# บทที่ 5
# วิเคราะห์พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านช่องหน้าต่างกระจก

## 5.1 ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของการกระจก (Shading coefficient) และพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านช่องหน้าต่างกระจกใน 4 ทิศทางหลัก

ในขั้นตอนนี้เป็นการทดสอบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อน ผ่านช่องหน้าต่างกระจก และส่วนของตัวแปรค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก (SC)

ติดตั้งกระจกที่กล่องทดลอง จำนวน 5 กล่อง

| | | |
|---|---|---|
| กล่องทดลองที่ 1 | ติดตั้งกระจกใส | ค่า SC 0.95 |
| กล่องทดลองที่ 2 | ติดตั้งกระจกสีเขียว | ค่า SC 0.60 |
| กล่องทดลองที่ 3 | ติดตั้งกระจกสะท้อนแสง | ค่า SC 0.55 |
| กล่องทดลองที่ 4 | ติดตั้งกระจกฉนวนกันความร้อน 2 ชั้น | ค่า SC 0.51 |
| กล่องทดลองที่ 5 | ติดตั้งกระจกฉนวนกันความร้อน Low-E | ค่า SC 0.46 |

ทำการทดสอบ 4 ครั้ง คือ

1. หันช่องกระจกไปทางทิศเหนือ
2. หันช่องกระจกไปทางทิศใต้
3. หันช่องกระจกไปทางทิศตะวันออก
4. หันช่องกระจกไปทางทิศตะวันตก

ทดสอบในวัน เวลา และสถานที่เดียวกัน

ทำการปรับอากาศภายในห้องทดลองตลอดทั้งวัน เพื่อควบคุมอุณหภูมิอากาศให้คงที่ ได้รับเฉพาะอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมภายนอกเท่านั้น

**จุดที่บันทึกข้อมูล**

- อุณหภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง
- อุณหภูมิอากาศภายในห้องทดลอง
- อุณหภูมิผิวกระจกภายใน-ภายนอก ของกระจก 5 ชนิด

บันทึกข้อมูลตั้งแต่เวลา 0.00 น. ถึงเวลา 24.00 น. ของวันนั้น รวมระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยบันทึกข้อมูลทุกๆ 1 ชั่วโมง

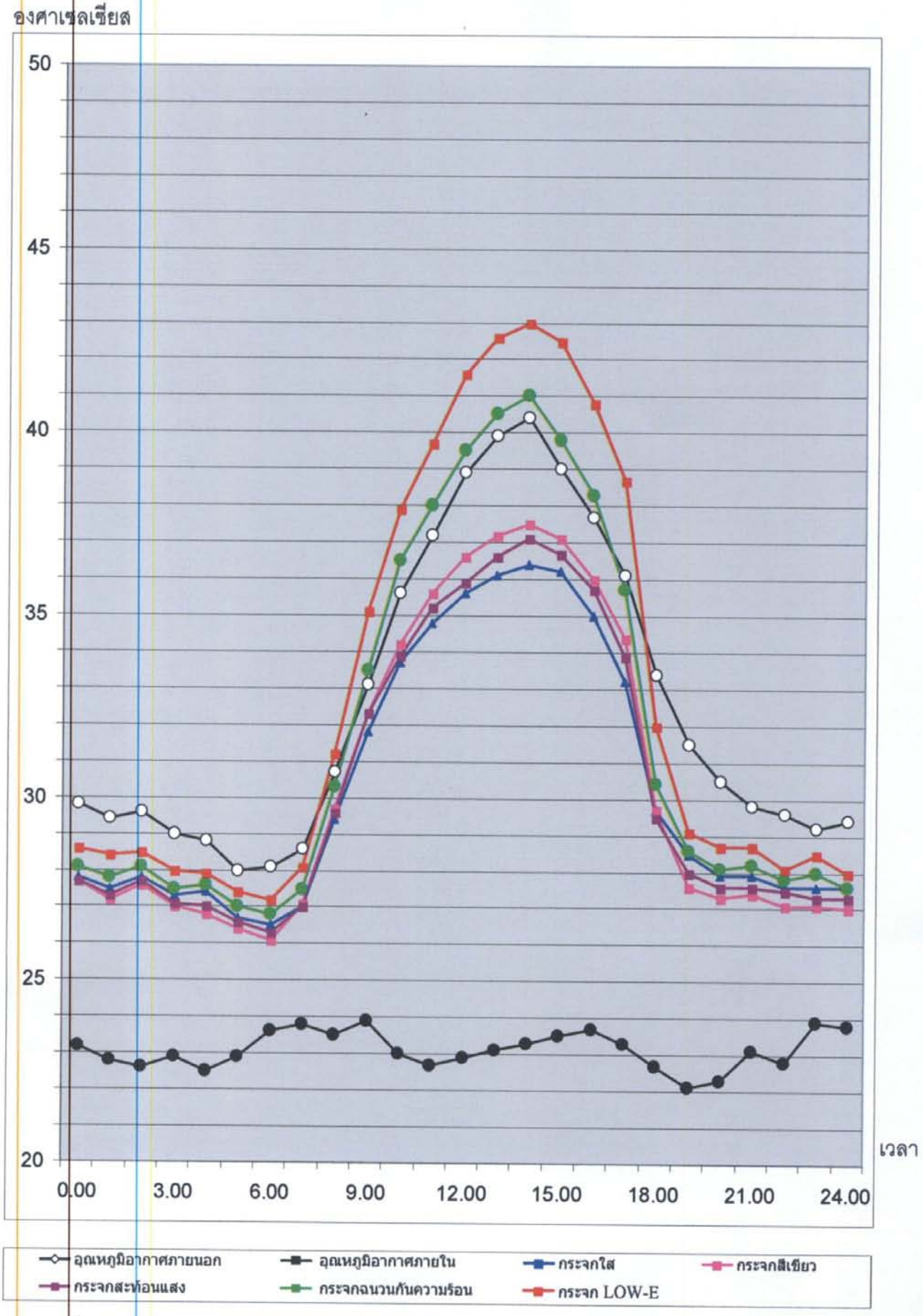
รูปที่ 5.1 การติดตั้งสายวัดอุณหภูมิที่ด้านหลังเครื่องบันทึกข้อมูล

รูปที่ 5.2 ติดสายวัดอุณหภูมิที่ผิวกระจกภายนอก

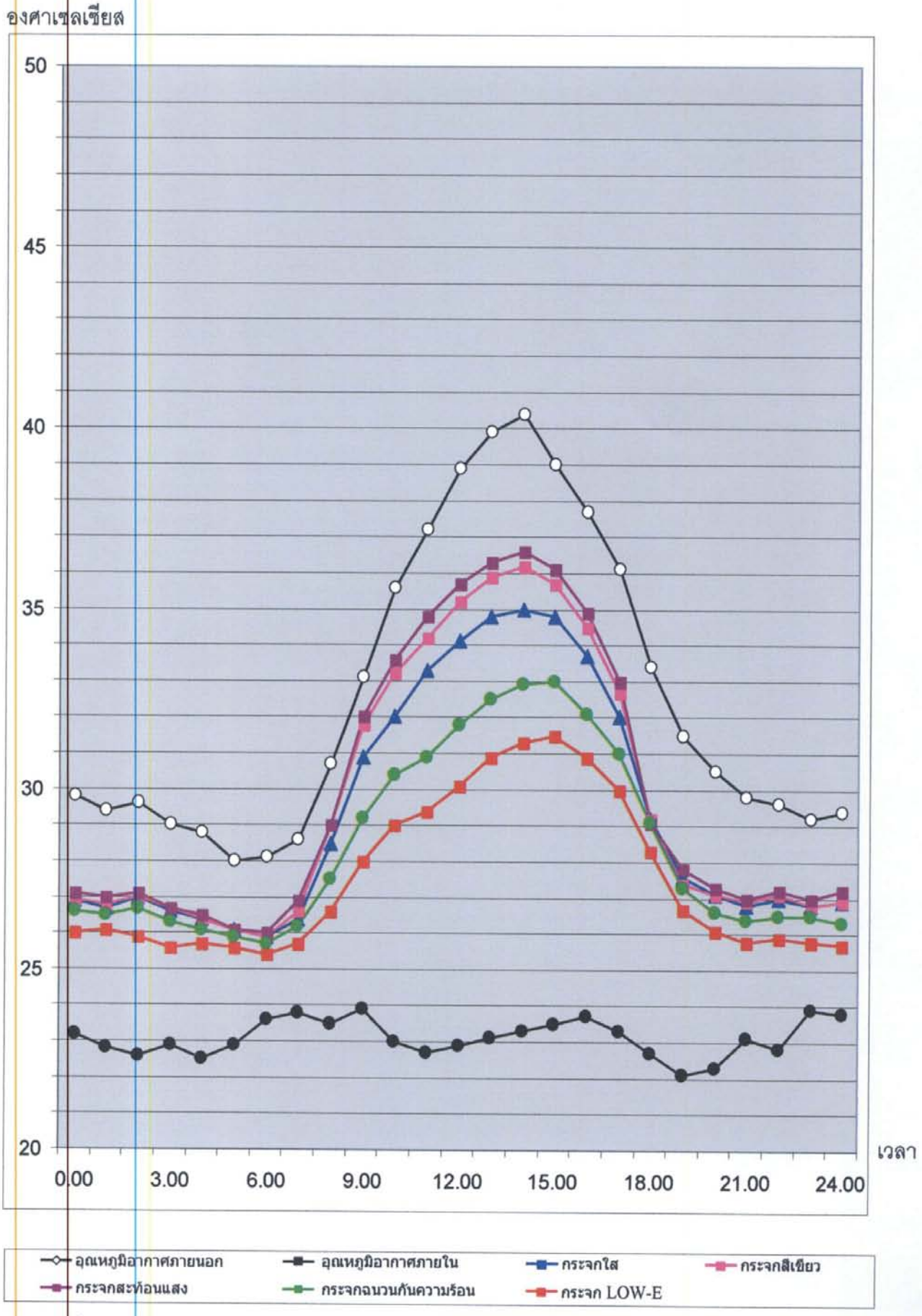
รูปที่ 5.3 การติดตั้งกล่องภายในห้องทดลอง

รูปที่ 5.4 ติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพื่อควบคุมอุณหภูมิภายในห้องทดลองให้คงที่

รูปที่ 5.5 เครื่องระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ ติดตั้งภายนอกห้องทดลอง

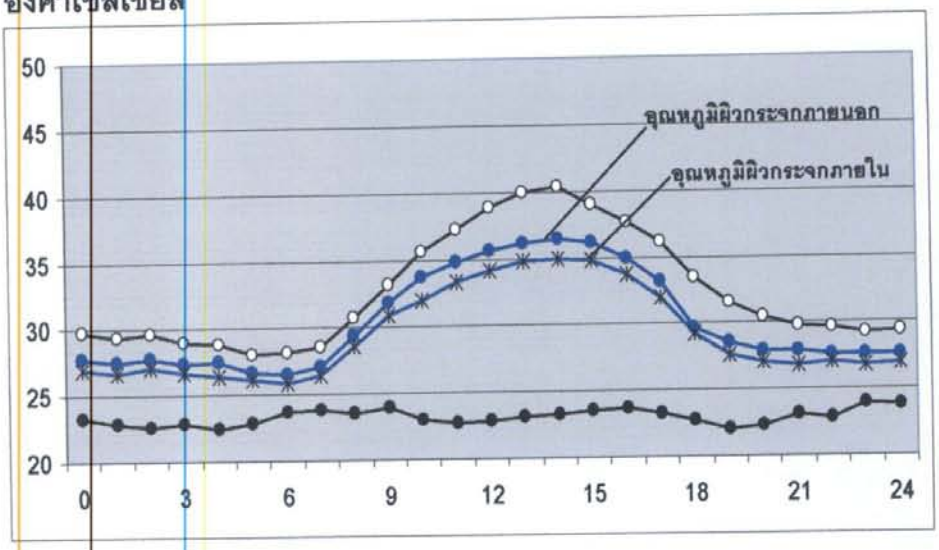



แผนภูมิที่ 5.1 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกห้องทดลองของกระจกทดสอบ ด้าน**ทิศเหนือ** ในสภาวะปรับอากาศ




แผนภูมิที่ 5.2 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายในห้องทดลองของกระจกทดสอบ **ด้านทิศเหนือ ในสภาวะปรับอากาศ**

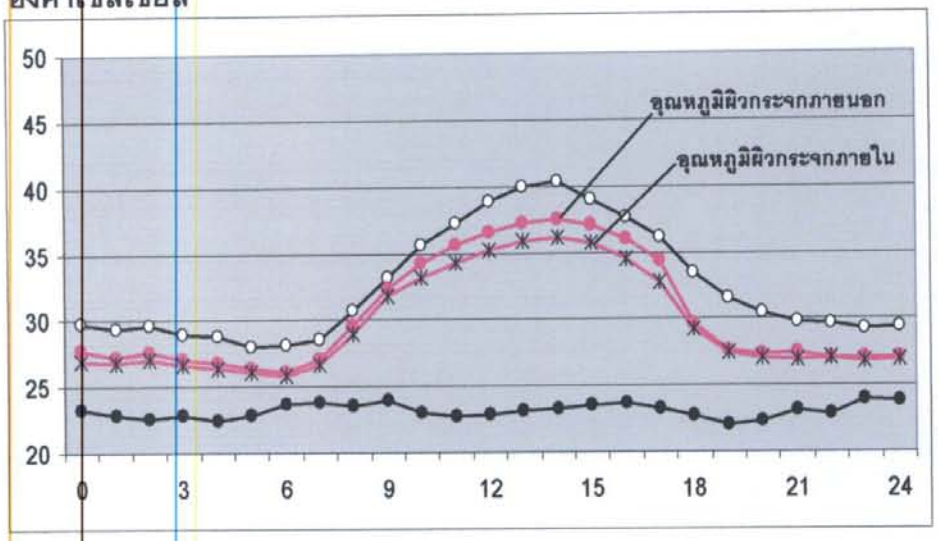
องศาเซลเซียส




แผนภูมิที่ 5.3 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายในและภายนอก **ของกระจกใส ทิศเหนือ**

**เวลา**

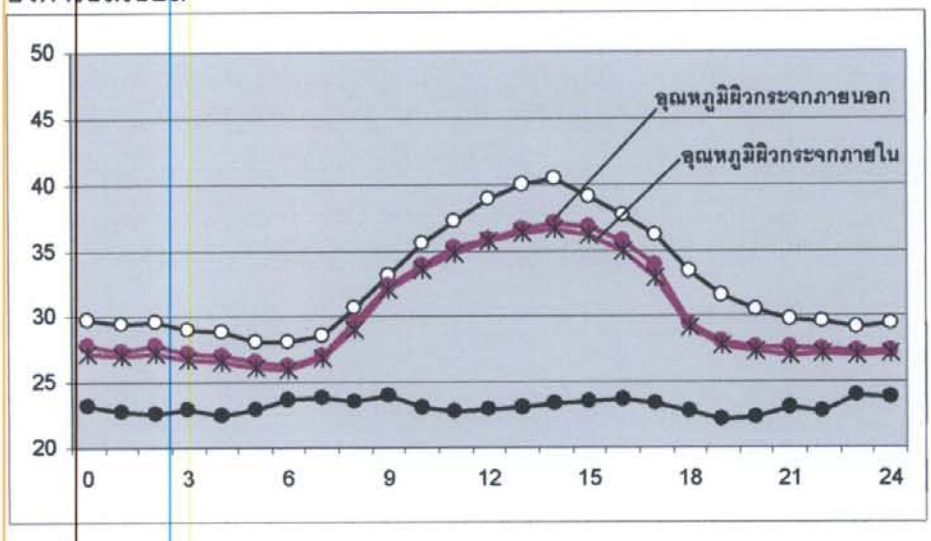
องศาเซลเซียส




แผนภูมิที่ 5.4 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายในและภายนอก **ของกระจกสีเขียว ทิศเหนือ**

**เวลา**

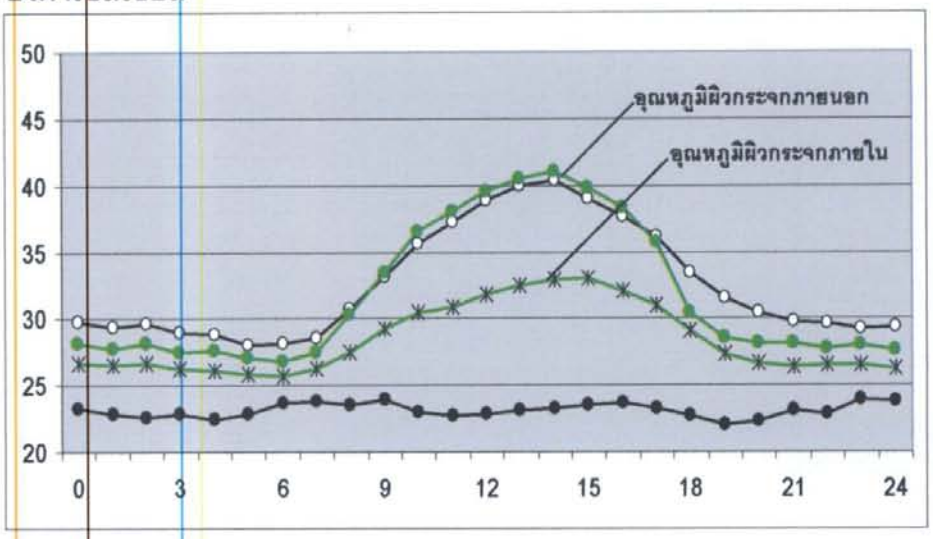
องศาเซลเซียส




แผนภูมิที่ 5.5 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายในและภายนอกของ **กระจกสะท้อนแสง ทิศเหนือ**

**เวลา**

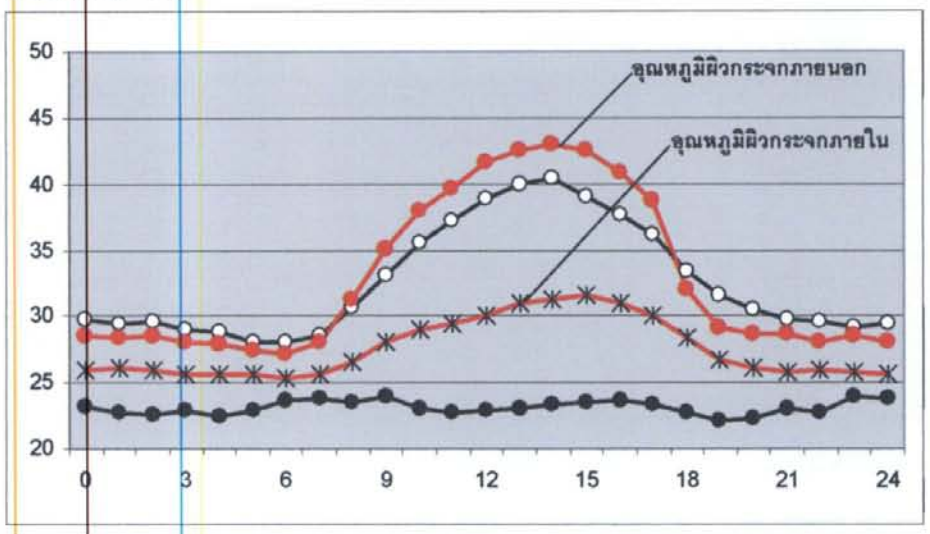
องศาเซลเซียส




แผนภูมิที่ 5.6 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายในและภายนอกของกระจกฉนวนกันความร้อน ทิศเหนือ

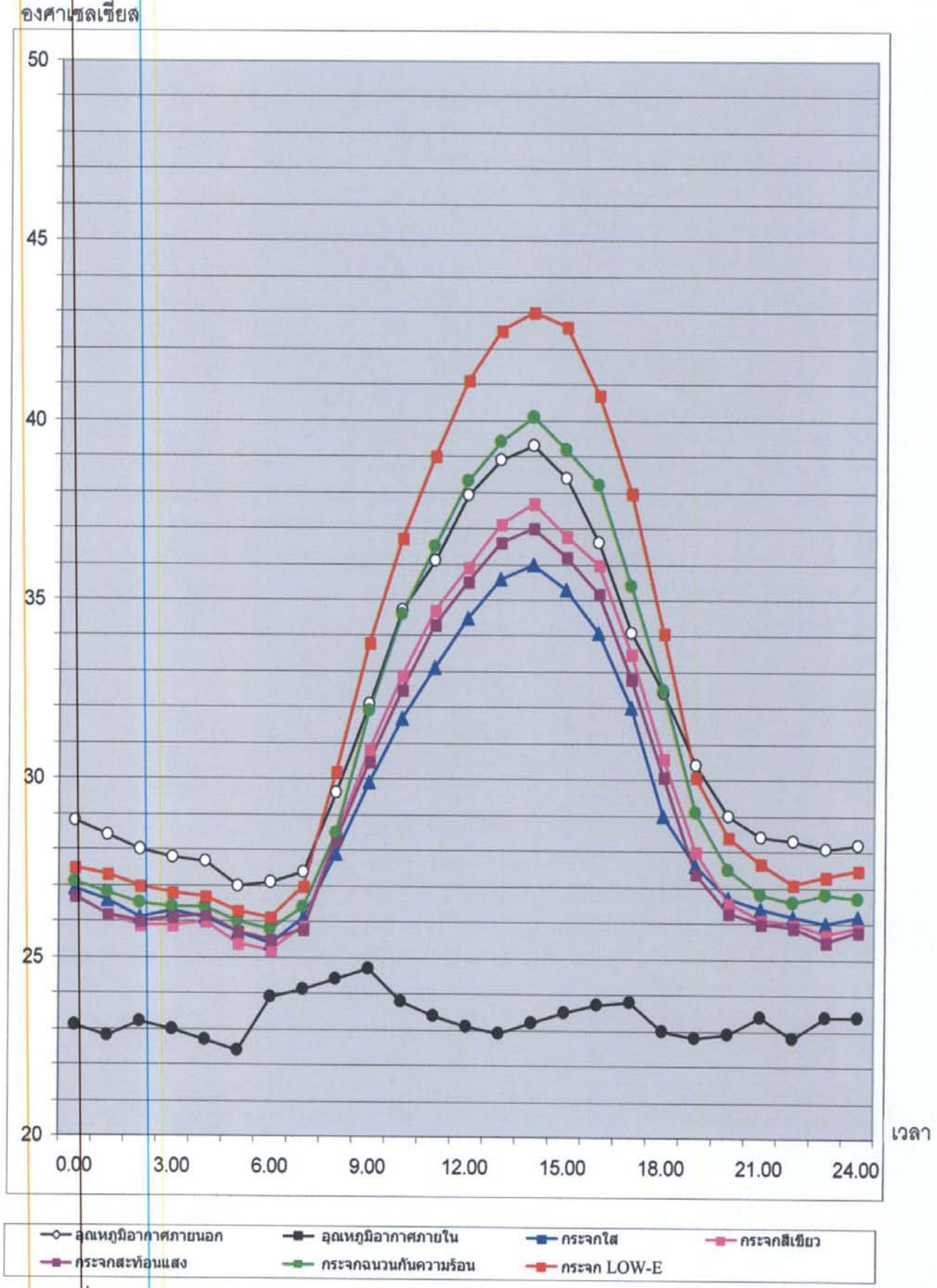
เวลา

องศาเซลเซียส

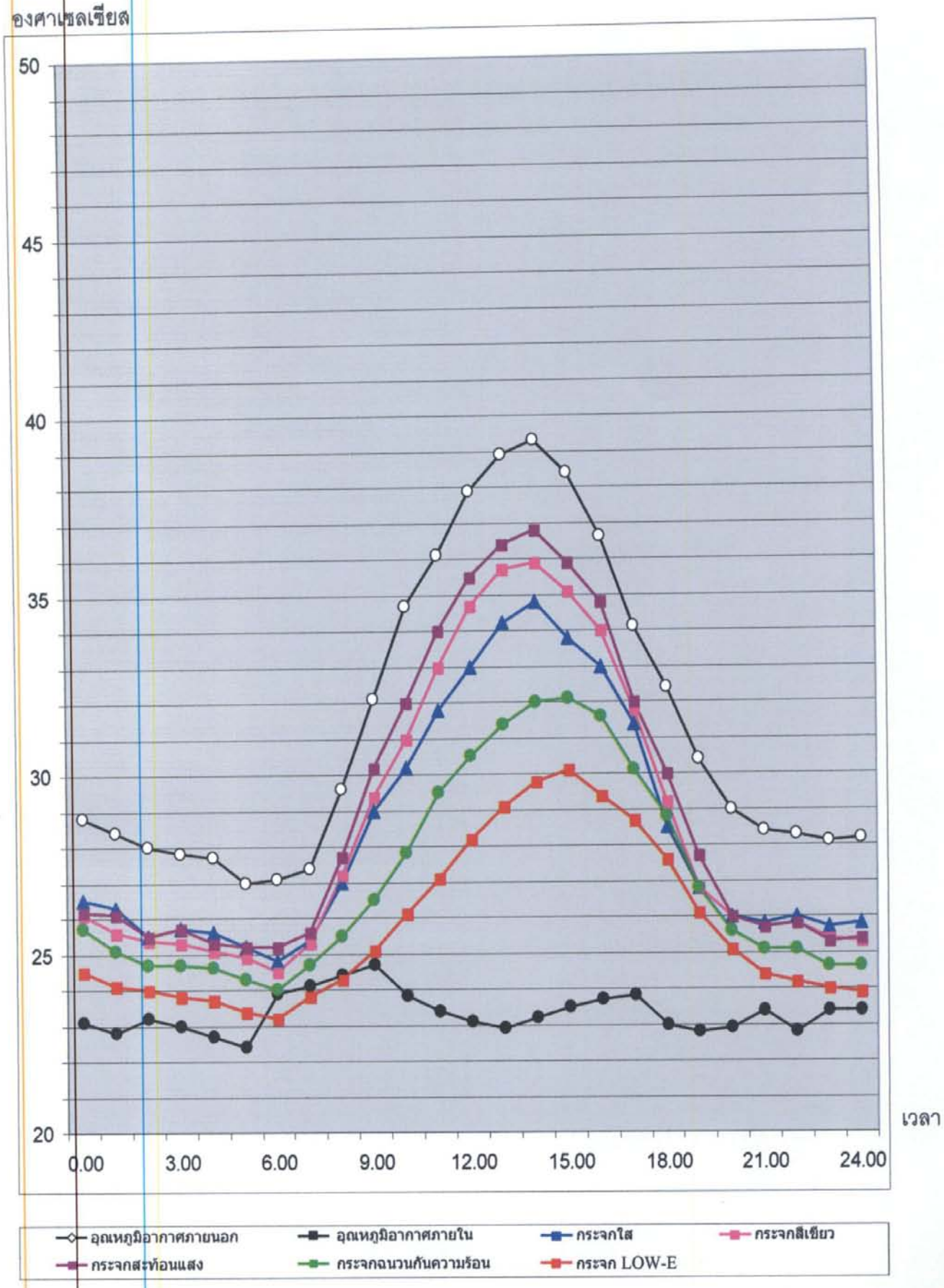



แผนภูมิที่ 5.7 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายในและภายนอกของกระจก LOW-E ทิศเหนือ

เวลา

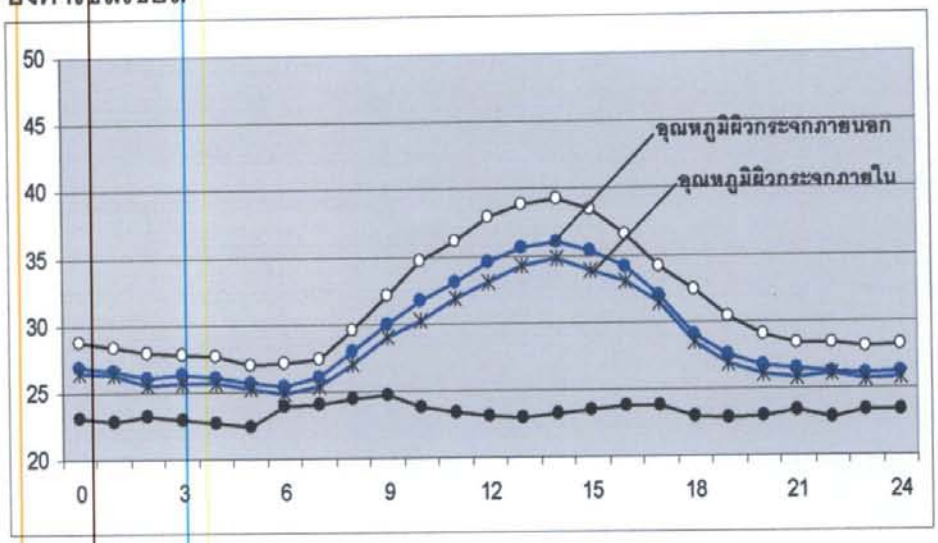



แผนภูมิที่ 5.8 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกห้องทดลองของกระจกทดสอบ **ด้านทิศใต้ ในสภาวะปรับอากาศ**




แผนภูมิที่ 5.9 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายในห้องทดลองของกระจกทดสอบ **ด้านทิศใต้ ในสภาวะปรับอากาศ**

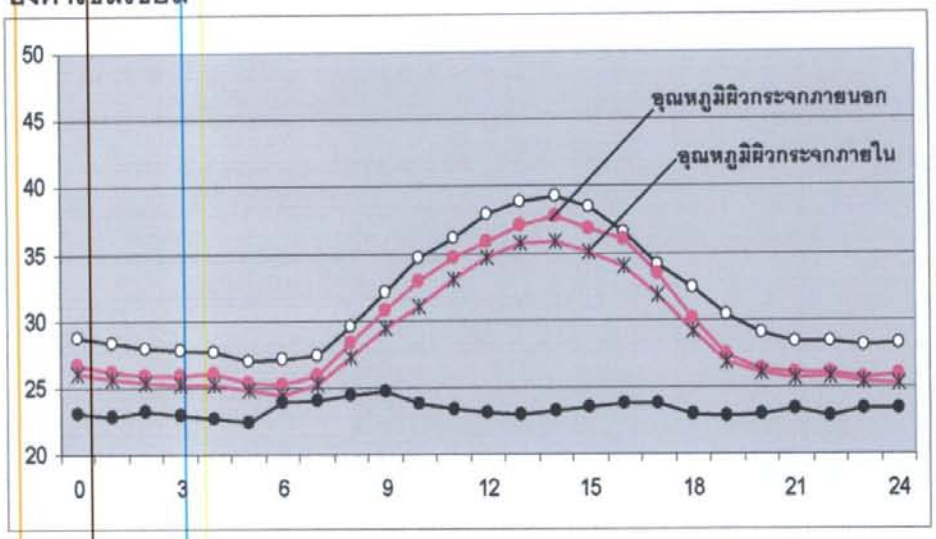
องศาเซลเซียส




แผนภูมิที่ 5.10 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายในและภายนอก **ของกระจกใส ทิศใต้**

**เวลา**

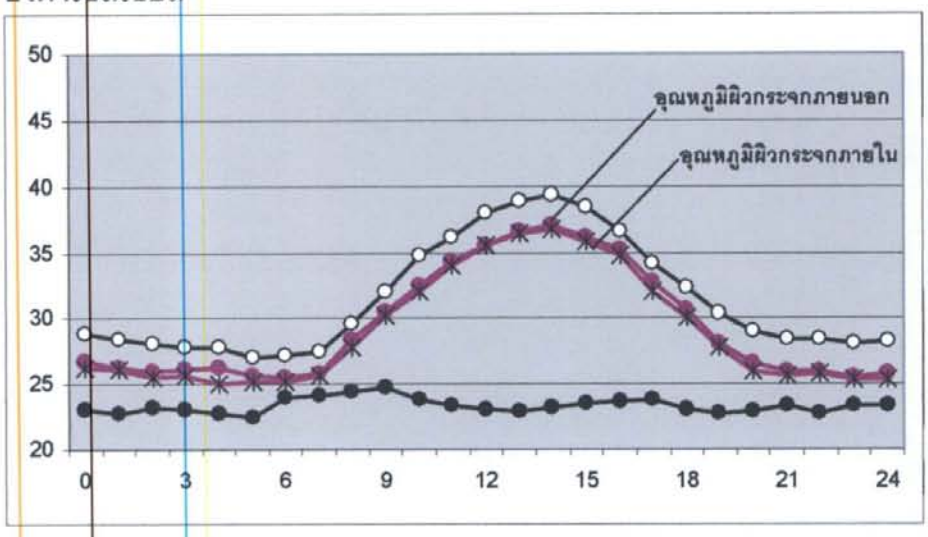
องศาเซลเซียส




แผนภูมิที่ 5.11 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายในและภายนอก **ของกระจกสีเขียว ทิศใต้**

**เวลา**

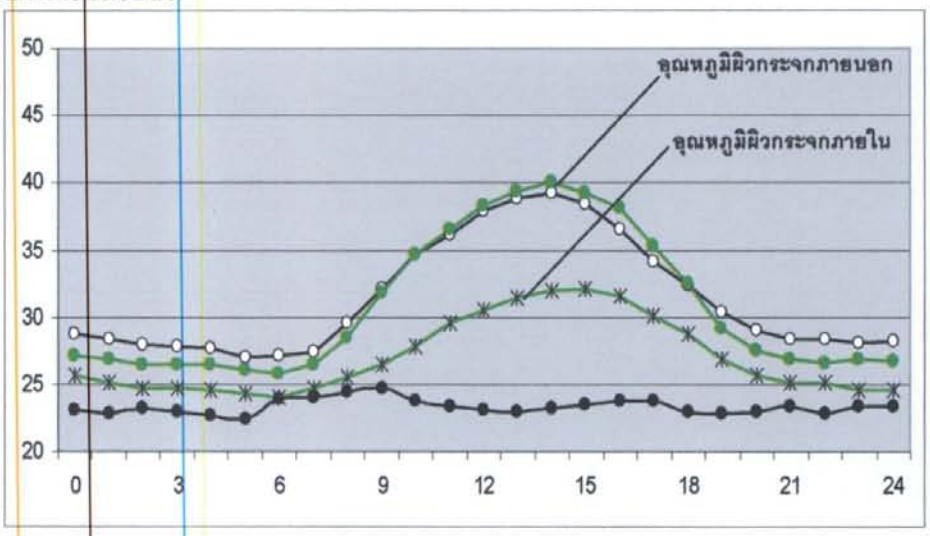
องศาเซลเซียส




แผนภูมิที่ 5.12 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายในและภายนอกของ **กระจกสะท้อนแสง ทิศใต้**

**เวลา**

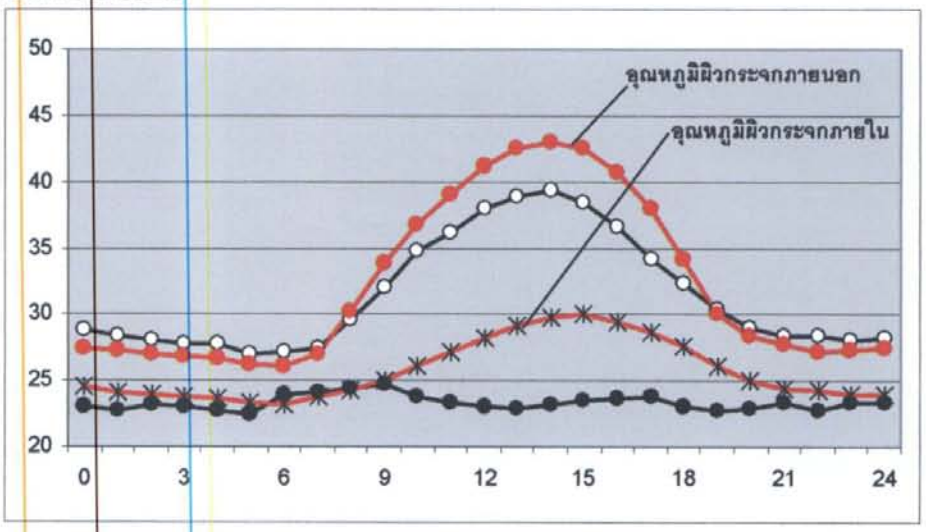
องศาเซลเซียส




แผนภูมิที่ 5.13 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายในและภายนอกของกระจกฉนวนกันความร้อน ทิศใต้

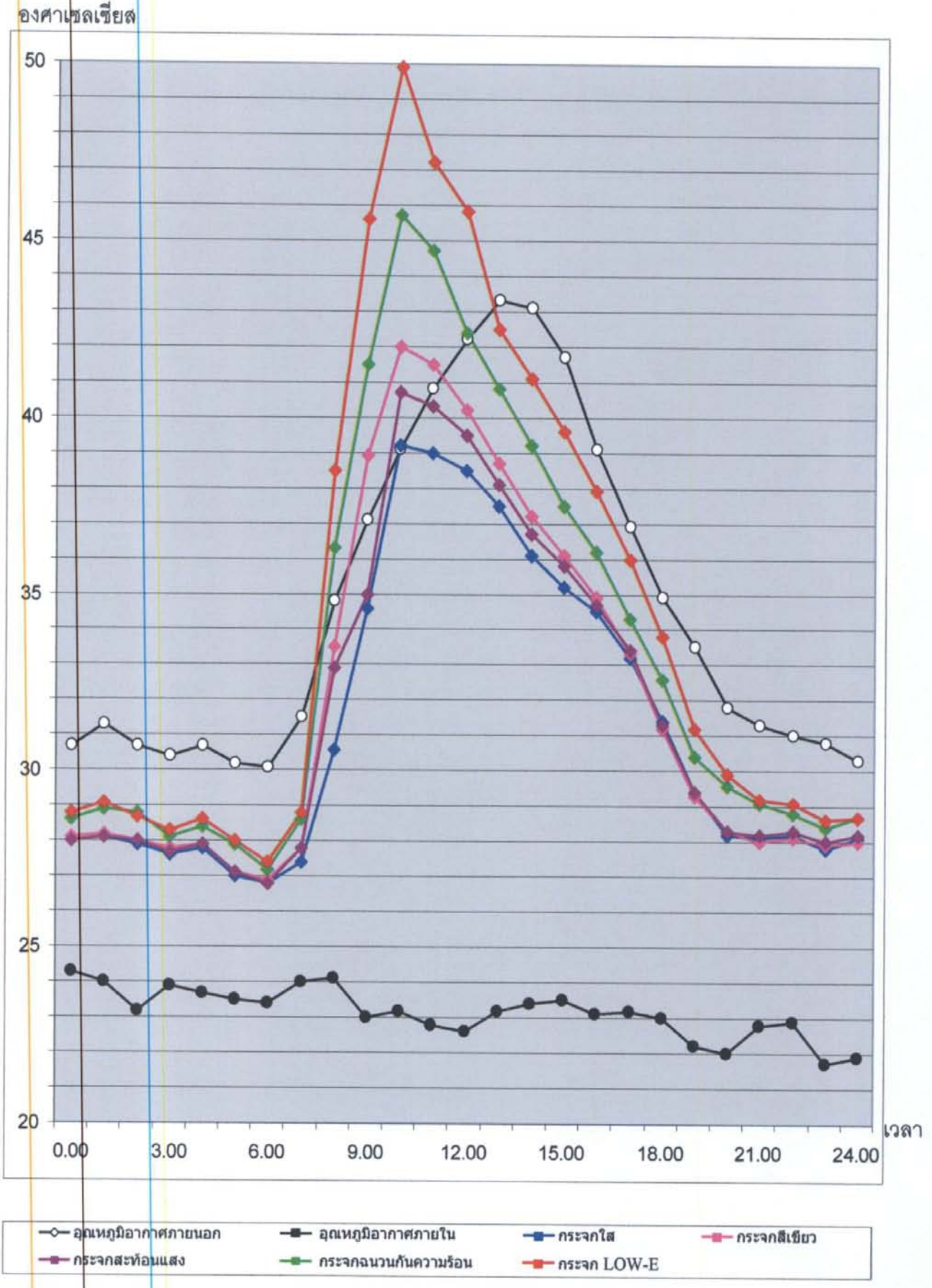
เวลา

องศาเซลเซียส

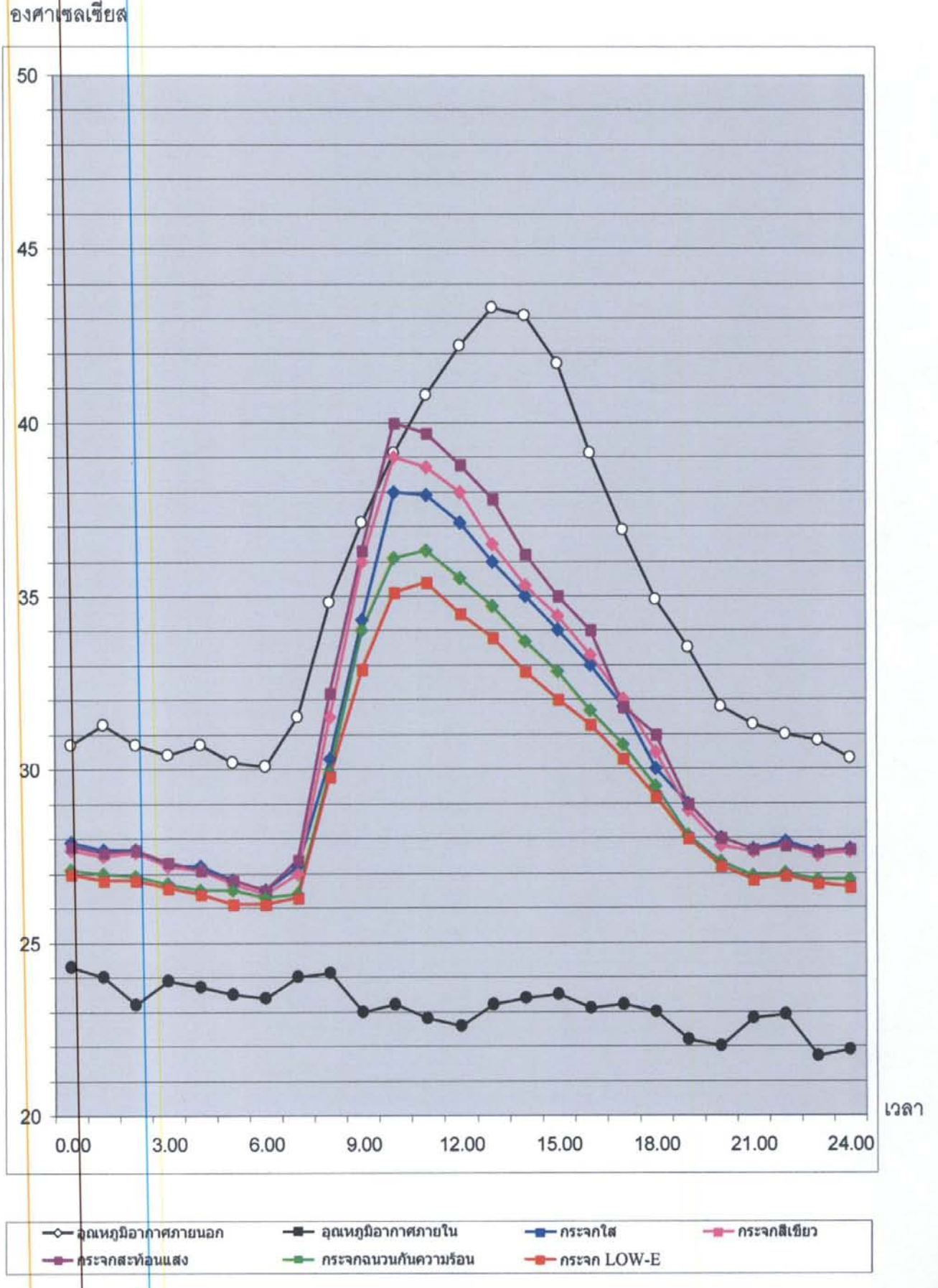



แผนภูมิที่ 5.14 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายในและภายนอกของกระจก LOW-E ทิศใต้

เวลา

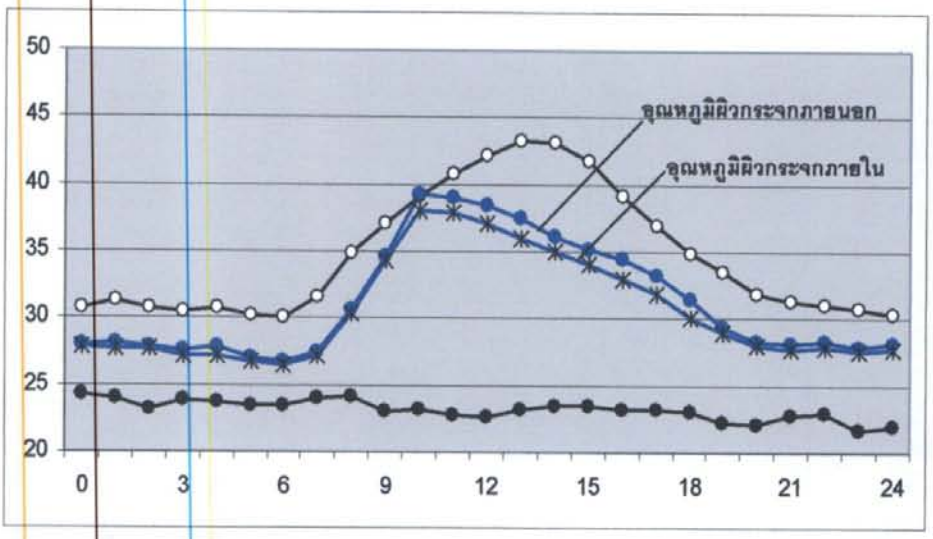



แผนภูมิที่ 5.15 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกห้องทดลองของกระจกทดสอบ **ด้านทิศตะวันออก ในสภาวะปรับอากาศ**




แผนภูมิที่ 5.16 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายในห้องทดลองของกระจกทดสอบ **ด้านทิศตะวันออก ในสภาวะปรับอากาศ**

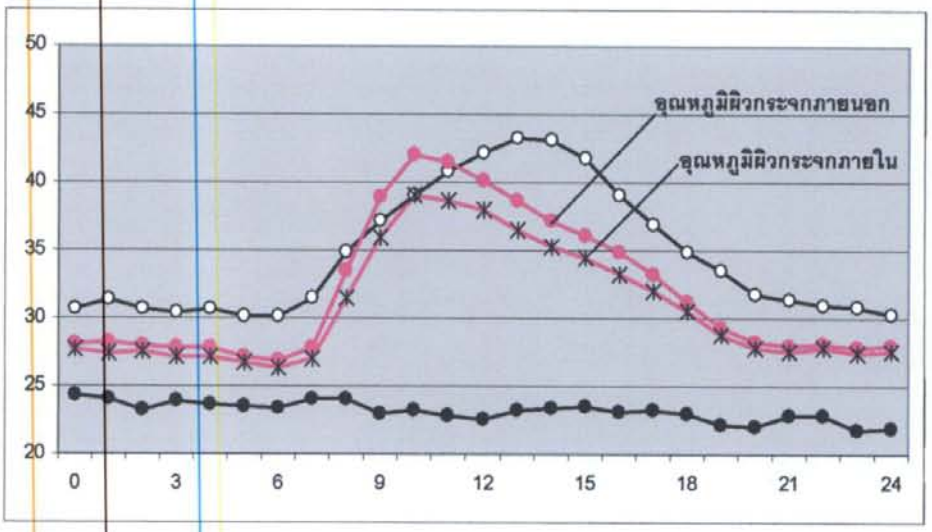
องศาเซลเซียส




แผนภูมิที่ 5.17 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายในและภายนอกของกระจกใส ทิศตะวันออก

เวลา

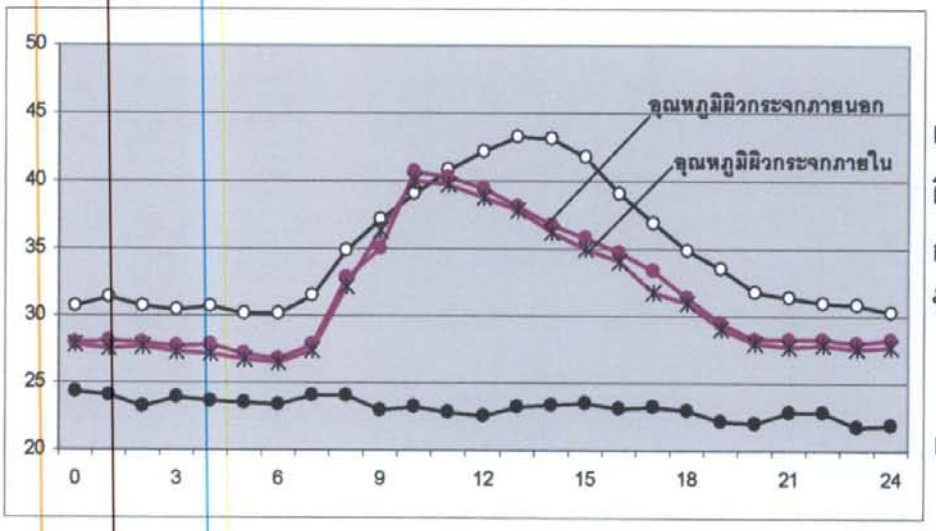
องศาเซลเซียส




แผนภูมิที่ 5.18 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายในและภายนอกของกระจกสีเขียว ทิศตะวันออก

เวลา

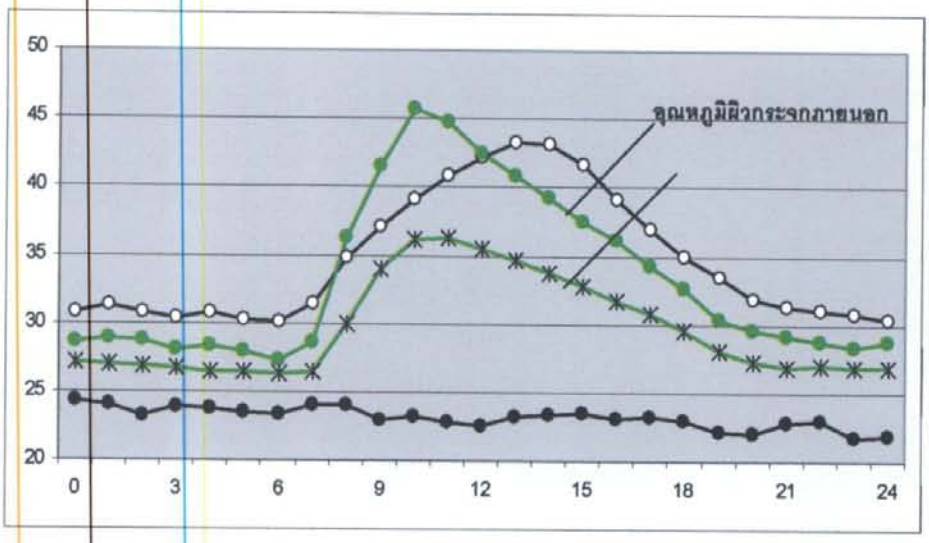
องศาเซลเซียส




แผนภูมิที่ 5.19 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายในและภายนอกของกระจกสะท้อนแสง ทิศตะวันออก

เวลา

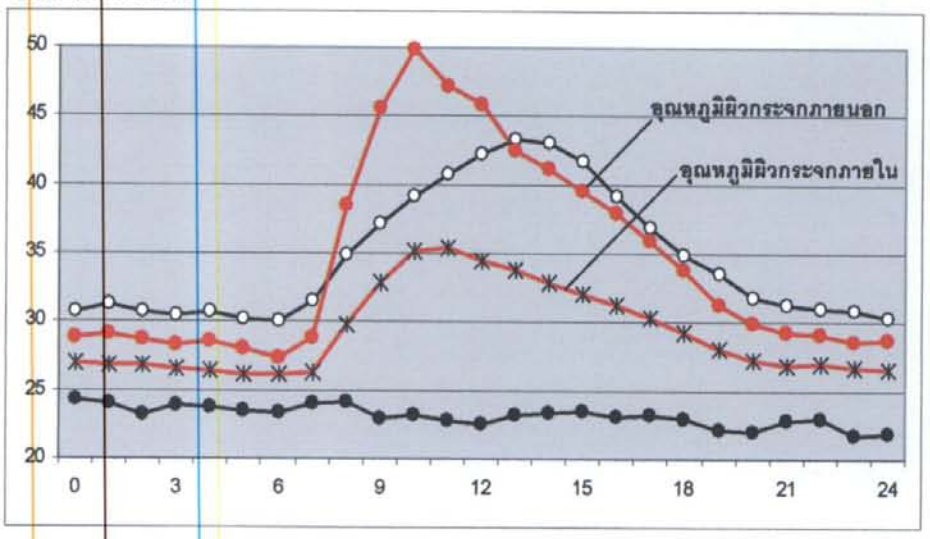
องศาเซลเซียส




แผนภูมิที่ 5.20 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายในและภายนอกของกระจกฉนวนกันความร้อน ทิศตะวันออก

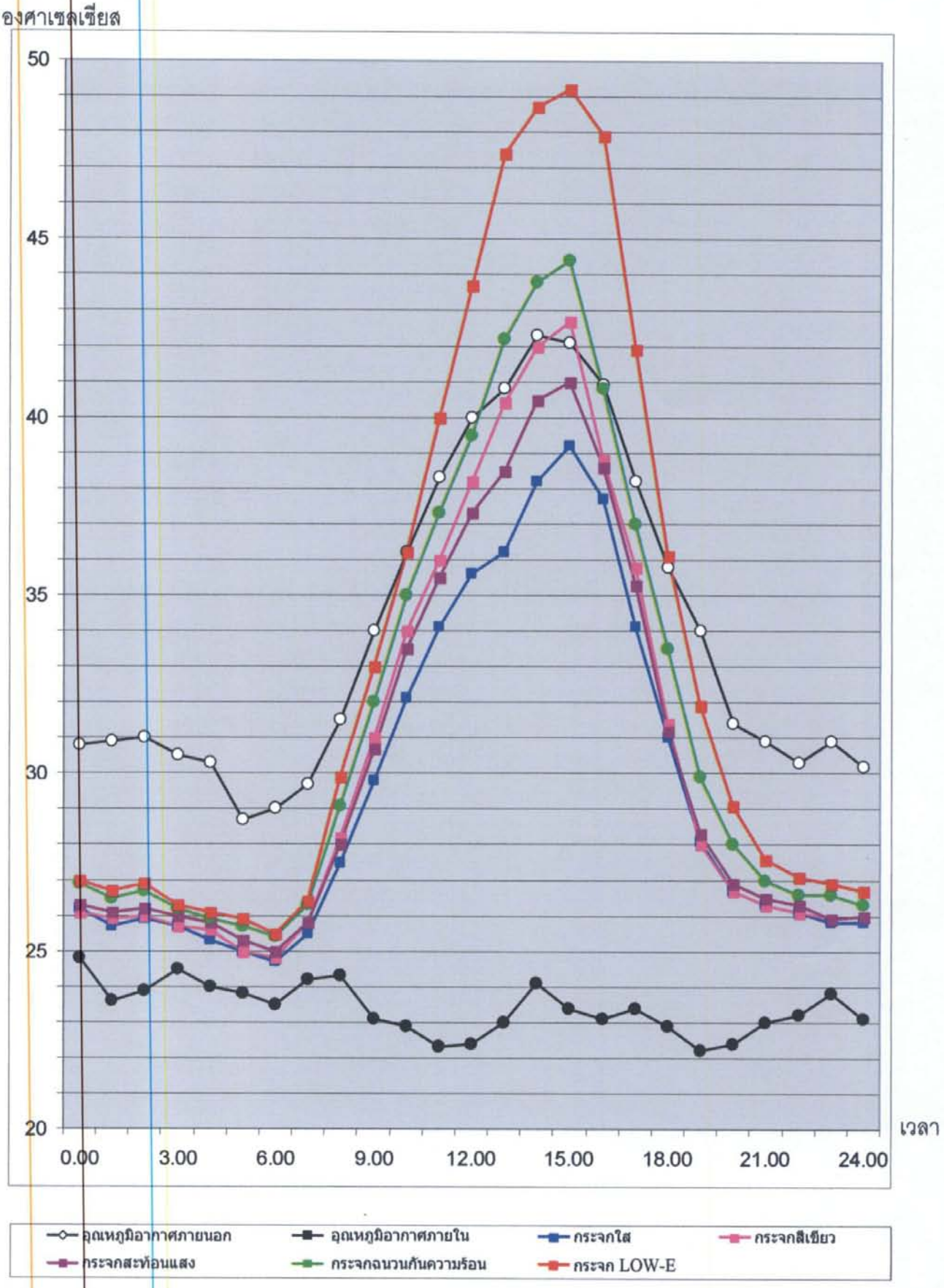
เวลา

องศาเซลเซียส

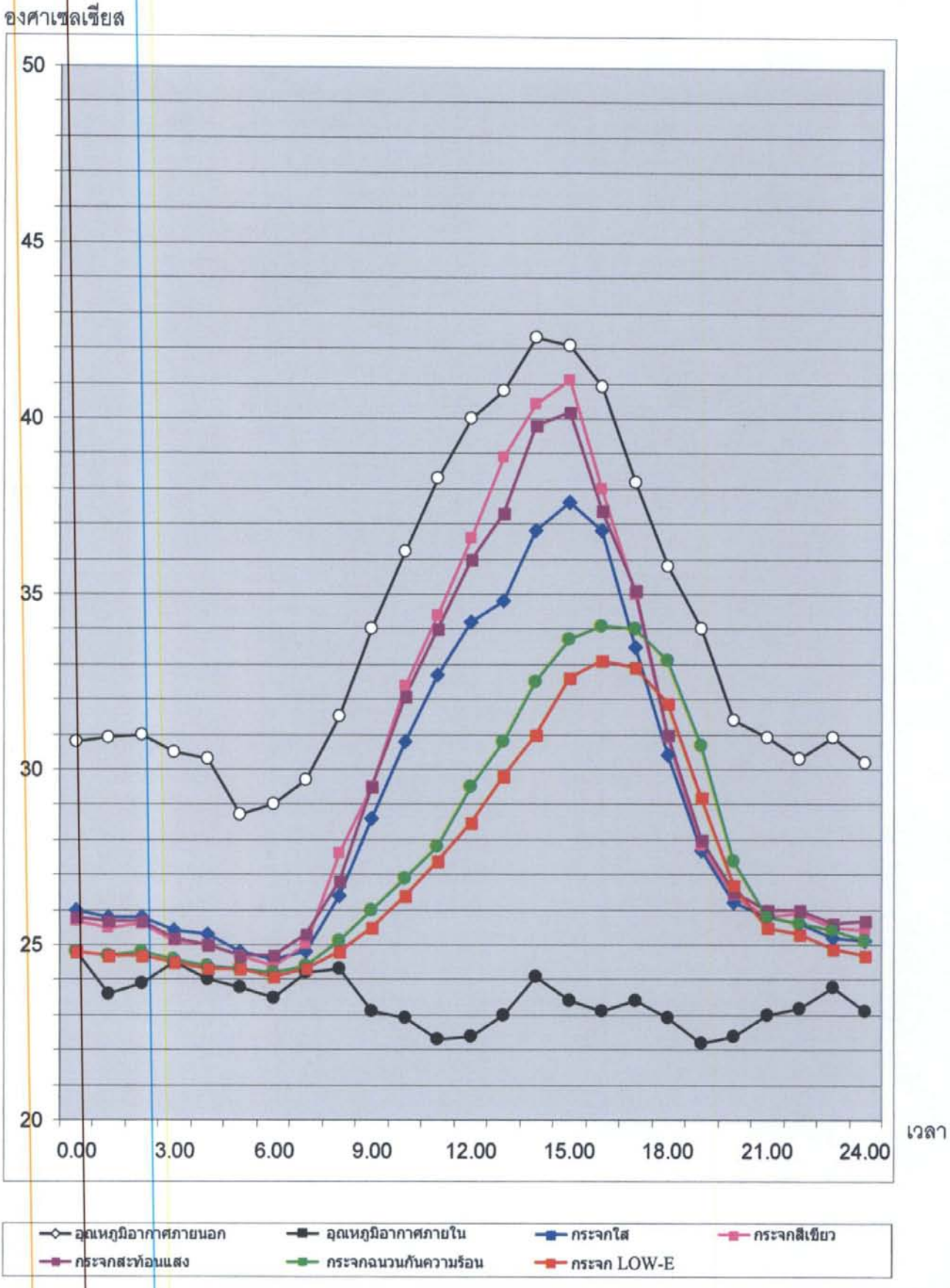



แผนภูมิที่ 5.21 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายในและภายนอกของกระจก LOW-E ทิศตะวันออก

เวลา

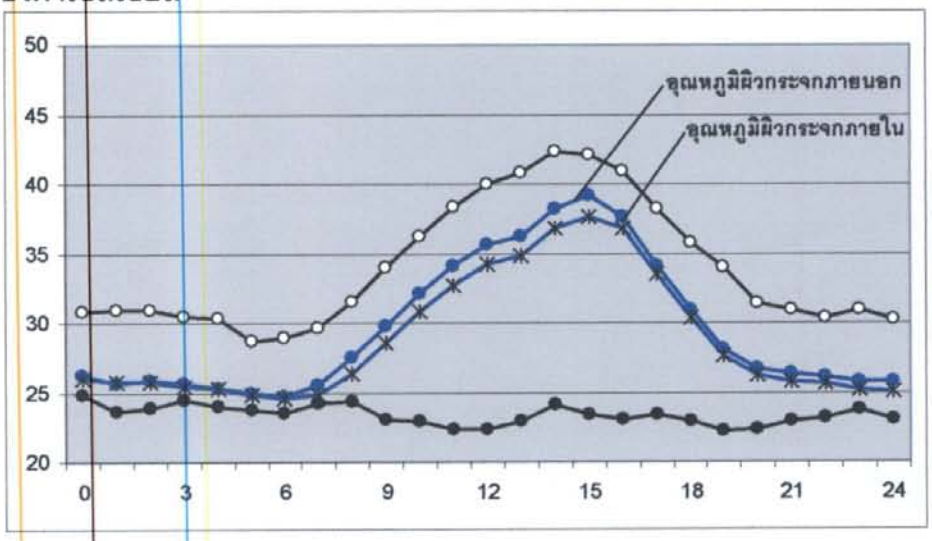



แผนภูมิที่ 5.22 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกห้องทดลองของกระจกทดสอบ **ด้านทิศตะวันตก ในสภาวะปรับอากาศ**




แผนภูมิที่ 5.23 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายในห้องทดลองของกระจกทดสอบ **ด้านทิศตะวันตก ในสภาวะปรับอากาศ**

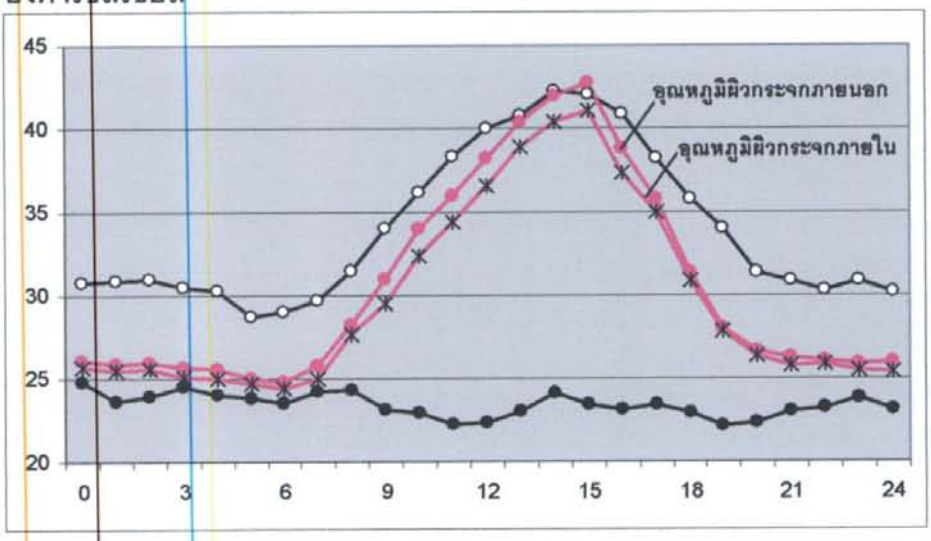
องศาเซลเซียส




แผนภูมิที่ 5.24 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายในและภายนอก **ของกระจกใส ทิศตะวันตก**

เวลา

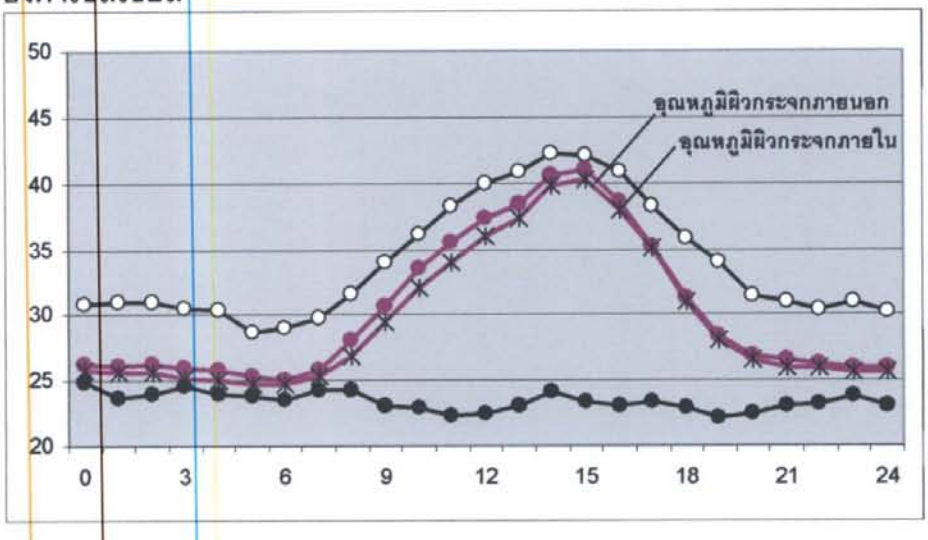
องศาเซลเซียส




แผนภูมิที่ 5.25 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายในและภายนอก **ของกระจกสีเขียว ทิศตะวันตก**

เวลา

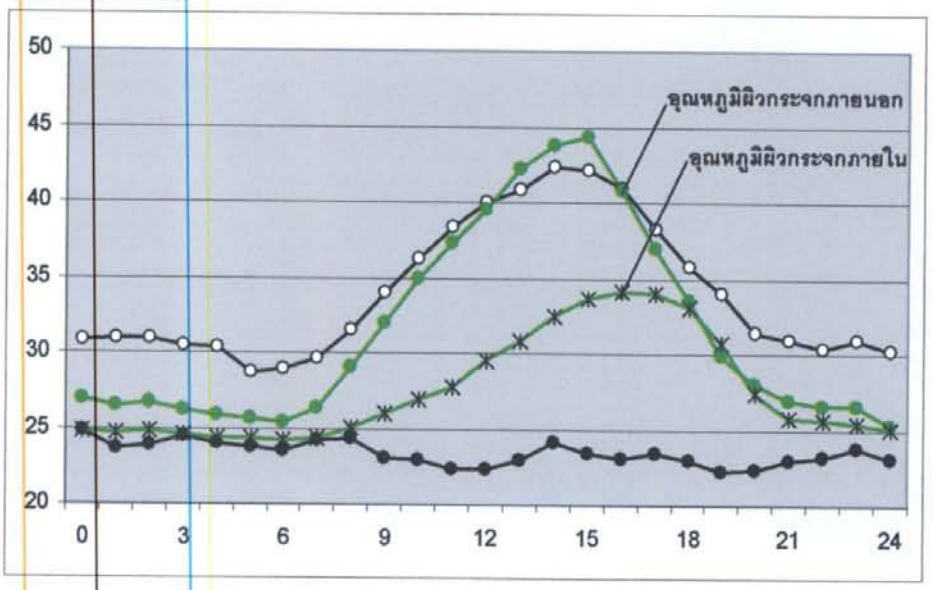
องศาเซลเซียส




แผนภูมิที่ 5.26 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายในและภายนอกของ **กระจกสะท้อนแสง ทิศตะวันตก**

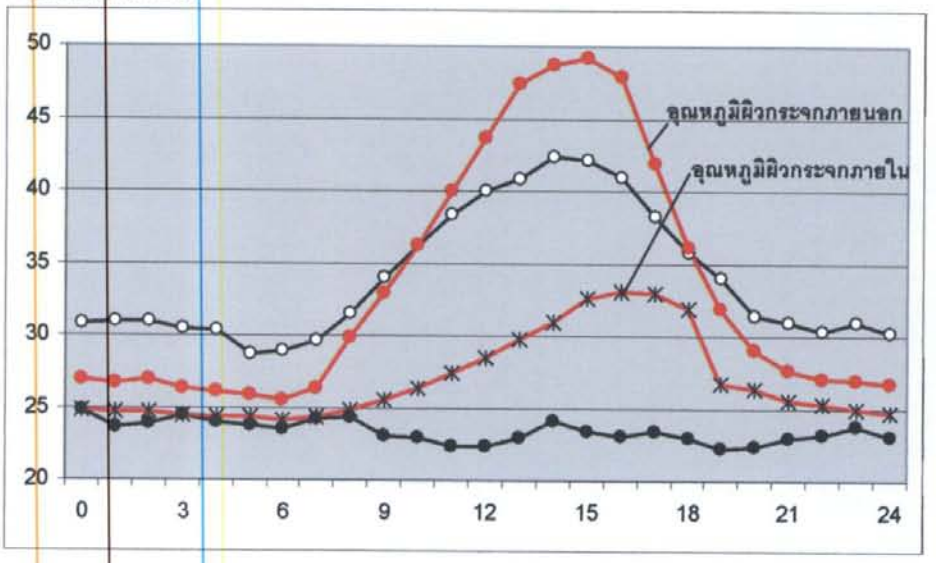
เวลา

องศาเซลเซียส




แผนภูมิที่ 5.27 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายในและภายนอกของกระจกฉนวนกันความร้อน ทิศตะวันตก

องศาเซลเซียส




แผนภูมิที่ 5.28 แสดงอุณหภูมิผิวกระจกภายในและภายนอกของกระจก LOW-E ทิศตะวันตก

| พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อน | กระจกใส SC = 0.95 | กระจกสีเขียว SC = 0.60 | กระจกสะท้อนแสง SC = 0.55 | กระจกฉนวนกันความร้อน SC = 0.51 | กระจกฉนวนกันความร้อน LOW-E SC = 0.46 |
|---|---|---|---|---|---|
| **อุณหภูมิสูงสุด** | | | | | |
| - อุณหภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง | 40.40 | 40.40 | 40.40 | 40.40 | 40.40 |
| - อุณหภูมิอากาศภายในห้องทดลอง | 23.90 | 23.90 | 23.90 | 23.90 | 23.90 |
| - อุณหภูมิผิวกระจกภายนอก | 36.40 | 37.50 | 37.10 | 41.00 | 43.00 |
| - อุณหภูมิผิวกระจกภายใน | 35.00 | 36.20 | 36.60 | 33.80 | 31.50 |
| - เวลาที่อุณหภูมิสูงสุด | 14.00 น. | 14.00 น. | 14.00 น. | 15.00 น. | 15.00 น. |
| **ระยะเวลาหน่วงเหนี่ยวความร้อน** | 0 | 0 | 0 | 1 ชม. | 1 ชม. |
| **ความแตกต่างอุณหภูมิ สูงสุด ต่ำสุด** | | | | | |
| - อุณหภูมิผิวกระจกภายนอก | 9.90 | 11.40 | 10.80 | 14.20 | 15.80 |
| - อุณหภูมิผิวกระจกภายใน | 9.10 | 10.30 | 10.50 | 8.10 | 6.10 |
| **ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ** | | | | | |
| - อุณหภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง | 34.13 | 34.13 | 34.13 | 34.13 | 34.13 |
| - อุณหภูมิอากาศภายในห้องทดลอง | 23.11 | 23.11 | 23.11 | 23.11 | 23.11 |
| - อุณหภูมิผิวกระจกภายนอก | 29.62 | 30.36 | 30.02 | 31.71 | 32.75 |
| - อุณหภูมิผิวกระจกภายใน | 29.30 | 29.70 | 29.93 | 28.32 | 27.52 |
| **ความแตกต่างค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ** | | | | | |
| - อุณหภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง กับอุณหภูมิผิวกระจกภายนอก | 4.51 | 3.77 | 4.11 | 2.42 | 1.38 |
| - อุณหภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง กับอุณหภูมิผิวกระจกภายใน | 4.83 | 4.43 | 4.20 | 5.21 | 6.61 |

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าอุณหภูมิการถ่ายเทความร้อนของกระจกทดสอบหันช่องหน้าต่างกระจกไปทาง **ทิศเหนือ (N) ในสภาวะปรับอากาศ**

| พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อน | กระจกใส SC = 0.95 | กระจกสีเขียว SC = 0.60 | กระจกสะท้อนแสง SC = 0.55 | กระจกฉนวนกันความร้อน SC = 0.51 | กระจกฉนวนกันความร้อน LOW-E SC = 0.46 |
|---|---|---|---|---|---|
| **อุณหภูมิสูงสุด** | | | | | |
| - อุณหภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง | 39.30 | 39.30 | 39.30 | 39.30 | 39.30 |
| - อุณหภูมิอากาศภายในห้องทดลอง | 23.40 | 23.40 | 23.40 | 23.40 | 23.40 |
| - อุณหภูมิผิวกระจกภายนอก | 36.00 | 37.70 | 37.00 | 40.10 | 43.00 |
| - อุณหภูมิผิวกระจกภายใน | 34.80 | 35.90 | 36.80 | 32.70 | 30.10 |
| - เวลาที่อุณหภูมิสูงสุด | 14.00 น. | 14.00 น. | 14.00 น. | 15.00 น. | 15.00 น. |
| **ระยะเวลาหน่วงเหนี่ยวความร้อน** | 0 | 0 | 0 | 1 ชม. | 1 ชม. |
| **ความแตกต่างอุณหภูมิ สูงสุด ต่ำสุด** | | | | | |
| - อุณหภูมิผิวกระจกภายนอก | 10.60 | 12.50 | 11.90 | 14.30 | 16.90 |
| - อุณหภูมิผิวกระจกภายใน | 9.8 | 11.90 | 11.40 | 8.10 | 6.90 |
| **ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ** | | | | | |
| - อุณหภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง | 33.80 | 33.80 | 33.80 | 33.80 | 33.80 |
| - อุณหภูมิอากาศภายในห้องทดลอง | 23.33 | 23.33 | 23.33 | 23.33 | 23.33 |
| - อุณหภูมิผิวกระจกภายนอก | 29.07 | 29.52 | 29.46 | 30.81 | 32.17 |
| - อุณหภูมิผิวกระจกภายใน | 28.07 | 28.36 | 29.00 | 27.04 | 25.74 |
| **ความแตกต่างค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ** | | | | | |
| - อุณหภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง กับอุณหภูมิผิวกระจกภายนอก | 4.73 | 4.28 | 4.34 | 2.99 | 1.63 |
| - อุณหภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง กับอุณหภูมิผิวกระจกภายใน | 5.73 | 5.44 | 4.80 | 6.76 | 8.06 |

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าอุณหภูมิการถ่ายเทความร้อนของกระจกทดสอบหันช่องหน้าต่างกระจกไปทางทิศใต้ (S) ในสภาวะปรับอากาศ

| พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อน | กระจกใส SC = 0.95 | กระจกสีเขียว SC = 0.60 | กระจกสะท้อนแสง SC = 0.55 | กระจกฉนวนกันความร้อน SC = 0.51 | กระจกฉนวนกันความร้อน LOW-E SC = 0.46 |
|---|---|---|---|---|---|
| **อุณหภูมิสูงสุด** | | | | | |
| - อุณหภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง | 40.30 | 40.30 | 40.30 | 40.30 | 40.30 |
| - อุณหภูมิอากาศภายในห้องทดลอง | 24.30 | 24.30 | 24.30 | 24.30 | 24.30 |
| - อุณหภูมิผิวกระจกภายนอก | 39.50 | 42.60 | 40.70 | 45.70 | 49.90 |
| - อุณหภูมิผิวกระจกภายใน | 38.00 | 39.00 | 40.70 | 36.10 | 35.10 |
| - เวลาที่อุณหภูมิสูงสุด | 10.00 น. | 10.00 น. | 10.00 น. | 11.00 น. | 11.00 น. |
| **ระยะเวลาหน่วงเหนี่ยวความร้อน** | 0 | 0 | 0 | 1 ชม. | 1 ชม. |
| **ความแตกต่างอุณหภูมิ สูงสุด ต่ำสุด** | | | | | |
| - อุณหภูมิผิวกระจกภายนอก | 12.40 | 15.10 | 13.90 | 18.50 | 22.50 |
| - อุณหภูมิผิวกระจกภายใน | 11.50 | 12.60 | 13.50 | 10.00 | 9.30 |
| **ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ** | | | | | |
| - อุณหภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง | 35.23 | 35.23 | 35.23 | 35.23 | 35.23 |
| - อุณหภูมิอากาศภายในห้องทดลอง | 23.14 | 23.14 | 23.14 | 23.14 | 23.14 |
| - อุณหภูมิผิวกระจกภายนอก | 31.16 | 31.97 | 31.66 | 33.25 | 34.55 |
| - อุณหภูมิผิวกระจกภายใน | 30.56 | 30.79 | 31.21 | 29.64 | 29.25 |
| **ความแตกต่างค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ** | | | | | |
| - อุณหภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง กับอุณหภูมิผิวกระจกภายนอก | 4.07 | 3.26 | 3.57 | 2.02 | 1.32 |
| - อุณหภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง กับอุณหภูมิผิวกระจกภายใน | 4.67 | 4.44 | 4.02 | 5.59 | 5.95 |

ตารางที่ 5.3 แสดงค่าอุณหภูมิการถ่ายเทความร้อนของกระจกทดสอบหันช่องหน้าต่างกระจกไปทาง **ทิศตะวันออก (E) ในสภาวะปรับอากาศ**

| พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อน | กระจกใส SC = 0.95 | กระจกสีเขียว SC = 0.60 | กระจกสะท้อนแสง SC = 0.55 | กระจกฉนวนกันความร้อน SC = 0.51 | กระจกฉนวนกันความร้อน LOW-E SC = 0.46 |
|---|---|---|---|---|---|
| **อุณหภูมิสูงสุด** | | | | | |
| - อุณหภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง | 39.30 | 39.30 | 39.30 | 39.30 | 39.30 |
| - อุณหภูมิอากาศภายในห้องทดลอง | 22.50 | 22.50 | 22.50 | 22.50 | 22.50 |
| - อุณหภูมิผิวกระจกภายนอก | 39.20 | 42.90 | 42.40 | 44.40 | 49.20 |
| - อุณหภูมิผิวกระจกภายใน | 37.30 | 39.50 | 40.70 | 34.10 | 33.10 |
| - เวลาที่อุณหภูมิสูงสุด | 15.00 น. | 15.00 น. | 15.00 น. | 16.00 น. | 16.00 น. |
| **ระยะเวลาหน่วงเหนี่ยวความร้อน** | 0 | 0 | 0 | 1 ชม. | 1 ชม. |
| **ความแตกต่างอุณหภูมิ สูงสุด ต่ำสุด** | | | | | |
| - อุณหภูมิผิวกระจกภายนอก | 14.50 | 17.90 | 16.00 | 18.00 | 23.70 |
| - อุณหภูมิผิวกระจกภายใน | 12.70 | 14.40 | 15.50 | 10.10 | 9.00 |
| **ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ** | | | | | |
| - อุณหภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง | 33.94 | 33.94 | 33.94 | 33.94 | 33.94 |
| - อุณหภูมิอากาศภายในห้องทดลอง | 24.31 | 24.31 | 24.31 | 24.31 | 24.31 |
| - อุณหภูมิผิวกระจกภายนอก | 29.49 | 30.59 | 30.13 | 31.17 | 33.37 |
| - อุณหภูมิผิวกระจกภายใน | 28.15 | 28.80 | 29.15 | 27.60 | 27.02 |
| **ความแตกต่างค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ** | | | | | |
| - อุณหภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองกับอุณหภูมิผิวกระจกภายนอก | 4.45 | 3.35 | 3.81 | 2.77 | 0.57 |
| - อุณหภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองกับอุณหภูมิผิวกระจกภายใน | 5.79 | 5.14 | 4.79 | 6.34 | 6.92 |

ตารางที่ 5.4 แสดงค่าอุณหภูมิการถ่ายเทความร้อนของกระจกทดสอบหันช่องหน้าต่างกระจกไปทาง **ทิศตะวันตก (W) ในสภาวะปรับอากาศ**

**วิเคราะห์เกี่ยวกับตัวแปรค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก (SC) พบว่า**

อุณหภูมิผิวกระจกสูงสุดและต่ำสุดของกระจกทดสอบทั้ง 5 ชนิด จะมีความแตกต่างเรียงตามลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้

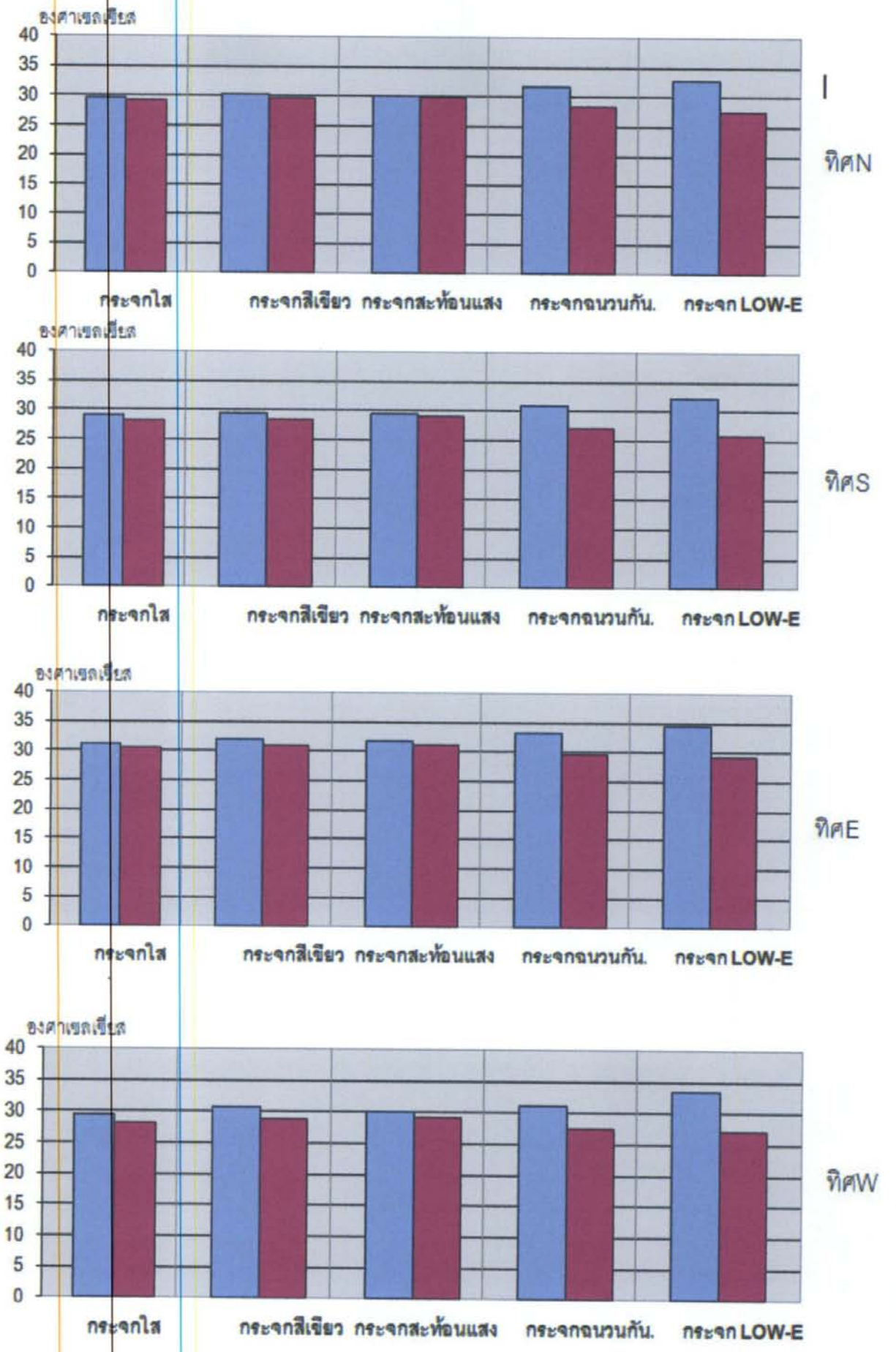
1. กระจก LOW-E
2. กระจกฉนวนกันความร้อน 2 ชั้น
3. กระจกสะท้อนแสง
4. กระจกสีเขียว
5. กระจกใส

การที่กระจก LOW-E มีค่าความแตกต่างอุณหภูมิที่ผิวกระจกมากที่สุด เพราะสามารถป้องกันความร้อนจากสิ่งแวดล้อมภายนอกได้ดี โดยช่องว่างอากาศตรงกลางระหว่างกระจก 2 ชั้น จะเป็นฉนวนกันความร้อนเข้าสู่ภายในและยังช่วยรักษาความเย็นให้อยู่ภายในอาคารให้คงที่ได้ดีกว่า

ส่วนการที่อุณหภูมิผิวกระจกภายนอกของกระจก LOW-E มีค่าสูงมากที่สุด เพราะกระจกแผ่นนอกเป็นกระจกที่สามารถดูดกลืนความร้อนได้ดีกว่ากระจกชนิดอื่นๆ (ค่า Solar Absortance = 0.58) โดยกระจกใส กระจกสีเขียว กระจกสะท้อนแสง และกระจกฉนวนกันความร้อน 2 ชั้น มีค่า Solar Absortance เท่ากับ 0.13 0.46 0.52 และ 0.54 เรียงตามลำดับ

ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวกระจกภายในกับภายนอกของกระจกทั้ง 5 ชนิด พบว่ากระจกใสจะมีค่าความแตกต่างมากที่สุด เพราะมีค่าการดูดกลืนความร้อนต่ำ จึงมีอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปตามสิ่งแวดล้อมภายนอก ไม่เหมาะสมกับการนำมาใช้ในอาคารที่ติดเครื่องปรับอากาศ

สำหรับการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time Lag) จะเห็นว่า มีกระจก LOW-E และกระจกฉนวนกันความร้อน 2 ชั้นเท่านั้น ซึ่งมีระยะเวลาการหน่วงเหนี่ยวความร้อนได้นาน 1 ชั่วโมง ส่วนกระจกชั้นเดียวทั้ง 3 ชนิด จะไม่มีการหน่วงเหนี่ยวความร้อน




แผนภูมิที่ 5.29 เปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิเฉลี่ยผิวกระจกภายนอก – ภายใน

**จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวกระจกภายนอกและภายในกระจกทั้ง 5 ชนิด ใน 4 ทิศหลัก พบว่า**

มีพฤติกรรมไปในแนวทางเดียวกันทุกทิศทาง กล่าวคือ อุณหภูมิผิวกระจกภายนอก ในช่วงเวลากลางวัน กระจก LOW-E จะมีอุณหภูมิสูงสุด ตามด้วยกระจกฉนวนกันความร้อน 2 ชั้น กระจกสีเขียว กระจกสะท้อนแสง และกระจกใส เรียงตามลำดับ

ส่วนอุณหภูมิผิวกระจกภายใน ช่วงเวลากลางวัน กระจกสะท้อนแสง จะมีค่าอุณหภูมิสูงที่สุด ตามมาด้วยกระจกสีเขียว กระจกใส กระจกฉนวนกันความร้อน 2 ชั้น และกระจก LOW-E เรียงตามลำดับ ในทุกทิศทางเช่น เดียวกัน

เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ พบว่า

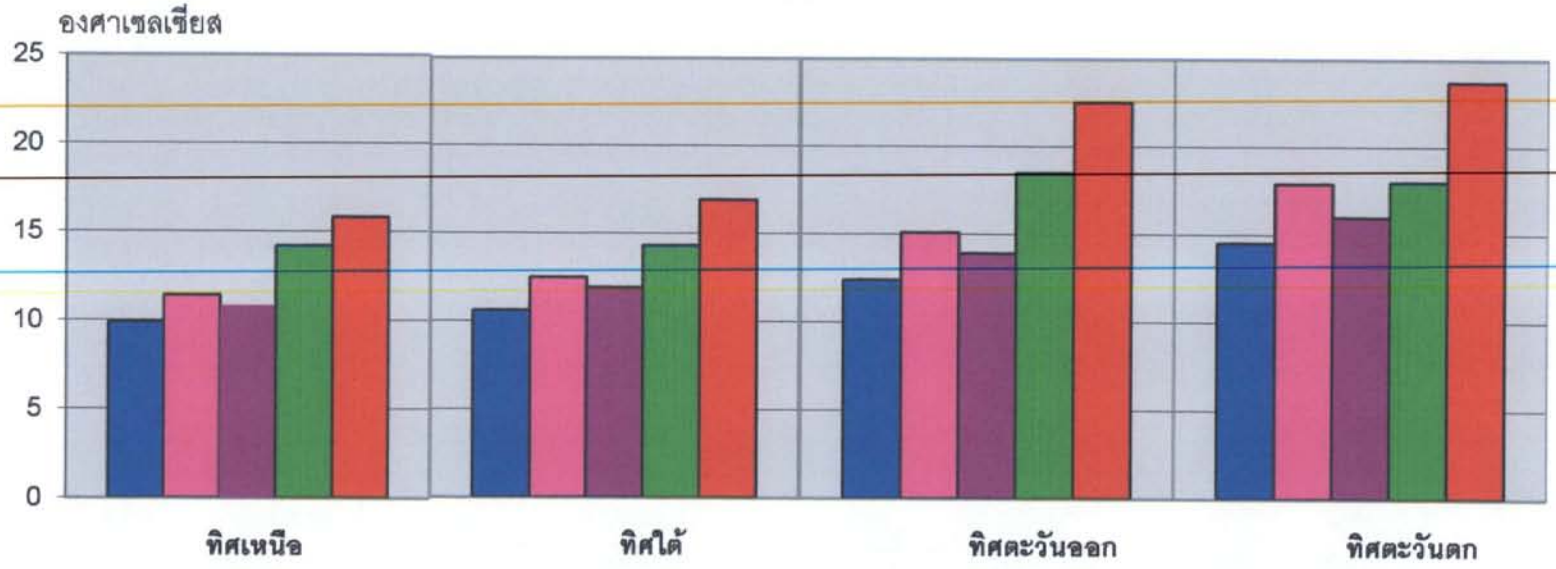
ในทิศตะวันออก อุณหภูมิผิวกระจกภายในจะมีค่าสูงสุด เวลา 10.00 น. และสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก

ในทิศตะวันตก อุณหภูมิผิวกระจกภายใน จะมีค่าสูงสุดเวลา 15.00 น. และสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก

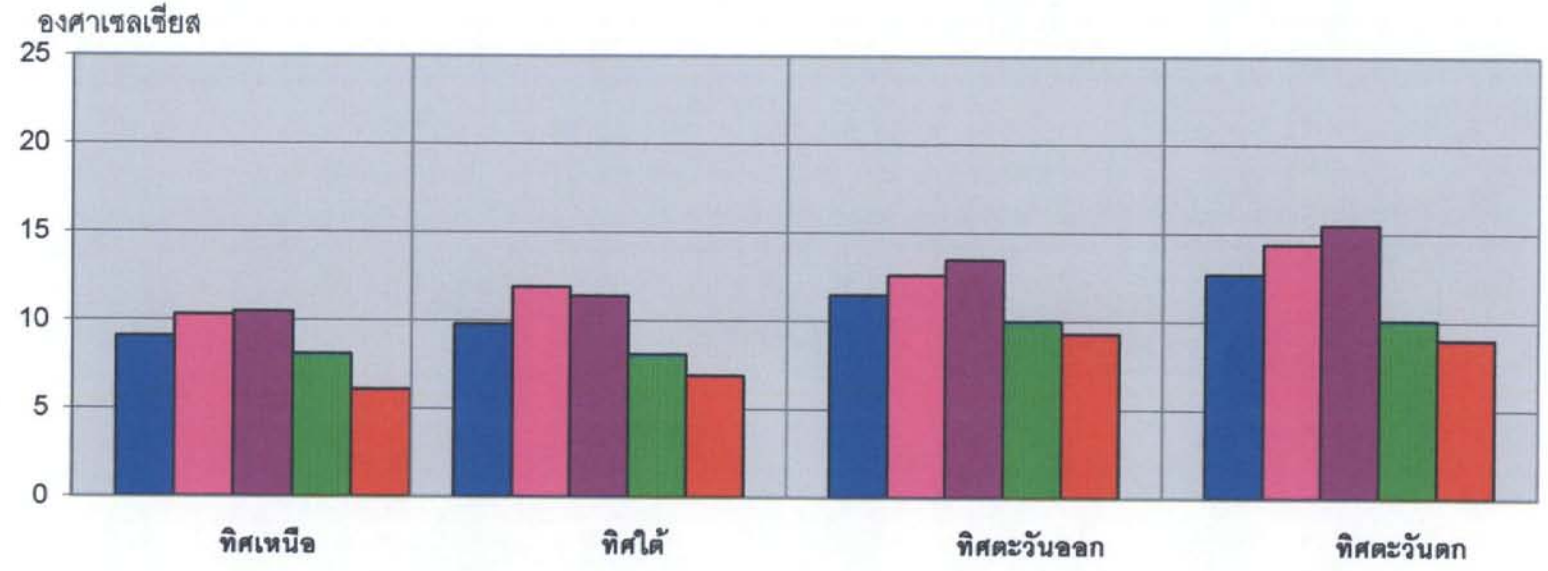
ส่วนในทิศเหนือและทิศใต้ อุณหภูมิผิวกระจกภายใน จะมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศตลอดทั้งวัน

กระจกฉนวนกันความร้อน 2 ชั้น และกระจก LOW-E สามารถหน่วงเหนี่ยวความร้อนได้ 1 ชั่วโมง ส่วนกระจกชั้นเดียวทั้ง 3 ชนิด ไม่มีการหน่วงเหนี่ยวความร้อนในทุกทิศทาง

จึงสรุปได้ว่า เมื่อกระจกได้รับอิทธิพลจากดวงอาทิตย์โดยตรง ทำให้มีการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร โดยการแผ่รังสีเพิ่มมากขึ้น




แผนภูมิที่ 5.30 เปรียบเทียบความแตกต่างอุณหภูมิผิวกระจกภายนอก สูงสุด – ต่ำสุด ของกระจกทดสอบ




แผนภูมิที่ 5.31 เปรียบเทียบความแตกต่างอุณหภูมิผิวกระจกภายใน สูงสุด – ต่ำสุด ของกระจกทดสอบ

## 5.2 ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของกระจก (U-Value)

ในขั้นตอนนี้เป็นการทดสอบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านช่องหน้าต่างกระจก ในส่วนของตัวแปรค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของ (U)

ติดตั้งกระจกที่ กล่องทดลอง จำนวน 5 กล่อง

| | | |
|---|---|---|
| กล่องทดลองที่ 1 | ติดตั้งกระจกใส | ค่า U = 5.83 WATT/$m^2$k |
| กล่องทดลองที่ 2 | ติดตั้งกระจกสีเขียว | ค่า U = 6.9 WATT/$m^2$k |
| กล่องทดลองที่ 3 | ติดตั้งกระจกสะท้อนแสง | ค่า U = 6.24 WATT/$m^2$k |
| กล่องทดลองที่ 4 | ติดตั้งกระจกฉนวนกันความร้อน 2 ชั้น | ค่า U = 3.34 WATT/$m^2$k |
| กล่องทดลองที่ 5 | ติดตั้งกระจกฉนวนกันความร้อน Low-E | ค่า U = 1.98 WATT/$m^2$k |

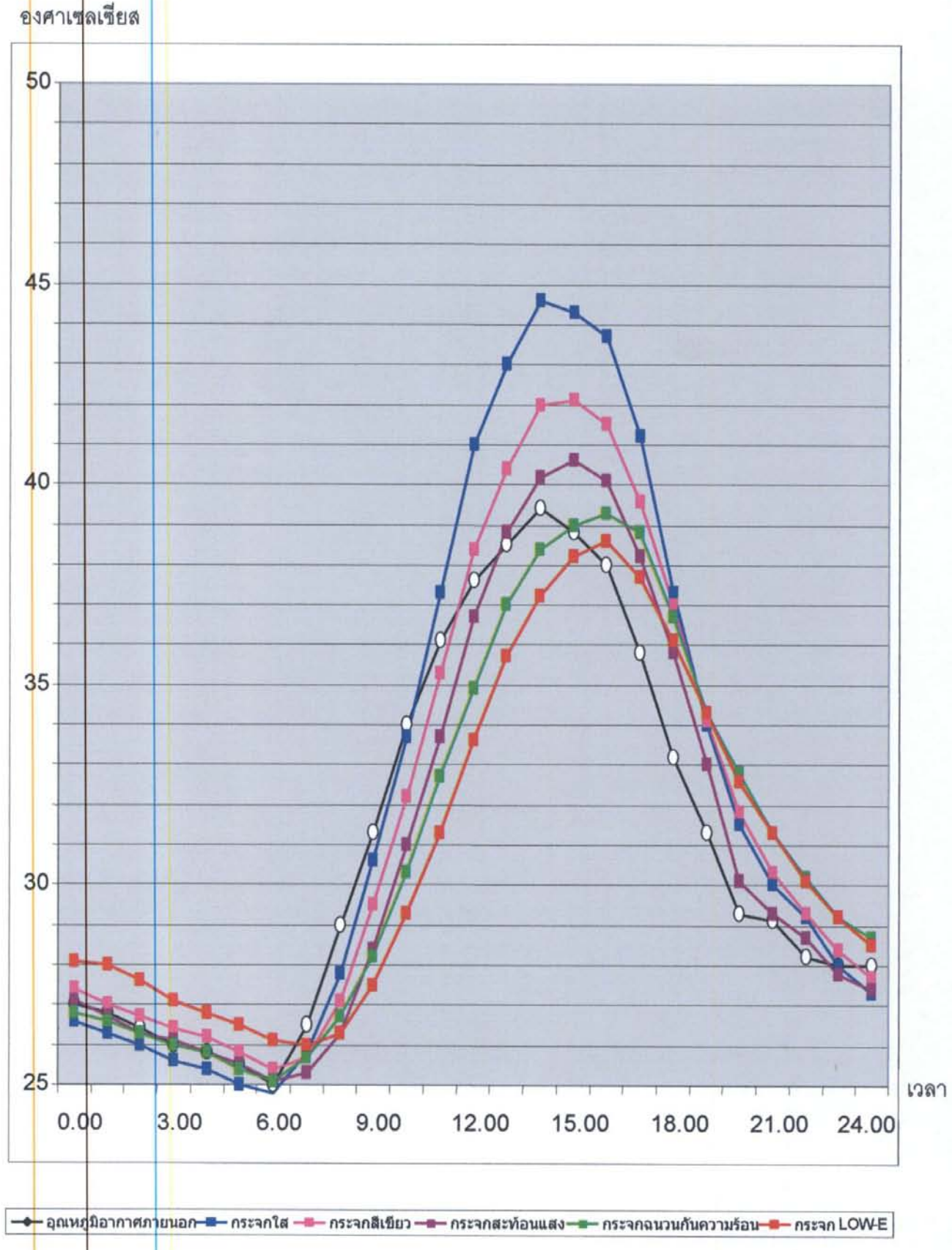
หันช่องกระจกไปทางทิศใต้เนื่องจากในช่วงที่ทำการทดสอบดวงอาทิตย์ จะเคลื่อนที่อ้อมใต้ และปิดฝาด้านหลังของกล่องทดลอง

ทำการทดสอบใน วัน เวลา และสถานที่เดียวกัน

**จุดที่บันทึกข้อมูล**

- อุณหภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง
- อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลอง ของกระจก 5 ชนิด ซึ่งติดตั้งที่กล่องทดลอง

บันทึกข้อมูลตั้งแต่เวลา 0.00 น. ถึงเวลา 24.00 น.ของวันรุ่งขึ้น รวมระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยบันทึกข้อมูลทุกๆ 1 ชั่วโมง




แผนภูมิที่ 5.32 แสดงอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลอง **ด้านทิศใต้ (ในสภาวะไม่ปรับอากาศ)**

| พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อน | กระจกใส U = 5.83 | กระจกสีเขียว U = 6.16 | กระจกสะท้อนแสง U = 6.23 | กระจกฉนวนกันความร้อน U = 3.32 | กระจกฉนวนกันความร้อน LOW-E U = 1.98 |
|---|---|---|---|---|---|
| **อุณหภูมิสูงสุด** | | | | | |
| - อุณหภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง | 39.40 | 39.40 | 39.40 | 39.40 | 39.40 |
| - อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดสอบ | 23.90 | 23.90 | 23.90 | 23.90 | 23.90 |
| - เวลาที่อุณหภูมิสูงสุด | 14.30 น. | 15.00 น. | 15.00 น. | 16.00 น. | 16.00 น. |
| **ระยะเวลาหน่วงเหนี่ยวความร้อน** | 0.5 ชั่วโมง | 1 ชั่วโมง | 1 ชั่วโมง | 2 ชั่วโมง | 2 ชั่วโมง |
| **ระยะเวลาที่อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดสอบต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก** | 10 ชั่วโมง | ชั่วโมง | ชั่วโมง | ชั่วโมง | ชั่วโมง |
| **ความแตกต่างค่าอุณหภูมิสูงสุดต่ำสุด** | | | | | |
| - อุณหภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง | 14.40 | 14.40 | 14.40 | 14.40 | 14.40 |
| - อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดสอบ | 18.20 | 16.70 | 15.10 | 14.20 | 13.50 |
| **ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ** | | | | | |
| - อุณหภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง | 32.20 | 32.20 | 32.20 | 32.20 | 32.20 |
| - อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดสอบ | 32.40 | 31.94 | 31.20 | 31.14 | 30.82 |

ตารางที่ 5.6 แสดงค่าอุณหภูมิการถ่ายเทความร้อนผ่านกระจกทั้ง 5 ชนิด ทดสอบเฉพาะตัวแปรค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U) หันช่องหน้าต่างไปด้าน **ทิศใต้ (S)** **ในสภาวะไม่ปรับอากาศ**

**ส่วนการวิเคราะห์เกี่ยวกับการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายใน พบว่า**

ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลอง และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองของกระจกทดสอบทั้ง 5 ชนิด จะมีค่าจากมากไปน้อย เรียงตามลำดับ ดังนี้

1. กระจกใส
2. กระจกสีเขียว
3. กระจกสะท้อนแสง
4. กระจกฉนวนกันความร้อน 2 ชั้น
5. กระจก LOW-E

สาเหตุที่กล่องทดลองของกระจกใส มีปริมาณความร้อนเข้าสู่ภายในได้เร็วและมากที่สุด เพราะกระจกใสมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U-Value) มากกว่ากระจกอื่นๆ

ส่วนพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกทั้งเข้าสู่ภายในกล่องและถ่ายเทออกสู่ภายนอกกล่องทดลองของกระจกชั้นเดียว ได้แก่ กระจกใส กระจกสีเขียวและกระจกสะท้อนแสง จะสามารถถ่ายเทความร้อนได้ง่ายและมากกว่ากระจกฉนวนกันความร้อน 2 ชั้นและกระจก LOW-E

ในช่วงเวลากลางคืนกระจกใสจะเกิดการแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนให้แก่ท้องฟ้าได้มากกว่ากระจกชนิดอื่นๆ ดังนั้นอุณหภูมิอากาศภายในกล่องกระจกใส จึงต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก ทำให้มีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในมีค่าสูงสุด-ต่ำสุดมากที่สุด เนื่องจากกระจกใสมีค่าสัมประสิทธิการถ่ายเทความร้อน (U-Value) มากกว่ากระจกชนิดอื่นๆ

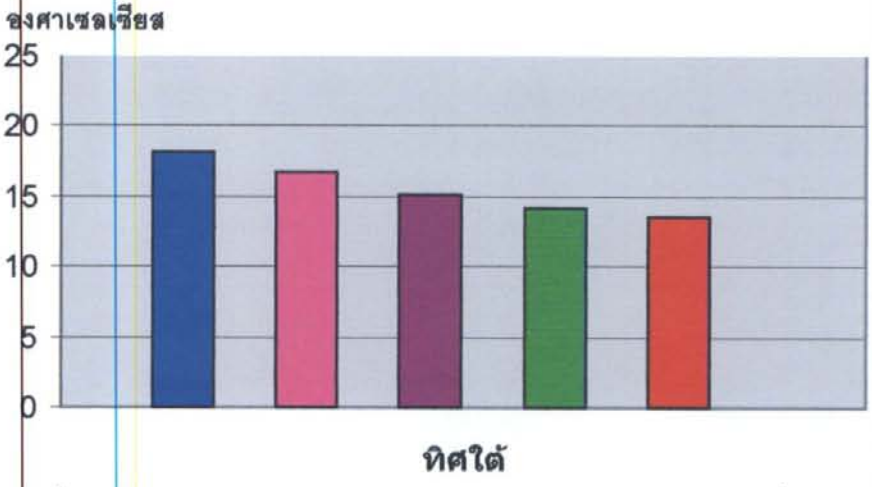
ความสามารถในการหน่วงเหนี่ยงความร้อน (Time Lag) ของกระจกที่ทดสอบ พบว่า

เมื่ออุณหภูมิอากาศภายนอกลดต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่อง การถ่ายเทความร้อน จากภายในกล่องสู่ภายนอกของกระจกฉนวนกันความร้อน และกระจก LOW-E ซึ่งเป็นกระจก 2 ชั้น จะเป็นตัวสกัดกั้นความร้อนที่จะถ่ายเทกลับสู่ภายนอก ทำให้อุณหภูมิภายในกล่องค่อยๆ ลดต่ำลงอย่างช้าๆ (ระยะเวลาหน่วงเหนียวความร้อน 2 ชั่วโมง) โดยช่วงเวลาระหว่าง 15.30 น. – ช่วงเช้าวันต่อไป อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองกระจกดังกล่าว จะมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก เนื่องจากกระจกทั้ง 2 ชนิด มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U-Value) น้อยกว่ากระจกชนิดอื่น

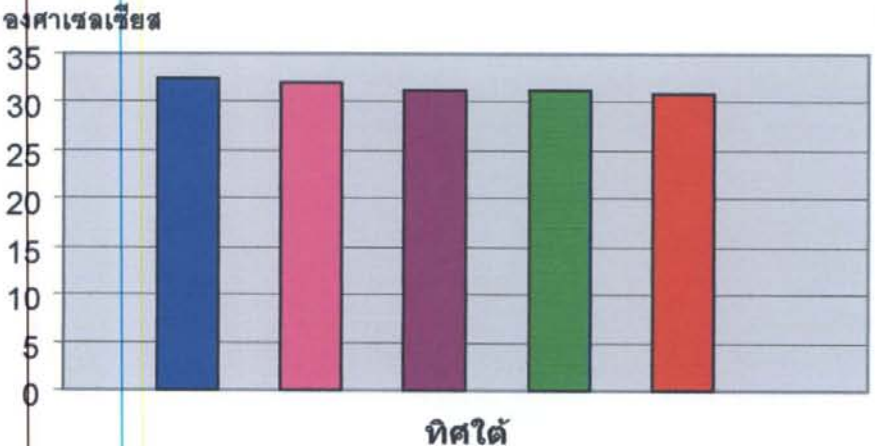
ในขณะที่กระจกใส ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนสูงกว่าเมื่ออุณหภูมิอากาศภายนอกค่อยๆ ลดต่ำลง อุณอากาศภายในกล่องทดลองกระจกใส จึงลดต่ำลงด้วยเช่นกัน (ระยะเวลาหน่วงเหนียวความร้อนครึ่งชั่วโมง) และจะลดต่ำลงอย่างรวดเร็วตามอุณหภูมิอากาศภายนอก จนกระทั่งช่วงเวลาระหว่าง 22.30 น. – เช้าวันต่อไป อุณหภูมิอากาศภายในกล่องกระจกใส จึงต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก

ดังนั้นกระจกใสจึงเหมาะสำหรับอาคารที่ไม่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ เนื่องจากมีการหน่วงเหนี่ยวความร้อนได้น้อยและการถ่ายเทความร้อนออกสู่ภายนอกได้ดี

ส่วนกระจกฉนวนกันความร้อน 2 ชั้น และกระจก LOW-E เหมาะสำหรับอาคารที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ เนื่องจากมีการหน่วงเหนี่ยวความร้อนได้นานและสกัดกั้นการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารได้ดี




แผนภูมิที่ 5.33 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลอง สูงสุด-ต่ำสุด




แผนภูมิที่ 5.34 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศภายในกล่องกระจกที่ทดสอบ