บทที่ 4

วิธีการวิจัย ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างและเครื่องมือที่เลือกใช้ในการวิจัย

เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้มุ่งเน้นที่จะทำการปรับปรุงระบบเปลือกอาคารของอาคารที่ก่อสร้างและใช้งานแล้วดังนั้นวิธีการที่จะใช้ในการปรับปรุงจึงจำกัดโดยลักษณะทางกายภาพของอาคารซึ่งมุ่งหวังที่จะให้มีผลกระทบต่อการใช้งานของอาคารน้อยที่สุด นอกจากนี้การออกแบบระบบเปลือกอาคารนั้นยังมีทางเลือกและวิธีการที่ทันสมัยโดย การออกแบบระบบเปลือกอาคารให้มีความสัมพันธ์กับระบบต่างๆภายในอาคาร เช่น ออกแบบระบบเปลือกอาคารเชื่อมต่อกับระบบระบายอากาศของอาคาร หรือ ออกแบบระบบเปลือกอาคารเชื่อมต่อกับระบบแสงสว่างโดยมีการควบคุมปริมาณของแสงให้พอเพียงกับลักษณะการใช้งานของอาคาร แต่เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้มุ่งเน้นที่จะทำการปรับปรุงเปลือกอาคารของอาคารที่ก่อสร้างและใช้งานแล้วโดยให้มีผลกระทบต่อการใช้งานของอาคารน้อยที่สุดดังนั้นทางเลือกที่จะปรับปรุงระบบเปลือกอาคารให้มีความสัมพันธ์กับระบบต่างๆภายในอาคารจึงเป็นทางเลือกที่ไม่เหมาะสมเพราะจำเป็นที่จะต้องออกแบบและทำการปรับปรุงระบบที่เกี่ยวข้องซึ่งต้องมีผลกระทบต่อการใช้งานของอาคาร ดังนั้นการปรับปรุงระบบเปลือกอาคารของอาคารที่ก่อสร้างและใช้งานแล้ว วิธีการที่เหมาะสมจึงควรเป็นระบบเปลือกอาคารให้มีความสัมพันธ์กับระบบต่างๆภายในอาคารน้อยที่สุด ซึ่งสามารถกำหนดทางเลือกการปรับปรุงระบบเปลือกอาคารกรณีศึกษานี้ได้ 2 แนวทาง คือ

แนวทางที่ 1 การเปลี่ยนกระจกจาก กระจก Monolithic (หนา 6 ม.ม.) เป็น กระจก Insulating Glass

แนวทางที่ 2 ใช้กระจกเดิมของอาคารโดย ติดตั้งฟิลม์กันความร้อนหรือเพิ่มฉนวนกันความร้อน

การทดสอบเพื่อหาปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านเปลือกอาคารตัวอย่าง และ ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านเปลือกอาคารที่คัดเลือกใช้ในการปรับปรุงแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1

ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบหาปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านเปลือกอาคารตัวอย่าง และปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านเปลือกอาคารจากการเปลี่ยนกระจกจาก กระจก Monolithic (หนา 6 ม.ม.) เป็น กระจก Insulating (หนา 25 ม.ม.)

1. กระจกของอาคารกรณีศึกษา Reflective Glass	Monolithic
2. กระจก Reflective Insulating Glass	Insulating
3. กระจก Low E Insulating Glass	Insulating
4. กระจก Low E (2000) Insulating Glass	Insulating

5. กระจก Reflective + Low E Insulating Glass Insulating
6. กระจก Heat Mirror Insulating

กลุ่มที่ 2

ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบหาปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านเปลือกอาคารตัวอย่าง และปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านเปลือกอาคารจากการ ติดตั้งฟิลม์กันความร้อนหรือเพิ่มฉนวนกันความร้อน

1. กระจกของอาคารกรณีศึกษา (Reflective Glass)
2. กระจกของอาคารกรณีศึกษา ติด Filmกันความร้อน (Reflective Glass With Film)
3. กระจกของอาคารกรณีศึกษา ติดตั้งฉนวนและวัสดุตกแต่งภายใน (Reflective Glass With Back Up Wall)

ขั้นตอนของการทดสอบ

ขั้นตอนที่ 1

ทดสอบห้องทดลองและปรับปรุงห้องทดลองที่ใช้ในการทดลอง(จำลองการใช้งานจริงของอาคา ด้วยการวัดค่าอุณหภูมิภายใน หลังจากควบคุมอุณหภูมิให้มีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายในจริงของอาคา กรณีศึกษา 23°C

ขั้นตอนที่ 2

จัดเตรียมช่องแสงสำหรับติดตั้งกระจกตัวอย่างที่จะใช้ในการทดสอบ โดยกำหนดให้มีความกว้าง สามารถติดตั้งกระจกตัวอย่างที่มีขนาด 30 cm x 30 cm ซึ่งมีความหนาแตกต่างกันตามชนิดของกระจก ได้แก่ กระจก Monolithic ที่มีความหนา 6 ม.ม. และ กระจก Insulating ที่มีความหนา 25 ม.ม. วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างช่องแสงสำหรับติดตั้งกระจกตัวอย่างใช้ MDF board ตัดและเจาะช่องสำเร็จรูปและยกติดตั้งกับช่องหน้าต่าง โดยติดตั้งช่องแสงสำหรับติดตั้งกระจกตัวอย่างกับช่องหน้าต่างทางที่ทิศได้ของบ้านซึ่งคัดเลือกใช้สำหรับก่อสร้างห้องทดลองพร้อมทั้งทำการปรับปรุงภายในห้องทดลองเพื่อลดปริมาณความร้อนที่ไม่ต้องการศึกษาด้วยการปิดช่องหน้าต่างทางทิศตะวันออกด้วยโฟมหนา 1 นิ้ว

ขั้นตอนที่ 3

เตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. Data Logger (Cambel Scientfic)

- เครื่องวัดอุณหภูมิ ซึ่งใช้ร่วมกับสาย Thermo Couple Type "J"

1182528 37

2. Infrared Thermometers

- เครื่องวัดอุณหภูมิ ซึ่งใช้แสง Infrared ในการตรวจวัดอุณหภูมิ ใช้ในการตรวจสอบอุณหภูมิผิวในจุดต่างๆที่ต้องการตรวจสอบในกรณีเกิดความผิดปกติของข้อมูล จากเครื่องวัดอุณหภูมิ หลักและต้องการทราบอุณหภูมิผิวเพื่อใช้ในการอ้างอิงที่รวดเร็ว

3. Data Logger (Yokogawa)

- เครื่องวัดอุณหภูมิ ซึ่งสามารถบันทึกข้อมูลในช่วงเวลาต่าง ๆ ได้ด้วยการพิมพ์

4. Switcher Thermometers

- เครื่องวัดอุณหภูมิชนิดที่สามารถปรับช่องรับส่งมาในการตรวจวัดได้ ใช้งานร่วมกับสาย Thermo Couple Type "J"

5. Handheld Type Thermo-Hygrometers

- เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ซึ่งสามารถพิมพ์ข้อมูลได้ ใช้ในการตรวจสอบอุณหภูมิอากาศในจุดต่างๆที่ต้องการตรวจสอบในกรณีเกิดความผิดปกติของข้อมูล จากเครื่องวัดอุณหภูมิ หลักและต้องการทราบอุณหภูมิผิวเพื่อใช้ในการอ้างอิงที่รวดเร็ว

6. Thermo-Hygrometers

- เครื่องมือวัดอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ชนิดปรอทและชนิดการขยายตัวของโลหะใช้ในการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ กับข้อมูล จากเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

ขั้นตอนที่ 4

ติดตั้งกระจกตัวอย่าง ชนิดเดียวกับกระจกของอาคารกรณีศึกษาและกระจกตัวอย่างที่เลือกใช้ในการเปลี่ยนชนิดของกระจก ดังนี้

1. กระจกของอาคารกรณีศึกษา (Reflective Glass)	Monolithic
2. กระจก Reflective Insulating Glass	Insulating
3. กระจก Low E Insulating Glass	Insulating
4. กระจก Low E 2000 Insulating Glass	Insulating
5. กระจก Reflective + Low E Insulating Glass	Insulating
6. กระจก Heat Mirror	Insulating

ทดสอบพฤติกรรมการส่งผ่านความร้อนของกระจกของอาคารกรณีศึกษา และ กระจกตัวอย่างที่เลือกใช้ในการเปลี่ยนชนิดของกระจก

ตำแหน่งที่ทำการวัดอุณหภูมิได้แก่

1. อุณหภูมิอากาศภายนอก
2. อุณหภูมิกระเปาะเปียกภายนอก

3. อุณหภูมิอากาศภายใน
4. อุณหภูมิกระเปาะเปียกภายใน
5. อุณหภูมิผิวกระจกภายในของกระจกอาคารกรณีศึกษา Reflective Glass
6. อุณหภูมิผิวกระจกภายนอกของกระจกอาคารกรณีศึกษา Reflective Glass
7. อุณหภูมิผิวกระจกภายในของกระจก Reflective Insulating Glass
8. อุณหภูมิผิวกระจกภายนอกของกระจก Reflective Insulating Glass
9. อุณหภูมิผิวกระจกภายในของกระจก Low E Insulating Glass
10. อุณหภูมิผิวกระจกภายนอกของกระจก Low E Insulating Glass
11. อุณหภูมิผิวกระจกภายในของกระจก Low E 2000 Insulating Glass
12. อุณหภูมิผิวกระจกภายนอกของกระจก Low E 2000 Insulating Glass
13. อุณหภูมิผิวกระจกภายในของกระจก Reflective + Low E Insulating Glass
14. อุณหภูมิผิวกระจกภายนอกของกระจก Reflective + Low E Insulating Glass
15. อุณหภูมิผิวกระจกภายในของกระจก Heat Mirror
16. อุณหภูมิผิวกระจกภายนอกของกระจก Heat Mirror

ขั้นตอนที่ 5

ติดตั้งกระจกตัวอย่าง ชนิดเดียวกับกระจกของอาคารกรณีศึกษาและกระจกตัวอย่างที่ทำการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพ ดังนี้

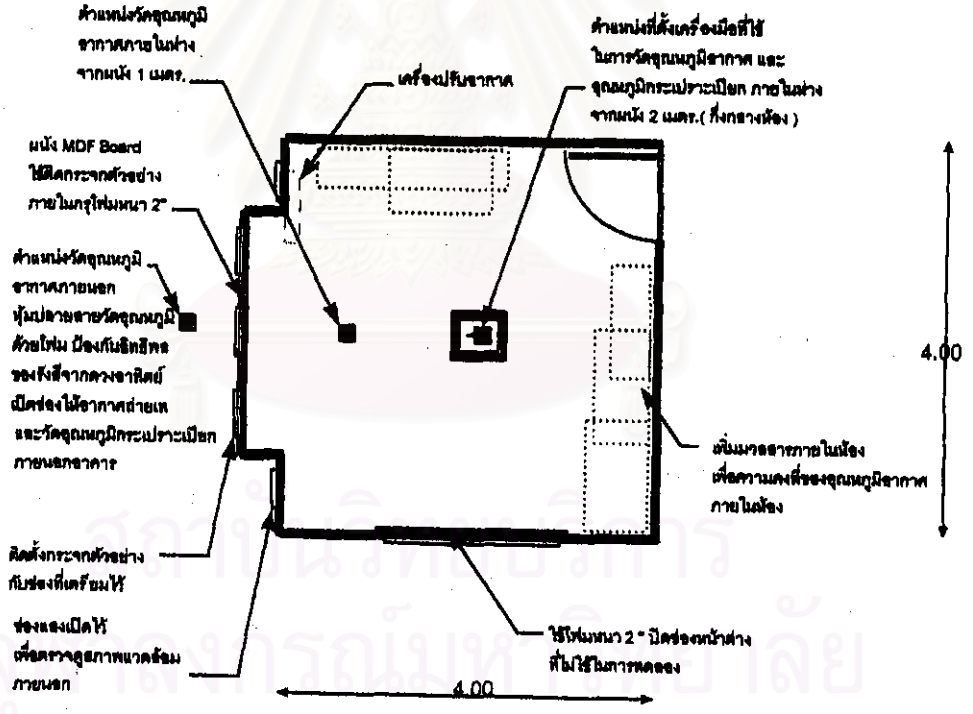
1. กระจกของอาคารกรณีศึกษา Reflective Glass
2. กระจกของอาคารกรณีศึกษา ติด Filmกันความร้อน Reflective Glass With Film
3. กระจกของอาคารกรณีศึกษา ติดตั้งฉนวนและวัสดุตกแต่งภายใน Reflective Glass With Back Up Wall

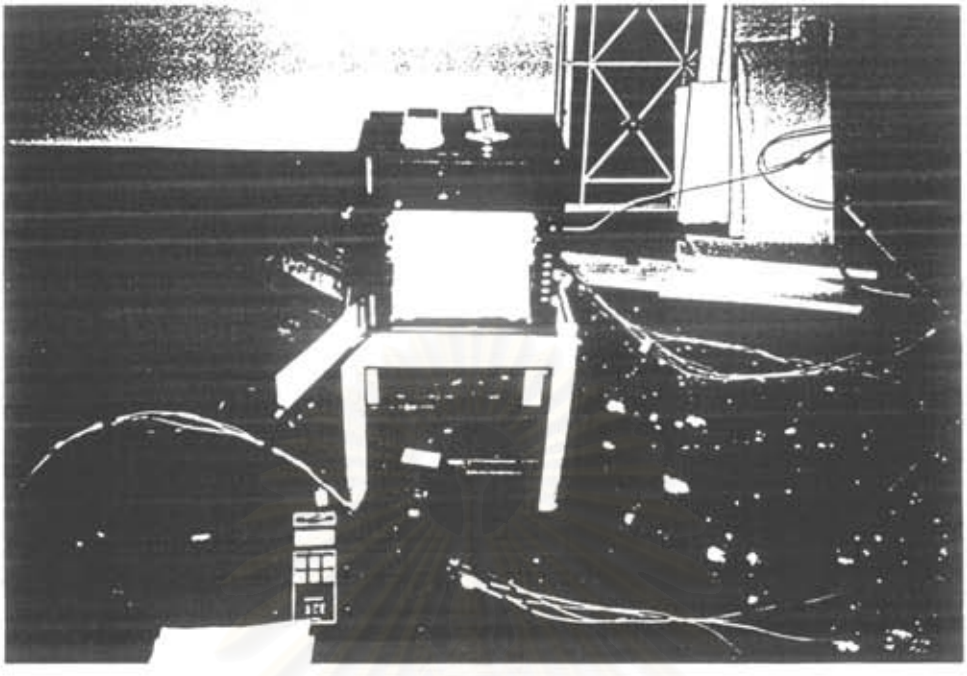
ทดสอบพฤติกรรมการส่งผ่านความร้อนของกระจกของอาคารกรณีศึกษา และ กระจกตัวอย่างที่ทำการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพ

ตำแหน่งที่ทำการวัดอุณหภูมิได้แก่

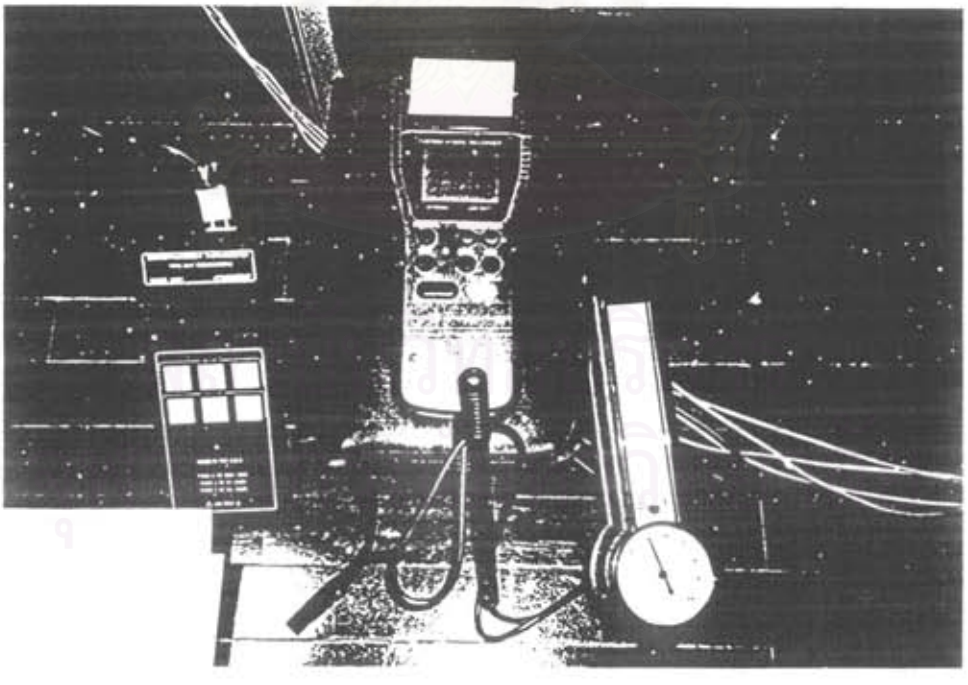
1. อุณหภูมิอากาศ ภายนอก
2. อุณหภูมิกระเปาะเปียก ภายนอก
3. อุณหภูมิอากาศภายใน
4. อุณหภูมิกระเปาะเปียกภายใน
5. อุณหภูมิผิวกระจกภายในของกระจกอาคารกรณีศึกษา Reflective Glass
6. อุณหภูมิผิวกระจกภายนอกของกระจกอาคารกรณีศึกษา Reflective Glass

7. อุณหภูมิผิวกระจกภายในของกระจกอาคารกรณีศึกษา ติด Film กันความร้อน Reflective Glass With Film
8. อุณหภูมิผิวกระจกภายนอกของกระจกอาคารกรณีศึกษา ติด Film กันความร้อน Reflective Glass With Film
9. อุณหภูมิผิวกระจกภายในกระจกของอาคารกรณีศึกษา ติดตั้งฉนวนและวัสดุตกแต่งภายใน Reflective Glass With Back Up Wall
10. อุณหภูมิผิวกระจกภายนอกกระจกของอาคารกรณีศึกษา ติดตั้งฉนวนและวัสดุตกแต่งภายใน Reflective Glass With Back Up Wall

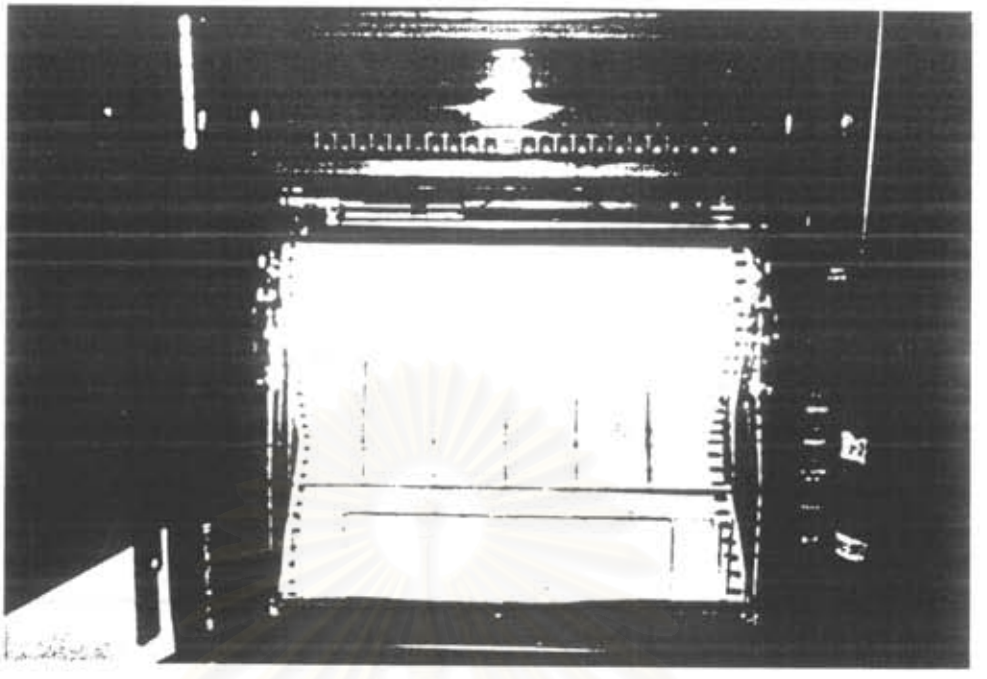




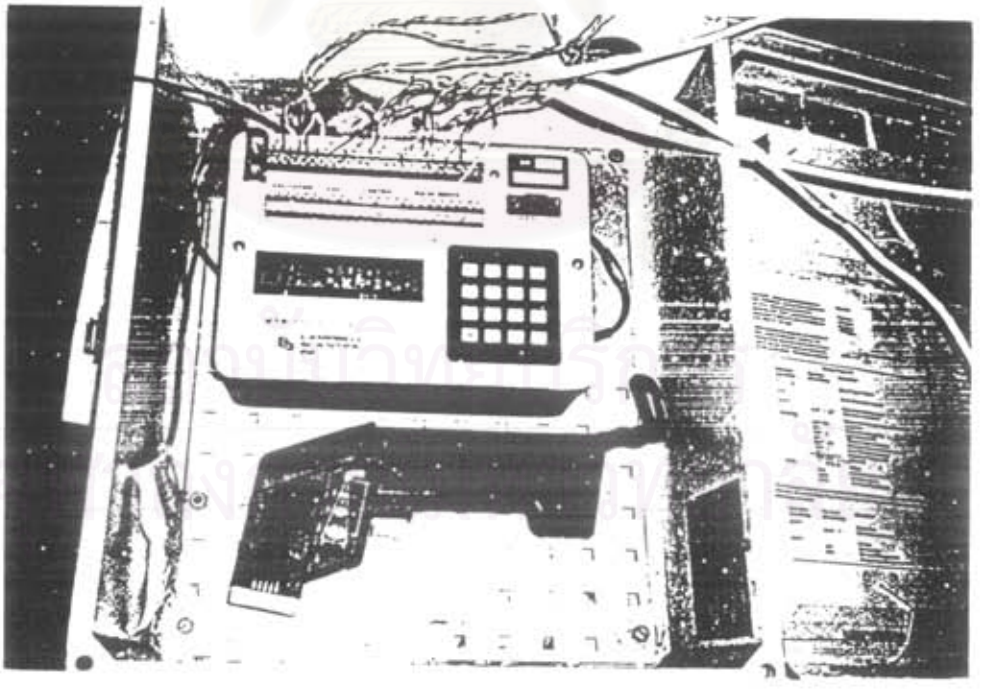
ภาพที่ 6 แสดงการติดตั้งสายสัญญาณกับเครื่องมือทดลองและการเปรียบเทียบผลการวัดของเครื่องมือชนิดต่างๆ



ภาพที่ 7 แสดงการติดตั้งสายสัญญาณกับเครื่องมือทดลองและการเปรียบเทียบผลการวัดของเครื่องมือชนิดต่างๆ

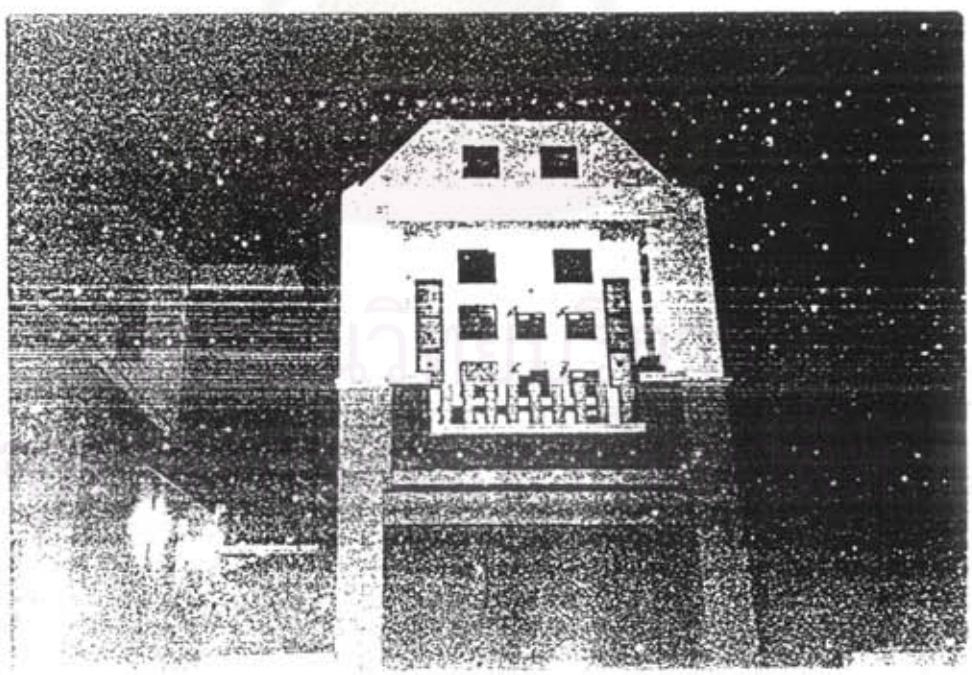


ภาพที่ 8 แสดงเครื่องมือทดลองชนิดDATA LOGGER (YOKOGAWA) เครื่องวัดอุณหภูมิบันทึกข้อมูลในช่วงเวลาต่าง ๆ ด้วยการพิมพ์



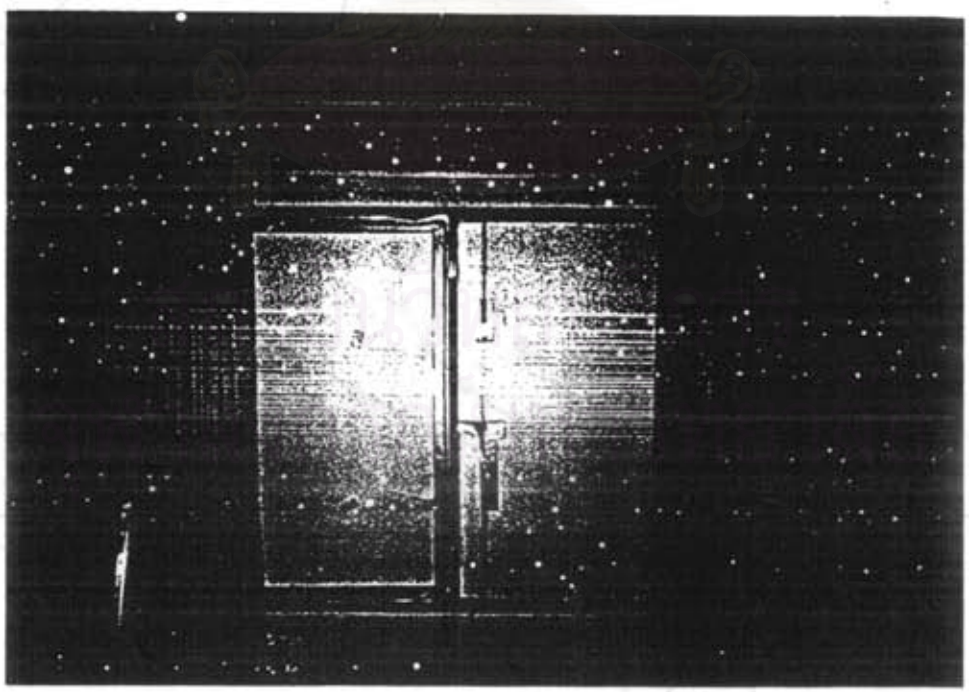
ภาพที่ 9 แสดงเครื่องมือทดลองชนิดDATA LOGGER (CAMBEL SCIENTIFIC) เครื่องวัดอุณหภูมิ ซึ่งใช้ร่วมกับ THERMOCOUPLE TYPE T

ภาพที่ 10 แสดงลักษณะทางกายภาพภายนอกของอาคารทดลอง ในช่วงเวลากลางวัน

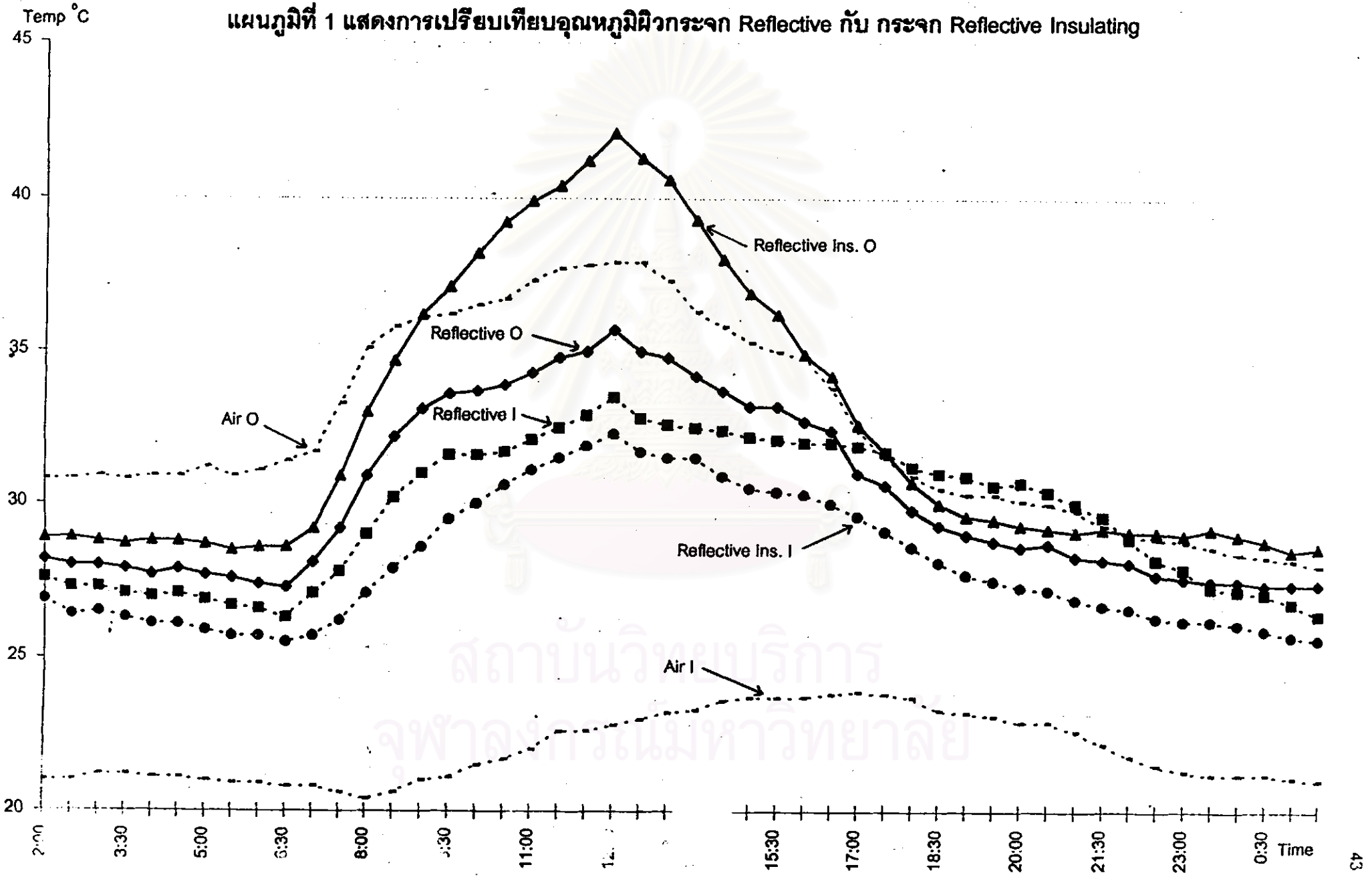


ภาพที่ 11 · แสดงลักษณะทางกายภาพภายนอกของอาคารทดลอง ในช่วงเวลากลางคืน

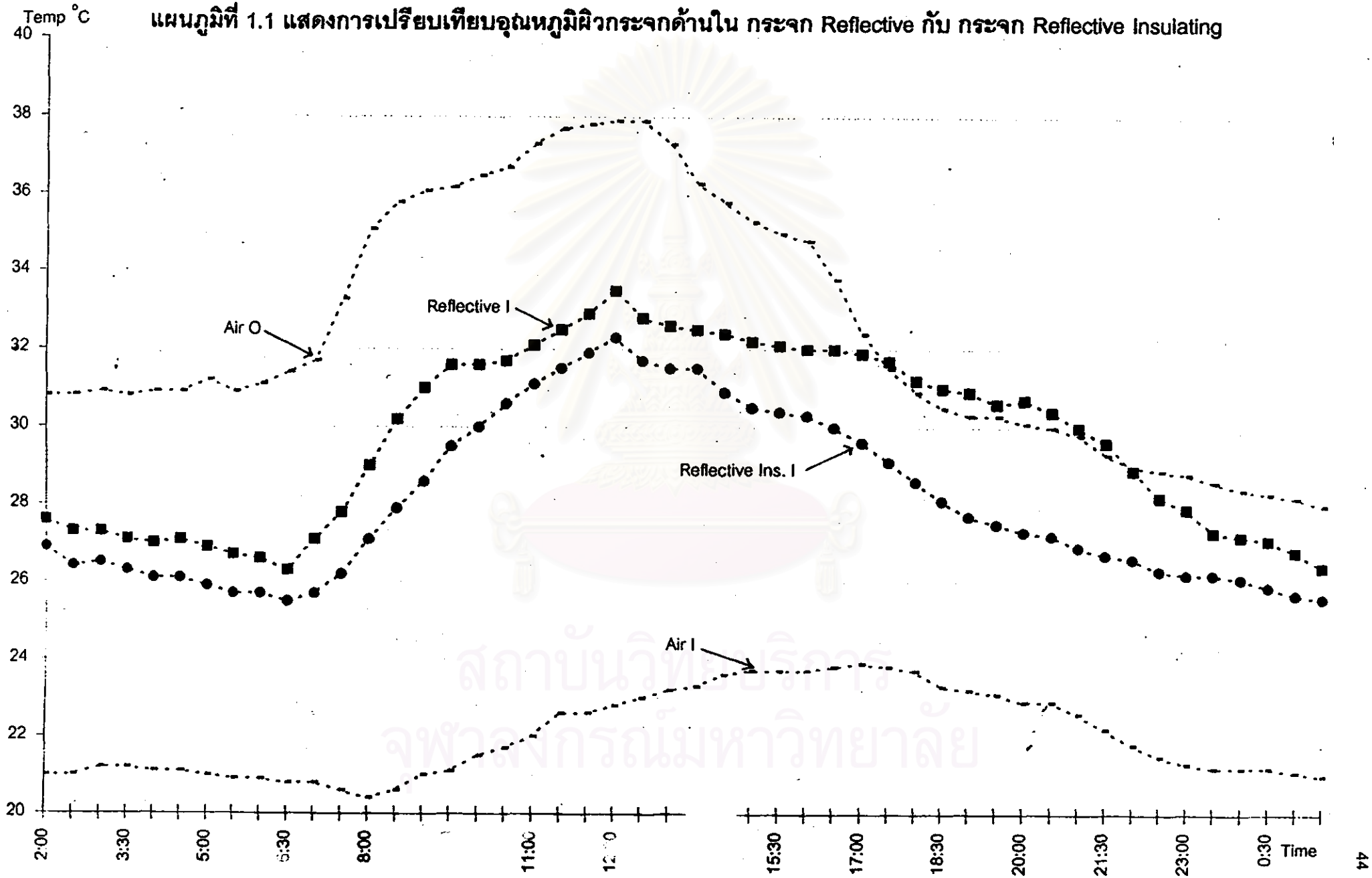
ภาพที่ 12 แสดงลักษณะทางกายภาพภายนอกของอาคารทดลอง ก่อนติดตั้งตัวอย่างกระจกทดลอง



ภาพที่ 13 แสดงลักษณะทางกายภาพภายในของอาคารทดลอง ทิศตะวันออกทำการปิดช่องหน้าต่างด้วยโฟม


Temp °C
แผนภูมิที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวกระจก Reflective กับ กระจก Reflective Insulating
45
40
35
30
25
20
Reflective Ins. O
Reflective O
Air O
Reflective I
Reflective Ins. I
Air I
3:30
5:00
8:00
11:00
15:30
17:00
18:30
20:00
21:30
23:00
0:30
Time

แผนภูมิที่ 1.1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวกระจกด้านใน กระจก Reflective กับ กระจก Reflective Insulating



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวภายนอกและภายใน
ระหว่าง กระจก Reflective กับ กระจก Reflective Insulating

อุณหภูมิผิวภายนอก

กลางวัน ในช่วงเวลา 6.00-18.00น.

อุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Reflective Insulating สูงกว่าอุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Reflective เฉลี่ย 3.44 °C
อุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Reflective Insulating สูงสุด 42.1°C

กลางคืน ในช่วงเวลา 18.00-6.00น.

อุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Reflective Insulating สูงกว่าอุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Reflective เฉลี่ย 0.99 °C
อุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Reflective Insulating ต่ำสุด 28.5°C

อุณหภูมิผิวภายใน

กลางวัน ในช่วงเวลา 6.00-18.00น.

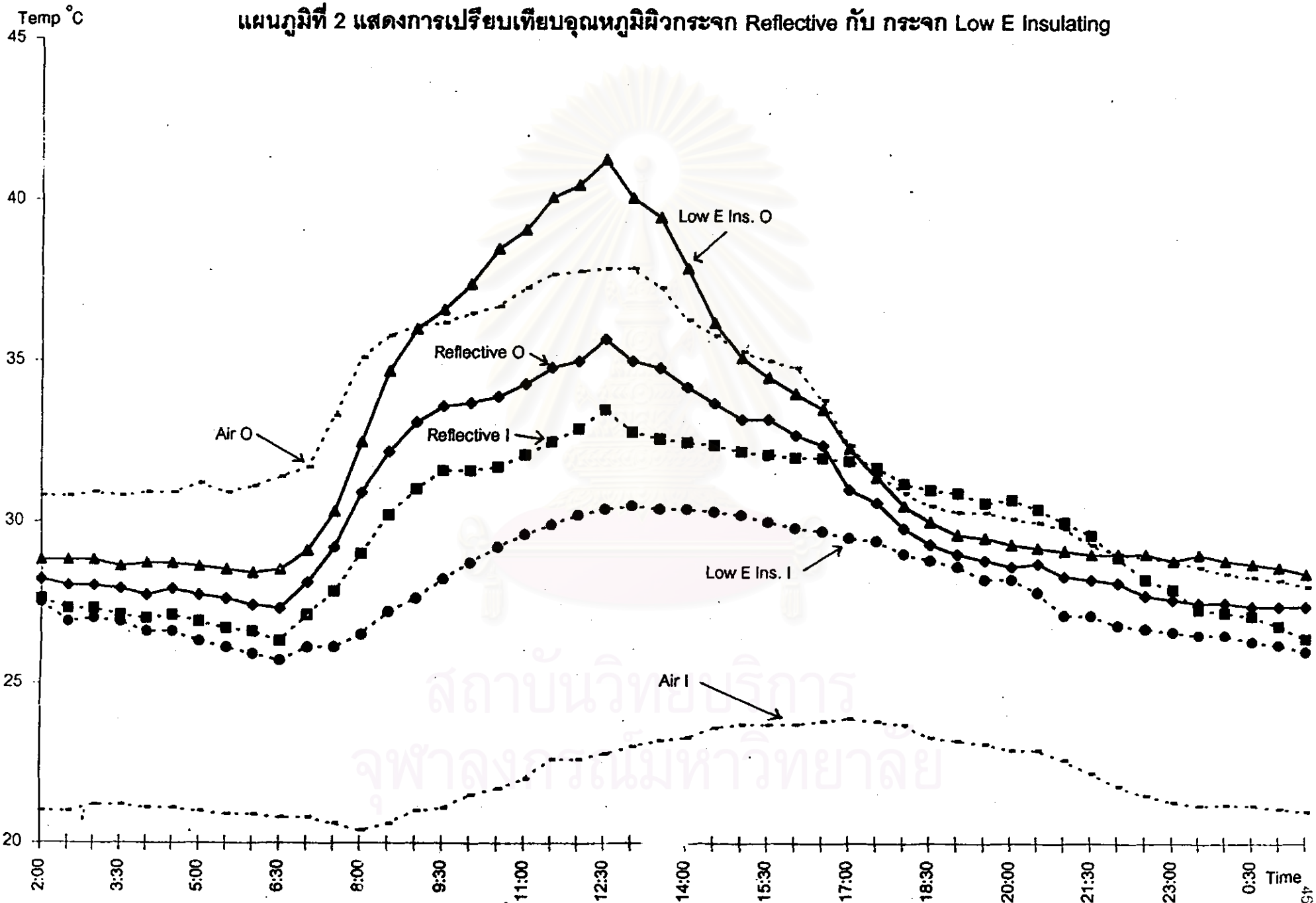
อุณหภูมิผิวภายในของกระจก Reflective Insulating ต่ำกว่าอุณหภูมิผิวภายในของกระจก Reflective เฉลี่ย 1.58 °C
อุณหภูมิผิวภายในของกระจก Reflective Insulating สูงสุด 32.3 °C

กลางคืน ในช่วงเวลา 18.00-6.00น.

อุณหภูมิผิวภายในของกระจก Reflective Insulating ต่ำกว่าอุณหภูมิผิวภายในของกระจก Reflective เฉลี่ย 1.74 °C
อุณหภูมิผิวภายในของกระจก Reflective Insulating ต่ำสุด 25.5 °C

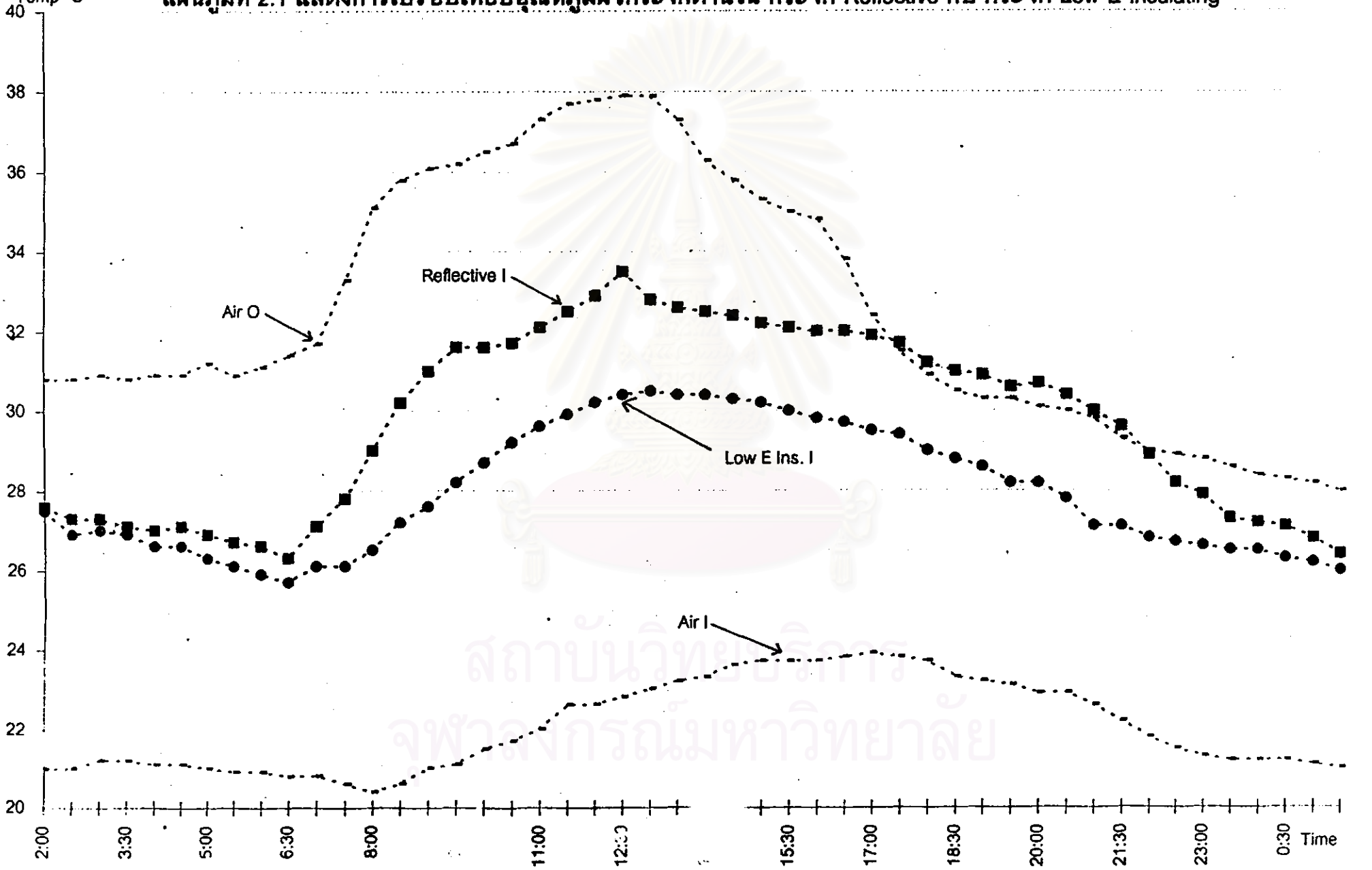
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวกระจก Reflective กับ กระจก Low E Insulating



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวกระจกด้านใน กระจก Reflective กับ กระจก Low E Insulating



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวภายนอกและภายใน
ระหว่าง กระจก Reflective กับ กระจก Low E Insulating

อุณหภูมิผิวภายนอก

กลางวัน ในช่วงเวลา 6.00-18.00น.

อุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Low E Insulating สูงกว่าอุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Reflective เฉลี่ย 2.73 °C
อุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Low E Insulating สูงสุด 41.3 °C

กลางคืน ในช่วงเวลา 18.00-6.00น.

อุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Low E Insulating สูงกว่าอุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Reflective เฉลี่ย 0.91 °C
อุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Low E Insulating ต่ำสุด 28.4 °C

อุณหภูมิผิวภายใน

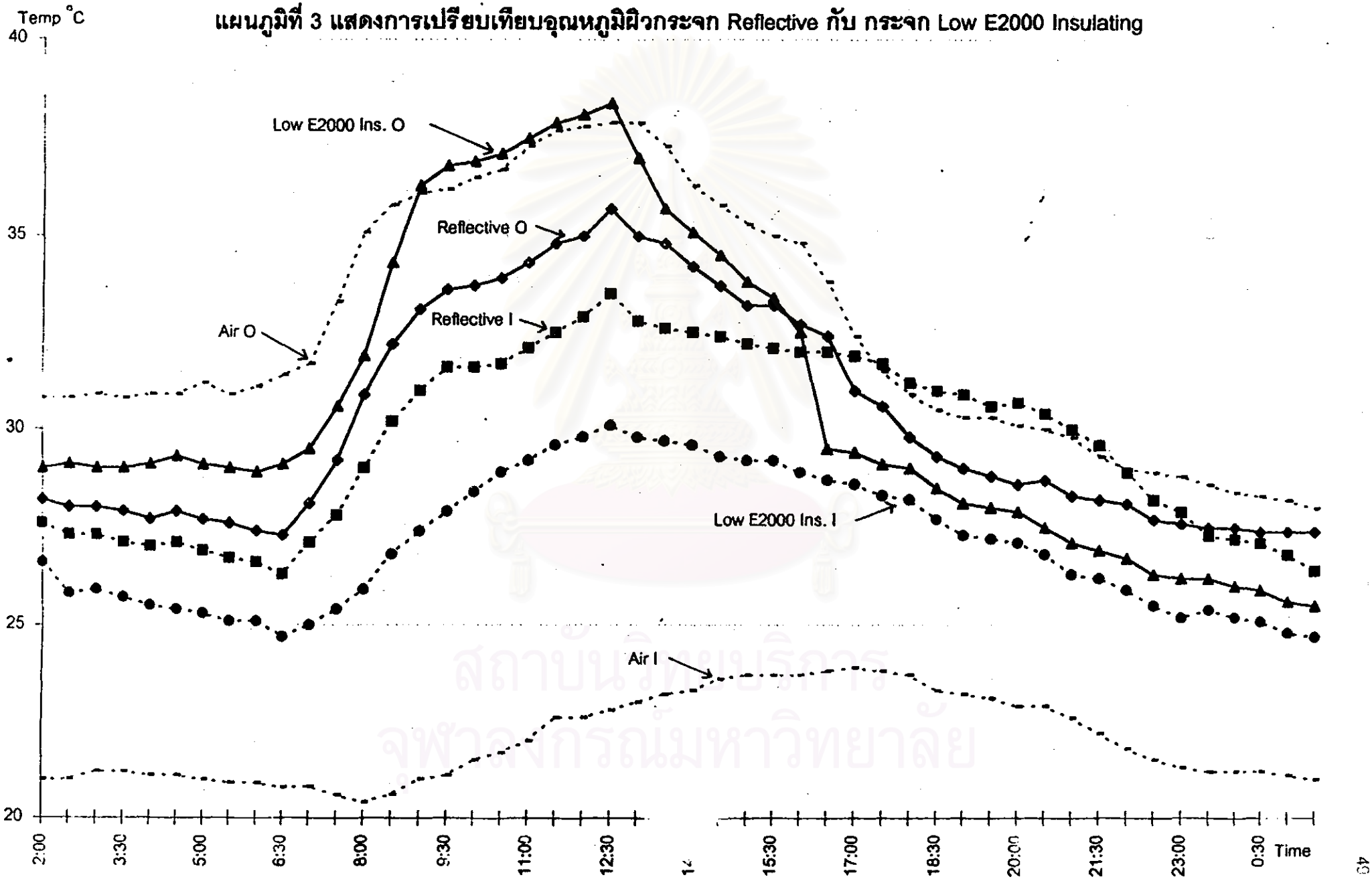
กลางวัน ในช่วงเวลา 6.00-18.00น.

อุณหภูมิผิวภายในของกระจก Low E Insulating ต่ำกว่าอุณหภูมิผิวภายในของกระจก Reflective เฉลี่ย 2.27°C
อุณหภูมิผิวภายในของกระจก Low E Insulating สูงสุด 30.5 °C

กลางคืน ในช่วงเวลา 18.00-6.00น.

อุณหภูมิผิวภายในของกระจก Low E Insulating ต่ำกว่าอุณหภูมิผิวภายในของกระจก Reflective เฉลี่ย 1.25 °C
อุณหภูมิผิวภายในของกระจก Low E Insulating ต่ำสุด 25.7 °C

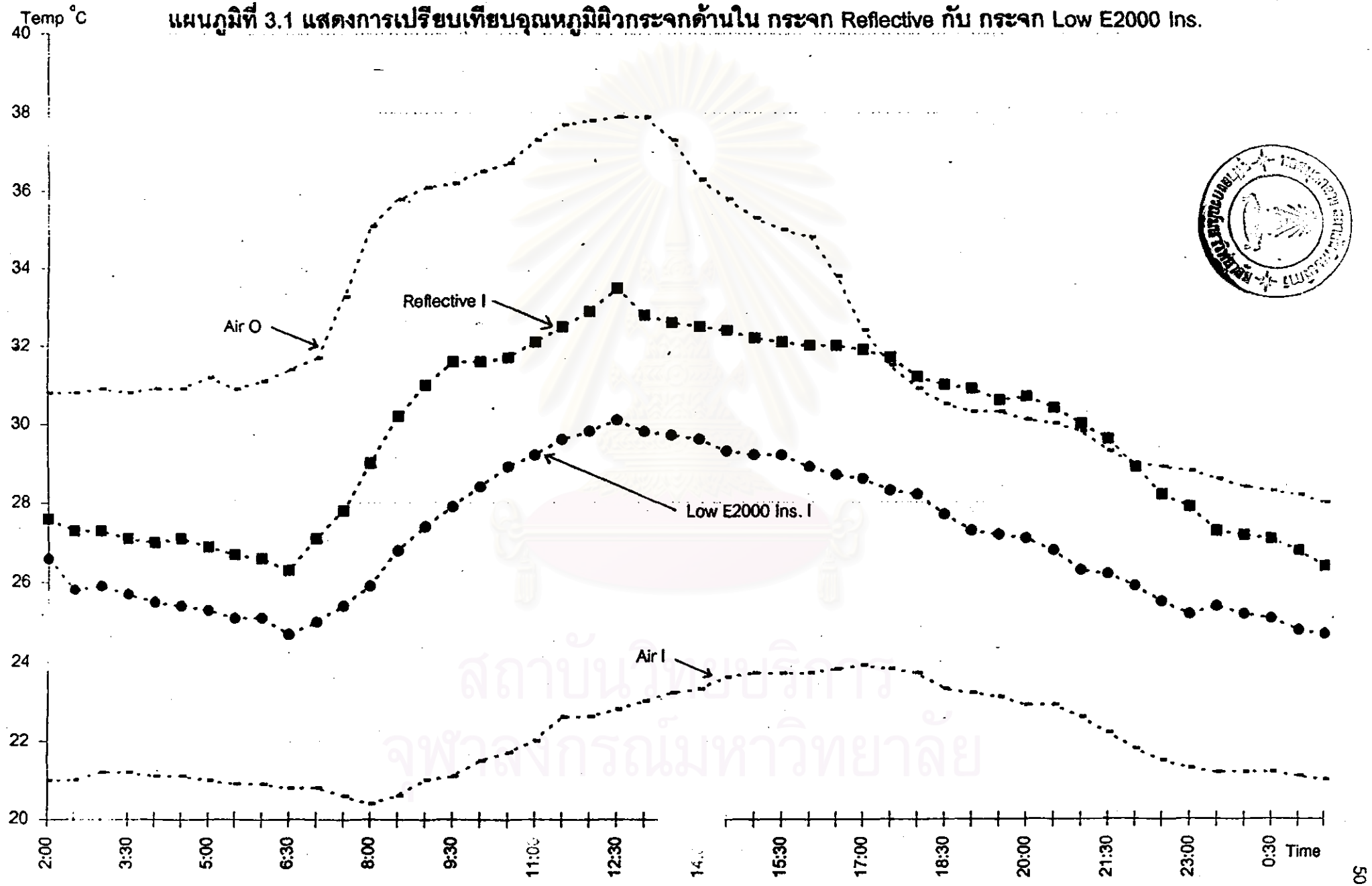
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวกระจก Reflective กับ กระจก Low E2000 Insulating

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 3.1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวกระจกด้านใน กระจก Reflective กับ กระจก Low E2000 Ins.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวภายนอกและภายใน
ระหว่าง กระจก Reflective กับ กระจก Low E2000 Insulating

อุณหภูมิผิวภายนอก

กลางวัน ในช่วงเวลา 6.00-18.00น.

อุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Low E2000 Insulating สูงกว่าอุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Reflective เฉลี่ย 1.3 °C
อุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Low E2000 Insulating สูงสุด 38.4 °C

กลางคืน ในช่วงเวลา 18.00-6.00น.

อุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Low E2000 Ins. ต่ำกว่าอุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Reflective เฉลี่ย 0.41 °C
อุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Low E2000 Insulating ต่ำสุด 25.5 °C

อุณหภูมิผิวภายใน

กลางวัน ในช่วงเวลา 6.00-18.00น.

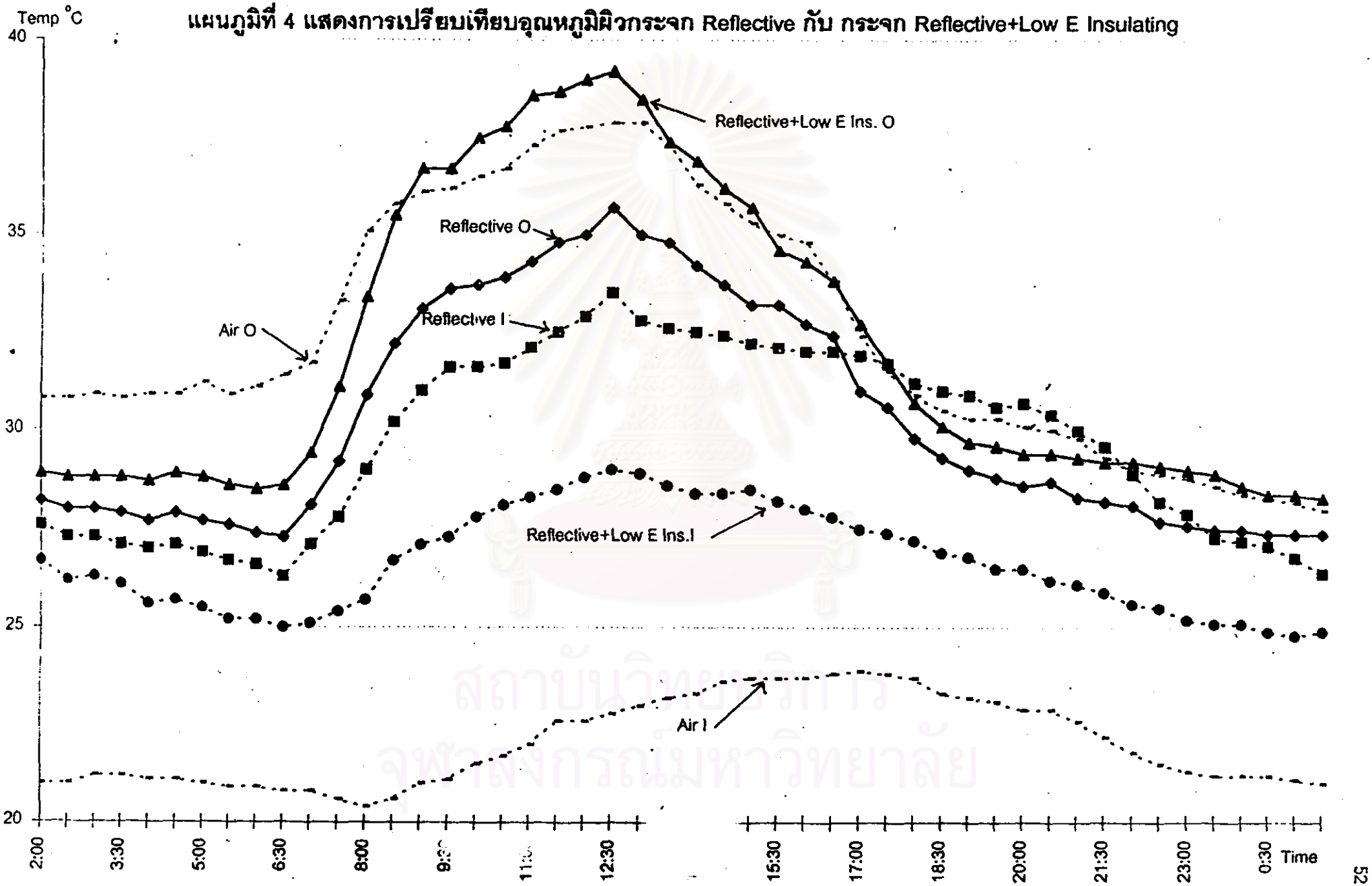
อุณหภูมิผิวภายในของกระจก Low E2000 Insulating ต่ำกว่าอุณหภูมิผิวภายในของกระจก Reflective เฉลี่ย 2.94 °C
อุณหภูมิผิวภายในของกระจก Low E2000 Insulating สูงสุด 30.1 °C

กลางคืน ในช่วงเวลา 18.00-6.00น.

อุณหภูมิผิวภายในของกระจก Low E2000 Insulating ต่ำกว่าอุณหภูมิผิวภายในของกระจก Reflective เฉลี่ย 2.36 °C
อุณหภูมิผิวภายในของกระจก Low E2000 Insulating ต่ำสุด 24.7 °C

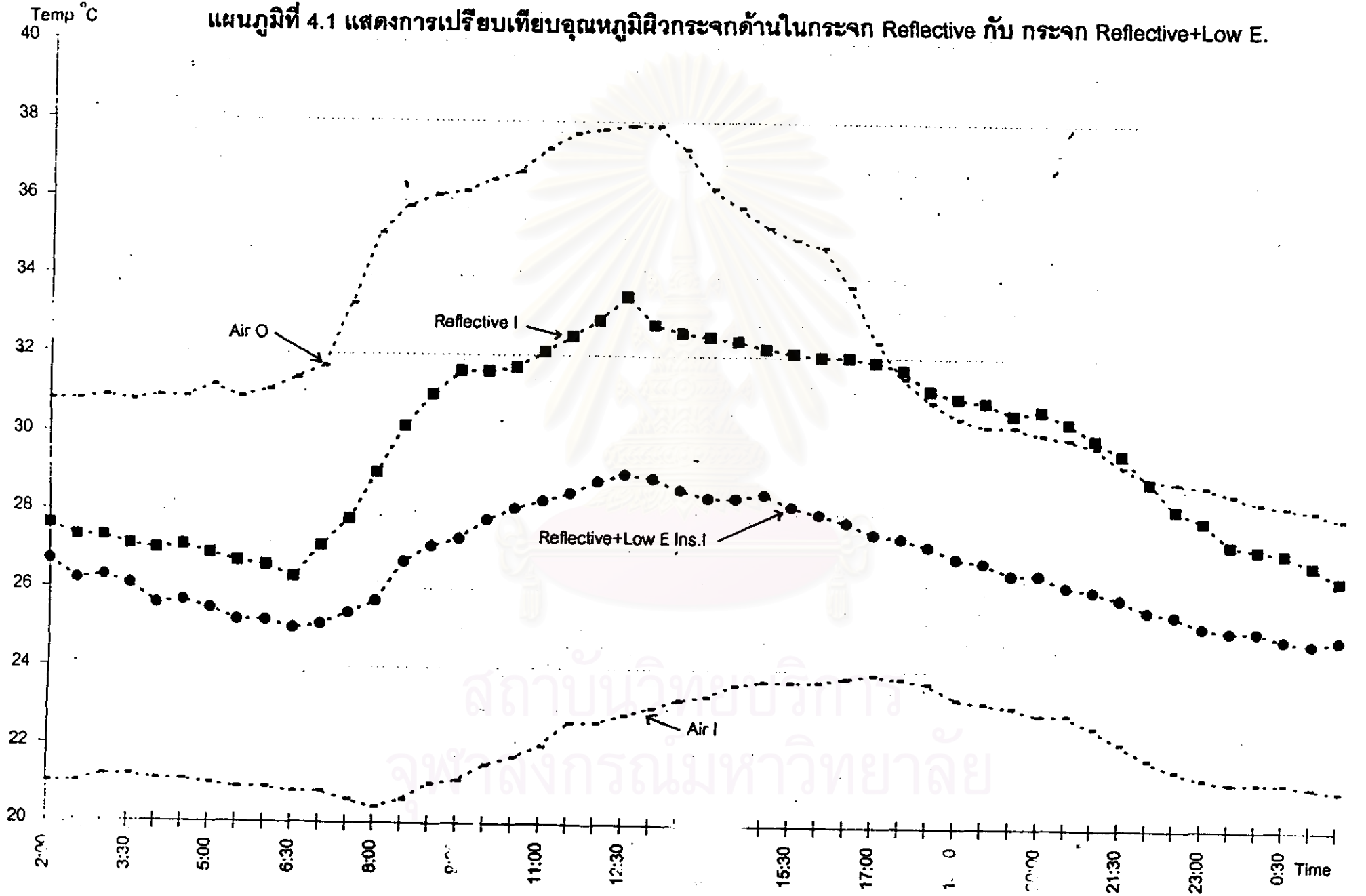
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวกระจก Reflective กับ กระจก Reflective+Low E Insulating



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวกระจกด้านในกระจก Reflective กับ กระจก Reflective+Low E.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวภายนอกและภายใน
ระหว่าง กระจก Reflective กับ กระจก Reflective+Low E Insulating

อุณหภูมิผิวภายนอก

กลางวัน ในช่วงเวลา 6.00-18.00น.

อุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Reflective+Low E Ins. สูงกว่าอุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Reflective เฉลี่ย 2.54°C
อุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Reflective+Low E Insulating สูงสุด 39.2°C

กลางคืน ในช่วงเวลา 18.00-6.00น.

อุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Reflective+Low E Ins. สูงกว่าอุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Reflective เฉลี่ย 0.97°C
อุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Reflective+Low E Insulating ต่ำสุด 28.3 °C

อุณหภูมิผิวภายใน

กลางวัน ในช่วงเวลา 6.00-18.00น.

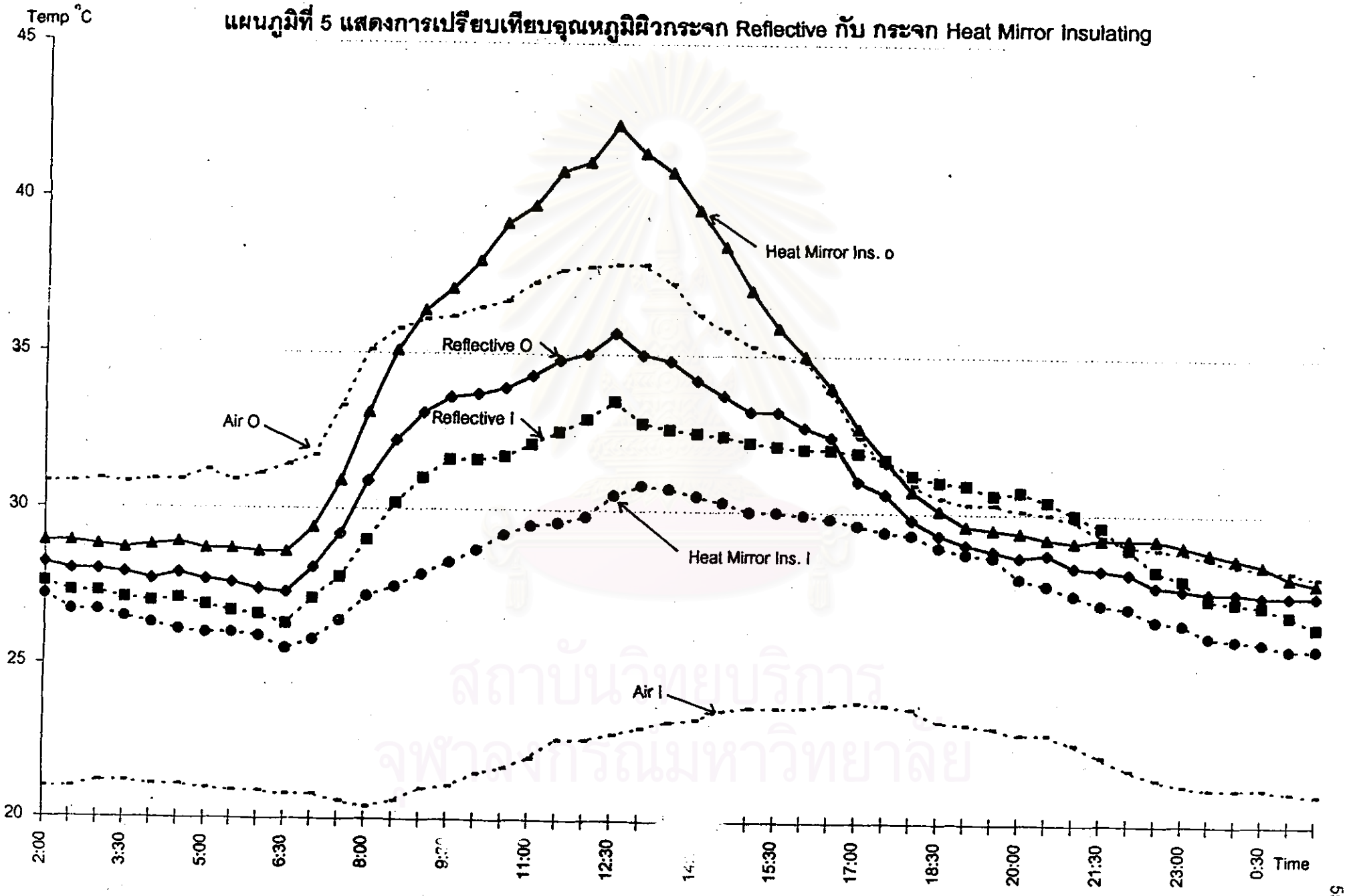
อุณหภูมิผิวภายในของกระจก Reflective+Low E Insulating ต่ำกว่าอุณหภูมิผิวภายในของกระจก Reflective เฉลี่ย 3.6°C
อุณหภูมิผิวภายในของกระจก Reflective+Low E Insulating สูงสุด 29 °C

กลางคืน ในช่วงเวลา 18.00-6.00น.

อุณหภูมิผิวภายในของกระจก Reflective+Low E Insulating ต่ำกว่าอุณหภูมิผิวภายในของกระจก Reflective เฉลี่ย 2.4 °C
อุณหภูมิผิวภายในของกระจก Reflective+Low E Insulating ต่ำสุด 24.8 °C

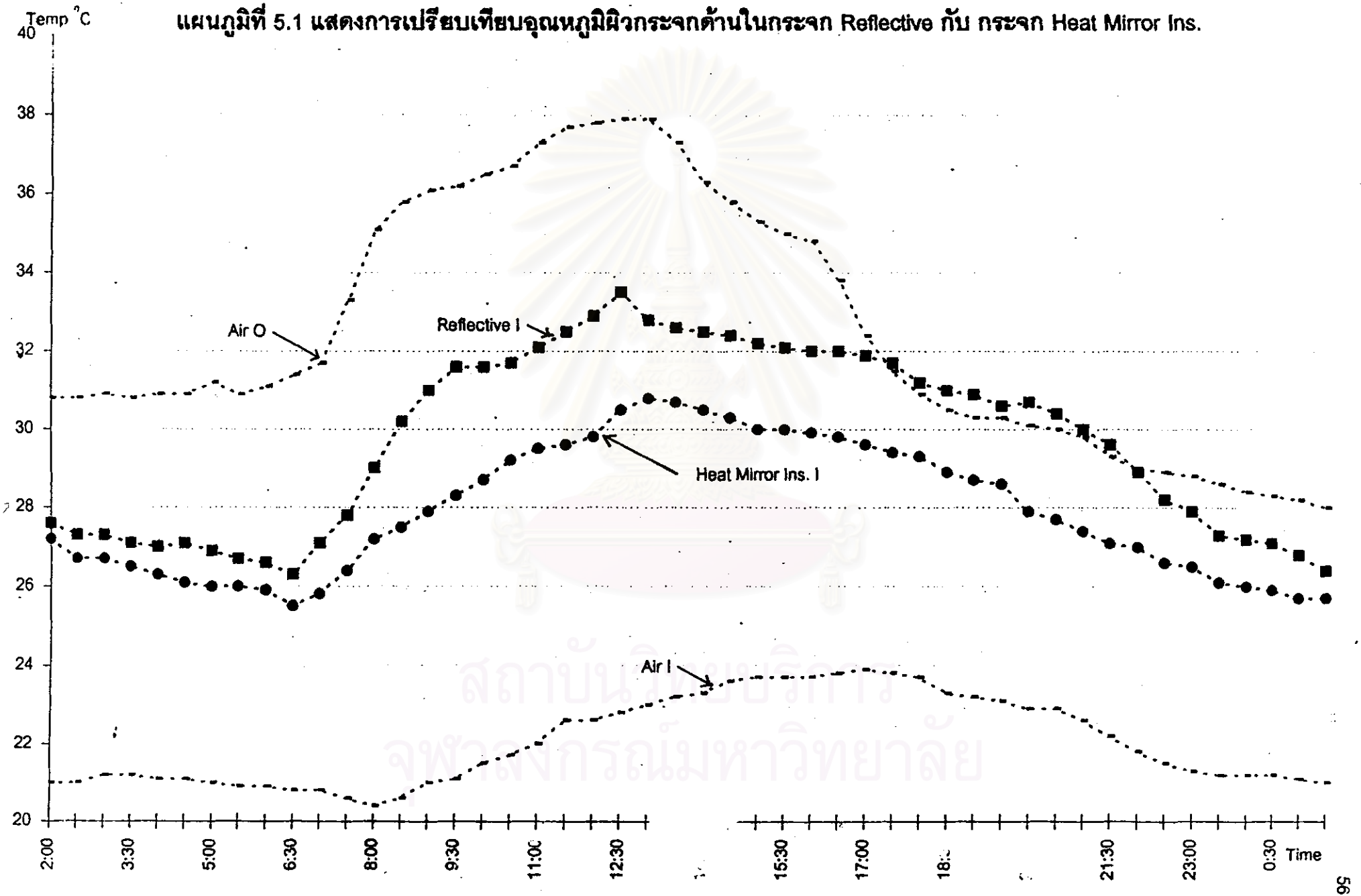
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวกระจก Reflective กับ กระจก Heat Mirror Insulating



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวกระจกด้านในกระจก Reflective กับ กระจก Heat Mirror Ins.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวภายนอกและภายใน
ระหว่าง กระจก Reflective กับ กระจก Heat Mirror

อุณหภูมิผิวภายนอก

กลางวัน ในช่วงเวลา 6.00-18.00น.

อุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Heat Mirror สูงกว่าอุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Reflective เฉลี่ย 3.54 °C
อุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Heat Mirror สูงสุด 42.4 °C

กลางคืน ในช่วงเวลา 18.00-6.00น.

อุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Heat Mirror สูงกว่าอุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Reflective เฉลี่ย 0.91 °C
อุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Heat Mirror ต่ำสุด 27.8 °C

อุณหภูมิผิวภายใน

กลางวัน ในช่วงเวลา 6.00-18.00น.

อุณหภูมิผิวภายในของกระจก Heat Mirror ต่ำกว่าอุณหภูมิผิวภายในของกระจก Reflective เฉลี่ย 2.2 °C
อุณหภูมิผิวภายในของกระจก Heat Mirror สูงสุด 30.8 °C

กลางคืน ในช่วงเวลา 18.00-6.00น.

อุณหภูมิผิวภายในของกระจก Heat Mirror ต่ำกว่าอุณหภูมิผิวภายในของกระจก Reflective เฉลี่ย 1.42 °C
อุณหภูมิผิวภายในของกระจก Heat Mirror ต่ำสุด 25.5 °C

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

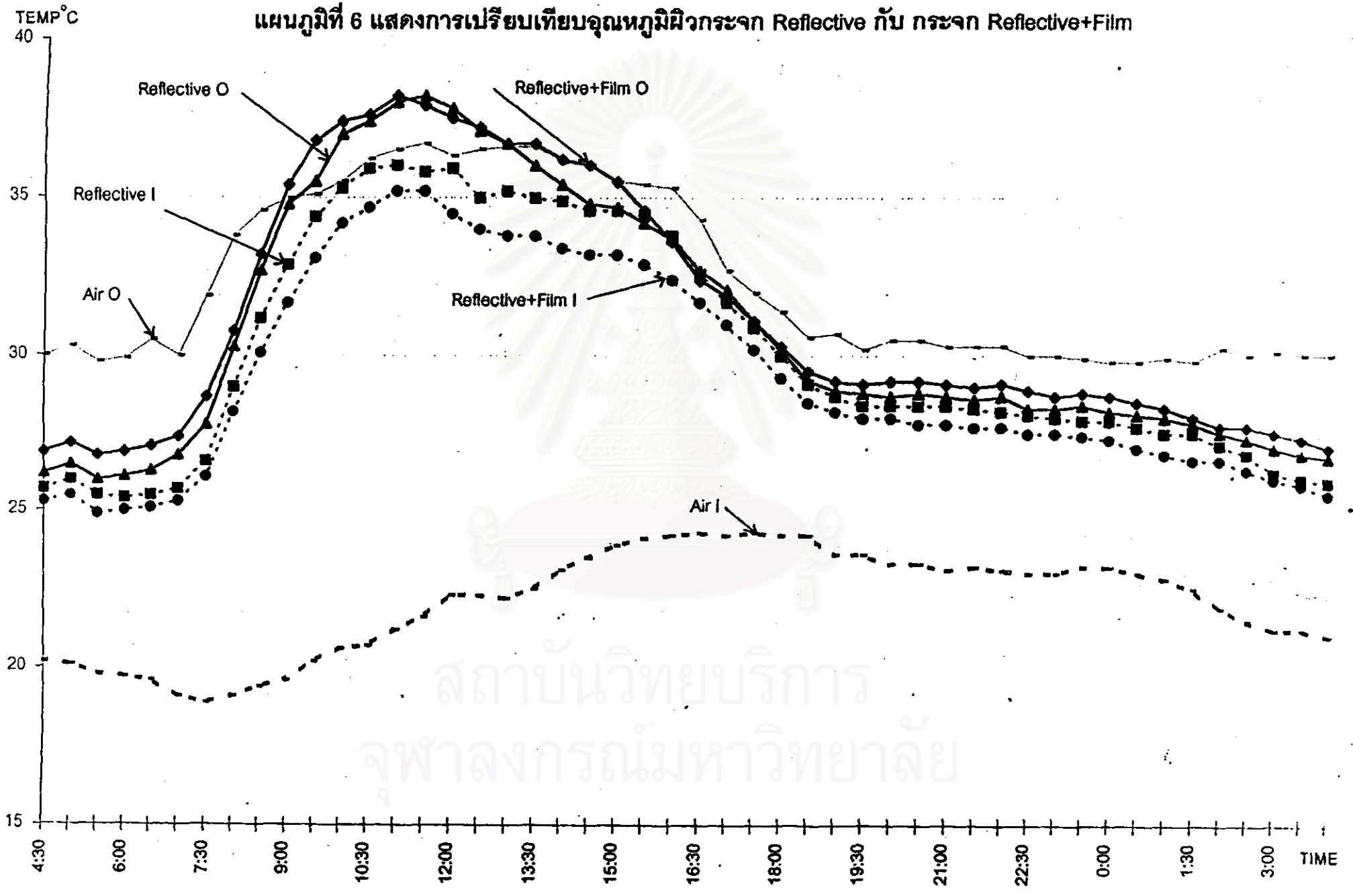
ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิ กระจก BASE CASE กับ กระจกชนิดต่างๆ

Time/Temp	Air I	Air O	Reflective O	Reflective I	Reflective Insulating O	Reflective Insulating I	Low E2000 Insulating O	Low E2000 Insulating I	Low E Insulating O	Low E Insulating I	Reflective+Low E Insulating	Reflective+Low E Insulating	Heat Mirror O	
2:00	21	30.8	28.2	27.6	28.9	26.9	29	26.6	28.8	27.5	28.9	26.7	28.9	2
2:30	21	30.8	28	27.3	28.9	26.4	29.1	25.8	28.8	26.9	28.8	26.2	28.9	2
3:00	21.2	30.9	28	27.3	28.8	26.5	29	25.9	28.8	27	28.8	26.3	28.8	2
3:30	21.2	30.8	27.9	27.1	28.7	26.3	29	25.7	28.6	26.9	28.8	26.1	28.7	2
4:00	21.1	30.9	27.7	27	28.8	26.1	29.1	25.5	28.7	26.6	28.7	25.6	28.8	2
4:30	21.1	30.9	27.9	27.1	28.8	26.1	29.3	25.4	28.7	26.6	28.9	25.7	28.9	2
5:00	21	31.2	27.7	26.9	28.7	25.9	29.1	25.3	28.6	26.3	28.8	25.5	28.7	
5:30	20.9	30.9	27.6	26.7	28.5	25.7	29	25.1	28.5	26.1	28.6	25.2	28.7	
6:00	20.9	31.1	27.4	26.6	28.6	25.7	28.9	25.1	28.4	25.9	28.5	25.2	28.6	2
6:30	20.8	31.4	27.3	26.3	28.6	25.5	29.1	24.7	28.5	25.7	28.6	25	28.6	2
7:00	20.8	31.7	28.1	27.1	29.2	25.7	29.5	25	29.1	26.1	29.4	25.1	29.4	2
7:30	20.6	33.3	29.2	27.8	30.9	26.2	30.6	25.4	30.3	26.1	31.1	25.4	30.9	2
8:00	20.4	35.1	30.9	29	33	27.1	31.9	25.9	32.5	26.5	33.4	25.7	33.1	2
8:30	20.6	35.8	32.2	30.2	34.7	27.9	34.3	26.8	34.7	27.2	35.5	26.7	35.1	2
9:00	21	36.1	33.1	31	36.2	28.6	36.3	27.4	36	27.6	36.7	27.1	36.4	2
9:30	21.1	36.2	33.6	31.6	37.1	29.5	36.8	27.9	36.6	28.2	36.7	27.3	37.1	2
10:00	21.5	36.5	33.7	31.6	38.2	30	36.9	28.4	37.4	28.7	37.5	27.8	38	2
10:30	21.7	36.7	33.9	31.7	39.2	30.6	37.1	28.9	38.5	29.2	37.8	28.1	39.2	2
11:00	22	37.3	34.3	32.1	39.9	31.1	37.5	29.2	39.1	29.6	38.6	28.3	39.8	2
11:30	22.6	37.7	34.8	32.5	40.4	31.5	37.9	29.6	40.1	29.9	38.7	28.5	40.9	2
12:00	22.6	37.8	35	32.9	41.2	31.9	38.1	29.8	40.5	30.2	39	28.8	41.2	2
12:30	22.8	37.9	35.7	33.5	42.1	32.3	38.4	30.1	41.3	30.4	39.2	29	42.4	3
13:00	23	37.9	35	32.8	41.3	31.7	37	29.8	40.1	30.5	38.5	28.9	41.5	3
13:30	23.2	37.3	34.8	32.6	40.6	31.5	35.7	29.7	39.5	30.4	37.4	28.6	40.9	3
14:00	23.3	36.3	34.2	32.5	39.3	31.5	35.1	29.6	37.9	30.4	36.9	28.4	39.7	3
14:30	23.6	35.8	33.7	32.4	38	30.9	34.5	29.3	36.2	30.3	36.2	28.4	38.5	3

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิ กระจก BASE CASE กับ กระจกชนิดต่างๆ

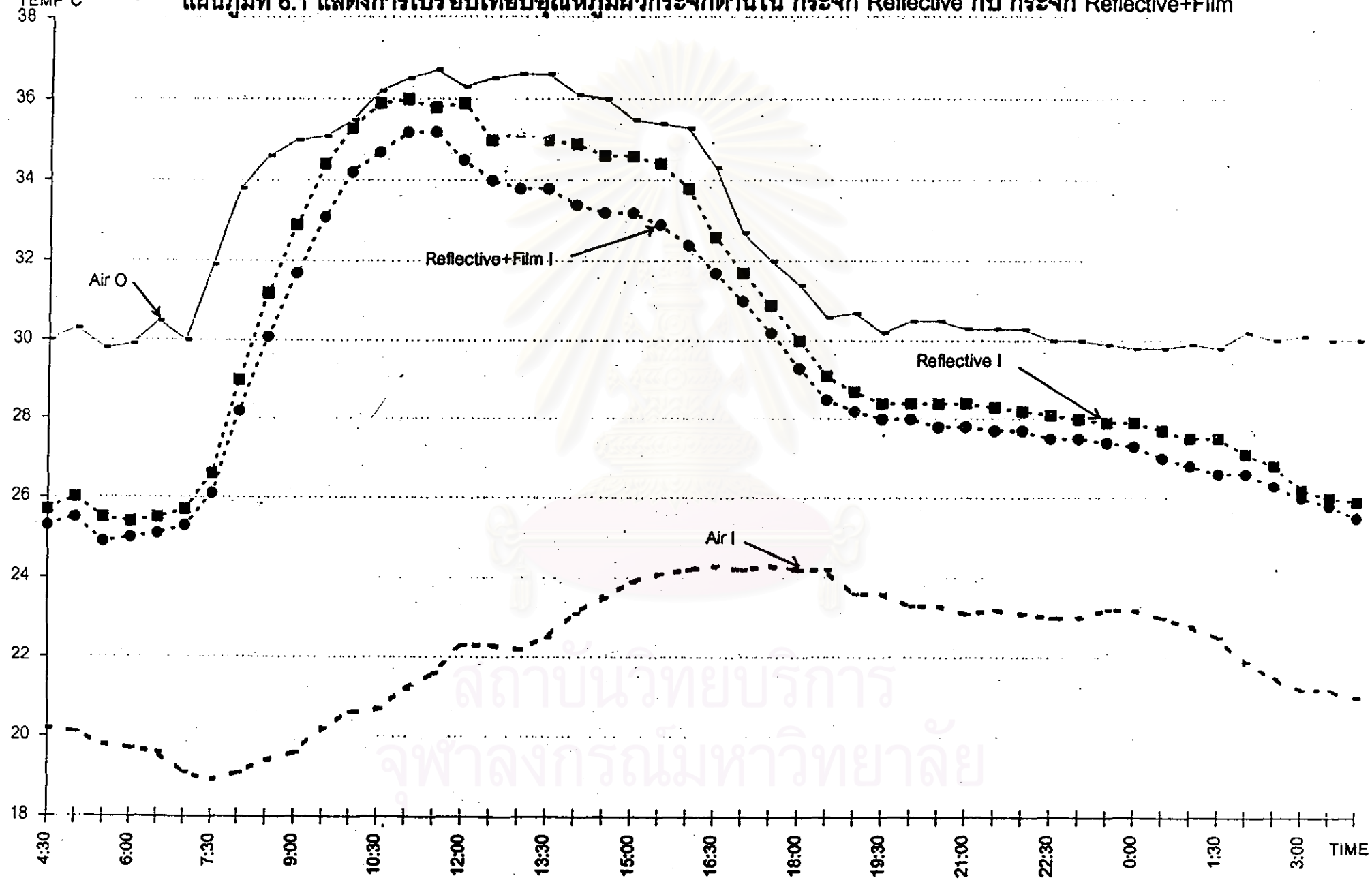
Time/Temp	Air I	Air O	Reflective O	Reflective I	Reflective Insulating O	Reflective Insulating I	Low E2000 Insulating O	Low E2000 Insulating I	Low E Insulating O	Low E Insulating I	Reflective+Low E Insulating	Reflective+Low E Insulating	Heat Mirror O	
15:00	23.7	35.3	33.2	32.2	36.9	30.5	33.8	29.2	35.1	30.2	35.7	28.5	37.1	
15:30	23.7	35	33.2	32.1	36.2	30.4	33.4	29.2	34.5	30	34.6	28.2	35.9	
16:00	23.7	34.8	32.7	32	34.9	30.3	32.5	28.9	34	29.8	34.3	28	35	2
16:30	23.8	33.8	32.4	32	34.2	30	29.5	28.7	33.5	29.7	33.8	27.8	34	2
17:00	23.9	32.4	31	31.9	32.6	29.6	29.4	28.6	32.3	29.5	32.7	27.5	32.7	2
17:30	23.8	31.5	30.6	31.7	31.7	29.1	29.1	28.3	31.4	29.4	31.7	27.4	31.7	2
18:00	23.7	30.9	29.8	31.2	30.7	28.6	29	28.2	30.5	29	30.7	27.2	30.7	2
18:30	23.3	30.5	29.3	31	30	28.1	28.5	27.7	30	28.8	30.1	26.9	30.1	2
19:00	23.2	30.3	29	30.9	29.6	27.7	28.1	27.3	29.6	28.6	29.7	26.8	29.6	2
19:30	23.1	30.3	28.8	30.6	29.5	27.5	28	27.2	29.5	28.2	29.6	26.5	29.5	2
20:00	22.9	30.1	28.6	30.7	29.3	27.3	27.9	27.1	29.3	28.2	29.4	26.5	29.4	2
20:30	22.9	30	28.7	30.4	29.2	27.2	27.5	26.8	29.2	27.8	29.4	26.2	29.2	2
21:00	22.6	29.8	28.3	30	29.1	26.9	27.1	26.3	29.1	27.1	29.3	26.1	29.1	2
21:30	22.2	29.3	28.2	29.6	29.2	26.7	26.9	26.2	29	27.1	29.2	25.9	29.2	2
22:00	21.8	29	28.1	28.9	29.1	26.6	26.7	25.9	29	26.8	29.2	25.6	29.2	
22:30	21.5	28.9	27.7	28.2	29.1	26.3	26.3	25.5	29	26.7	29.1	25.5	29.2	2
23:00	21.3	28.8	27.6	27.9	29	26.2	26.2	25.2	28.8	26.6	29	25.2	29	2
23:30	21.2	28.6	27.5	27.3	29.2	26.2	26.2	25.4	29	26.5	28.9	25.1	28.8	2
0:00	21.2	28.4	27.5	27.2	29	26.1	26	25.2	28.8	26.5	28.6	25.1	28.6	
0:30	21.2	28.3	27.4	27.1	28.8	25.9	25.9	25.1	28.7	26.3	28.4	24.9	28.4	2
1:00	21.1	28.2	27.4	26.8	28.5	25.7	25.6	24.8	28.6	26.2	28.4	24.8	28	2
1:30	21	28	27.4	26.4	28.6	25.6	25.5	24.7	28.4	26	28.3	24.9	27.8	2
MAX	*23.9*	*37.9*	*35.7*	*33.5*	*42.1*	*32.3*	*38.4*	*30.1*	*41.3*	*30.5*	*39.2*	*29*	*42.4*	*30*
MIN	*20.4*	*28*	*27.3*	*26.3*	*28.5*	*25.5*	*25.5*	*24.7*	*28.4*	*25.7*	*28.3*	*24.8*	*27.8*	*25*
Aver.Day.T	22.352	35.024	32.392	31.092	35.828	29.508	33.692	28.148	35.12	28.82	34.928	27.476	35.936	28.8
Aver.Night.T	21.696	29.813	28.022	28.261	29.013	26.517	27.609	25.9	28.935	27.013	28.996	25.796	28.935	26.8
AVER	22.147	32.723	30.57	30.023	32.998	28.265	30.979	27.207	32.553	28.067	32.467	26.728	33.019	28.0

แผนภูมิที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวกระจก Reflective กับ กระจก Reflective+Film



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 6.1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวกระจกด้านใน กระจก Reflective กับ กระจก Reflective+Film



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวภายนอกและภายใน
ระหว่าง กระจก Reflective กับ กระจก Reflective with Film

อุณหภูมิผิวภายนอก

กลางวัน ในช่วงเวลา 6.00-18.00น.

อุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Reflective with Film ต่ำกว่าอุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Reflective เฉลี่ย 0.39°C
อุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Reflective with Film สูงสุด 38.2°C

กลางคืน ในช่วงเวลา 18.00-6.00น.

อุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Reflective with Film ต่ำกว่าอุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Reflective เฉลี่ย 0.43 °C
อุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Reflective with Film ต่ำสุด 26.8 °C

อุณหภูมิผิวภายใน

กลางวัน ในช่วงเวลา 6.00-18.00น.

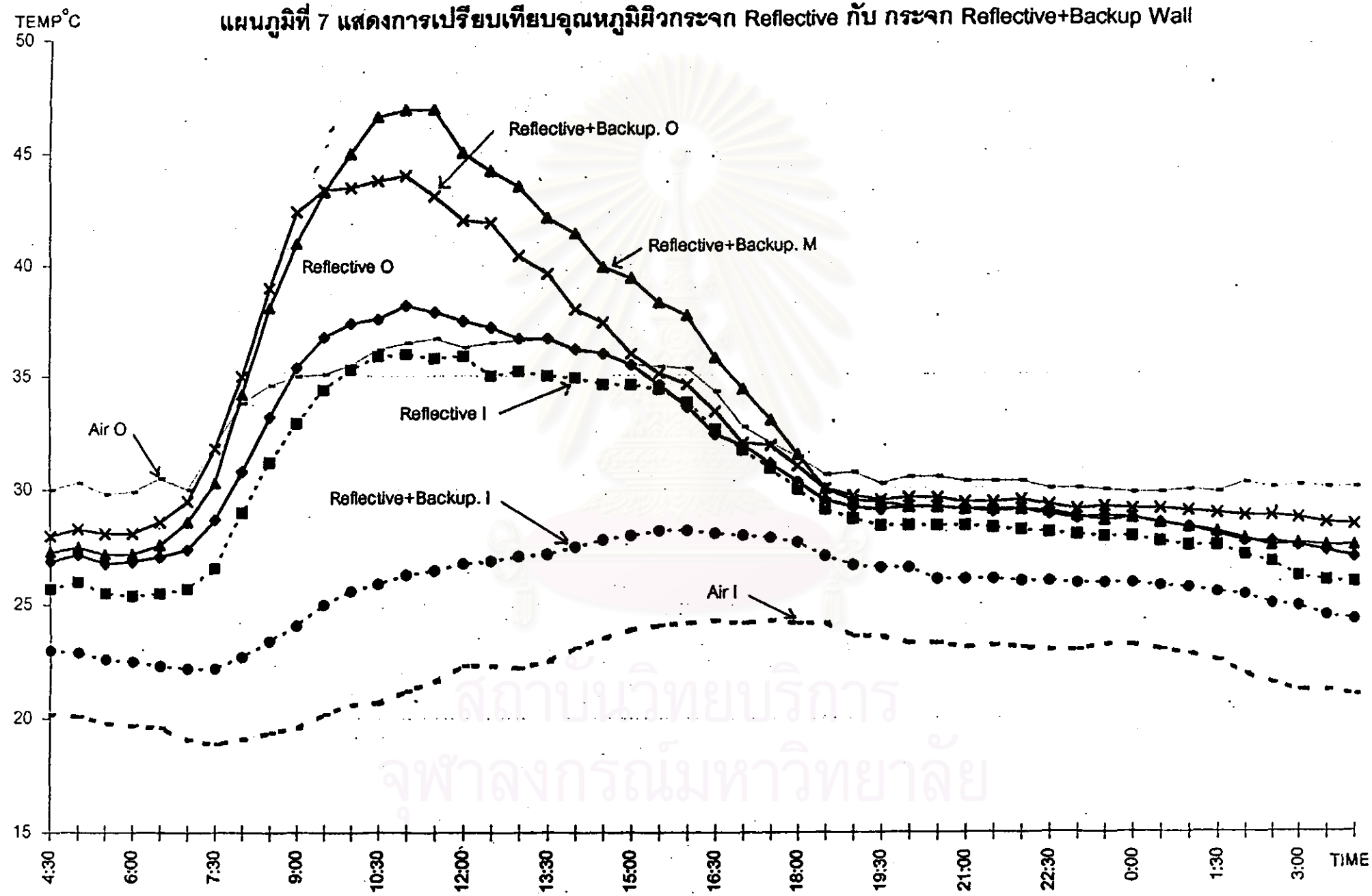
อุณหภูมิผิวภายในของกระจก Reflective with Film ต่ำกว่าอุณหภูมิผิวภายในของกระจก Reflective เฉลี่ย 1 °C
อุณหภูมิผิวภายในของกระจก Reflective with Film สูงสุด 35.2°C

กลางคืน ในช่วงเวลา 18.00-6.00น.

อุณหภูมิผิวภายในของกระจก Reflective with Film ต่ำกว่าอุณหภูมิผิวภายในของกระจก Reflective เฉลี่ย 0.52 °C
อุณหภูมิผิวภายในของกระจก Reflective with Film ต่ำสุด 25.8 °C

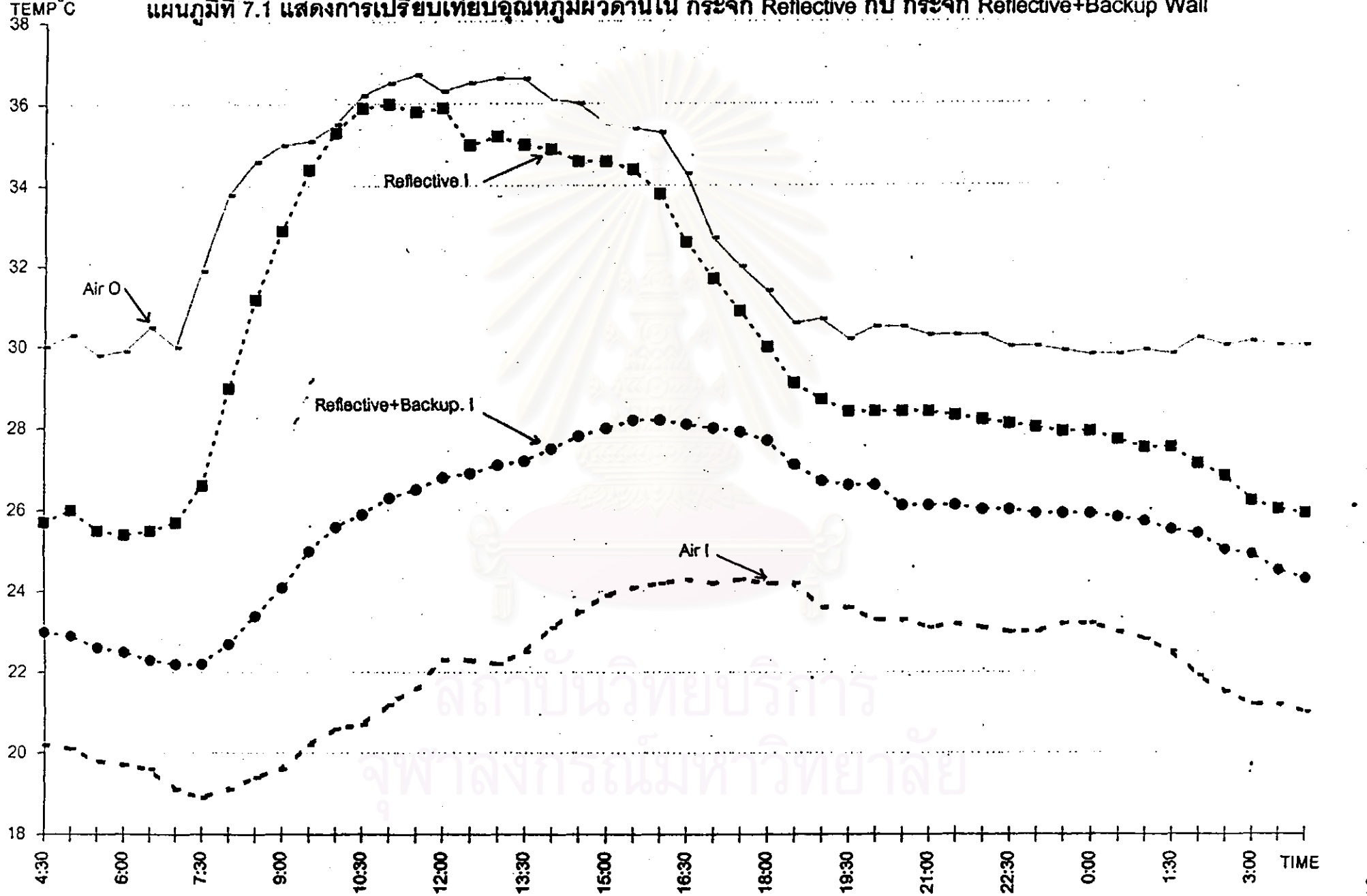
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวกระจก Reflective กับ กระจก Reflective+Backup Wall



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 7.1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านใน กระจก Reflective กับ กระจก Reflective+Backup Wall



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวภายนอกและภายใน
ระหว่าง กระจก Reflective กับ กระจก Reflective with Backup Wall

อุณหภูมิผิวภายนอก

กลางวัน ในช่วงเวลา 6.00-18.00น.

อุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Reflective with Backup Wall สูงกว่า ของกระจก Reflective เฉลี่ย 3.14°C
อุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Reflective with Backup Wall สูงสุด 44°C

กลางคืน ในช่วงเวลา 18.00-6.00น.

อุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Reflective with Backup Wall สูงกว่า ของกระจก Reflective เฉลี่ย 0.721 °C
อุณหภูมิผิวภายนอกของกระจก Reflective with Backup Wall ต่ำสุด 28.5°C

อุณหภูมิผิวภายใน

กลางวัน ในช่วงเวลา 6.00-18.00น.

อุณหภูมิผิวภายในของกระจก Reflective with Backup Wall ต่ำกว่า ของกระจก Reflective เฉลี่ย 6.57°C
อุณหภูมิผิวภายในของกระจก Reflective with Backup Wall สูงสุด 28.2°C

กลางคืน ในช่วงเวลา 18.00-6.00น.

อุณหภูมิผิวภายในของกระจก Reflective with Backup Wall ต่ำกว่า ของกระจก Reflective เฉลี่ย 2.04 °C
อุณหภูมิผิวภายในของกระจก Reflective with Backup Wall ต่ำสุด 23 °C

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิ กรณี Reflective กับ กรณีติด FILM และกรณี ติดกับ

Time/Temp	Air O	Air I	Reflective O	Reflective I	Reflective + Film O	Reflective + Film I	Reflective + Backup Wall O	Reflective + Backup Wall M	Reflective + Backup Wall I
4:30	30	20.2	26.9	25.7	26.2	25.3	28	27.3	23
5:00	30.3	20.1	27.2	26	26.5	25.5	28.3	27.5	22.9
5:30	29.8	19.8	26.8	25.5	26	24.9	28.1	27.2	22.6
6:00	29.9	19.7	26.9	25.4	26.1	25	28.1	27.2	22.5
6:30	30.5	19.6	27.1	25.5	26.3	25.1	28.6	27.6	22.3
7:00	30	19.1	27.4	25.7	26.8	25.3	29.5	28.6	22.2
7:30	31.9	18.9	28.7	26.6	27.8	26.1	31.8	30.3	22.2
8:00	33.8	19.1	30.8	29	30.3	28.2	35	34.2	22.7
8:30	34.6	19.4	33.2	31.2	32.7	30.1	39	38.1	23.4
9:00	35	19.6	35.4	32.9	34.8	31.7	42.4	41	24.1
9:30	35.1	20.2	36.8	34.4	35.5	33.1	43.4	43.3	25
10:00	35.5	20.6	37.4	35.3	37	34.2	43.5	45	25.6
10:30	36.2	20.7	37.6	35.9	37.4	34.7	43.8	46.6	25.9
11:00	36.5	21.2	38.2	36	38	35.2	44	46.9	26.3
11:30	36.7	21.6	37.9	35.8	38.2	35.2	43.1	46.9	26.5
12:00	36.3	22.3	37.5	35.9	37.8	34.5	42	45	26.8
12:30	36.5	22.3	37.2	35	37.1	34	41.9	44.2	26.9
13:00	36.6	22.2	36.7	35.2	36.7	33.8	40.4	43.5	27.1
13:30	36.6	22.5	36.7	35	36	33.8	39.6	42.1	27.2
14:00	36.1	23.1	36.2	34.9	35.4	33.4	38	41.4	27.5
14:30	36	23.5	36	34.6	34.8	33.2	37.4	39.9	27.8
15:00	35.5	23.9	35.5	34.6	34.7	33.2	36	39.4	28
15:30	35.4	24.1	34.6	34.4	34.2	32.9	35.1	38.3	28.2
16:00	35.3	24.2	33.6	33.8	33.7	32.4	34.6	37.7	28.2
16:30	34.3	24.3	32.4	32.6	32.7	31.7	33.4	35.8	28.1

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิ กระจก Reflective กับ กระจกติด FILM และกระจกที่ติดแผ่น

Time/Temp	Air O	Air I	Reflective O	Reflective I	Reflective + Film O	Reflective + Film I	Reflective + Backup Wall O	Reflective + Backup Wall M	Reflective + Backup Wall I
17:00	32.7	24.2	31.9	31.7	32.1	31	32	34.4	28
17:30	32	24.3	31.1	30.9	31.1	30.2	31.9	33	27.9
18:00	31.4	24.2	30.3	30	30.2	29.3	31	31.5	27.7
18:30	30.6	24.2	29.5	29.1	29.2	28.5	30	30	27.1
19:00	30.7	23.6	29.2	28.7	28.9	28.2	29.7	29.5	26.7
19:30	30.2	23.6	29.1	28.4	28.8	28	29.5	29.4	26.6
20:00	30.5	23.3	29.2	28.4	28.7	28	29.6	29.2	26.6
20:30	30.5	23.3	29.2	28.4	28.8	27.8	29.6	29.2	26.1
21:00	30.3	23.1	29.1	28.4	28.7	27.8	29.4	29.1	26.1
21:30	30.3	23.2	29	28.3	28.6	27.7	29.4	29.1	26:1
22:00	30.3	23.1	29.1	28.2	28.7	27.7	29.5	29.1	26
22:30	30	23	28.9	28.1	28.3	27.5	29.3	29	26
23:00	30	23	28.7	28	28.3	27.5	29.1	28.8	25.9
23:30	29.9	23.2	28.8	27.9	28.4	27.4	29.2	28.6	25.9
0:00	29.8	23.2	28.7	27.9	28.2	27.3	29.1	28.7	25.9
0:30	29.8	23	28.5	27.7	28.1	27	29.1	28.5	25.8
1:00	29.9	22.8	28.3	27.5	28	26.8	29	28.3	25.7
1:30	29.8	22.5	28	27.5	27.8	26.6	28.9	28.1	25.5
2:00	30.2	21.9	27.7	27.1	27.5	26.6	28.8	27.8	25.4
2:30	30	21.5	27.7	26.8	27.3	26.3	28.8	27.5	25
3:00	30.1	21.2	27.5	26.2	27	26	28.7	27.6	24.9
3:30	30	21.2	27.3	26	26.8	25.8	28.5	27.5	24.5
4:00	30	21	27	25.9	26.7	25.5	28.4	27.5	24.3
Max.	*36.7*	*24.3*	*38.2*	*36*	*38.2*	*35.2*	*44*	*46.9*	*28.2*
Min.	*29.8*	*19.4*	*27.3*	*26*	*26.8*	*25.8*	*28.5*	*27.5*	*23.4*
Aver.Day.T	34.416	21.792	33.884	32.492	33.496	31.492	37.02	38.476	25.924
Aver.Night.T	30.1304	22.3913	28.3217	27.4652	27.8913	26.9435	29.0435	28.4565	25.4174
Aver.	32.7487	22.6231	32.0436	30.9923	31.6974	30.1564	34.0436	34.8462	26.359

จากการศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวภายในของกระจกชนิดต่างสามารถคำนวนหาปริมาณความร้อนที่เข้ามาภายในอาคารขึ้นอยู่กับชนิดของเปลือกอาคาร และความแตกต่างของอุณหภูมิผิวภายในอาคารกับอุณหภูมิภายในอาคารใช้สูตรในการคำนวน ดังนี้

$$Q = C * A * \Delta T$$

Q = ความร้อนที่เข้ามาในอาคาร (Watt หรือ Btu/h.)

C = สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของผิววัสดุ
(Watt/sq.m °C หรือ Btu/h sq.ft °F.)

A = พื้นที่เปลือกอาคารมีหน่วยเป็น sq.m หรือ sq.ft

ΔT = ความแตกต่างของอุณหภูมิของอากาศภายนอกและภายในมีหน่วยเป็น°Cหรือ °F

การการเลือกใช้ค่า การนำความร้อนของผิววัสดุ (Surface Conductances) จำเป็นต้องหาค่าการคายความร้อนที่ผิว (Emittance) เพื่อกำหนดค่า การนำความร้อนของผิววัสดุ ที่ ถูกต้องแต่เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้มีการเลือกใช้กระจกหลายชนิดซึ่งมี ค่าการคายความร้อนที่ผิวแตกต่างกันออกไปแต่เนื่องจากผู้ผลิตไม่ได้กำหนด ค่าการคายความร้อนที่ผิวไว้ในรายละเอียดของวัสดุ และการคำนวนหา ค่าการคายความร้อนที่ผิววัสดุ จำเป็นต้องศึกษารายละเอียดและใช้เวลาในการคำนวนอย่างละเอียด ดังนั้นในการศึกษาในครั้งนี้ จึงใช้ ค่าการนำความร้อนของผิววัสดุ โดยเลือกค่าการคายความร้อนที่ผิววัสดุทั่วไปเท่ากับ 0.9 ซึ่งจากการเปรียบเทียบกับการคำนวณโดยใช้ ค่า U-value ของกระจกชนิดต่าง ๆ พบว่าแนวโน้มและ[illegible]ณะการนำความร้อนในช่วงต่าง ๆ สอดคล้องกันแต่ปริมาณความร้อนที่เข้ามาภายในอาคารแตกต่างกันเ[illegible]องจากการศึกษาผลของการนำความร้อนจากผิวกระจกด้านใน ใช้ ค่าการนำความร้อนที่ผิววัสดุ[illegible] อยู่ที่ผิวของกระจกชนิดนั้น ๆ การแทนค่าการนำความร้อนที่ผิวที่คลาดเคลื่อนเนื่องจากการเลือก ค่าการคายรังสีที่ผิวของวัสดุไม่ถูกต้อง ซึ่งเป็นเรื่องที่น่าสนใจในการศึกษาเป็นอย่างยิ่ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 แสดงค่า Surface Conductances, Btu/h.ft^2 °F, and Resistances, °F ft^2 h/Btu,for Air

Surface Conductances, Btu/h·ft²·°F, and Resistances, °F·ft²·h/Btu, for Air[a,b,c,d]

Position of Surface	Direction of Heat Flow	Surface Emittance, ϵ[e] Non-reflective ϵ = 0.90		Reflective ϵ = 0.20		Reflective ϵ = 0.05	
		h_f	R	h_f	R	h_f	R
STILL AIR							
Horizontal	Upward	1.63	0.61	0.91	1.10	0.76	1.32
Sloping—45°	Upward	1.60	0.62	0.88	1.14	0.73	1.37
Vertical	Horizontal	1.46	0.68	0.74	1.35	0.59	1.70
Sloping—45°	Downward	1.32	0.76	0.60	1.67	0.45	2.22
Horizontal	Downward	1.08	0.92	0.37	2.70	0.22	4.55
MOVING AIR	(Any Position)	h_g	R	h_g	R	h_g	R
15-mph Wind (for winter)	Any	6.00	0.17	—		—	
7.5-mph Wind (for summer)	Any	4.00	0.25	—		—	

[a]No surface has both an airspace resistance value and a surface resistance value. No airspace value exists for any surface facing an airspace of less than 0.5 in.

[b]For ventilated attics or spaces above ceilings under summer conditions (heat flow down), see Table 5.

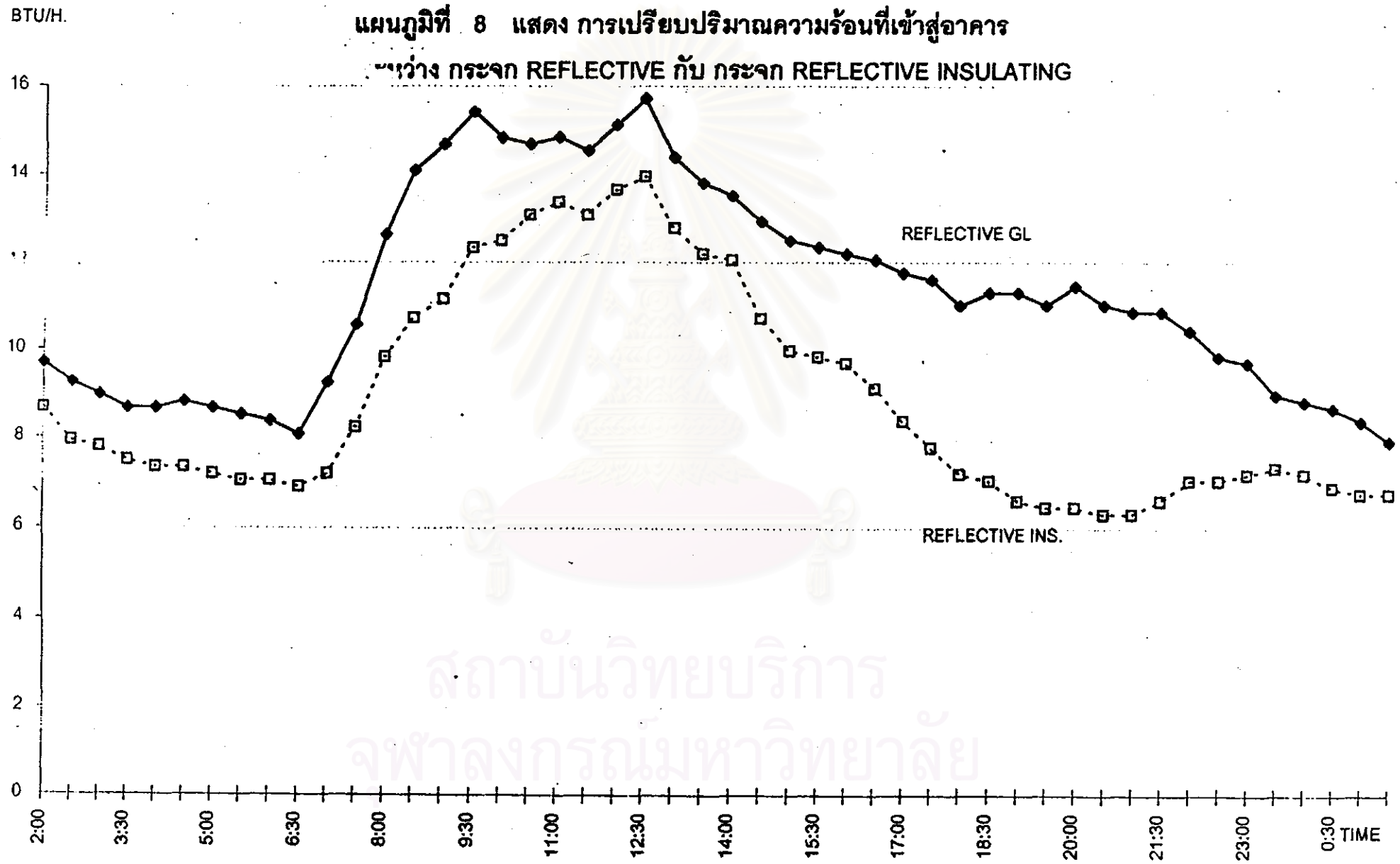
[c]Conductances are for surfaces of the stated emittance facing virtual blackbody surroundings at the same temperature as the ambient air. Values are based on a surface-air temperature difference of 10°F and for surface temperature of 70°F.

[d]See Chapter 3 for more detailed information, especially Tables 5 and 6, and see Figure 1 for additional data.

[e]Condensate can have a significant impact on surface emittance (see Table 3).

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ที่มา : ASHAERE, 1989) Fundamental, American Society Of Heating RefrigerationAnd Air-Conditioning Engineers,Inc.,Atlanta,1989.

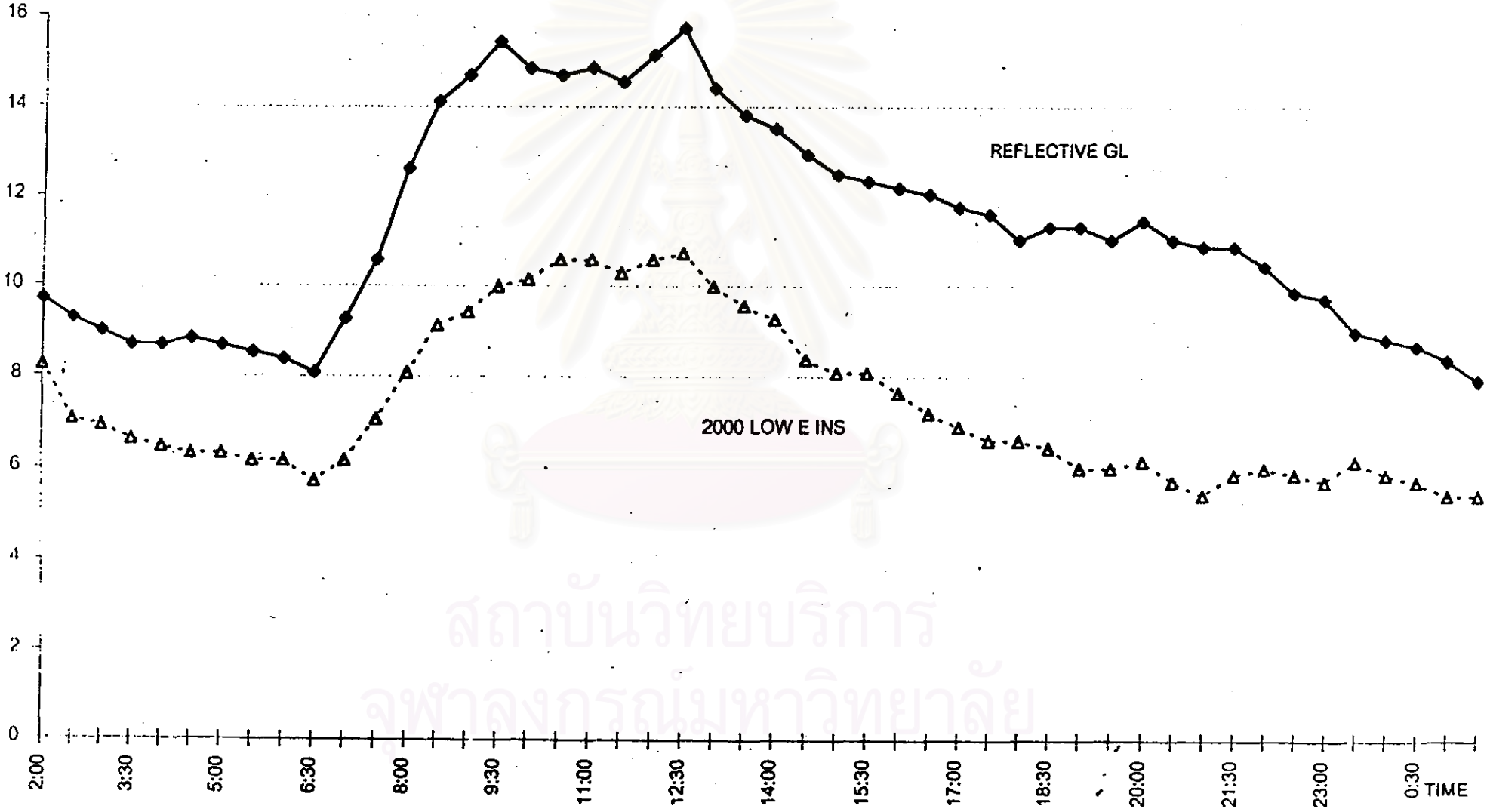


แผนภูมิที่ 8 แสดง การเปรียบปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคาร

ระหว่าง กระจก REFLECTIVE กับ กระจก REFLECTIVE INSULATING

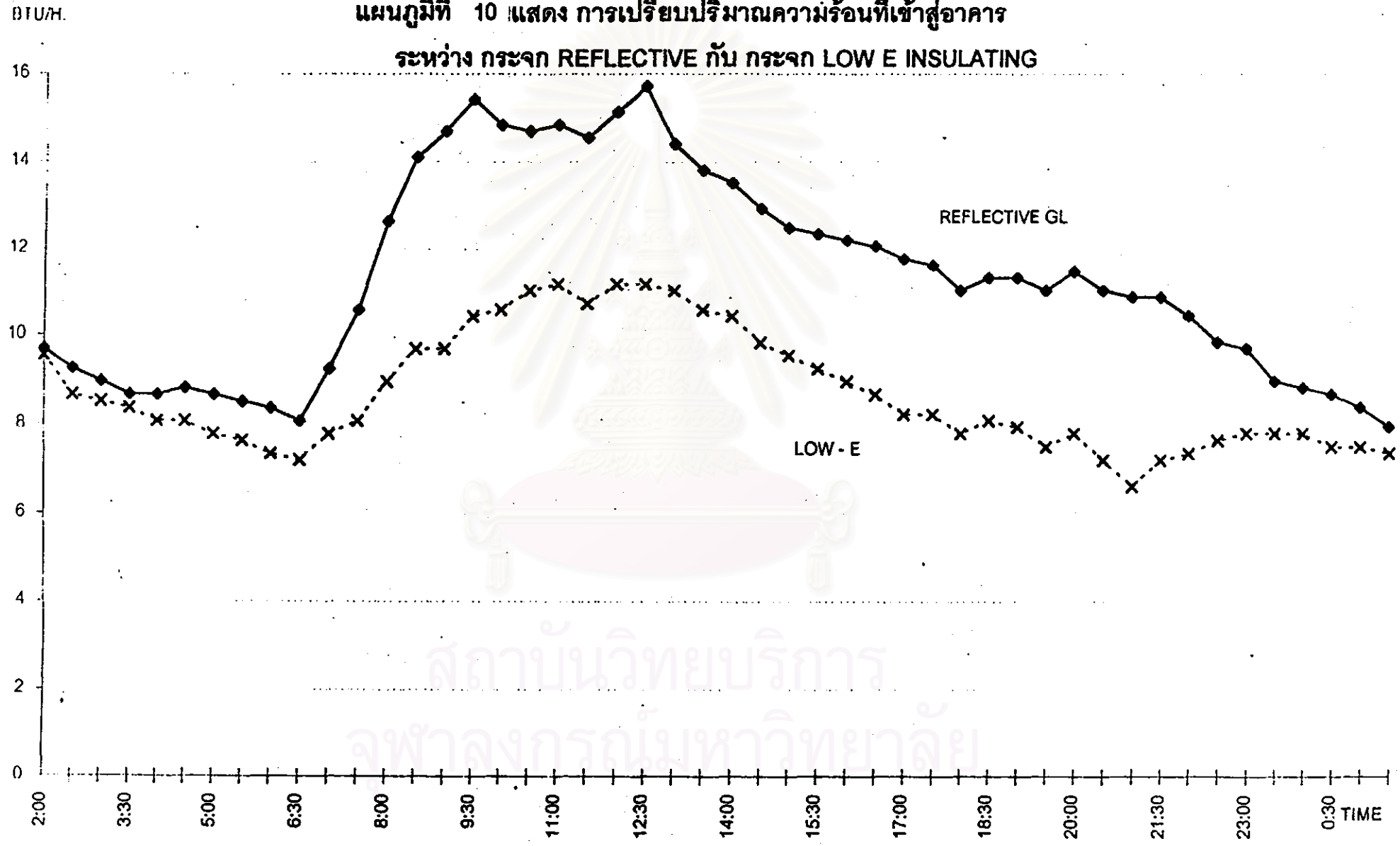
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 9 แสดง การเปรียบปริมาณความร้อนที่ สู่อาคาร
ระหว่าง กระจก REFLECTIVE กับ กระจก 2000 LOW E INSULATING

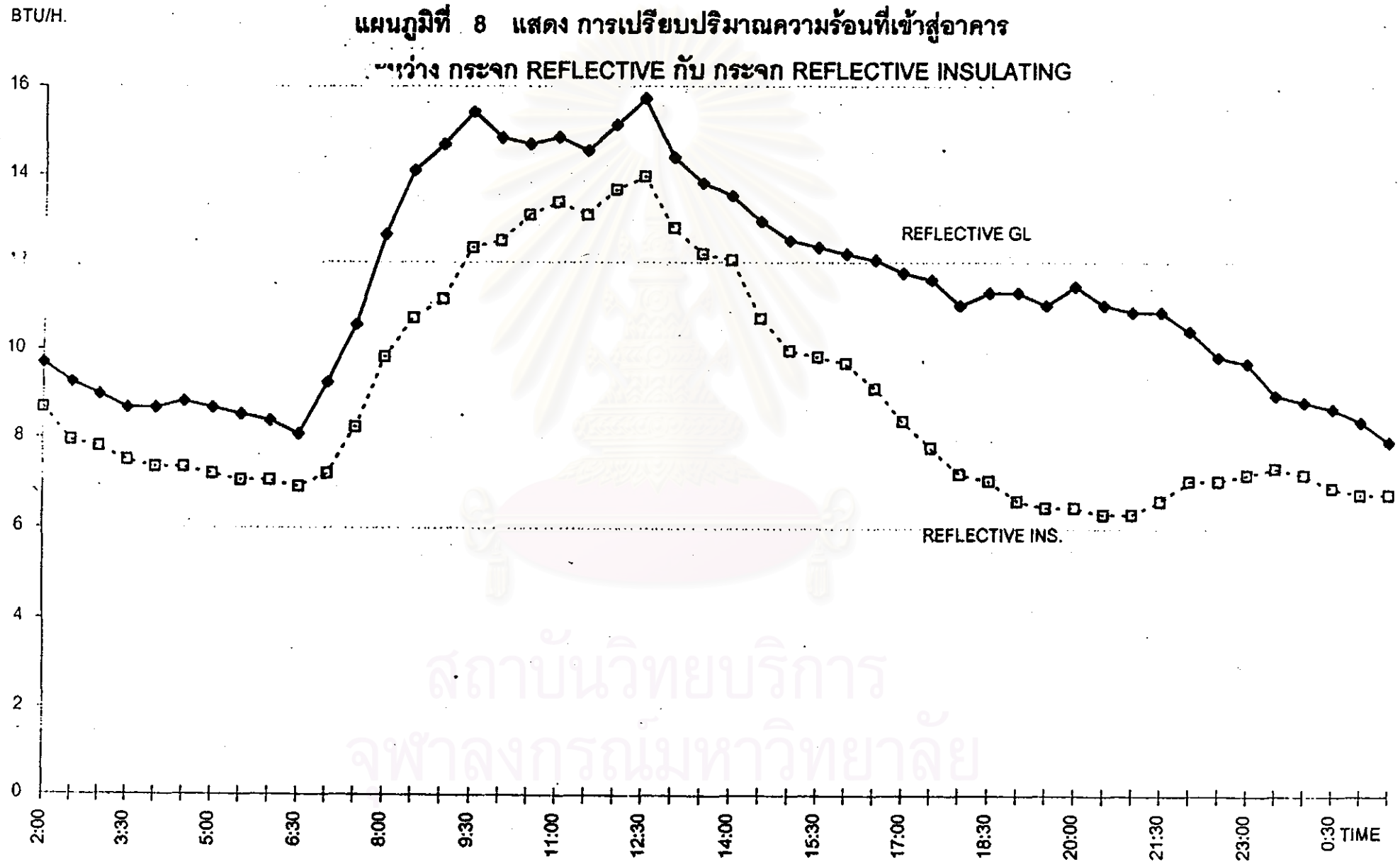


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 10 แสดง การเปรียบปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคาร
ระหว่าง กระจก REFLECTIVE กับ กระจก LOW E INSULATING



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

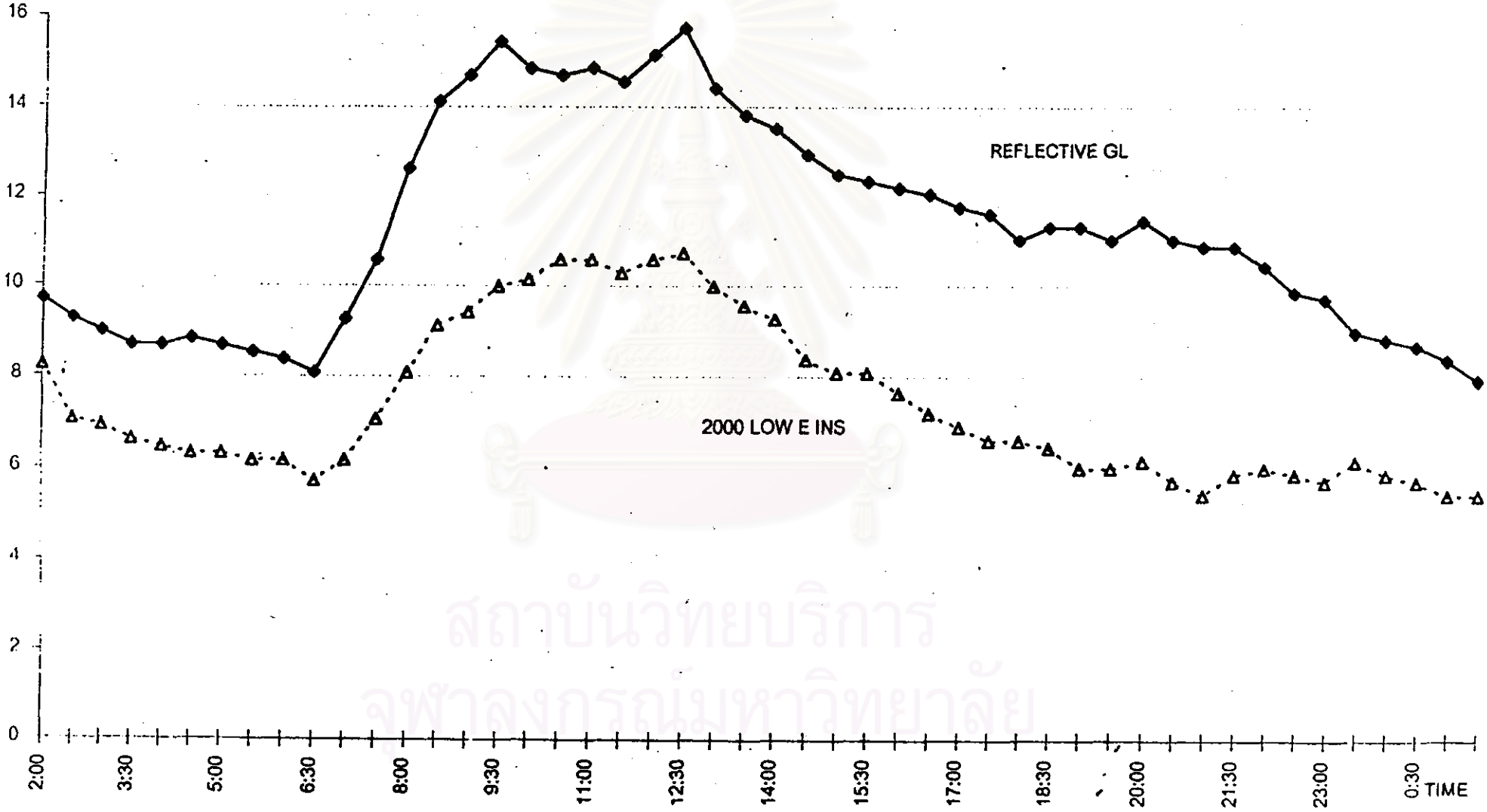


แผนภูมิที่ 8 แสดง การเปรียบปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคาร

ระหว่าง กระจก REFLECTIVE กับ กระจก REFLECTIVE INSULATING

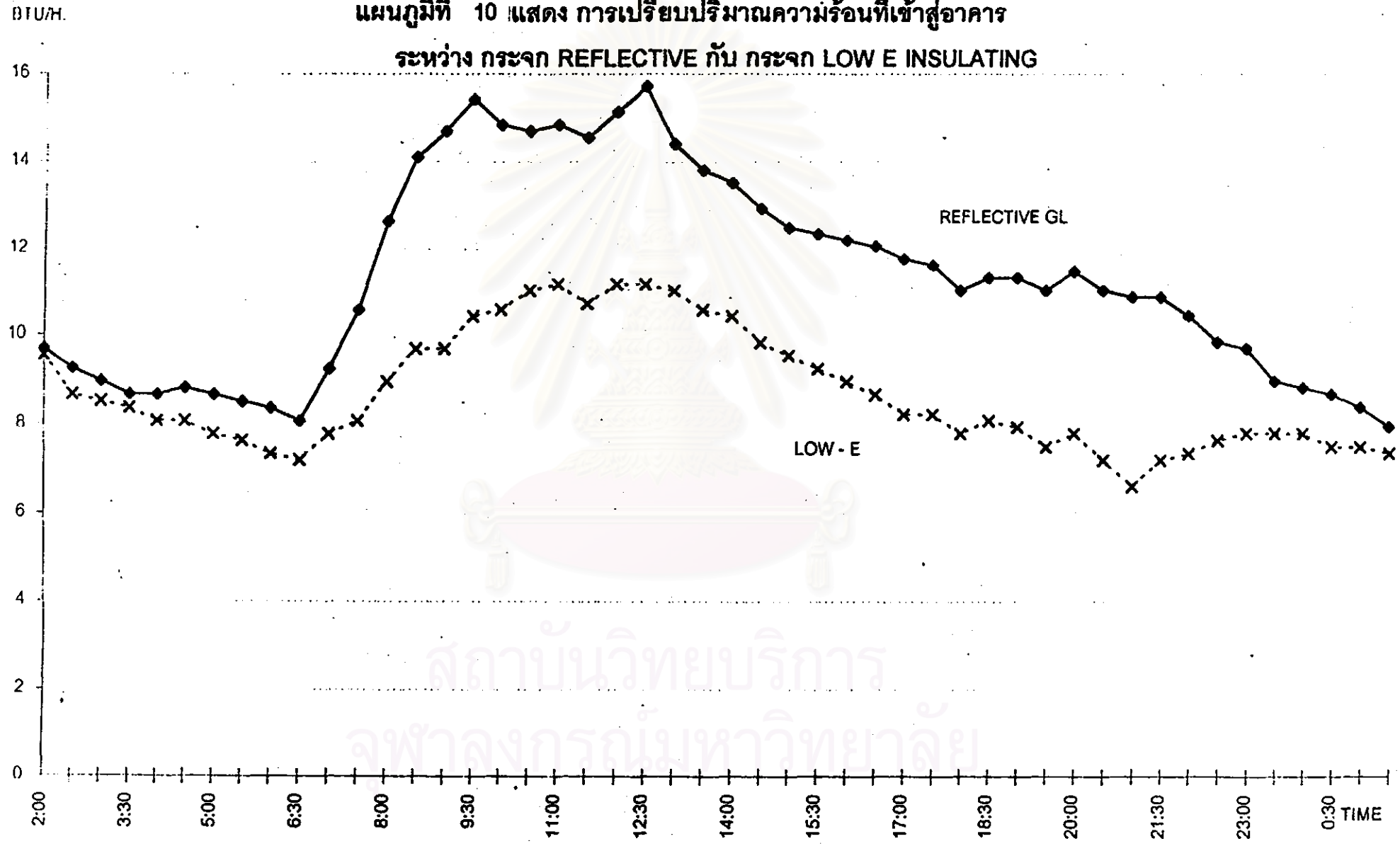
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 9 แสดง การเปรียบปริมาณความร้อนที่ สู่อาคาร
ระหว่าง กระจก REFLECTIVE กับ กระจก 2000 LOW E INSULATING



