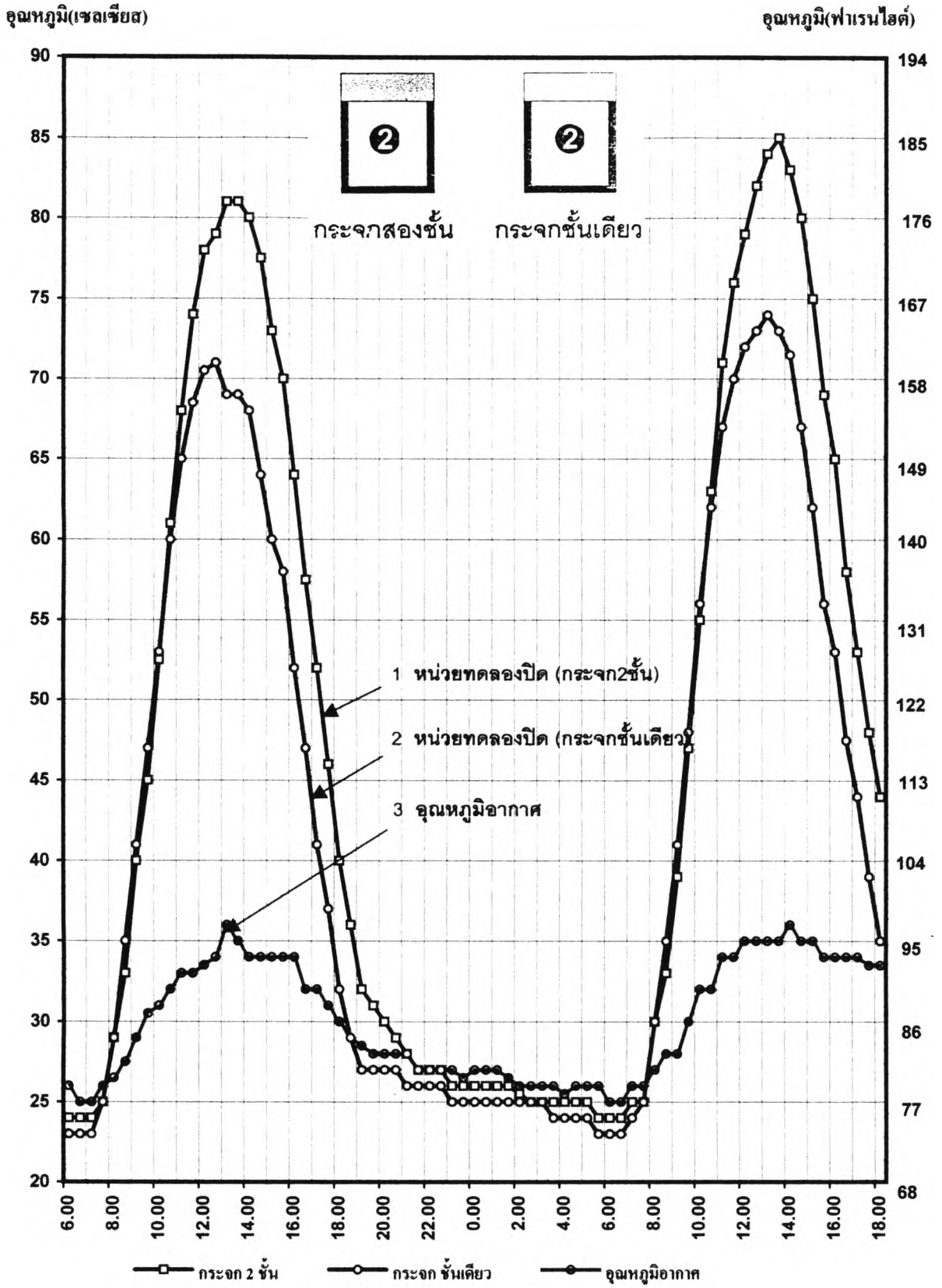
- กระจกชั้นเดียว ความหนา 6 มม.
  มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (U)= 7.39 w/m^2
  มีค่าสัมประสิทธิ์การบังเงา (SC) = 0.40

5.1.2 เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านหน่วยทดลองปิด ไม่มีมวลสาร ติดตั้งกระจก 2 ชนิด ที่มีค่า SC เท่ากัน ระหว่าง กระจก 2 ชั้น ความหนา 23 มม. และ กระจกชั้นเดียว ความหนา 6 มม.

กระจก 2 ชั้น ความหนา 23 มม. ปิดสนิท
มีค่าอุณหภูมิภายในสูงสุดเท่ากับ 81°C เวลา 13.00 น.
มีค่าอุณหภูมิภายในต่ำสุดเท่ากับ 25 °C เวลา 02.30 น.
ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดภายในหน่วยทดลองเท่ากับ 56°C
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองตลอด 24 ชม. เท่ากับ 41.69°C

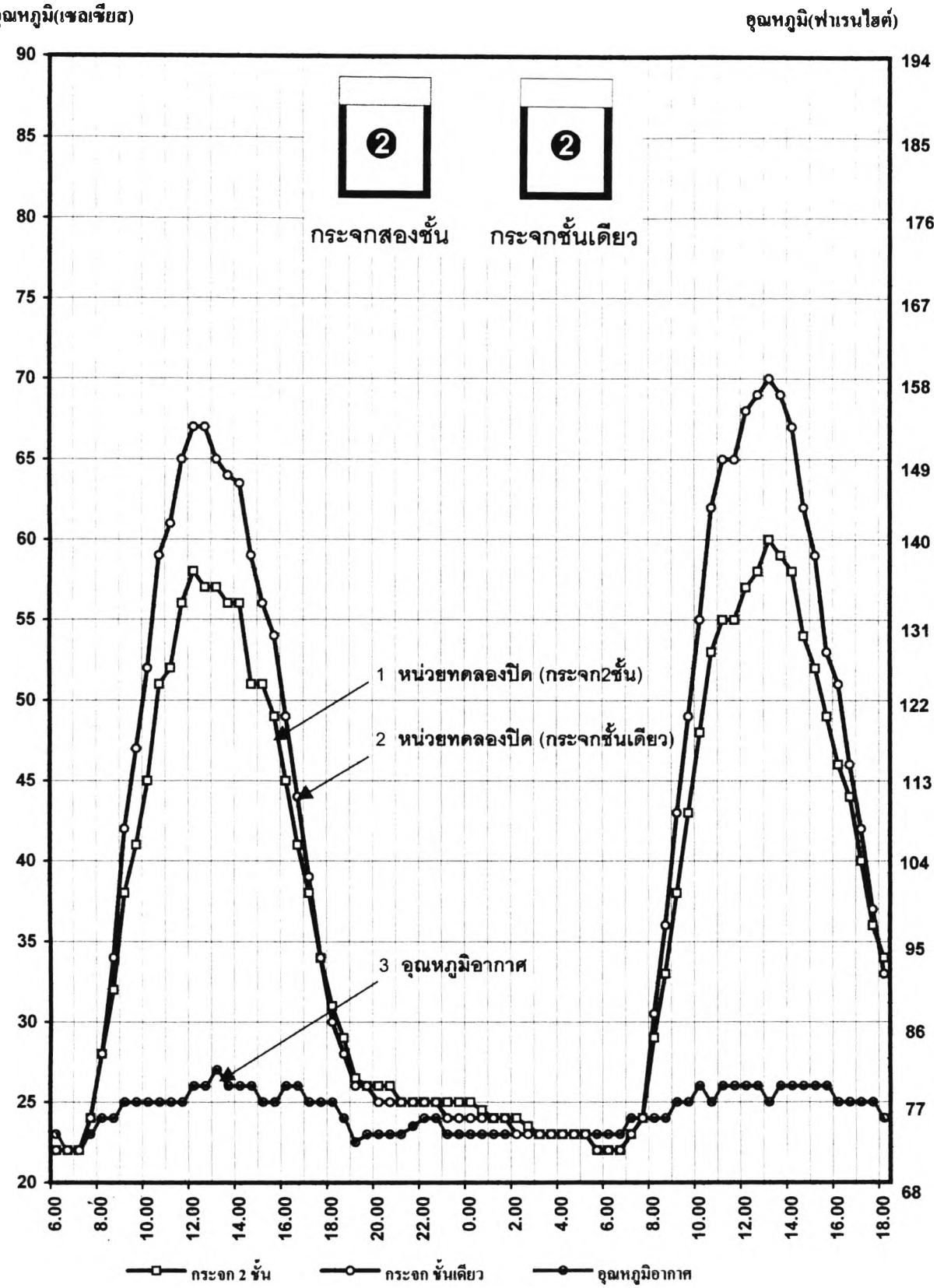
กระจกชั้นเดียวความหนา 6 มม. ปิดสนิท
มีค่าอุณหภูมิภายในสูงสุดเท่ากับ 71°C เวลา 12.30 น.
มีค่าอุณหภูมิภายในต่ำสุด 23°C เวลา 05.30 น.
ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดภายในหน่วยทดลองเท่ากับ 57°C
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองตลอด 24 ชม. เท่ากับ 37.83 °C

จากข้อมูลที่ได้รับพบว่า ในช่วงเช้าเมื่อหน่วยทดลองทั้งสองได้รับอิทธิพลจากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิภายในหน่วยทดลองที่ติดตั้งกระจก ทั้ง 2 ชนิดจะมีค่าใกล้เคียงกันจนเกือบเท่ากันจนกระทั่งถึงจุดที่มีค่าอุณหภูมิสูงสุดของวันจะพบว่าอุณหภูมิภายในของหน่วยทดลองกระจก 2 ชั้น จะมีค่าสูงกว่า หน่วยทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว ถึง 10°C (แผนภูมิที่ 5.1) ซึ่งรวมไปถึงค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองกระจก 2 ชั้น ก็จะมีค่าสูงกว่าเช่นกัน (แผนภูมิที่ 5.3) การเกิดความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง ถึงแม้ว่าค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาของกระจกทั้ง 2 ชนิดจะเท่ากันก็ตาม เป็นผลมาจากลักษณะทางกายภาพของกระจก 2 ชั้นและกระจกชั้นเดียว ที่มีค่าความต้านทานความร้อนแตกต่างกัน โดยกระจก 2 ชั้นจะมีค่าการถ่ายเทความร้อนต่ำกว่าจึงมีคุณสมบัติต้านทานความร้อนมากกว่ากระจกชั้นเดียว (U = 1/R) จึงทำให้เกิดการเก็บกัก



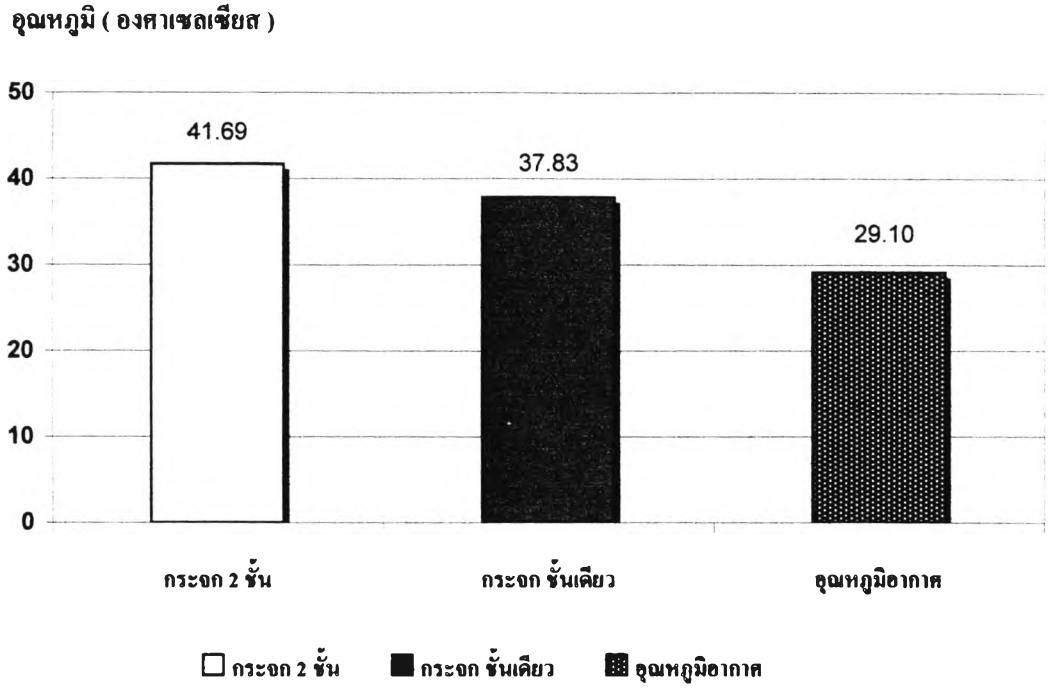
อุณหภูมิอากาศภายในไม่มีมวลสารของกระจก 2 ชั้นและชั้นเดียว

แผนภูมิที่ 5.1 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองปิดไม่มีมวลสารติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = 0.40 เปรียบเทียบกับหน่วยทดลองปิดไม่มีมวลสารติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีค่า SC = 0.40 เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 18.00 น.



อุณหภูมิผิวกระจกภายนอกไม่มีมวลสารของกระจก 2 ชั้นและชั้นเดียว

แผนภูมิที่ 5.2 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกหน่วยทดลองปิดไม่มีมวลสารติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = 0.40 เปรียบเทียบกับหน่วยทดลองปิดไม่มีมวลสารติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีค่า SC = 0.40 เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 18.00 น.



อุณหภูมิอากาศภายในเฉลี่ยของกระจก 2 ชั้นและกระจกชั้นเดียว

แผนภูมิที่ 5.3 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองปิดไม่มีมวลสารติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = 0.40
เปรียบเทียบกับหน่วยทดลองปิดไม่มีมวลสารติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีค่า SC = 0.40
เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 05.30 น.

ความร้อน จากการส่องผ่านของรังสีควงอาทิตย์ในปริมาณมากกว่า สิ่งที่เกิดขึ้นนี้เป็นลักษณะปรากฏการณ์เก็บกักความร้อนเช่นเดียวกับการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (green house effect)

สภาพความต้านทานความร้อนที่ต่างกันของกระจก 2 ชนิดจะแสดงให้เห็นในแผนภูมิที่ 5.2 ซึ่งแสดงความแตกต่างของอุณหภูมิผิวภายนอกกระจกทั้ง 2 ชนิด โดยกระจกชั้นเดียวจะมีอุณหภูมิผิวนอกสูงกว่าตลอดทั้งวันเพราะตัววัสดุมีความต้านทานความร้อนต่ำกว่า จึงส่งผลให้ผิววัสดุสามารถรับความร้อนเข้าสู่ตัววัสดุและภายในอาคารได้ดีกว่า เมื่อพิจารณาต่อไปในช่วงเวลาที่หน่วยทดลองได้รับอิทธิพลจากแสงแดดน้อยลงตามเวลา อุณหภูมิภายในหน่วยทดลองจะลดลงอย่างรวดเร็วตามการลดลงของปริมาณรังสีควงอาทิตย์ (ตั้งแต่ 18.30 น. เป็นต้นไป) โดยอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองจะลดลงจนต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศในช่วงเวลาประมาณ 20.00 น. เป็นต้นไป แต่หน่วยทดลองกระจกชั้นเดียวจะมีอุณหภูมิลดลงในอัตราที่รวดเร็วกว่าหน่วยทดลองกระจก 2 ชั้น ด้วยเหตุผลทางด้านคุณสมบัติการถ่ายเทความร้อนของกระจกสองชนิดเช่นเดียวกับในเวลากลางวัน การที่อุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง ทั้งสองหน่วยทดลองสามารถลดต่ำลงได้จนมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ นอกจากเป็นเพราะหน่วยทดลองดังกล่าวไม่มีมวลสารที่สะสมความร้อนอยู่ภายในจึงมีความร้อนที่ถ่ายเทกลับสู่สภาพแวดล้อมในปริมาณที่น้อยมาก และยังเกิดจากปรากฏการณ์ถ่ายเทรังสีความร้อนสู่สภาพแวดล้อมในเวลากลางคืน (night sky radiation) ของหน่วยทดลอง อีกด้วย นอกจากนี้จากการสังเกตเปรียบเทียบระหว่างการบันทึกข้อมูลพบว่า เมื่อสภาพท้องฟ้าโปร่งปราศจากเมฆ การลดลงของอุณหภูมิภายในของหน่วยทดลองก็จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องจากไม่มีอุปสรรคในการถ่ายเทความร้อนสู่สภาพแวดล้อมจากเมฆและองค์ประกอบอื่นๆ ในบรรยากาศ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าในเวลากลางคืนสภาพอาคารที่ปิดสนิทและไม่ปรับอากาศควรพิจารณาเลือกใช้กระจกชั้นเดียวประกอบอาคารในส่วนหลังคา รวมไปถึงการที่ไม่มีมวลสารภายในประกอบอาคารจะสามารถทำให้อุณหภูมิภายในเย็นกว่าสภาพแวดล้อมได้ แต่ในเวลากลางวันในสภาพอาคารปิดและไม่ปรับอากาศซึ่งมีอุณหภูมิสูงมากนั้นต้องอาศัยตัวแปรอื่นเพื่อช่วยในการลดความร้อนดังจะแสดงให้เห็นในการทดลองขั้นต่อๆ ไป

5.2 การทดลองขั้นตอนที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพของช่องเปิดด้านข้างที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนภายในหน่วยทดลอง

เมื่อได้หน่วยทดลองในขั้นตอนที่ 2.1 และ 2.2 ที่มีการปรับเปลี่ยนขนาดของช่องเปิดให้มีขนาด 25%,50%, 75% และเปิดโล่ง แล้วทำการติดตั้งตัวบันทึกอุณหภูมิตามจุดโดยเริ่มบันทึกข้อมูลทุก 30 นาที ต่อเนื่องกันตลอดวันโดยเริ่มบันทึกข้อมูลในขั้นตอนที่ 2.1 ตั้งแต่วันที่ 28 กุมภาพันธ์

2542 ถึงวันที่ 1 มีนาคม 2542 (รูปที่ 5.3 และ 5.4) และบันทึกข้อมูลในขั้นตอนที่ 2.2 ตั้งแต่วันที่ 7 มีนาคม 2542 ถึงวันที่ 8 มีนาคม 2542 (รูปที่ 5.5 และ 5.6) โดยขั้นตอนนี้จะทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของช่องเปิดในผนังที่เปลี่ยนแปลงกับอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองเปิดไม่มีมวลสารที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น และชั้นเดียว รวมทั้งเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้รับกับอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองปิดในขั้นตอนที่ 1 โดยควบคุมให้หน่วยทดลองทั้งหมด ได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมในสภาพที่เหมือนกันทุกประการ

5.2.1.ก. ลักษณะของช่องเปิดผนังที่ทำการทดลองในการทดลองขั้นตอนที่ 2.1

หน่วยทดลองที่ 1 และ 2 ติดตั้งกระจก 2 ชั้นและชั้นเดียวตามลำดับเป็นหน่วยทดลองปิด

หน่วยทดลองที่ 3 และ 5 ติดตั้งกระจก 2 ชั้นและชั้นเดียว มีขนาดช่องเปิดในผนัง 50% และ 100% (เปิดโล่ง) ตามลำดับ

หน่วยทดลองที่ 4 และ 6 ติดตั้งกระจก 2 ชั้นและกระจกชั้นเดียว มีขนาดช่องเปิด 50% และ 100% (เปิดโล่ง) ตามลำดับ

5.2.1 ข. ลักษณะของช่องเปิดที่ทำการทดลองในการทดลองขั้นตอนที่ 2.2

หน่วยทดลองที่ 1 และ 2 ติดตั้งกระจก 2 ชั้นและชั้นเดียวตามลำดับเป็นหน่วยทดลองปิด

หน่วยทดลองที่ 3 และ 5 ติดตั้งกระจก 2 ชั้นและชั้นเดียว มีขนาดช่องเปิดในผนัง 25% และ 75% ตามลำดับ

หน่วยทดลองที่ 4 และ 6 ติดตั้งกระจก 2 ชั้นและกระจกชั้นเดียว มีขนาดช่องเปิดในผนัง 25% และ 75% ตามลำดับ

5.2.2 เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านหน่วยทดลองเปิด ไม่มีมวลสาร ติดตั้งกระจก 2 ชนิด ที่มีค่า SC เท่ากัน ระหว่างกระจก 2 ชั้น ความหนา 23 มม. และกระจกชั้นเดียว ความหนา 66 มม.

กระจก 2 ชั้น ความหนา 23 มม. ช่องเปิดผนัง 25%

มีค่าอุณหภูมิภายในสูงสุดเท่ากับ 48°C เวลา 14.30 น.

มีค่าอุณหภูมิภายในต่ำสุดเท่ากับ 24°C เวลา 05.00 น.

ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุดภายในหน่วยทดลอง เท่ากับ 24°C
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองตลอด 24 ชม. เท่ากับ 34.75°C

กระจก 2 ชั้น ความหนา 23 มม. ช่องเปิดผนัง 50%
มีค่าอุณหภูมิภายในสูงสุดเท่ากับ 38°C เวลา 13.30 น.
มีค่าอุณหภูมิภายในต่ำสุดเท่ากับ 24°C เวลา 04.30 น.
ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุดภายในหน่วยทดลอง เท่ากับ 14°C
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองตลอด 24 ชม. เท่ากับ 30.38°C

กระจก 2 ชั้น ความหนา 23 มม. ช่องเปิดผนัง 75%
มีค่าอุณหภูมิภายในสูงสุดเท่ากับ 39°C เวลา 12.30 น.
มีค่าอุณหภูมิภายในต่ำสุดเท่ากับ 23°C เวลา 05.00 น.
ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุดภายในหน่วยทดลอง เท่ากับ 16°C
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองตลอด 24 ชม. เท่ากับ 30.22°C

กระจก 2 ชั้น ความหนา 23 มม. ช่องเปิดผนัง 100%
มีค่าอุณหภูมิภายในสูงสุดเท่ากับ 34°C เวลา 15.00 น.
มีค่าอุณหภูมิภายในต่ำสุดเท่ากับ 23°C เวลา 04.30 น.
ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุดภายในหน่วยทดลอง เท่ากับ 11°C
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองตลอด 24 ชม. เท่ากับ 29.0°C

กระจกชั้นเดียวความหนา 6 มม. ช่องเปิดผนัง 25%
มีค่าอุณหภูมิภายในสูงสุดเท่ากับ 44°C เวลา 12.30 น.
มีค่าอุณหภูมิภายในต่ำสุดเท่ากับ 23°C เวลา 05.00 น.
ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุดภายในหน่วยทดลอง เท่ากับ 21°C
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองตลอด 24 ชม. เท่ากับ 32.49°C

กระจกชั้นเดียวความหนา 6 มม. ช่องเปิดผนัง50%
มีค่าอุณหภูมิภายในสูงสุดเท่ากับ 37°C เวลา 13.00 น.
มีค่าอุณหภูมิภายในต่ำสุด 24°C เวลา 5.30 น.

ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุดภายในหน่วยทดลอง เท่ากับ 13°C
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองตลอด 24 ชม. เท่ากับ 29.88 °C

กระจกชั้นเดียวความหนา 6 มม. ช่องเปิดผนัง 75%
มีค่าอุณหภูมิภายในสูงสุดเท่ากับ 40°C เวลา 13.00 น.
มีค่าอุณหภูมิภายในต่ำสุดเท่ากับ 23.5°C เวลา 5.30 น.
ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุดภายในหน่วยทดลอง เท่ากับ 17.5°C
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองตลอด 24 ชม. เท่ากับ 30.29°C

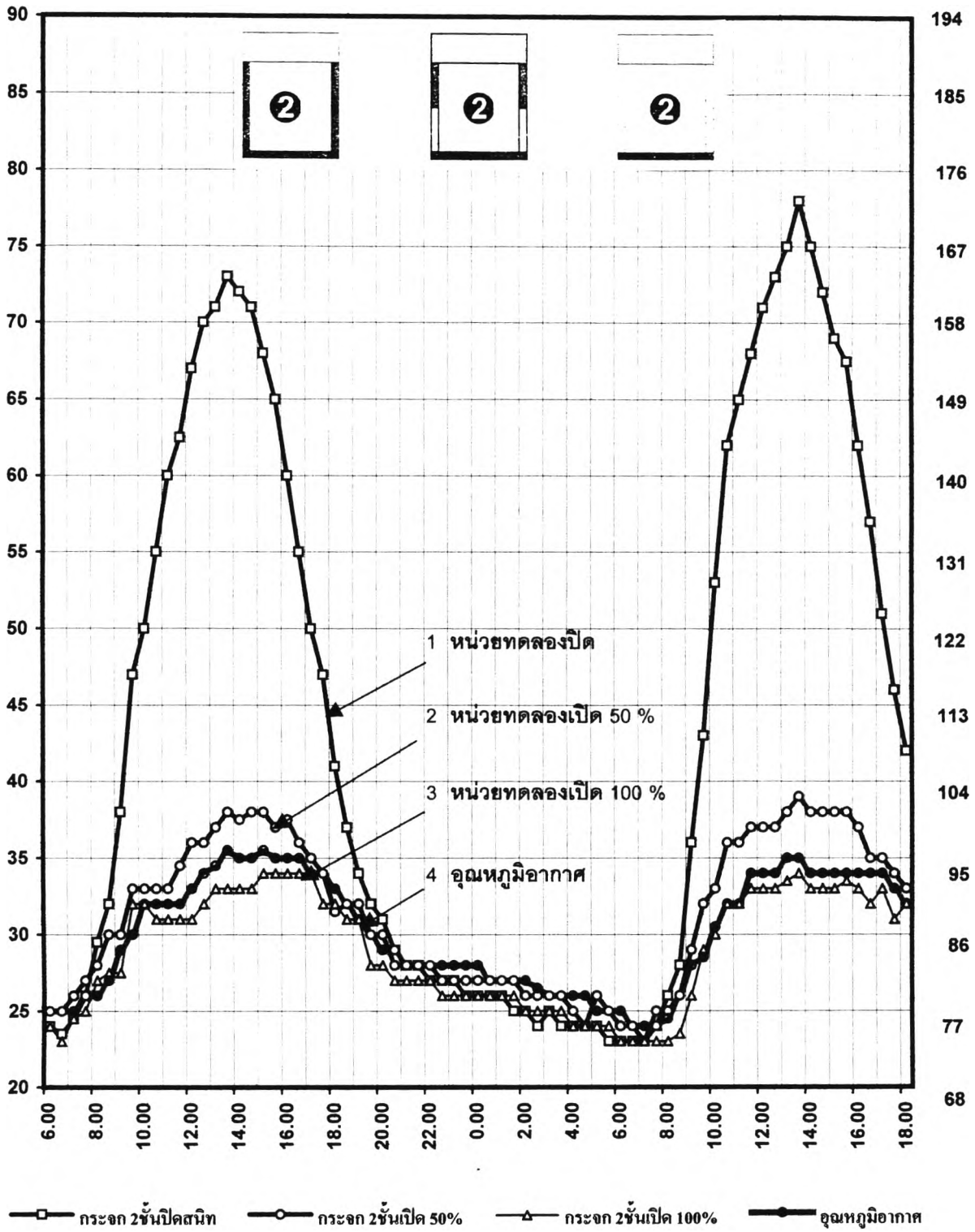
กระจกชั้นเดียวความหนา 6 มม. ช่องเปิดผนัง100%
มีค่าอุณหภูมิภายในสูงสุดเท่ากับ 36°C เวลา 14.30 น.
มีค่าอุณหภูมิภายในต่ำสุดเท่ากับ 24°C เวลา 6.00 น.
ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุดภายในหน่วยทดลอง เท่ากับ 12°C
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองตลอด 24 ชม. เท่ากับ 29.0°C

ข้อมูลที่นำมาเป็นตัวแทนของหน่วยทดลองในขั้นตอนนี้ เป็นข้อมูลที่ได้จากการวัดในตำแหน่งที่ 2 (จุดกึ่งกลาง) ของหน่วยทดลอง เนื่องจากเป็นตำแหน่งของตัวบันทึกอุณหภูมิ ที่ไม่อยู่ในกระแสเคลื่อนที่ของอากาศ (air stream) เป็นส่วนใหญ่จึงไม่เกิดความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามสภาพแวดล้อม (IN A-1) และไม่ได้รับอิทธิพลจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ และผิวกระจกมากจนเกินไป (IN A-3) เนื่องจากอุณหภูมิผิวกระจกในช่วงกลางวันทั้ง 2 ชนิด จะมีอุณหภูมิสูงถึง 60°-70°C ประกอบกับเหตุผลที่ว่าในระดับของการบันทึกข้อมูลดังกล่าว (0.60 ม.) เมื่อเทียบกลับไปเป็นระยะตามความเป็นจริงจากมาตราส่วนของหน่วยทดลอง 1 : 2 จะได้ความสูงของตำแหน่งตัวบันทึกข้อมูล เท่ากับ 1.20 ม. (0.60 * 2) ซึ่งเป็นระดับการใช้งานปกติของความสูงมนุษย์โดยทั่วไป

เมื่อพิจารณาข้อมูลในหน่วยทดลองเปิด ติดตั้งกระจก 2 ชั้น ที่มีการปรับเปลี่ยนขนาดช่องเปิดในผนังตั้งแต่ 25%, 50%, 75% และ 100% (เปิดโล่ง) จะพบว่า อุณหภูมิของหน่วยทดลองที่เปิดโล่งจะมีค่าอุณหภูมิต่ำสุด และมีค่าสูงขึ้นตามขนาดของช่องเปิดที่เล็กลงโดยอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองจะมีค่าสูงสุด ในหน่วยทดลองที่มีขนาดของช่องเปิดผนัง 25% (แผนภูมิที่ 5.4และ5.6) สิ่งที่เกิดขึ้นเป็นเพราะปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นภายในหน่วยทดลองจะถูกถ่ายเทออกสู่สภาพแวดล้อมด้วยอิทธิพลของพื้นที่หน้าตัดของช่องเปิด ซึ่งพื้นที่หน้าตัดมาก (เปิดโล่ง)จะมีประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนได้มากกว่า) โดยการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองทั้งหมดจะมี

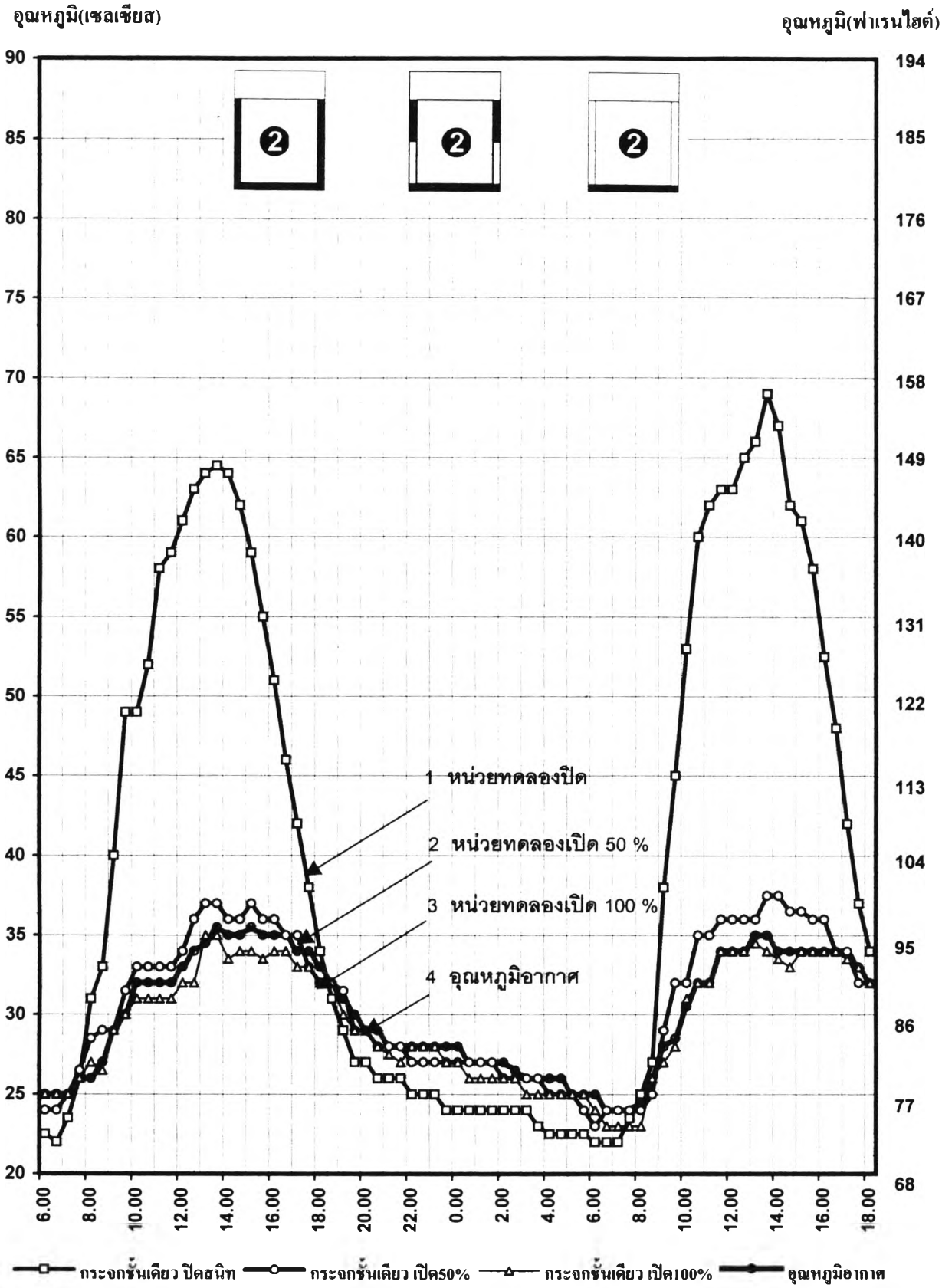
อุณหภูมิ(เซลเซียส)

อุณหภูมิ(ฟาเรนไฮต์)



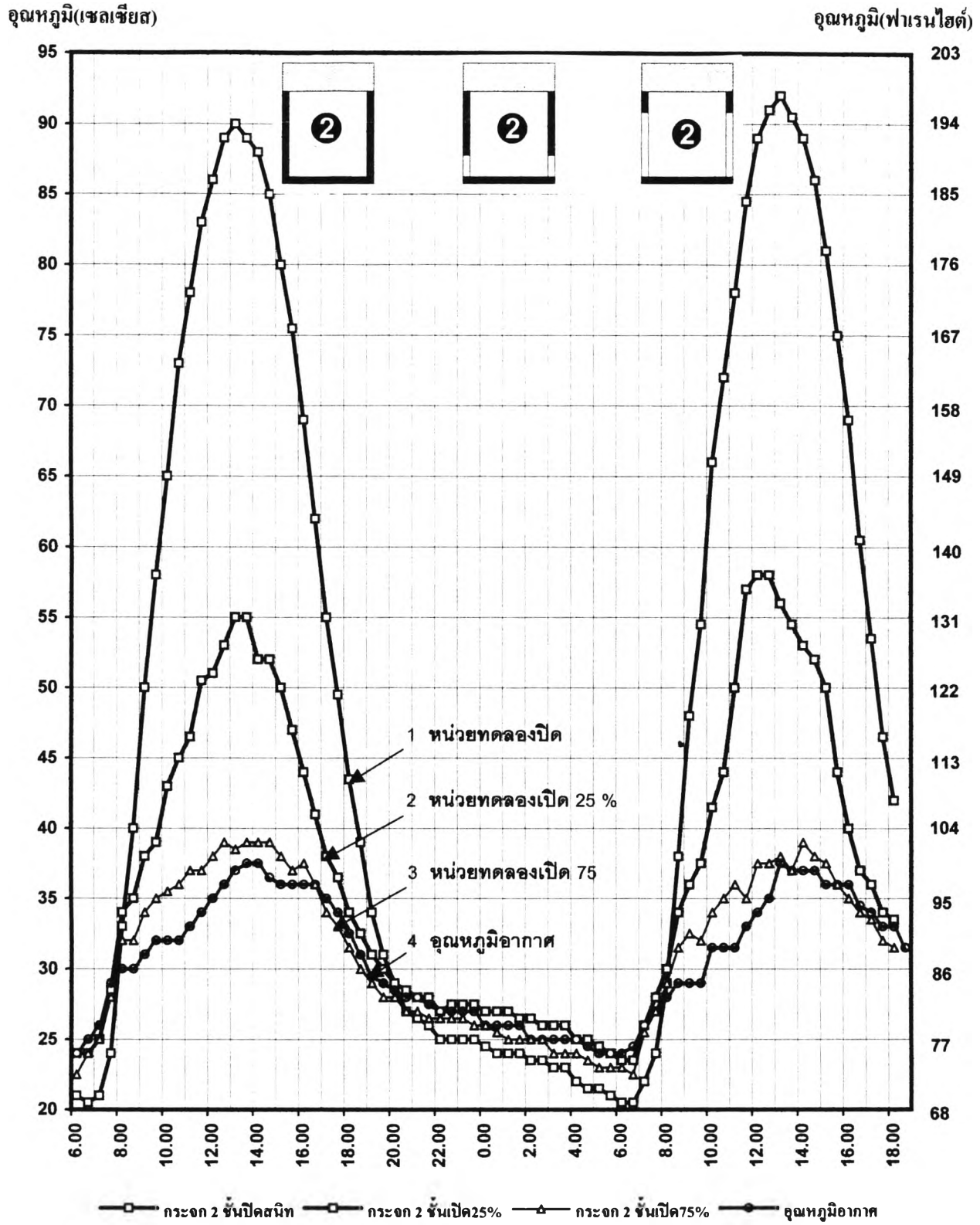
อุณหภูมิอากาศภายในไม่มีมวลสารของกระจก 2 ชั้น

แผนภูมิที่ 5.4 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองไม่มีมวลสารติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = 0.40
เปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างหน่วยทดลองที่ไม่มีช่องเปิดในผนังกับหน่วยทดลองที่มีช่องเปิดในผนังขนาดต่างกัน
เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 1 มีนาคม 2542 เวลา 18.00 น.

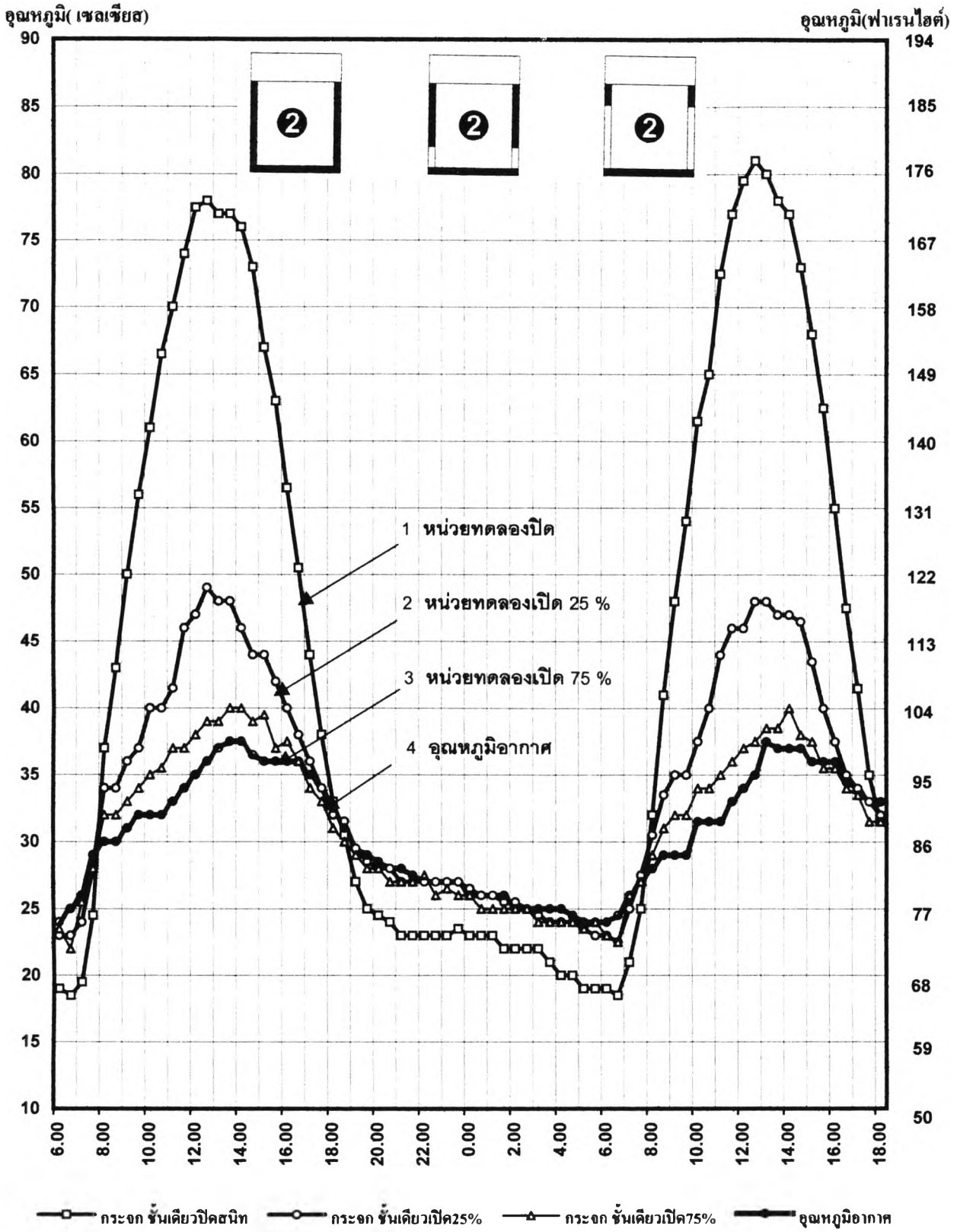


อุณหภูมิอากาศภายในไม่มีมวลสารของกระจกชั้นเดียว

แผนภูมิที่ 5.5 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองไม่มีมวลสารติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีค่า SC = 0.40 เปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างหน่วยทดลองที่ไม่มีช่องเปิดในผนังกับหน่วยทดลองที่มีช่องเปิดในผนังขนาดต่างกัน เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 1 มีนาคม 2542 เวลา 18.00 น.



แผนภูมิที่ 5.6 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองไม่มีมวลสารติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = 0.40
เปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างหน่วยทดลองที่ไม่มีช่องเปิดในผนังกับหน่วยทดลองที่มีช่องเปิดในผนังขนาดต่างกัน
เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 8 มีนาคม 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 9 มีนาคม 2542 เวลา 18.00 น.

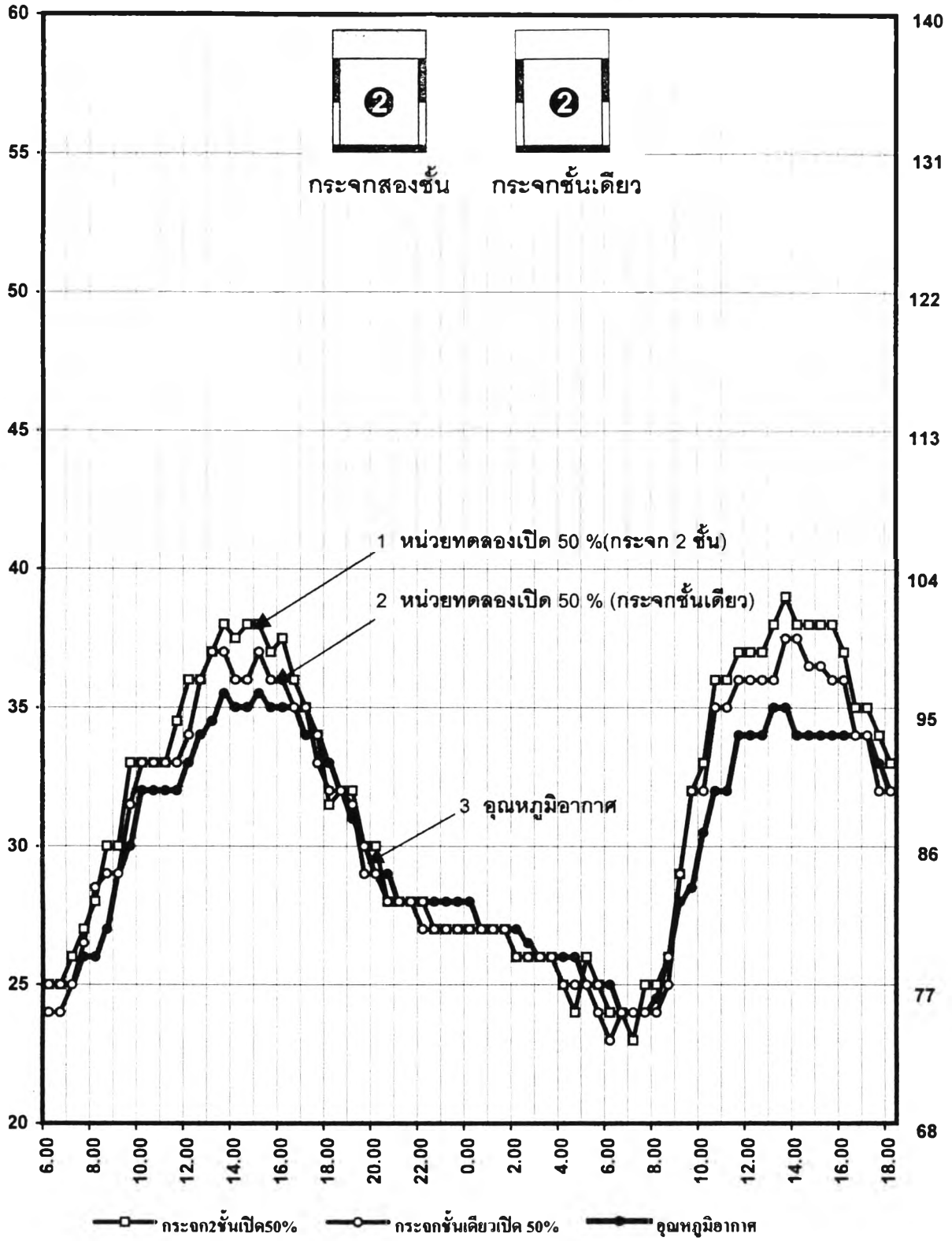


อุณหภูมิอากาศภายในไม่มีมวลสารของกระจกชั้นเดียว

แผนภูมิที่ 5.7 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองไม่มีมวลสารติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีค่า SC = 0.40
เปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างหน่วยทดลองที่ไม่มีช่องเปิดในผนังกับหน่วยทดลองที่มีช่องเปิดในผนังขนาดต่างกัน
เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 8 มีนาคม 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 9 มีนาคม 2542 เวลา 18.00 น.

อุณหภูมิ(เซลเซียส)

อุณหภูมิ(ฟาเรนไฮต์)

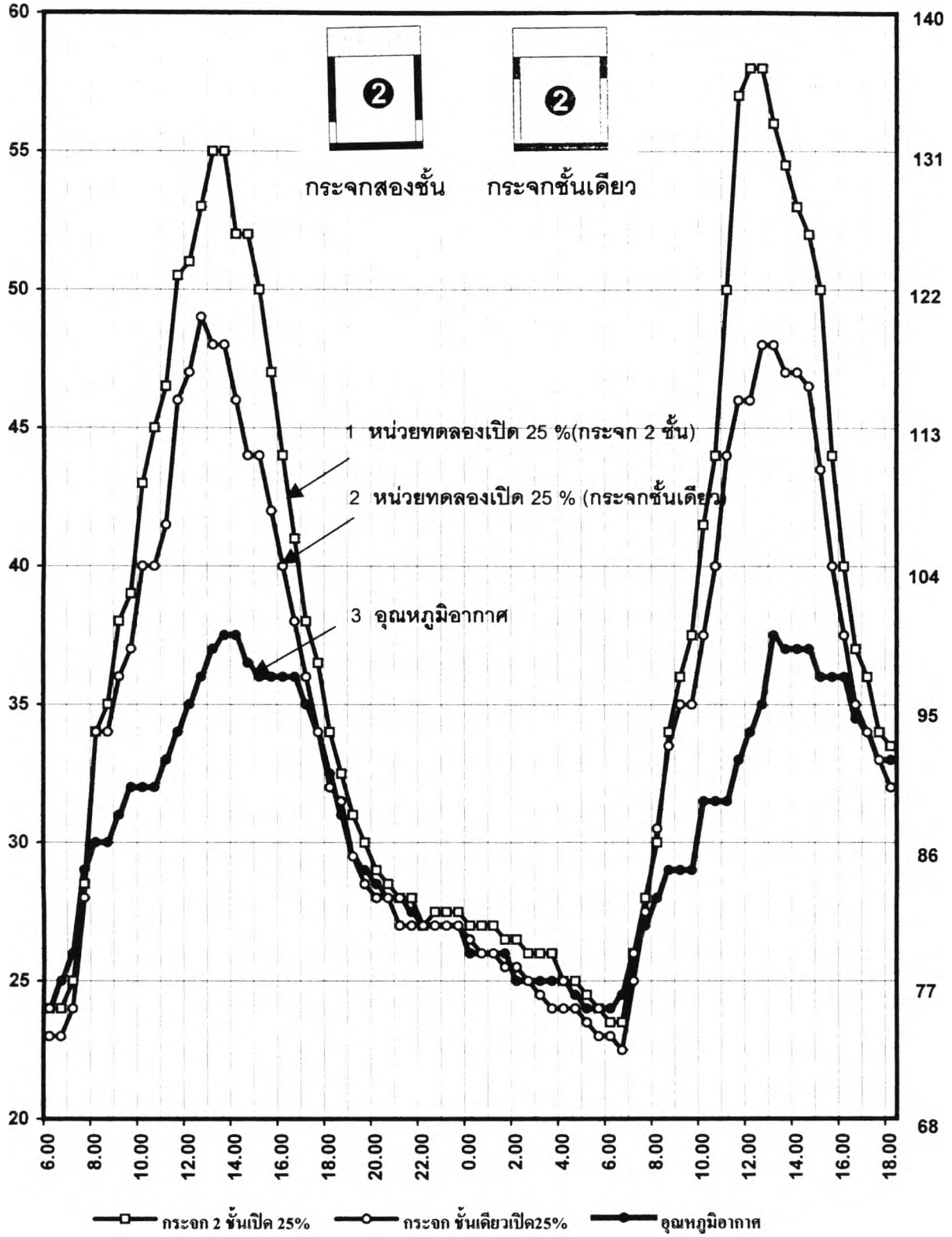


อุณหภูมิอากาศภายในไม่มีมวลสารของกระจก 2 ชั้นและชั้นเดียว

แผนภูมิที่ 5.8 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองเปิดผนัง 50% ไม่มีมวลสารติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = 0.40 เปรียบเทียบหน่วยทดลองเปิดผนัง 50% ไม่มีมวลสารติดตั้งกระจกชั้นเดียวมีค่า SC=0.40 เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 1 มีนาคม 2542 เวลา 18.00 น.

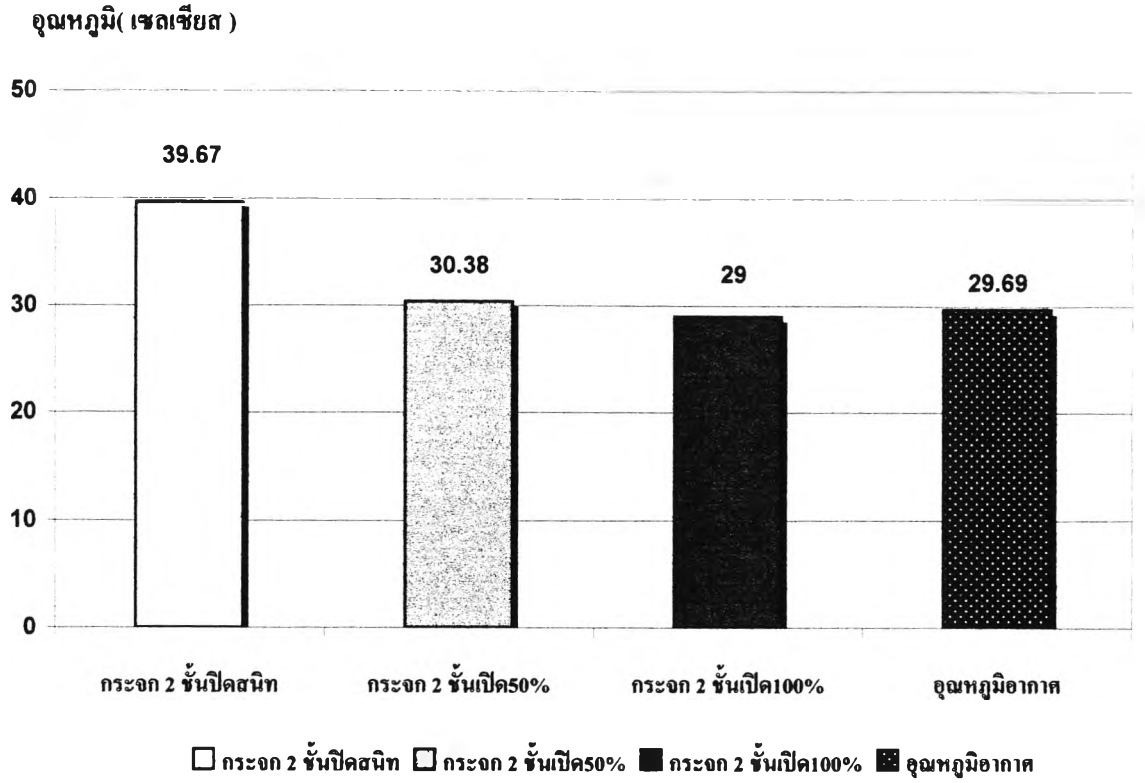
อุณหภูมิ(เซลเซียส)

อุณหภูมิ(ฟาเรนไฮต์)



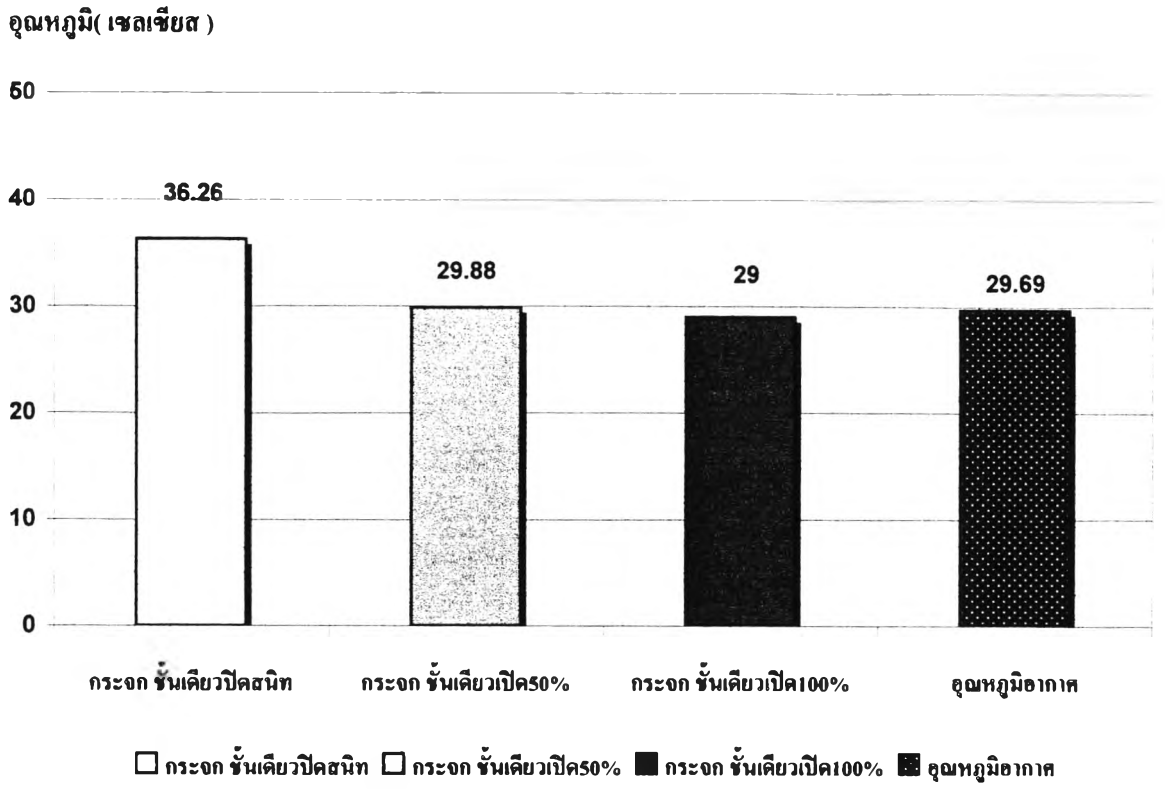
อุณหภูมิอากาศภายในไม่มีมวลสารของกระจก 2 ชั้นและชั้นเดียว

แผนภูมิที่ 5.9 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองเปิดผนัง 25% ไม่มีมวลสารติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = 0.40 เปรียบเทียบหน่วยทดลองเปิดผนัง 25% ไม่มีมวลสารติดตั้งกระจกชั้นเดียวมีค่า SC=0.40 เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 8 มีนาคม 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 9 มีนาคม 2542 เวลา 18.00 น.



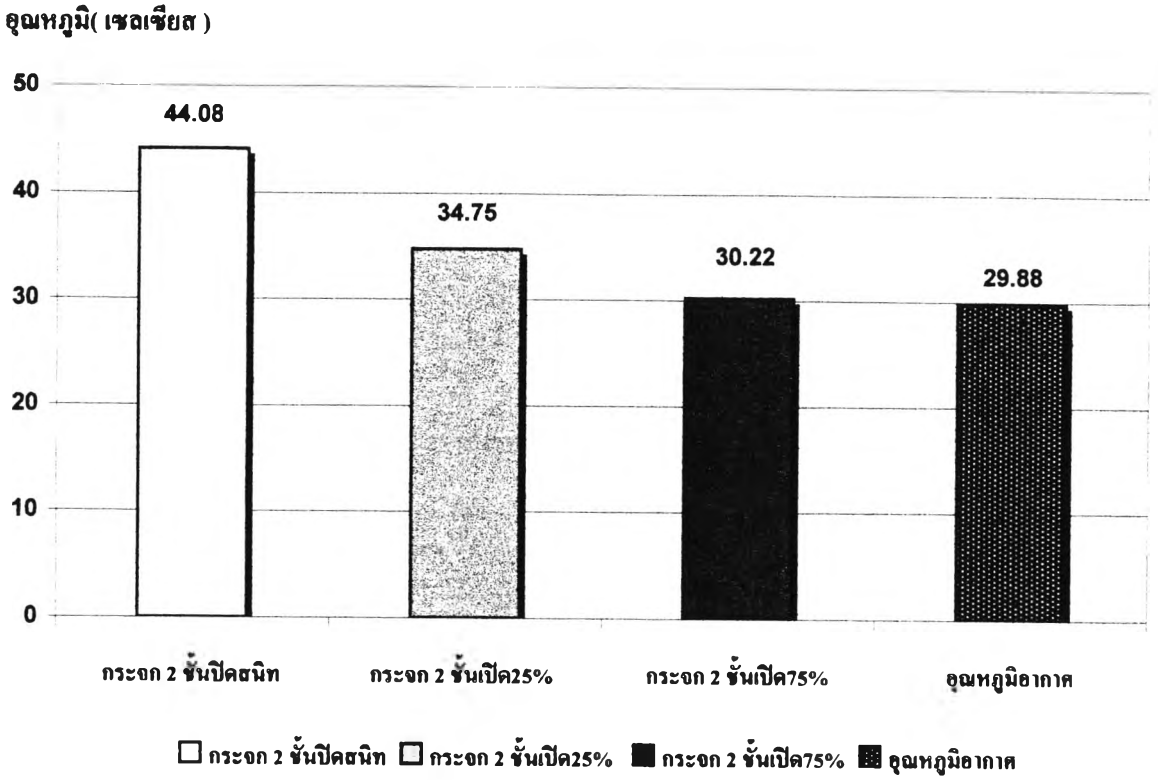
อุณหภูมิอากาศภายในเฉลี่ยไม่มีมวลสารของกระจก 2 ชั้น

แผนภูมิที่ 5.10 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองปิดและเปิดไม่มีมวลสารติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = 0.40 เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 1มีนาคม 2542 เวลา 05.30 น.



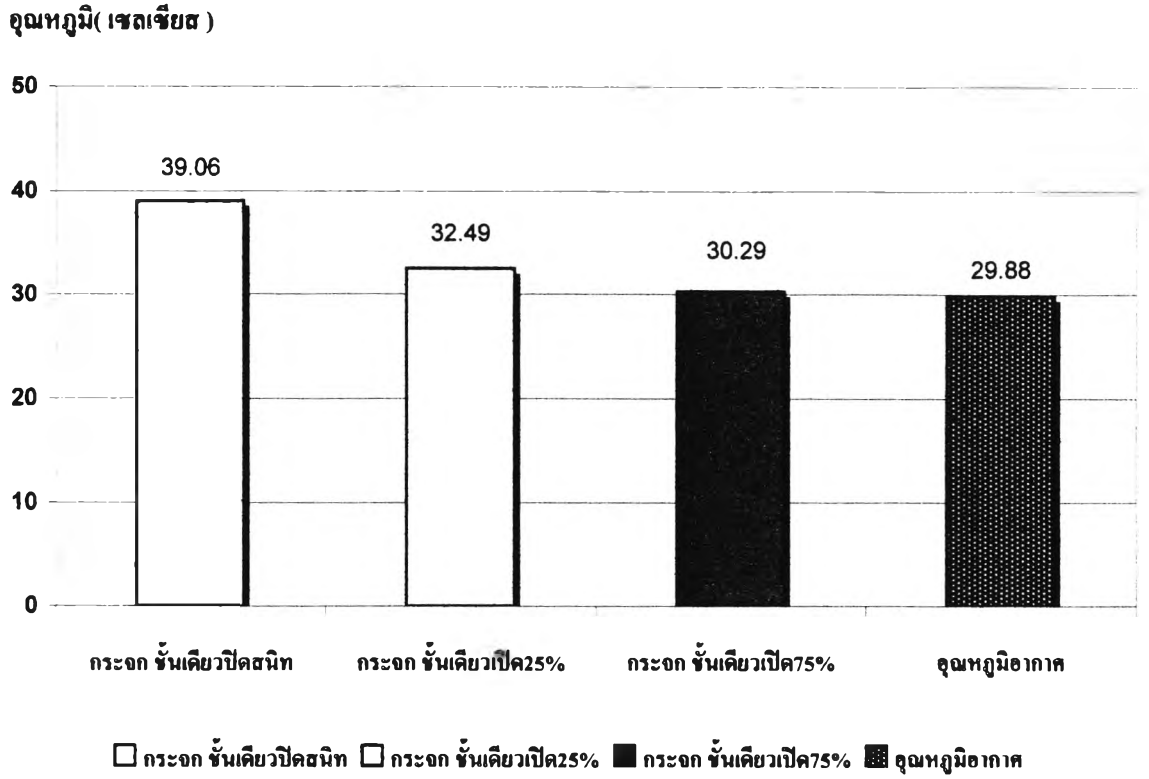
อุณหภูมิอากาศภายในเฉลี่ยไม่มีมวลสารของกระจกชั้นเดียว

แผนภูมิที่ 5.11 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองปิดและเปิดไม่มีมวลสารติดตั้งกระจกชั้นดียว มีค่า SC = 0.40 เก็บข้อมูลตังแต่วันที 28 กุมภาฟันธ์ 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที 1มีนาคม 2542 เวลา 05.30 น.



อุณหภูมิอากาศภายในเฉลี่ยไม่มีมวลสารของกระจก 2 ชั้น

แผนภูมิที่ 5.12 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองปิดและเปิดไม่มีมวลสารติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = 0.40 เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 8 มีนาคม 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 9 มีนาคม 2542 เวลา 05.30 น.



อุณหภูมิอากาศภายในเฉลี่ยไม่มีมวลสารของกระจกชั้นเดียว

แผนภูมิที่ 5.13 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองปิดและเปิดไม่มีมวลสารติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = 0.40

เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 8 มีนาคม 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 9 มีนาคม 2542 เวลา 05.30 น.

อิทธิพลจากการเพิ่มขึ้นและลดลงตามอุณหภูมิอากาศทั้งกลางวันและกลางคืน โดยอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองซึ่งมีผนังเปิดโล่งในหน่วยทดลอง ที่ 5 และ 6 จะมีค่าใกล้เคียงหรือต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศได้ หลังจากนั้นเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบข้อมูลดังกล่าวกับข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียวที่มีการเปลี่ยนแปลงขนาดของช่องเปิดผนังในลักษณะเดียวกันจะพบว่าพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของหน่วยทดลองจะเป็นไปในลักษณะเดียวกัน ทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน (แผนภูมิที่5.5 และ 5.7) แต่อุณหภูมิที่เกิดขึ้นภายในหน่วยทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียวจะมีค่าต่ำกว่า (แผนภูมิที่ 5.8และ 5.9) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่สามารถอธิบายได้ด้วย สิ่งที่เกิดขึ้นในการทดลองในขั้นตอนที่ 1

อย่างไรก็ตาม ในเวลากลางวัน สำหรับหน่วยทดลองที่มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิภายในต่ำสุด (เปิดโล่ง) ตามแผนภูมิที่ 5.10และ5.11 ก็ยังมีค่าต่ำสุดได้เพียงเท่ากับอุณหภูมิอากาศ ที่เป็นผลมาจากกระแสลมจากสภาพแวดล้อมเคลื่อนที่ผ่านหน่วยทดลองที่เปิดโล่งแต่เมื่อพิจารณาถึงค่าอุณหภูมิอากาศในช่วงเวลากลางวันในการบันทึกข้อมูลแต่ละวันก็ยังเป็นค่าที่สูงกว่าสภาวะความน่าสบายของมนุษย์อยู่ดี ดังนั้น ถึงแม้ว่าการที่หน่วยทดลองสามารถถูกถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นภายในด้วยการพัดพาความร้อนอย่างเต็มที่แล้วก็ตาม ยังไม่สามารถทำให้อุณหภูมิภายในลดต่ำลงถึงจุดต้องการได้ จึงต้องมีการค้นหาวิธีที่จะสามารถลดความร้อนที่เกิดขึ้นในขั้นตอนต่อไป

5.3 การทดลองขั้นตอนที่ 3 การทดสอบคุณสมบัติการถ่ายเทความร้อนของมวลสาร

จากการทดลองในขั้นตอนที่ 2 ทำการปรับเปลี่ยนหน่วยทดลองที่ 3-6 โดยการติดตั้งมวลสารที่มีความแตกต่างกัน 2 ชนิด (ตามขั้นตอนการวิจัยในบทที่ 3) โดยจะได้เป็นหน่วยทดลองปิด 4 หน่วยดังนี้

- หน่วยทดลอง 3 กระจก 2 ชั้นปิดสนิท ประกอบด้วยอิฐมอญ
- หน่วยทดลอง 4 กระจกชั้นเดียวปิดสนิท ประกอบด้วยอิฐมอญ
- หน่วยทดลอง 5 กระจก 2 ชั้นปิดสนิท ประกอบด้วยคอนกรีตมวลเบา
- หน่วยทดลอง 6 กระจกชั้นเดียวปิดสนิท ประกอบด้วยคอนกรีตมวลเบา

ซึ่งจะได้เป็นหน่วยทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการดูดซับความร้อนของมวลสารต่างกัน 2 ชนิด(รูปที่5.7 และ 5.8) หลังจากนั้นทำการติดตั้ง ตัวบันทึกอุณหภูมิในตำแหน่งต่างๆ ตามปกติ (รูปที่5.9และ5.10)โดยเริ่มบันทึกข้อมูล ในขั้นตอนที่ 3.1 นี้ ตั้งแต่วันที่ 16 มีนาคม 2542

ถึงวันที่ 17 มีนาคม 2542 โดยควบคุมให้หน่วยทดลองทั้งหมด ได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมในสภาพที่เหมือนกันทุกประการ

คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการทดลอง

- อิฐมอญ ขนาด 3.5*6.5*15 ซม.
  มีค่าความค่าความจุความร้อน (heat capacity - c) = 0.796
  ความหนาแน่น = 1872 กก. /ม^3
- คอนกรีตมวลเบาขนาด 20*60*30 ซม.
  มีค่าความจุความร้อน = 0.88
  ความหนาแน่น = 550-600 กก. /ม^3

5.3.2เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านหน่วยทดลองปิด มีมวลสาร ติดตั้งกระจก 2 ชนิดที่มีค่า SC เท่ากันระหว่างกระจก 2 ชั้น ความหนา 23 มม. และกระจกชั้นเดียว ความหนา 6 มม.

กระจก 2 ชั้น ความหนา 23 มม. ปิดสนิท

ก. มวลสาร อิฐมอญ
มีค่าอุณหภูมิภายในสูงสุดเท่ากับ 46°C เวลา 13.00 น.
มีค่าอุณหภูมิภายในต่ำสุดเท่ากับ 34°C เวลา 06.00 น.
ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดภายในหน่วยทดลองเท่ากับ 12°C
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองตลอด 24 ชม. เท่ากับ 39.79°C

ข. มวลสารคอนกรีตมวลเบา
มีค่าอุณหภูมิภายในสูงสุด 51°C เวลา 13.00 น.
มีค่าอุณหภูมิภายในต่ำสุด 33.5°C เวลา 06.00 น.
ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดภายในหน่วยทดลองเท่ากับ 17.5°C
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองตลอด 24 ชม. เท่ากับ 41.49°C

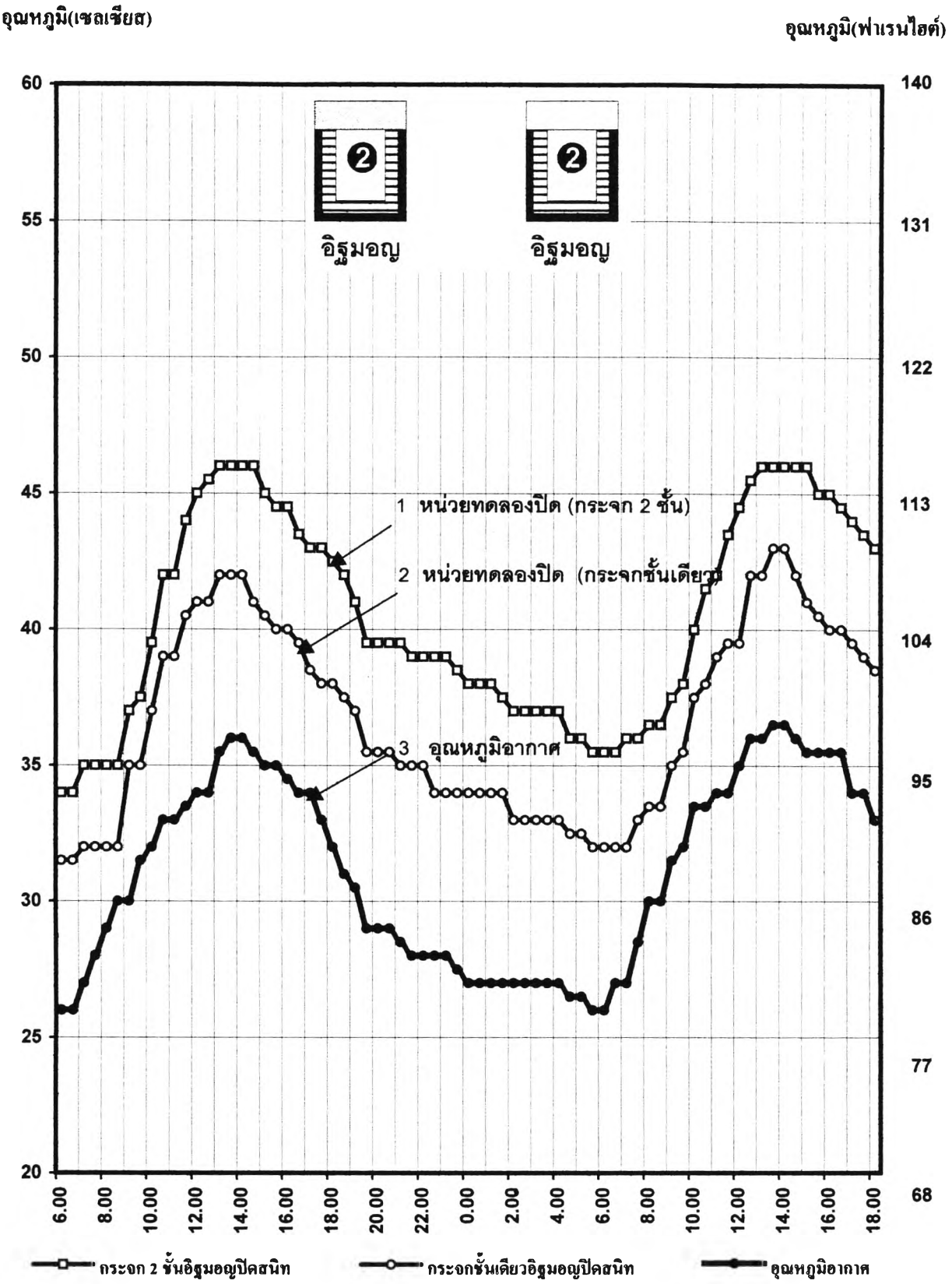
กระจกชั้นเดียว ความหนา 6 มม.ปิดสนิท

ก. มวลสาร อิฐมอญ

มีค่าอุณหภูมิภายในสูงสุดเท่ากับ 42°C เวลา 13.00 น.
มีค่าอุณหภูมิภายในต่ำสุดเท่ากับ 31.5°C เวลา 06.00 น.
ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดภายในหน่วยทดลองเท่ากับ 10.5°C
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองตลอด 24 ชม. เท่ากับ 35.96°C

ข. มวลสารคอนกรีตมวลเบา
มีค่าอุณหภูมิภายในสูงสุดเท่ากับ 41.5 °C เวลา 13.00 น.
มีค่าอุณหภูมิภายในต่ำสุดเท่ากับ 29°C เวลา 4.30 น.
ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดภายในหน่วยทดลองเท่ากับ 12.5°C
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองตลอด 24 ชม. เท่ากับ 35.14°C

จากการทดลองพบว่าอุณหภูมิภายในของมวลสารทั้ง 2 ชนิด ในเวลากลางวันเมื่อได้รับอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิภายในของหน่วยทดลองจะมีค่าสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง(แผนภูมิที่ 5.14 และ5.15) แต่ค่าอุณหภูมิสูงสุดในแต่ละวันจะไม่สูงเท่าหน่วยทดลองปิดที่ไม่มีมวลสารเนื่องจากคุณสมบัติในการดูดซับความร้อนของวัสดุของทั้งสองชนิดแต่เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างมวลสารพบว่าอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองที่มีอิฐมอญประกอบพื้นและผนังจะมีค่าอุณหภูมิต่ำกว่าคอนกรีตมวลเบา ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนจากข้อมูลที่ได้จากหน่วยทดลองกระจก 2 ชั้น (แผนภูมิที่ 5.16 และ 5.17) ที่มีความแตกต่างของอุณหภูมิ ในช่วงเวลาดังกล่าว ระหว่างมวลสาร 2 ชนิดสูงถึง 5°C และ 1°C ในหน่วยทดลองกระจกชั้นเดียว สภาพอุณหภูมิที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากมวลสารที่หนักกว่า (อิฐมอญ) มีค่าความจุความร้อนที่มากกว่า วัสดุจะมีความสามารถในการเก็บกักความร้อนที่มากกว่าจึงมีความต้องการในการใช้พลังงานความร้อนเพื่อให้ตัววัสดุมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมากกว่าวัสดุที่มีความหนาแน่นน้อยและความจุความร้อนน้อยกว่า (คอนกรีตมวลเบา) ดังนั้นเป็นผลให้อุณหภูมิภายในหน่วยทดลองติดตั้งอิฐมอญจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าซึ่งคุณสมบัตินี้ยังทำให้อิฐมอญมีค่าความแตกต่างของอุณหภูมิในเวลากลางวันและกลางคืน (diurnal shifts) ที่น้อยกว่าอีกด้วย กล่าวคือในหน่วยทดลองกระจก 2 ชั้น อิฐมอญจะมีค่า 12 °C คอนกรีตมวลเบามีค่า 17.5°C และหน่วยทดลองกระจกชั้นเดียวจะมีค่า 10.5°C คอนกรีตมวลเบามีค่า 12.5°C ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามสภาพโดยรวมของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองทั้งหมดยังมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศพอควรสำหรับการบันทึกข้อมูลในเวลากลางคืนเมื่อหน่วยทดลองทั้ง 4 หน่วยทดลอง ไม่ได้รับอิทธิพลแสงแดดแล้วก็จะมีการถ่ายเทความร้อนที่สะสมอยู่ในมวลสารคืนสู่สภาพแวดล้อมแต่กลับพบว่าคอนกรีตมวลเบาจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าเนื่องจากวัสดุสะสมความร้อนไว้ในมวลสารน้อยกว่า จึงถ่ายเท

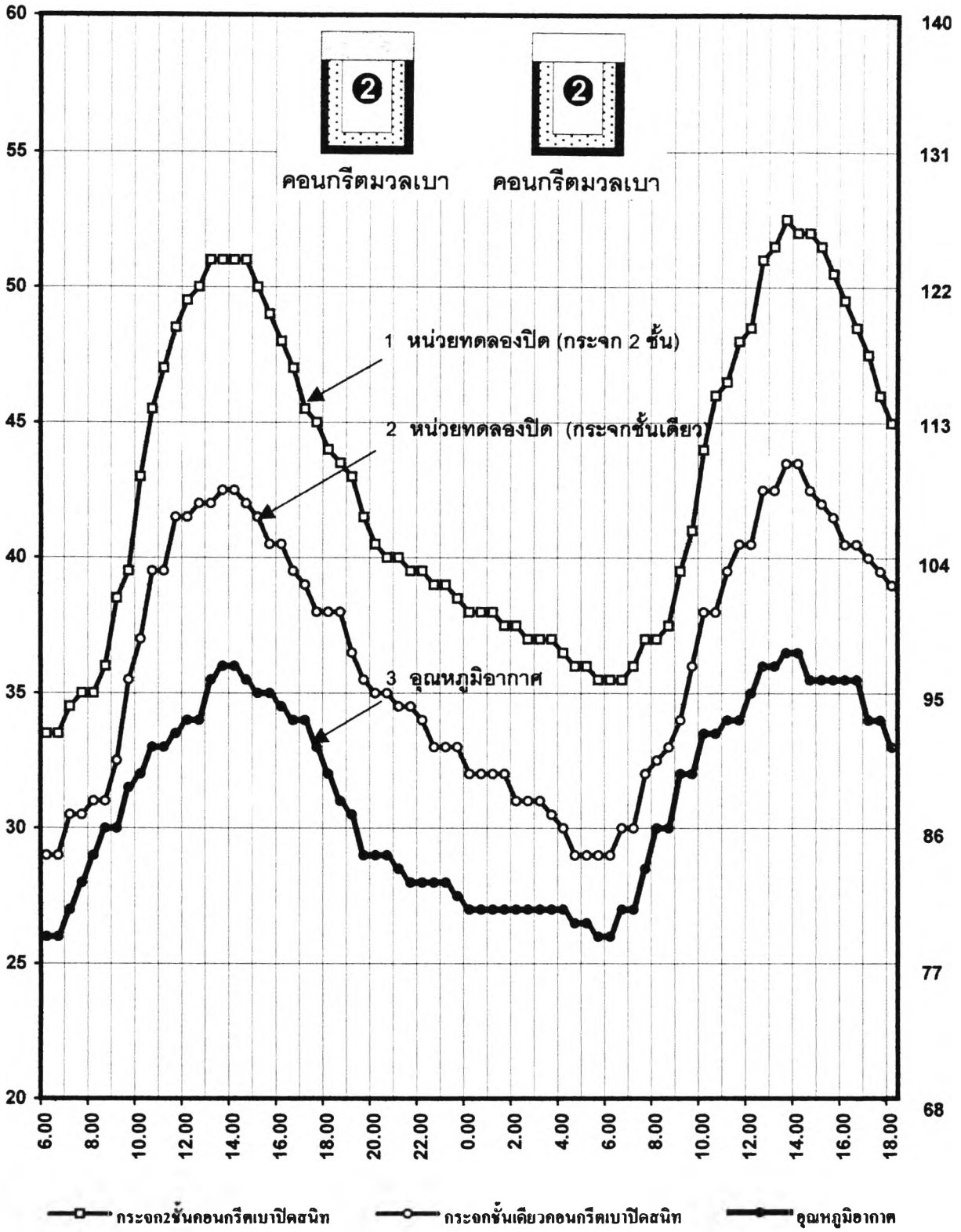


อุณหภูมิอากาศภายในมีมวลสารของกระจก 2 ชั้นและชั้นเดียว

<u>แผนภูมิที่ 5.14</u> แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองมีมวลสาร(อิฐมอญ) ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = 0.40
เปรียบเทียบหน่วยทดลองมีมวลสาร (อิฐมอญ) ติดตั้งกระจกชั้นเดียวมีค่า SC=0.40
เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 16 มีนาคม 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 17 มีนาคม 2542 เวลา 18.00 น.

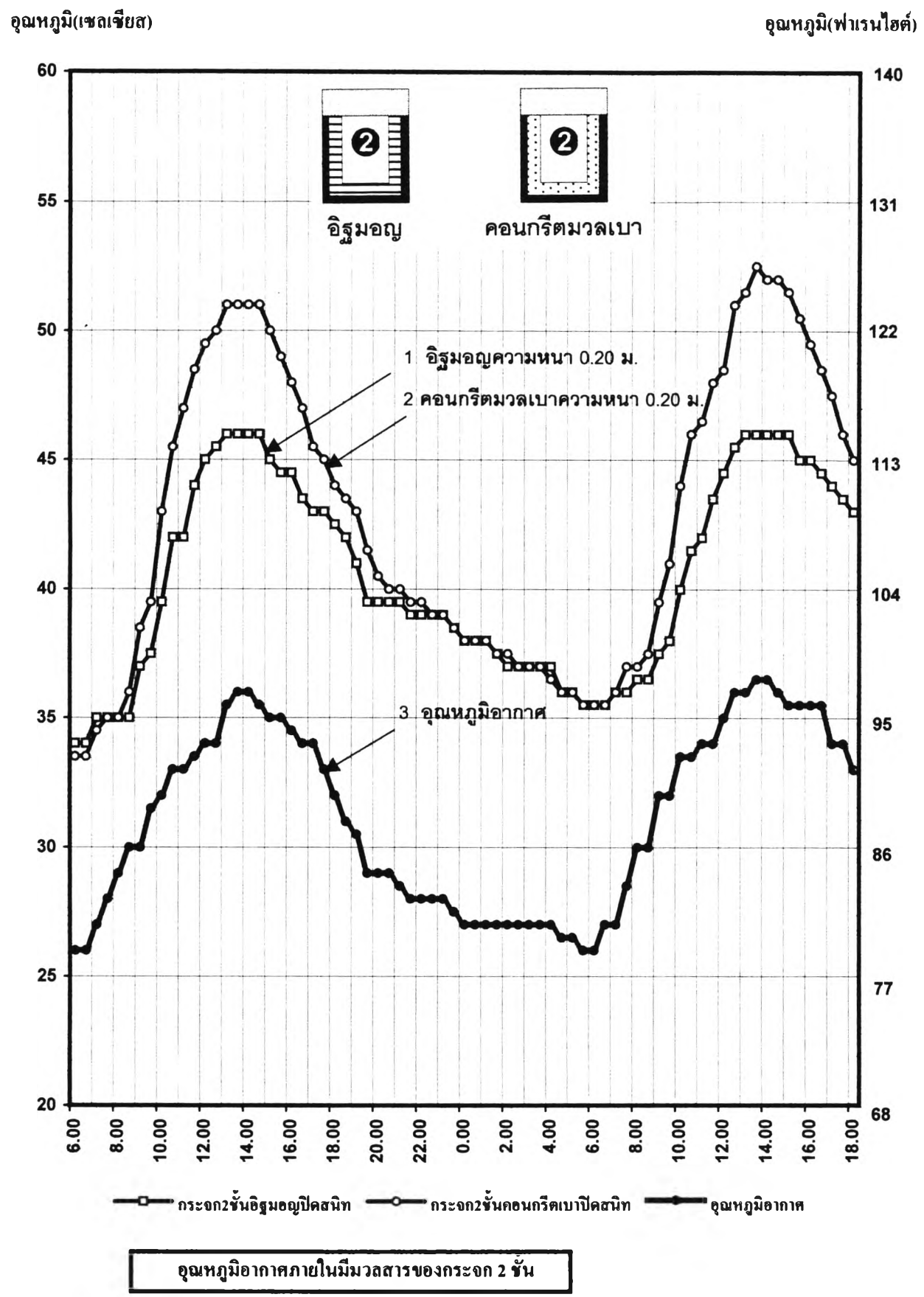
อุณหภูมิ(เซลเซียส)

อุณหภูมิ(ฟาเรนไฮต์)



อุณหภูมิอากาศภายในมีมวลสารของกระจก 2 ชั้นและชั้นเดียว

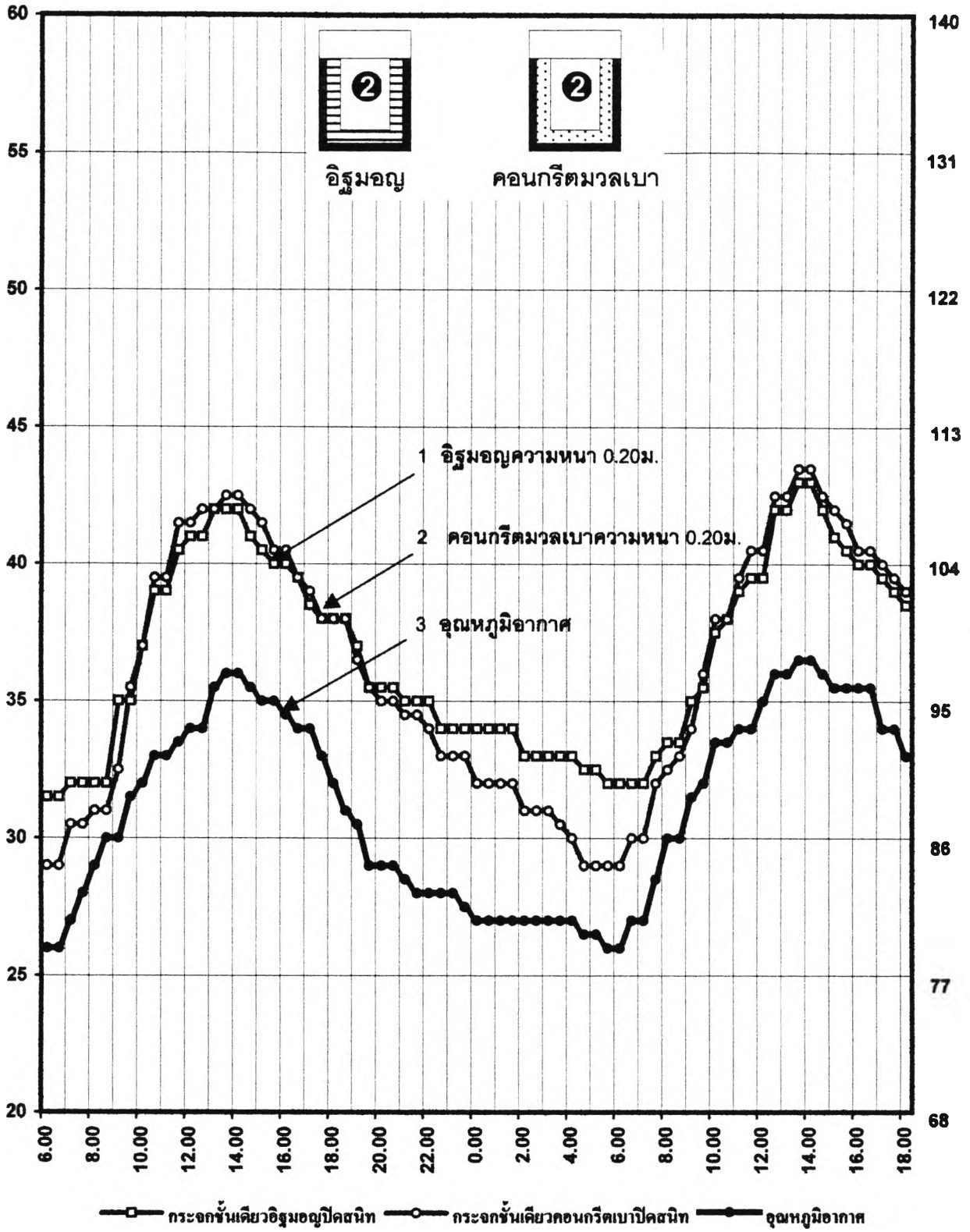
แผนภูมิที่ 5.15 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองมีมวลสาร(คอนกรีตมวลเบา) ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = 0.40
เปรียบเทียบหน่วยทดลองมีมวลสาร (คอนกรีตมวลเบา) ติดตั้งกระจกชั้นเดียวมีค่า SC=0.40
เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 16 มีนาคม 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 17 มีนาคม 2542 เวลา 18.00 น.



แผนภูมิที่ 5.16 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองมีมวลสาร(อิฐมอญ) ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = 0.40 เปรียบเทียบหน่วยทดลองมีมวลสาร (คอนกรีตมวลเบา) ติดตั้งกระจกชั้นเดียวมีค่า SC=0.40 เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 16 มีนาคม 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 17 มีนาคม 2542 เวลา 18.00 น.

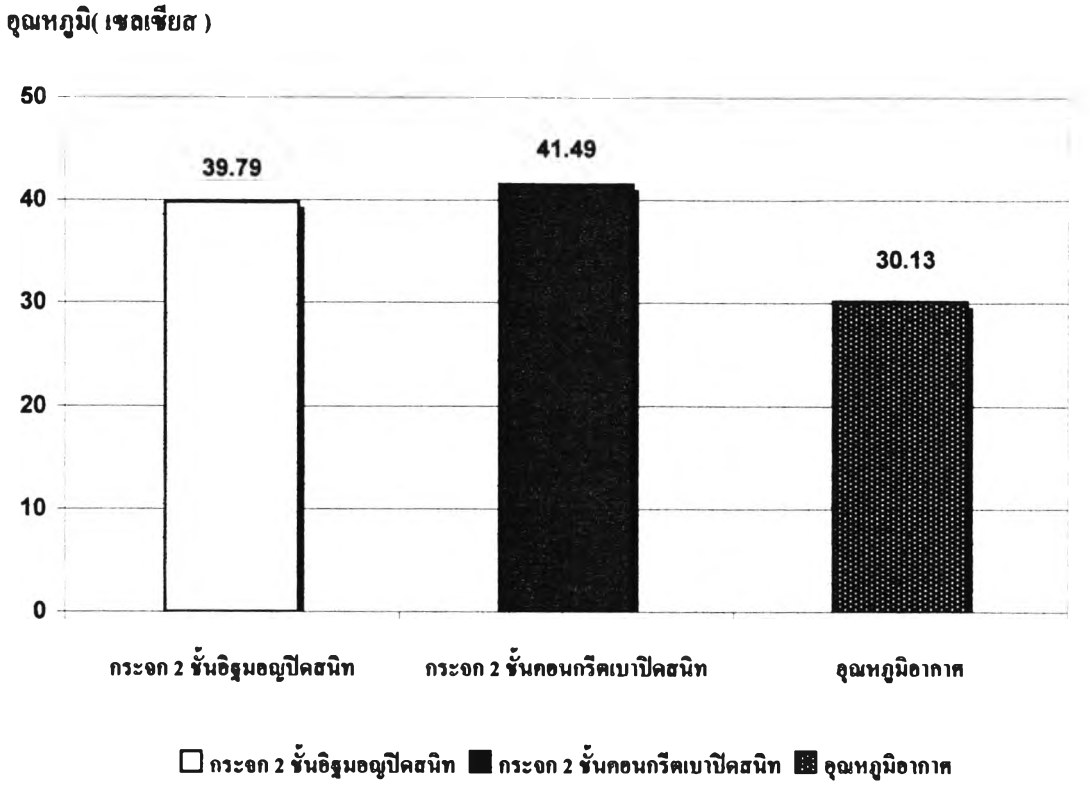
อุณหภูมิ(เซลเซียส)

อุณหภูมิ(ฟาเรนไฮต์)



อุณหภูมิอากาศภายในมีมวลสารของกระจกชั้นเดียว

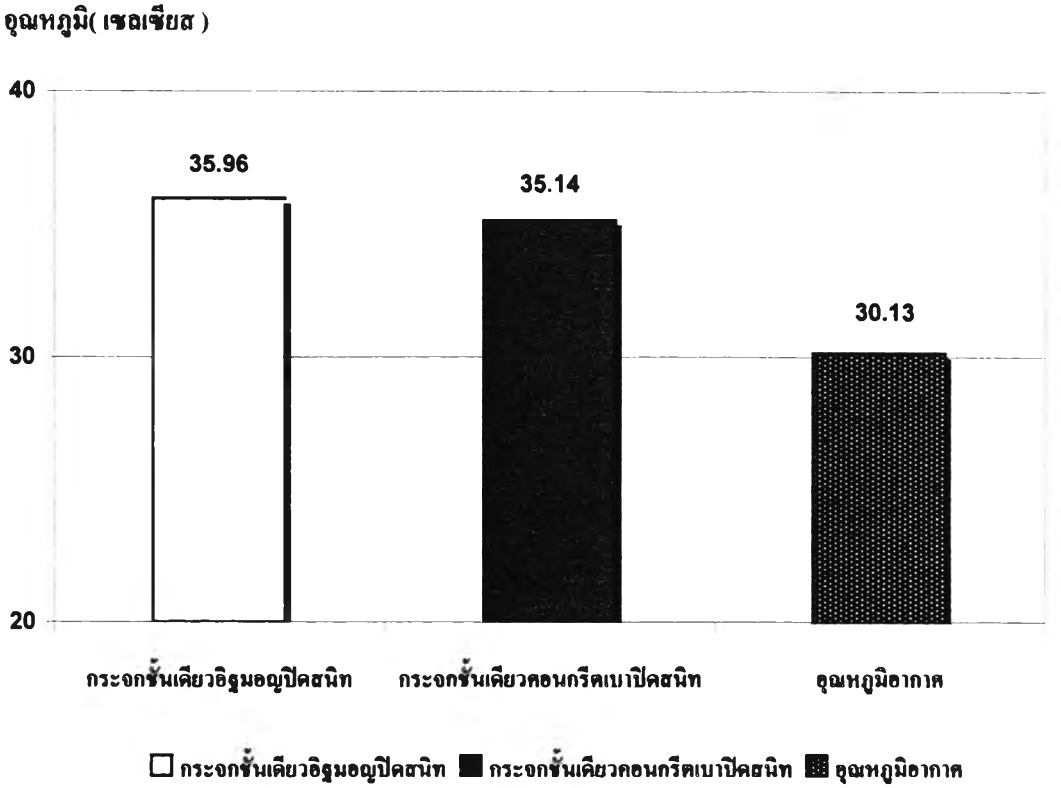
แผนภูมิที่ 5.17 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองมีมวลสาร(อิฐมอญ) ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = 0.40 เปรียบเทียบหน่วยทดลองมีมวลสาร (คอนกรีตมวลเบา) ติดตั้งกระจกชั้นเดียวมีค่า SC=0.40 เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 16 มีนาคม 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 17 มีนาคม 2542 เวลา 18.00 น.



อุณหภูมิอากาศภายในเฉลี่ยมีมวลสารของกระจก 2 ชั้น

แผนภูมิที่ 5.18 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองมีมวลสารติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = 0.40

เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 16 มีนาคม 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 17 มีนาคม 2542 เวลา 05.30 น.



อุณหภูมิอากาศภายในเฉลี่ยมีมวลสารของกระจกชั้นเดียว

แผนภูมิที่ 5.19 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองมีมวลสารติดตั้งกระจกชั้นเดียว

เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 16 มีนาคม 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 17 มีนาคม 2542 เวลา 05.30 น.

ความร้อนสู่สภาพแวดล้อมได้เร็วกว่า แต่เมื่อพิจารณาต่อไปถึงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองทั้งหมดก็ยังมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศอย่างเห็นได้ชัด(แผนภูมิที่ 5.18และ 5.19) ต่างกับอุณภูมิภายในหน่วยทดลองปิดที่ไม่มีมวลสารซึ่งมีอุณหภูมิลดต่ำลงใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศ สภาพที่อุณหภูมิสูงกว่านี้มีผลมาจากการสะสมพลังงานความร้อนไว้ในมวลสารในปริมาณที่สูงกว่า

สิ่งที่เกิดในการทดลองขั้นตอนนี้แสดงว่าปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นภายในหน่วยทดลองทั้งช่วงกลางวันและกลางคืนเกิดมีค่าสูงกว่าความสามารถของมวลสารวัสดุภายในหน่วยทดลองจะเก็บกักไว้ได้ เป็นเพราะความร้อนจากการแผ่รังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์ในระนาบหลังคา ซึ่งมีปริมาณสูงมาก ดังนั้นความต้องการที่จะทำให้มวลสารเป็นเครื่องมือช่วยลดอุณหภูมิภายในภายในหน่วยทดลองปิดตามขั้นตอนนี้หรือแม้แต่หน่วงเหนี่ยวความร้อนไว้ในวัสดุก็ยังไม่สามารถทำให้เกิดขึ้นได้อย่างชัดเจนนัก จึงต้องการทำการทดลองในขั้นตอนต่อไปเพื่อค้นหาการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

5.3.2.2 เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านหน่วยทดลองเปิด มีมวลสาร ติดตั้งกระจก 2 ชนิดที่มีค่า SC เท่ากันระหว่างกระจก 2 ชั้น ความหนา 23 มม. และกระจกชั้นเดียวความหนา 6 มม.

เมื่อทำการบันทึกข้อมูล ในขั้นตอนที่ 3.1 เสร็จสิ้น ทำการเปลี่ยนแปลงหน่วยทดลองที่ 3-6 ดังกล่าวแล้วให้มีผนังด้านหน้าและด้านหลังเปิดโล่งทั้งหมดตามขั้นตอนการวิจัยในบทที่ 3 โดยคงลักษณะการติดตั้งตัวบันทึกอุณหภูมิต่างๆ ไว้เช่นเดิม เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง ระหว่างอุณหภูมิภายในที่เกิดขึ้น การทดลองขั้นตอนที่ 3.2 นี้จะเริ่มบันทึกข้อมูล ตั้งแต่วันที่ 5 เมษายน 2542 ถึงวันที่ 6 เมษายน 2542 โดยควบคุมให้หน่วยทดลองทั้งหมดได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมในลักษณะเดียวกัน (รูปที่ 5.9และ5.10)

กระจก 2 ชั้น ความหนา 23 มม. ช่องเปิดผนัง 100 %

ก. มวลสารอิฐมอญ

มีค่าอุณหภูมิภายในสูงสุดเท่ากับ 48°C เวลา 14.30 น.

มีค่าอุณหภูมิภายในต่ำสุดเท่ากับ 24°C เวลา 05.00 น.

ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดภายในหน่วยทดลองเท่ากับ 24.0°C

ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองตลอด 24 ชม. เท่ากับ 34.75°C

ข. มวลสารคอนกรีตมวลเบา

มีค่าอุณหภูมิภายในสูงสุดเท่ากับ 32.5°C เวลา 13.00 น.
มีค่าอุณหภูมิภายในต่ำสุดเท่ากับ 24°C เวลา 05.30 น.
ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดภายในหน่วยทดลองเท่ากับ 8.5°C
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองตลอด 24 ชม. เท่ากับ 28.42°C

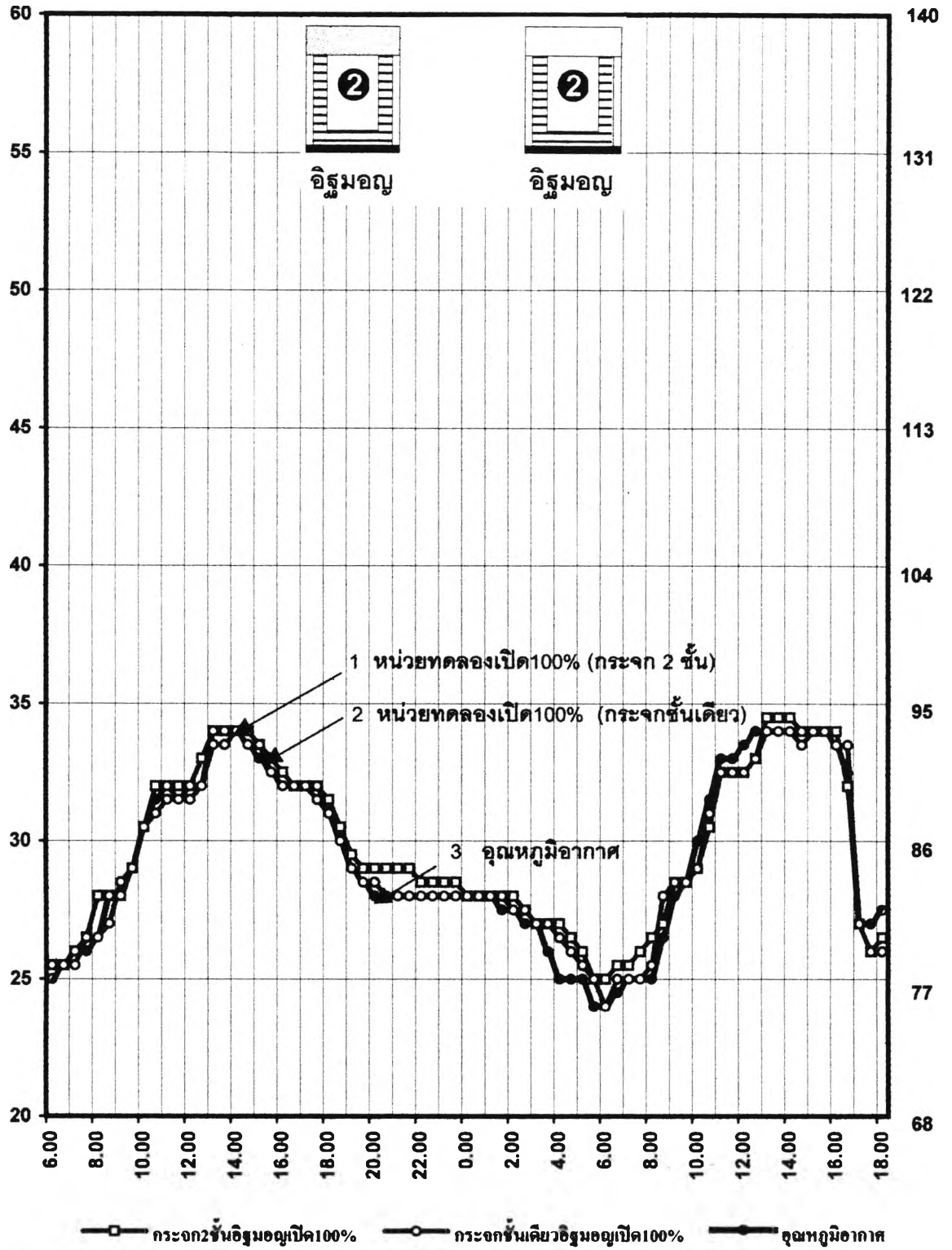
กระจกชั้นเดียวความหนา 6 มม. ช่องเปิดผนัง 100%

ก. มวลสารอิฐมอญ
มีค่าอุณหภูมิภายในสูงสุดเท่ากับ 34°C เวลา 14.00 น.
มีค่าอุณหภูมิภายในต่ำสุดเท่ากับ 25°C เวลา 04.00 น.
ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดภายในหน่วยทดลองเท่ากับ 9°C
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองตลอด 24 ชม. เท่ากับ 29.10°C

ข. มวลสารคอนกรีตเบา
มีค่าอุณหภูมิภายในสูงสุดเท่ากับ 33.5°C เวลา 13.00 น.
มีค่าอุณหภูมิภายในต่ำสุดเท่ากับ 23.5°C เวลา 05.30 น.
ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดภายในหน่วยทดลองเท่ากับ 10°C
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองตลอด 24 ชม. เท่ากับ 28.72°C

ในขั้นตอน 3.2 นี้ จากข้อมูลจะแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของสภาพอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองในขั้นตอนที่ 3.1 อย่างเห็นได้ชัดเนื่องจากช่องเปิดในผนังส่วนหน้าและหลังของหน่วยทดลอง จะสามารถถ่ายเทความร้อนจากภายในหน่วยทดลองออกไปได้อย่างรวดเร็วเช่นเดียวกับการทดลองในขั้นตอนที่ 2.1 (แผนภูมิที่ 5.20และ5.21) ที่มีกระแสลมเป็นปัจจัยสำคัญในการระบายความร้อน ในหน่วยทดลองได้อย่างรวดเร็วจนมวลสารยังไม่สามารถเก็บกักความร้อนไว้ได้ สิ่งที่พบอีกประการจากการทดลองคือ ช่องเปิดที่มีขนาดใหญ่จะมีอิทธิพลต่อการถ่ายเทความร้อนได้มากกว่าอิทธิพลของตัวแปรจากค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุ หรือแม้กระทั่งคุณสมบัติการเก็บกักความร้อนของมวลสารดังจะเห็นได้จากข้อมูลที่เกิดขึ้นว่าไม่มีความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างชนิดของกระจกและมวลสาร อย่างมีนัยสำคัญ

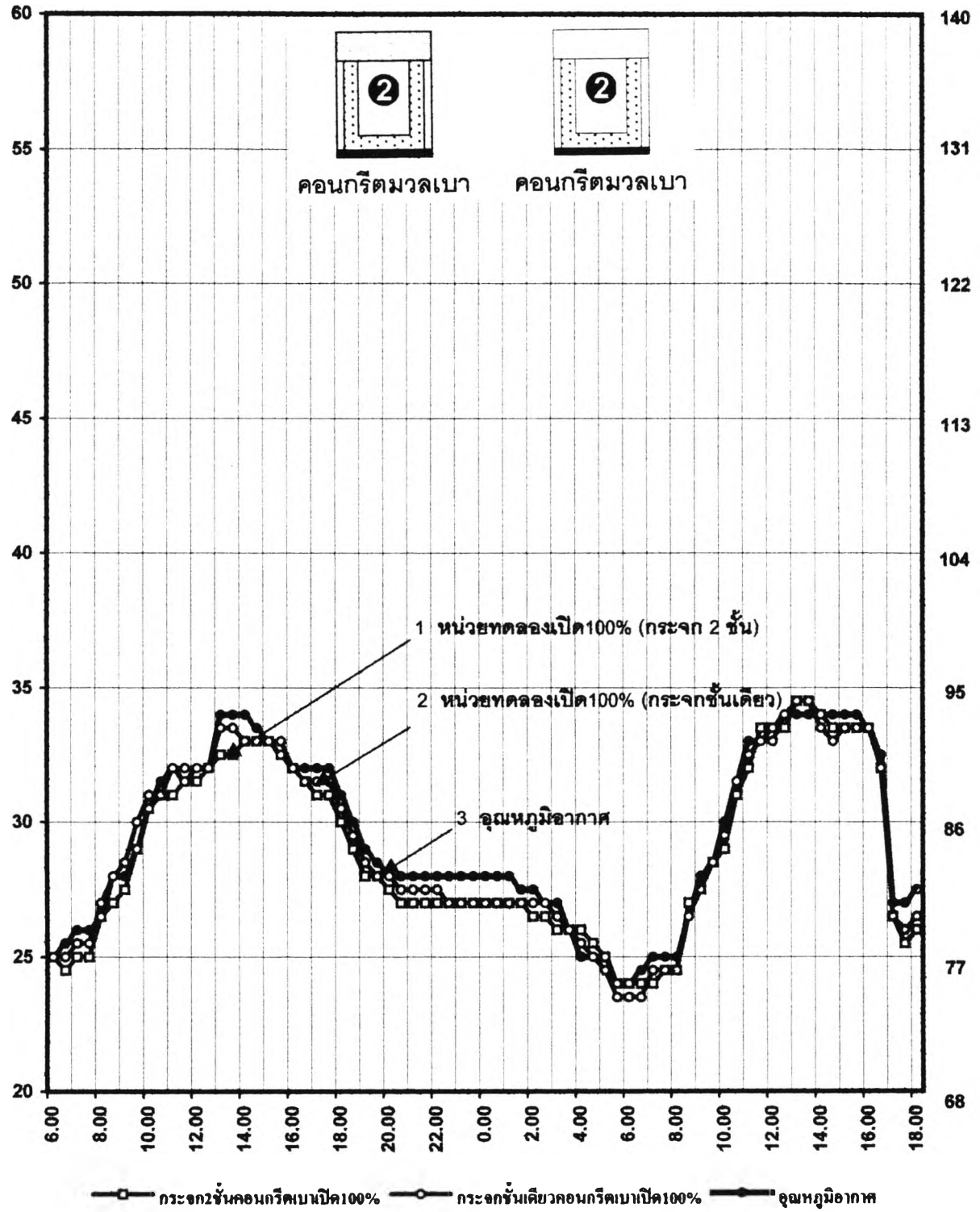
เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบสภาพอุณหภูมิภายในทั่วไปและค่าเฉลี่ยระหว่างอุณหภูมิภายในของวัสดุ 2 ชนิด (แผนภูมิที่ 5.22, 5.23, 5.24และ 5.25) พบว่าอุณหภูมิภายในของคอนกรีตมวลเบาจะมีค่าต่ำกว่าอิฐมอญเล็กน้อยซึ่งต่างกับสิ่งที่เกิดขึ้นในหน่วยทดลองปิด ในขั้นตอนที่ 3.1สิ่งที่



อุณหภูมิอากาศภายในมีมวลสารและช่องเปิดของกระจก 2 ชั้นและชั้นเดียว

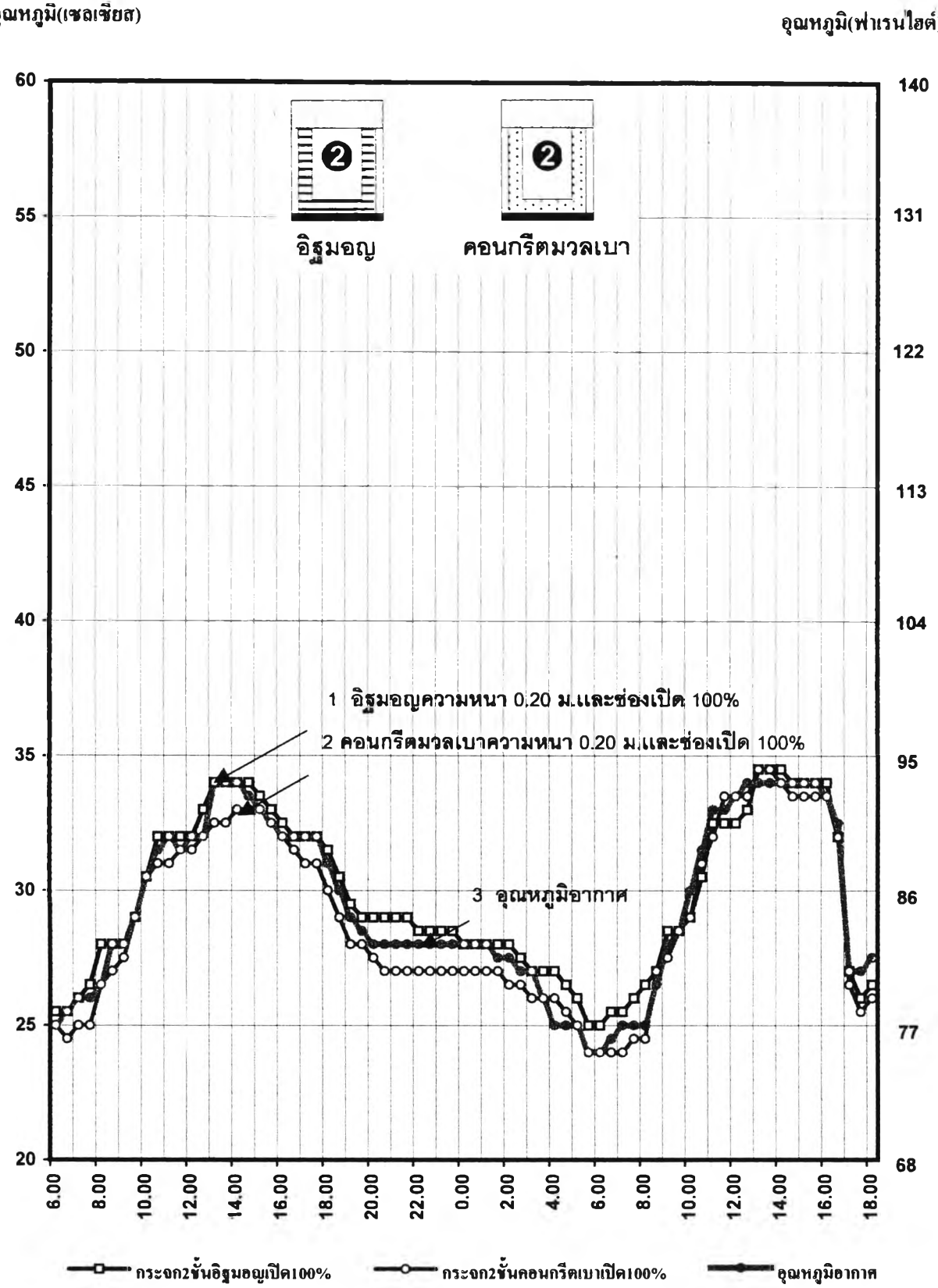
แผนภูมิที่ 5.20 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองมีมวลสาร(อิฐมอญ) ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = 0.40
เปรียบเทียบหน่วยทดลองมีมวลสาร (อิฐมอญ) ติดตั้งกระจกชั้นเดียวมีค่า SC=0.40
เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 5 เมษายน 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่6 เมษายน 2542 เวลา 18.00 น.

อุณหภูมิ(เซลเซียส) อุณหภูมิ(ฟาเรนไฮต์)



อุณหภูมิอากาศภายในมีมวลสารและช่องเปิดของกระจก 2 ชั้นและชั้นเดียว

แผนภูมิที่ 5.21 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองมีมวลสาร(คอนกรีตมวลเบา) ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = 0.40 เปรียบเทียบหน่วยทดลองมีมวลสาร (คอนกรีตมวลเบา) ติดตั้งกระจกชั้นเดียวมีค่า SC=0.40 เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 5 เมษายน2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 6 เมษายน 2542 เวลา 18.00 น.

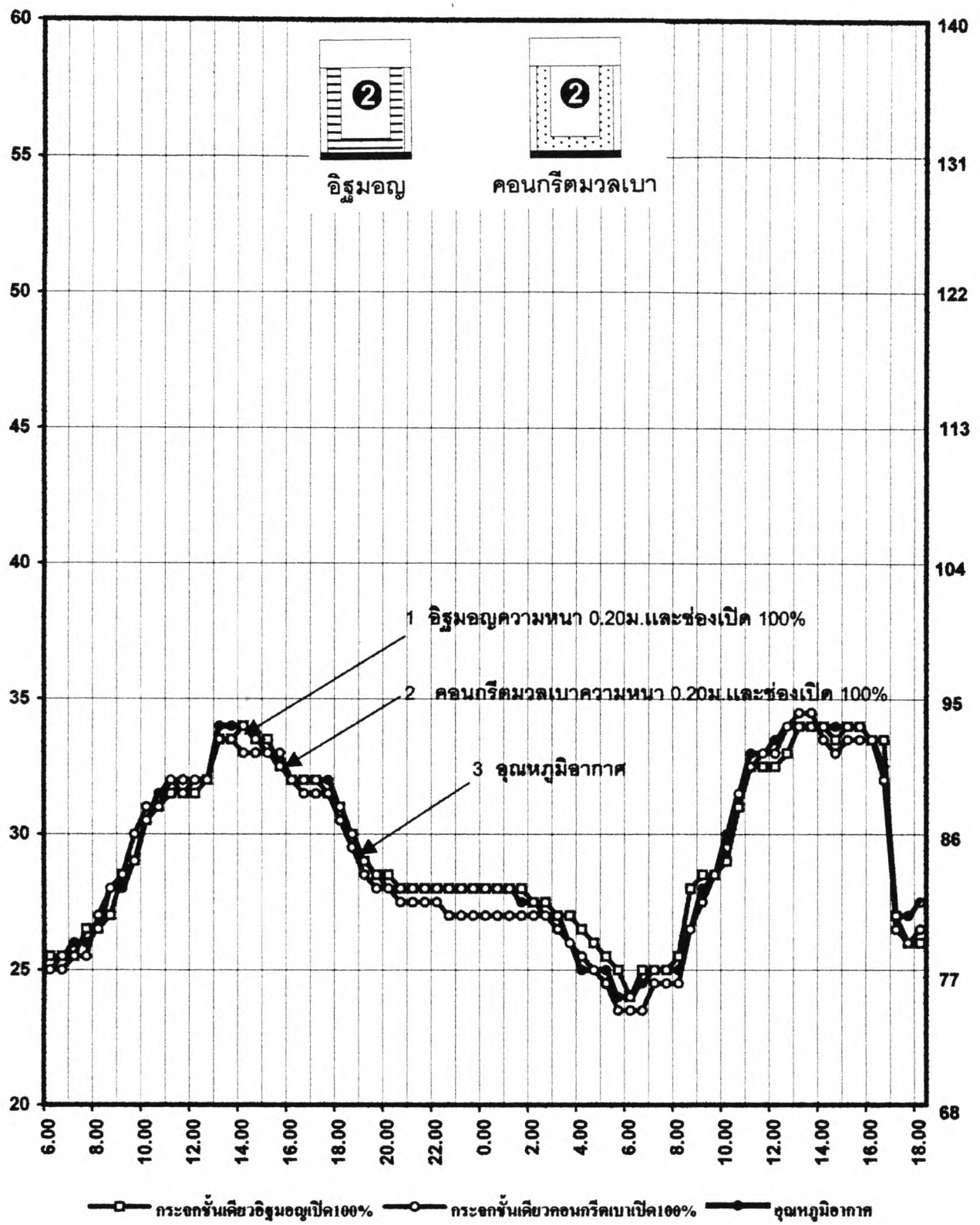


อุณหภูมิอากาศภายในมีมวลสารและช่องเปิดของกระจก 2 ชั้น

แผนภูมิที่ 5.22 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองมีมวลสาร(อิฐมอญ) ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = 0.40 เปรียบเทียบหน่วยทดลองมีมวลสาร (คอนกรีตมวลเบา) ติดตั้งกระจกชั้นเดียวมีค่า SC=0.40 เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 5 เมษายน 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 6 เมษายน2542 เวลา 18.00 น.

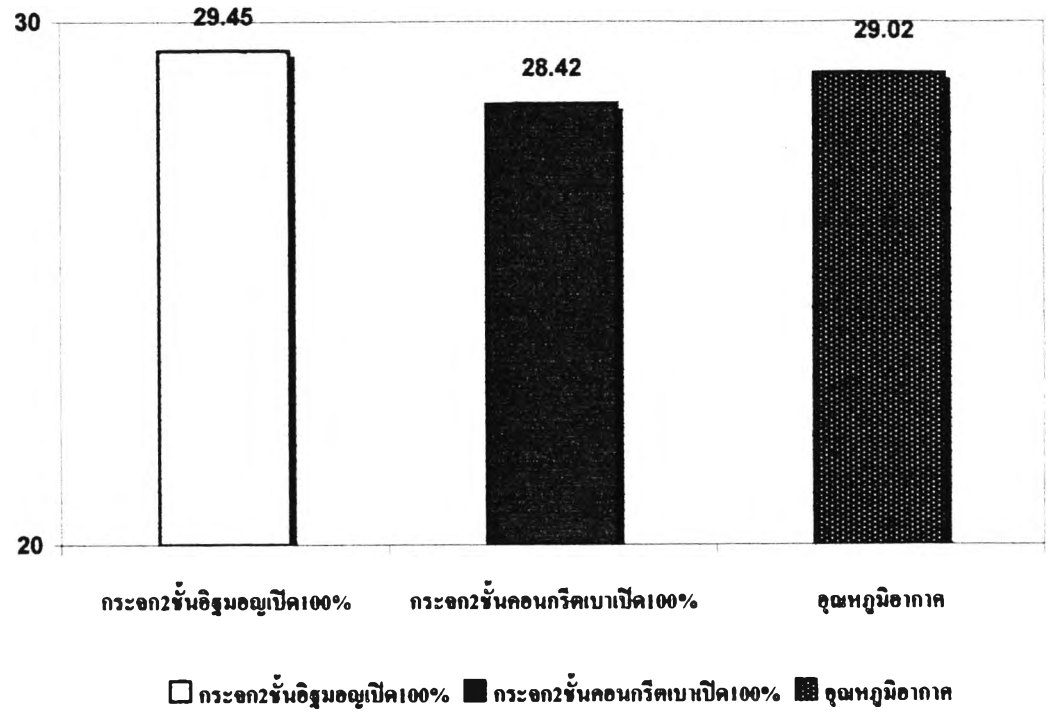
อุณหภูมิ(เซลเซียส)

อุณหภูมิ(ฟาเรนไฮต์)



อุณหภูมิอากาศภายในมีมวลสารและช่องเปิดของกระจกชั้นเดียว

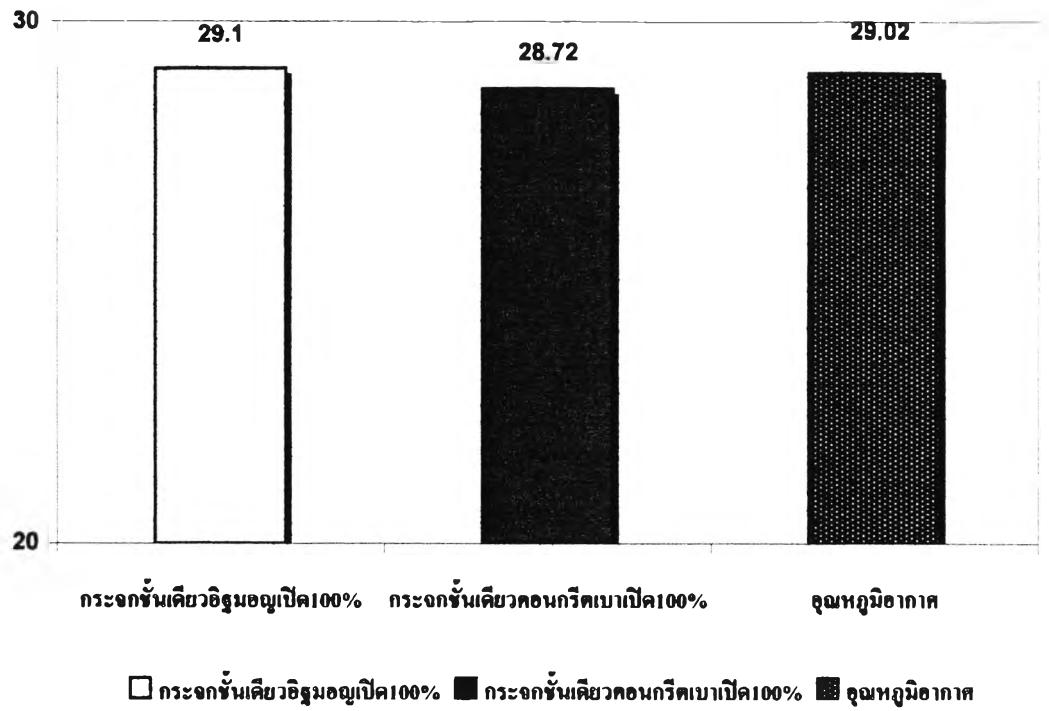
แผนภูมิที่ 5.23 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองมีมวลสาร(อิฐมอญ) ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = 0.40
เปรียบเทียบหน่วยทดลองมีมวลสาร (คอนกรีตมวลเบา) ติดตั้งกระจกชั้นเดียวมีค่า SC=0.40
เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 5 เมษายน 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 6 เมษายน2542 เวลา 18.00 น.



อุณหภูมิอากาศภายในเฉลี่ยมีมวลสารของกระจก 2 ชั้น

แผนภูมิที่ 5.24 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองมีมวลสารติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = 0.40

เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่5 เมษายน 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 6 เมษายน 2542 เวลา 05.30 น.



อุณหภูมิอากาศภายในเฉลี่ยมีมวลสารของกระจก ชั้นเดียว

แผนภูมิที่ 5.25 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองมีมวลสารติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีค่า SC = 0.40

เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่5 เมษายน 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 6 เมษายน 2542 เวลา 05.30 น.

เกิดขึ้นเป็นผลมาจากในหน่วยทดลองเปิดคอนกรีตมวลเบาที่มีคุณสมบัติรับและคายความร้อนได้เร็วกว่าอิฐมอญ จะถูกกระแสลมที่พัดผ่านผิววัสดุพัดพาความร้อนออกไปก่อนที่จะถูกดูดซึมเข้าสู่ภายในวัสดุรวมทั้งคอนกรีตมวลเบายังมีลักษณะเป็นรูพรุนเล็กๆ อยู่ตลอดผิวเนื้อวัสดุ ซึ่งง่ายต่อการแทรกซึมของอากาศจึงทำให้ตัววัสดุมีอุณหภูมิต่ำกว่าอิฐมอญอย่างเห็นได้ชัด แต่อย่างไรก็ตามช่วงเวลาที่อุณหภูมิภายในมีค่าต่ำสุดทั้งในเวลากลางวันและกลางคืนก็มีค่าใกล้เคียงหรือเทียบเท่ากับอุณหภูมิอากาศเท่านั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเวลากลางวัน อุณหภูมิที่เกิดขึ้นยังถือว่ามีค่าสูงกว่าสภาวะความน่าสบายอยู่พอสมควร จึงต้องมีการศึกษาเพื่อหาตัวแปรช่วยส่งเสริมการลดความร้อนให้ได้ผลตามวัตถุประสงค์ต่อไป

5.4 การทดลองขั้นตอนที่ 4 เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนภายในหน่วยทดลองมีมวลสารและต้นไม้

เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองในขั้นตอนที่ 3.2 นำต้นไม้ที่มีรูปทรงสูง และความหนาแน่นของใบในปริมาณมาก (ในการทดลองนี้คือต้นแก้ว) ใส่เข้าไปในหน่วยทดลองที่ 3-6 อย่างละ 1 ต้น และนำตัวบันทึกอุณหภูมิเข้าติดตั้งเพื่อบันทึกอุณหภูมิในตำแหน่งเดียวกับการทดลองในขั้นตอนเดิม หลังจากนั้นเริ่มทำการบันทึกข้อมูลตั้งแต่เวลา 6.00 น. ของวันที่ 20 มีนาคม 2542 จนถึงเวลา 18.00 น. วันที 21 มีนาคม 2542 เป็นเวลา 36 ชั่วโมง(รูปที่ 5.11และ5.12)โดยทดสอบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองกระจก 2 ชั้นกับชั้นเดียวที่มีมวลสารและต้นไม้อยู่ภายในโดยควบคุมให้หน่วยทดลองทั้งหมดได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมในสภาพเดียวกันทุกประการ

5.4.2.1 เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านหน่วยทดลองปิด มีมวลสารและต้นไม้ ติดตั้งกระจก 2 ชนิด ที่มีค่า SC เท่ากัน ระหว่างกระจก 2 ชั้น ความหนา 23 มม. และกระจกชั้นเดียวความหนา 6 มม.

กระจก 2 ชั้น ความหนา 23 มม.ปิดสนิท

ก. มวลสารอิฐมอญและต้นไม้

มีค่าอุณหภูมิภายในสูงสุดเท่ากับ 41°C เวลา 12.30 น.

มีค่าอุณหภูมิภายในต่ำสุดเท่ากับ 35°C เวลา 02.30 น.

ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดภายในหน่วยทดลองเท่ากับ 6°C

ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองตลอด 24 ชม. เท่ากับ 37.78°C

ข. มวลสารคอนกรีตมวลเบาและต้นไม้

มีค่าอุณหภูมิภายในสูงสุดเท่ากับ 50°C เวลา 13.00 น.

มีค่าอุณหภูมิภายในต่ำสุดเท่ากับ 36°C เวลา 02.00 น.

ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดภายในหน่วยทดลองเท่ากับ 14°C

ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองตลอด 24 ชม. เท่ากับ 41.18°C

กระจกชั้นเดียวความหนา 6 มม. ปิดสนิท

ก. มวลสารอิฐมอญและต้นไม้

มีค่าอุณหภูมิภายในสูงสุดเท่ากับ 39°C เวลา 13.00 น.

มีค่าอุณหภูมิภายในต่ำสุดเท่ากับ 32°C เวลา 01.30 น.

ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดภายในหน่วยทดลองเท่ากับ 7°C

ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองตลอด 24 ชม. เท่ากับ 34.79°C

ข. มวลสารคอนกรีตมวลเบาและต้นไม้

มีค่าอุณหภูมิสูงภายในสุดเท่ากับ 38°C เวลา 13.30 น.

มีค่าอุณหภูมิภายในต่ำสุดเท่ากับ 29°C เวลา 02.00 น.

ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดภายในหน่วยทดลองเท่ากับ 9°C

ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองตลอด 24 ชม. เท่ากับ 34.01°C

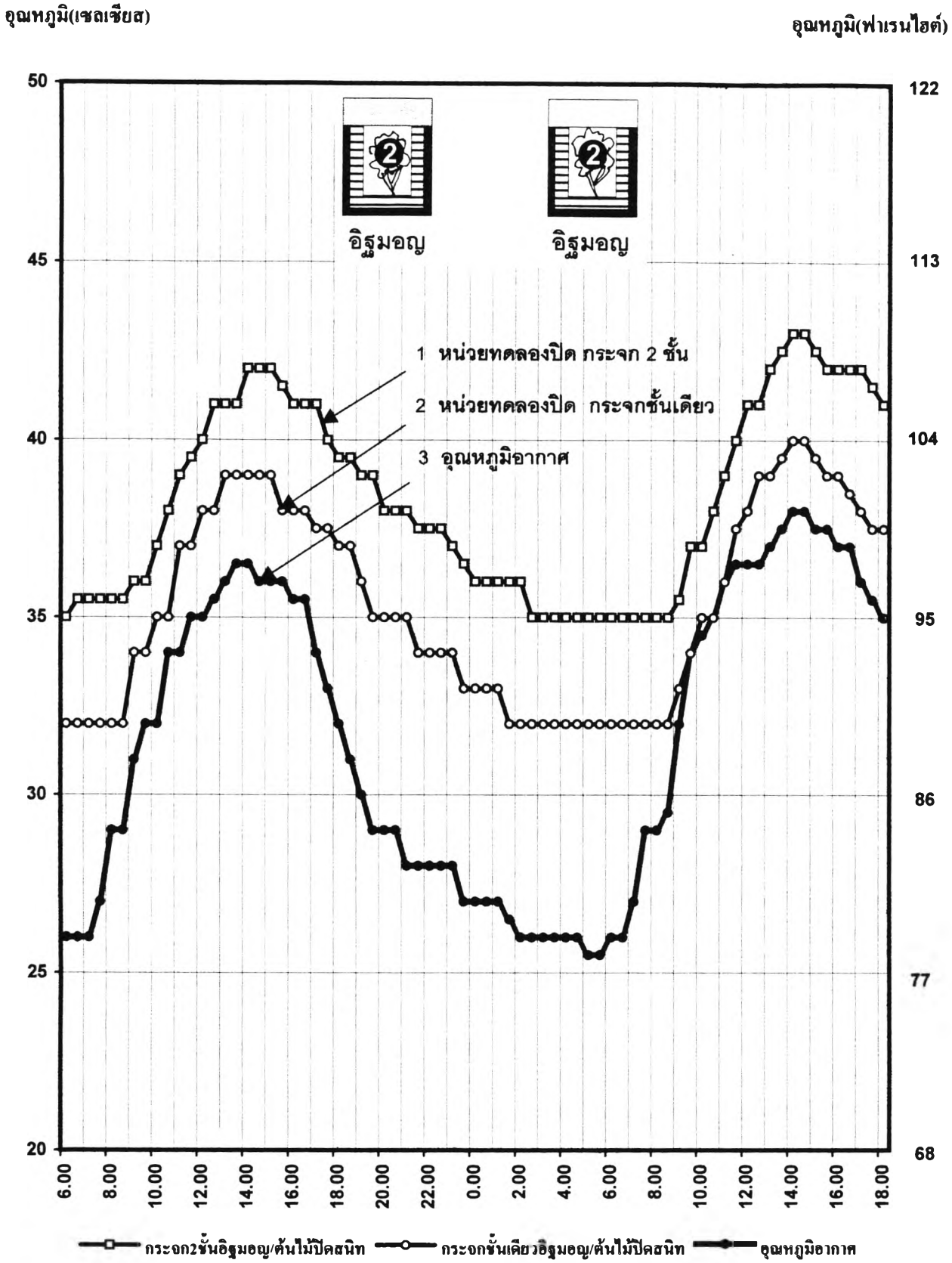
จากข้อมูลที่ได้รับในการทดลองขั้นตอนนี้ แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในจุดกึ่งกลางหน่วยทดลอง (IN A-2) จะมีสภาพไม่แตกต่างจากข้อมูลที่ได้รับในการทดลองขั้นตอนที่ 3.1 มากนัก (แผนภูมิที่ 5.26 และ5.27) แต่เมื่อพิจารณาไปถึงอุณหภูมิในจุดต่ำสุด (IN A-1) ของหน่วยทดลองกลับพบว่า สภาพทั่วไปของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองทั้ง 4 หน่วยทดลองจะมีค่าของอุณหภูมิต่ำกว่าหน่วยทดลองในการทดลองขั้นตอนที่ 3.1 ประมาณ 5-10°C สิ่งที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากความสามารถในการกรองแสงแดดที่ส่องผ่านเข้าสู่ภายในหน่วยทดลองด้วยใบไม้ของต้นแก้วที่อยู่ลดหลั่นไปตามลำต้นในแต่ละส่วนของหน่วยทดลองซึ่งช่วยลดการส่งผ่านความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ในจุดต่างๆ ทั้งพื้นและผนังมีผลทำให้ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นภายในลดลงตามไปด้วย นอกจากคุณสมบัติในการป้องกันการถ่ายเทความร้อนที่เกิดจากแสงแดดโดยตรงแล้ว ต้นไม้ยังมีคุณสมบัติในการลดอุณหภูมิได้อย่างมีประสิทธิภาพเพราะต้นไม้จะใช้ความร้อนจากดวงอาทิตย์และสภาพแวดล้อมในการดำรงชีวิตโดยการดูดน้ำจากดินขึ้นมาแปลงสภาพเป็นไอน้ำผ่านออกทางปาก

ใบ หรือกระบวนการสังเคราะห์แสงนั่นเอง ซึ่งกระบวนการสังเคราะห์แสงดังกล่าวนี้จะต้องใช้พลังงานความร้อนประมาณ 2.3 เมกะจูล เพื่อทำให้น้ำปริมาตร 1 ลิตร กลายเป็นไอ กระบวนการนี้จะสามารถลดความร้อนของอากาศภายในหน่วยทดลองได้เป็นอย่างดี และนอกจากใบไม้จะกรองแสงแดดจากด้านบนของหน่วยทดลองแล้วพุ่มใบจะเป็นตัวแปลงสภาพแวดล้อมให้เย็นจากการที่ใช้รากดูดน้ำและคายน้ำที่ใบ (สุนทร บุญญาธิการ, 2542) ดังนั้นอุณหภูมิของใบไม้ในบริเวณใต้ต้นไม้ส่วนล่างจะต่ำกว่าส่วนบนอย่างเห็นได้ชัด (แผนภูมิที่ 5.28)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกันต่อไประหว่างวัสดุ 2 ชนิดก็พบว่าในเวลากลางวันหน่วยทดลองที่ติดตั้งอิฐมอญจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าคอนกรีตมวลเบา(แผนภูมิที่ 5.29และ5.30)เนื่องจากความสามารถในการสะสมความร้อนที่มากกว่าของมวลสารในลักษณะเดียวกันกับการทดลองขั้นตอนที่ 3.1 แต่อย่างไรก็ตามในเวลากลางคืนที่เกิดปรากฏการณ์ถ่ายเทรังสีความร้อนสู่สภาพแวดล้อม พุ่มใบของต้นไม้กลับเป็นอุปสรรคต่อกระบวนการดังกล่าว เนื่องจากปรากฏการณ์นี้จะเกิดขึ้นได้ดีในกรณีที่อยู่ในบริเวณเปิดโล่ง อุณหภูมิภายในหน่วยทดลองทั้งหมดจึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงกว่าอุณหภูมิอากาศด้วยการคายความร้อนที่สะสมจากมวลสารภายในหน่วยทดลองและหน่วยทดลองที่ติดตั้งมวลสารหนักกว่า(อิฐมอญ) จะมีอุณหภูมิสูงกว่าเนื่องจากความร้อนที่เก็บกักไว้มากกว่าในเวลากลางวัน

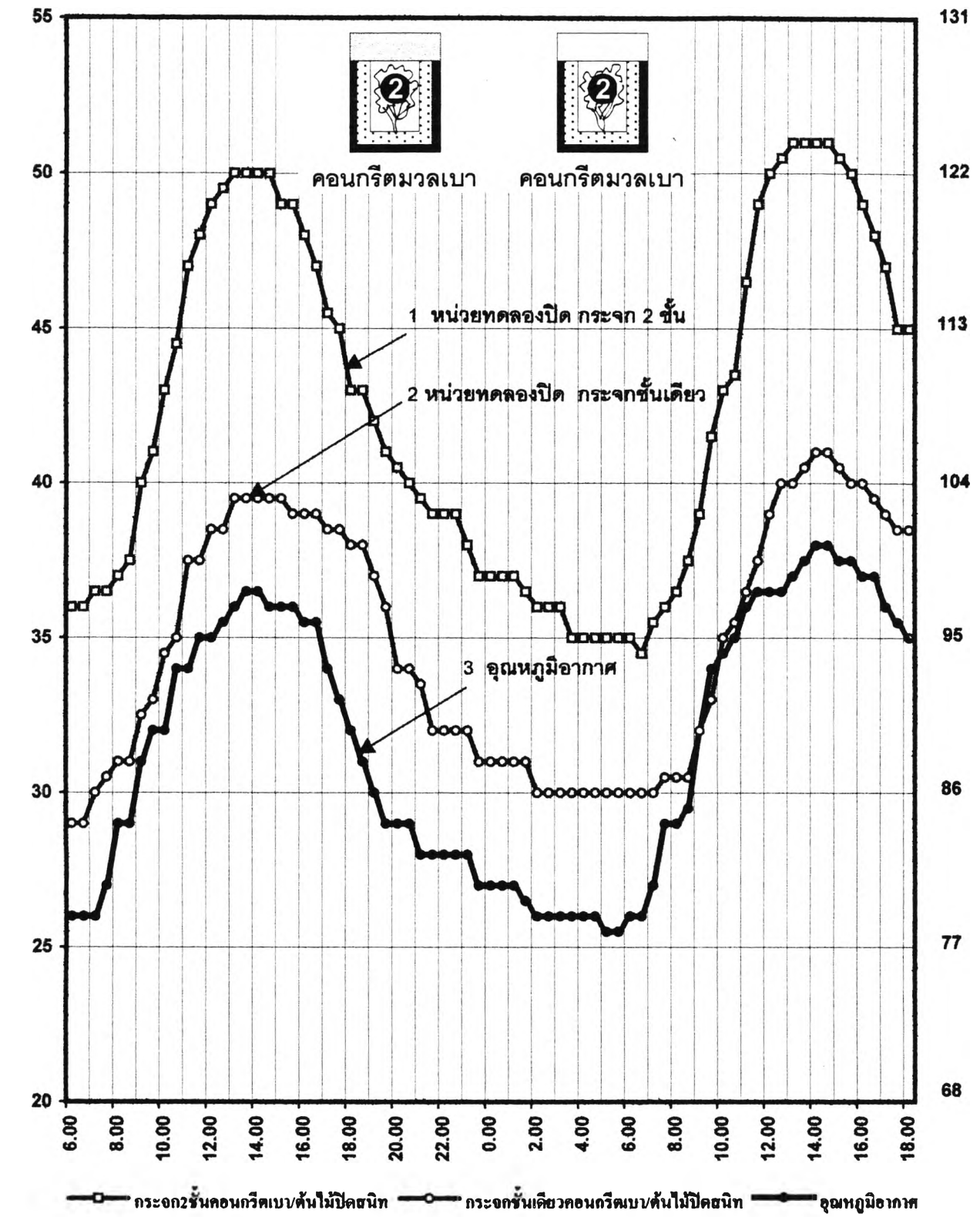
ถึงแม้ว่าในการทดลองขั้นตอนนี้ หน่วยทดลองที่ 4 และ 6 อุณหภูมิบริเวณจุดต่ำสุดจะสามารถปรับปรุงอุณหภูมิอากาศให้ลดต่ำลงกว่าอุณหภูมิอากาศได้ แต่ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในโดยทั่วไปก็ยังสูงกว่าสภาวะความน่าสบายของมนุษย์(แผนภูมิที่ 5.31และ5.32) เนื่องจากการปิดสนิทของหน่วยทดลองที่ไม่สามารถถ่ายเทความร้อนออกสู่กายนอกได้ ในความเป็นจริงจึงต้องมีการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมจึงต้องมีการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมให้มีอุณหภูมิลดลงอยู่ในสภาวะปกติของมนุษย์ได้และโดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนบนของหน่วยทดลอง ที่มีอุณหภูมิสูงถึง 60 °C (ความแตกต่างระหว่างจุดบนสุดและต่ำสุด 10°C)ซึ่งเป็นผลมาจากการสะสมความร้อนที่เกิดจากการเรียงตัวของอุณหภูมิ (stratification) อุณหภูมิที่ถูกเก็บกักในส่วนนี้จะถูกนำมาพิจารณาแก้ไขในการทดลองขั้นตอนต่อไป

5.4.2.2 เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายทอดความร้อนผ่านหน่วยทดลองเปิดมีมวลสารและต้นไม้ ติดตั้งกระจก 2 ชนิดที่มีค่า SC เท่ากัน ระหว่างกระจก 2 ชั้น ความหนา 23 มม. และกระจกชั้นเดียวความหนา 6 มม.



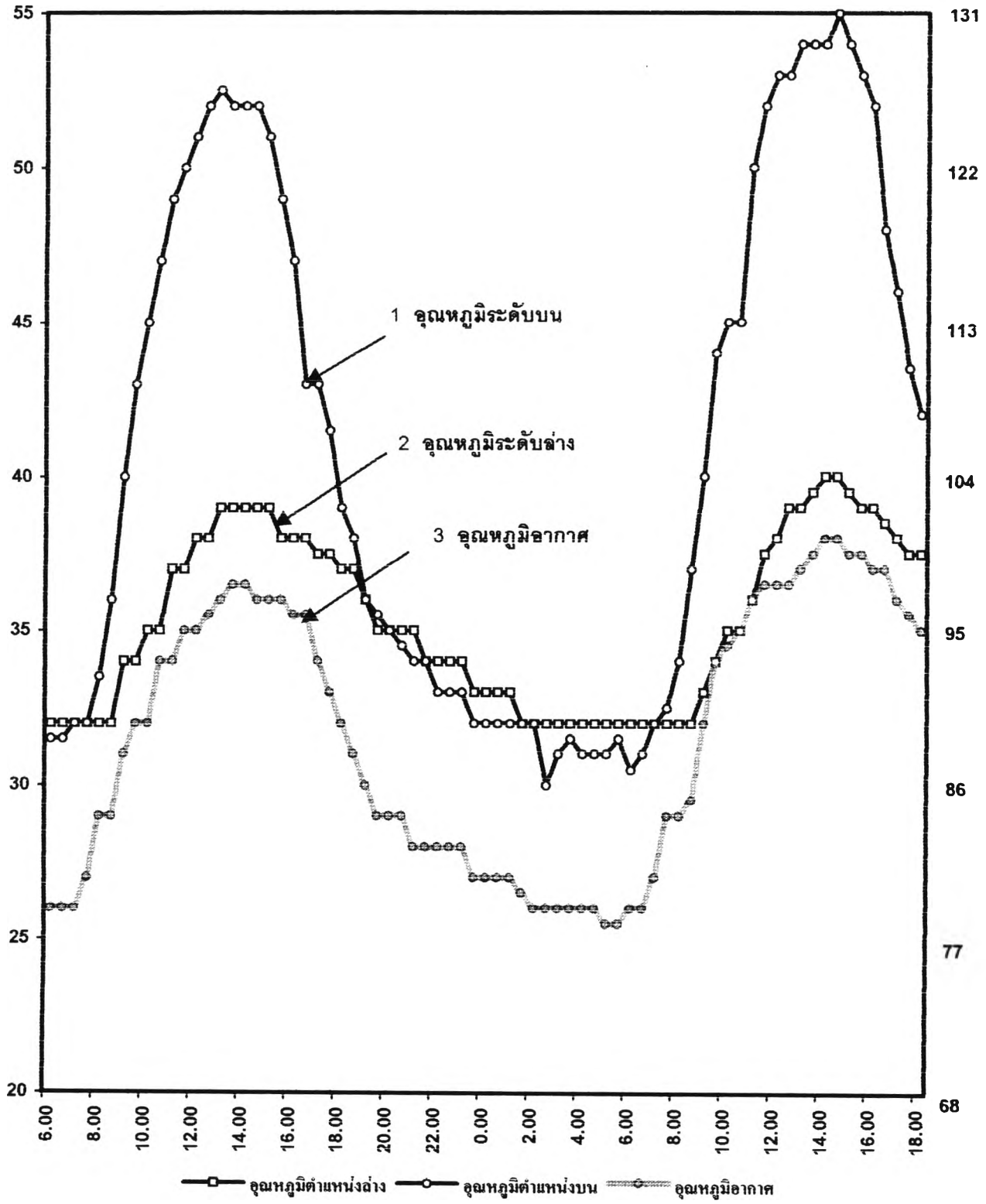
อุณหภูมิอากาศภายในมีมวลสารและต้นไม้ของกระจก 2 ชั้นและชั้นเดียว

<u>แผนภูมิที่ 5.26</u> แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองปิดมีมวลสาร(อิฐมอญ) และต้นไม้ติดตั้งกระจก2ชั้นมีค่า SC = 0.40 เปรียบเทียบหน่วยทดลองปิดมีมวลสาร (อิฐมอญ)และต้นไม้ ติดตั้งกระจกชั้นเดียวมีค่า SC=0.40 เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 20 มีนาคม 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 21 มีนาคม 2542 เวลา 18.00 น.



อุณหภูมิอากาศภายในมีมวลสารของแอะต้นไม้ของกระจก 2 ชั้นแอะชั้นเดียว

แผนภูมิที่ 5.27 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองปิดมีมวลสาร(คอนกรีตมวลเบา) และต้นไม้ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = 0.4
เปรียบเทียบหน่วยทดลองปิดมีมวลสาร (คอนกรีตมวลเบา)และต้นไม้ ติดตั้งกระจกชั้นเดียวมีค่า SC=0.40
เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 20 มีนาคม 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 21 มีนาคม 2542 เวลา 18.00 น.



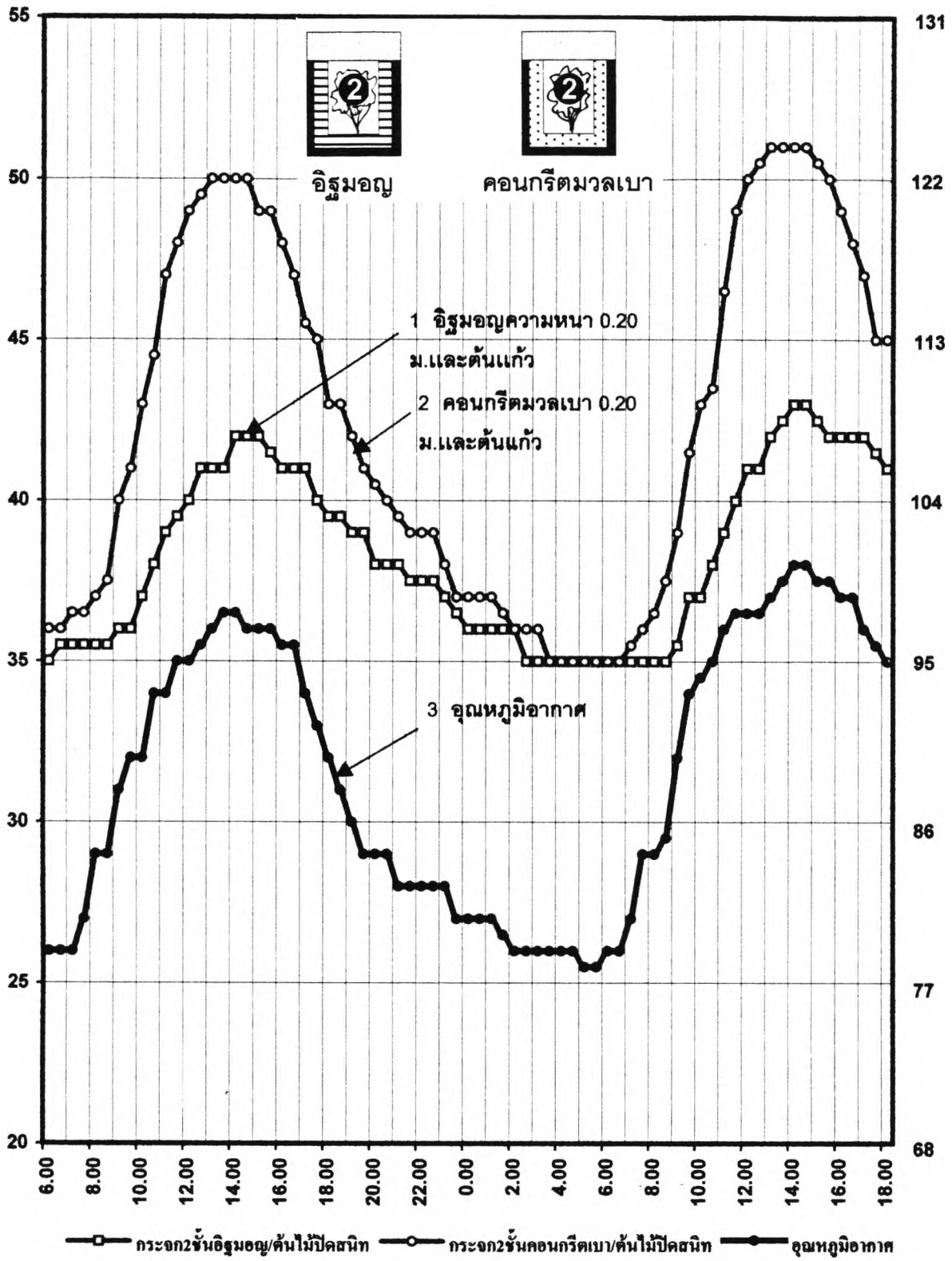
อุณหภูมิอากาศภายในมีมวลสารและต้นไม้ ของกระจก ชั้นเดียว

แผนภูมิที่ 5.28 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองปิดมีมวลสาร(อิฐมอญ) และต้นไม้ติดตั้งกระจกชั้นเดียวมีค่า SC = 0.40 เปรียบเทียบอุณหภูมิตามระดับความสูงกับอุณหภูมิอากาศ

เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 20 มีนาคม 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 21 มีนาคม 2542 เวลา 18.00 น.

อุณหภูมิ(เซลเซียส)

อุณหภูมิ(ฟาเรนไฮต์)

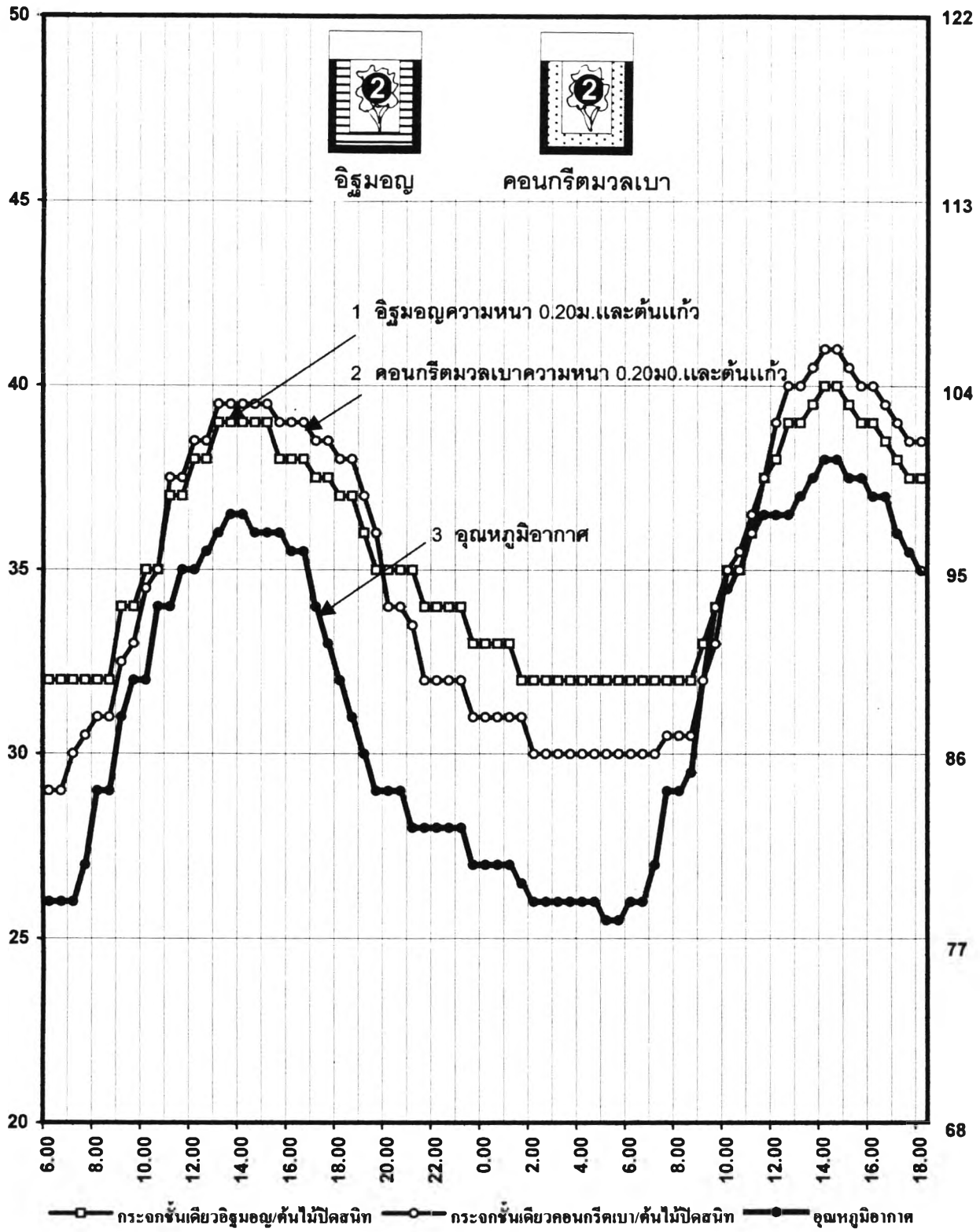


อุณหภูมิอากาศภายในมีมวลสารของแตะต้นไม้ของกระจก 2 ชั้น

แผนภูมิที่ 5.29 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองปิดมีมวลสาร(อิฐมอญ) และต้นไม้ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = 0.40 เปรียบเทียบหน่วยทดลองปิดมีมวลสาร (คอนกรีตมวลเบา)และต้นไม้ ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC=0.40 เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 20 มีนาคม 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 21 มีนาคม 2542 เวลา 18.00 น.

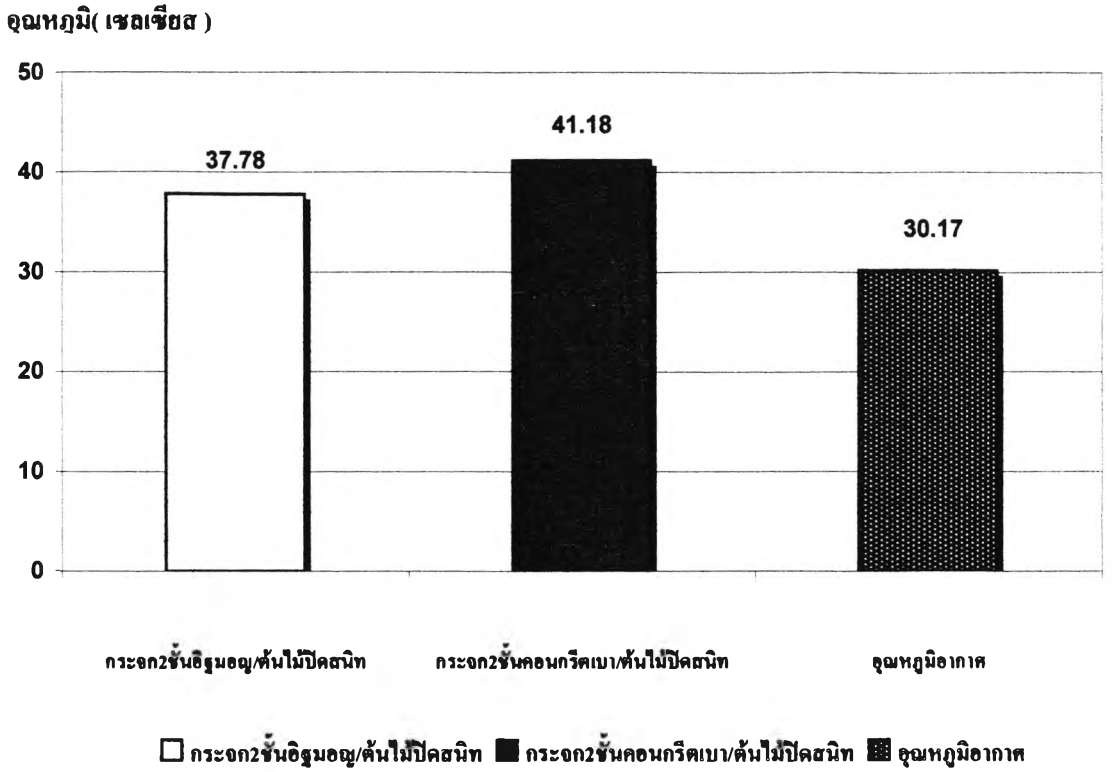
อุณหภูมิ(เซลเซียส)

อุณหภูมิ(ฟาเรนไฮต์)



อุณหภูมิอากาศภายในมีมวลสารและต้นไม้ของกระจก ชั้นเดียว

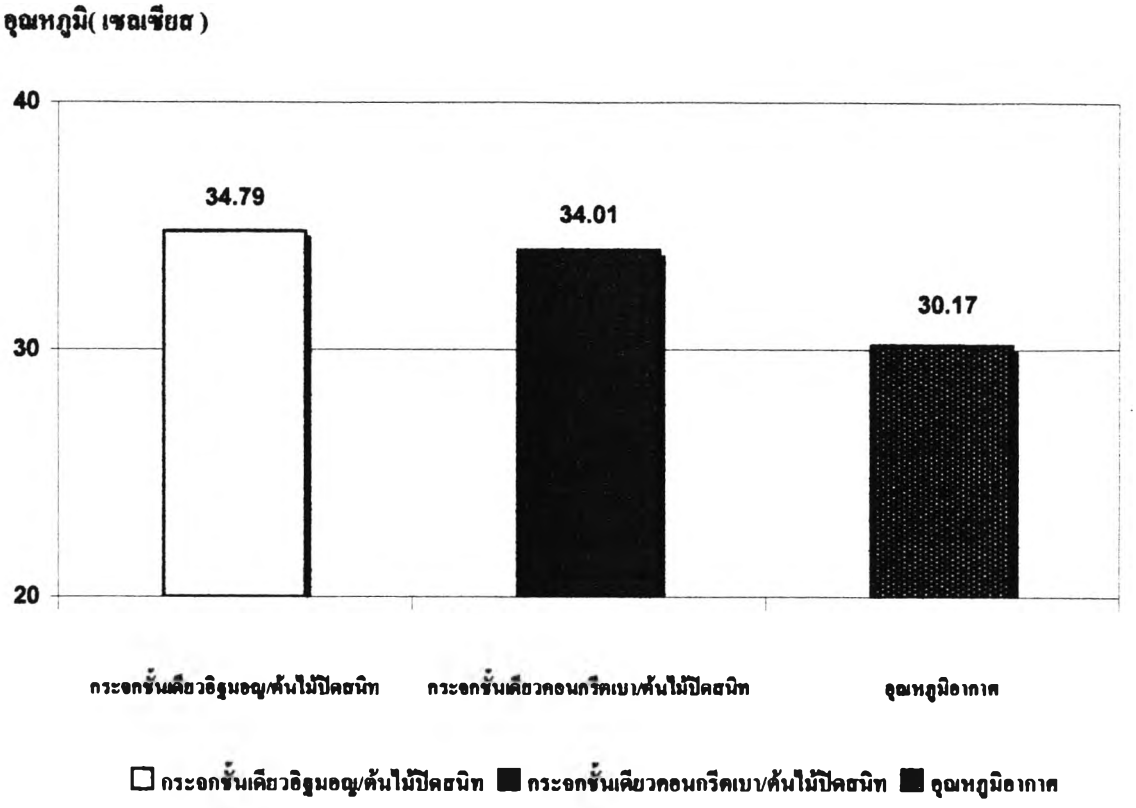
แผนภูมิที่ 5.30 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองปิดมีมวลสาร(อิฐมอญ) และต้นไม้ติดตั้งกระจกชั้นเดียวมีค่า SC = 0.40
เปรียบเทียบหน่วยทดลองมีมวลสาร (อิฐมอญ)และต้นไม้ ติดตั้งกระจกชั้นเดียวมีค่า SC=0.40
เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 20 มีนาคม 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 21 มีนาคม 2542 เวลา 18.00 น.



อุณหภูมิอากาศภายในเฉลี่ยมีมวลสารและต้นไม้ของกระจก 2 ชั้น

แผนภูมิที่ 5.31 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองปิดมีมวลสารและต้นไม้ติดตั้งกระจก2ชั้น มีค่า SC = 0.40

เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่20มีนาคม 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 21 มีนาคม 2542 เวลา 05.30 น.



อุณหภูมิอากาศภายในเฉลี่ยมีมวลสารและต้นไม้ของกระจก ชั้นเดียว

แผนภูมิที่ 5.32 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองปิดมีมวลสารและต้นไม้ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีค่า SC = 0.4 เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่20มีนาคม 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 21 มีนาคม 2542 เวลา 05.30 น.

จากหน่วยทดลองในขั้นตอนที่ 4.1 ทำการปรับสภาพผนังหน่วยทดลองที่ 3-6 ให้มีช่องเปิดในส่วนบนผนัง ทั้งหน้าและหลัง ขนาดประมาณ 25% ของพื้นที่หน้าตัดโดยคงตำแหน่งตัวบันทึกข้อมูลไว้ในตำแหน่งเดิมหลังจากนั้น เริ่มทำการบันทึกข้อมูลตั้งแต่เวลา 6.00 น. ของวันที่ 22 มีนาคม 2542 จนถึงวันที่ 23 มีนาคม 2542 เป็นเวลา 36 ชั่วโมงต่อเนื่องกัน(รูปที่ 5.13และ5.14) เพื่อทดสอบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองกระจก 2 ชนิดที่มีมวลสารต้นไม้ และช่องเปิดด้านบนประกอบกัน โดยควบคุมให้หน่วยทดลองทั้งหมดได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมเหมือนกันทุกประการ

กระจก 2 ชั้น ความหนา 23 มม. ช่องเปิดผนัง ด้านบน 25%

ก. มวลสารอิฐมอญและต้นไม้

มีค่าอุณหภูมิภายในสูงสุดเท่ากับ 37°C เวลา 14.00 น.

มีค่าอุณหภูมิภายในต่ำสุดเท่ากับ 27°C เวลา 01.00น.

ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดกายในหน่วยทดลองเท่ากับ 10°C

ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองตลอด 24 ชม. เท่ากับ 30.49°C

ข. มวลสารคอนกรีตมวลเบาและต้นไม้

มีค่าอุณหภูมิภายในสูงสุดเท่ากับ 34°C เวลา 12.30 น.

มีค่าอุณหภูมิภายในต่ำสุดเท่ากับ 25°C เวลา 01.30 น.

ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดภายในหน่วยทดลองเท่ากับ 9°C

ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองตลอด 24 ชม. เท่ากับ 28.19°C

กระจกชั้นเดียวความหนา 6 มม. ช่องเปิดผนังด้านบน 25%

ก. มวลสารอิฐมอญและต้นไม้

มีค่าอุณหภูมิภายในสูงสุดเท่ากับ 34°C เวลา 12.30 น.

มีค่าอุณหภูมิภายในต่ำสุดเท่ากับ 26.5°C เวลา 03.00 น.

ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดภายในหน่วยทดลองเท่ากับ 7.5°C

ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองตลอด 24 ชม. เท่ากับ 29.51°C

ข. มวลสารคอนกรีตเบาและต้นไม้

มีค่าอุณหภูมิภายในสูงสุดเท่ากับ 33°C เวลา 12.00 น.

มีค่าอุณหภูมิภายในต่ำสุดเท่ากับ 25.5°C เวลา 03.00 น.

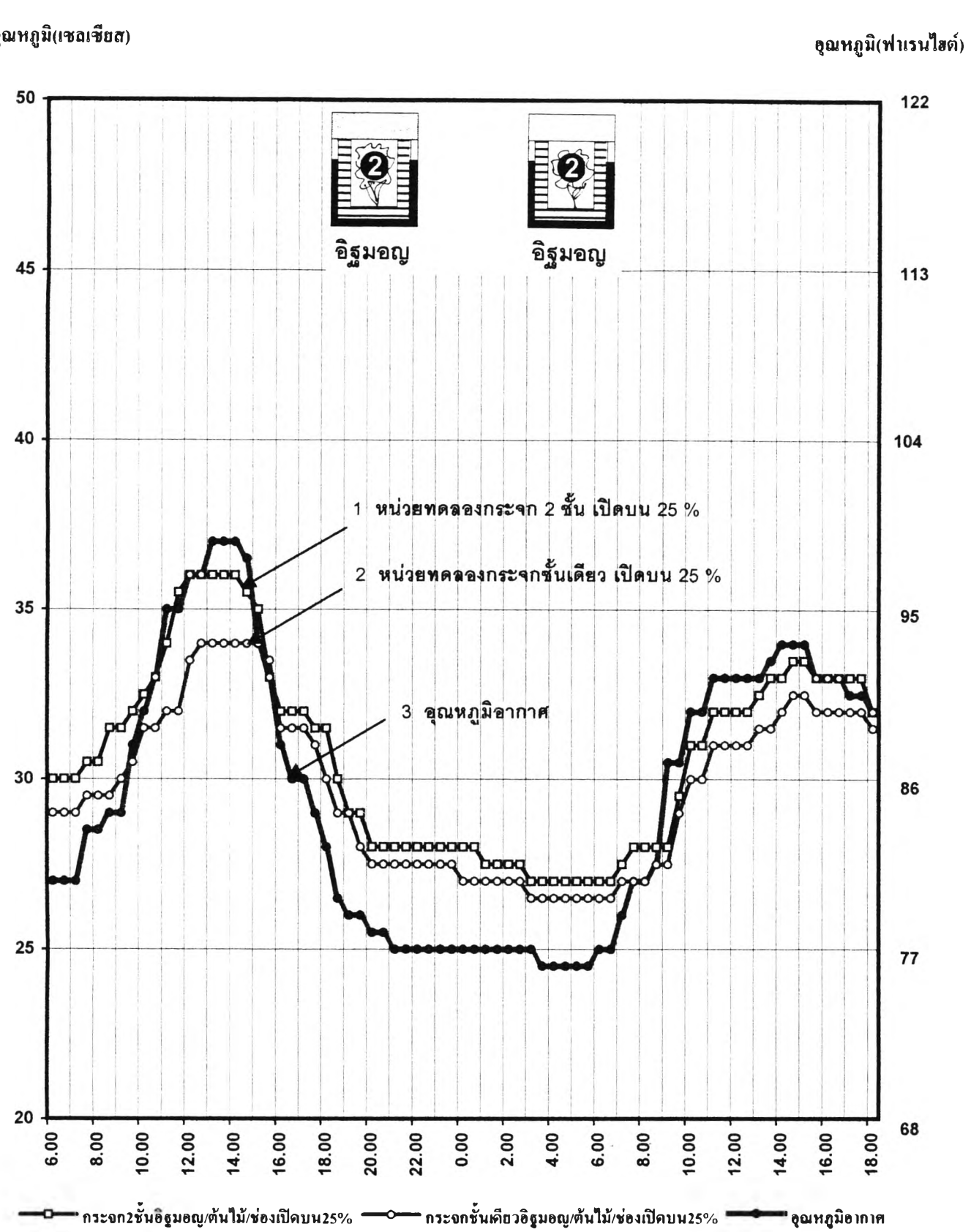
ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดภายในหน่วยทดลองเท่ากับ 7.5°C
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองตลอด 24 ชม. เท่ากับ 28.10°C

จากการทดลองพบว่า สภาพโดยทั่วไปของอุณหภูมิในหน่วยทดลองทั้ง 4 หน่วยทดลองจะมีค่าของอุณหภูมิต่ำกว่าหน่วยทดลองในขั้นตอนที่ 4.1 ประมาณ 3-5°C(แผนภูมิที่ 5.33และ5.34) สิ่งที่เกิดเป็นขึ้นเป็นผลมาจากการระบายความร้อนที่ถูกเก็บกักอยู่ในส่วนบนของหน่วยทดลองจากปรากฏการณ์เรียงตัวของอุณหภูมิและเมื่อพิจารณาถึงอุณหภูมิในช่วงบนของหน่วยทดลอง ที่ได้จากการทดลองในขั้นตอนนี้พบว่า อุณหภูมิในจุดดังกล่าว (IN A-3) กลับลดลงจนอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับอุณหภูมิในจุดอื่นๆของหน่วยทดลอง (IN A-1,2) และอุณหภูมิอากาศ (แผนภูมิที่ 5.35) และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิก็มีความแตกต่างกับการทดลองขั้นตอนที่ 4.1ประมาณ 10-15°C (แผนภูมิที่5.38 และ5.39) ปริมาณของความร้อนจำนวนมากที่ถูกลดลงไปได้มีผลมาจากการมีช่องเปิดในส่วนผนังในส่วนบนถึงแม้จะมีพื้นที่เพียง 25% ของพื้นที่หน้าตัดก็ยังมีประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนดังกล่าวให้เกิดขึ้นได้ซึ่งรวมไปถึงตำแหน่งของช่องเปิดที่สัมพันธ์กันระหว่างความร้อนที่ถูกสะสมไว้ในตำแหน่งดังกล่าวและถูกพัดพาไปโดยกระแสลม

สำหรับการเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างหน่วยทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้นและกระจกชั้นเดียวจะพบว่ามีค่าอุณหภูมิที่ไม่ต่างกันซึ่งจะมีลักษณะคล้ายกับอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในหน่วยทดลองเปิดโล่งที่ไม่มีมวลสารในขั้นตอนที่ 2 ที่แสดงว่าเมื่อมีการถ่ายเทความร้อนออกไปได้อย่างเหมาะสมอิทธิพลจากความแตกต่างของค่าความต้านทานความร้อนที่ต่างระหว่างกระจกทั้ง 2 ชนิดก็จะลดลง

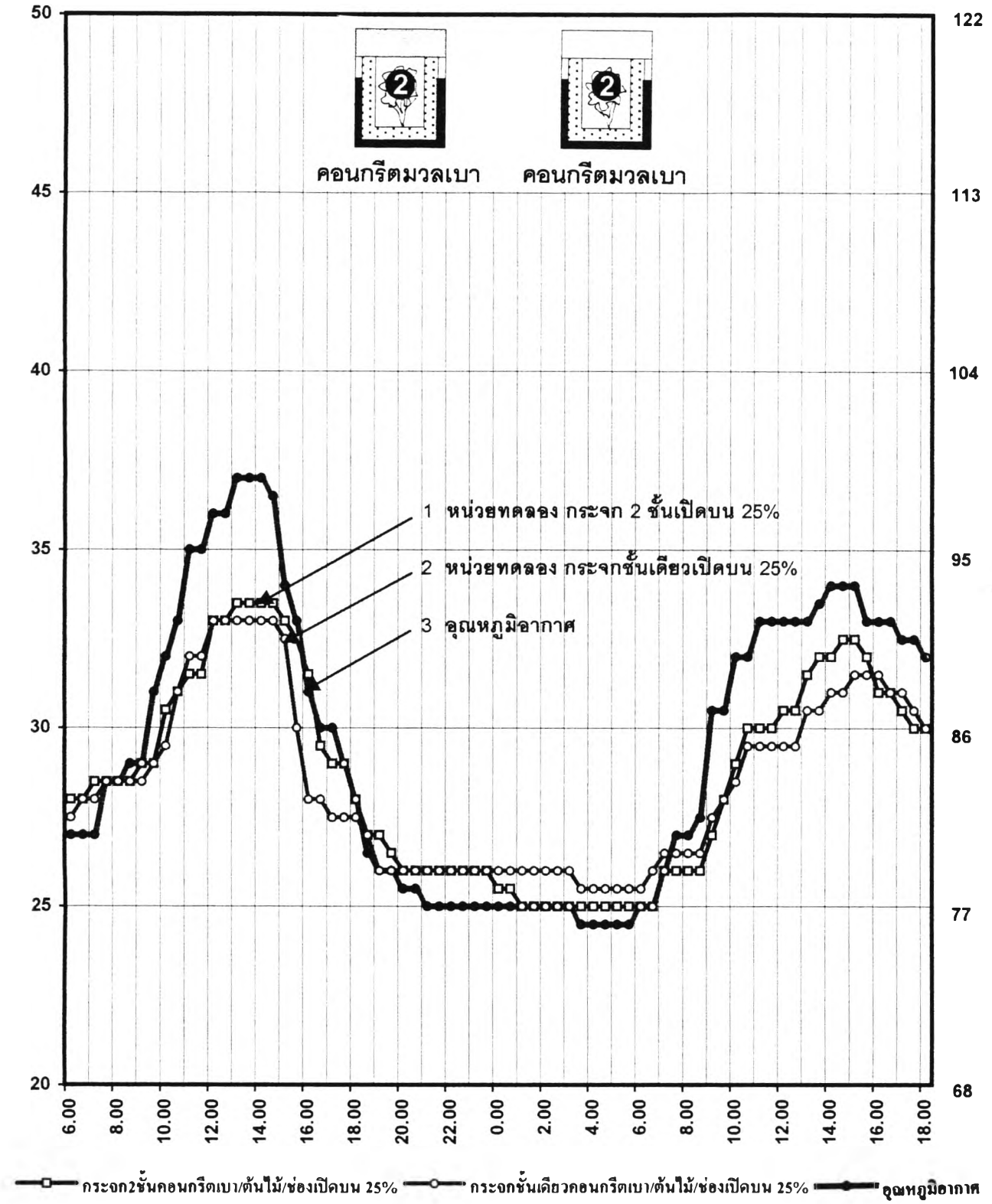
สำหรับในเวลากลางคืนหลังจากไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงแดด สภาพอุณหภูมิก็จะลดต่ำลงเนื่องจากการถ่ายเทรังสีความร้อนสู่สภาพแวดล้อมแต่อุณหภูมิภายในหน่วยทดลองทั้งหมดก็ยังมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศอย่างเห็นได้ชัด(2-3 °C) เช่นเดียวกับการทดลองในขั้นตอนที่ 4.1(5 °C) ซึ่งเกิดจากการคายความร้อนที่สะสมไว้ในมวลสารในเวลากลางวันของมวลสารทั้ง 2 ชนิดประกอบกับพุ่มไม้ใบไม้ของต้นแก้ว ที่เป็นอุปสรรคต่อการถ่ายเทความร้อนกลับสู่สภาพแวดล้อม แต่การมีช่องเปิดระบายความร้อนในส่วนบนนี้เป็นให้ผลอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองทั้ง 4 หน่วยทดลองในขั้นตอนนี้ กับอุณหภูมิอากาศมีความแตกต่าง (variation) น้อยกว่าการทดลองในขั้นตอนที่ 4.1 ซึ่งมีการสะสมความร้อนไว้มากกว่า

5.4.2.3 เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อน ผ่านหน่วยทดลองเปิดมีมวลสารและต้นไม้ ติดตั้งกระจก 2 ชนิดที่มีค่า SC เท่ากันระหว่างกระจก 2 ชั้น ความหนา 233 มม. และกระจกชั้นเดียว ความหนา 6 มม.



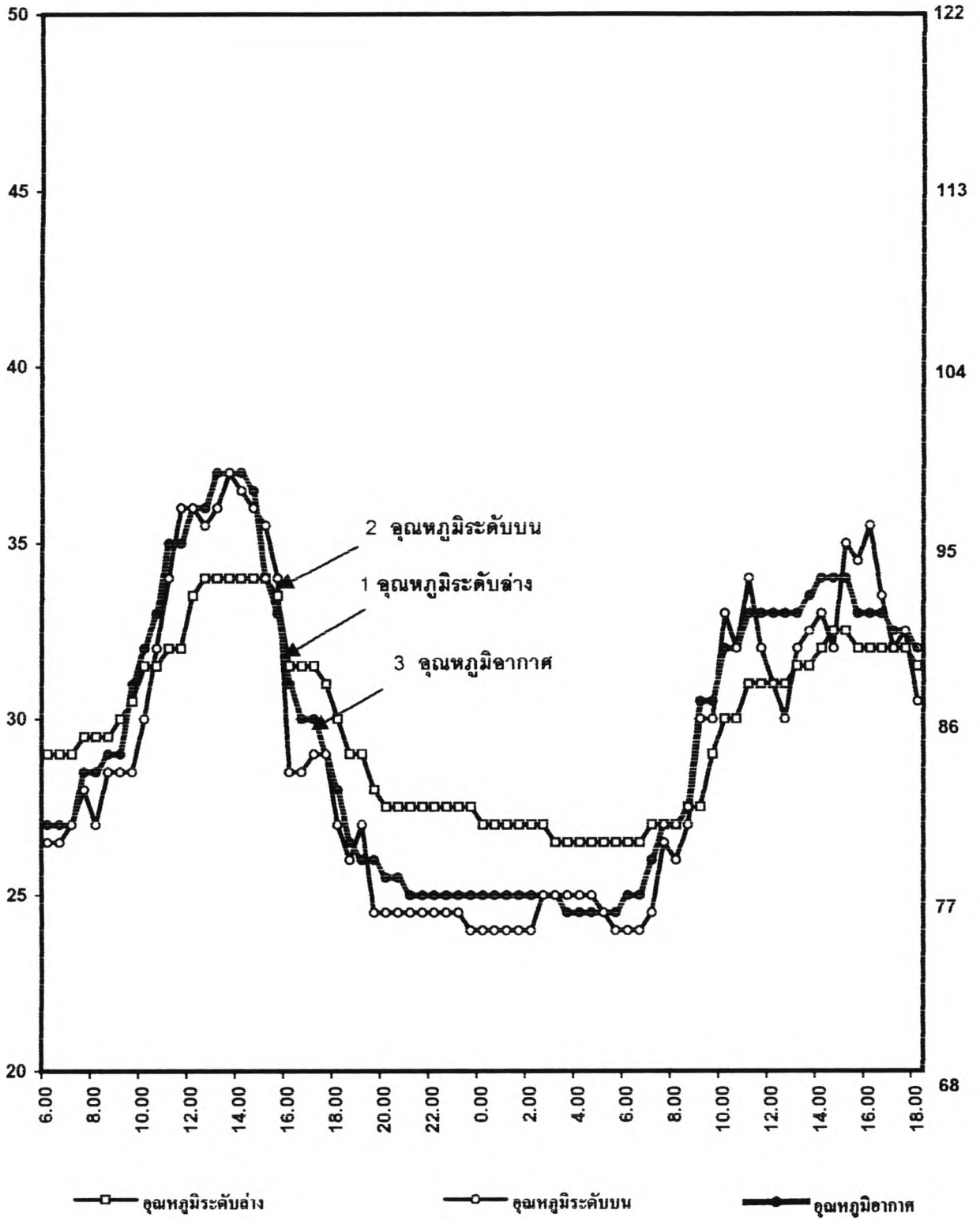
อุณหภูมิอากาศภายในมีมวลสาร/ต้นไม้/ช่องเปิดของกระจก 2 ชั้นและชั้นเดียว

แผนภูมิที่ 5.33 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองเปิดมีมวลสาร(อิฐมอญ) ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = 0.40
เปรียบเทียบหน่วยทดลองเปิดมีมวลสาร (อิฐมอญ) ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีค่า SC=0.40
เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 22 มีนาคม 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 23 มีนาคม 2542 เวลา 18.00 น.



อุณหภูมิอากาศภายในมีมวลสาร/ต้นไม้/ช่องเปิด ของกระจก 2 ชั้นและชั้นเดียว

แผนภูมิที่ 5.34 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองเปิดมีมวลสาร(คอนกรีตมวลเบา) และต้นไม้ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = 0.40 เปรียบเทียบหน่วยทดลองเปิดมีมวลสาร (คอนกรีตมวลเบา)และต้นไม้ ติดตั้งกระจกชั้นเดียวมีค่า SC=0.40 เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 22 มีนาคม 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 23 มีนาคม 2542 เวลา 18.00 น.



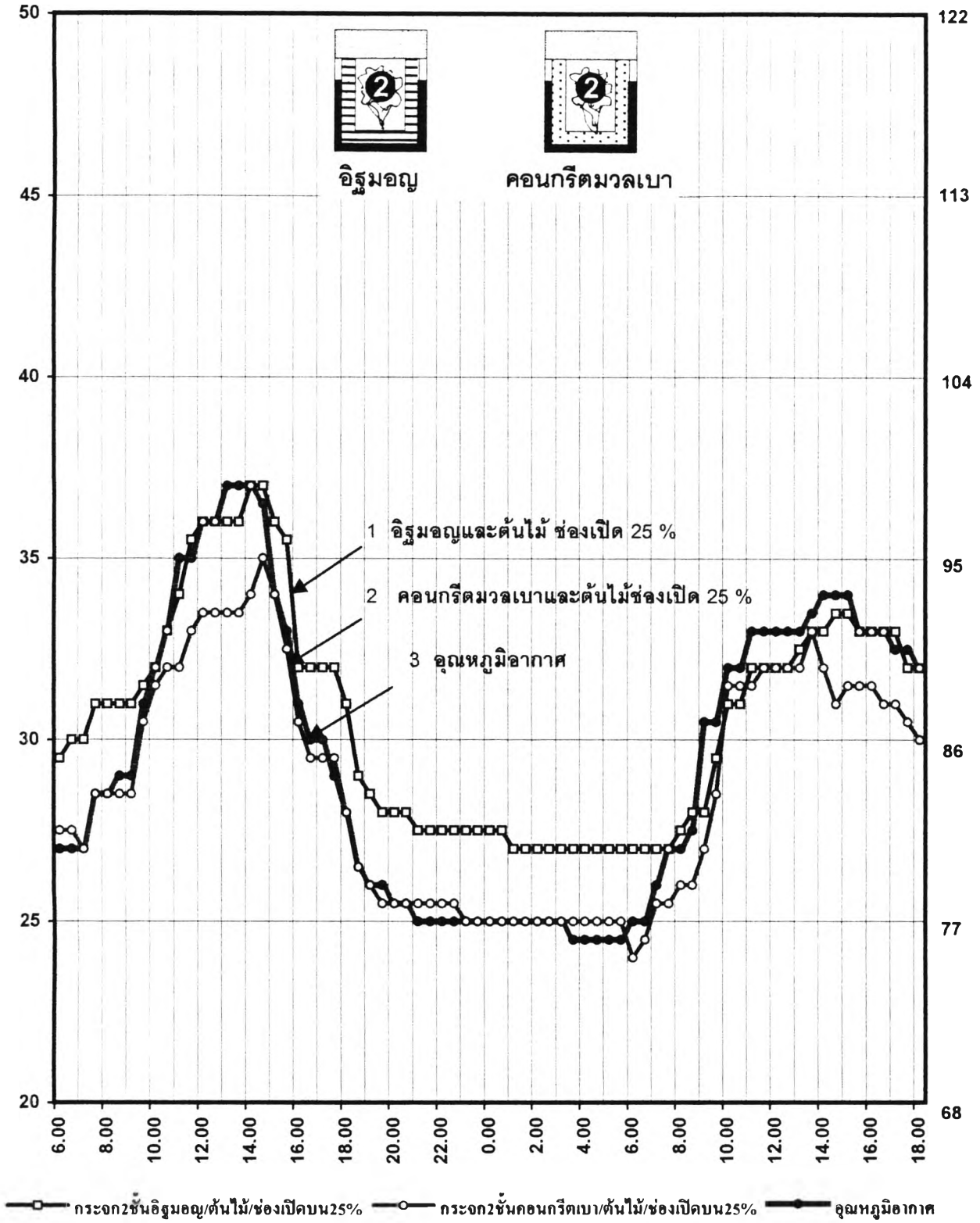
อุณหภูมิอากาศภายในมีมวลสาร/ต้นไม้/ช่องเปิด ของกระจก ชั้นเดียว

แผนภูมิที่ 5.35 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองเปิดมีมวลสาร(คอนกรีตมวลเบา) ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีค่า SC = 0.40 เปรียบเทียบอุณหภูมิตามระดับความสูงกับอุณหภูมิอากาศ

เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 22 มีนาคม 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 23 มีนาคม 2542 เวลา 18.00 น.

อุณหภูมิ(เซลเซียส)

อุณหภูมิ(ฟาเรนไฮต์)

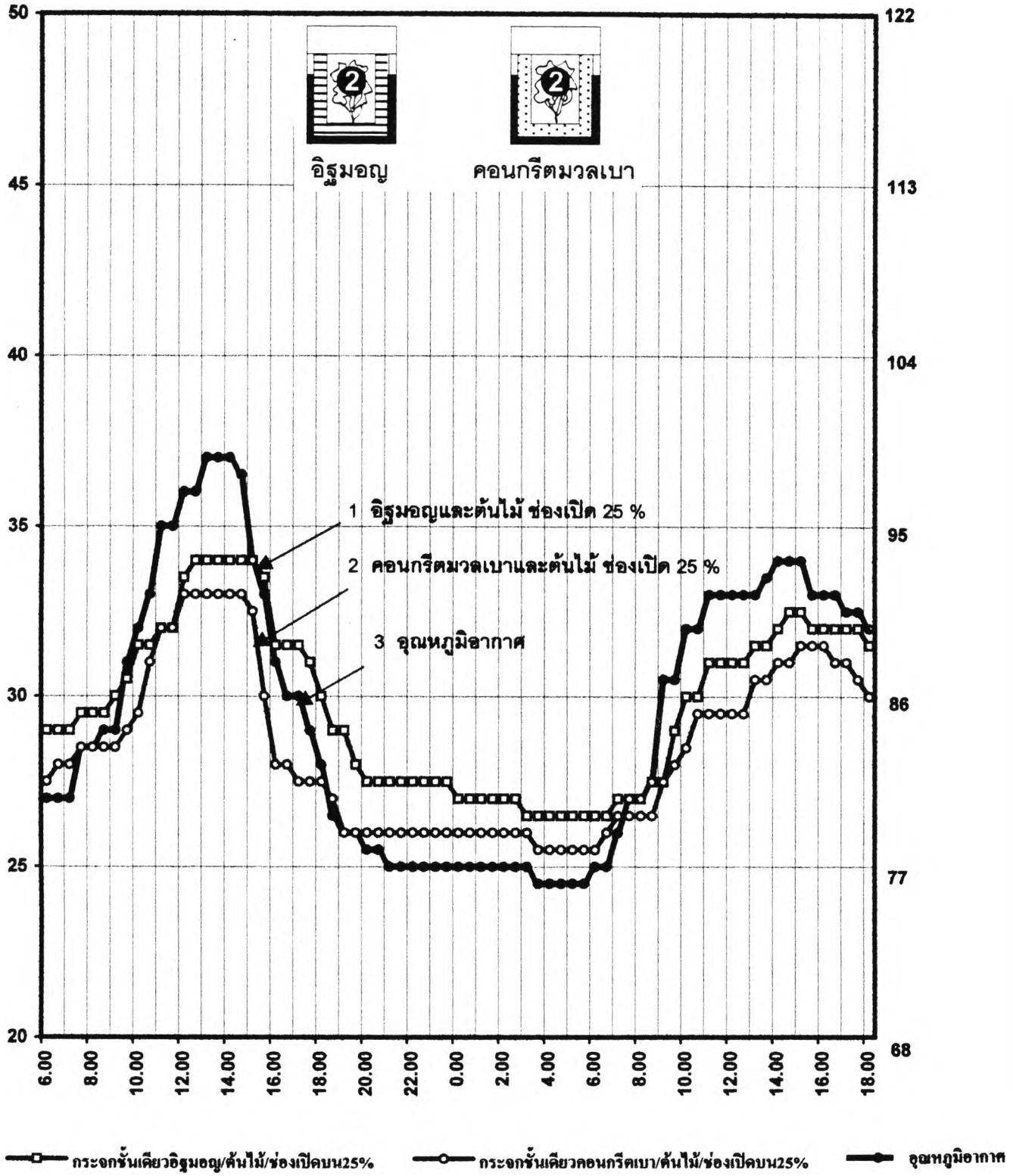


อุณหภูมิอากาศภายในมีมวลสาร/ต้นไม้/ช่องเปิด ของกระจก 2 ชั้น

แผนภูมิที่ 5.36 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองเปิดมีมวลสาร(อิฐมอญ) ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = 0.40 เปรียบเทียบหน่วยทดลองเปิดมีมวลสาร (คอนกรีตมวลเบา) ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีค่า SC=0.40 เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 22 มีนาคม 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 23 มีนาคม 2542 เวลา 18.00 น.

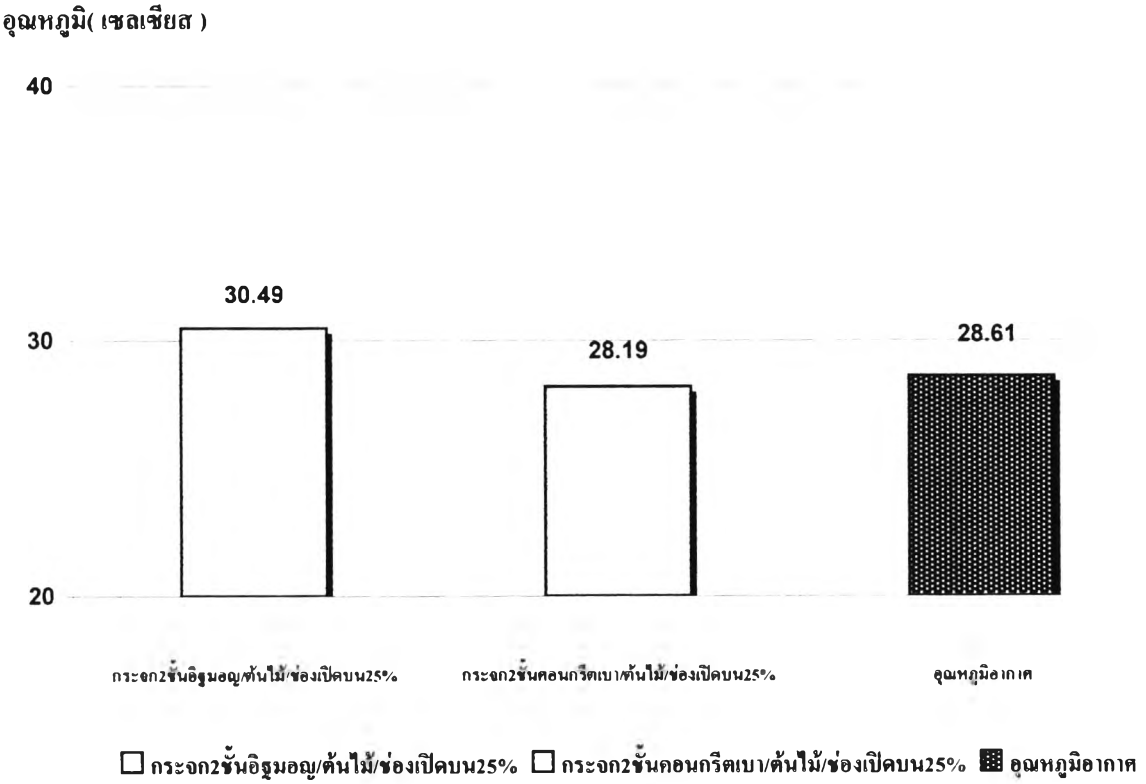
อุณหภูมิ(เซลเซียส)

อุณหภูมิ(ฟาเรนไฮต์)



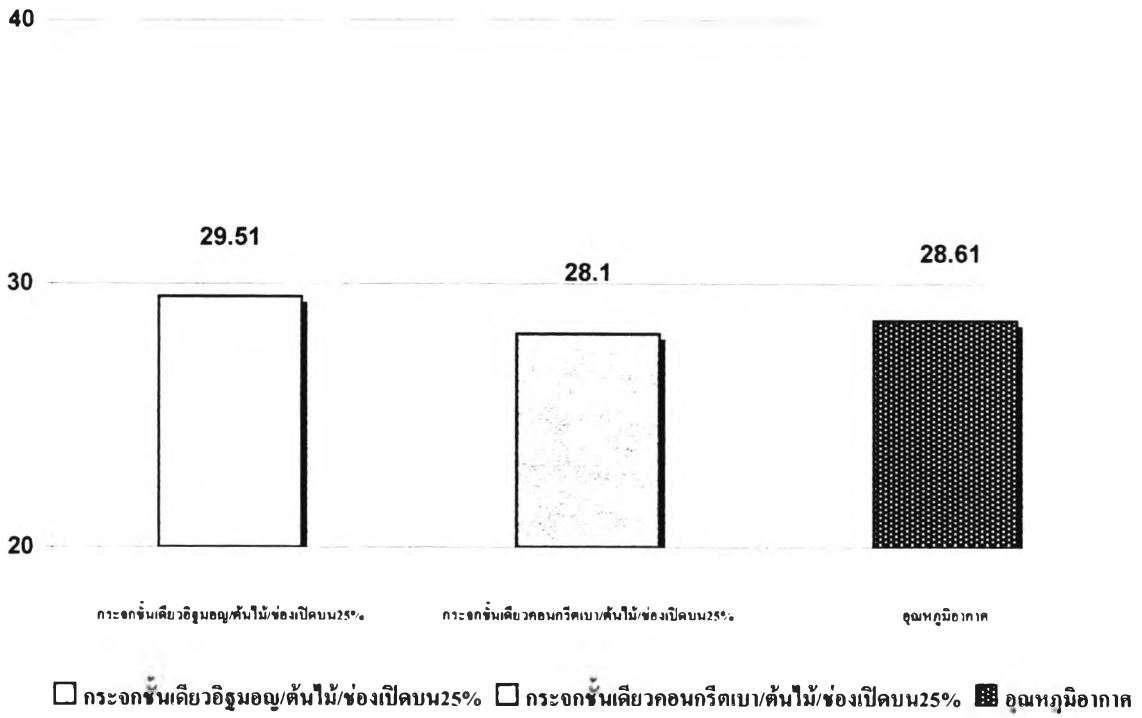
อุณหภูมิอากาศภายในมีมวลสาร/ต้นไม้/ช่องเปิด ของกระจก ชั้นเดียว

แผนภูมิที่ 5.37 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองเปิดมีมวลสาร(อิฐมอญ) ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีค่า SC = 0.40
เปรียบเทียบหน่วยทดลองเปิดมีมวลสาร (คอนกรีตมวลเบา) ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีค่า SC=0.40
เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 22 มีนาคม 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 23 มีนาคม 2542 เวลา 18.00 น.



อุณหภูมิอากาศภายในเฉลียมีมวลสาร/ต้นไม้ และช่องเปิด ของกระจก 2 ชั้น

แผนภูมิที่ 5.38 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองเปิดมีมวลสารและต้นไม้ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = 0.40 เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 22 มีนาคม 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 23 มีนาคม 2542 เวลา 05.30 น.



อุณหภูมิอากาศภายในเฉลี่ยมีมวลสาร/ต้นไม้ และช่องเปิด ของกระจก ชั้นเดียว

แผนภูมิที่ 5.39 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองเปิดมีมวลสารและต้นไม้ติดตั้งกระจก ชั้นเดียว มีค่า SC = 0.40 เก็บข้อมูลตังแต่วันที 22 มีนาคม 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที 23 มีนาคม 2542 เวลา 05.30 น.

จากหน่วยทดลองในขั้นตอนที่ 4.2 ทำการปรับสภาพผนังหน่วยทดลองที่ 3-6 ให้มีลักษณะเปิดโล่งทั้ง 2 ด้านหน้าให้ระบายความร้อนได้มากที่สุดโดยคงตำแหน่งตัวบันทึกข้อมูลไว้ในตำแหน่งเดิมหลังจากนั้น เริ่มทำการบันทึกข้อมูลตั้งแต่เวลา 6.00 น. ของวันที่ 22 เมษายน 2542 จนถึงวันที่ 23 เมษายน 2542 เป็นเวลา 36 ชั่วโมงต่อเนื่องกัน(รูปที่ 5.15และ5.16)เพื่อทดสอบความแตกต่างของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองกระจก 2 ชนิดที่มีมวลสารต้นไม้ และช่องเปิดผนังโล่งประกอบกัน โดยควบคุมให้หน่วยทดลองทั้งหมดได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมเหมือนกันทุกประการ

กระจก 2 ชั้น ความหนา 23 มม. ช่องเปิดผนัง 100%

ก. มวลสารอิฐมอญและต้นไม้

มีค่าอุณหภูมิภายในสูงสุดเท่ากับ 36°C เวลา 14.30 น.

มีค่าอุณหภูมิภายในต่ำสุดเท่ากับ 24.5°C เวลา 06.00 น.

ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดภายในหน่วยทดลองเท่ากับ11.5 °C

ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองตลอด 24 ชม. เท่ากับ 30.19 °C

ข. มวลสารคอนกรีตเบาและต้นไม้

มีค่าอุณหภูมิภายในสูงสุดเท่ากับ 35 °C เวลา 14.30 น.

มีค่าอุณหภูมิภายในต่ำสุดเท่ากับ 24.5 °C เวลา 06.00 น.

ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดภายในหน่วยทดลองเท่ากับ 10.5 °C

ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองตลอด 24 ชม. เท่ากับ 29..10 °C

กระจกชั้นเดียวความหนา 6 มม. ช่องเปิดผนัง 100%

ก. มวลสารอิฐมอญและต้นไม้

มีค่าอุณหภูมิภายในสูงสุดเท่ากับ 34.5 °C เวลา 14.30 น.

มีค่าอุณหภูมิภายในต่ำสุดเท่ากับ 24 °C เวลา 04.00 น.

ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดภายในหน่วยทดลองเท่ากับ10.5 °C

ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองตลอด 24 ชม. เท่ากับ 29.76 °C

ข. มวลสารคอนกรีตเบาและต้นไม้

มีค่าอุณหภูมิภายในสูงสุด 34.5 °C เวลา 14.30 น.

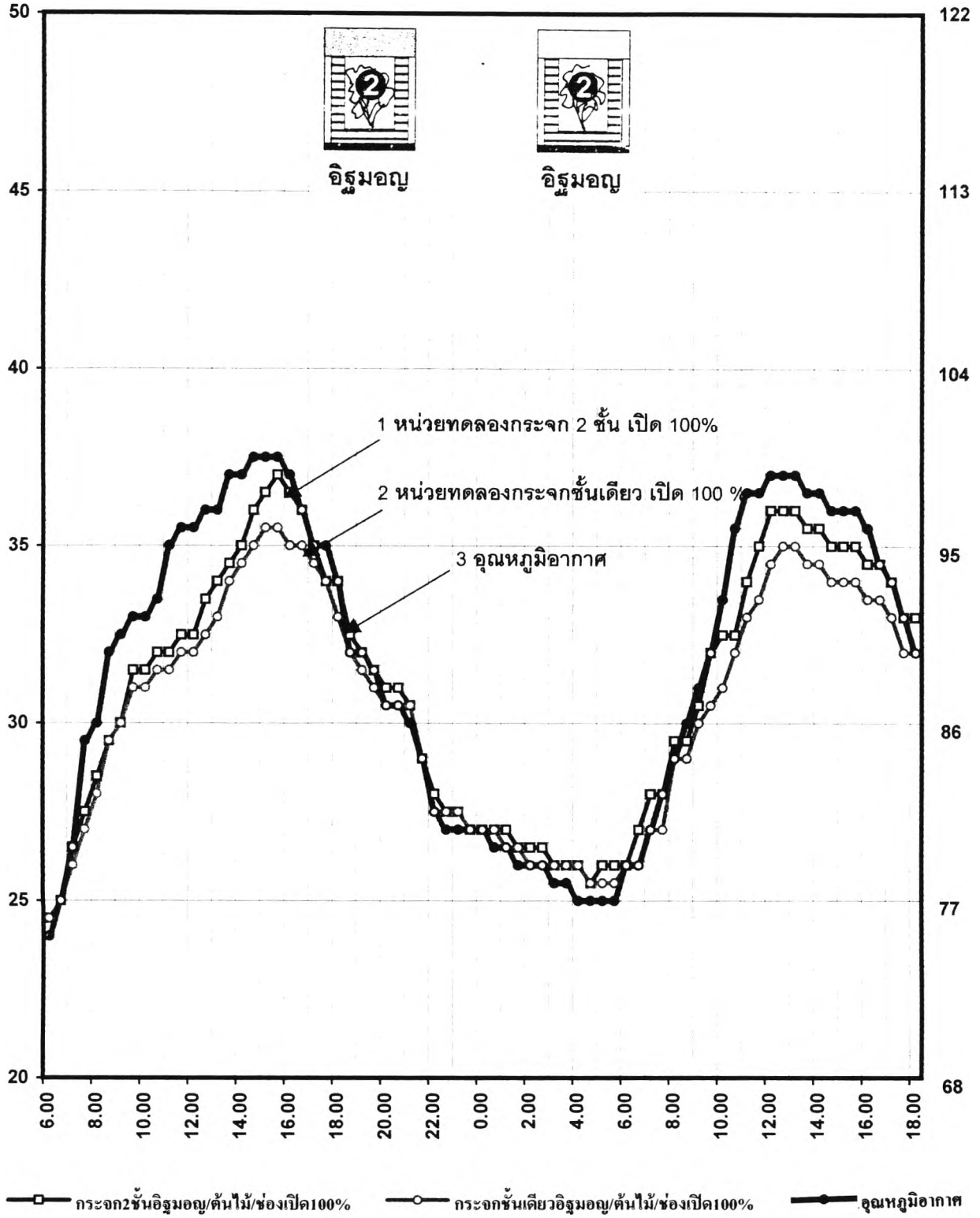
มีค่าอุณหภูมิภายในต่ำสุด24.5 °C เวลา 04.00 น.
ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดภายในหน่วยทดลองเท่ากับ 10 °C
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองตลอด 24 ชม. เท่ากับ 29.19 °C

การทดลองในขั้นตอนนี้เป็นการนำข้อดีของการมีช่องเปิดโล่งในส่วนผนังช่วยในการระบายความร้อนให้กลับสู่สภาพแวดล้อมได้อย่างรวดเร็วเพื่อแก้ปัญหาจากการทดลองขั้นตอนที่ 4.1 และ4.2โดยเฉพาะในเวลากลางคืนที่มีการคายความร้อนจากมวลสารและอุปสรรคจากการถ่ายเทความร้อนของใบไม้ จนทำให้สภาพอุณหภูมิภายในมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศอย่างชัดเจน แต่สภาพที่เกิดขึ้นในการทดลองนี้ อุณหภูมิภายในหน่วยทดลองทั้งกลางวันและกลางคืนจะมีค่าใกล้เคียงกันทุกจุดของหน่วยทดลอง(แผนภูมิที่ 5.40 , 5.41 และ 5.42) แต่อย่างไรก็ตามจุดที่มีค่าอุณหภูมิต่ำสุดในช่วงกลางวัน ก็ยังเป็นจุดที่ต่ำสุดของหน่วยทดลอง(IN A-1และ IN A-2) ซึ่งต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 2-3 °C ด้วยประสิทธิภาพในการกรองแสงและคายน้ำของต้นไม้เอง และผนวกเข้ากับการระบายความร้อนจากช่องเปิดโล่งในส่วนผนังทำให้ไม่มีการสะสมความร้อนไว้ในมวลสารทั้งเวลากลางวันและกลางคืนเหมือนในหน่วยทดลองปิด รวมทั้งการมีช่องเปิดในส่วนผนังก็จะช่วยลดความร้อนที่เกิดจากการสะสมของมวลสารในเวลากลางวันได้เป็นอย่างดี ดังจะเห็นได้จากค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองทั้งหมดที่มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศประมาณ 1-2 °C(แผนภูมิที่ 5.45และ 5.46)

จากการทดลองนี้จะแสดงให้เห็นผลที่ชัดเจนของการผสมผสานข้อดีของแต่ละตัวแปรในการลดความร้อนมาเลือกใช้อย่างเหมาะสมตามช่วงเวลาต่างๆของวันว่าตัวแปรเหล่านั้นหากนำมาใช้อย่างถูกต้องแล้วก็จะสามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาและการออกแบบที่ดีได้ต่อไป

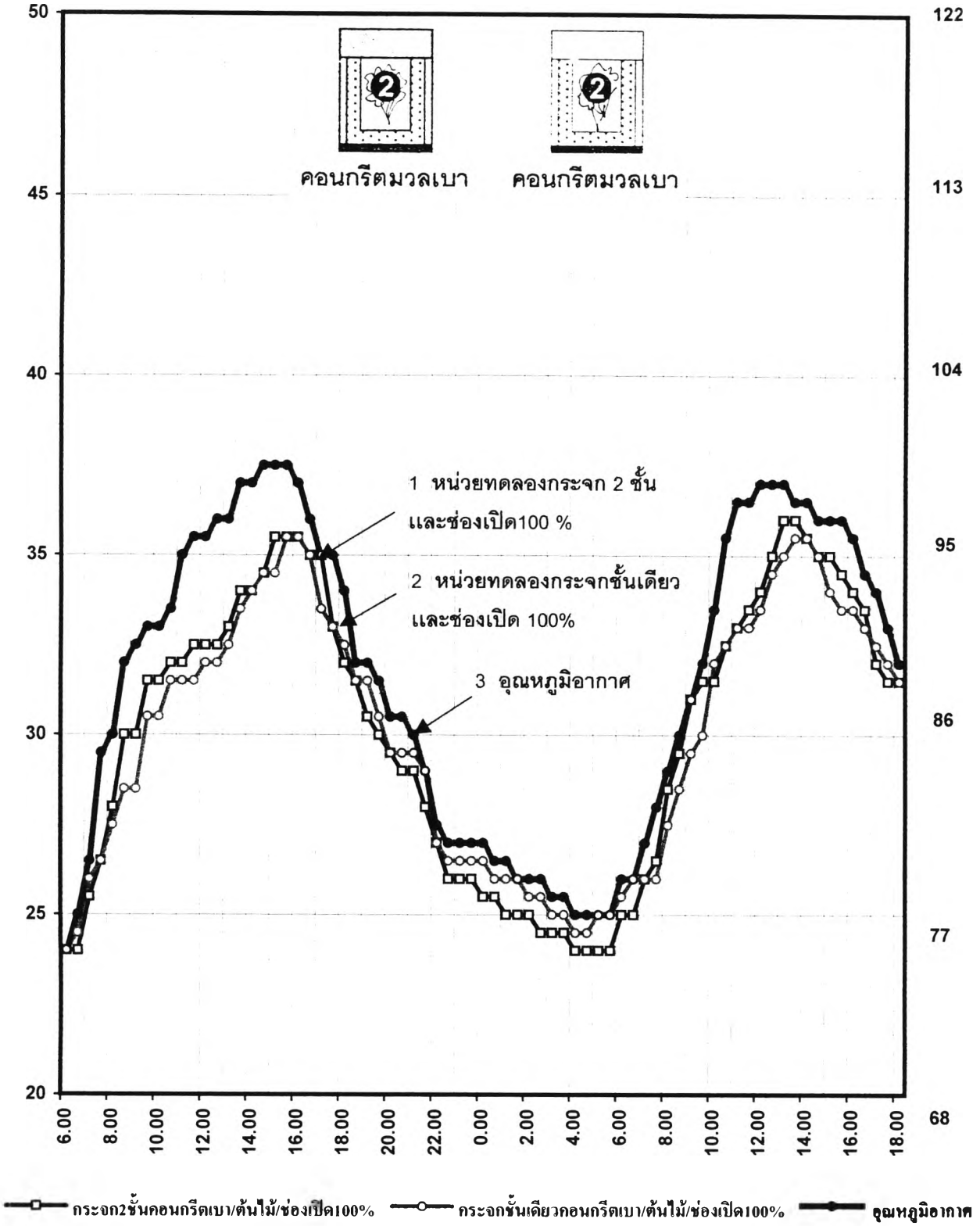
อุณหภูมิ(เซลเซียส)

อุณหภูมิ(ฟาเรนไฮต์)



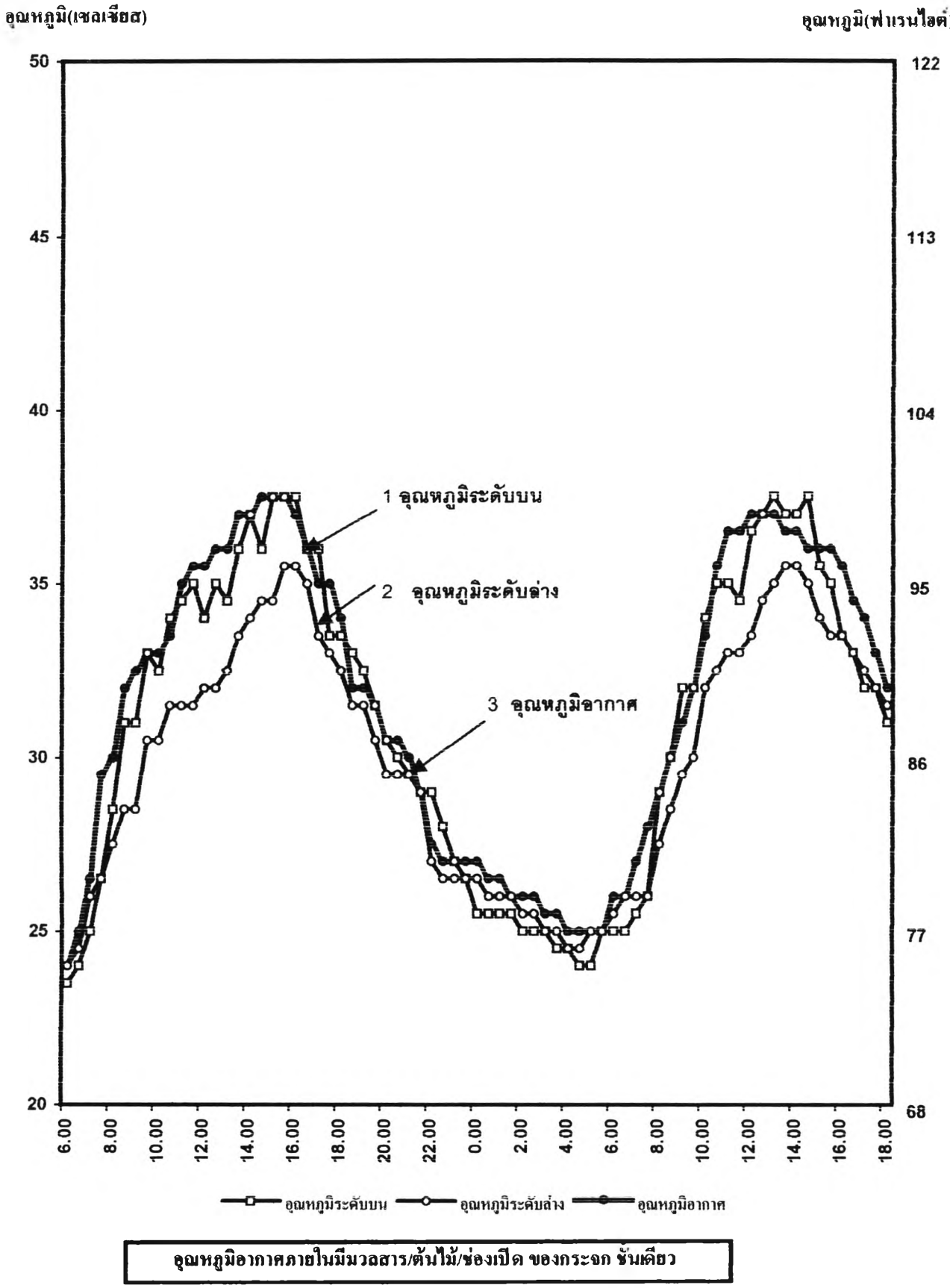
อุณหภูมิอากาศภายในมีมวลสาร/ต้นไม้/ช่องเปิดของกระจก 2 ชั้น และ ชั้นเดียว

แผนภูมิที่ 5.40 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองเปิดมีมวลสาร(อิฐมอญ)และต้นไม้ ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = 0.40
เปรียบเทียบหน่วยทดลองมีมวลสาร (อิฐมอญ)และต้นไม้ ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีค่า SC=0.40
เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 9 เมษายน 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 10 เมษายน 2542 เวลา 18.00 น.

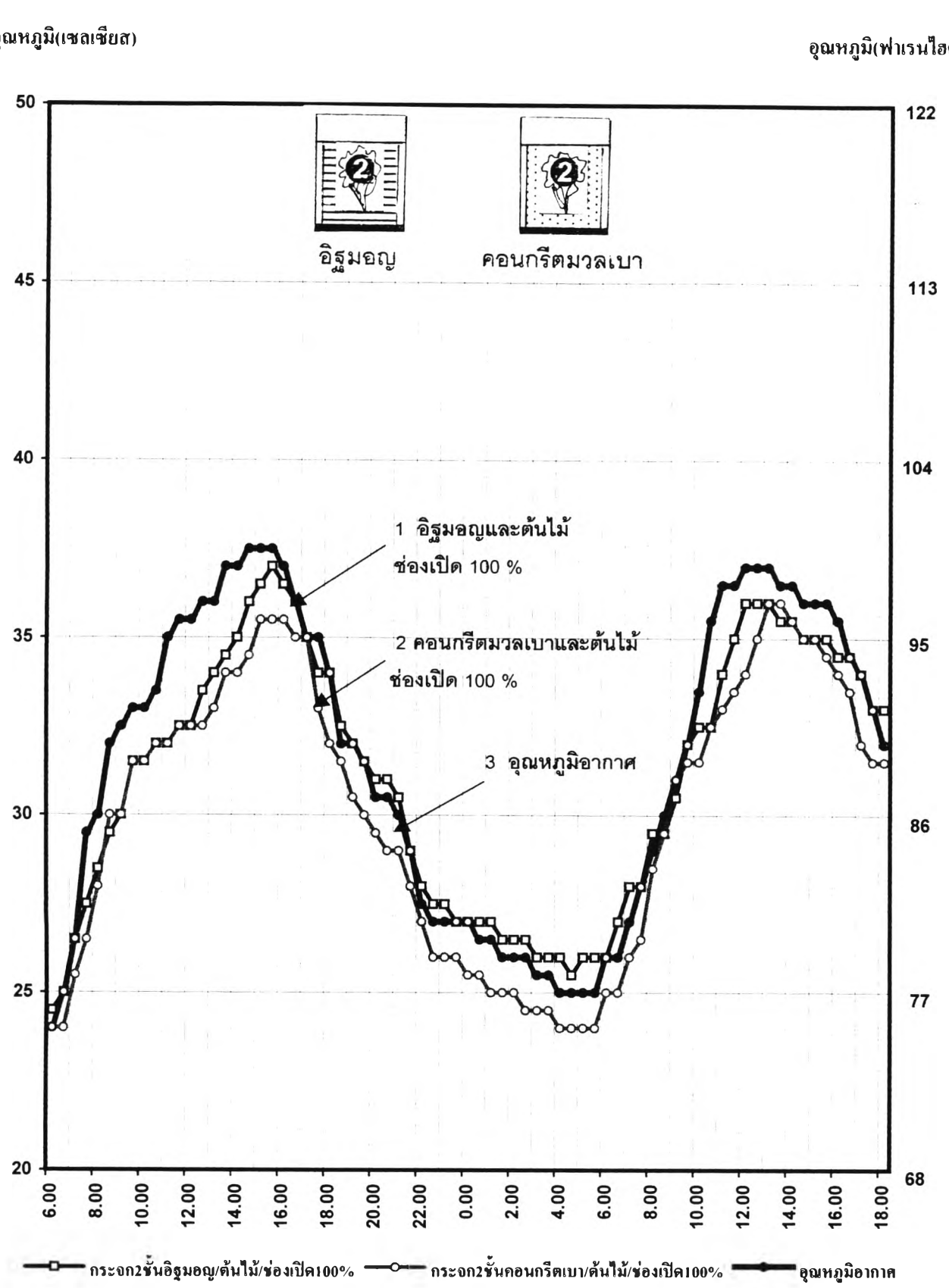


อุณหภูมิอากาศภายในมีมวลสาร/ต้นไม้/ช่องเปิดของกระจก 2 ชั้น และ ชั้นเดียว

แผนภูมิที่ 5.41 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองเปิดมีมวลสาร(คอนกรีตมวลเบา) และต้นไม้ ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = เปรียบเทียบหน่วยทดลองเปิดมีมวลสาร (คอนกรีตมวลเบา)และต้นไม้ ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีค่า SC=0.40 เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 9 เมษายน 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 10 เมษายน 2542 เวลา 18.00 น.

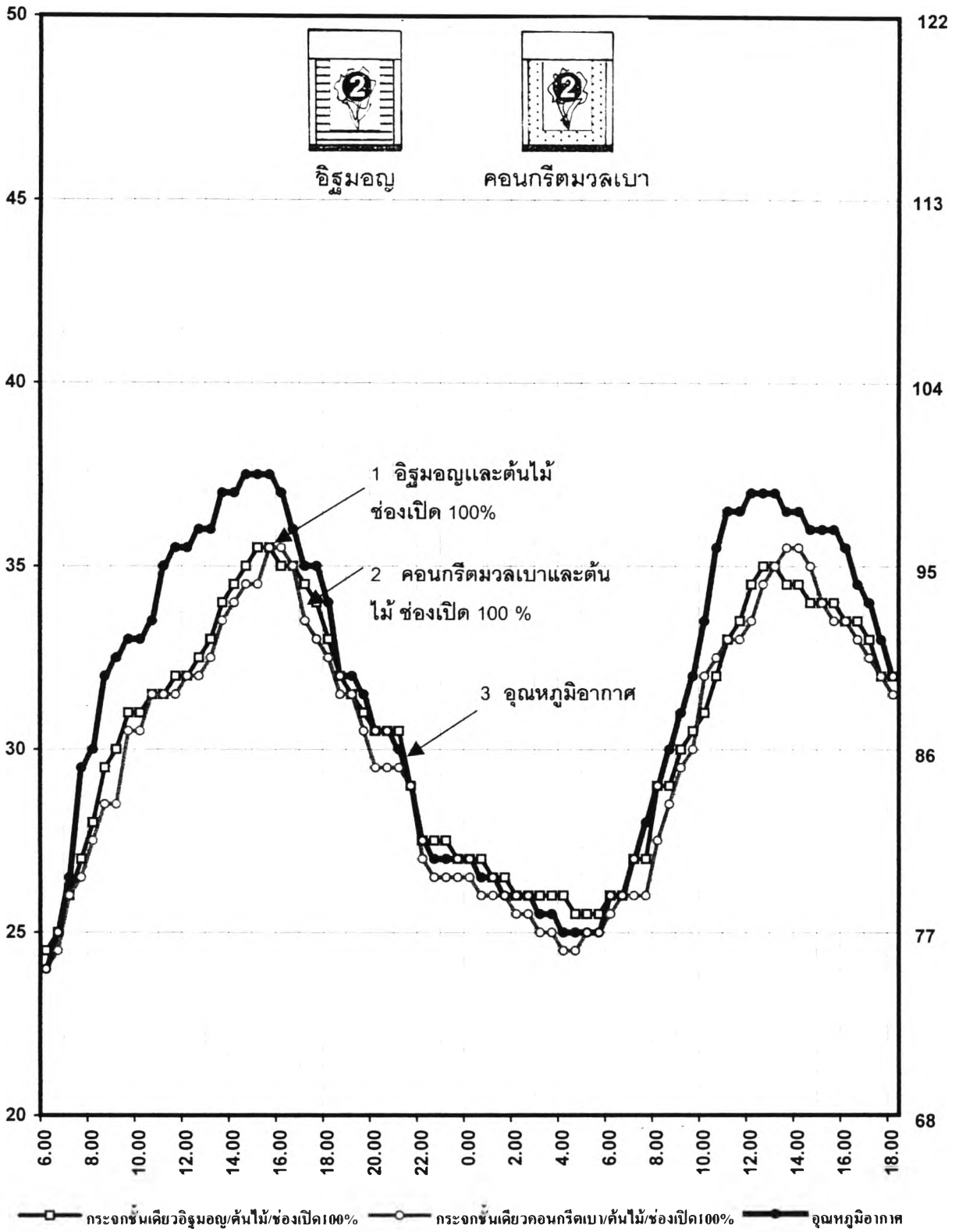


แผนภูมิที่ 5.42 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองเปิดมีมวลสาร(คอนกรีตมวลเบา)และต้นไม้ติดตั้งกระจกชั้นเดียวมีค่าSC = 0.
เปรียบเทียบอุณหภูมิตามระดับความสูงกับอุณหภูมิอากาศ
เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 9เมษายน 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 10 เมษายน 2542 เวลา 18.00 น.



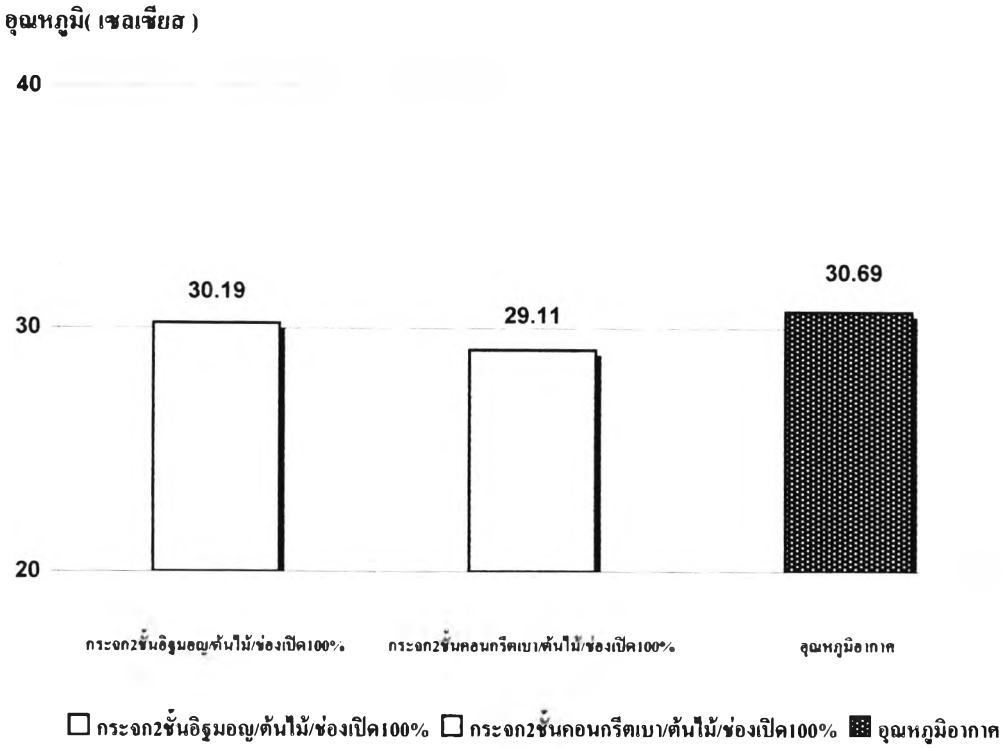
อุณหภูมิอากาศภายในมีมวลสาร/ต้นไม้/ช่องเปิด ของกระจก 2 ชั้น

<u>แผนภูมิที่ 5.43</u> แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองเปิดมีมวลสาร(อิฐมอญ)และต้นไม้ ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = 0.40 เปรียบเทียบหน่วยทดลองเปิดมีมวลสาร (คอนกรีตมวลเบา) และต้นไม้ ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีค่า SC=0.40 เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 22 เมษายน 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 23 เมษายน 2542 เวลา 18.00 น.



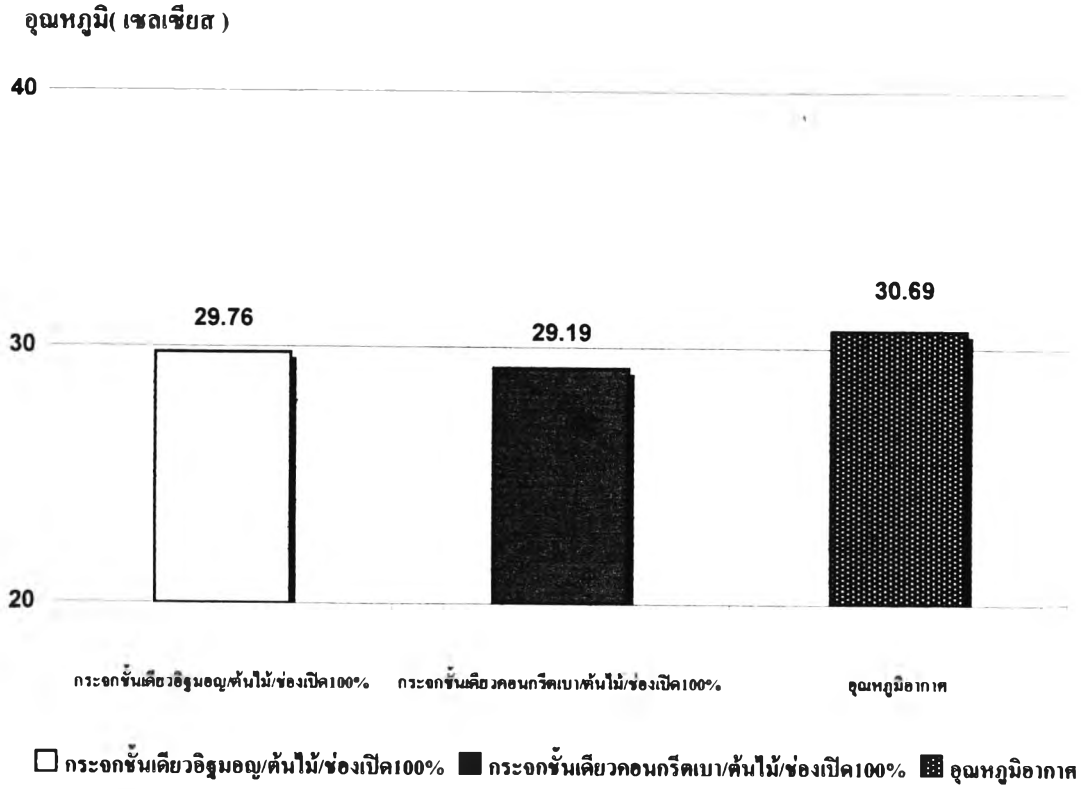
อุณหภูมิอากาศภายในมีมวลสาร/ต้นไม้/ช่องเปิดของกระจกชั้นเดียว

แผนภูมิที่ 5.44 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองเปิดมีมวลสาร(อิฐมอญ)และต้นไม้ ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีค่า SC = 0.40 เปรียบเทียบหน่วยทดลองเปิดมีมวลสาร (คอนกรีตมวลเบา)และต้นไม้ ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีค่า SC=0.40 เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 9เมษายน 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 10 เมษายน 2542 เวลา 18.00 น.



อุณหภูมิอากาศภายในเฉลี่ยมีมวลสาร/ต้นไม้ และช่องเปิด ของกระจก 2 ชั้น

แผนภูมิที่ 5.45 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองเปิดมีมวลสารและต้นไม้ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = 0.40 เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 9 เมษายน 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 10 เมษายน 2542 เวลา 05.30 น.



อุณหภูมิอากาศภายในเฉลี่ยมีมวลสาร/ต้นไม้ และช่องเปิด ของกระจกชั้นเดียว

แผนภูมิที่ 5.46 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองมีมวลสารและต้นไม้ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีค่า SC = 0.4(

เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 9 เมษายน 2542 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 10 เมษายน 2542 เวลา 05.30 น.