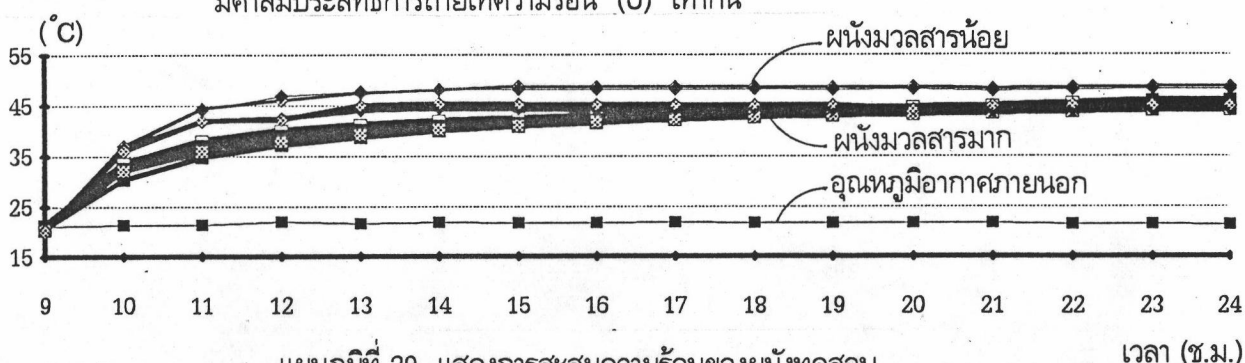
บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

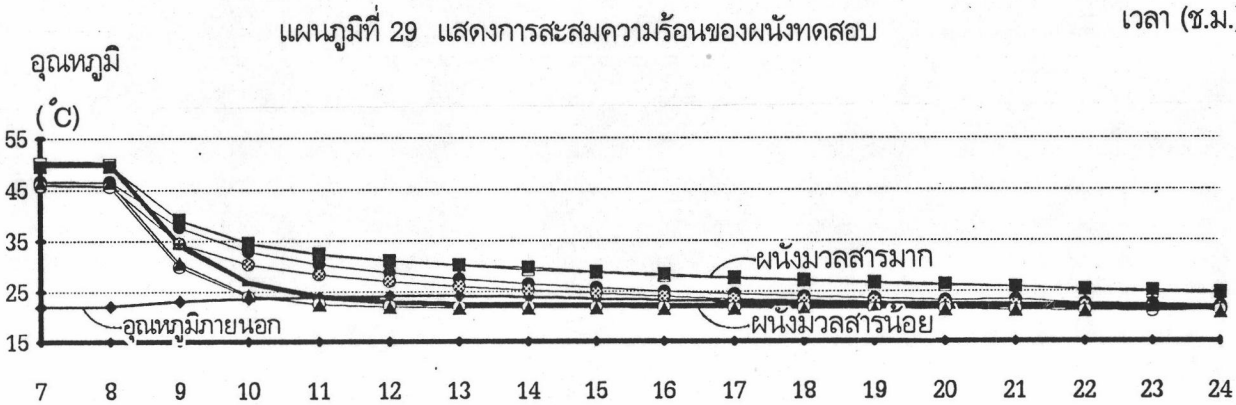
จากการศึกษาวิจัยนี้ แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า หากจะมีการคิดถึงเรื่องการประหยัดพลังงานและการลดขนาดของเครื่องปรับอากาศแล้ว อิทธิพลของมวลสารของผนังเป็นเรื่องที่น่าจะให้ความสนใจเป็นพิเศษเรื่องหนึ่ง จากผลของการวิจัยนี้พอจะสรุปได้ว่า

1) ผนัง 2 ชนิด มวลสารต่างกัน แต่ค่าสัมประสิทธิการถ่ายเทความร้อน (U) เท่ากัน มีพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารแตกต่างกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 ผนังมวลสารมากจะสะสมและสูญเสีย ความร้อน ในอัตราที่ช้ากว่าผนังมวลสารน้อยที่มีค่าสัมประสิทธิการถ่ายเทความร้อน (U) เท่ากัน

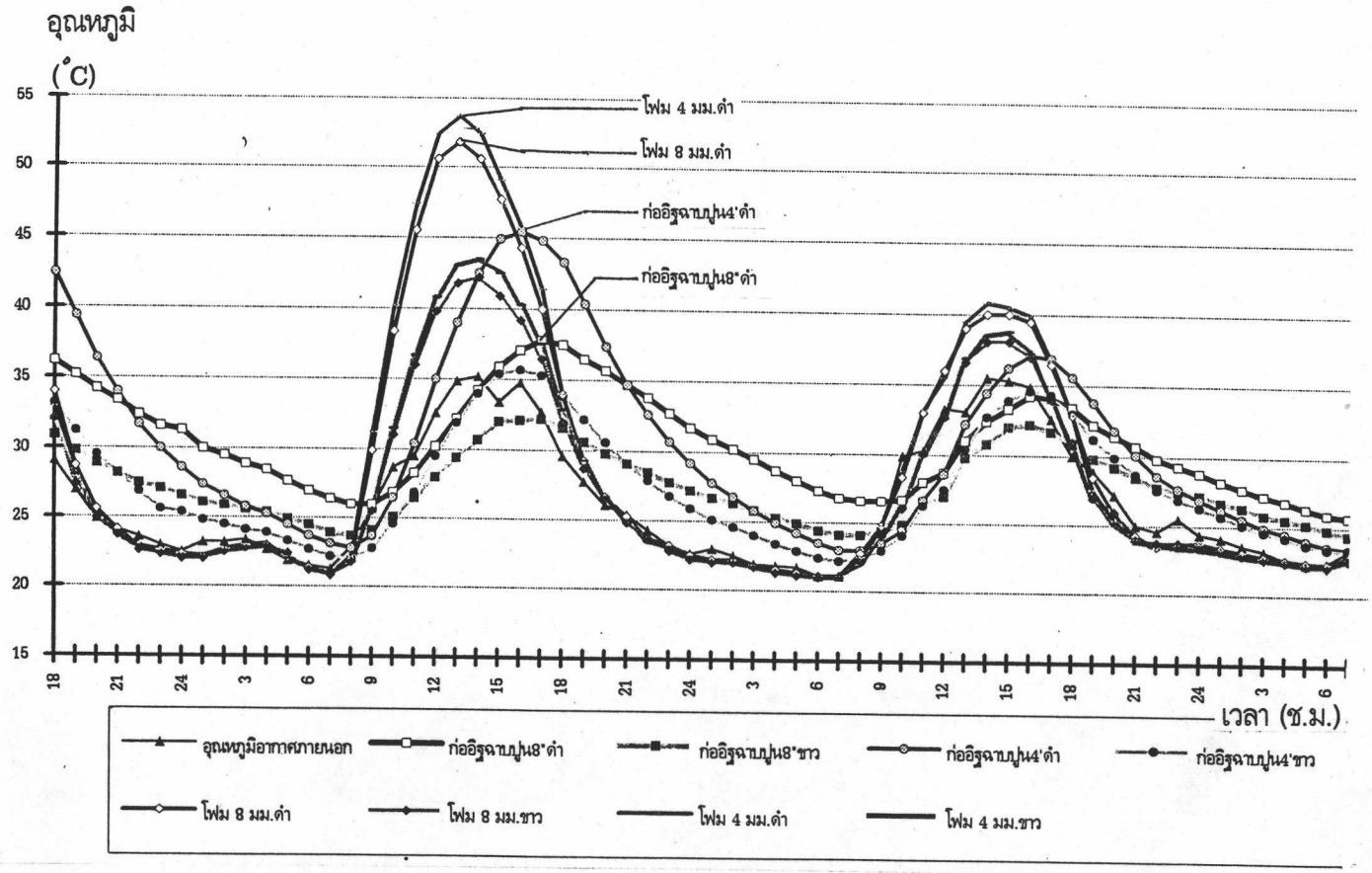


แผนภูมิที่ 29 แสดงการสะสมความร้อนของผนังทดสอบ



แผนภูมิที่ 30 แสดงการสูญเสียความร้อนของผนังทดสอบ

1.2 มีค่าอุณหภูมิสูงสุดใน 1 วัน (Peak Temperature) ต่างกัน โดยที่ผนังก่ออิฐฉาบปูนมีค่าอุณหภูมิสูงสุดต่ำกว่า อุณหภูมิสูงสุดของผนังโฟมและอุณหภูมิสูงสุด (Peak Temperature) จะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของมวลสารนั่น คือ ผนังมวลสารน้อยจะมีอุณหภูมิสูงสุด สูงกว่าผนังมวลสารมากที่มีค่า U เท่ากัน และจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นถ้าค่าสัมประสิทธิการถ่ายเทความร้อน (U) ของผนังมีค่ามากเพิ่มขึ้น

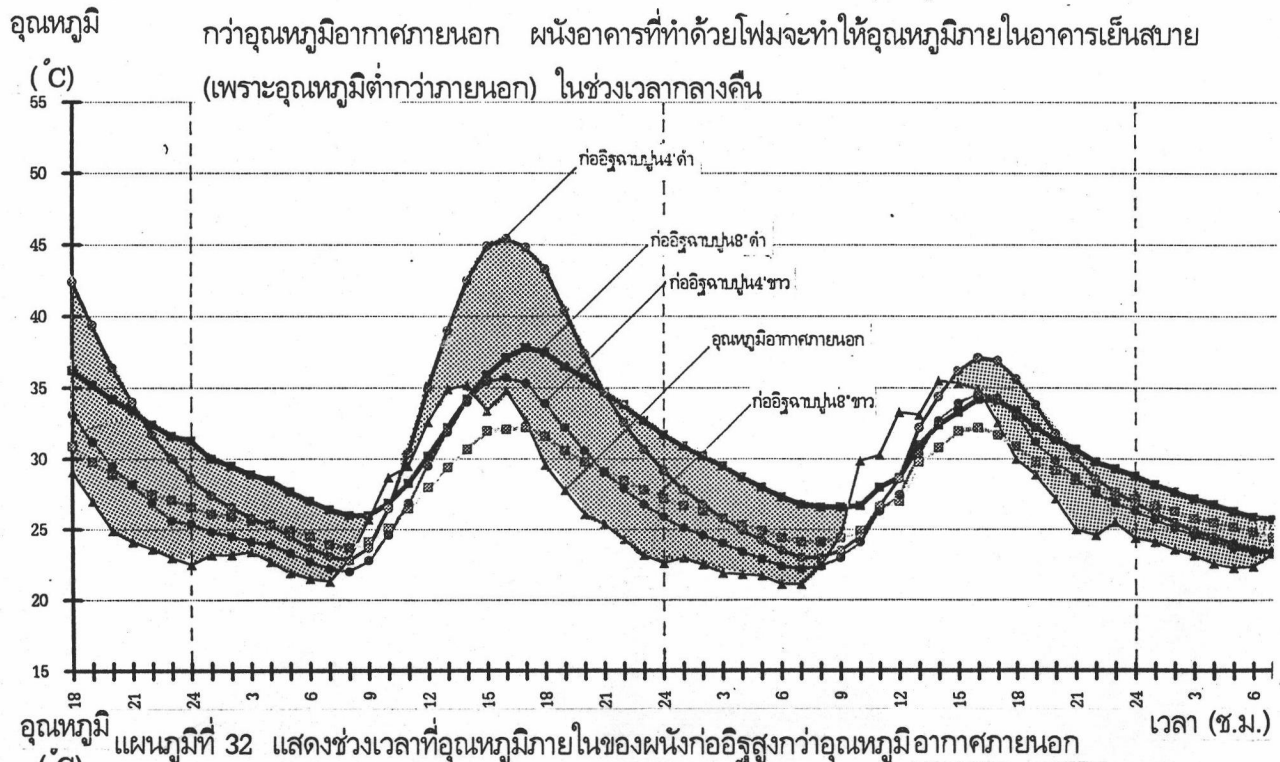


แผนภูมิที่ 31 แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุดใน 1 วัน (Peak Temperature)

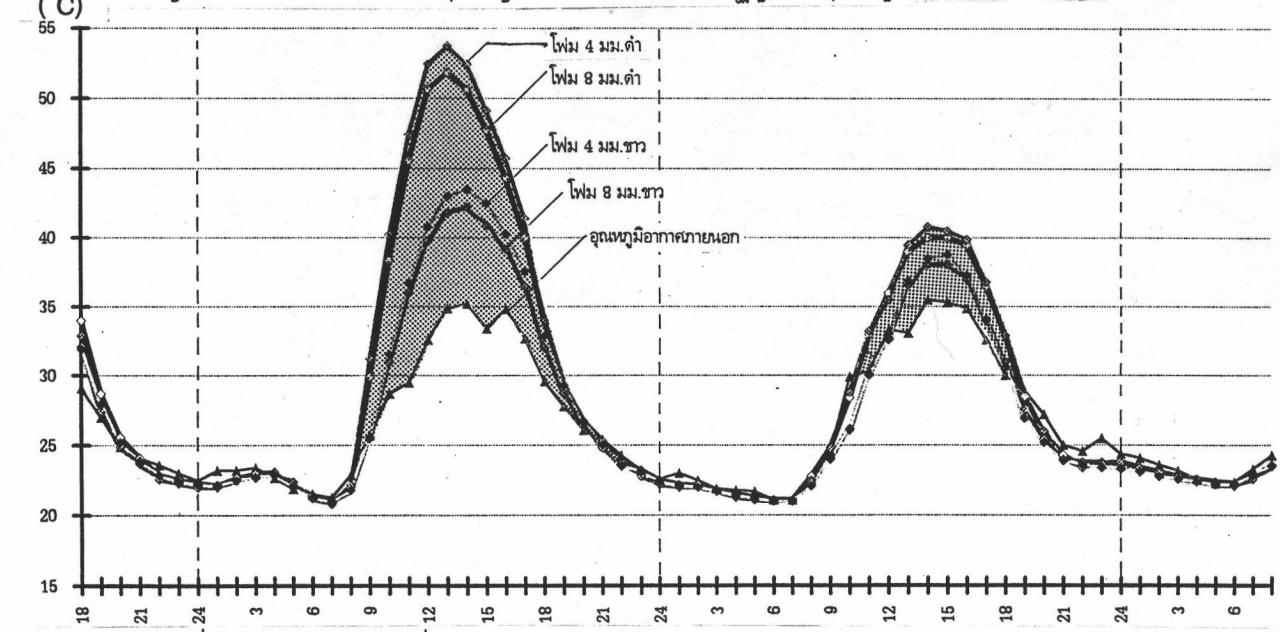
1.3 เมื่อพิจารณาพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังทดสอบทั้ง 2 ชนิด พบว่าผนังก่ออิฐฉาบปูนจะมีช่วงเวลาที่อุณหภูมิภายใน สูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกมากชั่วโมงกว่าของผนังโฟมที่มี ค่า U เท่ากัน

ช่วงเวลาที่อุณหภูมิภายในสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกของผนังก่ออิฐฉาบปูน อยู่ในช่วงประมาณ 11.00 เช้าไปจนถึง 8.00 เช้าของวันถัดไป ดังนั้นตั้งแต่ 8.00 เช้า ถึง 11.00 เช้า อุณหภูมิอากาศภายในจะต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก เพราะความร้อนจากอากาศภายนอกยังเข้าไปไม่ถึงภายในกล่อง

ช่วงเวลาที่อุณหภูมิภายในสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกของผนังโฟมจะอยู่ในช่วง 8.00 เช้า ถึง 21.00 ดังนั้นตั้งแต่ 21.00 ไปจนถึง 8.00 เช้า อุณหภูมิภายในของโฟมจะต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก ผนังอาคารที่ทำด้วยโฟมจะทำให้อุณหภูมิภายในอาคารเย็นสบาย (เพราะอุณหภูมิต่ำกว่าภายนอก) ในช่วงเวลากลางคืน

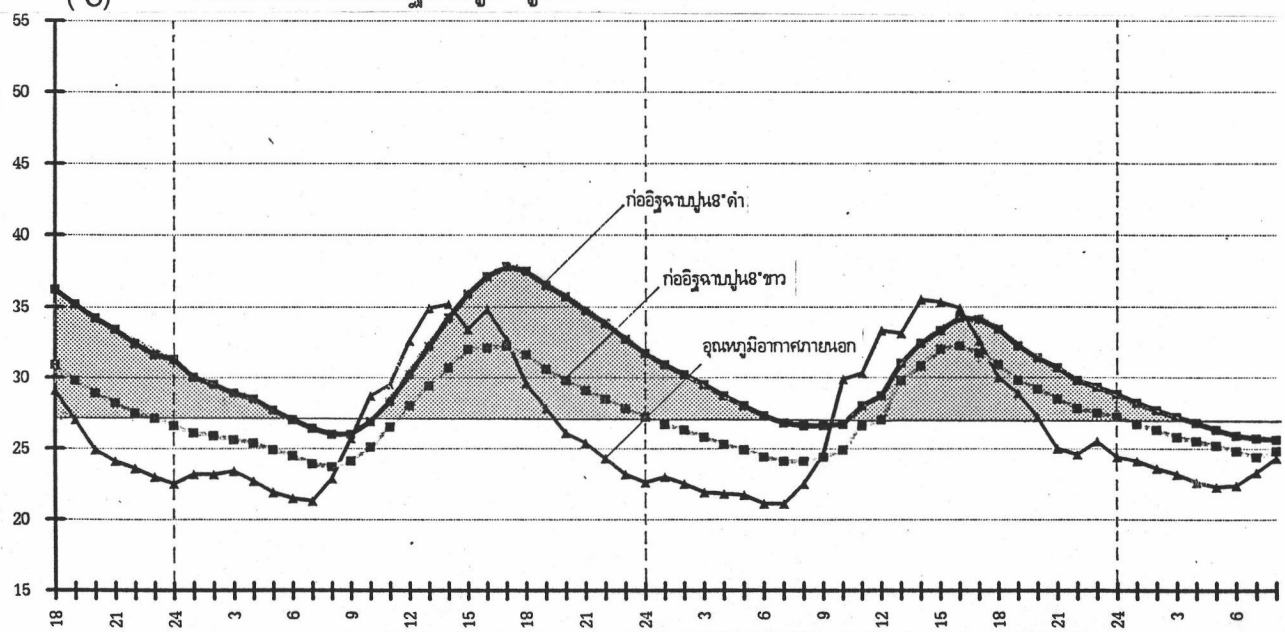


แผนภูมิที่ 32 แสดงช่วงเวลาที่อุณหภูมิภายในของผนังก่ออิฐสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก

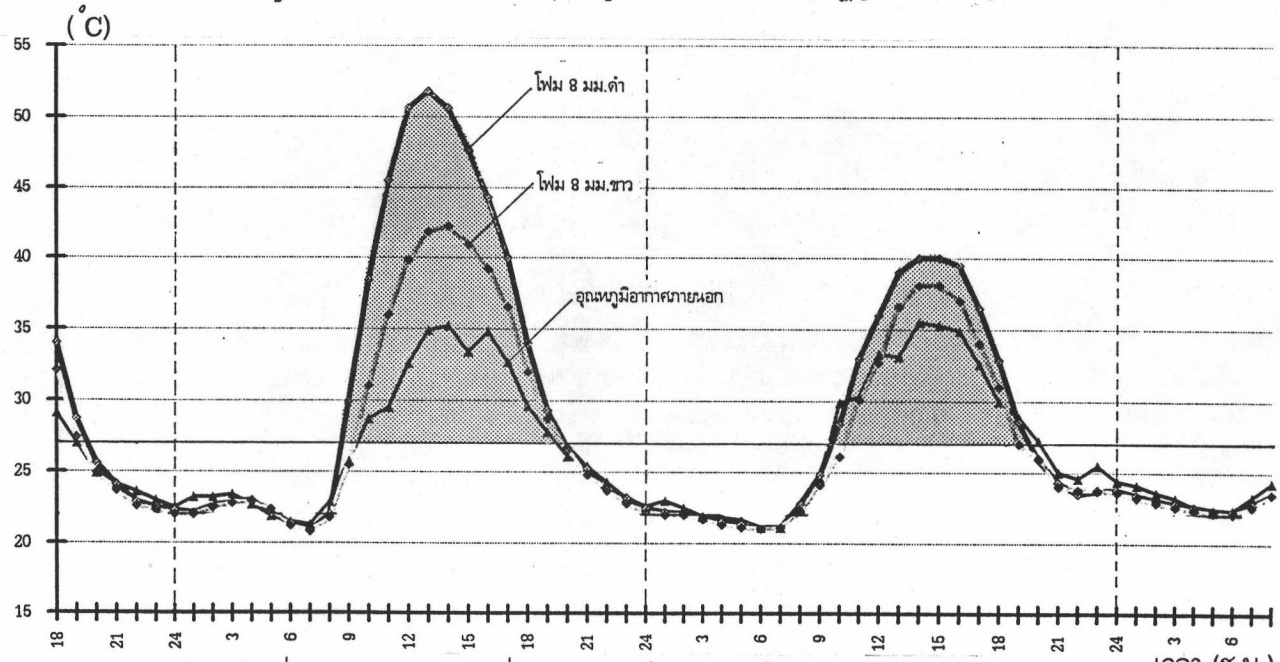


แผนภูมิที่ 33 แสดงช่วงเวลาที่อุณหภูมิภายในของผนังโฟมสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก

หากกำหนดให้อุณหภูมิน่าสบายอยู่ที่ 27 °C [1] พบว่า อุณหภูมิภายในของผนังก่ออิฐฉาบปูน จะพ้นเส้น 27 °C (มีอุณหภูมิสูงกว่า 27 °C) เกือบทั้งวัน ของผนังโฟมจะมีอุณหภูมิภายในสูงกว่า 27 °C น้อยชั่วโมงกว่าของผนังก่ออิฐฉาบปูน ดังนั้น ถ้าเราต้องการให้อุณหภูมิภายในอยู่ในช่วงน่าสบาย (27 °C) เราจะต้องสูญเสียพลังงานในการปรับอากาศ ให้อยู่ในช่วงน่าสบายของผนังก่ออิฐฉาบปูน สูงกว่า ผนังโฟม



แผนภูมิที่ 34 แสดงช่วงเวลาที่อุณหภูมิภายในของผนังก่ออิฐสูงกว่าอุณหภูมิ 27 °C

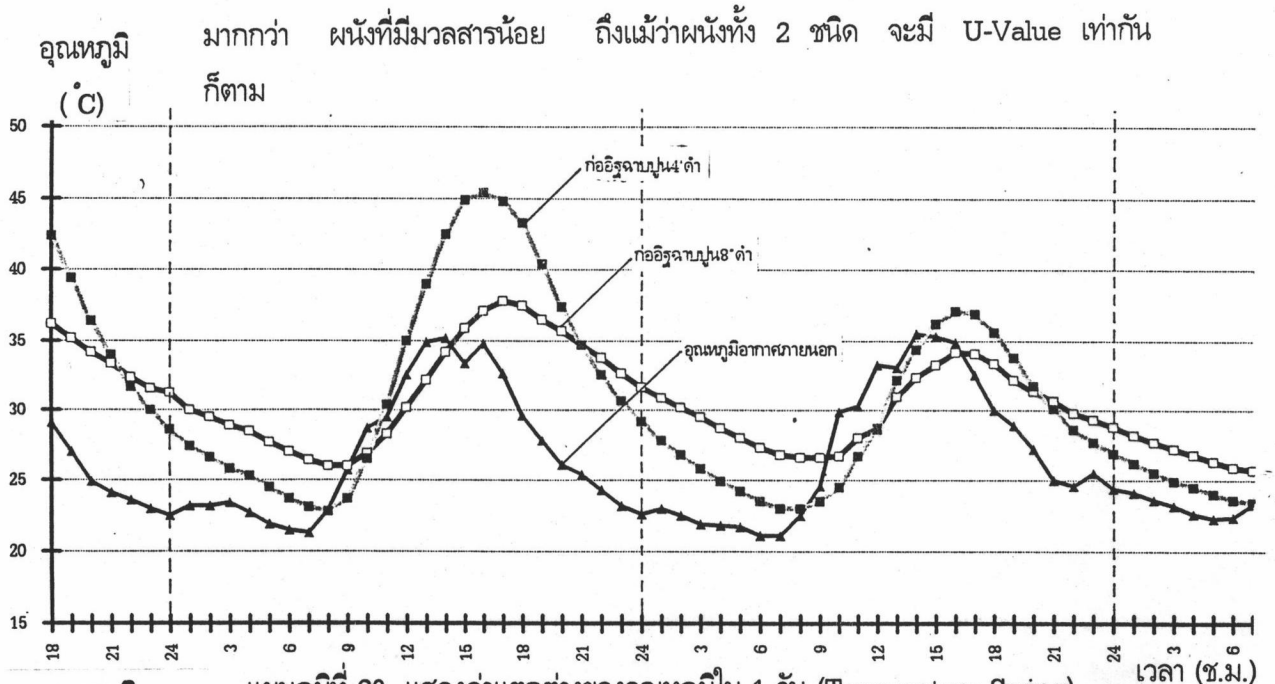


แผนภูมิที่ 35 แสดงช่วงเวลาที่อุณหภูมิภายในของผนังโฟมสูงกว่าอุณหภูมิ 27 °C

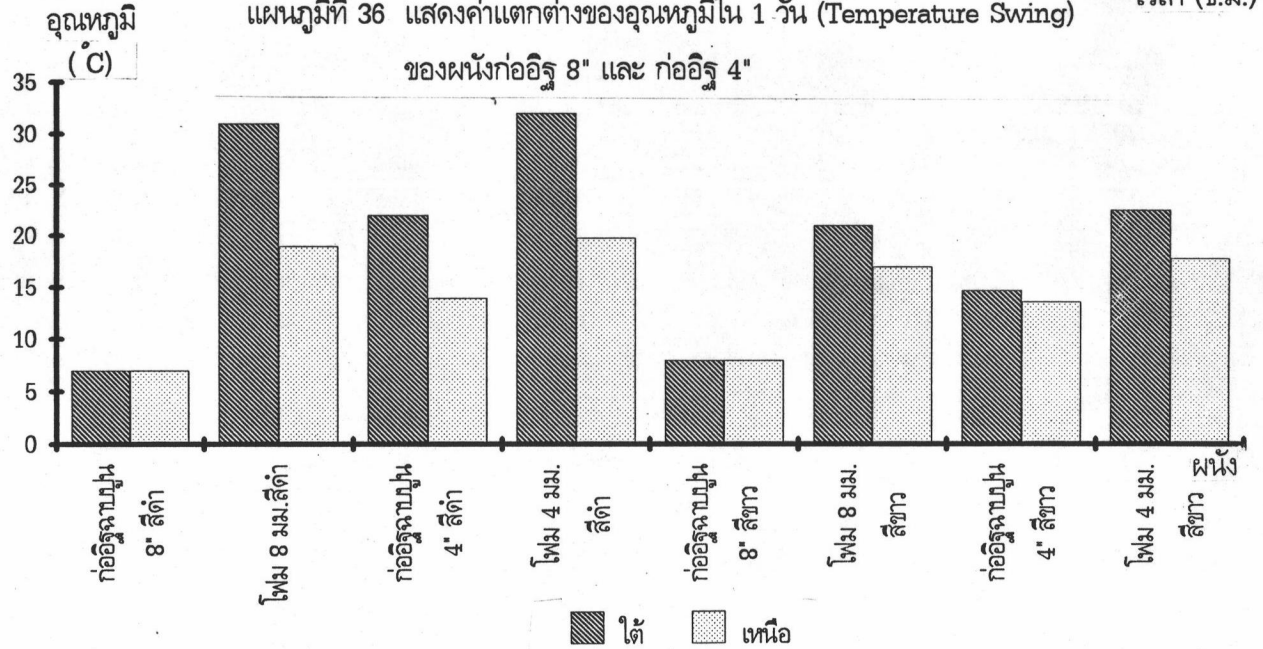
[1] Victor Olgyay, Design With Climate (New Jersey : Princeton University Press), 1967

1.4 ผนังมวลสารมากจะมีการถ่ายเทความร้อน เข้า- ออก ในอัตราที่ค่อนข้างคงที่ มากกว่าผนังมวลสารน้อย ซึ่งมีอุณหภูมิภายในขึ้นสูงและลงต่ำแตกต่างกันมาก และค่าความแตกต่างของอุณหภูมิ (Temperature Swing) นี้ จะขึ้นอยู่กับค่า U ของผนังนั้นๆ คือผนังที่มีค่า U มากก็จะมีค่าแตกต่างของอุณหภูมิ (Temperature Swing) มากขึ้นด้วย

ผนังมวลสารมากจึงมีข้อดีในการปรับอุณหภูมิภายในให้คงที่ดีกว่าผนังที่มีมวลสารน้อย เช่น ผนังโฟมซึ่งมีค่า Peak Temperature สูงมาก ข้อสังเกตนี้จะเป็นประโยชน์ในงานออกแบบ เนื่องจากผนังมวลสารมาก มีแนวโน้มที่จะลดขนาดของเครื่องปรับอากาศลงได้มากกว่า ผนังที่มีมวลสารน้อย ถึงแม้ว่าผนังทั้ง 2 ชนิด จะมี U-Value เท่ากันก็ตาม



แผนภูมิที่ 36 แสดงค่าแตกต่างของอุณหภูมิใน 1 วัน (Temperature Swing) ของผนังก่ออิฐ 8" และ ก่ออิฐ 4"



แผนภูมิที่ 37 แสดงค่าแตกต่างของอุณหภูมิใน 1 วัน (Temperature Swing) ของผนังก่ออิฐ 8", 4" และ ผนังโฟม 8 มม., 4 มม.

1.5 เมื่อเปรียบเทียบผนังทุกตัวอย่างที่ทำการทดลอง พบว่าผนังที่มีมวลสารมาก ก็จะมีค่าหน่วงเหนี่ยวเวลา (Time Lag) มาก โดยที่ผนังก่ออิฐฉาบปูนมีอุณหภูมิภายในขึ้นสูงสุดหลังจากอุณหภูมิอากาศภายนอกขึ้นสูงสุดแล้ว 2-3 ช.ม. ขึ้นอยู่กับความหนาของผนัง และอุณหภูมิภายในจะสูงกว่า (ร้อนกว่า) อุณหภูมิอากาศภายนอกเป็นเวลานานหลายชั่วโมง ถึงแม้อุณหภูมิอากาศภายนอกจะลดลงจนไม่ร้อนแล้วก็ตาม อุณหภูมิภายในของผนังอิฐฉาบปูนก็ยังร้อนกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกอีกหลายชั่วโมง เนื่องจากความจุความร้อนของมวลสาร อย่างไรก็ตาม จากการทดลอง ค่าหน่วงเหนี่ยวเวลา (Time Lag) ที่ประเมินได้ ไม่สูงมากอย่างที่เคยพบในเอกสารหรือข้อมูลจาก Yellot (1966) กล่าวคือ ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4 นิ้ว มีค่า Time Lag ประมาณ 2.3 - 2.6 ช.ม. (ผลจากการทดลองประมาณ 2 ช.ม.) และผนังก่ออิฐฉาบปูน 8 นิ้ว มีค่า Time Lag ประมาณ 5-6 ช.ม. (ผลจากการทดลองประมาณ 3 ช.ม.)

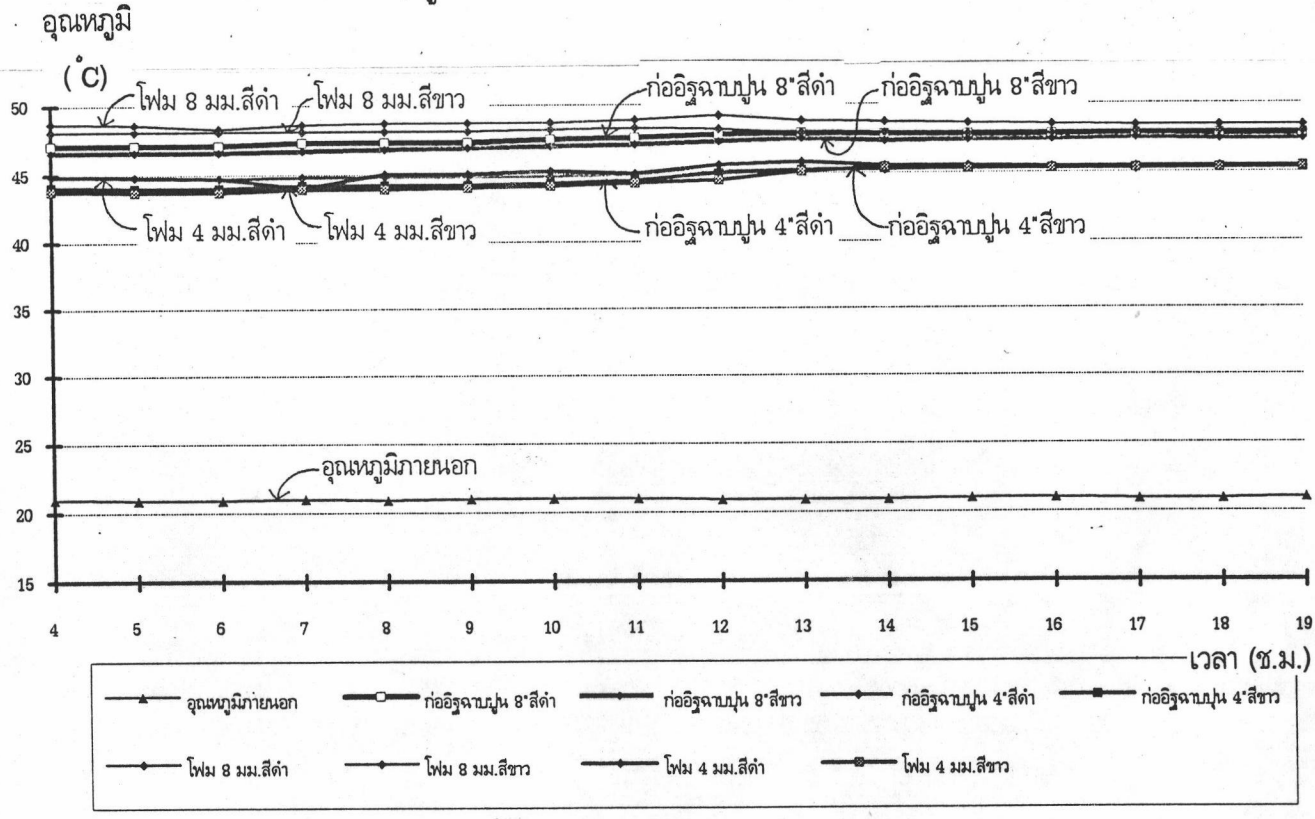
รายการ	ค่าหน่วงเวลา (Time Lag) ชั่วโมง	
	ทิศใต้	ทิศเหนือ
ผนังก่ออิฐฉาบปูน 8" ทาสีดำ	3	2
ผนังก่ออิฐฉาบปูน 8" ทาสีขาว	3	2
ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4" ทาสีดำ	2	2
ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4" ทาสีขาว	2	2

ตารางที่ 5 ค่าหน่วงเหนี่ยวเวลาของผนัง 2 ชนิดที่มีค่า "U" เท่ากัน

เมื่อเปรียบเทียบกับผนังโฟม ซึ่งมีมวลสารน้อย จากผลการทดลองที่ได้แทบจะไม่มีค่าหน่วงเหนี่ยวเวลา เนื่องจากพฤติกรรมของอุณหภูมิภายในของผนังโฟม จะขึ้นสูงและลงที่ต่ำตามอุณหภูมิอากาศภายนอกตลอดเวลา นั่นคือ เมื่ออุณหภูมิอากาศภายนอกลดลง อุณหภูมิภายในของโฟมก็ลงตามนอกจากนั้นในช่วงกลางคืน อุณหภูมิภายในของโฟมลงต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก เนื่องจากเกิดการแลกเปลี่ยนรังสีคลื่นยาวกับท้องฟ้า (Longwave Radiation Heat Exchange)

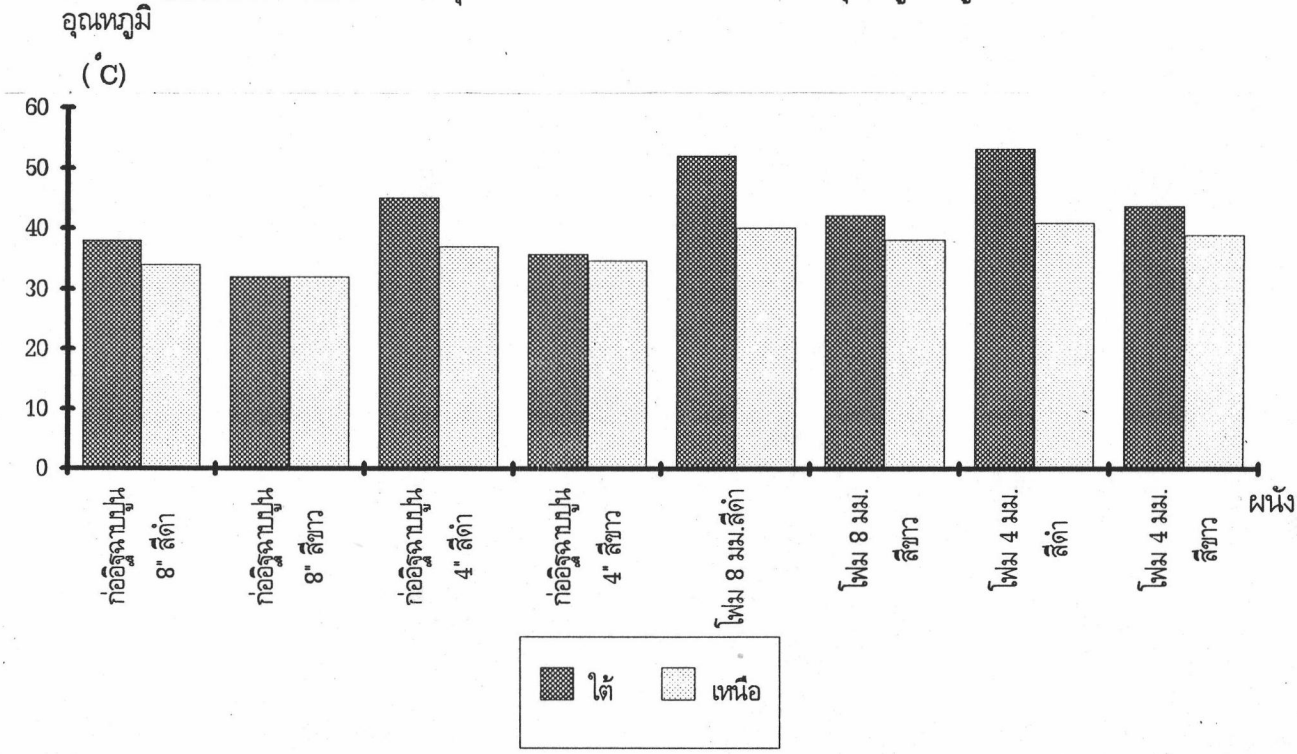
2. ผลของความเข้ม, อ่อนของสีที่มีต่อการถ่ายเทความร้อนของผนังที่มีค่าสัมประสิทธิการถ่ายเทความร้อนเท่ากัน (U) แต่มวลสารต่างกัน พบว่า

   2.1 สีเข้มหรือสีอ่อนจะไม่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนที่ผ่านเข้าผนังอาคาร หากไม่มีอิทธิพลจากแสงอาทิตย์ เพราะสีจะดูดความร้อนจากแสงแดดทำให้ผิวผนังร้อนขึ้น การที่ผิวผนังร้อนขึ้นนี้ จะทำให้การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อากาศเปลี่ยนแปลงไป



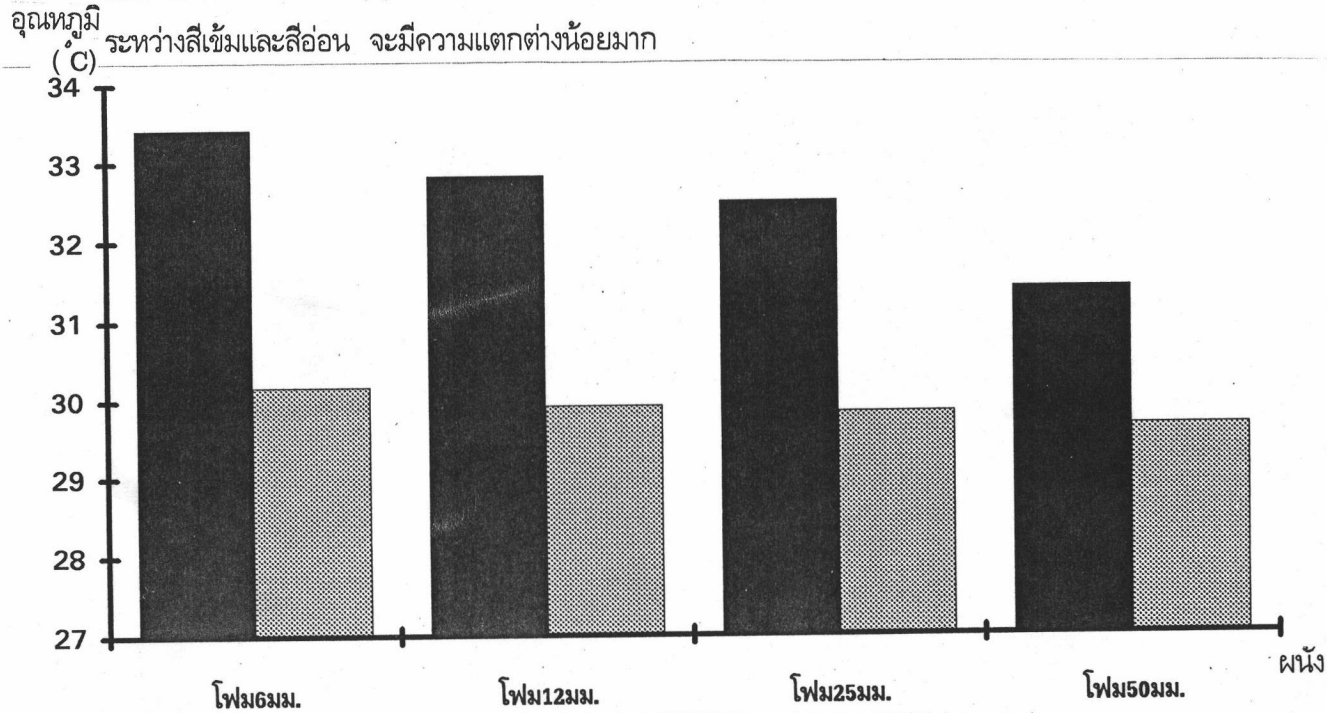
แผนภูมิที่ 38 แสดงผลการทดสอบอิทธิพลของสีเข้ม,อ่อนต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทดสอบที่มีค่าการถ่ายเทความร้อนเท่ากัน ภายในห้องปรับอากาศและให้ความร้อนภายในกล่องด้วยหลอดไฟขนาด 40 วัตต์เท่ากันทุกกล่อง

2.2 สีที่เข้มจะทำให้มีแนวโน้ม (Magnitude) ที่จะทำให้ค่าอุณหภูมิสูงสุด (Peak Temperature) เพิ่มมากขึ้น นั่นคือ ในวัสดุที่เหมือนกันสีที่เข้มกว่า จะทำให้มีอุณหภูมิขึ้นสูงกว่าตามไปด้วย

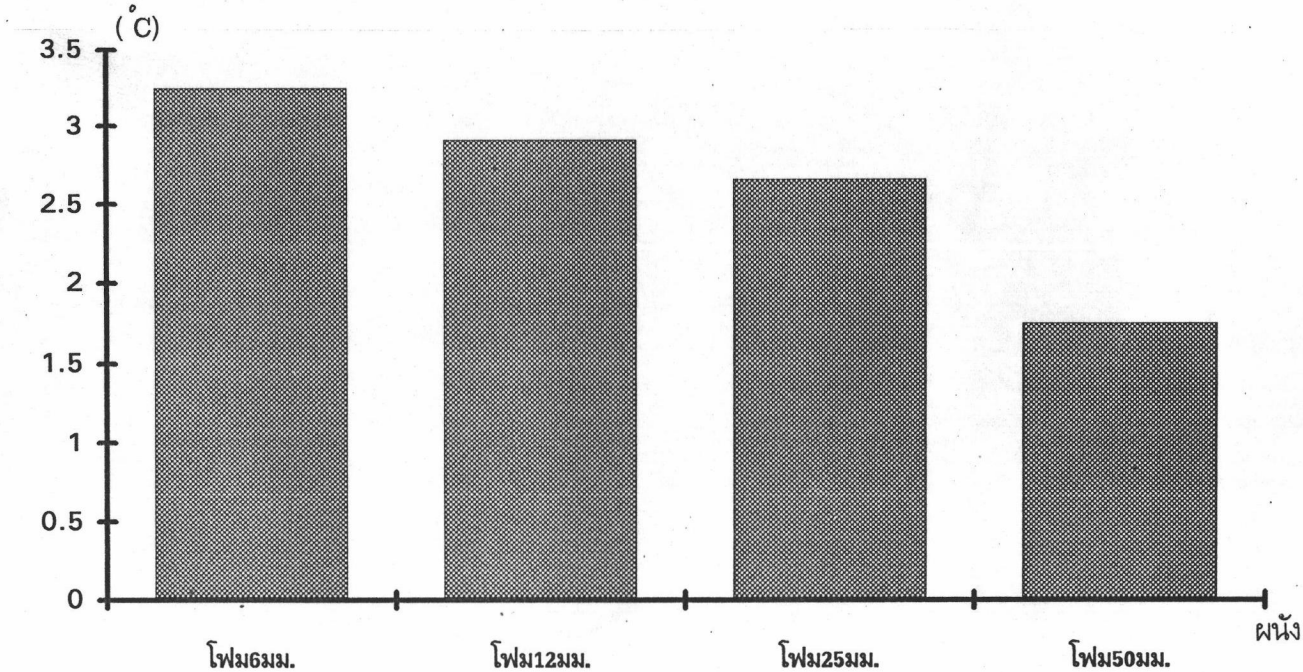


แผนภูมิที่ 39 แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุดใน 1 วัน (Peak Temperature) ของวัสดุชนิดเดียวกัน เปรียบเทียบระหว่างสีเข้มและสีอ่อน

3. ผลของความเข้มของสีที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนของผนังชนิดเดียวกัน ที่มีค่าการถ่ายเทความร้อนน้อยลง พบว่า อิทธิพลเนื่องจากสีจะมีผลน้อยลง เมื่อค่าสัมประสิทธิการถ่ายเทความร้อนน้อยลง หรือ ค่าความต้านทาน (R) เพิ่มมากขึ้น หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า หากค่า U ลงต่ำมากๆ อิทธิพลระหว่างสีเข้มและสีอ่อน จะมีความแตกต่างน้อยมาก



แผนภูมิที่ 40 แสดงค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิใน 1 วัน ทิศใต้



แผนภูมิที่ 41 แสดงค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด (Temperature Swing) ของผนัง