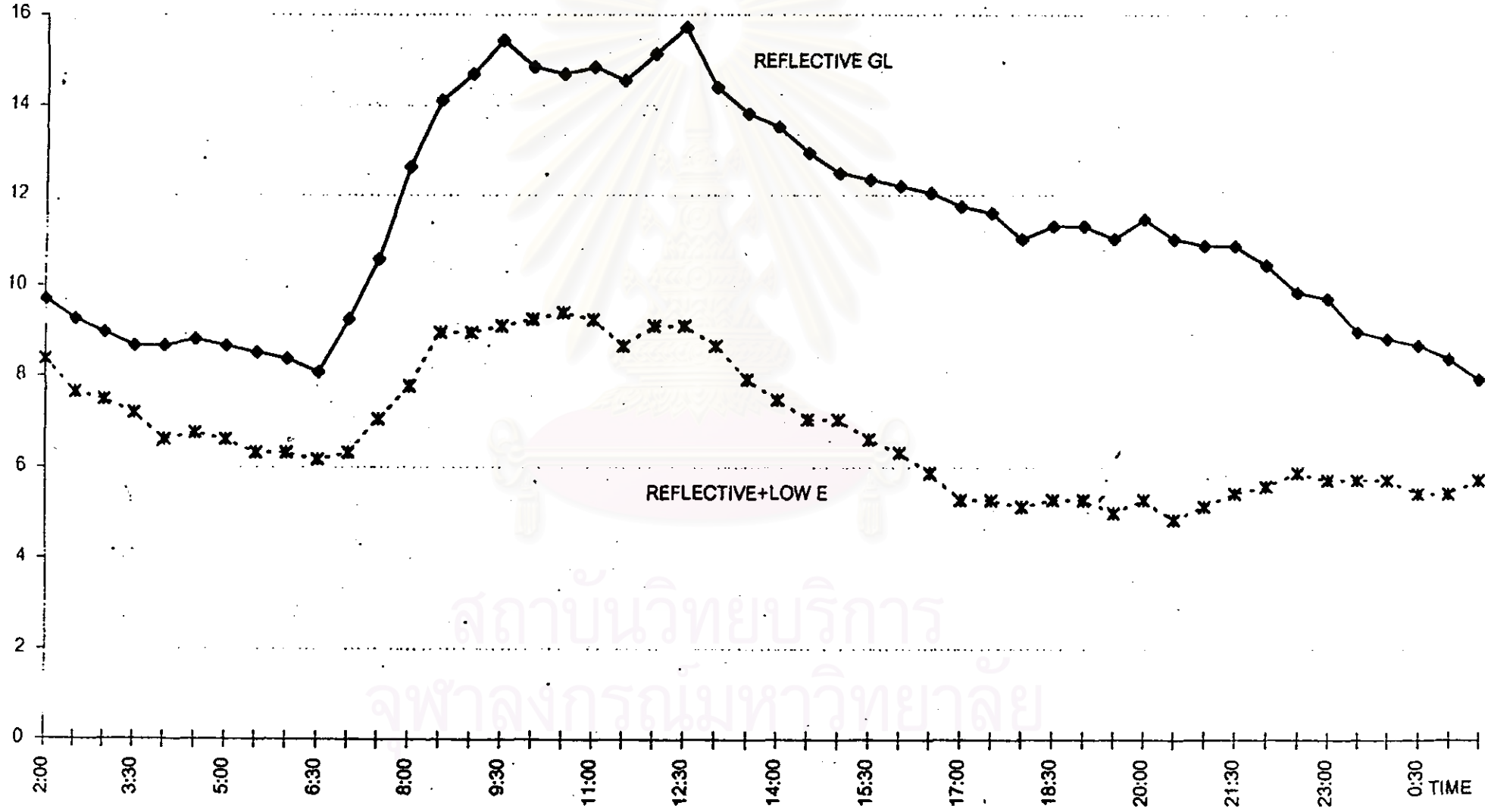
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 10 แสดง การเปรียบปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคาร
ระหว่าง กระจก REFLECTIVE กับ กระจก LOW E INSULATING



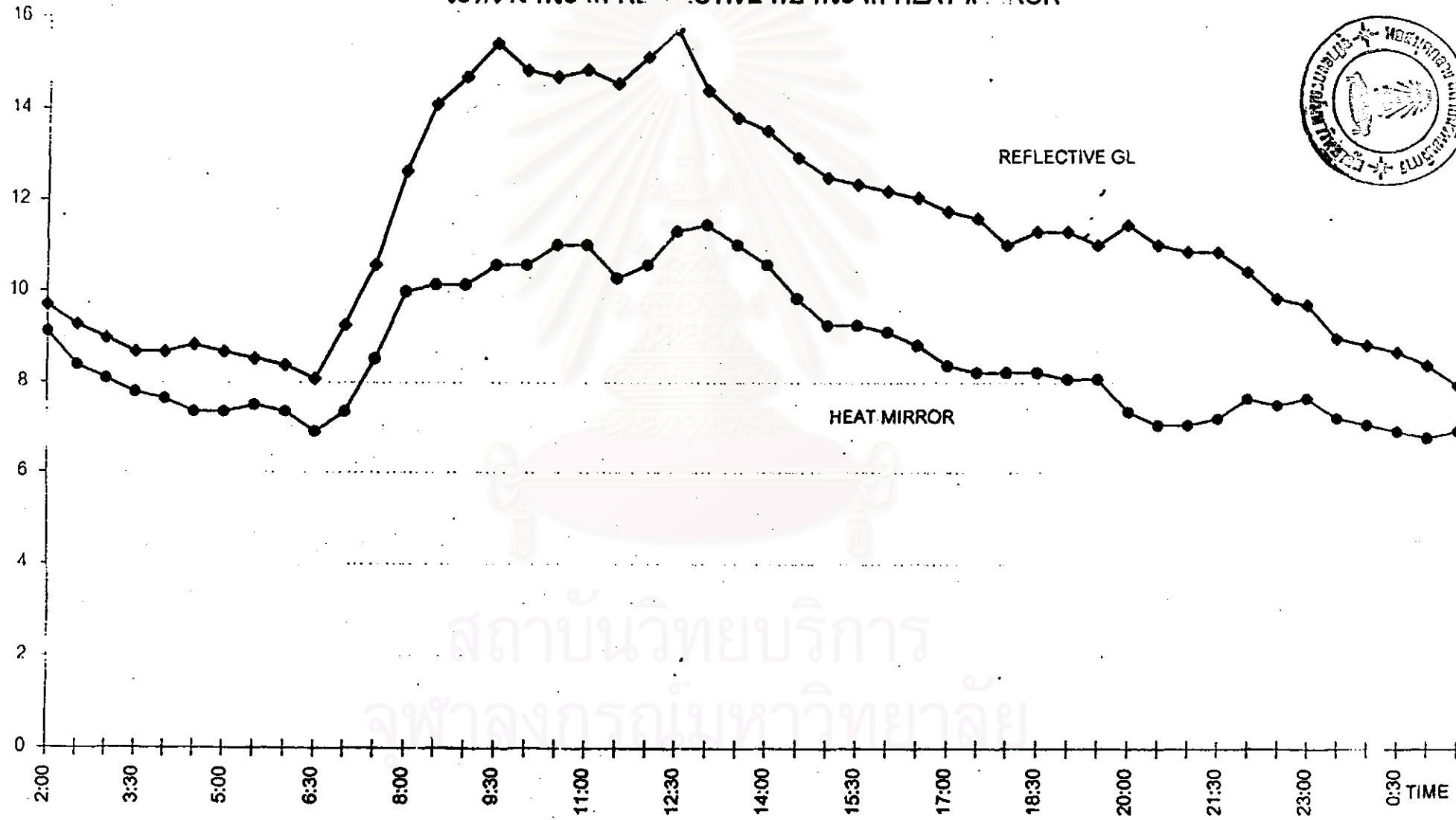
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 11 แสดง การเปรียบปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคาร
ระหว่าง กระจก REFLECTIVE กับ กระจก REFLECTIVE + LOW E INSULATING



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 12 แสดง การเปรียบปริมาณความร้อนที่เข้าอาคาร
ระหว่าง กระจก REFLECTIVE กับ กระจก HEAT MIRROR



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารผ่าน กระจกชนิดต่าง

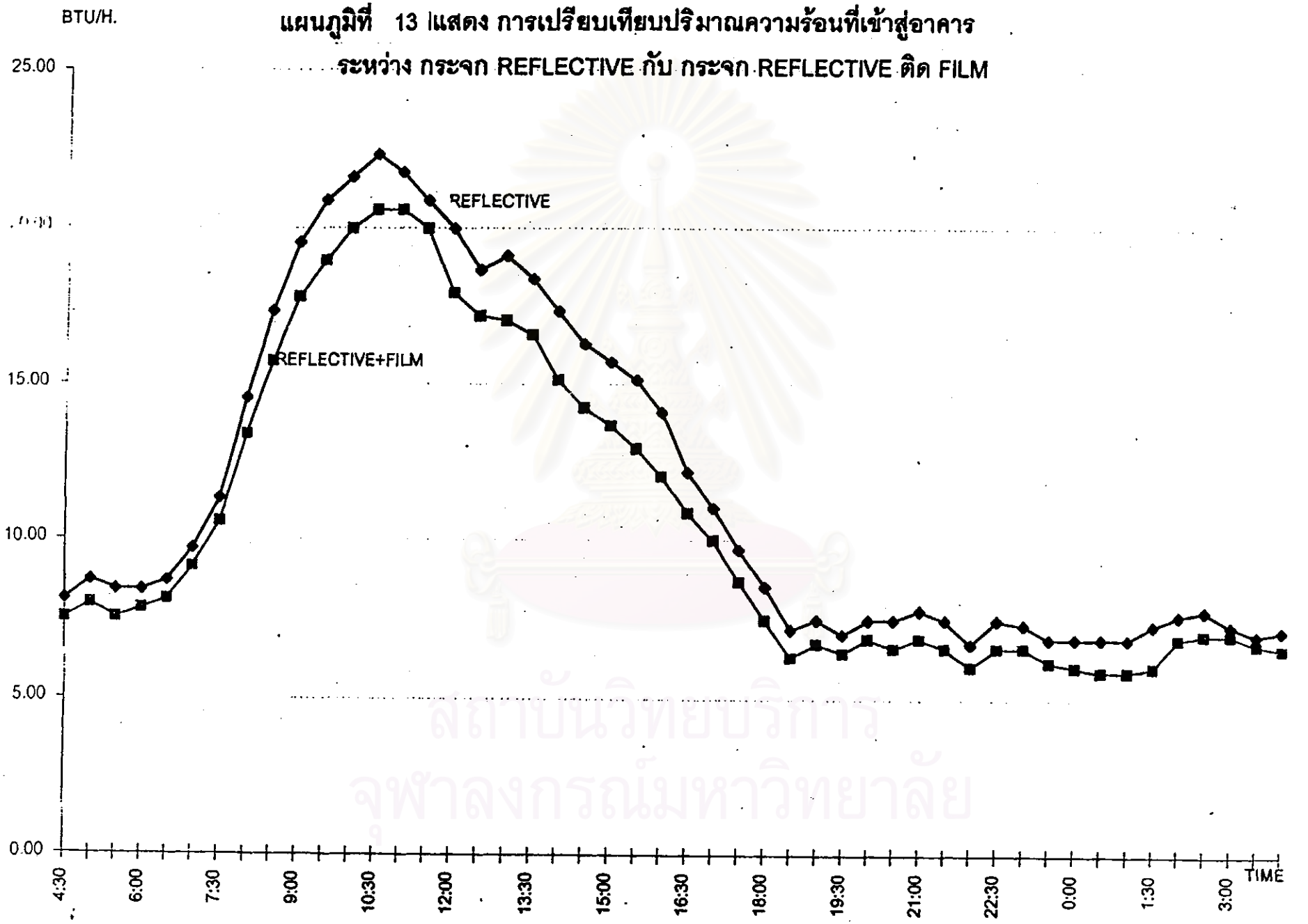
TEMP	REFLECTIVE [BASE CASE]	REFLECTIVE INSULATING	2000 LOW-E INSULATING	LOW-E INSULATING	REFLECTIVE+LOW E INSULATING	HEAT MIRROR
2:00	9.70	8.67	8.23	9.56	8.38	9.11
2:30	9.26	7.94	7.06	8.67	7.64	8.38
3:00	8.97	7.79	6.91	8.53	7.50	8.09
3:30	8.67	7.50	6.62	8.38	7.20	7.79
4:00	8.67	7.35	6.47	8.09	6.62	7.64
4:30	8.82	7.35	6.32	8.09	6.76	7.35
5:00	8.67	7.20	6.32	7.79	6.62	7.35
5:30	8.53	7.06	6.17	7.64	6.32	7.50
6:00	8.38	7.06	6.17	7.35	6.32	7.35
6:30	8.09	6.91	5.73	7.20	6.17	6.91
7:00	9.26	7.20	6.17	7.79	6.32	7.35
7:30	10.58	8.23	7.06	8.09	7.06	8.53
8:00	12.64	9.85	8.09	8.97	7.79	10.00
8:30	14.11	10.73	9.11	9.70	8.97	10.14
9:00	14.70	11.17	9.41	9.70	8.97	10.14
9:30	15.44	12.35	10.00	10.44	9.11	10.58
10:00	14.85	12.50	10.14	10.58	9.26	10.58
10:30	14.70	13.08	10.58	11.03	9.41	11.03
11:00	14.85	13.38	10.58	11.17	9.26	11.03
11:30	14.55	13.08	10.29	10.73	8.67	10.29
12:00	15.14	13.67	10.58	11.17	9.11	10.58
12:30	15.73	13.97	10.73	11.17	9.11	11.32
13:00	14.41	12.79	10.00	11.03	8.67	11.47
13:30	13.82	12.20	9.56	10.58	7.94	11.03

ตารางที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารผ่าน กระจกชนิดต่าง

TEMP	REFLECTIVE [BASE CASE]	REFLECTIVE INSULATING	2000 LOW-E INSULATING	LOW-E INSULATING	REFLECTIVE+LOW E INSULATING	HEAT MIRROR
14:00	13.52	12.05	9.26	10.44	7.50	10.58
14:30	12.94	10.73	8.38	9.85	7.06	9.85
15:00	12.50	10.00	8.09	9.56	7.06	9.26
15:30	12.35	9.85	8.09	9.26	6.62	9.26
16:00	12.20	9.70	7.64	8.97	6.32	9.11
16:30	12.05	9.11	7.20	8.67	5.88	8.82
17:00	11.76	8.38	6.91	8.23	5.29	8.38
17:30	11.61	7.79	6.62	8.23	5.29	8.23
18:00	11.03	7.20	6.62	7.79	5.15	8.23
18:30	11.32	7.06	6.47	8.09	5.29	8.23
19:00	11.32	6.62	6.03	7.94	5.29	8.09
19:30	11.03	6.47	6.03	7.50	5.00	8.09
20:00	11.47	6.47	6.17	7.79	5.29	7.35
20:30	11.03	6.32	5.73	7.20	4.85	7.06
21:00	10.88	6.32	5.44	6.62	5.15	7.06
21:30	10.88	6.62	5.88	7.20	5.44	7.20
22:00	10.44	7.06	6.03	7.35	5.59	7.64
22:30	9.85	7.06	5.88	7.64	5.88	7.50
23:00	9.70	7.20	5.73	7.79	5.73	7.64
23:30	8.97	7.35	6.17	7.79	5.73	7.20
0:00	8.82	7.20	5.88	7.79	5.73	7.06
0:30	8.67	6.91	5.73	7.50	5.44	6.91
1:00	8.38	6.76	5.44	7.50	5.44	6.76
1:30	7.94	6.76	5.44	7.35	5.73	6.91

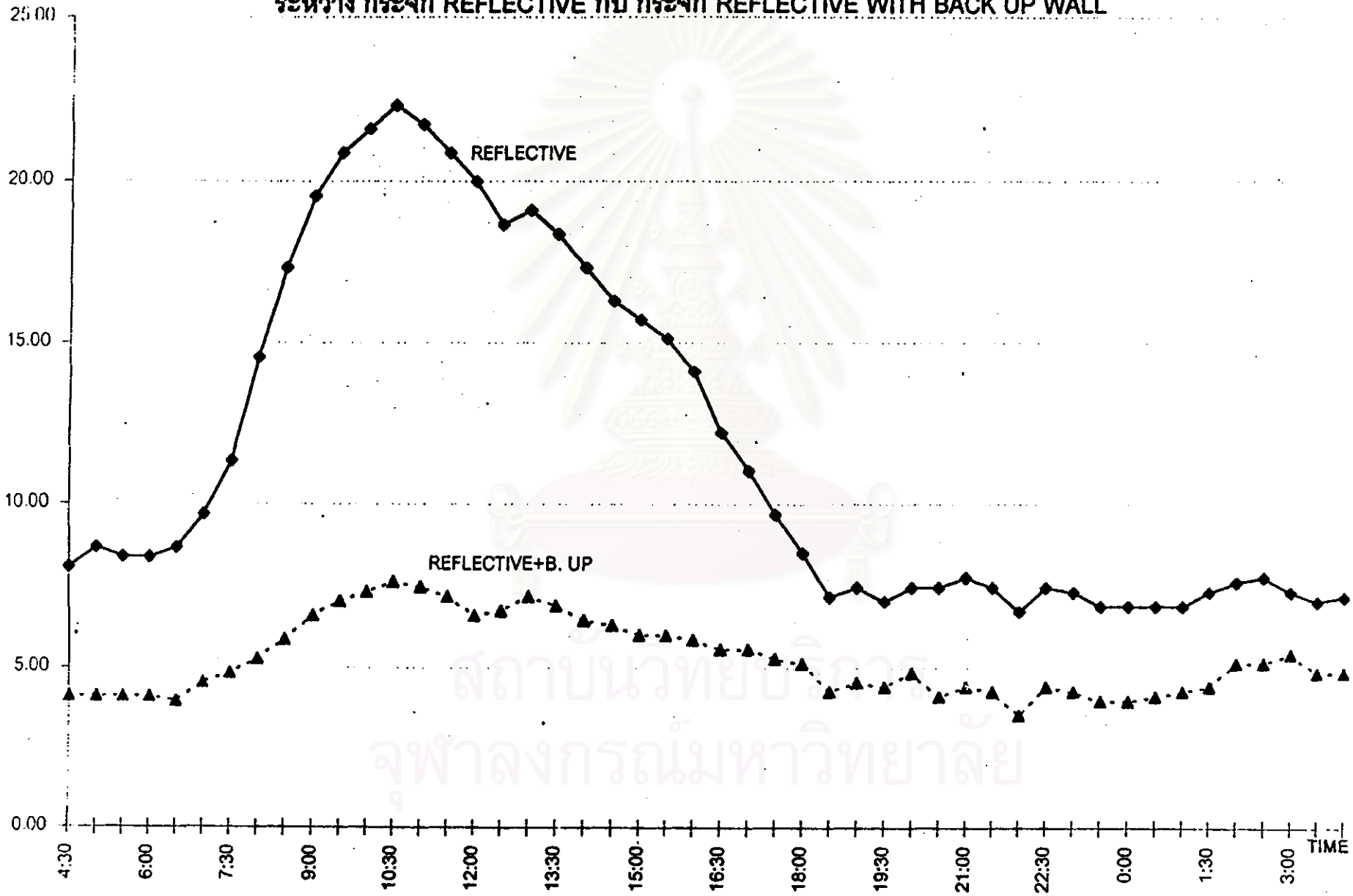
DAY TIME	321.20	262.98	[illegible]	237.70	188.31	240.05
NIGHT TIME	221.97	163.02	[illegible]	179.78	138.62	173.90
TOTAL	543.17	426.01	355.15	417.48	326.93	413.95

แผนภูมิที่ 13 แสดง การเปรียบเทียบปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคาร
ระหว่าง กระจก REFLECTIVE กับ กระจก REFLECTIVE ติด FILM



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 14 แสดง การเปรียบเทียบปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคาร
ระหว่าง กระจก REFLECTIVE กับ กระจก REFLECTIVE WITH BACK UP WALL



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารผ่านกระจกชนิดต่างๆ

TIME	BASE CASE	BASE CASE+FILM	BASE CASE+INSULATION
4:30	8.09	7.50	4.12
5:00	8.67	7.94	4.12
5:30	8.38	7.50	4.12
6:00	8.38	7.79	4.12
6:30	8.67	8.09	3.97
7:00	9.70	9.11	4.56
7:30	11.32	10.58	4.85
8:00	14.55	13.38	5.29
8:30	17.35	15.73	5.88
9:00	19.55	17.79	6.62
9:30	20.87	18.96	7.06
10:00	21.61	19.99	7.35
10:30	22.34	20.58	7.64
11:00	21.76	20.58	7.50
11:30	20.87	19.99	7.20
12:00	19.99	17.93	6.62
12:30	18.67	17.20	6.76
13:00	19.11	17.05	7.20
13:30	18.38	16.61	6.91
14:00	17.35	15.14	6.47
14:30	16.32	14.26	6.32

ตารางที่ 9 . แสดงการเปรียบเทียบปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารผ่านกระจกชนิดต่างๆ

TIME	BASE CASE	BASE CASE+FILM	BASE CASE+INSULATION
15:00	15.73	13.67	6.03
15:30	15.14	12.94	6.03
16:00	14.11	12.05	5.88
16:30	12.20	10.88	5.59
17:00	11.03	10.00	5.59
17:30	9.70	8.67	5.29
18:00	8.53	7.50	5.15
18:30	7.20	6.32	4.26
19:00	7.50	6.76	4.56
19:30	7.06	6.47	4.41
20:00	7.50	6.91	4.85
20:30	7.50	6.62	4.12
21:00	7.79	6.91	4.41
21:30	7.50	6.62	4.26
22:00	6.76	6.03	3.53
22:30	7.50	6.62	4.41
23:00	7.35	6.62	4.26
23:30	6.91	6.17	3.97
00:00	6.91	6.03	3.97
00:30	6.91	5.88	4.12
01:00	6.91	5.88	4.26

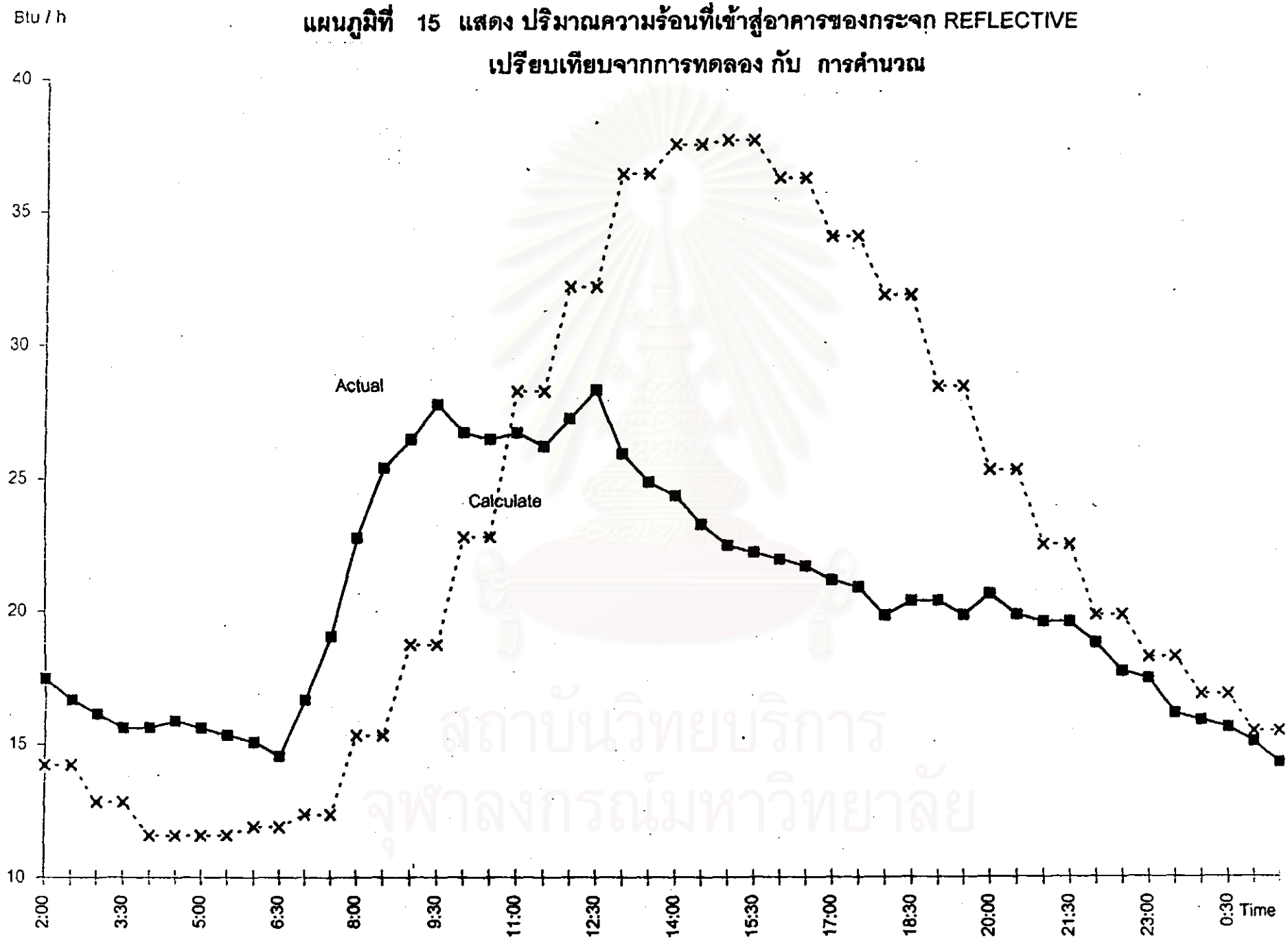
ตารางที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารผ่านกระจกชนิดต่างๆ

TIME	BASE CASE	BASE CASE+FILM	BASE CASE+INSULATION
[illegible]	7.35	6.03	4.41
[illegible]	7.64	6.91	5.15
[illegible]	7.79	7.06	5.15
[illegible]	7.35	7.06	5.44
[illegible]	7.06	6.76	4.85
[illegible]	7.20	6.62	4.85

DAY TIME	393.23	356.48	151.85
NIGHT TIME	170.81	153.17	101.58
TOTAL	564.04	509.65	253.43

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

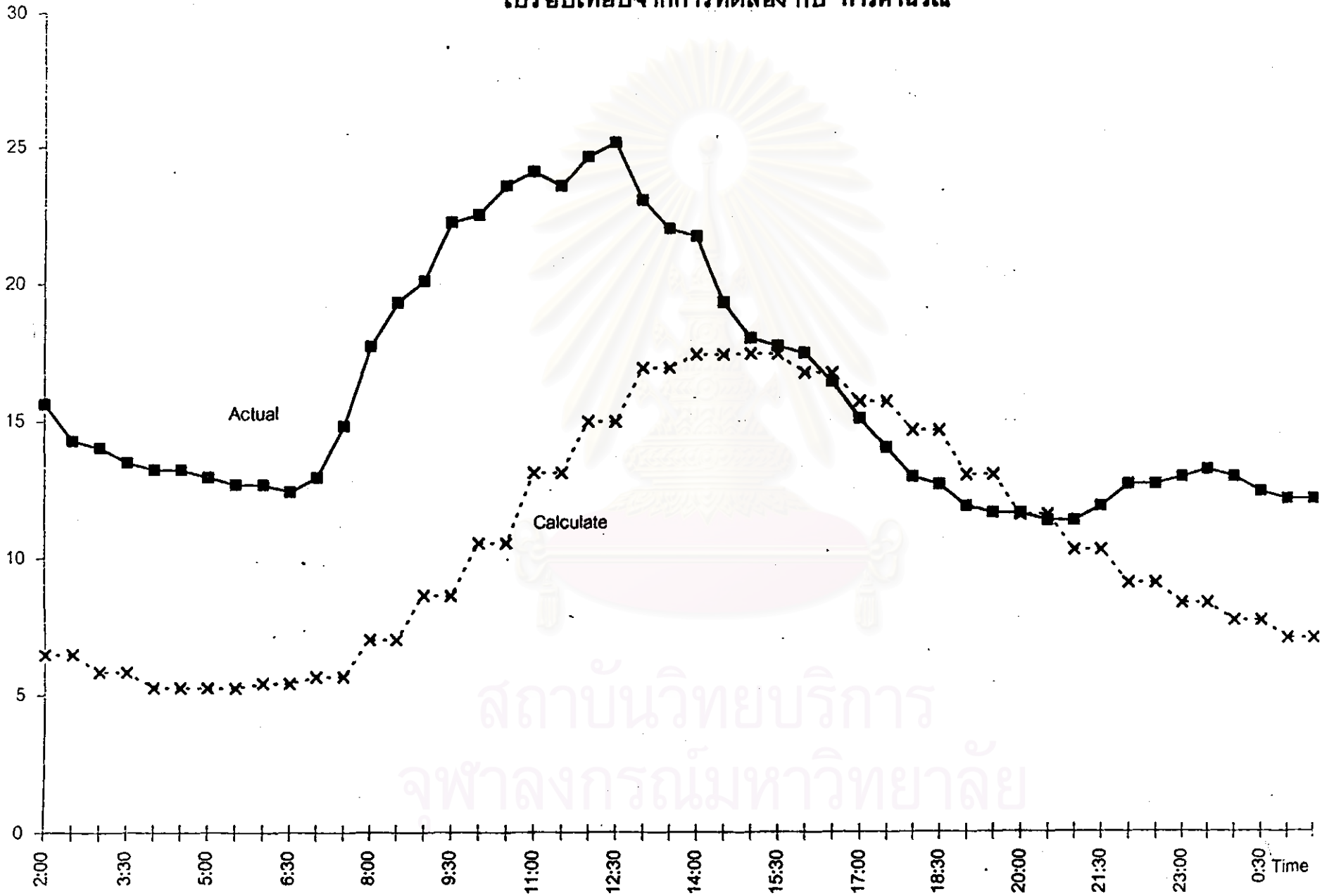
แผนภูมิที่ 15 แสดง ปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารของกระจก REFLECTIVE
เปรียบเทียบจากการทดลอง กับ การคำนวณ



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

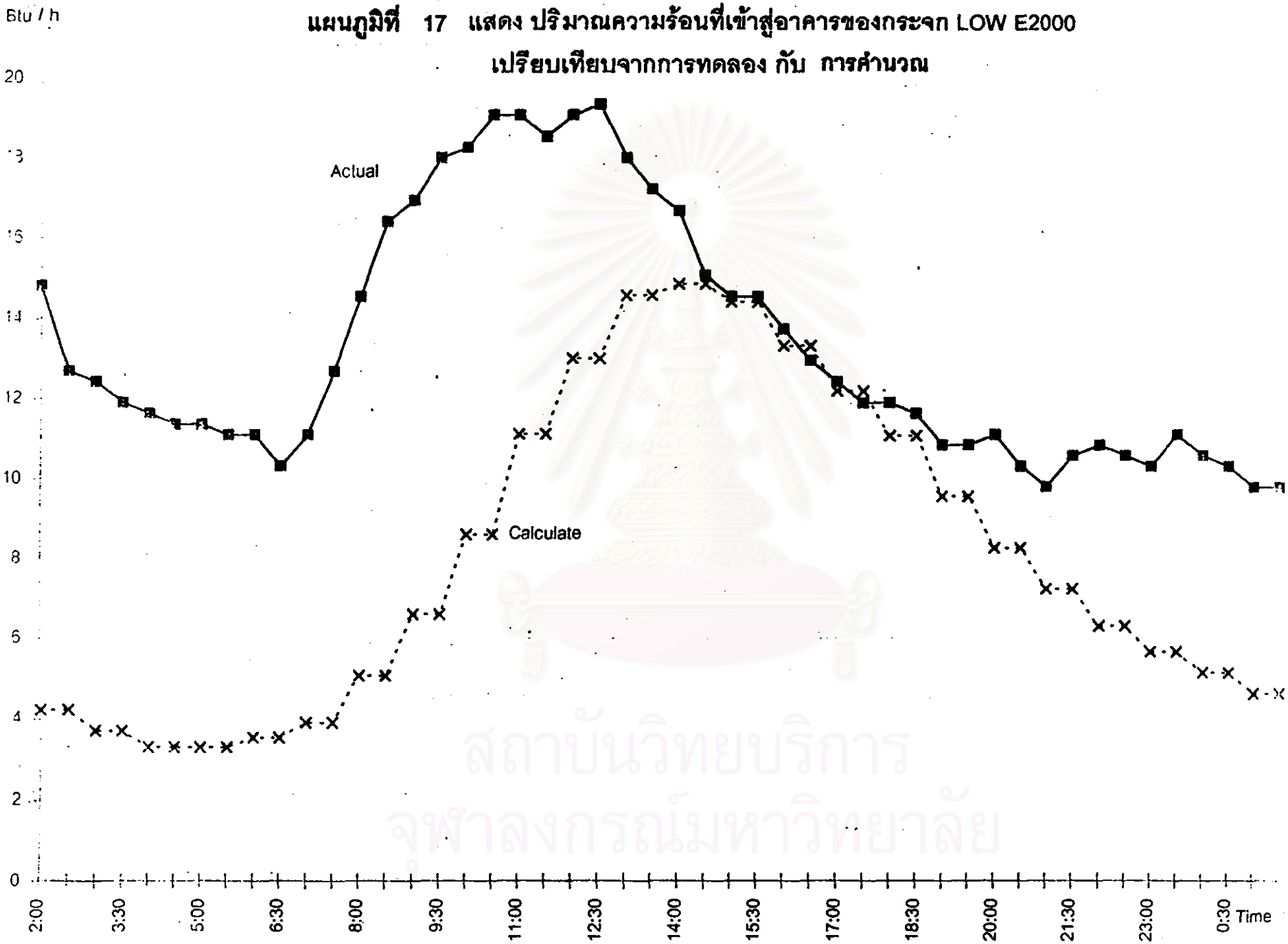
Btu / h

แผนภูมิที่ 16 แสดงปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารของกระจก REFLECTIVE INSULATING เปรียบเทียบจากการทดลอง กับ การคำนวณ

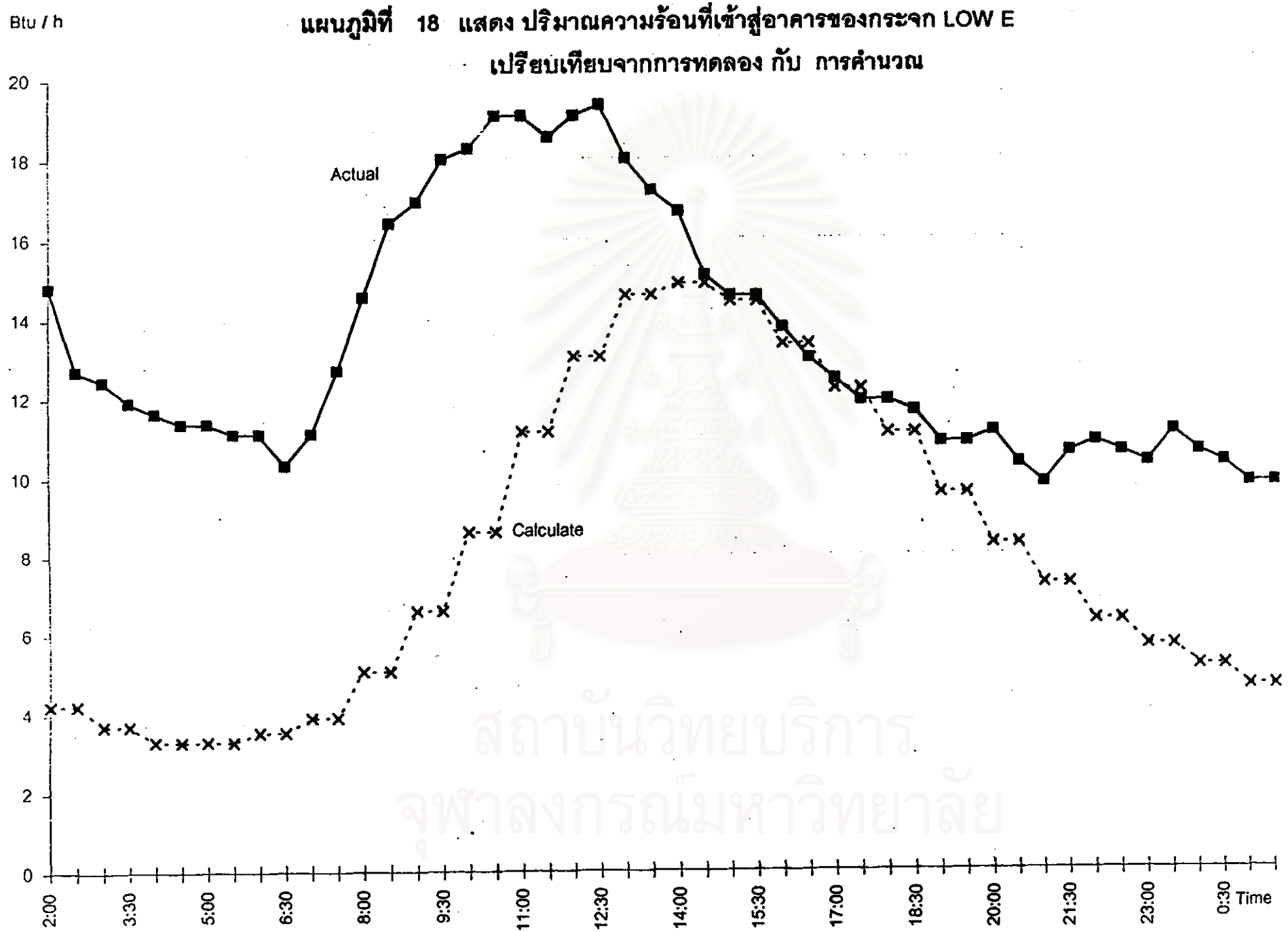


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 17 แสดง ปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารของกระจก LOW E2000 เปรียบเทียบจากการทดลอง กับ การคำนวณ

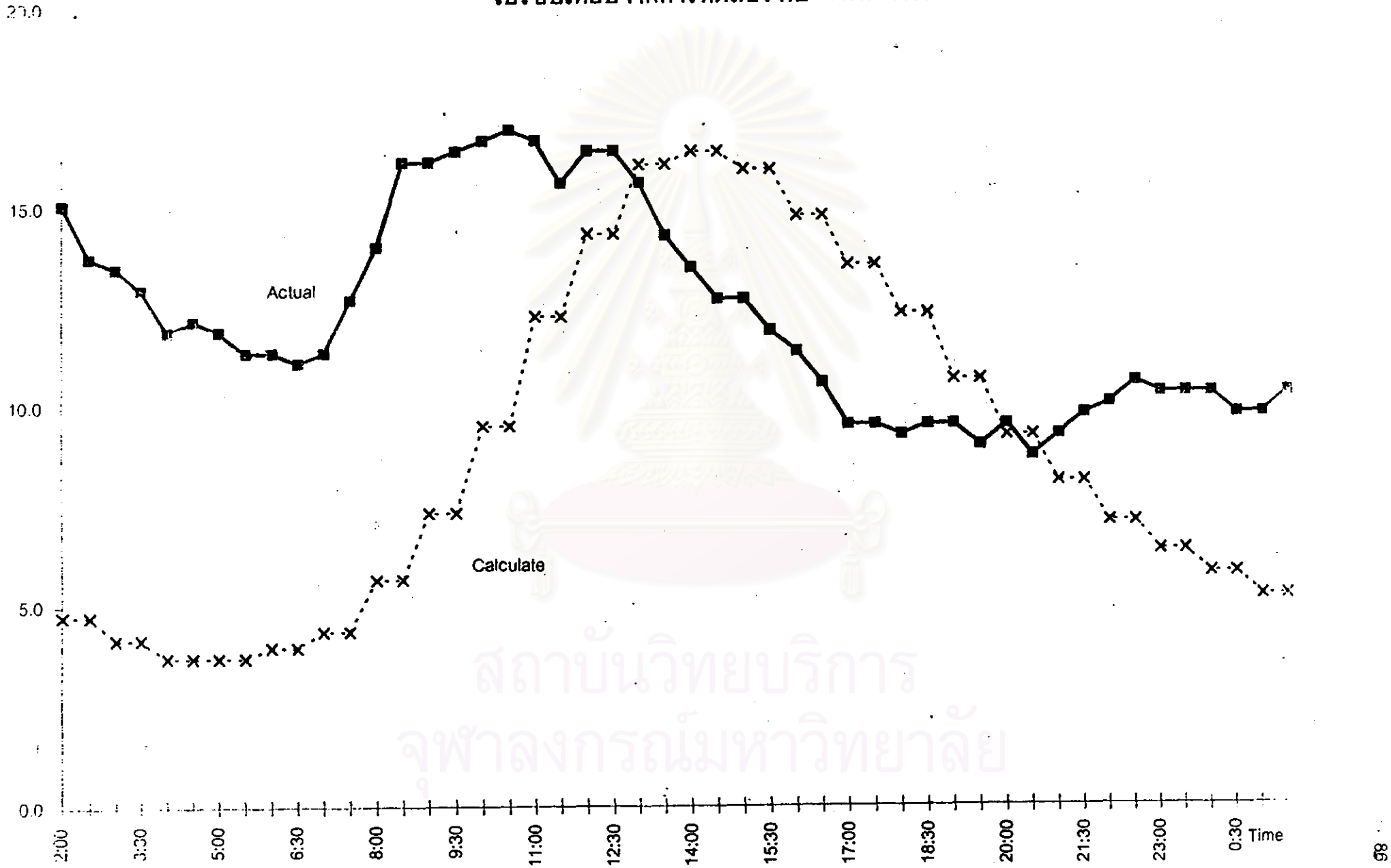


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



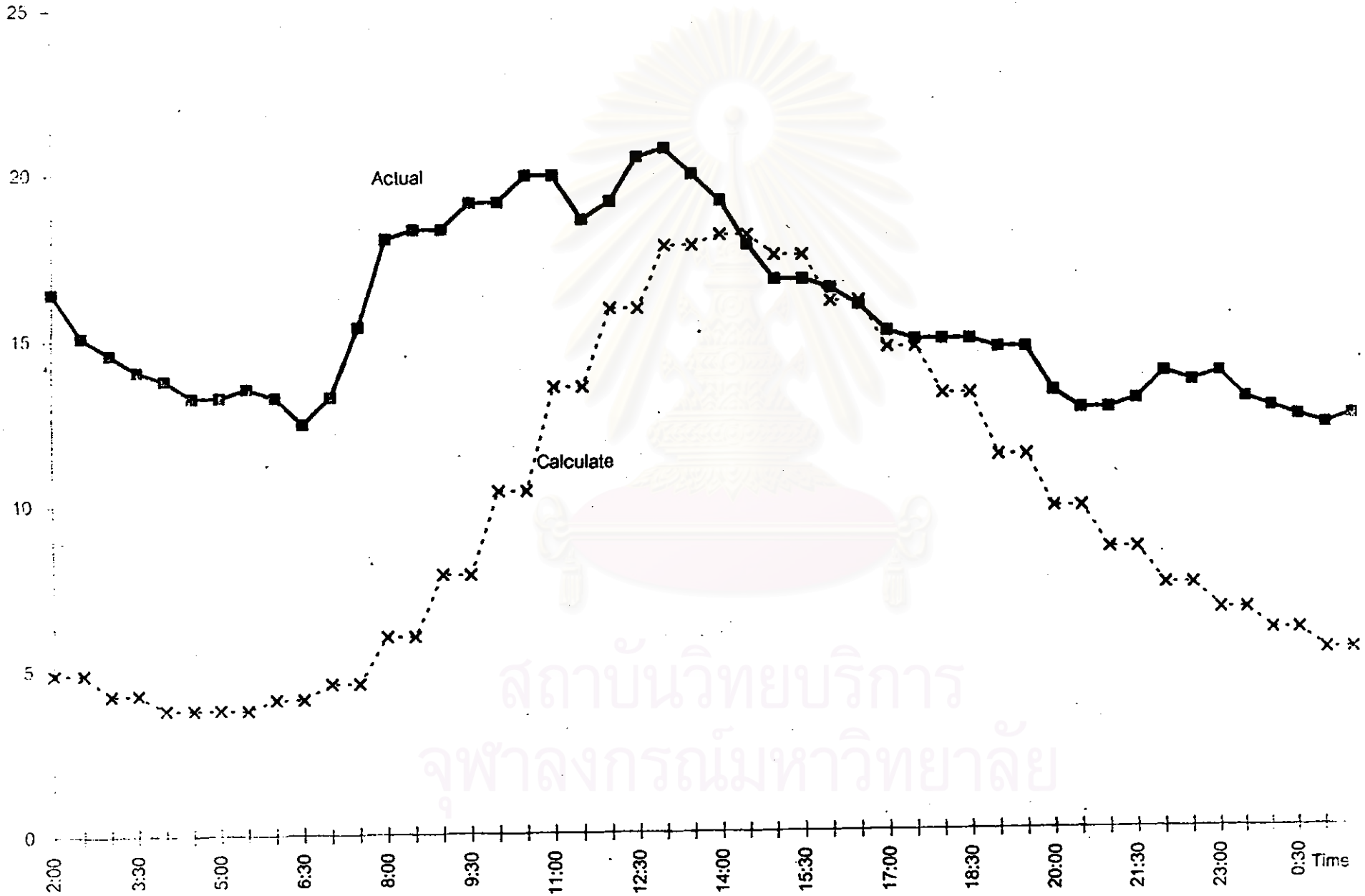
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 19 แสดงปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคาร กระจก REFLECTIVE+LOW E INSULATING
เปรียบเทียบจากการทดลอง กับ การคำนวณ



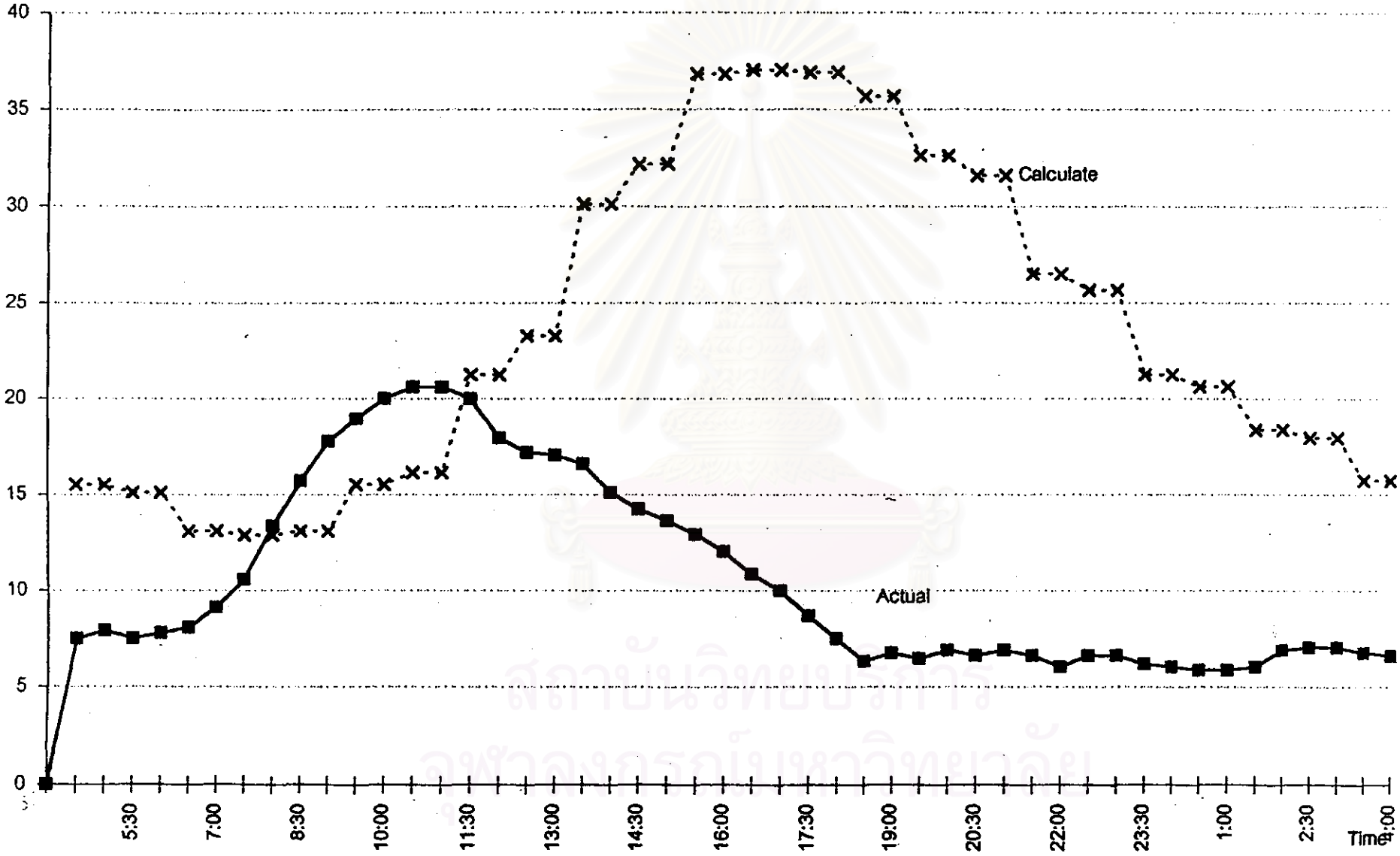
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 20 แสดง ปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารของกระจก HEAT MIRROR เปรียบเทียบจากการทดลอง กับ การคำนวณ



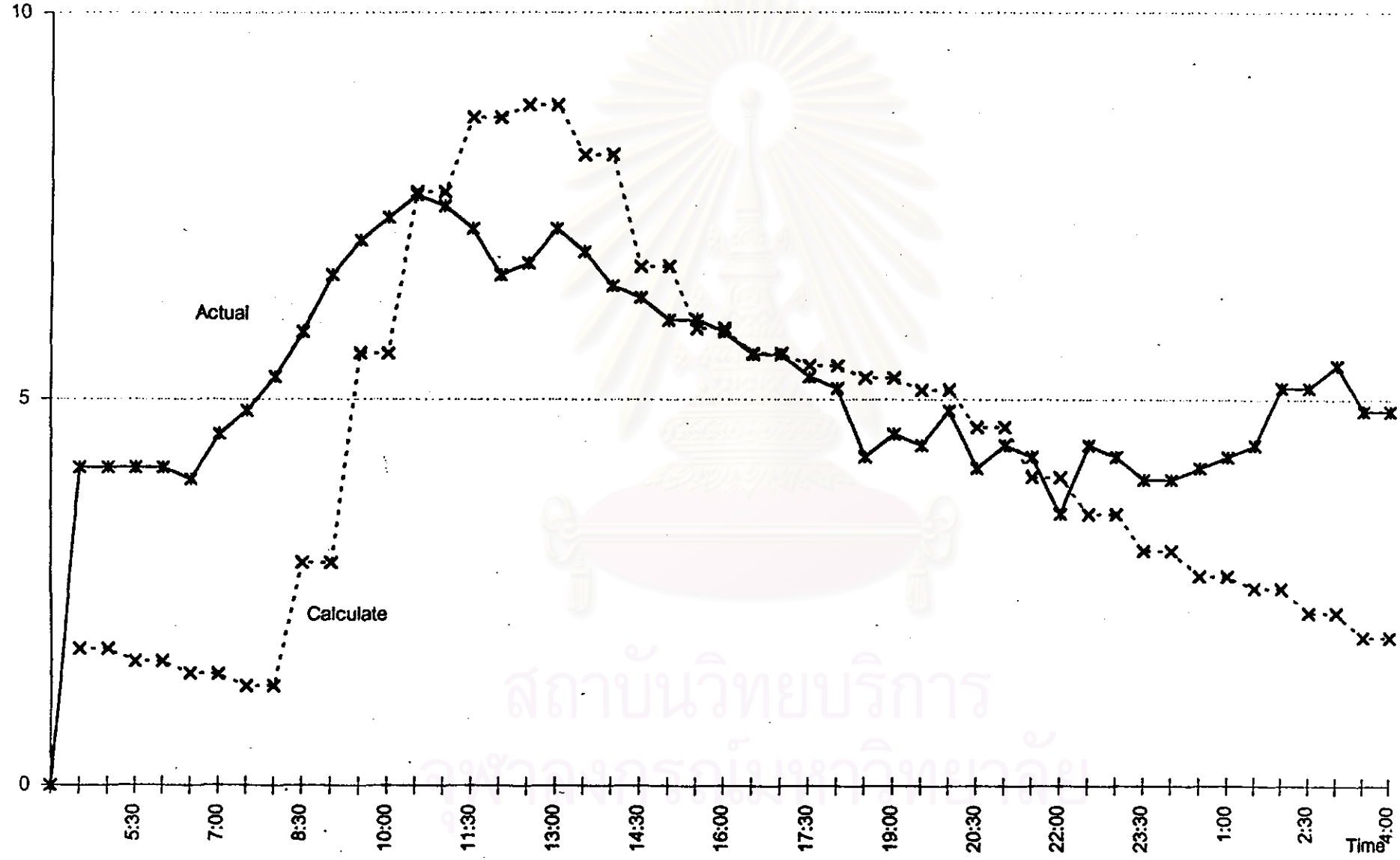
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 21 แสดง ปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารของกระจก REFLECTIVE + FILM
เปรียบเทียบจากการทดลอง กับ การคำนวณ



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 22 แสดง ปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารของกระจก REFLECTIVE WITH BACK UP WALL
เปรียบเทียบจากการทดลอง กับ การคำนวณ



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านเปลือกอาคาร สามารถคำนวณได้จาก สมการดังต่อไปนี้

$$Q = (U_g * A_g * CLTD) + (A_g * SC * SHGF * CLF)$$

หรือ

$$Q = Q_1 + Q_2$$

เมื่อ

$$Q_1 = UA(CLTD)$$

$$Q_2 = A(SC)(SHGF)(CLF)$$

เมื่อ

Q = Cooling Load , Btu/h

CLTD = Cooling Load Temperture Differences For Calculating Cooling Load

A_g = Net Glass Area Of The Penetration, FT^2

SC = Shading Coefficient

SHGF = Maximum Solar Heat Gain Factor, $Btu/H.ft^2-{}^{\circ}F$

CLF = Cooling Load Factor

U_g = Heat Trasmission Coefficient Of Sunlit Glass , $Btu/H.ft^2-{}^{\circ}F$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 แสดงรายละเอียดและค่าใช้จ่ายในการลงทุนของกระจกชนิดต่างๆ

กระจก	U -VALUE ENG. Btu/hr.ft^2.°f	SC	ค่าวัสดุ Bath / ft^2	ค่าแรง+ค่าดำเนินการ 30%	พื้นที่แปลือกอาคาร M^2	ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุง Bath
REFLECTIVE	1.09	0.4	0	0	180,487	0
REFLECTIVE WITH FILM	1.09	0.3	80	0	180,487	14,438,960
REFLECTIVE INSULATING	0.57	0.39	250	62.5	180,487	56,402,188
LOW E	0.32	0.31	280	70	180,487	63,170,450
LOW E2000	0.28	0.43	300	75	180,487	67,682,625
REFLECTIVE LOW E	0.32	0.17	320	80	180,487	72,194,800
HEAT MIRROR	0.31	0.4	285	71.25	180,487	64,298,494

หมายเหตุ ราคาและค่าใช้จ่ายของกระจกจากผู้ผลิต ณ. เดือน มกราคม 2541

ตารางที่ 12 แสดงค่า Cooling Load Temperature Differences (CLTD) for Conduction Through Glass

Cooling Load Temperature Differences (CLTD) for Conduction Through Glass

Solar time, h	CLTD °F	Solar time, h	CLTD °F
0100	1	1300	12
0200	0	1400	13
0300	−1	1500	14
0400	−2	1600	14
0500	−2	1700	13
0600	−2	1800	12
0700	−2	1900	10
0800	0	2000	8
0900	2	2100	6
1000	4	2200	4
1100	7	2300	3
1200	9	2400	2

Corrections: The values in the table were calculated for an inside temperature of 78 °F and an outdoor maximum temperature of 95 °F with an outdoor daily range of 21 °F. The table remains approximately correct for other outdoor maximums 93 to 102 °F and other outdoor daily ranges 16 to 34 °F, provided the outdoor daily average temperature remains approximately 85 °F. If the room air temperature is different from 78 °F and/or the outdoor daily average temperature is different from 85 °F, the following rules apply: (a) For room air temperature less than 78 °F, add the difference between 78 °F and room air temperature; if greater than 78 °F, subtract the difference. (b) For outdoor daily average temperature less than 85 °F, subtract the difference between 85 °F and the daily average temperature; if greater than 85 °F, add the difference.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ที่มา : ASHAERE, 1989) Fundamental, American Society Of Heating RefrigerationAnd Air-Conditioning Engineers,Inc.,Atlanta,1989.

ตารางที่ 13 แสดงค่า Maximum Solar Heat Gain Factor, Btu/h.ft^2 for Sunlit Glass, North Latitudes

0° N Lat

	N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	34	34	88	177	234	254	235	182	118	296
Feb.	36	39	132	205	245	247	210	141	67	306
Mar.	38	87	170	223	242	223	170	87	38	301
Apr.	71	134	193	224	221	184	118	38	37	294
May	113	164	203	218	201	154	80	37	37	265
June	129	173	206	212	191	140	66	37	37	255
July	115	164	201	213	195	149	77	38	38	260
Aug.	75	134	187	216	212	175	112	39	38	276
Sept.	40	84	163	213	231	213	163	84	40	293
Oct.	37	40	129	199	236	238	202	135	66	299
Nov.	35	35	88	175	230	250	230	179	147	293
Dec.	34	34	71	164	226	253	240	196	136	288

4° N Lat

	N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	33	33	79	170	229	252	237	193	141	286
Feb.	35	35	123	199	242	248	215	152	85	301
Mar.	38	77	163	219	242	227	177	96	43	302
Apr.	55	125	189	223	223	190	126	43	38	287
May	93	154	200	220	206	161	89	38	38	272
June	110	164	202	215	196	147	73	38	38	263
July	96	154	197	215	200	156	85	39	38	267
Aug.	59	124	184	215	214	181	120	42	40	279
Sep.	39	75	156	209	231	216	170	93	54	293
Oct.	36	36	120	193	234	239	207	148	86	294
Nov.	34	34	79	168	226	248	232	190	139	284
Dec.	33	33	62	157	221	250	242	206	160	277

8° N Lat

	N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	32	32	71	163	224	250	242	203	162	275
Feb.	34	34	114	193	239	248	219	165	110	294
Mar.	37	67	156	215	241	230	184	110	55	300
Apr.	44	117	184	221	225	195	134	53	39	289
May	74	146	198	220	209	167	97	39	38	277
June	90	155	200	217	200	141	82	39	39	269
July	77	145	195	215	204	162	93	40	39	272
Aug.	47	117	179	214	216	186	128	51	41	282
Sep.	38	66	149	205	230	219	176	107	56	290
Oct.	35	35	112	187	231	239	211	160	108	288
Nov.	33	33	71	161	220	245	233	209	166	273
Dec.	31	31	55	149	215	246	247	215	179	265

12° N Lat

	N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	31	31	63	155	217	246	247	212	162	252
Feb.	34	34	105	186	235	248	226	177	133	286
Mar.	36	58	148	210	240	233	190	121	73	297
Apr.	40	108	178	219	227	200	142	64	40	290
May	60	139	194	220	212	173	106	40	40	280
June	75	149	198	217	204	161	90	40	40	274
July	63	139	191	215	207	168	102	41	41	275
Aug.	42	109	174	212	218	191	135	62	142	282
Sep.	37	57	142	201	229	222	182	121	73	287
Oct.	34	34	103	180	227	238	219	172	130	280
Nov.	32	32	63	153	214	241	243	209	179	260
Dec.	30	30	47	141	207	242	251	233	197	250

16° N Lat

	N	NNE NNW	NE/ NW	ENE WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	30	30	55	147	210	244	251	223	199	248
Feb.	33	33	96	180	231	247	233	198	154	275
Mar.	35	53	140	205	239	235	197	138	93	291
Apr.	39	99	172	215	227	204	150	77	45	259
May	52	132	189	218	215	179	115	45	41	252
June	66	142	194	217	207	167	99	41	41	277
July	55	132	187	214	210	174	111	41	42	277
Aug.	41	100	168	209	219	196	143	71	45	282
Sep.	36	50	134	196	227	224	191	134	91	282
Oct.	33	33	95	174	223	237	225	183	150	270
Nov.	30	30	55	145	206	241	247	220	196	246
Dec.	29	29	41	132	198	241	254	233	212	238

20° N Lat

	N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	29	29	48	138	201	243	253	233	214	232
Feb.	31	31	88	173	226	244	238	201	174	263
Mar.	34	49	132	200	237	236	206	152	115	284
Apr.	38	92	166	213	228	208	158	91	58	287
May	47	123	184	217	217	184	124	54	42	283
June	59	135	189	216	210	173	108	45	42	279
July	48	124	182	213	212	179	119	53	43	278
Aug.	40	91	162	206	220	200	152	88	57	280
Sep.	36	46	127	191	225	225	199	148	114	275
Oct.	32	32	87	167	217	236	231	196	170	258
Nov.	29	29	48	136	197	239	249	229	211	230
Dec.	27	27	35	122	187	238	254	241	226	217

24° N. Lat

	N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	27	27	41	128	190	240	253	241	227	214
Feb.	30	30	80	165	220	244	243	213	192	249
Mar.	34	45	124	195	234	237	214	168	137	275
Apr.	37	88	159	209	228	212	169	107	75	283
May	43	117	178	214	218	190	132	67	46	282
June	55	127	184	214	212	179	117	55	43	279
July	45	116	176	210	213	185	129	65	46	278
Aug.	38	87	156	203	220	204	162	103	72	277
Sep.	35	42	119	185	222	225	206	163	134	266
Oct.	31	31	79	159	211	237	235	207	187	244
Nov.	27	27	42	126	187	236	249	237	224	213
Dec.	26	26	29	112	180	234	247	247	237	199

28° N. Lat

	N (Shade)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	25	25	35	117	183	235	251	247	238	196
Feb.	29	29	72	157	213	244	246	224	207	234
Mar.	33	41	116	189	231	237	221	182	157	265
Apr.	36	84	151	205	228	216	178	124	94	278
May	40	115	172	211	219	195	144	83	58	280
June	51	125	178	211	213	184	128	68	49	278
July	41	114	170	208	215	190	140	80	57	276
Aug.	38	83	149	199	220	207	172	120	91	272
Sep.	34	38	111	179	219	226	213	177	154	256
Oct.	30	30	71	151	204	236	238	217	202	229
Nov.	26	26	35	115	181	232	247	243	235	195
Dec.	24	24	24	99	172	227	248	251	246	179

32° N. Lat

	N (Shade)	NNE/ NW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	24	24	29	105	175	229	249	250	246	176
Feb.	27	27	65	149	205	242	248	232	221	217
Mar.	32	37	107	183	227	237	227	195	176	252
Apr	36	80	146	200	227	219	187	141	115	271
May	38	111	170	208	220	199	155	99	74	277
June	44	122	176	208	214	189	139	83	60	276
July	40	111	167	204	215	194	150	96	72	273
Aug.	37	79	141	195	219	210	181	136	111	265
Sept.	33	35	103	173	215	227	218	189	171	244
Oct.	28	28	63	143	195	234	239	225	215	213
Nov.	24	24	29	103	173	225	245	246	243	175
Dec.	22	22	22	84	162	218	246	252	252	158

36° N. Lat

	N (Shade)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	22	22	24	90	166	219	247	252	252	155
Feb.	26	26	57	139	195	239	248	239	232	199
Mar.	30	33	99	176	223	238	232	206	192	238
Apr.	35	76	144	196	225	221	196	156	135	262
May	38	107	168	204	220	204	165	116	93	272
June	47	118	175	205	215	194	150	99	77	273
July	39	107	165	201	216	199	161	113	90	268
Aug.	36	75	138	190	218	212	189	151	131	257
Sept.	31	31	95	167	210	228	223	200	187	230
Oct.	27	27	56	133	187	230	239	231	225	195
Nov.	22	22	24	87	163	215	243	248	248	154
Dec.	20	20	20	69	151	204	241	253	254	136

(ที่มา : ASHAERE, 1989) Fundamental, American Society Of Heating RefrigerationAnd Air-Conditioning Engineers,Inc.,Atlanta,1989.

ตารางที่ 14 แสดงค่า Cooling Load Factors (CLF) for Glass Without Interior Shading, North Latitudes, General

Cooling Load Factors (CLF) for Glass *Without* Interior Shading, North Latitudes, General

Fenestration Facing	Room Construction	Solar Time, h																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
N (Shaded)	L	0.17	0.14	0.11	0.09	0.08	0.33	0.42	0.48	0.56	0.63	0.71	0.76	0.80	0.82	0.82	0.79	0.75	0.84	0.61	0.48	0.38	0.31	0.25	0.20
	M	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.34	0.41	0.46	0.53	0.59	0.65	0.70	0.73	0.75	0.76	0.74	0.75	0.79	0.61	0.50	0.42	0.36	0.31	0.27
	H	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19	0.38	0.45	0.49	0.55	0.60	0.65	0.69	0.72	0.72	0.72	0.70	0.70	0.75	0.57	0.46	0.39	0.34	0.31	0.28
NNE	L	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.26	0.43	0.47	0.44	0.41	0.40	0.39	0.39	0.38	0.36	0.33	0.30	0.26	0.20	0.16	0.13	0.10	0.08	0.07
	M	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.24	0.38	0.42	0.39	0.37	0.37	0.36	0.36	0.36	0.34	0.33	0.30	0.27	0.22	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10
	H	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.26	0.39	0.42	0.39	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.32	0.31	0.28	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
NE	L	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.23	0.41	0.51	0.51	0.45	0.39	0.36	0.33	0.31	0.28	0.26	0.23	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05
	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.21	0.36	0.44	0.45	0.40	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.09	0.08
	H	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.23	0.37	0.44	0.44	0.39	0.34	0.31	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.17	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
ENE	L	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.21	0.40	0.52	0.57	0.53	0.45	0.39	0.34	0.31	0.28	0.25	0.22	0.18	0.14	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05
	M	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.20	0.35	0.45	0.49	0.47	0.41	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.23	0.20	0.17	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08
	H	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07	0.22	0.36	0.46	0.49	0.45	0.38	0.33	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
E	L	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.19	0.37	0.51	0.57	0.57	0.50	0.42	0.37	0.32	0.29	0.25	0.22	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05
	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.18	0.33	0.41	0.50	0.51	0.46	0.39	0.35	0.31	0.29	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08
	H	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.20	0.31	0.43	0.49	0.49	0.43	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
ESE	L	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.17	0.31	0.49	0.58	0.61	0.57	0.48	0.41	0.36	0.32	0.28	0.24	0.20	0.16	0.13	0.10	0.09	0.07	0.06
	M	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.16	0.31	0.43	0.51	0.54	0.51	0.44	0.39	0.35	0.32	0.29	0.26	0.22	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09
	H	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.19	0.32	0.43	0.50	0.52	0.49	0.41	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11
SE	L	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.13	0.28	0.43	0.55	0.62	0.63	0.57	0.48	0.42	0.37	0.33	0.28	0.24	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.07
	M	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.14	0.26	0.38	0.48	0.54	0.56	0.51	0.45	0.40	0.36	0.33	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10
	H	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.17	0.28	0.40	0.49	0.53	0.53	0.48	0.41	0.36	0.33	0.30	0.27	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
SSE	L	0.07	0.05	0.04	0.04	0.03	0.06	0.15	0.29	0.43	0.55	0.63	0.64	0.60	0.52	0.45	0.40	0.35	0.29	0.23	0.18	0.15	0.12	0.10	0.08
	M	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.08	0.16	0.26	0.38	0.48	0.55	0.57	0.54	0.48	0.43	0.39	0.35	0.30	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12
	H	0.12	0.11	0.11	0.10	0.09	0.12	0.19	0.29	0.40	0.49	0.54	0.55	0.51	0.44	0.39	0.35	0.31	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13
S	L	0.08	0.07	0.05	0.04	0.04	0.06	0.09	0.14	0.22	0.34	0.48	0.59	0.65	0.65	0.59	0.50	0.43	0.36	0.28	0.22	0.18	0.15	0.12	0.10
	M	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.08	0.11	0.14	0.21	0.31	0.42	0.52	0.57	0.58	0.53	0.47	0.41	0.34	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14
	H	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.11	0.14	0.17	0.24	0.33	0.43	0.51	0.56	0.55	0.50	0.43	0.37	0.32	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15
SSW	L	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.06	0.09	0.11	0.15	0.19	0.27	0.39	0.52	0.62	0.67	0.65	0.58	0.46	0.36	0.28	0.23	0.19	0.15	0.12
	M	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.11	0.13	0.15	0.18	0.25	0.35	0.46	0.55	0.59	0.59	0.53	0.44	0.35	0.30	0.25	0.22	0.19	0.16
	H	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.12	0.14	0.16	0.18	0.21	0.27	0.37	0.46	0.53	0.57	0.55	0.49	0.40	0.32	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16
SW	L	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.24	0.36	0.49	0.60	0.66	0.66	0.58	0.43	0.33	0.27	0.22	0.18	0.14
	M	0.15	0.14	0.12	0.10	0.09	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.23	0.33	0.44	0.53	0.58	0.59	0.53	0.41	0.33	0.28	0.24	0.21	0.18
	H	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.12	0.13	0.14	0.16	0.17	0.19	0.25	0.34	0.44	0.52	0.56	0.56	0.49	0.37	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17
WSW	L	0.12	0.10	0.08	0.07	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13	0.17	0.26	0.40	0.52	0.62	0.66	0.61	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.15
	M	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.17	0.24	0.35	0.46	0.54	0.58	0.55	0.42	0.34	0.28	0.24	0.21	0.18
	H	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.19	0.26	0.36	0.46	0.53	0.56	0.51	0.38	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17
W	L	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.12	0.14	0.20	0.32	0.45	0.57	0.64	0.61	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14
	M	0.15	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.19	0.29	0.40	0.50	0.56	0.55	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17
	H	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.14	0.15	0.16	0.21	0.30	0.40	0.49	0.54	0.52	0.38	0.30	0.24	0.21	0.18	0.16
WNW	L	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.26	0.40	0.53	0.63	0.62	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14
	M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.17	0.24	0.35	0.47	0.55	0.55	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17
	H	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.25	0.36	0.46	0.53	0.52	0.38	0.30	0.24	0.20	0.18	0.16
NW	L	0.11	0.09	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.19	0.23	0.33	0.47	0.59	0.60	0.42	0.33	0.26	0.21	0.17	0.14
	M	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13	0.14	0.16	0.17	0.18	0.21	0.30	0.42	0.51	0.54	0.39	0.32	0.26	0.22	0.19	0.16
	H	0.14	0.12	0.11	0.10	0.10	0.10	0.12	0.13	0.15	0.16	0.18	0.18	0.19	0.22	0.30	0.41	0.50	0.51	0.36	0.29	0.23	0.20	0.17	0.15
NNW	L	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05	0.07	0.11	0.14	0.18	0.22	0.25	0.27	0.29	0.30	0.33	0.44	0.57	0.62	0.44	0.33	0.26	0.21	0.17	0.14
	M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.10	0.12	0.15	0.18	0.21	0.23	0.26	0.27	0.28	0.31	0.39	0.51	0.56	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17
	H	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.12	0.15	0.17	0.20	0.23	0.25	0.26	0.28	0.28	0.31	0.38	0.49	0.53	0.38	0.30	0.25	0.21	0.18	0.16
HOR	L	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.07	0.14	0.24	0.36	0.48	0.58	0.66	0.72	0.74	0.73	0.67	0.59	0.47	0.37	0.29	0.24	0.19	0.16	0.13
	M	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.11	0.16	0.24	0.33	0.43	0.52	0.59	0.64	0.67	0.66	0.62	0.56	0.47	0.38	0.32	0.28	0.24	0.21	0.18
	H	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.15	0.20	0.28	0.36	0.45	0.52	0.59	0.62	0.64	0.62	0.58	0.51	0.42	0.35	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19

L = Light construction, one exterior wall, 2-in. concrete floor slab, approximately 30 lb of material/ft^2 of floor area.
M = Medium construction, 4-in. concrete exterior wall, 4-in. concrete floor slab, approximately 70 lb of building material/ft^2 of floor area.
H = Heavy construction, 8-in. concrete exterior wall, 6-in. concrete floor slab, approximately 130 lb of building materials/ft^2 of floor area.

(ที่มา : ASHAERE, 1989) Fundamental, American Society Of Heating RefrigerationAnd Air-Conditioning Engineers,Inc.,Atlanta,1989.

ตารางที่ 15 แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร (Q_1) ผ่านกระจกReflective

Time	U Btu/h/sq.f	CLTD	Q1 Btu/h/sq.f
2:00	1.09	12.03	13.11
2:30	1.09	12.03	13.11
3:00	1.09	11.03	12.02
3:30	1.09	11.03	12.02
4:00	1.09	10.03	10.93
4:30	1.09	10.03	10.93
5:00	1.09	10.03	10.93
5:30	1.09	10.03	10.93
6:00	1.09	10.03	10.93
6:30	1.09	10.03	10.93
7:00	1.09	10.03	10.93
7:30	1.09	10.03	10.93
8:00	1.09	12.03	13.11
8:30	1.09	12.03	13.11
9:00	1.09	14.03	15.29
9:30	1.09	14.03	15.29
10:00	1.09	16.03	17.47
10:30	1.09	16.03	17.47
11:00	1.09	19.03	20.74
11:30	1.09	19.03	20.74
12:00	1.09	21.03	22.92
12:30	1.09	21.03	22.92
13:00	1.09	24.03	26.19
13:30	1.09	24.03	26.19
14:00	1.09	25.03	27.28
14:30	1.09	25.03	27.28
15:00	1.09	26.03	28.37
15:30	1.09	26.03	28.37
16:00	1.09	26.03	28.37
16:30	1.09	26.03	28.37

Time	U Btu/h/sq.f	CLTD	Q1 Btu/h/sq.f
17:00	1.09	25.03	27.28
17:30	1.09	25.03	27.28
18:00	1.09	24.03	26.19
18:30	1.09	24.03	26.19
19:00	1.09	22.03	24.01
19:30	1.09	22.03	24.01
20:00	1.09	20.03	21.83
20:30	1.09	20.03	21.83
21:00	1.09	18.03	19.65
21:30	1.09	18.03	19.65
22:00	1.09	16.03	17.47
22:30	1.09	16.03	17.47
23:00	1.09	15.03	16.38
23:30	1.09	15.03	16.38
0:00	1.09	14.03	15.29
0:30	1.09	14.03	15.29
1:00	1.09	13.03	14.20
1:30	1.09	13.03	14.20

DAYTIME	524.02	Btu/h/sq.f
NIGHTTIME	377.892	Btu/h/sq.f
Total	901.91	Btu/h/sq.f

ตารางที่ 16 แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร (Q_1) ผ่านกระจกReflective Insulating

Time	U Btu/h/sq.f	CLTD	Q1 Btu/h/sq.f
2:00	0.57	12.03	6.86
2:30	0.57	12.03	6.86
3:00	0.57	11.03	6.29
3:30	0.57	11.03	6.29
4:00	0.57	10.03	5.72
4:30	0.57	10.03	5.72
5:00	0.57	10.03	5.72
5:30	0.57	10.03	5.72
6:00	0.57	10.03	5.72
6:30	0.57	10.03	5.72
7:00	0.57	10.03	5.72
7:30	0.57	10.03	5.72
8:00	0.57	12.03	6.86
8:30	0.57	12.03	6.86
9:00	0.57	14.03	8.00
9:30	0.57	14.03	8.00
10:00	0.57	16.03	9.14
10:30	0.57	16.03	9.14
11:00	0.57	19.03	10.85
11:30	0.57	19.03	10.85
12:00	0.57	21.03	11.99
12:30	0.57	21.03	11.99
13:00	0.57	24.03	13.70
13:30	0.57	24.03	13.70
14:00	0.57	25.03	14.27
14:30	0.57	25.03	14.27
15:00	0.57	26.03	14.84
15:30	0.57	26.03	14.84
16:00	0.57	26.03	14.84
16:30	0.57	26.03	14.84

Time	U Btu/h/sq.f	CLTD	Q1 Btu/h/sq.f
17:00	0.57	25.03	14.27
17:30	0.57	25.03	14.27
18:00	0.57	24.03	13.70
18:30	0.57	24.03	13.70
19:00	0.57	22.03	12.56
19:30	0.57	22.03	12.56
20:00	0.57	20.03	11.42
20:30	0.57	20.03	11.42
21:00	0.57	18.03	10.28
21:30	0.57	18.03	10.28
22:00	0.57	16.03	9.14
22:30	0.57	16.03	9.14
23:00	0.57	15.03	8.57
23:30	0.57	15.03	8.57
0:00	0.57	14.03	8.00
0:30	0.57	14.03	8.00
1:00	0.57	13.03	7.43
1:30	0.57	13.03	7.43

DAYTIME	274.03	Btu/h/sq.f
NIGHTTIME	197.613	Btu/h/sq.f
Total	471.64	Btu/h/sq.f

ตารางที่ 17 แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร (Q_1) ผ่านกระจกLow E

Time	U Btu/h/sq.f	CLTD	Q1 Btu/h/sq.f
2:00	0.32	12.03	3.85
2:30	0.32	12.03	3.85
3:00	0.32	11.03	3.53
3:30	0.32	11.03	3.53
4:00	0.32	10.03	3.21
4:30	0.32	10.03	3.21
5:00	0.32	10.03	3.21
5:30	0.32	10.03	3.21
6:00	0.32	10.03	3.21
6:30	0.32	10.03	3.21
7:00	0.32	10.03	3.21
7:30	0.32	10.03	3.21
8:00	0.32	12.03	3.85
8:30	0.32	12.03	3.85
9:00	0.32	14.03	4.49
9:30	0.32	14.03	4.49
10:00	0.32	16.03	5.13
10:30	0.32	16.03	5.13
11:00	0.32	19.03	6.09
11:30	0.32	19.03	6.09
12:00	0.32	21.03	6.73
12:30	0.32	21.03	6.73
13:00	0.32	24.03	7.69
13:30	0.32	24.03	7.69
14:00	0.32	25.03	8.01
14:30	0.32	25.03	8.01
15:00	0.32	26.03	8.33
15:30	0.32	26.03	8.33
16:00	0.32	26.03	8.33
16:30	0.32	26.03	8.33

Time	U Btu/h/sq.f	CLTD	Q1 Btu/h/sq.f
17:00	0.32	25.03	8.01
17:30	0.32	25.03	8.01
18:00	0.32	24.03	7.69
18:30	0.32	24.03	7.69
19:00	0.32	22.03	7.05
19:30	0.32	22.03	7.05
20:00	0.32	20.03	6.41
20:30	0.32	20.03	6.41
21:00	0.32	18.03	5.77
21:30	0.32	18.03	5.77
22:00	0.32	16.03	5.13
22:30	0.32	16.03	5.13
23:00	0.32	15.03	4.81
23:30	0.32	15.03	4.81
0:00	0.32	14.03	4.49
0:30	0.32	14.03	4.49
1:00	0.32	13.03	4.17
1:30	0.32	13.03	4.17

DAYTIME	153.84	Btu/h/sq.f
NIGHTTIME	110.941	Btu/h/sq.f
Total	264.78	Btu/h/sq.f

ตารางที่ 18 แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร (Q_1) ผ่านกระจกLow E2000

Time	U Btu/h/sq.f	CLTD	Q1 Btu/h/sq.f
2:00	0.28	12.03	3.37
2:30	0.28	12.03	3.37
3:00	0.28	11.03	3.09
3:30	0.28	11.03	3.09
4:00	0.28	10.03	2.81
4:30	0.28	10.03	2.81
5:00	0.28	10.03	2.81
5:30	0.28	10.03	2.81
6:00	0.28	10.03	2.81
6:30	0.28	10.03	2.81
7:00	0.28	10.03	2.81
7:30	0.28	10.03	2.81
8:00	0.28	12.03	3.37
8:30	0.28	12.03	3.37
9:00	0.28	14.03	3.93
9:30	0.28	14.03	3.93
10:00	0.28	16.03	4.49
10:30	0.28	16.03	4.49
11:00	0.28	19.03	5.33
11:30	0.28	19.03	5.33
12:00	0.28	21.03	5.89
12:30	0.28	21.03	5.89
13:00	0.28	24.03	6.73
13:30	0.28	24.03	6.73
14:00	0.28	25.03	7.01
14:30	0.28	25.03	7.01
15:00	0.28	26.03	7.29
15:30	0.28	26.03	7.29
16:00	0.28	26.03	7.29
16:30	0.28	26.03	7.29

Time	U Btu/h/sq.f	CLTD	Q1 Btu/h/sq.f
17:00	0.28	25.03	7.01
17:30	0.28	25.03	7.01
18:00	0.28	24.03	6.73
18:30	0.28	24.03	6.73
19:00	0.28	22.03	6.17
19:30	0.28	22.03	6.17
20:00	0.28	20.03	5.61
20:30	0.28	20.03	5.61
21:00	0.28	18.03	5.05
21:30	0.28	18.03	5.05
22:00	0.28	16.03	4.49
22:30	0.28	16.03	4.49
23:00	0.28	15.03	4.21
23:30	0.28	15.03	4.21
0:00	0.28	14.03	3.93
0:30	0.28	14.03	3.93
1:00	0.28	13.03	3.65
1:30	0.28	13.03	3.65

DAYTIME	134.61	Btu/h/sq.f
NIGHTTIME	97.0732	Btu/h/sq.f
Total	231.68	Btu/h/sq.f

ตารางที่ 19 แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร (Q_1) ผ่านกระจกReflective Low E

Time	U Btu/h/sq.f	CLTD	Q1 Btu/h/sq.f
2:00	0.32	12.03	3.85
2:30	0.32	12.03	3.85
3:00	0.32	11.03	3.53
3:30	0.32	11.03	3.53
4:00	0.32	10.03	3.21
4:30	0.32	10.03	3.21
5:00	0.32	10.03	3.21
5:30	0.32	10.03	3.21
6:00	0.32	10.03	3.21
6:30	0.32	10.03	3.21
7:00	0.32	10.03	3.21
7:30	0.32	10.03	3.21
8:00	0.32	12.03	3.85
8:30	0.32	12.03	3.85
9:00	0.32	14.03	4.49
9:30	0.32	14.03	4.49
10:00	0.32	16.03	5.13
10:30	0.32	16.03	5.13
11:00	0.32	19.03	6.09
11:30	0.32	19.03	6.09
12:00	0.32	21.03	6.73
12:30	0.32	21.03	6.73
13:00	0.32	24.03	7.69
13:30	0.32	24.03	7.69
14:00	0.32	25.03	8.01
14:30	0.32	25.03	8.01
15:00	0.32	26.03	8.33
15:30	0.32	26.03	8.33
16:00	0.32	26.03	8.33
16:30	0.32	26.03	8.33

Time	U Btu/h/sq.f	CLTD	Q1 Btu/h/sq.f
17:00	0.32	25.03	8.01
17:30	0.32	25.03	8.01
18:00	0.32	24.03	7.69
18:30	0.32	24.03	7.69
19:00	0.32	22.03	7.05
19:30	0.32	22.03	7.05
20:00	0.32	20.03	6.41
20:30	0.32	20.03	6.41
21:00	0.32	18.03	5.77
21:30	0.32	18.03	5.77
22:00	0.32	16.03	5.13
22:30	0.32	16.03	5.13
23:00	0.32	15.03	4.81
23:30	0.32	15.03	4.81
0:00	0.32	14.03	4.49
0:30	0.32	14.03	4.49
1:00	0.32	13.03	4.17
1:30	0.32	13.03	4.17

DAYTIME	153.84	Btu/h/sq.f
NIGHTTIME	110.941	Btu/h/sq.f
Total	264.78	Btu/h/sq.f

ตารางที่ 20 แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร (Q_1) ผ่านกระจกHeat Mirror

Time	U Btu/h/sq.f	CLTD	Q1 Btu/h/sq.f
2:00	0.31	12.03	3.73
2:30	0.31	12.03	3.73
3:00	0.31	11.03	3.42
3:30	0.31	11.03	3.42
4:00	0.31	10.03	3.11
4:30	0.31	10.03	3.11
5:00	0.31	10.03	3.11
5:30	0.31	10.03	3.11
6:00	0.31	10.03	3.11
6:30	0.31	10.03	3.11
7:00	0.31	10.03	3.11
7:30	0.31	10.03	3.11
8:00	0.31	12.03	3.73
8:30	0.31	12.03	3.73
9:00	0.31	14.03	4.35
9:30	0.31	14.03	4.35
10:00	0.31	16.03	4.97
10:30	0.31	16.03	4.97
11:00	0.31	19.03	5.90
11:30	0.31	19.03	5.90
12:00	0.31	21.03	6.52
12:30	0.31	21.03	6.52
13:00	0.31	24.03	7.45
13:30	0.31	24.03	7.45
14:00	0.31	25.03	7.76
14:30	0.31	25.03	7.76
15:00	0.31	26.03	8.07
15:30	0.31	26.03	8.07
16:00	0.31	26.03	8.07
16:30	0.31	26.03	8.07

Time	U Btu/h/sq.f	CLTD	Q1 Btu/h/sq.f
17:00	0.31	25.03	7.76
17:30	0.31	25.03	7.76
18:00	0.31	24.03	7.45
18:30	0.31	24.03	7.45
19:00	0.31	22.03	6.83
19:30	0.31	22.03	6.83
20:00	0.31	20.03	6.21
20:30	0.31	20.03	6.21
21:00	0.31	18.03	5.59
21:30	0.31	18.03	5.59
22:00	0.31	16.03	4.97
22:30	0.31	16.03	4.97
23:00	0.31	15.03	4.66
23:30	0.31	15.03	4.66
0:00	0.31	14.03	4.35
0:30	0.31	14.03	4.35
1:00	0.31	13.03	4.04
1:30	0.31	13.03	4.04

DAYTIME	149.03	Btu/h/sq.f
NIGHTTIME	107.474	Btu/h/sq.f
Total	256.51	Btu/h/sq.f

ตารางที่ 21 แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร (Q_1) ผ่านกระจกReflective with Film

Time	U Btu/h/sq.f	CLTD	Q1 Btu/h/sq.f
2:00	1.09	12.03	13.11
2:30	1.09	12.03	13.11
3:00	1.09	11.03	12.02
3:30	1.09	11.03	12.02
4:00	1.09	10.03	10.93
4:30	1.09	10.03	10.93
5:00	1.09	10.03	10.93
5:30	1.09	10.03	10.93
6:00	1.09	10.03	10.93
6:30	1.09	10.03	10.93
7:00	1.09	10.03	10.93
7:30	1.09	10.03	10.93
8:00	1.09	12.03	13.11
8:30	1.09	12.03	13.11
9:00	1.09	14.03	15.29
9:30	1.09	14.03	15.29
10:00	1.09	16.03	17.47
10:30	1.09	16.03	17.47
11:00	1.09	19.03	20.74
11:30	1.09	19.03	20.74
12:00	1.09	21.03	22.92
12:30	1.09	21.03	22.92
13:00	1.09	24.03	26.19
13:30	1.09	24.03	26.19
14:00	1.09	25.03	27.28
14:30	1.09	25.03	27.28
15:00	1.09	26.03	28.37
15:30	1.09	26.03	28.37
16:00	1.09	26.03	28.37
16:30	1.09	26.03	28.37

Time	U Btu/h/sq.f	CLTD	Q1 Btu/h/sq.f
17:00	1.09	25.03	27.28
17:30	1.09	25.03	27.28
18:00	1.09	24.03	26.19
18:30	1.09	24.03	26.19
19:00	1.09	22.03	24.01
19:30	1.09	22.03	24.01
20:00	1.09	20.03	21.83
20:30	1.09	20.03	21.83
21:00	1.09	18.03	19.65
21:30	1.09	18.03	19.65
22:00	1.09	16.03	17.47
22:30	1.09	16.03	17.47
23:00	1.09	15.03	16.38
23:30	1.09	15.03	16.38
0:00	1.09	14.03	15.29
0:30	1.09	14.03	15.29
1:00	1.09	13.03	14.20
1:30	1.09	13.03	14.20

DAYTIME	524.02	Btu/h/sq.f
NIGHTTIME	377.892	Btu/h/sq.f
Total	901.91	Btu/h/sq.f

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร (Q_2) ผ่านกระจกReflective

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศ NE

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL 48	TOTAL / 24h		
DAYTIME	206.0	350.9	502.8	611.1	668.7	684.4	660.0	597.1	481.9	345.7	206.0	153.6	5468.5	2734.2	Btu/h/sq.f	DAYTIME
NIGHTTIME	38.0	64.7	92.7	112.7	123.3	126.2	121.7	110.1	88.9	63.8	38.0	28.3	1008.5	504.3	Btu/h/sq.f	NIGHTTIME
Total	244.0	415.7	595.6	723.8	792.0	810.7	781.7	707.3	570.8	409.5	244.0	182.0	6477.0	3238.5	Btu/h/sq.f	Total

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศ SE

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL 48	TOTAL / 24h		
DAYTIME	1037.8	956.6	806.5	608.5	4605.6	393.9	443.9	579.4	777.3	925.3	1021.2	1052.4	13208.4	6604.2	Btu/h/sq.f	DAYTIME
NIGHTTIME	203.2	187.3	157.9	119.1	901.7	77.1	86.9	113.4	152.2	181.2	199.9	206.0	2585.9	1293.0	Btu/h/sq.f	NIGHTTIME
Total	1241.0	1143.8	964.4	727.7	5507.3	471.0	530.8	692.8	929.5	1106.4	1221.1	1258.5	15794.3	7897.1	Btu/h/sq.f	Total

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศ SW

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL 48	TOTAL / 24h		
DAYTIME	788.8	727.1	613.0	462.5	3500.6	299.4	337.4	440.4	590.8	703.3	776.2	799.9	10039.4	5019.7	Btu/h/sq.f	DAYTIME
NIGHTTIME	452.2	416.8	351.4	265.1	2006.7	171.6	193.4	252.4	338.7	403.2	444.9	458.5	5754.9	2877.5	Btu/h/sq.f	NIGHTTIME
Total	1241.0	1143.8	964.4	727.7	5507.3	471.0	530.8	692.8	929.5	1106.4	1221.1	1258.5	15794.3	7897.1	Btu/h/sq.f	Total

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศ NW

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL 48	TOTAL / 24h		
DAYTIME	138.8	236.4	338.7	411.6	450.4	461.0	444.5	402.2	324.6	232.8	138.8	103.5	3683.2	1841.6	Btu/h/sq.f	DAYTIME
NIGHTTIME	104.8	178.5	255.7	310.8	340,1	348.1	335.7	303.7	245.1	175.8	104.8	78.1	2781.2	1390.6	Btu/h/sq.f	NIGHTTIME
Total	243.6	414.9	594.4	722.4	790.5	809.1	780.2	705.9	569.7	408.7	243.6	181.6	6464.4	3232.2	Btu/h/sq.f	Total

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร (Q_2) ผ่านกระจกReflective Insulating

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศ NE

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL 48	TOTAL / 24h		
DAYTIME	200.9	342.2	490.3	595.8	652.0	667.3	643.5	582.2	469.8	337.1	200.9	149.8	5331.8	2665.9	Btu/h/sq.f	DAYTIME
NIGHTTIME	37.0	63.1	90.4	109.9	120.2	123.1	118.7	107.4	86.7	62.2	37.0	27.6	983.3	491.6	Btu/h/sq.f	NIGHTTIME
Total	237.9	405.3	580.7	705.7	772.2	790.4	762.2	689.6	556.5	399.2	237.9	177.4	6315.1	**3157.5**	Btu/h/sq.f	Total

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศ SE

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL 48	TOTAL / 24h		
DAYTIME	1011.9	932.6	786.3	593.3	4490.5	384.0	432.8	564.9	757.9	902.2	995.6	1026.1	12878.2	6439.1	Btu/h/sq.f	DAYTIME
NIGHTTIME	198.1	182.6	153.9	116.2	879.1	75.2	84.7	110.6	148.4	176.6	194.9	200.9	2521.3	1260.6	Btu/h/sq.f	NIGHTTIME
Total	1210.0	1115.2	940.3	709.5	5369.6	459.2	517.5	675.5	906.3	1078.8	1190.6	1227.0	15399.4	**7699.7**	Btu/h/sq.f	Total

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศ SW

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL 48	TOTAL / 24h		
DAYTIME	769.1	708.9	597.7	451.0	3413.1	291.9	329.0	429.3	576.1	685.7	756.8	779.9	9788.4	4894.2	Btu/h/sq.f	DAYTIME
NIGHTTIME	440.9	406.4	342.6	258.5	1956.5	167.3	188.6	246.1	330.2	393.1	433.8	447.1	5611.0	2805.5	Btu/h/sq.f	NIGHTTIME
Total	1210.0	1115.2	940.3	709.5	5369.6	459.2	517.5	675.5	906.3	1078.8	1190.6	1227.0	15399.4	**7699.7**	Btu/h/sq.f	Total

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศ NW

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL 48	TOTAL / 24h		
DAYTIME	135.3	230.5	330.2	401.3	439.1	449.5	433.4	392.1	316.5	227.0	135.3	100.9	3591.2	1795.6	Btu/h/sq.f	DAYTIME
NIGHTTIME	102.2	174.0	249.4	303.0	331.6	339.4	327.3	296.1	239.0	171.4	102.2	76.2	2711.7	1355.8	Btu/h/sq.f	NIGHTTIME
Total	237.5	404.5	579.6	704.3	770.7	788.9	760.7	688.2	555.4	398.5	237.5	177.1	6302.8	**3151.4**	Btu/h/sq.f	Total

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร (Q_2) ผ่านกระจกLow E

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศ NE

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL 48	TOTAL / 24h		
DAYTIME	159.7	272.0	389.7	473.6	518.3	530.4	511.5	462.8	373.5	267.9	159.7	119.1	4238.1	2119.0	Btu/h/sq.f	DAYTIME
NIGHTTIME	29.4	50.2	71.9	87.3	95.6	97.8	94.3	85.3	68.9	49.4	29.4	22.0	781.6	390.8	Btu/h/sq.f	NIGHTTIME
Total	189.1	322.1	461.6	560.9	613.8	628.3	605.8	548.1	442.3	317.3	189.1	141.0	5019.7	2509.8	Btu/h/sq.f	Total

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศ SE

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL 48	TOTAL / 24h		
DAYTIME	804.3	741.3	625.0	471.6	3569.4	305.3	344.0	449.0	602.4	717.1	791.4	815.6	10236.5	5118.3	Btu/h/sq.f	DAYTIME
NIGHTTIME	157.5	145.1	122.4	92.3	698.8	59.8	67.4	87.9	117.9	140.4	154.9	159.7	2004.1	1002.0	Btu/h/sq.f	NIGHTTIME
Total	961.8	886.5	747.4	563.9	4268.2	365.0	411.4	536.9	720.4	857.5	946.3	975.3	12240.6	6120.3	Btu/h/sq.f	Total

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศ SW

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL 48	TOTAL / 24h		
DAYTIME	611.3	563.5	475.1	358.5	2713.0	232.0	261.5	341.3	457.9	545.1	601.5	619.9	7780.5	3890.3	Btu/h/sq.f	DAYTIME
NIGHTTIME	350.4	323.0	272.3	205.5	1555.2	133.0	149.9	195.6	262.5	312.4	344.8	355.4	4460.1	2230.0	Btu/h/sq.f	NIGHTTIME
Total	961.8	886.5	747.4	563.9	4268.2	365.0	411.4	536.9	720.4	857.5	946.3	975.3	12240.6	6120.3	Btu/h/sq.f	Total

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศ NW

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL 48	TOTAL / 24h		
DAYTIME	107.5	183.2	262.5	319.0	349.1	357.3	344.5	311.7	251.5	180.5	107.5	80.2	2854.5	1427.3	Btu/h/sq.f	DAYTIME
NIGHTTIME	81.2	138.3	198.2	240.9	263.6	269.8	260.1	235.4	189.9	136.3	81.2	60.6	2155.4	1077.7	Btu/h/sq.f	NIGHTTIME
Total	188.8	321.5	460.7	559.9	612.6	627.0	604.6	547.1	441.5	316.7	188.8	140.8	5009.9	2505.0	Btu/h/sq.f	Total

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร (Q_2) ผ่านกระจกLow E2000

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศ NE

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL 48	TOTAL / 24h		
DAYTIME	159.7	272.0	389.7	473.6	518.3	530.4	511.5	462.8	373.5	267.9	159.7	119.1	4238.1	2119.0	Btu/h/sq.f	DAYTIME
NIGHTTIME	29.4	50.2	71.9	87.3	95.6	97.8	94.3	85.3	68.9	49.4	29.4	22.0	781.6	390.8	Btu/h/sq.f	NIGHTTIME
Total	189.1	322.1	461.6	560.9	613.8	628.3	605.8	548.1	442.3	317.3	189.1	141.0	5019.7	2509.8	Btu/h/sq.f	Total

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศ SE

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL 48	TOTAL / 24h		
DAYTIME	804.3	741.3	625.0	471.6	3569.4	305.3	344.0	449.0	602.4	717.1	791.4	815.6	10236.5	5118.3	Btu/h/sq.f	DAYTIME
NIGHTTIME	157.5	145.1	122.4	92.3	698.8	59.8	67.4	87.9	117.9	140.4	154.9	159.7	2004.1	1002.0	Btu/h/sq.f	NIGHTTIME
Total	961.8	886.5	747.4	563.9	4268.2	365.0	411.4	536.9	720.4	857.5	946.3	975.3	12240.6	6120.3	Btu/h/sq.f	Total

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศ SW

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL 48	TOTAL / 24h		
DAYTIME	611.3	563.5	475.1	358.5	2713.0	232.0	261.5	341.3	457.9	545.1	601.5	619.9	7780.5	3890.3	Btu/h/sq.f	DAYTIME
NIGHTTIME	350.4	323.0	272.3	205.5	1555.2	133.0	149.9	195.6	262.5	312.4	344.8	355.4	4460.1	2230.0	Btu/h/sq.f	NIGHTTIME
Total	961.8	886.5	747.4	563.9	4268.2	365.0	411.4	536.9	720.4	857.5	946.3	975.3	12240.6	6120.3	Btu/h/sq.f	Total

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศ NW

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL 48	TOTAL / 24h		
DAYTIME	107.5	183.2	262.5	319.0	349.1	357.3	344.5	311.7	251.5	180.5	107.5	80.2	2854.5	1427.3	Btu/h/sq.f	DAYTIME
NIGHTTIME	81.2	138.3	198.2	240.9	263.6	269.8	260.1	235.4	189.9	136.3	81.2	60.6	2155.4	1077.7	Btu/h/sq.f	NIGHTTIME
Total	188.8	321.5	460.7	559.9	612.6	627.0	604.6	547.1	441.5	316.7	188.8	140.8	5009.9	2505.0	Btu/h/sq.f	Total

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร (Q_2) ผ่านกระจกReflective Low E

ปริมาณความร้อนเข้า . .การ ทางด้านทิศ NE

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL 48	TOTAL / 24h		
DAYTIME	87.6	149.2	213.7	259.7	284.2	290.9	280.5	253.8	204.8	146.9	87.6	65.3	2324.1	1162.1	Btu/h/sq.f	DAYTIME
NIGHTTIME	16.1	27.5	39.4	47.9	52.4	53.6	51.7	46.8	37.8	27.1	16.1	12.0	428.6	214.3	Btu/h/sq.f	NIGHTTIME
Total	103.7	176.7	253.1	307.6	336.6	344.5	332.2	300.6	242.6	174.0	103.7	77.3	2752.7	1376.4	Btu/h/sq.f	Total

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศ SE

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL 48	TOTAL / 24h		
DAYTIME	441.1	406.5	342.8	258.6	1957.4	167.4	188.7	246.2	330.4	393.3	434.0	447.3	5613.6	2806.8	Btu/h/sq.f	DAYTIME
NIGHTTIME	86.4	79.6	67.1	50.6	383.2	32.8	36.9	48.2	64.7	77.0	85.0	87.6	1099.0	549.5	Btu/h/sq.f	NIGHTTIME
Total	527.4	486.1	409.9	309.3	2340.6	200.2	225.6	294.4	395.0	470.2	519.0	534.8	6712.6	3356.3	Btu/h/sq.f	Total

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศ SW

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL 48	TOTAL / 24h		
DAYTIME	335.3	309.0	260.5	196.6	1487.8	127.2	143.4	187.1	251.1	298.9	329.9	340.0	4266.7	2133.4	Btu/h/sq.f	DAYTIME
NIGHTTIME	192.2	177.1	149.3	112.7	852.8	72.9	82.2	107.3	143.9	171.3	189.1	194.9	2445.8	1222.9	Btu/h/sq.f	NIGHTTIME
Total	527.4	486.1	409.9	309.3	2340.6	200.2	225.6	294.4	395.0	470.2	519.0	534.8	6712.6	3356.3	Btu/h/sq.f	Total

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศ NW

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL 48	TOTAL / 24h		
DAYTIME	59.0	100.5	143.9	174.9	191.4	195.9	188.9	170.9	137.9	99.0	59.0	44.0	1565.4	782.7	Btu/h/sq.f	DAYTIME
NIGHTTIME	44.5	75.9	108.7	132.1	144.5	147.9	142.7	129.1	104.2	74.7	44.5	33.2	1182.0	591.0	Btu/h/sq.f	NIGHTTIME
Total	103.5	176.3	252.6	307.0	336.0	343.9	331.6	300.0	242.1	173.7	103.5	77.2	2747.4	1373.7	Btu/h/sq.f	Total

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร (Q_2) ผ่านกระจกHeat Mirror

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศ NE

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL 48	TOTAL / 24h		
DAYTIME	206.0	350.9	502.8	611.1	668.7	684.4	660.0	597.1	481.9	345.7	206.0	153.6	5468.5	2734.2	Btu/h/sq.f	DAYTIME
NIGHTTIME	38.0	64.7	92.7	112.7	123.3	126.2	121.7	110.1	88.9	63.8	38.0	28.3	1008.5	504.3	Btu/h/sq.f	NIGHTTIME
Total	244.0	415.7	595.6	723.8	792.0	810.7	781.7	707.3	570.8	409.5	244.0	182.0	6477.0	3238.5	Btu/h/sq.f	Total

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศ SE

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL 48	TOTAL / 24h		
DAYTIME	1037.8	956.6	806.5	608.5	4605.6	393.9	443.9	579.4	777.3	925.3	1021.2	1052.4	13208.4	6604.2	Btu/h/sq.f	DAYTIME
NIGHTTIME	203.2	187.3	157.9	119.1	901.7	77.1	88.9	113.4	152.2	181.2	199.9	206.0	2585.9	1293.0	Btu/h/sq.f	NIGHTTIME
Total	1241.0	1143.8	964.4	727.7	5507.3	471.0	530.8	692.8	929.5	1106.4	1221.1	1258.5	15794.3	7897.1	Btu/h/sq.f	Total

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศ SW

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL 48	TOTAL / 24h		
DAYTIME	788.8	727.1	613.0	462.5	3500.6	299.4	337.4	440.4	590.8	703.3	776.2	799.9	10039.4	5019.7	Btu/h/sq.f	DAYTIME
NIGHTTIME	452.2	416.8	351.4	265.1	2006.7	171.6	193.4	252.4	338.7	403.2	444.9	458.5	5754.9	2877.5	Btu/h/sq.f	NIGHTTIME
Total	1241.0	1143.8	964.4	727.7	5507.3	471.0	530.8	692.8	929.5	1106.4	1221.1	1258.5	15794.3	7897.1	Btu/h/sq.f	Total

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศ NW

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL 48	TOTAL / 24h		
DAYTIME	138.8	236.4	338.7	411.6	450.4	461.0	444.5	402.2	324.6	232.8	138.8	103.5	3683.2	1841.6	Btu/h/sq.f	DAYTIME
NIGHTTIME	104.8	178.5	255.7	310.8	340.1	348.1	335.7	303.7	245.1	175.8	104.8	78.1	2781.2	1390.6	Btu/h/sq.f	NIGHTTIME
Total	243.6	414.9	594.4	722.4	790.5	809.1	780.2	705.9	569.7	408.7	243.6	181.6	6464.4	3232.2	Btu/h/sq.f	Total

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร (Q_2) ผ่านกระจกReflective with Film

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศ NE

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL 48	TOTAL / 24h		
DAYTIME	154.5	263.2	377.1	458.3	501.5	513.3	495.0	447.8	361.4	259.3	154.5	115.2	4101.4	2050.7	Btu/h/sq.f	DAYTIME
NIGHTTIME	28.5	48.5	69.6	84.5	92.5	94.7	91.3	82.6	66.7	47.8	28.5	21.3	756.4	378.2	Btu/h/sq.f	NIGHTTIME
Total	183.0	311.8	446.7	542.9	594.0	608.0	586.3	530.4	428.1	307.1	183.0	136.5	4857.7	2428.9	Btu/h/sq.f	Total

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศ SE

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL 48	TOTAL / 24h		
DAYTIME	778.4	717.4	604.9	456.4	3454.2	295.4	332.9	434.5	583.0	694.0	765.9	789.3	9906.3	4953.1	Btu/h/sq.f	DAYTIME
NIGHTTIME	152.4	140.5	118.4	89.4	676.3	57.8	65.2	85.1	114.1	135.9	149.9	154.5	1939.4	969.7	Btu/h/sq.f	NIGHTTIME
Total	930.8	857.9	723.3	545.7	4130.5	353.2	398.1	519.6	697.1	829.8	915.8	943.8	11845.7	5922.9	Btu/h/sq.f	Total

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศ SW

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL 48	TOTAL / 24h		
DAYTIME	591.6	545.3	459.8	346.9	2625.5	224.5	253.0	330.3	443.1	527.5	582.1	599.9	7529.5	3764.8	Btu/h/sq.f	DAYTIME
NIGHTTIME	339.1	312.6	263.5	198.9	1505.0	128.7	145.1	189.3	254.0	302.4	333.7	343.9	4316.2	2158.1	Btu/h/sq.f	NIGHTTIME
Total	930.8	857.9	723.3	545.7	4130.5	353.2	398.1	519.6	697.1	829.8	915.8	943.8	11845.7	5922.9	Btu/h/sq.f	Total

ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศ NW

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL 48	TOTAL / 24h		
DAYTIME	104.1	177.3	254.0	308.7	337.8	345.7	333.4	301.6	243.4	174.6	104.1	77.6	2762.4	1381.2	Btu/h/sq.f	DAYTIME
NIGHTTIME	78.6	133.9	191.8	233.1	255.1	261.1	251.7	227.8	183.8	131.9	78.6	58.6	2085.9	1043.0	Btu/h/sq.f	NIGHTTIME
Total	182.7	311.1	445.8	541.8	592.9	606.8	585.1	529.4	427.2	306.5	182.7	136.2	4848.3	2424.2	Btu/h/sq.f	Total

ตารางที่ 22 แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ผ่านกระจกReflective

แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศNE

	Q_1	Q_2	Q	
DAYTIME	94323.6	82027.1	176350.7	Btu / Y
NIGHTTIME	68020.2	15127.6	83147.8	Btu / Y
Total	162343.8	97154.64	259498.4	Btu / Y

แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศSE

	Q_1	Q_2	Q	
DAYTIME	94323.6	198125.9	292449.5	Btu / Y
NIGHTTIME	68020.2	38788.6	106808.8	Btu / Y
Total	162343.8	236914.4	399258.2	Btu / Y

แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศSW

	Q_1	Q_2	Q	
DAYTIME	94323.6	150590.9	244914.5	Btu / Y
NIGHTTIME	68020.2	86323.6	154343.8	Btu / Y
Total	162343.8	236914.4	399258.2	Btu / Y

แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศNW

	Q_1	Q_2	Q	
DAYTIME	94323.6	55248.5	149572.1	Btu / Y
NIGHTTIME	2267.34	41718.2	43985.6	Btu / Y
Total	96590.94	96966.7	193557.7	Btu / Y

ตารางที่ 23 แสดงค่าใช้จ่ายและปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารผ่านกระจก ผ่านกระจกReflective

	NE	SE	SW	NW	Total
Wall Area sq.f	53,865	47,634	39,494	39,494	180,487
Load Btu/Y/sq.f	259,498	399,258	399,258	193,558	1,251,573
Load Btu	13,977,896,446	19,018,382,789	15,768,241,049	7,644,335,255	56,408,855,539
Cooling Energy (COP = 3.16)	4,423,384,951	6,018,475,566	4,989,949,699	2,419,093,435	17,850,903,651
ElectricalEnergy w. (1 w =3.412 Btu.)	1,296,405,661	1,763,894,819	1,462,454,458	708,987,904	5,231,742,842
ElectricalEnergy Kw.	1,296,406	1,763,895	1,462,454	708,988	5,231,743
Electrical Cast	1,387,154	1,887,367	1,564,826	758,617	5,597,965
Demand					27,466,650
Total					33,064,615

แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศNE

	Q_1	Q_2	Q	
DAYTIME	94323.6	61521.0	155844.6	Btu / Y
NIGHTTIME	68020.2	11346.0	79366.2	Btu / Y
Total	162343.8	72867	235210.8	Btu / Y

แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศSE

	Q_1	Q_2	Q	
DAYTIME	94323.6	148593.0	242916.6	Btu / Y
NIGHTTIME	68020.2	29091.0	97111.2	Btu / Y
Total	162343.8	177684.0	340027.8	Btu / Y

แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศSW

	Q_1	Q_2	Q	
DAYTIME	94323.6	112944.0	207267.6	Btu / Y
NIGHTTIME	68020.2	64743.0	132763.2	Btu / Y
Total	162343.8	177687.0	340030.8	Btu / Y

แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศNW

	Q_1	Q_2	Q	
DAYTIME	94323.6	41436.0	135759.6	Btu / Y
NIGHTTIME	2267.34	31290.0	33557.3	Btu / Y
Total	96590.94	72726.0	169316.9	Btu / Y

ตารางที่ 25 แสดงค่าใช้จ่ายและปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารผ่านกระจก ผ่านกระจกReflective with Film

	NE	SE	SW	NW	Total
Wall Area sq.f	53,865	47,634	39,494	39,494	180,487
Load Btu/Y/sq.f	235,211	340,028	340,031	169,317	1,084,586
Load Btu	12,669,641,503	16,196,982,833	13,429,122,010	6,686,976,138	48,982,722,484
Cooling Energy (COP = 3.16)	4,009,380,222	5,125,627,479	4,249,722,155	2,116,131,689	15,500,861,545
ElectricalEnergy w. (1 w =3.412 Btu.)	1,175,069,156	1,502,218,902	1,245,508,569	620,195,875	4,542,992,502
ElectricalEnergy Kw.	1,175,069	1,502,219	1,245,509	620,196	4,542,993
Electrical Cast	1,257,324	1,607,374	1,332,694	663,610	4,861,002
Demand					23,850,711
Total					28,711,713

ตารางที่ 26 แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ผ่านกระจกReflective Insulating

แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศNE

	Q_1	Q_2	Q	
DAYTIME	49,325.40	79,977.00	129,302.40	Btu / Y
NIGHTTIME	35,570.34	14,748.00	50,318.34	Btu / Y
Total	84,895.74	94,725.00	179,620.74	Btu / Y

แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศSE

	Q_1	Q_2	Q	
DAYTIME	49,325.40	193,173.00	242,498.40	Btu / Y
NIGHTTIME	35,570.34	37,818.00	73,388.34	Btu / Y
Total	84,895.74	230,991.00	315,886.74	Btu / Y

แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศSW

	Q_1	Q_2	Q	
DAYTIME	49,325.40	146,826.00	196,151.40	Btu / Y
NIGHTTIME	35,570.34	84,165.00	119,735.34	Btu / Y
Total	84,895.74	230,991.00	315,886.74	Btu / Y

แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศNW

	Q_1	Q_2	Q	
DAYTIME	94,323.60	53,868.00	148,191.60	Btu / Y
NIGHTTIME	2,267.34	40,674.00	42,941.34	Btu / Y
Total	96,590.94	94,542.00	191,132.94	Btu / Y

ตารางที่ 27 แสดงค่าใช้จ่ายและปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารผ่านกระจก ผ่านกระจกReflective Insulating

	NE	SE	SW	NW	Total
Wall Area sq.f	53,865	47,634	39,494	39,494	180,487
Load Btu/Y/sq.f	179,621	315,887	315,887	191,133	1,002,527
Load Btu	9,675,280,141	15,047,040,580	12,475,580,368	7,548,573,751	44,746,474,840
Cooling Energy (COP = 3.16)	3,061,797,513	4,761,721,703	3,947,968,471	2,388,789,162	14,160,276,848
ElectricalEnergy w. (1 w =3.412 Btu.)	897,351,615	1,395,565,397	1,157,070,599	700,106,328	4,150,093,939
ElectricalEnergy Kw.	897,352	1,395,565	1,157,071	700,106	4,150,094
Electrical Cast	960,166	1,493,255	1,238,066	749,114	4,440,601
Demand					21,787,993
Total					26,228,594

ตารางที่ 28 แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ผ่านกระจกLow E

แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศNE

	Q_1	Q_2	Q	
DAYTIME	27,691.20	63,570.00	91,261.20	Btu / Y
NIGHTTIME	19,969.38	11,724.00	31,693.38	Btu / Y
Total	47,660.58	75,294.00	122,954.58	Btu / Y

แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศSE

	Q_1	Q_2	Q	
DAYTIME	27,691.20	153,549.00	181,240.20	Btu / Y
NIGHTTIME	19,969.38	30,060.00	50,029.38	Btu / Y
Total	47,660.58	183,609.00	231,269.58	Btu / Y

แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศSW

	Q_1	Q_2	Q	
DAYTIME	27,691.20	116,709.00	144,400.20	Btu / Y
NIGHTTIME	19,969.38	66,900.00	86,869.38	Btu / Y
Total	47,660.58	183,609.00	231,269.58	Btu / Y

แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศNW

	Q_1	Q_2	Q	
DAYTIME	94,323.60	42,819.00	137,142.60	Btu / Y
NIGHTTIME	2,267.34	32,331.00	34,598.34	Btu / Y
Total	96,590.94	75,150.00	171,740.94	Btu / Y

ตารางที่ 29 แสด ค่าใ ่ายและปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารผ่านกระจก ผ่านกระจกLow E

	NE	SE	SW	NW	Total
Wall Area sq.f	53,865	47,634	39,494	39,494	180,487
Load Btu/Y/sq.f	122,955	231,270	231,270	171,741	757,235
Load Btu	6,622,954,599	11,016,362,242	9,133,723,789	6,782,709,206	33,555,749,837
Cooling Energy (COP = 3.16)	2,095,871,709	3,486,190,583	2,890,418,921	2,146,426,964	10,618,908,176
ElectricalEnergy w. (1 w =3.412 Btu.)	614,258,080	1,021,732,736	847,123,977	629,074,815	3,112,189,608
ElectricalEnergy Kw.	614,258	1,021,733	847,124	629,075	3,112,190
Electrical Cast Demand	657,256	1,093,254	906,423	673,110	3,330,043 16,338,995
Total					19,669,038

แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศNE

	Q_1	Q_2	Q	
DAYTIME	24,229.80	63,570.00	87,799.80	Btu / Y
NIGHTTIME	17,473.18	11,724.00	29,197.18	Btu / Y
Total	41,702.98	75,294.00	116,996.98	Btu / Y

แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศSE

	Q_1	Q_2	Q	
DAYTIME	24,229.80	153,549.00	177,778.80	Btu / Y
NIGHTTIME	17,473.18	30,060.00	47,533.18	Btu / Y
Total	41,702.98	183,609.00	225,311.98	Btu / Y

แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศSW

	Q_1	Q_2	Q	
DAYTIME	24,229.80	116,709.00	140,938.80	Btu / Y
NIGHTTIME	17,473.18	66,900.00	84,373.18	Btu / Y
Total	41,702.98	183,609.00	225,311.98	Btu / Y

แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศNW

	Q_1	Q_2	Q	
DAYTIME	94,323.60	42,819.00	137,142.60	Btu / Y
NIGHTTIME	2,267.34	32,331.00	34,598.34	Btu / Y
Total	96,590.94	75,150.00	171,740.94	Btu / Y

ตารางที่ 31 แสดงค่าใช้จ่ายและปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารผ่านกระจก ผ่านกระจกLow E2000

	NE	SE	SW	NW	Total
Wall Area sq.f	53,865	47,634	39,494	39,494	180,487
Load Btu/Y/sq.f	116,997	225,312	225,312	171,741	739,362
Load. Btu	6,302,047,962	10,732,576,005	8,898,435,130	6,782,709,206	32,715,768,303
Cooling Energy (COP = 3.16)	1,994,318,975	3,396,384,812	2,815,960,484	2,146,426,964	10,353,091,235
ElectricalEnergy w. (1 w =3.412 Btu.)	584,495,005	995,412,461	825,301,699	629,074,815	3,034,283,979
ElectricalEnergy Kw.	584,495	995,412	825,302	629,075	3,034,284
Electrical Cast Demand	625,410	1,065,091	883,073	673,110	3,246,684
					15,929,991
Total					19,176,675

ตารางที่ 32 แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ผ่านกระจกReflective Low E

แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศNE

	Q_1	Q_2	Q	
DAYTIME	27,691.20	34,863.00	62,554.20	Btu / Y
NIGHTTIME	19,969.20	6,429.00	26,398.20	Btu / Y
Total	47,660.40	41,292.00	88,952.40	Btu / Y

แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศSE

	Q_1	Q_2	Q	
DAYTIME	27,691.20	84,204.00	111,895.20	Btu / Y
NIGHTTIME	19,969.20	16,485.00	36,454.20	Btu / Y
Total	47,660.40	100,689.00	148,349.40	Btu / Y

แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศSW

	Q_1	Q_2	Q	
DAYTIME	27,691.20	64,002.00	91,693.20	Btu / Y
NIGHTTIME	19,969.20	36,687.00	56,656.20	Btu / Y
Total	47,660.40	100,689.00	148,349.40	Btu / Y

แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศNW

	Q_1	Q_2	Q	
DAYTIME	94,323.60	23,481.00	117,804.60	Btu / Y
NIGHTTIME	2,267.34	17,730.00	19,997.34	Btu / Y
Total	96,590.94	41,211.00	137,801.94	Btu / Y

ตารางที่ 33 แสดงค่าใช้จ่ายและปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารผ่านกระจก ผ่านกระจกReflective Low E

	NE	SE	SW	NW	Total
Wall Area sq.f	53,865	47,634	39,494	39,494	180,487
Load Btu/Y/sq.f	88,952	148,349	148,349	137,802	523,453
Load Btu	4,791,425,474	7,066,518,341	5,858,887,468	5,442,327,770	23,159,159,052
Cooling Energy (COP = 3.16)	1,516,273,884	2,236,239,981	1,854,078,313	1,722,255,623	7,328,847,801
ElectricalEnergy w. (1 w =3.412 Btu.)	444,389,550	655,397,214	543,393,272	504,758,678	2,147,938,714
ElectricalEnergy Kw.	444,390	655,397	543,393	504,759	2,147,939
Electrical Cast	475,497	701,275	581,431	540,092	2,298,294
Demand					11,276,678
Total					13,574,973

แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศNE

	Q_1	Q_2	Q	
DAYTIME	26,825.40	82,026.00	108,851.40	Btu / Y
NIGHTTIME	19,345.32	15,129.00	34,474.32	Btu / Y
Total	46,170.72	97,155.00	143,325.72	Btu / Y

แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศSE

	Q_1	Q_2	Q	
DAYTIME	26,825.40	198,126.00	224,951.40	Btu / Y
NIGHTTIME	19,345.32	38,790.00	58,135.32	Btu / Y
Total	46,170.72	236,916.00	283,086.72	Btu / Y

แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศSW

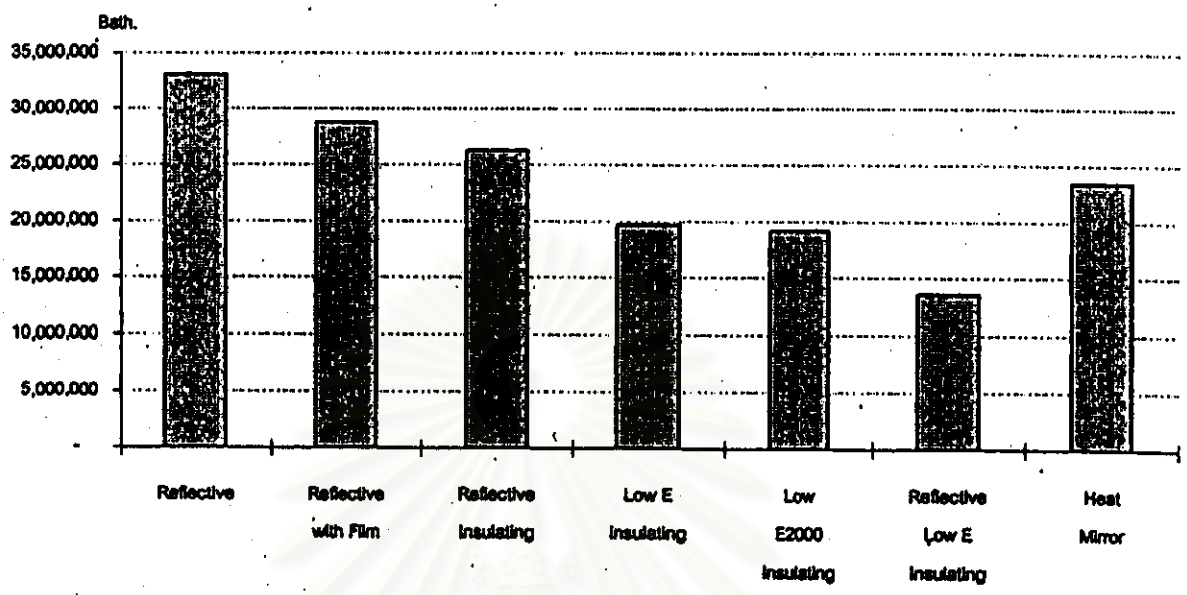
	Q_1	Q_2	Q	
DAYTIME	26,825.40	150,591.00	177,416.40	Btu / Y
NIGHTTIME	19,345.32	86,325.00	105,670.32	Btu / Y
Total	46,170.72	236,916.00	283,086.72	Btu / Y

แสดงการคำนวนปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ทางด้านทิศNW

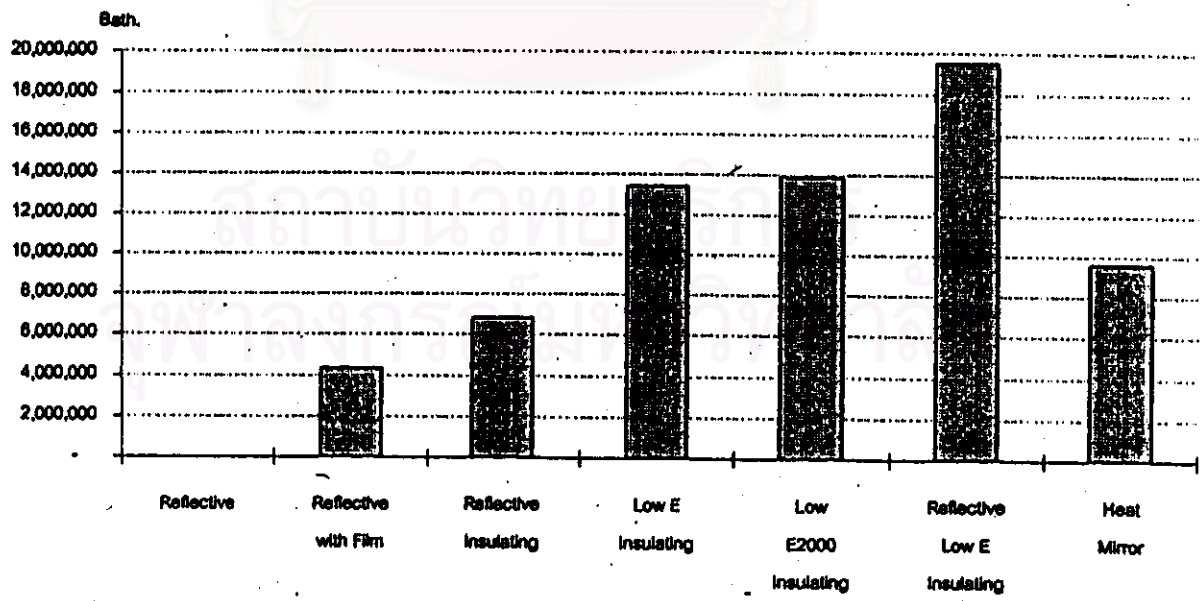
	Q_1	Q_2	Q	
DAYTIME	94,323.60	55,248.00	149,571.60	Btu / Y
NIGHTTIME	2,267.34	41,718.00	43,985.34	Btu / Y
Total	96,590.94	96,966.00	193,556.94	Btu / Y

ตารางที่ 35 แสดงค่าใช้จ่ายและปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารผ่านกระจก ผ่านกระจกHeat Mirror

	NE	SE	SW	NW	Total
Wall Area sq.f	53,865	47,634	39,494	39,494	180,487
Load Btu/Y/sq.f	143,326	283,087	283,087	193,557	903,056
Load Btu	7,720,247,074	13,484,634,916	11,180,181,626	7,644,306,819	40,029,370,435
Cooling Energy (COP = 3.16)	2,443,116,163	4,267,289,530	3,538,032,160	2,419,084,436	12,667,522,289
ElectricalEnergy w. (1 w =3.412 Btu.)	716,028,485	1,250,657,216	1,036,926,465	708,985,267	3,712,597,433
ElectricalEnergy Kw.	716,028	1,250,657	1,036,926	708,985	3,712,597
Electrical Cast Demand	766,150	1,338,203	1,109,511	758,614	3,972,479 19,491,137
Total					23,463,616

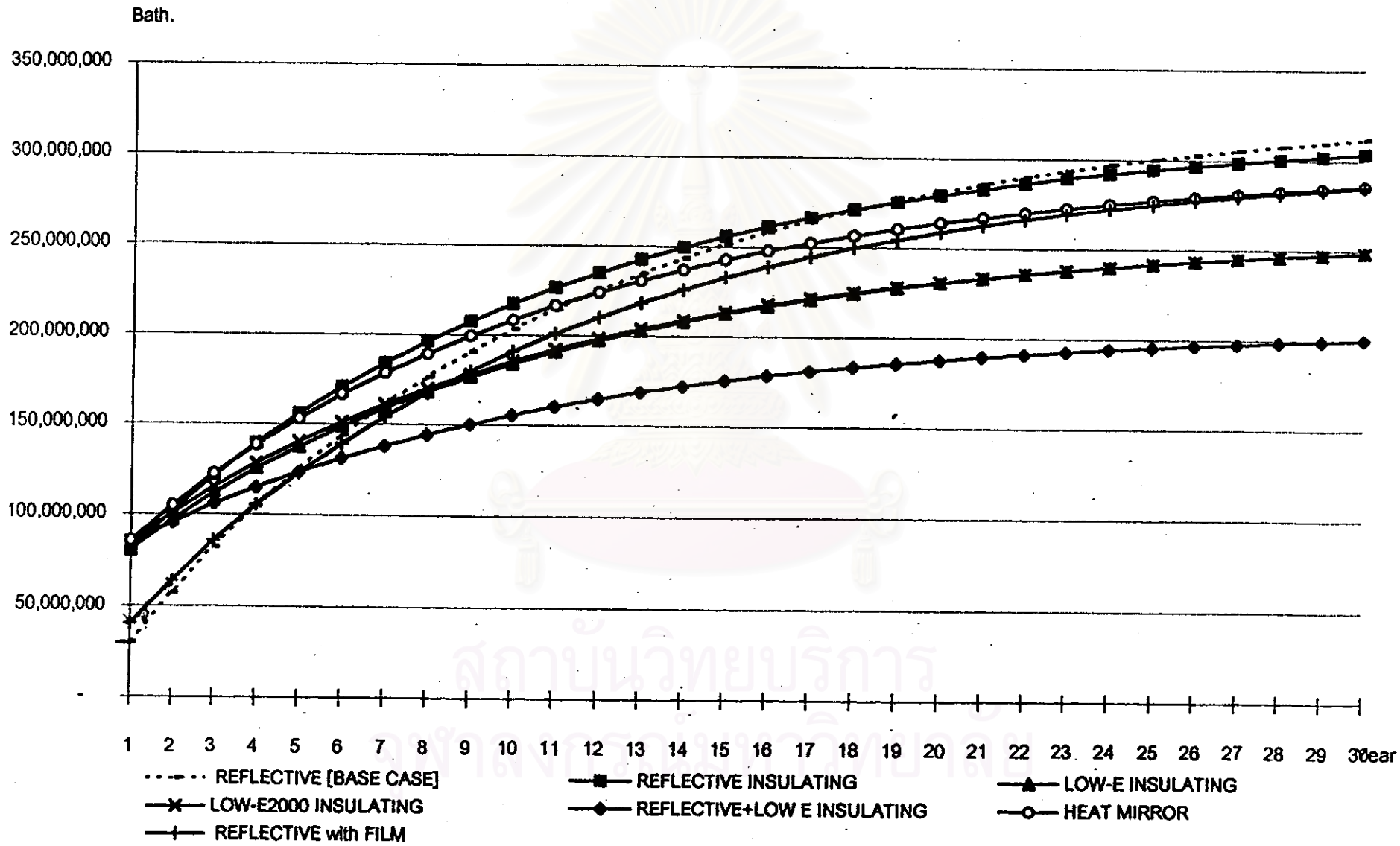


แผนภูมิที่ 23 แสดงค่าใช้จ่ายต่อปีของอาคาร จากปริมาณความร้อนผ่านกระจกชนิดต่าง ๆ



แผนภูมิที่ 24 แสดงค่าใช้จ่ายต่อปีที่สามารถลดลงได้จากปริมาณความร้อนผ่านกระจกที่ลดลง

แผนภูมิที่ 25 แสดงค่าใช้จ่ายสะสมของการใช้เปลือกอาคารชนิดต่างๆ



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย