

แนวทางการสร้างแบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานในอาคารสำหรับ
ช่องเปิดอาคารในเขตร้อนชื้น



นางสาวจิตติมา กลั่นหอม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-5242-3

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AN APPROACH TO FORMULATE ENERGY CONSERVATION INDEX FOR
BUILDING OPENINGS IN HOT-HUMID CLIMATE



Miss. Jittima Krunhom

สถาบันวิทยบริการ

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of master of Architecture in Architecture

Department of Architecture

Faculty of Architecture

Chulalongkorn University

Academic Year 2003

ISBN 974-17-5242-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แนวทางการสร้างแบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานในอาคารสำหรับ ช่องเปิดอาคารในเขตร้อนชื้น
โดย	นางสาวจิตติมา กลั่นหอม
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. อรรถจัน เศรษฐบุตตร
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ศาสตราจารย์ ดร. สุนทร บุญญาธิการ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

.....คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. วีระ สัจกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ เลอสม สถาปิตานนท์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร. อรรถจัน เศรษฐบุตตร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ศาสตราจารย์ ดร. สุนทร บุญญาธิการ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรสันต์ บุญนาคาญจน์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จิตติมา กลั่นหอม : แนวทางการสร้างแบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานในอาคารสำหรับ
ช่องเปิดอาคารในเขตร้อนชื้น. (AN APPROACH TO FORMULATE ENERGY
CONSERVATION INDEX FOR BUILDING OPENINGS IN A HOT - HUMID CLIMATE.)

อ. ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร. อรรถน ศรีษะบุญบุตร, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ศาสตราจารย์ ดร. สุนทร
บุญญาธิการ จำนวนหน้า หน้า. ISBN 974-17-5242-3

การที่อาคารปรับอากาศในประเทศไทยมีการใช้พลังงานเพื่อทำความเย็นสูง มีสาเหตุหนึ่งมาจากการออกแบบช่องเปิดของอาคารที่มีการเลือกใช้รูปแบบ วัสดุ และทิศทางการเจาะที่ไม่เหมาะสม การวิจัยนี้จึงทำการศึกษาถึงอิทธิพลของตัวแปรที่ส่งผลต่อระดับความร้อนและความชื้นที่ผ่านเข้าภายในสู่อาคารผ่านทางช่องเปิด รวมทั้งสร้างแบบประเมินเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการช่วยการออกแบบช่องเปิดที่สามารถลดภาระการทำความเย็นภายในอาคาร

ขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วย การศึกษาวิเคราะห์ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อค่าภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศผ่านทางช่องเปิดอาคาร โดยแยกกลุ่มตัวแปรออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มตัวแปร ที่มีอิทธิพลต่อภาระการทำความเย็นจากการรั่วซึมของอากาศในขณะที่ช่องเปิดนั้นมีการเปิด-ปิด หรืออีกนัยหนึ่งคือค่าความแตกต่างของระดับเอนทัลปีระหว่างภายในกับภายนอก 2) กลุ่มของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อภาระการทำความเย็นในขณะที่ช่องเปิดนั้นปิดอยู่ ซึ่งได้แก่ ค่าการถ่ายเทความร้อนจากการนำความร้อน การแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ และการรั่วซึมของอากาศผ่านทางช่องเปิดอาคาร ผลจากการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ จะนำมาสร้างดัชนีการประเมินศักยภาพค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคาร

ผลการศึกษาพบว่าตัวแปรที่เพิ่มภาระการทำความเย็นให้กับอาคารกรณีที่ 1 ช่องเปิดอาคารนั้นมีการเปิด - ปิด คือ ความร้อน ความชื้นที่เข้ามาพร้อมกับกระแสลม ความเร็วลมในทิศนั้น ซึ่งการเปิดช่องเปิดทางด้านทิศใต้ทำให้เกิดภาระการทำความเย็นสูงที่สุด โดยมีค่าถึง 0.047 ตารางเมตรต่อตัน

กรณีที่ 2 ช่องเปิดนั้นปิดอยู่ คือ การถ่ายเทความร้อนรวมของวัสดุ การแผ่รังสีความร้อน สัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่การใช้งานที่มีการปรับอากาศ จากการทดสอบใช้แบบประเมินโดยเลือกแบบบ้านที่มีการออกแบบและใช้วัสดุทั่วไปมาเปรียบเทียบกับบ้านชีวาศาสตร์ที่ออกแบบเน้นการประหยัดพลังงานพบว่า บ้านที่ออกแบบทั่วไปได้ในระดับ 3 ซึ่งเป็นระดับต่ำเนื่องปัจจัยในเรื่องการเจาะช่องเปิดทางเข้าหลักของบ้านอยู่ในทิศใต้ซึ่งทำให้มีค่าระดับเอนทัลปี 0.09 ตารางเมตรต่อตัน บ้านชีวาศาสตร์ได้คะแนนอยู่ในระดับ 5 ซึ่งเป็นระดับที่สูงที่สุดเนื่องจากอิทธิพลของกลุ่มตัวแปรทั้งกรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 ส่งผลกระทบต่อค่าภาระการทำความเย็นต่ำโดยผลที่ได้จากการทดสอบแบบประเมินพบว่าสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการประเมินช่องเปิดอาคารที่ครอบคลุมทุกภูมิภาคของประเทศไทย

ภาควิชา	สถาปัตยกรรมศาสตร์	ลายมือชื่อนิสิต
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา	2546	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4574112425 : MAJOR ARCHITECTURE

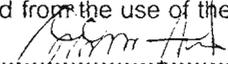
KEY WORDS: BUILDING OPENINGS / ENERGY CONSERVATION / HOT HUMID / SENSIBLE HEAT / LATEN HEAT / COOLING LOAD

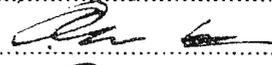
JITTIMA KRUNHOM : AN APPROACH TO FORMULATE ENERGY CONSERVATION INDEX FOR BUILDING OPENINGS IN HOT - HUMID CLIMATE. ADVISOR : Dr. ATCH SRESHTHAPUTRA, THESIS CO-ADVISOR : Professor.Dr. SOONTORN BOONYATIKARN., 254 pp. ISBN 947-17-5242-3

One of the reasons why air-conditioned buildings in Thailand consume high energy for cooling is due to inappropriate design, materials and orientation of building fenestations. This study investigated the influences of various variables on the levels of heat and humidity that entered buildings through fenestations. It also aimed at developing an energy conservation index as an aid in designing fenestations to reduce the cooling load.

In this study, the variables affecting the cooling load of air-conditioners were analyzed. The variables were divided into 2 groups. The first group was the variables which had an influence on the cooling load when the fenestations were in use, known as the different enthalpy level. The second was variables which influenced the cooling load when the fenestations were closed, consisting of the conductive radiative heat transfer, and air infiltration through openings. The results from an analysis of the influences of the variables were used to establish an energy conservation index for building fenestations.

The results of the study showed that an increase in a buildings' cooling load can be caused by various variables. In Case 1, when the fenestations were in use, heat, humidity that is convected by air, and wind velocity in the same direction as the orientation caused an increase in the buildings' cooling load of the building, the south facing orientation had the highest level of enthalpy at 0.026 square meter per tons, the north facing orientation had the lowest level of enthalpy at 0.128 square meter per tons. In case 2, when the fenestations were closed, the variables which influenced the buildings' cooling loads were the gross conduction transfer of exterior walls, solar radiation, and the ratio of the fenestation area to the conditioned area. The index which was developed was used to compare the efficiency of standard houses against the energy-efficient bio-solar home. It was found that standard houses were at Level 3 efficiency, which is a moderate level. The Bio-solar home were placed in Level 5, which is the highest level. This is because the variables from cases 1 and 2 had influences on the low level of cooling load. The results obtained from the use of the index which was

Department Architecture Student's signature.....

Field of study Architecture Advisor's signature.....

Academic year 2003 Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยความช่วยเหลือของ ศาสตราจารย์ ดร. สุนทร บุญญาธิการ อาจารย์ร่วมวิทยานิพนธ์ และ ดร. อรรถจัน เศรษฐบุตธ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางในการวิจัยที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ตลอดจนข้อคิดเห็นต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนการวิจัย ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรสิทธิ์ บุญมากาญจน์ ด้านการศึกษาค้นคว้าและกรรมการวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ เลอสม สถาปิตานนท์ ประธานกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์

นอกจากนี้ต้องขอขอบคุณท่านที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้
คุณสุกกา พงษ์สุวรรณ สำหรับความช่วยเหลือแนะนำด้านวิธีการจัดการข้อมูลดิบในการวิจัย
คุณรุ่งโรจน์ สำหรับคำปรึกษาและช่วยให้คำแนะนำต่าง ๆ เกี่ยวกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล
ตลอดการวิจัย
คุณศุภานิล สำหรับคำปรึกษา เกี่ยวกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลตลอดจนการจัดทำเล่ม
วิทยานิพนธ์
เพื่อน ๆ ร่วมชั้นทุก ๆ คนที่คอยให้คำปรึกษาซึ่งกันและกันในทุก ๆ ปัญหา ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำ
วิจัย

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงยิ่งต่อ บิดา มารดา ที่เป็นกำลังใจให้
คำปรึกษา ให้การสนับสนุนในทุก ๆ เรื่องอย่างเต็มที่เสมอมา จนสำเร็จการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญแผนภูมิ.....	ฎ
สารบัญรูปภาพ.....	ต
บทที่1. บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาของการศึกษา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
บทที่2. แนวความคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับค่าภาระการทำความเย็น.....	7
2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับการปรับอากาศและการคำนวณภาระการทำความเย็น.....	13
2.3 กระบวนการทางไซโครเมตริกกับการปรับอากาศ.....	19
2.4 การคำนวณหาจำนวนอากาศภายนอกเข้ามาภายในอาคาร	25
2.5 การศึกษาสภาวะน่าสบายของมนุษย์ (Thermal comfort).....	30
2.6 การเลือกใช้กระจกให้เหมาะสมต่อการประหยัดพลังงานและเหมาะสมต่ออาคาร	35
บทที่3.วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 การเตรียมข้อมูลดิบสำหรับการวิเคราะห์	39
3. 2 การคำนวณข้อมูลตามทฤษฎี	48
3. 3 การทำแบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในเขตร้อนชื้น	52
3.4 การแบ่งค่าระดับคะแนน	56

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4. ผลการวิเคราะห์

- 4.1 ผลของการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อภาวะการทำความเย็นที่เพิ่มขึ้น
ผ่านเข้าทางช่องเปิดอาคาร 58
- 4.2 สรุปแบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในเขตร้อนชื้น 121

บทที่ 5. การทดสอบแบบประเมินและสรุปผล

- 5.1 การทดสอบแบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคาร 146
- 5.2 สรุปผลการประเมิน 177

บทที่ 6. ข้อเสนอแนะ

- 6.1 สรุปแนวทางการออกแบบอาคาร 179
- 6.2 ข้อเสนอแนะ 184
- รายการอ้างอิง 186
- ภาคผนวก 189
- ประวัติผู้เขียน 254

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงการรั่วซึมของอากาศผ่านหน้าต่างและประตู (ใช้พื้นที่เป็นหลักในการคำนวณ) ที่ความเร็วลม 7.5 ไมล์ต่อชั่วโมง	26
ตารางที่ 2.1(ต่อ) แสดงการรั่วซึมของอากาศผ่านหน้าต่างและประตู (ใช้พื้นที่เป็นหลักในการคำนวณ) ที่ความเร็วลม 7.5 ไมล์ต่อชั่วโมง.....	27
ตารางที่ 2.2 แสดงการรั่วซึมของอากาศผ่านหน้าต่างและประตู (ใช้รอยรั่วเป็นหลักในการคำนวณ)	28
ตารางที่ 2.2 (ต่อ) แสดงการรั่วซึมของอากาศผ่านหน้าต่างและประตู (ใช้รอยรั่วเป็นหลักในการคำนวณ)	28
ตารางที่ 3.1 แสดงสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ใช้สอยอาคารที่ทำการศึกษ จำนวน 15 หลัง	54
ตารางที่ 4.1(1) แสดงค่าพลังงานที่ต้องใช้ในการปรับลดค่าความร้อนและความชื้นให้กับอากาศ จังหวัดกรุงเทพมหานครจากข้อมูลอุณหภูมิปี 2543	62
ตารางที่ 4.1(2) แสดงค่าพลังงานที่ต้องใช้ในการปรับลดค่าความร้อนและความชื้นให้กับอากาศ จังหวัดกรุงเทพมหานครจากข้อมูลอุณหภูมิปี 2543	63
ตารางที่ 4.1(3) แสดงค่าพลังงานที่ต้องใช้ในการปรับลดค่าความร้อนและความชื้นให้กับอากาศ จังหวัดกรุงเทพมหานครจากข้อมูลอุณหภูมิปี 2543	64
ตารางที่ 4.2(1) แสดงค่าพลังงานที่ต้องใช้ในการปรับลดค่าความร้อนและความชื้นให้กับอากาศ จังหวัดเชียงใหม่จากข้อมูลอุณหภูมิปี 2543	67
ตารางที่ 4.2(2) แสดงค่าพลังงานที่ต้องใช้ในการปรับลดค่าความร้อนและความชื้นให้กับอากาศ จังหวัดเชียงใหม่จากข้อมูลอุณหภูมิปี 2543	68
ตารางที่ 4.2(3) แสดงค่าพลังงานที่ต้องใช้ในการปรับลดค่าความร้อนและความชื้นให้กับอากาศ จังหวัดเชียงใหม่จากข้อมูลอุณหภูมิปี 2543	69
ตารางที่ 4.3(1) แสดงค่าพลังงานที่ต้องใช้ในการปรับลดค่าความร้อนและความชื้นให้กับอากาศ จังหวัดอุบลราชธานีจากข้อมูลอุณหภูมิปี 2543	72
ตารางที่ 4.3(2) แสดงค่าพลังงานที่ต้องใช้ในการปรับลดค่าความร้อนและความชื้นให้กับอากาศ จังหวัดอุบลราชธานีจากข้อมูลอุณหภูมิปี 2543	73
ตารางที่ 4.3(3) แสดงค่าพลังงานที่ต้องใช้ในการปรับลดค่าความร้อนและความชื้นให้กับอากาศ จังหวัดอุบลราชธานีจากข้อมูลอุณหภูมิปี 2543	74

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 4.4(1) แสดงค่าพลังงานที่ต้องใช้ในการปรับลดค่าความร้อนและความชื้น ให้กับอากาศ จังหวัดสงขลาจากข้อมูลอุณหภูมิปี 2543	77
ตารางที่ 4.4(2) แสดงค่าพลังงานที่ต้องใช้ในการปรับลดค่าความร้อนและความชื้น ให้กับอากาศ จังหวัดสงขลาจากข้อมูลอุณหภูมิปี 2543	78
ตารางที่ 4.4(3) แสดงค่าพลังงานที่ต้องใช้ในการปรับลดค่าความร้อนและความชื้น ให้กับอากาศ จังหวัดสงขลาจากข้อมูลอุณหภูมิปี 2543	79
ตารางที่ 4.5 แสดงพลังงานแต่ละทิศทางที่เกิดจากค่าความเร็วลมรวมทั้งปีของชั่วโมง เวลา 24.00 – 07.00 น. (กรุงเทพมหานคร).....	91
ตารางที่ 4.6 แสดงพลังงานแต่ละทิศทางที่เกิดจากค่าความเร็วลมรวมทั้งปีของชั่วโมง เวลา 17.00 – 23.00 น. (กรุงเทพมหานคร).....	92
ตารางที่ 4.7 แสดงพลังงานแต่ละทิศทางที่เกิดจากค่าความเร็วลมรวมทั้งปีของชั่วโมง เวลา 8.00 – 16.00 น. (กรุงเทพมหานคร).....	93
ตารางที่ 4.8 แสดงพลังงานแต่ละทิศทางที่เกิดจากค่าความเร็วลมรวมทั้งปีของชั่วโมง เวลา 24.00 – 07.00 น. (เชียงใหม่).....	96
ตารางที่ 4.9 แสดงพลังงานแต่ละทิศทางที่เกิดจากค่าความเร็วลมรวมทั้งปีของชั่วโมง เวลา 17.00 – 23.00 น. (เชียงใหม่).....	97
ตารางที่ 4.10 แสดงพลังงานแต่ละทิศทางที่เกิดจากค่าความเร็วลมรวมทั้งปีของชั่วโมง เวลา 8.00 – 16.00 น. (เชียงใหม่).....	98
ตารางที่ 4.11 แสดงพลังงานแต่ละทิศทางที่เกิดจากค่าความเร็วลมรวมทั้งปีของชั่วโมง เวลา 24.00 – 07.00 น. (อุบลราชธานี)	101
ตารางที่ 4.12 แสดงพลังงานแต่ละทิศทางที่เกิดจากค่าความเร็วลมรวมทั้งปีของชั่วโมง เวลา 24.00 – 07.00 น. (อุบลราชธานี)	102
ตารางที่ 4.13 แสดงพลังงานแต่ละทิศทางที่เกิดจากค่าความเร็วลมรวมทั้งปีของชั่วโมง เวลา 8.00 – 16.00 น. (อุบลราชธานี)	103
ตารางที่ 4.14 แสดงพลังงานแต่ละทิศทางที่เกิดจากค่าความเร็วลมรวมทั้งปีของชั่วโมง เวลา 24.00 – 07.00 น. (สงขลา)	106

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 4.15 แสดงพลังงานแต่ละทิศทางที่เกิดจากค่าความเร็วลมรวมทั้งปีของชั่วโมง เวลา 17.00 – 23.00 น. (สงขลา)	107
ตารางที่ 4.16 แสดงพลังงานแต่ละทิศทางที่เกิดจากค่าความเร็วลมรวมทั้งปีของชั่วโมง เวลา 8.00 – 16.00 น. (สงขลา)	108
ตารางที่ 4.17 แสดงภาระการทำความเย็นที่เกิดจากการนำความร้อน ที่ต้องใช้ในการ การปรับลดอุณหภูมิให้กับอากาศภายในอาคารที่มีผลมาจากค่าความร้อนที่ผ่าน เข้าทางช่องเปิดอาคาร	112
ตารางที่ 4.18 แสดงผลการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจกกับสัดส่วน พื้นที่ช่องเปิดส่วนที่ปรับอากาศต่อพื้นที่ใช้งานอาคารส่วนปรับอากาศ (จากสม การ A*SC*SHGF*CLF)	113
ตารางที่ 4.19 แสดงค่าพลังงานที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อนจากภายนอกอาคาร ผ่านทางช่องเปิด โดยแยกเป็นแต่ละทิศและสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดส่วนปรับ อากาศต่อพื้นที่ใช้งานอาคารส่วนปรับอากาศ (จากสมการ A*SC*SHGF*CLF).....	114
ตารางที่ 4.20 แสดงภาระการทำความเย็นที่ต้องใช้ในการปรับลดอุณหภูมิและ ความชื้นให้กับอากาศที่เกิดจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางช่องเปิด	116
ตารางที่ 5.1(1) ตารางข้อมูลพื้นฐานของอาคาร	150
ตารางที่ 5.1(2) ตารางข้อมูลพื้นฐานของอาคาร	150
ตารางที่ 5.1(2) ตารางข้อมูลพื้นฐานของอาคาร	151
ตารางที่ 5.2(1) ตารางข้อมูลพื้นฐานของอาคาร	174
ตารางที่ 5.2(2) ตารางข้อมูลพื้นฐานของอาคาร	175

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิ	หน้า
แผนภูมิที่ 3.1 แสดงลำดับขั้นตอนในการทำวิจัย แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานในอาคารสำหรับช่องเปิดอาคารในเขตร้อนชื้น	38
แผนภูมิที่ 3.2 แสดงปริมาณพลังงานเฉลี่ยใน 1 วัน ของแต่ละเดือนที่ต้องใช้ในการลดอุณหภูมิและลดความชื้นให้กับอากาศ ของกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ.2529.....	40
แผนภูมิที่ 3.3 แสดงปริมาณพลังงานเฉลี่ยใน 1 วัน ของแต่ละเดือนที่ต้องใช้ในการลดอุณหภูมิและลดความชื้นให้กับอากาศ ของกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ.2533.....	41
แผนภูมิที่ 3.4 แสดงปริมาณพลังงานเฉลี่ยใน 1 วัน ของแต่ละเดือนที่ต้องใช้ในการลดอุณหภูมิและลดความชื้นให้กับอากาศ ของกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ.2535.....	41
แผนภูมิที่ 3.5 แสดงปริมาณพลังงานเฉลี่ยใน 1 วัน ของแต่ละเดือนที่ต้องใช้ในการลดอุณหภูมิและลดความชื้นให้กับอากาศ ของกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ.2538.....	41
แผนภูมิที่ 3.6 แสดงปริมาณพลังงานเฉลี่ยใน 1 วัน ของแต่ละเดือนที่ต้องใช้ในการลดอุณหภูมิและลดความชื้นให้กับอากาศ ของกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ.2543.....	42
แผนภูมิที่ 4.1 แสดงปริมาณพลังงานเฉลี่ยใน 1 วันของแต่ละเดือนที่ต้องใช้ในการลดความชื้นและลดอุณหภูมิให้กับอากาศของกรุงเทพมหานคร	65
แผนภูมิที่ 4.2 แสดงปริมาณพลังงานเฉลี่ยใน 1 วันของแต่ละเดือนที่ต้องใช้ในการลดความชื้นและลดอุณหภูมิให้กับอากาศของเชียงใหม่	70
แผนภูมิที่ 4.3 แสดงปริมาณพลังงานเฉลี่ยใน 1 วันของแต่ละเดือนที่ต้องใช้ในการลดความชื้นและลดอุณหภูมิให้กับอากาศของอุบลราชธานี	75
แผนภูมิที่ 4.4 แสดงปริมาณพลังงานเฉลี่ยใน 1 วันของแต่ละเดือนที่ต้องใช้ในการลดความชื้นและลดอุณหภูมิให้กับอากาศของสงขลา.....	80
แผนภูมิที่ 4.5 (1) แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในแต่ละเดือนที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดกรุงเทพมหานคร (Btu /ft. ²).....	82
แผนภูมิที่ 4.5 (2) แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในแต่ละเดือนที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดกรุงเทพมหานคร (Btu /ft. ²).....	83

สารบัญแผนภูมิ (ต่อ)

แผนภูมิ	หน้า
<p>แผนภูมิที่ 4.6 (1) แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และ ความชื้นให้กับอากาศในแต่ละเดือนที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของ จังหวัดเชียงใหม่ (Btu / ft.²)</p>	84
<p>แผนภูมิที่ 4.6 (2) แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และ ความชื้นให้กับอากาศในแต่ละเดือนที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของ จังหวัดเชียงใหม่ (Btu / ft.²)</p>	85
<p>แผนภูมิที่ 4.7 (1) แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และ ความชื้นให้กับอากาศในแต่ละเดือนที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของ จังหวัดอุบลราชธานี (Btu / ft.²)</p>	86
<p>แผนภูมิที่ 4.7 (2) แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และ ความชื้นให้กับอากาศในแต่ละเดือนที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของ จังหวัดอุบลราชธานี (Btu / ft.²)</p>	87
<p>แผนภูมิที่ 4.8 (1) แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และ ความชื้นให้กับอากาศในแต่ละเดือนที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของ จังหวัดสงขลา (Btu / ft.²)</p>	88
<p>แผนภูมิที่ 4.8 (2) แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และ ความชื้นให้กับอากาศในแต่ละเดือนที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของ จังหวัดสงขลา (Btu / ft.²)</p>	89
<p>แผนภูมิที่ 4.9 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ต้องใช้ในการปรับลดอุณหภูมิและ ความชื้นในช่วงเวลา 17 .00 น. - 23.00 น. รวมทั้งปี แต่ละทิศของจังหวัดของ จังหวัดกรุงเทพมหานคร.....</p>	94
<p>แผนภูมิที่ 4.10 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ต้องใช้ในการปรับลดอุณหภูมิและ ความชื้นในช่วงเวลา 24 .00 น. - 7.00 น. รวมทั้งปี แต่ละทิศของจังหวัดของ จังหวัดกรุงเทพมหานคร.....</p>	94
<p>แผนภูมิที่ 4.11 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ต้องใช้ในการปรับลดอุณหภูมิและ ความชื้นในช่วงเวลา 8 .00 น. - 16.00 น. รวมทั้งปี แต่ละทิศของจังหวัดของ จังหวัดกรุงเทพมหานคร.....</p>	95

สารบัญแผนภูมิ (ต่อ)

แผนภูมิ	หน้า
แผนภูมิที่ 4.12 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ต้องใช้ในการปรับลดอุณหภูมิและความชื้นในช่วงเวลา 24 .00 น. - 7.00 น. รวมทั้งปี แต่ละทิศของจังหวัดของจังหวัดเชียงใหม่.....	99
แผนภูมิที่ 4.13 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ต้องใช้ในการปรับลดอุณหภูมิและความชื้นในช่วงเวลา 17 .00 น. - 23.00 น. รวมทั้งปี แต่ละทิศของจังหวัดของจังหวัดเชียงใหม่.....	99
แผนภูมิที่ 4.14 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ต้องใช้ในการปรับลดอุณหภูมิและความชื้นในช่วงเวลา 8 .00 น. - 16.00 น. รวมทั้งปี แต่ละทิศของจังหวัดของจังหวัดเชียงใหม่.....	100
แผนภูมิที่ 4.15 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ต้องใช้ในการปรับลดอุณหภูมิและความชื้นในช่วงเวลา 17 .00 น. - 23.00 น. รวมทั้งปี แต่ละทิศของจังหวัดของจังหวัดอุบลราชธานี	104
แผนภูมิที่ 4.16 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ต้องใช้ในการปรับลดอุณหภูมิและความชื้นในช่วงเวลา 24.00 น. - 7.00 น. รวมทั้งปี แต่ละทิศของจังหวัดของจังหวัดอุบลราชธานี	104
แผนภูมิที่ 4.17 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ต้องใช้ในการปรับลดอุณหภูมิและความชื้นในช่วงเวลา 8.00 น. - 16.00 น. รวมทั้งปี แต่ละทิศของจังหวัดของจังหวัดอุบลราชธานี	105
แผนภูมิที่ 4.18 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ต้องใช้ในการปรับลดอุณหภูมิและความชื้นในช่วงเวลา 24.00 น. – 7.00 น. รวมทั้งปี แต่ละทิศของจังหวัดของจังหวัดสงขลา.....	109
แผนภูมิที่ 4.19 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ต้องใช้ในการปรับลดอุณหภูมิและความชื้นในช่วงเวลา 17.00 น. – 23.00 น. รวมทั้งปี แต่ละทิศของจังหวัดของจังหวัดสงขลา.....	109
แผนภูมิที่ 4.20 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ต้องใช้ในการปรับลดอุณหภูมิและความชื้นในช่วงเวลา 8.00 น. – 16.00 น. รวมทั้งปี แต่ละทิศของจังหวัดของจังหวัดอุบลราชธานี	110

สารบัญแผนภูมิ (ต่อ)

แผนภูมิ	หน้า
แผนภูมิที่ 4.21 แสดงการสูญเสียภาระการทำความเย็น 1 วันที่เกิดขึ้นจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางช่องเปิดหน้าต่างบานเกล็ดขนาด 1 ตารางฟุตในขณะปิดทิศทางต่าง ๆ ในแต่ละเดือนจากข้อมูลอากาศปี 2543	117
แผนภูมิที่ 4.22 แสดงการสูญเสียภาระการทำความเย็น 1 ชั่วโมงที่เกิดขึ้นจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางช่องเปิดหน้าต่างบานเกล็ดขนาด 1 ตารางฟุตในขณะปิดทิศทางต่าง ๆ ในแต่ละเดือนจากข้อมูลอากาศปี 2543	117
แผนภูมิที่ 4.23 แสดงการสูญเสียภาระการทำความเย็น 1 วันที่เกิดขึ้นจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางช่องเปิดหน้าต่างบานเปิดขนาด 1 ตารางฟุตในขณะปิดทิศทางต่าง ๆ ในแต่ละเดือนจากข้อมูลอากาศปี 2543.....	118
แผนภูมิที่ 4.24 แสดงการสูญเสียภาระการทำความเย็น 1 ชั่วโมงที่เกิดขึ้นจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางช่องเปิดหน้าต่างบานเปิดขนาด 1 ตารางฟุตในขณะปิดทิศทางต่าง ๆ ในแต่ละเดือนจากข้อมูลอากาศปี 2543	118
แผนภูมิที่ 4.25 แสดงการสูญเสียภาระการทำความเย็น 1 วันที่เกิดขึ้นจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางช่องเปิดหน้าต่างบานเลื่อนขนาด 1 ตารางฟุตในขณะปิดทิศทางต่าง ๆ ในแต่ละเดือนจากข้อมูลอากาศปี 2543.....	119
แผนภูมิที่ 4.26 แสดงการสูญเสียภาระการทำความเย็น 1 ชั่วโมงที่เกิดขึ้นจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางช่องเปิดหน้าต่างบานเปิดขนาด 1 ตารางฟุตในขณะปิดทิศทางต่าง ๆ ในแต่ละเดือนจากข้อมูลอากาศปี 2543	119
แผนภูมิที่ 4.27 แสดงการสูญเสียภาระการทำความเย็น 1 วันที่เกิดขึ้นจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางช่องเปิดหน้าต่างบานติดตายขนาด 1 ตารางฟุตในขณะปิดทิศทางต่าง ๆ ในแต่ละเดือนจากข้อมูลอากาศปี 2543	120
แผนภูมิที่ 4.28 แสดงการสูญเสียภาระการทำความเย็น 1 ชั่วโมงที่เกิดขึ้นจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางช่องเปิดหน้าต่างบานติดตายขนาด 1 ตารางฟุตในขณะปิดทิศทางต่าง ๆ ในแต่ละเดือนจากข้อมูลอากาศปี 2543	120
แผนภูมิที่ 4.29 (1) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่ช่องเปิดมีการเปิด - ปิด สำหรับจังหวัดกรุงเทพมหานคร จากข้อมูลปี 2543	123

สารบัญแผนภูมิ (ต่อ)

แผนภูมิ	หน้า
แผนภูมิที่ 4.29 (2) แบบประเมินค่าภาระการทำความเย็นสำหรับช่องเปิดอาคารใน กรณีช่องเปิดมีการเปิด - ปิด สำหรับจังหวัดกรุงเทพมหานคร จากข้อมูลปี 2543	124
แผนภูมิที่ 4.29 (3) แบบประเมินค่าภาระการทำความเย็นสำหรับช่องเปิดอาคารใน กรณีช่องเปิดมีการเปิด - ปิด สำหรับจังหวัดกรุงเทพมหานคร จากข้อมูลปี 2543	124
แผนภูมิที่ 4.30 (2) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารใน กรณีช่องเปิดที่มีการเปิด - ปิด สำหรับจังหวัดเชียงใหม่ จากข้อมูลปี 2543	126
แผนภูมิที่ 4.30 (3) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารใน กรณีช่องเปิดที่มีการ เปิด - ปิด สำหรับจังหวัดเชียงใหม่ จากข้อมูลปี 2543	126
แผนภูมิที่ 4.31 (1) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารใน กรณีช่องเปิดมีการเปิด - ปิด สำหรับจังหวัดอุบลราชธานี จากข้อมูลปี 2543	127
แผนภูมิที่ 4.31 (2) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารใน กรณีช่องเปิดมีการเปิด - ปิด สำหรับจังหวัดอุบลราชธานีจากข้อมูลปี 2543	128
แผนภูมิที่ 4.31 (3) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารใน กรณีช่องเปิดมีการเปิด - ปิด สำหรับจังหวัดอุบลราชธานีจากข้อมูลปี 2543	128
แผนภูมิที่ 4.32 (1) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารใน กรณีช่องเปิดมีการ เปิด - ปิด สำหรับจังหวัดสงขลา จากข้อมูลปี 2543.....	129
แผนภูมิที่ 4.32 (2) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารใน กรณีช่องเปิดมีการเปิด - ปิด สำหรับจังหวัดสงขลา จากข้อมูลปี 2543.....	130
แผนภูมิที่ 4.32 (3) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารใน กรณีช่องเปิดมีการเปิด - ปิด สำหรับจังหวัดสงขลา จากข้อมูลปี 2543.....	130
แผนภูมิที่ 4.33 (1) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารใน กรณีช่องเปิดมีการเปิด - ปิด จากข้อมูลปี 2543.....	131

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิ	หน้า
แผนภูมิที่ 4.33 (2) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่ช่องเปิดมีการเปิด - ปิด จากข้อมูลปี 2543.....	132
แผนภูมิที่ 4.34 (2) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่ ช่องเปิดนั้นปิดอยู่ : สำหรับค่าการนำความร้อนของวัสดุ.....	135
แผนภูมิที่ 4.34 (3) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่ ช่องเปิดนั้นปิดอยู่ : สำหรับค่าการนำความร้อนของวัสดุ.....	136
แผนภูมิที่ 4.35 (1) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่ช่องเปิดนั้นปิดอยู่ : สำหรับค่าการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์.....	137
แผนภูมิที่ 4.35 (2) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่ช่องเปิดนั้นปิดอยู่ : สำหรับค่าการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์.....	138
แผนภูมิที่ 4.35 (3) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่ช่องเปิดนั้นปิดอยู่ : สำหรับค่าการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์.....	139
แผนภูมิที่ 4.35 (4) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่ช่องเปิดนั้นปิดอยู่ : สำหรับค่าการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์.....	140
แผนภูมิที่ 4.36 (1) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่ช่องเปิดนั้นปิดอยู่ : สำหรับค่าการรั่วซึมของอากาศ.....	141
แผนภูมิที่ 4.36 (2) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่ช่องเปิดนั้นปิดอยู่ : สำหรับค่าการรั่วซึมของอากาศ.....	142
แผนภูมิที่ 4.36 (3) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่ช่องเปิดนั้นปิดอยู่ : สำหรับค่าการรั่วซึมของอากาศ.....	143
แผนภูมิที่ 4.36 (4) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่ช่องเปิดนั้นปิดอยู่ : สำหรับค่าการรั่วซึมของอากาศ.....	144
แผนภูมิที่ 4.37 แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่ช่องเปิดนั้นปิดอยู่ : สำหรับค่าการรั่วซึมของอากาศ.....	145
แผนภูมิที่ 6.1 แสดงค่าภาระการทำความเย็นรวมทั้งปีที่เกิดขึ้นในแต่ละทิศทาง	185

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพ	หน้า
ภาพที่ 1.1 เปรียบเทียบพลังงานเฉลี่ยใน 1 วันของแต่ละเดือนที่ต้องใช้ในการ.....	2
ภาพที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบผลที่จากการออกแบบทั่วไปที่ไม่เน้นการประหยัดพลังงานกับการใช้แนวความคิดใหม่ของการออกแบบเน้นการประหยัดพลังงาน	7
ภาพที่ 2.2 เส้นผลต่างอุณหภูมิผ่านผนังรพ 3 ชั้น.....	10
ภาพที่ 2.3 แสดงลักษณะการทำงานของเครื่องปรับอากาศในการลดอุณหภูมิอากาศและรีดความชื้น	13
ภาพที่ 2.4 อุปกรณ์ที่ใช้วัดอุณหภูมิกระเปาะเปียก (a hand – held psychrometer)	20
ภาพที่ 2.5 แสดงการคำนวณความร้อนแฝง (Sensible Heat).....	22
ภาพที่ 2.6 แสดงการคำนวณความร้อนแฝง (Laten Heat)	22
ภาพที่ 2.7 แสดงการคำนวณค่าเอนทัลปีที่ผสมผสานระหว่างความร้อนสัมผัส และความร้อนแฝง.....	23
ภาพที่ 2.8 แสดงหลักการคำนวณ MRT.....	34
ภาพที่ 3.1 แสดงการแบ่งเขตภูมิภาคของกรมอุตุนิยมวิทยาเพื่อพิจารณารูปแบบสภาพภูมิอากาศ	43
ภาพที่ 3.2 แสดงการพิจารณาปริมาณพลังงานในแต่ละทิศทาง	46
โดยพิจารณาทิศทางข้างเคียงประกอบด้วย.....	46
ภาพที่ 5.1 แบบบ้านตัวอย่างก่อสร้างด้วยวัสดุทั่วไปที่เลือกมาทำการทดสอบ.....	148
ภาพที่ 5.2 แบบบ้านตัวอย่างที่ก่อสร้างด้วยวัสดุเน้นการประหยัดพลังงานที่เลือกมาทำการทดสอบ	173

บทที่ 1

บทนำ

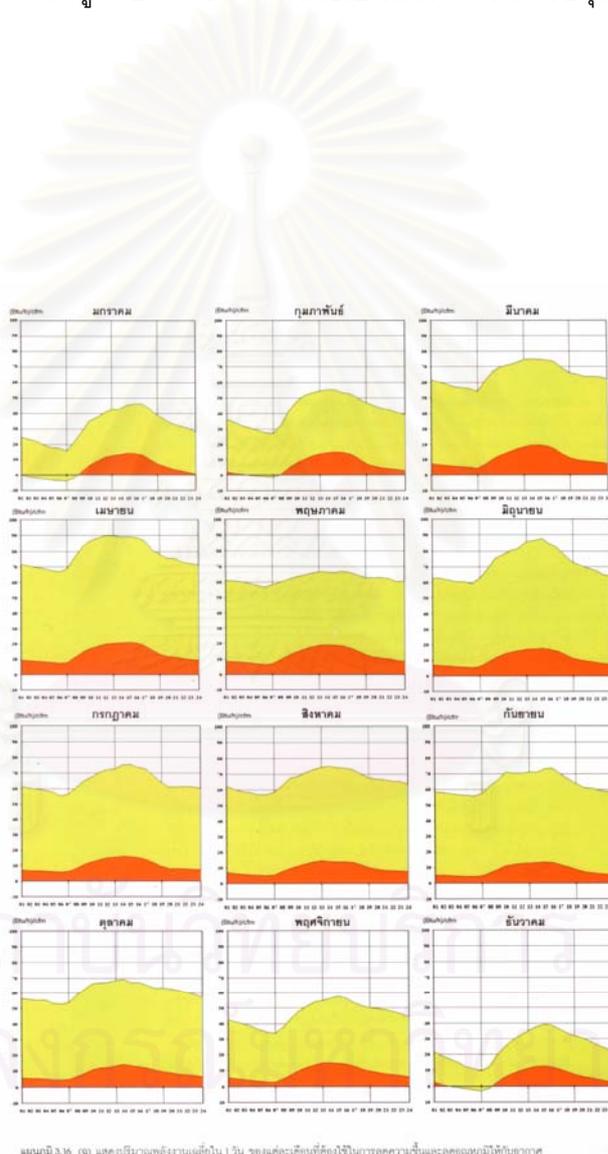
1. 1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาของการศึกษา

ในสถานการณ์ปัจจุบันสภาพชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์เปลี่ยนแปลงไป สภาพภูมิอากาศภายนอกร้อนอบอ้าวตลอดทั้งปีซึ่งแตกต่างไปจากอดีต อาคารที่อยู่อาศัยในปัจจุบันก็มีรูปแบบสถาปัตยกรรมที่ได้รับอิทธิพลมาจากต่างประเทศซึ่งไม่เหมาะสมกับลักษณะสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นของประเทศไทย ด้วยเหตุนี้จึงมีการแก้ปัญหาด้วยการติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพื่อสร้างสภาวะน่าสบายภายในอาคาร ส่งผลถึงการใช้พลังงานของประเทศมีปริมาณสูงขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงมีการคำนึงและศึกษาแนวทางในการออกแบบสถาปัตยกรรมให้มีความเหมาะสมต่อสภาพภูมิอากาศในเขตร้อนชื้นแบบประเทศไทย เพื่อลดการใช้พลังงานจากการปรับอากาศ

การออกแบบช่องเปิดของอาคารที่ความเหมาะสมเป็นส่วนหนึ่งของการออกแบบสถาปัตยกรรมให้สอดคล้องต่อลักษณะสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากช่องเปิดเป็นส่วนหนึ่งของอาคารที่ความร้อน ความชื้นจากภายนอกสามารถผ่านเข้ามาภายในอาคารได้ ซึ่งโดยปกติการทำงานของเครื่องปรับอากาศจะต้องทำหน้าที่ 2 ส่วน คือ ลดอุณหภูมิ และลดความชื้นให้กับอากาศ จากการศึกษา (สุนทร บุญญาริการ, 2542) พบว่าหากมีการเปิดประตูหน้าต่างรับลมหรือเปิดเข้าออกในขณะที่ภายนอกมีลมแรง จะต้องสูญเสียพลังงานในการปรับอากาศที่รั่วซึมผ่านเข้ามาภายในอาคารเป็นปริมาณมาก ทั้งนี้การเปิดประตูขนาด 1 เมตร x 2 เมตร ในด้านทิศใต้เวลาบ่ายในช่วงเดือนเมษายนเป็นเวลา 1 นาที จะต้องเพิ่มภาระในการทำความเย็นให้กับอาคารประมาณ 12.6 เมกะจูล (12,000 บีทียู) ดังนั้นรูปแบบการเจาะช่องเปิดอาคารจึงมีผลอย่างมากต่อการประหยัดพลังงานและจึงควรจะมีการพัฒนาวิธีการประเมินประสิทธิภาพของช่องเปิดต่างๆ

การสร้างเกณฑ์ในการพิจารณาช่องเปิดเพื่อประเมินการประหยัดพลังงานในอาคาร เป็นเครื่องมือ (Tool) ช่วยในการเปรียบเทียบและสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องต่อการออกแบบช่องเปิดและเลือกใช้วัสดุชนิดต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ในด้านการประหยัดพลังงาน สร้างสภาวะน่าสบายภายในอาคาร นอกจากการออกแบบและการเลือกใช้วัสดุชนิดต่าง ๆ เพื่อให้ช่วยลดพลังงานความร้อนที่

จะเข้ามาในอาคารทางช่องเปิดแล้ว ยังต้องคำนึงถึงในเรื่องของสภาพแวดล้อมโดยรอบข้างที่จะได้รับผลกระทบจากอาคารของเรา เช่น ในอาคารที่เป็นอาคารสำนักงานในส่วนของช่องเปิดอาจมีการเลือกใช้กระจกที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนแสงสูง ทำให้สภาพแวดล้อมโดยรอบข้างได้รับผลกระทบจากแสงสะท้อนของกระจก ดังนั้นหากมีเกณฑ์ในการพิจารณาช่องเปิดเพื่อประเมินการประหยัดพลังงานในอาคารที่ถูกต้อง ก็จะสามารถใช้เป็นแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 1.1 เปรียบเทียบพลังงานเฉลี่ยใน 1 วันของแต่ละเดือนที่ต้องใช้ในการลดความชื้นและลดอุณหภูมิให้อาคาร (สุนทร บุญญาธิการ, 2542: 59)

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อทำการศึกษาถึงตัวแปรและอิทธิพลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับช่องเปิดของอาคาร ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของภาระการทำความเย็น ที่เข้าสู่อาคารทางช่องเปิดโดยจะพิจารณาใน 2 เงื่อนไขคือ

- ศึกษาถึงอิทธิพลของตัวแปรที่กระทำต่อช่องเปิดในกรณีที่ช่องเปิดนั้นปิดอยู่ ซึ่งส่งผลกระทบต่อภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศที่เพิ่มขึ้น
- ศึกษาถึงอิทธิพลของตัวแปรที่กระทำต่อช่องเปิดในกรณีที่ช่องเปิดนั้นมีการปิด - เปิด

1.2.2 นำผลของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของภาระการทำความเย็น ที่เข้าสู่อาคารทางช่องเปิด มาสร้างเกณฑ์และระดับ (Scale) ในการพิจารณาช่องเปิด

1.3 วิธีดำเนินการวิจัย

1.3.1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบช่องเปิดของอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานในภูมิอากาศแบบร้อนชื้นโดยศึกษาในด้าน

- ทฤษฎีพื้นฐานของตัวแปรต่าง ๆ ที่นำมาทำการวิจัย เช่น ทฤษฎีและสมการทางด้านการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านช่องเปิด ทฤษฎีและสมการทางด้านการคำนวณค่าระดับเอนทัลปี
- ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวกับองค์ประกอบด้านคุณสมบัติของวัสดุที่นำมาใช้ทำเป็นส่วนหนึ่งของช่องเปิด เช่น กระจก
- ศึกษาองค์ประกอบด้านเทคนิคการออกแบบอาคารเพื่อช่วยในการประหยัดการใช้พลังงานในอาคาร
- ศึกษาหลักการและวิธีการในการสร้างเกณฑ์ในการพิจารณาตามหลักการทางสถิติและทางวิทยาศาสตร์

1.3.2 ศึกษาอาคารตัวอย่างที่มีการออกแบบช่องเปิดและเลือกใช้วัสดุในส่วนของช่องเปิดที่คำนึงถึงการใช้พลังงานในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการประหยัดพลังงาน

1.3.3 รวบรวมข้อมูล คัดเลือกและจัดทำฐานข้อมูลที่จะนำมาทำการวิเคราะห์ให้อยู่ในรูปแบบที่ง่ายต่อการคำนวณโดย

- ทำการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้และเป็นที่ยอมรับ
- นำข้อมูลดิบที่ได้จากการเก็บรวบรวมมาคัดเลือกและวิเคราะห์ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับช่องเปิดของอาคาร
- นำข้อมูลดิบที่คัดเลือกมาทำการจัดให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปวิเคราะห์และประเมินได้ง่าย

1.3.4 นำข้อมูลที่ได้จากการจัดทำข้อมูลดิบมาคำนวณด้วยสมการทฤษฎีที่ได้ศึกษา

1.3.5 นำผลที่ได้จากการคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูลของตัวแปรมาออกแบบและสร้างเกณฑ์ในการพิจารณาช่องเปิดเพื่อการใช้พลังงานในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ

- นำผลที่ได้จากการคำนวณและวิเคราะห์ตัวแปรแต่ละตัวมาหาค่าระดับ (scale) ที่จะใช้ในการให้คะแนนตัวแปรแต่ละตัว โดยจะกำหนดให้มีระดับคะแนนที่ใช้ในการประเมินค่า แบ่งเป็น 5 ระดับคะแนน คือ 1 2 3 4 และ 5 ตามลำดับ ดังต่อไปนี้

ระดับที่ 1 มีระดับคะแนนตั้งแต่ 0 ถึง 20 คะแนน

ระดับที่ 2 มีระดับคะแนนตั้งแต่ 20 ถึง 40 คะแนน

ระดับที่ 3 มีระดับคะแนนตั้งแต่ 40 ถึง 60 คะแนน

ระดับที่ 4 มีระดับคะแนนตั้งแต่ 60 ถึง 80 คะแนน

ระดับที่ 5 มีระดับคะแนนตั้งแต่ 80 ถึง 100 คะแนน

1.3.5 สร้างแบบประเมินที่จะใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาช่องเปิดเพื่อการประหยัดพลังงานในอาคาร

- สร้างแบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานในอาคาร จากผลที่ได้จากคะแนนรวมที่เกิดจากการนำค่าระดับที่ได้จากตัวแปรมาคูณกับค่าน้ำหนักที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งอาคารที่มีประสิทธิ

ภาพในการประหยัดพลังงานมากที่สุดจะมีระดับคะแนนที่มาก และอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานน้อยก็จะได้ระดับคะแนนที่น้อยลงตามลำดับ

1.3.7 ทำการทดสอบแบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานที่สร้างขึ้นโดย

- ทดสอบแบบประเมินในอาคารที่ใช้ระบบการก่อสร้างทั่วไป
- ทดสอบแบบประเมินในอาคารในระบบการก่อสร้างที่ใช้เทคนิคด้านการ

ประหยัดพลังงาน

1.3.8 นำผลที่ได้จากแบบประเมินมาทำการวิเคราะห์ถึงศักยภาพในการใช้งาน และวิเคราะห์ถึงข้อดี – ข้อเสียและข้อจำกัดต่างๆ ที่เกิดจากการทดสอบแบบประเมิน

1.3.9 สรุปผลของแบบประเมินค่าการใช้พลังงานในอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศ เพื่อเป็นแนวทางด้านเทคนิคในออกแบบอาคารประหยัดพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 เกณฑ์ในการพิจารณาช่องเปิดเพื่อประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดของอาคารที่ได้ เป็นเกณฑ์ที่ได้จากการศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของการใช้พลังงานของอาคารประเภท

- อาคารพักอาศัย เช่น บ้านขนาดพื้นที่ใช้งานน้อยกว่า 100 ตารางเมตร

บ้านขนาดพื้นที่การใช้งาน 100–200 ตารางเมตร

- อาคารสำนักงาน เช่น อาคารสำนักงานที่มีขนาด 1- 5 ชั้น มีพื้นที่ใช้งานรวม

ทุกชั้นไม่เกิน 200 ตารางเมตร

โดยที่อาคารแต่ละประเภทจะพิจารณาเฉพาะอาคารที่มีการปรับอากาศ และเป็นอาคารที่มีการก่อสร้างด้วยวัสดุที่มีการใช้งานจริงในทางการก่อสร้าง

1.4.2 เกณฑ์ที่ได้จะเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในเขตภาคกลาง เขตภาคเหนือ เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และเขตจังหวัดภาคใต้โดยจะเลือกจังหวัดตัวแทนของภาคมาหนึ่งจังหวัดเป็นตัวแทนภาค

1.4.3 จะทำการพิจารณาภาระการทำความเย็นที่เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรภายนอกอาคารที่กระทำต่อช่องเปิดอาคารที่อยู่ในแนวระนาบตั้งเท่านั้น

1.4.4 จะทำการศึกษาเฉพาะตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับภาระการทำความเย็น รวมถึงปริมาณความชื้นที่เข้าสู่อาคารผ่านช่องเปิดของอาคารรูปแบบต่าง ๆ ในขณะที่ช่องเปิดนั้นมีการเปิด - ปิด และ ช่องเปิดนั้นปิดอยู่

1.4.5 ทำการศึกษาเฉพาะตัวแปรที่มีผลต่อการเพิ่มหรือลดลงของปริมาณความร้อน ปริมาณความชื้นที่ผ่านเข้าทางช่องเปิดของอาคารในลักษณะการเปิด - ปิด ช่องเปิด โดยจะไม่พิจารณาในกรณีที่เป็นในลักษณะการระบายอากาศ (Ventilation)

1.4.6 เกณฑ์ในการพิจารณาช่องเปิดเพื่อการประหยัดพลังงานในอาคารที่จัดทำขึ้น จะพิจารณาในเรื่องของคุณสมบัติของวัสดุที่เป็นวัสดุโปร่งใสประเภทกระจก และพิจารณารวมถึงเรื่องของสัดส่วน ตำแหน่ง ทิศทาง

1.4.7 ผลของตัวแปรต่าง ๆ และแบบประเมินที่ได้เป็นผลมาจาก

- การศึกษางานวิจัยที่เคยมีผู้ทำการวิจัยในเรื่องนั้น ๆ มาแล้ว
- ข้อมูลด้านสภาพอากาศปี 2543 จากกรมอุตุนิยมวิทยา
- การคำนวณจากทฤษฎีสมการเบื้องต้น
- จากการพิจารณาและคำนวณโดยวิธีการทางสถิติ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้เกณฑ์ในการพิจารณาช่องเปิดเพื่อประเมินค่าการประหยัดพลังงานในอาคารที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นของประเทศไทย

1.5.2 เพิ่มฐานความรู้และความเข้าใจที่ถูกต้องในการออกแบบช่องเปิด และการเลือกใช้วัสดุต่าง ๆ ให้เหมาะสมเพื่อการลดการใช้พลังงาน

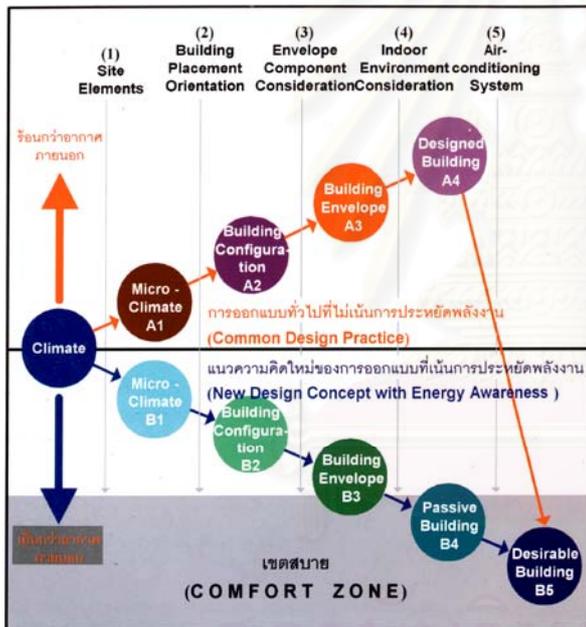
1.5.3 ส่งเสริมจิตสำนึกทางด้านการใช้พลังงานอย่างรู้คุณค่า

บทที่ 2

แนวความคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. 1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับค่าภาระการทำความเย็น

จากการศึกษาถึงแนวทางในการปรับลดค่าพลังงานที่เกิดขึ้นจากตัวแปรต่างๆรวมถึงส่วนประกอบของอาคาร ทำให้พบว่าในการที่จะปรับลดค่าพลังงานที่เกิดขึ้นนั้นเราสามารถที่จะปรับปรุงในด้านตัวแปรต่าง ๆ และส่วนประกอบของอาคารในด้าน¹



1. ตัวแปรที่เกี่ยวกับที่ตั้งของอาคาร (Site Elements)

2. การเลือกที่ตั้งและทิศทางของอาคาร (Building Placement and Orientation)

3. การพิจารณาการออกแบบและการเลือกระบบเปลือกอาคาร (Envelope Component Consideration)

4. การพิจารณาเลือกระบบที่มาใช้ภายในอาคาร (Indoor Environment Consideration)

5. การเลือกใช้ระบบเครื่องปรับอากาศ

(Air-Conditioning System)

ภาพที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบผลที่จากการออกแบบ

ทั่วไปที่ไม่เน้นการประหยัดพลังงานกับการใช้แนวความคิดใหม่

ของการออกแบบเน้นการประหยัดพลังงาน²

¹ สุทธิ นฤญาติการ. เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542, หน้า 20.

จะเห็นว่าในส่วนของระบบเปลือกอาคารเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้สามารถลดปริมาณค่าพลังงานที่เกิดขึ้นและทำให้อาคารอยู่ในสภาวะน่าสบายได้

เมื่อมาพิจารณาถึงในส่วนของการออกแบบระบบเปลือกอาคารแล้วจะพบว่าในส่วนของระบบเปลือกอาคารที่แบ่งเป็นส่วนของ พื้น ผนัง และ หลังคาของอาคาร ส่วนที่เป็นผนังอาคารจะเป็นส่วนที่มีค่าการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้ามาภายในอาคารได้มาก รองลงมาจากส่วนของหลังคา ซึ่งในส่วนของผนังของอาคารนั้นจะแบ่งออกเป็น ส่วนของผนังอาคารที่เป็นส่วนที่บดบังแสง และส่วนที่เป็นผนังอาคารในส่วนโปร่งแสง

2.1.1 ลักษณะของการถ่ายเทความร้อนผ่านเปลือกอาคาร

ลักษณะการการถ่ายเทของความร้อนผ่านเปลือกอาคารแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ

1. การนำความร้อน (Thermal Conduction) เป็นการถ่ายเทความร้อนระหว่างโมเลกุลที่อยู่ติดกัน ไม่ว่าจะ เป็นโมเลกุลที่อยู่ในสสารเดียวกัน คือ ระหว่างสสาร 2 ชนิด การนำความร้อนเกิดขึ้นเมื่อโมเลกุลที่ร้อนกว่าสั่นสะเทือน แล้วถ่ายเทพลังงานไปยังโมเลกุลที่เย็นกว่า โดยที่ตัวกลางไม่มีการเคลื่อนที่

2. การพาความร้อน (Thermal Convection) เป็นการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นโดยอาศัยการเคลื่อนที่ของตัวกลางที่เป็นของไหล ซึ่งได้แก่ ก๊าซ หรือ ของเหลว

3. การแผ่รังสีความร้อน (Thermal Radiation) เป็นการเดินทางโดยตรงของพลังงานผ่านที่ว่างที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลาง พลังงานเดินทางจากพื้นผิวที่ร้อนกว่าในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Wave) ไปสู่ด้านที่เย็นกว่า

2.1.1.1 การนำความร้อน (Thermal Conduction)

การนำความร้อนของแผ่นราบจะคำนวณจากสูตร

$$Q = kA(T_1 - T_2) \dots\dots\dots(1)^3$$

² สุนทร บุญญาธิการ. เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542, หน้า 20.

³ Burgess H. Jennings. The Thermal environment : conditioning and control. New York: Harper & Row, 1978, p. 125.

เมื่อ Q = อัตราการนำความร้อน

k = ค่าการนำความร้อน (Thermal conductivity) (Btu.ft / h.ft².F)

A = พื้นที่หน้าตัดที่ความร้อนไหลผ่าน (ft²)

T_1, T_2 = อุณหภูมิสูงและต่ำที่ผิวแต่ละด้านตามลำดับ, °F

ค่านำความร้อน k จะมีค่าต่าง ๆ กันไป ขึ้นกับวัสดุแต่ละชนิด ในวัสดุชนิดเดียวกัน ค่า k จะขึ้นกับอุณหภูมิ แต่ถ้าหากอุณหภูมิไม่มีการเปลี่ยนแปลงจะถือว่าค่า k คงที่ตลอดช่วงอุณหภูมิได้นอกจากนั้นเรายังสามารถหาปริมาณการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนในรูปของการต้านทานการถ่ายเทความร้อนของวัตถุ นั่นคือถ้าพิจารณาความต้านทานความร้อน (Thermal resistance, R) เปรียบเทียบกับความต้านทานไฟฟ้าซึ่งมีความต่างศักย์ ($V_1 - V_2$)

$$Q = \frac{(T_1 - T_2)}{R} \quad \dots\dots\dots(2)^4$$

เมื่อ $R = \frac{\Delta x}{k} \quad \dots\dots\dots(3)^5$

ดังกล่าวมาแล้วข้างต้นเป็นการคำนวณการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังชั้นเดียว แต่เนื่องจากในความเป็นจริง บางครั้งผนังของอาคารอาจมีมากขึ้น 3 ชั้น ฉะนั้นจะสามารถคำนวณการถ่ายเทความร้อนได้จากสมการ

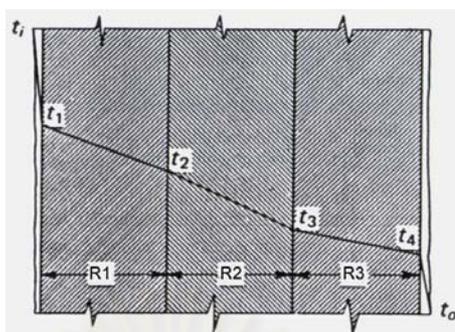
$$Q = \frac{(T_1 - T_0)}{(R_1 + R_2 + R_3)} \quad \dots\dots\dots(4)^6$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

⁴ Burgess H. Jennings. The Thermal environment : conditioning and control. New York: Harper & Row, 1978, p. 128.

⁵ Burgess H. Jennings. The Thermal environment : conditioning and control. New York: Harper & Row, 1978, p. 131.

⁶ Ibid., p. 128.



ภาพที่ 2.2 เส้นผลต่างอุณหภูมิผ่านผนังราบ 3 ชั้น⁷

2.1.1.2 การพาความร้อน (Convection) คือกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของมวลไหลที่ไหลสัมผัสกับพื้นผิวของของแข็งที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะใหญ่

- การพาความร้อนแบบอิสระหรือโดยธรรมชาติ (Free or natural convection) เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยอาศัยความแตกต่างของความหนาแน่นของไหล จากผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิดังกล่าวคือเมื่อของไหลมีอุณหภูมิสูงขึ้น (ได้รับความร้อน) จะมีความหนาแน่นลดลงกว่าอากาศโดยรอบ ทำให้เกิดแรงยกตัว (Buoyant force) ทำให้อนุภาคลอยตัวขึ้น

- การพาความร้อนแบบบังคับ (Forced convection) เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยใช้แรงภายนอกมาบังคับการเคลื่อนที่ของของไหล (เช่นอากาศ) ผ่านพื้นผิวที่มีอุณหภูมิต่างกัน สำหรับกรณีที่อากาศมีความเร็วมาก 4 – 5 กิโลเมตร/ชั่วโมง จะถือว่าเป็นการพาความร้อนแบบบังคับเราสามารถหาปริมาณการพาความร้อนของวัตถุทั้ง 2 แบบ ได้จากสมการ

$$Q = hA(T_s - T_f) \quad \dots\dots\dots(5)^8$$

เมื่อ h = สัมประสิทธิ์การพาความร้อน (Btu / hr-ft²-F)

A = พื้นที่ผิวของของแข็งที่ของไหลสัมผัส (ft²)

T_s = อุณหภูมิพื้นผิวของแข็ง (°F)

⁷ Burgess H. Jennings. *The Thermal environment : conditioning and control*. New York: Harper & Row, 1978, p. 128.

⁸ Alan J. Chapman. *Heat transfer*. New York: Macmillan, 1984.

$$T_f = \text{อุณหภูมิของไหล, K } (^{\circ}\text{F})$$

ค่า h นี้จะไม่ขึ้นกับคุณสมบัติของวัสดุ แต่ขึ้นกับรูปร่างของผิววัสดุที่ของไหลไหลผ่านและธรรมชาติของไหลที่ไหลผ่านพื้นผิว นอกจากนี้การคำนวณความต้านทานความร้อนของการพาความร้อน สามารถคำนวณในรูปของความต้านทานความร้อน (R) ได้ดังนี้

$$Q = \frac{T_s - T_f}{R} \quad \dots\dots\dots(6)^9$$

$$\text{เมื่อ } R = \frac{1}{hA}$$

2.1.1.3 การแผ่รังสีความร้อน (Thermal Radiation) คือกระบวนการที่วัตถุทุกชนิดที่มีอุณหภูมิมากกว่า ศูนย์องศาสมบูรณ์ ($^{\circ}\text{K}$) จะมีพลังงานภายในอยู่ในตัวจากการสั่นของโมเลกุลของวัตถุนั้น ซึ่งพลังงานนี้บางส่วนจะถูกปล่อยออกมาจากวัตถุในลักษณะของการแผ่รังสีความร้อน ในกลไกของการแผ่รังสีด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รังสีความร้อนที่แผ่ออกมาจะเดินทางผ่านช่องว่างในบรรยากาศด้วยความเร็วแสงที่มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 0.1 – 100 ไมครอน ในลักษณะที่เป็นเส้นตรงจนกว่าจะกระทบวัตถุใด ๆ ถ้าวัตถุที่แผ่รังสีออกมาไม่ได้รับความร้อนจากวัตถุอื่น อุณหภูมิของวัตถุก็จะลดลง และถ้าวัตถุใด ๆ ได้รับความร้อนที่วัตถุนั้นปล่อยออกไป อุณหภูมิของวัตถุจะเพิ่มขึ้น โดยหลักการ คือ รังสีความร้อนที่กระทบวัตถุใด ๆ ส่วนหนึ่งจะถูกดูดกลืนโดยวัตถุนั้น (ขึ้นกับคุณสมบัติทางด้านดูดกลืนและสะท้อนของวัตถุนั้น) บางส่วนอาจทะลุผ่านและมีบางส่วนสะท้อนกลับออกจากวัตถุนั้น การสะท้อนกลับจะขึ้นอยู่กับตัววัตถุเองและคุณสมบัติทางพื้นผิวของวัตถุนั้น สำหรับวัตถุที่บดส่วนที่ทะลุผ่านจะเท่ากับ 0 และจากกฎของ Stefan-Boltzmann จะได้

$$W_b = \sigma T^4 \quad \dots\dots\dots(7)^{10}$$

⁹ Faye C. McQuiston, Jerald D. Parker and Jeffrey D. Spittler. Heating, ventilating and air conditioning : Analysis and design. 5th edition. New York: John Wiley & Sons, 2000. p. 133.

¹⁰ American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineering, Inc., 1989 ASHRAE Handbook Fundamentals I-P Edition. Atlanta, 2001, p. 3.7.

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } W &= \text{กำลังการแผ่รังสีความร้อนของวัตถุ (Total Rate of Energy emission)} \\ \sigma &= \text{ค่าคงที่จาก ทฤษฎีของ Stefan-Boltzmann } (0.1712 \times 10^{-8} \text{ Btu/h.ft}^2 \cdot \text{°R}^4) \\ T &= \text{อุณหภูมิ } \text{°R} (\text{°C}, \text{°F}) \end{aligned}$$

หมายเหตุ สมการนี้เป็นสมการที่เกี่ยวกับการแผ่รังสีของวัตถุดำ (black body) เท่านั้น

โดยวัตถุดำ (Black Body) หมายถึง วัตถุที่มีความสามารถในการดูดกลืนรังสีที่ตกกระทบได้ สมบูรณ์โดยไม่มีการสะท้อนหรือทะลุผ่าน และเป็นวัตถุที่มีการสะท้อนรังสีได้สมบูรณ์ด้วย อย่างไรก็ตาม วัตถุตามจริง ๆ ในธรรมชาติไม่มี ยกเว้นดวงอาทิตย์ที่อาจสมมุติว่าเป็นวัตถุดำได้ Black body เป็นเพียงแนวความคิดที่ใช้ในทางวิศวกรรมศาสตร์เพียงให้เกิดความสะดวกในการคำนวณ แต่ในความเป็นจริงแล้ววัตถุชนิดใด ๆ จะไม่เป็นวัตถุดำ (Black body) การแผ่รังสีออกมาจึงมีน้อยกว่า วัตถุดำในสถานะอุณหภูมิที่เท่ากัน

เมื่อวัตถุที่มีค่า ϵ (สภาพการแผ่รังสีของวัตถุ) คงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตาม ความยาวคลื่นเรียกว่า วัตถุเทา (Gray body) ส่วนวัตถุที่มีค่า ϵ ไม่คงที่ ซึ่งเป็นลักษณะของวัตถุใน ความเป็นจริง ส่วนมากถือว่าเป็นวัตถุเทา (Non – Gray body) อย่างไรก็ตามในการคำนวณจะถือ เสมือนว่าวัตถุเป็นเสมือนวัตถุเทา คือมีค่า ϵ คงที่ ซึ่งเราสามารถคำนวณกำลังงานการแผ่รังสี ความร้อนของวัตถุใด ๆ ได้จากสมการ

$$E = \sigma \cdot \epsilon \cdot T^4 \quad \dots\dots\dots(8)^{11}$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } E &= \text{กำลังงานการแผ่รังสีความร้อนของวัตถุ} \\ \sigma &= \text{ค่าคงที่จากทฤษฎีของ Stefan-Boltzmann} \\ & \quad (0.1712 \times 10^{-8} \text{ Btu/h.ft}^2 \cdot \text{°R}^4) \text{ หรือ } = (5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4) \\ \epsilon &= \text{สภาพการแผ่รังสีของวัตถุ (Emissivity)} \\ & \quad (\text{ยกเว้นวัตถุดำ } \epsilon = 1 \text{ เพราะถือว่าวัตถุมีคุณสมบัติเป็นตัวดูดกลืนรังสีที่} \\ & \quad \text{สมบูรณ์ ในการคำนวณจะถือว่า ค่า } \epsilon \text{ คงที่)} \\ T &= \text{อุณหภูมิที่ผิวของวัตถุดำ, K.} \end{aligned}$$

¹¹ American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineering, Inc., 1989 ASHRAE Handbook Fundamentals I-P Edition. Atlanta, 2001, p. 3.8.

ในการใช้งานจะพิจารณาค่า ϵ ของวัตถุที่ได้ตลอดช่วงความยาวคลื่น และทุกทิศทางของรังสีที่แผ่ออกจากพื้นผิว อย่างไรก็ตามค่า ϵ ยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ผิวของวัตถุนั้นด้วย

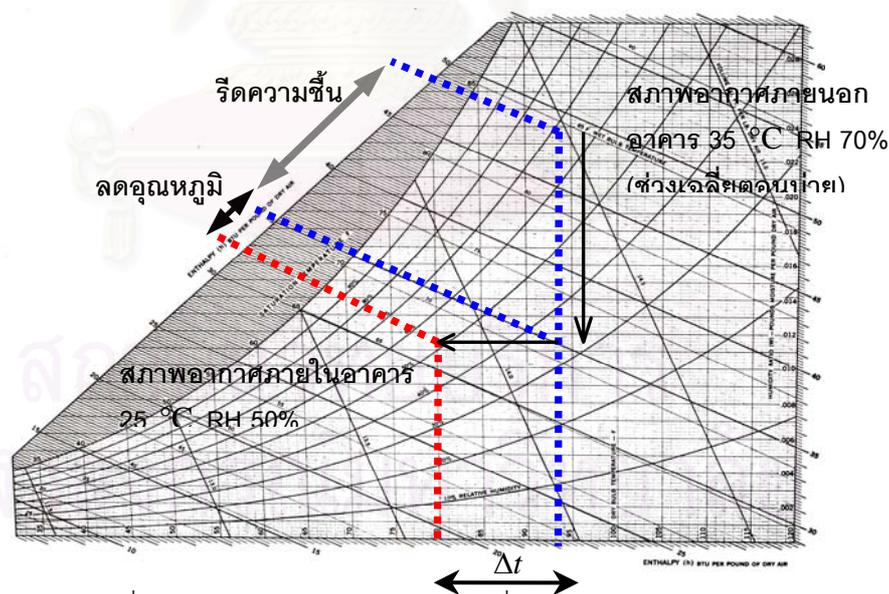
2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับการปรับอากาศและการคำนวณภาระการทำความเย็น

การปรับอากาศ คือ การกระทำต่ออากาศเพื่อควบคุมให้อุณหภูมิและความชื้นของอากาศเป็นไปตามความต้องการของที่นั้น ๆ¹²

ในการปรับอากาศโดยทั่วไปของสภาพภูมิอากาศแบบประเทศไทย เครื่องปรับอากาศต้องทำหน้าที่ 2 ส่วนคือ ปรับลดอุณหภูมิให้กับอากาศ และปรับลดความชื้น ซึ่งในการคำนวณมักจะยึดถือสภาวะภายในอาคารที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ไว้ที่ 50 เปอร์เซ็นต์เป็นสภาวะปรับอากาศภายในอาคาร และต้องควบคุมความบริสุทธิ์และการเคลื่อนไหวของอากาศด้วย

2.2.1 ทฤษฎีการปรับอากาศ

จากที่กล่าวไว้ข้างต้นว่าในการปรับอากาศนั้นเครื่องปรับอากาศต้องมีหน้าที่ใน 2 ส่วนคือ การปรับอุณหภูมิและปรับความชื้น



ภาพที่ 2.3 แสดงลักษณะการทำงานของเครื่องปรับอากาศในการลดอุณหภูมิอากาศและ

ลดความชื้น¹³

¹² สฤกกา พงษ์สุวรรณ. การวิเคราะห์ระดับเอนทัลปีเพื่อหาแนวทางการออกแบบอาคารปรับอากาศสำหรับภูมิภาคร้อนชื้น. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ ภาควิชาสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.)

แล้วนอกจากนั้นยังมีปัจจัยอื่นที่เป็นผลพลอยได้คือการขจัดสิ่งรบกวนต่าง ๆ เช่น ฝุ่นละออง คิววัน บุหรี่ กลิ่นและเสียงลดน้อยลงซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้

1. ปรับและควบคุมอุณหภูมิ

ถือเป็นหน้าที่หลักหน้าที่หนึ่งของเครื่องปรับอากาศโดยทั่วไปเพราะเนื่องจากสภาพภูมิอากาศในบริเวณโดยรอบไม่เอื้ออำนวย การปรับอุณหภูมิในห้องปรับอากาศให้อยู่ในช่วงที่คนรู้สึกสบายจึงเป็นสิ่งที่สำคัญมาก โดยเฉพาะประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศร้อนมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 29 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิที่คนรู้สึกสบายจะอยู่ที่ 24 – 25 องศาเซลเซียส

2. การควบคุมความชื้น

เป็นหน้าที่หลักอีกส่วนหนึ่งของเครื่องปรับอากาศในการสร้างสภาวะน่าสบายให้กับมนุษย์ เพราะเนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์เป็นตัวแปรหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อสภาวะน่าสบายของมนุษย์เช่นเดียวกับอุณหภูมิ เช่น ในฤดูหนาวบางครั้งมีอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกับในฤดูร้อน (29 องศาเซลเซียส) เรายังรู้สึกว่าในฤดูหนาวเย็นสบายกว่าฤดูร้อน เพราะในฤดูหนาวอากาศแห้ง ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ เหนือที่ผิวหนังระเหยได้ง่ายกว่าฤดูร้อนซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงเหนือที่ผิวหนังระเหยได้ยาก โดยทั่วไปความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมกับคนเราอยู่ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ แต่ทั้งนี้ค่าของอุณหภูมิกระเปาะแห้งอาจต้องลดมากกว่านี้เพื่อให้รู้สึกสบาย ซึ่งเป็นผลมาจากการที่อุณหภูมิพื้นผิวของวัสดุโดยรอบผู้อยู่อาศัยมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งภายในห้อง และมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิผิวกายของคนด้วย โดยจะทำให้มีการแผ่รังสีความร้อนมาที่คน จึงทำให้ต้องลดอุณหภูมิลงมากกว่าค่าที่กำหนด ในลักษณะของการเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนดังกล่าวนี้ เรียกว่า *ความร้อนจากการแผ่รังสี (Mean Radiant Temperature;MRT)*

3. ระบายอากาศ

การระบายอากาศเป็นการนำเอาอากาศเสียภายในอาคารหมุนเวียนออกไปภายนอกอาคารและเปลี่ยนเอาอากาศจากภายนอกเข้ามาแทนแต่ทั้งนี้ในการหมุนเวียนเอาอากาศภายนอกเข้ามาต้องคำนึงถึงอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศ (Air Change per hour) เพราะถึง

¹³ ดัดแปลงจาก Faye C. McQuiston, Jerald D. Parker and Jeffrey D. Spitler. *Heating, ventilating and air conditioning :*

แม้ว่าภายในห้องมีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นดีแล้วแต่ถ้ามีอัตราการแลกเปลี่ยนที่มากเกินไปก็จะเป็นการเพิ่มภาระให้กับเครื่องปรับอากาศมากขึ้น

4. การกำจัดฝุ่นละออง คาร์บอนหรือ และเสียง

เนื่องจากห้องปรับอากาศเป็นห้องที่ปิดมิดชิด การปรับอากาศที่ดีเป็นการกำจัดสิ่งรบกวนต่าง ๆ ได้ เช่น ฝุ่นละออง คาร์บอน กลิ่นและเสียงอีกทีก็จากภายนอก

2.2.2 การคำนวณภาระการทำความร้อน

ASHRAE Fundamental Handbook (SI), (1997) เสนอการคำนวณภาระปรับอากาศ ด้วยวิธี CLTD/SCL/CLF ซึ่งสามารถกำหนดปัจจัยที่พิจารณาสำหรับการคำนวณภาระปรับอากาศได้ดังนี้

1. External Cooling Load
2. Internal Cooling Load
3. Ventilation and Infiltration

2.2.2.1 External Cooling Load คือ การคำนวณภาระการทำความร้อนที่เกิดจาก

อิทธิพลจากภายนอกอาคารผ่านเข้ามาในอาคารทางด้านเปลือกของอาคาร

2.2.2.1.1 ภาระการปรับอากาศที่เกิดจากการนำความร้อน ผ่านผนัง, หลังคา และกระจกช่องแสง สามารถคำนวณได้โดย

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T \quad \dots\dots\dots (9)^{14}$$

$$Q = U \cdot A \cdot CLTD \quad \dots\dots\dots (10)^{15}$$

¹⁴ Faye C. McQuiston, Jerald D. Parker and Jeffrey D. Spitler. Heating, ventilating and air conditioning : Analysis and design. 5th edition. New York: John Wiley & Sons, 2000. p. 142.

¹⁵ American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineering, Inc., 1989 ASHRAE Handbook Fundamentals I-P Edition. Atlanta, 2001, p. 28.2.

เมื่อ	Q	=	ภาระการปรับอากาศ (Watt หรือ Btu/h)
	U	=	สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของเปลือกอาคาร (watt/sq.m ^{°C} หรือ Btu/h sq.ft ^{°F})
	A	=	พื้นที่เปลือกอาคาร (sq.m หรือ sq.ft)
	ΔT	=	ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายใน (°C หรือ °F) ¹
	CLTD	=	ภาระความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าหรือCooling Load Temperature Differences

Temperature Differences

ในการคำนวณสมการที่ 9 เป็นการคำนวณค่าภาระการปรับอากาศที่เมื่อค่าความแตกต่างของอุณหภูมิมียุคคงที่ (Steady State Condition) หรืออิทธิพลจากภายนอกมีค่าไม่รุนแรงมากนัก แต่ในความเป็นจริงที่ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกและภายในจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพภูมิอากาศ วัน เวลา เดือน และละติจูด ตลอดจนลักษณะของมวลสาร สีของผนัง ระยะเวลาของผนัง ตลอดจนผลกระทบของแสงแดด อุณหภูมิและสภาพแวดล้อม นั่นคือ ค่า CLTD (Cooling Load Temperature Differences) จะเป็นการปรับการคำนวณที่คำนึงถึงตัวแปรต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการถ่ายเทความร้อนให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

2.2.2.1.2 ภาระการปรับอากาศที่เกิดจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ส่องผ่านกระจกช่องแสงซึ่งสามารถคำนวณได้โดย

$$Q = A \cdot SC \cdot SHGF \cdot CLF \quad \dots\dots\dots(11)^{16}$$

เมื่อ	Q	=	ภาระการปรับอากาศ (Watt หรือ Btu/h)
	SC	=	Shading Coefficient ของกระจก
	A	=	พื้นที่เปลือกอาคาร (sq.m หรือ sp.ft)
	SHGF	=	Solar Heat Gain Factor

¹⁶ American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineering, Inc., 1989 ASHRAE Handbook Fundamentals I-P Edition. Atlanta, 2001,

CLF = Cooling load factors

โดยที่ในการหาค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก SC จะได้มาจาก

$$SC = \frac{SHGC(\theta)}{SHGC(\theta)} \quad \dots\dots\dots(12)^{17}$$

หรือ

$$SC = \frac{SHGC}{0.87} \quad \dots\dots\dots(13)^{18}$$

ในการประเมินศักยภาพของกระจกใด ๆ จะพบว่าค่า SC เป็นค่าหนึ่งที่มีความสำคัญต่อภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นจากกระจกที่เป็นผนังภายนอกอาคาร กระจกที่มีค่า SC ยิ่งน้อยก็จะทำให้เกิดภาระในการทำความเย็นที่น้อยตามไปด้วย แต่ในระบบหน้าต่างโดยทั่วไปประกอบด้วยกระจกและอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคารดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดจึงประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของตัวกระจกเอง (SC_1) และค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด(SC_2)

$$SC = (SC_1)(SC_2) \quad \dots\dots\dots(14)^{19}$$

2.2.2.1.3 การคำนวณภาระการปรับอากาศจากการถ่ายเทความร้อน

ร้อนเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างองค์ประกอบภายในอาคาร เช่น ฉากกั้นห้อง ฝ้าเพดาน พื้น

$$Q = U \cdot A \cdot (t_b - t_{rc}) \quad \dots\dots\dots(15)^{20}$$

เมื่อ Q = ภาระการปรับอากาศ (Watt หรือ Btu/h)

¹⁷ American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineering, Inc., 1989 ASHRAE Handbook

Fundamentals I-P Edition. Atlanta, 2001, p. 30.38.

¹⁸ Ibid., p. 30.39.

¹⁹ Ibid., p. 30.51.

²⁰ Ibid., p. 28.10.

U = สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของเปลือกอาคาร (watt/sq.m^{°C} หรือ Btu/h sq.ft^{°F})

A = พื้นที่เปลือกอาคาร (sq.m หรือ sq.ft)

t_b = อุณหภูมิในส่วนที่ต่อเนื่องกับพื้นที่ปรับอากาศ (°C หรือ °F)

t_{rc} = อุณหภูมิพื้นที่ปรับอากาศ (°C หรือ °F)

2.2..2.2 Internal Cooling Load คือ การคำนวณภาระการปรับอากาศจากความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารสามารถแบ่งได้เป็น

2.2.2.2.1 การคำนวณภาระการปรับอากาศเกิดจากผู้อยู่อาศัยในอาคาร

$$Q_{\text{sensible}} = N \times (\text{Sensible Heat Gain}) \times \text{CLF} \quad \dots\dots(16)^{21}$$

$$Q_{\text{latent}} = N \times (\text{Latent Heat Gain}) \times \text{CLF} \quad \dots\dots(17)^{22}$$

เมื่อ Q = ภาระการปรับอากาศ (Watt หรือ Btu/h)

N = จำนวนคนที่ใช้อาคาร

SHG = Sensible heat gain per person(อัตราขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่ทำ)

LSG = Latent heat gain per person(อัตราขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่ทำ)

CLF = Cooling Load Factors

2.2.2.2.2 การคำนวณภาระการปรับอากาศที่เกิดจาก

อุปกรณ์ไฟฟ้าและจากระบบแสงสว่างภายในอาคาร

$$Q = W \times (F_{\text{ut}}) \times (F_{\text{sa}}) \times \text{CLF} \quad \dots\dots(18)^{23}$$

เมื่อ Q = ภาระการปรับอากาศ (Watt หรือ Btu/h)

W = Watt Input ของอุปกรณ์หรือของระบบแสงสว่าง

F_{ut} = Lighting Use Factor ของอุปกรณ์หรือของระบบแสงสว่าง

²¹ William Bobenhausen. *Simplified design of HVAC systems*. New York: John Wiley & Sons, 1994, p. 53.

²² Ibid., p.54.

²³ Ibid., pp. 55-59.

F_{sa} = Special Allowance Factor ของอุปกรณ์หรือของระบบแสงสว่าง

CLF = Cooling Load Factors

2.2.2.3 Ventilation and Infiltration Cooling Load คือ ภาระการทำความร้อนของเครื่องปรับอากาศที่เกิดขึ้นจากการรั่วซึม หรือ การไหลเวียนของอากาศ จากอากาศภายนอกที่มีอุณหภูมิและความชื้นที่สูงกว่าอากาศภายในที่มีการปรับอากาศ

สูตรในการคำนวณคือ

$$Q_{sen} = 1.08 * V * (t_o - t_i) \quad \dots\dots\dots(19)^{24}$$

$$Q_{Lat} = 4840 * V * (W_o - W_i) \quad \dots\dots\dots(20)^{25}$$

$$Q_{tot} = 4.50 * V * (h_o - h_i) \quad \dots\dots\dots(21)^{26}$$

เมื่อ Q = ภาระปรับอากาศ (Btu/h)

V = ความเร็วลม (ft^3 / m)

$t_o - t_i$ = ความแตกต่างอุณหภูมิอากาศภายนอก, ภายใน ($^{\circ}C$ หรือ $^{\circ}F$)

$W_o - W_i$ = ความแตกต่าง Grains of moisture ภายนอก และ ภายใน
(lb / lb_{dry air})

$h_o - h_i$ = ความแตกต่าง Enthalpy ภายนอก, ภายใน (Btu / lb_{dry air})

2.3 กระบวนการทางไซโครเมตริกกับการปรับอากาศ

2.3.1 ไซโครเมตริก (Psychrometric)

เป็นการศึกษาถึงคุณสมบัติของอากาศในการปรับอากาศ เกี่ยวกับการวัดหาค่าคุณสมบัติของอากาศภายนอกและภายในห้องปรับอากาศ และใช้ในการกำหนดสภาพของอากาศที่จะเหมาะสมที่สุดในเรื่องของการปรับอากาศ สำหรับคำนิยามต่าง ๆ ที่ปรากฏในแผนภูมิ ไซโครเมตริก (Psychrometric Chart) มีความหมายดังนี้

²⁴ William Bobenhausen. *Simplified design of HVAC systems*. New York: John Wiley & Sons, 1994, p. 96.

²⁵ Ibid., p. 97.

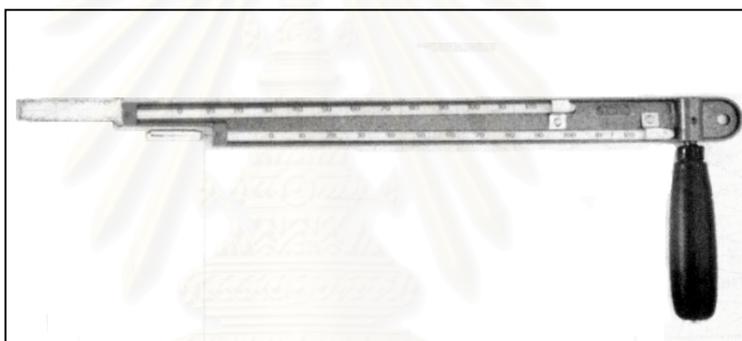
²⁶ Ibid., p. 99.

1. อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry – bulb Temperature; D.B.)

อุณหภูมิกระเปาะแห้ง หมายถึง อุณหภูมิของวัตถุที่สามารถอ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์ทั่วไปหรือเครื่องวัดอุณหภูมิ โดยทั่วไปจะต้องควบคุมไม่ให้ได้รับอิทธิพลจากการแผ่รังสีความร้อนของแหล่งกำเนิดความร้อนต่าง ๆ เช่น ดวงอาทิตย์ เครื่องใช้ไฟฟ้า หรืออื่น ๆ ซึ่งทำให้เกิดการดูดซับความร้อนระหว่างตัวรับรู้และแหล่งกำเนิด

2. อุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet – bulb Temperature ; WB)

อุณหภูมิกระเปาะเปียก หมายถึง ค่าอุณหภูมิต่ำสุดที่วัดได้โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์หรือเครื่องวัดอุณหภูมิชนิดอื่นๆ ซึ่งตัวรับรู้ (Sensor) ถูกห่อหุ้มด้วยผ้าหรือสำลีชุบน้ำ และมีความเร็วลมหรืออากาศพัดผ่านจนทำให้เกิดการระเหยของน้ำในบริเวณนั้น



ภาพที่ 2.4 อุปกรณ์ที่ใช้วัดอุณหภูมิกระเปาะเปียก (a hand – held psychrometer)²⁷

อันจะเป็นผลทำให้อุณหภูมิจากกระเปาะเทอร์โมมิเตอร์หรือตัวรับรู้ นั้นเย็นลง จนถึงจุดคงที่และอ่านค่าอุณหภูมิที่อ่านได้คือ อุณหภูมิกระเปาะเปียก

3. อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (Dew Point Temperature ; D.P.)

อุณหภูมิจุดน้ำค้าง คือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนจุดกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศ ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนของไอน้ำในอากาศ และกำลังดันของตัวมันเอง ซึ่งกล่าวได้ว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างเป็นอุณหภูมิที่ไอน้ำเกิดการควบแน่นและกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่ออากาศมีอุณหภูมิลดลงแต่ปริมาณไอน้ำในอากาศยังคงเท่าเดิม และมีปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ที่ 100 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่า ณ ขณะนั้นเป็นสภาวะที่อากาศอิ่มตัว คือไม่สามารถรับไอน้ำเพิ่มขึ้นได้อีก หาก

²⁷ Faye C. McQuiston, Jerald D. Parker and Jeffrey D. Spitler. Heating, ventilating and air conditioning : Analysis and design. 5th edition. New York: John Wiley & Sons, 2000, p. 55.

มีปริมาณไอน้ำเพิ่มสูงขึ้น จะทำให้ไอน้ำในอากาศเกิดการกลั่นตัวและควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำ
 สถานะนี้เรียกว่า อุณหภูมิจุดน้ำค้าง ซึ่งเกิดขึ้นได้ในกรณีที่พื้นผิวของวัตถุใด ๆ มีอุณหภูมิพื้นผิวต่ำ
 กว่าอุณหภูมิอากาศ จนถึงอุณหภูมิจุดน้ำค้างก็จะทำให้เกิด หยดน้ำ บนพื้นผิววัสดุนั้น เมื่อ
 จำนวนไอน้ำในอากาศเพิ่มขึ้นกำลังดันไอน้ำในอากาศจะเพิ่มขึ้นและจุดน้ำค้างจะสูงขึ้น แต่ในทาง
 ตรงกันข้าม ถ้าลดจำนวนไอน้ำในอากาศให้ลดน้อยลง จุดน้ำค้างจะลดลงต่ำลงไปด้วย

4. ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity ;R.H.)

ความชื้นสัมพัทธ์ เป็นอัตราส่วนระหว่างปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงใน
 อากาศ กับปริมาณไอน้ำมากที่จุดที่อากาศจะสามารถอุ้มไว้ได้

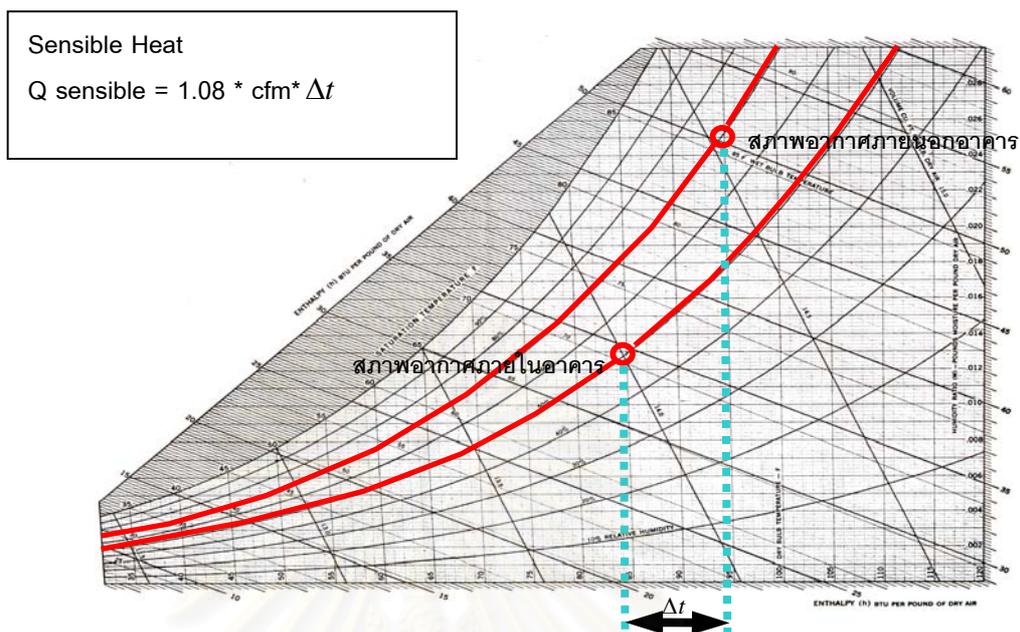
5. ความชื้น (Humidity Ratio)

ความชื้นในอากาศ เป็นองค์ประกอบสำคัญหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการ
 ปรับอากาศ ถ้าในอากาศมีความชื้นสูง การกำหนดขนาดของเครื่องปรับอากาศที่ใช้จะต้องใหญ่
 กว่าเครื่องปรับอากาศที่ใช้ในบริเวณที่มีความชื้นต่ำกว่าสำหรับห้องที่มีขนาดเท่ากัน ทั้งนี้เพราะ
 เครื่องปรับอากาศนั้นต้องเพิ่มให้ขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อใช้ในการทำให้ไอน้ำในอากาศในห้องปรับ
 อากาศกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ เกาะตัวอยู่ในที่ผิวและคอยล์เย็น เพื่อลดปริมาณความชื้น

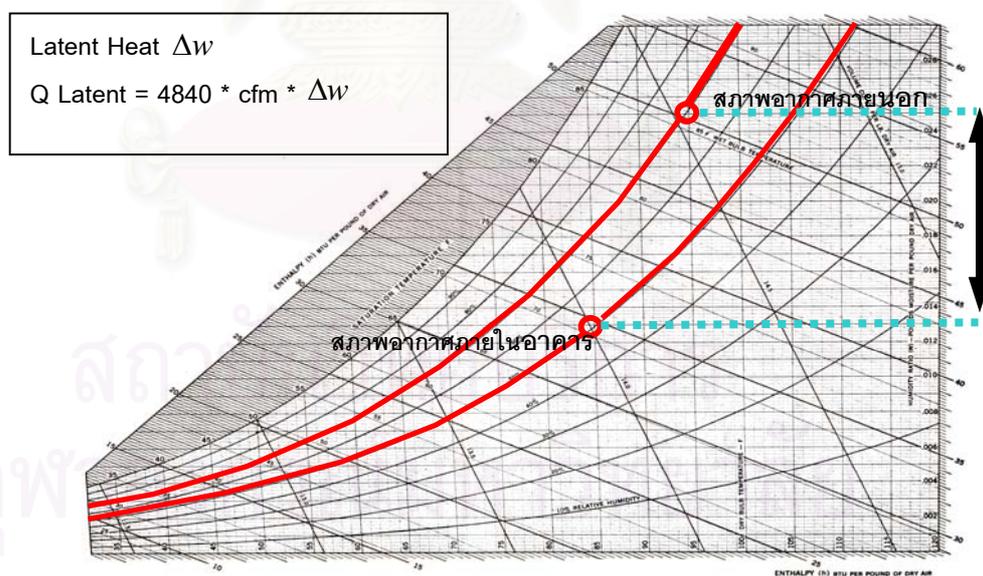
6. เอนทัลปี (Enthalpy)

เอนทัลปีเป็นคุณสมบัติ ทางเทอร์โมไดนามิกส์ที่บ่งบอกระดับพลัง
 งานที่ผสมผสานระหว่างความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) ความร้อนแฝง (Latent Heat) และงาน
 ไหล (Flow work) ซึ่งเป็นค่า ณ สถานะใด ๆ

สถาบันวิทยบริการ
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



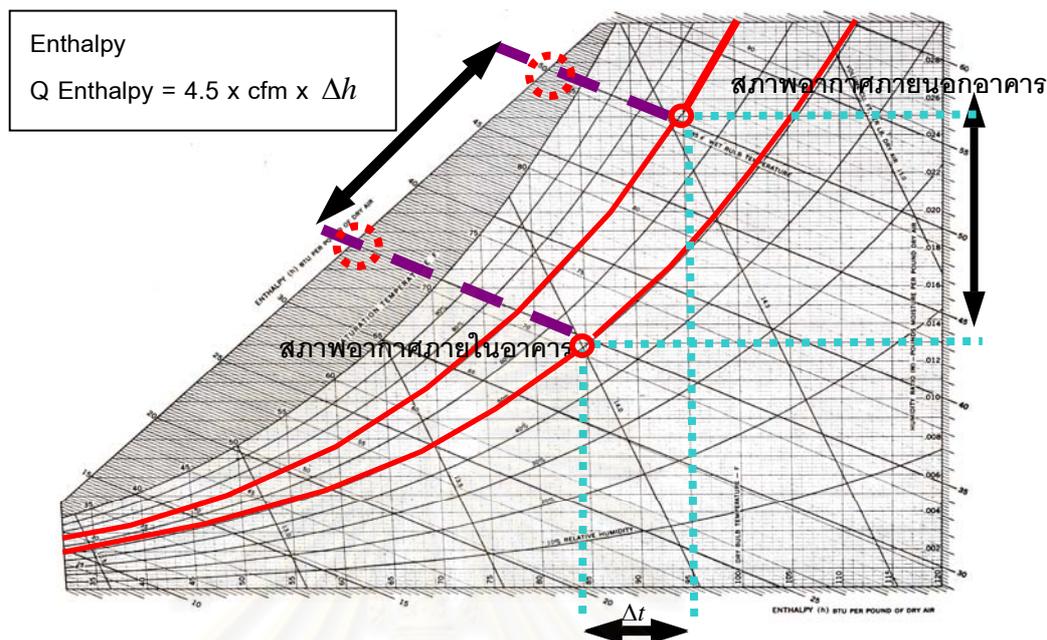
ภาพที่ 2.5 แสดงการคำนวณความร้อนแฝง (Sensible Heat)²⁸



ภาพที่ 2.6 แสดงการคำนวณความร้อนแฝง (Latent Heat)²⁹

²⁸ ดัดแปลงจาก Faye C. McQuiston, Jerald D. Parker and Jeffrey D. Spitler. *Heating, ventilating and air conditioning :*

Analysis and design. 5th edition. New York: John Wiley & Sons, 2000. p. 56.



ภาพที่ 2.7 แสดงการคำนวณค่าเอนทัลปีที่เหมาะสมระหว่างความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง³⁰

เอนทัลปีของอากาศและน้ำสามารถหาได้จากตารางเทอร์โมไดนามิกส์ของอากาศ และตารางไอน้ำ แต่ในกรณีที่ไม่ต้องการใช้ตาราง สามารถหาได้จากสมการหลักดังนี้

1) เอนทัลปีของน้ำ (h_f)

มีสมการในการคำนวณคือ

$$h_f = 4.186 \quad ; \quad \text{หน่วย } \text{kJ /kg}$$

2) เอนทัลปีของไอน้ำ (h_v)

มีสมการคำนวณดังนี้

$$h_v = 2501 + 1.86 \quad ; \quad \text{หน่วย } \text{kJ /kg} \quad \dots(22)^{31}$$

²⁹ ดัดแปลงจาก Faye C. McQuiston, Jerald D. Parker and Jeffrey D. Spitler. Heating, ventilating and air conditioning :

Analysis and design. 5th edition. New York: John Wiley & Sons, 2000. p. 56.

³⁰ Ibid., p. 56.

³¹ American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineering, Inc., 1989 ASHRAE Handbook Fundamentals I-P Edition. Atlanta, 2001, pp. 6.13-6.18.

3) เอนทัลปีของอากาศ (h_a)

มีสมการคำนวณดังนี้

$$h_a = t + w \quad ; \text{หน่วย } \text{kJ /kg} \quad \dots\dots(23)^{32}$$

4) เอนทัลปีของอากาศชื้น

มีสมการคำนวณดังนี้

$$h = h_a + w * h_v \quad \dots\dots(24)^{33}$$

หน่วยกิโลจูลต่อกิโลกรัมของอากาศแห้ง

เมื่อ t = อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)

W = อัตราส่วนความชื้นกิโลจูลต่อกิโลกรัมของอากาศแห้ง

แทนค่าจากสมการของเอนทัลปีของไอน้ำ และเอนทัลปีของอากาศ

$$h_v = t + w (2501 + 1.86 t) \quad ; \text{หน่วย } \text{kJ /kg} \quad \dots\dots(25)^{34}$$

หากพิจารณาผลต่างของเอนทัลปีของอากาศชื้นของ 2 สภาวะ คือ เอนทัลปีของไอน้ำ และ เอนทัลปีของอากาศ จะได้

$$h_2 - h_1 = \underbrace{(1 + 1.86w_m)(t_2 + t_1)}_{\text{Sensible heat}} \underbrace{(2501 + 1.86 t_m)}_{\text{Latent Heat}} (w_1 + w_2) \quad ; \text{หน่วย } \text{kJ /kg} \quad \dots\dots(26)^{35}$$

³² American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineering, Inc., 1989 ASHRAE Handbook

Fundamentals I-P Edition. Atlanta, 2001, pp. 6.13-6.18.

³³ Ibid., pp. 6.13-6.18.

³⁴ Ibid., pp. 6.13-6.18.

³⁵ Ibid., pp. 6.13-6.18.

โดยมีการแทนค่าเป็น

$$W_m = (w_1 + w_2) / 2 \quad \dots\dots\dots(27)^{36}$$

$$T_m = (t_1 + t_2) / 2 \quad \dots\dots\dots(28)^{37}$$

7. Enthalpy Deviation

เป็นค่าเอนทัลปีในสภาวะที่อากาศไม่อยู่ในสถานะอิ่มตัว ซึ่งจะ
ต้องแก้ค่าความถูกต้องด้วยการปรับแก้เอนทัลปี (Enthalpy Deviation) ซึ่งมีหน่วย บีทียูต่อปอนด์
ของอากาศแห้ง เห็นได้ว่าเราจะใช้ค่าปรับแก้เอนทัลปี เมื่อต้องการค่าที่แน่นอนสำหรับการปรับ
อากาศ

2.4 การคำนวณหาจำนวนอากาศภายนอกเข้ามาภายในอาคาร

อากาศภายนอกซึ่งร้อนและชื้น สามารถเข้ามาภายในห้องที่มีการปรับอากาศได้ 2 วิธีคือ

- 1) Infiltration
- 2) Ventilation

1. การระงับการทำความเย็น อันเนื่องจากการรั่วซึมของอากาศ (Infiltration)

การแทรกซึมของอากาศภายนอกเข้ามาตามรอยแตกของขอบหน้าต่าง
หรือตามการเปิดเข้า - ออกของประตูหน้าต่างจะเกิดขึ้นมากหรือน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับขนาด
และรอยแตก ตลอดจนความดันอันเนื่องมาจากความเร็วของลมที่ปะทะอาคาร ในกรณีที่เป็นอาคารสูง
หลายชั้น อาจเกิดจากการหวนกลับของลม (Reverse Chimney Effect) โดยอากาศภายนอกที่รั่วเข้า
มาที่ชั้นบน ๆ ของอาคารผ่านช่องท่อต่าง ๆ ลงสู่ชั้นล่างแล้วไหลลงสู่ภายนอกทางประตู ปรากฏ
การณ์นี้เกิดจาก ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคาร อากาศร้อนที่รั่ว
เข้ามานี้จะกลายเป็นการระงับการทำความเย็นทันที ในการคำนวณหาปริมาณอากาศที่รั่วเข้ามา
สามารถหาได้จากทั้งแบบระบบการหมุนเวียนอากาศ (Air Change Method) และแบบรอยรั่ว
(Crack Method)

³⁶ American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineering, Inc., 1989 ASHRAE Handbook
Fundamentals I-P Edition. Atlanta, 2001, pp 6.13-6.18.

³⁷ Ibid., pp. 6.13-6.18.

การคำนวณแบบที่ 1

ในการคำนวณค่าการรั่วซึมของอากาศผ่านเข้ามาในบริเวณปรับอากาศ โดยผ่านรอยรั่วตามขอบหน้าต่างและประตูซึ่งจะทำการคำนวณจากทิศทางของกระแสลมกระทบหน้าต่างและประตูโดยตรง เป็นการคำนวณโดยใช้พื้นที่ของหน้าต่างและประตู เป็นหลักในการคำนวณ และให้คิดพื้นที่หน้าต่างและประตูเฉพาะทางด้านต้นลมเข้าเท่านั้น ถ้าทิศลมพัดเอียงทำมุมกับหน้าต่างและประตูให้คูณด้วย 0.6

ตารางที่ 2.1 แสดงการรั่วซึมของอากาศผ่านหน้าต่างและประตู (ใช้พื้นที่เป็นหลักในการคำนวณ) ที่ความเร็วลม 7.5 ไมล์ต่อชั่วโมง³⁸

Double Hung Windows

Description	cfm / ft ² sash area					
	Small- 30" x 72"			Large- 54" x 96"		
	No W-Strip	W-Strip	Storm Sash	No W-Strip	W-Strip	Storm Sash
Average Wood Sash	.43	.26	.22	.27	.17	.14
Poorly Fitted Wood Sash	1.20	.37	.60	.76	.24	.38
Total Sash	.80	.35	.40	.51	.22	.25

Casement Type Windows

Description	cfm / ft ² sash area									
	Percent Openable Area									
	0%	25%	33%	40%	45%	50%	60%	66%	75%	100%
Rolled Section - Steel Sash										
Industrial Pivoted	.33	.72	-	.99	-	-	-	1.45	-	2.6
Architectural Projected	-	.39	-	-	-	.55	.74	-	-	-
Residential	-	-	.28	-	-	.49	-	-	-	.63
Heavy Projected	-	-	-	-	.23	-	-	.32	.39	-
Hollow Metal - Vertically Pivoted	.27	.58	-	.82	-	-	-	1.20	-	2.20

Swinging Doors on Opposite Walls

Percent Time 2 nd Door is Open	cfm per Pair of Doors				
	Percent Time 1 st Door is Open				
	10	25	50	75	100
10	100	250	500	750	1000
25	250	625	1250	1875	2500
50	500	1250	2500	3750	5000
75	750	1875	3750	5625	7500
100	1000	2500	5000	7500	10000

³⁸ สฤกกา พงษ์สุวรรณ. การวิเคราะห์ระดับแอนทัลปีเพื่อหาแนวทางการออกแบบอาคารปรับอากาศสำหรับภูมิภาคร้อน

ชื้น. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.)

ตารางที่ 2.1(ต่อ) แสดงการรั่วซึมของอากาศผ่านหน้าต่างและประตู (ใช้พื้นที่เป็นหลักในการคำนวณ) ที่ความเร็วลม 7.5 ไมล์ต่อชั่วโมง³⁹

Doors on One or Adjacent Walls, For Corner Entrances

Description	cfm / ft ² sash area			
	No Use	Average Use	Standing Open	
			No Vestibule	Vestibule*
Revolving Doors-Normal Operation	.8	5.2	-	-
Panels Open	-	-	1,200	900
Glass Door-3/16" Crack	4.5	10.0	700	500
Wood Door (3' x 7')	1.0	6.5	700	500
Small Factory Door	.75	6.5	-	-
Garage & Shipping Room Door	2.0	4.5	-	-
Ramp Garage Door	2.0	6.75	-	-

Doors

Description	cfm / ft ² sash area		
	72' Revolving Door	36" Swinging Door	
		No Vestibule	Vestibule
Bank	6.5	8.0	6.0
Barber Shop	4.0	5.0	3.8
Candy and Soda	5.5	7.0	5.3
Cigar Store	20.0	30.0	22.5
Department Store (Small)	6.5	8.0	6.0
Dress Shop	2.0	2.5	1.9
Drug Store	5.5	7.0	5.3
Hospital Room	-	3.5	2.6
Lunch Room	4.0	5.0	3.8
Men's Shop	2.7	3.7	2.8
Restaurant	2.0	2.5	1.9
Shoe Store	2.7	3.5	2.6

³⁹ สฤกกา พงษ์สุวรรณ. การวิเคราะห์ระดับเอนทัลปีเพื่อหาแนวทางการออกแบบอาคารปรับอากาศสำหรับภูมิภาคร้อน

ชื้น. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ ภาควิชาสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.)

หมายเหตุ * ประตูที่ 2 ก่อนเข้าโถงใหญ่ หลังผ่านประตูแรกมาแล้ว ซึ่งพบได้ตามศูนย์การค้าใหญ่ ๆ บางแห่ง ถ้า การเปิด - ปิด ประตูมีไม่มากอาจลดจำนวนการเล็ดลอดของอากาศลง 30 เปอร์เซ็นต์ ถ้าเกิดเปิดปิดประตูมีมาก ให้คิดค่าจำนวนการเล็ดลอดของอากาศตามปกติ

การคำนวณแบบที่ 2

เป็นตารางแสดงค่าจำนวนอากาศภายนอกเล็ดลอดผ่านเข้ามาในบริเวณภาวะปรับอากาศ โดยผ่านรอยรั่วตามขอบหน้าต่างและประตูทางด้านต้นลมเข้า โดยใช้รอยรั่วตามขอบหน้าต่างและ ประตูเป็นหลักในการคิดคำนวณ

ตารางที่ 2.2 แสดงการรั่วซึมของอากาศผ่านหน้าต่างและประตู (ใช้รอยรั่วเป็นหลักในการคำนวณ)⁴⁰

Double Hung Windows – Unlocked on Windward Side

Type of Double Hung Window	cfm per linear foot of crack											
	Wind Velocity Mph (ไมล์ต่อชั่วโมง)											
	5		10		15		20		25		30	
No W- Strip	W- Strip	No W- Strip	W- Strip	No W- Strip	W- Strip	No W- Strip	W- Strip	No W- Strip	W- Strip	No W- Strip	W- Strip	
Wood Sash												
Average Wood Sash	.12	.07	.35	.22	.65	.40	.98	.60	1.33	.82	1.73	1.00
Poorly Fitted Window	.45	.10	1.15	.32	1.85	.57	2.60	.85	3.30	1.18	4.20	1.50
Poorly Fitted with Storm Sash	.23	.05	.57	.16	.93	.29	1.30	.43	1.60	.59	2.10	.70
Metal Sash	.33	.10	.78	.32	1.23	.53	1.73	.77	2.30	1.00	2.80	1.20

Casement Type Windows on Windward Side

Type of Casement Window and Typical Crack Size	cfm per linear foot of crack					
	Wind Velocity Mph (ไมล์ต่อชั่วโมง)					
	5	10	15	20	25	30
Rolled Section – Steel Sash						
Industrial Pivoted 1/16" crack	.87	1.80	2.9	4.1	5.1	6.2
Architectural Projected 1/32" crack	.25	.60	1.03	1.43	1.86	2.3
Architectural Projected 3/64" crack	.33	.87	1.47	1.93	2.5	3.0
Residential Casement 1/64" crack	.10	.30	.55	.78	1.00	1.23
Residential Casement 1/32" crack	.23	.53	.87	1.27	1.67	2.10
Heavy Casement Section Projected 1/64" crack	.05	.17	.30	.43	.58	.80
Heavy Casement Section Projected 1/32" crack	.13	.40	.63	.90	1.20	1.53
Hollow Metal – Vertically Pivoted	.50	1.46	2.40	3.10	3.70	4.00

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) แสดงการรั่วซึมของอากาศผ่านหน้าต่างและประตู (ใช้รอยรั่วเป็นหลักในการคำนวณ)⁴¹

⁴⁰ สฤกกา พงษ์สุวรรณ. การวิเคราะห์ระดับเอนทัลปีเพื่อหาแนวทางการออกแบบอาคารปรับอากาศสำหรับภูมิภาคร้อนชื้น. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.)

Doors on Windward Side

Type of Door		cfm per linear foot of crack					
		Wind Velocity Mph (ไมล์ต่อชั่วโมง)					
		5	10	15	20	25	30
Glass Door-Herculite							
Good Installation	1/8" crack	3.2	6.4	9.6	13.0	16.0	19.0
Average Installation	3/16" crack	4.8	10.0	14.0	20.0	24.0	29.0
Poor Installation	1/4" crack	6.4	13.0	19.0	26.0	26.0	38.0
Ordinary Wood or Metal							
Well Fitted-W-Strip		.45	.60	.90	1.3	1.7	2.1
Well Fitted-No W-Strip		.90	1.2	1.80	2.6	3.3	4.2
Poorly Fitted-No W-Strip		.90	2.3	3.70	5.2	6.6	8.4

2.4.1 การออกแบบและควบคุมระบบปรับอากาศ

การออกแบบระบบปรับอากาศของบ้านมีความแตกต่างจากระบบปรับอากาศในอาคารสำนักงาน เนื่องจากในอาคารสำนักงานมีลักษณะการใช้งานที่ผู้ใช้อาคารมีกิจกรรม (Activity) สูงทำให้ต้องใช้แรงลมค่อนข้างสูงและไม่สม่ำเสมอ ขึ้นอยู่กับการใช้งานในแต่ละพื้นที่ เช่น มีการจ่ายลมเย็นเฉพาะจุดที่เป็นโต๊ะทำงาน (Work Station) หรือจัดให้มีการกระจายลมค่อนข้างเร็ว ถ้ามีกิจกรรมน้อยจะทำให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกเย็นเกินไป แต่ในการออกแบบระบบปรับอากาศของบ้านต้องคำนึงถึงการใช้งานในพื้นที่ส่วนต่าง ๆ โดยละเอียด บ้านพักอาศัยจะมีพื้นที่ที่มีกิจกรรมสูงไม่มากนัก เช่น ในส่วนรับแขก ส่วนทานอาหาร จึงควรมีการปรับแรงลมให้มีความเร็วที่เหมาะสมกับกิจกรรม หรืออย่างเช่นในห้องนอน ส่วนพักผ่อน เป็นส่วนที่ควรปรับแรงลมที่ต่ำ

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นว่าปริมาณการรั่วซึมของอากาศผ่านทางรอยรั่วของขอบหน้าต่าง ขอบประตู นั้นจะมากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับสาเหตุหลายประการ เช่น

1) รอยรั่วตามขอบประตูหน้าต่าง

- ถ้ามีรอยรั่วมาก ปริมาณอากาศที่เข้ามาในบริเวณที่ปรับอากาศก็

มากตาม

2) ทิศทางและความเร็วลมที่กระทบรอยรั่ว

⁴¹ สฤกกา พงษ์สุวรรณ. การวิเคราะห์ระดับแอนทัลปีเพื่อหาแนวทางการออกแบบอาคารปรับอากาศสำหรับภูมิภาคร้อนชื้น. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ ภาควิชาสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.)

- หากทิศทางลม กระทบด้านอาคารที่มีรอยรั่วมากโอกาสที่อากาศจะรั่วซึมผ่านอาคารก็จะมีมาก
- หากความเร็วลมที่กระทบด้านอาคารที่มีรอยรั่วมีความเร็วสูง โอกาสที่อากาศจะรั่วซึมผ่านเข้ามาในอาคารก็จะมีมาก

2.4.2 วิธีป้องกันการรั่วซึมของอากาศจากภายนอก

วิธีป้องกันการรั่วซึมของอากาศผ่านทางรอยรั่วนั้นสามารถทำได้โดย

- 1) พยายามปิดรอยรั่วบริเวณขอบประตูหน้าต่างให้มากที่สุด และการรั่วซึมของอากาศที่บริเวณขอบประตูหน้าต่างโดยการเจาะช่องประตูหน้าต่างเท่าที่จำเป็นและหลีกเลี่ยงการเจาะช่องเปิดในทิศที่มีการพัดของกระแสลมภายนอกที่แรง
- 2) นำอากาศภายนอกจำนวนพอเหมาะเข้ามาผสมกับลมเย็นก่อนกลับคืนสู่เครื่องส่งลมเย็นแล้วให้ผ่านคอยล์เย็นแล้วจึงกระจายเข้าไปในอาคารเพื่อให้ความดันลมภายในอาคารเป็นบวก ก็จะป้องกันการอากาศภายนอกรั่วซึมผ่านรอยรั่วได้ส่วนหนึ่ง

2.5 การศึกษาสภาวะน่าสบายของมนุษย์ (Thermal comfort)

จากการศึกษาและวิเคราะห์ถึงตัวแปรที่มีผลต่อสภาวะน่าสบายทางความร้อนของมนุษย์สามารถที่จะสรุปได้เป็น⁴²

1. อุณหภูมิอากาศโดยรอบ (Ambient Air Temperature)
2. ความชื้น (Humidity)
3. ความเร็วลม (Air Velocity)
4. ค่าการแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนระหว่างคนกับสภาพแวดล้อม (MRT)

2.5.1 อุณหภูมิอากาศโดยรอบ (Ambient Air Temperature)

จากการศึกษาพบว่าโดยเฉลี่ยร่างกายของคนมีอุณหภูมิปกติอยู่ที่ประมาณ 37.5 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิผิวประมาณ 32 องศาเซลเซียส⁴³ ดังนั้นหากเมื่ออุณหภูมิ

⁴² William J. McGuinness, Benjamin Stein, John S. Reynolds. Mechanical and electrical equipment for buildings.

อากาศบริเวณโดยรอบมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิผิวกายของเราจึงจะทำให้รู้สึกสบาย อันเนื่องมาจากคุณสมบัติของการถ่ายเทความร้อนที่จะถ่ายเทจากจุดที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่จุดที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ดังนั้น อุณหภูมิของสภาวะแวดล้อมย่อมเป็นปัจจัยสำคัญต่อสภาวะความน่าสบายของคน

2.5.2 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)

คืออัตราส่วนของปริมาณไอน้ำในอากาศขึ้นต่อปริมาณไอน้ำในอากาศอิ่มตัว ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน ปริมาณสัดส่วนสูงสุดของไอน้ำที่สามารถคงอยู่ได้ในอากาศที่หนึ่ง ๆ ก่อนที่จะเกิดการ กลั่นตัวเป็นหยดน้ำจะถือว่ามีความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ 100% ซึ่งเมื่อมีความชื้นสัมพัทธ์สูงมาก บรรยากาศจะสามารถรับไอน้ำได้เพิ่มขึ้นอีกเพียงเล็กน้อย จึงทำให้ร่างกายสามารถระบายความร้อนด้วยการระเหยเหงื่อได้ยากขึ้น ทำให้เกิดสภาวะที่ไม่สบาย ในทางกลับกันหากมีค่าความชื้นสัมพัทธ์น้อยเกินไปก็จะทำให้ร่างกายมีการระเหยของน้ำมากเกินไปทำให้รู้สึกไม่สบาย

ปริมาณไอน้ำในอากาศจะขึ้นอยู่กับสภาวะของอุณหภูมิในขณะนั้น ความชื้นในอากาศจะอยู่ในรูปของไอน้ำ ซึ่งอากาศสามารถอุ้มความชื้นได้ปริมาณมากเมื่ออากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น และเมื่ออากาศอยู่ในสภาวะอิ่มตัว (Saturation) แสดงว่า ณ เวลานั้นอากาศไม่สามารถอุ้มปริมาณไอน้ำได้อีก

2.5.2.1 อิทธิพลของความชื้น

ปริมาณความชื้นในอากาศมีอยู่ 2 ความหมาย คือ ความชื้นจำเพาะ (Specific Humidity) และความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)

ความชื้นจำเพาะ เป็นน้ำหนักของไอน้ำที่มีอยู่จริง (ปอนด์) ของอากาศแห้ง สามารถแสดงได้ทั้งหน่วยของไอน้ำต่อปอนด์ของอากาศแห้งและ grain ของไอน้ำต่อปอนด์ ของอากาศแห้ง

ความชื้นสัมพัทธ์ เป็นการวัดระดับของการอิ่มตัวของอากาศที่อุณหภูมิของกระเปาะแห้ง (DB) ซึ่งแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ของการอิ่มตัว โดยที่ 100 % ของความชื้นสัมพัทธ์ แสดงถึงอากาศอิ่มตัว และ 0 % ของความชื้นสัมพัทธ์แสดงถึงอากาศแห้งอย่างสมบูรณ์

⁴³ สุนทร บุญญาธิการ. เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542, หน้า 7.

จากการศึกษา⁴⁴ พบว่าระดับความชื้นสัมพัทธ์ในประเทศไทย โดยเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ที่สูงมาก ความชื้นจึงกลายเป็นตัวแปรที่สำคัญในการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงาน ในเกือบตลอดทั้งปีพบว่าเมื่อนำอากาศจากภายนอกมาปรับสภาพให้อยู่ในเขตสบายภายในห้องปรับอากาศ จะต้องใช้พลังงานมหาศาลในการปรับลดความชื้นในรูป ความร้อนแฝง (Latent Heat) และการลดอุณหภูมิในรูป ความร้อนสัมผัส (Sensible Heat)

2.5.3 ความเร็วลมและการระบายอากาศ (Air Velocity and Ventilation)

ความเร็วลมถือว่าเป็นตัวแปรหนึ่งที่ช่วยเพิ่มสภาวะให้อากาศบริเวณโดยรอบให้เข้าใกล้สภาวะน่าสบายมากขึ้น โดยที่ความเร็วลมสามารถที่จะทำให้เกิดสภาวะน่าสบายได้จาก

1. อากาศที่เคลื่อนไหวจะพาความร้อนที่อยู่รอบ ๆ ตัวไป
 2. ประการที่สองคือ อากาศที่เคลื่อนไหวจะพัดพาความชื้น และก่อให้เกิดสภาวะที่น่าสบายเกิดขึ้น
 3. ประการสุดท้ายอากาศที่เคลื่อนไหวจะช่วยลดการสะสมของมลภาวะในบริเวณนั้น ปริมาณของอากาศที่เคลื่อนไหวเพื่อสร้างสภาวะที่พอเหมาะอยู่ระหว่างความเร็ว 0 – 50 ฟุตต่อวินาที⁴⁵ ความเร็วลมค่อนข้างสงบ
- ดังนั้นการที่มีการออกแบบให้สามารถใช้ประโยชน์จากกระแสลมที่จะเกิดขึ้นในส่วนบริเวณพื้นที่ใช้งานได้อย่างเต็มที่ย่อมเป็นส่วนเพิ่มสภาวะน่าสบายขึ้น

2.5.3.1 ปริมาณการไหลเวียนของอากาศโดยวิธีธรรมชาติ ปริมาณของความร้อนสามารถที่จะถูกระบายออกไปได้โดยการพาความร้อน โดยจะเกิดขึ้นจากผลของความต่างของอุณหภูมิของของไหลที่ไหลเข้ากับอุณหภูมิของของไหลที่ไหลออก ค่าความจุความร้อนและ ปริมาณการไหลของของไหล ซึ่งสามารถที่จะคำนวณปริมาณได้เป็น (Btu / hr)

⁴⁴ สุนทร บุญญาธิการ. เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

⁴⁵ Victor Olgyay. *Design with climate*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992, p. 20.

$$q_{\text{conv}} = \text{CFM} (60) \rho c (T_o - T_i) \quad \dots\dots\dots(29)^{46}$$

เมื่อ CFM = สัดส่วนปริมาตรของอากาศที่ไหลต่อระยะเวลาหนึ่ง (ft^3 / min)

60 = หน่วยเวลานาทีต่อชั่วโมง (conversion)

ρ = ค่าความหนาแน่นของอากาศ (lb / ft^3)

c = ค่าความร้อนจำเพาะของอากาศ ($\text{Btu} / (\text{lb}) ^\circ F$)

T_o = อุณหภูมิอากาศภายนอก ($^\circ F$)

T_i = อุณหภูมิอากาศภายใน ($^\circ F$)

ค่าความจุความร้อนของอากาศ (ρc) นั้นจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศและปริมาณความชื้นของอากาศ ซึ่งหมายถึงอากาศแห่งนั้นจะมีความร้อนจำเพาะ $0.24 \text{ Btu} / (\text{lb}) ^\circ F$ และไอน้ำจะมีความร้อนจำเพาะ $0.45 \text{ Btu} / (\text{lb}) ^\circ F$ ดังนั้น

$$C = (0.24 + 0.45 W) \quad \dots\dots\dots(30)^{47}$$

เมื่อ C = ความร้อนจำเพาะของอากาศชื้น ($\text{Btu} / (\text{lb}) ^\circ F$)

W = สัดส่วนของปริมาณไอน้ำต่อปริมาณอากาศ (lb / lb)

2.5.3.2 ปริมาณการไหลเวียนของอากาศที่เกิดจากความเร็วลม

ปริมาตรความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายในอาคารเป็นตัวหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มปริมาตรของอากาศที่ไหลผ่านภายในอาคาร ซึ่งจะเป็นผลที่เกิดขึ้นจากค่าความแตกต่างของค่าความกดอากาศระหว่างด้านทิศเหนือลมและด้านทิศใต้ลมที่บริเวณ ส่วนที่ลมเข้าและลมออกของอาคารโดยที่

$$Q = kAV \quad \dots\dots\dots(31)^{48}$$

เมื่อ Q = ปริมาตรอากาศที่ไหล ($\text{cu ft} / \text{hr}$)

⁴⁶ Bobenhausen, William. Simplified design of HVAC systems. New York: John Wiley & Sons, 1994. p. 94.

⁴⁷ Ibid., p. 94

⁴⁸ Victor Olgyay. Design with climate. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992, p. 104.

K = ค่าเปรียบเทียบสัดส่วนพื้นที่ระหว่าง Area of outlets / Area of inlets

A = พื้นที่ของส่วนลมเข้า (sq. ft)

V = ความเร็วลม (mph)

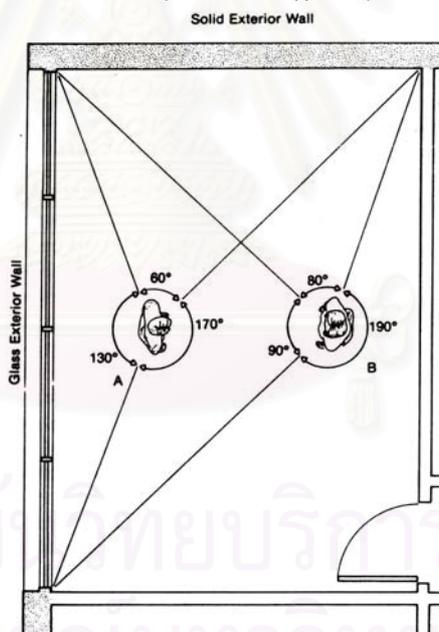
2.5.4 ค่าแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนระหว่างคนกับสภาพแวดล้อม (Mean Radiant Temperature) หรือ (MRT) เป็นการคิดค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิทุกพื้นผิวโดยรอบ ซึ่งแผ่รังสีความร้อนและส่งผลกระทบกับอุณหภูมิร่างกายของคนเรา ซึ่งคำนวณได้จากสมการ

$$MRT = \sum T \theta / 360 \quad \dots\dots\dots(32)^{49}$$

$$= (T_1\theta_1 + T_2\theta_2 + \dots T_n\theta_n)/360$$

เมื่อ T = อุณหภูมิผิววัสดุ (Surface Temperature)

θ = มุมที่เปิดรับกับพื้นผิววัสดุ ณ จุดที่ทำการวัด (Surface Expose Angle Relative to Occupant in Degrees)



ภาพที่ 2.8 แสดงหลักการคำนวณ MRT⁵⁰

นอกจากนี้ยังสามารถคำนวณ MRT ในเชิงความสัมพันธ์กับ Operative Temperature หรือ Globe Temperature และความเร็วลม ซึ่งสามารถคำนวณได้สมการ

⁴⁹ Vaughn Bradshaw. *Building control systems*. Second edition. New York: John Wiley & Sons, 1993, p. 26.

⁵⁰ Vaughn Bradshaw. *Building control systems*. Second edition. New York: John Wiley & Sons, 1993, p. 26.

จากการศึกษาของ วันเอก กิจสมใจ (2539) Surface Conductance คือกระบวนการที่ความร้อนจะถูกส่งผ่านไปสู่อุณหภูมิผิว หรือ ถูกพาออกไปจากพื้นผิวด้วยกระบวนการนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน ทั้งหมดผสมผสานกัน ซึ่งแต่ละกระบวนการส่งผ่านความร้อนที่กล่าวมาแล้วนั้นต่างเป็นอิสระไม่เกี่ยวข้องกัน

การแลกเปลี่ยนความร้อนของผิวผนังกับสภาพแวดล้อมโดยการนำความร้อน (Surface Conduction) และการพาความร้อน (Surface Convection) ถูกควบคุมด้วยลักษณะความหยาบของพื้นผิว (Surface Roughness) และความเร็วลมที่พัดผ่าน

การแลกเปลี่ยนความร้อนของผิวผนังกับสภาพแวดล้อมโดยการแผ่รังสีความร้อน (Long Wave Radiation Heat Exchange) นั้นถูกควบคุมด้วยลักษณะของพื้นผิวผนัง คือ ค่า Emittance และค่า Reflectivity และค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิผิววัสดุกับสภาพแวดล้อม และค่าของมุม (Solid Angle) ระหว่างวัสดุนั้นกับสภาวะแวดล้อม

2.6 การเลือกใช้กระจกให้เหมาะสมต่อการประหยัดพลังงานและเหมาะสมต่ออาคาร

ปัจจุบันกระจกนับเป็นวัสดุโปร่งแสงที่นิยมนำมาใช้เป็นอย่างมาก โดยถูกนำมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของผนัง ในอาคารขนาดใหญ่หรืออาคารสูงนิยมนำมาเป็นส่วนหนึ่งของระบบผนังนอกของอาคาร เนื่องจากคุณสมบัติทางด้านความทนทานและความสวยงามรวมถึงประหยัดโครงสร้างและเวลาในการก่อสร้าง ผนังโปร่งแสงรวมถึงช่องเปิดของอาคารเป็นส่วนที่มีความสำคัญส่วนหนึ่งต่อการออกแบบเพื่อประหยัดพลังงาน เพราะเป็นส่วนที่ได้รับอิทธิพลจากภายนอกเข้ามาภายในอาคารได้มากที่สุด แต่ในขณะเดียวกันก็เป็นส่วนที่อาคารจะได้รับแสงธรรมชาติด้วย ดังนั้นช่องโปร่งแสงจะต้องมีขนาดและวัสดุที่เหมาะสม คือจะต้องมีขนาดพอที่จะให้แสงธรรมชาติเข้ามาได้พอเหมาะและให้มีความร้อนเข้ามาได้น้อย ดังนั้นการเลือกใช้กระจกให้เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศ แดดร้อนชื้นแบบบ้านเรานั้นอาจพอแบ่งได้ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

คุณสมบัติด้านพลังงานและความร้อน

- มีความสามารถในการกันความร้อนได้ดี (มีค่า R-Value สูง ค่า U – Value ต่ำ)
- มีความสามารถในการทนความร้อนสูงและสะท้อนความร้อนได้ดี
- มีการรั่วซึมของอากาศน้อยและป้องกันการรั่วซึมของอากาศได้ดี

- กันน้ำและความชื้นได้ดี
- มีค่า Shading coefficient (SC) ต่ำ
- มีค่า Light Transmission (VT) สูง
- มีค่า LSG (Light to solar heat gain) คืออัตราส่วนระหว่างค่า SC และ ค่า VT สูง
- มีค่าการส่องผ่านกระจกของรังสี UV ต่ำ

คุณสมบัติในการก่อสร้างแบบระบบเศรษฐกิจ

- มีความปลอดภัยสูงทั้งต่อผู้ใช้อาคาร และในขั้นตอนการติดตั้ง
- มีน้ำหนักเบา
- มีความยืดหยุ่นในการทำงานสูง
- มีความทนทานสูง ทนต่อแรงลมและการสั่นสะเทือนได้ดี
- หาง่าย และราคาประหยัดเหมาะสมต่อคุณสมบัติ
- บำรุงรักษาง่าย มีค่าการบำรุงรักษาต่ำ และสามารถบำรุงรักษาให้คงประสิทธิภาพของคุณสมบัติได้
- มีอายุการใช้งานสูง

คุณสมบัติทางด้านที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อม

- ไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพและสภาพแวดล้อมโดยรอบ
- มีค่าการสะท้อนแสงสู่สภาพแวดล้อมภายนอกที่เหมาะสม

คุณสมบัติด้านการมองเห็น (Visual)

- มีค่าการสะท้อนแสงภายในอยู่ในระดับที่เหมาะสม คือ ไม่สูงเกินไปจนมองทัศนียภาพภายนอกไม่ชัดเจน
- ให้ภาพสะท้อนที่ไม่บิดเบือนไปจากความเป็นจริง
- ผู้ใช้อาคารยังคงความเป็นส่วนตัว (Privacy) จากภายนอก

บทที่ 3

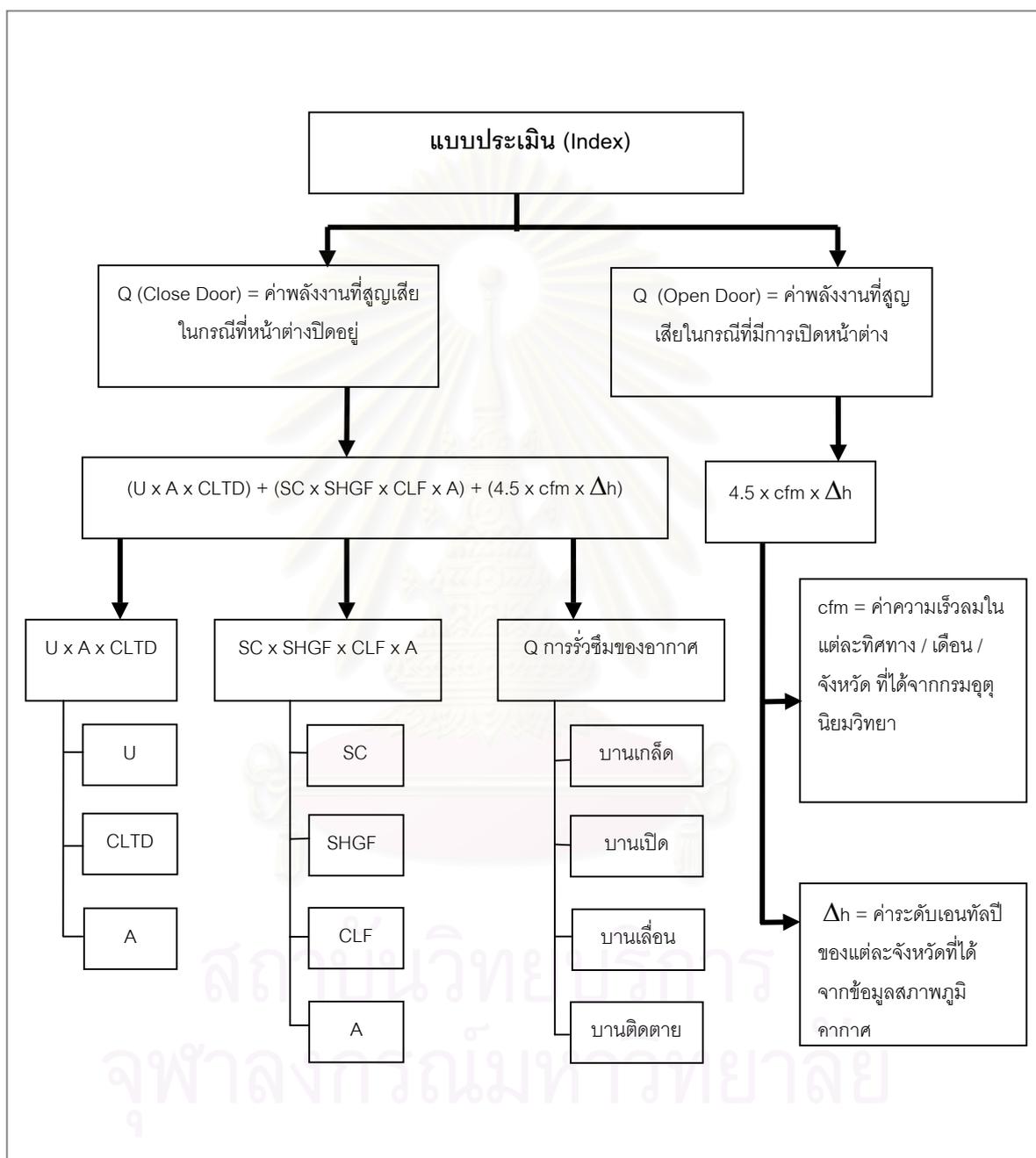
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาถึงอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อค่าภาระการทำความเย็นที่เพิ่มขึ้น เพื่อหาแนวทางในการออกแบบช่องเปิดของอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศสำหรับแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย จะเป็นการศึกษาข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่ได้จากการเก็บข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา โดยจะนำข้อมูลสภาพอากาศทั้งหมดมาศึกษาและวิเคราะห์เพื่อให้ได้มาซึ่งแนวทางในการออกแบบช่องเปิดและนอกจากนั้นทำการจะคำนวณข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลในเรื่องของวัสดุที่ใช้ทำช่องเปิด เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้อย่างเหมาะสม โดยในการวิจัยนี้มีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. จัดทำข้อมูลดิบแต่ละตัวที่ได้จากข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา
2. นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ด้วยสมการทางทฤษฎี
3. จัดทำแบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานในอาคารสำหรับอาคารในเขตร้อนชื้น จากผลที่ได้จากการคำนวณ

ซึ่งในการทำแบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในเขตร้อนชื้นนี้จะแบ่งอิทธิพลของตัวแปรที่สามารถผ่านเข้าทางช่องเปิดของอาคารออกเป็น 2 ลักษณะ

1. อิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อค่าพลังงานที่เพิ่มขึ้นโดยผ่านเข้าทางช่องเปิดอาคารเมื่อมีการ เปิด-ปิด
 - ค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากค่าความแตกต่างระดับเอนทัลปีภายในและภายนอกอาคาร
2. อิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อค่าพลังงานที่เพิ่มขึ้นโดยผ่านเข้าทางช่องเปิดอาคารเมื่อช่องเปิดปิดอยู่
 - ค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นจากการแผ่รังสีความร้อนผ่านทางกระจก
 - ค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นจากการรั่วซึมของอากาศ



แผนภูมิ 3.1 แสดงลำดับขั้นตอนในการทำวิจัย แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานในอาคารสำหรับห้องเปิดอาคารในเขตร้อนชื้น

3.1 การเตรียมข้อมูลดิบสำหรับการวิเคราะห์

3.1.1 การศึกษาข้อมูลดิบที่มีผลต่อค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากค่าความแตกต่างระดับเอนทัลปีภายในและภายนอกอาคาร

3.1.1.1 การศึกษาข้อมูลดิบ

การเก็บข้อมูลภูมิอากาศในประเทศไทยมีการจัดเก็บอย่างต่อเนื่อง โดยมีแหล่งที่มีการจัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสภาพอากาศที่น่าเชื่อถือ 2 แห่งคือ

1. ข้อมูลของสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย มีการจัดเก็บข้อมูลทั้งหมด 6 ชนิด ได้แก่
 - 1) รังสีรวมจากดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นผิวในแนวระดับ (0° Global Radiation)
 - 2) รังสีรวมจากดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นผิวที่ทำมุม 15 องศาในแนวระดับ (0° Global Radiation)
 - 3) รังสีกระจายจากดวงอาทิตย์ (Beam Radiation)
 - 4) รังสีตรงจากดวงอาทิตย์ (Direct Radiation)
 - 5) อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry-Bulb Temperature)
 - 6) ความเร็วลม (Wind Velocity)
2. ข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา มีการจัดเก็บข้อมูลทั้งหมด 11 ชนิด ได้แก่
 - 1) รังสีรวมจากดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นผิวในแนวระดับ (0° Global Radiation)
 - 2) อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry-Bulb Temperature)
 - 3) อุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet-Bulb Temperature)
 - 4) อุณหภูมิหยาดน้ำค้าง (Dew point Temperature)
 - 5) ความเร็วลม (Wind Velocity)
 - 6) ทิศทางลม (Wind Direction)
 - 7) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)
 - 8) ความดันบรรยากาศ (Atmospheric Pressure)

9) ปริมาณเมฆบนท้องฟ้า (Cloud Cover)

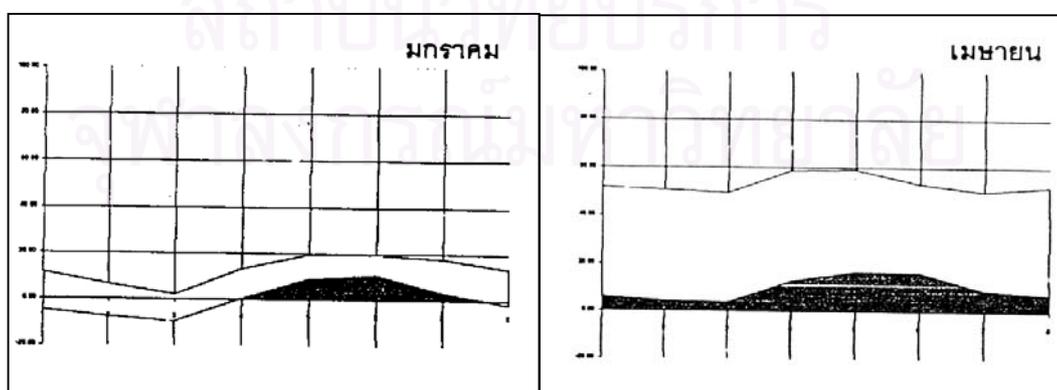
10) ช่วงเวลาส่องแสงของดวงอาทิตย์ (Sunshine Duration)

11) ค่าทัศนวิสัย (Visibility)

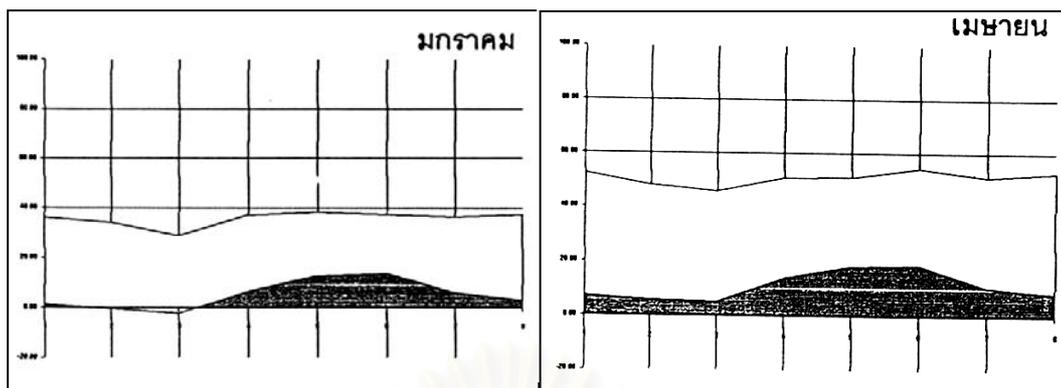
กรมอุตุนิยมวิทยาจะทำการเก็บข้อมูลจากเครื่องเก็บข้อมูล (Data Logger) ทุก 5 นาที (ข้อมูลบางส่วนจะทำการจัดเก็บทุก 1 ชั่วโมง หรือทุก 3 ชั่วโมง) ตั้งแต่ 0.00 – 23.55 น. โดยทำการจัดเก็บในรูปแบบแฟ้มโปรแกรม Lotus (*.wk) ดังนั้นเพื่อให้สะดวกในการนำข้อมูลดิบที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา มาทำการวิเคราะห์จึงนำข้อมูลที่ได้มาทำใหม่

3.1.1.2 การคัดเลือกปีของข้อมูล

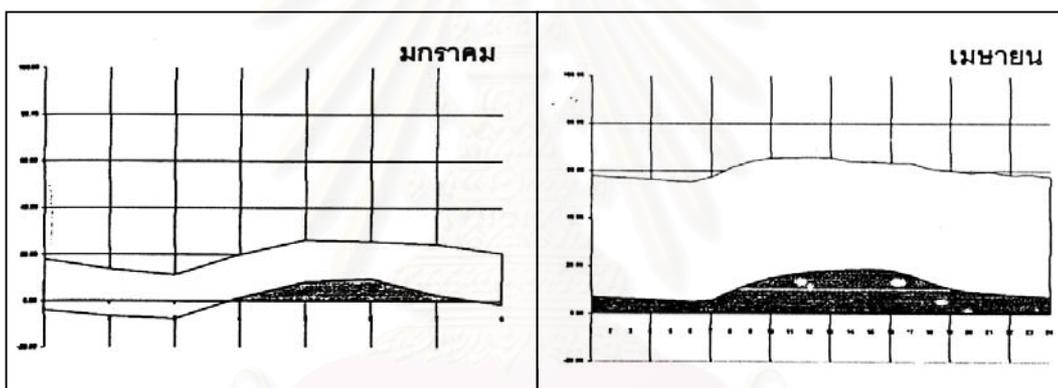
การคัดเลือกปีของข้อมูลที่จัดเก็บโดยกรมอุตุนิยมวิทยาเพื่อเป็นตัวแทนในการวิจัย ทำการเลือกปี ค.ศ. 2000 หรือ พ.ศ. 2543 เนื่องจากเป็นข้อมูลที่เป็นปีล่าสุดที่สามารถรวบรวมได้ครบถ้วนและสมบูรณ์ที่สุดในขณะนี้ จากการนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบความแปรผัน (Variation) ของข้อมูลปีอื่นๆ จะเห็นว่าไม่มีรูปแบบของแนวโน้มสภาพอากาศว่าจะไปในแนวใด คือ ข้อมูลสภาพอากาศในแต่ละปีไม่มีแนวโน้มไปในทางใดทางหนึ่ง อย่างเช่น ข้อมูลอุณหภูมิอากาศ, ความชื้นสัมพัทธ์หรือความเร็วลมจะไม่มีลักษณะลดต่ำลงเรื่อยๆ หรือสูงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในแต่ละปี แต่ข้อมูลจะมีแนวโน้มภายในปีเดียวกันในลักษณะเดียวกัน



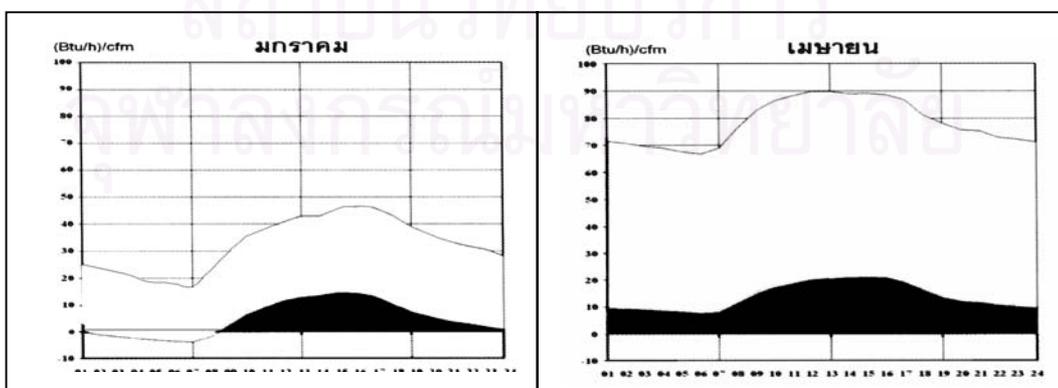
แผนภูมิ 3.2 แสดงปริมาณพลังงานเฉลี่ยใน 1 วัน ของแต่ละเดือนที่ต้องใช้ในการลดอุณหภูมิและลดความชื้นให้กับอากาศ ของกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ.2529



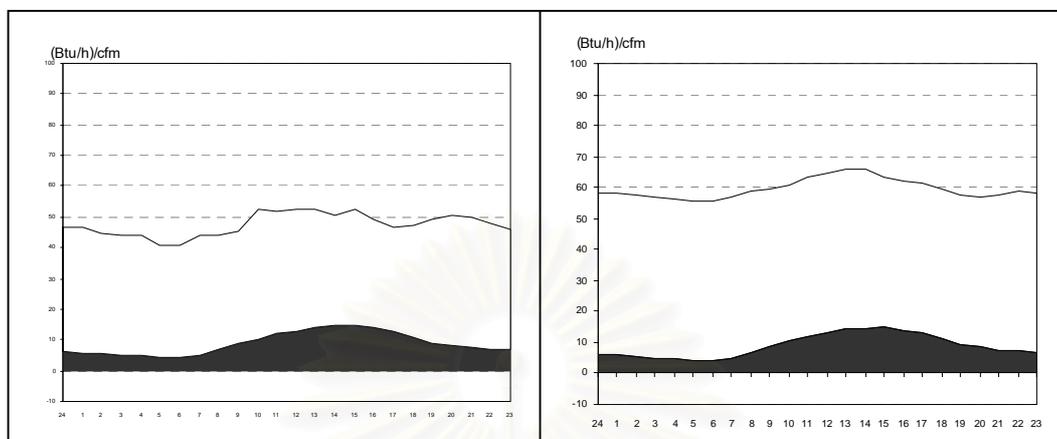
แผนภูมิ 3.3 แสดงปริมาณพลังงานเฉลี่ยใน 1 วัน ของแต่ละเดือนที่ต้องใช้ในการลดอุณหภูมิและลดความชื้นให้กับอากาศ ของกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ.2533



แผนภูมิ 3.4 แสดงปริมาณพลังงานเฉลี่ยใน 1 วัน ของแต่ละเดือนที่ต้องใช้ในการลดอุณหภูมิและลดความชื้นให้กับอากาศ ของกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ.2535



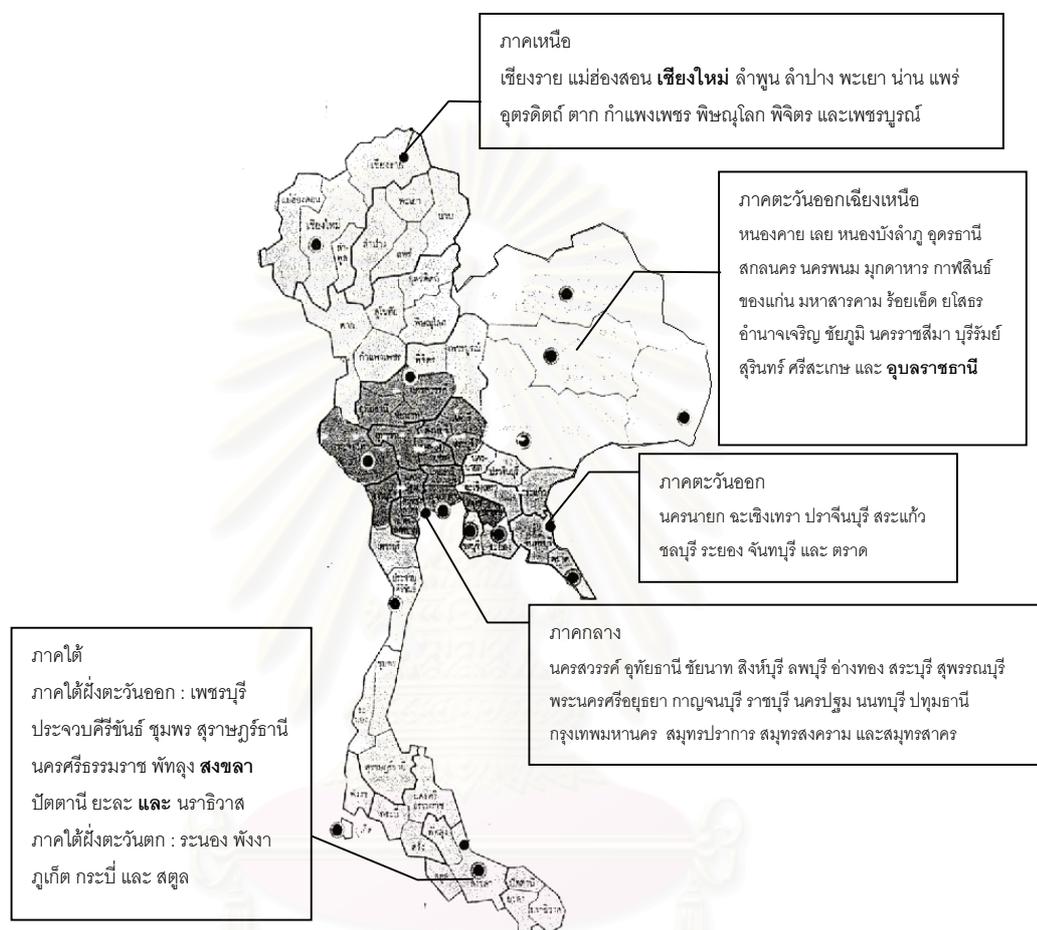
แผนภูมิ 3.5 แสดงปริมาณพลังงานเฉลี่ยใน 1 วัน ของแต่ละเดือนที่ต้องใช้ในการลดอุณหภูมิและลดความชื้นให้กับอากาศ ของกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ.2538



แผนภูมิ 3.6 แสดงปริมาณพลังงานเฉลี่ยใน 1 วัน ของแต่ละเดือนที่ต้องใช้ในการลดอุณหภูมิและลดความชื้นให้กับอากาศ ของกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ.2543

จากการเปรียบเทียบความผันแปรของปริมาณพลังงานในการลดอุณหภูมิและความชื้นให้กับอากาศของปีต่างๆ (พ.ศ.2529, พ.ศ.2533, พ.ศ.2535, พ.ศ.2538 และ 2543) จะเห็นว่าไม่มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของข้อมูลในแต่ละปี ดูได้จากการขึ้น-ลงของปริมาณพลังงานในแต่ละปีซึ่งไม่มีความสม่ำเสมอ และไม่มีแนวโน้ม แต่จะเห็นว่าเมื่อเปรียบเทียบแต่ละเดือนของปีเดียวกัน เดือนมกราคมจะมีปริมาณพลังงานในการลดอุณหภูมิและลดความชื้นต่ำกว่าเดือนเมษายนในทุกปีที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบ และแนวโน้มของปริมาณพลังงานในเดือนเดียวกันก็มีแนวโน้มเหมือนกัน คือจะมีปริมาณพลังงานต่ำกว่าช่วงประมาณ 0.700 น. และจะมีปริมาณพลังงานสูงในช่วง 10.00 – 16.00 น. ของทุกเดือนและของทุกปี การศึกษาข้อมูลจากปีค.ศ. 2000 หรือ พ.ศ. 2543 จึงเป็นปีของข้อมูลที่สามารถนำมาศึกษาแนวโน้มของปริมาณพลังงานเพื่อหาแนวทางการออกแบบได้

3.1.1.3 จังหวัดตัวแทนที่จะเลือกมาทำการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่ทำให้เอนทัลปีแตกต่างกัน



ภาพที่ 3.1 แสดงการแบ่งเขตภูมิภาคของกรมอุตุนิยมวิทยาเพื่อพิจารณารูปแบบสภาพภูมิอากาศ

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้มาซึ่งระดับเอนทัลปี ในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย จะเลือกใช้ข้อมูลดิบจากกรมอุตุนิยมวิทยาเพื่อนำมาศึกษาเป็นตัวแปรแต่ละชนิด ในส่วนนี้จะทำการศึกษาถึงอิทธิพลของแต่ละตัวแปรที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับเอนทัลปี โดยจะทำการพิจารณาแต่ละช่วงเวลา ของแต่ละภูมิภาค

3.1.1.4 การคัดเลือกข้อมูลดิบมาเป็นตัวแปร

ข้อมูลดิบที่นำมาศึกษา ได้แก่

- 1) อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry-Bulb Temperature)
- 2) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)
- 3) ความเร็วลม (Wind Velocity) ข้อมูลความเร็วลม มีหน่วยเป็น km/hr
- 4) ทิศทางลม (Wind Direction) ข้อมูลทิศทางลม จะทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 10 องศา

ตัวแปรที่จะทำการศึกษา ได้แก่

1. ความร้อนในอากาศ
2. ความชื้นในอากาศ
3. ความเร็วลม
4. ทิศทางลม

ในการศึกษาแต่ละตัวแปรจะนำข้อมูลดิบมาทำการวิเคราะห์ดังนี้

1. ความร้อนในอากาศ

การศึกษาอิทธิพลของตัวแปรนี้จะนำข้อมูลอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry-Bulb Temperature) มาทำการศึกษาโดยทำการคำนวณในสมการ ซึ่งจะได้เป็น ความร้อนสัมผัส (Sensible Heat)

2. ความชื้นในอากาศ

การศึกษาอิทธิพลของตัวแปรนี้จะนำข้อมูลอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry-Bulb Temperature) และข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) มาทำการศึกษาโดยทำการคำนวณในสมการ โดยในการคำนวณต้องนำข้อมูลทั้งสองมาหาเป็นความชื้นอากาศ (Humidity Ratio) ซึ่งจะได้เป็นความร้อนแฝง (Latent Heat)

3. ความเร็วลม

ส่วนนี้จะทำการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรเพิ่ม โดยนำข้อมูลความเร็วลม (Wind Velocity) มาทำการคำนวณเพิ่ม เป็นการพิจารณาตัวแปรเพิ่มในการคำนวณโดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry-Bulb Temperature) และข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) มาทำการศึกษาโดยทำการคำนวณในสมการ

4. ทิศทางลม

ส่วนนี้จะทำการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรเพิ่ม โดยนำข้อมูลทิศทางลม (Wind Direction) มาทำการศึกษาประกอบกับเอนทัลปีที่ได้ผ่านการคำนวณระดับเอนทัลปีที่ ใช้ข้อมูล อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry-Bulb Temperature), ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) และความเร็วลม (Wind Velocity) การศึกษาส่วนนี้จะทำให้ทราบถึงทิศทางที่มีความเร็วลมสูงซึ่งเป็นผลให้ในทิศนั้น ๆ มีค่าเอนทัลปีสูง และทำให้มีค่าการทำความเย็นที่สูงด้วย

3.1.1.5 การศึกษาเอนทัลปีของจังหวัดตัวแทนแต่ละภูมิภาค

เป็นการศึกษาระดับเอนทัลปีของจังหวัดตัวแทนแต่ละภูมิภาค ซึ่งจะมีความแตกต่างกันมากจากตัวแปรทั้ง 4 คือ ความร้อนในอากาศ, ความชื้นในอากาศ, ความเร็วลม และทิศทางลม ซึ่งความเร็วลมในแต่ละทิศทางจะทำให้เกิดแรงอัดเอนทัลปีภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารได้ในทิศทางต่างๆที่มีการพัดของกระแสลม

การศึกษาส่วนนี้เป็นการหาระดับเอนทัลปีของจังหวัดตัวแทน โดยแยกเอนทัลปีออกเป็นทิศทาง และจะทำการวิเคราะห์แบ่งเป็นช่วงเวลาการใช้งานอาคาร ดังนี้

ช่วงที่ 1 ระหว่างเวลา 24.00 – 7.00 น.

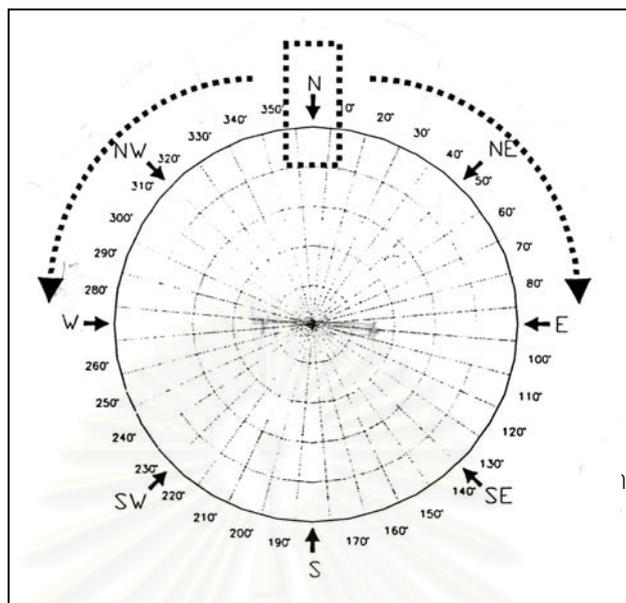
ช่วงที่ 2 ระหว่างเวลา 08.00 – 16.00 น.

ช่วงที่ 3 ระหว่างเวลา 17.00 – 23.00 น.

โดยผลที่ได้จากการศึกษาส่วนนี้จะสามารถทราบถึงเอนทัลปีในแต่ละทิศทางแต่ละช่วงเวลาที่ทำกรวิเคราะห์ของแต่ละจังหวัดตัวแทน ซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์หาทิศทางที่เหมาะสมในการทำช่องเปิดอาคารปรับอากาศในขั้นต่อไป เพื่อความเหมาะสมในการประหยัดพลังงานของอาคารปรับอากาศ

3.1.1.6 คำนวณแรงลมในทิศทางข้างเคียง

การวิเคราะห์ระดับเอนทัลปีในแต่ละทิศทางต้องพิจารณาในทุกทิศทางที่คาดว่า จะได้รับอิทธิพลด้วย โดยทำการพิจารณาจากค่าการคำนวณแรงแต่ละทิศทางที่กระทำ (Cosine) เพื่อความถูกต้องของปริมาณพลังงานที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุดในการพิจารณาระดับเอนทัลปีในทิศทางต่างๆ



ภาพที่ 3.2 แสดงการพิจารณาปริมาณพลังงานในแต่ละทิศทาง

โดยพิจารณาทิศทางข้างเคียงประกอบด้วย

จากภาพจะทำการพิจารณาปริมาณพลังงานในทิศทางอื่นๆ ที่อยู่ข้างเคียงซึ่งคาดว่าจะมีผลต่อปริมาณในทิศทางหนึ่งๆ เช่นต้องการพิจารณาระดับเอนทัลปีที่จะเข้ามาในอาคารเมื่อมีการเปิดช่องเปิดใน **ทิศเหนือ** ต้องทำการคิดคำนวณแรงในแต่ละทิศทางข้างเคียงซึ่งทำมุมกับทิศทางที่ต้องการพิจารณาดังนี้

270° ค่า Cosine $90 =$ ปริมาณพลังงานจะเข้ามา 0 เปอร์เซ็นต์

280° ค่า Cosine $80 =$ ปริมาณพลังงานจะเข้ามา 17 เปอร์เซ็นต์

290° ค่า Cosine $70 =$ ปริมาณพลังงานจะเข้ามา 34 เปอร์เซ็นต์

300° ค่า Cosine $60 =$ ปริมาณพลังงานจะเข้ามา 50 เปอร์เซ็นต์

310° ค่า Cosine $50 =$ ปริมาณพลังงานจะเข้ามา 64 เปอร์เซ็นต์

320° ค่า Cosine $40 =$ ปริมาณพลังงานจะเข้ามา 76 เปอร์เซ็นต์

330° ค่า Cosine $30 =$ ปริมาณพลังงานจะเข้ามา 87 เปอร์เซ็นต์

340° ค่า Cosine $20 =$ ปริมาณพลังงานจะเข้ามา 94 เปอร์เซ็นต์

350° ค่า Cosine $10 =$ ปริมาณพลังงานจะเข้ามา 98 เปอร์เซ็นต์

ณ ทิศเหนือ (360°) = ปริมาณพลังงานจะเข้ามา 100 เปอร์เซ็นต์

10°	ค่า Cosine 10	= ปริมาณพลังงานจะเข้ามา	98	เปอร์เซ็นต์
20°	ค่า Cosine 20	= ปริมาณพลังงานจะเข้ามา	94	เปอร์เซ็นต์
30°	ค่า Cosine 30	= ปริมาณพลังงานจะเข้ามา	87	เปอร์เซ็นต์
40°	ค่า Cosine 40	= ปริมาณพลังงานจะเข้ามา	76	เปอร์เซ็นต์
50°	ค่า Cosine 50	= ปริมาณพลังงานจะเข้ามา	64	เปอร์เซ็นต์
60°	ค่า Cosine 60	= ปริมาณพลังงานจะเข้ามา	50	เปอร์เซ็นต์
70°	ค่า Cosine 70	= ปริมาณพลังงานจะเข้ามา	34	เปอร์เซ็นต์
80°	ค่า Cosine 80	= ปริมาณพลังงานจะเข้ามา	17	เปอร์เซ็นต์

3.1.2 การคำนวณค่าภาระการทำความเย็นที่ผ่านเข้าทางช่องเปิดในขณะที่ช่องเปิดปิดอยู่

ในตอนนี้จะมีการคำนวณค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นจากตัวแปร 2 ส่วน

1. ค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นจากอิทธิพลความร้อนที่ผ่านเข้าทางช่องเปิด

อาคาร

2. ค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางช่องเปิดของอาคารชนิด ต่าง ๆ ในขณะที่ปิด

3.1.2.1 ค่าพลังงานที่เกิดขึ้นจากอิทธิพลความร้อนจากภายนอกที่ผ่านเข้าทางช่องเปิดอาคาร

ในการทำข้อมูลในตอนนี้จะเป็นการนำข้อมูลคุณสมบัติของกระจกชนิดต่าง ๆ มาทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบถึงความสามารถในการกั้นความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร โดยข้อมูลของกระจกชนิดต่าง ๆ จะได้มาจากการเก็บรวบรวมจากบริษัทผู้ผลิต และนำมาทำการวิเคราะห์เพื่อทำเป็นแบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารได้แก่

1. ค่าการถ่ายเทความร้อนของกระจกชนิดต่าง ๆ

ค่าการถ่ายเทความร้อนของกระจกเป็นตัวแปรหนึ่งที่จะบอกให้ทราบถึงปริมาณความร้อนที่จะเข้าสู่ภายในอาคารโดยผ่านเข้าทางกระจกนั้นว่าจะมีค่ามากหรือน้อยเพียงใด โดยที่ค่าการถ่ายเทความร้อนนี้จะเป็นส่วนกลับของค่าการกั้นความร้อนของตัวกระจก

2. ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจกแต่ละชนิด

ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจกเป็นตัวหนึ่งที่มีความสำคัญต่อภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นจากกระจกที่เป็นผนังภายนอกอาคาร

3. สัดส่วนช่องเปิดต่อสัดส่วนของส่วนผนังที่บ

ในส่วนนี้จะเป็นตัวแปรที่จะนำมาพิจารณาร่วมไปกับตัวแปรข้างต้นเพราะเนื่องจากปริมาณของค่าพลังงานที่เพิ่มขึ้นนั้นจะขึ้นอยู่กับปริมาณพื้นที่ที่เป็นส่วนของวัสดุประเภทกระจกด้วย ยิ่งมีพื้นที่มากก็ยิ่งทำให้ค่ารังสีความร้อนจากภายนอกมากขึ้นตาม

4. ทิศทางของช่องเปิด

ทิศทางของช่องเปิดเป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่จะนำมาพิจารณาร่วมกับตัวแปรในเรื่องของ ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของตัวกระจก เนื่องจากในการเจาะช่องเปิดแต่ละทิศทางจะมีค่ารังสีความร้อนที่เข้ามาในอาคารที่ไม่เท่ากัน ส่งผลต่อภาระการทำความเย็น

3. 2 การคำนวณข้อมูลตามทฤษฎี

ในการคำนวณส่วนนี้จะแยกคำนวณข้อมูลจากตัวแปรต่าง ๆ ออกเป็น 2 ส่วนที่เกี่ยวข้องกับค่าพลังงานจากภายนอกที่ผ่านเข้าทางช่องเปิดคือ

1. ค่าพลังงานที่ผ่านเข้าทางช่องเปิดในขณะที่มีการเปิด - ปิด
2. ค่าพลังงานที่ผ่านเข้าทางช่องเปิดในขณะที่ช่องเปิดปิดอยู่

3.2.1 การคำนวณค่าพลังงานที่ผ่านเข้าทางช่องเปิดในขณะที่ช่องเปิดมีการ

เปิด - ปิด

ในส่วนนี้จะจัดเตรียมข้อมูลให้พร้อมต่อการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละชนิด โดยทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถทำการวิเคราะห์ได้อย่างสะดวก เช่น แปลงหน่วยของอุณหภูมิกระเปาะแห้ง จาก “องศาเซลเซียส” ให้เป็น “องศาฟาเรนไฮต์” ก่อนทำการคำนวณ

- 1) อิทธิพลตัวแปร “ความร้อน” และ “ความชื้น” ในอากาศภายนอกที่มีผลต่อระดับเอนทัลปี (สูตรคำนวณ Load (Enthalpy))

เอนทัลปี เป็นคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ คือค่าพลังงานความร้อนที่ผสมผสานระหว่าง ความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) ความร้อนแฝง (Latent Heat) และงานไหล ดังนั้นจะทำการคำนวณจากสูตรที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

ความร้อนสัมผัส (Sensible Heat)

$$Q = 1.08 * \text{cfm} * \Delta t$$

เมื่อกำหนดให้ cfm = 1

อุณหภูมิภายในอาคาร = 77.00 องศาฟาเรนไฮต์

ความร้อนแฝง (Latent Heat)

$$Q = 4840 * \text{cfm} * W$$

เมื่อกำหนดให้ cfm = 1

ความชื้นในอากาศภายในอาคาร = 0.0099 ปอนด์ต่ออากาศแห้ง

(ค่าความชื้นในอากาศนี้ได้จาก 77 องศาฟาเรนไฮต์, ความชื้นสัมพัทธ์ 50 เปอร์เซ็นต์)

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. นำข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยามาคำนวณ Sensible Heat และ Latent Heat โดยใช้ข้อมูลดังนี้

1) อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry-Bulb Temperature)

2) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)

2. นำข้อมูลอุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์จากข้อ 1 มาใส่สมการและคำนวณ

3. เมื่อได้ข้อมูลจากข้อ 2 ก็นำมาทำการคำนวณโดยใช้สูตรหา Sensible Heat และ Latent Heat ซึ่งจะทำการคิดเฉพาะค่าที่มากกว่า 25 องศาเซลเซียส (77 องศาฟาเรนไฮต์) และมีความชื้นสัมพัทธ์ 50 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากต้องการเปรียบเทียบกับสภาวะภายในห้องที่มีการปรับอากาศ ในการคำนวณขั้นนี้จะกำหนดให้ค่าความเร็วลมต่อพื้นที่ (cfm) คิดเป็น 1 ก่อนเพื่อทำการศึกษาที่ละตัวแปร ซึ่งค่าความเร็วลมต่อพื้นที่นี้จะทำการคิดอีกครั้งในตัวแปร “ความเร็วลม” และ “ทิศทางกระแสลม”

4. ทำการรวมผลบวกของความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง จะได้ค่าเป็นค่าความร้อนรวม (Total Q) ซึ่งจะมีหน่วยเป็น บีทียูต่อชั่วโมง (Btu /h) ซึ่งค่าที่ได้จากผลรวมจะเป็นค่าของภาระ

การทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศที่เกิดจากการเปิดช่องเปิดแล้วมีค่าความแตกต่างของระดับ
เอลทัลปีภายในอาคารกับภายนอกอาคาร

ข้อสังเกตในการวิเคราะห์

- ผลรวมมีค่าเท่ากับ 0 หมายถึง มีระดับเอนทัลปี **เท่ากัน** กับภายในห้องที่มีการปรับ
อากาศ ณ อุณหภูมิอากาศ 25 องศาเซลเซียส (77 องศาฟาเรนไฮต์) และมีความชื้นสัมพัทธ์ 50
เปอร์เซ็นต์ คือไม่มีการเสียพลังงานเพิ่มจากการรีดความชื้น หรือลดความร้อนจากอากาศภายนอก
อาคาร

- ผลรวมมีค่าเป็นบวก หรือมีผลรวมมากกว่า 0 หมายถึง มีระดับเอนทัลปี **สูงกว่า** ภายใน
ในห้องที่มีการปรับอากาศ ณ อุณหภูมิอากาศ 25 องศาเซลเซียส (77 องศาฟาเรนไฮต์) และม
ีความชื้นสัมพัทธ์ 50 เปอร์เซ็นต์ คือต้องมีการทำงานของระบบปรับอากาศเพิ่มจากการรีดความชื้น
หรือลดความร้อนจากอากาศภายนอกอาคาร

- ผลรวมมีค่าติดลบ หรือมีผลรวมน้อยกว่า 0 หมายถึง มีระดับเอนทัลปี **ต่ำกว่า** ภายใน
ห้องที่มีการปรับอากาศ ณ อุณหภูมิอากาศ 25 องศาเซลเซียส (77 องศาฟาเรนไฮต์) และมี
ความชื้นสัมพัทธ์ 50 เปอร์เซ็นต์ คือภายนอกอาคารอยู่ในสภาวะน่าสบายซึ่งสามารถนำอากาศภาย
นอกเข้าสู่อาคารได้ ค่าที่ติดลบนี้เป็นค่าที่มีผลดีต่อระบบปรับอากาศอย่างยิ่ง เนื่องจากไม่มีการเพิ่ม
ภาระในการปรับอากาศ ทั้งยังลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศด้วย

5. ทำการจัดเรียงข้อมูลที่คำนวณได้ เพื่อสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่

6. จัดทำการแสดงผลด้วยแผนภูมิแสดงค่าในแต่ละช่วงเวลาของเดือนแต่ละจังหวัดตัว
แทนเพื่อเปรียบเทียบค่าเป็นรายชั่วโมง

3.2.2 การคำนวณค่าพลังงานที่ผ่านเข้าทางช่องเปิดในขณะที่ช่องเปิดปิดอยู่

3.2.2.1 ค่าพลังงานที่เกิดจากการถ่ายเทความร้อนและการแผ่รังสีความ ร้อนจากภายนอก

ในการคำนวณในส่วนนี้จะแบ่งการคำนวณออกเป็น 2 ส่วนโดยใช้สมการ
สมการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านช่องเปิด

$$Q = U * A * CLTD$$

สมการคำนวณค่าการแผ่รังสีความร้อนผ่านช่องเปิด

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

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. นำข้อมูลทางด้านคุณสมบัติของกระจกและวัสดุอื่นที่คัดเลือกและรวบรวมจากบริษัทผู้ผลิตมาคำนวณโดยมี

- 1) ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด
- 2) ค่าการถ่ายเทความร้อนของตัววัสดุ

2. นำค่าตัวแปรเพิ่มเติมในเรื่องทิศทาง และ สัดส่วน ของช่องเปิดมาใส่สมการคำนวณร่วมกันตัวแปรด้านคุณสมบัติของวัสดุ

ในด้านการคำนวณในเรื่องอิทธิพลของทิศทางที่มีต่อการแผ่รังสีความร้อนและการถ่ายเทความร้อนผ่านตัววัสดุเข้าสู่ภายในอาคารนั้น ค่าของตัวแปรในสมการที่ต้องการคือ ค่า SHGF (Solar Heat Gain Factor) และค่า CLF ในการสร้างแบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารนี้ต้องการให้แบบประเมินสามารถใช้ได้กับอาคารทั่วประเทศ ซึ่งโดยปกติค่า SHGF ที่จะนำมาคำนวณนั้นจะเป็นค่าเฉพาะของแต่ละละติจูดที่จังหวัดนั้น ๆ ตั้งอยู่ โดยที่ละติจูดของประเทศไทยนั้นจะมีค่าตั้งแต่ละติจูดที่ 3 องศาเหนือจนถึงละติจูดที่ 19 องศาเหนือ ในการพิจารณาเลือกละติจูดที่จะนำมาเป็นตัวแทนสำหรับละติจูดทั้งประเทศไทยได้มีการเปรียบเทียบผลต่างที่เกิดขึ้นเมื่อการคำนวณค่า SHGF ของแต่ละละติจูดที่มีค่าต่างกันซึ่งได้ผลเป็นดังนี้

เลือกค่า SHGF (Solar Heat Gain Factor) ละติจูดที่ 16 องศาเหนือของเดือนมีนาคม ทิศตะวันตกจากตารางค่า SHGF (Solar Heat Gain Factor) จาก ASHRAE Handbook Fundamental 1989 (เป็นละติจูดที่ใกล้เคียงกับละติจูดของกรุงเทพมหานคร) มาคำนวณเปรียบเทียบกับค่า SHGF (Solar Heat Gain Factor) ละติจูดที่ 8 องศาเหนือของเดือนมีนาคม ทิศตะวันตก (เป็นละติจูดที่ใกล้เคียงกับละติจูดของจังหวัดสงขลา) โดยกำหนดให้ค่า CLF ที่จะมาใส่ในสมการเป็นค่าของชั่วโมงที่ 15 ทิศเหนือ ส่วนค่า SC และ A กำหนดให้เป็น 1

$$Q = A * SC * SHGF * CLF = 1 * 1 * 239 * 0.76 \dots\dots\dots(\text{กรุงเทพมหานคร})$$

$$Q = A * SC * SHGF * CLF = 1 * 1 * 241 * 0.76 \dots\dots\dots(\text{สงขลา})$$

ได้ค่าพลังงานที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อนผ่านทางช่องเปิดของจังหวัดกรุงเทพมหานครเป็น 181.64 Btu / h / ft² และของจังหวัดสงขลาเป็น 183.16 Btu / h / ft² ซึ่งมีค่าต่างกัน 1.52 คิดเป็นค่าพลังงานที่มีความแตกต่างกันในกรณีที่คำนวณโดยใช้ค่า SHGF (Solar Heat Gain Factor) ที่มีละติจูดที่ต่างกันเพียง 1.33 เปรอ์เซ็นต์

ดังนั้นในการสร้างแบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดของอาคาร จะเลือกใช้ค่า SHGF (Solar Heat Gain Factor) ของละติจูดที่ 16 องศาเหนือมาเป็นตัวแทนของทั้งประเทศ เนื่องจากใกล้เคียงกับละติจูดของจังหวัดที่เลือกมาเป็นตัวแทนที่เหลือคือ จังหวัดอุบลราชธานี และจังหวัดเชียงใหม่ มากกว่าละติจูดที่ 8 องศาเหนือ

3. นำข้อมูลทั้งหมดมาใส่สมการและคำนวณ
4. รวมผลที่ได้จากการคำนวณแล้วนำมาจัดระดับค่าสูง – ต่ำ เพื่อแบ่งเป็นค่าระดับ

คะแนน

3. 3 การทำแบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในเขตร้อนชื้น

หลังจากที่ได้ค่าของตัวแปรต่าง ๆ จากการคำนวณสมการแล้วจะนำค่าที่ได้มาสร้างเป็นแบบประเมินโดยจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนคือ

- 1) ส่วนตารางข้อมูลพื้นฐานของอาคาร
- 2) แบบประเมินชุดที่ 1 ภาวะการทำความเย็นที่เกิดขึ้นกรณีช่องเปิดของอาคารมีการเปิด - ปิด

การเปิด - ปิด

- 3) แบบประเมินชุดที่ 2 ภาวะการทำความเย็นที่เกิดขึ้นกรณีที่ช่องเปิดนั้นเปิดอยู่
 - แบบประเมินชุดที่ 2(1) ภาวะการทำความเย็นที่เกิดจากการนำความร้อน
 - แบบประเมินชุดที่ 2(2) ภาวะการทำความเย็นที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อน
 - แบบประเมินชุดที่ 2(3) ภาวะการทำความเย็นที่เกิดการร่วซึมของอากาศ

- 4) แบบประเมินชุดที่ 3 ภาวะการทำความเย็นทั้งหมดที่เกิดขึ้นผ่านทางช่องเปิด

อาคาร

3.3.1 การทำแบบประเมินในส่วนตารางข้อมูลพื้นฐานอาคาร

ในส่วนนี้จะสร้างเป็นตารางที่ให้ผู้ประเมินกรอกข้อมูลพื้นฐานต่างๆ ของอาคาร เช่น พื้นที่ใช้สอยอาคาร ที่ตั้ง สัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดของอาคาร / พื้นที่ใช้งานอาคาร รวมไปถึงค่าคุณสมบัติของกระจกที่ใช้เพื่อจะนำข้อมูลเหล่านี้ไปใส่ในแบบประเมิน ซึ่งจะอธิบายวิธีการอีกครั้งในบท การทดสอบแบบประเมิน

3.3.2 การสร้างแบบประเมินชุดที่ 1 ภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นกรณีช่องเปิดของอาคารมีการเปิด – ปิด : ค่าเอนทัลปี

ในการสร้างแบบประเมินสำหรับค่าเอนทัลปีนี้จะนำค่าของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสมการการคำนวณภาระการทำความเย็นที่เกิดจากค่าเอนทัลปีมาสร้างเป็นแผนภูมิ โดยข้อมูลที่ใช้มีเป็นดังนี้

1) สัดส่วนพื้นที่ (A) จะใช้เป็นตัวสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิด / พื้นที่ใช้งานของอาคาร โดยจะกำหนดค่าสัดส่วนอยู่ที่ 0 – 1 เท่า คิดเพียงครึ่งหนึ่งของสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ใช้สอยอาคารที่ได้กำหนดไว้ที่ 0 – 2 เท่า (ซึ่งจะอธิบายไว้ในส่วนแบบประเมินค่าการนำความร้อนและการแผ่รังสีความร้อนอีกครั้ง) เพราะเนื่องจากในการเปิด – ปิดช่องเปิดอาคารมีโอกาสที่จะมีสัดส่วนพื้นที่เป็น 2 เท่าของพื้นที่ใช้งานอาคารนั้นเป็นไปได้ยากมาก และทำให้ช่วงค่าพลังงานมีช่วงที่กว้างเกินความเป็นจริง

2) ค่าความเร็วลม (cfm) ค่าความเร็วลมที่ใช้ในการสร้างแผนภูมิแบบประเมินเป็นค่าความเร็วลมที่คำนวณจากข้อมูลความเร็วลมของปี 2543 ของกรมอุตุนิยมวิทยา โดยจะเลือกใช้ข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ยของช่วงเวลา 8.00 - 16.00 มาสร้างแผนภูมิ เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มีความเร็วลมสูงที่สุดของวัน

3) ค่าความแตกต่างของเอนทัลปีภายในอาคารปรับอากาศกับภายนอกอาคาร (Δh) ค่าเอนทัลปีที่ใช้เป็นค่าเฉลี่ยจากผลรวมของทั้งปีจากข้อมูลสภาพภูมิอากาศปี 2543

4) นำค่าของข้อมูลทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นมาสร้างเป็นแผนภูมิโดยใช้โปรแกรม EXCEL ให้ค่าแกน X เป็นค่าสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยอาคาร และแกน Y เป็นค่าเอนทัลปีที่เกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ของสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยอาคารกับค่าความเร็วลมในแต่ละทิศทาง (เส้นแสดงความสัมพันธ์ของแกน X แกน Y)

3.3.3 การสร้างแบบประเมินชุดที่ 2 ภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นกรณีห้องเปิดของอาคารปิดอยู่

3.3.3.1 แบบประเมินชุดที่ 2(1) ภาระการทำความเย็นที่เกิดจากการนำ

ความร้อน

แบบประเมินส่วนนี้จะนำค่าการคำนวณภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นจากค่าการนำความร้อนของกระจกที่คำนวณได้จากสมการมาสร้างแผนภูมิแบบประเมินโดย

1) ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของกระจก (ค่า U ดูจากตารางค่าคุณสมบัติของกระจกในภาคผนวก) ที่มีค่าระหว่าง $1.10 - 0.30 \text{ Btu} / \text{h.ft}^2 - \text{F}$

2) สัดส่วนพื้นที่ช่องเปิด / พื้นที่ใช้สอยของอาคาร 0 – 2 เท่า ซึ่งจากการศึกษาตัวอย่างอาคารพักอาศัยจำนวน 15 หลัง¹

ลำดับ	แบบบ้าน	อัตราส่วนพื้นที่ผนังต่อพื้นที่ใช้สอย			
		N	E	S	W
1	บ้านกรมโยธา แบบประหยัด 2	0.460	0.338	0.460	0.338
2	บ้านเดี่ยวเรือนเล็ก	0.676	0.222	0.694	0.269
3	บ้านลอยชายชั้นครึ่ง	0.413	0.416	0.298	0.495
4	บ้านกรมโยธา แบบประหยัด 3	0.764	0.511	0.753	0.511
5	บ้านเรนโบว์	0.479	0.582	0.447	0.582
6	บ้านเดี่ยวเบิกบาน	0.329	0.284	0.329	0.257
7	บ้านไทยอนุรักษ์ไทยภาคกลาง	0.555	0.763	0.555	0.763
8	บ้านไทยอนุรักษ์ไทยภาคเหนือ	0.807	0.849	0.807	0.793
9	บ้านไทยอนุรักษ์ไทยภาคใต้	1.716	1.090	0.342	0.594
10	บ้านไทยอนุรักษ์ไทยภาคอีสาน	0.701	0.417	0.701	0.417
11	บ้านลดาวัลย์	0.430	0.350	0.430	0.334
12	บ้านวรรณนา	0.359	0.342	0.359	0.346
13	บ้านปาล์มเมอร์	0.323	0.246	0.333	0.273
14	บ้านพักโมเดิร์น	0.359	0.284	0.372	0.276
15	บ้านสองชั้นทราสפורม	0.349	0.331	0.319	0.336

ตาราง 3.1 แสดงสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ใช้สอยอาคารที่ทำการศึกษาจำนวน 15 หลัง²

¹ กัมปนาท กระจุกชัย. แนวทางการสร้างแบบประเมินอาคารปรับอากาศเพื่อประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานในภูมิภาคเขตร้อนชื้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

ค่าสัดส่วนพื้นที่ผนังที่บดต่อพื้นที่ใช้สอยอาคารมีค่าสัดส่วนสูงสุดอยู่ที่ 1.7 เท่า ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วนของช่องเปิดที่เป็นส่วนของเปลือกอาคารเช่นกันสัดส่วนของช่องเปิดต่อพื้นที่ใช้งานอาคารที่เลือกใช้จึงเลือกใช้สัดส่วนเดียวกับส่วนของผนัง แต่เพื่อให้แบบประเมินที่ออกมาสามารถประเมินอาคารได้ในกลุ่มที่กว้างขึ้นกว่ากลุ่มตัวอย่างจึงเพิ่มสัดส่วนเป็น 2 เท่า (สัดส่วนที่สามารถเกิดขึ้นได้จากขอบเขตของอาคารที่กำหนดไว้)

3) ค่า CLTD ในการสร้างแบบประเมินนี้จะเลือกใช้ค่า CLTD ของชั่วโมงที่ 15 ซึ่งเป็นชั่วโมงที่มีค่าสูงที่สุด คือ $14^{\circ}F$

นำผลที่ได้มาสร้างแผนภูมิแบบประเมินซึ่งจะแสดงในบทต่อไป

3.3.3.2 แบบประเมินชุดที่ 2(2) ภาระการทำความเย็นที่เกิดจากการแผ่รังสี

ความร้อน

แบบประเมินส่วนนี้จะนำค่าการคำนวณภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นจากค่าการแผ่รังสีความร้อนที่คำนวณได้จากสมการมาสร้างแผนภูมิแบบประเมินโดย

1) ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของกระจก (ค่า SC ดูจากตารางค่าคุณสมบัติของกระจกในภาคผนวก) ที่มีค่าระหว่าง 1.00 – 0.14

2) สัดส่วนพื้นที่ช่องเปิด / พื้นที่ใช้สอยของอาคาร ใช้ค่าเท่ากับการคำนวณค่าการนำความร้อน

3) ค่า CLF และ SHGF (เลือกค่าที่จะนำมาคำนวณดังที่กล่าวไปแล้วข้างต้น)

4) นำค่าของตัวแปรทั้งหมดมาสร้างเป็นแผนภูมิโดยในส่วนนี้จะแยกแผนภูมิออกเป็น 4 แผนภูมิ

- แผนภูมิที่ 1 จะเป็นแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างผลคูณของค่า SC กับสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ใช้งานอาคาร โดยแกน X เป็นค่า SC และแกน Y เป็นผลคูณ

- แผนภูมิที่ 2 นำผลจากแผนภูมิที่ 1 มาใส่ในแกน X แล้ว

² กัมปนาท กระฤกษ์. แนวทางการสร้างแบบประเมินอาคารปรับอากาศเพื่อประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานในภูมิอากาศเขตร้อนชื้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

นำผลการคำนวณจากสมการ $A * SC * SHGF * CLF$ ใส่เป็นแกน Y

3.3.3.3 แบบประเมินชุดที่ 2(3) ภาระการทำความเย็นที่เกิดจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางช่องเปิด

สร้างแผนภูมิแบบประเมินจากผลการคำนวณภาระการทำความเย็นที่เกิดจากการรั่วซึมของอากาศโดยที่

1) นำค่าเปอร์เซ็นต์การรั่วซึมของอากาศผ่านทางช่องเปิดอาคารชนิดต่าง ๆ มาคูณกับค่าความเร็วลมในแต่ละทิศทางของช่วงเวลา 8.00 – 16.00 น. จากข้อมูลปี 2543 เพื่อหาค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นจากการรั่วซึมผ่านทางช่องเปิดนั้น ๆ นำค่าที่ได้มาสร้างแผนภูมิที่ 1 โดยให้แกน X เป็นทิศต่าง ๆ และแกน Y เป็นค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นจากการรั่วซึมในทิศต่าง ๆ และช่องเปิดแต่ละชนิด

2) นำค่าภาระการทำความเย็นที่คำนวณได้ในข้อ 1 มาสร้างแผนภูมิที่ 2 โดยที่แกน X กำหนดให้เป็นค่าภาระการทำความเย็น และแกน Y เป็นค่าความสัมพันธ์ที่เดิขึ้นจากค่าภาระการทำความเย็นกับสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อ

3) นำค่าที่ได้จากการคำนวณสมการ มาสร้างแผนภูมิแบบประเมินโดยให้ค่าภาระการทำความเย็นที่คำนวณได้วางอยู่ในแกน X แกน Y จะเป็นค่าแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าภาระการทำความเย็นกับสัดส่วนช่องเปิดต่อพื้นที่ใช้งานอาคาร

แบบประเมินชุดที่ 3 ภาระการทำความเย็นทั้งหมดที่เกิดขึ้นผ่านทางช่องเปิดอาคาร

แบบประเมินชุดนี้จะนำผลการคำนวณค่าภาระการทำความเย็นของที่เกิดจากตัวแปรทั้ง 2 กรณีคือช่องเปิดมีการเปิด - ปิด และเมื่อช่องเปิดปิดอยู่ มารวมกันเพื่อเป็นค่าภาระการทำความเย็นทั้งหมดที่เกิดขึ้นผ่านทางช่องเปิดอาคาร โดยที่

1) นำค่าภาระการทำความเย็นรวมที่ได้มาสร้างแผนภูมิโดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าภาระการทำความเย็นรวมที่เกิดขึ้นกับค่าคะแนนที่ช่องเปิดได้ (ซึ่งจะแสดงในบทต่อไป)

3.4 การแบ่งค่าระดับคะแนน

การแบ่งค่าระดับคะแนนของแบบประเมินทั้ง 3 ชุดจะแบ่งโดยนำค่าภาระการทำความ

เขียนที่ทั้งหมดที่คำนวณได้จากค่าตัวแปรของแบบประเมินชุดนั้น ๆ แบ่งออกเป็น 5 ช่วงโดยให้แต่ละช่วงมีความกว้างของข้อมูลเท่ากัน กำหนดให้แต่ละช่วงมีความกว้างช่วงละ 20 ซึ่งระดับค่าคะแนนแต่ละระดับจะบอกถึงประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของช่องเปิดอาคารที่ทำการประเมินโดย

ช่วงที่ 1 ค่าคะแนน 0 – 19 อยู่ในระดับแย่มากควรปรับปรุง

ช่วงที่ 2 ค่าคะแนน 20 – 39 อยู่ในระดับพอใช้

ช่วงที่ 3 ค่าคะแนน 40 - 59 อยู่ในระดับปานกลาง

ช่วงที่ 4 ค่าคะแนน 60 - 79 อยู่ในระดับดี

ช่วงที่ 5 ค่าคะแนน 80 - 100 อยู่ในระดับดีมาก

ซึ่งในการให้คะแนนค่าการทำความเย็นที่ประเมินได้จากแผนภูมิแบบประเมินที่ทำการประเมินมาข้างต้น จะให้คะแนนโดยการเทียบบัญญัติยาก็คับค่าการทำความเย็นที่ประเมินได้สูงสุดของตัวแปรนั้น ๆ (โดยให้ค่าการทำความเย็นสูงสุดมีค่าเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์) แล้วลบออกจากค่าคะแนนเต็ม 100 คะแนนจะได้ค่าคะแนนที่เหลือเป็นค่าคะแนนของช่องเปิดในเรื่องนั้น ๆ ที่ทำการประเมิน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์

4.1 ผลของการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อภาระการทำความเย็นที่เพิ่มขึ้นผ่านเข้าทางช่องเปิดอาคาร

โดยผลของอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อภาระการทำความเย็นที่เพิ่มขึ้นจะแบ่งเป็น 2 ส่วน มีดังต่อไปนี้

4.1.1 ผลของการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อภาระการทำความเย็นที่เพิ่มขึ้นผ่านเข้าทางช่องเปิดอาคารเมื่อมีการเปิด-ปิด

ผลของตัวแปรที่พิจารณาในส่วนนี้จะเป็นผลที่ได้จากตัวแปร คือ

1. ความร้อนในอากาศ
2. ความชื้น
3. ความเร็วลม
4. ทิศทางของกระแสลม

ผลที่ได้ทั้งหมดรวมกันจะเป็นค่าพลังงานรวมที่เครื่องปรับอากาศจะต้องใช้ในการปรับลดอุณหภูมิและความชื้นให้กับอากาศ ซึ่งมีหน่วยเป็น Btu /ft² ซึ่งเป็นพลังงานที่ผสมผสานระหว่างความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) ความร้อนแฝง (Latent Heat) และงานไหล (ความเร็วลม) ซึ่งเป็นค่า ณ สภาวะใด ๆ

$$Q_{\text{sensible}} = 1.08 \times \text{cfm} \times \Delta t$$

สมการความร้อนแฝง (Latent Heat)

$$Q_{\text{latent}} = 4840 \times \text{cfm} \times \Delta w$$

ในขั้นตอนนี้จะทำการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่ทำให้เกิดความแตกต่างของระดับพลังงาน (เอลท์ปี) เพื่อความเข้าใจที่ชัดเจนจะทำการวิเคราะห์ที่ละตัวแปรคือ

4.1.1.1 ศึกษาอิทธิพลของความร้อนความชื้นในอากาศที่มีผลต่อค่าระดับพลังงาน(เอนทัลปี)ที่เพิ่มขึ้นของตัวแทนจังหวัดแต่ละภูมิภาค

เป็นผลที่ได้จากการคิดภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นจากอิทธิพลของความร้อนและความชื้นของอากาศ ซึ่งส่งผลต่อระดับพลังงาน(เอนทัลปี) โดยจะแยกเป็นของแต่ละจังหวัดที่เป็นตัวแทนของภูมิภาค

4.1.1.2 ศึกษาความเร็วลมที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าพลังงาน (เอนทัลปี)ของตัวแทนจังหวัดแต่ละภูมิภาค

โดยในส่วนนี้จะทำการศึกษาโดยแยกพิจารณาตามทิศทางของกระแสลมซึ่งมีความเร็วต่าง ๆ กันทำให้มีแรงอัดเอนทัลปีภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารเพื่อให้ทราบถึงระดับเอนทัลปีในแต่ละทิศทางและแต่ละช่วงเวลา ซึ่งจะแบ่งเป็นช่วงเวลาการใช้งานอาคารดังนี้

ช่วงที่ 1 ระหว่างเวลา 24.00 น. – 07.00 น.

ช่วงที่ 2 ระหว่างเวลา 8.00 น. – 16.00 น.

ช่วงที่ 3 ระหว่างเวลา 17.00 น. – 23.00 น.

4.1.1.3 คำนวณเอนทัลปีแต่ละทิศทาง

ผลของค่าเอนทัลปีแต่ละทิศทาง คือ ค่าพลังงานเอนทัลปีที่ได้จากความเร็วลมที่คิดแรงลมรวมในองศาใกล้เคียง ซึ่งส่งผลกระทบต่อทิศนั้น ๆ โดยจะแบ่งเป็นช่วงเวลาในการใช้งานอาคารเป็นสามช่วงเวลาดังนี้

ช่วงที่ 1 ระหว่างเวลา 24.00 น. – 07.00 น.

ช่วงที่ 2 ระหว่างเวลา 8.00 น. – 16.00 น.

ช่วงที่ 3 ระหว่างเวลา 17.00 น. – 23.00 น.

4.1.2 ผลของการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อค่าพลังงานที่เพิ่มขึ้นผ่านเข้าทางช่องเปิดอาคารเมื่อช่องเปิดนั้นปิด

ผลของตัวแปรที่พิจารณาในส่วนนี้ได้แก่

4.1.2.1.ภาระการทำความเย็นที่เพิ่มขึ้นจากความร้อนรวมที่ผ่านทางช่องเปิดของอาคาร

ผลที่ได้ทั้งหมดรวมกันจะเป็นค่าภาระการทำความเย็นรวมรวมที่เครื่องปรับอากาศ จะต้องใช้ในการปรับลดอุณหภูมิและความชื้นให้กับอากาศ ซึ่งมีหน่วยเป็น Btu /ft² เป็นผลที่ได้มาจากการคำนวณจากสมการ

$$Q = (U \times A \times CLTD) + (A \times SC \times SHGF \times CLF)$$

4.1.2.2. ภาระการทำความเย็นที่เพิ่มขึ้นจากค่าการรั่วซึมของอากาศผ่านทางช่องเปิด

ผลที่ได้จะเป็นภาระการทำความเย็นที่ผ่านเข้ามาภายในอาคาร ซึ่งจะได้ผลเป็น Btu /ft² เป็นผลมาจากการคำนวณจากสมการ

สมการการรั่วซึมของอากาศ

$$Q = 4.5 \times cfm \times \Delta h$$

4.1.1 ผลของการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อค่าพลังงานที่เพิ่มขึ้นผ่านทางช่องเปิดอาคารเมื่อมีการเปิด-ปิด

4.1.1.1(1) อิทธิพลอิทธิพลของความร้อนความชื้นในอากาศที่มีผลต่อค่าระดับพลังงาน(เอนทัลปี)ที่เพิ่มขึ้นของตัวแทนจังหวัดแต่ละภูมิภาค : จังหวัด

กรุงเทพมหานคร ตัวแทนภาคกลาง

จากผลการศึกษาระดับเอนทัลปี (Enthalpy) เป็นค่าเฉลี่ยรายชั่วโมง แต่ละเดือนของกรุงเทพฯ ดังตาราง 4.1(1) – 4.1 (3) และแผนภูมิ 4.1 ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

ระดับความร้อนสัมผัส

ช่วงเวลาที่มียุณหภูมิสัมผัสต่ำสุดของวันจะเป็นเวลากลางคืน คือ ช่วงเวลาประมาณ 01.00 – 07.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิอากาศต่ำสุดของวัน และมีระดับความร้อนสัมผัสสูงสุดตอนกลางวัน คือ ช่วงเวลาประมาณ 9.00 – 17.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิอากาศสูงสุดของวัน

ระดับความร้อนแฝง

ช่วงเวลาที่มียุณหภูมิความร้อนแฝงต่ำสุดของวันจะเป็นตอนกลางวัน คือ ช่วงเวลาประมาณ 10.00 – 18.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดของวัน และมีระดับความร้อนแฝงสูงสุดตอนกลางคืน คือ ช่วงเวลาประมาณ 24.00 – 03.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดของวัน

ระดับเอนทัลปี

จากผลการศึกษาพบว่าเวลา 06.00 น. - 07.00 น. ของแทบทุกเดือน (9 – 11 เดือน) เป็นเวลาที่มีระดับเอนทัลปีต่ำที่สุดของวัน นั่นหมายความว่า ณ เวลา 06.00 น -07.00 น. มีปริมาณพลังงานที่ต้องใช้ในการลดความชื้นและลดอุณหภูมิให้กับอากาศต่ำกว่าเวลาอื่นของวัน พบว่าช่วงเวลาที่มียกระดับเอนทัลปีสูงของวันเป็นเวลา 10.00 – 19.00 น. ของแทบทุกเดือนซึ่งหมายความว่าความถี่ความต้องการในการใช้ปริมาณพลังงานสูงกว่าช่วงอื่นๆ ในการลดความชื้นและลดอุณหภูมิให้กับอากาศ

เดือนพฤศจิกายนและเดือนธันวาคมเวลา 01.00 – 09.00 น. ยังเป็นช่วงเวลาที่มียกระดับเอนทัลปีภายนอกต่ำกว่าระดับเอนทัลปีภายใน ซึ่งหากมีการปล่อยให้อากาศช่วงเวลาดังกล่าวนี้เข้าสู่ภายในอาคารจะทำให้เสียพลังงานงานในการปรับลดอุณหภูมิและลดความชื้นให้กับอากาศน้อยกว่าในช่วงเดือนอื่นๆ

เดือนเมษายน พฤษภาคม และมิถุนายน เป็นช่วงเดือนที่มีระดับเอนทัลปีภายนอกสูงกว่าช่วงเดือนอื่นๆของปี ทั้งนี้เนื่องจากเป็นช่วงฤดูร้อนของประเทศไทยนั่นเอง อุณหภูมิอากาศและช่วงเดือนดังกล่าวจะสูงมาก ทำให้มีความชื้นในอากาศสูงมากจึง ซึ่งส่งผลให้ความร้อนสัมผัส และความร้อนแฝงสูงขึ้นมาก

ตาราง 4.1(1) แสดงค่าพลังงานที่ต้องใช้ในการปรับลดค่าความร้อนและความชื้นให้กับอากาศ จังหวัด

กรุงเทพมหานครจากข้อมูลอุณหภูมิปี 2543

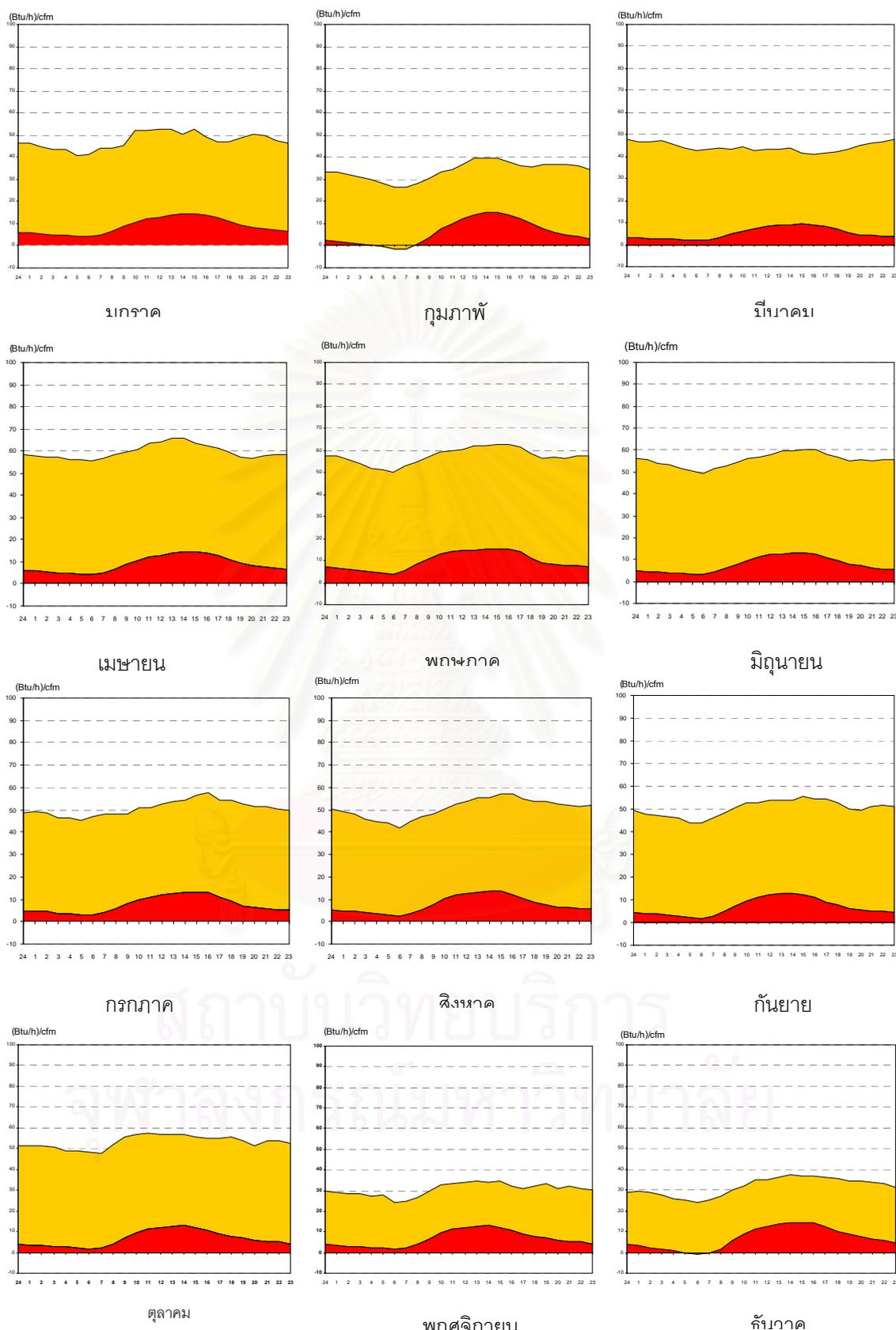
Bangkok Metropolis January																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	10.69	10.52	10.03	9.80	9.73	8.92	8.93	9.82	9.60	10.11	12.58	12.61	13.03	13.11	12.55	12.95	12.18	11.42	11.35	11.78	12.08	11.87	11.18	10.62
Q(Btu/h)	48.10	47.34	45.12	44.09	43.78	40.15	40.19	44.20	43.21	45.52	56.62	56.76	58.64	58.98	56.48	58.28	54.81	51.37	51.08	52.99	54.34	53.41	50.32	47.78
Sensible	6.22	5.83	5.44	5.05	4.86	4.47	4.08	4.67	6.61	8.75	10.30	12.05	13.02	14.19	14.58	14.77	14.00	13.02	11.08	9.14	8.36	7.58	7.19	6.80
Latent	40.35	40.79	39.2	38.79	38.88	36.29	36.93	39.48	37.52	36.44	41.99	39.97	39.46	38.22	35.97	37.73	35.32	33.92	36	39.82	42.33	42.4	40.55	39.44
Bangkok Metropolis February																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	7.562	7.496	7.273	7.047	6.818	6.435	5.984	5.984	6.358	6.886	7.517	7.773	8.353	8.953	8.96	8.96	8.611	8.213	8.074	8.36	8.26	8.295	8.198	7.836
Q(Btu/h)	34.03	33.73	32.73	31.71	30.68	28.96	26.93	26.93	28.61	30.99	33.83	34.98	37.59	40.29	40.32	40.32	38.75	36.96	36.33	37.62	37.17	37.33	36.89	35.26
Sensible	2.333	1.944	1.361	0.778	0.194	-0.583	-1.166	-1.166	0.778	3.694	7.387	9.72	12.25	14	14.97	14.97	14	12.05	9.72	7.387	5.832	4.86	4.082	3.305
Latent	31.07	31.18	30.78	30.37	29.95	29.04	27.64	27.64	27.33	26.71	25.77	24.55	24.56	25.44	24.5	24.5	23.94	24.14	25.88	29.49	30.62	31.75	32.11	31.3
Bangkok Metropolis March																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	11.4	11.16	11.08	11.18	10.84	10.33	9.997	10.16	10.52	10.73	11.13	11.07	11.27	11.48	11.57	11.12	10.9	10.92	10.78	10.79	10.98	11.18	11.25	11.46
Q(Btu/h)	51.28	50.21	49.87	50.29	48.76	46.49	44.99	45.74	47.34	48.26	50.1	49.82	50.73	51.65	52.05	50.06	49.04	49.15	48.53	48.57	49.42	50.33	50.6	51.58
Sensible	3.348	3.024	2.808	2.7	2.484	2.16	1.944	2.052	3.132	4.752	6.048	7.344	8.208	8.856	9.18	9.396	8.964	8.208	6.912	5.4	4.536	4.104	3.78	3.564
Latent	44.26	43.79	43.86	44.47	43.37	41.73	40.65	41.19	40.79	38.74	38.17	35.55	34.87	34.58	34.39	32.06	31.85	33.32	35.07	37.86	40.27	41.94	42.8	44.15
Bangkok Metropolis April																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	13.22	13.13	13.04	12.94	12.76	12.66	12.56	12.84	13.3	13.55	13.75	14.39	14.61	14.98	14.99	14.45	14.11	13.94	13.51	13.01	12.9	13.07	13.28	13.2
Q(Btu/h)	59.47	59.07	58.66	58.23	57.41	56.97	56.51	57.78	59.85	60.98	61.9	64.75	65.74	67.43	67.44	65.03	63.51	62.71	60.8	58.53	58.06	58.8	59.76	59.41
Sensible	6.221	5.832	5.443	5.054	4.86	4.471	4.082	4.666	6.61	8.748	10.3	12.05	13.02	14.19	14.58	14.77	14	13.02	11.08	9.137	8.359	7.582	7.193	6.804
Latent	52.09	52.09	52.08	52.06	51.46	51.41	51.36	52.02	52.07	50.99	50.31	51.33	51.31	51.78	51.39	48.85	48.15	48.35	48.45	48.2	48.53	50.04	51.38	51.43

ตารางที่ 4.1(2) แสดงค่าพลังงานที่ต้องใช้ในการปรับลดค่าความร้อนและความชื้นให้กับอากาศ จังหวัด
กรุงเทพมหานครจากข้อมูลฤดูร้อนปี 2543

Bangkok Metropolis May																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	13.1	13.02	12.67	12.32	11.79	11.62	11.35	11.96	12.44	12.99	13.43	13.59	13.74	14.1	14.08	14.25	14.27	13.94	13.37	12.83	12.9	12.78	13.07	12.996
Q(Btu/h)	58.95	58.6	56.99	55.44	53.06	52.27	51.08	53.82	55.96	58.47	60.43	61.15	61.85	63.44	63.37	64.13	64.21	62.74	60.15	57.75	58.06	57.51	58.8	58.482
Sensible	6.998	6.61	6.221	5.249	4.666	4.471	3.888	5.443	8.165	10.5	12.83	14.19	14.77	14.77	15.16	15.36	14.97	13.8	11.28	8.942	8.359	7.582	7.582	7.1928
Latent	50.79	50.84	49.66	49.12	47.38	46.81	46.24	47.34	46.67	46.76	46.31	45.64	45.73	47.29	46.82	47.37	47.84	47.59	47.62	47.64	48.53	48.78	50.04	50.129
Bangkok Metropolis June																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	12.71	12.58	12.27	12.06	11.67	11.4	11.23	11.7	11.95	12.38	12.72	12.93	13.17	13.61	13.55	13.68	13.7	13.19	12.93	12.53	12.6	12.43	12.63	12.647
Q(Btu/h)	57.18	56.62	55.22	54.27	52.5	51.31	50.52	52.66	53.79	55.69	57.25	58.17	59.27	61.27	60.99	61.55	61.63	59.36	58.17	56.38	56.69	55.94	56.82	56.91
Sensible	5.249	4.666	4.471	4.082	4.082	3.499	3.305	4.277	6.026	7.776	9.72	11.28	12.25	12.64	12.83	12.83	12.44	10.5	9.331	7.582	6.998	6.026	5.638	5.6376
Latent	50.79	50.84	49.66	49.12	47.38	46.81	46.24	47.34	46.67	46.76	46.31	45.64	45.73	47.29	46.82	47.37	47.84	47.59	47.62	47.64	48.53	48.78	50.04	50.129
Bangkok Metropolis July																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	11.18	11.1	10.84	10.5	10.41	10.24	10.84	11.4	11.4	11.24	11.93	11.78	12.09	12.25	12.42	12.76	12.54	11.94	11.8	11.84	11.6	11.52	11.35	10.617
Q(Btu/h)	50.29	49.93	48.78	47.26	46.86	46.1	48.78	51.28	51.29	50.57	53.66	52.99	54.42	55.15	55.88	57.42	56.42	53.73	53.11	53.29	52.18	51.84	51.07	47.778
Sensible	4.935	4.735	4.471	3.8	3.581	3.041	2.91	3.863	5.995	8.052	9.576	11.1	12.05	12.79	12.96	13.22	12.87	10.75	9.03	6.76	6.158	5.707	5.305	5.1234
Latent	43.92	44.51	43.98	42.87	42.88	42.33	43.98	44.26	42.29	40.01	41.47	39.82	40.43	40.95	41.47	43.37	44.56	43.7	45.26	46.02	45.54	45.59	45.03	44.474
Bangkok Metropolis August																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	11.42	10.84	10.33	10.16	9.997	9.498	10.08	10.62	10.9	11.44	11.94	12.26	12.59	12.58	12.92	12.92	12.51	12.19	12.21	11.91	11.84	11.67	11.77	10.617
Q(Btu/h)	51.41	48.76	46.49	45.74	44.98	42.74	45.37	47.8	49.05	51.46	53.72	55.18	56.66	56.62	58.14	58.15	56.31	54.87	54.93	53.59	53.29	52.51	52.96	47.778
Sensible	5.443	4.86	4.471	3.888	3.694	2.916	2.333	3.305	5.443	7.387	10.5	11.86	12.64	13.02	13.41	13.41	12.25	10.3	8.554	7.582	6.61	6.221	6.026	5.832
Latent	44.98	44.47	43.37	41.73	41.19	41.24	39.63	41.22	41.43	40.69	39.9	40.74	41.38	42.43	41.99	43.49	44.67	44.84	45.21	46.26	45.93	46.02	45.46	46.099

ตารางที่ 4.1(3) แสดงค่าพลังงานที่ต้องใช้ในการปรับลดค่าความร้อนและความชื้นให้กับอากาศ จังหวัด กรุงเทพมหานครจากข้อมูลฤดูหฤมีปี 2543

Bangkok Metropolis September																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	11.18	10.84	10.67	10.58	10.49	9.984	9.889	10.49	10.91	11.47	12.01	11.93	12.27	12.25	12.25	12.59	12.39	12.41	11.92	11.29	11.16	11.52	11.7	11.529
Q(Btu/h)	50.33	48.78	48.02	47.62	47.21	44.93	44.5	47.21	49.11	51.6	54.04	53.66	55.19	55.15	55.15	56.67	55.76	55.84	53.65	50.82	50.21	51.84	52.66	51.882
Sensible	4.277	3.888	3.694	3.305	2.916	2.333	1.944	2.916	4.86	7.387	9.72	11.08	12.25	13.02	13.02	12.25	10.89	9.137	7.582	6.221	5.443	5.249	4.86	4.6656
Latent	45.1	43.98	43.43	43.43	43.42	41.77	41.75	43.42	43.31	43.19	43.21	41.47	41.78	40.95	40.95	43.23	43.72	45.56	45	43.6	43.79	45.59	46.8	46.228
Bangkok Metropolis October																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	11.61	11.59	11.66	11.48	11.13	11.09	10.98	10.85	11.78	12.64	12.92	13.05	12.91	12.93	12.93	12.59	12.54	12.54	12.67	12.26	11.67	12.23	12.14	11.96
Q(Btu/h)	52.23	52.14	52.47	51.68	50.1	49.91	49.41	48.83	53.03	56.89	58.15	58.71	58.1	58.17	58.17	56.64	56.42	56.41	57.01	55.15	52.51	55.03	54.64	53.821
Sensible	3.888	3.305	3.11	2.916	2.527	1.944	1.555	1.944	4.082	6.804	9.72	11.28	11.86	12.64	13.02	11.86	10.69	8.942	7.776	6.998	6.026	5.443	5.054	4.2768
Latent	47.36	47.87	48.39	47.81	46.65	47.06	46.96	46	47.94	48.96	47.24	46.21	45.02	44.3	43.9	43.59	44.56	46.32	48.09	47.06	45.46	48.53	48.54	48.525
Bangkok Metropolis November																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	6.405	6.104	5.899	5.547	5.847	4.835	4.906	5.593	6.354	6.954	7.31	7.521	7.705	7.652	8.117	7.569	7.419	7.516	7.653	7.063	7.138	6.816	6.74	10.617
Q(Btu/h)	28.82	27.47	26.55	24.96	26.31	21.76	22.07	25.17	28.59	31.29	32.9	33.84	34.67	34.43	36.53	34.06	33.38	33.82	34.44	31.78	32.12	30.67	30.33	47.778
Sensible	3.888	3.305	3.11	2.916	2.527	1.944	1.555	1.944	4.082	6.804	9.72	11.28	11.86	12.64	13.02	11.86	10.69	8.942	7.776	6.998	6.026	5.443	5.054	4.2768
Latent	25.57	25.91	25.61	25.3	24.52	26.05	22.95	22.87	22.77	22.99	22.9	22.31	22.07	21.71	21.08	22.94	21.31	22.21	24.59	26.57	25.14	26.45	25.82	26.265
Bangkok Metropolis December																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	6.672	6.572	6.326	6.077	5.724	5.892	5.012	5.083	5.549	6.487	7.132	7.621	7.876	8.105	8.051	8.516	8.057	7.862	7.872	7.964	7.374	7.449	7.172	7.0069
Q(Btu/h)	30.02	29.57	28.47	27.35	25.76	26.51	22.55	22.87	24.97	29.19	32.09	34.29	35.44	36.47	36.23	38.32	36.26	35.38	35.42	35.84	33.18	33.52	32.27	31.531
Sensible	3.888	3.11	2.333	1.555	0.778	0	-0.778	-0.389	1.75	5.638	8.554	11.28	12.64	14	14.39	14.58	14.19	12.44	10.11	8.554	7.387	6.415	5.832	4.6656
Latent	24.94	26.46	26.81	26.06	25.3	25.51	24.71	25.6	25.47	24.28	23.31	23.87	22.53	22.44	23.26	22.14	22.85	23.55	25.41	25.87	27.01	27.22	27.07	26.707



แผนภูมิ 4.1 แสดงปริมาณพลังงานเฉลี่ยใน 1 วันของแต่ละเดือนที่ต้องใช้ในการลดความชื้นและลดอุณหภูมิให้กับอากาศของกรุงเทพมหานคร

4.1.1.1(2) อิทธิพลอิทธิพลของความร้อนความชื้นในอากาศที่มีผลต่อค่าระดับพลังงาน(เอนทัลปี)ที่เพิ่มขึ้นของตัวแทนจังหวัดแต่ละภูมิภาค : จังหวัดเชียงใหม่ตัวแทนภาคเหนือ

จากผลการศึกษาระดับเอนทัลปี (Enthalpy) เป็นค่าเฉลี่ยรายชั่วโมง แต่ละเดือนของจังหวัดเชียงใหม่ ดังตาราง 4.2(1) – 4.2(3) และแผนภูมิ 4.2 ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

ระดับความร้อนสัมผัส

ช่วงเวลาที่มึระดับความร้อนสัมผัสต่ำของวันจะเป็นเวลากลางคืน คือ ช่วงเวลาประมาณ 24.00 – 07.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิอากาศต่ำของวัน และมีระดับความร้อนสัมผัสสูงตอนกลางวัน คือ ช่วงเวลาประมาณ 11.00 – 17.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิอากาศสูงของวัน

ระดับความร้อนแฝง

ช่วงเวลาที่มึระดับความร้อนแฝงต่ำของวันจะเป็นตอนกลางวัน คือ ช่วงเวลาประมาณ 10.00 – 15.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำของวัน ช่วงเดือนพฤษภาคม – กรกฎาคมจะมีระดับความร้อนแฝงสูงเกือบตลอดวัน เนื่องจากเข้าสู่ฤดูฝน ปริมาณไอน้ำในอากาศสูง

ระดับเอนทัลปี

จากการศึกษาพบว่าเวลา 06.00 น. – 07.00 น. ของทุกเดือนเป็นเวลาที่มีระดับเอนทัลปีต่ำที่สุดของวัน นั้นหมายความว่า ณ เวลา 06.00 น. – 07.00 น. มีปริมาณพลังงานที่ต้องใช้ในการลดความชื้นและลดอุณหภูมิให้กับอากาศต่ำกว่าเวลาอื่นของวัน

ช่วงเวลาที่มึระดับเอนทัลปีสูงของวันเป็นเวลา 10.00 – 19.00 น. ของแทบทุกเดือน ซึ่งหมายความว่าความต้องการในการใช้ปริมาณพลังงานสูงกว่าช่วงอื่นๆ ในการลดความชื้นและลดอุณหภูมิให้กับอากาศ และจะมีระดับเอนทัลปีสูงที่สุดช่วงเวลา 14.00 น.ของเกือบทุกเดือน เดือนที่มีระดับเอนทัลปีภายนอกต่ำกว่าภายในอาคาร ได้แก่ เดือนพฤศจิกายน ธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์ เวลา 10.00 – 20.00 น. เป็นช่วงเวลาที่มีความเหมาะสมในการปล่อยให้อากาศภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร ซึ่งจะไม่มีการใช้พลังงานในการลดอุณหภูมิและลดความชื้นให้กับอากาศ เดือนพฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม และ สิงหาคม เป็นช่วงเดือนที่มีระดับเอนทัลปีภายนอกสูงกว่าช่วงเดือนอื่นๆของปี ทั้งนี้เนื่องจากเป็นช่วงฤดูฝนของประเทศไทย ทำให้มีความชื้นสัมพัทธ์สูงมากส่งผลให้ความชื้นในอากาศสูงตาม ซึ่งมีผลต่อปริมาณความร้อนแฝงเพิ่มสูงขึ้น

ตารางที่ 4.2(1) แสดงค่าพลังงานที่ต้องใช้ในการปรับลดค่าความร้อนและความชื้นให้กับอากาศ จังหวัด
เชียงใหม่จากข้อมูลอุณหภูมิมปี 2543

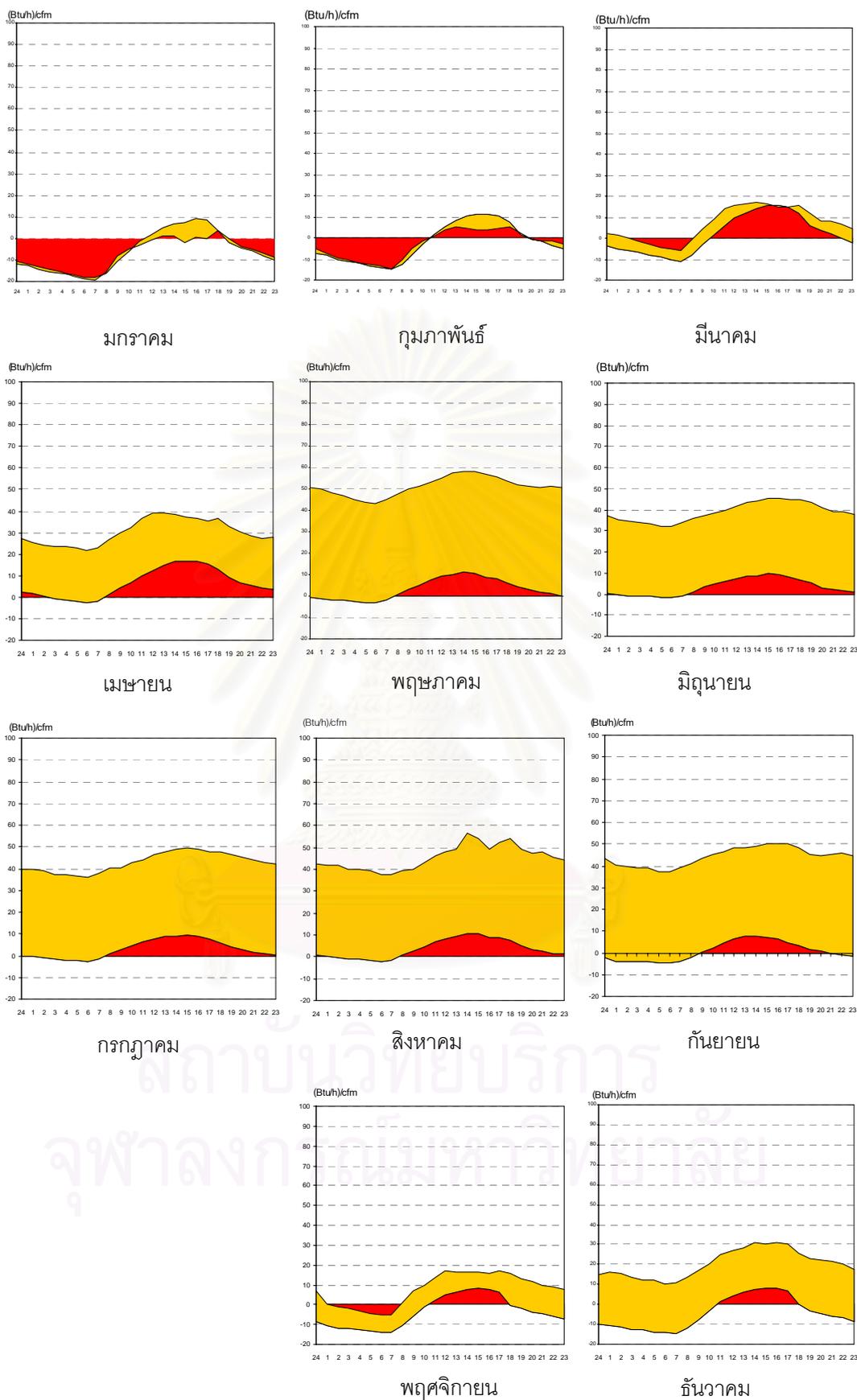
Chiangmai January																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	-2.396	-2.65	-2.928	-3.307	-3.609	-3.95	-4.283	-4.426	-3.517	-1.872	-1.126	-0.734	-0.211	0.229	0.208	-0.422	0.162	0.024	0.824	-0.087	-0.841	-1.216	-1.612	-2.063
Q(Btu/h)	-10.78	-11.93	-13.18	-14.88	-16.24	-17.78	-19.27	-19.92	-15.82	-8.426	-5.068	-3.303	-0.95	1.031	0.935	-1.901	0.728	0.107	3.709	-0.389	-3.786	-5.471	-7.253	-9.283
Sensible	-11.61	-12.75	-14.24	-15.36	-16.1	-17.19	-17.92	-18.32	-16.24	-10.93	-6.334	-1.486	1.737	4.785	6.998	7.481	8.955	8.29	3.587	-1.925	-4.277	-5.826	-7.876	-10.22
Latent	1.04	1.058	1.321	0.776	0.179	-0.241	-0.995	-1.226	0.721	2.682	1.369	-1.757	-2.672	-3.774	-6.077	-9.337	-8.229	-8.175	0.05	1.547	0.566	0.462	0.767	1.1175
Chiangmai Febuary																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	-1.199	-1.721	-2.162	-2.307	-2.64	-2.909	-3.05	-3.326	-2.425	-1.205	-0.296	0.229	0.862	1.145	0.989	0.846	0.853	1.073	1.097	0.442	-0.104	-0.279	-0.382	-0.707
Q(Btu/h)	-5.394	-7.744	-9.728	-10.38	-11.88	-13.09	-13.73	-14.97	-10.91	-5.424	-1.33	1.032	3.879	5.152	4.451	3.807	3.838	4.827	4.938	1.987	-0.468	-1.257	-1.718	-3.183
Sensible	-7.354	-8.446	-10.28	-10.89	-12.05	-13.2	-13.84	-14.54	-12.39	-7.95	-3.131	1.85	5.209	8.185	10.46	11.25	11.26	10.5	7.307	1.743	-0.791	-1.797	-3.472	-5.544
Latent	2.073	0.855	0.746	0.713	0.399	0.364	0.382	-0.139	1.701	2.643	1.831	-0.839	-1.404	-3.128	-6.086	-7.498	-7.481	-5.758	-2.462	0.206	0.332	0.565	1.793	2.4317
Chiangmai March																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	0.464	0.295	-0.032	-0.392	-0.702	-0.99	-1.226	-1.43	-0.237	1.064	1.948	3.129	3.454	3.761	3.871	3.735	3.389	3.345	3.589	2.617	1.838	1.786	1.451	0.9472
Q(Btu/h)	2.088	1.326	-0.145	-1.766	-3.158	-4.456	-5.517	-6.436	-1.068	4.788	8.768	14.08	15.54	16.92	17.42	16.81	15.25	15.05	16.15	11.78	8.27	8.038	6.528	4.2622
Sensible	-3.405	-4.841	-5.782	-6.948	-7.876	-9.181	-10.09	-11.07	-8.115	-3.11	1.58	5.838	9.312	12.09	14.25	15.48	15.45	14.77	12.18	6.221	3.424	2.088	0.113	-2.063
Latent	5.47	6.164	5.661	5.239	4.801	4.835	4.705	4.791	7.102	7.829	7.028	7.971	5.922	4.497	2.828	0.997	-0.495	-0.006	3.651	5.329	4.69	5.801	6.301	6.2595
Chiangmai April																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	6.132	5.698	5.509	5.386	5.265	5.14	4.882	5.179	6.017	6.749	7.307	8.337	8.873	8.877	8.742	8.481	8.265	8.003	8.24	7.391	6.88	6.482	6.238	6.254
Q(Btu/h)	27.59	25.64	24.79	24.24	23.69	23.13	21.97	23.3	27.08	30.37	32.88	37.51	39.93	39.95	39.34	38.17	37.19	36.01	37.08	33.26	30.96	29.17	28.07	28.143
Sensible	2.391	1.568	0.408	-0.499	-1.199	-1.75	-2.579	-2.171	1.102	4.517	6.862	9.999	12.47	14.55	16.57	16.72	16.61	15.26	12.95	9.156	6.772	5.482	4.303	3.5057
Latent	24.69	23.61	23.94	24.32	24.49	24.5	24.19	25.09	25.49	25.28	25.37	26.75	26.62	24.55	21.92	20.62	19.78	19.99	23.35	23.43	23.58	23.12	23.24	24.109

ตารางที่ 4.2(2) แสดงค่าพลังงานที่ต้องใช้ในการปรับลดค่าความร้อนและความชื้นให้กับอากาศ จังหวัด
เชียงใหม่จากข้อมูลอุณหภูมิปี 2543

Chiangmai May																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	10.25	9.981	9.234	8.592	8.06	7.787	7.196	7.158	8.233	9.609	10.23	11.51	12.69	14.14	14.85	15.32	16.68	15.87	15.32	13.31	12.2	11.9	11.26	10.955
Q(Btu/h)	46.13	44.91	41.55	38.66	36.27	35.04	32.38	32.21	37.05	43.24	46.04	51.8	57.1	63.64	66.8	68.96	75.04	71.41	68.94	59.92	54.92	53.57	50.67	49.295
Sensible	-0.32	-1.085	-1.63	-2.132	-2.377	-2.916	-3.098	-2.082	0.671	3.054	5.161	7.72	9.256	10.08	11.49	10.86	8.967	8.177	6.139	4.283	2.979	1.693	0.953	0.2446
Latent	42.89	42.53	40.41	38.5	36.85	36.21	34.43	33.85	35.29	37.9	38.27	40.74	43.41	47.7	48.74	50.69	56.75	54.58	54.5	49.53	47.06	47.05	45.41	44.867
Chiangmai June																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	9.999	9.761	9.207	8.742	8.332	8.054	7.605	7.677	8.497	9.569	10.03	10.91	11.79	13.02	13.32	13.92	15.21	14.37	14.17	12.64	11.6	11.4	10.95	10.581
Q(Btu/h)	44.99	43.93	41.43	39.34	37.49	36.24	34.55	38.24	43.06	45.16	49.11	53.08	58.59	59.93	62.65	68.46	64.65	63.75	56.88	52.21	51.32	49.25	47.615	
Sensible	0.201	-0.48	-0.804	-0.94	-1.108	-1.685	-1.892	-1.004	1.153	3.246	4.912	6.299	7.491	8.592	8.858	9.558	9.195	7.666	6.875	5.139	3.065	2.223	1.84	0.7906
Latent	36.64	35.96	35.26	34.71	34.45	33.97	34.26	34.76	34.51	33.86	33.51	33.42	34.4	35.08	35.04	35.66	36.24	37.18	37.82	38.23	37.83	36.99	37.52	36.937
Chiangmai July																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	9.032	9.024	8.766	8.448	8.344	8.246	8.107	8.554	9.154	9.076	9.63	10.03	10.55	10.79	11.16	11.18	11.06	10.78	10.76	10.48	10.26	9.928	9.661	9.529
Q(Btu/h)	40.65	40.61	39.45	38.01	37.55	37.11	36.48	38.49	41.19	40.84	43.34	45.15	47.47	48.55	50.21	50.33	49.79	48.5	48.43	47.15	46.18	44.68	43.48	42.881
Sensible	-0.05	-0.558	-1.148	-1.656	-1.931	-2.258	-2.483	-1.624	1.01	2.853	4.49	6.158	7.983	8.848	9.036	9.281	8.892	7.462	5.788	4.17	2.671	1.662	0.922	0.5518
Latent	39.99	40.47	39.93	39.03	38.86	38.75	38.37	39.47	39.45	37.23	38.02	38.11	38.53	38.71	40.14	40.02	39.88	40.07	41.7	42.09	42.65	42.21	41.78	41.572
Chiangmai August																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	9.61	9.504	9.428	9.089	9.007	8.864	8.542	8.499	8.862	9.013	9.816	10.46	10.82	11.2	12.78	12.27	11.17	11.8	12.32	11.13	10.68	10.85	10.3	10.046
Q(Btu/h)	43.24	42.77	42.43	40.9	40.53	39.89	38.44	38.25	39.88	40.56	44.17	47.09	48.69	50.41	57.5	55.22	50.24	53.11	55.45	50.09	48.08	48.81	46.36	45.207
Sensible	0.608	-0.013	-0.395	-0.922	-1.173	-1.549	-1.982	-1.687	0.671	2.778	4.709	6.666	8.303	9.337	10.91	10.54	9.011	8.648	7.55	4.91	3.148	2.69	1.643	1.135
Latent	41.87	42.03	42.09	41.12	41.02	40.77	39.78	39.29	38.5	37.03	38.62	39.49	39.4	40.04	45.4	43.52	40.21	43.38	46.79	44.22	44.04	45.22	43.88	43.264

ตารางที่ 4.2(3) แสดงค่าพลังงานที่ต้องใช้ในการปรับลดค่าความร้อนและความชื้นให้กับอากาศ จังหวัด
เชียงใหม่จากข้อมูลอุณหภูมิมปี 2543

Chiangmai September																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	6.85	5.38	5.297	5.221	5.166	5.103	5.047	5.31	5.79	6.272	6.769	7.374	7.702	7.807	7.903	7.929	7.868	7.959	7.818	7.719	6.904	7.303	7.088	6.9966
Q(Btu/h)	30.83	24.21	23.84	23.5	23.25	22.96	22.71	23.9	26.06	28.22	30.46	33.18	34.66	35.13	35.56	35.68	35.41	35.81	35.18	34.74	31.07	32.86	31.89	31.485
Sensible	-1.944	-3.694	-3.875	-4.107	-4.296	-4.584	-4.647	-4.195	-2.132	0.219	2.308	4.804	6.497	7.475	7.939	7.168	6.415	4.772	3.361	1.819	0.627	-0.075	-0.84	-1.336
Latent	45.1	43.98	43.43	43.43	43.42	41.77	41.75	43.42	43.31	43.19	43.21	41.47	41.78	40.95	40.95	43.23	43.72	45.56	45	43.6	43.79	45.59	46.8	46.228
Chiangmai Octoberber (ไม่มีข้อมูล)																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	11.61	11.59	11.66	11.48	11.13	11.09	10.98	10.85	11.78	12.64	12.92	13.05	12.91	12.93	12.93	12.59	12.54	12.54	12.67	12.26	11.67	12.23	12.14	11.96
Q(Btu/h)																								
Sensible																								
Latent																								
Chiangmai November																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	1.597	0.031	-0.259	-0.483	-0.738	-1.03	-1.117	-1.177	0.25	1.583	2.131	3.103	3.872	3.664	3.679	3.737	3.527	3.889	3.569	2.966	2.575	2.215	2.042	1.744
Q(Btu/h)	7.187	0.139	-1.167	-2.174	-3.321	-4.636	-5.027	-5.297	1.126	7.123	9.589	13.96	17.42	16.49	16.56	16.81	15.87	17.5	16.06	13.35	11.59	9.969	9.191	7.8478
Sensible	-8.347	-10.86	-11.66	-12.21	-12.71	-13.39	-13.66	-13.83	-10.46	-6.051	-1.367	2.508	4.898	6.246	7.644	8.096	7.55	6.108	-0.226	-2.132	-3.487	-4.597	-5.939	-7.412
Latent	15.47	11.06	10.58	10.14	9.515	8.907	8.793	8.692	11.63	13.09	10.8	11.2	12.19	9.92	8.587	8.386	8.009	11.05	16.01	15.26	14.9	14.42	15.01	15.178
Chiangmai December																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	1.227	0.101	-0.218	-0.509	-0.781	-1.087	-1.25	-1.34	-0.105	1.2	1.779	2.792	3.696	3.584	3.648	3.766	3.677	4.011	3.652	2.766	2.255	1.927	1.831	1.4068
Q(Btu/h)	5.522	0.453	-0.981	-2.289	-3.514	-4.893	-5.624	-6.029	-0.473	5.401	8.003	12.56	16.63	16.13	16.42	16.95	16.55	18.05	16.43	12.45	10.15	8.67	8.24	6.3305
Sensible	-9.971	-10.55	-11.48	-12.32	-12.9	-13.65	-14.25	-14.54	-12.02	-7.732	-2.916	1.141	4.126	5.895	7.506	8.228	8.209	6.647	0.138	-3.01	-4.891	-5.863	-6.867	-8.892
Latent	12.35	12.68	12.09	11.3	10.81	9.939	9.266	8.86	11.55	12.91	12.65	12.3	11.93	9.284	6.249	5.095	4.519	6.888	13.92	13.21	12.64	12.89	12.87	12.994



แผนภูมิ 4.2 แสดงปริมาณพลังงานเฉลี่ยใน 1 วันของแต่ละเดือนที่ต้องใช้ในการลดความชื้นและลดอุณหภูมิให้กับอากาศของเชียงใหม่

4.1.1.1(3) อิทธิพลอิทธิพลของความร้อนความชื้นในอากาศที่มีผลต่อค่าระดับพลังงาน(เอนทัลปี)ที่เพิ่มขึ้นของตัวแทนจังหวัดแต่ละภูมิภาค : จังหวัดอุบลราชธานี ตัวแทนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จากผลการศึกษาระดับเอนทัลปี (Enthalpy) เป็นค่าเฉลี่ยรายชั่วโมง แต่ละเดือนของอุบลราชธานีดัง ตาราง 4.3(ก) – 4.3 (ค) และแผนภูมิ 4.3 ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

ระดับความร้อนสัมผัส

ช่วงเวลาที่มียุณหภูมิความร้อนสัมผัสต่ำของวันจะเป็นเวลากลางคืน คือ ตั้งแต่ช่วงเวลาประมาณ 22.00 น. – 07.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิอากาศต่ำของวัน และมีระดับความร้อนสัมผัสสูงตอนกลางวัน คือ ช่วงเวลาประมาณ 11.00 – 18.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิอากาศสูงของวัน

ระดับความร้อนแฝง

ช่วงเวลาที่มียุณหภูมิความร้อนแฝงต่ำของวันจะเป็นตอนกลางวัน คือ ช่วงเวลาประมาณ 11.00 – 18.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำของวัน และมีระดับความร้อนแฝงสูงช่วงเวลาประมาณ 20.00 – 06.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิอากาศต่ำและมีความชื้นสัมพัทธ์สูงของวัน

ระดับเอนทัลปี

จากผลการศึกษาพบว่าเวลา 07.00 น. ของทุกเดือนเป็นเวลาที่มียุณหภูมิเอนทัลปีต่ำที่สุดของวัน นั่นคือ ณ เวลา 07.00 น. มีปริมาณพลังงานที่ต้องใช้ในการลดความชื้นและลดอุณหภูมิให้กับอากาศต่ำกว่าเวลาอื่นของวัน

ช่วงเวลาที่มียุณหภูมิเอนทัลปีสูงของวันเป็นเวลา 11.00 – 20.00 น. ของแทบทุกเดือนซึ่งหมายความว่ามีความต้องการในการใช้ปริมาณพลังงานในการลดความชื้น และลดอุณหภูมิให้กับอากาศสูงกว่าช่วงอื่นๆ เดือนพฤศจิกายน ธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์ เวลาประมาณ 01.00 น. – 7.00 น. ยังเป็นช่วงเวลาที่มียุณหภูมิเอนทัลปีภายนอกต่ำกว่าเอนทัลปีภายใน ซึ่งหากมีการปล่อยให้อากาศช่วงดังกล่าวนี้เข้าสู่ภายในอาคาร จะทำให้ไม่มีการใช้พลังงานในการลดอุณหภูมิ และลดความชื้นให้กับอากาศ เดือนเมษายน - กันยายน เป็นช่วงเดือนที่มียุณหภูมิเอนทัลปีภายนอกสูงกว่าช่วงเดือนอื่นๆของปี ทั้งนี้เนื่องจากเป็นช่วงฤดูฝน ความชื้นสัมพัทธ์สูง ทำให้ความชื้นในอากาศสูงมากตาม ซึ่งส่งผลให้ความร้อนแฝงเพิ่มสูงขึ้นมาก กระทั่งทำให้ระดับเอนทัลปีสูงกว่าในช่วงฤดูร้อน

ตารางที่ 4.3(1) แสดงค่าพลังงานที่ต้องใช้ในการปรับลดค่าความร้อนและความชื้นให้กับอากาศ จังหวัด
อุบลราชธานีจากข้อมูลอุณหภูมิตั้งปี 2543

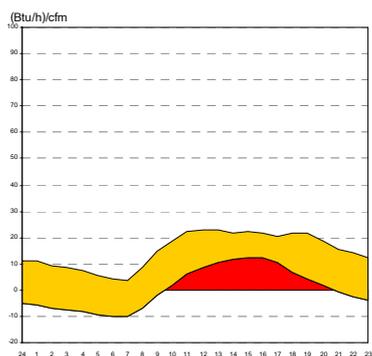
Ubonratchatanii January																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	2.46	2.466	2.105	1.863	1.583	1.276	0.909	0.754	1.918	3.279	4.245	4.98	5.212	5.147	4.886	5.014	4.971	4.595	4.879	4.909	4.216	3.555	3.18	2.8406
Q(Btu/h)	11.07	11.1	9.471	8.385	7.124	5.743	4.091	3.392	8.63	14.76	19.1	22.41	23.45	23.16	21.99	22.56	22.37	20.68	21.96	22.09	18.97	16	14.31	12.783
Sensible	-5.036	-5.776	-6.898	-7.732	-8.466	-9.319	-10.02	-10.21	-6.948	-2.107	1.837	5.863	8.83	10.59	11.81	12.37	12.25	10.51	6.578	4.264	1.662	-0.577	-2.784	-3.894
Latent	15.95	16.72	16.26	16.03	15.53	15.03	14.11	13.61	15.48	16.62	16.92	16.11	14.16	12.1	9.738	9.742	9.674	9.756	14.95	17.41	16.97	16.3	16.87	16.483
Ubonratchatanii Febuary																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	1.695	1.227	0.964	0.53	0.495	0.187	-0.091	-0.313	0.662	1.966	3.377	4.596	5.293	5.256	5.264	5.468	5.593	5.138	4.787	4.452	3.438	3.344	2.469	1.9924
Q(Btu/h)	7.627	5.524	4.338	2.385	2.228	0.841	-0.41	-1.411	2.98	8.847	15.2	20.68	23.82	23.65	23.69	24.61	25.17	23.12	21.54	20.03	15.47	15.05	11.11	8.966
Sensible	-4.78	-6.261	-7.153	-8.446	-9.318	-10.17	-10.88	-11.27	-8.098	-3.761	0.798	5.155	8.386	10.92	11.74	12.32	12.48	10.87	7.823	5.376	2.373	0.69	-1.676	-3.499
Latent	12.3	11.72	11.45	10.83	11.56	11.05	10.53	9.939	11.07	12.48	14.13	15.13	14.96	12.25	11.46	11.79	12.17	11.79	13.29	14.27	12.82	14.09	12.6	12.33
Ubonratchatanii March																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	7.69	7.103	6.911	6.625	6.379	6.274	5.926	5.627	6.853	7.934	8.438	8.805	9.443	9.413	9.893	9.938	9.406	9.602	9.434	9.028	9.194	9.135	8.276	7.9268
Q(Btu/h)	34.61	31.96	31.1	29.81	28.71	28.23	26.67	25.32	30.84	35.7	37.97	39.62	42.49	42.36	44.52	44.72	42.33	43.21	42.45	40.63	41.37	41.11	37.24	35.671
Sensible	3.612	1.95	1.016	0.201	-0.646	-1.38	-1.781	-1.819	1.649	5.431	9.231	12.58	14.87	16.74	17.83	18.76	18.67	16.99	14.6	12.25	10.01	7.876	6.44	4.9227
Latent	30.34	29.43	29.53	29.09	28.86	29.14	28	26.72	28.63	29.58	27.97	26.22	26.71	24.7	25.72	24.99	22.73	25.29	26.95	27.53	30.51	32.41	30.07	30.065
Ubonratchatanii April																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	11.78	11.58	11.44	11.3	11.14	11.04	10.97	11.08	11.79	12.35	12.85	13.4	13.64	13.99	14.23	14.27	14.14	13.82	13.29	12.96	12.66	12.38	12.17	11.975
Q(Btu/h)	53.03	52.09	51.47	50.86	50.13	49.69	49.35	49.86	53.07	55.59	57.82	60.29	61.39	62.93	64.03	64.23	63.61	62.21	59.82	58.3	56.95	55.69	54.78	53.887
Sensible	4.685	3.745	3.117	2.508	1.776	1.328	0.985	1.503	4.73	7.258	9.5	11.98	13.09	14.64	15.74	15.94	15.32	13.91	11.51	9.979	8.625	7.361	6.448	5.5469
Latent	39.33	38.55	37.98	37.09	37.08	36.73	37.16	37.27	38.39	38.19	37.52	36.84	35.87	35.33	33.6	34.3	33.81	34.75	35.77	38.25	39.44	39.61	39.28	38.647

ตารางที่ 4.3(2) แสดงค่าพลังงานที่ต้องใช้ในการปรับลดค่าความร้อนและความชื้นให้กับอากาศ จังหวัด
อุบลราชธานีจากข้อมูลอุณหภูมิตั้งปี 2543

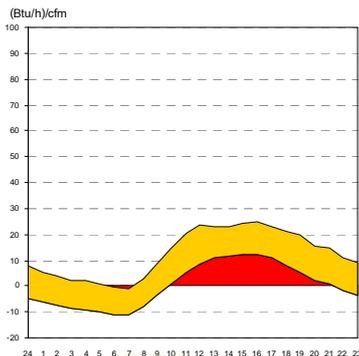
Ubonratchatanii May																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	10.46	10.45	10.28	10.06	9.943	9.828	9.837	10.22	10.79	11.27	11.96	11.72	11.72	12.08	11.74	11.54	11.47	11.58	11.83	11.65	11.46	11.08	10.97	10.748
Q(Btu/h)	47.07	47.02	46.25	45.28	44.74	44.23	44.27	46	48.58	50.72	53.81	52.75	52.74	54.37	52.84	51.94	51.63	52.09	53.24	52.41	51.55	49.88	49.37	48.367
Sensible	2.106	1.776	1.27	0.81	0.531	0.318	0.201	1.128	3.57	5.851	8.411	9.966	12.07	12.31	13.06	12.65	12.55	9.947	8.398	6.584	5.372	4.18	3.48	2.6633
Latent	44.11	44.39	44.16	43.66	43.42	43.13	43.29	44.05	44.1	43.88	44.31	41.7	39.56	40.91	38.65	38.19	37.99	41.07	43.77	44.8	45.18	44.75	44.96	44.813
Ubonratchatanii June																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	10.38	10.3	10.13	9.932	9.855	9.753	9.802	10.35	10.8	11.15	11.63	11.41	11.3	11.69	11.34	11.41	11.19	11.53	11.63	11.47	11.17	10.84	10.85	10.635
Q(Btu/h)	46.7	46.37	45.59	44.69	44.35	43.89	44.11	46.59	48.59	50.17	52.34	51.33	50.85	52.6	51.01	51.35	50.34	51.89	52.33	51.59	50.25	48.8	48.83	47.858
Sensible	1.315	0.713	0.188	-0.188	-0.285	-0.447	-0.389	1.264	3.149	4.886	6.564	8.152	9.811	10.17	10.86	11.64	10.87	9.318	7.083	5.359	3.681	2.702	2.527	1.7366
Latent	40.63	39.43	38.22	38.68	39.03	39.03	39.19	40.49	38.92	37.59	37.25	34.35	33.07	32.56	31.36	29.55	31.15	31.53	34.94	39.19	42.08	40.49	41.65	41.676
Ubonratchatanii July																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	9.391	9.235	9.268	8.887	8.87	8.627	8.684	9.488	9.307	9.529	9.868	9.456	9.295	9.569	9.522	9.391	9.419	9.249	9.434	9.72	9.943	9.689	9.753	9.591
Q(Btu/h)	42.26	41.56	41.71	39.99	39.92	38.82	39.08	42.7	41.88	42.88	44.4	42.55	41.83	43.06	42.85	42.26	42.39	41.62	42.45	43.74	44.74	43.6	43.89	43.16
Sensible	0.868	0.583	0.395	-0.253	-0.272	-0.454	-0.557	0.972	2.508	4.231	6.175	7.588	8.703	9.921	11.07	11.34	10.8	8.742	6.091	4.439	2.773	2.184	1.73	1.2938
Latent	40.64	40.24	40.58	39.55	39.5	38.61	38.96	40.96	38.6	37.84	37.36	34.12	32.28	32.26	30.89	30.04	30.71	32.04	35.53	38.47	41.14	40.62	41.36	41.092
Ubonratchatanii August																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	10.5	10.17	9.964	9.912	9.895	9.971	9.887	10.61	10.75	10.73	10.95	10.92	10.82	11.22	10.85	10.87	11.58	10.73	10.48	11.33	11.44	11.31	11.22	10.834
Q(Btu/h)	47.24	45.75	44.84	44.61	44.53	44.87	44.49	47.75	48.39	48.29	49.27	49.15	48.71	50.5	48.81	48.89	52.12	48.27	47.17	51	51.47	50.9	50.49	48.753
Sensible	1.768	1.16	0.778	0.633	0.426	0.176	0.082	1.461	3.769	5.832	7.45	9.099	10.13	10.91	11.11	11.21	11.35	9.632	7.249	5.581	4.415	3.317	3.054	2.383
Latent	44.62	43.77	43.27	43.18	43.32	43.91	43.63	45.43	43.72	41.52	40.84	39.05	37.58	38.55	36.68	36.66	39.68	37.65	38.99	44.43	46.08	46.63	46.5	45.478

ตารางที่ 4.3(3) แสดงค่าพลังงานที่ต้องใช้ในการปรับลดค่าความร้อนและความชื้นให้กับอากาศ จังหวัด
อุบลราชธานีจากข้อมูลอุณหภูมิปี 2543

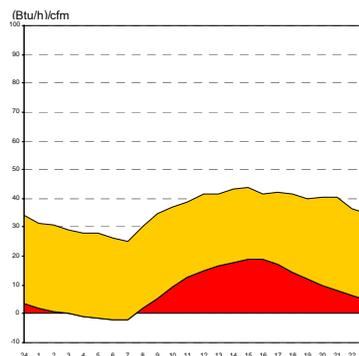
Ubonratchatanii September																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	9.244	7.565	7.286	6.944	7.082	7.023	7.025	7.72	7.711	7.963	8.002	7.849	7.576	8.057	8.412	7.902	8.682	8.414	8.663	9.22	9.248	9.479	9.453	9.3323
Q(Btu/h)	41.6	34.04	32.79	31.25	31.87	31.6	31.61	34.74	34.7	35.84	36.01	35.32	34.09	36.26	37.86	35.56	39.07	37.86	38.98	41.49	41.62	42.66	42.54	41.995
Sensible	-0.044	-1.9	-2.245	-2.728	-2.822	-2.935	-3.054	-1.63	0.853	3.368	4.91	7.023	7.939	8.93	7.933	6.641	6.948	5.368	3.204	2.032	1.361	0.665	0.652	0.2885
Latent	40.92	35.38	34.49	33.47	34.18	34.03	34.16	35.79	33.23	31.8	30.41	27.6	25.48	26.6	29.17	28.22	31.35	31.76	35.05	38.71	39.51	41.24	41.13	40.97
Ubonratchatanii October																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	7.681	7.887	7.701	7.166	7.084	6.887	6.793	7.412	7.783	7.955	8.332	8.221	8.105	8.577	8.158	8.296	8.597	7.981	8.252	8.608	8.532	8.436	8.161	7.8244
Q(Btu/h)	34.56	35.49	34.65	32.25	31.88	30.99	30.57	33.35	35.02	35.8	37.49	37	36.47	38.6	36.71	37.33	38.68	35.92	37.13	38.74	38.4	37.96	36.73	35.21
Sensible	-1.066	-1.185	-1.637	-2.258	-2.615	-2.929	-3.142	-1.775	1.204	3.781	5.863	7.525	8.61	9.726	9.745	9.444	8.792	6.71	3.926	2.251	1.361	0.796	0.082	-0.307
Latent	35.04	36.08	35.71	33.97	33.97	33.42	33.22	34.57	33.19	31.34	30.9	28.74	27.13	28.09	26.22	27.13	29.11	28.5	32.51	35.78	36.35	36.49	36	34.908
Ubonratchatanii November																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	2.164	0.519	0.342	0.203	0.117	0.018	0.005	0.43	1.926	2.86	3.354	3.993	4.11	4.251	4.324	4.224	4.075	3.945	3.658	3.541	3.276	2.985	2.402	2.2714
Q(Btu/h)	9.736	2.336	1.541	0.914	0.528	0.081	0.023	1.934	8.668	12.87	15.09	17.97	18.49	19.13	19.46	19.01	18.34	17.75	16.46	15.93	14.74	13.43	10.81	10.221
Sensible	-5.757	-8.384	-9.036	-9.745	-10.03	-10.51	-10.72	-9.444	-4.822	-0.847	2.791	5.857	7.557	9.162	9.432	9.149	8.397	5.757	2.019	-0.188	-1.555	-2.834	-4.176	-5.174
Latent	15.36	10.72	10.6	10.7	10.6	10.65	10.8	11.4	13.37	13.5	12.02	11.76	10.58	9.59	9.639	9.483	9.582	11.66	14.14	15.85	16.05	16.05	14.83	15.253
Ubonratchatanii December																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	9.557	9.389	9.216	9.071	8.926	8.818	8.72	8.719	9.456	10.38	11.32	11.98	12.56	12.96	13.12	13.21	13.01	12.52	11.76	11.24	10.86	10.45	10.06	9.7911
Q(Btu/h)	43.01	42.25	41.47	40.82	40.17	39.68	39.24	39.24	42.55	46.69	50.93	53.9	56.5	58.31	59.03	59.44	58.54	56.34	52.93	50.59	48.88	47.02	45.28	44.06
Sensible	-5.387	-6.146	-6.929	-7.582	-8.24	-8.729	-9.168	-9.174	-5.845	-1.681	2.571	5.562	8.177	9.99	10.72	11.13	10.22	8.014	4.59	2.239	0.514	-1.348	-3.098	-4.327
Latent	17.98	17.98	17.54	16.88	16.57	16.43	15.94	15.57	16.9	18.7	19.37	19.6	19.31	18.13	17.25	17.72	17.38	19.6	22.19	19.4	18.98	19.22	17.97	17.846



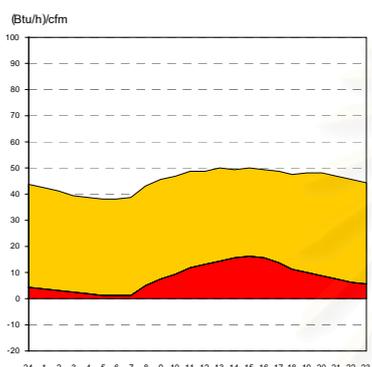
มกราคม



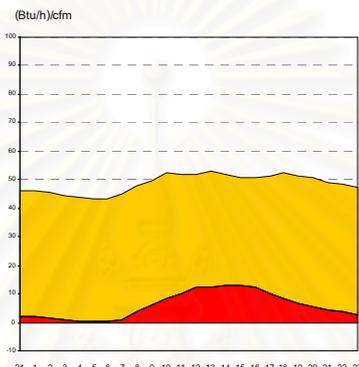
กุมภาพันธ์



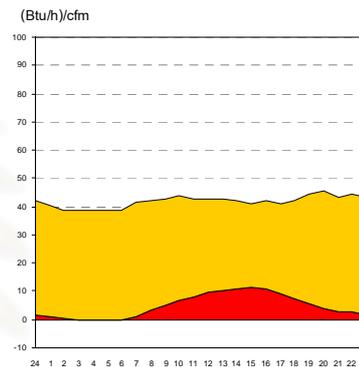
มีนาคม



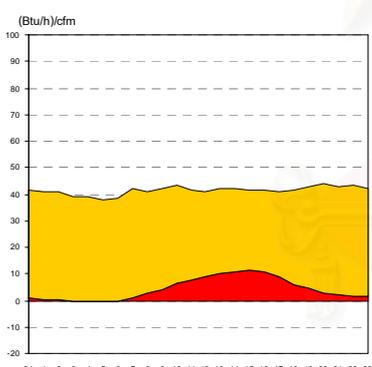
เมษายน



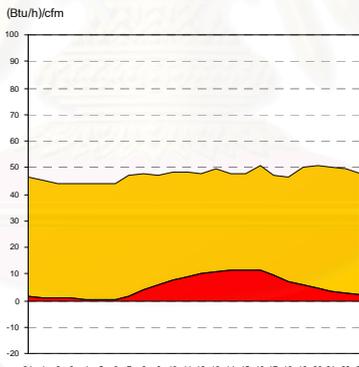
พฤษภาคม



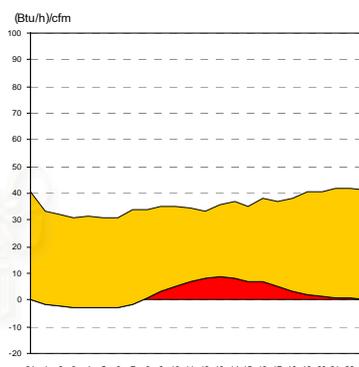
มิถุนายน



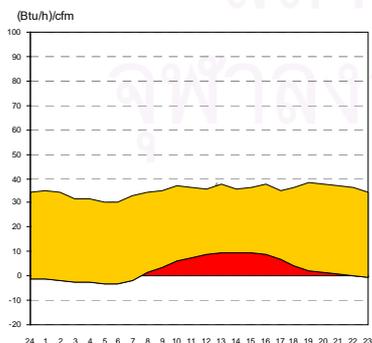
กรกฎาคม



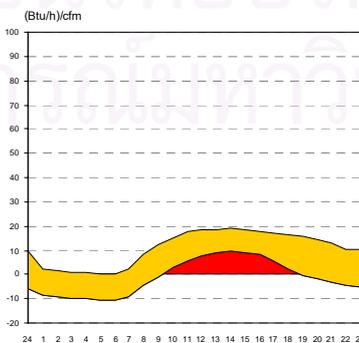
สิงหาคม



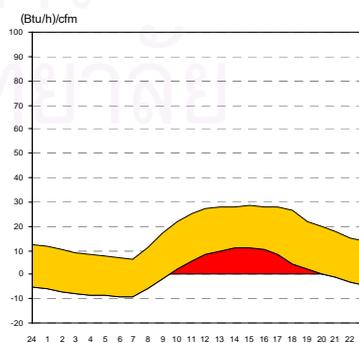
กันยายน



ตุลาคม



พฤศจิกายน



ธันวาคม

แผนภูมิ 4.3 แสดงปริมาณพลังงานเฉลี่ยใน 1 วันของแต่ละเดือนที่ต้องใช้ในการลดความชื้นและลดอุณหภูมิให้กับอากาศของอุบลราชธานี

4.1.1.1(4) อิทธิพลอิทธิพลของความร้อนความชื้นในอากาศที่มีผลต่อค่าระดับพลังงาน(เอนทัลปี)ที่เพิ่มขึ้นของตัวแทนจังหวัดแต่ละภูมิภาค : จังหวัดสงขลาตัวแทนภาคใต้

จากผลการศึกษาระดับเอนทัลปี (Enthalpy) เป็นค่าเฉลี่ยรายชั่วโมง แต่ละเดือนของสงขลา ดังตาราง 4.4(1) - 4.4(3) และแผนภูมิ 4.4 ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

ระดับความร้อนสัมผัส

ช่วงเวลาที่มึระดับความร้อนสัมผัสต่ำของวันจะเป็นเวลากลางคืน คือ ช่วงเวลาประมาณ 23.00 น. – 07.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิอากาศต่ำของวัน และมีระดับความร้อนสัมผัสสูงตอนกลางวัน คือ ช่วงเวลาประมาณ 10.00 น. – 16.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิอากาศสูงของวันนั่นเอง

ระดับความร้อนแฝง

เนื่องจากเป็นจังหวัดชายฝั่งทะเลจึงได้รับอิทธิพลการพัดพาความชื้นจากทะเลสูง ช่วงเวลาที่มึระดับความร้อนแฝงต่ำของวันจะเป็นตอนกลางคืน คือ ช่วงเวลาประมาณ 22.00 น. – 07.00 น. เป็นช่วงเวลาที่ไม่ค่อยมีการพัดของกระแสลม และมีระดับความร้อนแฝงสูงตอนกลางวัน คือ ช่วงเวลาประมาณ 10.00 – 16.00 น. เป็นช่วงที่มีความเร็วลมสูงกว่าช่วงอื่นของวัน

ระดับเอนทัลปี

จากผลการศึกษาพบว่าเวลา 07.00 น. ของทุกเดือนเป็นเวลาที่มีระดับเอนทัลปีต่ำที่สุดของวัน ณ เวลา 07.00 น. เป็นช่วงที่มีปริมาณพลังงานที่ต้องใช้ในการลดความชื้นและลดอุณหภูมิให้กับอากาศต่ำกว่าเวลาอื่นของวัน

ช่วงเวลาที่มึระดับเอนทัลปีสูงของวันเป็นเวลา 10.00 – 19.00 น. ของแทบทุกเดือนซึ่งหมายความว่าความต้องการในการใช้ปริมาณพลังงานในการลดความชื้น และลดอุณหภูมิให้กับอากาศสูงกว่าช่วงอื่นๆ เนื่องจากเป็นจังหวัดชายฝั่งทะเลทำให้ระดับเอนทัลปี (Enthalpy) ในแต่ละเดือนไม่แตกต่างกันมากนัก เดือนธันวาคม เป็นเดือนที่มีระดับเอนทัลปีต่ำกว่าเดือนอื่นๆ เนื่องจากเป็นช่วงฤดูหนาว ทำให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ความชื้นในอากาศจึงต่ำตามไปด้วย ส่งผลให้ระดับความร้อนแฝงต่ำกว่าช่วงเดือนอื่นๆ แต่ไม่มีช่วงเวลาใดที่มีระดับเอนทัลปีภายนอกต่ำกว่าระดับเอนทัลปีภายใน เนื่องจากได้รับอิทธิพลการพัดพาความชื้นจากทะเลสู่พื้นที่ค่อนข้างมาก ช่วงเดือนที่มีระดับเอนทัลปี (Enthalpy) ภายนอกสูง ได้แก่ เดือนเมษายน พฤษภาคม และมิถุนายน เนื่องจากเป็นช่วงฤดูร้อน อุณหภูมิสูงกว่าเดือนอื่น ส่งผลให้ความร้อนสัมผัสสูงกว่าเดือนอื่น

ตารางที่ 4.4(1) แสดงค่าพลังงานที่ต้องใช้ในการปรับลดค่าความร้อนและความชื้นให้กับอากาศ จังหวัดสงขลา จากข้อมูลอุณหภูมิตั้งปี 2543

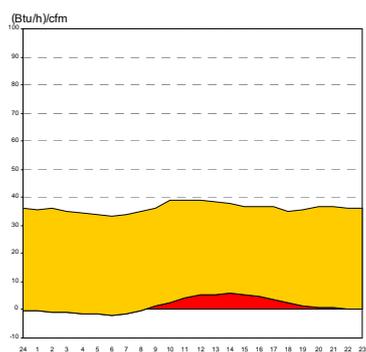
Hat yai January																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	8.077	8.014	7.982	7.76	7.54	7.346	7.16	7.371	7.937	8.442	9.343	9.636	9.832	9.762	9.627	9.39	9.145	8.994	8.478	8.332	8.493	8.465	8.238	8.1398
Q(Btu/h)	36.35	36.07	35.92	34.92	33.93	33.06	32.22	33.17	35.72	37.99	42.04	43.36	44.25	43.93	43.32	42.25	41.15	40.47	38.15	37.5	38.22	38.09	37.07	36.629
Sensible	-0.219	-0.495	-0.773	-1.045	-1.369	-1.557	-1.766	-1.634	-0.188	1.582	2.801	4.247	5.208	5.647	5.884	5.487	4.79	3.951	2.777	1.599	1.094	0.714	0.265	0.0314
Latent	36.11	36.34	36.71	36.22	35.84	35.32	34.88	35.57	35.44	34.44	36.2	34.86	33.97	32.86	31.84	31.52	31.7	32.56	32.42	33.93	35.56	36.13	35.94	35.933
Hat yai February																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	7.673	7.383	7.112	6.658	6.308	6.355	5.919	5.954	6.9	7.972	8.788	8.792	8.903	9.262	9.2	9.234	9.347	8.743	8.487	8.245	8.075	7.956	7.937	7.788
Q(Btu/h)	34.53	33.22	32	29.96	28.38	28.6	26.64	26.79	31.05	35.88	39.55	39.56	40.07	41.68	41.4	41.55	42.06	39.34	38.19	37.1	36.34	35.8	35.72	35.046
Sensible	-0.757	-1.334	-1.931	-2.681	-3.399	-3.399	-4.029	-3.968	-1.274	2.916	5.597	7.877	9.298	10.91	11.48	11.4	10.77	8.373	5.953	3.687	2.293	1.28	0.349	-0.302
Latent	34.69	34	33.4	32.16	31.33	31.54	30.25	30.34	31.8	32.3	33.19	30.9	29.96	29.91	29.06	29.29	30.43	30.18	31.5	32.72	33.38	33.88	34.74	34.741
Hat yai March																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	8.63	8.52	8.246	7.952	7.521	7.341	7.153	7.359	8.435	9.68	10.65	10.81	11.36	11.44	11.3	11	11.13	10.17	9.477	9.419	9.268	9.064	8.911	8.8234
Q(Btu/h)	38.84	38.34	37.11	35.78	33.84	33.04	32.19	33.12	37.96	43.56	47.93	48.65	51.13	51.46	50.86	49.5	50.1	45.77	42.65	42.38	41.71	40.79	40.1	39.705
Sensible	-0.301	-0.853	-1.442	-2.069	-2.841	-3.135	-3.418	-3.248	-0.113	4.045	7.475	9.72	11.77	13.06	13.62	12.66	10.7	7.883	5.656	3.694	2.602	1.53	0.715	0.2446
Latent	38.47	38.54	37.92	37.26	36.14	35.64	35.09	35.83	37.41	38.69	39.51	37.93	38.29	37.31	36.16	35.79	38.36	36.97	36.17	37.9	38.34	38.53	38.68	38.765
Hat yai April																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	8.794	8.464	8.321	8.066	7.781	7.615	7.474	8.237	9.175	10.32	11.36	11.68	11.79	11.68	11.88	11.39	11.83	10.89	10.21	9.886	9.717	9.428	9.213	8.9973
Q(Btu/h)	39.57	38.09	37.44	36.3	35.01	34.27	33.63	37.07	41.29	46.42	51.11	52.55	53.05	52.56	53.48	51.23	53.22	48.99	45.95	44.49	43.73	42.43	41.46	40.488
Sensible	-0.143	-0.557	-0.888	-1.4	-1.931	-2.236	-2.462	-1.601	1.14	4.717	7.614	10.13	11.99	13.3	13.45	11.48	10.12	7.18	4.594	3.013	2.262	1.536	0.719	0.2851
Latent	39.03	37.99	37.69	37.09	36.36	35.94	35.55	38.05	39.41	40.82	42.48	41.34	39.94	38.14	38.89	38.68	42	40.84	40.48	40.65	40.67	40.13	40	39.493

ตารางที่ 4.4(2) แสดงค่าพลังงานที่ต้องใช้ในการปรับลดค่าความร้อนและความชื้นให้กับอากาศ จังหวัดสงขลา จากข้อมูลอุณหภูมิตั้งปี 2543

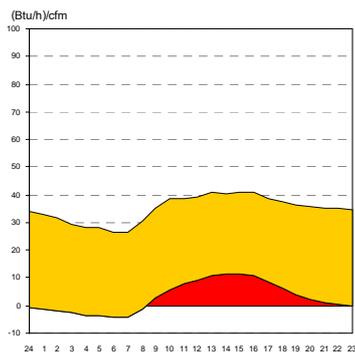
Hat yai May																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	9.51	9.428	9.156	9.057	8.798	8.668	8.49	9.214	10.27	11.4	12.15	12.22	12.44	12.51	12.16	12.33	12.39	11.73	10.77	10.55	10.53	10.31	9.856	9.6994
Q(Btu/h)	42.8	42.43	41.2	40.76	39.59	39.01	38.2	41.46	46.19	51.29	54.67	54.99	55.98	56.31	54.72	55.5	55.77	52.77	48.45	47.49	47.38	46.38	44.35	43.647
Sensible	0.564	0.045	-0.369	-0.732	-1.27	-1.51	-1.814	-1.017	1.996	5.514	8.56	10.55	12.06	13.23	12.84	12.89	12.19	9.033	6.363	4.769	3.882	2.935	1.633	1.1275
Latent	41.48	41.64	40.86	40.79	40.19	39.86	39.38	41.77	43.36	44.79	45.01	43.31	42.75	41.88	40.73	41.43	42.4	42.67	41.14	41.82	42.61	42.59	41.92	41.741
Hat yai June																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	9.445	9.378	9.141	9.032	8.789	8.66	8.499	9.077	10.05	11.1	11.82	12.02	12.2	12.14	11.66	11.7	11.73	11.21	10.46	10.36	10.26	10.05	9.746	9.6074
Q(Btu/h)	42.5	42.2	41.14	40.64	39.55	38.97	38.25	40.85	45.21	49.95	53.18	54.1	54.89	54.64	52.47	52.64	52.78	50.44	47.08	46.6	46.17	45.24	43.86	43.233
Sensible	0.201	-0.48	-0.804	-0.94	-1.108	-1.685	-1.892	-1.004	1.153	3.246	4.912	6.299	7.491	8.592	8.858	9.558	9.195	7.666	6.875	5.139	3.065	2.223	1.84	0.7906
Latent	37.7	37.29	37.29	37.07	37	36.54	36.27	37.1	38.76	39.83	41	39.96	38.89	39.41	38.26	38.7	38.77	38.32	37.38	39.11	38.44	38.21	38.09	38.26
Hat yai July																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	9.156	8.847	8.673	8.568	8.586	8.075	8.03	8.234	9.071	10.26	11.43	11.63	12.02	11.68	11.46	11.39	11.36	10.75	10.41	10.35	10.16	9.857	9.497	9.4323
Q(Btu/h)	41.2	39.81	39.03	38.56	38.64	36.34	36.13	37.05	40.82	46.15	51.43	52.32	54.08	52.57	51.55	51.24	51.12	48.39	46.86	46.59	45.73	44.36	42.74	42.445
Sensible	1.128	0.168	-0.395	-0.855	-1.108	-1.834	-2.074	-1.873	0.842	4.549	7.685	10.52	12.53	13.59	13.99	13.83	13.58	10.94	8.8	7.381	5.709	4.089	2.799	1.9829
Latent	39.34	38.95	38.75	38.75	39.09	37.56	37.61	38.31	39.25	40.72	42.72	40.71	40.42	37.86	36.46	36.31	36.45	36.44	37.12	38.29	39.13	39.43	39.15	39.692
Hat yai August																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	8.849	8.784	8.668	8.416	8.19	8.14	7.996	8.392	9.283	9.95	10.94	10.86	11.09	10.88	10.53	10.28	10.49	10.22	9.216	8.651	8.613	8.89	8.859	8.9384
Q(Btu/h)	39.82	39.53	39.01	37.87	36.86	36.63	35.98	37.76	41.78	44.77	49.22	48.87	49.91	48.94	47.39	46.28	47.22	46	41.47	38.93	38.76	40	39.87	40.223
Sensible	0.765	0.094	-0.401	-1.035	-1.574	-1.756	-2.113	-1.687	1.091	4.189	7.111	9.601	11.4	12.59	12.82	12.44	12.49	10.28	7.312	5.28	3.825	2.929	2.038	1.3984
Latent	38.35	38.74	38.73	38.26	37.81	37.78	37.5	38.82	39.94	39.74	41.13	38.27	37.47	35.32	33.57	32.87	33.74	34.77	33.34	32.9	34.21	36.34	37.1	38.102

ตารางที่ 4.4(3) แสดงค่าพลังงานที่ต้องใช้ในการปรับลดค่าความร้อนและความชื้นให้กับอากาศ จังหวัดสงขลา จากข้อมูลอุณหภูมิตั้งปี 2543

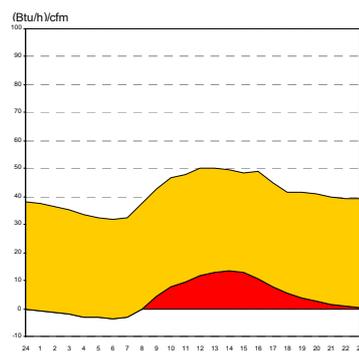
Hat yai September																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	8.492	6.918	6.878	6.814	6.54	6.72	6.417	6.69	7.655	8.613	9.952	10.18	9.997	10.23	10.71	10.3	10.65	10.12	9.866	9.422	9.199	9.04	8.765	8.6965
Q(Btu/h)	38.21	31.13	30.95	30.66	29.43	30.24	28.88	30.11	34.45	38.76	44.78	45.83	44.99	46.03	48.19	46.34	47.9	45.54	44.4	42.4	41.39	40.68	39.44	39.134
Sensible	0.025	-2	-2.352	-2.646	-3.223	-3.067	-3.531	-3.305	-0.508	2.784	6.033	8.717	9.852	10.97	10.59	9.438	8.654	6.791	5.098	3.405	2.333	1.656	0.941	0.4954
Latent	37.52	32.61	32.8	32.81	32.18	32.82	31.95	32.93	34.36	35.26	37.88	36.19	34.21	34.11	36.61	35.96	38.28	37.85	38.45	38.2	38.3	38.29	37.8	37.949
Hat yai October																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	9.112	8.893	8.779	8.736	8.787	8.643	8.551	8.677	10.13	10.82	11.76	11.99	12.21	12.34	11.87	11.45	11.3	10.52	10.05	10.08	9.914	9.672	9.457	9.2946
Q(Btu/h)	41	40.02	39.5	39.31	39.54	38.89	38.48	39.04	45.58	48.71	52.92	53.94	54.93	55.55	53.43	51.52	50.85	47.33	45.22	45.34	44.61	43.52	42.56	41.826
Sensible	0.119	-0.583	-0.89	-1.072	-1.242	-1.361	-1.492	-1.411	2.107	5.123	7.632	9.356	10.6	10.89	10.18	8.441	7.763	5.688	3.944	2.891	2.182	1.455	0.778	0.4515
Latent	40.17	39.91	39.72	39.72	40.11	39.6	39.32	39.8	42.65	42.65	44.23	43.48	43.19	43.5	42.15	42.05	42.08	40.72	40.42	41.62	41.62	41.28	41.02	40.638
Hat yai November																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	8.545	6.986	6.998	6.938	6.957	6.975	6.939	7.179	8.293	8.919	10.01	10.1	10.05	10.72	10.54	10.19	9.956	9.517	8.97	9.093	9.124	9.049	8.846	8.7026
Q(Btu/h)	38.45	31.44	31.49	31.22	31.31	31.39	31.22	32.3	37.32	40.14	45.06	45.44	45.24	48.23	47.43	45.85	44.8	42.83	40.37	40.92	41.06	40.72	39.81	39.161
Sensible	-0.69	-2.533	-2.634	-2.903	-3.123	-3.117	-3.217	-3.085	-0.633	1.511	3.33	4.81	5.757	6.672	6.823	5.813	4.383	3.117	1.875	0.903	0.633	0.32	-0.251	-0.47
Latent	38.48	33.46	33.61	33.62	33.92	34	33.94	34.87	37.31	37.9	40.89	39.77	38.61	40.61	39.67	39.14	39.57	38.92	37.76	39.29	39.7	39.69	39.37	38.956
Hat yai December																								
hr	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Delta h (Btu/lb)	8.611	7.33	7.307	7.243	7.201	7.162	7.116	7.233	8.368	9.145	10.37	10.52	10.58	11.27	11	10.93	10.69	10.34	9.654	9.432	9.382	9.254	8.976	8.8034
Q(Btu/h)	38.75	32.98	32.88	32.59	32.41	32.23	32.02	32.55	37.66	41.15	46.68	47.35	47.61	50.7	49.49	49.18	48.1	46.52	43.44	42.44	42.22	41.64	40.39	39.615
Sensible	-0.401	-1.035	-1.266	-1.574	-2.057	-2.301	-2.446	-2.847	-0.307	2.496	4.904	6.653	8.046	9.062	8.811	9.043	7.569	6.691	4.854	2.377	1.756	1.21	0.314	-0.031
Latent	40.26	39.66	39.31	39.16	38.74	38.46	38.33	37.56	40.55	42.26	44.4	44.07	43.39	44.87	43.19	43.46	44.06	44.61	43.55	41.85	41.93	41.81	41.43	40.845



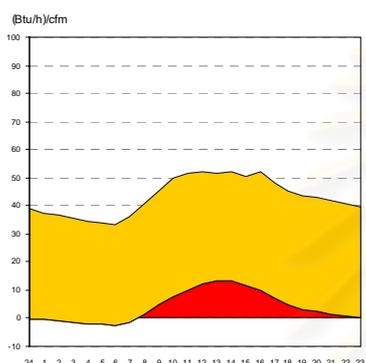
มกราคม



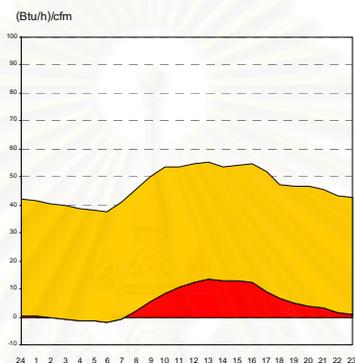
กุมภาพันธ์



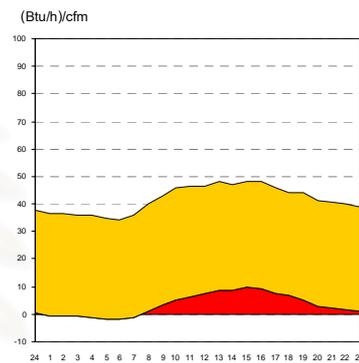
มีนาคม



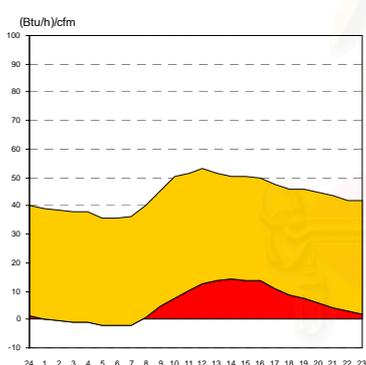
เมษายน



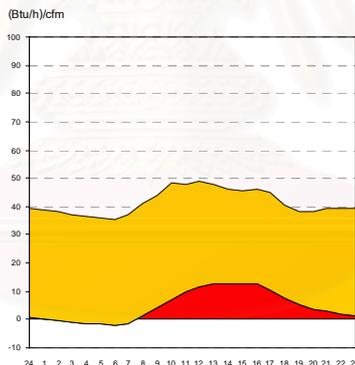
พฤษภาคม



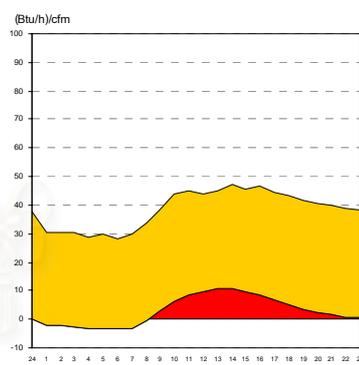
มิถุนายน



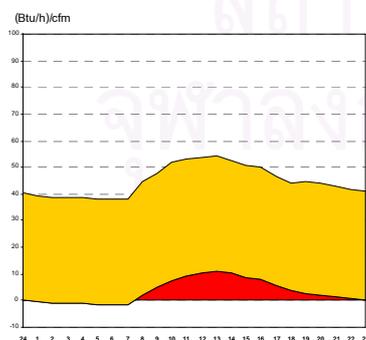
กรกฎาคม



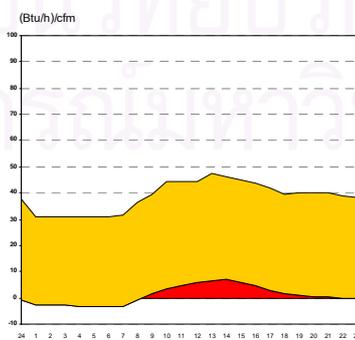
สิงหาคม



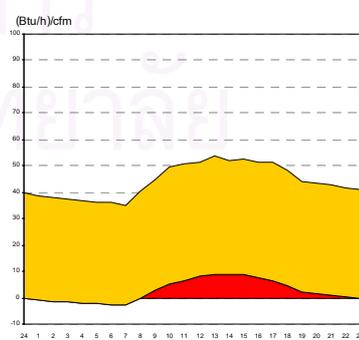
กันยายน



ตุลาคม



พฤศจิกายน



ธันวาคม

แผนภูมิ 4.4 แสดงปริมาณพลังงานเฉลี่ยใน 1 วันของแต่ละเดือนที่ต้องใช้ในการลดความชื้นและลดอุณหภูมิให้กับอากาศของสงขลา

4.1.1.2(1) ศึกษาความเร็วลมที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าพลังงาน

(เอนทัลปี)ของตัวแทนจังหวัดแต่ละภูมิภาค : ตัวแทนภาคกลาง จังหวัดกรุงเทพมหานคร

จากผลการวิเคราะห์และแบ่งการศึกษาเป็น 3 ช่วงเวลาตามการใช้งานของอาคารช่วงที่ 1

ระหว่างเวลา 24.00 น. – 07.00 น.

ช่วงที่ 2 ระหว่างเวลา 8.00 น. – 16.00 น.

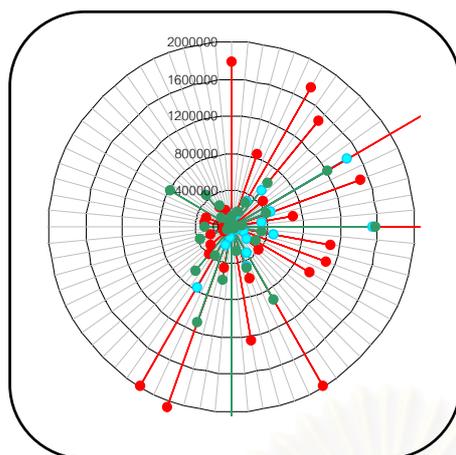
ช่วงที่ 3 ระหว่างเวลา 17.00 น. – 23.00 น.

สรุปการศึกษาอิทธิพลของความเร็วลมที่มีผลต่อเอนทัลปี

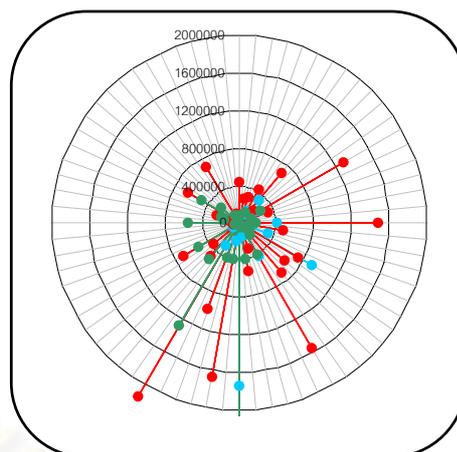
จากการศึกษาโดยพิจารณาตัวแปรเพิ่มด้านความเร็วลม เมื่อเปรียบเทียบความเร็วลมในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละทิศ พบว่าความเร็วลมจะสูงในช่วงเวลากลางวัน เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความเร็วลมในแต่ละเดือนพบว่า ความเร็วลมจะสูงในช่วงเดือนที่อยู่ในฤดูร้อนและฤดูฝน (ประมาณช่วงเดือนมีนาคม – กันยายน) ซึ่งมากน้อยแล้วแต่ละจังหวัดตัวแทน ช่วงเวลาที่มีความเร็วลมสูงนี้ จะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของเอนทัลปี (Enthalpy) ในช่วงนั้นๆ ทำให้เอนทัลปีแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา แต่ละช่วงเดือน ของแต่ละจังหวัดตัวแทน จากการศึกษาดังกล่าวสรุปได้ว่า ความเร็วลมส่งผลให้ระดับเอนทัลปี (Enthalpy) เพิ่มขึ้น ซึ่งจะเพิ่มขึ้นสูงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเร็วลม เนื่องจากความเร็วลมทำให้เกิดแรงอัดเอนทัลปีภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร เมื่อมีความเร็วลมสูงจะยิ่งทำให้เกิดแรงอัดเอนทัลปีภายนอกได้มากขึ้น ด้วยเหตุนี้แต่ละช่วงเวลา แต่ละเดือนของแต่ละจังหวัดตัวแทนซึ่งมีความเร็วลมมาก – น้อยต่างกัน จึงส่งผลให้มีระดับเอนทัลปี (Enthalpy) ที่แตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์ประกอบไปด้วย

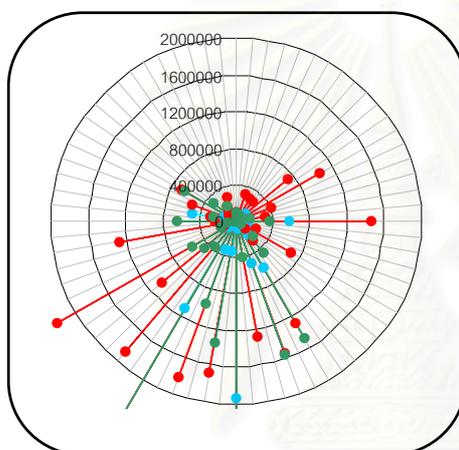
1. แสดงระดับเอนทัลปี (Enthalpy) แต่ละเวลา ในแต่ละทิศทาง แต่ละเดือน ของแต่ละจังหวัดตัวแทน ซึ่งจะแสดงระดับเอนทัลปีแบ่งเป็น 3 ช่วงเวลาตามการใช้งานอาคาร
2. ข้อมูลทิศทางลมจากกรมอุตุนิยมวิทยาจัดเก็บทุก 10 องศา ดังนั้นค่าที่แสดงจะแสดงเป็นช่วงกว้าง 10 องศา
3. ค่าระดับเอนทัลปีคิดเป็น BTU/ ft.²



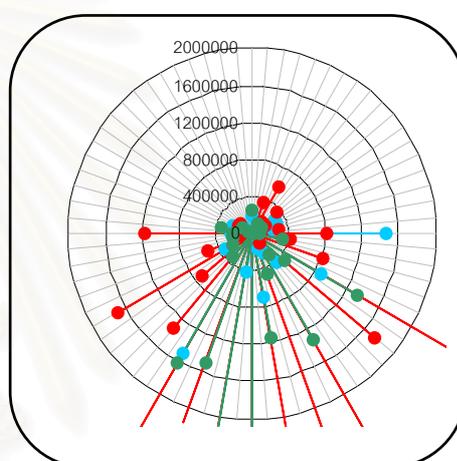
มกราคม



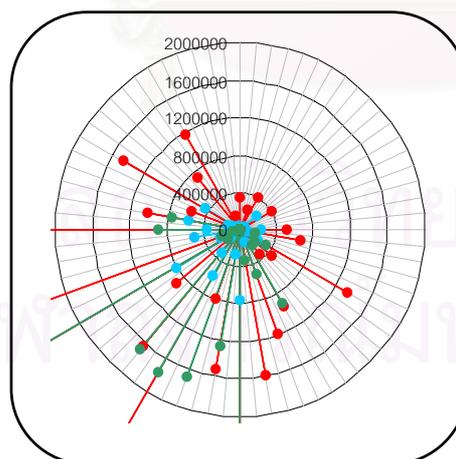
กุมภาพันธ์



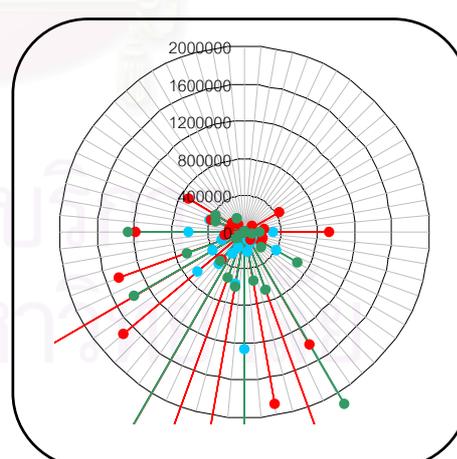
มีนาคม



เมษายน



พฤษภาคม



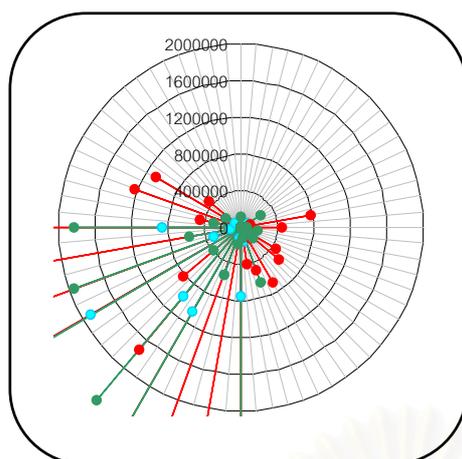
มิถุนายน

แผนภูมิที่ 4.5 (1) แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอากาศ และความชื้นให้กับอาคารในแต่ละเดือน
 ที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดกรุงเทพมหานคร (Btu /ft.²)

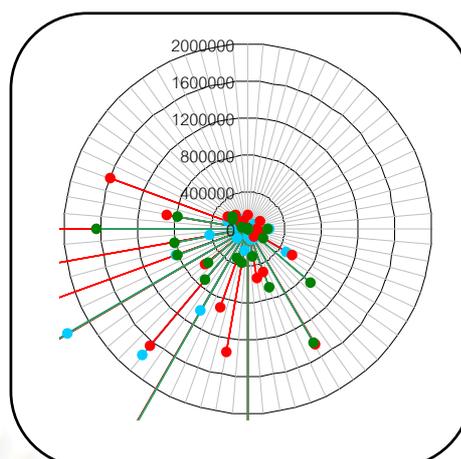
● 24.00 – 07.00 น.

● 8.00 – 16.00 น.

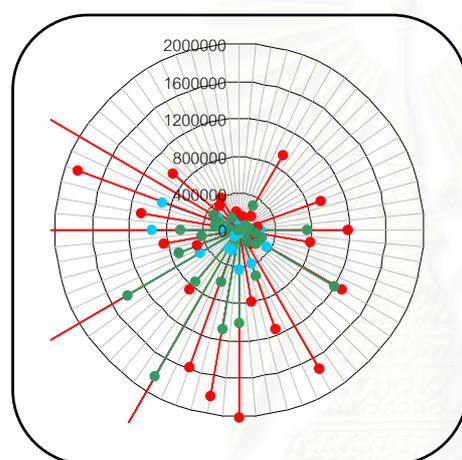
● 17.00 – 23.00 น.



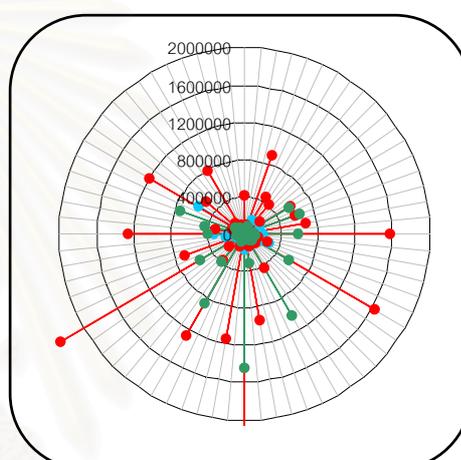
กรกฎาคม



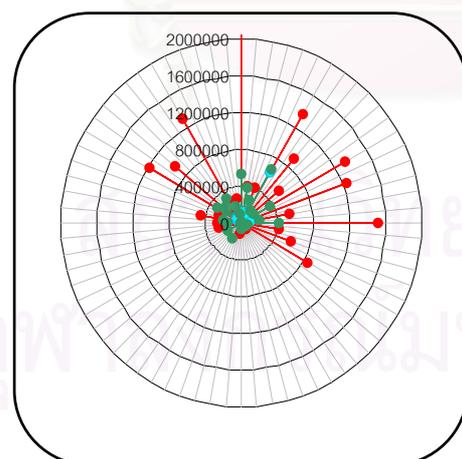
สิงหาคม



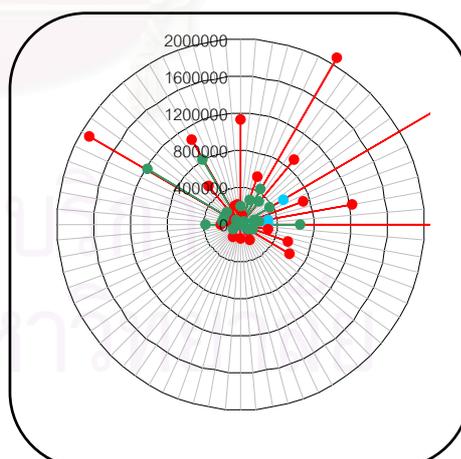
กันยายน



ตุลาคม



พฤศจิกายน



ธันวาคม

แผนภูมิที่ 4.5 (2) แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอากาศ และความชื้นให้กับอาคารในแต่ละเดือน

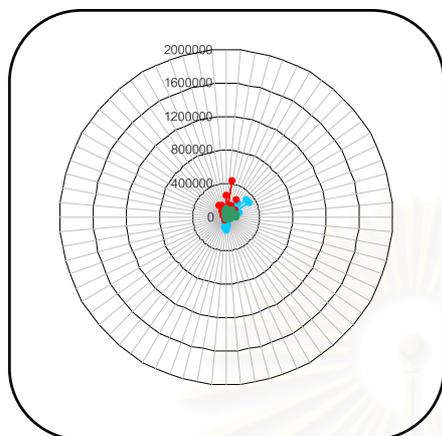
ที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดกรุงเทพมหานคร (Btu /ft²)

● 24.00 – 07.00 น.

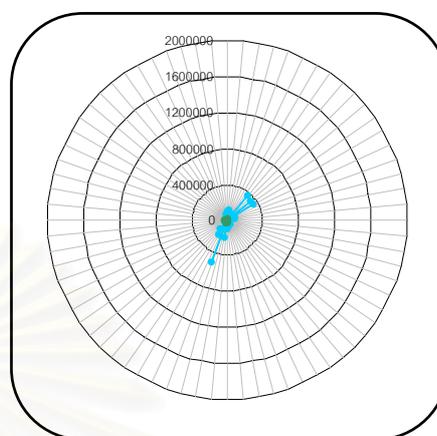
● 8.00 – 16.00 น.

● 17.00 – 23.00 น.

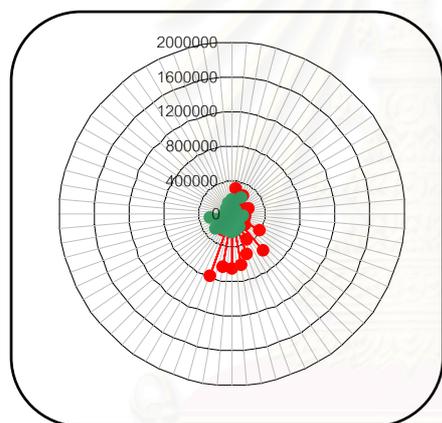
4.1.1.2(2) ศึกษาความเร็วลมที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าพลังงาน
(เอนทัลปี)ของตัวแทนจังหวัดแต่ละภูมิภาค : ตัวแทนภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่



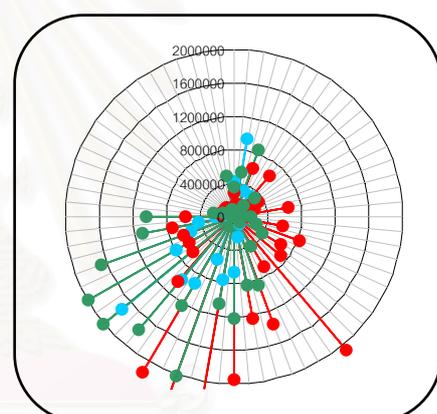
มกราคม



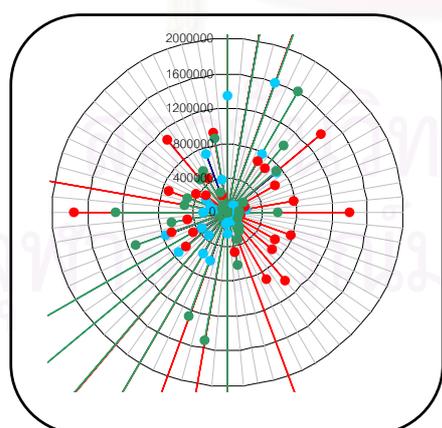
กุมภาพันธ์



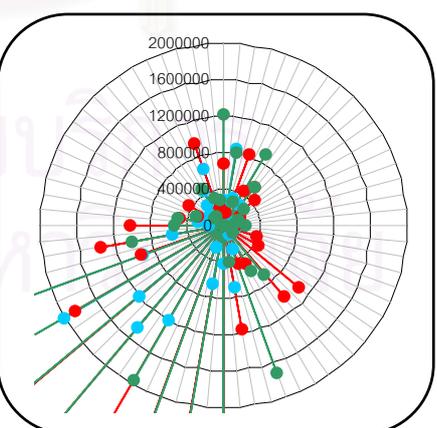
มีนาคม



เมษายน



พฤษภาคม



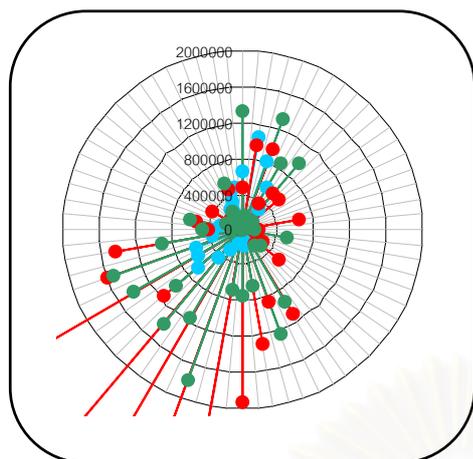
มิถุนายน

แผนภูมิที่ 4.6 (1) แสดงค่าพลังงาน (เอนทัลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในแต่ละเดือน
ที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดเชียงใหม่ (Btu / ft.²)

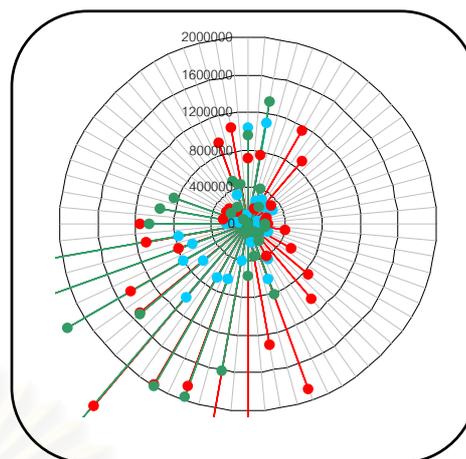
● 24.00 – 07.00 น.

● 8.00 – 16.00 น.

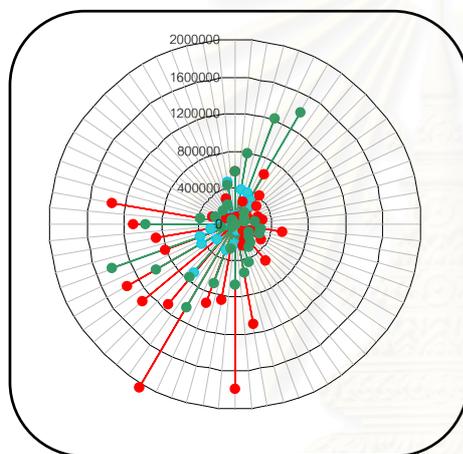
● 17.00 – 23.00 น.



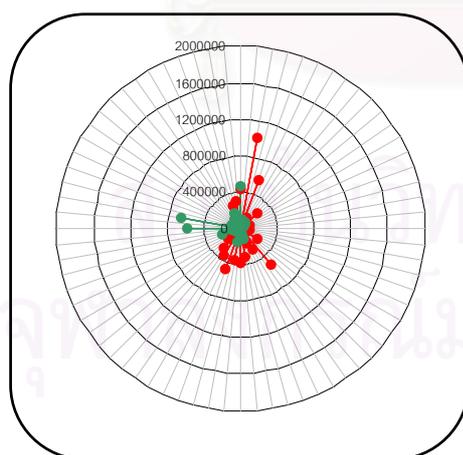
กรกฎาคม



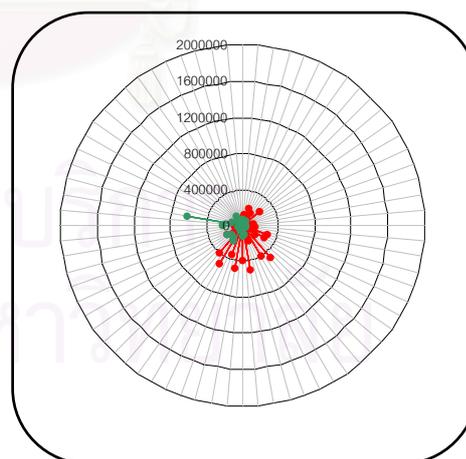
สิงหาคม



กันยายน



พฤศจิกายน



ธันวาคม

แผนภูมิที่ 4.6 (2) แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในแต่ละเดือน ที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดเชียงใหม่ (Btu / ft.²)

● 24.00 – 07.00 น.

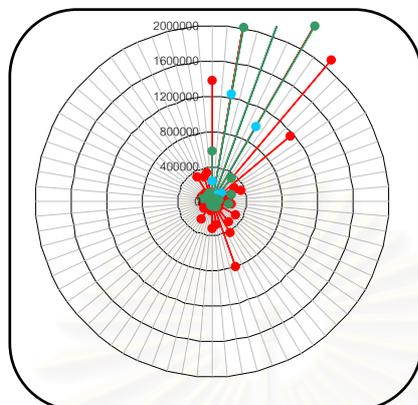
● 8.00 – 16.00 น.

● 17.00 – 23.00 น.

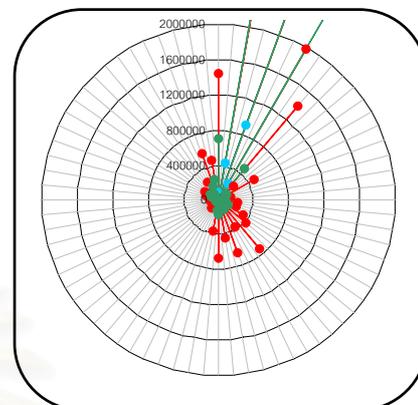
4.1.1.2(3) ศึกษาความเร็วลมที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าพลังงาน

(เอนทัลปี)ของตัวแทนจังหวัดแต่ละภูมิภาค : ตัวแทนภาคตะวันออกเฉียงเหนือจังหวัด

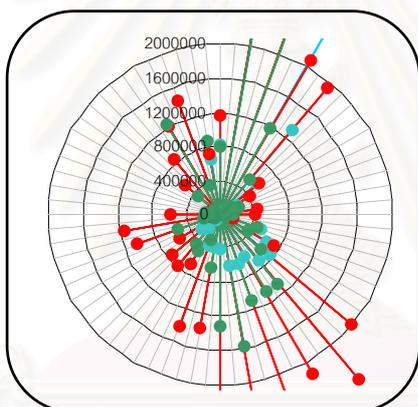
อุบลราชธานี



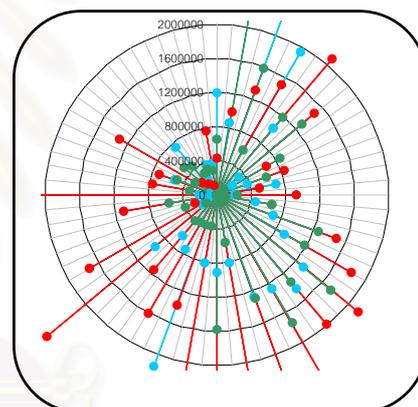
มกราคม



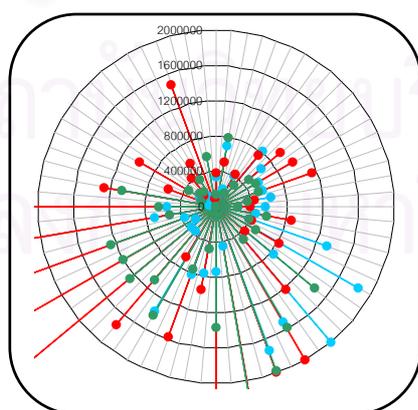
กุมภาพันธ์



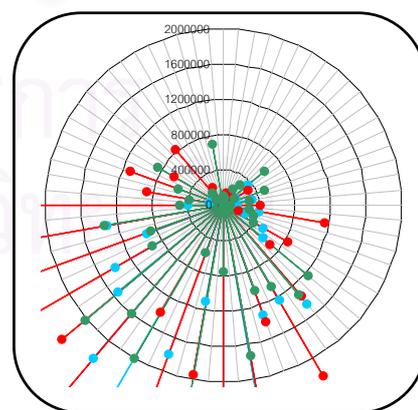
มีนาคม



เมษายน



พฤษภาคม



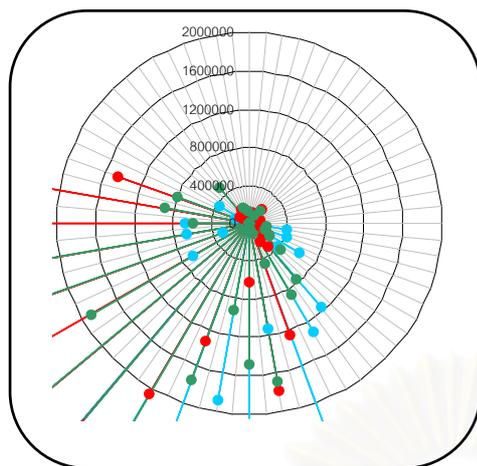
มิถุนายน

แผนภูมิที่ 4.7 (1) แสดงค่าพลังงาน (เอนทัลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในแต่ละเดือน ที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดอุบลราชธานี (Btu / ft.²)

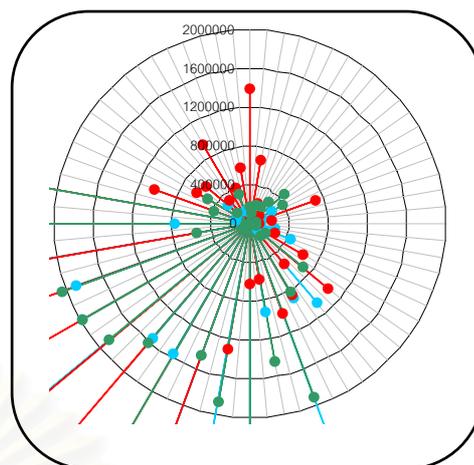
● 24.00 – 07.00 น.

● 8.00 – 16.00 น.

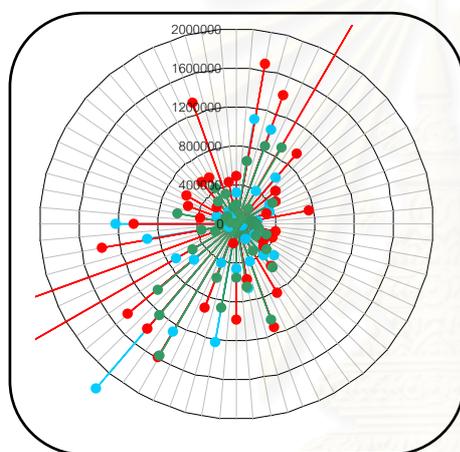
● 17.00 – 23.00 น.



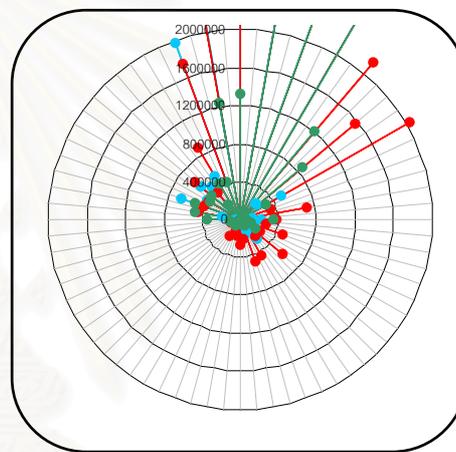
กรกฎาคม



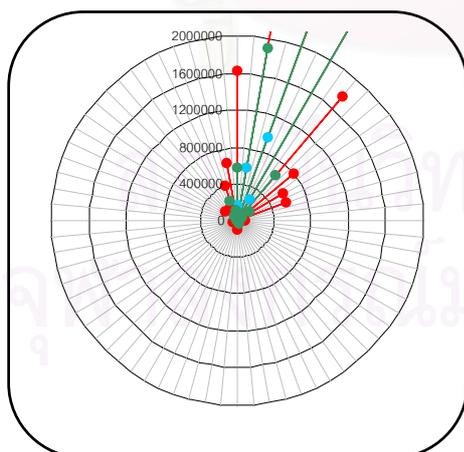
สิงหาคม



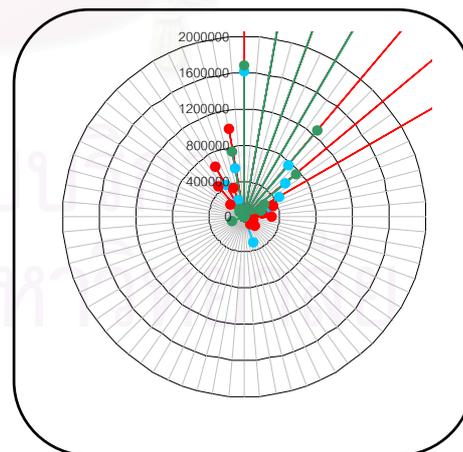
กันยายน



ตุลาคม



พฤศจิกายน



ธันวาคม

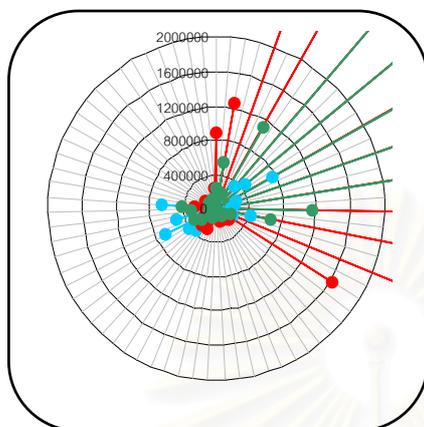
แผนภูมิที่ 4.7 (2) แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในแต่ละเดือน ที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดอุบลราชธานี (Btu / ft.²)

● 24.00 – 07.00 น.

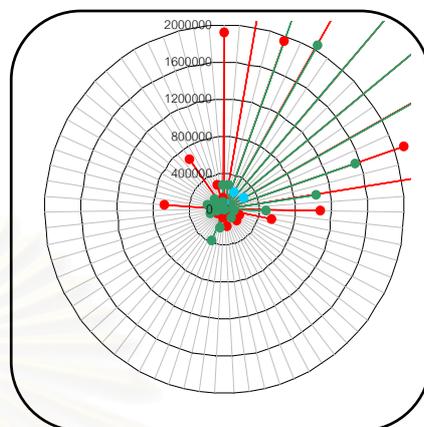
● 8.00 – 16.00 น.

● 17.00 – 23.00 น.

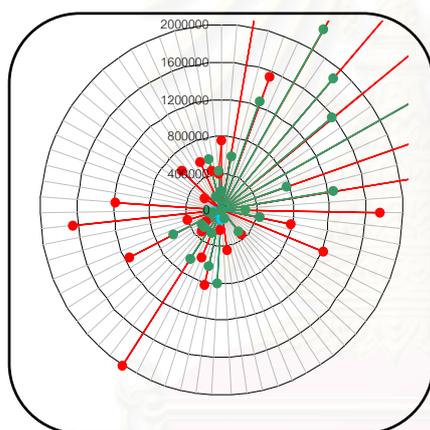
4.1.1.2(4) ศึกษาความเร็วลมที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าพลังงาน
(เอนทัลปี) ของตัวแทนจังหวัดแต่ละภูมิภาค : ตัวแทนภาคใต้จังหวัดสงขลา



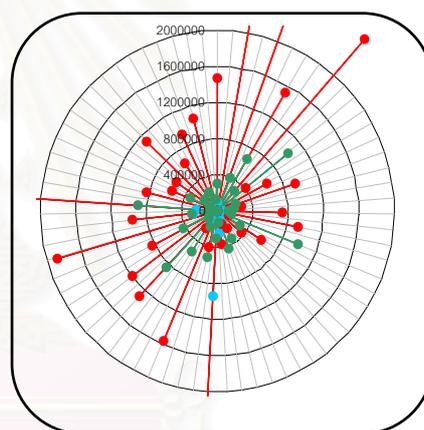
มกราคม



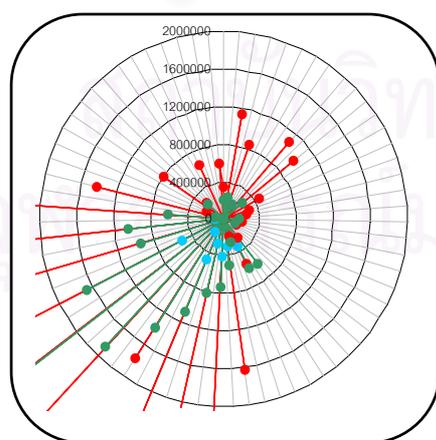
กุมภาพันธ์



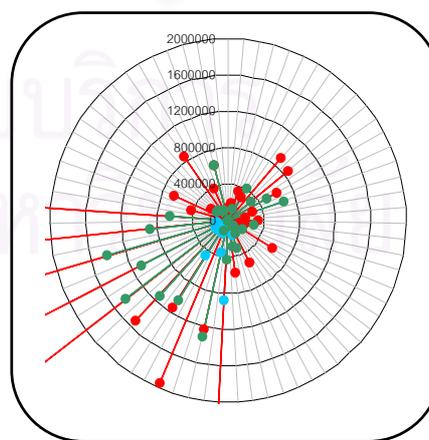
มีนาคม



เมษายน



พฤษภาคม



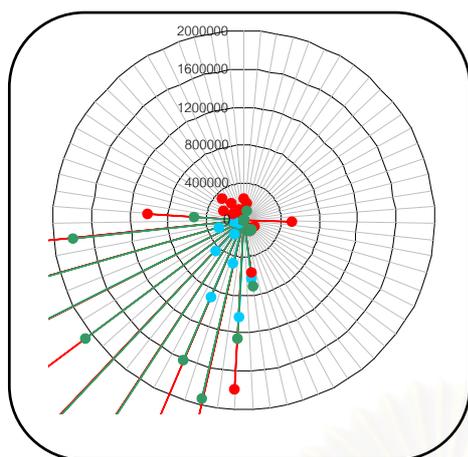
มิถุนายน

แผนภูมิที่ 4.8 (1) แสดงค่าพลังงาน (เอนทัลปี) ที่ใช้ในการปรับอากาศและความชื้นให้กับอากาศในแต่ละเดือน
ที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดสงขลา (Btu / ft.²)

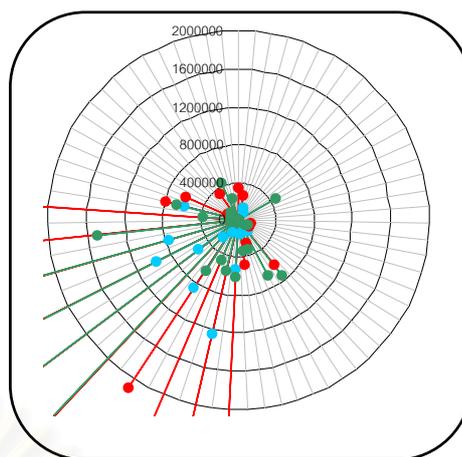
● 24.00 – 07.00 น.

● 8.00 – 16.00 น.

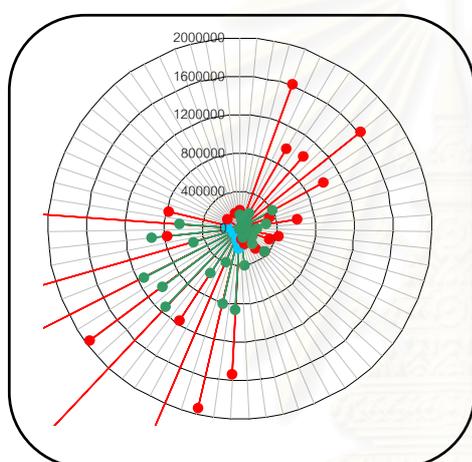
● 17.00 – 23.00 น.



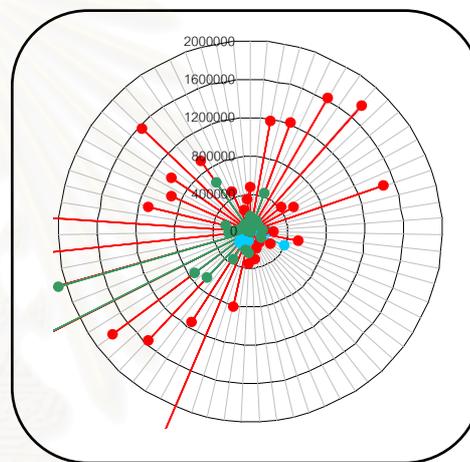
กรกฎาคม



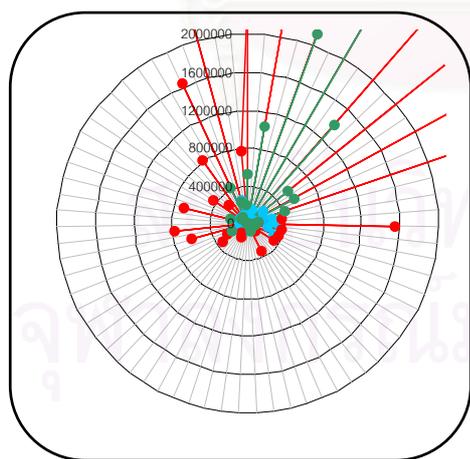
สิงหาคม



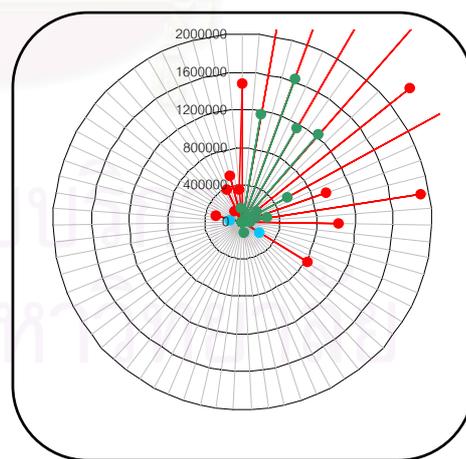
กันยายน



ตุลาคม



พฤศจิกายน



ธันวาคม

แผนภูมิที่ 4.8 (2) แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในแต่ละเดือน ที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดสงขลา (Btu / ft.²)

● 24.00 – 07.00 น.

● 8.00 – 16.00 น.

● 17.00 – 23.00 น.

4.1.1.3 ผลการคำนวณเอลทัลปีแต่ละทิศทาง

รับอิทธิพลด้วย โดยทำการพิจารณาค่า Cosine เพื่อความถูกต้องของปริมาณพลังงานที่ใกล้เคียงความเป็นจริงที่สุดในการพิจารณาระดับพลังงาน (เอลทัลปี) ในทิศทางหนึ่ง ๆ ผลวิเคราะห์ประกอบด้วย

1. แสดงระดับเอนทัลปีที่ค้ำถึงแรงลมในทิศทางข้างเคียงที่คาดว่าจะได้รับอิทธิพล ซึ่งระดับเอลทัลปีที่จะนำมาคำนวณแรงในทิศทางข้างเคียงนี้เป็นค่าทบรวมทุกเวลาของทิศทางนั้น ๆ ในแต่ละช่วงเวลา โดยที่จะทำการศึกษาโดยแบ่งเอนทัลปีตลอดปีเป็นช่วงเวลาการใช้งานอาคาร ในทิศทางหลักที่ทำการพิจารณาของแต่ละจังหวัดตัวแทน ดังนี้

ช่วงที่ 1 ระหว่างเวลา 24.00 น. – 07.00 น.

ช่วงที่ 2 ระหว่างเวลา 08.00 น. – 16.00 น.

ช่วงที่ 3 ระหว่างเวลา 17.00 น. – 23.00 น.

2. ทิศทางที่ทำการพิจารณาจะมี 8 ทิศ คือ ทิศเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ ทิศตะวันตก ทิศตะวันออก ทิศตะวันออกเฉียง ทิศตะวันตก โดยจะทำการพิจารณาทิศข้างเคียงทุก 10 องศาไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะไม่ได้รับอิทธิพลจากทิศข้างเคียงนั้น

3. ค่าระดับเอนทัลปีที่ทำการคำนวณแรงในทิศทางข้างเคียงคิดเป็น Btu / ft^2 และจะเปรียบเทียบเป็นรายชั่วโมงในช่วงเวลานั้น ๆ คิดเป็น Btu / ft^2

4.1.1.3(1) ผลการคำนวณเอนทัลปีแต่ละทิศทาง: ตัวแทนภาคกลางจังหวัด

กรุงเทพมหานคร

ตาราง 4.5 แสดงพลังงานแต่ละทิศทางที่เกิดจากค่าความเร็วลมรวมทั้งปีของช่วงเวลา 24.00 – 07.00 น.

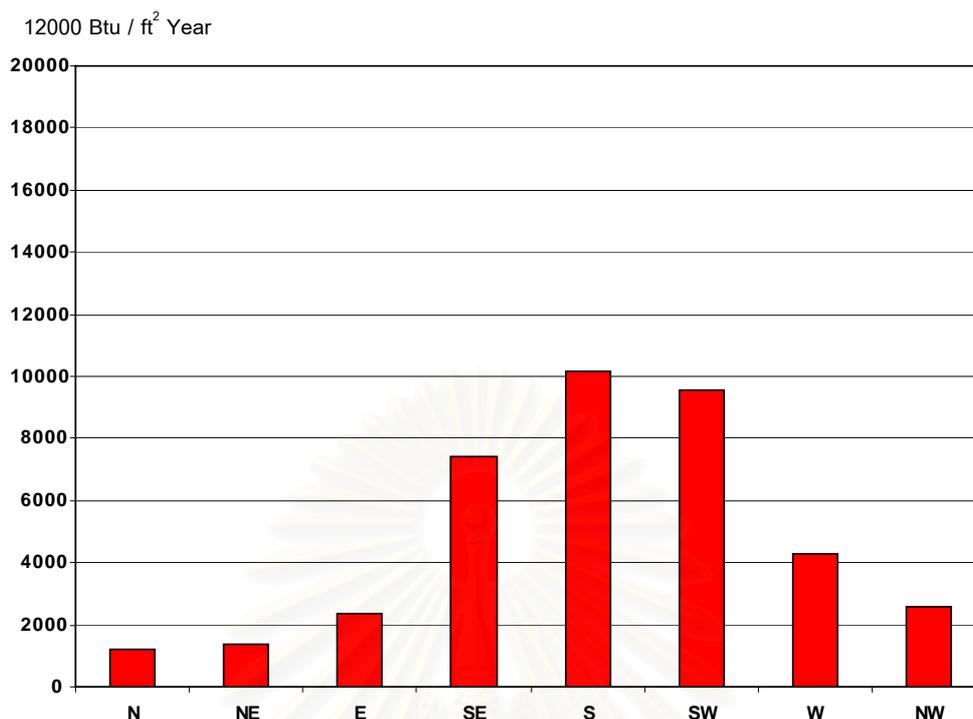
Direction	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
360	502,839.95	385,197.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	323,219.29
10	156,769.22	137,860.54	27,642.64	0.00	0.00	0.00	0.00	79,593.82
20	239,150.81	239,150.81	87,043.78	0.00	0.00	0.00	0.00	87,043.78
30	1,164,807.30	1,324,569.99	672,501.81	0.00	0.00	0.00	0.00	233,557.43
40	757,338.05	988,634.61	635,482.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50	289,411.43	443,404.03	344,907.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	1,580,067.14	2,969,554.86	2,736,756.56	548,751.56	0.00	0.00	0.00	0.00
70	304,682.48	771,483.12	837,108.23	304,682.48	0.00	0.00	0.00	0.00
80	206,650.24	911,632.19	1,171,971.75	595,025.65	0.00	0.00	0.00	0.00
90	0.00	3,559,247.61	5,537,206.32	3,559,247.61	0.00	0.00	0.00	0.00
100	0.00	454,335.49	894,866.24	696,082.36	157,789.06	0.00	0.00	0.00
110	0.00	316,410.51	869,330.74	801,179.54	316,410.51	0.00	0.00	0.00
120	0.00	646,643.40	3,224,966.80	3,499,294.01	1,861,935.45	0.00	0.00	0.00
130	0.00	0.00	438,685.98	563,963.82	368,101.24	0.00	0.00	0.00
140	0.00	0.00	564,865.35	878,774.49	673,180.31	0.00	0.00	0.00
150	0.00	0.00	994,637.53	1,959,053.50	1,722,762.74	345,433.99	0.00	0.00
160	0.00	0.00	639,026.82	1,755,711.75	1,755,711.75	639,026.82	0.00	0.00
170	0.00	0.00	226,564.69	1,129,932.83	1,284,912.21	652,367.03	0.00	0.00
180	0.00	0.00	0.00	11,302,480.7	14,754,340.7	11,302,480.7	0.00	0.00
190	0.00	0.00	0.00	1,459,485.47	2,236,061.47	1,739,347.06	394,277.97	0.00
200	0.00	0.00	0.00	747,244.76	1,404,360.77	1,294,265.88	511,145.52	0.00
210	0.00	0.00	0.00	2,319,092.13	5,872,147.42	6,371,653.27	3,390,285.89	0.00
220	0.00	0.00	0.00	658,331.82	2,904,213.78	3,733,585.27	2,904,213.78	0.00
230	0.00	0.00	0.00	0.00	667,399.80	0.00	795,376.11	180,297.13
240	0.00	0.00	0.00	0.00	3,170,400.42	6,340,800.84	5,491,294.60	2,168,681.61
250	0.00	0.00	0.00	0.00	586,262.82	1,688,076.52	1,610,743.87	857,058.91
260	0.00	0.00	0.00	0.00	251,548.58	1,254,533.54	1,426,602.90	931,148.91
270	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4,495,603.85	0.00	4,495,603.85
280	243,256.02	0.00	0.00	0.00	0.00	900,452.62	1,400,855.60	1,213,176.54
290	682,111.12	0.00	0.00	0.00	0.00	997,179.75	1,964,060.70	1,874,084.91
300	918,998.46	0.00	0.00	0.00	0.00	628,631.97	1,591,752.03	1,810,073.63
310	100,103.78	0.00	0.00	0.00	0.00	27,042.90	119,299.04	155,733.84
320	68,315.26	15,485.81	0.00	0.00	0.00	0.00	57,323.31	87,824.40
330	541,751.80	213,954.49	0.00	0.00	0.00	0.00	312,780.55	587,835.14
340	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
350	140,835.29	91,923.71	0.00	0.00	0.00	0.00	24,833.06	109,550.41
รวม Btu / ft ²	7,897,088.36	13,469,488.9	19,903,564.4	32,778,334.5	39,987,539.0	42,410,482.0	21,994,844.9	15,194,483.6
12000 / ft ²	658.090697	1122.45741	1658.63037	2731.52787	3332.29492	3534.20683	1832.90374	1266.20697

ตาราง 4.6 แสดงพลังงานแต่ละทิศทางที่เกิดจากค่าความเร็วลมรวมทั้งปีของช่วงเวลา 17.00 – 23.00 น.

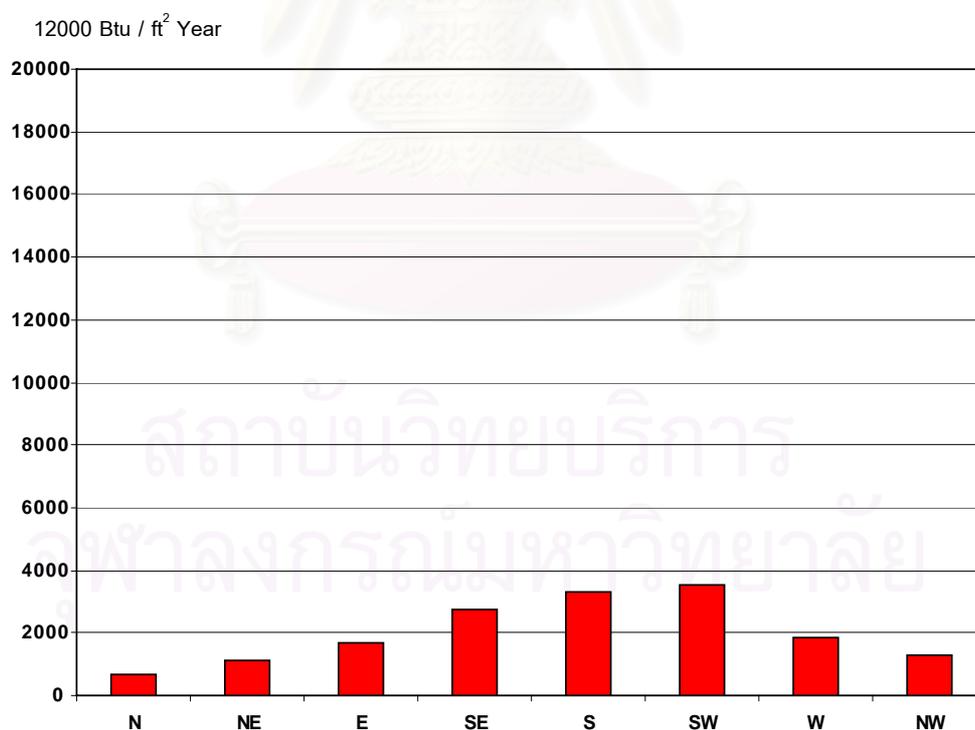
Direction	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
360	1387303.0	1062735.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	891741.2
10	384552.6	338169.9	67807.0	0.0	0.0	0.0	0.0	195242.5
20	768276.8	768276.8	279629.9	0.0	0.0	0.0	0.0	279629.9
30	1679084.9	1909384.9	969420.1	0.0	0.0	0.0	0.0	336676.1
40	900676.6	1175749.7	755757.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50	209553.1	321053.9	249735.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60	1599480.8	3006040.6	2770382.0	555493.9	0.0	0.0	0.0	0.0
70	452959.8	1146934.5	1244496.8	452959.8	0.0	0.0	0.0	0.0
80	130191.5	574336.5	738352.8	374871.5	0.0	0.0	0.0	0.0
90	0.0	3242889.6	5045040.7	3242889.6	0.0	0.0	0.0	0.0
100	0.0	701613.5	1381908.9	1074934.3	243667.8	0.0	0.0	0.0
110	0.0	190072.4	522219.7	481280.3	190072.4	0.0	0.0	0.0
120	0.0	862548.5	4301737.9	4667659.1	2483609.5	0.0	0.0	0.0
130	0.0	0.0	2090695.6	2687746.5	1754301.9	0.0	0.0	0.0
140	0.0	0.0	787294.7	1224813.1	938261.2	0.0	0.0	0.0
150	0.0	0.0	4914526.3	9679727.2	8512209.3	1706797.1	0.0	0.0
160	0.0	0.0	1900065.1	5220386.1	5220386.1	1900065.1	0.0	0.0
170	0.0	0.0	653356.1	3258444.5	3705366.4	1881263.8	0.0	0.0
180	0.0	0.0	0.0	39462566.9	51514722.5	39462566.9	0.0	0.0
190	0.0	0.0	0.0	5209420.2	7981294.8	6208345.3	1407317.6	0.0
200	0.0	0.0	0.0	3843491.5	7223401.3	6657122.6	2629103.0	0.0
210	0.0	0.0	0.0	6288400.5	15922789.1	17277238.5	9193026.6	0.0
220	0.0	0.0	0.0	1423562.4	6280008.9	8073423.8	6280008.9	0.0
230	0.0	0.0	0.0	0.0	1101805.5	0.0	1313080.6	297651.2
240	0.0	0.0	0.0	0.0	6547774.7	13095549.4	11341078.4	4478941.7
250	0.0	0.0	0.0	0.0	1703142.1	4904002.2	4679344.5	2489827.2
260	0.0	0.0	0.0	0.0	399491.1	1992358.4	2265626.3	1478782.6
270	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6789088.2	0.0	6789088.2
280	640696.8	0.0	0.0	0.0	0.0	2371645.7	3689625.8	3195309.6
290	603055.7	0.0	0.0	0.0	0.0	881608.5	1736429.7	1656882.0
300	2340786.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1601192.0	4054360.4	4610448.5
310	902240.6	0.0	0.0	0.0	0.0	243739.0	1075248.5	1403637.2
320	638235.9	144676.3	0.0	0.0	0.0	0.0	535543.5	820500.3
330	1716145.4	677758.7	0.0	0.0	0.0	0.0	990817.0	1862126.8
340	266885.6	142006.9	0.0	0.0	0.0	0.0	97138.4	245963.1
350	202947.1	132464.3	0.0	0.0	0.0	0.0	35785.0	157864.8
(Btu/ft ²)	14,823,072.1	16,396,712.9	28,672,426.6	89,148,648	121,722,305	115,046,007	51,323,534	31,190,312.8
12000 Btu	1235.25601	1366.39275	2389.36888	7429.05396	10143.5254	9587.16721	4276.96119	2599.19273

ตาราง 4.7 แสดงพลังงานแต่ละทิศทางที่เกิดจากค่าความเร็วลมรวมทั้งปีของช่วงเวลา 8.00 – 16.00 น.

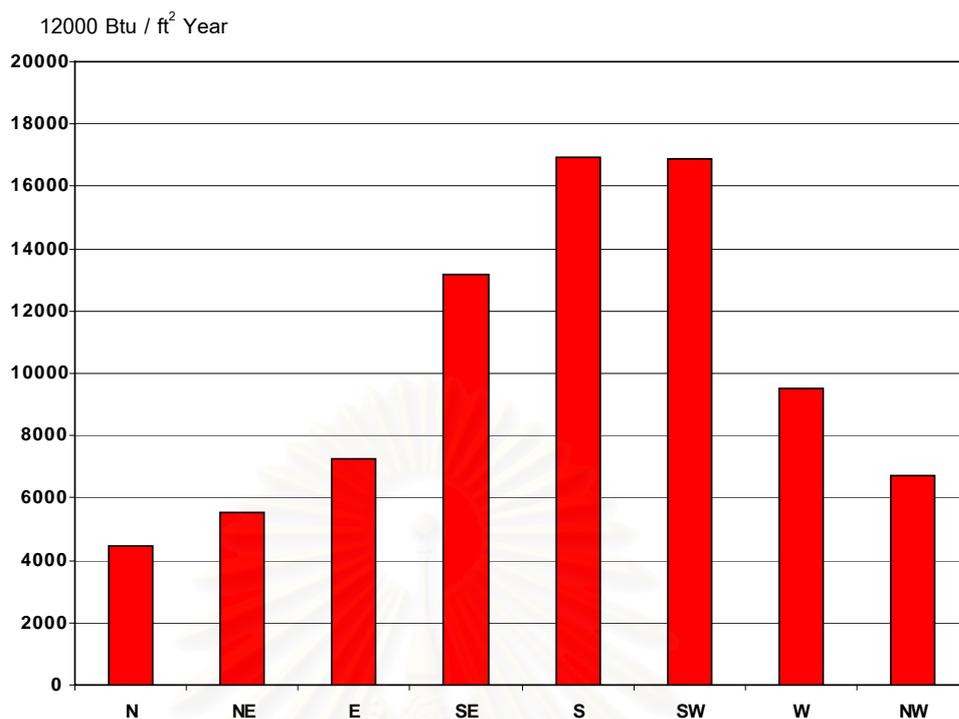
Direction	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
360	6,650,892.7	5,094,879.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4,275,111.4
10	987,413.4	868,316.8	174,107.6	0.0	0.0	0.0	0.0	501,322.9
20	3,660,764.5	3,660,764.5	1,332,409.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1,332,409.3
30	7,135,249.1	8,113,905.9	4,119,538.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,430,700.5
40	3,886,619.5	5,073,621.5	3,261,261.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50	1,661,093.1	2,544,942.2	1,979,613.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60	6,381,966.5	11,994,173.6	11,053,890.2	2,216,433.7	0.0	0.0	0.0	0.0
70	2,009,027.1	5,087,035.2	5,519,756.6	2,009,027.1	0.0	0.0	0.0	0.0
80	883,978.1	3,899,646.4	5,013,288.8	2,545,313.4	0.0	0.0	0.0	0.0
90	0.0	11,146,122.8	17,340,288.8	11,146,122.8	0.0	0.0	0.0	0.0
100	0.0	2,230,108.4	4,392,456.1	3,416,724.3	774,508.5	0.0	0.0	0.0
110	0.0	1,460,041.9	4,011,432.2	3,696,955.9	1,460,041.9	0.0	0.0	0.0
120	0.0	2,043,399.9	10,190,928.7	11,057,805.5	5,883,735.4	0.0	0.0	0.0
130	0.0	0.0	3,180,517.7	4,088,794.7	2,668,771.2	0.0	0.0	0.0
140	0.0	0.0	1,267,193.6	1,971,403.3	1,510,182.5	0.0	0.0	0.0
150	0.0	0.0	8,603,077.6	16,944,755.1	14,900,967.6	2,987,817.5	0.0	0.0
160	0.0	0.0	3,818,867.6	10,492,252.4	10,492,252.4	3,818,867.6	0.0	0.0
170	0.0	0.0	1,965,712.1	9,803,480.9	11,148,107.2	5,660,042.3	0.0	0.0
180	0.0	0.0	0.0	44,525,356.0	58,123,724.3	44,525,356.0	0.0	0.0
190	0.0	0.0	0.0	11,431,098.0	17,513,458.2	13,623,052.1	3,088,095.2	0.0
200	0.0	0.0	0.0	8,071,642.4	15,169,725.6	13,980,494.7	5,521,328.6	0.0
210	0.0	0.0	0.0	12,565,524.4	31,817,024.7	34,523,494.6	18,369,567.8	0.0
220	0.0	0.0	0.0	1,849,900.5	8,160,788.2	10,491,307.1	8,160,788.2	0.0
230	0.0	0.0	0.0	0.0	4,287,580.3	0.0	5,109,739.3	1,158,283.9
240	0.0	0.0	0.0	0.0	13,822,642.8	27,645,285.5	23,941,519.6	9,455,244.5
250	0.0	0.0	0.0	0.0	3,999,192.1	11,515,214.6	10,987,689.9	5,846,427.7
260	0.0	0.0	0.0	0.0	1,543,353.3	7,697,075.7	8,752,791.6	5,712,979.0
270	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14,750,577.4	0.0	14,750,577.4
280	890,780.8	0.0	0.0	0.0	0.0	3,297,373.4	5,129,802.3	4,442,539.1
290	2,494,239.5	0.0	0.0	0.0	0.0	3,646,334.3	7,181,876.5	6,852,866.8
300	5,887,224.1	0.0	0.0	0.0	0.0	4,027,098.4	10,196,971.2	11,595,567.8
310	2,284,437.5	0.0	0.0	0.0	0.0	617,137.6	2,722,486.6	3,553,953.9
320	1,868,437.4	423,540.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1,567,805.1	2,402,016.8
330	5,130,527.3	2,026,203.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2,962,111.3	5,566,948.3
340	1,221,785.6	650,098.5	0.0	0.0	0.0	0.0	444,693.6	1,126,003.7
350	674,862.8	440,485.4	0.0	0.0	0.0	0.0	118,996.5	524,950.0
รวม Btu / ft ²	53,709,299.0	66,757,286.3	87,224,339.6	157,832,591	203,276,056	202,806,529	114,256,263	80,527,903.2
12000 / ft ²	4475.77	5563.11	7268.69	13152.72	16939.67	16900.54	9521.36	6710.66



แผนภูมิ 4.9 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ต้องใช้ในการปรับลดอุณหภูมิและความชื้นในช่วงเวลา 17.00 น. - 23.00 น. รวมทั้งปี แต่ละทิศของจังหวัดของจังหวัดกรุงเทพมหานคร



แผนภูมิ 4.10 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ต้องใช้ในการปรับลดอุณหภูมิและความชื้นในช่วงเวลา 24.00 น. - 7.00 น. รวมทั้งปี แต่ละทิศของจังหวัดของจังหวัดกรุงเทพมหานคร



แผนภูมิ 4.11 แสดงค่าพลังงาน (เอนทัลปี) ที่ต้องใช้ในการปรับลดอุณหภูมิและความชื้นในช่วงเวลา 8.00 น. - 16.00 น. รวมทั้งปี แต่ละทิศของจังหวัดของจังหวัดกรุงเทพมหานคร

4.1.1.3(2) ผลการคำนวณเอนทัลปีแต่ละทิศทางอย่างแท้จริง : ตัวแทนภาคเหนือจังหวัด

เชียงใหม่

ตาราง 4.8 แสดงพลังงานแต่ละทิศทางที่เกิดจากค่าความเร็วลมรวมทั้งปีของช่วงเวลา 24.00 – 07.00 น.

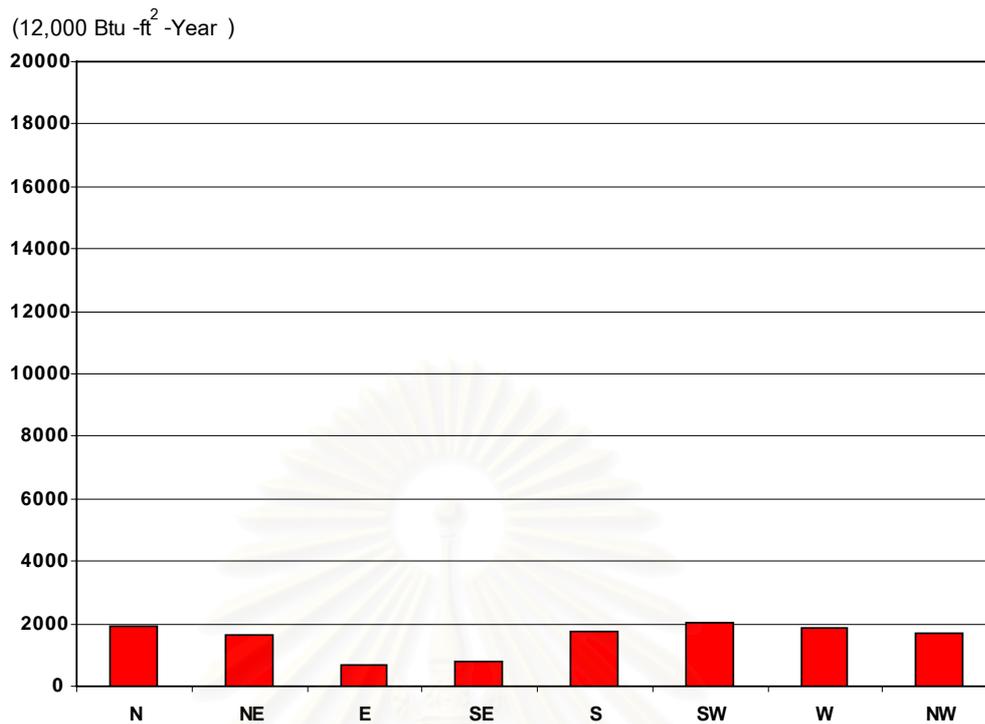
Direction	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
360	3,463,210.26	2,652,972.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,226,108.65
10	7,611,791.48	6,693,697.09	1,342,164.21	0.00	0.00	0.00	0.00	3,864,607.82
20	2,848,882.46	2,848,882.46	1,036,908.42	0.00	0.00	0.00	0.00	1,036,908.42
30	1,477,003.58	1,679,586.50	852,748.41	0.00	0.00	0.00	0.00	296,156.42
40	830,288.86	1,083,865.14	696,695.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50	663,407.48	1,016,399.22	790,618.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	226,394.78	425,483.01	392,127.26	78,626.08	0.00	0.00	0.00	0.00
70	87,480.03	221,507.21	240,349.40	87,480.03	0.00	0.00	0.00	0.00
80	61,789.83	272,584.23	350,427.53	177,916.72	0.00	0.00	0.00	0.00
90	0.00	225,619.21	351,001.18	225,619.21	0.00	0.00	0.00	0.00
100	0.00	152,047.77	299,475.64	232,950.69	52,805.63	0.00	0.00	0.00
110	0.00	122,424.38	336,358.22	309,989.41	122,424.38	0.00	0.00	0.00
120	0.00	30,335.85	151,292.21	164,161.67	87,348.60	0.00	0.00	0.00
130	0.00	0.00	198,421.26	255,085.46	166,495.21	0.00	0.00	0.00
140	0.00	0.00	195,910.06	304,781.95	233,476.52	0.00	0.00	0.00
150	0.00	0.00	259,333.29	510,786.87	449,178.43	90,065.51	0.00	0.00
160	0.00	0.00	317,161.59	871,394.30	871,394.30	317,161.59	0.00	0.00
170	0.00	0.00	234,828.02	1,171,144.05	1,331,775.88	676,160.33	0.00	0.00
180	0.00	0.00	0.00	1,005,975.39	1,313,207.61	1,005,975.39	0.00	0.00
190	0.00	0.00	0.00	1,092,847.89	1,674,340.11	1,302,405.40	295,231.34	0.00
200	0.00	0.00	0.00	1,093,921.54	2,055,900.00	1,894,727.69	748,286.41	0.00
210	0.00	0.00	0.00	1,137,893.37	2,881,247.17	3,126,336.35	1,663,488.83	0.00
220	0.00	0.00	0.00	746,773.00	3,294,369.76	4,235,160.13	3,294,369.76	0.00
230	0.00	0.00	0.00	0.00	2,873,571.42	0.00	3,424,589.07	776,291.32
240	0.00	0.00	0.00	0.00	2,111,743.57	4,223,487.14	3,657,647.15	1,444,517.68
250	0.00	0.00	0.00	0.00	1,194,257.40	3,438,727.14	3,281,195.24	1,745,887.52
260	0.00	0.00	0.00	0.00	385,521.37	1,922,688.17	2,186,400.31	1,427,071.45
270	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	932,464.37	0.00	932,464.37
280	163,071.40	0.00	0.00	0.00	0.00	603,635.92	939,090.79	813,276.48
290	256,779.25	0.00	0.00	0.00	0.00	375,386.16	739,366.39	705,495.20
300	299,193.38	0.00	0.00	0.00	0.00	204,660.32	518,218.13	589,295.92
310	130,071.92	0.00	0.00	0.00	0.00	35,138.75	155,013.68	202,355.98
320	434,272.60	98,441.61	0.00	0.00	0.00	0.00	364,397.98	558,290.10
330	594,869.97	234,932.50	0.00	0.00	0.00	0.00	343,448.33	645,471.73
340	2,192,139.65	1,166,413.15	0.00	0.00	0.00	0.00	797,873.58	2,020,286.83
350	1,534,749.04	1,001,736.30	0.00	0.00	0.00	0.00	270,617.67	1,193,822.83
รวม Btu / ft	22,875,396.0	19,926,928.6	8,045,820.0	9,467,347.6	21,099,057.4	24,384,180.3	22,679,234.7	20,478,308.7
12000 / ft	1,906.28	1,660.58	670.49	788.95	1,758.25	2,032.02	1,889.94	1,706.53

ตาราง 4.9 แสดงพลังงานแต่ละทิศทางที่เกิดจากค่าความเร็วลมรวมทั้งปีของช่วงเวลา 17.00 – 23.00 น.

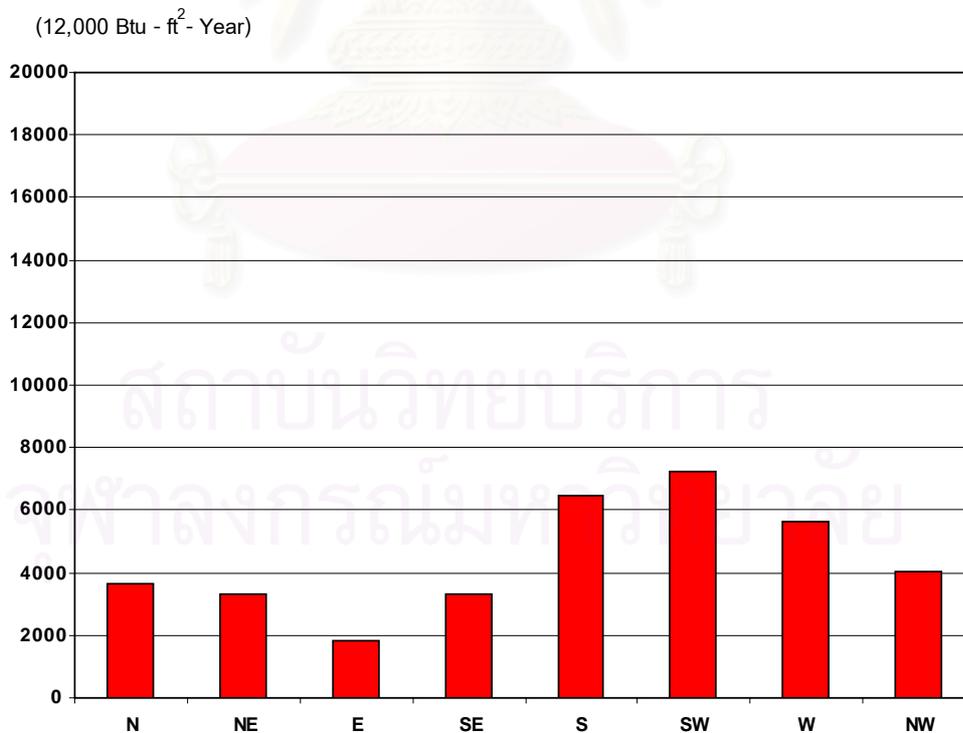
Direction	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
360	8,510,764.5	6,519,623.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5,470,613.9
10	7,637,524.1	6,716,325.9	1,346,701.6	0.0	0.0	0.0	0.0	3,877,672.6
20	10,260,534.8	10,260,534.8	3,734,529.3	0.0	0.0	0.0	0.0	3,734,529.3
30	4,618,333.6	5,251,775.2	2,666,396.2	0.0	0.0	0.0	0.0	926,029.7
40	2,291,932.0	2,991,904.8	1,923,159.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50	993,873.3	1,522,702.3	1,184,452.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60	162,508.0	305,415.1	281,472.1	56,438.4	0.0	0.0	0.0	0.0
70	157,268.4	398,217.5	432,091.3	157,268.4	0.0	0.0	0.0	0.0
80	107,290.8	473,310.6	608,476.4	308,931.6	0.0	0.0	0.0	0.0
90	0.0	894,096.2	1,390,966.7	894,096.2	0.0	0.0	0.0	0.0
100	0.0	600,606.7	1,182,964.2	920,182.8	208,588.5	0.0	0.0	0.0
110	0.0	223,034.4	612,782.0	564,742.9	223,034.4	0.0	0.0	0.0
120	0.0	134,750.9	672,035.2	729,200.9	387,999.7	0.0	0.0	0.0
130	0.0	0.0	659,749.7	848,157.8	553,595.7	0.0	0.0	0.0
140	0.0	0.0	1,064,182.1	1,655,573.5	1,268,242.8	0.0	0.0	0.0
150	0.0	0.0	1,440,857.0	2,837,934.2	2,495,637.5	500,404.4	0.0	0.0
160	0.0	0.0	1,925,641.1	5,290,655.5	5,290,655.5	1,925,641.1	0.0	0.0
170	0.0	0.0	644,665.2	3,215,100.9	3,656,077.8	1,856,239.4	0.0	0.0
180	0.0	0.0	0.0	6,086,414.2	7,945,249.4	6,086,414.2	0.0	0.0
190	0.0	0.0	0.0	4,890,818.6	7,493,168.7	5,828,650.6	1,321,247.8	0.0
200	0.0	0.0	0.0	5,361,665.3	10,076,634.6	9,286,676.6	3,667,595.0	0.0
210	0.0	0.0	0.0	3,586,408.4	9,081,104.7	9,853,576.0	5,242,978.3	0.0
220	0.0	0.0	0.0	2,471,546.7	10,903,164.2	14,016,837.7	10,903,164.2	0.0
230	0.0	0.0	0.0	0.0	7,107,244.8	0.0	8,470,084.5	1,920,012.3
240	0.0	0.0	0.0	0.0	6,018,238.5	12,036,477.1	10,423,894.9	4,116,717.6
250	0.0	0.0	0.0	0.0	3,623,817.6	10,434,367.0	9,956,357.1	5,297,667.0
260	0.0	0.0	0.0	0.0	1,274,058.4	6,354,037.1	7,225,544.4	4,716,139.1
270	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4,704,211.6	0.0	4,704,211.6
280	764,657.8	0.0	0.0	0.0	0.0	2,830,508.1	4,403,488.9	3,813,533.3
290	837,339.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1,224,108.4	2,411,022.9	2,300,571.3
300	222,135.5	0.0	0.0	0.0	0.0	151,949.6	384,750.0	437,521.5
310	306,317.3	0.0	0.0	0.0	0.0	82,751.2	365,054.7	476,545.1
320	713,192.2	161,667.6	0.0	0.0	0.0	0.0	598,439.3	916,862.3
330	1,632,815.0	644,849.0	0.0	0.0	0.0	0.0	942,706.2	1,771,708.0
340	2,126,264.3	1,131,361.6	0.0	0.0	0.0	0.0	773,896.9	1,959,575.8
350	2,465,344.7	1,609,139.5	0.0	0.0	0.0	0.0	434,706.8	1,917,697.8
รวม Btu / ft ²	43,808,095.7	39,839,315.8	21,771,121.3	39,875,136.1	77,606,513.0	87,172,850.1	67,524,931.9	48,357,608.1
12000 / ft ²	3,650.7	3,319.9	1,814.3	3,322.9	6,467.2	7,264.4	5,627.1	4,029.8

ตาราง 4.10 แสดงพลังงานแต่ละทิศทางที่เกิดจากค่าความเร็วลมรวมทั้งปีของช่วงเวลา 8.00 – 16.00 น.

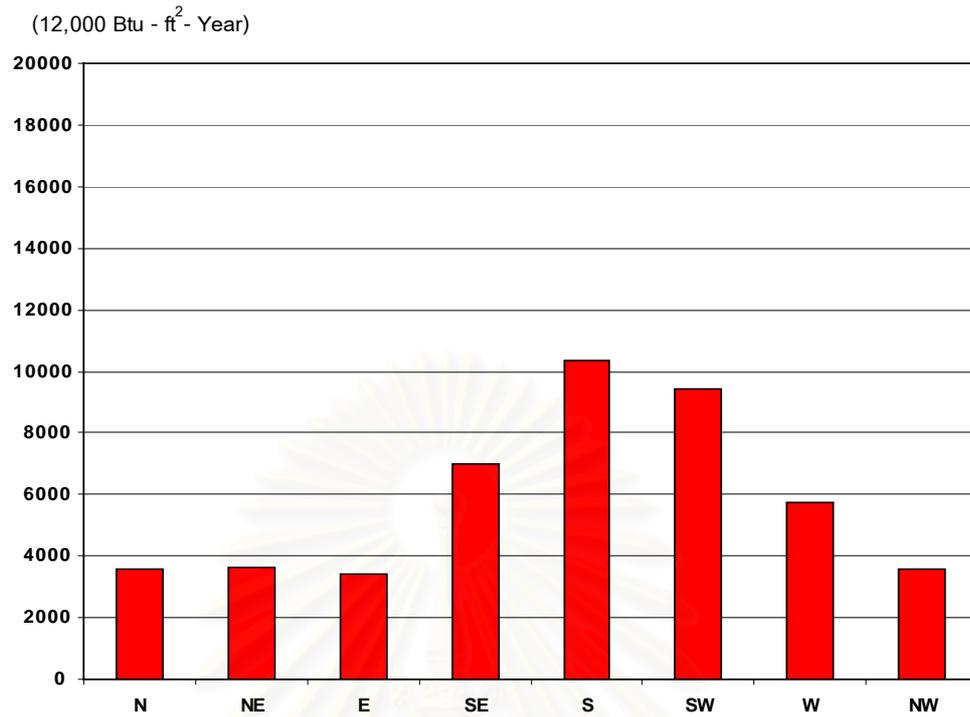
Direction	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
360	7,943,272.0	6,084,899.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5,105,836.8
10	8,709,879.8	7,659,339.8	1,535,786.8	0.0	0.0	0.0	0.0	4,422,121.9
20	5,680,416.1	5,680,416.1	2,067,502.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2,067,502.4
30	3,372,015.9	3,834,515.0	1,946,834.3	0.0	0.0	0.0	0.0	676,128.5
40	2,894,869.6	3,778,983.8	2,429,084.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50	2,428,010.1	3,719,927.2	2,893,589.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60	716,876.6	1,347,287.3	1,241,666.7	248,968.6	0.0	0.0	0.0	0.0
70	511,881.2	1,296,128.8	1,406,382.1	511,881.2	0.0	0.0	0.0	0.0
80	521,240.0	2,299,436.6	2,956,098.8	1,500,850.7	0.0	0.0	0.0	0.0
90	0.0	1,459,132.7	2,270,007.5	1,459,132.7	0.0	0.0	0.0	0.0
100	0.0	1,080,895.5	2,128,948.5	1,656,028.0	375,391.1	0.0	0.0	0.0
110	0.0	907,813.4	2,494,196.7	2,298,664.1	907,813.4	0.0	0.0	0.0
120	0.0	629,692.8	3,140,430.2	3,407,566.4	1,813,128.2	0.0	0.0	0.0
130	0.0	0.0	3,342,799.8	4,297,420.5	2,804,942.1	0.0	0.0	0.0
140	0.0	0.0	4,733,386.6	7,363,842.3	5,641,030.4	0.0	0.0	0.0
150	0.0	0.0	2,282,631.3	4,495,906.1	3,953,633.5	792,749.5	0.0	0.0
160	0.0	0.0	2,665,785.8	7,324,186.3	7,324,186.3	2,665,785.8	0.0	0.0
170	0.0	0.0	1,372,852.0	6,846,744.7	7,785,830.8	3,952,969.9	0.0	0.0
180	0.0	0.0	0.0	11,777,390.2	15,374,291.0	11,777,390.2	0.0	0.0
190	0.0	0.0	0.0	9,549,632.3	14,630,885.6	11,380,808.6	2,579,819.9	0.0
200	0.0	0.0	0.0	12,248,044.4	23,018,793.9	21,214,235.2	8,378,155.8	0.0
210	0.0	0.0	0.0	5,962,583.1	15,097,790.4	16,382,062.4	8,716,713.3	0.0
220	0.0	0.0	0.0	2,869,066.9	12,656,814.2	16,271,286.7	12,656,814.2	0.0
230	0.0	0.0	0.0	0.0	5,729,120.6	0.0	6,827,700.0	1,547,713.9
240	0.0	0.0	0.0	0.0	4,260,185.1	8,520,370.2	7,378,857.0	2,914,138.2
250	0.0	0.0	0.0	0.0	1,914,873.7	5,513,659.0	5,261,072.2	2,799,358.0
260	0.0	0.0	0.0	0.0	1,067,231.1	5,322,539.5	6,052,568.6	3,950,533.6
270	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4,663,163.5	0.0	4,663,163.5
280	837,799.1	0.0	0.0	0.0	0.0	3,101,252.8	4,824,692.9	4,178,306.6
290	567,923.4	0.0	0.0	0.0	0.0	830,248.5	1,635,270.3	1,560,356.8
300	876,998.7	0.0	0.0	0.0	0.0	599,902.5	1,519,006.4	1,727,350.3
310	561,072.8	0.0	0.0	0.0	0.0	151,573.0	668,660.5	872,874.3
320	1,120,966.7	254,102.5	0.0	0.0	0.0	0.0	940,602.8	1,441,087.0
330	461,175.3	182,132.3	0.0	0.0	0.0	0.0	266,259.7	500,404.5
340	3,022,187.1	1,608,072.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1,099,986.1	2,785,262.7
350	2,484,872.8	1,621,885.5	0.0	0.0	0.0	0.0	438,150.1	1,932,887.9
รวม Btu / ft ²	42,711,457.2	43,444,661.0	40,907,983.3	83,817,908.5	124,355,941	113,139,997	69,244,329.8	43,145,026.9
12000 / ft ²	3,559.3	3,620.4	3,409.0	6,984.8	10,363.0	9,428.3	5,770.4	3,595.4



แผนภูมิ 4.12 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ต้องใช้ในการปรับลดอุณหภูมิและความชื้นในช่วงเวลา 24.00 น. - 7.00 น. รวมทั้งปี แต่ละทิศของจังหวัดของจังหวัดเชียงใหม่



แผนภูมิ 4.13 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ต้องใช้ในการปรับลดอุณหภูมิและความชื้นในช่วงเวลา 17.00 น. - 23.00 น. รวมทั้งปี แต่ละทิศของจังหวัดของจังหวัดเชียงใหม่



แผนภูมิ 4.14 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ต้องใช้ในการปรับลดอุณหภูมิและความชื้นในช่วงเวลา 8.00 น. - 16.00 น. รวมทั้งปี แต่ละทิศของจังหวัดของจังหวัดเชียงใหม่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.1.3(3) ผลการคำนวณเอนทัลปีแต่ละทิศทางอย่างแท้จริง : ตัวแทนภาค

ตะวันออกเฉียงเหนือจังหวัดอุบลราชธานี

ตาราง 4.11 แสดงพลังงานแต่ละทิศทางที่เกิดจากค่าความเร็วลมรวมทั้งปีของช่วงเวลา 24.00 – 07.00 น.

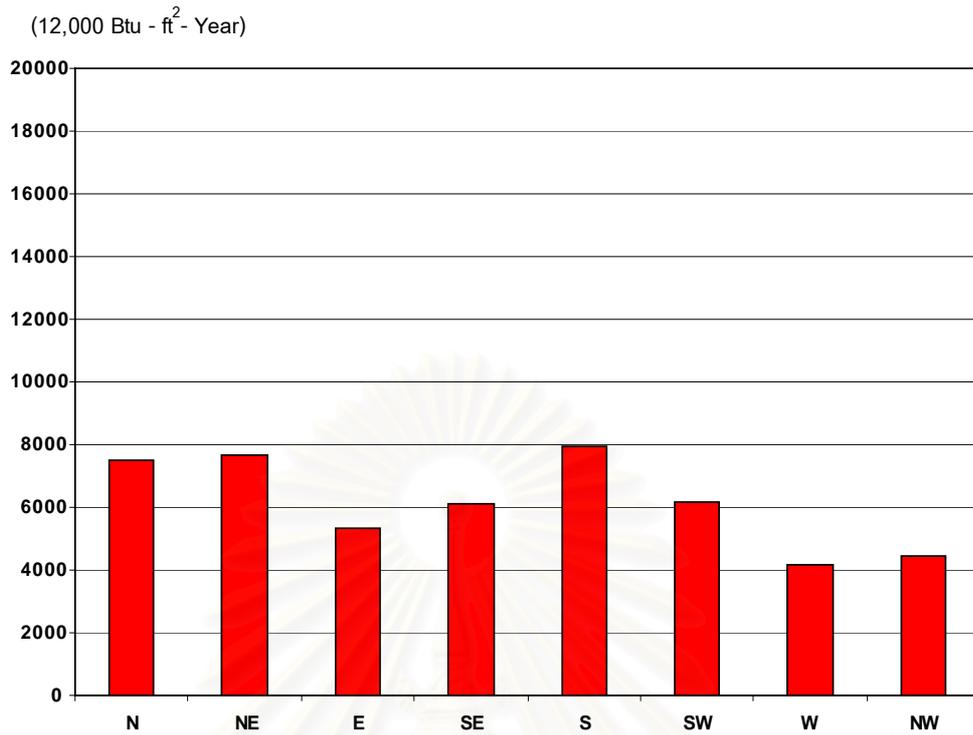
Direction	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
360	6,905,415.1	5,289,854.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4,438,715.3
10	18,201,024.5	16,005,712.3	3,209,331.7	0.0	0.0	0.0	0.0	9,240,902.3
20	31,657,627.9	31,657,627.9	11,522,434.2	0.0	0.0	0.0	0.0	11,522,434.2
30	13,465,282.0	15,312,153.7	7,774,184.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2,699,945.8
40	3,930,225.5	5,130,545.0	3,297,850.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50	2,221,484.5	3,403,511.7	2,647,462.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60	1,359,538.5	2,555,096.6	2,354,789.8	472,162.8	0.0	0.0	0.0	0.0
70	773,747.2	1,959,196.8	2,125,853.0	773,747.2	0.0	0.0	0.0	0.0
80	377,844.5	1,666,851.1	2,142,862.4	1,087,959.8	0.0	0.0	0.0	0.0
90	0.0	810,332.8	1,260,654.1	810,332.8	0.0	0.0	0.0	0.0
100	0.0	1,088,789.7	2,144,497.0	1,668,122.6	378,132.7	0.0	0.0	0.0
110	0.0	1,413,850.0	3,884,520.9	3,579,993.8	1,413,850.0	0.0	0.0	0.0
120	0.0	877,950.7	4,378,552.1	4,751,007.4	2,527,958.3	0.0	0.0	0.0
130	0.0	0.0	3,509,981.2	4,512,344.8	2,945,223.9	0.0	0.0	0.0
140	0.0	0.0	5,506,447.0	8,566,510.8	6,562,328.0	0.0	0.0	0.0
150	0.0	0.0	3,585,339.2	7,061,739.7	6,209,989.7	1,245,175.2	0.0	0.0
160	0.0	0.0	3,551,339.2	9,757,224.1	9,757,224.1	3,551,339.2	0.0	0.0
170	0.0	0.0	1,195,243.3	5,960,967.2	6,778,561.8	3,441,566.0	0.0	0.0
180	0.0	0.0	0.0	7,855,177.4	10,254,205.8	7,855,177.4	0.0	0.0
190	0.0	0.0	0.0	5,380,027.1	8,242,679.8	6,411,666.7	1,453,406.8	0.0
200	0.0	0.0	0.0	5,193,806.2	9,761,162.7	8,995,936.2	3,552,772.7	0.0
210	0.0	0.0	0.0	3,638,143.6	9,212,103.0	9,995,717.4	5,318,610.1	0.0
220	0.0	0.0	0.0	2,302,674.4	10,158,188.6	13,059,115.5	10,158,188.6	0.0
230	0.0	0.0	0.0	0.0	6,136,782.6	0.0	7,313,532.7	1,657,843.3
240	0.0	0.0	0.0	0.0	2,634,171.6	5,268,343.2	4,562,519.0	1,801,879.5
250	0.0	0.0	0.0	0.0	1,271,668.5	3,661,623.4	3,493,880.4	1,859,054.9
260	0.0	0.0	0.0	0.0	1,095,281.4	5,462,432.6	6,211,649.2	4,054,366.1
270	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3,022,435.2	0.0	3,022,435.2
280	120,852.5	0.0	0.0	0.0	0.0	447,355.6	695,961.7	602,720.5
290	542,645.1	0.0	0.0	0.0	0.0	793,294.0	1,562,484.2	1,490,905.0
300	648,939.9	0.0	0.0	0.0	0.0	443,901.0	1,123,996.8	1,278,162.1
310	670,009.5	0.0	0.0	0.0	0.0	181,002.1	798,486.2	1,042,349.8
320	1,175,947.0	266,565.6	0.0	0.0	0.0	0.0	986,736.7	1,511,768.4
330	1,174,416.2	463,813.2	0.0	0.0	0.0	0.0	678,049.5	1,274,316.2
340	2,690,166.3	1,431,407.6	0.0	0.0	0.0	0.0	979,140.5	2,479,270.7
350	4,415,073.7	2,881,734.7	0.0	0.0	0.0	0.0	778,496.6	3,434,317.7
รวม (Btu / ft ²)	90,330,239.97	92,214,994.26	64,091,342.37	73,371,941.80	95,339,512.26	73,836,080.60	49,667,911.81	53,411,386.99
12000 Btu / ft ²	7,527.52	7,684.58	5,340.95	6,114.33	7,944.96	6,153.01	4,138.99	4,450.95

ตาราง 4.12 แสดงพลังงานแต่ละทิศทางที่เกิดจากค่าความเร็วลมรวมทั้งปีของช่วงเวลา 24.00 – 07.00 น.

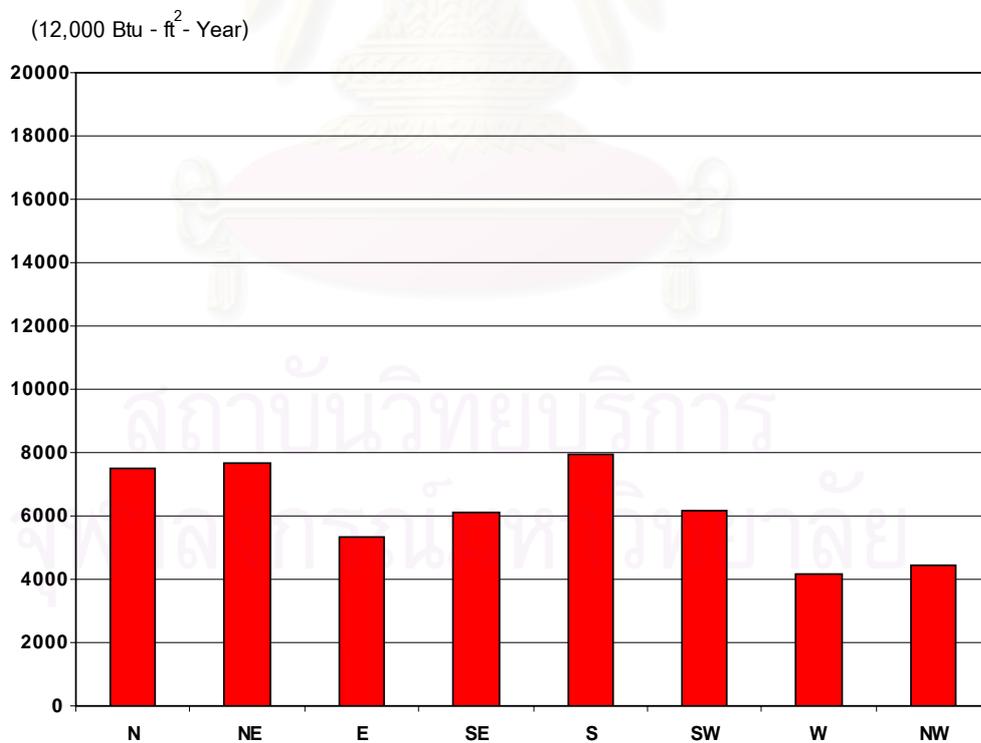
Direction	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
360	6,928,230.75	5,307,332.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4,453,380.88
10	25,773,435.94	22,664,779.19	4,544,552.14	0.00	0.00	0.00	0.00	13,085,516.37
20	50,039,451.34	50,039,451.34	18,212,870.83	0.00	0.00	0.00	0.00	18,212,870.83
30	20,713,701.03	23,554,751.72	11,959,060.87	0.00	0.00	0.00	0.00	4,153,338.25
40	5,291,149.01	6,907,104.49	4,439,801.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50	3,134,549.61	4,802,408.62	3,735,610.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	1,630,011.77	3,063,420.07	2,823,263.20	566,097.15	0.00	0.00	0.00	0.00
70	887,047.16	2,246,082.24	2,437,142.03	887,047.16	0.00	0.00	0.00	0.00
80	186,349.02	822,073.87	1,056,837.80	536,570.61	0.00	0.00	0.00	0.00
90	0.00	876,603.14	1,363,752.40	876,603.14	0.00	0.00	0.00	0.00
100	0.00	1,193,769.03	2,351,265.99	1,828,960.26	414,591.63	0.00	0.00	0.00
110	0.00	1,127,360.66	3,097,397.95	2,854,577.39	1,127,360.66	0.00	0.00	0.00
120	0.00	595,598.04	2,970,391.28	3,223,063.38	1,714,956.20	0.00	0.00	0.00
130	0.00	0.00	5,217,311.57	6,707,246.47	4,377,844.22	0.00	0.00	0.00
140	0.00	0.00	3,831,510.56	5,960,772.28	4,566,216.48	0.00	0.00	0.00
150	0.00	0.00	3,785,590.45	7,456,157.65	6,556,834.99	1,314,721.77	0.00	0.00
160	0.00	0.00	3,098,263.64	8,512,409.39	8,512,409.39	3,098,263.64	0.00	0.00
170	0.00	0.00	1,787,847.66	8,916,428.09	10,139,387.91	5,147,902.16	0.00	0.00
180	0.00	0.00	0.00	7,375,914.10	9,628,572.04	7,375,914.10	0.00	0.00
190	0.00	0.00	0.00	4,799,216.62	7,352,826.44	5,719,483.65	1,296,501.69	0.00
200	0.00	0.00	0.00	2,904,890.20	5,459,407.77	5,031,417.42	1,987,061.93	0.00
210	0.00	0.00	0.00	3,995,574.90	10,117,150.81	10,977,751.83	5,841,139.74	0.00
220	0.00	0.00	0.00	1,587,875.03	7,004,869.60	9,005,286.77	7,004,869.60	0.00
230	0.00	0.00	0.00	0.00	6,400,553.73	0.00	7,627,882.90	1,729,100.68
240	0.00	0.00	0.00	0.00	3,288,790.59	6,577,581.18	5,696,352.40	2,249,665.26
250	0.00	0.00	0.00	0.00	3,050,451.85	8,783,426.03	8,381,047.57	4,459,462.27
260	0.00	0.00	0.00	0.00	1,048,904.20	5,231,138.58	5,948,631.31	3,882,693.34
270	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,613,742.25	0.00	3,613,742.25
280	1,057,386.79	0.00	0.00	0.00	0.00	3,914,093.05	6,089,247.82	5,273,443.30
290	1,067,369.29	0.00	0.00	0.00	0.00	1,560,389.52	3,073,367.39	2,932,573.03
300	1,335,111.20	0.00	0.00	0.00	0.00	913,269.85	2,312,480.42	2,629,655.71
310	1,232,020.80	0.00	0.00	0.00	0.00	332,828.70	1,468,265.21	1,916,684.11
320	1,640,365.90	371,840.76	0.00	0.00	0.00	0.00	1,376,430.42	2,108,813.75
330	2,688,266.14	1,061,679.21	0.00	0.00	0.00	0.00	1,552,071.18	2,916,939.67
340	2,288,924.31	1,217,911.19	0.00	0.00	0.00	0.00	833,100.32	2,109,484.05
350	5,034,428.81	3,285,990.03	0.00	0.00	0.00	0.00	887,705.63	3,916,090.43
รวม(Btu / ft ²)	130,927,798.9	129,138,156.3	76,712,470.3	68,989,403.8	90,761,128.5	78,597,210.5	61,376,155.5	79,643,454.2
12000 Btu / ft ²	10,910.65	10,761.51	6,392.71	5,749.12	7,563.43	6,549.77	5,114.68	6,636.95

ตาราง 4.13 แสดงพลังงานแต่ละทิศทางที่เกิดจากค่าความเร็วลมรวมทั้งปีของช่วงเวลา 8.00 – 16.00 น.

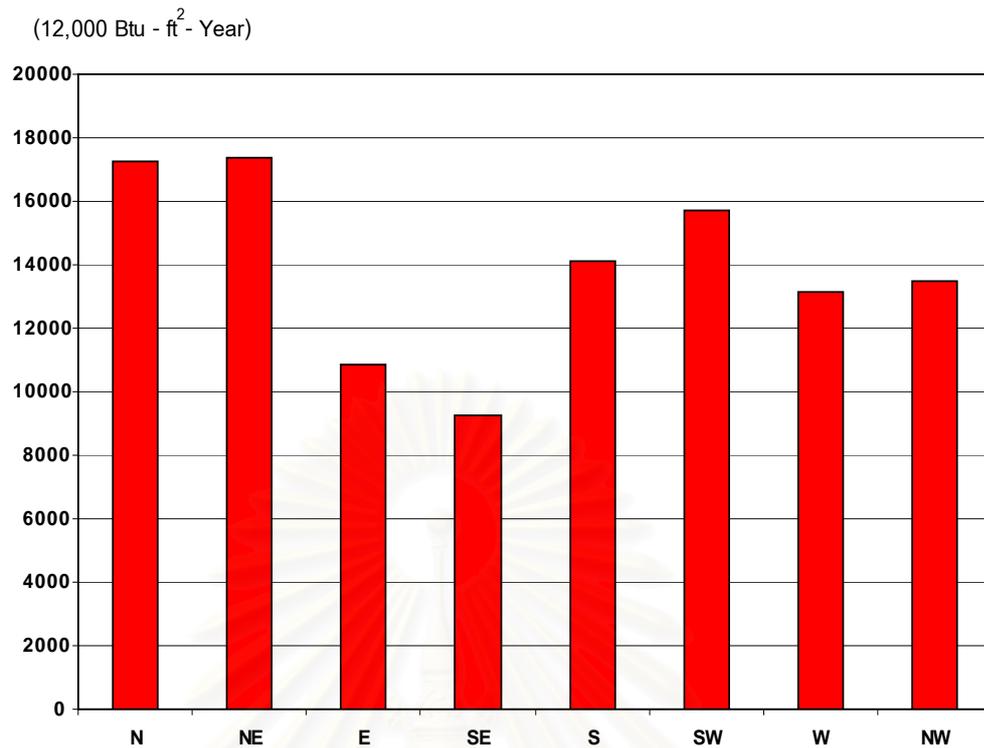
Direction	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
360	20,977,813.52	16,069,937.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13,484,278.61
10	35,771,690.87	31,457,097.02	6,307,514.25	0.00	0.00	0.00	0.00	18,161,763.43
20	42,053,087.54	42,053,087.54	15,306,072.12	0.00	0.00	0.00	0.00	15,306,072.12
30	43,375,137.26	49,324,386.18	25,042,647.17	0.00	0.00	0.00	0.00	8,697,220.09
40	17,460,062.33	22,792,492.64	14,650,731.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50	8,589,919.32	13,160,519.92	10,237,067.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	4,396,958.72	8,263,579.33	7,615,755.91	1,527,047.74	0.00	0.00	0.00	0.00
70	1,624,345.23	4,112,986.50	4,462,851.84	1,624,345.23	0.00	0.00	0.00	0.00
80	640,466.76	2,825,402.55	3,632,267.51	1,844,150.54	0.00	0.00	0.00	0.00
90	0.00	2,204,366.06	3,429,384.81	2,204,366.06	0.00	0.00	0.00	0.00
100	0.00	1,905,316.57	3,752,741.05	2,919,114.33	661,709.50	0.00	0.00	0.00
110	0.00	1,318,461.38	3,622,442.88	3,338,461.41	1,318,461.38	0.00	0.00	0.00
120	0.00	1,085,238.99	5,412,348.97	5,872,742.72	3,124,821.13	0.00	0.00	0.00
130	0.00	0.00	6,211,570.10	7,985,440.59	5,212,126.18	0.00	0.00	0.00
140	0.00	0.00	6,332,275.53	9,851,271.92	7,546,512.11	0.00	0.00	0.00
150	0.00	0.00	6,200,544.13	12,212,687.87	10,739,657.47	2,153,426.38	0.00	0.00
160	0.00	0.00	5,295,446.00	14,549,118.31	14,549,118.31	5,295,446.00	0.00	0.00
170	0.00	0.00	2,859,743.24	14,262,230.27	16,218,409.86	8,234,302.49	0.00	0.00
180	0.00	0.00	0.00	13,221,317.80	17,259,204.63	13,221,317.80	0.00	0.00
190	0.00	0.00	0.00	6,193,565.55	9,489,092.94	7,381,203.99	1,673,183.11	0.00
200	0.00	0.00	0.00	6,362,749.00	11,958,056.56	11,020,604.54	4,352,376.65	0.00
210	0.00	0.00	0.00	3,919,823.56	9,925,341.68	10,769,626.72	5,730,398.69	0.00
220	0.00	0.00	0.00	3,203,272.19	14,131,152.38	18,166,659.33	14,131,152.38	0.00
230	0.00	0.00	0.00	0.00	14,780,609.65	0.00	17,614,844.65	3,992,961.11
240	0.00	0.00	0.00	0.00	17,466,866.30	34,933,732.60	30,253,499.88	11,948,040.23
250	0.00	0.00	0.00	0.00	11,463,844.30	33,008,824.10	31,496,653.36	16,759,019.21
260	0.00	0.00	0.00	0.00	3,535,893.97	17,634,357.27	20,053,051.20	13,088,699.60
270	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14,981,922.41	0.00	14,981,922.41
280	1,672,298.70	0.00	0.00	0.00	0.00	6,190,291.78	9,630,384.42	8,340,157.55
290	2,118,902.02	0.00	0.00	0.00	0.00	3,097,627.53	6,101,135.21	5,821,635.46
300	2,487,766.41	0.00	0.00	0.00	0.00	1,701,732.45	4,308,937.82	4,899,943.30
310	2,017,483.46	0.00	0.00	0.00	0.00	545,020.35	2,404,343.16	3,138,647.09
320	3,128,138.92	709,091.53	0.00	0.00	0.00	0.00	2,624,820.22	4,021,457.88
330	5,109,324.04	2,017,829.65	0.00	0.00	0.00	0.00	2,949,869.61	5,543,941.41
340	7,732,101.88	4,114,165.48	0.00	0.00	0.00	0.00	2,814,254.93	7,125,943.64
350	7,943,258.95	5,184,594.07	0.00	0.00	0.00	0.00	1,400,610.87	6,178,758.61
รวม (Btu / ft ²)	207,098,755.9	208,598,552.9	130,371,404.6	111,091,705.1	169,380,878.4	188,336,095.7	157,539,516.2	161,490,461.8
12000 Btu / ft ²	17,258.23	17,383.21	10,864.28	9,257.64	14,115.07	15,694.67	13,128.29	13,457.54



แผนภูมิ 4.15 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ต้องใช้ในการปรับลดอุณหภูมิและความชื้นในช่วงเวลา 17.00 น. - 23.00 น. รวมทั้งปี แต่ละทิศของจังหวัดของจังหวัดอุบลราชธานี



แผนภูมิ 4.16 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ต้องใช้ในการปรับลดอุณหภูมิและความชื้นในช่วงเวลา 24.00 น. - 7.00 น. รวมทั้งปี แต่ละทิศของจังหวัดของจังหวัดอุบลราชธานี



แผนภูมิ 4.17 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ต้องใช้ในการปรับลดอุณหภูมิและความชื้นในช่วงเวลา 8.00 น. - 16.00 น. รวมทั้งปี แต่ละทิศของจังหวัดของจังหวัดอุบลราชธานี

4.1.1.3(4) ผลการคำนวณเอนทัลปีแต่ละทิศทางอย่างแท้จริง : ตัวแทนภาค

ใต้จังหวัดสงขลา

ตาราง 4.14 แสดงพลังงานแต่ละทิศทางที่เกิดจากค่าความเร็วลมรวมทั้งปีของช่วงเวลา 24.00 – 07.00 น.

Direction	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
360	245,836.82	188,321.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	158,020.86
10	103,270.20	90,814.29	18,209.32	0.00	0.00	0.00	0.00	52,431.65
20	263,341.92	263,341.92	95,848.62	0.00	0.00	0.00	0.00	95,848.62
30	269,426.51	306,380.52	155,553.47	0.00	0.00	0.00	0.00	54,023.15
40	256,635.37	335,013.69	215,342.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50	483,614.84	740,940.93	576,349.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	551,782.04	1,037,011.01	955,714.52	191,631.89	0.00	0.00	0.00	0.00
70	148,700.46	376,522.77	408,551.15	148,700.46	0.00	0.00	0.00	0.00
80	84,306.32	371,915.13	478,124.87	242,750.36	0.00	0.00	0.00	0.00
90	0.00	471,191.52	733,043.88	471,191.52	0.00	0.00	0.00	0.00
100	0.00	362,226.66	713,447.25	554,963.45	125,800.00	0.00	0.00	0.00
110	0.00	306,297.84	841,546.41	775,573.36	306,297.84	0.00	0.00	0.00
120	0.00	82,261.56	410,258.25	445,156.29	236,862.71	0.00	0.00	0.00
130	0.00	0.00	137,718.76	177,047.83	115,559.76	0.00	0.00	0.00
140	0.00	0.00	174,671.35	271,740.39	208,165.21	0.00	0.00	0.00
150	0.00	0.00	164,818.33	324,628.74	285,473.72	57,240.81	0.00	0.00
160	0.00	0.00	217,485.43	597,536.32	597,536.32	217,485.43	0.00	0.00
170	0.00	0.00	257,843.64	1,285,928.52	1,462,303.96	742,431.18	0.00	0.00
180	0.00	0.00	0.00	3,133,751.01	4,090,821.41	3,133,751.01	0.00	0.00
190	0.00	0.00	0.00	1,684,981.45	2,581,541.36	2,008,082.70	455,195.39	0.00
200	0.00	0.00	0.00	898,429.70	1,688,495.53	1,556,125.89	614,562.11	0.00
210	0.00	0.00	0.00	666,749.24	1,688,268.35	1,831,878.49	974,722.18	0.00
220	0.00	0.00	0.00	221,281.98	976,179.73	1,254,952.47	976,179.73	0.00
230	0.00	0.00	0.00	0.00	881,497.42	0.00	1,050,527.71	238,135.30
240	0.00	0.00	0.00	0.00	1,198,983.19	2,397,966.39	2,076,699.81	820,152.81
250	0.00	0.00	0.00	0.00	530,329.32	1,527,022.42	1,457,067.84	775,289.60
260	0.00	0.00	0.00	0.00	113,663.25	566,866.07	644,616.32	420,743.42
270	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	948,706.64	0.00	948,706.64
280	101,410.78	0.00	0.00	0.00	0.00	375,388.86	584,001.39	505,760.04
290	26,899.02	0.00	0.00	0.00	0.00	39,323.74	77,452.65	73,904.46
300	52,431.65	0.00	0.00	0.00	0.00	35,865.36	90,814.29	103,270.20
310	50,553.62	0.00	0.00	0.00	0.00	13,656.99	60,247.46	78,647.48
320	144,488.80	32,752.95	0.00	0.00	0.00	0.00	121,240.49	185,751.21
330	140,643.31	55,544.38	0.00	0.00	0.00	0.00	81,200.45	152,606.93
340	246,348.18	131,079.13	0.00	0.00	0.00	0.00	89,663.41	227,035.71
350	257,608.10	168,141.75	0.00	0.00	0.00	0.00	45,423.26	200,383.53
รวม Btu / ft ²	3,427,297.9	5,319,758.0	6,554,527.6	12,092,042.5	17,087,779.1	16,706,744.5	9,399,614.5	5,090,711.6
12000 / ft ²	285.61	443.31	546.21	1,007.67	1,423.98	1,392.23	783.30	424.23

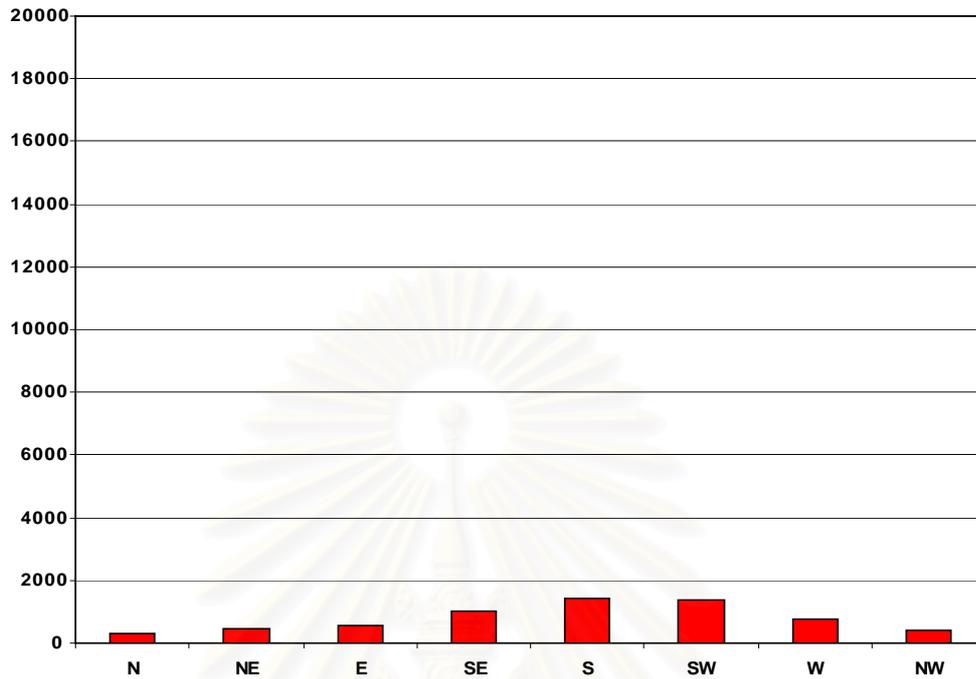
ตาราง 4.15 แสดงพลังงานแต่ละทิศทางที่เกิดจากค่าความเร็วลมรวมทั้งปีของช่วงเวลา 17.00 – 23.00 น.

Direction	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
360	1,787,676.8	1,369,439.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,149,096.5
10	3,959,393.5	3,481,832.2	698,147.9	0.0	0.0	0.0	0.0	2,010,236.8
20	8,535,476.0	8,535,476.0	3,106,659.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3,106,659.2
30	9,171,439.3	10,429,376.0	5,295,133.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,838,980.4
40	8,800,522.4	11,488,266.1	7,384,515.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50	6,733,379.0	10,316,135.2	8,024,528.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60	6,953,235.0	13,067,807.2	12,043,356.3	2,414,833.2	0.0	0.0	0.0	0.0
70	2,799,185.9	7,087,787.5	7,690,700.1	2,799,185.9	0.0	0.0	0.0	0.0
80	977,236.2	4,311,052.0	5,542,181.6	2,813,839.4	0.0	0.0	0.0	0.0
90	0.0	1,616,926.6	2,515,491.3	1,616,926.6	0.0	0.0	0.0	0.0
100	0.0	939,321.9	1,850,103.1	1,439,124.7	326,223.1	0.0	0.0	0.0
110	0.0	564,224.6	1,550,194.3	1,428,666.8	564,224.6	0.0	0.0	0.0
120	0.0	154,461.2	770,335.1	835,862.6	444,753.2	0.0	0.0	0.0
130	0.0	0.0	414,290.6	532,601.7	347,631.1	0.0	0.0	0.0
140	0.0	0.0	1,430,243.8	2,225,064.4	1,704,498.2	0.0	0.0	0.0
150	0.0	0.0	950,770.3	1,872,651.9	1,646,782.5	330,199.1	0.0	0.0
160	0.0	0.0	551,712.5	1,515,817.5	1,515,817.5	551,712.5	0.0	0.0
170	0.0	0.0	425,620.2	2,122,671.0	2,413,812.4	1,225,524.7	0.0	0.0
180	0.0	0.0	0.0	3,994,410.7	5,214,332.8	3,994,410.7	0.0	0.0
190	0.0	0.0	0.0	4,459,718.1	6,832,684.5	5,314,885.0	1,204,786.6	0.0
200	0.0	0.0	0.0	2,291,494.6	4,306,601.1	3,968,985.0	1,567,474.6	0.0
210	0.0	0.0	0.0	2,650,698.9	6,711,805.2	7,282,735.3	3,875,062.5	0.0
220	0.0	0.0	0.0	2,121,054.9	9,356,978.9	12,029,100.2	9,356,978.9	0.0
230	0.0	0.0	0.0	0.0	7,187,213.3	0.0	8,565,387.3	1,941,615.7
240	0.0	0.0	0.0	0.0	7,560,539.3	15,121,078.6	13,095,238.2	5,171,713.5
250	0.0	0.0	0.0	0.0	3,456,806.2	9,953,476.8	9,497,497.0	5,053,512.6
260	0.0	0.0	0.0	0.0	1,244,123.7	6,204,745.6	7,055,776.4	4,605,330.9
270	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3,219,040.0	0.0	3,219,040.0
280	254,505.5	0.0	0.0	0.0	0.0	942,094.4	1,465,638.7	1,269,280.4
290	214,779.0	0.0	0.0	0.0	0.0	313,985.9	618,431.5	590,100.5
300	128,414.9	0.0	0.0	0.0	0.0	87,841.0	222,421.1	252,928.0
310	736,234.8	0.0	0.0	0.0	0.0	198,892.8	877,410.5	1,145,378.0
320	547,998.0	124,221.1	0.0	0.0	0.0	0.0	459,824.9	704,492.6
330	1,330,790.6	525,570.2	0.0	0.0	0.0	0.0	768,332.3	1,443,992.4
340	1,738,194.4	924,873.9	0.0	0.0	0.0	0.0	632,651.0	1,601,928.6
350	1,241,767.2	810,506.0	0.0	0.0	0.0	0.0	218,957.1	965,923.4
รวม Btu / ft ²	55,910,228	75,747,278	60,243,983	37,134,623	60,834,827	70,738,707	59,481,869	36,070,209
12000 / ft ²	4,659.19	6,312.27	5,020.33	3,094.55	5,069.57	5,894.89	4,956.82	3,005.85

ตาราง 4.16 แสดงพลังงานแต่ละทิศทางที่เกิดจากค่าความเร็วลมรวมทั้งปีของช่วงเวลา 8.00 – 16.00 น.

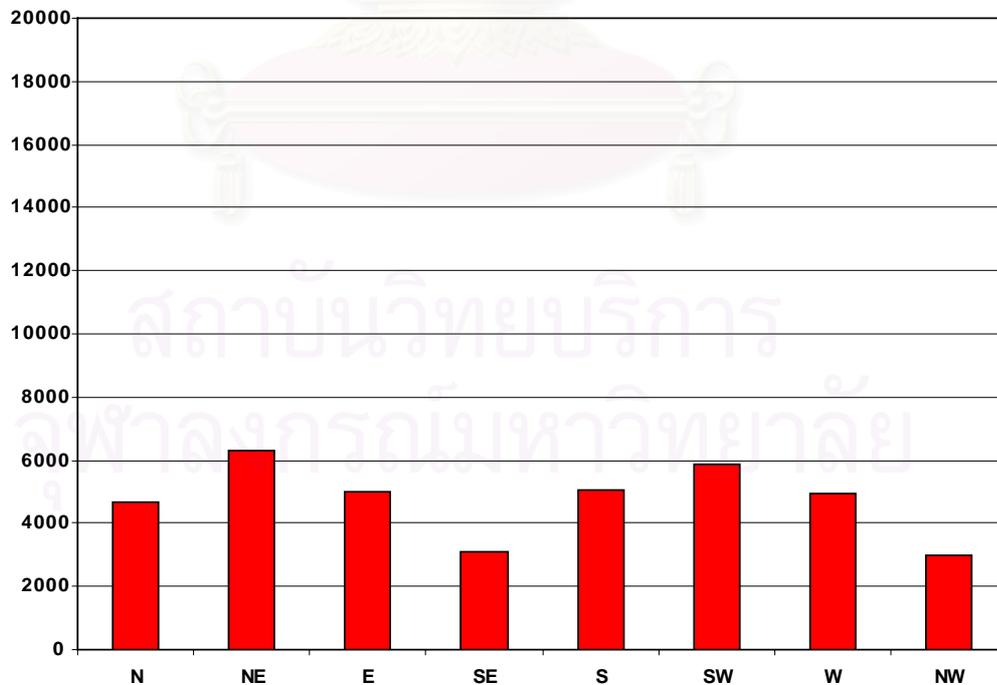
Direction	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
360	10,611,031.2	8,128,521.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6,820,639.4
10	21,120,867.1	18,573,378.8	3,724,178.7	0.0	0.0	0.0	0.0	10,723,345.3
20	22,409,418.0	22,409,418.0	8,156,361.1	0.0	0.0	0.0	0.0	8,156,361.1
30	23,048,256.3	26,209,510.0	13,306,917.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4,621,443.8
40	26,469,773.3	34,553,835.0	22,210,777.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50	16,851,347.9	25,817,762.9	20,082,654.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60	13,056,367.6	24,537,944.6	22,614,292.1	4,534,428.9	0.0	0.0	0.0	0.0
70	9,078,617.2	22,987,865.7	24,943,295.7	9,078,617.2	0.0	0.0	0.0	0.0
80	3,519,509.1	15,526,223.2	19,960,127.8	10,134,022.5	0.0	0.0	0.0	0.0
90	0.0	8,004,790.5	12,453,243.3	8,004,790.5	0.0	0.0	0.0	0.0
100	0.0	3,273,156.2	6,446,859.2	5,014,766.2	1,136,755.2	0.0	0.0	0.0
110	0.0	1,770,999.0	4,865,779.7	4,484,326.8	1,770,999.0	0.0	0.0	0.0
120	0.0	785,633.1	3,918,142.1	4,251,433.2	2,262,140.4	0.0	0.0	0.0
130	0.0	0.0	942,547.7	1,211,716.0	790,891.5	0.0	0.0	0.0
140	0.0	0.0	1,227,311.3	1,909,357.4	1,462,652.7	0.0	0.0	0.0
150	0.0	0.0	938,147.5	1,847,789.9	1,624,919.2	325,815.2	0.0	0.0
160	0.0	0.0	374,403.6	1,028,665.4	1,028,665.4	374,403.6	0.0	0.0
170	0.0	0.0	820,935.7	4,094,204.7	4,655,757.9	2,363,790.2	0.0	0.0
180	0.0	0.0	0.0	11,624,778.0	15,175,069.9	11,624,778.0	0.0	0.0
190	0.0	0.0	0.0	7,699,804.1	11,796,784.3	9,176,269.2	2,080,091.4	0.0
200	0.0	0.0	0.0	10,044,093.8	18,876,721.6	17,396,880.7	6,870,564.8	0.0
210	0.0	0.0	0.0	4,689,530.5	11,874,308.1	12,884,379.2	6,855,635.0	0.0
220	0.0	0.0	0.0	3,628,790.2	16,008,313.9	20,579,891.6	16,008,313.9	0.0
230	0.0	0.0	0.0	0.0	15,176,040.2	0.0	18,086,100.4	4,099,786.1
240	0.0	0.0	0.0	0.0	17,964,163.8	35,928,327.6	31,114,844.4	12,288,211.7
250	0.0	0.0	0.0	0.0	10,140,793.4	29,199,250.8	27,861,600.8	14,824,848.2
260	0.0	0.0	0.0	0.0	6,195,125.1	30,896,585.3	35,134,300.5	22,932,286.0
270	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17,292,285.2	0.0	17,292,285.2
280	1,093,116.6	0.0	0.0	0.0	0.0	4,046,353.1	6,295,007.9	5,451,636.7
290	1,075,911.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1,572,877.5	3,097,964.0	2,956,042.8
300	1,906,934.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1,304,419.9	3,302,907.2	3,755,927.5
310	2,726,922.0	0.0	0.0	0.0	0.0	736,674.2	3,249,819.1	4,242,337.6
320	3,501,528.8	793,732.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2,938,131.6	4,501,478.7
330	4,433,453.1	1,750,907.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2,559,655.3	4,810,578.4
340	5,158,110.9	2,744,573.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1,877,398.8	4,753,740.8
350	2,732,990.7	1,783,833.0	0.0	0.0	0.0	0.0	481,900.0	2,125,889.3
รวม Btu / ft ²	168,794,156	219,652,085	166,985,974	93,281,115	137,940,101	195,702,981	167,814,235	134,356,839
12000 / ft ²	14,066.18	18,304.34	13,915.50	7,773.43	11,495.01	16,308.58	13,984.52	11,196.40

(12,000 Btu - ft² - Year)

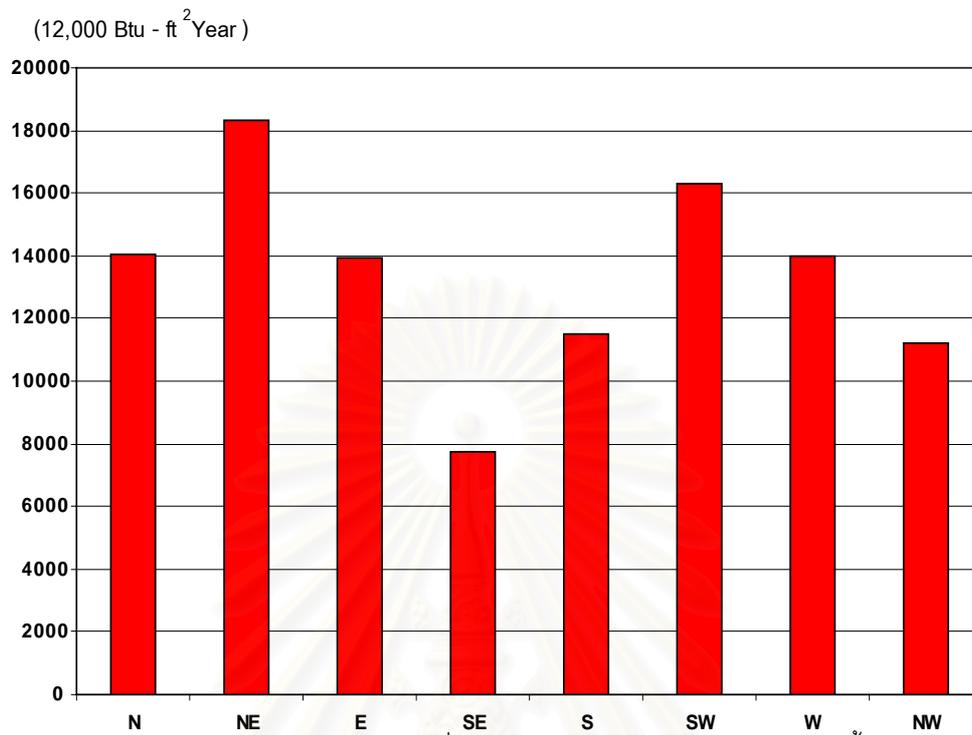


แผนภูมิ 4.18 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ต้องใช้ในการปรับลดอุณหภูมิและความชื้นในช่วงเวลา 24.00 น. – 7.00 น. รวมทั้งปี แต่ละทิศของจังหวัดของจังหวัดสงขลา

(12,000 Btu - ft² -Year)



แผนภูมิ 4.19 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ต้องใช้ในการปรับลดอุณหภูมิและความชื้นในช่วงเวลา 17.00 น. – 23.00 น. รวมทั้งปี แต่ละทิศของจังหวัดของจังหวัดสงขลา



แผนภูมิ 4.20 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ต้องใช้ในการปรับลดอุณหภูมิและความชื้นในช่วงเวลา 8.00 น. – 16.00 น. รวมทั้งปี แต่ละทิศของจังหวัดของจังหวัดอุบลราชธานี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.2 ผลการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อภาระการทำความเย็นที่เพิ่มขึ้นผ่านช่องทางช่องเปิดอาคารเมื่อช่องเปิดนั้นปิด

4.1.2.1 ภาระการทำความเย็นที่เพิ่มขึ้นจากความร้อนรวมที่ผ่านทางช่องเปิดของอาคาร

ในส่วนนี้จะแบ่งผลการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วนคือ

- 1) ผลการวิเคราะห์ค่าพลังงานที่เกิดจากการนำความร้อนที่ได้จากการคำนวณ

โดยสมการ

$$Q = (U \times A \times CLTD)$$

โดยในการเลือกข้อมูลของตัวแปรแต่ละตัวที่จะนำมาคำนวณเป็นดังนี้

1.1 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของกระจก (U: Overall Heat Transfer Coefficient) อยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.30 – 1.05 (ได้จากการรวบรวมชนิดของกระจกที่มีใช้ในปัจจุบันจากบริษัทผู้ผลิต)

1.2 $A =$ พื้นที่ช่องเปิดของอาคารในส่วนที่มีการปรับอากาศ / พื้นที่ใช้งานอาคารในส่วนที่มีการปรับอากาศ

1.3 CLTD(Cooling Load Temperature Difference) เลือกใช้ค่าของชั่วโมงที่มีค่าที่สูงที่สุดใน 1 วัน

2) ผลการวิเคราะห์ค่าพลังงานที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อนจากภายนอกอาคารผ่านทางช่องเปิด(กระจก)ของอาคารที่ได้จากการคำนวณโดยสมการทฤษฎี

$$Q = (A \times SC \times SHGF \times CLF)$$

2.1 เช่นเดียวกับการคำนวณค่าการนำความร้อน $A =$ พื้นที่ช่องเปิดของอาคารในส่วนที่มีการปรับอากาศ / พื้นที่ใช้งานอาคารในส่วนที่มีการปรับอากาศ

2.2 SC (Shading Coefficient) ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจกจะเป็นค่าที่อยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.1– 1.00 (ได้จากการรวบรวมชนิดของกระจกที่มีใช้ในปัจจุบันจากบริษัทผู้ผลิต)

2.3 SHGF (Solar Heat Gain Factor) ใช้ค่าที่ 16 องศาเหนือเป็น

ตัวแทนของทั้งประเทศ

2.4 CLF (Cooling Load Factor) เลือกใช้ค่าของชั่วโมงที่มีค่าสูงสุด

4.1.2.1(1) ผลการวิเคราะห์ภาระการทำความเย็นที่เกิดจากการนำความร้อน

ร้อน

ตาราง 4.17 แสดงภาระการทำความเย็นที่เกิดจากการนำความร้อน ที่ต้องใช้ในการปรับลด

อุณหภูมิให้กับอากาศภายในอาคารที่มีผลมาจากค่าความร้อนที่ผ่านเข้าทางช่องเปิดอาคาร

ภาระการทำความเย็นจากการนำความร้อน (Q)

U																					
	CLTD	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20
1.05	14.00	29.40	27.93	26.46	24.99	23.52	22.05	20.58	19.11	17.64	16.17	14.70	13.23	11.76	10.29	8.82	7.35	5.88	4.41	2.94	1.47
1.00	14.00	28.00	26.60	25.20	23.80	22.40	21.00	19.60	18.20	16.80	15.40	14.00	12.60	11.20	9.80	8.40	7.00	5.60	4.20	2.80	1.40
0.95	14.00	26.60	25.27	23.94	22.61	21.28	19.95	18.62	17.29	15.96	14.63	13.30	11.97	10.64	9.31	7.98	6.65	5.32	3.99	2.66	1.33
0.90	14.00	25.20	23.94	22.68	21.42	20.16	18.90	17.64	16.38	15.12	13.86	12.60	11.34	10.08	8.82	7.56	6.30	5.04	3.78	2.52	1.26
0.85	14.00	23.80	22.61	21.42	20.23	19.04	17.85	16.66	15.47	14.28	13.09	11.90	10.71	9.52	8.33	7.14	5.95	4.76	3.57	2.38	1.19
0.80	14.00	22.40	21.28	20.16	19.04	17.92	16.80	15.68	14.56	13.44	12.32	11.20	10.08	8.96	7.84	6.72	5.60	4.48	3.36	2.24	1.12
0.75	14.00	21.00	19.95	18.90	17.85	16.80	15.75	14.70	13.65	12.60	11.55	10.50	9.45	8.40	7.35	6.30	5.25	4.20	3.15	2.10	1.05
0.70	14.00	19.60	18.62	17.64	16.66	15.68	14.70	13.72	12.74	11.76	10.78	9.80	8.82	7.84	6.86	5.88	4.90	3.92	2.94	1.96	0.98
0.65	14.00	18.20	17.29	16.38	15.47	14.56	13.65	12.74	11.83	10.92	10.01	9.10	8.19	7.28	6.37	5.46	4.55	3.64	2.73	1.82	0.91
0.60	14.00	16.80	15.96	15.12	14.28	13.44	12.60	11.76	10.92	10.08	9.24	8.40	7.56	6.72	5.88	5.04	4.20	3.36	2.52	1.68	0.84
0.55	14.00	15.40	14.63	13.86	13.09	12.32	11.55	10.78	10.01	9.24	8.47	7.70	6.93	6.16	5.39	4.62	3.85	3.08	2.31	1.54	0.77
0.50	14.00	14.00	13.30	12.60	11.90	11.20	10.50	9.80	9.10	8.40	7.70	7.00	6.30	5.60	4.90	4.20	3.50	2.80	2.10	1.40	0.70
0.45	14.00	12.60	11.97	11.34	10.71	10.08	9.45	8.82	8.19	7.56	6.93	6.30	5.67	5.04	4.41	3.78	3.15	2.52	1.89	1.26	0.63
0.40	14.00	11.20	10.64	10.08	9.52	8.96	8.40	7.84	7.28	6.72	6.16	5.60	5.04	4.48	3.92	3.36	2.80	2.24	1.68	1.12	0.56
0.35	14.00	9.80	9.31	8.82	8.33	7.84	7.35	6.86	6.37	5.88	5.39	4.90	4.41	3.92	3.43	2.94	2.45	1.96	1.47	0.98	0.49
0.30	14.00	8.40	7.98	7.56	7.14	6.72	6.30	5.88	5.46	5.04	4.62	4.20	3.78	3.36	2.94	2.52	2.10	1.68	1.26	0.84	0.42
หมายเหตุ	A1 = 2 ถึง A20 = 0.1																				

4.1.2.1(2) ผลการวิเคราะห์ภาระการทำความเย็นที่เกิดจากการแผ่รังสี

ความร้อนผ่านทางช่องเปิดอาคาร

ตาราง 4.18 แสดงผลการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจกกับสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิด ส่วนที่รับอากาศต่อพื้นที่ใช้งานอาคารส่วนรับอากาศ (จากสมการ $A*SC*SHGF*CLF$)

สัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก	ภาระการทำความเย็นที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อนสู่กระจก																			
	SC	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19
1	2	1.90	1.80	1.70	1.60	1.50	1.40	1.30	1.20	1.10	1.00	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10
0.98	1.96	1.86	1.76	1.67	1.57	1.47	1.37	1.27	1.18	1.08	0.98	0.88	0.78	0.69	0.59	0.49	0.39	0.29	0.20	0.10
0.94	1.88	1.79	1.69	1.60	1.50	1.41	1.32	1.22	1.13	1.03	0.94	0.85	0.75	0.66	0.56	0.47	0.38	0.28	0.19	0.09
0.9	1.8	1.71	1.62	1.53	1.44	1.35	1.26	1.17	1.08	0.99	0.90	0.81	0.72	0.63	0.54	0.45	0.36	0.27	0.18	0.09
0.86	1.72	1.63	1.55	1.46	1.38	1.29	1.20	1.12	1.03	0.95	0.86	0.77	0.69	0.60	0.52	0.43	0.34	0.26	0.17	0.09
0.82	1.64	1.56	1.48	1.39	1.31	1.23	1.15	1.07	0.98	0.90	0.82	0.74	0.66	0.57	0.49	0.41	0.33	0.25	0.16	0.08
0.78	1.56	1.48	1.40	1.33	1.25	1.17	1.09	1.01	0.94	0.86	0.78	0.70	0.62	0.55	0.47	0.39	0.31	0.23	0.16	0.08
0.74	1.48	1.41	1.33	1.26	1.18	1.11	1.04	0.96	0.89	0.81	0.74	0.67	0.59	0.52	0.44	0.37	0.30	0.22	0.15	0.07
0.7	1.4	1.33	1.26	1.19	1.12	1.05	0.98	0.91	0.84	0.77	0.70	0.63	0.56	0.49	0.42	0.35	0.28	0.21	0.14	0.07
0.66	1.32	1.25	1.19	1.12	1.06	0.99	0.92	0.86	0.79	0.73	0.66	0.59	0.53	0.46	0.40	0.33	0.26	0.20	0.13	0.07
0.62	1.24	1.18	1.12	1.05	0.99	0.93	0.87	0.81	0.74	0.68	0.62	0.56	0.50	0.43	0.37	0.31	0.25	0.19	0.12	0.06
0.58	1.16	1.10	1.04	0.99	0.93	0.87	0.81	0.75	0.70	0.64	0.58	0.52	0.46	0.41	0.35	0.29	0.23	0.17	0.12	0.06
0.54	1.08	1.03	0.97	0.92	0.86	0.81	0.76	0.70	0.65	0.59	0.54	0.49	0.43	0.38	0.32	0.27	0.22	0.16	0.11	0.05
0.5	1	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05
0.46	0.92	0.87	0.83	0.78	0.74	0.69	0.64	0.60	0.55	0.51	0.46	0.41	0.37	0.32	0.28	0.23	0.18	0.14	0.09	0.05
0.42	0.84	0.80	0.76	0.71	0.67	0.63	0.59	0.55	0.50	0.46	0.42	0.38	0.34	0.29	0.25	0.21	0.17	0.13	0.08	0.04
0.38	0.76	0.72	0.68	0.65	0.61	0.57	0.53	0.49	0.46	0.42	0.38	0.34	0.30	0.27	0.23	0.19	0.15	0.11	0.08	0.04
0.34	0.68	0.65	0.61	0.58	0.54	0.51	0.48	0.44	0.41	0.37	0.34	0.31	0.27	0.24	0.20	0.17	0.14	0.10	0.07	0.03
0.3	0.6	0.57	0.54	0.51	0.48	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33	0.30	0.27	0.24	0.21	0.18	0.15	0.12	0.09	0.06	0.03
0.26	0.52	0.49	0.47	0.44	0.42	0.39	0.36	0.34	0.31	0.29	0.26	0.23	0.21	0.18	0.16	0.13	0.10	0.08	0.05	0.03
0.22	0.44	0.42	0.40	0.37	0.35	0.33	0.31	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.18	0.15	0.13	0.11	0.09	0.07	0.04	0.02
0.18	0.36	0.34	0.32	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.11	0.09	0.07	0.05	0.04	0.02
0.14	0.28	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.11	0.10	0.08	0.07	0.06	0.04	0.03	0.01
0.1	0.2	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01
หมายเหตุ	สัดส่วนพื้นที่ช่องเปิด / พื้นที่ใช้งานอาคาร มีค่าตั้งแต่ 0 - 2 เท่า (0-200 %) โดยที่ A1 = 2 จนถึง A20 = 0.1																			

ตาราง 4.19 แสดงค่าพลังงานที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อนจากภายนอกอาคารผ่านทางช่องเปิด โดยแยกเป็นแต่ละทิศและสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดส่วนปรับอากาศต่อพื้นที่ใช้งานอาคารส่วนปรับอากาศ (จากสมการ $A \cdot SC \cdot SHGF \cdot CLF$)

$\Sigma A \cdot SC$	$\Sigma SHGF \cdot CLF$							
	N	NE	E	SE	SW	S	W	NW
	26.07	43.2	51.84	129.36	117.81	130.48	137.47	89.32
2	52.14	86.4	103.68	258.72	235.62	260.96	274.94	178.64
1.96	51.0972	84.672	101.6064	253.5456	230.9076	255.7408	269.4412	175.0672
1.92	50.0544	82.944	99.5328	248.3712	226.1952	250.5216	263.9424	171.4944
1.88	49.0116	81.216	97.4592	243.1968	221.4828	245.3024	258.4436	167.9216
1.84	47.9688	79.488	95.3856	238.0224	216.7704	240.0832	252.9448	164.3488
1.8	46.926	77.76	93.312	232.848	212.058	234.864	247.446	160.776
1.76	45.8832	76.032	91.2384	227.6736	207.3456	229.6448	241.9472	157.2032
1.72	44.8404	74.304	89.1648	222.4992	202.6332	224.4256	236.4484	153.6304
1.68	43.7976	72.576	87.0912	217.3248	197.9208	219.2064	230.9496	150.0576
1.64	42.7548	70.848	85.0176	212.1504	193.2084	213.9872	225.4508	146.4848
1.6	41.712	69.12	82.944	206.976	188.496	208.768	219.952	142.912
1.56	40.6692	67.392	80.8704	201.8016	183.7836	203.5488	214.4532	139.3392
1.52	39.6264	65.664	78.7968	196.6272	179.0712	198.3296	208.9544	135.7664
1.48	38.5836	63.936	76.7232	191.4528	174.3588	193.1104	203.4556	132.1936
1.44	37.5408	62.208	74.6496	186.2784	169.6464	187.8912	197.9568	128.6208
1.4	36.498	60.48	72.576	181.104	164.934	182.672	192.458	125.048
1.36	35.4552	58.752	70.5024	175.9296	160.2216	177.4528	186.9592	121.4752
1.32	34.4124	57.024	68.4288	170.7552	155.5092	172.2336	181.4604	117.9024
1.28	33.3696	55.296	66.3552	165.5808	150.7968	167.0144	175.9616	114.3296
1.24	32.3268	53.568	64.2816	160.4064	146.0844	161.7952	170.4628	110.7568
1.2	31.284	51.84	62.208	155.232	141.372	156.576	164.964	107.184
1.16	30.2412	50.112	60.1344	150.0576	136.6596	151.3568	159.4652	103.6112
1.12	29.1984	48.384	58.0608	144.8832	131.9472	146.1376	153.9664	100.0384
1.08	28.1556	46.656	55.9872	139.7088	127.2348	140.9184	148.4676	96.4656
1.04	27.1128	44.928	53.9136	134.5344	122.5224	135.6992	142.9688	92.8928
1	26.07	43.2	51.84	129.36	117.81	130.48	137.47	89.32
0.96	25.0272	41.472	49.7664	124.1856	113.0976	125.2608	131.9712	85.7472
0.92	23.9844	39.744	47.6928	119.0112	108.3852	120.0416	126.4724	82.1744
0.88	22.9416	38.016	45.6192	113.8368	103.6728	114.8224	120.9736	78.6016
0.84	21.8988	36.288	43.5456	108.6624	98.9604	109.6032	115.4748	75.0288
0.8	20.856	34.56	41.472	103.488	94.248	104.384	109.976	71.456
0.76	19.8132	32.832	39.3984	98.3136	89.5356	99.1648	104.4772	67.8832
0.72	18.7704	31.104	37.3248	93.1392	84.8232	93.9456	98.9784	64.3104
0.68	17.7276	29.376	35.2512	87.9648	80.1108	88.7264	93.4796	60.7376
0.64	16.6848	27.648	33.1776	82.7904	75.3984	83.5072	87.9808	57.1648
0.6	15.642	25.92	31.104	77.616	70.686	78.288	82.482	53.592
0.56	14.5992	24.192	29.0304	72.4416	65.9736	73.0688	76.9832	50.0192
0.52	13.5564	22.464	26.9568	67.2672	61.2612	67.8496	71.4844	46.4464
0.48	12.5136	20.736	24.8832	62.0928	56.5488	62.6304	65.9856	42.8736
0.44	11.4708	19.008	22.8096	56.9184	51.8364	57.4112	60.4868	39.3008
0.4	10.428	17.28	20.736	51.744	47.124	52.192	54.988	35.728
0.36	9.3852	15.552	18.6624	46.5696	42.4116	46.9728	49.4892	32.1552

4.1.2.2 ค่าพลังงานที่เพิ่มขึ้นจากค่าการรั่วซึมของอากาศผ่านทางช่องเปิด

ของอาคาร

จากผลสรุปค่าการรั่วซึมของอากาศผ่านทางช่องเปิดของอาคารที่มีเปอร์เซ็นต์ค่าการรั่วซึมอากาศของช่องเปิดแต่ละชนิด⁵⁴ มีค่าดังนี้

- ช่องเปิดบานเกล็ดมีค่าประมาณร้อยละ 80 ของของความเร็วลมภายนอก
- ช่องเปิดบานเปิดมีค่าประมาณร้อยละ 50 ของของความเร็วลมภายนอก
- ช่องเปิดบานเลื่อนมีค่าประมาณร้อยละ 8.73 ของของความเร็วลมภายนอก
- ช่องเปิดบานติดตายมีค่าประมาณร้อยละ 3.4 ของของความเร็วลมภายนอก

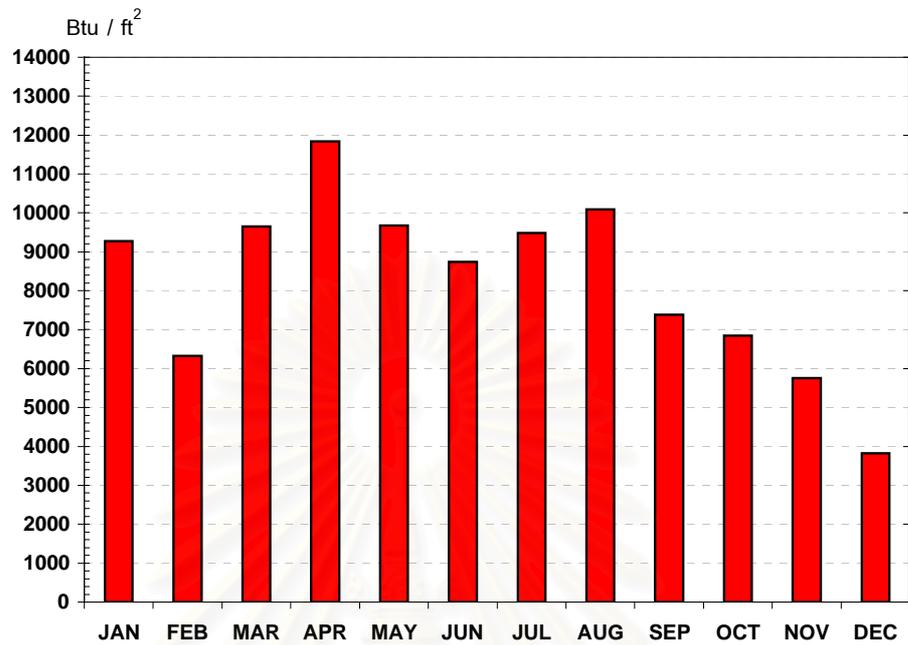
นำผลสรุปข้างต้นมาคำนวณกับค่าความเร็วลมและสภาพภูมิอากาศปี 2543 โดยผลที่ได้จะเป็นค่าพลังงานที่เกิดขึ้นจากค่าการรั่วซึมของอากาศผ่านทางช่องเปิด Btu / h.ft²

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

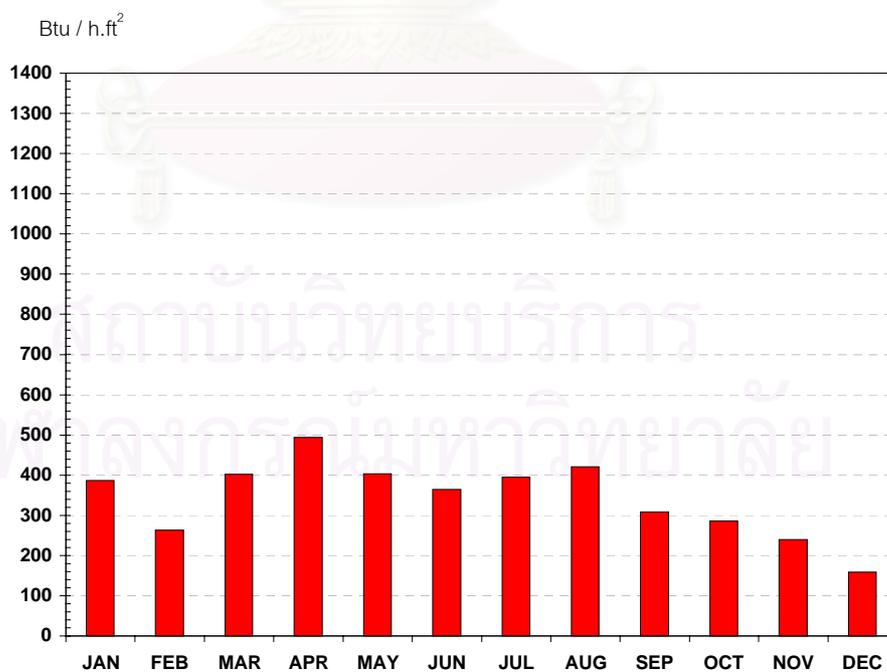
⁵⁴ ศศิน วิบูลย์ชัยกิจ. อิทธิพลของการรั่วซึมของอากาศต่อการใช้พลังงาน ในอาคารปรับอากาศผ่านทางผนังและช่องเปิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

ตาราง 4.20 แสดงภาระการทำความเย็นที่ต้องใช้ในการปรับลดอุณหภูมิและความชื้นให้กับอากาศที่เกิดจากการ
รั่วซึมของอากาศผ่านทางช่องเปิด

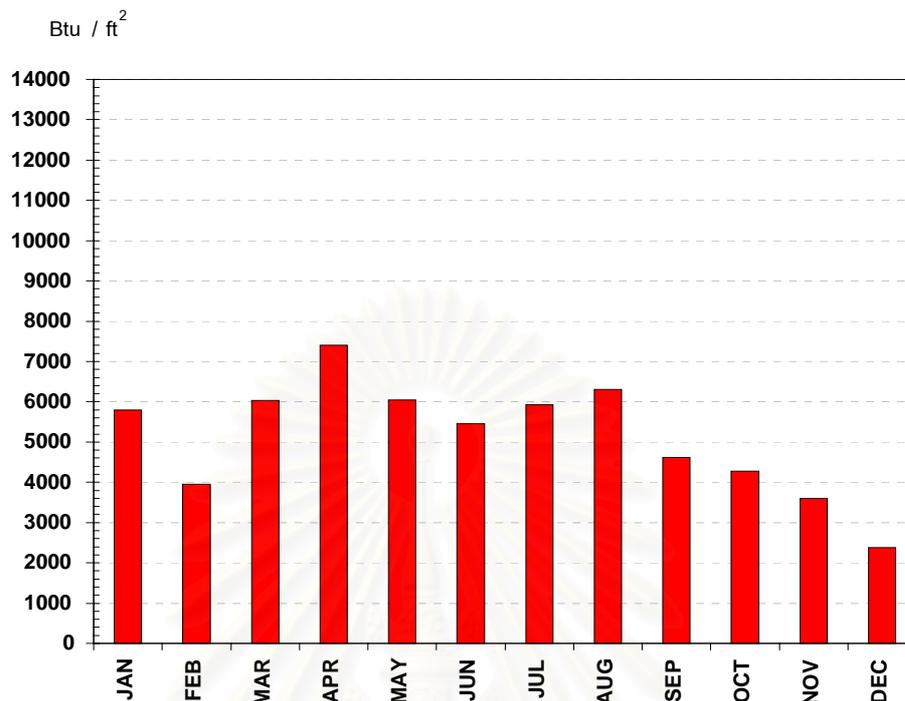
บานเกร็ด					บานเปิด						
Monthly (Enthalpy)	Fpm	CFM	Q(Btu / h .ft ²)	Q(Btu .ft ²)	Monthly (Enthalpy)	Fpm	CFM	Q(Btu / h .ft ²)	Q(Btu .ft ²)		
JAN	13.11	196.52	157.22	386.37	9272.88	JAN	13.11	196.52	98.26	241.48	5795.55
FEB	8.96	196.17	156.94	263.67	6327.98	FEB	8.96	196.17	98.09	164.79	3954.99
MAR	11.57	231.85	185.48	402.27	9654.48	MAR	11.57	231.85	115.92	251.42	6034.05
APR	14.99	219.46	175.57	493.31	11839.53	APR	14.99	219.46	109.73	308.32	7399.71
MAY	14.27	188.28	150.63	402.97	9671.35	MAY	14.27	188.28	94.14	251.86	6044.59
JUN	13.70	177.25	141.80	364.14	8739.37	JUN	13.70	177.25	88.63	227.59	5462.11
JUL	12.76	206.39	165.11	395.02	9480.49	JUL	12.76	206.39	103.19	246.89	5925.31
AUG	12.92	217.01	173.61	420.60	10094.39	AUG	12.92	217.01	108.50	262.87	6308.99
SEP	12.59	162.90	130.32	307.72	7385.24	SEP	12.59	162.90	81.45	192.32	4615.78
OCT	13.05	145.69	116.55	285.12	6842.90	OCT	13.05	145.69	72.85	178.20	4276.81
NOV	10.62	150.55	120.44	239.76	5754.34	NOV	10.62	150.55	75.27	149.85	3596.46
DEC	8.52	124.57	99.65	159.13	3819.03	DEC	8.52	124.57	62.28	99.45	2386.89
Max		231.85	185.48	493.31	11839.53	Max		231.85	115.92	308.32	7399.71
บานเลื่อน					บานติดตาย						
Monthly (Enthalpy)	Fpm	CFM	Q(Btu / h .ft ²)	Q(Btu .ft ²)	Monthly (Enthalpy)	Fpm	CFM	Q(Btu / h .ft ²)	Q(Btu .ft ²)		
JAN	13.11	196.52	17.16	42.16	1011.90	JAN	13.11	196.52	6.68	16.42	394.10
FEB	8.96	196.17	17.13	28.77	690.54	FEB	8.96	196.17	6.67	11.21	268.94
MAR	11.57	231.85	20.24	43.90	1053.54	MAR	11.57	231.85	7.88	17.10	410.32
APR	14.99	219.46	19.16	53.83	1291.99	APR	14.99	219.46	7.46	20.97	503.18
MAY	14.27	188.28	16.44	43.97	1055.39	MAY	14.27	188.28	6.40	17.13	411.03
JUN	13.70	177.25	15.47	39.74	953.68	JUN	13.70	177.25	6.03	15.48	371.42
JUL	12.76	206.39	18.02	43.11	1034.56	JUL	12.76	206.39	7.02	16.79	402.92
AUG	12.92	217.01	18.94	45.90	1101.55	AUG	12.92	217.01	7.38	17.88	429.01
SEP	12.59	162.90	14.22	33.58	805.91	SEP	12.59	162.90	5.54	13.08	313.87
OCT	13.05	145.69	12.72	31.11	746.73	OCT	13.05	145.69	4.95	12.12	290.82
NOV	10.62	150.55	13.14	26.16	627.94	NOV	10.62	150.55	5.12	10.19	244.56
DEC	8.52	124.57	10.87	17.36	416.75	DEC	8.52	124.57	4.24	6.76	162.31
Max		231.85	20.24	53.83	1291.99	Max		231.85	7.88	20.97	503.18



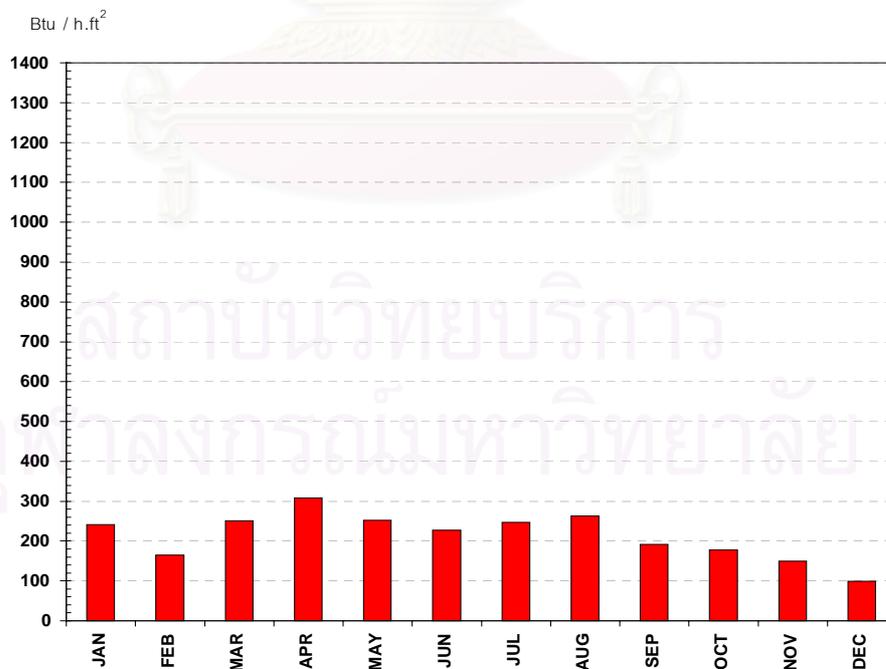
แผนภูมิที่ 4.21 แสดงการสูญเสียภาระการทำความเย็น 1 วันที่เกิดขึ้นจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางช่องเปิดหน้าต่างบานเกล็ดขนาด 1 ตารางฟุตในขณะปิด ทิศทางต่าง ๆ ในแต่ละเดือน จากข้อมูลอากาศปี 2543



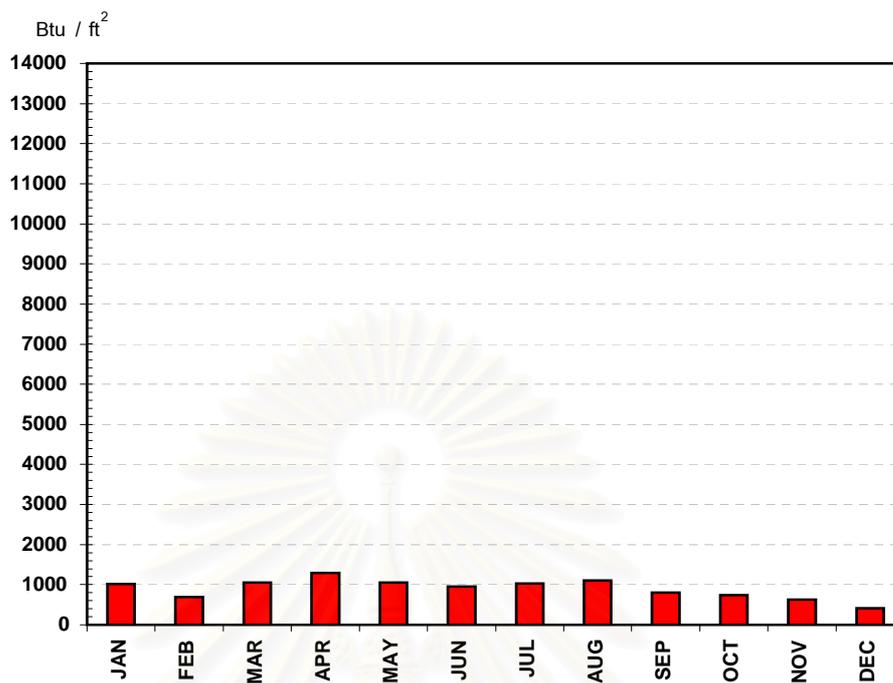
แผนภูมิที่ 4.22 แสดงการสูญเสียภาระการทำความเย็น 1 ชั่วโมงที่เกิดขึ้นจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางช่องเปิดหน้าต่างบานเกล็ดขนาด 1 ตารางฟุตในขณะปิด ทิศทางต่าง ๆ ในแต่ละเดือน จากข้อมูลอากาศปี 2543



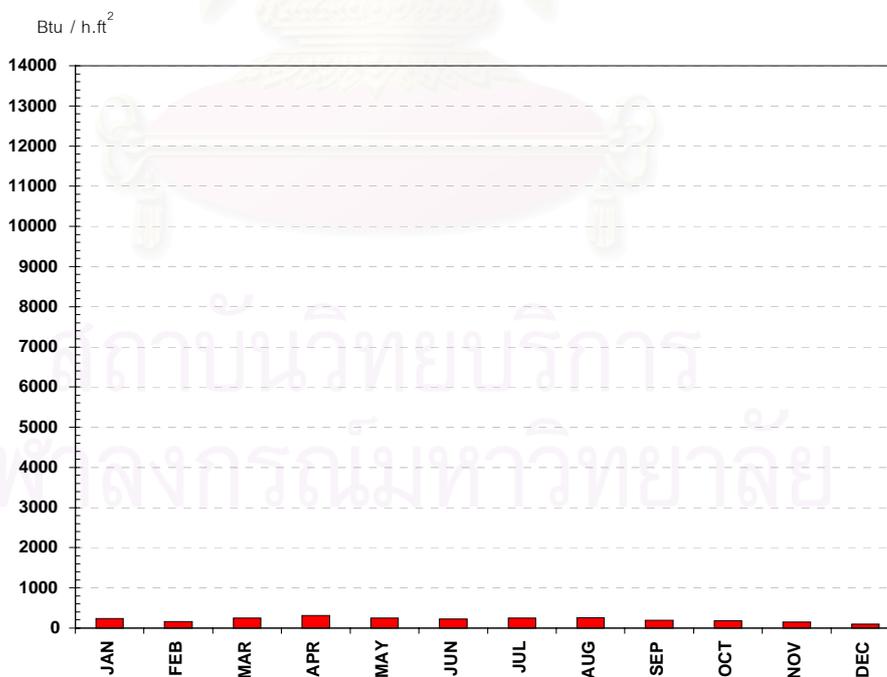
แผนภูมิที่ 4.23 แสดงการสูญเสียภาระการทำความเย็น 1 วันที่เกิดขึ้นจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางช่องเปิดหน้าต่างบานเปิดขนาด 1 ตารางฟุตในขณะปิดทิศทางต่าง ๆ ในแต่ละเดือนจากข้อมูลอากาศปี 2543



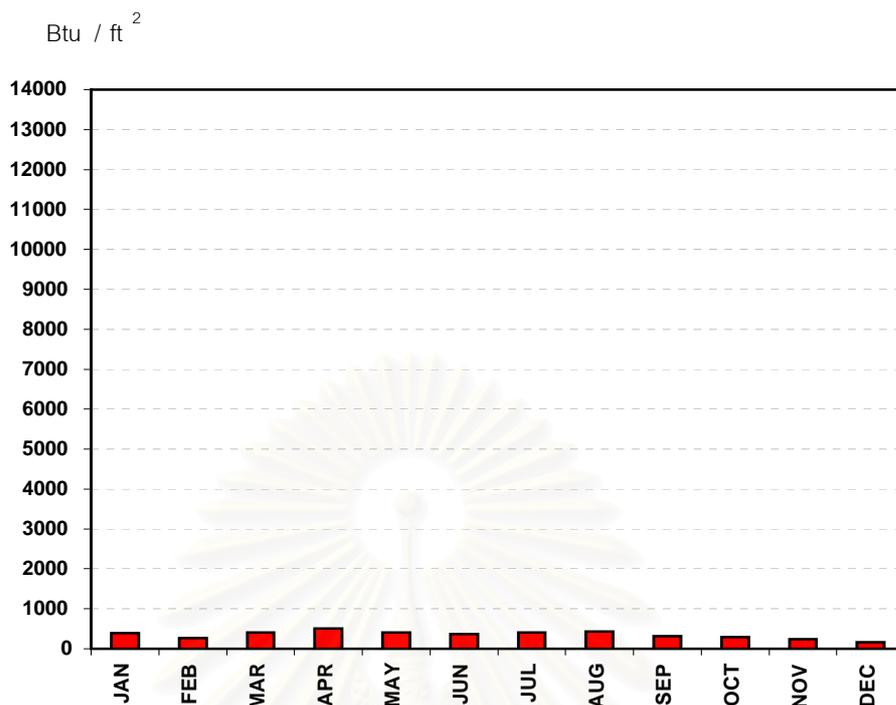
แผนภูมิที่ 4.24 แสดงการสูญเสียภาระการทำความเย็น 1 ชั่วโมงที่เกิดขึ้นจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางช่องเปิดหน้าต่างบานเปิดขนาด 1 ตารางฟุตในขณะปิดทิศทางต่าง ๆ ในแต่ละเดือนจากข้อมูลอากาศปี 2543



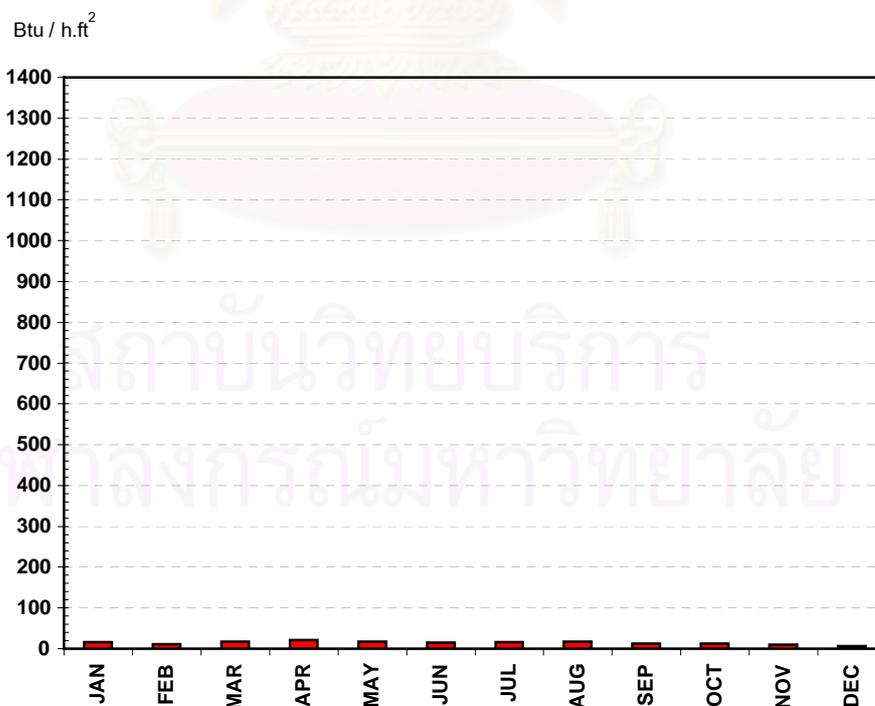
แผนภูมิที่ 4.25 แสดงการสูญเสียภาระการทำความเย็น 1 วันที่เกิดขึ้นจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางช่องเปิดหน้าต่างบานเลื่อนขนาด 1 ตารางฟุตในขณะปิดทิศทางต่าง ๆ ในแต่ละเดือนจากข้อมูลอากาศปี 2543



แผนภูมิที่ 4.26 แสดงการสูญเสียภาระการทำความเย็น 1 ชั่วโมงที่เกิดขึ้นจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางช่องเปิดหน้าต่างบานเปิดขนาด 1 ตารางฟุตในขณะปิดทิศทางต่าง ๆ ในแต่ละเดือนจากข้อมูลอากาศปี 2543



แผนภูมิที่ 4.27 แสดงการสูญเสียภาระการทำความเย็น 1 วันที่เกิดขึ้นจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางช่องเปิดหน้าต่างบานติดตายขนาด 1 ตารางฟุตในขณะปิดทิศทางต่าง ๆ ในแต่ละเดือนจากข้อมูลอากาศปี 2543



แผนภูมิที่ 4.28 แสดงการสูญเสียภาระการทำความเย็น 1 ชั่วโมงที่เกิดขึ้นจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางช่องเปิดหน้าต่างบานติดตายขนาด 1 ตารางฟุตในขณะปิดทิศทางต่าง ๆ ในแต่ละเดือนจากข้อมูลอากาศปี 2543

4.2 สรุปแบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในเขตร้อนชื้น

แบบประเมินที่ได้จากผลการคำนวณค่าของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อค่าภาระการทำความเย็นที่เพิ่มขึ้นผ่านเข้าทางช่องเปิดอาคารนี้จะแยกออกเป็นแบบประเมิน 3 ชุดคือ

4.2.1 – 4.2.4 แบบประเมินผลการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อค่าพลังงานที่เพิ่มขึ้นผ่านเข้าทางช่องเปิดอาคารเมื่อมีการเปิด – ปิด โดยจะแยกเป็นของแต่ละภูมิภาค

4.2.1.5 แบบประเมินในส่วนนี้จะแบบประเมินที่รวมผลซึ่งได้จากอิทธิพลของตัวแปรที่มีต่อค่า เอลทัลปี เมื่อช่องเปิดนั้นมีการเปิด – ปิด

4.2.2 แบบประเมินผลการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อค่าพลังงานที่เพิ่มขึ้นผ่านเข้าทางช่องเปิดอาคารเมื่อช่องเปิดปิดอยู่

4.2.2.1 แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารกรณีช่องเปิดปิดอยู่

1) ค่าพลังงานความร้อนที่ผ่านเข้าทางช่องเปิดจากการนำความร้อนของวัสดุ

2) ค่าพลังงานความร้อนที่ผ่านเข้าทางช่องเปิดจากการแผ่รังสีความร้อน

4.2.2.2 แบบประเมินผลการวิเคราะห์อิทธิพลของค่าพลังงานที่เพิ่มขึ้นจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางช่องเปิดของอาคาร

4.2.3 แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคาร

เป็นแบบประเมินที่จะประเมินผลรวมภาระการทำความเย็นทั้งหมดที่เกิดขึ้น โดยจะประเมินผลรวมของแบบประเมินทั้งสองชุดข้างต้นออกมาเป็นค่าคะแนนของช่องเปิดอาคารนั้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.1 แบบประเมินผลการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อค่าพลังงานที่เพิ่มขึ้นผ่านช่องทางช่องเปิดอาคารเมื่อมีการเปิด - ปิด

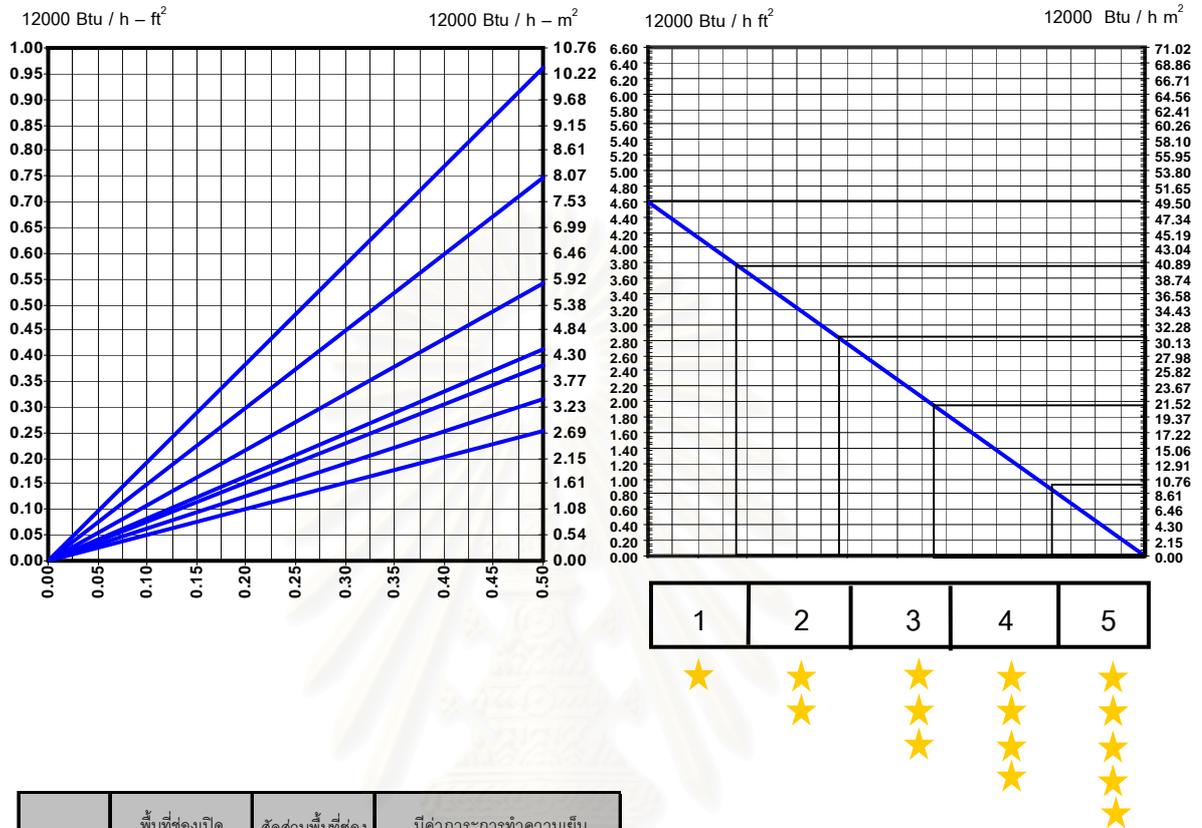
จากการวิเคราะห์ผลของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อค่าพลังงานที่เพิ่มขึ้นผ่านช่องทางช่องเปิดอาคารเมื่อมีการเปิด - ปิด แล้วนำมาทำการหาช่วงระดับคะแนน จึงพอที่สรุปเป็นแบบประเมินค่าพลังงานที่เพิ่มขึ้นผ่านช่องทางช่องเปิดอาคารเมื่อมีการเปิด - ปิด โดยที่ในแบบประเมินนี้จะมีการพิจารณาตัวแปรที่จะนำมาใส่ในแบบประเมินค่า คือ

1. สัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดด้านนั้น ๆ ต่อพื้นที่ใช้งานรวมของอาคาร
2. ทิศทางของช่องเปิด

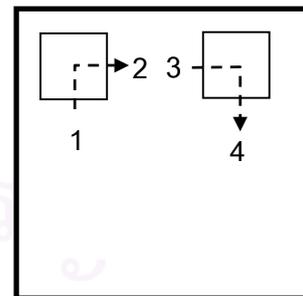
โดยที่ในการที่จะไปประเมินอาคารใด ๆ ก่อนที่จะมีการประเมินผลคะแนนของช่องเปิดอาคารนั้น จะต้องทราบข้อมูลพื้นฐานของอาคารเสียก่อน คือ พื้นที่ใช้งานรวมของอาคารนั้น การวางทิศทางของช่องเปิดแต่ละด้าน แล้วจึงนำข้อมูลพื้นฐานที่ทราบมาใส่ในตารางในส่วนของข้อมูลพื้นฐานอาคารจากนั้นจึงจะนำไปใส่ในกราฟแบบประเมินเพื่อประเมินผลต่อไป ซึ่งขั้นตอนต่างๆจะแสดงในหัวข้อการใช้แบบประเมินอย่างละเอียดอีกครั้ง

4.2.1.1 แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดกรณีที่มี

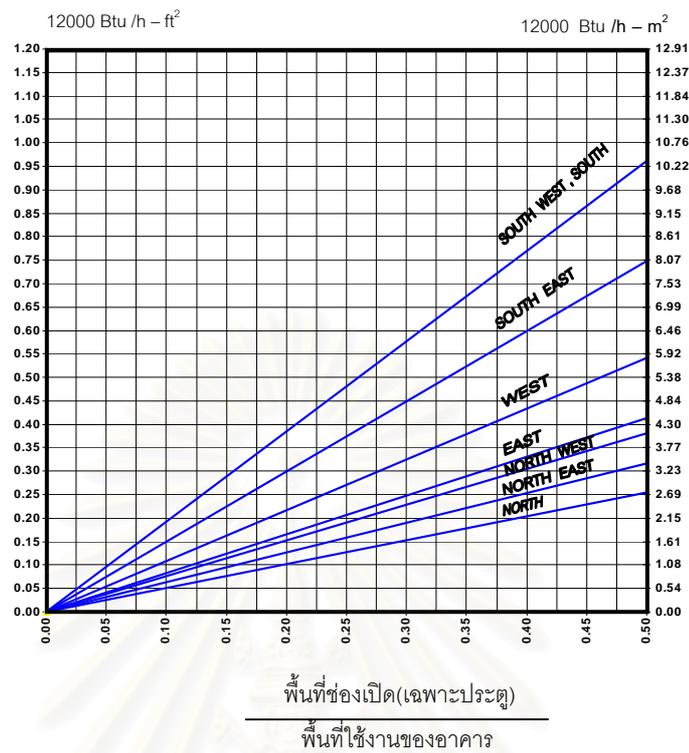
การเปิด - ปิด : ตัวแทนภาคกลางจังหวัดกรุงเทพมหานคร จากข้อมูลปี 2543



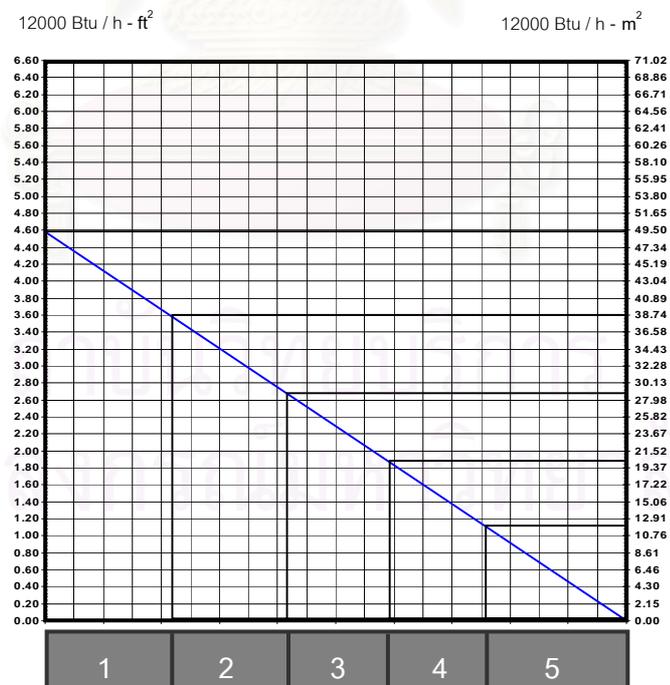
ทิศทางช่องเปิด	พื้นที่ช่องเปิด		สัดส่วนพื้นที่ช่องเปิด / พื้นที่ใช้งานอาคาร	มีค่าการทำความเย็น	
	ตร.ม.	ตร.ฟุต		12000 บีทียู / ชม / ตร.ม.	12000 บีทียู / ชม / ตร.ฟุต
N					
NE					
NW					
E					
S			1	2	
SE					
SW					
W					3
รวมทุกทิศ					



แผนภูมิที่ 4.29 (1) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่ช่องเปิดมีการเปิด - ปิด สำหรับจังหวัดกรุงเทพมหานคร จากข้อมูลปี 2543



แผนภูมิที่ 4.29 (2) แบบประเมินค่าภาระการทำความเย็นสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่มีช่องเปิดมีการเปิด - ปิด สำหรับจังหวัดกรุงเทพมหานคร จากข้อมูลปี 2543

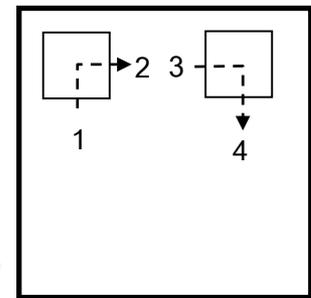


แผนภูมิที่ 4.29 (3) แบบประเมินค่าภาระการทำความเย็นสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่มีช่องเปิดมีการเปิด - ปิด สำหรับจังหวัดกรุงเทพมหานคร จากข้อมูลปี 2543

4.2.1.2 แบบประเมินค่าภาระการทำความเย็นสำหรับช่องเปิดกรณีที่มี
การเปิด - ปิด : ตัวแทนภาคเหนือจังหวัดเชียงใหม่ จากข้อมูลปี 2543

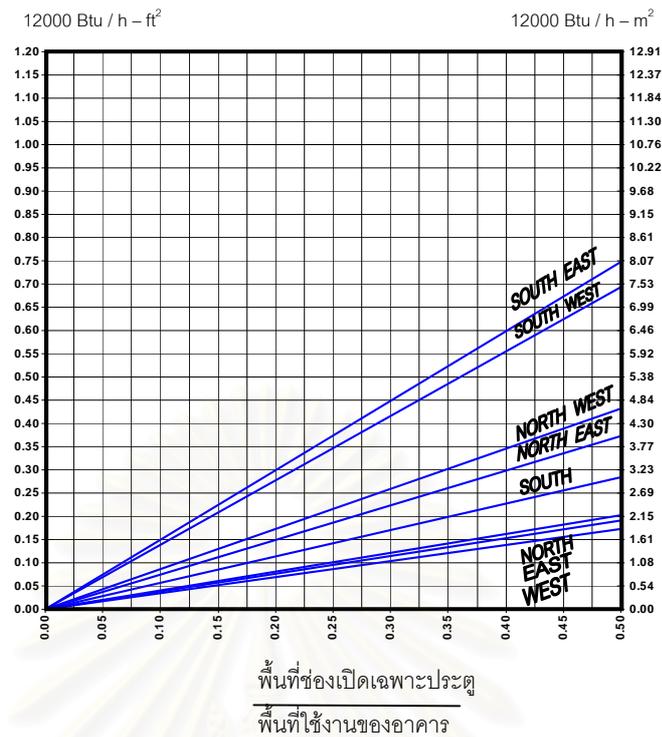


ทิศทาง ช่องเปิด	พื้นที่ช่องเปิด		สัดส่วนพื้นที่ช่อง เปิด / พื้นที่ใช้ งานอาคาร	มีค่าภาระการทำความเย็น	
	ตร.ม.	ตร.ฟุต		12000 บีทียู / ชม / ตร.ม.	12000 บีทียู / ชม / ตร.ฟุต
N					
NE					
NW					
E					
S			1	2	
SE					
SW					
W					3
รวมทุกทิศ					

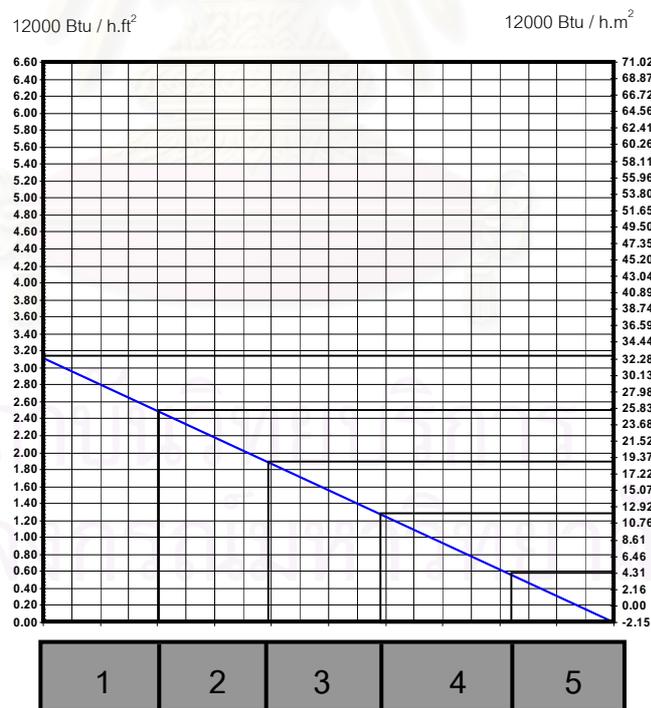


แผนภูมิที่ 4.30 (1) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่ช่องเปิดมีการเปิด - ปิด

สำหรับจังหวัดเชียงใหม่ จากข้อมูลปี 2543



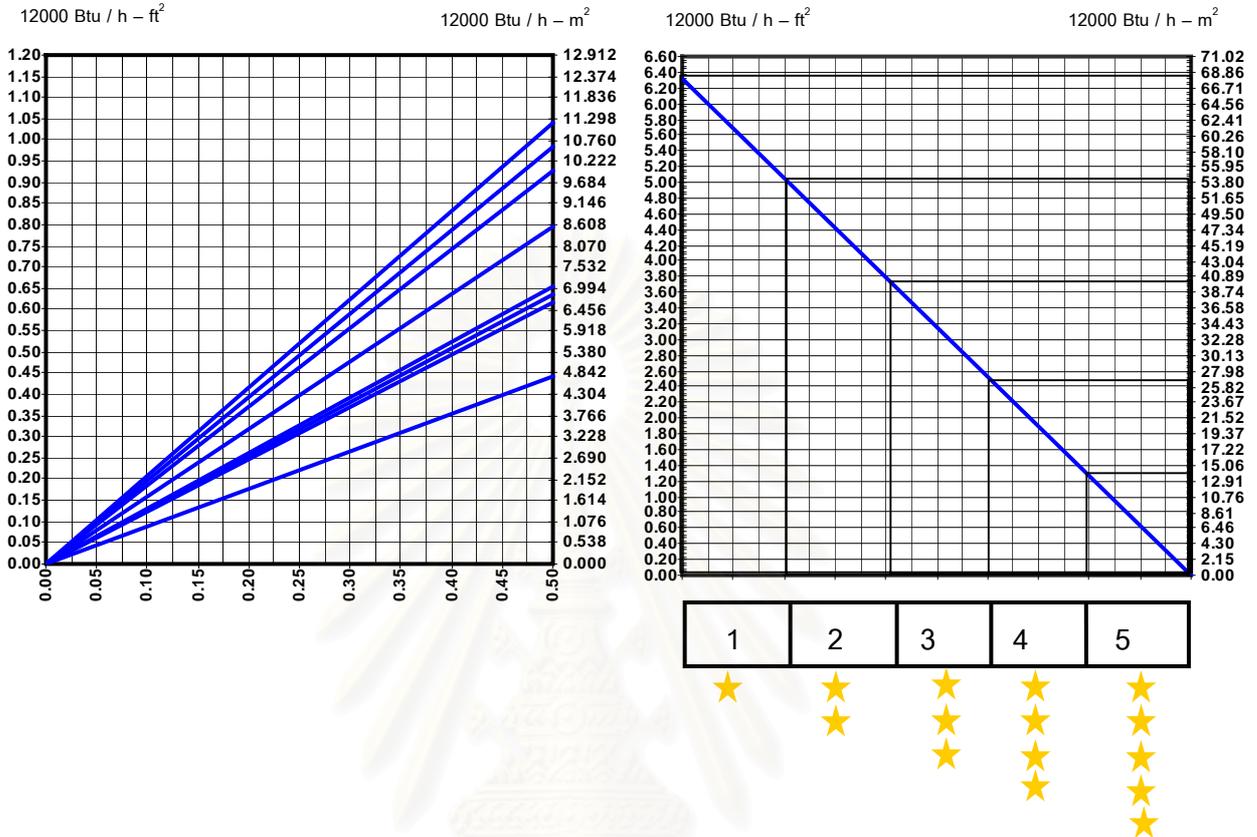
แผนภูมิที่ 4.30 (2) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่มีช่องเปิดที่มีการ เปิด - ปิด สำหรับจังหวัดเชียงใหม่ จากข้อมูลปี 2543



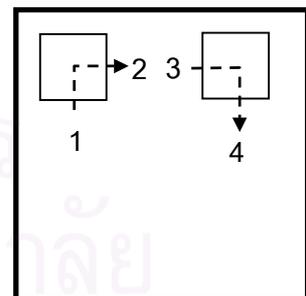
แผนภูมิที่ 4.30 (3) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่มีช่องเปิดที่มีการ เปิด - ปิด สำหรับจังหวัดเชียงใหม่ จากข้อมูลปี 2543

4.2.1.3 แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคาร กรณีที่มีการเปิด - ปิด: ตัวแทนภาคตะวันออกเฉียงเหนือจังหวัดอุบลราชธานีจากข้อมูล

ปี 2543

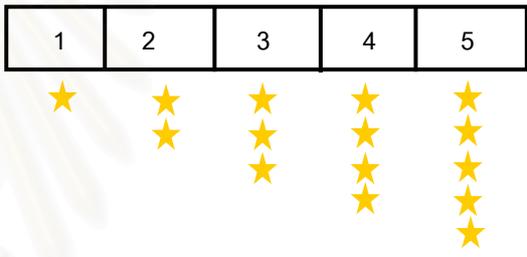
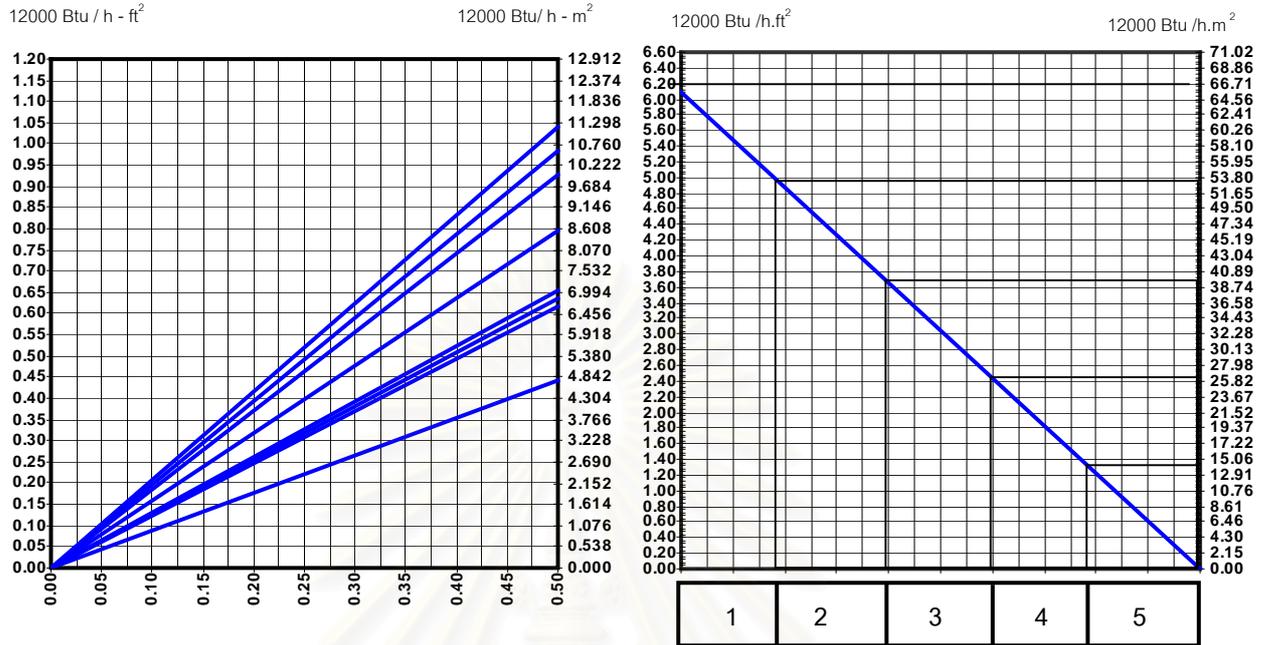


ทิศทาง ช่องเปิด	พื้นที่ช่องเปิด		สัดส่วนพื้นที่ช่อง เปิด / พื้นที่ใช้ งานอาคาร	มีค่าการทำความเย็น	
	ตร.ม.	ตร.ฟุต		12000 บีทียู / ชม / ตร.ม.	12000 บีทียู / ชม / ตร.ฟุต
N					
NE					
NW					
E			1	2	
S					
SE					
SW					
W					3
รวมทุกทิศ					

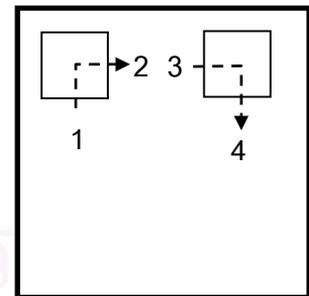


แผนภูมิที่ 4.31 (1) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่มีช่องเปิดมีการเปิด - ปิด สำหรับจังหวัดอุบลราชธานี จากข้อมูลปี 2543

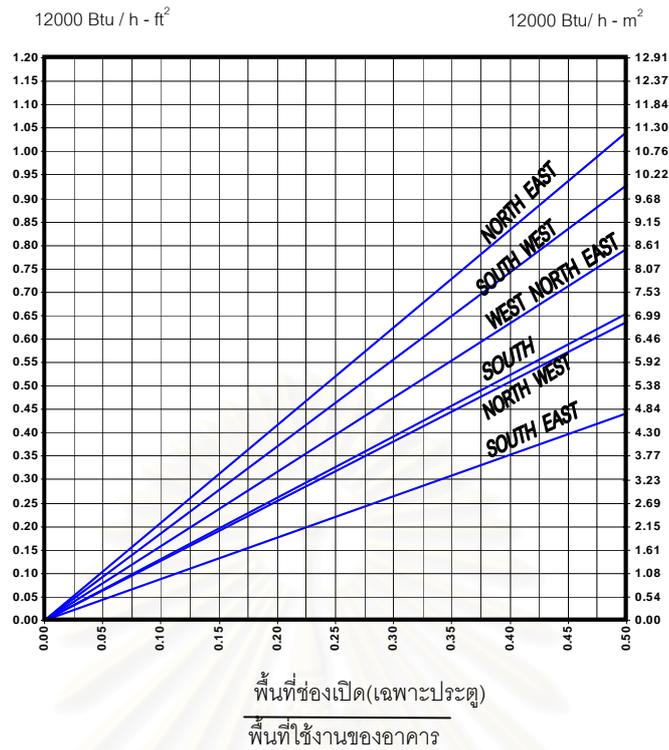
4.2.1.4 แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารกรณีที่มี การเปิด - ปิด : ตัวแทนภาคใต้จังหวัดสงขลาจากข้อมูลปี 2543



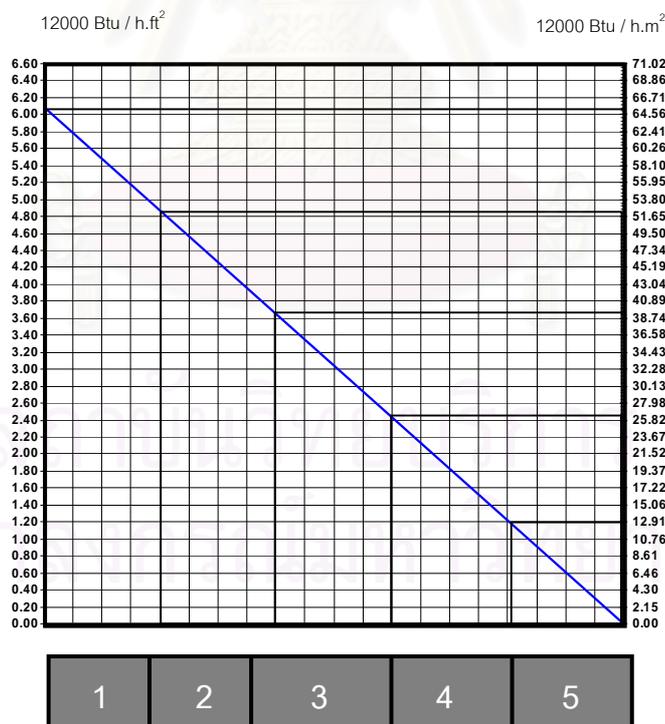
ทิศทาง ช่องเปิด	พื้นที่ช่องเปิด		สัดส่วนพื้นที่ช่อง เปิด / พื้นที่ใช้ งานอาคาร	มีค่าการทำความเย็น	
	ตร.ม.	ตร.ฟุต		12000 บีทียู / ชม / ตร.ม.	12000 บีทียู / ชม / ตร.ฟุต
N					
NE					
NW					
E					
S			1	2	
SE					
SW					
W					3
รวมทุกทิศ					



แผนภูมิที่ 4.32 (1) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่ช่องเปิดมีการ เปิด - ปิด
สำหรับจังหวัดสงขลา จากข้อมูลปี 2543



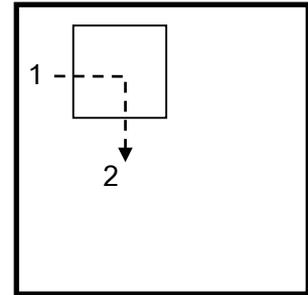
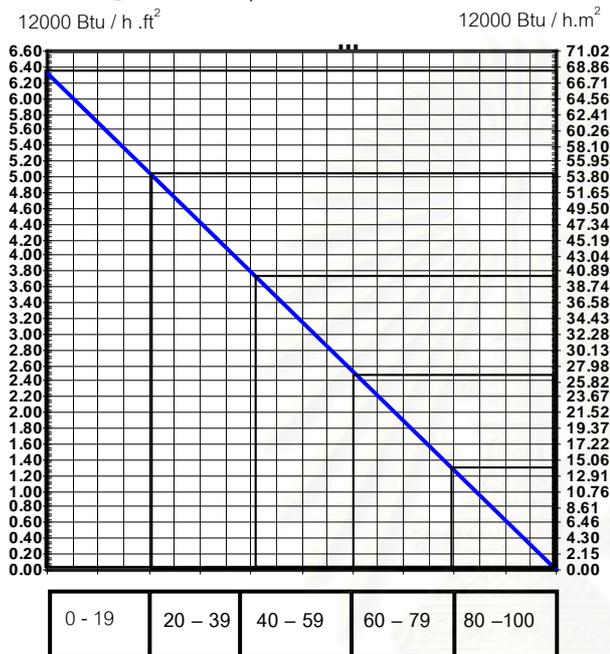
แผนภูมิที่ 4.32 (2) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่มีช่องเปิดมีการเปิด - ปิด สำหรับจังหวัดสงขลา จากข้อมูลปี 2543



แผนภูมิที่ 4.32 (3) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่มีช่องเปิดมีการเปิด - ปิด สำหรับจังหวัดสงขลา จากข้อมูลปี 2543

4.2.1.5 แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารใน เขตร้อนชื้น : จากข้อมูลปี 2543

หลังจากที่ได้ทำการประเมินค่าการประหยัดพลังงานของช่องเปิดอาคารในแต่ละภูมิภาคแล้ว จะนำผลค่าพลังงานที่ได้จากแบบประเมินของแต่ละภูมิภาคมาใส่ในแผนภูมิแบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารที่ใช้สำหรับทั้งประเทศเพื่อหาสัดส่วนคะแนนค่าพลังงานของภูมิภาคนั้น ๆ เมื่อเปรียบเทียบค่ารวมของทั้งประเทศ



ภาคที่อาคารตั้งอยู่	ค่าพลังงานที่เกิดขึ้นจริง	คะแนนที่ได้
	12000 Btu	
กลาง		
เหนือ		
ตะวันออกเฉียงเหนือ	1	2
ใต้		
หมายเหตุ	ผลคะแนนที่ได้ 80 - 100 ได้ เบอร์ 5	
	ผลคะแนนที่ได้ 60 - 79 ได้ เบอร์ 4	
	ผลคะแนนที่ได้ 40 - 59 ได้ เบอร์ 3	
	ผลคะแนนที่ได้ 20 - 39 ได้ เบอร์ 2	
	ผลคะแนนที่ได้ 0 - 19 ได้ เบอร์ 1	

แผนภูมิที่ 4.33 (1) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่มีช่องเปิดมีการเปิด - ปิด จากข้อมูลปี 2543



แผนภูมิที่ 4.33 (2) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่ช่องเปิดมีการเปิด - ปิด จากข้อมูลปี 2543

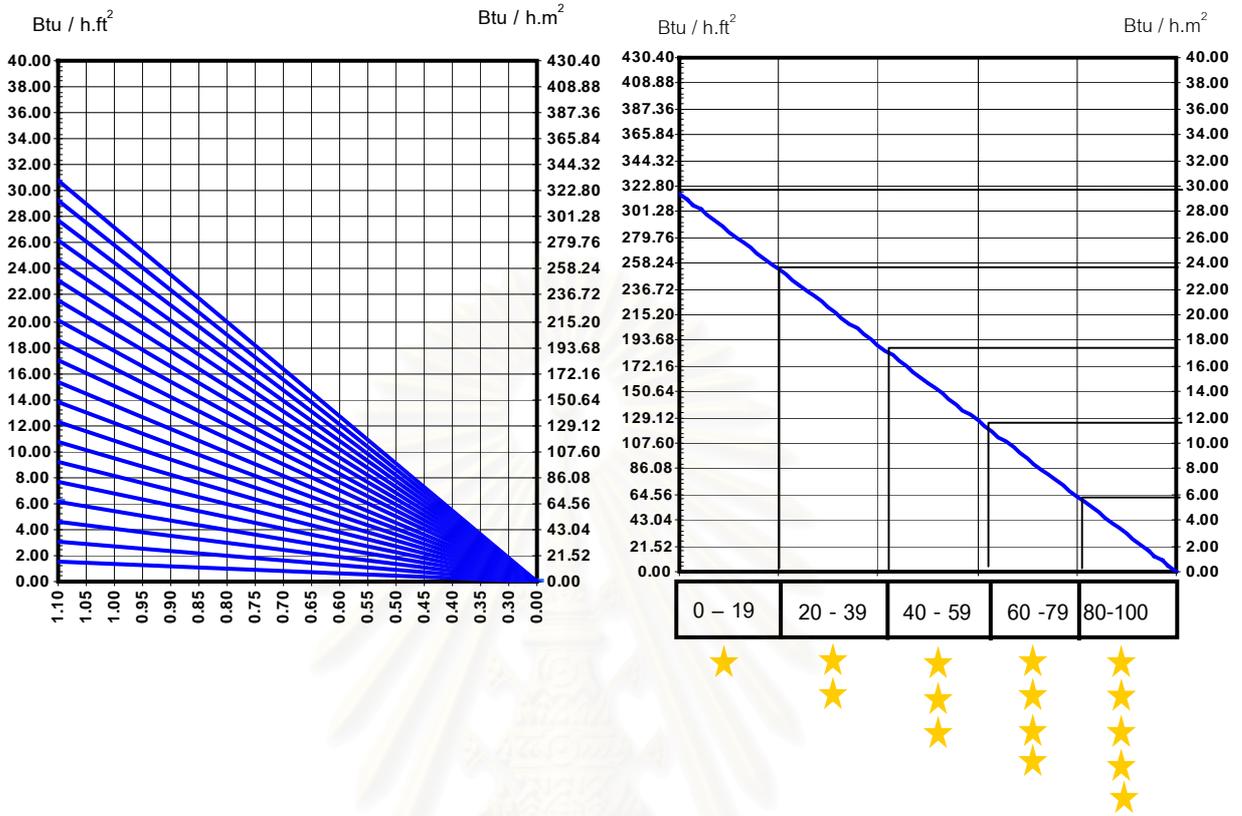
4.2.2 แบบประเมินผลการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อค่าพลังงานที่เพิ่มขึ้นผ่านช่องทางช่องเปิดอาคารเมื่อช่องเปิดปิดอยู่

จากการวิเคราะห์ผลของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อค่าพลังงานที่เพิ่มขึ้นผ่านช่องทางช่องเปิดอาคารเมื่อช่องเปิดนั้นเปิดอยู่แล้วนำมาทำการหาช่วงระดับคะแนนโดยวิธีการทางสถิติ จึงพอที่สรุปเป็นแบบประเมินค่าพลังงานที่เพิ่มขึ้นผ่านช่องทางช่องเปิดอาคารเมื่อช่องเปิดปิดอยู่ โดยที่ในแบบประเมินนี้จะมีการพิจารณาตัวแปรที่จะนำมาใส่ในแบบประเมินค่า คือ

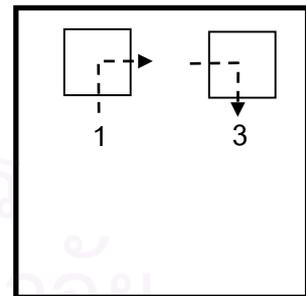
1. สัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดด้านนั้น ๆ ต่อพื้นที่ใช้งานรวมของอาคาร
2. ทิศทางของช่องเปิด
3. คุณสมบัติของวัสดุ ซึ่งแบ่งเป็น
 - สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของวัสดุ ($U = \text{Overall Heat Transfer Coefficient}$)
 - ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด ($SC = \text{Shading Coefficient}$)

โดยก่อนที่จะทำการประเมินอาคารใด ๆ จะต้องทราบข้อมูลพื้นฐานของอาคารเสียก่อน คือ พื้นที่ใช้งานรวมของอาคารนั้น การวางทิศทางของช่องเปิดแต่ละด้าน ค่าคุณสมบัติของกระจกที่เลือกใช้แล้วจึงนำข้อมูลพื้นฐานที่ทราบมาใส่ในตารางในส่วนข้อมูลพื้นฐานอาคารจากนั้นจึงจะไปใส่ในกราฟแบบประเมินเพื่อประเมินผลต่อไป ซึ่งขั้นตอนต่างๆจะแสดงในหัวข้อการใช้แบบประเมินอย่างละเอียดอีกครั้ง

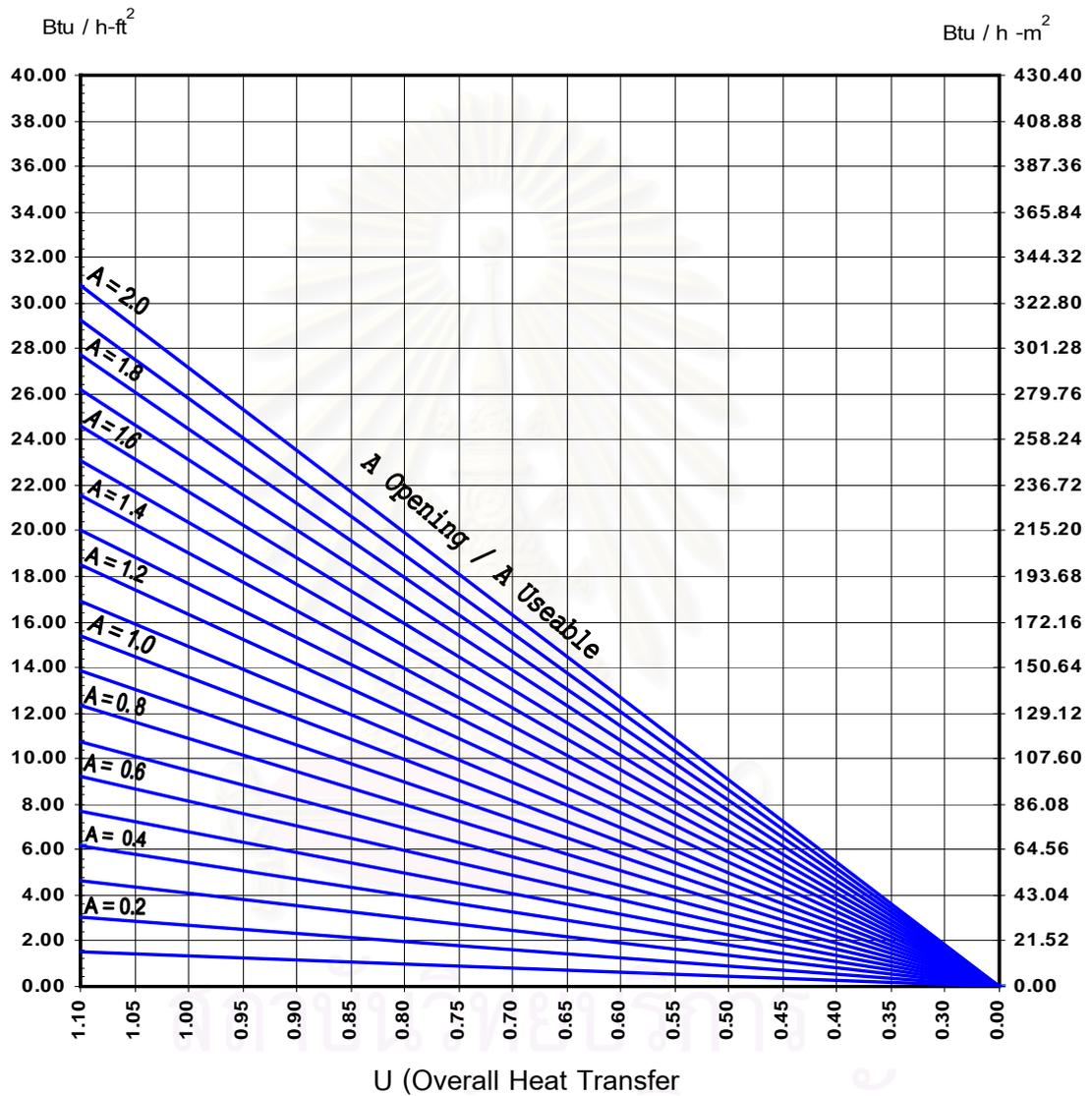
4.2.2.1 (1) ประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคาร
กรณีช่องเปิดนั้นปิดอยู่ : สำหรับค่าการนำความร้อนของวัสดุ



ทิศทางช่องเปิด	พื้นที่ช่องเปิด		สัดส่วนพื้นที่ช่องเปิด / พื้นที่ใช้งานอาคาร	มีค่าการทำความเย็น	
	ตร.ม.	ตร.ฟุต		12000 บีทียู / ชม / ตร.ม.	12000 บีทียู / ชม / ตร.ฟุต
N					
NE					
NW					
E			1	2	
S					
SE					
SW					
W					3
รวมทุกทิศ					



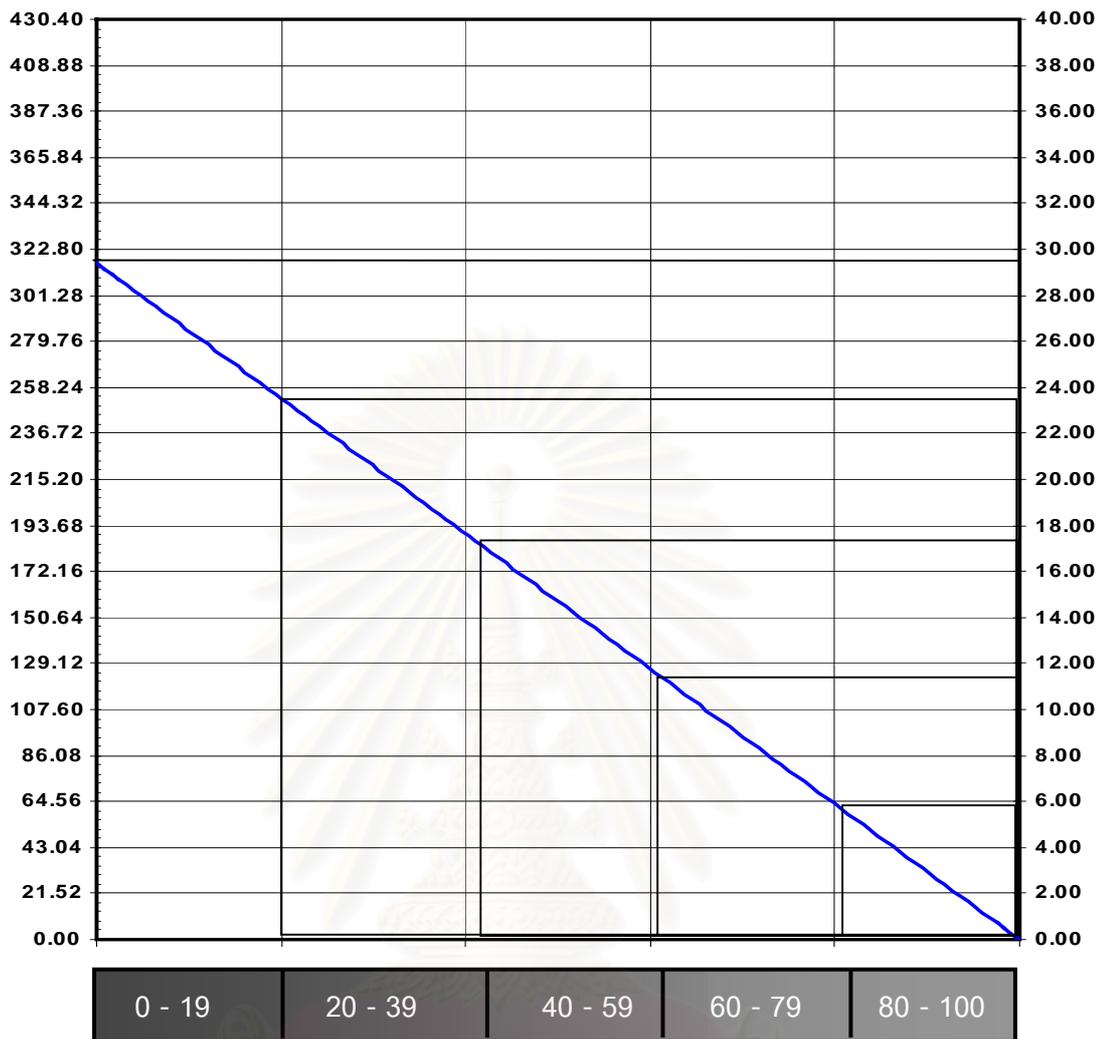
แผนภูมิที่ 4.34 (1) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่ ช่องเปิดนั้นปิดอยู่ : สำหรับค่าการนำความร้อนของวัสดุ



แผนภูมิที่ 4.34 (2) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่ ช่องเปิดนั้นปิดอยู่
: สำหรับค่าการนำความร้อนของวัสดุ

Btu / h.m²

Btu / h.ft² 136

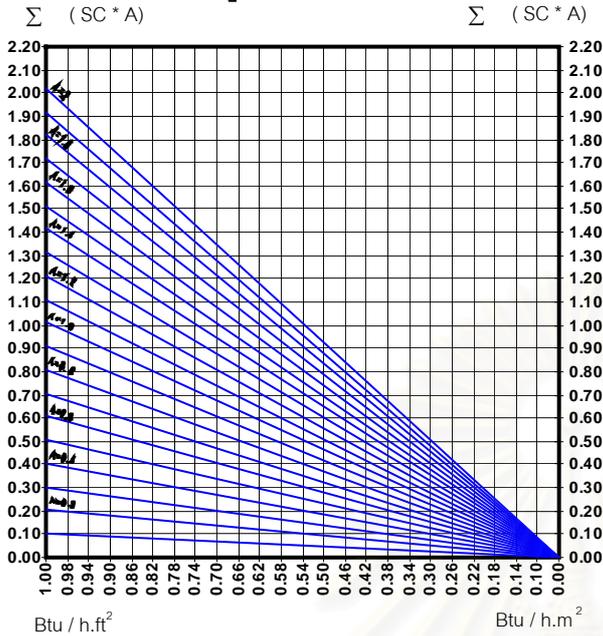


ภาคที่อาคารตั้งอยู่	ค่าพลังงานที่เกิดขึ้นจริง	คะแนนที่ได้
	Btu / h	
กลาง		
เหนือ		
ตะวันออกก็ียงเหนือ		
ใต้		
หมายเหตุ	ผลคะแนนที่ได้ 80 - 100 ได้ เบอร์ 5	
	ผลคะแนนที่ได้ 60 - 79 ได้ เบอร์ 4	
	ผลคะแนนที่ได้ 40 - 59 ได้ เบอร์ 3	
	ผลคะแนนที่ได้ 20 - 39 ได้ เบอร์ 2	
	ผลคะแนนที่ได้ 0 - 19 ได้ เบอร์ 1	

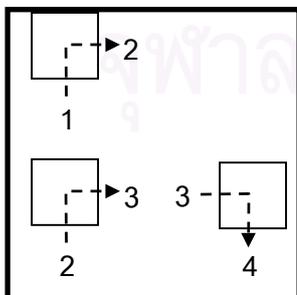
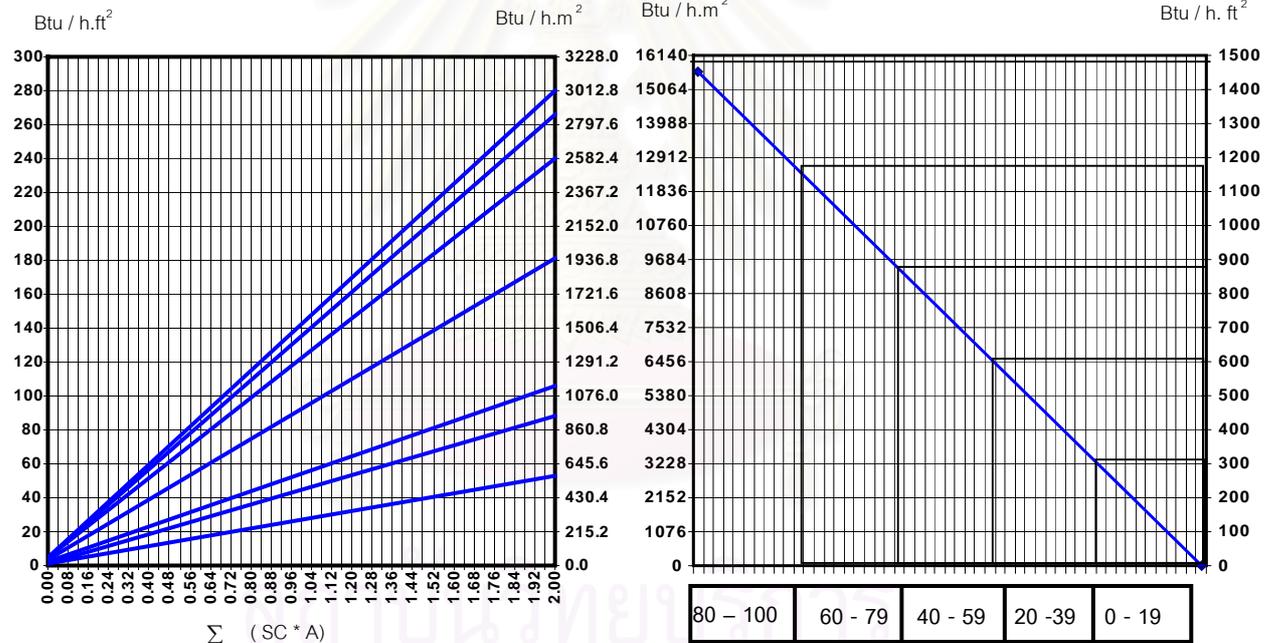
แผนภูมิที่ 4.34 (3) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่ ช่องเปิดนั้นปิดอยู่

: สำหรับค่าการนำความร้อนของวัสดุ

4.2.2.1 (2) ประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารกรณีที่มีช่องเปิดนั้นปิดอยู่ : สำหรับค่าการแผ่รังสีความร้อน



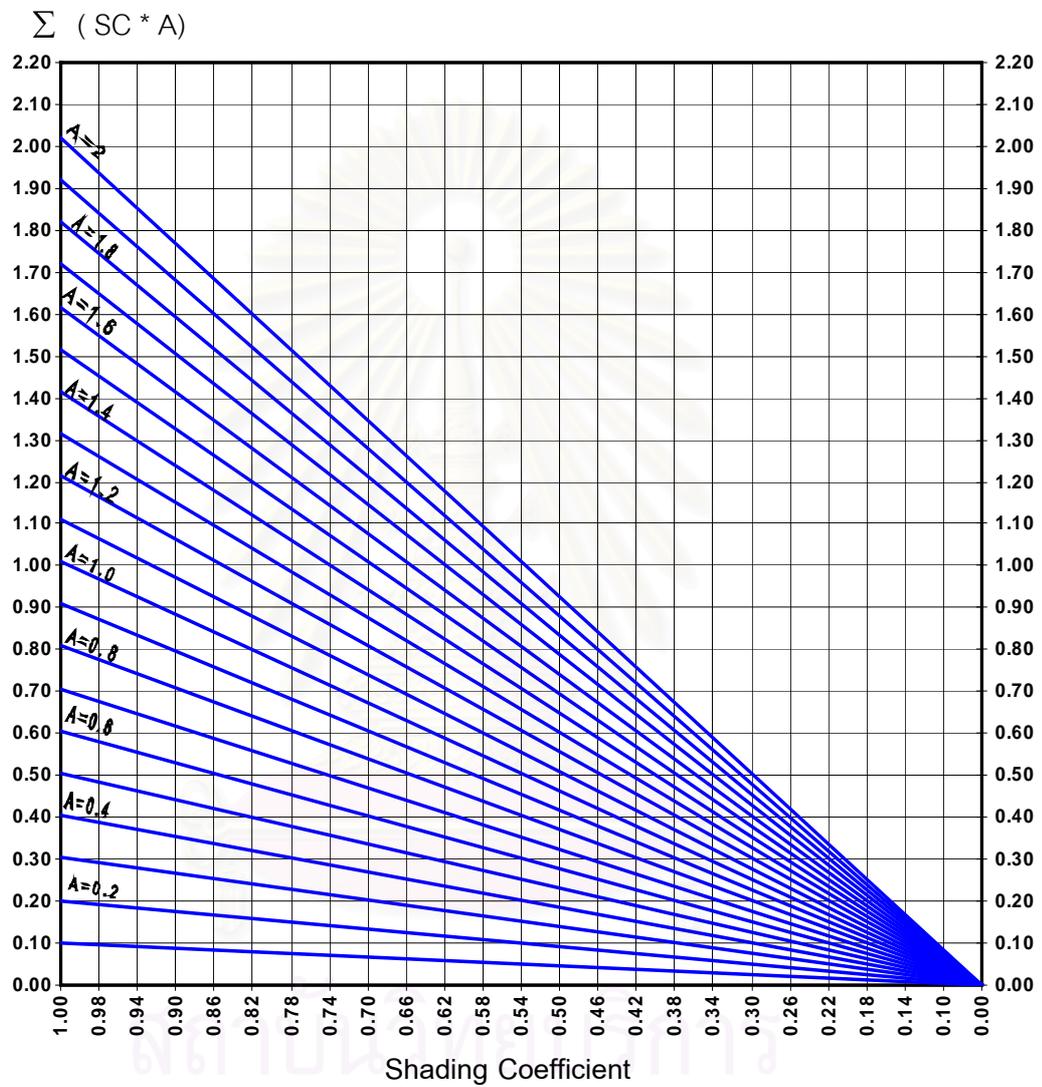
ภาคที่อาคารตั้งอยู่	ค่าพลังงานที่เกิดขึ้นจริง	คะแนนที่ได้
	Btu / h	
กลาง		
เหนือ		
ตะวันออกเฉียงเหนือ		
ใต้		
หมายเหตุ	ผลคะแนนที่ได้ 80 - 100 ได้ เบอร์ 5	
	ผลคะแนนที่ได้ 60 - 79 ได้ เบอร์ 4	
	ผลคะแนนที่ได้ 40 - 59 ได้ เบอร์ 3	
	ผลคะแนนที่ได้ 20 - 39 ได้ เบอร์ 2	
	ผลคะแนนที่ได้ 0 - 19 ได้ เบอร์ 1	



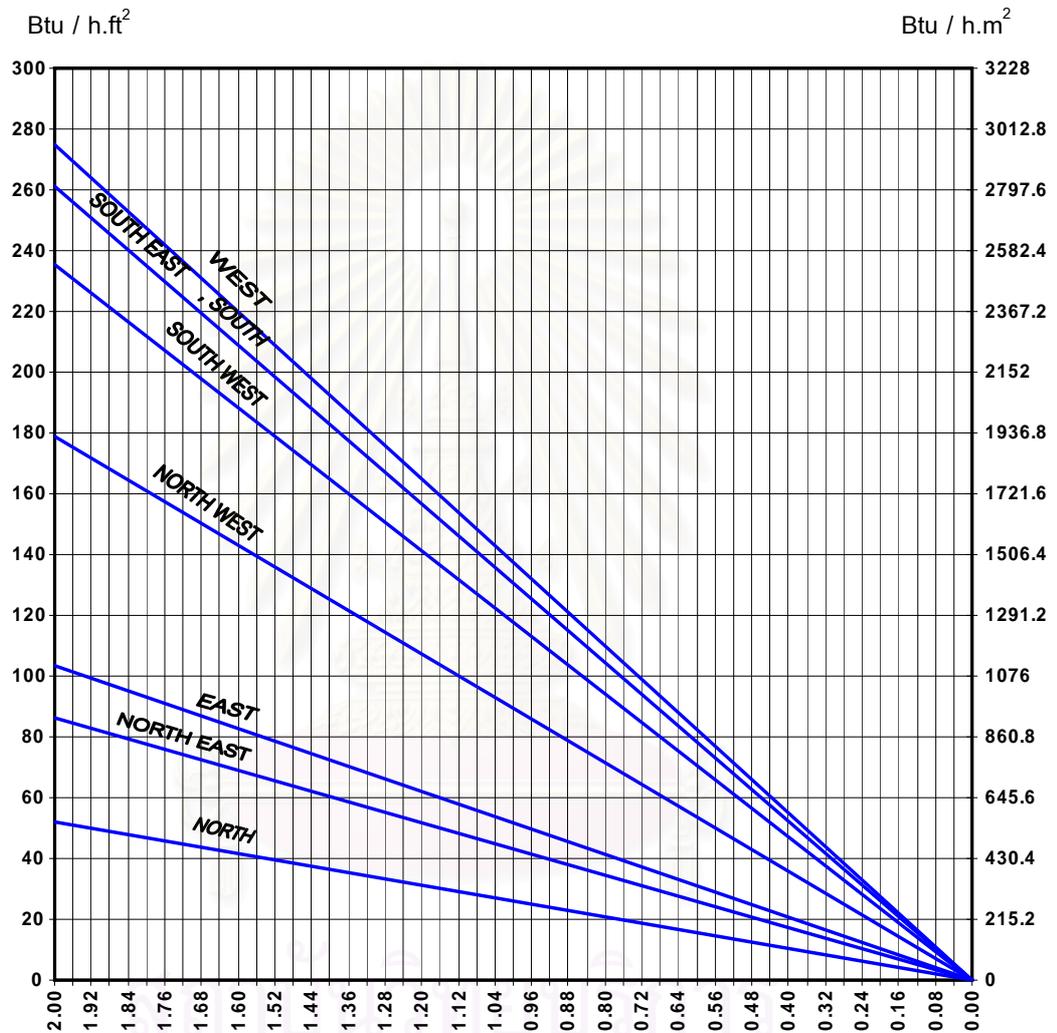
80 - 100	60 - 79	40 - 59	20 - 39	0 - 19
----------	---------	---------	---------	--------



แผนภูมิที่ 4.35 (1) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่ช่องเปิดนั้นปิดอยู่ : สำหรับค่าการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์



แผนภูมิที่ 4.35 (2) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่มีช่องเปิดนั้นปิดอยู่
: สำหรับค่าการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์



ภาระการทำความเย็นที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อนสู่กระจก

$$\Sigma(SC * A)$$

แผนภูมิที่ 4.35 (3) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่ช่องเปิดนั้นปิดอยู่

: สำหรับค่าการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์

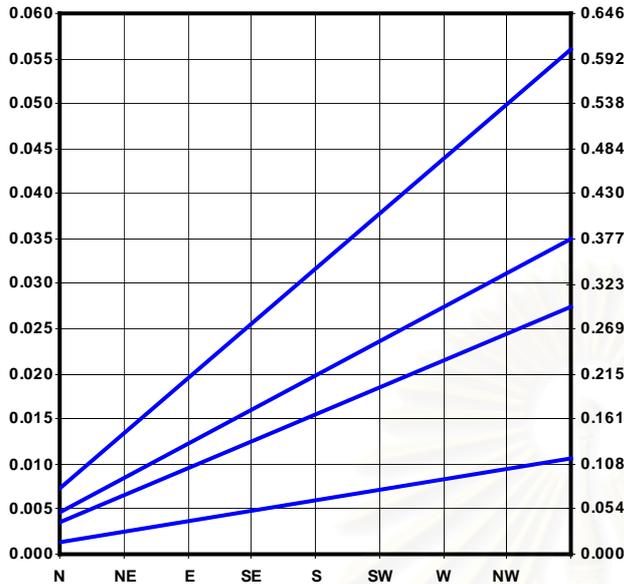


ภาคที่อาคารตั้งอยู่	ค่าพลังงานที่เกิดขึ้นจริง	คะแนนที่ได้
	Btu / h	
กลาง		
เหนือ		
ตะวันออกเฉียงเหนือ		
ใต้		
หมายเหตุ	ผลคะแนนที่ได้ 80 - 100	ได้ เบอร์ 5
	ผลคะแนนที่ได้ 60 - 79	ได้ เบอร์ 4
	ผลคะแนนที่ได้ 40 - 59	ได้ เบอร์ 3
	ผลคะแนนที่ได้ 20 - 39	ได้ เบอร์ 2
	ผลคะแนนที่ได้ 0 - 19	ได้ เบอร์ 1

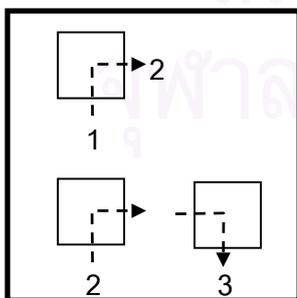
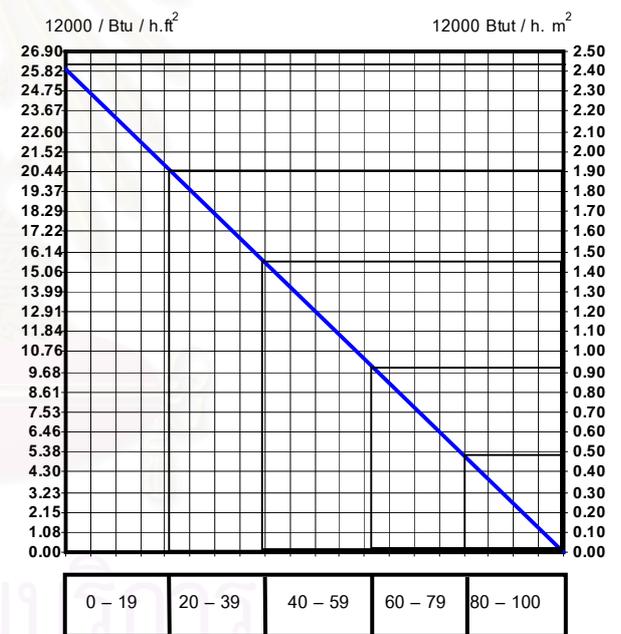
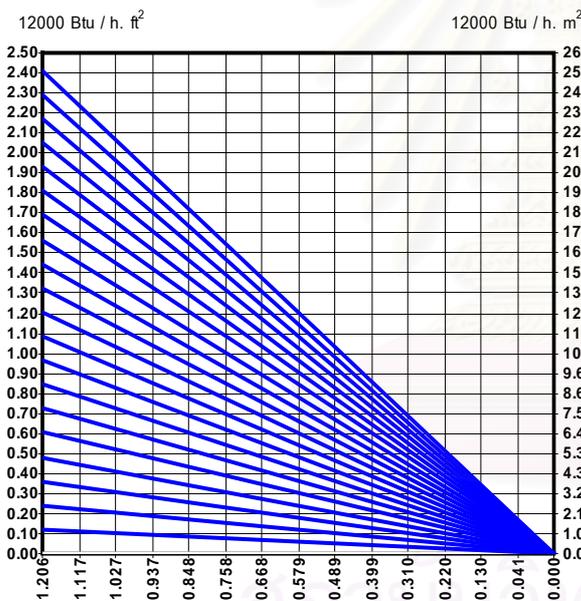
แผนภูมิที่ 4.35 (4) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่ช่องเปิดนั้นปิดอยู่
 : สำหรับค่าการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์

4.2.2.2 ประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารกรณีที่มีช่องเปิดนั้นปิดอยู่ : สำหรับค่าการรั่วซึมของอากาศ

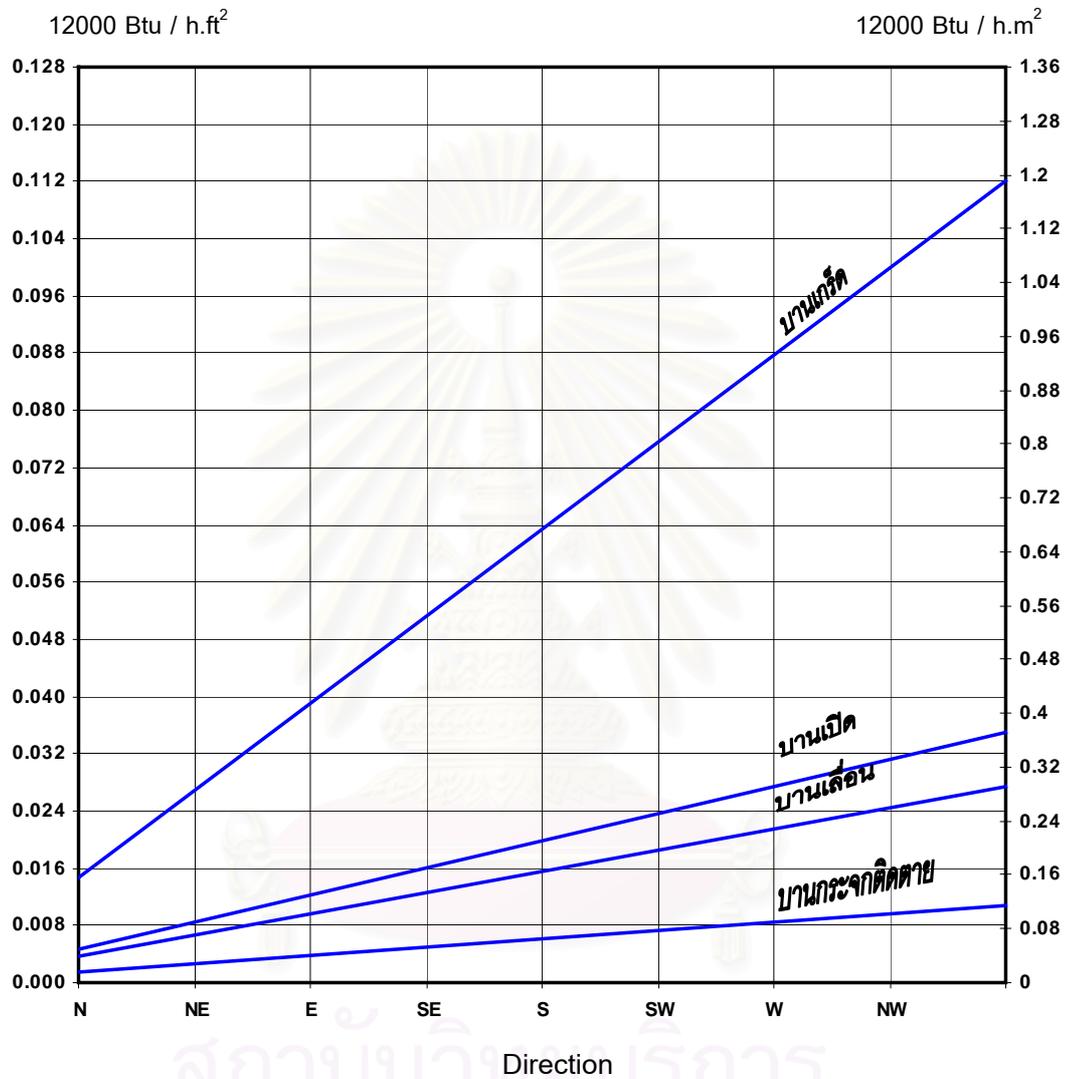
ช่องเปิดนั้นปิดอยู่ : สำหรับค่าการรั่วซึมของอากาศ



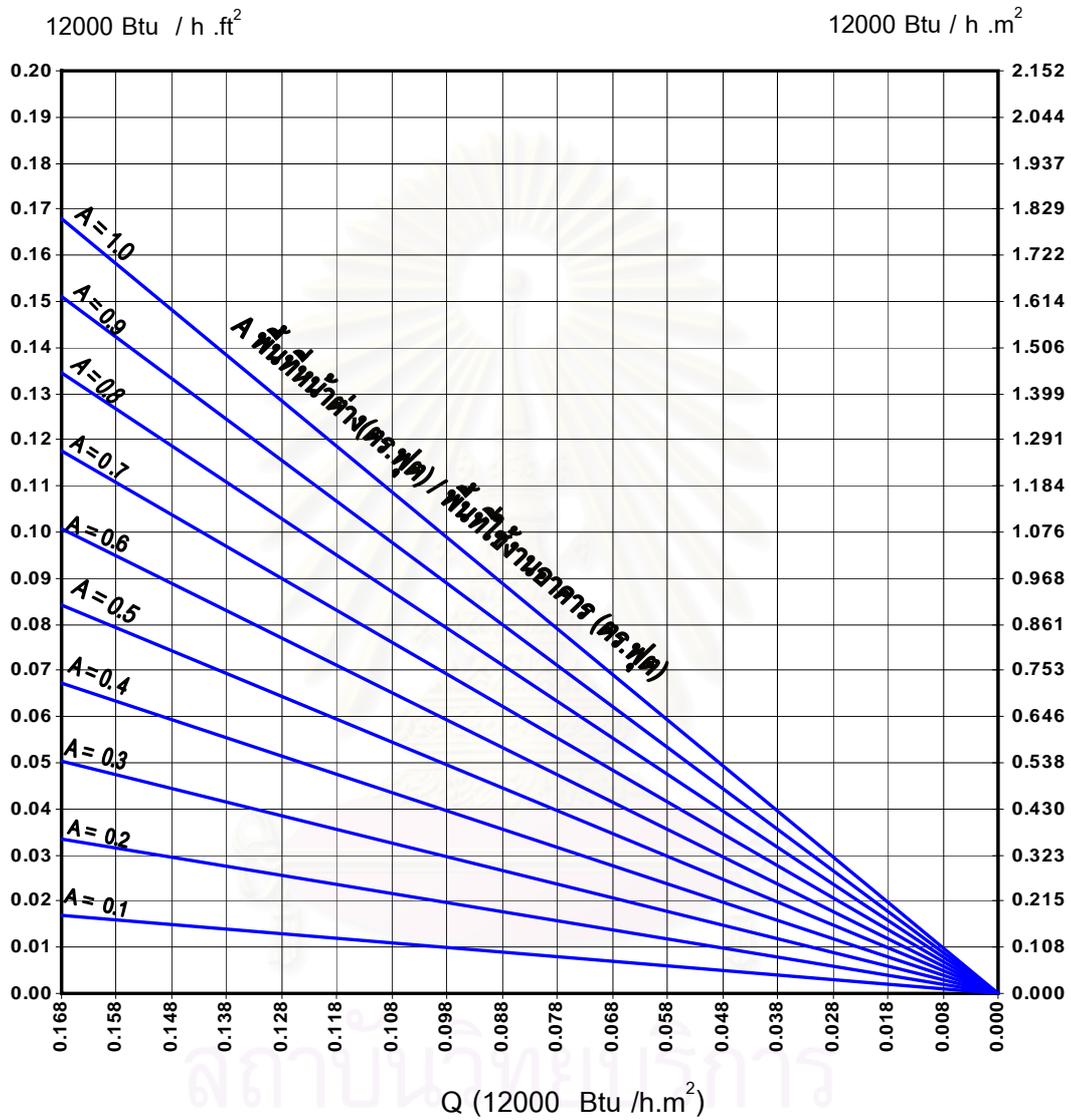
ทิศทางช่องเปิด	พื้นที่ช่องเปิด		สัดส่วนพื้นที่ช่องเปิด / พื้นที่ใช้งานอาคาร	มีค่าการกระทำความเย็น	
	ตร.ม.	ตร.ฟุต		12000 บีทียู / ชม / ตร.ม.	12000 บีทียู / ชม / ตร.ฟุต
N					
NE					
NW					
E					
S					
SE					
SW					
W					
รวมทุกทิศ					



แผนภูมิที่ 4.36 (1) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่ช่องเปิดนั้นปิดอยู่ : สำหรับค่าการรั่วซึมของอากาศ



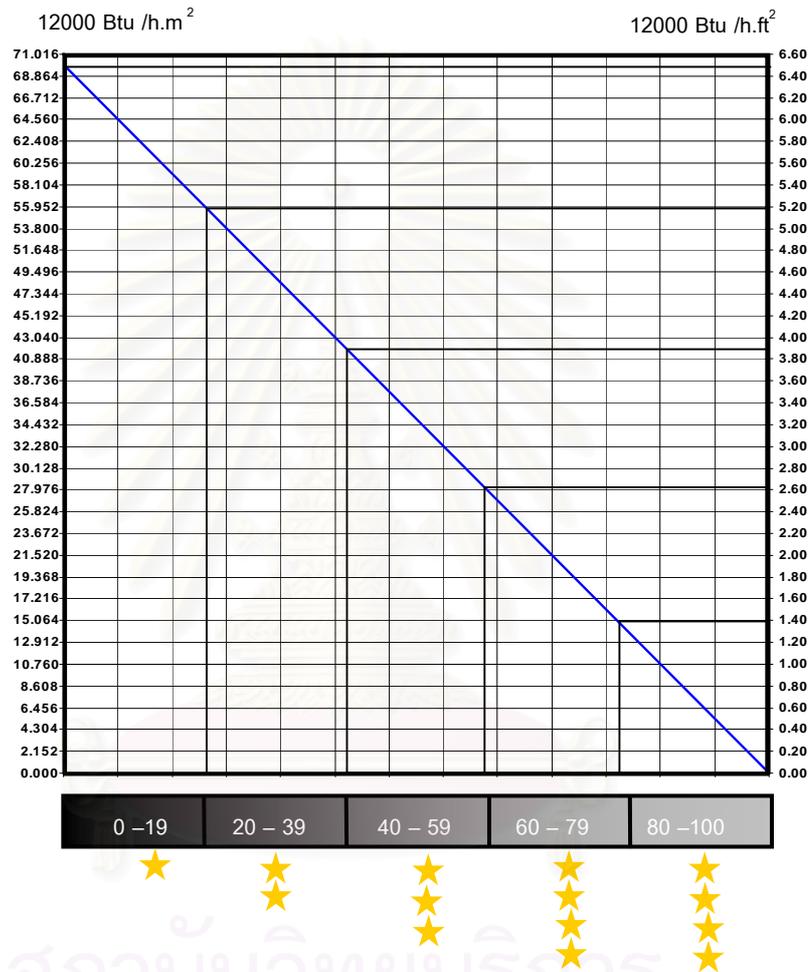
แผนภูมิที่ 4.36 (2) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่ช่องเปิดนั้นปิดอยู่
: สำหรับค่าการรั่วซึมของอากาศ



แผนภูมิที่ 4.36 (3) แบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคารในกรณีที่ช่องเปิดนั้นปิดอยู่
: สำหรับค่าการรั่วซึมของอากาศ

4.2.3 แบบประเมินค่าภาระการทำความเย็นทั้งหมดผ่านเข้าทางช่องเปิดอาคาร

แบบประเมินนี้จะเป็นแบบประเมินที่ประเมินค่าภาระการทำความเย็นรวมที่เกิดขึ้นทั้งหมด โดยจะนำค่าภาระการทำความเย็นที่ประเมินได้จากแบบประเมินข้างต้นมาใส่ในแบบประเมินสุดท้ายนี้ (วิธีการจะแสดงในบททดสอบแบบประเมิน)



ภาคที่อาคารตั้งอยู่	ภาระการทำความเย็นรวมที่ได้	
	12000 Btu / h	คะแนนที่ได้
กลาง		
เหนือ		
ตะวันออกเฉียงเหนือ		
ใต้		
หมายเหตุ	ผลคะแนนที่ได้ 80 - 100 ได้ เบอร์ 5	
	ผลคะแนนที่ได้ 60 - 79 ได้ เบอร์ 4	
	ผลคะแนนที่ได้ 40 - 59 ได้ เบอร์ 3	
	ผลคะแนนที่ได้ 20 - 39 ได้ เบอร์ 2	
	ผลคะแนนที่ได้ 0 - 19 ได้ เบอร์ 1	

ภาคที่อาคารตั้งอยู่	ภาระการทำความเย็นรวมที่ได้	
	12000 Btu / h.ft ²	12000 Btu / h.m ²
Enthalpy		
Conduction		
Radiation		
Infiltration		
Sum		

แผนภูมิที่ 4.37 แบบประเมินค่าภาระการทำความเย็นทั้งหมดผ่านเข้าทางช่องเปิดอาคาร

บทที่ 5

การทดสอบแบบประเมินและการใช้แบบประเมิน

5.1 การทดสอบแบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคาร

ในส่วนการทดสอบแบบประเมินนี้จะนำแบบประเมินที่สร้างจากผลของอิทธิพลต่าง ๆ ที่มีต่อภาวะการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศผ่านทางช่องเปิดมาทดสอบ โดยการทดสอบจะประเมินบ้านที่ออกแบบและสร้างด้วยวัสดุทั่วไป กับบ้านที่มีการออกแบบและก่อสร้างด้วยวัสดุที่เน้นการประหยัดพลังงาน แบบประเมินที่สร้างขึ้นนี้จะประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

- 1) ตารางข้อมูลทั่วไปของอาคาร
- 2) แบบประเมินชุดที่ 1 ภาวะการทำความเย็นที่เกิดขึ้นกรณีที่ช่องเปิดของอาคารมีการเปิด - ปิด
- 3) แบบประเมินชุดที่ 2 ภาวะการทำความเย็นที่เกิดขึ้นกรณีที่ช่องเปิดนั้นปิดอยู่
 - 1 แบบประเมินชุดที่ 2(1) ภาวะการทำความเย็นที่เกิดจากการนำความร้อน
 - 2 แบบประเมินชุดที่ 2(2) ภาวะการทำความเย็นที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อน
 - 3 แบบประเมินชุดที่ 2(3) ภาวะการทำความเย็นที่เกิดการรั่วซึมของอากาศ
- 4) แบบประเมินชุดที่ 3 ภาวะการทำความเย็นทั้งหมดที่เกิดขึ้นผ่านทางช่องเปิดอาคารจะนำผลที่ได้จากแบบประเมินทั้ง 2 ชุดข้างต้นมารวมกันเพื่อให้คะแนนประสิทธิภาพของช่องเปิดรวมทุกตัวแปรและกรณี ๆ อีกครั้ง

5.1.1 วิธีการใช้แบบประเมินและตัวอย่างอาคารที่นำมาประเมินหลัง

ที่ 1 อาคารที่ออกแบบและก่อสร้างด้วยวัสดุทั่วไป

1) ข้อมูลเกี่ยวกับตัวอาคาร

พื้นที่ดิน	100	ตารางวา
พื้นที่ใช้สอย	190	ตารางเมตร
เป็นอาคารสูง	1	ชั้น

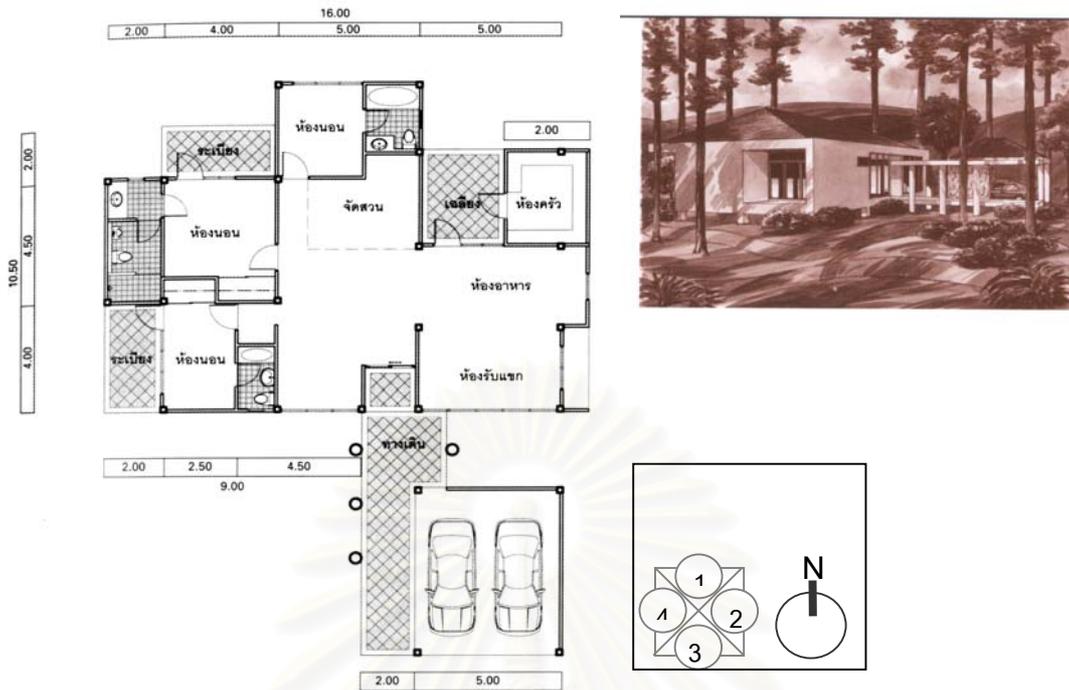
2) ข้อมูลส่วนวัสดุและรูปแบบของช่องเปิด

ส่วนช่องเปิดใช้กระจกสีเทาอ่อนหนา	6	มิลลิเมตร
ผนังก่ออิฐฉาบปูนทาสีหนา	0.10	เมตร

3) ข้อมูลด้านที่ตั้งอาคาร

ตั้งอยู่ภาคกลาง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แปลนพื้น



รูปด้าน 1 - 1



รูปด้าน 4 - 4

ภาพที่ 5.1 แบบบ้านตัวอย่างก่อสร้างด้วยวัสดุทั่วไปที่เลือกมาทำการทดสอบ

จากข้อมูลของอาคารเบื้องต้นนำมาใส่ในแบบประเมินเพื่อประเมินค่าภาระการทำความเย็นส่วนช่องเปิดอาคารโดยแบบประเมินนี้จะประกอบด้วย 3 ส่วน

- 1) ตารางข้อมูลพื้นฐานของอาคาร
- 2) แบบประเมินภาระการทำความเย็นที่เพิ่มขึ้นผ่านเข้าทางช่องเปิดอาคารเมื่อมีการเปิด - ปิด
- 4) แบบประเมินภาระการทำความเย็นที่เพิ่มขึ้นผ่านเข้าทางช่องเปิดอาคารเมื่อช่องเปิดนั้นปิดอยู่

ขั้นตอนการทำแบบประเมิน

1. เติมข้อมูลพื้นฐานของบ้านเบิกบานในแบบประเมินส่วนที่เป็นตารางข้อมูลพื้นฐาน (5.1 (2))
2. ดูค่าคุณสมบัติการบังแดดของกระจก (SC) และค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U) ของกระจกที่เลือกใช้จากตาราง 5.1(1))
3. นำข้อมูลของค่าต่าง ๆ ที่ทราบใส่ในแบบประเมินตามขั้นตอนที่แสดง
4. เมื่อทำแบบประเมินชุดที่ 1 และชุดที่ 2 เสร็จให้รวมผลค่าภาระการทำความเย็นที่ได้จากแบบประเมินทั้งสองชุดเพื่อนำไปประเมินในแบบประเมินรวมค่าภาระการทำความเย็นทั้งหมดผ่านเข้าทางช่องเปิดอาคาร

ทิศทางช่องเปิด	พื้นที่ช่องเปิด		สัดส่วนพื้นที่ช่องเปิด / พื้นที่ใช้งานอาคาร	ค่าพลังงานที่ได้	
	ตร.ม.	ตร.ฟุต		12000 บีทียู / ชม / ตร.ม.	12000 บีทียู / ชม / ตร.ฟุต
N					
NE					
NW					
E					
S					
SE					
SW					
W					
รวมทุกทิศ					

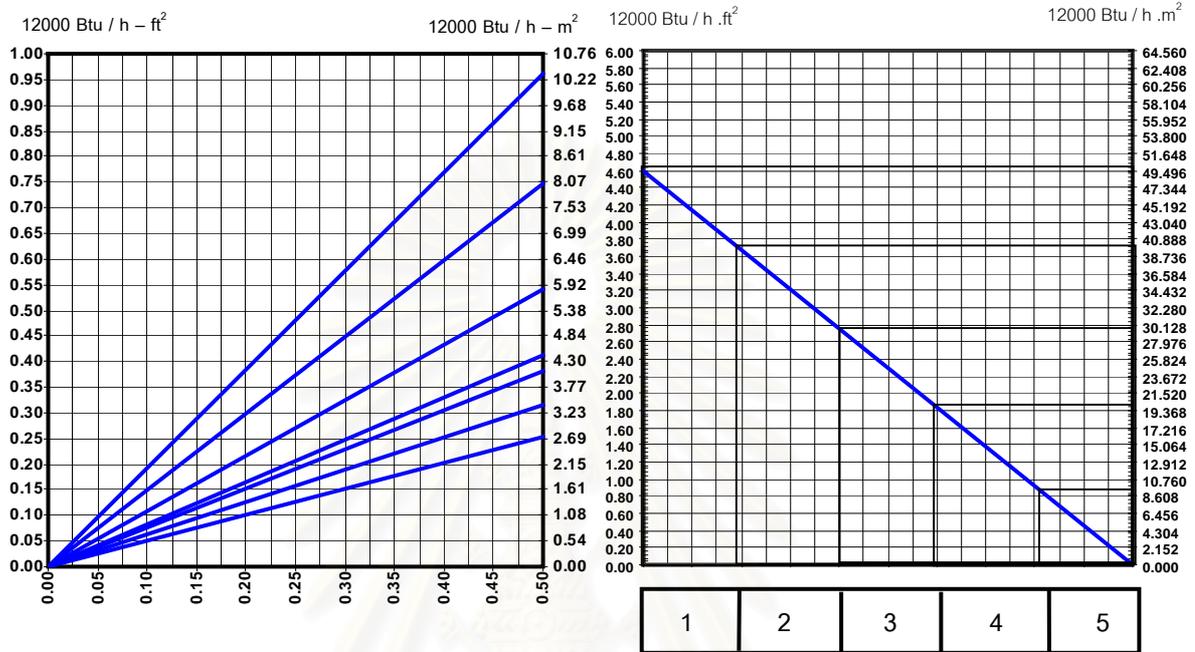
➔ ค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากแบบประเมินชุดนั้น ๆ

ตาราง 5.1(1) ตารางข้อมูลพื้นฐานของอาคาร

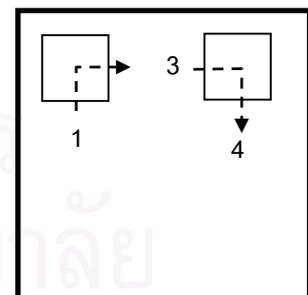
ส่วนที่ 1 คุณสมบัติวัสดุที่ใช้						
ชนิดวัสดุ	ความหนากระจก (mm)	ช่องว่างอากาศ (mm)	ความหนากระจกแผ่นใน (mm)	ความหนารวม (mm)	U (Overall Heat Transfer Coefficient)	SC (Shading Coefficient)
กระจกใส	6			6	1.03	0.96
	8			8	1.02	0.92
	6	6	6	18	0.63	0.81
	8	6	8	22	0.62	0.79
	8	12	8	28	0.56	0.79
กระจกสีเทาอ่อน	6			6	1.10	0.64
	8			8	1.10	0.57
	6	6	6	18	0.65	0.53
	6	12	6	24	0.58	0.52
	8	6	8	22	0.64	0.45
กระจกสีเทาเข้ม	8	12	8	28	0.58	0.44
	6			6	1.10	0.63
กระจกสีเทาเข้ม	6	6	6	18	0.65	0.46
	6	12	6	24	0.58	0.45
	6			6	1.09	0.68
กระจกสีฟ้า	8			8	1.09	0.61
	6	6	6	18	0.65	0.55
	6	12	6	24	0.58	0.54
	8	6	8	22	0.64	0.47
	8	12	8	28	0.57	0.46
กระจกสีเขียว	6			6	1.10	0.65
	8			8	1.09	0.59
	6	6	6	18	0.65	0.52
	6	12	6	24	0.58	0.51
	8	6	8	22	0.64	0.46
8	12	8	28	0.57	0.45	
กระจกใส/กระจกสีเคลือบ Low-E ภายนอก						
กระจกใส Low-E	3	14	ใส, 3mm	20	0.30	0.69
	6	12	ใส, 6mm	24	0.34	0.65
กระจกสีบรอนซ์ Low-E	6	12	ใส, 6mm	24	0.36	0.43
กระจกสีเขียวน้ำตาล Low-E	6	12	ใส, 6mm	24	0.36	0.44
กระจกสีเทาอ่อน Low-E	6	12	ใส, 6mm	24	0.35	0.42
	6	12	ใส, 6mm	24	0.35	0.33
กระจกใส Reflective, แผ่นในเคลือบ Low-E						
กระจกใส Reflective 12%	6	12	ใส Low-E, 3mm	24	0.35	0.32
กระจกใส Reflective 19%	6	12	ใส Low-E, 3mm	24	0.34	0.26
กระจกใส Reflective 21%	6	12	ใส Low-E, 3mm	24	0.34	0.14
กระจกสีเขียวน้ำตาล, แผ่นในเคลือบ Low-E						
กระจกสีเขียวน้ำตาล Reflective 10%	6	12	ใส Low-E, 3mm	24	0.35	0.19
กระจกสีฟ้า Reflective, แผ่นในเคลือบ Low-E						
กระจกสีฟ้า Reflective 9%	6	12	ใส Low-E, 3mm	24	0.35	0.20
กระจกสีฟ้า Reflective 10%	6	12	ใส Low-E, 3mm	24	0.35	0.15

ตาราง 5.1(2) ตารางข้อมูลพื้นฐานของอาคาร

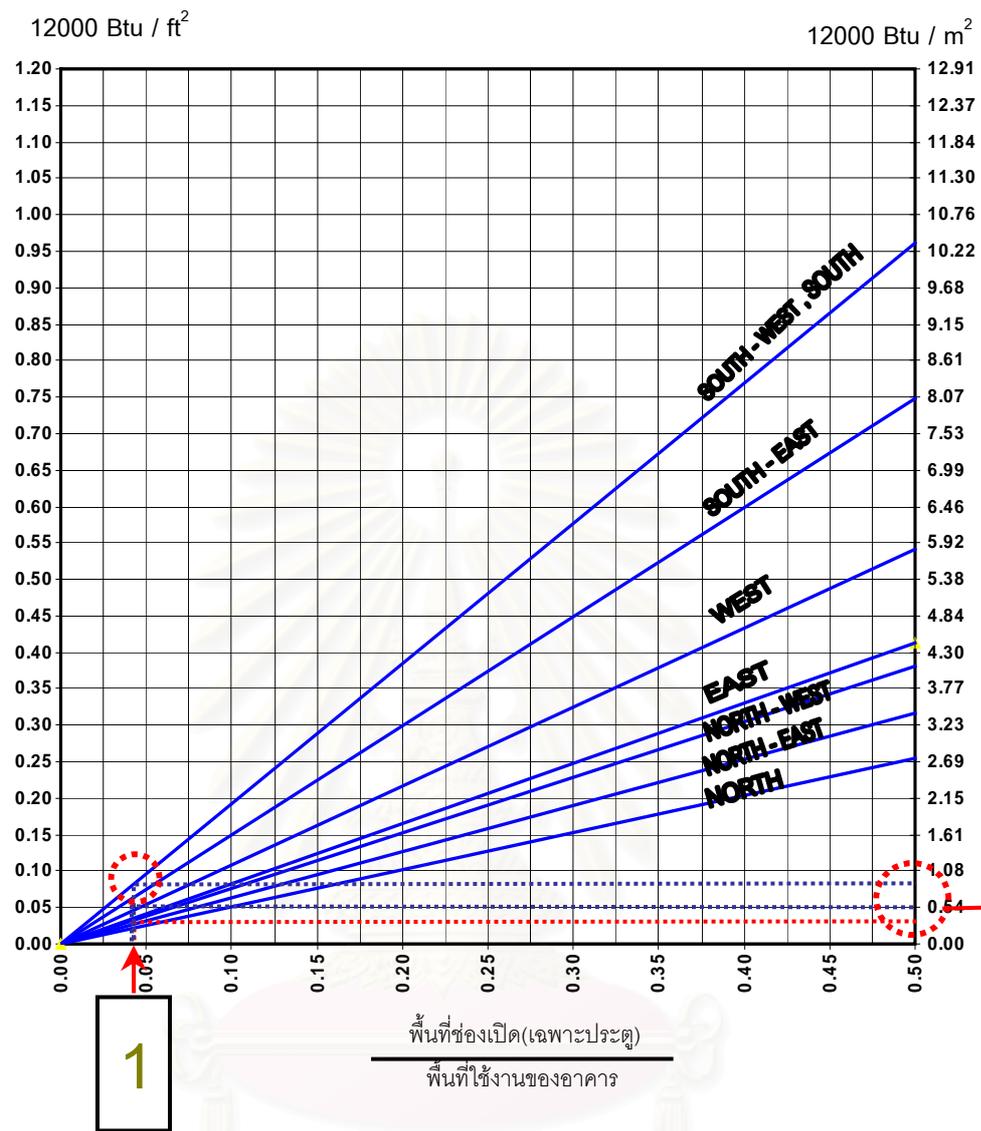
ส่วนที่ 2 ข้อมูลพื้นฐาน							
(A1)พื้นที่ใช้สอยอาคาร (m ²)	ทิศ	(A2) พื้นที่ห้องเปิดอาคาร(แยกเป็นทิศ m ²)	สัดส่วนพื้นที่ห้องเปิด ต่อพื้นที่ใช้สอยของอาคาร (A2 / A1)	สัดส่วนชนิดช่องเปิดแต่ละชนิดต่อพื้นที่ใช้งานอาคาร			
				บานเกล็ด	บานเปิด	บานเลื่อน	บานติดตาย
146	N	7	0.048		0.02	0.008	0.02
	E	6	0.041	0.02		0.016	0.005
	S	13.58	0.093			0.05	0.043
	W	6.2	0.0425	0.006	0.01	0.016	0.01
	NE						
	NW						
	SW						
	SE						
	รวม	32.78	0.2245	0.026	0.03	0.09	0.078
ส่วนที่ 3 ค่าพลังงานที่ได้และผลคะแนน							
ทิศ	มีค่าการระการทำความเย็นเป็น (12000 Btu / h .ft2)	มีค่าการระการทำความเย็นเป็น (12000 Btu / h . m ²)	คิดเป็นคะแนน (เมื่อรวมค่าการระการทำความเย็นทุกทิศ)				
ทิศเหนือ N	0.9	9.684					
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ NE							
ทิศตะวันออก E	0.077	0.829					
ทิศตะวันออกเฉียงใต้ NE							
ทิศใต้ S	0.23	2.475					
ทิศตะวันตกเฉียงใต้ SW							
ทิศตะวันตก W	0.07	0.753					
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ NW							
รวม	1.277	13.74052					
หมายเหตุ	ระดับคะแนนที่ 80 - 100 อยู่ในระดับ 5						
	ระดับคะแนนที่ 60 - 79 อยู่ในระดับ 4						
	ระดับคะแนนที่ 40 - 59 อยู่ในระดับ 3						
	ระดับคะแนนที่ 20 - 39 อยู่ในระดับ 2						
	ระดับคะแนนที่ 0 - 19 อยู่ในระดับ 1						



ทิศทาง ช่องเปิด	พื้นที่ช่องเปิด		สัดส่วนพื้นที่ช่อง เปิด / พื้นที่ใช้ งานอาคาร	มีค่าภาระการทำความเย็น	
	ตร.ม.	ตร.ฟุต		12000 บีทียู / ชม / ตร.ม.	12000 บีทียู / ชม / ตร.ฟุต
N					
NE					
NW					
E					
S			1	2	
SE					
SW					
W					3
รวมทุกทิศ					



แบบประเมินชุดที่ 1 ภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นกรณีที่ช่องเปิดของอาคารมีการเปิด - ปิด : ค่าเอนทัลปี



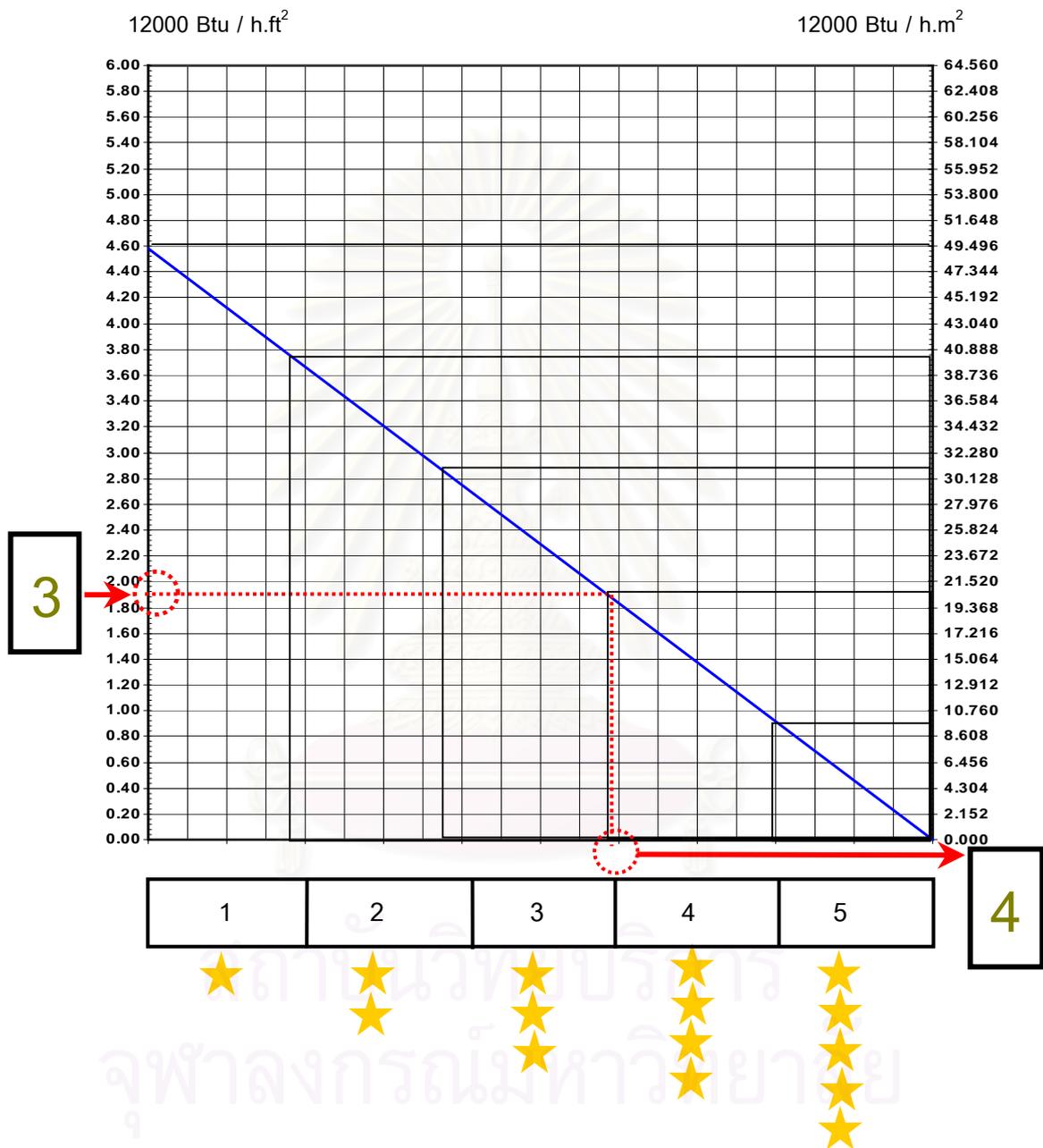
ทิศทางช่องเปิด	พื้นที่ช่องเปิด		สัดส่วนพื้นที่ช่องเปิด / พื้นที่ใช้งานอาคาร	ค่าพลังงานที่ได้	
	ตร.ม.	ตร.ฟุต		12000 บีทียู / ชม / ตร.ม.	12000 บีทียู / ชม / ตร.ฟุต
N	4.38	47.129	0.030	3.228	0.450
NE					
NW					
E					
S	5.84	62.83	0.040	10.76	1
SE					
SW					
W	4	43.04	0.030	5.8104	0.54
รวมทุกทิศ	14.22	153	0.1	19.7984	2.04

1

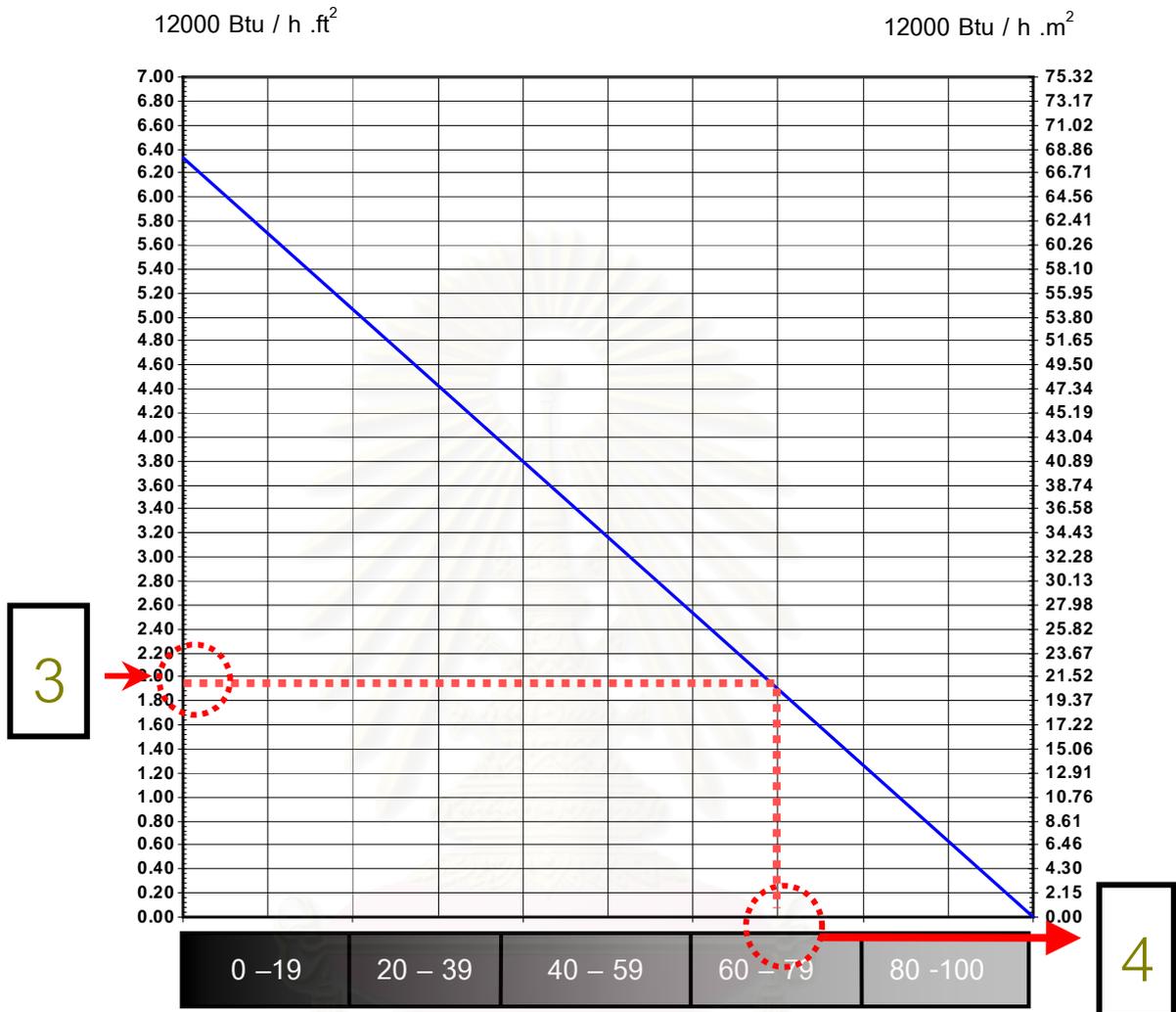
2

3





ขั้นตอนนี้นำผลรวมที่ได้ค่าพลังงานที่ได้จากตารางข้างต้นมาใส่ในแผนภูมินี้เพื่อหาระดับคะแนน
ที่ได้ของ

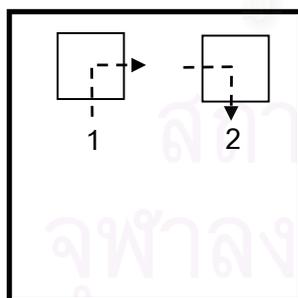
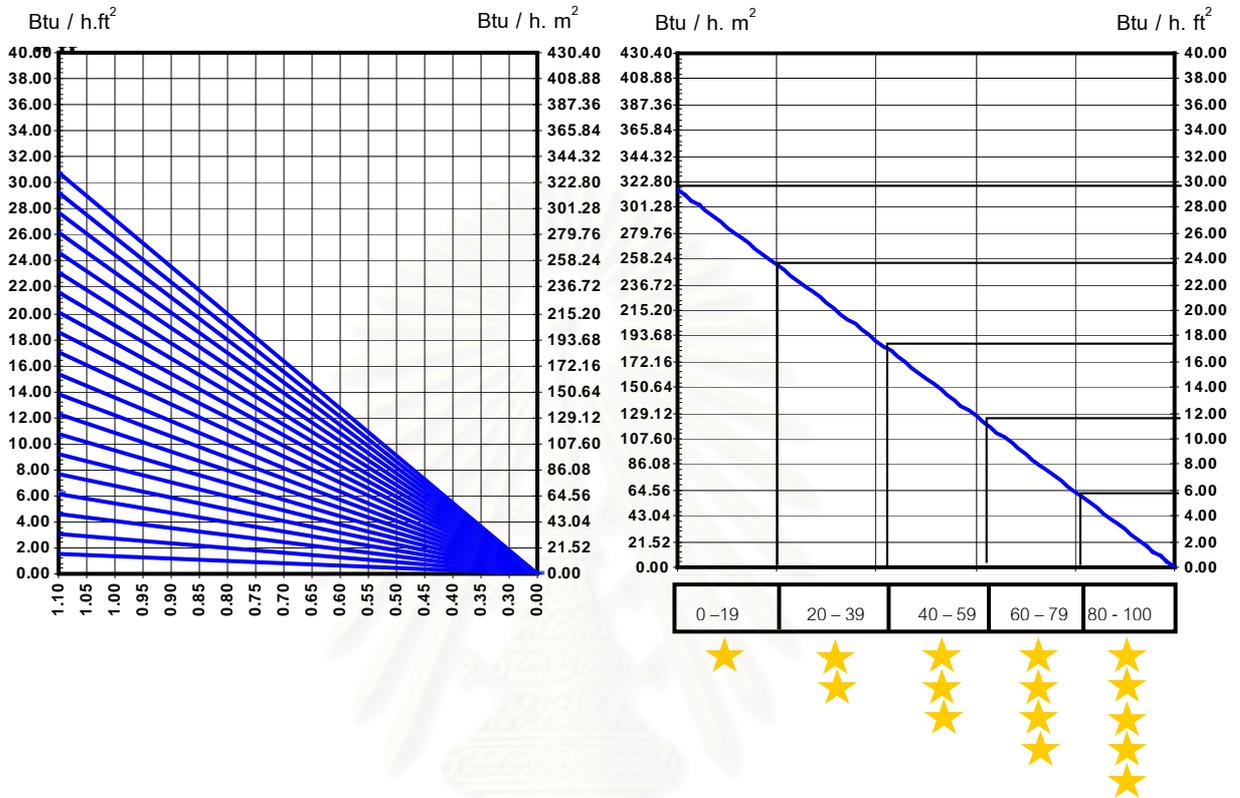


ภาคที่อาคารตั้งอยู่	ค่าพลังงานที่เกิดขึ้นจริง	คะแนนที่ได้
	12000 Btu / h	
กลาง	1.86	70.6
เหนือ		
ตะวันออกเฉียงเหนือ		
ใต้		
หมายเหตุ	ผลคะแนนที่ได้ 80 - 100 ได้ เบอร์ 5	
	ผลคะแนนที่ได้ 60 - 79 ได้ เบอร์ 4	
	ผลคะแนนที่ได้ 40 - 59 ได้ เบอร์ 3	
	ผลคะแนนที่ได้ 20 - 39 ได้ เบอร์ 2	
	ผลคะแนนที่ได้ 0 - 19 ได้ เบอร์ 1	

4

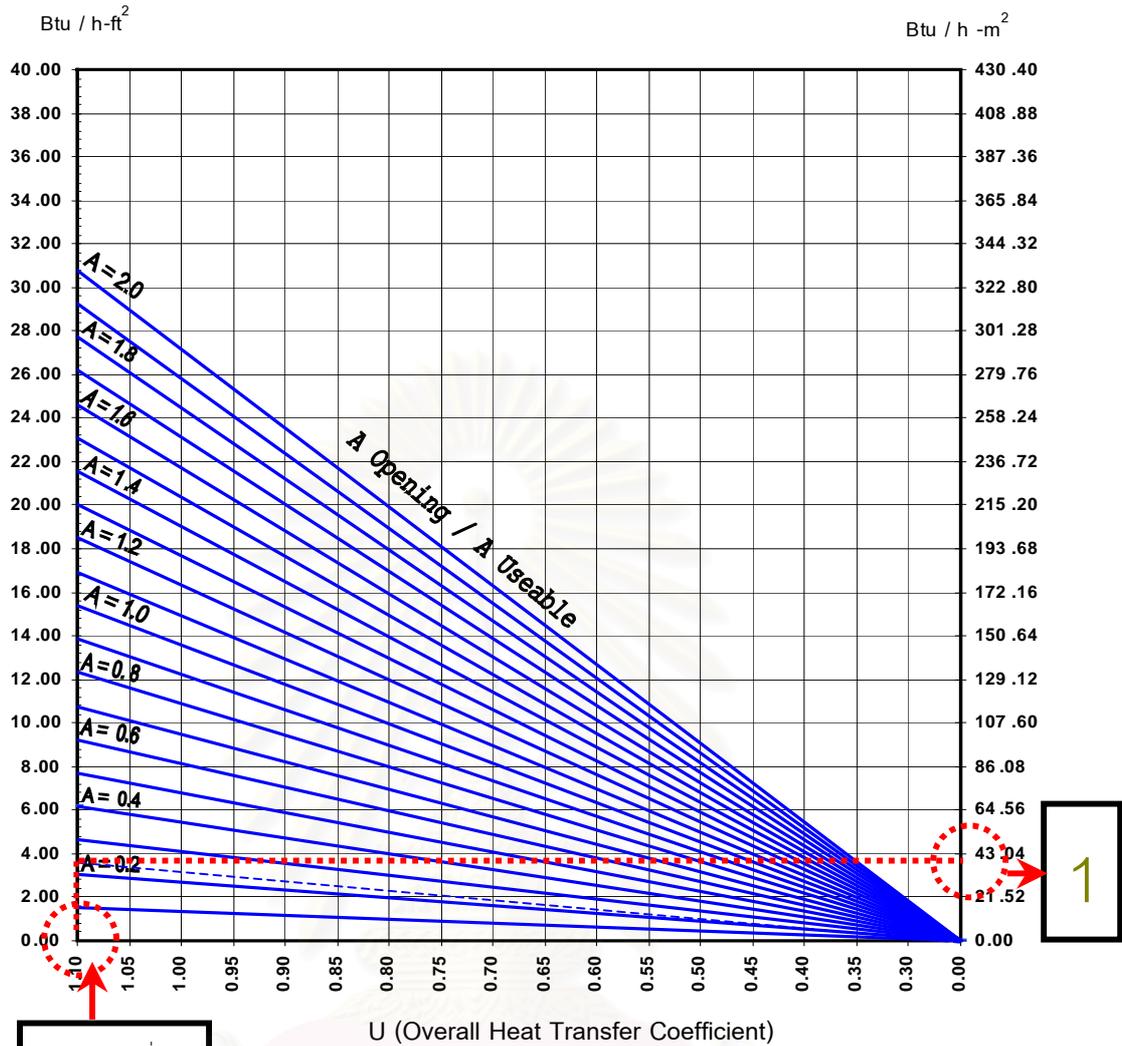
3

32.78
พื้นที่ช่องเปิดของอาคาร



ทิศทาง ช่องเปิด	พื้นที่ช่องเปิด		สัดส่วนพื้นที่ช่อง เปิด / พื้นที่ใช้ งานอาคาร	มีค่าภาระการทำความเย็น	
	ตร.ม.	ตร.ฟุต		12000 บีทียู / ชม / ตร.ม.	12000 บีทียู / ชม / ตร.ฟุต
N					
NE					
NW					
E					
S					
SE					
SW					
W					
รวมทุกทิศ					

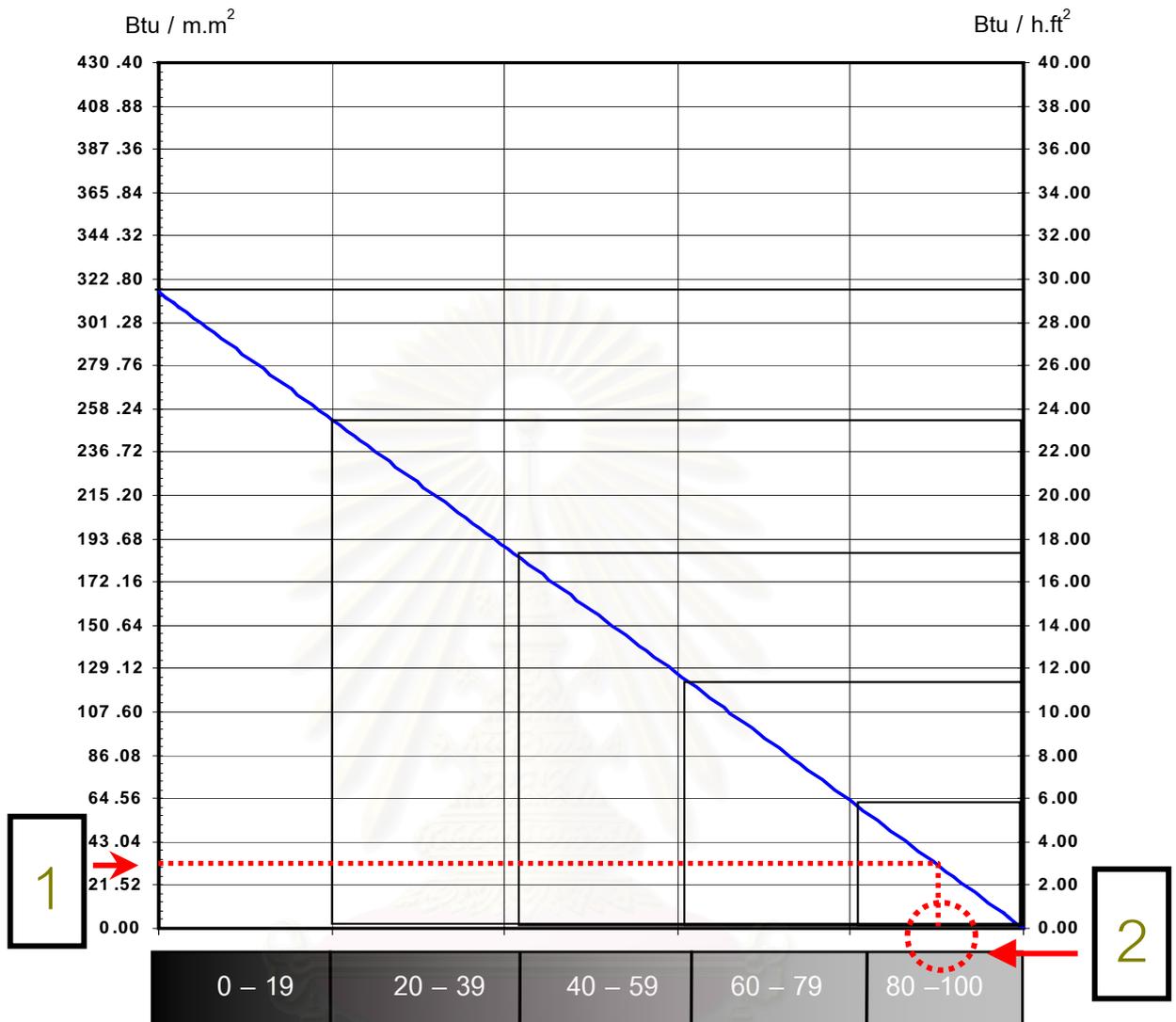
แบบประเมินชุดที่ 2 (1) ภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นกรณีที่มีช่องเปิดของอาคารนั้นเปิดอยู่ : ค่า
การนำความร้อน



U ของกระจกที่ใช้

ทิศทาง ช่องเปิด	พื้นที่ช่องเปิด		สัดส่วนพื้นที่ช่อง เปิด / พื้นที่ใช้ งานอาคาร	ค่าพลังงานที่ได้	
	ตร.ม.	ตร.ฟุต		บีทียู / ชม / ตร.ม.	บีทียู / ชม / ตร.ฟุต
N	7	75.32	0.048		
NE					
NW					
E	6	64.56	0.041		
S	13.58	146.12	0.093		
SE					
SW					
W	6.2	66.72	0.043		
รวมทุกทิศ	32.78	352.72	0.225	37.014	3.44

1

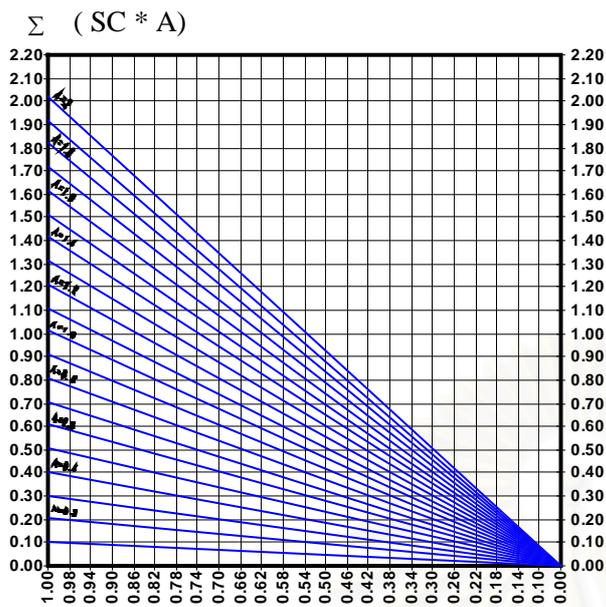


ภาคที่อาคารตั้งอยู่	ค่าพลังงานที่เกิดขึ้นจริง	คะแนนที่ได้
	Btu / h	
กลาง	1213.3 (0.10 12000 Btu / h)	91.4
เหนือ		
ตะวันออกเฉียงเหนือ		
ใต้		
หมายเหตุ	ผลคะแนนที่ได้ 80 - 100 ได้ เบอร์ 5	
	ผลคะแนนที่ได้ 60 - 79 ได้ เบอร์ 4	
	ผลคะแนนที่ได้ 40 - 59 ได้ เบอร์ 3	
	ผลคะแนนที่ได้ 20 - 39 ได้ เบอร์ 2	
	ผลคะแนนที่ได้ 0 - 19 ได้ เบอร์ 1	

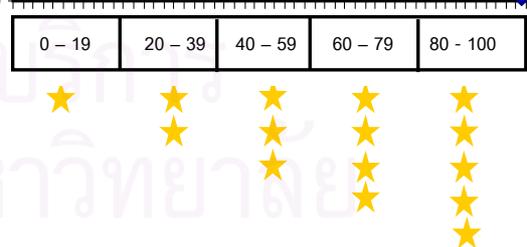
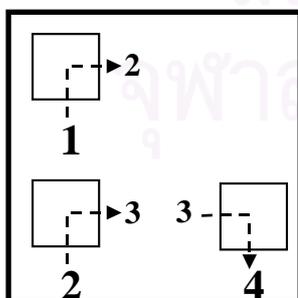
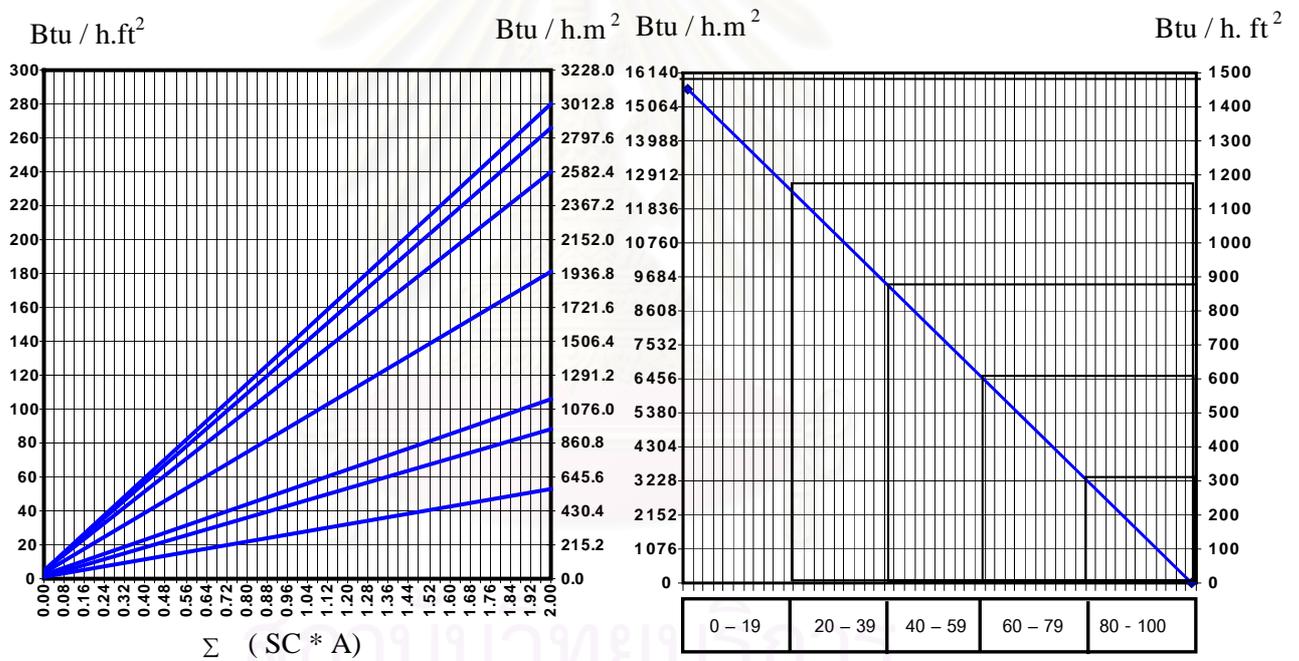
2

1

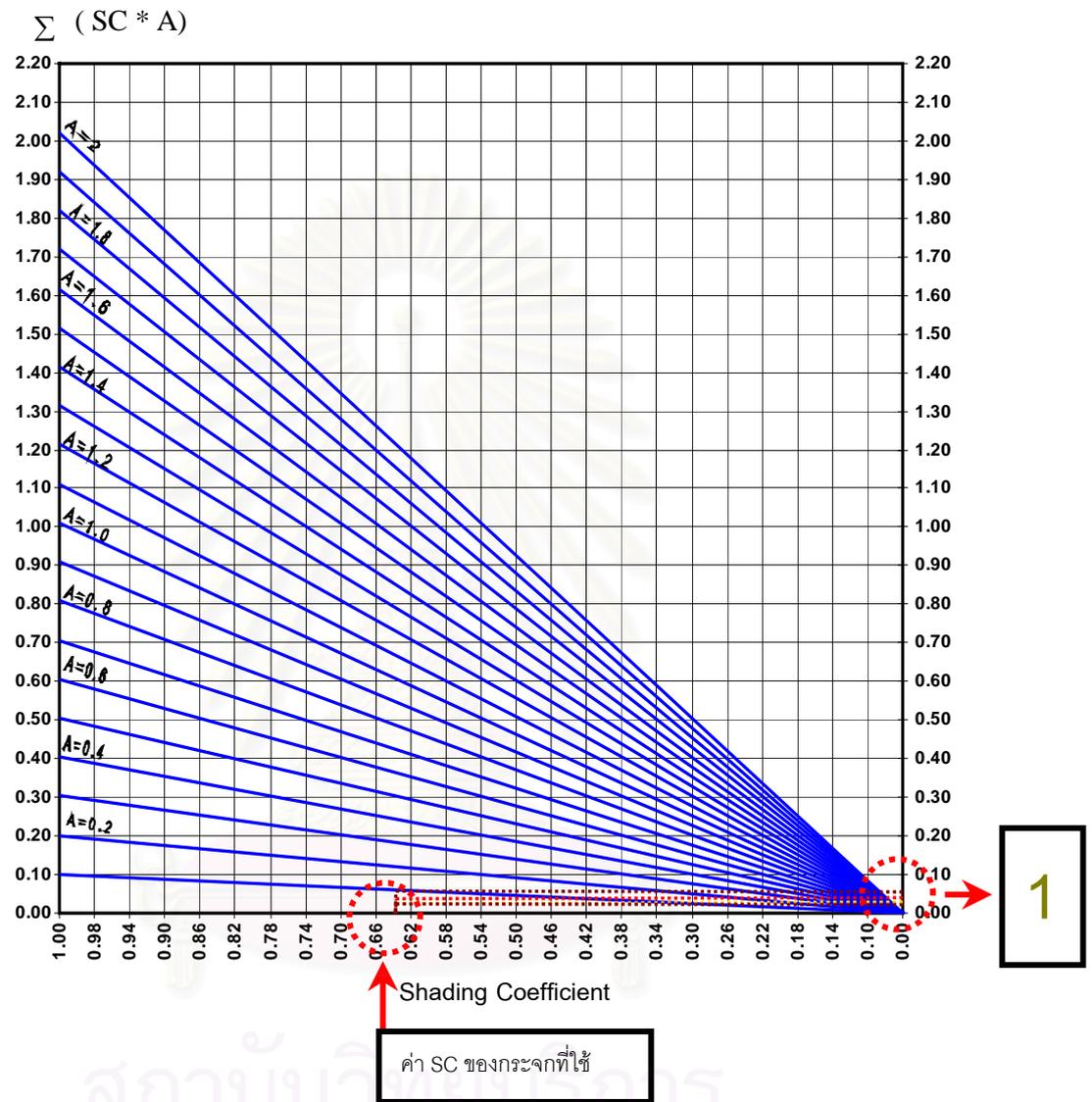
32.78
พื้นที่ช่องเปิดของอาคาร



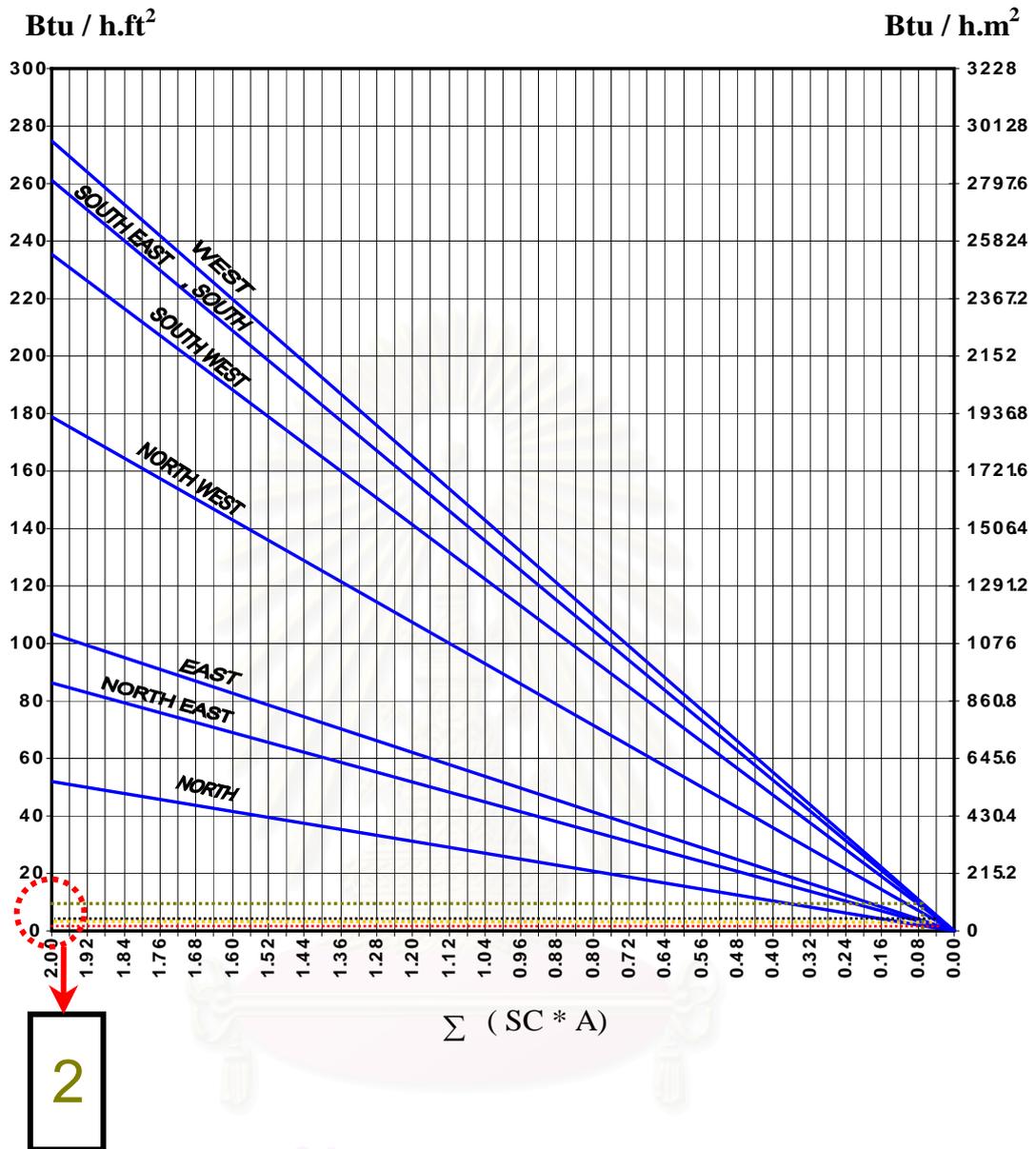
ภาคที่อาคารตั้งอยู่	ค่าพลังงานที่เกิดขึ้นจริง	คะแนนที่ได้
	12000 Btu	
กลาง		
เหนือ		
ตะวันออกก็ียงเหนือ		
ใต้		
หมายเหตุ	ผลคะแนนที่ได้ 80 - 100 ได้ เบอร์ 5	
	ผลคะแนนที่ได้ 60 - 79 ได้ เบอร์ 4	
	ผลคะแนนที่ได้ 40 - 59 ได้ เบอร์ 3	
	ผลคะแนนที่ได้ 20 - 39 ได้ เบอร์ 2	
	ผลคะแนนที่ได้ 0 - 19 ได้ เบอร์ 1	



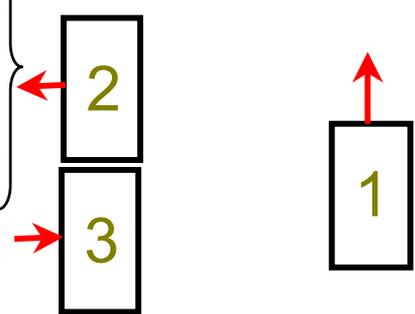
แบบประเมินชุดที่ 2(2) ภาวะการทำความเย็นที่เกิดขึ้นกรณีที่ช่องเปิดของอาคารนั้นปิดอยู่ : การแผ่รังสีความร้อน

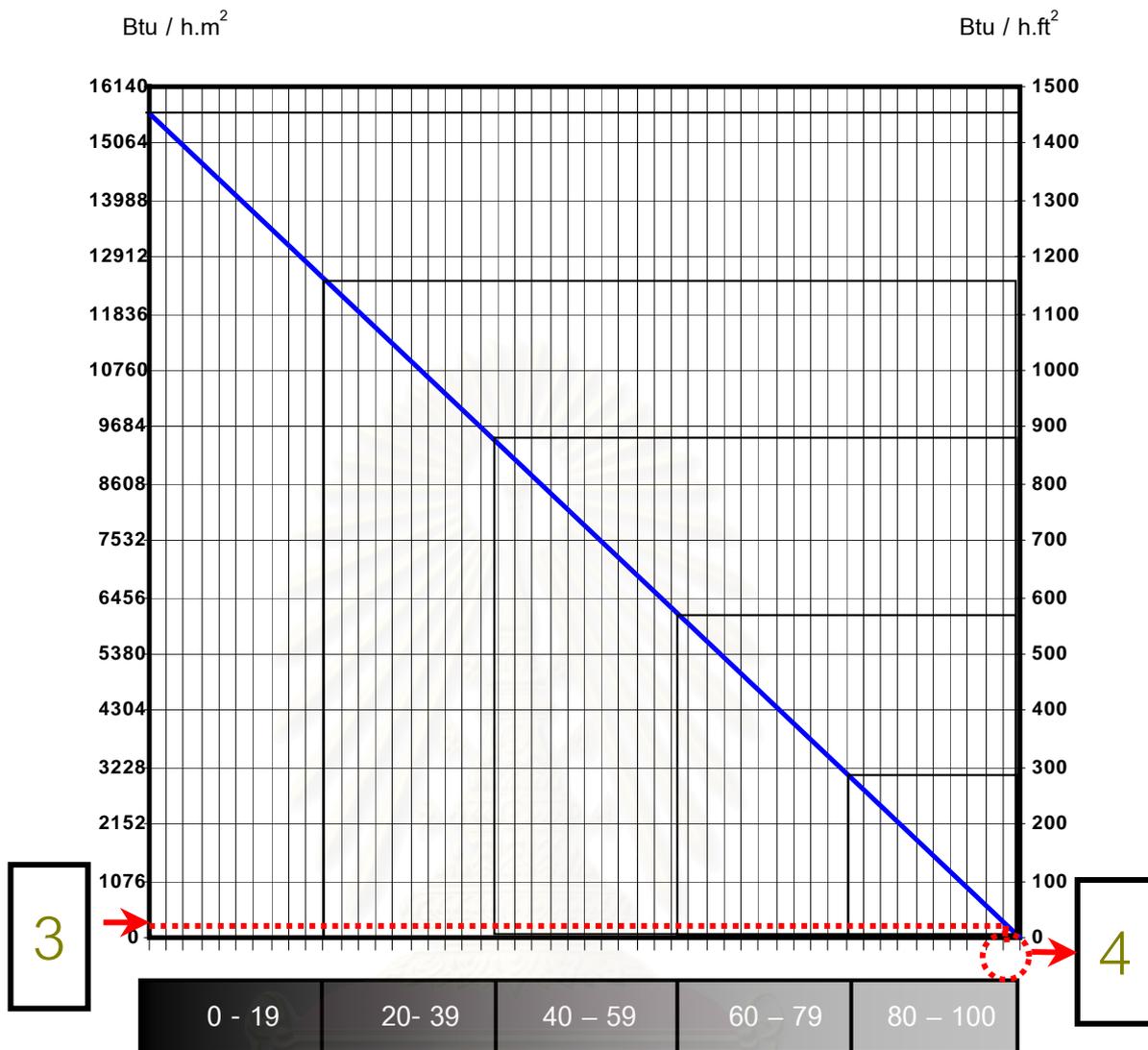


ในขั้นตอนนี้ให้นำค่า Shading Coefficient และสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ใช้งานอาคารมาใส่ในแบบประเมินโดยจะทำการประเมินที่ละทิศของอาคาร



ทิศทาง ช่องเปิด	พื้นที่ช่องเปิด		สัดส่วนพื้นที่ช่อง เปิด / พื้นที่ใช้ งานอาคาร	ค่าพลังงานที่ได้	
	ตร.ม.	ตร.ฟุต		บีทียู / ชม / ตร.ม.	บีทียู / ชม / ตร.ฟุต
N	7	75.32	0.048	3.44	0.8
NE					
NW					
E	6	64.56	0.041	14.41	1.34
S	13.58	146.12	0.093	89.49	7.79
SE					
SW					
W	6.2	66.72	0.043	39.91	3.71
รวมทุกทิศ	32.78	35272	0.225	147.25	13.64



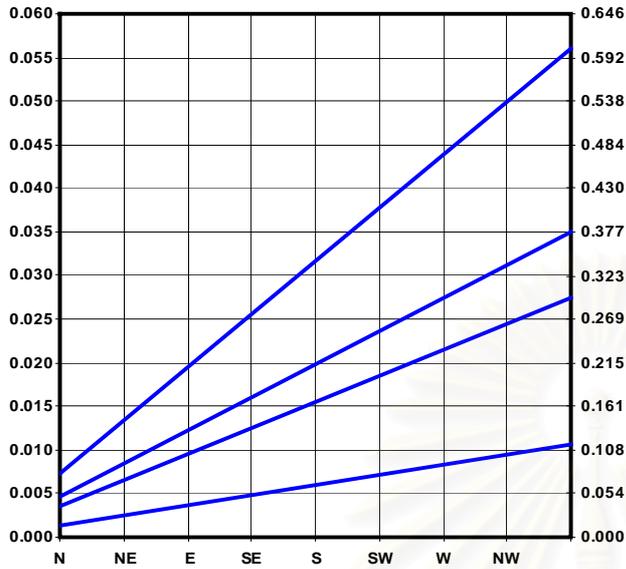


ภาคที่อาคารตั้งอยู่	ค่าพลังงานที่เกิดขึ้นจริง	คะแนนที่ได้
	12000 Btu / h	
กลาง	1.71	95
เหนือ		
ตะวันออกเฉียงเหนือ		
ใต้		
หมายเหตุ	ผลคะแนนที่ได้ 80 - 100 ได้ เบอร์ 5	
	ผลคะแนนที่ได้ 60 - 79 ได้ เบอร์ 4	
	ผลคะแนนที่ได้ 40 - 59 ได้ เบอร์ 3	
	ผลคะแนนที่ได้ 20 - 39 ได้ เบอร์ 2	
	ผลคะแนนที่ได้ 0 - 19 ได้ เบอร์ 1	

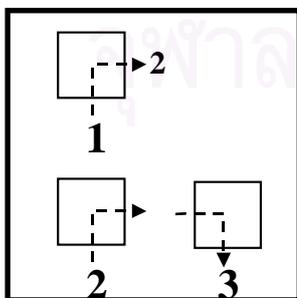
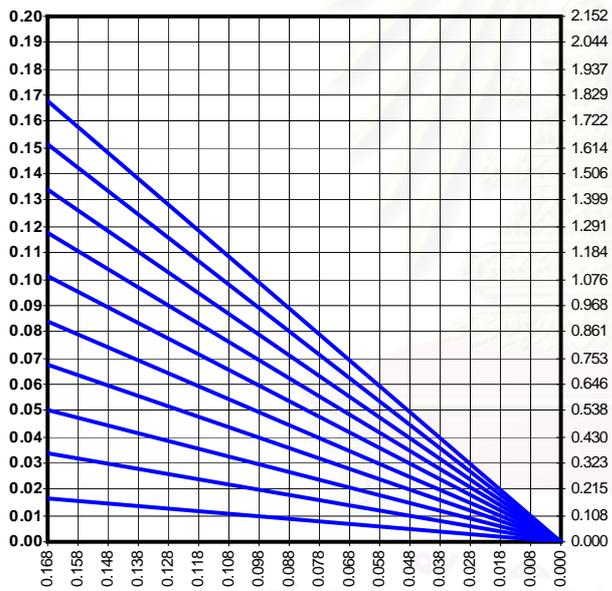
2

1

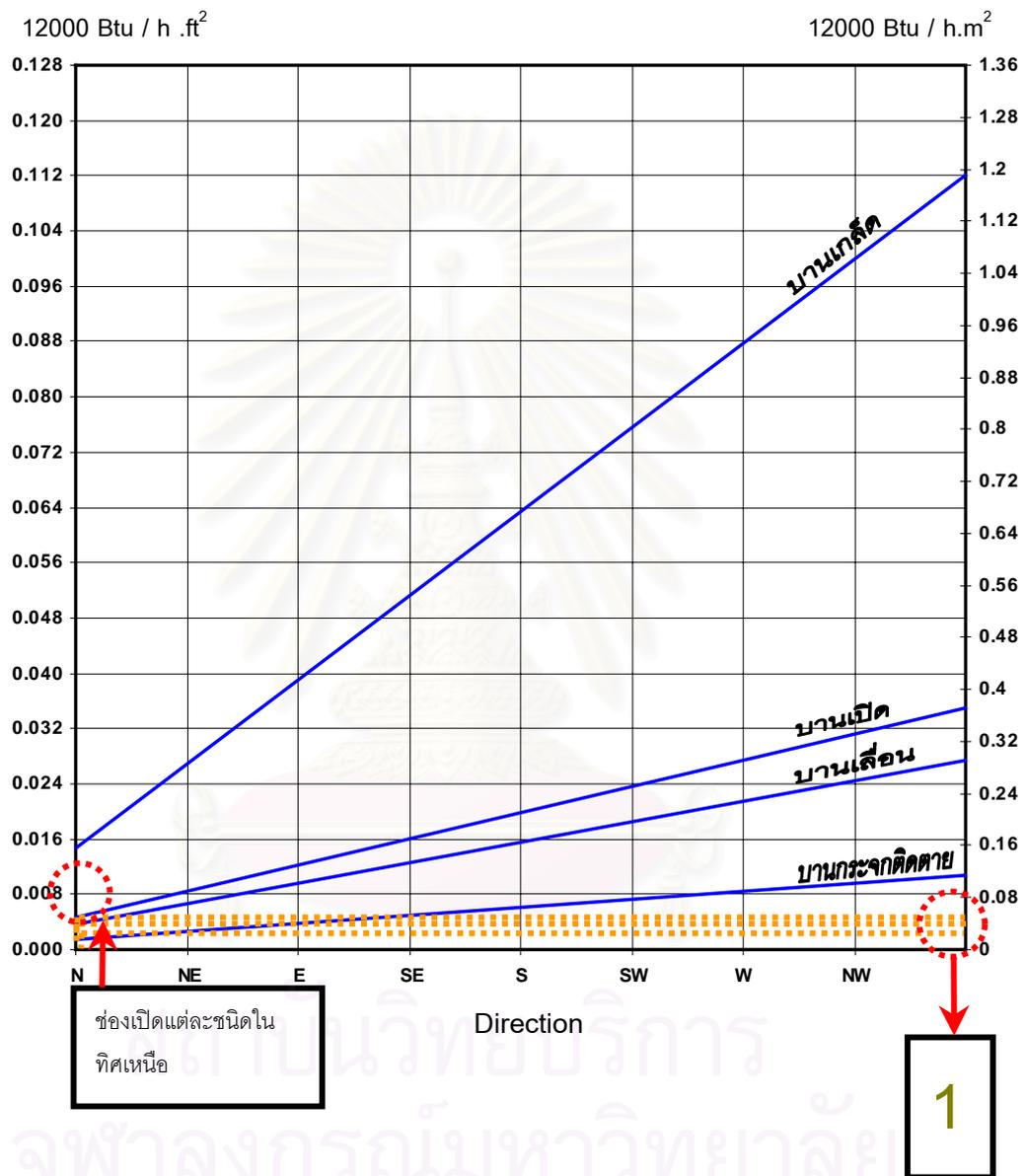
32.78
พื้นที่ช่องเปิดของอาคาร



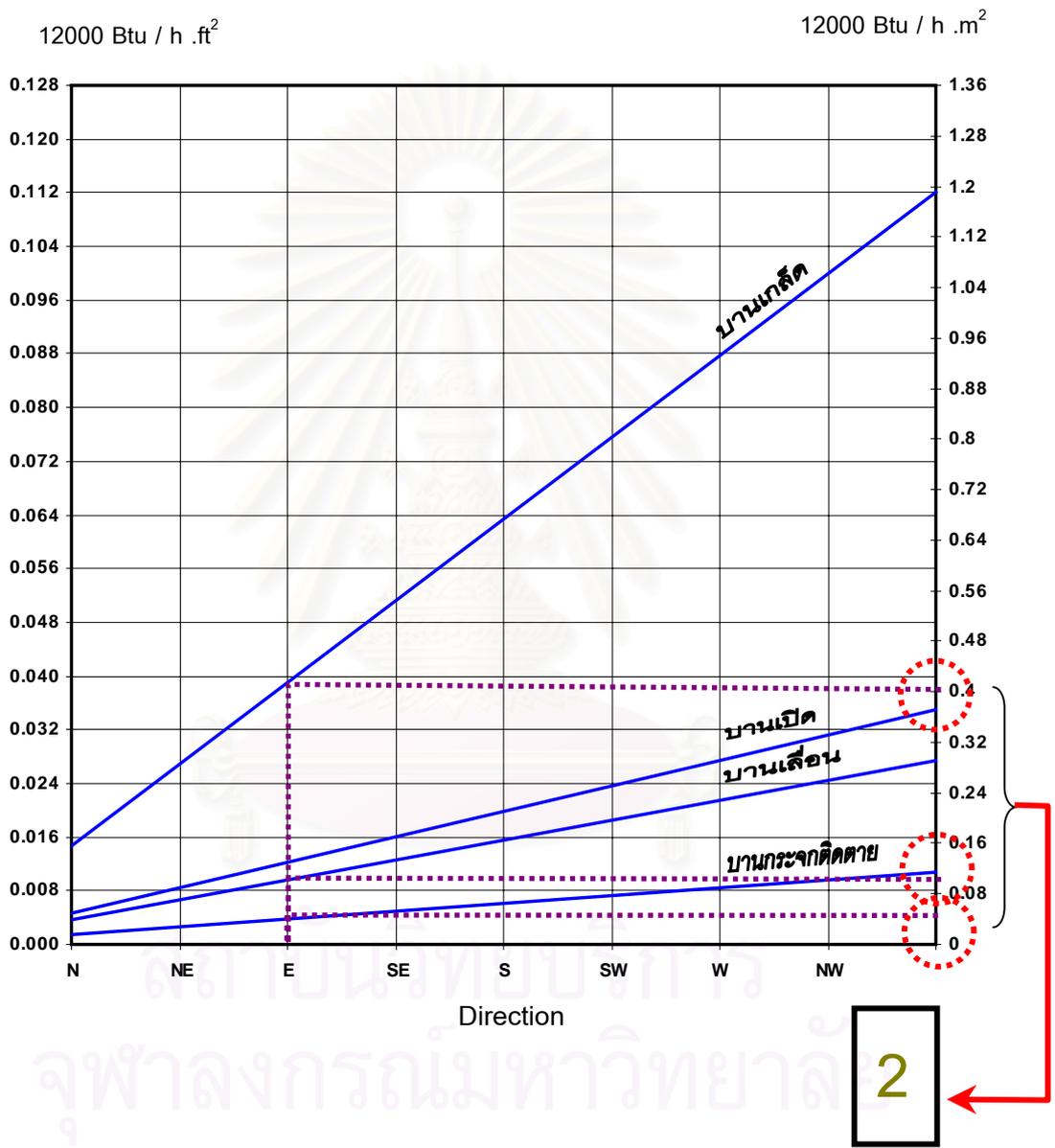
ทิศทางช่องเปิด	พื้นที่ช่องเปิด		สัดส่วนพื้นที่ช่องเปิด / พื้นที่ใช้งานอาคาร	มีค่าการทำความเย็น	
	ตร.ม.	ตร.ฟุต		12000 บีทียู / ชม / ตร.ม.	12000 บีทียู / ชม / ตร.ฟุต
N					
NE					
NW					
E					
S					
SE					
SW					
W					
รวมทุกทิศ					



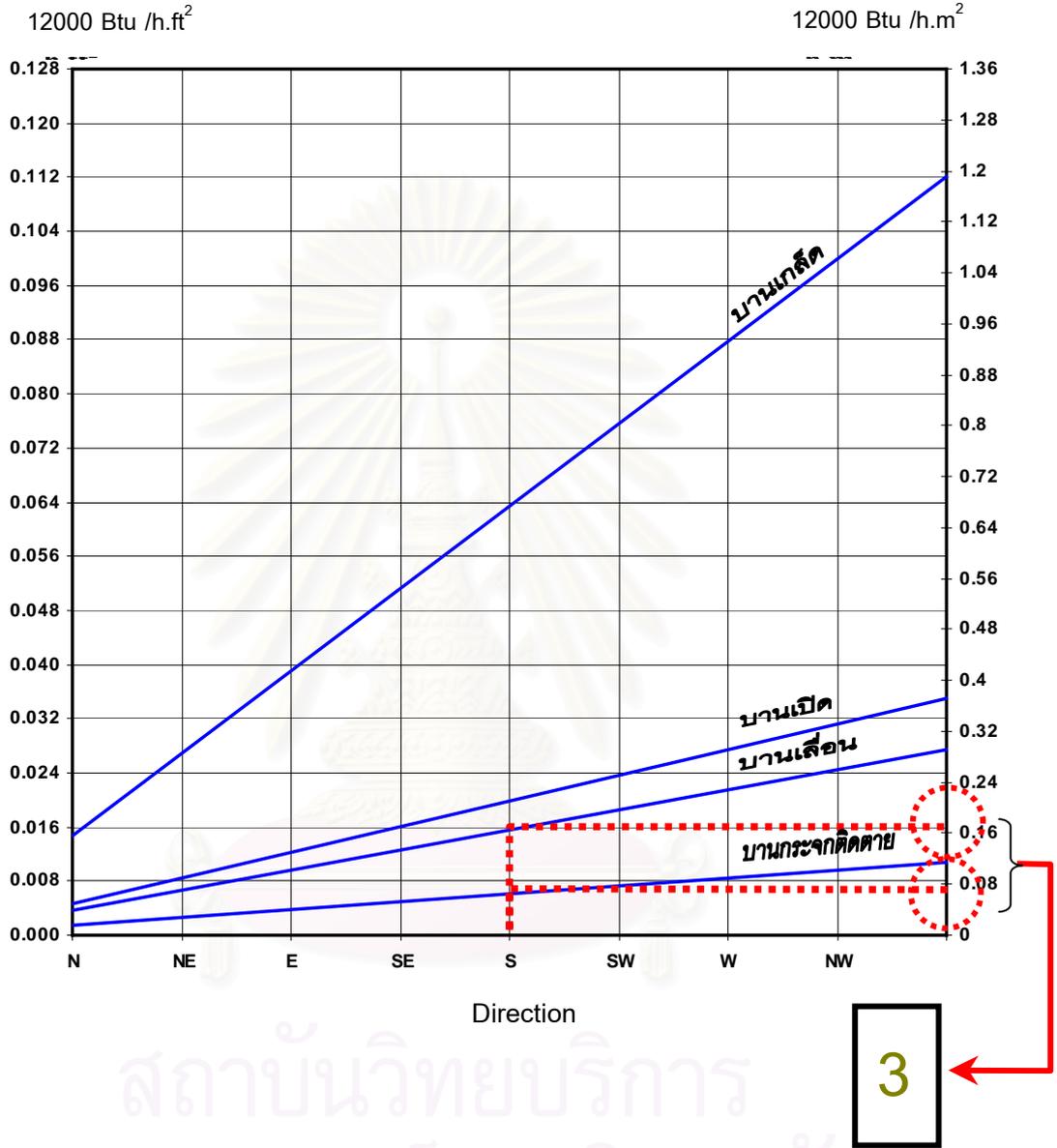
ประเมินชุดที่ 2(3) ภาวะการทำความเย็นที่เกิดขึ้นกรณีช่องเปิดของอาคารนั้นเปิดอยู่ : การรั่วซึมของอากาศ



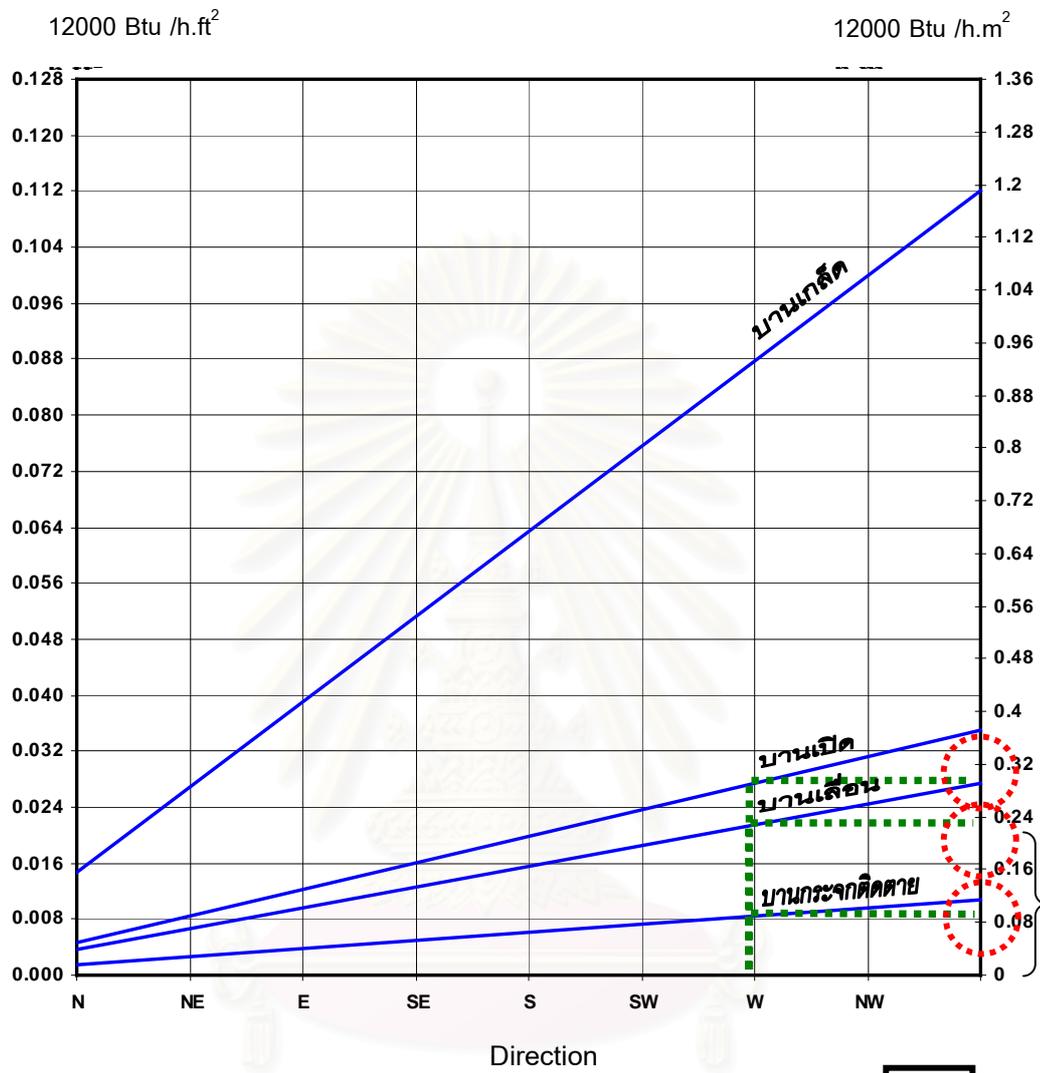
การประเมินภาระการทำความร้อนที่เกิดจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางช่องเปิดจะทำให้การประเมินที่ละทิศ โดยเลือกทิศที่จะประเมินจากแกน X ของแผนภูมิจากนั้นลากไปยังเส้นของชนิดช่องเปิดที่ประเมิน ดังแผนภูมิแบบประเมินนี้แสดงการประเมินช่องเปิดอาคารในทิศเหนือสำหรับบ้านตัวอย่างหนึ่งนี้มีการใช้ช่องเปิดชนิดบานเปิด บานเลื่อน และบานติดตาย



แสดงการประเมินช่องเปิดชนิดต่าง ๆ ของทิศตะวันออก



แสดงการประเมินช่องเปิดชนิดต่าง ๆ ของทิศตะวันออก



4

แสดงการประเมินช่องเปิดชนิดต่าง ๆ ของทิศตะวันตก

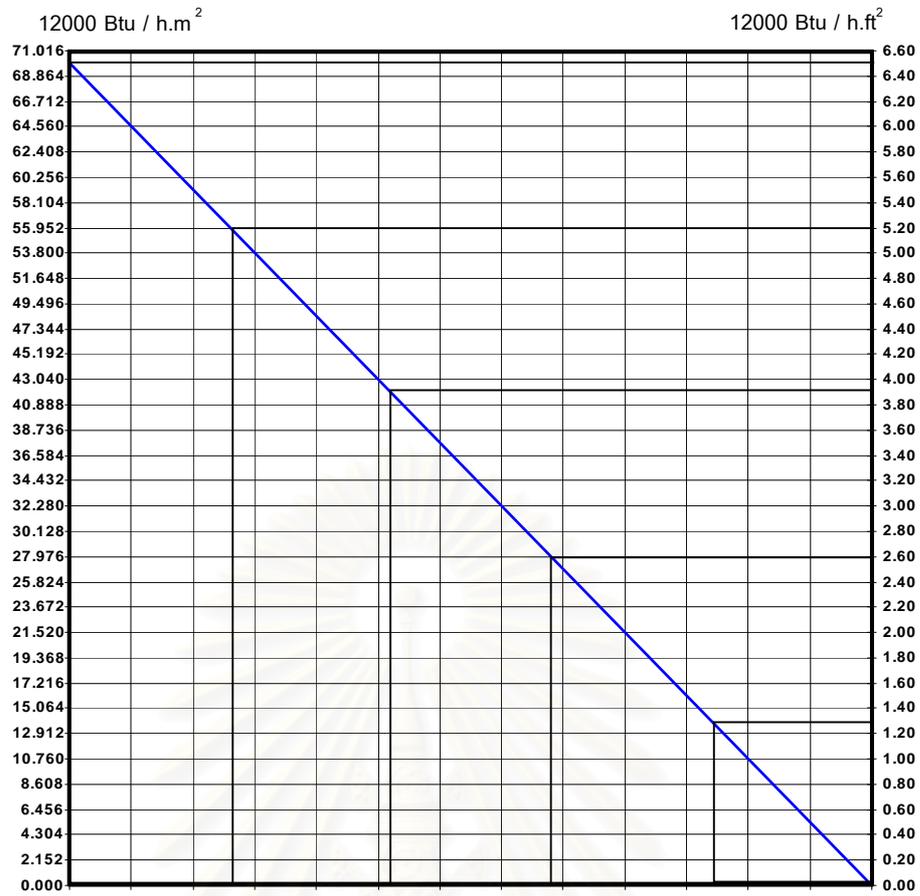


ภาคที่อาคารตั้งอยู่	ค่าพลังงานที่เกิดขึ้นจริง	คะแนนที่ได้
	12000 Btu / h	
กลาง	0.481	92.5
เหนือ		
ตะวันออกเฉียงเหนือ		
ใต้		
หมายเหตุ	ผลคะแนนที่ได้ 80 - 100 ได้ เบอร์ 5	
	ผลคะแนนที่ได้ 60 - 79 ได้ เบอร์ 4	
	ผลคะแนนที่ได้ 40 - 59 ได้ เบอร์ 3	
	ผลคะแนนที่ได้ 20 - 39 ได้ เบอร์ 2	
	ผลคะแนนที่ได้ 0 - 19 ได้ เบอร์ 1	

7

6

32.78
พื้นที่ช่องเปิดของอาคาร



0 – 19	20 – 39	40 – 59	60 – 79	80 – 100
--------	---------	---------	---------	----------



ภาคที่อาคารตั้งอยู่	ค่าพลังงานที่เกิดขึ้นจริง	คะแนนที่ได้
	12000 Btu / h	
กลาง	15.78	59
เหนือ		
ตะวันออกเฉียงเหนือ		
ใต้		
หมายเหตุ	ผลคะแนนที่ได้ 80 - 100 ได้ เบอร์ 5	
	ผลคะแนนที่ได้ 60 - 79 ได้ เบอร์ 4	
	ผลคะแนนที่ได้ 40 - 59 ได้ เบอร์ 3	
	ผลคะแนนที่ได้ 20 - 39 ได้ เบอร์ 2	
	ผลคะแนนที่ได้ 0 - 19 ได้ เบอร์ 1	

ค่าภาระการทำความเย็น	ค่าพลังงานที่เกิดขึ้นจริง	บีทียู / ชม. / ตร.ฟุต
	12000 บีทียู / ชม. / ตร.ฟุต	
Enthalpy	2.04	24480
Radiation	0.096	1152
Conduction	0.00079	9.48
Infiltration	0.0235	282
Sum	2.16029	25,923.48

0.481 x 32.78 (พื้นที่ช่องเปิดของอาคาร)

ชุดที่ 3 ค่าภาระการทำความเย็นรวมที่เกิดขึ้นผ่านทางช่องเปิด

5.1.1.1 ผลการประเมินแบบบ้านหลังที่ 1 (บ้านสงบแต่เบิกบาน)

จากแบบประเมินทั้ง 3 ชุด ค่าคะแนนของช่องเปิดอาคารหลังนี้ได้ 97 คะแนน อยู่ในระดับเบอร์ 5 โดยสามารถแยกเป็นเรื่องต่าง ๆ ได้ดังนี้

1) แบบประเมินชุดที่ 1 ค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นกรณีที่ช่องเปิดมีการเปิด-ปิด (ค่าเอลท์ลปี)

ทิศเหนือ มีค่าภาระการทำความเย็น 0.096 ตัน / ตารางฟุต

ทิศตะวันออก มีค่าภาระการทำความเย็น 0.039 ตัน / ตารางฟุต

ทิศใต้ มีค่าภาระการทำความเย็น 0.193 ตัน / ตารางฟุต

ทิศตะวันตก มีค่าภาระการทำความเย็น 0.048 ตัน / ตารางฟุต

รวมค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้น 1.86 ตัน / ตารางฟุต หรือ 14,002.6 วัตต์ / ตารางเมตรได้คะแนน 70.6 คะแนน

2) แบบประเมินชุดที่ 2 ภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นกรณีที่ช่องเปิดนั้นปิดอยู่

2.1 แบบประเมินชุดที่ 2(1) ภาระการทำความเย็นที่เกิดจากการนำความร้อน

ค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากการนำความร้อนของกระจก 3.44 ปีทียู / ชั่วโมง / ตารางฟุต หรือ 10.84 วัตต์ / ตารางเมตร 91.4 คะแนน

2.2 แบบประเมินชุดที่ 2(2) ภาระการทำความเย็นที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อน

ค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อน 13.64 ปีทียู / ชั่วโมง / ตารางฟุต หรือ 43 วัตต์ / ตารางเมตร 95 คะแนน

2.3 แบบประเมินชุดที่ 2(3) ภาระการทำความเย็นที่เกิดจากการรั่วซึมของอากาศ

ทิศเหนือ มีค่าภาระการทำความเย็น 0.00939 ตัน / ชั่วโมง / ตารางฟุต

ทิศตะวันออก มีค่าภาระการทำความเย็น 0.0386 ตัน / ชั่วโมง / ตารางฟุต

ทิศใต้ มีค่าภาระการทำความเย็น 0.0382 ตัน / ชั่วโมง / ตารางฟุต

ทิศตะวันตก มีค่าภาระการทำความเย็น 0.0269 ตัน / ชั่วโมง / ตารางฟุต

รวมค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้น 0.113 ตัน / ชั่วโมง / ตารางฟุต หรือ

4276.4 วัตต์ / ตารางเมตร 92.5 คะแนน

3) แบบประเมินชุดที่ 3 ภาระการทำความเย็นทั้งหมดที่เกิดขึ้นผ่านทางช่องเปิดอาคาร

ผลรวมค่าภาระการทำความเย็นทั้งหมดที่ผ่านเข้าทางช่องเปิด 0.481 ตัน / ตารางฟุต หรือ

18,203.4 วัตต์ / ตารางเมตร 92.5 คะแนน



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

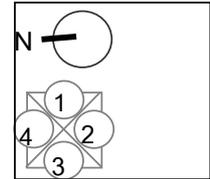
5.1.2 ตัวอย่างอาคารที่นำมาประเมินหลังที่ 2 บ้านที่ออกแบบและสร้างด้วยวัสดุ
ประหยัดพลังงาน



แปลนพื้นที่ชั้นล่าง



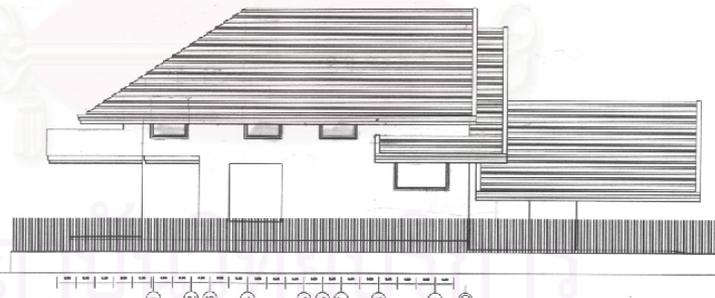
แปลนพื้นที่ชั้นบน



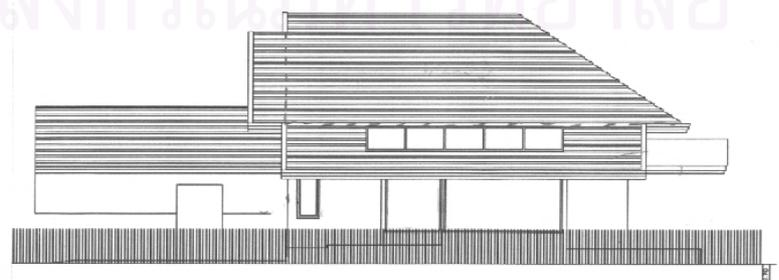
รูปด้าน 1 - 1



รูปด้าน 3 - 3



รูปด้าน 4 - 4



รูปด้าน 2 - 2

ภาพที่ 5.2 แบบบ้านตัวอย่างที่ก่อสร้างด้วยวัสดุเน้นการประหยัดพลังงานที่เลือกมาทำการทดสอบ

ตาราง 5.2(1) ตารางข้อมูลพื้นฐานของอาคาร

ส่วนที่ 1 คุณสมบัติวัสดุที่ใช้						
ชนิดวัสดุ	ความหนา กระจก (mm)	ช่องว่างอากาศ (mm)	ความหนา กระจกแผ่นใน (mm)	ความหนา รวม (mm)	U (Overall Heat Transfer Coefficient)	SC (Shading Coefficient)
กระจกใส	6			6	1.03	0.96
	8			8	1.02	0.92
	6	6	6	18	0.63	0.81
	8	6	8	22	0.62	0.79
	8	12	8	28	0.56	0.79
กระจกสีเทาอ่อน	6			6	1.10	0.64
	8			8	1.10	0.57
	6	6	6	18	0.65	0.53
	6	12	6	24	0.58	0.52
	8	6	8	22	0.64	0.45
	8	12	8	28	0.58	0.44
กระจกสีเทาเข้ม	6			6	1.10	0.63
	6	6	6	18	0.65	0.46
	6	12	6	24	0.58	0.45
กระจกสีฟ้า	6			6	1.09	0.68
	8			8	1.09	0.61
	6	6	6	18	0.65	0.55
	6	12	6	24	0.58	0.54
	8	6	8	22	0.64	0.47
	8	12	8	28	0.57	0.46
กระจกสีเขียว	6			6	1.10	0.65
	8			8	1.09	0.59
	6	6	6	18	0.65	0.52
	6	12	6	24	0.58	0.51
	8	6	8	22	0.64	0.46
	8	12	8	28	0.57	0.45
กระจกใส/กระจกสีเคลือบ Low-E ภายนอก						
กระจกใส Low-E	3	14	ใส, 3mm	20	0.30	0.69
	6	12	ใส, 6mm	24	0.34	0.65
กระจกสีบรอนซ์ Low-E	6	12	ใส, 6mm	24	0.36	0.43
กระจกสีเขียวน้ำตาล Low-E	6	12	ใส, 6mm	24	0.36	0.44
กระจกสีเทาอ่อน Low-E	6	12	ใส, 6mm	24	0.35	0.42
	6	12	ใส, 6mm	24	0.35	0.33
กระจกใส Reflective, แผ่นในเคลือบ Low-E						
กระจกใส Reflective 12%	6	12	ใส Low-E, 6mm	24	0.35	0.32
กระจกใส Reflective 19%	6	12	ใส Low-E, 6mm	24	0.34	0.26
กระจกใส Reflective 21%	6	12	ใส Low-E, 6mm	24	0.34	0.14
กระจกสีเขียวน้ำตาล, แผ่นในเคลือบ Low-E						
กระจกสีเขียวน้ำตาล Reflective 10%	6	12	ใส Low-E, 6mm	24	0.35	0.19
กระจกสีฟ้า Reflective, แผ่นในเคลือบ Low-E						
กระจกสีฟ้า Reflective 9%	6	12	ใส Low-E, 6mm	24	0.35	0.20
กระจกสีฟ้า Reflective 10%	6	12	ใส Low-E, 6mm	24	0.35	0.15

ตาราง 5.2(2) ตารางข้อมูลพื้นฐานของอาคาร

ส่วนที่ 2 ข้อมูลพื้นฐาน							
(A1)พื้นที่ใช้สอยอาคาร (m ²)	ทิศ	(A2) พื้นที่ช่องเปิดอาคาร(แยกเป็นทิศ m ²)	สัดส่วนพื้นที่ช่องเปิด ต่อพื้นที่ใช้สอย ของอาคาร (A2 / A1)	สัดส่วนชนิดช่องเปิดแต่ละชนิดต่อ พื้นที่ใช้งานอาคาร			
				บานเกล็ด	บานเปิด	บานเลื่อน	บานติดตาย
146	N	6.3	0.04			3.6	2.7
	E	21.52	0.15		8.4	1.56	11.56
	S	10.52	0.07				10.52
	W	9.35			1.6		7.75
	NE						
	NW						
	SW						
	SE						
	รวม	47.69	0.266		10	5.16	32.53
ส่วนที่ 3 ค่าพลังงานที่ได้และผลคะแนน							
ทิศ	มีค่าภาระการทำความเย็นเป็น (12000 Btu / h . ft2)	มีค่าภาระการทำความเย็นเป็น (12000 Btu / h . m ²)	คิดเป็นคะแนน (เมื่อรวมค่าภาระการทำความเย็นทุกทิศ)				
ทิศเหนือ N	0.03	0.32					
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ NE							
ทิศตะวันออก E	0.0033	0.04					
ทิศตะวันออกเฉียงใต้ SE							
ทิศใต้ S	0.067	0.72					
ทิศตะวันตกเฉียงใต้ SW							
ทิศตะวันตก W	0.014	0.15					
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ NW							
รวม	0.1143	1.23	99.4				
หมายเหตุ	ระดับคะแนนที่ 80 - 100 อยู่ในระดับ 5						
	ระดับคะแนนที่ 60 - 79 อยู่ในระดับ 4						
	ระดับคะแนนที่ 40 - 59 อยู่ในระดับ 3						
	ระดับคะแนนที่ 20 - 39 อยู่ในระดับ 2						
	ระดับคะแนนที่ 0 - 19 อยู่ในระดับ 1						

5.1.2.1 ผลการประเมินแบบบ้านหลังที่ 2 (บ้านชีวาทิตย)

จากแบบประเมินทั้ง 3 ชุด ค่าคะแนนของช่องเปิดบ้านชีวาทิตยได้ 98.7 คะแนน อยู่ในระดับเบอร์ 5 โดยสามารถแยกเป็นเรื่องต่าง ๆ ได้ดังนี้

1) แบบประเมินชุดที่ 1 ค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นกรณีที่ช่องเปิดมีการเปิด-ปิด (ค่าเอลท์ปี)

ทิศเหนือ มีค่าภาระการทำความเย็น 0.03 ตัน / ชั่วโมง / ตารางฟุต

ทิศตะวันออก มีค่าภาระการทำความเย็น 0.04 ตัน / ชั่วโมง / ตารางฟุต

ทิศใต้ มีค่าภาระการทำความเย็น 0.015 ตัน / ชั่วโมง / ตารางฟุต

ทิศตะวันตก มีค่าภาระการทำความเย็น 0.023 ตัน / ชั่วโมง / ตารางฟุต

รวมค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้น 0.108 ตัน / ชั่วโมง / ตารางฟุต หรือ

4,087.26 วัตต์ / ตารางเมตร ได้ 99.1 คะแนน

2) แบบประเมินชุดที่ 2 ภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นกรณีที่ช่องเปิดนั้นปิดอยู่

2.1 แบบประเมินชุดที่ 2(1) ภาระการทำความเย็นที่เกิดจากการนำความร้อน

ค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากการนำความร้อนของกระจก 1.26 ปีทียู /

ชั่วโมง / ตารางฟุต หรือ 3.97 วัตต์ / ตารางเมตร 96.85 คะแนน

2.2 แบบประเมินชุดที่ 2(2) ภาระการทำความเย็นที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อน

ร้อน

ค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อน 3.53 ปีทียู / ชั่วโมง /

ตารางฟุต หรือ 22.51 วัตต์ / ตารางเมตร ได้ 99.76 คะแนน

2.3 แบบประเมินชุดที่ 2(3) ภาระการทำความเย็นที่เกิดจากการรั่วซึมของ

อากาศ

ทิศเหนือ มีค่าภาระการทำความเย็น 0.00032 ตัน / ชั่วโมง / ตารางฟุต

ทิศตะวันออก มีค่าภาระการทำความเย็น 0.0031 ตัน / ชั่วโมง / ตารางฟุต

ทิศใต้ มีค่าภาระการทำความเย็น 0.00075 ตัน / ชั่วโมง / ตารางฟุต

ทิศตะวันตก มีค่าภาระการทำความเย็น 0.002 ตัน / ชั่วโมง / ตารางฟุต

รวมค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้น 0.0061 ตัน / ชั่วโมง / ตาราง
ฟุต หรือ 230.85 วัตต์ / ตารางเมตร ได้ 99.75 คะแนน

3) แบบประเมินชุดที่ 3 ภาระการทำความเย็นทั้งหมดที่เกิดขึ้นผ่านทางช่องเปิดอาคาร
ผลรวมค่าภาระการทำความเย็นทั้งหมดที่ผ่านเข้าทางช่องเปิด 0.114 ตัน / ชั่วโมง /
ตารางฟุต หรือ 4,314 วัตต์ / ตารางเมตร 99.4 คะแนน

5.2 สรุปผลการประเมิน

จากการนำแบบประเมินมาทำการประเมินอาคารที่เลือกมาเป็นตัวอย่าง 2 อาคารโดยที่
เป็นอาคารที่ก่อสร้างด้วยวัสดุก่อสร้างโดยทั่วไปเปรียบเทียบกับอาคารที่ก่อสร้างด้วยวัสดุที่เน้นการ
ประหยัดพลังงานทำให้พอสรุปผลแยกเป็นแต่ละชุดของแบบประเมินดังนี้

1) แบบประเมินชุดที่ 1 ค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากค่าเอนทัลปี

บ้านชีวาทิตยมีสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ใช้งานอาคารที่น้อย คือ มีสัดส่วนเท่า
กับ 0.266 (47.49) ทำให้ค่าเอนทัลปีที่เกิดขึ้นมีน้อย ได้คะแนนในส่วนนี้ 99 คะแนน

บ้านเบิกบานมีสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิด / พื้นที่ใช้งานที่ต่ำ คือ 0.225 (32.78
ตารางเมตร) แต่มีการเจาะช่องเปิดในทิศทางที่มีค่าระดับเอนทัลปีสูงคือทิศใต้ ทำให้มีภาระการทำความ
เย็นสูง ได้คะแนนในส่วนนี้ 70.6 คะแนน

เปรียบเทียบผลคะแนนที่ได้ของอาคารทั้งสองหลังในส่วนค่าภาระการทำความเย็นที่
เกิดจากค่าเอนทัลปีทิศทางการเจาะช่องเปิดตัวแปรที่สำคัญในการที่จะลดค่าภาระการทำความเย็น
ลง จะเห็นได้ว่าบ้านที่สร้างและออกแบบด้วยวัสดุทั่วไปและบ้านที่ออกแบบโดยเน้นการประหยัด
พลังงานนั้นมีสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิด / พื้นที่ใช้งานอาคารที่ใกล้เคียงกัน แต่กลับมีค่าภาระการทำความ
เย็นที่สูงกว่าบ้านชีวาทิตยถึง 3144 บีทียู / ชั่วโมง / ตารางฟุต (0.26 ตัน / ชั่วโมง / ตารางฟุต)
เนื่องจากตัวแปรในเรื่องของทิศทางการเปิดช่องเปิด บ้านเบิกบานมีสัดส่วนช่องเปิดต่อพื้นที่ใช้งาน
อาคารในทิศใต้มากที่สุดซึ่งเป็นทิศที่มีค่าเอนทัลปีมากที่สุด ดังนั้นจึงทำให้บ้านเบิกบานมีภาระการทำความ
เย็นที่สูงกว่าบ้านชีวาทิตย

2) แบบประเมินชุดที่ 2 (1)ภาวะการทำความเย็นที่เกิดขึ้นกรณีที่ช่องเปิดนั้นปิดอยู่

กระจก : การนำความร้อน

บ้านชีวาทิพย์มีการเลือกใช้กระจกที่ค่าการนำความร้อนที่ต่ำคือ 0.21 และ 0.35 ตามลำดับ บ้านชีวาทิพย์ได้ค่าคะแนนในส่วนนี้ 96.85 มีค่าภาวะการทำความเย็นที่เกิดขึ้น 1.26 บีทียู / ชั่วโมง / ตารางฟุต

จากการประเมินบ้านเบิกบานที่มีการใช้กระจกสีเทาอ่อนมีความหนา 6 มิลลิเมตร มีค่าการถ่ายเทความร้อน 1.10 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในระดับสูงเมื่อเทียบกับกระจกที่เน้นการกันความร้อนได้ค่าคะแนนในส่วนภาวะการทำความเย็นที่เกิดจากการนำความร้อนเท่ากับ 91.4 มีคะแนนต่างจากบ้านชีวาทิพย์ 5.45 คะแนน มีค่าภาวะการทำความเย็นเนื่องจากค่าการนำความร้อนสูงกว่าบ้านชีวาทิพย์ 2.18 บีทียู / ชั่วโมง / ฟุต, 770 บีทียู / ชั่วโมง (2.18 * พื้นที่ช่องเปิดบ้านเบิกบาน)

3) แบบประเมินชุดที่ 2 (2)ภาวะการทำความเย็นที่เกิดขึ้นกรณีที่ช่องเปิดนั้นปิดอยู่

กระจก : การแผ่รังสีความร้อนผ่านกระจก

ในส่วนของบ้านชีวาทิพย์มีการใช้กระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดต่ำคือ 0.21 และเนื่องจากการที่มีสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ใช้งานอาคารต่ำค่าคะแนนที่ได้จึงมีค่าสูงมากคือ 99.76 คะแนน

ในส่วนนี้บ้านเบิกบานได้คะแนนที่ 95 คะแนนเนื่องจากตัวแปรด้านสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ใช้งานอาคารมีค่าต่ำ แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับบ้านชีวาทิพย์พบว่า บ้านชีวาทิพย์มีสัดส่วนช่องเปิดต่อพื้นที่ใช้งานอาคารที่สูงกว่าบ้านเบิกบานแต่กลับได้คะแนนสูงกว่าเพราะมีค่าภาวะการทำความเย็นที่ต่ำกว่า ในกรณีนี้มีผลมาจากตัวแปรค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อนของกระจกบ้านชีวาทิพย์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ต่ำกว่า

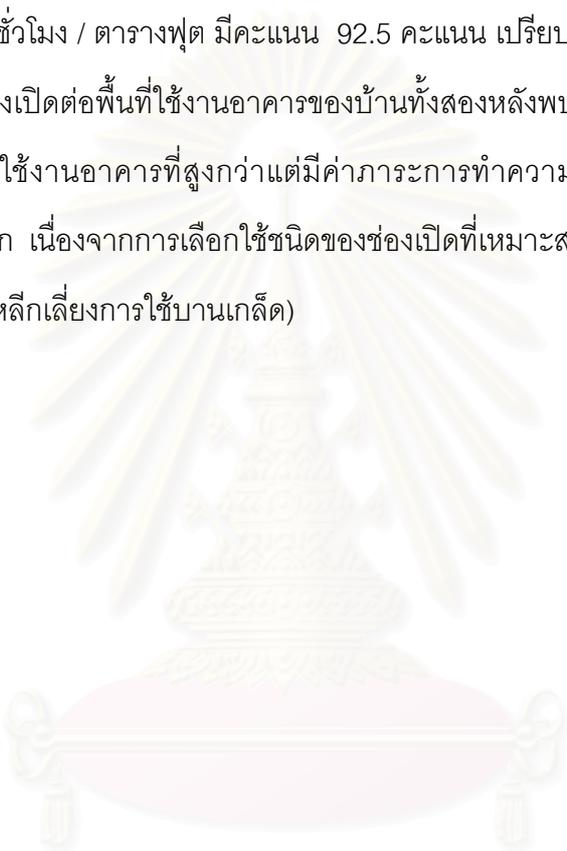
4) แบบประเมินชุดที่ 2 (3)ภาวะการทำความเย็นที่เกิดขึ้นกรณีที่ช่องเปิดนั้นปิดอยู่

กระจก : การรั่วซึมของอากาศ

บ้านชีวาทิพย์มีการเลือกใช้ช่องเปิดบานเลื่อนเกือบทั้งหมด ไม่มีการใช้ช่องเปิดชนิดบานเกล็ด(มีค่าการรั่วซึมของอากาศมากที่สุด) ส่วนในทิศใต้ที่มีค่าภาวะการทำความเย็นเนื่องจาก

การรั่วซึมสูงสุดใช้เป็นช่องเปิดชนิดบานกระจกติดตาย จึงทำให้มีค่าภาระการทำความเย็นในส่วนนี้ต่ำมาก โดยมีภาระการทำความเย็น 73.2 บีทียู / ชั่วโมง / ตารางฟุต ได้คะแนน 99.75 คะแนน

บ้านเบิกบานใช้ช่องเปิดชนิดบานเลื่อนเกือบทั้งหมดซึ่งเป็นชนิดที่มีค่าการรั่วซึมน้อย ประกอบกับสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดมีพื้นที่น้อย ทำให้ค่าการรั่วซึมที่ประเมินได้ มีภาระการทำความเย็น 1,356 บีทียู / ชั่วโมง / ตารางฟุต มีคะแนน 92.5 คะแนน เปรียบเทียบค่าการรั่วซึมของอากาศกับสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ใช้งานอาคารของบ้านทั้งสองหลังพบว่าบ้านชีวาทิตยมีสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ใช้งานอาคารที่สูงกว่าแต่มีค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากการรั่วซึมของอากาศที่ต่ำกว่ามาก เนื่องจากการเลือกใช้ชนิดของช่องเปิดที่เหมาะสมกับทิศทาง(การเลือกใช้งานติดตายทางทิศใต้ หลีกเลี้ยงการใช้นานเกล็ด)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปแนวทางการออกแบบช่องเปิดอาคาร

จากการศึกษาถึงตัวแปรที่มีผลต่อค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นผ่านทางช่องเปิดของอาคารจึงพอสรุปเป็นแนวทางสำหรับออกแบบอาคารโดยแยกตามตัวแปรที่ทำการศึกษาได้ดังนี้

6.1.1 ผลสรุปจากแบบประเมิน

จากการทำการทดสอบแบบประเมินกับอาคารตัวอย่างทั้งสองหลักพบว่าอาคารที่มีการออกแบบและใช้วัสดุทั่วไปมีภาระการทำความเย็นที่ผ่านเข้ามาทางช่องเปิดอาคารโดยคิดเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ของแต่ละส่วนได้เป็น

ค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากค่าความแตกต่างเอนทัลปี 94.2 เปอร์เซ็นต์

ค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากค่าการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ 4.398 เปอร์เซ็นต์

ค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากค่าการนำความร้อนของวัสดุ 0.036 เปอร์เซ็นต์

ค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดจากค่าการนำความร้อนของวัสดุ 1.087 เปอร์เซ็นต์

6.1.2 แนวทางการออกแบบอาคารเพื่อลดภาระการทำความเย็นที่เกิดจากค่าความแตกต่างเอนทัลปี

จากการวิเคราะห์ระดับเอนทัลปี ในแต่ละจังหวัดตัวแทนของแต่ละภูมิภาค นำมาประยุกต์เป็นแนวทางในการออกแบบอาคารปรับอากาศอย่างเหมาะสม เพื่อประโยชน์ในการลดปริมาณการใช้พลังงานในการลดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศที่ถูกความร้อนทำให้เกิดแรงดันเอนทัลปีภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร และข้อสรุปจากการศึกษาระดับเอนทัลปี สำหรับแนวทางการออกแบบอาคารปรับอากาศที่เหมาะสมกับแต่ละจังหวัดตัวแทนของแต่ละภูมิภาคในเรื่องต่างๆ ดังนี้

1) ทิศทางที่เหมาะสมในการเจาะช่องเปิดของอาคารในแต่ละภูมิภาค

ทิศทางที่เหมาะสมในการทำช่องเปิด (ประตูเข้า-ออกอาคาร) สำหรับอาคารปรับอากาศต้องเป็นทิศทางที่มีเอนทัลปีต่ำ หรือเป็นทิศทางที่มีความเร็วลมต่ำ เนื่องจากความเร็วลมเป็นตัวแปรที่ทำให้เกิดแรงอัดเอนทัลปีภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร ส่งผลให้เกิดการใช้พลังงานไปในการลดอุณหภูมิและ

ลดความชื้นให้กับอากาศ ดังนั้นการทำช่องเปิดควรเป็นทิศทางที่เกิดแรงอัดเอนทัลปีภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารต่ำ สำหรับจังหวัดตัวแทนแต่ละภูมิภาคก็จะมีทิศทางในการเจาะช่องเปิดที่ต่างกันดังนี้

ภาคกลาง : จังหวัดกรุงเทพมหานคร

direction	24.00 - 7.00 น.	8.00 - 16.00 น.	17.00 - 23.00 น.	รวม 1 วัน (12000 Btu / h.ft ²)	ทิศที่มีภาระการทำ ความเย็นเรียงจาก มากไปน้อย
N	0.07	0.51	0.14	0.73	S
NE	0.13	0.63	0.16	0.92	SW
E	0.19	0.83	0.27	1.29	SE
SE	0.31	1.50	0.85	2.65	W
S	0.38	1.93	1.15	3.46	E
SW	0.40	1.92	1.09	3.42	NW
W	0.21	1.08	0.49	1.78	NE
NW	0.14	0.76	0.30	1.20	N

ภาคเหนือ : จังหวัดเชียงใหม่

direction	24.00 - 7.00 น.	8.00 - 16.00 น.	17.00 - 23.00 น.	รวม 1 วัน (12000 Btu / h.ft ²)	ทิศที่มีภาระการ ทำความเย็น เรียงจากมากไป น้อย
N	0.22	0.41	0.42	1.04	SW
NE	0.64	0.74	0.67	2.05	SE
E	0.09	0.38	0.23	0.70	NW
SE	0.75	1.53	1.22	3.50	NE
S	0.20	0.57	0.44	1.20	S
SW	0.87	1.39	1.37	3.62	N
W	0.18	0.35	0.34	0.87	W
NW	0.78	0.86	0.98	2.63	E

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ : จังหวัดชัยภูมิ

direction	24.00 - 7.00 น.	8.00 - 16.00 น.	17.00 - 23.00 น.	รวม 1 วัน (12000 Btu / h.ft ²)	ทิศที่มีภาระการ ทำความเย็น เรียงจากมากไป น้อย
N	0.86	1.96	1.24	4.06	NE
NE	0.87	1.98	1.23	4.08	N
E	0.61	1.24	0.73	2.57	S
SE	0.70	1.05	0.65	2.40	SW
S	0.90	1.61	0.86	3.37	NW
SW	0.70	1.79	0.75	3.23	E
W	0.47	1.49	0.58	2.55	W
NW	0.51	1.53	0.76	2.79	SE

ภาคใต้ : จังหวัดสงขลา

direction	24.00 - 7.00 น.	8.00 - 16.00 น.	17.00 - 23.00 น.	รวม 1 วัน (12000 Btu / h.ft ²)	ทิศที่มีภาระการ ทำความเย็น เรียงจากมากไป น้อย
N	0.03	1.60	1.60	3.24	NE
NE	0.05	2.08	2.08	4.22	SW
E	0.06	1.58	1.58	3.23	W
SE	0.11	0.88	0.88	1.88	N
S	0.16	1.31	1.31	2.78	E
SW	0.16	1.86	1.86	3.87	S
W	0.09	1.59	1.59	3.27	NW
NW	0.05	1.27	1.27	2.60	SE

2) การเลือกใช้รูปแบบของช่องเปิด

นอกจากเรื่องของการทิศทางในการเจาะช่องเปิดอาคารแล้วในการเลือกใช้รูปแบบของช่องเปิดก็เป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่สามารถลดภาระการทำความเย็นได้ จากการศึกษาค่าการรั่วซึมของอากาศผ่านทางช่องเปิดรูปแบบต่าง ๆ พบว่า¹ การรั่วซึมของอากาศภายนอกอาคารชนิด

บานเกร็ด	มีค่าการรั่วซึม 80	เปอร์เซ็นต์ต่อค่าความเร็วลมภายนอก
บานเปิด	มีค่าการรั่วซึม 50	เปอร์เซ็นต์ต่อค่าความเร็วลมภายนอก
บานเลื่อน	มีค่าการรั่วซึม 0.0873	เปอร์เซ็นต์ต่อค่าความเร็วลมภายนอก
บานกระจกติดตาย	มีค่าการรั่วซึม 0.034	เปอร์เซ็นต์ต่อค่าความเร็วลมภายนอก

จากผลการทดลองข้างต้นเมื่อนำมาคำนวณค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นของช่องเปิดแต่ละชนิดโดยใช้ข้อมูลความเร็วปี 2543 เพื่อนำค่าที่ได้มาสร้างเป็นแบบประเมินพบว่า

บานเกร็ด						บานเปิด					
Monthly (Enthalpy)	Fpm	CFM (0.8)	Q (hour) Btu/h/ft ²	1 Day		Monthly (Enthalpy)	Fpm	CFM (0.5)	Q (hour) Btu/h/ft ²	1 Day (Btu /ft ²)	
N	11.57	226.88	181.50	87.48	2099.49	N	11.57	226.88	113.44	54.67	1312.18
NE	11.57	327.77525	262.22	126.38	3033.14	NE	11.57	327.77525	163.89	78.99	1895.71
E	11.57	467.59634	374.08	180.29	4327.01	E	11.57	467.59634	233.80	112.68	2704.38
SE	11.57	1257.1669	1005.73	484.73	11633.48	SE	11.57	1257.1669	628.58	302.96	7270.92
S	11.57	1744.5242	1395.62	672.64	16143.35	S	11.57	1744.5242	872.26	420.40	10089.59
SW	11.57	1476.1669	1180.93	569.17	13660.04	SW	11.57	1476.1669	738.08	355.73	8537.53
W	11.57	646.03053	516.82	249.09	5978.19	W	11.57	646.03053	323.02	155.68	3736.37
NW	11.57	247.61649	198.09	95.47	2291.37	NW	11.57	247.61649	123.81	59.67	1432.11
บานเลื่อน						บานติดตาย					
Monthly (Enthalpy)	Fpm	CFM (0.0873)	Q (hour)	1 Day		Monthly (Enthalpy)	Fpm	CFM (0.034)	Q (hour)	1 Day (Btu /ft ²)	
N	11.57	226.88	19.81	42.96	1030.98	N	11.57	226.88	7.71	16.73	401.53
NE	11.57	327.77525	28.61	62.06	1489.46	NE	11.57	327.77525	11.14	24.17	580.09
E	11.57	467.59634	40.82	88.53	2124.83	E	11.57	467.59634	15.90	34.48	827.54
SE	11.57	1257.1669	109.75	238.03	5712.76	SE	11.57	1257.1669	42.74	92.70	2224.90
S	11.57	1744.5242	152.30	330.31	7927.39	S	11.57	1744.5242	59.31	128.64	3087.42
SW	11.57	1476.1669	128.87	279.50	6707.93	SW	11.57	1476.1669	50.19	108.85	2612.48
W	11.57	646.03053	56.40	122.32	2935.66	W	11.57	646.03053	21.97	47.64	1143.33
NW	11.57	247.61649	21.62	46.88	1125.21	NW	11.57	247.61649	8.42	18.26	438.23

¹ ศศิน วิบูลย์บัณฑิตยกิจ. อิทธิพลของการรั่วซึมของอากาศต่อการให้พลังงานในอาคารปรับอากาศผ่านทางผนังและช่องเปิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

จากตารางจะสรุปได้ว่ารูปแบบของช่องเปิดอาคารชนิดบานเกร็ดมีการรั่วซึมมากที่สุด และเมื่อพิจารณาร่วมกับทิศทางแล้วจะพบว่าในการเลือกเจาะช่องเปิดทางด้านทิศเหนือร่วมกับการเลือกใช้ช่องเปิดชนิดบานเลื่อนทำให้มีค่าภาวะการทำความเย็นน้อยที่สุด (ช่องเปิดที่เปิด – ปิดได้) ในกรณีที่ได้สามารถหลีกเลี่ยงการเจาะช่องเปิดในทิศใต้ได้ก็ความที่จะเลือกบานช่องเปิดชนิดบานเลื่อนหรือบานกระจกติดตายเพื่อลดปริมาณการรั่วซึมของอากาศ

6.1.2 แนวทางการออกแบบอาคารเพื่อลดภาวะการทำความเย็นที่เกิดจากการนำความร้อนและการแผ่รังสีความร้อน

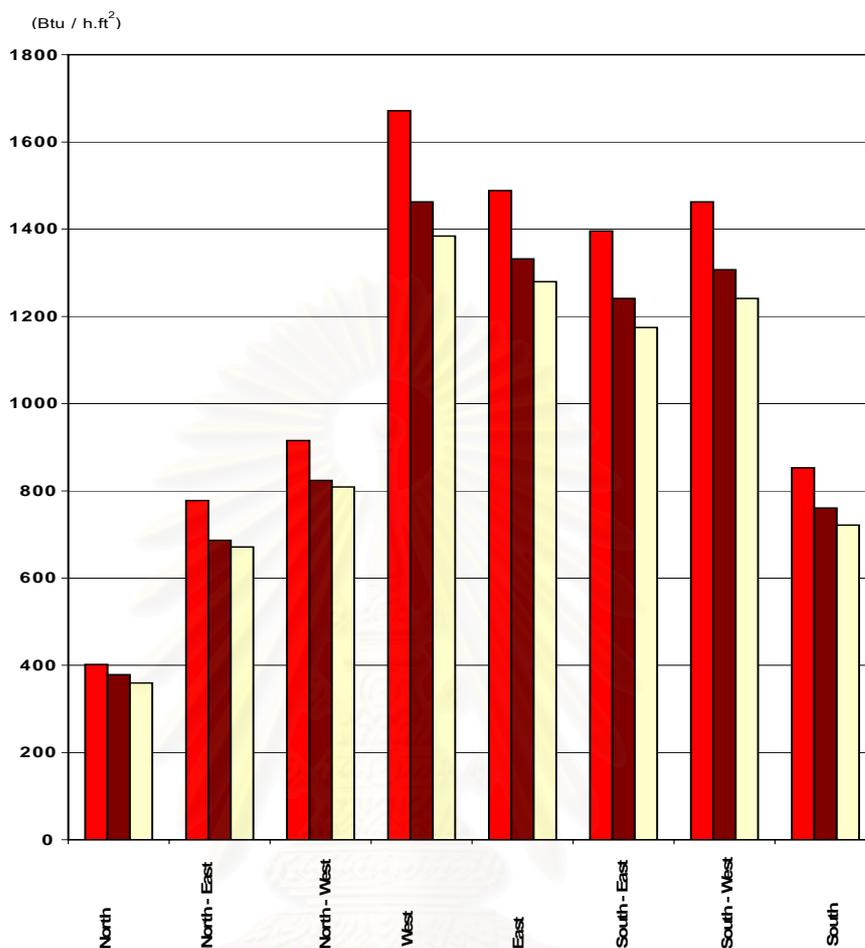
ในการเลือกใช้วัสดุที่ทำเป็นส่วนช่องเปิดอาคารนั้นสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงคือ ค่าคุณสมบัติทางด้าน การป้องกันความร้อนของวัสดุนั้น ๆ การเลือกใช้กระจกที่มีค่าการถ่ายเทความร้อนต่ำ และค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดต่ำจะเป็นการช่วยลดภาวะการทำความเย็นลงได้ แต่จากผลการประเมินอาคารโดยการใช้แบบประเมินที่สร้างขึ้นพบว่านอกจากต้องพิจารณาในเรื่องของคุณสมบัติวัสดุแล้วปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อภาวะการทำความเย็นมี

1. สัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ใช้งานของอาคาร

สัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ใช้งานอาคารที่น้อยหมายถึงมีพื้นที่ใน ส่วนที่เป็นเปลือกด้านนอกของอาคารน้อยทำให้อิทธิพลจากภายนอกเข้ามาภายในอาคารได้น้อยด้วย

2. ทิศทางของช่องเปิด

ทิศทางของช่องเปิดเป็นตัวแปรอีกตัวหนึ่งที่ต้องพิจารณาคู่ไปกับค่าสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ใช้งานอาคารเนื่องจากทิศแต่ละทิศจะได้รับผลกระทบจากค่าการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ไม่เท่ากันโดยทิศตะวันตกจะมีผลทำให้เกิดค่าภาวะการทำความเย็นสูงที่สุด



แผนภูมิที่ 6.1 แสดงค่าภาระการทำความเย็นรวมทั้งปีที่เกิดขึ้นในแต่ละทิศทาง (เมื่อกำหนดค่า Shading Coefficient = 1)

จะเห็นได้ว่าหากมีการเลือกเจาะช่องเปิดในทิศเหนือจะมีค่าภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นน้อยกว่าทิศตะวันตกถึง 1,250 Btu / h.ft²

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. จากที่ได้ทำการทดลองใช้แบบประเมินที่สร้างขึ้นทำให้พบว่าในการเลือกข้อมูลที่จะนำมาทำแบบประเมินควรมีการเก็บตัวอย่างจากแบบของอาคารที่มีอยู่ทั่วไป เพราะจะทำให้ค่านำให้ที่ออกมาใกล้เคียงค่าที่เกิดขึ้นจริง

2. รูปแบบของแบบประเมินยังมีความยุ่งยากในการใส่ข้อมูลเพื่อประเมิน ในการพัฒนาแบบประเมินในขั้นต่อไปควรจะหาวิธีที่สามารถลดขั้นตอนในการประเมินให้ง่ายขึ้น

3. ในการประเมินช่องเปิดอาคารจากแบบประเมินที่สร้างขึ้นนี้ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของการประเมินช่องเปิดในแนวระนาบนอน ดังนั้นหากมีการปรับปรุงให้สามารถประเมินช่องเปิดในระนาบนอนได้ก็จะทำให้สามารถประเมินอาคารในลักษณะต่าง ๆ ได้มากขึ้น
4. ในอนาคตถ้ามีการพัฒนาแบบประเมินให้ทันเทคโนโลยีของระบบการก่อสร้างที่เกิดขึ้นก็จะทำให้แบบประเมินมีศักยภาพในการประเมินที่ดีขึ้น



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ปุระชัย เปี่ยมสมบุญรณ์, สุนทร บุญญธการ และ แสงสันต์ พานิช. มหาวิทยาลัยชินวัตร : ปรัชญาและแนวคิดสู่มิติใหม่ทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ: รัชการพิมพ์, 2544.

ศศิน วิบูลบัณฑิตยกิจ. อิทธิพลของการรั่วซึมของอากาศต่อการใช้พลังงาน ในอาคารปรับอากาศผ่านทางผนังและช่องเปิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

สถุกกา พงษ์สุวรรณ. การวิเคราะห์ระดับเอนทัลปีเพื่อหาแนวทางการออกแบบอาคารปรับอากาศสำหรับภูมิภาคร้อนชื้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

สมสิทธิ์ นิตยะ. การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

สุนทร บุญญธการ. การใช้กระจก. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงาน, 2543.

สุนทร บุญญธการ. การใช้วัสดุและอุปกรณ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงาน, 2543.

สุนทร บุญญธการ. เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

สุนทร บุญญธการ. พลังงานใกล้ตัว. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ : บริษัท เฟิสท์ ออฟเซท, 2545.

ภาษาอังกฤษ

Aronin, Jeffrey Ellis. Climate and architecture. New York: Reinhold, 1953.

American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineering, 1989 ASHRAE Handbook Fundamentals I-P Edition. Atlanta, 2001.

Bradshaw, V. Building control systems. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1993.

Chapman, A. J. Heat transfer. New York: Macmillan, 1984.

- Derricott, R. and Chissick, S.S. Energy conservation and thermal insulation. Chichester: Wiley, 1981.
- Gallo, C., Sala, M., and Sayigh, A.A.M. Architecture: Comfort and energy. Amsterdam : Elsevier, 1998.
- Givoni, B. Man, climate and architecture. Amsterdam: Elsevier Publishing, 1969.
- Holman, J. P. Heat transfer. 5th ed. Auckland: McGraw-Hill International Book. 1981.
- Jennings, B. H. The Thermal environment : conditioning and control. New York: Harper & Row, 1978.
- Johnson. T. E. Solar architecture : the direct gain approach. New York: McGraw-Hill Book, 1981.
- McGuinness, W. J., Stein, B., Reynolds, J. S. Mechanical and electrical equipment for buildings. Singapore: Wiley, 1980.
- McQuiston, F. C., Parker, J. D. and Spitler, J. D. Heating, ventilating and air conditioning : Analysis and design. 5th edition. New York: John Wiley & Sons, 2000.
- Olgay, V. Design with climate. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992.
- Olgay, A. Solar control and shading devices. Princeton: Princeton University Press, 1957.



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 1.1 แสดงค่าพลังงาน(เอนทาลปี)ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนมกราคมที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดกรุงเทพมหานคร (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	71503.95	1784137.62	109784.63	1965426.20
10	35751.97	0.00	0.00	35751.97
20	143007.90	842509.43	182974.39	1168491.72
30	321767.77	1734578.24	292759.02	2349105.04
40	500527.65	1486781.35	622112.93	2609421.93
50	0.00	446034.41	36594.88	482629.28
60	1465830.97	4856819.08	1207630.98	7530281.03
70	464775.67	1486781.35	402543.66	2354100.68
80	321767.77	693831.30	109784.63	1125383.71
E	1537334.92	5055056.59	1573579.76	8165971.27
100	464775.67	1090306.32	329353.90	1884435.90
110	143007.90	1090306.32	0.00	1233314.22
120	71503.95	991187.57	292759.02	1355450.54
130	214511.85	396475.03	36594.88	647581.75
140	0.00	0.00	0.00	0.00
150	321767.77	1982375.13	914871.95	3219014.86
160	464775.67	594712.54	475733.41	1535221.63
170	0.00	1238984.46	256164.15	1495148.61
S	2466886.27	4609022.19	3659487.81	10735396.26
190	107255.92	446034.41	585518.05	1138808.38
200	214511.85	2081493.89	1097846.34	3393852.08
210	750791.47	1982375.13	365948.78	3099115.39
220	71503.95	396475.03	622112.93	1090091.90
230	0.00	297356.27	0.00	297356.27
240	0.00	99118.76	73189.76	172308.51
250	0.00	247796.89	365948.78	613745.67
260	0.00	99118.76	0.00	99118.76
W	0.00	0.00	292759.02	292759.02
280	0.00	297356.27	36594.88	333951.15
290	0.00	297356.27	0.00	297356.27
300	0.00	0.00	768492.44	768492.44
310	0.00	0.00	146379.51	146379.51
320	0.00	0.00	439138.54	439138.54
330	35751.97	247796.89	256164.15	539713.01
340	0.00	198237.51	36594.88	234832.39
350	143007.90	0.00	73189.76	216197.66

ตาราง 1.2 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี)ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนกุมภาพันธ์ที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดกรุงเทพมหานคร (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	0.00	428832.77	78264.50	507097.27
10	0.00	263897.09	0.00	263897.09
20	49773.24	296884.22	0.00	346657.46
30	149319.73	395845.63	130440.84	675606.20
40	323526.07	692729.85	0.00	1016255.92
50	0.00	197922.81	0.00	197922.81
60	248866.21	1286498.30	260881.68	1796246.19
70	0.00	329871.36	130440.84	460312.20
80	149319.73	131948.54	0.00	281268.27
E	398185.93	1484421.11	182617.18	2065224.22
100	49773.24	461819.90	0.00	511593.14
110	323526.07	32987.14	78264.50	434777.71
120	895918.35	725716.99	130440.84	1752076.18
130	99546.48	626755.58	104352.67	830654.74
140	174206.35	692729.85	182617.18	1049553.38
150	398185.93	1550395.38	391322.52	2339903.84
160	0.00	296884.22	52176.34	349060.56
170	149319.73	527794.17	391322.52	1068436.42
S	1742063.47	3595597.80	4617605.77	9955267.04
190	199092.97	1682343.93	391322.52	2272759.42
200	0.00	989614.07	391322.52	1380936.60
210	273752.83	2144163.83	1278320.24	3696236.90
220	0.00	461819.90	495675.20	957495.10
230	0.00	362858.49	0.00	362858.49
240	74659.86	692729.85	495675.20	1263064.91
250	0.00	0.00	52176.34	52176.34
260	0.00	65974.27	0.00	65974.27
W	0.00	0.00	547851.53	547851.53
280	0.00	98961.41	156529.01	255490.42
290	0.00	263897.09	208705.35	472602.43
300	0.00	626755.58	469587.03	1096342.61
310	0.00	0.00	260881.68	260881.68
320	0.00	0.00	0.00	0.00
330	0.00	692729.85	104352.67	797082.52
340	0.00	98961.41	52176.34	151137.74
350	0.00	0.00	0.00	0.00

ตาราง 1.3 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนมีนาคมที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดกรุงเทพมหานคร (Btu / ft.³)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	0	90967.9289	105800.5666	196,768.50
10	0	0	0	0.00
20	0	318387.7512	0	318,387.75
30	49773.24186	272903.7867	0	322,677.03
40	0	272903.7867	70533.71106	343,437.50
50	124433.1047	727743.4312	70533.71106	922,710.25
60	74659.8628	1046131.182	0	1,120,791.05
70	0	409355.6801	0	409,355.68
80	0	318387.7512	141067.4221	459,455.17
E	572392.2814	1455486.862	352668.5553	2,380,547.70
100	124433.1047	0	0	124,433.10
110	0	227419.8223	0	227,419.82
120	149319.7256	682259.4668	70533.71106	902,112.90
130	124433.1047	136451.8934	246867.9887	507,752.99
140	199092.9675	272903.7867	458469.1219	930,465.88
150	597278.9024	1273551.005	1481207.932	3,352,037.84
160	497732.4186	1546454.791	1551741.643	3,595,928.85
170	74659.8628	1273551.005	387935.4108	1,736,146.28
S	1941156.433	9506148.57	8111376.772	19,558,681.78
190	323526.0721	1682906.685	1340140.51	3,346,573.27
200	323526.0721	1819358.578	952205.0993	3,095,089.75
210	1095011.321	4184524.73	2433413.032	7,712,949.08
220	49773.24186	1864842.543	352668.5553	2,267,284.34
230	99546.48373	1046131.182	458469.1219	1,604,146.79
240	0	2228714.258	564269.6885	2,792,983.95
250	0	136451.8934	176334.2777	312,786.17
260	0	1273551.005	105800.5666	1,379,351.57
W	199092.9675	227419.8223	634803.3995	1,061,316.19
280	472845.7977	272903.7867	246867.9887	992,617.57
290	124433.1047	500323.609	0	624,756.71
300	74659.8628	682259.4668	634803.3995	1,391,722.73
310	0	90967.9289	317401.6998	408,369.63
320	0	136451.8934	0	136,451.89
330	0	181935.8578	176334.2777	358,270.14
340	0	272903.7867	0	272,903.79
350	0	0	35266.85553	35,266.86

ตาราง 1.4 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนเมษายนที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดกรุงเทพมหานคร (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	188032.0152	0	254071.3739	442,103.39
10	0	0	0	0.00
20	0	350436.3537	0	350,436.35
30	0	584060.5895	127035.6869	711,096.28
40	0	175218.1768	0	175,218.18
50	0	350436.3537	0	350,436.35
60	282048.0227	175218.1768	127035.6869	584,301.89
70	282048.0227	58406.05895	0	340,454.08
80	235040.0189	292030.2947	0	527,070.31
E	1457248.117	817684.8253	84690.45796	2,359,623.40
100	0	408842.4126	338761.8318	747,604.24
110	0	817684.8253	0	817,684.83
120	846144.0682	2453054.476	1312702.098	4,611,900.64
130	47008.00379	1752181.768	465797.5188	2,264,987.29
140	423072.0341	116812.1179	296416.6029	836,300.75
150	235040.0189	5490169.541	1312702.098	7,037,911.66
160	188032.0152	2745084.771	465797.5188	3,398,914.30
170	705120.0568	2161024.181	1143321.182	4,009,465.42
S	5170880.417	7417569.486	12364806.86	24,953,256.76
190	423072.0341	2978709.006	2286642.365	5,688,423.41
200	0	2161024.181	1482083.014	3,643,107.20
210	1504256.121	3037115.065	1609118.701	6,150,489.89
220	0	1343339.356	338761.8318	1,682,101.19
230	0	700872.7074	0	700,872.71
240	329056.0265	1693775.709	254071.3739	2,276,903.11
250	0	525654.5305	0	525,654.53
260	0	116812.1179	211726.1449	328,538.26
W	235040.0189	1168121.179	211726.1449	1,614,887.34
280	0	0	338761.8318	338,761.83
290	235040.0189	0	0	235,040.02
300	94016.00758	175218.1768	127035.6869	396,269.87
310	94016.00758	175218.1768	42345.22898	311,579.41
320	0	0	0	0.00
330	0	0	0	0.00
340	0	0	0	0.00
350	0	0	0	0.00

ตาราง 1.5 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนพฤษภาคม
ที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดกรุงเทพมหานคร (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	0	336075.4617	0	336,075.46
10	0	0	0	0.00
20	0	224050.3078	0	224,050.31
30	0	392088.0386	0	392,088.04
40	0	0	0	0.00
50	222948.0936	0	0	222,948.09
60	44589.61872	392088.0386	0	436,677.66
70	0	0	0	0.00
80	0	0	0	0.00
E	222948.0936	504113.1925	0	727,061.29
100	89179.23744	672150.9234	167524.3053	928,854.47
110	0	0	0	0.00
120	222948.0936	1344301.847	335048.6106	1,902,298.55
130	0	448100.6156	209405.3816	657,506.00
140	0	336075.4617	209405.3816	545,480.84
150	0	952213.8081	921383.6792	1,873,597.49
160	133768.8562	1176264.116	502572.916	1,812,605.89
170	0	1568352.155	335048.6106	1,903,400.77
S	758023.5183	9354100.351	6156518.22	16,268,642.09
190	267537.7123	1512339.578	1256432.29	3,036,309.58
200	0	784176.0773	1675243.053	2,459,419.13
210	579665.0434	3752842.656	1759005.206	6,091,512.90
220	312127.3311	1624364.732	1675243.053	3,611,735.12
230	133768.8562	896201.2312	167524.3053	1,197,494.39
240	802613.137	4761069.041	2722269.961	8,285,952.14
250	222948.0936	3136704.309	209405.3816	3,569,057.78
260	490485.8059	0	83762.15266	574,247.96
W	356716.9498	3752842.656	879502.6029	4,989,062.21
280	579665.0434	1008226.385	753859.3739	2,341,750.80
290	133768.8562	560125.7695	0	693,894.63
300	445896.1872	1456327.001	0	1,902,223.19
310	0	0	0	0.00
320	89179.23744	728163.5003	0	817,342.74
330	0	1176264.116	0	1,176,264.12
340	0	168037.7308	0	168,037.73
350	0	0	0	0.00

ตาราง 1.6 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนมิถุนายนที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดกรุงเทพมหานคร (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	0	0	0	0.00
10	0	0	0	0.00
20	0	0	0	0.00
30	0	0	0	0.00
40	0	0	0	0.00
50	0	107286.5246	0	107,286.52
60	0	429146.0984	0	429,146.10
70	0	0	0	0.00
80	0	214573.0492	0	214,573.05
E	305075.5044	911935.4591	162171.8242	1,379,182.79
100	0	0	81085.91209	81,085.91
110	130746.6448	214573.0492	0	345,319.69
120	392239.9343	214573.0492	648687.2967	1,255,500.28
130	87164.42984	0	243257.7363	330,422.17
140	0	107286.5246	0	107,286.52
150	130746.6448	1394724.82	2148776.67	3,674,248.13
160	87164.42984	2521233.328	648687.2967	3,257,085.05
170	217911.0746	1877514.18	527058.4286	2,622,483.68
S	1263884.233	7402770.197	5148955.418	13,815,609.85
190	566568.7939	2467590.066	608144.3407	3,642,303.20
200	174328.8597	3004022.689	527058.4286	3,705,409.98
210	261493.2895	5525256.017	2838006.923	8,624,756.23
220	435822.1492	375502.8361	405429.5605	1,216,754.55
230	653733.2238	1716584.394	121628.8681	2,491,946.49
240	392239.9343	4774250.344	1378460.506	6,544,950.78
250	261493.2895	1448368.082	648687.2967	2,358,548.67
260	217911.0746	214573.0492	0	432,484.12
W	610151.0089	1180151.771	1256831.637	3,047,134.42
280	0	160929.7869	0	160,929.79
290	392239.9343	375502.8361	324343.6484	1,092,086.42
300	0	697362.4099	364886.6044	1,062,249.01
310	0	160929.7869	0	160,929.79
320	0	107286.5246	0	107,286.52
330	0	0	162171.8242	162,171.82
340	0	0	0	0.00
350	0	0	0	0.00

ตาราง 1.7 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนกรกฎาคมที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดกรุงเทพมหานคร (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	0	0	110301.4629	110,301.46
10	0	0	0	0.00
20	0	0	0	0.00
30	0	0	0	0.00
40	0	0	0	0.00
50	0	0	0	0.00
60	78861.66558	0	257370.0801	336,231.75
70	0	98815.27778	0	98,815.28
80	78861.66558	790522.2222	0	869,383.89
E	78861.66558	444668.75	73534.3086	597,064.72
100	0	0	183835.7715	183,835.77
110	39430.83279	148222.9167	0	187,653.75
120	39430.83279	444668.75	110301.4629	594,401.05
130	0	543484.0278	183835.7715	727,319.80
140	0	148222.9167	0	148,222.92
150	39430.83279	691706.9444	73534.3086	804,672.09
160	0	494076.3889	625041.6231	1,119,118.01
170	157723.3312	395261.1111	110301.4629	663,285.91
S	749185.823	4545502.778	4816497.213	10,111,185.81
190	118292.4984	2569197.222	183835.7715	2,871,325.49
200	552031.6591	2668012.5	551507.3145	3,771,551.47
210	1064632.485	5879509.028	2831070.881	9,775,212.39
220	985770.8197	1729267.361	2463399.338	5,178,437.52
230	0	839929.8611	404438.6973	1,244,368.56
240	1892679.974	5039579.167	2610467.955	9,542,727.10
250	315446.6623	2519789.583	1948659.178	4,783,895.42
260	118292.4984	2124528.472	588274.4688	2,831,095.44
W	867478.3214	3013865.972	1838357.715	5,719,702.01
280	0	444668.75	294137.2344	738,805.98
290	0	1235190.972	0	1,235,190.97
300	78861.66558	1086968.056	183835.7715	1,349,665.49
310	0	444668.75	0	444,668.75
320	0	0	0	0.00
330	0	0	0	0.00
340	0	0	0	0.00
350	0	0	0	0.00

ตาราง 1.8 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนสิงหาคมที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดกรุงเทพมหานคร (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	0	150499.5517	0	150,499.55
10	0	0	0	0.00
20	0	0	0	0.00
30	0	0	0	0.00
40	0	0	0	0.00
50	0	0	0	0.00
60	75620.60341	150499.5517	0	226,120.16
70	0	0	0	0.00
80	0	0	0	0.00
E	226861.8102	100333.0344	224817.6119	552,012.46
100	75620.60341	150499.5517	0	226,120.16
110	0	150499.5517	0	150,499.55
120	491533.9221	551831.6894	187348.0099	1,230,713.62
130	0	0	899270.4475	899,270.45
140	0	100333.0344	0	100,333.03
150	113430.9051	1454828.999	1423844.875	2,992,104.78
160	113430.9051	501665.1722	674452.8356	1,289,548.91
170	0	551831.6894	299756.8158	851,588.51
S	75620.60341	7123645.445	4121656.218	11,320,922.27
190	226861.8102	1354495.965	374696.0198	1,956,053.79
200	0	902997.3099	337226.4178	1,240,223.73
210	1020878.146	6120315.101	2398054.527	9,539,247.77
220	1777084.18	1655495.068	711922.4376	4,144,501.69
230	151241.2068	601998.2066	562044.0297	1,315,283.44
240	2268618.102	3009991.033	2772750.547	8,051,359.68
250	831826.6375	2508325.861	824331.2436	4,164,483.74
260	415913.3187	3912988.343	824331.2436	5,153,232.91
W	2268618.102	5317650.825	1648662.487	9,234,931.41
280	113430.9051	902997.3099	786861.6416	1,803,289.86
290	2268618.102	1605328.551	74939.20396	1,907,129.57
300	151241.2068	250832.5861	187348.0099	589,421.80
310	0	100333.0344	224817.6119	325,150.65
320	0	200666.0689	0	200,666.07
330	113430.9051	100333.0344	0	213,763.94
340	0	0	0	0.00
350	0	0	0	0.00

ตาราง 1.9 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนกันยายนที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดกรุงเทพมหานคร (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	76697.02412	0	0	76,697.02
10	0	147779.6778	0	147,779.68
20	0	0	0	0.00
30	0	935937.9591	297293.0448	1,233,231.00
40	0	197039.5703	0	197,039.57
50	0	0	0	0.00
60	0	0	74323.26119	74,323.26
70	0	935937.9591	0	935,937.96
80	0	197039.5703	111484.8918	308,524.46
E	230091.0723	1182237.422	743232.6119	2,155,561.11
100	0	788158.2813	185808.153	973,966.43
110	0	197039.5703	260131.4142	457,170.98
120	345136.6085	1280757.207	1189172.179	2,815,065.99
130	0	0	222969.7836	222,969.78
140	0	197039.5703	0	197,039.57
150	153394.0482	1724096.24	148646.5224	2,026,136.81
160	383485.1206	1132977.529	520262.8283	2,036,725.48
170	0	788158.2813	0	788,158.28
S	421833.6326	2019655.596	1003364.026	3,444,853.25
190	38348.51206	1822616.026	1077687.287	2,938,651.82
200	230091.0723	1576316.563	594586.0895	2,400,993.72
210	230091.0723	2709294.092	1820919.899	4,760,305.06
220	76697.02412	837418.1739	743232.6119	1,657,347.81
230	0	0	0	0.00
240	498530.6567	3054113.34	1412141.963	4,964,785.96
250	0	492598.9258	706070.9813	1,198,669.91
260	0	837418.1739	408777.9365	1,246,196.11
W	958712.8014	2857073.77	631747.7201	4,447,534.29
280	191742.5603	1083717.637	260131.4142	1,535,591.61
290	882015.7773	1871875.918	222969.7836	2,976,861.48
300	268439.5844	2512254.522	334454.6753	3,115,148.78
310	0	935937.9591	0	935,937.96
320	0	344819.2481	0	344,819.25
330	0	394079.1407	148646.5224	542,725.66
340	0	0	0	0.00
350	0	197039.5703	0	197,039.57

ตาราง 1.10 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนตุลาคมที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดกรุงเทพมหานคร (Btu / ft.³)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	0	416717.0942	0	416,717.09
10	0	104179.2735	0	104,179.27
20	0	885523.8251	77904.77274	963,428.60
30	164806.2835	468806.731	0	633,613.01
40	0	416717.0942	0	416,717.09
50	0	208358.5471	0	208,358.55
60	206007.8544	572986.0045	545333.4091	1,324,327.27
70	0	572986.0045	623238.1819	1,196,224.19
80	0	677165.2781	0	677,165.28
E	206007.8544	1562689.103	584285.7955	2,352,982.75
100	0	156268.9103	116857.1591	273,126.07
110	288410.9961	260448.1839	0	548,859.18
120	164806.2835	1614778.74	545333.4091	2,324,918.43
130	0	156268.9103	116857.1591	273,126.07
140	82403.14175	0	77904.77274	160,307.91
150	0	416717.0942	1012762.046	1,429,479.14
160	0	156268.9103	38952.38637	195,221.30
170	0	937613.4619	311619.0909	1,249,232.55
S	164806.2835	2396123.292	1441238.296	4,002,167.87
190	0	1145972.009	0	1,145,972.01
200	0	156268.9103	77904.77274	234,173.68
210	0	1250151.283	856952.5001	2,107,103.78
220	82403.14175	364627.4574	389523.8637	836,554.46
230	0	208358.5471	0	208,358.55
240	82403.14175	2291944.018	545333.4091	2,919,680.57
250	82403.14175	677165.2781	0	759,568.42
260	206007.8544	0	77904.77274	283,912.63
W	329612.567	1250151.283	389523.8637	1,969,287.71
280	0	312537.8206	428476.25	741,014.07
290	0	156268.9103	740095.341	896,364.25
300	576821.9922	1198061.646	116857.1591	1,891,740.80
310	0	520896.3677	0	520,896.37
320	0	156268.9103	77904.77274	234,173.68
330	123604.7126	781344.5516	0	904,949.26
340	0	104179.2735	0	104,179.27
350	0	0	0	0.00

ตาราง 1.11 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือน

พฤศจิกายนที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดกรุงเทพมหานคร (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	123435.6672	2307106.562	536916.8571	2,967,459.09
10	123435.6672	394636.6488	390484.987	908,557.30
20	61717.83359	424993.314	268458.4286	755,169.58
30	637750.9471	1366049.938	658943.4156	2,662,744.30
40	164580.8896	910699.9587	170837.1818	1,246,118.03
50	102863.056	546419.9752	170837.1818	820,120.21
60	144008.2784	1335693.273	366079.6753	1,845,781.23
70	144008.2784	1244623.277	0	1,388,631.56
80	102863.056	546419.9752	195242.4935	844,525.52
E	0	1517833.264	414890.2987	1,932,723.56
100	61717.83359	424993.314	0	486,711.15
110	0	576776.6405	73215.93506	649,992.58
120	61717.83359	849986.6281	48810.62338	960,515.09
130	0	0	0	0.00
140	0	0	0	0.00
150	0	91069.99587	0	91,070.00
160	0	0	0	0.00
170	0	0	0	0.00
S	0	0	73215.93506	73,215.94
190	0	121426.6612	0	121,426.66
200	0	0	0	0.00
210	0	0	195242.4935	195,242.49
220	0	0	0	0.00
230	0	0	0	0.00
240	0	0	170837.1818	170,837.18
250	0	0	0	0.00
260	0	242853.3223	0	242,853.32
W	0	273209.9876	146431.8701	419,641.86
280	0	455349.9793	195242.4935	650,592.47
290	0	273209.9876	0	273,209.99
300	61717.83359	1183909.946	317269.0519	1,562,896.83
310	61717.83359	971413.2893	219647.8052	1,252,778.93
320	0	212496.657	244053.1169	456,549.77
330	288016.5568	1305336.607	317269.0519	1,910,622.22
340	0	242853.3223	195242.4935	438,095.82
350	0	273209.9876	97621.24675	370,831.23

ตาราง 1.12 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนธันวาคมที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดกรุงเทพมหานคร (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	43171.29482	1136555.72	192163.642	1,371,890.66
10	0	92153.16652	0	92,153.17
20	0	552918.9991	288245.4629	841,164.46
30	21585.64741	2088805.108	432368.1944	2,542,758.95
40	0	921531.6652	312265.9182	1,233,797.58
50	0	0	48040.91049	48,040.91
60	539641.1853	2518853.218	360306.8287	3,418,801.23
70	0	737225.3322	168143.1867	905,368.52
80	302199.0638	1228708.887	192163.642	1,723,071.59
E	302199.0638	2303829.163	648552.2916	3,254,580.52
100	43171.29482	307177.2217	0	350,348.52
110	0	552918.9991	144122.7315	697,041.73
120	43171.29482	614354.4435	96081.82098	753,607.56
130	0	92153.16652	0	92,153.17
140	0	0	0	0.00
150	0	184306.333	0	184,306.33
160	0	0	0	0.00
170	0	0	0	0.00
S	0	153588.6109	0	153,588.61
190	0	0	0	0.00
200	0	0	0	0.00
210	0	153588.6109	0	153,588.61
220	0	0	0	0.00
230	0	0	0	0.00
240	0	0	96081.82098	96,081.82
250	0	0	48040.91049	48,040.91
260	0	0	0	0.00
W	43171.29482	215024.0552	384327.2839	642,522.63
280	43171.29482	92153.16652	192163.642	327,488.10
290	0	153588.6109	192163.642	345,752.25
300	86342.58964	1904498.775	1177002.307	3,167,843.67
310	0	153588.6109	192163.642	345,752.25
320	0	552918.9991	72061.36573	624,980.36
330	64756.94223	1044402.554	816695.4783	1,925,854.97
340	0	215024.0552	0	215,024.06
350	0	215024.0552	0	215,024.06

ตาราง 1.13 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศรวมทั้งปีที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดกรุงเทพมหานคร (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.		08.00 น. - 16.00 น.		17.00 น. - 23.00 น.		รวมทุกเวลา	
	Btu / ft ²	12000 Btu						
N	502,840	42	6,650,893	554	1,387,303	116	8,541,747	712
10	159,188	13	1,002,646	84	390,485	33	1,552,448	129
20	254,499	21	3,895,704	325	817,583	68	4,968,200	414
30	1,345,004	112	8,239,076	687	1,938,840	162	11,523,880	960
40	988,635	82	5,073,621	423	1,175,750	98	7,238,609	603
50	450,244	38	2,584,202	215	326,007	27	3,360,733	280
60	3,160,134	263	12,763,933	1,064	3,198,962	267	19,124,622	1,594
70	890,832	74	5,874,002	490	1,324,366	110	8,089,874	674
80	1,190,051	99	5,090,627	424	749,743	62	7,031,007	586
E	5,537,206	461	17,340,289	1,445	5,045,041	420	27,924,863	2,327
100	908,671	76	4,460,217	372	1,403,227	117	6,772,679	564
110	925,122	77	4,268,877	356	555,735	46	5,750,213	479
120	3,723,871	310	11,767,471	981	4,967,219	414	20,460,266	1,705
130	572,664	48	4,151,871	346	2,729,209	227	7,454,365	621
140	878,774	73	1,971,403	164	1,224,813	102	4,075,330	340
150	1,989,275	166	17,206,155	1,434	9,829,053	819	29,026,902	2,419
160	1,868,389	156	11,165,622	930	5,555,419	463	18,590,979	1,549
170	1,304,734	109	11,320,085	943	3,762,528	314	16,388,712	1,366
S	14,754,341	1,230	58,123,724	4,844	51,514,723	4,293	124,403,154	10,367
190	2,270,556	189	17,783,632	1,482	8,104,419	675	28,160,954	2,347
200	1,494,490	125	16,143,285	1,345	7,686,983	641	25,326,868	2,111
210	6,780,572	565	36,739,136	3,062	18,386,053	1,532	61,910,919	5,159
220	3,791,182	316	10,653,152	888	8,197,969	683	22,644,191	1,887
230	1,038,290	87	6,670,291	556	1,714,105	143	9,423,471	785
240	6,340,801	528	27,645,286	2,304	13,095,549	1,091	47,085,559	3,924
250	1,714,118	143	11,692,855	974	4,979,654	415	18,388,160	1,532
260	1,448,611	121	8,887,818	741	2,300,577	192	12,638,058	1,053
W	5,868,594	489	19,255,511	1,605	8,862,525	739	33,989,463	2,832
280	1,400,856	117	5,129,802	427	3,689,626	307	10,221,135	852
290	1,994,360	166	7,292,669	608	1,763,217	147	11,051,166	921
300	1,837,997	153	11,774,448	981	4,681,572	390	18,295,542	1,525
310	155,734	13	3,553,954	296	1,403,637	117	5,113,751	426
320	89,179	7	2,439,072	203	833,158	69	3,361,689	280
330	625,561	52	5,924,223	494	1,981,634	165	8,532,129	711
340	0	0	1,300,197	108	284,014	24	1,584,343	132
350	143,008	12	685,274	57	206,078	17	1,034,446	86

ตาราง 2.1 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนมกราคมที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดเชียงใหม่ (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	-150,677.48	-16,599.78	-13,591.73	-180,868.99
10	-125,564.57	-19,919.74	-9,061.15	-154,545.46
20	-75,338.74	-23,239.69	-4,530.58	-103,109.01
30	0.00	-39,839.48	0.00	-39,839.48
40	0.00	0.00	-6,795.86	-6,795.86
50	0.00	0.00	0.00	0.00
60	0.00	0.00	0.00	0.00
70	0.00	-9,959.87	0.00	-9,959.87
80	0.00	0.00	0.00	0.00
E	0.00	-9,959.87	0.00	-9,959.87
100	0.00	0.00	0.00	0.00
110	0.00	-23,239.69	-4,530.58	-27,770.27
120	0.00	-26,559.65	-9,061.15	-35,620.80
130	0.00	-26,559.65	0.00	-26,559.65
140	0.00	-92,958.78	-6,795.86	-99,754.64
150	-37,669.37	-149,398.04	0.00	-187,067.41
160	-75,338.74	-156,037.95	-72,489.22	-303,865.91
170	-37,669.37	-96,278.74	-22,652.88	-156,600.98
S	-87,895.20	-268,916.47	-106,468.54	-463,280.20
190	-87,895.20	-431,594.33	-61,162.78	-580,652.30
200	-163,233.94	-159,357.91	-38,509.90	-361,101.74
210	-100,451.65	-239,036.86	-27,183.46	-366,671.97
220	-226,016.22	-13,279.83	-129,121.42	-368,417.46
230	-313,911.41	-142,758.12	-77,019.79	-533,689.33
240	-326,467.87	-33,199.56	-70,223.93	-429,891.36
250	-175,790.39	-43,159.43	-122,325.55	-341,275.38
260	-37,669.37	-6,639.91	-124,590.84	-168,900.12
W	-87,895.20	0.00	-117,794.98	-205,690.17
280	-37,669.37	0.00	-47,571.05	-85,240.42
290	0.00	0.00	-9,061.15	-9,061.15
300	0.00	0.00	-4,530.58	-4,530.58
310	0.00	0.00	0.00	0.00
320	-50,225.83	-16,599.78	-13,591.73	-80,417.34
330	-37,669.37	0.00	-4,530.58	-42,199.95
340	-37,669.37	0.00	-15,857.02	-53,526.39
350	-113,008.11	-16,599.78	-18,122.30	-147,730.20

ตาราง 2.2 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนกุมภาพันธ์ที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดเชียงใหม่ (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	-96,831.39	0.00	4,672.41	-92,158.98
10	-193,662.78	528.60	3,114.94	-190,019.23
20	-492,959.80	2,246.56	6,749.04	-483,964.20
30	-184,859.92	0.00	5,191.57	-179,668.36
40	-123,239.95	132.15	3,114.94	-119,992.86
50	0.00	0.00	3,114.94	3,114.94
60	-26,408.56	0.00	0.00	-26,408.56
70	0.00	264.30	0.00	264.30
80	0.00	0.00	0.00	0.00
E	0.00	132.15	0.00	132.15
100	0.00	0.00	2,076.63	2,076.63
110	0.00	726.83	2,076.63	2,803.46
120	0.00	462.53	1,557.47	2,020.00
130	0.00	660.75	0.00	660.75
140	0.00	594.68	2,076.63	2,671.31
150	0.00	2,709.09	1,557.47	4,266.56
160	0.00	2,907.32	22,842.90	25,750.22
170	-70,422.83	2,907.32	25,957.84	-41,557.67
S	-96,831.39	5,021.73	17,132.18	-74,677.49
190	-114,437.10	10,043.45	9,344.82	-95,048.82
200	-88,028.54	5,946.78	25,438.68	-56,643.07
210	-88,028.54	4,360.97	11,421.45	-72,246.11
220	-352,114.14	3,568.07	14,536.39	-334,009.68
230	-334,508.43	3,766.30	20,766.27	-309,975.87
240	-334,508.43	2,378.71	8,306.51	-323,823.21
250	-88,028.54	462.53	17,651.33	-69,914.68
260	-79,225.68	991.13	26,996.15	-51,238.40
W	0.00	0.00	36,340.98	36,340.98
280	-35,211.41	0.00	1,038.31	-34,173.10
290	0.00	0.00	0.00	0.00
300	0.00	330.38	1,557.47	1,887.85
310	0.00	0.00	1,038.31	1,038.31
320	0.00	0.00	0.00	0.00
330	-61,619.97	0.00	7,268.20	-54,351.78
340	-35,211.41	0.00	10,902.29	-24,309.12
350	-70,422.83	0.00	3,114.94	-67,307.89

ตาราง 2.3 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนมีนาคมที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดเชียงใหม่ (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	-84,165.29	21,981.78	170,348.66	108,165.15
10	-151,863.45	296,754.08	127,761.49	272,652.12
20	-32,934.24	219,817.84	70,978.61	257,862.20
30	-10,978.08	263,781.41	205,837.96	458,641.29
40	-5,489.04	0.00	63,880.75	58,391.71
50	-7,318.72	131,890.70	21,293.58	145,865.56
60	0.00	109,908.92	0.00	109,908.92
70	0.00	219,817.84	21,293.58	241,111.42
80	0.00	142,881.60	21,293.58	164,175.18
E	0.00	153,872.49	35,489.30	189,361.79
100	-5,489.04	153,872.49	127,761.49	276,144.94
110	0.00	153,872.49	78,076.47	231,948.96
120	0.00	351,708.54	78,076.47	429,785.01
130	0.00	197,836.05	113,565.77	311,401.83
140	0.00	549,544.60	42,587.16	592,131.76
150	0.00	340,717.65	177,446.52	518,164.17
160	0.00	483,599.24	141,957.22	625,556.46
170	0.00	593,508.16	198,740.10	792,248.27
S	-34,763.92	648,462.62	205,837.96	819,536.66
190	-7,318.72	626,480.84	170,348.66	789,510.78
200	-29,274.88	758,371.54	212,935.82	942,032.48
210	-29,274.88	219,817.84	198,740.10	389,283.06
220	-9,148.40	208,826.95	106,467.91	306,146.46
230	-31,104.56	87,927.14	255,522.99	312,345.56
240	-21,956.16	0.00	113,565.77	91,609.61
250	-12,807.76	0.00	198,740.10	185,932.34
260	-9,148.40	0.00	262,620.85	253,472.45
W	0.00	32,972.68	85,174.33	118,147.00
280	-9,148.40	0.00	0.00	-9,148.40
290	0.00	0.00	28,391.44	28,391.44
300	-9,148.40	0.00	0.00	-9,148.40
310	-3,659.36	0.00	78,076.47	74,417.11
320	-7,318.72	0.00	42,587.16	35,268.44
330	-58,549.77	32,972.68	63,880.75	38,303.66
340	-23,785.84	21,981.78	120,663.63	118,859.57
350	0.00	0.00	0.00	0.00

ตาราง 2.4 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนเมษายนที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดเชียงใหม่ (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	433,080.04	293,913.14	360,902.04	1,087,895.22
10	964,587.35	163,285.08	541,353.06	1,669,225.49
20	334,652.75	620,483.30	834,585.97	1,789,722.02
30	0.00	163,285.08	0.00	163,285.08
40	314,967.30	653,140.31	180,451.02	1,148,558.63
50	0.00	228,599.11	338,345.66	566,944.77
60	59,056.37	326,570.16	0.00	385,626.52
70	0.00	261,256.12	90,225.51	351,481.63
80	78,741.82	653,140.31	45,112.76	776,994.89
E	0.00	163,285.08	203,007.40	366,292.48
100	0.00	587,826.28	0.00	587,826.28
110	0.00	816,425.39	293,232.91	1,109,658.30
120	78,741.82	653,140.31	383,458.42	1,115,340.55
130	0.00	718,454.34	0.00	718,454.34
140	118,112.74	2,090,049.00	90,225.51	2,298,387.24
150	0.00	685,797.33	406,014.80	1,091,812.12
160	0.00	1,371,594.65	857,142.35	2,228,737.00
170	236,225.47	1,240,966.59	834,585.97	2,311,778.04
S	669,305.51	1,959,420.93	1,218,044.39	3,846,770.83
190	767,732.79	2,090,049.00	1,060,149.75	3,917,931.53
200	551,192.77	2,285,991.09	2,052,630.36	4,889,814.22
210	905,530.98	2,155,363.03	1,240,600.77	4,301,494.78
220	984,272.81	1,012,367.48	1,759,397.45	3,756,037.74
230	1,732,320.14	653,140.31	2,030,073.98	4,415,534.43
240	807,103.70	620,483.30	2,007,517.60	3,435,104.60
250	531,507.32	653,140.31	1,691,728.32	2,876,375.94
260	433,080.04	751,111.36	1,105,262.50	2,289,453.89
W	216,540.02	587,826.28	1,037,593.37	1,841,959.67
280	118,112.74	163,285.08	248,120.15	529,517.97
290	0.00	163,285.08	135,338.27	298,623.34
300	137,798.19	97,971.05	45,112.76	280,881.99
310	118,112.74	130,628.06	0.00	248,740.80
320	0.00	130,628.06	0.00	130,628.06
330	98,427.28	0.00	67,669.13	166,096.41
340	118,112.74	0.00	90,225.51	208,338.25
350	98,427.28	0.00	496,240.31	594,667.59

ตาราง 2.5 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนพฤษภาคม
ที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดเชียงใหม่ (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	1,337,796.06	4,801,029.03	3,394,695.92	9,533,521.00
10	3,888,942.02	5,317,268.71	3,850,081.95	13,056,292.68
20	1,586,688.35	2,219,830.62	6,789,391.83	10,595,910.80
30	777,788.40	671,111.58	1,614,550.50	3,063,450.48
40	93,334.61	671,111.58	993,569.54	1,758,015.73
50	715,565.33	1,393,847.14	745,177.15	2,854,589.62
60	0.00	619,487.62	206,993.65	826,481.27
70	93,334.61	206,495.87	0.00	299,830.48
80	217,780.75	774,359.52	124,196.19	1,116,336.47
E	0.00	1,393,847.14	579,582.23	1,973,429.37
100	93,334.61	154,871.90	124,196.19	372,402.70
110	0.00	774,359.52	0.00	774,359.52
120	0.00	619,487.62	124,196.19	743,683.81
130	0.00	671,111.58	0.00	671,111.58
140	186,669.22	1,032,479.36	206,993.65	1,426,142.23
150	0.00	877,607.46	248,392.38	1,125,999.84
160	93,334.61	2,323,078.56	331,189.85	2,747,603.01
170	93,334.61	464,615.71	620,980.96	1,178,931.28
S	248,892.29	2,684,446.34	2,359,727.65	5,293,066.27
190	124,446.14	2,374,702.53	1,490,354.30	3,989,502.98
200	591,119.19	4,233,165.38	1,283,360.65	6,107,645.22
210	560,007.65	3,149,062.05	2,732,316.22	6,441,385.92
220	342,226.90	4,646,157.12	3,270,499.72	8,258,883.74
230	715,565.33	619,487.62	3,229,100.99	4,564,153.94
240	342,226.90	464,615.71	2,732,316.22	3,539,158.83
250	746,676.87	671,111.58	1,117,765.73	2,535,554.18
260	0.00	464,615.71	662,379.69	1,126,995.40
W	280,003.83	1,755,214.91	1,283,360.65	3,318,579.39
280	155,557.68	2,064,958.72	496,784.77	2,717,301.17
290	217,780.75	722,735.55	496,784.77	1,437,301.07
300	280,003.83	412,991.74	82,797.46	775,793.03
310	0.00	309,743.81	0.00	309,743.81
320	0.00	1,084,103.33	496,784.77	1,580,888.10
330	0.00	464,615.71	538,183.50	1,002,799.21
340	715,565.33	206,495.87	248,392.38	1,170,453.59
350	373,338.43	929,231.42	869,373.34	2,171,943.20

ตาราง 2.6 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนมิถุนายนที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดเชียงใหม่ (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	284,599.71	678,215.13	1,210,999.59	2,173,814.42
10	853,799.12	145,331.81	820,354.56	1,819,485.49
20	316,221.90	823,546.94	273,451.52	1,413,220.36
30	0.00	435,995.44	898,483.57	1,334,479.01
40	284,599.71	532,883.32	546,903.04	1,364,386.06
50	0.00	435,995.44	273,451.52	709,446.96
60	63,244.38	193,775.75	0.00	257,020.13
70	63,244.38	193,775.75	156,258.01	413,278.14
80	0.00	145,331.81	117,193.51	262,525.32
E	158,110.95	145,331.81	234,387.02	537,829.78
100	63,244.38	0.00	0.00	63,244.38
110	126,488.76	387,551.50	0.00	514,040.26
120	0.00	435,995.44	0.00	435,995.44
130	0.00	1,065,766.63	117,193.51	1,182,960.14
140	0.00	1,017,322.69	703,161.05	1,720,483.74
150	126,488.76	484,439.38	585,967.54	1,196,895.68
160	284,599.71	435,995.44	1,718,838.13	2,439,433.27
170	695,688.17	1,162,654.51	390,645.03	2,248,987.71
S	411,088.46	3,342,631.70	2,070,418.65	5,824,138.82
190	632,443.79	3,342,631.70	2,226,676.66	6,201,752.16
200	252,977.52	8,283,913.35	2,695,450.70	11,232,341.57
210	1,201,643.20	4,311,510.46	1,953,225.14	7,466,378.81
220	1,454,620.72	2,858,192.33	4,140,837.31	8,453,650.35
230	1,201,643.20	3,439,519.58	2,890,773.21	7,531,936.00
240	2,023,820.13	1,889,313.57	2,382,934.68	6,296,068.38
250	948,665.69	968,878.75	2,265,741.17	4,183,285.61
260	569,199.41	1,356,430.26	1,015,677.08	2,941,306.74
W	158,110.95	1,017,322.69	546,903.04	1,722,336.68
280	284,599.71	484,439.38	507,838.54	1,276,877.62
290	189,733.14	290,663.63	312,516.02	792,912.79
300	189,733.14	435,995.44	0.00	625,728.58
310	0.00	0.00	117,193.51	117,193.51
320	284,599.71	0.00	117,193.51	401,793.21
330	442,710.65	0.00	468,774.03	911,484.69
340	664,065.98	968,878.75	312,516.02	1,945,460.76
350	252,977.52	193,775.75	273,451.52	720,204.79

ตาราง 2.7 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนกรกฎาคมที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดเชียงใหม่ (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	655,863.06	464,459.89	1,334,235.03	2,454,557.99
10	1,061,873.53	971,143.41	162,711.59	2,195,728.53
20	812,020.93	971,143.41	1,334,235.03	3,117,399.38
30	530,936.76	337,789.01	846,100.27	1,714,826.04
40	281,084.17	548,907.15	976,269.54	1,806,260.85
50	0.00	506,683.52	130,169.27	636,852.79
60	0.00	0.00	0.00	0.00
70	0.00	0.00	97,626.95	97,626.95
80	0.00	633,354.40	97,626.95	730,981.35
E	93,694.72	168,894.51	130,169.27	392,758.50
100	93,694.72	126,670.88	488,134.77	708,500.37
110	0.00	0.00	0.00	0.00
120	0.00	253,341.76	0.00	253,341.76
130	93,694.72	548,907.15	260,338.54	902,940.41
140	0.00	211,118.13	227,796.23	438,914.36
150	0.00	1,097,814.29	943,727.22	2,041,541.51
160	0.00	844,472.53	1,236,608.08	2,081,080.61
170	187,389.45	1,308,932.43	618,304.04	2,114,625.91
S	0.00	1,942,286.83	748,473.31	2,690,760.14
190	0.00	2,322,299.47	683,388.68	3,005,688.14
200	156,157.87	5,531,295.10	1,789,827.49	7,477,280.45
210	249,852.59	2,955,653.87	1,138,981.13	4,344,487.59
220	406,010.47	3,462,337.39	1,366,777.35	5,235,125.21
230	655,863.06	1,140,037.92	976,269.54	2,772,170.52
240	562,168.34	2,448,970.35	1,399,319.67	4,410,458.36
250	562,168.34	1,604,497.81	1,529,488.94	3,696,155.09
260	343,547.32	1,435,603.31	911,184.90	2,690,335.53
W	343,547.32	380,012.64	455,592.45	1,179,152.41
280	249,852.59	506,683.52	585,761.72	1,342,297.84
290	0.00	168,894.51	195,253.91	364,148.41
300	0.00	380,012.64	65,084.64	445,097.28
310	93,694.72	168,894.51	162,711.59	425,300.82
320	124,926.30	0.00	0.00	124,926.30
330	249,852.59	0.00	227,796.23	477,648.82
340	343,547.32	464,459.89	553,219.40	1,361,226.62
350	468,473.62	0.00	0.00	468,473.62

ตาราง 2.8 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนสิงหาคมที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดเชียงใหม่ (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	1,025,020.22	702,954.48	949,269.94	2,677,244.64
10	1,091,150.56	746,889.13	1,336,009.55	3,174,049.24
20	264,521.35	175,738.62	386,739.61	826,999.57
30	297,586.52	1,142,301.03	210,948.88	1,650,836.42
40	0.00	878,693.10	0.00	878,693.10
50	264,521.35	307,542.58	0.00	572,063.93
60	297,586.52	0.00	0.00	297,586.52
70	99,195.51	219,673.27	0.00	318,868.78
80	0.00	175,738.62	0.00	175,738.62
E	99,195.51	219,673.27	175,790.73	494,659.51
100	0.00	395,411.89	175,790.73	571,202.62
110	231,456.18	0.00	0.00	231,456.18
120	0.00	527,215.86	0.00	527,215.86
130	165,325.84	834,758.44	140,632.58	1,140,716.87
140	0.00	1,054,431.72	105,474.44	1,159,906.15
150	429,847.19	395,411.89	210,948.88	1,036,207.96
160	628,238.20	1,889,190.16	808,637.36	3,326,065.72
170	198,391.01	1,318,039.64	351,581.46	1,868,012.12
S	0.00	2,504,275.33	562,530.34	3,066,805.66
190	396,782.02	2,855,752.56	1,582,116.57	4,834,651.16
200	628,238.20	1,845,255.50	1,968,856.18	4,442,349.88
210	661,303.37	1,977,059.47	2,004,014.33	4,642,377.16
220	1,025,020.22	2,548,209.98	2,777,493.54	6,350,723.74
230	628,238.20	1,493,778.26	1,511,800.28	3,633,816.74
240	793,564.04	1,449,843.61	2,214,963.20	4,458,370.85
250	628,238.20	790,823.79	2,214,963.20	3,634,025.19
260	760,498.87	1,098,366.37	3,199,391.29	5,058,256.54
W	231,456.18	1,142,301.03	1,054,744.38	2,428,501.59
280	99,195.51	263,607.93	949,269.94	1,312,073.38
290	165,325.84	0.00	843,795.51	1,009,121.35
300	0.00	263,607.93	210,948.88	474,556.81
310	0.00	263,607.93	70,316.29	333,924.22
320	99,195.51	175,738.62	0.00	274,934.12
330	0.00	0.00	210,948.88	210,948.88
340	330,651.68	922,627.75	492,214.04	1,745,493.48
350	99,195.51	1,054,431.72	421,897.75	1,575,524.97

ตาราง 2.9 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนกันยายนที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดเชียงใหม่ (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	98,851.43	566,503.26	566,507.09	1,231,861.78
10	375,635.45	89,447.88	778,947.25	1,244,030.58
20	355,865.16	268,343.65	1,227,432.02	1,851,640.83
30	316,324.59	626,135.18	1,416,267.72	2,358,727.49
40	257,013.73	417,423.46	165,231.23	839,668.42
50	59,310.86	298,159.61	0.00	357,470.47
60	59,310.86	149,079.81	118,022.31	326,412.98
70	0.00	268,343.65	94,417.85	362,761.50
80	59,310.86	298,159.61	212,440.16	569,910.63
E	0.00	0.00	0.00	0.00
100	59,310.86	506,871.34	283,253.54	849,435.74
110	0.00	178,895.77	283,253.54	462,149.31
120	98,851.43	327,975.57	165,231.23	592,058.24
130	0.00	119,263.84	188,835.70	308,099.54
140	0.00	506,871.34	259,649.08	766,520.42
150	0.00	178,895.77	283,253.54	462,149.31
160	0.00	238,527.69	448,484.78	687,012.47
170	59,310.86	1,103,190.56	519,298.16	1,681,799.59
S	217,473.15	1,788,957.67	660,924.94	2,667,355.76
190	0.00	834,846.91	259,649.08	1,094,495.99
200	296,554.30	894,478.83	684,529.40	1,875,562.53
210	0.00	2,057,301.32	1,038,596.33	3,095,897.65
220	691,960.03	1,133,006.52	755,342.78	2,580,309.34
230	257,013.73	1,311,902.29	47,208.92	1,616,124.94
240	415,176.02	1,341,718.25	991,387.40	2,748,281.68
250	395,405.73	805,030.95	1,416,267.72	2,616,704.40
260	257,013.73	864,662.87	141,626.77	1,263,303.37
W	98,851.43	1,103,190.56	967,782.94	2,169,824.94
280	158,162.29	1,341,718.25	377,671.39	1,877,551.94
290	177,932.58	268,343.65	236,044.62	682,320.85
300	0.00	119,263.84	0.00	119,263.84
310	0.00	0.00	47,208.92	47,208.92
320	118,621.72	89,447.88	188,835.70	396,905.30
330	79,081.15	0.00	70,813.39	149,894.53
340	276,784.01	298,159.61	236,044.62	810,988.25
350	454,716.59	59,631.92	424,880.32	939,228.83

ตาราง 2.10 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนตุลาคมที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดเชียงใหม่ (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.00	0.00	0.00
40	0.00	0.00	0.00	0.00
50	0.00	0.00	0.00	0.00
60	0.00	0.00	0.00	0.00
70	0.00	0.00	0.00	0.00
80	0.00	0.00	0.00	0.00
E	0.00	0.00	0.00	0.00
100	0.00	0.00	0.00	0.00
110	0.00	0.00	0.00	0.00
120	0.00	0.00	0.00	0.00
130	0.00	0.00	0.00	0.00
140	0.00	0.00	0.00	0.00
150	0.00	0.00	0.00	0.00
160	0.00	0.00	0.00	0.00
170	0.00	0.00	0.00	0.00
S	0.00	0.00	0.00	0.00
190	0.00	0.00	0.00	0.00
200	0.00	0.00	0.00	0.00
210	0.00	0.00	0.00	0.00
220	0.00	0.00	0.00	0.00
230	0.00	0.00	0.00	0.00
240	0.00	0.00	0.00	0.00
250	0.00	0.00	0.00	0.00
260	0.00	0.00	0.00	0.00
W	0.00	0.00	0.00	0.00
280	0.00	0.00	0.00	0.00
290	0.00	0.00	0.00	0.00
300	0.00	0.00	0.00	0.00
310	0.00	0.00	0.00	0.00
320	0.00	0.00	0.00	0.00
330	0.00	0.00	0.00	0.00
340	0.00	0.00	0.00	0.00
350	0.00	0.00	0.00	0.00

ตาราง 2.11 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนพฤษภาคม
 ภายนอกที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดเชียงใหม่ (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	-8,688.17	430,815.07	467,644.00	889,770.89
10	-30,408.61	1,012,997.59	95,260.82	1,077,849.79
20	-15,928.32	558,895.22	0.00	542,966.90
30	-7,240.15	139,723.80	86,600.74	219,084.40
40	-4,344.09	0.00	69,280.59	64,936.51
50	0.00	244,516.66	34,640.30	279,156.96
60	0.00	34,930.95	0.00	34,930.95
70	0.00	93,149.20	0.00	93,149.20
80	0.00	58,218.25	0.00	58,218.25
E	0.00	34,930.95	0.00	34,930.95
100	0.00	104,792.85	0.00	104,792.85
110	0.00	69,861.90	0.00	69,861.90
120	-2,896.06	209,585.71	0.00	206,689.65
130	0.00	58,218.25	0.00	58,218.25
140	0.00	512,320.62	0.00	512,320.62
150	0.00	267,803.96	0.00	267,803.96
160	0.00	174,654.76	112,580.96	287,235.72
170	-2,896.06	314,378.56	69,280.59	380,763.10
S	0.00	384,240.46	86,600.74	470,841.20
190	-11,584.23	349,309.51	147,221.26	484,946.54
200	-4,344.09	477,389.67	0.00	473,045.58
210	-7,240.15	349,309.51	0.00	342,069.37
220	-5,792.12	279,447.61	0.00	273,655.49
230	-7,240.15	174,654.76	25,980.22	193,394.83
240	-13,032.26	128,080.15	69,280.59	184,328.49
250	-23,168.46	93,149.20	216,501.85	286,482.59
260	-10,136.20	93,149.20	103,920.89	186,933.89
W	-5,792.12	46,574.60	571,564.89	612,347.38
280	-14,480.29	0.00	658,165.63	643,685.34
290	0.00	46,574.60	95,260.82	141,835.42
300	0.00	0.00	43,300.37	43,300.37
310	-5,792.12	0.00	0.00	-5,792.12
320	-2,896.06	0.00	25,980.22	23,084.16
330	-13,032.26	34,930.95	112,580.96	134,479.65
340	-8,688.17	267,803.96	181,861.56	440,977.34
350	0.00	302,734.91	0.00	302,734.91

ตาราง 2.12 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนธันวาคมที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดเชียงใหม่ (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	-31,637.92	0.00	65,081.51	33,443.59
10	-5,272.99	120,517.23	48,811.13	164,055.37
20	-21,091.95	208,166.12	0.00	187,074.17
30	-14,061.30	153,385.56	48,811.13	188,135.39
40	-14,061.30	76,692.78	0.00	62,631.48
50	0.00	230,078.34	0.00	230,078.34
60	0.00	0.00	0.00	0.00
70	0.00	43,824.45	0.00	43,824.45
80	0.00	120,517.23	0.00	120,517.23
E	0.00	0.00	32,540.75	32,540.75
100	0.00	131,473.34	0.00	131,473.34
110	0.00	295,815.01	0.00	295,815.01
120	0.00	273,902.78	32,540.75	306,443.54
130	0.00	175,297.78	40,675.94	215,973.72
140	0.00	482,068.90	24,405.57	506,474.47
150	0.00	383,463.90	24,405.57	407,869.46
160	-3,515.32	186,253.89	24,405.57	207,144.13
170	-7,030.65	493,025.01	105,757.45	591,751.81
S	-14,061.30	383,463.90	122,027.83	491,430.43
190	0.00	482,068.90	40,675.94	522,744.84
200	-3,515.32	339,639.45	48,811.13	384,935.26
210	-26,364.93	493,025.01	195,244.53	661,904.61
220	-10,545.97	383,463.90	170,838.96	543,756.89
230	-33,395.58	131,473.34	146,433.39	244,511.15
240	-24,607.27	208,166.12	187,109.34	370,668.18
250	-21,091.95	54,780.56	48,811.13	82,499.74
260	-7,030.65	87,648.89	32,540.75	113,159.00
W	-17,576.62	21,912.22	219,650.09	223,985.69
280	-29,880.26	0.00	626,409.52	596,529.26
290	0.00	0.00	113,892.64	113,892.64
300	0.00	43,824.45	0.00	43,824.45
310	0.00	0.00	0.00	0.00
320	0.00	0.00	73,216.70	73,216.70
330	-12,303.64	0.00	122,027.83	109,724.19
340	-10,545.97	65,736.67	32,540.75	87,731.45
350	-5,272.99	0.00	32,540.75	27,267.77

ตาราง 2.13 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศรวมทั้งปีที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดเชียงใหม่ (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.		08.00 น. - 16.00 น.		17.00 น. - 23.00 น.		รวมทุกเวลา	
	Btu / ft ²	12000 Btu / ft ²	Btu / ft ²	12000 Btu / ft ²	Btu / ft ²	12000 Btu / ft ²	Btu / ft ²	12000 Btu / ft ²
N	3,463,210.26	288.60	7,943,272.0	661.94	8,510,764.5	709.23	19,918,906.49	1,659.91
10	7,729,215.63	644.10	8,844,243.8	737.02	7,755,345.2	646.28	24,330,832.00	2,027.57
20	3,031,717.39	252.64	6,044,972.6	503.75	10,919,033.1	909.92	19,997,389.34	1,666.45
30	1,705,496.82	142.12	3,893,668.6	324.47	5,332,792.3	444.40	10,932,868.77	911.07
40	1,083,865.14	90.32	3,778,983.8	314.92	2,991,904.8	249.33	7,855,408.32	654.62
50	1,032,078.82	86.01	3,777,313.1	314.78	1,546,192.4	128.85	6,356,113.98	529.68
60	452,789.56	37.73	1,433,753.2	119.48	325,016.0	27.08	2,211,743.02	184.31
70	255,774.49	21.31	1,496,640.6	124.72	459,821.9	38.32	2,212,421.34	184.37
80	355,833.44	29.65	3,001,701.3	250.14	617,863.1	51.49	3,975,729.22	331.31
E	351,001.18	29.25	2,270,007.5	189.17	1,390,966.7	115.91	4,012,309.74	334.36
100	304,095.53	25.34	2,161,791.0	180.15	1,201,213.4	100.10	3,667,405.45	305.62
110	357,944.94	29.83	2,654,268.7	221.19	652,109.0	54.34	3,664,627.98	305.39
120	174,697.20	14.56	3,626,256.5	302.19	775,999.4	64.67	4,577,334.47	381.44
130	259,020.57	21.59	4,363,715.2	363.64	861,242.0	71.77	5,484,434.79	457.04
140	304,781.95	25.40	7,363,842.3	613.65	1,655,573.5	137.96	9,324,974.68	777.08
150	518,666.58	43.22	4,565,262.7	380.44	2,881,713.9	240.14	7,966,306.97	663.86
160	927,318.45	77.28	7,794,236.3	649.52	5,630,198.0	469.18	14,352,948.69	1,196.08
170	1,352,320.67	112.69	7,905,939.8	658.83	3,712,478.7	309.37	12,971,820.05	1,080.99
S	1,313,207.61	109.43	15,374,291.0	1,281.19	7,945,249.4	662.10	24,634,800.83	2,052.90
190	1,700,169.50	141.68	14,856,590.5	1,238.05	7,608,763.0	634.06	24,167,536.80	2,013.96
200	2,187,843.08	182.32	24,496,088.8	2,041.34	10,723,330.5	893.61	37,410,379.66	3,117.53
210	3,326,977.65	277.25	17,433,426.7	1,452.79	10,485,956.5	873.83	31,248,964.72	2,604.08
220	4,300,494.30	358.37	16,522,297.5	1,376.86	14,233,070.0	1,186.09	35,058,783.14	2,921.57
230	4,470,483.53	372.54	8,912,929.4	742.74	11,056,910.0	921.41	24,442,359.62	2,036.86
240	4,223,487.14	351.96	8,520,370.2	710.03	12,036,477.1	1,003.04	24,782,399.43	2,065.20
250	3,491,775.04	290.98	5,598,716.1	466.56	10,595,333.9	882.94	19,687,465.53	1,640.62
260	2,220,129.06	185.01	6,145,939.2	512.16	7,337,010.0	611.42	15,704,386.88	1,308.70
W	1,217,245.79	101.44	6,087,327.6	507.28	6,140,912.1	511.74	13,446,606.00	1,120.55
280	939,090.79	78.26	4,824,692.9	402.06	4,403,488.9	366.96	10,168,119.87	847.34
290	750,772.31	62.56	1,660,497.0	138.37	2,448,216.8	204.02	4,859,891.12	404.99
300	598,386.76	49.87	1,753,997.5	146.17	444,271.0	37.02	2,796,888.27	233.07
310	202,355.98	16.86	872,874.3	72.74	476,545.1	39.71	1,551,904.70	129.33
320	566,902.62	47.24	1,463,318.1	121.94	931,006.3	77.58	2,961,473.83	246.79
330	686,896.67	57.24	532,519.3	44.38	1,885,412.3	157.12	3,105,087.06	258.76
340	2,332,826.29	194.40	3,216,144.3	268.01	2,262,723.2	188.56	7,812,344.77	651.03
350	1,558,425.02	129.87	2,523,205.9	210.27	2,503,376.6	208.61	6,585,556.35	548.80

ตาราง 3.1 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนมกราคมที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดอุบลราชธานี (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	238,489.30	1,373,580.01	577,885.41	2,189,954.72
10	1,235,252.27	3,235,142.38	2,016,178.00	6,486,572.66
20	2,794,605.39	5,187,071.87	8,796,700.20	16,778,377.46
30	978,417.64	4,409,914.76	2,311,541.66	7,699,874.06
40	97,841.76	2,114,590.27	333,889.35	2,546,321.39
50	146,762.65	1,156,698.95	25,683.80	1,329,145.40
60	24,460.44	289,174.74	64,209.49	377,844.67
70	79,496.43	343,395.00	231,154.17	654,045.60
80	12,230.22	180,734.21	77,051.39	270,015.82
E	12,230.22	162,660.79	12,841.90	187,732.91
100	67,266.21	216,881.05	179,786.57	463,933.84
110	48,920.88	36,146.84	51,367.59	136,435.32
120	42,805.77	307,248.16	25,683.80	375,737.73
130	61,151.10	108,440.53	38,525.69	208,117.32
140	24,460.44	289,174.74	77,051.39	390,686.57
150	0.00	397,615.27	0.00	397,615.27
160	0.00	795,230.53	64,209.49	859,440.02
170	12,230.22	271,101.32	25,683.80	309,015.33
S	12,230.22	307,248.16	38,525.69	358,004.07
190	0.00	108,440.53	51,367.59	159,808.12
200	0.00	72,293.68	0.00	72,293.68
210	12,230.22	234,954.47	25,683.80	272,868.49
220	0.00	0.00	0.00	0.00
230	12,230.22	126,513.95	0.00	138,744.17
240	0.00	0.00	0.00	0.00
250	0.00	0.00	0.00	0.00
260	0.00	108,440.53	0.00	108,440.53
W	0.00	0.00	0.00	0.00
280	0.00	54,220.26	25,683.80	79,904.06
290	0.00	126,513.95	102,735.18	229,249.13
300	0.00	126,513.95	0.00	126,513.95
310	0.00	72,293.68	38,525.69	110,819.38
320	0.00	126,513.95	38,525.69	165,039.64
330	0.00	325,321.58	89,893.29	415,214.87
340	18,345.33	289,174.74	89,893.29	397,413.36
350	36,690.66	325,321.58	38,525.69	400,537.94

ตาราง 3.2 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนกุมภาพันธ์ที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดอุบลราชธานี (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	59,902.96	1,434,761.17	700,644.50	2,195,308.62
10	412,902.54	3,911,432.23	2,627,416.86	6,951,751.64
20	922,077.70	3,484,419.98	4,262,254.02	8,668,751.70
30	220,357.32	1,981,336.85	2,487,287.96	4,688,982.13
40	66,321.13	1,400,600.19	467,096.33	1,934,017.65
50	29,951.48	239,126.86	105,096.67	374,175.02
60	14,975.74	461,173.23	105,096.67	581,245.65
70	34,230.26	34,160.98	70,064.45	138,455.69
80	29,951.48	136,643.92	23,354.82	189,950.22
E	17,115.13	102,482.94	23,354.82	142,952.89
100	0.00	222,046.37	70,064.45	292,110.82
110	17,115.13	222,046.37	93,419.27	332,580.77
120	19,254.52	324,529.31	116,774.08	460,557.92
130	25,672.70	409,931.76	81,741.86	517,346.32
140	10,696.96	734,461.07	93,419.27	838,577.30
150	23,533.31	358,690.29	116,774.08	498,997.68
160	0.00	631,978.13	93,419.27	725,397.40
170	6,418.17	427,012.25	0.00	433,430.43
S	10,696.96	666,139.11	163,483.72	840,319.79
190	0.00	358,690.29	116,774.08	475,464.37
200	4,278.78	85,402.45	23,354.82	113,036.05
210	4,278.78	102,482.94	0.00	106,761.72
220	12,836.35	119,563.43	0.00	132,399.78
230	12,836.35	0.00	0.00	12,836.35
240	0.00	0.00	0.00	0.00
250	0.00	0.00	35,032.22	35,032.22
260	25,672.70	85,402.45	23,354.82	134,429.96
W	17,115.13	0.00	0.00	17,115.13
280	4,278.78	68,321.96	0.00	72,600.74
290	0.00	153,724.41	70,064.45	223,788.86
300	0.00	170,804.90	105,096.67	275,901.58
310	4,278.78	119,563.43	0.00	123,842.21
320	8,557.57	0.00	81,741.86	90,299.42
330	4,278.78	239,126.86	81,741.86	325,147.50
340	40,648.44	563,656.17	175,161.12	779,465.73
350	85,575.66	444,092.74	233,548.17	763,216.56

ตาราง 3.3 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนมีนาคมที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดอุบลราชธานี (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	814,124.61	1,168,638.77	798,873.06	2,781,636.44
10	2,777,601.61	2,264,237.61	2,225,432.09	7,267,271.32
20	4,357,961.15	3,359,836.46	6,476,578.01	14,194,375.62
30	2,442,373.83	2,081,637.80	1,169,778.41	5,693,790.04
40	1,293,021.44	1,935,557.96	542,092.43	3,770,671.83
50	550,731.35	584,319.38	114,124.72	1,249,175.46
60	215,503.57	401,719.58	142,655.90	759,879.05
70	239,448.42	0.00	228,249.45	467,697.86
80	47,889.68	438,239.54	0.00	486,129.22
E	0.00	401,719.58	142,655.90	544,375.48
100	47,889.68	0.00	57,062.36	104,952.04
110	502,841.67	146,079.85	456,498.89	1,105,420.41
120	622,565.88	730,399.23	370,905.35	1,723,870.46
130	742,290.09	2,008,597.88	627,685.97	3,378,573.94
140	694,400.40	2,519,877.34	1,055,653.68	4,269,931.43
150	550,731.35	2,154,677.73	1,055,653.68	3,761,062.77
160	622,565.88	2,410,317.46	1,084,184.87	4,117,068.20
170	598,621.04	2,738,997.11	1,569,214.94	4,906,833.08
S	407,062.31	3,250,276.57	1,312,434.31	4,969,773.19
190	383,117.46	1,351,238.57	627,685.97	2,362,042.01
200	383,117.46	1,387,758.54	313,842.99	2,084,718.99
210	95,779.37	657,359.31	485,030.07	1,238,168.74
220	215,503.57	766,919.19	456,498.89	1,438,921.65
230	287,338.10	730,399.23	0.00	1,017,737.33
240	47,889.68	547,799.42	57,062.36	652,751.47
250	47,889.68	1,022,558.92	513,561.25	1,584,009.86
260	0.00	1,132,118.81	199,718.26	1,331,837.07
W	47,889.68	584,319.38	0.00	632,209.07
280	0.00	0.00	171,187.08	171,187.08
290	0.00	109,559.88	0.00	109,559.88
300	0.00	0.00	85,593.54	85,593.54
310	71,834.52	547,799.42	342,374.17	962,008.11
320	0.00	839,959.11	85,593.54	925,552.66
330	0.00	1,205,158.73	1,226,840.77	2,431,999.50
340	0.00	1,424,278.50	370,905.35	1,795,183.85
350	646,510.72	730,399.23	884,466.60	2,261,376.55

ตาราง 3.4 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนเมษายนที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดอุบลราชธานี (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	1,193,984.34	439,973.12	650,890.80	2,284,848.26
10	864,609.35	989,939.53	3,457,857.36	5,312,406.24
20	2,511,484.30	1,319,919.37	1,586,546.32	5,417,949.99
30	1,935,078.06	1,484,909.30	610,210.12	4,030,197.48
40	1,029,296.84	2,089,872.34	1,179,739.57	4,298,908.75
50	329,374.99	1,484,909.30	1,301,781.59	3,116,065.88
60	205,859.37	659,959.69	854,294.17	1,720,113.23
70	370,546.86	824,949.61	610,210.12	1,805,706.59
80	699,921.85	494,969.77	81,361.35	1,276,252.97
E	205,859.37	934,942.89	244,084.05	1,384,886.31
100	452,890.61	659,959.69	650,890.80	1,763,741.09
110	699,921.85	1,484,909.30	1,261,100.92	3,445,932.07
120	905,781.22	1,814,889.14	1,179,739.57	3,900,409.93
130	1,317,499.96	2,144,868.98	1,749,269.02	5,211,637.96
140	1,441,015.58	1,979,879.06	1,342,462.27	4,763,356.91
150	1,276,328.08	2,914,821.95	1,749,269.02	5,940,419.05
160	1,276,328.08	4,399,731.25	1,301,781.59	6,977,840.93
170	823,437.47	4,564,721.17	569,529.45	5,957,688.09
S	905,781.22	4,124,748.05	1,586,546.32	6,617,075.58
190	823,437.47	3,244,801.80	366,126.07	4,434,365.34
200	2,140,937.43	1,374,916.02	366,126.07	3,881,979.52
210	741,093.73	1,594,902.58	366,126.07	2,702,122.38
220	617,578.11	1,154,929.45	406,806.75	2,179,314.31
230	946,953.10	2,584,842.11	162,722.70	3,694,517.90
240	205,859.37	1,704,895.86	0.00	1,910,755.23
250	123,515.62	274,983.20	406,806.75	805,305.57
260	82,343.75	1,099,932.81	569,529.45	1,751,806.01
W	205,859.37	2,144,868.98	0.00	2,350,728.35
280	0.00	769,952.97	325,445.40	1,095,398.37
290	535,234.36	714,956.33	488,168.10	1,738,358.78
300	0.00	1,319,919.37	284,764.72	1,604,684.10
310	82,343.75	219,986.56	488,168.10	790,498.41
320	741,093.73	164,989.92	447,487.42	1,353,571.07
330	205,859.37	0.00	284,764.72	490,624.09
340	370,546.86	109,993.28	325,445.40	805,985.54
350	370,546.86	769,952.97	284,764.72	1,425,264.56

ตาราง 3.5 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนพฤษภาคม
ที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดอุบลราชธานี (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	332,595.99	380,333.69	144,599.60	857,529.27
10	702,147.09	522,958.82	795,297.80	2,020,403.70
20	221,730.66	0.00	0.00	221,730.66
30	406,506.21	427,875.40	180,749.50	1,015,131.10
40	813,012.42	760,667.37	325,349.10	1,899,028.89
50	665,191.98	950,834.22	469,948.70	2,085,974.89
60	554,326.65	998,375.93	506,098.60	2,058,801.17
70	554,326.65	1,141,001.06	506,098.60	2,201,426.30
80	628,236.87	427,875.40	361,499.00	1,417,611.26
E	554,326.65	380,333.69	253,049.30	1,187,709.63
100	443,461.32	855,750.79	578,398.40	1,877,610.51
110	1,330,383.95	427,875.40	397,648.90	2,155,908.25
120	1,847,755.49	808,209.08	506,098.60	3,162,063.17
130	849,967.53	427,875.40	1,445,996.00	2,723,838.92
140	1,995,575.93	1,236,084.48	469,948.70	3,701,609.11
150	1,515,159.50	1,996,751.85	1,590,595.59	5,102,506.95
160	1,736,890.16	1,996,751.85	1,988,244.49	5,721,886.51
170	443,461.32	2,139,376.98	2,530,492.99	5,113,331.29
S	739,102.20	3,137,752.91	1,373,696.20	5,250,551.30
190	776,057.31	950,834.22	469,948.70	2,196,840.22
200	813,012.42	1,568,876.46	759,147.90	3,141,036.77
210	1,367,339.06	665,583.95	1,409,846.10	3,442,769.11
220	369,551.10	1,759,043.30	1,084,497.00	3,213,091.39
230	369,551.10	3,090,211.20	1,265,246.50	4,725,008.79
240	258,685.77	3,945,961.99	1,192,946.70	5,397,594.46
250	369,551.10	3,898,420.28	1,265,246.50	5,533,217.88
260	702,147.09	3,232,836.33	542,248.50	4,477,231.92
W	554,326.65	3,090,211.20	650,698.20	4,295,236.04
280	73,910.22	1,283,626.19	1,084,497.00	2,442,033.41
290	0.00	570,500.53	180,749.50	751,250.03
300	221,730.66	998,375.93	361,499.00	1,581,605.58
310	0.00	190,166.84	253,049.30	443,216.14
320	147,820.44	427,875.40	216,899.40	792,595.24
330	73,910.22	570,500.53	361,499.00	1,005,909.75
340	110,865.33	1,473,793.03	0.00	1,584,658.36
350	0.00	95,083.42	578,398.40	673,481.82

ตาราง 3.6 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี)ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนมิถุนายนที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดอุบลราชธานี (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	0.00	0.00	106,823.45	106,823.45
10	0.00	139,347.98	71,215.63	210,563.61
20	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.00	213,646.90	213,646.90
40	73,389.49	139,347.98	284,862.53	497,600.00
50	366,947.44	92,898.65	605,332.88	1,065,178.97
60	146,778.98	325,145.28	142,431.27	614,355.52
70	110,084.23	0.00	498,509.43	608,593.67
80	330,252.70	0.00	284,862.53	615,115.23
E	146,778.98	418,043.93	71,215.63	636,038.54
100	403,642.18	1,161,233.14	284,862.53	1,849,737.86
110	256,863.21	185,797.30	356,078.17	798,738.68
120	513,726.42	836,087.86	391,685.98	1,741,500.26
130	587,115.90	696,739.89	1,246,273.58	2,530,129.37
140	1,467,789.76	1,347,030.44	1,317,489.22	4,132,309.42
150	1,247,621.30	2,229,567.63	1,068,234.50	4,545,423.43
160	1,321,010.78	1,393,479.77	1,032,626.68	3,747,117.24
170	2,164,989.89	3,158,554.15	1,744,783.02	7,068,327.06
S	2,238,379.38	3,158,554.15	747,764.15	6,144,697.68
190	1,100,842.32	1,950,871.68	2,172,076.82	5,223,790.81
200	1,798,042.45	3,158,554.15	569,725.07	5,526,321.67
210	2,678,716.31	1,393,479.77	1,994,037.73	6,066,233.81
220	2,275,074.13	4,459,135.27	1,602,351.75	8,336,561.14
230	1,541,179.25	2,368,915.61	2,029,645.55	5,939,740.41
240	1,394,400.27	3,855,294.03	925,803.23	6,175,497.54
250	917,368.60	6,270,658.97	854,587.60	8,042,615.17
260	1,321,010.78	4,412,685.94	1,353,097.03	7,086,793.76
W	403,642.18	4,087,540.66	498,509.43	4,989,692.28
280	146,778.98	882,537.19	391,685.98	1,421,002.15
290	0.00	1,114,783.82	534,117.25	1,648,901.07
300	110,084.23	650,290.56	854,587.60	1,614,962.39
310	0.00	92,898.65	106,823.45	199,722.10
320	183,473.72	836,087.86	178,039.08	1,197,600.67
330	0.00	232,246.63	0.00	232,246.63
340	0.00	0.00	0.00	0.00
350	0.00	0.00	712,156.33	712,156.33

ตาราง 3.7 แสดงค่าพลังงาน(เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนกรกฎาคมที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดอุบลราชธานี (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	116,713.80	0.00	116,713.80
30	0.00	77,809.20	92,132.19	169,941.39
40	99,067.91	194,523.00	184,264.38	477,855.29
50	0.00	0.00	0.00	0.00
60	0.00	0.00	0.00	0.00
70	99,067.91	116,713.80	0.00	215,781.71
80	0.00	77,809.20	0.00	77,809.20
E	0.00	0.00	0.00	0.00
100	396,271.65	0.00	184,264.38	580,536.03
110	429,294.29	116,713.80	184,264.38	730,272.46
120	594,407.47	233,427.59	245,685.84	1,073,520.91
130	396,271.65	194,523.00	429,950.22	1,020,744.86
140	1,155,792.31	311,236.79	767,768.25	2,234,797.35
150	1,320,905.50	233,427.59	859,900.44	2,414,233.53
160	2,212,516.70	1,244,947.17	460,660.95	3,918,124.82
170	1,122,769.67	1,789,611.56	1,689,090.14	4,601,471.37
S	2,047,403.52	622,473.58	1,474,115.04	4,143,992.14
190	1,882,290.33	0.00	921,321.90	2,803,612.23
200	2,377,629.89	1,322,756.37	1,750,511.60	5,450,897.86
210	2,905,992.09	2,061,943.75	2,763,965.69	7,731,901.53
220	6,010,120.00	5,174,311.67	2,671,833.50	13,856,265.17
230	3,038,082.64	8,597,916.39	3,531,733.94	15,167,732.96
240	660,452.75	12,177,139.50	1,904,065.25	14,741,657.50
250	297,203.74	10,854,383.13	3,347,469.56	14,499,056.42
260	660,452.75	3,151,272.52	2,334,015.47	6,145,740.74
W	660,452.75	2,840,035.73	583,503.87	4,083,992.34
280	0.00	3,657,032.31	890,611.17	4,547,643.48
290	165,113.19	1,439,470.16	798,478.98	2,403,062.33
300	363,249.01	116,713.80	0.00	479,962.81
310	0.00	77,809.20	0.00	77,809.20
320	0.00	0.00	491,371.68	491,371.68
330	0.00	155,618.40	0.00	155,618.40
340	0.00	155,618.40	184,264.38	339,882.78
350	0.00	0.00	122,842.92	122,842.92

ตาราง 3.8 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนสิงหาคมที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดอุบลราชธานี (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	0.00	1,394,544.80	176,266.72	1,570,811.52
10	110,628.72	674,779.74	105,760.03	891,168.49
20	0.00	224,926.58	211,520.07	436,446.65
30	0.00	0.00	211,520.07	211,520.07
40	0.00	89,970.63	282,026.75	371,997.39
50	0.00	134,955.95	458,293.48	593,249.42
60	258,133.67	89,970.63	387,786.79	735,891.09
70	147,504.96	719,765.06	70,506.69	937,776.70
80	73,752.48	224,926.58	70,506.69	369,185.75
E	110,628.72	89,970.63	70,506.69	271,106.04
100	258,133.67	0.00	70,506.69	328,640.36
110	442,514.87	269,911.90	70,506.69	782,933.46
120	184,381.20	629,794.42	176,266.72	990,442.34
130	110,628.72	1,034,662.27	705,066.89	1,850,357.87
140	1,069,410.94	539,823.79	176,266.72	1,785,501.45
150	885,029.74	854,721.00	810,826.92	2,550,577.66
160	2,507,584.27	989,676.95	1,903,680.59	5,400,941.81
170	921,905.98	584,809.11	1,445,387.12	2,952,102.21
S	3,429,490.25	629,794.42	2,326,720.72	6,386,005.40
190	2,175,698.11	1,304,574.16	1,868,427.25	5,348,699.53
200	2,433,831.79	2,699,118.96	1,445,387.12	6,578,337.87
210	1,548,802.05	2,969,030.86	3,067,040.95	7,584,873.86
220	1,548,802.05	3,598,825.28	1,621,653.84	6,769,281.17
230	2,765,717.94	4,048,678.44	1,868,427.25	8,682,823.63
240	1,991,316.92	9,806,798.89	1,974,187.28	13,772,303.09
250	1,880,688.20	7,017,709.30	2,044,693.97	10,943,091.47
260	2,507,584.27	5,713,135.14	564,053.51	8,784,772.91
W	774,401.02	5,758,120.45	2,467,734.10	9,000,255.58
280	147,504.96	2,114,309.85	2,115,200.66	4,377,015.47
290	0.00	1,034,662.27	387,786.79	1,422,449.06
300	147,504.96	629,794.42	493,546.82	1,270,846.20
310	295,009.91	584,809.11	176,266.72	1,056,085.74
320	0.00	314,897.21	0.00	314,897.21
330	0.00	944,691.64	0.00	944,691.64
340	147,504.96	404,867.84	317,280.10	869,652.90
350	0.00	584,809.11	0.00	584,809.11

ตาราง 3.9 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนกันยายนที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดอุบลราชธานี (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	327,571.57	493,319.21	203,589.69	1,024,480.48
10	1,091,905.24	1,677,285.32	668,937.57	3,438,128.12
20	1,037,309.98	1,414,181.74	843,443.02	3,294,934.73
30	382,166.83	2,400,820.16	901,611.50	3,684,598.50
40	627,845.51	953,750.47	203,589.69	1,785,185.68
50	518,654.99	526,207.16	58,168.48	1,103,030.63
60	382,166.83	460,431.26	436,263.63	1,278,861.73
70	354,869.20	328,879.47	116,336.97	800,085.64
80	218,381.05	756,422.79	174,505.45	1,149,309.29
E	0.00	197,327.68	203,589.69	400,917.38
100	54,595.26	394,655.37	232,673.94	681,924.57
110	245,678.68	394,655.37	319,926.66	960,260.71
120	218,381.05	328,879.47	232,673.94	779,934.46
130	491,357.36	361,767.42	407,179.39	1,260,304.17
140	436,762.10	559,095.11	581,684.84	1,577,542.04
150	191,083.42	822,198.68	319,926.66	1,333,208.76
160	409,464.46	1,118,190.21	1,047,032.71	2,574,687.39
170	682,440.77	591,983.05	668,937.57	1,943,361.39
S	464,059.73	986,638.42	552,600.60	2,003,298.75
190	1,228,393.39	197,327.68	872,527.26	2,298,248.34
200	436,762.10	920,862.53	581,684.84	1,939,309.46
210	1,282,988.65	1,578,621.47	1,570,549.07	4,432,159.20
220	2,211,108.11	1,414,181.74	1,221,538.17	4,846,828.01
230	573,250.25	1,447,069.69	1,047,032.71	3,067,352.65
240	709,738.40	2,828,363.48	523,516.36	4,061,618.24
250	81,892.89	4,078,105.48	232,673.94	4,392,672.31
260	928,119.45	1,381,293.79	349,010.90	2,658,424.15
W	1,228,393.39	1,052,414.32	174,505.45	2,455,313.16
280	136,488.15	361,767.42	610,769.08	1,109,024.66
290	218,381.05	526,207.16	58,168.48	802,756.69
300	54,595.26	591,983.05	116,336.97	762,915.28
310	54,595.26	263,103.58	116,336.97	434,035.81
320	0.00	559,095.11	290,842.42	849,937.53
330	136,488.15	559,095.11	436,263.63	1,131,846.89
340	0.00	1,315,517.90	319,926.66	1,635,444.56
350	0.00	427,543.32	174,505.45	602,048.77

ตาราง 3.10 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนตุลาคมที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดอุบลราชธานี (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	2,163,864.47	5,870,709.97	1,317,132.37	9,351,706.82
10	4,755,158.96	7,254,038.19	2,897,691.22	14,906,888.36
20	3,553,012.03	5,668,271.70	6,190,522.15	15,411,805.88
30	2,324,150.73	7,861,353.01	3,766,998.59	13,952,502.32
40	240,429.39	2,159,341.60	1,211,761.78	3,611,532.77
50	240,429.39	1,552,026.77	842,964.72	2,635,420.88
60	480,858.77	2,024,382.75	316,111.77	2,821,353.29
70	0.00	337,397.12	52,685.29	390,082.42
80	133,571.88	708,533.96	0.00	842,105.84
E	213,715.01	371,136.84	342,454.42	927,306.26
100	53,428.75	269,917.70	79,027.94	402,374.39
110	160,286.26	472,355.97	105,370.59	738,012.82
120	106,857.50	236,177.99	184,398.53	527,434.02
130	0.00	573,575.11	79,027.94	652,603.05
140	267,143.76	236,177.99	79,027.94	582,349.69
150	160,286.26	438,616.26	0.00	598,902.52
160	0.00	472,355.97	52,685.29	525,041.27
170	106,857.50	202,438.27	52,685.29	361,981.07
S	0.00	269,917.70	52,685.29	322,602.99
190	0.00	168,698.56	0.00	168,698.56
200	0.00	134,958.85	0.00	134,958.85
210	0.00	202,438.27	0.00	202,438.27
220	0.00	0.00	79,027.94	79,027.94
230	0.00	0.00	52,685.29	52,685.29
240	0.00	67,479.42	0.00	67,479.42
250	0.00	101,219.14	79,027.94	180,247.08
260	80,143.13	0.00	105,370.59	185,513.72
W	53,428.75	0.00	342,454.42	395,883.17
280	187,000.63	438,616.26	474,167.65	1,099,784.55
290	667,859.40	404,876.55	500,510.30	1,573,246.26
300	400,715.64	371,136.84	368,797.06	1,140,649.54
310	534,287.52	607,314.82	395,139.71	1,536,742.06
320	454,144.39	371,136.84	210,741.18	1,036,022.41
330	534,287.52	877,232.52	447,825.01	1,859,345.05
340	1,976,863.84	1,754,465.05	421,482.36	4,152,811.25
350	2,751,580.75	3,070,313.84	1,238,104.43	7,059,999.01

ตาราง 3.11 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือน พฤศจิกายนที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดอุบลราชธานี (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	157,551.33	1,630,206.79	573,627.46	2,361,385.59
10	590,384.67	4,679,297.27	1,902,027.91	7,171,709.85
20	962,621.34	6,701,961.25	6,531,302.18	14,195,884.77
30	257,968.67	8,000,088.88	2,988,901.00	11,246,958.54
40	31,164.00	1,750,962.85	634,009.30	2,416,136.15
50	13,850.67	784,914.38	161,018.24	959,783.28
60	6,925.33	573,591.28	60,381.84	640,898.45
70	8,656.67	558,496.77	0.00	567,153.44
80	1,731.33	45,283.52	0.00	47,014.86
E	0.00	75,472.54	0.00	75,472.54
100	0.00	30,189.01	0.00	30,189.01
110	0.00	0.00	0.00	0.00
120	0.00	0.00	0.00	0.00
130	0.00	0.00	0.00	0.00
140	3,462.67	0.00	0.00	3,462.67
150	0.00	0.00	0.00	0.00
160	0.00	30,189.01	30,190.92	60,379.93
170	0.00	0.00	0.00	0.00
S	0.00	105,661.55	0.00	105,661.55
190	0.00	0.00	0.00	0.00
200	0.00	0.00	0.00	0.00
210	0.00	0.00	0.00	0.00
220	0.00	0.00	0.00	0.00
230	0.00	0.00	0.00	0.00
240	0.00	0.00	0.00	0.00
250	0.00	0.00	0.00	0.00
260	0.00	45,283.52	0.00	45,283.52
W	0.00	0.00	0.00	0.00
280	0.00	0.00	0.00	0.00
290	0.00	0.00	0.00	0.00
300	0.00	0.00	0.00	0.00
310	0.00	166,039.58	0.00	166,039.58
320	0.00	0.00	30,190.92	30,190.92
330	5,194.00	150,945.07	70,445.48	226,584.55
340	0.00	392,457.19	231,463.71	623,920.90
350	31,164.00	633,969.31	110,700.04	775,833.34

ตาราง 3.12 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนธันวาคมที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดอุบลราชธานี (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	1,617,330.53	6,791,745.99	1,677,897.68	10,086,974.21
10	5,941,214.20	10,975,067.80	9,403,218.26	26,319,500.25
20	17,328,541.41	17,274,658.29	18,352,005.89	52,955,205.59
30	6,601,349.11	21,359,548.99	8,983,743.84	36,944,641.94
40	759,155.15	9,203,307.98	1,258,423.26	11,220,886.38
50	594,121.42	5,856,650.53	734,080.24	7,184,852.19
60	429,087.69	2,509,993.08	244,693.41	3,183,774.19
70	264,053.96	344,508.85	209,737.21	818,300.03
80	0.00	196,862.20	0.00	196,862.20
E	0.00	295,293.30	0.00	295,293.30
100	0.00	0.00	0.00	0.00
110	0.00	98,431.10	0.00	98,431.10
120	0.00	0.00	0.00	0.00
130	0.00	147,646.65	0.00	147,646.65
140	0.00	98,431.10	0.00	98,431.10
150	0.00	0.00	0.00	0.00
160	297,060.71	0.00	0.00	297,060.71
170	0.00	0.00	0.00	0.00
S	0.00	0.00	0.00	0.00
190	0.00	0.00	0.00	0.00
200	0.00	0.00	0.00	0.00
210	0.00	0.00	0.00	0.00
220	0.00	0.00	0.00	0.00
230	0.00	0.00	0.00	0.00
240	0.00	0.00	0.00	0.00
250	0.00	0.00	139,824.81	139,824.81
260	0.00	0.00	0.00	0.00
W	0.00	0.00	0.00	0.00
280	0.00	0.00	0.00	0.00
290	0.00	0.00	0.00	0.00
300	0.00	0.00	0.00	0.00
310	0.00	196,862.20	0.00	196,862.20
320	0.00	442,939.96	69,912.40	512,852.36
330	396,080.95	639,802.16	104,868.61	1,140,751.71
340	198,040.47	344,508.85	0.00	542,549.33
350	561,114.67	984,311.01	734,080.24	2,279,505.92

ตาราง 3.13 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศรวมทั้งปีที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดอุบลราชธานี (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.		08.00 น. - 16.00 น.		17.00 น. - 23.00 น.		รวมทุกเวลา	
	Btu / ft. ²	12000 Btu / ft. ²	Btu / ft. ²	12000 Btu / ft. ²	Btu / ft. ²	12000 Btu / ft. ²	Btu / ft. ²	12000 Btu / ft. ²
N	6,905,415.10	575.45	20,977,813.5	1,748.15	6,928,230.8	577.35	34,814,360.33	2,901.20
10	18,481,804.6	1540.15	36,323,526.9	3,026.96	26,171,033	2,180.92	80,983,112.27	6,748.59
20	33,689,344.0	2807.45	44,751,961.0	3,729.33	53,250,872	4,437.57	131,703,151.19	10,975.26
30	15,548,368.4	1295.70	50,085,294.3	4,173.77	23,918,122	1,993.18	89,559,247.13	7,463.27
40	5,130,545.04	427.55	22,792,492.6	1,899.37	6,907,104.5	575.59	34,833,044.68	2,902.75
50	3,456,016.35	288.00	13,363,542.2	1,113.63	4,876,493.5	406.37	21,697,860.02	1,808.16
60	2,719,077.05	226.59	8,793,917.4	732.83	3,260,023.5	271.67	14,774,249.12	1,231.19
70	2,262,285.56	188.52	4,749,267.7	395.77	2,593,552.4	216.13	9,605,906.08	800.49
80	2,175,919.54	181.33	3,688,301.1	307.36	1,073,141.2	89.43	6,937,939.97	578.16
E	1,260,654.07	105.05	3,429,384.8	285.78	1,363,752.4	113.65	6,054,295.76	504.52
100	2,177,579.35	181.46	3,810,633.1	317.55	2,387,538.1	198.96	8,376,448.52	698.04
110	4,133,820.79	344.49	3,854,923.2	321.24	3,296,182.1	274.68	11,285,866.45	940.49
120	5,055,916.52	421.33	6,249,642.3	520.80	3,429,912.4	285.83	14,736,699.15	1,228.06
130	4,581,955.00	381.83	8,108,628.9	675.72	6,810,716.6	567.56	19,502,925.55	1,625.24
140	8,566,510.84	713.88	9,851,271.9	820.94	5,960,772.3	496.73	24,380,586.58	2,031.72
150	7,170,678.45	597.56	12,401,088.3	1,033.42	7,571,180.9	630.93	27,145,209.53	2,262.10
160	10,383,421.1	865.29	15,482,848.3	1,290.24	9,058,716.9	754.89	34,927,896.64	2,910.66
170	6,883,132.05	573.59	16,468,605.0	1,372.38	10,295,804	857.98	33,650,345.29	2,804.20
S	10,254,205.8	854.52	17,259,204.6	1,438.27	9,628,572.0	802.38	37,145,077.60	3,095.42
190	8,369,836.40	697.49	9,635,477.5	802.96	7,466,255.6	622.19	25,473,692.17	2,122.81
200	10,387,612.3	865.63	12,725,498.0	1,060.46	5,809,780.4	484.15	28,925,300.96	2,410.44
210	10,637,220.3	886.44	11,460,797.4	955.07	11,682,279	973.52	33,783,112.15	2,815.26
220	13,260,573.4	1105.05	18,446,909.3	1,537.24	9,144,207.8	762.02	40,855,094.88	3,404.59
230	9,547,138.94	795.59	22,994,546.6	1,916.21	9,957,494	829.79	42,502,721.08	3,541.89
240	5,268,343.16	439.03	34,933,732.6	2,911.14	6,577,581.2	548.13	46,783,555.24	3,898.63
250	3,718,109.83	309.84	33,518,038.4	2,793.17	8,918,924.5	743.24	46,158,919.04	3,846.58
260	6,307,473.91	525.62	20,362,401.8	1,696.87	6,040,398.5	503.37	32,713,000.14	2,726.08
W	3,945,508.93	328.79	19,557,510.7	1,629.79	4,717,405.5	393.12	28,222,776.82	2,351.90
280	695,961.72	58.00	9,630,384.4	802.53	6,089,247.8	507.44	16,416,961.93	1,368.08
290	1,586,588.00	132.22	6,195,255.1	516.27	3,120,779.0	260.06	10,903,530.64	908.63
300	1,297,879.76	108.16	4,975,532.8	414.63	2,670,222.4	222.52	8,944,380.28	745.37
310	1,042,349.75	86.86	3,138,647.1	261.55	1,916,684.1	159.72	6,098,189.09	508.18
320	1,535,089.85	127.92	4,083,495.4	340.29	2,141,345.6	178.45	7,760,577.46	646.71
330	1,356,099.00	113.01	5,899,739.2	491.64	3,104,142.4	258.68	10,360,843.91	863.40
340	2,862,815.23	238.57	8,228,331.0	685.69	2,435,822.4	202.99	13,528,095.80	1,127.34
350	4,483,183.32	373.60	8,065,796.5	672.15	5,112,093.0	426.01	17,662,544.59	1,471.88

ตาราง 4.1 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนมกราคมที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดสงขลา (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	0.00	871,321.24	242,604.10	1,113,925.34
10	0.00	1,250,156.56	539,120.22	1,789,276.78
20	0.00	2,917,031.98	161,736.06	3,078,768.04
30	0.00	3,523,168.49	1,105,196.44	4,628,364.93
40	335,013.69	3,674,702.62	2,830,381.14	6,840,097.44
50	446,684.92	7,690,357.03	3,207,765.29	11,344,807.23
60	781,698.60	6,364,433.40	5,876,410.36	13,022,542.37
70	251,260.27	12,577,332.68	4,447,741.79	17,276,334.73
80	223,342.46	9,622,417.17	2,372,128.95	12,217,888.58
E	167,506.84	5,152,160.37	1,132,152.45	6,451,819.67
100	418,767.11	2,500,313.12	673,900.27	3,592,980.50
110	223,342.46	2,651,847.25	188,692.08	3,063,881.79
120	83,753.42	1,628,991.88	107,824.04	1,820,569.35
130	0.00	189,417.66	0.00	189,417.66
140	0.00	151,534.13	107,824.04	259,358.17
150	0.00	0.00	0.00	0.00
160	0.00	151,534.13	0.00	151,534.13
170	0.00	113,650.60	0.00	113,650.60
S	0.00	0.00	0.00	0.00
190	0.00	0.00	0.00	0.00
200	0.00	265,184.73	107,824.04	373,008.77
210	0.00	189,417.66	0.00	189,417.66
220	335,013.69	265,184.73	0.00	600,198.41
230	418,767.11	0.00	215,648.09	634,415.20
240	670,027.38	151,534.13	296,516.12	1,118,077.62
250	502,520.53	0.00	80,868.03	583,388.56
260	0.00	113,650.60	296,516.12	410,166.72
W	642,109.57	265,184.73	404,340.16	1,311,634.46
280	0.00	0.00	0.00	0.00
290	0.00	0.00	0.00	0.00
300	0.00	151,534.13	0.00	151,534.13
310	0.00	113,650.60	107,824.04	221,474.64
320	83,753.42	0.00	0.00	83,753.42
330	83,753.42	0.00	107,824.04	191,577.47
340	0.00	0.00	0.00	0.00
350	83,753.42	227,301.19	107,824.04	418,878.66

ตาราง 4.2 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนกุมภาพันธ์ที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดสงขลา (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	0.00	1,919,874.82	0.00	1,919,874.82
10	0.00	2,864,075.56	260,861.26	3,124,936.81
20	0.00	1,951,348.18	2,712,957.08	4,664,305.26
30	218,896.19	4,500,690.16	2,060,803.94	6,780,390.29
40	0.00	4,941,317.17	3,860,746.62	8,802,063.79
50	0.00	5,130,157.32	3,130,335.09	8,260,492.41
60	243,217.99	6,798,245.28	2,634,698.70	9,676,161.97
70	0.00	2,108,714.97	1,539,081.42	3,647,796.39
80	0.00	2,769,655.48	1,043,445.03	3,813,100.51
E	0.00	1,070,094.16	469,550.26	1,539,644.43
100	0.00	535,047.08	104,344.50	639,391.59
110	0.00	188,840.15	0.00	188,840.15
120	72,965.40	94,420.07	0.00	167,385.47
130	0.00	188,840.15	0.00	188,840.15
140	0.00	0.00	130,430.63	130,430.63
150	0.00	0.00	0.00	0.00
160	0.00	0.00	0.00	0.00
170	0.00	188,840.15	0.00	188,840.15
S	0.00	0.00	0.00	0.00
190	0.00	94,420.07	208,689.01	303,109.08
200	0.00	0.00	365,205.76	365,205.76
210	0.00	0.00	0.00	0.00
220	0.00	0.00	0.00	0.00
230	0.00	0.00	0.00	0.00
240	0.00	94,420.07	0.00	94,420.07
250	0.00	0.00	156,516.75	156,516.75
260	0.00	0.00	78,258.38	78,258.38
W	0.00	660,940.51	0.00	660,940.51
280	0.00	0.00	182,602.88	182,602.88
290	0.00	0.00	104,344.50	104,344.50
300	0.00	0.00	0.00	0.00
310	0.00	0.00	156,516.75	156,516.75
320	0.00	660,940.51	0.00	660,940.51
330	0.00	0.00	0.00	0.00
340	0.00	283,260.22	78,258.38	361,518.60
350	72,965.40	125,893.43	260,861.26	459,720.09

ตาราง 4.3 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนมีนาคมที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดสงขลา (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	0.00	742,393.02	207,813.01	950,206.03
10	0.00	2,270,849.24	593,751.44	2,864,600.68
20	0.00	1,528,456.22	1,246,878.03	2,775,334.25
30	0.00	4,367,017.76	2,256,255.49	6,623,273.25
40	0.00	5,502,442.38	1,870,317.05	7,372,759.43
50	0.00	4,148,666.88	1,573,441.33	5,722,108.20
60	0.00	4,410,687.94	2,968,757.22	7,379,445.16
70	0.00	4,236,007.23	771,876.88	5,007,884.11
80	0.00	4,148,666.88	1,246,878.03	5,395,544.91
E	0.00	1,746,807.11	267,188.15	2,013,995.26
100	0.00	786,063.20	415,626.01	1,201,689.21
110	0.00	1,222,764.97	0.00	1,222,764.97
120	0.00	0.00	0.00	0.00
130	0.00	0.00	0.00	0.00
140	0.00	349,361.42	296,875.72	646,237.14
150	0.00	0.00	0.00	0.00
160	0.00	0.00	89,062.72	89,062.72
170	0.00	436,701.78	0.00	436,701.78
S	114,355.99	218,350.89	801,564.45	1,134,271.33
190	0.00	829,733.38	623,439.02	1,453,172.39
200	0.00	567,712.31	267,188.15	834,900.46
210	0.00	2,008,828.17	623,439.02	2,632,267.19
220	0.00	305,691.24	267,188.15	572,879.39
230	0.00	218,350.89	267,188.15	485,539.04
240	85,766.99	1,135,424.62	593,751.44	1,814,943.05
250	0.00	393,031.60	89,062.72	482,094.32
260	85,766.99	1,659,466.75	148,437.86	1,893,671.60
W	0.00	1,179,094.80	0.00	1,179,094.80
280	0.00	0.00	0.00	0.00
290	0.00	0.00	0.00	0.00
300	0.00	218,350.89	0.00	218,350.89
310	0.00	611,382.49	0.00	611,382.49
320	0.00	0.00	0.00	0.00
330	0.00	567,712.31	148,437.86	716,150.17
340	0.00	436,701.78	564,063.87	1,000,765.65
350	0.00	393,031.60	415,626.01	808,657.61

ตาราง 4.4 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนเมษายนที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดสงขลา (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	88,541.86	1,474,425.83	311,481.12	1,874,448.81
10	0.00	2,764,548.44	0.00	2,764,548.44
20	0.00	2,349,866.17	404,925.45	2,754,791.63
30	0.00	1,520,501.64	654,110.35	2,174,611.99
40	0.00	2,534,169.40	311,481.12	2,845,650.52
50	0.00	414,682.27	1,027,887.69	1,442,569.96
60	0.00	645,061.30	0.00	645,061.30
70	0.00	921,516.15	218,036.78	1,139,552.93
80	0.00	276,454.84	186,888.67	463,343.51
E	59,027.91	737,212.92	124,592.45	920,833.27
100	0.00	921,516.15	155,740.56	1,077,256.71
110	0.00	138,227.42	996,739.58	1,134,967.00
120	0.00	598,985.50	311,481.12	910,466.61
130	0.00	368,606.46	0.00	368,606.46
140	118,055.81	0.00	0.00	118,055.81
150	0.00	230,379.04	342,629.23	573,008.27
160	118,055.81	138,227.42	436,073.57	692,356.80
170	236,111.62	368,606.46	124,592.45	729,310.53
S	944,446.49	2,994,927.48	311,481.12	4,250,855.08
190	0.00	414,682.27	529,517.90	944,200.17
200	147,569.76	1,566,577.45	186,888.67	1,901,035.88
210	118,055.81	230,379.04	529,517.90	877,952.75
220	0.00	1,290,122.60	840,999.02	2,131,121.62
230	0.00	1,197,970.99	124,592.45	1,322,563.44
240	0.00	829,364.53	436,073.57	1,265,438.10
250	0.00	1,889,108.10	93,444.34	1,982,552.44
260	265,625.58	967,591.95	280,333.01	1,513,550.54
W	236,111.62	2,165,562.94	903,295.24	3,304,969.81
280	0.00	829,364.53	93,444.34	922,808.87
290	0.00	552,909.69	342,629.23	895,538.92
300	0.00	552,909.69	93,444.34	646,354.02
310	0.00	1,105,819.38	186,888.67	1,292,708.05
320	0.00	645,061.30	0.00	645,061.30
330	0.00	921,516.15	218,036.78	1,139,552.93
340	0.00	1,059,743.57	124,592.45	1,184,336.02
350	0.00	0.00	124,592.45	124,592.45

ตาราง 4.5 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนพฤษภาคม
 ที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดสงขลา (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	0.00	344,181.18	200,839.04	545,020.22
10	0.00	1,130,881.01	234,312.22	1,365,193.22
20	0.00	835,868.57	133,892.69	969,761.26
30	0.00	0.00	167,365.87	167,365.87
40	0.00	1,081,712.27	0.00	1,081,712.27
50	0.00	983,374.79	267,785.39	1,251,160.18
60	0.00	442,518.65	0.00	442,518.65
70	0.00	295,012.44	0.00	295,012.44
80	0.00	245,843.70	0.00	245,843.70
E	0.00	0.00	167,365.87	167,365.87
100	0.00	196,674.96	0.00	196,674.96
110	0.00	147,506.22	133,892.69	281,398.91
120	0.00	0.00	0.00	0.00
130	0.00	0.00	0.00	0.00
140	0.00	245,843.70	602,517.12	848,360.82
150	329,636.66	540,856.13	602,517.12	1,473,009.92
160	230,745.66	196,674.96	267,785.39	695,206.01
170	296,673.00	1,622,568.40	502,097.60	2,421,339.00
S	395,563.99	2,999,293.11	736,409.82	4,131,266.92
190	263,709.33	2,065,087.06	803,356.17	3,132,152.55
200	461,491.33	3,490,980.50	1,071,141.55	5,023,613.38
210	164,818.33	1,770,074.62	1,372,400.12	3,307,293.07
220	0.00	3,294,305.54	1,874,497.72	5,168,803.26
230	0.00	4,720,198.99	2,744,800.23	7,464,999.22
240	494,454.99	6,981,961.00	1,673,658.68	9,150,074.67
250	0.00	2,360,099.49	937,248.86	3,297,348.35
260	0.00	5,752,742.51	1,037,668.38	6,790,410.89
W	98,891.00	4,474,355.29	602,517.12	5,175,763.41
280	0.00	1,425,893.44	100,419.52	1,526,312.96
290	0.00	196,674.96	0.00	196,674.96
300	0.00	786,699.83	0.00	786,699.83
310	0.00	245,843.70	234,312.22	480,155.91
320	0.00	0.00	0.00	0.00
330	0.00	639,193.61	0.00	639,193.61
340	0.00	0.00	0.00	0.00
350	0.00	590,024.87	0.00	590,024.87

ตาราง 4.6 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนมิถุนายนที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดสงขลา (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	0.00	142,771.55	0.00	142,771.55
10	0.00	190,362.06	0.00	190,362.06
20	0.00	333,133.61	130,708.36	463,841.97
30	0.00	285,543.09	392,125.08	677,668.17
40	0.00	904,219.79	0.00	904,219.79
50	0.00	856,629.27	326,770.90	1,183,400.17
60	0.00	618,676.70	490,156.35	1,108,833.05
70	0.00	285,543.09	653,541.80	939,084.89
80	0.00	190,362.06	0.00	190,362.06
E	0.00	333,133.61	0.00	333,133.61
100	0.00	190,362.06	294,093.81	484,455.87
110	0.00	142,771.55	0.00	142,771.55
120	0.00	571,086.18	196,062.54	767,148.72
130	0.00	0.00	98,031.27	98,031.27
140	0.00	0.00	0.00	0.00
150	0.00	523,495.67	163,385.45	686,881.12
160	164,135.73	0.00	326,770.90	490,906.64
170	0.00	571,086.18	294,093.81	865,179.99
S	886,332.96	2,998,202.45	424,802.17	4,309,337.58
190	361,098.61	1,237,353.39	1,307,083.61	2,905,535.62
200	164,135.73	1,951,211.12	130,708.36	2,246,055.21
210	459,580.06	1,142,172.36	1,045,666.89	2,647,419.30
220	98,481.44	1,522,896.48	1,143,698.16	2,765,076.08
230	164,135.73	2,998,202.45	1,437,791.97	4,600,130.15
240	164,135.73	3,997,603.26	1,111,021.07	5,272,760.07
250	0.00	3,521,698.11	1,405,114.88	4,926,812.99
260	131,308.59	6,805,443.65	882,281.44	7,819,033.67
W	0.00	2,141,573.18	653,541.80	2,795,114.98
280	0.00	428,314.64	0.00	428,314.64
290	0.00	666,267.21	0.00	666,267.21
300	0.00	237,952.58	163,385.45	401,338.03
310	0.00	0.00	163,385.45	163,385.45
320	0.00	856,629.27	0.00	856,629.27
330	0.00	380,724.12	130,708.36	511,432.48
340	0.00	618,676.70	620,864.71	1,239,541.41
350	0.00	0.00	0.00	0.00

ตาราง 4.7 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนกรกฎาคมที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดสงขลา (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	0.00	228,543.61	0.00	228,543.61
10	0.00	182,834.88	0.00	182,834.88
20	0.00	0.00	96,357.93	96,357.93
30	0.00	0.00	0.00	0.00
40	0.00	0.00	0.00	0.00
50	0.00	0.00	0.00	0.00
60	0.00	0.00	0.00	0.00
70	0.00	0.00	0.00	0.00
80	0.00	0.00	0.00	0.00
E	0.00	502,795.93	0.00	502,795.93
100	0.00	0.00	0.00	0.00
110	0.00	0.00	0.00	0.00
120	0.00	137,126.16	0.00	137,126.16
130	0.00	0.00	0.00	0.00
140	0.00	137,126.16	128,477.24	265,603.40
150	0.00	137,126.16	128,477.24	265,603.40
160	0.00	0.00	0.00	0.00
170	621,412.86	548,504.65	706,624.80	1,876,542.31
S	1,025,331.22	1,782,640.13	1,252,653.05	4,060,624.40
190	466,059.65	2,194,018.62	1,927,158.54	4,587,236.80
200	869,978.00	3,245,319.20	1,605,965.45	5,721,262.66
210	186,423.86	3,839,532.58	2,633,783.34	6,659,739.78
220	434,989.00	5,850,716.31	3,468,885.37	9,754,590.69
230	62,141.29	6,124,968.64	2,087,755.09	8,274,865.01
240	0.00	7,039,143.06	4,785,777.04	11,824,920.10
250	279,635.79	5,073,668.05	2,280,470.94	7,633,774.78
260	93,211.93	4,388,037.23	1,798,681.30	6,279,930.47
W	0.00	1,005,591.87	513,908.94	1,519,500.81
280	0.00	0.00	0.00	0.00
290	0.00	228,543.61	0.00	228,543.61
300	0.00	137,126.16	0.00	137,126.16
310	0.00	319,961.05	0.00	319,961.05
320	0.00	228,543.61	0.00	228,543.61
330	0.00	137,126.16	0.00	137,126.16
340	0.00	0.00	0.00	0.00
350	0.00	0.00	0.00	0.00

ตาราง 4.8 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนสิงหาคมที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดสงขลา (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	0.00	343,875.57	0.00	343,875.57
10	0.00	257,906.68	0.00	257,906.68
20	122,947.66	0.00	0.00	122,947.66
30	92,210.75	0.00	0.00	92,210.75
40	0.00	0.00	0.00	0.00
50	0.00	0.00	0.00	0.00
60	0.00	0.00	462,282.82	462,282.82
70	0.00	0.00	0.00	0.00
80	0.00	0.00	0.00	0.00
E	0.00	0.00	0.00	0.00
100	0.00	128,953.34	0.00	128,953.34
110	0.00	0.00	115,570.70	115,570.70
120	0.00	128,953.34	0.00	128,953.34
130	0.00	0.00	86,678.03	86,678.03
140	153,684.58	601,782.25	751,209.57	1,506,676.40
150	0.00	0.00	664,531.55	664,531.55
160	122,947.66	257,906.68	317,819.44	698,673.77
170	153,684.58	472,828.91	317,819.44	944,332.92
S	522,527.56	2,321,160.09	606,746.19	3,450,433.85
190	1,229,476.62	2,407,128.98	548,960.84	4,185,566.44
200	153,684.58	2,493,097.87	462,282.82	3,109,065.27
210	860,633.63	2,106,237.86	635,638.87	3,602,510.36
220	245,895.32	3,868,600.15	2,831,482.24	6,945,977.71
230	522,527.56	4,255,460.16	2,571,448.16	7,349,435.88
240	983,581.29	6,318,713.58	2,282,521.40	9,584,816.27
250	768,422.89	6,705,573.59	2,484,770.13	9,958,766.61
260	0.00	7,780,184.74	1,502,419.15	9,282,603.89
W	0.00	4,943,211.30	375,604.79	5,318,816.09
280	584,001.39	773,720.03	664,531.55	2,022,252.97
290	0.00	601,782.25	86,678.03	688,460.27
300	0.00	128,953.34	0.00	128,953.34
310	0.00	0.00	115,570.70	115,570.70
320	0.00	343,875.57	0.00	343,875.57
330	0.00	0.00	433,390.14	433,390.14
340	0.00	0.00	231,141.41	231,141.41
350	0.00	0.00	0.00	0.00

ตาราง 4.9 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนกันยายนที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดสงขลา (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	0.00	201,193.75	148,378.60	349,572.35
10	0.00	120,716.25	89,027.16	209,743.41
20	0.00	1,609,550.01	0.00	1,609,550.01
30	0.00	965,730.01	178,054.32	1,143,784.33
40	0.00	1,005,968.76	0.00	1,005,968.76
50	0.00	1,609,550.01	118,702.88	1,728,252.89
60	0.00	1,005,968.76	385,784.36	1,391,753.11
70	0.00	321,910.00	0.00	321,910.00
80	0.00	603,581.25	267,081.48	870,662.73
E	0.00	120,716.25	178,054.32	298,770.57
100	0.00	402,387.50	148,378.60	550,766.10
110	0.00	321,910.00	89,027.16	410,937.16
120	101,131.60	0.00	148,378.60	249,510.20
130	101,131.60	362,148.75	356,108.64	819,388.99
140	0.00	281,671.25	207,730.04	489,401.29
150	0.00	120,716.25	0.00	120,716.25
160	0.00	160,955.00	89,027.16	249,982.16
170	176,980.30	120,716.25	385,784.36	683,480.90
S	202,263.19	1,529,072.51	860,595.87	2,591,931.58
190	126,414.50	1,931,460.02	801,244.43	2,859,118.94
200	0.00	3,742,203.78	385,784.36	4,127,988.14
210	0.00	1,166,923.76	563,838.67	1,730,762.43
220	0.00	2,937,428.77	1,127,677.35	4,065,106.12
230	75,848.70	1,971,698.77	1,008,974.47	3,056,521.93
240	0.00	3,219,100.03	1,127,677.35	4,346,777.37
250	0.00	2,897,190.02	504,487.23	3,401,677.26
260	0.00	764,536.26	919,947.31	1,684,483.57
W	126,414.50	2,897,190.02	623,190.11	3,646,794.63
280	0.00	764,536.26	0.00	764,536.26
290	0.00	0.00	0.00	0.00
300	0.00	160,955.00	0.00	160,955.00
310	0.00	0.00	0.00	0.00
320	0.00	0.00	0.00	0.00
330	0.00	0.00	0.00	0.00
340	0.00	160,955.00	0.00	160,955.00
350	0.00	0.00	0.00	0.00

ตาราง 4.10 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนตุลาคมที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดสงขลา (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	0.00	473,461.76	157,200.10	630,661.85
10	0.00	1,183,654.39	94,320.06	1,277,974.45
20	0.00	1,231,000.57	440,160.28	1,671,160.84
30	0.00	1,609,769.97	125,760.08	1,735,530.05
40	0.00	1,751,808.50	0.00	1,751,808.50
50	95,959.61	426,115.58	94,320.06	616,395.25
60	0.00	520,807.93	0.00	520,807.93
70	0.00	1,467,731.44	0.00	1,467,731.44
80	0.00	142,038.53	125,760.08	267,798.61
E	191,919.22	236,730.88	0.00	428,650.10
100	95,959.61	520,807.93	0.00	616,767.54
110	383,838.43	0.00	125,760.08	509,598.51
120	0.00	236,730.88	125,760.08	362,490.96
130	0.00	0.00	0.00	0.00
140	0.00	142,038.53	0.00	142,038.53
150	0.00	0.00	0.00	0.00
160	0.00	189,384.70	0.00	189,384.70
170	0.00	284,077.05	0.00	284,077.05
S	0.00	331,423.23	220,080.14	551,503.37
190	95,959.61	804,884.99	188,640.12	1,089,484.71
200	0.00	2,604,039.66	0.00	2,604,039.66
210	159,932.68	1,136,308.21	345,840.22	1,642,081.11
220	159,932.68	1,562,423.79	660,240.41	2,382,596.89
230	127,946.14	1,799,154.67	723,120.45	2,650,221.27
240	0.00	5,918,271.95	2,640,961.65	8,559,233.60
250	0.00	6,202,349.00	2,075,041.30	8,277,390.30
260	0.00	6,675,810.76	220,080.14	6,895,890.90
W	0.00	2,840,770.54	125,760.08	2,966,530.61
280	0.00	1,088,962.04	251,520.16	1,340,482.20
290	0.00	899,577.34	94,320.06	993,897.40
300	0.00	994,269.69	0.00	994,269.69
310	0.00	1,562,423.79	94,320.06	1,656,743.85
320	0.00	899,577.34	628,800.39	1,528,377.73
330	0.00	473,461.76	94,320.06	567,781.82
340	0.00	236,730.88	0.00	236,730.88
350	0.00	331,423.23	0.00	331,423.23

ตาราง 4.11 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือน พฤศจิกายนที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดสงขลา (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	157,294.96	2,387,448.18	519,360.86	3,064,104.00
10	104,863.30	4,532,105.03	1,038,721.71	5,675,690.05
20	157,294.96	4,572,570.25	2,135,150.19	6,865,015.40
30	0.00	5,058,152.93	2,510,244.14	7,568,397.07
40	0.00	5,665,131.29	1,384,962.28	7,050,093.57
50	209,726.61	2,670,704.75	548,214.24	3,428,645.60
60	78,647.48	2,427,913.41	548,214.24	3,054,775.12
70	183,510.78	3,399,078.77	403,947.33	3,986,536.89
80	262,158.26	364,187.01	115,413.52	741,758.80
E	314,589.91	1,537,678.49	86,560.14	1,938,828.55
100	209,726.61	364,187.01	86,560.14	660,473.76
110	288,374.09	364,187.01	0.00	652,561.10
120	0.00	323,721.79	0.00	323,721.79
130	78,647.48	121,395.67	0.00	200,043.15
140	0.00	0.00	0.00	0.00
150	0.00	323,721.79	0.00	323,721.79
160	0.00	0.00	86,560.14	86,560.14
170	0.00	0.00	0.00	0.00
S	0.00	0.00	0.00	0.00
190	78,647.48	0.00	0.00	78,647.48
200	0.00	161,860.89	0.00	161,860.89
210	0.00	121,395.67	0.00	121,395.67
220	0.00	0.00	0.00	0.00
230	0.00	323,721.79	0.00	323,721.79
240	0.00	242,791.34	173,120.29	415,911.63
250	0.00	606,978.35	0.00	606,978.35
260	78,647.48	768,839.25	0.00	847,486.72
W	0.00	0.00	0.00	0.00
280	0.00	687,908.80	173,120.29	861,029.08
290	78,647.48	0.00	0.00	78,647.48
300	104,863.30	445,117.46	0.00	549,980.76
310	78,647.48	283,256.56	86,560.14	448,464.19
320	104,863.30	809,304.47	86,560.14	1,000,727.92
330	78,647.48	1,618,608.94	403,947.33	2,101,203.75
340	262,158.26	2,185,122.07	230,827.05	2,678,107.38
350	104,863.30	768,839.25	201,973.67	1,075,676.22

ตาราง 4.12 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศในเดือนธันวาคมที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดสงขลา (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.	08.00 น. - 16.00 น.	17.00 น. - 23.00 น.	รวมทุกเวลา
N	0.00	1,481,540.68	0.00	1,481,540.68
10	0.00	4,698,600.44	1,170,359.46	5,868,959.89
20	0.00	6,518,778.98	1,620,497.71	8,139,276.69
30	0.00	4,783,259.90	1,140,350.24	5,923,610.14
40	0.00	7,492,362.86	1,230,377.89	8,722,740.75
50	0.00	2,285,805.62	180,055.30	2,465,860.92
60	0.00	2,878,421.89	540,165.90	3,418,587.79
70	0.00	931,254.14	150,046.08	1,081,300.22
80	0.00	1,904,838.01	270,082.95	2,174,920.97
E	0.00	1,015,913.61	90,027.65	1,105,941.26
100	0.00	0.00	0.00	0.00
110	0.00	0.00	0.00	0.00
120	215,875.01	804,264.94	0.00	1,020,139.95
130	0.00	0.00	0.00	0.00
140	0.00	0.00	0.00	0.00
150	0.00	0.00	0.00	0.00
160	0.00	0.00	0.00	0.00
170	0.00	0.00	120,036.87	120,036.87
S	0.00	0.00	0.00	0.00
190	0.00	0.00	0.00	0.00
200	0.00	0.00	0.00	0.00
210	0.00	0.00	0.00	0.00
220	0.00	0.00	0.00	0.00
230	0.00	0.00	0.00	0.00
240	0.00	0.00	0.00	0.00
250	0.00	0.00	0.00	0.00
260	0.00	0.00	0.00	0.00
W	134,921.88	0.00	0.00	134,921.88
280	0.00	296,308.14	0.00	296,308.14
290	0.00	0.00	0.00	0.00
300	0.00	0.00	0.00	0.00
310	0.00	0.00	0.00	0.00
320	0.00	126,989.20	0.00	126,989.20
330	0.00	380,967.60	0.00	380,967.60
340	0.00	507,956.80	0.00	507,956.80
350	0.00	338,637.87	150,046.08	488,683.95

ตาราง 4.13 แสดงค่าพลังงาน (เอนทาลปี) ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้กับอากาศรวมทั้งปีที่มีผลมาจากกระแสลมในทิศทางต่างๆของจังหวัดสงขลา (Btu / ft.²)

ทิศทาง	24.00 น. - 07.00 น.		08.00 น. - 16.00 น.		17.00 น. - 23.00 น.		รวมทุกเวลา	
	Btu / ft ²	12000 Btu / ft ²	Btu / ft ²	12000 Btu / ft ²	Btu / ft ²	12000 Btu / ft ²	Btu / ft ²	12000 Btu / ft ²
N	245,836.82	20.49	10611031.18	884.25	1787676.816	148.97	12,645,598.53	1,053.80
10	104,863.30	8.74	21446690.53	1,787.22	4020473.52	335.04	25,574,158.36	2,131.18
20	280,242.62	23.35	23847604.54	1,987.30	9083263.785	756.94	33,213,878.54	2,767.82
30	311,106.94	25.93	26613833.96	2,217.82	10590265.94	882.52	37,518,333.11	3,126.53
40	335,013.69	27.92	34553835.03	2,879.49	11488266.09	957.36	46,380,979.57	3,865.08
50	752,371.14	62.70	26216043.5	2,184.67	10475278.17	872.94	37,446,813.12	3,120.57
60	1,103,564.07	91.96	26112735.26	2,176.06	13906469.95	1,158.87	41,126,196.18	3,427.18
70	434,771.05	36.23	26544100.91	2,212.01	8184272.09	682.02	35,166,074.31	2,930.51
80	485,500.72	40.46	20268044.94	1,689.00	5627678.72	468.97	26,383,422.81	2,198.62
E	733,043.88	61.09	12453243.33	1,037.77	2515491.295	209.62	15,703,086.99	1,308.59
100	724,453.33	60.37	6546312.35	545.53	1878643.897	156.55	9,150,172.03	762.51
110	895,554.98	74.63	5178054.57	431.50	1649682.29	137.47	7,723,935.45	643.66
120	473,725.43	39.48	4524280.739	377.02	889506.38	74.13	5,888,003.17	490.67
130	179,779.08	14.98	1230408.689	102.53	540817.935	45.07	1,951,168.28	162.60
140	271,740.39	22.65	1909357.435	159.11	2225064.367	185.42	4,406,529.37	367.21
150	329,636.66	27.47	1876295.038	156.36	1901540.588	158.46	4,107,814.58	342.32
160	635,884.87	52.99	1094682.889	91.22	1613099.31	134.42	3,343,945.71	278.66
170	1,484,862.35	123.74	4727580.426	393.97	2451049.32	204.25	8,664,214.05	722.02
S	4,090,821.41	340.90	15175069.87	1,264.59	5214332.815	434.53	24,482,264.12	2,040.19
190	2,621,365.79	218.45	11978768.76	998.23	6938089.632	578.17	21,540,019.04	1,795.00
200	1,796,859.41	149.74	20088187.51	1,674.02	4582989.162	381.92	26,470,241.75	2,205.85
210	1,949,444.37	162.45	13711269.93	1,142.61	7750125.022	645.84	23,412,790.23	1,951.07
220	1,274,312.13	106.19	20897369.62	1,741.45	12214668.42	1,017.89	34,389,215.71	2,865.77
230	1,371,366.54	114.28	23609727.34	1,967.48	11181319.05	931.78	36,165,426.46	3,013.79
240	2,397,966.39	199.83	35928327.57	2,994.03	15121078.6	1,260.09	53,451,826.51	4,454.32
250	1,550,579.21	129.21	29649696.33	2,470.81	10107025.18	842.25	41,310,742.99	3,442.56
260	654,560.56	54.55	35676303.7	2,973.03	7164623.083	597.05	43,499,111.97	3,624.93
W	1,238,448.57	103.20	22573475.17	1,881.12	4202158.258	350.18	28,016,416.50	2,334.70
280	584,001.39	48.67	6295007.87	524.58	1465638.726	122.14	8,345,343.38	695.45
290	78,647.48	6.55	3145755.044	262.15	627971.8199	52.33	3,852,695.37	321.06
300	104,863.30	8.74	3813868.76	317.82	256829.7866	21.40	4,175,909.81	347.99
310	78,647.48	6.55	4242337.564	353.53	1145378.041	95.45	5,466,818.61	455.57
320	188,616.73	15.72	4570921.268	380.91	715360.5365	59.61	5,475,354.77	456.28
330	162,400.90	13.53	5119310.65	426.61	1536664.579	128.06	6,818,944.33	568.25
340	262,158.26	21.85	5489147.011	457.43	1849747.866	154.15	7,601,686.56	633.47
350	261,582.12	21.80	2775151.44	231.26	1260923.51	105.08	4,298,015.21	358.17

Bangkok Metropolis , Wind direction & speed (Degree Knots)

January , 2000

Day	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		Mean		
	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp					
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	1	0	0	0	0	80	3	30	5	50	4	360	5	360	2	40	1	360	4	360	4	60	2	0	0	300	2	330	2	270	1	340	1	350	2	360	2	1.7		
2	0	0	60	2	70	2	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	60	4	90	5	110	8	100	4	90	4	60	2	120	2	110	2	80	3	0	0	310	3	300	1	330	1	0	0	0	0	0	0	1.8		
3	110	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	2	100	4	50	3	90	4	60	6	90	3	90	4	130	3	60	2	30	2	0	0	0	0	300	3	0	0	30	2	10	1	1.7		
4	330	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	0	0	30	1	90	2	90	4	100	4	30	4	40	6	100	5	30	2	30	2	90	1	0	0	300	2	280	1	0	0	200	2	0	0	1.6		
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	3	40	3	0	0	0	0	0	0	120	3	110	6	250	5	250	5	0	0	0	0	180	3	0	0	0	0	0	0	1.2		
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180	5	190	6	180	8	180	5	180	3	180	3	220	5	180	3	180	5	180	3	160	3	160	2	180	3	150	3	200	2	110	2	2.5			
7	180	3	0	0	180	3	180	2	180	2	180	3	180	4	0	0	230	4	210	3	230	2	0	0	150	3	180	4	210	3	240	2	270	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.7			
8	0	0	0	0	0	0	180	3	180	3	210	3	0	0	0	0	150	2	0	0	180	3	180	3	130	3	200	5	160	3	210	5	190	4	180	2	150	3	180	4	180	2	180	3	150	2	210	2	2.3		
9	180	4	180	2	180	3	0	0	0	0	0	0	0	0	130	2	0	0	0	0	190	6	120	4	150	6	0	0	200	6	210	4	180	3	220	4	180	4	160	5	170	2	0	0	180	2	210	1	2.4		
10	0	0	150	1	180	2	180	3	180	2	190	1	150	1	160	1	160	5	150	5	180	3	230	3	0	0	200	6	210	4	180	2	180	2	180	4	210	2	200	2	180	3	220	3	0	0	0	0	2.3		
11	180	2	0	0	0	0	180	3	180	2	0	0	130	3	180	2	220	3	0	0	0	0	180	3	180	10	0	0	160	3	180	3	220	3	0	0	160	3	190	3	200	4	200	5	0	0	0	0	2.2		
12	200	3	210	3	160	3	180	4	0	0	0	0	0	0	0	0	120	5	200	5	180	5	0	0	210	5	170	7	170	3	170	5	180	5	180	3	150	6	220	4	180	2	200	4	180	5	0	0	3.2		
13	180	5	180	3	180	3	150	4	0	0	180	3	0	0	150	4	150	1	0	0	210	4	150	4	150	3	170	6	250	5	180	9	180	5	0	0	200	3	0	0	150	2	180	5	130	1	160	4	3.1		
14	180	2	0	0	0	0	0	0	190	2	0	0	180	1	200	3	150	4	0	0	180	2	180	1	0	0	180	2	180	3	180	5	210	2	180	2	100	2	180	2	190	2	200	4	220	3	210	4	1.9		
15	220	2	0	0	160	2	160	4	0	0	0	0	0	0	0	200	2	210	4	200	6	190	3	0	0	210	3	100	3	0	0	150	4	180	4	200	4	180	3	170	3	0	0	150	5	0	0	0	0	2.2	
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	4	200	2	210	3	210	4	210	4	200	5	200	3	180	2	190	5	180	2	170	2	190	2	180	2	0	0	210	2	1.8	
17	210	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	2	0	0	0	0	270	1	280	3	260	2	290	2	290	3	300	2	0	0	240	2	310	1	0	0	210	4	210	2	200	3	1.3		
18	210	3	150	2	180	2	150	1	0	0	120	2	0	0	150	3	150	4	200	2	180	4	230	9	200	5	180	8	180	6	200	5	180	5	180	5	180	2	180	3	0	0	0	0	150	4	0	0	3.1		
19	90	2	0	0	0	0	90	3	90	3	90	2	90	3	100	2	90	3	0	0	90	7	80	5	70	8	100	4	90	5	110	6	90	7	0	0	90	3	70	5	90	12	90	6	90	3	100	3	3.8		
20	90	3	70	3	100	5	90	6	0	0	0	0	0	0	90	6	90	6	90	5	30	6	60	4	60	4	30	5	80	6	0	0	0	0	90	2	270	2	270	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2.7		
21	0	0	0	0	0	0	60	2	60	3	80	5	80	4	90	2	70	6	60	5	90	9	60	3	80	5	60	4	120	7	60	2	40	4	120	1	100	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.7		
22	0	0	0	0	0	0	100	1	110	1	90	1	0	0	100	2	150	2	150	5	20	6	90	5	150	3	290	1	150	1	20	5	0	0	40	3	0	0	330	2	0	0	0	0	330	2	0	0	1.7		
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	8	60	4	20	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8		
25	0	0	0	0	0	0	60	2	0	0	0	0	20	2	0	0	30	1	120	1	60	2	90	3	60	10	60	5	120	1	60	3	60	3	0	0	0	0	50	1	0	0	90	3	0	0	0	0	1.5		
26	130	3	20	2	60	1	90	1	60	7	60	2	90	1	40	1	30	3	30	4	40	5	40	5	100	6	90	6	360	5	60	2	360	2	0	0	60	3	70	2	120	5	60	3	60	2	0	0	3		
27	40	5	60	4	60	4	60	5	90	7	90	6	60	2	90	5	90	12	70	8	70	8	60	5	330	5	60	10	60	5	0	0	300	4	0	0	300	3	0	0	60	5	0	0	70	4	0	0	4.5		
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	3	40	6	40	1	50	5	60	8	40	5	60	4	360	3	60	2	320	6	320	4	300	2	300	2	320	2	0	0	40	2	2.3		
29	0	0	0	0	60	2	0	0	0	0	0	0	0	0	90	4	60	2	50	3	60	3	50	8	40	6	30	4	20	3	90	3	90	5	360	1	0	0	0	0	30	2	0	0	90	1	0	0	2		
30	30	2	40	2	70	4	60	2	100	4	60	2	40	5	90	4	70	2	40	5	360	9	40	2	60	3	120	2	40	2	340	3	100	3	120	2	60	2	40	2	0	0	60	3	0	0	0	0	2.7		
31	70	4	0	0	0	0	350	2	350	2	0	0	90	5	50	2	60	3	30	4	70	6	60	6	60	12	30	8	0	0	90	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	4	60	4	40	4	30	6	3.1
	1.5	0.8	1.2	1.5	1.2	1	1	1.5	3	3.2	4.2	3.6	4.4	3.9	3.6	3.5	3.1	1.8	1.9	1.7	2	2	1.4	1																											

Bangkok Metropolis , Wind direction & speed (Degree Knots)

February , 2000

Day	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		Mean		
	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp																			
1	40	8	80	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	4	100	5	60	5	30	5	40	8	330	5	360	4	20	2	40	1	290	2	310	5	310	2	0	0	70	2	90	2	0	0	0	0	2.6		
2	90	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	2	120	4	80	4	90	4	290	3	290	2	330	4	40	5	20	3	10	3	60	4	300	2	0	0	280	2	270	1	300	1	0	0	0	0	2			
3	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300	1	330	2	330	2	40	4	30	4	300	4	330	6	300	2	360	3	310	3	290	3	270	2	300	2	280	2	280	2	0	0	0	0	1.8		
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	5	330	5	0	0	90	5	0	0	0	0	300	5	0	0	0	0	0	0	270	3	0	0	0	0	0	0	1		
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	270	2	300	2	300	3	60	5	120	2	290	4	300	6	300	6	290	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4			
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	4	120	2	30	2	300	2	120	7	60	3	20	2	360	3	330	4	110	3	270	3	270	1	300	1	300	1	0	0	0	0	0	0	1.6		
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	2	60	2	0	0	110	1	60	1	60	2	60	3	330	2	60	3	10	5	300	2	340	2	340	2	0	0	210	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2			
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	2	100	4	50	2	50	4	70	6	30	6	100	5	280	3	30	4	0	0	330	4	360	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.8				
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	4	30	3	60	4	360	3	290	1	20	2	240	2	180	2	250	2	270	2	0	0	0	0	0	0	0	1	
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	3	90	2	90	3	120	2	130	1	150	3	240	3	40	2	260	2	0	0	210	1	150	2	180	3	180	1	180	1	190	2	0	0	0	0	1.3			
11	240	3	190	2	210	1	0	0	90	1	0	0	90	3	90	1	0	0	230	3	190	4	190	3	160	2	210	5	210	2	210	1	240	3	180	4	180	2	190	4	180	2	180	2	180	2	180	2	180	4	2.3
12	180	3	180	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	2	0	0	0	0	0	0	180	3	170	5	180	4	0	0	210	4	150	4	0	0	180	4	170	4	0	0	0	0	0	0	1.5		
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	5	100	5	210	3	200	4	160	5	220	6	180	3	180	3	240	3	180	3	180	6	180	3	180	2	0	0	180	4	180	3	2.4		
14	180	2	180	3	120	2	120	2	0	0	0	0	0	0	180	2	180	2	210	5	170	4	180	5	120	4	180	2	150	8	240	2	210	3	200	5	170	4	0	0	210	2	180	4	180	3	210	3	2.8		
15	170	2	150	4	190	4	180	4	140	2	180	2	180	5	150	1	140	2	180	3	210	4	210	5	210	3	210	3	210	4	150	3	200	3	180	4	180	2	180	3	180	6	180	2	0	0	180	3	3.1		
16	150	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	2	0	0	0	0	220	4	0	0	150	5	210	7	180	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	220	7	210	4	0	0	1.5	
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	170	2	150	2	270	3	340	1	120	2	0	0	200	4	220	6	210	4	220	2	180	5	180	2	180	4	180	2	120	2	1.7		
18	190	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	2	180	3	180	3	190	5	190	5	180	8	180	7	180	7	190	7	180	7	180	4	190	5	210	4	0	0	240	4	0	0	0	0	3		
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180	4	180	3	180	6	180	3	240	3	190	6	180	4	180	6	180	2	180	4	210	2	180	3	180	4	180	4	2.3
20	180	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180	3	180	2	180	6	180	2	210	4	200	10	190	10	210	7	180	8	180	9	180	4	210	5	180	6	0	0	0	0	180	3	180	4	180	4	180	4	3.9	
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	5	200	2	190	6	200	4	220	4	230	7	210	7	200	5	150	6	240	2	180	2	240	3	220	4	190	4	0	0	180	2	2.6		
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	140	2	220	4	120	4	140	5	140	7	230	3	190	6	190	5	190	5	180	5	200	5	240	3	200	2	120	3	170	2	180	2	210	3	2.8
23	140	2	150	2	170	4	140	3	210	4	0	0	120	2	130	5	150	2	160	5	190	7	170	8	170	7	210	5	210	5	210	5	180	5	210	2	210	6	180	3	150	3	140	3	180	4	180	6	4.1		
24	180	4	180	2	0	0	0	0	0	0	0	130	4	130	3	180	2	180	6	180	4	230	4	140	4	150	5	180	10	150	6	180	5	180	5	180	5	0	0	0	0	0	0	170	5	180	4	180	4	3.2	
25	180	3	150	5	120	6	120	6	110	10	120	5	0	0	150	8	140	6	240	1	240	4	240	5	240	4	180	3	210	4	230	1	160	2	180	4	180	5	180	4	210	3	210	3	210	4	180	2	4.1		
26	0	0	120	2	120	2	150	2	0	0	0	0	0	0	90	2	140	2	90	1	130	3	120	3	90	5	240	3	120	2	90	7	240	1	130	4	140	4	0	0	0	0	0	0	90	5	70	3	90	3	2.3
27	60	3	120	5	60	3	40	5	30	6	90	3	90	3	90	4	70	4	60	4	60	5	30	7	40	9	0	0	90	7	90	4	120	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.1			
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	2	90	3	130	7	100	4	60	5	0	0	60	3	0	0	0	0	270	5	270	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4		
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	3	60	2	110	4	120	4	150	5	200	4	0	0	60	2	0	0	0	0	0	0	0	0	30	4	30	1	60	4	80	3	1.5
	1.4		1.1		0.8		0.8		0.9		0.5		0.9		1.9		2.2		2.8		3.9		4.6		4.1		4		4.1		3		3.4		3.1		2		1.6		1.7		2.1		1.5		1.6				

Bangkok Metropolis , Wind direction & speed (Degree Knots)

April , 2000

Day	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		Mean				
	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp																									
1	190	3	210	1	180	4	240	3	210	2	210	1	210	2	170	1	150	2	150	3	240	5	180	4	160	4	220	4	210	4	200	3	120	4	180	5	180	3	200	4	180	3	180	4	180	5	150	4	3.3				
2	180	3	180	2	180	2	180	3	0	0	0	0	0	0	210	5	240	4	260	6	240	5	180	6	210	3	200	4	180	6	180	3	180	6	180	6	210	5	180	11	180	5	190	4	190	4	180	3	4				
3	180	3	180	5	180	5	180	5	0	0	0	0	0	0	180	2	200	5	240	1	180	8	210	5	190	5	160	4	190	5	150	3	120	5	120	4	180	5	210	7	180	4	180	3	210	4	210	3	3.8				
4	170	10	170	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	210	4	160	2	120	2	0	0	170	5	140	10	180	3	0	0	230	4	180	7	120	3	170	7	180	6	180	4	180	7	170	4	0	0	0	0	3.5		
5	210	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180	4	130	7	0	0	130	5	170	7	180	5	200	8	160	7	160	4	180	3	180	5	180	6	180	4	180	4	120	3	120	3	120	3	120	2	3.5			
6	180	4	180	5	0	0	0	0	180	3	0	0	160	2	80	2	150	2	60	2	190	3	190	2	170	8	150	6	160	6	170	5	120	1	190	5	180	2	120	4	180	3	160	2	180	3	190	4	3.1				
7	180	8	150	1	180	5	180	4	210	2	0	0	180	1	180	2	190	8	210	4	210	6	210	2	180	5	240	5	120	4	210	5	150	5	180	2	180	3	180	3	180	3	180	7	0	0	0	0	3.5				
8	180	3	0	0	210	5	210	5	210	2	0	0	270	2	0	0	240	2	0	0	0	0	300	4	0	0	180	4	0	0	0	0	180	3	200	3	180	3	0	0	0	0	200	6	180	4	0	0	1.9				
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	6	90	5	150	5	150	3	160	6	150	7	220	7	250	4	180	4	180	5	150	5	180	2	180	3	180	3	150	4	180	3	3				
10	0	0	0	0	0	0	210	2	90	5	90	6	0	0	130	2	0	0	0	0	150	2	190	2	210	3	150	8	270	8	250	5	220	3	300	3	0	0	60	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2.2				
11	0	0	0	0	0	0	360	4	70	2	0	0	70	4	120	7	40	3	120	3	50	4	60	3	70	1	90	3	80	3	50	2	360	6	90	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2					
12	0	0	0	0	0	0	180	8	180	6	0	0	0	0	0	0	260	2	0	0	0	0	0	0	270	4	270	3	0	0	0	0	0	0	190	7	210	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4				
13	0	0	90	8	90	10	120	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	4	100	3	110	5	130	8	130	3	160	2	150	5	130	6	180	4	180	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8					
14	300	2	290	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	4	0	0	0	0	30	3	0	0	0	0	140	2	180	3	170	2	170	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8					
15	0	0	180	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	2	130	2	90	2	130	1	130	5	180	4	240	4	180	6	180	6	200	3	180	2	180	1	0	0	180	2	0	0	100	4	0	0	1.9				
16	310	2	0	0	0	0	0	0	0	0	80	2	0	0	120	2	110	3	120	4	120	6	0	0	0	0	240	4	0	0	180	4	150	5	190	4	180	3	140	5	0	0	0	0	280	8	0	0	2.2				
17	0	0	0	0	0	0	60	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	2	120	1	270	3	100	2	20	4	0	0	0	0	30	3	0	0	0	0	0	0	310	1	0	0	0	0	0.9				
18	0	0	0	0	0	0	290	1	290	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2						
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	2	90	2	130	5	130	5	190	6	180	3	200	2	200	5	200	2	240	2	260	3	260	2	180	2	0	0	0	0	1.7				
20	0	0	0	0	0	0	120	2	0	0	0	0	0	0	0	0	100	2	0	0	0	0	0	0	120	3	60	3	180	7	120	3	180	5	130	2	130	3	150	3	150	1	170	3	120	1	130	1	1.6				
21	120	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	3	0	0	90	2	240	1	220	4	240	4	220	3	230	8	220	5	210	5	180	4	180	3	180	3	150	3	0	0	0	0	180	4	180	3	2.5				
22	180	2	180	3	180	2	180	3	0	0	0	0	90	2	90	2	150	2	90	4	110	2	110	6	120	5	90	5	0	0	0	0	190	5	190	5	140	2	160	2	100	1	0	0	0	0	0	0	2.2				
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180	5	130	2	160	3	150	3	310	2	20	2	30	5	300	3	190	2	0	0	210	3	190	5	200	2	200	2	180	3	0	0	0	0	1.8				
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	310	3	0	0	120	4	0	0	0	0	180	4	180	3	180	4	180	6	180	3	190	4	0	0	0	0	180	3	180	4	0	0	0	0	1.6				
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	3	150	3	190	5	150	6	180	5	180	4	180	2	0	0	180	2	180	4	160	3	180	3	1.7			
26	0	0	0	0	0	0	140	2	0	0	140	3	140	4	180	2	150	6	210	4	200	10	230	6	160	7	180	8	150	10	150	8	180	7	180	7	180	10	180	5	180	5	190	6	0	0	0	0	4.6				
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180	3	160	2	150	3	150	3	210	5	210	4	180	4	150	7	150	3	180	3	180	3	180	3	180	6	210	2	180	6	150	2	240	4	2.5		
28	180	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	3	120	4	110	3	100	9	150	3	120	5	170	7	180	6	170	4	180	4	160	4	180	2	180	2	190	5	0	0	0	0	2.6				
29	180	1	0	0	0	0	190	2	160	1	160	1	120	2	120	5	170	4	190	7	210	5	180	6	210	3	190	10	200	5	210	4	180	3	200	8	240	4	210	4	0	0	0	0	0	0	0	0	3.1				
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	270	2	120	1	0	0	190	7	180	6	180	3	180	8	180	4	210	6	210	4	170	6	220	5	270	5	270	3	2.6
31																																																					
	1.7	1.2	1.1	1.8	0.8	0.5	1.1	1.7	2.2	2.5	3.2	3.3	3.7	4.5	4.1	3.6	3.8	4	3	2.8	2	2.5	1.8	1.1																													

Bangkok Metropolis , Wind direction & speed (Degree Knots)

June , 2000

Day	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		Mean	
	dir	sp																																																
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	210	2	0	0	210	3	240	4	300	4	260	3	240	5	240	3	230	2	0	0	240	3	240	1	180	6	180	1	180	1	240	3	230	3	1.8	
2	240	2	260	2	250	2	250	4	220	1	0	0	0	0	0	0	210	5	240	4	250	4	210	2	240	3	240	3	270	2	180	4	180	3	180	5	210	6	0	0	180	4	180	4	240	2	290	5	2.8	
3	290	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	3	140	2	0	0	0	0	90	4	180	4	0	0	0	0	170	6	180	4	150	4	180	4	180	6	130	6	0	0	0	0	0	0	0	0	2
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	270	4	0	0	0	0	180	2	150	5	170	6	170	5	170	6	180	5	180	5	210	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.7	
5	0	0	0	0	90	3	90	4	0	0	180	3	180	4	0	0	0	0	90	6	60	3	60	4	90	4	50	2	150	3	180	7	210	3	150	4	0	0	180	2	180	3	180	1	0	0	180	3	2.5	
6	0	0	160	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	320	2	0	0	0	0	0	0	0	0	210	1	190	5	180	2	90	2	120	3	120	2	0	0	150	3	160	2	200	5	0	0	0	0	1.2
7	190	2	270	3	0	0	270	3	0	0	0	0	240	2	180	2	0	0	280	7	150	4	150	4	190	4	270	2	300	5	240	4	190	3	230	3	190	4	150	3	240	3	210	4	220	3	190	5	2.9	
8	210	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	240	2	260	3	300	2	180	3	160	6	160	6	180	4	180	4	210	4	0	0	90	2	0	0	0	0	0	0	1.5	
9	120	2	0	0	0	0	120	2	0	0	0	0	0	0	200	2	180	4	0	0	180	6	0	0	180	4	180	10	200	13	210	6	180	5	0	0	180	3	180	4	0	0	170	5	0	0	0	0	2.8	
10	170	5	180	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	210	2	0	0	180	2	120	4	150	5	150	2	210	5	150	2	250	10	200	2	240	3	220	3	250	3	0	0	2.1		
11	180	2	0	0	0	0	0	0	0	0	220	3	230	2	240	3	240	4	220	6	240	3	230	4	0	0	210	6	240	6	180	6	180	6	0	0	0	0	210	6	180	4	0	0	0	0	0	0	2.5	
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	240	3	210	7	270	3	280	3	240	5	240	8	290	3	250	4	270	5	270	5	270	2	240	3	0	0	270	3	270	3	0	0	0	0	2.4		
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	210	3	0	0	210	3	180	3	180	4	0	0	180	7	190	9	210	5	160	5	180	3	190	2	150	1	210	2	0	0	0	0	2		
14	240	1	210	2	200	4	240	2	0	0	210	3	180	3	210	2	210	3	240	7	200	3	200	4	160	9	160	6	160	7	180	6	0	0	150	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	270	2	2.8		
15	270	4	0	0	0	0	0	0	0	0	180	3	180	4	210	2	230	3	180	5	250	7	270	6	210	6	270	4	240	8	300	6	270	4	240	5	250	3	270	3	240	4	0	0	0	0	0	0	3.2	
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	220	6	180	3	0	0	180	4	180	3	180	6	200	9	230	3	200	4	290	4	210	1	210	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.8		
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	260	3	180	3	240	2	0	0	230	6	270	2	260	1	240	4	240	4	240	5	270	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4		
18	120	2	0	0	0	0	0	0	0	0	150	1	0	0	180	3	250	1	240	2	250	1	210	4	200	3	230	4	200	2	180	5	210	3	300	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5		
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	270	2	240	3	250	5	240	6	240	4	230	4	240	4	180	8	180	3	180	4	270	4	290	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.3	
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	2	160	7	170	2	240	1	180	5	170	2	160	2	160	9	210	5	180	2	240	3	240	2	0	0	0	0	0	0	1.8		
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	240	2	180	5	240	5	200	7	210	2	180	4	200	4	210	3	100	2	180	3	180	2	210	2	270	3	150	4	190	2	2.1		
22	110	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	210	3	180	1	240	3	210	2	190	4	190	3	200	2	180	2	210	5	180	3	180	3	180	1	150	5	210	3	210	4	210	3	230	10	2.5		
23	130	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	210	2	240	1	150	7	200	6	200	5	190	8	190	7	120	4	180	5	210	4	210	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.2	
24	270	2	0	0	0	0	240	1	180	1	240	1	0	0	0	0	150	3	170	4	220	7	220	3	210	7	190	2	0	0	60	2	330	4	0	0	0	0	0	0	90	2	0	0	0	0	0	1.6		
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	2	0	0	0	0	190	3	0	0	210	5	210	6	170	6	0	0	180	4	180	4	190	3	0	0	190	3	0	0	0	0	0	0	1.5		
26	190	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	270	3	240	5	200	7	210	5	260	4	200	5	230	6	210	5	170	4	300	4	0	0	0	0	0	0	0	0	150	2	150	2	0	0	2.3		
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	210	5	180	5	0	0	0	0	170	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	3	80	4	120	4	180	7	180	5	210	6	230	4	180	4	180	3	180	2	220	4	0	0	240	2	180	2	0	0	0	0	0	0	2.1			
29	0	0	150	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	3	160	2	210	3	0	0	90	5	190	5	0	0	110	4	180	4	150	8	0	0	0	0	200	6	150	6	170	4	0	0	2.2		
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	250	5	290	4	310	3	150	1	160	4	180	2	150	4	150	3	120	4	120	3	180	2	210	2	0	0	0	0	1.5		
31																																																		
	1.2	0.5	0.3	0.5	0.1	0.7	0.8	1.2	1.9	2.5	3.7	3.3	4	3.9	4.4	4.2	3.7	3	2.2	2.1	1.7	1.5	0.8	1																										

Bangkok Metropolis , Wind direction & speed (Degree Knots)

December , 2000

Day	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		Mean													
	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp																								
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	330	3	0	0	270	4	180	2	0	0	180	3	240	2	240	2	330	2	300	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8									
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	310	2	0	0	20	2	100	4	60	2	0	0	40	3	40	2	30	1	60	2	0	0	0	0	330	3	330	4	90	2	70	5	90	1	1.4													
3	0	0	0	0	0	0	100	2	0	0	0	0	0	0	60	2	70	4	90	5	70	4	0	0	300	5	300	1	130	3	80	3	40	3	0	0	0	0	0	0	60	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4										
4	60	3	0	0	0	0	60	4	0	0	90	2	90	2	90	2	60	5	0	0	60	6	260	3	360	6	110	4	120	10	0	0	110	4	90	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.3										
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	3	150	3	0	0	300	3	300	2	60	8	40	4	330	4	300	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	2	1.4													
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	330	2	0	0	300	4	300	2	300	4	300	5	330	5	330	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1									
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	290	3	210	2	270	3	0	0	30	3	290	3	20	3	270	4	300	3	310	5	310	3	40	2	30	6	0	0	0	0	0	0	0	1.7										
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	4	120	3	0	0	180	3	320	8	0	0	270	3	0	0	0	0	20	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1								
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	4	90	4	110	3	0	0	210	3	0	0	30	3	30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8									
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	290	2	330	2	0	0	310	3	330	2	0	0	360	5	0	0	300	2	300	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7								
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	1	80	2	120	4	90	4	360	5	60	4	320	6	300	3	300	4	320	3	0	0	0	0	300	2	330	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.7								
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	3	80	2	0	0	0	0	0	0	300	3	360	6	300	4	330	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1							
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	3	0	0	110	5	20	4	30	4	40	4	0	0	60	4	150	3	120	4	0	0	330	2	0	0	90	2	60	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5							
14	90	5	0	0	0	0	90	2	0	0	0	0	0	0	110	4	330	3	0	0	120	3	30	3	90	3	90	3	360	2	60	3	80	2	60	2	30	2	0	0	0	0	90	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.6								
15	80	3	90	2	60	3	30	1	0	0	0	0	60	5	0	0	60	7	60	2	0	0	0	0	60	2	60	3	360	5	60	3	360	3	330	2	330	2	360	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.9									
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7										
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	340	4	310	2	20	3	0	0	60	3	40	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7								
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	2	60	3	0	0	0	0	0	0	300	3	320	2	300	3	0	0	20	2	20	1	300	2	300	2	280	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9							
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	360	2	330	2	330	1	320	3	330	3	300	4	330	4	30	6	360	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4						
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	320	2	80	4	60	10	90	8	0	0	0	0	90	10	100	6	80	4	30	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2							
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	6	90	6	60	4	30	8	40	7	0	0	30	4	90	5	30	5	40	2	300	3	300	3	300	2	0	0	0	0	30	3	0	0	0	0	2.4							
22	60	3	60	3	80	5	80	6	0	0	0	0	0	0	60	3	40	6	280	4	0	0	340	6	20	5	0	0	30	4	30	5	0	0	0	0	0	0	0	0	300	4	0	0	0	0	0	0	60	2	2.3											
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300	4	60	8	80	8	90	4	90	2	90	8	50	2	0	0	40	6	60	3	0	0	70	2	0	0	60	2	2							
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	3	90	3	80	6	80	3	0	0	40	4	280	3	300	6	30	4	330	2	90	4	90	2	80	3	80	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.9							
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	330	3	0	0	360	7	60	6	0	0	120	2	30	4	90	2	270	2	270	3	250	2	360	2	300	2	0	0	0	0	0	0	1.5			
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	280	3	0	0	0	0	1										
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	270	2	300	2	300	3	60	3	300	2	60	3	330	3	360	4	60	4	10	3	300	3	300	2	300	3	300	2	300	2	330	5	0	0	300	2	2						
28	0	0	0	0	330	3	280	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300	4	90	7	0	0	0	0	1.5									
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	310	3	30	3	80	4	0	0	30	4	120	3	20	2	70	6	60	4	0	0	270	2	280	3	0	0	0	0	330	2	0	0	0	0	1.5
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	2	0	0	150	3	120	7	120	2	40	3	90	3	90	2	90	3	0	0	290	2	0	0	0	0	110	2	0	0	0	0	0	1.2	
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2							
	0.5	0.2	0.4	0.5	0	0.1	0.4	1.5	2.3	2.6	2.7	3	3.1	3.1	3.8	2.7	2.7	1	1.2	1.1	0.8	1.1	0.3	0.3																																						

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ-นามสกุล	จิตติมา กลั่นหอม
ปีเกิด	18 มีนาคม พ.ศ. 2520
2545 – ปัจจุบัน	นิสิตปริญญาโท คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2538 – 2543	สถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย