บทที่ 4

การวิเคราะห์ผลการทดสอบอิทธิพลของมวลสารภายใน ชนิดของกระจก และช่องแสงด้านข้างที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรง โดยการหมุนหลบ ต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร

4.1 การทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือที่ใช้วัดค่าอุณหภูมิ

การทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือที่ใช้วัดค่าอุณหภูมิ สำหรับการทดสอบในขั้นตอนที่ 1 จากระเบียบวิธีวิจัย ได้ทำการทดสอบเทอร์มิสเตอร์จำนวน 20 ตัว ในห้องที่มีการควบคุมอุณหภูมิอากาศคงที่ กำหนดให้อ่านค่าทุก ๆ 5 วินาที เก็บข้อมูลเป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอย (Regression) เพื่อหาค่าคงที่และค่า Slope ของแต่ละหัวเทอร์มิสเตอร์ สำหรับนำมาใส่ลงใน Software เพื่อปรับค่าอุณหภูมิที่อ่านได้ให้มีค่าใกล้เคียงกัน

Sensor	Y	X	Slope (b)	Offset (a)	a + bX
Sensor 1	25.2	25.92	1.071	-2.56	25.2
Sensor 2	25.2	25.65	0.957	0.65	25.2
Sensor 3	25.2	25.68	0.804	4.55	25.2
Sensor 4	25.2	25.26	0.837	4.06	25.2
Sensor 5	25.2	25.57	0.896	2.29	25.2
Sensor 6	25.2	25.76	0.927	1.32	25.2
Sensor 7	25.2	26.12	0.827	3.6	25.2
Sensor 8	25.2	25.76	0.879	2.56	25.2
Sensor 9	25.2	26.94	0.814	3.27	25.2
Sensor 10	25.2	27.19	0.866	1.65	25.2
Sensor 11	25.2	28.52	0.867	0.47	25.2
Sensor 12	25.2	25.38	0.962	0.78	25.2
Sensor 13	25.2	27.58	1.028	-3.15	25.2

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าอุณหภูมิที่หัวเทอร์มิสเตอร์แต่ละตัวอ่านค่าได้
หลังจากใส่ค่าคงที่ ค่า Offset และค่า Slope ลงไปใน Software แล้ว

Sensor	Y	X	Slope (b)	Offset (a)	a + bX
Sensor 14	25.2	28.51	1.021	-3.91	25.2
Sensor 15	25.2	28.61	0.969	-2.52	25.2
Sensor 16	25.2	24.5	0.97	1.44	25.2
Sensor 17	25.2	26.05	1.005	-0.98	25.2
Sensor 18	25.2	26.43	0.985	-0.83	25.2
Sensor 19	25.2	26.56	0.915	0.9	25.2
Sensor 20	25.2	25.53	0.949	0.97	25.2

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) แสดงค่าอุณหภูมิที่หัวเทอร์มิสเตอร์แต่ละตัวอ่านค่าได้
หลังจากใส่ค่าคงที่ ค่า Offset และค่า Slope ลงไปใน Software แล้ว

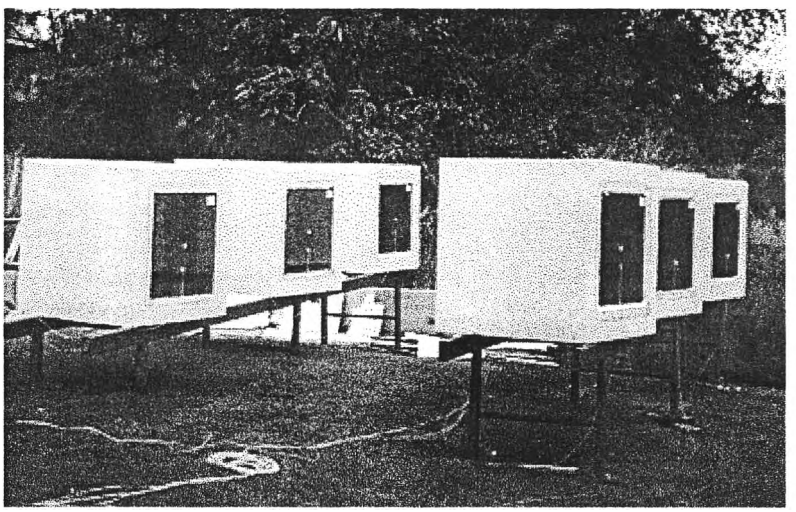
4.2 การทดสอบและวิเคราะห์ผลกระทบของมวลสารภายในต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของช่องแสงด้านข้างที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดเท่ากัน

การทดสอบในหัวข้อนี้ประกอบด้วยขั้นตอนที่ 2 (หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศใต้)และขั้นตอนที่ 3 (หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศเหนือ)

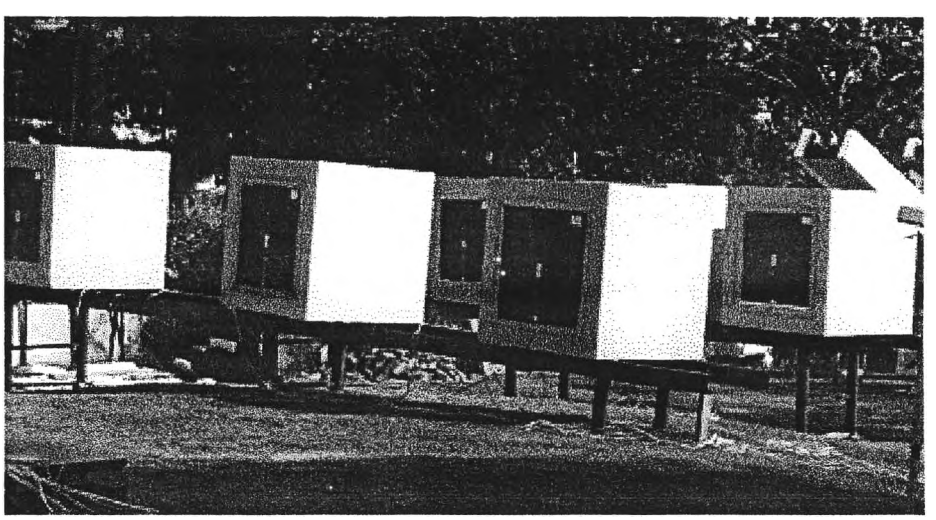
หลังจากทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือที่ใช้วัดค่าอุณหภูมิให้มีคุณสมบัติเท่าเทียมกันและเชื่อถือได้แล้ว จึงเริ่มทำการทดสอบตัวแปรที่ 1 คือมวลสารภายใน ใช้อิฐมอญเป็นตัวแทนของมวลสารภายใน เปรียบเทียบมวลสารภายในระหว่างไม่มีมวลสารภายใน มวลสารภายในน้อย และมวลสารภายในมาก โดยทดสอบกับกระจก 2 ชนิดคือ กระจกชั้นเดียวสีชาและกระจก 2 ชั้นแบบ Heat Stop Premium โดยกระจกทั้ง 2 ชนิดนี้มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดเท่ากันคือ 0.41 อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบคือ กล่องทดสอบจำนวน 6 กล่อง ที่ใช้ทดสอบในวัน เวลา และสถานที่เดียวกัน การทดลองตั้งแต่ขั้นตอนนี้ จะทำการทดลองท่ามกลางสภาพแวดล้อมภายนอก ซึ่งเป็นการจำลองสภาพการเปลี่ยนแปลงของอิทธิพลต่าง ๆ เช่น กระแสลม แสงแดด ฯลฯ หันช่องแสงด้านข้างของกล่องทดลองทั้ง 6 กล่องไปทางทิศใต้ เมื่อทำการเก็บข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงหันช่องแสงด้านข้างของกล่องทดลองทั้งหมดไปทางทิศเหนือเพื่อเก็บข้อมูลอีกชุดหนึ่ง รายละเอียดของกล่องทดลองทั้ง 6 กล่องมีดังนี้

กล่องทดลองที่ 1 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว ไม่มีมวลสารภายใน
กล่องทดลองที่ 2 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีมวลสารภายในน้อยน้ำหนักประมาณ 112.5 กก.
กล่องทดลองที่ 3 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีมวลสารภายในมากน้ำหนักประมาณ 225 กก.
กล่องทดลองที่ 4 ติดตั้งกระจก 2 ชั้น ไม่มีมวลสารภายใน

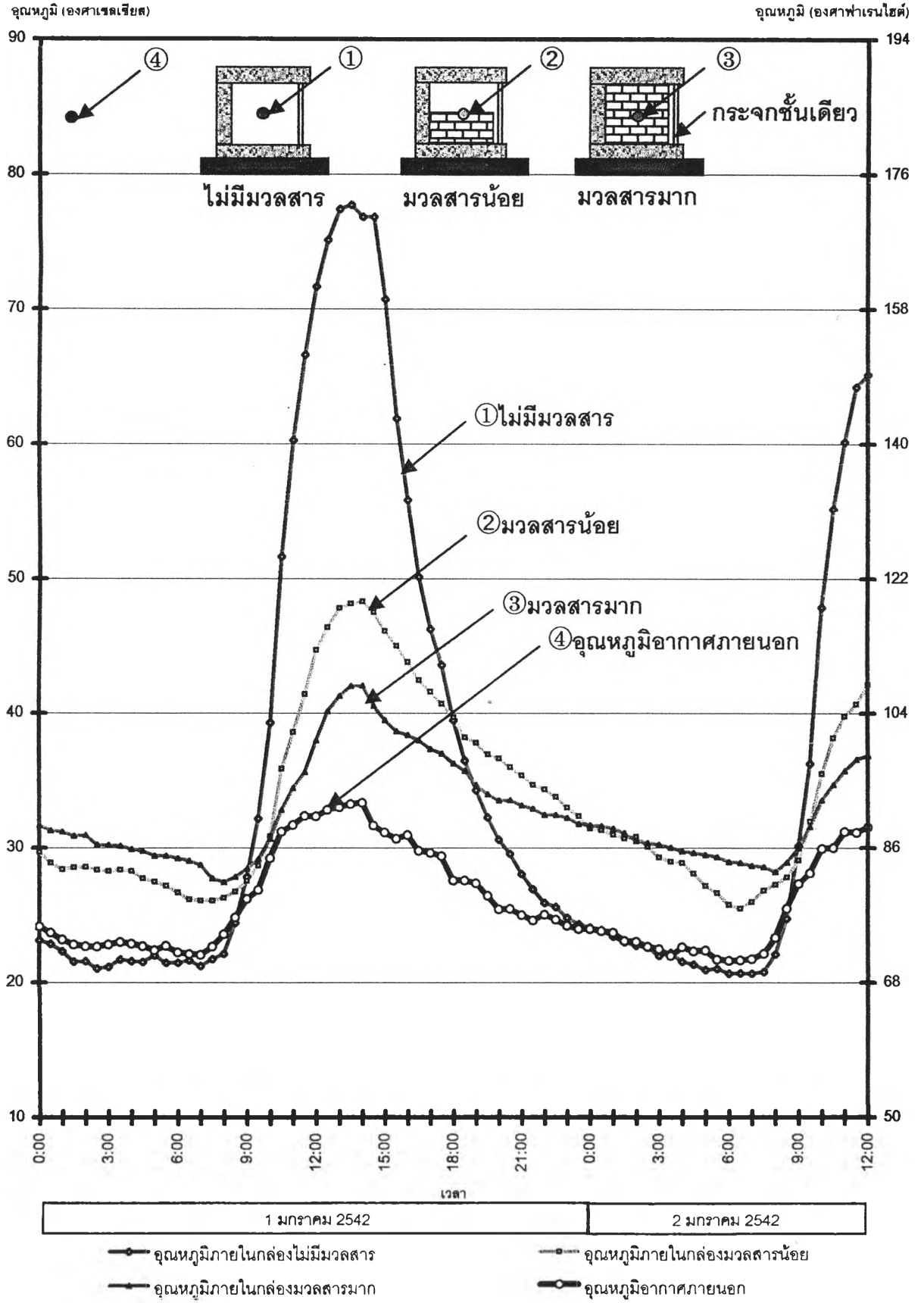
กล่องทดลองที่ 5 ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีมวลสารภายในน้อยน้ำหนักประมาณ 112.5 กก.
กล่องทดลองที่ 6 ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีมวลสารภายในมากน้ำหนักประมาณ 225 กก.



รูปที่ 4.11 แสดงตำแหน่งการวางกล่องทดลอง กระจกทดสอบ มวลสารภายในกล่องทดลอง และตำแหน่งที่ติดตั้งเทอร์มิสเตอร์ ของการทดสอบในขั้นตอนการวิจัยที่ 2 (ทิศใต้)



รูปที่ 4.12 แสดงตำแหน่งการวางกล่องทดลอง กระจกทดสอบ มวลสารภายในกล่องทดลอง และตำแหน่งที่ติดตั้งเทอร์มิสเตอร์ ของการทดสอบในขั้นตอนการวิจัยที่ 3 (ทิศเหนือ)



อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง กระจกชั้นเดียว ทิศใต้

แผนภูมิที่ 4.1 แสดงอุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียวซึ่งมีค่า SC = 0.41 โดยแต่ละกล่องมีมวลสารภายใน ในปริมาณที่แตกต่างกัน เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 2 มกราคม 2542 เวลา 12:00 น.

<u>เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของช่องแสงด้านข้าง ชนิดกระจกชั้นเดียวที่มีปริมาณมวลสารภายในแตกต่างกัน เมื่อหันช่องแสงไปทางทิศใต้ (แผนภูมิที่ 4.1)</u>

กระจกชั้นเดียวหันช่องแสงไปทางทิศใต้

มีอุณหภูมิอากาศภายในต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 0:00-8:30 น. ประมาณ 8.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ไม่มีมวลสารภายใน

หรือในช่วงเวลา - ประมาณ 0 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในน้อย

หรือในช่วงเวลา - ประมาณ 0 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในมาก

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 8:30-0:00 น.ประมาณ15.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ไม่มีมวลสารภายใน

หรือในช่วงเวลา0:00-0:00 น. ประมาณ 24 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในน้อย

หรือในช่วงเวลา0:00-0:00 น. ประมาณ 24 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในมาก

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ 77.74 ^{o}C ณ เวลา 13:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่ไม่มีมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 48.29 ^{o}C ณ เวลา 14:00 น. สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในน้อย

หรือเท่ากับ 42.05 ^{o}C ณ เวลา 14:00 น. สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในมาก

มีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) เท่ากับ 56.69 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ไม่มีมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 22.21 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในน้อย

หรือเท่ากับ 14.59 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในมาก

มีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อน เท่ากับ 0.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ไม่มีมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 0 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในน้อย

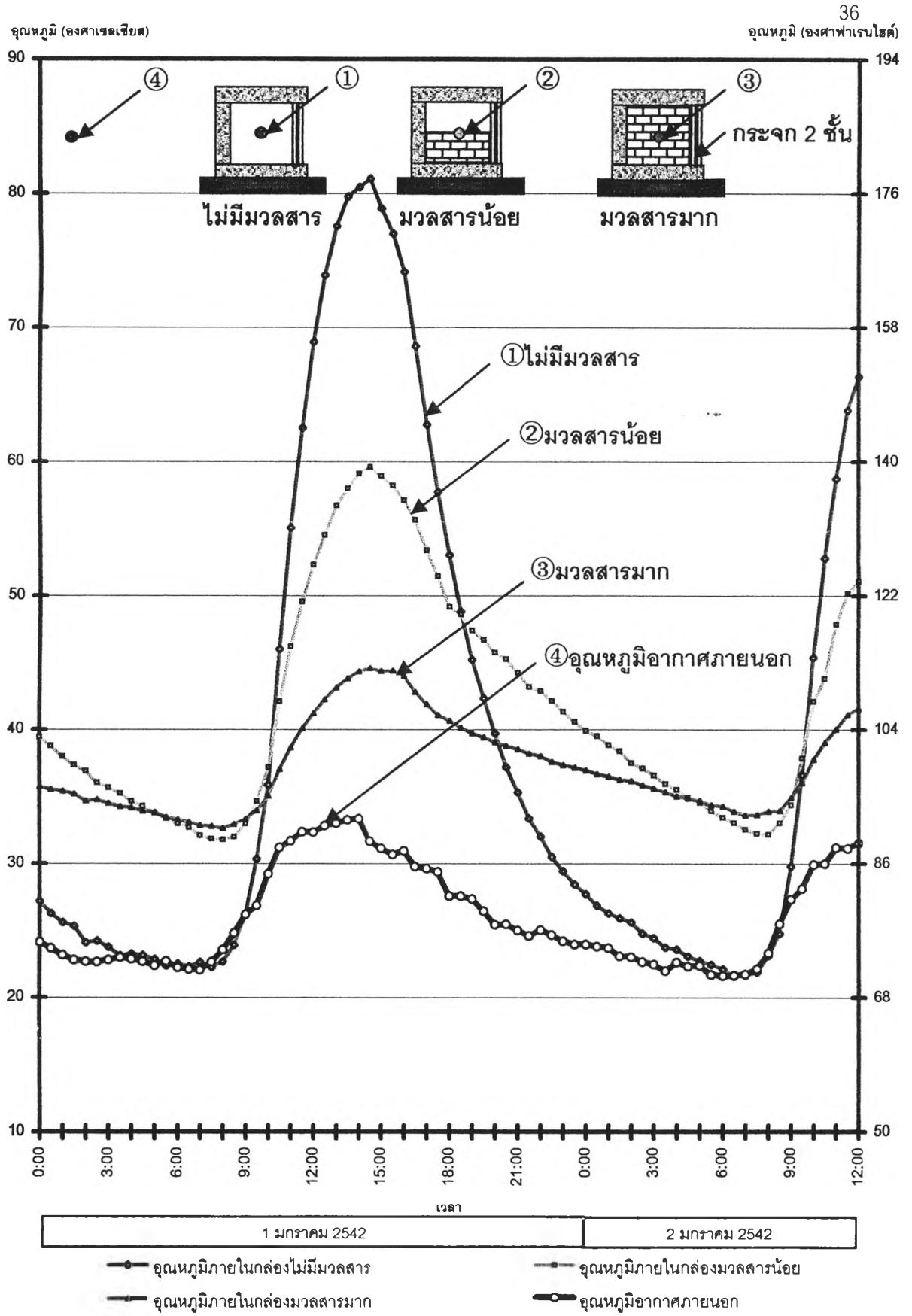
หรือเท่ากับ 0 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในมาก

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศ (Mean Temperature) ภายในกล่องในช่วง 1 วัน เท่ากับ 37.82 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ไม่มีมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 34.76 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในน้อย

หรือเท่ากับ 33.39 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในมาก

I19002051



อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง กระจก 2 ชั้น ทิศใต้

แผนภูมิที่ 4.2 แสดงอุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้นซึ่งมีค่า SC = 0.41 โดยแต่ละกล่องมีมวลสารภายใน ในปริมาณที่แตกต่างกัน เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 2 มกราคม 2542 เวลา 12:00 น.

<u>เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของช่องแสงด้านข้าง ชนิดกระจก 2 ชั้นที่มีปริมาณมวลสารภายในแตกต่างกัน เมื่อหันช่องแสงไปทางทิศใต้ (แผนภูมิที่ 4.2)</u>

กระจก 2 ชั้นหันช่องแสงไปทางทิศใต้

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**ต่ำกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 7:30-8:30 น. ประมาณ 1 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ไม่มีมวลสารภายใน

หรือในช่วงเวลา - ประมาณ 0 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในน้อย

หรือในช่วงเวลา - ประมาณ 0 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในมาก

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**สูงกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 8:30-7:30 น.ประมาณ 23 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ไม่มีมวลสารภายใน

หรือในช่วงเวลา0:00-0:00 น. ประมาณ 24 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในน้อย

หรือในช่วงเวลา0:00-0:00 น. ประมาณ 24 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในมาก

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ 81.14 ^{o}C ณ เวลา 14:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่ไม่มีมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 59.6 ^{o}C ณ เวลา 14:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในน้อย

หรือเท่ากับ 44.61 ^{o}C ณ เวลา 14:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในมาก

มีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) เท่ากับ 58.86 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ไม่มีมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 27.83 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในน้อย

หรือเท่ากับ 11.98 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในมาก

มีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อน เท่ากับ 0 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ไม่มีมวลสารภายใน

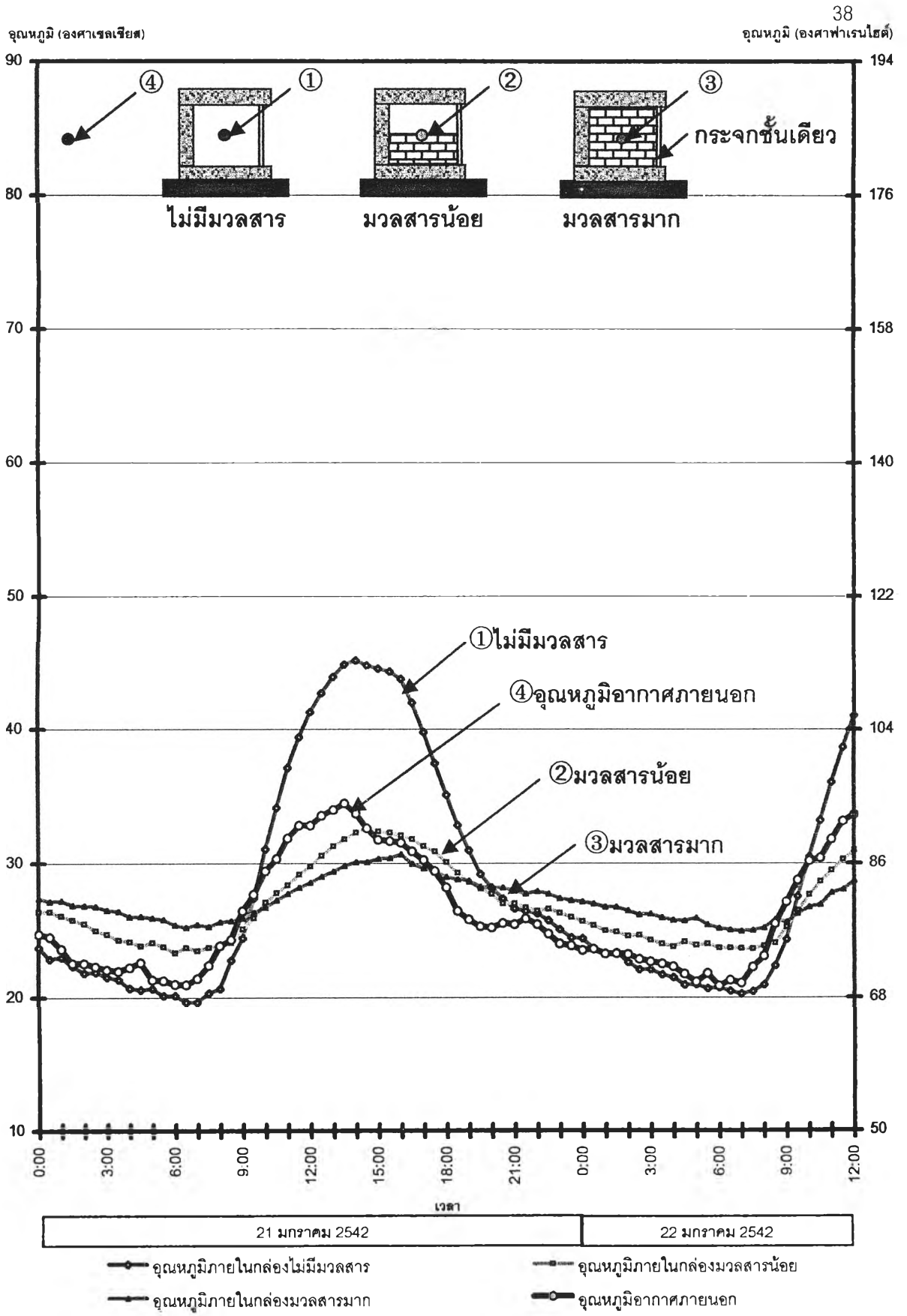
หรือเท่ากับ 0 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในน้อย

หรือเท่ากับ 0 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในมาก

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศ (Mean Temperature) ภายในกล่องในช่วง 1 วัน เท่ากับ 42.1 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ไม่มีมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 43.23 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในน้อย

หรือเท่ากับ 37.79 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในมาก



อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง กระจกชั้นเดียว ทิศเหนือ

แผนภูมิที่ 4.3 แสดงอุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียวซึ่งมีค่า SC = 0.41 โดยแต่ละกล่องมีมวลสารภายใน ในปริมาณที่แตกต่างกัน หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศเหนือ เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 21 มกราคม 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 22 มกราคม 2542 เวลา 12:00 น.

<u>เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของช่องแสงด้านข้าง ชนิดกระจกชั้นเดียวที่มีปริมาณมวลสารภายในแตกต่างกัน เมื่อหันช่องแสงไปทางทิศเหนือ (แผนภูมิที่ 4.3)</u>

กระจกชั้นเดียวหันช่องแสงไปทางทิศเหนือ

มีอุณหภูมิอากาศภายในต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 0:00-9:30 น. ประมาณ 9.5 ชม.
สำหรับกล่องทดลองที่ไม่มีมวลสารภายใน

หรือในช่วงเวลา8:30-14:30 น.ประมาณ 6 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในน้อย

หรือในช่วงเวลา9:00-17:30 น.ประมาณ 8.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในมาก

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 9:30-0:00 น.ประมาณ 14.5 ชม.
สำหรับกล่องทดลองที่ไม่มีมวลสารภายใน

หรือในช่วงเวลา14:30-8:30 น.ประมาณ 18 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในน้อย

หรือในช่วงเวลา17:30-9:00 น.ประมาณ 15.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในมาก

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ 45.14 ^{o}C ณ เวลา 14:00 น.
สำหรับกล่องทดลองที่ไม่มีมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 32.68 ^{o}C ณ เวลา 14:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในน้อย

หรือเท่ากับ 30.67 ^{o}C ณ เวลา 16:00 น. สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในมาก

มีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) เท่ากับ 25.69 ^{o}C
สำหรับกล่องทดลองที่ไม่มีมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 9.38 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในน้อย

หรือเท่ากับ 5.49 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในมาก

มีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อน เท่ากับ 0.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ไม่มีมวลสารภายใน

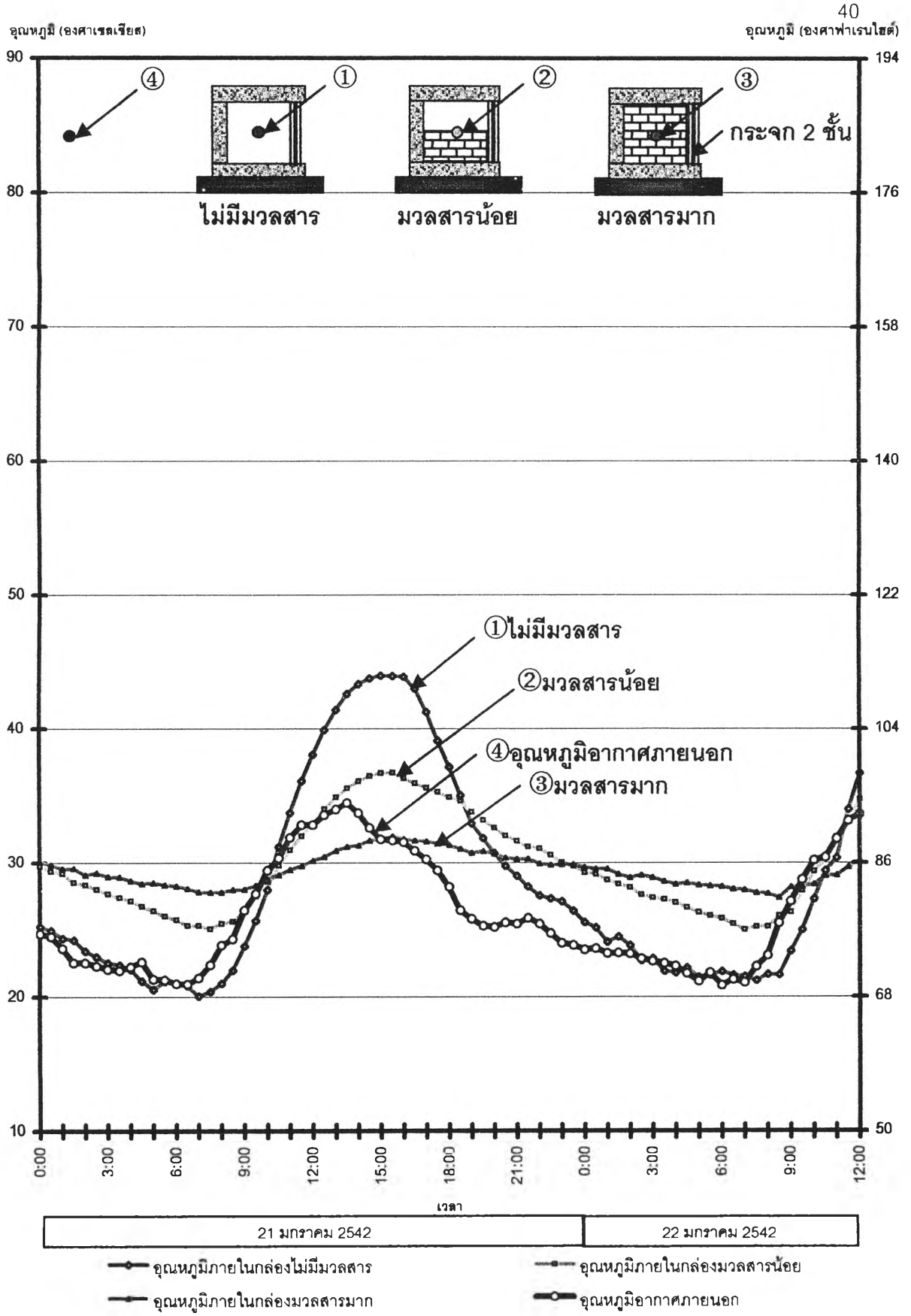
หรือเท่ากับ 1 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในน้อย

หรือเท่ากับ 2.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในมาก

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศ (Mean Temperature) ภายในกล่องในช่วง 1 วัน เท่ากับ 29.77 ^{o}C
สำหรับกล่องทดลองที่ไม่มีมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 27.8 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในน้อย

หรือเท่ากับ 27.65 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในมาก



อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง กระจก 2 ชั้น ทิศเหนือ

แผนภูมิที่ 4.4 แสดงอุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้นซึ่งมีค่า SC = 0.41 โดยแต่ละกล่องมีมวลสารภายใน ในปริมาณที่แตกต่างกัน หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศเหนือ เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 21 มกราคม 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 22 มกราคม 2542 เวลา 12:00 น.

<u>เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของช่องแสงด้านข้าง ชนิดกระจก 2 ชั้นที่มีปริมาณมวลสารภายในแตกต่างกัน เมื่อหันช่องแสงไปทางทิศเหนือ (แผนภูมิที่ 4.4)</u>

กระจก 2 ชั้นหันช่องแสงไปทางทิศเหนือ

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**ต่ำกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 4:00-10:00 น. ประมาณ 6 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ไม่มีมวลสารภายใน

หรือในช่วงเวลา9:00-12:00 น.ประมาณ 3 ชม.สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในน้อย

หรือในช่วงเวลา10:00-16:00 น.ประมาณ 6 ชม.สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในมาก

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**สูงกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 10:00-4:00 น.ประมาณ 18 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ไม่มีมวลสารภายใน

หรือในช่วงเวลา12:00-9:00 น.ประมาณ 21 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในน้อย

หรือในช่วงเวลา16:00-10:00น.ประมาณ 18 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในมาก

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ 43.97 ^{o}C ณ เวลา 15:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่ไม่มีมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 36.75 ^{o}C ณ เวลา 15:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในน้อย

หรือเท่ากับ 31.77 ^{o}C ณ เวลา 16:00 น. สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในมาก

มีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) เท่ากับ 24.14 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ไม่มีมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 11.68 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในน้อย

หรือเท่ากับ 3.99 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในมาก

มีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อน เท่ากับ 2 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ไม่มีมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 2 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในน้อย

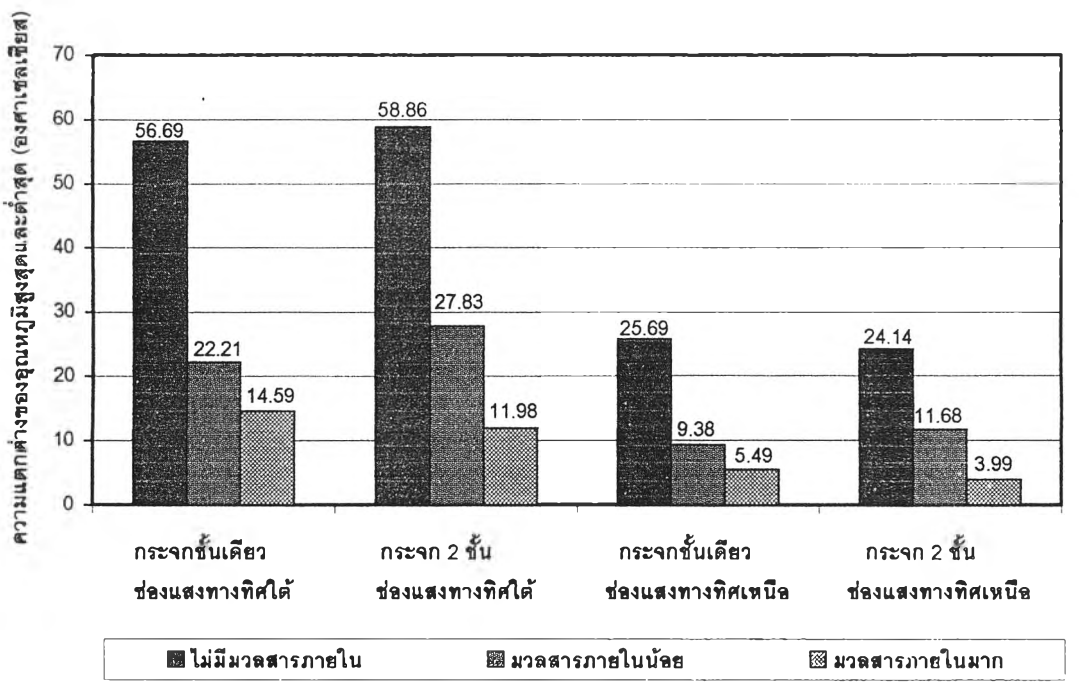
หรือเท่ากับ 2.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในมาก

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศ (Mean Temperature) ภายในกล่องในช่วง 1 วัน เท่ากับ 29.09 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ไม่มีมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 29.51 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในน้อย

หรือเท่ากับ 28.58 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในมาก

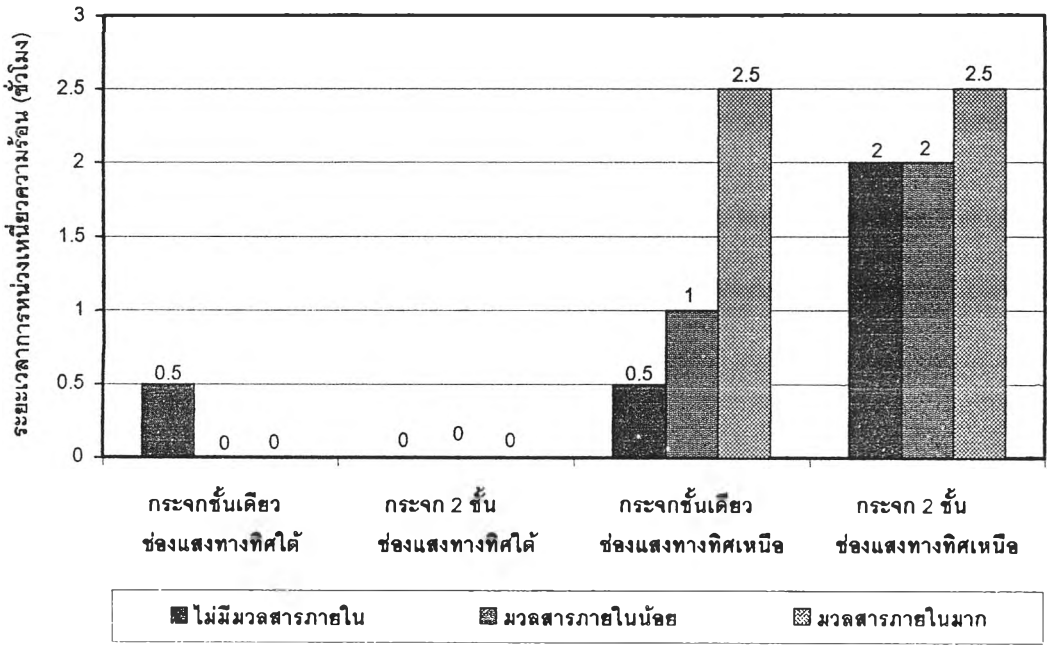
เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างการใช้มวลสารภายใน ในด้านการลดอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด (Peak Temperature) ระหว่างช่องแสงด้านข้างที่หันไปทางทิศเหนือและทิศใต้ จากการทดลองพบว่า ความแตกต่างของอุณหภูมิ (Temperature Difference) ระหว่างไม่มีมวลสารภายในกับมีมวลสารภายใน ทั้งปริมาณน้อยและมากในด้านทิศใต้นั้น มีค่ามากกว่าด้านทิศเหนือ ดังนั้นมวลสารภายในมีอิทธิพลต่อการลดอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด ทางช่องแสงด้านข้างทางทิศที่ได้รับแสงแดดโดยตรงมากกว่าทิศที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรง



แผนภูมิที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) ที่เกิดขึ้นจากอิทธิพลของปริมาณมวลสารภายในที่แตกต่างกันระหว่างช่องแสงด้านข้างแต่ละประเภท

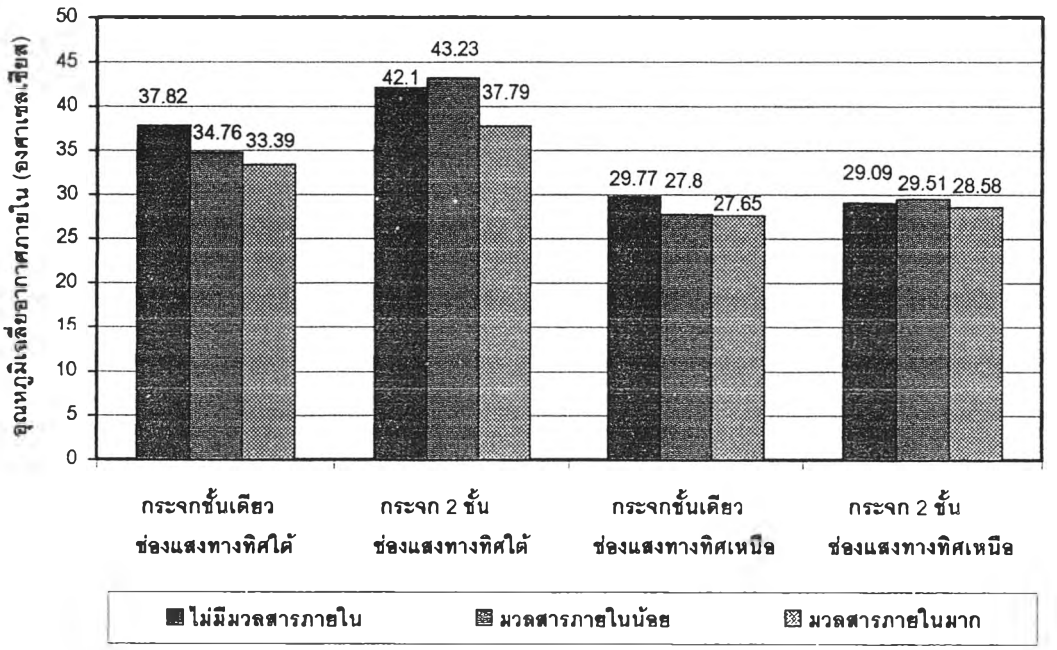
หากพิจารณาถึงช่วงเวลาที่อุณหภูมิอากาศภายในต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก พบว่า การไม่มีมวลสารภายในจะทำให้อุณหภูมิอากาศภายในสามารถลดต่ำลงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกในช่วงเวลากลางคืนถึงเช้าได้ ซึ่งเกิดจากการแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนกับท้องฟ้า (Longwave Radiation Heat Exchange)

สำหรับการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time Lag) เมื่อมีปริมาณมวลสารภายในเท่ากัน การใช้มวลสารภายในกับช่องแสงด้านข้างทางด้านทิศเหนือ สามารถหน่วงเหนี่ยวความร้อนได้นานกว่าด้านทิศใต้ เนื่องจากมีปริมาณการถ่ายเทความร้อนผ่านเข้ามาน้อยกว่า มวลสารภายในจึงสามารถเก็บสะสมความร้อนได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งจะเก็บได้ในระยะเวลานานเท่าไร ขึ้นอยู่กับความจุความร้อน (Heat Capacity) และปริมาณมวลสารภายใน



แผนภูมิที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time Lag) ที่เกิดขึ้นจากอิทธิพลของมวลสารภายในที่มีปริมาณแตกต่างกันระหว่างช่องแสงแต่ละประเภท

สำหรับอิทธิพลของมวลสารภายในที่ส่งผลต่ออุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศภายใน (Mean Temperature) นั้น พบว่า มวลสารภายในยิ่งมีปริมาณมากจะช่วยลดอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศภายในให้ต่ำลง เนื่องจากมวลสารภายในจะช่วยกักเก็บความร้อน ที่ผ่านช่องแสงเข้ามาไว้ในช่วงแรก จนกระทั่งมวลสารไม่สามารถเก็บความร้อนได้ต่อไป เพราะเก็บปริมาณความร้อนไว้จนเท่ากับความจุความร้อนของมวลสารนั้น ๆ แล้ว ความร้อนที่เหลือจึงถ่ายเทไปยังอากาศภายใน ทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น



แผนภูมิที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยอากาศภายใน (Mean Temperature) ที่เกิดขึ้นจากอิทธิพลของมวลสารภายในที่มีปริมาณแตกต่างกันระหว่างช่องแสงแต่ละประเภท

4.3 การทดสอบและวิเคราะห์ผลกระทบของความจุความร้อนของมวลสารภายในที่มีมวลสารเท่ากันต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร

การทดสอบในหัวข้อนี้ประกอบด้วยขั้นตอนที่ 4 (หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศใต้)และขั้นตอนที่ 5 (หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศเหนือ)

ทำการทดสอบตัวแปรที่ 2 คือความจุความร้อนของมวลสารภายใน โดยเปรียบเทียบจากชนิดของมวลสารภายในที่แตกต่างกันระหว่าง คอนกรีต คอนกรีตมวลเบา และอิฐมอญ ซึ่งคอนกรีตมีความหนาแน่น 2,400 กก./ลบ.ม. คอนกรีตมวลเบามีความหนาแน่น 600 กก./ลบ.ม. และอิฐมอญมีความหนาแน่น 1,872 กก./ลบ.ม. โดยทดสอบกับกระจก 2 ชนิดคือ กระจกชั้นเดียวสีชาและกระจก 2 ชั้นแบบ Heat Stop Premium โดยกระจกทั้ง 2 ชนิดนี้มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดเท่ากันคือ 0.41 อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบคือ กล่องทดสอบจำนวน 6 กล่อง ที่ใช้ทดสอบในวัน เวลา และสถานที่เดียวกัน หันช่องแสงด้านข้างของกล่องทดลองทั้ง 6 กล่องไปทางทิศใต้ เมื่อทำการเก็บข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงหันช่องแสงด้านข้างของกล่องทดลองทั้งหมดไปทางทิศเหนือเพื่อเก็บข้อมูลอีกชุดหนึ่ง รายละเอียดของกล่องทดลองทั้ง 6 กล่องมีดังนี้

กล่องทดลองที่ 1 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน
น้ำหนักประมาณ 288 กก.
ปริมาณ 0.12 ลบ.ม.
ความจุความร้อนจำเพาะ 0.922 kJ/kg^{o}C

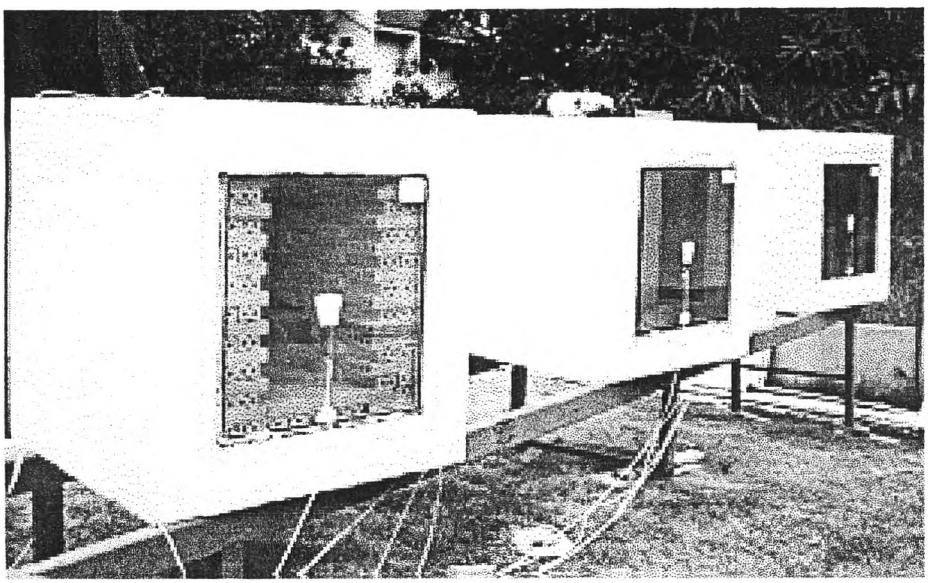
กล่องทดลองที่ 2 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน
น้ำหนักประมาณ 72 กก.
ปริมาณ 0.12 ลบ.ม.
ความจุความร้อนจำเพาะ 0.88 kJ/kg^{o}C

กล่องทดลองที่ 3 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน
น้ำหนักประมาณ 225 กก.
ปริมาณ 0.12 ลบ.ม.
ความจุความร้อนจำเพาะ 0.796 kJ/kg^{o}C

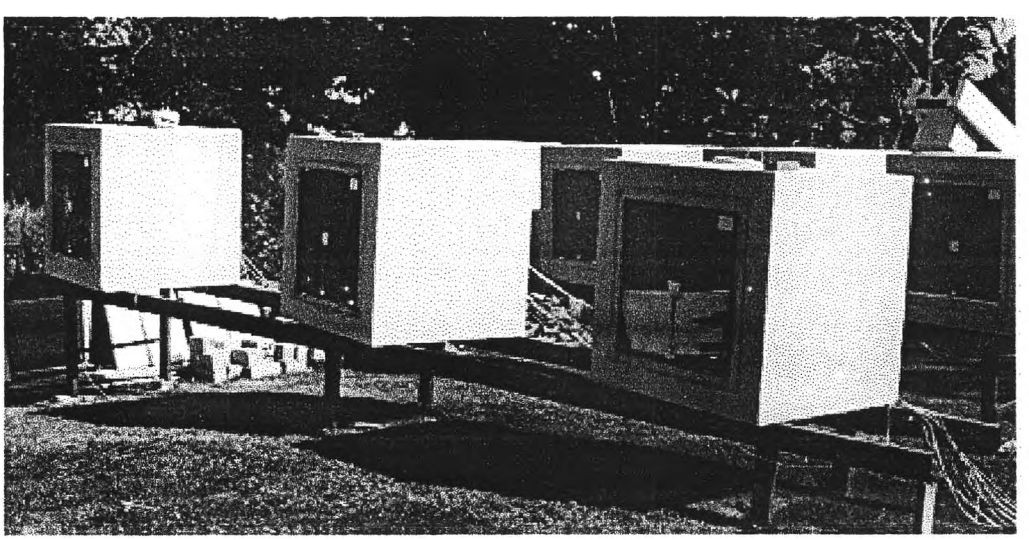
กล่องทดลองที่ 4 ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายในเหมือนกล่องทดลองที่ 1

กล่องทดลองที่ 5 ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายในเหมือนกล่องทดลองที่ 2

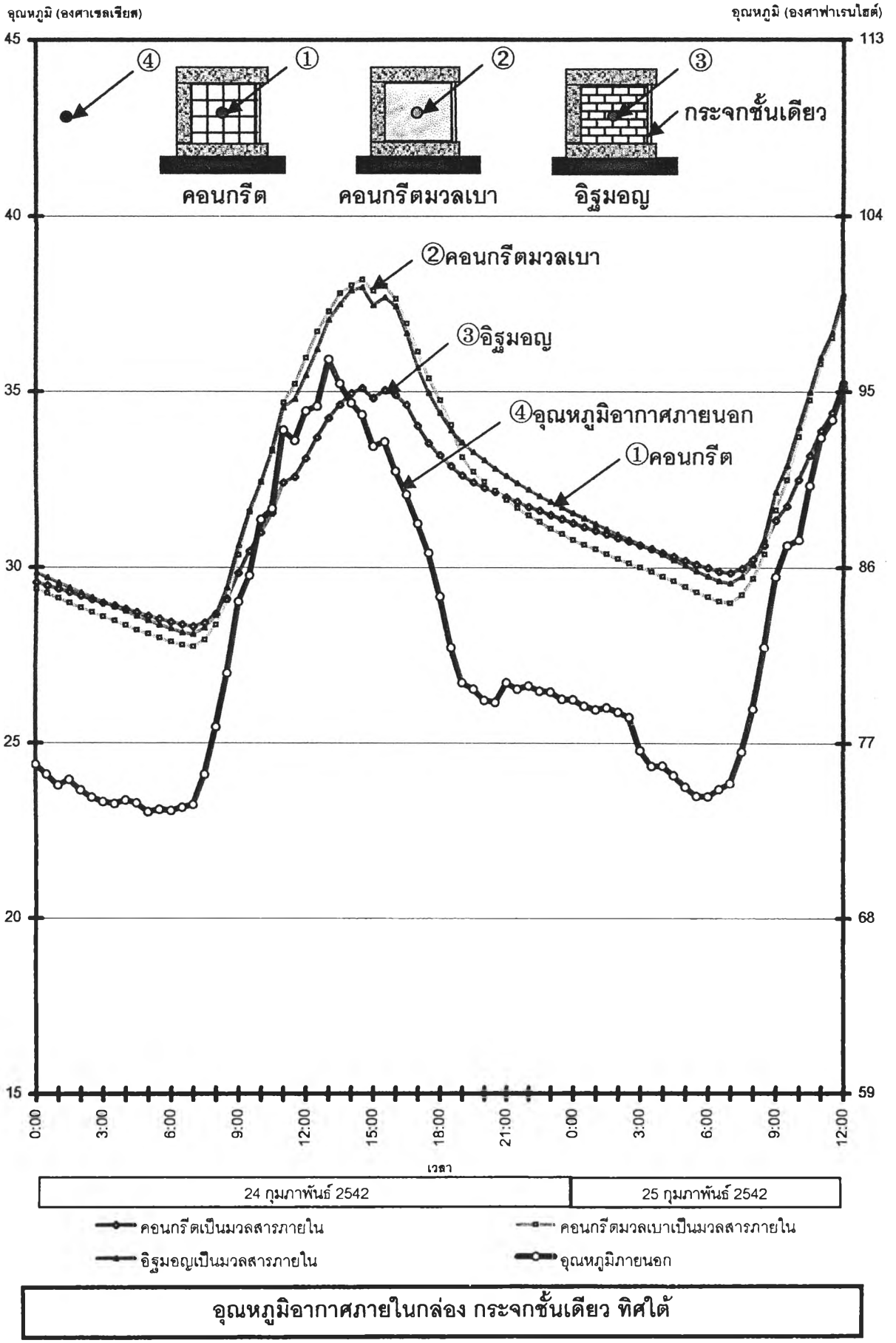
กล่องทดลองที่ 6 ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายในเหมือนกล่องทดลองที่ 3



รูปที่ 4.13 แสดงตำแหน่งการวางกล่องทดลอง กระจกทดสอบ มวลสารภายในกล่องทดลอง และตำแหน่งที่ติดตั้งเทอร์มิสเตอร์ ของการทดสอบในขั้นตอนการวิจัยที่ 4 (ทิศใต้)



รูปที่ 4.14 แสดงตำแหน่งการวางกล่องทดลอง กระจกทดสอบ มวลสารภายในกล่องทดลอง และตำแหน่งที่ติดตั้งเทอร์มิสเตอร์ ของการทดสอบในขั้นตอนการวิจัยที่ 5 (ทิศเหนือ)



อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง กระจกชั้นเดียว ทิศใต้

แผนภูมิที่ 4.8 แสดงอุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียวซึ่งมีค่า SC = 0.41 **โดยแต่ละกล่องมีชนิดมวลสารภายในต่างกัน ในปริมาณที่เท่ากัน หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศใต้ เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 12:00 น.**

<u>เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของช่องแสงด้านข้าง ชนิดกระจกชั้นเดียวที่มีความจุความร้อนของมวลสารภายในแตกต่างกัน มีมวลสารเท่ากัน เมื่อหันช่องแสงไปทางทิศใต้ (แผนภูมิที่ 4.8)</u>

กระจกชั้นเดียวหันช่องแสงไปทางทิศใต้

มีอุณหภูมิอากาศภายในต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 9:30-13:30 น. ประมาณ 4 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน

หรือในช่วงเวลา - น.ประมาณ 0 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน

หรือในช่วงเวลา - น.ประมาณ 0 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 13:30-9:30 น.ประมาณ 20 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน

หรือในช่วงเวลา 0:00-0:00 น.ประมาณ 24ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน

หรือในช่วงเวลา 0:00-0:00 น.ประมาณ 24ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ 35.1 ^{o}C ณ เวลา 15:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 38.18 ^{o}C ณ เวลา 14:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 37.97 ^{o}C ณ เวลา 14:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน

มีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) เท่ากับ 6.78 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 10.44 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 9.87 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน

มีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อน เท่ากับ 2.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน

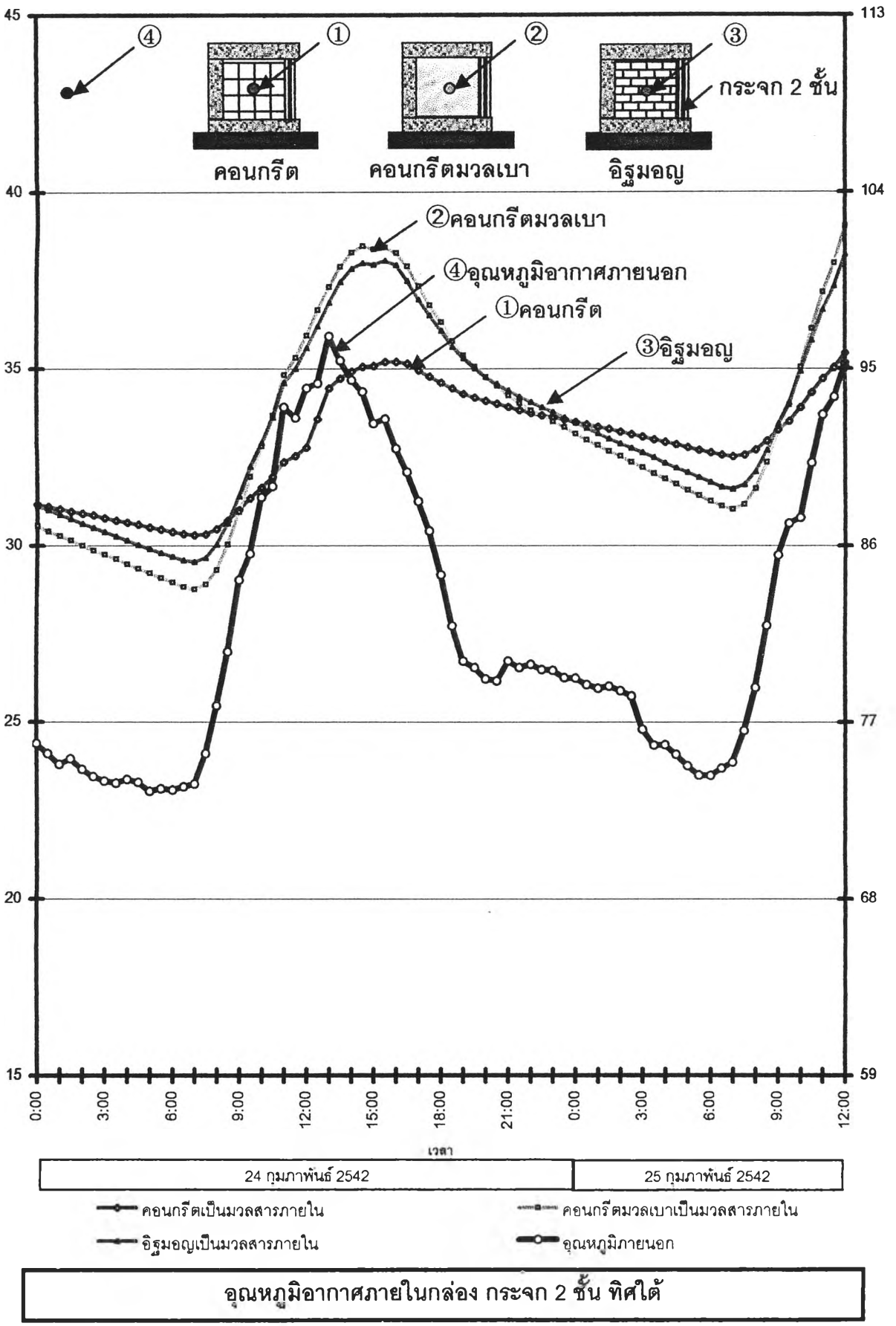
หรือเท่ากับ 1.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 1.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศ (Mean Temperature) ภายในกล่องในช่วง 1 วัน เท่ากับ 31.38 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 32.15 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 32.36 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน



อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง กระจก 2 ชั้น ทิศใต้

แผนภูมิที่ 4.9 **แสดงอุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก** 2 **ชั้นซึ่งมีค่า** SC = 0.41 **โดยแต่ละกล่องมีชนิดมวลสารภายในต่างกัน ในปริมาณที่เท่ากัน หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศใต้ เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่** 24 **กุมภาพันธ์** 2542 **เวลา** 0:00 **น. ถึงวันที่** 25 **กุมภาพันธ์** 2542 **เวลา** 12:00 **น.**

<u>เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของช่องแสงด้านข้าง ชนิดกระจก 2 ชั้นที่มีความจุความร้อนของมวลสารภายในแตกต่างกัน มีมวลสารเท่ากัน เมื่อหันช่องแสงไปทางทิศใต้ (แผนภูมิที่ 4.9)</u>

กระจก 2 ชั้นหันช่องแสงไปทางทิศใต้

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**ต่ำกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 11:00-14:00 น. ประมาณ 3 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน

หรือในช่วงเวลา - น.ประมาณ 0 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน

หรือในช่วงเวลา - น.ประมาณ 0 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**สูงกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 14:00-11:00 น.ประมาณ 21 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน

หรือในช่วงเวลา 0:00-0:00 น.ประมาณ 24ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน

หรือในช่วงเวลา 0:00-0:00 น.ประมาณ 24ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ 35.19 ^{o}C ณ เวลา 15:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 38.47 ^{o}C ณ เวลา 14:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 38.06 ^{o}C ณ เวลา 15:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน

มีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) เท่ากับ 4.9 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 9.71 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 8.53 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน

มีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อน เท่ากับ 2.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน

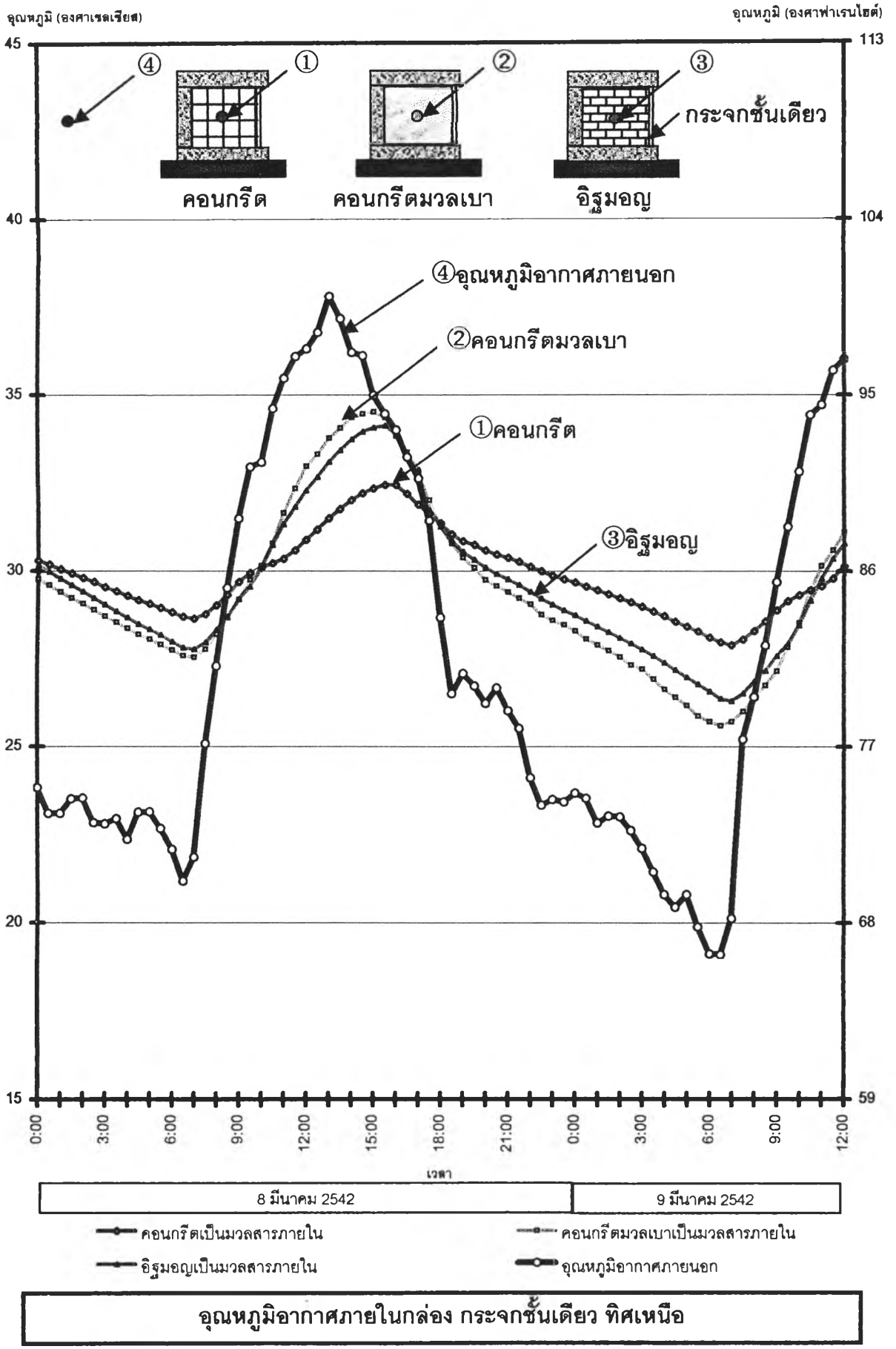
หรือเท่ากับ 1.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 2.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศ (Mean Temperature) ภายในกล่องในช่วง 1 วัน เท่ากับ 32.64 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 33.29 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 33.46 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน



อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง กระจกชั้นเดียว ทิศเหนือ

แผนภูมิที่ 4.10 แสดงอุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียวซึ่งมีค่า SC = 0.41 **โดยแต่ละกล่องมีชนิดมวลสารภายในต่างกัน ในปริมาณที่เท่ากัน หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศเหนือ เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 8 มีนาคม 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 9 มีนาคม 2542 เวลา 12:00 น.**

<u>เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของช่องแสงด้านข้าง ชนิดกระจกชั้นเดียวที่มีความจุความร้อนของมวลสารภายในแตกต่างกัน มีมวลสารเท่ากัน เมื่อหันช่องแสงไปทางทิศเหนือ (แผนภูมิที่ 4.10)</u>

กระจกชั้นเดียวหันช่องแสงไปทางทิศเหนือ

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**ต่ำกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 9:00-17:30 น. ประมาณ 8.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน

หรือในช่วงเวลา 9:00-16:00 น.ประมาณ 7 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน

หรือในช่วงเวลา 9:00-16:30 น.ประมาณ 7.5 ชม.สำหรับกล่องทดลองที่มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**สูงกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 17:30-9:00 น.ประมาณ 15.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน

หรือในช่วงเวลา 16:00-9:00 น.ประมาณ 17ชม.สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน

หรือในช่วงเวลา 16:30-9:00 น.ประมาณ17.5ชม.สำหรับกล่องทดลองที่มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ 32.44 ^{o}C ณ เวลา 15:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 34.13 ^{o}C ณ เวลา 15:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 33.68 ^{o}C ณ เวลา 15:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน

มีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) เท่ากับ 3.8 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 7.05 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 6.14 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน

มีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อน เท่ากับ 2.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน

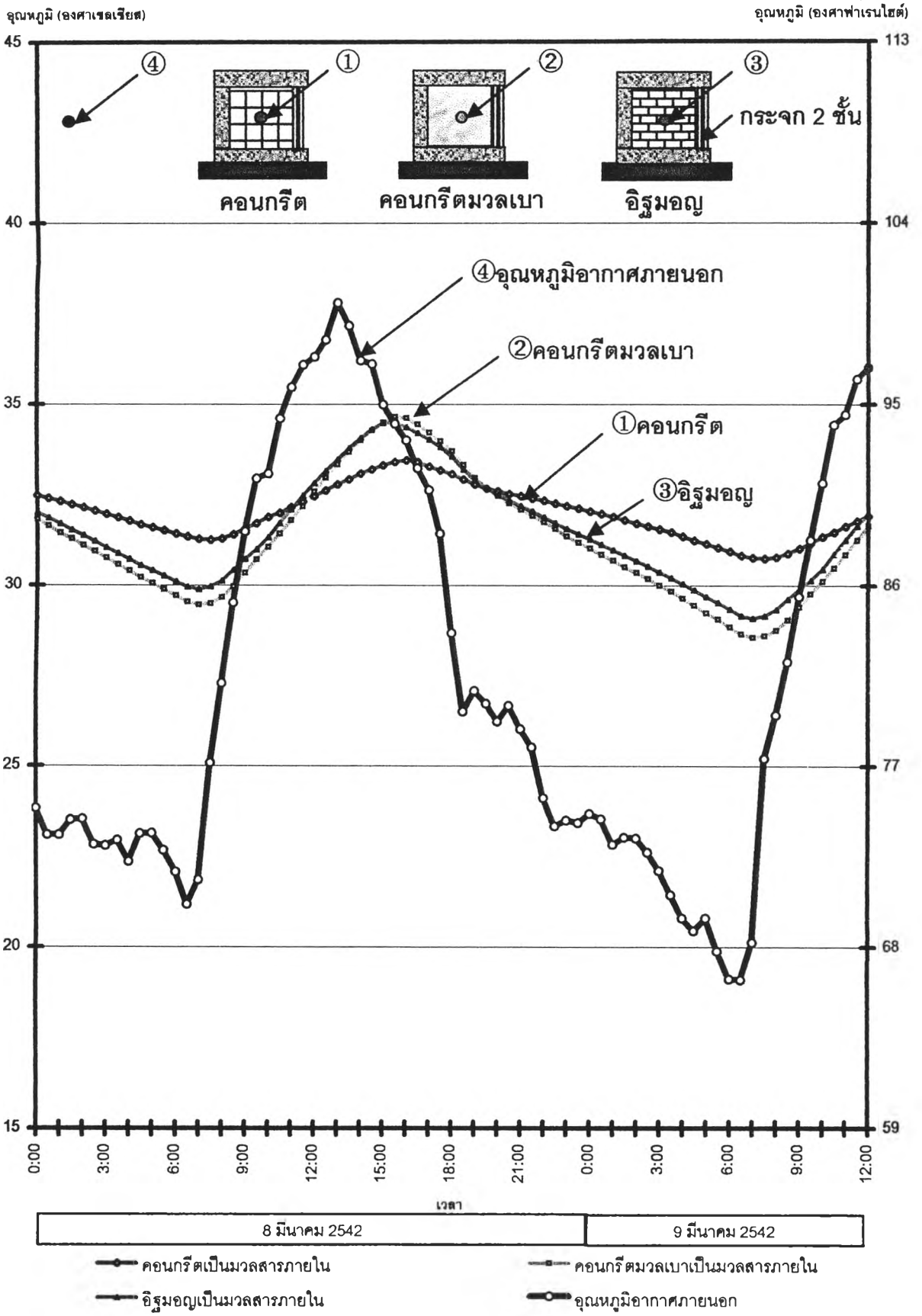
หรือเท่ากับ 2.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 2.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศ (Mean Temperature) ภายในกล่องในช่วง 1 วัน เท่ากับ 30.36 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 30 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 30.28 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน



อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง กระจก 2 ชั้น ทิศเหนือ

แผนภูมิที่ 4.11 แสดงอุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้นซึ่งมีค่า SC = 0.41 โดยแต่ละกล่องมีชนิดมวลสารภายในต่างกัน ในปริมาณที่เท่ากัน หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศเหนือ เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 8 มีนาคม 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 9 มีนาคม 2542 เวลา 12:00 น.

<u>เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของช่องแสงด้านข้าง ชนิดกระจก 2 ชั้นที่มีความจุความร้อนของมวลสารภายในแตกต่างกัน มีมวลสารเท่ากัน เมื่อหันช่องแสงไปทางทิศเหนือ (แผนภูมิที่ 4.11)</u>

กระจก 2 ชั้นหันช่องแสงไปทางทิศเหนือ

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**ต่ำกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 9:00-16:30 น. ประมาณ 7.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน

หรือในช่วงเวลา 9:00-15:00 น.ประมาณ 6 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน

หรือในช่วงเวลา 9:00-15:00 น.ประมาณ 6 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**สูงกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 16:30-9:00 น.ประมาณ 16.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน

หรือในช่วงเวลา 15:00-9:00 น.ประมาณ 18ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน

หรือในช่วงเวลา 15:00-9:00 น. ประมาณ 18ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ 33.45 ^{o}C ณ เวลา 16:00 น. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 34.65 ^{o}C ณ เวลา 15:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 34.49 ^{o}C ณ เวลา 15:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน

มีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) เท่ากับ 2.21 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 5.19 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 4.61 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน

มีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อน เท่ากับ 3 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 2.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน

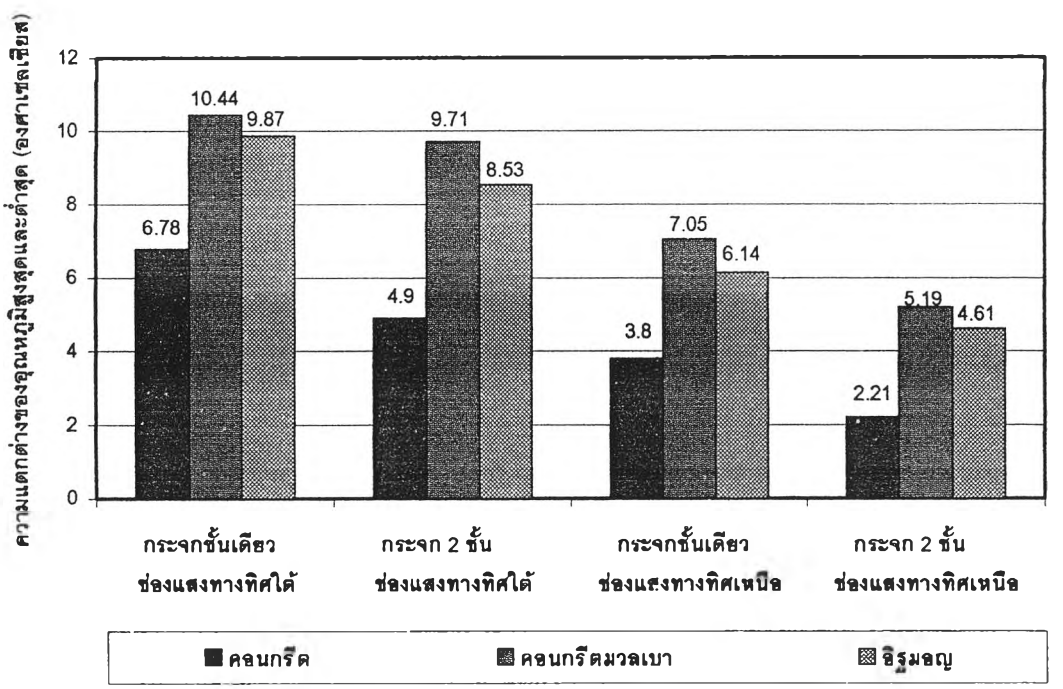
หรือเท่ากับ 2.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศ (Mean Temperature) ภายในกล่องในช่วง 1 วัน เท่ากับ 32.31 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน

หรือเท่ากับ 31.87 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน

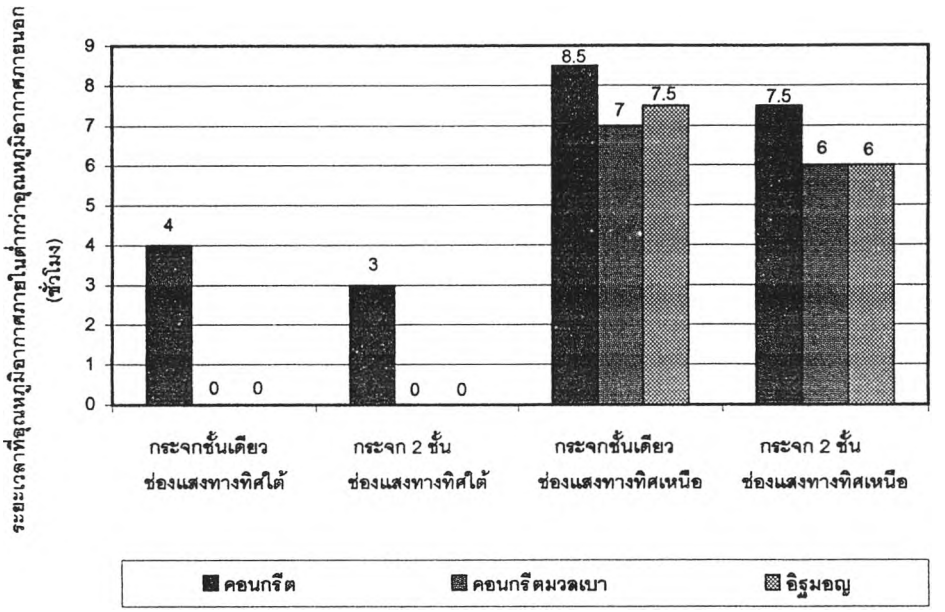
หรือเท่ากับ 32.04 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างการใช้มวลสารภายในต่างชนิดกัน ในด้านการลดอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด (Peak Temperature) ระหว่างช่องแสงด้านข้างที่หันไปทางทิศเหนือและทิศใต้ จากการทดลองพบว่า ความแตกต่างของอุณหภูมิ (Temperature Difference) อากาศภายในที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน ทั้งช่องแสงด้านข้างที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียวและกระจก 2 ชั้น มีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายในที่มีคอนกรีตมวลเบาและอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน เนื่องจากคอนกรีตมีความจุความร้อนมากกว่ามวลสารอีก 2 ชนิด ดังนั้นมวลสารภายในที่มีค่าความจุความร้อนมาก จะมีอิทธิพลต่อการลดอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดมาก เมื่อเปรียบเทียบที่มวลสารภายในเท่ากันในแต่ละชนิด แต่มวลสารที่มีค่าความจุความร้อนมากจะคายความร้อนกลับออกมาช้ากว่ามวลสารที่มีค่าความจุความร้อนน้อยกว่า จึงส่งผลให้ในเวลากลางคืนมีช่วงเวลาที่อุณหภูมิอากาศภายในสูงกว่าอากาศภายนอกนานกว่า



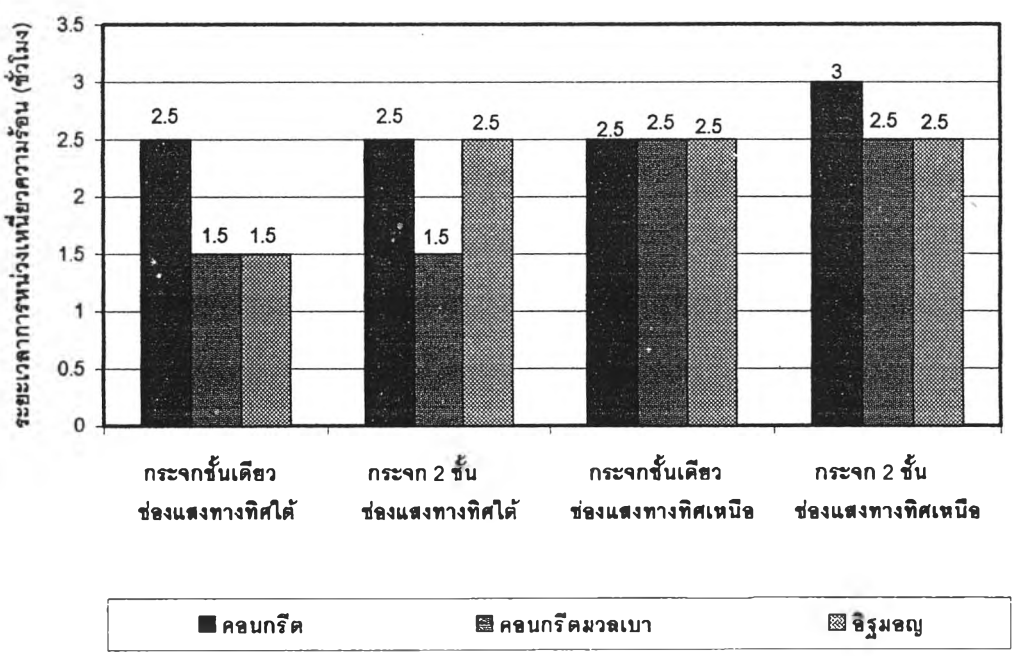
แผนภูมิที่ 4.12 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) ที่เกิดขึ้นจากอิทธิพลของความจุความร้อนของมวลสารภายในที่แตกต่างกัน ระหว่างช่องแสงด้านข้างแต่ละประเภท

หากพิจารณาถึงช่วงเวลาที่อุณหภูมิอากาศภายในต่ำกว่าอากาศภายนอก พบว่า เมื่อมีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน จะทำให้อุณหภูมิอากาศภายใน สามารถลดต่ำลงกว่าอากาศภายนอกในช่วงเวลากลางวัน ได้นานกว่ามวลสารชนิดอื่น ๆ ซึ่งเกิดจากการที่คอนกรีตมีค่าความจุความร้อนมากกว่านั่นเอง



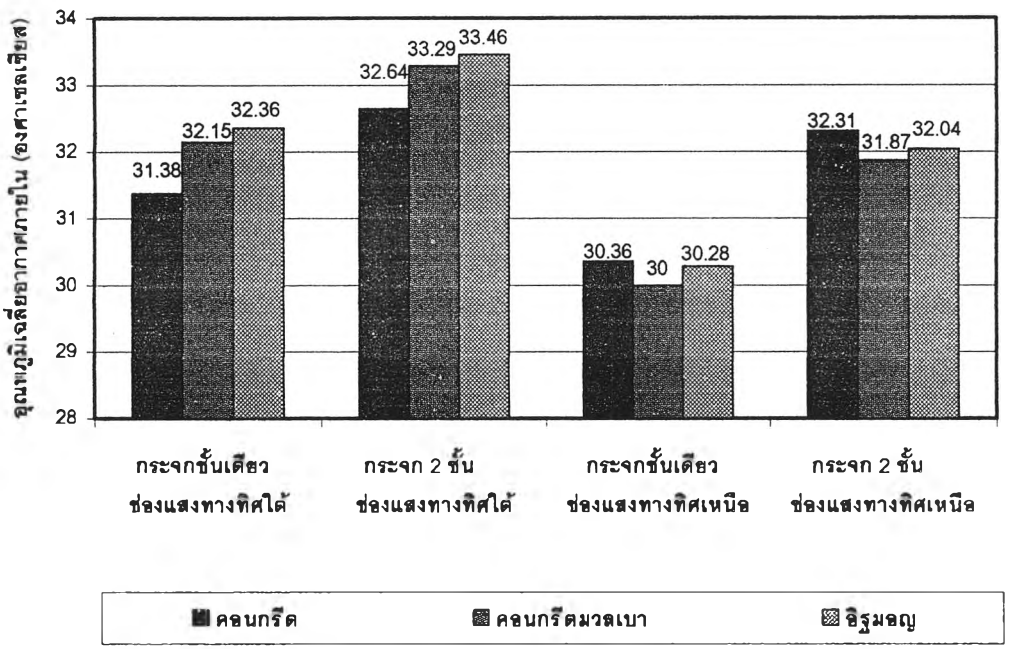
แผนภูมิที่ 4.13 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาที่อุณหภูมิภายในต่ำกว่าอากาศนอก ซึ่งเกิดขึ้นจากอิทธิพลของชนิดมวลสารภายในที่แตกต่างกัน ระหว่างช่องแสงแต่ละประเภท

สำหรับการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time Lag) เมื่อมีมวลสารภายในเท่ากัน การใช้มวลสารภายในกับช่องแสงด้านข้างทางทิศเหนือ สามารถหน่วงเหนี่ยวความร้อนได้นานกว่าด้านทิศใต้ เนื่องจากมีปริมาณการถ่ายเทความร้อนผ่านเข้ามาน้อยกว่า มวลสารภายในจึงสามารถเก็บสะสมความร้อนได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งจะเก็บได้ในระยะเวลานานเท่าไร ขึ้นอยู่กับความจุความร้อนของมวลสารภายใน



แผนภูมิที่ 4.14 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time Lag) ที่เกิดขึ้นจากอิทธิพลของชนิดมวลสารภายในที่แตกต่างกัน ระหว่างช่องแสงแต่ละประเภท

สำหรับอิทธิพลของมวลสารภายใน ที่ส่งผลต่ออุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศภายใน (Mean Temperature) นั้นพบว่า ในทิศที่ตั้งของช่องแสงด้านข้างที่ได้รับแสงแดดโดยตรง มวลสารภายในยิ่งมีค่าความจุความร้อนมาก จะช่วยลดอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศภายในให้ต่ำลง เนื่องจากมวลสารภายในจะช่วยกักเก็บความร้อน ที่ผ่านช่องแสงเข้ามาไว้ในช่วงแรก จนกระทั่งมวลสารไม่สามารถเก็บความร้อนได้ต่อไป เนื่องจากเก็บปริมาณความร้อนไว้จนเท่ากับความสามารถของมวลสารนั้น ๆ ปริมาณความร้อนที่เหลือจึงถ่ายเทไปยังอากาศภายใน ทำให้อุณหภูมิอากาศสูงขึ้น สำหรับทิศที่ตั้งของแสงด้านข้างที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรงนั้น ค่าความจุความร้อนของมวลสารภายใน มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศภายในน้อยกว่า เนื่องจากมีปริมาณความร้อนถ่ายเทผ่านเข้ามาน้อยกว่า จึงทำให้ไม่เห็นผลมากนัก



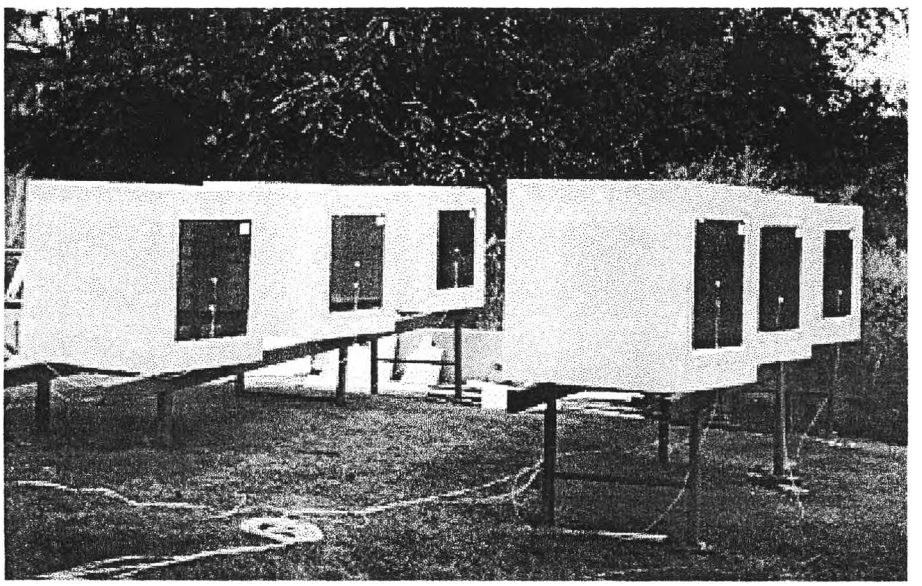
แผนภูมิที่ 4.15 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยอากาศภายใน (Mean Temperature) ที่เกิดขึ้นจากอิทธิพลของชนิดมวลสารภายในที่แตกต่างกัน ระหว่างช่องแสงแต่ละประเภท

4.4 การทดสอบและวิเคราะห์ผลกระทบของชนิดกระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC หรือ Shading Coefficient) เท่ากันต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร

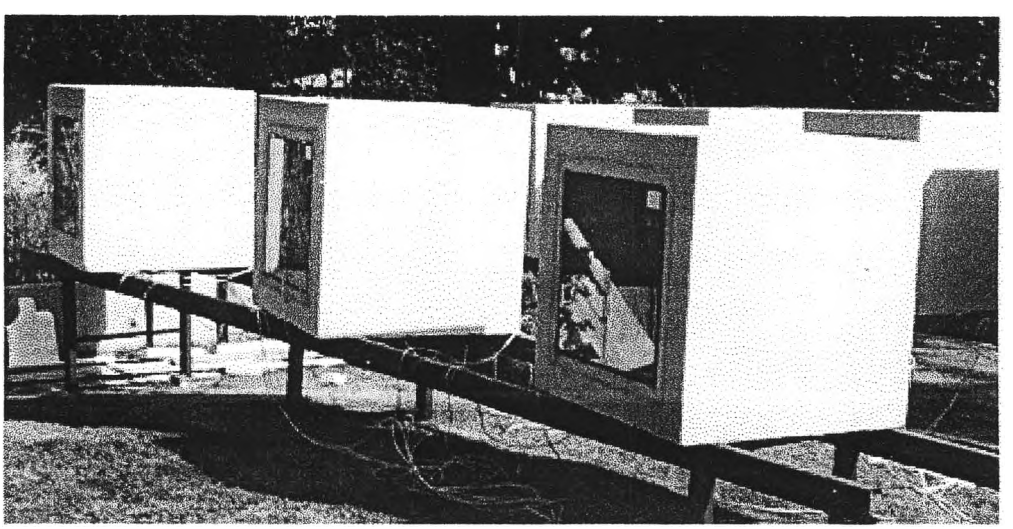
การทดสอบในหัวข้อนี้ประกอบด้วยขั้นตอนที่ 6 ถึงขั้นตอนที่ 11

ทำการทดสอบตัวแปรที่ 3 คือ ชนิดกระจก โดยเปรียบเทียบระหว่างกระจกชั้นเดียวสีชาและกระจก 2 ชั้นแบบ Heat Stop Premium ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดเท่ากันคือ 0.41 เปรียบเทียบทั้งแบบมีมวลสารภายในเท่ากัน (ชุดกล่องทดลองที่ 1) และความจุความร้อนของมวลสารภายในที่เท่ากัน (ชุดกล่องทดลองที่ 2) อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบคือ กล่องทดสอบจำนวน 7 กล่อง ที่ใช้ทดสอบในวัน เวลา และสถานที่เดียวกัน สำหรับการเปรียบเทียบในแต่ละชุด โดยไม่มีการปรับอากาศภายในกล่องทดลอง เริ่มจากการทดลองขั้นตอนที่ 6 และ 7 โดยหันช่องแสงด้านข้างของกล่องทดลองทั้ง 7 กล่องไปทางทิศใต้ เมื่อทำการเก็บข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงหันช่องแสงด้านข้างของกล่องทดลองทั้งหมดไปทางทิศเหนือเพื่อเก็บข้อมูลอีกชุดหนึ่ง รายละเอียดของกล่องทดลองทั้ง 6 กล่องมีดังนี้

กล่องทดลองที่ 1 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว ไม่มีมวลสารภายใน
กล่องทดลองที่ 2 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีมวลสารภายในน้อย น้ำหนักประมาณ 112.5 กก.
กล่องทดลองที่ 3 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีมวลสารภายในมาก น้ำหนักประมาณ 225 กก.
กล่องทดลองที่ 4 ติดตั้งกระจก 2 ชั้น ไม่มีมวลสารภายใน
กล่องทดลองที่ 5 ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีมวลสารภายในน้อย น้ำหนักประมาณ 112.5 กก.
กล่องทดลองที่ 6 ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีมวลสารภายในมาก น้ำหนักประมาณ 225 กก.
กล่องทดลองที่ 7 ไม่ติดตั้งกระจก มีมวลสารภายในมาก น้ำหนักประมาณ 225 กก.



รูปที่ 4.15 แสดงตำแหน่งการวางกล่องทดลอง กระจกทดสอบ มวลสารภายในกล่องทดลอง และตำแหน่งที่ติดตั้งเทอร์มิสเตอร์ ของการทดสอบในขั้นตอนการวิจัยที่ 6 (ทิศใต้)



รูปที่ 4.16 แสดงตำแหน่งการวางกล่องทดลอง กระจกทดสอบ มวลสารภายในกล่องทดลอง และตำแหน่งที่ติดตั้งเทอร์มิสเตอร์ ของการทดสอบในขั้นตอนการวิจัยที่ 7 (ทิศเหนือ)

หลังจากนั้นทำการทดลองตามขั้นตอนที่ 8 และ 9 เพื่อเปรียบเทียบชนิดกระจก โดยใช้ชุดกล่องทดลองที่ 2 อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบคือ กล่องทดสอบจำนวน 7 กล่อง ที่ใช้ทดสอบในวัน เวลา และสถานที่เดียวกัน สำหรับการเปรียบเทียบในแต่ละชุด โดยไม่มีการปรับอากาศภายในกล่องทดลอง หันช่องแสงด้านข้างของกล่องทดลองทั้ง 7 กล่องไปทางทิศใต้ เมื่อทำการเก็บข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงหันช่องแสงด้านข้างของกล่องทดลองทั้งหมดไปทางทิศเหนือเพื่อเก็บข้อมูลอีกชุดหนึ่ง รายละเอียดของกล่องทดลองทั้ง 7 กล่องมีดังนี้

กล่องทดลองที่ 1 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน
น้ำหนักประมาณ 288 กก.
ปริมาณ 0.12 ลบ.ม.
ความจุความร้อนจำเพาะ 0.922 kJ/kg^{o}C

กล่องทดลองที่ 2 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน
น้ำหนักประมาณ 72 กก.
ปริมาณ 0.12 ลบ.ม.
ความจุความร้อนจำเพาะ 0.88 kJ/kg^{o}C

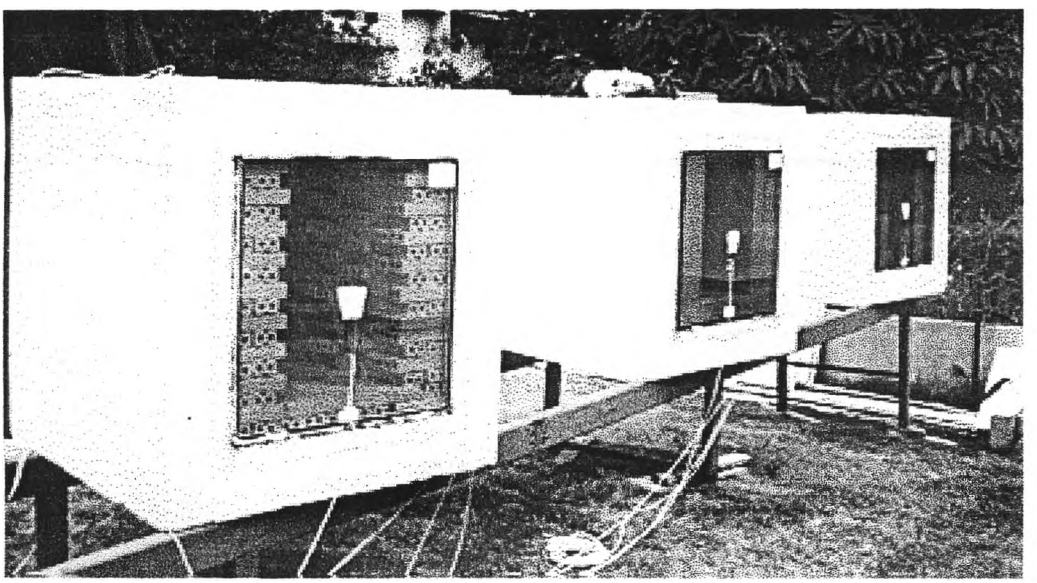
กล่องทดลองที่ 3 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน
น้ำหนักประมาณ 225 กก.
ปริมาณ 0.12 ลบ.ม.
ความจุความร้อนจำเพาะ 0.796 kJ/kg^{o}C

กล่องทดลองที่ 4 ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายในเหมือนกล่องทดลองที่ 1

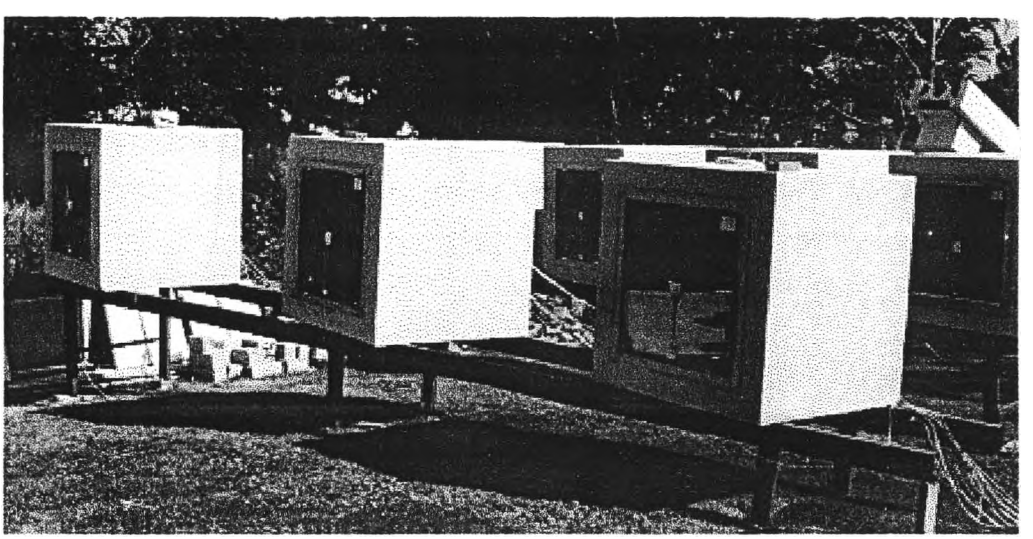
กล่องทดลองที่ 5 ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายในเหมือนกล่องทดลองที่ 2

กล่องทดลองที่ 6 ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายในเหมือนกล่องทดลองที่ 3

กล่องทดลองที่ 7 ไม่ติดตั้งกระจก มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายในเหมือนกล่องทดลองที่ 3

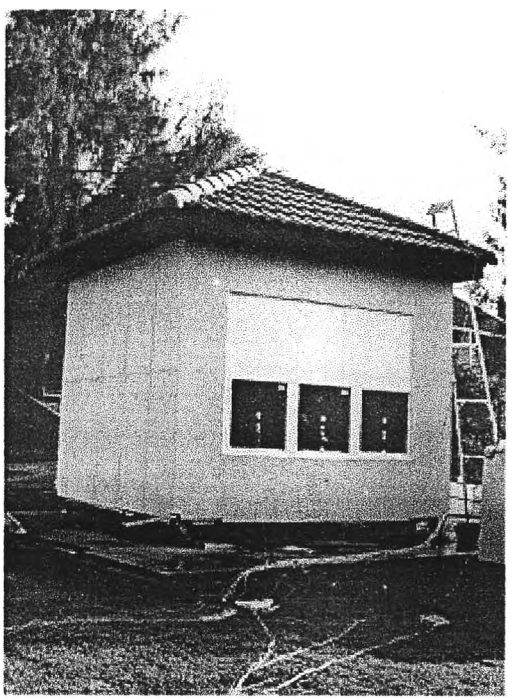


รูปที่ 4.17 แสดงตำแหน่งการวางกล่องทดลอง กระจกทดสอบ มวลสารภายในกล่องทดลอง และตำแหน่งที่ติดตั้งเทอร์มิสเตอร์ ของการทดสอบในขั้นตอนการวิจัยที่ 8 (ทิศใต้)

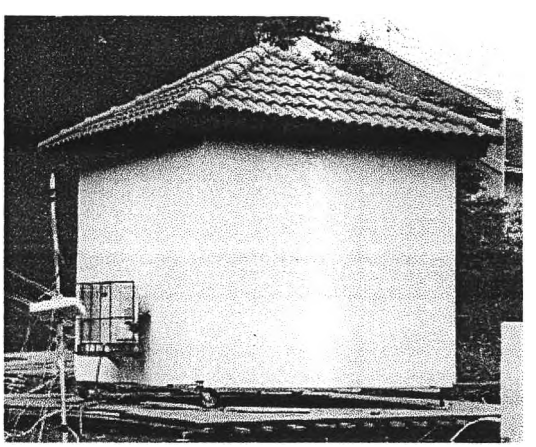


รูปที่ 4.18 แสดงตำแหน่งการวางกล่องทดลอง กระจกทดสอบ มวลสารภายในกล่องทดลอง และตำแหน่งที่ติดตั้งเทอร์มิสเตอร์ ของการทดสอบในขั้นตอนการวิจัยที่ 9 (ทิศเหนือ)

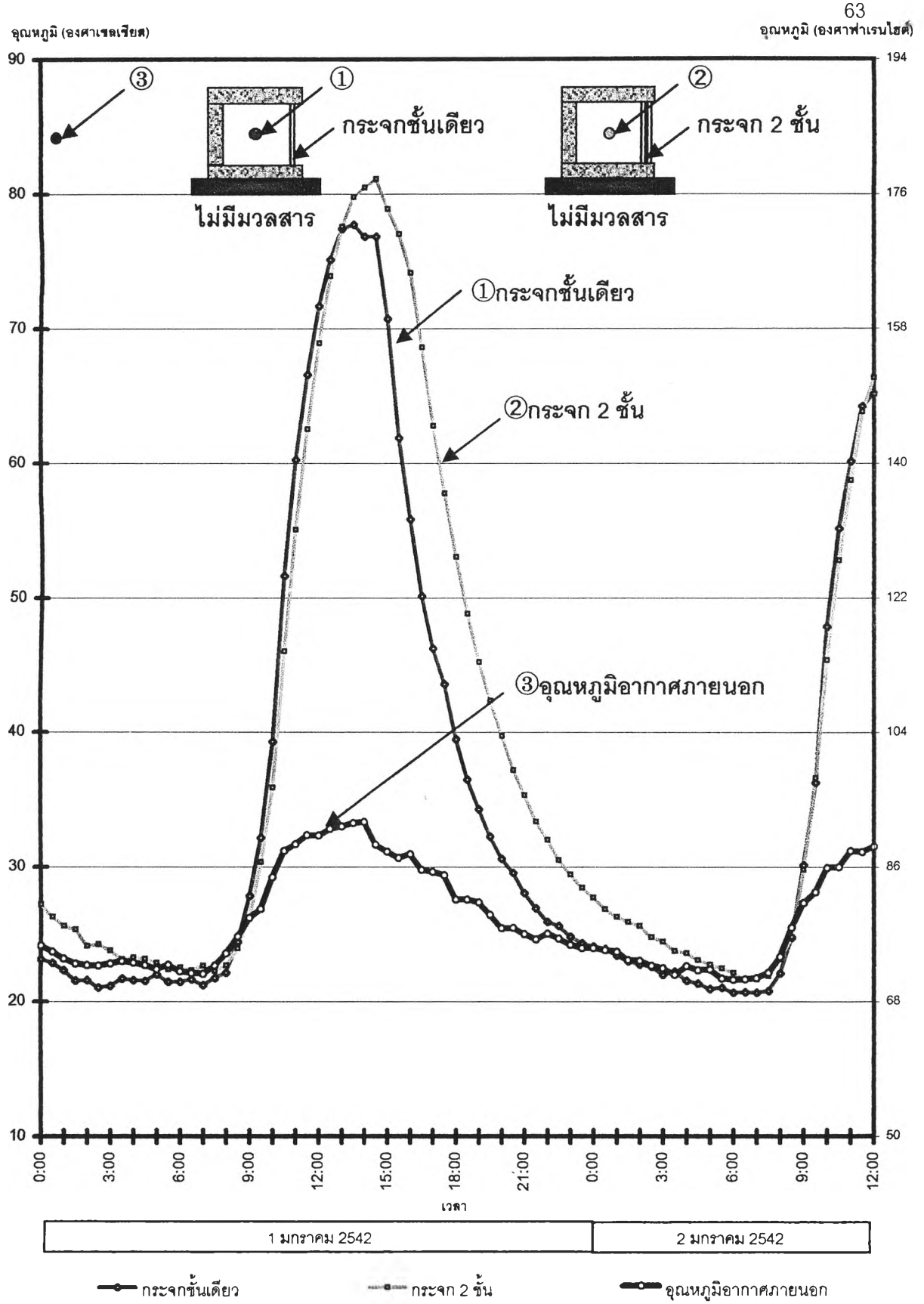
ทำการทดลองในสภาพปรับอากาศตามขั้นตอนที่ 10 และ 11 โดยใช้ชุดกล่องทดลองที่ 3 ซึ่งเป็นบ้านทดลองที่มีการปรับอากาศขนาด กว้าง 3.00 ม. ยาว 3.00 ม. และสูง 2.40 ม. ติดตั้งกระจก 3 ชนิด คือ กระจกชั้นเดียวสีชาหนา 6 มม. มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดเท่ากับ 0.41 กระจก 2 ชั้นแบบ Heat Stop Premium หนา 24 มม. มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดเท่ากันคือ 0.41 และกระจกใสหนา 6 มม. มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดเท่ากับ 0.87 หันช่องแสงด้านข้างของบ้านทดลองไปทางทิศใต้ เมื่อทำการเก็บข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงหันช่องแสงด้านข้างของบ้านทดลองไปทางทิศเหนือเพื่อเก็บข้อมูลอีกชุดหนึ่ง



รูปที่ 4.19 แสดงตำแหน่งการวางกล่องทดลอง กระจกทดสอบ มวลสารภายในกล่องทดลอง และตำแหน่งที่ติดตั้งเทอร์มิสเตอร์ ของการทดสอบในขั้นตอนการวิจัยที่ 10 (ทิศใต้)



รูปที่ 4.20 แสดงตำแหน่งการวางกล่องทดลอง กระจกทดสอบ มวลสารภายในกล่องทดลอง และตำแหน่งที่ติดตั้งเทอร์มิสเตอร์ ของการทดสอบในขั้นตอนการวิจัยที่ 11 (ทิศเหนือ)



อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง ไม่มีมวลสารภายใน ทิศใต้

แผนภูมิที่ 4.16 แสดงอุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ไม่มีมวลสารภายใน ที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียวและกระจก 2 ชั้นซึ่งมีค่า SC = 0.41 เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 2 มกราคม 2542 เวลา 12:00 น.

<u>เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของชนิดกระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC หรือ Shading Coefficient) เท่ากัน ที่ไม่มีมวลสารภายในเมื่อหันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศใต้ (แผนภูมิที่ 4.16)</u>

ไม่มีมวลสารภายใน-หันช่องแสงไปทางทิศใต้

มีอุณหภูมิอากาศภายในต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 0:00-8:30 น. ประมาณ 8.5 ชม.
สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือในช่วงเวลา 7:30-8:30 น.ประมาณ 1 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 8:30-0:00 น.ประมาณ 15.5 ชม.
สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือในช่วงเวลา 8:30-7:30 น.ประมาณ 23 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ 77.74 ^{o}C ณ เวลา 13:30 น.
สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 81.14 ^{o}C ณ เวลา 14:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) เท่ากับ 56.69 ^{o}C
สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

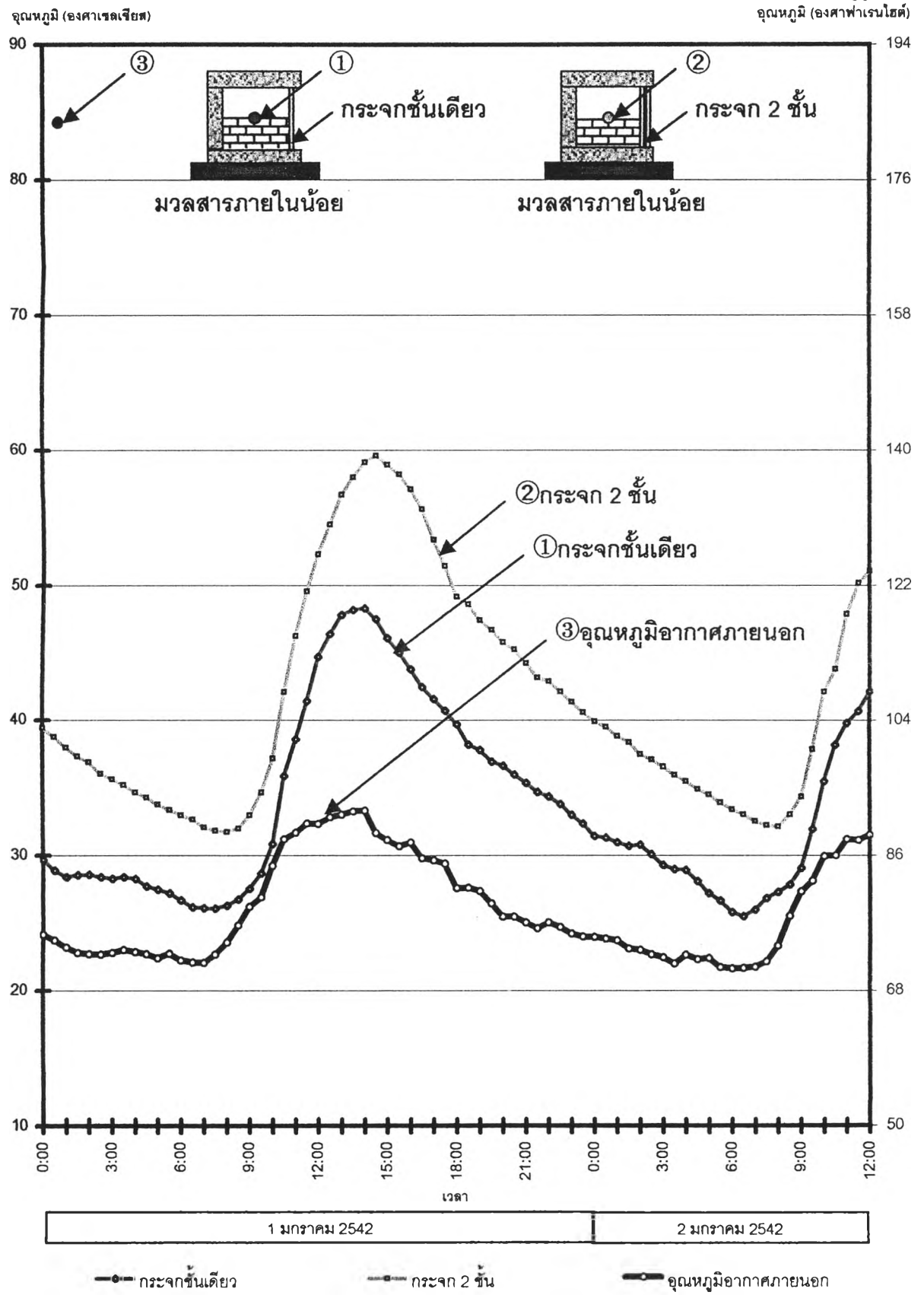
หรือเท่ากับ 58.86 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อน เท่ากับ 0.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 0 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศ (Mean Temperature) ภายในกล่องในช่วง 1 วัน เท่ากับ 37.82 ^{o}C
สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 42.1 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น



อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง มวลสารภายในน้อย ทิศใต้

แผนภูมิที่ 4.17 แสดงอุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในน้อย ที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียวและกระจก 2 ชั้นซึ่งมีค่า SC = 0.41 หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศใต้ เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 2 มกราคม 2542 เวลา 12:00 น.

<u>เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของชนิดกระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC หรือ Shading Coefficient) เท่ากัน ที่มีมวลสารภายในน้อยและชนิดเดียวกันเมื่อหันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศใต้ (แผนภูมิที่ 4.17)</u>

มีมวลสารภายในน้อย-หันช่องแสงไปทางทิศใต้

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**ต่ำกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา - น. ประมาณ 0 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือในช่วงเวลา - น. ประมาณ 0 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**สูงกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 0:00-0:00 น.ประมาณ 24 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือในช่วงเวลา 0:00-0:00 น. ประมาณ 24 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ 48.29 ^{o}C ณ เวลา 14:00 น. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 59.6 ^{o}C ณ เวลา 14:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) เท่ากับ 22.21 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

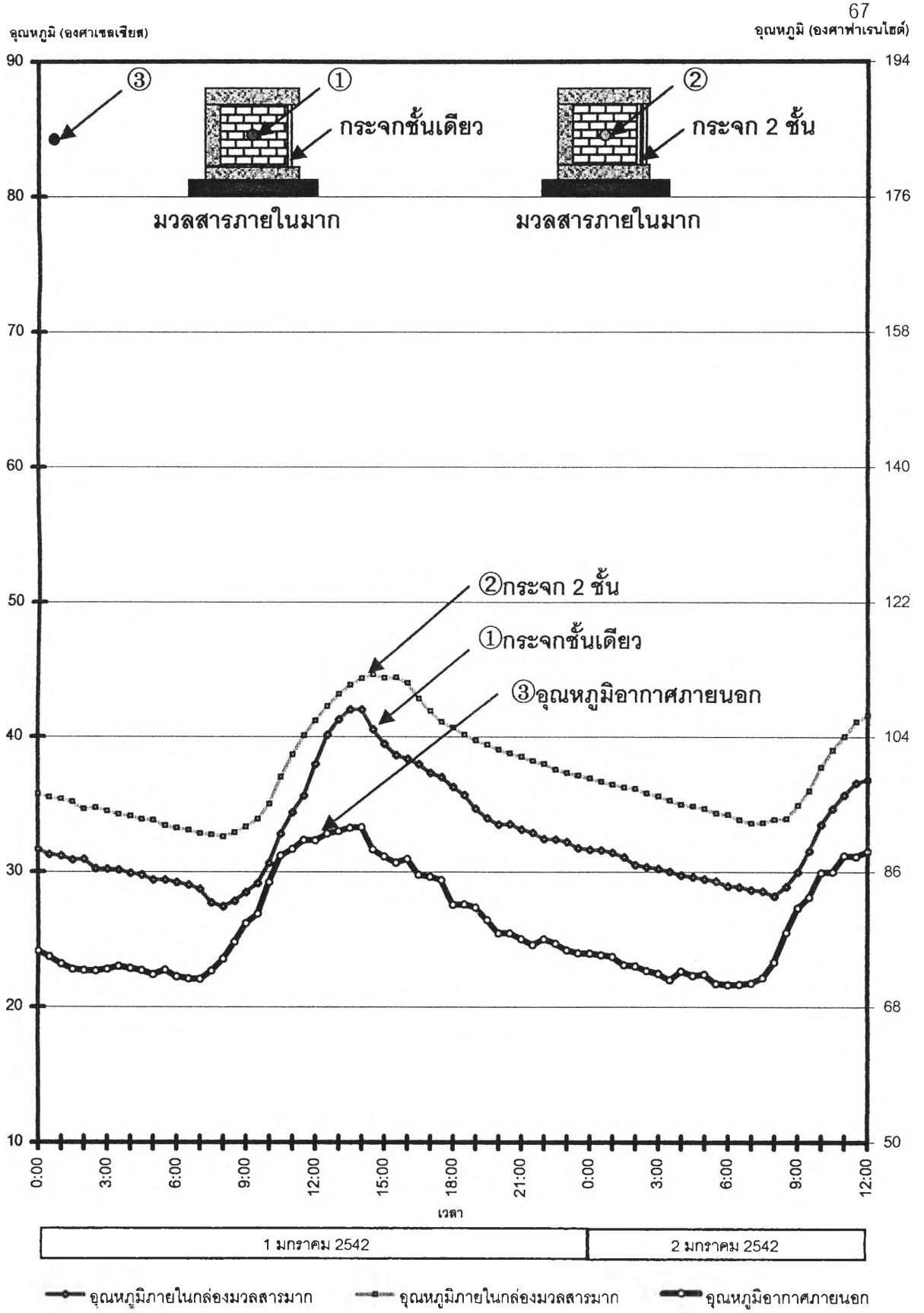
หรือเท่ากับ 27.83 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อน เท่ากับ 0 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 0 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศ (Mean Temperature) ภายในกล่องในช่วง 1 วัน เท่ากับ 34.76 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 43.23 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น



อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง มวลสารภายในมาก ทิศใต้

แผนภูมิที่ 4.18 แสดงอุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในมาก ที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียวและกระจก 2 ชั้นซึ่งมีค่า SC = 0.41 หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศใต้ เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 2 มกราคม 2542 เวลา 12:00 น.

<u>เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของชนิดกระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC หรือ Shading Coefficient) เท่ากัน ที่มีมวลสารภายในมากและชนิดเดียวกันเมื่อหันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศใต้ (แผนภูมิที่ 4.18)</u>

มีมวลสารภายในมาก-หันช่องแสงไปทางทิศใต้

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**ต่ำกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา - น. ประมาณ 0 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือในช่วงเวลา - น.ประมาณ 0 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**สูงกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 0:00-0:00 น.ประมาณ 24 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือในช่วงเวลา 0:00-0:00 น.ประมาณ 24 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ 42.05 ^{o}C ณ เวลา 14:00 น. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 44.61 ^{o}C ณ เวลา 14:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) เท่ากับ 14.59 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

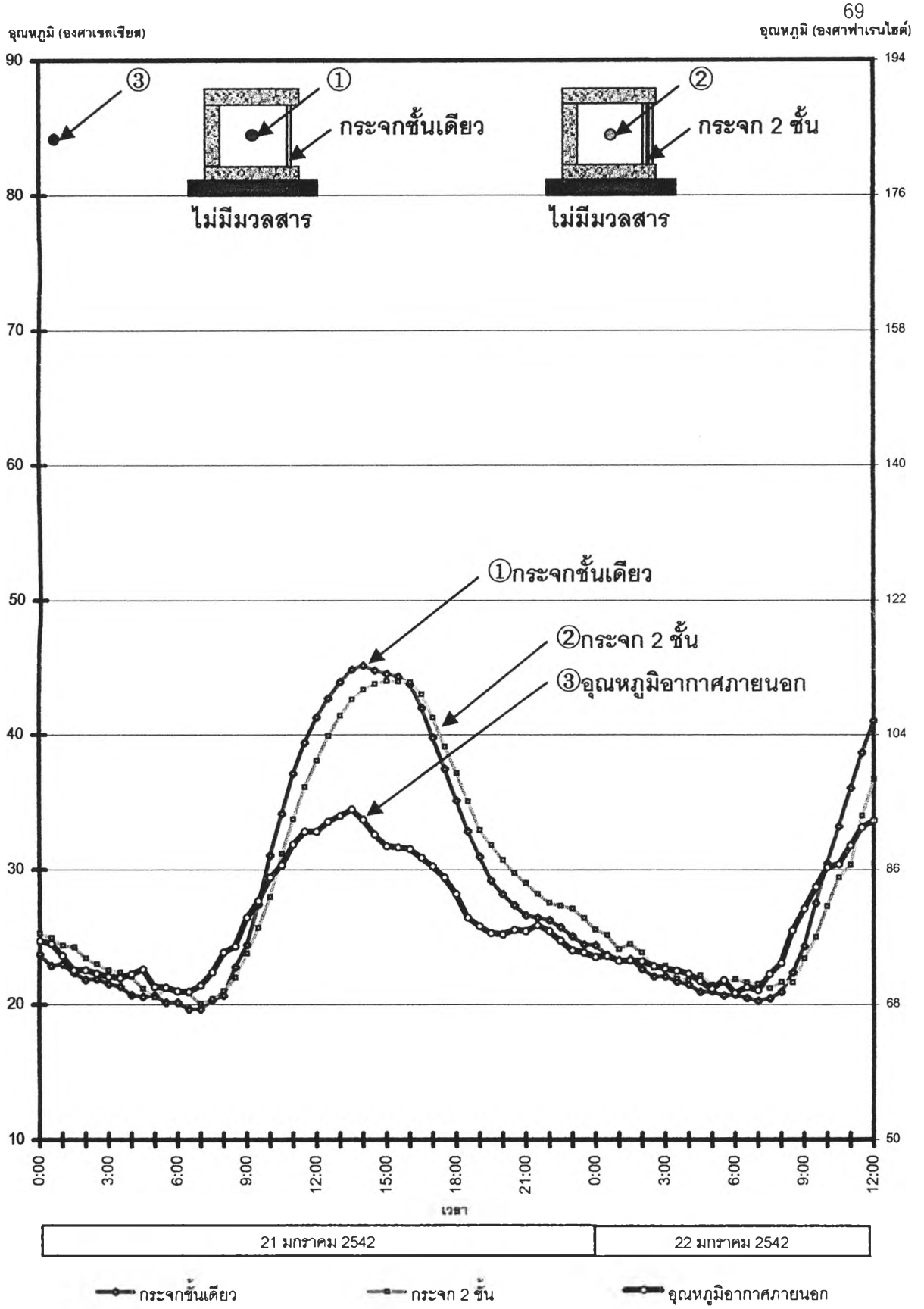
หรือเท่ากับ 11.98 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อน เท่ากับ 0 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 0 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศ (Mean Temperature) ภายในกล่องในช่วง 1 วัน เท่ากับ 33.39 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 37.79 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น



อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง ไม่มีมวลสารภายใน ทิศเหนือ

แผนภูมิที่ 4.19 แสดงอุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ไม่มีมวลสารภายใน ที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียวและกระจก 2 ชั้นซึ่งมีค่า SC = 0.41 หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศเหนือ เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 21 มกราคม 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 22 มกราคม 2542 เวลา 12:00 น.

<u>เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของชนิดกระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC หรือ Shading Coefficient) เท่ากัน ที่ไม่มีมวลสารภายในเมื่อหันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศเหนือ (แผนภูมิที่ 4.19)</u>

ไม่มีมวลสารภายใน-หันช่องแสงไปทางทิศเหนือ

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**ต่ำกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 0:00-9:30 น. ประมาณ 9.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือในช่วงเวลา 4:00-10:00 น.ประมาณ 6 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**สูงกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 9:30-0:00 น.ประมาณ 14.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือในช่วงเวลา 10:00-4:00 น.ประมาณ 18 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ 45.14 $^{\circ}$C ณ เวลา 14:00 น. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 43.97 $^{\circ}$C ณ เวลา 15:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) เท่ากับ 25.69 $^{\circ}$C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

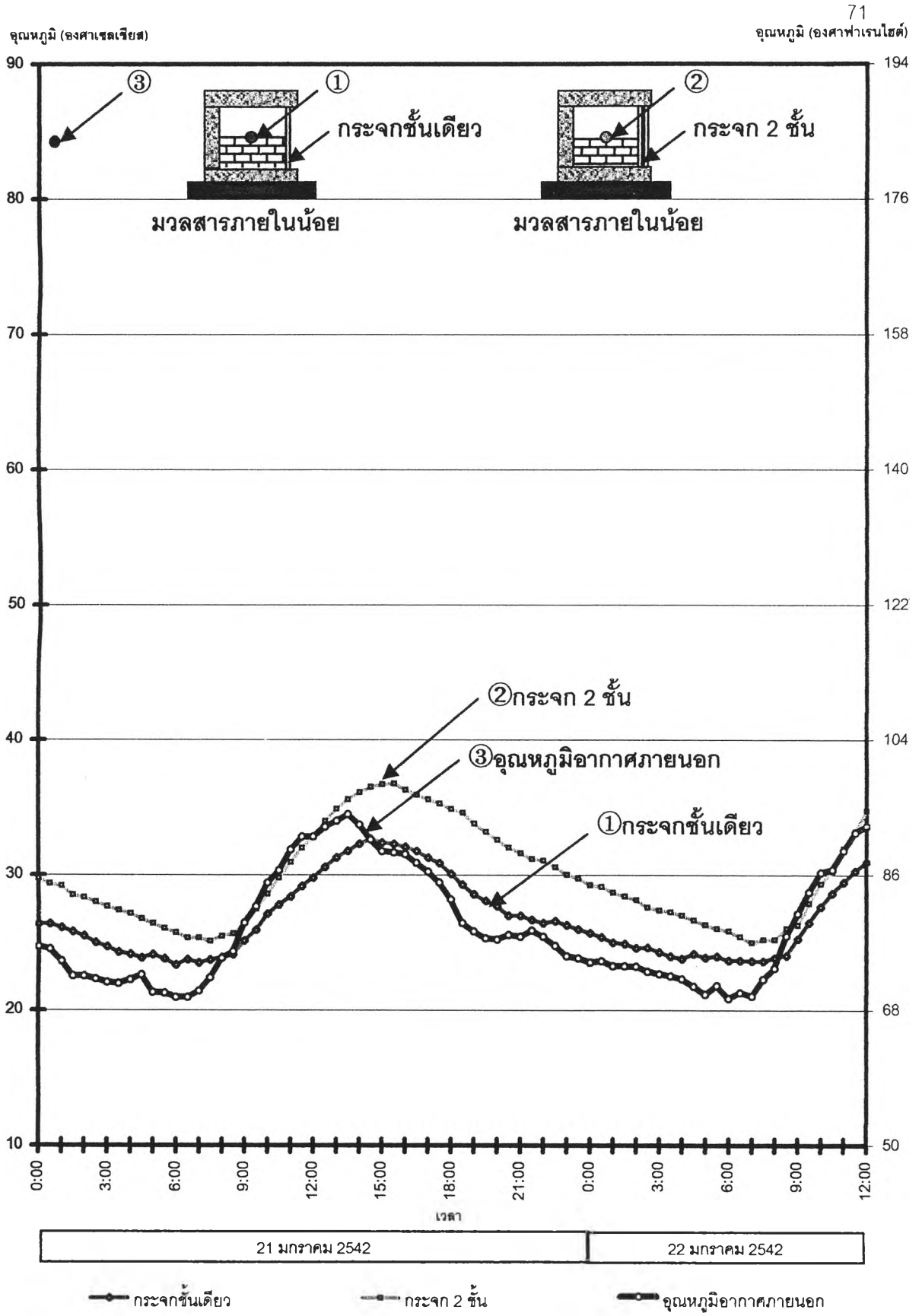
หรือเท่ากับ 24.14 $^{\circ}$C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อน เท่ากับ 0.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 2 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศ (Mean Temperature) ภายในกล่องในช่วง 1 วัน เท่ากับ 29.77 $^{\circ}$C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 29.09 $^{\circ}$C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น



อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง มวลสารภายในน้อย ทิศเหนือ

แผนภูมิที่ 4.20 **แสดงอุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในน้อย ที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียวและกระจก 2 ชั้นซึ่งมีค่า** SC = 0.41 **หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศเหนือ เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่** 21 มกราคม 2542 **เวลา** 0:00 **น. ถึงวันที่** 22 มกราคม 2542 **เวลา** 12:00 **น.**

<u>เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของชนิดกระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC หรือ Shading Coefficient) เท่ากัน ที่มีมวลสารภายในน้อยเมื่อหันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศเหนือ (แผนภูมิที่ 4.20)</u>

มีมวลสารภายในน้อย-หันช่องแสงไปทางทิศเหนือ

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**ต่ำกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 8:30-14:30 น. ประมาณ 6 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือในช่วงเวลา9:00-12:00 น.ประมาณ 3 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**สูงกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 14:30-8:30 น.ประมาณ 18 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือในช่วงเวลา12:00-9:00 น.ประมาณ 21 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ 32.68 ^{o}C ณ เวลา 14:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 36.75 ^{o}C ณ เวลา 15:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) เท่ากับ 9.38 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

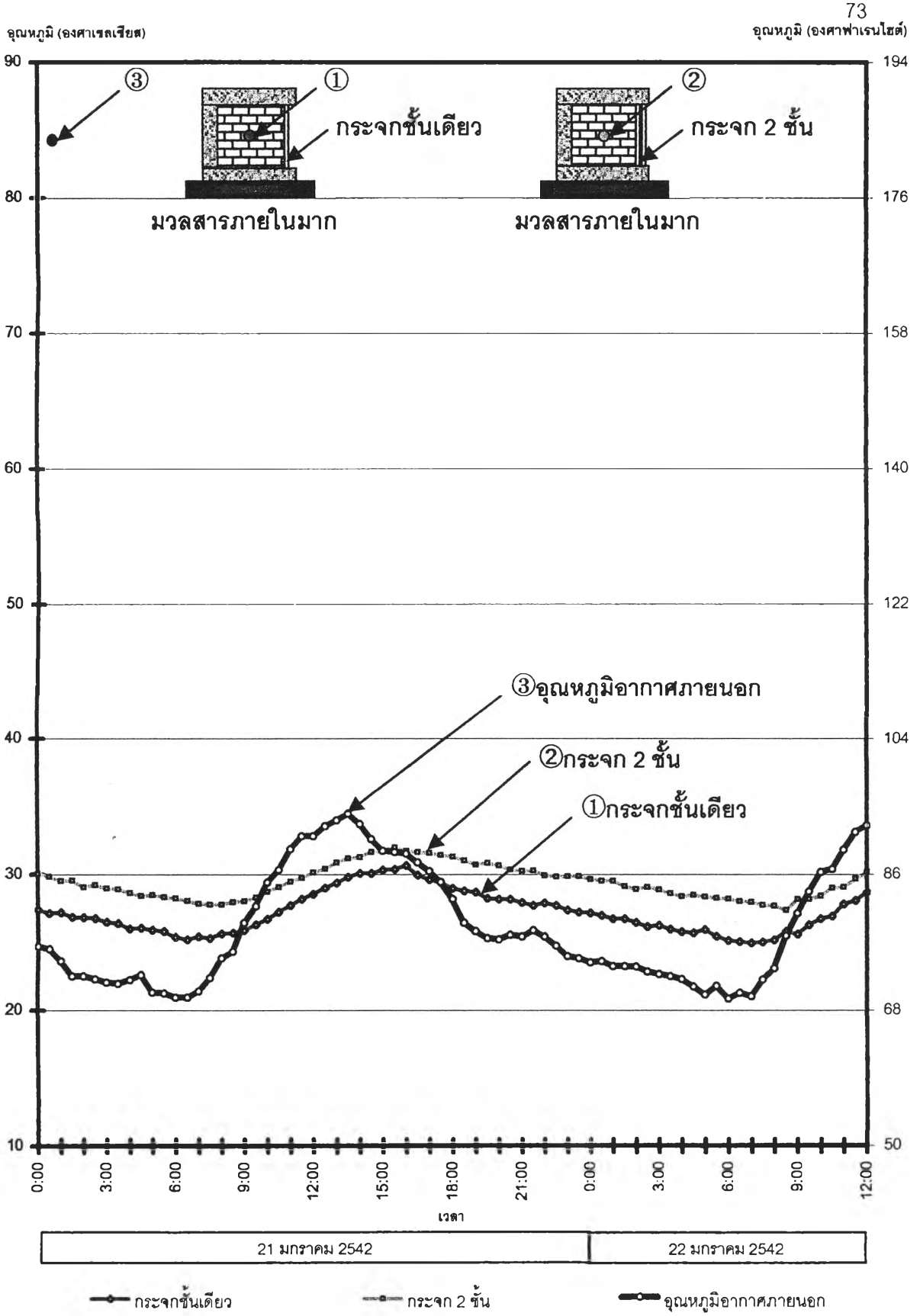
หรือเท่ากับ 11.68 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อน เท่ากับ 1 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 2 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศ (Mean Temperature) ภายในกล่องในช่วง 1 วัน เท่ากับ 27.8 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 29.51 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น



อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง มวลสารภายในมาก ทิศเหนือ

แผนภูมิที่ 4.21 แสดงอุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่มีมวลสารภายในมาก ที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียวและกระจก 2 ชั้นซึ่งมีค่า SC = 0.41 หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศเหนือ เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 21 มกราคม 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 22 มกราคม 2542 เวลา 12:00 น.

<u>เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของชนิดกระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC หรือ Shading Coefficient) เท่ากัน ที่มีมวลสารภายในมากเมื่อหันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศเหนือ (แผนภูมิที่ 4.21)</u>

มีมวลสารภายในมาก-หันช่องแสงไปทางทิศเหนือ

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**ต่ำกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 9:00-17:30 น. ประมาณ 8.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือในช่วงเวลา10:00-16:00 น.ประมาณ 6 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**สูงกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 17:30-9:00 น.ประมาณ 15.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือในช่วงเวลา 16:00-10:00 น.ประมาณ 18 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ 30.67 ^{o}C ณ เวลา 16:00 น. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 31.77 ^{o}C ณ เวลา 16:00 น. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) เท่ากับ 5.49 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 3.99 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

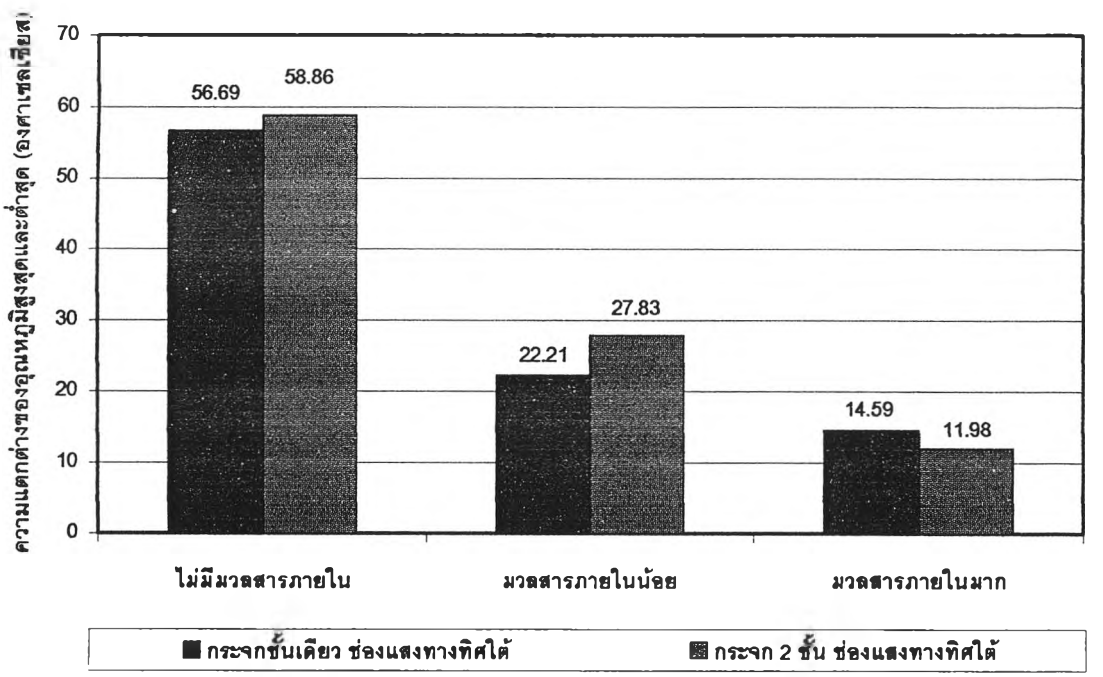
มีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อน เท่ากับ 2.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 2.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศ (Mean Temperature) ภายในกล่องในช่วง 1 วัน เท่ากับ 27.65 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 28.58 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

พิจารณาเปรียบเทียบระหว่างการใช้กระจกต่างชนิดกัน ในด้านการลดอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด (Peak Temperature) เมื่อมีการใช้มวลสารภายในชนิดเดียวกันและปริมาณเท่ากัน จากการทดลองพบว่า ความแตกต่างของอุณหภูมิ (Temperature Difference) อากาศภายในที่ใช้กระจก 2 ชั้น ทั้งช่องแสงด้านข้างที่หันไปทางด้านทิศเหนือและทิศใต้ เมื่อมีมวลสารภายในมากจะมีค่าต่ำกว่าความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในที่ใช้กระจกชั้นเดียว เนื่องจากกระจกชั้นเดียวมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U-Value) มากกว่ากระจก 2 ชั้น รวมทั้งปริมาณมวลสารภายในมากจะช่วยกักเก็บความร้อนไว้ได้มาก ส่วนการใช้กระจก 2 ชั้นและไม่มีมวลสารภายในนั้น สำหรับช่องแสงที่หันไปทางด้านทิศเหนือจะมีความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด น้อยกว่ากระจกชั้นเดียวที่ไม่มีมวลสารภายใน เนื่องจากมีปริมาณความร้อนถ่ายเทเข้าไปได้น้อยและช้ากว่า



แผนภูมิที่ 4.22 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดทางทิศใต้ (Temperature Swing) ที่เกิดจากอิทธิพลของชนิดกระจก ระหว่างปริมาณมวลสารที่แตกต่างกัน

จากสมการคำนวณหาค่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านช่องแสงทั้ง 2 สมการคือ

$$Q = U * A * \Delta T \quad \text{และ}$$

$$Q = A * SC * SHGF * CLF$$

เมื่อ A = พื้นที่ช่องแสง

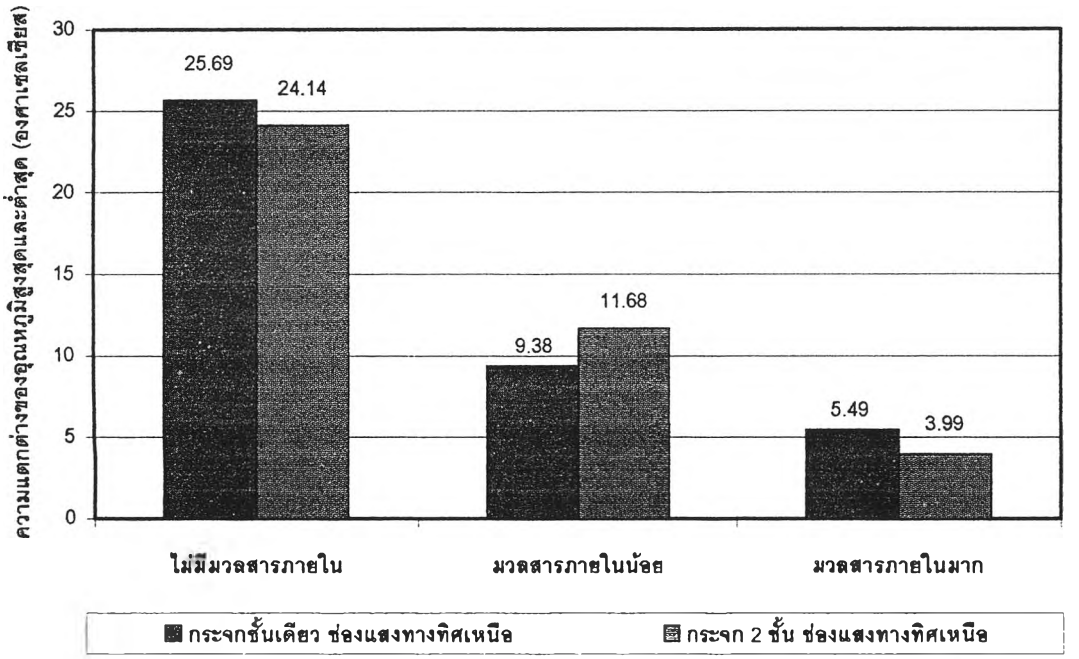
U = ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน

ΔT = ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอก

SC = ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด

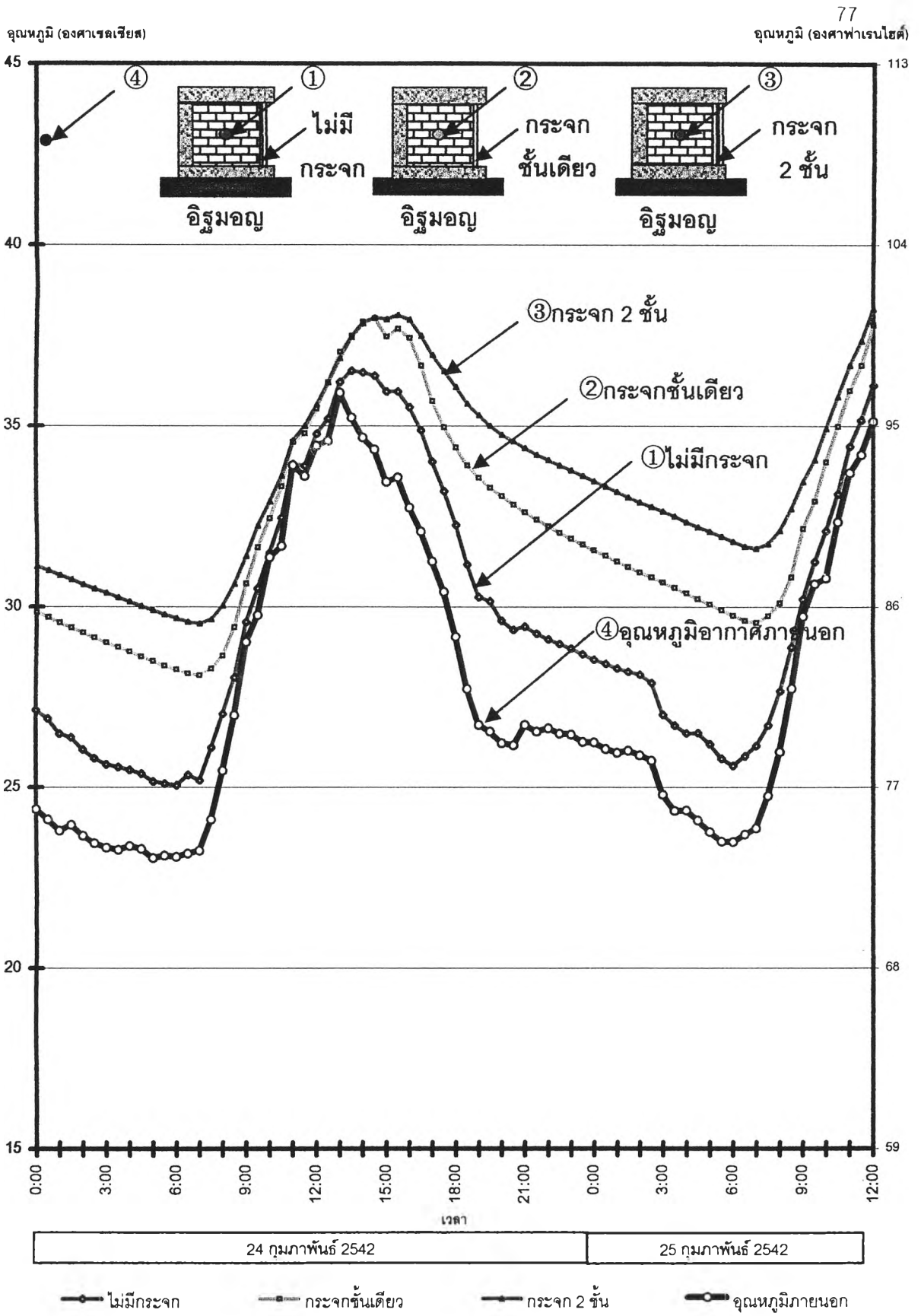
SHGF = Solar Heat Gain Factor

CLF = Cooling Load Factor



แผนภูมิที่ 4.23 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดทางทิศเหนือ (Temperature Swing) ที่เกิดจากอิทธิพลของชนิดกระจก ระหว่างปริมาณมวลสารที่แตกต่างกัน

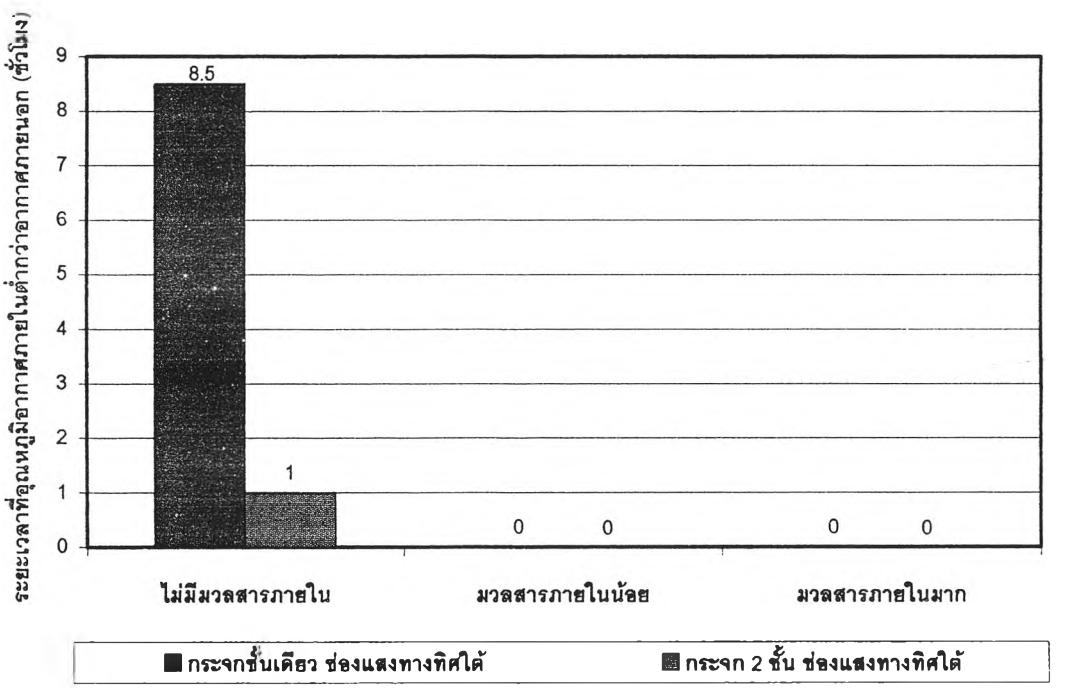
พบว่าการควบคุมชนิดและปริมาณของมวลสาร ขนาดของช่องแสง ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC) และการทำการทดสอบในสถานที่เดียวกัน และพร้อม ๆ กัน จึงทำให้ค่าของตัวแปรทุกตัวมีค่าเท่ากัน ยกเว้นค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน และค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอก (T) ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอกมีค่าต่างกัน เนื่องจากการสูญเสียความร้อนที่มีอยู่ภายในให้แก่ท้องฟ้าในช่วงเวลากลางคืน ของกระจกชั้นเดียวและกระจก 2 ชั้นมีอัตราไม่เท่ากัน ดังนั้นอากาศภายในจึงมีการสะสมความร้อนในปริมาณไม่เท่ากัน ซึ่งค่า T ที่มีค่าไม่เท่ากันนี้ เป็นผลสืบเนื่องมาจากค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนด้วย ดังนั้นการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในและจากภายในออกสู่ภายนอกโดยผ่านกระจก 2 ชั้น หากพิจารณาจากแผนภูมิที่ 4.24 เมื่อมีปริมาณความร้อนถ่ายเทเข้ามาในปริมาณที่เท่ากัน เปรียบเทียบระหว่างไม่ติดตั้งกระจกที่ช่องแสง ติดตั้งกระจกชั้นเดียว และติดตั้งกระจก 2 ชั้น พบว่า ระดับอุณหภูมิอากาศภายในจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามลำดับ ลักษณะเช่นนี้เป็นปรากฏการณ์เช่นเดียวกัน กับสภาวะเรือนกระจก (Green House Effect)



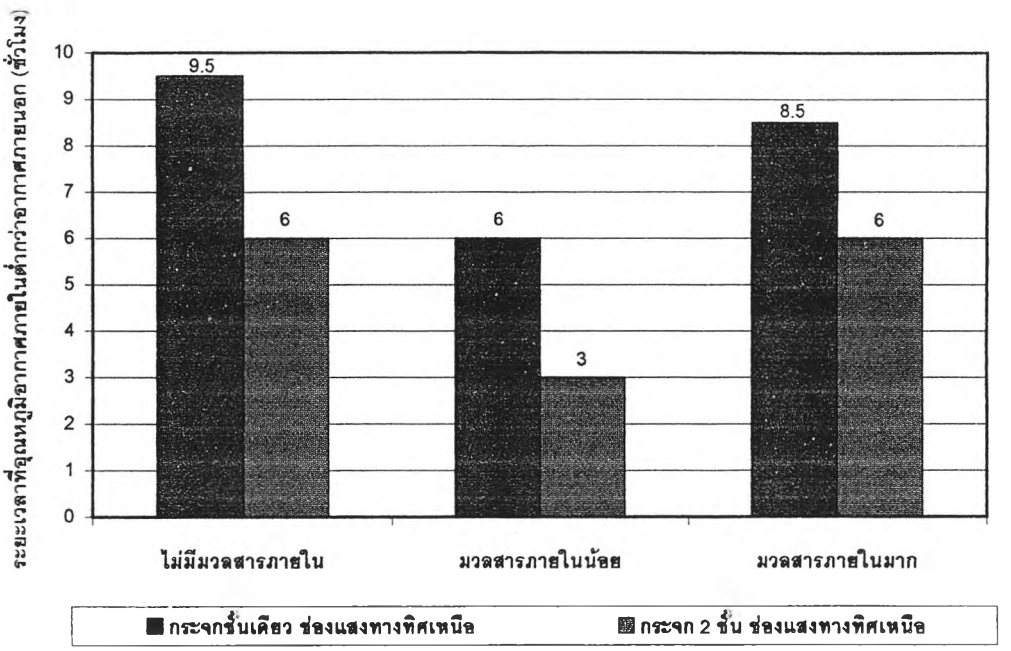
อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน ทิศใต้

แผนภูมิที่ 4.24 แสดงอุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน ที่ไม่มีกระจก ติดตั้งกระจกชั้นเดียวและกระจก 2 ชั้นซึ่งมีค่า SC = 0.41 หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศใต้ เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 12:00 น.

หากพิจารณาถึงช่วงเวลาที่อุณหภูมิอากาศภายในต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก พบว่า ช่องแสงด้านทิศใต้ เมื่อใช้กระจกชั้นเดียวและไม่มีมวลสารภายใน จะมีช่วงอุณหภูมิอากาศภายในต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก มากกว่ากระจก 2 ชั้น โดยเฉพาะในช่วงเวลากลางคืน สำหรับช่องแสงด้านทิศเหนือ เมื่อใช้กระจกชั้นเดียวจะมีช่วงอุณหภูมิอากาศภายในต่ำกว่าอากาศภายนอก มากกว่ากระจก 2 ชั้น ทั้งมีและไม่มีมวลสารภายใน ในช่วงเวลากลางคืนถึงเช้า สาเหตุที่ช่องแสงด้านข้างซึ่งติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีอุณหภูมิอากาศภายในต่ำกว่ากระจก 2 ชั้นคือ ผิวกระจกจะเกิดการแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนกับท้องฟ้า (Longwave Radiation Heat Exchange) ในเวลากลางคืน กระจกชั้นเดียวมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U-Value) มากกว่ากระจก 2 ชั้น จึงทำให้อากาศภายในมีอุณหภูมิต่ำลงได้อย่างรวดเร็วและมากกว่ากระจก 2 ชั้นด้วย

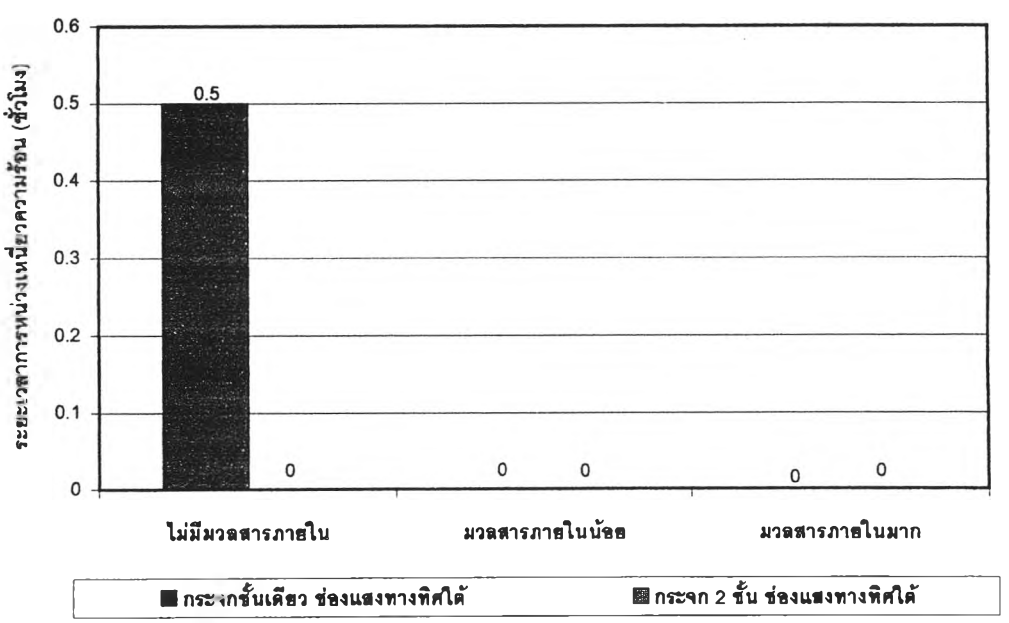


แผนภูมิที่ 4.25 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาที่อุณหภูมิภายในต่ำกว่าอากาศภายนอก ซึ่งเกิดจากอิทธิพลของชนิดกระจก ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนแตกต่างกัน เมื่อมีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดเท่ากัน ของช่องแสงด้านข้างทางทิศใต้



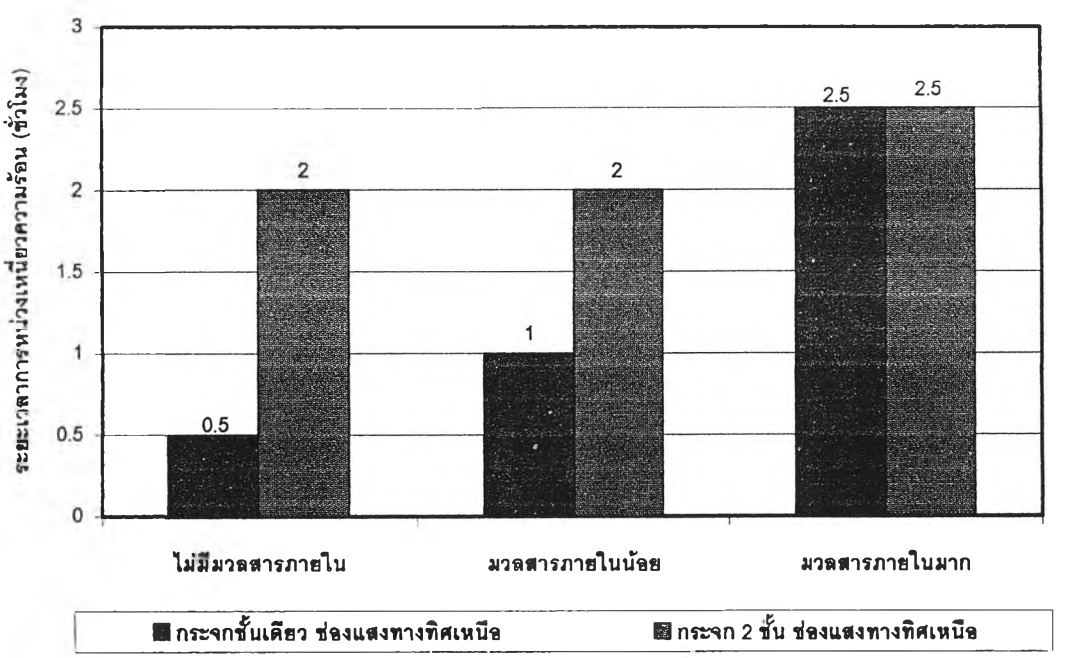
แผนภูมิที่ 4.26 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาที่อุณหภูมิภายในต่ำกว่าอากาศภายนอก ซึ่งเกิดจากอิทธิพลของชนิดกระจก ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนแตกต่างกัน เมื่อมีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดเท่ากัน ของช่องแสงด้านข้างทางทิศเหนือ

สำหรับการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time Lag) เมื่อมีปริมาณมวลสารภายในเท่ากันและชนิดเดียวกัน พบว่า ช่องแสงด้านทิศใต้ เมื่อไม่มีมวลสารภายในและใช้กระจกชั้นเดียว จะสามารถหน่วงเหนี่ยวความร้อนได้เพียง 0.5 ชั่วโมง เนื่องจากอากาศภายในสามารถกักเก็บความเย็นในตอนกลางคืน ซึ่งเกิดขึ้นจากการแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนกับท้องฟ้า มาใช้ในตอนกลางวันได้



แผนภูมิที่ 4.27 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time Lag) ที่เกิดขึ้นจากอิทธิพลของการแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนกับท้องฟ้า (Longwave Radiation Heat Exchange)

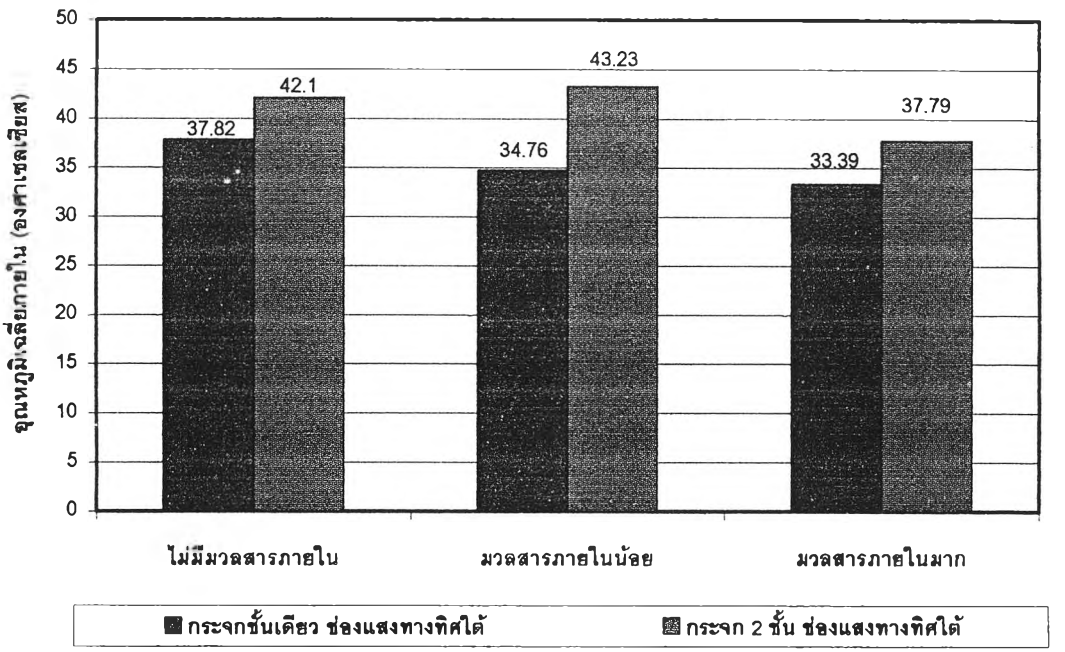
ส่วนเหตุผลที่มวลสารภายในน้อยและมากไม่สามารถช่วยหน่วงเหนี่ยวความร้อนได้เลยคือ มวลสารภายในมีไม่เพียงพอที่จะกักเก็บปริมาณความร้อนที่เข้ามาในปริมาณมาก จากช่องแสงด้านข้างทางทิศใต้ และปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นภายในนั้น ส่วนใหญ่เกิดจากการเปลี่ยนรังสีคลื่นสั้น (คลื่นแสง) เป็นรังสีคลื่นยาว (รังสีความร้อน) เนื่องจากการตกกระทบกับวัตถุทึบแสง รังสีคลื่นสั้นสามารถผ่านกระจกเข้าไปได้โดยการแผ่รังสี แต่เมื่อถูกเปลี่ยนเป็นรังสีคลื่นยาว รังสีคลื่นยาวนี้จะสามารถถ่ายเทกลับออกสู่ภายนอกได้โดยการนำความร้อน (Conduction) เท่านั้น ซึ่งต้องรอจนกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายใน จึงจะสามารถถ่ายเทความร้อนออกไปได้ ดังนั้น ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของกระจก จะช่วยป้องกันการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อนเท่านั้น ซึ่งมีอิทธิพลน้อยมาก ต่อการป้องกันการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายใน ในช่วงกลางวันสำหรับช่องแสงที่ได้รับแสงแดดโดยตรง ในทางกลับกัน ตอนกลางคืน ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนนี้ จะทำหน้าที่เป็นตัวกักกั้นความร้อนที่มีอยู่ภายใน ให้ถ่ายเทออกสู่ภายนอกได้ช้าลง ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในช่องแสงด้านข้างที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีระดับที่สูงกว่าช่องแสงด้านข้างที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว



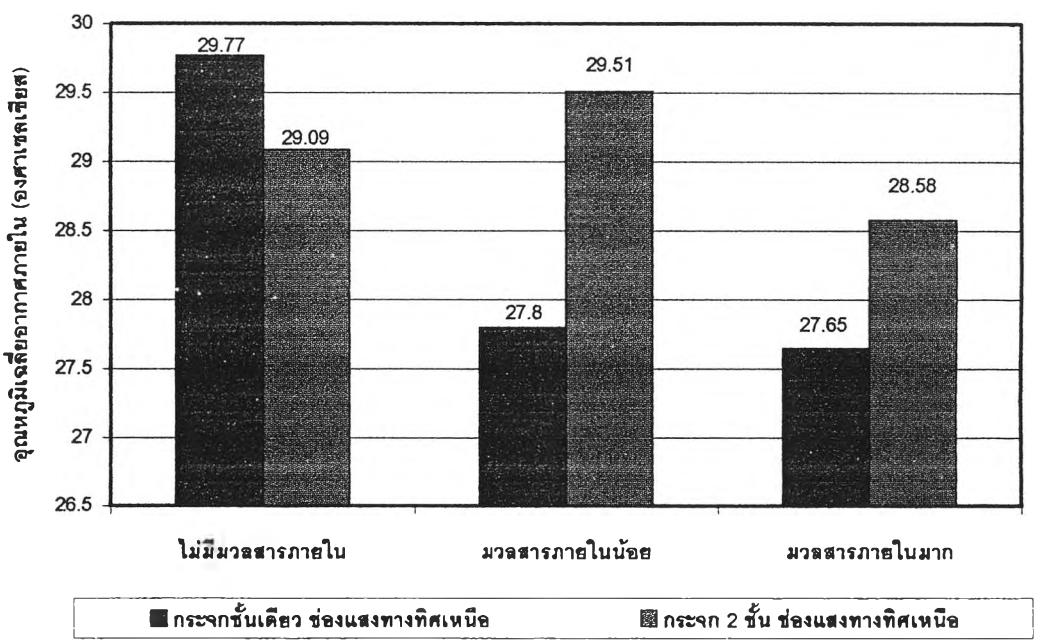
แผนภูมิที่ 4.28 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time Lag) ที่เกิดขึ้นจากอิทธิพลของการแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนกับท้องฟ้า (Longwave Radiation Heat Exchange) ของช่องแสงด้านข้างทางทิศเหนือ

สำหรับช่องแสงด้านข้างทางทิศเหนือ กระจก 2 ชั้น สามารถช่วยหน่วงเหนี่ยวความร้อนได้มากกว่ากระจกชั้นเดียว เนื่องจากไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงแดดโดยตรง ดังนั้นความร้อนที่เกิดขึ้นภายใน จึงมาจากการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกผ่านกระจกเข้าไปเท่านั้น ไม่มีผลกระทบจากรังสีแสงโดยตรง

ส่วนผลกระทบจากการเปลี่ยนรังสีคลื่นสั้นคือแสงแบบกระจาย เป็นรังสีคลื่นหรือรังสีความร้อน นั้น จะเท่ากันกับช่องแสงด้านข้างทางทิศใต้ เนื่องจากทำการทดสอบ ณ สถานที่เดียวกันและเวลาเดียวกัน ความสามารถในการหน่วงเหนี่ยวความร้อนจะนานยิ่งขึ้น เมื่อมีปริมาณมวลสารภายในเพิ่มมากขึ้น

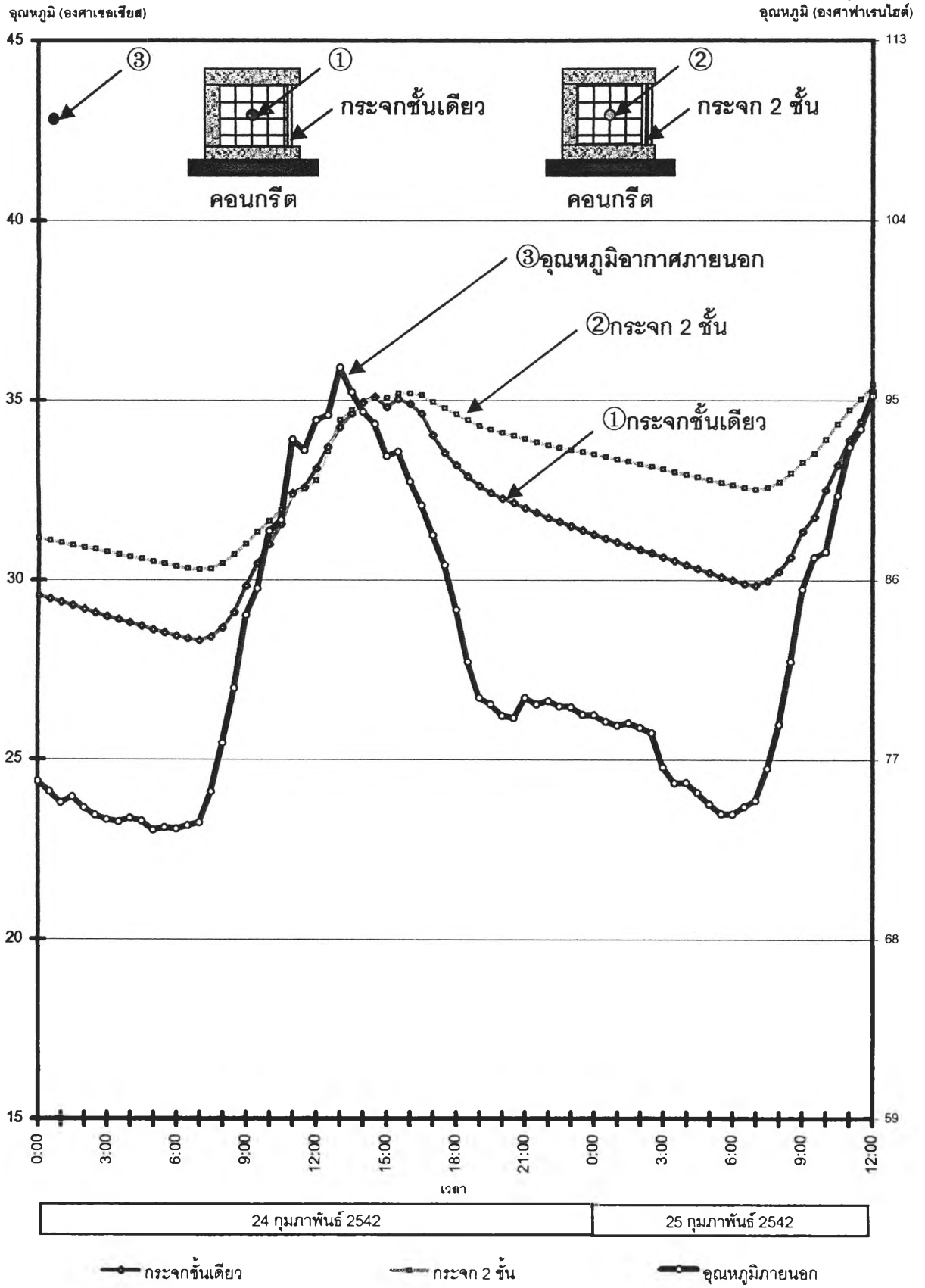


แผนภูมิที่ 4.29 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยอากาศภายใน (Mean Temperature) ที่เกิดขึ้นจากอิทธิพลของชนิดกระจกที่แตกต่างกันของช่องแสงด้านข้างทางทิศใต้



แผนภูมิที่ 4.30 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยอากาศภายใน (Mean Temperature) ที่เกิดขึ้นจากอิทธิพลของชนิดกระจกที่แตกต่างกันของช่องแสงด้านข้างทางทิศเหนือ

สำหรับอิทธิพลของชนิดกระจกที่ส่งผลต่ออุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศภายใน(Mean Temperature) นั้น พบว่า ช่องแสงด้านข้างทั้งทางทิศเหนือและทิศใต้ มีอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศภายในที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น สูงกว่ากระจกชั้นเดียว ยกเว้นช่องแสงด้านข้างทางทิศเหนือที่ไม่มีมวลสารภายในและติดตั้งกระจกชั้นเดียวจะมีอุณหภูมิอากาศภายในสูงกว่า เนื่องจากไม่มีมวลสารช่วยกักเก็บความร้อนไว้ ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด (Peak Temperature) ของช่องแสงที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียวสูงมาก แต่ช่วงกลางคืน ทั้งกระจกชั้นเดียวและกระจก 2 ชั้นมีค่าใกล้เคียงกัน ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายในของช่องแสงด้านข้างที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้นทางทิศเหนือมีค่าต่ำกว่ากระจกชั้นเดียว



อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน ทิศใต้

แผนภูมิที่ 4.31 แสดงอุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน ที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียวและกระจก 2 ชั้นซึ่งมีค่า SC = 0.41 หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศใต้ เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 12:00 น.

<u>เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของชนิดกระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC หรือ Shading Coefficient) เท่ากัน ที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายในเมื่อหันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศใต้ (แผนภูมิที่ 4.31)</u>

คอนกรีตเป็นมวลสารภายใน-หันช่องแสงไปทางทิศใต้

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**ต่ำกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 9:30-13:30 น. ประมาณ 4 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือในช่วงเวลา 11:00-14:00น.ประมาณ 3 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**สูงกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 13:30-9:30 น.ประมาณ 20 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือในช่วงเวลา 14:00-11:00น.ประมาณ 21 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ 35.1 ^{o}C ณ เวลา 15:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 35.19 ^{o}C ณ เวลา 15:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) เท่ากับ 6.78 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

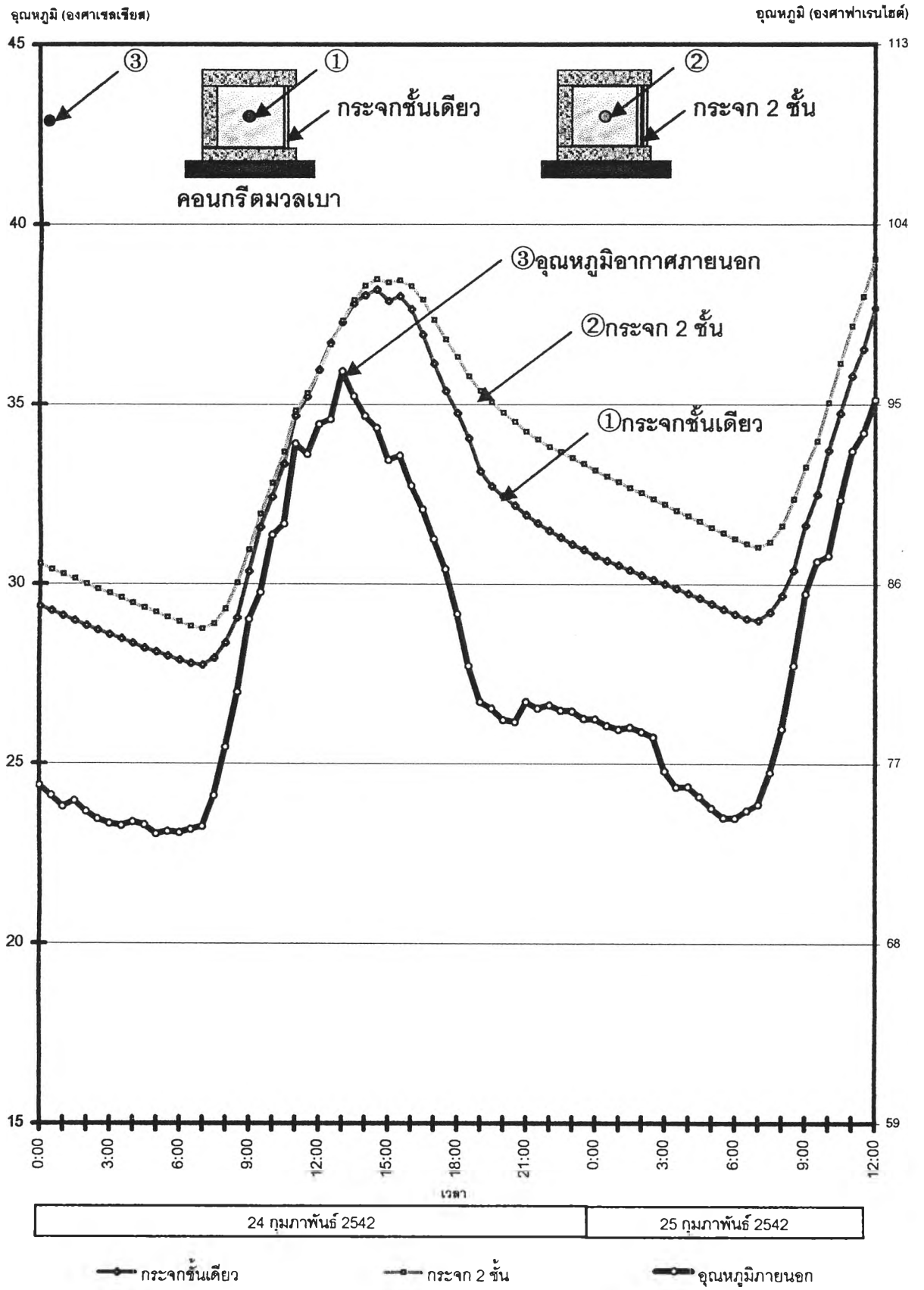
หรือเท่ากับ 4.9 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อน เท่ากับ 2.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 2.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศ (Mean Temperature) ภายในกล่องในช่วง 1 วัน เท่ากับ 31.38 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 32.64 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น



อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน ทิศใต้

แผนภูมิที่ 4.32 แสดงอุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน ที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียวและกระจก 2 ชั้นซึ่งมีค่า SC = 0.41 หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศใต้ เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 12:00 น.

<u>เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของชนิดกระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC หรือ Shading Coefficient) เท่ากัน ที่มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายในเมื่อหันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศใต้ (แผนภูมิที่ 4.32)</u>

คอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน-หันช่องแสงไปทางทิศใต้

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**ต่ำกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา - น. ประมาณ 0 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือในช่วงเวลา - น.ประมาณ 0 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**สูงกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 0:00-0:00 น.ประมาณ 24 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือในช่วงเวลา 0:00-0:00 น.ประมาณ 24 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ 38.18 ^{o}C ณ เวลา 14:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 38.47 ^{o}C ณ เวลา 14:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) เท่ากับ 10.44 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

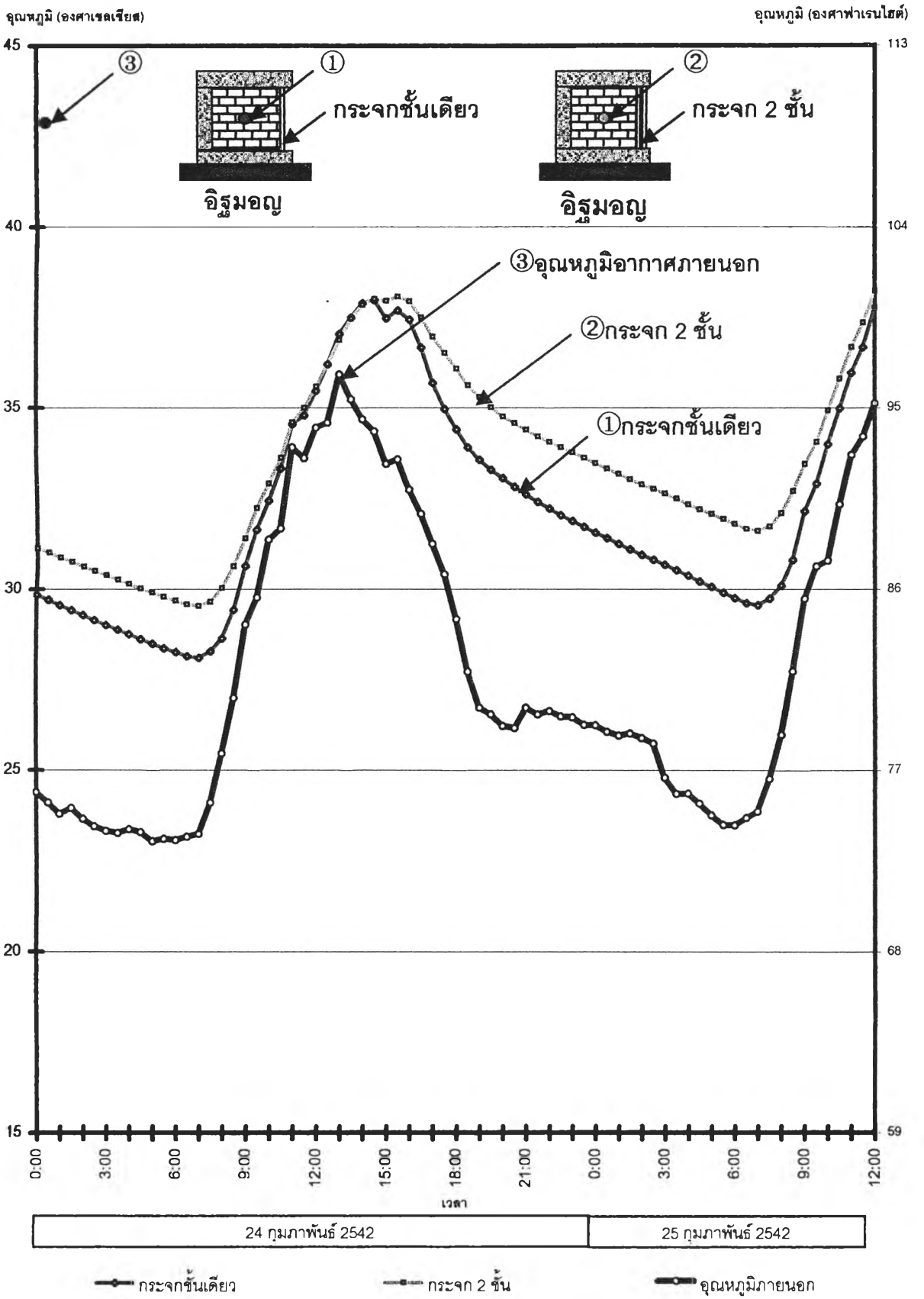
หรือเท่ากับ 9.71 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อน เท่ากับ 1.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 1.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศ (Mean Temperature) ภายในกล่องในช่วง 1 วัน เท่ากับ 32.15 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 33.29 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น



อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน ทิศใต้

แผนภูมิที่ 4.33 แสดงอุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน ที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียวและกระจก 2 ชั้นซึ่งมีค่า SC = 0.41 หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศใต้ เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 12:00 น.

<u>เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของชนิดกระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC หรือ Shading Coefficient) เท่ากัน ที่มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายในเมื่อหันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศใต้ (แผนภูมิที่ 4.33)</u>

อิฐมอญเป็นมวลสารภายใน-หันช่องแสงไปทางทิศใต้

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**ต่ำกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา - น. ประมาณ 0 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือในช่วงเวลา - น.ประมาณ 0 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**สูงกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 0:00-0:00 น.ประมาณ 24 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือในช่วงเวลา 0:00-0:00 น.ประมาณ 24 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ 37.97 ^{o}C ณ เวลา 14:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 38.06 ^{o}C ณ เวลา 15:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) เท่ากับ 9.87 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

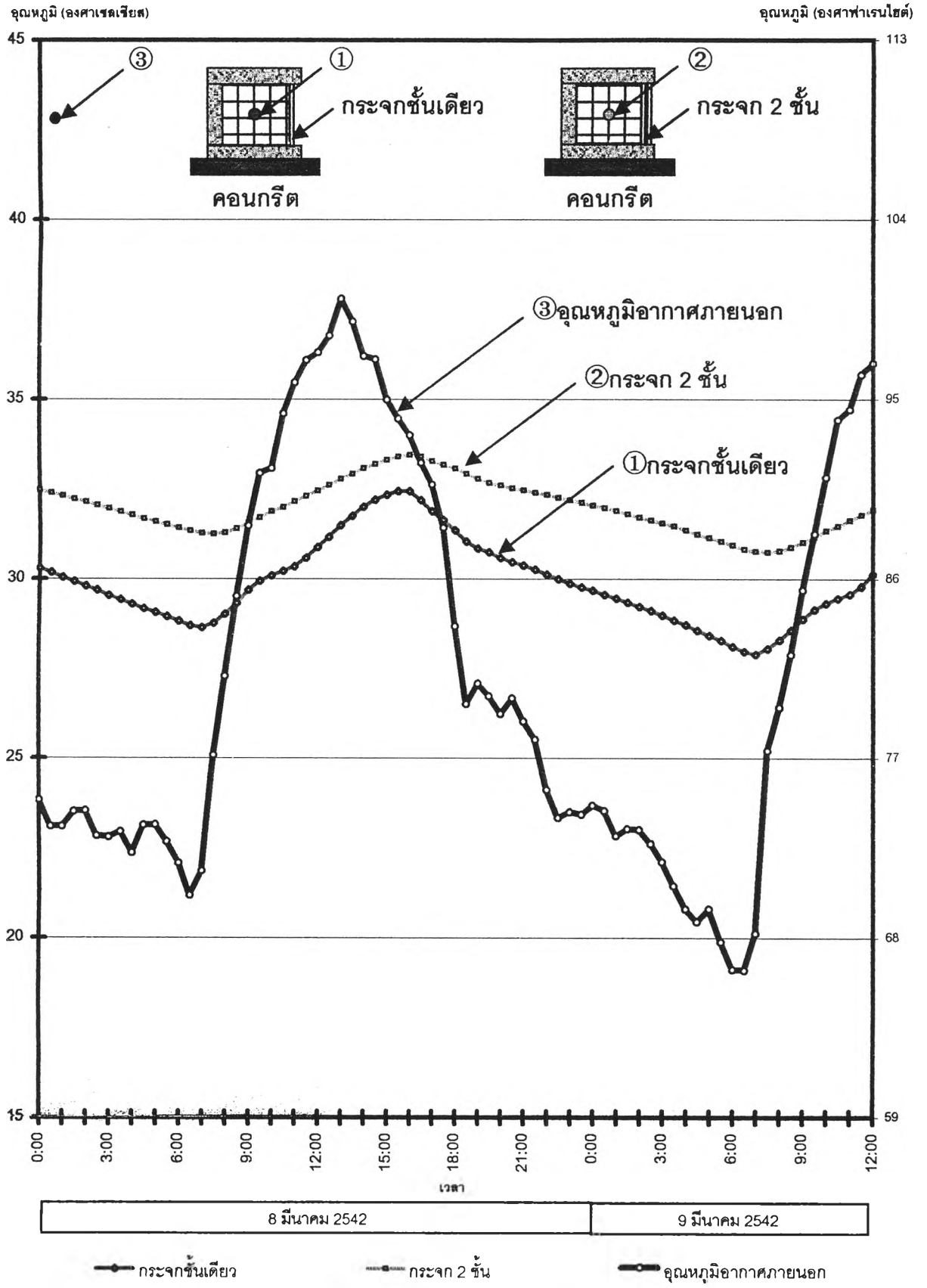
หรือเท่ากับ 8.53 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อน เท่ากับ 1.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 2.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศ (Mean Temperature) ภายในกล่องในช่วง 1 วัน เท่ากับ 32.36 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 33.46 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น



อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน ทิศเหนือ

แผนภูมิที่ 4.34 แสดงอุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน ที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียวและกระจก 2 ชั้นซึ่งมีค่า SC = 0.41 หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศเหนือ เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 8 มีนาคม 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 9 มีนาคม 2542 เวลา 12:00 น.

<u>เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของชนิดกระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC หรือ Shading Coefficient) เท่ากัน ที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายในเมื่อหันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศเหนือ (แผนภูมิที่ 4.34)</u>

คอนกรีตเป็นมวลสารภายใน-หันช่องแสงไปทางทิศเหนือ

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**ต่ำกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 9:00-17:30 น. ประมาณ 8.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือในช่วงเวลา 9:00-16:30 น.ประมาณ 7.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**สูงกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 17:30-9:00 น.ประมาณ 15.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือในช่วงเวลา 16:30-9:00 น.ประมาณ 16.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ 32.44 ^{o}C ณ เวลา 15:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 33.45 ^{o}C ณ เวลา 16:00 น. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) เท่ากับ 3.8 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

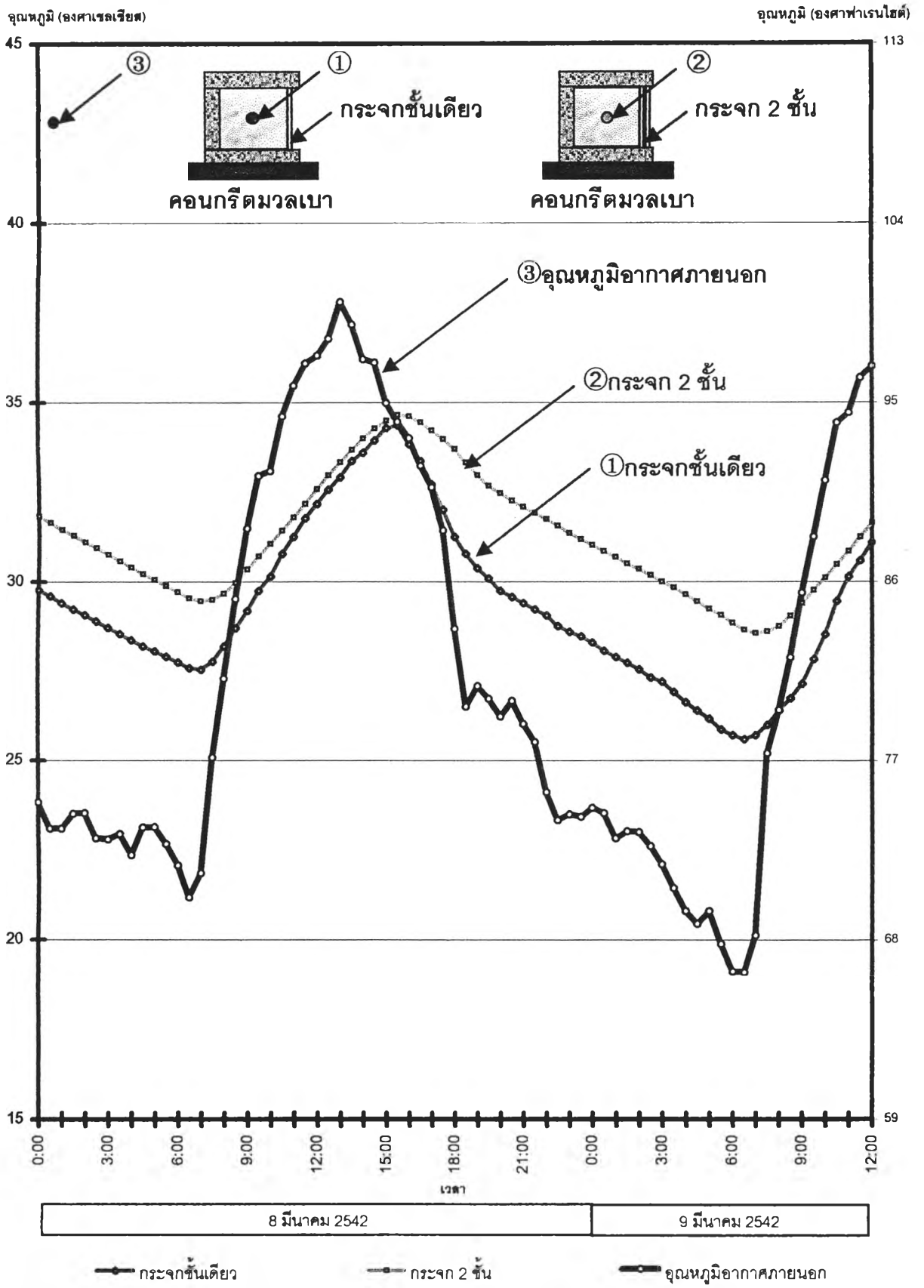
หรือเท่ากับ 2.21 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อน เท่ากับ 2.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 3 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศ (Mean Temperature) ภายในกล่องในช่วง 1 วัน เท่ากับ 30.36 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 32.31 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น



อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน ทิศเหนือ

แผนภูมิที่ 4.35 แสดงอุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน ที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียวและกระจก 2 ชั้นซึ่งมีค่า SC = 0.41 หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศเหนือ เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 8 มีนาคม 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 9 มีนาคม 2542 เวลา 12:00 น.

<u>เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของชนิดกระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC หรือ Shading Coefficient) เท่ากัน ที่มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายในเมื่อหันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศเหนือ (แผนภูมิที่ 4.35)</u>

คอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน-หันช่องแสงไปทางทิศเหนือ

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**ต่ำกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 9:00-16:00 น. ประมาณ 7 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือในช่วงเวลา 9:00-15:00 น.ประมาณ 6 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**สูงกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 16:00-9:00 น.ประมาณ 17 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือในช่วงเวลา 15:00-9:00 น.ประมาณ 18 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ 34.13 ^{o}C ณ เวลา 15:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 34.65 ^{o}C ณ เวลา 15:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) เท่ากับ 7.05 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

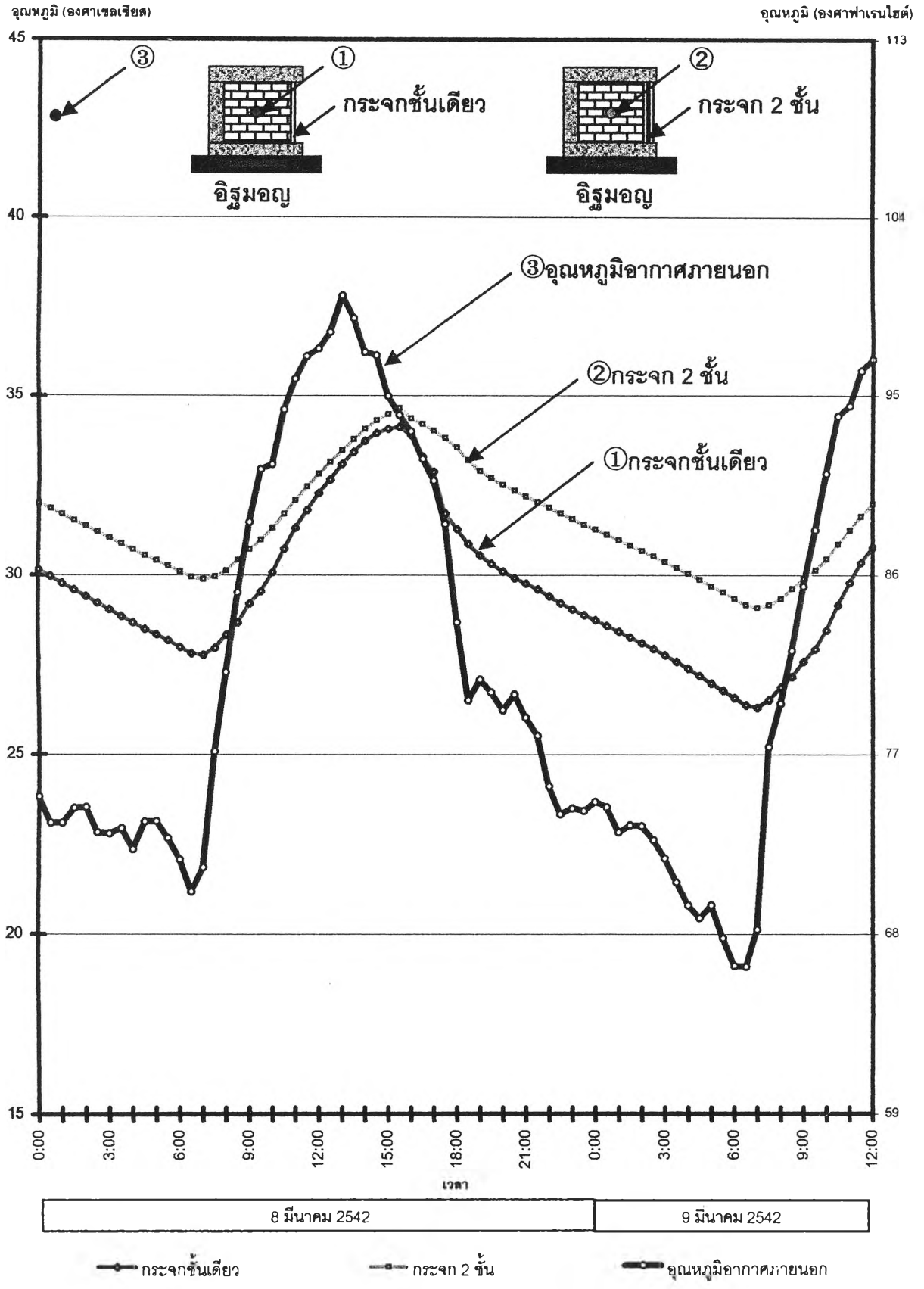
หรือเท่ากับ 5.19 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อน เท่ากับ 2.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 2.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศ (Mean Temperature) ภายในกล่องในช่วง 1 วัน เท่ากับ 30 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 31.87 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น



อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน ทิศเหนือ

แผนภูมิที่ 4.36 แสดงอุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน ที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียวและกระจก 2 ชั้นซึ่งมีค่า SC = 0.41 หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศเหนือ เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 8 มีนาคม 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 9 มีนาคม 2542 เวลา 12:00 น.

<u>เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของชนิดกระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC หรือ Shading Coefficient) เท่ากัน ที่มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายในเมื่อหันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศเหนือ (แผนภูมิที่ 4.36)</u>

อิฐมอญเป็นมวลสารภายใน-หันช่องแสงไปทางทิศเหนือ

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**ต่ำกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 9:00-16:30 น. ประมาณ 7.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือในช่วงเวลา 9:00-15:00 น.ประมาณ 6 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**สูงกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 16:30-9:00 น.ประมาณ 16.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือในช่วงเวลา 15:00-9:00 น.ประมาณ 18 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ 33.68 $^{\circ}$C ณ เวลา 15:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 34.49 $^{\circ}$C ณ เวลา 15:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

มีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) เท่ากับ 6.14 $^{\circ}$C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 4.61 $^{\circ}$C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

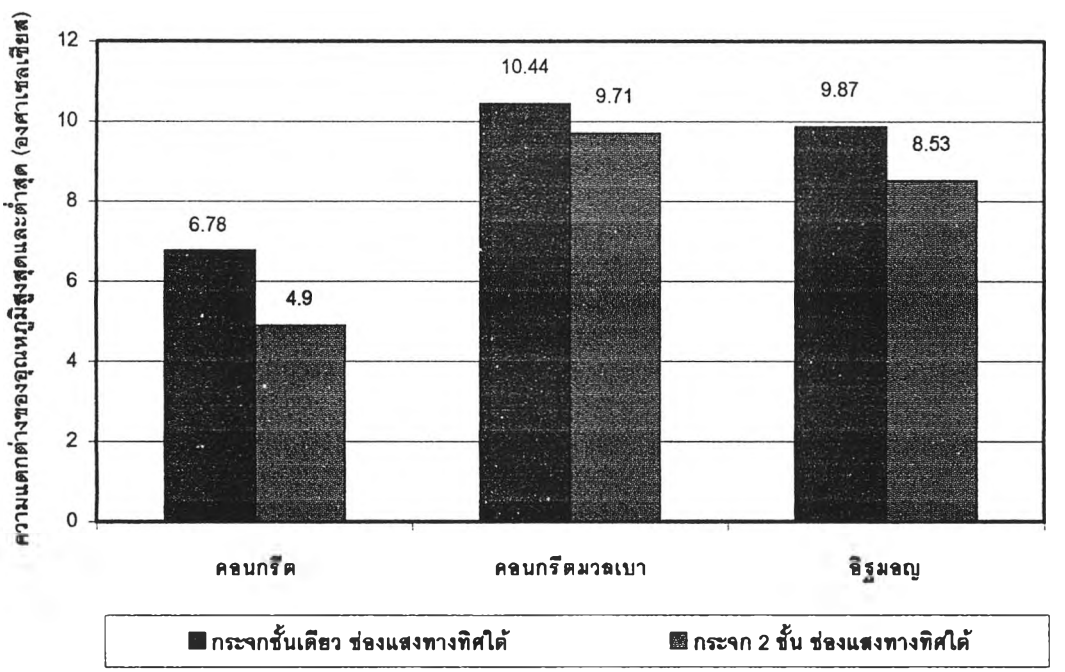
มีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อน เท่ากับ 2.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 2.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

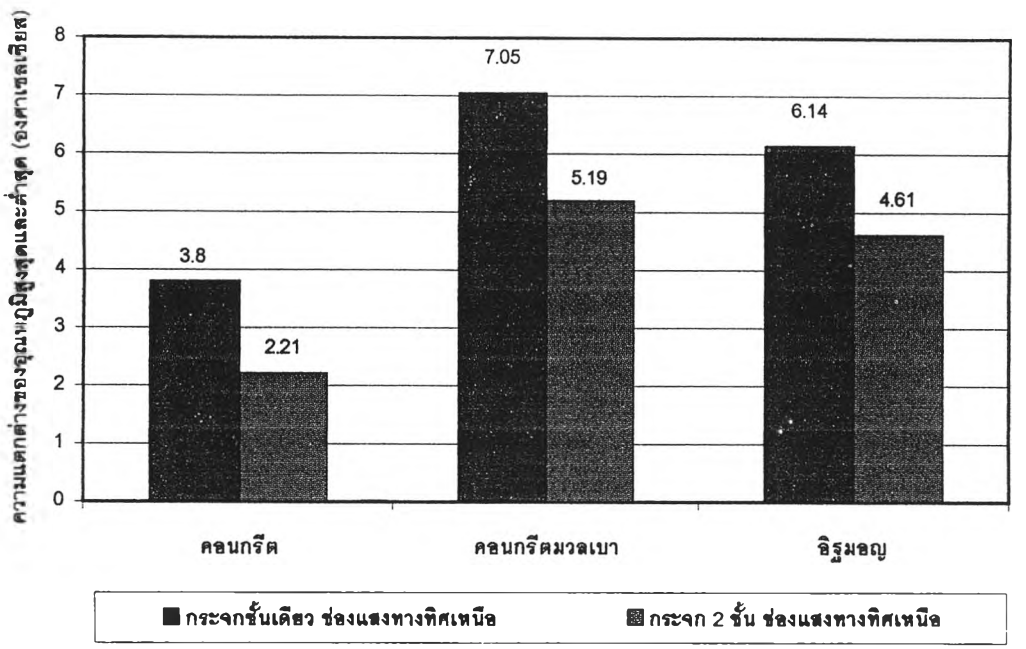
มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศ (Mean Temperature) ภายในกล่องในช่วง 1 วัน เท่ากับ 30.28 $^{\circ}$C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว

หรือเท่ากับ 32.04 $^{\circ}$C สำหรับกล่องทดลองที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

พิจารณาการเปรียบเทียบระหว่างการใช้กระจกต่างชนิดกัน ในด้านการลดอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด (Peak Temperature) เมื่อมีการใช้มวลสารภายในชนิดเดียวกัน ความจุความร้อนเท่ากันและมวลสารเท่ากัน จากการทดลองพบว่า ความแตกต่างของอุณหภูมิ (Temperature Difference) อากาศภายใน ที่ใช้กระจก 2 ชั้น ทั้งช่องแสงด้านข้างที่หันไปทางทิศเหนือและทิศใต้นั้น เมื่อมีมวลสารภายในมาก ทั้งมวลสารที่มีความจุความร้อนมากและน้อย จะมีค่าต่ำกว่าความแตกต่างของอุณหภูมิภายในที่ใช้กระจกชั้นเดียว เนื่องจากความร้อนจะถ่ายเทผ่านกระจกชั้นเดียวได้ง่ายกว่ากระจก 2 ชั้น จึงทำให้ความร้อนสามารถถ่ายเทเข้าไปได้มาก รวมทั้งถ่ายเทความร้อนกลับออกสู่ภายนอก เมื่ออุณหภูมิอากาศภายนอกต่ำกว่า และสูญเสียความร้อนให้แก่ท้องฟ้าในตอนกลางคืนได้มากเช่นกัน ดังนั้นอุณหภูมิอากาศภายในของช่องแสงด้านข้างที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว จึงมีช่วงอุณหภูมิกว้างกว่าช่องแสงด้านข้างที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น

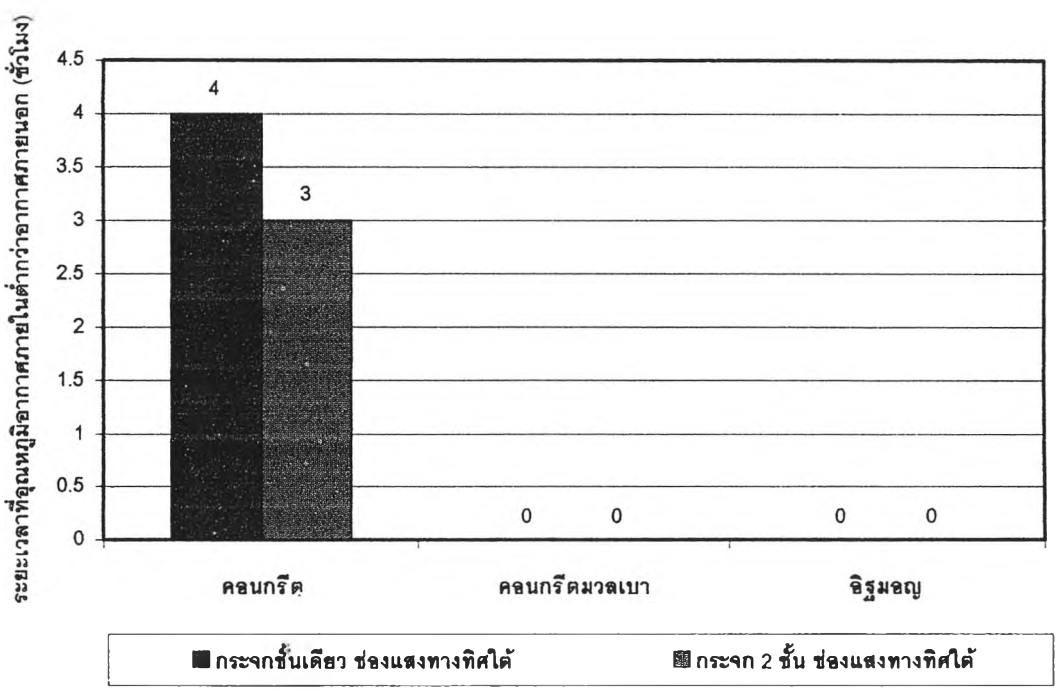


แผนภูมิที่ 4.37 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดและต่ำสุดทางทิศใต้ (Temperature Swing) ที่เกิดขึ้นจากอิทธิพลของชนิดกระจกที่แตกต่างกันระหว่างมวลสารภายในแต่ละประเภท

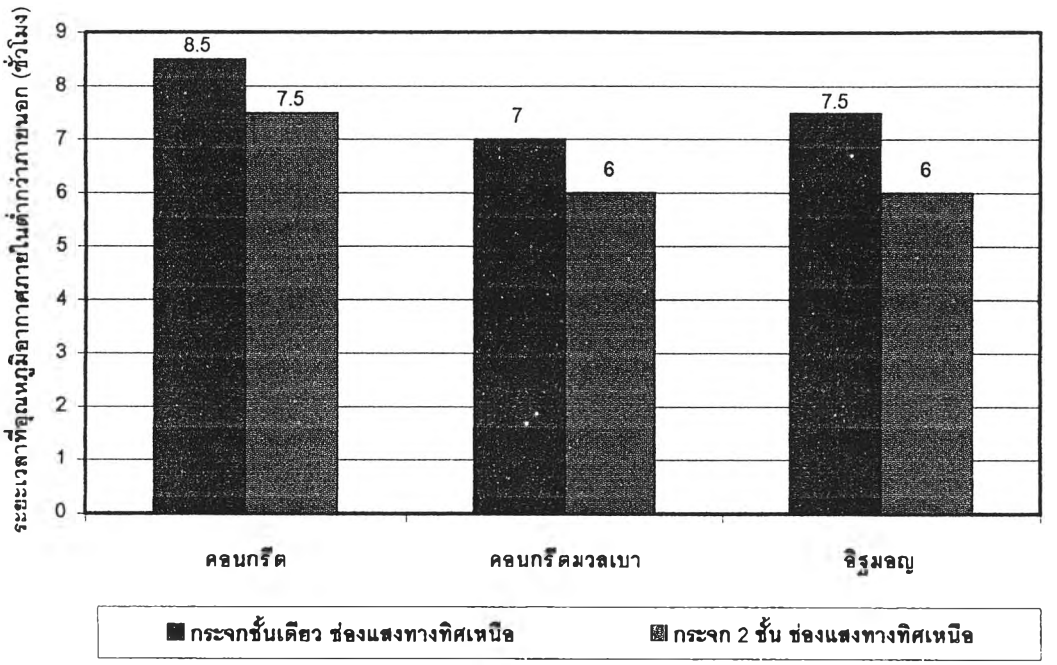


แผนภูมิที่ 4.38 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุดทางทิศเหนือ (Temperature Swing) ที่เกิดจากอิทธิพลของชนิดกระจกที่แตกต่างกัน ระหว่างมวลสารภายในแต่ละประเภท

หากพิจารณาถึงช่วงเวลาที่อุณหภูมิอากาศภายในต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก พบว่าช่องแสงด้านข้างที่ติดกระจกชั้นเดียว จะมีช่วงเวลาที่อุณหภูมิอากาศภายในต่ำกว่าภายนอกมากกว่ากระจก 2 ชั้น เนื่องจากกระจกชั้นเดียวสูญเสียความร้อนได้เร็วกว่า เพราะมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนมากกว่ากระจก 2 ชั้น

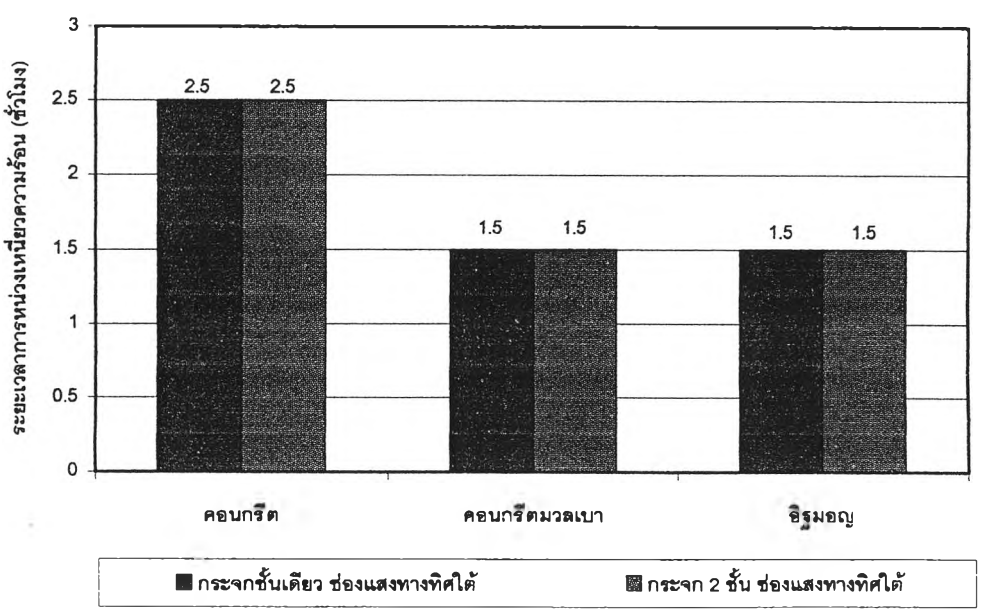


แผนภูมิที่ 4.39 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาที่อุณหภูมิภายในต่ำกว่าภายนอก ซึ่งเกิดจากอิทธิพลของชนิดกระจก ของช่องแสงด้านข้างทางทิศใต้

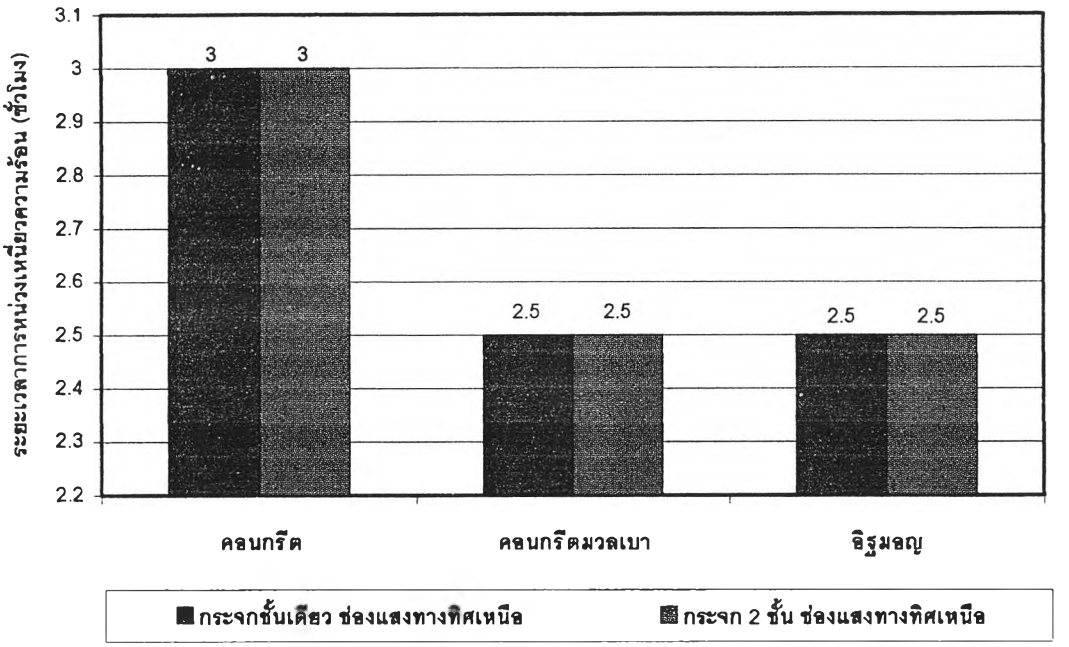


แผนภูมิที่ 4.40 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาที่อุณหภูมิอากาศภายในต่ำกว่าภายนอก ซึ่งเกิดจากอิทธิพลของชนิดกระจก ของช่องแสงด้านข้างทางทิศเหนือ

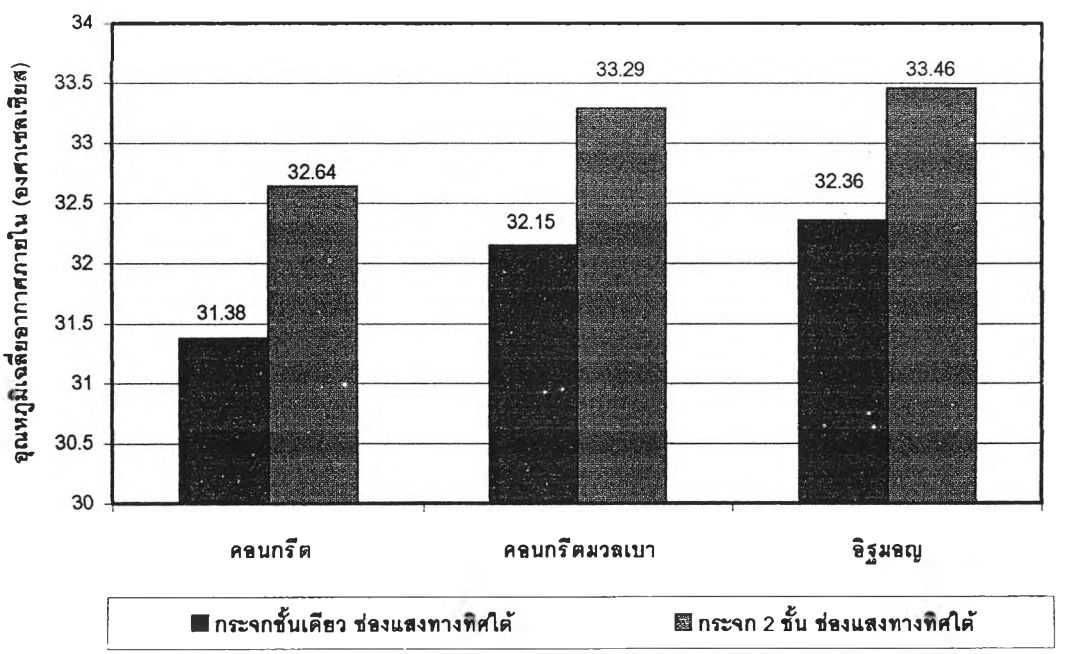
สำหรับการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time Lag) เมื่อมีมวลสารภายในเท่ากันและชนิดเดียวกัน พบว่า มวลสารภายในที่มีค่าความจุความร้อนมากกว่าจะสามารถหน่วงเหนี่ยวความร้อนได้มากกว่ามวลสารภายในที่มีค่าความจุความร้อนน้อยกว่า ทั้งช่องแสงด้านข้างทางทิศเหนือและทิศใต้ ซึ่งในที่นี้คอนกรีตเป็นตัวแทนของมวลสารภายในที่มีความจุความร้อนมาก ดังนั้นชนิดกระจกไม่มีผลต่อการหน่วงเหนี่ยวความร้อน เพราะระยะเวลาของกระจกชั้นเดียวเท่ากับกระจก 2 ชั้นในแต่ละชนิดมวลสารภายใน



แผนภูมิที่ 4.41 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาการหน่วงเหนี่ยวความร้อน(Time Lag) ที่เกิดขึ้นระหว่างกระจกชั้นเดียวและกระจก 2 ชั้น ของช่องแสงด้านข้างทางทิศใต้

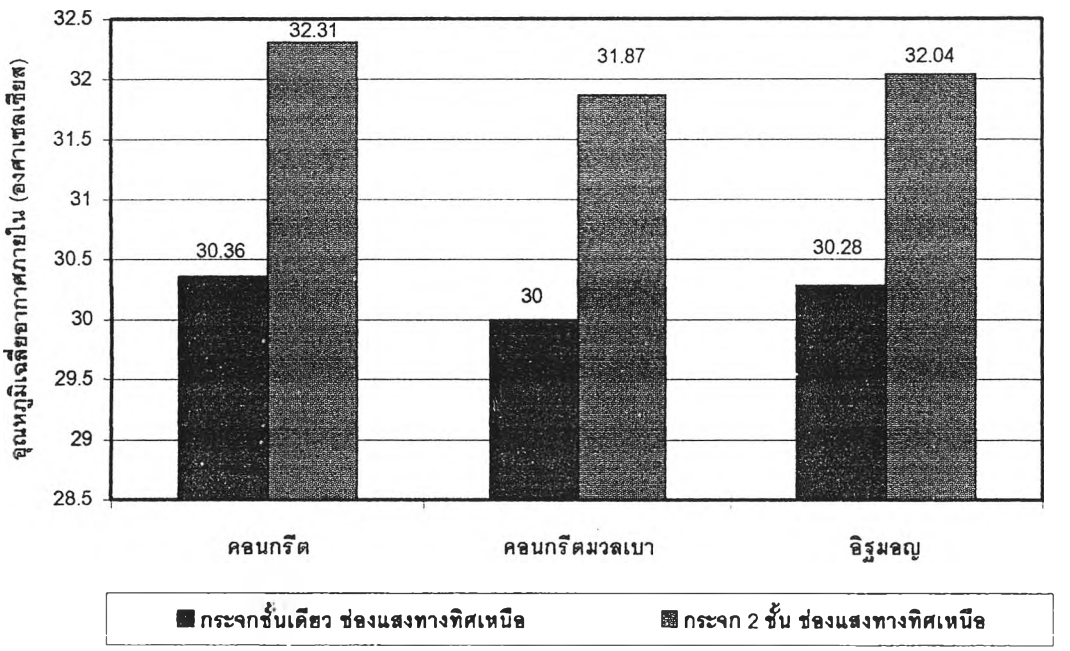


แผนภูมิที่ 4.42 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time Lag) ที่เกิดขึ้น ระหว่างกระจกชั้นเดียวและกระจก 2 ชั้น ของช่องแสงด้านข้างทางทิศเหนือ

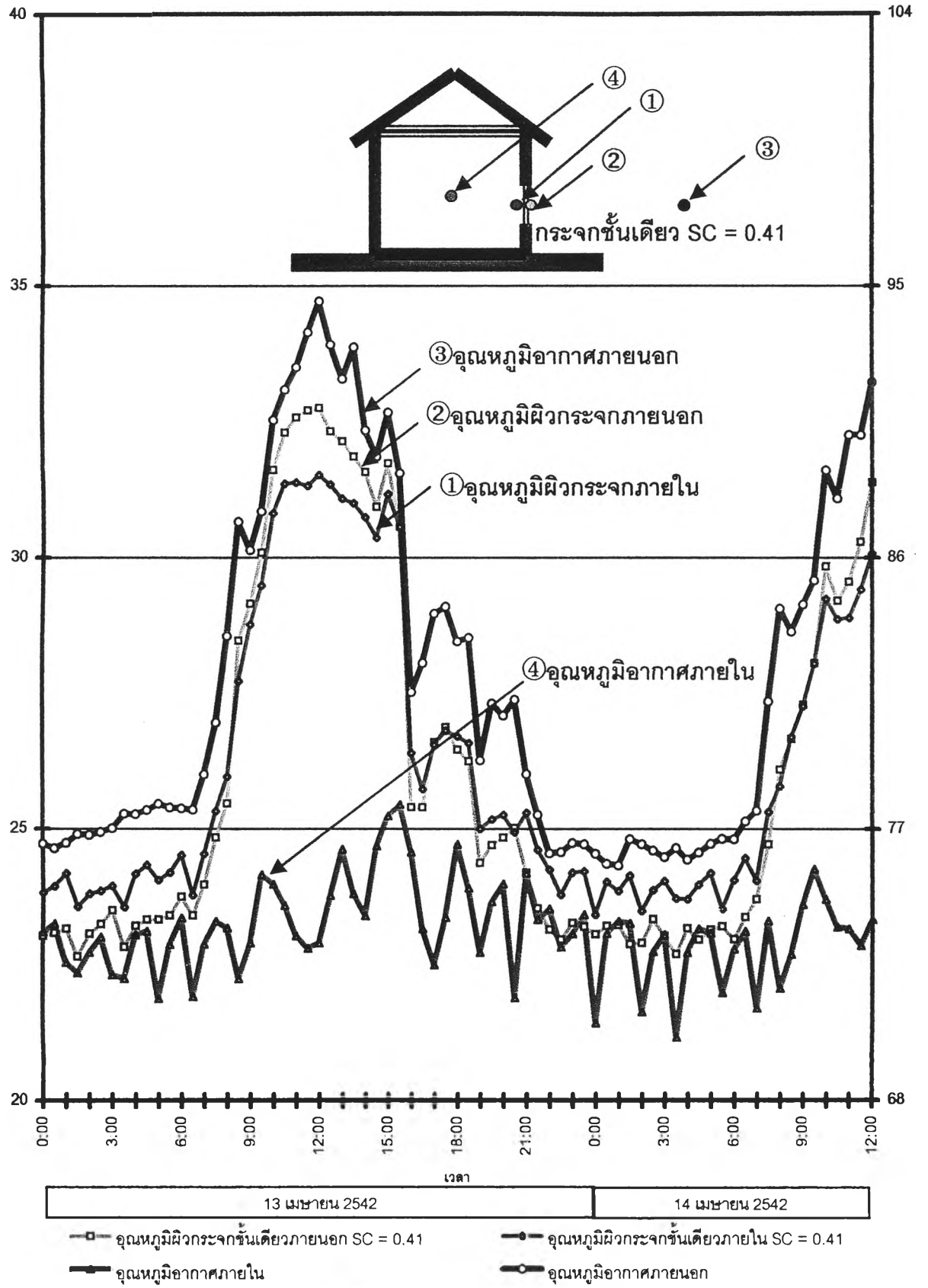


แผนภูมิที่ 4.43 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยภายใน (Mean Temperature) ระหว่างการใช้กระจกชั้นเดียวและกระจก 2 ชั้น ของช่องแสงด้านข้างทางทิศใต้

สำหรับอิทธิพลของชนิดกระจก ที่ส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศภายใน (Mean Temperature) นั้นพบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศภายใน ของช่องแสงที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีอุณหภูมิสูงกว่ากระจกชั้นเดียว เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนมากกว่า จึงทำหน้าที่เป็นตัวกักกั้นการถ่ายเทความร้อนกลับออกสู่ภายนอกในเวลาเย็นและกลางคืน ให้เป็นไปอย่างช้า ๆ กว่ากระจกชั้นเดียว อุณหภูมิอากาศภายในจึงลดลงอย่างช้า ๆ



แผนภูมิที่ 4.44 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยภายใน (Mean Temperature) ระหว่างการใช้กระจกชั้นเดียวและกระจก 2 ชั้น ของช่องแสงด้านข้างทางทิศเหนือ



อุณหภูมิผิวกระจกชั้นเดียวที่มี SC = 0.41 ปรับอากาศ ทิศใต้

แผนภูมิที่ 4.45 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกชั้นเดียวเมื่อมีค่า SC = 0.41 ปรับอากาศภายในอาคาร หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศใต้ เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 13 เมษายน 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 14 เมษายน 2542 เวลา 12:00 น.

<u>วิเคราะห์พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของกระจกชั้นเดียวมีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดเท่ากับ 0.41 ในสภาวะปรับอากาศ เมื่อหันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศใต้ (แผนภูมิที่ 4.45)</u>

กระจกชั้นเดียว SC = 0.41-หันช่องแสงไปทางทิศใต้

มีอุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ **34.72** ^{o}C ณ เวลา **12:00** น.

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด เท่ากับ **25.46** ^{o}C ณ เวลา **15:30** น.

มีอุณหภูมิผิวกระจกภายในสูงสุด เท่ากับ **31.52** ^{o}C ณ เวลา **15:30** น.

มีอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกสูงสุด เท่ากับ **32.75** ^{o}C ณ เวลา **12:00** น.

มีความแตกต่างของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing)

เท่ากับ **7.96** ^{o}C สำหรับผิวกระจกภายใน

เท่ากับ **10.1** ^{o}C สำหรับผิวกระจกภายนอก

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอก (Mean Temperature) ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **28.13** ^{o}C

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายใน ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **23.31** ^{o}C

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายใน ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **26.58** ^{o}C

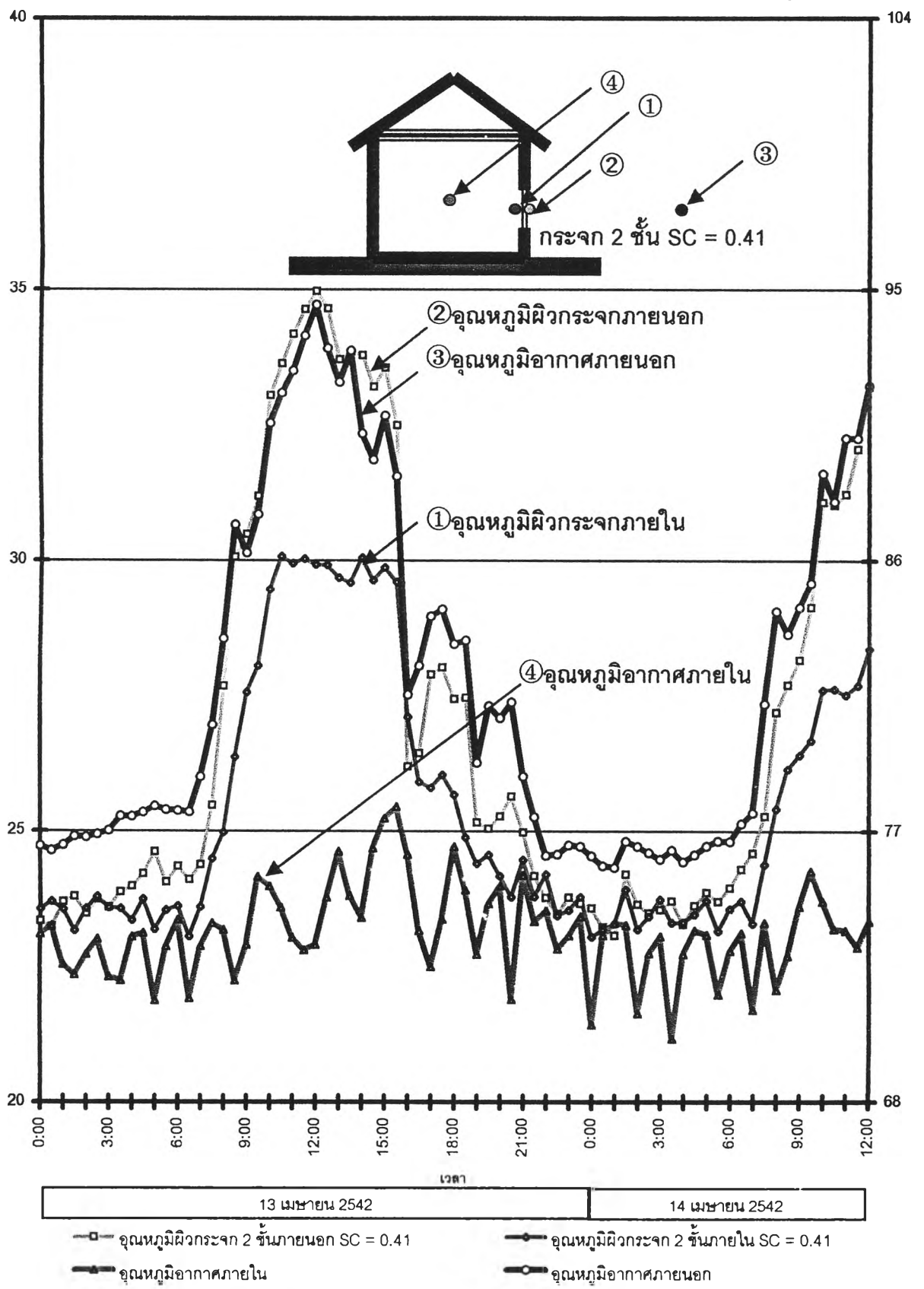
มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอก ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **26.38** ^{o}C

มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอกกับค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายใน

ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **1.55** ^{o}C

มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอกกับค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอก

ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **1.75** ^{o}C



อุณหภูมิผิวกระจก 2 ชั้นที่มี SC = 0.41 ปรับอากาศ ทิศใต้

แผนภูมิที่ 4.46 แสดงอุณหภูมิผิวกระจก 2 ชั้นเมื่อมีค่า SC = 0.41
ปรับอากาศภายในอาคาร หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศใต้
เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 13 เมษายน 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 14 เมษายน 2542 เวลา 12:00 น.

<u>วิเคราะห์พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของกระจก 2 ชั้นมีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดเท่ากับ 0.41 ในสภาวะปรับอากาศ เมื่อหันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศใต้ (แผนภูมิที่ 4.46)</u>

กระจก 2 ชั้น SC = 0.41-หันช่องแสงไปทางทิศใต้

มีอุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ **34.72** ^{o}C ณ เวลา **12:00** น.

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด เท่ากับ **25.46** ^{o}C ณ เวลา **15:30** น.

มีอุณหภูมิผิวกระจกภายในสูงสุด เท่ากับ **30.07** ^{o}C ณ เวลา **10:30** น.

มีอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกสูงสุด เท่ากับ **34.97** ^{o}C ณ เวลา **12:00** น.

มีความแตกต่างของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing)

เท่ากับ **7.01** ^{o}C สำหรับผิวกระจกภายใน

เท่ากับ **11.74** ^{o}C สำหรับผิวกระจกภายนอก

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอก (Mean Temperature) ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **28.13** ^{o}C

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายใน ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **23.31** ^{o}C

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายใน ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **25.78** ^{o}C

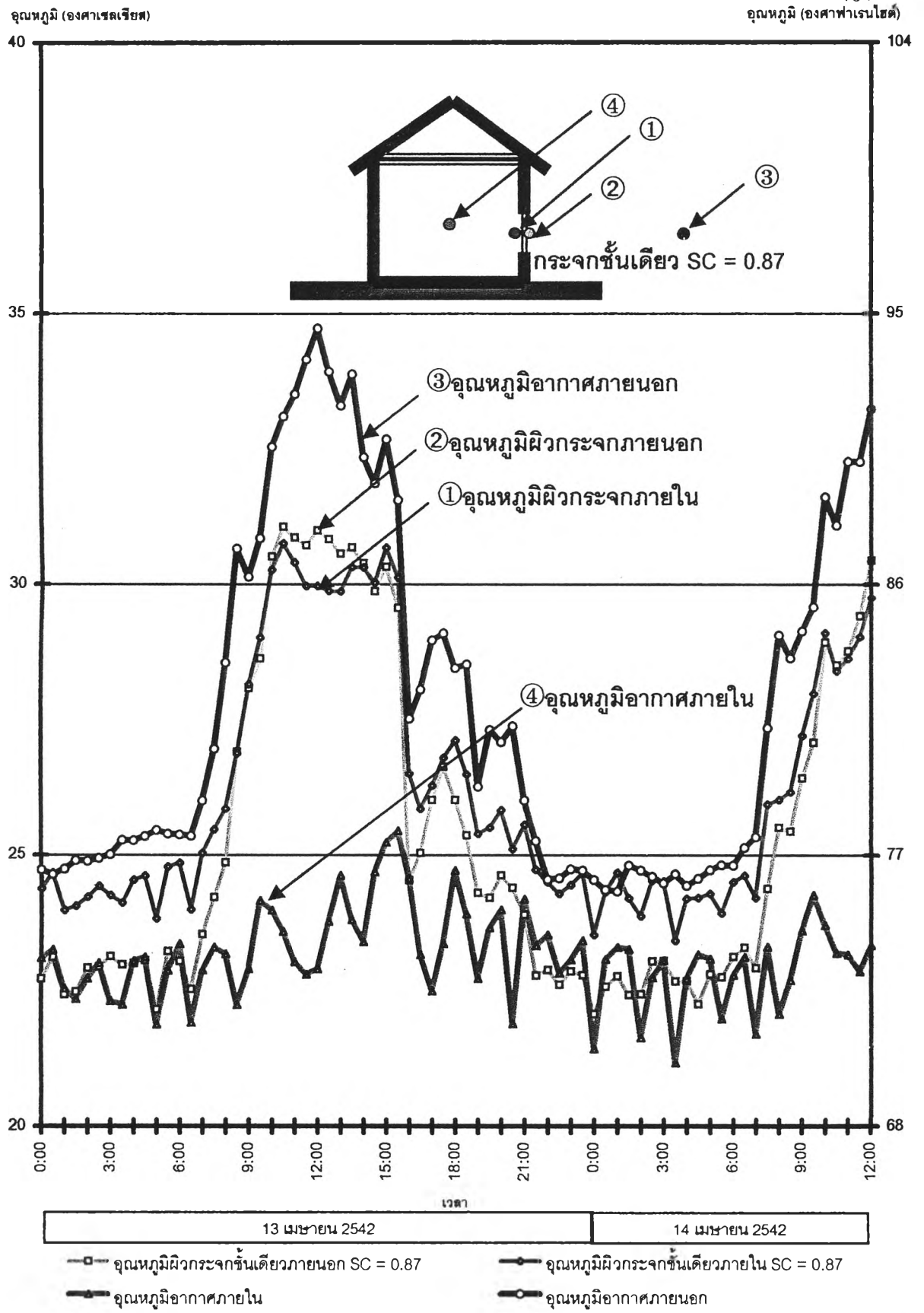
มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอก ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **27.45** ^{o}C

มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอกกับค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายใน

ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **2.35** ^{o}C

มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอกกับค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอก

ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **0.68** ^{o}C



อุณหภูมิผิวกระจกชั้นเดียวที่มี SC = 0.87 ปรับอากาศ ทิศใต้

แผนภูมิที่ 4.47 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกชั้นเดียวเมื่อมีค่า SC = 0.87
ปรับอากาศภายในอาคาร หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศใต้
เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 13 เมษายน 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 14 เมษายน 2542 เวลา 12:00 น.

<u>วิเคราะห์พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของกระจกชั้นเดียวมีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดเท่ากับ 0.87 ในสภาวะปรับอากาศ เมื่อหันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศใต้ (แผนภูมิที่ 4.47)</u>

กระจกชั้นเดียว SC = 0.87-หันช่องแสงไปทางทิศใต้

มีอุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ **34.72** ^{o}C ณ เวลา **12:00** น.

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด เท่ากับ **25.46** ^{o}C ณ เวลา **15:30** น.

มีอุณหภูมิผิวกระจกภายในสูงสุด เท่ากับ **30.75** ^{o}C ณ เวลา **10:30** น.

มีอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกสูงสุด เท่ากับ **31.06** ^{o}C ณ เวลา **10:30** น.

มีความแตกต่างของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing)

เท่ากับ **6.92** ^{o}C สำหรับผิวกระจกภายใน

เท่ากับ **8.9** ^{o}C สำหรับผิวกระจกภายนอก

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอก (Mean Temperature) ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **28.13** ^{o}C

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายใน ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **23.31** ^{o}C

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายใน ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **26.52** ^{o}C

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอก ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **25.65** ^{o}C

มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอกกับค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายใน

ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **1.61** ^{o}C

มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอกกับค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอก

ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **2.48** ^{o}C

ต้นฉบับ หน้าขาดหาย

<u>วิเคราะห์พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของกระจกชั้นเดียวมีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดเท่ากับ 0.41 ในสภาวะปรับอากาศเมื่อหันช่องแสงด้านข้างหมุนหลบแดด(แผนภูมิที่ 4.48)</u>

กระจกชั้นเดียว SC = 0.41-หันช่องแสงหลบแดด

มีอุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ **34.82** °C ณ เวลา **14:00** น.

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด เท่ากับ **25.64** °C ณ เวลา **13:00** น.

มีอุณหภูมิผิวกระจกภายในสูงสุด เท่ากับ **31.49** °C ณ เวลา **13:00** น.

มีอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกสูงสุด เท่ากับ **32.72** °C ณ เวลา **13:00** น.

มีความแตกต่างของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing)

เท่ากับ **8.07** °C สำหรับผิวกระจกภายใน

เท่ากับ **10.1** °C สำหรับผิวกระจกภายนอก

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอก (Mean Temperature) ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **27.8** °C

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายใน ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **22.64** °C

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายใน ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **25.94** °C

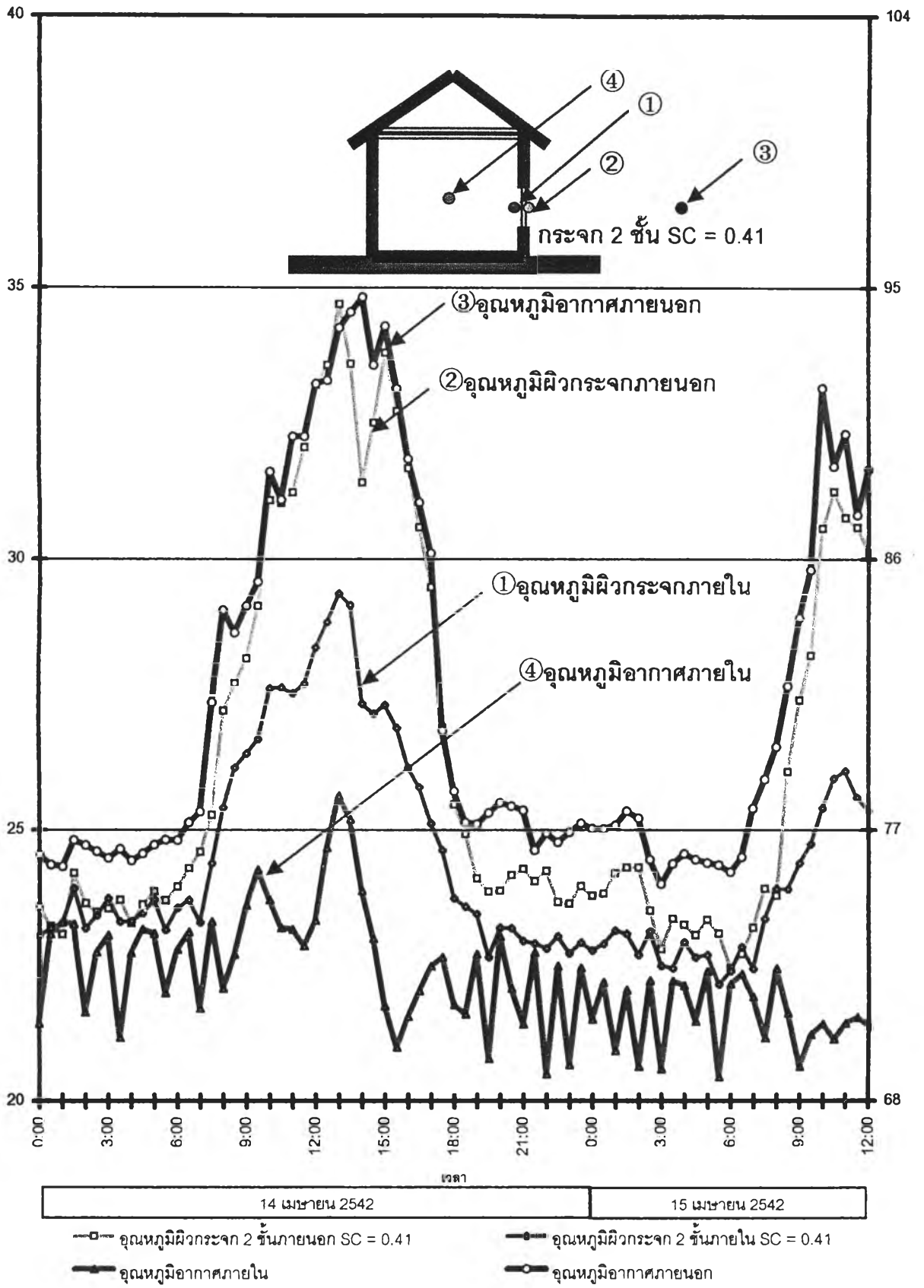
มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอก ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **25.83** °C

มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอกกับค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายใน

ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **1.86** °C

มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอกกับค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอก

ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **1.97** °C



อุณหภูมิผิวกระจก 2 ชั้นที่มี SC = 0.41 ปรับอากาศ หมุนหลบแดด

แผนภูมิที่ 4.49 แสดงอุณหภูมิผิวกระจก 2 ชั้นเมื่อมีค่า SC = 0.41
ปรับอากาศภายในอาคาร หมุนช่องแสงด้านข้างหลบแดด
เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 14 เมษายน 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 15 เมษายน 2542 เวลา 12:00 น.

<u>วิเคราะห์พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของกระจก 2 ชั้นมีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดเท่ากับ 0.41 ในสภาวะปรับอากาศ เมื่อหันช่องแสงด้านข้างหมุนหลบแดด (แผนภูมิที่ 4.49)</u>

กระจก 2 ชั้น SC = 0.41-หันช่องแสงหลบแดด

มีอุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ **34.82** °C ณ เวลา **14:00** น.

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด เท่ากับ **25.64** °C ณ เวลา **13:00** น.

มีอุณหภูมิผิวกระจกภายในสูงสุด เท่ากับ **29.36** °C ณ เวลา **13:00** น.

มีอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกสูงสุด เท่ากับ **34.69** °C ณ เวลา **13:00** น.

มีความแตกต่างของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing)

เท่ากับ **6.71** °C สำหรับผิวกระจกภายใน

เท่ากับ **11.62** °C สำหรับผิวกระจกภายนอก

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอก (Mean Temperature) ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **27.8** °C

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายใน ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **22.64** °C

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายใน ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **24.88** °C

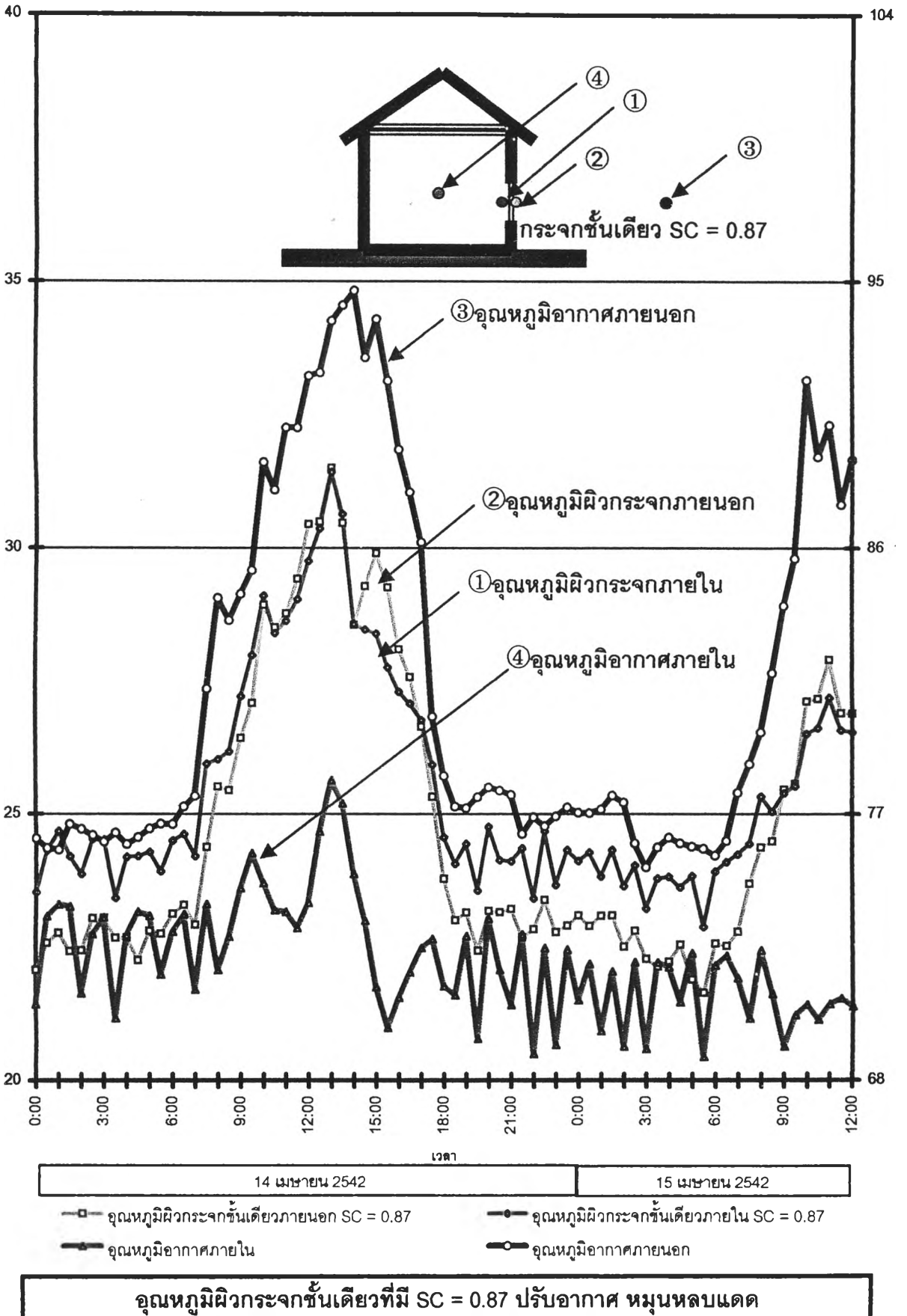
มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอก ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **26.94** °C

มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอกกับค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายใน

ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **2.92** °C

มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอกกับค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอก

ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **0.86** °C



อุณหภูมิผิวกระจกชั้นเดียวที่มี SC = 0.87 ปรับอากาศ หมุนหลบแดด

แผนภูมิที่ 4.50 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกชั้นเดียวเมื่อมีค่า SC = 0.87
ปรับอากาศภายในอาคาร หมุนช่องแสงด้านข้างหลบแดด
เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 14 เมษายน 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 15 เมษายน 2542 เวลา 12:00 น.

<u>วิเคราะห์พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของกระจกชั้นเดียวมีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดเท่ากับ 0.87 ในสภาวะปรับอากาศเมื่อหันช่องแสงด้านข้างหมุนหลบแดด(แผนภูมิที่ 4.50)</u>

กระจกชั้นเดียว SC = 0.87-หันช่องแสงหลบแดด

มีอุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุด (Peak Temperature)	เท่ากับ	**34.82**	^{o}C ณ เวลา **14:00** น.
มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด	เท่ากับ	**25.64**	^{o}C ณ เวลา **13:00** น.
มีอุณหภูมิผิวกระจกภายในสูงสุด	เท่ากับ	**31.42**	^{o}C ณ เวลา **13:00** น.
มีอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกสูงสุด	เท่ากับ	**31.49**	^{o}C ณ เวลา **13:00** น.

มีความแตกต่างของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing)

เท่ากับ	8	^{o}C	สำหรับผิวกระจกภายใน
เท่ากับ	9.42	^{o}C	สำหรับผิวกระจกภายนอก

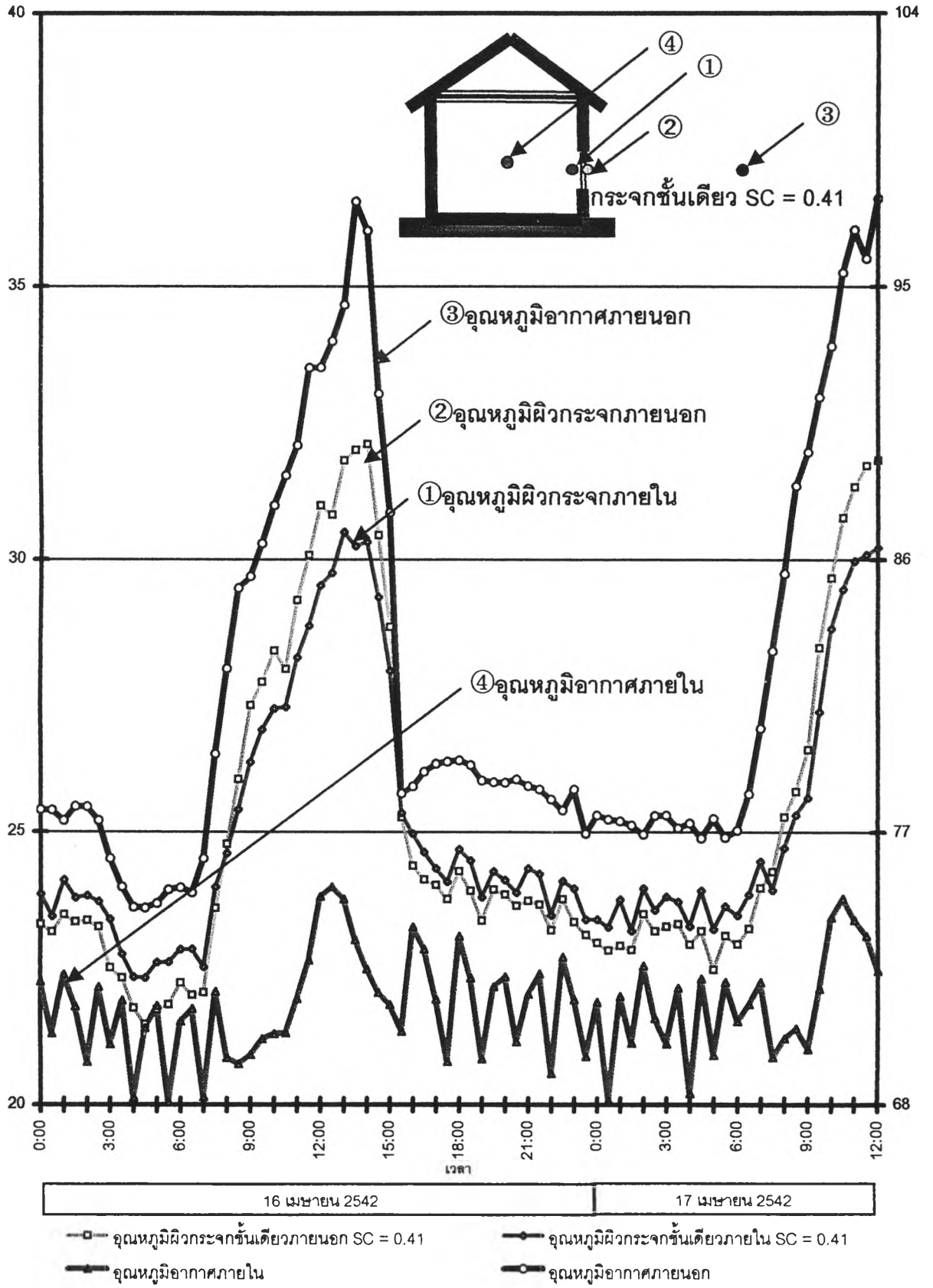
มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอก (Mean Temperature)	ในช่วง 1 วัน	เท่ากับ	**27.8**	^{o}C
มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายใน	ในช่วง 1 วัน	เท่ากับ	**22.64**	^{o}C
มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายใน	ในช่วง 1 วัน	เท่ากับ	**25.92**	^{o}C
มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอก	ในช่วง 1 วัน	เท่ากับ	**25.2**	^{o}C

มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอกกับค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายใน

ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **1.88** ^{o}C

มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอกกับค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอก

ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **2.6** ^{o}C



อุณหภูมิผิวกระจกชั้นเดียวที่มี SC = 0.41 ปรับอากาศ ทิศเหนือ

แผนภูมิที่ 4.51 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกชั้นเดียวเมื่อมีค่า SC = 0.41
ปรับอากาศภายในอาคาร หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศเหนือ
เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 16 เมษายน 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 17 เมษายน 2542 เวลา 12:00 น.

<u>วิเคราะห์พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของกระจกชั้นเดียวมีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดเท่ากับ0.41ในสภาวะปรับอากาศเมื่อหันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศเหนือ(แผนภูมิที่ 4.51)</u>

กระจกชั้นเดียว SC = 0.41-หันช่องแสงไปทางทิศเหนือ

มีอุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ 36.55 °C ณ เวลา 13:30 น.

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด เท่ากับ 23.99 °C ณ เวลา 12:30 น.

มีอุณหภูมิผิวกระจกภายในสูงสุด เท่ากับ 30.5 °C ณ เวลา 13:00 น.

มีอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกสูงสุด เท่ากับ 32.11 °C ณ เวลา 13:00 น.

มีความแตกต่างของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing)

เท่ากับ 8.18 °C สำหรับผิวกระจกภายใน

เท่ากับ 10.63 °C สำหรับผิวกระจกภายนอก

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอก (Mean Temperature) ในช่วง 1 วัน เท่ากับ 27.46 °C

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายใน ในช่วง 1 วัน เท่ากับ 21.82 °C

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายใน ในช่วง 1 วัน เท่ากับ 25.12 °C

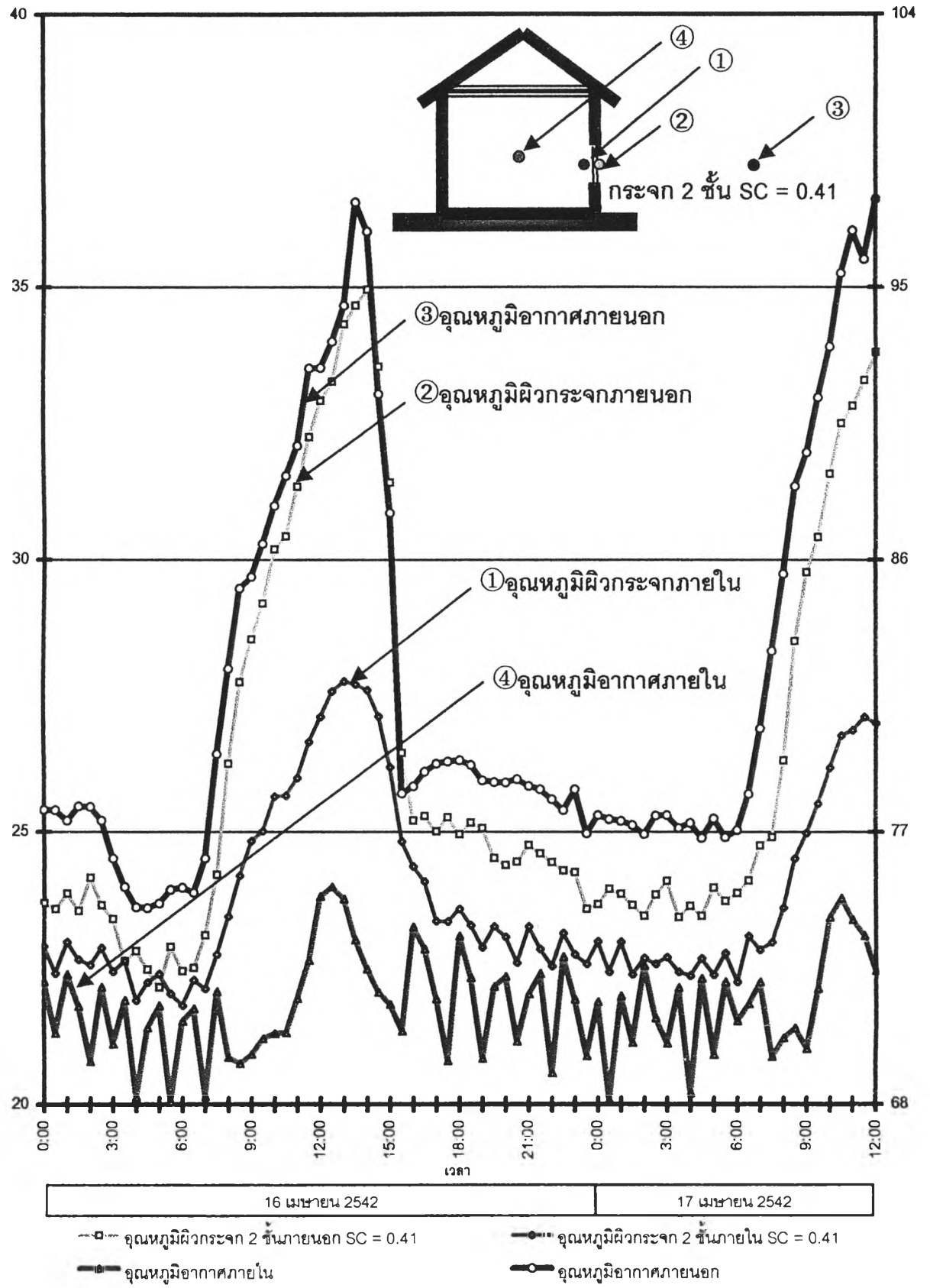
มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอก ในช่วง 1 วัน เท่ากับ 25.11 °C

มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอกกับค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายใน

ในช่วง 1 วัน เท่ากับ 2.34 °C

มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอกกับค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอก

ในช่วง 1 วัน เท่ากับ 2.35 °C



อุณหภูมิผิวกระจก 2 ชั้นที่มี SC = 0.41 ปรับอากาศ ทิศเหนือ

แผนภูมิที่ 4.52 แสดงอุณหภูมิผิวกระจก 2 ชั้นเมื่อมีค่า SC = 0.41
ปรับอากาศภายในอาคาร หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศเหนือ
เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 16 เมษายน 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 17 เมษายน 2542 เวลา 12:00 น.

<u>วิเคราะห์พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของกระจก 2 ชั้นมีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดเท่ากับ 0.41 ในสภาวะปรับอากาศ เมื่อหันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศเหนือ(แผนภูมิที่ 4.52)</u>

กระจก 2 ชั้น SC = 0.41-หันช่องแสงไปทางทิศเหนือ

มีอุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ **36.55** ^{o}C ณ เวลา **13:30** น.

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด เท่ากับ **23.99** ^{o}C ณ เวลา **12:30** น.

มีอุณหภูมิผิวกระจกภายในสูงสุด เท่ากับ **27.76** ^{o}C ณ เวลา **13:00** น.

มีอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกสูงสุด เท่ากับ **34.95** ^{o}C ณ เวลา **13:00** น.

มีความแตกต่างของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing)

เท่ากับ **5.94** ^{o}C สำหรับผิวกระจกภายใน

เท่ากับ **12.8** ^{o}C สำหรับผิวกระจกภายนอก

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอก (Mean Temperature) ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **27.46** ^{o}C

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายใน ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **21.82** ^{o}C

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายใน ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **23.9** ^{o}C

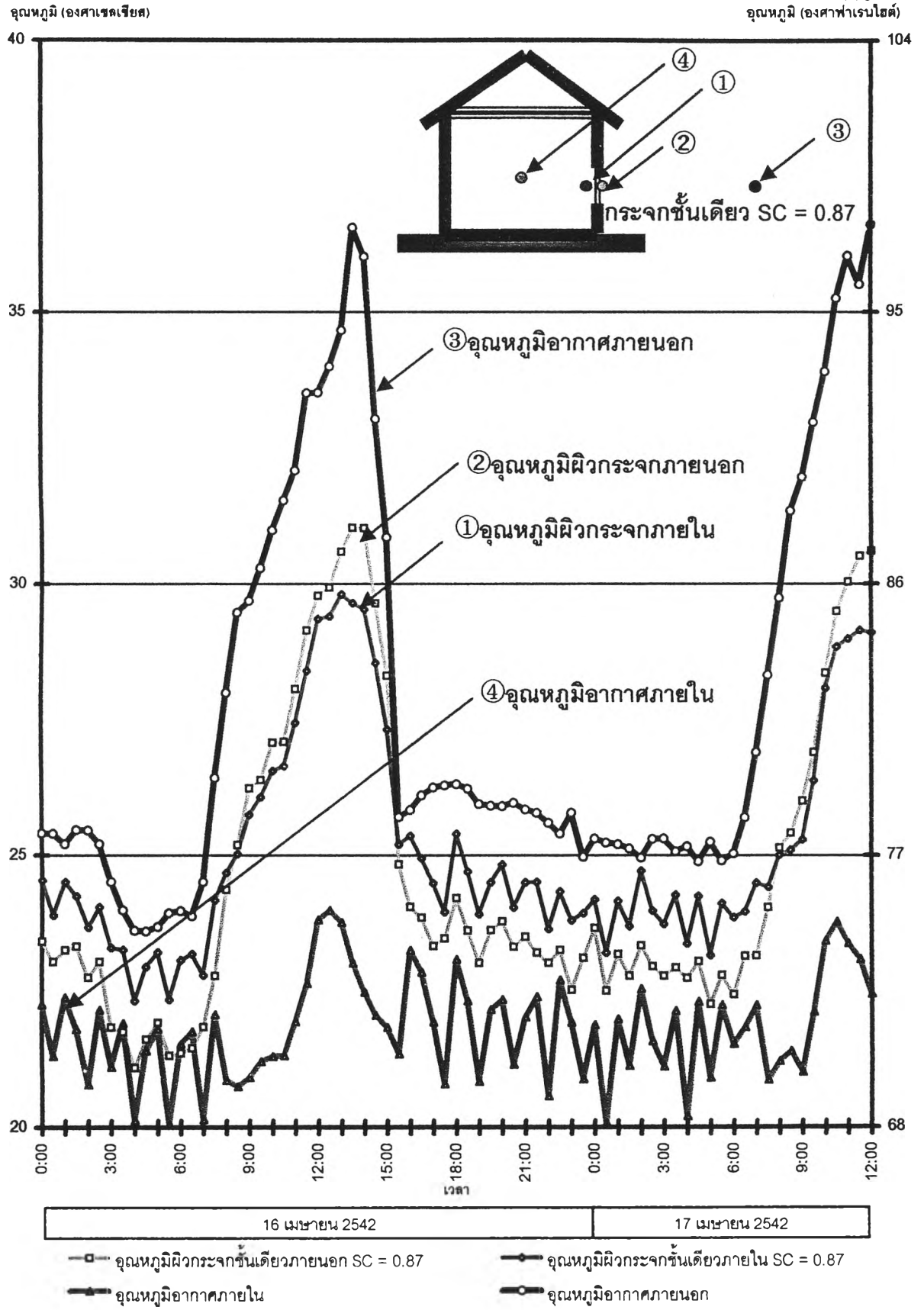
มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอก ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **26.3** ^{o}C

มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอกกับค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายใน

ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **3.56** ^{o}C

มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอกกับค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอก

ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **1.16** ^{o}C



อุณหภูมิผิวกระจกชั้นเดียวที่มี SC = 0.87 ปรับอากาศ ทิศเหนือ

แผนภูมิที่ 4.53 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกชั้นเดียวเมื่อมีค่า SC = 0.87 ปรับอากาศภายในอาคาร หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศเหนือ เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 16 เมษายน 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 17 เมษายน 2542 เวลา 12:00 น.

<u>วิเคราะห์พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของกระจกชั้นเดียวมีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดเท่ากับ0.87ในสภาวะปรับอากาศเมื่อหันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศเหนือ(แผนภูมิที่ 4.53)</u>

กระจกชั้นเดียว SC = 0.87-หันช่องแสงไปทางทิศเหนือ

มีอุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุด (Peak Temperature)	เท่ากับ	36.55	°C ณ เวลา 13:30 น.
มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด	เท่ากับ	23.99	°C ณ เวลา 12:30 น.
มีอุณหภูมิผิวกระจกภายในสูงสุด	เท่ากับ	29.81	°C ณ เวลา 13:00 น.
มีอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกสูงสุด	เท่ากับ	31.03	°C ณ เวลา 13:00 น.

มีความแตกต่างของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing)

เท่ากับ	7.48	°C	สำหรับผิวกระจกภายใน
เท่ากับ	9.94	°C	สำหรับผิวกระจกภายนอก

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอก (Mean Temperature)	ในช่วง 1 วัน	เท่ากับ	27.46	°C
มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายใน	ในช่วง 1 วัน	เท่ากับ	21.82	°C
มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายใน	ในช่วง 1 วัน	เท่ากับ	25.12	°C
มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอก	ในช่วง 1 วัน	เท่ากับ	24.57	°C

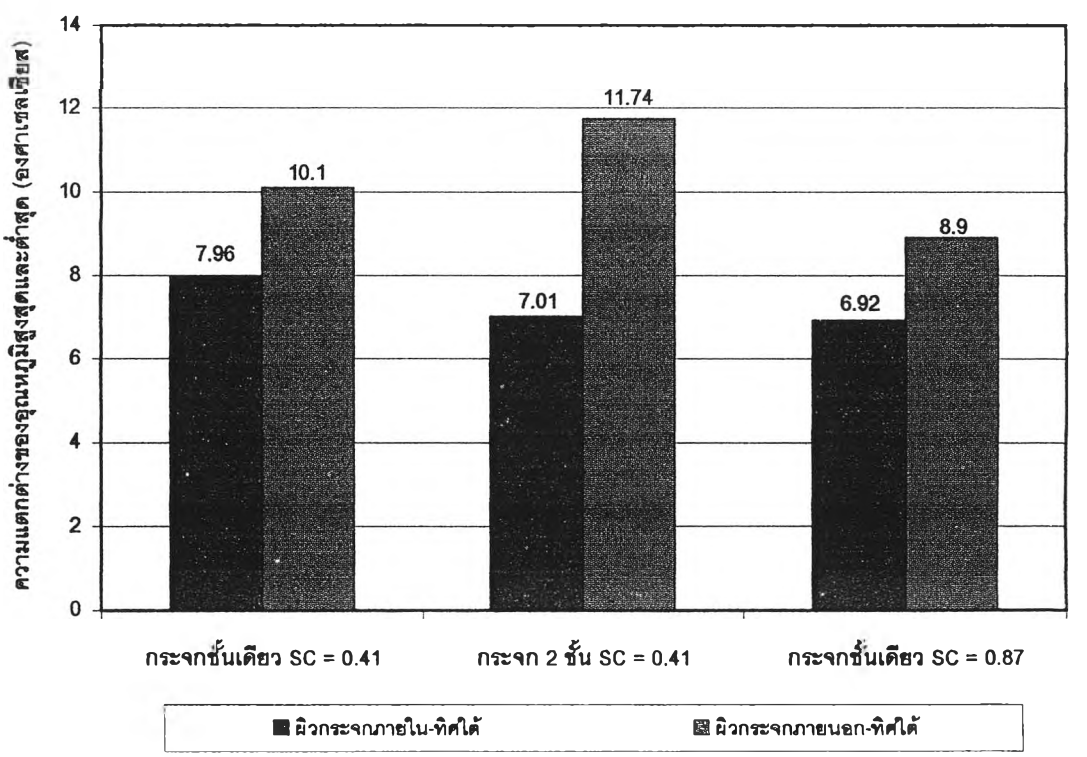
มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอกกับค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายใน

ในช่วง 1 วัน เท่ากับ 2.34 °C

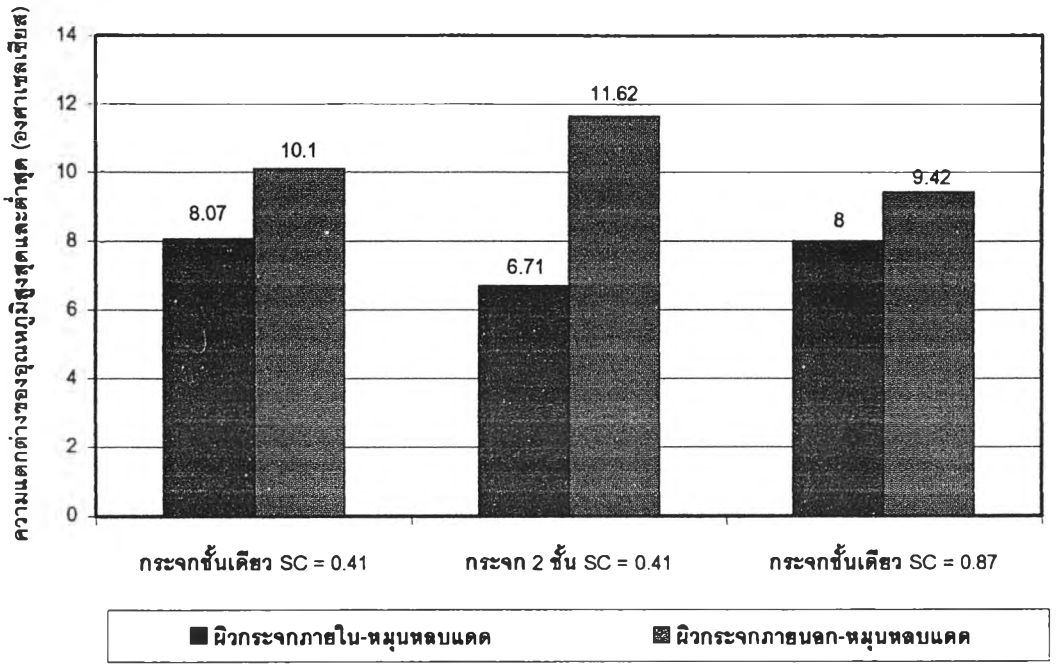
มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอกกับค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอก

ในช่วง 1 วัน เท่ากับ 2.89 °C

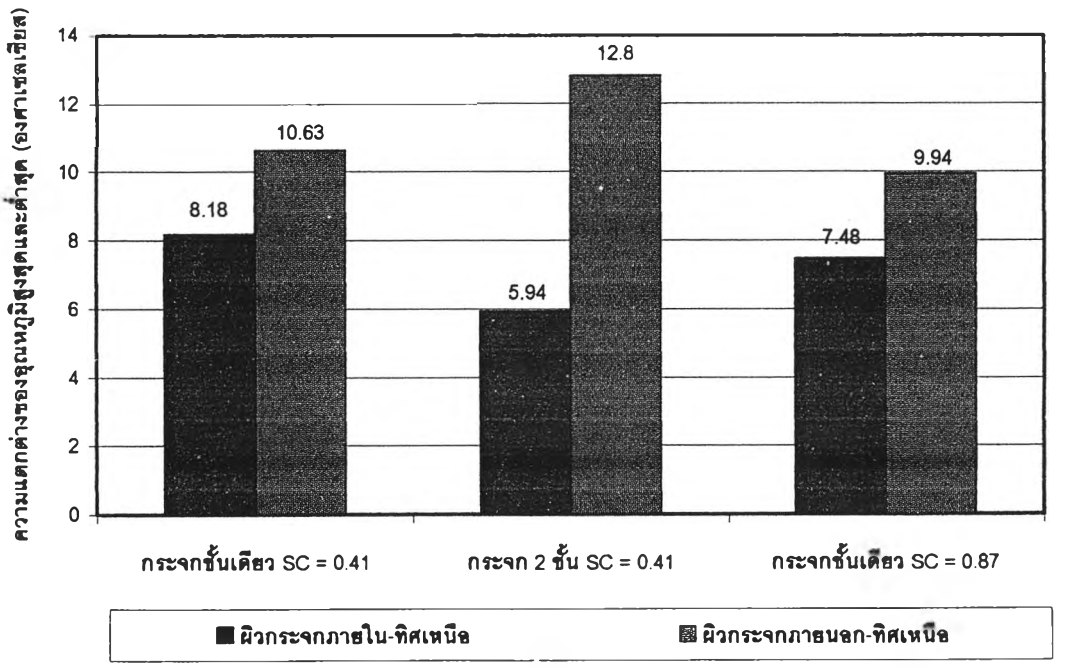
เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิผิวกระจกสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) ของกระจกทั้ง 3 ชนิดพบว่า กระจก 2 ชั้น มีระยะห่างระหว่างความแตกต่างของอุณหภูมิผิวกระจกสูงสุดและต่ำสุดของผิวกระจกภายในกับกระจกภายนอก มากกว่ากระจกชนิดอื่น ๆ เนื่องจากกระจกชนิดนี้สามารถป้องกันอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมได้ดีกว่า ช่องว่างอากาศระหว่างแผ่นกระจกทำหน้าที่ลดการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อนและการพาความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในได้ดี รวมทั้งเก็บความเย็นภายในอาคารได้ดีกว่ากระจกชนิดอื่น ๆ ส่วนกระจกชั้นเดียวทั้ง 2 ชนิดนั้น สภาพแวดล้อมภายนอกส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิผิวกระจกภายในและภายนอก มากกว่ากระจก 2 ชั้น จึงทำให้ความแตกต่างของอุณหภูมิผิวกระจกสูงสุดและต่ำสุดของผิวกระจกภายในกับกระจกภายนอกใกล้เคียงกัน จากแผนภูมิยังพบว่า เนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้นบริเวณผิวกระจกจากผลของSol-air Temperature ในช่วงกลางวันนั้น ถ่ายเทผ่านช่องว่างอากาศซึ่งบรรจุก๊าซอาร์กอนได้ยาก ความร้อนจึงสะสมอยู่ที่ผิวกระจกมากกว่ากระจกอีก 2 ชนิด แต่ในช่วงกลางคืนผิวกระจกจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก ซึ่งเป็นผลมาจาก Sol-air Temperature เช่นกัน จึงทำให้กระจก 2 ชั้น มีความแตกต่างของอุณหภูมิผิวกระจกสูงสุดและต่ำสุดของผิวกระจกภายนอกมากกว่า จากแผนภูมิที่ 4.54 พบว่าถ้าไม่มีผลจาก Sol-air Temperature หรือ ผลกระทบจากแสงแดด จะทำให้ความแตกต่างของอุณหภูมิผิวกระจกสูงสุดและต่ำสุดของผิวกระจกภายในมีค่าน้อยลง



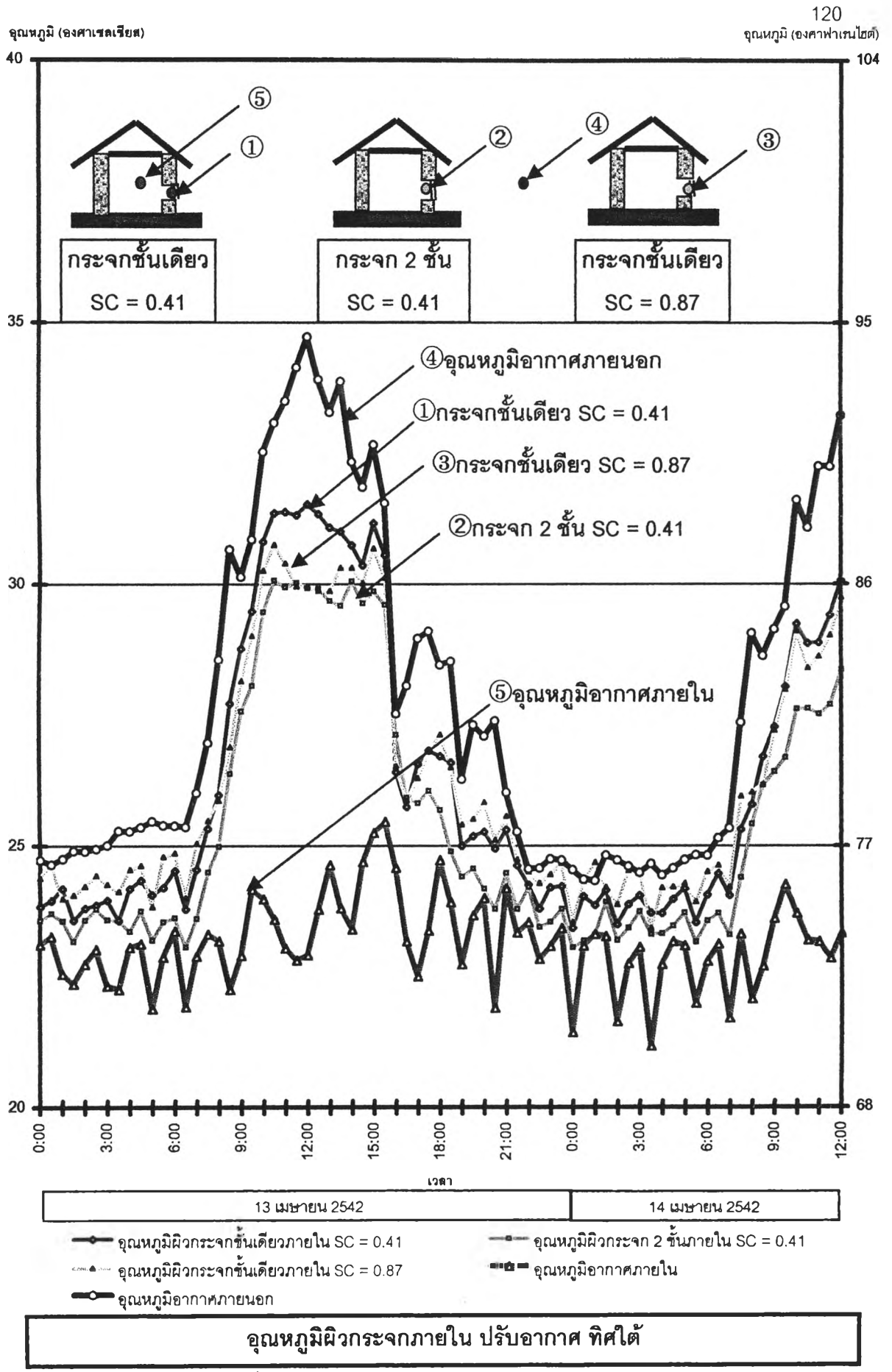
แผนภูมิที่ 4.54 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิผิวกระจกสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) ที่เกิดขึ้นกับกระจก 3 ชนิด เมื่อหันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศใต้



แผนภูมิที่ 4.55 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิผิวกระจกสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) ที่เกิดขึ้นกับกระจก 3 ชนิด เมื่อหันช่องแสงด้านข้างหมุนหลบแดด



แผนภูมิที่ 4.56 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิผิวกระจกสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) ที่เกิดขึ้นกับกระจก 3 ชนิด เมื่อหันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศเหนือ



อุณหภูมิผิวกระจกภายใน ปรับอากาศ ทิศใต้

แผนภูมิที่ 4.57 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายในของกระจก 3 ชนิด
ปรับอากาศภายในอาคาร หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศใต้
เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 13 เมษายน 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 14 เมษายน 2542 เวลา 12:00 น.

<u>เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผิวกระจกภายใน 3 ชนิดในสภาวะปรับอากาศ เมื่อหันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศใต้ (แผนภูมิที่ 4.57)</u>

ผิวกระจกภายใน-หันช่องแสงไปทางทิศใต้

มีอุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ **34.72** ^{o}C ณ เวลา **12:00** น.

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด เท่ากับ **25.46** ^{o}C ณ เวลา **15:30** น.

มีอุณหภูมิผิวกระจกภายในสูงสุด เท่ากับ **31.52** ^{o}C ณ เวลา **15:30** น. สำหรับกระจกชั้นเดียว SC = 0.41

หรือเท่ากับ **30.07** ^{o}C ณ เวลา **10:30** น. สำหรับกระจก 2 ชั้น SC = 0.41

หรือเท่ากับ **30.75** ^{o}C ณ เวลา **10:30** น. สำหรับกระจกใสชั้นเดียว SC = 0.87

มีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายนอกและอุณหภูมิผิวกระจกภายในสูงสุด

(Temperature Difference) เท่ากับ **3.2** ^{o}C สำหรับกระจกชั้นเดียว SC = 0.41

เท่ากับ **4.8** ^{o}C สำหรับกระจก 2 ชั้น SC = 0.41

เท่ากับ **4.76** ^{o}C สำหรับกระจกใสชั้นเดียว SC = 0.87

มีความแตกต่างของอุณหภูมิผิวกระจกภายในสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing)เท่ากับ **7.96** ^{o}C สำหรับกระจกชั้นเดียว SC = 0.41

หรือเท่ากับ **7.01** ^{o}C สำหรับกระจก 2 ชั้น SC = 0.41

หรือเท่ากับ **6.92** ^{o}C สำหรับกระจกใสชั้นเดียว SC = 0.87

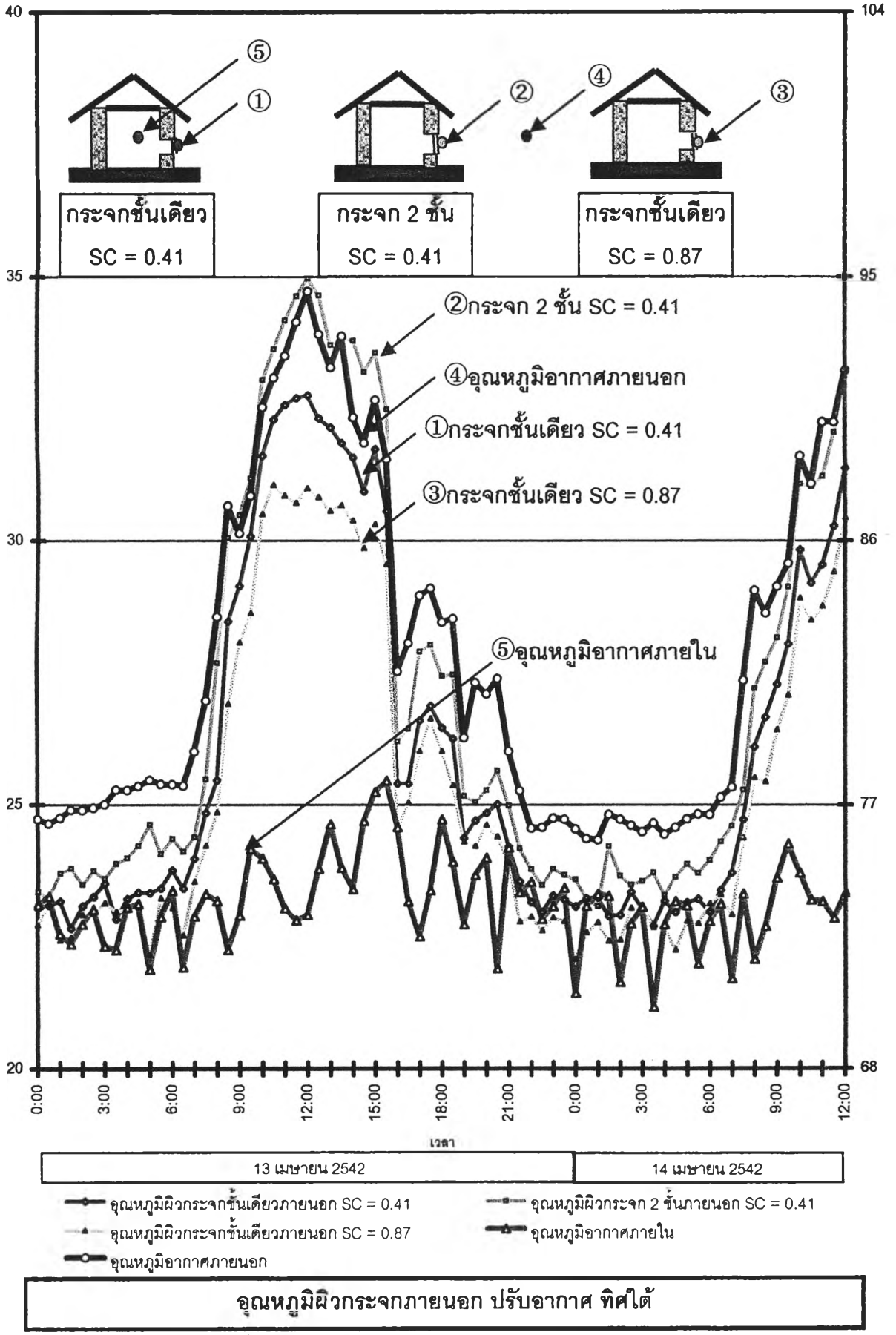
มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอก (Mean Temperature) ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **28.13** ^{o}C

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายใน ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **23.31** ^{o}C

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายใน ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **26.58** ^{o}C สำหรับกระจกชั้นเดียว SC = 0.41

หรือเท่ากับ **25.78** ^{o}C สำหรับกระจก 2 ชั้น SC = 0.41

หรือเท่ากับ **26.52** ^{o}C สำหรับกระจกใสชั้นเดียว SC = 0.87



แผนภูมิที่ 4.58 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกของกระจก 3 ชนิด
ปรับอากาศภายในอาคาร หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศใต้
เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 13 เมษายน 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 14 เมษายน 2542 เวลา 12:00 น.

<u>เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผิวกระจกภายนอก 3 ชนิดในสภาวะปรับอากาศ เมื่อหันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศใต้ (แผนภูมิที่ 4.58)</u>

ผิวกระจกภายนอก-หันช่องแสงไปทางทิศใต้

มีอุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ **34.72** ^{o}C ณ เวลา **12:00** น.

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด เท่ากับ **25.46** ^{o}C ณ เวลา **15:30** น.

มีอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกสูงสุด เท่ากับ **32.75** ^{o}C ณ เวลา **12:00** น.
สำหรับกระจกชั้นเดียว SC = 0.41

หรือเท่ากับ **34.97** ^{o}C ณ เวลา **12:00** น. สำหรับกระจก 2 ชั้น SC = 0.41

หรือเท่ากับ **31.06** ^{o}C ณ เวลา **10:30** น. สำหรับกระจกใสชั้นเดียว SC = 0.87

มีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายนอกและอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกสูงสุด

(Temperature Difference) เท่ากับ **1.97** ^{o}C สำหรับกระจกชั้นเดียว SC = 0.41

เท่ากับ **0.25** ^{o}C สำหรับกระจก 2 ชั้น SC = 0.41
(ผิวกระจกมีอุณหภูมิสูงกว่า)

เท่ากับ **3.73** ^{o}C สำหรับกระจกใสชั้นเดียว SC = 0.87

มีความแตกต่างของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing)เท่ากับ **10.1** ^{o}C
สำหรับกระจกชั้นเดียว SC = 0.41

หรือเท่ากับ **11.74** ^{o}C สำหรับกระจก 2 ชั้น SC = 0.41

หรือเท่ากับ **8.9** ^{o}C สำหรับกระจกใสชั้นเดียว SC = 0.87

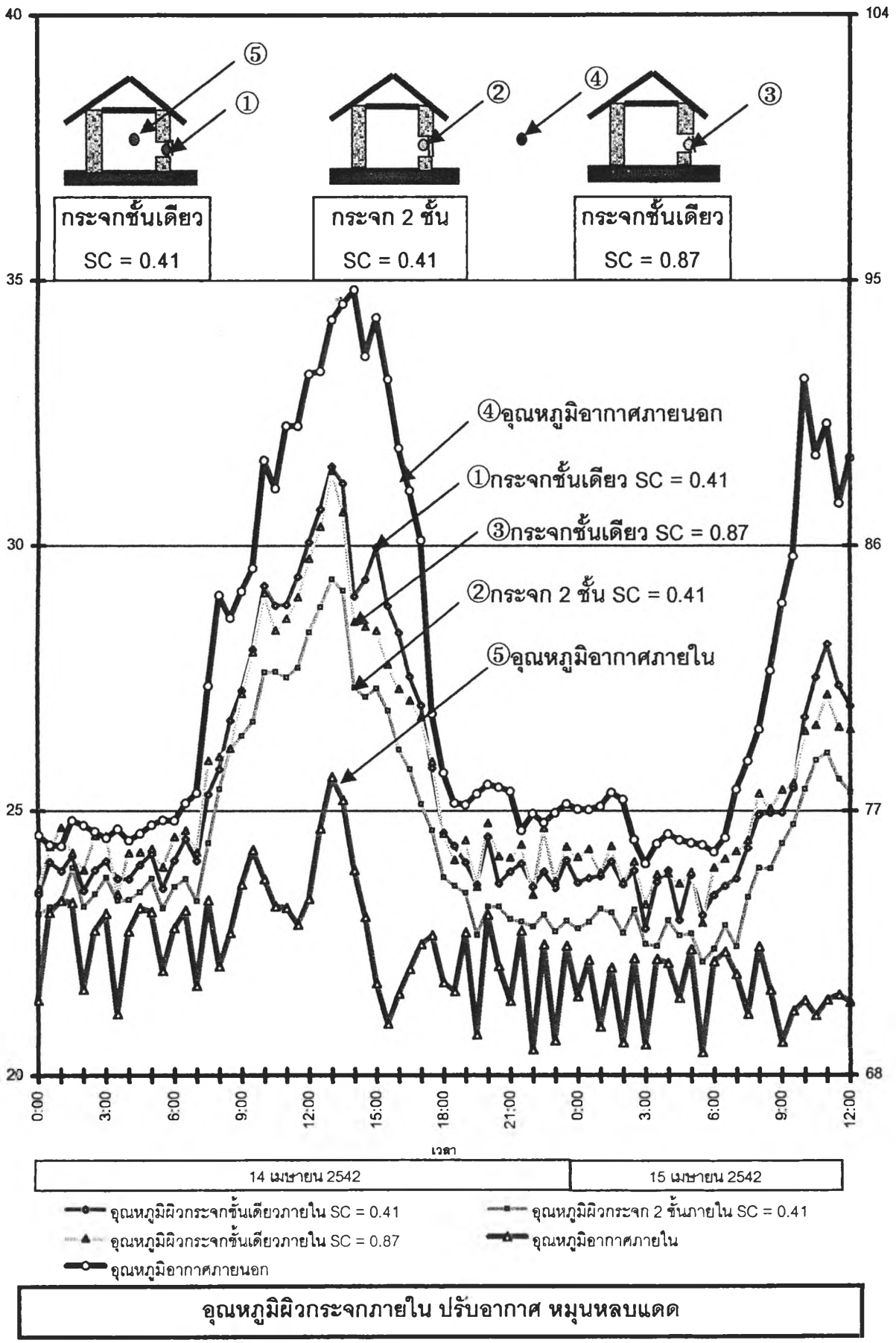
มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอก (Mean Temperature) ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **28.13** ^{o}C

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายใน ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **23.31** ^{o}C

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอก ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **26.38** ^{o}C
สำหรับกระจกชั้นเดียว SC = 0.41

หรือเท่ากับ **27.45** ^{o}C สำหรับกระจก 2 ชั้น SC = 0.41

หรือเท่ากับ **25.65** ^{o}C สำหรับกระจกใสชั้นเดียว SC = 0.87



อุณหภูมิผิวกระจกภายใน ปรับอากาศ หมุนหลบแดด

แผนภูมิที่ 4.59 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายในของกระจก 3 ชนิด
ปรับอากาศภายในอาคาร หมุนช่องแสงด้านข้างหลบแดด
เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 14 เมษายน 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 15 เมษายน 2542 เวลา 12:00 น.

<u>เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผิวกระจกภายใน 3 ชนิดในสภาวะปรับอากาศ เมื่อหันช่องแสงด้านข้างหมุนหลบแดด (แผนภูมิที่ 4.59)</u>

ผิวกระจกภายใน-หันช่องแสงหลบแดด

มีอุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ **34.82** ^{o}C ณ เวลา **14:00** น.

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด เท่ากับ **25.64** ^{o}C ณ เวลา **13:00** น.

มีอุณหภูมิผิวกระจกภายในสูงสุด เท่ากับ **31.49** ^{o}C ณ เวลา **13:00** น. สำหรับกระจกชั้นเดียว SC = 0.41

หรือเท่ากับ **29.36** ^{o}C ณ เวลา **13:00** น. สำหรับกระจก 2 ชั้น SC = 0.41

หรือเท่ากับ **31.42** ^{o}C ณ เวลา **13:00** น. สำหรับกระจกใสชั้นเดียว SC = 0.87

มีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายนอกและอุณหภูมิผิวกระจกภายในสูงสุด

(Temperature Difference) เท่ากับ **5.78** ^{o}C สำหรับกระจกชั้นเดียว SC = 0.41

เท่ากับ **7.5** ^{o}C สำหรับกระจก 2 ชั้น SC = 0.41 (ผิวกระจกมีอุณหภูมิสูงกว่า)

เท่ากับ **6.25** ^{o}C สำหรับกระจกใสชั้นเดียว SC = 0.87

มีความแตกต่างของอุณหภูมิผิวกระจกภายในสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) เท่ากับ **8.07** ^{o}C สำหรับกระจกชั้นเดียว SC = 0.41

หรือเท่ากับ **6.71** ^{o}C สำหรับกระจก 2 ชั้น SC = 0.41

หรือเท่ากับ **8** ^{o}C สำหรับกระจกใสชั้นเดียว SC = 0.87

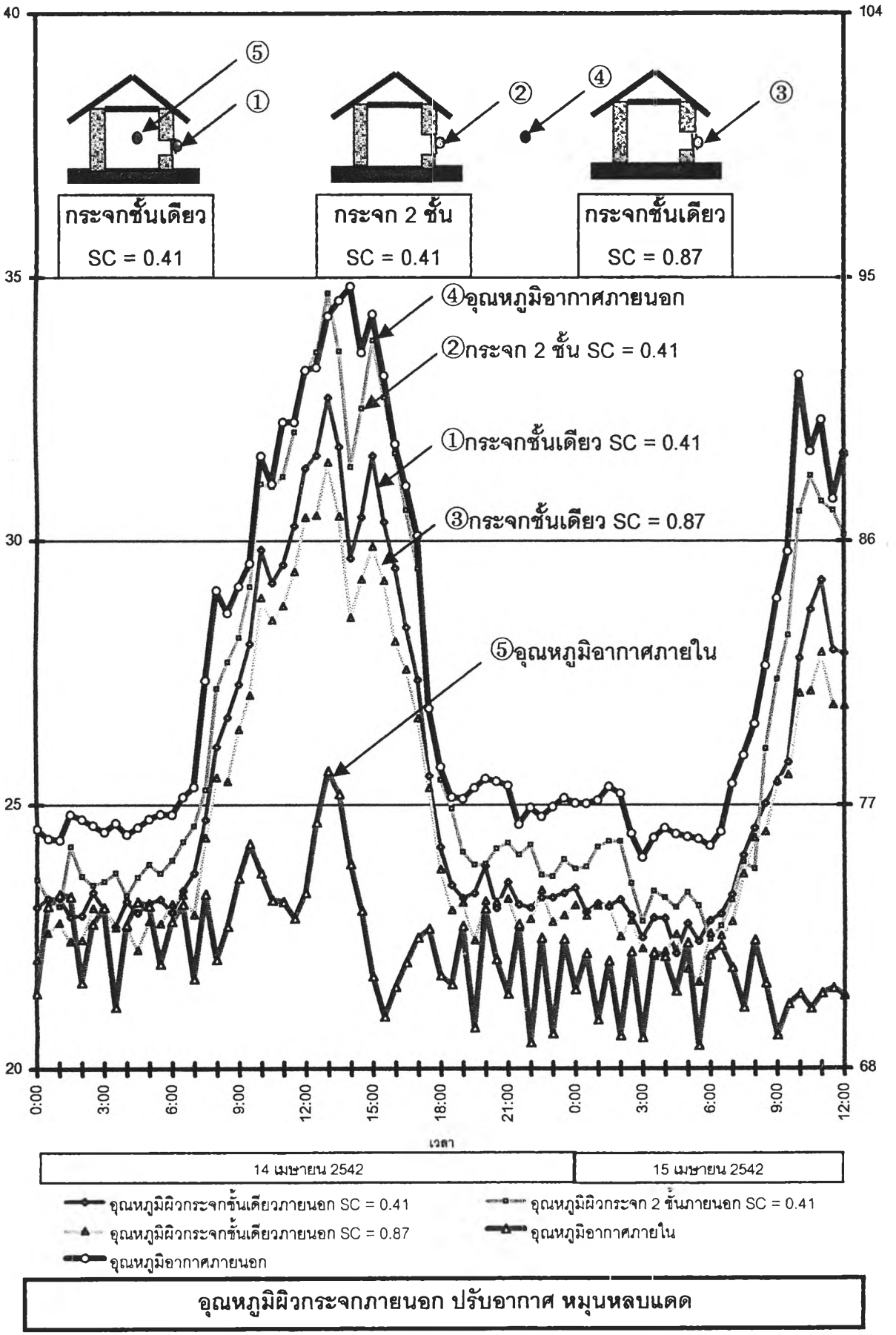
มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอก (Mean Temperature) ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **27.8** ^{o}C

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายใน ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **22.64** ^{o}C

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายใน ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **25.94** ^{o}C สำหรับกระจกชั้นเดียว SC = 0.41

หรือเท่ากับ **24.88** ^{o}C สำหรับกระจก 2 ชั้น SC = 0.41

หรือเท่ากับ **25.92** ^{o}C สำหรับกระจกใสชั้นเดียว SC = 0.87



แผนภูมิที่ 4.60 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกของกระจก 3 ชนิด
ปรับอากาศภายในอาคาร หมุนช่องแสงด้านข้างหลบแดด
เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 14 เมษายน 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 15 เมษายน 2542 เวลา 12:00 น.

<u>เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผิวกระจกภายนอก 3 ชนิดในสภาวะปรับอากาศ เมื่อหันช่องแสงด้านข้างหมุนหลบแดด (แผนภูมิที่ 4.60)</u>

ผิวกระจกภายนอก-หันช่องแสงหลบแดด

มีอุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ **34.72** ^{o}C ณ เวลา **14:00** น.

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด เท่ากับ **25.46** ^{o}C ณ เวลา **13:00** น.

มีอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกสูงสุด เท่ากับ **32.72** ^{o}C ณ เวลา **13:00** น.
สำหรับกระจกชั้นเดียว SC = 0.41

หรือเท่ากับ **34.69** ^{o}C ณ เวลา **13:00** น. สำหรับกระจก 2 ชั้น SC = 0.41

หรือเท่ากับ **31.49** ^{o}C ณ เวลา **13:00** น. สำหรับกระจกใสชั้นเดียว SC = 0.87

มีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายนอกและอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกสูงสุด

(Temperature Difference) เท่ากับ **5.15** ^{o}C สำหรับกระจกชั้นเดียว SC = 0.41

เท่ากับ **7.5** ^{o}C สำหรับกระจก 2 ชั้น SC = 0.41
(ผิวกระจกมีอุณหภูมิสูงกว่า)

เท่ากับ **6.27** ^{o}C สำหรับกระจกใสชั้นเดียว SC = 0.87

มีความแตกต่างของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing)เท่ากับ **10.1** ^{o}C
สำหรับกระจกชั้นเดียว SC = 0.41

หรือเท่ากับ **11.62** ^{o}C สำหรับกระจก 2 ชั้น SC = 0.41

หรือเท่ากับ **9.42** ^{o}C สำหรับกระจกใสชั้นเดียว SC = 0.87

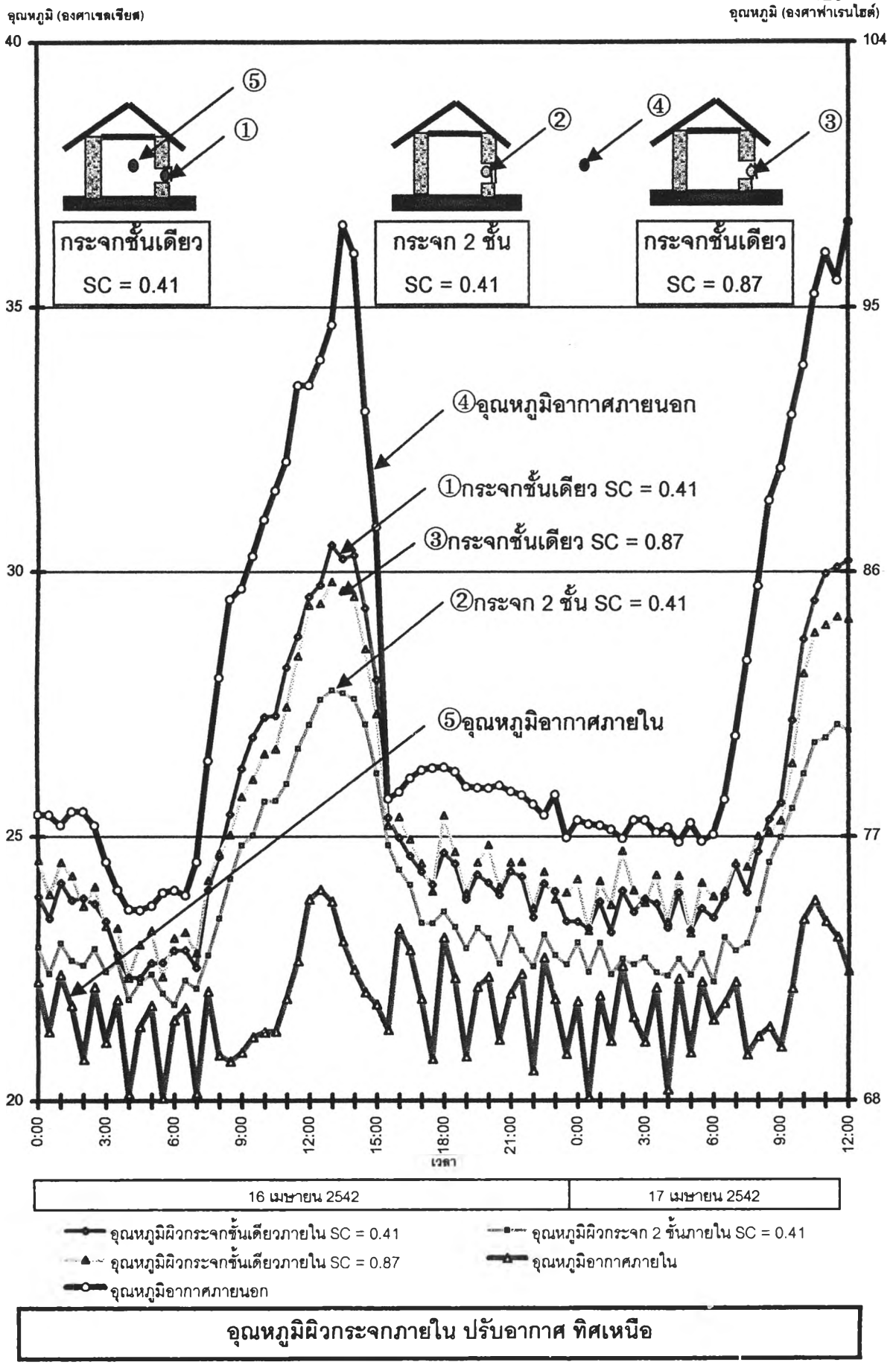
มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอก (Mean Temperature) ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **28.13** ^{o}C

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายใน ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **23.31** ^{o}C

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอก ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **25.83** ^{o}C
สำหรับกระจกชั้นเดียว SC = 0.41

หรือเท่ากับ **26.94** ^{o}C สำหรับกระจก 2 ชั้น SC = 0.41

หรือเท่ากับ **25.2** ^{o}C สำหรับกระจกใสชั้นเดียว SC = 0.87



แผนภูมิที่ 4.61 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายในของกระจก 3 ชนิด
ปรับอากาศภายในอาคาร หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศเหนือ
เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 16 เมษายน 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 17 เมษายน 2542 เวลา 12:00 น.

<u>เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผิวกระจกภายใน 3 ชนิดในสภาวะปรับอากาศ เมื่อหันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศเหนือ (แผนภูมิที่ 4.61)</u>

ผิวกระจกภายใน-หันช่องแสงไปทางทิศเหนือ

มีอุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ **36.55** ^{o}C ณ เวลา **13:30** น.

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด เท่ากับ **23.99** ^{o}C ณ เวลา **12:30** น.

มีอุณหภูมิผิวกระจกภายในสูงสุด เท่ากับ **30.5** ^{o}C ณ เวลา **13:00** น. สำหรับกระจกชั้นเดียว SC = 0.41

หรือเท่ากับ **27.76** ^{o}C ณ เวลา **13:00** น. สำหรับกระจก 2 ชั้น SC = 0.41

หรือเท่ากับ **29.81** ^{o}C ณ เวลา **13:00** น. สำหรับกระจกใสชั้นเดียว SC = 0.87

มีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายนอกและอุณหภูมิผิวกระจกภายในสูงสุด

(Temperature Difference) เท่ากับ **6.31** ^{o}C สำหรับกระจกชั้นเดียว SC = 0.41

เท่ากับ **8.84** ^{o}C สำหรับกระจก 2 ชั้น SC = 0.41 (ผิวกระจกมีอุณหภูมิสูงกว่า)

เท่ากับ **6.9** ^{o}C สำหรับกระจกใสชั้นเดียว SC = 0.87

มีความแตกต่างของอุณหภูมิผิวกระจกภายในสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) เท่ากับ **8.18** ^{o}C สำหรับกระจกชั้นเดียว SC = 0.41

หรือเท่ากับ **5.94** ^{o}C สำหรับกระจก 2 ชั้น SC = 0.41

หรือเท่ากับ **7.48** ^{o}C สำหรับกระจกใสชั้นเดียว SC = 0.87

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอก (Mean Temperature) ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **27.46** ^{o}C

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายใน ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **21.82** ^{o}C

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายใน ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **25.12** ^{o}C สำหรับกระจกชั้นเดียว SC = 0.41

หรือเท่ากับ **23.9** ^{o}C สำหรับกระจก 2 ชั้น SC = 0.41

หรือเท่ากับ **25.12** ^{o}C สำหรับกระจกใสชั้นเดียว SC = 0.87

<u>เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผิวกระจกภายนอก 3 ชนิดในสภาวะปรับอากาศ เมื่อหันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศเหนือ (แผนภูมิที่ 4.62)</u>

ผิวกระจกภายนอก-หันช่องแสงไปทางทิศเหนือ

มีอุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ **36.55** °C ณ เวลา **13:30** น.

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด เท่ากับ **23.99** °C ณ เวลา **12:30** น.

มีอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกสูงสุด เท่ากับ **32.11** °C ณ เวลา **13:00** น. สำหรับกระจกชั้นเดียว SC = 0.41

หรือเท่ากับ **34.95** °C ณ เวลา **13:00** น. สำหรับกระจก 2 ชั้น SC = 0.41

หรือเท่ากับ **31.03** °C ณ เวลา **13:00** น. สำหรับกระจกใสชั้นเดียว SC = 0.87

มีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายนอกและอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกสูงสุด

(Temperature Difference) เท่ากับ **4.55** °C สำหรับกระจกชั้นเดียว SC = 0.41

เท่ากับ **8.84** °C สำหรับกระจก 2 ชั้น SC = 0.41 (ผิวกระจกมีอุณหภูมิสูงกว่า)

เท่ากับ **5.52** °C สำหรับกระจกใสชั้นเดียว SC = 0.87

มีความแตกต่างของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing)เท่ากับ**10.63**°C สำหรับกระจกชั้นเดียว SC = 0.41

หรือเท่ากับ **12.8** °C สำหรับกระจก 2 ชั้น SC = 0.41

หรือเท่ากับ **9.94** °C สำหรับกระจกใสชั้นเดียว SC = 0.87

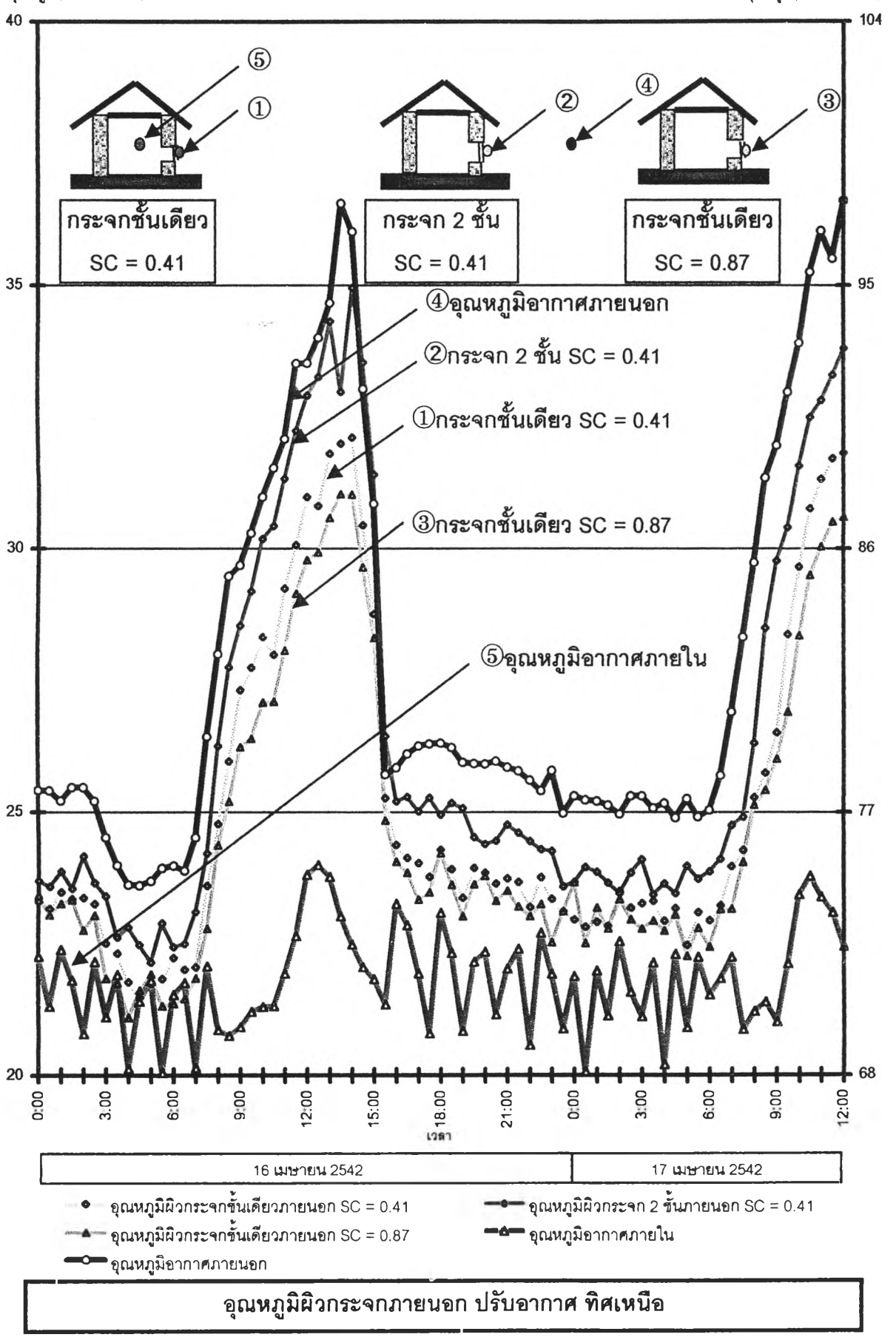
มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอก (Mean Temperature) ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **27.46** °C

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายใน ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **21.82** °C

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกภายนอก ในช่วง 1 วัน เท่ากับ **25.11** °C สำหรับกระจกชั้นเดียว SC = 0.41

หรือเท่ากับ **26.3** °C สำหรับกระจก 2 ชั้น SC = 0.41

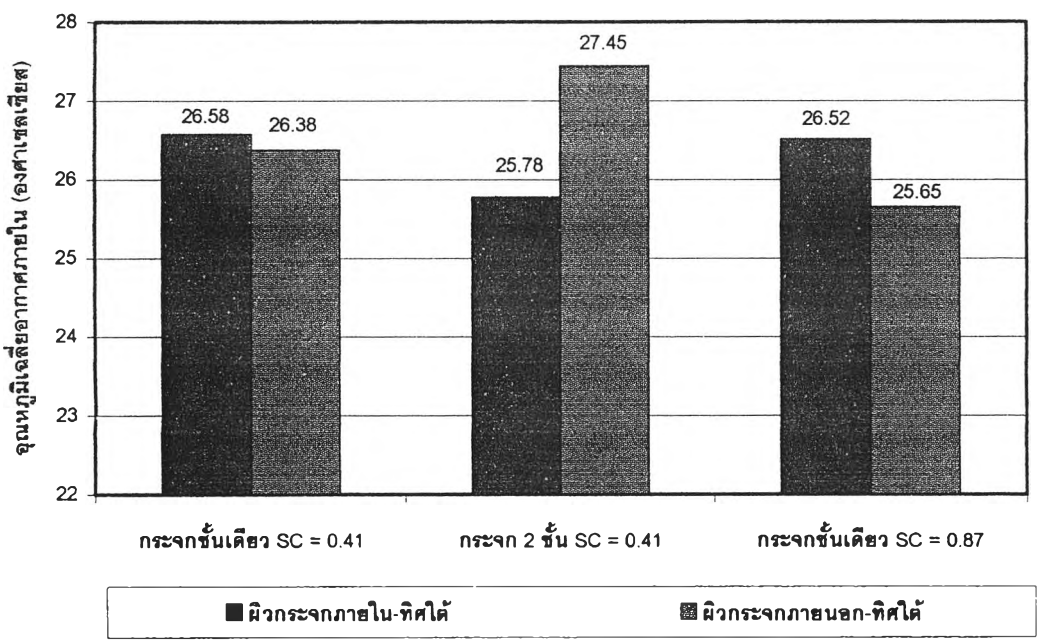
หรือเท่ากับ **24.57** °C สำหรับกระจกใสชั้นเดียว SC = 0.87



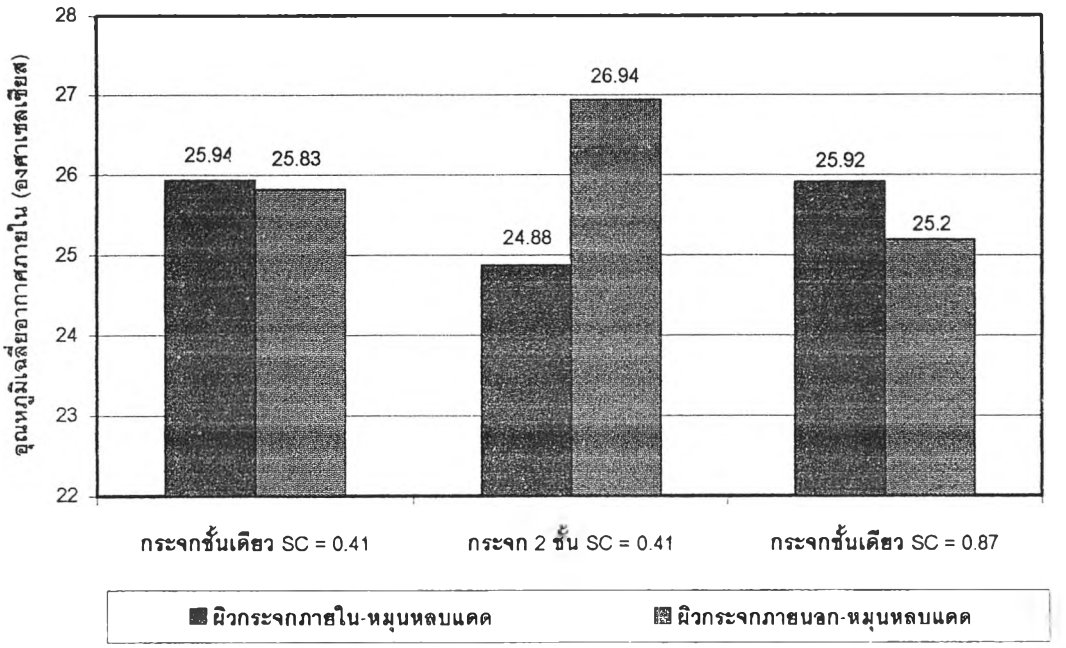
อุณหภูมิผิวกระจกภายนอก ปรับอากาศ ทิศเหนือ

แผนภูมิที่ 4.62 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกของกระจก 3 ชนิด
ปรับอากาศภายในอาคาร หันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศเหนือ
เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 16 เมษายน 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 17 เมษายน 2542 เวลา 12:00 น.

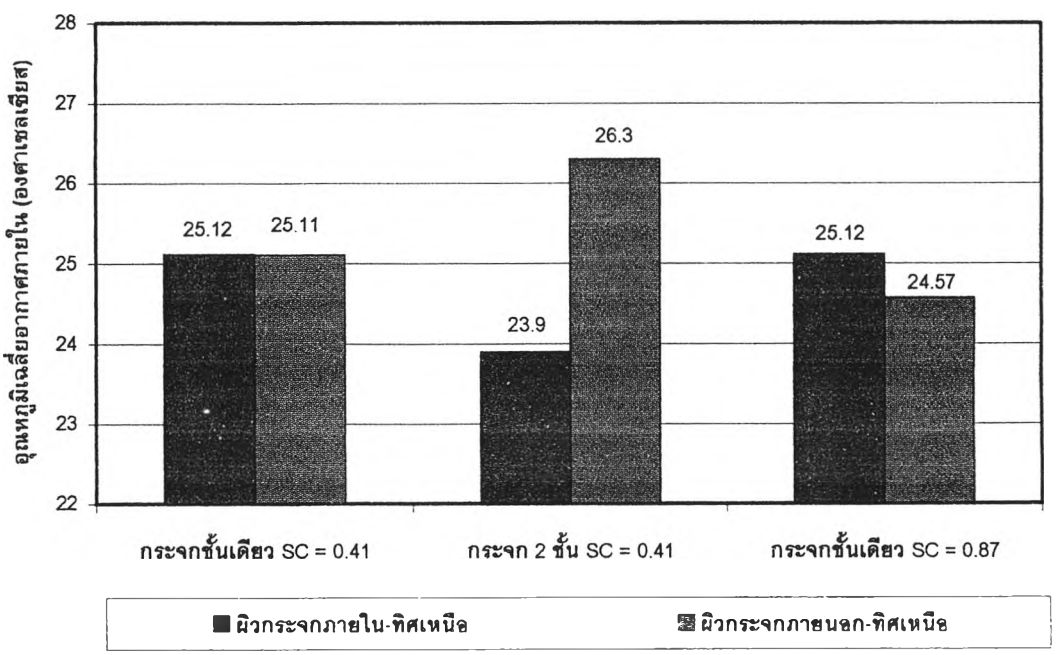
เมื่อพิจารณาและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวกระจกทั้งภายในและภายนอกของกระจกทั้ง 3 ชนิดพบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยผิวกระจกภายในของกระจกชนิดนี้มีค่าต่ำสุด ดังนั้นกระจกชนิดนี้จึงเหมาะสมกับการนำมาใช้ในอาคารปรับอากาศ เพราะสามารถลดการแผ่รังสีความร้อนจากผิวกระจกได้ดีกว่าชนิดอื่น ๆ และยังสามารถกักเก็บความเย็นได้ดีกว่าด้วย ส่วนกระจกชั้นเดียวที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดเท่ากับ 0.41 มีอุณหภูมิเฉลี่ยผิวกระจกภายในสูงที่สุดเนื่องจากกระจกชนิดนี้เป็นกระจกสีชา ผิวกระจกจึงดูดซับความร้อนไว้ได้มาก จากแผนภูมิที่ 4.63 สังเกตได้ว่าค่าอุณหภูมิเฉลี่ยผิวกระจกภายนอกของกระจกชั้นเดียวที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดเท่ากับ 0.87 นั้น มีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิเฉลี่ยผิวกระจกภายในของกระจก 2 ชั้น มีสาเหตุเนื่องจากในช่วงกลางคืน ผิวกระจกภายนอกจะสูญเสียความร้อนให้แก่ท้องฟ้า กระจกชั้นเดียวที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดเท่ากับ 0.87 ในช่วงกลางวันมีปริมาณความร้อนสะสมอยู่ในกระจกน้อยกว่ากระจกชนิดอื่น ๆ ทำให้ช่วงกลางคืนผิวกระจกจึงมีอุณหภูมิต่ำที่สุด เมื่อนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยจึงได้ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของผิวกระจกภายนอกในช่วง 1 วันต่ำที่สุดเช่นกัน



แผนภูมิที่ 4.63 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยของผิวกระจก (Mean Temperature) ของกระจก 3 ชนิด เมื่อหันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศใต้



แผนภูมิที่ 4.64 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยของผิวกระจก (Mean Temperature) ของกระจก 3 ชนิด เมื่อหันช่องแสงด้านข้างหมุนหลบแดด



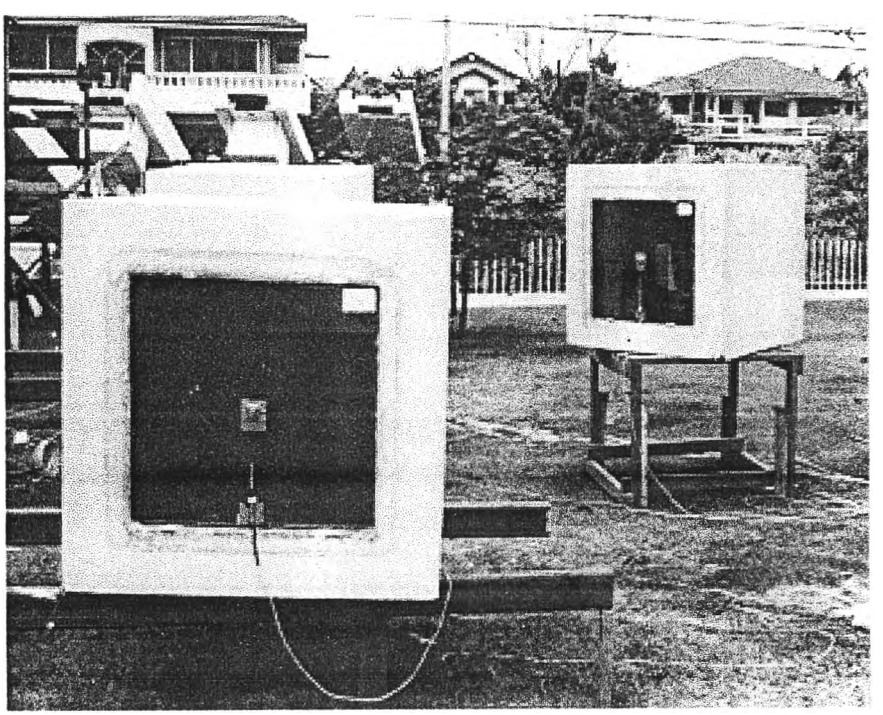
แผนภูมิที่ 4.65 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยของผิวกระจก (Mean Temperature) ของกระจก 3 ชนิด เมื่อหันช่องแสงด้านข้างไปทางทิศเหนือ

4.5 การทดสอบและวิเคราะห์พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร ของช่องแสงด้านข้างที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรงตลอดทั้งวัน โดยการหมุนหลบ กับช่องแสงด้านข้างที่หันไปทางทิศเหนือ

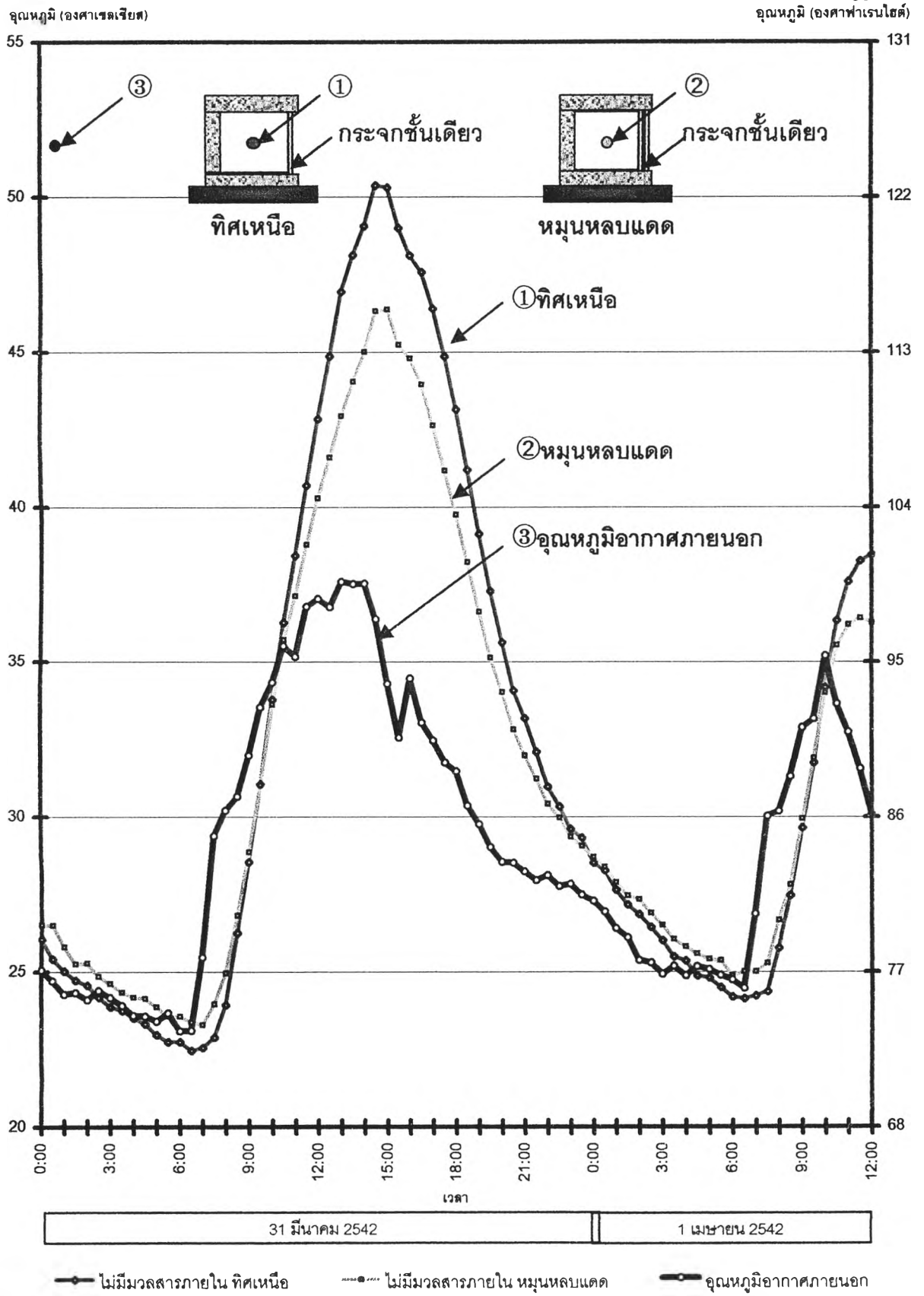
การทดสอบในหัวข้อนี้ประกอบด้วยขั้นตอนที่ 12

ทำการทดสอบตัวแปรที่ 4 คือ ทิศทางของช่องแสงที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรงโดยการหมุนหลบด้วยการเปรียบเทียบกับช่องแสงด้านข้างที่หันไปทางทิศเหนือ เลือกใช้กระจกชั้นเดียวที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดเท่ากับ 0.41 และไม่มีมวลสารภายในทดสอบ อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบคือ กล่องทดลองจำนวน 2 กล่อง ทำการทดสอบในวัน เวลา และสถานที่เดียวกัน กล่องทดลองที่ใช้ทดสอบตัวแปรที่ 4 มีรายละเอียดดังนี้

กล่องทดลองที่ 1 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว	ไม่มีมวลสารภายใน หันช่องแสงไปทางทิศเหนือ
กล่องทดลองที่ 2 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว	ไม่มีมวลสารภายใน หมุนช่องแสงหลบแดด



รูปที่ 4.21 แสดงตำแหน่งการวางกล่องทดลอง กระจกทดสอบ มวลสารภายในกล่องทดลอง และตำแหน่งที่ติดตั้งเทอร์มิสเตอร์ ของการทดสอบในขั้นตอนการวิจัยที่ 12



อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง ไม่มีมวลสารภายใน กระจกชั้นเดียว

แผนภูมิที่ 4.66 แสดงอุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ไม่มีมวลสารภายใน ที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียวมีค่า SC = 0.41 โดยมีตำแหน่งทิศช่องแสงด้านข้างแตกต่างกัน เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 31 มีนาคม 2542 เวลา 0:00 น. ถึงวันที่ 1 เมษายน 2542 เวลา 12:00 น.

<u>เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร ผ่านช่องแสงด้านข้างที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรง กับช่องแสงหันไปทางทิศเหนือเมื่อไม่มีมวลสารภายในและติดตั้งกระจกชั้นเดียว (แผนภูมิที่ 4.66)</u>

กระจกชั้นเดียว-ไม่มีมวลสารภายใน

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**ต่ำกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 4:00-10:00 น. ประมาณ 6 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่หันช่องแสงทางทิศเหนือ

หรือในช่วงเวลา 4:00-10:00 น.ประมาณ 6 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่หมุนหลบแดด

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**สูงกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 10:00-4:00 น.ประมาณ 18 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่หันช่องแสงทางทิศเหนือ

หรือในช่วงเวลา 10:00-4:00 น.ประมาณ 18 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่หมุนหลบแดด

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ 50.37 ^{o}C ณ เวลา 14:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่หันช่องแสงทางทิศเหนือ

หรือเท่ากับ 46.37 ^{o}C ณ เวลา 14:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่หมุนหลบแดด

มีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) เท่ากับ 27.89 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่หันช่องแสงทางทิศเหนือ

หรือเท่ากับ 23.89 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่หมุนหลบแดด

มีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อน เท่ากับ 1.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่หันช่องแสงทางทิศเหนือ

หรือเท่ากับ 1.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่หมุนหลบแดด

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศ (Mean Temperature) ภายในกล่องในช่วง 1 วัน เท่ากับ 33.84 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่หันช่องแสงทางทิศเหนือ

หรือเท่ากับ 32.65 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่หมุนหลบแดด

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างช่องแสงด้านข้างที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรงตลอดทั้งวัน โดยการหมุนหลบ กับช่องแสงด้านข้างที่หันไปทางทิศเหนือ โดยไม่มีมวลสารภายใน ในด้านการลดอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด (Peak Temperature) จากการทดลองพบว่าความแตกต่างของอุณหภูมิ (Temperature Difference) อากาศภายในของช่องแสงด้านข้างที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรง โดยการหมุนหลบที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียวนั้น มีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศภายในของกล่องทดลองที่หันช่องแสงไปทางทิศเหนือ

หลังจากนั้นได้ทำการทดสอบค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายในช่องแสงด้านข้างที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรง ว่าแตกต่างจากค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายในช่องแสงด้านข้างที่หันไปทางทิศเหนือหรือไม่ โดยใช้การแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution)

สมมติฐาน : ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายในช่องแสงด้านข้างที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรง ไม่แตกต่างจากค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายในช่องแสงด้านข้างที่หันไปทางทิศเหนือ

ค่าความเชื่อมั่น : 95 %

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ :

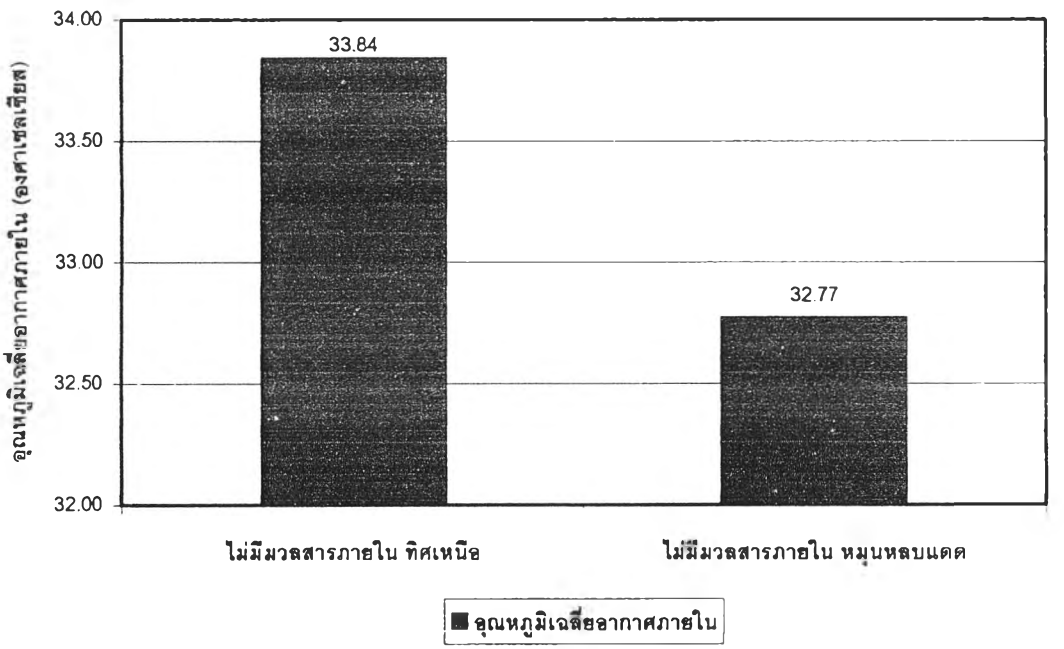
	ไม่มีมวลสารภายใน ทิศเหนือ	**ไม่มีมวลสารภายใน หมุนหลบแดด**
ค่าเฉลี่ย	33.842	32.774
จำนวนอุณหภูมิที่ใช้ทดสอบ	48	48
ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย	1.068	
ค่า Z	0.00	
ขอบเขตวิกฤตแบบ Two-tail	$\pm$1.959	

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าที่ได้จากการใช้วิธีทดสอบข้อมูลทางสถิติแบบการแจกแจงปกติ จากข้อมูลที่วัดได้จากช่องแสงด้านข้างทั้ง 2 ชนิด ที่ไม่มีมวลสารภายใน

สรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐาน คือ ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายในช่องแสงด้านข้างที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรง กับค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายในช่องแสงด้านข้างที่หันไปทางทิศเหนือ ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ สาเหตุที่ส่งผลให้อุณหภูมิที่วัดได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติคือ ได้รับผลกระทบจากสภาพแวดล้อม และแสงแบบกระจาย (Diffuse Radiation) เหมือนกัน

หากพิจารณาถึงช่วงเวลาที่อุณหภูมิอากาศภายในต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก เมื่อเปรียบเทียบระหว่างช่องแสงด้านข้างที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรง กับช่องแสงด้านข้างที่หันไปทางทิศเหนือ แบบไม่มีมวลสารภายใน พบว่า ช่องแสงด้านข้างที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรงโดยการหมุนหลบ มีช่วงระยะเวลาที่อุณหภูมิอากาศภายในต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก เท่ากับช่องแสงด้านข้างที่หันไปทางทิศเหนือ

สำหรับการหน่วงเหนี่ยวความร้อนนั้น ทั้งช่องแสงด้านข้างที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรงโดยการหมุนหลบ และช่องแสงด้านข้างที่หันไปทางทิศเหนือมีช่วงเวลาเท่ากันคือ 1.5 ชั่วโมง ส่วนผลของตำแหน่งทิศที่เปิดช่องแสงด้านข้างต่ออุณหภูมิเฉลี่ยอากาศภายใน พบว่า มีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 2 ทิศ



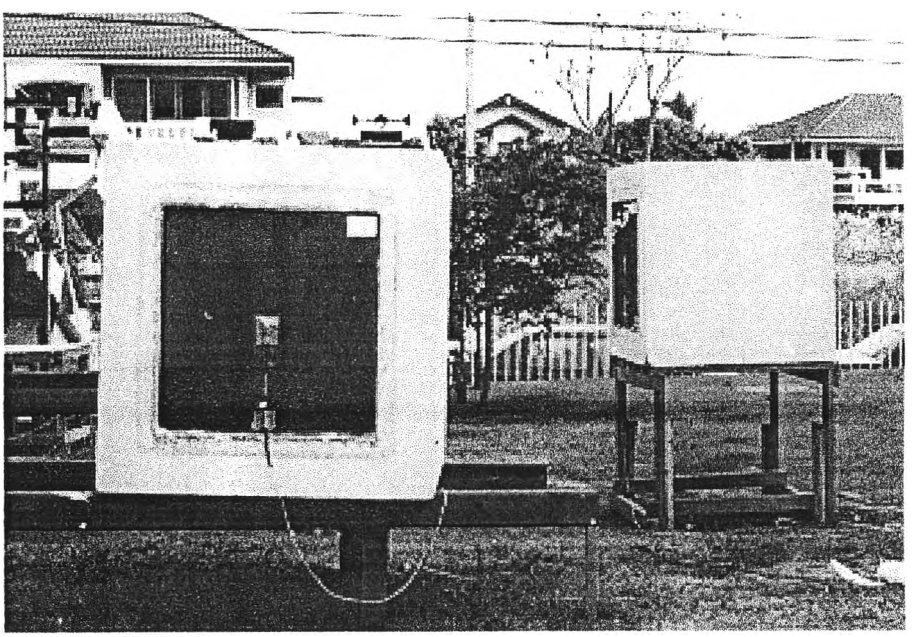
แผนภูมิที่ 4.67 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยอากาศภายใน
ที่เกิดขึ้นจากอิทธิพลของทิศที่เปิดช่องแสงด้านข้างที่แตกต่างกัน เมื่อไม่มีมวลสารภายใน

4.6 <u>การทดสอบและวิเคราะห์พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร ของช่องแสงด้านข้างที่มีมวลสารมากและความจุความร้อนมาก ใช้กระจกชั้นเดียว ออกแบบในลักษณะที่ช่องแสงไม่ได้รับแสงแดดโดยตรงตลอดทั้งวันโดยการหมุนหลบ เปรียบเทียบกับช่องแสงด้านข้างที่หันไปทางทิศเหนือ</u>

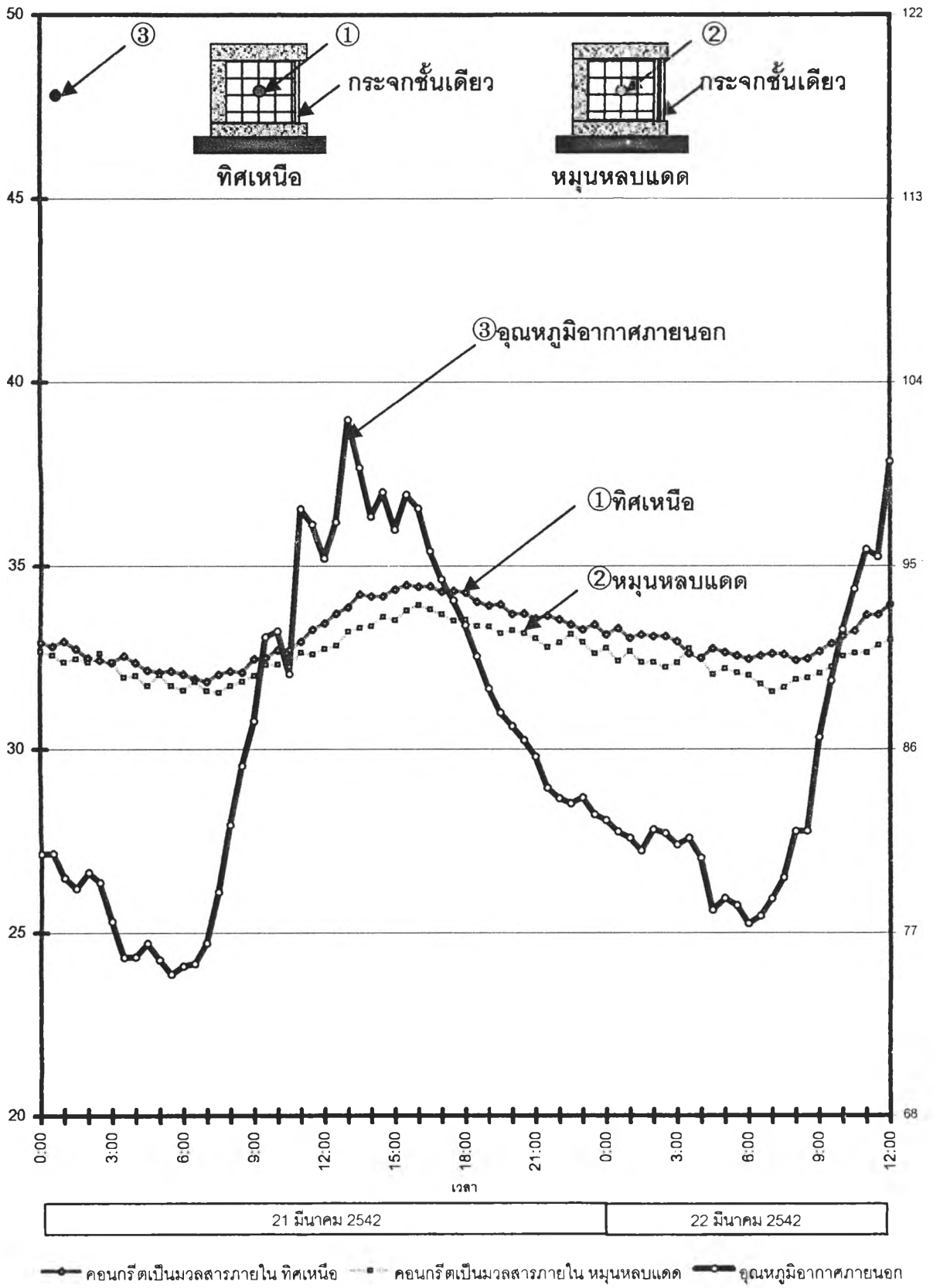
การทดสอบในหัวข้อนี้ประกอบด้วยขั้นตอนที่ 13

ทำการทดสอบโดยใช้ตัวแปรทั้ง 4 ตัวแปรพร้อม ๆ กัน คือ ใช้คอนกรีตเป็นมวลสารภายใน และมีปริมาณมาก ใช้กระจกชั้นเดียวทดสอบ และหมุนช่องแสงหลบแดดตลอดเวลา เปรียบเทียบกับกล่องทดลองอีก 1 กล่องที่มีมวลสารภายใน ชนิดมวลสารภายใน และชนิดกระจกเหมือนกัน แต่กำหนดช่องแสงด้านข้างให้หันไปทางทิศเหนือ อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบคือ กล่องทดลองจำนวน 2 กล่อง ทำการทดสอบในวัน เวลา และสถานที่เดียวกัน กล่องทดลองที่ใช้ทดสอบตัวแปรทั้ง 4 มีรายละเอียดดังนี้

กล่องทดลองที่ 1 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว	มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน หันช่องแสงไปทางทิศเหนือ
กล่องทดลองที่ 2 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว	มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน หมุนช่องแสงหลบแดด



รูปที่ 4.22 แสดงตำแหน่งการวางกล่องทดลอง กระจกทดสอบ มวลสารภายในกล่องทดลอง และตำแหน่งที่ติดตั้งเทอร์มิสเตอร์ ของการทดสอบในขั้นตอนการวิจัยที่ 13



อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน กระจกชั้นเดียว

แผนภูมิที่ 4.68 **แสดงอุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน ที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียวมีค่า** SC = 0.41 **โดยมีตำแหน่งทิศช่องแสงด้านข้างแตกต่างกัน เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่** 21 **มีนาคม** 2542 **เวลา** 0:00 **น. ถึงวันที่** 22 **มีนาคม** 2542 **เวลา** 12:00 **น.**

<u>เปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร ผ่านช่องแสงด้านข้างที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรง กับช่องแสงหันไปทางทิศเหนือเมื่อมีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน มีปริมาณมากและติดตั้งกระจกชั้นเดียว (แผนภูมิที่ 4.68)</u>

กระจกชั้นเดียว-มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**ต่ำกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 9:30-17:00 น. ประมาณ 7.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่หันช่องแสงทางทิศเหนือ

หรือในช่วงเวลา 9:30-17:00 น.ประมาณ 7.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่หมุนหลบแดด

มีอุณหภูมิอากาศภายใน**สูงกว่า**อุณหภูมิอากาศภายนอกเวลา 17:00-9:30 น.ประมาณ 16.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่หันช่องแสงทางทิศเหนือ

หรือในช่วงเวลา 17:00-9:30 น.ประมาณ 16.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่หมุนหลบแดด

มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด (Peak Temperature) เท่ากับ 34.45 ^{o}C ณ เวลา 16:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่หันช่องแสงทางทิศเหนือ

หรือเท่ากับ 33.98 ^{o}C ณ เวลา 16:30 น. สำหรับกล่องทดลองที่หมุนหลบแดด

มีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) เท่ากับ 2.61 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่หันช่องแสงทางทิศเหนือ

หรือเท่ากับ 2.26 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่หมุนหลบแดด

มีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อน เท่ากับ 3.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่หันช่องแสงทางทิศเหนือ

หรือเท่ากับ 3.5 ชม. สำหรับกล่องทดลองที่หมุนหลบแดด

มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศ (Mean Temperature) ภายในกล่องในช่วง 1 วัน เท่ากับ 33.18 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่หันช่องแสงทางทิศเหนือ

หรือเท่ากับ 32.7 ^{o}C สำหรับกล่องทดลองที่หมุนหลบแดด

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างช่องแสงด้านข้างที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรงตลอดทั้งวัน โดยการหมุนหลบ กับช่องแสงด้านข้างที่หันไปทางทิศเหนือ โดยมีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน ในด้านการลดอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด (Peak Temperature) จากการทดลองพบว่าความแตกต่างของอุณหภูมิ (Temperature Difference) อากาศภายในของช่องแสงด้านข้างที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรง โดยการหมุนหลบที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียวนั้น มีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศภายในของกล่องทดลองที่หันช่องแสงไปทางทิศเหนือ

หลังจากนั้นได้ทำการทดสอบค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายในช่องแสงด้านข้างที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรง ว่าแตกต่างจากค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายในช่องแสงด้านข้างที่หันไปทางทิศเหนือหรือไม่ โดยใช้การแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution)

สมมติฐาน : ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายในช่องแสงด้านข้างที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรง ไม่แตกต่างจากค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายในช่องแสงด้านข้างที่หันไปทางทิศเหนือ

ค่าความเชื่อมั่น : 95 %

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ :

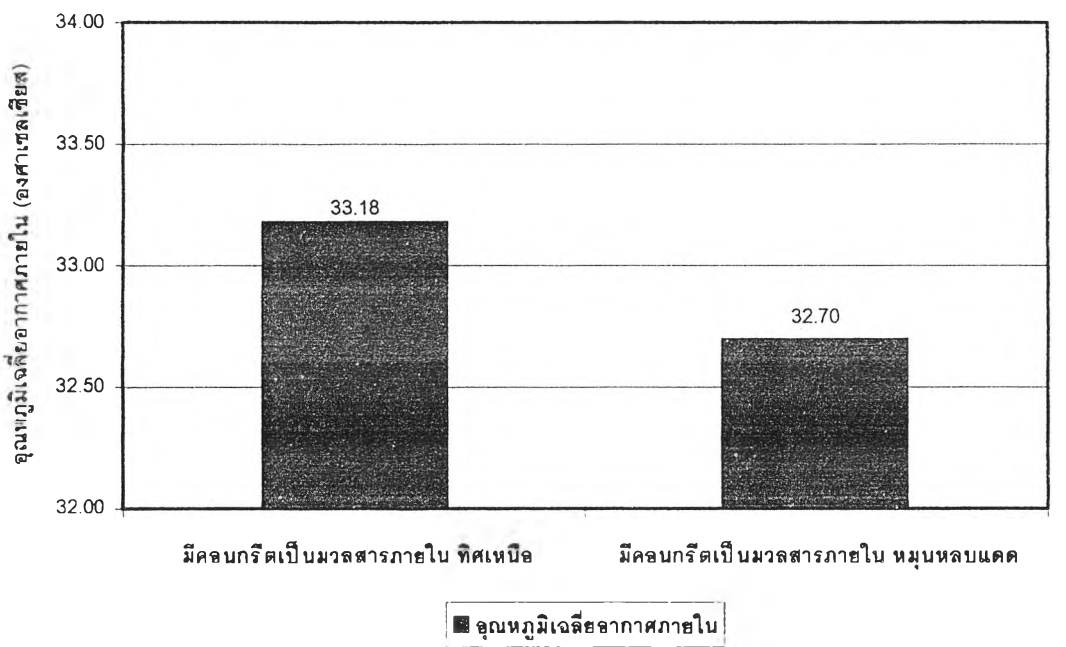
	ไม่มีมวลสารภายในทิศเหนือ	**ไม่มีมวลสารภายในหมุนหลบแดด**
ค่าเฉลี่ย	33.182	32.697
จำนวนอุณหภูมิที่ใช้ทดสอบ	48	48
ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย	0.485	
ค่า Z	0.00	
ขอบเขตวิกฤตแบบ Two-tail	±1.959	

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าที่ได้จากการใช้วิธีทดสอบข้อมูลทางสถิติแบบการแจกแจงปกติ จากข้อมูลที่วัดได้จากช่องแสงด้านข้างทั้ง 2 ชนิด ที่มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน

สรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐาน คือ ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายในช่องแสงด้านข้างที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรง กับค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายในช่องแสงด้านข้างที่หันไปทางทิศเหนือ ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ สาเหตุที่ส่งผลให้อุณหภูมิที่วัดได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติคือ ได้รับผลกระทบจากสภาพแวดล้อม และแสงแบบกระจาย (Diffuse Radiation) เหมือนกัน

หากพิจารณาถึงช่วงเวลาที่อุณหภูมิอากาศภายในต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก เมื่อเปรียบเทียบระหว่างช่องแสงด้านข้างที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรง กับช่องแสงด้านข้างที่หันไปทางทิศเหนือ แบบมีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน พบว่า ช่องแสงด้านข้างที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรงโดยการหมุนหลบ มีช่วงระยะเวลาที่อุณหภูมิอากาศภายในต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก เท่ากับช่องแสงด้านข้างที่หันไปทางทิศเหนือ

สำหรับการหน่วงเหนี่ยวความร้อนนั้น ทั้งช่องแสงด้านข้างที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรงโดยการหมุนหลบ และช่องแสงด้านข้างที่หันไปทางทิศเหนือมีช่วงเวลาเท่ากันคือ 3.5 ชั่วโมง ส่วนผลของตำแหน่งทิศที่เปิดช่องแสงด้านข้างต่ออุณหภูมิเฉลี่ยอากาศภายใน พบว่า มีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 2 ทิศ



แผนภูมิที่ 4.69 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยอากาศภายใน
ที่เกิดขึ้นจากอิทธิพลของทิศที่เปิดช่องแสงด้านข้างที่แตกต่างกัน เมื่อมีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน