

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากข้อมูลที่ได้สามารถวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรม การถ่ายเทความร้อนและความชื้นของวัสดุมวลสารน้อยซึ่งมีแนวทางในการพิจารณาดังต่อไปนี้

- 4.1 การวิเคราะห์ปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมที่ส่งผลต่อพฤติกรรมถ่ายเทความร้อนและความชื้นของวัสดุมวลสารน้อย
- 4.2 การวิเคราะห์พฤติกรรมถ่ายเทความร้อนและหาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ส่งผลต่อพฤติกรรมถ่ายเทความร้อน
- 4.3 การวิเคราะห์พฤติกรรมถ่ายเทความร้อนและหาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ส่งผลต่อพฤติกรรมถ่ายเทความชื้นของผนังมวลสารน้อย
- 4.4 การวิเคราะห์การทำความเย็นของผนังมวลสารน้อย พร้อมแนวทางการปรับปรุงให้เหมาะสมต่อการใช้งานในอาคารปรับอากาศ

4.1 การวิเคราะห์ปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมที่ส่งผลต่อพฤติกรรมถ่ายเทความร้อนและความชื้นของวัสดุมวลสารน้อย

อิทธิพลที่ส่งผลต่อพฤติกรรมถ่ายเทความร้อนสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

#### 1. อิทธิพลจากสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร

อุณหภูมิอากาศภายนอก

ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบทั้งหมด

ความเร็วและทิศทางลมตกกระทบ

อัตราส่วนความชื้น

#### 2. อิทธิพลของมวลสาร

ค่าความต้านทานความร้อนรวมของวัสดุ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยจากอิทธิพลจากภายนอกที่ส่งผลต่อพฤติกรรม การถ่ายเทความร้อนและความชื้น ตามทิศทางการ โจรของดวงอาทิตย์ที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ของฤดูกาลและภาระการทำความเย็นของมวลสารน้อยดังนี้

## 4.2 การวิเคราะห์พฤติกรรม การถ่ายเทความร้อนและหาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ส่งผลต่อ พฤติกรรม การถ่ายเทความร้อน

### 4.2.1 พฤติกรรม การถ่ายเทความร้อน

การวิเคราะห์ปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมที่ส่งผลต่อการพฤติกรรมถ่ายเทความร้อน เข้าสู่อาคาร จากสูตร Sol – Air Temperature ซึ่งเป็นการคำนวณปริมาณการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร แทนค่าความแตกต่างความร้อนระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอก และภายใน อาคาร( $\Delta T$ ) พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการถ่ายเทความร้อนนั้นสามารถพิจารณาจากสูตรดังนี้<sup>1</sup>

$$\text{Sol – Air Temperature } (\Delta T) = T_{out} + I * \alpha / h_o - \epsilon \Delta R / h_o$$

เมื่อ

$T_e$  = Sol – Air Temperature

$T_{out}$  = อุณหภูมิอากาศภายนอก

$I$  = ปริมาณรังสีความร้อนที่ตกกระทบทั้งหมด (Total Solar Radiation Incident on the Surface) (BTU / Hr. F<sup>2</sup>)

$\alpha$  = สัมประสิทธิ์การดูดซับความร้อนของผิววัสดุ

$h_o$  = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผิว ซึ่งรวมทั้ง Long Wave Radiation และ Convection (BTU / HR. SF)

$\epsilon$  = สัมประสิทธิ์การกระจายความร้อนออกจากผิว (Hemispherical Emittance of the Surface)

$\Delta R$  = อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนของผิววัสดุกับสภาพแวดล้อม และท้องฟ้า (BTU / Hr. F<sup>2</sup>)

<sup>1</sup> American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineerings, 2001 ASHRAE Handbook Fundamental, (Atlanta: Georgia, 2001), p. 25.19.

จากสมการพบว่าปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนมีดังต่อไปนี้

**1. อุณหภูมิอากาศภายนอก**

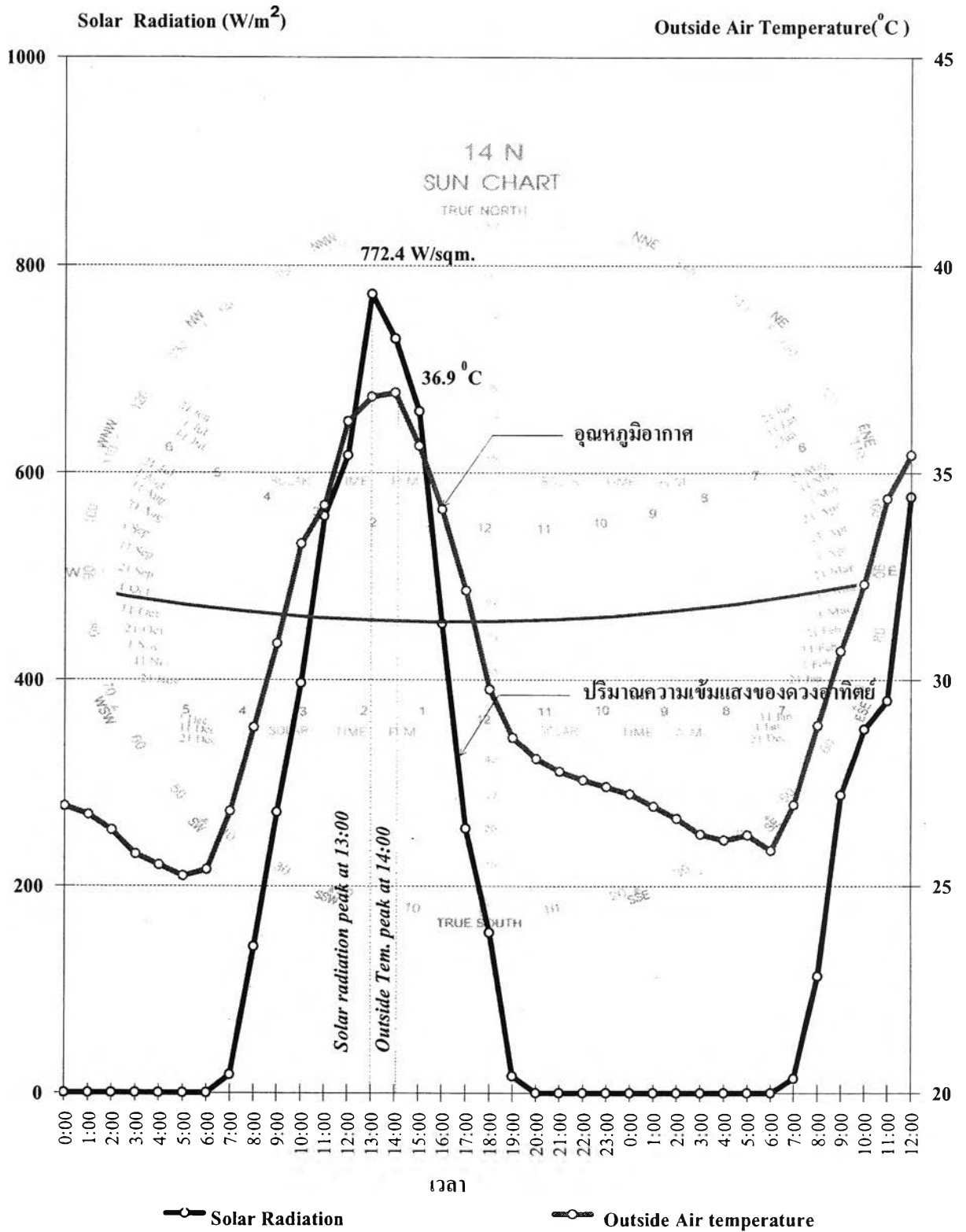
อิทธิพลของอากาศภายนอกส่งผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวผนัง โดยพิจารณาค่าการดูดซับความร้อนของผิวผนังก่อให้เกิดการสะสมความร้อนในช่วงเวลากลางวันมีความแตกต่างของอุณหภูมิผิวภายนอกและผิวภายในเฉลี่ยสูงสุด

**2. ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบทั้งหมด**

อิทธิพลของปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวภายนอกของวัสดุก่อให้เกิดการถ่ายเทความร้อนสู่ภายในอาคาร

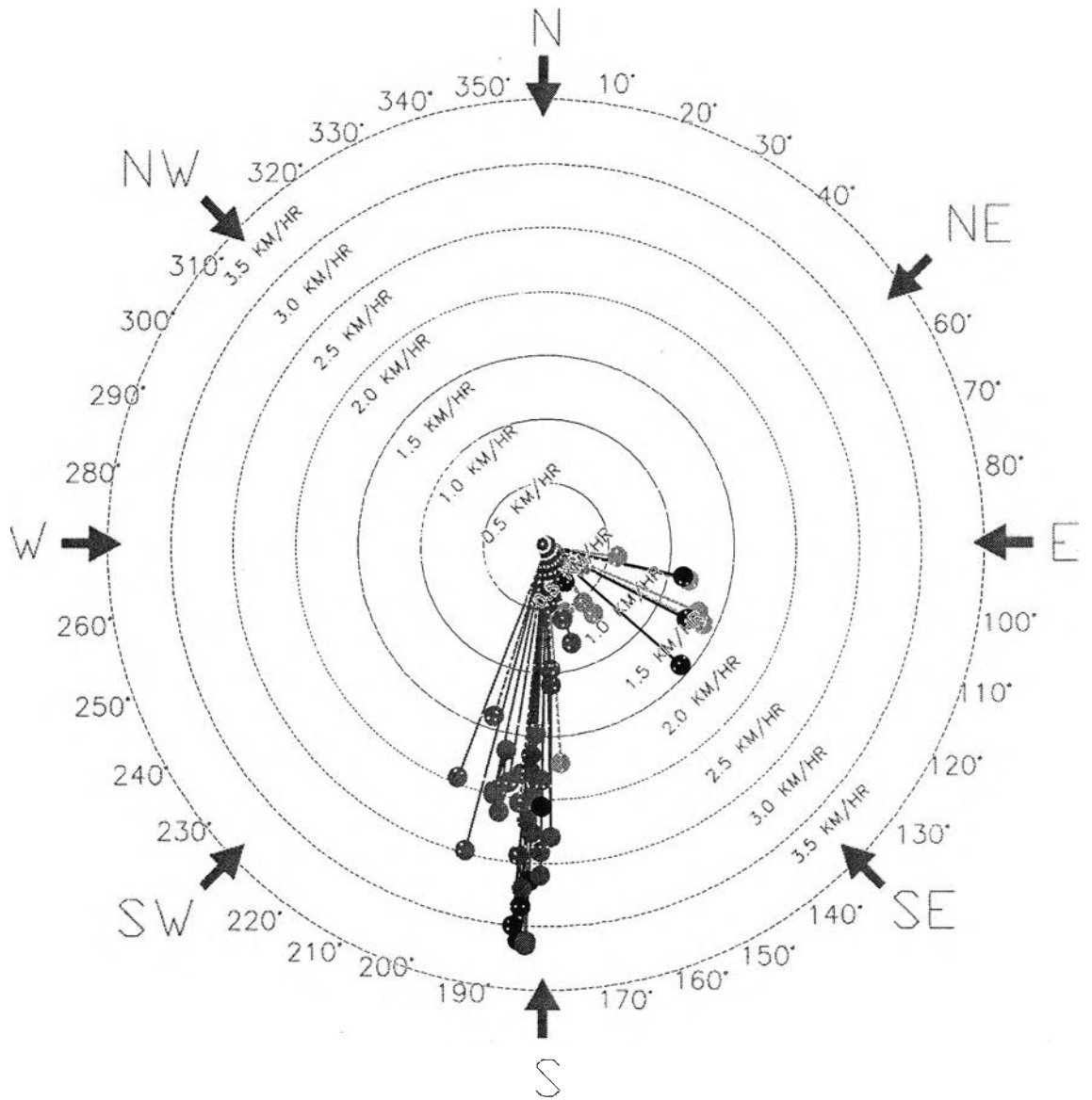
**3. ทิศทางและความเร็วของกระแสลม**

อิทธิพลของกระแสลมนั้นส่งผลต่อการถ่ายเทความร้อนบริเวณผิวผนังภายนอกและก่อให้เกิดการรั่วซึมของอากาศซึ่งส่งผลต่อปริมาณความร้อนแฝงของผนัง



แผนภูมิที่ 4.1 แสดงปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งวัดโดย Pyranometer ในลักษณะตั้งฉากกับพื้นดิน โดยเก็บข้อมูลตั้งแต่ 0:00 น.ของวันที่ 23 มีนาคม 2548 ถึงเวลา 12:00 น.ของวันที่ 24 มีนาคม 2548





กรุงเทพฯ มี.ค. 2548

- ช่วงเวลา แทนความเร็วลมในช่วงเช้าตั้งแต่เวลา 7:00 - 10:00 น.
- ช่วงเวลา แทนความเร็วลมในช่วงกลางวันตั้งแต่เวลา 11:00 - 17:00 น.
- ช่วงเวลา แทนความเร็วลมในช่วงเย็นถึงช่วงดึกตั้งแต่เวลา 18:00 - 22:00 น.
- ช่วงเวลา แทนความเร็วลมในช่วงดึกถึงช่วงเช้ามืดตั้งแต่เวลา 23:00 - 6:00 น.

#### แผนภูมิที่ 4.2 แผนภูมิแสดงความเร็วลมและทิศทางโดยแบ่งตามช่วงเวลา

ทำการวัดด้วยเครื่อง Wind velocity และทำการเก็บข้อมูลของวันที่ 23:00 น. ของวันที่ 22 มี.ค. 2548 - 12:00 น. ของวันที่ 25 มี.ค. 2548

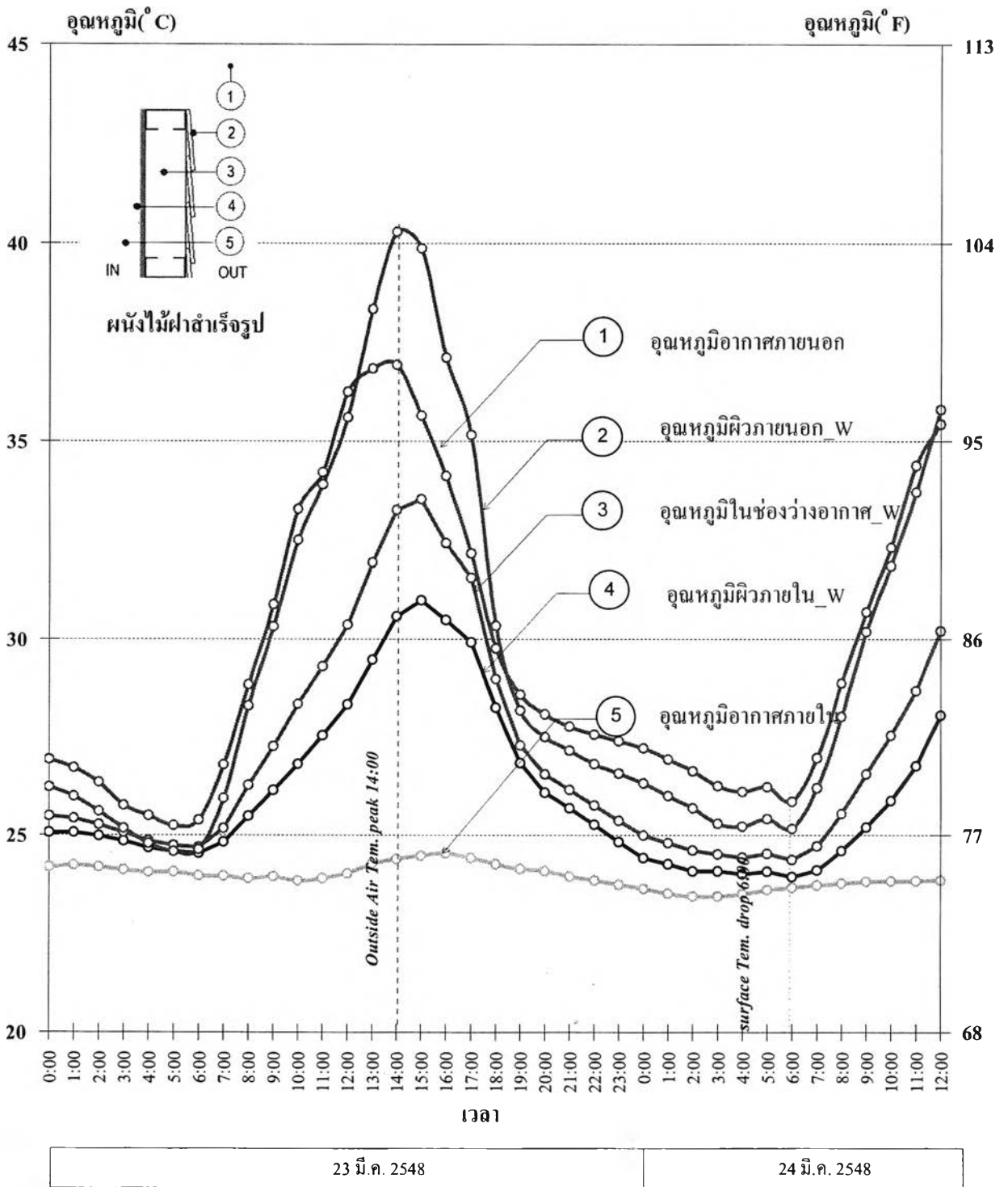
จากแผนภูมิ 4.1-2 แสดงปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิอากาศภายนอก ความเร็วและทิศทางลม ทำการเก็บข้อมูลวันที่ 23 มีนาคม 2548 ถึง 24 มีนาคม 2548พบว่า

ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดที่ 772.4 w/m<sup>2</sup> ในช่วงเวลา 12:00 น.  
ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ย 182.84 w/m<sup>2</sup>

โดยในวันที่ทำการเก็บข้อมูลท้องฟ้าไม่มีเมฆปกคลุม แต่ในช่วงเวลา 14:00 น.มีเมฆปกคลุมเล็กน้อย ทำให้ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ลดลง

อุณหภูมิอากาศสูงสุดที่	36.9	องศาเซลเซียส	ในช่วงเวลา 14:00 น.
อุณหภูมิอากาศต่ำสุดที่	25.2	องศาเซลเซียส	ในช่วงเวลา 5:00 น.
อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยที่	29.48	องศาเซลเซียส	
ความเร็วลมสูงสุดที่	3.154	ก.ม./ช.ม. ทางทิศใต้	ในช่วงเวลา 23:00 น.
ความเร็วลมเฉลี่ย	1.32	ก.ม./ช.ม. สูงสุดทางทิศใต้ ตะวันตกเฉียงใต้ และ ตะวันออกเฉียงใต้ ตามลำดับ	

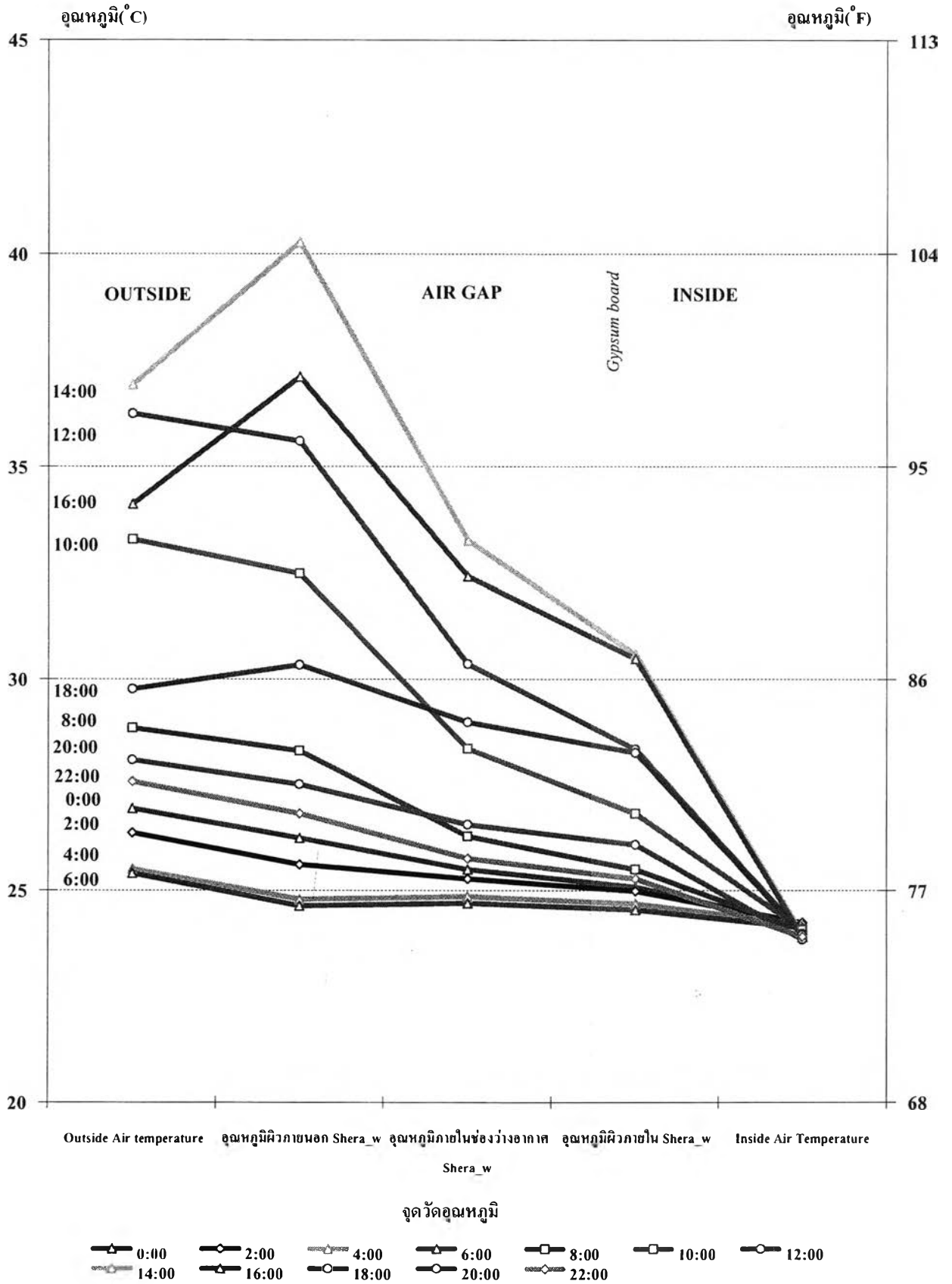




- Outside Air temperature
- Inside Air Temperature
- อุณหภูมิผิวภายในผนังไม้ฝาสำเร็จรูป\_w
- อุณหภูมิภายในช่องว่างอากาศผนังไม้ฝาสำเร็จรูป\_w
- อุณหภูมิผิวภายนอกผนังไม้ฝาสำเร็จรูป\_w

แผนภูมิที่ 4.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผนังไม้ฝาสำเร็จรูปทางทิศตะวันตก

ในสภาวะการจำลองการใช้งานอาคารปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมงในช่วงเวลา 0:00 - 12:00 น. ของวันที่ 23 - 24 มีนาคม 2548



แผนภูมิที่ 4.4 แสดงพฤติกรรมถ่ายเทความร้อนของผนังไม้เทียมทางทิศตะวันตกในช่วงเวลาต่างๆ ในสภาวะการจำลองการใช้งานอาคารปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมงในช่วงเวลา 0:00 - 22:00 น. ของวันที่ 23 มีนาคม 2548

### พฤติกรรมการณ์ถ่ายเทความร้อนของผนังไม้ฝาสำเร็จรูป(shera)

พิจารณาพฤติกรรมการณ์ถ่ายเทความร้อนของผนังไม้ฝาสำเร็จรูปทางทิศตะวันตก ของวันที่ 22 -25 มี.ค. 2548 พบว่า

อุณหภูมิอากาศภายนอกเฉลี่ย	29.48	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุดที่เวลา 14:00 น.	36.9	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิอากาศภายนอกต่ำสุดที่เวลา 5:00 น.	25.2	องศาเซลเซียส

### ผนังทางทิศตะวันตก

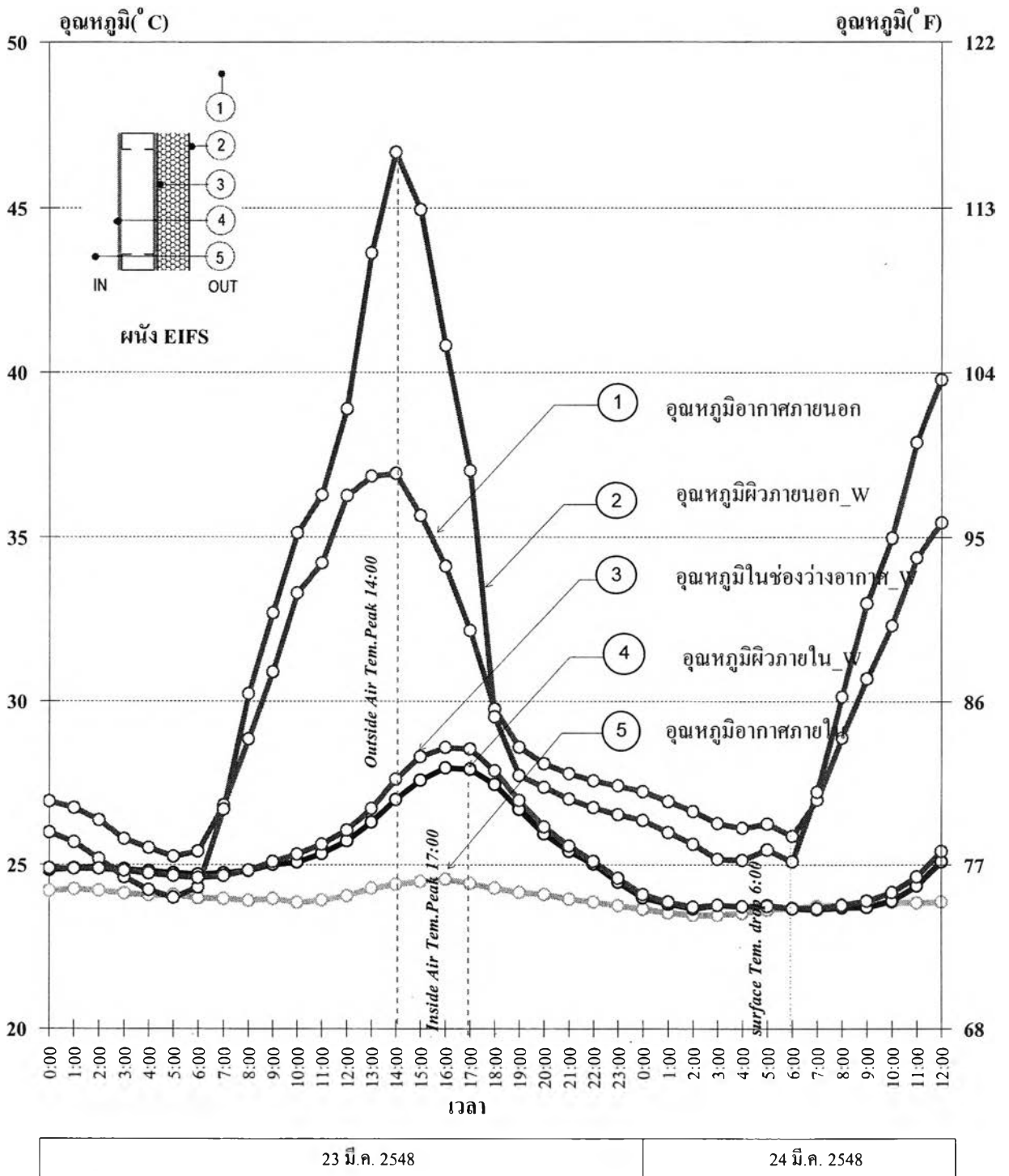
#### ผนังไม้ฝาสำเร็จรูป

อุณหภูมิผิวผนังภายนอกสูงสุด	ที่เวลา 14:00 น.	40.27	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิผิวผนังภายนอกต่ำสุด	ที่เวลา 5:00 น.	24.6	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิผิวผนังภายนอกเฉลี่ย		29.3	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิผิวผนังภายในสูงสุด	ที่เวลา 15:00 น.	30.97	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิผิวผนังภายในต่ำสุด	ที่เวลา 5:00 น.	23.9	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิผิวผนังภายในเฉลี่ย		26	องศาเซลเซียส

ระยะเวลาในการหน่วงเหนี่ยวความร้อนจากผิวภายนอกเข้าสู่ผิวภายในเท่ากับ 1 ชั่วโมง โดยมีความแตกต่างของอุณหภูมิผิวภายนอกและภายในสูงสุดที่ 16.37 องศาเซลเซียส

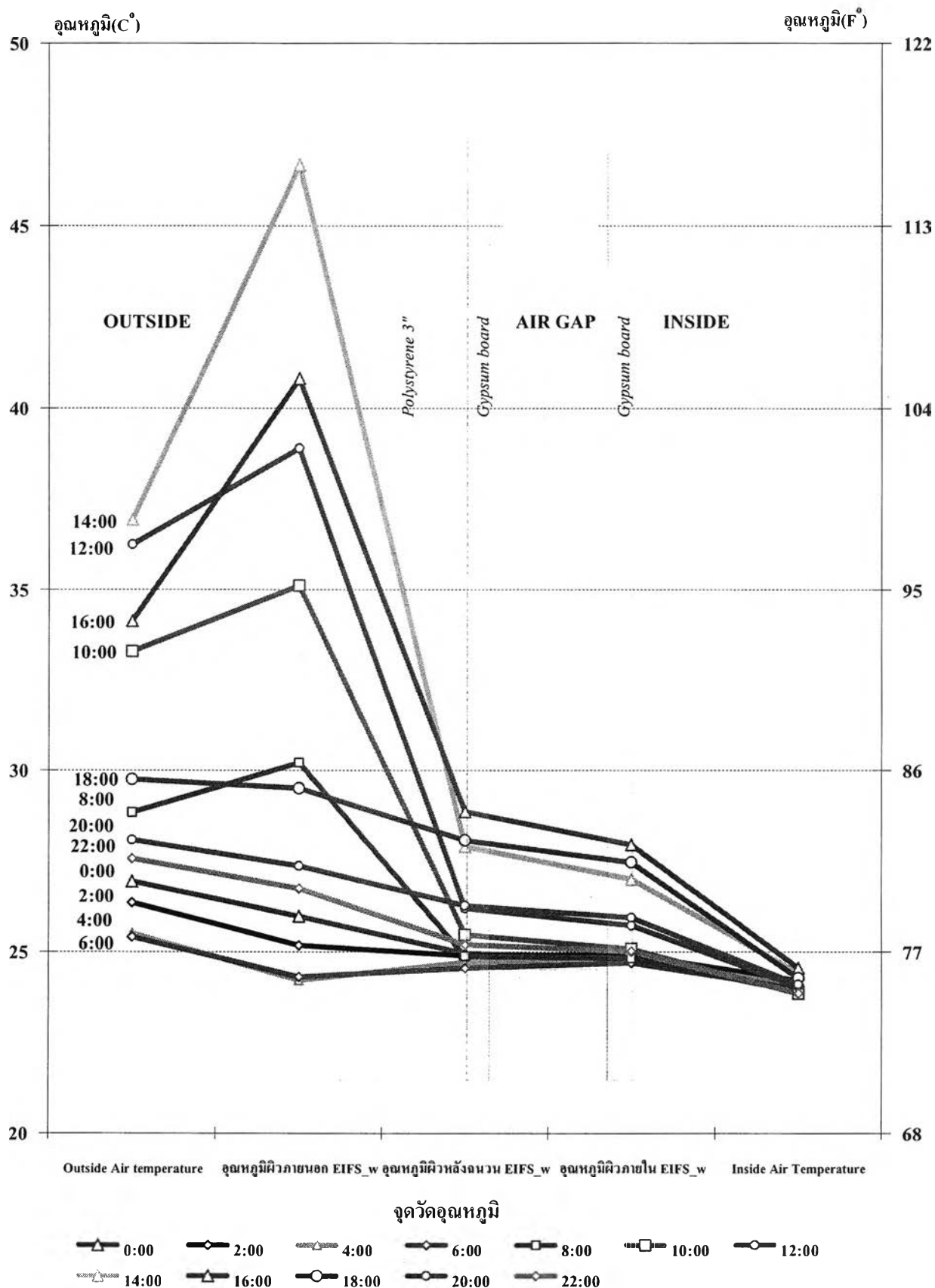
จากแผนภูมิที่ 4.4 แสดงปริมาณการถ่ายเทความร้อนจากผิวผนังภายนอกสู่ผิวภายใน พบว่า ในช่วงเช้าที่เริ่มมีแสงแดด บริเวณผิวผนังไม้เทียมมีอุณหภูมิสูงขึ้นตามอุณหภูมิอากาศภายนอก ในช่วงบ่ายอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ร้อนขึ้นส่งผลต่อการสะสมความร้อนที่ผิวของผนัง และมีการรั่วซึมของอากาศภายนอกส่งผลให้เกิดการถ่ายเทความร้อนสู่ผิวภายในซึ่งเป็นผนังยิปซัมที่มีคุณสมบัติในการต้านทานความร้อนต่ำทำให้อุณหภูมิผิวผนังภายในสูงสุดที่เวลา 14:00 น.

ในช่วงกลางคืนผิวผนังมีการถ่ายเทความร้อนสู่อากาศภายนอกที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าได้เร็ว และผนังมีการรั่วซึมของอากาศสูงทำให้อุณหภูมิในช่องว่างอากาศในตอนกลางคืนใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศภายนอก ทำให้ผิวผนังเย็นลงอย่างรวดเร็วและเย็นกว่าอากาศภายนอก



แผนภูมิที่ 4.5 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในของผนังEIFS ทางทิศตะวันตก

ในสภาวะการจำลองการใช้งานอาคารปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมงในช่วงเวลา 0:00 - 12:00 น. ของวันที่ 23 - 24 มีนาคม 2548



แผนภูมิที่ 4.6 แสดงพฤติกรรมถ่ายเทความร้อนของผนัง EIFS ทางทิศตะวันตกในช่วงเวลาต่างๆ ในสภาวะการจำลองการใช้งานอาคารปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมงในช่วงเวลา 0:00 - 22:00 น.ของวันที่ 23 มีนาคม 2548

### พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังEIFS

พิจารณาพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังEIFSทางทิศตะวันตก ของวันที่ 22 -25 มี.ค. 2548 พบว่า

อุณหภูมิอากาศภายนอกเฉลี่ย	29.48	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุดที่เวลา 14:00 น.	36.9	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิอากาศภายนอกต่ำสุดที่เวลา 5:00 น.	25.2	องศาเซลเซียส

### ผนังEIFS

อุณหภูมิผิวผนังภายนอกสูงสุด ที่เวลา 14:00 น.	46.67	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิผิวผนังภายนอกต่ำสุด ที่เวลา 5:00 น.	23.9	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิผิวผนังภายนอกเฉลี่ย	30.6	องศาเซลเซียส

อุณหภูมิผิวหลังฉนวน เฉลี่ย	30.6	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิผิวผนังภายในสูงสุด ที่เวลา 16:00 – 17:00 น.	29.7	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิผิวผนังภายในต่ำสุด ที่เวลา 6:00 น.	23.7	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิผิวผนังภายในเฉลี่ย	25	องศาเซลเซียส

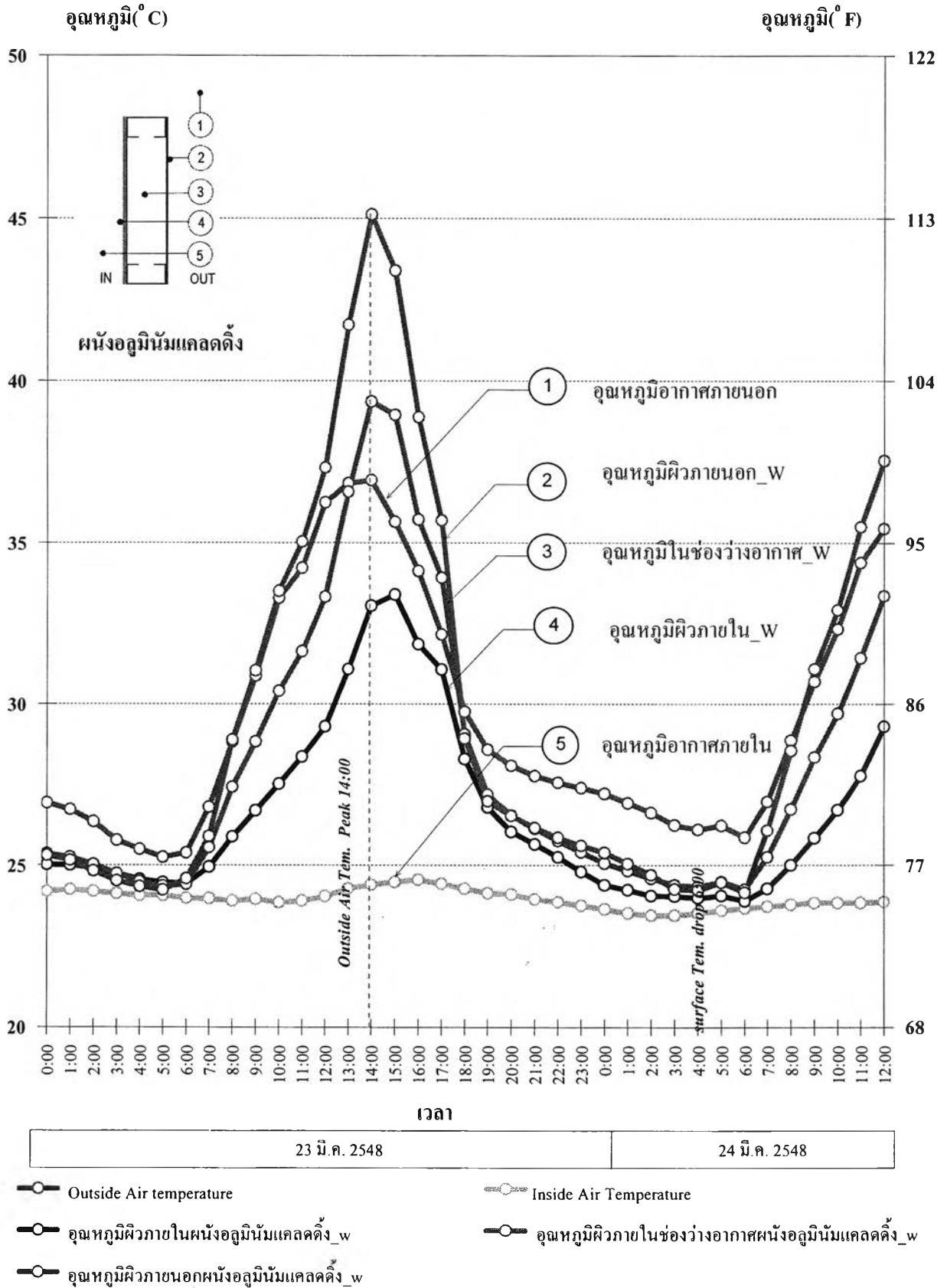
ระยะเวลาในการหน่วงเหนี่ยวความร้อนจากผิวภายนอกเข้าสู่ผิวภายในเท่ากับ 2-3 ชั่วโมง โดยมีความแตกต่างของอุณหภูมิผิวภายนอกและภายในสูงสุดที่ 22.97 องศาเซลเซียส

จากแผนภูมิที่ 4.6 แสดงปริมาณการถ่ายเทความร้อนจากผิวผนังภายนอกสู่ผิวภายใน โดยในช่วงเช้าที่เริ่มมีแสงแดด บริเวณผิวของผนังEIFS จะมีอุณหภูมิผิวสูงขึ้นตามอุณหภูมิอากาศภายนอก

ในช่วงบ่ายอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ร้อนขึ้นส่งผลต่อการสะสมความร้อนที่ผิวของผนังเพิ่มขึ้น แต่เนื่องจากผนังมีฉนวนกันความร้อนและกันการรั่วซึมของอากาศได้ดี เพราะมีลักษณะเป็นเซลล์ปิดส่งผลให้เกิดการถ่ายเทความร้อนสู่ผิวภายในได้น้อยทำให้ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิผิวภายในและภายนอกสูงสุด

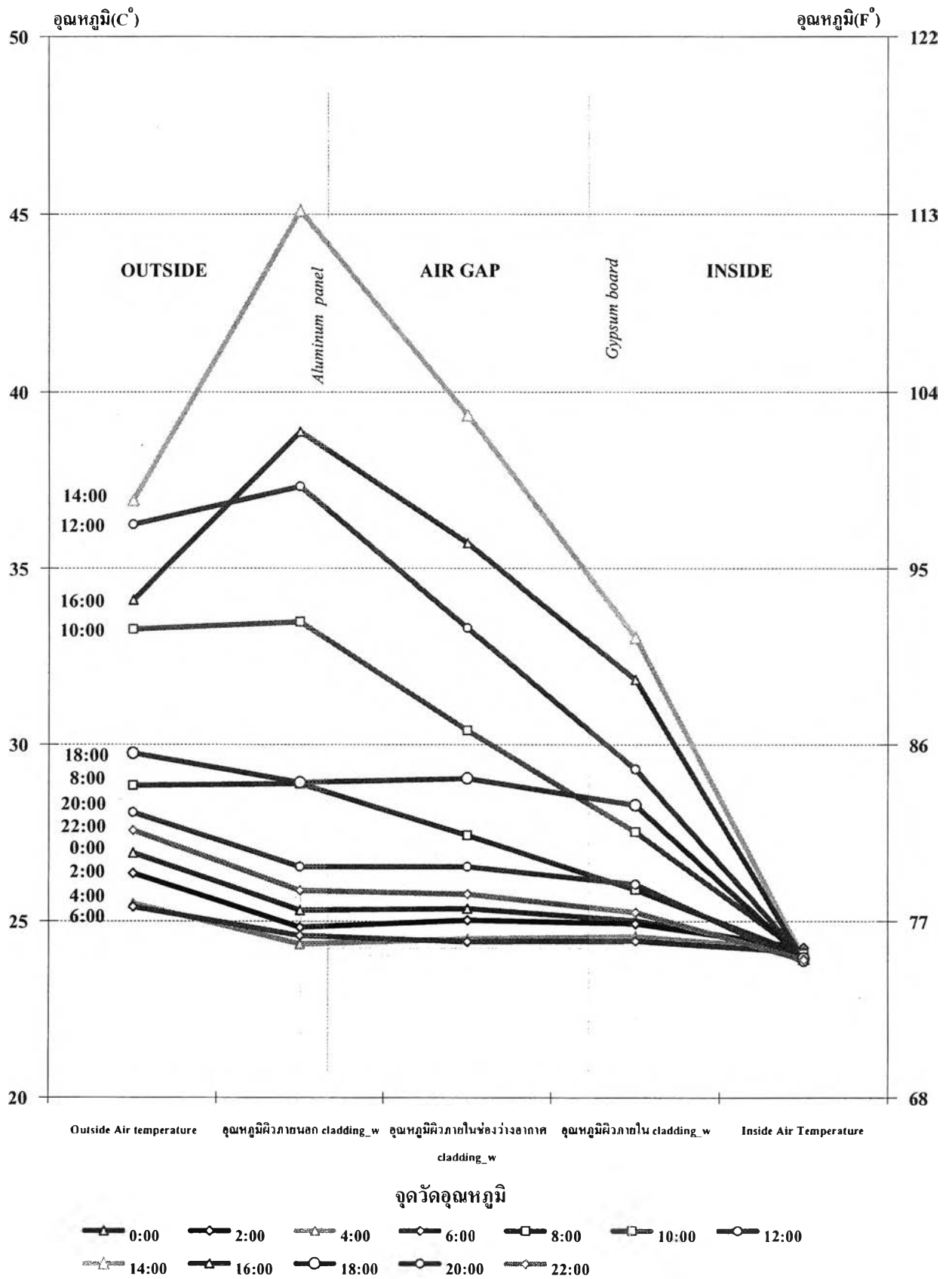
ในช่วงเวลากลางคืนที่อิทธิพลของมวลสารของผนังที่มีฉนวนโพนมีการสะสมความร้อนในตัวสามารถถ่ายเทความร้อนได้น้อย และเกิดการถ่ายเทความร้อนออกสู่ภายนอกในช่วง 4:00 – 6:00 น.





แผนภูมิที่ 4.7 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผนังอลูมิเนียมเคลดตั้งทางทิศตะวันตก

ในสภาวะการจำลองการใช้งานอาคารปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมงในช่วงเวลา 0:00 - 12:00 น. ของวันที่ 23 - 24 มีนาคม 2548



แผนภูมิที่ 4.8 แสดงพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังอลูมิเนียมเคลดคิงทางทิศตะวันตกในช่วงเวลาต่างๆ ในสภาวะการจำลองการใช้งานอาคารปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมงในช่วงเวลา 0:00 - 22:00 น.ของวันที่ 23 มีนาคม 2548

### พฤติกรรมการณ์ถ่ายเทความร้อนของผนังอลูมิเนียมเคลดดิ้ง(Aluminum cladding)

พิจารณาพฤติกรรมการณ์ถ่ายเทความร้อนของผนังอลูมิเนียมเคลดดิ้งทางทิศตะวันตกของวันที่ 22 -25 มี.ค. 2548 พบว่า

อุณหภูมิอากาศภายนอกเฉลี่ย	29.48	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุดที่เวลา 14:00 น.	36.9	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิอากาศภายนอกต่ำสุดที่เวลา 5:00 น.	25.2	องศาเซลเซียส

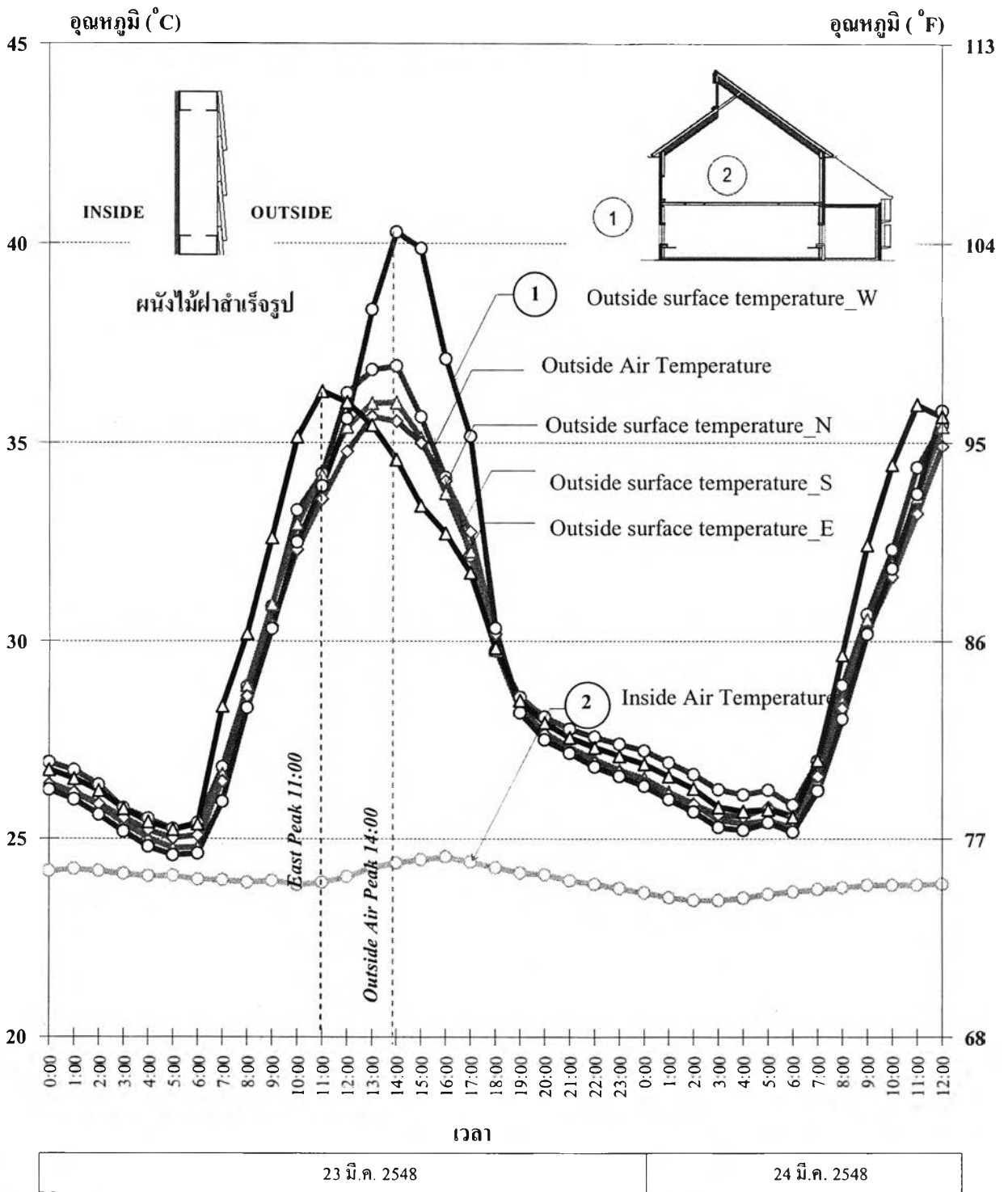
### ผนังอลูมิเนียมเคลดดิ้ง

อุณหภูมิผิวผนังภายนอกสูงสุด	ที่เวลา 14:00 น.	45.1	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิผิวผนังภายนอกต่ำสุด	ที่เวลา 5:00 น.	24.22	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิผิวผนังภายนอกเฉลี่ย		29.54	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิผิวผนังภายในสูงสุด	ที่เวลา 15:00 น.	33.38	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิผิวผนังภายในต่ำสุด	ที่เวลา 6:00 น.	23.9	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิผิวผนังภายในเฉลี่ย		26.5	องศาเซลเซียส

ระยะเวลาในการหน่วงเหนี่ยวความร้อนจากผิวภายนอกเข้าสู่ผิวภายในเท่ากับ 1 ชั่วโมง โดยมีความแตกต่างของอุณหภูมิผิวภายนอกและภายในสูงสุดที่ 21.2 องศาเซลเซียส

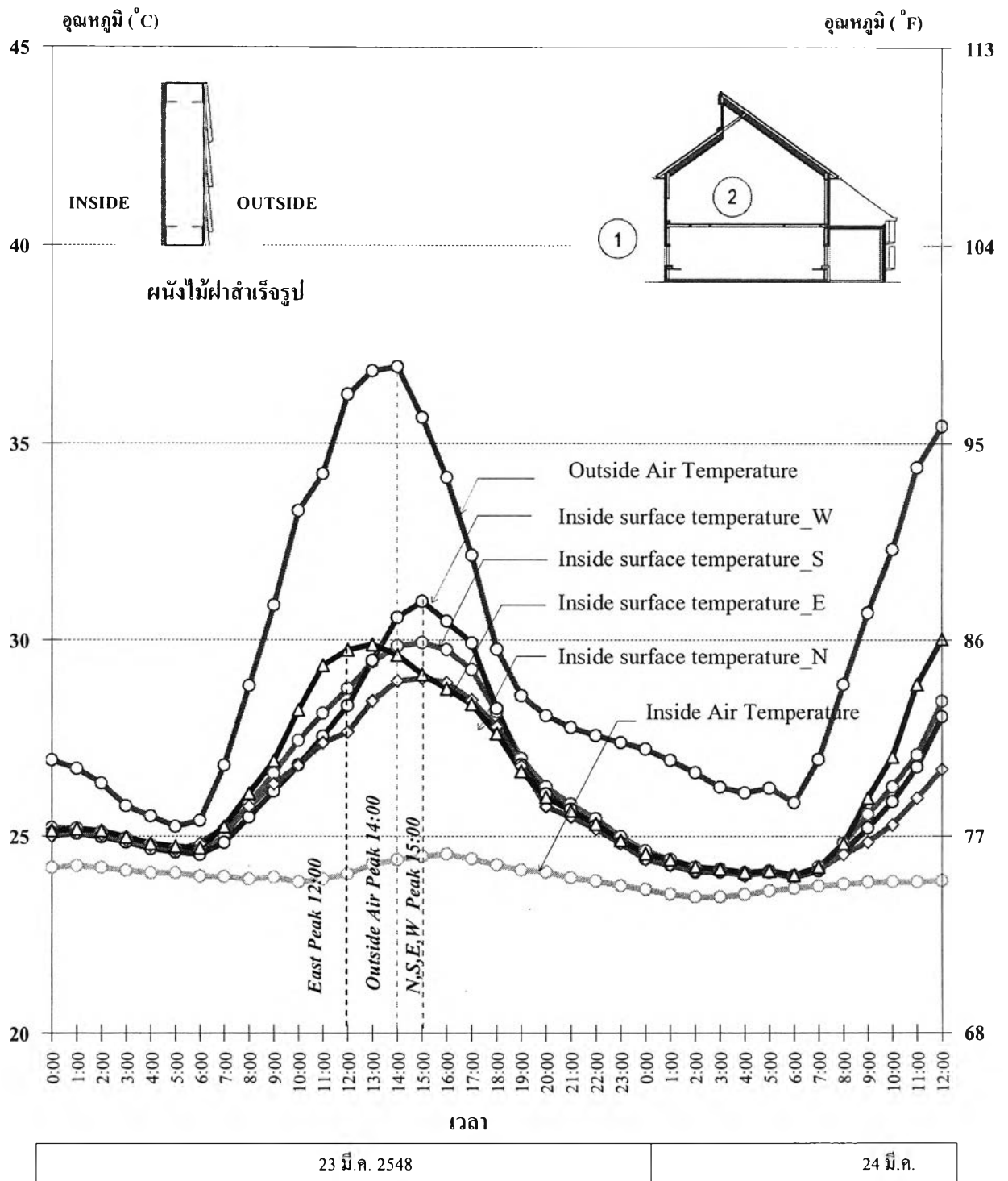
จากแผนภูมิที่ 4.8 แสดงปริมาณการถ่ายเทความร้อนจากผิวผนังภายนอกสู่ผิวภายใน โดยในช่วงเช้าที่เริ่มมีแสงแดด บริเวณผิวของผนังอลูมิเนียมเคลดดิ้งจะมีอุณหภูมิผิวสูงขึ้นเนื่องจากอิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์และมวลสารของผนังที่เป็นโลหะ ก่อให้เกิดการสะสมความร้อน และมีค่าการดูดซับความร้อนสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับผนังไม้ฝาสำเร็จรูป และผนัง EIFS ในช่วงบ่ายอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ร้อนขึ้นส่งผลต่อการสะสมความร้อนที่ผิวของผนังอลูมิเนียมเคลดดิ้งเพิ่มขึ้นทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ช่องว่างอากาศภายในทำให้มีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิผิวภายในและภายนอกสูง

ในช่วงกลางคืนผิวผนังมีการถ่ายเทความร้อนสู่อากาศภายนอกที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าได้เร็วกว่าผนังอีก 2 ประเภทเนื่องจากมวลสารของผนังที่น้อยและผนังเป็น โลหะสามารถกระจายรังสีคลื่นยาวสู่ท้องฟ้าในตอนกลางคืนได้ดี ทำให้ผิวผนังเย็นลงอย่างรวดเร็วและเย็นกว่าอากาศภายนอก



- Outside air temperature
- Inside Air Temperature
- อุณหภูมิผิวภายนอก Shera\_s
- อุณหภูมิผิวภายนอก shera\_n
- อุณหภูมิผิวภายนอก Shera\_w.
- อุณหภูมิผิวภายนอก Shera\_e

แผนภูมิที่ 4.9 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวผนังภายนอกของผนังไม้ฝาสำเร็จรูป ทั้ง 4 ทิศ  
 ในสภาวะการจำลองการใช้งานอาคารปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมงในช่วงเวลา 0:00 - 12:00 น. ของวันที่ 23 - 24 มีนาคม 2548



- Outside air temperature
- อุณหภูมิผิวภายใน Sheras
- อุณหภูมิผิวภายใน Sheras\_w
- Inside Air Temperature
- อุณหภูมิผิวภายใน Sheras\_n
- อุณหภูมิผิวภายใน Sheras\_e

แผนภูมิที่ 4.10 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวผนังภายในของผนังไม้ฝาสำเร็จรูปทั้ง 4 ทิศ

ในสภาวะการจำลองการใช้งานอาคารปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ช่วงเวลา 0:00 - 12:00 น. ของ วันที่ 23 - 24 มีนาคม 2548

### การวิเคราะห์พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังไม้ฝาสำเร็จรูป (shera)

พิจารณาพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังไม้ฝาสำเร็จรูปทั้ง 4 ทิศของวันที่ 22 -25 มี.ค. 2548 จากการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยดังต่อไปนี้

#### อุณหภูมิผิวผนังภายนอก

เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังภายนอกทั้ง 4 ทิศ พบว่า อุณหภูมิผิวผนังทางทิศตะวันออก ร้อนสุดในช่วงเช้า เวลา 10:00 – 11:00 น. เนื่องจากอิทธิพลของการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ที่มีการโคจรอ้อมทางทิศใต้ และเมื่ออุณหภูมิอากาศภายนอกร้อนขึ้นและสูงสุดที่เวลา 14:00 น. ผนังทางทิศตะวันตกมีอุณหภูมิผิวสูงสุด รองมาคือ ผนังทางทิศใต้ ทิศเหนือ และทิศตะวันออก ตามลำดับ

อุณหภูมิผิวผนังภายนอกสูงสุดทางทิศตะวันตกที่เวลา 14:00 น.	40.27	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิผิวผนังภายนอกต่ำสุดทางทิศตะวันตกที่เวลา 5:00 น.	24.6	องศาเซลเซียส

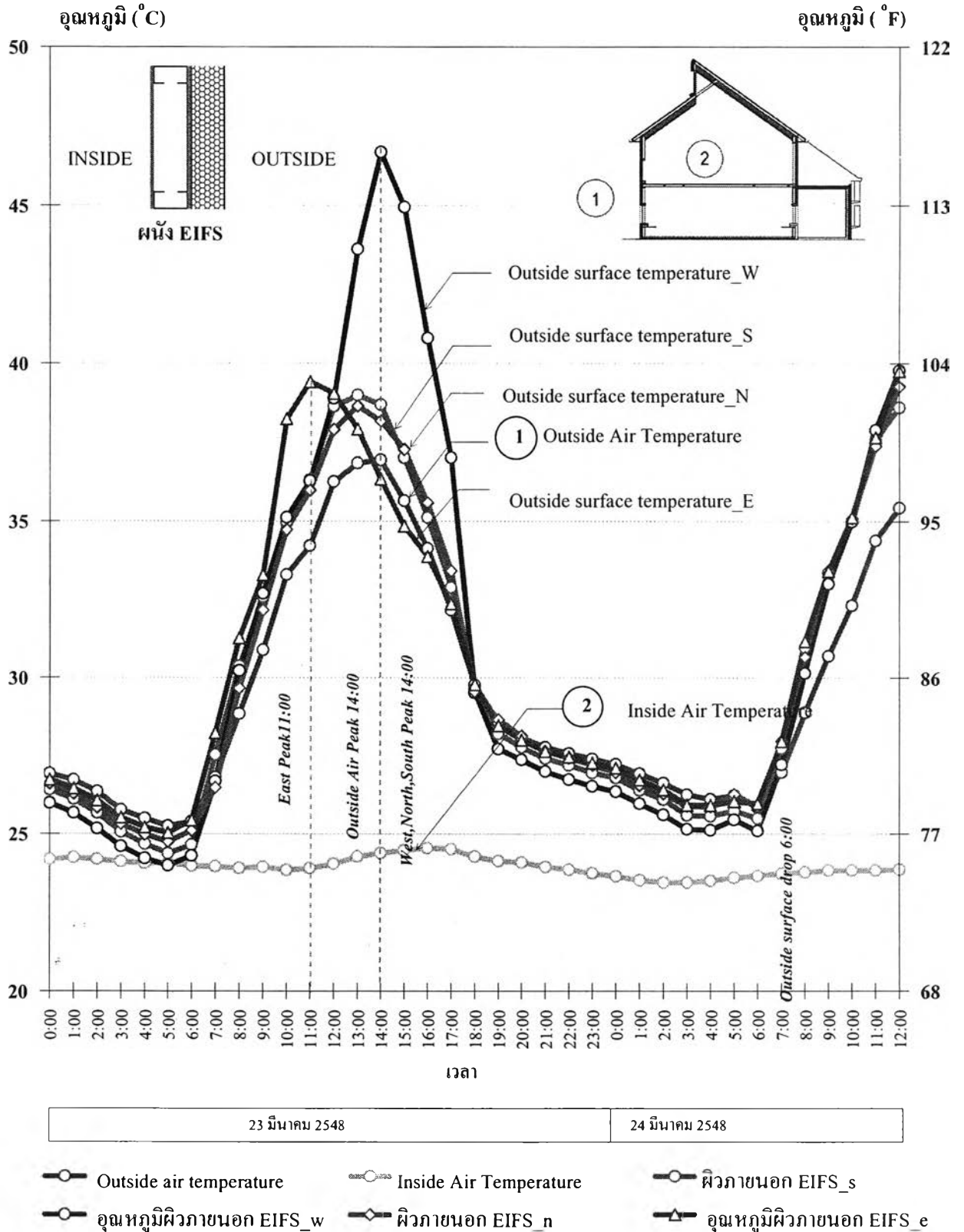
โดยเฉลี่ยอุณหภูมิผิวภายนอกจะลดต่ำลงในทุกทิศของช่วงเวลา 5:00 น.และต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก

#### อุณหภูมิผิวผนังภายใน

อิทธิพลของการถ่ายเทความร้อนจากผิวผนังภายนอกส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวผนังภายในเนื่องจากผนังไม้ฝาสำเร็จรูปมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวอย่างรวดเร็วตามสภาพอากาศภายนอกทั้งในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน

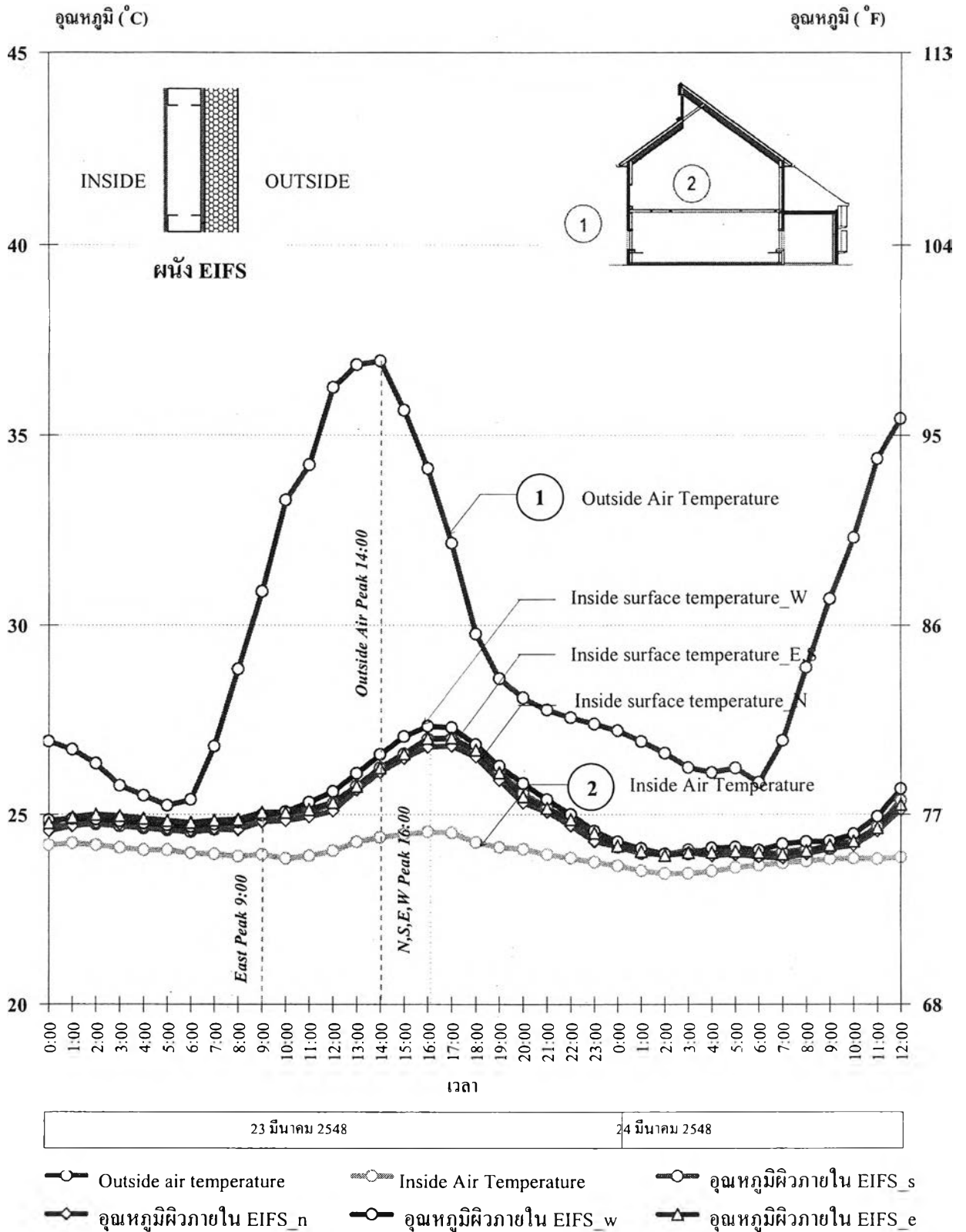
อุณหภูมิผิวผนังภายในสูงสุดทางทิศตะวันตกที่เวลา 15:00 น.	30.97	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิผิวผนังภายในต่ำสุดที่เวลา 5:00 น.	23.9	องศาเซลเซียส

โดยเฉลี่ยอุณหภูมิผิวภายในจะลดต่ำลงในทุกทิศของช่วงเวลา 5:00 น.และต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก



แผนภูมิที่ 4.11 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวผนังภายนอกของผนัง EIFS ทั้ง 4 ทิศ

ในสภาวะการจำลองการใช้งานอาคารปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ช่วงเวลา 0:00 - 12:00 น. ของ วันที่ 23 - 24 มีนาคม 2548



แผนภูมิที่ 4.12 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวผนังภายในของผนัง EIFS ทั้ง 4 ทิศ

ในสภาวะการจำลองการใช้งานอาคารปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมงช่วงเวลา 0:00 - 12:00 น. ของวันที่ 23 - 24 มีนาคม 2548



### การวิเคราะห์พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังEIFS

พิจารณาพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังEIFS ทั้ง 4 ทิศ ของวันที่ 22 -25 มี.ค. 2548 จากการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยดังต่อไปนี้

#### อุณหภูมิผิวผนังภายนอก

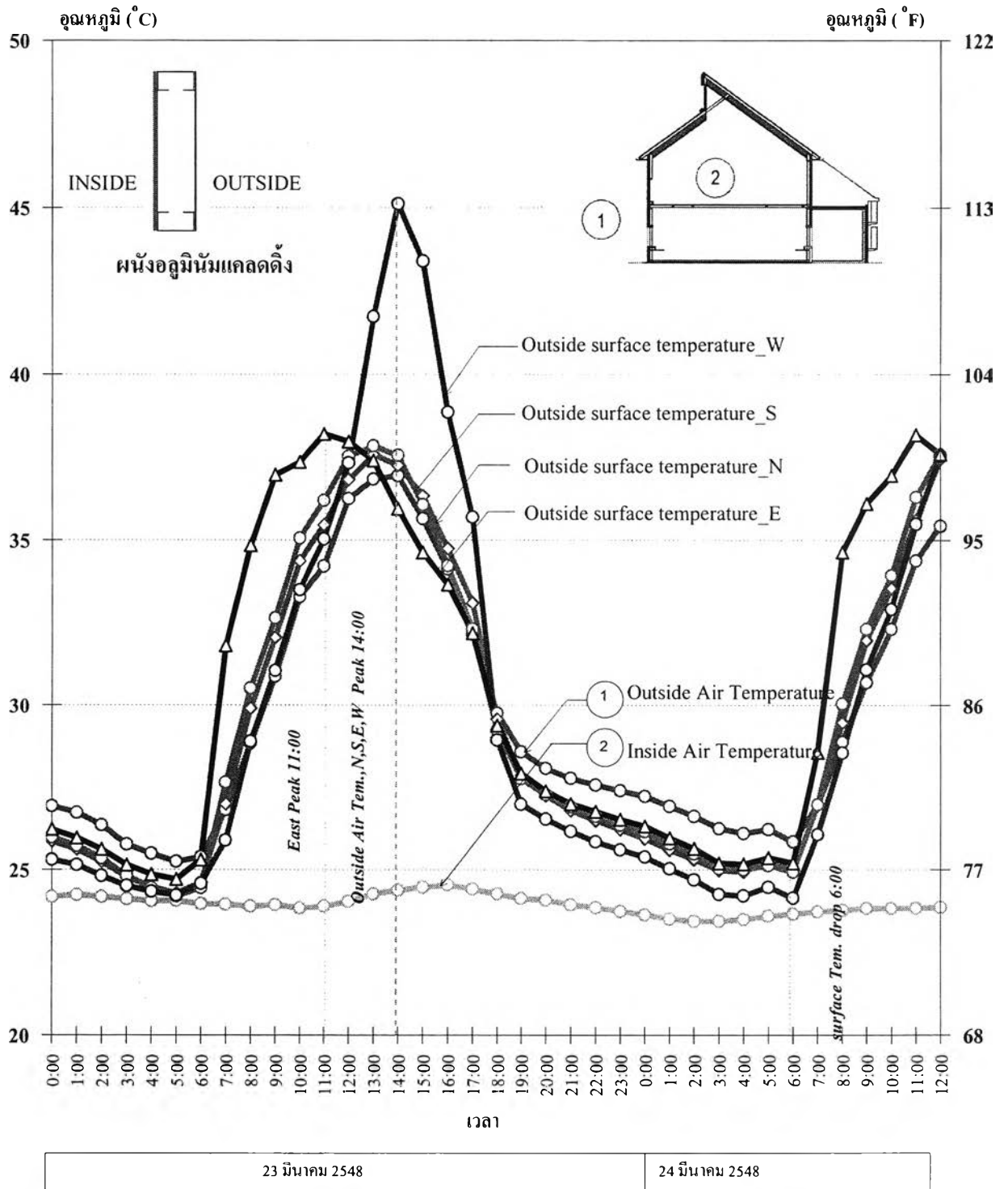
เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังภายนอกทั้ง 4 ทิศ พบว่า อุณหภูมิผิวผนังทางทิศตะวันออก ร้อนสุดในช่วงเช้า เวลา 10:00 – 11:00 น. เนื่องจากอิทธิพลของการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ที่มีการโคจรอ้อมทางทิศใต้ และเมื่ออุณหภูมิอากาศภายนอกร้อนขึ้นและสูงสุดที่เวลา 14:00 น. ผนังทางทิศตะวันตกมีอุณหภูมิผิวสูงสุด รองมาคือ ผนังทางทิศใต้ ทิศเหนือ และทิศตะวันออก ตามลำดับ

อุณหภูมิผิวผนังภายนอกสูงสุดทางทิศตะวันตกที่เวลา 14:00 น.	46.67	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิผิวผนังภายนอกต่ำสุดที่เวลา 5:00 น.	23.9	องศาเซลเซียส

โดยเฉลี่ยอุณหภูมิผิวภายนอกจะลดต่ำลงในทุกทิศของช่วงเวลา 5:00น.และต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก

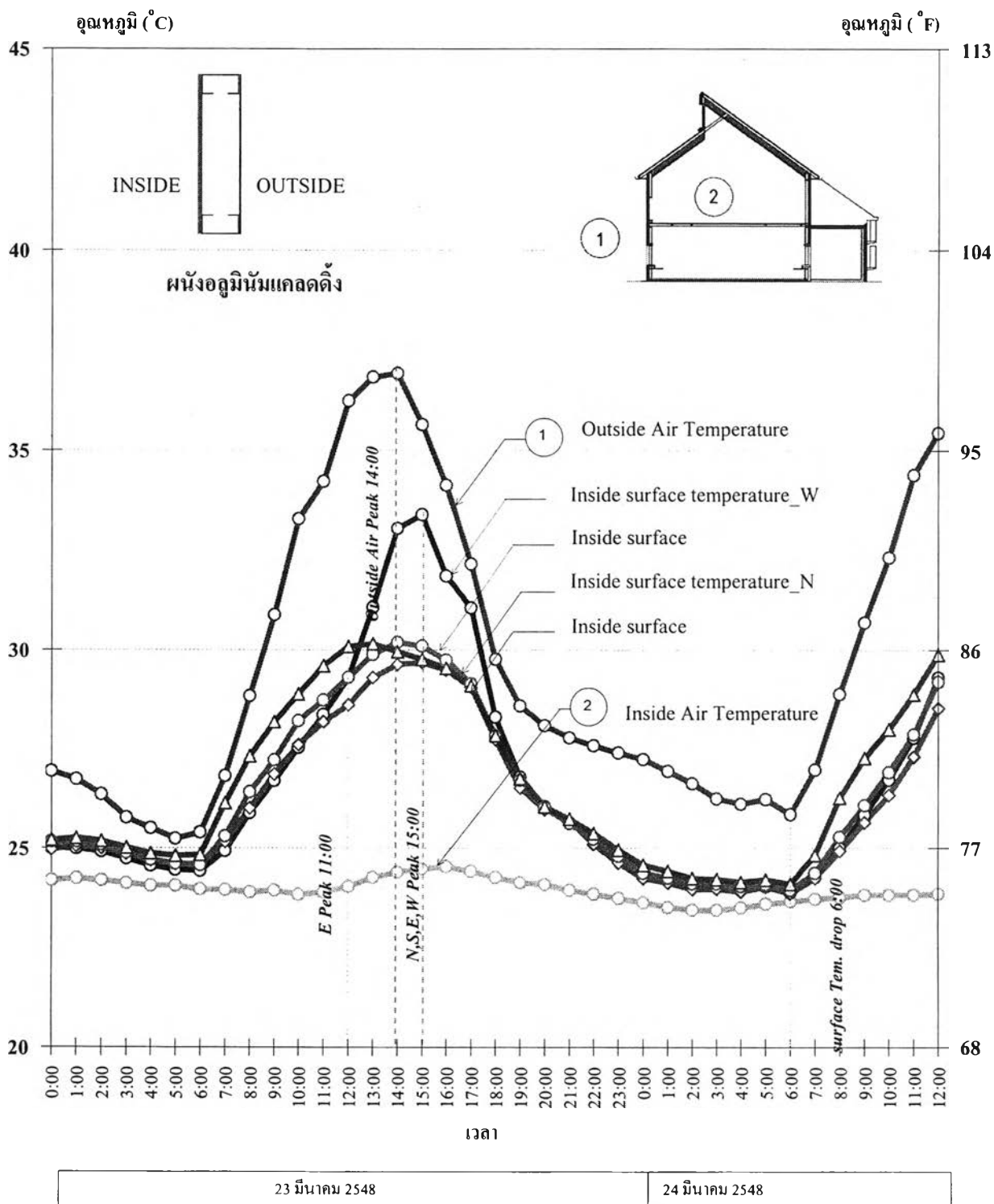
#### อุณหภูมิผิวผนังภายใน

อิทธิพลของการถ่ายเทความร้อนจากผิวผนังภายนอกส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวผนังภายในน้อยมากไม่ว่าจะอยู่ในทิศทางใด เนื่องจากผนังEIFSมีคุณสมบัติในการต้านทานความร้อนสูง ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวภายในน้อยกว่าผนังชนิดอื่นๆ



แผนภูมิที่ 4.13 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวผนังภายนอกของผนังอคูมินัมแคลดดิ้งทั้ง 4 ทิศ

ในสภาวะการจำลองการใช้งานอาคารปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ช่วงเวลา 0:00 - 12:00 น.ของวันที่ 23 - 24 มี.ค. 2548



- Outside Air temperature
- Inside Air Temperature
- อุณหภูมิผิวภายใน cladding\_w
- อุณหภูมิผิวภายใน cladding\_n
- อุณหภูมิผิวภายใน cladding\_s
- อุณหภูมิผิวภายใน cladding\_e

แผนภูมิที่ 4.14 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวผนังภายในของผนังอุณหภูมินิ่งแคลดดิ้งทั้ง 4 ทิศ ในสภาวะการจำลองการใช้งานอาคารปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ช่วงเวลา 0:00 - 12:00 น. ของ วันที่ 23 - 24 มี.ค. 2548

### การวิเคราะห์พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังอลูมิเนียมเคลดดิ้ง

พิจารณาพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังอลูมิเนียมเคลดดิ้งทั้ง 4 ทิศ ของวันที่ 22 - 25 มี.ค. 2548 จากการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยดังต่อไปนี้

#### อุณหภูมิผิวผนังภายนอก

เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังภายนอกทั้ง 4 ทิศ พบว่า อุณหภูมิผิวผนังทางทิศตะวันออก ร้อนสุดในช่วงเช้า เวลา 10:00 – 11:00 น. เนื่องจากอิทธิพลของการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ที่มีการ โคจรอ้อมทางทิศใต้ และเมื่ออุณหภูมิอากาศภายนอกร้อนขึ้นและสูงสุดที่เวลา 14:00 น. ผนัง ทางทิศตะวันตกมีอุณหภูมิผิวสูงสุด รองมาคือ ผนังทางทิศใต้ ทิศเหนือ และทิศตะวันออก ตามลำดับ

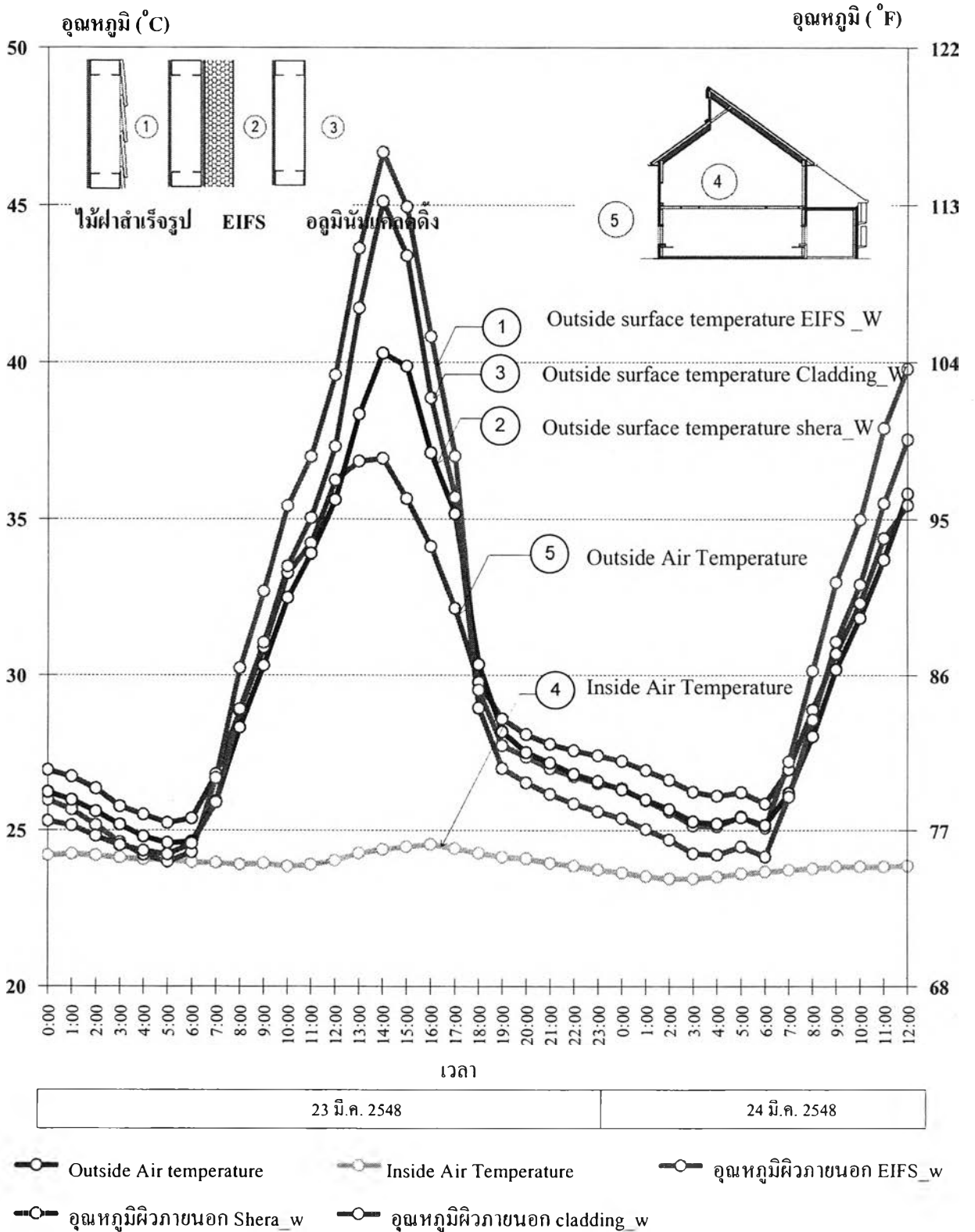
อุณหภูมิผิวผนังภายนอกสูงสุด	ที่เวลา 14:00 น.	45.1	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิผิวผนังภายนอกต่ำสุด	ที่เวลา 5:00 น.	24.22	องศาเซลเซียส

#### อุณหภูมิผิวผนังภายใน

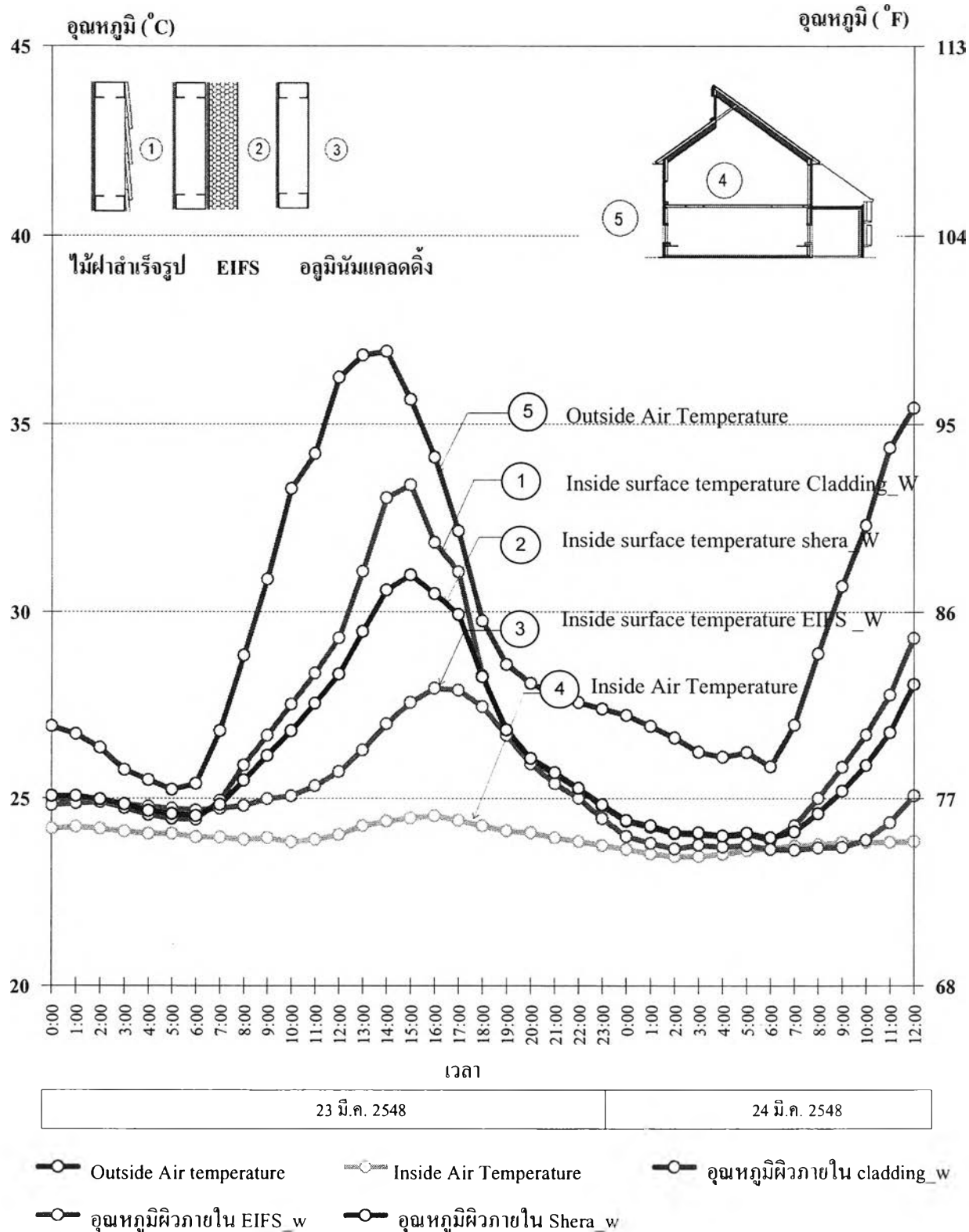
อิทธิพลของการถ่ายเทความร้อนจากผิวผนังภายนอกส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ผิวผนังภายในอย่างสูง โดยผนังมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอย่างรวดเร็วตามสภาพอากาศ ภายนอกทั้งในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน

อุณหภูมิผิวผนังภายในสูงสุดทางทิศตะวันตกที่เวลา 15:00 น.	33.38	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิผิวผนังภายในต่ำสุดที่เวลา 6:00 น.	23.9	องศาเซลเซียส

โดยอุณหภูมิผิวภายในนั้นมีการเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิอากาศภายนอกและมีความแตกต่าง ของอุณหภูมิอากาศภายนอกกับผิวภายในสูงสุดทางทิศใต้ในช่วงเวลาบ่าย เนื่องจากอิทธิพลของ รังสีดวงอาทิตย์ที่เริ่มเคลื่อนต่ำลงทางทิศตะวันตกส่งผลโดยตรงต่อผิวผนัง เช่นเดียวกับผิวผนัง ทางทิศตะวันออกในช่วงเวลา 9:00 - 10:00 น.



แผนภูมิที่ 4.15 แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวผนังภายนอกทางทิศตะวันตกของผนังมวลสารน้อยทั้ง 3 ประเภท ในสภาวะการจำลองการใช้งานอาคารปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ช่วงเวลา 0:00 - 12:00 น.ของวันที่ 23 - 24 มีนาคม 2548



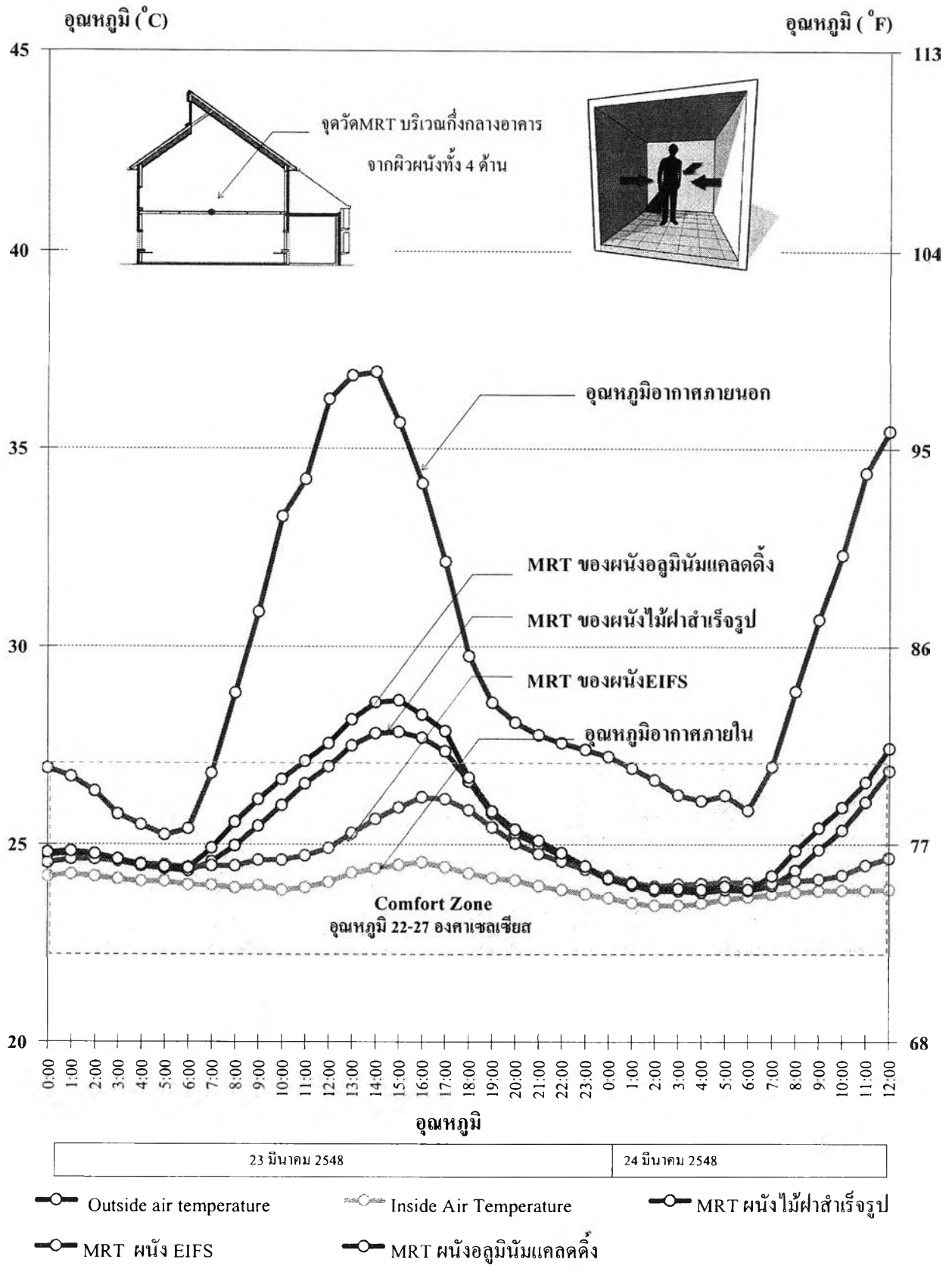
แผนภูมิที่ 4.16 แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวผนังภายในทางทิศตะวันตกของผนังมวลสารน้อยทั้ง 3 ประเภท ในสภาวะการจำลองการใช้งานอาคารปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ช่วงเวลา 0:00 - 12:00 น. ของวันที่ 23 - 24 มีนาคม 2548

อิทธิพลของผิวผนังภายในอาคารที่มีต่อความรู้สึกทางด้านอุณหภูมิ (Mean Radiant Temperature :MRT)

พิจารณาพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผิวภายในผนังมวลสารน้อย ของวันที่ 22 -25 มี.ค. 2548 จากการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยดังต่อไปนี้

แม้ว่าอุณหภูมิอากาศภายในห้องปรับอากาศจะอยู่ในสภาวะน่าสบาย (Thermal Comfort) ก็ตาม แต่อิทธิพลของ MRT ที่มีค่าสูงมากส่งผลต่อความรู้สึกร้อนหนาวของผู้อยู่อาศัยภายในอาคารถึง 40 % นั่นคือ ถ้า MRT เพิ่มสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส จะต้องลดอุณหภูมิอากาศลงถึง 1.4 องศาเซลเซียส เพื่อให้ได้ความรู้สึกร้อนหนาวเหมือนเดิม จากแผนภูมิที่ 5.4 MRT ผนัง EIFS อยู่ภายใต้ขอบเขตสภาวะน่าสบายตลอดทั้งวัน ต่างจากผนังไม้เทียมและผนัง Aluminum cladding ในช่วงเวลา 11:00 – 18:00 น. MRT ของผนังอยู่เหนือขอบเขตสภาวะน่าสบายซึ่งหมายถึง แม้อุณหภูมิอากาศภายในห้องจะอยู่ใน เขตสภาวะน่าสบาย (Thermal Comfort) แต่ผู้อยู่อาศัยภายในยังต้องการปรับลดอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศลงให้อากาศภายในเย็นลง ส่งผลต่อการเพิ่มภาระการปรับอากาศของผนังในช่วงเวลาดังกล่าว

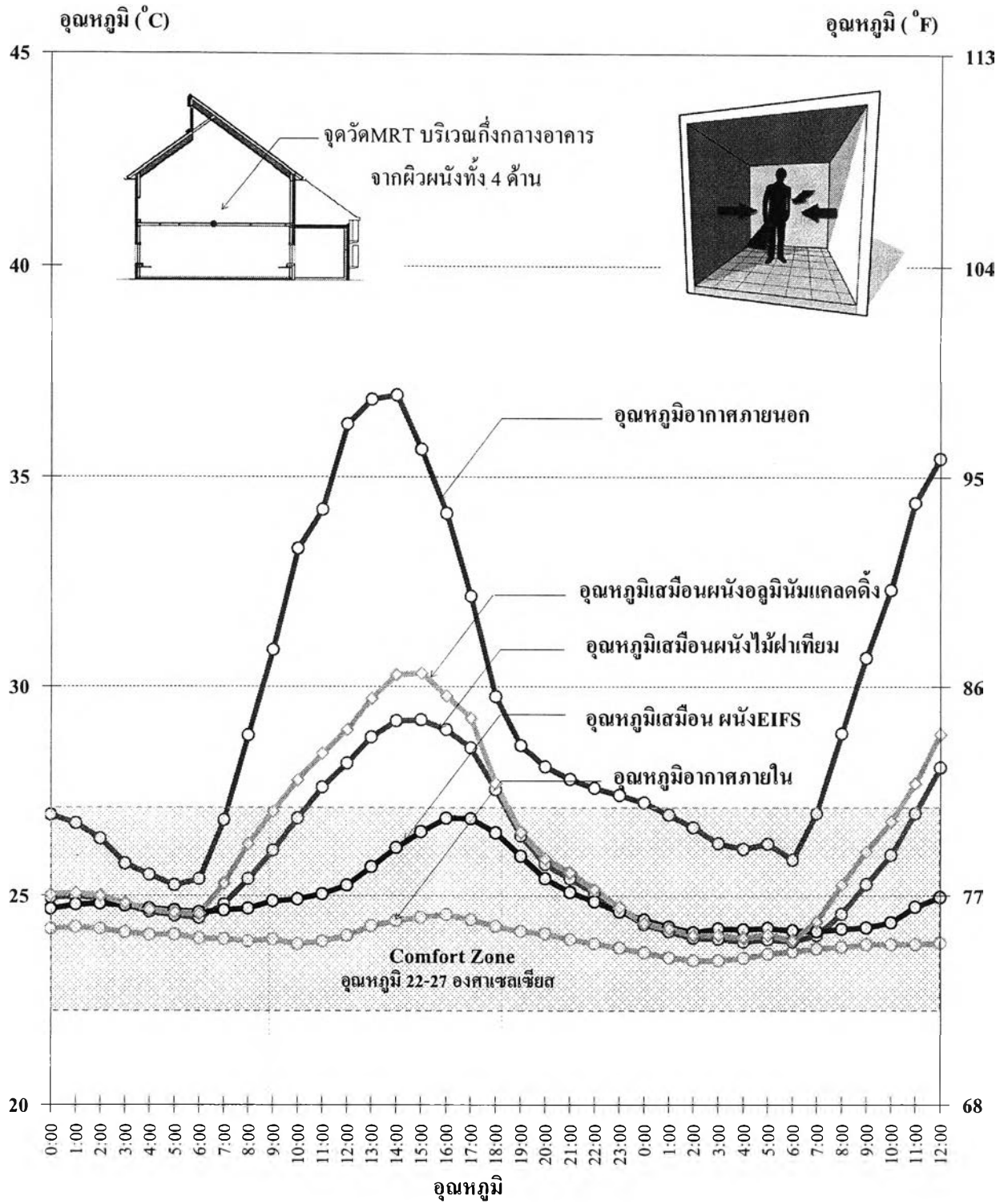
จากแผนภูมิที่ 4.19 พบว่า อุณหภูมิเสมือนของผนังอลูมิเนียมเคลดคิงอยู่เหนือขอบเขตสภาวะน่าสบาย(Thermal Comfort) 9 ช.ม. คิดเป็น 37.5 เปอร์เซ็นต์ของระยะเวลาการใช้งานใน 24 ช.ม. ผนังไม้ฝาสำเร็จรูปมีอุณหภูมิเสมือนอยู่เหนือขอบเขตสภาวะน่าสบาย 8 ช.ม. คิดเป็น 34 เปอร์เซ็นต์ของระยะเวลาการใช้งานใน 24 ช.ม. และผนัง EIFS มีอุณหภูมิเสมือนอยู่เหนือขอบเขตสภาวะน่าสบายตลอด 24 ช.ม. ของการใช้งานในอาคารปรับอากาศ การใช้ผนัง EIFS ช่วยให้ผู้อยู่อาศัยภายในรู้สึกเย็นสบายเนื่องจากอุณหภูมิเสมือนที่ต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายใน



แผนภูมิที่ 4.17 แสดง MRT ของผนังมวลสารน้อย เปรียบเทียบกับขอบเขตสภาวะน่าสบาย

ในสภาวะการจำลองการใช้งานอาคารปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ช่วงเวลา 0:00 - 12:00 น. ของ วันที่ 23 - 24 มีนาคม 2548



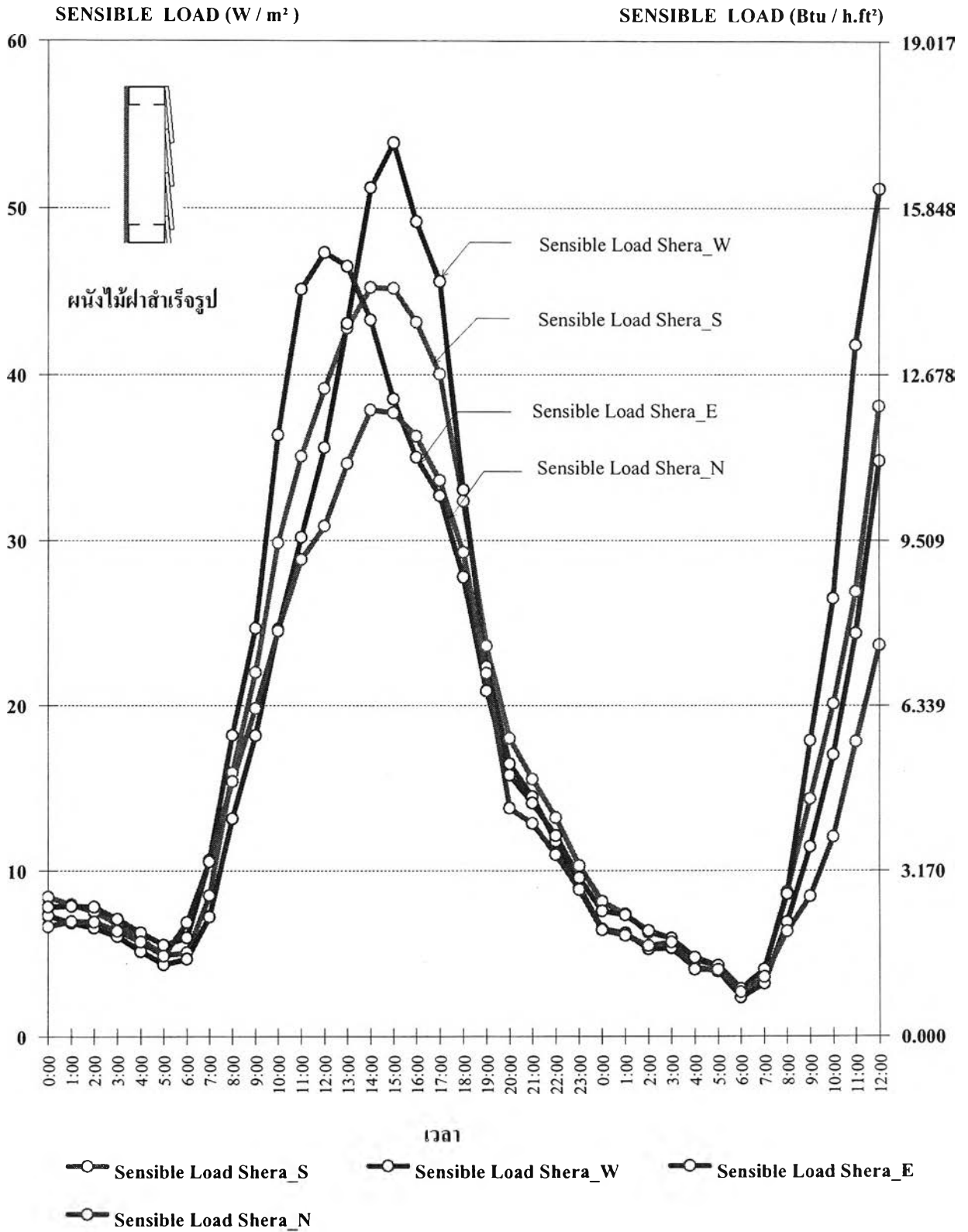


23 มีนาคม 2548 24 มีนาคม 2548

- Outside air temperature
- อุณหภูมิเสมือนผนังไม้ฝาสำเร็จรูป
- อุณหภูมิเสมือนผนังอลูมิเนียมเคลดคิง
- Inside Air Temperature
- อุณหภูมิเสมือนผนังEIFS

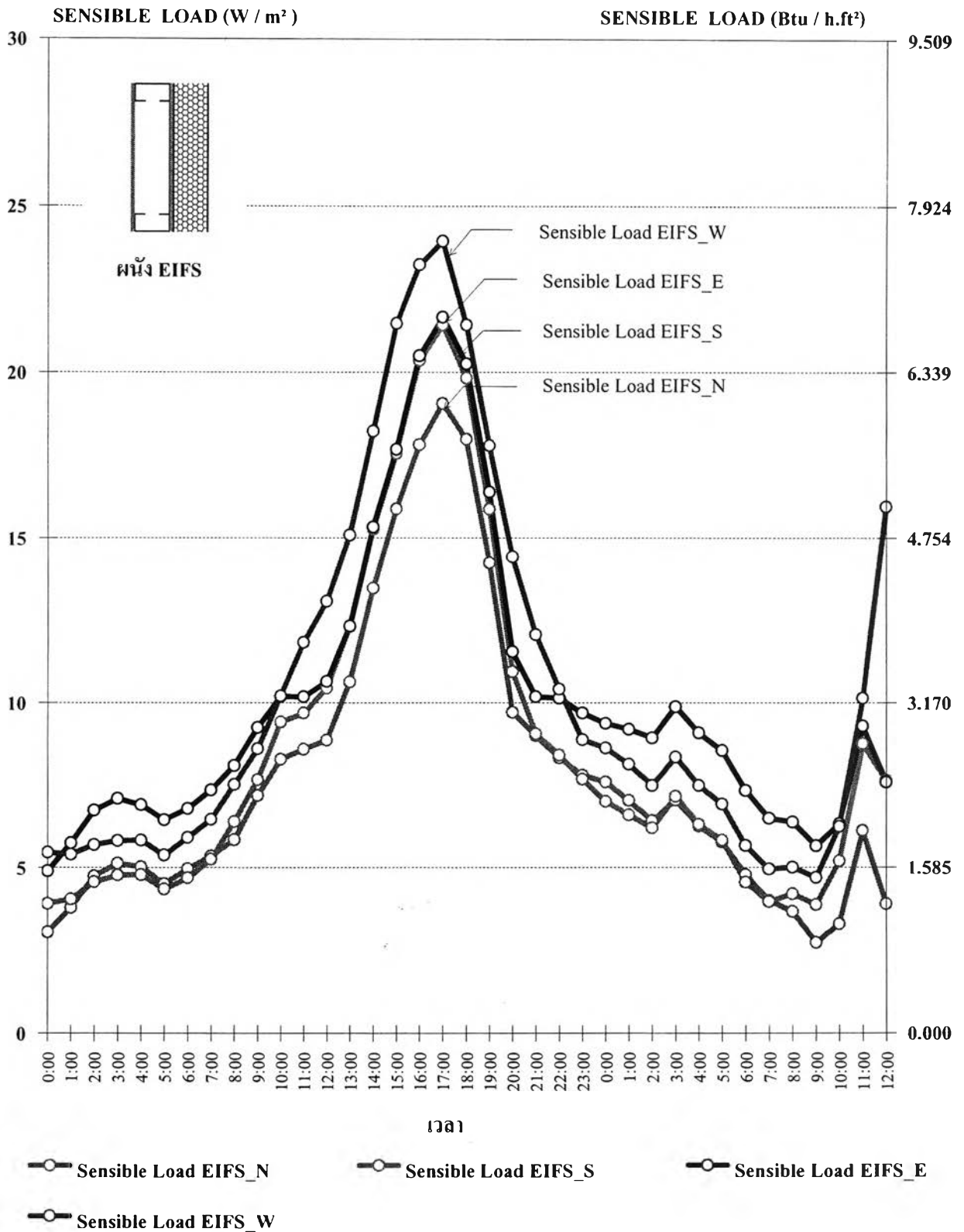
แผนภูมิที่ 4.18 แสดงอุณหภูมิเสมือนของผนังมวลสารน้อย เปรียบเทียบกับขอบเขตสภาวะน่าสบาย

ในสภาวะการจำลองการใช้งานอาคารปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ช่วงเวลา 0:00 - 12:00 น.ของ วันที่ 23 - 24 มีนาคม 2548



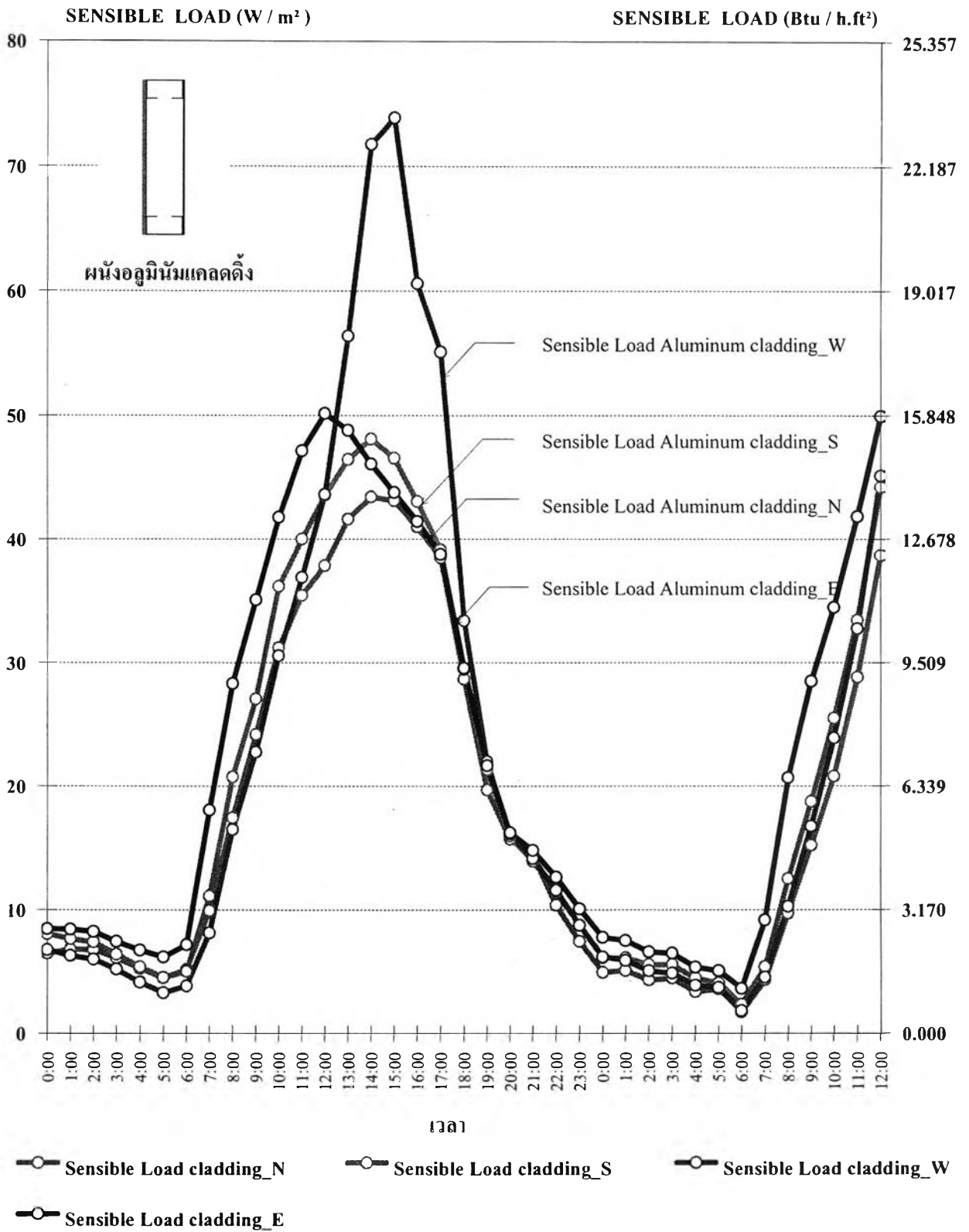
แผนภูมิที่ 4.19 แสดงการเปรียบเทียบอัตราความร้อนที่ผ่านผนังไม้ฝาสำเร็จรูป ทั้ง 4 ทิศ

ในสภาวะการจำลองการใช้งานอาคารปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ช่วงเวลา 0:00 - 12:00 น. ของวันที่ 23 - 24 มีนาคม 2548



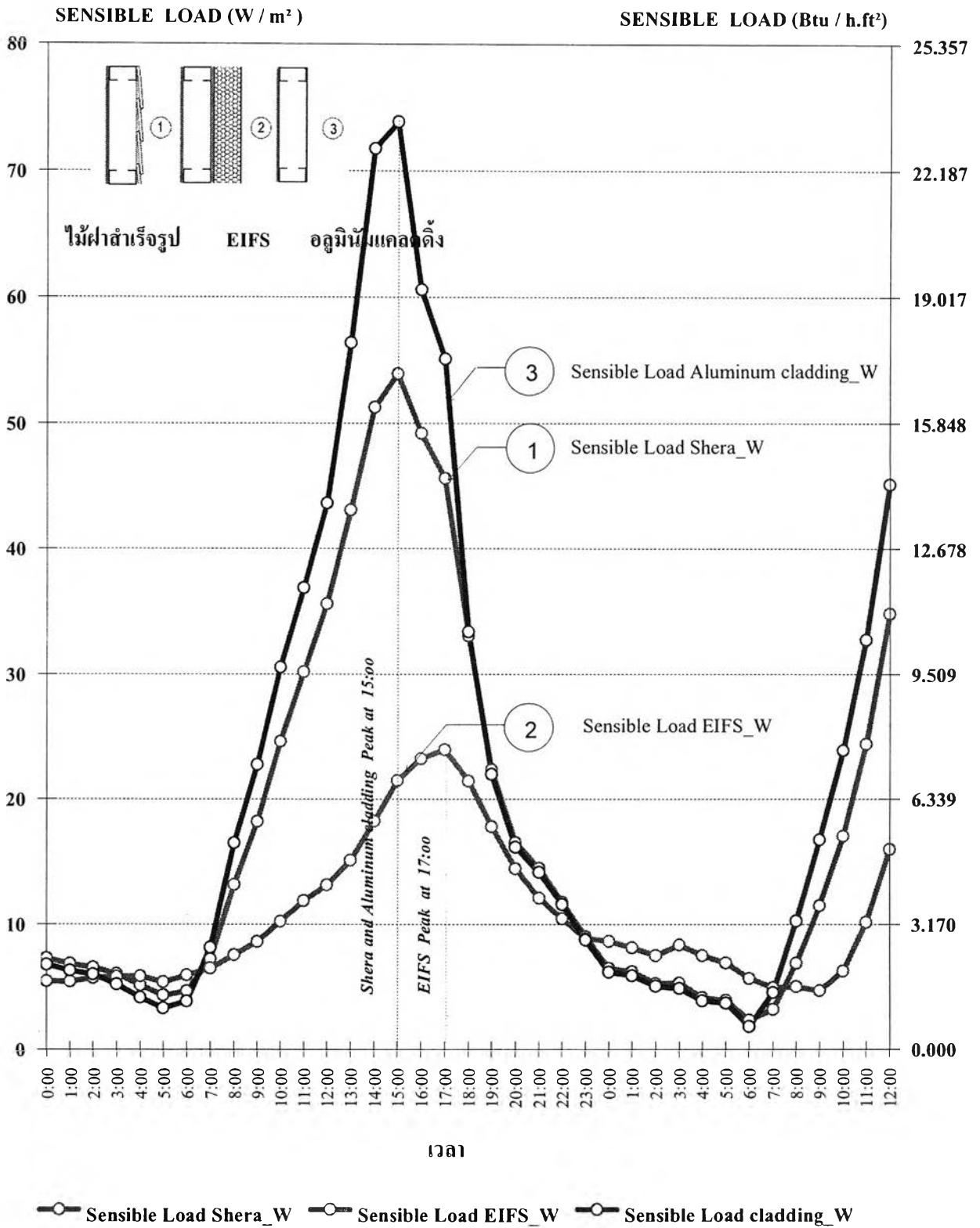
แผนภูมิที่ 4.20 แสดงการเปรียบเทียบอัตราความร้อนที่ผ่านผนัง EIFS ทั้ง 4 ทิศ

ในสภาวะการจำลองการใช้งานอาคารปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ช่วงเวลา 0:00 - 12:00 น. ของวันที่ 23 - 24 มีนาคม 2548



แผนภูมิที่ 4.21 แสดงการเปรียบเทียบอัตราความร้อนที่ผ่านผนังอลูมิเนียมเคลดตั้ง ทั้ง 4 ทิศ

ในสภาวะการจำลองการใช้งานอาคารปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ช่วงเวลา 0:00 - 12:00 น. ของวันที่ 23 - 24 มีนาคม 2548



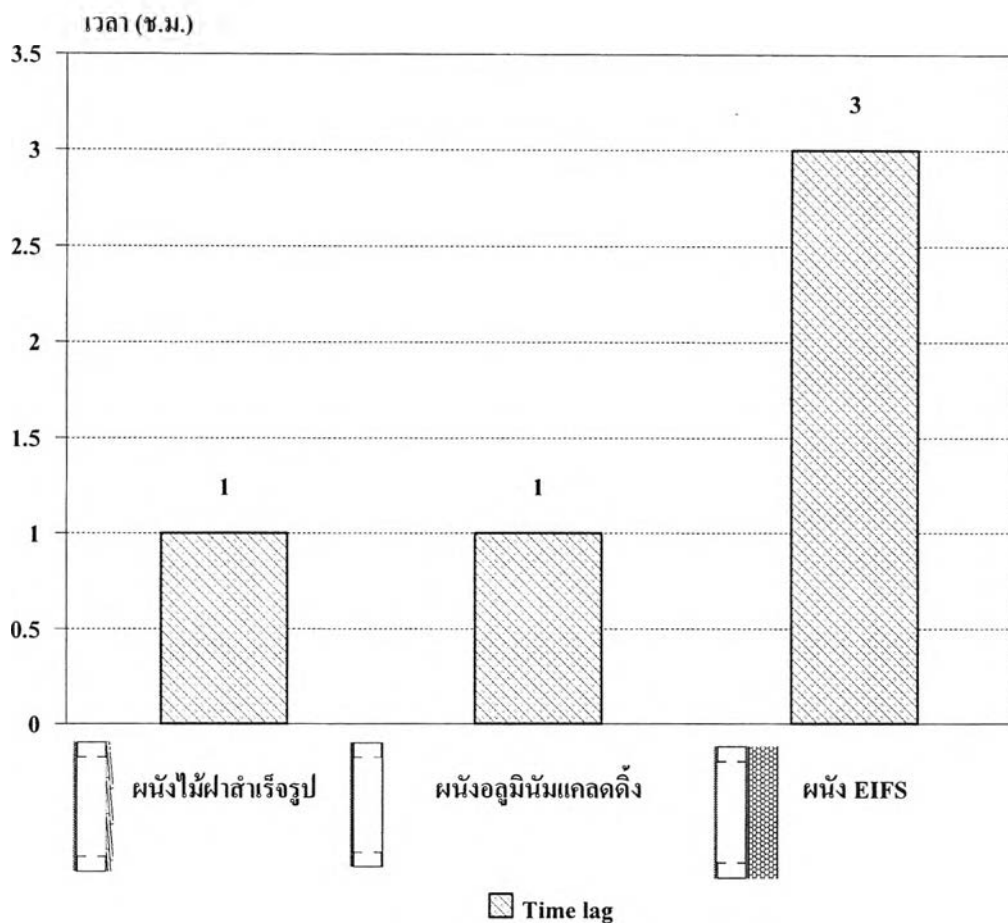
แผนภูมิที่ 4.22 แสดงการเปรียบเทียบอัตราความร้อนที่ผ่านผนังมวลสารน้อยทั้ง 3 ประเภททางทิศตะวันตก ในสภาวะการจำลองการใช้งานอาคารปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ช่วงเวลา 0:00 - 12:00 น.ของวันที่ 23 - 24 มีนาคม 2548

การวิเคราะห์พฤติกรรมการถ่ายความร้อนของผนังมวลสารน้อยในสภาวะปรับ อากาศ 24 ช.ม.

ในการทดสอบผนังมวลสารน้อยในสภาวะปรับอากาศ 24ช.ม.เพื่อควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในให้คงที่ส่งผลพฤติกรรมในการถ่ายเทความร้อนของผนังทั้ง 3 ประเภทเปรียบเทียบทิศทางของผนังพบว่า ผนังทางทิศตะวันตกมีการถ่ายเทความร้อนสูงกว่าผนังทางทิศตะวันออก ทิศใต้ และทิศเหนือ โดยผนังไม้ฝาสำเร็จรูปและผนังอลูมิเนียมเคลดคั้งทางทิศตะวันออกมีปริมาณการถ่ายเทความร้อน(Heat flow) สูงที่ 47 และ 50 วัตต์ต่อตารางเมตร ตามลำดับในช่วงเช้าเวลา 12:00 น. เนื่องจากอิทธิพลของการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ผนัง EIFS มีปริมาณการถ่ายเทความร้อน(Heat flow) สูงสุดที่ 24 วัตต์ต่อตารางเมตร ในช่วงเวลา 17:00 น. โดยมีอิทธิพลของมวลสารในการหน่วงเหนี่ยวความร้อนใกล้เคียงกัน 1/2 – 1 ช.ม.

#### อิทธิพลของมวลสารต่อการหน่วงเหนี่ยวความร้อน

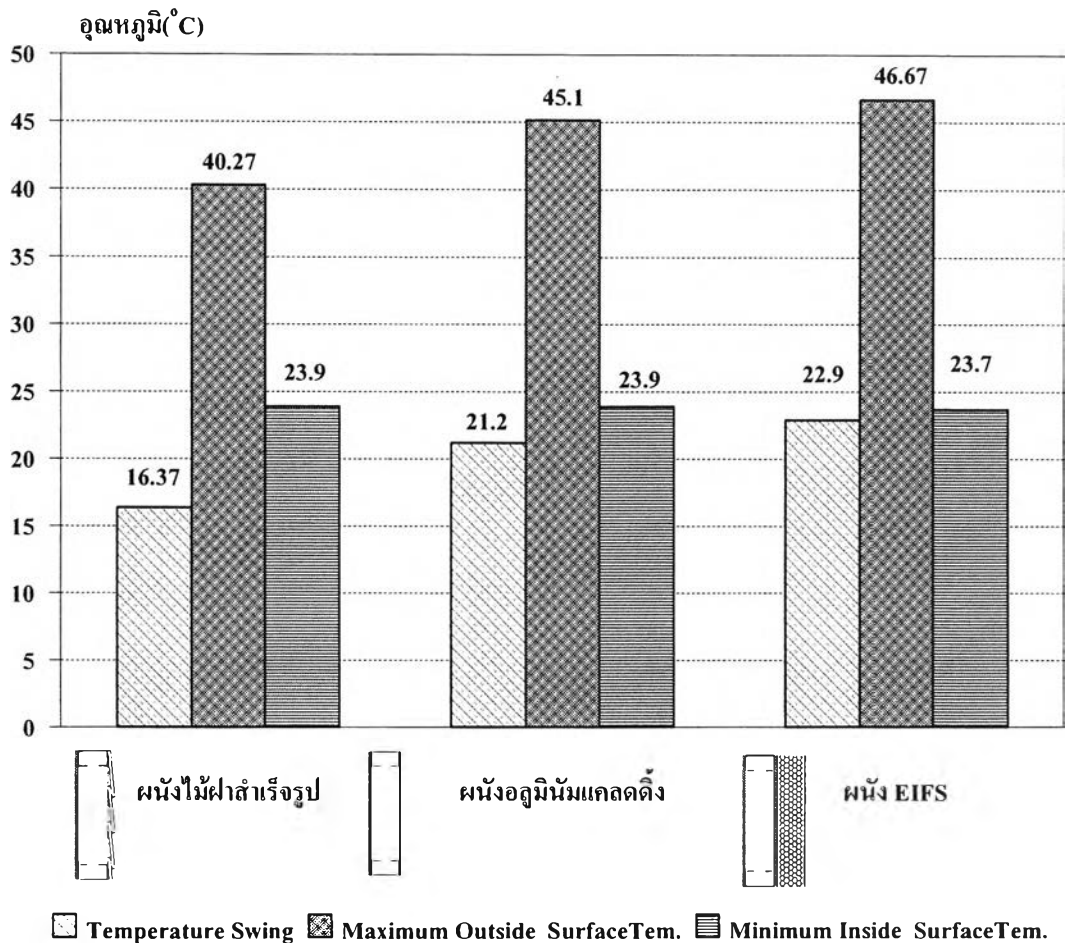
เนื่องจากผนังทั้ง 3 ชนิดนั้นเป็นผนังที่มีมวลสารน้อย มีการสะสมความร้อนได้น้อยส่งผลต่อการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกสู่ภายในได้เร็วกว่าผนังที่มีมวลสารมากก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวภายใน โดยผนังEIFS มีค่าการต้านทานความร้อนสูงกว่าผนังชนิดอื่นๆ เนื่องจากมีฉนวนโฟมที่มีค่าการต้านทานความร้อนสูงกว่า ผนังไม้ฝาสำเร็จรูป และผนังอลูมิเนียมเคลดคั้ง เนื่องจากผนังทั้ง 2 ชนิดนี้มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอย่างรวดเร็วตามสภาพอากาศภายนอกทั้งในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน โดยมีอัตราการถ่ายเทความร้อนในช่วงเวลากลางวันสูงและมีการแผ่รังสีกลับคืนสู่ท้องฟ้าในเวลากลางคืนได้อย่างรวดเร็วจากความแตกต่างของอุณหภูมิผิวภายนอกและภายในสูงสุด (Temperature Swing) ของผนังผนังอลูมิเนียมเคลดคั้ง และผนังไม้ฝาสำเร็จรูป ตามลำดับ



แผนภูมิที่ 4.23 แสดงการหน่วงเหนี่ยวความร้อนของผนังมวลสารน้อย

การผสมมวลสารเพื่อเพิ่มการหน่วงเหนี่ยวความร้อนนั้นเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ช่วยลดปริมาณการถ่ายเทความร้อนสู่ภายใน (Heat flow in) เพื่อควบคุมให้อุณหภูมิผิวผนังภายในคงที่ โดยการติดตั้งฉนวนกันความร้อนภายนอกเพื่อลดอิทธิพลของอากาศภายนอก ซึ่งผนัง EIFS มีปริมาณการถ่ายเทความร้อนสู่ภายใน (Heat flow in) ต่ำกว่าผนังอีก 2 ประเภทที่ไม่ได้มีการติดตั้งฉนวน

จากแผนภูมิที่ 4.24 Temperature Swing ของผนังทั้ง 3 ประเภทมีการเปลี่ยนแปลงไปตามอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศภายนอกทำให้ช่วงอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดมีช่วงกว้างมาก เมื่อพิจารณาคุณสมบัติในการดูดซับความร้อนของผิวผนังภายนอก ผนัง EIFS มีการดูดซับความร้อนสูงใกล้เคียงกับผิวโลหะของผนังอลูมิเนียมเคลดคิง และผนังไม้ฝาสำเร็จรูป



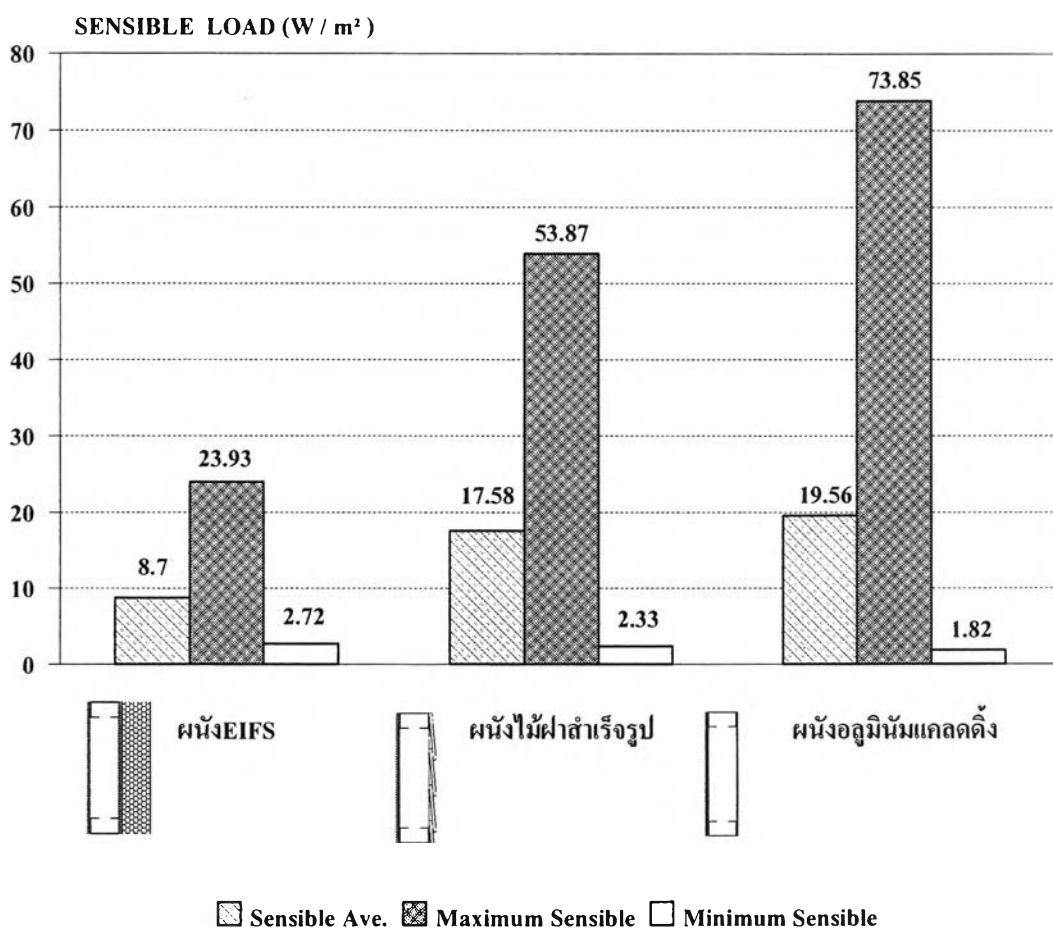
แผนภูมิที่ 4.24 แสดงการเปรียบเทียบ Temperature Swing ของผิวภายนอกและผิวภายใน ผนังทดสอบในอาคารปรับอากาศตลอด 24 ชม.

หากมีการปรับอากาศในช่วงเวลากลางวัน เครื่องปรับอากาศต้องทำงานหนักเพื่อลดอุณหภูมิผิวผนังภายในและปรับลดอุณหภูมิอากาศภายใน ในช่วงเวลากลางคืนที่อุณหภูมิผิวผนังภายนอกลดลงอย่างรวดเร็วทำให้อุณหภูมิอากาศภายในเย็นลงส่งผลต่อ Thermostat ของเครื่องปรับอากาศจะทำงานน้อยลงส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณความชื้นในอากาศภายในได้

แต่ในปัจจุบันการพัฒนาเทคโนโลยีที่ก้าวล้ำนำหน้า ระบบ Converter ของเครื่องปรับอากาศรูปแบบใหม่ที่มีการออกแบบให้ตอบสนองความรู้สึกของผู้ใช้และคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศภายใน โดยปรับอุณหภูมิอากาศภายในให้คงที่



อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปรูปแบบการใช้งานของการปรับอากาศนั้นแตกต่างจากสภาวะการจำลองในการทดลองเนื่องจาก มีการเปิดและปิดเครื่องปรับอากาศตลอดเวลา และเมื่อมีการเปิดประตู หน้าต่างทำให้ อากาศจากภายนอกไหลเวียนเข้าสู่ภายในอาคารส่งผลให้ระดับเอนทัลปีภายในเพิ่มสูงขึ้น และเมื่อมีการเปิดเครื่องปรับอากาศอีกครั้งต้องใช้พลังงานสูงขึ้นในช่วงที่เริ่มเปิดเครื่องปรับอากาศ (Start up) เพื่อรีดความร้อนและความชื้นที่สะสมในเนื้อวัสดุ ซึ่งวัสดุที่มีมวลสารมากย่อมต้องใช้ระยะเวลาในการรีดความร้อนและความชื้นสูงกว่าวัสดุมวลสารน้อย



แผนภูมิที่ 4.25 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการถ่ายเทความร้อนของผนังมวลสารน้อย ทั้ง 3 ประเภททดสอบในอาคารปรับอากาศตลอด 24 ชม.

จากแผนภูมิที่ 4.25 แสดงปริมาณการถ่ายเทความร้อนของผนังมวลสารน้อยเฉลี่ยใน 1 วันพบว่าผนังEIFS มีอัตราการถ่ายเทความร้อนต่ำสุดและผนังอลูมิเนียมเคลดดิ้ง มีปริมาณการถ่ายเทความร้อนสูงสุดใน 1 วัน

#### 4.2.2 การหาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อน

จากการพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนและความชื้นในข้างต้น เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์โดยวิธีการทางสถิติโดยการหาสหสัมพันธ์และการหาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Correlation & Regression Analysis) เพื่อหาสมการทำนายปริมาณความร้อนสัมผัส (Sensible Load) และ ความร้อนแฝง (Latent load) กับปัจจัยที่ส่งผลต่อการถ่ายเทความร้อน พิจารณาแยกประเภทของมวลสารแบ่งเป็น

##### 1. การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์แบบสหสัมพันธ์ (Correlation)

$$\text{จากสมการ Sol - Air Temperature } (\Delta T) = T_{out} + I * \alpha / h_o - \epsilon \Delta R / h_o$$

สามารถพิจารณาปัจจัยที่ก่อให้เกิดการถ่ายเทความร้อนดังนี้

1. อุณหภูมิอากาศภายนอก
2. ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบทั้งหมด
3. ทิศทางและความเร็วของกระแสลม

วิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของปัจจัยดังกล่าวว่ามีอิทธิพลต่อการถ่ายเทความร้อน (Sensible load) ดังนี้

#### ผนังไม้ฝาสำเร็จรูป

Correlation Analysis				
	Sensible Load Shera_ (W/sqm.)	Wind Speed	Solar Radiation	Outside air temperature
Sensible Load Shera_ (W/sqm.)	1			
Wind Speed	0.479398663	1		
Solar Radiation	0.743155465	0.41508	1	
Outside air temperature	0.867032433	0.45003	0.94836	1

#### ผนัง EIFS

Correlation Analysis				
	Sensible Load EIFS_ (W/sqm.)	Wind Speed	Solar Radiation	Outside air temperature
Sensible Load EIFS_ (W/sqm.)	1			
Wind Speed	0.361249113	1		
Solar Radiation	0.332048155	0.41508	1	
Outside air temperature	0.529675428	0.45003	0.94836	1

## ผนังอูมิเนียมเคลดดิ้ง

Correlation Analysis				
	<i>Sensible Load cladding_(W/sqm.)</i>	<i>Wind Speed</i>	<i>Solar Radiation</i>	<i>Outside air temperature</i>
Sensible Load cladding_(W/sqm.)	1			
Wind Speed	0.359732871	1		
Solar Radiation	0.332569285	0.41508	1	
Outside air temperature	0.531584446	0.45003	0.94836	1

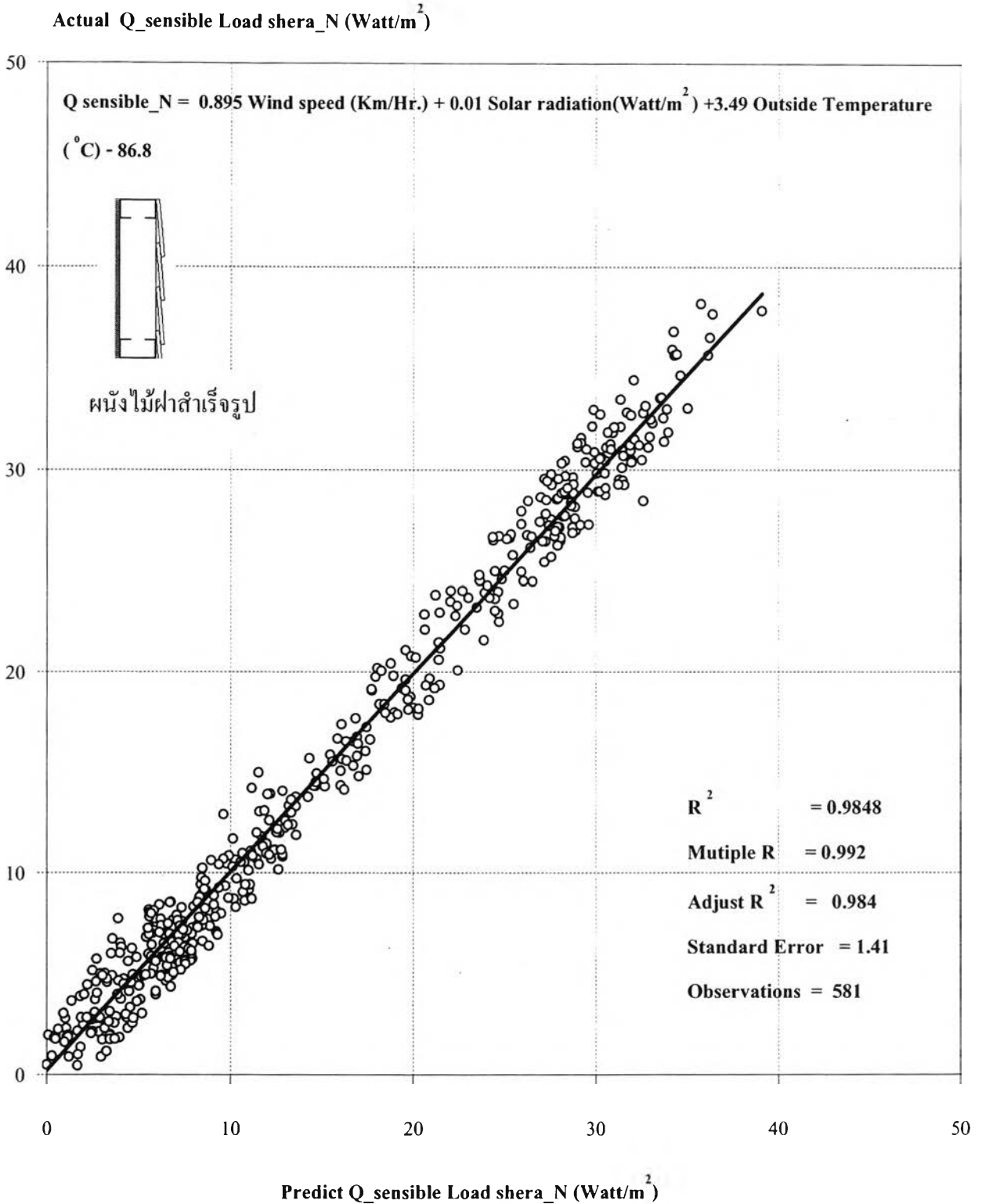
พบว่าอิทธิพลของปัจจัยสถานะแวดล้อมภายนอกที่ส่งผลต่อปริมาณการถ่ายเทความร้อนของผนังทั้ง 3 ประเภทสูงสุดคือ อุณหภูมิอากาศภายนอก รองลงมาคือ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ และความเร็วลมมีค่าความสัมพันธ์ใกล้เคียงกัน แตกต่างกันในผนังไม้ฝาสำเร็จรูปที่กระแสมส่งผลต่อปริมาณการถ่ายเทความร้อนของผนังสูงกว่าผนังประเภทอื่น

ในการพิจารณาหาความสัมพันธ์ของปริมาณพลังงานในการถ่ายเทความร้อน (Sensible Load) ของผนังทั้ง 3 ประเภทนั้นคำนึงถึงช่วงเวลาในการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time Lag) ของวัสดุเพื่อให้ได้อิทธิพลของสภาพแวดล้อมและอิทธิพลของมวลสารผนังที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานจริง จึงทำการใช้ข้อมูลในช่วงที่มีการตัดอิทธิพลของ Time Lag ลงเพื่อให้ได้สมการทำนายที่แม่นยำยิ่งขึ้นและเป็นผลจากอิทธิพลจริงซึ่งผนังไม้ฝาสำเร็จรูป ผนัง EIFS และผนังอูมิเนียมเคลดดิ้ง มีการตัดอิทธิพลของ Time Lag ที่ 1/2 - 1 ชม. ตามลำดับ

### 2. การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ถดถอย (Regression Analysis)

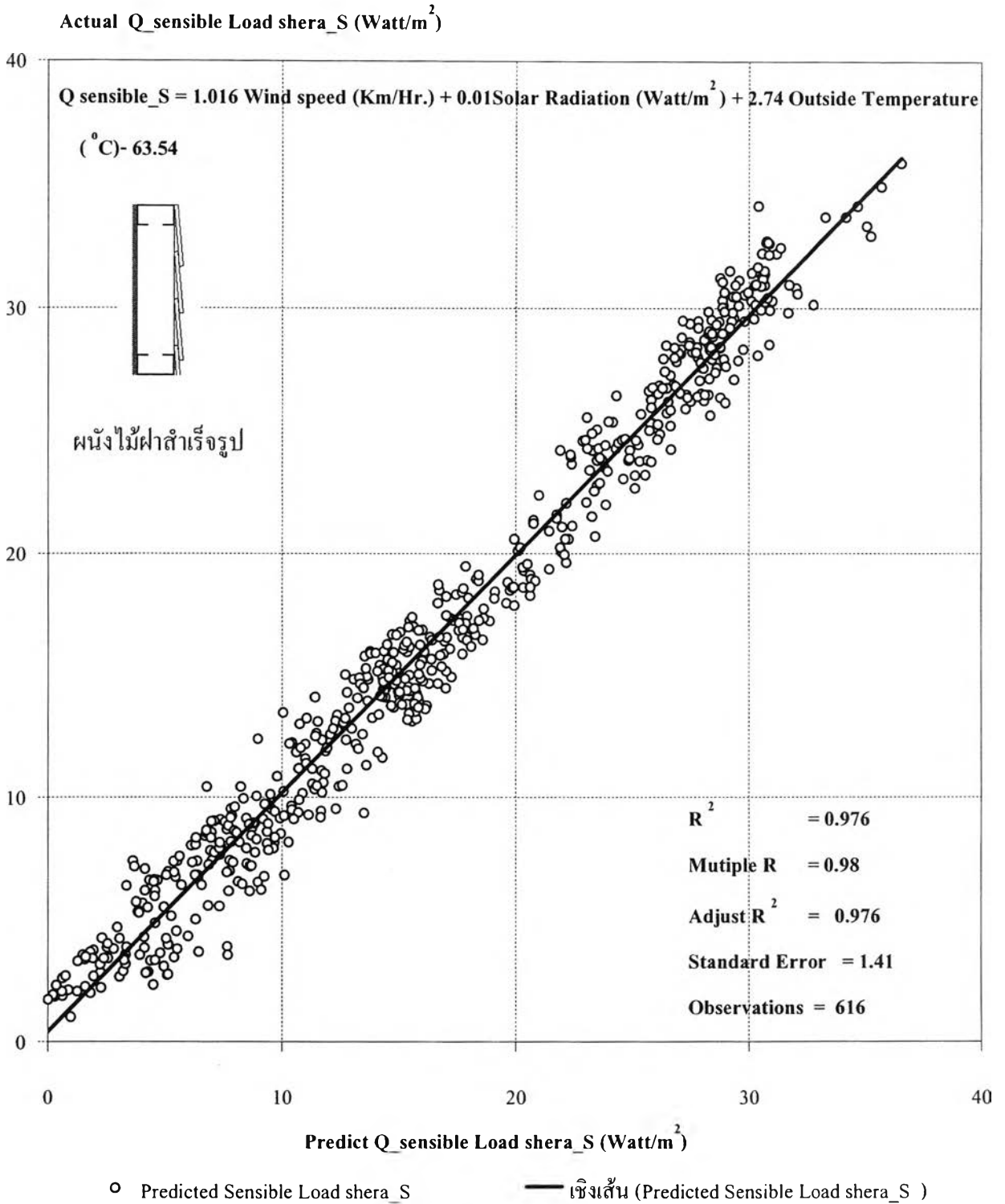
การวิเคราะห์แยกตามประเภทของผนังทดสอบ และตำแหน่งทิศทางของผนังตามทิศการโคจรของดวงอาทิตย์ พร้อมสรุปรวมเพื่อหาสมการทำนายปริมาณพลังงานในการถ่ายเทความร้อนของผนังแต่ละประเภททั้ง 4 ทิศดังนี้

- ทำนายสมการ Sensible Load จากตัวแปรที่ได้จากการ Correlation ซึ่งเป็นปัจจัยภายนอกที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาของผนังทดสอบใน 4 ทิศ ทั้ง 3 วัสดุ
- นำข้อมูลทั้ง 4 มาหาความสัมพันธ์ของ Sensible Load กับทิศทางของผนัง เพื่อหาสมการทำนาย
- นำข้อมูลของผนังทดสอบทั้ง 3 ประเภทมาหาความสัมพันธ์ของ Sensible Load กับผนังประเภทมวลสารน้อย โดยวิเคราะห์ตัวแปรเพิ่มคือ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U) เพื่อหาสมการทำนายรวม

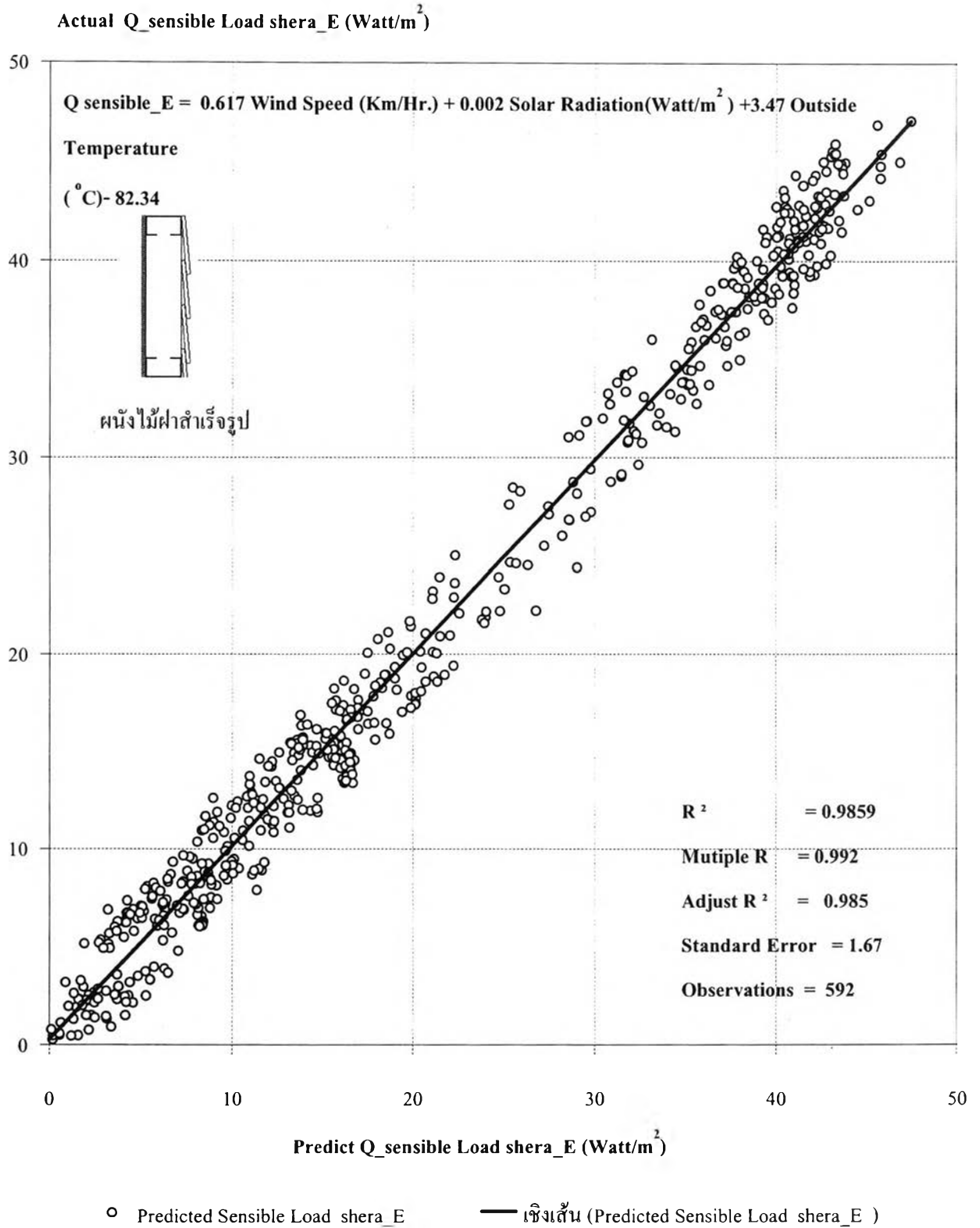


○ Predicted Sensible Load shera\_N ——— เชิงเส้น (Predicted Sensible Load shera\_N )

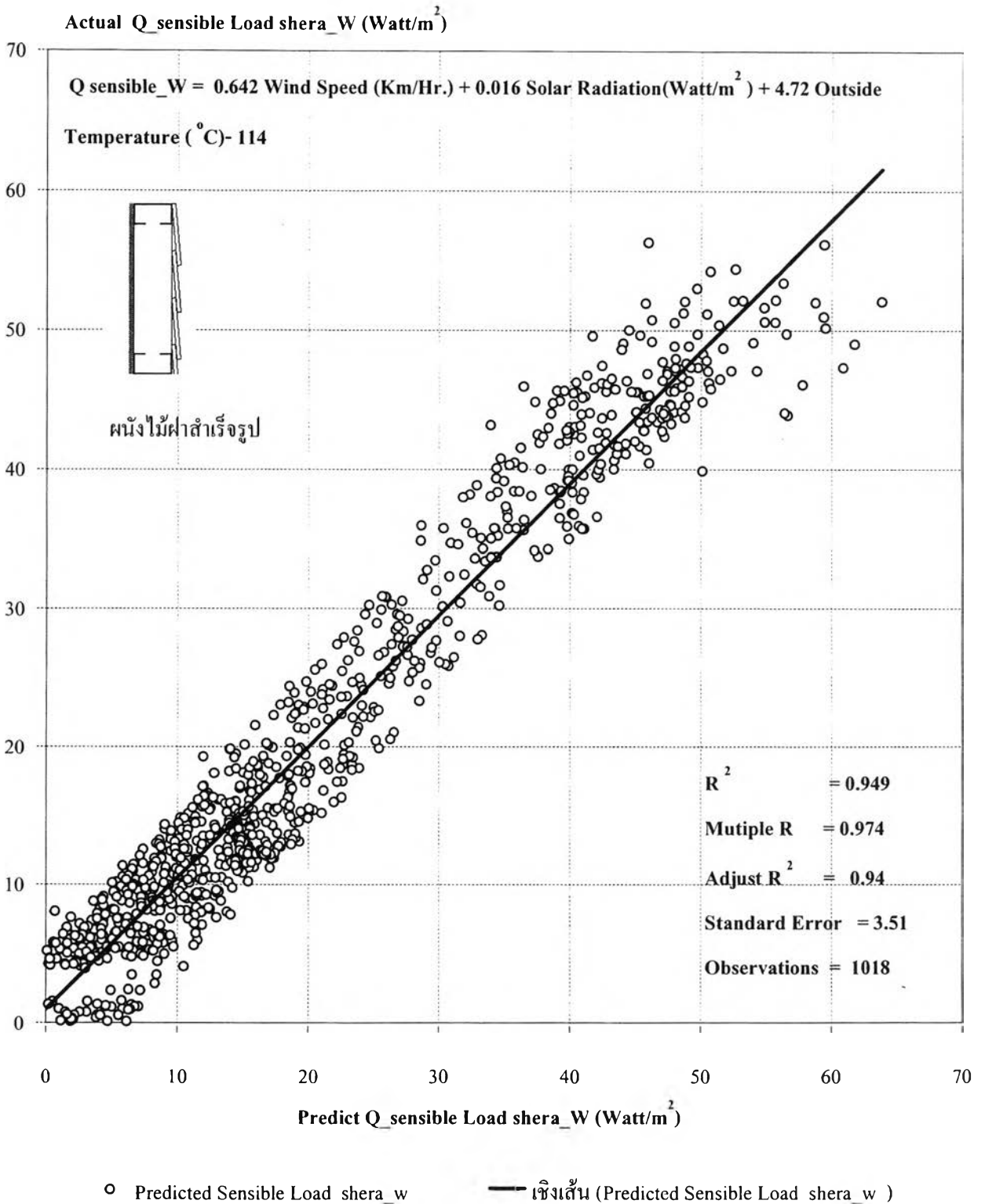
แผนภูมิที่ 4.26 แสดง Sensible Load ของผนังไม้ฝาสำเร็จรูปทางทิศเหนือ ที่ได้มาจากสมการทำนายเทียบกับค่าที่วัดจริง โดยทำการตัดช่วงอิทธิพลจาก Time Lag ของข้อมูล 1 ชม. เวลา 0:00 น. ของวันที่ 19 มีนาคม 2548 ถึงเวลา 0:00 น. ของวันที่ 25 มีนาคม 2548



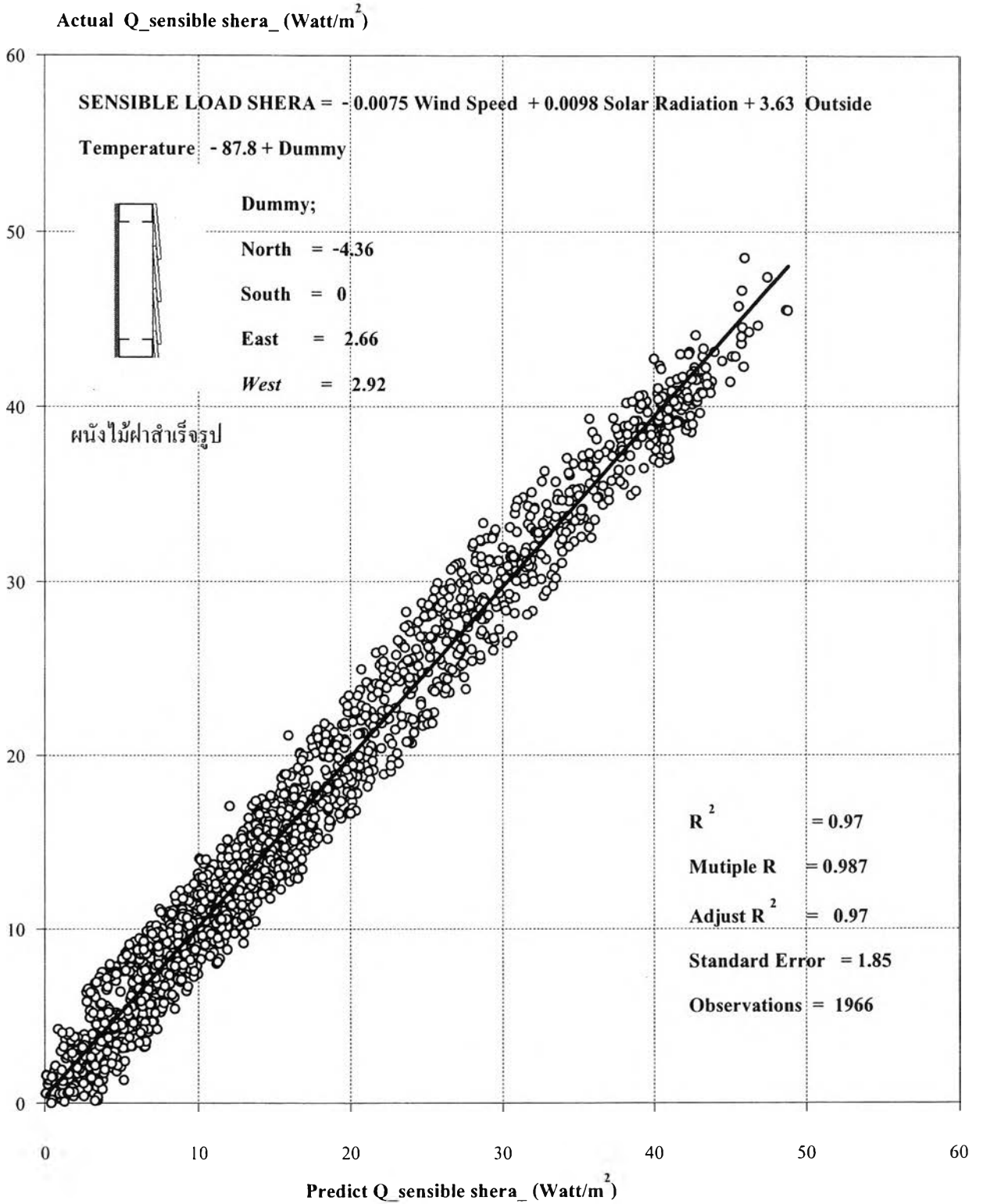
แผนภูมิที่ 4.27 แสดง Sensible Load ของผนังไม้ฝาสำเร็จรูปทางทิศใต้ที่ได้มาจากสมการทำนายเทียบกับค่าที่วัดจริงโดยทำการตัดช่วงอิทธิพลจาก Time Lag ของข้อมูล 1 ชม. เวลา 0:00 น. ของวันที่ 19 มีนาคม 2548 ถึงเวลา 0:00 น. ของวันที่ 25 มีนาคม 2548



แผนภูมิที่ 4.28 แสดง Sensible Load ของผนังไม้ฝาสำเร็จรูปทางทิศตะวันออกที่ได้มาจากสมการทำนายเทียบกับค่าที่วัดจริงโดยทำการตัดช่วงอิทธิพลจาก Time Lag ของข้อมูล 1 ชม. เวลา 0:00 น. ของวันที่ 19 มีนาคม 2548 ถึงเวลา 0:00 น. ของวันที่ 25 มีนาคม 2548



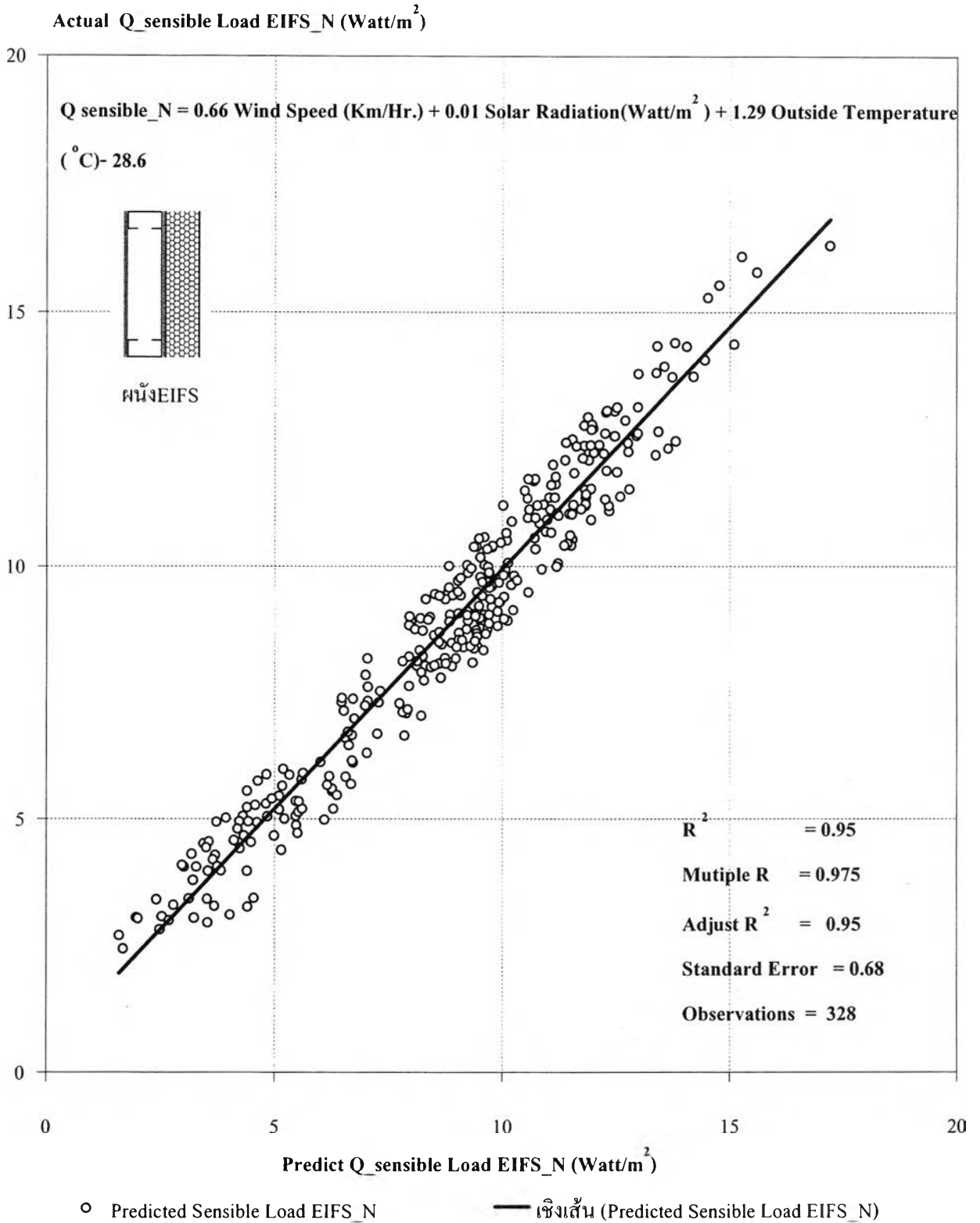
แผนภูมิที่ 4.29 แสดง Sensible Load ของผนังไม้ฝาสำเร็จรูปทางทิศตะวันตก ที่ได้มาจากสมการทำนายเทียบกับค่าที่วัดจริงโดยทำการตัดช่วงอิทธิพลจาก Time Lag ของข้อมูล 1 ชม. เวลา 0:00 น. ของวันที่ 19 มีนาคม 2548 ถึงเวลา 0:00 น. ของวันที่ 25 มีนาคม 2548



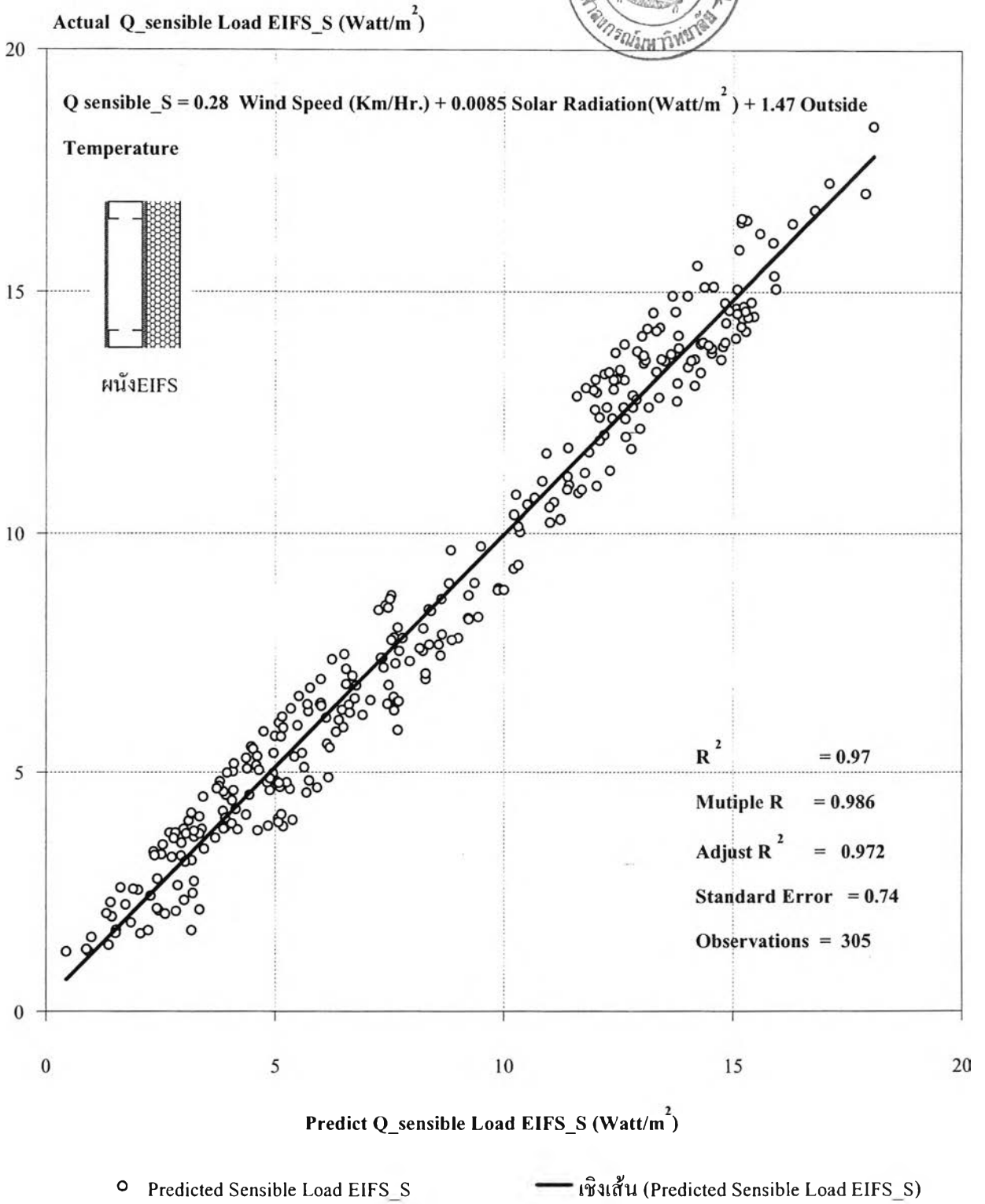
○ Predicted Sensible Load shera\_ ——— เชิงเส้น (Predicted Sensible Load shera\_)

แผนภูมิที่ 4.30 แสดง Sensible Load ของผนังไม้ฝาสำเร็จรูป ทั้ง 4 ทิศ ที่ได้มาจากสมการทำนายเทียบกับค่าที่วัดจริง เวลา 0:00 น. ของวันที่ 19 มีนาคม 2548 ถึงเวลา 0:00 น. ของวันที่ 25 มีนาคม 2548

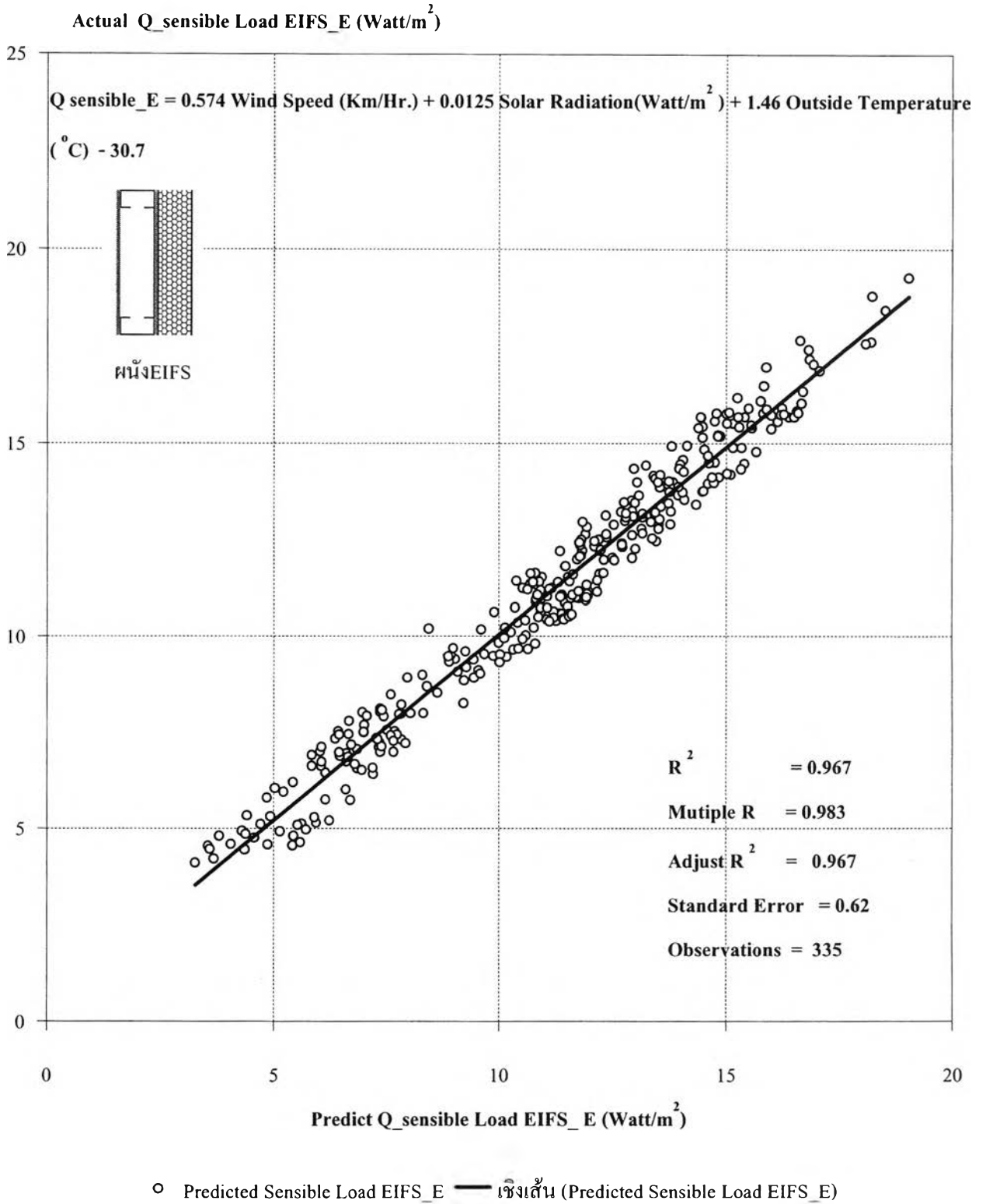




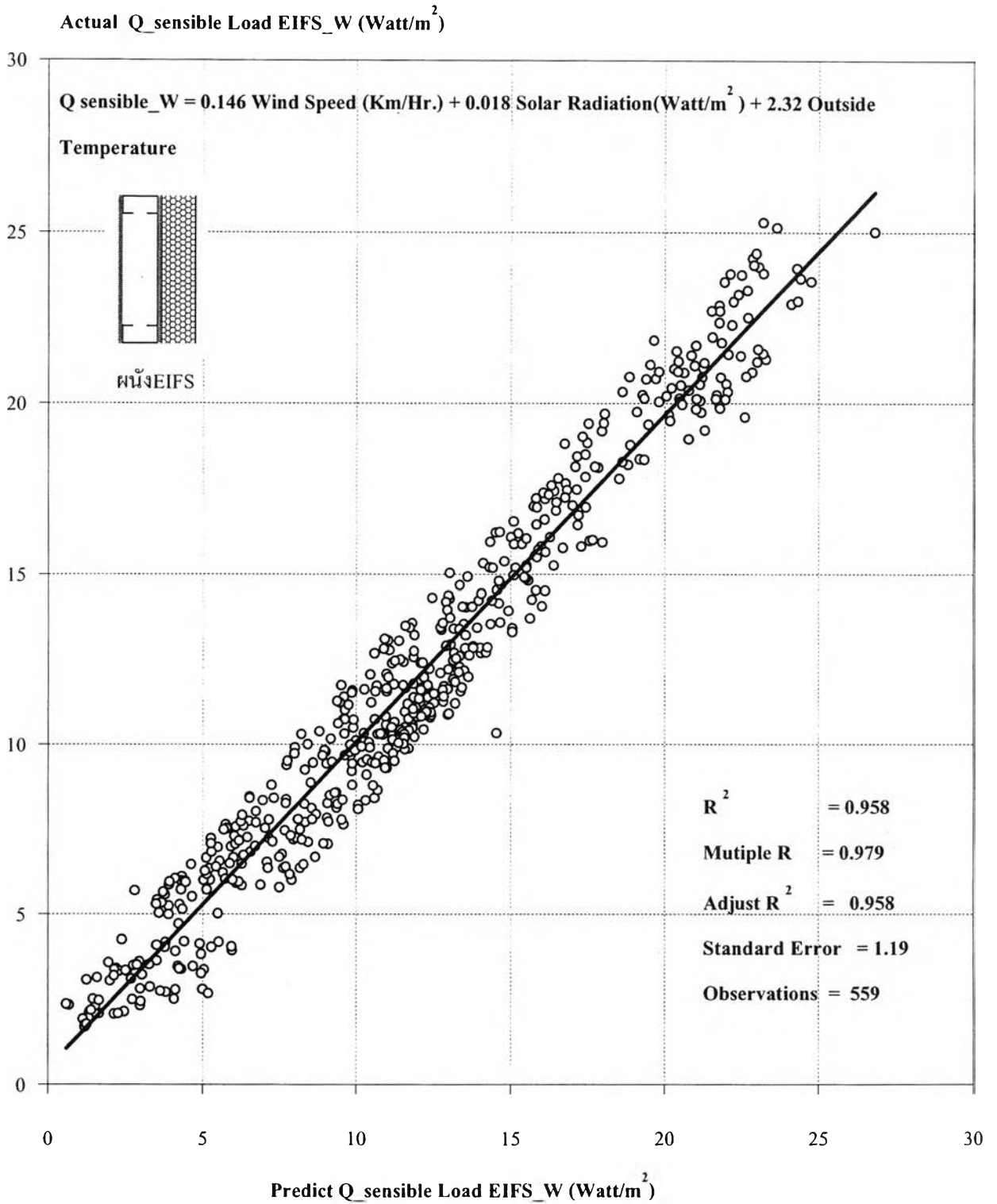
แผนภูมิที่ 4.31 แสดง Sensible Load ของผนัง EIFS ทางทิศเหนือ ที่ได้มาจากสมการทำนายเทียบกับค่าที่วัดจริงโดยทำการตัดช่วงอิทธิพลจาก Time Lag ของข้อมูล 2 ชม. เวลา 0:00 น. ของวันที่ 19 มีนาคม 2548 ถึงเวลา 0:00 น. ของวันที่ 25 มีนาคม 2548



แผนภูมิที่ 4.32 แสดง Sensible Load ของผนัง EIFS ทางทิศใต้ ที่ได้มาจากสมการทำนายเทียบกับค่าที่วัดจริงโดยทำการตัดช่วงอิทธิพลจาก Time Lag ของข้อมูล 2 ชม. เวลา 0:00 น. ของวันที่ 19 มีนาคม 2548 ถึงเวลา 0:00 น. ของวันที่ 25 มีนาคม 2548

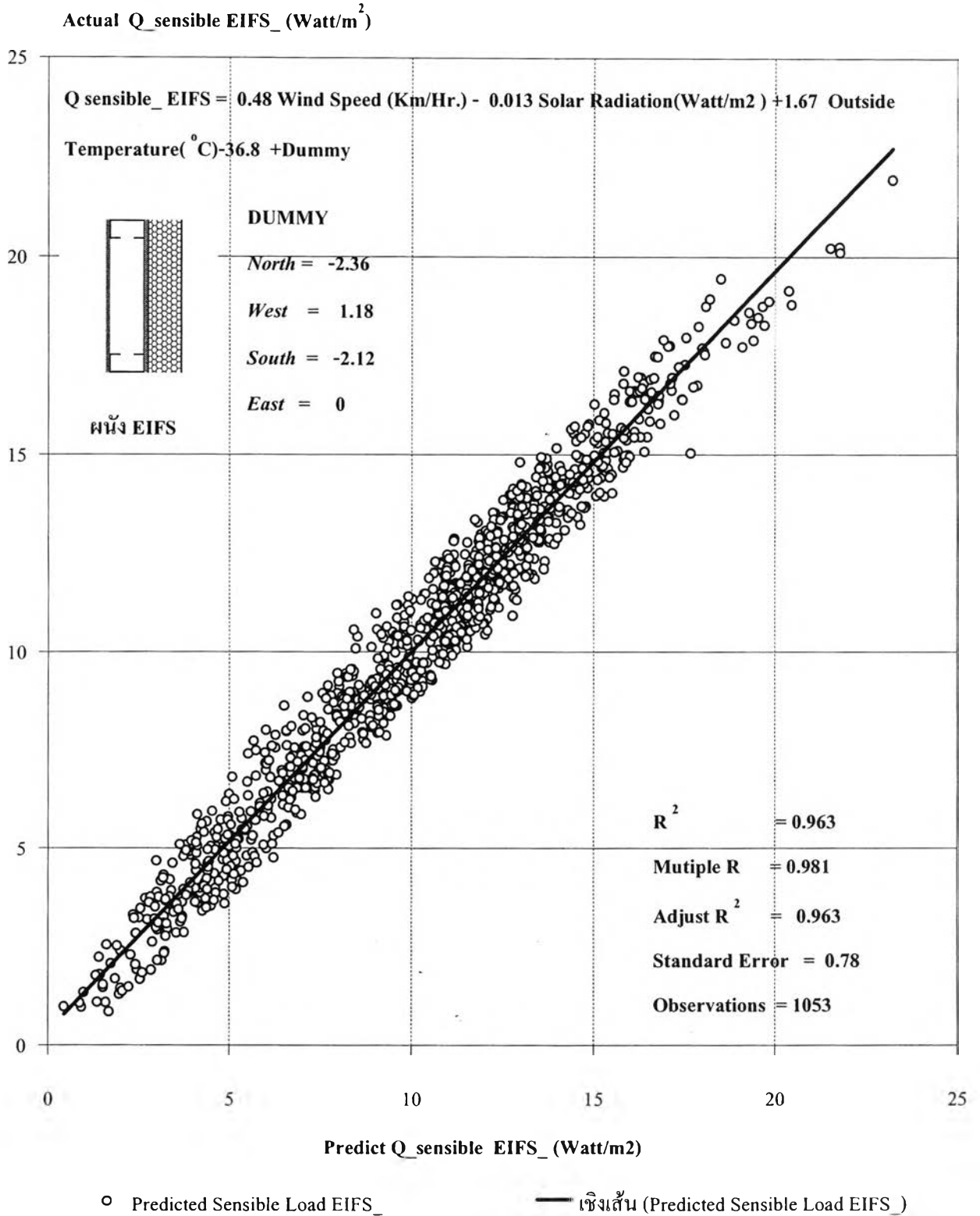


แผนภูมิที่ 4.33 แสดง Sensible Load ของผนัง EIFS ทางทิศตะวันออก ที่ได้มาจากสมการทำนายเทียบกับค่าที่วัดจริงโดยทำการตัดช่วงอิทธิพลจาก Time Lag ของข้อมูล 2 ช.ม. เวลา 0:00 น. ของวันที่ 19 มีนาคม 2548 ถึงเวลา 0:00 น. ของวันที่ 25 มีนาคม 2548

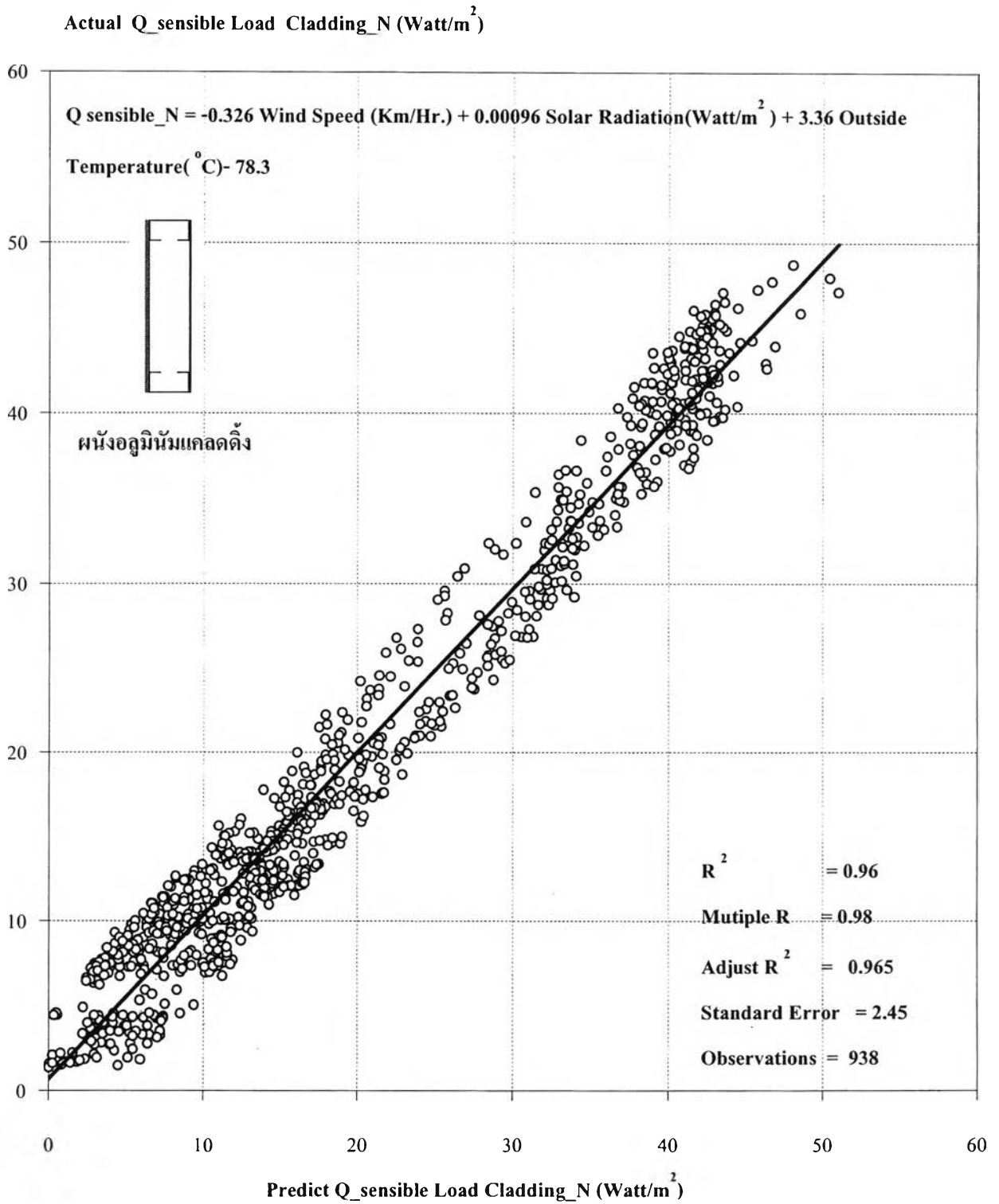


○ Predicted Sensible Load EIFS\_W — เชิงเส้น (Predicted Sensible Load EIFS\_W)

แผนภูมิที่ 4.34 แสดง Sensible Load ของผนัง EIFS ทางทิศตะวันตก ที่ได้มาจากสมการทำนายเทียบกับค่าที่วัดจริงโดยทำการตัดช่วงอิทธิพลจาก Time Lag ของข้อมูล 2 ชม. เวลา 0:00 น. ของวันที่ 19 มีนาคม 2548 ถึงเวลา 0:00 น. ของวันที่ 25 มีนาคม 2548

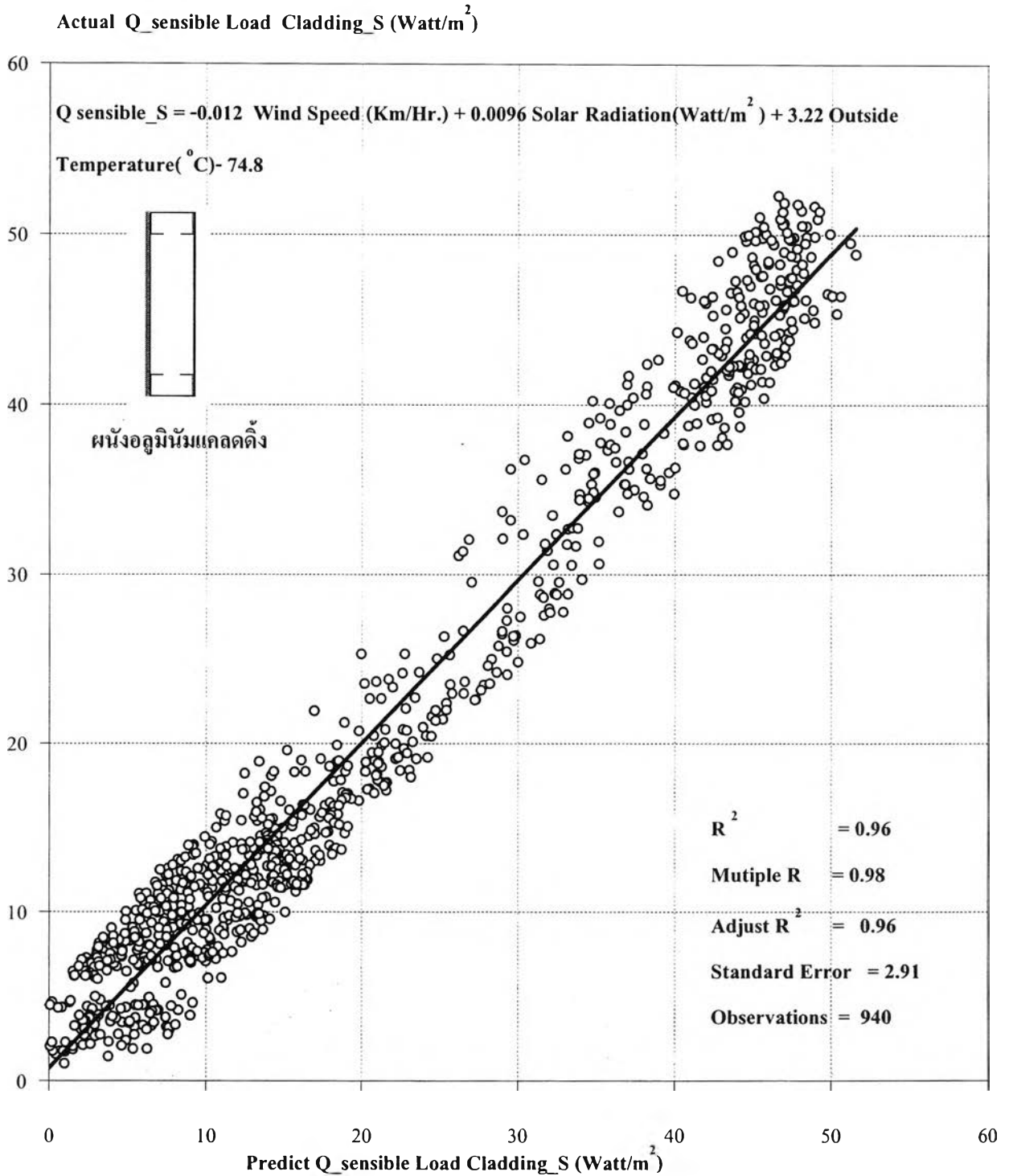


แผนภูมิที่ 4.35 แสดง Sensible Load ของผนัง EIFS ทั้ง 4 ทิศ ที่ได้มาจากสมการทำนายเทียบกับค่าที่วัดจริง เวลา 0:00 น. ของวันที่ 19 มีนาคม 2548 ถึงเวลา 0:00 น. ของวันที่ 25 มีนาคม 2548



○ Predicted Sensible Load CLADDING\_N ———— เซิงเส้น (Predicted Sensible Load CLADDING\_N)

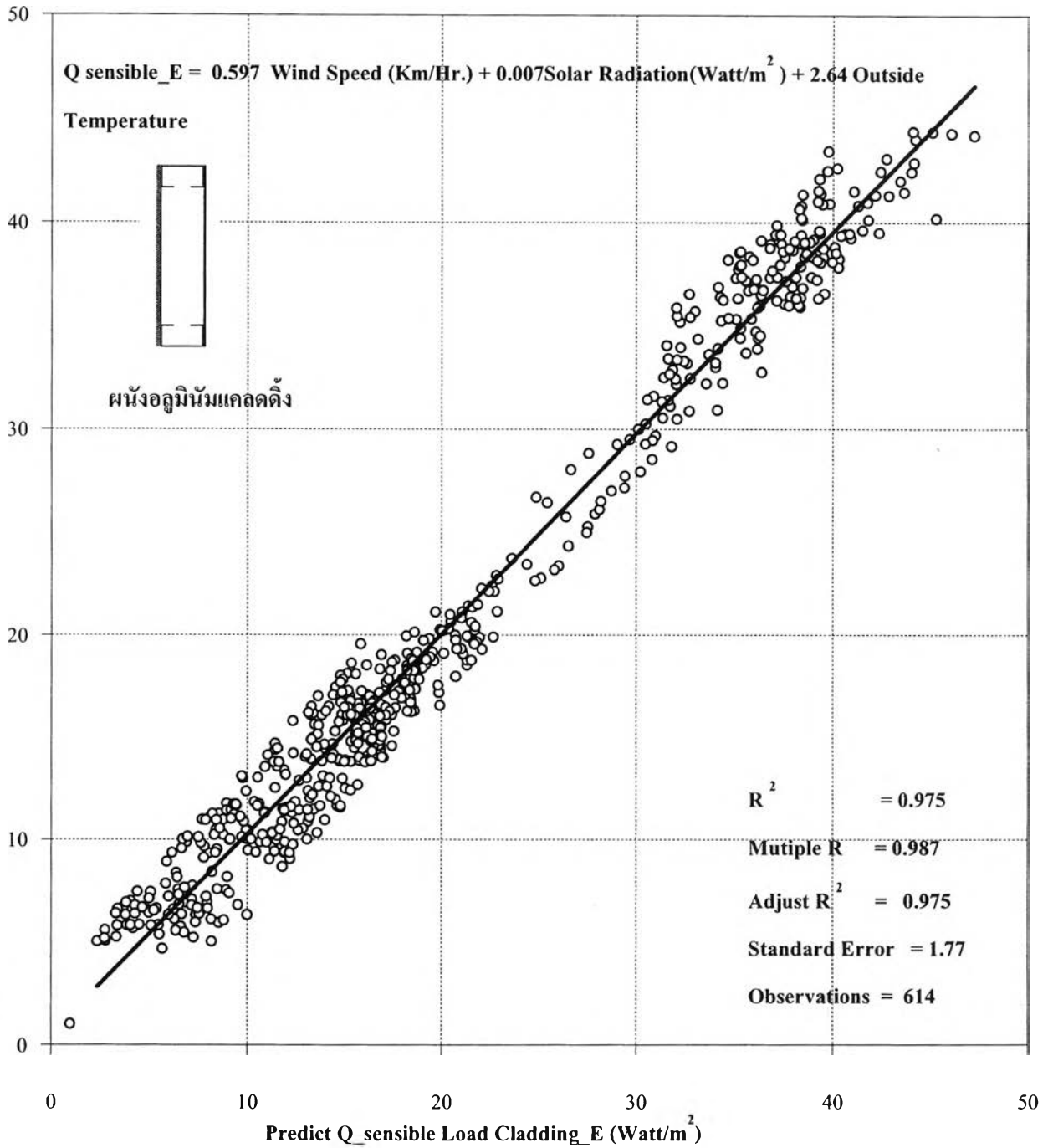
แผนภูมิที่ 4.36 แสดง Sensible Load ของผนังอลูมิเนียมเคลดดิ้งทางทิศเหนือที่ได้มาจากสมการทำนายเทียบกับค่าที่วัดจริง โดยทำการตัดช่วงอิทธิพลจาก Time Lag ของข้อมูล 1 ชม. เวลา 0:00 น. ของวันที่ 19 มีนาคม 2548 ถึงเวลา 0:00 น. ของวันที่ 25 มีนาคม 2548



○ Predicted Sensible Load CLADDING\_S — เชิงเส้น (Predicted Sensible Load CLADDING\_S)

แผนภูมิที่ 4.37 แสดง Sensible Load ของผนังอลูมิเนียมเคลือบสีทางทิศใต้ ที่ได้มาจากสมการทำนายเทียบกับค่าที่วัดจริง โดยทำการตัดช่วงอิทธิพลจาก Time Lag ของข้อมูล 1 ชม. เวลา 0:00 น. ของวันที่ 19 มีนาคม 2548 ถึงเวลา 0:00 น. ของวันที่ 25 มีนาคม 2548

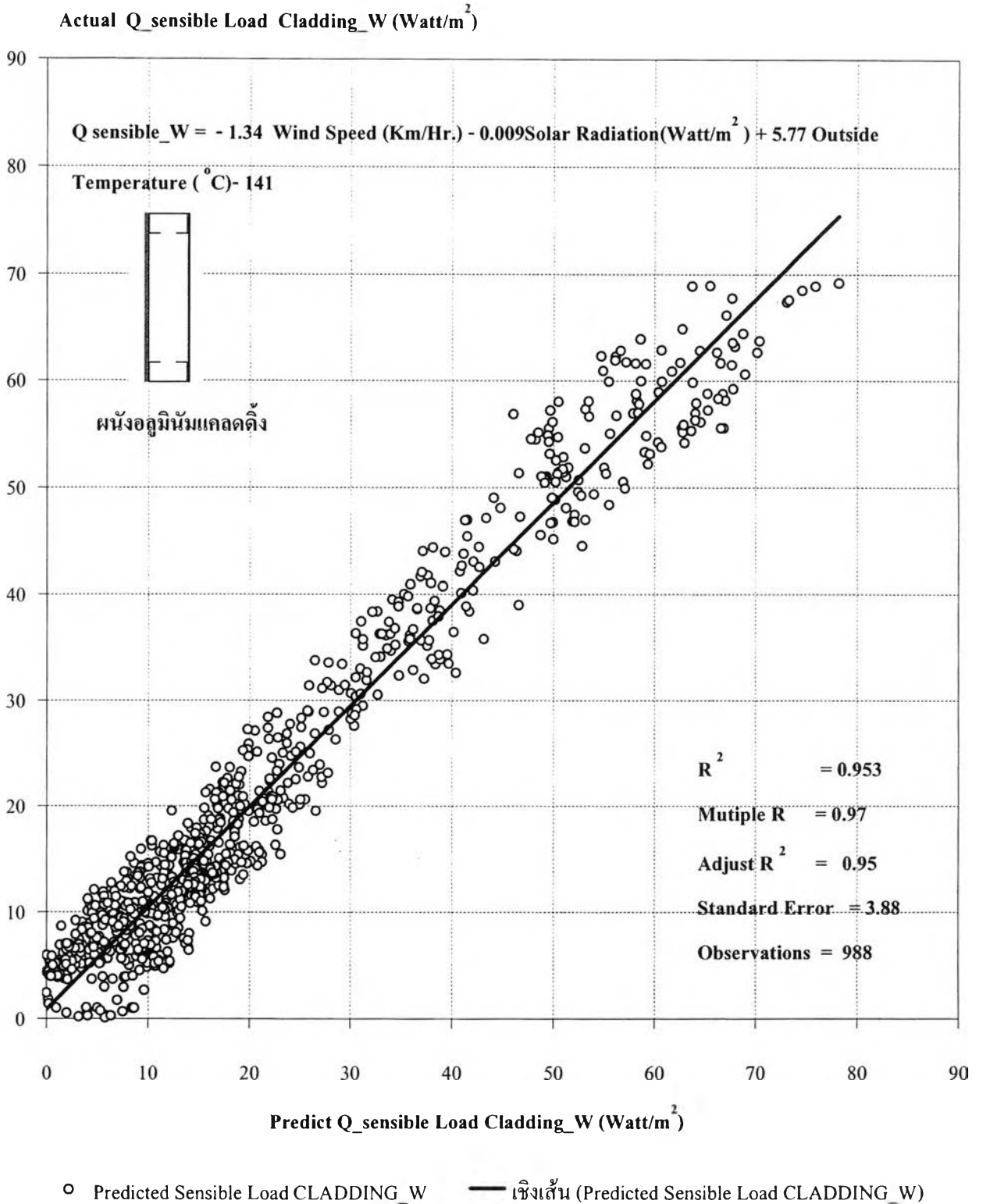
Actual Q\_sensible Load Cladding\_E (Watt/m<sup>2</sup>)



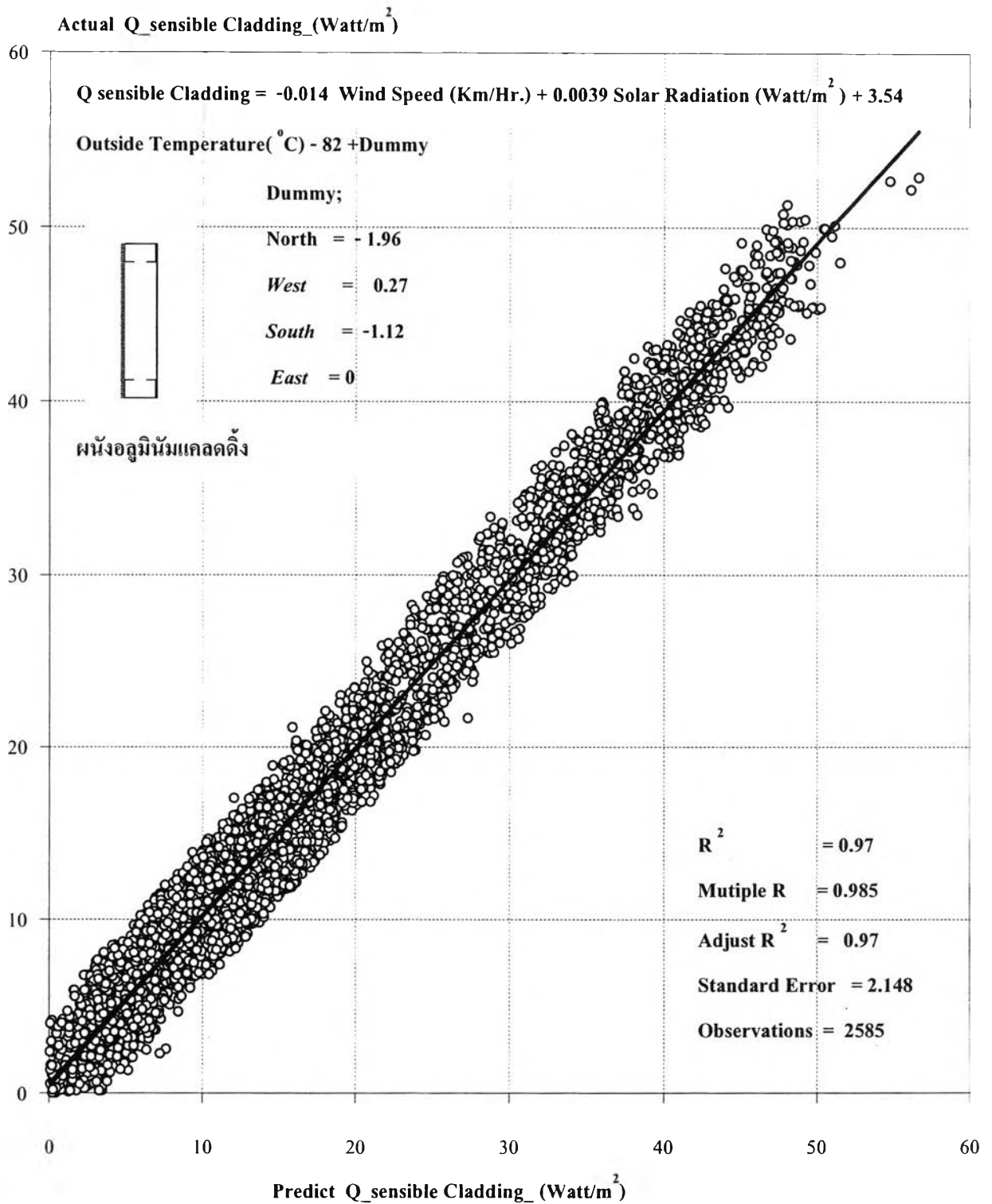
○ Predicted Sensible Load CLADDING\_E — เชิงเส้น (Predicted Sensible Load CLADDING\_E)

แผนภูมิที่ 4.38 แสดง Sensible Load ของผนังอคูมินัมแคลดดิ้งทางทิศตะวันออก ที่ได้มาจากสมการทำนายเทียบกับค่าที่วัดจริง โดยทำการตัดช่วงอิทธิพลจาก Time Lag ของข้อมูล 1 ชม. เวลา 0:00 น. ของวันที่ 19 มีนาคม 2548 ถึงเวลา 0:00 น. ของวันที่ 25 มีนาคม 2548



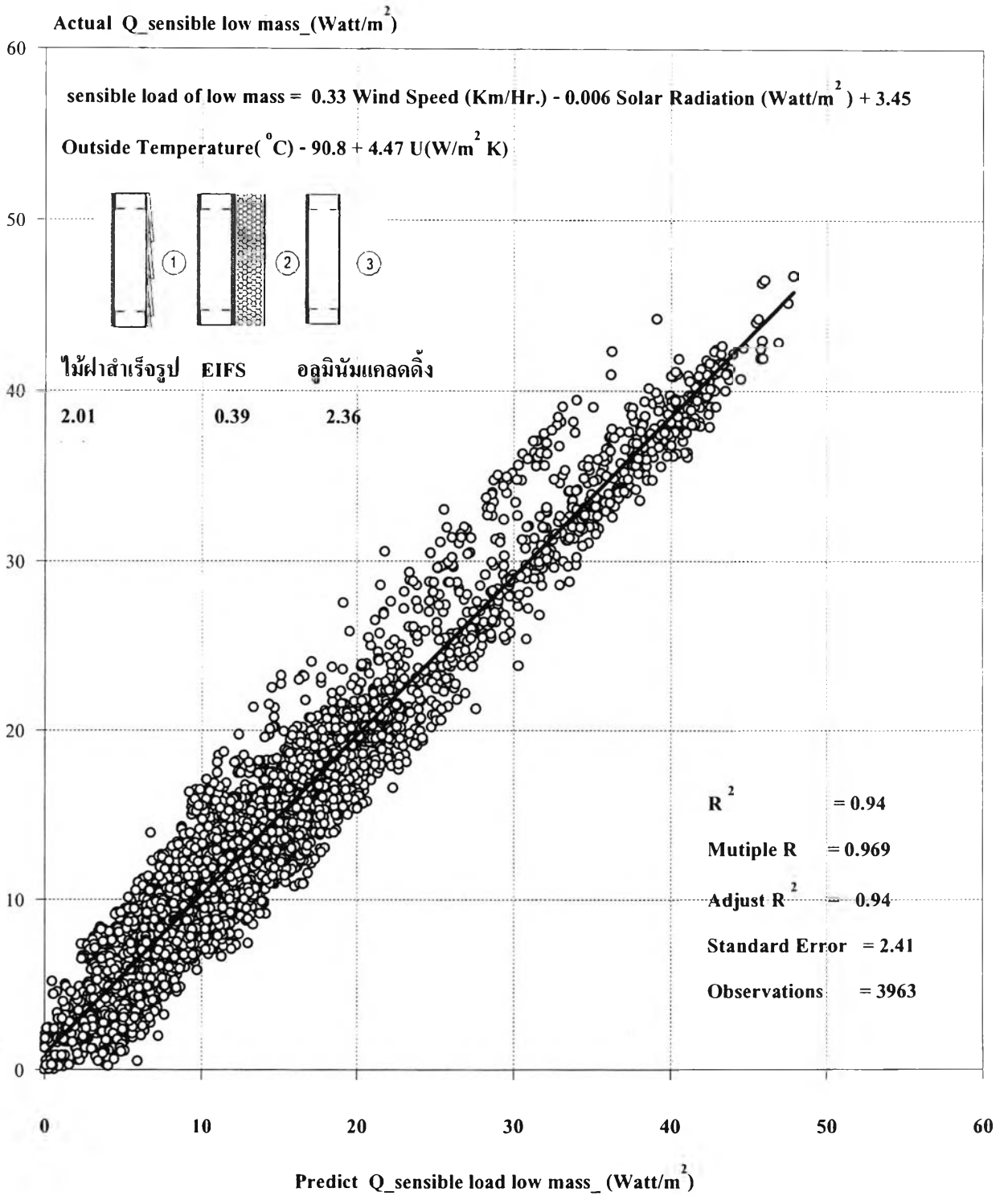


แผนภูมิที่ 4.39 แสดงSensible Load ของผนังอลูมิเนียมเคลดดิ้งทางทิศตะวันตก ที่ได้มาจากสมการทำนายเทียบกับค่าที่วัดจริง โดยทำการตัดช่วงอิทธิพลจาก Time Lag ของข้อมูล 1 ชม. เวลา 0:00 น. ของวันที่ 19 มีนาคม 2548 ถึงเวลา 0:00 น. ของวันที่ 25 มีนาคม 2548



○ Predicted Sensible Load Cladding — เชิงเส้น (Predicted Sensible Load Cladding)

แผนภูมิที่ 4.40 แสดง Sensible Load ของผนังอลูมิเนียมเคลดดิ้งทั้ง 4 ทิศ ที่ได้มาจากสมการทำนายเทียบกับค่าที่วัดจริง เวลา 0:00 น. ของวันที่ 19 มีนาคม 2548 ถึงเวลา 0:00 น. ของวันที่ 25 มีนาคม 2548



○ Predicted Sensible load มวลสารน้อย — เชิงเส้น (Predicted Sensible load มวลสารน้อย)

แผนภูมิที่ 4.41 แสดง Sensible Load ของผนังมวลสารน้อยทั้ง 3 ประเภท ที่ได้มาจากสมการทำนายเทียบกับค่าที่วัดจริง โดยทำการใช้ข้อมูลของวันที่ 19 - 25 มีนาคม 2548

## สามารถสรุปสมการ Sensible Load ของผนังทั้ง 3 ประเภทดังนี้

ประเภท	สมการทำนาย Sensible Load
ไม้ฝาสำเร็จรูป	$Q = 0.0075 \text{ Wind} + 0.0098 \text{ Solar} + 3.63 \text{ Outside Air Tem.} - 87.8 + \text{Dummy}$ north = -4.36                  south = 0 east = 2.66                      west = 2.92
EIFS	$Q = 0.48 \text{ Wind} + 0.013 \text{ Solar} + 1.67 \text{ Outside Air Tem.} - 36.8 + \text{Dummy}$ north = -2.36                  south = -2.12 east = 0                              west = 1.18
อลูมิเนียมเคลดคิง	$Q = -0.014 \text{ Wind} + 0.0039 \text{ Solar} + 3.54 \text{ Outside Air Tem.} - 82 + \text{Dummy}$ north = -1.96                  south = -1.12 east = 0                              west = 0.27
สมการสรุป 3 วัสดุ	$Q = 0.33 \text{ Wind} + 0.006 \text{ Solar} + 3.54 \text{ Outside Air Tem.} - 90.8 + 4.47U$

จากสมการ อิทธิพลของสภาพแวดล้อมภายนอกส่งผลโดยตรงต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังมวลสารน้อยโดยพิจารณาผลคูณระหว่างค่าสัมประสิทธิ์และตัวแปรสามารถบ่งบอกถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรกับปริมาณการถ่ายเทความร้อนของวัสดุได้ จากตารางอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศภายนอกส่งผลสูงสุด รองลงมาคือ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์และความเร็วลมภายนอกตามลำดับในทุกทิศทางของผนัง โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ ผนังทางทิศตะวันตก ทิศตะวันออก ทิศใต้ และทิศเหนือ

เนื่องจากอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศจะส่งผลโดยตรงต่ออุณหภูมิผิวผนังภายนอกเกิดการสะสมความร้อนที่ผิว และเกิดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายใน อิทธิพลของมวลสารที่มีคุณสมบัติในการต้านทานความร้อนต่ำ และมีการหน่วงเหนี่ยวความร้อนได้น้อยของผนังมวลสารน้อยเมื่อเทียบกับผนังมวลสารมากก่อให้เกิดการถ่ายเทความร้อนสูง และอุณหภูมิผิวภายในเปลี่ยนแปลงไปตามอิทธิพลของสภาวะแวดล้อมภายนอกโดยเฉพาะ ผนังไม้ฝาสำเร็จรูป และผนังอลูมิเนียมเคลดคิง

เมื่อพิจารณาผนัง EIFS เป็นผนังมวลสารน้อยที่มีคุณสมบัติแตกต่างจากผนังทั้ง 2 ประเภทข้างต้น เนื่องจากผิวผนังที่ทำจากโพลีโพรพิลีนไทรเร็นความหนาแน่น 1 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุตหนา 3 นิ้ว เป็นฉนวนต้านทานความร้อน และมีการหน่วงเหนี่ยวความร้อนได้ดีทำให้ผนังมีการสะสมความร้อนในตัวได้น้อย เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงของสภาพแวดล้อมภายนอกจะส่งผลกระทบต่อผนังได้น้อยกว่า

## แนวทางในการปรับลดปริมาณการถ่ายเทความร้อนของผนังมวลสารน้อย

ในการออกแบบ ผู้ออกแบบอาคารควรคำนึงถึงการใช้พลังงานของอาคารโดยคำนึงถึงอิทธิพลจากที่ตั้งอาคารและสภาพแวดล้อมโดยรอบเพื่อแสวงหาประโยชน์จากสภาพแวดล้อมโดยรอบมาใช้กับอาคารในการปรับลดปริมาณการถ่ายเทความร้อน (Sensible Load) ของผนังอาคาร พิจารณาปัจจัยดังต่อไปนี้

### 1. กระแสลม

นอกเหนือจากลมประจำแล้ว สภาพแวดล้อมภายนอกอาคารไม่ว่าจะเป็นอาคารข้างเคียง ต้นไม้ล้วนแล้วแต่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทิศทางลม และความเร็วลมภายนอกมีผลต่อการใช้พลังงานในอาคารดังนี้

- **Infiltration** กระแสลมส่งผลต่อการรั่วซึมอากาศจากภายนอกเข้ามาภายในอาคารผ่านทางช่องเปิด รอยต่อ และรอยแยกของผนัง ส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณการถ่ายเทความร้อน (Latent Load)
- **ลดอุณหภูมิผิวภายนอก** เมื่อผนังได้รับอิทธิพลของการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ทำให้อุณหภูมิผิวสูงขึ้นกระแสลมส่งผลต่อการพาความร้อนที่สะสมบริเวณผิวผนังออกไป ส่งผลให้เกิดการถ่ายเทความร้อนน้อยลง

### 2. รังสีดวงอาทิตย์

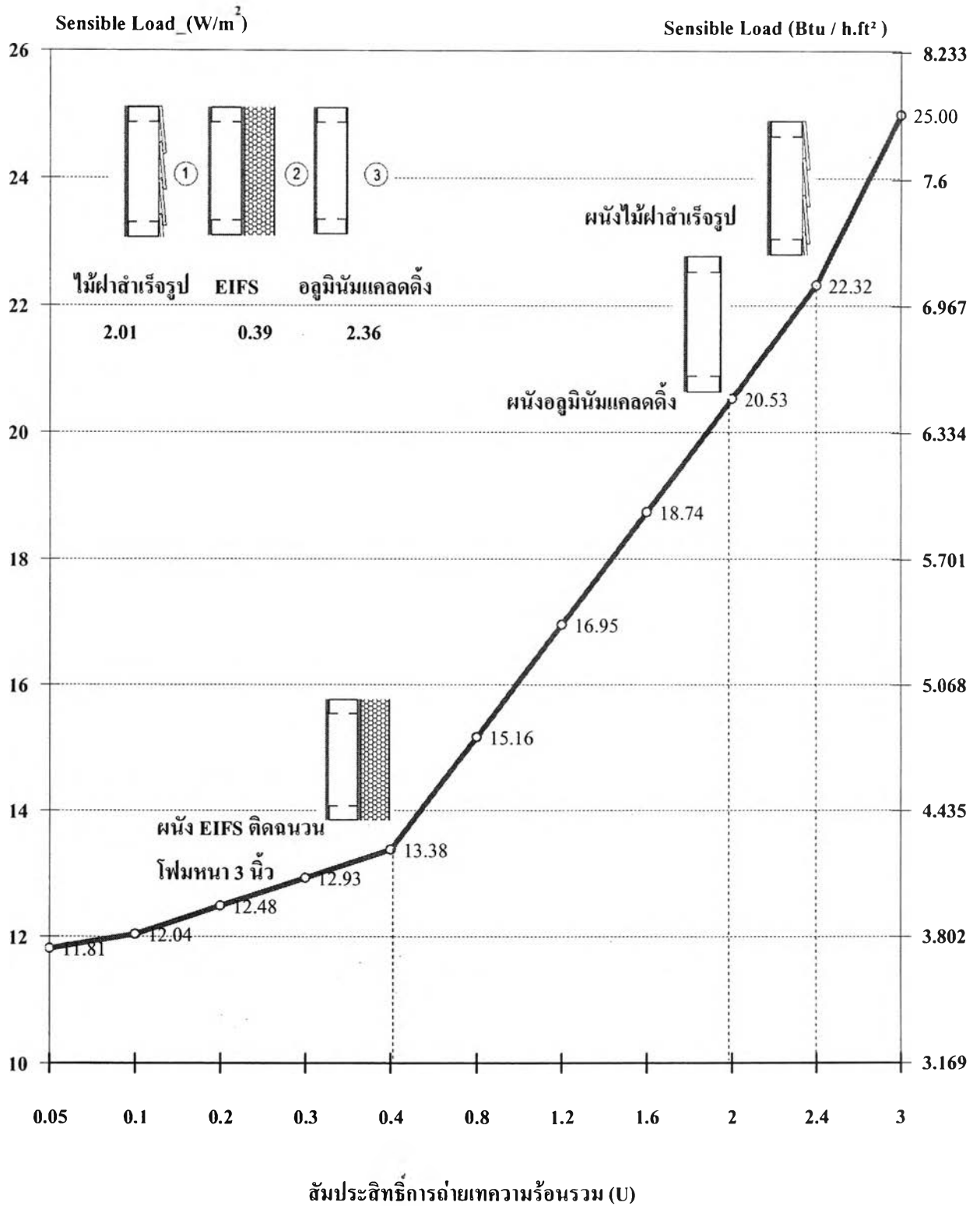
ส่งผลต่อผิวผนังอาคารในการดูดซับความร้อนและการเพิ่มปริมาณความร้อน (Heat Gain) ของผนังอาคาร

### 3. สภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ

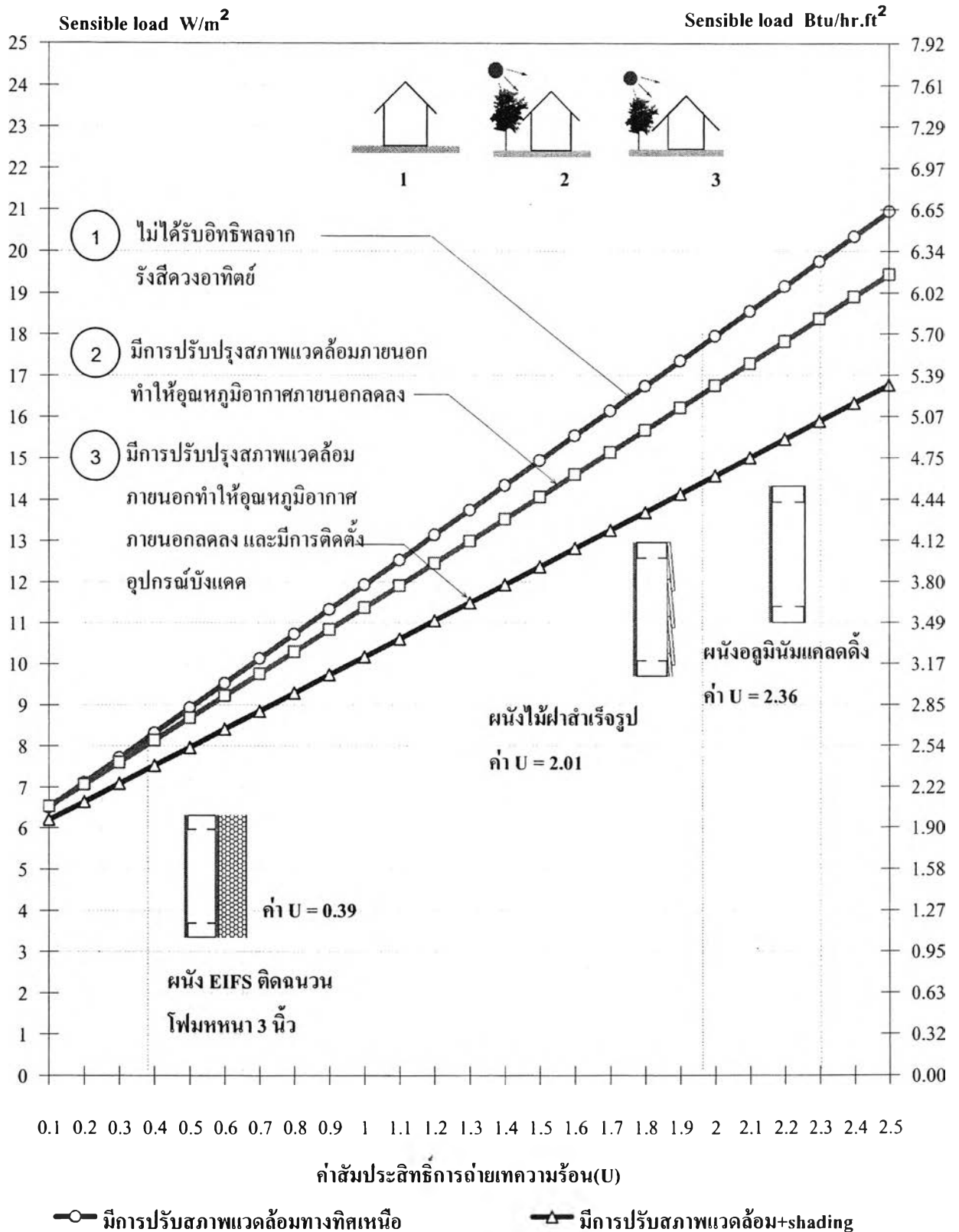
- การปรับสภาพพื้นผิว (Topography) เพื่อลดอิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์
- การใช้ต้นไม้ขนาดต่างๆ เพื่อควบคุมสภาพอากาศ ทิศทางและความเร็วลม
- ใช้พืชคลุมดิน (Ground Covering) เพื่อลดอุณหภูมิพื้นผิวและสร้างความเย็นที่ผิวดิน

จากแผนภูมิที่ 4.43 – 4.47 แสดงการปรับลดสภาพแวดล้อมโดยรอบ (Microclimate) ของที่ตั้งอาคารเช่น การปลูกต้นไม้ปกคลุมผิวดิน การปรับพื้นผิวให้ลดการรับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงเป็นต้น ส่งผลให้เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศในช่วงเวลากลางวันประมาณ 1.46 องศาเซลเซียส และในช่วงเวลากลางคืนประมาณ 0.81 องศาเซลเซียส<sup>3</sup> และการติดตั้งอุปกรณ์บังแดดที่ผนังอาคารเพื่อป้องกันรังสีตกกระทบโดยตรง (Direct Radiation) ช่วยลดอิทธิพลของสภาพแวดล้อมภายนอกส่งผลต่อความแตกต่างของปริมาณความร้อน (Heat Gain) ของผนังในแต่ละทิศลงได้

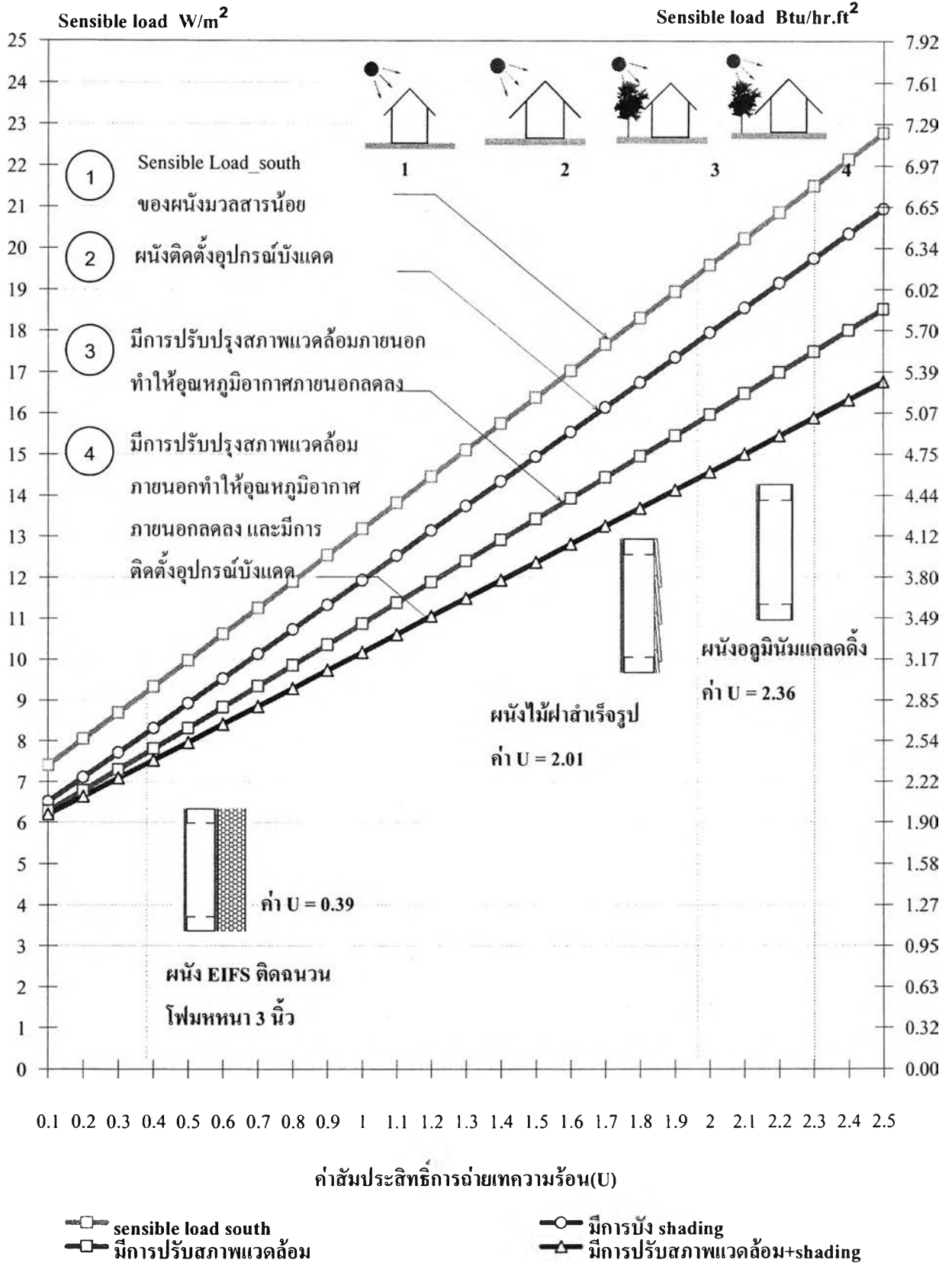
<sup>3</sup> สุนทร บุญญธิการ และ ธนิต จินดาวงศ์. รายงานผลการวิจัย . การวิเคราะห์สถานะหน้าสกายและสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องของอาคารสถาปัตยกรรมไทย , (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536)



แผนภูมิที่ 4.42 แสดง Sensible Load ของผนังมวลสารน้อยทั้ง 3 ประเภท ที่ได้มาจากสมการทำนายเทียบกับค่าสปต.การถ่ายเทความร้อนรวม (U) โดยทำการใช้ข้อมูลของวันที่ 19 - 25 มีนาคม 2548

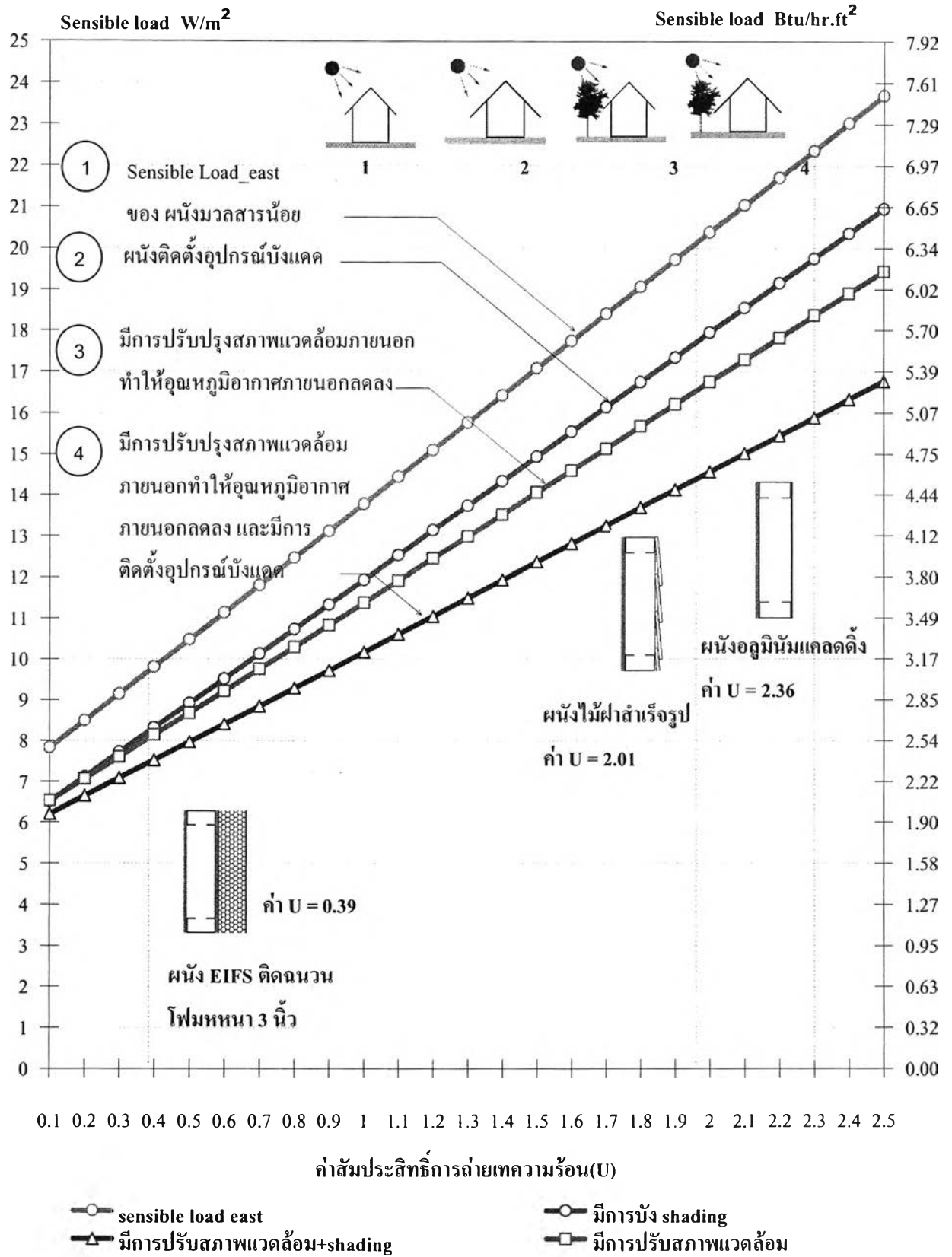


แผนภูมิที่ 4.43 ความสัมพันธ์ของปริมาณการถ่ายเทความร้อนที่มีการปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายนอกและมีการบังแดดผิวผนัง กับค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังมวลสารน้อยทางทิศเหนือ ในสภาวะปรับอากาศตลอด 24 ชม.

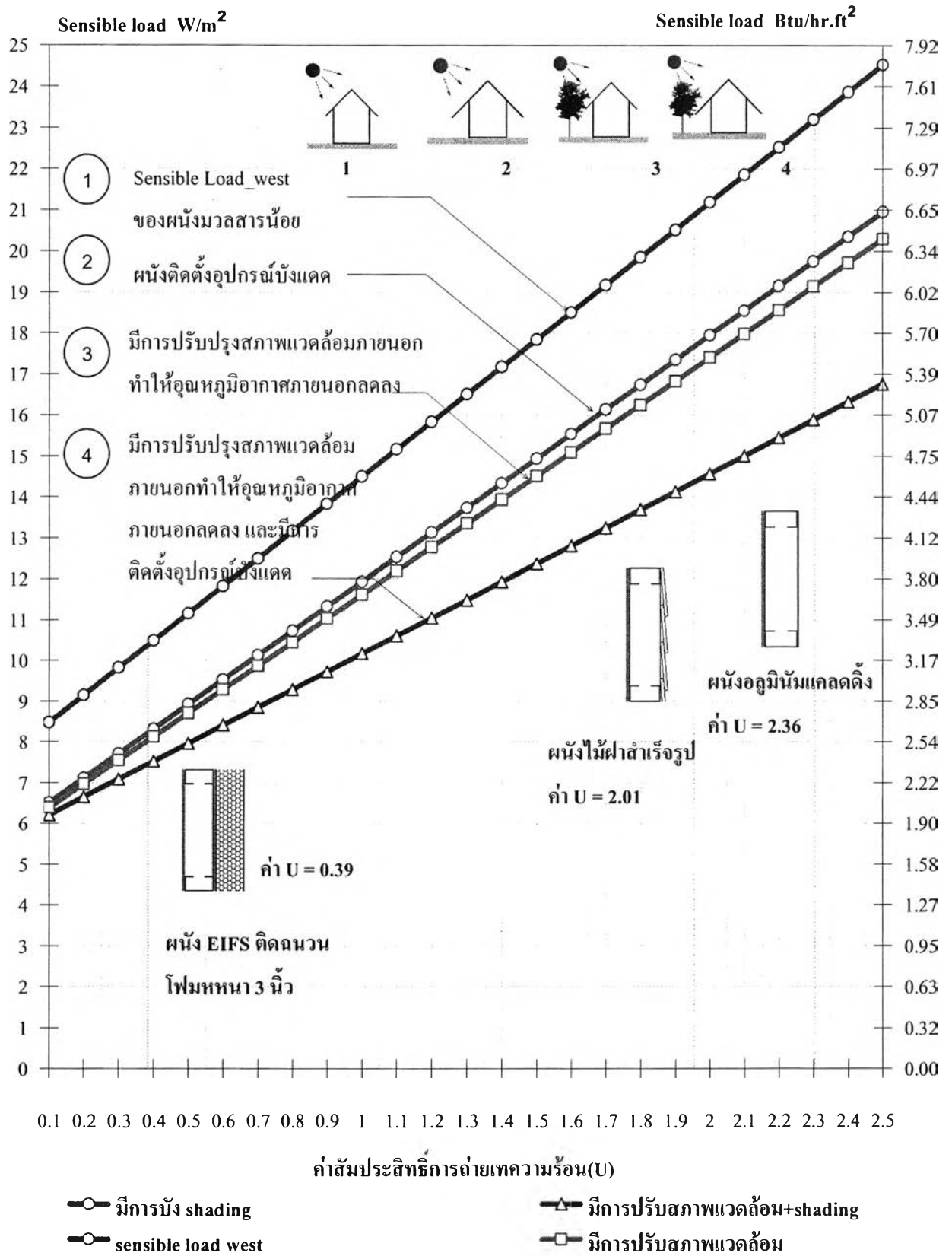


แผนภูมิที่ 4.44 ความสัมพันธ์ของปริมาณการถ่ายเทความร้อนที่มีการปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายนอกและมีการบัง shading กับค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังมวลสารน้อยทางทิศใต้ ในสภาวะปรับอากาศตลอด 24 ชม.

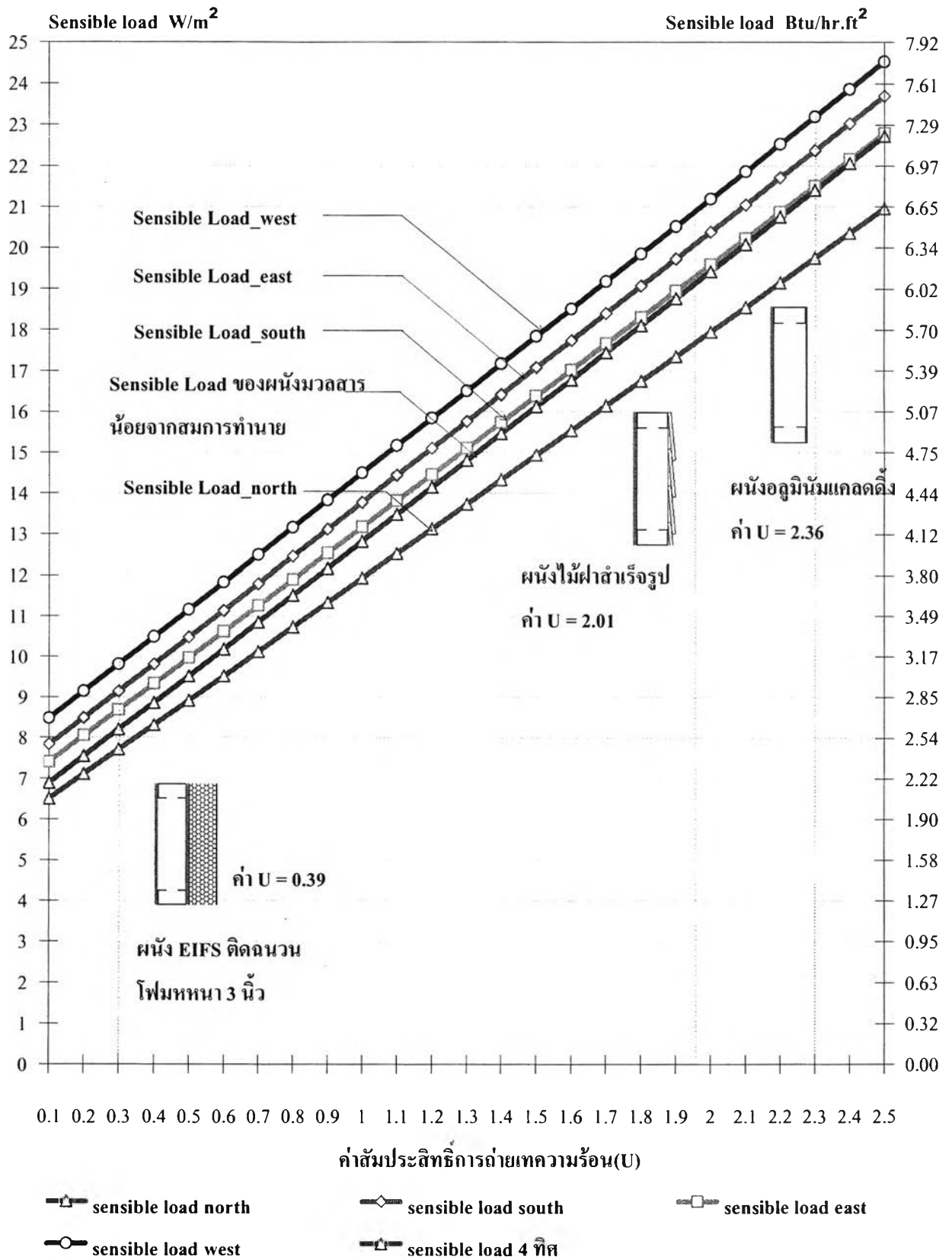




แผนภูมิที่ 4.45 ความสัมพันธ์ของปริมาณการถ่ายเทความร้อนที่มีการปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายนอกและมีการบัง shading กับค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังมวลสารน้อยทางทิศตะวันออกในสภาวะปรับอากาศตลอด 24 ชม.



แผนภูมิที่ 4.46 ความสัมพันธ์ของปริมาณการถ่ายเทความร้อนที่มีการปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายนอกและมีการบัง shading กับค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังมวลสารน้อยทางทิศตะวันตก ในสภาวะปรับอากาศตลอด 24 ชม.



แผนภูมิที่ 4.47 แสดง ความสัมพันธ์ของปริมาณการถ่ายเทความร้อนกับค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังมวลสารน้อยในสภาวะปรับอากาศตลอด 24 ชม.

### 4.3 การวิเคราะห์พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนและหาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อน

#### 4.3.1 พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อน

การวิเคราะห์ปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนที่เข้าสู่อาคารโดยการพิจารณาจากสูตร Infiltration หรือ การรั่วซึมของอากาศ ซึ่งเป็นการคำนวณปริมาณการรั่วซึมของอากาศที่ผ่านทางรอยแยกของผนัง ประตู และหน้าต่าง ที่ส่งผลโดยตรงต่อการสะสมความร้อนและความชื้นในเนื้อวัสดุ ซึ่งมีผลต่อภาระการทำความเย็นแบ่งเป็น 2 ปัจจัยดังนี้จากสมการ<sup>3</sup>

$$\text{ความร้อนสัมผัส (Sensible Load)} = 1.08 * Q_s * \Delta t$$

$$\text{ความร้อนแฝง (Latent Load)} = 4840 * Q_s * \Delta w$$

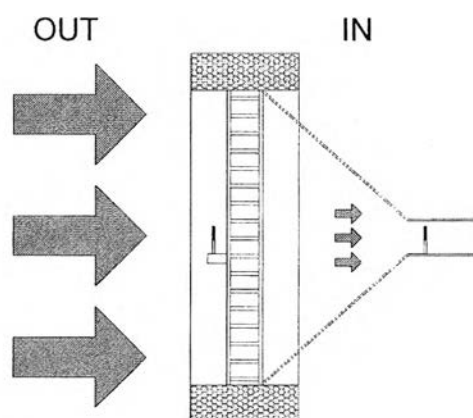
โดย

$$Q_s = \text{อัตราการไหลของอากาศ (Air flow rate :cubic foot per minute(cfm))}$$

$$\Delta w = \text{อัตราส่วนความชื้น (lb of moisture per lb of dry air)}$$

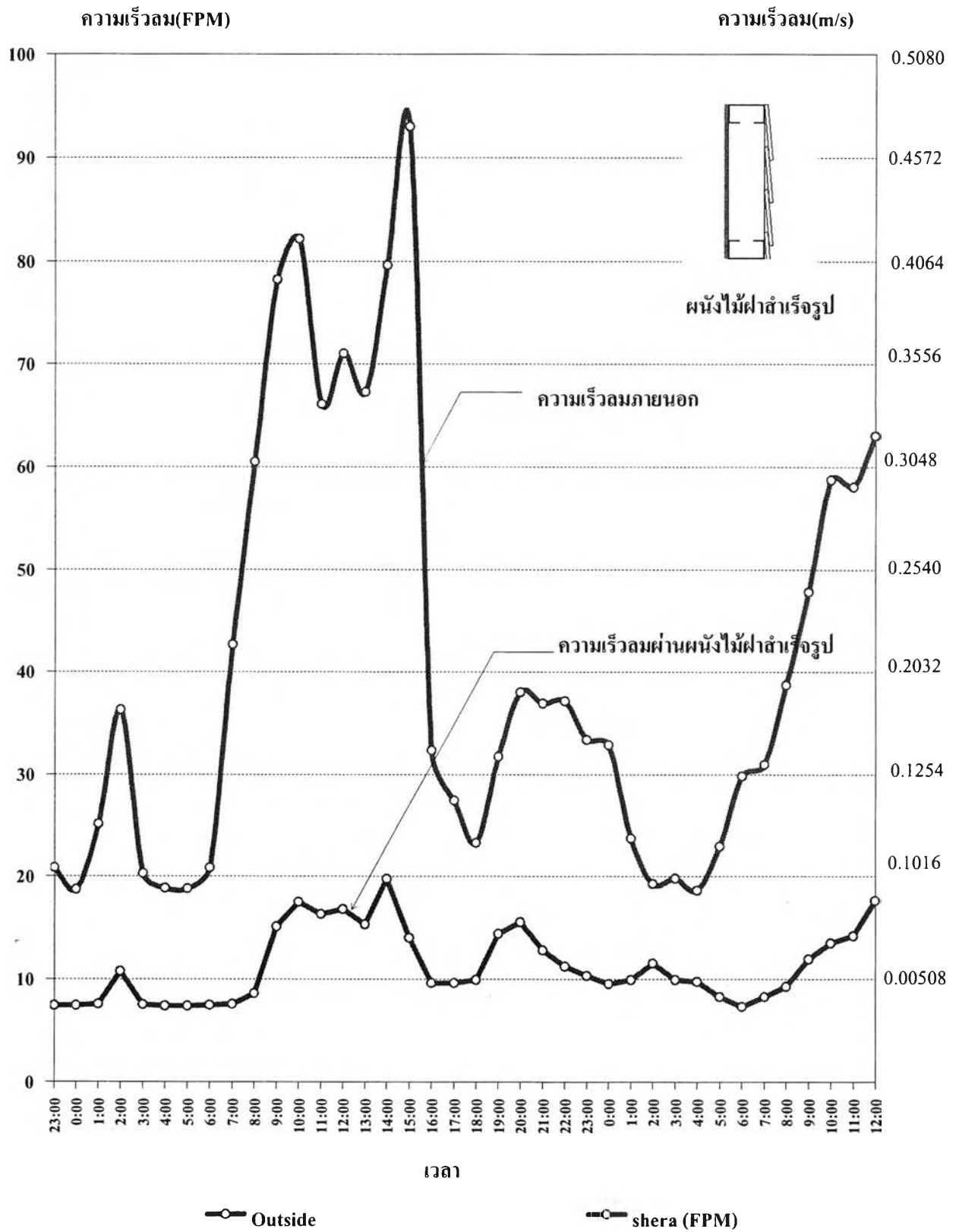
$$\Delta t = \text{ความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายนอกและอากาศภายใน}$$

จากการทดลองวัดการรั่วซึมของอากาศผ่านผนังมวลสารน้อยทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ผนังไม้ฝาสำเร็จรูป ผนังอลูมิเนียมเคลดคิง และผนังEIFS โดยทำการทดลองวัดความเร็วลมตกกระทบผนังภายนอก และวัดความเร็วลมที่ปากกระโจมลม ขนาด 0.10\*0.10 ตารางเมตร โดยติดตั้งแผ่นพลาสติกขึ้นรูปทรงปิรามิดฐานสี่เหลี่ยมขนาด 0.8\*0.8 ตารางเมตร(ขนาดเท่ากับพื้นที่ผนังทดสอบ) สูง 0.6 ม.ดังนี้

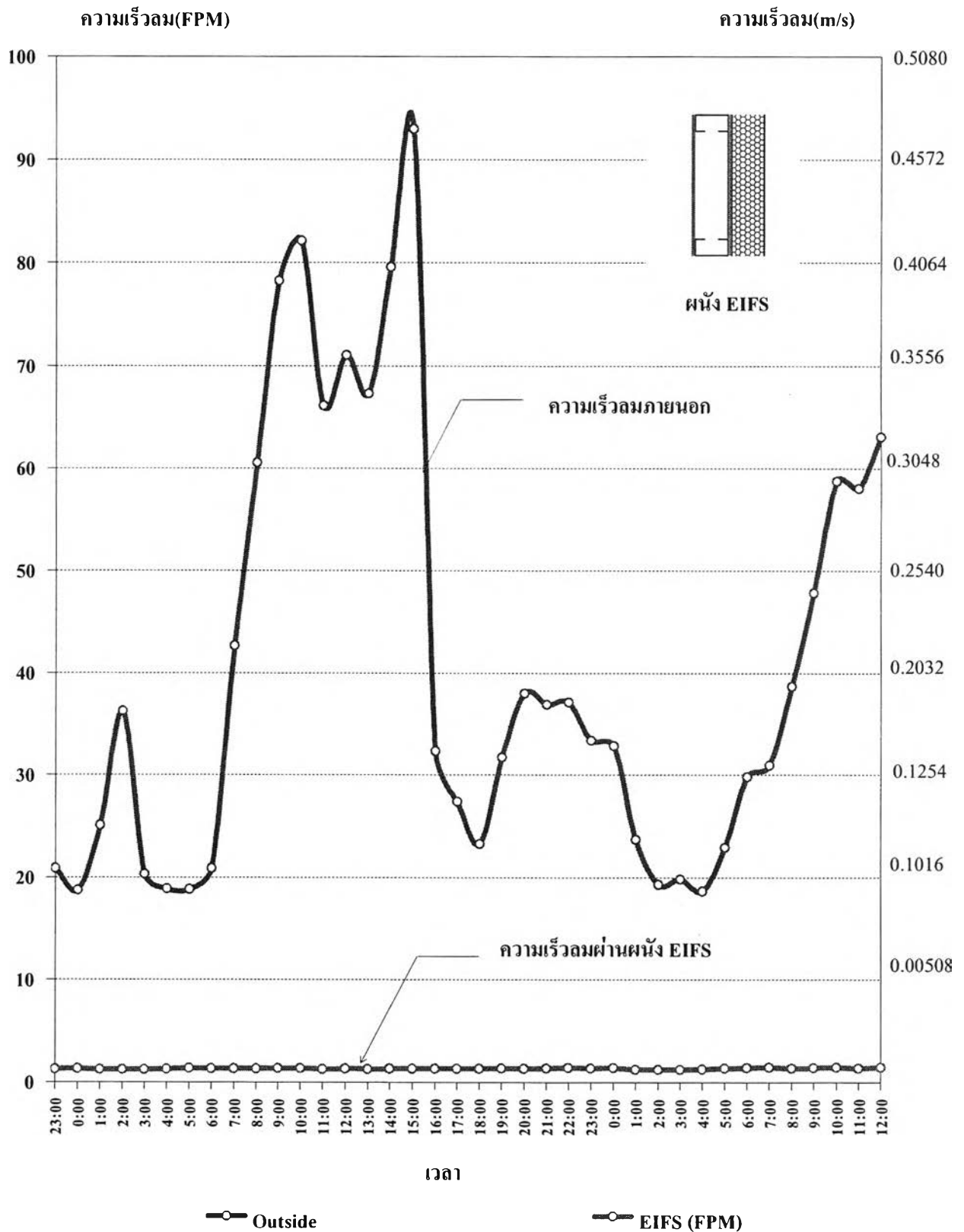


รูปที่ 4.1 แสดงการติดตั้งเครื่องมือวัดลมของผนังทดสอบ

<sup>3</sup> American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineering, 2001 ASHRAE Handbook Fundamental. (Atlanta: Georgia, 2001), p. 29.19.

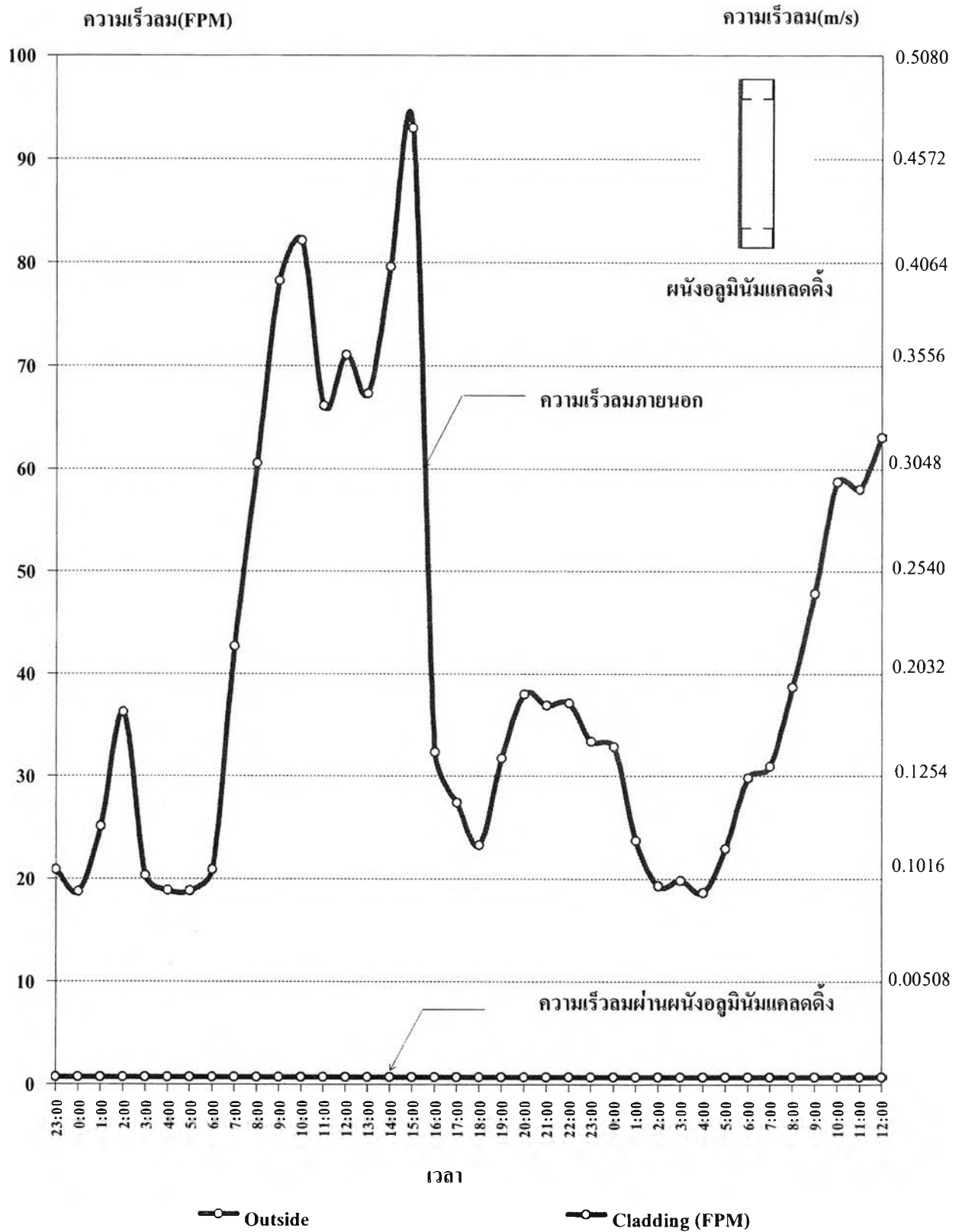


แผนภูมิที่ 4.48 แสดงความเร็วลมผ่านผนัง ไม้ฝาสำเร็จรูป และความเร็วลมภายนอกที่ตกกระทบผนังรายชั่วโมง โดยทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่เวลา 23:00 น. ของวันที่ 25 พ.ค. 2548 - 12:00 น. ของวันที่ 27 พ.ค. 2548

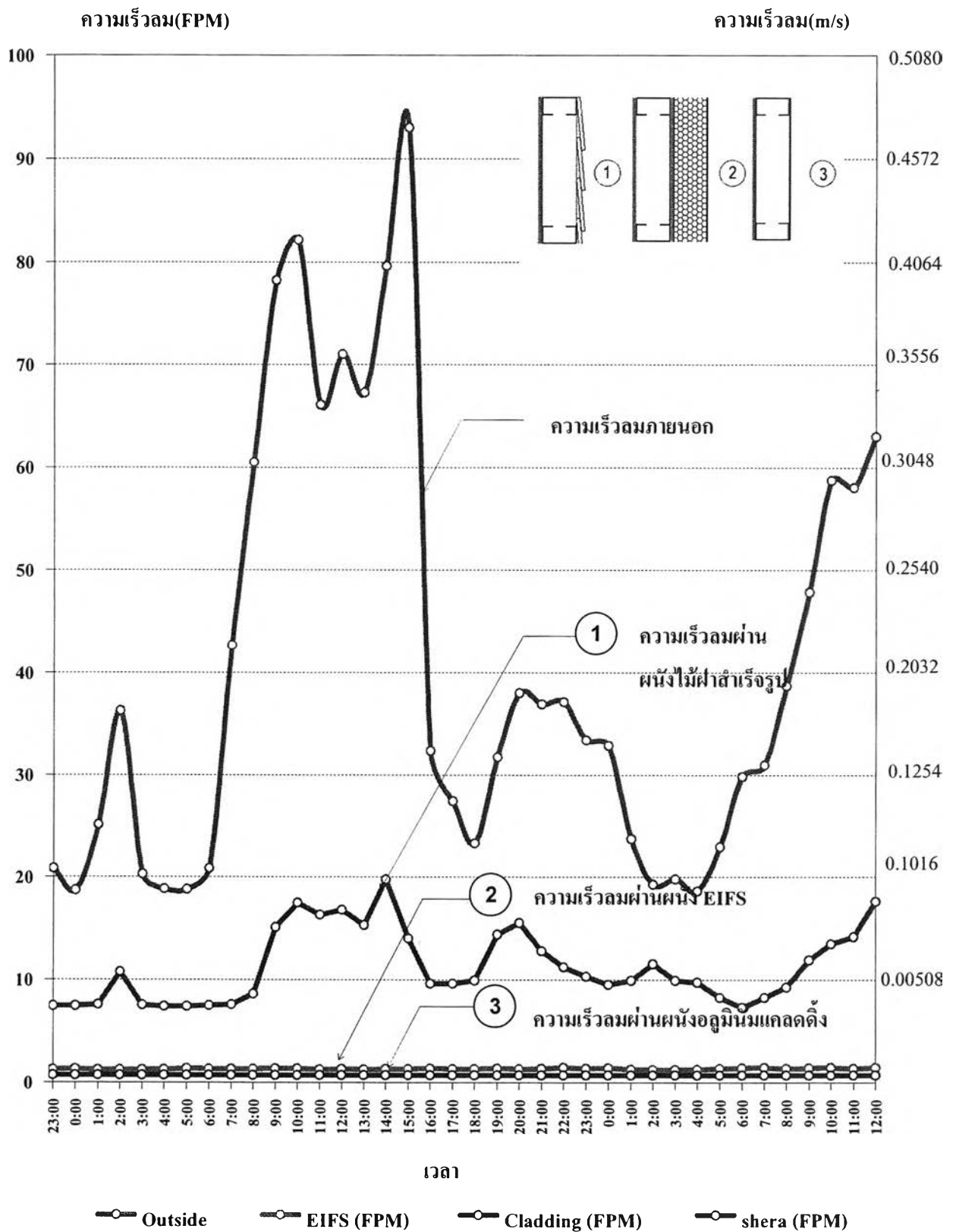


แผนภูมิที่ 4.49 แสดงความเร็วลมผ่านผนัง EIFS และความเร็วลมภายนอกที่ตกกระทบผนังรายชั่วโมง

ข้อมูลตั้งแต่เวลา 23:00 น. ของวันที่ 25 พ.ค. 2548 - 12:00 น. ของวันที่ 27 พ.ค. 2548



แผนภูมิที่ 4.50 แสดงความเร็วลมผ่านผนังอลูมิเนียมเคลดดิ้ง และความเร็วลมภายนอกที่ตกกระทบผนังรายชั่วโมง โดยทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่เวลา 23:00 น. ของวันที่ 25 พ.ค. 2548 - 12:00 น. ของวันที่ 27 พ.ค. 2548



แผนภูมิที่ 4.51 แสดงความเร็วลมผ่านผนังมวลสารน้อยทั้ง 3 ประเภท และความเร็วลมภายนอกที่ตกกระทบผนังราย ชั่วโมง โดยทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่เวลา 23:00 น. ของวันที่ 25 พ.ค. 2548 - 12:00 น. ของวันที่ 27 พ.ค. 2548



### การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความเร็วลมภายนอกกับความเร็วลมที่ผ่านทางผนังมวลสารน้อยทั้ง 3 ประเภท

จากการทดลอง โดยติดตั้งอุปกรณ์วัดความเร็วลมที่ผิวผนังภายนอกและบริเวณปากทางของกระโจมลมในสภาวะอาคารปรับอากาศ 24 ชม. ของวันที่ 25 – 27 พ.ค. 2548 พบว่า

ความเร็วลมภายนอกสูงสุดที่	3.09	ก.ม./ชม.	ทางทิศใต้ในช่วงเวลา 9:55 และ 15:00 น.
ความเร็วลมเฉลี่ย	0.95	ก.ม./ชม.	สูงสุดทางตะวันออกเฉียงใต้ ทิศใต้ และ ตะวันตกเฉียงใต้ ตามลำดับ
ความเร็วลมภายนอกที่ตกกระทบผนังสูงสุดที่	93	FPM	ในช่วงเวลา 15:00 น.
ความเร็วลมภายนอกที่ตกกระทบผนังเฉลี่ยที่	40.6	FPM	

#### ผนังไม้ฝาสำเร็จรูป

ความเร็วลมที่ผ่านผนังเข้าสู่ภายในสูงสุดที่	14.5	FPM	ในช่วงเวลา 15:00 น.
ความเร็วลมที่ผ่านผนังเข้าสู่ภายในเฉลี่ยที่	11.27	FPM	

โดยความเร็วลมที่ผ่านผนังมีการเปลี่ยนแปลงตามความเร็วลมที่ตกกระทบผนังภายนอกอย่างชัดเจน

#### ผนังEIFS

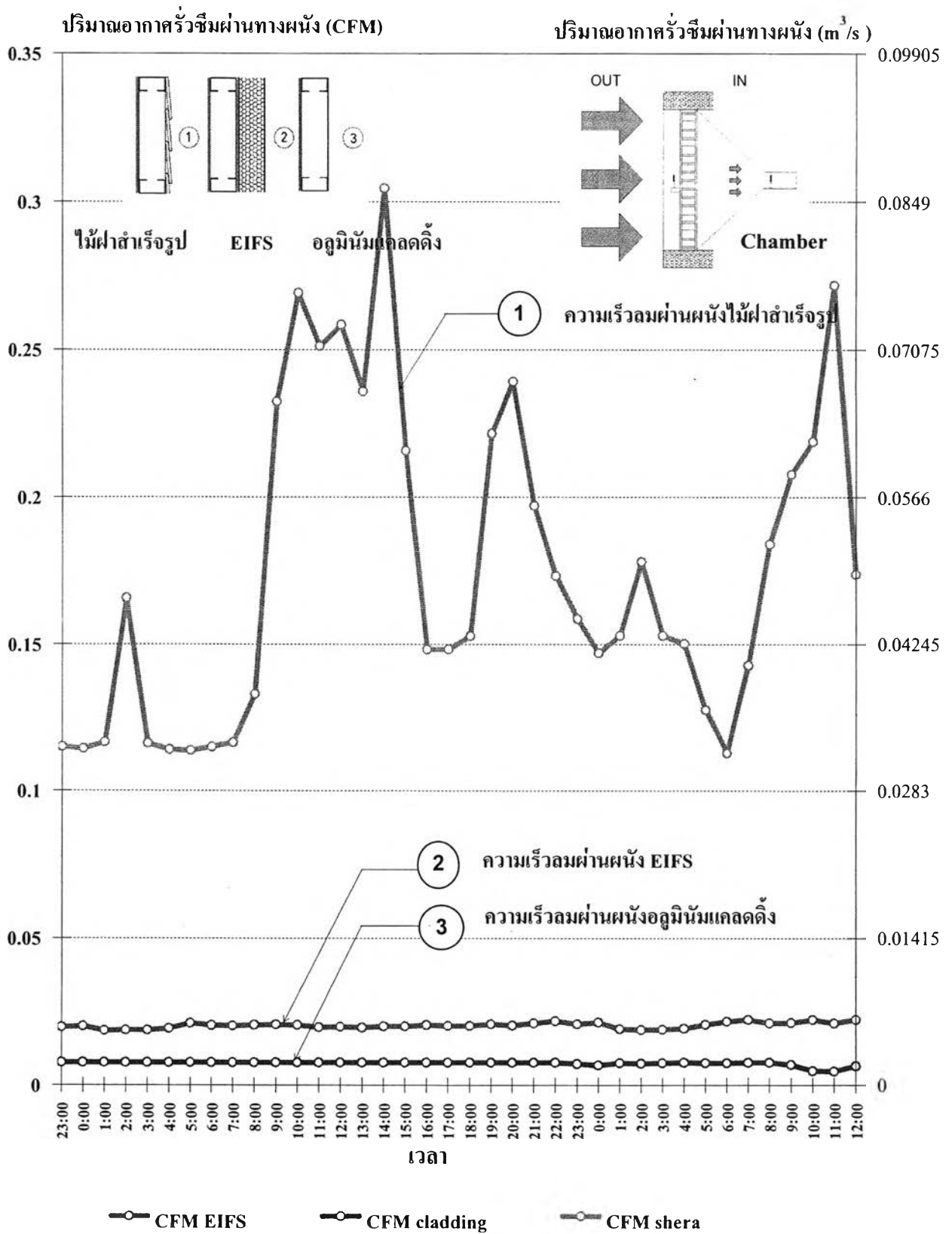
ความเร็วลมที่ผ่านผนังเข้าสู่ภายในสูงสุดที่	1.4	FPM	ในช่วงเวลา 13:00 น.
ความเร็วลมที่ผ่านผนังเข้าสู่ภายในเฉลี่ยที่	1.32	FPM	

โดยความเร็วลมที่ผ่านผนังมีการเปลี่ยนแปลงตามความเร็วลมที่ตกกระทบผนังภายนอกน้อยมาก

#### ผนังอลูมิเนียมเคลดคิง

ความเร็วลมที่ผ่านผนังเข้าสู่ภายในสูงสุดที่	0.7	FPM	
ความเร็วลมที่ผ่านผนังเข้าสู่ภายในเฉลี่ยที่	0.7	FPM	

โดยความเร็วลมที่ผ่านทางผนังไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามความเร็วลมที่ตกกระทบผนังภายนอก



แผนภูมิที่ 4.52 แสดงความเร็วลมที่ผ่านผนัง ทั้ง 3 ประเภทโดยวัดที่ปาก chamber ขนาด 0.05\*0.05 รายชั่วโมง โดยทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 23:00 น. ของวันที่ 25 พ.ค. 2548 - 12:00 น. ของวันที่ 27 พ.ค. 2548

## การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความเร็วลมภายนอกกับปริมาณอากาศรั่วซึมของอากาศผ่านผนัง มวลสารน้อยทั้ง 3 ประเภท

จากการทดลอง โดยติดตั้งอุปกรณ์วัดความเร็วลมที่ผิวผนังภายนอกและบริเวณปากทางของ  
กระโจมลมในสภาวะอาคารปรับอากาศ 24 ช.ม. ของวันที่ 25 – 27 พ.ค. 2548 พบว่า

ความเร็วลมภายนอกสูงสุดที่	3.09	ก.ม./ช.ม. ทางทิศใต้ในช่วงเวลา 9:55 และ 15:00 น.
ความเร็วลมเฉลี่ย	0.95	ก.ม./ช.ม. สูงสุดทางตะวันออกเฉียงใต้, ทิศใต้และ ตะวันตกเฉียงใต้ ตามลำดับ

### ผนังไม้ฝาสำเร็จรูป

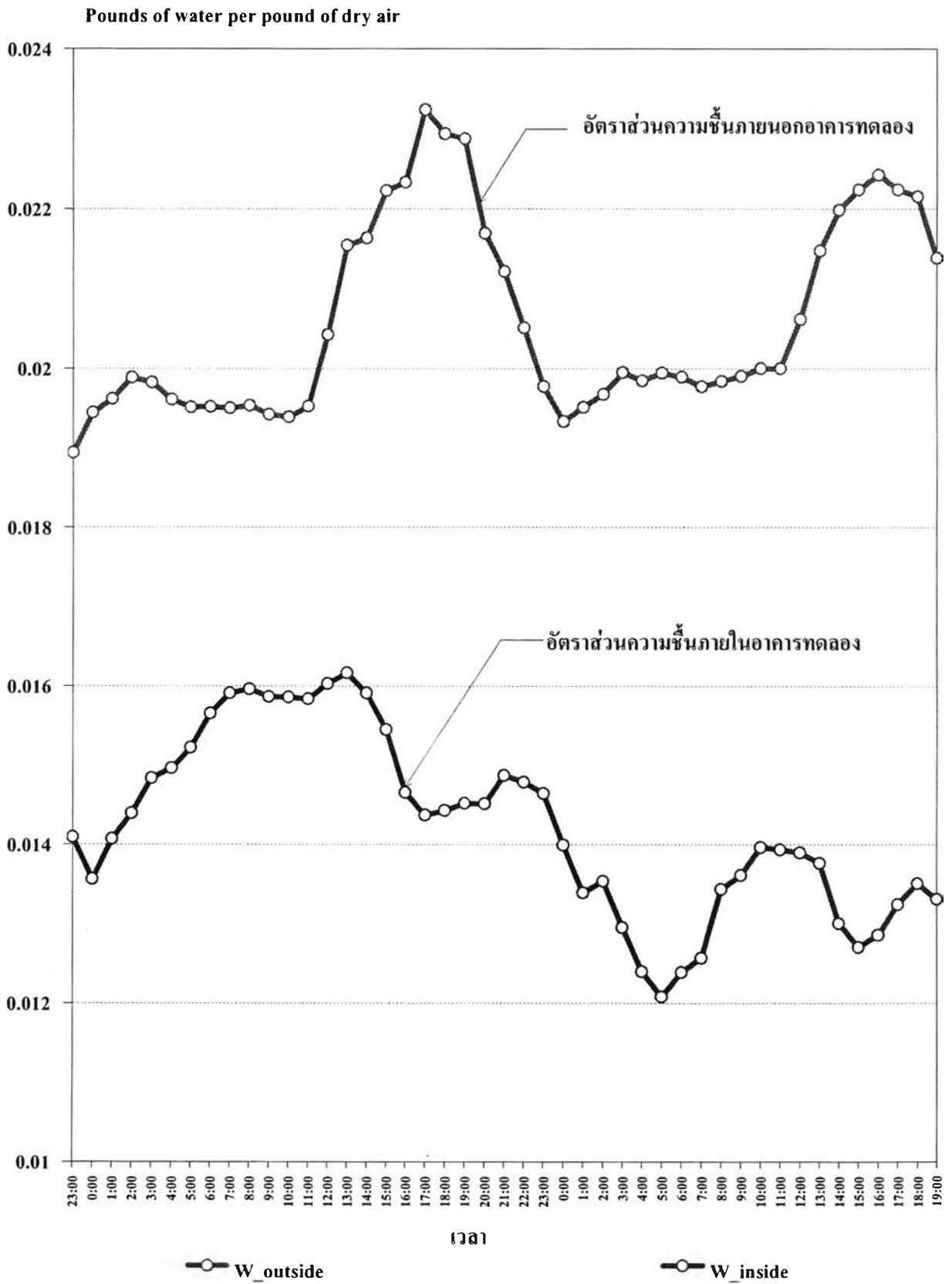
ผนังไม้ฝาสำเร็จรูปตีซ้อนเกล็ด มีการรั่วซึมของอากาศสูงมากเนื่องจากการติดตั้งผนังที่มีการ  
ตีซ้อนเกล็ดทำให้เกิดการรั่วซึมของอากาศภายนอกเข้ามาได้ง่าย ซึ่งผนังไม้ฝาสำเร็จรูป ที่ใช้ในการ  
การทดลองกับผนังไม้จริงที่ใช้กันในปัจจุบันมีรูปแบบการติดตั้งแผ่นไม้ซ้อนเกล็ดใกล้เคียงกัน  
ต่างกันว่าผนังในการทดลองเพิ่มการติดตั้งแผ่นยิปซัมบอร์ดภายในที่มีคุณสมบัติด้านการกันไฟ  
และเพื่อเพิ่มความสะดวกและความสวยงามในการตกแต่งอีกด้วย ส่งผลต่อปริมาณอากาศ  
รั่วซึมจากภายนอกที่ผ่านผนังชนิดนี้มีความสัมพันธ์กับปริมาณความเร็วลมภายนอกโดยตรง  
เฉลี่ยใน 1 วันประมาณ 0.165 cfm

### ผนังEIFS

ผนัง EIFS มีการรั่วซึมของอากาศน้อยมากรองลงมาจาก ผิวของผนังอูมิเนียมแคลดดิ้ง ซึ่งเป็น  
เซลล์ปิด (Close cell) และมีคุณสมบัติเป็นฉนวนด้านทานความร้อนและความชื้นสูง ทำให้เกิด  
การรั่วซึมของอากาศเข้าสู่ภายในได้น้อย เฉลี่ยใน 1 วันประมาณ 0.01- 0.02 cfm เนื่องจากวัสดุ  
เคลือบผิวภายนอกเป็นสารผสมทรายที่กันรังสีอัลตราไวโอเล็ตได้ดีและยังมี สารบางตัวที่ทำ  
หน้าที่ป้องกันรอยร้าวและความชื้นได้

### ผนังอูมิเนียมแคลดดิ้ง

ผนังอูมิเนียม แคลดดิ้ง มีการรั่วซึมของอากาศจากภายนอกต่ำที่สุดเนื่องจาก ผนังเป็นผนัง  
โลหะที่มีความหนาแน่นสูงและมีลักษณะเป็นฉนวนด้านทานความชื้น (Vapor barrier) ทำให้เกิด  
การรั่วซึมน้อยมาก เฉลี่ยใน 1 วันประมาณ 0.007 cfm ในการติดตั้งจึงจำเป็นต้องมีการยาแนว  
ด้วยซิลิโคนระหว่างแผ่นเพื่อป้องกันการรั่วซึมของอากาศจากภายนอกเข้ามาสู่ภายในป้องกันการ  
ถ่ายเทความร้อนและความชื้นเข้าสู่อาคารได้

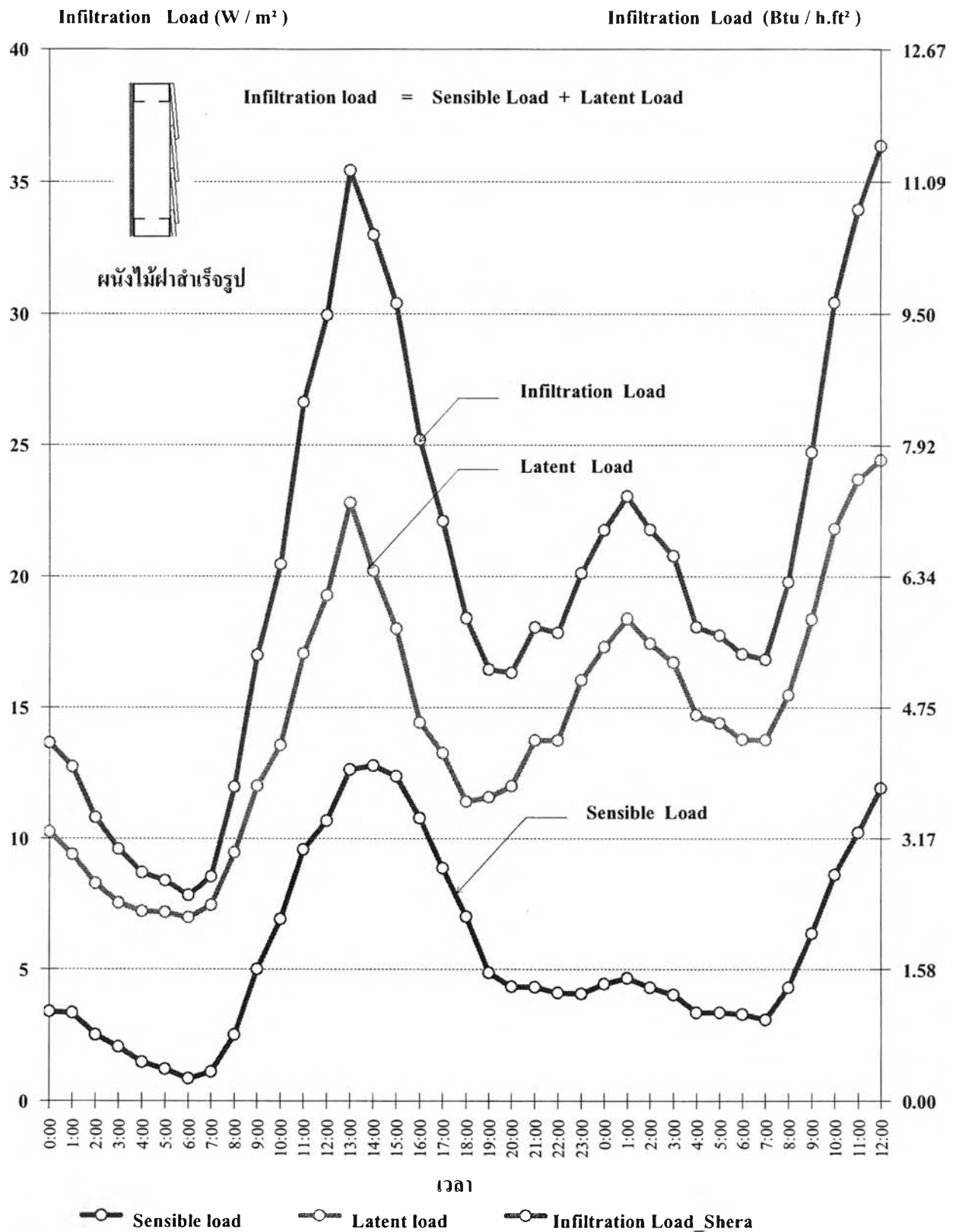


แผนภูมิที่ 4.53 เปรียบเทียบอัตราส่วนมวลไอน้ำในอากาศต่อมวลอากาศแห้งภายนอกและภายใน (Grains of moisture อากาศทดลอง โดยเก็บข้อมูลตั้งแต่ช่วง 23:00 น.ของวันที่ 25 พฤษภาคม 2548 ถึงเวลา 19:00 น.ของวันที่ 27 พฤษภาคม 2548

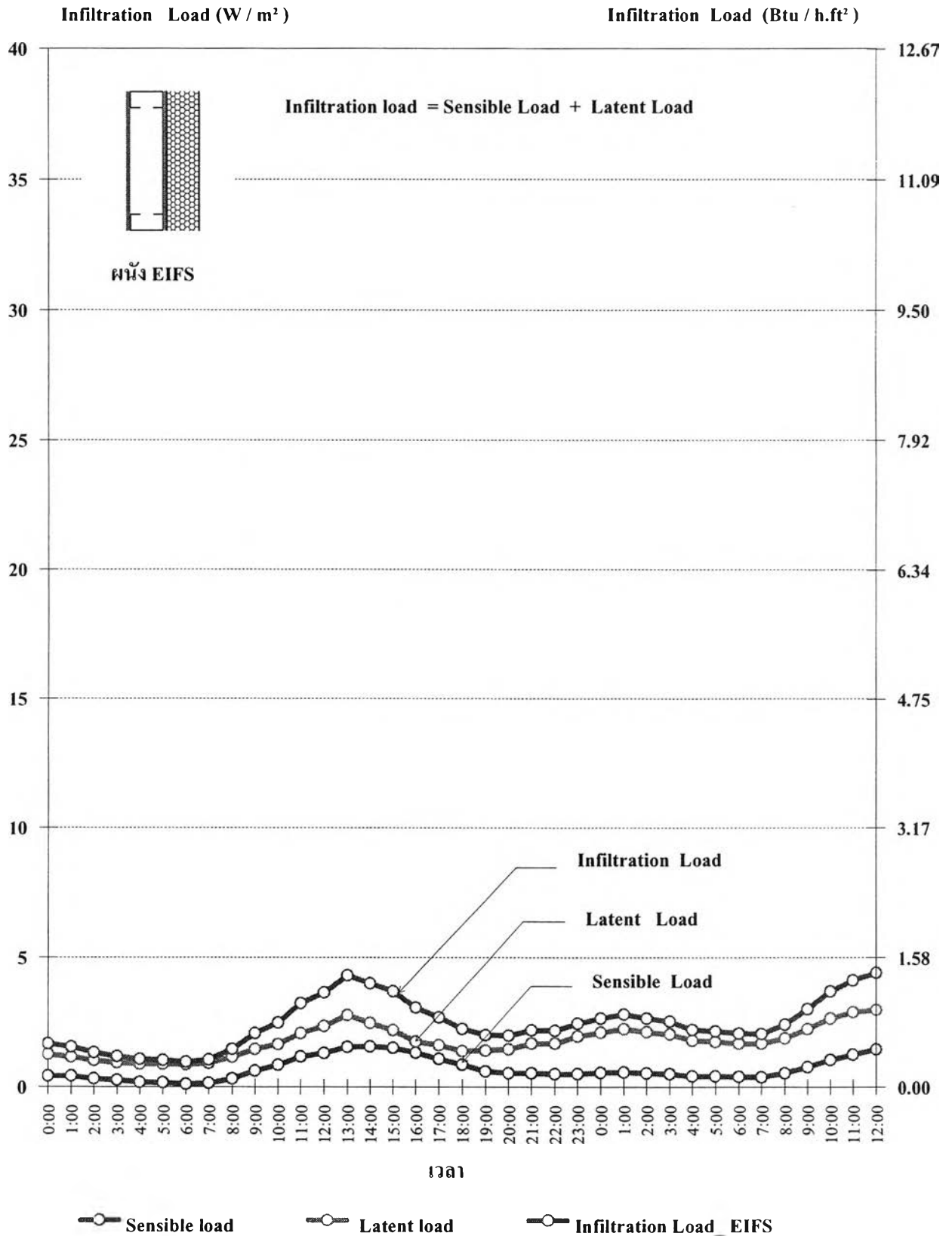
**การวิเคราะห์อัตราส่วนของมวลไอน้ำในอากาศต่อมวลอากาศแห้ง(Humidity Ratio)ภายในและภายนอกอาคารทดลอง**

การพิจารณา Humidity Ratio ของอากาศภายนอกและภายในที่ได้จากการคำนวณในสภาวะอาคารปรับอากาศ 24 ชม. ของวันที่ 25 – 27 พ.ค. 2548 พบว่า

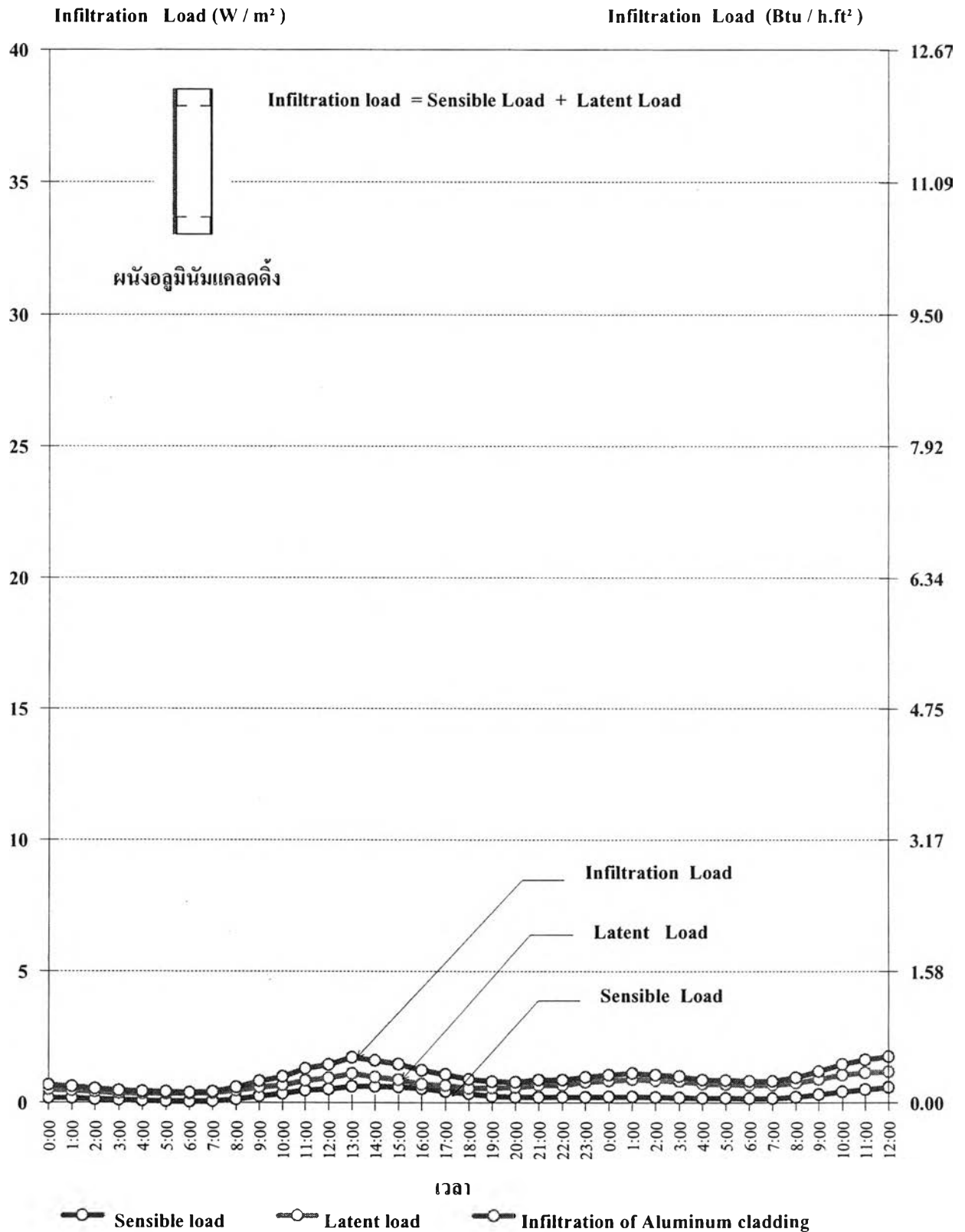
ปริมาณ Humidity Ratio ของอากาศภายนอกสูงสุดที่	0.02 lb / lb	ในช่วงเวลา 17:00 น.
ปริมาณ Humidity Ratio ของอากาศภายนอกต่ำสุดที่	0.018 lb / lb	ในช่วงเวลา 23:00 น.
ปริมาณ Humidity Ratio ของอากาศภายนอกเฉลี่ยที่	0.019 lb / lb	
ปริมาณ Humidity Ratio ของอากาศภายในสูงสุดที่	0.016 lb / lb	ในช่วงเวลา 13:00 น.
ปริมาณ Humidity Ratio ของอากาศภายในต่ำสุดที่	0.012 lb / lb	ในช่วงเวลา 5:00 น.
ปริมาณ Humidity Ratio ของอากาศภายในเฉลี่ยที่	0.0137 lb / lb	



แผนภูมิที่ 4.54 แสดงการเปรียบเทียบภาระการทำความเย็นที่เกิดจากการรั่วซึมของผนังไม้ฝาสำเร็จรูปโดยอัตราการรั่วซึมเฉลี่ยเท่ากับ 1.65 cfm โดยทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่เวลา 23:00 น.ของวันที่ 25 พ.ค. 2548 - 12:00 น. ของวันที่ 27 พ.ค. 2548

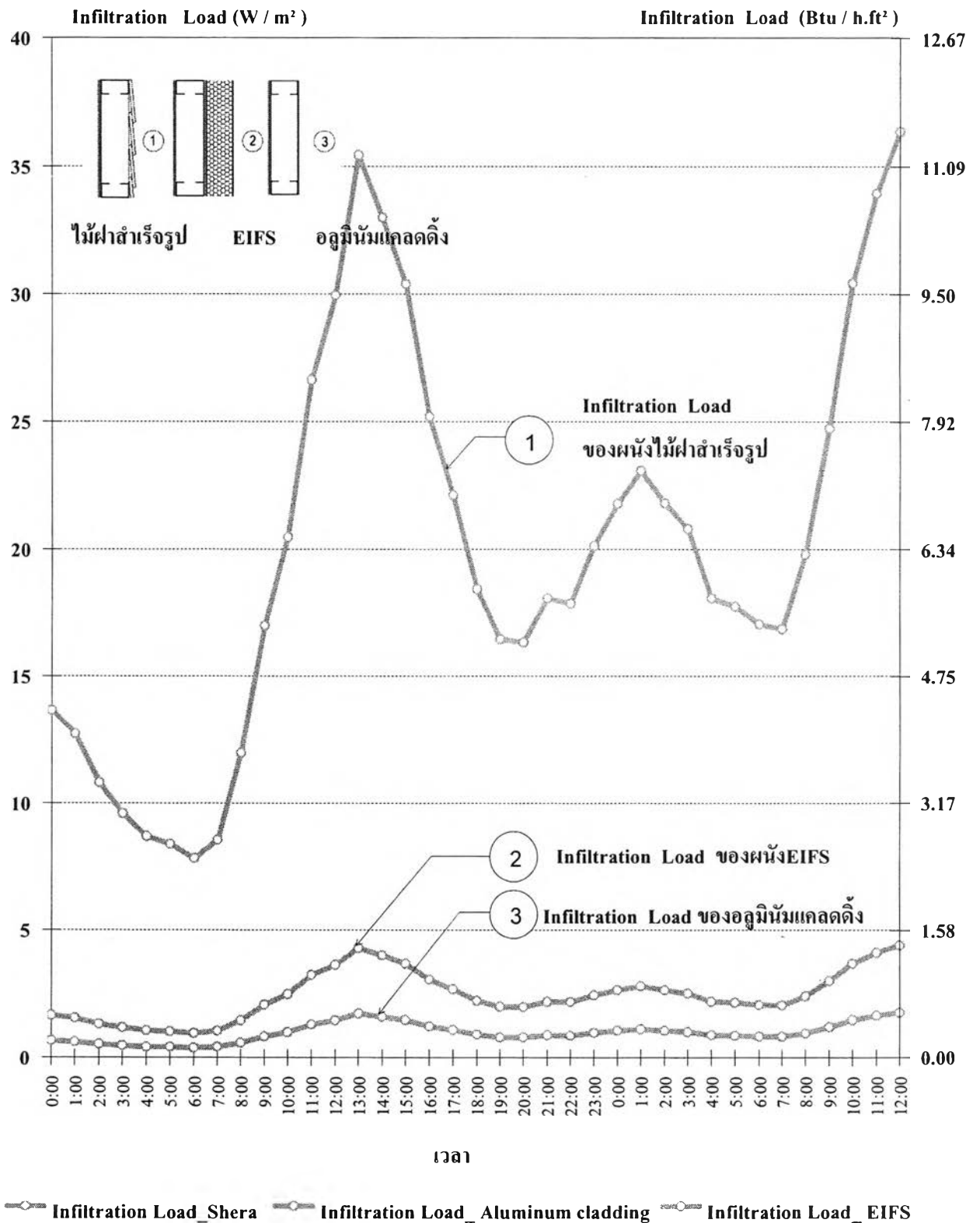


แผนภูมิที่ 4.55 แสดงการเปรียบเทียบภาระการทำความเย็นที่เกิดจากการรั่วซึมของผนัง EIFS โดยอัตราการรั่วซึมเฉลี่ยเท่ากับ 0.02 cfm โดยทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 25 พ.ค. 2548 - 12:00 น. ของวันที่ 27 พ.ค. 2548



แผนภูมิที่ 4.56 แสดงการเปรียบเทียบภาระการทำความเย็นที่เกิดจากการรั่วซึมของผนังอลูมิเนียมเคลดดิ้ง โดยอัตราการรั่วซึมเฉลี่ยเท่ากับ 0.008 cfm โดยทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่เวลา 23:00 น. ของวันที่ 25 พ.ค. 2548 - 12:00 น. ของวันที่ 27 พ.ค. 2548



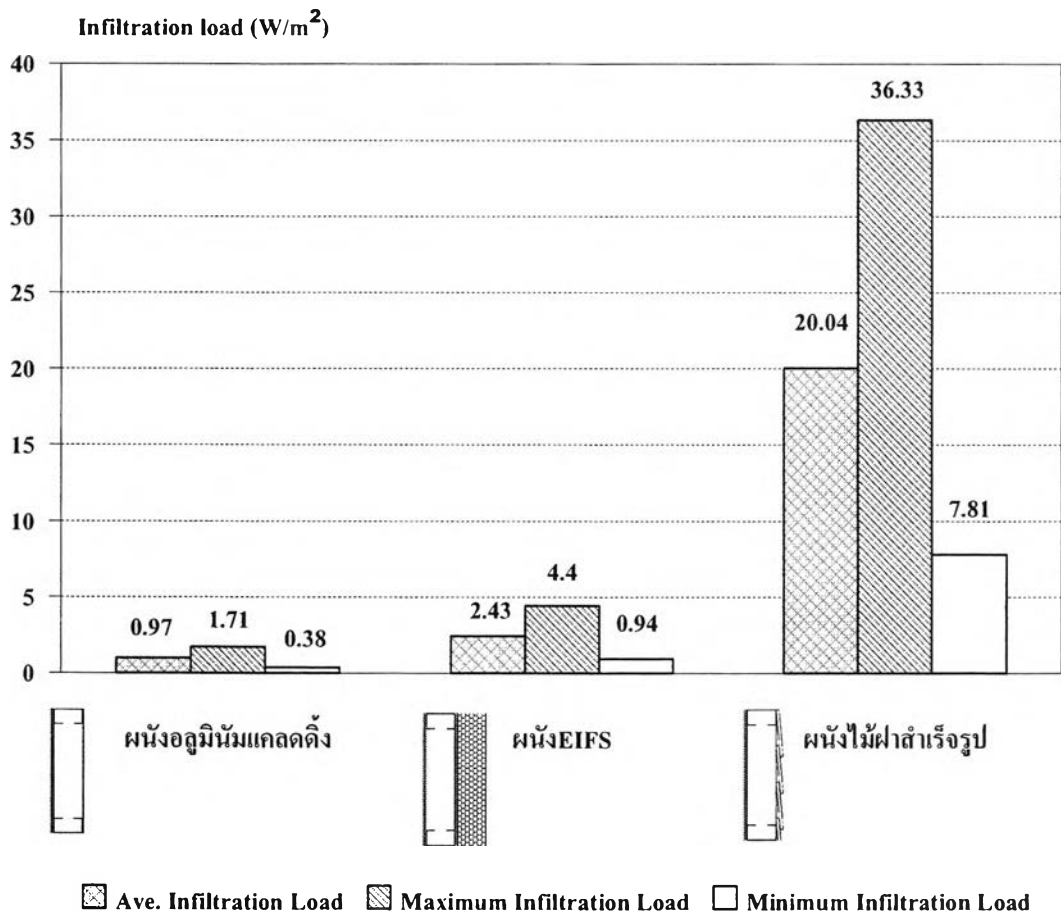


แผนภูมิที่ 4.57 แสดงการเปรียบเทียบภาระการทำความเย็นที่เกิดจากการรั่วซึมของผนังมวลสารน้อยทั้ง 3 ประเภท โดยทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่เวลา 23:00 น. ของวันที่ 25 พ.ค. 2548 - 12:00 น. ของวันที่ 27 พ.ค. 2548

### พฤติกรรมการถ่ายเทความชื้นของผนังมวลสารน้อยทั้ง 3 ประเภท

จากการพิจารณาพฤติกรรมการถ่ายเทความชื้นของผนังโดยพิจารณาจากปริมาณการรั่วซึมของอากาศผ่านรอยแยกของผนังสู่ภายในอาคาร ซึ่งทำการเก็บข้อมูลการรั่วซึมของอากาศของผนังทางทิศใต้ ของวันที่ 22 -25 มี.ค. 2548 พบว่า

จากการศึกษาพฤติกรรมการถ่ายเทความชื้นจะเกิดขึ้นเมื่อมีความแตกต่างของความดันไอน้ำและปริมาณไอน้ำ ซึ่งจะเกิดการถ่ายเทจากบริเวณที่มีปริมาณสูงไปสู่บริเวณที่มีปริมาณต่ำ ซึ่งก่อให้เกิดการรั่วซึมของอากาศจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารส่งผลต่อภาระการทำความเย็นของผนังดังนี้



แผนภูมิที่ 4.58 แสดงปริมาณการรั่วซึมของอากาศผ่านผนังมวลสารน้อย

จากแผนภูมิที่ 4.58 ผนังไม้ฝาสำเร็จรูปมีปริมาณ Infiltration Load สูงสุดเนื่องจากลักษณะการติดตั้งของผนังที่ตีซ้อนเกล็ดส่งผลต่อการรั่วซึมของอากาศเข้าสู่ภายในเมื่อเปรียบเทียบกับผนัง EIFS และผนังอลูมิเนียมเคลดคิง ที่ผิวผนังเป็นเซลล์ปิดและมีการติดตั้งแผ่นกั้นไอน้ำ (Vapor Barrier) ที่สามารถป้องกันการแทรกซึมความชื้นเข้าสู่ภายใน

4.3.2 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อน

1. การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์แบบสหสัมพันธ์ (Correlation)

$$\text{ความร้อนสัมผัส(Sensible Load)} = 1.08 * Q_s * \Delta t$$

$$\text{ความร้อนแฝง (Latent Load)} = 4840 * Q_s * \Delta w$$

จากสมการพบว่าปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนดังต่อไปนี้

1. อัตราการไหลของอากาศ(Qs) โดยสามารถหาได้จากปริมาณอากาศภายนอกที่ตกกระทบกับผนังในทิศทางตั้งฉาก
2. อัตราส่วนความชื้น(Δw) คือ มวลของไอน้ำในอากาศต่อมวลของอากาศแห้ง
3. อุณหภูมิอากาศภายนอก ส่งผลต่อความแตกต่างของอากาศภายนอกและภายใน

ผนังไม้ฝาสำเร็จรูป

	Q latent heat shera.	FPM Outside	grain out -in	tout-in
Q latent heat shera.	1			
FPM Outside	0.663659263	1		
grain out -in	0.878535886	0.567600546	1	
Outside air tem.	0.380956898	-0.14648817	0.363744276	1

ผนัง EIFS

	Q latent heat EIFS	FPM Outside	grain out -in	tout-in
Q latent heat EIFS.	1			
FPM Outside	0.683890358	1		
grain out -in	0.961051552	0.567600546	1	
Outside air tem.	0.380956898	-0.14648817	0.363744276	1

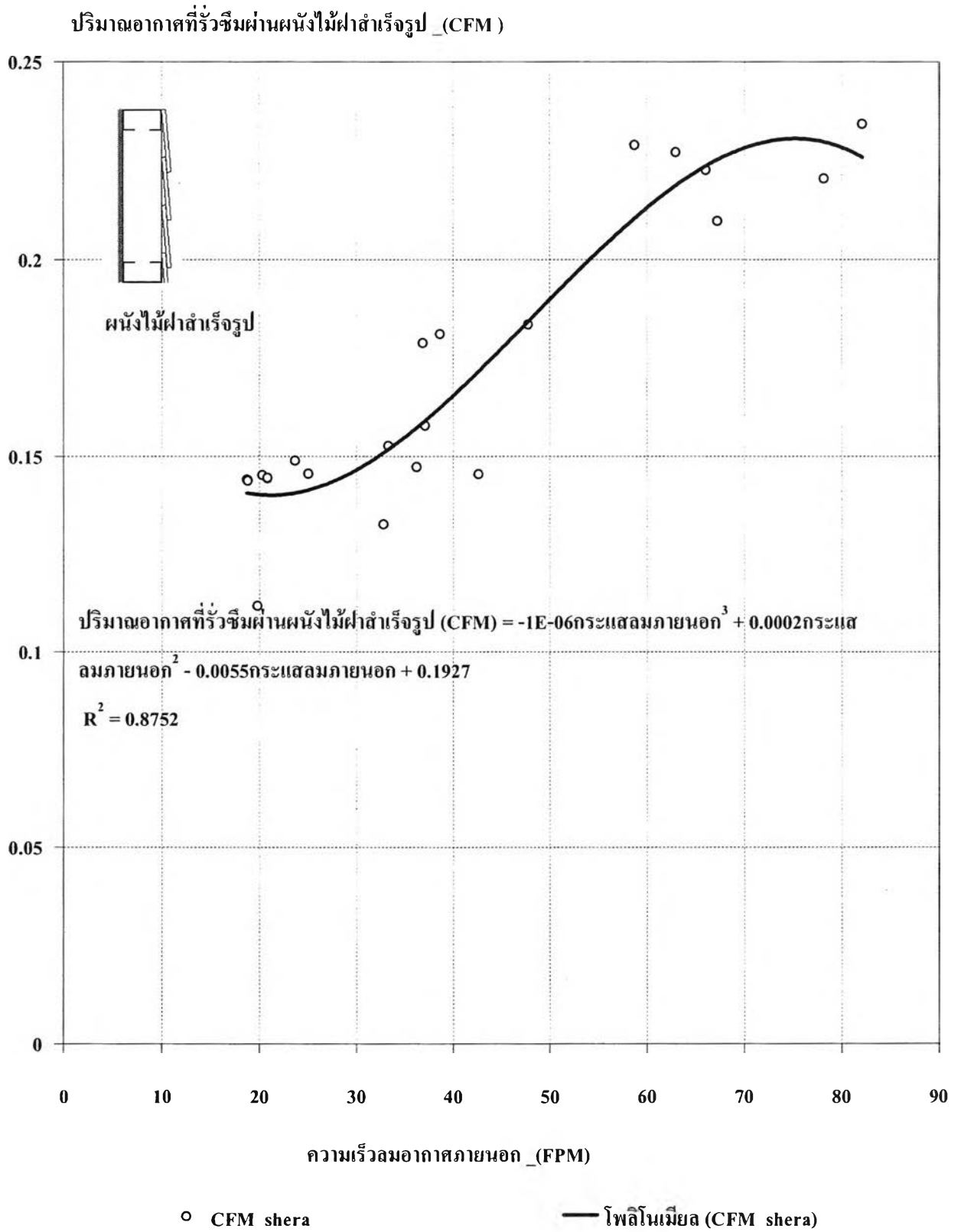
ผนังอลูมิเนียมเคลดดิ้ง

	Q latent heat Cladding	FPM Outside	grain out -in	tout-in
Q latent heat Cladding.	1			
FPM Outside	0.657838998	1		
grain out -in	0.930679024	0.567600546	1	
Outside air tem.	0.380956898	-0.14648817	0.363744276	1

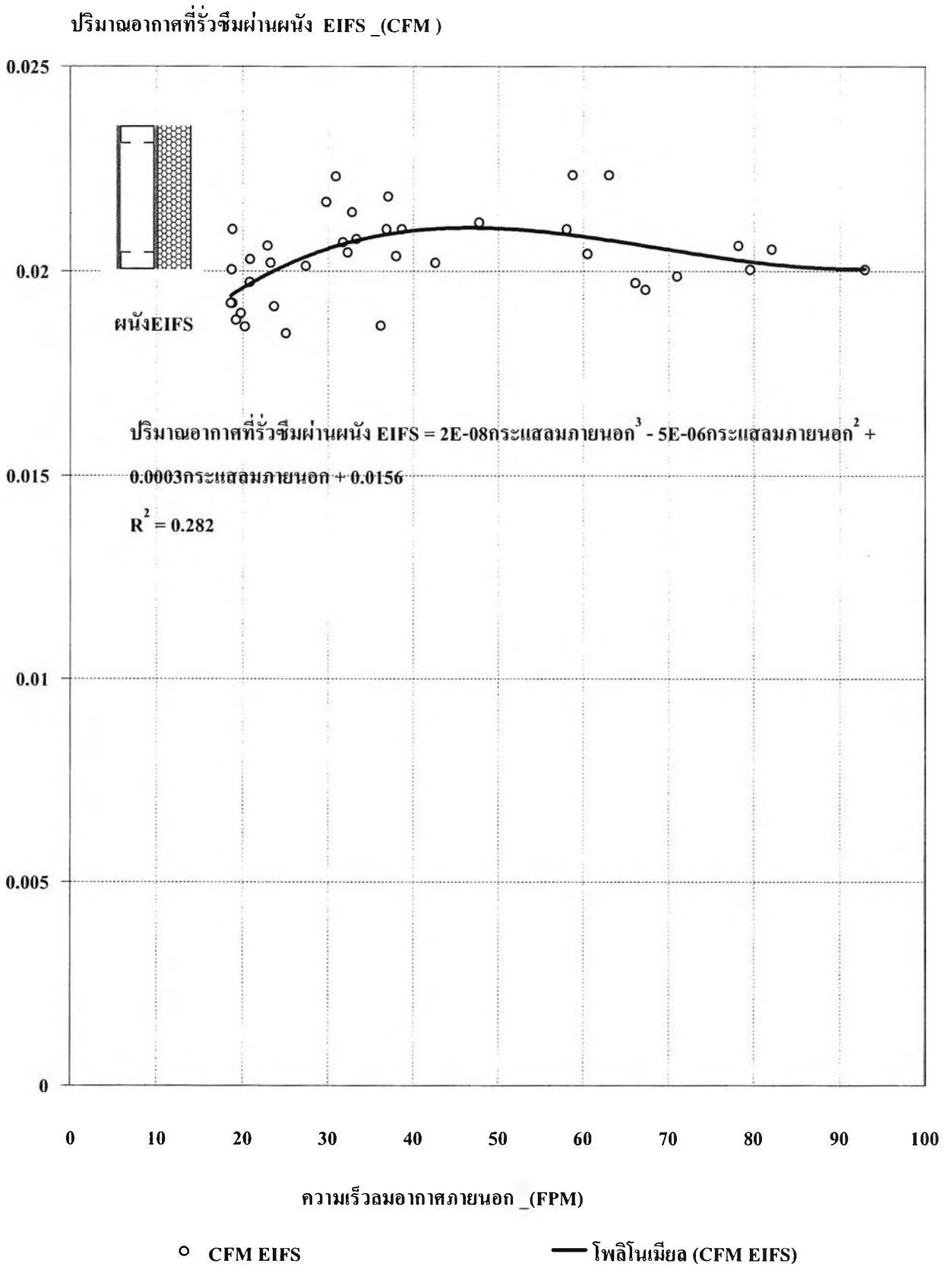
จากการหาความสัมพันธ์จาก Correlation พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรม การถ่ายเทความร้อนสูงสุดคือ ความแตกต่างของปริมาณไอน้ำในอากาศภายนอกและ ภายในห้องปรับอากาศ ความเร็วลมภายนอกและอุณหภูมิอากาศภายนอก ตามลำดับ โดยการพิจารณาปัจจัยของความเร็วลมภายนอกที่สัมพันธ์กับปริมาณการรั่วซึมของ อากาศผ่านผนังแต่ละประเภท และทำนายความสัมพันธ์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อหา ความสัมพันธ์เชิงเส้นของปริมาณความเร็วลมภายนอกกับปริมาณการรั่วซึมของ อากาศเนื่องจากปัจจัยของมวลสารที่มีความต้านทานการรั่วซึมของอากาศแตกต่างกัน โดยเลือกพิจารณาพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนทางทิศใต้ซึ่งเป็นทิศที่ได้รับ อิทธิพลของกระแสลมรุนแรงที่สุด

## 2. การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์เชิงเส้น (Regression)

การวิเคราะห์แยกตามประเภทของผนังทดสอบเพื่อหาความสัมพันธ์ของความเร็ว ลมที่กระทำต้งฉากกับผนัง โดยการวิเคราะห์ใช้ผนังที่อยู่ทางทิศใต้เนื่องจาก ได้รับ อิทธิพลจากกระแสลมสูงสุดเพื่อหาสมการทำนายภาระการทำความเย็นจากการรั่วซึม ของอากาศผ่านผนังแต่ละประเภททั้ง 4 ทิศจากตัวแปรที่ได้จากการ Correlation ดังนี้

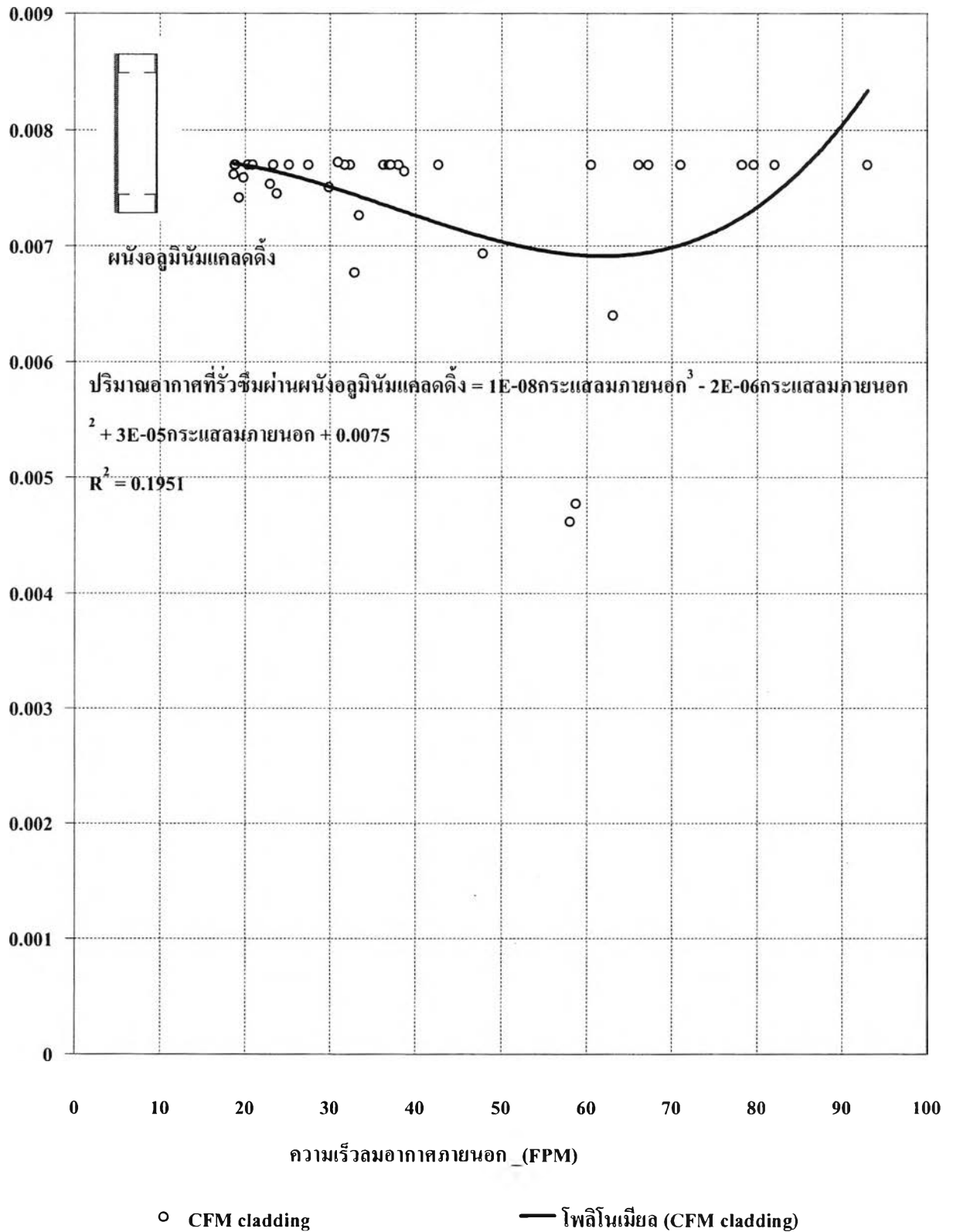


แผนภูมิที่ 4.59 แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณอากาศที่รั่วซึมผ่านผนังไม้ฝาสำเร็จรูป (CFM) กับความเร็วลมอากาศภายนอก (FPM) โดยทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่เวลา 23:00 น. ของวันที่ 25 พ.ค. 2548 - 12:00 น. ของวันที่ 27 พ.ค. 2548



แผนภูมิที่ 4.60 แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณอากาศที่รั่วซึมผ่านผนัง EIFS(CFM) กับความเร็วลมอากาศภายนอก (FPM) โดยทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 23:00 น. ของวันที่ 25 พ.ค. 2548 - 12:00 น. ของวันที่ 27 พ.ค. 2548

ปริมาณอากาศที่รั่วซึมผ่านผนังอลูมิเนียมเคลดดิ้ง (CFM)



แผนภูมิที่ 4.61 แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณอากาศที่รั่วซึมผ่านผนังอลูมิเนียมเคลดดิ้ง (CFM) กับความเร็วลมอากาศภายนอก (FPM) โดยทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 23:00 น. ของวันที่ 25 พ.ค. 2548 - 12:00 น. ของวันที่ 27 พ.ค. 2548

จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของกระแสลมภายนอกกับปริมาณการรั่วซึมอากาศผ่านผนัง  
ทั้ง 3 ประเภท สามารถสรุปสมการเพื่อหาปริมาณการรั่วซึมอากาศผ่านผนังดังนี้

**ปริมาณอากาศที่รั่วซึมผ่านผนังไม้ฝาสำเร็จรูป**

$$= -1\text{E-}06\text{กระแสลมภายนอก}^3 + 0.0002\text{กระแสลมภายนอก}^2 - 0.0055\text{กระแสลมภายนอก} + 0.1927$$

**ปริมาณอากาศที่รั่วซึมผ่านผนัง EIFS**

$$= 2\text{E-}08\text{กระแสลมภายนอก}^3 - 5\text{E-}06\text{กระแสลมภายนอก}^2 + 0.0003\text{กระแสลมภายนอก} + 0.0156$$

**ปริมาณอากาศที่รั่วซึมผ่านผนังอิฐฉนวนกันความร้อน**

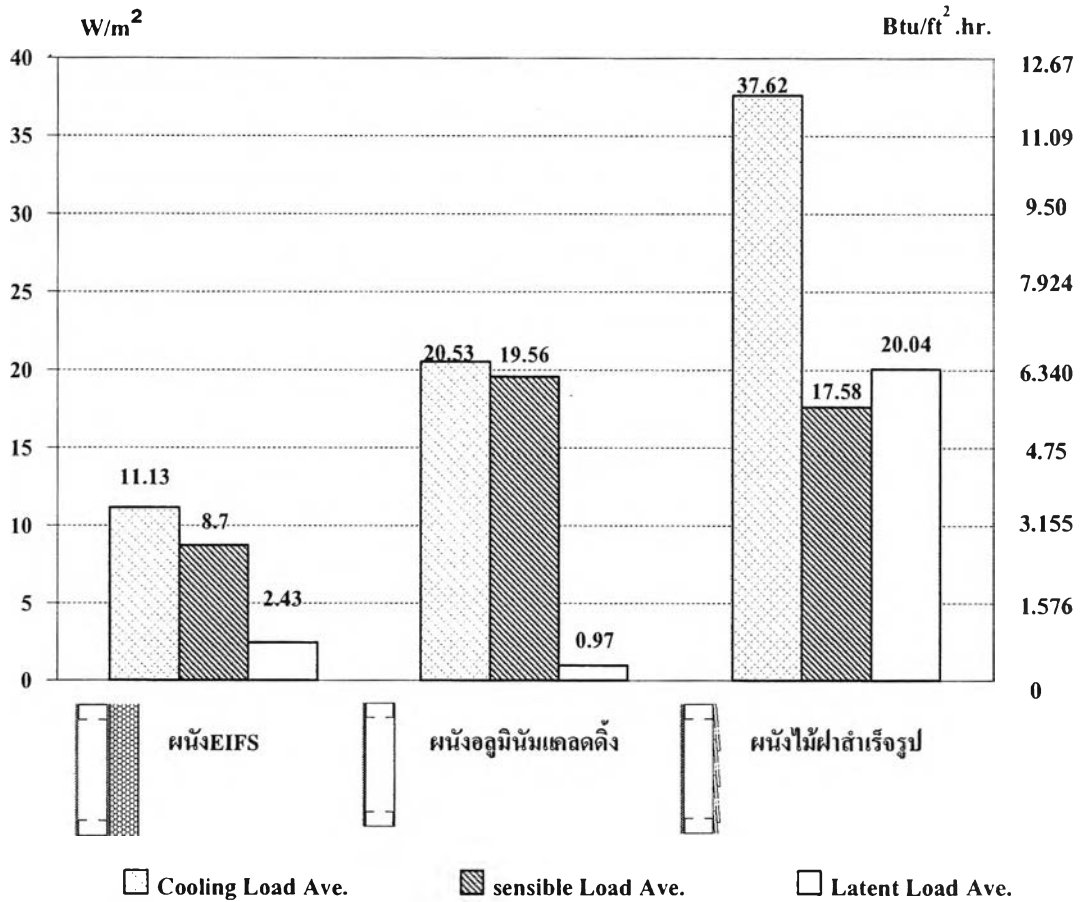
$$= 1\text{E-}08\text{กระแสลมภายนอก}^3 - 2\text{E-}06\text{กระแสลมภายนอก}^2 + 3\text{E-}05\text{กระแสลมภายนอก} + 0.0075$$





4.4 การวิเคราะห์ภาระการทำความเย็น(Cooling Load) ของผนังมวลสารน้อย

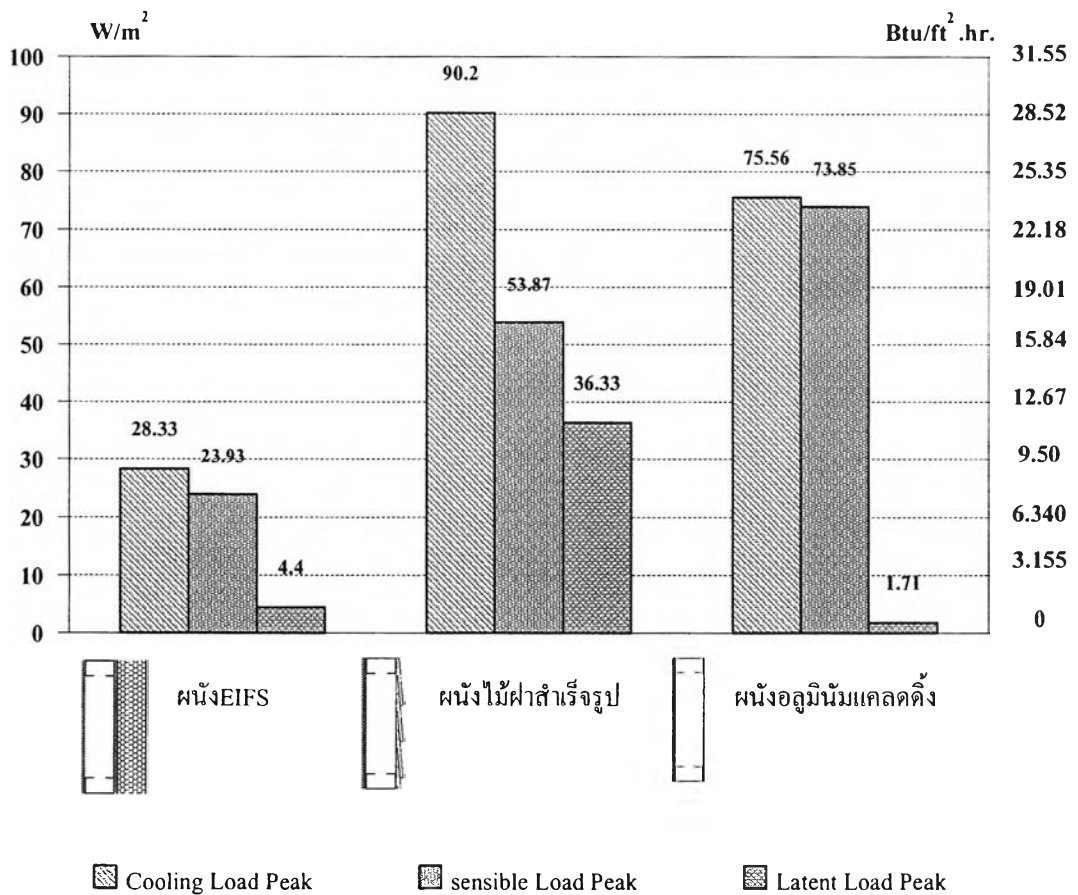
การวิเคราะห์ปริมาณการถ่ายเทความร้อน(Sensible Load) และปริมาณการถ่ายเทความชื้น (Latent Load) ของผนังที่ส่งผลต่อภาระการทำความเย็นดังนี้



แผนภูมิที่ 4.62 แสดงการเปรียบเทียบภาระการทำความเย็นของผนังมวลสารน้อยทั้ง 3 ประเภทเฉลี่ยใน 24 ชม.

จากแผนภูมิที่ 4.62 แสดงภาระการทำความเย็นของผนังมวลสารน้อยพบว่า ผนังไม้ฝาสำเร็จรูปมีค่า Cooling load เฉลี่ยสูงสุดโดยมีปริมาณ Latent load ที่เกิดจากการรั่วซึมของอากาศสูงสุดและสูงกว่าผนังประเภทอื่นๆ รองลงมาคือ ผนัง อนุมินัมเคลดคิง และผนังEIFS ที่มีปริมาณ Cooling load เฉลี่ยต่ำสุด

ในช่วงที่ผนังได้รับอิทธิพลจากอิทธิพลสภาพแวดล้อมภายนอกสูงสุดพบว่า ผนังไม้ฝาสำเร็จรูปมีส่วนการถ่ายเทความร้อนต่อภาระการทำความเย็นสูงสุด 40 เพอร์เซ็นต์ ผนังอลูมิเนียมเคลดคิงมีส่วนการถ่ายเทความร้อนต่อภาระการทำความเย็นสูงสุด 97 เพอร์เซ็นต์ และเมื่อพิจารณาภาระการทำความเย็นจากผลรวมของการถ่ายเทความร้อนและความชื้น ผนังไม้ฝาสำเร็จรูปมีภาระการทำความเย็นสูงสุดไม่เหมาะสมต่อการใช้งานในอาคารปรับอากาศเนื่องจากการรั่วซึมของอากาศภายนอกสูงมาก ในช่วงเวลากลางวันผนังด้านทานความร้อนได้น้อย แต่สามารถถ่ายเทความร้อนได้ดีในช่วงเวลากลางคืน เช่นเดียวกับผนังอลูมิเนียมเคลดคิงที่มีค่าการด้านทานความร้อนต่ำและสามารถถ่ายเทความร้อนได้ดีในช่วงกลางคืนเหมาะสมต่อการใช้งานในอาคารปรับอากาศช่วงเวลากลางคืน สำหรับผนัง EIFS สามารถด้านทานความร้อนจากภายนอกและมีปริมาณการถ่ายเทความร้อนในช่วงเวลาสูงสุดต่ำเหมาะสมต่อการใช้งานในอาคารปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ดังแผนภูมิที่ 4.63



แผนภูมิที่ 4.63 แสดงการเปรียบเทียบภาระการทำความเย็นสูงสุดของผนังมวลสารน้อยทั้ง 3 ประเภท