

โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผลและประเมินค่าดัชนีการประหยัดพลังงาน
ของอาคารในภูมิอากาศร้อนชื้น



นายยุทธนา ทองท่วม

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์

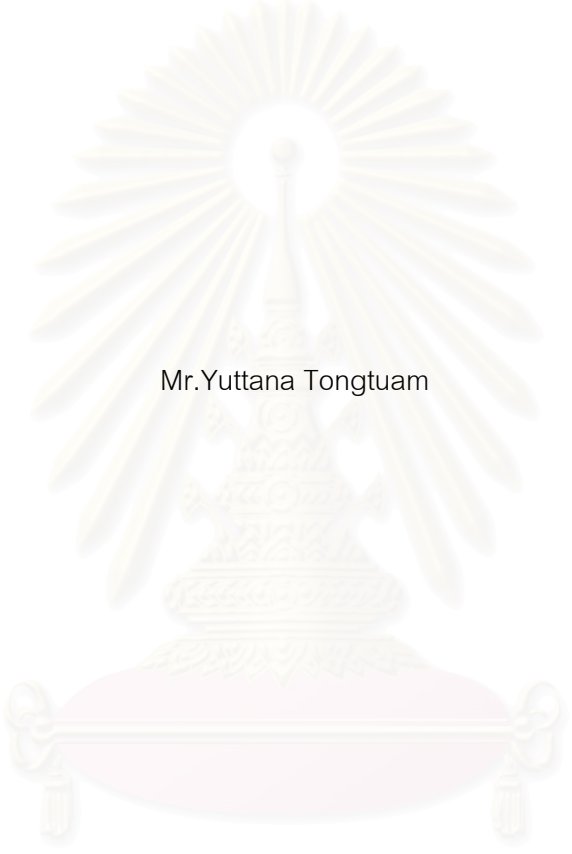
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-17-5300-4

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

COMPUTER PROGRAM TO PROCESS AND EVALUATE ENERGY CONSERVATION INDEX
FOR BUILDINGS IN A HOT-HUMID CLIMATE



Mr.Yuttana Tongtuam

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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 2004

ISBN 974-17-5300-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์	โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผลและประเมินค่าดัชนีการประหยัดพลังงานของอาคารในภูมิอากาศร้อนชื้น
โดย	นายยุทธนา ทองท่วม
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัย
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ เลอสม สถาปิตานนท์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุวานีศวร์ เจริญพงศ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร)

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

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรสันต์ บุรณากาญจน์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ธิดาสิริ ภัทรากาญจน์)

ยุทธนา ทองทัมม : โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผลและประเมินค่าดัชนีการประหยัดพลังงานของอาคารในภูมิอากาศร้อนชื้น . (COMPUTER PROGRAM TO PROCESS AND EVALUATE ENERGY CONSERVATION INDEX FOR BUILDINGS IN A HOT-HUMID CLIMATE) อ. ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.อรรถนั ศรีษฐบุตร, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ 460 หน้า. ISBN 974-17-5300-4.

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ ประมวลผลและประเมินค่าการใช้พลังงานของอาคาร โดยพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับเป็นเครื่องมือในการประมวลผล รวมถึงการสร้างค่าดัชนีเพื่อวัดศักยภาพของอาคารที่ใช้ระบบธรรมชาติ ระบบปรับอากาศและระบบผสม แยกพิจารณาปัจจัยสภาพแวดล้อมอาคาร รูปทรงอาคาร เปลือกอาคาร สภาวะภายในอาคาร และพฤติกรรมการใช้อาคาร ที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบ

ขั้นตอนการวิจัยเริ่มจากการศึกษาถึง 1.อิทธิพลที่มีผลต่อสภาวะน่าสบายและค่าภาระการทำความเย็นของอาคารสำหรับภูมิอากาศแบบร้อนชื้น 2.เก็บรวบรวมและจัดการข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผล 3.ทำการออกแบบและพัฒนาโปรแกรม รวมถึงการสร้างเกณฑ์ในการประเมินค่า 4.ทดสอบการประมวลผลและประเมินค่าด้วยอาคารตัวอย่าง ผลจากการศึกษาสามารถกำหนดเทคนิคที่เหมาะสมที่สามารถวัดศักยภาพของอาคารที่มีการใช้ระบบธรรมชาติและระบบปรับอากาศได้ โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดศักยภาพของอาคารในการวิจัยนี้ได้แก่ จำนวนชั่วโมงที่อยู่ในเขตสภาวะน่าสบาย และค่าภาระการทำความเย็นสูงสุด ตามลำดับ

ผลที่ได้จากการวิจัยคือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้วิเคราะห์การใช้พลังงานและประเมินค่าดัชนีแสดงศักยภาพของอาคารในภูมิอากาศแบบร้อนชื้น เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการออกแบบ และปรับปรุงอาคาร ทั้งอาคารที่ใช้ระบบธรรมชาติ อาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศและอาคารที่ใช้ระบบผสม จากการทดสอบการประเมินค่าอาคารพักอาศัยตัวอย่างที่อยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร สามารถประเมินค่าดัชนีได้เบอร์ 2 สำหรับอาคารระบบธรรมชาติ และได้เบอร์ 1 สำหรับอาคารระบบปรับอากาศ เมื่อมีการใช้ปัจจัยสภาพแวดล้อม และพฤติกรรมการใช้เข้ามาพิจารณาพบว่า สำหรับอาคารระบบธรรมชาติ ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่จะเพิ่มศักยภาพการออกแบบได้ 464% เมื่อใช้ร่วมกับปัจจัยพฤติกรรมการใช้จะสามารถเพิ่มศักยภาพได้ 795% สำหรับอาคารระบบปรับอากาศ ปัจจัยพฤติกรรมใช้งานที่สามารถที่จะลดภาระการทำความเย็นได้ 38% เมื่อใช้ร่วมกับปัจจัยสภาพแวดล้อมสามารถลดภาระได้ 92% และเมื่อปรับปรุงปัจจัยเปลือกอาคารร่วมด้วยจะสามารถลดภาระได้ 96% จากอาคารที่ได้ค่าดัชนีเบอร์ 1 เมื่อพิจารณาการออกแบบให้เหมาะสมจะสามารถเพิ่มศักยภาพได้เป็นค่าดัชนีเบอร์ 4 สำหรับอาคารที่ใช้ระบบธรรมชาติ และเบอร์ 5 สำหรับอาคารปรับอากาศ ดังนั้นการออกแบบอาคารที่เหมาะสมสามารถที่จะประหยัดพลังงานได้

ภาควิชาสถาปัตยกรรม

สาขาวิชาสถาปัตยกรรม

ปีการศึกษา 2547

ลายมือชื่อนิติ.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4574174325 : MAJOR ARCHITECTURE

KEY WORD: COMPUTER PROGRAM / PROCESS / EVALUATE ENERGY INDEX / CONSERVATION / HOT-HUMID BUILDINGS

YUTTANA TONGTUAM : COMPUTER PROGRAM TO PROCESS AND EVALUATE ENERGY CONSERVATION INDEX FOR BUILDINGS IN A HOT-HUMID CLIMATE. THESIS ADVISOR : ATCH SRESHTHAPUTRA, Ph.D., THESIS COADVISOR : PROFESSOR, SOONTORN BOONYATIKARN, Ph.D., 460 pp. 974-17-5300-4.

The purpose of this study was to develop a computer program as a tool in processing and evaluating energy use of buildings and to design an energy conservation index for active, passive and hybrid buildings by considering the following factors: micro-climate, building form, building envelope, indoor environment, and building operations influencing designs.

The research procedure included 1) studying influences affecting comfort zone and cooling load of buildings in a hot-humid climate, 2) collecting and processing data 3) designing and developing a computer program and determining the evaluation criteria, and 4) testing the processing and evaluation with model buildings. The results of the study can then be used in identifying techniques appropriate for measuring the efficiency of both active and passive buildings. The criteria used in measuring the efficiency of the buildings were number of hours during the comfort zone and peak load.

The outcome of the research was a computer program used in the analysis of energy consumption and the evaluation index of efficiency of buildings in a hot-humid climate. This can be used as a guideline in designing and renovating buildings—active, passive, and hybrid. The tests conducted with residence buildings in The Bangkok Metropolitan Area revealed index no. 2 for passive buildings and index no. 1 for active buildings. When considering the micro-climate factor, the number of hours in the comfort zone could be increased to 464%, and this rose to 795% when used simultaneously with the building operation factor. As active buildings, the building operation factor could reduce air-conditioning cost by 38%, and this rose to 92% when used together with the micro-climate factor. Also, when improving the building envelope factor, the load could be reduced by 96% for buildings that received index no.1. Besides, when appropriate design was taken into account, the efficiency level increased to indexes no.4 and no. 5 for passive buildings and active buildings, respectively. Therefore, it can be concluded that an appropriate design of a building can help save energy.

Department Architecture

Student's signature.....

Field of study Architecture

Advisor's signature.....

Academic year 2004

Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาของ อาจารย์ ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และศาสตราจารย์ ดร. สุนทร บุญญาธิการ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ซึ่งเป็นผู้ให้คำชี้แนะและเสนอแนวทางต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการศึกษาทำวิทยานิพนธ์ นอกจากนี้ยังได้รับความกรุณาในการให้คำแนะนำแนวทางในการศึกษาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรสิทธิ์ บุรณากาญจน์ คุณรุ่งโรจน์ วงศ์มหาศิริ และคุณชญาณิน จิตรานุกเคราะห์ ที่คอยดูแลและให้คำปรึกษาในขั้นตอนการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ คุณแม่ คุณพ่อ และเพื่อนๆ ที่ร่วมทำวิจัยและวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ร่วมทุกข์ร่วมสุขตลอดระยะเวลาการทำงาน จึงขอขอบคุณทุกท่านที่เกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์มา ณ โอกาสนี้ด้วย



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฐ
สารบัญรูปภาพ	พ
สารบัญแผนภูมิ.....	ว
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1. บทนำ.....	1
2. ความสำคัญและที่มาของปัญหา	2
3. แนวคิดในการแก้ไขปัญหา.....	5
4. วัตถุประสงค์ของการวิจัย	7
5. ระเบียบวิธีและขั้นตอนการศึกษา	7
6. ขอบเขตการศึกษา	10
7. คำศัพท์เกี่ยวข้อง	10
8. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	12
บทที่ 2 การออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงาน.....	13
1. สภาวะน่าสบาย	13
1) สมดุลความร้อน	13
2) ตัวแปรสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อสภาวะน่าสบายทางด้านความร้อน.....	14
3) สมดุลย์พลังงานของร่างกายมนุษย์	20
4) ตัวแปรที่มีผลต่อสภาวะน่าสบายที่นำมาใช้ในการออกแบบ	20
2. สภาวะอากาศกับการออกแบบที่คำนึงถึงความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง.....	22
1) แผนภูมิไฮโครเมตริก	22
2) การประมาณค่าเอนทัลปีโดยวิธีการคำนวณ.....	24
3. แนวความคิดในการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงาน	26

1) แนวทางในการประสานเทคโนโลยีเพื่อให้เกิดสภาวะน่าสบาย	27
4. การออกแบบอาคารระบบธรรมชาติ.....	29
1) การระบายความร้อนด้วยการไหลเวียนของอากาศ.....	30
2) การทำความเย็นโดยการระเหยของน้ำ	32
3) การทำความเย็นโดยการแผ่รังสีความร้อน.....	33
4) การใช้ความเย็นจากดิน.....	34
5. การออกแบบอาคารระบบปรับอากาศ.....	36
1) สภาพแวดล้อมอาคาร	37
2) รูปทรงและทิศทางอาคาร	38
3) เปลือกอาคาร.....	42
4) สภาพแวดล้อมภายในอาคาร.....	50
5) ภาระที่เป็นผลมาจากการพฤติกรรมการใช้อาคาร	56
6. การคำนวณค่าภาระการทำความเย็นด้วยหลักการ Cooling load temperature difference/Solar cooling load/ Cooling load factor (CLTD/ SCL/ CLF)	57
1) แนวคิดการคำนวณค่า	57
2) การคำนวณค่าภาระการทำความเย็น	58
3) สรุปการคำนวณค่าภาระการทำความเย็น.....	64
บทที่ 3 ระเบียบวิธีและการดำเนินงาน	65
1. ระเบียบวิธีการวิจัย	65
1) การรวบรวมและสรุปผลการศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	65
2) การพัฒนาและทดสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์	66
2. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	66
3. การกำหนดฐานข้อมูลที่ใช้เป็นกรณีศึกษา	68
4. ตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างสมการถดถอยเพื่อประมาณค่าตัวแปร.....	72
5. แนวทางการแบ่งค่าคะแนนเพื่อประเมินค่าดัชนี	77
6. การกำหนดกรณีศึกษาอาคารที่นำมาพิจารณาทดสอบ.....	80

บทที่ 4 แนวความคิดในการประเมินค่าดัชนี	81
1. หลักการออกแบบอาคาร	81
1) อาคารที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศ	81
2) อาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศ	81
2. ความสัมพันธ์และอิทธิพลของตัวแปร	82
1) สภาวะนำสบาย	82
2) ภาระการทำความเย็น	83
3. เกณฑ์การประเมินค่าดัชนี	83
1) การใช้ระบบธรรมชาติ	84
2) การใช้ระบบปรับอากาศ	85
3) การใช้ระบบผสม	85
4. แนวทางการประมวลผล	86
1) ส่วนข้อมูล	86
2) ส่วนสมการทำนาย	86
3) ส่วนค่าคะแนน	86
4) ส่วนของเกณฑ์การประเมินค่าดัชนี	86
5. การพิจารณาส่วนข้อมูล	87
1) ฐานข้อมูล	87
2) ข้อมูลการออกแบบ	87
6. ส่วนสมการทำนาย	87
1) สมการทำนายค่าสภาพอากาศ	88
2) สมการทำนายภาระการทำความเย็น	88
7. ส่วนของค่าคะแนน	88
1) อาคารไม่ปรับอากาศ	88
2) อาคารปรับอากาศ	89
8. ส่วนของเกณฑ์การประเมินค่าดัชนี	91
1) อาคารไม่ปรับอากาศ	91
2) อาคารปรับอากาศ	92
3) อาคารระบบผสม	94

บทที่ 5 การสร้างสมการเพื่อการประมวลผล	96
1. สมการทำนายค่าอุณหภูมิอากาศเนื่องจากสภาพแวดล้อม	96
1) บริเวณลานคอนกรีต	98
2) บริเวณสนามหญ้า	102
3) บริเวณใต้ต้นไม้	106
4) บริเวณริมสระน้ำกลางแจ้ง	110
5) บริเวณใต้ต้นไม้ริมสระน้ำ	114
6) บริเวณใต้ต้นไม้ใหญ่ริมสระน้ำในร่ม	118
2. สมการทำนายค่าความชื้นสัมพัทธ์เนื่องจากสภาพแวดล้อม	122
1) บริเวณลานคอนกรีต	124
2) บริเวณสนามหญ้า	128
3) บริเวณใต้ต้นไม้	132
4) บริเวณริมสระน้ำกลางแจ้ง	136
5) บริเวณใต้ต้นไม้ริมสระน้ำ	140
6) บริเวณใต้ต้นไม้ใหญ่ริมสระน้ำในร่ม	144
3. สมการทำนายค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารเนื่องจากมวลสารอาคาร	148
1) อาคารมวลสารน้อย	150
2) อาคารมวลสารปานกลางและมาก	155
4. สมการประมาณค่าการรั่วซึมอากาศผ่านเปลือกอาคาร	163
บทที่ 6 การพัฒนาโปรแกรมและการจัดการข้อมูล	164
1. แนวทางในการพัฒนาโปรแกรม	164
2. การป้อนข้อมูล	165
1) ข้อมูลรายละเอียดทั่วไป	165
2) ข้อมูลรายละเอียดการออกแบบ	166
3. แนวคิดการจัดการฐานข้อมูล	182
4. แนวคิดการประมวลผลข้อมูล	183
1) อาคารไม่ปรับอากาศ	183

2) อาคารปรับอากาศ.....	197
5. การแสดงผล	278
1) การแสดงผลในรูปตารางแสดงค่า.....	278
2) การแสดงผลในรูปแผนภูมิ	280
3) การแสดงค่าดัชนี.....	282
4) การแสดงส่วนสรุป.....	282
6. ส่วนประกอบอื่นๆ.....	284
1) ส่วนเมนูหลักและคอนโทรลเมนู.....	284
2) ส่วนเมนูเปิดโครงการเก่า.....	285
3) ส่วนการปรับปรุงค่าคะแนนดัชนี.....	285
2) ส่วนการปรับปรุงข้อมูลรายละเอียดโครงการ	286
บทที่ 7 การทดสอบการประเมินค่าดัชนี	287
1. การสร้างเกณฑ์การประเมินค่าดัชนีอาคารไม่ปรับอากาศ	287
1) หลักเกณฑ์ในการพิจารณา.....	287
2) การประมวลผลและกำหนดค่าคะแนน.....	288
2. การศึกษาการประมวลผลและประเมินค่าดัชนีจากกรณีตัวอย่าง	294
1) เงื่อนไขอาคารที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศทั้งอาคาร	294
2) การผลประมวลผลอาคารระบบไม่ปรับอากาศ.....	299
3) เงื่อนไขอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศและอาคารระบบผสม.....	302
3. การศึกษาอิทธิพลการออกแบบอาคารจากกรณีตัวอย่าง.....	326
1) ตัวแปรที่พิจารณาในการออกแบบ	326
2) ผลการทดสอบ	326
บทที่ 8 บทสรุป และข้อเสนอแนะ	332
1. บทสรุป.....	332
2. ข้อเสนอแนะ	338
รายการอ้างอิง.....	339

ภาคผนวก	344
ภาคผนวก ก ฐานข้อมูลตัวแทนสภาพอากาศ.....	344
ภาคผนวก ข รายละเอียดการใช้งานโปรแกรม.....	376
ภาคผนวก ค รายละเอียดและการใช้งานฐานข้อมูล.....	410
ภาคผนวก ง รายละเอียดอาคารพักอาศัยตัวอย่าง.....	431
ภาคผนวก จ ส่วนเพิ่มเติมของโปรแกรม	448
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	460



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1	ตารางสรุปขั้นตอนและระเบียบวิธีการการศึกษา	9
ตารางที่ 2.1	ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและสภาวะนำสบาย	16
ตารางที่ 2.2	แสดงค่าความร้อนสัมผัส และความร้อนแฝงที่เกิดจากการทำกิจกรรม	56
ตารางที่ 3.1	แสดงรายละเอียดของบ้านที่นำมาคำนวณค่าภาระการทำความเย็น	78
ตารางที่ 4.1	แสดงการพิจารณาตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบอาคาร	81
ตารางที่ 4.2	แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบ	82
ตารางที่ 4.3	แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบ	83
ตารางที่ 4.4	แสดงค่าศักยภาพการออกแบบของบ้านพักอาศัยแต่ละกลุ่ม	93
ตารางที่ 5.1.1.1	แสดงค่า Regression Statistics : Tmic(To,time)	98
ตารางที่ 5.1.1.2	แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) : Tmic(To,time)	99
ตารางที่ 5.1.1.3	แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ : Tmic(To,time)	100
ตารางที่ 5.1.1.4	แสดงค่าการทดสอบทางสถิติ : Tmic(To,time)	100
ตารางที่ 5.1.2.1	แสดงค่า Regression Statistics : Tmic(To,time)	102
ตารางที่ 5.1.2.2	แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) : Tmic(To,time)	103
ตารางที่ 5.1.2.3	แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ : Tmic(To,time)	104
ตารางที่ 5.1.2.4	แสดงค่าการทดสอบทางสถิติ : Tmic(To,time)	104
ตารางที่ 5.1.3.1	แสดงค่า Regression Statistics : Tmic(To,time)	106
ตารางที่ 5.1.3.2	แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) : Tmic(To,time)	107
ตารางที่ 5.1.3.3	แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ : Tmic(To,time)	108
ตารางที่ 5.1.3.4	แสดงค่าการทดสอบทางสถิติ : Tmic(To,time)	108
ตารางที่ 5.1.4.1	แสดงค่า Regression Statistics : Tmic(To,time)	110
ตารางที่ 5.1.4.2	แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) : Tmic(To,time)	111
ตารางที่ 5.1.4.3	แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ : Tmic(To,time)	112
ตารางที่ 5.1.4.4	แสดงค่าการทดสอบทางสถิติ : Tmic(To,time)	112
ตารางที่ 5.1.5.1	แสดงค่า Regression Statistics : Tmic(To,time)	114
ตารางที่ 5.1.5.2	แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) : Tmic(To,time)	115
ตารางที่ 5.1.5.3	แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ : Tmic(To,time)	116

ตารางที่ 5.1.5.4	แสดงค่าการทดสอบทางสถิติ : $T_{mic}(T_o, time)$	116
ตารางที่ 5.1.6.1	แสดงค่า Regression Statistics : $T_{mic}(T_o, time)$	118
ตารางที่ 5.1.6.2	แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) : $T_{mic}(T_o, time)$	119
ตารางที่ 5.1.6.3	แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ : $T_{mic}(T_o, time)$	120
ตารางที่ 5.1.6.4	แสดงค่าการทดสอบทางสถิติ : $T_{mic}(T_o, time)$	120
ตารางที่ 5.2.1.1	แสดงค่า Regression Statistics : $R_{mic}(Rho, time)$	124
ตารางที่ 5.2.1.2	แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) : $R_{mic}(Rho, time)$	125
ตารางที่ 5.2.1.3	แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ : $R_{mic}(Rho, time)$	126
ตารางที่ 5.2.1.4	แสดงค่าการทดสอบทางสถิติ : $R_{mic}(Rho, time)$	126
ตารางที่ 5.2.2.1	แสดงค่า Regression Statistics : $R_{mic}(Rho, time)$	128
ตารางที่ 5.2.2.2	แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) : $R_{mic}(Rho, time)$	129
ตารางที่ 5.2.2.3	แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ : $R_{mic}(Rho, time)$	130
ตารางที่ 5.2.2.4	แสดงค่าการทดสอบทางสถิติ : $R_{mic}(Rho, time)$	130
ตารางที่ 5.2.3.1	แสดงค่า Regression Statistics : $R_{mic}(Rho, time)$	132
ตารางที่ 5.2.3.2	แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) : $R_{mic}(Rho, time)$	133
ตารางที่ 5.2.3.3	แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ : $R_{mic}(Rho, time)$	134
ตารางที่ 5.2.3.4	แสดงค่าการทดสอบทางสถิติ : $R_{mic}(Rho, time)$	134
ตารางที่ 5.2.4.1	แสดงค่า Regression Statistics : $R_{mic}(Rho, time)$	136
ตารางที่ 5.2.4.2	แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) : $R_{mic}(Rho, time)$	137
ตารางที่ 5.2.4.3	แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ : $R_{mic}(Rho, time)$	138
ตารางที่ 5.2.4.4	แสดงค่าการทดสอบทางสถิติ : $R_{mic}(Rho, time)$	138
ตารางที่ 5.2.5.1	แสดงค่า Regression Statistics : $R_{mic}(Rho, time)$	140
ตารางที่ 5.2.5.2	แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) : $R_{mic}(Rho, time)$	141
ตารางที่ 5.2.5.3	แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ : $R_{mic}(Rho, time)$	142
ตารางที่ 5.2.5.4	แสดงค่าการทดสอบทางสถิติ : $R_{mic}(Rho, time)$	142
ตารางที่ 5.2.6.1	แสดงค่า Regression Statistics : $R_{mic}(Rho, time)$	144
ตารางที่ 5.2.6.2	แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) : $R_{mic}(Rho, time)$	145
ตารางที่ 5.2.6.3	แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ : $R_{mic}(Rho, time)$	146
ตารางที่ 5.2.6.4	แสดงค่าการทดสอบทางสถิติ : $R_{mic}(Rho, time)$	146

สารบัญตาราง (ต่อ)

ผ

หน้า

ตารางที่ 5.3.1.1	แสดงค่า Regression Statistics : $T_m(T_o, \text{time})$	148
ตารางที่ 5.3.1.2	แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) : $T_m(T_o, \text{time})$	149
ตารางที่ 5.3.1.3	แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ : $T_m(T_o, \text{time})$	150
ตารางที่ 5.3.1.4	แสดงค่าการทดสอบทางสถิติ : $T_m(T_o, \text{time})$	150
ตารางที่ 5.3.2.1	แสดงค่า Regression Statistics : $T_m(T_o, \text{time})$	152
ตารางที่ 5.3.2.2	แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) : $T_m(T_o, \text{time})$	153
ตารางที่ 5.3.2.3	แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ : $T_m(T_o, \text{time})$	154
ตารางที่ 5.3.2.4	แสดงค่าการทดสอบทางสถิติ : $T_m(T_o, \text{time})$	154
ตารางที่ 6.2.1	แสดงข้อมูลรายละเอียดทั่วไป.....	165
ตารางที่ 6.2.2	แสดงข้อมูลรายละเอียดการออกแบบส่วนสภาพแวดล้อมอาคาร	167
ตารางที่ 6.2.3	แสดงข้อมูลรายละเอียดการออกแบบส่วนหลังคาและฝ้าเพดาน	168
ตารางที่ 6.2.4	แสดงข้อมูลรายละเอียดการออกแบบส่วนผนังที่บ	170
ตารางที่ 6.2.5	แสดงข้อมูลรายละเอียดการออกแบบส่วนพื้น	171
ตารางที่ 6.2.6	แสดงข้อมูลรายละเอียดการออกแบบส่วนประตู.....	172
ตารางที่ 6.2.7	แสดงข้อมูลรายละเอียดการออกแบบส่วนหน้าต่าง.....	173
ตารางที่ 6.2.8	แสดงข้อมูลรายละเอียดการออกแบบส่วนกระจก	174
ตารางที่ 6.2.9	แสดงข้อมูลรายละเอียดการออกแบบส่วนวัสดุตกแต่ง(เฟอร์นิเจอร์)	175
ตารางที่ 6.2.10	แสดงข้อมูลรายละเอียดการใช้หลอดไฟฟ้า	176
ตารางที่ 6.2.11	แสดงข้อมูลรายละเอียดการใช้อุปกรณ์.....	177
ตารางที่ 6.2.12	แสดงข้อมูลรายละเอียดพฤติกรรมการใช้.....	181
ตารางที่ 6.4.1.1	แสดงการประเมินผลของโปรแกรมย่อยหาชั่วโมง จำนวนชั่วโมงนำสบาย ของสภาพอากาศอ้างอิง	185
ตารางที่ 6.4.1.2	แสดงการประเมินผลของโปรแกรมย่อยหาชั่วโมง จำนวนชั่วโมงนำสบาย ของสภาพอากาศบริเวณสภาพแวดล้อมอาคาร.....	186
ตารางที่ 6.4.1.3	แสดงการประเมินผลของโปรแกรมย่อยหาชั่วโมง จำนวนชั่วโมงนำสบาย ของสภาพอากาศเนื่องจากมวลสารอาคาร	187
ตารางที่ 6.4.1.4	แสดงการประเมินผลของโปรแกรมย่อยหาชั่วโมง จำนวนชั่วโมงนำสบาย ของสภาพอากาศเนื่องจากอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ	188

สารบัญตาราง (ต่อ)

ณ

หน้า

ตารางที่ 6.4.1.5	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อยหาชั่วโมง จำนวนชั่วโมงนำสบาย ของสภาพอากาศเนื่องพฤติกรรมกรใช้งาน	189
ตารางที่ 6.4.1.6	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อยหาชั่วโมง จำนวนชั่วโมงนำสบาย ของสภาพอากาศเนื่องจากการกำหนดค่าความเร็วลมภายในอาคาร	190
ตารางที่ 6.4.1.7	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย A	191
ตารางที่ 6.4.1.8	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย B	192
ตารางที่ 6.4.1.9	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อยหาขนาดมวลสารอาคาร C	193
ตารางที่ 6.4.1.10	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย D	193
ตารางที่ 6.4.1.11	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย E	194
ตารางที่ 6.4.1.12	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย F	194
ตารางที่ 6.4.1.13	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อยหาชั่วโมง จำนวนชั่วโมงนำสบาย ของสภาพอากาศเนื่องจากการกำหนดค่าความเร็วลมภายในอาคาร	195
ตารางที่ 6.4.1.14	แสดงการลดการคำนวณที่ซ้ำซ้อนเนื่องจากอิทธิพลของตัวแปร	196
ตารางที่ 6.4.2.1	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นรวม	202
ตารางที่ 6.4.2.2	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย A หาค่าภาระการทำความเย็น ขององค์ประกอบหลังคา	203
ตารางที่ 6.4.2.3	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย B หาค่าภาระการทำความเย็น ขององค์ประกอบผนัง	204
ตารางที่ 6.4.2.4	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย C หาค่าภาระการทำความเย็น ขององค์ประกอบพื้น	205
ตารางที่ 6.4.2.5	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย G หาขนาดมวลสารอาคาร	206
ตารางที่ 6.4.2.6	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย H หาอุณหภูมิภายในอาคาร เนื่องจากมวลสารอาคาร	206
ตารางที่ 6.4.2.7	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย D หาค่าภาระการทำความเย็น ขององค์ประกอบกระจก	207
ตารางที่ 6.4.2.8	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย I หาค่าภาระการทำความเย็น ของกระจก กรณีการนำความร้อน	207
ตารางที่ 6.4.2.9	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย J หาค่าภาระการทำความเย็น ของกระจก กรณีการแผ่รังสีความร้อน	208

สารบัญตาราง (ต่อ)

ด

หน้า

ตารางที่ 6.4.2.10	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย E หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการรั่วซึม.....	209
ตารางที่ 6.4.2.11	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย K หาค่าเอ็นทัลปี	209
ตารางที่ 6.4.2.12	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย L หาค่าภาวะการทำความเย็น จากการรั่วซึมขององค์ประกอบผนังทึบ	210
ตารางที่ 6.4.2.13	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย M หาค่าภาวะการทำความเย็น จากการรั่วซึมขององค์ประกอบประตู	211
ตารางที่ 6.4.2.14	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย N หาค่าภาวะการทำความเย็น จากการรั่วซึมขององค์ประกอบหน้าต่าง	212
ตารางที่ 6.4.2.15	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อยหาค่าภาวะการทำความเย็นเนื่อง จากการคายความร้อนความชื้นของมวลสาร	213
ตารางที่ 6.4.2.16	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย O หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของฝ้าเพดาน	214
ตารางที่ 6.4.2.17	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย S หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของวัสดุตกแต่ง	214
ตารางที่ 6.4.2.18	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย P หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของผนัง	215
ตารางที่ 6.4.2.19	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย R หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของช่องเปิด.....	216
ตารางที่ 6.4.2.20	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย Q หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของพื้น	217
ตารางที่ 6.4.2.21	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย หาภาวะการทำความเย็นสูงสุด และวันที่เกิดภาวะการทำความเย็นสูงสุด.....	218
ตารางที่ 6.4.2.22	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย หาภาวะการทำความเย็นสูงสุด เมื่อพิจารณาตัวแปรสภาพแวดล้อม	220
ตารางที่ 6.4.2.23	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย A หาค่าอุณหภูมิและ ความชื้นสัมพัทธ์ของสภาพแวดล้อมเฉลี่ย	221
ตารางที่ 6.4.2.24	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย B หาค่าภาวะการทำความเย็น ขององค์ประกอบหลังคา.....	222

ตารางที่ 6.4.2.25	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย C หาค่าภาวะการทำความเย็น ขององค์ประกอบผนังที่บ .....223	223
ตารางที่ 6.4.2.26	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย D หาค่าภาวะการทำความเย็น ขององค์ประกอบพื้น .....224	224
ตารางที่ 6.4.2.27	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย E หาค่าภาวะการทำความเย็น ขององค์ประกอบกระจก .....224	224
ตารางที่ 6.4.2.28	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย I หาค่าภาวะการทำความเย็น ของกระจก กรณีการนำความร้อน.....225	225
ตารางที่ 6.4.2.29	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย J หาค่าภาวะการทำความเย็น ของกระจก กรณีการแผ่รังสีความร้อน.....225	225
ตารางที่ 6.4.2.30	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย E หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการรั่วซึม .....226	226
ตารางที่ 6.4.2.31	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย K หาค่าเอ็นทัลปี .....226	226
ตารางที่ 6.4.2.32	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย L หาค่าภาวะการทำความเย็น จากการรั่วซึมขององค์ประกอบผนังที่บ .....227	227
ตารางที่ 6.4.2.33	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย M หาค่าภาวะการทำความเย็น จากการรั่วซึมขององค์ประกอบประตู .....228	228
ตารางที่ 6.4.2.34	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย N หาค่าภาวะการทำความเย็น จากการรั่วซึมขององค์ประกอบหน้าต่าง .....229	229
ตารางที่ 6.4.2.35	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อยหาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของมวลสาร .....230	230
ตารางที่ 6.4.2.36	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย O หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของฝ้าเพดาน .....230	230
ตารางที่ 6.4.2.37	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย R หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของวัสดุตกแต่ง .....231	231
ตารางที่ 6.4.2.38	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย P หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของผนัง .....232	232

ตารางที่ 6.4.2.39	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย P หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของช่องเปิด.....	233
ตารางที่ 6.4.2.40	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย Q หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของพื้น	233
ตารางที่ 6.4.2.41	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย หาภาวะการทำความเย็นสูงสุด และวันที่เกิดภาวะการทำความเย็นสูงสุดเนื่องจากสภาพแวดล้อมอาคาร ...	233
ตารางที่ 6.4.2.42	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย หาภาวะการทำความเย็นสูงสุด เมื่อพิจารณาตัวแปรรูปทรงอาคาร	234
ตารางที่ 6.4.2.43	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย A หาค่าภาวะการทำความเย็น ขององค์ประกอบหลังคา.....	235
ตารางที่ 6.4.2.44	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อยB หาค่าภาวะการทำความเย็น ขององค์ประกอบผนังทึบ	236
ตารางที่ 6.4.2.45	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย C หาค่าภาวะการทำความเย็น ขององค์ประกอบพื้น	237
ตารางที่ 6.4.2.46	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย D หาค่าภาวะการทำความเย็น ขององค์ประกอบกระจก	237
ตารางที่ 6.4.2.47	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย I หาค่าภาวะการทำความเย็น ของกระจก กรณีการนำความร้อน.....	238
ตารางที่ 6.4.2.48	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย J หาค่าภาวะการทำความเย็น ของกระจก กรณีการแผ่รังสีความร้อน.....	238
ตารางที่ 6.4.2.49	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย E หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการรั่วซึม.....	239
ตารางที่ 6.4.2.50	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย K หาค่าเอ็นทัลปี.....	239
ตารางที่ 6.4.2.51	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย L หาค่าภาวะการทำความเย็น จากการรั่วซึมขององค์ประกอบผนังทึบ	240
ตารางที่ 6.4.2.52	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย M หาค่าภาวะการทำความเย็น จากการรั่วซึมขององค์ประกอบประตู	241
ตารางที่ 6.4.2.53	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย N หาค่าภาวะการทำความเย็น จากการรั่วซึมขององค์ประกอบหน้าต่าง	242

ตารางที่ 6.4.2.54	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย หาภาวะการทำความเย็นสูงสุด และวันที่เกิดภาวะการทำความเย็นสูงสุดเนื่องจากรูปทรงอาคาร.....	243
ตารางที่ 6.4.2.55	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย หาภาวะการทำความเย็นสูงสุด เมื่อพิจารณาตัวแปรเปลือกและวัสดุอาคาร	244
ตารางที่ 6.4.2.56	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย A หาค่าภาวะการทำความเย็น ขององค์ประกอบหลังคา.....	245
ตารางที่ 6.4.2.57	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย B หาค่าภาวะการทำความเย็น ขององค์ประกอบผนังที่บ .....246	246
ตารางที่ 6.4.2.58	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย C หาค่าภาวะการทำความเย็น ขององค์ประกอบพื้น	247
ตารางที่ 6.4.2.59	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย D หาค่าภาวะการทำความเย็น ขององค์ประกอบกระจก	247
ตารางที่ 6.4.2.60	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย I หาค่าภาวะการทำความเย็น ของกระจก กรณีการนำความร้อน.....	248
ตารางที่ 6.4.2.61	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย J หาค่าภาวะการทำความเย็น ของกระจก กรณีการแผ่รังสีความร้อน	248
ตารางที่ 6.4.2.62	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย E หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการรั่วซึม.....	249
ตารางที่ 6.4.2.63	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย K หาค่าเอ็นทัลปี	249
ตารางที่ 6.4.2.64	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย L หาค่าภาวะการทำความเย็น จากการรั่วซึมขององค์ประกอบผนังที่บ	250
ตารางที่ 6.4.2.65	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย M หาค่าภาวะการทำความเย็น จากการรั่วซึมขององค์ประกอบประตู	251
ตารางที่ 6.4.2.66	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย N หาค่าภาวะการทำความเย็น จากการรั่วซึมขององค์ประกอบหน้าต่าง	252
ตารางที่ 6.4.2.67	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของมวลสาร	253
ตารางที่ 6.4.2.68	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย O หาค่าภาวะการทำความเย็นเนื่อง จากการคายความร้อนความชื้นของฝ้าเพดาน	253

ตารางที่ 6.4.2.69	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย R หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของวัสดุตกแต่ง	254
ตารางที่ 6.4.2.70	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย P หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของผนัง	254
ตารางที่ 6.4.2.71	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย Q หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของพื้น	255
ตารางที่ 6.4.2.72	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย P หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของประตู	255
ตารางที่ 6.4.2.73	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย Q หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของหน้าต่าง	256
ตารางที่ 6.4.2.74	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย หาภาวะการทำความเย็นสูงสุด และวันที่เกิดภาวะการทำความเย็นสูงสุดเนื่องจากเปลือกและวัสดุอาคาร...256	256
ตารางที่ 6.4.2.75	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อยหาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของมวลสาร	257
ตารางที่ 6.4.2.76	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย O หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของฝ้าเพดาน	258
ตารางที่ 6.4.2.77	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย R หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของวัสดุตกแต่ง	258
ตารางที่ 6.4.2.78	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย P หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของผนัง(เปลือกอาคาร).....	258
ตารางที่ 6.4.2.79	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย P หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของผนัง(ภายในอาคาร).....	259
ตารางที่ 6.4.2.80	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย P หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของประตู	259
ตารางที่ 6.4.2.81	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย P หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของหน้าต่าง	259
ตารางที่ 6.4.2.82	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย Q หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของพื้น(เปลือกอาคาร)	260

สารบัญตาราง (ต่อ)

น

หน้า

ตารางที่ 6.4.2.83	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย P หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของพื้น(ภายในอาคาร).....	260
ตารางที่ 6.4.2.84	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย P หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนของอุปกรณ์.....	260
ตารางที่ 6.4.2.85	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย P หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนของหลอดไฟฟ้า.....	261
ตารางที่ 6.4.2.86	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย Q หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของผู้ใช้อาคาร.....	261
ตารางที่ 6.4.2.87	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย หาภาวะการทำความเย็นสูงสุด และวันที่เกิดภาวะการทำความเย็นสูงสุดเนื่องจากสภาพแวดล้อมภายใน อาคาร.....	261
ตารางที่ 6.4.2.88	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อยหาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการพฤติกรรมการใช้.....	262
ตารางที่ 6.4.2.89	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย A หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการรั่วซึมและการถ่ายเทอากาศ.....	263
ตารางที่ 6.4.2.90	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย G หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการรั่วซึมและการถ่ายเทอากาศของผนังภายนอก.....	264
ตารางที่ 6.4.2.91	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย H หาค่าภาวะการทำความเย็นเนื่อง จากการรั่วซึมของอากาศผ่านประตู.....	265
ตารางที่ 6.4.2.92	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย I หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการรั่วซึมของอากาศผ่านหน้าต่าง.....	266
ตารางที่ 6.4.2.93	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย หาภาวะการทำความเย็น เนื่องจากอุปกรณ์.....	267
ตารางที่ 6.4.2.94	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย หาภาวะการทำความเย็น เนื่องจากหลอดไฟฟ้า.....	268
ตารางที่ 6.4.2.95	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย หาภาวะการทำความเย็น เนื่องจากผู้ใช้.....	269
ตารางที่ 6.4.2.96	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย หาภาวะการทำความเย็น เนื่องมวลสาร.....	270

ตารางที่ 6.4.2.97	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย J หาระการทำความเย็น เนื่องมวลสาร.....	270
ตารางที่ 6.4.2.98	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย L,M,N,O,P หาระการทำความเย็นเนื่องมวลสารเปลือกอาคารส่วนฝ้าเพดาน/ ผนังที่บ/พื้น/ประตู/หน้าต่าง	271
ตารางที่ 6.4.2.99	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย K หาระการทำความเย็น เนื่องมวลสารภายในอาคาร	272
ตารางที่ 6.4.2.100	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย Q,R,S หาระการทำความเย็น เนื่องมวลสารภายในอาคาร	273
ตารางที่ 6.4.2.101	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย หาระการทำความเย็น เนื่องเปลือก.....	274
ตารางที่ 6.4.2.102	แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย หาระการทำความเย็นสูงสุด และวันที่เกิดหาระการทำความเย็นสูงสุดเนื่องจากพฤติกรรมการใช้งาน	274
ตารางที่ 6.4.2.103	แสดงการลดการคำนวณที่ซ้ำซ้อนเนื่องจากอิทธิพลของตัวแปร	275
ตารางที่ 7.1	แสดงค่าจำนวนชั่วโมงที่เกิดสภาวะน่าสบายในอาคารตาม เงื่อนไขกรณีต่างๆ	288
ตารางที่ 7.2	แสดงค่าคะแนนของอาคารตามเงื่อนไขกรณีต่างๆ.....	288
ตารางที่ 7.3	แสดงค่าจำนวนชั่วโมงที่เกิดสภาวะน่าสบายในอาคารเมื่อพิจารณา ความเร็วลม	291
ตารางที่ 7.4	แสดงผลของจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายในกรณีต่างๆ	295
ตารางที่ 7.5	แสดงผลการทำความเย็นของอาคารกรณีศึกษา.....	302
ตารางที่ 7.6	แสดงผลการทำความเย็นและค่าดัชนีของอาคารกรณีศึกษา	325
ตารางที่ 7.7	แสดงผลของค่าการทำความเย็นจากการปรับปรุงอาคาร.....	326
ตารางที่ ก.1.1	แสดงข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของ จังหวัดเชียงใหม่.....	345
ตารางที่ ก.1.2	แสดงข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของ จังหวัดอุบลราชธานี.....	345
ตารางที่ ก.1.3	แสดงข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของ กรุงเทพมหานคร	346
ตารางที่ ก.1.4	แสดงข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของ จังหวัดสงขลา	346
ตารางที่ ก.2.1	แสดงข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือนของ จังหวัดเชียงใหม่	351
ตารางที่ ก.2.2	แสดงข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือนของ จังหวัดอุบลราชธานี.....	351

ตารางที่ ก.2.3	แสดงข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือนของ กรุงเทพมหานคร	352
ตารางที่ ก.2.4	แสดงข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือนของ จังหวัดสงขลา	352
ตารางที่ ก.3.1	แสดงข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ยรายเดือนของ จังหวัดเชียงใหม่.....	357
ตารางที่ ก.3.2	แสดงข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ยรายเดือนของ จังหวัดอุบลราชธานี	357
ตารางที่ ก.3.3	แสดงข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ยรายเดือนของ กรุงเทพมหานคร	358
ตารางที่ ก.3.4	แสดงข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ยรายเดือนของ จังหวัดสงขลา	358
ตารางที่ ก.4.1	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศตลอดปีในแต่ละพื้นที่.....	363
ตารางที่ ก.4.2	แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ตลอดปีในแต่ละพื้นที่	363
ตารางที่ ก.4.3	แสดงการเปรียบเทียบเร็วลมตลอดปีในแต่ละพื้นที่	363
ตารางที่ ก.4.4	แสดงจำนวนชั่วโมงสบายตลอดปีในแต่ละพื้นที่	363
ตารางที่ ค.1.1	ฐานข้อมูลชื่อ "Location"	411
ตารางที่ ค.1.2	ฐานข้อมูลชื่อ "LocationDetail"	411
ตารางที่ ค.3.1	แสดงรายการข้อมูลในตารางชื่อ"dataRoof"	415
ตารางที่ ค.3.2	แสดงรายการข้อมูลในตารางชื่อ"dataWall"	416
ตารางที่ ค.3.3	แสดงรายการข้อมูลในตารางชื่อ"dataFloor"	417
ตารางที่ ค.3.4	แสดงรายการข้อมูลในตารางชื่อ"dataGlass"	418
ตารางที่ ค.3.5	แสดงข้อมูลการดูดซับความร้อน ความชื้นตารางชื่อ"dataMaterialsadd"...	420
ตารางที่ ค.3.6	แสดงข้อมูลการดูดซับความร้อน ความชื้นตารางชื่อ"dataMaterialssub"...	423
ตารางที่ ค.3.7	แสดงข้อมูลสมการการคำนวณ ในตารางชื่อ"Equation" บางส่วน.....	427
ตารางที่ ง.1	แสดงรายละเอียดห้อง.....	432
ตารางที่ ง.2.1	แสดงรายการองค์ประกอบหลังคา.....	433
ตารางที่ ง.2.2	แสดงรายการองค์ประกอบสภาพแวดล้อมห้องโถง.....	433
ตารางที่ ง.2.3	แสดงรายการองค์ประกอบฝ้าเพดานและพื้นห้องโถง	434
ตารางที่ ง.2.4	แสดงรายการองค์ประกอบผนังที่บห้องโถง.....	434
ตารางที่ ง.2.5	แสดงรายการองค์ประกอบประตูห้องโถง	435
ตารางที่ ง.2.6	แสดงรายการองค์ประกอบกระจกห้องโถง.....	435
ตารางที่ ง.2.7	แสดงรายการหลอดไฟฟ้าห้องโถง	435
ตารางที่ ง.2.8	แสดงรายการองค์ประกอบสภาพแวดล้อมห้องรับแขก.....	436
ตารางที่ ง.2.9	แสดงรายการองค์ประกอบฝ้าเพดานและพื้นห้องรับแขก	436

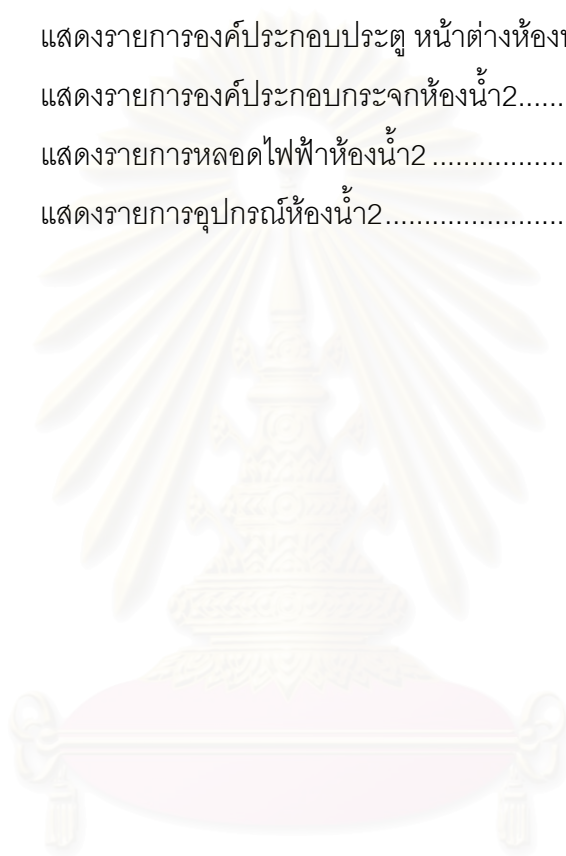
สารบัญตาราง (ต่อ)

ผ

หน้า

ตารางที่ ง.2.10	แสดงรายการองค์ประกอบผนังทึบห้องรับแขก	436
ตารางที่ ง.2.11	แสดงรายการองค์ประกอบประตู หน้าต่างห้องรับแขก.....	437
ตารางที่ ง.2.12	แสดงรายการองค์ประกอบกระจกห้องรับแขก	437
ตารางที่ ง.2.13	แสดงรายการหลอดไฟฟ้าห้องรับแขก	437
ตารางที่ ง.2.14	แสดงรายการองค์ประกอบสภาพแวดล้อมห้องนอน1	438
ตารางที่ ง.2.15	แสดงรายการองค์ประกอบฝ้าเพดานและพื้นห้องนอน1.....	438
ตารางที่ ง.2.16	แสดงรายการองค์ประกอบผนังทึบห้องนอน1	438
ตารางที่ ง.2.17	แสดงรายการองค์ประกอบประตู หน้าต่างห้องนอน1	439
ตารางที่ ง.2.18	แสดงรายการองค์ประกอบกระจกห้องนอน1	439
ตารางที่ ง.2.19	แสดงรายการหลอดไฟฟ้าห้องนอน1.....	439
ตารางที่ ง.2.20	แสดงรายการองค์ประกอบสภาพแวดล้อมห้องนอน2	440
ตารางที่ ง.2.21	แสดงรายการองค์ประกอบฝ้าเพดานและพื้นห้องนอน2.....	440
ตารางที่ ง.2.22	แสดงรายการองค์ประกอบผนังทึบห้องนอน2.....	440
ตารางที่ ง.2.23	แสดงรายการองค์ประกอบประตู หน้าต่างห้องนอน2	441
ตารางที่ ง.2.24	แสดงรายการองค์ประกอบกระจกห้องนอน2	441
ตารางที่ ง.2.25	แสดงรายการหลอดไฟฟ้าห้องนอน2.....	441
ตารางที่ ง.2.26	แสดงรายการองค์ประกอบสภาพแวดล้อมห้องครัว	442
ตารางที่ ง.2.27	แสดงรายการองค์ประกอบฝ้าเพดานและพื้นห้องครัว.....	442
ตารางที่ ง.2.28	แสดงรายการองค์ประกอบผนังทึบห้องครัว	442
ตารางที่ ง.2.29	แสดงรายการองค์ประกอบประตู หน้าต่างห้องครัว	443
ตารางที่ ง.2.30	แสดงรายการองค์ประกอบกระจกห้องครัว	443
ตารางที่ ง.2.31	แสดงรายการหลอดไฟฟ้าห้องครัว.....	443
ตารางที่ ง.2.32	แสดงรายการอุปกรณ์ห้องครัว	443
ตารางที่ ง.2.33	แสดงรายการองค์ประกอบสภาพแวดล้อมห้องน้ำ1.....	444
ตารางที่ ง.2.34	แสดงรายการองค์ประกอบฝ้าเพดานและพื้นห้องน้ำ1	444
ตารางที่ ง.2.35	แสดงรายการองค์ประกอบผนังทึบห้องน้ำ1.....	444
ตารางที่ ง.2.36	แสดงรายการองค์ประกอบประตู หน้าต่างห้องน้ำ1	445
ตารางที่ ง.2.37	แสดงรายการองค์ประกอบกระจกห้องน้ำ1.....	445
ตารางที่ ง.2.38	แสดงรายการหลอดไฟฟ้าห้องน้ำ1	445

	หน้า
ตารางที่ ง.2.39	แสดงรายการอุปกรณ์ห้องน้ำ1.....445
ตารางที่ ง.2.40	แสดงรายการองค์ประกอบสภาพแวดล้อมห้องน้ำ2.....446
ตารางที่ ง.2.41	แสดงรายการองค์ประกอบฝ้าเพดานและพื้นห้องน้ำ2 .....446
ตารางที่ ง.2.42	แสดงรายการองค์ประกอบผนังที่บห้องน้ำ2.....446
ตารางที่ ง.2.43	แสดงรายการองค์ประกอบประตู หน้าต่างห้องน้ำ2.....447
ตารางที่ ง.2.44	แสดงรายการองค์ประกอบกระจกห้องน้ำ2.....447
ตารางที่ ง.2.45	แสดงรายการหลอดไฟฟ้าห้องน้ำ2 .....447
ตารางที่ ง.2.46	แสดงรายการอุปกรณ์ห้องน้ำ2.....447



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1	แสดงการเปรียบเทียบลักษณะอาคาร 2 ประเภทที่มีแนวคิดต่างกัน	6
ภาพที่ 2.1.1	แสดงการปรับสมดุลทางความร้อนของร่างกายและการแลกเปลี่ยน ความร้อนระหว่างร่างกายมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม.....	13
ภาพที่ 2.1.2	แสดงการคำนวณหาค่า Area Factor	18
ภาพที่ 2.1.3	แสดงการถ่ายเทความร้อนเพื่อปรับสมดุลของร่างกาย.....	19
ภาพที่ 2.2.1	แสดงกระบวนการที่ใช้ในการปรับสภาพอากาศโดยใช้แผนภูมิภูมิไซโครเมตริก มาประยุกต์	22
ภาพที่ 2.2.2	แสดงค่าเอนทัลปี(Sensible and latent heat) จากกระบวนการที่ใช้ในการทำ ความเย็นและลดความชื้น โดยใช้แผนภูมิภูมิไซโครเมตริกมาประยุกต์.....	23
ภาพที่ 2.3.1	การประสานเทคโนโลยีในการออกแบบ(Technology and design integration)	26
ภาพที่ 2.3.2	การประสานเทคโนโลยีในการออกแบบ(Technology and design integration)	27
ภาพที่ 2.4.1	การใช้ประโยชน์จากสภาพแวดล้อม	30
ภาพที่ 2.4.2	แสดงความแตกต่างของอุณหภูมิภายนอกกับภายในบ้าน	31
ภาพที่ 2.4.3	แสดงความแตกต่างของอุณหภูมิภายนอกกับภายในบ้าน	31
ภาพที่ 2.4.4	แสดงอิทธิพลของความกดอากาศและตำแหน่งช่องเปิดที่มีผลต่อกระแสลม.....	32
ภาพที่ 2.4.5	แสดงการทำความเย็นโดยการระเหยของน้ำ.....	33
ภาพที่ 2.4.6	แสดงการทำความเย็นโดยการแผ่รังสีความร้อน.....	33
ภาพที่ 2.4.7	การถ่ายเทความร้อนจากอาคารของดินลงสู่พื้นดิน.....	34
ภาพที่ 2.4.8	การเปลี่ยนแปลงที่ระดับความลึกต่างๆ	34
ภาพที่ 2.5.1	แสดงขอบเขตความสามารถของการปรับสภาวะอากาศ	36
ภาพที่ 2.5.2	แสดงรูปทรงอาคารประเภทต่างๆ ที่ทำให้เกิดแรงดันอากาศ.....	40
ภาพที่ 2.5.3	แสดงตัวอย่างการออกแบบแผงกันแดดแนวนอน	41
ภาพที่ 2.5.4	แสดงการถ่ายเทความร้อนโดยการนำ.....	42
ภาพที่ 2.5.5	แสดงการถ่ายเทความร้อนโดยการพาจากจุด A ไปยังจุด B	43
ภาพที่ 2.5.6	แสดงการถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีระหว่างผิว.....	43
ภาพที่ 2.5.7	แสดงคุณสมบัติของวัสดุ	45

ภาพที่ 2.5.8	ภาพแสดงการถ่ายเทความร้อนโดยค้ำึงถึงความต้านทาน และ ความจุความร้อนของมวลสารและตัวอย่างการส่งผ่านความร้อน.....	47
ภาพที่ 2.5.9	แสดงอัตราส่วนพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งหมดที่ผ่านกระจกเข้าสู่อาคารต่อ พลังงานแสงที่ตกกระทบกระจกทั้งหมด	49
ภาพที่ 2.5.10	แสดงแหล่งความร้อนภายในอาคาร.....	51
ภาพที่ 2.5.11	แสดงผลของ Thermal Storage ในการเกิด Cooling Load ของอุปกรณ์ไฟฟ้า ..	51
ภาพที่ 2.5.12	แสดงการคำนวณอุณหภูมิผิวของวัสดุแบบ Thermal Gradient.....	52
ภาพที่ 2.5.13	ภาพแสดงการควบแน่นเป็นหยดน้ำในผนังภายนอกที่มีช่องว่างอากาศ	53
ภาพที่ 2.5.14	แสดงการใช้วัสดุพื้นชั้นล่าง เพื่อป้องกันความชื้นและดึงความเย็นมาใช้งาน	54
ภาพที่ 2.5.15	แสดงการกันความร้อนที่เกิดจากการถ่ายเทจากดินสู่พื้นอาคาร.....	54
ภาพที่ 2.5.16	แสดงตัวอย่างการกำเนิดพลังงานและการระบายความร้อนออกจากร่างกาย	55
ภาพที่ 2.6.1	แสดงขั้นตอนในการคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธี Cooling load temperature difference/ Solar cooling load/ cooling load factor.....	57
ภาพที่ 2.6.2	แสดงองค์ประกอบอาคารในการคำนวณหาค่าภาระการทำความเย็น	64
ภาพที่ 3.3.1	แสดงแผนที่ Station 1 ภาคเหนือ	68
ภาพที่ 3.3.2	แสดงแผนที่ Station 2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	69
ภาพที่ 3.3.3	แสดงแผนที่ Station 3 ภาคกลาง	69
ภาพที่ 3.3.4	แสดงแผนที่ Station 4 ภาคใต้	70
ภาพที่ 3.4	แสดงลักษณะบริเวณโดยรอบพระตำหนักทับขวัญ.....	73
ภาพที่ 3.5	แสดงลักษณะบริเวณโดยรอบเรือนภระตราชา	73
ภาพที่ 3.6	แสดงลักษณะบริเวณโดยรอบพระวิหาร วัดกำแพงบางจาก	73
ภาพที่ 3.7	แสดงลักษณะบริเวณโดยรอบเรือนไทยแห่งจุฬาลงกรณ์	74
ภาพที่ 3.8	แสดงบริเวณลานคอนกรีต	75
ภาพที่ 3.9	แสดงบริเวณสนามหญ้า.....	75
ภาพที่ 3.10	แสดงบริเวณใต้ต้นไม้.....	75
ภาพที่ 3.11	แสดงบริเวณริมสระน้ำกลางแจ้ง	75
ภาพที่ 3.12	แสดงบริเวณใต้ต้นไม้ริมสระน้ำ	75
ภาพที่ 3.13	แสดงบริเวณใต้ต้นไม้ใหญ่ริมสระน้ำในร่ม	75
ภาพที่ 6.1	แสดงแผนผังการทำงานของโปรแกรม.....	164

ภาพที่ 6.2	แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดทั่วไป	165
ภาพที่ 6.3	แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดการออกแบบอาคาร	166
ภาพที่ 6.4	แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดการออกแบบอาคารส่วนสภาพแวดล้อม... ..	167
ภาพที่ 6.5	แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดการออกแบบอาคารส่วนหลังคาและ ฝ้าเพดาน.....	168
ภาพที่ 6.6	แสดงการพิจารณาขั้นตอนการออกแบบอาคาร	169
ภาพที่ 6.7	แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดการออกแบบอาคารส่วนผนังทึบ.....	170
ภาพที่ 6.8	แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดการออกแบบอาคารส่วนพื้น.....	171
ภาพที่ 6.9	แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดการออกแบบอาคารส่วนประตู	172
ภาพที่ 6.10	แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดการออกแบบอาคารส่วนหน้าต่าง	173
ภาพที่ 6.11	แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดการออกแบบอาคารส่วนกระจก.....	174
ภาพที่ 6.12	แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดการออกแบบอาคารส่วนวัสดุตกแต่ง.....	175
ภาพที่ 6.13	แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดการใช้หลอดไฟฟ้า	176
ภาพที่ 6.14	แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดการใช้อุปกรณ์.....	177
ภาพที่ 6.15	แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดพฤติกรรมกรรมการใช้งาน	178
ภาพที่ 6.16	แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดพฤติกรรมกรรมการใช้เครื่องปรับอากาศ	178
ภาพที่ 6.17	แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดพฤติกรรมกรรมการใช้หลอดไฟฟ้า.....	179
ภาพที่ 6.18	แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดพฤติกรรมกรรมการใช้อุปกรณ์	179
ภาพที่ 6.19	แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดพฤติกรรมกรรมการใช้ประตู.....	180
ภาพที่ 6.20	แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดพฤติกรรมกรรมการใช้หน้าต่าง.....	180
ภาพที่ 6.21	แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดพฤติกรรมของผู้ใช้.....	181
ภาพที่ 6.22	แสดงแนวคิดการใช้ระบบยูนิต	182
ภาพที่ 6.23	แสดงแนวคิดการเชื่อมฐานข้อมูล	182
ภาพที่ 6.24	แสดงหน้าจอส่วนการประมวลผลการใช้ระบบธรรมชาติ	183
ภาพที่ 6.25	แสดงแนวคิดการวัดประสิทธิภาพการใช้ระบบธรรมชาติ.....	184
ภาพที่ 6.26	แสดงตำแหน่งสภาพแวดล้อมอ้างอิง	185
ภาพที่ 6.27	แสดงตำแหน่งสภาพอากาศแวดล้อมอาคาร.....	186
ภาพที่ 6.28	แสดงตำแหน่งสภาพอากาศภายในอาคาร	187
ภาพที่ 6.29	แสดงอิทธิพลของอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ	188

สารบัญภาพ (ต่อ)

ม

หน้า

ภาพที่ 6.30	แสดงอิทธิพลของการเปิดปิดอาคาร	189
ภาพที่ 6.31	แสดงตำแหน่งสภาพอากาศภายในอาคารเมื่อมีการใช้ความเร็วลม.....	190
ภาพที่ 6.32	แสดงแนวคิดการใช้ระบบยูนิตกับสภาพแวดล้อม.....	191
ภาพที่ 6.33	แสดงแนวคิดการใช้ระบบยูนิตกับอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ	192
ภาพที่ 6.34	แสดงแนวคิดขั้นตอนการประมวลผลการใช้ระบบปรับอากาศ	197
ภาพที่ 6.35	แสดงหน้าจอส่วนการประมวลผลการใช้ระบบปรับอากาศ	197
ภาพที่ 6.36	แสดงแนวคิดการคำนวณหาค่าภาระการทำความเย็นส่วนหลังคา	198
ภาพที่ 6.37	แสดงแนวคิดการคำนวณหาค่าภาระการทำความเย็นส่วนผนังทึบ.....	198
ภาพที่ 6.38	แสดงแนวคิดการคำนวณหาค่าภาระการทำความเย็นส่วนพื้น.....	200
ภาพที่ 6.39	แสดงแนวคิดการคำนวณหาค่าภาระการทำความเย็นส่วนช่องแสง.....	200
ภาพที่ 6.40	แสดงแนวคิดการคำนวณหาค่าภาระการทำความเย็นส่วนมวลสาร.....	201
ภาพที่ 6.41	แสดงแนวคิดการคัดเลือกสมการเพื่อกำหนดค่า ΔT หรือ ค่า CLTD	202
ภาพที่ 6.42	แสดงแนวคิดการหาค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการรั่วซึม.....	208
ภาพที่ 6.43	แสดงลักษณะองค์ประกอบของตัวแปรสภาพแวดล้อม	220
ภาพที่ 6.44	แสดงลักษณะองค์ประกอบของตัวแปรรูปทรงอาคาร.....	234
ภาพที่ 6.45	แสดงลักษณะองค์ประกอบของตัวแปรเปลือกและวัสดุอาคาร.....	244
ภาพที่ 6.46	แสดงลักษณะองค์ประกอบของตัวแปรสภาพแวดล้อมภายในอาคาร	257
ภาพที่ 6.47	แสดงลักษณะองค์ประกอบของตัวแปรพฤติกรรมการใช้	262
ภาพที่ 6.48	แสดงหน้าจอส่วนการประมวลผลการใช้ระบบธรรมชาติ	278
ภาพที่ 6.49	แสดงหน้าจอส่วนการประมวลผลการใช้ระบบปรับอากาศ	279
ภาพที่ 6.50	แสดงหน้าจอส่วนการประมวลผลเปรียบเทียบการใช้ระบบปรับอากาศและ ระบบธรรมชาติ.....	280
ภาพที่ 6.51	แสดงหน้าจอแสดงแผนภูมิส่วนระบบธรรมชาติ	281
ภาพที่ 6.52	แสดงหน้าจอแสดงแผนภูมิส่วนระบบปรับอากาศ	281
ภาพที่ 6.53	แสดงหน้าจอแสดงการประเมินค่าดัชนี	282
ภาพที่ 6.54	แสดงหน้าจอการป้อนค่าน้ำหนักกรณีการประเมินระบบผสม	283
ภาพที่ 6.55	แสดงหน้าจอแสดงการสรุปผลการประมวลผลและประเมินค่า	283
ภาพที่ 6.56	แสดงหน้าจอแสดงส่วนเมนูหลักและคอนโทรลเมนู	284
ภาพที่ 6.57	แสดงหน้าจอแสดงส่วนเปิดข้อมูลโครงการเก่า.....	285

ภาพที่ 6.58	แสดงหน้าจอแสดงส่วนการปรับปรุงค่าคะแนนดัชนีระบบธรรมชาติ	285
ภาพที่ 6.59	แสดงหน้าจอแสดงส่วนการปรับปรุงค่าคะแนนดัชนีระบบปรับอากาศ	286
ภาพที่ 6.60	แสดงหน้าจอแสดงส่วนการปรับปรุงข้อมูลรายละเอียดโครงการ	286
ภาพที่ ข.1.1	แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดโครงการ	377
ภาพที่ ข.1.2	แสดงหน้าจอส่วนการแก้ไขข้อมูลรายละเอียดโครงการ	378
ภาพที่ ข.1.3	แสดงหน้าจอส่วนการป้อนข้อมูลองค์ประกอบอาคาร	378
ภาพที่ ข.1.4	แสดงหน้าจอส่วนการป้อนข้อมูลทิศทางและสภาพแวดล้อมอาคาร	379
ภาพที่ ข.1.5	แสดงหน้าจอส่วนช่วยเหลือการแสดงรูปแบบสภาพแวดล้อม.....	380
ภาพที่ ข.1.6	แสดงหน้าจอส่วนช่วยเหลือการแสดงการพิจารณากระแสลม.....	380
ภาพที่ ข.1.7	แสดงหน้าจอส่วนการป้อนข้อมูลองค์ประกอบหลังคาและฝ้าเพดาน	381
ภาพที่ ข.1.8	แสดงหน้าจอส่วนการป้อนข้อมูลองค์ประกอบผนังที่บ	382
ภาพที่ ข.1.9	แสดงสภาพแวดล้อมทิศทางต่างๆ ของห้องนั้นๆ	383
ภาพที่ ข.1.10	แสดงหน้าจอส่วนการป้อนข้อมูลองค์ประกอบพื้น	383
ภาพที่ ข.1.11	แสดงหน้าจอส่วนการป้อนข้อมูลองค์ประกอบประตู.....	384
ภาพที่ ข.1.12	แสดงหน้าจอส่วนการป้อนข้อมูลองค์ประกอบหน้าต่าง.....	385
ภาพที่ ข.1.13	แสดงหน้าจอส่วนการป้อนข้อมูลองค์ประกอบกระจก	386
ภาพที่ ข.1.14	แสดงส่วนช่วยเหลือสำหรับการกำหนดค่า Sc ของช่องแสง	386
ภาพที่ ข.1.15	แสดงหน้าจอส่วนการป้อนข้อมูลองค์ประกอบเฟอร์นิเจอร์	387
ภาพที่ ข.1.16	แสดงหน้าจอส่วนการป้อนข้อมูลหลอดไฟฟ้า.....	388
ภาพที่ ข.1.17	แสดงการกำหนดรายละเอียดอุปกรณ์.....	389
ภาพที่ ข.1.18	แสดงส่วนช่วยเหลือข้อมูลหลอดไฟฟ้า	390
ภาพที่ ข.1.19	แสดงส่วนช่วยเหลือข้อมูลอุปกรณ์.....	390
ภาพที่ ข.1.20	แสดงการกำหนดรายละเอียดพฤติกรรมการใช้งาน	391
ภาพที่ ข.1.21	แสดงการกำหนดรายละเอียดพฤติกรรมการใช้งานเครื่องปรับอากาศ.....	392
ภาพที่ ข.1.22	แสดงการกำหนดรายละเอียดพฤติกรรมการใช้งานหลอดไฟฟ้า	393
ภาพที่ ข.1.23	แสดงการกำหนดรายละเอียดพฤติกรรมการใช้งานอุปกรณ์.....	393
ภาพที่ ข.1.24	แสดงการกำหนดรายละเอียดพฤติกรรมการใช้งานประตู.....	394
ภาพที่ ข.1.25	แสดงการกำหนดรายละเอียดพฤติกรรมการใช้งานหน้าต่าง.....	394
ภาพที่ ข.1.26	แสดงการกำหนดรายละเอียดพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้.....	395

ภาพที่ ข.2.1	แสดงการเช็คข้อมูลก่อนการประมวลผล	395
ภาพที่ ข.2.2	แสดงการขั้นตอนการประมวลผลการวิเคราะห์สภาวะนำสบาย	396
ภาพที่ ข.2.3	แสดงการป้อนข้อมูลการเปิดปิดอาคาร	397
ภาพที่ ข.2.4	แสดงผลการประมวลผล	397
ภาพที่ ข.2.5	แสดงการขั้นตอนการประมวลผลการวิเคราะห์ค่าภาระการทำความเย็น	398
ภาพที่ ข.2.6	แสดงการป้อนข้อมูลการเปิดปิดอาคารส่วนที่ไม่ได้ปรับอากาศ	399
ภาพที่ ข.2.7	แสดงผลการประมวลผล	399
ภาพที่ ข.3.1	แสดงการขั้นตอนการประเมินค่าดัชนี	400
ภาพที่ ข.3.2	แสดงผลการประเมินค่าดัชนี	401
ภาพที่ ข.3.3	แสดงการแสดงผลส่วนสภาวะอากาศ	401
ภาพที่ ข.3.4	แสดงการแสดงผลส่วนภาระการทำความเย็น	402
ภาพที่ ข.3.5	แสดงการเปรียบเทียบการทำงานของระบบธรรมชาติและระบบปรับอากาศ	403
ภาพที่ ข.3.6	แสดงการเปรียบเทียบค่าคะแนนในแต่ละตัวแปรของอาคารระบบ ไม่ปรับอากาศ	403
ภาพที่ ข.3.7	แสดงการเปรียบเทียบค่าคะแนนในแต่ละตัวแปรของอาคารระบบ ปรับอากาศ	404
ภาพที่ ข.3.8	แสดงส่วนสรุปการประมวลผลและประเมินค่า	404
ภาพที่ ข.3.9	แสดงส่วนสรุปการประมวลผลและประเมินค่าตัวแปรต่างๆ	405
ภาพที่ ข.4.1	แสดงเมนูรายการทั่วไป	405
ภาพที่ ข.4.2	แสดงเมนูรายการเปิดโครงการเก่า	406
ภาพที่ ข.4.3	แสดงเมนูปรับปรุงรายการคำนวณ	406
ภาพที่ ข.4.4	แสดงเมนูปรับปรุงค่าคะแนน	407
ภาพที่ ข.4.5	แสดงขั้นตอนการปรับปรุงสมการที่ใช้ในการประมวลผล	408
ภาพที่ ข.4.6	แสดงขั้นตอนการเข้าสู่เนื้อหาแนะนำการออกแบบ	408
ภาพที่ ข.4.7	แสดงข่าวสารประวัติผู้เขียน	409
ภาพที่ ค.1	แสดงการเชื่อมผสานข้อมูล	412
ภาพที่ ค.2	แสดงตัวอย่างการแก้ไขข้อมูลผ่านโปรแกรม Microsoft Access	414
ภาพที่ ง.1	แสดงภาพจำลองและแปลนชั้น 1 บ้านลอยชาย	432
ภาพที่ ง.2	แสดงภาพด้านหน้าทิศใต้	432

	หน้า
ภาพที่ ง.3	แสดงภาพด้านข้างทิศตะวันออก .....432
ภาพที่ ง.4	แสดงรูปแบบหลังคาบ้านลอยชาย .....433
ภาพที่ จ.1	แสดงหน้าจอรายการส่วนแนะนำการออกแบบ .....449
ภาพที่ จ.2	แสดงหน้าจอรายการส่วนช่วยเหลือการใช้โปรแกรมและฐานข้อมูล.....450
ภาพที่ จ.3	แสดงหน้าจอรายการส่วนช่วยเหลืออื่นๆ .....450
ภาพที่ จ.4	แสดงหน้าจอรายการส่วนการเลือกไฟล์เพื่อเปิดข้อมูลเก่า.....451
ภาพที่ จ.5	แสดงหน้าจอรายการบันทึกข้อมูล 452
ภาพที่ จ.6	แสดงข้อมูลที่ถูกรบันทึกใน Microsoft Access database ไฟล์ .....452
ภาพที่ จ.7	แสดงเมนูการออกแบบอาคารตามเงื่อนไขต่างๆ.....453
ภาพที่ จ.8	แสดงหน้าจอการออกแบบอาคารไม่ปรับอากาศตามเงื่อนไขต่างๆ.....454
ภาพที่ จ.9	แสดงหน้าจอการออกแบบอาคารปรับอากาศตามเงื่อนไขต่างๆ.....455
ภาพที่ จ.10	แสดงที่อยู่ของไฟล์ต่างๆ.....432
ภาพที่ จ.11	แสดงขั้นตอนการป้อนข้อมูลเพื่อประมวลผลและประเมินค่า .....432
ภาพที่ จ.12	แสดงขั้นตอนการใช้ข้อมูลเก่าเพื่อประมวลผลและประเมินค่า .....432
ภาพที่ จ.13	แสดงขั้นตอนการใช้ปรับปรุงการออกแบบ.....432

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 1.1	แสดงสัดส่วนการประเภทการใช้พลังงานในอาคาร	2
แผนภูมิที่ 1.2	แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในเขตนครหลวง ปี พ.ศ. 2544-2545	3
แผนภูมิที่ 1.3	แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในเขตนครภูมิภาค ปี พ.ศ. 2544-2545	3
แผนภูมิที่ 2.1	แสดงความสัมพันธ์ของกระแสลมกับอุณหภูมิที่สูงขึ้น	15
แผนภูมิที่ 2.2	ผลกระทบของอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนกับอุณหภูมิระเปาะแห้ง	17
แผนภูมิที่ 2.3	แสดงขอบเขตและแนวทางการขยายขอบเขตสภาวะน่าสบาย	21
แผนภูมิที่ 2.4	การประสานเทคโนโลยีในการออกแบบ(Technology and design integration)	28
แผนภูมิที่ 2.5	แสดงขอบเขตศักยภาพการใช้เทคนิคต่างๆ เพื่อให้อยู่ในสภาวะน่าสบาย	35
แผนภูมิที่ 2.6	แสดงปริมาณพลังงานที่ต้องใช้ในการลดความชื้นและลดอุณหภูมิให้กับอากาศในแต่ละเดือน	37
แผนภูมิที่ 2.7	แสดงค่าอัตราส่วนพื้นที่เปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยภายในอาคารที่มีรูปทรงต่างๆ	39
แผนภูมิที่ 2.8	แสดงอิทธิพลของมวลสารที่ทำให้เกิดการหน่วงความร้อน(Time lag) และDecrement factor	46
แผนภูมิที่ 2.9	แสดงปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้ามาของหลังคา.....	46
แผนภูมิที่ 2.10	แสดงช่วงคลื่นความถี่ของรังสีแสงระกอบไปด้วยคลื่นรังสีอัลตราไวโอเรต(UV) รังสีที่ตามองเห็น(VIS) และรังสีอินฟราเรด(INR)	50
แผนภูมิที่ 3.1	แสดงการแบ่งขอบเขตสภาวะน่าสบาย	71
แผนภูมิที่ 3.2	แสดงอุณหภูมิอากาศของปี 2543 ที่ประกอบกรคำนวณ CLTD	72
แผนภูมิที่ 4.1	แสดงการแบ่งค่าคะแนนเพื่อหาช่วงค่าดัชนีสำหรับอาคารไม่ปรับอากาศ.....	92
แผนภูมิที่ 4.2	แสดงการแบ่งระดับค่าคะแนนจากแนวโน้มการทำความเย็นของกลุ่มบ้านพักอาศัย	93
แผนภูมิที่ 5.1.1	แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและช่วงเวลากลางวัน-กลางคืน.....	96
แผนภูมิที่ 5.1.2	สภาพแวดล้อมลานคอนกรีต	97
แผนภูมิที่ 5.1.3	สภาพแวดล้อมสนามหญ้า	97
แผนภูมิที่ 5.1.4	สภาพแวดล้อมใต้ต้นไม้	97

สารบัญแผนภูมิ (ต่อ)

ศ

หน้า

แผนภูมิที่ 5.1.5	สภาพแวดล้อมริมสระน้ำกลางแจ้ง	97
แผนภูมิที่ 5.1.6	สภาพแวดล้อมใต้ต้นไม้ริมสระน้ำ	97
แผนภูมิที่ 5.1.7	สภาพแวดล้อมใต้ต้นไม้ใหญ่ริมสระน้ำในร่ม	97
แผนภูมิที่ 5.1.1.1	แสดง Normal Probability Plot สภาพแวดล้อมบริเวณลานคอนกรีต	98
แผนภูมิที่ 5.1.1.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสภาพแวดล้อมจริงกับ อุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่ได้จากสมการทำนาย $T_{mic}=1.5843+0.9383 \times T_o+0.2057 \times time$	101
แผนภูมิที่ 5.1.1.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสภาพแวดล้อมข้างอิง อุณหภูมิสภาพ แวดล้อมจริงและอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่ได้จากสมการทำนาย $T_{mic}=1.5843+0.9383 \times T_o+0.2057 \times tim$	101
แผนภูมิที่ 5.1.2.1	แสดง Normal Probability Plot สภาพแวดล้อมบริเวณสนามหญ้า	102
แผนภูมิที่ 5.1.2.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสภาพแวดล้อมจริงกับอุณหภูมิ สภาพแวดล้อมที่ได้จากสมการทำนาย $T_{mic} = -2.0570+1.0663T_o-0.3599time$	105
แผนภูมิที่ 5.1.2.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสภาพแวดล้อมข้างอิง อุณหภูมิสภาพแวดล้อมจริงและอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่ได้จาก สมการทำนาย $T_{mic} = -2.0570+1.0663T_o-0.3599time$	105
แผนภูมิที่ 5.1.3.1	แสดง Normal Probability Plot สภาพแวดล้อมบริเวณใต้ต้นไม้	106
แผนภูมิที่ 5.1.3.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสภาพแวดล้อมจริง กับอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่ได้จาก สมการทำนาย $T_{mic}=10.0263+0.6514 \times T_o+0.2780 \times time$	109
แผนภูมิที่ 5.1.3.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสภาพแวดล้อมข้างอิง อุณหภูมิสภาพแวดล้อมจริงและอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่ได้จาก สมการทำนาย $T_{mic}=10.0263+0.6514 \times T_o+0.2780 \times time$	109
แผนภูมิที่ 5.1.4.1	แสดง Normal Probability Plot สภาพแวดล้อมบริเวณริมสระน้ำกลางแจ้ง	110
แผนภูมิที่ 5.1.4.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสภาพแวดล้อมจริงกับ อุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่ได้จาก สมการทำนาย $T_{mic}=2.2897+0.8970 \times T_o+0.6077 \times time$	113

แผนภูมิที่ 5.1.4.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสภาพแวดล้อมข้างอิง อุณหภูมิสภาพแวดล้อมจริงและอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่ได้จาก สมการทำนาย $T_{mic}=10.0263+0.6514 \times T_o+0.2780 \times \text{time}$	113
แผนภูมิที่ 5.1.5.1	แสดง Normal Probability Plot สภาพแวดล้อมบริเวณใต้ต้นไม้ริมสระน้ำ	114
แผนภูมิที่ 5.1.5.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสภาพแวดล้อมจริงกับ อุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่ได้จาก สมการทำนาย $T_{mic}=13.0361+0.5488 \times T_o+0.2828 \times \text{time}$	117
แผนภูมิที่ 5.1.5.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสภาพแวดล้อมข้างอิง อุณหภูมิสภาพแวดล้อมจริงและอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่ได้จาก สมการทำนาย $T_{mic}=10.0263+0.6514 \times T_o+0.2780 \times \text{time}$	117
แผนภูมิที่ 5.1.6.1	แสดง Normal Probability Plot สภาพแวดล้อมบริเวณ ใต้ต้นไม้ใหญ่ริมสระน้ำในร่ม	118
แผนภูมิที่ 5.1.6.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสภาพแวดล้อมจริงกับ อุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่ได้จาก สมการทำนาย $T_{mic}=11.4828+0.5873 \times T_o+0.5088 \times \text{time}$	121
แผนภูมิที่ 5.1.6.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสภาพแวดล้อมข้างอิง อุณหภูมิสภาพแวดล้อมจริงและอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่ได้จาก สมการทำนาย $T_{mic}=10.0263+0.6514 \times T_o+0.2780 \times \text{time}$	121
แผนภูมิที่ 5.2.1	แสดงความสัมพันธ์ของความชื้นสัมพัทธ์และช่วงเวลากลางวัน-กลางคืน ...	122
แผนภูมิที่ 5.2.2	สภาพแวดล้อมลานคอนกรีต	123
แผนภูมิที่ 5.2.3	สภาพแวดล้อมสนามหญ้า	123
แผนภูมิที่ 5.2.4	สภาพแวดล้อมใต้ต้นไม้	123
แผนภูมิที่ 5.2.5	สภาพแวดล้อมริมสระน้ำกลางแจ้ง	123
แผนภูมิที่ 5.2.6	สภาพแวดล้อมใต้ต้นไม้ริมสระน้ำ	123
แผนภูมิที่ 5.2.7	สภาพแวดล้อมใต้ต้นไม้ใหญ่ริมสระน้ำในร่ม	123
แผนภูมิที่ 5.2.1.1	แสดง Normal Probability Plot สภาพแวดล้อมบริเวณลานคอนกรีต	124
แผนภูมิที่ 5.2.1.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์สภาพแวดล้อมจริงกับ ความชื้นสัมพัทธ์สภาพแวดล้อมที่ได้จาก สมการทำนาย $R_{mic}=4.1800+0.9735 \times R_{ho}-1.2474 \times \text{time}$	127

สารบัญแผนภูมิ (ต่อ)

ส

หน้า

แผนภูมิที่ 5.2.1.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความขึ้นสัมพันธ์สภาพแวดล้อมอ้างอิง สภาพแวดล้อมจริงและสภาพแวดล้อมที่ได้จาก สมการทำนาย $R_{mic} = 4.1800 + 0.9735 \times Rho - 1.2474 \times time$	127
แผนภูมิที่ 5.2.2.1	แสดง Normal Probability Plot สภาพแวดล้อมบริเวณสนามหญ้า	128
แผนภูมิที่ 5.2.2.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความขึ้นสัมพันธ์สภาพแวดล้อมจริงกับ ความขึ้นสัมพันธ์สภาพแวดล้อมที่ได้จาก สมการทำนาย $R_{mic} = 6.0971 + 1.0470 \times Rho + 2.0652 \times time$	131
แผนภูมิที่ 5.2.2.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความขึ้นสัมพันธ์สภาพแวดล้อมอ้างอิง สภาพแวดล้อมจริงและสภาพแวดล้อมที่ได้จาก สมการทำนาย $R_{mic} = 6.0971 + 1.0470 \times Rho + 2.0652 \times time$	131
แผนภูมิที่ 5.2.3.1	แสดง Normal Probability Plot สภาพแวดล้อมบริเวณใต้ต้นไม้	132
แผนภูมิที่ 5.2.3.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความขึ้นสัมพันธ์สภาพแวดล้อมจริงกับ ความขึ้นสัมพันธ์สภาพแวดล้อมที่ได้จาก สมการทำนาย $R_{mic} = 2.1667 + 1.0106 \times Rho - 2.9730 \times tim$	135
แผนภูมิที่ 5.2.3.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความขึ้นสัมพันธ์สภาพแวดล้อมอ้างอิง สภาพแวดล้อมจริงและสภาพแวดล้อมที่ได้จาก สมการทำนาย $R_{mic} = 2.1667 + 1.0106 \times Rho - 2.9730 \times tim$	135
แผนภูมิที่ 5.2.4.1	แสดง Normal Probability Plot สภาพแวดล้อมบริเวณริมสระน้ำกลางแจ้ง	136
แผนภูมิที่ 5.2.4.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความขึ้นสัมพันธ์สภาพแวดล้อมจริงกับ ความขึ้นสัมพันธ์สภาพแวดล้อมที่ได้จาก สมการทำนาย $R_{mic} = -0.7981 + 1.0513 \times Rho - 2.7993 \times time$	139
แผนภูมิที่ 5.2.4.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความขึ้นสัมพันธ์สภาพแวดล้อมอ้างอิง สภาพแวดล้อมจริงและสภาพแวดล้อมที่ได้จาก สมการทำนาย $R_{mic} = -0.7981 + 1.0513 \times Rho - 2.7993 \times time$	139
แผนภูมิที่ 5.2.5.1	แสดง Normal Probability Plot สภาพแวดล้อมบริเวณใต้ต้นไม้ริมสระน้ำ .	140
แผนภูมิที่ 5.2.5.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความขึ้นสัมพันธ์สภาพแวดล้อมจริงกับ ความขึ้นสัมพันธ์สภาพแวดล้อมที่ได้จาก สมการทำนาย $R_{mic} = 0.2899 + 1.0473 \times Rho - 3.6315 \times time$	143

สารบัญแผนภูมิ (ต่อ)

ห

หน้า

แผนภูมิที่ 5.2.5.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความขึ้นสัมพันธ์สภาพแวดล้อมอ้างอิง สภาพแวดล้อมจริงและสภาพแวดล้อมที่ได้จาก สมการทำนาย $R_{mic} = 0.2899 + 1.0473 \times Rho - 3.6315 \times time$	143
แผนภูมิที่ 5.2.6.1	แสดง Normal Probability Plot สภาพแวดล้อมบริเวณใต้ต้นไม้ใหญ่ ริมสระน้ำในร่ม	144
แผนภูมิที่ 5.2.6.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความขึ้นสัมพันธ์สภาพแวดล้อมจริงกับ ความขึ้นสัมพันธ์สภาพแวดล้อมที่ได้จาก สมการทำนาย $R_{mic} = 4.901 + 1.0382 \times Rho - 5.0052 \times time$	147
แผนภูมิที่ 5.2.6.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความขึ้นสัมพันธ์สภาพแวดล้อมอ้างอิง สภาพแวดล้อมจริงและสภาพแวดล้อมที่ได้จาก สมการทำนาย $R_{mic} = 4.901 + 1.0382 \times Rho - 5.0052 \times time$	147
แผนภูมิที่ 5.3.1	แสดงการกระจายของความสัมพันธ์อุณหภูมิภายนอกและภายใน ของอาคาร มวลสารน้อย มวลสารกลางและมวลสารมาก	148
แผนภูมิที่ 5.3.2	มวลสารน้อย(T_m กับ $time$).....	149
แผนภูมิที่ 5.3.3	มวลสารกลางและมาก(T_m กับ $time$).....	149
แผนภูมิที่ 5.3.4	มวลสารน้อย(T_m กับ con).....	149
แผนภูมิที่ 5.3.5	มวลสารกลางและมาก(T_m กับ con).....	149
แผนภูมิที่ 5.3.6	มวลสารกลางและมาก(T_m กับ m).....	149
แผนภูมิที่ 5.3.1.1	แสดง Normal Probability Plot อาคารมวลสารน้อย	150
แผนภูมิที่ 5.3.1.2	แสดงการกระจายข้อมูลของความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในจริงกับ อุณหภูมิภายในที่ได้จากสมการทำนาย $T_m = 3.91 + 0.88 \times T_o + 0.37 \times con + 1.25 \times time$	153
แผนภูมิที่ 5.3.1.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายนอก อุณหภูมิภายในจริงและ อุณหภูมิภายในที่ได้จากสมการทำนาย $T_m = 3.91 + 0.88 \times T_o + 0.37 \times con + 1.25 \times time$ ฤดูร้อน.....	153
แผนภูมิที่ 5.3.1.4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายนอก อุณหภูมิภายในจริงและ อุณหภูมิภายในที่ได้จากสมการทำนาย $T_m = 3.91 + 0.88 \times T_o + 0.37 \times con + 1.25 \times time$ ฤดูฝน	154

สารบัญแผนภูมิ (ต่อ)

พี

หน้า

แผนภูมิที่ 5.3.1.5	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายนอก อุณหภูมิภายในจริงและ อุณหภูมิภายในที่ได้จากสมการทำนาย $T_m = 3.91 + 0.88 \times T_o + 0.37 \times \text{con} + 1.25 \times \text{time}$ ฤดูหนาว .....154
แผนภูมิที่ 5.3.2.1	แสดง Normal Probability Plot อาคารมวดสารกลางและมวดสารมาก .....155
แผนภูมิที่ 5.3.2.2	แสดงการกระจายข้อมูลของความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในจริงกับ อุณหภูมิภายในที่ได้จากสมการทำนาย $T_m = 13.3228 + 0.5682 \times T_o + 0.7191 \times \text{con} + 0.6853 \times \text{time}$ .....158
แผนภูมิที่ 5.3.2.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายนอก อุณหภูมิภายในจริงและ อุณหภูมิภายในที่ได้จากสมการทำนาย $T_m = 13.3228 + 0.5682 \times T_o + 0.7191 \times \text{con} + 0.6853 \times \text{time}$ ฤดูร้อน...159
แผนภูมิที่ 5.3.2.4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายนอก อุณหภูมิภายในจริงและ อุณหภูมิภายในที่ได้จากสมการทำนาย $T_m = 13.3228 + 0.5682 \times T_o + 0.7191 \times \text{con} + 0.6853 \times \text{time}$ ฤดูฝน .....159
แผนภูมิที่ 5.3.2.5	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายนอก อุณหภูมิภายในจริงและ อุณหภูมิภายในที่ได้จากสมการทำนาย $T_m = 13.3228 + 0.5682 \times T_o + 0.7191 \times \text{con} + 0.6853 \times \text{time}$ ฤดูหนาว ...160
แผนภูมิที่ 5.3.2.6	แสดงการกระจายข้อมูลของความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในจริงกับ อุณหภูมิภายในที่ได้จากสมการทำนาย $T_m = 121.5990 + 0.5682 \times T_o + 0.7191 \times \text{con} + 0.6853 \times \text{time}$ .....161
แผนภูมิที่ 5.3.2.7	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายนอก อุณหภูมิภายในจริงและ อุณหภูมิภายในที่ได้จากสมการทำนาย $T_m = 121.5990 + 0.5682 \times T_o + 0.7191 \times \text{con} + 0.6853 \times \text{time}$ ฤดูร้อน..161
แผนภูมิที่ 5.3.2.8	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายนอก อุณหภูมิภายในจริงและ อุณหภูมิภายในที่ได้จากสมการทำนาย $T_m = 121.5990 + 0.5682 \times T_o + 0.7191 \times \text{con} + 0.6853 \times \text{time}$ ฤดูฝน ..162
แผนภูมิที่ 5.3.2.9	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายนอก อุณหภูมิภายในจริงและ อุณหภูมิภายในที่ได้จากสมการทำนาย $T_m = 121.5990 + 0.5682 \times T_o + 0.7191 \times \text{con} + 0.6853 \times \text{time}$ ฤดูหนาว ..162

แผนภูมิที่ 7.1	แสดงจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายในกรณีต่างๆ ของอาคาร มวลสารมาก	289
แผนภูมิที่ 7.2	แสดงจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายในกรณีต่างๆ ของอาคาร มวลสารปานกลาง	289
แผนภูมิที่ 7.3	แสดงจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายในกรณีต่างๆ ของอาคาร มวลสารน้อย	290
แผนภูมิที่ 7.4	แสดงจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายในกรณีต่างๆ เนื่องจาก ความเร็วลม	290
แผนภูมิที่ 7.5	แสดงแนวโน้มจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายในกรณีต่างๆ	292
แผนภูมิที่ 7.6	แสดงแนวโน้มจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายในกรณีต่างๆ เนื่องจากความเร็วลม	292
แผนภูมิที่ 7.7	แสดงการแบ่งค่าคะแนนเพื่อหาช่วงค่าดัชนีสำหรับอาคารไม่ปรับอากาศ....	293
แผนภูมิที่ 7.8	แสดงการเปรียบเทียบค่าคะแนนอันเนื่องจากการใช้อาคาร กับการใช้ความเร็วลม.....	293
แผนภูมิที่ 7.9	แสดงการเปรียบเทียบจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายในกรณีต่างๆ โดยเรียงลำดับจากน้อยไปมาก.....	298
แผนภูมิที่ 7.10	แสดงการเปรียบเทียบจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายในกรณีต่างๆ โดยเรียงลำดับจากน้อยไปมาก.....	300
แผนภูมิที่ 7.11	แสดงการเปรียบเทียบจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายในกรณีต่างๆ โดยเรียงลำดับจากน้อยไปมาก.....	301
แผนภูมิที่ 7.12	แสดงการเปรียบเทียบภาระการทำความเย็นรวมปีจ่ายต่างๆ ของอาคาร กรณีที่ 1 ปรับอากาศบางส่วนอาคารและปรับอากาศบางช่วงเวลา.....	303
แผนภูมิที่ 7.13	แสดงการเปรียบเทียบภาระการทำความเย็นรวมปีจ่ายต่างๆ ของอาคาร กรณีที่ 2 ปรับอากาศบางส่วนอาคารและปรับตลอดทั้งวัน.....	304
แผนภูมิที่ 7.14	แสดงการเปรียบเทียบภาระการทำความเย็นรวมปีจ่ายต่างๆ ของอาคาร กรณีที่ 3 ปรับอากาศทั้งอาคารและปรับอากาศบางช่วงเวลา.....	305
แผนภูมิที่ 7.15	แสดงการเปรียบเทียบภาระการทำความเย็นรวมปีจ่ายต่างๆ ของอาคาร กรณีที่ 4 ปรับอากาศทั้งอาคารและปรับตลอดทั้งวัน.....	306

สารบัญแผนภูมิ (ต่อ)

๕

หน้า

แผนภูมิที่ 7.16	แสดงค่าภาระการทำความเย็น กรณีที่ 1 ปรับอากาศบางส่วนของอาคาร และปรับอากาศบางช่วงเวลา ตัวแปรสภาพแวดล้อม .....307	307
แผนภูมิที่ 7.17	แสดงค่าภาระการทำความเย็น กรณีที่ 2 ปรับอากาศบางส่วนของอาคาร และปรับตลอดทั้งวัน ตัวแปรสภาพแวดล้อม .....308	308
แผนภูมิที่ 7.18	แสดงค่าภาระการทำความเย็นกรณีที่ 3 ปรับอากาศทั้งอาคารและ ปรับอากาศบางช่วงเวลา ตัวแปรสภาพแวดล้อม .....309	309
แผนภูมิที่ 7.19	แสดงค่าภาระการทำความเย็นกรณีที่ 4 ปรับอากาศทั้งอาคารและ ปรับตลอดทั้งวัน ตัวแปรสภาพแวดล้อม .....310	310
แผนภูมิที่ 7.20	แสดงค่าภาระการทำความเย็นความกรณีที่ 1 ปรับอากาศบางส่วนของ อาคารและปรับอากาศบางช่วงเวลา ตัวแปรรูปทรงอาคาร.....311	311
แผนภูมิที่ 7.21	แสดงค่าภาระการทำความเย็นกรณีที่ 2 ปรับอากาศบางส่วนของอาคาร และปรับตลอดทั้งวัน ตัวแปรรูปทรงอาคาร .....312	312
แผนภูมิที่ 7.22	แสดงค่าภาระการทำความเย็นกรณีที่ 3 ปรับอากาศทั้งอาคารและ ปรับอากาศบางช่วงเวลา ตัวแปรรูปทรงอาคาร.....313	313
แผนภูมิที่ 7.23	แสดงค่าภาระการทำความเย็นกรณีที่ 4 ปรับอากาศทั้งอาคารและ ปรับตลอดทั้งวัน ตัวแปรรูปทรงอาคาร.....314	314
แผนภูมิที่ 7.24	แสดงค่าภาระการทำความเย็นกรณีที่ 1 ปรับอากาศบางส่วนของอาคาร และปรับอากาศบางช่วงเวลา ตัวแปรเปลือกอาคาร .....315	315
แผนภูมิที่ 7.25	แสดงค่าภาระการทำความเย็นกรณีที่ 2 ปรับอากาศบางส่วนของอาคาร และปรับตลอดทั้งวัน ตัวแปรเปลือกอาคาร .....316	316
แผนภูมิที่ 7.26	แสดงค่าภาระการทำความเย็นกรณีที่ 3 ปรับอากาศทั้งอาคารและ ปรับอากาศบางช่วงเวลา ตัวแปรเปลือกอาคาร .....317	317
แผนภูมิที่ 7.27	แสดงค่าภาระการทำความเย็นกรณีที่ 4 ปรับอากาศทั้งอาคารและ ปรับตลอดทั้งวัน ตัวแปรเปลือกอาคาร .....318	318
แผนภูมิที่ 7.28	แสดงค่าภาระการทำความเย็น กรณีปรับอากาศทั้งอาคาร ตัวแปรสภาพแวดล้อมภายในอาคาร.....319	319
แผนภูมิที่ 7.29	แสดงค่าภาระการทำความเย็น กรณีปรับอากาศบางส่วนของอาคาร ตัวแปรสภาพแวดล้อมภายในอาคาร.....320	320

สารบัญแผนภูมิ (ต่อ)

กก

หน้า

แผนภูมิที่ 7.30	แสดงค่าภาระการทำเยื่อ กรณีที่ 1 ปรับอากาศบางส่วนของอาคารและ ปรับอากาศบางช่วงเวลา ตัวแปรพฤติกรรมการใช้	321
แผนภูมิที่ 7.31	แสดงค่าภาระการทำเยื่อ กรณีที่ 2 ปรับอากาศบางส่วนของอาคารและ ปรับตลอดทั้งวัน ตัวแปรพฤติกรรมการใช้	322
แผนภูมิที่ 7.32	แสดงค่าภาระการทำเยื่อ กรณีที่ 3 ปรับอากาศทั้งอาคารและ ปรับอากาศบางช่วงเวลา ตัวแปรพฤติกรรมการใช้	323
แผนภูมิที่ 7.33	แสดงค่าภาระการทำเยื่อ กรณีที่ 4 ปรับอากาศทั้งอาคารและปรับตลอด ทั้งวัน ตัวแปรพฤติกรรมการใช้	324
แผนภูมิที่ 7.34	แสดงการเปรียบเทียบค่าภาระการทำเยื่อเนื่องจากอิทธิพลของ สภาพแวดล้อมแบบต่างๆ	327
แผนภูมิที่ 7.35	แสดงการเปรียบเทียบค่าภาระการทำเยื่อเนื่องจากอิทธิพลของ การลดการรั่วซึมกรณีสภาพแวดล้อมใต้ต้นไม้	328
แผนภูมิที่ 7.36	แสดงการเปรียบเทียบค่าภาระการทำเยื่อเนื่องจากการ ปรับปรุงเปลือกอาคาร	329
แผนภูมิที่ 7.37	แสดงการเปรียบเทียบค่าภาระการทำเยื่อเนื่องจากการปรับปรุงโดย ใช้อิทธิพลต่างๆ	330
แผนภูมิที่ ก.1.1	แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือน จังหวัดเชียงใหม่ (ภาคเหนือ)	347
แผนภูมิที่ ก.1.2	แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือน จังหวัดอุบลราชธานี (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)	347
แผนภูมิที่ ก.1.3	แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือน กรุงเทพมหานคร (ภาคกลาง)	348
แผนภูมิที่ ก.1.4	แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือน จังหวัดสงขลา (ภาคใต้)	348
แผนภูมิที่ ก.2.1	แสดงความสัมพันธ์สัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน จังหวัดเชียงใหม่ (ภาคเหนือ)	353
แผนภูมิที่ ก.2.2	แสดงความสัมพันธ์สัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน จังหวัดอุบลราชธานี (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)	354
แผนภูมิที่ ก.2.3	แสดงความสัมพันธ์สัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน กรุงเทพมหานคร (ภาคกลาง)	355
แผนภูมิที่ ก.2.4	แสดงความสัมพันธ์สัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน จังหวัดสงขลา (ภาคใต้)	356
แผนภูมิที่ ก.3.1	แสดงความเร็วลมในแต่ละทิศทางเฉลี่ยรายเดือน จังหวัดเชียงใหม่ (ภาคเหนือ)	359

สารบัญแผนภูมิ (ต่อ)

ชข

หน้า

แผนภูมิที่ ก.3.2	แสดงความเร็วลมในแต่ละทิศทางเฉลี่ยรายเดือน จังหวัดอุบลราชธานี (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)	360
แผนภูมิที่ ก.3.3	แสดงความเร็วลมในแต่ละทิศทางเฉลี่ยรายเดือน กรุงเทพมหานคร (ภาคกลาง)	361
แผนภูมิที่ ก.3.4	แสดงความเร็วลมในแต่ละทิศทางเฉลี่ยรายเดือน จังหวัดสงขลา (ภาคใต้)	362
แผนภูมิที่ ก.4.1	แสดงเขตสภาวะนำสบายในช่วงกลางวัน จังหวัดเชียงใหม่ (ภาคเหนือ)	364
แผนภูมิที่ ก.4.2	แสดงเขตสภาวะนำสบายในช่วงกลางคืน จังหวัดเชียงใหม่ (ภาคเหนือ)	365
แผนภูมิที่ ก.4.3	แสดงจำนวนชั่วโมงสบายเฉลี่ยตลอดปีในแต่ละช่วง จังหวัดเชียงใหม่ (ภาคเหนือ)	366
แผนภูมิที่ ก.4.4	แสดงจำนวนชั่วโมงสบายเฉลี่ยแต่ละวันตลอดทั้งปี จังหวัดเชียงใหม่ (ภาคเหนือ)	366
แผนภูมิที่ ก.4.5	แสดงเขตสภาวะนำสบายในช่วงกลางวัน จังหวัดอุบลราชธานี (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)	367
แผนภูมิที่ ก.4.6	แสดงเขตสภาวะนำสบายในช่วงกลางคืน จังหวัดอุบลราชธานี (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)	368
แผนภูมิที่ ก.4.7	แสดงจำนวนชั่วโมงสบายเฉลี่ยตลอดปีในแต่ละช่วง จังหวัดอุบลราชธานี (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)	369
แผนภูมิที่ ก.4.8	แสดงจำนวนชั่วโมงสบายเฉลี่ยแต่ละวันตลอดทั้งปี จังหวัดอุบลราชธานี (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)	369
แผนภูมิที่ ก.4.9	แสดงเขตสภาวะนำสบายในช่วงกลางวัน กรุงเทพมหานคร (ภาคกลาง)	370
แผนภูมิที่ ก.4.10	แสดงเขตสภาวะนำสบายในช่วงกลางคืน กรุงเทพมหานคร (ภาคกลาง)	371
แผนภูมิที่ ก.4.11	แสดงจำนวนชั่วโมงสบายเฉลี่ยตลอดปีในแต่ละช่วง กรุงเทพมหานคร (ภาคกลาง)	372
แผนภูมิที่ ก.4.12	แสดงจำนวนชั่วโมงสบายเฉลี่ยแต่ละวันตลอดทั้งปี กรุงเทพมหานคร (ภาคกลาง)	372
แผนภูมิที่ ก.4.13	แสดงเขตสภาวะนำสบายในช่วงกลางวัน จังหวัดสงขลา (ภาคใต้)	373
แผนภูมิที่ ก.4.14	แสดงเขตสภาวะนำสบายในช่วงกลางคืน จังหวัดสงขลา (ภาคใต้)	374

สารบัญแผนภูมิ (ต่อ)

คค

หน้า

แผนภูมิที่ ก.4.15	แสดงจำนวนชั่วโมงสบายเฉลี่ยตลอดปีในแต่ละช่วงจังหวัดสงขลา (ภาคใต้) .....375
แผนภูมิที่ ก.4.16	แสดงจำนวนชั่วโมงสบายเฉลี่ยแต่ละวันตลอดทั้งปี จังหวัดสงขลา (ภาคใต้) .....375



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1. บทนำ

ในช่วงหนึ่งวัน มนุษย์ประกอบกิจกรรมต่างๆ มากมาย อันก่อให้เกิดความเครียดและความเหนื่อยล้าทั้งทางร่างกายและจิตใจ ประกอบกับปัจจุบันสภาพแวดล้อมเปลี่ยนไปจากเดิม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเมืองใหญ่ เช่น กรุงเทพมหานคร การใช้ประโยชน์จากสภาพแวดล้อมเดิมที่เคยเป็นตัวแปรสำคัญและเอื้อประโยชน์ในอดีตได้เสื่อมสภาพหรือสูญหายไปเกือบหมด การดำเนินชีวิตอยู่ในปัจจุบันของคนไทยรุ่นใหม่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากอดีต ดังนั้นแล้วสถาปัตยกรรมต่างๆ ที่เคยเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและการใช้ชีวิตในอดีต จึงไม่สามารถตอบสนองต่อประโยชน์ใช้สอยและคุณภาพชีวิตของคนไทยในปัจจุบันได้อย่างสมบูรณ์ รวมถึงการที่ในปัจจุบันเทคโนโลยีในด้านการก่อสร้างมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ดังจะเห็นกันอยู่โดยทั่วไป ซึ่งบางส่วนได้ลอกเลียนแบบมาจากต่างประเทศ โดยปราศจากความรู้ความเข้าใจถึงแนวคิดที่อยู่เบื้องหลังการออกแบบและการใช้งานอาคารที่ถูกต้อง จากการใช้ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปของสภาพแวดล้อมและการปราศจากความเข้าใจที่แท้จริงในการออกแบบอาคารให้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน จึงทำให้เกิดผลกระทบขึ้นต่อผู้ใช้อาคารคือ สภาวะภายในอาคารที่ไม่สามารถเอื้อต่อการอยู่อาศัยอย่างที่ต้องการ ในขณะที่มนุษย์ต้องการตอบสนองความสะอาดสบายจากการอยู่อาศัย โดยแลกเปลี่ยนกับการบริโภคพลังงานมหาศาล เพื่อสร้างสภาวะภายในอาคารให้อยู่สบาย การนำระบบเครื่องกลเข้ามาช่วยในการปรับอากาศเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่จะทำให้ต้องสูญเสียพลังงานและทรัพยากรของชาติไปอย่างไม่จำเป็น

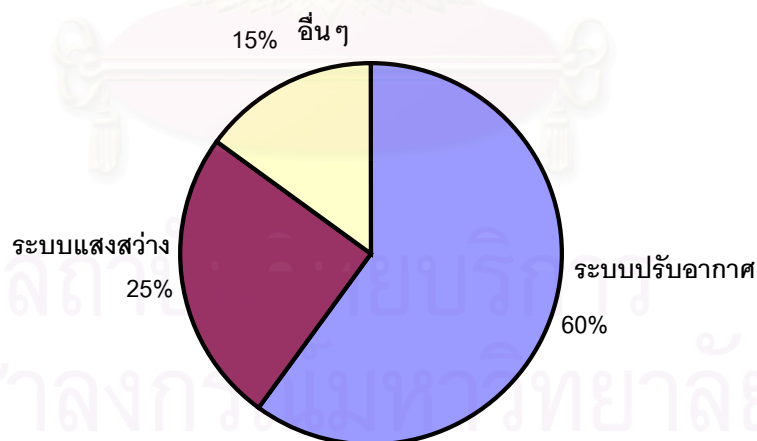
จากการปรับตัวเองจากประเทศเกษตรกรรมมาเป็นประเทศอุตสาหกรรม การใช้พลังงานส่วนใหญ่จึงเป็นส่วนของภาคอุตสาหกรรม ภาคคมนาคมขนส่ง และภาคที่อยู่อาศัยและพาณิชย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคที่เศรษฐกิจมีการเติบโตสูง การใช้พลังงานในส่วนของอสังหาริมทรัพย์ในรูปของสำนักงาน อาคารพาณิชย์และที่อยู่อาศัย อาคารเหล่านี้เป็นส่วนหลักที่มีการใช้พลังงานอย่างมาก เมื่อพิจารณาการใช้พลังงานไฟฟ้าตามข้อมูลสถิติพบว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2545 อยู่ที่ระดับ 99,123 กิกะวัตต์-ชั่วโมง เพิ่มจากปี พ.ศ. 2544 ร้อยละ 6.7(92,866 กิกะวัตต์)¹ ทั้งนี้เป็นส่วนของบ้านพักอาศัยประมาณร้อยละ 21 ส่วนธุรกิจร้อยละ 34 และส่วนอุตสาหกรรมร้อยละ

¹ สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. นโยบายพลังงาน (วารสาร ฉบับที่ 59 เดือนมกราคม-มีนาคม พ.ศ. 2546), หน้า 48-49.

ละ 38 การใช้พลังงานของอาคารก็เป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญโดยเฉพาะพลังงานไฟฟ้า ซึ่งอาคารแต่ละประเภทนั้นสามารถแบ่งการใช้พลังงานได้เป็น 3 ลักษณะ² คือ การใช้ไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ การใช้ไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง และการใช้ไฟฟ้าในระบบอำนวยความสะดวกอื่นๆ พบว่า 40-60%³ ของพลังงานที่ใช้ในอาคารขนาดใหญ่เป็นส่วนหนึ่งของระบบปรับอากาศ ดังนั้นหากมีการใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ก็จะไม่มีการสิ้นเปลือง การออกแบบที่เหมาะสมและถูกต้องจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะสามารถนำพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและลดการสิ้นเปลืองพลังงาน

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

เกี่ยวเนื่องจากการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วก่อให้เกิดการเผาผลาญทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัด รัฐบาลได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าวจึงได้เริ่มดำเนินการต่างๆ อย่างรอบคอบ เช่น มีโครงการประหยัดและอนุรักษ์พลังงานของประเทศขึ้น เริ่มตั้งแต่แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 5 เมื่อปี พ.ศ. 2525 โดยมีกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานเป็นแกนนำในการปฏิบัติทั้งในด้านมาตรการส่งเสริมและจูงใจ จนกระทั่งมีการตราพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ขึ้นเมื่อวันที่ 2 เมษายน ปีเดียวกัน และเหตุที่การใช้พลังงานส่วนใหญ่สูญเสียไปกับระบบปรับอากาศซึ่งเป็นผลมาจากเปลือกอาคาร

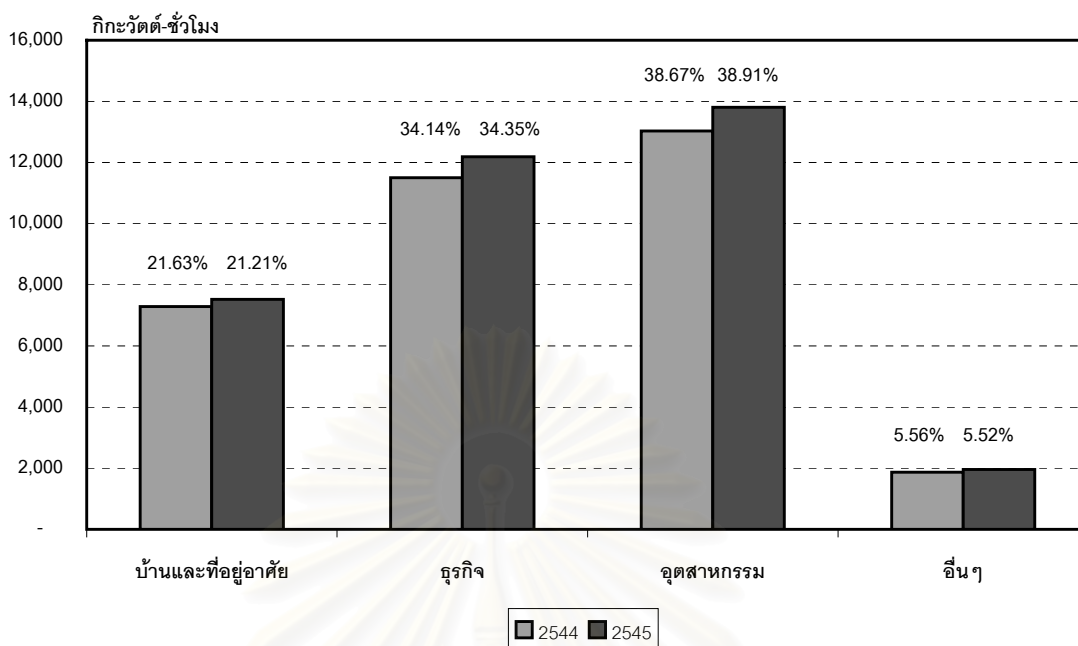


แผนภูมิที่ 1.1 แสดงสัดส่วนการประเภทการใช้พลังงานในอาคาร⁴

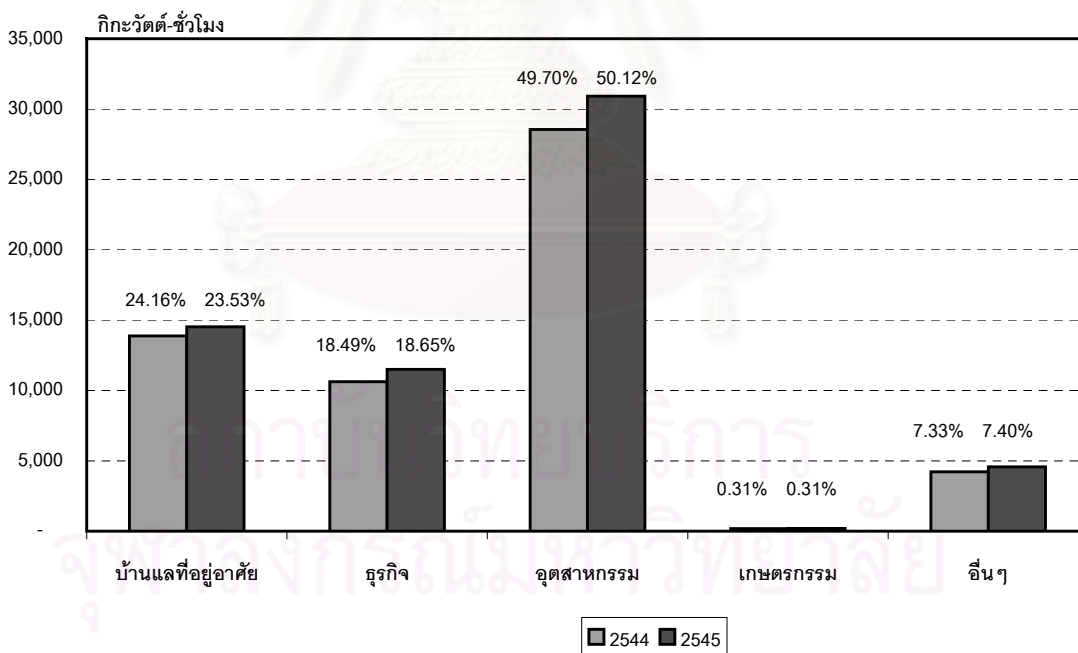
² สมศักดิ์ ไชยะภินันท์. "ข้อมูลภูมิอากาศมาตรฐานสำหรับใช้กับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการทำงานการใช้พลังงานในอาคาร," (สำนักกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2544), หน้า 10.

³ สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ. การประหยัดพลังงานในสถานที่ทำงาน : สารบัญเรื่องการอนุรักษ์พลังงาน (กรุงเทพมหานคร: ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งชาติ, 2544), หน้า 2.

⁴ เรื่องเดียวกัน: หน้า 2-7.



แผนภูมิที่ 1.2 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในเขตนครหลวง ปี พ.ศ. 2544-2545



แผนภูมิที่ 1.3 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในเขตนครภูมิภาค ปี พ.ศ. 2544-2545

สถาปนิกในฐานะที่เป็นผู้ออกแบบอาคารจึงมีส่วนรับผิดชอบอย่างมากในการที่จะต้องออกแบบอาคารให้เกิดการประหยัดและอนุรักษ์พลังงาน แต่เนื่องจากว่าการอนุรักษ์พลังงานยังเป็นเรื่องที่ยังค่อนข้างใหม่ สำหรับงานในสาขาสถาปัตยกรรม สำนักงานพลังงานแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและการพลังงานได้จัดทำร่างคำแนะนำและข้อกำหนดเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานในอาคารที่ปลูกสร้างใหม่ ภายใต้ความช่วยเหลือของโครงการ US-ASEAN ปี 2531 ปรับปรุงจากร่าง Guidelines And Requirements For Energy Conservation In New Building จัดทำโดย Lawrence Berkley Laboratories⁵ เผยแพร่แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบอาคาร โดยมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับวิธีการคำนวณหาความร้อนรวม(OTTV) จากเปลือกอาคาร เพื่อความเหมาะสมที่จะใช้ร่างดังกล่าวในประเทศไทยจึงได้จัดคณะทำงานขึ้นพิจารณา ได้มอบหมายให้สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย(AIT) ทำการศึกษาเพื่อจัดทำมาตรฐานและหลักเกณฑ์การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร และยังพัฒนาโปรแกรม OTTV Version 1.0a เพื่อช่วยในการคำนวณค่า OTTV/RTTV ตามพระราชบัญญัติอีกด้วย นอกจากนี้กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและการพลังงาน ได้จัดหลักสูตรอบรมโดยมีสมาคมสถาปนิกสยามฯ ได้ให้การสนับสนุนอันได้แก่ การอบรมข้อกำหนดมาตรฐานการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารควบคุมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน⁶ ภายหลังจากที่มีการออกพระราชบัญญัติไม่ปรากฏว่ามีการศึกษาหรือวิเคราะห์วิจารณ์ นอกจากการ อบรมสัมมนาทางวิชาการเรื่องผลกระทบและทางออกในการออกแบบสถาปัตยกรรมสมัยใหม่ ซึ่งจัดโดยภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อวันที่ 21-22 มกราคม พ.ศ. 2536 ณ อาคารสถาบัน 3 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยเฉพาะเอกสารเรื่องกฎหมายอนุรักษ์พลังงานปี พ.ศ. 2536 ของจรรยา บุญยุบล เรื่องการออกแบบอาคารสูงและเอกสารเรื่องเดียวกันของ ตรึงใจ บุรณสมภพ มีเนื้อหาเป็นไปในลักษณะการสร้าง ความเข้าใจในการปฏิบัติตามข้อกำหนด โดยเฉพาะการหาค่าการถ่ายเทความร้อน(OTTV/RTTV) มากกว่าการเสนอที่จะแก้กฎหมาย⁷

ตามที่พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ได้กำหนดให้มีการประเมินค่าการถ่ายเทความร้อน OTTV สำหรับอาคารควบคุม สำหรับอาคารเก่าไม่เกิน 55 W/m² และอาคารใหม่ไม่เกิน 45 W/m² และค่า RTTVไม่เกิน 25 W/m² เป็นข้อกำหนดนั้น หากมีการ

⁵ พัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรม. คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร: (กรุงเทพฯ: สำนักงานพลังงานแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์), หน้า5.

⁶ สมาคมสถาปนิกสยามฯ. จดหมายเหตุอาษา, (เดือนมิถุนายน พ.ศ.2538), หน้า8.

⁷ วิมลสิทธิ์ ทรายงกูร, วีระ อินพันทั้ง และสันติ ฉันทวิลาสวงศ์. รายงานการวิจัย เรื่อง สถานภาพผลงานทางวิชาการสาขาสถาปัตยกรรมในประเทศไทย, (กรุงเทพฯ: บริษัท ทีซีซี ฟิรน์ดิง จำกัด, 2544), หน้า3-54.

ออกแบบเปลือกอาคารที่ไม่เหมาะสมผลที่ตามมาคือการสิ้นเปลืองพลังงานในส่วนจากระบบปรับอากาศ จากการศึกษาพบว่าค่า OTTV/RTTV มีขั้นตอนการคำนวณที่ซับซ้อนจำเป็นต้องมีพื้นฐานความเข้าใจพอสมควร รวมทั้งต้องการข้อมูลพื้นฐานในการคำนวณที่ค่อนข้างละเอียดและใช้เวลาในการคำนวณมาก นอกจากนี้ค่า OTTV/RTTV ที่ได้ก็ไม่สามารถที่จะบ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของอาคารได้ ทำให้ผู้ออกแบบไม่ทราบว่าจะเมื่อต้องการเพิ่มหรือลดค่า OTTV/RTTV จะต้องทำการปรับปรุงอาคารอย่างไร ให้ประหยัดพลังงาน อันเป็นสาเหตุให้ผู้ออกแบบมองไม่เห็นคุณค่าของการคำนวณค่า OTTV/RTTV ดังกล่าว เป็นเพียงการคำนวณเพื่อแสดงตัวเลขเท่านั้น ซึ่งนับว่ายังเป็นการออกแบบอาคารเพื่อให้มีการประหยัดพลังงานในลักษณะที่ยังไม่เหมาะสม

ดังนั้นเพื่อให้เกิดการออกแบบอาคารที่มีความเหมาะสม มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการออกแบบที่คำนึงถึงตัวแปรต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน ทั้งนี้เพื่อตั้งประโยชน์และลดข้อด้อยของตัวแปรเหล่านั้นให้เกิดความเหมาะสมมากที่สุดก่อนที่จะใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วย หากแต่ว่าผู้ออกแบบโดยส่วนใหญ่ยังไม่มีความเข้าใจอย่างแท้จริงในการออกแบบ โดยใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาอย่างไม่เหมาะสมจึงเป็นผลให้เกิดการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลือง การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ จึงเป็นแนวทางที่นอกจากจะลดการสิ้นเปลืองของการใช้พลังงานแล้ว ยังเป็นการสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีอีกด้วย

3. แนวคิดในการแก้ไขปัญหา

จากความสำคัญของการใช้พลังงานนำมาสู่การพยายามสร้างเกณฑ์และกฎหมายให้เป็นแนวทางสำหรับการออกแบบ ด้วยการหาค่า OTTV/RTTV ซึ่งเป็นเพียงตัวแปรหนึ่งเท่านั้น มีสิ่งที่จะต้องพิจารณาเพื่อการออกแบบหลายประการ ไม่ว่าจะเป็นที่ตั้งอาคาร สภาพแวดล้อม รูปร่างอาคาร การเจาะช่องเปิด รวมไปถึงการใช้วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ล้วนมีอิทธิพลต่อการส่งเสริมหรือลดประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานได้ทั้งสิ้น การที่ผู้ออกแบบยังไม่มี ความเข้าใจที่เป็นรูปธรรมที่ชัดเจนในการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงานแล้ว ก็เป็นการยากที่จะออกแบบอาคารให้เกิดความเหมาะสมกับการประหยัดพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การที่จะสามารถแก้ไขปัญหาที่ต้นเหตุได้นั้นจำเป็นต้องสร้าง ความเข้าใจถึงเกณฑ์ในการออกแบบที่เหมาะสมก่อน มิเช่นนั้นแล้วแม้จะสร้างเกณฑ์การประเมินที่ครอบคลุมเพียงใดก็ไม่มีประโยชน์หากผู้ออกแบบไม่เข้าใจว่าทำอย่างไรจึงจะทำให้อาคารอยู่ในเกณฑ์ที่ดีได้

ตั้งแต่ในอดีตถึงปัจจุบันแนวคิดในการออกแบบก็ยังคงคำนึงถึงตัวแปรหลักสำคัญ คือ สภาพแวดล้อม ความต้องการหรือพฤติกรรมของมนุษย์ สถาปัตยกรรม และเทคโนโลยี



ภาพที่ 1.1 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะอาคาร 2 ประเภทที่มีแนวคิดต่างกัน^๘

จากภาพอาคารที่มีรูปลักษณะที่เหมือนกันแต่มีแนวคิดที่ต่างกัน การใช้ค่า OTTV/RTTV ในการประเมินค่าย่อมได้ค่าที่เท่ากัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง ทั้งนี้จากเกณฑ์การประเมินการประหยัดพลังงานตามพระราชบัญญัติการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ซึ่งผลของการประเมินค่ายังไม่สามารถอธิบายได้ครอบคลุมทั้งหมด จึงมีความจำเป็นต้องมีการสร้างเกณฑ์มาตรฐานการชี้วัด(Energy index) เพื่อประเมินอาคาร เช่น อาคารพาณิชย์ อาคารสำนักงาน บ้านจัดสรร อาคารสาธารณะ ฯลฯ ได้อย่างมีประสิทธิภาพจริงที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงคุณภาพชีวิตภายในอาคาร การนำธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ การประหยัดพลังงานอันเนื่องมาจากการเข้าใจในการออกแบบอย่างแท้จริง ซึ่งการประเมินค่าจากเกณฑ์เป็นเพียงภาพรวมเท่านั้น ไม่สามารถที่จะมององค์ประกอบของตัวแปรที่มีอิทธิพลได้อย่างเป็นรูปธรรม จึงเป็นการยากที่จะทำการแก้ไข ปรับปรุงอาคาร โปรแกรมคอมพิวเตอร์จึงมีบทบาทสำคัญในการช่วยจำลองสถานการณ์เพื่อคาดการณ์ผลลัพธ์การใช้พลังงานของอาคารที่มีประสิทธิภาพได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว^๙ สามารถที่จะวิเคราะห์และประมวลออกมาในรูปแบบแผนภาพ(Graphic) ที่ตีความหมายได้ง่าย และสามารถจำลองสถานการณ์ได้ใกล้เคียงความเป็นจริงที่สุด โดยเฉพาะการใช้ฐานข้อมูลที่ได้มาจากข้อมูลจริงของสภาพแวดล้อมนั้นๆ จึงเป็นการง่ายที่จะสามารถมองปัญหาได้อย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น ทั้งในด้านการออกแบบ หรือการปรับปรุงอาคารให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ของสภาวะน่าสบาย

^๘ สุนทร บุญญาธิการ. พลังงานใกล้ตัว, (กรุงเทพ : บริษัท เฟลท์ ออฟเซท(1993) จำกัด, 2545), หน้า 46.

^๙ สมศักดิ์ ไชยะภินันท์. 2543. การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์กับการวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคาร. Chulalongkorn Review, (ปีที่ 12 ฉบับที่ 48 กรกฎาคม-กันยายน 2543), 66-74.

4. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์หลักของการวิจัยพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินค่าดัชนีการใช้พลังงานของอาคารในภูมิภาคภาคตะวันออกเฉียงเหนือสามารถสรุปได้ดังนี้

- 1) เพื่อศึกษาอิทธิพลและความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีผลต่อการใช้พลังงาน ตามแนวทางการออกแบบอาคารที่เหมาะสม
- 2) เพื่อให้ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่สามารถประเมินค่าดัชนีการใช้พลังงานของอาคารได้ รวมถึงคนทั่วไปสามารถเข้าใจได้ง่าย ประมวลผลได้รวดเร็ว และเป็นเครื่องมือที่สามารถประเมินในเบื้องต้นในการออกแบบ พัฒนาและปรับปรุงอาคารให้มีประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน

5. ระเบียบวิธีและขั้นตอนการศึกษา

ในงานวิจัยนี้ได้แบ่งขั้นตอนการศึกษาออกเป็นขั้นตอนต่างๆดังนี้

1) ขั้นตอนแรก การศึกษาทฤษฎีและวิธีการออกแบบอาคารโดยพิจารณาถึงการออกแบบที่เหมาะสมกับการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อกำหนดเกณฑ์ในการประเมินค่าดัชนี

เป็นขั้นตอนการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น การใช้ตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ ให้เกิดสภาวะน่าสบายและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อหาตัวแปรสำคัญที่ใช้ในการพิจารณาในการออกแบบอาคาร โดยการศึกษาในขั้นตอนนี้จะแบ่งเป็นขั้นตอนย่อยได้ดังนี้

- 1.1) ศึกษาถึงวิธีการและทฤษฎีต่างๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับสภาวะน่าสบาย
- 1.2) ศึกษาแนวทางการออกแบบที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น
- 1.3) ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อการออกแบบอาคารในสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น

2) ขั้นตอนที่สอง รวบรวมและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของอิทธิพลของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบที่เหมาะสมในการใช้พลังงานของอาคารในภูมิภาคภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อกำหนดตัวแปรและแนวทางในการประมวลผล โดยการศึกษาในขั้นตอนนี้จะแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

- 2.1) รวบรวม วิเคราะห์และจำแนกตัวแปรที่สำคัญ ที่ใช้ในการออกแบบอาคารเพื่อให้ง่ายต่อการประเมินการออกแบบอาคาร
- 2.2) กำหนดรูปแบบการประมวลผล รวมถึงข้อจำกัดต่างๆ

2.3)สรุปเกณฑ์การประเมินการใช้พลังงานของอาคาร ซึ่งพิจารณาจากเทคโนโลยีในปัจจุบัน

3) ขั้นตอนที่สาม กำหนดรายละเอียด รูปแบบของโปรแกรม และพัฒนาโปรแกรม

เป็นขั้นตอนที่นำข้อมูลและแนวทางที่ได้จากขั้นตอนที่ผ่านมา กำหนดรูปแบบที่ชัดเจนของโปรแกรม เพื่อกำหนดขอบเขตแนวทางการพัฒนาโปรแกรมและการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยในขั้นตอนนี้จะลงไปรายละเอียดทางเทคนิคด้านคอมพิวเตอร์

3.1) กำหนดตัวแปร ระเบียบวิธีการคำนวณ สมการและตัวแปรต่างๆ ของข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ เพื่อกำหนดลักษณะการถ่ายเทของข้อมูลจากการบ่อนค่า และจากฐานข้อมูล เพื่อให้ง่ายต่อการใช้และประมวลผล

3.2) ด้านเทคนิคจะเป็นการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล(Personal Computer/PC) ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Windows 95 หรือสูงกว่าเป็นหลักในการพัฒนา และในส่วนของภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ จะเลือกใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ ที่เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ขั้นสูง ในรูปแบบ Graphic User Interface (GUI) ที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจและแก้ไขในภายหลัง

3.3) กำหนดรายละเอียดในการออกแบบโปรแกรม(Flow data diagram) โดยลำดับขั้นตอนต่างๆ ในการคิดประมวลผลของโปรแกรมอย่างชัดเจน เพื่อใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการพัฒนาโปรแกรม และลดขั้นตอนความสับสน หรือความผิดพลาดลง

3.4) พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยยึดหลักเกณฑ์ ข้อกำหนดจากข้อมูลที่ได้รับรวบรวม และวิเคราะห์มาในข้างต้น

4) ขั้นตอนที่สี่ ทำการประเมินค่าอาคารที่นำมาใช้เป็นกรณีศึกษาเพื่อเปรียบเทียบแนวทางการออกแบบการ

5) ขั้นตอนที่ห้า สรุปผลการพัฒนาโปรแกรมและข้อเสนอแนะในงานวิจัย

5.1) สรุปรายละเอียด วิธีการใช้งานโปรแกรมและผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินค่า

5.2) สรุปถึงเงื่อนไขในการประมวลผลโปรแกรมและข้อจำกัดในการใช้งานโปรแกรม

5.3) เสนอแนะแนวทางในการออกแบบอาคารที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น

5.4) เสนอแนะแนวทางในการพัฒนาโปรแกรม และข้อจำกัดที่ควรแก้ไขในการพัฒนาโปรแกรมในระยะต่อไป

ตารางที่ 1.1 ตารางสรุปขั้นตอนและระเบียบวิธีการการศึกษา

1.ประเด็นปัญหาในการวิจัย	
ในการออกแบบอาคารเพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นที่จะต้องเข้าใจถึง อิทธิพลของตัวแปร และความสัมพันธ์ของตัวแปร ที่มีผลต่อการใช้พลังงาน	ในการออกแบบอาคารควรที่จะสามารถ ประเมินการใช้พลังงานได้ จากตัวแปรที่มีอิทธิพล เพื่อให้เข้าใจถึงการพิจารณาในการออกแบบที่เหมาะสม
2.วัตถุประสงค์ในการวิจัย	
เพื่อศึกษา อิทธิพลของตัวแปรและความสัมพันธ์ของตัวแปร ที่มีผลต่อการใช้พลังงาน และแนวทางการออกแบบอาคารในภูมิภาคที่ร้อนชื้น	เพื่อให้ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถประเมินค่าดัชนีการใช้พลังงานของอาคารได้
3.ระเบียบวิธีวิจัย	
โดยการศึกษาจากหลักการ แนวทาง งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำมาสรุปเพื่อเป็นแนวทางการ สร้างเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินค่า และการคำนวณ โดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์	โดยการ พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ตามแนวทางการออกแบบและความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ส่งผลต่อการใช้พลังงาน พร้อมทั้งทดสอบ ประเมินการใช้โปรแกรม
4.การวิเคราะห์ข้อมูลและพัฒนาโปรแกรม	
สรุปแนวทางการออกแบบ ให้เข้าใจได้ง่ายถึงอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อการใช้พลังงาน และความสัมพันธ์ของตัวแปรในแง่สมการทางวิทยาศาสตร์	สรุปแนวทางการประมวลผลและประเมินค่าดัชนีการใช้พลังงาน ของอาคารภูมิภาคที่ร้อนชื้นและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์
5.การทดสอบกรณีศึกษา	
กำหนดสถานะการณ์และรูปแบบอาคารเพื่อใช้เป็นกรณีศึกษาสำหรับการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรและการประเมินค่าคะแนน	ทำการประมวลผลอาคารกรณีศึกษาด้วยโปรแกรมในการประเมินค่าดัชนีอาคาร และสรุปผล

ตารางที่ 1.1 ตารางสรุปขั้นตอนและระเบียบวิธีการการศึกษา(ต่อ)

6. การสรุปผลและเสนอแนะ	
สรุปอิทธิพลของตัวแปรที่นำมาพิจารณาในการออกแบบที่เหมาะสม และความสัมพันธ์ของตัวแปรที่นำมาพิจารณาในการออกแบบที่เหมาะสม	ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถประมวลผลและประเมินค่าดัชนีการใช้พลังงานของอาคารในภูมิภาคที่ร้อนขึ้น

6. ขอบเขตการศึกษา

เพื่อให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์และเงื่อนไขของระยะเวลาในการศึกษา ได้แบ่งขอบเขตการศึกษาได้ดังนี้

1) สภาพภูมิอากาศ เนื่องจากการศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างประโยชน์ต่อแนวทางการออกแบบอาคารในประเทศไทย ซึ่งมีลักษณะของภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ข้อมูลที่ใช้จึงพิจารณาจากสถานะแวดล้อมที่เกิดขึ้นในประเทศไทยเป็นสำคัญ โดยพิจารณาเขตพื้นที่บางส่วนในภูมิภาค ได้แก่ พื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดอุบลราชธานี กรุงเทพมหานครและจังหวัดสงขลาเพื่อใช้เป็นตัวแทนด้วยข้อมูลสภาพอากาศที่ทำการเก็บจริงของกรมอุตุนิยมวิทยา ปี พ.ศ.2543 ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วและทิศทางลม มาใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการประมวลผล

2) ประเภทของอาคารที่ทำการพิจารณาได้แก่อาคารพักอาศัย ที่มีพื้นที่ใช้สอยระหว่าง 100-400 ตารางเมตร

3) ทำการศึกษาอาคารที่มีการใช้ระบบปรับอากาศ(Air condition system) อาคารที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศ(non-Air condition system) และอาคารที่มีการใช้ทั้ง 2 ระบบผสมกัน(Hybrid system) ในการประเมินค่าดัชนีการประหยัดพลังงานที่เกี่ยวข้องกับความร้อน

4) เป็นการพัฒนาโปรแกรมขั้นต้นที่อาศัยข้อมูล ทฤษฎี งานวิจัย และการทดลองในการสรุปเป็นสมการเพื่อการประเมินค่าการใช้พลังงาน สามารถเพิ่มเติม แก้ไขและพัฒนาต่อไปได้

7. คำศัพท์เกี่ยวข้อง

เพื่อให้สามารถเข้าใจได้ตรงกันถึงวัตถุประสงค์ และขอบเขตข้อมูลที่ทำการศึกษา ได้กำหนดคำจำกัดความของคำศัพท์สำคัญได้ดังนี้

- 1) ดัชนีการใช้พลังงานของอาคาร หมายถึงค่าที่แสดงถึงศักยภาพการใช้พลังงานของอาคารในแง่ของการออกแบบที่มีการประเมินค่าสภาวะน่าสบาย และการใช้พลังงานจากภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ
- 2) สภาวะน่าสบาย หมายถึงสภาวะที่มนุษย์รู้สึกสบายโดยไม่สามารถระบุลงไปได้ว่ารู้สึกร้อนหรือหนาวโดยทำการสำรวจจากตัวอย่างประชากรโลกชนชาติต่างๆ จนได้ข้อสรุปซึ่งเป็นที่ยอมรับว่ามีค่าใกล้เคียงกันทุกชนชาติแม้จะอาศัยอยู่ในเขตภูมิอากาศที่แตกต่างกัน โดยมีค่าที่เหมาะสมอยู่ที่อยู่ในขอบเขตของอุณหภูมิอากาศระหว่าง 22-27 องศาเซลเซียสหรือ 71.6-80.6 องศาฟาเรนไฮต์ และความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 20-75 เปอร์เซ็นต์ ตามเกณฑ์แผนภูมิไบโอคลิเมติก(Bioclimatic chart) ของ Victor Olgyay
- 3) การออกแบบอาคารที่เหมาะสม หมายถึงการออกแบบที่คำนึงถึงสภาวะน่าสบายและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ
- 4) การประเมินผล หมายถึง การคำนวณค่าตามลำดับขั้นตอน และความสัมพันธ์ตามแนวทางการออกแบบที่กำหนดไว้
- 5) การประเมินค่า หมายถึงการพิจารณาศักยภาพการใช้พลังงานจากเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้
- 6) สภาพแวดล้อมอาคาร หมายถึงการพิจารณาองค์ประกอบที่อยู่บริเวณโดยรอบอาคาร ทั้งที่เกิดจากธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น ที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่มีผลกระทบต่ออาคาร
- 7) รูปทรงอาคาร หมายถึงการพิจารณาลักษณะของเปลือกอาคารที่สัมผัสกับอากาศภายนอกอาคารในการรับอิทธิพลของสภาพแวดล้อมภายนอก(สำหรับอาคารปรับอากาศ)
- 8) เปลือกอาคาร หมายถึงการพิจารณาคูณสมบัติในส่วนของ ผนัง หลังคา พื้น ช่องเปิด และช่องแสงอาคารที่สัมผัสกับอากาศภายนอกอาคาร
- 9) สภาพแวดล้อมภายในอาคาร หมายถึงองค์ประกอบในส่วนของพื้น ผนัง ฝ้าเพดาน และเฟอร์นิเจอร์ ภายในอาคารและไม่สัมผัสกับอากาศภายนอก รวมถึงอุปกรณ์เครื่องใช้หลอดไฟฟ้า ผู้ใช้งานที่ก่อให้เกิดความร้อนภายในอาคาร
- 10) อุปกรณ์ หมายถึงอุปกรณ์ที่มีผลต่อภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศในแง่พลังงานความร้อน
- 11) พฤติกรรมการใช้อาคาร หมายถึงพฤติกรรมของผู้ใช้อาคารในแง่ของกิจกรรม การเปิดปิดช่องเปิด การเปิดปิดระบบปรับอากาศ การใช้อุปกรณ์ที่เป็นภาระการทำความเย็น

สำหรับอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศ และพฤติกรรมของผู้ใช้อาคารในแง่ของกิจกรรม การเปิดปิดช่องเปิด สำหรับอาคารที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศ

- 12) อาคารไม่ปรับอากาศ คืออาคารที่ใช้ระบบธรรมชาติ ไม่มีการใช้ระบบปรับอากาศ
- 13) อาคารปรับอากาศ คืออาคารที่มีการปรับอากาศในพื้นที่ของอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศ
- 14) อาคารระบบผสม คืออาคารการใช้ทั้งระบบธรรมชาติ และระบบปรับอากาศภายในอาคาร

8. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ของการวิจัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการประเมินดัชนีการใช้พลังงานของอาคาร ในภูมิภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สามารถสรุปได้ดังนี้

- 1) ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถประเมินค่าดัชนีการใช้พลังงานของอาคารได้
- 2) ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่คนทั่วไปสามารถที่จะเข้าใจได้ง่าย มีการประมวลผลที่รวดเร็ว
- 3) สามารถเป็นแนวทางในการศึกษาการออกแบบอาคารที่เหมาะสม ในการใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 4) สามารถใช้โปรแกรมเป็นเครื่องมือที่สามารถประเมินเบื้องต้นในการพิจารณาออกแบบอาคาร หรือปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน

บทที่ 2

การออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงาน

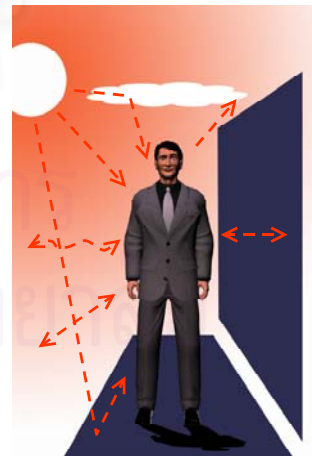
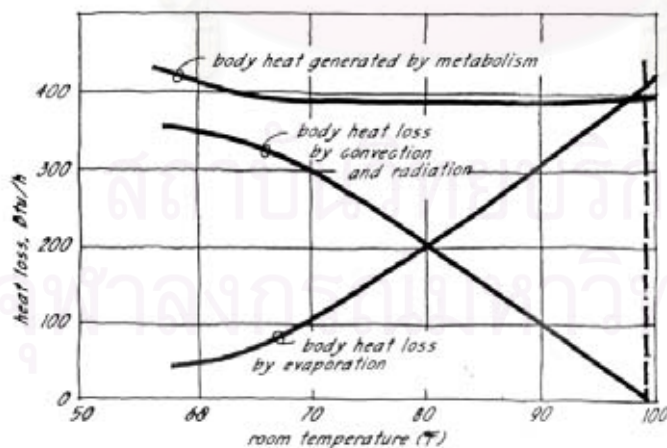
เพื่อให้เกิดการออกแบบที่เหมาะสม จำเป็นที่จะต้องเข้าใจพื้นฐานที่ถูกต้องถึงธรรมชาติและพฤติกรรมของสภาวะแวดล้อมและศักยภาพของการออกแบบ จึงจะสามารถสร้างอาคารที่สอดคล้องต่อสภาพแวดล้อมและใช้สภาพแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด มากกว่าที่จะแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาขึ้นในภายหลัง ในการศึกษาจึงจำเป็นต้องพิจารณาถึงตัวแปรต่างๆ ที่สำคัญ สรุปได้เป็นหัวข้อดังนี้

1. สภาวะน่าสบาย(Comfort zone)

เงื่อนไขในการสร้างสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ(Thermal comfort)

1) สมดุลความร้อน

เนื่องจากร่างกายมนุษย์เปรียบเสมือนเครื่องจักร ที่มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานภายในร่างกายตลอดเวลาโดยการเผาผลาญอาหารเพื่อผลิตพลังงานในการดำรงชีวิต ขบวนการเผาผลาญอาหารนี้ทำให้เกิดพลังงานความร้อนขึ้นภายในร่างกาย ในสภาวะปกติภายในร่างกายของมนุษย์จะมีขบวนการรักษาสมดุลของร่างกาย เพื่อรักษาอุณหภูมิภายในไว้ที่ $37^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ด้วยการรักษาอัตราการผลิตความร้อนของร่างกายให้เท่ากับอัตราการระบายความร้อนออก



ภาพที่ 2.1.1 แสดงการปรับสมดุลทางความร้อนของร่างกายและการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างร่างกายมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม¹

¹ Moor, Fuller. *Environmental control system heating cooling lighting* (Singapore: McGraw-Hill, 1993), p. 32.

เมื่อพิจารณาการรักษาอุณหภูมิภายในร่างกายให้คงที่ จึงสมมุติได้ว่าในสภาวะที่สิ่งแวดล้อมทางความร้อนคงที่เป็นเวลานาน จะเกิดอัตราการเปลี่ยนแปลงความร้อนภายในร่างกายมนุษย์คงที่ เกิดเป็นสมดุลทางความร้อน สามารถเขียนเป็นสมการ (1) ได้ดังนี้

$$H - E_d - E_{sw} - E_{re} - L = K + R + C \quad (1)$$

เมื่อ	H	คือ	พลังงานความร้อนที่ผลิตขึ้นภายในร่างกาย
	E_d	คือ	การสูญเสียความร้อนโดยการระเหยของน้ำผ่านผิวหนัง
	E_{sw}	คือ	การสูญเสียความร้อนโดยการระเหยของเหงื่อจากผิวหนัง
	E_{re}	คือ	การสูญเสียความร้อนแฝงทางการหายใจ
	L	คือ	การสูญเสียความร้อนทางการหายใจแบบแห้ง
	K	คือ	การสูญเสียความร้อนจากผิวหนังสู่ผิวนอกของเสื้อผ้า
	R	คือ	การสูญเสียความร้อนโดยการแผ่รังสีความร้อนจากผิวเสื้อผ้า
	C	คือ	การสูญเสียความร้อนโดยการพาความร้อนจากผิวนอกเสื้อผ้า

จากสมการจะเห็นได้ว่า พลังงานที่ผลิตในร่างกาย ลดด้วยการสูญเสียความร้อนโดยการระเหยที่ผิว ($E_d - E_{sw}$) และการหายใจ ($E_{re} - L$) เท่ากับ ความร้อนที่นำผ่านเสื้อผ้า (K) หรือการสูญเสียความร้อนทางการแผ่และพาที่ผิวนอกเสื้อผ้า โดยสมมุติให้ E_d, E_{sw} เกิดขึ้นที่หรือภายในผิวหนัง

2) ตัวแปรสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อสภาวะนำสบายทางด้านความร้อน

จากตัวแปรของสภาวะแวดล้อมที่อยู่รอบๆ ตัวมนุษย์ ล้วนส่งอิทธิพลต่อการรับรู้ของมนุษย์ทั้งสิ้น ไม่ว่าจะทางตรง หรือทางอ้อม เช่น ความร้อนจากการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ รังสีกระจายจากสภาพแวดล้อม เป็นต้น แม้นกระทั่งมนุษย์เองก็เป็นแหล่งความร้อน ซึ่งตัวแปรแต่ละตัวมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ดังนั้นการสร้างสภาวะนำสบายจึงเป็นการอาศัยตัวแปรที่เกื้อหนุนกันในการสร้างสมดุลขึ้น ทั้งนี้สภาวะนำสบายขึ้นอยู่กับความรุนแรงของสภาพแวดล้อม

ตัวแปรที่มีผลต่อการแลกเปลี่ยนความร้อน ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดความรู้สึกนำสบายทางด้านความร้อน ประกอบด้วย

2.1) การพาความร้อน(Convection)และการระเหยของน้ำ(Evaporation)

ผลกระทบจากการเคลื่อนที่ของอากาศการเคลื่อนที่ของอากาศ หรือกระแสลมที่พัดผ่านผิวหนัง มีผลต่อสมดุลย์ทางความร้อนของร่างกายและความรู้สึกสบายโดยมีผลต่ออัตราการนำและการพาความร้อนระหว่างผิวหนังและอากาศ นอกจากนั้นยังมีผลต่อการทำความเย็นของร่างกายจากการเพิ่มอัตราการระเหยของน้ำ โดยพบว่าเมื่อกระแสลมที่พัดผ่านผิวหนังมีความเร็วเพิ่ม

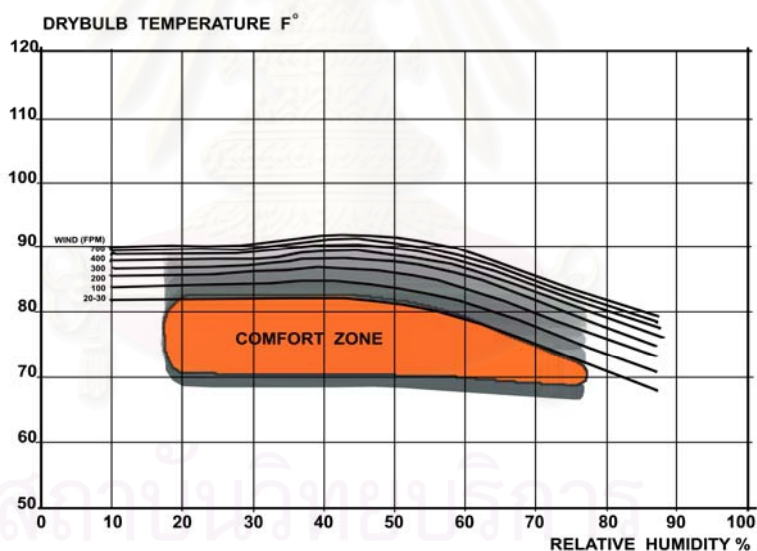
ขึ้น มนุษย์จะเกิดความรู้สึกเย็นลงกว่าอุณหภูมิที่วัดได้จริง ความรู้สึกเย็นลงกว่าอุณหภูมิอากาศนี้เป็นเพราะอัตราการระบายความร้อนออกจากผิวหนัง ซึ่งแปรผันตามความเร็วของกระแสลม คือถ้ากระแสลมมีความเร็วสูงขึ้นร่างกายมนุษย์จะสามารถระบายความร้อนได้เร็วขึ้น ส่งผลให้เกิดความรู้สึกเย็นลงกว่าอุณหภูมิจริง ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิที่วัดได้จริงกับความรู้สึกเมื่อมีลมพัดผ่านผิวหนังนี้ โดยสุนทร บุญญาธิการ ได้เสนอการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์โดยการใส่สมการถดถอย(2.2)² พบว่า

ความรู้สึกเย็นลง (°C) = 0.381v + 0.016 RH	(2)
--	------------

เมื่อ v = ความเร็วลม(km/h)

RH = ความชื้นสัมพัทธ์(%)

จากสมการสรุปได้ว่า มนุษย์จะรู้สึกเย็นลงกว่าอุณหภูมิอากาศ 0.4 องศาเซลเซียส เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้น 1 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แต่ความเร็วของกระแสลมจะถูกจำกัดด้วยผลกระทบบันที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากความแรงของลมที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อม ดังตารางที่ 2.1.1



แผนภูมิที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ของกระแสลมกับการขยายขอบเขตสภาวะน่าสบาย³

² สุนทร บุญญาธิการ, การออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า (กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541), หน้า 35.

³ Victor Olgyay, *Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism* (New York: Van Nostrand Reinhold, 1992), p. 20.

ตารางที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและสภาวะน่าสบาย⁴

ความเร็วลม	ความรู้สึกในการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ	ผลที่อาจเกิดขึ้น
0 – 50 fpm	ไม่มีความเปลี่ยนแปลงในความรู้สึกน่าสบาย	ไม่สามารถสังเกตได้
50 – 100 fpm	ต่ำลง 2 – 3 ° F	สบาย
100 – 200 fpm	ต่ำลง 4 – 5 ° F	โดยทั่วไปรู้สึกสบาย แต่รู้สึกได้ว่ามีเคลื่อนไหวของอากาศ
200 – 300 fpm	ต่ำลง 5 – 7 ° F	รู้สึกมีลมพัดเล็กน้อย จนถึงรู้สึกถูกรบกวน
สูงกว่า 300 fpm	ต่ำลงมากกว่า 5 – 7 ° F	ควรแก้ไขให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2) การแผ่รังสี(Radiation)

ถ้าไม่นับการพาความร้อนและผลของการระเหยเป็นไอในอากาศแล้ว ความร้อนสามารถแลกเปลี่ยนระหว่างร่างกายกับสิ่งแวดล้อมโดยการแผ่รังสีความร้อนให้แก่กันและกัน สิ่งที่มีมนุษย์รู้สึกได้นั้นคือ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน ซึ่งอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนนี้ได้ถูกนิยามว่า คือ อุณหภูมิผิวคงที่ของสิ่งปิดล้อมสีดำ ที่มีการแลกเปลี่ยนความร้อนโดยการแผ่รังสีในอัตราเท่ากับมนุษย์ ในสภาวะแวดล้อมจริง หรือในแง่หนึ่ง อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ยเป็นค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวผนังห้อง ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าการแผ่รังสีของวัสดุ(Emissivity) ความสามารถในการทำความร้อนหรือความเย็นโดยการแผ่รังสีของทุกพื้นผิว โดยจะต้องเปรียบเทียบพื้นที่และอุณหภูมิกับพื้นผิวอื่นในห้องเดียวกัน นอกจากนี้มุมของพื้นผิวที่กระทำกับร่างกาย และตำแหน่งของส่วนที่เปิดเผยของร่างกายก็เป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงเช่นกัน

$$MRT = \frac{\sum T\theta}{360} = \frac{(T_1\theta_1 + T_2\theta_2 + \dots + T_n\theta_n)}{360} \quad (3)$$

เมื่อ T คือ อุณหภูมิผิววัสดุ (Surface Temperature)

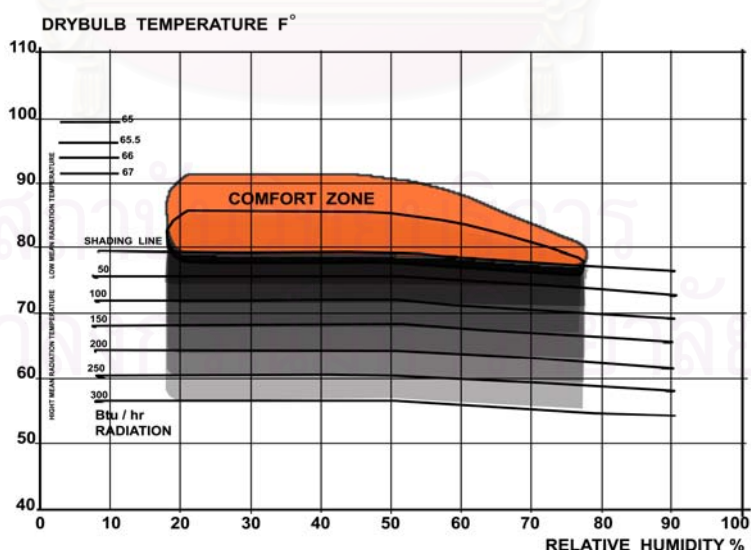
θ คือ มุมที่เปิดรับกับพื้นผิววัสดุ ณ จุดที่ทำการวัด (Surface Expose Angle Relative to Occupant in Degrees)

⁴ Victor Olgyay, Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism (New York: Van Nostrand Reinhold, 1992), p. 20.

ในการทำนายมาตรฐานความสบายส่วนใหญ่ คุณภูมิผิวของสิ่งรอบข้างมักถูกสมมติให้เท่ากับอุณหภูมิอากาศ แต่ภายใต้สภาพที่เป็นจริงอุณหภูมิผิวหนึ่งจะมีค่าไม่แน่นอนและมักจะต่างกับอุณหภูมิอากาศ โดยสังเกตได้ง่ายเป็นพิเศษ เมื่อมีการใช้ Trombe Wall และการทำความร้อนโดยการแผ่รังสีจากพื้น ผนังหรือ เพดาน หรือในด้านความเย็นที่ผิวกระจกเมืองหนาว และผนังห้องใต้ดิน ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิของร่างกายมนุษย์ ทำให้ร่างกายแผ่รังสีความร้อนออกไป

ถึงแม้ว่าอัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนโดยการแผ่รังสีระหว่างร่างกายมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมขึ้นอยู่กับอุณหภูมิผิวของสิ่งแวดล้อมนั้น แต่ยังมีอีกหลายตัวแปรที่จะต้องพิจารณาในการวิเคราะห์สมดุลความร้อน คือ อุณหภูมิอากาศ ความเร็วลม และเครื่องแต่งกาย

จากแผนภูมิของแฟงเกอร์(Fanger) สำหรับผู้ใหญ่ที่อยู่นิ่งในชุดเครื่องแต่งกายที่มีค่าความต้านทานความร้อน 0.5 clo และอากาศนิ่ง(ความเร็วลมต่ำกว่า 20 fpm, หรือ 0.1 m/s) เมื่ออุณหภูมิอากาศเพิ่มจาก 78°F ไปถึง 88°F จะต้องทำให้อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนลดลงจาก 78°F ไปถึง 68°F ถึงจะรักษาสภาพที่น่าสบายไว้ได้ แต่ในขณะที่มีความเร็วลมต่ำ(40 fpm, 0.2 m/s) การเพิ่มอุณหภูมิขึ้น 10°F จาก 80°F เป็น 90°F จะต้องลดอุณหภูมิอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนถึง 14°F หรือจาก 80°F เป็น 66°F ดังนั้นภายใต้ภาวะอากาศใกล้เคียงอากาศนิ่ง ถ้าอุณหภูมิอากาศลดลง 1°F จะต้องเพิ่มอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนขึ้น 0.8°F อย่างไรก็ตามการลดอุณหภูมิการแผ่รังสีเพื่อผลในด้านการปรับสภาวะอากาศนั้น มีขีดจำกัดเนื่องจากในทางปฏิบัติไม่ค่อยพบความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศกับอุณหภูมิผิวผนังเกิน 4 – 5 °F



แผนภูมิที่ 2.2 ผลกระทบของอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนกับการขยายขอบเขตสภาวะที่น่าสบาย⁵

⁵ Ibid., p. 21.

การคำนวณอุณหภูมิการแผ่รังสีเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ (MRT หรือ Temperature : t_{pr}) ด้วยวิธี Plane Radiant ถูกนำเสนอโดย Krosgaard ในปีค.ศ. 1949 ซึ่งประกอบด้วย 6 ทิศทาง ได้แก่ ขึ้น, ลง, ซ้าย, ขวา, หน้า, หลัง

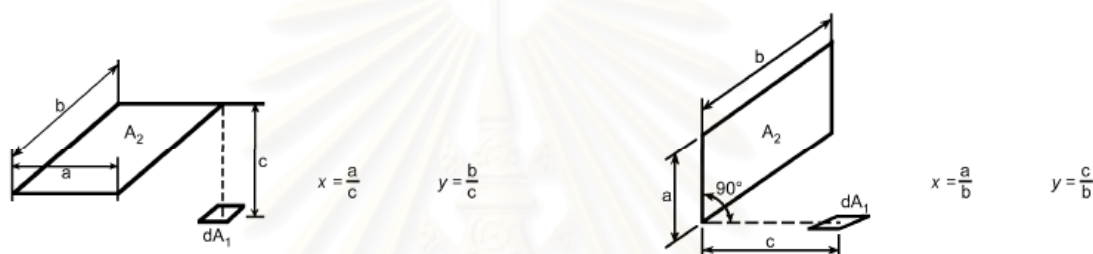
ค่า Area Factor สามารถคำนวณได้จากสมการที่แสดงในภาพที่ 2.1.7

กรณี ระบายบนบน สมการที่ (4)

$F_{d1-2} = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{x}{\sqrt{1+x^2}} \tan^{-1} \frac{y}{\sqrt{1+x^2}} + \frac{y}{\sqrt{1+y^2}} \tan^{-1} \frac{x}{\sqrt{1+y^2}} \right)$	(4)
--	-----

กรณี ระบายตั้ง สมการที่ (5)

$F_{d1-2} = \frac{1}{2\pi} \left(\tan^{-1} \frac{1}{y} - \frac{y}{\sqrt{x^2+y^2}} \tan^{-1} \frac{1}{\sqrt{x^2+y^2}} \right)$	(5)
--	-----



ภาพที่ 2.1.2 แสดงการคำนวณหาค่า Area Factor

การคำนวณหาค่า The Mean Radiant Temperature (T_r) ได้จากสมการ :

$T_r^4 = T_1^4 F_{p-1} + T_2^4 F_{p-2} + \dots + T_n^4 F_{p-n}$	(6)
---	-----

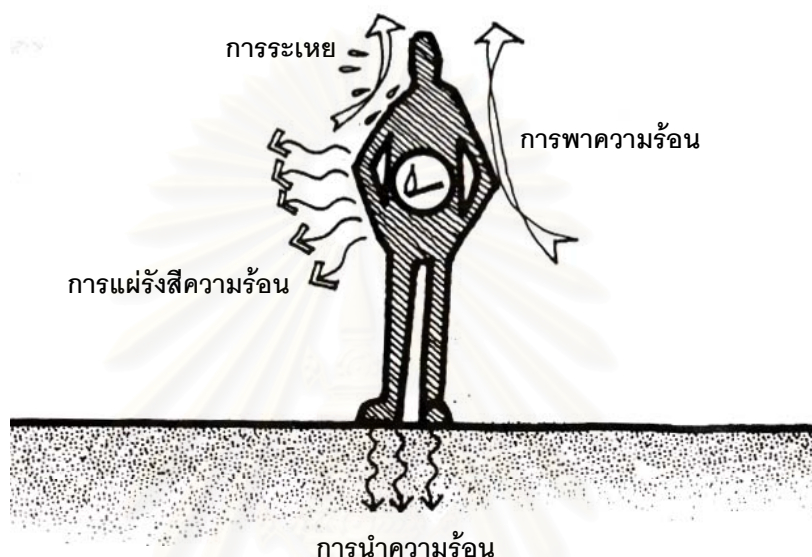
เมื่อ T_r คือ อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (K°)
 T_n คือ อุณหภูมิพื้นผิวของพื้นผิวที่ n (K°)
 F_{p-n} คือ Area factor ระหว่างผู้ใช้อาคารกับพื้นผิวที่ n

เนื่องจากอิทธิพลของอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบมีอิทธิพลต่อความรู้สึกร้อนหนาวของมนุษย์ประมาณ 1.4 เท่า นั่นคือ เมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศ 1 องศาเซลเซียสแล้ว จะรู้สึกว่าคุณภูมิอากาศสูงขึ้นอีก 0.4 องศาเซลเซียส และเมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ 1 องศาเซลเซียสแล้ว จะรู้สึกว่าคุณภูมิอากาศต่ำลงอีก 0.4 องศาเซลเซียส

2.3) เครื่องแต่งกาย(Cloth)

จากกฎของโกลด์แมน(Goldman) กล่าวว่าบุคคลที่สวมใส่เสื้อผ้าที่มีค่าความต้านทานความร้อน 0.6 clo และมีการทำงานแบบสำนักงาน(100-200 kcal/hr) จะรู้สึกถึงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ 1°F เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกายลง 0.1 clo แต่

ถ้าทำงานในระดับที่หนักขึ้น อุณหภูมิที่รู้สึกได้จะเปลี่ยนไป 1°F ก็ต่อเมื่อเปลี่ยนค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกายลง 0.2 clo ซึ่งคนที่สวมใส่ชุดสูทธุรกิจธรรมดา และชุดชั้นในผ้าฝ้าย (มีค่าความต้านทานความร้อน = 1clo) จะต้องการอุณหภูมิต่ำกว่าคนที่ไม่สวมเสื้อผ้าประมาณ 9°F โดยที่ $1 \text{ Clo} = 0.155 \text{ m}^2 \text{ K/W}$



ภาพที่ 2.1.3 แสดงการถ่ายเทความร้อนเพื่อปรับสมดุลของร่างกาย⁶

2.4) อัตราการเผาผลาญพลังงานร่างกาย (Metabolism rate)

การเผาผลาญพลังงานของร่างกายจะมาก หรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับระดับกิจกรรม มีหน่วยเป็น Met โดย $1 \text{ Met} = 50 \text{ Kcal.h}^{-1}.\text{m}^2$ การเผาผลาญพลังงานก่อให้เกิดความร้อนภายในร่างกาย ร่างกายจะกระทำการถ่ายเทพลังงานความร้อนออกจากร่างกายในรูปแบบต่างๆ เช่น การแผ่รังสีความร้อน, การระเหยของเหงื่อ เพื่อรักษาอุณหภูมิภายในร่างกายให้เหมาะสม (ประมาณ $37\text{-}38$ องศาเซลเซียส)

⁶ Moor, Fuller. Environmental control system heating cooling lighting (Singapore: McGraw-Hill, 1993), p.50.

3) สมดุลย์พลังงานของร่างกายมนุษย์

ระบบการควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย จะพยายามให้สมดุลย์พลังงานมีค่าเท่ากับศูนย์ ($S=0$) หรือมีความเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด

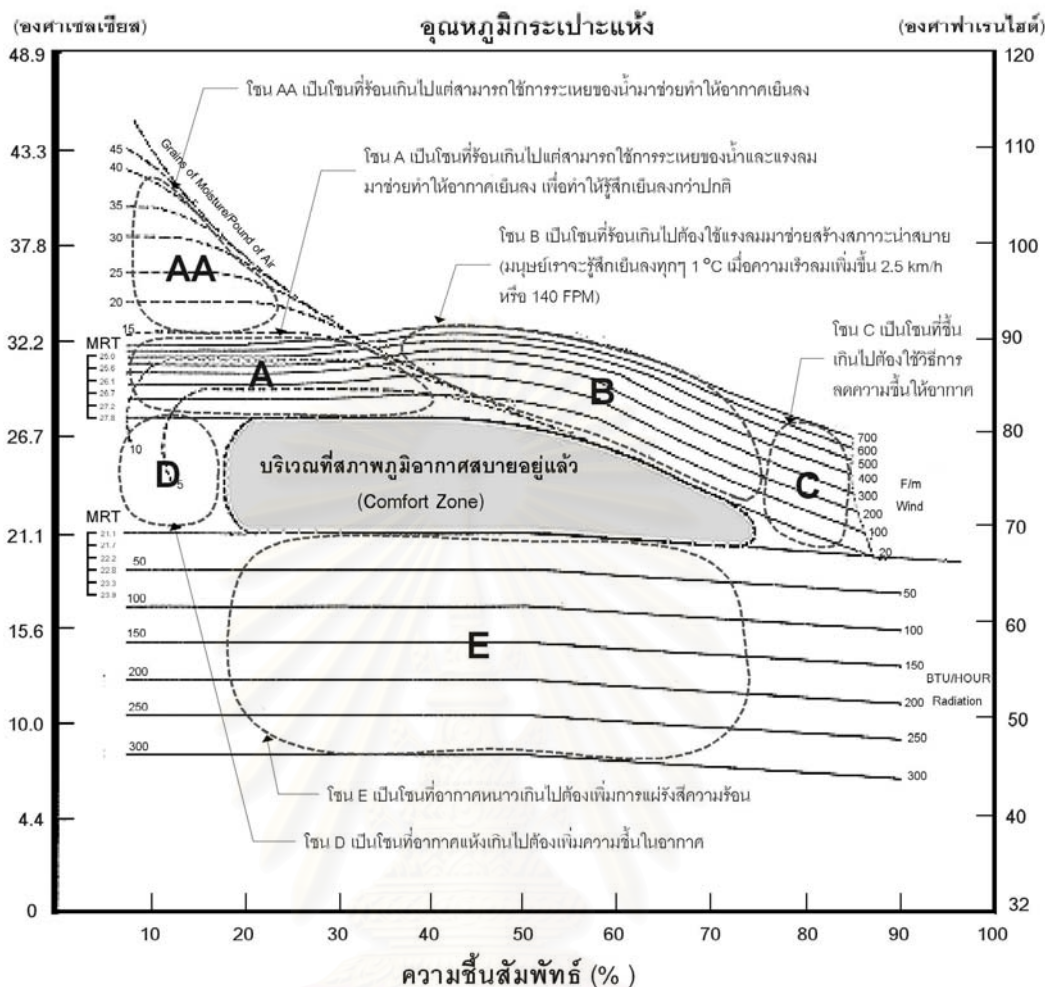
ถ้า $S < 0$ คือ ร่างกายปลดปล่อยพลังงานออกมามากกว่าที่ผลิต และอุณหภูมิภายในร่างกายลดลง ร่างกายจะลดอัตราการไหลเวียนโลหิต หรือเพิ่มกระบวนการหดตัวของท่อต่างๆ เพื่อเพิ่มค่าการต้านทานความร้อนของผิวหนัง ทำให้เลือดไหลเวียนไปเลี้ยงร่างกายน้อยลง ผลทำให้อุณหภูมิผิวภายในลดลงไปตามอัตราการสูญเสียความร้อน หากกระบวนการนี้ไม่สำเร็จ ร่างกายจะเพิ่มการผลิตพลังงานขึ้นต่อไป โดยเพิ่มแรงดึงในกล้ามเนื้อ ซึ่งถ้ายังไม่เพียงพอจะเกิดอาการสั่นของร่างกายนั่นเอง

ในกรณีที่ $S > 0$ คือ การสูญเสียความร้อนที่ไม่สมดุลย์กับการผลิตความร้อนของร่างกาย ส่งผลให้เกิดกระบวนการขยายตัวของท่อต่างๆ เพื่อให้เลือดไหลเวียนมากขึ้น อุณหภูมิผิวสูงขึ้น เพื่อเพิ่มอัตราการสูญเสียความร้อน นั่นคือ ลดความต้านทานความร้อนของผิวหนังนั่นเอง ถ้ากระบวนการนี้ไม่สำเร็จ ร่างกายจะผลิตเหงื่อเพื่อช่วยเพิ่มอัตราการสูญเสียความร้อนจากการระเหยของน้ำด้วย

4) ตัวแปรที่มีผลต่อสภาวะน่าสบายที่นำมาใช้ในการออกแบบ

ในแง่ของการออกแบบมีจุดมุ่งหมายสำคัญในการพิจารณาตัวแปรนั้นก็เพื่อให้ผู้อยู่อาศัยในอาคารได้รับประโยชน์จากตัวแปรต่างๆ ที่ส่งผลต่อสภาวะสบายของมนุษย์ **สภาวะน่าสบายของมนุษย์ (Comfort zone)** คือ สภาวะที่มนุษย์รู้สึกสบาย โดยไม่สามารถระบุลงไปได้ว่ารู้สึกร้อนหรือหนาว โดยทำการสำรวจจากตัวอย่างประชากรโลกชนชาติต่างๆ จนได้ข้อสรุปซึ่งเป็นที่ยอมรับว่ามีค่าใกล้เคียงกันทุกชนชาติแม้จะอาศัยอยู่ในเขตภูมิอากาศที่แตกต่างกัน โดยมีค่าที่เหมาะสมอยู่ที่ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ซึ่งการสร้างสภาวะสบายของมนุษย์จะต้องประกอบไปด้วยตัวแปรต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน สภาวะน่าสบายเป็นมาตรฐานหนึ่งที่นักออกแบบต้องการ ในอดีตมีการทดลองมากมายเพื่อที่จะหามาตรฐานนี้ โดยรายละเอียดพบว่า มีตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกของคนเราในสภาวะที่ร่างกายเราปกติอยู่ถึง 6 ตัวแปรด้วยกัน ได้แก่

- อุณหภูมิอากาศ (Air temperature)
- ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)
- อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (Mean radiant temperature)
- ความเร็วลม (Air velocity)
- เสื้อผ้าสวมใส่ (Clo-value)
- อัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย (Metabolism rate)



แผนภูมิที่ 2.3 แสดงขอบเขตและแนวทางการขยายขอบเขตสภาวะน่าสบาย⁷

ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงสภาวะน่าสบาย การออกแบบที่เหมาะสมจึงควรพิจารณาถึงตัวแปรดังกล่าว 6 ประการข้างต้นในการประยุกต์ใช้ในการออกแบบองค์ประกอบของอาคาร เช่นกัน อาคารที่เหมาะสมควรที่จะตอบสนองต่อความต้องการดังกล่าวได้เป็นอย่างดี

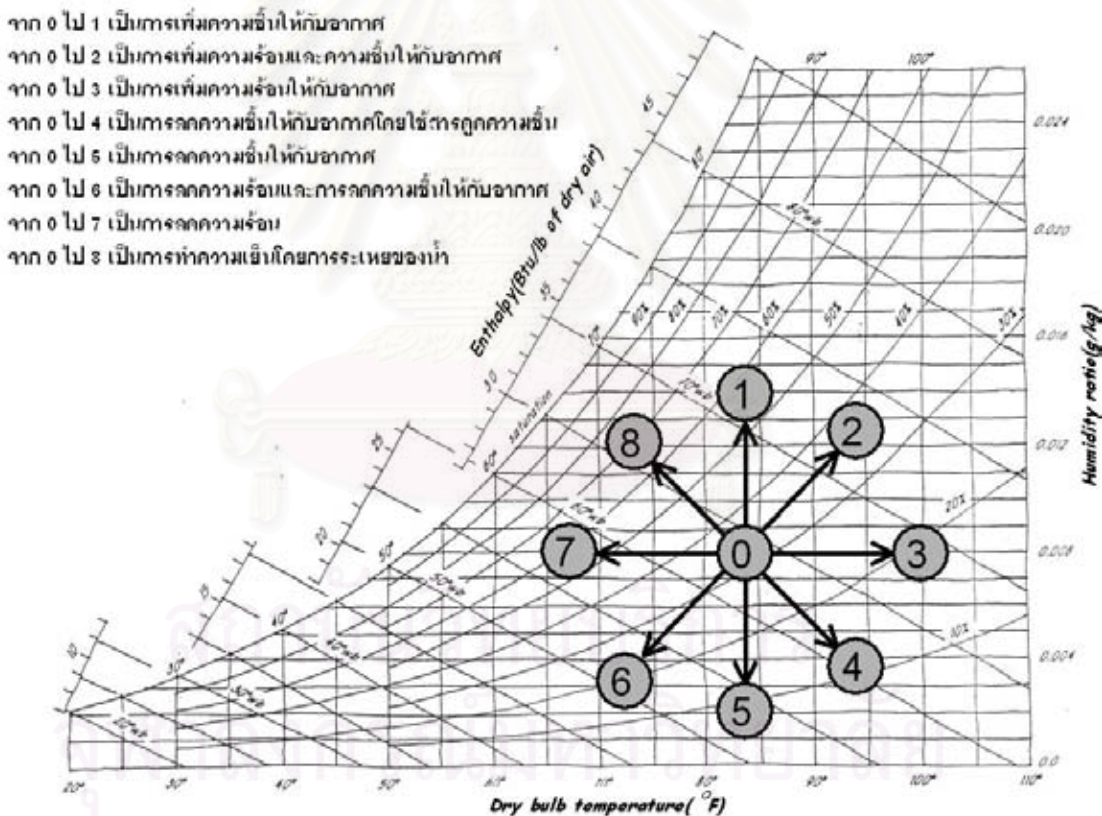
สรุป การออกแบบที่เหมาะสมนั้นจำเป็นต้องคำนึงถึงความต้องการพื้นฐานของมนุษย์เป็นสำคัญ นั่นก็คือสภาวะน่าสบาย ซึ่งเกิดจากการรักษาสสมดุลย์ของร่างกายที่เหมาะสม โดยมีตัวแปรสำคัญ 6 ประการในการสร้างสภาวะดังกล่าว นั่นคือ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ เสื้อผ้าที่สวมใส่ และอัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย

⁷ สุนทร บุญญาธิการ. เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า (กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542), หน้า 39.

2. สภาวะอากาศกับการออกแบบที่คำนึงถึงความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง

1) แผนภูมิไซโครเมตริก

สภาวะอากาศประกอบไปด้วยตัวแปรต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อสภาวะน่าสบายของมนุษย์ เพื่อให้เข้าใจต่อการเข้าใจ ได้มีการสร้างความสัมพันธ์ออกมาในรูปแบบของแผนภูมิที่เรียกว่า "แผนภูมิไซโครเมตริก" (Psychrometric chart) ซึ่งประกอบไปด้วยตัวแปรต่างๆ คือ อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry-bulb temperature) อุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet-bulb temperature) ความชื้นจำเพาะ คือ น้ำหนักของไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศแห้ง (Humidity Ratio) ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (Relative Humidity) อุณหภูมิของจุดน้ำค้าง คือ จุดที่เริ่มมีการเกิดหยดน้ำ (Dsaturation หรือ Dewpoint) ปริมาตรจำเพาะของอากาศแห้ง (Volume dry air) และเอนทัลปี (Enthalpy)



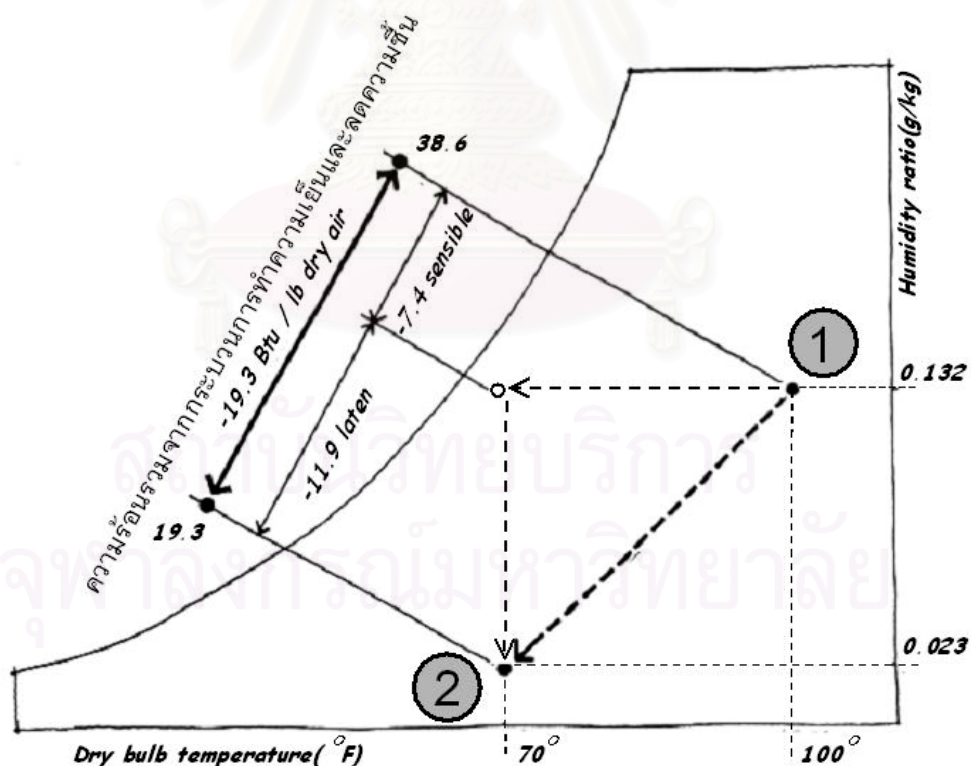
ภาพที่ 2.2.1 แสดงกระบวนการที่ใช้ในการปรับสภาพอากาศโดยใช้แผนภูมิไซโครเมตริกมาประยุกต์

ในการควบคุมสภาวะอากาศที่คำนึงถึงความร้อนสัมผัส (Sensible heat) หรือความร้อนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศแห้ง และความร้อนแฝง (Latent heat) หรือความร้อนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสถานะของอากาศชื้นให้เป็นไปตามต้องการ สามารถพิจารณาแผนภูมิไซโครเมตริก

(แสดงดังภาพที่ 2.2.1) มาประยุกต์ใช้ในการพิจารณาเลือกกระบวนการที่เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศจากจุดใดๆ ดังนี้

- 1.1) การเพิ่มความชื้นให้กับอากาศ(Humidifying)
- 1.2) การเพิ่มความร้อนและความชื้นให้กับอากาศ(Heating and humidifying)
- 1.3) การเพิ่มความร้อนให้กับอากาศ(Heating)
- 1.4) การลดความชื้นให้กับอากาศโดยใช้สารดูดความชื้น(Cheical dehumidifying)
- 1.5) การลดความชื้นให้กับอากาศ(Dehumidifying)
- 1.6) การลดความร้อน(การทำความเย็น) และการลดความชื้นให้กับอากาศ(Cooling and dehumidifying)
- 1.7) การลดความร้อน(Sensible cooling)
- 1.8) การทำความเย็นโดยการระเหยของน้ำ(Evaporative cooling)

ในกระบวนการดังกล่าวก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเอนทัลปี ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ คือ ความร้อนสัมผัส(Sensible heat) และความร้อนแฝง(Laten heat)



ภาพที่ 2.2.2 แสดงค่าเอนทัลปี(Sensible and laten heat)

จากกระบวนการที่ใช้ในการทำความเย็น และลดความชื้น โดยใช้แผนภูมิภูมิไซโครเมตริกมาประยุกต์

2) การประมาณค่าเอนทัลปีโดยวิธีการคำนวณ

ค่าพลังงานที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความร้อนและมวลขึ้นเป็นส่วนสำคัญในการใช้พิจารณาการออกแบบระบบปรับอากาศ เพื่อประมาณค่าภาระการทำความเย็นโดยอาศัยข้อมูลสภาพอากาศ

กรณีที่ใช้ข้อมูล : อุณหภูมิกระเปาะแห้ง ความชื้นสัมพัทธ์ และความดันอากาศ

$h = h_{da} + W \times h_{da}$	(7)
$h_{da} = 1.006 \times T$	(8)
$h_g = 2501 + (1.805 \times T)$	(9)
$W = 0.62198 \times P_w / (P - P_w)$	(10)
$P_w = P_{ws} \times R_h / 100$	(11)
$P_{ws} \times 1,000 = \text{Exp}[-(5.80022 \times 10^3) / T] + (1.3914993) + (-4.8640239 \times 10^{-2} \times T) + (4.1764768 \times 10^{-5} \times T^2) + (-1.4452093 \times 10^{-8} \times T^3) + (6.5459673 \times \ln T)$	(12)
$T = t + 273.25$	(13)
$P = 101.325 \times (1 - 2.25577 \times 10^{-5} \times Z)^{5.2559}$	(14)
$\Delta h = h_o - h_{in} : \Delta h(\text{BTU} / \text{lb}) = \Delta h(\text{KJ} / \text{Kg}) / 2.326$	(15)

เมื่อ	t	คือ	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง(องศาเซลเซียส : °C)
	T	คือ	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง(องศาเคลวิน : °K)
	P	คือ	ความดันอากาศ(Barometric pressure : kPa)
	P _{ws}	คือ	ความดันอากาศอิ่มตัว(Saturation pressure : kPa)
	P _w	คือ	ความดันไอน้ำในอากาศ(Partial pressure of water vapor: kPa)
	Z	คือ	อัลติจูด(Altitude : m)
	R _h	คือ	ความชื้นสัมพัทธ์(%)
	W	คือ	ความชื้นสัมพัทธ์(Humidity ratio : kg(water) / kg(dry air))
	h _{da}	คือ	เอนทัลปี(Enthalpy : kJ/kg(dry air))
	h _g	คือ	เอนทัลปี(Enthalpy : kJ/kg(water))
	h	คือ	เอนทัลปี(Enthalpy : kJ/kg)

ในกรณีอาคารไม่ปรับอากาศที่ต้องการทราบค่า R_h ภายในจากค่า R_h ภายนอก สามารถประมาณได้จากค่า Δh โดยกำหนดสมมุติฐานว่าค่าปริมาณไอน้ำในอากาศทั้งข้างนอกและข้างใน 'ไม่มีการเปลี่ยนแปลง' (W : Grams moisture / kg(dry air) หรือ $\Delta W = 0$)

$$W_{in} = W_o \times P / (0.62198 \times (1+W_o))$$

$$Pw_{in} = Pw_{s_o} \times Rh / 100$$

$$Rh_{in} = W_o \times P \times 100 / (0.62198 \times Pw_{s_o} \times (1+W_o))$$

จาก $h = 1.006t + W(2501+1.805t) : h \propto t$ และ W

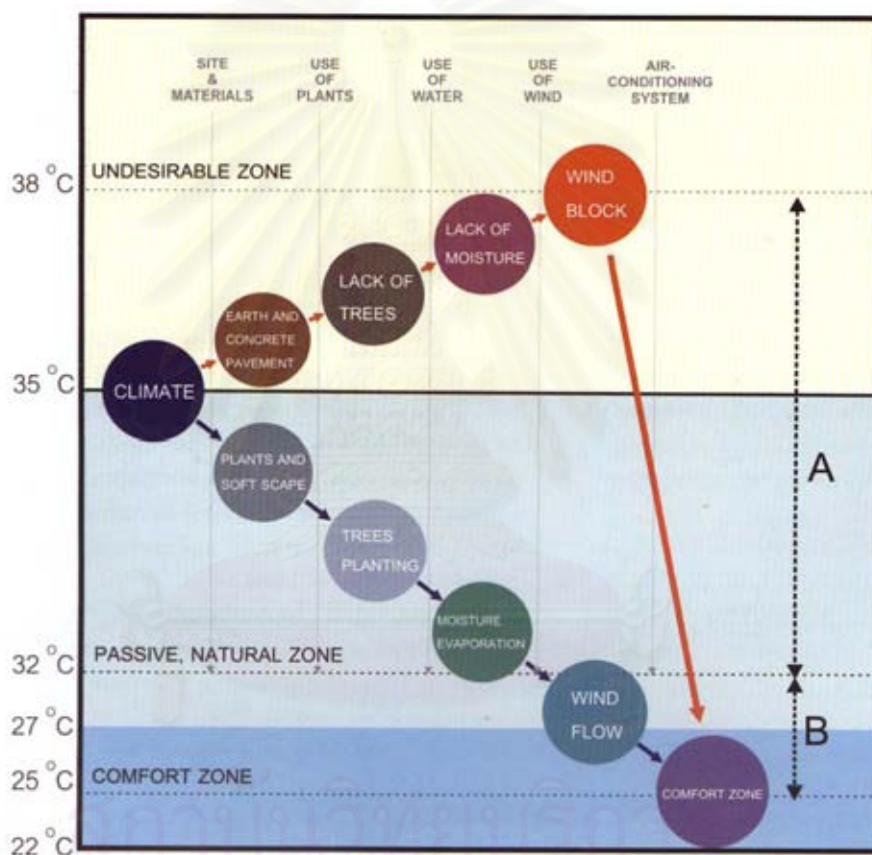
ดังนั้นในการประมาณค่าพลังงานที่เป็นผลมาจากเอนทัลปีจะต้องพิจารณาค่าอุณหภูมิ และปริมาณไอน้ำในอากาศ ซึ่งแปรผันตามลักษณะของสภาพแวดล้อมรอบอาคาร อันได้แก่พืชพันธุ์ กระแสลม แหล่งน้ำและวัสดุคลุมดิน

สรุป สภาพอากาศประกอบไปด้วยตัวแปรต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อสภาวะน่าสบายของมนุษย์ เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจ ได้มีการสร้างความสัมพันธ์ออกมาในรูปแบบของแผนภูมิที่เรียกว่า "แผนภูมิไซโครเมตริก" (Psychrometric chart) ซึ่งนำไปสู่การประยุกต์ใช้ในการปรับสภาพอากาศในทิศทางต่างๆ ที่ต้องการตามระบบการสมดุลย์ของพลังงานความร้อนอันได้แก่ เอนทัลปี ซึ่งแยกออกเป็นความร้อนแฝงและความร้อนสัมผัสในการเปลี่ยนแปลงสถานะของอากาศขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. แนวความคิดในการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงาน

เพื่อตอบสนองต่อสภาวะน่าสบายของมนุษย์และการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้การมีคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า สุนทร บุญญาธิการ⁸ ได้เสนอแนวความคิดการออกแบบที่เหมาะสมที่เป็นการประสานเทคโนโลยีในการออกแบบ(Technology and design integration) ซึ่งเป็นการนำเอาตัวแปรธรรมชาติมาประยุกต์ใช้ในการประหยัดพลังงานโดยเน้นถึงการออกแบบและเลือกใช้เทคนิคที่เหมาะสมสำหรับภูมิภาค



ภาพที่ 2.3.1 การประสานเทคโนโลยีในการออกแบบ(Technology and design integration)⁹

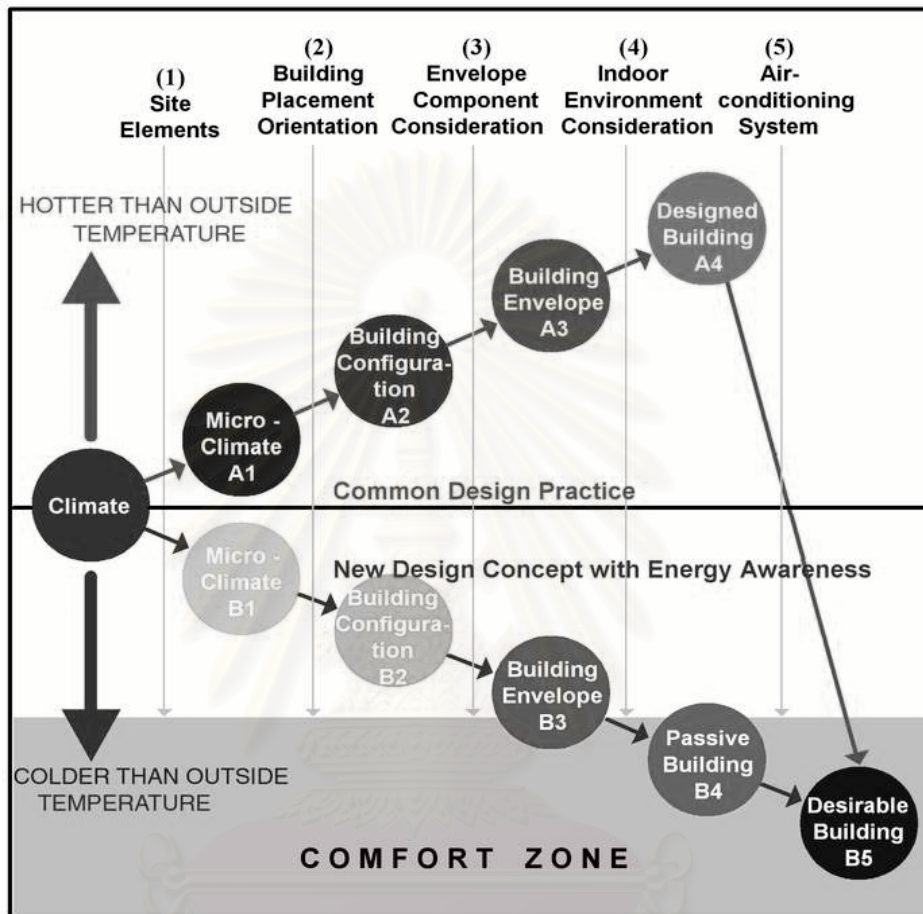
จากภาพที่ 2.3.1 เป็นการเปรียบเทียบแนวความคิดการออกแบบทั่วไปที่ไม่เน้นการประหยัดพลังงานกับแนวความคิดการประสานเทคโนโลยีในการออกแบบ ที่แสดงให้เห็นความแตกต่างได้ชัดเจน

⁸ สุนทร บุญญาธิการ. เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า (กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542), หน้า 21.

⁹ สุนทร บุญญาธิการ. การออกแบบประสานระบบ มหาวิทยาลัยชินวัตร(บริษัท ไอเอส. พรินติ้งเฮาส์ จำกัด; กรุงเทพฯ, 2545), หน้า 38.

1) แนวทางในการประสานเทคโนโลยีเพื่อให้เกิดสภาวะน่าสบาย

จากแนวทางในการประสานเทคโนโลยีในการออกแบบพบว่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบนั้นเมื่อพิจารณาเป็นลำดับของขั้นตอนในการออกแบบแล้วสามารถแยกพิจารณาได้ดังนี้



ภาพที่ 2.3.2 การประสานเทคโนโลยีในการออกแบบ(Technology and design integration)¹⁰

1.1) สภาพแวดล้อมอาคาร(Site element) เป็นการพิจารณาการใช้ตัวแปรปรุงแต่งสภาพแวดล้อมอาคารที่เหมาะสมกับที่ตั้ง และเงื่อนไขต่ออาคาร ทั้งนี้เพื่อลดความรุนแรงของสภาพแวดล้อมภายนอกที่ตั้งอาคาร

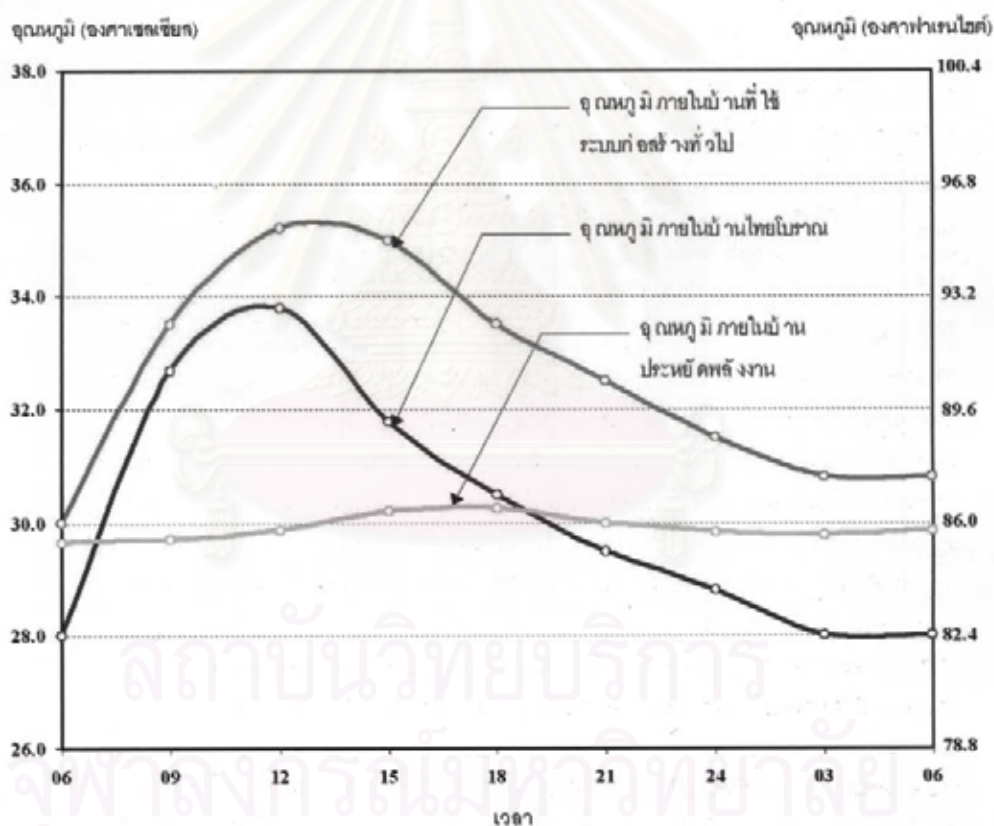
1.2) ตำแหน่งและรูปทรงอาคารที่สอดคล้องกับสภาพแวดล้อม(Building placement and orientation) เป็นการพิจารณาเค้าโครงของอาคารเพื่อให้สอดคล้องกับการใช้ประโยชน์ของสภาพแวดล้อม และลดอิทธิพลของสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศที่รุนแรง

¹⁰ สุนทร บุญญาธิการ. เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า (กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542), หน้า 20.

1.3) ระบบเปลือกอาคาร(Building envelope) เป็นการพิจารณาการออกแบบและเลือกใช้ระบบเปลือกอาคาร อันได้แก่ส่วนที่บดบังแสง และส่วนโปร่งแสง ในการช่วยลดปริมาณความร้อนและความชื้นเข้าสู่อาคาร รวมถึงการนำประโยชน์จากสภาพแวดล้อมเข้ามาใช้ให้เกิดประโยชน์

1.4) สภาพแวดล้อมภายในอาคาร(Indoor environment) พิจารณาการเลือกระบบที่นำมาใช้ในอาคารเพื่อสนองตอบต่อสภาวะน่าสบาย การให้ระบบพาสซีฟ(Passive system) การเลือกใช้เฟอร์นิเจอร์ วัสดุตกแต่ง อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงไม่เป็นแหล่งกำเนิดความร้อน สะสมความชื้นภายในอาคาร

1.5) ระบบปรับอากาศ(Air-condition system) เพื่อให้เกิดสภาวะที่พึงปรารถนาอย่างสมบูรณ์ จำเป็นต้องพิจารณาใช้ระบบปรับอากาศ โดยคำนึงถึงการออกแบบที่ลดภาระการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด



แผนภูมิที่ 2.4 การประสานเทคโนโลยีในการออกแบบ(Technology and design integration)¹¹

จากภาพแสดงถึงความแตกต่างที่เกิดจากการพิจารณาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อสภาวะน่าสบายระหว่างการออกแบบบ้านไทยโบราณ(แนวคิดการใช้ประโยชน์จากธรรมชาติ) บ้านที่ใช้ระบบก่อสร้างทั่วไป และบ้านประหยัดพลังงาน

¹¹ เรื่องเดียวกัน, หน้า 213.

4. การออกแบบอาคารระบบธรรมชาติ(Passive building)

งานสถาปัตยกรรมที่ดีสถาปนิกจะพยายามให้มีระบบปรับอากาศติดตั้งในอาคารให้น้อยที่สุด สถาปนิกจะต้องออกแบบตามสภาพธรรมชาติแวดล้อม ให้ได้ผลที่ดีที่สุดเสียก่อนที่จะพิจารณาติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ดังนั้นสถาปัตยกรรมที่ดีจึงจะมีการเตรียมการออกแบบให้อาคารสามารถควบคุมภูมิอากาศให้ได้ผลสูงสุดเสียก่อน(Passive design) เป็นอันดับแรก ส่วนที่เหลือจึงจะนำเอาระบบทางวิทยาศาสตร์หรือระบบเครื่องกลที่เรียกว่า(Active system) เข้าช่วยเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดและอยู่ในสภาวะน่าสบายมากที่สุด สำหรับภูมิอากาศแบบร้อนชื้นที่มีลักษณะของความชื้นและความชื้นสูงมาก จากการศึกษารายงานของสุนทร บุญญาธิการ¹² พบว่า "ลักษณะเฉพาะถิ่นที่สำคัญในการออกแบบที่พักอาศัยในภูมิภาคแบบร้อนชื้น คือ

ฤดูร้อน มีลักษณะร้อนและมีความชื้นสูง การออกแบบที่เหมาะสมต้องสามารถป้องกันความร้อนและทำให้ผู้อยู่อาศัยรู้สึกเย็น ด้วยระบบธรรมชาติและระบบเครื่องกลอย่างเหมาะสม

ฤดูฝน มีลักษณะฝนตกหนักมากและความชื้นสูงมาก ที่อยู่อาศัยจำเป็นต้องสามารถป้องกันความชื้นได้อย่างดี การใช้ระบบธรรมชาติอาจไม่เพียงพอ จึงจำเป็นต้องใช้ระบบเครื่องกลเข้ามาช่วย เช่น ระบบDehumidifier ซึ่งในที่นี้คือ เครื่องปรับอากาศ เปลือกของอาคารจำเป็นต้องป้องกันความชื้นได้อย่างดี

ฤดูหนาว มีลักษณะไม่หนาวมากแต่มีความชื้นต่ำ ดังนั้นการออกแบบที่อยู่อาศัยจึงจำเป็นต้องสามารถปิดได้ ควบคุมความร้อน ขึ้นได้อย่างดี เนื่องจากใช้ความร้อนและความชื้นจากผู้อยู่อาศัยและอุปกรณ์ภายในมาสร้างสภาวะสบายในอาคารให้กับผู้ใช้อาคาร โดยไม่จำเป็นต้องเสียพลังงานให้กับการทำความร้อนให้กับผู้ใช้อาคาร

เมื่อทราบถึงลักษณะภูมิอากาศที่สำคัญของภูมิภาคแบบร้อน-ชื้นแล้ว การออกแบบซึ่งนำระบบเครื่องกลเข้ามาใช้นั้นจะต้องสามารถออกแบบให้ระบบเครื่องกลเหล่านั้นใช้พลังงานน้อยมาก ประหยัดและมีราคาไม่แพง จึงจะเหมาะสมสำหรับการนำมาใช้อย่างสมบูรณ์เพื่อให้ที่อยู่อาศัยนั้นเป็นนวัตกรรมที่อยู่อาศัยยุคอนาคตอย่างแท้จริง"

ดังนั้นลักษณะที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบอาคารระบบธรรมชาติจะต้องลดความร้อนของสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร(ความร้อนและความชื้น)ให้ได้มากที่สุด ซึ่งมีแนวคิดต่างๆ มากมายในการทำความเย็น ได้แก่ การระบายความร้อนด้วยการไหลเวียนของอากาศ การทำความเย็นด้วยการแผ่รังสี การทำความเย็นโดยการระเหยของน้ำ และการใช้ความเย็นจากดิน มีรายละเอียดดังนี้

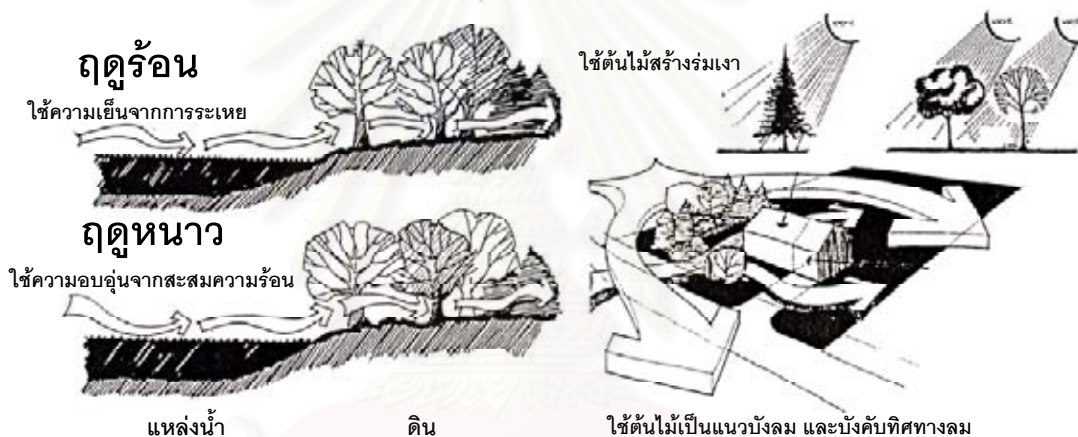
¹² สุนทร บุญญาธิการ. นวัตกรรมที่อยู่อาศัยยุคอนาคต, (เอกสารวิจัยวิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร), 2545, หน้า 17.

1) การระบายความร้อนด้วยการไหลเวียนของอากาศ(Natural ventilation)

การทำความเย็นวิธีนี้เป็นกรสร้างความรู้สึกละมือนว่าอุณหภูมิเย็นลง ทั้งนี้เนื่องจากการเร่งอัตราการระเหยโดยอาศัยความเร็วลม การพิจารณาเลือกใช้จึงต้องคำนึงถึงอุณหภูมิและความชื้นของกระแสลมที่พัดผ่านเข้าสู่ภายในอาคาร เพื่อที่จะไม่เป็นการเพิ่มความร้อนและความชื้น การออกแบบอาคารจึงพิจารณาถึงตัวแปรของสภาพแวดล้อมอาคาร อันได้แก่ ลักษณะการกีดขวางของภูมิประเทศและสภาพแวดล้อม การเพิ่มความร้อนความชื้นจากสภาพแวดล้อมที่กระแสลมพัดผ่าน และการออกแบบอาคารที่มีผลต่อการไหลผ่านของกระแสลม

1.1) ลักษณะการกีดขวางของภูมิประเทศและสภาพแวดล้อม

วัตถุประสงค์ในการพิจารณาก็เพื่อใช้ประโยชน์จากสภาพแวดล้อมในการส่งเสริมหรือป้องกันกระแสลมที่มาจากทิศทางต่างๆ



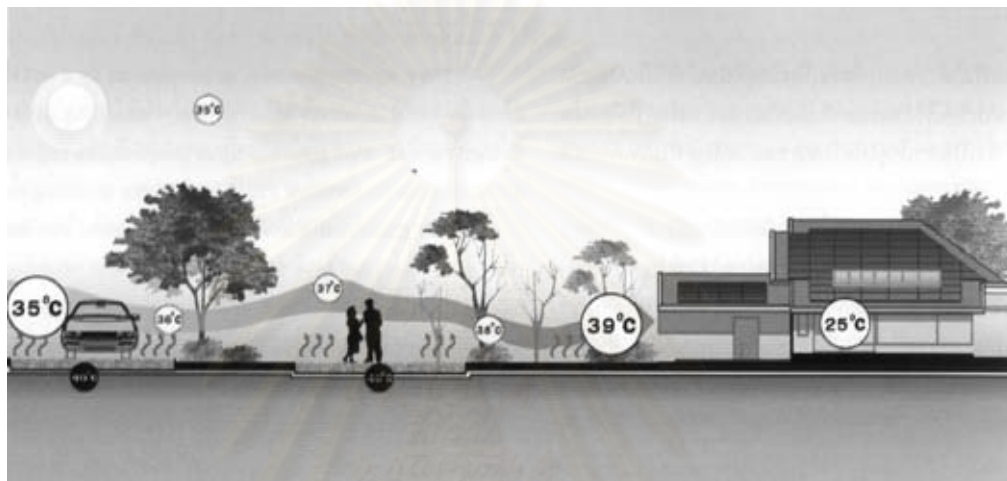
ภาพที่ 2.4.1 การใช้ประโยชน์จากสภาพแวดล้อม¹³

1.2) การลดความร้อนความชื้นจากสภาพแวดล้อมที่กระแสลมพัดผ่าน

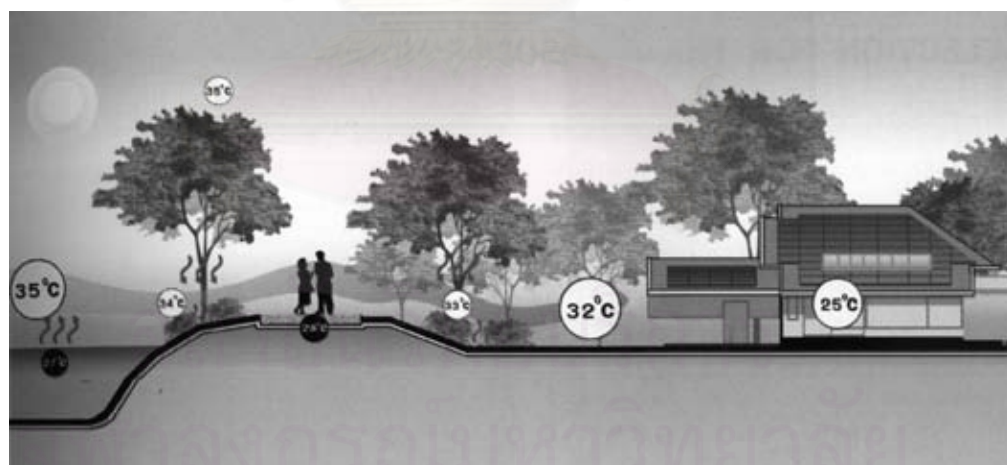
วัตถุประสงค์ในการพิจารณาก็เพื่อใช้ประโยชน์จากสภาพแวดล้อมในสร้างความเย็นและเพิ่มความชื้นหรือป้องกันกระแสลมที่นำเอาความร้อนและความชื้นที่เกินความต้องการ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศและฤดูกาล ในช่วงเวลากลางวันองค์ประกอบของสภาพแวดล้อมประเภทพืชพันธุ์จะเพิ่มความชื้นและลดความร้อนเมื่อมีลมพัดผ่าน เนื่องจากการที่น้ำระเหยกลายเป็นไอน้ำ(Vapor) ต้องใช้ความร้อนเพื่อช่วยในการเปลี่ยนสถานะ โดยการระเหยของน้ำ 1 ปอนด์ ต้องใช้ความร้อนประมาณ 1,000 Btu หมายความว่า ถ้าทำให้น้ำระเหยได้ในอากาศ อากาศจะเย็นลงกว่าปรกติ แต่จะเย็นลงมาน้อยเพียงใดขึ้นกับปริมาณน้ำที่ระเหย เพราะความร้อนที่ใช้ในการระเหยก็มาจาก

¹³ Robinette, Gary o. *Energy efficient site design*(Van nostrand reinhold company; New York, 1983), pp.22, 61.

อากาศในบริเวณนั้น และโดยทั่วไปความชื้นสัมพัทธ์ที่มีค่าสูงประมาณ 55% ขึ้นไป การระเหยของน้ำจะเกิดได้ช้า แต่ต้นไม้สามารถดูดน้ำจากรากและส่งผ่านไปยังใบเพื่อสังเคราะห์แสงจะทำให้น้ำระเหย(Transpiration) ผลที่ได้คือทำให้อากาศรอบๆ ต้นไม้เย็นลง อุณหภูมิรอบๆต้นไม้จึงเย็นลงตามไปด้วย ไม่ว่าความชื้นจะมีค่าสูงขึ้นไปเพียงใดการ Transpiration ของต้นไม้ก็จะเกิดขึ้นได้เสมอ ส่วนองค์ประกอบประเภทพื้นแข็งจะเพิ่มความร้อนและลดความชื้นเนื่องจากการแผ่รังสีความร้อนของวัสดุที่มีการเก็บสะสมความร้อน



ภาพที่ 2.4.2 แสดงความแตกต่างของอุณหภูมิภายนอกกับภายในบ้าน $39^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C} = 14^{\circ}\text{C}$ ¹⁴



ภาพที่ 2.4.3 แสดงความแตกต่างของอุณหภูมิภายนอกกับภายในบ้าน $32^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C} = 7^{\circ}\text{C}$ ¹⁵

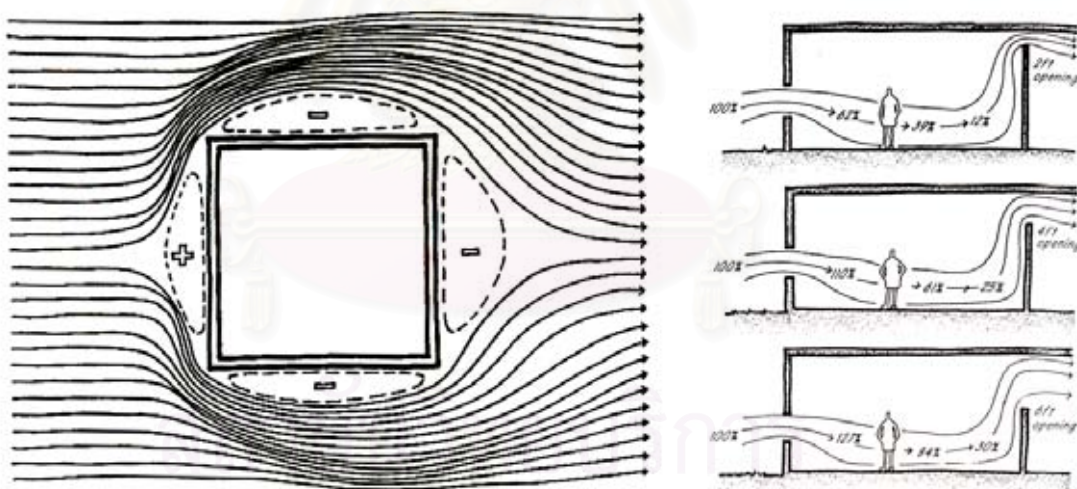
¹⁴ สุนทร บุญญาธิการ. บ้านชีวชาติย์ บ้านพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อคุณภาพชีวิตผลิตภัณฑ์พลังงาน (สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: กรุงเทพมหานคร, 2547), หน้า 134.

¹⁵ เรื่องเดียวกัน, หน้า 135.

ในเวลากลางคืนต้นไม้จะสูญเสียความร้อนโดยการแผ่รังสีกลับคืนสู่บรรยากาศ โดยพุ่มใบเป็นส่วนหนึ่งที่ส่งผลต่อการแผ่รังสีกลับคืนมากที่สุด เนื่องจากเป็นส่วนที่เปิดรับโดยตรงต่อท้องฟ้า การแผ่รังสีจากชั้นต่ำกว่าจะถูกเก็บกักโดยชั้นที่อยู่เหนือกว่า เนื่องจากผิวบนพุ่มใบสูญเสียความร้อนในปริมาณมาก จึงกลายเป็นส่วนที่เย็นที่สุด เมื่ออากาศภายในพุ่มใบเย็นลง จะมีการรวมตัวและจมลงบนพื้นดิน ลักษณะเช่นนี้ ทำให้อากาศอุ่นขึ้นเพียงเล็กน้อย ทำให้ในเวลากลางคืน อุณหภูมิจะสม่ำเสมอ จากพุ่มใบลงมาถึงพื้นดิน

1.3) การออกแบบอาคารที่มีผลต่อการไหลผ่านของกระแสลม

การเอาอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้ามาแทนที่อากาศภายในนั้น ถ้าอากาศภายนอกที่จะเข้าไปมีอุณหภูมิที่เย็นกว่า ก็จะเป็นตัวกลางนำความเย็นเข้าสู่ในอาคารได้ ลักษณะการนำเอาความเย็นจากภายนอกเข้าสู่อาคารดังที่กล่าวมานี้จะใช้ในเขตอากาศเย็นได้เป็นอย่างดี เพราะเมื่อภายในห้องมีอุณหภูมิและความชื้นสูงและมีอากาศเย็นภายนอกเข้ามาแทนที่ก็จะสร้างความสบายขึ้นได้ แม้กระทั่งในเขตร้อนที่อากาศภายนอกแม้ว่าไม่เย็นมากนัก แต่เมื่อเปรียบเทียบกับอากาศภายในอาคารแล้ว ก็ยังเย็นกว่าภายในอาคารเพราะอาคารจะยังมีความร้อนสูงกว่าภายนอกเสมอ



ภาพที่ 2.4.4 แสดงอิทธิพลของความกดอากาศและตำแหน่งช่องเปิดที่มีผลต่อกระแสลม¹⁶

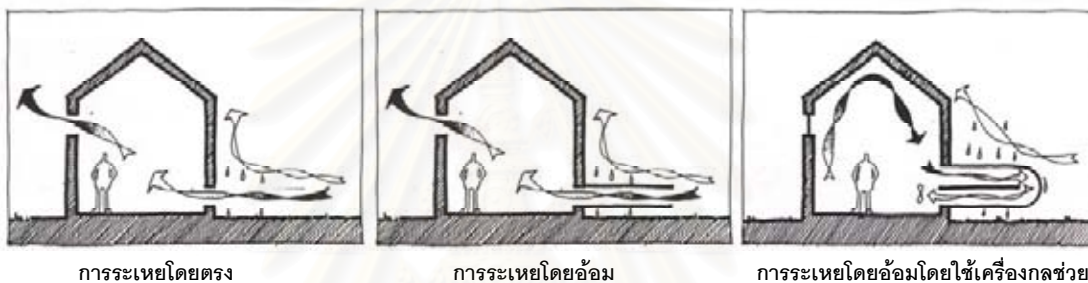
2) การทำความเย็นโดยการระเหยของน้ำ(Evaporative cooling)

เป็นการเพิ่มดูดซับความร้อนความชื้นโดยอาศัยน้ำ และกระแสลมเป็นตัวช่วยเร่งการระเหยของไอน้ำทำให้อุณหภูมิผิววัสดุลดลง การทำความเย็นวิธีนี้ทำได้ 2 ลักษณะ คือ

¹⁶ Moor, Fuller. *Environmental control system heating cooling lighting* (Singapore: McGraw-Hill, 1993), pp.180,186.

2.1) การทำความเย็นโดยการระเหยของน้ำโดยตรง นำอากาศที่มีความชื้นสูงแต่ อุณหภูมิต่ำลงเข้าภายในอาคาร อาจกระทำได้โดยการใส่กระแสดมหรือเครื่องกลในการนำกระแส ลมเข้าภายในอาคาร หากแต่วิธีนี้ไม่ทำให้เกิดความรู้สึกน่าสบายนักเนื่องจากเป็นการเพิ่มความชื้น ที่มีอยู่มากแล้วให้มากขึ้นอีก

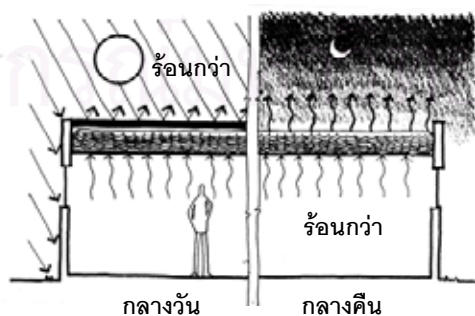
2.2) การทำความเย็นโดยการระเหยของน้ำโดยอ้อม เป็นการลดอุณหภูมิส่วน ประกอบของอาคาร เช่น ผนัง หลังคา ด้วยวิธีการระเหยของน้ำ ซึ่งไม่เป็นการเพิ่มความชื้นภายใน อาคาร นอกจากนี้ยังสามารถใช้กระแสดมช่วยโดยการใช้ช่องลมที่ทำการลดอุณหภูมิด้วยวิธีการ ระเหยของน้ำแล้วใช้เครื่องกล หรือกระแสดมธรรมชาติพัดผ่านเข้าสู่ภายในอาคาร ทำให้อากาศที่ได้ ลดต่ำกว่าอากาศภายนอกและไม่เพิ่มความชื้นให้กับภายในอาคารอีกด้วย



ภาพที่ 2.4.5 แสดงการทำความเย็นโดยการระเหยของน้ำ¹⁷

2) การทำความเย็นโดยการแผ่รังสีความร้อน

พื้นผิวใดๆ มีการแผ่รังสีคลื่นยาว จากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า การแผ่รังสีความร้อนเกิดอย่างต่อเนื่องทั้งในช่วงกลางวันและกลางคืน แต่ในช่วงกลางวันพื้นผิวจะ ได้รับความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์(ความสามารถในการดูดซับความร้อนจะขึ้นอยู่กับสีผิวของ วัสดุ) ทำให้พื้นผิวได้รับความร้อนมากกว่าการสูญเสียความร้อนให้กับท้องฟ้า ซึ่งในช่วงกลางคืน พื้นผิวจะมีอุณหภูมิสูงกว่าท้องฟ้ามากจึงมีการแผ่รังสีสู่ท้องฟ้า ดังนั้นการทำความเย็นโดยวิธีการ แผ่รังสีความร้อนจะสามารถใช้ได้เฉพาะในช่วงกลางคืนเท่านั้น

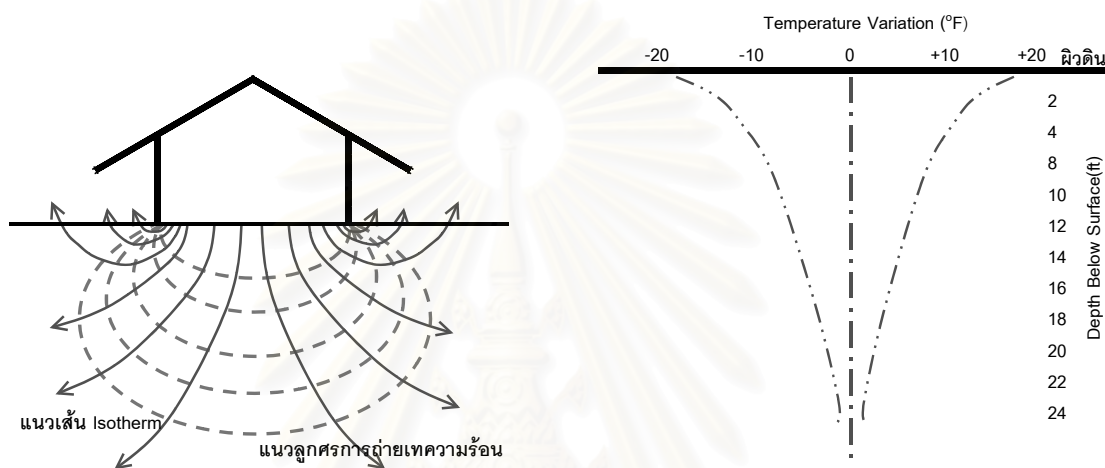


ภาพที่ 2.4.6 แสดงการทำความเย็นโดยการแผ่รังสีความร้อน¹⁸

¹⁷ Ibid., p. 204.

3) การใช้ความเย็นจากดิน

เนื่องจากอุณหภูมิของดินค่อนข้างคงที่ โดยเฉพาะช่วงกลางวันอุณหภูมิของดินจะต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศตลอดเวลา จะมีเพียงช่วงกลางคืนที่อุณหภูมิอากาศจะลดต่ำกว่าอุณหภูมิดินเล็กน้อย จากความเย็นของดินนี้เองที่ช่วยส่งเสริมองค์ประกอบสภาวะน่าสบาย โดยอาศัยอิทธิพลของ MRT จะทำให้อุณหภูมิอากาศภายในอาคารลดต่ำลง เนื่องจากเกิดการแผ่รังสีความร้อนภายในอาคารหรือตัวคน ที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่ที่เย็นกว่าของดิน



ภาพที่ 2.4.7 การถ่ายเทความร้อนจากอาคารของดินลงสู่พื้นดิน¹⁹

ภาพที่ 2.4.8 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ระดับความลึกต่างๆ²⁰

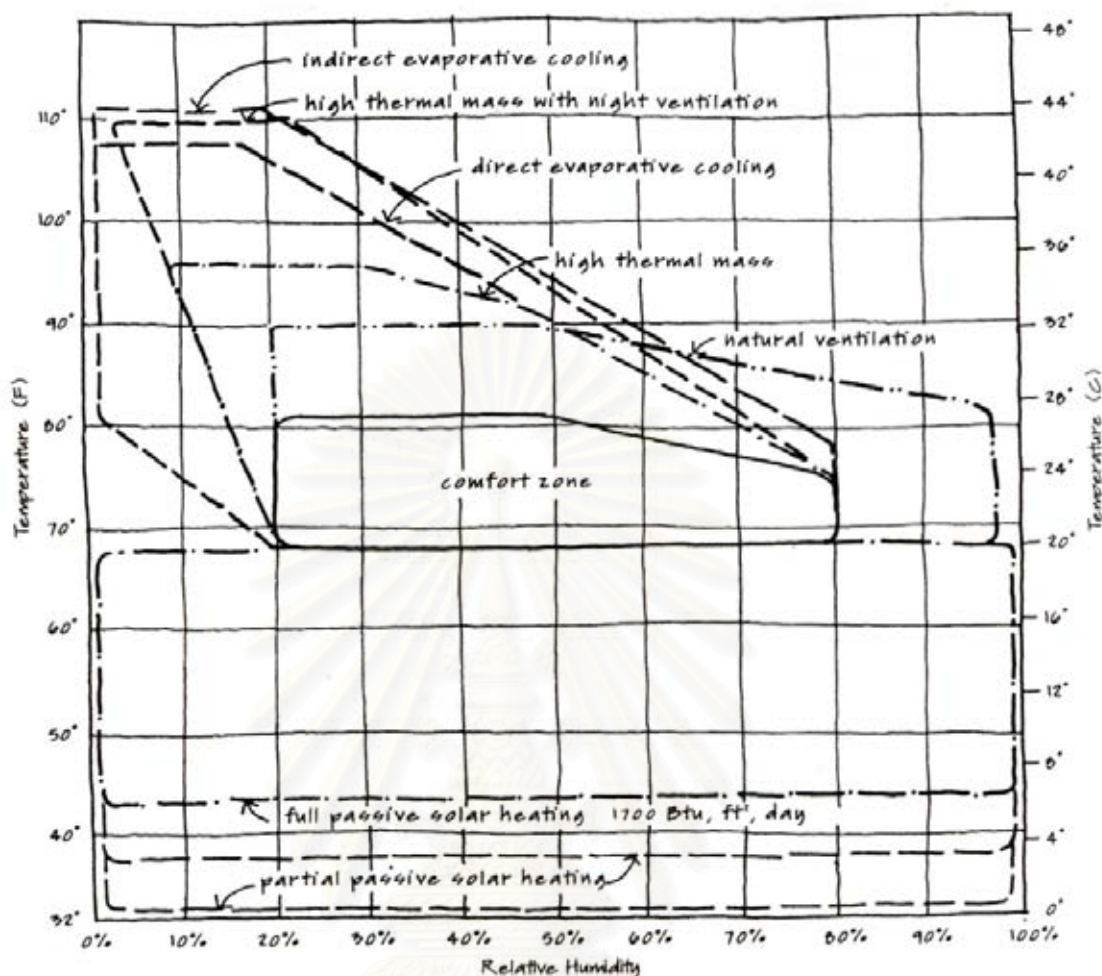
สำหรับอุณหภูมิใต้ผิวดินนั้น ในช่วง 1-2 ft (30-60 cm.) มีการผันแปรค่อนข้างมาก แต่เมื่อลึกลงไปจนถึงประมาณ 20-30 ft (6-9 m.) อุณหภูมิจะค่อนข้างคงที่ และต่ำกว่าระดับนี้ลงไป อุณหภูมิจึงคงที่ (Steady State) ดังแสดงในภาพที่ 2.3.10

ในการถ่ายเทความร้อนของอาคารลงสู่ดินนั้น จากภาพที่ 2.3.9 และ 2.3.10 เป็นการแสดงการเปลี่ยนแปลงและเส้นทางการถ่ายเทความร้อนอย่างง่าย ในกรณีทั่วไป แสดงว่าหากโครงสร้างพื้นมีอุณหภูมิที่สูงกว่าดินแล้วการถ่ายเทความร้อนก็จะลงสู่พื้นดิน แต่ถ้าหากโครงสร้างพื้นมีอุณหภูมิต่ำกว่าดินแล้ว ความร้อนจากดินก็จะเข้าสู่ภายในอาคาร ดังนั้นแล้วในการเลือกใช้วัสดุปูพื้นจึงควรเลือกวัสดุที่มีอุณหภูมิใกล้เคียงกับดิน ประมาณ 27-28 °C (80-82 °F)

¹⁸ Ibid., p. 198.

¹⁹ Ibid., p. 137.

²⁰ Ibid., p. 105.



แผนภูมิที่ 2.5 แสดงขอบเขตศักยภาพการใช้เทคนิคต่างๆ เพื่อให้อยู่ในสภาวะน่าสบาย²¹

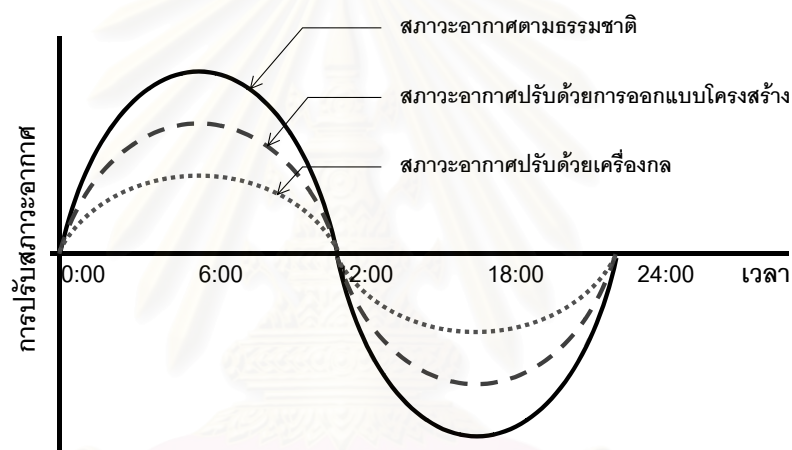
จากภาพจะเห็นได้ว่าการใช้เทคนิคต่างๆ สามารถที่จะขยายขอบเขตสภาวะน่าสบายออกไปได้อีกในระดับหนึ่ง สำหรับการออกแบบอาคารระบบธรรมชาติ และการใช้เทคนิคการระเหยของน้ำทางอ้อม (Indirect evaporative cooling) เหมาะสำหรับสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นเป็นอย่างมาก เนื่องจากไม่เป็นการเพิ่มความชื้นให้กับสภาวะอากาศภายในอาคาร และยังสามารถที่จะขยายขอบเขตไปได้ค่อนข้างมาก

สรุป การออกแบบอาคารระบบธรรมชาติ เป็นการใช้ประโยชน์จากสภาพแวดล้อมธรรมชาติและศักยภาพของอาคารสูงสุดต่อการตอบสนองของสภาวะน่าสบายของมนุษย์ โดยการลดความรุนแรงของสภาพอากาศภายนอก ใช้อาคารเป็นตัวผกผันระหว่างภายในและภายนอก ประกอบกับการอาศัยเทคนิคการทำความเย็นที่เหมาะสม

²¹ Brown, G. Z. and Dekay, Mark. Sun, wind & light architectural design strategies, (New York: John Wiley & Sons, Inc., 2001), p. 54.

5. การออกแบบอาคารระบบปรับอากาศ(Active building)

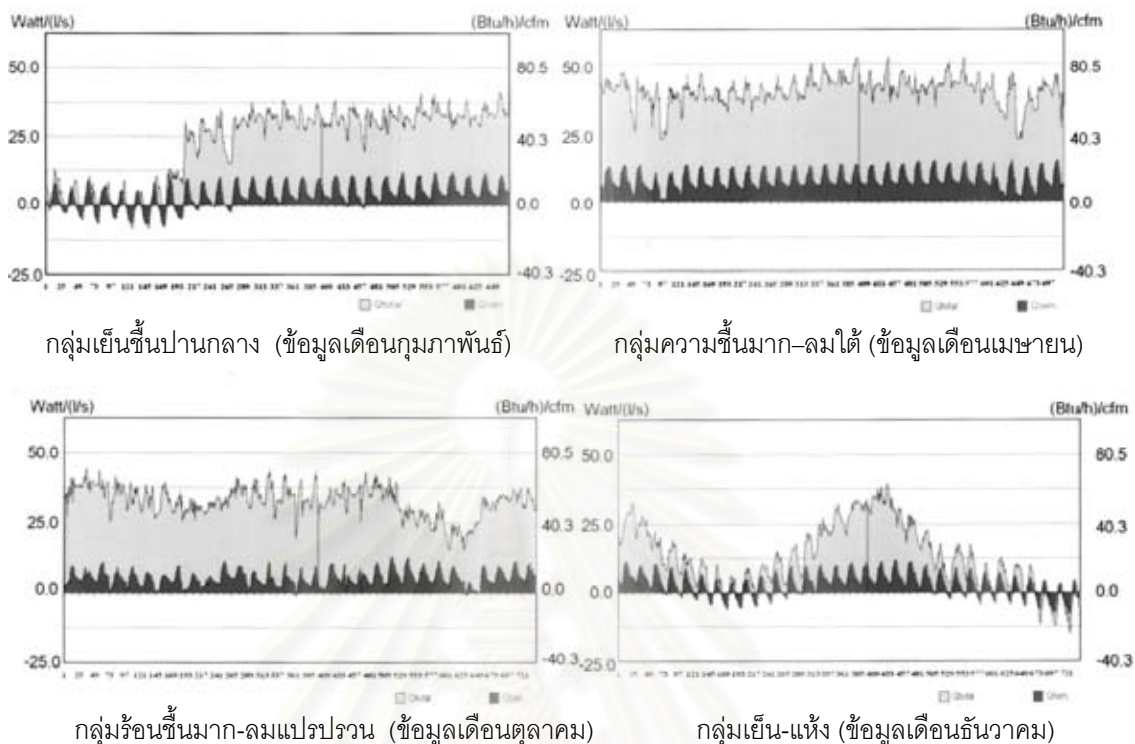
โดยทั่วไปแล้ว การที่จะตัดสินใจเลือกติดตั้งระบบปรับอากาศหรือไม่นั้นนอกจากจะขึ้นอยู่กับเรื่องความจำเป็น เมื่อพิจารณาจริงๆ แล้วกลับจะเป็นเรื่องที่ละเอียดอ่อนมาก เพราะอาจจะเกี่ยวพันถึงฐานะ ค่าสังคมและธรรมเนียมอีกด้วย อย่างไรก็ตาม เพื่อที่จะมองเห็น ระดับความจำเป็นที่จะควบคุมเกี่ยวกับเรื่องนี้ให้ง่าย การออกแบบระบบโครงสร้างอาคาร(Passive design) สามารถที่จะช่วยควบคุมสภาวะต่างๆ ได้มาก และเราจะนิยมให้ระบบโครงสร้างนี้กันมากที่สุดเพราะให้ผลที่ดี การจะใช้ระบบเครื่องปรับอากาศเข้ามาควบคุม(Active design) แม้ว่าจะได้ผลที่สูงกว่าระบบแรก แต่ไม่ได้เป็นวัตถุประสงค์หลักเพราะจะสิ้นเปลืองมากกว่าทั้งการใช้พลังงานและค่าใช้จ่าย



ภาพที่ 2.5.1 แสดงขอบเขตความสามารถของการปรับสภาวะอากาศ²²

เมื่อพิจารณาถึงปัญหาในด้านการประหยัดพลังงานในอาคารที่ตั้งภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ปัญหาที่สำคัญก็คือ ความร้อนและความชื้นที่สูงเกินสภาวะน่าสบาย(Comfort Zone) โดยเฉพาะความชื้นเมื่อเข้ามาในอาคารที่ปรับอากาศจะสร้างปัญหาเป็นอย่างมาก ทั้งด้านการใช้พลังงานในการลดความชื้นที่แทรกซึมเข้ามาและการเสื่อมสภาพของวัสดุภายในอาคารอันเนื่องมาจากความชื้น

²² Olgay, V. Design with climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism (New York: Van Nostrand reinhold, 1992), p.11.



แผนภูมิที่ 2.6 แสดงปริมาณพลังงานที่ต้องใช้ในการลดความชื้น และลดอุณหภูมิให้กับอากาศในแต่ละเดือน²³

จากภาพที่ 2.5.2 จะพบว่าพลังงานภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นแต่ละเดือนมีความแตกต่างกัน เดือนที่มีภาระการทำความเย็นสูงที่สุดในรอบปีก็คือเดือนเมษายน และเมื่อวิเคราะห์ถึงค่าพลังงานแล้วจะพบว่าพลังงานที่ต้องใช้ในการลดความชื้นจะมีปริมาณที่สูงกว่าการลดความร้อนอยู่ประมาณ 4 เท่า ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความชื้นมีอิทธิพลต่อการใช้พลังงานภายในอาคารปรับอากาศเป็นอย่างมาก

และเมื่อต้องการการควบคุมสภาวะที่สมบูรณ์แล้วการพิจารณาระบบปรับอากาศ ส่งผลให้เกิดการใช้พลังงานในส่วนของการทำความเย็น ซึ่งมีตัวแปรที่ต้องคำนึงถึงดังต่อไปนี้

1) สภาพแวดล้อมอาคาร(Micro-climate)

สภาพแวดล้อมอาคารมีตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบได้แก่ อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิพื้น ปริมาณไอน้ำในอากาศ และกระแสลมหรือการพิจารณาพลังงานในลักษณะของความร้อน

²³ สุนทร บุญญาธิการ. เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า (กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542), หน้า 58.

สัมผัสและความร้อนแฝงที่อาศัยการพาความร้อนในการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร นอกจากนี้ยังมีส่วนของรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ ท้องฟ้า สภาพแวดล้อมและผิวพื้นโดยรอบอาคารที่ตกกระทบผิวเปลือกอาคาร

2) รูปทรงและทิศทางอาคาร

2.2) ตำแหน่ง และรูปทรงอาคารที่สอดคล้องกับสภาพแวดล้อม (Building placement form and orientation)

2.2.1) อิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์

การป้องกันการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเป็นตัวแปรที่มีผลต่อปริมาณการใช้พลังงานภายในอาคาร เนื่องจากปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารแปรผันโดยตรงกับปริมาณพื้นที่เปลือกอาคาร อาคารที่มีพื้นที่เปลือกอาคารมากจะทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารเพิ่มขึ้นจนทำให้ความรอนภายในห้องเกินขอบเขตสภาวะน่าสบาย ทั้งนี้อาจประมาณได้จากสัดส่วนพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร หากมีค่ามากก็หมายความว่าอัตราการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารมีค่าค่อนข้างสูง

อุณหภูมิพื้นผิววัสดุเมื่อได้รับรังสีดวงอาทิตย์ คำนวณได้จากสมการ

$$T_{\text{sol-air}} = T_{\text{air}} + \frac{I \alpha}{h_o} - \frac{\epsilon \delta R}{h_o} \quad (16)$$

โดย	$T_{\text{sol-air}}$	คือ	อุณหภูมิเสมือนพื้นผิววัสดุ (Sol-air temperature : °F)
	T_{air}	คือ	อุณหภูมิอากาศภายนอก (°F)
	I	คือ	ค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (Btu/hr-ft ²)
	α	คือ	ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับรังสีดวงอาทิตย์
	h_o	คือ	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน โดยการแผ่รังสีความร้อนและการพาความร้อนของพื้นผิวภายนอก (Btu/h-ft ² -°F)
	ϵ	คือ	ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายความร้อนของพื้นผิววัสดุภายนอก
	δR	คือ	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนของพื้นผิววัสดุกับสภาพแวดล้อม และ ท้องฟ้า (Btu/h-ft ²)

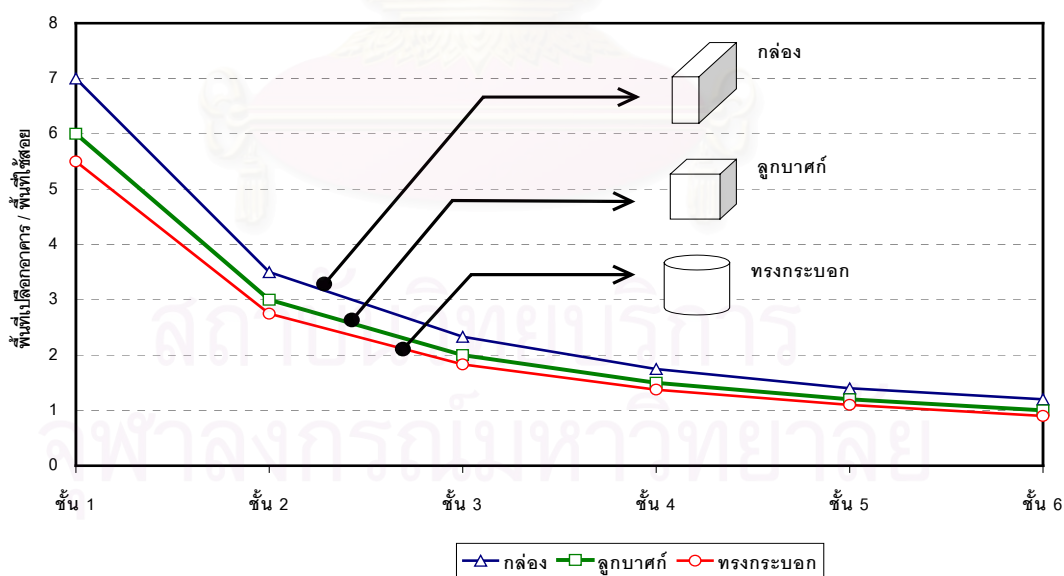
จากสมการเมื่อพิจารณาตัวแปรที่เกี่ยวข้องพบว่า

T_{air}	อุณหภูมิอากาศ เป็นตัวแปรทางสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา
I	ค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นผิว เป็นตัวแปรทางสิ่งแวดล้อม ที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิพื้นผิว ดังนั้นการบังเงาให้แก้วสคู จะทำให้ อุณหภูมิพื้นผิวลดลง รวมถึงทิศทางที่แตกต่างกัน ก็ทำให้ค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นผิวแตกต่างกัน

- α ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ของพื้นผิววัสดุ ดังนั้นเมื่อมีการเคลือบพื้นผิววัสดุแตกต่างกัน จะทำให้อุณหภูมิพื้นผิววัสดุแตกต่างกัน
- $\varepsilon \delta R / h_0$ สำหรับพื้นผิววัสดุที่ตั้งฉากกับพื้นโลก (เช่น ผนัง) จะได้รับรังสีคลื่นยาวจากพื้นดิน อาคารข้างเคียง และท้องฟ้าทำให้ยากในการคำนวณหาค่า δR ดังนั้นรังสีคลื่นยาวจะใช้ค่าที่ท้องฟ้ามีการแผ่รังสีค่า $\delta R=0$

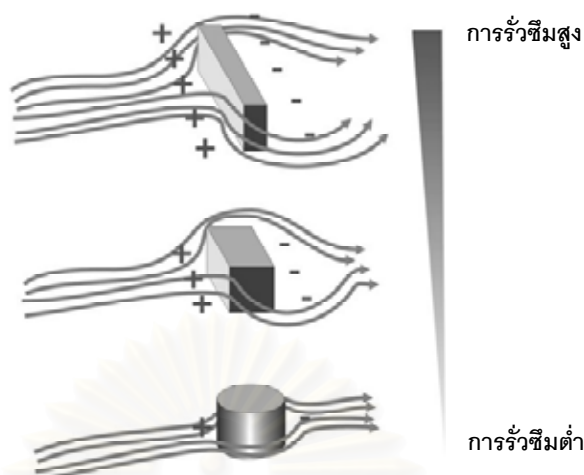
2.2.1) อิทธิพลจากกระแสลม

การออกแบบอาคารในแง่ของการพัดผ่านของกระแสลม ตัวอย่างหนึ่งก็คือการเจาะช่องหน้าต่างด้านความกดอากาศสูง(Positive pressure) จะทำให้ลมที่พัดผ่านสามารถพัดผ่านเข้าสู่ตัวอาคาร และระบายออกสู่ด้านความกดอากาศต่ำ(Negative pressure) ทำให้ลมพัดผ่านจากด้านหนึ่งไปสู่อีกด้านหนึ่งได้โดยตลอด ทั้งนี้เมื่อมีการเจาะช่องเปิดย่อมมีการถ่ายเทความร้อนโดยการพา ดังนั้นหากต้องการระบายอากาศจึงต้องปรับสภาวะของสภาพแวดล้อมภายนอกให้มีอุณหภูมิต่ำลง เพื่อป้องกันการนำความร้อนที่เกินความต้องการเข้าสู่ภายในอาคาร ในทางตรงกันข้ามอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศจะต้องลดพื้นที่ผิวที่มีความแตกต่างกันของความกดอากาศสูงให้น้อยลง เพื่อลดโอกาสของการเกิดการรั่วซึมของอากาศ(โดยเฉพาะอากาศชั้น)เข้าสู่อาคาร



แผนภูมิที่ 2.7 แสดงค่าอัตราส่วนพื้นที่เปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยภายในอาคารที่มีรูปทรงต่างๆ²⁴

²⁴ สุนทร บุญญาธิการ. การออกแบบประสานระบบ มหาวิทยาลัยชินวัตร (บริษัท ไอเอส. พรินติงเฮาส์ จำกัด; กรุงเทพฯ, 2545), หน้า 74.



ภาพที่ 2.5.2 แสดงรูปทรงอาคารประเภทต่างๆ ที่ทำให้เกิดแรงดันอากาศ ซึ่งส่งผลต่อการรั่วซึมมาก²⁵

	$P_v = C_p \rho v^2 / 2$	(17)
--	--------------------------	------

โดย P_v คือ ความดันผิวที่เกี่ยวข้องกับ static pressure บริเวณส่วนที่ไม่ถูกรบกวน
 ρ คือ air density. Kg/m³ ประมาณ 1.20
 V คือ ความเร็วลม m/s
 C_p คือ surface pressure coefficient, dimensionless
 C_p เป็นฟังก์ชันของที่ตั้งอาคารและทิศทางลม

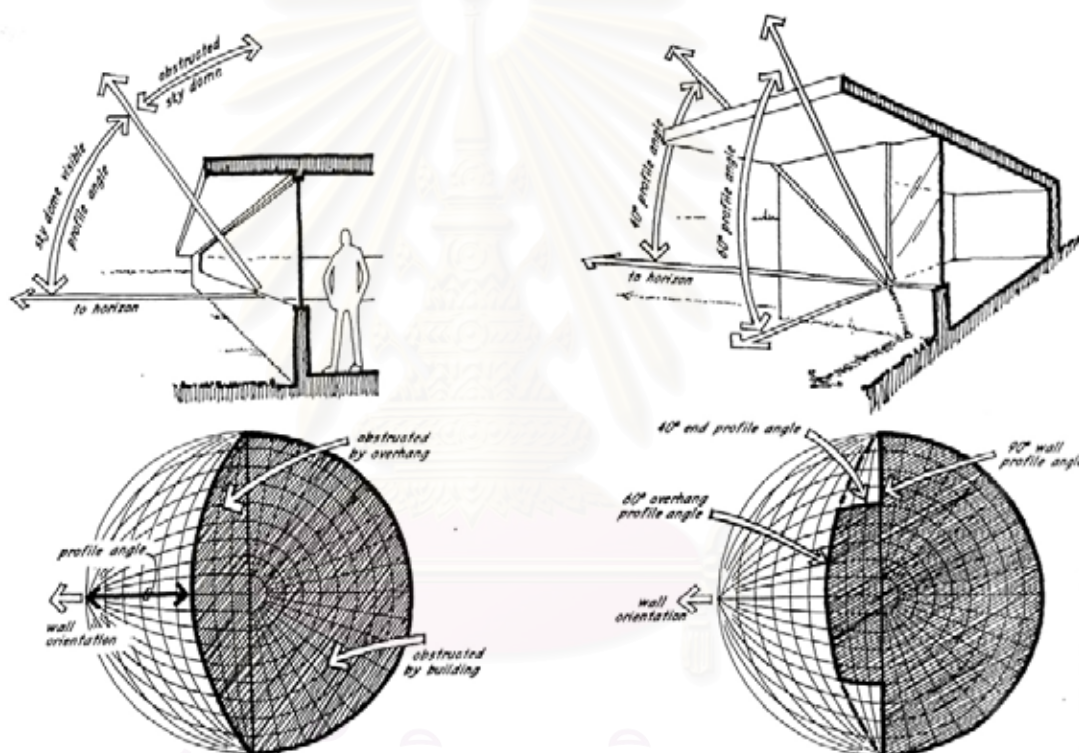
ความดันลมจะมีการเปลี่ยนแปลง ไปได้เนื่องจากความเร็วลมที่เปลี่ยนแปลง มาจาก ความสูงหรืออุณหภูมิตัวอย่างเช่น ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1500 เมตร หรืออุณหภูมิต่อของอากาศเปลี่ยนแปลงจาก -30 ถึง 20 °C ความหนาแน่นของอากาศจะลดลงประมาณร้อยละ 20 หากความสูงและอุณหภูมิต่อของอากาศยังคงเพิ่มต่อไปอย่างคงที่แล้ว ความหนาแน่นของอากาศอาจที่จะลดลงถึง ร้อยละ 45 ได้ ความเร็วลมจะมีค่าเท่ากับศูนย์บริเวณที่เป็นผิวดิน และมีค่าสูงมากขึ้นเมื่อมีความสูงมากขึ้น

2.2.3) อิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์(Solar radiation)

สำหรับ สภาพภูมิอากาศเขตร้อนชื้น ปริมาณแสงธรรมชาติ จะแปรผันตามสภาพของท้องฟ้า ที่จะมีลักษณะของท้องฟ้าแบบมีเมฆปกคลุมที่บดบังเข้ามาเกี่ยวข้อง ถ้าในกรณีที่มีเมฆปกคลุมท้องฟ้า เพียงบางๆ ท้องฟ้าจะมีความสว่างเต็มที่ ทั้งแสงสว่างและการแผ่รังสีความร้อน ซึ่ง

²⁵ เรื่องเดียวกัน, หน้า 78-79.

การป้องกัน อาจจะใช้ระเบียงกันแดด แผงกันแดดในแนวตั้ง แนวนอน หรือการออกแบบให้มี การบังแดดด้วยรูปทรงของอาคาร การจัดวางอาคาร ในภูมิอากาศเขตร้อน ควรจะหลีกเลี่ยงการรับ แสงตรงจากดวงอาทิตย์ ซึ่งจะเกิดขึ้นในช่วงเช้า หรือเย็น ของช่องเปิดในทิศตะวันออก และทิศ ตะวันตก ส่วนเวลากลางวัน ดวงอาทิตย์จะอยู่ในแนวเหนือศีรษะ และตั้งฉากกับพื้นโลก ปริมาณ แสง จะมีอิทธิพลต่อช่องเปิดในทิศเหนือและทิศใต้ ทั้งแสงที่เกิดจากท้องฟ้า และแสงสะท้อนจาก พื้นดิน ดังนั้นปริมาณความรังสีความร้อน จะแปรเปลี่ยนไปตามช่วงเวลาและทิศทางดังกล่าว ซึ่ง เราสามารถที่จะแก้ไขได้ โดยการออกแบบให้ช่องเปิด มีความสอดคล้องกับทิศทางของแสงในแต่ละ ช่วงเวลา



ภาพที่ 2.5.3 แสดงตัวอย่างการออกแบบแผงกันแดดแนวนอน²⁶

ดังนั้นในการออกแบบรูปทรงอาคารจึงควรพิจารณาสัดส่วนที่เหมาะสมของตัวแปร รังสีความร้อน กระแสลมและแสงสว่างให้มีปริมาณและทิศทางที่เหมาะสมกับการใช้งานของ อาคาร

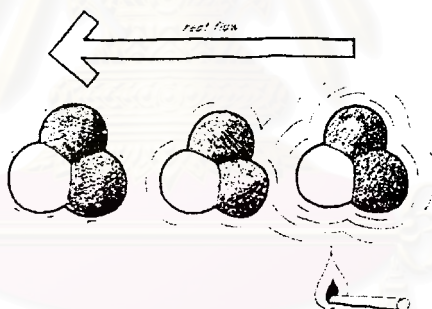
²⁶ Moor, Fuller. *Environmental control system heating cooling lighting* (Singapore: McGraw-Hill, 1993), p.84.

3) เปลือกอาคาร

เปลือกอาคารเป็นส่วนที่ผกผันระหว่างสภาพอากาศภายนอกกับสภาพอากาศภายใน เปรียบเสมือนเสื้อผ้าที่ลดความรุนแรงของสภาพแวดล้อมภายนอกให้ร่างกาย สำหรับอาคารปรับอากาศ ความร้อน และความชื้นถือได้ว่าเป็นภาระที่ไม่พึงปรารถนา สำหรับการออกแบบจึงพิจารณาถึงการถ่ายเทความร้อนและพลังงานเนื่องจากความร้อนแฝงและความร้อนสัมผัส ซึ่งมีหลักการคือ

3.1) การถ่ายเทความร้อน(Heattransfer)

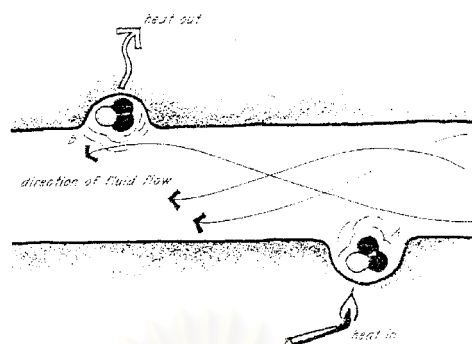
3.1.1)การนำความร้อน(Conduction) การนำความร้อนเกิดจากการเคลื่อนที่ของพลังงานระหว่างโมเลกุลที่อยู่ติดกัน การถ่ายเทความร้อนจะเกิดจากบริเวณที่ร้อนกว่าหรือมีการเคลื่อนไหวของโมเลกุลช้ากว่า การถ่ายเทความร้อนจะเกิดในทุกทิศทาง และจะไม่ขึ้นอยู่กับแรงโน้มถ่วงของโลก วัสดุจะมีการนำความร้อนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับโครงสร้างของโมเลกุล วัสดุที่มีความหนาแน่นมากจะนำความร้อนได้มาก วัสดุโลหะ เช่น อลูมิเนียม เหล็ก ทองแดง เป็นตัวนำความร้อนที่ดีที่สุด รองลงมาได้แก่คอนกรีตและอิฐ วัสดุธรรมชาติจะมีค่าการนำความร้อนน้อยกว่า การถ่ายเทความร้อนจึงผ่านเปลือกอาคารโดยการนำความร้อน ในการออกแบบจึงพิจารณาใช้วัสดุที่มีศักยภาพในการต้านทานความร้อนให้ได้มากที่สุด



ภาพที่ 2.5.4 แสดงการถ่ายเทความร้อนโดยการนำ²⁷

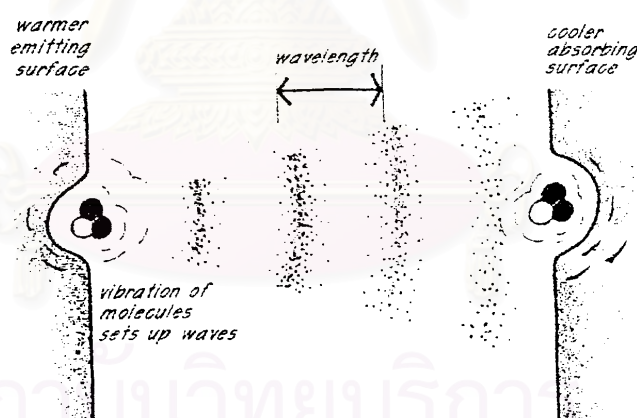
3.1.2)การพาความร้อน(Convection) คือ การถ่ายเทความร้อนโดยการเคลื่อนที่ของของไหลผ่านตัวกลาง เช่น อากาศและน้ำ เมื่อสสารถูกทำให้ร้อนโมเลกุลจะเคลื่อนไหวเร็วขึ้นและแตกกระจายออกไปในทิศทางต่างๆ ก่อให้เกิดการขยายตัวของสสารนั้นๆ โดยของแข็งจะมีการเพิ่มปริมาตรขึ้น ของเหลวและก๊าซจะมีความหนาแน่นต่ำลงและลอยตัวขึ้น ซึ่งภาระที่เกิดขึ้นมาจากการรั่วซึม และการถ่ายเทความร้อนผ่านทางเปลือกอาคาร เช่น รอยแยก ช่องเปิด ซึ่งเป็นผลมาจากแรงดันและความเร็วลมในทิศทางนั้นๆ

²⁷ Moor, Fuller. *Environmental control system heating cooling lighting* (Singapore: McGraw-Hill, 1993), p. 8.



ภาพที่ 2.5.5 แสดงการถ่ายเทความร้อนโดยการพาจากจุด A ไปยังจุด B²⁸

3.1.3)การแผ่รังสีความร้อน(Radiation) การแผ่รังสีความร้อนเป็นการถ่ายเทความร้อนโดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อโมเลกุลของสสารเกิดการเคลื่อนไหวจะคายพลังงานคลื่นออกมาในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การแผ่รังสีความร้อนจึงเป็นการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งจะเคลื่อนที่จากวัตถุที่ร้อนกว่าไปสู่วัตถุที่เย็นกว่าเช่นเดียวกับการนำความร้อน แต่การแผ่รังสีความร้อนสามารถส่งความร้อนผ่านสุญญากาศได้ การเคลื่อนที่หรือการสั่นของโมเลกุลพื้นผิวของสสารจะก่อให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สามารถเคลื่อนผ่านตัวกลางได้เร็วเท่ากับความเร็วแสง



ภาพที่ 2.5.6 แสดงการถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีระหว่างผิว²⁹

การเคลื่อนที่ของโมเลกุลจะช้าลงเมื่อเปลี่ยนแปลงไปเป็นคลื่นรังสีความร้อน โดยเมื่อความร้อนเคลื่อนที่ผ่านของแข็งอากาศ หรือสุญญากาศไปจนกระทบพื้นผิววัสดุอีกด้าน จะสะสมพลังงานความร้อนในด้านนั้น ๆ และทำให้โมเลกุลมีการเคลื่อนไหวมากขึ้นจนอุณหภูมิสูงขึ้น และคาย

²⁸ Ibid., p. 17.

²⁹ Ibid., p. 13.

ความร้อนออกมา การแผ่รังสีความร้อนจะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงในทุกทิศทาง และไม่ขึ้นกับแรงโน้มถ่วงของโลก พิจารณาได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เกิดจากรังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ ได้แก่ ช่องแสง และรังสีคลื่นยาวจากการแผ่รังสีของวัสดุ ได้แก่ ระบายผนัง พื้น เพดาน

นั่นคือเมื่อพลังงานการแผ่รังสีความร้อนกระทบพื้นผิว พื้นผิวนั้นจะสามารถดูดซับความร้อน(absorption: α) และเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนซึ่งจะทำให้ผิววัสดุอุ่นขึ้น และสามารถสะท้อนความร้อน(reflection : ϵ) นั้นกลับไปได้ ถ้าวัสดุมีคุณสมบัติมีความร้อนสามารถผ่านไปได้ ความร้อนจะทะลุผ่าน(transmission : τ) ชั้นวัสดุออกไป ค่าการดูดซับความร้อน การสะท้อนความร้อน และการทะลุผ่านของความร้อนนั้นไม่มีหน่วย และมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0 – 1.0 ค่าของคุณสมบัติทั้ง 3 ส่วนรวมกันจะเท่ากับ 1

$\alpha + \epsilon + \tau = 1$	(18)
--------------------------------	------

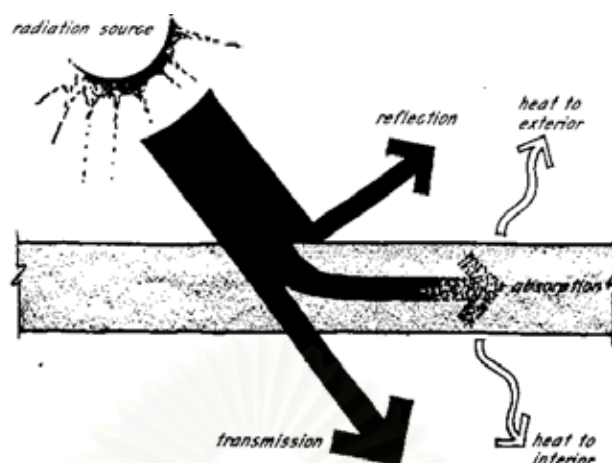
เมื่อ	α	คือ	ค่าการดูดซับความร้อนของวัสดุ(Absorption)
	ϵ	คือ	ค่าการคายความร้อนของวัสดุ(Emission)
	τ	คือ	ค่าการทะลุผ่านของความร้อนของวัสดุ(Reflection)

การคายความร้อน(emissivity : ϵ) ค่าการคายความร้อนเป็นหน่วยการวัดความสามารถของผิววัสดุที่จะคายรังสีความร้อนออกมาในอุณหภูมิที่กำหนด ค่าการคายความร้อนสามารถวัดได้เป็น 0.0 ในกรณีที่วัสดุไม่มีการคายความร้อน ไปจนถึง 1.0 ซึ่งเป็นการคายความร้อนที่สูงที่สุดเทียบได้กับวัสดุจำลอง Black body ในอุณหภูมิต่าง ๆ กันจะพบว่าค่าการคายความร้อนจะเท่ากับค่าการดูดซับความร้อน (Kirchhoff's law)

$\epsilon = \alpha$ (black body)	(19)
----------------------------------	------

เมื่อ	α	คือ	ค่าการดูดซับความร้อนของวัสดุ
	ϵ	คือ	ค่าการคายความร้อนของวัสดุ

วัสดุที่ผิวมันหรือเป็นโลหะ จะมีความสามารถสะท้อนรังสีความร้อนได้มากกว่า ส่วนวัสดุสีเข้มจะสามารถดูดซับความร้อนได้ดีทำให้มีอุณหภูมิสูงได้อย่างรวดเร็ว ในขณะที่วัสดุสีอ่อนจะสะท้อนความร้อนได้ดี ทำให้มีอุณหภูมิลดต่ำลงได้รวดเร็ว



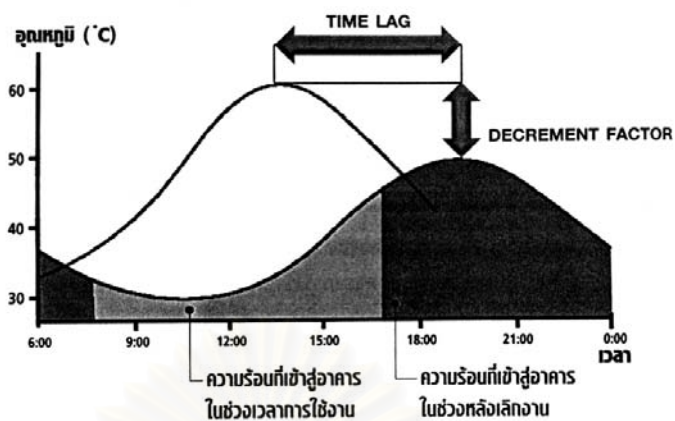
ภาพที่ 2.5.7 แสดงคุณสมบัติของวัสดุ

(Absorbtion, reflection, and transmission of radiation striking a semitransparent material)³⁰

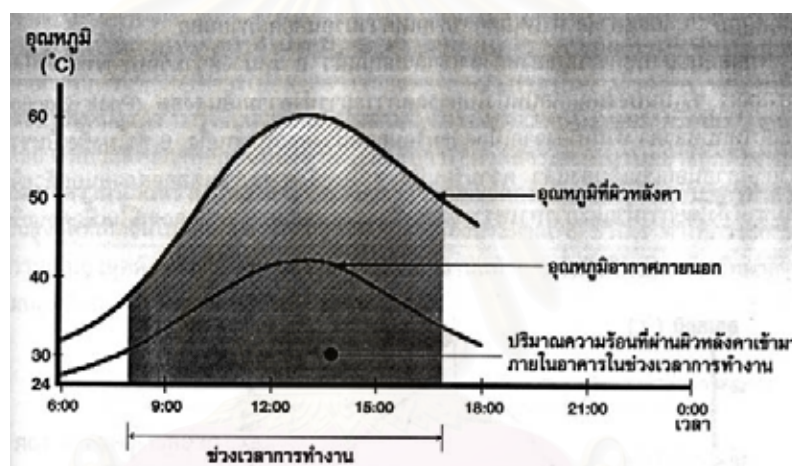
3.2) การต้านทานความร้อนและลักษณะมวลสารของเปลือกอาคาร

3.2.1)การต้านทานความร้อน การใช้วัสดุที่มีค่าการส่งผ่านความร้อน(U-value) ต่ำ จะช่วยลดการนำความร้อนที่จะเข้าสู่อาคารได้เป็นอย่างดี หลักการของการนำความร้อนนั้น หากอุณหภูมิระหว่างภายในกับภายนอกอาคารแตกต่างกันมาก การนำความร้อนก็จะเป็นไปได้มาก ขณะเดียวกันถ้าอุณหภูมิระหว่างภายในกับภายนอกแตกต่างกันน้อย การนำความร้อนก็จะเป็นไปได้ได้น้อย อย่างไรก็ตามการใช้ฉนวนที่ดีก็ยังไม่ใช่เป็นสิ่งยืนยันที่จะช่วยลดความร้อนได้ดีเสมอไป และความร้อน(Heat gain) ที่เกิดจากสภาพการแผ่รังสีความร้อนที่รุนแรงจะต้องใช้อุณหภูมิผิว (Sol-air temperature) เพื่อเป็นตัวหาอุณหภูมิแตกต่างระหว่างภายในกับภายนอก ดังนั้นถึงแม้ว่าอุณหภูมิระหว่างภายในกับภายนอกจะแตกต่างกันน้อยก็ตาม ค่าการส่งผ่านความร้อนก็ยังคงจะมีมาก เทคนิคการใช้วัสดุฉนวนในอาคารในการลดปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคารที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดทางหนึ่ง คือ การเลือกใช้วัสดุที่สามารถป้องกันความร้อนถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคาร หรือมีค่า R-Value สูง ฉนวน คือ วัสดุที่มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อน โดยมีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อน(Time Lag) น้อย ทำให้อิทธิพลภายนอกที่เข้ามาภายในเกิดขึ้นค่อนข้างรุนแรง ซึ่งมีทางแก้โดยการเพิ่มความหนาของให้มากขึ้นแต่จะทำให้มีราคาแพง ดังนั้นการออกแบบโดยการผสมผสานการใช้ฉนวนและมวลสารจะเป็นผลดีในการหน่วงเหนี่ยวความร้อน ทำให้อุณหภูมิภายในอาคารไม่เปลี่ยนแปลงรุนแรงเหมือนภายนอก และถ้าสามารถหน่วงเหนี่ยวเวลาได้อย่างเหมาะสมคือ ทำให้ปริมาณความร้อนเข้ามาภายในอาคารในช่วงเวลาที่อุณหภูมิภายนอกลดต่ำลงมากที่สุดก็จะยิ่งทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากยิ่งขึ้น

³⁰ Ibid., p. 15.



แผนภูมิที่ 2.8 แสดงอิทธิพลของมวลสารที่ทำให้เกิดการหน่วงความร้อน(Time lag) และDecrement factor³¹

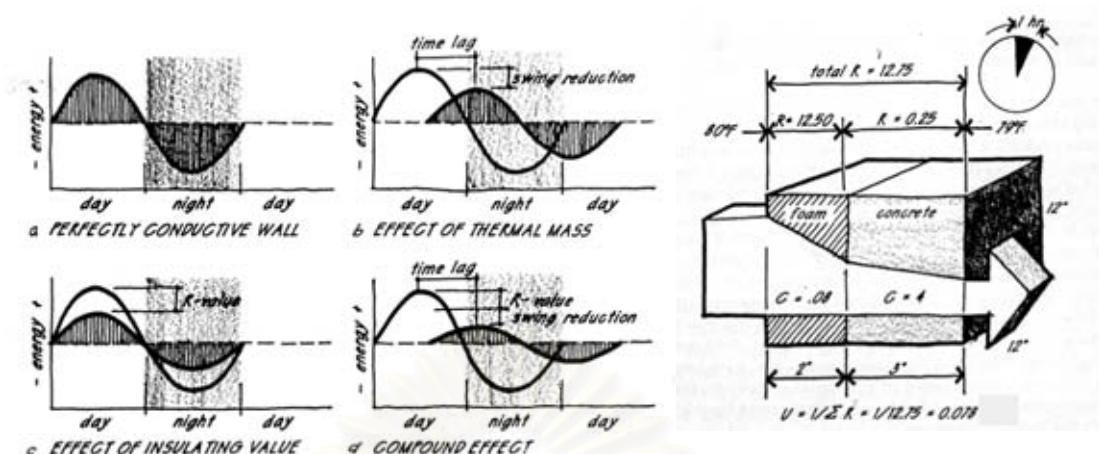


แผนภูมิที่ 2.9 แสดงปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้ามาของหลังคา³²

3.2.2) การหน่วงเหนี่ยวความร้อน การหน่วงความร้อน(Thermal Time Lag) เป็นช่วงเวลาที่วัสดุสามารถเก็บกักปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้ามาได้เป็นระยะเวลาหนึ่งจนวัสดุอิมิตัวและคายความร้อนออกมาสู่ภายใน ซึ่งจะทำให้ช่วงเวลาที่เกิดความร้อนสูงสุดในลิ้นออกไปจากช่วงเวลาที่เกิดความร้อนสูงสุดภายนอกได้เป็นระยะเวลาหนึ่ง วัสดุที่มีมวลสารมากกว่าจะมีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อนมากกว่ามวลสารน้อยกว่า

³¹ สุนทร บุญญาธิการ และอุษณีย์ มิ่งวิมล. การใช้ฉนวน (กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คอมฟอร์ม, 2543), หน้า 52.

³² เรื่องเดียวกัน, หน้า 51.



ภาพที่ 2.5.8 ภาพแสดงการถ่ายเทความร้อนโดยคำนึงถึงความต้านทาน และความจุความร้อนของมวลสาร³³ และตัวอย่างการส่งผ่านความร้อน³⁴

3.4) การรั่วซึมของอากาศ (Infiltration)

เป็นการไหลผ่านเข้าสู่อาคารของอากาศภายนอกที่ไม่สามารถควบคุมได้ ผ่านทางรอยแตกหรือช่องเปิดที่ไม่เป็นที่ต้องการให้อากาศไหลผ่านเข้ามาและการรั่วซึมของอากาศผ่านทางการใช้งานปกติของทางเข้า ประตู หน้าต่าง การรั่วซึมของอากาศ (Air leakage) เข้าสู่อาคารนั่นเอง นอกจากนี้ยังมีการไหลของอากาศอีกประเภท คือ การรั่วซึมของอากาศออกนอกอาคารหรือ Exfiltration ก็เกี่ยวพันกันด้วย เช่นเดียวกันกับการเกิดการถ่ายเทอากาศธรรมชาติ การรั่วซึมของอากาศก็เกิดจากสองลักษณะ คือ เกิดตามธรรมชาติและเกิดจากการสร้างความแตกต่างของแรงดันอากาศโดยฝีมือมนุษย์เช่นกัน

3.5) ช่องแสง เป็นเปลือกอาคารส่วนหนึ่งที่ยอมให้แสงสามารถเข้าสู่อาคารได้โดยผ่านทางวัสดุโปร่งใส และโปร่งแสงและสิ่งก็ตามมานอกจากแสงสว่างแล้วก็คือ ความร้อน ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่พึงปรารถนาของสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น

3.5.1) ความร้อน วัสดุโปร่งแสงหรือกระจก นับว่าเป็นวัสดุที่มีบทบาทสำคัญมากขึ้นในการก่อสร้างปัจจุบัน โดยเฉพาะในอาคารสูงมีการนำกระจกมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของระบบผนังภายนอกอาคารเนื่องจากคุณสมบัติทางด้านความทนทานและความสวยงาม ผนังโปร่งแสงของอาคาร เป็นส่วนที่มีความสำคัญที่สุดต่อการออกแบบเพื่อประหยัดพลังงาน เพราะเป็นส่วนที่ความร้อนจากแสงแดดภายนอกจะเข้ามาภายในอาคารได้มากที่สุด แต่ในขณะเดียวกันก็เป็นส่วนที่อาคารจะได้รับแสงธรรมชาติด้วย ในการออกแบบเพื่อประหยัดพลังงานที่ดีนั้นช่องโปร่งแสงจะต้อง

³³ Moor, Fuller. *Environmental control system heating cooling lighting* (Singapore: McGraw-Hill, 1993), p. 210.

³⁴ Ibid., p. 10.

มีขนาดที่เหมาะสม คือ มีขนาดเล็กพอที่จะไม่ให้ความร้อนเข้ามาในอาคารมากนัก แต่ใหญ่พอที่จะสามารถนำแสงธรรมชาติมาใช้ได้อย่างเหมาะสมและเพียงพอ

3.5.2) ความร้อนที่เข้าสู่อาคารทางกระจก พลังงานความร้อนที่ผ่านกระจำเข้าสู่อาคารนั้นมี 2 ลักษณะ คือ

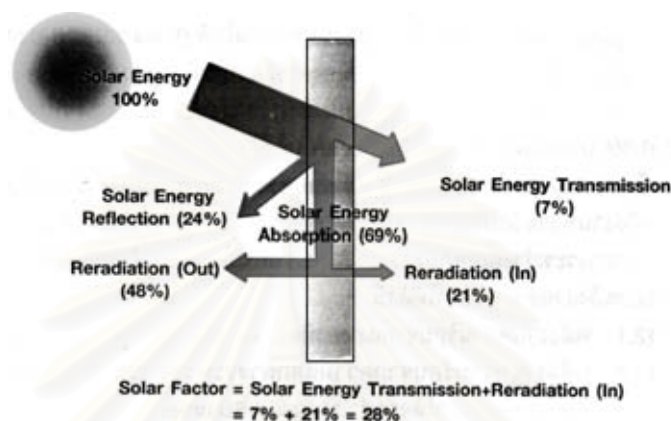
3.5.2.1) ด้วยวิธีนำความร้อน ปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารในส่วนี้ จะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติการนำความร้อนของกระจก และค่าอุณหภูมิแตกต่างภายในและภายนอกของอาคาร

3.5.2.2) ด้วยวิธีส่งผ่านความร้อนรังสีอาทิตย์เข้าสู่อาคาร ซึ่งปริมาณความร้อนส่วนนี้จะขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด(SC) ของกระจก อุณหภูมิบังแดดภายนอกอาคาร และค่ารังสีอาทิตย์ในแต่ละทิศทางที่กระจกรับรังสีอาทิตย์

สำหรับกระจกที่ใช้กันทั่วไป จะมีระดับของพลังงานความร้อนที่ผ่านกระจกเข้ามาในอาคารแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของกระจกที่ใช้ ทิศทางการรับแสงอาทิตย์ของกระจก และอัตราส่วนของพื้นผิวกระจกต่อพื้นผนังที่บ

3.5.3) อิทธิพลของความร้อนต่อตัวกระจก ผลกระทบที่เกิดจากปริมาณความร้อนผ่านกระจกเข้ามาภายในอาคารที่สูงขึ้น อันเนื่องมาจากความแตกต่างอุณหภูมิภายนอกและภายใน(ΔT) ซึ่งเป็นสาเหตุของการถ่ายเทความร้อนจากภายนอก ทำให้ต้องปรับอากาศภายในอาคารให้ลดต่ำลงจากเดิม ดังนั้น ผู้ออกแบบจึงควรหาวิธีการที่จะทำให้ผิวกระจกภายในอาคารเย็นที่สุด โดยการเลือกใช้ชนิดของกระจกที่เหมาะสมผนวกกับการออกแบบอย่างเข้าใจ เพื่อลดความรุนแรงของปัญหาที่อาจเกิดขึ้น และสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีให้กับผู้ใช้อาคาร ในการนำเอาแสงธรรมชาติเข้ามาไว้ในอาคาร ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคารและเพื่อทัศนียภาพที่ดี ผนังกระจก หรือหน้าต่างเป็นส่วนที่ได้รับอิทธิพลจากการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยตรง อิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์ที่กระทำต่อผนังกระจกซึ่งมีคุณสมบัติในการดูดกลืน(Absorbance) การคาย(Emittance) และการสะท้อนรังสีของดวงอาทิตย์(Reflectance) เช่นเดียวกับผนังที่บ ซึ่งมีการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ตัวกระจกโดยวิธีการนำความร้อน และการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ เมื่อรังสีจากดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นคลื่นสั้น(Short-Wave Radiation) ส่งผ่านผนังกระจกเข้าสู่อาคาร พลังงานความร้อนที่มากับรังสีดวงอาทิตย์ซึ่งตกกระทบลงบนวัตถุ หรือบนพื้นอาคารและมีการดูดกลืนพลังงานความร้อนสะสมไว้ในผนังและวัตถุต่าง ๆ ภายในอาคารเอาไว้ แล้วจึงคายพลัง

งานความร้อนที่สะสมไว้ในสภาพที่เป็นรังสีคลื่นยาว(Long-wave Radiation) และมีการถ่ายเทความร้อนไปยังพื้นผิวที่อุณหภูมิต่ำกว่า ทำให้อุณหภูมิภายในห้องหรือภายในอาคารสูงขึ้น ทำให้เครื่องปรับอากาศต้องทำงานอย่างหนัก เพื่อการปรับอุณหภูมิภายในห้องที่สูงให้เข้าสู่สภาวะน่าสบาย



ภาพที่ 2.5.9 แสดงอัตราส่วนพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งหมดที่ผ่านกระจกเข้าสู่อาคาร

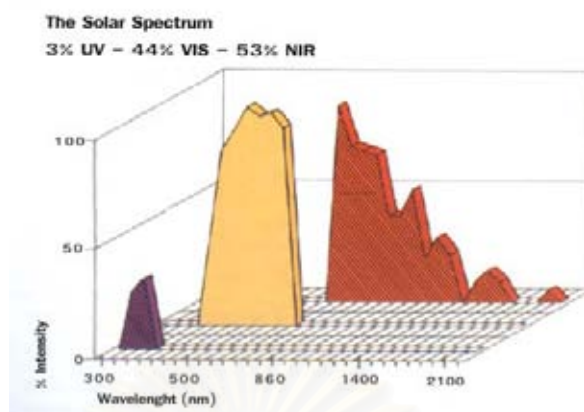
ต่อพลังงานแสงที่ตกกระทบกระจกทั้งหมด³⁵

การเลือกใช้วัสดุสำหรับผนังกระจกหน้าต่างหรือช่องแสงของอาคารจำเป็นต้องพิจารณาวัสดุประสงค์สำคัญๆ คือ

3.5.4)ความต้องการแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคาร ดังนั้นคุณสมบัติของกระจกที่แสดงถึงการยอมให้แสงธรรมชาติผ่านเข้าไปภายใน(Visible Light Transmittance) โดยมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับปริมาณของแสงธรรมชาติ ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้ขึ้นอยู่กับชนิด สี วัสดุที่ใช้เคลือบผิวกระจกเพื่อวัตถุประสงค์อื่น ๆ

3.5.5)ความต้องการเลือกใช้กระจกที่ไม่นำความร้อนเข้าสู่อาคาร โดยการใช้กระจกที่เป็นฉนวนกันความร้อน ซึ่งการเลือกกระจกต้องดูค่าความต้านทานความร้อนของกระจก โดยเป็นส่วนกลับของค่าการนำความร้อน

³⁵ สุนทร บุญญาธิการ และอุษณีย์ มิ่งวิมล. การใช้กระจก (กรุงเทพ : โรงพิมพ์คอมฟอร์ม, 2543), หน้า 63.



แผนภูมิที่ 2.10 แสดงช่วงคลื่นความถี่ของรังสีแสงระกอบไปด้วย
คลื่นรังสีอัลตราไวโอเล็ต(UV) รังสีที่ตามองเห็น(VIS) และรังสีอินฟราเรด(INR)³⁶

3.5.5)ความต้องการแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารโดยที่ไม่นำความร้อนเข้าสู่อาคารด้วย นั่นคือ การเลือกใช้กระจกที่มีค่าการนำความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์สู่นั่งกระจกน้อย โดยในการเลือกกระจกจากตารางบอกคุณสมบัติกระจกของผู้ผลิตกระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด(Shading Coefficient)น้อย แต่ในกระจกบางชนิดที่เมื่อมีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดน้อย แล้วก็ยังมีค่า Visible and Light Transmittance น้อยด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของผู้ออกแบบในการเลือกใช้กระจก

4) สภาพแวดล้อมภายในอาคาร(Indoor environment)

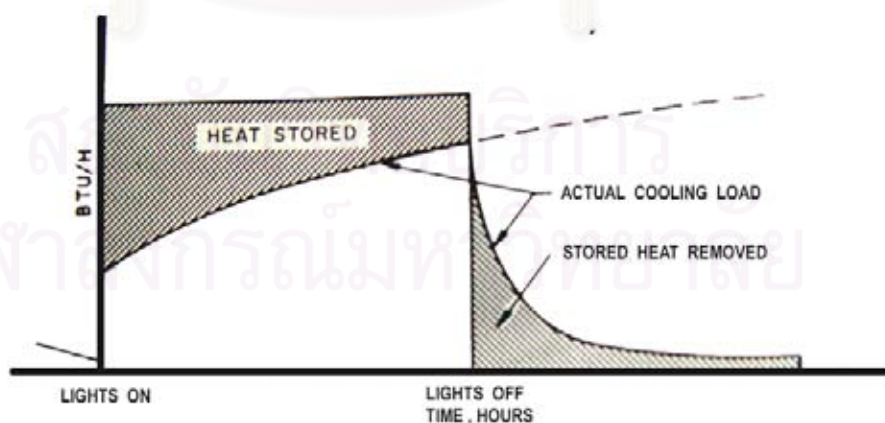
ภาระการทำความเย็นภายในอาคาร ประกอบไปด้วยส่วนของความร้อนแฝงและความร้อนสัมผัส การใช้งานอุปกรณ์และหลอดไฟภายในอาคารปรับอากาศ ในการเปลี่ยนรูปของพลังงานจะมีความร้อนเกิดขึ้น เช่น ความร้อนที่เกิดจากโทรทัศน์ ความร้อนที่เกิดจากคอมพิวเตอร์ เป็นต้น หลอดไฟฟ้าแบบไส้(อินแคนเดสเซนต์) จะมีความร้อนประมาณ 3.4 Btu/h ต่อ 100 คน/วัตต์ และ ความร้อนจากหลอดฟลูออเรสเซนต์จะเพิ่มภาระอีก 25 เปอร์เซ็นต์ อันเนื่องมาจากความร้อนของบัลลาสต์ ซึ่งเป็นการสร้างภาระการทำความเย็นให้กับเครื่องปรับอากาศ ส่วนหนึ่งเกิดจากการทำกิจกรรมของคน ในการทำกิจกรรมนั้นจะมีความร้อนและความชื้นออกจากร่างกายมนุษย์ อิทธิพลภาระการทำความเย็นภายในอาคารส่วนมากจะเกิดขึ้นกับอาคารปรับอากาศขนาดใหญ่ หรือเป็นอาคารที่มีเปลือกห่อหุ้มอาคารมีอิทธิพลค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับภายในอาคาร(Internal Dominated Load หรือ IDL)

³⁶ สุนทร บุญญาธิการ. บ้านชีวาติศย์ บ้านพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อคุณภาพชีวิตผลิตพลังงาน (สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: กรุงเทพมหานคร, 2547), หน้า 50.



ภาพที่ 2.5.10 แสดงแหล่งความร้อนภายในอาคาร³⁷

4.1) แหล่งความร้อนจากอุปกรณ์และหลอดไฟฟ้าแสงสว่าง เป็นอีกตัวแปรหนึ่งในการสร้างภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ ความร้อนที่เกิดจากการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในห้องที่ปรับอากาศ ในส่วนของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เกิดความร้อน เช่น โทรทัศน์ คอมพิวเตอร์ ตู้เย็น เครื่องเสียง เครื่องฉายโปรเจคเตอร์ เป็นต้น ความร้อนจากอุปกรณ์เหล่านี้จะอยู่ประมาณ 3-15 Btu/ft² เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ทำให้เกิดความร้อนนั้นส่วนหนึ่งจะแผ่รังสีความร้อนออกมา หลังจากทั่วสุดต่างๆ ภายในห้องได้ดูดกลืนรังสีเหล่านี้ไว้จนมีอุณหภูมิพื้นผิวสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายในห้อง ซึ่งก็มีลักษณะคล้ายกับ Cooling Load ของเปลือกอาคาร จึงต้องใช้ค่า Cooling Load Factor ในการคำนวณ แต่เนื่องจากโดยทั่วไปอาคารมักจะหยุดปรับอากาศพร้อมกับปิดไฟทุกดวงหลังเลิกงาน ความร้อนจึงเกิดการสะสมในตัววัสดุภายในห้องและจะกลายเป็นภาระการทำความเย็นในวันถัดไป หากมีการเปิดเครื่องปรับอากาศ 24 ชั่วโมง ค่า Cooling Load Factor จะมีค่าเท่ากับ 1.0



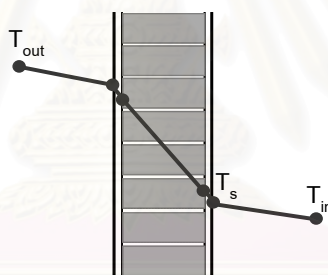
ภาพที่ 2.5.11 แสดงผลของ Thermal Storage ในการเกิด Cooling Load ของอุปกรณ์ไฟฟ้า³⁸

³⁷ สุนทร บุญญาธิการ. พลังงานใกล้ตัว, (กรุงเทพฯ : บริษัท เฟิสท์ ออฟเซท, 2545), หน้า 114.

4.2)แหล่งความร้อนความชื้นจากวัสดุภายใน เนื่องจากวัสดุมีความสามารถในการเก็บสะสมความร้อนและความชื้นของวัสดุและเปลือกอาคารที่อยู่ภายในอาคาร ในการคำนวณหา ค่าการสะสมความร้อนของวัสดุ ตัวแปรที่มีความสำคัญ ได้แก่มวลสาร ค่าความจุความร้อนจำเพาะของวัสดุ และค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของผิววัสดุกับอุณหภูมิอากาศ(Δt) โดยอุณหภูมิผิวนั่งสามารถคำนวณได้ด้วยวิธีคำนวณแบบ Thermal Gradient³⁹ ดังนี้

$$(T_{out} - T_{in})/ R_{total} = (T_{out} - T_s)/ (R_{total} - R_{air film}) \quad (20)$$

เมื่อ	T_s	คือ	อุณหภูมิผิว, มีหน่วยเป็น °F ในระบบ I-P
	T_{out}	คือ	อุณหภูมิอากาศภายนอก, มีหน่วยเป็น °F ในระบบ I-P
	T_{in}	คือ	อุณหภูมิอากาศภายใน, มีหน่วยเป็น °F ในระบบ I-P
	R_{total}	คือ	ค่าความต้านทานความร้อนรวมของวัสดุ, มีหน่วยเป็น h.ft ² .°F/Btu
	$R_{air film}$	คือ	ค่าความต้านทานความร้อนของอากาศ, มีหน่วยเป็น h.ft ² .°F/Btu



ภาพที่ 2.5.12 แสดงการคำนวณอุณหภูมิผิวของวัสดุแบบ Thermal Gradient

ค่าความจุความร้อนจำเพาะยังสามารถใช้ในการคำนวณหาปริมาณความร้อนที่วัสดุใช้ในการเปลี่ยนอุณหภูมิ ซึ่งจะทำให้ทราบถึงปริมาณความร้อนที่ต้องการในการเพิ่มหรือการลดอุณหภูมิของวัสดุชนิดนั้นๆ สมการที่ใช้ในการคำนวณค่าปริมาณความร้อนสะสมของวัสดุ มีดังนี้

$$Q = m \times c \times \Delta t \quad (21)$$

³⁸ American society of heating refrigerating and air conditioning engineers. *ASHRAE handbook fundamentals SI Edition* (Atlanta Georgia,1989), p. 26.42.

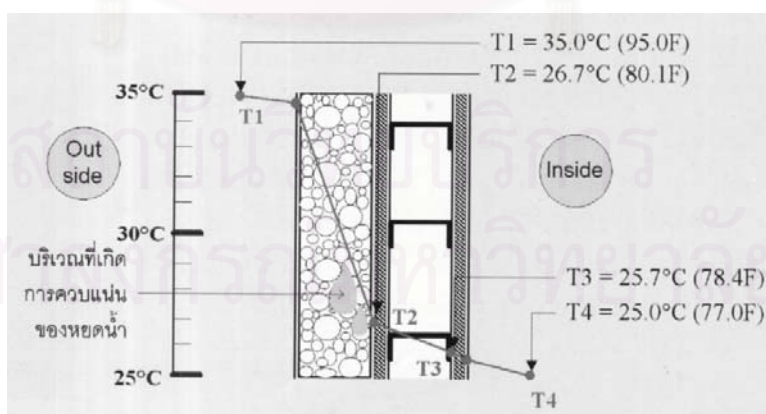
³⁹ Stein, Benjamin and Reynolds, John S. *Mechanical and Electrical Equipment for Buildings* (New York: John Wiley & Sons, 1992),p. 124.

เมื่อ	Q	คือ	ปริมาณความร้อน, มีหน่วยเป็น Btu
	m	คือ	มวลของวัสดุ, มีหน่วยเป็น lb
	c	คือ	ค่าความจุความร้อนจำเพาะของวัสดุ, มีหน่วยเป็น Btu/lb-°F
	Δt	คือ	ความแตกต่างของอุณหภูมิ, มีหน่วยเป็น °F

การออกแบบผนังในระบบปรับอากาศจะต้องมีการควบคุมความชื้นภายในอาคาร ซึ่งประกอบด้วย การควบแน่นน้ำและไอน้ำที่จะเข้ามาภายในอาคาร อากาศในภูมิอากาศร้อนชื้นถ้ามีการปรับอากาศภายในอาคาร เครื่องปรับอากาศจะทำหน้าที่ทำความเย็นด้วยการปรับอุณหภูมิ และการปรับความชื้นให้ลดลง ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องสูงเชื้อราและเชื้อโรคจะสามารถเจริญเติบโตได้ดี

การควบคุมการเกิดการควบแน่นของหยดน้ำในผนังเป็นเรื่องหนึ่งที่สำคัญ และยากต่อการป้องกัน ผนังระบบฉนวนป้องกันความร้อนภายนอกเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพระบบหนึ่งในการป้องกันปัญหานี้ การควบแน่นของหยดน้ำในผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก จะพบว่าจุดควบแน่นของหยดจะเกิดขึ้นในโฟมที่ห่อหุ้มภายนอก แต่เนื่องจากระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก สามารถป้องกันความชื้นภายนอกได้ดี การควบแน่นของหยดน้ำในผนังจึงไม่เป็นปัญหา

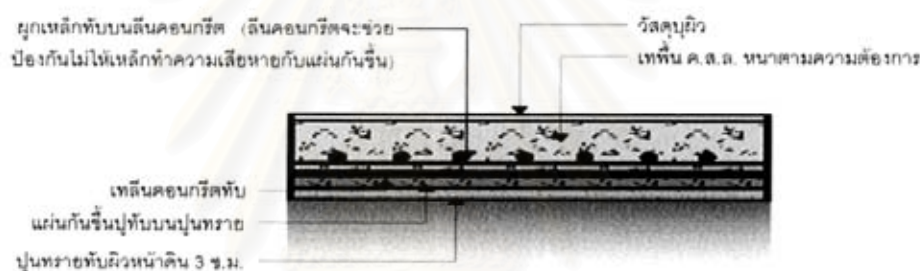
การป้องกันไอน้ำและความชื้นที่จะแทรกซึมเข้าทางผนังโดยเลือกวัสดุการก่อสร้างที่มีโพรงของช่องว่างอากาศพอที่จะสามารถกักน้ำและความชื้นได้ดี และมีการเคลือบและฉาบวัสดุของผิวภายนอกด้วย การป้องกันความชื้นจากภายนอกที่จะเข้าสู่ภายในถ้ามีการป้องกันที่ดีแล้ว การเกิดการควบแน่นของหยดน้ำและการเกิดเชื้อราภายในผนังก็จะไม่เกิดขึ้นหรือเกิดในปริมาณที่น้อยมาก



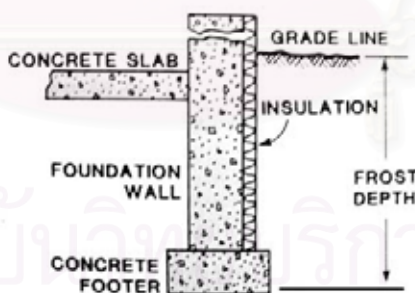
ภาพที่ 2.5.13 ภาพแสดงการควบแน่นเป็นหยดน้ำในผนังภายนอกที่มีช่องว่างอากาศ⁴⁰

⁴⁰ สุนทร บุญญาธิการ. เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า (กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542), หน้า 137.

ระบบพื้นของอาคารปรับอากาศ พื้นอาคารเป็นส่วนที่ร่างกายของผู้ใช้งานสัมผัสโดยตรง เกือบตลอดเวลา การเลือกใช้วัสดุพื้นที่สามารถเป็นตัวนำที่ดี (Conductor) เช่น หินอ่อน แกรนิต หรือกระเบื้อง เพื่อช่วยนำความร้อนจากดินถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคาร (ในกรณีที่เป็นพื้นที่ชั้นล่าง สัมผัสกับดินโดยตรง) แต่การนำระบบนี้มาใช้จะต้องมีการป้องกันความชื้นจากดินได้เป็นอย่างดี การที่จะนำความร้อนของดินใต้พื้นอาคารมาสร้างความร้อนภายในอาคาร จะต้องใช้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่ส่งผลให้อุณหภูมิดินโดยรอบเย็น ก็จะสามารถออกแบบวัสดุพื้นที่เป็นตัวนำที่ดีมาใช้ งาน เมื่ออุณหภูมิผิวของพื้นอาคารได้รับอิทธิพลจากความร้อนของดินและมีอุณหภูมิที่เย็นกว่าผิว ภายแล้ว จะเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผิวภายในกับสภาพแวดล้อมทำให้รู้สึกเย็นกว่าปกติ เป็นการนำเทคนิค Radiative exchange การถ่ายเทความร้อนระหว่างร่างกายกับสิ่งแวดล้อม ถ้า อุณหภูมิรอบข้างเฉลี่ยต่ำกว่าผิวภายใน 1 องศาเซลเซียส เราจะรู้สึกเย็นลงกว่าปกติ 1.4 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 2.5.14 แสดงการใช้วัสดุพื้นชั้นล่าง เพื่อป้องกันความชื้นและดึงความร้อนมาใช้งาน⁴¹



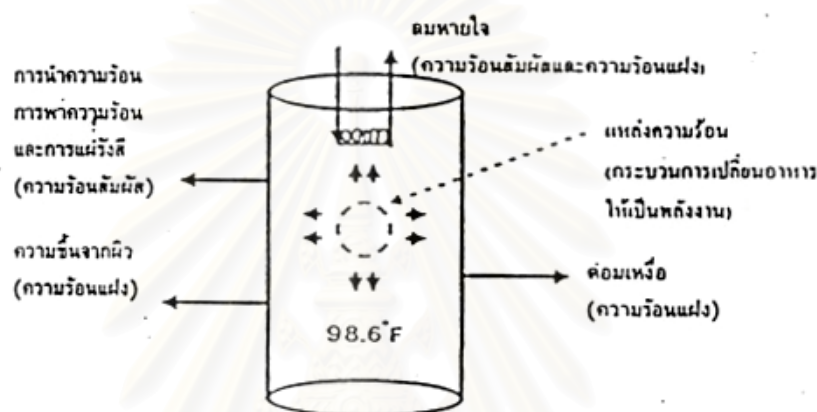
ภาพที่ 2.5.15 แสดงการกันความร้อนที่เกิดจากการถ่ายเทจากดินสู่พื้นอาคาร⁴²

4.3) ภาวะจากผนังกัน และแผ่นพื้นภายในอาคาร สำหรับอาคารที่มีการปรับอากาศ เฉพาะบางส่วนย่อมเกิดการถ่ายเทความร้อนเช่นกัน เพียงแต่น้อยกว่าภาวะที่เกิดจากภายนอก

⁴¹ สุนทร บุญญาธิการ. เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า (กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542), หน้า 81.

⁴² American society of heating refrigerating and air conditioning engineers. ASHRAE handbook fundamentals SI edition (Atlanta Georgia, 1989), p. 25.7.

4.4)ภาวะจากผู้อาศัย มนุษย์ก็เป็นภาวะชนิดหนึ่งที่มีการสะสมความร้อนและความชื้นซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามกิจกรรมและจำนวนผู้อาศัย การใช้งานระบบปรับอากาศก็เพื่อตอบสนองความต้องการทางด้านร่างกายของผู้ใช้งาน การเลือกสภาวะการออกแบบภายในที่สามารถทำให้เกิดความสบายในการใช้งาน จำเป็นจะต้องทราบถึงลักษณะการตอบสนองของร่างกายมนุษย์ต่อสภาวะแวดล้อม เพื่อความสะดวกในการพิจารณาได้กำหนดให้ทรงกระบอกขนาด 10 x 60 นิ้ว ซึ่งมีพื้นที่ผิวคงที่แทนร่างกายมนุษย์ สุรพล พุกพานิช⁴³ ได้ทำการศึกษาแสดงตัวแทนการระบายความร้อนของร่างกายมนุษย์ ดังนี้



ภาพที่ 2.5.16 แสดงตัวอย่างการกำเนิดพลังงานและการระบายความร้อนออกจากร่างกาย⁴⁴

ร่างกายของมนุษย์จะมีกระบวนการเผาผลาญอาหารเพื่อทำให้เกิดพลังงานอยู่ตลอดเวลา ซึ่งกระบวนการนี้ทำให้เกิดความร้อนของร่างกายมนุษย์ อัตราการเกิดความร้อนของร่างกายมนุษย์จะแตกต่างกันไปตาม เพศ, อายุ, วัย และกิจกรรมที่ทำ ดังนั้นร่างกายจึงจำเป็นต้องคายความร้อนออกมาตลอดเวลาในอัตราที่เท่ากับการกำเนิดความร้อน เพื่อรักษาอุณหภูมิในร่างกายให้คงที่ 98.6 องศาฟาเรนไฮต์ ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการทำงานของอวัยวะต่างๆ ร่างกายจึงสามารถระบายความร้อนออกได้ทางผิวหนังและทางลมหายใจ รูปแบบของความร้อนที่ระบายออกจากร่างกายมนุษย์มี 2 รูปแบบ คือ

4.4.1) ความร้อนสัมผัสสามารถระบายด้วยการนำ การพา และการแผ่รังสีความร้อนปกติอุณหภูมิในร่างกายของคนเราจะสูงกว่าอากาศประมาณ 70 เฟอร์เรนไฮต์ ความร้อนส่วนนี้จะเกิดการแผ่รังสีซึ่งจะไม่กลายเป็น Cooling Load ในทันทีจนกว่าจะผ่านไปหลายชั่วโมง เนื่องจาก

⁴³ สุรพล พุกพานิช. การปรับอากาศหลักการและระบบ, (2529), หน้า 68.

⁴⁴ เรื่องเดียวกัน, หน้า 68.

ความร้อนจะถูกดูดกลืนโดยวัสดุต่างๆ ภายในอาคารในวันแรก และจะกลายเป็น Cooling Load ในวันถัดไป⁴⁵

4.4.2) ความร้อนแฝงเกิดจากการระเหยความชื้นที่ผิวหนังและการสูญเสียความชื้นไปกับลมหายใจ ร่างกายจะระบายความร้อนแฝงด้วยการพาความร้อนและการระเหยความชื้นจากผิวหนังเป็นส่วนใหญ่ และจะกลายเป็น Cooling Load ในทันที

ความร้อนที่เกิดจากการทำกิจกรรมทั้ง 2 รูปแบบนั้น มีปริมาณที่แตกต่างกันตามลักษณะของกิจกรรมที่ทำ กิจกรรมที่เบาๆ ไม่ต้องใช้กำลังมากค่าความร้อนที่ออกมาก็น้อย การทำกิจกรรมภายในห้องปรับอากาศสามารถพิจารณาค่าภาระในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ ในแต่ละกิจกรรมได้ดังตารางที่ 2.2 ความสบายของมนุษย์ในการทำกิจกรรมต่างๆ นั้น ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความน่าสบายภายในอาคารจึงขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิ ความชื้นและความเร็วของลม เป็นตัวแปรที่สำคัญในการระบายความร้อนออกจากร่างกาย ทำให้เกิดสภาวะน่าสบายในการทำกิจกรรม

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าความร้อนสัมผัส และความร้อนแฝงที่เกิดจากการทำกิจกรรม⁴⁶

Activity	Sensible Heat (Btu/h.person)	Latent Heat (Btu/h.person)
Seated at theater	225	105
Seated, very light work	245	155
Moderately active office work	250	200
Standing, light work (retail store)	250	200
Light bench work (factory)	275	475
Walking, 3 mph (factory)	375	625
Bowling	580	870
Heavy machine work, lifting	635	965
Athletics, gymnasium	710	1090

5) ภาระที่เป็นผลมาจากการพฤติกรรมการใช้อาคาร

ภาระการทำความเย็นในส่วนนี้ เป็นผลมาจากการใช้งานในส่วนของระบบปรับอากาศ ช่องเปิด อุปกรณ์ และจำนวนผู้ใช้ เป็นส่วนที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นส่วนที่มีการสูญเสียพลังงานอย่างมหาศาลหากมีการใช้ และออกแบบไม่ระวัง เช่น การเปิดประตูทิ้งไว้ ในทิศทางที่

⁴⁵ ทวี เวชพฤติ. (2529), หน้า10.

⁴⁶ Bobenhausen. William. Simplified design of HVAC systems (New York: John Wiley & Sons, 1994), p. 26.3.

มีกระแสลมแรงในขณะที่ใช้ระบบปรับอากาศ เพราะเป็นการนำเอาความร้อนและความชื้นจากภายนอกเข้าสู่ภายในจำนวนมาก ซึ่งโดยทั่วไปมีค่ามากกว่าการทำความเย็นให้กับเปลือกอาคารเมื่อเทียบการใช้เวลาเท่ากัน

สรุป สำหรับการออกแบบอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศนั้นจะต้องคำนึงถึงพลังงานความร้อนสัมผัส และความร้อนแฝงจากแหล่งกำเนิดต่างๆ ได้แก่ สภาพแวดล้อมอาคาร เปลือกอาคาร สภาพแวดล้อมภายในอาคาร และพฤติกรรมการใช้อาคาร

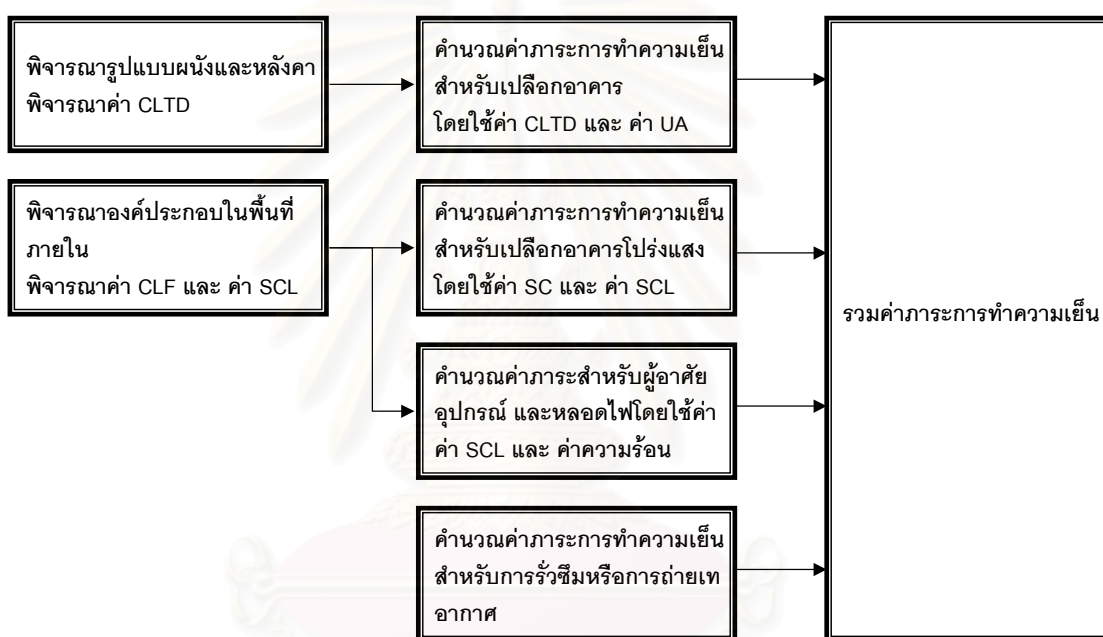


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.การคำนวณค่าภาระการทำความเย็นด้วยหลักการ Cooling load temperature difference/ Solar cooling load/ Cooling load factor(CLTD/ SCL/ CLF)

1) แนวคิดการคำนวณค่า

Ashrae ได้เสนอแนวคิดการคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธี Cooling load temperature difference/ Solar cooling load/ Cooling load factor พัฒนามาจากวิธีการ Transfer function method(TFM) โดยข้ามขั้นตอนการคำนวณการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารไปเป็นการคำนวณค่าภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศโดยตรง มีขั้นตอนคร่าวๆ ดังนี้



ภาพที่ 2.6.1 แสดงขั้นตอนในการคำนวณภาระการทำความเย็น

โดยวิธี Cooling load temperature difference/ Solar cooling load/ cooling load factor

1.1) พิจารณากรอบอาคารส่วนที่บ่งแสง เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคาร(U) พื้นที่ผิวเปลือกในส่วนนั้น และค่าความแตกต่างอุณหภูมิภาระการทำความเย็น (Cooling load temperature difference) โดยการนำความร้อนผ่านกรอบอาคารส่วนที่บ่งแสง

1.2) พิจารณากรอบอาคารส่วนโปร่งแสง เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคาร(U) พื้นที่ผิวเปลือกในส่วนนั้น และค่าความแตกต่างอุณหภูมิภาระการทำความเย็น (Cooling load temperature difference) โดยการนำความร้อนผ่านกรอบอาคารส่วนโปร่งแสง

1.3) พิจารณางอบประกอบต่างๆ ภายในอาคาร เพื่อนำไปหาค่า Solar cooling load (SCL) และ ค่า cooling load factor(CLF) สำหรับใช้ในการคำนวณค่าภาระการทำความเย็นส่วน

โปร่งแสง และค่าภาระการทำความเย็นส่วนแหล่งความร้อนต่างๆ ภายในอาคาร โดยคำนึงถึงการ
 หนองเหนียวความร้อนเนื่องจากมวลสารขององค์ประกอบนั้นๆ ภายในอาคาร

1.4) พิจารณาค่าภาระการทำความเย็นส่วนของการรั่วซึม และการถ่ายเทอากาศเข้าสู่
 ภายในอาคาร

1.5) รวมค่าภาระการทำความเย็นทั้งหมดจากข้อ 1.1) ถึง 1.4)

2) การคำนวณค่าภาระการทำความเย็น

จาก ASHRAE Fundamental Hand Book (SI), (1989) สรุปการคำนวณภาระปรับอากาศ
 ด้วยวิธี CLTD/SCL/CLF⁴⁷ สามารถกำหนดตัวแปรที่พิจารณาสำหรับการคำนวณภาระปรับอากาศ
 ได้ดังนี้

2.1) ภาระการทำความเย็นจากภายนอกอาคาร(External Cooling Load)

การคำนวณภาระปรับอากาศจากค่าพลังงานภายนอกอาคารที่ถ่ายเทความร้อนผ่าน
 ระบบเปลือกอาคารเข้ามาภายในอาคาร สามารถแบ่งได้เป็น

2.1.1) ภาระปรับอากาศที่เกิดจากการนำความร้อน ผ่านผนัง, หลังคา และพื้น
 สามารถคำนวณได้จากสมการการถ่ายเทความร้อนโดยการนำ

กรณีไม่ได้รับอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์ จะพิจารณาค่าผลต่างระหว่างอุณหภูมิ
 ภายนอกและภายใน เนื่องจากอุณหภูมิผิวทั้ง 2 ด้านได้รับอิทธิพลจากอากาศและการแผ่รังสีจาก
 สภาพแวดล้อม จึงมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศ ดังสมการ (22)

กรณีได้รับอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์ จะพิจารณาค่าผลต่างระหว่างอุณหภูมิผิว
 ภายนอกและภายใน และคำนึงถึงการหน่วงของเวลาเนื่องจากมวลสาร เพราะอุณหภูมิผิวทั้ง 2
 ด้านได้รับอิทธิพลจากอากาศ การแผ่รังสีจากสภาพแวดล้อมและการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ จึงใช้
 ค่าความแตกต่างอุณหภูมิภาระการทำความเย็น(Cooling load temperature difference : CLTD)
 แทน ดังสมการ (23)

⁴⁷ American society of heating refrigerating and air conditioning engineers. ASHRAE handbook fundamentals
 (Atlanta Georgia,1993), p. 26.33.

$q = U \times A \times \Delta T$	(22)
$q = U \times A \times CLTD$	(23)

เมื่อ q	คือ	ภาระการทำความร้อน (Watt หรือ Btu/h)
U	คือ	สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของเปลือกอาคาร (Watt / m ² °C หรือ Btu / h ft ² °F)
A	คือ	พื้นที่เปลือกอาคาร (m ² หรือ ft ²)
ΔT	คือ	ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิของอากาศภายนอกและภายใน (°C หรือ °F)
$CLTD$	คือ	ภาวะความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (Cooling Load Temperature Different)

โดยที่ค่าความแตกต่างอุณหภูมิภาระการทำความร้อนวันพิจารณาถึงตำแหน่งลัทธิจุดเวลา เดือน ลักษณะของมวลสาร สีของผนัง การห้วงเวลาของผนัง ตลอดจนผลกระทบของแสงแดด อุณหภูมิและสภาพแวดล้อม นั่นคือ ค่า CLTD จะเป็นการปรับการคำนวณที่คำนึงถึงตัวแปรต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการถ่ายเทความร้อนให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ดังสมการที่ (24) การถ่ายเทความร้อนผ่านเปลือกอาคารและ (25) การถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคา

$CLTD_{corr} = [(CLTD+LM)K+(78-T_R)+(T_o-85)]$	(24)
$CLTD_{corr} = [(CLTD+LM)K+(78-T_R)+(T_o-85)]f$	(25)

เมื่อ $CLTD_{corr}$	คือ	ภาวะความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าที่ตัดเลือก
$CLTD$	คือ	ภาวะความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า
LM	คือ	ค่าปรับแก้ลัทธิจุด และเดือน
K	คือ	ค่าปรับแก้สัมประสิทธิ์สีผิวภายนอก
T_R	คือ	อุณหภูมิของอากาศภายใน (°C หรือ °F)
T_o	คือ	อุณหภูมิของอากาศภายนอก (°C หรือ °F)
f	คือ	ค่าปรับแก้สัมประสิทธิ์การระบายอากาศได้หลังคา

2.1.2) ภาวะปรับอากาศจากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ที่ส่องผ่านกระจก ช่องแสง

กรณีการนำความร้อน จะพิจารณาค่าผลต่างระหว่างอุณหภูมิผิวภายนอกและภายใน และคำนึงถึงการหน่วงของเวลาเนื่องจากมวลสาร เพราะอุณหภูมิผิวทั้ง 2 ด้านได้รับอิทธิพลจากอากาศ การแผ่รังสีจากสภาพแวดล้อมและการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ จึงใช้ค่าความแตกต่างอุณหภูมิภาวะการทำความเย็น(Cooling load temperature difference : CLTD)แทน ดังสมการ (23)

กรณีการแผ่รังสี จะพิจารณาค่าตัวประกอบเนื่องจากการส่องผ่านรังสีเข้าสู่ภายใน (SC) ตัวประกอบของรังสีดวงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลา(SHGF) และตัวประกอบปรับแก้เนื่องจากการทำความเย็น(CLF) ดังสมการ (27)

$q = A \times SC \times SHGF \times CLF$	(26)
$q = A \times SC \times SCL \times CLF$	(27)

เมื่อ	q	คือ	ภาวะการทำความเย็น (Watt หรือ Btu/h)
	SC	คือ	Shading Coefficient ของกระจก
	A	คือ	พื้นที่เปลือกอาคาร(m ² หรือ ft ²)
	SCL	คือ	Solar Cooling Load Factor
	SHGF	คือ	Solar Heat Gain Factor
	CLF	คือ	Cooling load factors

ค่า Solar Cooling Load Factor จะแปรไปตามละติจูดและช่วงเวลาในการใช้งานในอาคารซึ่ง สำหรับประเทศไทยจะมีการปรับแก้ตามคู่มืออนุรักษ์พลังงานจะใช้ค่า SF

2.2) Internal Cooling Load คือ การคำนวณภาระปรับอากาศจากความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารสามารถแบ่งได้เป็น

2.2.1) การคำนวณภาระปรับอากาศเนื่องจากการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างจากกันห้อง ฝ้าเพดาน และพื้น จะพิจารณาค่าผลต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกและภายใน เนื่องจากอุณหภูมิมิ่วทั้ง 2 ด้านได้รับอิทธิพลจากอากาศและการแผ่รังสีจากสภาพแวดล้อม จึงมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศ ดังสมการ (28)

$q = U \times A \times (t_b - t_{rc})$	(28)
--	------

เมื่อ	q	คือ	ภาระการทำความเย็น (Watt หรือ Btu/h)
	U	คือ	สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของเปลือกอาคาร (watt/ m ² °C หรือ Btu/h ft ² °F)
	A	คือ	พื้นที่เปลือกอาคาร (m ² หรือ ft ²)
	t _b	คือ	อุณหภูมิในส่วนที่ต่อเนื่องกับพื้นที่ปรับอากาศ (°C หรือ °F)
	t _{rc}	คือ	อุณหภูมิพื้นที่ปรับอากาศ (°C หรือ °F)

2.2.2) การคำนวณภาระปรับอากาศเกิดจากผู้อยู่อาศัยในอาคาร

จะพิจารณาค่าจำนวนผู้ใช้ (N) ค่าการคายความร้อน (Sensible Heat Gain และ Latent Heat Gain) และตัวประกอบปรับแก้เนื่องจากการทำความเย็น (CLF) ดังสมการ (29 และ 30)

$q_{\text{sensible}} = N \times (\text{Sensible Heat Gain}) \times \text{CLF}$	(29)
$q_{\text{laten}} = N \times (\text{Latent Heat Gain}) \times \text{CLF}$	(30)

เมื่อ	q	คือ	ภาระการทำความเย็น (Watt หรือ Btu/h)
	N	คือ	จำนวนคนที่ใช้อาคาร
			Sensible Hear Gain คือ ความร้อนสัมผัส
			Latent Hear Gain คือ ความร้อนแฝง
	CLF	คือ	Cooling Load Factor มีค่า = 1 เมื่อมีการทำงาน 24 ชั่วโมง

2.2.3)การคำนวณภาระปรับอากาศที่เกิดจากอุปกรณ์

จะพิจารณาค่าการคายความร้อน(Heat Gain และ Latent Heat Gain) และตัวประกอบปรับแก้เนื่องจากการทำความเย็น(CLF) ดังสมการ (31)

$q = \text{Heat Gain} \times \text{CLF}$	(31)
--	------

เมื่อ q คือ ภาระการทำความเย็น (Watt หรือ Btu/h)

Heat Gain คือ ความร้อนจากอุปกรณ์หรือของระบบแสงสว่าง

CLF คือ Cooling Load Factor มีค่า = 1 เมื่อมีการใช้งาน 24 ชั่วโมง ซึ่งค่า CLF มีอิทธิพลอื่นๆ ได้แก่ ระยะเวลาที่ทำการเปิดใช้อุปกรณ์ การที่อุปกรณ์มีบอดี้หุ้มแหล่งความร้อน (Hood) หรือไม่ด้วย

2.2.3)การคำนวณภาระปรับอากาศที่เกิดจากระบบแสงสว่าง

จะพิจารณาค่าการคายความร้อน(Heat Gain และ Latent Heat Gain) และตัวประกอบปรับแก้เนื่องจากการทำความเย็น(CLF) ดังสมการ (32)

$q = \text{Heat Gain} \times \text{CLF}$	(32)
--	------

เมื่อ q คือ ภาระการทำความเย็น (Watt หรือ Btu/h)

Heat Gain คือ ความร้อนจากอุปกรณ์หรือของระบบแสงสว่าง

CLF คือ Cooling Load Factor มีค่า = 1 เมื่อมีการใช้งาน 24 ชั่วโมง ซึ่งค่า CLF มีอิทธิพลอื่นๆ ได้แก่ ระยะเวลาที่ทำการเปิดใช้หลอดไฟฟ้า ลักษณะของโครงเพอร์นิเจอร์ภายใน การถ่ายเทและการไหลเวียนอากาศภายในของระบบปรับอากาศ รูปแบบการติดตั้งหลอดไฟฟ้า และมวลสารของโครงสร้างเปลือกด้วย

2.2.5) จากสมการการจุความร้อน มีการสะสมความร้อนในวัสดุ

$q = m \times c \times \Delta T$	(33)
----------------------------------	------

เมื่อ q คือ ภาระการทำความเย็น (Watt หรือ Btu/h)

c คือ ค่าความจุความร้อนจำเพาะของวัสดุ(Btu/lb. °F)

m คือ มวลของวัสดุ (kg หรือ lb)

ΔT คือ ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิของอากาศภายนอกและภายใน ($^{\circ}\text{C}$ หรือ $^{\circ}\text{F}$)

2.3) การถ่ายเทอากาศและการรั่วซึม (Ventilation and Infiltration)

คือ ภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศที่เกิดขึ้นจากการรั่วซึม หรือ อัตราการไหลเวียนของอากาศ จากอากาศภายนอกที่มีอุณหภูมิและความชื้นที่สูงกว่าอากาศภายในที่มีการปรับอากาศ

q	$=$	$1.10 \times Q_{\text{ven}} \times \Delta T$	(34)
q	$=$	$4840 \times Q_{\text{ven}} \times \Delta W$	(35)
q	$=$	$4.5 \times Q_{\text{ven}} \times \Delta h$	(36)

เมื่อ q คือ ภาระการทำความเย็น (Watt หรือ Btu/h)

Q_{ven} คือ การถ่ายเทอากาศ (cfm)

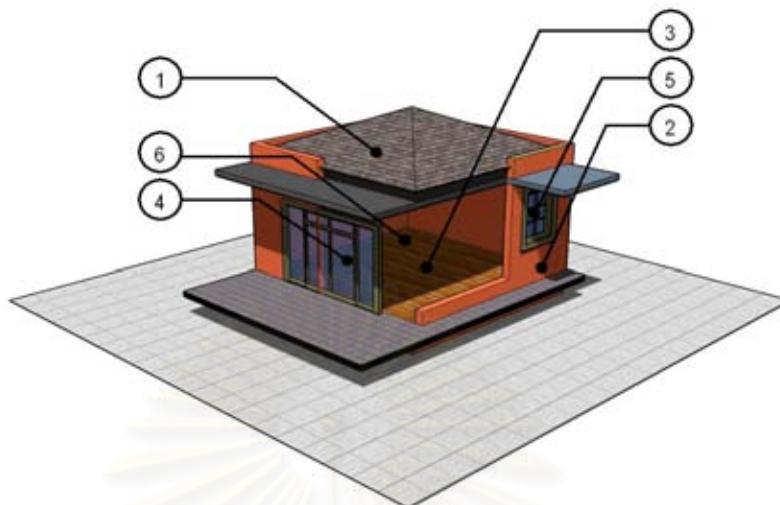
ΔT คือ ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิของอากาศภายนอกและภายใน ($^{\circ}\text{C}$ หรือ $^{\circ}\text{F}$)

ΔW คือ ค่าความแตกต่างของความชื้นของอากาศภายนอกและภายใน [lb(water) / lb(dry air)]

Δh คือ ค่าความแตกต่างของเอนทัลปีของอากาศภายนอกและภายใน [Btu / lb(dry air)]

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3) สรุปการคำนวณค่าภาระการทำความเย็น



ภาพที่ 2.6.2 แสดงองค์ประกอบอาคารในการคำนวณค่าภาระการทำความเย็น

3.1) ภาระเนื่องจากองค์ประกอบหลังคา ได้แก่ ค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการนำความร้อนผ่านหลังคา

3.2) ภาระเนื่องจากองค์ประกอบผนังทึบ ได้แก่ ค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการนำความร้อนผ่านผนังทึบ ค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของผนังทึบ และค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการรั่วซึมของอากาศภายนอก

3.3) ภาระเนื่องจากองค์ประกอบพื้น ได้แก่ ค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการนำความร้อนผ่านพื้น ค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของพื้น

3.4) ภาระเนื่องจากองค์ประกอบประตู ได้แก่ ค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการนำความร้อนผ่านกระจก ค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการแผ่รังสีความร้อนผ่านกระจก ค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของประตู และค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการรั่วซึมของอากาศภายนอก

3.5) ภาระเนื่องจากองค์ประกอบหน้าต่าง ได้แก่ ค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการนำความร้อนผ่านกระจก ค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการแผ่รังสีความร้อนผ่านกระจก ค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของหน้าต่าง และค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการรั่วซึมของอากาศภายนอก

3.6) ภาระเนื่องจากองค์ประกอบอุปกรณ์ หลอดไฟฟ้า ผู้ใช้อาคาร และวัสดุ ได้แก่ ค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของผู้ใช้อาคาร ค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนของอุปกรณ์ หลอดไฟฟ้า ค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของวัสดุ

บทที่ 3

ระเบียบวิธี และการดำเนินงาน

เนื่องด้วยงานวิจัยนี้ได้อาศัยผลการวิเคราะห์และสรุปผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาใช้ประโยชน์ เพื่อสรุปตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบที่เหมาะสมและนำมาสร้างความสัมพันธ์เพื่อใช้ในการพัฒนาโปรแกรม ดังนั้นเพื่อความถูกต้องและชัดเจนในวิธีดำเนินการวิจัย จึงได้กำหนดหลักเกณฑ์และกระบวนการในการทำวิจัยโดยละเอียดดังนี้

1. ระเบียบวิธีการวิจัย

สำหรับงานวิจัยนี้ การที่จะพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำเป็นที่จะต้องกำหนดรายละเอียดหลักเกณฑ์ และคัดเลือกข้อมูลต่างๆ เพื่อใช้ในการประมวลผล โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การรวบรวมและสรุปผลการศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากวัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อสรุปตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบที่เหมาะสม และความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบที่เหมาะสมในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้สามารถที่จะประมวลผลและประเมินค่าดัชนีการประหยัดพลังงานของอาคารในสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นได้อย่างถูกต้อง จึงดำเนินการรวบรวมความรู้ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องสรุปเป็นความสัมพันธ์ที่มีความสมเหตุสมผลในการนำมาสู่การทำนายค่าดัชนี ได้แก่

1.1) การใช้แนวทางของ สุนทร บุญญาธิการ ซึ่งมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับการออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน

1.2) การใช้ระเบียบวิธีการประมาณค่าภาระการทำความเย็นด้วยหลักการ Cooling load temperature difference/ Solar cooling load/ Cooling load factor (CLTD/ SCL/ CLF)

1.3) การใช้สมการถดถอยเพื่อประมาณค่า ค่าตัวแปร โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากภาคสนามซึ่งจะกล่าวโดยละเอียดในบทที่ 4 เรื่องแนวทางในการประมวลผลและประเมินค่าดัชนี

1.4) การใช้ข้อมูลจากงานวิจัย ได้แก่ จากงานวิจัยเรื่องสถาปัตยกรรมในไทยเพื่อการประหยัดพลังงาน เรื่องแนวทางการสร้างแบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานเนื่องจากสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติโดยรอบอาคาร เรื่องแนวทางการสร้างแบบประเมินการดูดซับความร้อนและความชื้นของวัสดุอาคารและเครื่องเรือนเพื่อการประหยัดพลังงานในภูมิอากาศร้อนชื้น เรื่องเกณฑ์การประเมินอาคารปรับอากาศ เรื่องเพื่อประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานในภูมิอากาศแบบร้อนชื้น และเรื่องอิทธิพลของการรั่วซึมของอากาศต่อการใช้พลังงานในอาคารปรับอากาศผ่านทางผนังและช่องเปิด

2) การพัฒนาและทดสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้อาศัยซอฟต์แวร์ Microsoft visual basic 6.0 ในการเขียนโปรแกรม มีระบบปฏิบัติการบน Window97 โดยอาศัยการเชื่อมโยงฐานข้อมูลจากซอฟต์แวร์ Microsoft Access97 ส่วนในการทดสอบได้พิจารณาศึกษาอาคารพักอาศัยที่กำหนดตัวแปรต่างๆ เพื่อทดสอบความสมเหตุสมผลในการเปรียบเทียบอิทธิพลในการออกแบบ นำมาประเมินค่าการใช้พลังงาน ซึ่งแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ อาคารที่ใช้ระบบธรรมชาติ อาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศและอาคารที่ใช้ทั้ง 2 ระบบผสมกัน หรืออาคารระบบผสม

2. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

จากระเบียบวิธีวิจัย นำมากำหนดเป็นขั้นตอนวิจัยดังนี้

- 1) **ขั้นที่ 1** สรุปแนวทางในการออกแบบ และตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อสภาวะน่าสบาย และ การใช้พลังงานในการออกแบบที่เหมาะสม แล้วสรุปความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบอาคารกับสภาวะน่าสบาย และ การใช้พลังงาน เพื่อเป็นแนวทางในการประมวลผลและเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินค่าดัชนี
- 2) **ขั้นที่ 2** ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการประมวลผล
- 3) **ขั้นที่ 3** ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์
- 4) **ขั้นที่ 4** ทดสอบการประเมินผลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์กับอาคารตัวอย่าง
- 5) **ขั้นที่ 5** สรุปผล และข้อเสนอแนะการวิจัย

มีรายละเอียดดังนี้

- 1) **ขั้นสรุปแนวทางในการออกแบบ ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อสภาวะน่าสบาย และ การใช้พลังงานในการออกแบบที่เหมาะสม เพื่อเป็นแนวทางในการประมวลผลและเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินค่าดัชนี**

เพื่อให้เกิดภาพรวมของการออกแบบที่สอดคล้องกับแนวคิดการประหยัดพลังงาน จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าใจถึงตัวแปรในการออกแบบที่มีอิทธิพลและความสำคัญต่อการใช้พลังงาน มีขั้นตอนการวิจัยดังนี้

- 1.1) **สรุปแนวทางการออกแบบอาคารที่มีแนวคิดการประหยัดพลังงาน สำหรับอาคารในสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินค่า ทั้งอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศ อาคารที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศและอาคารที่ใช้ทั้ง 2 ระบบ**

- 1.2) สรุปและจัดกลุ่มตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อสภาวะน่าสบายและการใช้พลังงานที่มีลักษณะการออกแบบตามแนวคิดดังกล่าว จากการรวบรวมทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2) ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการประมวลผล

พิจารณาแยกเป็นส่วนๆ ได้ดังนี้

- 2.1) ข้อมูลสภาพอากาศ เพื่อใช้อ้างอิงในการประมาณค่า ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วและทิศทางลม อุณหภูมิผิวดิน
- 2.2) ข้อมูลคุณสมบัติวัสดุ เช่น ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน ค่าการดูดซับความร้อนความชื้น ค่าการคายความร้อนความชื้น เป็นต้น
- 2.3) ข้อมูลสมการและค่าคงที่ที่ใช้ในการคำนวณ

3) ขั้นตอนพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อประมวลผลและประเมินค่าดัชนี

ทำการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการประมวลผลและประเมินค่าดัชนี(การออกแบบที่เหมาะสมกับการใช้พลังงาน) มีขั้นตอนและระเบียบวิธีดังนี้

- 3.1) สรุปขั้นตอนการประมวลผล เพื่อออกแบบการรับข้อมูลจากหน้าจอคอมพิวเตอร์และการถ่ายเทข้อมูลเพื่อใช้ในการคำนวณให้ง่ายต่อการใช้และเข้าใจได้ง่าย
- 3.2) สร้างแผนผังขั้นตอนการประมวลผล(Flow data diagram)
- 3.3) ทำการเขียนโปรแกรมและคอมไพล์ให้สามารถใช้งานได้บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ใช้ได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไปที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

4) ขั้นตอนทดสอบอาคารโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบจำเป็นที่จะต้องทำการทดสอบ ซึ่งมีขั้นตอนและระเบียบวิธีดังนี้

- 4.1) ตั้งสมมุติฐาน โดยกำหนดการออกแบบอาคาร และเหตุการณ์ เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรดังกล่าว
- 4.2) ทำการประมวลผล และประเมินค่าอาคารดังกล่าว และสรุปผลการทดสอบ

5) ขั้นสรุปผล และข้อเสนอแนะการวิจัย

ด้วยขอบเขตและข้อจำกัดต่าง รวมถึงปัญหาและข้อผิดพลาด ข้อควรพิจารณาที่เกิดขึ้นในระหว่างการศึกษาวิจัย จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่นำไปศึกษาและพัฒนาต่อไปได้เป็นอย่างดี จึงควรมีการสรุปผลและเสนอแนะลงในเนื้อหาส่วนนี้

3. การกำหนดข้อมูลที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

1) ข้อมูลสภาพอากาศโดยการแบ่งตามตำแหน่งที่ตั้ง

เพื่อกำหนดขอบเขตในการวิจัยและการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ อันเนื่องด้วยข้อจำกัดต่างๆ ทั้งในด้านงบประมาณและระยะเวลาในการวิจัย ในการคัดเลือกมีวัตถุประสงค์ใช้ฐานข้อมูลสภาพอากาศที่เกิดขึ้นจริง สำหรับในการประมวลผลและจำลองสภาพให้มีความเป็นไปได้และใกล้เคียงความเป็นจริงที่สุด มีแหล่งที่มาจากกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งมีหลักการเก็บข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและเป็นมาตรฐาน หากแต่ข้อมูลที่นำมาพิจารณาใช้เป็นข้อมูลของปี พ.ศ.2543 ซึ่งมีความสมบูรณ์มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับปีอื่นๆ ประกอบด้วยข้อมูลอุณหภูมิอากาศความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วและทิศทางกระแสลม เป็นรายชั่วโมง ตลอด ปี และพื้นที่ที่ใช้เป็นตัวแทนประกอบไปด้วย 4 พื้นที่หลักในแต่ละภูมิภาค ได้แก่

1.1) ภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ ลัทธิจุด 18 องศาเหนือ



ภาพที่ 3.3.1 แสดงแผนที่ Station 1 ภาคเหนือ

1.2) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดอุบลราชธานี ลัทธิจุด 15



ภาพที่ 3.3.2 แสดงแผนที่ Station 2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1.3) ภาคกลาง กรุงเทพมหานคร ลัทธิจุด 13 องศาเหนือ



ภาพที่ 3.3.3 แสดงแผนที่ Station 3 ภาคกลาง

1.4) ภาคใต้ จังหวัดสงขลา ลัทธิจุด 7 องศาเหนือ



ภาพที่ 3.3.4 แสดงแผนที่ Station 4 ภาคใต้

จากการศึกษาถึงอิทธิพลของสภาพภูมิอากาศต่อการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงานในประเด็นของสภาวะน่าสบายเนื่องจากอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลม และประเด็นของภาระการปรับอากาศเนื่องจากความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง ซึ่งชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของสภาพอากาศพื้นที่ที่ทำการศึกษามีลักษณะ ข้อจำกัด และเงื่อนไขของฐานข้อมูลที่น่ามาใช้ในการคำนวณ

2) การกำหนดขอบเขตสภาวะน่าสบายเพื่อใช้ในการคำนวณ

เพื่อความสะดวกในการคำนวณ จึงพิจารณาขอบเขตสภาวะน่าสบายโดยแบ่งพื้นที่ออกเป็น ส่วนย่อยๆ ดังนี้

พื้นที่ที่1 อุณหภูมิระหว่าง 21-27 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 20-50 เปอรเซ็นต์

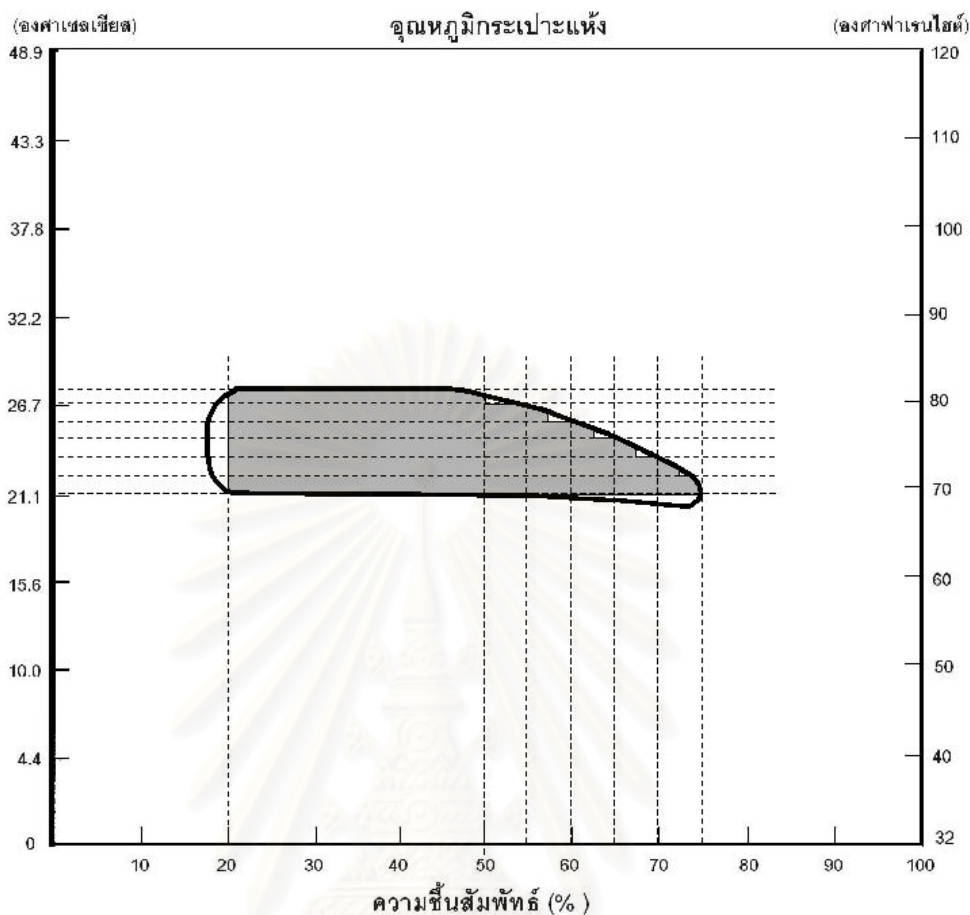
พื้นที่ที่2 อุณหภูมิระหว่าง 21-26.7 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50-57.5 เปอรเซ็นต์

พื้นที่ที่3 อุณหภูมิระหว่าง 21-25.6 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 57.5-62.5 เปอรเซ็นต์

พื้นที่ที่4 อุณหภูมิระหว่าง 21-24.5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 62.5-67.5 เปอรเซ็นต์

พื้นที่ที่5 อุณหภูมิระหว่าง 21-23.4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 67.5 -72.5 เปอรเซ็นต์

พื้นที่ที่6 อุณหภูมิระหว่าง 21-22.3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 72.5 -75 เปอรเซ็นต์



แผนภูมิที่ 3.1 แสดงการแบ่งขอบเขตสภาวะนำสบาย

3) การคำนวณภาระการปรับอากาศด้วยวิธี Cooling load temperature difference/ Solar cooling load/ Cooling load factor (CLTD/ SCL/ CLF)

3.1) แนวคิดการคำนวณภาระการปรับอากาศด้วยวิธี CLTD/ SCL/ CLF

ลักษณะการคำนวณจะพิจารณาค่าการถ่ายเทความร้อนโดยอาศัยความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าในการประมาณค่าผลต่างอุณหภูมিরะหว่างด้านนอกเปลือกอาคารโดยคำนึงถึงวัสดุเปลือกอาคาร ทิศทาง ที่ตั้ง สีผิวและสภาพแวดล้อม โดยที่ด้านในมีการปรับอากาศ และการใช้ค่าสัมประสิทธิ์เพื่อแสดงการลดทอนการคายความร้อนของอุปกรณ์ หลอดไฟฟ้า เมื่อมีการปิดอุปกรณ์และความร้อนจากผู้ใช้เมื่อไม่มีการใช้งาน

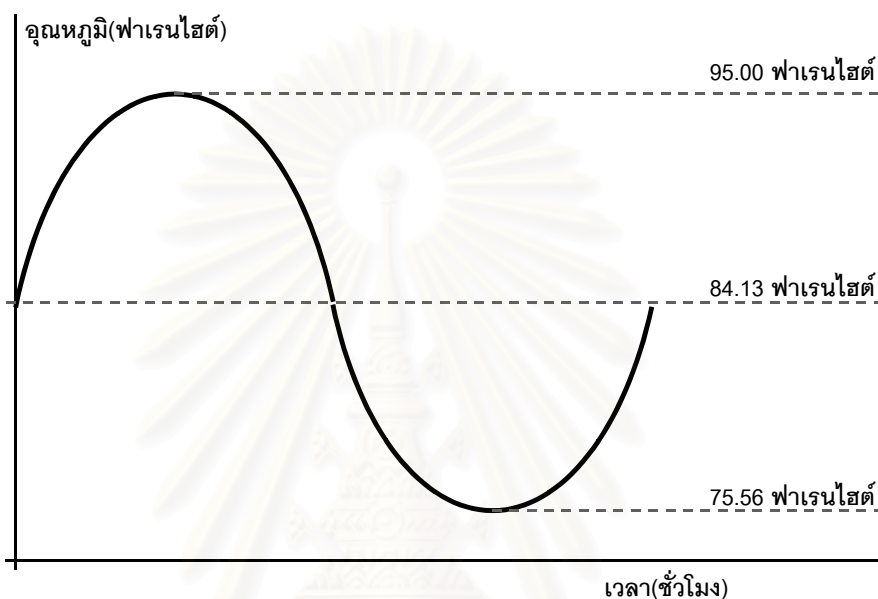
3.2) การพิจารณาค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกสำหรับการคำนวณค่า CLTD

จากการคำนวณด้วยวิธีของ CLTD ทั้งในส่วนของการคำนวณหลังคา และในสมการคำนวณของผนัง ค่าของอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ใช้ในการคำนวณในส่วนของผนัง ($t_o - 85$)

$$CLTD_{ROOF} = (CLTD + LM)K + (78 - t_{in}) + (t_o - 85)$$

$$CLTD_{WALL} = (CLTD + LM)K + (78 - t_{in}) + (t_o - 85)f$$

สมการอุณหภูมิอากาศภายนอกนี้สามารถใช้ได้กับอุณหภูมิอากาศภายนอกที่สูงที่สุดคือ 95 องศาฟาเรนไฮต์(35 องศาเซลเซียส) และค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกเฉลี่ยอยู่ที่ 85 องศาฟาเรนไฮต์(29.44 องศาเซลเซียส) โดยที่อุณหภูมิอากาศภายนอกนั้นมีการเปลี่ยนแปลง 21 องศาฟาเรนไฮต์(11.66 องศาเซลเซียส)



แผนภูมิที่ 3.2 แสดงอุณหภูมิอากาศของปี 2543 ที่ประกอบการคำนวณ CLTD

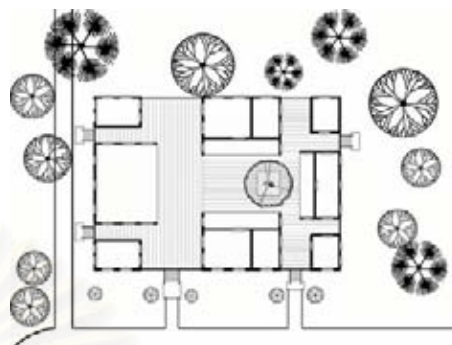
พบว่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยของปี 2543 คือ 84.13 องศาฟาเรนไฮต์ อุณหภูมิอากาศสูงสุดที่ 95.00 องศาฟาเรนไฮต์ และอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง คือ 19.44 องศาฟาเรนไฮต์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการนำอุณหภูมิอากาศของปี 2543 สามารถนำมาใช้คำนวณในสมการของ CLTD ในส่วนค่าความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายนอก คือ $(t_o - 85)$ ตามสมการ สามารถนำมาคำนวณได้

4. ตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างสมการถดถอยเพื่อประมาณค่าตัวแปร

1) ตัวแปรอุณหภูมิอากาศภายในอาคารเนื่องจากมวลสาร

การวิเคราะห์อุณหภูมิที่เกิดขึ้นภายในอาคารไม่ปรับอากาศ โดยการนำข้อมูลจากงานวิจัยสถาปัตยกรรมในไทยเพื่อการประหยัดพลังงานที่มีการเก็บข้อมูล 3 ฤดูกาล ตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์แบ่งตามขนาดของมวลสารอาคารแบ่งได้ 3 กรณี คือ

กรณีที่ 1 อาคารมวลสารน้อย(125 กิโลกรัมต่อตารางเมตร) ได้แก่ พระตำหนักทับขวัญ
อ.เมือง จ.นครปฐม



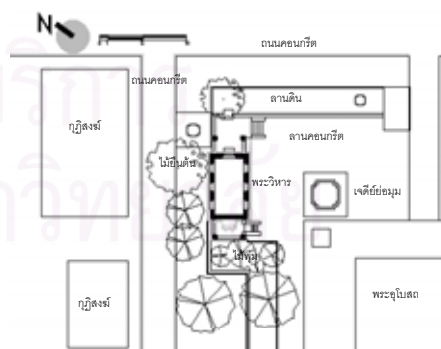
ภาพที่ 3.4 แสดงลักษณะบริเวณโดยรอบพระตำหนักทับขวัญ¹

กรณีที่ 2 อาคารมวลสารกลาง(126-195 กิโลกรัมต่อตารางเมตร) ได้แก่ เรือนภระตราชา
เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร



ภาพที่ 3.5 แสดงลักษณะบริเวณโดยรอบเรือนภระตราชา

กรณีที่ 3 อาคารมวลสารมาก(196 กิโลกรัมต่อตารางเมตรขึ้นไป) ได้แก่ อาคาร
วิหารวัดกำแพง(บางจาก) แขวงปากคลองภาษีเจริญ เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร²



ภาพที่ 3.6 แสดงลักษณะบริเวณโดยรอบพระวิหาร วัดกำแพงบางจาก

¹ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. โครงการศึกษาวิจัยสถาปัตยกรรมในประเทศไทยเพื่อการประหยัดพลังงาน (กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547), หน้า (1)-1-14.

² เรื่องเดียวกัน หน้า (1)-1-3.

ตัวแปรตามที่ต้องการในการทำนายค่าสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มหลัก คือ

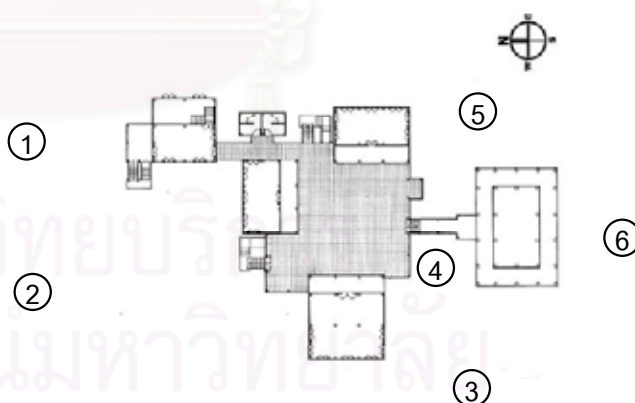
กลุ่มที่ 1 อุณหภูมิภายในเนื่องจากมวลสารมาก ปานกลางและน้อย

กลุ่มที่ 2 อุณหภูมิผิวภายในอาคารเนื่องจากมวลสารมาก ปานกลางและน้อยในแต่ละทิศทาง ได้แก่ ผนังด้านทิศเหนือ ตะวันออกเฉียงเหนือ ตะวันออก ตะวันออกเฉียงใต้ ได้ ตะวันตกเฉียงใต้ ตะวันตก ตะวันตกเฉียงเหนือ พื้น เพดาน กระจกและผิวผนังที่อยู่ภายในอาคาร(พบว่าจากตัวอย่างที่นำมาพิจารณา ไม่สามารถใช้ข้อมูลได้ครอบคลุมความต้องการ ฉะนั้นจึงพิจารณาให้อุณหภูมิผิวมีค่าเท่ากับอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร เป็นตัวแบบสำหรับพัฒนาข้อมูลต่อไป)

กลุ่มที่ 3 อุณหภูมิภายในกรณีเปิด และปิดอาคาร ได้แก่ การเปิดตลอดวัน เปิดกลางวัน ปิดกลางวันเปิดกลางคืน และปิดตลอดวัน

2) ตัวแปรอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกเนื่องจากสภาพแวดล้อม

โดยการนำข้อมูลจากงานวิจัยของฤทธิมน ธนบุญสมบัติ เรื่องแนวทางการสร้างแบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานเนื่องจากสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติโดยรอบอาคาร ได้แก่ การเก็บข้อมูลจากสภาพอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม จากบริเวณ**เรือนไทยแห่งจุฬาลงกรณ์** และได้คัดเลือกลักษณะสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลของอุณหภูมิและความชื้นที่แตกต่างกัน ได้แก่ ลานคอนกรีต สนามหญ้า ใต้ต้นไม้ ริมสระน้ำกลางแจ้ง ใต้ต้นไม้ริมสระน้ำ และใต้ต้นไม้ใหญ่ริมสระน้ำในร่ม



ภาพที่ 3.7 แสดงลักษณะบริเวณโดยรอบเรือนไทยแห่งจุฬาลงกรณ์



ภาพที่ 3.8 แสดงบริเวณลานคอนกรีต(1)



ภาพที่ 3.9 แสดงบริเวณสนามหญ้า(2)



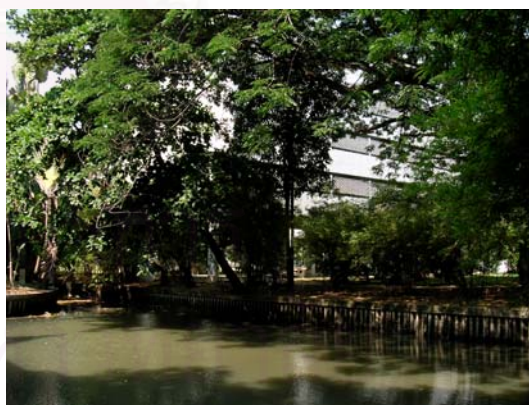
ภาพที่ 3.10 แสดงบริเวณไต้ต้นไม้(3)



ภาพที่ 3.11 แสดงบริเวณริมสระน้ำกลางแจ้ง(4)



ภาพที่ 3.12แสดงบริเวณไต้ต้นไม้ริมสระน้ำ(5) ภาพที่ 3.13แสดงบริเวณไต้ต้นไม้ใหญ่ริมสระน้ำในร่ม(6)



3) วัสดุภายในอาคาร

โดยการนำข้อมูลจากงานวิจัยของ สมพงษ์ เหยียบสูงญ เรื่อง แนวทางการสร้างแบบประเมิน การดูดซับความร้อนและความชื้นของวัสดุอาคารและเครื่องเรือนเพื่อการประหยัดพลังงานในภูมิ อากาศร้อนชื้น ในส่วนนี้เป็นการพิจารณาการดูดซับและคายความร้อน ความชื้นของส่วนประกอบ อาคาร โดยศึกษาวัสดุและรูปแบบการก่อสร้างที่นิยมใช้กันในประเทศไทยโดยพิจารณาได้ดังนี้

ทำการเก็บข้อมูลจากการสร้างหุ่นจำลอง เนื่องจากการเก็บข้อมูลแบ่งเป็น 2 ส่วนคือการดูดซับและการคายความร้อน จึงได้มีการเตรียมสถานที่ไว้ 2 แบบ คือห้องปรับอากาศที่มีอุณหภูมิควบคุมประมาณ 25-26 องศาเซลเซียส ความชื้น 45-50 % และภายนอกห้องปรับอากาศที่มีหลังคาคลุมและมีการใส่ฉนวนป้องกันการแผ่รังสีความร้อนจากหลังคา ซึ่งมีอุณหภูมิแปรเปลี่ยนไปตามสภาพภูมิอากาศจริง โดยช่วงที่ทำการเก็บข้อมูล มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดทั้งวันที่ 67 % อุณหภูมิอากาศภายนอกเฉลี่ยประมาณ 30.76 องศาเซลเซียส ดังนี้

3.1) การทดสอบการดูดซับและการคายความร้อน

ดำเนินการโดยการนำวัสดุทดสอบที่ได้เก็บเตรียมไว้ในห้องปรับอากาศจนวัสดุมีอุณหภูมิ หนึ่งใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศ จากนั้นจึงนำวัสดุทดสอบออกมาวางไว้ในภายนอกห้องปรับอากาศที่เตรียมไว้ บันทึกค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิทุก 1 ชม. แล้วจึงนำผลการทดสอบไปวิเคราะห์

การทดสอบการคายความร้อนทำโดยการนำวัสดุทดสอบที่วางไว้ในภายนอกห้องปรับอากาศให้วัสดุได้ดูดซับความร้อนจนเต็มที จากช่วง 9.00 น ถึง 13.00 น ซึ่งเป็นช่วงที่อากาศภายนอกมีอุณหภูมิสูงสุดของวันในช่วงที่ทำการทดลอง จากนั้นจึงนำวัสดุที่มีการสะสมความร้อนเต็มที มาไว้ในห้องปรับอากาศเพื่อให้เกิดกระบวนการคายความร้อน บันทึกค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิทุก 1 ชม นำผลการทดลองมาวิเคราะห์

3.2) การดูดซับและการคายความชื้น การเก็บข้อมูล แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

3.2.1) ส่วนที่ศึกษาพฤติกรรมการดูดซับและคายความร้อนของวัสดุเพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงในภาพรวม โดยสังเกตผลทุกๆ 2 ชั่วโมง โดยการศึกษาการดูดซับความชื้น จะนำวัสดุทดสอบไปวางไว้ในห้องปรับอากาศจนกระทั่งน้ำหนักคงที่ จากนั้นจึงนำมาทิ้งไว้ในนอกห้องปรับอากาศเป็นเวลา 24 ชั่วโมงเพื่อให้วัสดุดูดซับความชื้นในอากาศภายนอกห้องปรับอากาศที่มีความชื้นสูง บันทึกผลการชั่งน้ำหนักทุก 2 ชั่วโมง ส่วนการคายความชื้นทดสอบโดยการนำวัสดุมาวางในห้องปรับอากาศแล้วชั่งน้ำหนักทุก 2 ชั่วโมง

3.2.2) ส่วนนี้เป็นการศึกษาพฤติกรรมการถ่ายเทความชื้นโดยละเอียดซึ่งเป็นผลต่อ เนื่องจากการศึกษาในส่วนแรก นำวัสดุทดสอบไปวางไว้ในห้องปรับอากาศเป็นเวลา 24 ชั่วโมงเพื่อ

ให้ความชื้นในเนื้อวัสดุถูกรีดออกมาโดยระบบปรับอากาศ จนกระทั่งน้ำหนักของวัสดุทดสอบมีค่าคงที่ จากนั้นชั่งน้ำหนักไว้ก่อนที่จะนำออกไปวางนอกห้องปรับอากาศ เมื่อนำวัสดุออกไปตั้งภายนอกห้องปรับอากาศเพื่อทดสอบการดูดซับความชื้นให้บันทึกค่าน้ำหนักทุก 15 นาที เป็นเวลาอย่างน้อย 2 ชั่วโมง (วัสดุที่นำมาทดสอบ มี 10 ชนิด คือ

1. กระเบื้องแกรนิต ขนาด กว้าง 19 ซม ยาว 19 ซม และหนา 0.5 ซม
2. กระเบื้องเซรามิค ขนาด กว้าง 19 ซม ยาว 19 ซม และหนา 0.5 ซม
3. ไม้เนื้ออ่อนขนาด กว้าง 19 ซม ยาว 20 ซม และหนา 2 ซม
4. ไม้เนื้อแข็งขนาด กว้าง 18 ซม ยาว 19 ซม และหนา 2 ซม
5. แผ่นยิปซัมขนาด กว้าง 20 ซม ยาว 20 ซม และหนา 1 ซม
6. แผ่นเหล็กขนาด กว้าง 20 ซม ยาว 20 ซม และหนา 0.2 ซม
7. กระดาษสมุดโทรศัพท์ขนาด กว้าง 20 ซม ยาว 20 ซม และหนา 2 ซม
8. กระดาษ 80 แกรมขนาด กว้าง 20 ซม ยาว 20 ซม และหนา 1 ซม
9. พรมอะคริลิกขนาด กว้าง 20 ซม ยาว 20 ซม และหนา 1 ซม
10. อีฐก่อฉาบปูนขนาด กว้าง 8 ซม ยาว 16 ซม และหนา 8.5 ซม)

นำข้อมูลที่ได้มาแบ่งแยกตามองค์ประกอบอาคารให้สอดคล้องต่อการประมวลผลของโปรแกรม

5. แนวทางการแบ่งค่าคะแนนเพื่อประเมินค่าดัชนี

1) สำหรับอาคารไม่ปรับอากาศ

การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์จำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายตลอดทั้งปี โดยพิจารณาตัวแปรการออกแบบที่คำนึงถึง สภาพแวดล้อมอาคาร มวลสารอาคารและอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ และพฤติกรรมการใช้งานอาคาร โดยเปรียบเทียบกับสภาพอากาศมาตรฐานของที่ตั้ง(จังหวัด) นั้นๆ นำมาหาขอบเขตของการออกแบบ แบ่งเป็น 5 ระดับ(อธิบายรายละเอียดไว้ในบทที่ 7)

2) สำหรับอาคารปรับอากาศ

โดยการนำข้อมูลจากงานวิจัยของ กัมปนาท กระภูชัย เรื่องเกณฑ์การประเมินอาคารปรับอากาศ เพื่อประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานในภูมิอากาศแบบร้อนชื้น การวิเคราะห์อัตราการใช้พลังงานในอาคารระบบปรับอากาศ ได้ทำการวิเคราะห์คำนวณค่าปริมาณภาระการทำความเย็นทั้งหมดของอาคารพักอาศัยปรับอากาศ โดยการเลือกรูปแบบของอาคารพักอาศัยแต่ละชนิดมาวิเคราะห์ปริมาณพลังงาน เพื่อหาขอบเขตค่าภาระการทำความเย็นทั้งหมดและภาระการทำทำความเย็นของตัวแปรต่างๆ รูปแบบของอาคารที่นำมาวิเคราะห์เป็นอาคารพักอาศัยที่มีรูปแบบและมีการใช้งานกันทั่วไป กลุ่มตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์แบ่งตามขนาดของพื้นที่การใช้งานออกได้เป็น 4 กลุ่มคือ

กลุ่มที่ 1 บ้านพักอาศัยปรับปรุงวัสดุ มีพื้นที่ใช้สอยภายในไม่เกิน 400 ตารางเมตร

กลุ่มที่ 2 บ้านพักอาศัยขนาดเล็ก มีพื้นที่ใช้สอยภายในไม่เกิน 100 ตารางเมตร

กลุ่มที่ 3 บ้านพักอาศัยขนาดปานกลาง มีพื้นที่ใช้สอยภายใน 101 – 200 ตารางเมตร

กลุ่มที่ 4 บ้านพักอาศัยขนาดใหญ่ มีพื้นที่ใช้สอยภายใน 201 – 400 ตารางเมตร

จากการคัดเลือกรูปแบบของบ้านพักอาศัยที่จะนำมาเป็นตัวแทนในการคำนวณค่าภาระการทำความเย็น โดยเลือกรูปแบบบ้านพักอาศัยที่มีพื้นที่ใช้สอยภายในที่แตกต่างกัน มีวัสดุก่อสร้างที่ใช้กันทั่วไป ในการจัดกลุ่มของบ้านพักอาศัยจะจัดกลุ่มตามขนาดของพื้นที่การใช้งานภายในที่สามารถทำการปรับอากาศได้(แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 3.2)

การคำนวณภาระการทำความเย็นของบ้านพักอาศัย โดยการเลือกแบบบ้านที่มีการออกแบบด้วยวัสดุก่อสร้างต่างๆ และได้ทำการคำนวณตัวแปรที่สร้างภาระการทำความเย็นกับอาคารตามวิธีของ CLTD โดยแบ่งกลุ่มการคำนวณตัวแปรออกเป็น 3 กลุ่ม คือ สภาพแวดล้อมอาคารเปลือกและสภาพแวดล้อมภายในอาคาร และพฤติกรรมการใช้งาน

การวิเคราะห์เปรียบเทียบตัวแปรข้างต้นของบ้านพักอาศัยทั้ง 20 แบบ ในละเดือนในรอบ 1 ปี เพื่อหาเดือนที่มีค่าภาระการทำความเย็นสูงสุด แล้วทำการคำนวณภาระการทำความเย็นในรอบ 1 วัน (24 ชั่วโมง) เพื่อค่าภาระการทำความเย็นสูงสุดของบ้านพักอาศัยทั้ง 20 หลัง

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดของบ้านที่นำมาคำนวณค่าภาระการทำความเย็น

	แบบบ้าน	พื้นที่ ผนังทึบ (ft ²)	พื้นที่ กระจก (ft ²)	พื้นที่ หลังคา (ft ²)	พื้นที่ พื้น (ft ²)	พื้นที่ ใช้งาน (ft ²)	พื้นที่ผิว ต่อ พื้นที่ใช้ งาน	Ua/Area Btu/h. °F
1	บ้านกรมโยธา แบบประหยัด 2 (ปรับปรุง)	777.5	134.5	886.6	571.4	571.4	4.1	2.16
2	บ้านเดี่ยวเรือนเล็ก (ปรับปรุง)	855.4	231.3	994.2	581.0	581.0	4.6	2.37
3	บ้านลอยชายชั้นครึ่ง (ปรับปรุง)	1272.4	122.7	871.6	860.8	860.8	3.6	2.04
4	บ้านกรมโยธา แบบประหยัด 3 (ปรับปรุง)	1596.2	131.4	774.7	377.5	706.0	4.1	1.59
5	บ้านเดี่ยวเบิกบาน (ปรับปรุง)	1468.7	414.3	1721.6	1571.0	1571.0	3.3	2.06
6	บ้านกรมโยธา แบบประหยัด 2	777.5	134.5	886.6	571.4	571.4	4.1	2.83
7	บ้านเดี่ยวเรือนเล็ก	855.4	231.3	994.2	581.0	581.0	4.6	3.51
8	บ้านลอยชายชั้นครึ่ง	1272.4	122.7	871.6	860.8	860.8	3.6	2.97
9	บ้านกรมโยธา แบบประหยัด 3	1596.2	131.4	774.7	377.5	706.0	4.1	2.64
10	บ้านเรนโบว์	1941.6	358.3	1291.2	505.7	1102.9	3.7	2.62
11	บ้านเดี่ยวเบิกบาน	1468.7	414.3	1721.6	1571.0	1571.0	3.3	2.76
12	บ้านไทยอนุรักษ์ไทยภาคกลาง	2693.4	291.4	2797.6	492.8	1133.0	5.5	3.14
13	บ้านไทยอนุรักษ์ไทยภาคเหนือ	4291.1	296.4	2776.1	930.7	1425.7	5.8	3.59
14	บ้านไทยอนุรักษ์ไทยภาคใต้	5476.8	200.1	2259.6	1113.7	1517.2	6.0	3.82
15	บ้านไทยอนุรักษ์ไทยภาคอีสาน	2101.4	340.0	2350.0	640.2	1092.1	5.0	3.24
16	บ้านลดาวารี	2817.4	389.5	2797.6	946.9	2076.7	3.3	2.40
17	บ้านวรรณวนา	3572.3	383.1	2388.7	1633.4	2814.3	2.8	2.22
18	บ้านปาส์มเมอร์	2738.4	414.3	2044.4	1371.9	2684.6	2.4	1.95
19	บ้านพักโมเดิร์น	3059.6	488.5	2353.2	1571.0	2746.5	2.7	2.34
20	บ้านสองชั้นทราสฟอรั่ม	2359.7	1236.3	1345.0	1345.0	2690.0	2.3	2.18

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. การกำหนดกรณีศึกษาอาคารที่นำมาพิจารณาทดสอบ(มีรายละเอียดในภาคผนวก)

เพื่อทำการศึกษาอิทธิพลในการออกแบบอาคาร โดยการประมวลผลและประเมินค่าดัชนีอาคาร ที่พิจารณาจากกรณีอาคารพักอาศัยรูปแบบต่างๆ ไป

1) การกำหนดที่ตั้งอาคาร

สำหรับกรณีศึกษาเบื้องต้นพิจารณาที่ตั้งที่โครงการบริเวณ กรุงเทพมหานคร

2) การกำหนดรูปแบบอาคาร

สำหรับกรณีศึกษาเบื้องต้นพิจารณาอาคารขนาดมวลดสารปานกลาง(ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4 นิ้ว) มีลักษณะรูปทรงที่มีพื้นที่แต่ละด้านใกล้เคียงกัน

3) การกำหนดพฤติกรรมการใช้งาน

พิจารณากำหนดเงื่อนไขในการวิเคราะห์ตามลักษณะการใช้งานของบ้านพักอาศัยทั่วไป

4) การกำหนดการใช้ระบบปรับอากาศ แบ่งเงื่อนไขดังนี้

4.1) เงื่อนไขอาคารที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศทั้งอาคาร โดยพิจารณาการเปิดปิดอาคาร เป็น 64 กรณี คือ แบ่งเป็นการเปิด ปิด อาคาร และฤดูกาล ได้แก่ ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว
พิจารณาเงื่อนไขที่ดีที่สุดนำไปพิจารณากับอาคารที่มีการปรับอากาศบางส่วน

4.2) เงื่อนไขอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศทั้งอาคาร ตลอด 24 ชั่วโมง

4.3) เงื่อนไขอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศบางส่วน of อาคาร ตลอด 24 ชั่วโมง

4.4) เงื่อนไขอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศทั้งอาคาร บางช่วงเวลา

4.5) เงื่อนไขอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศบางส่วน of อาคาร บางช่วงเวลา

บทที่ 4

แนวทางในการประเมินผลและประเมินค่าดัชนี

จากแนวทางในการออกแบบอาคารที่เหมาะสมกับสภาพอากาศร้อนชื้น เพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าใจ และพิจารณาใช้ประโยชน์จากสภาพแวดล้อมให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ก่อนที่จะมีการตัดสินใจใช้ระบบปรับอากาศ ดังนั้นแนวทางในการประเมินผลและประเมินค่าดัชนีจึงพิจารณาหลักการดังกล่าวเป็นเกณฑ์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. หลักการออกแบบอาคาร

จากแนวทางข้างต้นสามารถที่จะพิจารณาตัวแปรหลักได้เป็น สภาพแวดล้อมอาคาร รูปทรงอาคาร เปลือกและวัสดุอาคาร สภาพแวดล้อมภายในอาคาร และพฤติกรรมการใช้งาน แยกพิจารณาได้เป็น

1) **อาคารที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศ** เป็นอาคารที่อาศัยศักยภาพของธรรมชาติในการก่อให้เกิดสภาวะน่าสบาย โดยที่อาคารจะเป็นส่วนที่ลดความรุนแรงของสภาพแวดล้อมภายนอก การออกแบบที่เหมาะสมจึงพิจารณาจาก สภาพแวดล้อมอาคาร มวลสารอาคาร อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ และการเปิดปิดอาคาร(โดยอาศัยการถ่ายเทอากาศ) เป็นตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบ

2) **อาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศ** เป็นอาคารที่อาศัยอุปกรณ์เครื่องกลในการก่อให้เกิดสภาวะน่าสบาย ที่นอกเหนือจากการควบคุมของอาคาร การออกแบบที่เหมาะสมจึงพิจารณาจาก สภาพแวดล้อมอาคาร รูปทรงและทิศทางอาคาร เปลือกและวัสดุอาคาร สภาพแวดล้อมภายในอาคารและพฤติกรรมการใช้งาน(การใช้เครื่องปรับอากาศ การเปิดปิดช่องเปิด การใช้อุปกรณ์ที่เป็นแหล่งความร้อนและหลอดไฟฟ้า) เป็นตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบ

ตารางที่ 4.1 แสดงการพิจารณาตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบอาคาร

ไม่ใช้ระบบปรับอากาศ	ใช้ระบบปรับอากาศ	ตัวแปรหลัก
1. สภาพแวดล้อมอาคาร	1. สภาพแวดล้อมอาคาร	1. สภาพแวดล้อมอาคาร
2. รูปทรงและทิศทางอาคาร	2. รูปทรงและทิศทางอาคาร	(ไม่พิจารณา)
3. เปลือกและวัสดุอาคาร	3. เปลือกและวัสดุอาคาร	2. มวลสารอาคาร
4. สภาพแวดล้อมภายใน	4. สภาพแวดล้อมภายใน	3. อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ
5. พฤติกรรมการใช้งาน	5. พฤติกรรมการใช้งาน	4. การเปิดปิดอาคาร

2. ความสัมพันธ์และอิทธิพลของตัวแปร

แยกพิจารณาจากความสัมพันธ์ที่เป็นไปตามธรรมชาติและการใช้ระบบปรับอากาศได้ดังนี้

1) สภาวะน่าสบาย

เพื่อให้รู้สึกถึงสภาวะดังกล่าวจำเป็นที่จะต้องพิจารณาตัวแปรที่เกี่ยวข้อง คือ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ เสื้อผ้า และอัตราการเผาผลาญภายในร่างกาย ซึ่งสำหรับการวิจัยนี้จะพิจารณาเฉพาะอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ เท่านั้น

ดังนั้นในการพิจารณาการออกแบบอาคารในแต่ละตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบจึงเป็นการวัดที่ศักยภาพของตัวแปรที่สามารถสร้างโอกาสให้เกิดสภาวะน่าสบายได้มากน้อยเพียงไร โดยพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปรอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลมและและอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบที่ผสมกันเกิดสภาวะที่ใช้ขอบเขตเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจอยู่ในสภาวะน่าสบาย(ดังที่แสดงไว้ในบทที่ 3) ซึ่งใช้ความรู้สึกเสมือน(Human sensation) เนื่องจากความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ

ตารางที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบ

ตัวแปรหลัก	ตัวแปรที่พิจารณา
0. สภาพอากาศมาตรฐาน (วัดโดยกรมอุตุนิยมวิทยา)	อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมเนื่องจากสภาพอากาศจากอากาศมาตรฐาน
1. สภาพแวดล้อมอาคาร (กรณีปิดอาคารตลอดวัน)	อุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์เนื่องจากมวลสารอาคาร โดยสภาพอากาศจากสภาพแวดล้อม
2. มวลสารอาคาร (กรณีปิดอาคารตลอดวัน)	อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์เนื่องจากมวลสารอาคาร โดยสภาพอากาศจากอากาศมาตรฐาน
4. อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ (กรณีปิดอาคารตลอดวัน)	อุณหภูมิเสมือนเนื่องจากอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ และความชื้นสัมพัทธ์เนื่องจากมวลสารอาคาร โดยสภาพอากาศจากอากาศมาตรฐาน
5. การเปิดปิดอาคาร (กรณีอื่นๆ)	อุณหภูมิเสมือนเนื่องจากอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ ความชื้นสัมพัทธ์เนื่องจากมวลสารอาคาร โดยสภาพอากาศจากสภาพแวดล้อม

2) ภาระการทำความเย็น

เพื่อให้สามารถควบคุมสภาพอากาศได้อย่างสมบูรณ์จำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องปรับอากาศ ซึ่งทำให้เกิดการใช้พลังงาน การพิจารณาตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบจึงวัดที่ขนาดภาระการทำความเย็นเป็นสำคัญ โดยที่ภาระดังกล่าวแบ่งได้เป็นส่วนของความร้อนแฝงและความร้อนสัมผัส ซึ่งสามารถประมาณค่าได้จากการคำนวณ สำหรับการวิจัยนี้ได้อาศัยวิธีการ CLTD/ SCL/ CLF เป็นหลัก

ตารางที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบ

ตัวแปรหลัก	ตัวแปรที่พิจารณา
0.สภาพเฉพาะอาคาร	ภาระเนื่องจากหลังคา ผนังที่บ ผนัง กระจก มวลสาร และการรั่วซึมอากาศผ่านเปลือกอาคาร เนื่องจากอิทธิพลของสภาพอากาศมาตรฐาน
1.สภาพแวดล้อมอาคาร	ภาระเนื่องจากหลังคา ผนังที่บ ผนัง กระจก มวลสาร และการรั่วซึมอากาศผ่านเปลือกอาคาร เนื่องจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อม
2.รูปทรงและทิศทางอาคาร	ภาระเนื่องจากหลังคา ผนังที่บ ผนัง กระจก(เมื่อไม่คำนึงถึงคุณสมบัติของวัสดุ $U = 1, k = 1, Sc = 1$) และการรั่วซึมอากาศผ่านเปลือกอาคาร เนื่องจากอิทธิพลของสภาพอากาศมาตรฐาน
3.เปลือกและวัสดุอาคาร	ภาระเนื่องจากหลังคา ผนังที่บ ผนัง กระจก มวลสารเปลือกอาคาร และการรั่วซึมอากาศผ่านเปลือกอาคาร เนื่องจากอิทธิพลของสภาพอากาศมาตรฐาน
4.สภาพแวดล้อมภายใน	การคายความร้อนความชื้นของมวลสาร ผู้อาศัย ความร้อนจากอุปกรณ์ และหลอดไฟฟ้า ภายในอาคาร
5.พฤติกรรมการใช้งาน	ภาระเนื่องจากหลังคา ผนังที่บ ผนัง กระจก มวลสาร และการรั่วซึมอากาศผ่านเปลือกอาคาร เนื่องจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อม เมื่อมีการเปิดปิดเครื่องปรับอากาศ ช่องเปิด การใช้งานของผู้อาศัย อุปกรณ์ และหลอดไฟฟ้า

3. เกณฑ์การประเมินค่าดัชนี

จากแนวทางในการออกแบบอาคาร สิ่งสำคัญก็คือ การสร้างสภาวะน่าสบายโดยการใช้พลังงานให้เกิดประสิทธิภาพและน้อยที่สุด โดยใช้ตัวแปรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์มากที่สุด เกณฑ์การ

พิจารณาจึงแบ่งออกเป็นส่วนของการใช้ระบบธรรมชาติ และส่วนของการใช้ระบบปรับอากาศ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การใช้ระบบธรรมชาติ(อาคารไม่ปรับอากาศ) สำหรับวัดค่าคะแนนอาคารไม่ปรับอากาศโดยพิจารณาศักยภาพของการออกแบบที่ก่อให้เกิดสภาวะน่าสบาย เนื่องจากสภาพอากาศมีลักษณะที่เป็นวัฏจักรในรอบ 1 ปี ประกอบด้วย 3 ฤดูกาล ฤดูร้อนช่วงกลางวันและกลางคืน ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และกระแสลม การพิจารณาเกณฑ์ดังกล่าวจึงจำเป็นที่จะต้องพิจารณาตลอดระยะเวลาครบรอบวัฏจักรจึงจะครบถ้วนถึงโอกาสที่น่าจะเป็นไปได้ สำหรับการออกแบบที่ตอบสนองการดำเนินชีวิต ดังนั้นจึงพิจารณาจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในเขตสบายตลอดทั้งปี(24x366 หรือ 8,784 ชั่วโมง) ทั้งนี้พิจารณาในแต่ละตัวแปรการออกแบบ (สภาพแวดล้อม มวลสารอาคาร อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ และพฤติกรรมการใช้งาน) เทียบกับสภาพอากาศมาตรฐานเพื่อพิจารณาค่าคะแนน และเพื่อให้เกิดการพิจารณาการออกแบบที่เหมาะสมทั้งการออกแบบอาคาร สภาพแวดล้อมอาคารและการใช้งาน ค่าคะแนนที่ได้จึงที่การเพิ่มความสำคัญให้กับคะแนนทั้ง 3 รูปแบบดังนี้

ค่าคะแนนการออกแบบอาคาร = จำนวนชั่วโมงที่อยู่ในเขตสบายเนื่องจากความรู้สึก
เสมือนเนื่องของอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ และ
ความชื้นสัมพัทธ์(โดยสภาพอากาศจากอากาศมาตรฐาน)/จำนวนชั่วโมงที่อยู่ในเขตสบายเนื่องจากสภาพ
อากาศมาตรฐาน

ค่าคะแนนสภาพแวดล้อมอาคาร = จำนวนชั่วโมงที่อยู่ในเขตสบายเนื่องจากความรู้สึก
เสมือนเนื่องของอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ และ
ความชื้นสัมพัทธ์(โดยสภาพอากาศจากสภาพแวดล้อม)/จำนวนชั่วโมงที่อยู่ในเขตสบายเนื่องจากสภาพ
อากาศมาตรฐาน

ค่าคะแนนพฤติกรรมการใช้งาน = จำนวนชั่วโมงที่อยู่ในเขตสบายเนื่องจากความรู้สึก
เสมือนเนื่องของอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ และ
ความชื้นสัมพัทธ์เนื่องจากพฤติกรรมกรรมการใช้งาน(โดย
สภาพอากาศจากสภาพแวดล้อม)/จำนวนชั่วโมงที่อยู่ใน
เขตสบายเนื่องจากสภาพอากาศมาตรฐาน

ค่าคะแนนอาคารไม่ปรับอากาศ = ค่าคะแนนการออกแบบอาคาร หรือ ค่าคะแนนสภาพ
แวดล้อมอาคาร หรือ ค่าคะแนนพฤติกรรมกรรมการใช้งาน

2) การใช้ระบบปรับอากาศ(อาคารปรับอากาศ) สำหรับวัดค่าคะแนนอาคารปรับอากาศโดยพิจารณาจากภาระการทำความเย็นสูงสุด เนื่องจากการใช้ระบบปรับอากาศเป็นการสร้างสถานะที่สมบูรณ์จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้พลังงานที่ครอบคลุมภาระการทำความเย็นที่อาจเกิดขึ้น ภาระดังกล่าวเกิดจากการออกแบบที่จะได้รับผลกระทบจากสภาพแวดล้อม การพิจารณาค่าคะแนนจึงวัดจากค่าภาระการทำความเย็นสูงสุดเทียบกับพื้นที่ใช้สอยส่วนที่ทำการปรับอากาศ(เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบศักยภาพการออกแบบอาคารด้วยขนาดพื้นที่ปรับอากาศ 1 หน่วย) เช่นกัน เพื่อให้เกิดการพิจารณาการออกแบบที่เหมาะสมทั้งการออกแบบอาคาร สภาพแวดล้อม

ค่าคะแนนการออกแบบอาคาร = ภาระการทำความเย็นสูงสุดเมื่อไม่พิจารณาสภาพแวดล้อมและการใช้งาน/พื้นที่ใช้งานส่วนปรับอากาศ

ค่าคะแนนสภาพแวดล้อมอาคาร = ภาระการทำความเย็นสูงสุดเมื่อพิจารณาสภาพแวดล้อมไม่พิจารณาการใช้งาน/พื้นที่ใช้งานส่วนปรับอากาศ

ค่าคะแนนพฤติกรรมการใช้งาน = ภาระการทำความเย็นสูงสุดเมื่อพิจารณาสูงสุดเมื่อพิจารณาสภาพแวดล้อมและพฤติกรรมการใช้งาน/พื้นที่ใช้งานส่วนปรับอากาศ

ค่าคะแนนอาคารปรับอากาศ = ค่าคะแนนการออกแบบอาคาร หรือ ค่าคะแนนสภาพแวดล้อมอาคาร หรือ ค่าคะแนนพฤติกรรมการใช้งาน

3) การใช้ระบบผสม(อาคารระบบผสม) เป็นการพิจารณาทั้ง 2 กรณี ซึ่งในการออกแบบอาคารจะต้องใช้ระบบธรรมชาติให้ดีที่สุด และเมื่อมีการปรับอากาศก็ควรจะใช้พลังงานให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด การพิจารณาค่าคะแนนจะพิจารณาจากการให้ความสำคัญของพื้นที่ที่มีการใช้งานแต่ละระบบ สามารถแบ่งได้เป็น 3 รูปแบบ คือ พื้นที่ที่ไม่ต้องการการควบคุมสภาพแวดล้อมที่สมบูรณ์(Passive zone) พื้นที่ที่ต้องการควบคุมสภาพแวดล้อมที่สมบูรณ์(Semi Passive zone) และพื้นที่ที่ต้องการการควบคุมสภาพแวดล้อมที่สมบูรณ์(Active zone) การวัดค่าคะแนนจึงเป็นลักษณะการถ่วงน้ำหนักจากค่าความสำคัญ*กับพื้นที่ใช้งาน นั่นคือ

(*ค่าความสำคัญอาจเป็น พื้นที่ที่ไม่ต้องการการควบคุมสภาพแวดล้อมที่สมบูรณ์ เป็น 1 สำหรับอาคารปรับอากาศ เป็น 5 สำหรับอาคารไม่ปรับอากาศ พื้นที่ที่ต้องการควบคุมสภาพแวดล้อมที่สมบูรณ์ เป็น 5 สำหรับอาคารปรับอากาศ เป็น 5 สำหรับอาคารไม่ปรับอากาศ และพื้นที่ที่ต้องการการควบคุมสภาพแวดล้อมที่สมบูรณ์ เป็น 5 สำหรับอาคารปรับอากาศ เป็น 1 สำหรับอาคารไม่ปรับอากาศ)

$$\begin{aligned} \text{ค่าคะแนนอาคารปรับอากาศ} &= (\text{ค่าดัชนีอาคารไม่ปรับอากาศ} \times \text{ค่าน้ำหนัก} + \text{ค่าดัชนี} \\ &\quad \text{อาคารปรับอากาศ} \times \text{ค่าน้ำหนัก}) / \text{ผลรวมของค่าน้ำหนัก} \\ \text{โดยที่} \quad \text{ค่าน้ำหนัก} &= (\text{พื้นที่ห้อง}1 \times \text{ความสำคัญ}) + \dots + (\text{พื้นที่ห้อง}1 \times \text{ความ} \\ &\quad \text{สำคัญ}) / \text{ผลรวมของความสำคัญ} \end{aligned}$$

4. แนวทางการประมวลผล

จากหลักการออกแบบอาคาร ความสัมพันธ์และอิทธิพลของตัวแปร และเกณฑ์การประเมิน ค่าดัชนี ข้างต้น เป็นข้อที่สำคัญในการกำหนดแนวทางในการประมวลผล ซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

1) **ส่วนข้อมูล(Data)** คือ ส่วนของค่าที่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากสภาพอากาศ คุณสมบัติของวัสดุ และการออกแบบองค์ประกอบ จึงได้ทำการแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

- 1.1) ส่วนฐานข้อมูล(Data base) อันได้แก่ ข้อมูลสภาพอากาศ และคุณสมบัติของวัสดุ
- 1.2) ส่วนที่ได้จากการป้อนค่า(Data input) อันได้แก่ ข้อมูลการออกแบบองค์ประกอบในแต่ละส่วน

2) **ส่วนการคำนวณด้วยสมการทำนาย(Equations)** คือส่วนที่แปลงข้อมูลตัวแปรที่ทราบค่าให้กลายเป็นค่าตัวแปรที่ต้องการเพื่อทำนายค่าคะแนน สำหรับการวิจัยนี้ได้ใช้สมการที่มีการศึกษามาแล้ว ประกอบกับการสร้างสมการที่ได้จากการทดลองด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยอาศัยโปรแกรม Microsoft Exel ด้วยฟังก์ชัน Regression เป็นเครื่องมือ สำหรับเป็นตัวแบบในการศึกษา ซึ่งสามารถที่จะปรับปรุงได้ในอนาคต

3) **ส่วนค่าคะแนน(Score)** คือส่วนที่ได้จากการคำนวณตามหลักเกณฑ์ที่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบและข้อมูลจากการป้อนค่าและฐานข้อมูล

4) **ส่วนของเกณฑ์การประเมินค่าดัชนี** คือส่วนที่จัดแยกแบ่งระดับค่าคะแนน เพื่อบ่งบอกค่าดัชนี ซึ่งได้แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ

- เบอร์ 1 หมายความว่า ไม่น่าพอใจ
- เบอร์ 2 หมายความว่า ไม่ค่อยเป็นที่น่าพอใจ
- เบอร์ 3 หมายความว่า ปานกลาง
- เบอร์ 4 หมายความว่า ค่อนข้างดี
- เบอร์ 5 หมายความว่า ดีมาก

5. การพิจารณาส่วนข้อมูล

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ข้อมูลถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนฐานข้อมูล และส่วนข้อมูลการออกแบบ มีรายละเอียดดังนี้

1) **ฐานข้อมูล** เพื่อให้สะดวกต่อการนำมาใช้และยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลง เพิ่มเติมได้ในอนาคต จึงพิจารณาแบ่งออกเป็นส่วนย่อยๆ ได้แก่

- 1.1) กลุ่มข้อมูลสภาพอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม
- 1.2) กลุ่มข้อมูลคุณสมบัติวัสดุ ได้แก่ องค์ประกอบหลังคา ฝ้าเพดาน ผนัง พื้น กระจก หน้าต่าง ประตู อุปกรณ์ไฟฟ้า หลอดไฟฟ้า และคน ซึ่งประกอบไปด้วยตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายเทความร้อน ค่าการดูดซับความร้อนความชื้นและค่าการคายความร้อนความชื้นของวัสดุ
- 1.3) กลุ่มข้อมูลเกณฑ์การแบ่งค่าคะแนน ซึ่งจะแตกต่างกันตามกรณีของระบบ และประเภทอาคาร โดยกำหนดเป็นค่าขอบเขตคะแนน
- 1.4) กลุ่มข้อมูลสมการ เป็นส่วนที่บันทึกค่าสัมประสิทธิ์ ความสัมพันธ์ของรูปแบบสมการ ให้สามารถปรับปรุง เพิ่มเติมได้ในภายหลัง

2) **ข้อมูลการออกแบบ** เพื่อให้สามารถเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลในการเรียกใช้ประมวลผล จึงพิจารณาแบ่งออกเป็นส่วนย่อยๆ ได้แก่

- 2.1) ข้อมูลโครงการ เป็นข้อมูลส่วนที่เกี่ยวกับ ชื่อโครงการ รายละเอียดทั่วไป สถานที่ ตั้งโครงการ และลักษณะของโครงการที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ
- 2.2) ข้อมูลชื่อห้อง เป็นส่วนที่ใช้เชื่อมโยงการออกแบบในลักษณะยูนิต(ห้อง)ในการพิจารณาแยกเป็นส่วนๆ
- 2.3) กลุ่มข้อมูลองค์ประกอบการออกแบบ ได้แก่ องค์ประกอบชนิดหลังคา ฝ้าเพดาน ผนัง พื้น กระจก หน้าต่าง ประตู อุปกรณ์ไฟฟ้า หลอดไฟฟ้า และคน โดยมีชื่อห้องและชื่อโครงการเป็นส่วนเชื่อมโยงข้อมูล(การใช้ชื่อห้องและชื่อโครงการเป็นส่วนเชื่อมโยงข้อมูล ก็เพื่อให้สะดวกต่อการเรียกข้อมูล และการเก็บบันทึกซึ่งจะอธิบายในบทที่ 7)

6. ส่วนสมการประมาณค่า

เพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจสามารถแบ่งสมการได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของสมการประมาณค่าสภาพอากาศ และส่วนสมการประมาณค่าภาระการทำความเย็น

1) **สมการประมาณค่าสภาพอากาศ** ได้แก่ สมการประมาณค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เนื่องจากสภาพแวดล้อม สมการประมาณค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคาร ไม่ปรับอากาศ สมการความรู้สึกเสมือน สมการประมาณค่าอุณหภูมิผิวภายในอาคาร

จากเหตุผลเนื่องจากตัวแปรที่ซับซ้อนและไม่แน่นอน การทำนายค่าสภาพอากาศจึงไม่ใช่เรื่องที่สามารถทำได้ จึงทำได้เพียงประมาณจากข้อมูลกรณีศึกษาที่ได้จากการทดลองเพื่อเป็นตัวอย่างเท่านั้น(สำหรับงานวิจัยนี้ได้มีการสร้างสมการเพื่อใช้เป็นตัวอย่างหลายสมการ ซึ่งมีรายละเอียดอธิบายไว้ในบทที่ 5 เรื่องการสร้างสมการทำนายที่ได้จากการทดลอง)

2) **สมการประมาณค่าภาระการทำความเย็น** ได้แก่ สมการหาค่าเอ็นทัลปี สมการการประมาณค่าการถ่ายเทความร้อนของหลังคา ผนัง พื้น กระจก การคายความร้อนของอุปกรณ์ไฟฟ้า หลอดไฟฟ้า และคน

7. ส่วนของค่าคะแนน

สำหรับค่าคะแนนได้แบ่งพิจารณาแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของอาคารไม่ปรับอากาศ และส่วนอาคารปรับอากาศ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) อาคารไม่ปรับอากาศ

ในส่วนนี้พิจารณาถึงจำนวนชั่วโมงสภาวะน่าสบายตลอดทั้งปี จากความสอดคล้องของแนวทางการคำนวณและสมการที่เป็นไปได้ในการทำนายค่า แบ่งขั้นตอนการพิจารณาได้เป็น

1.1) หาจำนวนชั่วโมงของสภาวะน่าสบายมาตรฐาน อันเนื่องจากอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลม พิจารณาจากฐานข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาสำหรับอ้างอิง

1.2) หาจำนวนชั่วโมงของสภาวะน่าสบายของตัวแปรสภาพแวดล้อม ความรู้สึกเสมือนเนื่องจากอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคาร ทั้งนี้พิจารณาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเสมือนอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบของแต่ละยูนิท(ห้อง)ภายในอาคาร นำมาพิจารณาสภาวะน่าสบาย พิจารณาจากสภาพแวดล้อมโดยเฉลี่ยภายนอก

1.3) หาจำนวนชั่วโมงของสภาวะน่าสบายของตัวแปรมวลสารอาคาร อันเนื่องจากอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคาร พิจารณาจากฐานข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาสำหรับอ้างอิง

1.4) หาจำนวนชั่วโมงของตัวแปรอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ สภาวะน่าสบายของความรู้สึกเสมือนเนื่องจากอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคาร ทั้งนี้พิจารณาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเสมือนอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบของแต่ละ

ยูนิต(ห้อง)ภายในอาคาร นำมาพิจารณาสภาวะน่าสบาย พิจารณาจากฐานข้อมูลของ กรมอุตุนิยมวิทยาสำหรับอ้างอิง

1.5) หาจำนวนชั่วโมงของสภาวะน่าสบายของตัวแปรพฤติกรรมกรรมการใช้อาคาร ความรู้สึก เสมือนเนื่องจากอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคาร ทั้งนี้ พิจารณาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเสมือนอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบของแต่ละยูนิต(ห้อง) ภายในอาคาร นำมาพิจารณาสภาวะน่าสบาย จากสภาพแวดล้อมโดยเฉลี่ยภายนอก กรณีที่มีการเปิดปิดอาคาร

1.6) หาค่าคะแนนของตัวแปรจากการออกแบบ ดังนี้

- นำค่าจำนวนชั่วโมงของสภาวะน่าสบายของตัวแปรสภาพแวดล้อมอาคาร(1.2) หารด้วยจำนวนชั่วโมงของสภาวะน่าสบายมาตรฐาน(1.1) เป็น**ค่าเปรียบเทียบศักยภาพการใช้อาคาร**
- นำค่าจำนวนชั่วโมงของสภาวะน่าสบายของตัวแปรอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ(1.4)หารด้วยจำนวนชั่วโมงของสภาวะน่าสบายมาตรฐาน(1.1) เป็น**ค่าเปรียบเทียบศักยภาพการออกแบบอาคาร**
- นำค่าจำนวนชั่วโมงของสภาวะน่าสบายของตัวแปรพฤติกรรมกรรมการใช้อาคาร (1.5)หารด้วยจำนวนชั่วโมงของสภาวะน่าสบายมาตรฐาน(1.1) เป็น**ค่าเปรียบเทียบศักยภาพพฤติกรรมกรรมการใช้อาคาร**

ทั้งนี้เพื่อพิจารณาตัวแปรการออกแบบที่คำนึงถึงการออกแบบอาคาร การใช้อาคาร สภาพแวดล้อมและพฤติกรรมกรรมการใช้อาคาร อันเป็นตัวแปรที่บ่งบอกถึงการออกแบบเพื่อให้เกิดสภาวะน่าสบายที่เหมาะสมกับการใช้งานในสภาพแวดล้อมนั้นๆ และตัวแปรพฤติกรรมกรรมการใช้อาคาร

2) อาคารปรับอากาศ

ในส่วนนี้พิจารณาถึงค่าภาระการทำความเย็นสูงสุด จากความสอดคล้องของแนวทางการคำนวณและสมการที่เป็นไปได้ในการทำนายค่า แบ่งขั้นตอนการพิจารณาได้เป็น

2.1) หาค่าภาระการทำความเย็นเฉพาะอาคารตลอด 24 ชั่วโมงทั้ง 366 วัน(จากฐานข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยาปี พ.ศ.2543) อันประกอบด้วยภาระในส่วนของหลังคา ผนังที่บ ฝ้า กระຈก และมวลสารในกรณีที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อหาวันที่มีค่าภาระการทำความเย็นสูงสุด(ไม่พิจารณาการรั่วซึมของอากาศร่วม เนื่องจากมีความแปรปรวนสูง หากแต่นำพิจารณารวมเพื่อหาค่าคะแนน)

2.2) หาค่าภาระการทำความเย็นของตัวแปรสภาพแวดล้อมตลอด 24 ชั่วโมงของวันที่มีค่าภาระการทำความเย็นสูงสุด(จาก 2.1) อันประกอบด้วยภาระในส่วนของหลังคา ผนัง

ที่บ ี้น ั้ ะจก และมวลสาร โดยพิจารณาอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมอาคาร(ไม่ พิจารณาการรั่วซึมของอากาศร่วม เนื่องจากมีความแปรปรวนสูง หากแต่นำพิจารณา รวมเพื่อหาค่าคะแนน)

2.3) หาค่าภาระการทำความเย็นของตัวแปรรูปทรงอาคารตลอด 24 ชั่วโมงของวันที่มีค่า ภาระการทำความเย็นสูงสุด(จาก 2.1) อันประกอบด้วยภาระในส่วนของหลังคา ผนังที่บ ี้น ั้ และะจก โดยพิจารณาอิทธิพลจากรูปทรงอาคาร เมื่อกำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์ การถ่ายเทความร้อนเป็น 1 ($U = 1$) และค่าสัมประสิทธิ์เนื่องจากสีผิวเป็น 1 ($K = 1$) (ไม่ พิจารณาการรั่วซึมของอากาศร่วม เนื่องจากมีความแปรปรวนสูง หากแต่นำพิจารณา รวมเพื่อหาค่าคะแนน)

2.4) หาค่าภาระการทำความเย็นของตัวแปรเปลือกและวัสดุอาคารตลอด 24 ชั่วโมงของ วันที่มีค่าภาระการทำความเย็นสูงสุด(จาก 2.1) อันประกอบด้วยภาระในส่วนของหลังคา ผนังที่บ ี้น ั้ ะจก และมวลสารเปลือกอาคาร โดยพิจารณาอิทธิพลจากเปลือกและวัสดุ อาคาร(ไม่พิจารณาการรั่วซึมของอากาศร่วม เนื่องจากมีความแปรปรวนสูง หากแต่นำ พิจารณารวมเพื่อหาค่าคะแนน)

2.5) หาค่าภาระการทำความเย็นสูงสุด ของสภาพแวดล้อมภายในอาคาร

2.5.1) ภาระในส่วนของมวลสาร โดยพิจารณาอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมภายใน อาคาร

2.5.2) ภาระในส่วนของอุปกรณ์ หลอดไฟฟ้า และผู้ใช้งาน

2.6) หาค่าภาระการทำความเย็นของตัวแปรพฤติกรรมการใช้อาคารตลอด 24 ชั่วโมง ของวันที่มีค่าภาระการทำความเย็นสูงสุด(จาก 2.1) อันประกอบด้วยภาระในส่วนของ อุปกรณ์ไฟฟ้า หลอดไฟฟ้า คน การรั่วซึมของอากาศ และมวลสาร โดยพิจารณาอิทธิพล จากสภาพแวดล้อมอาคาร และจากพฤติกรรมการใช้อาคาร เมื่อมีการเปิดปิดเครื่องปรับ อากาศ อุปกรณ์ไฟฟ้า หลอดไฟฟ้า การใช้งาน และการเปิดปิดช่องเปิด (ไม่พิจารณาการ รั่วซึมของอากาศร่วม เนื่องจากมีความแปรปรวนสูง หากแต่นำพิจารณารวมเพื่อหาค่า คะแนน)

2.7) หาค่าคะแนนของตัวแปรจากการออกแบบ ดังนี้

- นำค่าภาระการทำความเย็นสูงสุดเนื่องจากตัวแปรสภาพแวดล้อมอาคาร(2.2) / ด้วยค่าพื้นที่ใช้สอยส่วนที่ทำการปรับอากาศ เป็นค่าเปรียบเทียบศักยภาพ การใช้สภาพแวดล้อม

- นำค่าภาระการทำความเย็นสูงสุดเนื่องจากตัวแปรอาคาร(2.1) / ด้วยค่าพื้นที่ใช้สอยส่วนที่ทำการปรับอากาศ เป็นค่าเปรียบเทียบศักยภาพการออกแบบอาคาร
- นำค่าภาระการทำความเย็นสูงสุดเนื่องจากตัวแปรพฤติกรรมการใช้อาคาร (2.5) / ด้วยค่าพื้นที่ใช้สอยส่วนที่ทำการปรับอากาศ เป็นค่าเปรียบเทียบศักยภาพพฤติกรรมการใช้อาคาร

ทั้งนี้เพื่อพิจารณาตัวแปรการออกแบบที่คำนึงถึงการออกแบบอาคาร การใช้สภาพแวดล้อมและพฤติกรรมการใช้อาคาร อันเป็นตัวแปรที่บ่งบอกถึงการออกแบบเพื่อให้เกิดการใช้พลังงานกับการใช้งานในสภาพแวดล้อมนั้นๆ

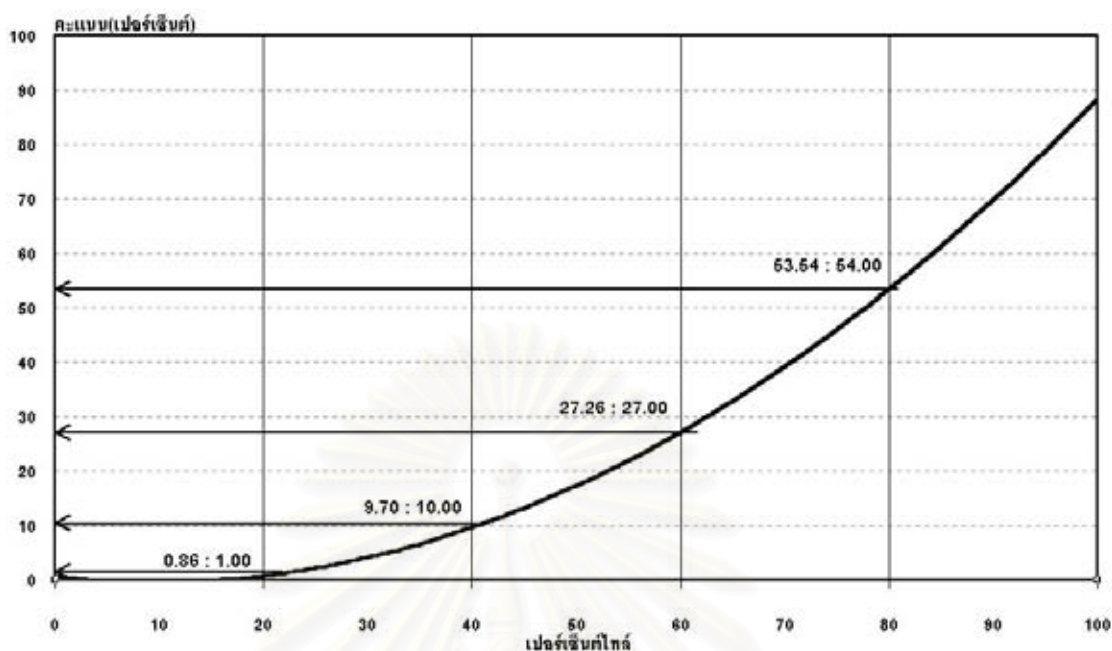
8. ส่วนของเกณฑ์การประเมินค่าดัชนี

เพื่อทำการวัดค่าดัชนีที่มีการคำนึงถึงอาคารที่มีอยู่ในปัจจุบัน และการใช้เทคโนโลยีปัจจุบัน การพิจารณาคัดค่าคะแนนเพื่อแบ่งระดับจึงได้ทำการพิจารณาจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นไปได้ ทั้งนี้สามารถที่จะปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงได้ สำหรับงานวิจัยนี้ได้พิจารณาจากงานวิจัยอื่นๆ เพื่อใช้เป็นตัวแบบในการวัดค่าดัชนี มีรายละเอียดดังนี้

1) อาคารไม่ปรับอากาศ

เนื่องจากค่าคะแนนที่ได้เป็นลักษณะของสัดส่วนที่ได้จากการเปรียบเทียบ การแบ่งระดับค่าคะแนนจึงให้ค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ในความหมายของศักยภาพการออกแบบเมื่อเปรียบเทียบกับสภาพมาตรฐาน และสำหรับการออกแบบที่เหมาะสมนั้นสมควรที่จะมีศักยภาพที่ดีกว่าสภาพมาตรฐาน หรืออย่างน้อยก็ควรจะเท่ากับสภาพมาตรฐาน (ซึ่งรายละเอียดการแบ่งค่าคะแนนอธิบายไว้ในบทที่ 7) โดยได้พิจารณากลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

- 1.1) กลุ่มสภาพแวดล้อมอาคาร ได้แก่ ลานคอนกรีต สนามหญ้า ใต้ต้นไม้ ริมสระน้ำ กลางแจ้ง ใต้ต้นไม้ริมสระน้ำ และใต้ต้นไม้ใหญ่ริมสระน้ำในร่ม
- 1.2) กลุ่มมวลสารอาคาร ได้แก่ มวลสารน้อย มวลสารกลาง มวลสารมาก
- 1.3) กลุ่มการเปิดปิดอาคาร ได้แก่ การเปิดอาคารตลอดวัน เปิดกลางวันปิดกลางคืน ปิดกลางวันเปิดกลางคืน และปิดอาคารตลอดวัน



แผนภูมิที่ 4.1 แสดงการแบ่งค่าคะแนนเพื่อหาช่วงค่าดัชนีสำหรับอาคารไม่ปรับอากาศ

เมื่อสร้างเส้นแนวโน้มการทำความเย็นของบ้านพักอาศัยแล้ว ค่าระดับคะแนนที่ใช้วัดศักยภาพของบ้านพักอาศัยปรับอากาศ 5 ระดับ จะเป็นค่าที่ได้จากแบบประเมินในแต่ละส่วน ซึ่งสามารถสร้างเกณฑ์วัดระดับศักยภาพของบ้านพักอาศัยปรับอากาศได้ดังนี้

ค่าดัชนีเบอร์ 5 คือ อาคารพักอาศัยที่มีค่าคะแนนมากกว่า 54

ค่าดัชนีเบอร์ 4 คือ อาคารพักอาศัยที่มีค่าคะแนนตั้งแต่ 27 - 53

ค่าดัชนีเบอร์ 3 คือ อาคารพักอาศัยที่มีค่าคะแนนตั้งแต่ 10 - 26

ค่าดัชนีเบอร์ 2 คือ อาคารพักอาศัยที่มีค่าคะแนนตั้งแต่ 1 - 9

ค่าดัชนีเบอร์ 1 คือ อาคารพักอาศัยที่มีค่าคะแนนต่ำกว่า 1

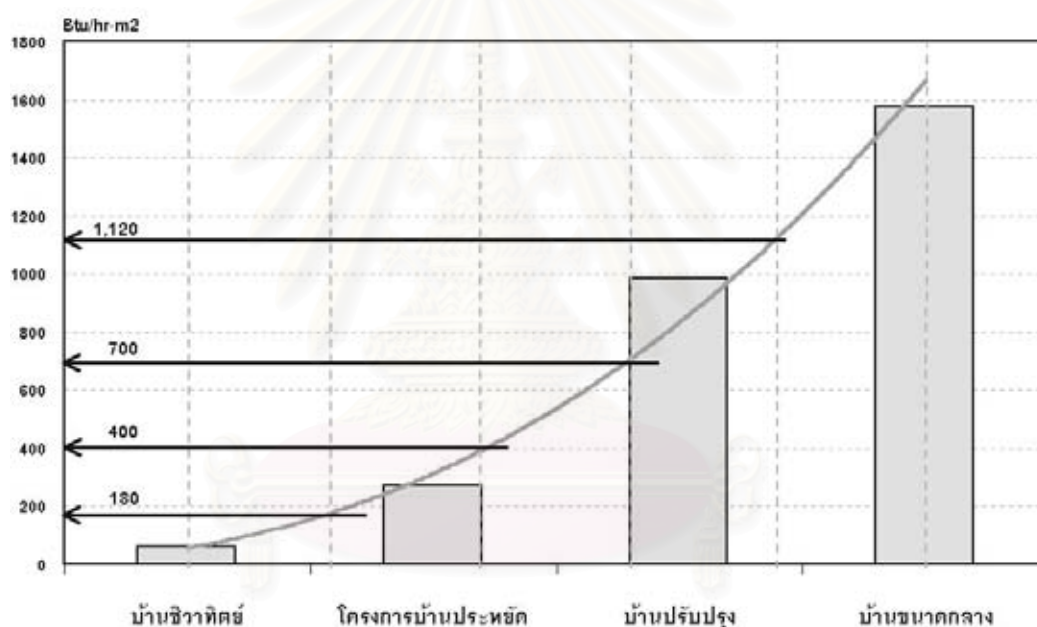
2) อาคารปรับอากาศ

เนื่องจากค่าที่ได้เป็นค่าพลังงานต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ใช้สอย การแบ่งค่าระดับคะแนนจึงพิจารณาจากค่าพลังงานต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ใช้สอยของกลุ่มอาคารตัวอย่าง เพื่อนำมาแบ่งระดับค่าคะแนน โดยได้อ้างอิงจากงานวิจัยของ กัมปนาท กระจุกชัย เรื่องแนวทางการสร้างแบบประเมินอาคารปรับอากาศ เพื่อประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานในภูมิภาคเขตร้อนชื้น โดยนำปริมาณการทำความเย็นรวมของบ้านพักอาศัย 4 กลุ่มที่มีค่าการทำความเย็นต่อพื้นที่การใช้งานต่ำที่สุด จนถึงกลุ่มบ้านพักอาศัยที่มีค่าการทำความเย็นต่อพื้นที่ใช้งานสูงที่สุด

มาสร้างแผนภูมิแสดงเส้นแนวโน้มภาระการทำความเย็นของบ้านพักอาศัย เพื่อสร้างระดับของคะแนนที่เกิดจากการประเมินค่า

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าภาระการทำความเย็นของบ้านพักอาศัยแต่ละกลุ่ม

กลุ่มบ้านพักอาศัย	ภาระการทำความเย็น Btu/h/พื้นที่ใช้งาน m^2	ภาระการทำความเย็น Watt/พื้นที่ใช้งาน m^2
1. บ้านชีวาทิพย์	62.07	18.19
2. โครงการบ้านประหยัดพลังงาน 2 ชั้น	272.97	80.00
3. กลุ่มบ้านพักอาศัยปรับปรุงวัสดุ	986.62	289.18
4. กลุ่มบ้านพักอาศัยขนาดกลาง	1,575.51	461.78



แผนภูมิที่ 4.2 แสดงการแบ่งระดับค่าคะแนนจากแนวโน้มภาระการทำความเย็นของกลุ่มบ้านพักอาศัย

เมื่อสร้างเส้นแนวโน้มภาระการทำความเย็นของบ้านพักอาศัยแล้ว ค่าระดับคะแนนที่ใช้วัดศักยภาพของบ้านพักอาศัยปรับอากาศ 5 ระดับ จะเป็นค่าที่ได้จากแบบประเมินในแต่ละส่วน ซึ่งสามารถสร้างเกณฑ์วัดระดับศักยภาพของบ้านพักอาศัยปรับอากาศได้ดังนี้

ค่าดัชนีเบอร์ 5 คือ อาคารพักอาศัยที่มีค่าภาระการทำความเย็นสูงสุดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ใช้สอยน้อยกว่า 180 Btu/hr-m² ใช้สอย

ค่าดัชนีเบอร์ 4 คือ อาคารพักอาศัยที่มีค่าภาระการทำความเย็นสูงสุดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ใช้สอยระหว่าง 180-400 Btu/hr-m² ใช้สอย

ค่าดัชนีเบอร์ 3 คือ อาคารพักอาศัยที่มีค่าภาระการทำความเย็นสูงสุดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ใช้สอยระหว่าง 400-700 Btu/hr-m² ใช้สอย

ค่าดัชนีเบอร์ 2 คือ อาคารพักอาศัยที่มีค่าภาระการทำความเย็นสูงสุดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ใช้สอยระหว่าง 700-1,120 Btu/hr-m² ใช้สอย

ค่าดัชนีเบอร์ 1 คือ อาคารพักอาศัยที่มีค่าภาระการทำความเย็นสูงสุดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ใช้สอยมากกว่า 1,120 Btu/hr-m² ใช้สอย

3) อาคารระบบผสม

เนื่องจากเป็นการพิจารณาทั้ง 2 กรณีดังนั้นจึงใช้เทคนิคการให้ความสำคัญ โดยการถ่วงค่าน้ำหนักดัชนีทั้ง 2 กรณี พิจารณาได้จากพื้นที่การใช้งาน กิจกรรมและสภาวะที่เหมาะสมกำหนดเป็นพื้นที่ควบคุม 3 รูปแบบ คือ พื้นที่ที่ไม่จำเป็นต้องมีการควบคุมสภาพแวดล้อม พื้นที่ที่จำเป็นต้องมีการควบคุมสภาพแวดล้อมอย่างสมบูรณ์ และพื้นที่ที่ก้ำกึ่งระหว่างทั้ง 2 แบบทั้งนี้เพื่อการยืดหยุ่นในการใช้งานและการออกแบบ ทั้งนี้ในการศึกษาเบื้องต้นกำหนดให้มีสัดส่วนของความสำคัญที่สอดคล้องกับระดับค่าดัชนีการใช้พลังงาน ดังนี้

ระดับที่ 1 ค่าน้ำหนักเป็น 5 สำหรับการพิจารณาการใช้พื้นที่ได้ถูกต้องตามความเหมาะสมของพื้นที่การใช้งานกับการควบคุมสภาพอากาศข้างต้น

ระดับที่ 2 ค่าน้ำหนักเป็น 5 สำหรับการพิจารณาการใช้พื้นที่ในส่วนที่มีการยืดหยุ่นการใช้งานของระบบทั้งสองแบบ

ระดับที่ 3 ค่าน้ำหนักเป็น 1 สำหรับการพิจารณาการใช้พื้นที่ไม่ถูกต้องตามความเหมาะสมของพื้นที่การใช้งานกับการควบคุมสภาพอากาศข้างต้น

เมื่อได้ค่าความสำคัญแล้ว ให้พิจารณาควบคู่กับค่าพื้นที่การใช้งาน แยกเป็น 2 ระบบ(ระบบปรับอากาศและระบบไม่ปรับอากาศ) โดยนำค่าความสำคัญ x ค่าพื้นที่ใช้งานส่วนนั้น หาผลรวมของค่าที่ได้ทั้งหมดหารด้วยผลรวมของค่าพื้นที่ใช้สอยทั้งหมด ได้เป็นค่าประสิทธิภาพของการใช้พื้นที่ของระบบนั้น

หาค่าดัชนีโดยการรวมค่าดัชนีของระบบไม่ปรับอากาศ x ค่าประสิทธิภาพของการใช้พื้นที่ของระบบไม่ปรับอากาศ กับ ค่าดัชนีของระบบปรับอากาศ x ค่าประสิทธิภาพของการใช้พื้นที่ของระบบปรับอากาศ แล้ว หารด้วยผลรวมของค่าค่าประสิทธิภาพของการใช้พื้นที่ของระบบไม่ปรับอากาศ กับ ค่าประสิทธิภาพของการใช้พื้นที่ของระบบปรับอากาศ

$$\text{นั่นคือ } Elh = \frac{[a \times Ela] + (p \times Elp)}{(a+p)}$$

$$\text{เมื่อ } Elh = \text{ค่าดัชนีอาคารระบบผสม}$$

$$Ela = \text{ค่าดัชนีอาคารระบบปรับอากาศ}$$

	E_{lp}	=	ค่าดัชนีอาคารระบบไม่ปรับอากาศ
	a	=	ค่าประสิทธิภาพของการใช้พื้นที่ของระบบปรับอากาศ
	p	=	ค่าประสิทธิภาพของการใช้พื้นที่ของระบบไม่ปรับอากาศ
และ	a	=	$[(w \times Aa_1) + (w \times Aa_2) + \dots + (w \times Aa_n)] / (Aa_1 + Aa_2 + \dots + Aa_n)$
	p	=	$[(w \times Ap_1) + (w \times Ap_2) + \dots + (w \times Ap_n)] / (Aa_1 + Ap_2 + \dots + Ap_n)$
เมื่อ	w	=	ค่าความสำคัญ
	Aa	=	พื้นที่ใช้งานที่มีการใช้ระบบปรับอากาศ
	Ap	=	พื้นที่ใช้งานที่ไม่มีการใช้ระบบปรับอากาศ

ทั้งนี้เพื่อความยืดหยุ่นของโปรแกรม สามารถที่จะกำหนดค่าน้ำหนักให้กับค่าดัชนีทั้ง 2 ระบบได้ต่างหาก

สรุป การประมวลผลเพื่อหาค่าคะแนนสำหรับอาคารไม่ปรับอากาศจะพิจารณาจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบาย(ค่าอุณหภูมิเสมือน) สำหรับอาคารปรับอากาศจะพิจารณาค่าภาระการทำความเย็นสูงสุดเป็นค่าคะแนน และสำหรับอาคารที่ใช้ระบบผสมจะพิจารณาในลักษณะค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักความสำคัญของพื้นที่ที่ใช้ระบบธรรมชาติและระบบปรับอากาศ โดยแยกระดับการวัดค่าดัชนีออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับแรกเป็นการวัดศักยภาพของการออกแบบอาคาร ระดับที่ 2 เป็นการวัดศักยภาพของการออกแบบอาคารโดยคำนึงถึงอิทธิพลของสภาพแวดล้อมอาคาร และระดับที่ 3 เป็นการวัดศักยภาพของการออกแบบอาคารโดยคำนึงถึงอิทธิพลของสภาพแวดล้อมอาคารและพฤติกรรมการใช้

บทที่ 5

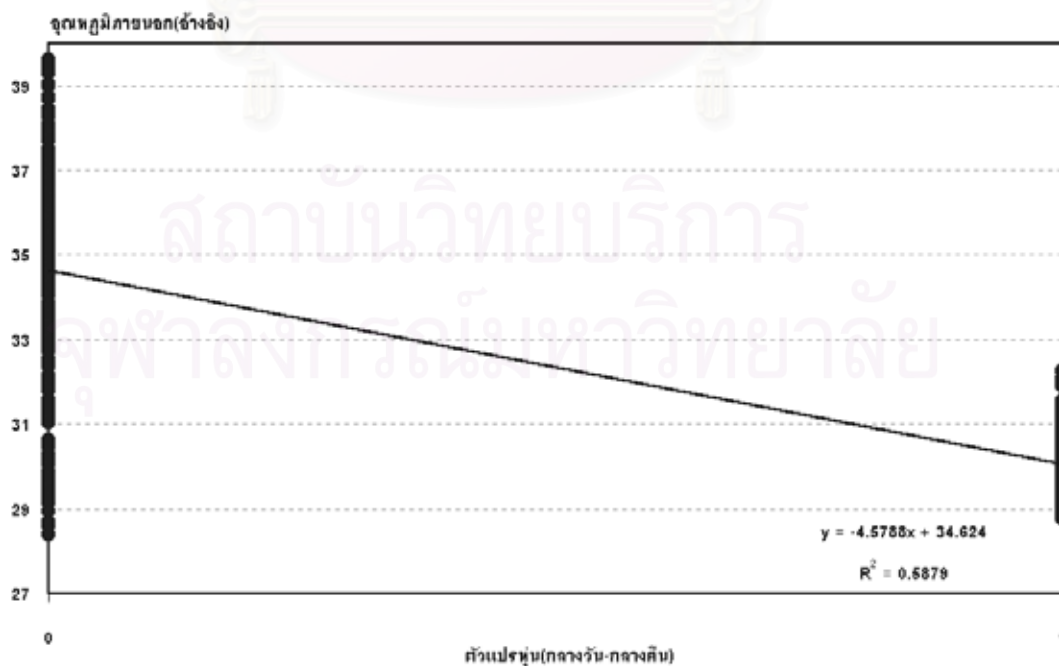
การสร้างสมการเพื่อการประมวลผล

เกี่ยวเนื่องจากส่วนของการประมวลผลข้อมูลที่ต้องอาศัยสมการเพื่อการประมาณค่าตัวแปรบางส่วน ในบทนี้จะเป็นการอธิบายการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้สมการดังกล่าว ได้ดังนี้

1. สมการประมาณค่าอุณหภูมิอากาศเนื่องจากสภาพแวดล้อม

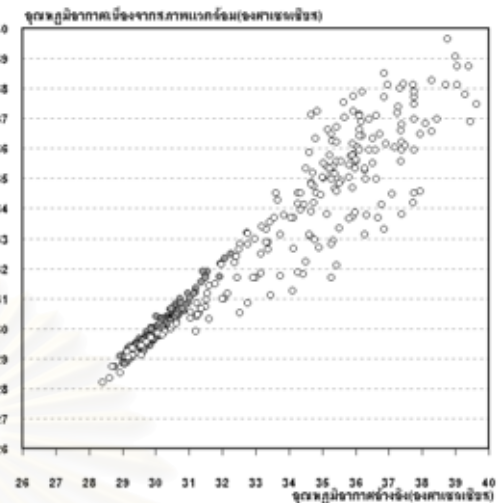
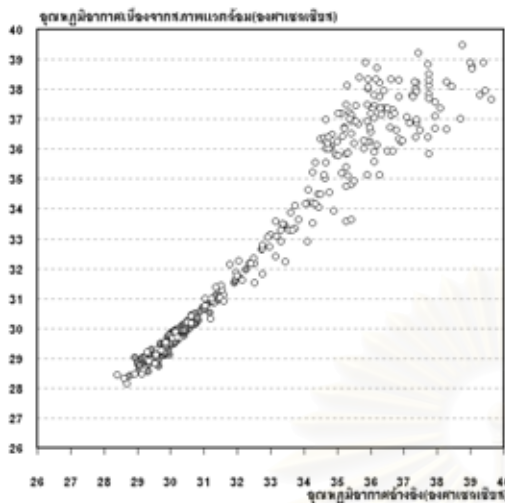
เพื่อสร้างสมการสำหรับการประมาณค่าอุณหภูมิอากาศเนื่องจากสภาพแวดล้อม ได้ทำการเก็บข้อมูลจริงจากกลุ่มตัวอย่างสภาพแวดล้อมบริเวณเรือนไทยแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในช่วงวันที่ 10-14 เมษายน พ.ศ. 2547 พบว่าอุณหภูมิจากสภาพแวดล้อมแบบต่างๆมีค่าใกล้เคียงกันแต่จะแตกต่างกันมากในช่วงกลางวัน ดังนั้นจึงพิจารณาแยกวิเคราะห์ช่วงกลางวันและกลางคืนจากแผนภูมิที่ 5.1 พบว่าช่วงกลางวันการกระจายของข้อมูลค่อนข้างชัดเจนกว่ากลางคืน ดังนั้นจึงทำการกำหนดตัวแปรต้นเป็น อุณหภูมิอ้างอิง(T_0) และตัวแปรหุ่นช่วงเวลา(time:กลางวันเป็น 0 กลางคืนเป็น 1)

ในการสร้างสมการดังกล่าวใช้ระเบียบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในรูปแบบ $\hat{Y} = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2$ ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel โดยเครื่องมือวิเคราะห์ Regression มีรายละเอียดดังนี้



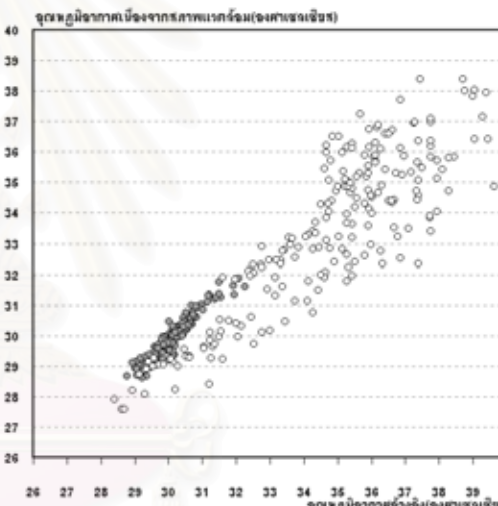
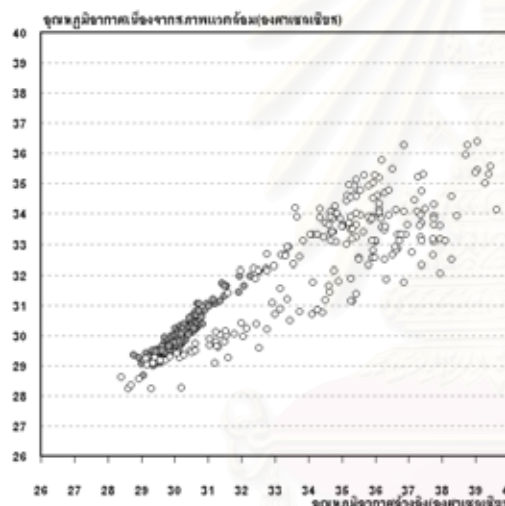
แผนภูมิที่ 5.1.1 แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและช่วงเวลากลางวัน-กลางคืน

แผนภูมิแสดงการกระจาย เมื่อ จุดสีขาวเป็นช่วงกลางวัน และจุดสีดำเป็นช่วงกลางคืน



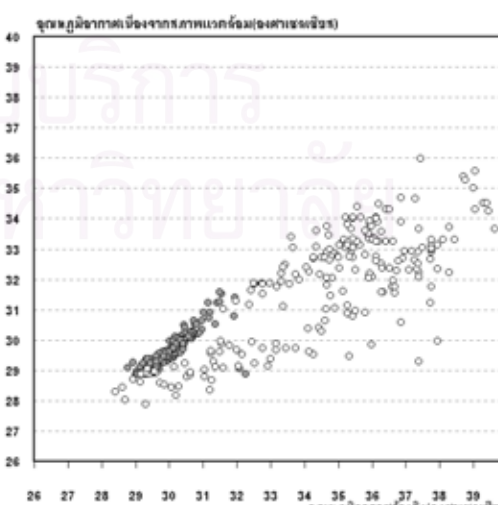
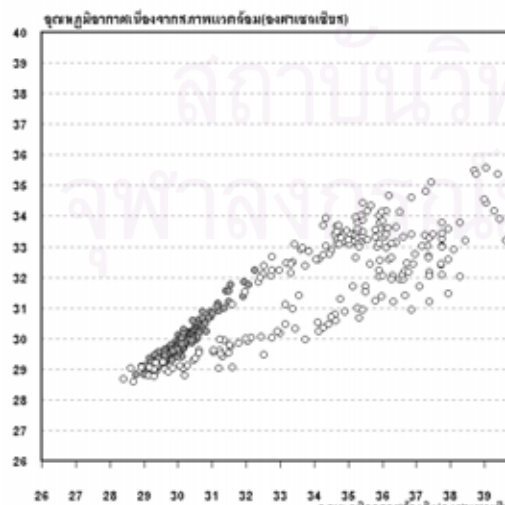
แผนภูมิที่ 5.1.2 สภาพแวดล้อมลานคอนกรีต

แผนภูมิที่ 5.1.3 สภาพแวดล้อมสนามหญ้า



แผนภูมิที่ 5.1.4 สภาพแวดล้อมใต้ต้นไม้

แผนภูมิที่ 5.1.5 สภาพแวดล้อมริมสระน้ำกลางแจ้ง



แผนภูมิที่ 5.1.6 สภาพแวดล้อมใต้ต้นไม้ริมสระน้ำ

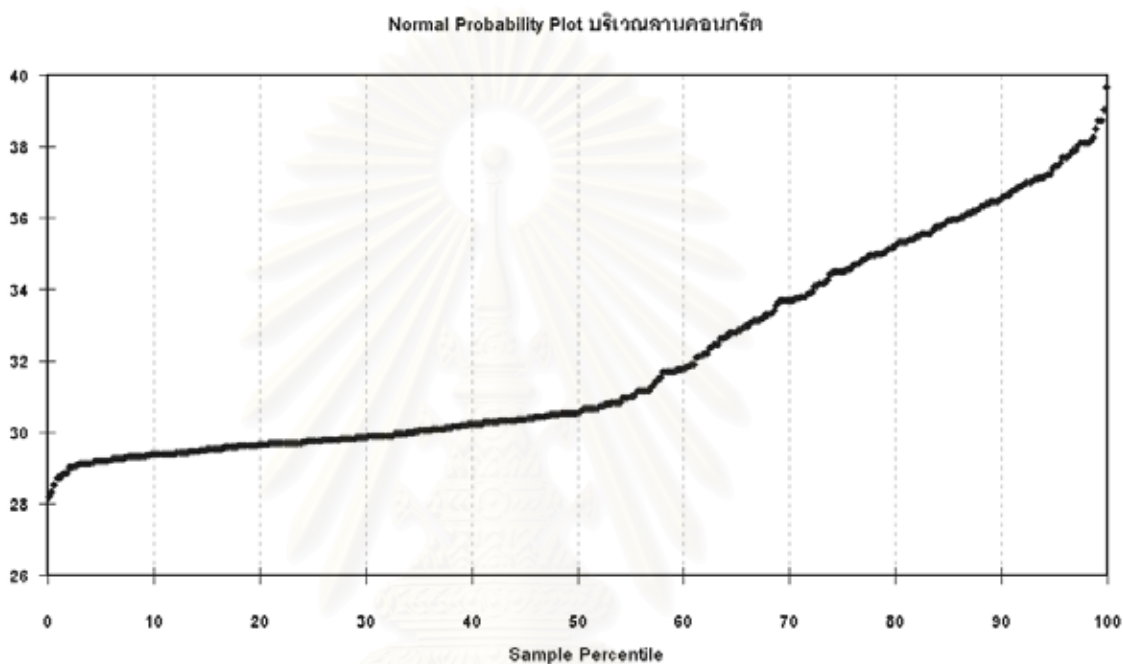
แผนภูมิที่ 5.1.7 สภาพแวดล้อมใต้ต้นไม้ใหญ่ริมสระน้ำในร่ม

1) บริเวณลานคอนกรีต

$$\text{สมการ } T_{mic} = 1.5843 + 0.9383 \times T_o + 0.2057 \times \text{time}$$

1.1) การวิเคราะห์การกระจายของกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาข้อมูลพบว่าค่าสูงสุดเป็น 39.65 องศาเซลเซียส ต่ำสุดเป็น 28.21 องศาเซลเซียส และค่าเฉลี่ยเป็น 32.07 องศาเซลเซียส มีค่ามาตรฐานเป็น 2.85



แผนภูมิที่ 5.1.1.1 แสดง Normal Probability Plot สภาพแวดล้อมบริเวณลานคอนกรีต

จากแผนภูมิที่ 5.1.1.1 แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูลใกล้เคียงโค้งปกติจะเห็นได้ว่า จากตัวอย่างที่นำมาพิจารณาจัดให้อยู่ในรูปของ Standardized แล้วพบว่ามีค่าสูงสุดเป็น 2.66 ต่ำสุดเป็น -1.36 แสดงให้เห็นว่าการเก็บข้อมูลไม่มีข้อมูลที่แปลกแยกออกจากกลุ่ม

1.2) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการถดถอยเชิงซ้อนด้วยค่าสถิติ

ตารางที่ 5.1.1.1 แสดงค่า Regression Statistics : $T_{mic}(T_o, \text{time})$

Multiple R	0.9568
R Square	0.9155
Adjusted R Square	0.9151
Standard Error	0.8301
Observations	414

จากค่า Multiple R เป็น 0.9568 แสดงว่าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามค่อนข้างสูง จากตัวอย่างแสดงว่ากลุ่มตัวแปรอิสระมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามคือน้ำหนักค่อนข้างสูง ค่า R Square เป็น 0.9155 ค่า Adjusted R Square เป็น 0.9151 แสดงอิทธิพลระหว่างตัวแปรอิสระเองเล็กน้อย เมื่อพิจารณาจาก ค่า Adjusted R Square ค่า Standard Error แสดงว่าในการประมาณค่าน้ำหนักด้วยตัวแปรอิสระมีค่าความคลาดเคลื่อน(Standard Error) ประมาณ 0.83 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 5.1.1.2 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) : Tmic(To,time)

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	2	3,069.8606	1,534.9303	2,227.3091	2.7E-221
Residual	411	283.2370	0.6891		
Total	413	3,353.0976			

ในการประมาณค่าตัวแปรตามด้วยตัวแปรอิสระ 2 ตัวแปร(df = 2) โดยวิธีการกำลังสองน้อยที่สุด มีค่าความแปรปรวนของอิทธิพลในส่วนที่สามารถที่อธิบายได้ ($\sum(y - \bar{y})^2$) เป็น 3,069.8606 และอิทธิพลจากแหล่งอื่นที่อธิบายไม่ได้ในการประมาณค่า $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ ด้วย b_0, b_1, b_2 ค่า df1= 2 และ df2= 411 มีค่าความแปรปรวนที่อธิบายไม่ได้($\sum(y - \bar{y})^2$)เป็น 283.2370

1.3) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการทดสอบเชิงซ้อนด้วยการทดสอบสมมติฐาน

จากสมการการถดถอย นำมาพิจารณาวิเคราะห์ความแปรปรวนว่าสามารถใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดในการประมาณค่าตัวแปรตามได้หรือไม่โดยใช้การทดสอบด้วยค่าสถิติ F

กำหนดสมมติฐาน คือ

H_0 : ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีผลต่อตัวแปรตาม(Tmic) หรือ $To = time = 0$

H_1 : ตัวแปรอิสระทุกตัวมีผลต่อตัวแปรตาม(Tmic)หรือ $To \neq 0$ หรือ $time \neq 0$

ค่า $F = MSR/MSE = 1,534.9303/0.6891 = 2,227.3091$ ซึ่งมากกว่าค่า F ที่ได้จากการเปิดตาราง(4.61) (df1=2, df2=411, $\alpha = 0.01$)

ดังนั้นจึงตกอยู่บนเขตวิกฤตปฏิเสธสมมติฐานว่าง(H_0)ยอมรับสมมติฐานแย้ง(H_1)

และจากค่า Significance F = 2.7E-221 (2.7×10^{-221}) มีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ ($\alpha = 0.01$) หรือค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 99% จึงสรุปได้ว่ามีตัวแปรอิสระบางตัวหรือทุกตัวที่สามารถนำไปใช้ในการประมาณค่าตัวแปรตามได้

ตารางที่ 5.1.1.3 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ : Tmic(To,time)

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 90.0%	Upper 90.0%
Intercept	1.5844	0.7394	2.1428	0.0327	0.1309	3.0378	0.1309	3.0378
To	0.9383	0.0213	44.0716	8E-158	0.8965	0.9802	0.8965	0.9802
time	0.2057	0.1271	1.6180	0.1064	-0.0442	0.4556	-0.0442	0.4556

จากรูปแบบสมการ $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon$

สมการการประมาณ $\hat{Y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2$

$$Tmic = 1.5844 + 0.9383To + 0.2057time$$

เพื่อทดสอบว่าควรที่จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์ b_1, b_2, \dots และ b_0 หรือไม่โดยใช้ค่าสถิติ t Stat และ P-value ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรอิสระ To และ time

1.4) ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ (t Stat)

กำหนดสมมติฐาน คือ

H_0 : ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการควรเป็นศูนย์ หรือ $\beta_i = 0 ; i = 1, 2$

H_1 : ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการไม่ควรเป็นศูนย์ หรือ $\beta_i \neq 0 ; i = 1, 2$

และ ค่าระดับนัยสำคัญ(α) เป็น 0.1 ค่า t จากตารางคือ 1.282 เมื่อ df เป็น 411

1.5) ทดสอบตัวแปรอิสระ (P-value)

กำหนดสมมติฐาน คือ

H_0 : ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีผลต่อตัวแปรตาม(น้ำหนัก) หรือ $To = time = 0$

H_1 : ตัวแปรอิสระทุกตัวมีผลต่อตัวแปรตาม(น้ำหนัก) หรือ $To \neq 0$ หรือ $time \neq 0$

และ ค่าระดับนัยสำคัญ(α) เป็น 0.10

แสดงถึงการยอมรับสมมติฐานแย้งยอมรับว่าค่าสัมประสิทธิ์มีผลต่อการประมาณค่าน้ำหนักจริงที่ระดับความเชื่อมั่น 90% ดังแสดงในตารางที่ 5.1.1.4

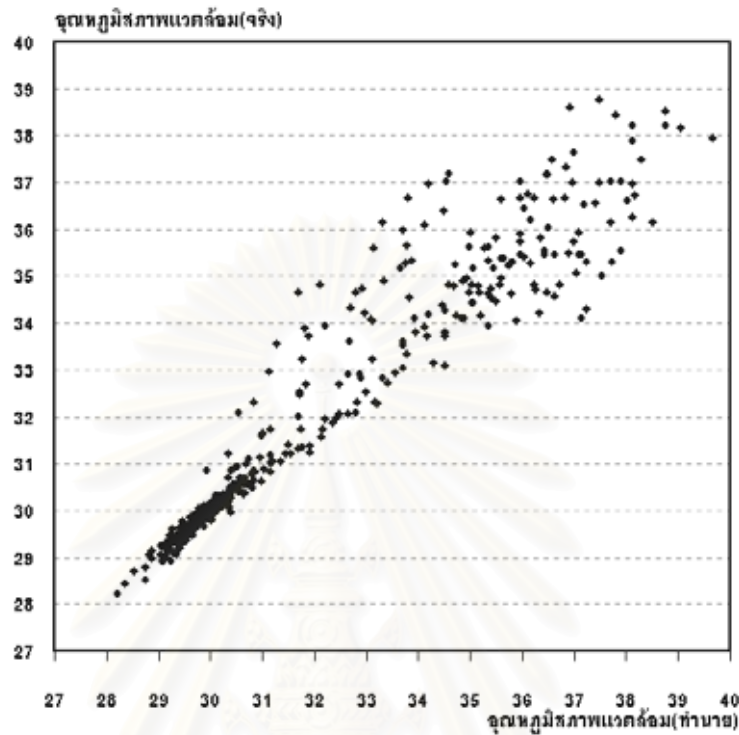
ตารางที่ 5.1.1.4 แสดงค่าการทดสอบทางสถิติ : Tmic(To,time)

	ค่า t Stat	การยอมรับ	ค่า P-value	การยอมรับ
Intercept	2.1428	ยอมรับ H_1 และ ปฏิเสธ H_0	0.0327	ยอมรับ H_1 และ ปฏิเสธ H_0
To	44.0716	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1	8E-158	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1
time	1.6180	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1	0.1064*	ไม่ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1

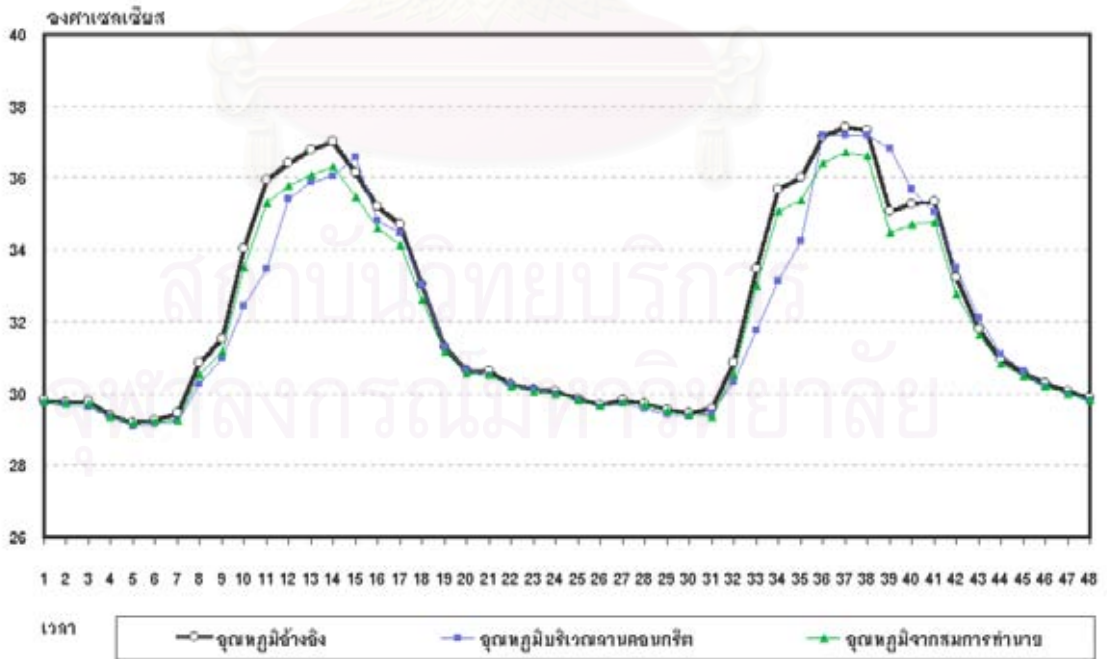
สรุปผลว่า ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซนต์ ตัวแปรอิสระที่ควรที่จะสามารถนำมาประมาณค่าคุณภูมิสภาพแวดล้อมได้ คือ คุณภูมิอ้างอิง(To) และช่วงเวลา(time)

(*เนื่องจากค่า P-value มีค่าใกล้เคียงค่า α และสามารถปรับปรุงได้อีกในขั้นตอนนี้จึงพิจารณาใช้ตัวแปร time)

1.5) พิจารณาศักยภาพของสมการถดถอย $T_{mic}=1.5843+0.9383 \times T_o+0.2057 \times \text{time}$ เพื่อแสดงระดับความน่าเชื่อถือของสมการข้างต้นสำหรับการวิเคราะห์ในปัจจุบัน



แผนภูมิที่ 5.1.1.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสภาพแวดล้อมจริงกับอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่ได้จากสมการประมาณ $T_{mic}=1.5843+0.9383 \times T_o+0.2057 \times \text{time}$



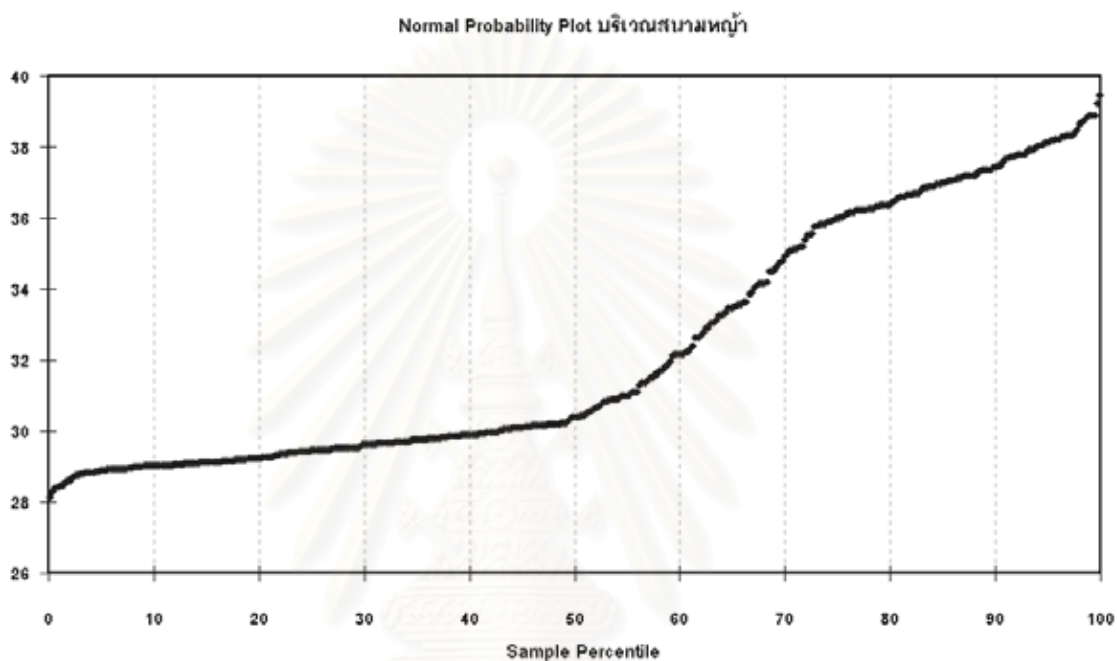
แผนภูมิที่ 5.1.1.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสภาพแวดล้อมอ้างอิง อุณหภูมิสภาพแวดล้อมจริงและอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่ได้จากสมการประมาณ $T_{mic}=1.5843+0.9383 \times T_o+0.2057 \times \text{time}$

2) บริเวณสนามหญ้า

สมการ $T_{mic} = -2.0570 + 1.0663 \times T_o + 0.3599 \times \text{time}$

2.1) การวิเคราะห์การกระจายของกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาข้อมูลพบว่าค่าสูงสุดเป็น 39.47 องศาเซลเซียส ต่ำสุดเป็น 28.14 องศาเซลเซียส และค่าเฉลี่ยเป็น 32.29 องศาเซลเซียส มีค่ามาตรฐานเป็น 3.40



แผนภูมิที่ 5.1.2.1 แสดง Normal Probability Plot สภาพแวดล้อมบริเวณสนามหญ้า

จากแผนภูมิที่ 5.1.2.1 แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูลใกล้เคียงโค้งปกติจะเห็นได้ว่า จากตัวอย่างที่นำมาพิจารณาจัดให้อยู่ในรูปของ Standardized แล้วพบว่ามีค่าสูงสุดเป็น 2.11 ต่ำสุดเป็น -1.22 แสดงให้เห็นว่าการเก็บข้อมูลไม่มีข้อมูลที่แปลกแยกออกจากกลุ่ม

2.2) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการถดถอยเชิงซ้อนด้วยค่าสถิติ

ตารางที่ 5.1.2.1 แสดงค่า Regression Statistics : $T_{mic}(T_o, \text{time})$

Multiple R	0.9782
R Square	0.9568
Adjusted R Square	0.9566
Standard Error	0.7086
Observations	414

จากค่า Multiple R เป็น 0.9768 แสดงว่าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามค่อนข้างสูง จากตัวอย่างแสดงว่ากลุ่มตัวแปรอิสระมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามคือน้ำหนักค่อนข้างสูง ค่า R Square เป็น 0.9568 ค่า Adjusted R Square เป็น 0.9566 แสดงอิทธิพลระหว่างตัวแปรอิสระเอง เล็กน้อย เมื่อพิจารณาจาก ค่า Adjusted R Square ค่า Standard Error แสดงว่าในการประมาณค่าน้ำหนักด้วยตัวแปรอิสระมีค่าความคลาดเคลื่อน(Standard Error) ประมาณ 0.71 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 5.1.2.2 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) : Tmic(To,time)

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	2	4,572.04	2,286.02	4,552.62	3.7E-281
Residual	411	206.38	0.50		
Total	413	4,778.42			

ในการประมาณค่าตัวแปรตามด้วยตัวแปรอิสระ 2 ตัวแปร(df = 2) โดยวิธีการกำลังสองน้อยที่สุด มีค่าความแปรปรวนของอิทธิพลในส่วนที่สามารถที่อธิบายได้ ($\sum(y - \bar{y})^2$) เป็น 4,572.04 และอิทธิพลจากแหล่งอื่นที่อธิบายไม่ได้ในการประมาณค่า $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ ด้วย b_0, b_1, b_2 ค่า df1= 2 และ df2= 411 มีค่าความแปรปรวนที่อธิบายไม่ได้($\sum(y - \bar{y})^2$)เป็น 206.38

2.3) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการถดถอยเชิงซ้อนด้วยการทดสอบสมมติฐาน

จากสมการการถดถอย นำมาพิจารณาวิเคราะห์ความแปรปรวนว่าสามารถใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดในการประมาณค่าตัวแปรตามได้หรือไม่โดยใช้การทดสอบด้วยค่าสถิติ F

กำหนดสมมติฐาน คือ

H_0 : ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีผลต่อตัวแปรตาม(Tmic) หรือ $To = time = 0$

H_1 : ตัวแปรอิสระทุกตัวมีผลต่อตัวแปรตาม(Tmic)หรือ $To \neq 0$ หรือ $time \neq 0$

ค่า $F = MSR/MSE = 2,286.02 / 0.50 = 4,552.62$ ซึ่งมากกว่าค่า F ที่ได้จากการเปิดตาราง(4.61) (df1=2, df2=411, $\alpha = 0.01$)

ดังนั้นจึงตกอยู่บนเขตวิกฤตปฏิเสธสมมติฐานว่าง(H_0)ยอมรับสมมติฐานแย้ง(H_1)

และจากค่า Significance F = 3.7E-281 (3.7×10^{-281}) มีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ ($\alpha = 0.01$) หรือค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 99% จึงสรุปได้ว่ามีตัวแปรอิสระบางตัวหรือทุกตัวที่สามารถนำไปใช้ในการประมาณค่าตัวแปรตามได้

ตารางที่ 5.1.2.3 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ : Tmic(To,time)

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 90.0%	Upper 90.0%
Intercept	-2.0570	0.6311	-3.2592	0.0012	-3.2977	-0.8163	-3.2977	-0.8163
To	1.0663	0.0182	58.6729	7.4E-202	1.0306	1.1021	1.0306	1.1021
time	-0.3599	0.1085	-3.3165	0.0010	-0.5733	-0.1466	-0.5733	-0.1466

จากรูปแบบสมการ $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon$

สมการการประมาณ $\hat{Y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2$

$$Tmic = -2.0570 + 1.0663To - 0.3599time$$

เพื่อทดสอบว่าควรที่จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์ b_1, b_2, \dots และ b_0 หรือไม่โดยใช้ค่าสถิติ t Stat และ P-value ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรอิสระ To และ time

1.4) ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ (t Stat)

กำหนดสมมติฐาน คือ

H_0 : ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการควรเป็นศูนย์ หรือ $\beta_i = 0 ; i = 1, 2$

H_1 : ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการไม่ควรเป็นศูนย์ หรือ $\beta_i \neq 0 ; i = 1, 2$

และ ค่าระดับนัยสำคัญ(α) เป็น 0.1 ค่า t จากตารางคือ 1.282 เมื่อ df เป็น 411

1.5) ทดสอบตัวแปรอิสระ (P-value)

กำหนดสมมติฐาน คือ

H_0 : ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีผลต่อตัวแปรตาม(น้ำหนัก) หรือ $To = time = 0$

H_1 : ตัวแปรอิสระทุกตัวมีผลต่อตัวแปรตาม(น้ำหนัก) หรือ $To \neq 0$ หรือ $time \neq 0$

และ ค่าระดับนัยสำคัญ(α) เป็น 0.10

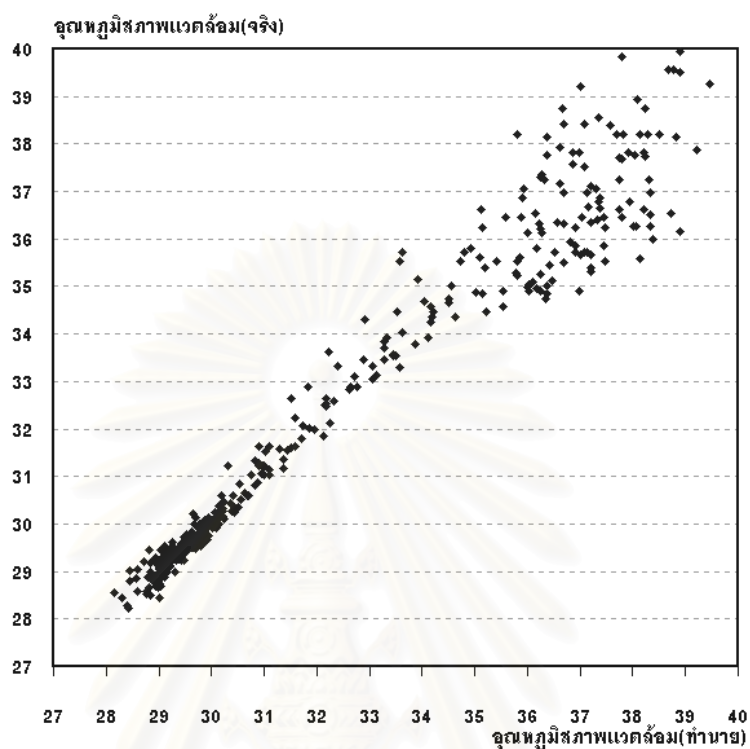
แสดงถึงการยอมรับสมมติฐานแย้งยอมรับว่าค่าสัมประสิทธิ์มีผลต่อการประมาณค่าน้ำหนักจริงที่ระดับความเชื่อมั่น 90% ดังแสดงในตารางที่ 5.1.2.4

ตารางที่ 5.1.2.4 แสดงค่าการทดสอบทางสถิติ : Tmic(To,time)

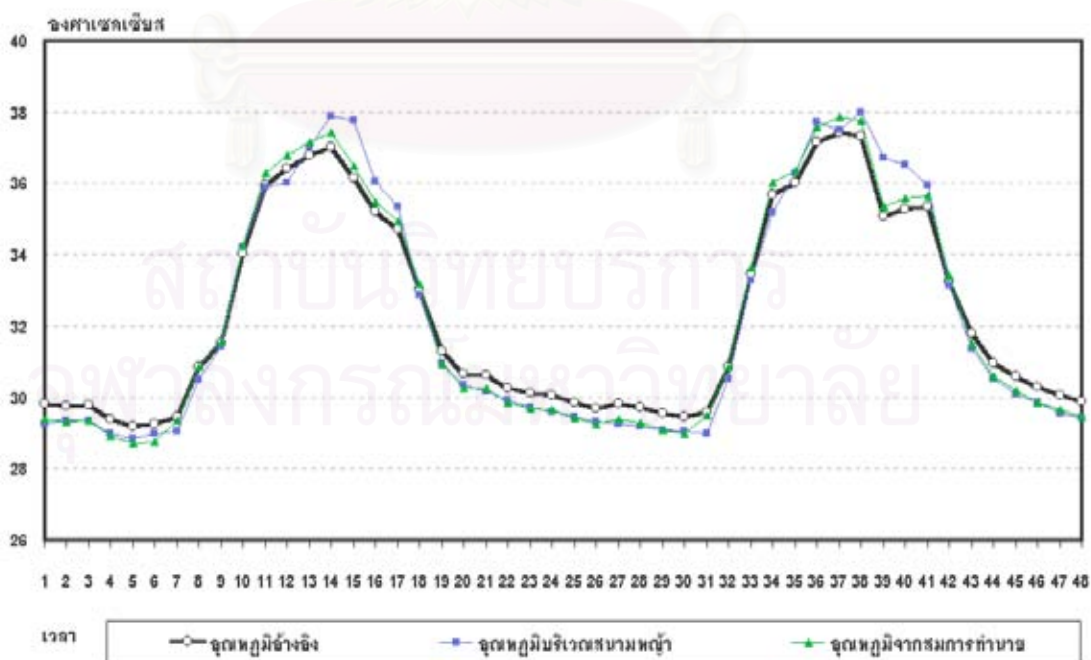
	ค่า t Stat	การยอมรับ	ค่า P-value	การยอมรับ
Intercept	-3.2592	ยอมรับ H_1 และ ปฏิเสธ H_0	0.0012	ยอมรับ H_1 และ ปฏิเสธ H_0
To	58.6729	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1	7.4E-202	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1
time	-3.3165	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1	0.0010	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1

สรุปผลว่า ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซนต์ ตัวแปรอิสระที่ควรที่จะสามารถนำมาประมาณค่าคุณภูมิสภาพแวดล้อมได้ คือ คุณภูมิข้างอิง(To) และช่วงเวลา(time)

2.5) พิจารณาศักยภาพของสมการถดถอย $Tmic = -2.0570 + 1.0663To - 0.3599time$ เพื่อแสดงระดับความน่าเชื่อถือของสมการข้างต้นสำหรับการวิเคราะห์ในปัจจุบัน



แผนภูมิที่ 5.1.2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดหมีสภาพแวดล้อมจริงกับจุดหมีสภาพแวดล้อมที่ได้จากสมการประมาณ $Tmic = -2.0570 + 1.0663To - 0.3599time$



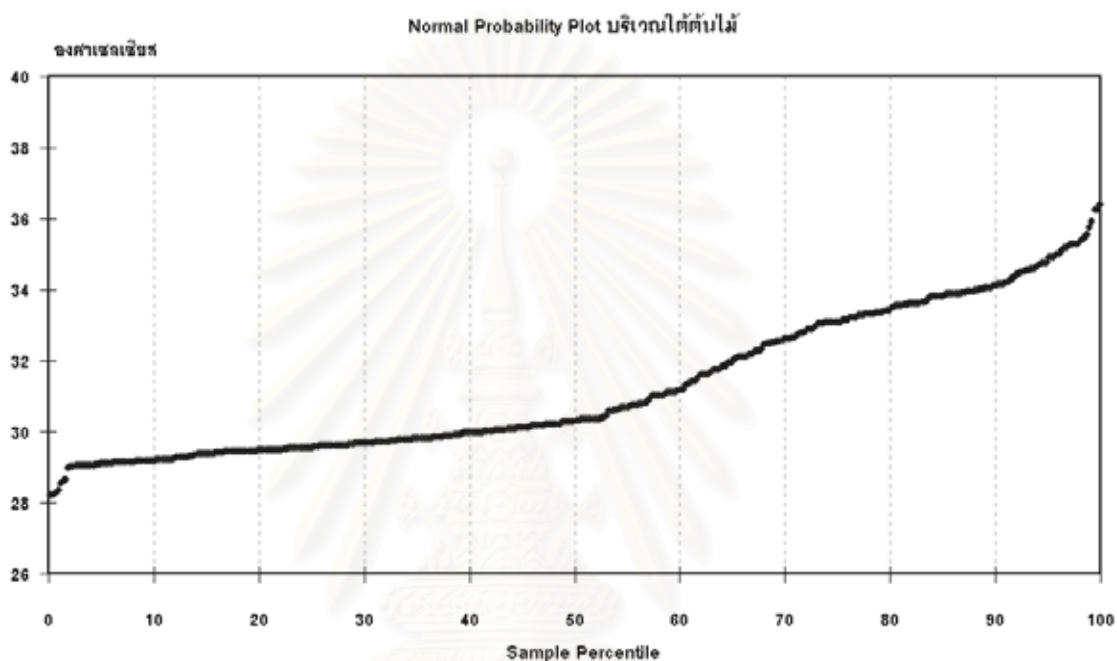
แผนภูมิที่ 5.1.2.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดหมีสภาพแวดล้อมอ้างอิง จุดหมีสภาพแวดล้อมจริงและจุดหมีสภาพแวดล้อมที่ได้จากสมการประมาณ $Tmic = -2.0570 + 1.0663To - 0.3599time$

3) บริเวณใต้ต้นไม้

สมการ $T_{mic} = 10.0263 + 0.6514 \times T_o + 0.2780 \times \text{time}$

3.1) การวิเคราะห์การกระจายของกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาข้อมูลพบว่าค่าสูงสุดเป็น 36.40 องศาเซลเซียส ต่ำสุดเป็น 28.23 องศาเซลเซียส และค่าเฉลี่ยเป็น 31.25 องศาเซลเซียส มีค่ามาตรฐานเป็น 2.00



แผนภูมิที่ 5.1.3.1 แสดง Normal Probability Plot สภาพแวดล้อมบริเวณใต้ต้นไม้

จากแผนภูมิที่ 5.1.3.1 แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูลใกล้เคียงโค้งปกติจะเห็นได้ว่า จากตัวอย่างที่นำมาพิจารณาจัดให้อยู่ในรูปของ Standardized แล้วพบว่ามีค่าสูงสุดเป็น 2.11 ต่ำสุดเป็น -1.22 แสดงให้เห็นว่าการเก็บข้อมูลไม่มีข้อมูลที่แปลกแยกออกจากกลุ่ม

3.2) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการถดถอยเชิงซ้อนด้วยค่าสถิติ

ตารางที่ 5.1.3.1 แสดงค่า Regression Statistics : $T_{mic}(T_o, \text{time})$

Multiple R	0.9212
R Square	0.8485
Adjusted R Square	0.8478
Standard Error	0.7803
Observations	414

จากค่า Multiple R เป็น 0.9212 แสดงว่าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามค่อนข้างสูง จากตัวอย่างแสดงว่ากลุ่มตัวแปรอิสระมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามคือน้ำหนักค่อนข้างสูง ค่า R Square เป็น 0.8485 ค่า Adjusted R Square เป็น 0.8478 แสดงอิทธิพลระหว่างตัวแปรอิสระเอง เล็กน้อย เมื่อพิจารณาจาก ค่า Adjusted R Square ค่า Standard Error แสดงว่าในการประมาณค่าน้ำหนักด้วยตัวแปรอิสระมีค่าความคลาดเคลื่อน(Standard Error) ประมาณ 0.78 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 5.1.3.2 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) : Tmic(To,time)

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	2	1,401.86	700.93	1,151.10	3.7E-169
Residual	411	250.27	0.61		
Total	413	1,652.13			

ในการประมาณค่าตัวแปรตามด้วยตัวแปรอิสระ 2 ตัวแปร(df = 2) โดยวิธีการกำลังสองน้อยที่สุด มีค่าความแปรปรวนของอิทธิพลในส่วนที่สามารถที่อธิบายได้ ($\sum(y - \bar{y})^2$) เป็น 1,401.86 และอิทธิพลจากแหล่งอื่นที่อธิบายไม่ได้ในการประมาณค่า $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ ด้วย b_0, b_1, b_2 ค่า df1 = 2 และ df2 = 411 มีค่าความแปรปรวนที่อธิบายไม่ได้($\sum(y - \bar{y})^2$)เป็น 250.27

3.3) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการทดสอบเชิงซ้อนด้วยการทดสอบสมมติฐาน

จากสมการการถดถอย นำมาพิจารณาวิเคราะห์ความแปรปรวนว่าสามารถใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดในการประมาณค่าตัวแปรตามได้หรือไม่โดยใช้การทดสอบด้วยค่าสถิติ F

กำหนดสมมติฐาน คือ

H_0 : ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีผลต่อตัวแปรตาม(Tmic) หรือ $To = time = 0$

H_1 : ตัวแปรอิสระทุกตัวมีผลต่อตัวแปรตาม(Tmic)หรือ $To \neq 0$ หรือ $time \neq 0$

ค่า $F = MSR/MSE = 700.93 / 0.61 = 1,151.10$ ซึ่งมากกว่าค่า F ที่ได้จากการเปิดตาราง(4.61) (df1=2, df2=411, $\alpha = 0.01$)

ดังนั้นจึงตกอยู่บนเขตวิกฤตปฏิเสธสมมติฐานว่าง(H_0)ยอมรับสมมติฐานแย้ง(H_1)

และจากค่า Significance F = 3.7E-169 (3.7×10^{-169}) มีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ ($\alpha = 0.01$) หรือค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 99% จึงสรุปได้ว่ามีตัวแปรอิสระบางตัวหรือทุกตัวที่สามารถนำไปใช้ในการประมาณค่าตัวแปรตามได้

ตารางที่ 5.1.3.3 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ : Tmic(To,time)

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 90.0%	Upper 90.0%
Intercept	10.0263	0.6950	14.4257	1.85E-38	8.6600	11.3925	8.6600	11.3925
To	0.6514	0.0200	32.5472	8.07E-116	0.6120	0.6907	0.6120	0.6907
time	0.2780	0.1195	2.3257	0.0205	0.0430	0.5129	0.0430	0.5129

จากรูปแบบสมการ $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon$

สมการการประมาณ $\hat{Y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2$

$$Tmic = 10.0263 + 0.6514 \times To + 0.2780 \times tim$$

เพื่อทดสอบว่าควรที่จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์ b_1, b_2, \dots และ b_0 หรือไม่โดยใช้ค่าสถิติ t Stat และ P-value ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรอิสระ To และ time

3.4) ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ (t Stat)

กำหนดสมมติฐาน คือ

H_0 : ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการควรเป็นศูนย์ หรือ $\beta_i = 0; i = 1, 2$

H_1 : ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการไม่ควรเป็นศูนย์ หรือ $\beta_i \neq 0; i = 1, 2$

และ ค่าระดับนัยสำคัญ(α) เป็น 0.1 ค่า t จากตารางคือ 1.282 เมื่อ df เป็น 411

3.5) ทดสอบตัวแปรอิสระ (P-value)

กำหนดสมมติฐาน คือ

H_0 : ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีผลต่อตัวแปรตาม(น้ำหนัก) หรือ $To = time = 0$

H_1 : ตัวแปรอิสระทุกตัวมีผลต่อตัวแปรตาม(น้ำหนัก) หรือ $To \neq 0$ หรือ $time \neq 0$

และ ค่าระดับนัยสำคัญ(α) เป็น 0.10

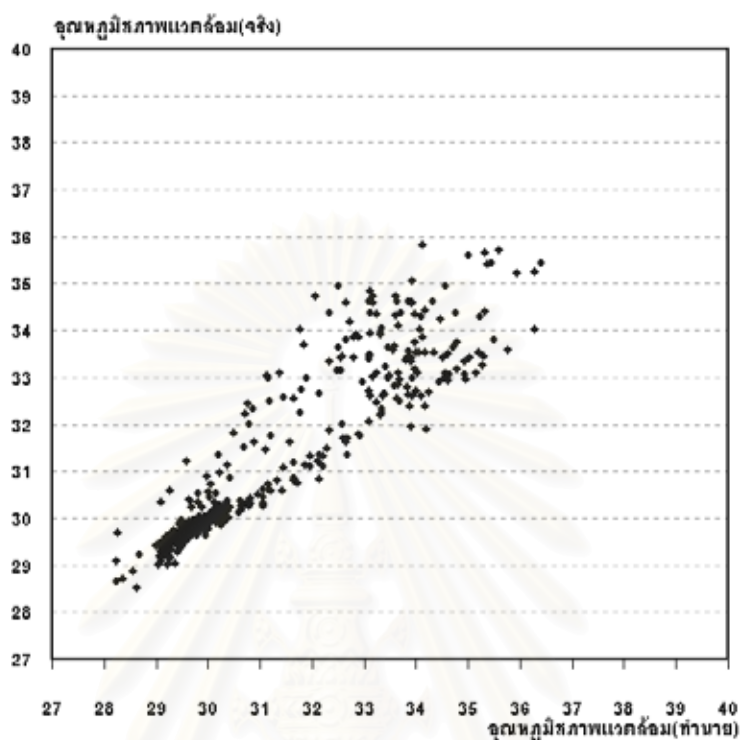
แสดงถึงการยอมรับสมมติฐานแย้งยอมรับว่าค่าสัมประสิทธิ์มีผลต่อการประมาณค่าน้ำหนักจริงที่ระดับความเชื่อมั่น 90% ดังแสดงในตารางที่ 5.1.3.4

ตารางที่ 5.1.3.4 แสดงค่าการทดสอบทางสถิติ : Tmic(To,time)

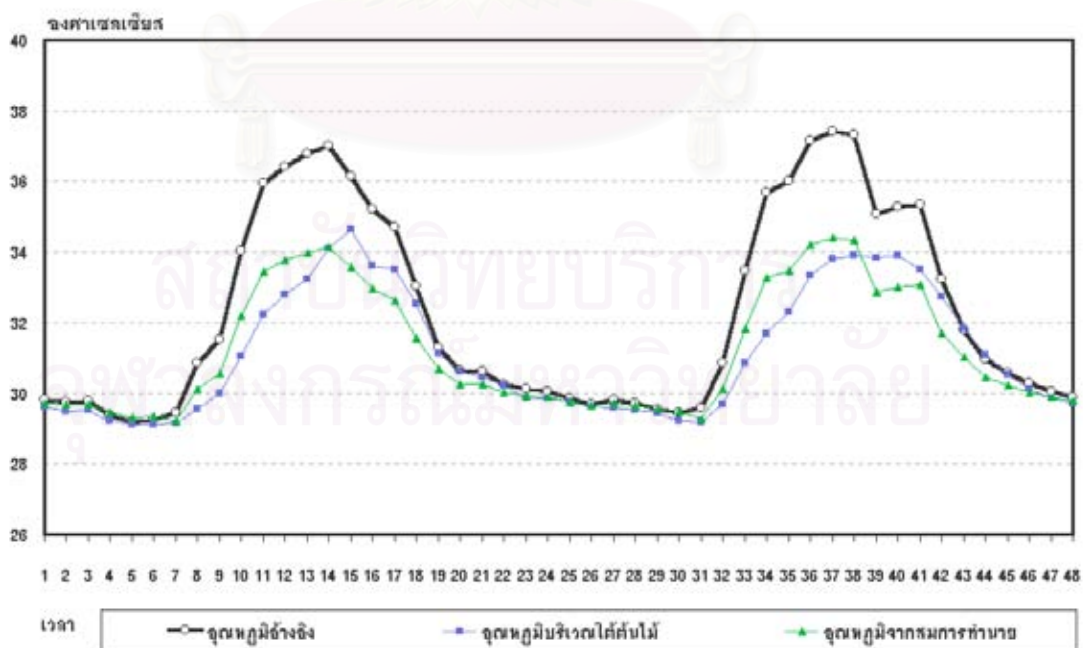
	ค่า t Stat	การยอมรับ	ค่า P-value	การยอมรับ
Intercept	14.4257	ยอมรับ H_1 และ ปฏิเสธ H_0	1.85E-38	ยอมรับ H_1 และ ปฏิเสธ H_0
To	32.5472	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1	8.07E-116	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1
time	2.3257	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1	0.0205	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1

สรุปผลว่า ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซนต์ ตัวแปรอิสระที่ควรที่จะสามารถนำมาประมาณค่าคุณภูมิสภาพแวดล้อมได้ คือ คุณภูมิข้างอิง(To) และช่วงเวลา(time)

3.5) พิจารณาศักยภาพของสมการถดถอย $T_{mic}=10.0263+0.6514 \times T_o+0.2780 \times \text{time}$ เพื่อแสดงระดับความน่าเชื่อถือของสมการข้างต้นสำหรับการวิเคราะห์ในปัจจุบัน



แผนภูมิที่ 5.1.3.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสภาพแวดล้อมจริงกับอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่ได้จากสมการประมาณ $T_{mic}=10.0263+0.6514 \times T_o+0.2780 \times \text{time}$



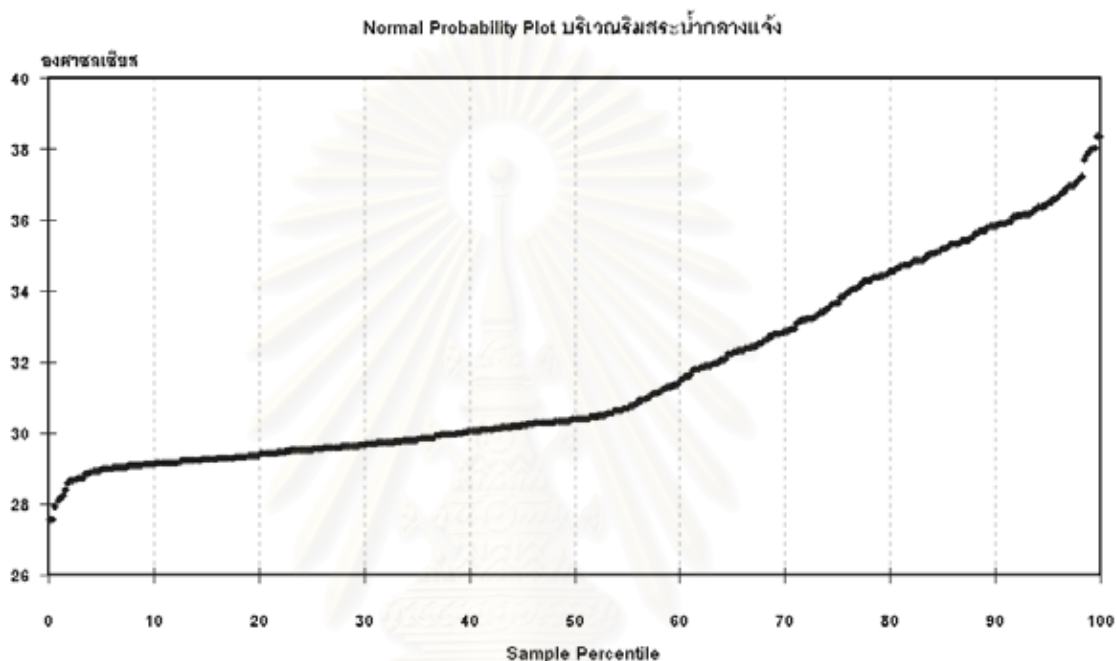
แผนภูมิที่ 5.1.3.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสภาพแวดล้อมอ้างอิง อุณหภูมิสภาพแวดล้อมจริงและอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่ได้จากสมการประมาณ $T_{mic}=10.0263+0.6514 \times T_o+0.2780 \times \text{time}$

4) บริเวณริมสระน้ำกลางแจ้ง

สมการ $T_{mic} = 2.2897 + 0.8970 \times T_o + 0.6077 \times \text{time}$

4.1) การวิเคราะห์การกระจายของกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาข้อมูลพบว่าค่าสูงสุดเป็น 38.38 องศาเซลเซียส ต่ำสุดเป็น 27.58 องศาเซลเซียส และค่าเฉลี่ยเป็น 31.63 องศาเซลเซียส มีค่ามาตรฐานเป็น 2.62



แผนภูมิที่ 5.1.4.1 แสดง Normal Probability Plot สภาพแวดล้อมบริเวณริมสระน้ำกลางแจ้ง

จากแผนภูมิที่ 5.1.4.1 แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูลใกล้เคียงโค้งปกติจะเห็นได้ว่า จากตัวอย่างที่นำมาพิจารณาจัดให้อยู่ในรูปของ Standardized แล้วพบว่ามีค่าสูงสุดเป็น 2.58 ต่ำสุดเป็น -1.55 แสดงให้เห็นว่าการเก็บข้อมูลไม่มีข้อมูลที่แปลกแยกออกจากกลุ่ม

4.2) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการถดถอยเชิงซ้อนด้วยค่าสถิติ

ตารางที่ 5.1.4.1 แสดงค่า Regression Statistics : $T_{mic}(T_o, \text{time})$

Multiple R	0.9384
R Square	0.8805
Adjusted R Square	0.8800
Standard Error	0.9066
Observations	414

จากค่า Multiple R เป็น 0.9384 แสดงว่าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามค่อนข้างสูง จากตัวอย่างแสดงว่ากลุ่มตัวแปรอิสระมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามคือน้ำหนักค่อนข้างสูง ค่า R Square เป็น 0.8805 ค่า Adjusted R Square เป็น 0.8800 แสดงอิทธิพลระหว่างตัวแปรอิสระเอง เล็กน้อย เมื่อพิจารณาจาก ค่า Adjusted R Square ค่า Standard Error แสดงว่าในการประมาณค่าน้ำหนักด้วยตัวแปรอิสระมีค่าความคลาดเคลื่อน(Standard Error) ประมาณ 0.90 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 5.1.4.2 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) : Tmic(To,time)

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	2	2,490.09	1,245.04	1,514.75	2.3E-190
Residual	411	337.82	0.82		
Total	413	2,827.90			

ในการประมาณค่าตัวแปรตามด้วยตัวแปรอิสระ 2 ตัวแปร(df = 2) โดยวิธีการกำลังสองน้อยที่สุด มีค่าความแปรปรวนของอิทธิพลในส่วนที่สามารถที่อธิบายได้ ($\sum(y - \bar{y})^2$) เป็น 2,490.09 และอิทธิพลจากแหล่งอื่นที่อธิบายไม่ได้ในการประมาณค่า $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ ด้วย b_0, b_1, b_2 ค่า df1 = 2 และ df2 = 411 มีค่าความแปรปรวนที่อธิบายไม่ได้($\sum(y - \bar{y})^2$)เป็น 337.82

4.3) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการถดถอยเชิงซ้อนด้วยการทดสอบสมมติฐาน

จากสมการการถดถอย นำมาพิจารณาวิเคราะห์ความแปรปรวนว่าสามารถใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดในการประมาณค่าตัวแปรตามได้หรือไม่โดยใช้การทดสอบด้วยค่าสถิติ F

กำหนดสมมติฐาน คือ

H_0 : ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีผลต่อตัวแปรตาม(Tmic) หรือ $To = time = 0$

H_1 : ตัวแปรอิสระทุกตัวมีผลต่อตัวแปรตาม(Tmic)หรือ $To \neq 0$ หรือ $time \neq 0$

ค่า $F = MSR/MSE = 1,245.04 / 0.82 = 1,514.75$ ซึ่งมากกว่าค่า F ที่ได้จากการเปิดตาราง(4.61) (df1=2, df2=411, $\alpha = 0.01$)

ดังนั้นจึงตกอยู่บนเขตวิกฤตปฏิเสธสมมติฐานว่าง(H_0)ยอมรับสมมติฐานแย้ง(H_1)

และจากค่า Significance F = 2.3E-190 (2.3×10^{-190}) มีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ ($\alpha = 0.01$) หรือค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 99% จึงสรุปได้ว่ามีตัวแปรอิสระบางตัวหรือทุกตัวที่สามารถนำไปใช้ในการประมาณค่าตัวแปรตามได้

ตารางที่ 5.1.4.3 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ : Tmic(To,time)

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 90.0%	Upper 90.0%
Intercept	2.2897	0.8075	2.8356	0.0048	0.7024	3.8771	0.7024	3.8771
To	0.8970	0.0233	38.5760	1.1E-138	0.8513	0.9427	0.8513	0.9427
time	0.6077	0.1389	4.3769	1.53E-05	0.3348	0.8807	0.3348	0.8807

จากรูปแบบสมการ $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon$

สมการการประมาณ $\hat{Y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2$

$$Tmic = 2.2897 + 0.8970 \times To + 0.6077 \times time$$

เพื่อทดสอบว่าควรที่จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์ b_1, b_2, \dots และ b_0 หรือไม่โดยใช้ค่าสถิติ t Stat และ P-value ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรอิสระ To และ time

4.4) ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ (t Stat)

กำหนดสมมติฐาน คือ

H_0 : ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการควรเป็นศูนย์ หรือ $\beta_i = 0; i = 1, 2$

H_1 : ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการไม่ควรเป็นศูนย์ หรือ $\beta_i \neq 0; i = 1, 2$

และ ค่าระดับนัยสำคัญ(α) เป็น 0.1 ค่า t จากตารางคือ 1.282 เมื่อ df เป็น 411

4.5) ทดสอบตัวแปรอิสระ (P-value)

กำหนดสมมติฐาน คือ

H_0 : ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีผลต่อตัวแปรตาม(น้ำหนัก) หรือ $To = time = 0$

H_1 : ตัวแปรอิสระทุกตัวมีผลต่อตัวแปรตาม(น้ำหนัก) หรือ $To \neq 0$ หรือ $time \neq 0$

และ ค่าระดับนัยสำคัญ(α) เป็น 0.10

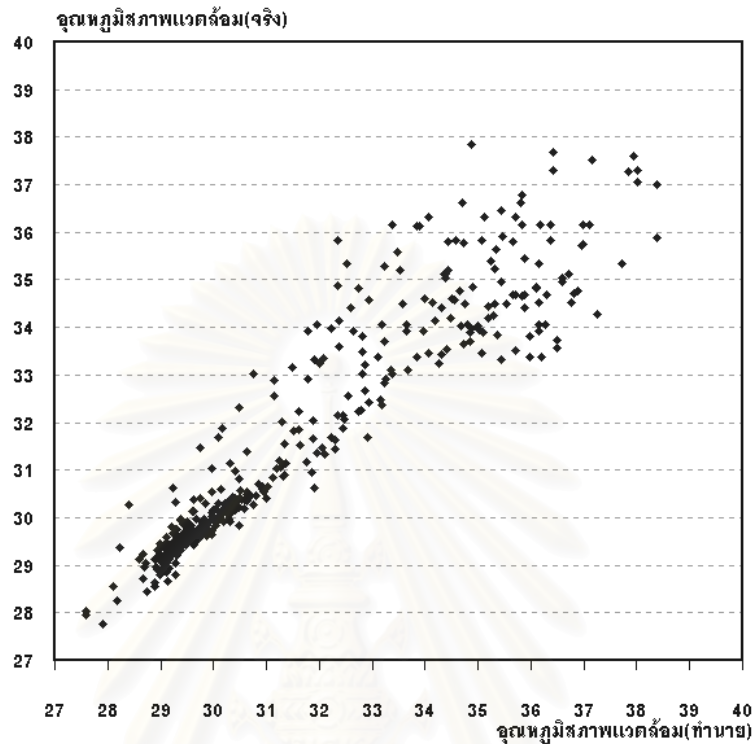
แสดงถึงการยอมรับสมมติฐานแย้งยอมรับว่าค่าสัมประสิทธิ์มีผลต่อการประมาณค่าน้ำหนักจริงที่ระดับความเชื่อมั่น 90% ดังแสดงในตารางที่ 5.1.4.4

ตารางที่ 5.1.4.4 แสดงค่าการทดสอบทางสถิติ : Tmic(To,time)

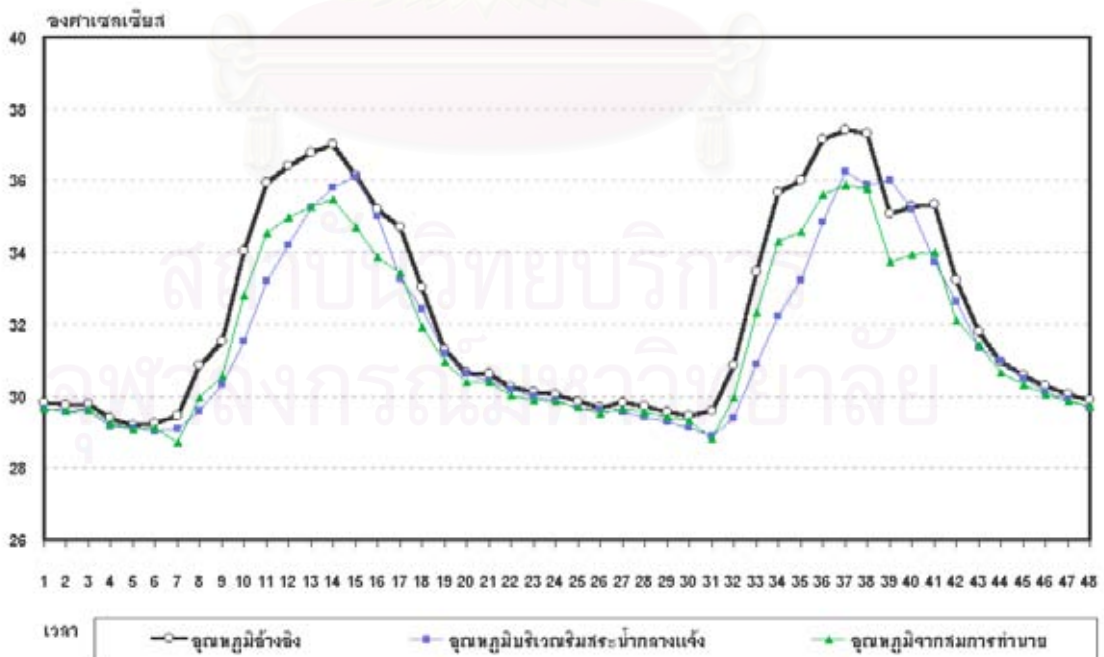
	ค่า t Stat	การยอมรับ	ค่า P-value	การยอมรับ
Intercept	2.8356	ยอมรับ H_1 และ ปฏิเสธ H_0	0.0048	ยอมรับ H_1 และ ปฏิเสธ H_0
To	38.5760	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1	1.1E-138	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1
time	4.3769	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1	1.53E-05	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1

สรุปผลว่า ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซนต์ ตัวแปรอิสระที่ควรที่จะสามารถนำมาประมาณค่าคุณภูมิสภาพแวดล้อมได้ คือ คุณภูมิข้างอิง(To) และช่วงเวลา(time)

4.5) พิจารณาศักยภาพของสมการถดถอย $T_{mic}=2.2897+0.8970 \times T_o+0.6077 \times \text{time}$ เพื่อแสดงระดับความน่าเชื่อถือของสมการข้างต้นสำหรับการวิเคราะห์ในปัจจุบัน



แผนภูมิที่ 5.1.4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสภาพแวดล้อมจริงกับอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่ได้จากสมการประมาณ $T_{mic}=2.2897+0.8970 \times T_o+0.6077 \times \text{time}$



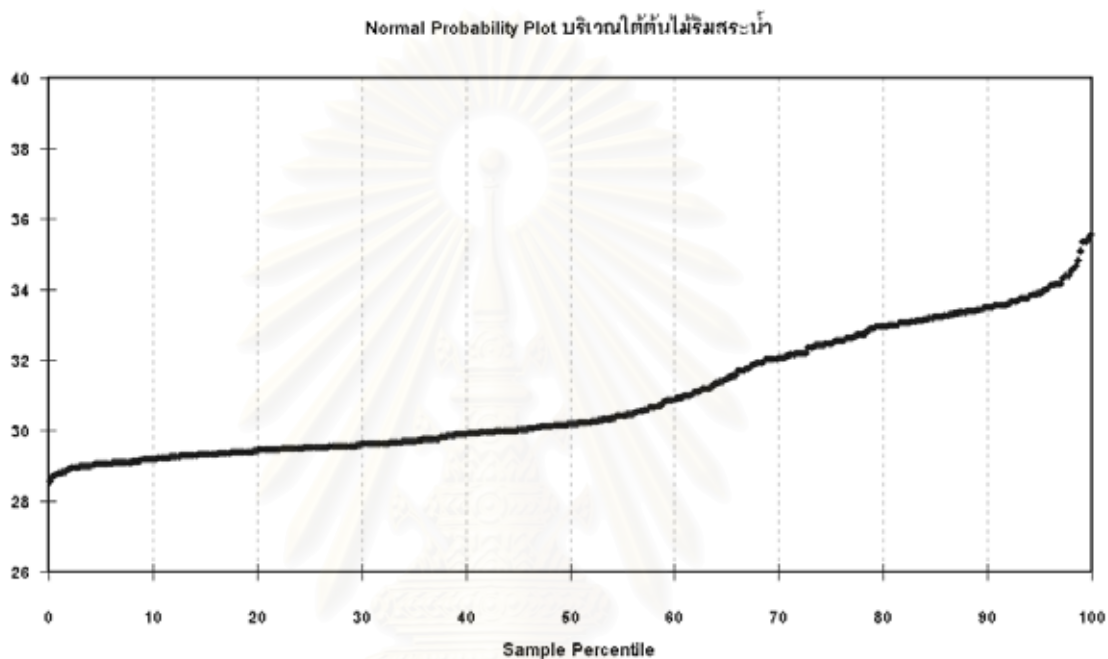
แผนภูมิที่ 5.1.4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสภาพแวดล้อมอ้างอิง อุณหภูมิสภาพแวดล้อมจริงและอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่ได้จากสมการประมาณ $T_{mic}=10.0263+0.6514 \times T_o+0.2780 \times \text{time}$

5) บริเวณใต้ต้นไม้ริมสระน้ำ

สมการ $T_{mic} = 13.0361 + 0.5488 \times T_o + 0.2828 \times \text{time}$

5.1) การวิเคราะห์การกระจายของกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาข้อมูลพบว่าค่าสูงสุดเป็น 35.58 องศาเซลเซียส ต่ำสุดเป็น 28.58 องศาเซลเซียส และค่าเฉลี่ยเป็น 30.95 องศาเซลเซียส มีค่ามาตรฐานเป็น 1.72



แผนภูมิที่ 5.1.5.1 แสดง Normal Probability Plot สภาพแวดล้อมบริเวณใต้ต้นไม้ริมสระน้ำ

จากแผนภูมิที่ 5.1.5.1 แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูลใกล้เคียงโค้งปกติจะเห็นได้ว่า จากตัวอย่างที่นำมาพิจารณาจัดให้อยู่ในรูปของ Standardized แล้วพบว่ามีค่าสูงสุดเป็น 2.69 ต่ำสุดเป็น -1.38 แสดงให้เห็นว่าการเก็บข้อมูลไม่มีข้อมูลที่แปลกแยกออกจากกลุ่ม

5.2) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการถดถอยเชิงซ้อนด้วยค่าสถิติ

ตารางที่ 5.1.5.1 แสดงค่า Regression Statistics : $T_{mic}(T_o, \text{time})$

Multiple R	0.8922
R Square	0.7961
Adjusted R Square	0.7951
Standard Error	0.7785
Observations	414

จากค่า Multiple R เป็น 0.8922 แสดงว่าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามค่อนข้างสูง จากตัวอย่างแสดงว่ากลุ่มตัวแปรอิสระมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามคือน้ำหนักค่อนข้างสูง ค่า R Square เป็น 0.7961 ค่า Adjusted R Square เป็น 0.7951 แสดงอิทธิพลระหว่างตัวแปรอิสระเอง เล็กน้อย เมื่อพิจารณาจาก ค่า Adjusted R Square ค่า Standard Error แสดงว่าในการประมาณค่าน้ำหนักด้วยตัวแปรอิสระมีค่าความคลาดเคลื่อน(Standard Error) ประมาณ 0.78 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 5.1.5.2 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) : Tmic(To,time)

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	2	972.53	486.26	802.40	1.2E-142
Residual	411	249.07	0.61		
Total	413	1,221.60			

ในการประมาณค่าตัวแปรตามด้วยตัวแปรอิสระ 2 ตัวแปร(df = 2) โดยวิธีการกำลังสองน้อยที่สุด มีค่าความแปรปรวนของอิทธิพลในส่วนที่สามารถที่อธิบายได้ ($\sum(y - \bar{y})^2$) เป็น 972.53 และอิทธิพลจากแหล่งอื่นที่อธิบายไม่ได้ในการประมาณค่า $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ ด้วย b_0, b_1, b_2 ค่า df1 = 2 และ df2 = 411 มีค่าความแปรปรวนที่อธิบายไม่ได้($\sum(y - \bar{y})^2$)เป็น 249.07

5.3) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการทดสอบเชิงซ้อนด้วยการทดสอบสมมติฐาน

จากสมการการถดถอย นำมาพิจารณาวิเคราะห์ความแปรปรวนว่าสามารถใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดในการประมาณค่าตัวแปรตามได้หรือไม่โดยใช้การทดสอบด้วยค่าสถิติ F

กำหนดสมมติฐาน คือ

H_0 : ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีผลต่อตัวแปรตาม(Tmic) หรือ $To = time = 0$

H_1 : ตัวแปรอิสระทุกตัวมีผลต่อตัวแปรตาม(Tmic)หรือ $To \neq 0$ หรือ $time \neq 0$

ค่า $F = MSR/MSE = 486.26 / 0.61 = 802.40$ ซึ่งมากกว่าค่า F ที่ได้จากการเปิดตาราง(4.61) (df1=2, df2=411, $\alpha = 0.01$)

ดังนั้นจึงตกอยู่บนเขตวิกฤตปฏิเสธสมมติฐานว่าง(H_0)ยอมรับสมมติฐานแย้ง(H_1)

และจากค่า Significance F = 1.2E-142 (1.2×10^{-142}) มีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ ($\alpha = 0.01$) หรือค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 99% จึงสรุปได้ว่ามีตัวแปรอิสระบางตัวหรือทุกตัวที่สามารถนำไปใช้ในการประมาณค่าตัวแปรตามได้

ตารางที่ 5.1.5.3 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ : Tmic(To,time)

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 90.0%	Upper 90.0%
Intercept	13.0361	0.6934	18.8011	2.36E-57	11.6731	14.3991	11.6731	14.3991
To	0.5488	0.0200	27.4891	3.77E-95	0.5096	0.5881	0.5096	0.5881
time	0.2828	0.1192	2.3723	0.0181	0.0485	0.5172	0.0485	0.5172

จากรูปแบบสมการ $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon$

สมการการประมาณ $\hat{Y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2$

$$Tmic = 13.0361 + 0.5488 \times To + 0.2828 \times time$$

เพื่อทดสอบว่าควรที่จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์ b_1, b_2, \dots และ b_0 หรือไม่โดยใช้ค่าสถิติ t Stat และ P-value ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรอิสระ To และ time

5.4) ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ (t Stat)

กำหนดสมมติฐาน คือ

H_0 : ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการควรเป็นศูนย์ หรือ $\beta_i = 0; i = 1, 2$

H_1 : ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการไม่ควรเป็นศูนย์ หรือ $\beta_i \neq 0; i = 1, 2$

และ ค่าระดับนัยสำคัญ(α) เป็น 0.1 ค่า t จากตารางคือ 1.282 เมื่อ df เป็น 411

5.5) ทดสอบตัวแปรอิสระ (P-value)

กำหนดสมมติฐาน คือ

H_0 : ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีผลต่อตัวแปรตาม(น้ำหนัก) หรือ $To = time = 0$

H_1 : ตัวแปรอิสระทุกตัวมีผลต่อตัวแปรตาม(น้ำหนัก) หรือ $To \neq 0$ หรือ $time \neq 0$

และ ค่าระดับนัยสำคัญ(α) เป็น 0.10

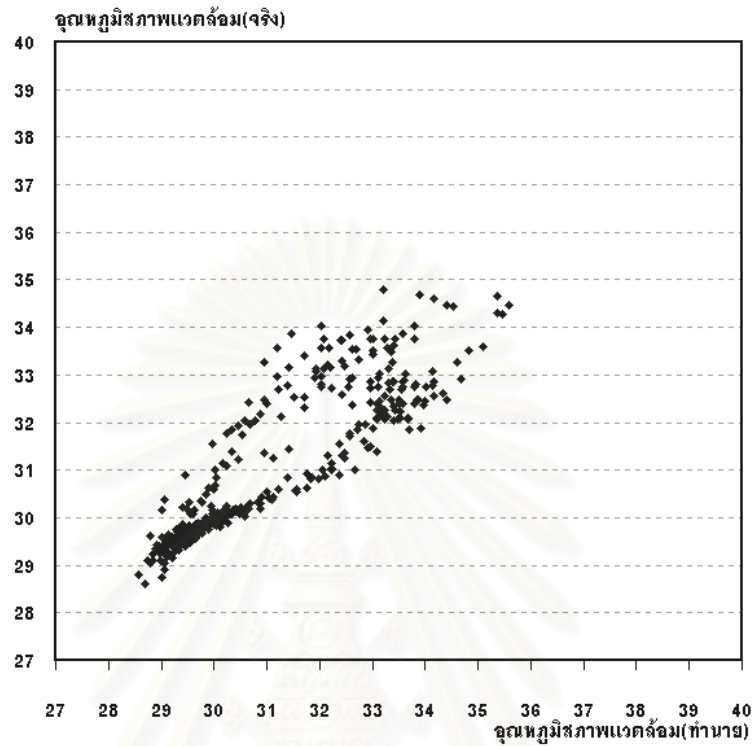
แสดงถึงการยอมรับสมมติฐานแย้งยอมรับว่าค่าสัมประสิทธิ์มีผลต่อการประมาณค่าน้ำหนักจริงที่ระดับความเชื่อมั่น 90% ดังแสดงในตารางที่ 5.1.5.4

ตารางที่ 5.1.5.4 แสดงค่าการทดสอบทางสถิติ : Tmic(To,time)

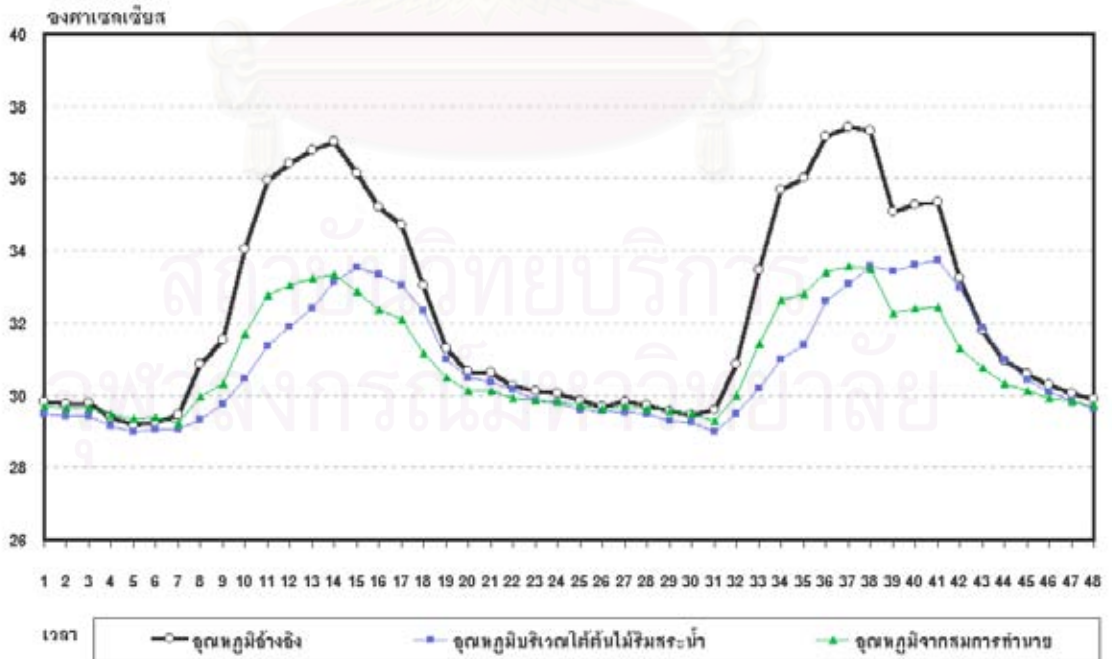
	ค่า t Stat	การยอมรับ	ค่า P-value	การยอมรับ
Intercept	18.8011	ยอมรับ H_1 และ ปฏิเสธ H_0	2.36E-57	ยอมรับ H_1 และ ปฏิเสธ H_0
To	27.4891	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1	3.77E-95	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1
time	2.3723	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1	0.0181	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1

สรุปผลว่า ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซนต์ ตัวแปรอิสระที่ควรที่จะสามารถนำมาประมาณค่าคุณสมบัติสภาพแวดล้อมได้ คือ คุณหมุมิอ้างอิง(To) และช่วงเวลา(time)

5.5) พิจารณาศักยภาพของสมการถดถอย $T_{mic}=13.0361+0.5488xT_o+0.2828xtime$ เพื่อแสดงระดับความน่าเชื่อถือของสมการข้างต้นสำหรับการวิเคราะห์ในปัจจุบัน



แผนภูมิที่ 5.1.5.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสภาพแวดล้อมจริงกับอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่ได้จากสมการประมาณ $T_{mic}=13.0361+0.5488xT_o+0.2828xtime$



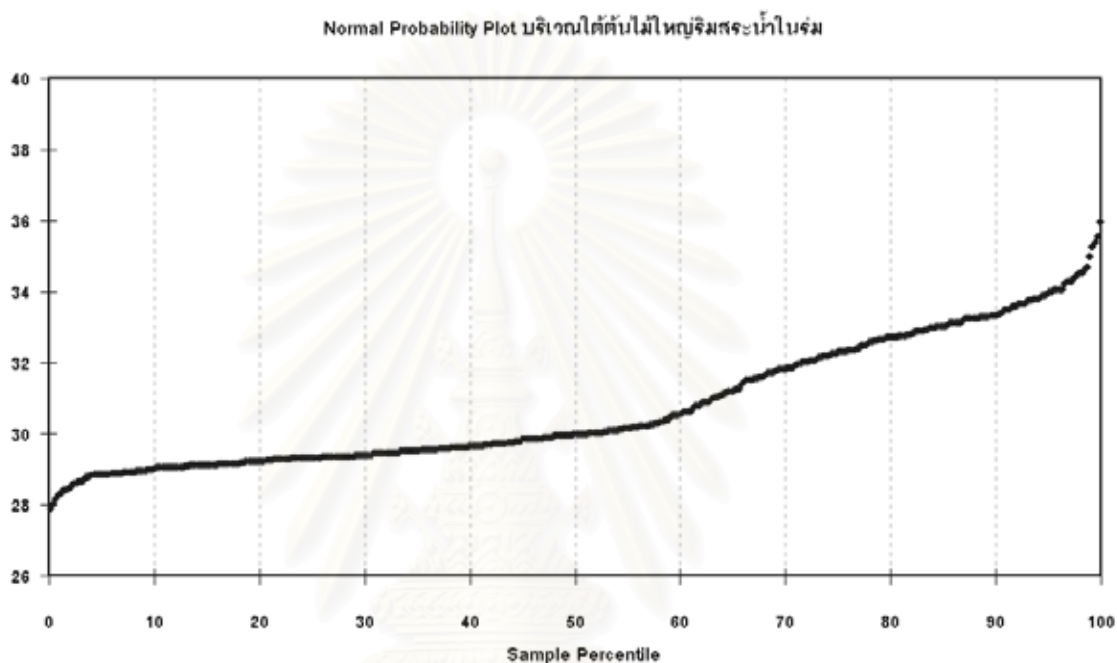
แผนภูมิที่ 5.1.5.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสภาพแวดล้อมอ้างอิง อุณหภูมิสภาพแวดล้อมจริงและอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่ได้จากสมการประมาณ $T_{mic}=10.0263+0.6514xT_o+0.2780xtime$

6) บริเวณใต้ต้นไม้ใหญ่ริมสระน้ำในร่ม

สมการ $T_{mic} = 11.4828 + 0.5873 \times T_o + 0.5088 \times \text{time}$

6.1) การวิเคราะห์การกระจายของกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาข้อมูลพบว่าค่าสูงสุดเป็น 35.98 องศาเซลเซียส ต่ำสุดเป็น 27.88 องศาเซลเซียส และค่าเฉลี่ยเป็น 30.75 องศาเซลเซียส มีค่ามาตรฐานเป็น 1.77



แผนภูมิที่ 5.1.6.1 แสดง Normal Probability Plot สภาพแวดล้อมบริเวณใต้ต้นไม้ใหญ่ริมสระน้ำในร่ม

จากแผนภูมิที่ 5.1.6.1 แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูลใกล้เคียงโค้งปกติจะเห็นได้ว่า จากตัวอย่างที่นำมาพิจารณาจัดให้อยู่ในรูปของ Standardized แล้วพบว่ามีค่าสูงสุดเป็น 2.95 ต่ำสุดเป็น -1.62 แสดงให้เห็นว่าการเก็บข้อมูลไม่มีข้อมูลที่แปลกแยกออกจากกลุ่ม

6.2) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการถดถอยเชิงซ้อนด้วยค่าสถิติ

ตารางที่ 5.1.6.1 แสดงค่า Regression Statistics : $T_{mic}(T_o, \text{time})$

Multiple R	0.8848
R Square	0.7829
Adjusted R Square	0.7818
Standard Error	0.8280
Observations	414

จากค่า Multiple R เป็น 0.8848 แสดงว่าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามค่อนข้างสูง จากตัวอย่างแสดงว่ากลุ่มตัวแปรอิสระมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามคือน้ำหนักค่อนข้างสูง ค่า R Square เป็น 0.7829 ค่า Adjusted R Square เป็น 0.7818 แสดงอิทธิพลระหว่างตัวแปรอิสระเอง เล็กน้อย เมื่อพิจารณาจาก ค่า Adjusted R Square ค่า Standard Error แสดงว่าในการประมาณค่าน้ำหนักด้วยตัวแปรอิสระมีค่าความคลาดเคลื่อน(Standard Error) ประมาณ 0.83 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 5.1.6.2 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) : Tmic(To,time)

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	2	1,016.12	508.06	741.09	4.8E-137
Residual	411	281.76	0.69		
Total	413	1,297.89			

ในการประมาณค่าตัวแปรตามด้วยตัวแปรอิสระ 2 ตัวแปร(df = 2) โดยวิธีการกำลังสองน้อยที่สุด มีค่าความแปรปรวนของอิทธิพลในส่วนที่สามารถที่อธิบายได้ ($\sum(y - \bar{y})^2$) เป็น 1,016.12 และอิทธิพลจากแหล่งอื่นที่อธิบายไม่ได้ในการประมาณค่า $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ ด้วย b_0, b_1, b_2 ค่า df1= 2 และ df2= 411 มีค่าความแปรปรวนที่อธิบายไม่ได้($\sum(y - \bar{y})^2$)เป็น 281.76

6.3) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการทดสอบเชิงซ้อนด้วยการทดสอบสมมติฐาน

จากสมการการถดถอย นำมาพิจารณาวิเคราะห์ความแปรปรวนว่าสามารถใส่ตัวแปรอิสระทั้งหมดในการประมาณค่าตัวแปรตามได้หรือไม่โดยใช้การทดสอบด้วยค่าสถิติ F

กำหนดสมมติฐาน คือ

H_0 : ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีผลต่อตัวแปรตาม(Tmic) หรือ $To = time = 0$

H_1 : ตัวแปรอิสระทุกตัวมีผลต่อตัวแปรตาม(Tmic)หรือ $To \neq 0$ หรือ $time \neq 0$

ค่า $F = MSR/MSE = 508.06 / 0.69 = 741.09$ ซึ่งมากกว่าค่า F ที่ได้จากการเปิดตาราง(4.61) (df1=2, df2=411, $\alpha = 0.01$)

ดังนั้นจึงตกอยู่บนเขตวิกฤตปฏิเสธสมมติฐานว่าง(H_0)ยอมรับสมมติฐานแย้ง(H_1)

และจากค่า Significance F = 4.8E-137 (4.8×10^{-137}) มีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ ($\alpha = 0.01$) หรือค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 99% จึงสรุปได้ว่ามีตัวแปรอิสระบางตัวหรือทุกตัวที่สามารถนำไปใช้ในการประมาณค่าตัวแปรตามได้

ตารางที่ 5.1.6.3 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ : Tmic(To,time)

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 90.0%	Upper 90.0%
Intercept	11.4828	0.7375	15.5706	2.68E-43	10.0332	12.9325	10.0332	12.9325
To	0.5873	0.0212	27.6555	7.53E-96	0.5455	0.6290	0.5455	0.6290
time	0.5088	0.1268	4.0125	7.14E-05	0.2595	0.7581	0.2595	0.7581

จากรูปแบบสมการ $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon$

สมการการประมาณ $\hat{Y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2$

$$Tmic = 11.4828 + 0.5873 \times To + 0.5088 \times time$$

เพื่อทดสอบว่าควรที่จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์ b_1, b_2, \dots และ b_0 หรือไม่โดยใช้ค่าสถิติ t Stat และ P-value ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรอิสระ To และ time

6.4) ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ (t Stat)

กำหนดสมมติฐาน คือ

H_0 : ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการควรเป็นศูนย์ หรือ $\beta_i = 0; i = 1, 2$

H_1 : ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการไม่ควรเป็นศูนย์ หรือ $\beta_i \neq 0; i = 1, 2$

และ ค่าระดับนัยสำคัญ(α) เป็น 0.1 ค่า t จากตารางคือ 1.282 เมื่อ df เป็น 411

6.5) ทดสอบตัวแปรอิสระ (P-value)

กำหนดสมมติฐาน คือ

H_0 : ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีผลต่อตัวแปรตาม(น้ำหนัก) หรือ $To = time = 0$

H_1 : ตัวแปรอิสระทุกตัวมีผลต่อตัวแปรตาม(น้ำหนัก) หรือ $To \neq 0$ หรือ $time \neq 0$

และ ค่าระดับนัยสำคัญ(α) เป็น 0.10

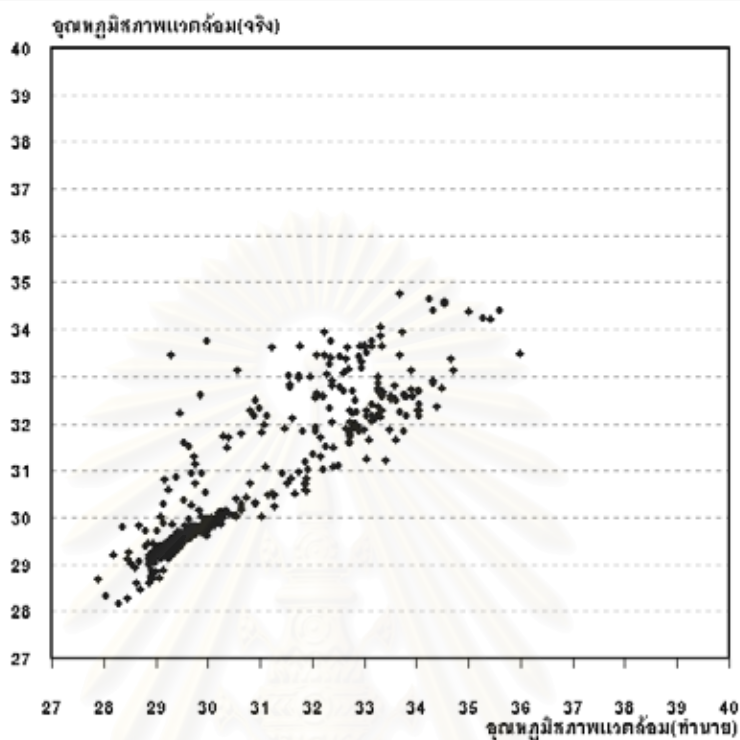
แสดงถึงการยอมรับสมมติฐานแย้งยอมรับว่าค่าสัมประสิทธิ์มีผลต่อการประมาณค่าน้ำหนักจริงที่ระดับความเชื่อมั่น 90% ดังแสดงในตารางที่ 5.1.6.4

ตารางที่ 5.1.6.4 แสดงค่าการทดสอบทางสถิติ : Tmic(To,time)

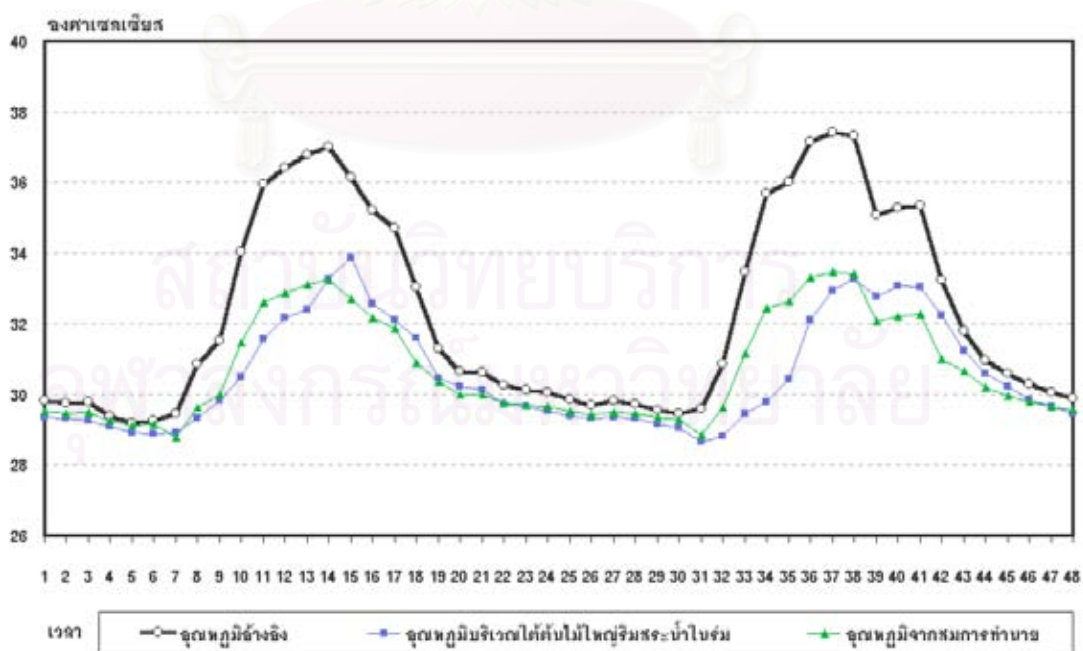
	ค่า t Stat	การยอมรับ	ค่า P-value	การยอมรับ
Intercept	15.5706	ยอมรับ H_1 และปฏิเสธ H_0	2.68E-43	ยอมรับ H_1 และปฏิเสธ H_0
To	27.6555	ยอมรับ H_0 และปฏิเสธ H_1	7.53E-96	ยอมรับ H_0 และปฏิเสธ H_1
time	4.0125	ยอมรับ H_0 และปฏิเสธ H_1	7.14E-05	ยอมรับ H_0 และปฏิเสธ H_1

สรุปผลว่า ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซนต์ ตัวแปรอิสระที่ควรที่จะสามารถนำมาประมาณค่าคุณภูมิสภาพแวดล้อมได้ คือ คุณภูมิข้างอิง(To) และช่วงเวลา(time)

6.5) พิจารณาศักยภาพของสมการถดถอย $T_{mic}=11.4828+0.5873xT_o+0.5088xtime$ เพื่อแสดงระดับความน่าเชื่อถือของสมการข้างต้นสำหรับการวิเคราะห์ในปัจจุบัน



แผนภูมิที่ 5.1.6.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสภาพแวดล้อมจริงกับอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่ได้จากสมการประมาณ $T_{mic}=11.4828+0.5873xT_o+0.5088xtime$

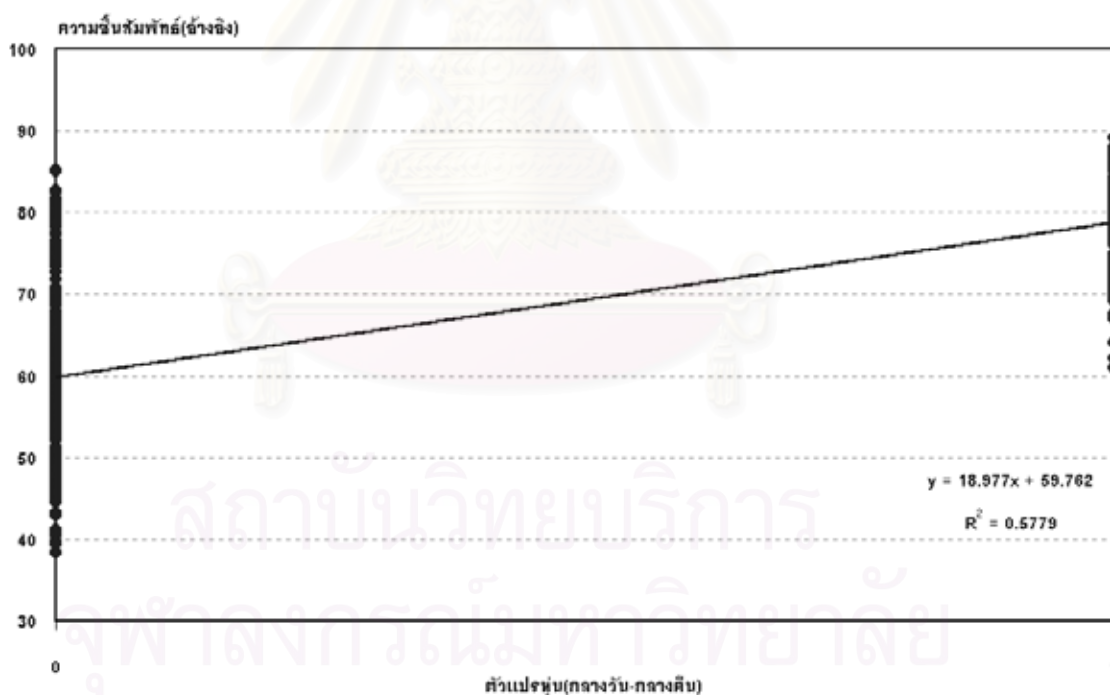


แผนภูมิที่ 5.1.6.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสภาพแวดล้อมอ้างอิง อุณหภูมิสภาพแวดล้อมจริงและอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่ได้จากสมการประมาณ $T_{mic}=10.0263+0.6514xT_o+0.2780xtime$

2. สมการประมาณค่าความขึ้นสัมพันธ์เนื่องจากสภาพแวดล้อม

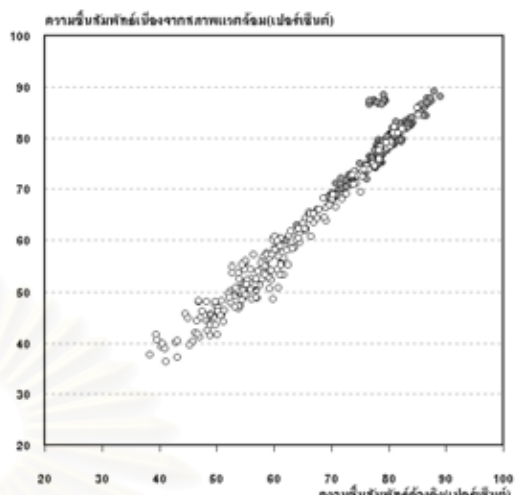
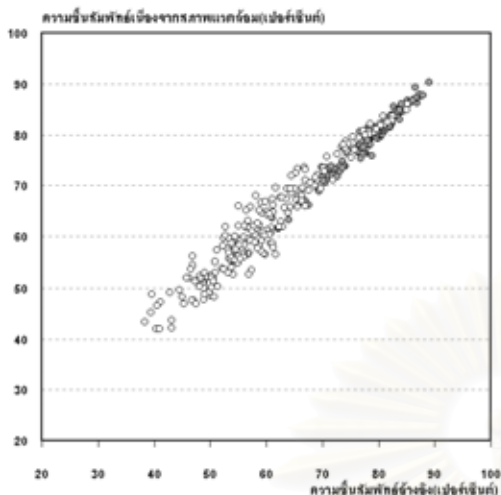
เพื่อสร้างสมการสำหรับการประมาณค่าความขึ้นสัมพันธ์เนื่องจากสภาพแวดล้อม ได้ทำการเก็บข้อมูลจริงจากกลุ่มตัวอย่างสภาพแวดล้อมบริเวณเรือนไทยแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในช่วงวันที่ 10-14 เมษายน พ.ศ. 2547 พบว่าความขึ้นสัมพันธ์บริเวณสภาพแวดล้อมแบบต่างๆมีค่าใกล้เคียงกันแต่จะแตกต่างกันมากในช่วงกลางวัน ดังนั้นจึงพิจารณาแยกวิเคราะห์ที่ช่วงกลางวันและกลางคืนจากแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของความขึ้นสัมพันธ์อ้างอิงกับความขึ้นสัมพันธ์บริเวณสภาพแวดล้อมที่ 5.2 ถึง 5.7 และแผนภูมิที่ 5.1 พบว่าช่วงกลางวันการกระจายของข้อมูลค่อนข้างชัดเจนกว่ากลางคืน ดังนั้นจึงทำการกำหนดตัวแปรต้นเป็น ความขึ้นสัมพันธ์อ้างอิง(Rho) และตัวแปรหุ่นช่วงเวลา(time:กลางวันเป็น 0 กลางคืนเป็น 1)

ในการสร้างสมการดังกล่าวใช้ระเบียบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในรูปแบบ $\hat{Y} = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2$ ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel โดยเครื่องมือวิเคราะห์ Regression มีรายละเอียดดังนี้



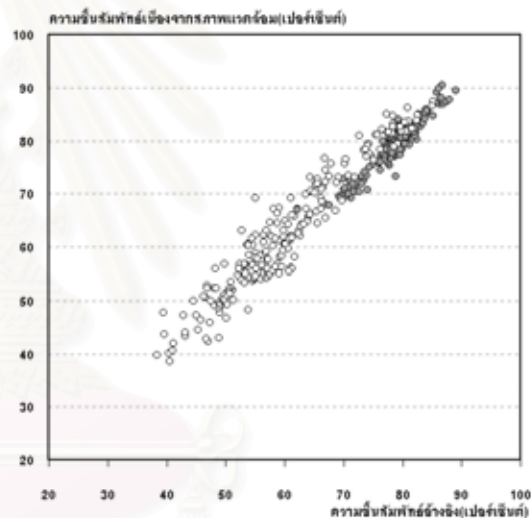
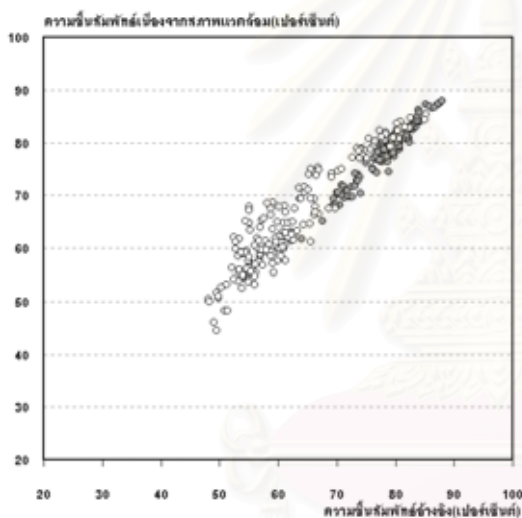
แผนภูมิที่ 5.2.1 แสดงความสัมพันธ์ของความขึ้นสัมพันธ์และช่วงเวลากลางวัน-กลางคืน

แผนภูมิแสดงการกระจาย เมื่อ จุดสีขาวเป็นช่วงกลางวัน และจุดสีดำเป็นช่วงกลางคืน



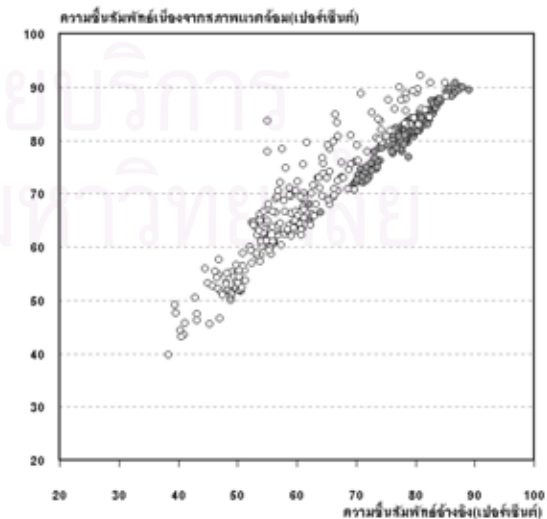
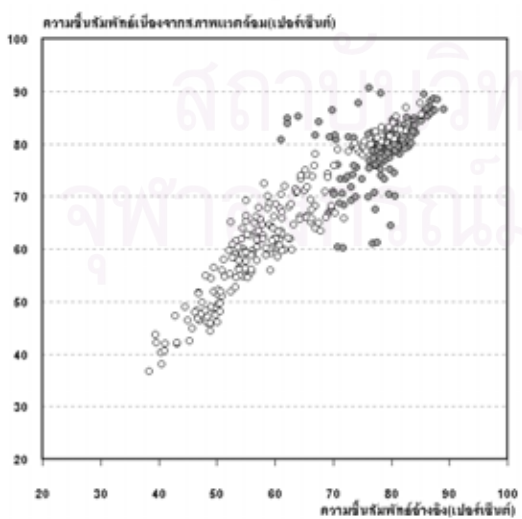
แผนภูมิที่ 5.2.2 สภาพแวดล้อมลุ่มลอนคอนกรีต

แผนภูมิที่ 5.2.3 สภาพแวดล้อมสนามหญ้า



แผนภูมิที่ 5.2.4 สภาพแวดล้อมไม้ต้นไม้

แผนภูมิที่ 5.2.5 สภาพแวดล้อมริมสระน้ำกลางแจ้ง



แผนภูมิที่ 5.2.6 สภาพแวดล้อมไม้ต้นไม้ริมสระน้ำ

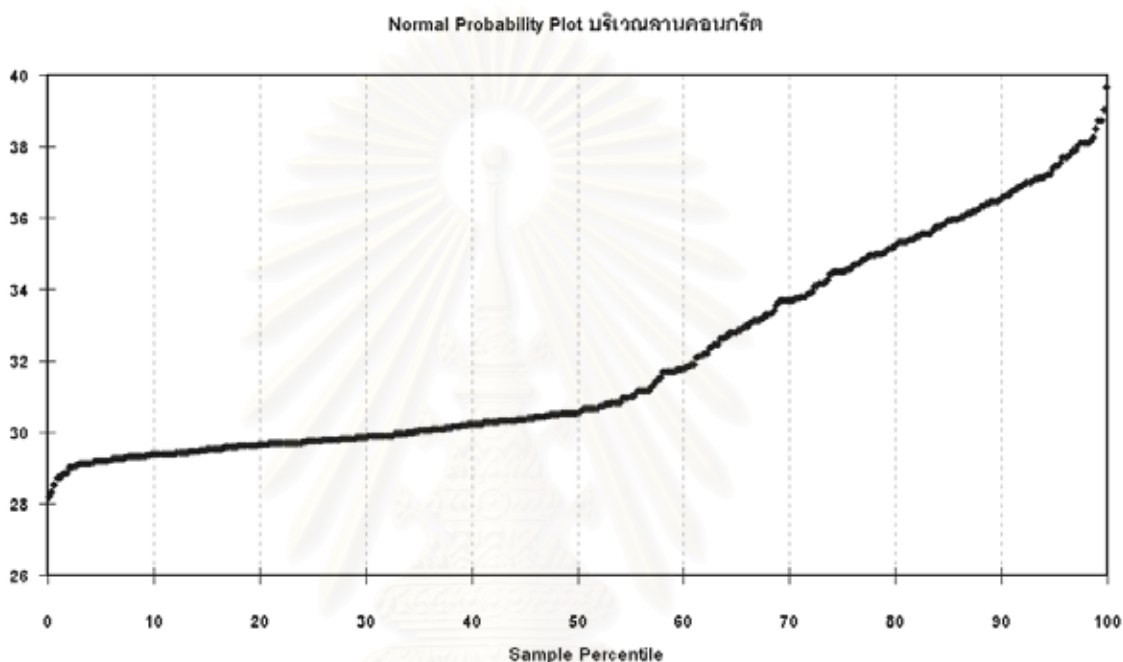
แผนภูมิที่ 5.2.7 สภาพแวดล้อมไม้ต้นไม้ใหญ่ริมสระน้ำในร่ม

1) บริเวณลานคอนกรีต

$$\text{สมการ } Rhmic = 4.1800 + 0.9735 \times \text{Rho} - 1.2474 \times \text{time}$$

1.1) การวิเคราะห์การกระจายของกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาข้อมูลพบว่าค่าสูงสุดเป็น 91.22 เปอร์เซ็นต์ ต่ำสุดเป็น 41.96 เปอร์เซ็นต์ และค่าเฉลี่ยเป็น 70.81 เปอร์เซ็นต์ มีค่ามาตรฐานเป็น 11.89



แผนภูมิที่ 5.2.1.1 แสดง Normal Probability Plot สภาพแวดล้อมบริเวณลานคอนกรีต

จากแผนภูมิที่ 5.2.1.1 แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูลใกล้เคียงโค้งปกติจะเห็นได้ว่า จากตัวอย่างที่นำมาพิจารณาจัดให้อยู่ในรูปของ Standardized แล้วพบว่ามีค่าสูงสุดเป็น 1.63 ต่ำสุดเป็น -2.43 แสดงให้เห็นว่าการเก็บข้อมูลไม่มีข้อมูลที่แปลกแยกออกจากกลุ่ม

1.2) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการถดถอยเชิงซ้อนด้วยค่าสถิติ

ตารางที่ 5.2.1.1 แสดงค่า Regression Statistics : Rhmic(Rho,time)

Multiple R	0.9839
R Square	0.9681
Adjusted R Square	0.9679
Standard Error	2.1287
Observations	414

จากค่า Multiple R เป็น 0.98.39 แสดงว่าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามค่อนข้างสูง จากตัวอย่างแสดงว่ากลุ่มตัวแปรอิสระมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามคือน้ำหนักค่อนข้างสูง ค่า R Square เป็น 0.96.81 ค่า Adjusted R Square เป็น 0.96.79 แสดงอิทธิพลระหว่างตัวแปรอิสระเอง เล็กน้อย เมื่อพิจารณาจาก ค่า Adjusted R Square ค่า Standard Error แสดงว่าในการประมาณค่าน้ำหนักด้วยตัวแปรอิสระมีค่าความคลาดเคลื่อน(Standard Error) ประมาณ 2.13 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 5.2.1.2 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) : Rhmic(Rho,time)

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	2	56,493.69	28,246.85	6,233.39	3.7E-308
Residual	411	1,862.46	4.53		
Total	413	58,356.16			

ในการประมาณค่าตัวแปรตามด้วยตัวแปรอิสระ 2 ตัวแปร(df = 2) โดยวิธีการกำลังสองน้อยที่สุด มีค่าความแปรปรวนของอิทธิพลในส่วนของที่สามารถอธิบายได้ ($\sum(y - \bar{y})^2$) เป็น 56,493.69 และอิทธิพลจากแหล่งอื่นที่อธิบายไม่ได้ในการประมาณค่า $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ ด้วย b_0, b_1, b_2 ค่า df1= 2 และ df2= 411 มีค่าความแปรปรวนที่อธิบายไม่ได้($\sum(y - \bar{y})^2$)เป็น 1,862.46

1.3) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการถดถอยเชิงซ้อนด้วยการทดสอบสมมุติฐาน

จากสมการการถดถอย นำมาพิจารณาวิเคราะห์ความแปรปรวนว่าสามารถใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดในการประมาณค่าตัวแปรตามได้หรือไม่โดยใช้การทดสอบด้วยค่าสถิติ F

กำหนดสมมุติฐาน คือ

H_0 : ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีผลต่อตัวแปรตาม(Rhmic) หรือ $Rho = time = 0$

H_1 : ตัวแปรอิสระทุกตัวมีผลต่อตัวแปรตาม(Rhmic)หรือ $Rho \neq 0$ หรือ $time \neq 0$

ค่า $F = MSR/MSE = 28,246.85/4.53 = 6,233.39$ ซึ่งมากกว่าค่า F ที่ได้จากการเปิดตาราง(4.61) (df1=2, df2=411, $\alpha = 0.01$)

ดังนั้นจึงตกอยู่บนเขตวิกฤตปฏิเสธสมมุติฐานว่าง(H_0)ยอมรับสมมุติฐานแย้ง(H_1)

และจากค่า Significance F = 3.7E-308 (3.7×10^{-308}) มีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ ($\alpha = 0.01$) หรือค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 99% จึงสรุปได้ว่ามีตัวแปรอิสระบางตัวหรือทุกตัวที่สามารถนำไปใช้ในการประมาณค่าตัวแปรตามได้

ตารางที่ 5.2.1.3 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ : Rhmic(Rho,time)

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 90.0%	Upper 90.0%
Intercept	4.1800	0.7850	5.3247	1.67E-07	2.6368	5.7231	2.6368	5.7231
Rho	0.9735	0.0129	75.4383	6.9E-243	0.9481	0.9989	0.9481	0.9989
time	-1.2474	0.3221	-3.8722	0.0001	-1.8806	-0.6141	-1.8806	-0.6141

จากรูปแบบสมการ $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon$

สมการการประมาณ $\hat{Y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2$

$$\text{Rhmic} = 4.1800 + 0.9735 \times \text{Rho} - 1.2474 \times \text{time}$$

เพื่อทดสอบว่าควรที่จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์ b_1, b_2, \dots และ b_0 หรือไม่โดยใช้ค่าสถิติ t Stat และ P-value ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรอิสระ Rho และ time

1.4) ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ (t Stat)

กำหนดสมมติฐาน คือ

H_0 : ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการควรเป็นศูนย์ หรือ $\beta_i = 0 ; i = 1, 2$

H_1 : ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการไม่ควรเป็นศูนย์ หรือ $\beta_i \neq 0 ; i = 1, 2$

และ ค่าระดับนัยสำคัญ(α) เป็น 0.1 ค่า t จากตารางคือ 1.282 เมื่อ df เป็น 411

1.5) ทดสอบตัวแปรอิสระ (P-value)

กำหนดสมมติฐาน คือ

H_0 : ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีผลต่อตัวแปรตาม(น้ำหนัก) หรือ $\text{Rho} = \text{time} = 0$

H_1 : ตัวแปรอิสระทุกตัวมีผลต่อตัวแปรตาม(น้ำหนัก) หรือ $\text{Rho} \neq 0$ หรือ $\text{time} \neq 0$

และ ค่าระดับนัยสำคัญ(α) เป็น 0.10

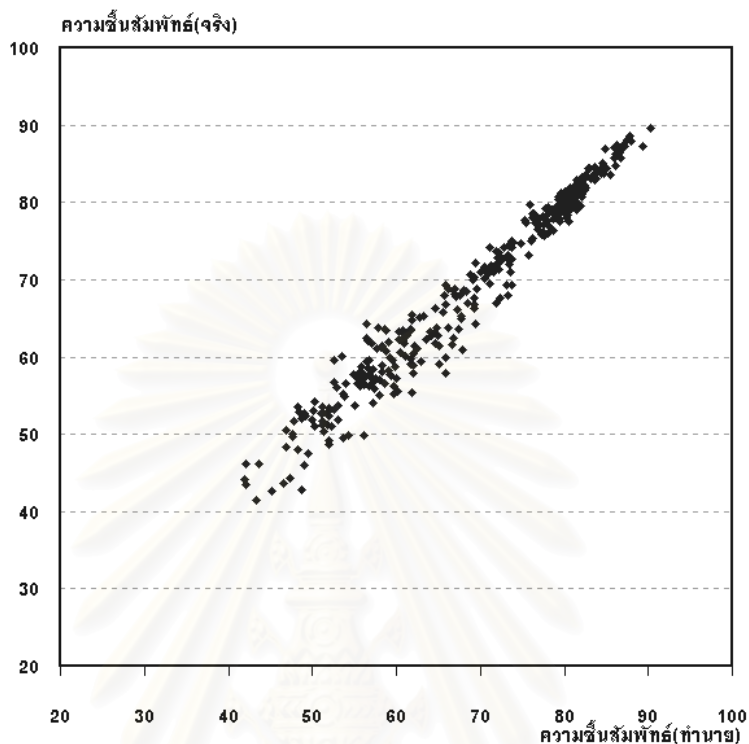
แสดงถึงการยอมรับสมมติฐานแย้งยอมรับว่าค่าสัมประสิทธิ์มีผลต่อการประมาณค่าน้ำหนักจริงที่ระดับความเชื่อมั่น 90% ดังแสดงในตารางที่ 5.2.1.4

ตารางที่ 5.2.1.4 แสดงค่าการทดสอบทางสถิติ : Rhmic(Rho,time)

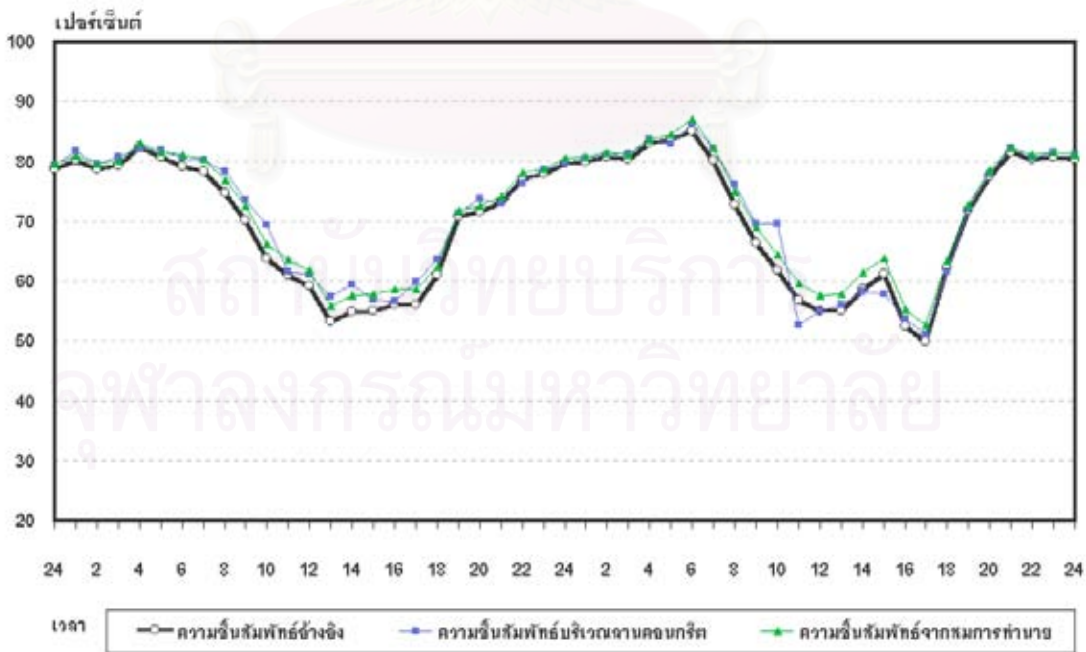
	ค่า t Stat	การยอมรับ	ค่า P-value	การยอมรับ
Intercept	5.3247	ยอมรับ H_1 และปฏิเสธ H_0	1.67E-07	ยอมรับ H_1 และปฏิเสธ H_0
Rho	75.4383	ยอมรับ H_0 และปฏิเสธ H_1	6.9E-243	ยอมรับ H_0 และปฏิเสธ H_1
time	-3.8722	ยอมรับ H_0 และปฏิเสธ H_1	0.0001	ไม่ยอมรับ H_0 และปฏิเสธ H_1

สรุปผลว่า ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซนต์ ตัวแปรอิสระที่ควรที่จะสามารถนำมาประมาณค่าความขึ้นสัมพันธ์สภาพแวดล้อมได้ คือ ความขึ้นสัมพันธ์อ้างอิง(Rho) และช่วงเวลา(time)

1.5) พิจารณาค่าพยากรณ์ของสมการถดถอย $R_{hmic} = 4.180 + 0.9735 \times Rho - 1.2474 \times time$ เพื่อแสดงระดับความน่าเชื่อถือของสมการข้างต้นสำหรับการวิเคราะห์ในปัจจุบัน



แผนภูมิที่ 5.2.1.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์สภาพแวดล้อมจริงกับความชื้นสัมพัทธ์สภาพแวดล้อมที่ได้จากสมการประมาณ $R_{hmic} = 4.1800 + 0.9735 \times Rho - 1.2474 \times time$



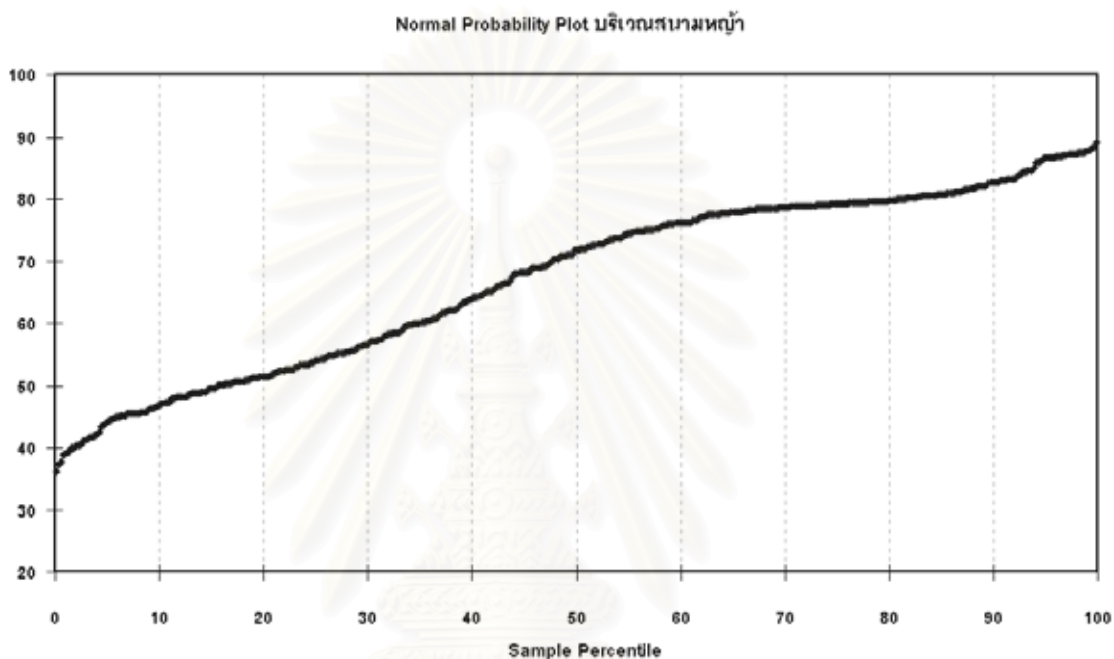
แผนภูมิที่ 5.2.1.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์สภาพแวดล้อมอ้างอิง สภาพแวดล้อมจริงและสภาพแวดล้อมที่ได้จากสมการประมาณ $R_{hmic} = 4.1800 + 0.9735 \times Rho - 1.2474 \times time$

2) บริเวณสนามหญ้า

สมการ $Rhmic = -6.0971 + 1.0470 \times Rho + 2.0652 \times time$

2.1) การวิเคราะห์การกระจายของกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาข้อมูลพบว่าค่าสูงสุดเป็น 89.12 เปอร์เซนต์ ต่ำสุดเป็น 36.26 เปอร์เซนต์ และค่าเฉลี่ยเป็น 67.23 เปอร์เซนต์ มีค่ามาตรฐานเป็น 14.12



แผนภูมิที่ 5.2.2.1 แสดง Normal Probability Plot สภาพแวดล้อมบริเวณสนามหญ้า

จากแผนภูมิที่ 5.2.2.1 แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูลใกล้เคียงโค้งปกติจะเห็นได้ว่า จากตัวอย่างที่นำมาพิจารณาจัดให้อยู่ในรูปของ Standardized แล้วพบว่ามีค่าสูงสุดเป็น 1.55 ต่ำสุดเป็น -2.19 แสดงให้เห็นว่าการเก็บข้อมูลไม่มีข้อมูลที่แปลกแยกออกจากกลุ่ม

2.2) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการถดถอยเชิงซ้อนด้วยค่าสถิติ

ตารางที่ 5.2.2.1 แสดงค่า Regression Statistics : $Rhmic(Rho, time)$

Multiple R	0.9836
R Square	0.9674
Adjusted R Square	0.9672
Standard Error	2.5550
Observations	414

จากค่า Multiple R เป็น 0.9836 แสดงว่าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามค่อนข้างสูง จากตัวอย่างแสดงว่ากลุ่มตัวแปรอิสระมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามคือน้ำหนักค่อนข้างสูง ค่า R Square เป็น 0.9674 ค่า Adjusted R Square เป็น 0.9672 แสดงอิทธิพลระหว่างตัวแปรอิสระเอง เล็กน้อย เมื่อพิจารณาจาก ค่า Adjusted R Square ค่า Standard Error แสดงว่าในการประมาณค่าน้ำหนักด้วยตัวแปรอิสระมีค่าความคลาดเคลื่อน(Standard Error) ประมาณ 2.55 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 5.2.2.2 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) : Rhmic(Rho,time)

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	2	79,611.89	39,805.95	6,097.54	3E-306
Residual	411	2,683.09	6.53		
Total	413	82,294.98			

ในการประมาณค่าตัวแปรตามด้วยตัวแปรอิสระ 2 ตัวแปร(df = 2) โดยวิธีการกำลังสองน้อยที่สุด มีค่าความแปรปรวนของอิทธิพลในส่วนที่สามารถที่อธิบายได้ $(\sum(\hat{y} - \bar{y})^2)$ เป็น 79,611.89 และอิทธิพลจากแหล่งอื่นที่อธิบายไม่ได้ในการประมาณค่า $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ ด้วย b_0, b_1, b_2 ค่า df1= 2 และ df2= 411 มีค่าความแปรปรวนที่อธิบายไม่ได้ $(\sum(y - \hat{y})^2)$ เป็น 2,683.09

2.3) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการถดถอยเชิงซ้อนด้วยการทดสอบสมมติฐาน

จากสมการการถดถอย นำมาพิจารณาวิเคราะห์ความแปรปรวนว่าสามารถใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดในการประมาณค่าตัวแปรตามได้หรือไม่โดยใช้การทดสอบด้วยค่าสถิติ F

กำหนดสมมติฐาน คือ

H_0 : ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีผลต่อตัวแปรตาม(Rhmic) หรือ $Rho = time = 0$

H_1 : ตัวแปรอิสระทุกตัวมีผลต่อตัวแปรตาม(Rhmic)หรือ $Rho \neq 0$ หรือ $time \neq 0$

ค่า $F = MSR/MSE = 39,805.95 / 6.53 = 6,097.54$ ซึ่งมากกว่าค่า F ที่ได้จากการเปิดตาราง(4.61) (df1=2, df2=411, $\alpha = 0.01$)

ดังนั้นจึงตกอยู่บนเขตวิกฤตปฏิเสธสมมติฐานว่าง(H_0)ยอมรับสมมติฐานแย้ง(H_1)

และจากค่า Significance F = 3.0E-306 (3.0×10^{-306}) มีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ ($\alpha = 0.01$) หรือค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 99% จึงสรุปได้ว่ามีตัวแปรอิสระบางตัวหรือทุกตัวที่สามารถนำไปใช้ในการประมาณค่าตัวแปรตามได้

ตารางที่ 5.2.2.3 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ : Rhmic(Rho,time)

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 90.0%	Upper 90.0%
Intercept	-6.0971	0.9422	-6.4710	2.77E-10	-7.9492	-4.2449	-7.9492	-4.2449
Rho	1.0470	0.0155	67.5989	9.3E-225	1.0166	1.0775	1.0166	1.0775
time	2.0652	0.3866	5.3414	1.53E-07	1.3052	2.8253	1.3052	2.8253

จากรูปแบบสมการ $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon$

สมการการประมาณ $\hat{Y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2$

$$\text{Rhmic} = -6.0971 + 1.0470 \times \text{Rho} + 2.0652 \times \text{time}$$

เพื่อทดสอบว่าควรที่จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์ b_1, b_2, \dots และ b_0 หรือไม่โดยใช้ค่าสถิติ t Stat และ P-value ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรอิสระ Rho และ time

1.4) ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ (t Stat)

กำหนดสมมติฐาน คือ

$$H_0: \text{ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการควรเป็นศูนย์ หรือ } \beta_i = 0; i = 1, 2$$

$$H_1: \text{ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการไม่ควรเป็นศูนย์ หรือ } \beta_i \neq 0; i = 1, 2$$

และ ค่าระดับนัยสำคัญ(α) เป็น 0.1 ค่า t จากตารางคือ 1.282 เมื่อ df เป็น 411

1.5) ทดสอบตัวแปรอิสระ (P-value)

กำหนดสมมติฐาน คือ

$$H_0: \text{ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีผลต่อตัวแปรตาม(น้ำหนัก) หรือ } \text{Rho} = \text{time} = 0$$

$$H_1: \text{ตัวแปรอิสระทุกตัวมีผลต่อตัวแปรตาม(น้ำหนัก) หรือ } \text{Rho} \neq 0 \text{ หรือ } \text{time} \neq 0$$

และ ค่าระดับนัยสำคัญ(α) เป็น 0.10

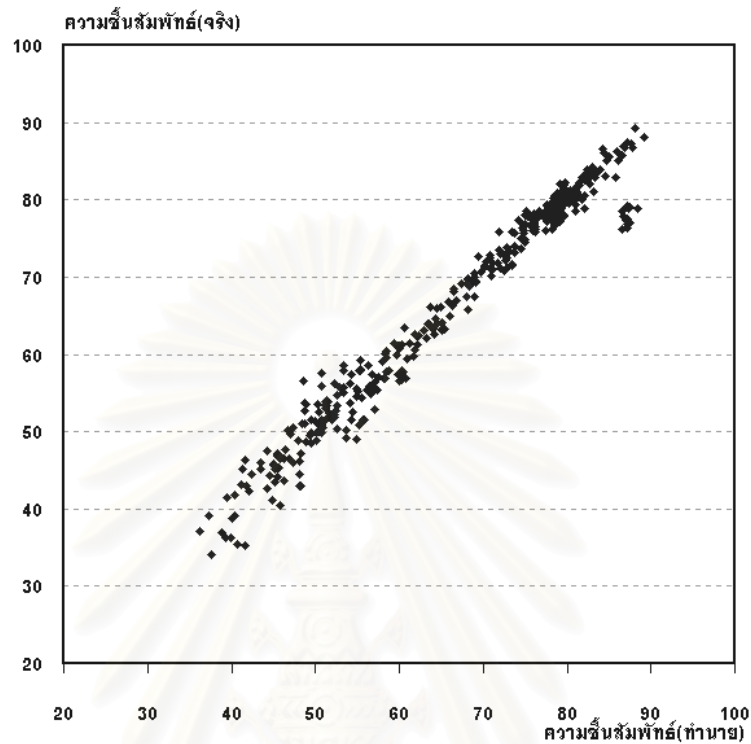
แสดงถึงการยอมรับสมมติฐานแย้งยอมรับว่าค่าสัมประสิทธิ์มีผลต่อการประมาณค่าน้ำหนักจริงที่ระดับความเชื่อมั่น 90% ดังแสดงในตารางที่ 5.2.2.4

ตารางที่ 5.2.2.4 แสดงค่าการทดสอบทางสถิติ : Rhmic(Rho,time)

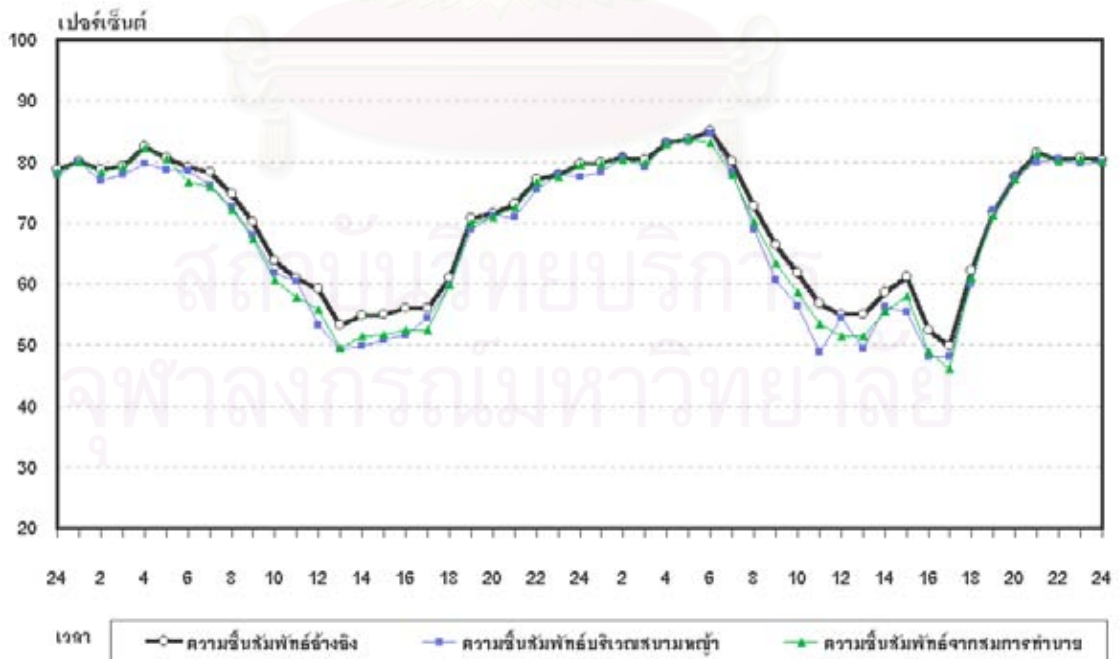
	ค่า t Stat	การยอมรับ	ค่า P-value	การยอมรับ
Intercept	-6.4710	ยอมรับ H_1 และปฏิเสธ H_0	2.77E-10	ยอมรับ H_1 และปฏิเสธ H_0
Rho	67.5989	ยอมรับ H_0 และปฏิเสธ H_1	9.3E-225	ยอมรับ H_0 และปฏิเสธ H_1
time	5.3414	ยอมรับ H_0 และปฏิเสธ H_1	1.53E-07	ยอมรับ H_0 และปฏิเสธ H_1

สรุปผลว่า ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซนต์ ตัวแปรอิสระที่ควรที่จะสามารถนำมาประมาณค่าความขึ้นสัมพันธ์สภาพแวดล้อมได้ คือ ความขึ้นสัมพันธ์อ้างอิง(Rho) และช่วงเวลา(time)

2.5) พิจารณาศักยภาพของสมการถดถอย $Rhmic=6.0971+1.047xRho+2.0652xtime$ เพื่อแสดงระดับความน่าเชื่อถือของสมการข้างต้นสำหรับการวิเคราะห์ในปัจจุบัน



แผนภูมิที่ 5.2.2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์สภาพแวดล้อมจริงกับความชื้นสัมพัทธ์สภาพแวดล้อมที่ได้จากสมการประมาณ $Rhmic=6.0971+1.0470xRho+2.0652xtime$



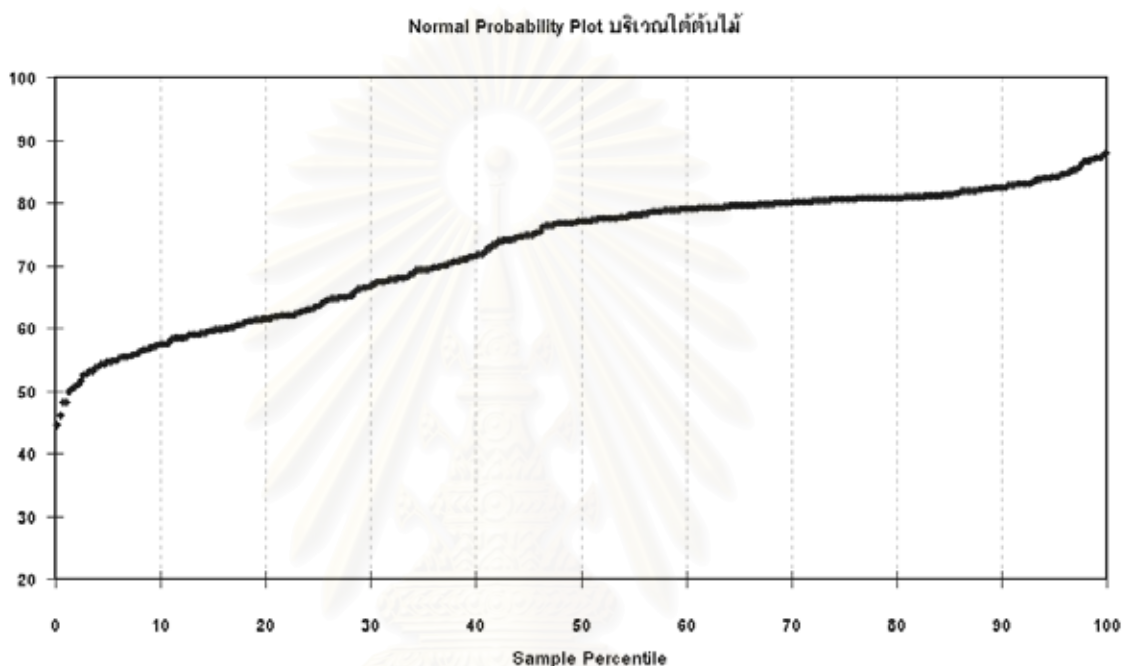
แผนภูมิที่ 5.2.2.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์สภาพแวดล้อมอ้างอิง สภาพแวดล้อมจริงและสภาพแวดล้อมที่ได้จากสมการประมาณ $Rhmic=6.0971+1.0470xRho+2.0652xtime$

3) บริเวณใต้ต้นไม้

สมการ $Rhmic = 2.1667 + 1.0106 \times Rho - 2.9730 \times tim$

3.1) การวิเคราะห์การกระจายของกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาข้อมูลพบว่าค่าสูงสุดเป็น 87.95 เปอร์เซนต์ ต่ำสุดเป็น 44.53 เปอร์เซนต์ และค่าเฉลี่ยเป็น 72.55 เปอร์เซนต์ มีค่ามาตรฐานเป็น 10.06



แผนภูมิที่ 5.2.3.1 แสดง Normal Probability Plot สภาพแวดล้อมบริเวณใต้ต้นไม้

จากแผนภูมิที่ 5.2.3.1 แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูลใกล้เคียงโค้งปกติจะเห็นได้ว่า จากตัวอย่างที่นำมาพิจารณาจัดให้อยู่ในรูปของ Standardized แล้วพบว่ามีค่าสูงสุดเป็น 1.53 ต่ำสุดเป็น -2.79 แสดงให้เห็นว่าการเก็บข้อมูลไม่มีข้อมูลที่แปลกแยกออกจากกลุ่ม

3.2) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการถดถอยเชิงซ้อนด้วยค่าสถิติ

ตารางที่ 5.2.3.1 แสดงค่า Regression Statistics : $Rhmic(Rho, time)$

Multiple R	0.9697
R Square	0.9404
Adjusted R Square	0.9401
Standard Error	2.4633
Observations	357

จากค่า Multiple R เป็น 0.9697 แสดงว่าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามค่อนข้างสูง จากตัวอย่างแสดงว่ากลุ่มตัวแปรอิสระมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามคือน้ำหนักค่อนข้างสูง ค่า R Square เป็น 0.9404 ค่า Adjusted R Square เป็น 0.9401 แสดงอิทธิพลระหว่างตัวแปรอิสระเอง เล็กน้อย เมื่อพิจารณาจาก ค่า Adjusted R Square ค่า Standard Error แสดงว่าในการประมาณค่าน้ำหนักด้วยตัวแปรอิสระมีค่าความคลาดเคลื่อน(Standard Error) ประมาณ 2.46 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 5.2.3.2 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) : Rhmic(Rho,time)

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	2	33,896.23	16,948.12	2,793.15	1.6E-217
Residual	354	2,147.98	6.07		
Total	356	36,044.21			

ในการประมาณค่าตัวแปรตามด้วยตัวแปรอิสระ 2 ตัวแปร(df = 2) โดยวิธีการกำลังสองน้อยที่สุด มีค่าความแปรปรวนของอิทธิพลในส่วนของที่สามารถอธิบายได้ ($\sum(y - \bar{y})^2$) เป็น 33,896.23 และอิทธิพลจากแหล่งอื่นที่อธิบายไม่ได้ในการประมาณค่า $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ ด้วย b_0, b_1, b_2 ค่า df1 = 2 และ df2 = 411 มีค่าความแปรปรวนที่อธิบายไม่ได้($\sum(y - \bar{y})^2$)เป็น 2,147.98

3.3) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการถดถอยเชิงซ้อนด้วยการทดสอบสมมติฐาน

จากสมการการถดถอย นำมาพิจารณาวิเคราะห์ความแปรปรวนว่าสามารถใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดในการประมาณค่าตัวแปรตามได้หรือไม่โดยใช้การทดสอบด้วยค่าสถิติ F

กำหนดสมมติฐาน คือ

H_0 : ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีผลต่อตัวแปรตาม(Rhmic) หรือ $Rho = time = 0$

H_1 : ตัวแปรอิสระทุกตัวมีผลต่อตัวแปรตาม(Rhmic)หรือ $Rho \neq 0$ หรือ $time \neq 0$

ค่า $F = MSR/MSE = 16,948.12 / 6.07 = 2,793.15$ ซึ่งมากกว่าค่า F ที่ได้จากการเปิดตาราง(4.61) (df1=2, df2=354, $\alpha = 0.01$)

ดังนั้นจึงตกอยู่บนเขตวิกฤตปฏิเสธสมมติฐานว่าง(H_0)ยอมรับสมมติฐานแย้ง(H_1)

และจากค่า Significance F = 1.6E-217 (1.6×10^{-217}) มีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ ($\alpha = 0.01$) หรือค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 99% จึงสรุปได้ว่ามีตัวแปรอิสระบางตัวหรือทุกตัวที่สามารถนำไปใช้ในการประมาณค่าตัวแปรตามได้

ตารางที่ 5.2.3.3 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ : Rhmic(Rho,time)

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 90.0%	Upper 90.0%
Intercept	2.1667	1.1704	1.8512	0.064972	-0.1352	4.4686	-0.1352	4.4686
Rho	1.0106	0.0185	54.6955	9.8E-175	0.9742	1.0469	0.9742	1.0469
time	-2.9730	0.3967	-7.4943	5.39E-13	-3.7532	-2.1928	-3.7532	-2.1928

จากรูปแบบสมการ $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon$

สมการการประมาณ $\hat{Y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2$

$$\text{Rhmic} = 2.1667 + 1.0106x \text{ Rho} - 2.9730 x \text{ tim}$$

เพื่อทดสอบว่าควรที่จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์ b_1, b_2, \dots และ b_0 หรือไม่โดยใช้ค่าสถิติ t Stat และ P-value ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรอิสระ Rho และ time

3.4) ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ (t Stat)

กำหนดสมมติฐาน คือ

$$H_0: \text{ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการควรเป็นศูนย์ หรือ } \beta_i = 0; i = 1, 2$$

$$H_1: \text{ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการไม่ควรเป็นศูนย์ หรือ } \beta_i \neq 0; i = 1, 2$$

และ ค่าระดับนัยสำคัญ(α) เป็น 0.1 ค่า t จากตารางคือ 1.282 เมื่อ df เป็น 354

3.5) ทดสอบตัวแปรอิสระ (P-value)

กำหนดสมมติฐาน คือ

$$H_0: \text{ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีผลต่อตัวแปรตาม(น้ำหนัก) หรือ } \text{Rho} = \text{time} = 0$$

$$H_1: \text{ตัวแปรอิสระทุกตัวมีผลต่อตัวแปรตาม(น้ำหนัก) หรือ } \text{Rho} \neq 0 \text{ หรือ } \text{time} \neq 0$$

และ ค่าระดับนัยสำคัญ(α) เป็น 0.10

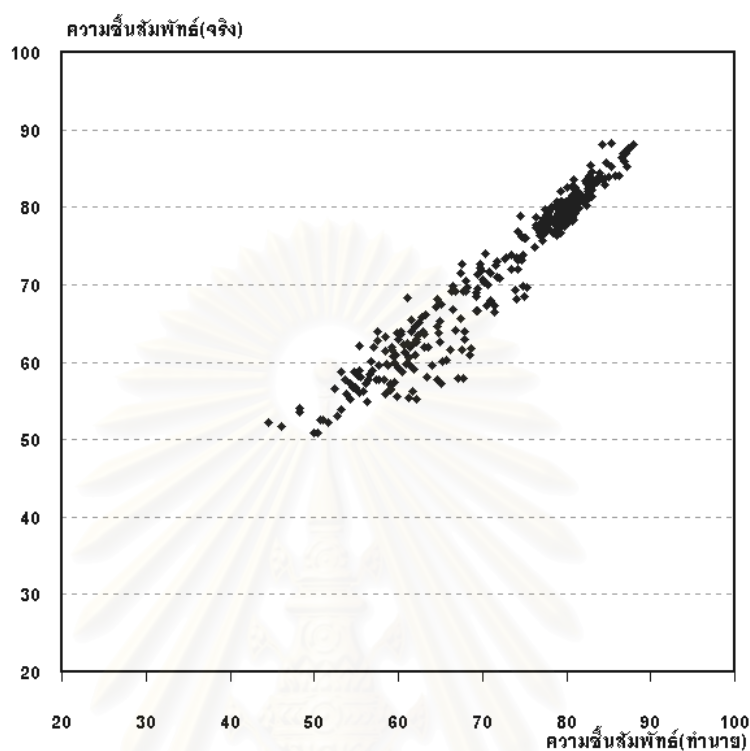
แสดงถึงการยอมรับสมมติฐานแย้งยอมรับว่าค่าสัมประสิทธิ์มีผลต่อการประมาณค่าน้ำหนักจริงที่ระดับความเชื่อมั่น 90% ดังแสดงในตารางที่ 5.2.3.4

ตารางที่ 5.2.3.4 แสดงค่าการทดสอบทางสถิติ : Rhmic(Rho,time)

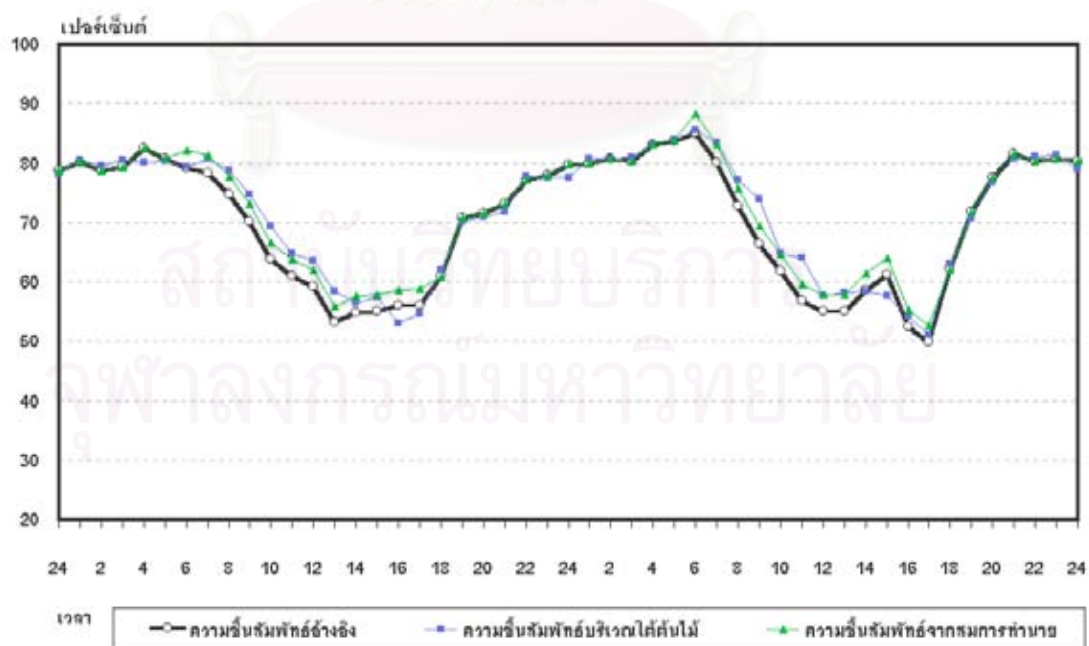
	ค่า t Stat	การยอมรับ	ค่า P-value	การยอมรับ
Intercept	1.8512	ยอมรับ H_1 และ ปฏิเสธ H_0	0.064972	ยอมรับ H_1 และ ปฏิเสธ H_0
Rho	54.6955	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1	9.8E-175	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1
time	-7.4943	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1	5.39E-13	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1

สรุปผลว่า ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซนต์ ตัวแปรอิสระที่ควรที่จะสามารถนำมาประมาณค่าความขึ้นสัมพันธ์สภาพแวดล้อมได้ คือ ความขึ้นสัมพันธ์อ้างอิง(Rho) และช่วงเวลา(time)

3.5) พิจารณาค่าพยากรณ์ของสมการถดถอย $R_{hmic} = 2.1667 + 1.0106 \times Rho - 2.973 \times time$ เพื่อแสดงระดับความน่าเชื่อถือของสมการข้างต้นสำหรับการวิเคราะห์ในปัจจุบัน



แผนภูมิที่ 5.2.3.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์สภาพแวดล้อมจริงกับความชื้นสัมพัทธ์สภาพแวดล้อมที่ได้จากสมการประมาณ $R_{hmic} = 2.1667 + 1.0106 \times Rho - 2.9730 \times tim$



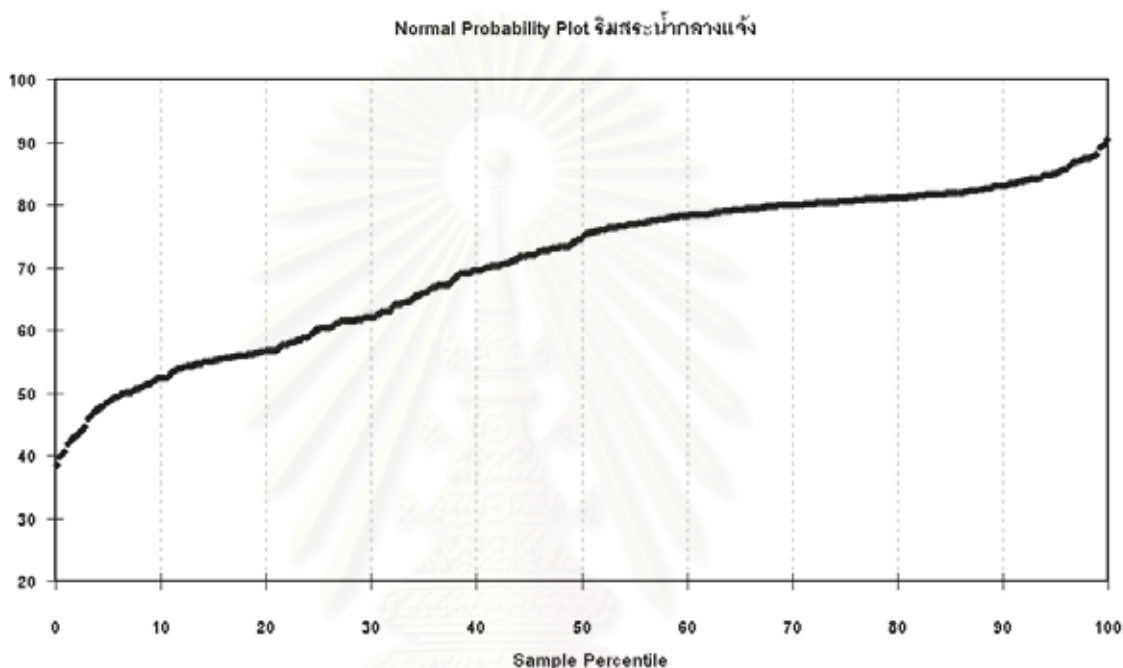
แผนภูมิที่ 5.2.3.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์สภาพแวดล้อมอ้างอิง สภาพแวดล้อมจริงและสภาพแวดล้อมที่ได้จากสมการประมาณ $R_{hmic} = 2.1667 + 1.0106 \times Rho - 2.9730 \times tim$

4) บริเวณริมสระน้ำกลางแจ้ง

สมการ $Rhmic = -0.7981 + 1.0513 \times Rho - 2.7993 \times time$

4.1) การวิเคราะห์การกระจายของกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาข้อมูลพบว่าค่าสูงสุดเป็น 90.47 เปอร์เซนต์ ต่ำสุดเป็น 38.52 เปอร์เซนต์ และค่าเฉลี่ยเป็น 70.44 เปอร์เซนต์ มีค่ามาตรฐานเป็น 12.37



แผนภูมิที่ 5.2.4.1 แสดง Normal Probability Plot สภาพแวดล้อมบริเวณริมสระน้ำกลางแจ้ง

จากแผนภูมิที่ 5.2.4.1 แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูลใกล้เคียงโค้งปกติจะเห็นได้ว่า จากตัวอย่างที่นำมาพิจารณาจัดให้อยู่ในรูปของ Standardized แล้วพบว่ามีค่าสูงสุดเป็น 1.62 ต่ำสุดเป็น -2.58 แสดงให้เห็นว่าการเก็บข้อมูลไม่มีข้อมูลที่แปลกแยกออกจากกลุ่ม

4.2) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการถดถอยเชิงซ้อนด้วยค่าสถิติ

ตารางที่ 5.2.4.1 แสดงค่า Regression Statistics : $Rhmic(Rho,time)$

Multiple R	0.9785
R Square	0.9576
Adjusted R Square	0.9573
Standard Error	2.5545
Observations	414

จากค่า Multiple R เป็น 0.9785 แสดงว่าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามค่อนข้างสูง จากตัวอย่างแสดงว่ากลุ่มตัวแปรอิสระมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามคือน้ำหนักค่อนข้างสูง ค่า R Square เป็น 0.9576 ค่า Adjusted R Square เป็น 0.9573 แสดงอิทธิพลระหว่างตัวแปรอิสระเอง เล็กน้อย เมื่อพิจารณาจาก ค่า Adjusted R Square ค่า Standard Error แสดงว่าในการประมาณค่าน้ำหนักด้วยตัวแปรอิสระมีค่าความคลาดเคลื่อน(Standard Error) ประมาณ 2.55 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 5.2.4.2 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) : Rhmic(Rho,time)

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	2	60,506.25	30,253.12	4,636.03	1E-282
Residual	411	2,682.05	6.53		
Total	413	63,188.29			

ในการประมาณค่าตัวแปรตามด้วยตัวแปรอิสระ 2 ตัวแปร(df = 2) โดยวิธีการกำลังสองน้อยที่สุด มีค่าความแปรปรวนของอิทธิพลในส่วนที่สามารถที่อธิบายได้ ($\sum(y - \bar{y})^2$) เป็น 60,506.25 และอิทธิพลจากแหล่งอื่นที่อธิบายไม่ได้ในการประมาณค่า $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ ด้วย b_0, b_1, b_2 ค่า df1= 2 และ df2= 411 มีค่าความแปรปรวนที่อธิบายไม่ได้($\sum(y - \bar{y})^2$)เป็น 2,682.05

4.3) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการถดถอยเชิงซ้อนด้วยการทดสอบสมมติฐาน

จากสมการการถดถอย นำมาพิจารณาวิเคราะห์ความแปรปรวนว่าสามารถใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดในการประมาณค่าตัวแปรตามได้หรือไม่โดยใช้การทดสอบด้วยค่าสถิติ F

กำหนดสมมติฐาน คือ

H_0 : ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีผลต่อตัวแปรตาม(Rhmic) หรือ $Rho = time = 0$

H_1 : ตัวแปรอิสระทุกตัวมีผลต่อตัวแปรตาม(Rhmic)หรือ $Rho \neq 0$ หรือ $time \neq 0$

ค่า $F = MSR/MSE = 30,253.12 / 6.53 = 4,636.03$ ซึ่งมากกว่าค่า F ที่ได้จากการเปิดตาราง(4.61) (df1=2, df2=411, $\alpha = 0.01$)

ดังนั้นจึงตกอยู่บนเขตวิกฤตปฏิเสธสมมติฐานว่าง(H_0)ยอมรับสมมติฐานแย้ง(H_1)

และจากค่า Significance F = $1E-282$ (1×10^{-289}) มีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ($\alpha = 0.01$) หรือค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 99% จึงสรุปได้ว่ามีตัวแปรอิสระบางตัวหรือทุกตัวที่สามารถนำไปใช้ในการประมาณค่าตัวแปรตามได้

ตารางที่ 5.2.4.3 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ : Rhmic(Rho,time)

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 90.0%	Upper 90.0%
Intercept	-0.7981	0.9420	-0.8472	0.3974	-2.6499	1.0538	-2.6499	1.0538
Rho	1.0513	0.0155	67.8851	1.9E-225	1.0208	1.0817	1.0208	1.0817
time	-2.7993	0.3866	-7.2412	2.21E-12	-3.5592	-2.0394	-3.5592	-2.0394

จากรูปแบบสมการ $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon$

สมการการประมาณ $\hat{Y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2$

$$\text{Rhmic} = -0.7981 + 1.0513 \times \text{Rho} - 2.7993 \times \text{time}$$

เพื่อทดสอบว่าควรที่จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์ b_1, b_2, \dots และ b_0 หรือไม่โดยใช้ค่าสถิติ t Stat และ P-value ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรอิสระ Rho และ time

4.4) ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ (t Stat)

กำหนดสมมติฐาน คือ

$$H_0: \text{ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการควรเป็นศูนย์ หรือ } \beta_i = 0; i = 1, 2$$

$$H_1: \text{ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการไม่ควรเป็นศูนย์ หรือ } \beta_i \neq 0; i = 1, 2$$

และ ค่าระดับนัยสำคัญ(α) เป็น 0.1 ค่า t จากตารางคือ 1.282 เมื่อ df เป็น 411

4.5) ทดสอบตัวแปรอิสระ (P-value)

กำหนดสมมติฐาน คือ

$$H_0: \text{ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีผลต่อตัวแปรตาม(น้ำหนัก) หรือ } \text{Rho} = \text{time} = 0$$

$$H_1: \text{ตัวแปรอิสระทุกตัวมีผลต่อตัวแปรตาม(น้ำหนัก) หรือ } \text{Rho} \neq 0 \text{ หรือ } \text{time} \neq 0$$

และ ค่าระดับนัยสำคัญ(α) เป็น 0.10

แสดงถึงการยอมรับสมมติฐานแย้งยอมรับว่าค่าสัมประสิทธิ์มีผลต่อการประมาณค่าน้ำหนักจริงที่ระดับความเชื่อมั่น 90% ดังแสดงในตารางที่ 5.2.4.4

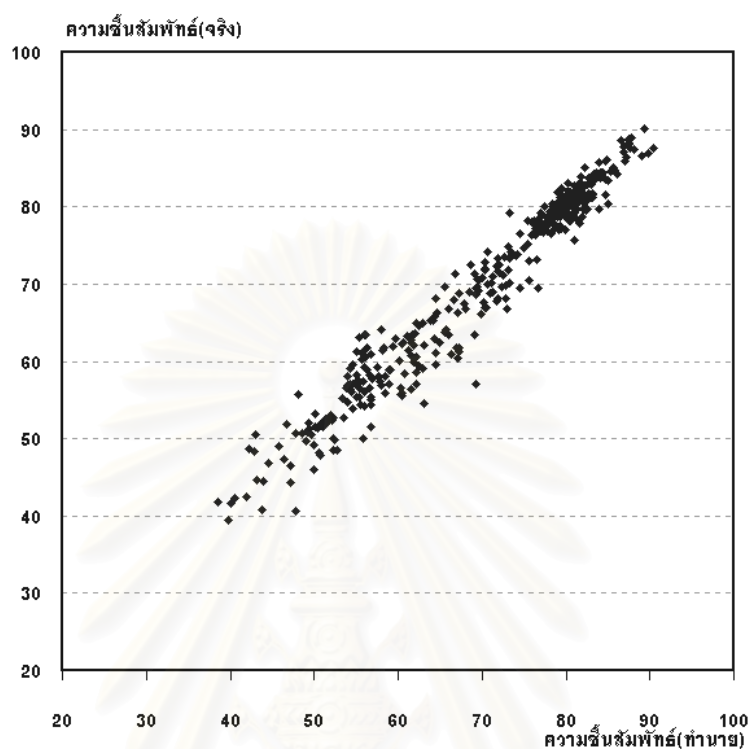
ตารางที่ 5.2.4.4 แสดงค่าการทดสอบทางสถิติ : Rhmic(Rho,time)

	ค่า t Stat	การยอมรับ	ค่า P-value	การยอมรับ
Intercept	-0.8472	ยอมรับ H_1 และปฏิเสธ H_0	0.3974	ยอมรับ H_1 และปฏิเสธ H_0
Rho	67.8851	ยอมรับ H_0 และปฏิเสธ H_1	1.9E-225	ยอมรับ H_0 และปฏิเสธ H_1
time	-7.2412	ยอมรับ H_0 และปฏิเสธ H_1	2.21E-12	ยอมรับ H_0 และปฏิเสธ H_1

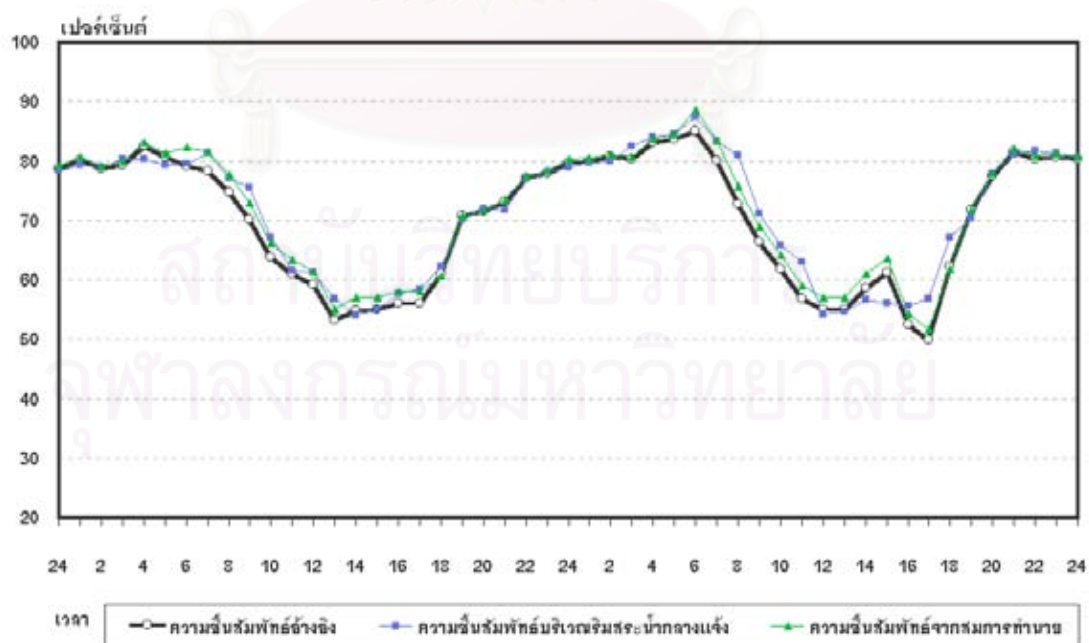
สรุปผลว่า ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซนต์ ตัวแปรอิสระที่ควรที่จะสามารถนำมาประมาณค่าความขึ้นสัมพันธ์สภาพแวดล้อมได้ คือ ความขึ้นสัมพันธ์อ้างอิง(Rho) และช่วงเวลา(time)

4.5) พิจารณาค่าพยากรณ์ของสมการถดถอย $R_{hmic} = -0.798 + 1.051 \times Rho - 2.7993 \times time$

เพื่อแสดงระดับความน่าเชื่อถือของสมการข้างต้นสำหรับการวิเคราะห์ในปัจจุบัน



แผนภูมิที่ 5.2.4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์สภาพแวดล้อมจริงกับความชื้นสัมพัทธ์สภาพแวดล้อมที่ได้จากสมการประมาณ $R_{hmic} = -0.7981 + 1.0513 \times Rho - 2.7993 \times time$



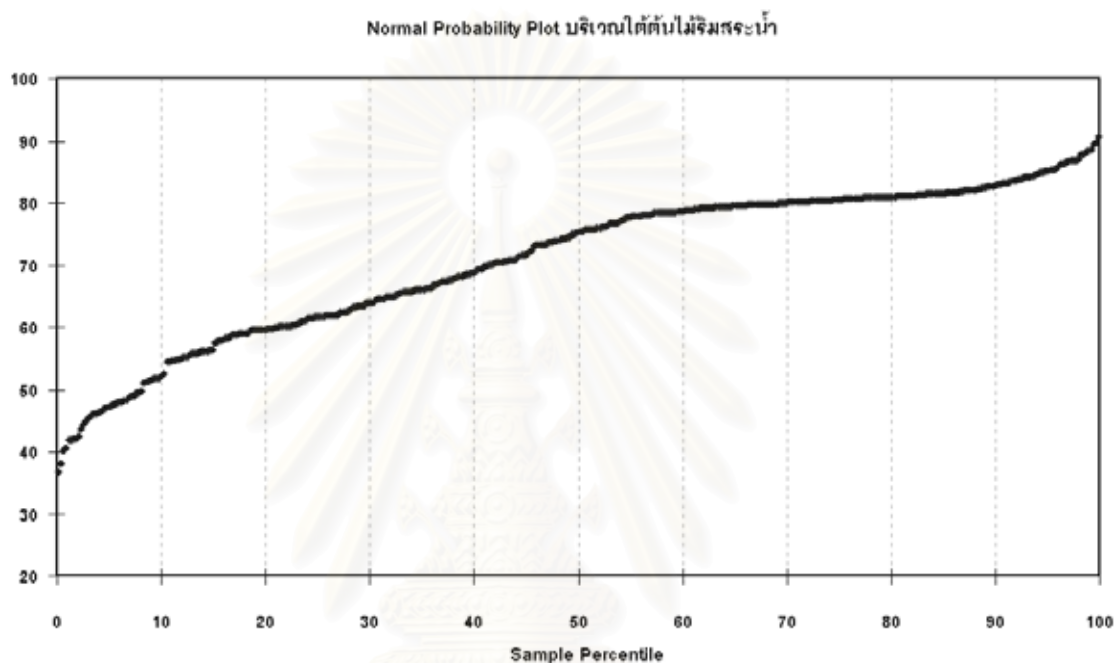
แผนภูมิที่ 5.2.4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์สภาพแวดล้อมอ้างอิง สภาพแวดล้อมจริงและสภาพแวดล้อมที่ได้จากสมการประมาณ $R_{hmic} = -0.7981 + 1.0513 \times Rho - 2.7993 \times time$

5) บริเวณใต้ต้นไม้ริมสระน้ำ

สมการ $Rhmic = 0.2899 + 1.0473 \times Rho - 3.6315 \times time$

5.1) การวิเคราะห์การกระจายของกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาข้อมูลพบว่าค่าสูงสุดเป็น 90.63 เปอร์เซนต์ ต่ำสุดเป็น 36.68 เปอร์เซนต์ และค่าเฉลี่ยเป็น 70.84 เปอร์เซนต์ มีค่ามาตรฐานเป็น 12.11



แผนภูมิที่ 5.2.5.1 แสดง Normal Probability Plot สภาพแวดล้อมบริเวณใต้ต้นไม้ริมสระน้ำ

จากแผนภูมิที่ 5.2.5.1 แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูลใกล้เคียงโค้งปกติจะเห็นได้ว่า จากตัวอย่างที่นำมาพิจารณาจัดให้อยู่ในรูปของ Standardized แล้วพบว่ามีค่าสูงสุดเป็น 1.63 ต่ำสุดเป็น -2.82 แสดงให้เห็นว่าการเก็บข้อมูลไม่มีข้อมูลที่แปลกแยกออกจากกลุ่ม

5.2) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการถดถอยเชิงซ้อนด้วยค่าสถิติ

ตารางที่ 5.2.5.1 แสดงค่า Regression Statistics : $Rhmic(Rho, time)$

Multiple R	0.9712
R Square	0.9432
Adjusted R Square	0.9429
Standard Error	2.8934
Observations	414

จากค่า Multiple R เป็น 0.9712 แสดงว่าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามค่อนข้างสูง จากตัวอย่างแสดงว่ากลุ่มตัวแปรอิสระมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามคือน้ำหนักค่อนข้างสูง ค่า R Square เป็น 0.9432 ค่า Adjusted R Square เป็น 0.9429 แสดงอิทธิพลระหว่างตัวแปรอิสระเอง เล็กน้อย เมื่อพิจารณาจาก ค่า Adjusted R Square ค่า Standard Error แสดงว่าในการประมาณค่าน้ำหนักด้วยตัวแปรอิสระมีค่าความคลาดเคลื่อน(Standard Error) ประมาณ 2.89 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 5.2.5.2 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) : Rhmic(Rho,time)

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	2	57,143.49	28,571.74	3,412.85	1E-256
Residual	411	3,440.81	8.37		
Total	413	60,584.30			

ในการประมาณค่าตัวแปรตามด้วยตัวแปรอิสระ 2 ตัวแปร(df = 2) โดยวิธีการกำลังสองน้อยที่สุด มีค่าความแปรปรวนของอิทธิพลในส่วนที่สามารถที่อธิบายได้ ($\sum(y - \bar{y})^2$) เป็น 57,143.49 และอิทธิพลจากแหล่งอื่นที่อธิบายไม่ได้ในการประมาณค่า $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ ด้วย b_0, b_1, b_2 ค่า df1= 2 และ df2= 411 มีค่าความแปรปรวนที่อธิบายไม่ได้($\sum(y - \bar{y})^2$)เป็น 3,440.81

5.3) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการทดสอบเชิงซ้อนด้วยการทดสอบสมมุติฐาน

จากสมการการถดถอย นำมาพิจารณาวิเคราะห์ความแปรปรวนว่าสามารถใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดในการประมาณค่าตัวแปรตามได้หรือไม่โดยใช้การทดสอบด้วยค่าสถิติ F

กำหนดสมมุติฐาน คือ

H_0 : ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีผลต่อตัวแปรตาม(Rhmic) หรือ $Rho = time = 0$

H_1 : ตัวแปรอิสระทุกตัวมีผลต่อตัวแปรตาม(Rhmic)หรือ $Rho \neq 0$ หรือ $time \neq 0$

ค่า $F = MSR/MSE = 28,571.74 / 8.37 = 3,412.85$ ซึ่งมากกว่าค่า F ที่ได้จากการเปิดตาราง(4.61) (df1=2, df2=411, $\alpha = 0.01$)

ดังนั้นจึงตกอยู่บนเขตวิกฤตปฏิเสธสมมุติฐานว่าง(H_0)ยอมรับสมมุติฐานแย้ง(H_1)

และจากค่า Significance F = $1E-256$ (1×10^{-256}) มีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ($\alpha = 0.01$) หรือค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 99% จึงสรุปได้ว่ามีตัวแปรอิสระบางตัวหรือทุกตัวที่สามารถนำไปใช้ในการประมาณค่าตัวแปรตามได้

ตารางที่ 5.2.5.3 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ : Rhmic(Rho,time)

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 90.0%	Upper 90.0%
Intercept	0.2899	1.0670	0.2717	0.7860	-1.8075	2.3874	-1.8075	2.3874
Rho	1.0473	0.0175	59.7080	1.2E-204	1.0128	1.0818	1.0128	1.0818
time	-3.6315	0.4379	-8.2939	1.58E-15	-4.4922	-2.7708	-4.4922	-2.7708

จากรูปแบบสมการ $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon$

สมการการประมาณ $\hat{Y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2$

$$\text{Rhmic} = 0.2899 + 1.0473 \times \text{Rho} - 3.6315 \times \text{time}$$

เพื่อทดสอบว่าควรที่จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์ b_1, b_2, \dots และ b_0 หรือไม่โดยใช้ค่าสถิติ t Stat และ P-value ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรอิสระ Rho และ time

5.4) ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ (t Stat)

กำหนดสมมติฐาน คือ

$$H_0: \text{ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการควรเป็นศูนย์ หรือ } \beta_i = 0; i = 1, 2$$

$$H_1: \text{ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการไม่ควรเป็นศูนย์ หรือ } \beta_i \neq 0; i = 1, 2$$

และ ค่าระดับนัยสำคัญ(α) เป็น 0.1 ค่า t จากตารางคือ 1.282 เมื่อ df เป็น 411

5.5) ทดสอบตัวแปรอิสระ (P-value)

กำหนดสมมติฐาน คือ

$$H_0: \text{ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีผลต่อตัวแปรตาม(น้ำหนัก) หรือ } \text{Rho} = \text{time} = 0$$

$$H_1: \text{ตัวแปรอิสระทุกตัวมีผลต่อตัวแปรตาม(น้ำหนัก) หรือ } \text{Rho} \neq 0 \text{ หรือ } \text{time} \neq 0$$

และ ค่าระดับนัยสำคัญ(α) เป็น 0.10

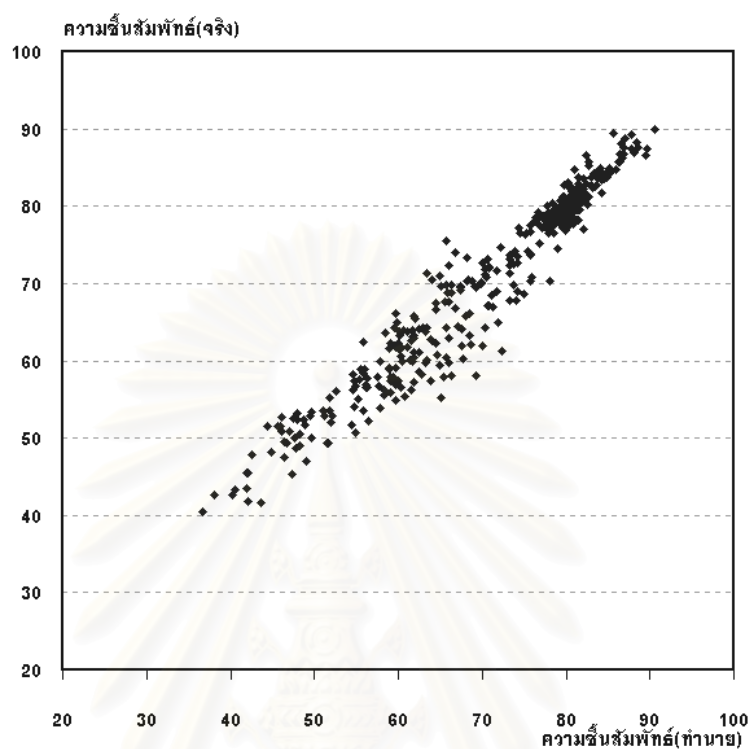
แสดงถึงการยอมรับสมมติฐานแย้งยอมรับว่าค่าสัมประสิทธิ์มีผลต่อการประมาณค่าน้ำหนักจริงที่ระดับความเชื่อมั่น 90% ดังแสดงในตารางที่ 5.2.5.4

ตารางที่ 5.2.5.4 แสดงค่าการทดสอบทางสถิติ : Rhmic(Rho,time)

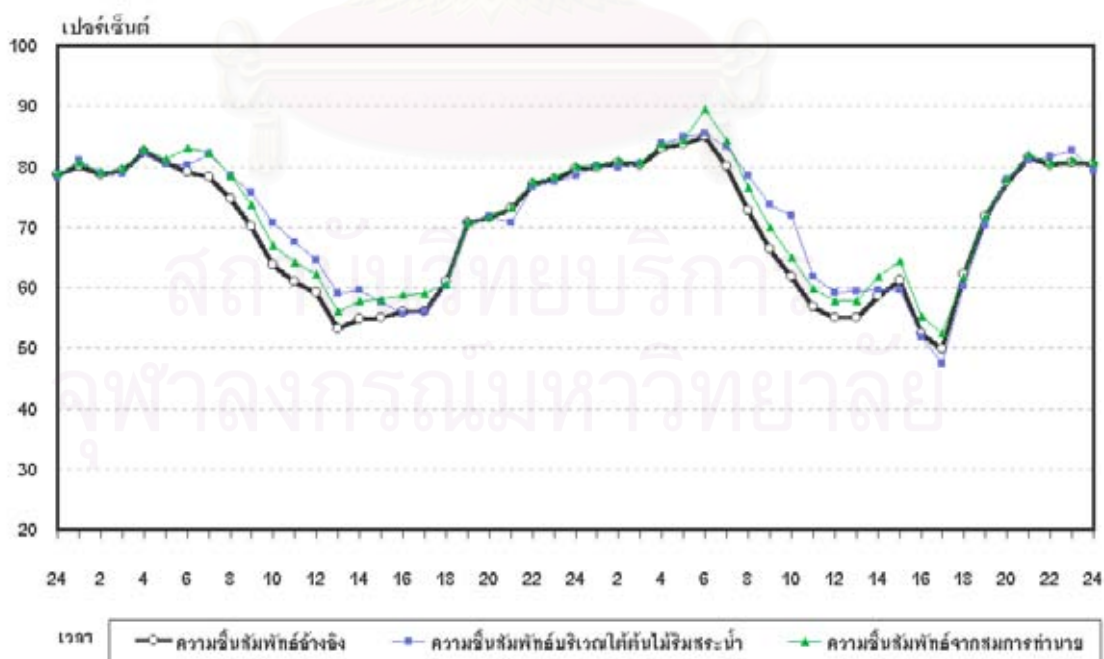
	ค่า t Stat	การยอมรับ	ค่า P-value	การยอมรับ
Intercept	0.2717	ยอมรับ H_1 และปฏิเสธ H_0	0.7860	ยอมรับ H_1 และปฏิเสธ H_0
Rho	59.7080	ยอมรับ H_0 และปฏิเสธ H_1	1.2E-204	ยอมรับ H_0 และปฏิเสธ H_1
time	-8.2939	ยอมรับ H_0 และปฏิเสธ H_1	1.58E-15	ยอมรับ H_0 และปฏิเสธ H_1

สรุปผลว่า ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซนต์ ตัวแปรอิสระที่ควรที่จะสามารถนำมาประมาณค่าความขึ้นสัมพันธ์สภาพแวดล้อมได้ คือ ความขึ้นสัมพันธ์อ้างอิง(Rho) และช่วงเวลา(time)

5.5) พิจารณาค่าพยากรณ์ของสมการถดถอย $R_{hmic} = 0.2899 + 1.047 \times Rho - 3.6315 \times time$ เพื่อแสดงระดับความน่าเชื่อถือของสมการข้างต้นสำหรับการวิเคราะห์ในปัจจุบัน



แผนภูมิที่ 5.2.5.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์สภาพแวดล้อมจริงกับความชื้นสัมพัทธ์สภาพแวดล้อมที่ได้จากสมการประมาณ $R_{hmic} = 0.2899 + 1.0473 \times Rho - 3.6315 \times time$



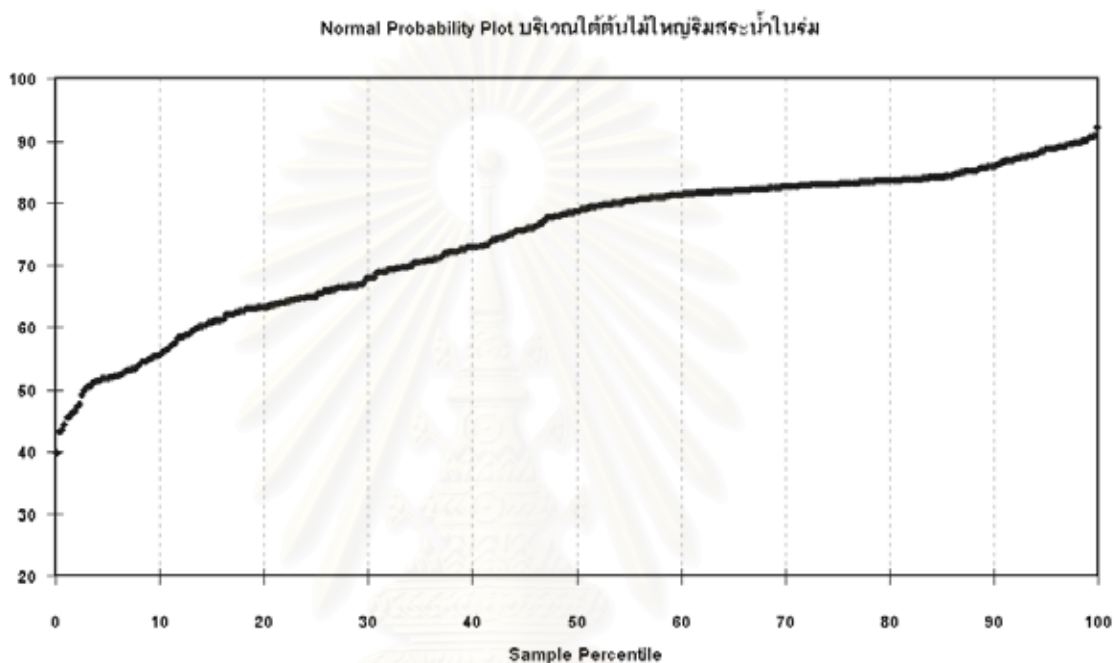
แผนภูมิที่ 5.2.5.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์สภาพแวดล้อมอ้างอิง สภาพแวดล้อมจริงและสภาพแวดล้อมที่ได้จากสมการประมาณ $R_{hmic} = 0.2899 + 1.0473 \times Rho - 3.6315 \times time$

6) บริเวณใต้ต้นไม้ใหญ่ริมสระน้ำในร่ม

สมการ $Rhmic = 4.9010 + 1.0382 \times Rho - 5.0052 \times time$

6.1) การวิเคราะห์การกระจายของกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาข้อมูลพบว่าค่าสูงสุดเป็น 92.11 เปอร์เซ็นต์ ต่ำสุดเป็น 39.78 เปอร์เซ็นต์ และค่าเฉลี่ยเป็น 74.16 เปอร์เซ็นต์ มีค่ามาตรฐานเป็น 11.62



แผนภูมิที่ 5.2.6.1 แสดง Normal Probability Plot สภาพแวดล้อมบริเวณใต้ต้นไม้ใหญ่ริมสระน้ำในร่ม

จากแผนภูมิที่ 5.2.6.1 แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูลใกล้เคียงโค้งปกติจะเห็นได้ว่า จากตัวอย่างที่นำมาพิจารณาจัดให้อยู่ในรูปของ Standardized แล้วพบว่ามีค่าสูงสุดเป็น 1.54 ต่ำสุดเป็น -2.96 แสดงให้เห็นว่าการเก็บข้อมูลไม่มีข้อมูลที่แปลกแยกออกจากกลุ่ม

6.2) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการถดถอยเชิงซ้อนด้วยค่าสถิติ

ตารางที่ 5.2.6.1 แสดงค่า Regression Statistics : $Rhmic(Rho, time)$

Multiple R	0.9630
R Square	0.9274
Adjusted R Square	0.9271
Standard Error	3.1365
Observations	414

จากค่า Multiple R เป็น 0.9630 แสดงว่าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามค่อนข้างสูง จากตัวอย่างแสดงว่ากลุ่มตัวแปรอิสระมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามคือน้ำหนักค่อนข้างสูง ค่า R Square เป็น 0.9274 ค่า Adjusted R Square เป็น 0.9271 แสดงอิทธิพลระหว่างตัวแปรอิสระเอง เล็กน้อย เมื่อพิจารณาจาก ค่า Adjusted R Square ค่า Standard Error แสดงว่าในการประมาณค่าน้ำหนักด้วยตัวแปรอิสระมีค่าความคลาดเคลื่อน(Standard Error) ประมาณ 3.14 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 5.2.6.2 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) : Rhmic(Rho,time)

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	2	51,683.18	25,841.59	2,626.74	7.4E-235
Residual	411	4,043.37	9.84		
Total	413	55,726.55			

ในการประมาณค่าตัวแปรตามด้วยตัวแปรอิสระ 2 ตัวแปร(df = 2) โดยวิธีการกำลังสองน้อยที่สุด มีค่าความแปรปรวนของอิทธิพลในส่วนที่สามารถที่อธิบายได้ ($\sum(\hat{y} - \bar{y})^2$) เป็น 51,683.18 และอิทธิพลจากแหล่งอื่นที่อธิบายไม่ได้ในการประมาณค่า $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ ด้วย b_0, b_1, b_2 ค่า df1= 2 และ df2= 411 มีค่าความแปรปรวนที่อธิบายไม่ได้($\sum(y - \hat{y})^2$)เป็น 4,043.37

6.3) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการถดถอยเชิงซ้อนด้วยการทดสอบสมมุติฐาน

จากสมการการถดถอย นำมาพิจารณาวิเคราะห์ความแปรปรวนว่าสามารถใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดในการประมาณค่าตัวแปรตามได้หรือไม่โดยใช้การทดสอบด้วยค่าสถิติ F

กำหนดสมมุติฐาน คือ

H_0 : ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีผลต่อตัวแปรตาม(Rhmic) หรือ $Rho = time = 0$

H_1 : ตัวแปรอิสระทุกตัวมีผลต่อตัวแปรตาม(Rhmic)หรือ $Rho \neq 0$ หรือ $time \neq 0$

ค่า $F = MSR/MSE = 25,841.59 / 9.84 = 2,626.74$ ซึ่งมากกว่าค่า F ที่ได้จากการเปิดตาราง(4.61) (df1=2, df2=411, $\alpha = 0.01$)

ดังนั้นจึงตกอยู่บนเขตวิกฤตปฏิเสธสมมุติฐานว่าง(H_0)ยอมรับสมมุติฐานแย้ง(H_1)

และจากค่า Significance F = 7.4E-235 (7.4×10^{-235}) มีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ ($\alpha = 0.01$) หรือค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 99% จึงสรุปได้ว่ามีตัวแปรอิสระบางตัวหรือทุกตัวที่สามารถนำไปใช้ในการประมาณค่าตัวแปรตามได้

ตารางที่ 5.2.6.3 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ : Rhmic(Rho,time)

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 90.0%	Upper 90.0%
Intercept	4.9010	1.1567	4.2372	2.8E-05	2.6273	7.1748	2.6273	7.1748
Rho	1.0382	0.0190	54.6039	1.7E-190	1.0009	1.0756	1.0009	1.0756
time	-5.0052	0.4746	-10.5451	3.6E-23	-5.9382	-4.0721	-5.9382	-4.0721

จากรูปแบบสมการ $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon$

สมการการประมาณ $\hat{Y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2$

$$\text{Rhmic} = 4.9010 + 1.0382 \times \text{Rho} - 5.0052 \times \text{time}$$

เพื่อทดสอบว่าควรที่จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์ b_1, b_2, \dots และ b_0 หรือไม่โดยใช้ค่าสถิติ t Stat และ P-value ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรอิสระ Rho และ time

6.4) ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ (t Stat)

กำหนดสมมติฐาน คือ

$$H_0: \text{ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการควรเป็นศูนย์ หรือ } \beta_i = 0; i = 1, 2$$

$$H_1: \text{ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการไม่ควรเป็นศูนย์ หรือ } \beta_i \neq 0; i = 1, 2$$

และ ค่าระดับนัยสำคัญ(α) เป็น 0.1 ค่า t จากตารางคือ 1.282 เมื่อ df เป็น 411

6.5) ทดสอบตัวแปรอิสระ (P-value)

กำหนดสมมติฐาน คือ

$$H_0: \text{ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีผลต่อตัวแปรตาม(น้ำหนัก) หรือ } \text{Rho} = \text{time} = 0$$

$$H_1: \text{ตัวแปรอิสระทุกตัวมีผลต่อตัวแปรตาม(น้ำหนัก) หรือ } \text{Rho} \neq 0 \text{ หรือ } \text{time} \neq 0$$

และ ค่าระดับนัยสำคัญ(α) เป็น 0.10

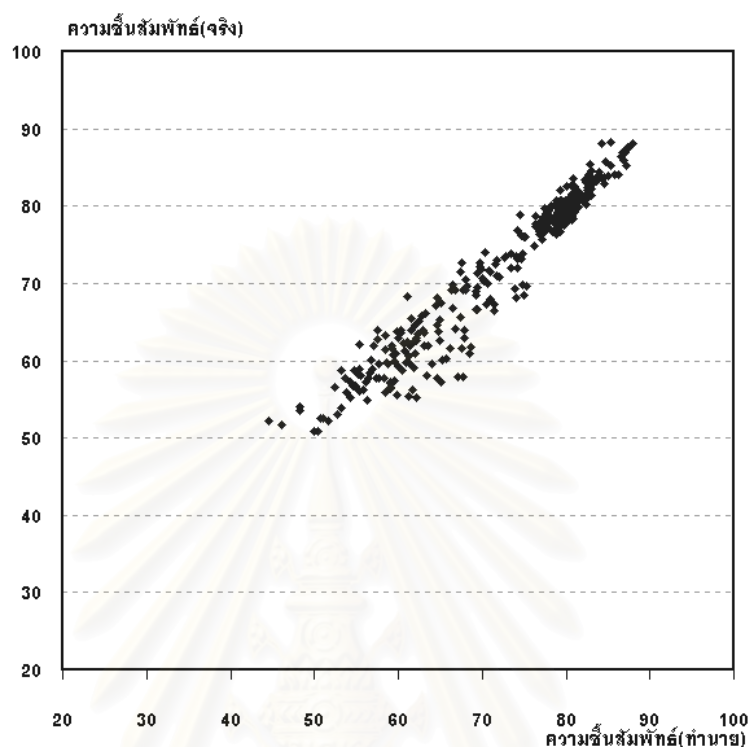
แสดงถึงการยอมรับสมมติฐานแย้งยอมรับว่าค่าสัมประสิทธิ์มีผลต่อการประมาณค่าน้ำหนักจริงที่ระดับความเชื่อมั่น 90% ดังแสดงในตารางที่ 5.2.6.4

ตารางที่ 5.2.6.4 แสดงค่าการทดสอบทางสถิติ : Rhmic(Rho,time)

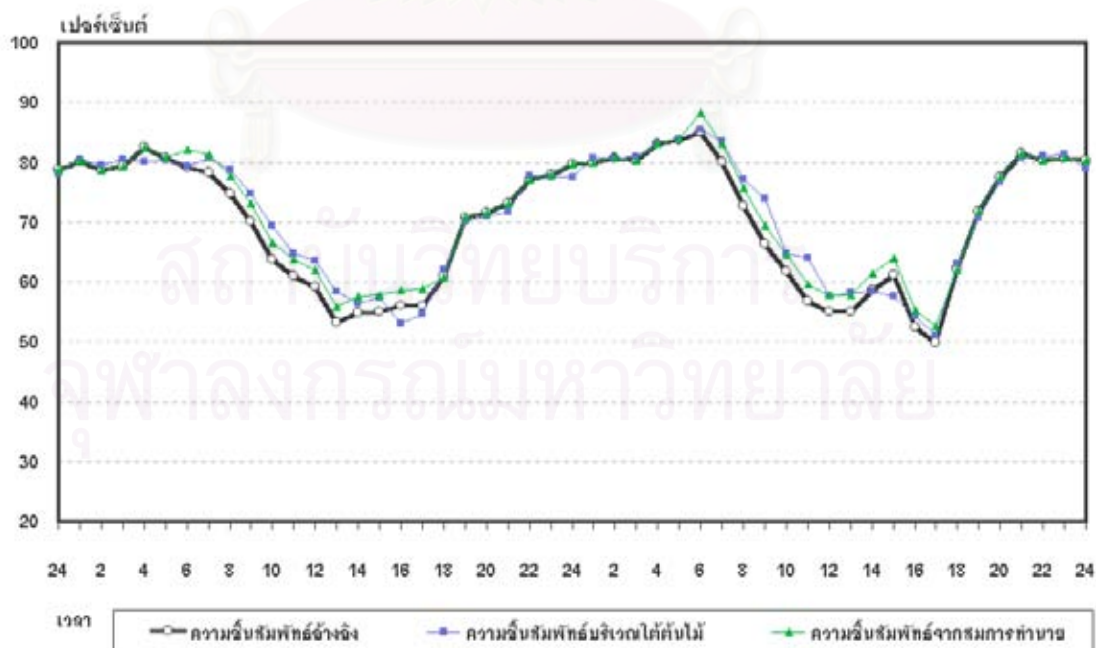
	ค่า t Stat	การยอมรับ	ค่า P-value	การยอมรับ
Intercept	4.2372	ยอมรับ H_1 และ ปฏิเสธ H_0	2.8E-05	ยอมรับ H_1 และ ปฏิเสธ H_0
Rho	54.6039	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1	1.7E-190	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1
time	-10.5451	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1	3.6E-23	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1

สรุปผลว่า ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซนต์ ตัวแปรอิสระที่ควรที่จะสามารถนำมาประมาณค่าความขึ้นสัมพันธ์สภาพแวดล้อมได้ คือ ความขึ้นสัมพันธ์อ้างอิง(Rho) และช่วงเวลา(time)

6.5) พิจารณาศักยภาพของสมการถดถอย $R_{hmic} = 4.901 + 1.0382 \times Rho - 5.0052 \times time$ เพื่อแสดงระดับความน่าเชื่อถือของสมการข้างต้นสำหรับการวิเคราะห์ในปัจจุบัน



แผนภูมิที่ 5.2.6.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์สภาพแวดล้อมจริงกับความชื้นสัมพัทธ์สภาพแวดล้อมที่ได้จากสมการประมาณ $R_{hmic} = 4.901 + 1.0382 \times Rho - 5.0052 \times time$

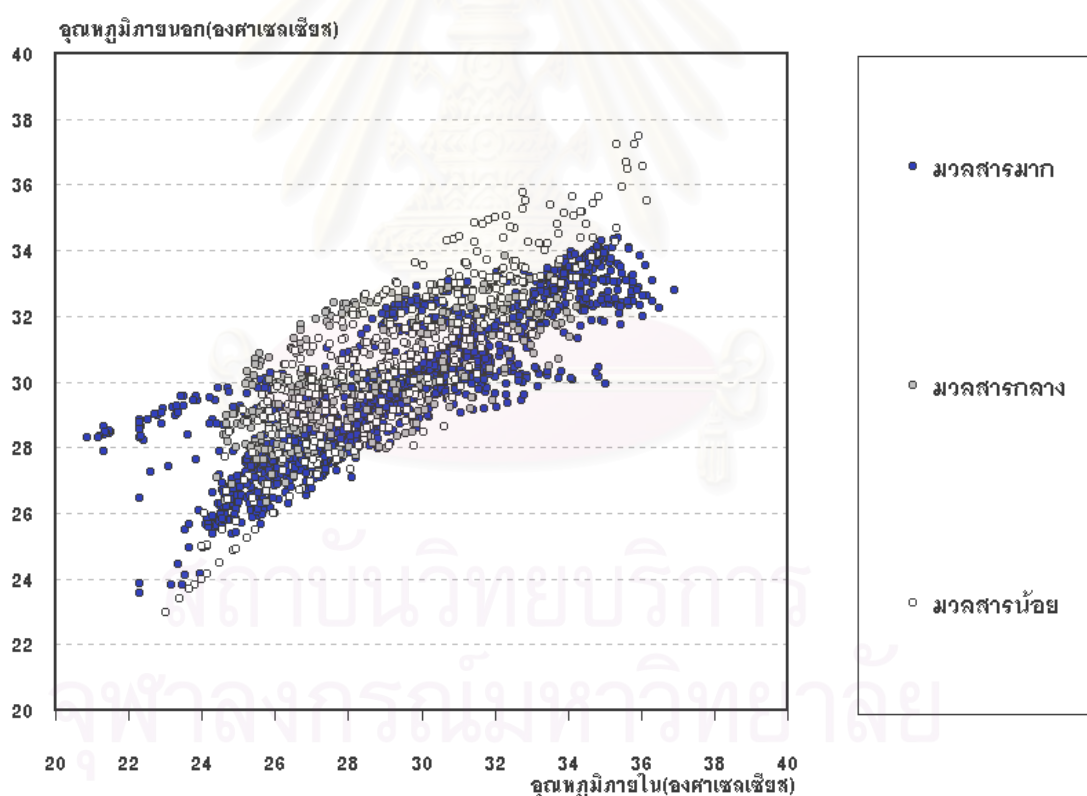


แผนภูมิที่ 5.2.6.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์สภาพแวดล้อมอ้างอิง สภาพแวดล้อมจริงและสภาพแวดล้อมที่ได้จากสมการประมาณ $R_{hmic} = 4.901 + 1.0382 \times Rho - 5.0052 \times time$

3. สมการประมาณค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารเนื่องจากมวลสารอาคาร

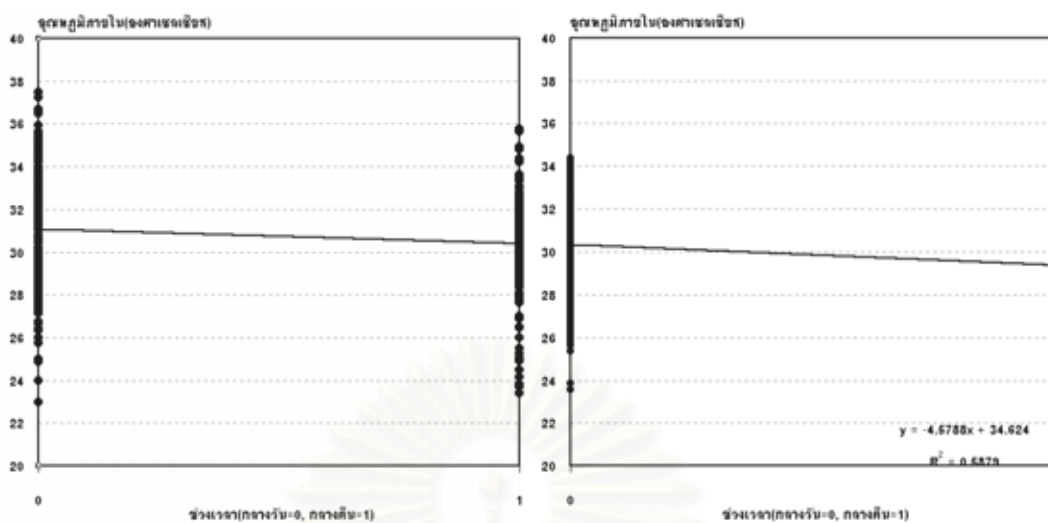
เพื่อสร้างสมการสำหรับการประมาณค่าอุณหภูมิอากาศเนื่องจากสภาพแวดล้อม ได้ทำการเก็บข้อมูลจริงจากกลุ่มตัวอย่างเรือนทับขวัญ จ.นครปฐม(ตัวแทนอาคารมวลสารน้อย) เรือนภรรยา จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย(ตัวแทนมวลสารกลาง) และวิหารวัดกำแพง(บางจาก) กรุงเทพมหานคร(ตัวแทนมวลสารมาก) ได้พิจารณาแยกวิเคราะห์ช่วงกลางวันและกลางคืน เงื่อนไขการเปิดปิดอาคาร และลักษณะมวลสารอาคาร โดยทำการกำหนดตัวแปรต้นเป็น อุณหภูมิอากาศภายนอก(T_o) ตัวแปรหุ่นเงื่อนไขการเปิดปิดอาคาร(con: เปิด เป็น 0,ปิด เป็น 1) ตัวแปรหุ่นช่วงเวลา(time:กลางวันเป็น 0 กลางคืนเป็น 1) และตัวแปรหุ่นมวลสารอาคาร(m: มวลสารมากเป็น 1,มวลสารกลางเป็น 0)

ในการสร้างสมการดังกล่าวใช้ระเบียบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในรูปแบบ $\hat{Y} = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2$ ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel โดยเครื่องมือวิเคราะห์ Regression มีรายละเอียดดังนี้



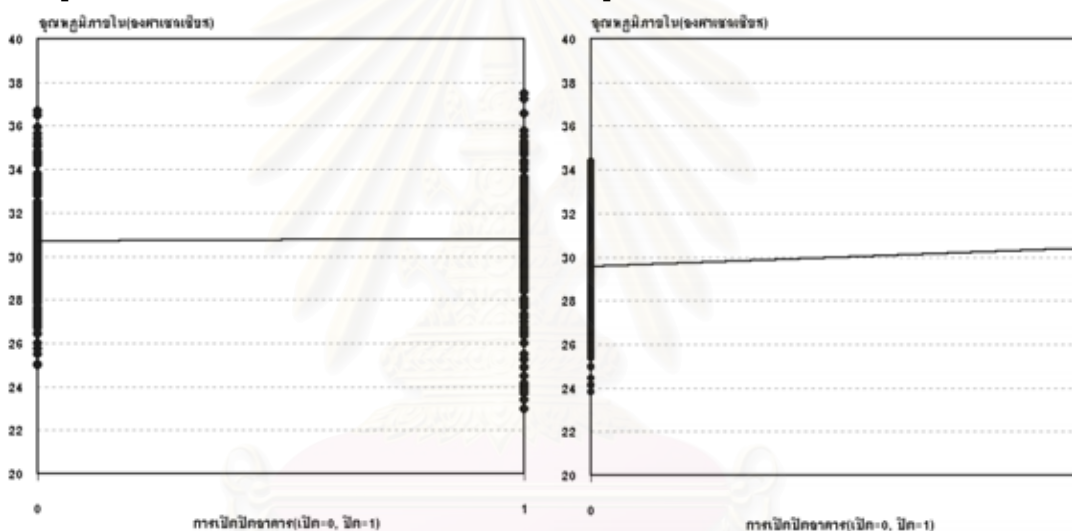
แผนภูมิที่ 5.3.1 แสดงการกระจายของความสัมพันธ์อุณหภูมิภายนอกและภายใน ของอาคารมวลสารน้อย มวลสารกลางและมวลสารมาก

จากข้อมูล เมื่อพิจารณาลักษณะของตัวแปร พบว่ามีการแบ่งแยกไม่ค่อยชัดเจนเท่าที่ควร พิจารณาได้จากความชันของเส้นแนวโน้ม และช่วงการกระจายของข้อมูล แสดงด้วยแผนภูมิที่ 5.3.2 ถึง 5.3.6 ดังนี้



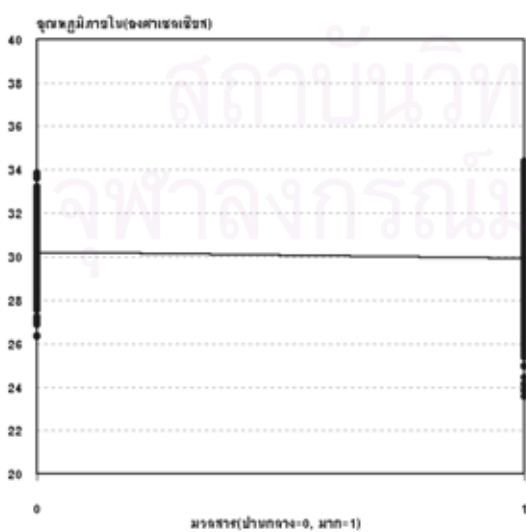
แผนภูมิที่ 5.3.2 มวลสารน้อย(Tm กับ time)

แผนภูมิที่ 5.3.3 มวลสารกลางและมาก(Tm กับ time)



แผนภูมิที่ 5.3.4 มวลสารน้อย(Tm กับ con)

แผนภูมิที่ 5.3.5 มวลสารกลางและมาก(Tm กับ con)



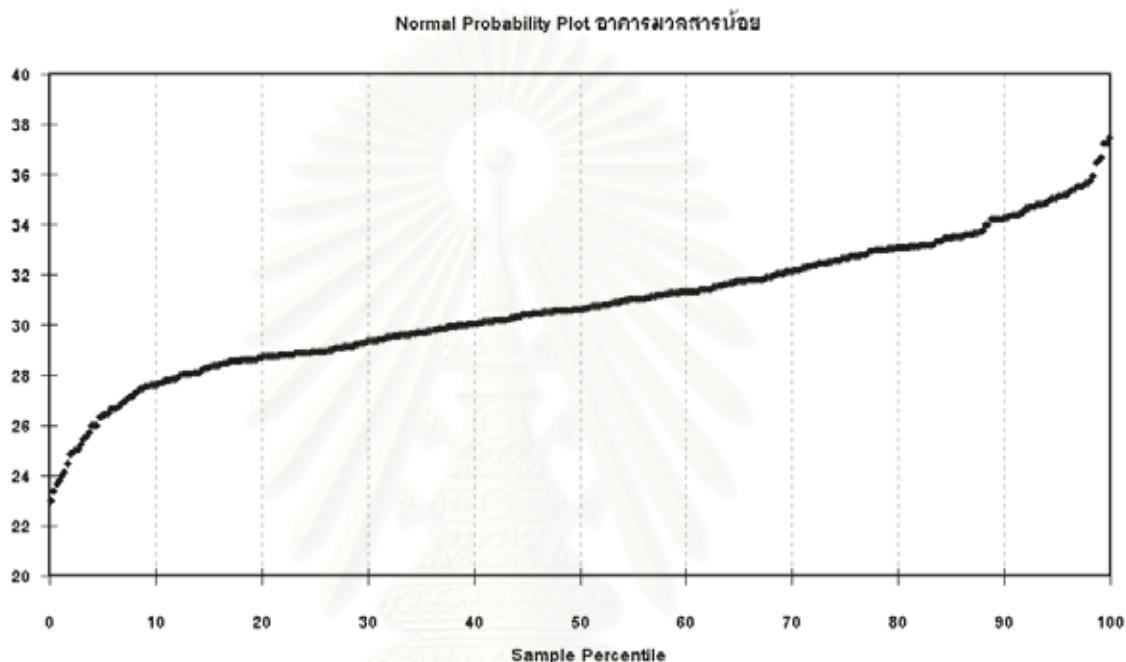
แผนภูมิที่ 5.3.6 มวลสารกลางและมาก(Tm กับ m)

1) อาคารมวลสารน้อย

สมการ $T_m = 3.9194 + 0.8849 \times T_o + 0.3758 \times \text{con} + 1.2501 \times \text{time}$

1.1) การวิเคราะห์การกระจายของกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาข้อมูลพบว่าค่าสูงสุดเป็น 37.49 องศาเซลเซียส ต่ำสุดเป็น 22.98 องศาเซลเซียส และค่าเฉลี่ยเป็น 30.75 องศาเซลเซียส มีค่ามาตรฐานเป็น 2.63



แผนภูมิที่ 5.3.1.1 แสดง Normal Probability Plot อาคารมวลสารน้อย

จากแผนภูมิที่ 5.3.1.1 แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูลใกล้เคียงโค้งปกติจะเห็นได้ว่า จากตัวอย่างที่นำมาพิจารณาจัดให้อยู่ในรูปของ Standardized แล้วพบว่ามีค่าสูงสุดเป็น 2.56 ต่ำสุดเป็น -2.95 แสดงให้เห็นว่าการเก็บข้อมูลไม่มีข้อมูลที่แปลกแยกออกจากกลุ่ม

1.2) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการถดถอยเชิงซ้อนด้วยค่าสถิติ

ตารางที่ 5.3.1.1 แสดงค่า Regression Statistics : $T_{mic}(T_o, \text{time})$

Multiple R	0.8907
R Square	0.7934
Adjusted R Square	0.7918
Standard Error	1.2002
Observations	394

จากค่า Multiple R เป็น 0.8907 แสดงว่าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามค่อนข้างสูง จากตัวอย่างแสดงว่ากลุ่มตัวแปรอิสระมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามคือน้ำหนักค่อนข้างสูง ค่า R Square เป็น 0.7934 ค่า Adjusted R Square เป็น 0.7918 แสดงอิทธิพลระหว่างตัวแปรอิสระเอง เล็กน้อย เมื่อพิจารณาจาก ค่า Adjusted R Square ค่า Standard Error แสดงว่าในการประมาณค่าน้ำหนักด้วยตัวแปรอิสระมีค่าความคลาดเคลื่อน(Standard Error) ประมาณ 1.2 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 5.3.1.2 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) : Tmic(To,time)

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	3	2,157.55	719.18	499.28	3.9E-133
Residual	390	561.77	1.44		
Total	393	2,719.32			

ในการประมาณค่าตัวแปรตามด้วยตัวแปรอิสระ 3 ตัวแปร(df = 3) โดยวิธีการกำลังสองน้อยที่สุด มีค่าความแปรปรวนของอิทธิพลในส่วนที่สามารถที่อธิบายได้ ($\sum(y - \bar{y})^2$) เป็น 2,157.55 และอิทธิพลจากแหล่งอื่นที่อธิบายไม่ได้ในการประมาณค่า $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ ด้วย b_0, b_1, b_2, b_3 ค่า df1= 3 และ df2= 390 มีค่าความแปรปรวนที่อธิบายไม่ได้($\sum(y - \bar{y})^2$)เป็น 561.77

1.3) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการถดถอยเชิงซ้อนด้วยการทดสอบสมมติฐาน

จากสมการการถดถอย นำมาพิจารณาวิเคราะห์ความแปรปรวนว่าสามารถใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดในการประมาณค่าตัวแปรตามได้หรือไม่โดยใช้การทดสอบด้วยค่าสถิติ F

กำหนดสมมติฐาน คือ

H_0 : ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีผลต่อตัวแปรตาม(Tmic) หรือ $To = time = con=0$

H_1 : ตัวแปรอิสระทุกตัวมีผลต่อตัวแปรตาม(Tmic)หรือ $To \neq 0$ หรือ $time \neq 0$ หรือ $con \neq 0$

ค่า $F = MSR/MSE = 719.18 / 1.44 = 499.28$ ซึ่งมากกว่าค่า F ที่ได้จากการเปิดตาราง (3.78) (df1=3, df2=390, $\alpha = 0.01$)

ดังนั้นจึงตกอยู่บนเขตวิกฤตปฏิเสธสมมติฐานว่าง(H_0)ยอมรับสมมติฐานแย้ง(H_1)

และจากค่า Significance F = 3.9E-133 (3.9×10^{-133}) มีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ ($\alpha = 0.01$) หรือค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 99% จึงสรุปได้ว่ามีตัวแปรอิสระบางตัวหรือทุกตัวที่สามารถนำไปใช้ในการประมาณค่าตัวแปรตามได้

ตารางที่ 5.3.1.3 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ : Tm(To,con,time)

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 90.0%	Upper 90.0%
Intercept	3.9194	0.7153	5.4796	7.66E-08	2.5131	5.3256	2.5131	5.3256
To	0.8849	0.0231	38.2705	4E-134	0.8395	0.9304	0.8395	0.9304
con	0.3758	0.1213	3.0992	0.0021	0.1374	0.6142	0.1374	0.6142
time	1.2501	0.1316	9.5025	2.13E-19	0.9914	1.5087	0.9914	1.5087

จากรูปแบบสมการ $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \varepsilon$

สมการการประมาณ $\hat{Y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3$

$$Tm = 3.9194 + 0.8849 \times To + 0.3758 \times con + 1.2501 \times time$$

เพื่อทดสอบว่าควรที่จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์ b_1, b_2, \dots และ b_3 หรือไม่โดยใช้ค่าสถิติ t Stat และ P-value ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรอิสระ To, con และ time

1.4) ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ (t Stat)

กำหนดสมมติฐาน คือ

H_0 : ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการควรเป็นศูนย์ หรือ $\beta_i = 0$; $i = 1, 2, 3$

H_1 : ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการไม่ควรเป็นศูนย์ หรือ $\beta_i \neq 0$; $i = 1, 2, 3$

และ ค่าระดับนัยสำคัญ (α) เป็น 0.1 ค่า t จากตารางคือ 1.282 เมื่อ df เป็น 390

1.5) ทดสอบตัวแปรอิสระ (P-value)

กำหนดสมมติฐาน คือ

H_0 : ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีผลต่อตัวแปรตาม(น้ำหนัก) หรือ $To = time = 0 = con$

H_1 : ตัวแปรอิสระทุกตัวมีผลต่อตัวแปรตาม(น้ำหนัก) หรือ $To \neq 0$ หรือ $time \neq 0$ หรือ $con \neq 0$

และ ค่าระดับนัยสำคัญ (α) เป็น 0.10

แสดงถึงการยอมรับสมมติฐานแย้งยอมรับว่าค่าสัมประสิทธิ์มีผลต่อการประมาณค่าน้ำหนักจริงที่ระดับความเชื่อมั่น 90% ดังแสดงในตารางที่ 5.3.1.4

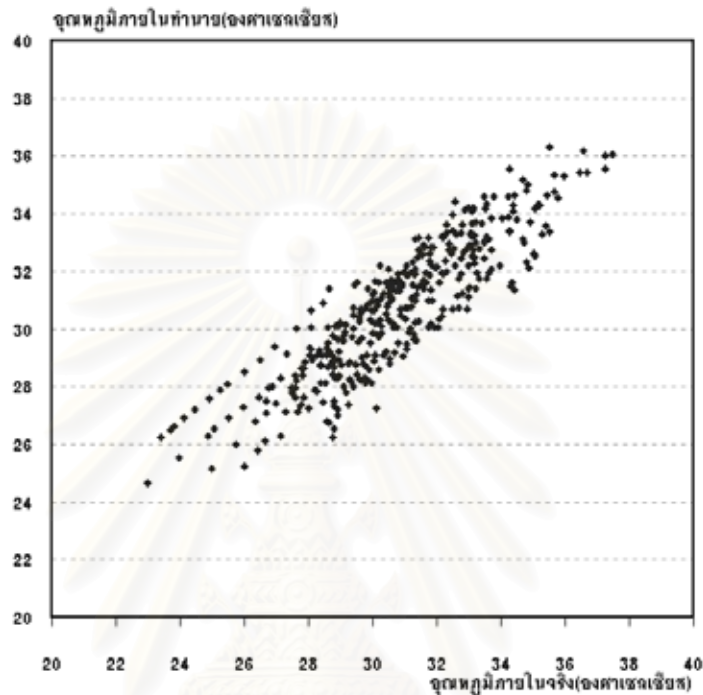
ตารางที่ 5.3.1.4 แสดงค่าการทดสอบทางสถิติ : Tm(To,con,time)

	ค่า t Stat	การยอมรับ	ค่า P-value	การยอมรับ
Intercept	5.4796	ยอมรับ H_1 และ ปฏิเสธ H_0	7.66E-08	ยอมรับ H_1 และ ปฏิเสธ H_0
To	38.2705	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1	4E-134	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1
con	3.0992	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1	0.0021	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1
time	9.5025	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1	2.13E-19	ยอมรับ H_0 และ ปฏิเสธ H_1

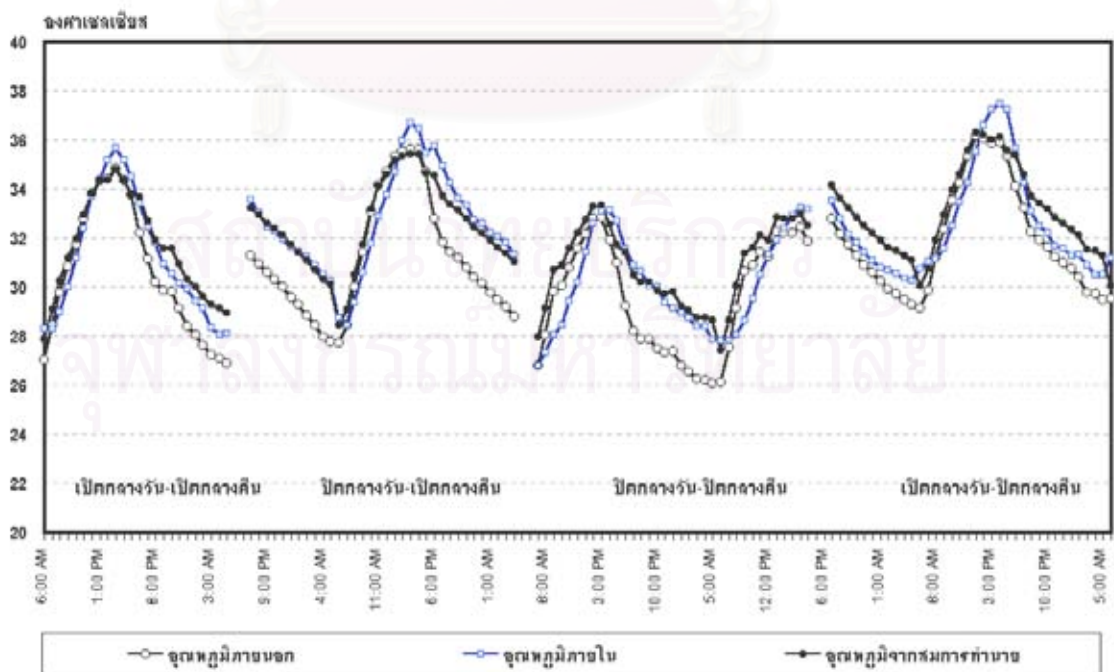
สรุปผลว่า ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซนต์ ตัวแปรอิสระที่ควรที่จะสามารถนำมาประมาณค่าอุณหภูมิภายในอาคารได้ คือ อุณหภูมิข้างอิง(T_o) เงื่อนไขการเปิดปิด(con)และช่วงเวลา(time)

1.5) พิจารณาศักยภาพของสมการถดถอย $T_m=3.91+0.88xT_o+0.37xcon+1.25xtime$

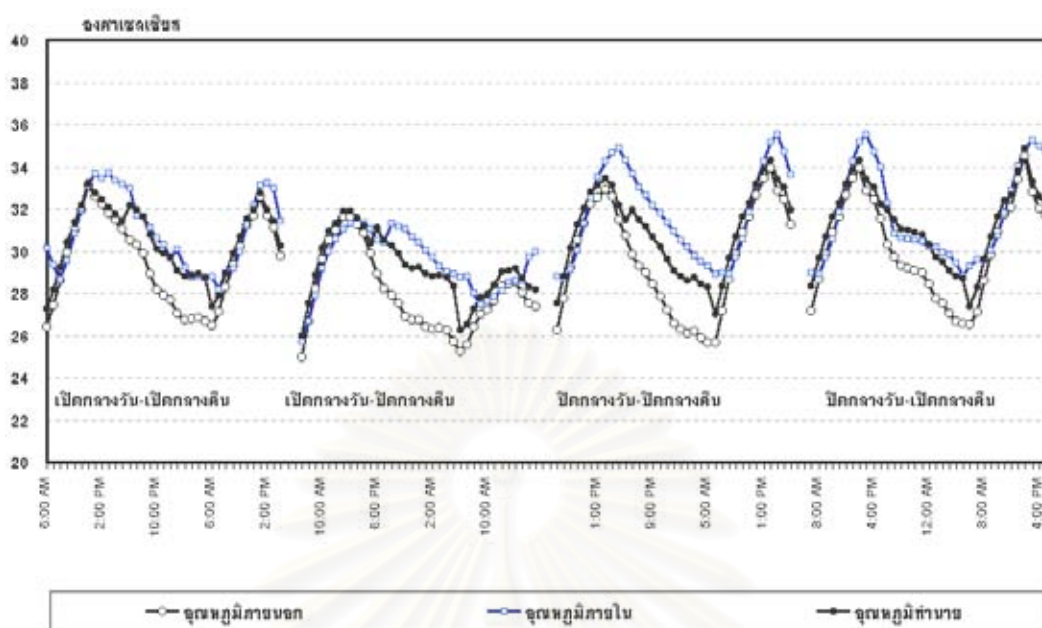
เพื่อแสดงระดับความน่าเชื่อถือของสมการข้างต้นสำหรับการวิเคราะห์ในปัจจุบัน



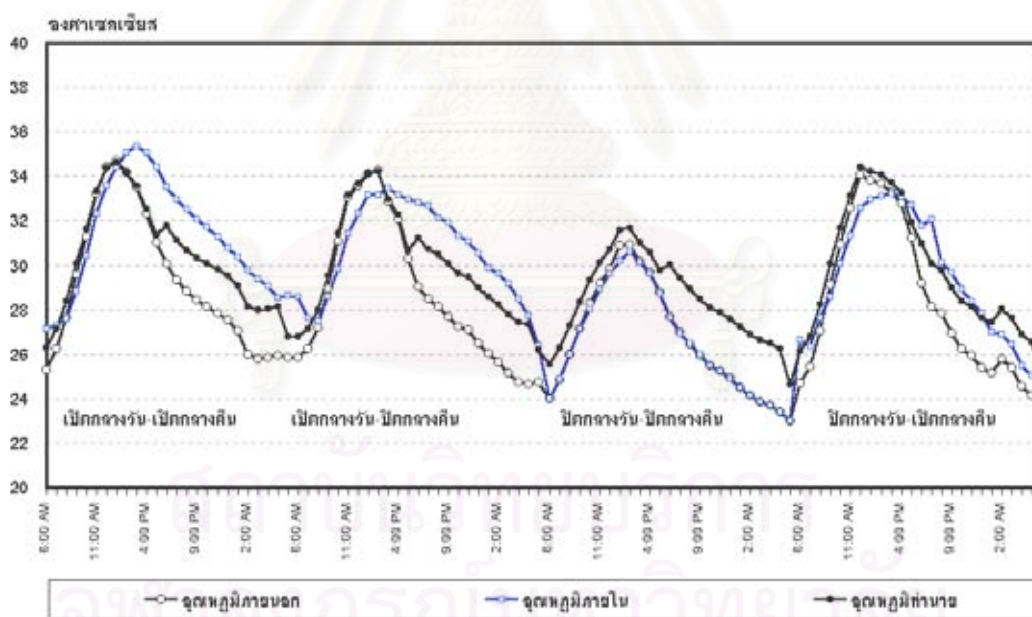
แผนภูมิที่ 5.3.1.2 แสดงการกระจายข้อมูลของความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในจริงกับอุณหภูมิภายในที่ได้จากสมการประมาณ $T_m=3.91+0.88xT_o+0.37xcon+1.25xtime$



แผนภูมิที่ 5.3.1.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายนอก อุณหภูมิภายในจริงและอุณหภูมิภายในที่ได้จากสมการประมาณ $T_m=3.91+0.88xT_o+0.37xcon+1.25xtime$ ฤดูร้อน



แผนภูมิที่ 5.3.1.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายนอก อุณหภูมิภายในจริงและอุณหภูมิภายในที่ได้จากสมการประมาณ $T_m=3.91+0.88xT_o+0.37x\text{con}1.25x\text{time}$ ฤดูฝน



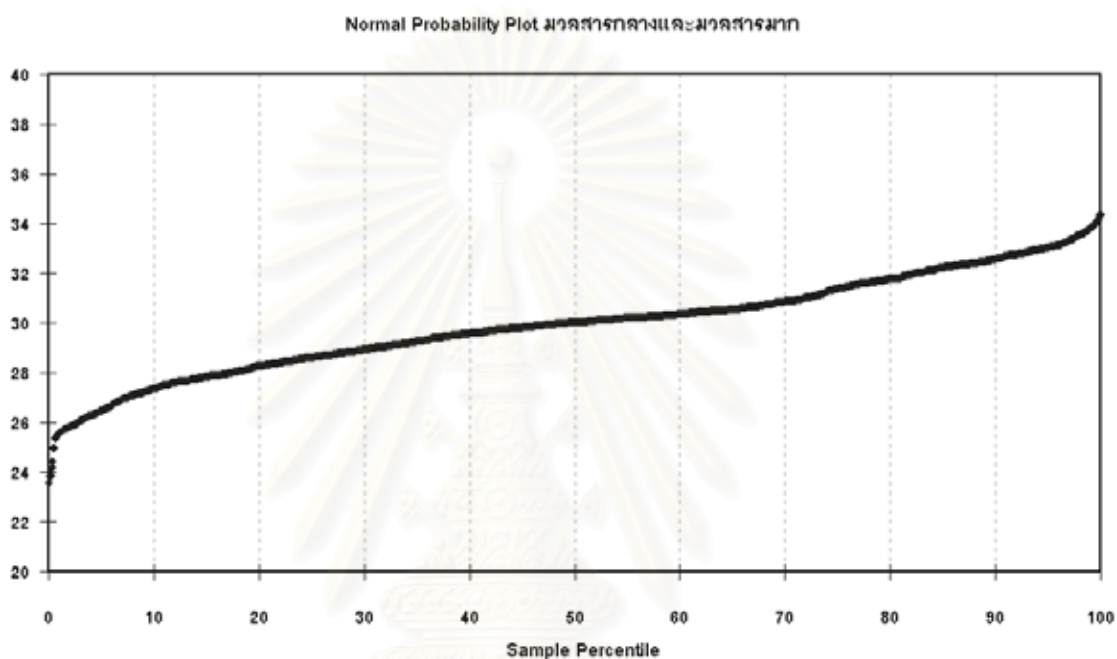
แผนภูมิที่ 5.3.1.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายนอก อุณหภูมิภายในจริงและอุณหภูมิภายในที่ได้จากสมการประมาณ $T_m=3.91+0.88xT_o+0.37x\text{con}1.25x\text{time}$ ฤดูหนาว

1) อาคารมวลสารกลางและมวลสารมาก

สมการ $T_m = 13.3228 + 0.5682 \times T_o + 0.7191 \times \text{con} + 0.6853 \times \text{time} - 0.7238 \times m$

1.1) การวิเคราะห์การกระจายของกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาข้อมูลพบว่าค่าสูงสุดเป็น 34.38 องศาเซลเซียส ต่ำสุดเป็น 23.55 องศาเซลเซียส และค่าเฉลี่ยเป็น 29.95 องศาเซลเซียส มีค่ามาตรฐานเป็น 1.96



แผนภูมิที่ 5.3.2.1 แสดง Normal Probability Plot อาคารมวลสารกลางและมวลสารมาก

จากแผนภูมิที่ 5.3.2.1 แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูลใกล้เคียงโค้งปกติจะเห็นได้ว่า จากตัวอย่างที่นำมาพิจารณาจัดให้อยู่ในรูปของ Standardized แล้วพบว่ามีค่าสูงสุดเป็น 2.27 ต่ำสุดเป็น -3.28 แสดงให้เห็นว่าการเก็บข้อมูลไม่มีข้อมูลที่แปลกแยกออกจากกลุ่ม

1.2) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการถดถอยเชิงซ้อนด้วยค่าสถิติ

ตารางที่ 5.3.2.1 แสดงค่า Regression Statistics : $T_{mic}(T_o, \text{time})$

Multiple R	0.8514
R Square	0.7248
Adjusted R Square	0.7242
Standard Error	1.0273
Observations	1902

จากค่า Multiple R เป็น 0.8574 แสดงว่าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามค่อนข้างสูง จากตัวอย่างแสดงว่ากลุ่มตัวแปรอิสระมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามคือน้ำหนักค่อนข้างสูง ค่า R Square เป็น 0.7248 ค่า Adjusted R Square เป็น 0.7242 แสดงอิทธิพลระหว่างตัวแปรอิสระเอง เล็กน้อย เมื่อพิจารณาจาก ค่า Adjusted R Square ค่า Standard Error แสดงว่าในการประมาณค่าน้ำหนักด้วยตัวแปรอิสระมีค่าความคลาดเคลื่อน(Standard Error) ประมาณ 1.02 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 5.3.2.2 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) : Tmic(To,time)

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	4	5,273.55	1,318.39	1,249.21	0
Residual	1,897	2,002.06	1.06		
Total	1,901	7,275.61			

ในการประมาณค่าตัวแปรตามด้วยตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร(df = 4) โดยวิธีการกำลังสองน้อยที่สุด มีค่าความแปรปรวนของอิทธิพลในส่วนที่สามารถที่อธิบายได้ ($\sum(y - \bar{y})^2$) เป็น 5,273.55 และอิทธิพลจากแหล่งอื่นที่อธิบายไม่ได้ในการประมาณค่า $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ ด้วย b_0, b_1, b_2, b_3, b_4 ค่า df1 = 2 และ df2 = 411 มีค่าความแปรปรวนที่อธิบายไม่ได้($\sum(y - \bar{y})^2$) เป็น 2,002.06

1.3) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการทดสอบเชิงซ้อนด้วยการทดสอบสมมติฐาน

จากสมการการถดถอย นำมาพิจารณาวิเคราะห์ความแปรปรวนว่าสามารถใส่ตัวแปรอิสระทั้งหมดในการประมาณค่าตัวแปรตามได้หรือไม่โดยใช้การทดสอบด้วยค่าสถิติ F

กำหนดสมมติฐาน คือ

H_0 : ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีผลต่อตัวแปรตาม(Tmic) หรือ $To = time = 0 = con = m$

H_1 : ตัวแปรอิสระทุกตัวมีผลต่อตัวแปรตาม(Tmic) หรือ $To \neq 0$ หรือ $time \neq 0$ หรือ con

\neq

0 หรือ $m \neq 0$

ค่า $F = MSR/MSE = 1,318.39 / 1.06 = 1,249.21$ ซึ่งมากกว่าค่า F ที่ได้จากการเปิดตาราง(3.32) (df1=4, df2=1,897, $\alpha = 0.01$)

ดังนั้นจึงตกอยู่บนเขตวิกฤตปฏิเสธสมมติฐานว่าง(H_0) ยอมรับสมมติฐานแย้ง(H_1)

และจากค่า Significance F = 0 มีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ($\alpha = 0.01$) หรือค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 99% จึงสรุปได้ว่ามีตัวแปรอิสระบางตัวหรือทุกตัวที่สามารถนำไปใช้ในการประมาณค่าตัวแปรตามได้

ตารางที่ 5.3.2.3 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ : $T_m(T_o, con, time)$

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 90.0%	Upper 90.0%
Intercept	13.3228	0.2661	50.0665	0	12.8010	13.8447	12.8010	13.8447
To	0.5682	0.0087	65.5395	0	0.5512	0.5852	0.5512	0.5852
con	0.7191	0.0477	15.0625	1.63E-48	0.6255	0.8127	0.6255	0.8127
time	0.6853	0.0555	12.3516	9.13E-34	0.5765	0.7941	0.5765	0.7941
m	-0.7239	0.0587	-12.3414	1.03E-33	-0.8389	-0.6088	-0.8389	-0.6088

จากรูปแบบสมการ $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \varepsilon$

สมการการประมาณ $\hat{Y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4$

$$T_m = 13.3228 + 0.5682 \times T_o + 0.7191 \times con + 0.6853 \times time - 0.7238 \times m$$

เพื่อทดสอบว่าควรที่จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์ b_1, b_2, \dots และ b_4 หรือไม่โดยใช้ค่าสถิติ t Stat

และ P-value ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรอิสระ $T_o, con, time$ และ m

1.4) ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ (t Stat)

กำหนดสมมติฐาน คือ

H_0 : ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการควรเป็นศูนย์ หรือ $\beta_i = 0 ; i = 1, 2, 3, 4$

H_1 : ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการไม่ควรเป็นศูนย์ หรือ $\beta_i \neq 0 ; i = 1, 2, 3, 4$

และ ค่าระดับนัยสำคัญ (α) เป็น 0.1 ค่า t จากตารางคือ 1.282 เมื่อ df เป็น 1,897

1.5) ทดสอบตัวแปรอิสระ (P-value)

กำหนดสมมติฐาน คือ

H_0 : ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีผลต่อตัวแปรตาม(น้ำหนัก) หรือ $T_o = time = con = m = 0$

H_1 : ตัวแปรอิสระทุกตัวมีผลต่อตัวแปรตาม(น้ำหนัก) หรือ $T_o \neq 0$ หรือ $time \neq 0$

หรือ $con \neq 0$ หรือ $m \neq 0$

และ ค่าระดับนัยสำคัญ (α) เป็น 0.10

แสดงถึงการยอมรับสมมติฐานแย้งยอมรับว่าค่าสัมประสิทธิ์มีผลต่อการประมาณค่าน้ำหนักจริงที่ระดับความเชื่อมั่น 90% ดังแสดงในตารางที่ 5.1.4

ตารางที่ 5.3.2.4 แสดงค่าการทดสอบทางสถิติ : $T_m(T_o, con, time)$

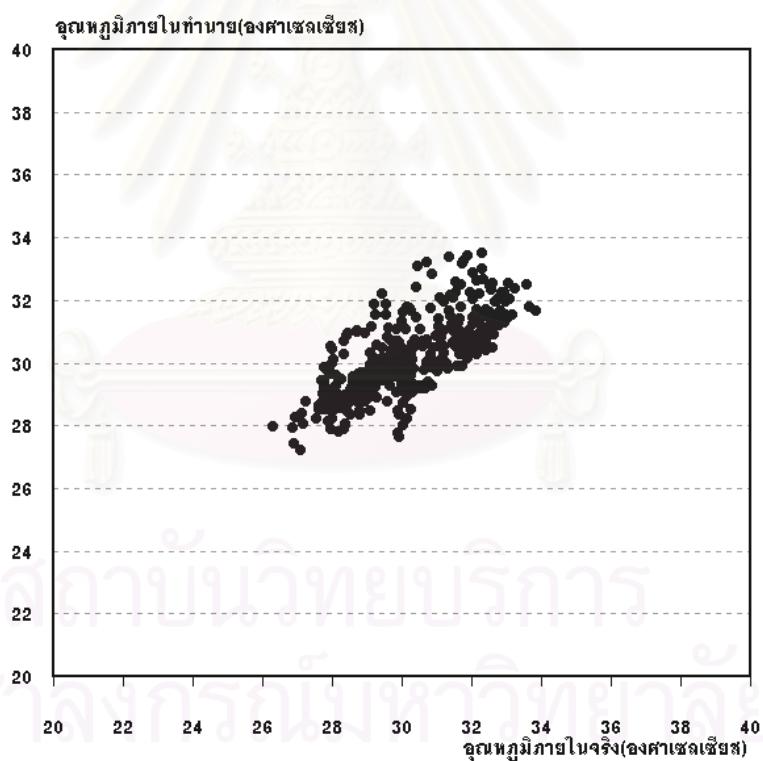
	ค่า t Stat	การยอมรับ	ค่า P-value	การยอมรับ
Intercept	50.0665	ยอมรับ H_1 และปฏิเสธ H_0	0	ยอมรับ H_1 และปฏิเสธ H_0
To	65.5395	ยอมรับ H_0 และปฏิเสธ H_1	0	ยอมรับ H_0 และปฏิเสธ H_1
con	15.0625	ยอมรับ H_0 และปฏิเสธ H_1	1.63E-48	ยอมรับ H_0 และปฏิเสธ H_1
time	12.3516	ยอมรับ H_0 และปฏิเสธ H_1	9.13E-34	ยอมรับ H_0 และปฏิเสธ H_1
m	-12.3414	ยอมรับ H_0 และปฏิเสธ H_1	1.03E-33	ยอมรับ H_0 และปฏิเสธ H_1

สรุปผลว่า ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ ตัวแปรอิสระที่ควรที่จะสามารถนำมาประมาณค่าคุณภูมิภายในอาคารได้ คือ คุณภูมิข้างอิง(T_o) เงื่อนไขการเปิดปิด(con)และช่วงเวลา(time)

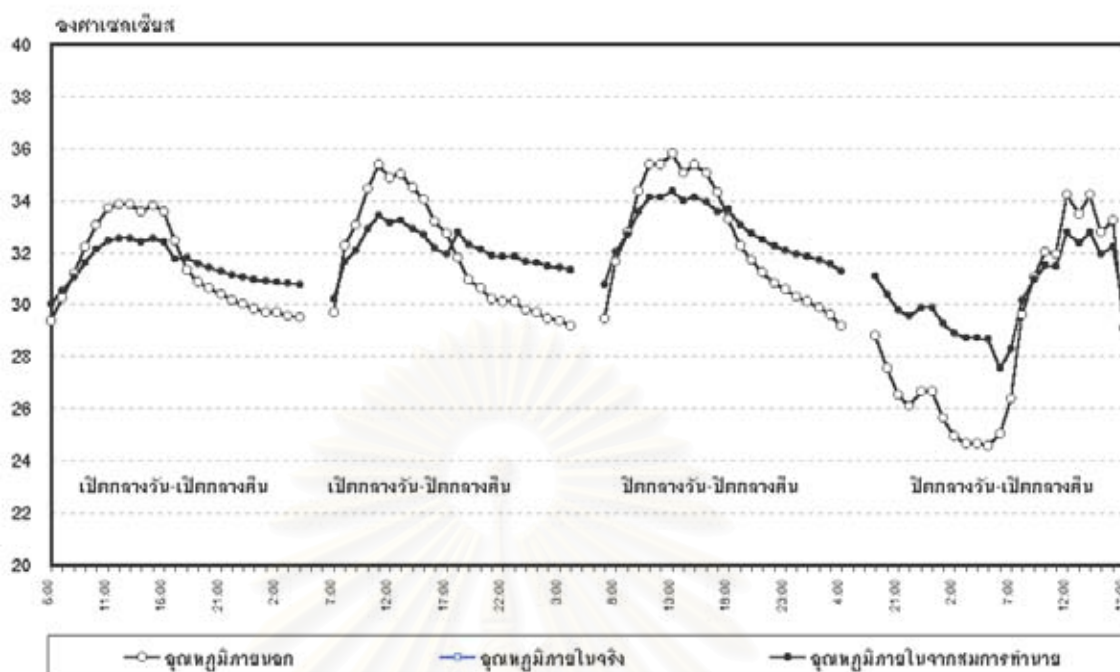
1.5) พิจารณาศักยภาพของสมการถดถอย

- อาคารมวลสารกลาง $T_m = 13.3228 + 0.5682 \times T_o + 0.7191 \times con + 0.6853 \times time$

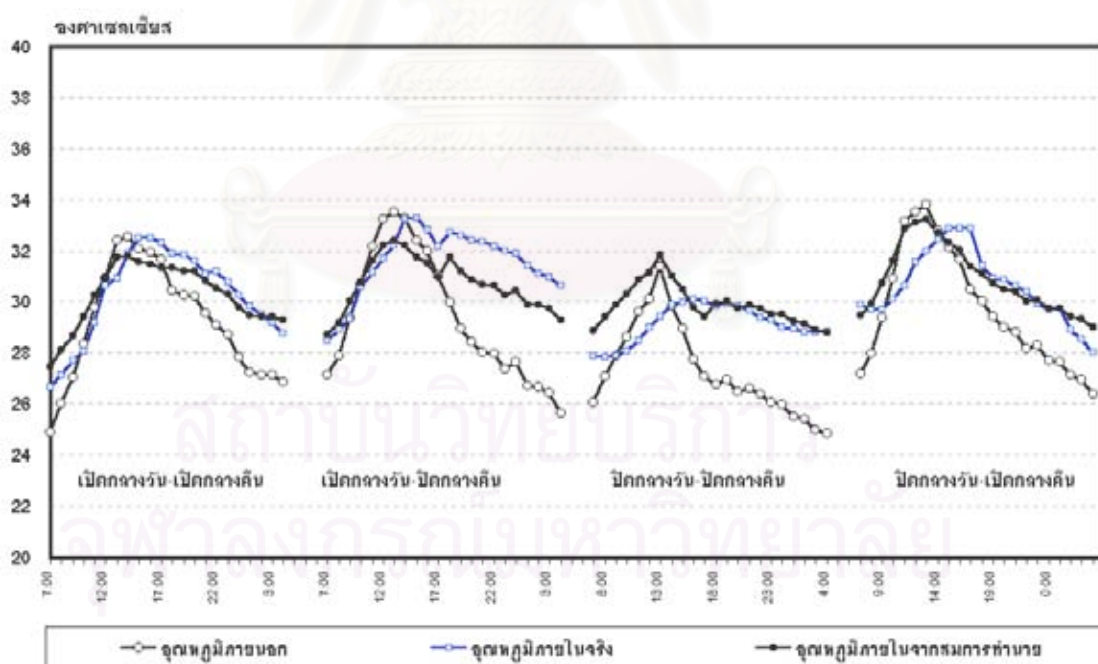
เพื่อแสดงระดับความน่าเชื่อถือของสมการข้างต้นสำหรับการวิเคราะห์ในปัจจุบัน



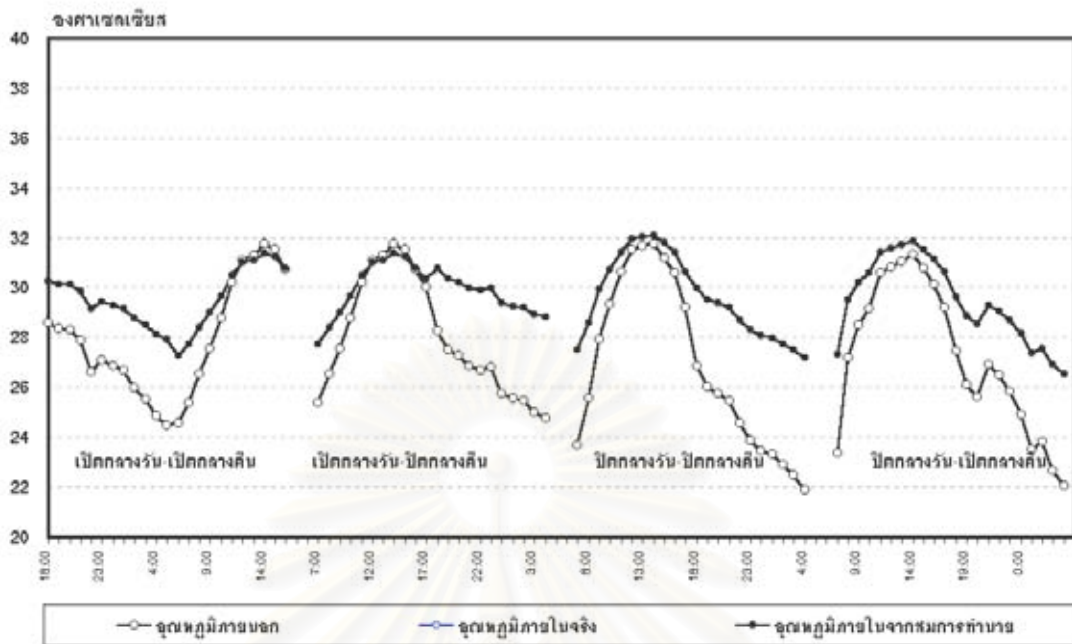
แผนภูมิที่ 5.3.2.2 แสดงการกระจายข้อมูลของความสัมพันธ์ระหว่างคุณภูมิภายในจริงกับคุณภูมิภายในที่ได้จากสมการประมาณ $T_m = 13.3228 + 0.5682 \times T_o + 0.7191 \times con + 0.6853 \times time$



แผนภูมิที่ 5.3.2.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายนอก อุณหภูมิภายในจริงและอุณหภูมิภายในที่ได้จากสมการประมาณ $T_m = 13.3228 + 0.5682 \times T_o + 0.7191 \times con + 0.6853 \times time$ ฤดูร้อน



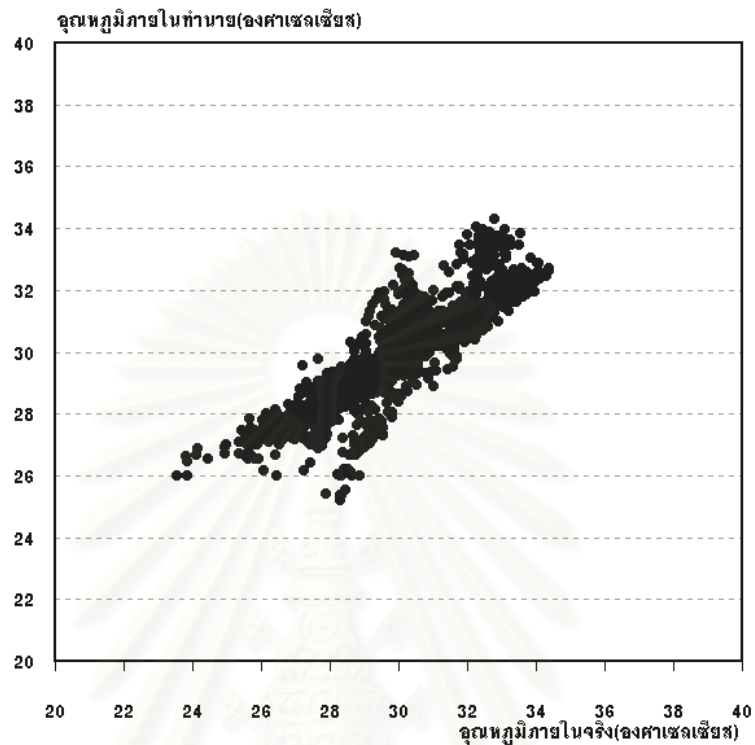
แผนภูมิที่ 5.3.2.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายนอก อุณหภูมิภายในจริงและอุณหภูมิภายในที่ได้จากสมการประมาณ $T_m = 13.3228 + 0.5682 \times T_o + 0.7191 \times con + 0.6853 \times time$ ฤดูฝน



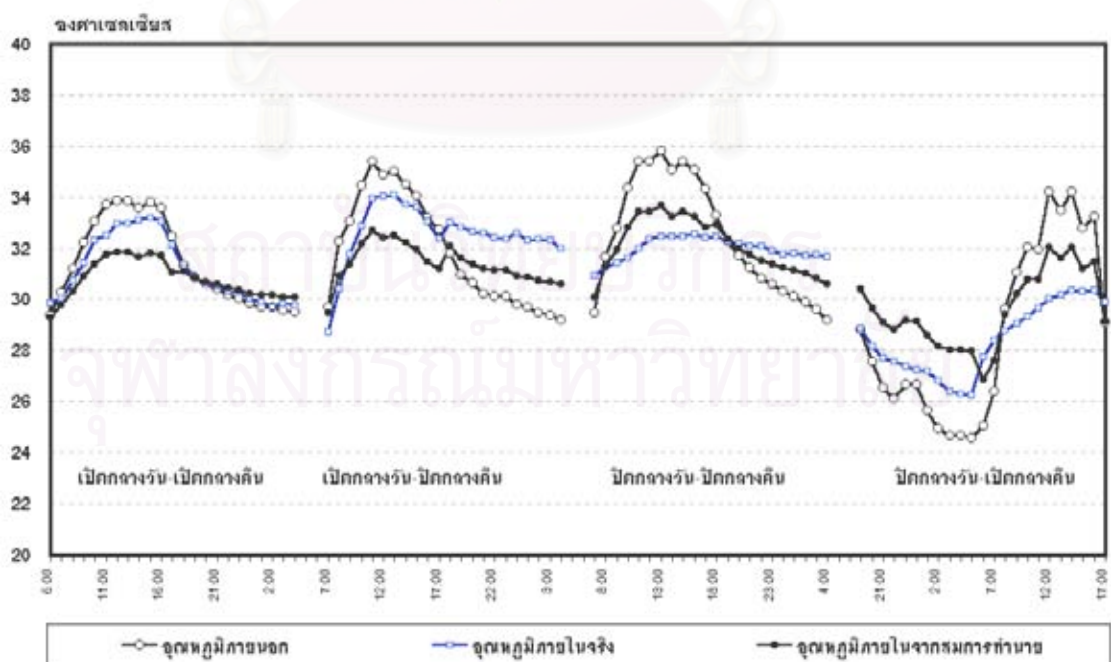
แผนภูมิที่ 5.3.2.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายนอก อุณหภูมิภายในจริงและอุณหภูมิภายในที่ได้จากสมการประมาณ $T_m = 13.3228 + 0.5682 \times T_o + 0.7191 \times con + 0.6853 \times time$ ฤดูหนาว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

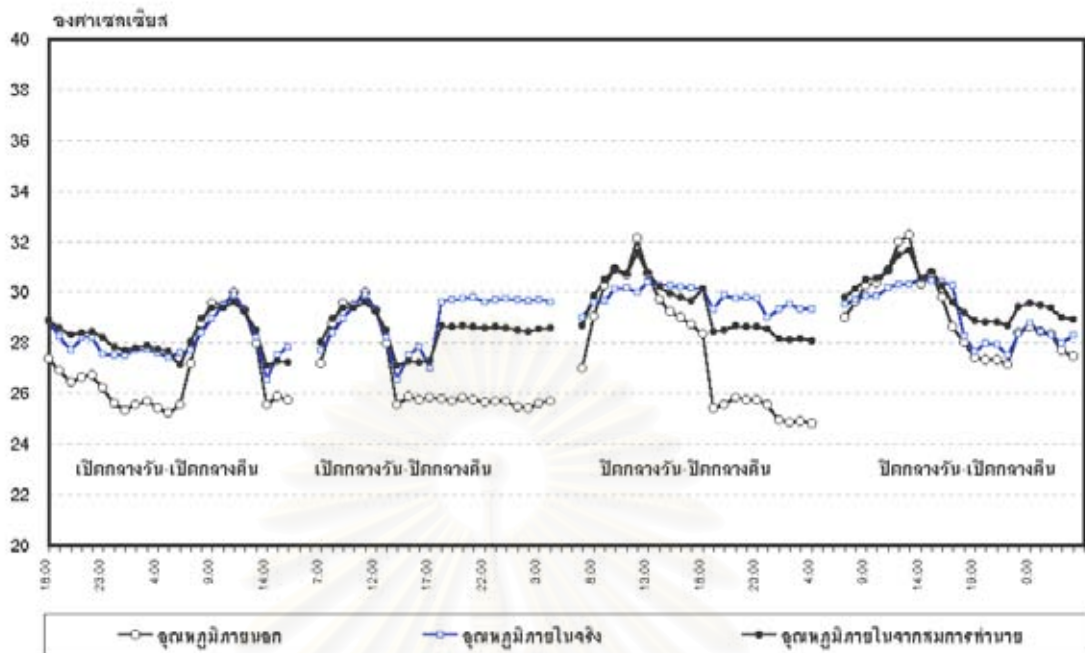
- อาคารมวลสารมาก $T_m = 121.5990 + 0.5682 \times T_o + 0.7191 \times \text{con} + 0.6853 \times \text{time}$
เพื่อแสดงระดับความน่าเชื่อถือของสมการข้างต้นสำหรับการวิเคราะห์ในปัจจุบัน



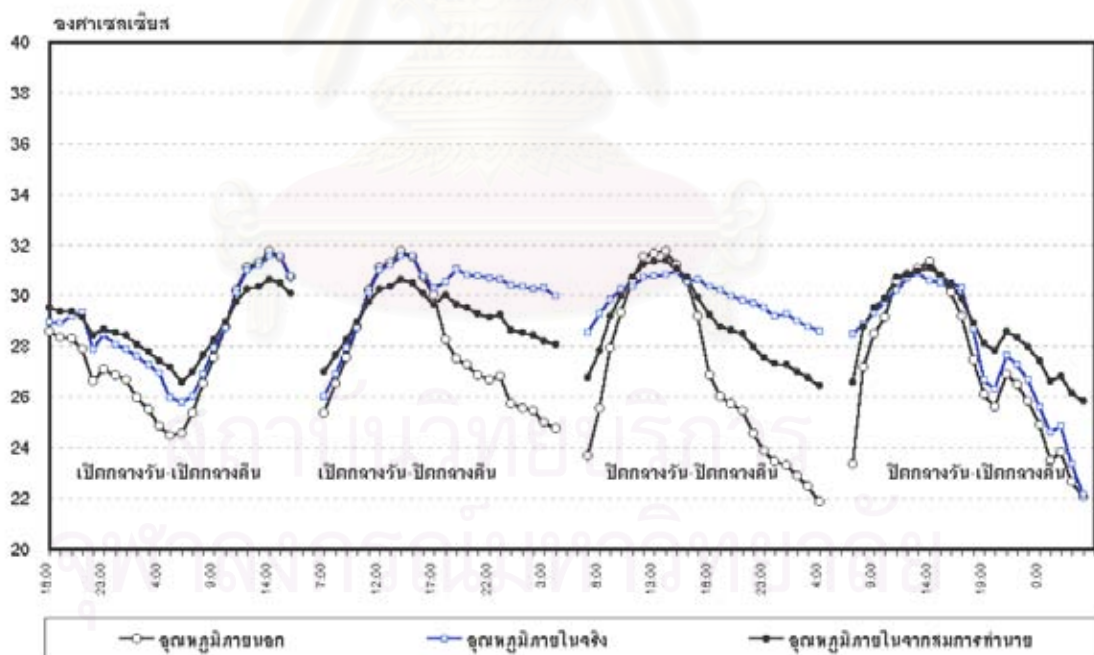
แผนภูมิที่ 5.3.2.6 แสดงการกระจายข้อมูลของความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในจริงกับอุณหภูมิภายในที่ได้จากสมการประมาณ $T_m = 121.5990 + 0.5682 \times T_o + 0.7191 \times \text{con} + 0.6853 \times \text{time}$



แผนภูมิที่ 5.3.2.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายนอก อุณหภูมิภายในจริงและอุณหภูมิภายในที่ได้จากสมการประมาณ $T_m = 121.5990 + 0.5682 \times T_o + 0.7191 \times \text{con} + 0.6853 \times \text{time}$ ฤดูร้อน



แผนภูมิที่ 5.3.2.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายนอก อุณหภูมิภายในจริงและอุณหภูมิภายในที่ได้จากสมการประมาณ $T_m = 121.5990 + 0.5682 \times T_o + 0.7191 \times con + 0.6853 \times time$ ฤดูฝน



แผนภูมิที่ 5.3.2.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายนอก อุณหภูมิภายในจริงและอุณหภูมิภายในที่ได้จากสมการประมาณ $T_m = 121.5990 + 0.5682 \times T_o + 0.7191 \times con + 0.6853 \times time$ ฤดูหนาว

4. สมการประมาณค่าการรั่วซึม

เพื่อหาภาระการทำควมเย็นเนื่องจากการรั่วซึมผ่านเปลือกอาคาร ได้อาศัยข้อมูลจากงานวิจัยเรื่องอิทธิพลของการรั่วซึมของอากาศต่อการใช้พลังงานในอาคารปรับอากาศผ่านทางผนังและช่องเปิด ของศศิน วิบูลบัณฑิตยกิจ ซึ่งได้ทำการศึกษาค่าการรั่วซึมของอากาศผ่านช่องเปิดและผนัง ทึบ โดยสรุปเป็นสมการดังนี้(ค่าที่ได้จากสมการต้องเทียบกับพื้นที่ช่องเปิดนั้นๆ ด้วย)

4.1) ช่องเปิดบานเกล็ดขณะปิด

รั่วซึมได้ประมาณ 80 % ของความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายนอก เก็บข้อมูลจากช่องเปิดบานเกล็ด ขนาด 1.872(1.56x1.20) ตารางเมตร

$CFM = (-1 \times 10^{-6})X^3 + 0.0007X^2 + 0.7683X + 4.6739$: ต่อ 1.872 m ²	R Square = 0.9832
--	-------------------

4.2) ช่องเปิดบานเปิดขณะปิด

รั่วซึมได้ประมาณ 50 % ของความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายนอก เก็บข้อมูลจากช่องเปิดบานเกล็ด ขนาด 1.872(1.56x1.20) ตารางเมตร

$CFM = (-6 \times 10^{-6})X^3 + 0.0023X^2 + 0.3120X + 11.102$: ต่อ 1.872 m ²	R Square = 0.9753
--	-------------------

4.3) ช่องเปิดบานเลื่อนขณะปิด

รั่วซึมได้ประมาณ 8.73 % ของความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายนอก เก็บข้อมูลจากช่องเปิดบานเกล็ดขนาด 1.872(1.56x1.20) ตารางเมตร

$CFM = (-3 \times 10^{-9})X^3 + (1 \times 10^{-6})X^2 - 0.0007X + 19.657$: ต่อ 1.872 m ²	R Square = 0.8964
--	-------------------

4.4) ช่องเปิดบานติดตาย

เก็บข้อมูลจากช่องเปิดบานเกล็ดขนาด 1.872(1.56x1.20) ตารางเมตร

$CFM = (-1 \times 10^{-7})X^3 + (2 \times 10^{-6})X^2 + 0.0001X + 19.554$: ต่อ 1.872 m ²	R Square = 0.8851
--	-------------------

4.5) ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 0.10 เมตร

รั่วซึมได้ประมาณ 0.05 % ของความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายนอก เก็บข้อมูลจากช่องเปิดบานเกล็ดขนาด 1.000(1.00x1.00) ตารางเมตร

$CFM = (8 \times 10^{-10})X^3 - (7 \times 10^{-7})X^2 + 0.0002X + 0.0162$: ต่อ 1.872 m ²	R Square = 0.777
--	------------------

บทที่ 6

การพัฒนาโปรแกรมและการจัดการข้อมูล

การพัฒนาโปรแกรมสำหรับงานวิจัยนี้ใช้ Visual basic ในการพัฒนา เนื่องจากเป็นการใช้ภาษาที่ใช้ง่าย สะดวก มีการใช้อย่างแพร่หลายสำหรับระบบปฏิบัติการ Windows ลักษณะการเขียนโปรแกรมเป็นแบบ Event-driven คือการเขียนโปรแกรมที่ผูกไว้กับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับจอเบ็คหรือส่วนประกอบต่างๆ ที่ปรากฏอยู่บนหน้าจอให้ผู้ใช้งานเห็นและทำงานด้วย ดังนั้นจึงเป็นการง่ายที่คนทั่วไปจะใช้งานโดยไม่ต้องเข้าใจถึงการเขียนโค้ดโปรแกรม และยังอำนวยความสะดวกต่อการป้อนข้อมูลผ่านทางหน้าจออีกด้วย นอกจากนี้ Visual basic ยังมีการใช้เทคโนโลยีUDA (Universal Data Access) ที่สามารถเข้าถึงฐานข้อมูลจาก RDBMS(Relational Management System) ได้หลายๆ ชนิด ซึ่งในงานวิจัยนี้ จะใช้ร่วมกับโปรแกรม Microsoft Access โดยการใช้ภาษา SQL(Structured Query Language) ในการจัดการกับฐานข้อมูล

1.แนวทางในการพัฒนาโปรแกรม

จากบทที่ 4 เรื่องแนวทางในการประมวลผลและประเมินค่าดัชนี ได้กำหนดโจทย์ในเบื้องต้นไว้ถึงรายละเอียดการประมวลผล การสร้างความยืดหยุ่นของฐานข้อมูลให้สามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงได้ ดังนั้นจึงได้กำหนดแนวทางในการออกแบบไว้ดังนี้

วัตถุประสงค์ของโปรแกรมเพื่อประเมินค่าดัชนีการใช้พลังงานจากการออกแบบอาคาร ดังนั้นในการใช้โปรแกรมจึงเป็นลักษณะการป้อนข้อมูลการออกแบบ แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้แสดงเป็นผลลัพธ์ออกมา โปรแกรมจึงประกอบด้วยส่วนประกอบ 4 ส่วน คือ ส่วนการป้อนข้อมูล ส่วนการประมวลผล ส่วนการแสดงผล และส่วนอื่นๆ แสดงเป็นแผนผังดังนี้



ภาพที่ 6.1 แสดงแผนผังการทำงานของโปรแกรม

2. การป้อนข้อมูล(Data input)

การป้อนข้อมูลเป็นขั้นตอนแรกของการใช้งาน สำหรับข้อมูลที่ต้องการใช้ใ้ป้อนนั้น พิจารณาจากแนวทางการออกแบบอาคารที่เหมาะสม ดังนั้นการออกแบบหน้าจอจึงต้องสัมพันธ์กับการออกแบบ ได้แก่

1) ข้อมูลรายละเอียดทั่วไป

เป็นส่วนที่จะกำหนดข้อมูลส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบอาคาร

The screenshot shows the 'Energy Index Program' interface. The main section is titled 'รายละเอียดโครงการ' (Project Details). It contains several input fields: 'ชื่อโครงการ' (Project Name) with the value 'บ้านลอยชาย', 'ประเภทอาคาร' (Building Type) with 'อาคารพักอาศัย' (Residential Building), 'รายละเอียดทั่วไป' (General Details) with 'บ้านชั้นเดียว พื้นที่ 80 ตารางเมตร' (Single-story house, 80 sqm), 'ที่ตั้งโครงการ' (Project Location) with 'กรุงเทพมหานคร' (Bangkok), and 'ลักษณะที่ตั้ง' (Site Characteristics) with 'ชานเมือง' (Suburban). To the right is a 3D rendering of a house. Below the form are buttons for 'ป้อนข้อมูล' (Input Data), 'บันทึกข้อมูล' (Save Data), 'แก้ไขข้อมูล' (Edit Data), and 'แทรกรูปภาพ' (Insert Image). At the bottom, there is a section for 'กำหนดชื่อห้อง' (Define Room Names) with 'ห้องนอน 1' (Bedroom 1) and 'ขนาดพื้นที่ใช้สอย' (Floor Area) of 9 sqm. A table titled 'รายการชื่อห้องภายในอาคาร' (List of Room Names in Building) shows 'ชื่อห้อง' (Room Name) as 'ห้องนอน 1' and 'พื้นที่(ตารางเมตร)' (Area in sqm) as 9.

ภาพที่ 6.2 แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดทั่วไป

ตารางที่ 6.2.1 แสดงข้อมูลรายละเอียดทั่วไป

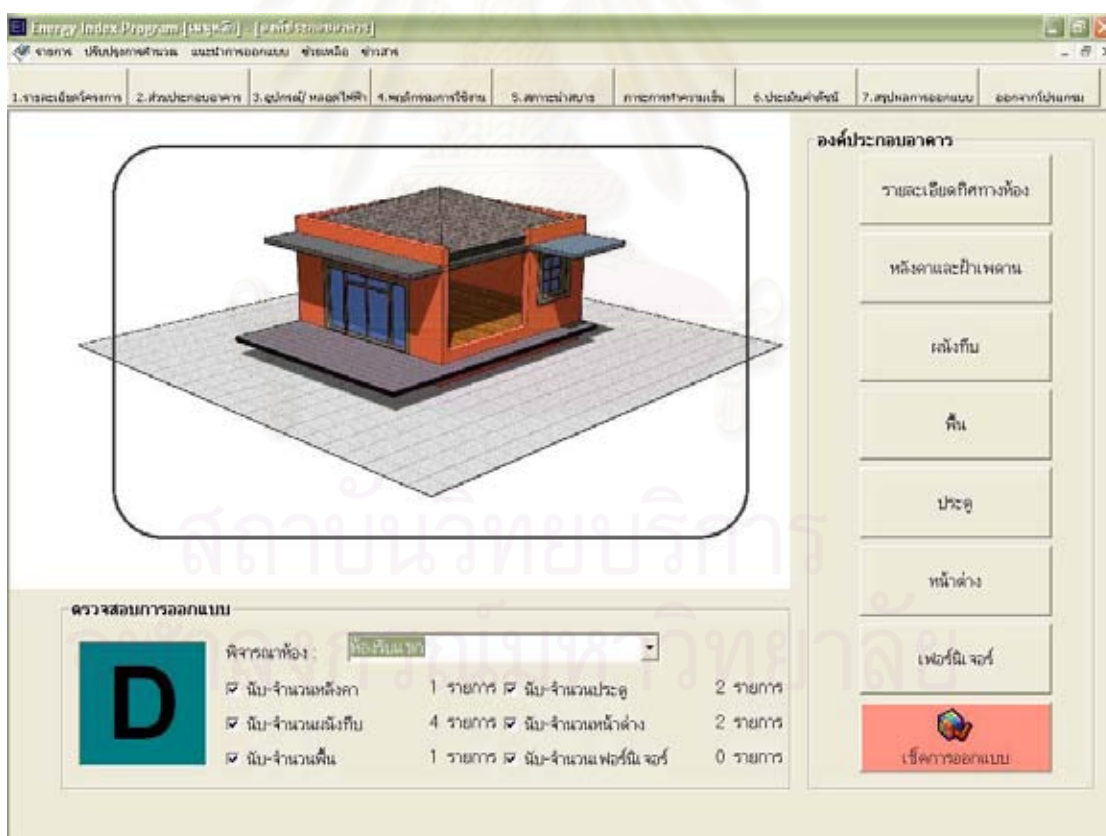
ข้อมูล	การใช้งาน
1.ชื่อโครงการ	อ้างอิงการเรียกใช้ข้อมูล
2.ประเภทอาคาร	อ้างอิงการเรียกใช้ข้อมูลการประเมินค่าดัชนี
3.รายละเอียดทั่วไป	ส่วนขยายข้อมูลรายละเอียดของโครงการ
4.ที่ตั้งโครงการ(จังหวัด)	อ้างอิงข้อมูลสภาพอากาศจากฐานข้อมูล
5.ลักษณะที่ตั้ง	ส่วนขยายข้อมูลรายละเอียดของที่ตั้ง
6.รูปภาพอาคาร	ส่วนขยายข้อมูลรายละเอียดของโครงการ

ตารางที่ 6.2.1 แสดงข้อมูลรายละเอียดทั่วไป(ต่อ)

ข้อมูล	การใช้งาน
6.ชื่อห้อง	สำหรับการคำนวณที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้
7.พื้นที่ห้อง	
8.สถานะการปรับอากาศ	สำหรับกำหนดการใช้ระบบปรับอากาศ

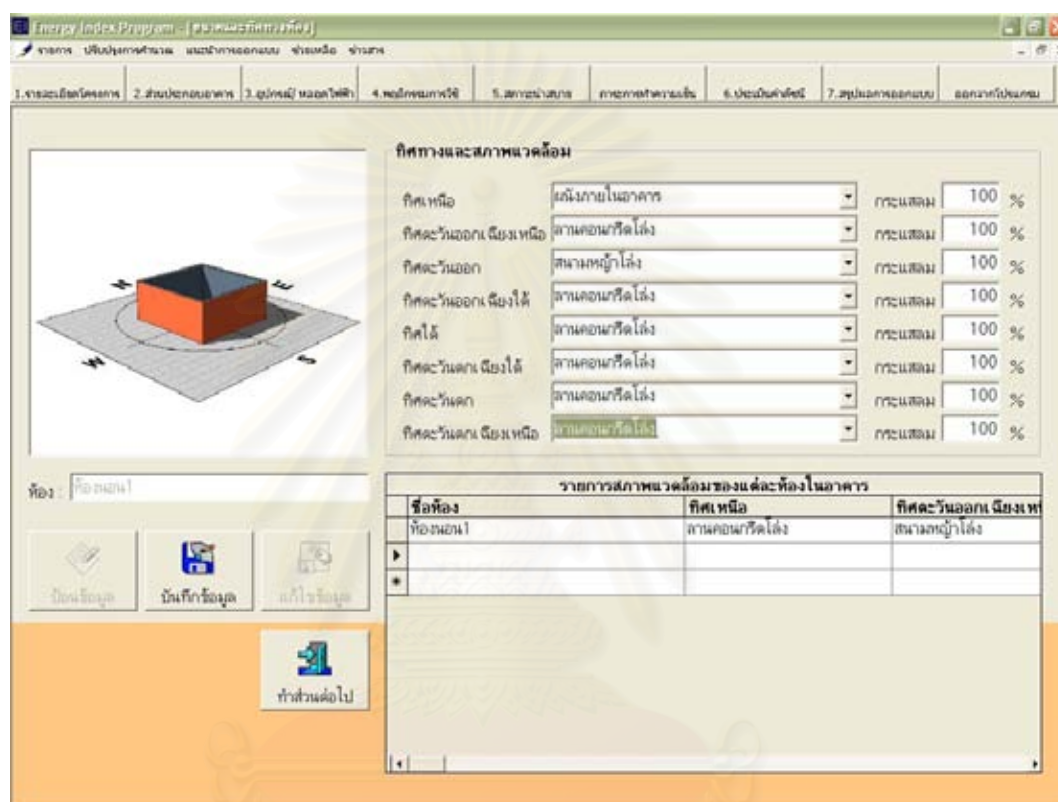
2) ข้อมูลรายละเอียดการออกแบบ

เป็นส่วนที่จะกำหนดข้อมูลส่วนที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบและสภาพแวดล้อมอาคาร เป็น การป้อนข้อมูลที่ละยูนิต ประกอบด้วย รายการสภาพแวดล้อม หลังคา ผนังทึบ ผนัง ประตู หน้าต่าง และวัสดุตกแต่ง การป้อนข้อมูลส่วนนี้เลือกจากปุ่ม 2. ส่วนประกอบอาคารด้านบนหรือปุ่มทำส่วน ต่อไปในหน้าจอการป้อนข้อมูลส่วนรายละเอียดทั่วไป



ภาพที่ 6.3 แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดการออกแบบอาคาร

การป้อนข้อมูลสภาพแวดล้อมจะพิจารณาเป็นยูนิิต แต่ละยูนิิตจะมีได้สูงสุด 8 ทิศทาง สำหรับสภาพแวดล้อมทั้งภายนอกและภายในอาคารกรณีที่ยูนิิตนั้นสัมผัสยูนิิตอื่นๆ และเนื่องจากการทำนายค่าความเร็วลมของสภาพแวดล้อมมีความหลากหลายมากเกินไป จึงให้เป็นกรป้อนข้อมูลการทะลุผ่านของกระแสลมในทิศนั้นๆ เนื่องจากสภาพแวดล้อมเป็นค่าเปอร์เซ็นต์

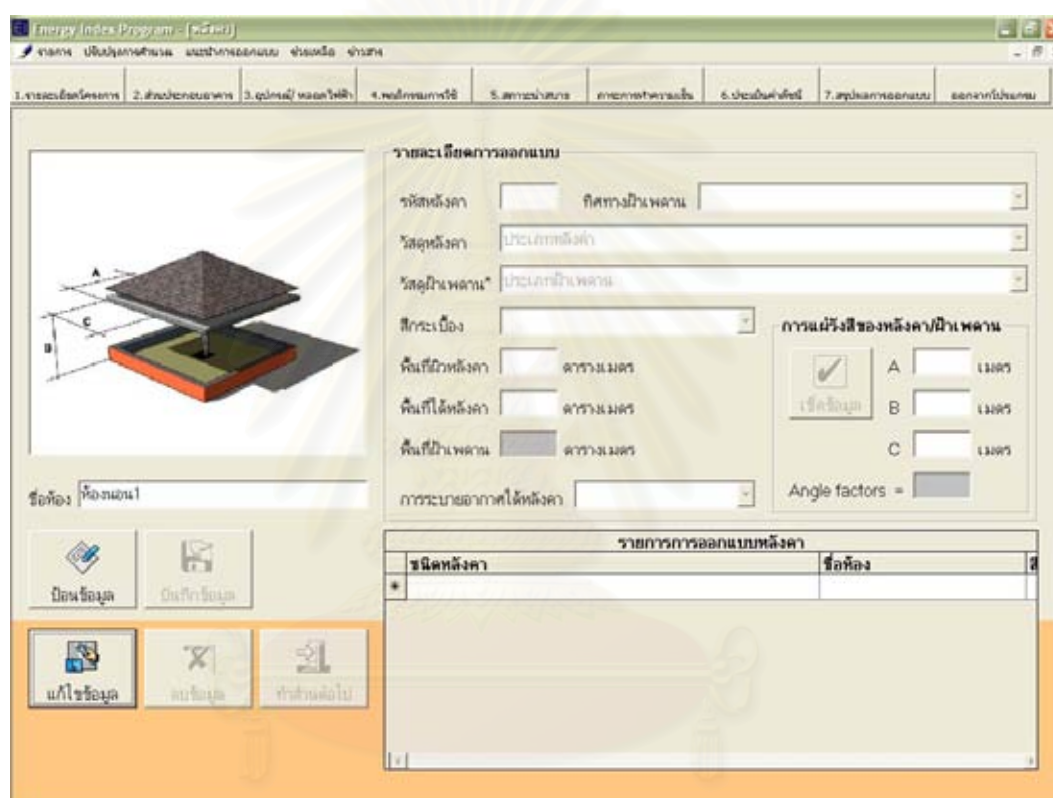


ภาพที่ 6.4 แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดการออกแบบอาคารส่วนสภาพแวดล้อม

ตารางที่ 6.2.2 แสดงข้อมูลรายละเอียดการออกแบบส่วนสภาพแวดล้อมอาคาร

ข้อมูล	การใช้งาน
1.สภาพแวดล้อมอาคาร	
ชื่อห้อง	ใช้อ้างอิงการคำนวณค่า
ลักษณะสภาพแวดล้อมในทิศต่างๆ	ใช้กำหนดการคำนวณค่าความเร็วลม การใช้สมการคูณหมุมิและความชื้นสัมพัทธ์ของสภาพแวดล้อม
การต้านทานความเร็วลมในทิศต่างๆ	ใช้กำหนดการคำนวณค่าความเร็วลมเมื่อสภาพแวดล้อมหรือการออกแบบอาคารในทิศทางนั้นๆ มีผลต่อความเร็วลม โดยผู้ใช้เป็นผู้กำหนด(เบื้องต้น = 100%)

การป้อนข้อมูลส่วนหลังคาและฝ้าเพดานนี้ มีความแตกต่างกัน คือ ส่วนของหลังคาพิจารณาเฉพาะหลังคาคลุมส่วนที่มียูนิตปรับอากาศเท่านั้น ซึ่งอาจจะมีมากกว่า 1 แบบ และได้หลังคาอาจจะมียูนิตที่ไม่มีการใช้ระบบปรับอากาศ ทำให้การพิจารณาค่าภาระการทำความร้อนลดลงตามสัดส่วนของพื้นที่ฝ้าเพดานส่วนที่ทำการปรับอากาศเทียบกับพื้นที่ใต้หลังคาทั้งหมด ส่วนการพิจารณาฝ้าเพดานนั้น จะป้อนค่าก็ต่อเมื่อฝ้าเพดานของยูนิตนั้น สัมผัสกับยูนิตที่ไม่มีการใช้ระบบปรับอากาศเพื่อป้องกันการเข้าชื้นของการรวมค่าภาระการทำความร้อนของฝ้าเพดานและพื้น



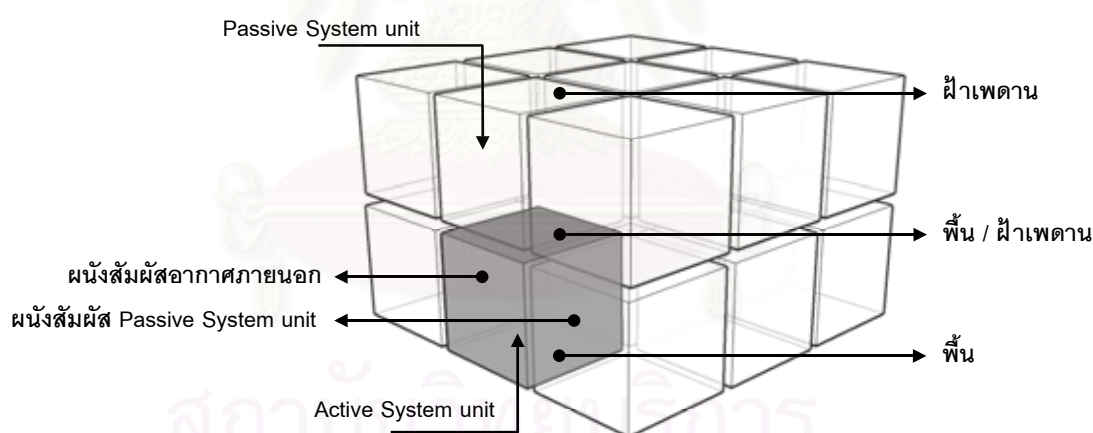
ภาพที่ 6.5 แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดการออกแบบอาคารส่วนหลังคาและฝ้าเพดาน

ตารางที่ 6.2.3 แสดงข้อมูลรายละเอียดการออกแบบส่วนหลังคาและฝ้าเพดาน

ข้อมูล	การใช้งาน
2.องค์ประกอบหลังคา	
ชื่อห้อง	ใช้อ้างอิงการคำนวณค่า
รหัสหลังคา	ใช้กำหนดการคำนวณเมื่อมีหลังคามากกว่า 1 ชนิด
ชนิดหลังคา	ใช้กำหนดการคำนวณค่า U-value , ค่า CLTD , LM
ชนิดฝ้าเพดาน	ใช้กำหนดการคำนวณค่าการคายความร้อนความชื้น
ทิศทางฝ้าเพดาน	ใช้กำหนดเพื่อคัดเลือกมาใช้ในการคำนวณ

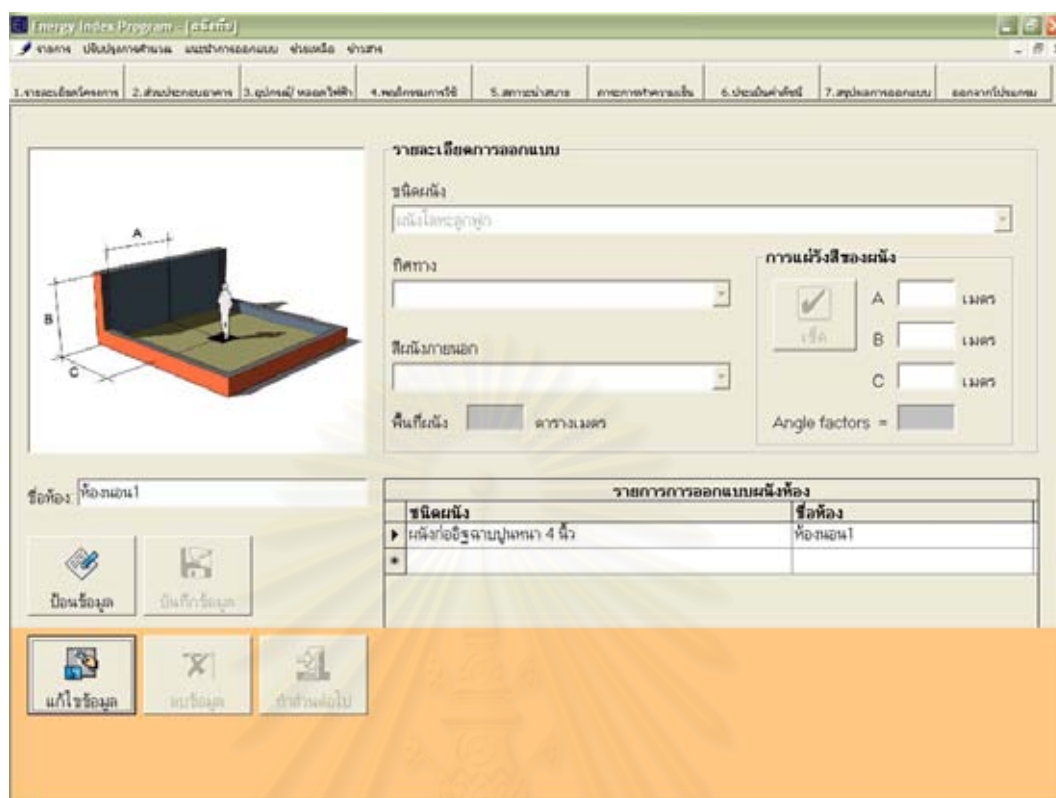
ตารางที่ 6.2.3 แสดงข้อมูลรายละเอียดการออกแบบส่วนหลังคาและฝ้าเพดาน(ต่อ)

ข้อมูล	การใช้งาน
สี่กระเบื้อง	ใช้กำหนดการคำนวณค่า K
พื้นที่ผิวหลังคา(ตร.ม.)	ใช้กำหนดการคำนวณค่า A_{Roof} (ตร.ฟ.)
พื้นที่ใต้หลังคา(ตร.ม.)	ใช้กำหนดการคำนวณค่า $A_{\text{U-Roof}}$ (ตร.ฟ.)
พื้นที่ฝ้าเพดาน(ตร.ม.)	ใช้กำหนดการคำนวณค่า A_{Ceiling} (ตร.ฟ.)
การระบายอากาศ	ใช้กำหนดการคำนวณค่า f
Angle factor	ใช้คำนวณค่า MRT
ระยะ A(ม.)	ใช้คำนวณค่า Angle factor
ระยะ B(ม.)	ใช้คำนวณค่า Angle factor
ระยะ C(ม.)	ใช้คำนวณค่า Angle factor



ภาพที่ 6.6 แสดงการพิจารณาการออกแบบอาคาร

การป้อนข้อมูลส่วนผนังที่บ พิจารณาเฉพาะส่วนที่อยู่เหนือพื้นดินเท่านั้น แบ่งออกเป็นผนังส่วนที่เป็นกรอบอาคาร(เนื่องจากเป็นลักษณะของยูนิต เปลือกอาคารจึงหมายถึงความถึงส่วนที่สัมผัสกับอากาศภายนอก หรือส่วนของยูนิตที่ไม่มีการใช้ระบบปรับอากาศ) และผนังส่วนที่เป็นผนังภายในอาคาร

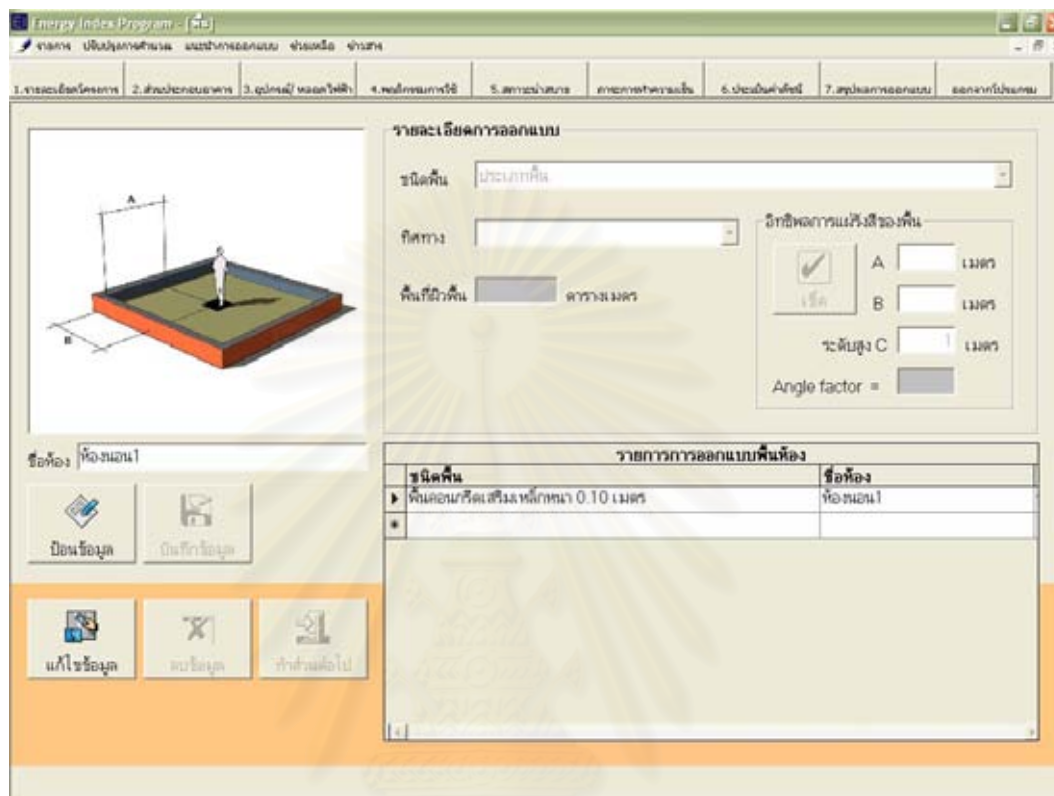


ภาพที่ 6.7 แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดการออกแบบอาคารส่วนผนังทึบ

ตารางที่ 6.2.4 แสดงข้อมูลรายละเอียดการออกแบบส่วนผนังทึบ

ข้อมูล	การใช้งาน
3. องค์ประกอบผนังทึบ	
ชื่อห้อง	ใช้อ้างอิงการคำนวณค่า
ชนิดผนังทึบ	ใช้กำหนดการคำนวณค่า U-value , ค่า CLTD , LM , ค่าการคายความร้อนความชื้นและการดูดซับความร้อนความชื้น และการรั่วซึม
ทิศทาง	ใช้กำหนดการคำนวณค่า CLTD , LM
สีผิววัสดุผนังหลังคา	ใช้กำหนดการคำนวณค่า K (สปส.สีผิว)
พื้นที่ผิวผนังทึบ(ตร.ม.)	ใช้กำหนดการคำนวณค่า A_{wall} (ตร.ฟ)
Angle factor(ม.)	ใช้คำนวณค่า MRT
ระยะ A(ม.)	ใช้คำนวณค่า Angle factor
ระยะ B(ม.)	ใช้คำนวณค่า Angle factor
ระยะ C(ม.)	ใช้คำนวณค่า Angle factor

การป้อนข้อมูลพื้น พิจารณาเฉพาะส่วนที่อยู่เหนือพื้นดินเท่านั้น แบ่งออกเป็นผนังส่วนที่เป็นกรอบอาคาร(เช่นเดียวกับส่วนผนังที่ป) และผนังส่วนที่เป็นผนังภายในอาคาร

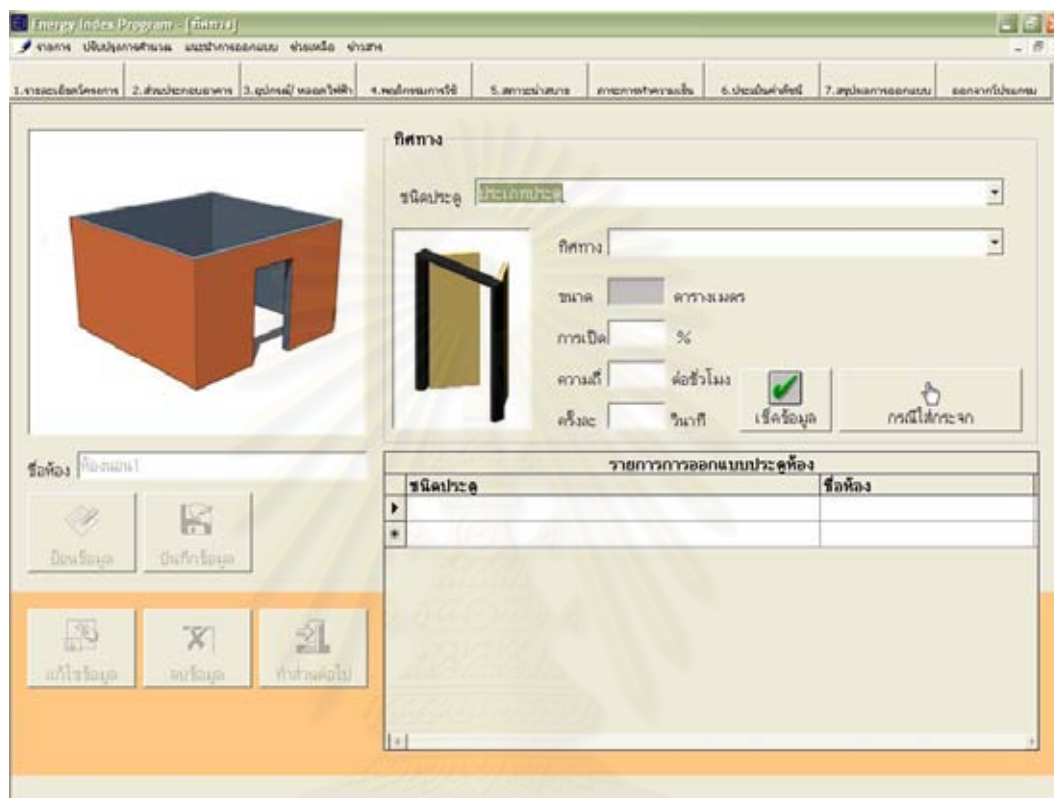


ภาพที่ 6.8 แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดการออกแบบอาคารส่วนพื้น

ตารางที่ 6.2.5 แสดงข้อมูลรายละเอียดการออกแบบส่วนพื้น

ข้อมูล	การใช้งาน
4.องค์ประกอบพื้น	
ชื่อห้อง	ใช้อ้างอิงการคำนวณค่า
ชนิดพื้น	ใช้กำหนดการคำนวณค่า U-value ,ค่าการคายความร้อน ความชื้นและการดูดซับความร้อนความชื้น
ทิศทาง	ใช้กำหนดการคำนวณการหาค่า ΔT
พื้นที่ผิวพื้น(ตร.ม.)	ใช้กำหนดการคำนวณค่า A_{Floor} (ตร.ฟุต)
Angle factor(ม.)	ใช้คำนวณค่า MRT
ระยะ A(ม.)	ใช้คำนวณค่า Angle factor
ระยะ B(ม.)	ใช้คำนวณค่า Angle factor
ระยะ C(ม.)	ใช้คำนวณค่า Angle factor

การป้อนข้อมูลส่วนประตูเป็นการกำหนดเกี่ยวกับภาระการทำความเย็นส่วนการรั่วซึมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการเปิดปิดประตูในช่วงเวลาต่างๆ และภาระการทำความเย็นในส่วนของเปลือกอาคารกรณีประตูประกอบด้วยส่วนของกระจก

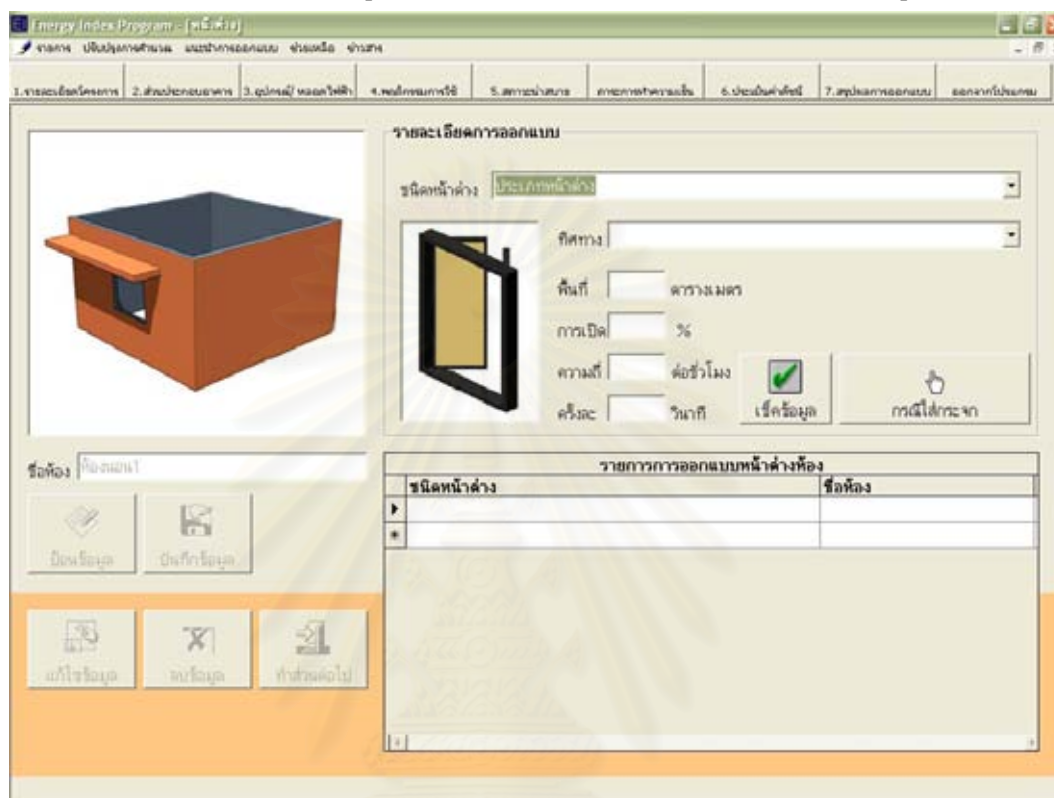


ภาพที่ 6.9 แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดการออกแบบอาคารส่วนประตู

ตารางที่ 6.2.6 แสดงข้อมูลรายละเอียดการออกแบบส่วนประตู

ข้อมูล	การใช้งาน
5.องค์ประกอบประตู	
ชื่อห้อง	ใช้อ้างอิงการคำนวณค่า
ชนิดประตู	ใช้กำหนดค่าการคายความร้อนความชื้นและการดูดซับความร้อนความชื้น และการรั่วซึม
ทิศทาง	ใช้กำหนดการคำนวณการหาค่าการรั่วซึม
พื้นที่ผิวประตู(ตร.ม.)	ใช้กำหนดการคำนวณค่า A_{Door} (ตร.ฟุต)
การเปิด(พื้นที่เปอร์เซ็นต์)	ใช้กำหนดการคำนวณค่าพื้นที่ช่องถ่ายเทอากาศ
ความถี่การเปิด	ใช้กำหนดการคำนวณค่าระยะเวลาการใช้
ระยะเวลา(การเปิดแต่ละครั้ง)	ใช้กำหนดการคำนวณค่าระยะเวลาการใช้

การป้อนข้อมูลส่วนหน้าต่างเป็นการกำหนดเกี่ยวกับภาระการทำความเย็นส่วนการรั่วซึม ภาระการทำความเย็นเนื่องจากการเปิดปิดประตูในช่วงเวลาต่างๆ และภาระการทำความเย็นใน ส่วนของเปลือกอาคารกรณีประตูประกอบด้วยส่วนของกระจก เช่นเดียวกับประตู

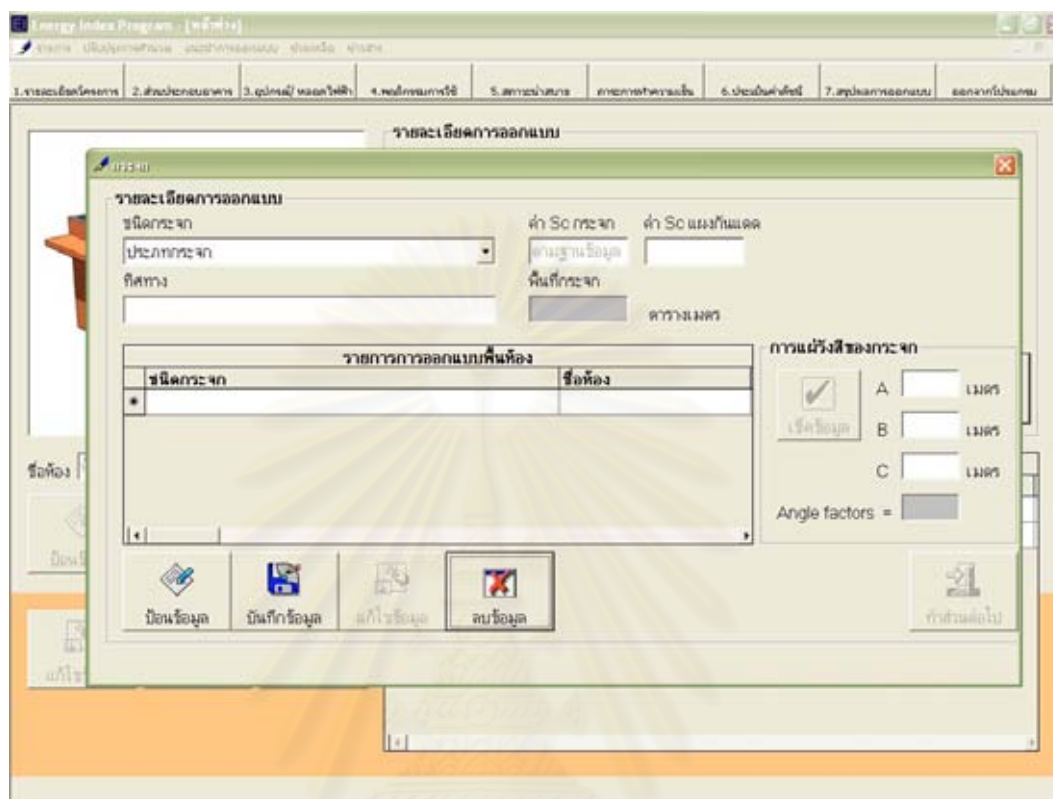


ภาพที่ 6.10 แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดการออกแบบอาคารส่วนหน้าต่าง

ตารางที่ 6.2.7 แสดงข้อมูลรายละเอียดการออกแบบส่วนหน้าต่าง

ข้อมูล	การใช้งาน
6.องค์ประกอบหน้าต่าง	
ชื่อห้อง	ใช้อ้างอิงการคำนวณค่า
ชนิดหน้าต่าง	ใช้กำหนดค่าการคายความร้อนความชื้นและการดูดซับความร้อนความชื้น และการรั่วซึม
ทิศทาง	ใช้กำหนดการคำนวณการหาค่าการรั่วซึม
พื้นที่ผิวประตู(ตร.ม.)	ใช้กำหนดการคำนวณค่า A_{Window} (ตร.ฟุต)
การเปิด(พื้นที่เปอร์เซ็นต์)	ใช้กำหนดการคำนวณค่าพื้นที่ช่องถ่ายเทอากาศ
ความถี่การเปิด	ใช้กำหนดการคำนวณค่าระยะเวลาการไว้
ระยะเวลา(การเปิดแต่ละครั้ง)	ใช้กำหนดการคำนวณค่าระยะเวลาการไว้

การป้อนข้อมูลส่วนกระจกใช้ในกรณีที่ประตูและหน้าต่างประกอบด้วยกระจก และสามารถที่จะกำหนดให้หน้าต่างเป็นหน้าต่างติดตาย ทั้งในส่วนระนาบผนังและระนาบหลังคาได้

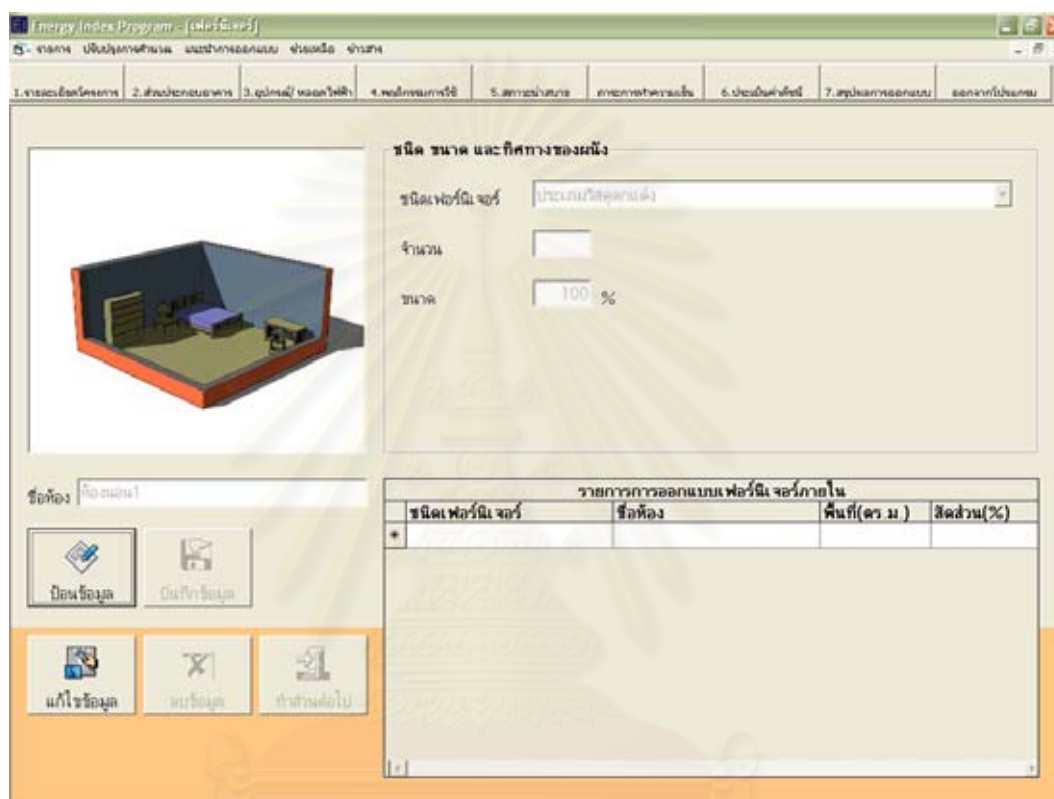


ภาพที่ 6.11 แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดการออกแบบอาคารส่วนกระจก (ประตู/หน้าต่าง/หลังคา)

ตารางที่ 6.2.8 แสดงข้อมูลรายละเอียดการออกแบบส่วนกระจก

ข้อมูล	การใช้งาน
7.องค์ประกอบกระจก	
ชื่อห้อง	ใช้อ้างอิงการคำนวณค่า
ชนิดกระจก	ใช้กำหนดค่าการคายความร้อนความชื้นและการดูดซับความร้อนความชื้น U-value, Sc, และการรั่วซึม
ทิศทาง	ใช้กำหนดการคำนวณการหาค่าการรั่วซึม, SHGF, CLF
พื้นที่ผิวกระจก(ตร.ม.)	ใช้กำหนดการคำนวณค่า A_{Door} (ตร.ฟุต)
Angle factor(ม.)	ใช้คำนวณค่า MRT
ระยะ A(ม.)	ใช้คำนวณค่า Angle factor
ระยะ B(ม.)	ใช้คำนวณค่า Angle factor
ระยะ C(ม.)	ใช้คำนวณค่า Angle factor

การป้อนข้อมูลส่วนวัสดุตกแต่งประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนองค์ประกอบอาคารและส่วนเฟอร์นิเจอร์ ซึ่งเป็นกรหาภาระการทำความเย็นในส่วนของการคายความร้อนความชื้น เนื่องจากวัสดุตกแต่งมีความหลากหลายโดยเฉพาะส่วนเฟอร์นิเจอร์ เพื่อความยืดหยุ่นจึงใช้ลักษณะของการเพิ่มฐานข้อมูลในการเพิ่มเติมภายหลัง



ภาพที่ 6.12 แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดการออกแบบอาคารส่วนวัสดุตกแต่ง

ตารางที่ 6.2.9 แสดงข้อมูลรายละเอียดการออกแบบส่วนวัสดุตกแต่ง(เฟอร์นิเจอร์)

ข้อมูล	การใช้งาน
8.องค์ประกอบวัสดุตกแต่ง	
ชื่อห้อง	ใช้อ้างอิงการคำนวณค่า
ชนิดวัสดุ	ใช้กำหนดค่าการคายความร้อนความชื้นและการดูดซับความร้อนความชื้น
จำนวน	ใช้กำหนดการคำนวณค่าภาระเนื่องจากจำนวน
สัดส่วน	ใช้กำหนดการคำนวณค่าภาระเนื่องจากขนาด

3) ข้อมูลรายละเอียดการใช้งาน

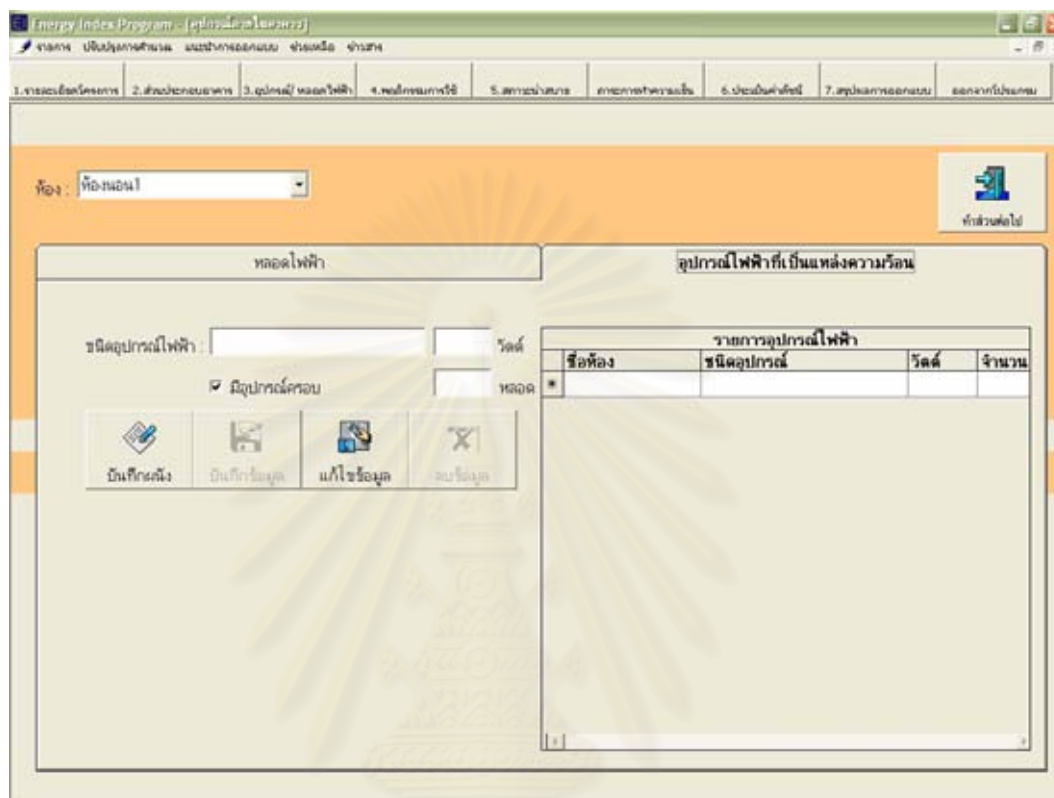
การป้อนข้อมูลส่วนหลอดไฟฟ้า เป็นการกำหนดภาวะความร้อนที่เกิดจากส่วนอื่นที่ไม่ใช่อองค์ประกอบอาคาร เป็นส่วนที่เพิ่มภาวะความร้อนที่เกิดจากการใช้งาน

ภาพที่ 6.13 แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดการใช้หลอดไฟฟ้า

ตารางที่ 6.2.10 แสดงข้อมูลรายละเอียดการใช้หลอดไฟฟ้า

ข้อมูล	การใช้งาน
1.หลอดไฟฟ้า	
ชื่อห้อง	ใช้อ้างอิงการคำนวณค่า
ชนิดหลอดไฟฟ้า	ใช้บอกรายละเอียดชนิดหลอดไฟฟ้า
กำลังไฟฟ้า	กำหนดขนาดกำลังไฟฟ้า
จำนวน	ใช้กำหนดการคำนวณค่าภาระเนื่องจากจำนวน
ลักษณะการระบายอากาศของห้อง	ใช้กำหนดค่าการคายความร้อนของหลอดไฟฟ้าเมื่อปิด
ลักษณะโครงสร้างของห้อง	ใช้กำหนดค่าการคายความร้อนของหลอดไฟฟ้าเมื่อปิด
Lighting use factor	ใช้กำหนดลักษณะการใช้งานของหลอดไฟฟ้า
Lighting special allowance factor	ใช้ปรับค่าการได้รับอิทธิพลของความร้อนจากแหล่งอื่นๆ
option	ใช้กำหนดค่าการคายความร้อนของหลอดไฟฟ้าเมื่อปิด

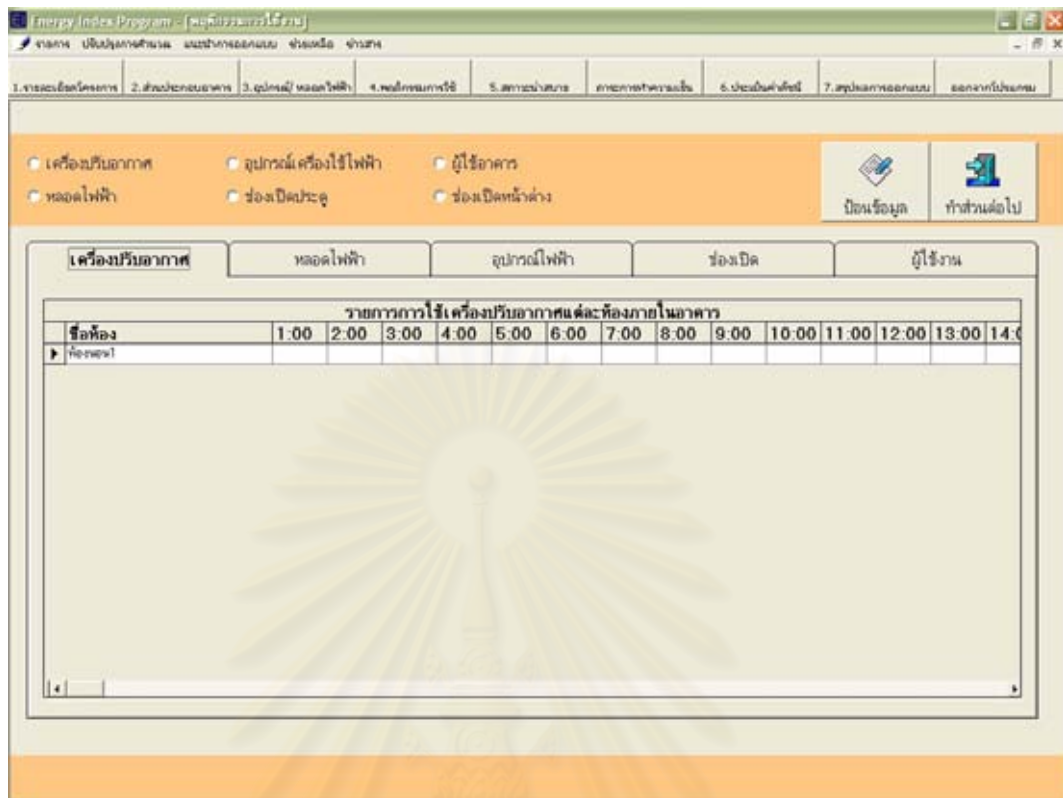
การป้อนข้อมูลส่วนอุปกรณ์ เป็นการกำหนดภาวะความร้อนที่เกิดจากส่วนอื่นที่ไม่ใช่ห้องค้ ประกอบอาคาร เป็นส่วนที่เพิ่มภาวะความร้อนที่เกิดจากการใช้งาน เช่นเดียวกับหลอดไฟฟ้า



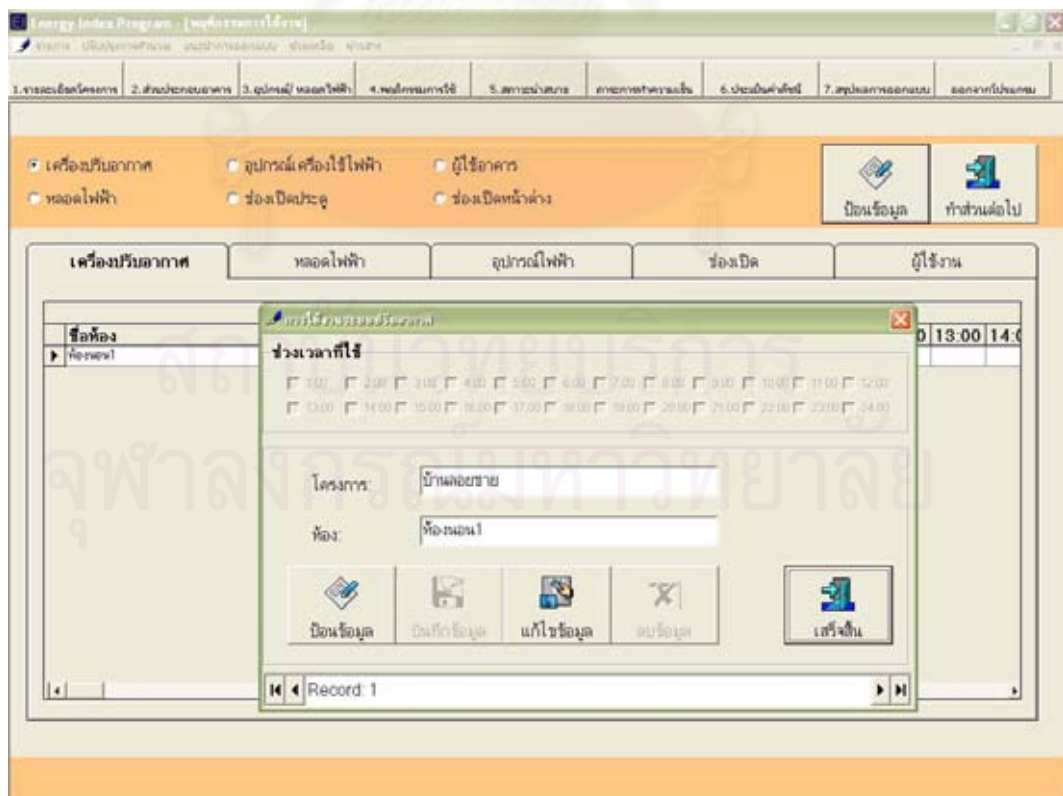
ภาพที่ 6.14 แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า

ตารางที่ 6.2.11 แสดงข้อมูลรายละเอียดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า

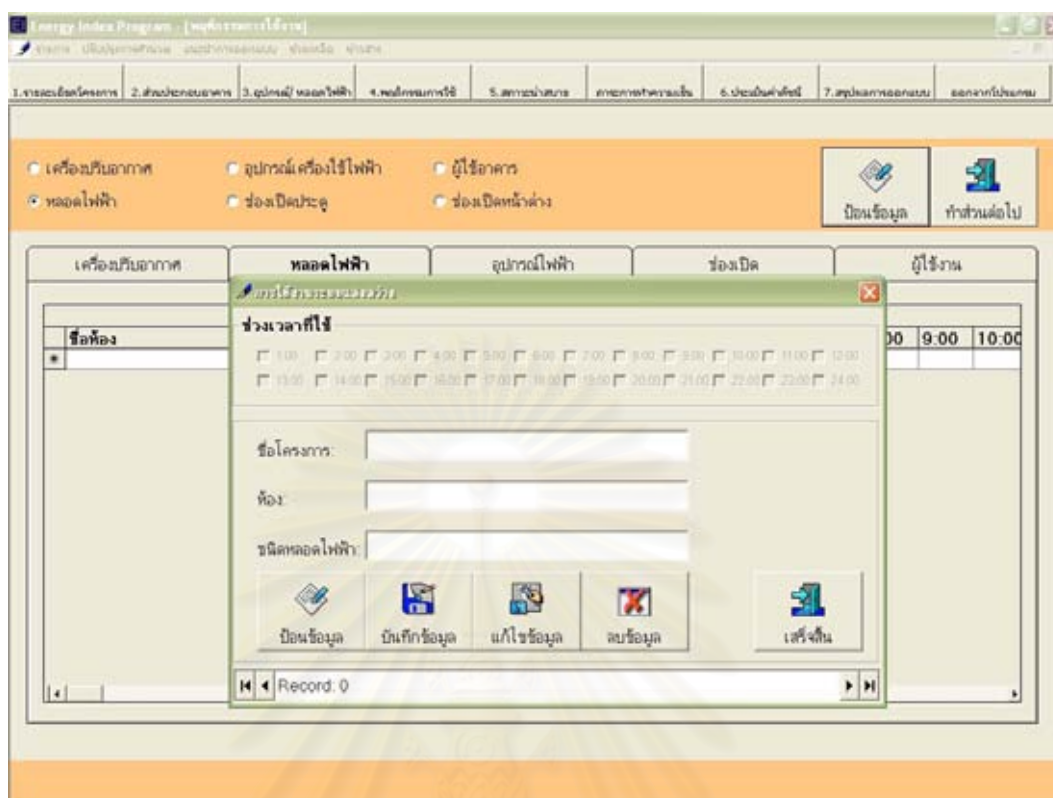
ข้อมูล	การใช้งาน
2. อุปกรณ์	
ชื่อห้อง	ใช้อ้างอิงการคำนวณค่า
ชนิดหลอดอุปกรณ์	ใช้บอกรายละเอียดชนิดอุปกรณ์
กำลังไฟฟ้า	กำหนดขนาดกำลังไฟฟ้า
จำนวน	ใช้กำหนดการคำนวณค่าภาวะเนื่องจากจำนวน
อุปกรณ์ครอบ	ใช้กำหนดลักษณะแหล่งความร้อน



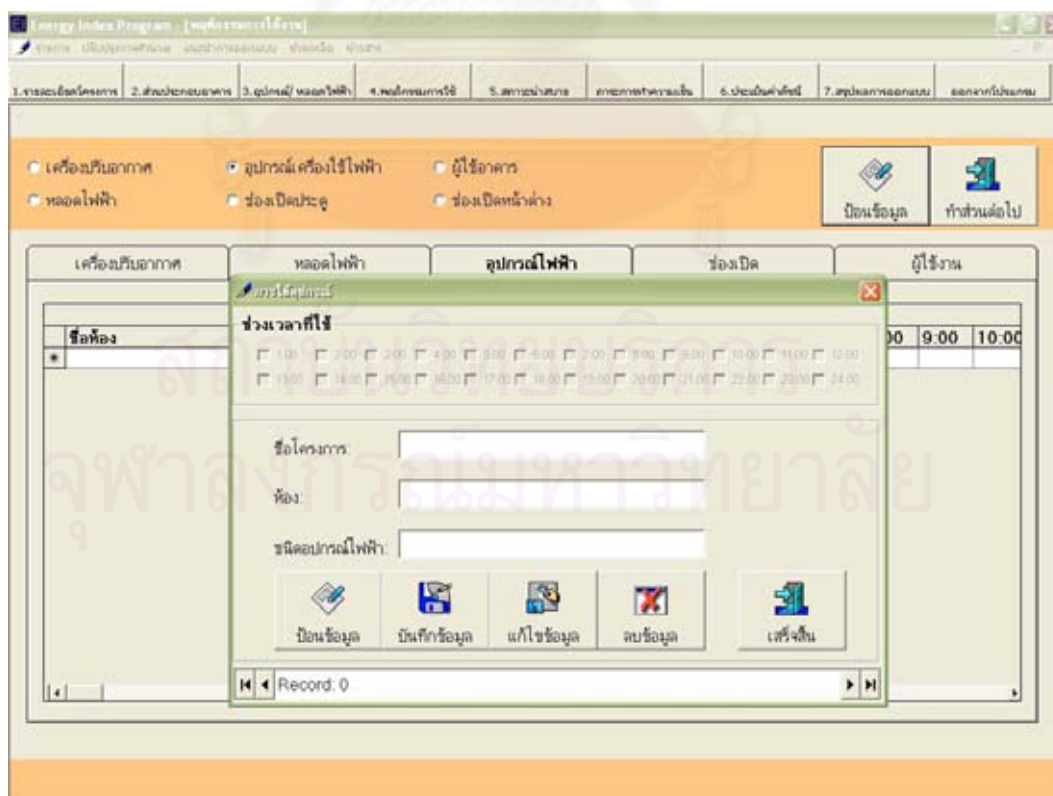
ภาพที่ 6.15 แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดพฤติกรรมการใช้งาน



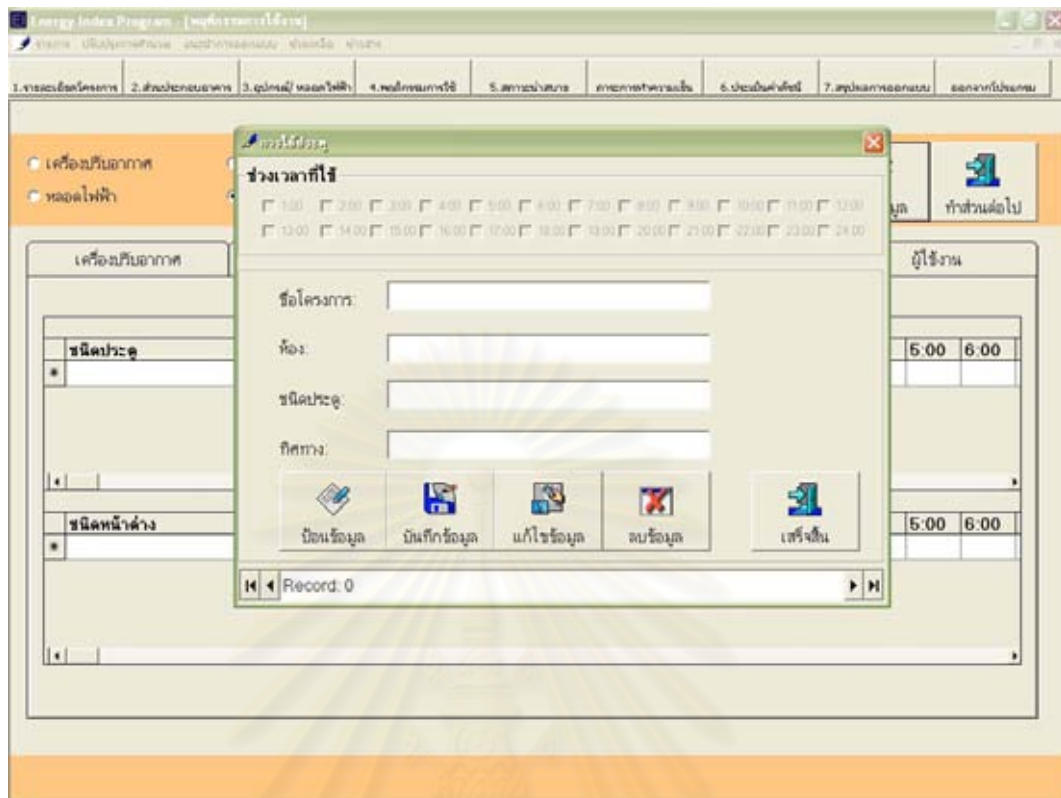
ภาพที่ 6.16 แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดพฤติกรรมการใช้เครื่องปรับอากาศ



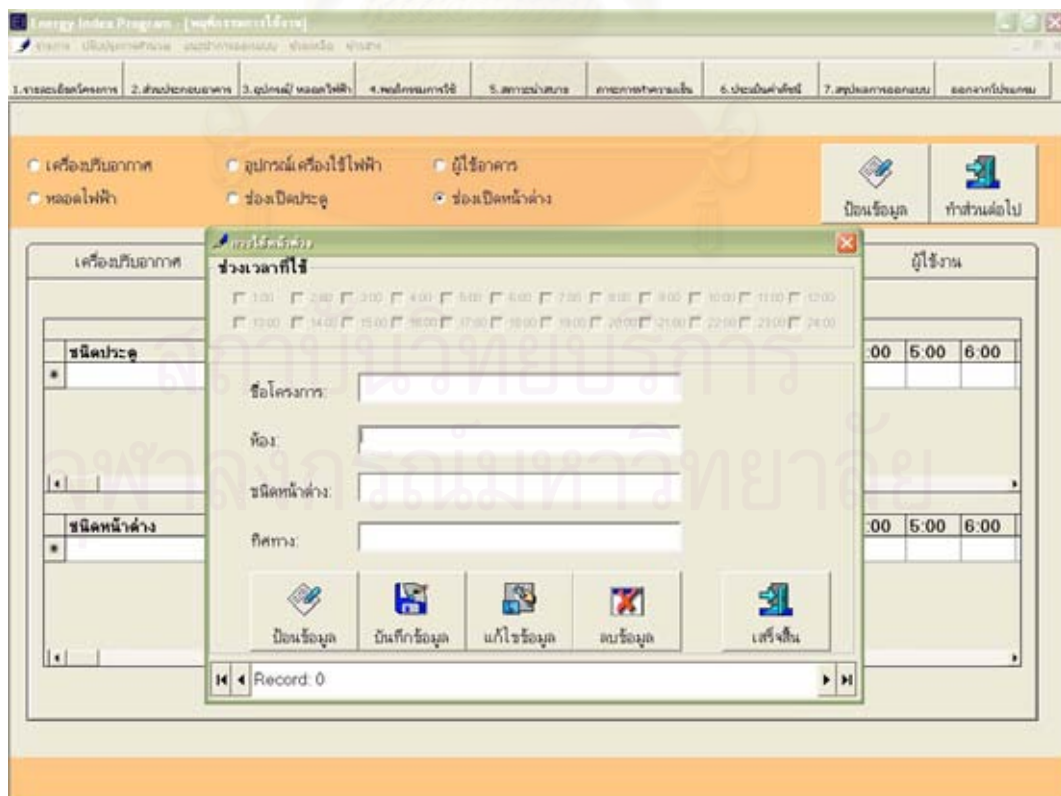
ภาพที่ 6.17 แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดพฤติกรรมการใช้หลอดไฟฟ้า



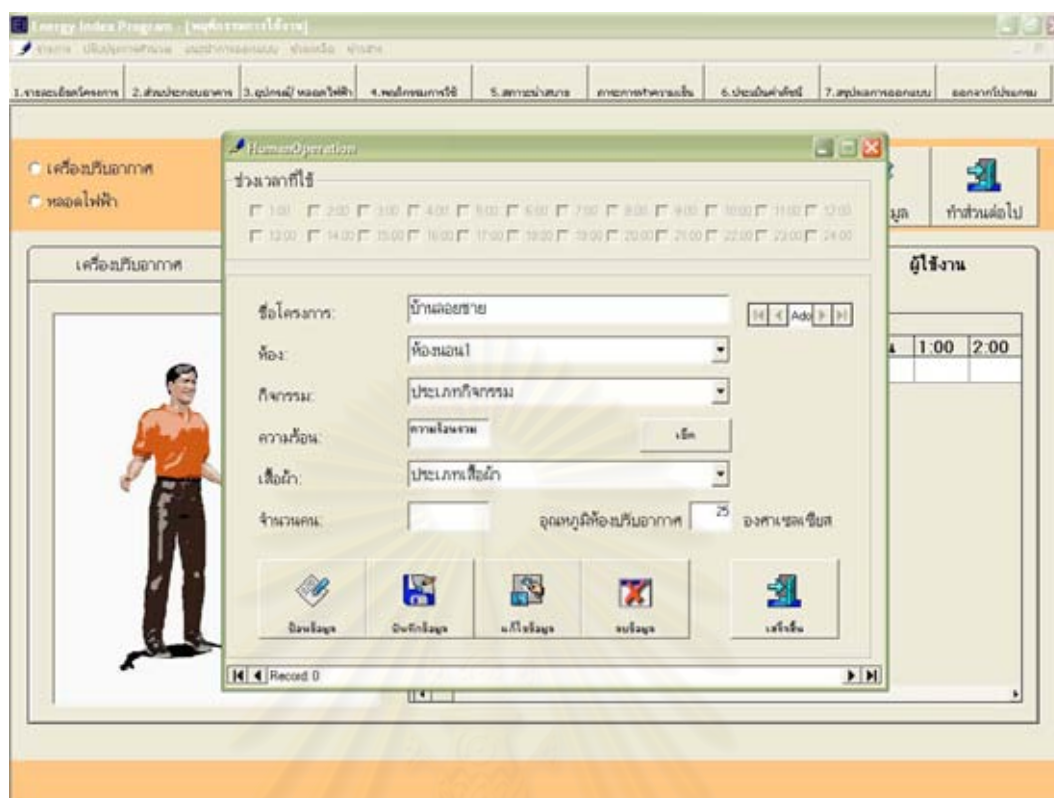
ภาพที่ 6.18 แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดพฤติกรรมการใช้อุปกรณ์



ภาพที่ 6.19 แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดพฤติกรรมการใช้ประตู



ภาพที่ 6.20 แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดพฤติกรรมการใช้หน้าต่าง



ภาพที่ 6.21 แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดพฤติกรรมของผู้ใช้

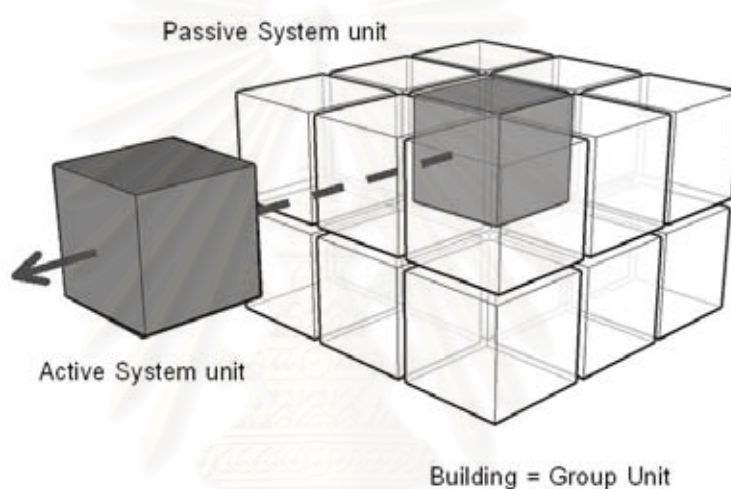
การป้อนข้อมูลการใช้งานนั้นจะแบ่งเป็นช่วงเวลาตั้งแต่ 1:00น. ถึง 24:00น. รายชั่วโมง ประกอบด้วยส่วนของเครื่องปรับอากาศ อุปกรณ์ หลอดไฟฟ้า ประตู หน้าต่าง และผู้ใช้

ตารางที่ 6.2.12 แสดงข้อมูลรายละเอียดพฤติกรรมการใช้

ข้อมูล	การใช้งาน
พฤติกรรมการใช้องค์ประกอบ	
ชื่อห้อง	ใช้อ้างอิงการคำนวณค่า
ช่วงเวลา	ใช้กำหนดการคำนวณค่าการใช้งานในแต่ละส่วน
พฤติกรรมผู้ใช้	
ชื่อห้อง	ใช้อ้างอิงการคำนวณค่า
กิจกรรม	ใช้กำหนดค่าความร้อนรวม
ประเภทเสื้อผ้า	ใช้กำหนดรายละเอียด
จำนวนคน	ใช้กำหนดการคำนวณค่าภาระเนื่องจากจำนวน
อุณหภูมิปรับอากาศ	ใช้กำหนดค่าอุณหภูมิภายในเมื่อทำการปรับอากาศ

3. แนวคิดการจัดการฐานข้อมูล

เมื่อทำการป้อนข้อมูลเสร็จ ในขั้นตอนของการประมวลผลจะมีการเชื่อมโยงข้อมูลกับฐานข้อมูล เพื่อให้ได้ค่าตัวแปรสำหรับการคำนวณค่าในสมการ เนื่องจากการประมวลผลต้องการประเมินค่าอาคารได้ทั้ง 3 ระบบ โดยเฉพาะการใช้ระบบผสม ดังนั้นในการประมวลผลจึงได้ทำการแยกพิจารณาเป็นห้อง หรือยูนิต(Unit) โดยแยกชิ้นส่วนของอาคารออกเป็นห้องต่างๆ ซึ่งมีการกำหนดให้แต่ละห้องใช้ระบบปรับอากาศ(Active Unit) หรือระบบธรรมชาติ(Passive Unit)



ภาพที่ 6.22 แสดงแนวคิดการใช้ระบบยูนิต

การจัดการฐานข้อมูลจึงอาศัยชื่อห้องเป็นข้อมูลอ้างอิงในการเรียกใช้ข้อมูลการออกแบบในแต่ละห้อง และใช้ชนิดขององค์ประกอบในการเรียกข้อมูลคุณสมบัติขององค์ประกอบนั้นประกอบกับข้อมูลการออกแบบ เพื่อใช้ในการคำนวณค่าในสมการ โดยการแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วน ฐานข้อมูล และส่วนข้อมูลที่ได้จากการป้อน



ภาพที่ 6.23 แสดงแนวคิดการเชื่อมฐานข้อมูล

4. แนวคิดการประมวลผลข้อมูล

เพื่อให้ได้ค่าดัชนีการออกแบบอาคาร จำเป็นจะต้องทำการคำนวณค่าคะแนน ซึ่งได้จากหลักเกณฑ์ที่ใช้ โดยแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อ ได้แก่ อาคารไม่ปรับอากาศ อาคารปรับอากาศ และอาคารระบบผสม ดังนี้

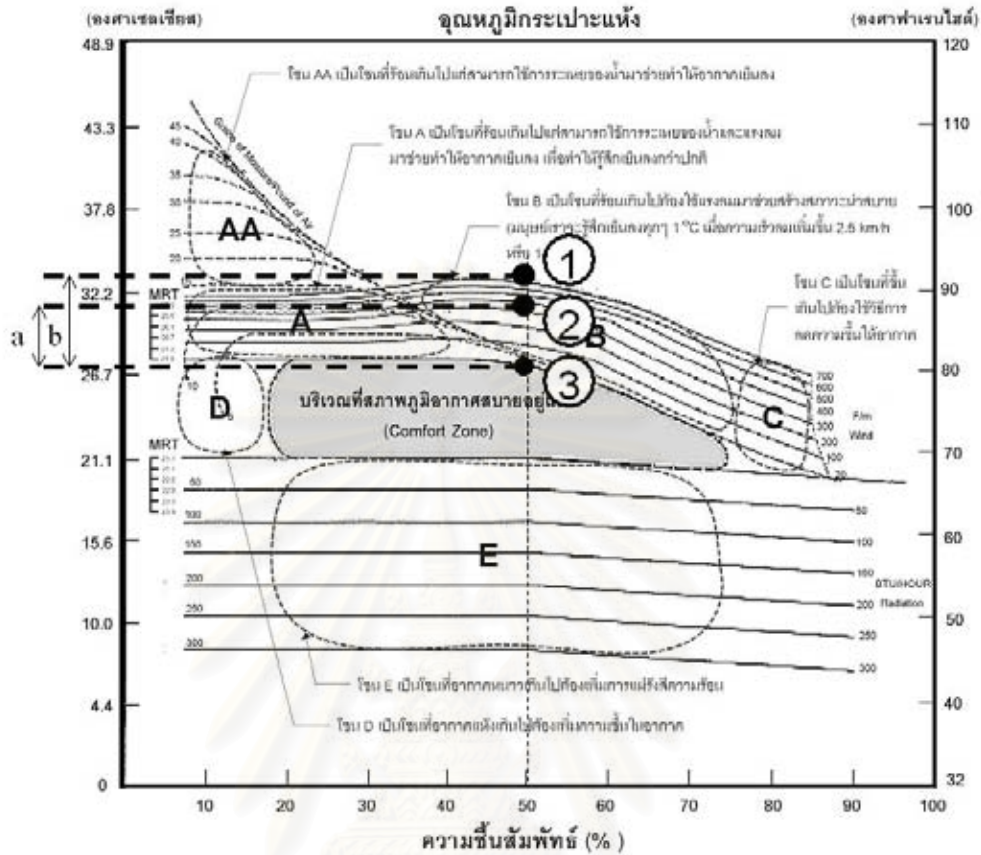
วัน/ชั่วโมง	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00
68	28.50/27.11	28.30/26.91	28.10/26.71	27.90/26.51	27.90/26.49	27.90/26.49	27.90/26.49	29.10/25.67	30.10/26.81
69	28.40/25.65	28.20/26.82	28.00/26.61	27.80/24.90	27.50/24.68	27.30/24.40	28.00/24.53	29.80/26.49	31.50/28.34
70	28.20/25.46	27.90/24.40	27.70/24.20	27.50/24.07	27.50/24.05	27.30/25.92	27.50/25.29	28.30/26.27	29.00/27.70
71	28.30/26.99	28.20/24.75	28.00/25.23	27.80/25.01	27.50/24.71	27.20/23.72	27.70/24.91	28.60/25.89	31.10/27.92
72	28.00/24.55	27.80/26.42	27.60/26.19	27.40/25.98	26.90/25.60	26.30/25.12	25.80/24.73	26.10/22.97	29.40/26.69
73	28.30/25.12	28.00/25.49	27.60/24.46	27.40/24.32	26.40/23.30	25.60/22.60	25.50/22.40	26.60/23.66	28.00/25.13
74	27.10/25.98	26.50/25.27	26.30/25.02	25.50/24.16	25.50/23.66	25.00/23.08	24.60/23.30	26.00/23.50	28.30/26.65
75	27.40/23.98	27.20/25.89	26.90/25.60	26.60/25.32	26.20/24.86	25.70/24.34	26.50/25.12	28.00/26.74	29.40/26.16
76	27.70/26.39	27.50/26.17	27.30/25.96	27.00/25.66	26.60/25.26	25.70/24.32	25.00/23.67	26.40/25.42	30.20/29.40
77	28.10/25.57	27.90/26.60	27.70/26.44	27.50/26.20	27.00/25.72	26.80/23.43	26.60/23.91	29.00/26.44	30.80/27.72
78	28.20/24.94	28.00/25.44	27.60/25.68	27.50/24.16	27.40/26.10	27.50/24.79	27.90/26.59	28.60/25.21	31.00/28.49
79	28.50/25.81	28.40/27.10	28.40/27.10	28.30/25.56	28.10/24.70	27.80/24.37	28.50/25.75	29.50/26.84	31.30/28.14
80	28.50/27.14	28.40/27.04	28.20/26.84	28.00/24.55	27.90/24.43	28.00/26.64	28.10/26.74	28.80/27.49	30.00/26.68
81	27.80/24.62	27.80/26.62	28.00/26.77	28.00/25.29	28.40/25.01	28.50/25.13	28.80/25.41	29.50/26.10	30.50/27.29
82	28.60/25.23	28.50/27.22	28.10/26.68	28.00/26.69	28.00/26.67	27.90/25.15	28.00/25.23	29.00/25.63	31.00/27.79
83	29.50/26.76	29.30/26.55	29.00/27.66	28.80/27.44	28.50/27.12	28.20/26.82	28.60/27.22	29.60/26.21	30.60/28.01
84	29.00/27.70	28.60/27.30	28.30/27.00	27.90/26.60	27.70/26.39	27.50/26.14	27.60/26.19	29.40/28.12	28.50/27.24
85	25.90/22.30	25.60/24.26	25.60/24.24	25.50/24.14	25.00/23.59	24.90/23.30	25.70/24.26	26.80/24.06	28.50/25.24
86	28.00/27.39	28.00/27.39	28.40/27.17	28.30/26.68	27.80/26.49	27.80/26.90	28.20/26.97	28.40/26.42	29.80/28.09

ภาพที่ 6.24 แสดงหน้าจอส่วนการประมวลผลการใช้ระบบธรรมชาติ

1) อาคารไม่ปรับอากาศ(ระบบธรรมชาติ)

เพื่อให้รู้สึกถึงสภาวะน่าสบายในการพิจารณาการออกแบบอาคารในแต่ละตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบจึงเป็นการวัดที่ศึกษาภาพของตัวแปรที่สามารถสร้างโอกาสให้เกิดสภาวะน่าสบายได้มากน้อยเพียงไร โดยพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปรอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลมและและอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบที่ผสานกันเกิดสภาวะที่ใช้ขอบเขตเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจว่าอยู่ในสภาวะน่า ตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบได้แก่ สภาแวดล้อมอาคาร มวลสารอาคาร อิทธิพลของอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ และพฤติกรรมการใช้งาน จึงทำการคำนวณโดยแบ่งเป็นส่วนๆ ดังนี้

1.1) แผนภาพแนวคิดการคำนวณ



ภาพที่ 6.25 แสดงแนวคิดการวัดประสิทธิภาพการใช้ระบบธรรมชาติ

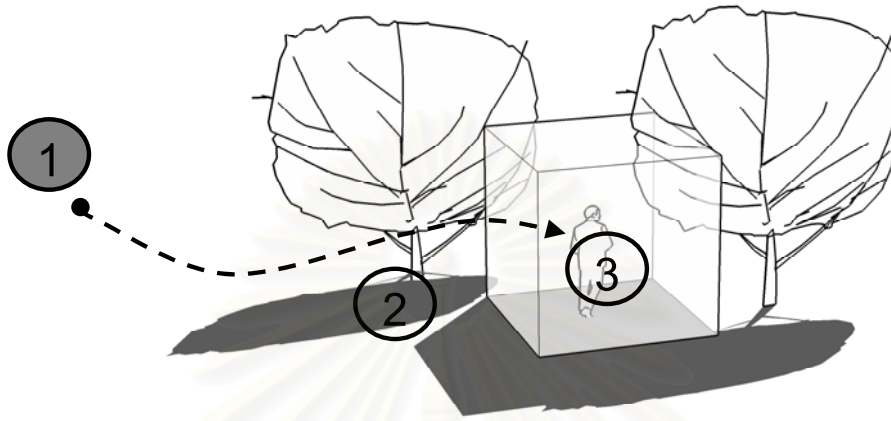
สำหรับงานวิจัยนี้จะทำการวัดประสิทธิภาพโดยการนับจำนวนชั่วโมงที่ความรู้สึกเสมือนอยู่ในสภาวะน่าสบายเนื่องจากตัวแปรต่างๆ แล้วนำไปเปรียบเทียบกับความรู้สึกเสมือนอยู่ในสภาวะน่าสบายเนื่องจากสภาพแวดล้อมอ้างอิงคิดเป็นค่าร้อยละ **แต่ที่ถูกต้องควรพิจารณาดังนี้**

สำหรับการใช้ตัวแปรต่างๆ พิจารณา เช่นการใช้มวลสารในการออกแบบ ค่าอุณหภูมิเสมือน (พิจารณาความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลมและอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบร่วม) ของอาคารทั่วไปหรือสภาวะที่ต้องการอ้างอิง ณ ตำแหน่งที่ 1 มีระยะห่างจากเขตสภาวะน่าสบาย b องศาเซลเซียส เมื่อใช้มวลสารอาคารในการออกแบบค่าอุณหภูมิเสมือน ณ ตำแหน่งที่ 2 มีระยะห่างจากเขตสภาวะน่าสบาย a องศาเซลเซียส นำค่า a หักออกจาก b จะได้เป็นค่าประสิทธิภาพของการออกแบบโดยใช้มวลสารอาคาร โดยจะพิจารณาเฉพาะช่วงความชื้นสัมพัทธ์(แกนนอน)ที่อยู่ในเขตสบายเท่านั้น เป็นต้น

เนื่องจากเข้าใจได้ง่ายและให้ผลที่ไม่แตกต่างกันมากนักจึงพิจารณาใช้การนับจำนวนชั่วโมงที่ความรู้สึกเสมือนอยู่ในสภาวะน่าสบาย

1.2) แผนผังการประมวลผล

1.1) ศักยภาพของสภาพอากาศอ้างอิงบริเวณที่ตั้งอาคาร

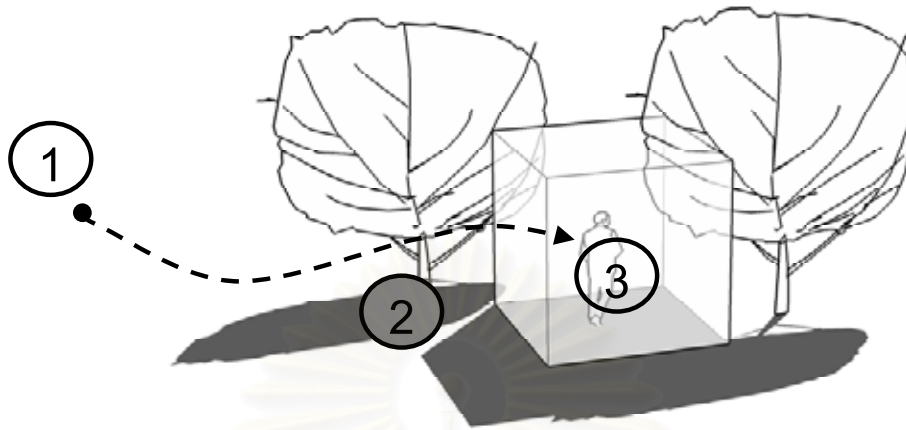


ภาพที่ 6.26 แสดงตำแหน่งสภาพแวดล้อมอ้างอิง

ตารางที่ 6.4.1.1 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อยหาชั่วโมง จำนวนชั่วโมงน่าสบายของสภาพอากาศอ้างอิง

แผนผัง	การทำงาน
	<p>เริ่มต้น ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน) ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง) Active 1 คือ ให้ $T = T_o - (0.016Rh + 0.381V)$ เงื่อนไข ถ้าอุณหภูมิ(T)ความชื้นสัมพัทธ์Rhและ ความเร็วลม(V)อยู่ในเขตสบาย</p> <p>Active 2 คือ ให้ $comfort(h,d) = 1, count = 1$ (อยู่ในสภาวะน่าสบาย : ให้เก็บค่าข้อมูลข้อมูล = 1)</p> <p>Active 3 คือ ให้ $comfort(h,d) = 0, count = 0$ (ไม่อยู่ในสภาวะน่าสบาย : ให้เก็บค่าข้อมูลข้อมูล = 0)</p> <p>Active 4 คือ ให้ $countComfort = countComfort + count = 1$ (นับจำนวนชั่วโมงสภาวะน่าสบาย)</p> <p>จบ</p>

1.2.2) ศักยภาพของสภาพอากาศบริเวณสภาพแวดล้อมอาคาร

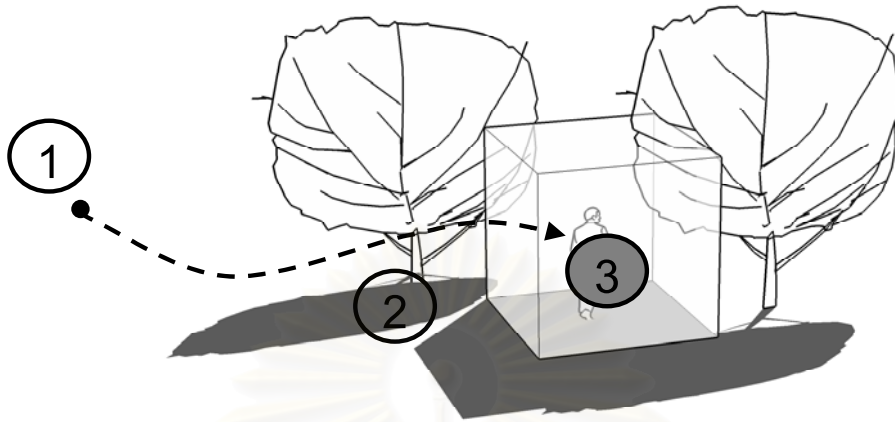


ภาพที่ 6.27 แสดงตำแหน่งสภาพอากาศแวดล้อมอาคาร

ตารางที่ 6.4.1.2 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อยหาชั่วโมงจำนวนชั่วโมงน่าสบายของสภาพอากาศบริเวณสภาพแวดล้อมอาคาร

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> D1{For d = 1 to 366} D1 -- True --> D2{For h = 1 to 24} D1 -- False --> D1 D2 -- True --> Call[Call A,B,C,E] D2 -- False --> D2 Call --> Active1[Active1] Active1 --> D3{If condition then} D3 -- True --> Active2[Active2] D3 -- False --> Active3[Active3] Active2 --> Active4[Active4] Active3 --> Active4 Active4 --> D1 Active4 --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน) ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง) Call C: หาค่า มวลสารอาคารและ E: หาค่าอุณหภูมิภายในอาคารเนื่องจากสภาพแวดล้อมและมวลสาร A:โปรแกรมย่อย หาค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และหาค่าอุณหภูมิผิวเนื่องจากสภาพแวดล้อมแต่ละทิศทาง B: หาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบแต่ละห้อง Active 1 คือ ให้หาค่าอุณหภูมิเสมือนเนื่องจากความชื้นและอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบเนื่องจากสภาพแวดล้อม เงื่อนไข ถ้าอุณหภูมิเสมือน ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในสภาวะน่าสบาย : ให้เก็บค่าข้อมูลข้อมูล = 1 Active 2 คือ ให้ comfort(h,d) = 1, count = 1 (อยู่ในสภาวะน่าสบาย : ให้เก็บค่าข้อมูลข้อมูล = 1) Active 3 คือ ให้ comfort(h,d) = 0, count = 0 (ไม่อยู่ในสภาวะน่าสบาย : ให้เก็บค่าข้อมูลข้อมูล = 0) Active 4 คือ นับจำนวนชั่วโมงสภาวะน่าสบาย ให้ countComfort = countComfort+count = 1 จบ</p>

1.2.3) คัดลอกภาพของสภาพอากาศเนื่องจากมวลสารอาคาร

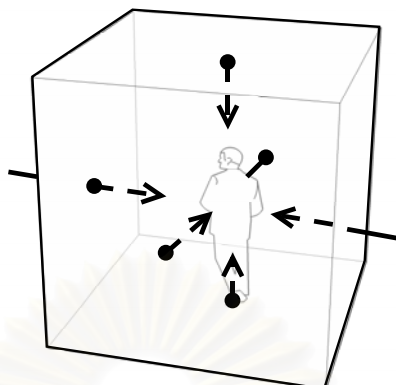


ภาพที่ 6.28 แสดงตำแหน่งสภาพอากาศภายในอาคาร

ตารางที่ 6.4.1.3 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อยหาชั่วโมง จำนวนชั่วโมงน่าสบายของสภาพอากาศเนื่องจากมวลสารอาคาร

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> ForD{For d = 1 to 366} ForD -- True --> ForH{For h = 1 to 24} ForD -- False --> ForD ForH -- True --> CallCD[Call C,D] CallCD --> Active1[Active1] Active1 --> IfCondition{If condition then} IfCondition -- True --> Active2[Active2] IfCondition -- False --> Active3[Active3] Active2 --> Active4[Active4] Active3 --> Active4 Active4 --> ForH ForH -- False --> ForD Active4 --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>ห้อง C: หาค่า มวลสารอาคารและ D: หาค่าอุณหภูมิภายในอาคารเนื่องจากสภาพข้างอิงและมวลสาร</p> <p>Active 1 คือ ให้ $T = T_o - (0.016Rh + 0.381V)$</p> <p>เงื่อนไข ถ้าอุณหภูมิ(T)ความชื้นสัมพัทธ์(Rh)อยู่ในเขตสบาย</p> <p>Active 2 คือ ให้ $comfort(h,d) = 1, count = 1$ (อยู่ในสภาวะน่าสบาย : ให้เก็บค่าข้อมูลข้อมูล = 1)</p> <p>Active 3 คือ ให้ $comfort(h,d) = 0, count = 0$ (ไม่อยู่ในสภาวะน่าสบาย : ให้เก็บค่าข้อมูลข้อมูล = 0)</p> <p>Active 4 คือ ให้ $count = countComfort + count$ (นับจำนวนชั่วโมงสภาวะน่าสบาย)</p> <p>จบ</p>

1.2.4) ศักยภาพของสภาพอากาศเนื่องจากอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ

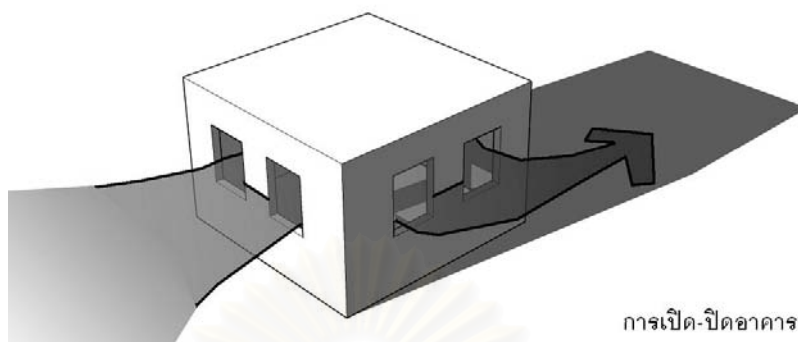


ภาพที่ 6.29 แสดงอิทธิพลของอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ

ตารางที่ 6.4.1.4 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อยหาชั่วโมง จำนวนชั่วโมงนำสบายของสภาพอากาศเนื่องจากอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> ForD{For d = 1 to 366} ForD -- True --> ForH{For h = 1 to 24} ForD -- False --> ForD ForH -- True --> Call[Call A,B,C,D] ForH -- False --> ForD Call --> Active1[Active1] Active1 --> IfCond{If condition then} IfCond -- True --> Active2[Active2] IfCond -- False --> Active3[Active3] Active2 --> Active4[Active4] Active3 --> Active4 Active4 --> ForH Active4 --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน) ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Call C: หาค่า มวลสารอาคารและ F: หาค่าอุณหภูมิภายในอาคารเนื่องจากสภาพอากาศข้างอิงและมวลสาร A:โปรแกรมย่อย หาค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และหาค่าอุณหภูมิผิวเนื่องจากสภาพอากาศข้างอิงแต่ละทิศทาง</p> <p>B: หาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบแต่ละห้อง</p> <p>Active 1 คือ ให้หาค่าอุณหภูมิเสมือนเนื่องจากความชื้นและอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบเนื่องจากสภาพอากาศข้างอิง</p> <p>เงื่อนไข ถ้าอุณหภูมิเสมือน ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในสภาวะน่าสบาย : ให้เก็บค่าข้อมูลข้อมูล = 1</p> <p>Active 2 คือ ให้ $comfort(h,d) = 1, count = 1$ (อยู่ในสภาวะน่าสบาย : ให้เก็บค่าข้อมูลข้อมูล = 1)</p> <p>Active 3 คือ ให้ $comfort(h,d) = 0, count = 0$ (ไม่อยู่ในสภาวะน่าสบาย : ให้เก็บค่าข้อมูลข้อมูล = 0)</p> <p>Active 4 คือ นับจำนวนชั่วโมงสภาวะน่าสบาย ให้ $countComfort = countComfort + count = 1$</p> <p>จบ</p>

1.2.5) ศักยภาพของสภาพอากาศเนื่องพฤติกรรมการใช้งาน



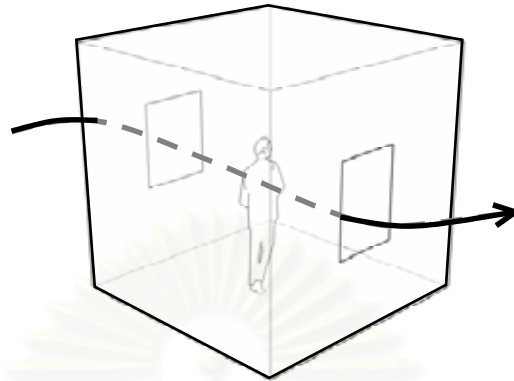
การเปิด-ปิดอาคาร

ภาพที่ 6.30 แสดงอิทธิพลของการเปิดปิดอาคาร

ตารางที่ 6.4.1.5 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อยหาชั่วโมง จำนวนชั่วโมงน่าสบายของสภาพอากาศเนื่องพฤติกรรมการใช้งาน

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> ForD{For d = 1 to 366} ForD -- True --> ForH{For h = 1 to 24} ForD -- False --> ForD ForH -- True --> Call[Call A,B,C,F] ForH -- False --> ForD Call --> Active1[Active1] Active1 --> IfCond{If condition then} IfCond -- True --> Active2[Active2] IfCond -- False --> Active3[Active3] Active2 --> Active4[Active4] Active3 --> Active4 Active4 --> ForH Active4 --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน) ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Call C: หาค่า มวลสารอาคารและ F: หาค่าอุณหภูมิภายในอาคารเนื่องจากสภาพแวดล้อม พฤติกรรมการใช้และมวลสาร A:โปรแกรมย่อย หาค่าอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ และหาค่าอุณหภูมิผิวเนื่องจากสภาพแวดล้อม และพฤติกรรมการใช้แต่ละทิศทาง</p> <p>B: หาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบแต่ละห้อง</p> <p>Active 1 คือ ให้หาค่าอุณหภูมิเสมือนเนื่องจากความชื้นและอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบเนื่องจากสภาพแวดล้อม และพฤติกรรมการใช้เงื่อนไข ถ้าอุณหภูมิเสมือน ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในสภาวะน่าสบาย : ให้เก็บค่าข้อมูลข้อมูล = 1</p> <p>Active 2 คือ ให้ $comfort(h,d) = 1, count = 1$ (อยู่ในสภาวะน่าสบาย : ให้เก็บค่าข้อมูลข้อมูล = 1)</p> <p>Active 3 คือ ให้ $comfort(h,d) = 0, count = 0$ (ไม่อยู่ในสภาวะน่าสบาย : ให้เก็บค่าข้อมูลข้อมูล = 0)</p> <p>Active 4 คือ นับจำนวนชั่วโมงสภาวะน่าสบาย ให้ $countComfort = countComfort + count = 1$</p> <p>จบ</p>

1.2.6) คักยภาพของสภาพอากาศ เนื่องจากการกำหนดค่าความเร็วลมภายในอาคาร



ภาพที่ 6.31 แสดงตำแหน่งสภาพอากาศภายในอาคารเมื่อมีการใช้ความเร็วลม

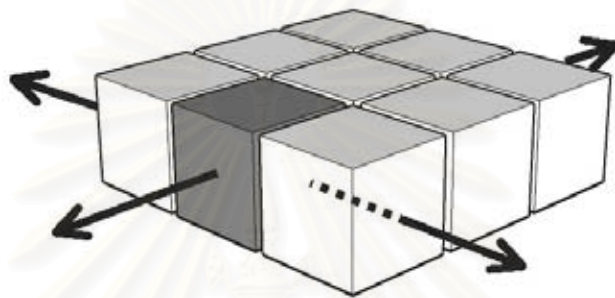
ตารางที่ 6.4.1.6 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อยหาชั่วโมง จำนวนชั่วโมงน่าสบายของสภาพอากาศเนื่องจากการกำหนดค่าความเร็วลมภายในอาคาร

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> LoopD{For d = 1 to 366} LoopD -- True --> LoopH{For h = 1 to 24} LoopD -- False --> LoopD LoopH -- True --> Active1[Active1] LoopH -- False --> LoopD Active1 --> Active2[Active2] Active2 --> Cond{If condition then} Cond -- True --> Active3[Active3] Cond -- False --> Active4[Active4] Active3 --> Active5[Active5] Active4 --> Active5 Active5 --> LoopD Active5 --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน) ,ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ กำหนดค่าความเร็วลม</p> <p>Active 2 คือ ให้ $T = T_o - (0.016Rh + 0.381V)$ (อยู่ในสภาวะน่าสบาย : ให้เก็บค่าข้อมูลข้อมูล = 1) เงื่อนไข ถ้าอุณหภูมิ(T)ความชื้นสัมพัทธ์(Rh)อยู่ในเขต สบาย</p> <p>Active 3 คือ ให้ $comfort(h,d) = 1, count = 1$ (อยู่ในสภาวะน่าสบาย : ให้เก็บค่าข้อมูลข้อมูล = 1)</p> <p>Active 4 คือ ให้ $comfort(h,d) = 0, count = 0$ (ไม่อยู่ในสภาวะน่าสบาย : ให้เก็บค่าข้อมูลข้อมูล = 0)</p> <p>Active 5 คือ ให้ $countComfort = countComfort + count = 1$ (นับจำนวนชั่วโมงสภาวะน่าสบาย)</p> <p>จบ</p>

1.2.7) โปรแกรมย่อยส่วนอื่นๆ เพื่อนำไปใช้ในหัวข้อ 1.1) ถึง 1.6)

1.2.7.1) การหาค่าอุณหภูมิ อุณหภูมิผิวและความชื้นสัมพัทธ์เนื่องจากสภาพแวดล้อมอาคาร

เนื่องจากในการป้อนข้อมูลสภาพแวดล้อมพิจารณาเป็นยูนิิต เมื่อต้องพิจารณา สภาพแวดล้อมอาคาร ซึ่งเป็นกลุ่มยูนิิต จะใช้วิธีการจัดการข้อมูลโดยใช้เงื่อนไขด้านที่สัมผัสกับ สภาพแวดล้อมภายนอกเท่านั้น ส่วนด้านที่สัมผัสห้องภายในอาคารจะไม่นำมาพิจารณา



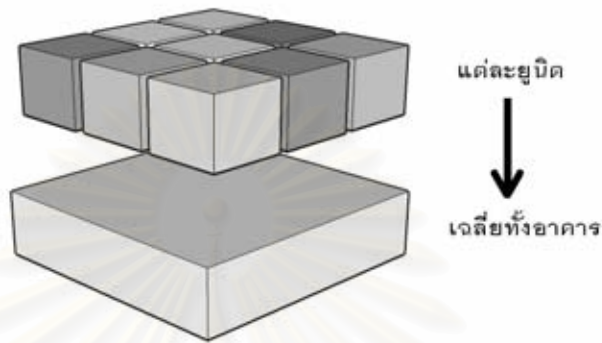
ภาพที่ 6.32 แสดงแนวคิดการใช้ระบบยูนิิตกับสภาพแวดล้อม

ตารางที่ 6.4.1.7 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย A

แผนผัง	การทำงาน
	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>ทำซ้ำ 8 ทิศทาง</p> <p>เงื่อนไข ถ้าผนังทิศ b ไม่ใช่ผนังภายใน หรือไม่กำหนด</p> <p>Active 1,2 คือ ให้หาอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิผิว สภาพแวดล้อมทิศ b</p> <p>(ใช้สมการทำนายอุณหภูมิสภาพแวดล้อม)</p> <p>Active 3 คือ ให้หาความชื้นสัมพัทธ์สภาพแวดล้อมทิศ b (ใช้สมการทำนายความชื้นสัมพัทธ์สภาพแวดล้อม)</p> <p>Active 3 คือ ให้หาค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสภาพแวดล้อม</p> <p>Active 3 คือ ให้หาค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์สภาพแวดล้อม</p> <p>จบ</p>

1.2.7.2) หาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ

เนื่องจากการประเมินทั้งอาคารจึงหาอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบแต่ละห้องทั้งอาคาร แล้วจึงพิจารณาสถานะน่าสบายของอาคารเนื่องจากมวลสารและอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ



ภาพที่ 6.33 แสดงแนวคิดการใช้ระบบยูนิตกับอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ

ตารางที่ 6.4.1.8 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย B

แผนผัง	การทำงาน
	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนห้อง)</p> <p>Active 1 คือ ให้หาอิทธิพลจากการแผ่รังสีของระนาบต่างๆ โดยใช้อุณหภูมิผิวและค่า Angle factor</p> <p>Active 2 คือ ให้หาอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบแต่ละห้องทั้งอาคาร</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 3 คือ ให้ หาค่าเฉลี่ยอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบทุกห้องภายในอาคาร</p> <p>จบ</p>

1.2.7.3) หาอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์เนื่องจากอิทธิพลของมวลสาร

ตารางที่ 6.4.1.9 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อยหาขนาดมวลสารอาคาร C

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Loop{For w=1 to count} Loop -- True --> Active1[Active1] Active1 --> Loop Active1 --- DB[(Data base)] Loop -- False --> C1{If C1 then} C1 -- True --> Active2[Active2] C1 -- False --> C2{Elseif C2 then} C2 -- True --> Active3[Active3] C2 -- False --> Active4[Active4] Active2 --> End([End]) Active3 --> End Active4 --> End </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนผนังที่ใช้ออกแบบ)</p> <p>Active 1 คือ ให้ SumMass = SumMass + sumW (หาผลรวมน้ำหนักมวลสารเป็น กก./ตร.ม.) เงื่อนไข ถ้าน้ำหนักมวลสาร < 125 กก./ตร.ม.</p> <p>Active 2 คือ ให้ Mass = “มวลสารน้อย” เงื่อนไข ถ้าน้ำหนักมวลสาร > 195 กก./ตร.ม.</p> <p>Active 3 คือ ให้ Mass = “มวลสารมาก”</p> <p>Active 4 คือ ให้ Mass = “มวลสารกลาง” (Mass คือ ขนาดมวลสารอาคาร)</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.1.10 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย D

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> LoopD{For d =1 to 366} LoopD -- True --> LoopH{For h =1 to 24} LoopH -- True --> Active1[Active1] Active1 --> Active2[Active2] Active2 --- DB[(Data base)] Active2 --> LoopH LoopH -- False --> LoopD LoopD -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ ให้ หาอุณหภูมิเนื่องจากมวลสารอาคาร โดยใช้อุณหภูมิภายนอกเป็นอุณหภูมิเนื่องจากสภาพแวดล้อม (ใช้สมการทำนายอุณหภูมิภายในเนื่องจากมวลสาร)</p> <p>Active 2 คือ ให้ หาความชื้นสัมพัทธ์จากการคำนวณไอน้ำในอากาศ (ใช้สมการหาค่าความชื้นสัมพัทธ์)</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.1.11 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย E

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> D1{For d = 1 to 366} D1 -- True --> D2{For h = 1 to 24} D1 -- False --> End([End]) D2 -- True --> A1[Active1] A1 --> A2[Active2] DB[(Data base)] --> A2 A2 --> D2 D2 -- False --> D1 </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ ให้ หาอุณหภูมิเนื่องจากมวลสารอากาศ โดยใช้อุณหภูมิภายนอกเป็นอุณหภูมิเนื่องจากสภาพแวดล้อม เช่นเดียวกับความชื้นสัมพัทธ์ (ใช้สมการทำนายอุณหภูมิภายในเนื่องจากมวลสาร)</p> <p>Active 2 คือ ให้ หาความชื้นสัมพัทธ์จากการคำนวณไอน้ำในอากาศ (ใช้สมการหาค่าความชื้นสัมพัทธ์)</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.1.12 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย F

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> D1{For d = 1 to 366} D1 -- True --> D2{For h = 1 to 24} D1 -- False --> End([End]) D2 -- True --> A1[Active1] A1 --> A2[Active2] DB[(Data base)] --> A2 A2 --> D2 D2 -- False --> D1 </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ ให้ หาอุณหภูมิเนื่องจากมวลสารอากาศ โดยใช้อุณหภูมิภายนอกเป็นอุณหภูมิเนื่องจากสภาพแวดล้อมและการใช้งาน เช่นเดียวกับความชื้นสัมพัทธ์ (ใช้สมการทำนายอุณหภูมิภายในเนื่องจากมวลสาร)</p> <p>Active 2 คือ ให้ หาความชื้นสัมพัทธ์จากการคำนวณไอน้ำในอากาศ (ใช้สมการหาค่าความชื้นสัมพัทธ์)</p> <p>จบ</p>

1.2.8) ค่าคะแนนของตัวแปรการออกแบบอาคาร

สำหรับการพิจารณาค่าคะแนน แบ่งเป็นกรณีของการออกแบบอาคาร การออกแบบอาคารและสภาพแวดล้อม และการออกแบบอาคาร สภาพแวดล้อมและพฤติกรรมการใช้งาน เพื่อยืดหยุ่นต่อการใช้งาน เนื่องจากในการออกแบบจริงสภาพแวดล้อมและการใช้งานไม่สามารถที่จะยึดติดได้ตลอดเวลา มีการเปลี่ยนแปลงได้เสมอ สำหรับการประมวลผลจะแยกออกเป็นทางเลือกทั้ง 3 กรณี และเพิ่มกรณีของการใช้ความเร็วลมภายในอาคารช่วย ซึ่งสามารถที่จะกำหนดได้ เพื่อพิจารณาถึงการขยายขอบเขตสภาวะที่น่าสบาย

ตารางที่ 6.4.1.13 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อยหาค่าคะแนนของตัวแปรการออกแบบอาคาร



ข้อแตกต่างในการคำนวณและการใช้งานร่วมกันของค่าการกระทำความเป็นในแต่ละตัวแปรที่ทำการพิจารณาเพื่อลดการคำนวณที่ซ้ำซ้อน

ตารางที่ 6.4.1.14 แสดงการลดการคำนวณที่ซ้ำซ้อนเนื่องจากอิทธิพลของตัวแปร

ตัวแปร	ค่า	ใช้ร่วมกับตัวแปร
สภาพอากาศอ้างอิง	อุณหภูมิภายนอก	(ค่าอ้างอิง)
	อุณหภูมิภายใน	(ค่าอ้างอิง)
	ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก	(ค่าอ้างอิง)
	ความชื้นสัมพัทธ์ภายใน	(ค่าอ้างอิง)
	ความรู้สึกละมุน	(ค่าอ้างอิง)

ตารางที่ 6.4.1.14 แสดงการลดการคำนวณที่ซ้ำซ้อนเนื่องจากอิทธิพลของตัวแปร(ต่อ)

ตัวแปร	ค่า	ใช้ร่วมกับตัวแปร
สภาพแวดล้อมอาคาร	อุณหภูมิภายนอก	(เนื่องจากสภาพแวดล้อม)
	อุณหภูมิภายใน	(เนื่องจากสภาพแวดล้อมและมวลสารอาคาร)
	ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก	(เนื่องจากสภาพแวดล้อม)
	ความชื้นสัมพัทธ์ภายใน	(เนื่องจากสภาพแวดล้อมและมวลสารอาคาร)
	ความรู้สึกเสมือน	
มวลสารอาคาร	อุณหภูมิภายนอก	สภาพอากาศอ้างอิง
	อุณหภูมิภายใน	สภาพอากาศอ้างอิง
	ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก	สภาพอากาศอ้างอิง
	ความชื้นสัมพัทธ์ภายใน	สภาพอากาศอ้างอิง
	ความรู้สึกเสมือน	
อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ	อุณหภูมิภายนอก	สภาพอากาศอ้างอิง
	อุณหภูมิภายใน	สภาพอากาศอ้างอิง
	ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก	สภาพอากาศอ้างอิง
	ความชื้นสัมพัทธ์ภายใน	สภาพอากาศอ้างอิง
	ความรู้สึกเสมือน	
พฤติกรรมการใช้	อุณหภูมิภายนอก	สภาพแวดล้อมอาคาร
	อุณหภูมิภายใน	(เนื่องจากสภาพแวดล้อม มวลสาร และการเปิดปิดอาคาร)
	ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก	สภาพแวดล้อมอาคาร
	ความชื้นสัมพัทธ์ภายใน	(เนื่องจากสภาพแวดล้อม มวลสาร และการเปิดปิดอาคาร)
	ความรู้สึกเสมือน	

2) อาคารปรับอากาศ

เพื่อหาค่าภาระการทำความเย็นสูงสุด พิจารณาการออกแบบอาคารในแต่ละตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบ ตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบได้แก่ สภาพแวดล้อมอาคาร รูปทรงอาคาร เปลือกและวัสดุอาคาร สภาพแวดล้อมภายในอาคารและพฤติกรรมการใช้งาน จึงทำการคำนวณโดยแบ่งเป็นส่วนๆ ดังนี้



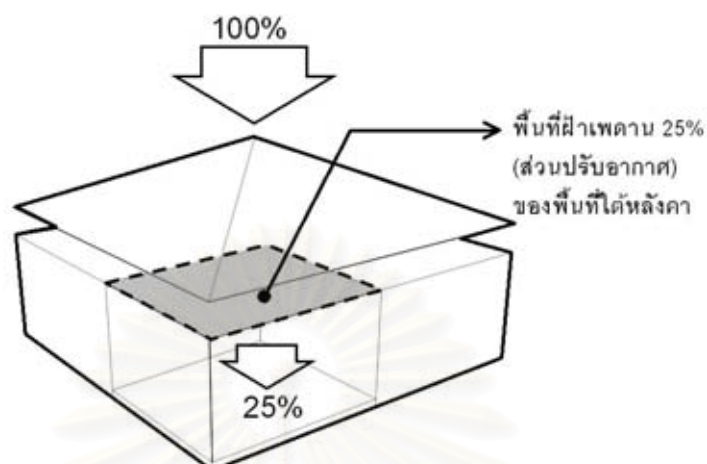
ภาพที่ 6.34 แสดงหน้าจอส่วนการประมวลผลการใช้ระบบปรับอากาศ

วันที่/ชั่วโมงที่	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	รวม
18	370,995.30	272,915.30	262,732.30	143,595.30	24,441.45	191,317.70	24,475.90	385,627.40	545,239.00	
19	101,949.70	29,781.67	25,045.94	92,411.50	87,930.89	62,672.94	89,932.42	106,807.20	106,071.60	
20	43,302.23	35,773.07	78,658.46	47,817.37	2,861.02	1,774.32	735.16	22,951.29	63,826.90	
21	19,107.86	16,418.14	13,946.79	27,580.98	31,124.62	36,329.79	29,211.29	26,892.42	52,260.54	
22	19,164.42	16,819.31	13,816.77	31,313.45	34,999.34	20,236.03	7,158.15	51,893.89	123,654.50	
23	22,280.95	19,553.02	15,726.57	11,666.07	10,753.43	8,485.53	9,045.15	15,990.21	24,293.91	
24	18,852.79	15,770.71	12,805.63	9,584.37	8,095.46	7,464.10	7,391.27	11,745.38	18,797.79	
25	30,691.62	27,100.81	24,147.84	53,086.89	17,008.78	13,588.70	25,806.69	20,620.55	33,759.98	
26	284,406.40	47,999.38	42,783.28	37,515.36	106,469.00	45,220.34	31,392.73	27,570.67	50,862.79	
27	38,316.18	33,399.28	18,962.05	11,085.88	7,888.49	-17,404.53	-6,491.78	-13,458.79	-3,361.67	
28	7,582.48	4,353.85	934.53	-2,407.08	-5,507.39	-6,593.97	-6,625.60	-5,862.50	-3,560.50	
29	6,228.02	93.60	924.32	-4,230.52	-6,055.18	-8,449.84	-6,169.94	-4,875.07	7,586.20	
30	46,713.42	7,031.62	4,004.06	-1,088.65	-7,929.20	-4,181.72	-5,591.92	-5,201.16	5,306.09	
31	28,039.86	7,334.52	5,431.42	3,882.14	2,568.95	534.72	26,070.32	7,651.57	15,324.10	
32	22,429.43	7,691.54	3,220.17	506.67	-3,663.95	-6,300.45	-5,834.51	-10,995.57	-28,192.07	
33	-22,950.60	-5,639.66	-9,733.60	-12,011.83	-15,040.66	-15,352.65	-41,055.79	-90,984.05	-29,829.70	
34	3,094.53	972.01	-2,881.87	-4,204.24	-7,119.04	-8,675.57	-10,009.31	-7,723.70	4,346.10	
35	3,359.26	1,608.70	-1,735.66	-3,447.38	-7,129.27	-9,612.24	-9,204.64	-1,663.34	7,449.69	
รวม	8,557.89	5,177.05	880.10	595.74	-3,976.03	6,887.06	7,307.05	-3,915.03	8,760.85	

ภาพที่ 6.35 แสดงหน้าจอส่วนการประมวลผลการใช้ระบบปรับอากาศ

2.1) แผนภาพแสดงแนวคิดการคำนวณค่าภาระการทำความเย็น

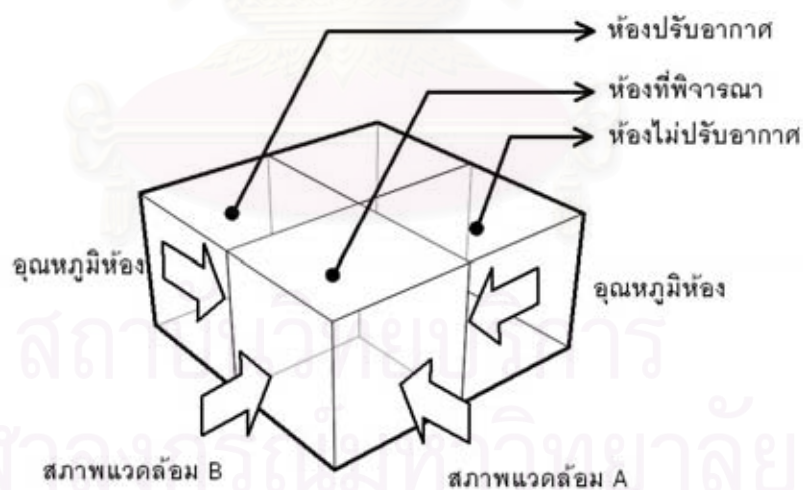
2.1.1) การคำนวณค่าภาระการทำความเย็นส่วนหลังคา



ภาพที่ 6.36 แสดงแนวคิดการคำนวณหาค่าภาระการทำความเย็นส่วนหลังคา

จากการคำนวณค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากหลังคาทั้งหมด ในกรณีที่ภายใต้หลังคาไม่ได้เป็นห้องที่ทำการปรับอากาศทั้งหมด ก็ควรที่จะพิจารณาเฉพาะพื้นที่ส่วนของห้องที่ทำการปรับอากาศเพื่อเป็นการลดทอนภาระทั้งหมด

2.1.2) การคำนวณค่าภาระการทำความเย็นส่วนผนังที่บ



ภาพที่ 6.37 แสดงแนวคิดการคำนวณหาค่าภาระการทำความเย็นส่วนผนังที่บ

การคำนวณค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการถ่ายเทความร้อน ในที่นี้แบ่งออกเป็น 3 กรณี คือ

- กรณีด้านนอกสัมผัสผ้สอากาศภายนอกอาคารในทิศทางต่างๆ และมีลักษณะสภาพแวดล้อมหนึ่ง(A)

$$\text{จากสมการหาค่า } CLTD_{\text{corr}} = [(CLTD+LM)K+(78-T_R)+(T_o-85)]$$

สำหรับค่าอุณหภูมิภายนอก(T_o) จะพิจารณาจากอุณหภูมิเนื่องจากลักษณะสภาพแวดล้อม(A) ส่วนค่าอุณหภูมิภายใน(T_R) เท่ากับค่าอุณหภูมิที่ทำการปรับอากาศ

- กรณีด้านนอกสัมผัสผิวด้านอากาศภายในอาคารส่วนที่มีการปรับอากาศ ในการคำนวณจะถือว่าอุณหภูมิภายในของ 2 ห้องนี้ เท่ากันดังนั้นไม่มีการถ่ายเทความร้อน แต่จะมีค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของวัสดุภายในอาคารเมื่อมีการเปิดเครื่องปรับอากาศ
- กรณีด้านนอกสัมผัสผิวด้านอากาศภายในอาคารส่วนที่ไม่มีการปรับอากาศ ในการคำนวณค่า เนื่องจากสมการ $q = U \times A \times \Delta T$ สำหรับค่า ΔT จะพิจารณาจากอุณหภูมิภายในห้องที่ไม่ปรับอากาศ ซึ่งได้รับอิทธิพลมาจากอุณหภูมิสภาพแวดล้อมภายนอกเฉลี่ย อิทธิพลจากมวลสารอาคารและอิทธิพลจากการเปิดปิดอาคาร กับค่าอุณหภูมิที่ทำการปรับอากาศของห้องที่ทำการพิจารณา

สำหรับค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการรั่วซึมนั้นจะพิจารณาเฉพาะผนังด้านที่สัมผัสผิวด้านอากาศภายนอกอาคารในทิศทางต่างๆ และมีลักษณะสภาพแวดล้อมหนึ่ง(A) เพื่อที่จะคำนวณค่าเอ็นทัลปีจากลักษณะสภาพแวดล้อม(A) ที่กระทำกับผนังด้านนั้น ซึ่งได้รับผลกระทบจากกระแสลม

และสำหรับค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของวัสดุจะแบ่งออกเป็นส่วนที่เป็นเปลือกอาคาร(ส่วนที่สัมผัสกับอากาศภายนอก หรือห้องที่ไม่ทำการปรับอากาศ) กับส่วนภายในอาคาร(ส่วนที่อยู่ภายในห้องปรับอากาศ หรือเชื่อมระหว่างห้องที่มีการปรับอากาศทั้ง 2 ด้าน) เช่นเดียวกับส่วนพื้น

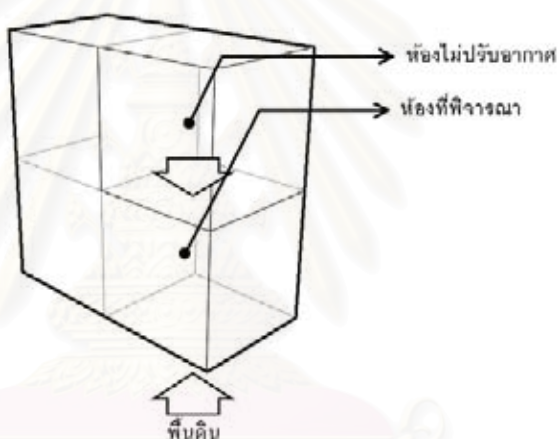
2.1.2) การคำนวณค่าภาระการทำความเย็นส่วนพื้น

เช่นเดียวกับผนังที่บ การคำนวณภาระการทำความเย็นจะถูกแบ่งเป็น 4 กรณี เพื่อใช้ในการพิจารณาค่า ΔT คือ

- กรณีด้านนอกสัมผัสผิวด้านอากาศภายนอกอาคาร จะพิจารณาค่าอุณหภูมิภายนอกเนื่องจากสภาพแวดล้อมเฉลี่ย
- กรณีด้านนอกสัมผัสผิวด้านอากาศภายในอาคารส่วนที่ไม่มีการปรับอากาศ จะพิจารณาจากอุณหภูมิภายในห้องที่ไม่ปรับอากาศ ซึ่งได้รับอิทธิพลมาจากอุณหภูมิสภาพแวดล้อมภายนอกเฉลี่ย อิทธิพลจากมวลสารอาคารและอิทธิพล

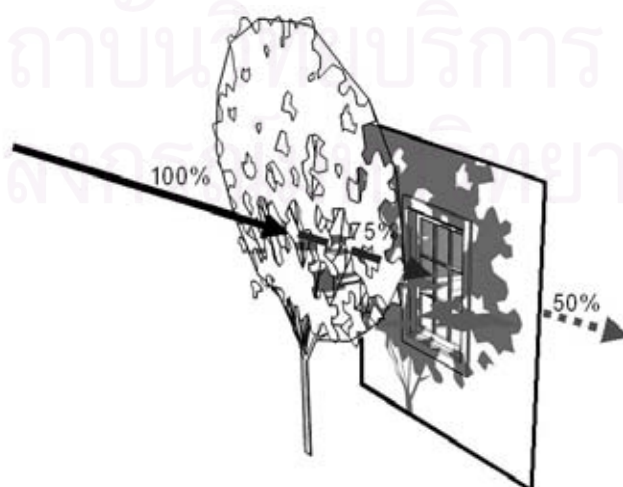
จากการเปิดปิดอาคาร กับค่าอุณหภูมิที่ทำการปรับอากาศของห้องที่ทำการพิจารณา

- กรณีด้านนอกสัมผัสอากาศภายในอาคารส่วนที่มีการปรับอากาศ ในการคำนวณจะถือว่าอุณหภูมิภายในของ 2 ห้องนี้ เท่ากันดังนั้นไม่มีการถ่ายเทความร้อน แต่จะมีค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของวัสดุภายในอาคารเมื่อมีการเปิดเครื่องปรับอากาศ
- กรณีด้านนอกสัมผัสอากาศเหนือผิวพื้นดิน(ไม่สามารถพิจารณาอุณหภูมิดินที่ความลึกต่างๆ ได้) สำหรับการคำนวณจะพิจารณาจากอุณหภูมิภายนอก ซึ่งได้รับอิทธิพลมาจากอุณหภูมิมสภาพแวดล้อมเฉลี่ย



ภาพที่ 6.38 แสดงแนวคิดการคำนวณหาค่าภาระการทำความเย็นส่วนพื้น

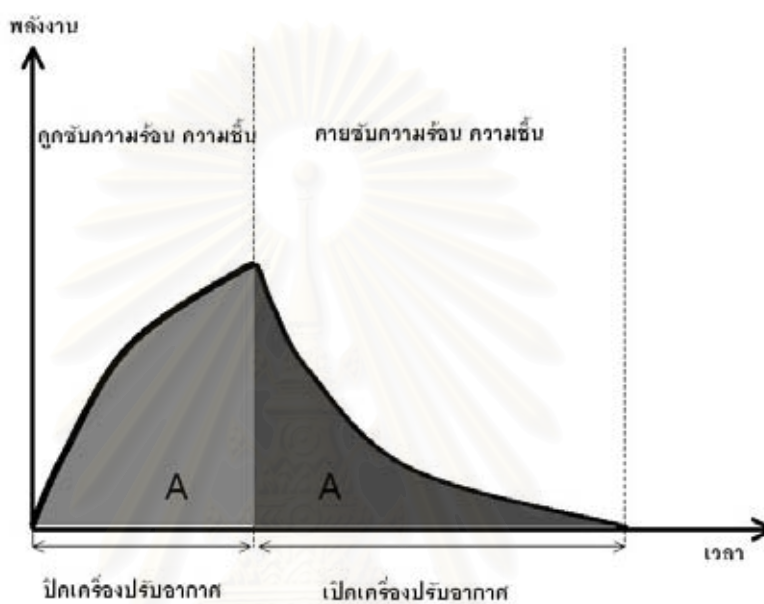
2.1.3) การคำนวณค่าภาระการทำความเย็นส่วนช่องแสง



ภาพที่ 6.39 แสดงแนวคิดการคำนวณหาค่าภาระการทำความเย็นส่วนช่องแสง

สำหรับการวิจัยนี้ไม่สามารถที่จะคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด(S_c)เนื่องจากอุปกรณ์บังแดดภายนอกได้ จะพิจารณาแต่ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดเนื่องจากสภาพแวดล้อมกระจก และอุปกรณ์บังแดดภายในอาคารในลักษณะการลดค่ารังสีแสงอาทิตย์ลงและไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเวลา

2.1.3) การคำนวณค่าภาระการทำความเย็นส่วนมวลสาร



ภาพที่ 6.40 แสดงแนวคิดการคำนวณหาภาระการทำความเย็นส่วนมวลสาร

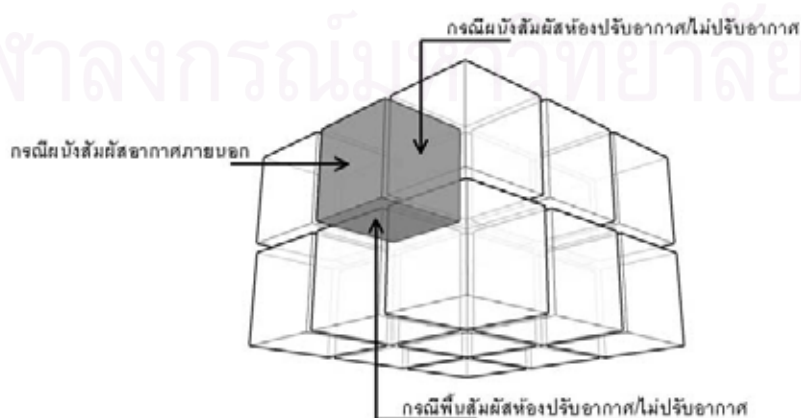
สำหรับการวิจัยในส่วนนี้ ได้ใช้ข้อมูลจากงานวิจัย ซึ่งได้ทำการบันทึกผลเพียงบางช่วงเวลา ดังนั้นค่าที่ได้จะไม่คำนึงถึงสภาพอากาศภายในและภายนอก ช่วงเวลากลางวัน กลางคืน หรือฤดูกาล แต่จะพิจารณาเพียงแค่ว่าเมื่อมีการใช้ระบบปรับอากาศวัสดุก็จะคายความร้อนความชื้น และเมื่อไม่ใช้ระบบปรับอากาศวัสดุก็จะดูดความร้อนความชื้น จากภาพได้ตั้งสมมุติฐานกำหนดให้ค่าการดูดซับ (พื้นที่ A ด้านซ้าย) เท่ากับการคาย (พื้นที่ A ด้านขวา) สำหรับการคำนวณเมื่อมีการเปิดเครื่องปรับอากาศในแต่ละชั่วโมงจะมีการคายความร้อนความชื้นได้เป็นสัดส่วนที่ลดทอนลง เช่นเดียวกันกับเมื่อทำการเปิดเครื่องปรับอากาศจะมีการดูดซับความร้อนความชื้นได้เป็นสัดส่วนที่ลดทอนลงในลักษณะค่าสัมประสิทธิ์ ดังนั้นทุกครั้งที่ทำการเปิดเครื่องปรับอากาศจะมีค่าภาระเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นเป็นสัดส่วนกันไปในแต่ละชั่วโมง จากค่าความร้อนความชื้นที่ถูกดูดซับไว้เนื่องจากการปิดเครื่องปรับอากาศ ซึ่งอาจไม่เต็ม 100% ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ปิดเครื่องปรับอากาศ ในลักษณะเดียวกันเมื่อมีการปิดเครื่องปรับอากาศวัสดุจะมีการดูดซับความร้อนความชื้นเข้าไปเป็นสัดส่วนกันไปในแต่ละชั่วโมงจากค่าความร้อนความชื้นที่เหลือจากการคายออกเนื่องจากการเปิดเครื่องปรับอากาศ ซึ่งอาจไม่เต็ม 100% (ซึ่งเป็นลักษณะการทดเอาไว้)

2.2) แผนผังการประมวลผล

2.2.1) ค่าภาระการทำความเย็นรวม

ตารางที่ 6.4.2.1 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นรวม

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> CallA[Call A] CallA --> CallB[Call B] CallB --> CallC[Call C] CallC --> CallD[Call D] CallD --> CallE[Call E] CallE --> CallF[Call F] CallF --> LoopD{For d = 1 to 366} LoopD -- True --> LoopH{For h = 1 to 24} LoopD -- False --> End([End]) LoopH -- True --> Active1[Active1] LoopH -- False --> LoopD Active1 --> LoopD </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Call A : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของหลังคา</p> <p>Call B : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของผนังทึบ</p> <p>Call C : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของพื้น</p> <p>Call D : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของกระจก</p> <p>Call E : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของการรั่วซึม</p> <p>Call F : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของมวลสารอาคาร</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็น</p> <p>จบ</p>

ภาพที่ 6.41 แสดงแนวคิดการคัดเลือกสมการเพื่อกำหนดค่า ΔT หรือ ค่า CLTD

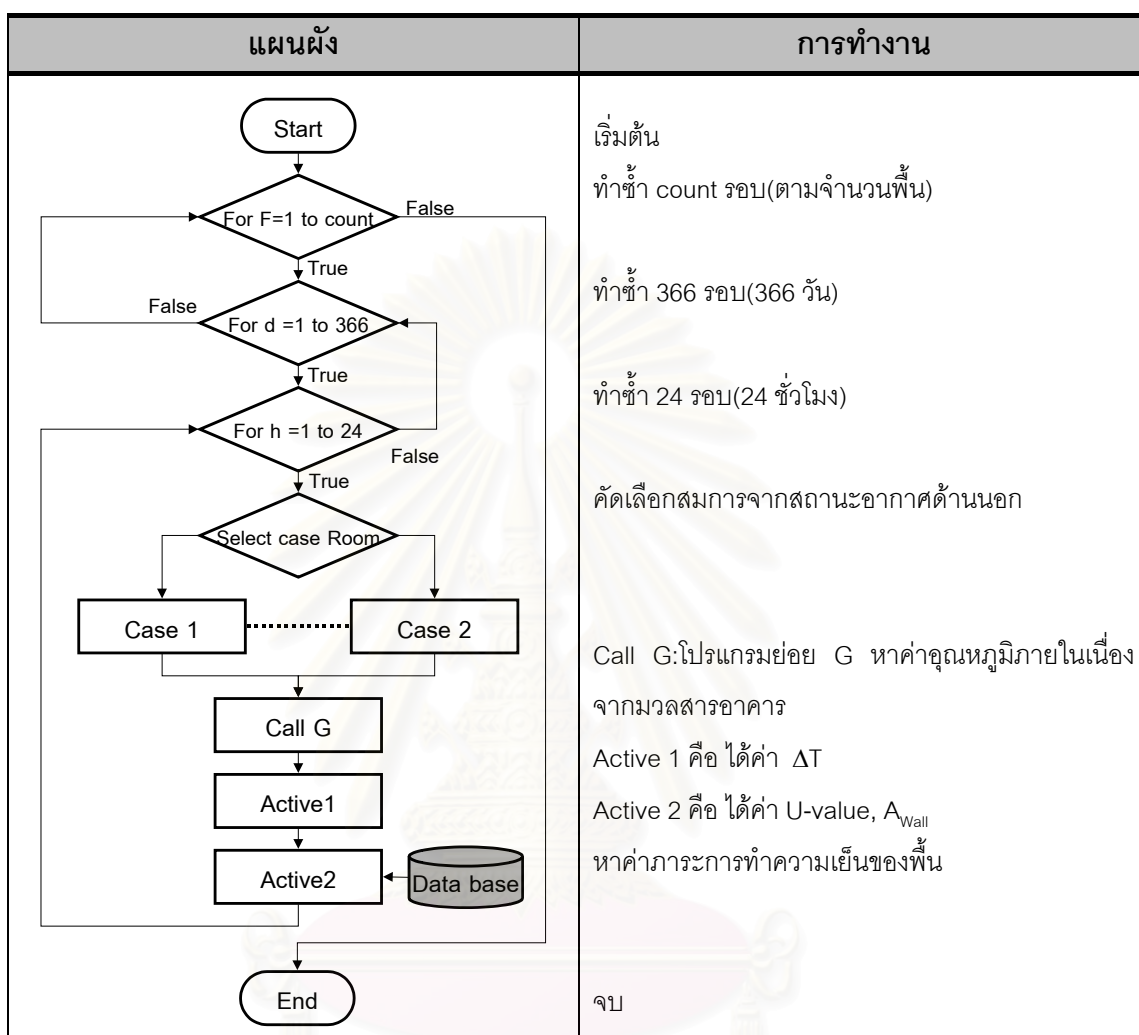
ตารางที่ 6.4.2.2 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย A หาค่าภาระการทำความเย็นขององค์ประกอบหลังคา

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> R{For R = 1 to count} R -- True --> D{For d = 1 to 366} R -- False --> End([End]) D -- True --> H{For h = 1 to 24} D -- False --> End H -- True --> S1{Select case Roof} S1 --> C1[Case 1] S1 --> Cn[Case n] C1 -.- Cn C1 --> A1[Active1] Cn --> A1 A1 --> DB1[(Data base)] A1 --> S2{Select case d} S2 --> C2[Case 1] S2 --> C12[Case 12] C2 -.- C12 C2 --> A2[Active2] C12 --> A2 A2 --> DB2[(Data base)] A2 --> S3{Select case K} S3 --> C3[Case 1] S3 --> C2[Case 2] C3 -.- C2 C3 --> A3[Active3] C2 --> A3 A3 --> S4{Select case ven} S4 --> C4[Case 1] S4 --> C5[Case 2] C4 -.- C5 C4 --> A4[Active4] C5 --> A4 A4 --> A5[Active5] A5 --> DB3[(Data base)] A5 --> End </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนหลังคา)</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>คัดเลือกค่า CLTD จากชนิดหลังคา</p> <p>Active 1 คือ ได้ CLTD</p> <p>คัดเลือกค่า LM จากค่า d (วันที่ 1-366)</p> <p>Active 2 คือ ได้ค่า LM</p> <p>คัดเลือกค่า K จากสีผิววัสดุผนังหลังคา</p> <p>Active 3 คือ ได้ค่า K</p> <p>คัดเลือกค่า f จากการถ่ายเทอากาศใต้หลังคา</p> <p>Active 4 คือ ได้ค่า f</p> <p>Active 5 คือ ได้ค่า U-value, A_{Roof}, $A_{\text{U-Roof}}$</p> <p>หาค่าภาระการทำความเย็นจากของหลังคา</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.3 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย B หาค่าภาวะการทำความเย็นขององค์ประกอบผนังทึบ

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> W{For W=1 to count} W -- True --> D{For d=1 to 366} W -- False --> End([End]) D -- True --> H{For h=1 to 24} D -- False --> End H -- True --> Wall{Select case Wall} H -- False --> End Wall --> C1_7[Case 1 Case 7] C1_7 --> Active1[Active1] Active1 --> DB1[(Data base)] Active1 --> D2{Select case d} D2 --> C1_12[Case 1 Case 12] C1_12 --> Active2[Active2] Active2 --> DB2[(Data base)] Active2 --> K{Select case K} K --> C1_2[Case 1 Case 2] C1_2 --> Active3[Active3] Active3 --> Room{Select case Room} Room --> C1_2R[Case 1 Case 2] C1_2R --> Active4[Active4] Active4 --> CallG[Call G] CallG --> Active5[Active5] Active5 --> DB3[(Data base)] Active5 --> End </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนผนังทึบ)</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>คัดเลือกค่า CLTD จากชนิดผนังทึบ</p> <p>Active 1 คือ ได้ค่า CLTD</p> <p>คัดเลือกค่า LM จากค่า d (วันที่ 1-366)และทิศทาง</p> <p>Active 2 คือ ได้ค่า LM</p> <p>คัดเลือกค่า K จากสี่วิธีสดมุงหลังคา</p> <p>Active 3 คือ ได้ค่า K</p> <p>คัดเลือกสมการจากสถานะอากาศด้านนอก</p> <p>Active 4 คือ ได้ค่า ΔT หรือ ค่า CLTD</p> <p>Call G:โปรแกรมย่อย G หาค่าอุณหภูมิภายในเนื่อง จากมวลสารอาคาร</p> <p>Active 5 คือ ได้ค่า U-value, A_{Wall}</p> <p>หาค่าภาวะการทำความเย็นของผนัง</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.4 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย C หาค่าภาระการทำความเย็นขององค์ประกอบพื้น



ตารางที่ 6.4.2.5 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย G หาขนาดมวลสารอาคาร

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Loop1{For w=1 to count} Loop1 -- True --> Active1[Active1] Active1 --> Loop1 Loop1 -- False --> IfC1{If C1 then} IfC1 -- True --> Active2[Active2] Active2 --> CallH[Call H] CallH --> End([End]) IfC1 -- False --> ElselfC2{Elself C2 then} ElselfC2 -- True --> Active3[Active3] Active3 --> CallH ElselfC2 -- False --> Active4[Active4] Active4 --> CallH </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนผนังที่ใช้ออกแบบ)</p> <p>Active 1 คือ ให้ $SumMass = SumMass + sumW$ (หาผลรวมน้ำหนักมวลสารเป็น กก./ตร.ม.)</p> <p>เงื่อนไข C1 ถ้าน้ำหนักมวลสาร < 125 กก./ตร.ม.</p> <p>Active 2 คือ ให้ Mass = “มวลสารน้อย”</p> <p>เงื่อนไข C2 ถ้าน้ำหนักมวลสาร > 195 กก./ตร.ม.</p> <p>Active 3 คือ ให้ Mass = “มวลสารมาก”</p> <p>Active 4 คือ ให้ Mass = “มวลสารกลาง” (Mass คือ ขนาดมวลสารอาคาร)</p> <p>Call H หาอุณหภูมิภายในอาคารเนื่องจากมวลสารอาคาร</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.6 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย H หาอุณหภูมิภายในอาคารเนื่องจากมวลสารอาคาร

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> LoopD{For d=1 to 366} LoopD -- True --> LoopH{For h=1 to 24} LoopH -- True --> Active1[Active1] Active1 --> LoopH LoopH -- False --> LoopD LoopD -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ ให้ หาอุณหภูมิเนื่องจากมวลสารอาคาร (ใช้สมการทำนายอุณหภูมิภายในเนื่องจากมวลสารและสภาพอากาศอ้างอิง)</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.7 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย D หาค่าภาระการทำความเย็นขององค์ประกอบกระจก

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> CallI[Call I] CallI --> CallJ[Call J] CallJ --> ForD{For d = 1 to 366} ForD -- True --> ForH{For h = 1 to 24} ForD -- False --> ForD ForH -- True --> Active1[Active1] ForH -- False --> ForD Active1 --> ForH ForH --> ForD ForD --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Call I : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของกระจก กรณีการนำความร้อน</p> <p>Call J : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของกระจก กรณีการแผ่รังสี</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาค่าภาระรวมของกระจก</p> <p>จบ</p>

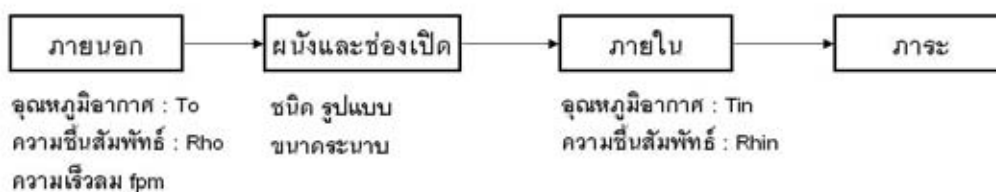
ตารางที่ 6.4.2.8 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย I หาค่าภาระการทำความเย็นของกระจก กรณีการนำความร้อน

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> ForG{For G = 1 to count} ForG -- True --> ForD{For d = 1 to 366} ForG -- False --> ForG ForD -- True --> ForH{For h = 1 to 24} ForD -- False --> ForD ForH -- True --> Active1[Active1] ForH -- False --> ForD Active1 --> ForH ForH --> ForD ForD --> ForG ForG --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนกระจก)</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>ได้ค่า CLTD, U-value, A_{Glass} จากชนิดกระจก</p> <p>หาค่าภาระการทำความเย็นของกระจกเนื่องจากกรณินำความร้อน</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.9 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย J หาค่าภาระการทำความเย็นของกระจก กรณีการแผ่รังสีความร้อน

แผนผัง	การทำงาน
	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนกระจก)</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 ลักษณะมวลสารผนัง</p> <p>พิจารณาทิศทาง กรณีทิศเหนือ,...,ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ, ระนาบนอน</p> <p>Active 2 คือ ได้ค่า CLF,SHGF</p> <p>Active 3 คือ ได้ค่า SC1,SC2,A_{Class} จากชนิดกระจก</p> <p>Active 4 คือ หาค่าภาระการทำความเย็นของกระจก เนื่องจากการแผ่รังสี</p> <p>จบ</p>

สำหรับภาระเนื่องจากการรั่วซึมเกิดจากการไหลผ่านของกระแสลมปะทะกับผนังหรือช่องเปิดทำให้เกิดแรงดันทะลุผ่านเข้าสู่ภายใน เนื่องจากรูปแบบของผนังและช่องเปิดมีมากมายหลายรูปแบบที่ยังไม่มีการทดลองในการวิจัยจึงพิจารณาเพียงกำหนดค่าบางรูปแบบ แต่งสร้างควมยืดหยุ่นสามารถที่จะปรับปรุงเพิ่มเติมรูปแบบและสมการการรั่วซึมได้



ภาพที่ 6.42 แสดงแนวคิดการหาค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการรั่วซึม

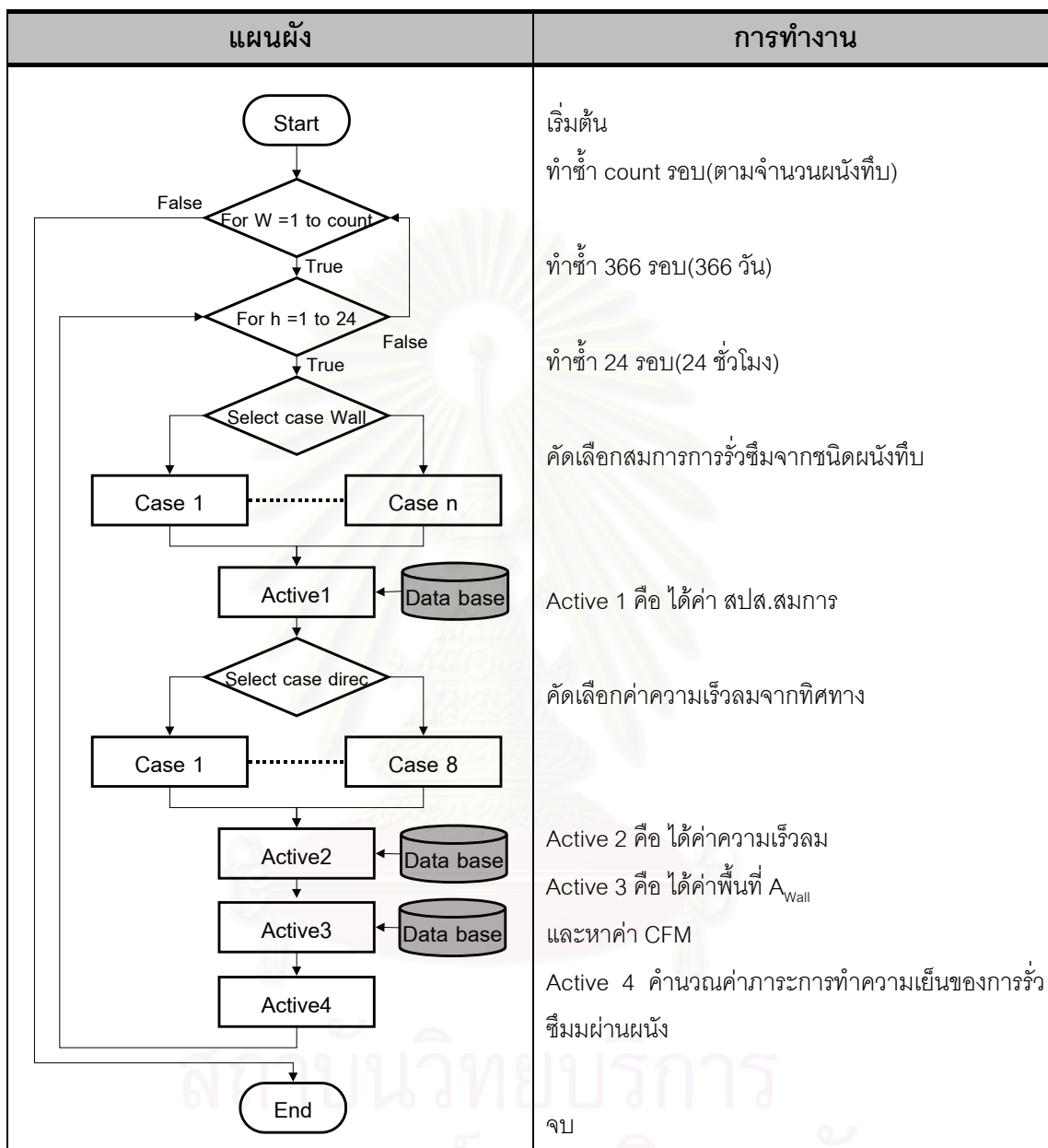
ตารางที่ 6.4.2.10 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย E หาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการรั่วซึม

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> CallK[Call K] CallK --> CallL[Call L] CallL --> CallM[Call M] CallM --> CallN[Call N] CallN --> ForD{For d = 1 to 366} ForD -- True --> ForH{For h = 1 to 24} ForD -- False --> End([End]) ForH -- True --> Active1[Active1] ForH -- False --> ForD Active1 --> ForH </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Call K : โปรแกรมย่อยหาค่าเย็นทั้งปี</p> <p>Call L : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการรั่วซึมของผนังที่บ</p> <p>Call M : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการรั่วซึมของประตู</p> <p>Call N : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการรั่วซึมของหน้าต่าง</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการรั่วซึม</p> <p>จบ</p>

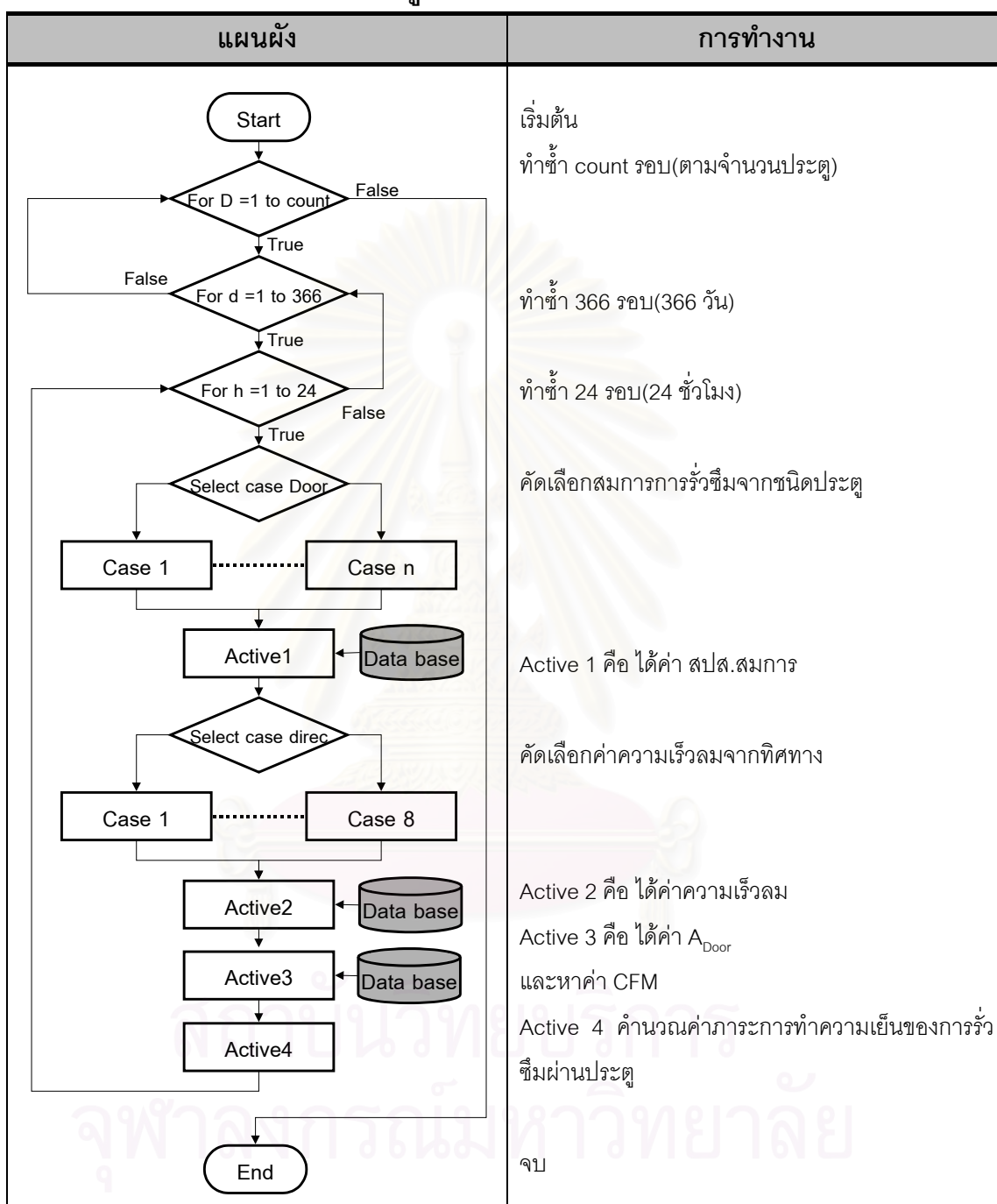
ตารางที่ 6.4.2.11 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย K หาค่าเย็นทั้งปี

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> ForD{For d = 1 to 366} ForD -- True --> ForH{For h = 1 to 24} ForD -- False --> End([End]) ForH -- True --> Active1[Active1] ForH -- False --> ForD Active1 --> ForH DB[(Data base)] --> Active1 </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>ใช้ค่า T_o, Rho, T_{in} เนื่องจากสภาพแวดล้อมด้านนั้นๆ ของผนัง ประตู หน้าต่าง</p> <p>หาค่าเย็นทั้งปี(ใช้สมการหาค่าเย็นทั้งปี Δh)</p> <p>จบ</p>

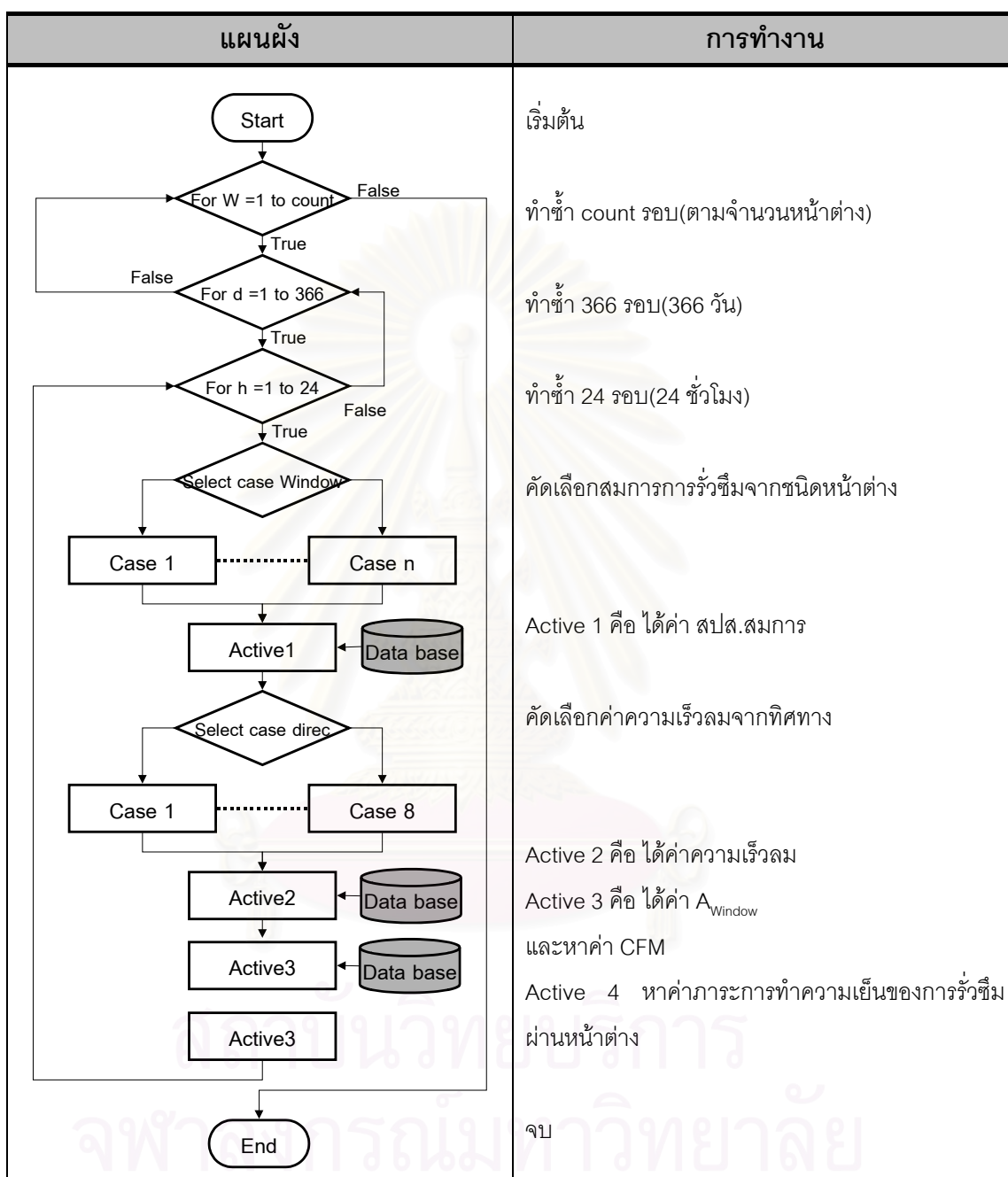
ตารางที่ 6.4.2.12 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย L หาค่าภาระการทำความเย็นจากการรั่วซึมขององค์ประกอบผนังทึบ



ตารางที่ 6.4.2.13 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย M หาค่าภาระการทำความเย็นจากการรั่วซึมขององค์ประกอบประตู



ตารางที่ 6.4.2.14 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย N หาค่าภาระการทำความเย็นจากการรื้อซึมขององค์ประกอบหน้าต่าง



ตารางที่ 6.4.2.15 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็น
เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของมวลสาร

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> CallO[Call O] CallO --> CallP[Call P] CallP --> CallQ[Call Q] CallQ --> CallR[Call R] CallR --> CallS[Call S] CallS --> LoopD{For d = 1 to 366} LoopD -- True --> LoopH{For h = 1 to 24} LoopH -- True --> Active1[Active1] Active1 --> LoopH LoopH -- False --> LoopD LoopD -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของมวลสาร</p> <p>Call O : ส่วนฝ้าเพดาน</p> <p>Call P : ส่วนผนังทึบ</p> <p>Call Q : ส่วนพื้น</p> <p>Call R : ส่วนช่องเปิด</p> <p>Call S : ส่วนวัสดุตกแต่ง</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของมวลสาร</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.16 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย O หาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของฝ้าเพดาน

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> C{For C = 1 to count} C -- True --> D{For d = 1 to 366} C -- False --> End([End]) D -- True --> H{For h = 1 to 24} D -- False --> End H -- True --> Active1[Active1] H -- False --> End Active1 <--> DB[(Data base)] Active1 --> End </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนฝ้าเพดาน)</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของฝ้าเพดาน</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.17 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย S หาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของวัสดุตกแต่ง

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> C{For C = 1 to count} C -- True --> D{For d = 1 to 366} C -- False --> End([End]) D -- True --> H{For h = 1 to 24} D -- False --> End H -- True --> Active1[Active1] H -- False --> End Active1 <--> DB[(Data base)] Active1 --> End </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนวัสดุ)</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของวัสดุตกแต่ง</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.18 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย P หาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของผนัง

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD subgraph Active1 S1([Start]) --> W1{For w1 = 1 to count} W1 -- True --> D1{For d = 1 to 366} D1 -- True --> H1{For h = 1 to 24} H1 -- True --> A1[Active 1] A1 --> DB1[(Data base)] W1 -- False --> W1 D1 -- False --> W1 H1 -- False --> D1 end subgraph Active2 S2([Start]) --> W2{For w2 = 1 to count} W2 -- True --> D2{For d = 1 to 366} D2 -- True --> H2{For h = 1 to 24} H2 -- True --> A2[Active 2] A2 --> DB2[(Data base)] W2 -- False --> W2 D2 -- False --> W2 H2 -- False --> D2 end </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนผนังภายนอก)</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของผนังภายนอก</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนผนังภายใน)</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 2 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของผนังภายใน</p>
<pre> graph TD S([Start]) --> D{For d = 1 to 366} D -- True --> H{For h = 1 to 24} H -- True --> A[Active 1] A --> E([End]) D -- False --> D H -- False --> D </pre>	<p>จบ</p> <p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของผนัง</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.19 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย R หาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของช่องเปิด

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD subgraph Active1 Start1([Start]) --> W1{For w1 = 1 to count} W1 -- True --> D1{For d = 1 to 366} D1 -- True --> H1{For h = 1 to 24} H1 -- True --> Active1[Active 1] Active1 --> DB1[(Data base)] DB1 --> Active1 H1 -- False --> W1 D1 -- False --> W1 W1 -- False --> End1([End]) end subgraph Active2 Start2([Start]) --> W2{For w2 = 1 to count} W2 -- True --> D2{For d = 1 to 366} D2 -- True --> H2{For h = 1 to 24} H2 -- True --> Active2[Active 2] Active2 --> DB2[(Data base)] DB2 --> Active2 H2 -- False --> W2 D2 -- False --> W2 W2 -- False --> End2([End]) end </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนประตู)</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของประตู</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนหน้าต่าง)</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 2 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของหน้าต่าง</p>
<pre> graph TD Start3([Start]) --> D3{For d = 1 to 366} D3 -- True --> H3{For h = 1 to 24} H3 -- True --> Active3[Active 1] Active3 --> End3([End]) H3 -- False --> D3 D3 -- False --> End3 </pre>	<p>จบ</p> <p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของช่องเปิด</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.20 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย Q หาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของพื้น

แผนผัง	การทำงาน
	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนพื้นภายในสัมผัสส่วนไม่ปรับอากาศ)</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของสัมผัสส่วนไม่ปรับอากาศ</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนสัมผัสส่วนไม่ปรับอากาศ)</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 2 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของสัมผัสส่วนไม่ปรับอากาศ</p> <p>จบ</p>
	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของพื้น</p> <p>จบ</p>

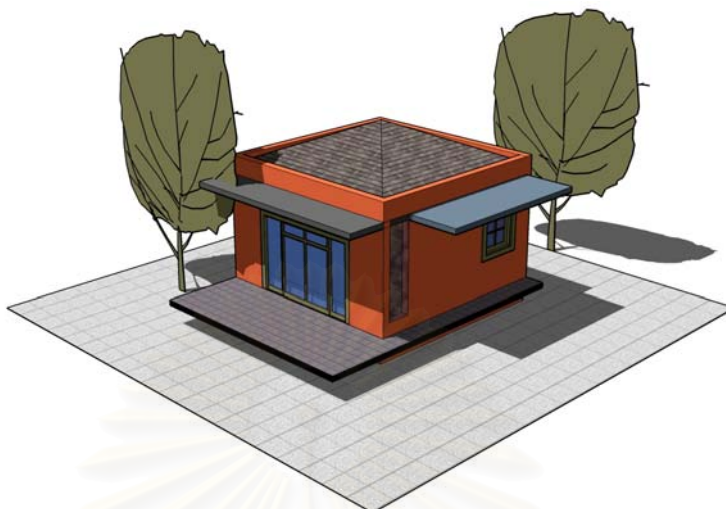
ตารางที่ 6.4.2.21 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย หากการทำความเย็นสูงสุด และวันที่เกิดการทำความเย็นสูงสุด

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Active1[Active 1] Active1 --> ForD{For d = 1 to 366} ForD -- True --> ForH{For h = 1 to 24} ForH -- True --> IfC1{If C1 then} IfC1 -- True --> Active2[Active 2] Active2 --> ForH ForH -- False --> ForD ForD -- False --> ForD ForD -- True --> ForH ForH -- True --> IfC1 IfC1 -- True --> Active2 Active2 --> ForH ForH -- False --> ForD ForD -- False --> ForD ForD -- True --> ForH ForH -- True --> IfC1 IfC1 -- True --> Active3[Active 3] Active3 --> ForH ForH -- False --> ForD ForD -- False --> ForD ForD -- True --> ForH ForH -- True --> IfC1 IfC1 -- True --> Active3 Active3 --> ForH ForH -- False --> ForD ForD -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Active 1 คือ ให้ค่า Max = -100,000</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>เงื่อนไข C1 ถ้า ค่าภาระ \geq Max Active 2 คือ ให้ค่านั้นเท่ากับภาระสูงสุด(Max)</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>เงื่อนไข C2 ถ้า ค่าภาระ = Max Active 3 คือ ให้วันนั้น(d) เป็นวันอ้างอิง</p> <p>จบ</p>

กรณีที่มิวันที่มีภาระสูงสุดมากกว่า 1 วัน(ภาระเท่ากัน) ให้เลือก 1 วัน หรือหากต้องการวันอื่น ให้ระบุเป็นหมายเลข 1-366 ตามลำดับวัน เริ่มจากวันที่ 1 มกราคม

ในการประมวลผลแต่ละองค์ประกอบจะพิจารณาจำนวนขององค์ประกอบนั้นก่อน ซึ่งถ้าหากองค์ประกอบนั้นไม่มี(เป็น 0) ค่าภาระการทำความเย็นขององค์ประกอบนั้นจะเป็นศูนย์ ทั้งนี้เพื่อป้องกันข้อผิดพลาดในการคำนวณและเพื่อความถูกต้องในการคำนวณค่าภาระการทำความเย็นในส่วนนั้นๆ

2.2.2) การหาภาระการทำความเย็นสูงสุด เมื่อพิจารณาตัวแปรสภาพแวดล้อม



ภาพที่ 6.43 แสดงลักษณะองค์ประกอบของตัวแปรสภาพแวดล้อม

ตารางที่ 6.4.2.22 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย หาภาระการทำความเย็นสูงสุด เมื่อพิจารณาตัวแปรสภาพแวดล้อม

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> CallA[Call A] CallA --> CallB[Call B] CallB --> CallC[Call C] CallC --> CallD[Call D] CallD --> CallE[Call E] CallE --> CallF[Call F] CallF --> CallG[Call G] CallG --> Loop{For h = 1 to 24} Loop -- True --> Active1[Active1] Active1 --> Loop Loop -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Call A : โปรแกรมย่อยหาค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของสภาพแวดล้อม</p> <p>Call B : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของหลังคา</p> <p>Call C : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของผนังทึบ</p> <p>Call D : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของพื้น</p> <p>Call E : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของกระจก</p> <p>Call F : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของการรั่วซึม</p> <p>CallG : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของมวลสารอาคาร</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นจบ</p>

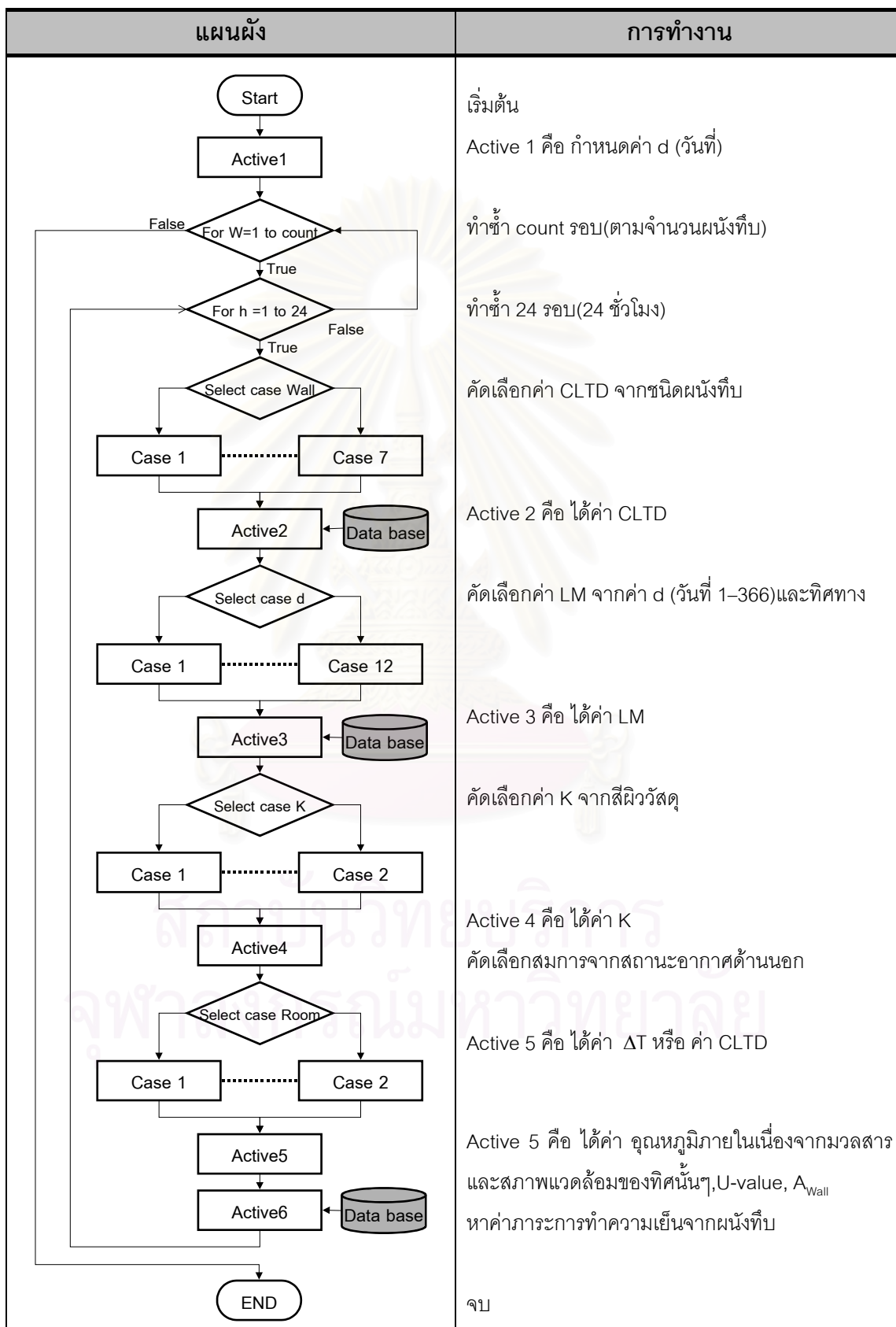
ตารางที่ 6.4.2.23 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย A หาค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของสภาพแวดล้อมเฉลี่ย

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Active1[Active1] Active1 --> H{For h = 1 to 24} H -- True --> B{For b = 1 to 8} B -- True --> Active2[Active2] Active2 --> Active3[Active3] Active3 --> DB[(Data base)] DB --> Active2 Active3 --> H B -- False --> End([End]) H -- False --> End </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Active 1 คือ กำหนดค่า d (วันที่)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>ทำซ้ำ 8 ทิศทาง</p> <p>Active 2 คือ ให้ หาอุณหภูมิสภาพแวดล้อมทิศ b (ใช้สมการทำนายอุณหภูมิสภาพแวดล้อม)</p> <p>Active 3 คือ ให้ หาความชื้นสัมพัทธ์สภาพแวดล้อม ทิศ b (ใช้สมการทำนายความชื้นสัมพัทธ์สภาพแวดล้อม)</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.24 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย B หาค่าภาระการทำความเย็นขององค์ประกอบหลังคา

แผนผัง	การทำงาน
	<p>เริ่มต้น</p> <p>Active 1 คือ กำหนดค่า d (วันที่)</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนหลังคา)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>คัดเลือกค่า CLTD จากชนิดหลังคา</p> <p>Active 2 คือ ได้ค่า CLTD</p> <p>คัดเลือกค่า LM จากค่า d (วันที่ 1-366)</p> <p>Active 3 คือ ได้ค่า LM</p> <p>คัดเลือกค่า K จากสีผิววัสดุผนังหลังคา</p> <p>Active 4 คือ ได้ค่า K</p> <p>คัดเลือกค่า f จากการถ่ายเทอากาศใต้หลังคา</p> <p>Active 5 คือ ได้ค่า f</p> <p>Active 6 คือ ได้ค่า U-value, A_{Roof}, $A_{\text{U-Roof}}$</p> <p>หาค่าภาระการทำความเย็นจากสมการ</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.25 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย C หาค่าภาระการทำความเย็นขององค์ประกอบผนังทึบ



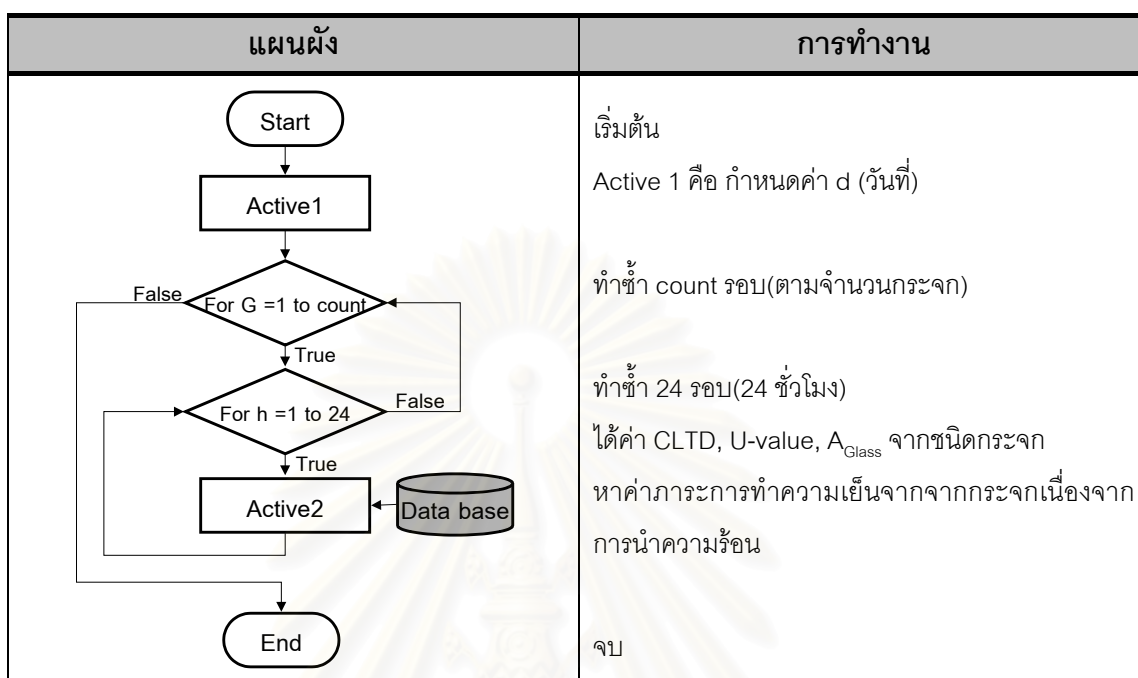
ตารางที่ 6.4.26 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย D หาค่าภาระการทำความเย็นขององค์ประกอบพื้น

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Active1[Active1] Active1 --> LoopF{For F=1 to count} LoopF -- True --> LoopH{For h=1 to 24} LoopH -- True --> SelectCase{Select case Room} SelectCase --> Case1[Case 1] SelectCase --> Case2[Case 2] Case1 --> Active1_2[Active1] Case2 --> Active1_2 Active1_2 --> Active2[Active2] Active2 <--> DB[(Data base)] Active2 --> LoopF LoopH -- False --> LoopF LoopF -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Active 1 คือ กำหนดค่า d (วันที่)</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนพื้น)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>คัดเลือกสมการจากสถานะอากาศด้านนอก</p> <p>Active 1 คือ ได้ค่า ΔT เนื่องจากสภาพแวดล้อม</p> <p>Active 2 คือ ได้ค่า U-value, A_{Wall}</p> <p>หาค่าภาระการทำความเย็นจากพื้น</p> <p>จบ</p>

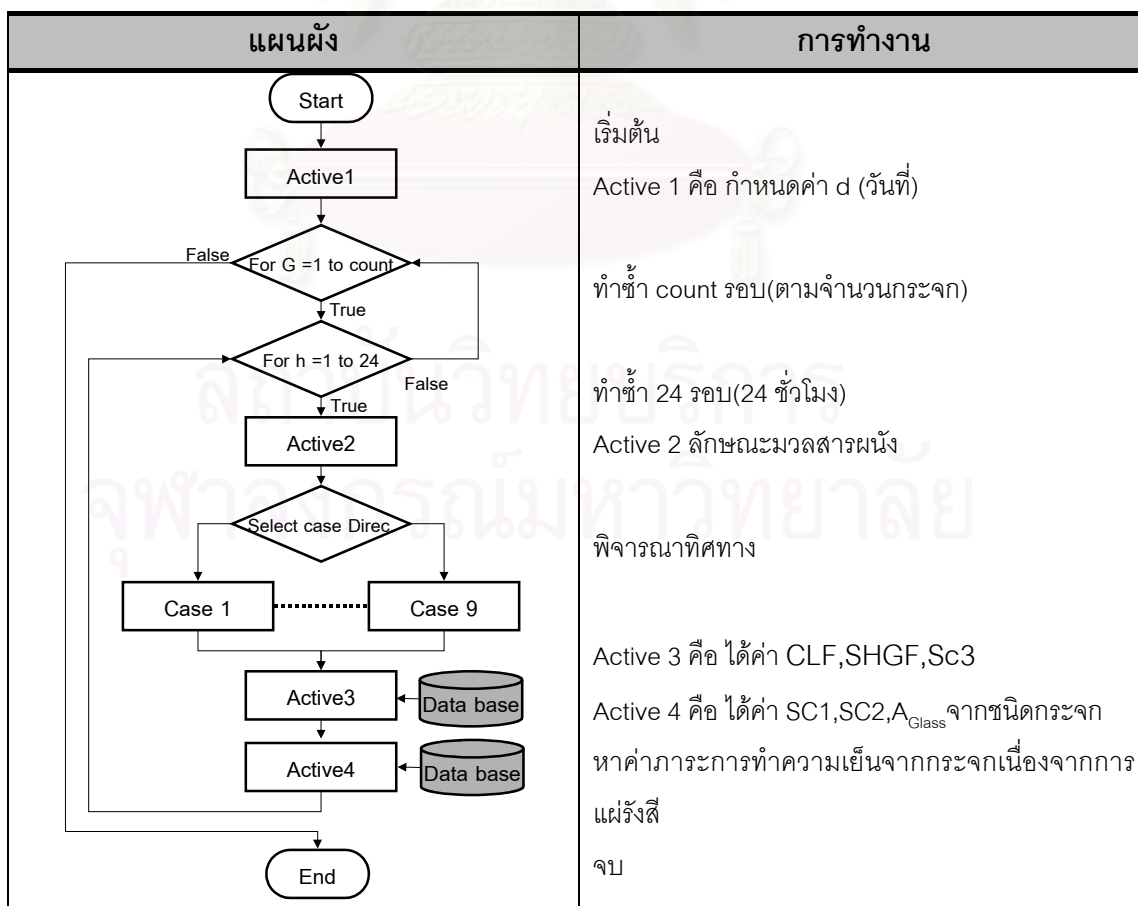
ตารางที่ 6.4.27 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย E หาค่าภาระการทำความเย็นขององค์ประกอบกระจก

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> CallI[Call I] CallI --> CallJ[Call J] CallJ --> LoopH{For h=1 to 24} LoopH -- True --> Active2[Active2] Active2 --> LoopH LoopH -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Call I : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของกระจก กรณีการนำความร้อน</p> <p>Call J : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของกระจก กรณีการแผ่รังสี</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 2 คือ หาค่าภาระรวมของกระจก</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.28 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย I หาค่าภาระการทำความเย็นของกระจก กรณีการนำความร้อน



ตารางที่ 6.4.29 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย J หาค่าภาระการทำความเย็นของกระจก กรณีการแผ่รังสีความร้อน



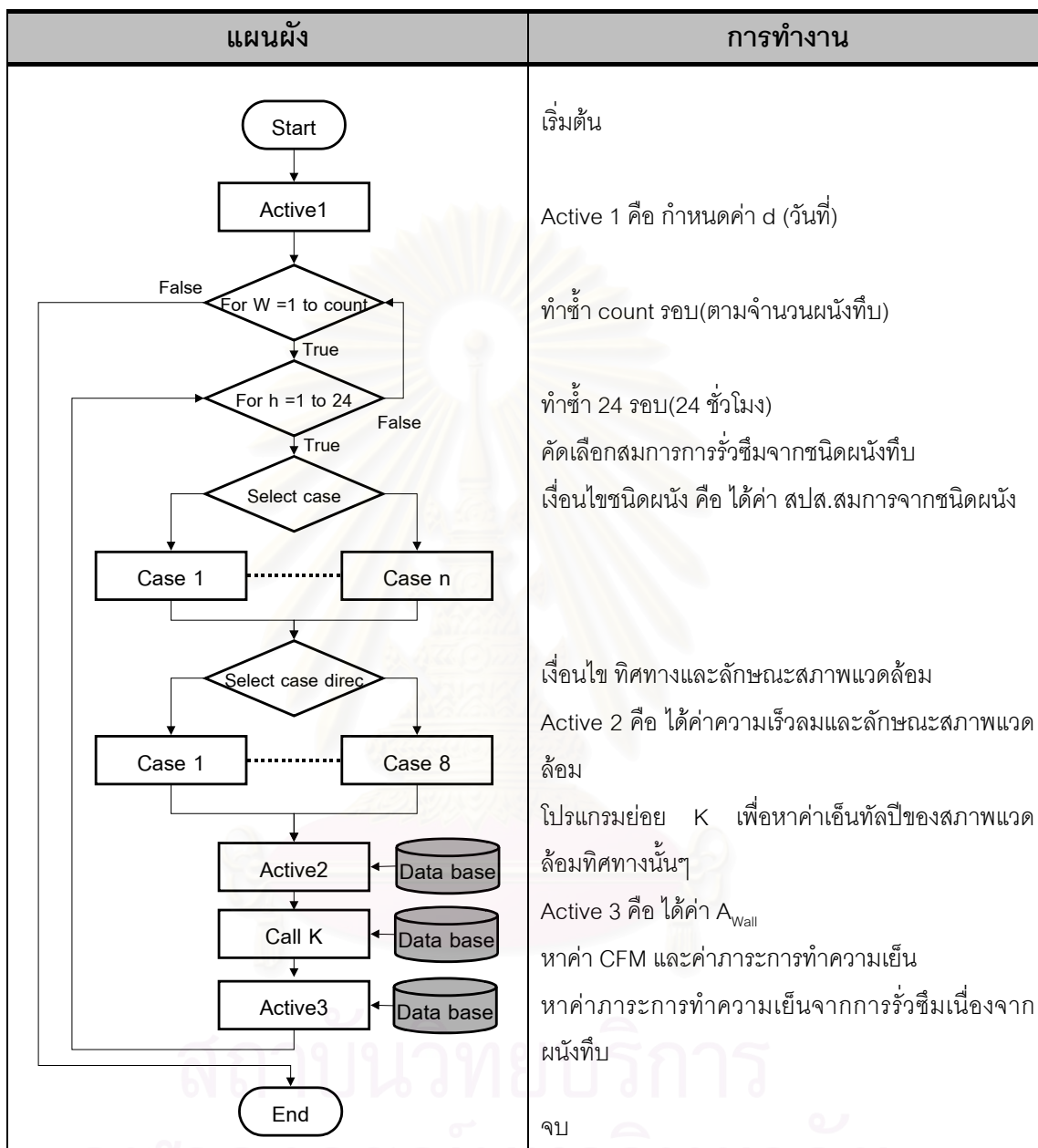
ตารางที่ 6.4.2.30 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย E หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการร่วซึม

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> CallK[Call K] CallK --> CallL[Call L] CallL --> CallM[Call M] CallM --> CallN[Call N] CallN --> Loop{For h = 1 to 24} Loop -- True --> Active1[Active 1] Active1 --> Loop Loop -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Call K : โปรแกรมย่อยหาค่าเย็นทั้งปี</p> <p>Call L : โปรแกรมย่อยหาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการร่วซึมของผนังที่บ</p> <p>Call M : โปรแกรมย่อยหาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการร่วซึมของประตู</p> <p>Call N : โปรแกรมย่อยหาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการร่วซึมของหน้าต่าง</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาวะการทำความเย็นเนื่องจากการร่วซึม</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.31 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย K หาค่าเย็นทั้งปี

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Active1[Active 1] Active1 -- True --> Loop{For h = 1 to 24} Loop -- True --> Active2[Active 2] Active2 --> DB[(Data base)] DB --> Loop Loop -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Active 1 คือ กำหนดค่า d (วันที่)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>ใช้ค่า T_o, Rho, T_{in} เนื่องจากสภาพแวดล้อมด้านนั้นๆ ของผนัง ประตู หน้าต่าง</p> <p>หาค่าเย็นทั้งปี (ใช้สมการ Δh)</p> <p>จบ</p>

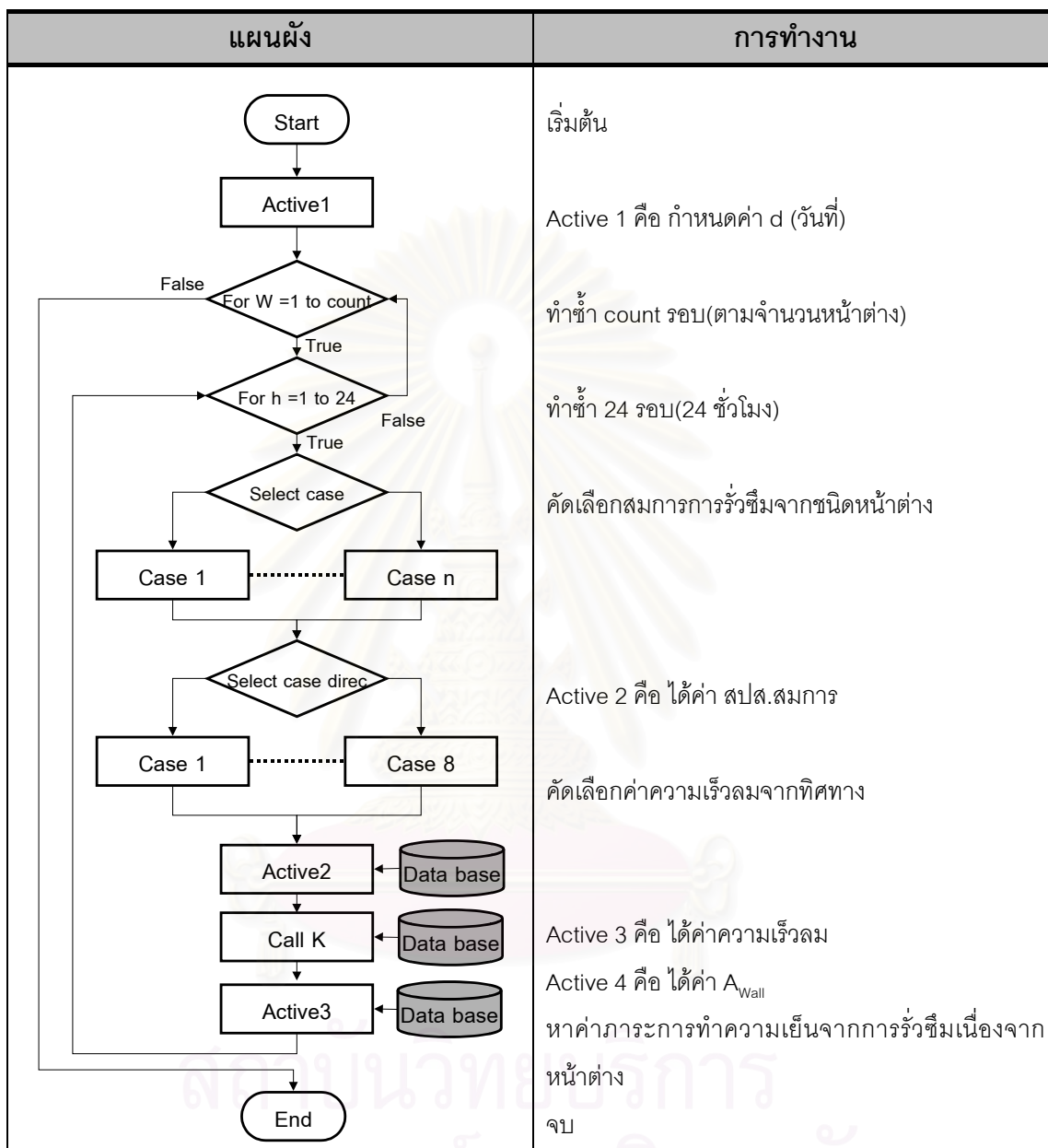
ตารางที่ 6.4.2.32 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย L หาค่าภาระการทำความเย็นจากการร่วซึมขององค์ประกอบผนังทึบ



ตารางที่ 6.4.2.33 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย M หาค่าภาระการทำความเย็นจากการร่วซึมขององค์ประกอบประตู

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Active1[Active1] Active1 --> ForW{For W = 1 to count} ForW -- True --> ForH{For h = 1 to 24} ForW -- False --> ForW ForH -- True --> SelectCase{Select case} ForH -- False --> ForW SelectCase --> Case1_1[Case 1] SelectCase --> Case1_n[Case n] Case1_1 --> SelectCaseDir{Select case direc} Case1_n --> SelectCaseDir SelectCaseDir --> Case1_2[Case 1] SelectCaseDir --> Case1_8[Case 8] Case1_2 --> Active2[Active2] Case1_8 --> Active2 Active2 --> CallK[Call K] CallK --> Active3[Active3] Active2 --- DB1[(Data base)] CallK --- DB2[(Data base)] Active3 --- DB3[(Data base)] Active3 --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Active 1 คือ กำหนดค่า d (วันที่)</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนประตู)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>คัดเลือกสมการการร่วซึมจากชนิดประตู</p> <p>เงื่อนไขชนิดผนัง คือ ได้ค่า สปส.สมการจากชนิดประตู</p> <p>เงื่อนไข ทิศทางและลักษณะสภาพแวดล้อม</p> <p>Active 2 คือ ได้ค่าความเร็วลมและลักษณะสภาพแวดล้อม</p> <p>โปรแกรมย่อย K เพื่อหาค่าเอ็นทัลปีของสภาพแวดล้อมทิศทางนั้นๆ</p> <p>Active 3 คือ ได้ค่า A_{Wall}</p> <p>หาค่า CFM และค่าภาระการทำความเย็น</p> <p>หาค่าภาระการทำความเย็นจากการร่วซึมเนื่องจากประตู</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.34 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย N หาค่าภาระการทำความเย็นจากการร่วซึมขององค์ประกอบหน้าต่าง



ตารางที่ 6.4.2.35 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของมวลสาร

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> CallO[Call O] CallO --> CallP[Call P] CallP --> CallQ[Call Q] CallQ --> CallR[Call R] CallR --> CallS[Call S] CallS --> ForH{For h = 1 to 24} ForH -- True --> Active1[Active1] Active1 --> ForH ForH -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Call O : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากมวลสารของฝ้าเพดาน</p> <p>Call P : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการมวลสารของผนังทึบ</p> <p>Call Q : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากมวลสารของพื้น</p> <p>Call R : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากมวลสารของช่องเปิด</p> <p>Call S : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากมวลสารของวัสดุตกแต่ง</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 2 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของมวลสาร</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.36 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย O หาค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของฝ้าเพดาน

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> ForC{For C = 1 to count} ForC -- True --> ForH{For h = 1 to 24} ForH -- True --> Active1[Active1] Active1 --- DB[(Data base)] Active1 --> ForH ForC -- False --> End([End]) ForH -- False --> End </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนฝ้าเพดาน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของฝ้าเพดาน</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.37 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย R หาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของวัสดุตกแต่ง

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> C{For C = 1 to count} C -- True --> H{For h = 1 to 24} C -- False --> C H -- True --> Active1[Active1] H -- False --> C Active1 --> End([End]) DB[(Data base)] --> Active1 </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนวัสดุ)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของวัสดุตกแต่ง</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.38 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย P หาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของผนัง

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> W1{For w1 = 1 to count} W1 -- True --> H1{For h = 1 to 24} W1 -- False --> W1 H1 -- True --> Active1[Active1] H1 -- False --> W1 Active1 --> W2{For w2 = 1 to count} W2 -- True --> H2{For h = 1 to 24} W2 -- False --> W2 H2 -- True --> Active2[Active2] H2 -- False --> W2 Active2 --> End([End]) DB1[(Data base)] --> Active1 DB2[(Data base)] --> Active2 </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนผนังภายนอก)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของผนังสัมผัสส่วนไม่ปรับอากาศ</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนผนังภายในส่วนปรับอากาศ)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 2 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของผนังส่วนปรับอากาศ</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.39 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย P หาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของช่องเปิด

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> W1{For w1 = 1 to count} W1 -- True --> H1{For h = 1 to 24} H1 -- True --> Active1[Active1] Active1 --- DB1[(Data base)] H1 -- False --> W1 W1 -- False --> W2{For w2 = 1 to count} W2 -- True --> H2{For h = 1 to 24} H2 -- True --> Active2[Active2] Active2 --- DB2[(Data base)] H2 -- False --> W2 W2 -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนผนังภายนอก)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของประตูสัมผัสส่วนไม่ปรับอากาศ</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนหน้าต่างส่วนปรับอากาศ)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 2 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของหน้าต่างส่วนปรับอากาศ</p> <p>จบ</p>

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

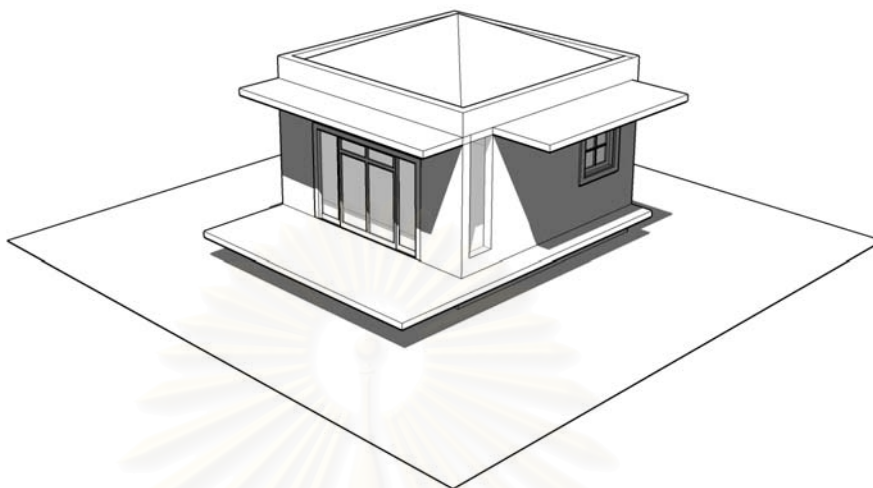
ตารางที่ 6.4.2.40 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย Q หาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของพื้น

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> W1{For w1 = 1 to count} W1 -- True --> H1{For h = 1 to 24} H1 -- True --> Active1[Active1] Active1 --> DB1[(Data base)] DB1 --> H1 H1 -- False --> W1 W1 -- False --> W2{For w2 = 1 to count} W2 -- True --> H2{For h = 1 to 24} H2 -- True --> Active2[Active2] Active2 --> DB2[(Data base)] DB2 --> H2 H2 -- False --> W2 W2 -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนพื้นภายในสัมผัสส่วนไม่ปรับอากาศ)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของสัมผัสส่วนไม่ปรับอากาศ</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนสัมผัสส่วนปรับอากาศ)</p> <p>ทำซ้ำ 366 รอบ(366 วัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 2 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของพื้น</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.41 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย หาภาระการทำความเย็นสูงสุด และวันที่เกิดภาระการทำความเย็นสูงสุดเนื่องจากสภาพแวดล้อมอาคาร

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Active1[Active1] Active1 --> H{For h = 1 to 24} H -- True --> C1{If C1 then} C1 -- True --> Active2[Active2] C1 -- False --> H H -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Active 1 คือ ให้ค่า Max = -100,000</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>เงื่อนไข C1 ถ้า ค่าภาระ >= Max</p> <p>Active 2 คือ ให้ค่านั้นเท่ากับภาระสูงสุด(Max)</p> <p>จบ</p>

2.2.3) การหาภาระการทำความเย็นสูงสุด เมื่อพิจารณาตัวแปรรูปทรงอาคาร



ภาพที่ 6.44 แสดงลักษณะองค์ประกอบของตัวแปรรูปทรงอาคาร

ตารางที่ 6.4.2.42 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย หาภาระการทำความเย็นสูงสุด เมื่อพิจารณาตัวแปรรูปทรงอาคาร

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> CallA[Call A] CallA --> CallB[Call B] CallB --> CallC[Call C] CallC --> CallD[Call D] CallD --> CallE[Call E] CallE --> Loop{For h = 1 to 24} Loop -- True --> Active1[Active1] Active1 --> Loop Loop -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Call A : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของหลังคา</p> <p>Call B : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของผนังทึบ</p> <p>Call C : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของพื้น(สัมผัสอากาศภายนอก)</p> <p>Call D : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของกระจก</p> <p>Call E : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของการรั่วซึม</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็น</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.43 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย A หาค่าภาระการทำความเย็นขององค์ประกอบหลังคา

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Active1[Active 1] Active1 --> LoopR{For R = 1 to count} LoopR -- True --> LoopH{For h = 1 to 24} LoopR -- False --> End([End]) LoopH -- True --> SelectRoof{Select case Roof} SelectRoof --> Case1[Case 1] SelectRoof --> Casen[Case n] Case1 --> Active2[Active 2] Casen --> Active2 Active2 --> Selectd{Select case d} Selectd --> Case1_2[Case 1] Selectd --> Case12[Case 12] Case1_2 --> Active3[Active 3] Case12 --> Active3 Active3 --> SelectK{Select case K} SelectK --> Case1_3[Case 1] SelectK --> Case2_3[Case 2] Case1_3 --> Active4[Active 4] Case2_3 --> Active4 Active4 --> Selectven{Select case ven} Selectven --> Case1_4[Case 1] Selectven --> Case2_4[Case 2] Case1_4 --> Active5[Active 5] Case2_4 --> Active5 Active5 --> Active6[Active 6] Active6 --> End Active6 --> LoopH </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Active 1 คือ กำหนดค่า d (วันที่) กำหนดค่า $U\text{-value} = 1$ และ $K=1$ ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนหลังคา)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>คัดเลือกค่า CLTD จากชนิดหลังคา</p> <p>Active 2 คือ ได้ค่า CLTD</p> <p>คัดเลือกค่า LM จากค่า d (วันที่ 1-366)</p> <p>Active 3 คือ ได้ค่า LM</p> <p>คัดเลือกค่า K จากสีผิววัสดุผนังหลังคา (กำหนดค่า $K=1$)</p> <p>Active 4 คือ ได้ค่า K</p> <p>คัดเลือกค่า f จากการถ่ายเทอากาศใต้หลังคา</p> <p>Active 5 คือ ได้ค่า f</p> <p>Active 6 คือ ได้ค่า $U\text{-value}$, A_{Roof}, $A_{\text{U-Roof}}$ (กำหนดค่า $U\text{-value} = 1$)</p> <p>หาค่าภาระการทำความเย็นของหลังคา</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.44 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อยB หาค่าภาระการทำความเย็นขององค์ประกอบผนังทึบ

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Active1[Active1] Active1 --> LoopW{For W=1 to count} LoopW -- True --> LoopH{For h=1 to 24} LoopW -- False --> LoopW LoopH -- True --> SelectWall{Select case Wall} SelectWall --> CaseWall[Case 1 Case 7] CaseWall --> Active2[Active2] Active2 --> DB1[(Data base)] Active2 --> SelectD{Select case d} SelectD --> CaseD[Case 1 Case 12] CaseD --> Active3[Active3] Active3 --> DB2[(Data base)] Active3 --> SelectK{Select case K} SelectK --> CaseK[Case 1 Case 2] CaseK --> Active4[Active4] Active4 --> SelectRoom{Select case Room} SelectRoom --> CaseRoom[Case 1 Case 2] CaseRoom --> Active5[Active5] Active5 --> Active6[Active6] Active6 --> DB3[(Data base)] Active6 --> LoopW Active6 --> END([END]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Active 1 คือ กำหนดค่า d (วันที่) กำหนดค่า U-value =1 และ K=1 ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนผนังทึบ)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>คัดเลือกค่า CLTD จากชนิดผนังทึบ</p> <p>Active 2 คือ ได้ค่า CLTD</p> <p>คัดเลือกค่า LM จากค่า d (วันที่ 1-366)และทิศทาง</p> <p>Active 3 คือ ได้ค่า LM</p> <p>คัดเลือกค่า K จากสีผิววัสดุ (กำหนดค่า K=1)</p> <p>Active 4 คือ ได้ค่า K</p> <p>คัดเลือกสมการจากสถานะอากาศด้านนอก</p> <p>Active 5 คือ ได้ค่า ΔT หรือ ค่า CLTD</p> <p>Active 6 คือ ได้ค่า อุณหภูมิภายในเนื่องจากมวลสาร,U-value, A_{Wall} (กำหนดค่า U-value =1) หาค่าภาระการทำความเย็นของผนังทึบ</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.245 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย C หาค่าภาระการทำความเย็นขององค์ประกอบพื้น

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Active1[Active1] Active1 --> LoopF{For F=1 to count} LoopF -- True --> LoopH{For h=1 to 24} LoopF -- False --> LoopF LoopH -- True --> SelectRoom{Select case Room} LoopH -- False --> LoopF SelectRoom --> Case1[Case 1] SelectRoom --> Case2[Case 2] Case1 --> Active2[Active2] Case2 --> Active2 Active2 --> Active3[Active3] Active3 --- DB[(Data base)] Active3 --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Active 1 คือ กำหนดค่า d (วันที่) กำหนดค่า U-value =1 ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนพื้นเฉพาะส่วนที่สัมผัสอากาศภายนอกเท่านั้น)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>คัดเลือกสมการจากสถานะอากาศด้านนอก</p> <p>Active 2 คือ ได้ค่า ΔT Active 3 คือ ได้ค่า U-value, A_{Wall} (กำหนดค่า U-value =1) หาค่าภาระการทำความเย็นของพื้น</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.246 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย D หาค่าภาระการทำความเย็นขององค์ประกอบกระจก

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> CallI[Call I] CallI --> CallJ[Call J] CallJ --> LoopH{For h=1 to 24} LoopH -- True --> Active1[Active1] LoopH -- False --> End([End]) Active1 --> LoopH </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Call I : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของกระจก กรณีการนำความร้อน</p> <p>Call J : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของกระจก กรณีการแผ่รังสี</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาค่าภาระรวมของกระจก</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.47 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย I หาค่าภาระการทำความเย็นของกระจก กรณีการนำความร้อน

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Active1[Active1] Active1 --> G{For G = 1 to count} G -- False --> G G -- True --> H{For h = 1 to 24} H -- False --> G H -- True --> Active2[Active2] Active2 --- DB1[(Data base)] Active2 --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Active 1 คือ กำหนดค่า d (วันที่)</p> <p>กำหนดค่า U-value = 1</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนกระจก)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>ได้ค่า CLTD, U-value, A_{Glass} จากชนิดกระจก (กำหนดค่า U-value = 1)</p> <p>หาค่าภาระการทำความเย็นของกระจกเนื่องจากการนำความร้อน</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.48 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย J หาค่าภาระการทำความเย็นของกระจก กรณีการแผ่รังสีความร้อน

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Active1[Active1] Active1 --> G{For G = 1 to count} G -- False --> G G -- True --> H{For h = 1 to 24} H -- False --> G H -- True --> Active2[Active2] Active2 --> Select{Select case Direc} Select --> Case1[Case 1] Select --> Case9[Case 9] Case1 -.- Case9 Case1 --> Active3[Active3] Case9 --> Active3 Active3 --- DB2[(Data base)] Active3 --> Active4[Active4] Active4 --- DB3[(Data base)] Active4 --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Active 1 คือ กำหนดค่า d (วันที่)</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนกระจก)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 ลักษณะมวลสารผนัง</p> <p>Active 2 คือ ได้ค่า CLF, SHGF</p> <p>Active 3 คือ ได้ค่า CLF, SHGF</p> <p>ได้ค่า SC1, SC2, A_{Glass} จากชนิดกระจก</p> <p>หาค่าภาระการทำความเย็นของกระจกเนื่องจากการแผ่รังสี</p> <p>จบ</p>

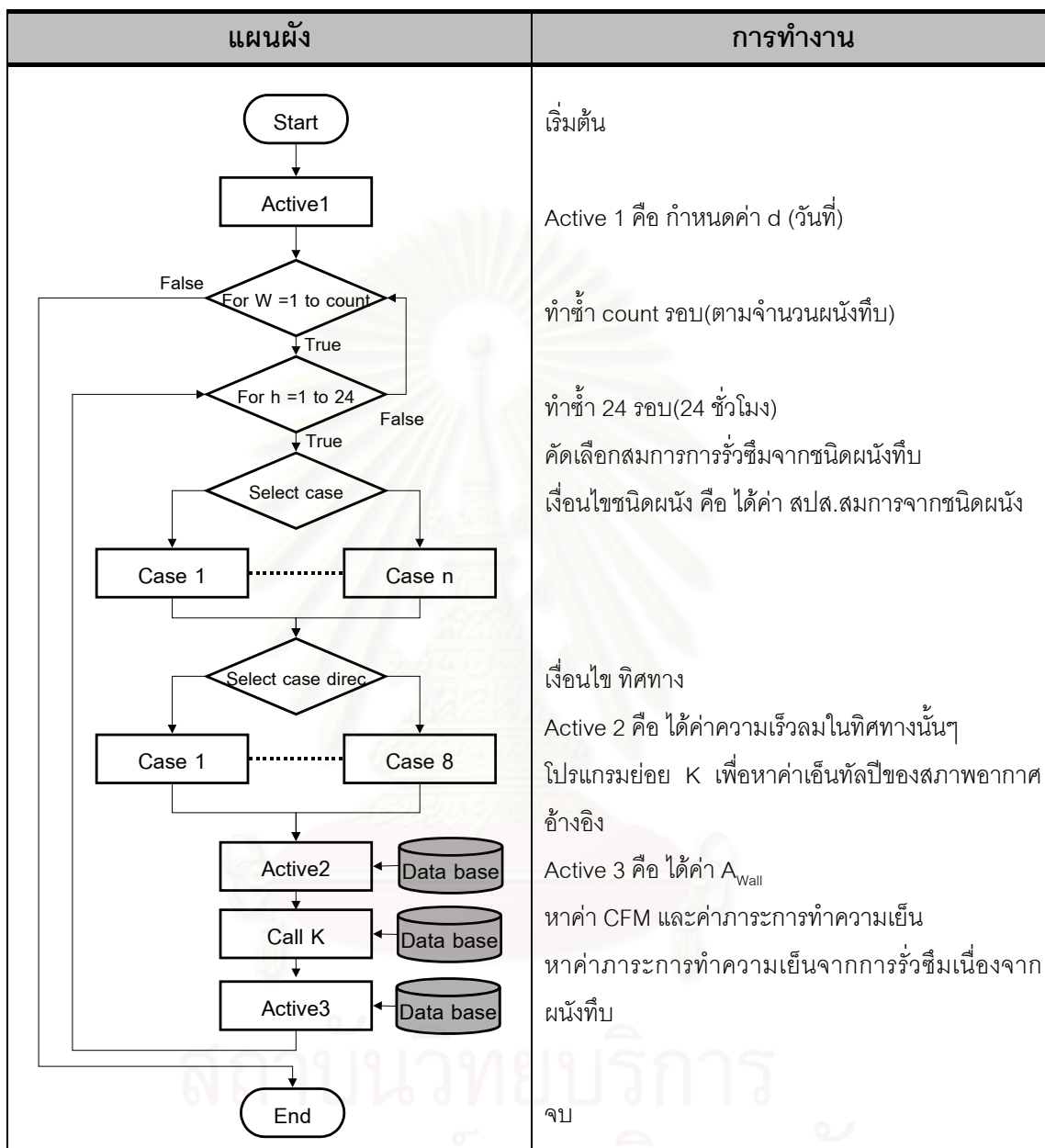
ตารางที่ 6.4.2.49 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย E หาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการรื้อซ่อม

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> CallK[Call K] CallK --> CallL[Call L] CallL --> CallM[Call M] CallM --> CallN[Call N] CallN --> Loop{For h = 1 to 24} Loop -- True --> Active1[Active 1] Active1 --> Loop Loop -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Call K : โปรแกรมย่อยหาค่าเย็นทั้งปี</p> <p>Call L : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการรื้อซ่อมของผนังที่บ</p> <p>Call M : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการรื้อซ่อมของประตู</p> <p>Call N : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการรื้อซ่อมของหน้าต่าง</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการรื้อซ่อม</p> <p>จบ</p>

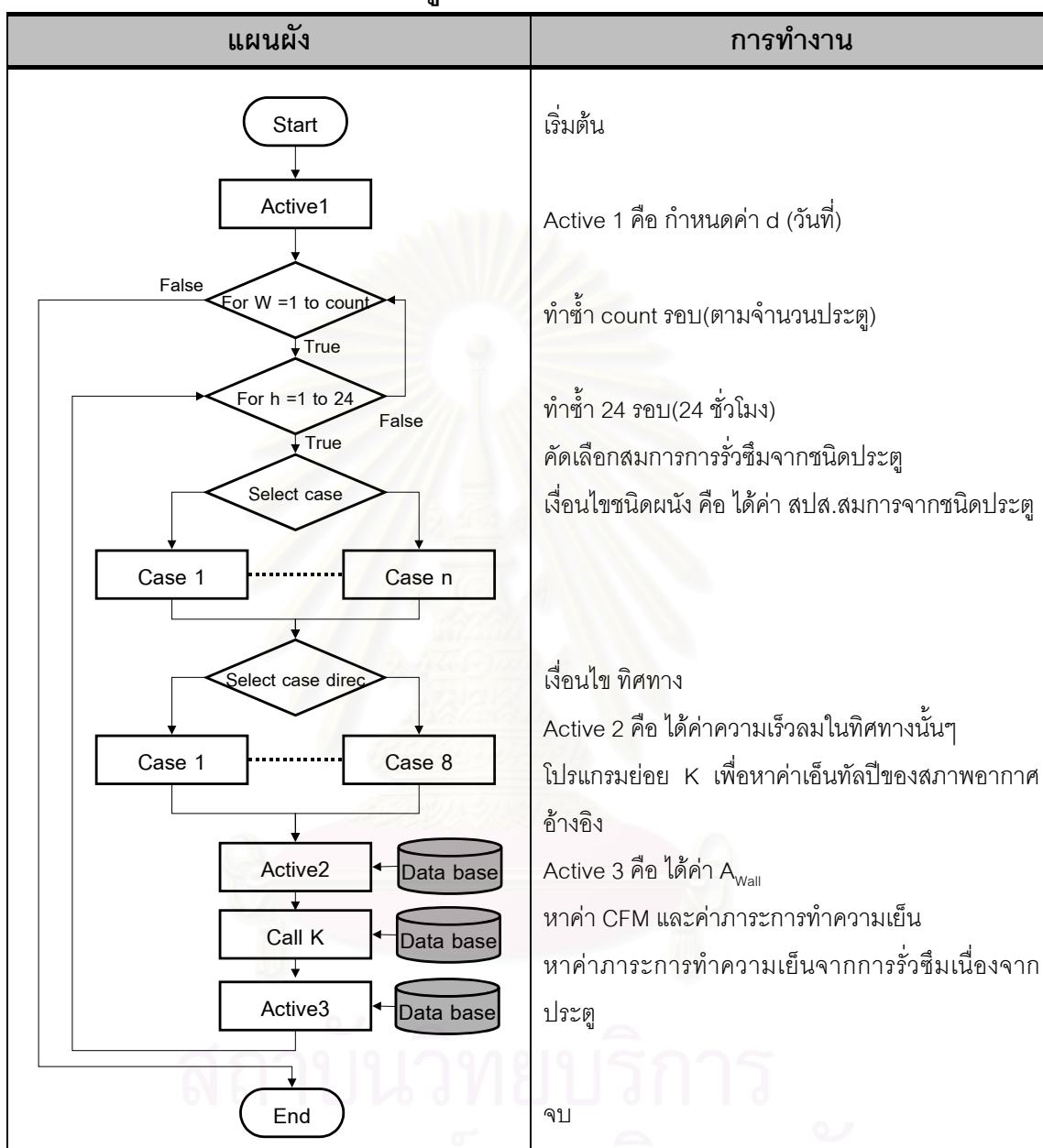
ตารางที่ 6.4.2.50 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย K หาค่าเย็นทั้งปี

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Active1[Active 1] Active1 -- True --> Loop{For h = 1 to 24} Loop -- True --> Active2[Active 2] Active2 --> DB[(Data base)] Active2 --> Loop Loop -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Active 1 คือ กำหนดค่า d (วันที่)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>ใช้ค่า T_o, Rho, T_{in}</p> <p>หาค่าเย็นทั้งปี (ใช้สมการ Δh)</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.51 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย L หาค่าภาระการทำความเย็นจากการรั่วซึมขององค์ประกอบผนังทึบ



ตารางที่ 6.4.2.52 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย M หาค่าภาระการทำความเย็นจากการร่วซึมขององค์ประกอบประตู



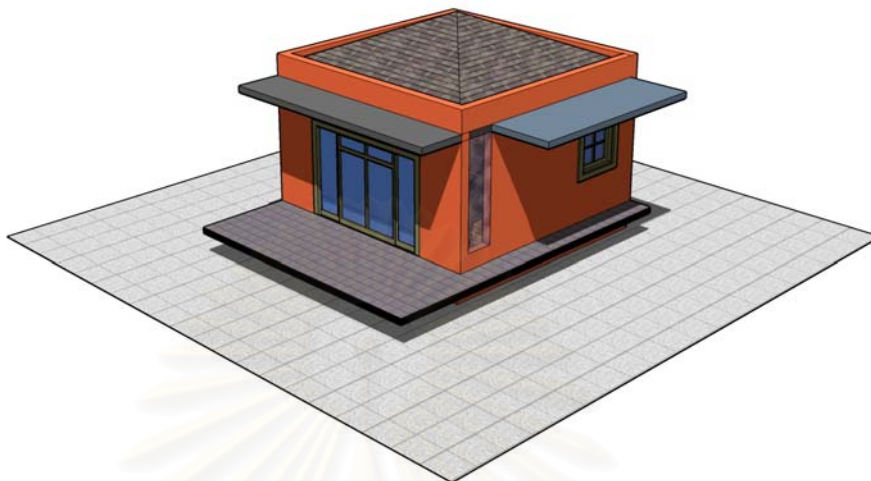
ตารางที่ 6.4.2.53 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย N หาค่าภาระการทำความเย็นจากการรั่วซึมขององค์ประกอบหน้าต่าง

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Active1[Active1] Active1 --> LoopW{For W = 1 to count} LoopW -- True --> LoopH{For h = 1 to 24} LoopW -- False --> LoopW LoopH -- True --> SelectCase{Select case} LoopH -- False --> LoopW SelectCase --> Case1_1[Case 1] SelectCase --> Case1_n[Case n] Case1_1 --> SelectCaseDir{Select case direc} Case1_n --> SelectCaseDir SelectCaseDir --> Case1_2[Case 1] SelectCaseDir --> Case1_8[Case 8] Case1_2 --> Active2[Active2] Case1_8 --> Active2 Active2 --> CallK[Call K] CallK --> Active3[Active3] Active2 --- DB1[(Data base)] CallK --- DB2[(Data base)] Active3 --- DB3[(Data base)] Active3 --> End([End]) End --> LoopW </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Active 1 คือ กำหนดค่า d (วันที่)</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนหน้าต่าง)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>คัดเลือกสมการการรั่วซึมจากชนิดหน้าต่าง</p> <p>เงื่อนไขชนิดผนัง คือ ได้ค่า สปส.สมการจากชนิดหน้าต่าง</p> <p>เงื่อนไข ทิศทาง</p> <p>Active 2 คือ ได้ค่าความเร็วลมในทิศทางนั้นๆ</p> <p>โปรแกรมย่อย K เพื่อหาค่าเอ็นทีลปีของสภาพอากาศ</p> <p>อ้างอิง</p> <p>Active 3 คือ ได้ค่า A_{Wall}</p> <p>หาค่า CFM และค่าภาระการทำความเย็น</p> <p>หาค่าภาระการทำความเย็นจากการรั่วซึมเนื่องจากหน้าต่าง</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.54 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย หากการทำความเย็นสูงสุด และวันที่เกิดการทำความเย็นสูงสุดเนื่องจากรูปทรงอาคาร

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Active1[Active1] Active1 --> For{For h = 1 to 24} For -- True --> If{If C1 then} If -- True --> Active2[Active2] Active2 --> For If -- False --> For For -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Active 1 คือ ให้ค่า Max = -100,000</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>เงื่อนไข C1 ถ้า ค่าภาระ\geqMax</p> <p>Active 2 คือ ให้ค่านั้นเท่ากับภาระสูงสุด(Max)</p> <p>จบ</p>

2.2.4) การหาภาระการทำความเย็นสูงสุด เมื่อพิจารณาตัวแปรเปลือกและวัสดุอาคาร



ภาพที่ 6.45 แสดงลักษณะองค์ประกอบของตัวแปรเปลือกและวัสดุอาคาร

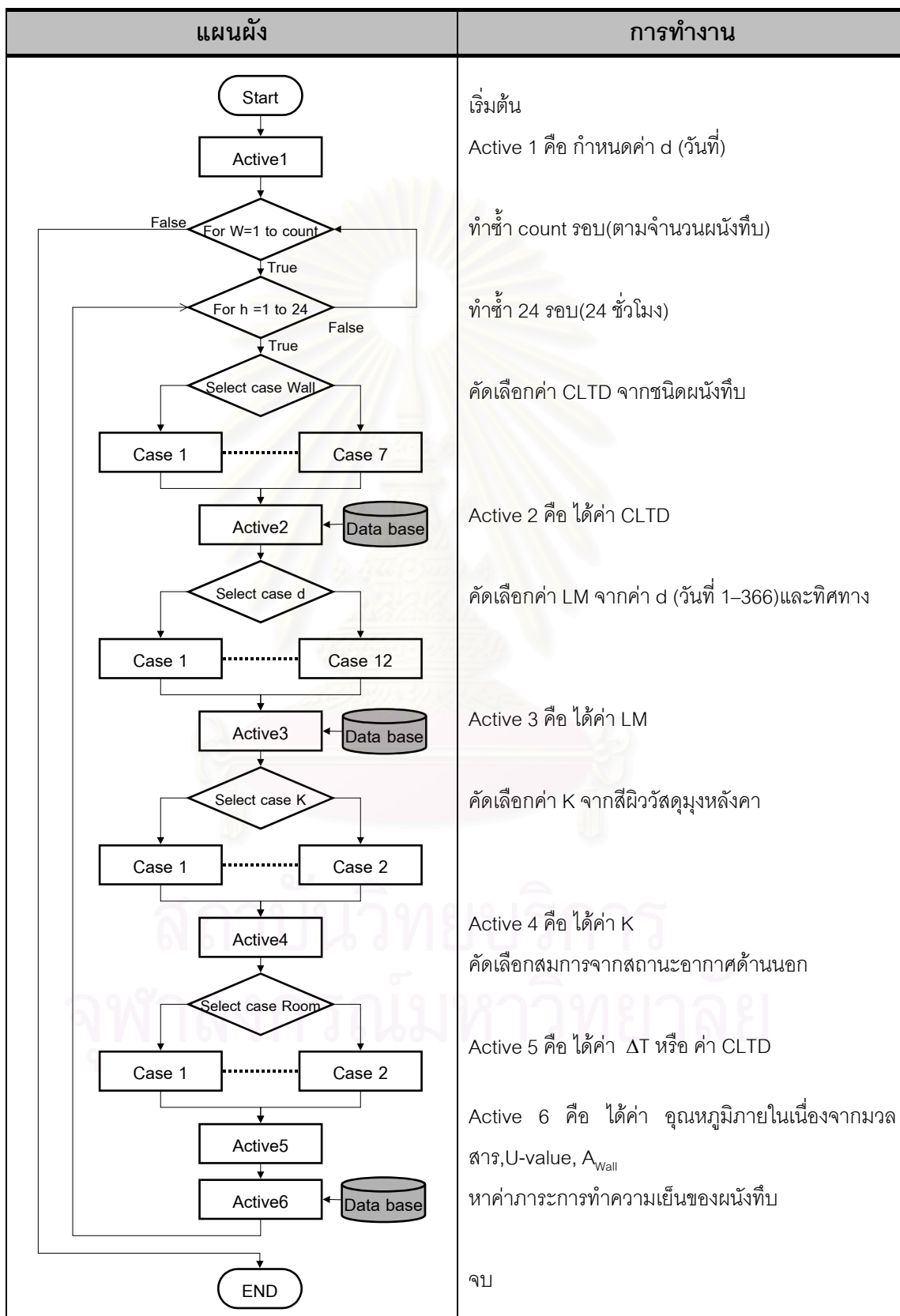
ตารางที่ 6.4.2.55 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย หาภาระการทำความเย็นสูงสุด เมื่อพิจารณาตัวแปรเปลือกและวัสดุอาคาร

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> CallA[Call A] CallA --> CallB[Call B] CallB --> CallC[Call C] CallC --> CallD[Call D] CallD --> CallE[Call E] CallE --> Loop{For h = 1 to 24} Loop -- True --> Active1[Active1] Active1 --> Loop Loop -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Call A : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของหลังคา</p> <p>Call B : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของผนังทึบ</p> <p>Call C : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของพื้น(สัมผัสอากาศภายนอก)</p> <p>Call D : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของกระจก</p> <p>Call E : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของการรั่วซึม</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็น</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.56 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย A หาค่าภาระการทำความเย็นขององค์ประกอบหลังคา

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Active1[Active1] Active1 --> LoopR{For R = 1 to count} LoopR -- True --> LoopH{For h = 1 to 24} LoopR -- False --> End([End]) LoopH -- True --> SelectRoof{Select case Roof} SelectRoof --> Case1n[Case 1 Case n] Case1n --> Active2[Active2] Active2 --> DB1[(Data base)] Active2 --> Selectd{Select case d} Selectd --> Case112[Case 1 Case 12] Case112 --> Active3[Active3] Active3 --> DB2[(Data base)] Active3 --> SelectK{Select case K} SelectK --> Case12[Case 1 Case 2] Case12 --> Active4[Active4] Active4 --> Selectven{Select case ven} Selectven --> Case12[Case 1 Case 2] Case12 --> Active5[Active5] Active5 --> Active6[Active6] Active6 --> DB3[(Data base)] Active6 --> End </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Active 1 คือ กำหนดค่า d (วันที่)</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนหลังคา)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>คัดเลือกค่า CLTD จากชนิดหลังคา</p> <p>Active 2 คือ ได้ค่า CLTD</p> <p>คัดเลือกค่า LM จากค่า d (วันที่ 1-366)</p> <p>Active 3 คือ ได้ค่า LM</p> <p>คัดเลือกค่า K จากสีผิววัสดุผนังหลังคา</p> <p>Active 4 คือ ได้ค่า K</p> <p>คัดเลือกค่า f จากการถ่ายเทอากาศใต้หลังคา</p> <p>Active 5 คือ ได้ค่า f</p> <p>Active 6 คือ ได้ค่า U-value, A_{Roof}, $A_{\text{U-Roof}}$</p> <p>หาค่าภาระการทำความเย็นของหลังคา</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.57 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย B หาค่าภาระการทำความเย็นขององค์ประกอบผนังทึบ



ตารางที่ 6.4.2.58 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย C หาค่าภาระการทำความเย็นขององค์ประกอบพื้น

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Active1[Active1] Active1 --> ForF{For F=1 to count} ForF -- True --> ForH{For h=1 to 24} ForF -- False --> ForF ForH -- True --> SelectCase{Select case Room} ForH -- False --> ForF SelectCase --> Case1[Case 1] SelectCase --> Case2[Case 2] Case1 -.- Case2 Case1 --> Active2[Active2] Case2 --> Active2 Active2 --> Active3[Active3] Active3 --- DB[(Data base)] Active3 --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Active 1 คือ กำหนดค่า d (วันที่)</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนพื้น)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>คัดเลือกสมการจากสถานะอากาศด้านนอก</p> <p>Active 2 คือ ได้ค่า ΔT</p> <p>Active 3 คือ ได้ค่า U-value, A_{Wall}</p> <p>หาค่าภาระการทำความเย็นของพื้น</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.59 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย D หาค่าภาระการทำความเย็นขององค์ประกอบกระจก

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Active1[Active1] Active1 --> CallI[Call I] CallI --> CallJ[Call J] CallJ --> ForH{For h=1 to 24} ForH -- True --> Active2[Active2] ForH -- False --> End([End]) Active2 --> End </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Active 1 คือ กำหนดค่า d (วันที่)</p> <p>Call I : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของกระจก กรณีการนำความร้อน</p> <p>Call J : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นของกระจก กรณีการแผ่รังสี</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 2 คือ หาค่าภาระรวมของกระจก</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.60 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย I หาค่าภาระการทำความเย็นของกระจก กรณีการนำความร้อน

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Active1[Active1] Active1 --> G{For G = 1 to count} G -- True --> H{For h = 1 to 24} G -- False --> G H -- True --> Active2[Active2] H -- False --> G Active2 --- DB1[(Data base)] Active2 --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Active 1 คือ กำหนดค่า d (วันที่)</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนกระจก)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 2 คือ ได้ค่า CLTD, U-value, A_{Glass} จากชนิดกระจก</p> <p>หาค่าภาระการทำความเย็นของกระจกเนื่องจากการนำความร้อน</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.61 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย J หาค่าภาระการทำความเย็นของกระจก กรณีการแผ่รังสีความร้อน

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Active1[Active1] Active1 --> G{For G = 1 to count} G -- True --> H{For h = 1 to 24} G -- False --> G H -- True --> Active2[Active2] H -- False --> G Active2 --> Direc{Select case Direc} Direc --> Case1[Case 1] Direc --> Case9[Case 9] Case1 -.- Case9 Case1 --> Active3[Active3] Case9 --> Active3 Active3 --- DB2[(Data base)] Active3 --> Active4[Active4] Active4 --- DB3[(Data base)] Active4 --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Active 1 คือ กำหนดค่า d (วันที่)</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนกระจก)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 2 ลักษณะมวลสารผนัง</p> <p>Active 3 คือ ได้ค่า CLF, SHGF</p> <p>Active 4 คือ ได้ค่า SC1, SC2, A_{Glass} จากชนิดกระจก</p> <p>หาค่าภาระการทำความเย็นของกระจกเนื่องจากการแผ่รังสี</p> <p>จบ</p>

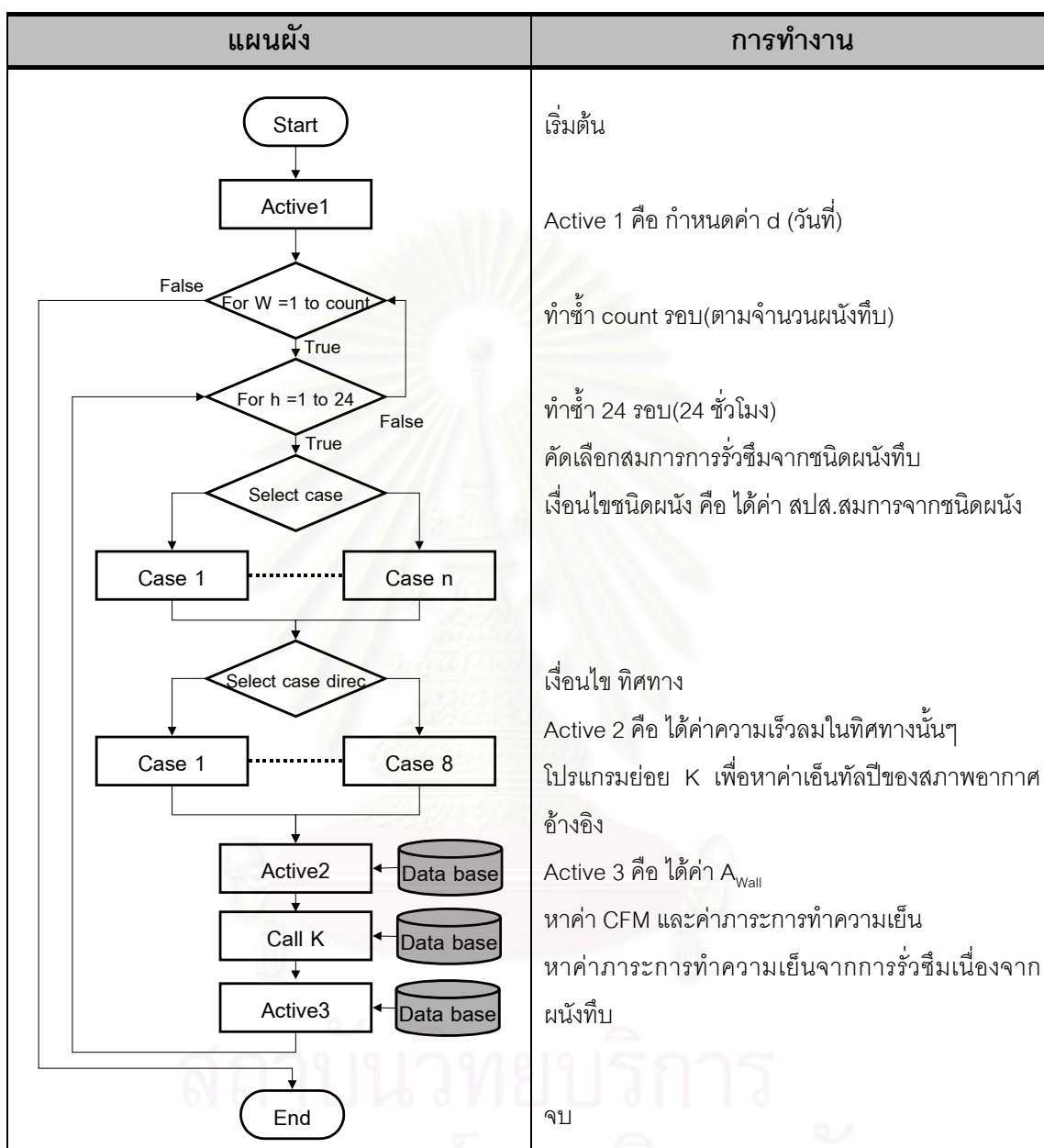
ตารางที่ 6.4.2.62 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย E หาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการรื้อซ่อม

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> CallK[Call K] CallK --> CallL[Call L] CallL --> CallM[Call M] CallM --> CallN[Call N] CallN --> Loop{For h = 1 to 24} Loop -- True --> Active1[Active 1] Active1 --> Loop Loop -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Call K : โปรแกรมย่อยหาค่าเย็นทั้งปี</p> <p>Call L : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการรื้อซ่อมของผนังที่บ</p> <p>Call M : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการรื้อซ่อมของประตู</p> <p>Call N : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการรื้อซ่อมของหน้าต่าง</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการรื้อซ่อม</p> <p>จบ</p>

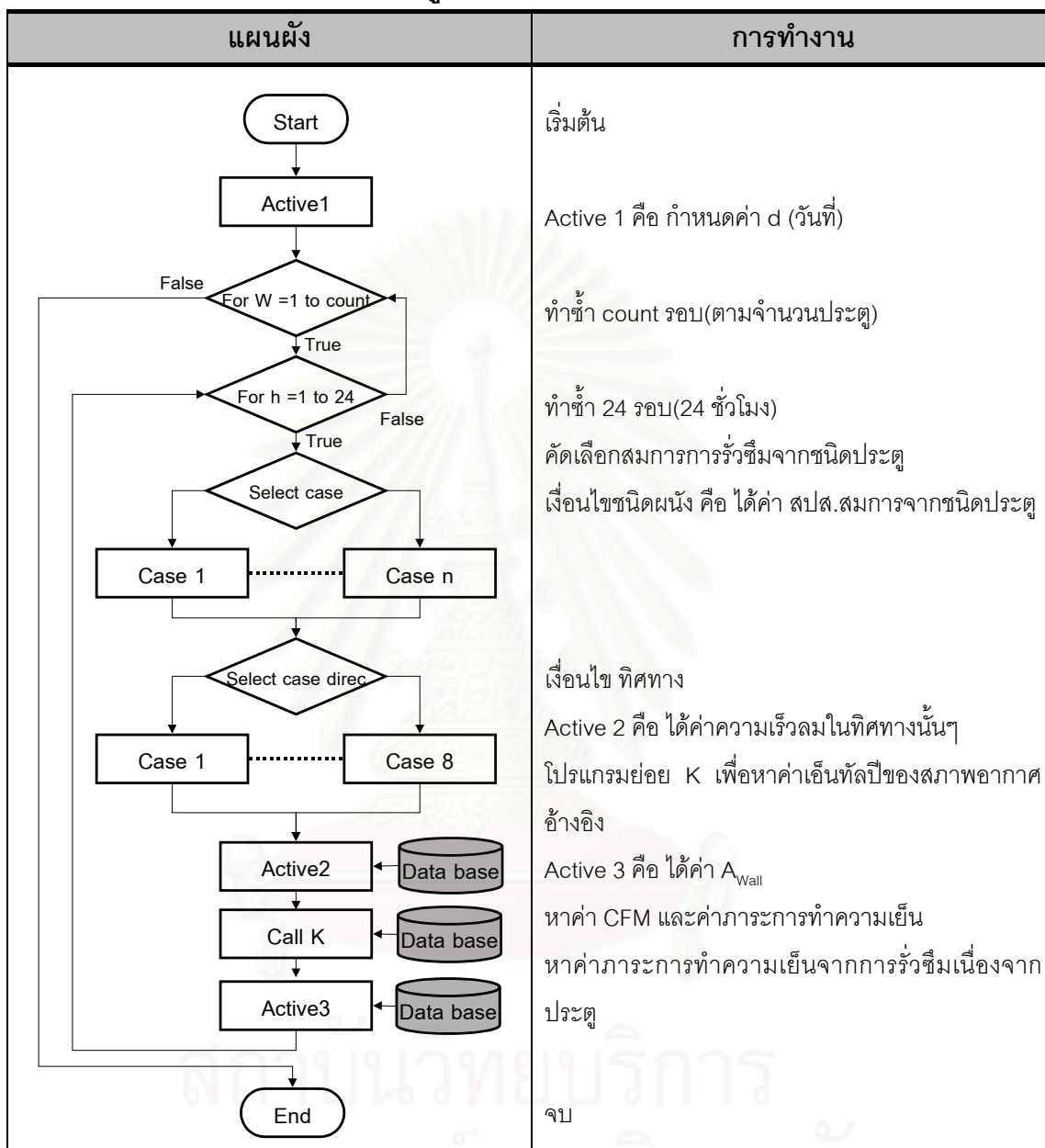
ตารางที่ 6.4.2.63 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย K หาค่าเย็นทั้งปี

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Active1[Active 1] Active1 -- True --> Loop{For h = 1 to 24} Loop -- True --> Active2[Active 2] Active2 <--> DB[(Data base)] Active2 --> Loop Loop -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Active 1 คือ กำหนดค่า d (วันที่)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>ใช้ค่า T_o, Rho, T_{in}</p> <p>หาค่าเย็นทั้งปี (ใช้สมการ Δh)</p> <p>จบ</p>

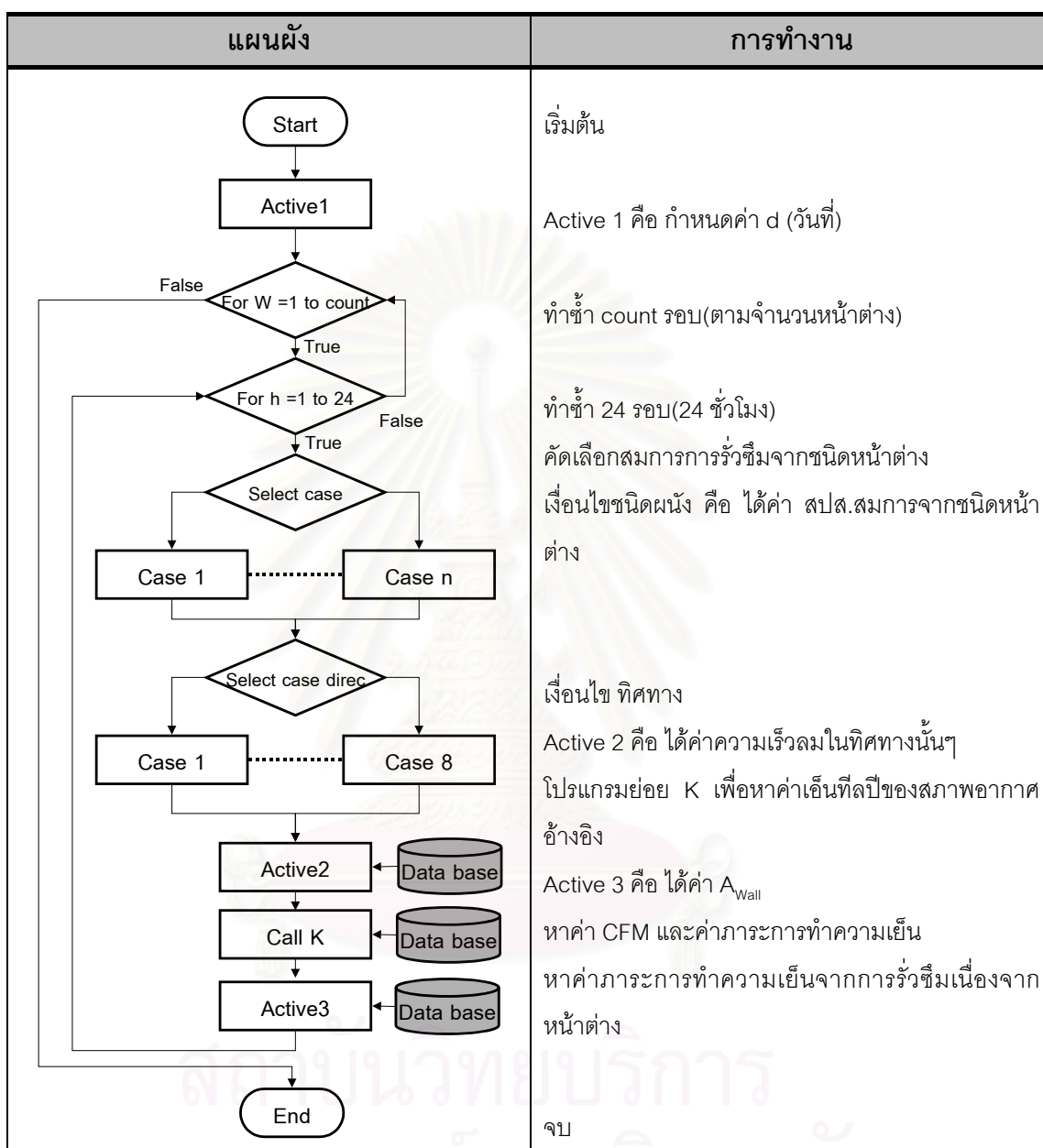
ตารางที่ 6.4.2.64 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย L หาค่าภาระการทำความเย็นจากการรั่วซึมขององค์ประกอบผนังทึบ



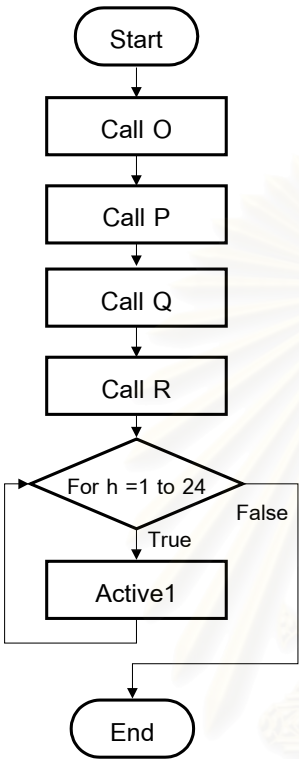
ตารางที่ 6.4.2.65 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย M หาค่าภาระการทำความเย็นจากการร่วซึมขององค์ประกอบประตู



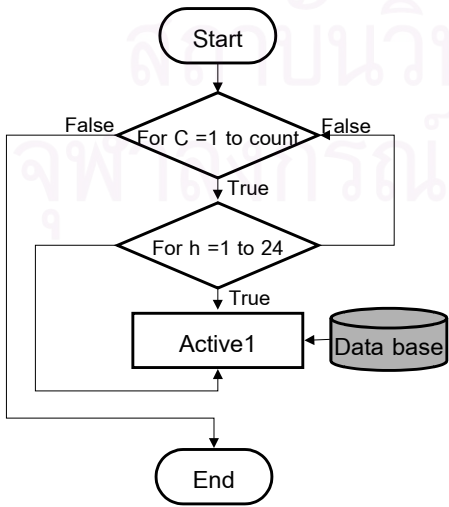
ตารางที่ 6.4.2.66 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย N หาค่าภาระการทำความเย็นจากการร่วซึมขององค์ประกอบหน้าต่าง



ตารางที่ 6.4.2.67 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของมวลสาร

แผนผัง	การทำงาน
 <pre> graph TD Start([Start]) --> CallO[Call O] CallO --> CallP[Call P] CallP --> CallQ[Call Q] CallQ --> CallR[Call R] CallR --> Loop{For h = 1 to 24} Loop -- True --> Active1[Active1] Active1 --> Loop Loop -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Call O : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากมวลสารของฝ้าเพดาน</p> <p>Call P : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการมวลสารของผนังทึบ</p> <p>Call Q : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากมวลสารของพื้น</p> <p>Call R : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากมวลสารของวัสดุตกแต่ง</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของมวลสาร</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.68 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย O หาค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของฝ้าเพดาน

แผนผัง	การทำงาน
 <pre> graph TD Start([Start]) --> LoopC{For C = 1 to count} LoopC -- True --> LoopH{For h = 1 to 24} LoopH -- True --> Active1[Active1] Active1 --- DB[(Data base)] Active1 --> LoopH LoopH -- False --> LoopC LoopC -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนฝ้าเพดาน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของฝ้าเพดาน</p> <p>จบ</p>

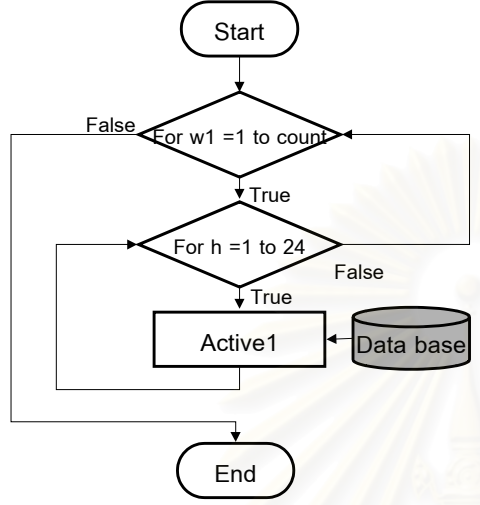
ตารางที่ 6.4.2.69 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย R หาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของวัสดุตกแต่ง

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> C{For C = 1 to count} C -- True --> H{For h = 1 to 24} C -- False --> C H -- True --> Active1[Active1] Active1 --> DB[(Data base)] DB --> Active1 Active1 --> End([End]) H -- False --> C </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนวัสดุ)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของวัสดุตกแต่ง</p> <p>จบ</p>

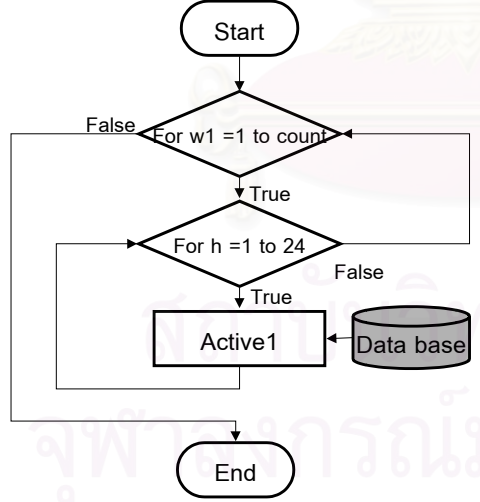
ตารางที่ 6.4.2.70 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย P หาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของผนัง

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> W1{For w1 = 1 to count} W1 -- True --> H{For h = 1 to 24} W1 -- False --> W1 H -- True --> Active1[Active1] Active1 --> DB[(Data base)] DB --> Active1 Active1 --> End([End]) H -- False --> W1 </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนผนังสัมผัสส่วนไม่ปรับอากาศ)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของผนังสัมผัสส่วนไม่ปรับอากาศ</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.71 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย Q หาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของพื้น

แผนผัง	การทำงาน
 <pre> graph TD Start([Start]) --> W1{For w1 = 1 to count} W1 -- True --> H{For h = 1 to 24} W1 -- False --> W1 H -- True --> Active1[Active 1] Active1 --- DB[(Data base)] H -- False --> W1 Active1 --> W1 Active1 --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนพื้นสัมผัสส่วนไม่ปรับอากาศ)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของสัมผัสส่วนไม่ปรับอากาศ</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.72 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย Q หาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของประตู

แผนผัง	การทำงาน
 <pre> graph TD Start([Start]) --> W1{For w1 = 1 to count} W1 -- True --> H{For h = 1 to 24} W1 -- False --> W1 H -- True --> Active1[Active 1] Active1 --- DB[(Data base)] H -- False --> W1 Active1 --> W1 Active1 --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนประตูสัมผัสส่วนไม่ปรับอากาศ)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของสัมผัสส่วนไม่ปรับอากาศ</p> <p>จบ</p>

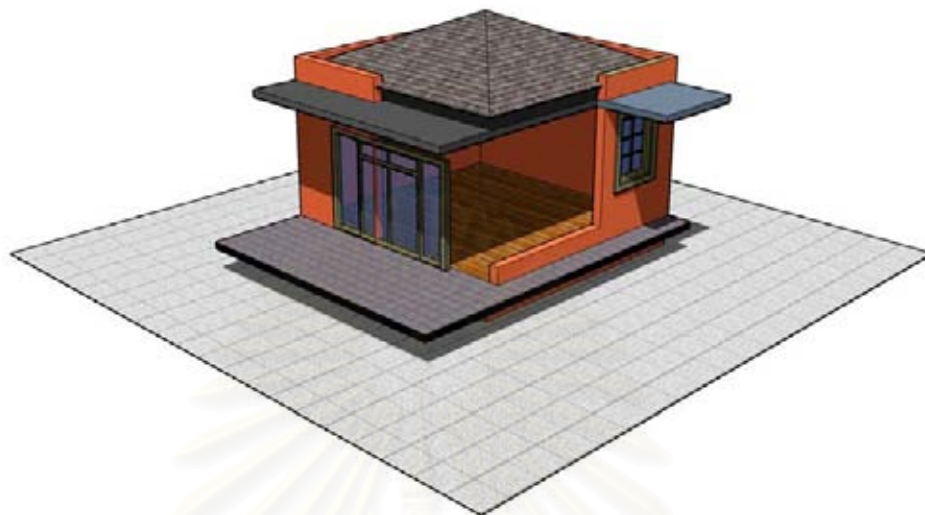
ตารางที่ 6.4.2.73 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย Q หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของหน้าต่าง

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Loop1{For w1 = 1 to count} Loop1 -- True --> Loop2{For h = 1 to 24} Loop1 -- False --> Loop1 Loop2 -- True --> Active1[Active 1] Loop2 -- False --> Loop1 Active1 --> Loop1 Active1 --- DB[(Data base)] Active1 --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนหน้าต่าง)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาวะการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของสัมผัสด้านไม่รับอากาศ</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.74 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย หาค่าภาวะการทำความเย็นสูงสุด และวันที่เกิดภาวะการทำความเย็นสูงสุดเนื่องจากเปลือกและวัสดุอาคาร

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Active1[Active 1] Active1 --> Loop{For h = 1 to 24} Loop -- True --> Decision{If C1 then} Loop -- False --> Loop Decision -- True --> Active2[Active 2] Decision -- False --> Loop Active2 --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Active 1 คือ ให้ค่า Max = -100,000</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>เงื่อนไข C1 ถ้า ค่าภาวะ \geq Max</p> <p>Active 2 คือ ให้ค่านั้นเท่ากับภาวะสูงสุด(Max)</p> <p>จบ</p>

2.2.5) การหาภาระการทำความเย็นสูงสุดเมื่อพิจารณาตัวแปรสภาพแวดล้อมภายใน



ภาพที่ 6.46 แสดงลักษณะองค์ประกอบของตัวแปรสภาพแวดล้อมภายในอาคาร

ตารางที่ 6.4.2.75 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของมวลสาร

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> CallA[Call A] CallA --> CallBC[Call B,C] CallBC --> CallDE[Call D,E] CallDE --> CallF[Call F] CallF --> CallG[Call G] CallG --> CallH[Call H] CallH --> CallI[Call I] CallI --> CallJ[Call J] CallJ --> CallK[Call K] CallK --> Active1[Active1] Active1 --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Call A : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากมวลสารของฝ้าเพดาน</p> <p>Call B,C : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการมวลสารของผนังที่บ</p> <p>Call D,E : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากมวลสารของพื้น</p> <p>Call F : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากมวลสารของวัสดุตกแต่ง</p> <p>Call G,H : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากมวลสารของประตูหน้าต่าง</p> <p>Call I,J,K : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากอุปกรณ์ หลอดไฟฟ้า ผู้อาศัย</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่อง จากการคายความร้อนความชื้น</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.76 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย A หาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของฝ้าเพดาน

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Decision{For r = 1 to count} Decision -- True --> Active1[Active1] Active1 --> Decision Decision -- False --> End([End]) DB[(Data base)] --> Active1 </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนฝ้าเพดาน)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของฝ้าเพดาน</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.77 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย F หาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของวัสดุตกแต่ง

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Decision{For r = 1 to count} Decision -- True --> Active1[Active1] Active1 --> Decision Decision -- False --> End([End]) DB[(Data base)] --> Active1 </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนวัสดุ)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของวัสดุตกแต่ง</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.78 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย B หาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของผนังภายนอก(เปลือกอาคาร)

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Decision{For r = 1 to count} Decision -- True --> Active1[Active1] Active1 --> Decision Decision -- False --> End([End]) DB[(Data base)] --> Active1 </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนผนังภายนอก)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของผนังสัมผัสส่วนไม่ปรับอากาศ</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.79 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย C หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของผนังภายใน

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Decision{For r = 1 to count} Decision -- True --> Active1[Active1] DataBase[(Data base)] --> Active1 Active1 --> Decision Decision -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนผนังภายใน)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาวะการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของผนังสัมผัสส่วนไม่ปรับอากาศ</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.80 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย D หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของประตู

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Decision{For r = 1 to count} Decision -- True --> Active1[Active1] DataBase[(Data base)] --> Active1 Active1 --> Decision Decision -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนประตู)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาวะการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของประตู</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.81 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย E หาค่าภาวะการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของหน้าต่าง

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Decision{For r = 1 to count} Decision -- True --> Active1[Active1] DataBase[(Data base)] --> Active1 Active1 --> Decision Decision -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนหน้าต่าง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาวะการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของหน้าต่าง</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.82 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย G หาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของพื้น(เปลือกอาคาร)

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Decision{For r = 1 to count} Decision -- True --> Active1[Active1] DataBase[(Data base)] --> Active1 Active1 --> Decision Decision -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนพื้นภายในสัมผัสส่วนไม่ปรับอากาศ)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของสัมผัสส่วนไม่ปรับอากาศ</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.83 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย H หาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของพื้นภายใน

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Decision{For r = 1 to count} Decision -- True --> Active1[Active1] DataBase[(Data base)] --> Active1 Active1 --> Decision Decision -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนพื้นภายในสัมผัสส่วนไม่ปรับอากาศ)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของสัมผัสส่วนปรับอากาศ</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.84 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย I หาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนของอุปกรณ์

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Decision{For r = 1 to count} Decision -- True --> Active1[Active1] DataBase[(Data base)] --> Active1 Active1 --> Decision Decision -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนอุปกรณ์)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนของอุปกรณ์</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.85 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย J หาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนของหลอดไฟฟ้า

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Loop{For r=1 to count} Loop -- True --> Active1[Active1] Active1 --> Loop Active1 --- DB[(Data base)] Loop -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนหลอดไฟฟ้า)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนของหลอดไฟฟ้า</p> <p>จบ</p>

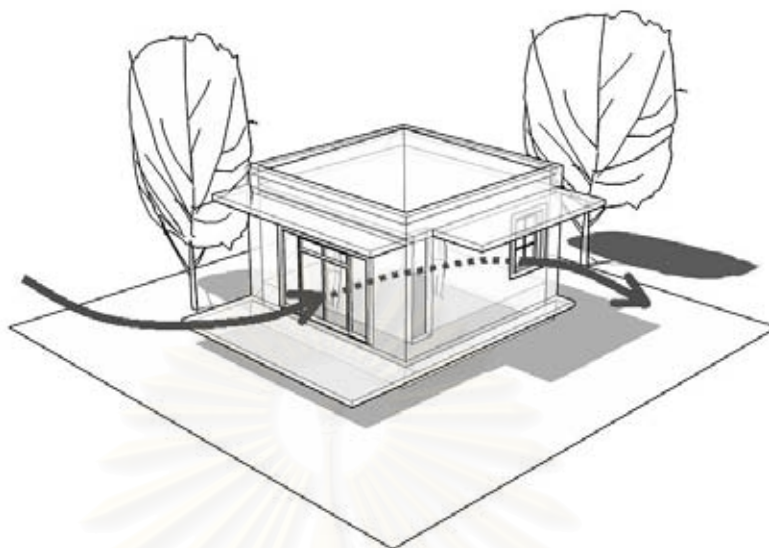
ตารางที่ 6.4.2.86 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย K หาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของผู้ใช้อาคาร

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Loop{For r=1 to count} Loop -- True --> Active1[Active1] Active1 --> Loop Active1 --- DB[(Data base)] Loop -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนผู้ใช้อาคาร)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการคายความร้อนความชื้นของผู้ใช้อาคาร</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.87 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย หาภาระการทำความเย็นสูงสุด และวันที่เกิดภาระการทำความเย็นสูงสุดเนื่องจากสภาพแวดล้อมอาคาร

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Active1[Active1] Active1 --> Loop{If C1 then} Loop -- True --> Active2[Active2] Active2 --> Loop Loop -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Active 1 คือ ให้ค่า Max = -100,000</p> <p>เงื่อนไข C1 ถ้า ค่าภาระ >= Max</p> <p>Active 2 คือ ให้ค่านั้นเท่ากับภาระสูงสุด(Max)</p> <p>จบ</p>

2.2.6) การหาภาระการทำความเย็นสูงสุด เมื่อพิจารณาตัวแปรพฤติกรรมการใช้



ภาพที่ 6.47 แสดงลักษณะองค์ประกอบของตัวแปรพฤติกรรมการใช้

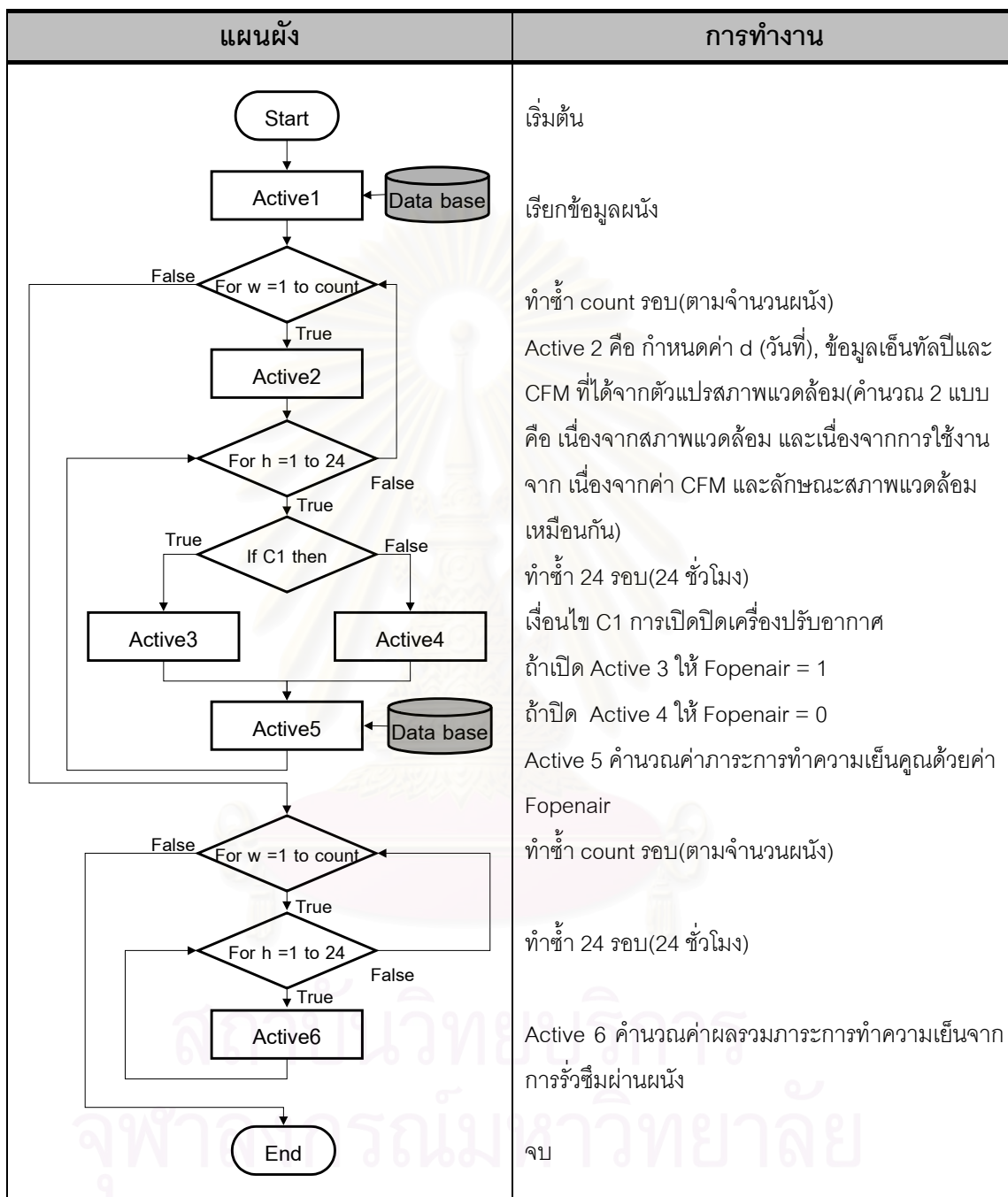
ตารางที่ 6.4.2.88 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากพฤติกรรมการใช้

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> CallA[Call A] CallA --> CallB[Call B] CallB --> CallC[Call C] CallC --> CallD[Call D] CallD --> CallE[Call E] CallE --> CallF[Call F] CallF --> Decision{For h = 1 to 24} Decision -- True --> Active1[Active1] Active1 --> Decision Decision -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Call A : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการรั่วซึมและการถ่ายเทอากาศ</p> <p>Call B : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากอุปกรณ์</p> <p>Call C : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากหลอดไฟฟ้า</p> <p>Call D : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากผู้ใช้</p> <p>Call E : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากมวลสารอาคาร</p> <p>Call F : โปรแกรมย่อยหาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากเปลือกอาคาร(หลังคา ผนัง พื้น ช่องเปิด) ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากพฤติกรรมการใช้</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.89 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย A หาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการรั่วซึมและการถ่ายเทอากาศ

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> CallG[Call G] CallG --> CallH[Call H] CallH --> CallI[Call I] CallI --> Decision{For h = 1 to 24} Decision -- True --> Active1[Active1] Active1 --> Decision Decision -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Call G หาค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการรั่วซึมและการถ่ายเทอากาศของผนังภายนอก</p> <p>Call H หาค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการรั่วซึมและการถ่ายเทอากาศของประตู</p> <p>Call I หาค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการรั่วซึมและการถ่ายเทอากาศของหน้าต่าง</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระการทำความเย็นเนื่องจากการรั่วซึมและการถ่ายเทอากาศ</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.90 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย G หาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการรั่วซึมและการถ่ายเทอากาศของผนังภายนอก



ตารางที่ 6.4.2.91 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย H หาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการรั่วซึมของอากาศผ่านประตู

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Active1[Active1] Active1 --> DB1[(Data base)] DB1 --> Active1 Active1 --> LoopW1{For w = 1 to count} LoopW1 -- True --> Active2[Active2] LoopW1 -- False --> LoopW1 Active2 --> LoopH1{For h = 1 to 24} LoopH1 -- True --> Active3[Active3] LoopH1 -- False --> Active4[Active4] Active3 --> Active4 Active4 --> LoopC2{If C2 then} LoopC2 -- True --> Active6[Active6] LoopC2 -- False --> Active7[Active7] Active6 --> Active7 Active7 --> Active8[Active8] Active8 --> DB2[(Data base)] DB2 --> Active8 Active8 --> LoopW2{For w = 1 to count} LoopW2 -- True --> Active9[Active9] LoopW2 -- False --> LoopW2 Active9 --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>เรียกข้อมูลผัง</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนประตู)</p> <p>Active 2 คือ กำหนดค่า d (วันที่), ข้อมูลเอ็นทัลปีและ CFM ที่ได้จากตัวแปรสภาพแวดล้อม(คำนวณ 2 แบบ คือ เนื่องจากสภาพแวดล้อม และเนื่องจากการใช้งาน จาก เนื่องจากค่า CFM และลักษณะสภาพแวดล้อม เหมือนกัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>เงื่อนไข C1 การเปิดปิดเครื่องปรับอากาศ</p> <p>ถ้าเปิด Active 3 ให้ Fopenair = 1</p> <p>ถ้าปิด Active 4 ให้ Fopenair = 0</p> <p>เงื่อนไข C2 การเปิดปิดประตู</p> <p>ถ้าเปิด Active 6 ให้ FopenDoor = 1</p> <p>ถ้าปิด Active 7 ให้ FopenDoor = 0</p> <p>Active 8 คำนวณค่าภาระการทำความเย็นคุณเนื่องจากการรั่วซึมด้วยค่าFopenair และค่านวณค่าภาระการทำความเย็นสำหรับการถ่ายเทอากาศคุณด้วยค่า Fopenair และ FopenDoor :เมื่อมีการเปิดประตูค่าภาระการทำความเย็นเกิดจากการถ่ายเทอากาศ เมื่อปิดภาระการทำความเย็นเกิดจากการรั่วซึม)</p> <p>(ใช้สมการรั่วซึมของอากาศและสมการการถ่ายเทของอากาศ)</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนประตู)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 9 คำนวณค่าผลรวมภาระการทำความเย็น</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.92 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย I หาค่าภาระการทำความเย็น เนื่องจากการรั่วซึมของอากาศผ่านหน้าต่าง

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Active1[Active1] Active1 --> DB1[(Data base)] Active1 --> LoopW{For w = 1 to count} LoopW -- True --> Active2[Active2] LoopW -- False --> LoopW Active2 --> LoopH1{For h = 1 to 24} LoopH1 -- True --> IfC1{If C1 then} IfC1 -- True --> Active3[Active3] IfC1 -- False --> Active4[Active4] Active3 --> IfC2{If C2 then} Active4 --> IfC2 IfC2 -- True --> Active6[Active6] IfC2 -- False --> Active7[Active7] Active6 --> Active8[Active8] Active7 --> Active8 Active8 --> DB2[(Data base)] Active8 --> LoopW LoopH1 -- False --> LoopW LoopW --> LoopW2{For w = 1 to count} LoopW2 -- True --> LoopH2{For h = 1 to 24} LoopW2 -- False --> LoopW2 LoopH2 -- True --> Active9[Active9] LoopH2 -- False --> LoopW2 Active9 --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>เรียกข้อมูลผนัง</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนหน้าต่าง)</p> <p>Active 2 คือ กำหนดค่า d (วันที่), ข้อมูลเอ็นทัลปีและ CFM ที่ได้จากตัวแปรสภาพแวดล้อม(คำนวณ 2 แบบ คือ เนื่องจากสภาพแวดล้อม และเนื่องจากการใช้งาน จาก เนื่องจากค่า CFM และลักษณะสภาพแวดล้อม เหมือนกัน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>เงื่อนไข C1 การเปิดปิดเครื่องปรับอากาศ</p> <p>ถ้าเปิด Active 3 ให้ Fopenair = 1</p> <p>ถ้าปิด Active 4 ให้ Fopenair = 0</p> <p>เงื่อนไข C2 การเปิดปิดหน้าต่าง</p> <p>ถ้าเปิด Active 6 ให้ FopenWindow = 1</p> <p>ถ้าปิด Active 7 ให้ FopenWindow = 0</p> <p>Active 8 คำนวณค่าภาระการทำความเย็นคูณเนื่องจากการรั่วซึมด้วยค่าFopenair และคำนวณค่าภาระการทำความเย็นสำหรับการถ่ายเทอากาศคูณด้วยค่า Fopenair และ FopenWindow :เมื่อมีการเปิดหน้าต่าง ค่าภาระการทำความเย็นเกิดจากการถ่ายเทอากาศ เมื่อปิดภาระการทำความเย็นเกิดจากการรั่วซึม)ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนหน้าต่าง)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 9 คำนวณค่าผลรวมภาระการทำความเย็น</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.93 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย B หากภาวะการทำความเย็นเนื่องจากอุปกรณ์

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> A1{For A = 1 to count} A1 -- True --> Active1[Active1] A1 -- False --> A1 Active1 --> A2{For h = 1 to 24} A2 -- True --> C1{If C1 then} C1 -- True --> Active2[Active2] C1 -- False --> Active3[Active3] Active2 --> Active4[Active4] Active3 --> Active4 Active4 --> C2{If C2 then} C2 -- True --> Active5[Active5] C2 -- False --> Active6[Active6] Active5 --> C3{If C3 then} C3 -- True --> Active7[Active7] C3 -- False --> Active8[Active8] Active7 --> DB1[(Data base)] DB1 --> Active9[Active9] Active8 --> DB2[(Data base)] DB2 --> Active10[Active10] Active9 --> C4{If C4 then} C4 -- True --> Active9 C4 -- False --> Active10 Active10 --> C5{If C5 then} C5 -- True --> Active11[Active11] C5 -- False --> Active12[Active12] Active11 --> Active13[Active13] Active12 --> Active13 Active13 --> DB3[(Data base)] DB3 --> A1 Active13 --> A3{For A = 1 to count} A3 -- True --> A2 A3 -- False --> A3 A2 -- False --> A3 Active14[Active14] --> End([End]) A2 -- True --> Active14 A3 -- True --> Active14 A3 -- False --> A3 </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนอุปกรณ์)</p> <p>Active 1 คือ กำหนดค่าการเปิดปิดให้เป็น 0before</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>เงื่อนไข C1 ถ้าใช้อุปกรณ์(เปิด)</p> <p>Active 2 คือ การเปิด เป็น 1 การปิด เป็น 0</p> <p>Active 3 คือ การเปิด เป็น 0 การปิด เป็น 1</p> <p>Active 4 คือ กำหนดสถานะการเปิดปิดชั่วโมงนั้น</p> <p>เงื่อนไข C2 ถ้าสถานะคือเปิด</p> <p>Active 5 คือ นับการเปิด(+1จำนวนชั่วโมง)</p> <p>Active 6 คือ นับการปิด(+1จำนวนชั่วโมง)</p> <p>เงื่อนไข C3 ถ้าสถานะคือเปิด =0before</p> <p>Active 7 คือ จำนวนชั่วโมงที่เปิด</p> <p>เริ่มนับใหม่(จำนวนชั่วโมงที่เปิด)</p> <p>Active 8 คือ จำนวนชั่วโมงที่ปิด</p> <p>หากภาวะเนื่องจากแหล่งความร้อน</p> <p>เงื่อนไข C4 ถ้าอุปกรณ์มีการครอบ(Hood)</p> <p>Active 9 คือ ใช้ข้อมูลกรณีที่มีการครอบ</p> <p>Active 10 คือ ใช้ข้อมูลกรณีที่ไม่มีการครอบ</p> <p>เงื่อนไข C5 ถ้าเปิดเครื่องปรับอากาศ</p> <p>Active 11 คือ FactorAir = 1</p> <p>Active 12 คือ FactorAir = 0</p> <p>Active 13 คือ เรียกข้อมูลอุปกรณ์ และกำหนดสถานะคือเปิด =0before</p> <p>คำนวณค่าภาวะคุณด้วย FactorAir</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนอุปกรณ์)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 14 คำนวณค่าผลรวมภาวะการทำความเย็นเนื่องจากอุปกรณ์</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.94 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย C หากภาระการทำความเย็นเนื่องจากหลอดไฟฟ้า

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> LoopA{For A = 1 to count} LoopA -- True --> Active1[Active1] Active1 --> LoopH{For h = 1 to 24} LoopH -- True --> IfC1{If C1 then} IfC1 -- True --> Active2[Active2] IfC1 -- False --> Active3[Active3] Active2 --> Active4[Active4] Active3 --> Active4[Active4] Active4 --> IfC2{If C2 then} IfC2 -- True --> Active5[Active5] IfC2 -- False --> Active6[Active6] Active5 --> Active7[Active7] Active6 --> Active7[Active7] Active7 --> IfC3{If C3 then} IfC3 -- True --> Active7 IfC3 -- False --> Active8[Active8] Active8 --> Active9[Active9] Active9 --> Active10[Active10] Active10 --> Active11[Active11] Active11 --> LoopA LoopA -- False --> LoopA LoopH -- False --> LoopA Active11 --> Active12[Active12] Active12 --> LoopA LoopA -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนหลอด)</p> <p>Active 1 คือ กำหนดค่าการเปิดปิดให้เป็น 0before</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>เงื่อนไข C1 ถ้าใช้อุปกรณ์(เปิด)</p> <p>Active 2 คือ การเปิด เป็น 1 การปิด เป็น 0</p> <p>Active 3 คือ การเปิด เป็น 0 การปิด เป็น 1</p> <p>Active 4 คือ กำหนดสถานะการเปิดปิดชั่วโมงนั้น</p> <p>เงื่อนไข C2 ถ้าสถานะคือเปิด</p> <p>Active 5 คือ นับการเปิด(+1จำนวนชั่วโมง)</p> <p>Active 6 คือ นับการปิด(+1จำนวนชั่วโมง)</p> <p>เงื่อนไข C3 ถ้าสถานะคือเปิด = 0before</p> <p>Active 7 คือ จำนวนชั่วโมงที่เปิด</p> <p>เริ่มนับใหม่(จำนวนชั่วโมงที่เปิด = 0)</p> <p>Active 8 คือ จำนวนชั่วโมงที่ปิด = 0</p> <p>หาค่าเนื่องจากแหล่งความร้อน</p> <p>เงื่อนไข C4 ถ้าเปิดเครื่องปรับอากาศ</p> <p>Active 9 คือ FactorAir = 1</p> <p>Active 10 คือ FactorAir = 0</p> <p>Active 11 คือ เรียกข้อมูลหลอดไฟฟ้า กำหนดสถานะคือเปิด = 0before</p> <p>คำนวณค่าภาระคูณด้วย FactorAir</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนหลอด)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 12 คำนวณค่าผลรวมภาระการทำความเย็น</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.95 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย D หากการทำความเย็นเนื่องจากผู้ใช้

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> A1{For A = 1 to count} A1 -- True --> Active1[Active1] A1 -- False --> A1 Active1 --> A2{For h = 1 to 24} A2 -- True --> A3{If C1 then} A3 -- True --> Active2[Active2] A3 -- False --> Active3[Active3] Active2 --> A4[Active4] Active3 --> A4 A4 --> A5{If C2 then} A5 -- True --> Active5[Active5] A5 -- False --> Active6[Active6] Active5 --> A6{If C3 then} A6 -- True --> Active7[Active7] A6 -- False --> Active8[Active8] Active7 --> A7{If C4 then} Active8 --> A7 A7 -- True --> Active9[Active9] A7 -- False --> Active10[Active10] Active9 --> Active11[Active11] Active10 --> Active11 Active11 --> A8{For A = 1 to count} A8 -- True --> A9{For h = 1 to 24} A9 -- True --> Active12[Active12] A9 -- False --> A8 Active12 --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนห้อง)</p> <p>Active 1 คือ กำหนดค่าการเปิดปิดให้เป็น 0befor</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>เงื่อนไข C1 ถ้าใช้ห้อง</p> <p>Active 2 คือ การใช้ เป็น 1 การไม่ใช้ เป็น 0</p> <p>Active 3 คือ การใช้ เป็น 0 การไม่ใช้ เป็น 1</p> <p>Active 4 คือ กำหนดสถานะการใช้งานชั่วโมงนั้น</p> <p>เงื่อนไข C2 ถ้าสถานะคือใช้</p> <p>Active 5 คือ นับการใช้(+1จำนวนชั่วโมง)</p> <p>Active 6 คือ นับการไม่ใช้(+1จำนวนชั่วโมง)</p> <p>เงื่อนไข C3 ถ้าการเปิด = 0befor</p> <p>Active 7 คือ จำนวนชั่วโมงที่ใช้งาน</p> <p>เริ่มนับใหม่(จำนวนชั่วโมงที่ใช้งาน = 0)</p> <p>Active 8 คือ จำนวนชั่วโมงที่ไม่ใช้งาน = 0</p> <p>หาการะเนื่องจากแหล่งความร้อน</p> <p>เงื่อนไข C4 ถ้าเปิดเครื่องปรับอากาศ</p> <p>Active 9 คือ FactorAir = 1</p> <p>Active 10 คือ FactorAir = 0</p> <p>Active 11 คือ เรียกข้อมูลผู้ใช้ และกำหนดสถานะคือเปิด = 0befor</p> <p>คำนวณค่าการควบคุมด้วย FactorAir</p> <p>ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวนห้อง)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 12 คำนวณค่าผลรวมภาระการทำความเย็น</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.96 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย E หากการทำความเข้าใจ
เนื่องมวลดสาร

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> CallJ[Call J] CallJ --> CallK[Call K] CallK --> Loop{For h = 1 to 24} Loop -- True --> Active1[Active 1] Active1 --> Loop Loop -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Call J ภาระเนื่องจกมวลดสารเปลือกออาคาร</p> <p>Call K ภาระเนื่องจกมวลดสารภายในอาคาร</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระเนื่องจกมวลดสาร</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.97 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย J หากการทำความเข้าใจ
เนื่องมวลดสาร

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> CallL[Call L] CallL --> CallM[Call M] CallM --> CallN[Call N] CallN --> CallO[Call O] CallO --> CallP[Call P] CallP --> Loop{For h = 1 to 24} Loop -- True --> Active1[Active 1] Active1 --> Loop Loop -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Call L ภาระเนื่องจกมวลดส่วนฝ้าเพดาน</p> <p>Call M ภาระเนื่องจกมวลดส่วนผนังทึบ</p> <p>Call N ภาระเนื่องจกมวลดส่วนพื้น</p> <p>Call O ภาระเนื่องจกมวลดส่วนประตู</p> <p>Call P ภาระเนื่องจกมวลดส่วนหน้าต่าง</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระเนื่องจกมวลดสารส่วน เปลือกออาคาร</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.98 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย L,M,N,O,P หากการกระทำ
ความเย็นเนื่องมวลสารเปลือกอาคารส่วนฝ้าเพดาน/ผนังทึบ/พื้น/ประตู/หน้าต่าง

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> Active1[Active1] Active1 --> DB1[(Data base)] DB1 --> LoopM{For M = 1 to count} LoopM -- True --> LoopD{For d = 1 to 5} LoopM -- False --> LoopM LoopD -- True --> Active2[Active2] LoopD -- False --> LoopM Active2 --> LoopH{For h = 1 to 24} LoopH -- True --> IfC1{If C1 then} IfC1 -- True --> Active3[Active3] IfC1 -- False --> Active4[Active4] Active3 --> Active5[Active5] Active4 --> Active5 Active5 --> IfC2{If C2 then} IfC2 -- True --> Active6[Active6] IfC2 -- False --> Active7[Active7] Active6 --> Active8[Active8] Active7 --> Active8 Active8 --> IfC3{If C3 then} IfC3 -- True --> Active9[Active9] IfC3 -- False --> Active10[Active10] Active9 --> DB2[(Data base)] DB2 --> Active8 Active10 --> DB3[(Data base)] DB3 --> Active11[Active11] Active11 --> Active12[Active12] Active12 --> Active13[Active13] Active13 --> Active14[Active14] Active14 --> IfC4{If C4 then} IfC4 -- True --> Active15[Active15] IfC4 -- False --> Active16[Active16] Active15 --> Active17[Active17] Active16 --> Active17 Active17 --> LoopM2{For M = 1 to count} LoopM2 -- True --> LoopH2{For h = 1 to 24} LoopM2 -- False --> LoopM2 LoopH2 -- True --> Active18[Active18] LoopH2 -- False --> LoopM2 Active18 --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Active 1 เรียกข้อมูลฝ้าเพดานเฉพาะส่วนที่เป็นเปลือก ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวน)</p> <p>Active 2 คือ กำหนดค่าการเปิดปิดให้เป็น 0before = เปิด กำหนดให้ค่าการดูดซับเป็น 100% ค่าการคายเป็น 0% ทำซ้ำ 30 รอบ(30 วัน) ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>เงื่อนไข C1 ถ้าใช้เครื่องปรับอากาศ Active 3 คือ การใช้ เป็น 1 การไม่ใช้ เป็น 0 Active 4 คือ การใช้ เป็น 0 การไม่ใช้ เป็น 1</p> <p>Active 5 คือ กำหนดสถานะการใช้งานชั่วโมงนั้น เงื่อนไข C2 ถ้าสถานะคือใช้ Active 6 คือ นับการใช้(+1จำนวนชั่วโมง) Active 7 คือ นับการไม่ใช้(+1จำนวนชั่วโมง)</p> <p>เงื่อนไข C3 ถ้ามีการเปลี่ยนจากปิดเป็นเปิด หรือ เปิดเป็น ปิดเครื่องปรับอากาศ obefor = สถานะการเปิดปิด ถ้าไม่ใช่ เงื่อนไข C4 ถ้าจากเปิด เป็นปิด Active 8 พลัง งานที่ต้องดูดซับเหลือ = พลังงานที่ดูดซับ 100% - พลังงาน ที่คายออกไปแล้ว</p> <p>ถ้าจากปิด เป็นเปิด Active 9 พลังงานที่ต้องคาย = ต้องดูด ซับเหลือ-พลังงานที่ต้องคายxเปอร์เซ็นต์ที่คายชั่วโมงที่ 1 ถ้าไม่ใช่ เงื่อนไข C5 ถ้าเปิด Active 10 พลังงานที่ต้องคาย = ค่าการคาย ถ้าปิด Active 11 พลังงานที่ต้องดูดซับเหลือ = ค่าการดูดซับ เงื่อนไข C6 ถ้าเปิด Active 12 คำนวณค่า ภาระเนื่องจากการดูด ถ้าเปิด Active13 คำนวณค่าภาระ เนื่องจากการคาย</p> <p>เงื่อนไข C6 ถ้าเปิด Active 15 FactorAir = 1 ถ้าปิด Active 16 FactorAir = 0</p> <p>Active 17 คำนวณค่าภาระคูณกับ FactorAir ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวน) ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 18 หาผลรวมค่าภาระการทำความเย็น จบ</p>

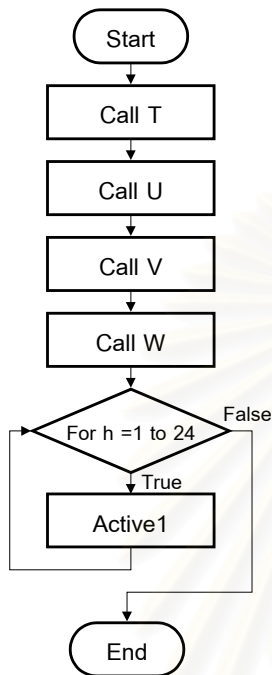
ตารางที่ 6.4.2.99 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย K หาภาระการทำความเย็น
เนื่องมวลสารภายในอาคาร

แผนผัง	การทำงาน
<pre> graph TD Start([Start]) --> CallQ[Call Q] CallQ --> CallR[Call R] CallR --> CallS[Call S] CallS --> Loop{For h = 1 to 24} Loop -- True --> Active1[Active1] Active1 --> Loop Loop -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Call Q ภาระเนื่องจากมวลส่วนฝ้าผนังที่บ</p> <p>Call R ภาระเนื่องจากมวลส่วนพื้น</p> <p>Call S ภาระเนื่องจากมวลส่วนวัสดุตกแต่ง</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระเนื่องจากมวลสารส่วน ภายในอาคาร</p> <p>จบ</p>

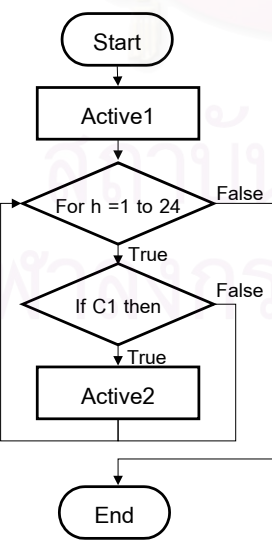
ตารางที่ 6.4.2.100 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย Q,R,S หากทำการทำความเย็นเนื่องมวลสารภายในอาคาร

แผนผัง	การทำงาน
	<p>เริ่มต้น</p> <p>Active 1 เรียกข้อมูลฝ้าเพดานเฉพาะส่วนที่เป็นเปลือก ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวน)</p> <p>Active 2 คือ กำหนดค่าการเปิดปิดให้เป็น 0 กำหนดให้ค่าการดูดซับเป็น 100% ค่าการคายเป็น 0% ทำซ้ำ 5 รอบ(5 วัน) ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>เงื่อนไข C1 ถ้าใช้เครื่องปรับอากาศ Active 3 คือ การใช้ เป็น 1 การไม่ใช้ เป็น 0 Active 4 คือ การใช้ เป็น 0 การไม่ใช้ เป็น 1</p> <p>Active 5 คือ กำหนดสถานะการใช้งานชั่วโมงนั้น เงื่อนไข C2 ถ้าสถานะคือใช้ Active 6 คือ นับการใช้(+1จำนวนชั่วโมง) Active 7 คือ นับการไม่ใช้(+1จำนวนชั่วโมง)</p> <p>เงื่อนไข C3 ถ้ามีการเปลี่ยนจากปิดเป็นเปิด หรือ เปิดเป็น ปิดเครื่องปรับอากาศ ถ้าใช้ เงื่อนไข C4 ถ้าจากเปิด เป็นปิด Active 8 พลังงานที่ ต้องดูดซับเหลือ = พลังงานที่ดูดซับ 100% - พลังงานที่ คายออกไปแล้ว ถ้าจากปิด เป็นเปิด Active 9 พลังงานที่ต้องคาย = พลัง งานที่คาย 100% - พลังงานที่ดูดซับไปแล้ว ถ้าไม่ใช่ เงื่อนไข C5 ถ้าเปิด Active 10 พลังงานที่ต้องคาย = ค่าการคาย ถ้าปิด Active 11 พลังงานที่ต้องดูดซับเหลือ = ค่าการดูดซับ</p> <p>เงื่อนไข C6 ถ้าเปิด Active 12 คำนวณค่าภาระเนื่องจาก การดูด ถ้าเปิด Active 13 คำนวณค่าภาระเนื่องจากการ คาย เงื่อนไข C6 ถ้าเปิด Active 15 FactorAir = 1 ถ้าปิด Active 16 FactorAir = 0</p> <p>Active 17 คำนวณค่าภาระคูณกับ FactorAir ทำซ้ำ count รอบ(ตามจำนวน) ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 18 หาผลรวมค่าภาระการทำความเย็น จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.101 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย หากการทำความเย็นเนื่อง
เปลือง

แผนผัง	การทำงาน
 <pre> graph TD Start([Start]) --> CallT[Call T] CallT --> CallU[Call U] CallU --> CallV[Call V] CallV --> CallW[Call W] CallW --> Loop{For h = 1 to 24} Loop -- True --> Active1[Active1] Active1 --> Loop Loop -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Call T ภาระเนื่องจากมวลส่วนหลังคา</p> <p>Call U ภาระเนื่องจากมวลส่วนผนังที่ป</p> <p>Call V ภาระเนื่องจากมวลส่วนพื้น</p> <p>Call W ภาระเนื่องจากมวลส่วนกระจก</p> <p>(นำมาจากการคำนวณพร้อมกันกับตัวแปรเนื่องจากสภาพแวดล้อม โดยใช้ค่าอุณหภูมิภายในเนื่องจากการใช้งาน)</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>Active 1 คือ หาผลรวมภาระเนื่องเปลืองอาคาร</p> <p>จบ</p>

ตารางที่ 6.4.2.102 แสดงการประมวลผลของโปรแกรมย่อย หากการทำความเย็นสูง
สุดและวันที่เกิดการทำความเย็นสูงสุดเนื่องจากพฤติกรรมการใช้งาน

แผนผัง	การทำงาน
 <pre> graph TD Start([Start]) --> Active1[Active1] Active1 --> Loop{For h = 1 to 24} Loop -- True --> Active2[Active2] Active2 --> Loop Loop -- False --> End([End]) </pre>	<p>เริ่มต้น</p> <p>Active 1 คือ ให้ค่า Max = -100,000</p> <p>ทำซ้ำ 24 รอบ(24 ชั่วโมง)</p> <p>เงื่อนไข C1 ถ้า ค่าภาระ \geq Max</p> <p>Active 2 คือ ให้ค่านั้นเท่ากับภาระสูงสุด(Max)</p> <p>จบ</p>

ข้อแตกต่างในการคำนวณและการใช้งานร่วมกันของค่าภาระการทำความเย็นในแต่ละตัวแปรที่ทำการพิจารณาเพื่อลดการคำนวณที่ซ้ำซ้อน

ตารางที่ 6.4.2.103 แสดงการลดการคำนวณที่ซ้ำซ้อนเนื่องจากอิทธิพลของตัวแปร

ตัวแปร	องค์ประกอบ	ค่า	ร่วมกับตัวแปร
สภาวะอ้างอิง(ภาระรวม)	หลังคา	(ค่าอ้างอิง)	
	ผนัง(เปลือกอาคาร)	(ค่าอ้างอิง)	
	ผนัง(ภายในอาคาร)	(ค่าอ้างอิง)	
	พื้น(เปลือกอาคาร)	(ค่าอ้างอิง)	
	พื้น(ภายในอาคาร)	(ค่าอ้างอิง)	
	กระจก	(ค่าอ้างอิง)	
	การรั่วซึม	(ค่าอ้างอิง)	
	มวลสาร	(ค่าอ้างอิง)	
สภาพแวดล้อมอาคาร	หลังคา	พลังงาน	สภาวะอ้างอิง(ภาระรวม)
	ผนัง(เปลือกอาคาร)	(เปลี่ยนค่า อุณหภูมิภายนอกและภายในเนื่องจากสภาพแวดล้อม)	
	ผนัง(ภายในอาคาร)	(เปลี่ยนค่า ภายในเนื่องจากสภาพแวดล้อมและมวลสารอาคาร)	
	พื้น(เปลือกอาคาร)	(เปลี่ยนค่า อุณหภูมิภายนอกและภายในเนื่องจากสภาพแวดล้อม)	
	พื้น(ภายในอาคาร)	(เปลี่ยนค่า อุณหภูมิภายในเนื่องจากสภาพแวดล้อมและมวลสารอาคาร)	
	กระจก	(เปลี่ยนค่า Sc เนื่องจากสภาพแวดล้อม)	
	การรั่วซึม	(เปลี่ยนค่า เ็นที่ลปีเนื่องจากสภาพแวดล้อม)	
	มวลสาร	พลังงาน	สภาวะอ้างอิง(ภาระรวม)
รูปทรงอาคาร	หลังคา	พลังงาน	สภาวะอ้างอิง(ภาระรวม)
	ผนัง(เปลือกอาคาร)	(เปลี่ยนค่า U,K,Sc)	
	ผนัง(ภายในอาคาร)	(เปลี่ยนค่า U,K,Sc)	
	พื้น(เปลือกอาคาร)	(เปลี่ยนค่า U,K,Sc)	
	พื้น(ภายในอาคาร)	(เปลี่ยนค่า U,K,Sc)	

ตารางที่ 6.4.2.103 แสดงการลดการคำนวณที่ซ้ำซ้อนเนื่องจากอิทธิพลของตัวแปร(ต่อ)

ตัวแปร	องค์ประกอบ	ใช้	ร่วมกับตัวแปร
	กระจก	(เปลี่ยนค่า U,K,Sc)	
	การรั่วซึม	พลังงาน	สภาวะอ้างอิง(ภาวะรวม)
เปลือกและวัสดุอาคาร	หลังคา	พลังงาน	สภาวะอ้างอิง(ภาวะรวม)
	ผนัง	พลังงาน	สภาวะอ้างอิง(ภาวะรวม)
	พื้น	ความร้อน	สภาวะอ้างอิง(ภาวะรวม)
	กระจก	ความร้อน	สภาวะอ้างอิง(ภาวะรวม)
	การรั่วซึม	ความร้อน	สภาวะอ้างอิง(ภาวะรวม)
	มวลสาร	ความร้อน	สภาวะอ้างอิง(ภาวะรวม)
ภายในอาคาร	มวลสาร	(ค่าสูงสุด)	
	อุปกรณ์	(ค่าสูงสุด)	
	หลอดไฟฟ้า	(ค่าสูงสุด)	
	ผู้ใช้งาน	(ค่าสูงสุด)	
พฤติกรรมการใช้*	หลังคา	พลังงาน	สภาวะอ้างอิง(ภาวะรวม)
	ผนัง(เปลือกอาคาร)	(เปลี่ยนค่า คุณสมบัติภายนอกและภายในเนื่องจากสภาพแวดล้อม การใช้เปิดปิดและมวลสารอาคาร)	
	ผนัง(ภายในอาคาร)	(เปลี่ยนค่า คุณสมบัติภายในเนื่องจากสภาพแวดล้อม การใช้เปิดปิดและมวลสารอาคาร)	
	พื้น(เปลือกอาคาร)	(เปลี่ยนค่า คุณสมบัติภายนอกและภายในเนื่องจากสภาพแวดล้อม การใช้เปิดปิดและมวลสารอาคาร)	
	พื้น(ภายในอาคาร)	(เปลี่ยนค่า คุณสมบัติภายในเนื่องจากสภาพแวดล้อม การใช้เปิดปิดและมวลสารอาคาร)	
	กระจก	พลังงาน	สภาพแวดล้อมอาคาร
	การรั่วซึม	พลังงาน	สภาพแวดล้อมอาคาร
	มวลสาร	(เนื่องจากการใช้เครื่องปรับอากาศ)	
	อุปกรณ์	(เนื่องจากการใช้งาน)	

ตารางที่ 6.4.2.103 แสดงการลดการคำนวณที่ซ้ำซ้อนเนื่องจากอิทธิพลของตัวแปร(ต่อ)

ตัวแปร	องค์ประกอบ	ใช้	ร่วมกับตัวแปร
	หลอดไฟฟ้า	(เนื่องจากการใช้งาน)	
	ผู้ใช้งาน	(เนื่องจากการใช้งาน)	

* มีการใช้เครื่องปรับอากาศเข้ามาเกี่ยวข้อง(เมื่อปิดค่าพลังงานเป็นศูนย์)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. การแสดงผล

หลังจากที่ทำการประมวลผลการหาค่าสภาวะน่าสบายและหรือการทำความเย็นแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือการนำค่าเหล่านั้นมาแสดง เพื่อให้เกิดความเป็นรูปธรรมแก่ผู้ใช้โปรแกรม

1) การแสดงผลในรูปแบบตารางแสดงค่า

1.1) การใช้ระบบธรรมชาติ

จากการประมวลผลในแต่ละตัวแปรที่ทำการพิจารณานำมาแสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์(ในรูปแบบอุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์) ตั้งแต่งชั่วโมงที่ 1 ถึงชั่วโมงที่ 8,784 หากชั่วโมงไหนอยู่ในขอบเขตน่าสบาย ช่อง(เซลล์ตาราง)นั้นจะเป็นสีเขียว เพื่อแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าเกิดอะไรขึ้น โดยแบ่งออกเป็น

- ตัวแปรสภาพอากาศภายนอกหรือสภาพอากาศสภาพแวดล้อมอาคาร
- ตัวแปรมวลสารอาคาร
- ตัวแปรอุณหภูมิผิวเฉลี่ยโดยรอบ
- ตัวแปรเนื่องจากการเปิดปิดอาคารหรือพฤติกรรมการใช้
- ตัวแปรสภาพอากาศภายนอกกรณีสภาพอากาศข้างอิง
- ตัวแปรเนื่องจากทุกตัวแปรข้างต้น

ชั่วโมงที่	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00
68	28.50/27.11	28.30/26.91	28.10/26.71	27.90/26.51	27.90/26.49	27.90/26.49	27.90/26.49	29.10/25.67	30.10/26.81
69	28.40/25.65	28.20/26.82	28.00/26.61	27.80/24.98	27.50/24.60	27.30/24.40	28.00/24.53	29.00/26.49	31.50/28.34
70	28.20/25.46	27.90/24.40	27.70/24.20	27.50/24.07	27.50/24.05	27.30/25.92	27.50/25.29	28.30/26.27	29.00/27.70
71	28.30/26.99	28.20/24.75	28.00/25.23	27.80/25.01	27.50/24.71	27.20/23.72	27.70/24.91	28.60/25.89	31.10/27.92
72	28.00/24.55	27.80/26.42	27.60/26.19	27.40/25.98	26.90/25.60	26.30/25.12	25.80/24.73	26.10/22.97	29.40/26.69
73	28.30/25.12	28.00/25.49	27.60/24.45	27.40/24.32	26.40/23.30	25.60/22.60	25.50/22.42	26.60/23.65	28.00/25.13
74	27.10/25.90	26.50/25.27	26.30/25.02	25.50/24.16	25.50/23.66	25.00/23.08	24.60/23.30	26.00/23.58	28.30/26.65
75	27.40/23.98	27.20/25.89	26.90/25.60	26.60/25.32	26.20/24.86	25.70/24.34	26.50/25.12	28.00/26.74	29.40/26.16
76	27.70/26.39	27.50/26.17	27.30/25.96	27.00/25.66	26.60/25.26	25.70/24.32	25.00/23.67	26.40/25.42	30.20/29.40
77	28.10/25.57	27.90/26.68	27.70/26.44	27.50/26.20	27.00/25.72	26.80/23.43	26.60/23.91	29.00/26.44	30.00/27.72
78	28.20/24.94	28.00/25.44	27.60/25.68	27.50/24.16	27.40/26.10	27.50/24.79	27.90/26.59	28.60/25.21	31.00/28.49
79	28.50/25.81	28.40/27.10	28.40/27.10	28.30/25.56	28.10/24.70	27.80/24.37	28.50/25.75	29.50/26.84	31.30/28.14
80	28.50/27.14	28.40/27.04	28.20/26.84	28.00/24.55	27.90/24.43	28.00/26.64	28.10/26.74	28.80/27.49	30.00/26.68
81	27.80/24.62	27.80/26.62	28.00/26.77	28.00/25.29	28.40/25.01	28.50/25.13	28.00/25.41	29.50/26.18	30.50/27.29
82	28.60/25.23	28.50/27.22	28.10/26.68	28.00/26.69	28.00/26.67	27.90/25.15	28.00/25.23	29.00/25.63	31.00/27.79
83	29.50/26.76	29.30/26.55	29.00/27.66	28.80/27.44	28.50/27.12	28.20/26.82	28.60/27.22	29.60/26.21	30.60/28.01
84	29.00/27.70	28.60/27.30	28.30/27.00	27.90/26.60	27.70/26.39	27.50/26.14	27.60/26.19	29.40/28.12	28.50/27.24
85	25.90/22.30	25.60/24.26	25.60/24.24	25.50/24.14	25.00/23.59	24.80/23.30	25.70/24.26	26.00/24.06	28.50/25.24
86	26.00/27.39	26.00/27.39	26.00/27.17	26.30/25.60	27.00/25.40	27.60/24.20	28.00/24.20	28.00/24.20	28.00/24.20

ภาพที่ 6.48 แสดงหน้าจอส่วนการประมวลผลการใช้ระบบธรรมชาติ

1.2) การใช้ระบบปรับอากาศ

จากการประมวลผลในแต่ละตัวแปรที่ทำการพิจารณานำมาแสดงค่าภาระการทำความเย็นรายชั่วโมง(ในรูปแบบปีที่อยู่ต่อชั่วโมง) หากชั่วโมงไหนค่าภาระการทำความเย็นต่ำกว่า 0 ปีที่อยู่ต่อชั่วโมง ช่อง(เซลล์ตาราง)นั้นจะเป็นสีเขียว เพื่อแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าเกิดอะไรขึ้น โดยแบ่งออกเป็น

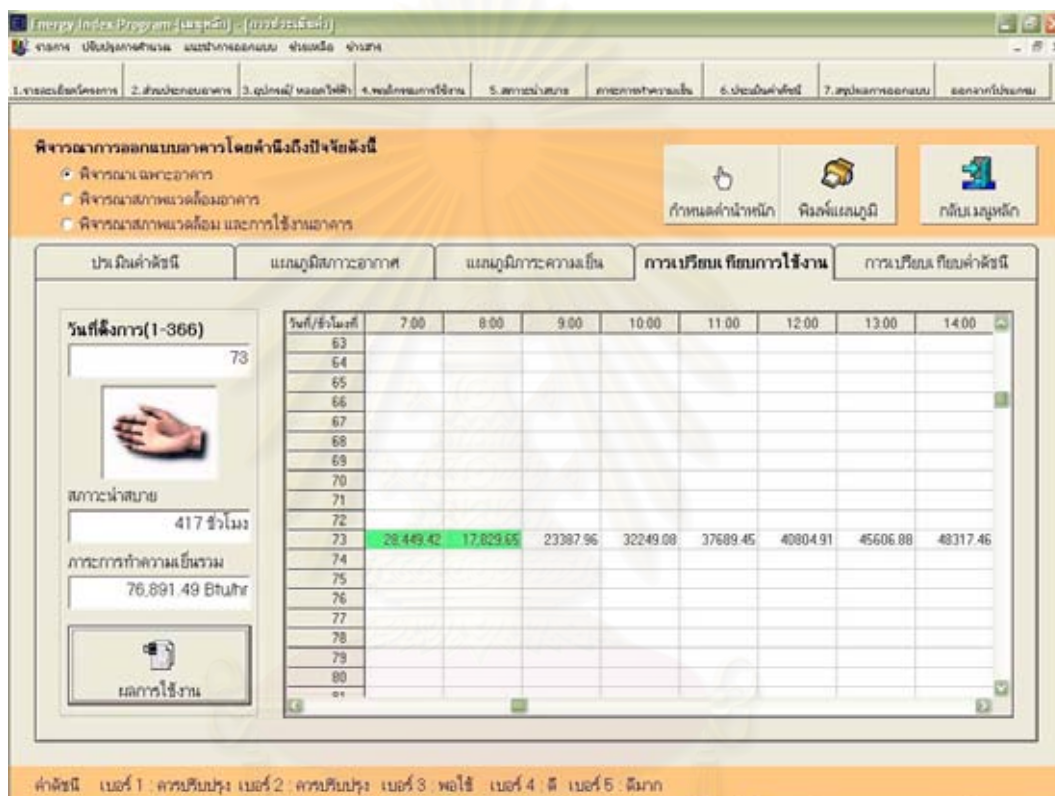
- ภาระรวมตลอดทั้งปี
- ภาระในแต่ละองค์ประกอบ ได้แก่ หลังคา ผนังที่บ ฝ้า กระจก การรั่วซึม และมวลสารอาคาร
- ภาระการทำความเย็นในช่วงวันที่เกิดภาระสูงสุดหรือวันที่เลือกพิจารณา โดยแยกเป็นตัวแปรต่างๆ ดังนี้ ตัวแปรสภาพอากาศภายนอกหรือสภาพอากาศสภาพแวดล้อม อาคาร ตัวแปรรูปทรงอาคาร ตัวแปรเปลือกและวัสดุอาคาร และตัวแปรตัวแปรพฤติกรรมการใช้งาน

วัน/ชั่วโมง	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00
18	370,995.30	272,915.30	262,732.30	143,585.30	24,441.45	191,317.70	24,475.90	385,627.40	545,239.00
19	101,949.70	29,781.67	25,045.94	92,411.50	87,930.89	62,672.94	89,932.42	106,807.20	106,071.60
20	43,302.23	35,773.07	78,658.46	47,817.37	2,961.02	1,774.32	735.16	22,951.29	63,826.90
21	19,107.86	16,418.14	13,946.79	27,580.98	31,124.62	36,329.79	29,211.29	26,892.42	52,260.54
22	19,164.42	16,819.31	13,816.77	31,313.45	34,999.34	20,236.03	7,158.15	51,893.89	123,654.50
23	22,280.95	19,553.02	15,726.57	11,666.07	10,753.43	8,405.53	9,045.15	15,990.21	24,293.91
24	18,852.79	15,770.71	12,805.63	9,584.37	8,095.46	7,464.10	7,391.27	11,745.38	18,797.79
25	30,891.62	27,100.81	24,147.84	53,086.89	17,008.78	13,588.70	25,806.69	20,620.55	33,759.98
26	284,406.40	47,999.38	42,783.28	37,515.36	106,489.00	45,220.34	31,392.73	27,570.67	50,862.79
27	30,316.18	33,399.28	18,962.05	11,085.08	7,888.49	-17,404.53	-6,491.78	-13,458.79	-8,361.67
28	7,562.48	4,353.85	934.53	-2,407.08	-5,507.39	-6,593.97	-6,625.60	-5,862.50	-3,560.50
29	6,228.02	93.60	924.32	-4,230.52	-6,055.18	-8,449.84	-6,169.94	-4,875.07	7,586.20
30	46,713.42	7,031.62	4,004.06	-1,088.65	-2,929.20	-4,181.72	-5,591.92	-5,201.16	5,306.09
31	20,039.86	7,334.52	5,431.42	3,882.14	2,560.95	534.72	26,070.32	7,651.57	15,324.10
32	22,429.43	7,691.54	3,220.17	506.67	-3,663.95	-6,300.45	-5,834.51	-10,995.57	-28,192.07
33	-22,850.60	-5,639.66	-9,733.60	-12,011.83	-15,040.66	-15,352.65	-41,055.79	-90,964.05	-29,829.70
34	3,094.53	972.01	-2,881.97	-4,204.24	-7,119.04	-8,675.57	-10,009.31	-7,723.70	4,346.10
35	3,359.26	1,608.70	-1,735.66	-3,447.30	-7,129.27	-9,612.24	-9,204.64	-1,663.34	7,449.69
รวม	8,557.88	5,127.85	800.18	595.74	-3,925.89	-6,887.86	-7,967.85	-29,815.89	8,700.85

ภาพที่ 6.49 แสดงหน้าจอส่วนการประมวลผลการใช้ระบบปรับอากาศ

1.3) การใช้ระบบธรรมชาติเทียบกับการใช้ระบบปรับอากาศ

เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบกันระหว่างทั้ง 2 ระบบ ในวันที่ต้องการพิจารณารายชั่วโมง โดยแสดงเป็นค่าภาระการทำควมเย็นกรณีระบบปรับอากาศ/อุณหภูมิภายในกรณีระบบธรรมชาติ หากชั่วโมงไหนอยู่ในเขตสภาวะน่าสบาย ช่อง(เซลล์ตาราง)นั้นจะเป็นสีเขียว เพื่อเปรียบเทียบรายชั่วโมง ตลอด 24 ชั่วโมงว่าหากใช้ระบบไหนจะเป็นอย่างไรกับการใช้ค่าพลังงาน



ภาพที่ 6.50 แสดงหน้าจอส่วนการประมวลผลเปรียบเทียบการใช้ระบบปรับอากาศและระบบธรรมชาติ

2) การแสดงผลในรูปแบบภูมิ

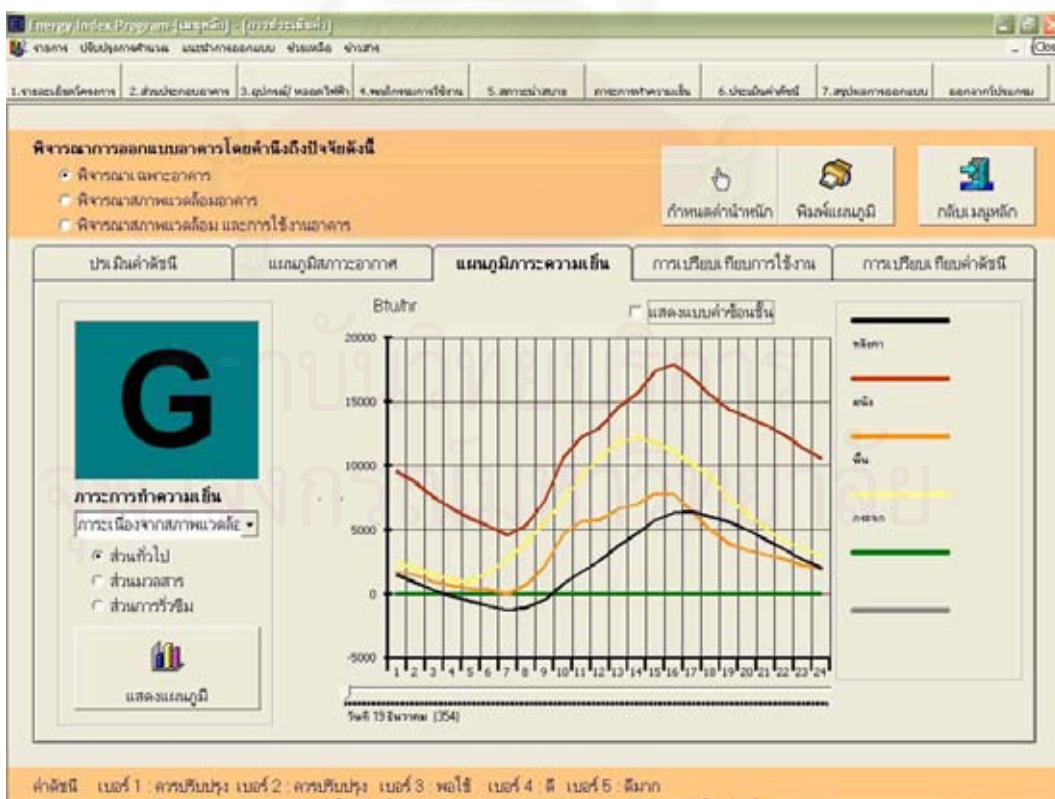
เพื่อให้เห็นภาพเป็นรูปประธรรมสำหรับการเปรียบเทียบ โดยนำค่าที่แสดงในตารางมาแสดง ในรูปของแผนภูมิแสดงผลในรูปแบบของแผนภูมิ แยกเป็น 2 ส่วน คือ

1.1) การใช้ระบบธรรมชาติ

1.2) การใช้ระบบปรับอากาศ



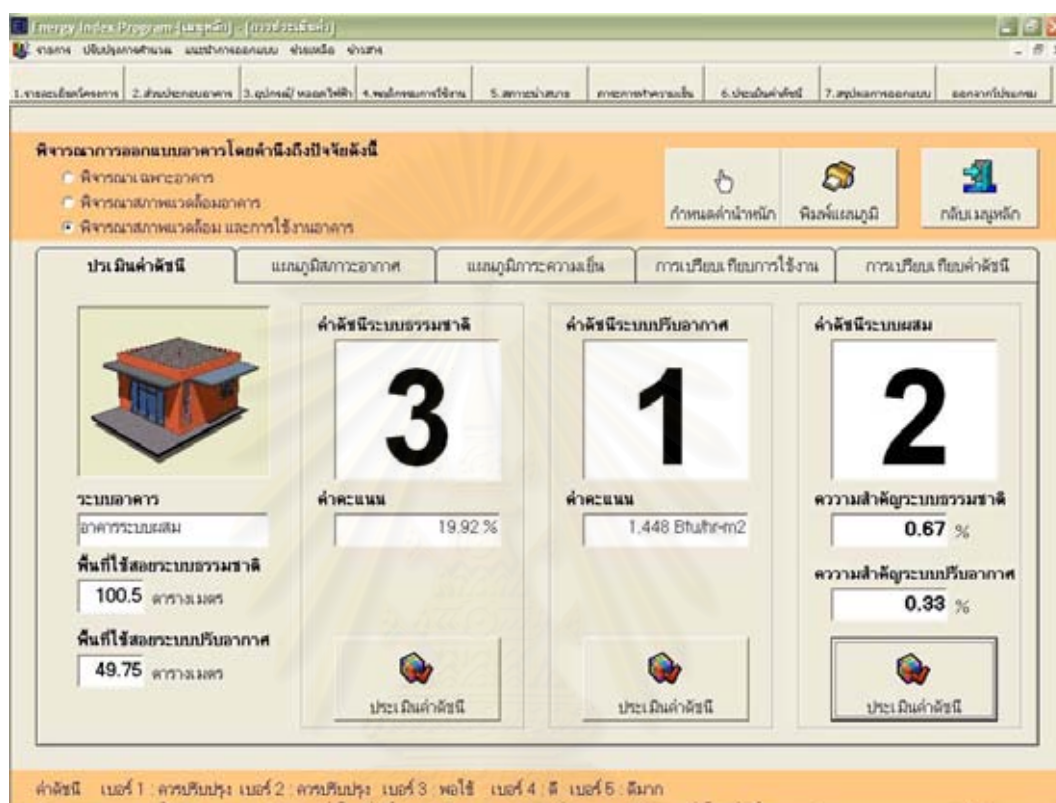
ภาพที่ 6.51 แสดงหน้าจอแสดงแผนภูมิส่วนระบบธรรมชาติ



ภาพที่ 6.52 แสดงหน้าจอแสดงแผนภูมิส่วนระบบปรับอากาศ

3) การแสดงค่าดัชนี

เมื่อได้ค่าคะแนนจากการประมวลผลทั้ง 2 ระบบแล้ว นำมาคำนวณเพื่อแสดงเป็นค่าดัชนี แบ่งออกเป็น 3 ระบบ คือ ระบบธรรมชาติ ระบบปรับอากาศ และระบบผสม

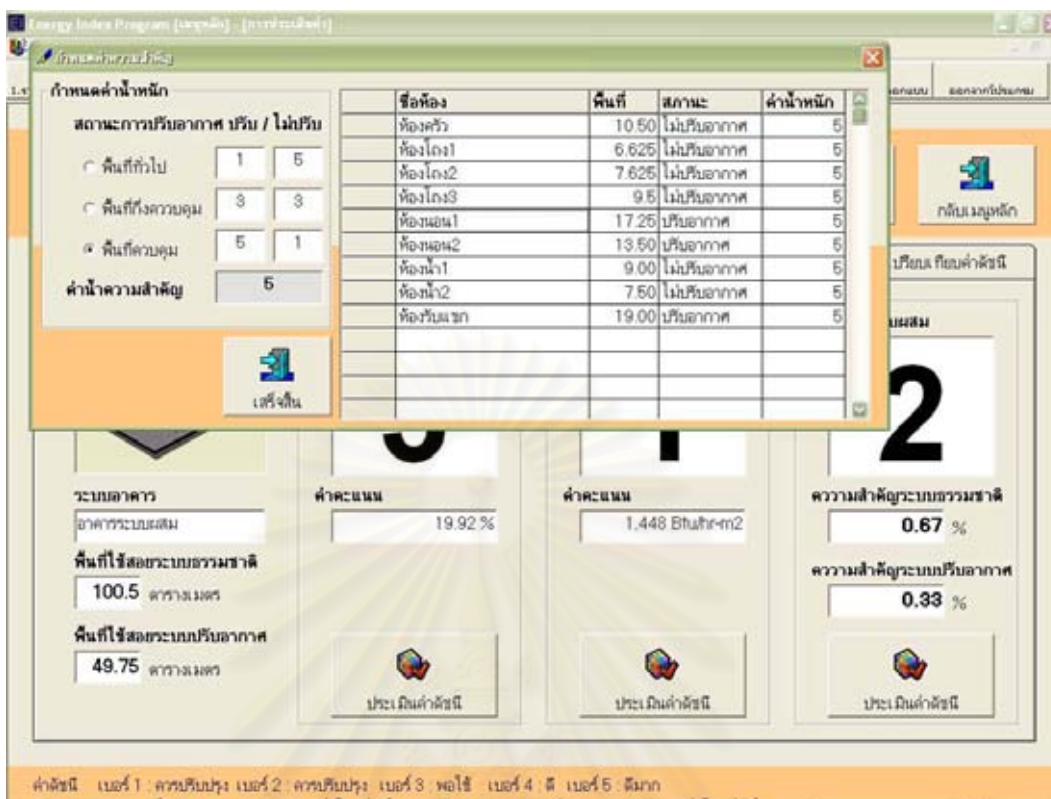


ภาพที่ 6.53 แสดงหน้าจอแสดงการประเมินค่าดัชนี

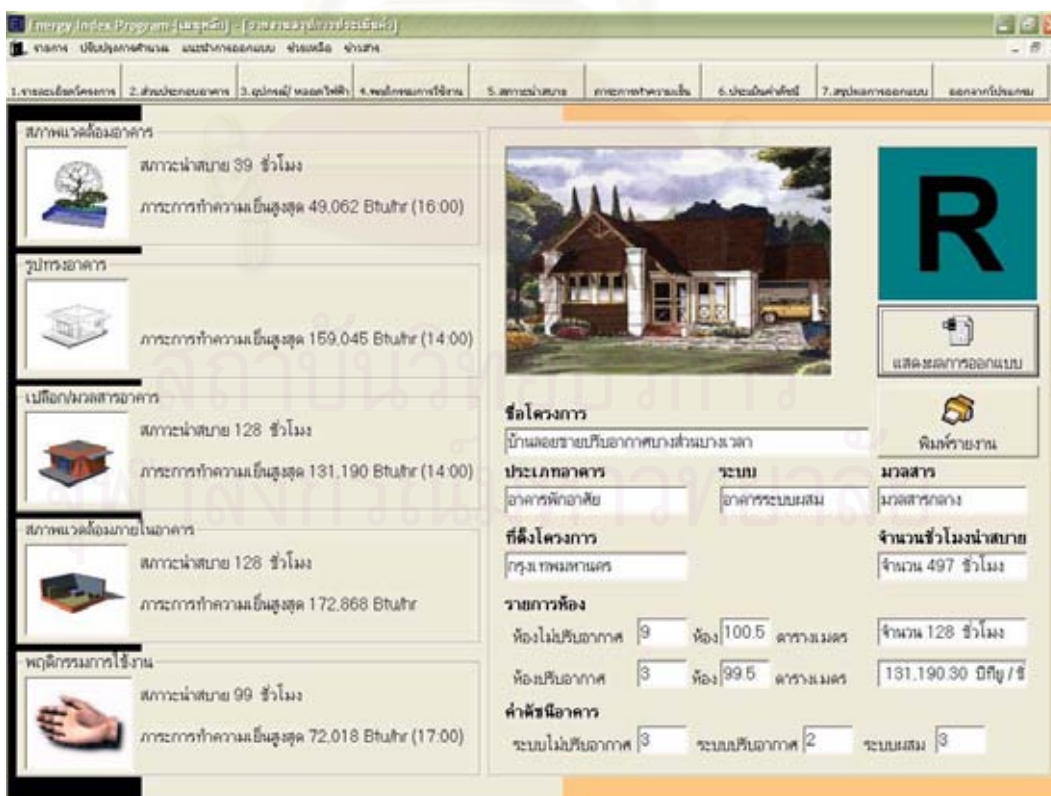
สำหรับในกรณีระบบผสมนั้นจะพิจารณาจากค่าดัชนีทั้ง 2 ระบบและค่าน้ำหนัก ซึ่งสามารถกำหนดได้

4) การแสดงส่วนสรุป

เมื่อได้ทำการประมวลผลและประเมินค่าแล้ว ขั้นสุดท้ายเป็นการสรุปผลที่เกิดขึ้น ได้แก่ รายละเอียดของโครงการ รายละเอียดการออกแบบในแต่ละระบบ และการสรุปผลค่าคะแนน(ค่าจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในเขตสภาวะน่าสบาย และค่าภาระการทำควมเย็นสูงสุด)และค่าดัชนีในแต่ละตัวแปรของแต่ละระบบ(ระบบธรรมชาติ และระบบปรับอากาศ)



ภาพที่ 6.54 แสดงหน้าจอการป้อนค่าน้ำหนักกรณีการประเมินระบบผสม



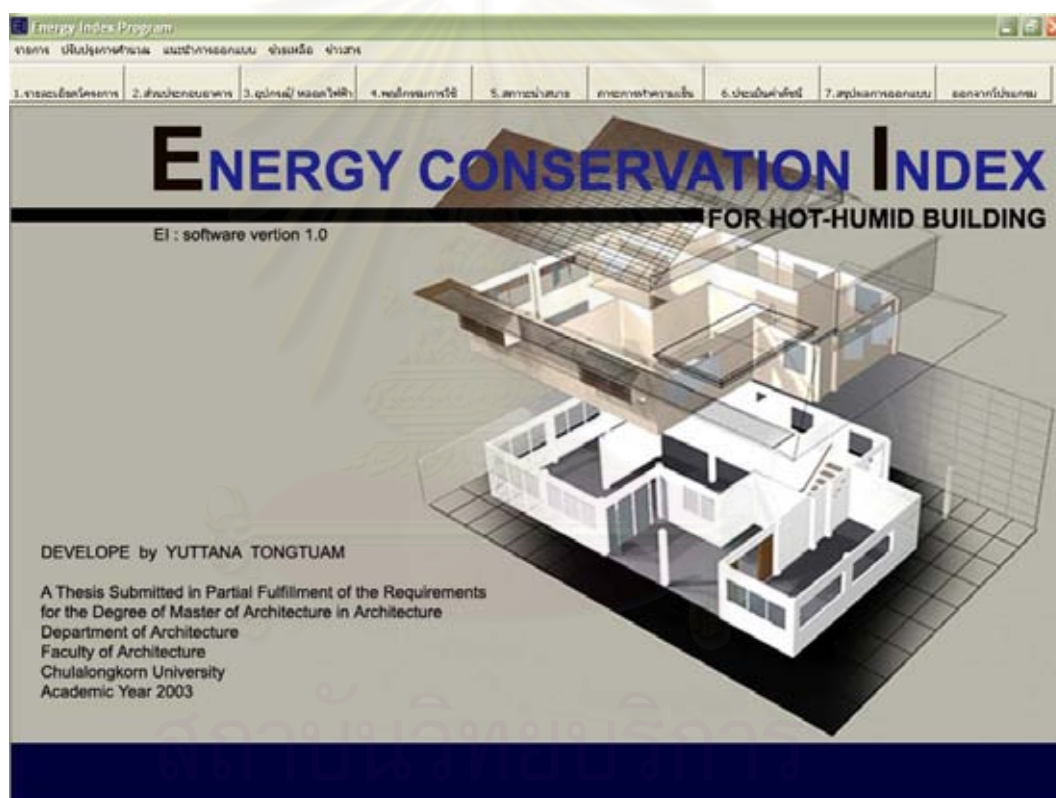
ภาพที่ 6.55 แสดงหน้าจอแสดงการสรุปผลการประเมินผลและประเมินค่า

5. ส่วนประกอบอื่นๆ

เพื่อให้โปรแกรมสามารถใช้งานได้ครบถ้วน จึงต้องมีส่วนที่ทำการเชื่อมต่อ ประสานการทำงานระหว่างผู้ใช้กับการประมวลผลของโปรแกรม ได้แก่

1) ส่วนเมนูหลักและคอนโทรลเมนู

เพื่อทำการเชื่อมต่อกับหน้าจอการทำงานอื่น ประกอบด้วย คอนโทรลเมนูพื้นฐาน(รายการปรับปรุงการคำนวณ แนะนำการออกแบบ ช่วยเหลือ และข่าวสาร) ปุ่มคอนโทรล(1.รายละเอียดโครงการ 2.ส่วนประกอบอาคาร 3.อุปกรณ์ หลอดไฟฟ้า 4.พฤติกรรมการใช้ 5.สถานะนำสบาย ภาวะการทำควมเย็น 6.ประเมินค่าดัชนี 7.สรุปผลการออกแบบ และออกจากโปรแกรม)



ภาพที่ 6.56 แสดงหน้าจอแสดงส่วนเมนูหลักและคอนโทรลเมนู

2) ส่วนเมนูเปิดโครงการเก่า

เป็นส่วนที่ใช้เรียกข้อมูลโครงการเก่าขึ้นมาเพื่อแสดงสำหรับทำงานที่ค้างไว้ต่อ หรือทำการประมวลผลใหม่



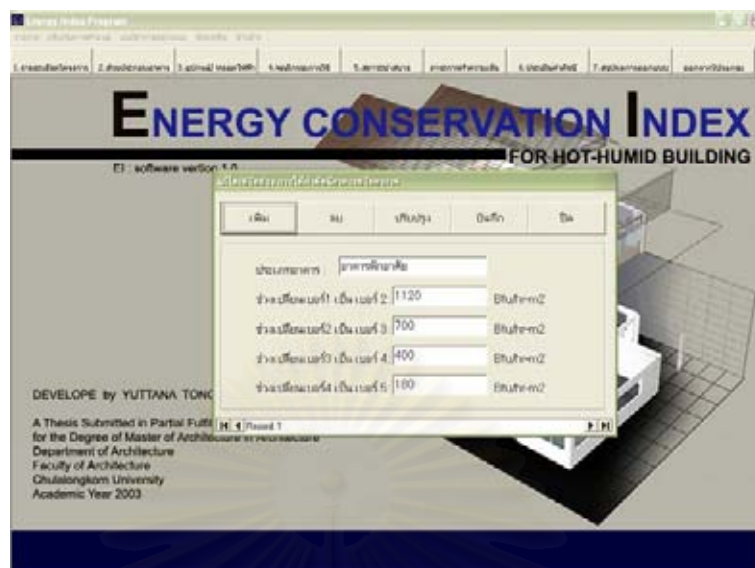
ภาพที่ 6.57 แสดงหน้าจอแสดงส่วนเปิดข้อมูลโครงการเก่า

3) ส่วนเมนูเปิดโครงการเก่า

เพื่อปรับปรุงและเพิ่มเติมการพิจารณาค่าคะแนนสำหรับประเมินค่าดัชนีอาคารประเภทต่าง ๆ



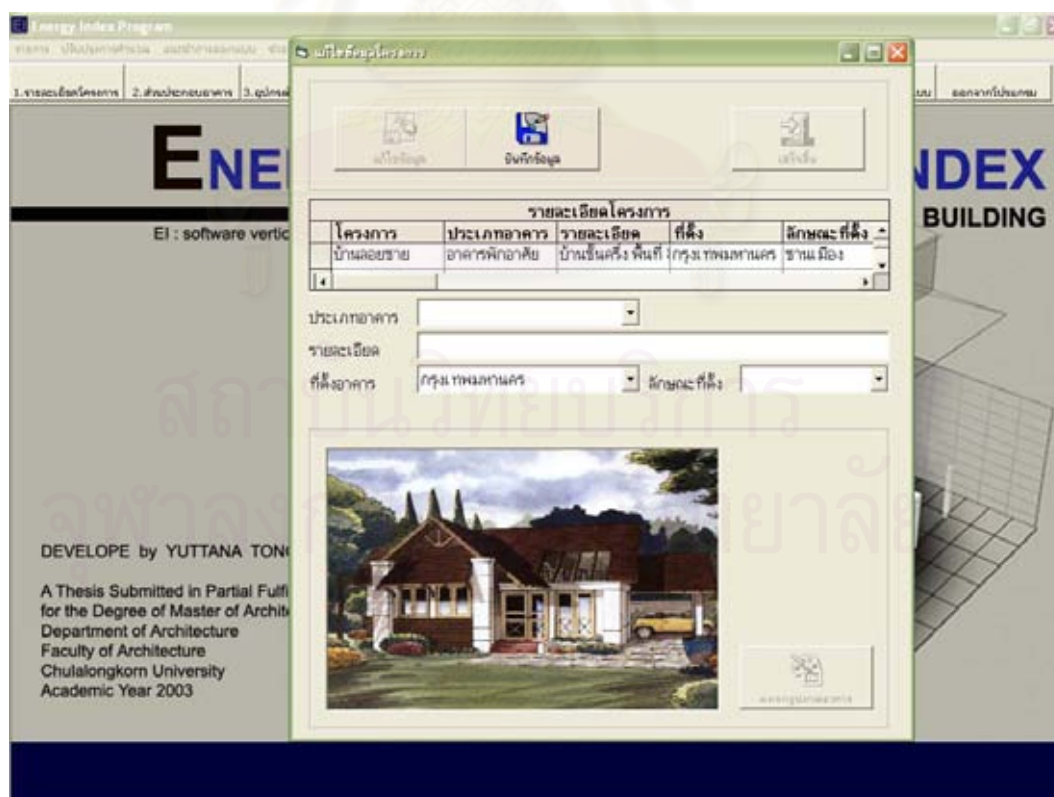
ภาพที่ 6.58 แสดงหน้าจอแสดงส่วนการปรับปรุงค่าคะแนนดัชนีระบบธรรมชาติ



ภาพที่ 6.59 แสดงหน้าจอแสดงส่วนการปรับปรุงค่าคะแนนดัชนีระบบปรับอากาศ

4) ส่วนการปรับปรุงข้อมูลรายละเอียดโครงการ

เป็นส่วนที่ใช้เรียกแก้ไขข้อมูลโครงการเก่าเพื่อกำหนดค่าใหม่ในกรณีที่มีข้อมูลอื่นๆเหมือนเดิม



ภาพที่ 6.60 แสดงหน้าจอแสดงส่วนการปรับปรุงข้อมูลรายละเอียดโครงการ

บทที่ 7

การทดสอบการประเมินค่าดัชนี

สำหรับในบทที่ 7 ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนแรกเป็นการประมวลผลเพื่อทำการแบ่งค่าคะแนนสำหรับอาคารไม่ปรับอากาศสำหรับใช้ในการประเมินค่าดัชนีอาคารไม่ปรับอากาศและอาคารที่ใช้ระบบผสม และส่วนที่ 2 เป็นส่วนของการประมวลผลและประเมินค่าอาคารตัวอย่างเพื่อเป็นกรณีศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

1. การสร้างเกณฑ์การประเมินค่าดัชนีอาคารไม่ปรับอากาศ

1) **หลักเกณฑ์ในการพิจารณา** เพื่อทำการประเมินค่าดัชนีสภาพของอาคารในเรื่องของการสร้างสภาวะน่าสบายด้วยการคำนวณค่าความรู้สึกเสมือนเนื่องจากความชื้นและความเร็วลม ได้พิจารณาประเมินจากค่าจำนวนชั่วโมงที่เกิดสภาวะน่าสบายภายในอาคารเปรียบเทียบกับจำนวนชั่วโมงที่เกิดสภาวะน่าสบายของสภาพอากาศมาตรฐาน(ข้อมูลสภาพอากาศกรมอุตุนิยมวิทยา) มีขั้นตอนดังนี้

1.1) แบ่งกลุ่มตัวแปรที่ต้องการพิจารณา เพื่อสร้างกรณีศึกษาต่างๆ ที่เป็นไปได้ ได้แก่ ตัวแปรตามที่ต้องการในการทำนายค่าสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มหลัก คือ

กลุ่มที่ 1 กลุ่มสภาพแวดล้อมอาคาร ได้แก่ ลานคอนกรีต สนามหญ้า ใต้ต้นไม้ ริมสระน้ำกลางแจ้ง ใต้ต้นไม้ริมสระน้ำ และใต้ต้นไม้ใหญ่ริมสระน้ำในร่ม (รวมทั้งสภาพอากาศมาตรฐาน : บริเวณทั่วไป)

กลุ่มที่ 2 กลุ่มมวลสารอาคาร ได้แก่ มวลสารน้อย มวลสารกลาง มวลสารมาก

กลุ่มที่ 3 กลุ่มการเปิดปิดอาคาร ได้แก่ การเปิดอาคารตลอดวัน เปิดกลางวันปิดกลางคืน ปิดกลางวันเปิดกลางคืน และปิดอาคารตลอดวัน

ดังนั้น กรณีที่ต้องศึกษามีทั้งหมด $3 \times 4 \times 7 = 84$ กรณี เมื่อกำหนดให้ความเร็วลมภายในอาคารเป็น 0 km / hr

1.2) นำค่าที่ได้มาคำนวณค่าคะแนน(จำนวนชั่วโมงที่เกิดสภาวะน่าสบายภายในอาคาร / จำนวนชั่วโมงที่เกิดสภาวะน่าสบายของสภาพอากาศมาตรฐาน) แล้วเรียงลำดับจากน้อยไปมากพิจารณาแนวโน้มของค่าคะแนน สร้างเป็นสมการทำนาย

1.3) นำสมการที่ได้มาป้อนค่าตั้งแต่ 1-100 ตัดแบ่งทุกช่วงเปอร์เซ็นต์ที่ 20 (20 ,40, 60, 80) เพื่อทำการแบ่งระดับค่าคะแนนออกเป็น 5 ช่วง(เนื่องจากพิจารณาแล้วว่าแนวโน้มของข้อมูลไม่สามารถที่จะแยกออกจากกันได้ชัดเจน)

1.4) พิจารณา ณ ตำแหน่งดังกล่าวว่ามีค่าคะแนนเท่าใดบ้าง แล้วกำหนดขอบเขตค่าคะแนนด้วยค่าคะแนนตำแหน่งนั้นๆ

2) การประมวลผลและกำหนดค่าคะแนน

ตามเงื่อนไขและกรณีที่ต้องการศึกษาข้างต้น ทำการประมวลผลด้วยโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นจากการวิจัยข้างต้น ได้ผลดังนี้

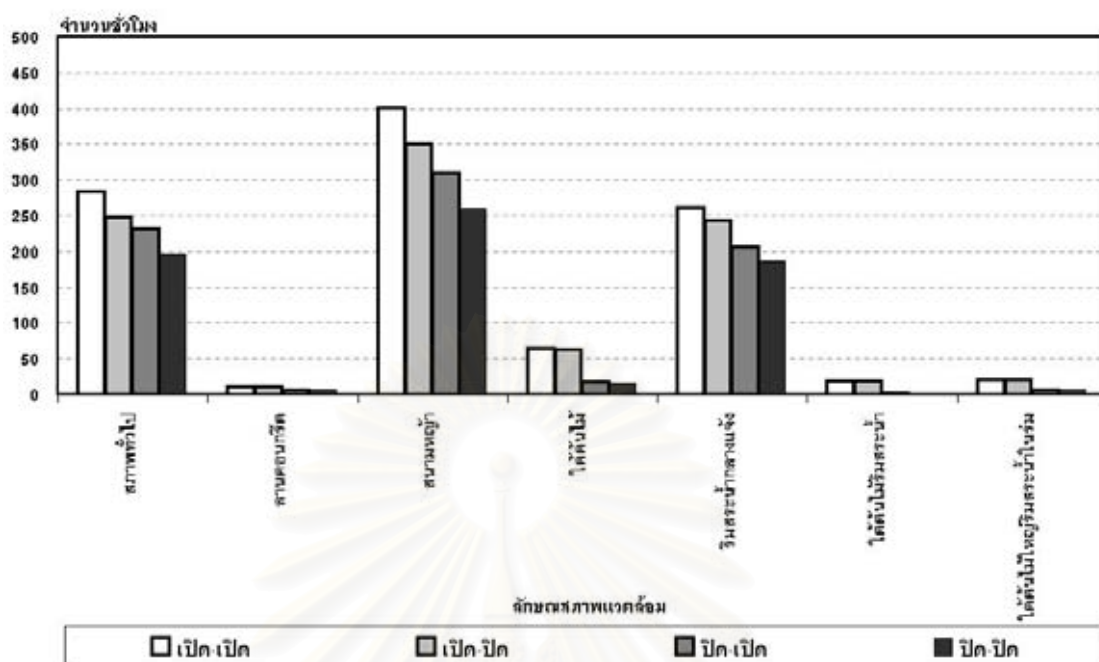
ตารางที่ 7.1 แสดงค่าจำนวนชั่วโมงที่เกิดสภาวะนำสลายในอาคารตามเงื่อนไขกรณีต่างๆ

การใช้	มวลสารน้อย						มวลสารกลาง						มวลสารมาก								
	สภาพทั่วไป	ลานคอนกรีต	สนามหญ้า	ได้ต้นไม้	ริมสระน้ำกลางแจ้ง	ได้ต้นไม้ริมสระน้ำ	ได้ต้นไม้ใหญ่ริมสระน้ำ	สภาพทั่วไป	ลานคอนกรีต	สนามหญ้า	ได้ต้นไม้	ริมสระน้ำกลางแจ้ง	ได้ต้นไม้ริมสระน้ำ	ได้ต้นไม้ใหญ่ริมสระน้ำ	สภาพทั่วไป	ลานคอนกรีต	สนามหญ้า	ได้ต้นไม้	ริมสระน้ำกลางแจ้ง	ได้ต้นไม้ริมสระน้ำ	ได้ต้นไม้ใหญ่ริมสระน้ำ
เปิด-เปิด	300	19	422	43	282	44	107	229	8	310	26	200	6	8	284	12	401	65	262	20	21
เปิด-ปิด	283	18	398	41	269	44	105	220	8	284	26	197	6	8	248	12	350	64	243	20	21
ปิด-เปิด	311	19	427	38	275	39	93	137	2	207	4	111	0	1	232	6	310	18	206	2	7
ปิด-ปิด	294	18	403	36	262	39	91	128	2	181	4	108	0	1	196	6	259	17	187	2	7

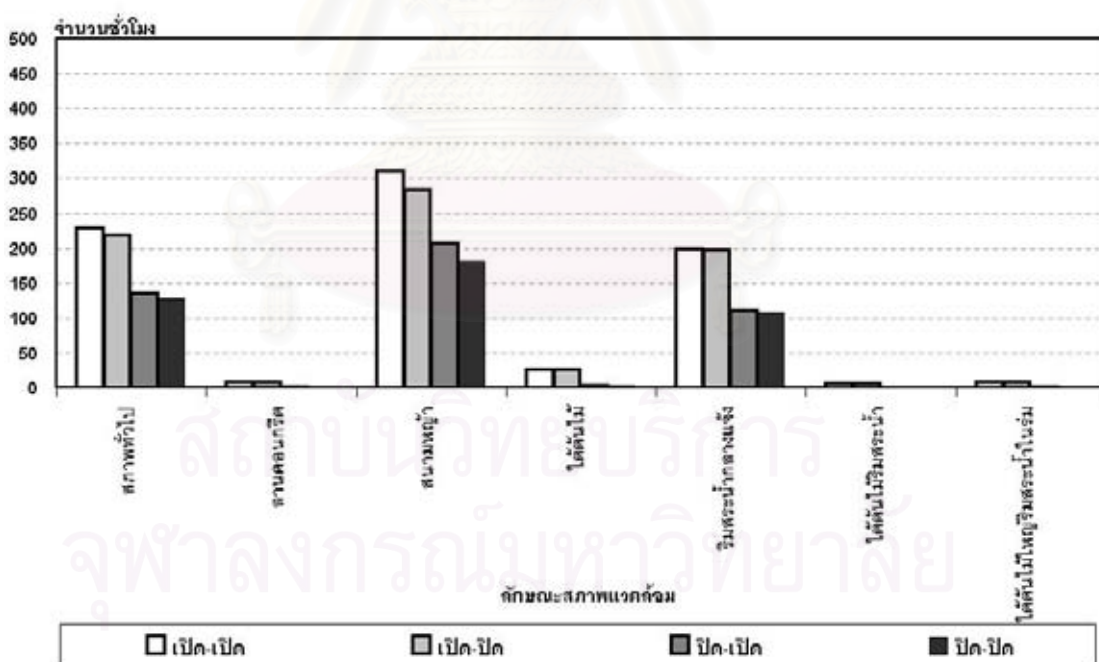
เมื่อ จำนวนชั่วโมงที่เกิดสภาวะนำสลายของสภาพอากาศมาตรฐาน = 707 ชั่วโมง

ตารางที่ 7.2 แสดงค่าคะแนนของอาคารตามเงื่อนไขกรณีต่างๆ

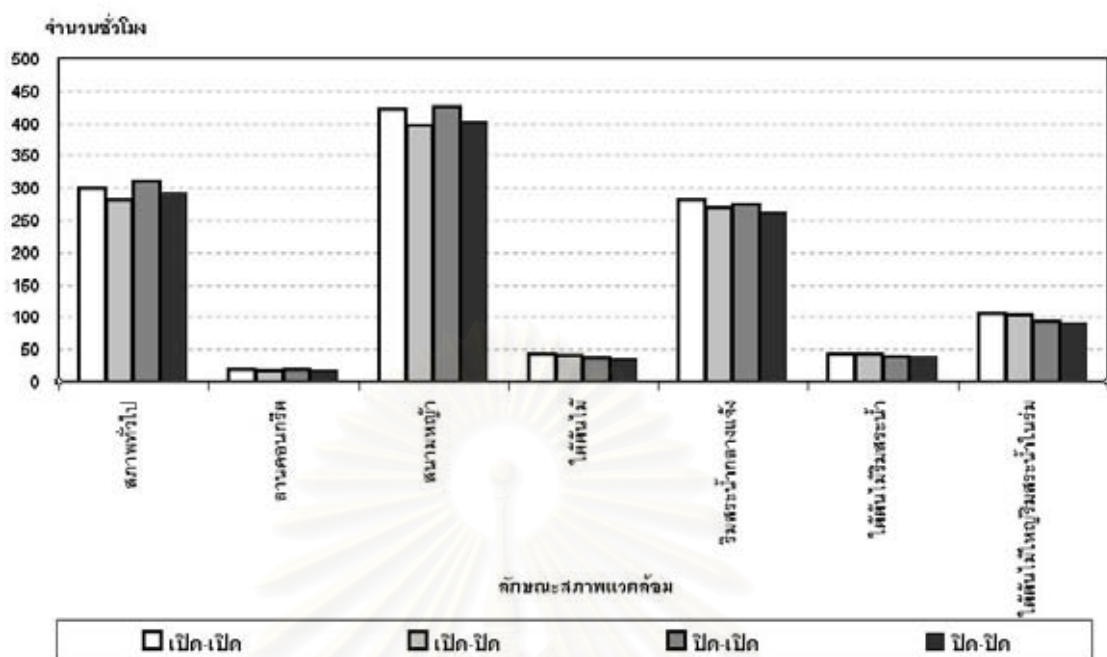
การใช้	มวลสารน้อย						มวลสารกลาง						มวลสารมาก								
	สภาพทั่วไป	ลานคอนกรีต	สนามหญ้า	ได้ต้นไม้	ริมสระน้ำกลางแจ้ง	ได้ต้นไม้ริมสระน้ำ	ได้ต้นไม้ใหญ่ริมสระน้ำ	สภาพทั่วไป	ลานคอนกรีต	สนามหญ้า	ได้ต้นไม้	ริมสระน้ำกลางแจ้ง	ได้ต้นไม้ริมสระน้ำ	ได้ต้นไม้ใหญ่ริมสระน้ำ	สภาพทั่วไป	ลานคอนกรีต	สนามหญ้า	ได้ต้นไม้	ริมสระน้ำกลางแจ้ง	ได้ต้นไม้ริมสระน้ำ	ได้ต้นไม้ใหญ่ริมสระน้ำ
เปิด-เปิด	42.4	2.7	59.7	6.1	39.9	6.2	15.1	32.4	1.1	43.8	3.7	28.3	0.8	1.1	40.2	1.7	56.7	9.2	37.1	2.8	3.0
เปิด-ปิด	40.0	2.5	56.3	5.8	38.0	6.2	14.9	31.1	1.1	40.2	3.7	27.9	0.8	1.1	35.1	1.7	49.5	9.1	34.4	2.8	3.0
ปิด-เปิด	44.0	2.7	60.4	5.4	38.9	5.5	13.2	19.4	0.3	29.3	0.6	15.7	0.0	0.1	32.8	0.8	43.8	2.5	29.1	0.3	1.0
ปิด-ปิด	41.6	2.5	57.0	5.1	37.1	5.5	12.9	18.1	0.3	25.6	0.6	15.3	0.0	0.1	27.7	0.8	36.6	2.4	26.4	0.3	1.0



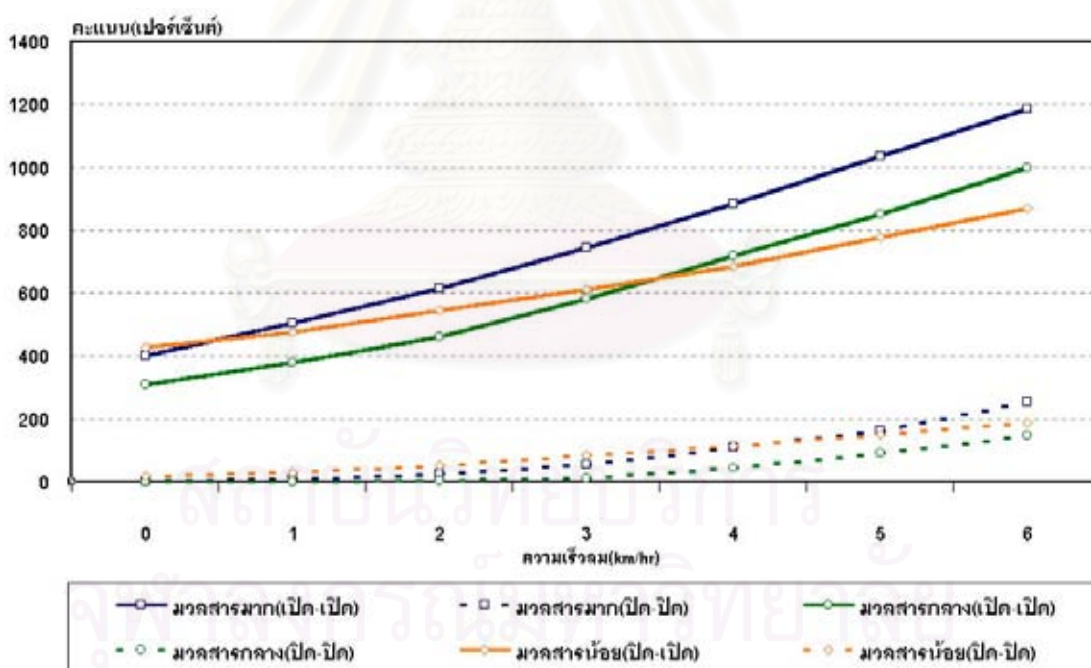
แผนภูมิที่ 7.1 แสดงจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายในกรณีต่างๆ ของอาคารมวลสารมาก



แผนภูมิที่ 7.2 แสดงจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายในกรณีต่างๆ ของอาคารมวลสารปานกลาง



แผนภูมิที่ 7.3 แสดงจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายในกรณีต่างๆ ของอาคารมวลสารน้อย



แผนภูมิที่ 7.4 แสดงจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายในกรณีต่างๆ เนื่องจากความเร็วลม

หากพิจารณาความเร็วลมประกอบพบว่า เมื่อคัดเลือกตัวแทนกรณีที่ดีที่สุดและกรณีที่แย่ที่สุดของแต่ละมวลสารนำมาประมวลผลโดยเพิ่มความเร็วลม 6 ระดับคือ 1,2,3,4,5 และ 6 km/hr (ความรู้สึกว่ามีการรบกวนจากกระแสดม ประมาณ 5.47 km/hr) พบว่าความเร็วลมสามารถที่จะเพิ่มจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายได้ค่อนข้างมาก

ตารางที่ 7.3 แสดงค่าจำนวนชั่วโมงที่เกิดสภาวะนำสลายในอาคารเมื่อพิจารณาความเร็วลม

มวลสาร	ความเร็วลม(km/hr)							ลักษณะสภาพแวดล้อม
	0	1	2	3	4	5	6	
	ค่าจำนวนชั่วโมง							
มาก(เปิด-เปิด)	401	503	615	743	885	1036	1186	กรณีบริเวณสนามหญ้า
	2	6	24	57	111	161	256	ใต้ต้นไม้ริมสระน้ำ
กลาง(เปิด-เปิด)	310	379	460	583	719	850	1000	กรณีบริเวณสนามหญ้า
	0	0	3	12	45	93	146	ใต้ต้นไม้ริมสระน้ำ
น้อย(เปิด-เปิด)	427	477	546	610	686	776	869	กรณีบริเวณสนามหญ้า
	18	31	52	83	113	150	187	ลานคอนกรีต
	ค่าคะแนน							
มาก(เปิด-ปิด)	56.72	71.15	86.99	105.09	125.18	146.53	167.75	กรณีบริเวณสนามหญ้า
	0.28	0.85	3.39	8.06	15.70	22.77	36.21	ใต้ต้นไม้ริมสระน้ำ
กลาง(เปิด-ปิด)	43.85	53.61	65.06	82.46	101.70	120.23	141.44	กรณีบริเวณสนามหญ้า
	0.00	0.00	0.42	1.70	6.36	13.15	20.65	ใต้ต้นไม้ริมสระน้ำ
น้อย(เปิด-ปิด)	60.40	67.47	77.23	86.28	97.03	109.76	122.91	กรณีบริเวณสนามหญ้า
	2.55	4.38	7.36	11.74	15.98	21.22	26.45	ลานคอนกรีต

เมื่อนำข้อมูลคะแนนที่ได้มาเรียงลำดับจากน้อยไปมาก พบว่ามีแนวโน้มของค่าคะแนนไม่เป็นเส้นตรง แต่มีลักษณะโค้งพาราโบลาและไม่เกาะกลุ่มกันชัดเจน เมื่อนำสมการเส้นแนวโน้มที่ได้ไปแบ่งช่วงค่าคะแนน โดยให้

เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 0-20 เป็นช่วงคะแนนของค่าดัชนีเบอร์ 1 คือ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 %

เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 21-40 เป็นช่วงคะแนนของค่าดัชนีเบอร์ 2 คือ มากกว่า 1% ถึง 10 %

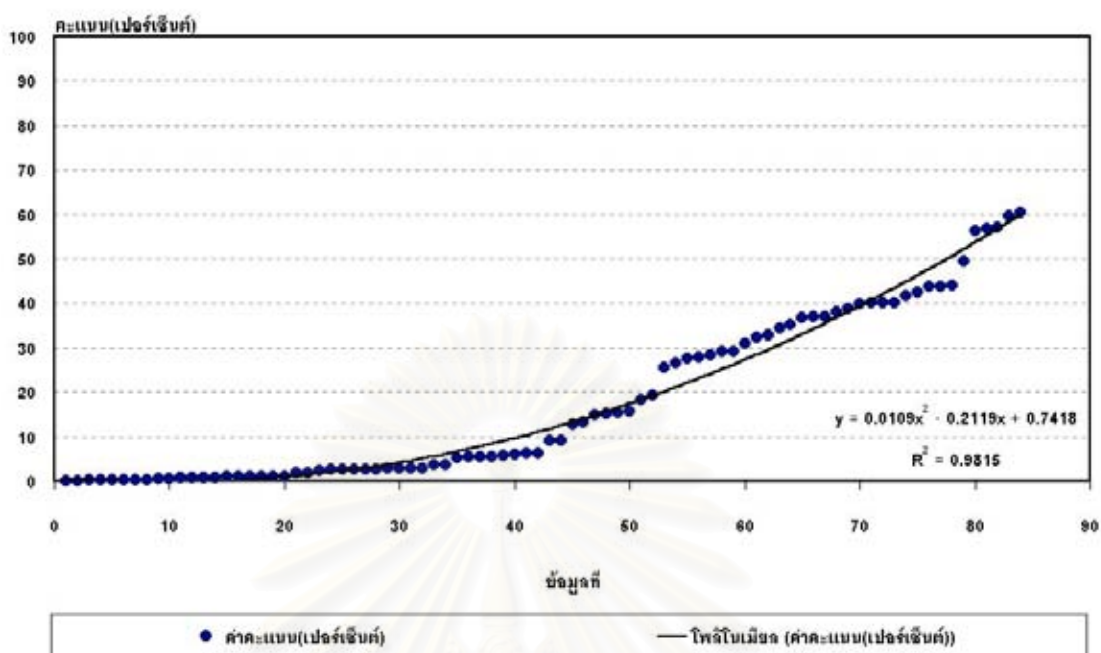
เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 41-60 เป็นช่วงคะแนนของค่าดัชนีเบอร์ 3 คือ มากกว่า 10% ถึง 27 %

เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 61-80 เป็นช่วงคะแนนของค่าดัชนีเบอร์ 4 คือ มากกว่า 27% ถึง 54%

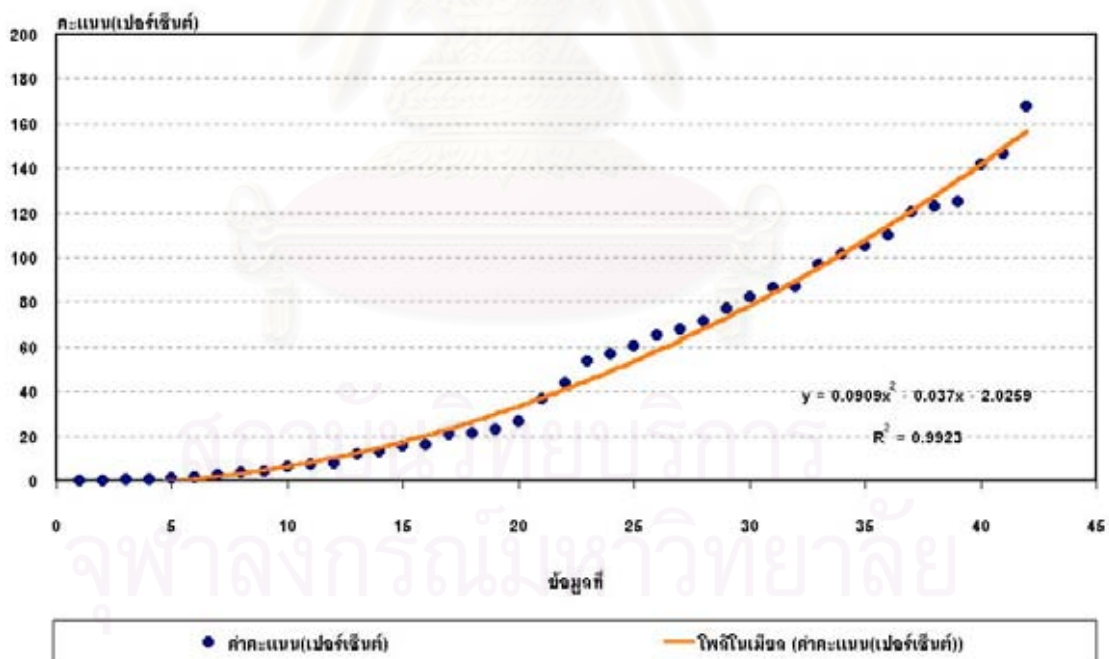
เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 81-100 เป็นช่วงคะแนนของค่าดัชนีเบอร์ 5 คือ มากกว่า 54%

ดังแสดงในแผนภูมิที่ 7.7

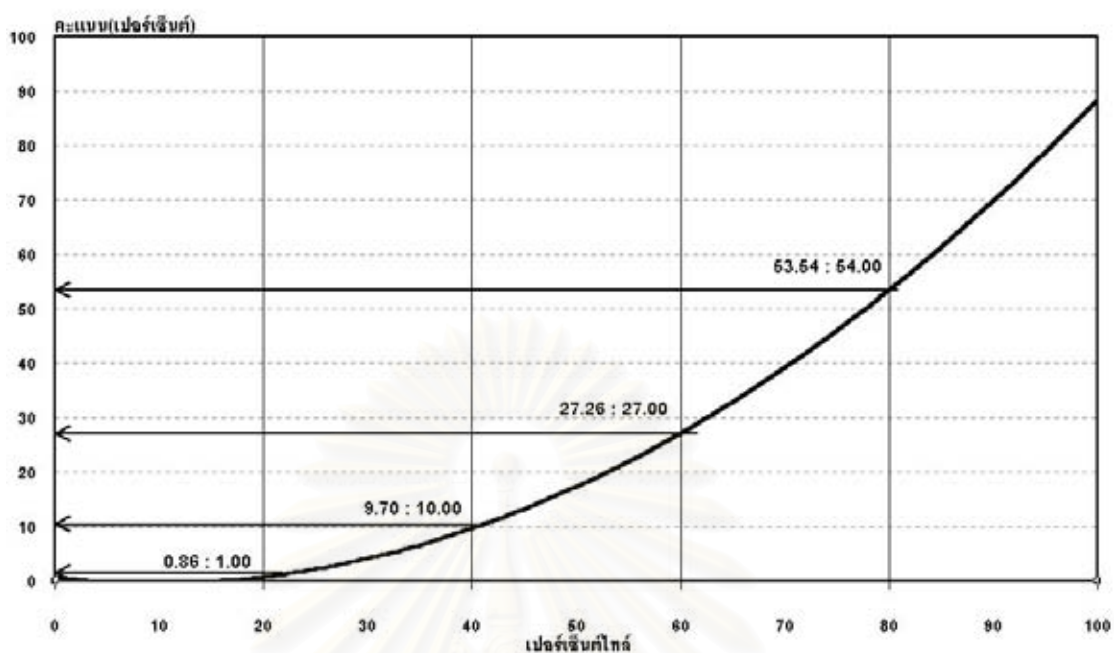
จากค่าคะแนนที่ได้นำไปใช้เป็นเกณฑ์ประเมินค่าดัชนีสำหรับอาคารพักอาศัยในส่วนที่ไม่ทำการปรับอากาศ ของโปรแกรมที่ได้ทำการพัฒนาจากการวิจัย



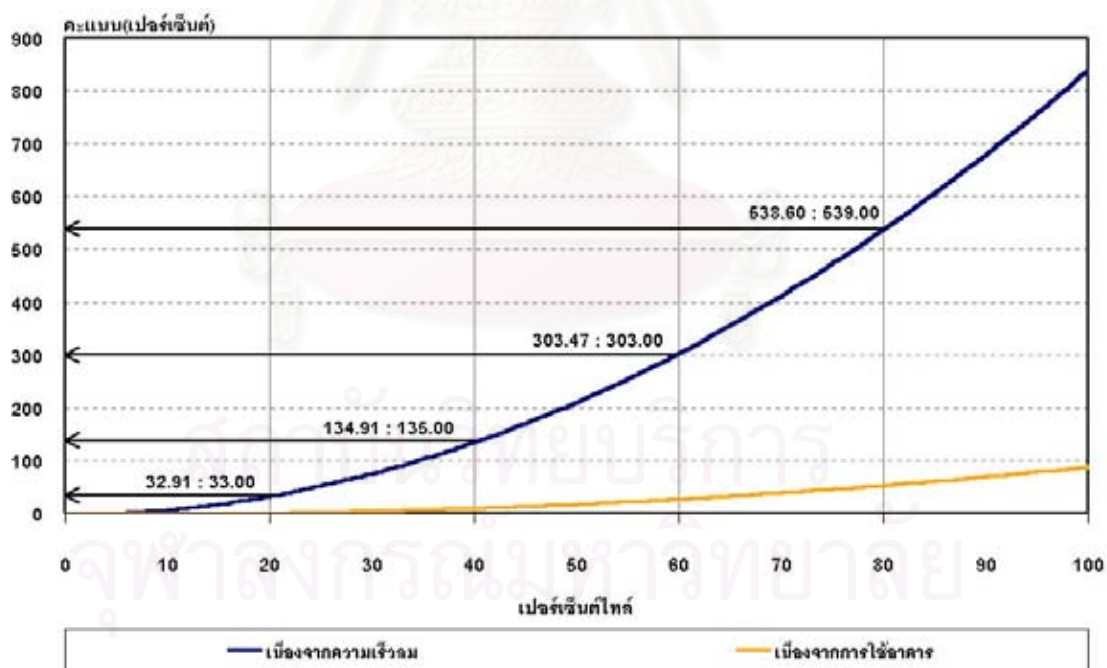
แผนภูมิที่ 7.5 แสดงแนวโน้มจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาน่าสบายในกรณีต่างๆ



แผนภูมิที่ 7.6 แสดงแนวโน้มจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาน่าสบายในกรณีต่างๆ เนื่องจากความเร็วลม



แผนภูมิที่ 7.7 แสดงการแบ่งค่าคะแนนเพื่อหาช่วงค่าดัชนีสำหรับอาคารไม่ปรับอากาศ



แผนภูมิที่ 7.8 แสดงการเปรียบเทียบค่าคะแนนอันเนื่องจากการใช้อาคาร กับการใช้ความเร็วลม

2. การศึกษาการประมวผลและประเมินค่าดัชนีจากกรณีตัวอย่าง

เพื่อเป็นการทดสอบและศึกษาการประมวผลและประเมินค่าดัชนีกับอาคาร จึงได้พิจารณาคัดเลือกอาคารที่มีลักษณะทั่วไปที่ใช้เทคโนโลยีปัจจุบันในการทดสอบ ซึ่งในข้างต้นนี้ได้พิจารณาอาคารพักอาศัยโครงการบ้านลอยชาย ขนาดพื้นที่ใช้สอยประมาณ 100 ตร.ม. ซึ่งรายละเอียดการออกแบบอธิบายไว้ในภาคผนวก

สำหรับการทดสอบจะพิจารณาถึงประเด็นการออกแบบอาคารที่ใช้ระบบธรรมชาติ ระบบปรับอากาศและระบบผสม โดยใช้เกณฑ์แนวทางในการออกแบบและการประมวผลด้วยโปรแกรมซึ่งแบ่งเป็นตัวแปรต่างๆ ดังนี้ สำหรับอาคารไม่ปรับอากาศพิจารณา ตัวแปรสภาพแวดล้อมอาคาร ตัวแปรมวลสารอาคาร ตัวแปรอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ และตัวแปรพฤติกรรมกรรมการใช้ สำหรับอาคารปรับอากาศพิจารณา ตัวแปรสภาพแวดล้อมอาคาร ตัวแปรรูปทรงอาคาร ตัวแปรเปลือกและวัสดุอาคาร ตัวแปรสภาพแวดล้อมภายในอาคาร และตัวแปรพฤติกรรมกรรมการใช้ แบ่งค่าคะแนนประเมินค่าดัชนีออกเป็น 3 ระดับ คือ การออกแบบอาคาร การออกแบบอาคารที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อม และการออกแบบอาคารที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อมและพฤติกรรมกรรมการใช้งาน

และทำการกำหนดการใช้ระบบปรับอากาศ แบ่งเงื่อนไขดังนี้

- 1) เงื่อนไขอาคารที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศทั้งอาคาร โดยพิจารณาการเปิดปิดอาคารเป็น 64 กรณี คือ แบ่งเป็นการเปิด ปิด อาคาร และฤดูกาล ได้แก่ ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว พิจารณาเงื่อนไขที่ดีที่สุดนำไปพิจารณากับอาคารที่มีการปรับอากาศบางส่วน
- 2) เงื่อนไขอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศทั้งอาคาร ตลอด 24 ชั่วโมง
- 3) เงื่อนไขอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศบางส่วนของอาคาร ตลอด 24 ชั่วโมง
- 4) เงื่อนไขอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศทั้งอาคาร บางช่วงเวลา
- 5) เงื่อนไขอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศบางส่วนของอาคาร บางช่วงเวลา

สำหรับเงื่อนไขที่ 3 และ 5 นั้น จะใช้เงื่อนไขสภาวะน่าสบายที่ดีที่สุดของการใช้ระบบธรรมชาติในส่วนที่ไม่มีการปรับอากาศ มีรายละเอียดดังนี้

1) เงื่อนไขอาคารที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศทั้งอาคาร

ในการประมวผลสำหรับกรณีนี้ มีทั้งหมด 64 กรณี โดยแบ่งตามลักษณะการใช้งานจากการเปิดปิดอาคารช่วงกลางวันและกลางคืนในฤดูกาลต่าง ในขั้นแรกจะพิจารณาเฉพาะจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายที่ดีที่สุด นำมาประเมินผลอย่างละเอียดอีกครั้ง

ตารางที่ 7.4 แสดงผลของจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายในกรณีต่างๆ

ที่	ฤดูกาล			จำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบาย(ชั่วโมง)												การคัดเลือก	
	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว	สภาพอากาศข้างอิง	%	เนื่องจากสภาพแวดล้อม	%	เนื่องจากวัสดุสาร	%	เนื่องจาก MRT	%	เนื่องจากการเปิดกรรม	%	เนื่องจากความเร็วลม	%	เนื่องจากการเปิดกรรม	เนื่องจากความเร็วลม
1	ปิด-ปิด	ปิด-ปิด	ปิด-ปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	34	0.39	255	2.90	0	0
2	เปิด-ปิด	ปิด-ปิด	ปิด-ปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	34	0.39	259	2.95	0	0
3	ปิด-เปิด	ปิด-ปิด	ปิด-ปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	34	0.39	255	2.90	0	0
4	ปิด-ปิด	เปิด-ปิด	ปิด-ปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	34	0.39	255	2.90	0	0
5	ปิด-ปิด	ปิด-เปิด	ปิด-ปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	34	0.39	255	2.90	0	0
6	ปิด-ปิด	ปิด-ปิด	เปิด-ปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	97	1.10	255	2.90	0	0
7	ปิด-ปิด	ปิด-ปิด	ปิด-เปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	36	0.41	337	3.84	0	0
8	เปิด-เปิด	ปิด-ปิด	ปิด-ปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	34	0.39	259	2.95	0	0
9	ปิด-ปิด	เปิด-เปิด	ปิด-ปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	34	0.39	255	2.90	0	0
10	ปิด-ปิด	ปิด-ปิด	เปิด-เปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	99	1.13	411	4.68	1	0
11	เปิด-ปิด	เปิด-เปิด	ปิด-ปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	34	0.39	259	2.95	0	0
12	เปิด-ปิด	ปิด-ปิด	เปิด-ปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	97	1.10	333	3.79	0	0
13	ปิด-ปิด	เปิด-ปิด	เปิด-ปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	97	1.10	329	3.75	0	0
14	ปิด-เปิด	ปิด-เปิด	ปิด-ปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	34	0.39	255	2.90	0	0
15	ปิด-เปิด	ปิด-ปิด	ปิด-เปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	36	0.41	337	3.84	0	0
16	ปิด-ปิด	ปิด-เปิด	ปิด-เปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	36	0.41	337	3.84	0	0
17	เปิด-ปิด	ปิด-เปิด	ปิด-ปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	34	0.39	259	2.95	0	0
18	เปิด-ปิด	ปิด-ปิด	ปิด-เปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	36	0.41	341	3.88	0	0
19	ปิด-ปิด	เปิด-ปิด	ปิด-เปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	36	0.41	337	3.84	0	0
20	ปิด-เปิด	ปิด-ปิด	เปิด-ปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	97	1.10	329	3.75	0	0
21	ปิด-ปิด	ปิด-เปิด	เปิด-ปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	97	1.10	329	3.75	0	0
22	ปิด-เปิด	เปิด-ปิด	ปิด-ปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	34	0.39	255	2.90	0	0
23	เปิด-เปิด	เปิด-ปิด	ปิด-ปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	34	0.39	259	2.95	0	0
24	เปิด-เปิด	ปิด-ปิด	เปิด-ปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	97	1.10	259	2.95	0	0
25	เปิด-เปิด	ปิด-เปิด	ปิด-ปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	34	0.39	259	2.95	0	0

ตารางที่ 7.4 แสดงผลของจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายในกรณีต่างๆ (ต่อ)

ที่	ฤดูกาล			จำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบาย(ชั่วโมง)												การคัดเลือก	
	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว	สภาพอากาศข้างอิง	%	เนื่องจากสภาพแวดล้อม	%	เนื่องจากความสะดวก	%	เนื่องจาก MRT	%	เนื่องจากการปฏิกรรม	%	เนื่องจากความเร็วลม	%	เนื่องจากการปฏิกรรม	เนื่องจากความเร็วลม
26	เปิด-เปิด	ปิด-ปิด	ปิด-เปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	36	0.41	341	3.88	0	0
27	เปิด-ปิด	เปิด-เปิด	ปิด-ปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	34	0.39	259	2.95	0	0
28	ปิด-ปิด	เปิด-เปิด	เปิด-ปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	97	1.10	329	3.75	0	0
29	ปิด-เปิด	เปิด-เปิด	ปิด-ปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	34	0.39	255	2.90	0	0
30	ปิด-ปิด	เปิด-เปิด	ปิด-เปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	36	0.41	337	3.84	0	0
31	เปิด-ปิด	ปิด-ปิด	เปิด-เปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	99	1.13	415	4.72	1	1
32	ปิด-ปิด	เปิด-เปิด	เปิด-เปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	99	1.13	411	4.68	1	0
33	ปิด-เปิด	ปิด-ปิด	เปิด-เปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	99	1.13	411	4.68	1	0
34	ปิด-ปิด	ปิด-เปิด	เปิด-เปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	99	1.13	411	4.68	1	0
35	เปิด-ปิด	เปิด-เปิด	เปิด-ปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	97	1.10	333	3.79	0	0
36	ปิด-เปิด	ปิด-เปิด	ปิด-เปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	36	0.41	337	3.84	0	0
37	เปิด-ปิด	เปิด-เปิด	ปิด-เปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	36	0.41	341	3.88	0	0
38	เปิด-ปิด	ปิด-เปิด	ปิด-เปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	36	0.41	341	3.88	0	0
39	ปิด-เปิด	เปิด-เปิด	เปิด-ปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	97	1.10	329	3.75	0	0
40	ปิด-เปิด	เปิด-เปิด	ปิด-เปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	36	0.41	337	3.84	0	0
41	เปิด-ปิด	ปิด-เปิด	เปิด-ปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	97	1.10	333	3.79	0	0
42	ปิด-เปิด	ปิด-เปิด	เปิด-ปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	97	1.10	329	3.75	0	0
43	เปิด-เปิด	เปิด-เปิด	ปิด-ปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	34	0.39	259	2.95	0	0
44	เปิด-เปิด	ปิด-ปิด	เปิด-เปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	99	1.13	415	4.72	1	1
45	เปิด-เปิด	เปิด-ปิด	เปิด-ปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	97	1.10	333	3.79	0	0
46	เปิด-เปิด	เปิด-เปิด	ปิด-เปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	36	0.41	341	3.88	0	0
47	เปิด-เปิด	ปิด-เปิด	เปิด-ปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	97	1.10	333	3.79	0	0
48	เปิด-เปิด	ปิด-เปิด	ปิด-เปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	36	0.41	341	3.88	0	0
49	ปิด-ปิด	เปิด-เปิด	เปิด-เปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	99	1.13	411	4.68	1	0
50	เปิด-ปิด	เปิด-เปิด	เปิด-ปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	97	1.10	333	3.79	0	0

ตารางที่ 7.4 แสดงผลของจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายในกรณีต่างๆ (ต่อ)

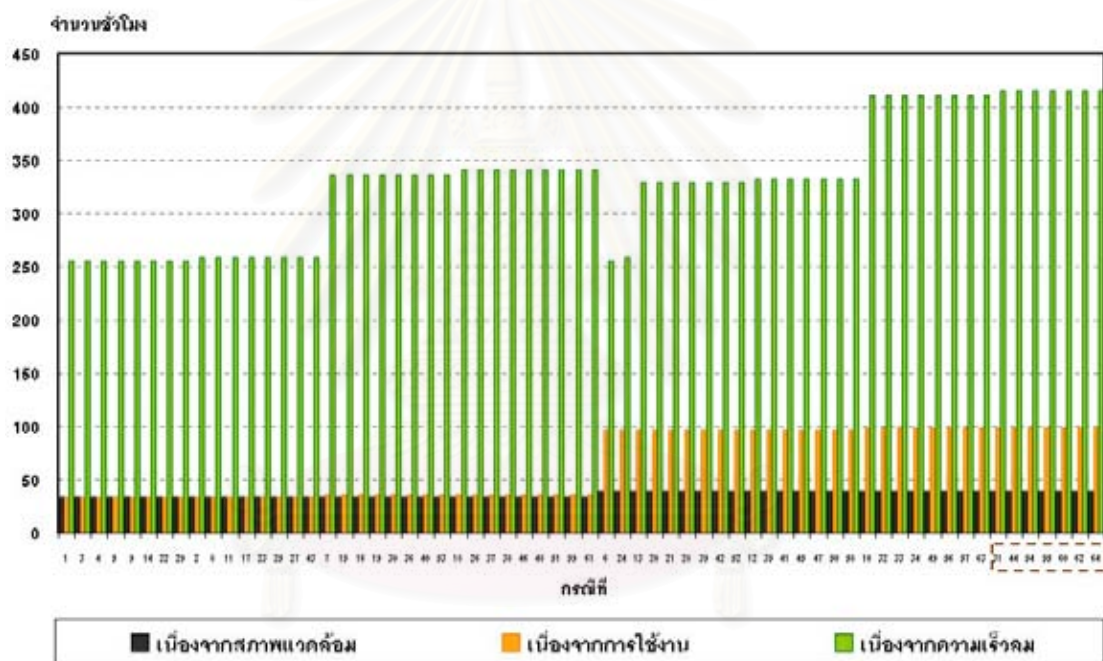
ที่	ฤดูกาล			จำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบาย(ชั่วโมง)												การคัดเลือก	
	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว	สภาพอากาศข้างแจ้ง	%	เนื่องจากสภาพแวดล้อม	%	เนื่องจากมวลสาร	%	เนื่องจาก MRT	%	เนื่องจากการเกิดกรรม	%	เนื่องจากความเร็วลม	%	เนื่องจากการเกิดกรรม	%
51	เปิด-ปิด	เปิด-เปิด	ปิด-เปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	36	0.41	341	3.88	0	0
52	ปิด-เปิด	เปิด-เปิด	เปิด-เปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	97	1.10	329	3.75	0	0
53	ปิด-เปิด	เปิด-เปิด	ปิด-เปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	36	0.41	337	3.84	0	0
54	เปิด-ปิด	เปิด-เปิด	เปิด-เปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	99	1.13	415	4.72	1	1
55	เปิด-ปิด	ปิด-เปิด	เปิด-เปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	99	1.13	415	4.72	1	1
56	ปิด-เปิด	เปิด-เปิด	เปิด-เปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	99	1.13	411	4.68	1	0
57	ปิด-เปิด	ปิด-เปิด	เปิด-เปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	99	1.13	411	4.68	1	0
58	เปิด-เปิด	เปิด-เปิด	เปิด-เปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	97	1.10	333	3.79	0	0
59	เปิด-เปิด	เปิด-เปิด	ปิด-เปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	36	0.41	341	3.88	0	0
60	เปิด-เปิด	เปิด-เปิด	เปิด-เปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	99	1.13	415	4.72	1	1
61	เปิด-เปิด	ปิด-เปิด	เปิด-เปิด	497	5.66	34	0.39	128	1.46	128	1.46	36	0.41	341	3.88	0	0
62	เปิด-ปิด	เปิด-เปิด	เปิด-เปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	99	1.13	415	4.72	1	1
63	ปิด-เปิด	เปิด-เปิด	เปิด-เปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	99	1.13	411	4.68	1	0
64	เปิด-เปิด	เปิด-เปิด	เปิด-เปิด	497	5.66	39	0.44	128	1.46	128	1.46	99	1.13	415	4.72	1	1
	ค่ามากที่สุด			707	8.05	39	0.44	128	1.46	128	1.46	99	1.13	415	4.72		
	ค่าน้อยที่สุด			707	8.05	34	0.39	128	1.46	128	1.46	34	0.39	255	2.90		
	ค่าเฉลี่ย			707	8.05	36	0.41	128	1.46	128	1.46	66	0.75	332	3.77		
	ค่ามาตรฐาน			0	0.00	3	0.03	0	0.00	0	0.00	32	0.36	56	0.64		

(การคัดเลือก 0 คือ ไม่เลือก และ 1 คือ เลือก

เนื่องจากไม่สามารถทำนายค่าอุณหภูมิผิวอาคารได้ จึงตั้งค่าเบื้องต้นไว้ให้อุณหภูมิผิวเท่ากับอุณหภูมิภายในอาคาร ดังนั้นจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายเนื่องจากอุณหภูมิผิวเฉลี่ยโดยรอบจึงเท่ากับจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายเนื่องจากมวลสารอาคาร

การหาจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายเนื่องจากมวลสารอาคารและจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายเนื่องจากอุณหภูมิผิวเฉลี่ยโดยรอบ ไม่พิจารณาสภาพแวดล้อมอาคารและมีเงื่อนไขการใช้งานคือ ปิดอาคารตลอดทั้งวัน ส่วนการหาจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายเนื่องจากพฤติกรรมการใช้และการใช้ความเร็วลม มีพิจารณาสภาพแวดล้อมด้วย)

จากการประมวลผลหาจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบาย พบว่า สภาพอากาศมาตรฐานของกรุงเทพมหานคร มีจำนวนชั่วโมงอยู่ 497 ชั่วโมง และเมื่อพิจารณาอาคารกรณีศึกษาพบว่า จำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายเนื่องจากสภาพแวดล้อม มีช่วงอยู่ที่ 34-39 ชั่วโมง จำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายเนื่องจากมวลสารอาคาร(ปานกลาง) อยู่ที่ 128 ชั่วโมง จำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายเนื่องจากอุณหภูมิผิวเฉลี่ยโดยรอบ อยู่ที่ 128 ชั่วโมง จำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายเนื่องจากพฤติกรรมการใช้ มีช่วงอยู่ที่ 34-99 ชั่วโมง จำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายเนื่องจากการใช้ความเร็วลมมีช่วงอยู่ที่ 255-415 ชั่วโมง สรุปได้เป็นแผนภูมิที่ 7.9 ซึ่งมีการเรียงลำดับจากน้อยไปมาก โดยพิจารณาการใช้งานและการใช้ความเร็วลมเป็นลำดับตามลำดับ ดังนี้



แผนภูมิที่ 7.9 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายในกรณีต่างๆ โดยเรียงลำดับจากน้อยไปมาก

จากแผนภูมินำมาคัดเลือกกรณีที่ดีที่สุดในการใช้งานอาคาร พบว่ากรณีที่มีการเปิดอาคารตลอดวันฤดูร้อน ปิดหรือเปิดอาคารตลอดวันฤดูฝน และการเปิดอาคารตลอดวันฤดูหนาว กับกรณีที่มีการเปิดอาคารกลางวัน ปิดอาคารกลางคืนฤดูร้อน ปิดหรือเปิดอาคารตลอดวันฤดูฝน และการเปิดอาคารตลอดวันฤดูหนาว มีแนวโน้มจำนวนสภาวะน่าสบายมากที่สุดเมื่อพิจารณาโอกาสในการใช้ความเร็วลมเข้าช่วย แต่กรณีกรณีที่มีการเปิดกลางวัน ปิดอาคารกลางคืนฤดูร้อน เปิดกลางวันปิดกลางคืนฤดูฝน และการเปิดอาคารตลอดวันฤดูหนาว มีจำนวนชั่วโมงมากกว่าและมีการถ่ายเทอากาศในช่วงกลางวันแล้วกลางคืนปิดเพื่อความปลอดภัย จึงพิจารณาคัดเลือกใช้เป็นกรณีศึกษา

2) การผลประมวลผลอาคารระบบไม่ปรับอากาศ

จากเงื่อนไขการเปิดปิดอาคาร นำมาพิจารณาตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบ มีรายละเอียดดังนี้
ในการวิเคราะห์ที่ได้พิจารณาเปรียบเทียบกับสภาพอากาศอ้างอิง ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการเปรียบเทียบที่การออกแบบมากกว่าการอาศัยประโยชน์จากที่ตั้งอาคาร โดยคำนึงถึงตัวแปรการออกแบบดังนี้

ตัวแปร การออกแบบที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อม

ตัวแปร การออกแบบที่คำนึงถึงมวลสารอาคาร

ตัวแปร การออกแบบที่คำนึงถึงอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบ(สำหรับการวิจัยนี้จะไม่นำมาพิจารณา เนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอ)

ตัวแปร การออกแบบที่คำนึงถึงพฤติกรรมการใช้

ตัวแปร การออกแบบที่คำนึงถึงการใช้ความเร็วลม

จากตัวแปรดังกล่าวนำค่าความรู้สึกเสมือนสภาวะน่าสบายเนื่องจากอุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบและความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารเข้ามาพิจารณา โดยที่**ตัวแปร**การออกแบบที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อมนั้นจะพิจารณาผลกระทบจากสภาพแวดล้อมอาคารด้วย **ตัวแปร**การออกแบบที่คำนึงถึงมวลสารอาคารจะไม่พิจารณาอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบ และสภาพแวดล้อมเพื่อ พิจารณาถึงผลกระทบจากมวลสารอาคารในกรณีในตัวแปรอื่น ๆ ไม่มีอิทธิพล **ตัวแปร**การออกแบบที่คำนึงถึงอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบพิจารณาถึงอิทธิพลจากอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบ แต่ไม่มีอิทธิพลของสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง **ตัวแปร**การออกแบบที่คำนึงถึงพฤติกรรมการใช้ จะพิจารณาเช่นเดียวกับตัวแปรการออกแบบที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อม แต่มีอิทธิพลของพฤติกรรมการเปิด ปิดอาคารเข้ามาเกี่ยวข้อง และ**ตัวแปร**การออกแบบที่คำนึงถึงการใช้ความเร็วลมนั้นจะพิจารณาเสริมจากตัวแปรการออกแบบที่คำนึงถึงพฤติกรรมการใช้ เมื่อมีความเร็วลมเข้ามาเกี่ยวข้อง

จากการประมวลผลด้วยเงื่อนไขลักษณะอาคารดังกล่าว มีการเปิดอาคารกลางวัน ปิดอาคารกลางคืนฤดูร้อน เปิดกลางวันปิดกลางคืนฤดูฝน และการเปิดอาคารตลอดวันฤดูหนาว และจำกัดความเร็วลมที่ 5.47 km/hr นำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาดังแผนภูมิที่ 7.10 ประกอบกับค่าจำนวนชั่วโมงสภาวะน่าสบาย

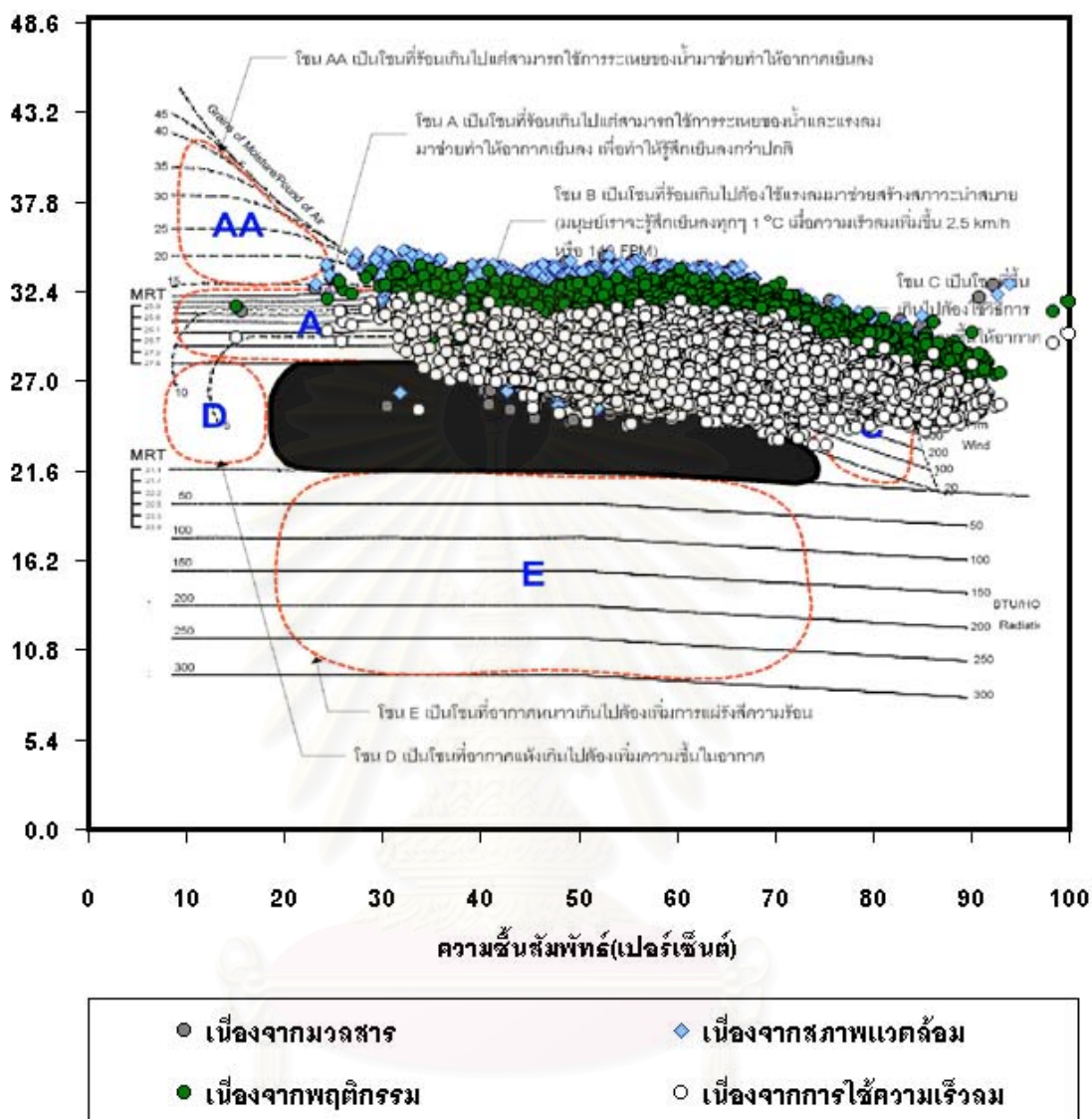
ตัวแปร การออกแบบที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อม(39 ชั่วโมง)

ตัวแปร การออกแบบที่คำนึงถึงมวลสารอาคาร(128 ชั่วโมง)

ตัวแปร การออกแบบที่คำนึงถึงพฤติกรรมการใช้(99 ชั่วโมง)

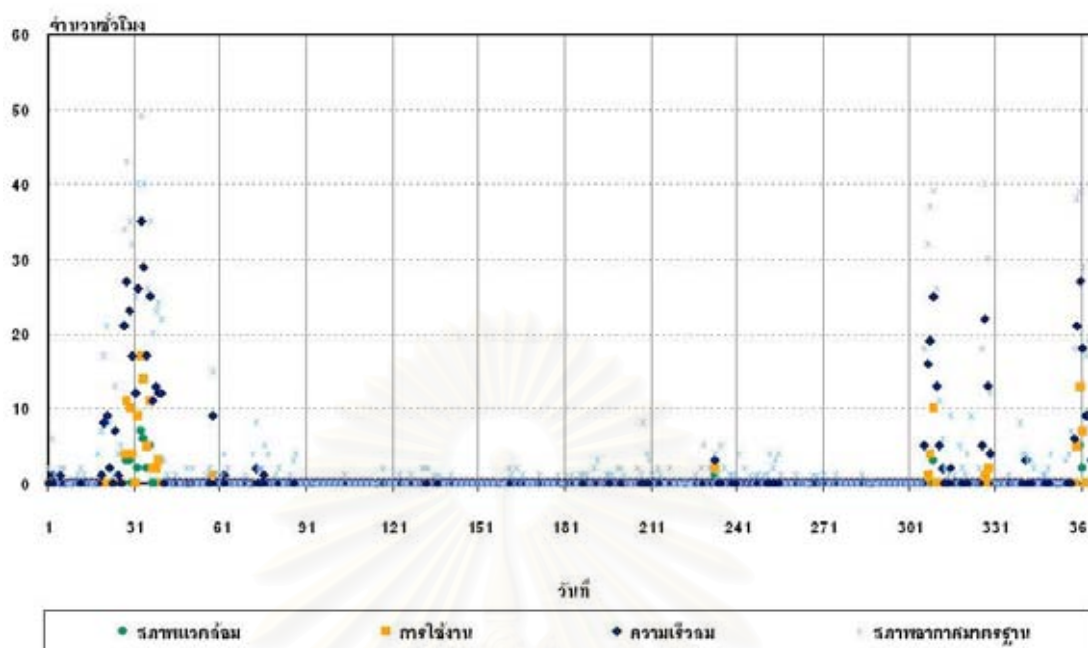
ตัวแปร การออกแบบที่คำนึงถึงการใช้ความเร็วลม(415 ชั่วโมง)

องค์ประกอบเชิงลึก



แผนภูมิที่ 7.10 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายในกรณีต่างๆ โดยเรียงลำดับจากน้อยไปมาก¹

¹ สุนทร บุญญาธิการ. เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า (กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542), หน้า 66.



แผนภูมิที่ 7.11 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะน่าสบายในกรณีต่างๆ โดยเรียงลำดับจากน้อยไปมาก

พบว่าแนวโน้มการกระจายของข้อมูลเกาะกลุ่มแคบลง และจากแผนภูมิที่ 7.11 แสดงถึงโอกาสที่จะเกิดสภาวะน่าสบายอยู่ในช่วงฤดูหนาวแทบทั้งสิ้นทั้งสภาพอากาศมาตรฐานเองก็ตาม ทั้งนี้ตัวแปรเกิดจากความร้อนและความชื้นที่สูงตลอดทั้งปี แต่ยังคงอยู่ในขอบเขตที่สามารถใช้ความเร็วลมเข้าช่วย และการลดความชื้นได้เป็นส่วนใหญ่(จากแผนภูมิที่ 7.10 พบว่าอยู่ในกลุ่ม B: ใช้ความเร็วลม และ C: การลดความชื้น)

จากข้อมูลข้างต้นสามารถที่จะบอกขอบเขตของผลการออกแบบคร่าวๆ ถึงศักยภาพการออกแบบอาคารเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแบ่งค่าคะแนน ตามระดับดังนี้

ค่าดัชนีอาคารไม่ปรับอากาศเมื่อพิจารณาเฉพาะอาคารได้เท่ากับ เบอร์ 3

$(128 \times 100 / 497 = 25.75 \%)$: เป็นการพิจารณาค่าคะแนนจากตัวแปรการออกแบบที่คำนึงถึงอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบ แต่เนื่องจากไม่สามารถประมวลผลได้ จึงพิจารณาที่ตัวแปรมวลสารอาคารแทน

ค่าดัชนีอาคารไม่ปรับอากาศเมื่อพิจารณาอาคารและสภาพแวดล้อมได้เท่ากับ เบอร์ 2

$(39 \times 100 / 497 = 7.85 \%)$

ค่าดัชนีอาคารไม่ปรับอากาศเมื่อพิจารณาอาคาร สภาพแวดล้อมและพฤติกรรมการใช้ได้เท่ากับ เบอร์ 3

$(99 \times 100 / 497 = 19.92 \%)$

2) เงื่อนไขอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศและอาคารระบบผสม(อาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศ : อาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศ ตลอด 24 ชั่วโมง)

2.1) การกำหนดเงื่อนไข เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบการใช้งานได้ชัดเจนจะขออธิบายพร้อมกับอาคารที่ใช้ระบบผสม คือ มีการปรับอากาศบางส่วนของอาคาร หรือมีการปรับอากาศบางช่วงเวลา

จากกรณีอาคารที่นำมาศึกษาได้กำหนดเงื่อนไขในการพิจารณาดังนี้
เงื่อนไขการปรับอากาศ แบ่งออกเป็น 4 กรณี คือ

- กรณีที่ 1 ปรับอากาศบางส่วนของอาคารและปรับอากาศบางช่วงเวลา
- กรณีที่ 2 ปรับอากาศบางส่วนของอาคารและปรับตลอดทั้งวัน
- กรณีที่ 3 ปรับอากาศทั้งอาคารและปรับอากาศบางช่วงเวลา
- กรณีที่ 4 ปรับอากาศทั้งอาคารและปรับตลอดทั้งวัน

เงื่อนไขสำหรับส่วนไม่ปรับอากาศคือ มีการเปิดอาคารกลางวัน ปิดอาคารกลางคืนฤดูร้อน เปิดกลางวันปิดกลางคืนฤดูฝน และการเปิดอาคารตลอดวันฤดูหนาว

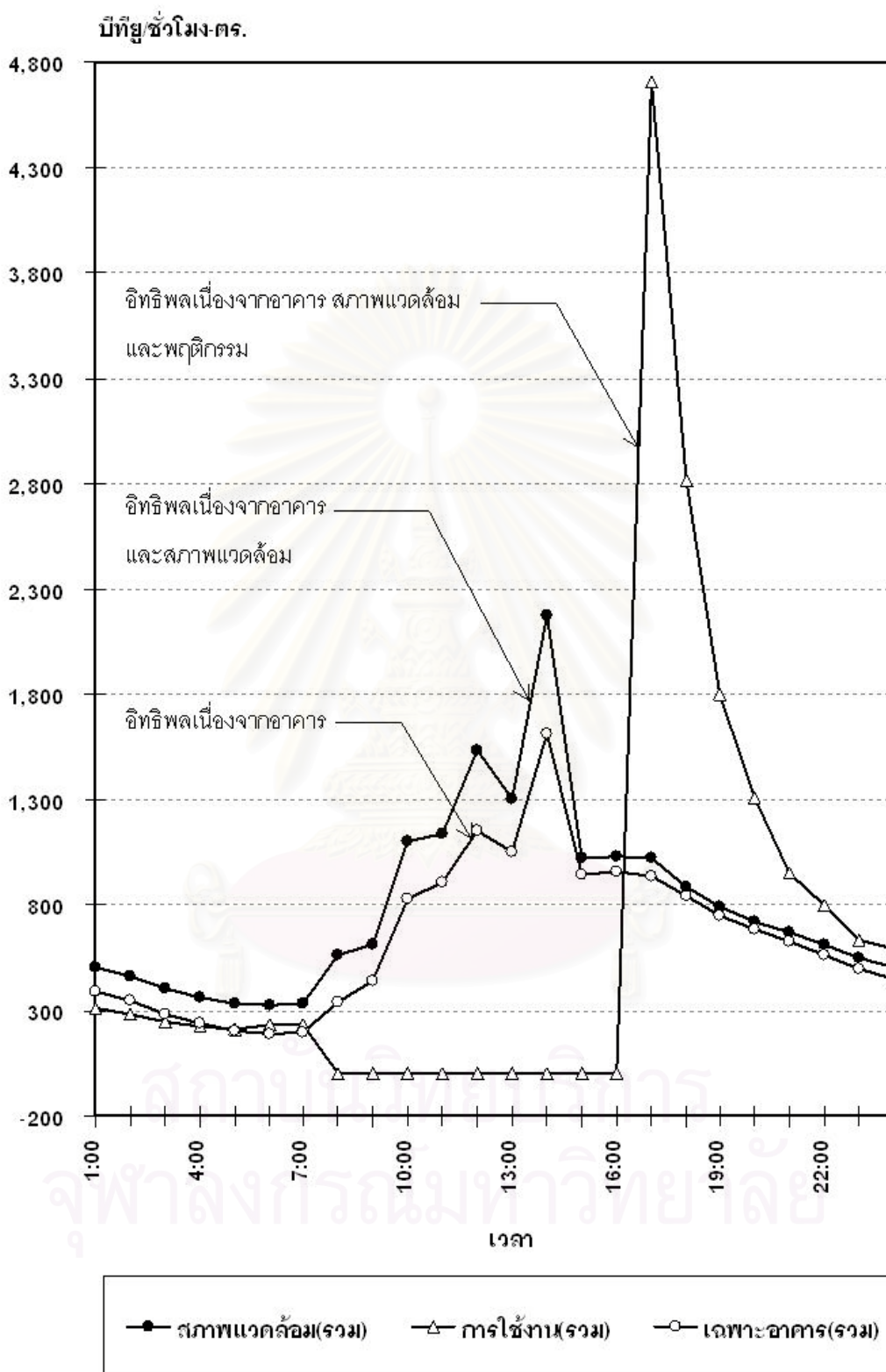
2.2) ผลการประมวลผลด้วยโปรแกรม จากการประมวลผลทั้ง 4 กรณีสามารถแสดงเปรียบเทียบเป็นตาราง และแผนภูมิได้ดังนี้

ตารางที่ 7.5 แสดงผลภาระการทำความเย็นของอาคารกรณีศึกษา

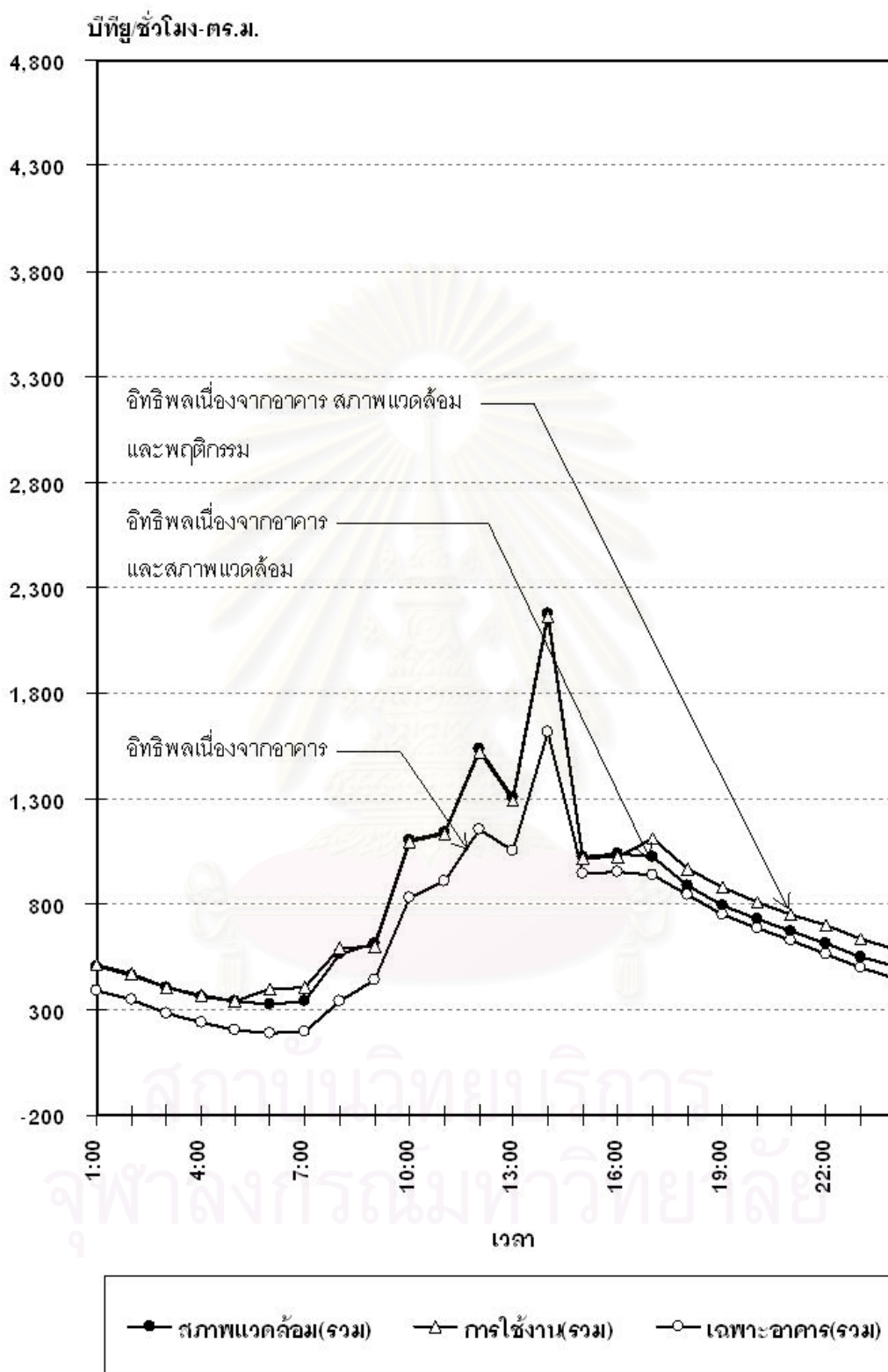
กรณีศึกษา	ตัวแปร									
	สภาพแวดล้อม(ปีที่อยู่/ชั่วโมง)	คะแนน(ปีที่อยู่/ชั่วโมง-ตร.ม.)	รูปทรง(ปีที่อยู่/ชั่วโมง)	คะแนน(ปีที่อยู่/ชั่วโมง-ตร.ม.)	เปลือกและวัสดุ(ปีที่อยู่/ชั่วโมง)	คะแนน(ปีที่อยู่/ชั่วโมง-ตร.ม.)	สภาพแวดล้อมภายใน(ปีที่อยู่/ชั่วโมง)	คะแนน(ปีที่อยู่/ชั่วโมง-ตร.ม.)	พฤติกรรมการใช้(ปีที่อยู่/ชั่วโมง)	คะแนน(ปีที่อยู่/ชั่วโมง-ตร.ม.)
1	49,061	986	159,045	3,196	131,190	2,636	172,867	3,474	276,285	5,553
2	29,704	597	159,045	3,196	131,190	2,636	172,867	3,474	31387	630
3	145,175	1,444	351,370	3,496	317,978	3,163	1,046,754	10,415	455,946	4,536
4	261,839	2,605	351,370	3,496	317,978	3,163	1,046,754	10,415	645,219	6,420

พื้นที่ใช้สอยส่วนที่มีการปรับอากาศสำหรับกรณีที่ 1 และ 2 เป็น 49.75 ตร.ม.

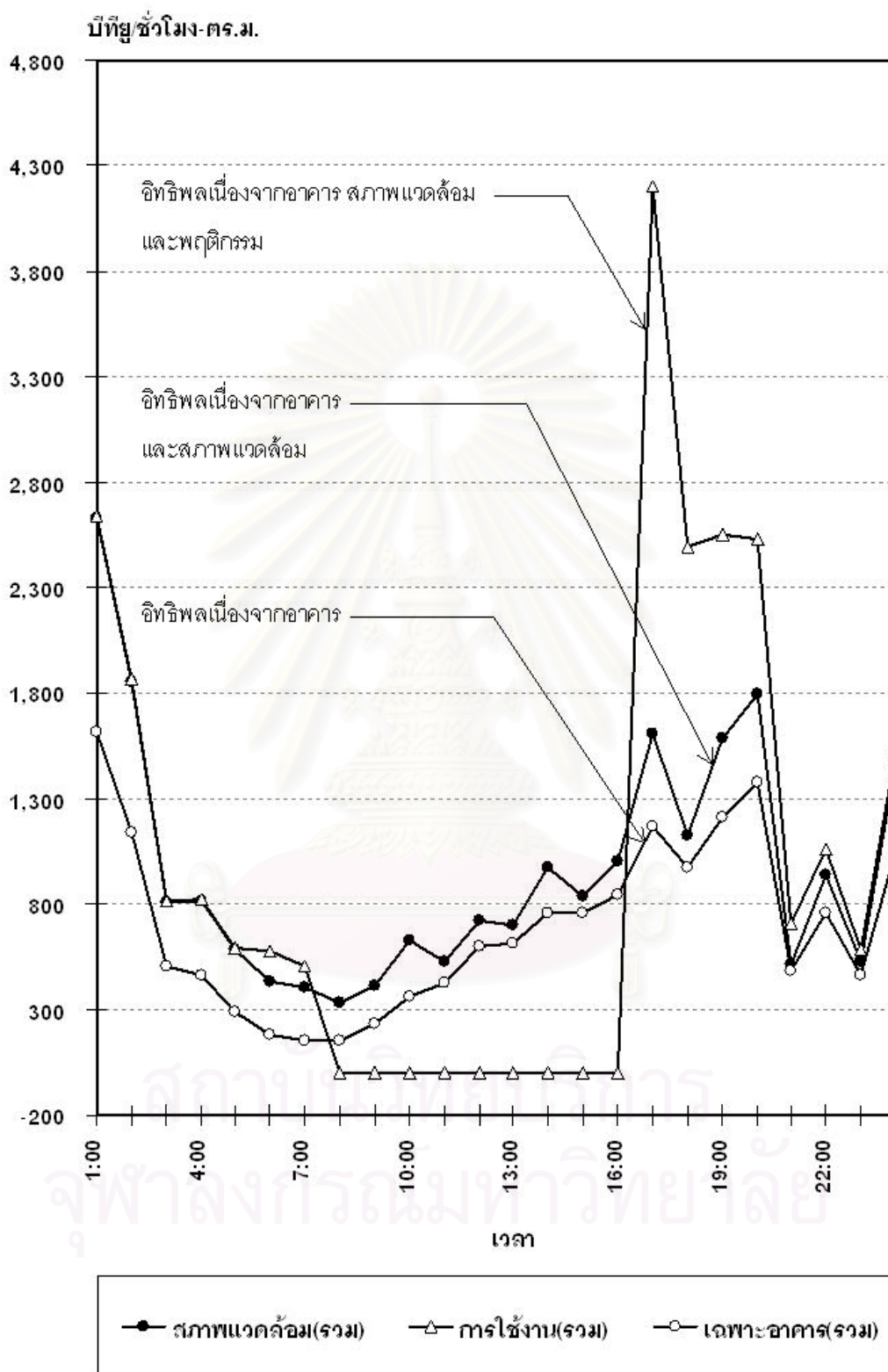
พื้นที่ใช้สอยส่วนที่มีการปรับอากาศสำหรับกรณีที่ 3 และ 4 เป็น 100.50 ตร.ม.



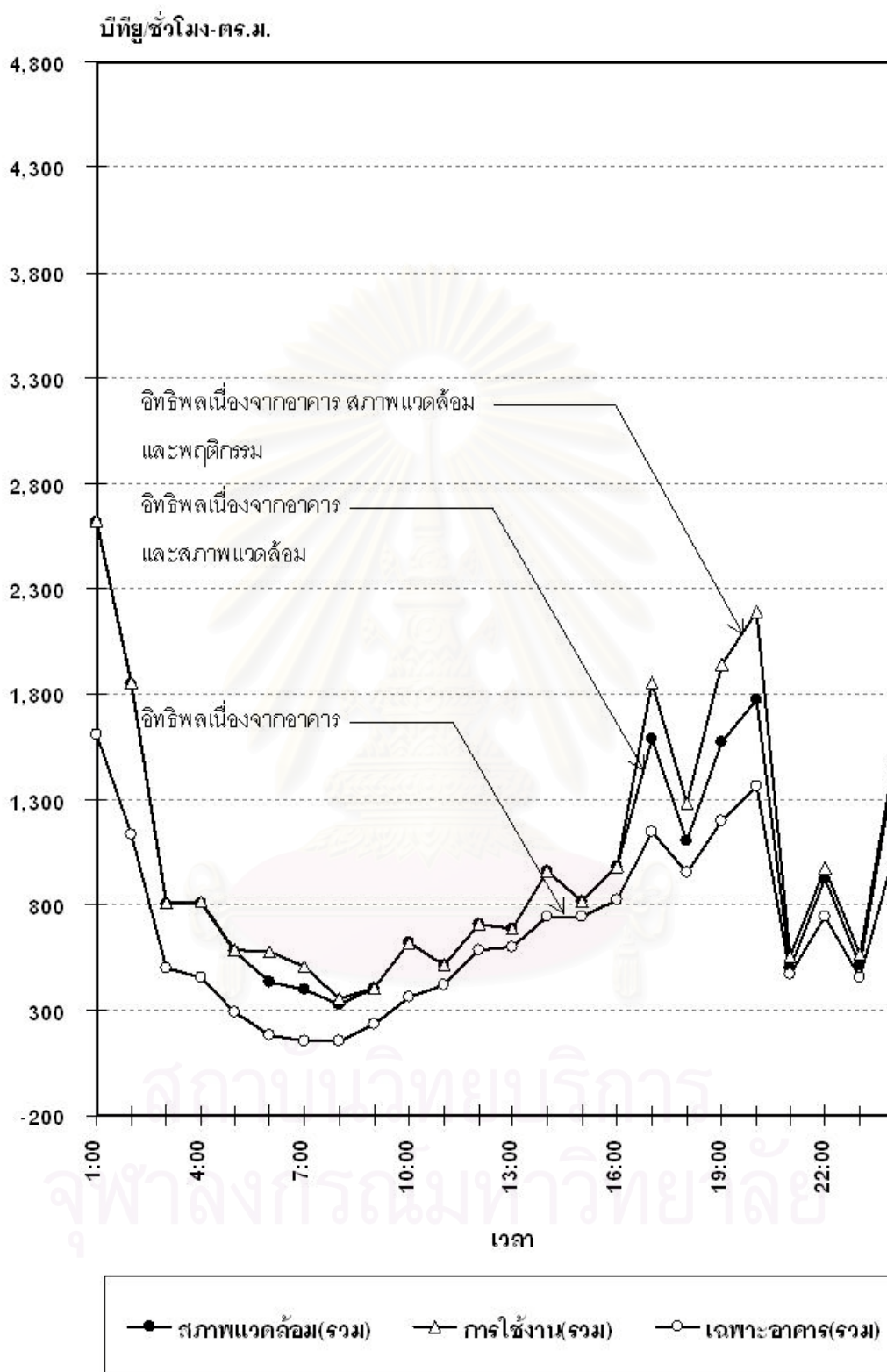
แผนภูมิที่ 7.12 แสดงการเปรียบเทียบภาระการทำความเย็นรวมปัจจัยต่างๆ ของอาคารกรณีที่ 1 ปรับอากาศบางส่วนของอาคารและปรับอากาศบางช่วงเวลา



แผนภูมิที่ 7.13 แสดงการเปรียบเทียบภาระการทำความเย็นรวมปัจจัยต่างๆ ของอาคารกรณีนี้ 2 ปรับอากาศบางส่วนของอาคารและปรับตลอดทั้งวัน

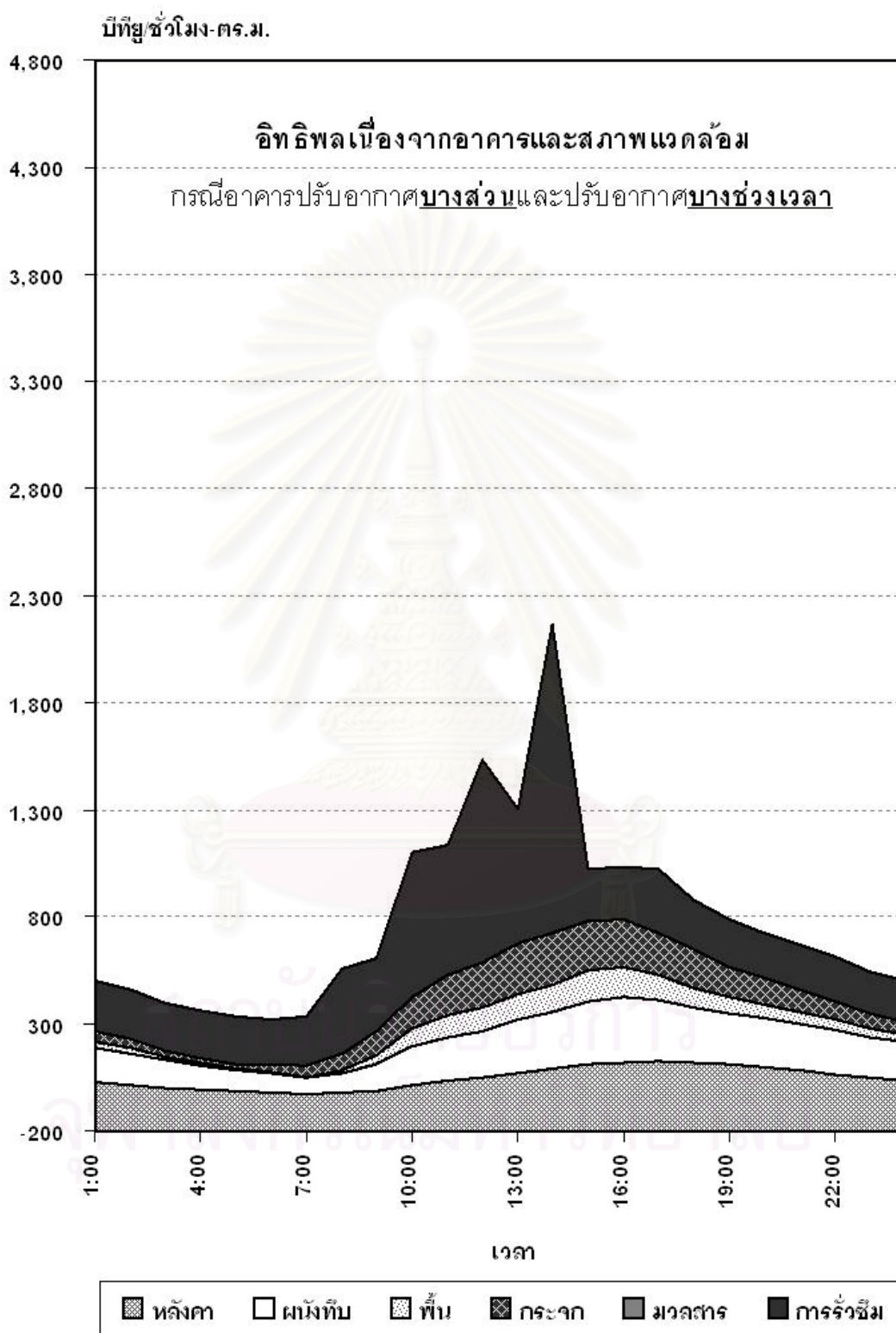


แผนภูมิที่ 7.14 แสดงการเปรียบเทียบภาระการทำความเย็นรวมปัจจัยต่างๆ ของอาคารกรณีนี้ที่ 3 ปรับอากาศทั้งอาคารและปรับอากาศบางช่วงเวลา



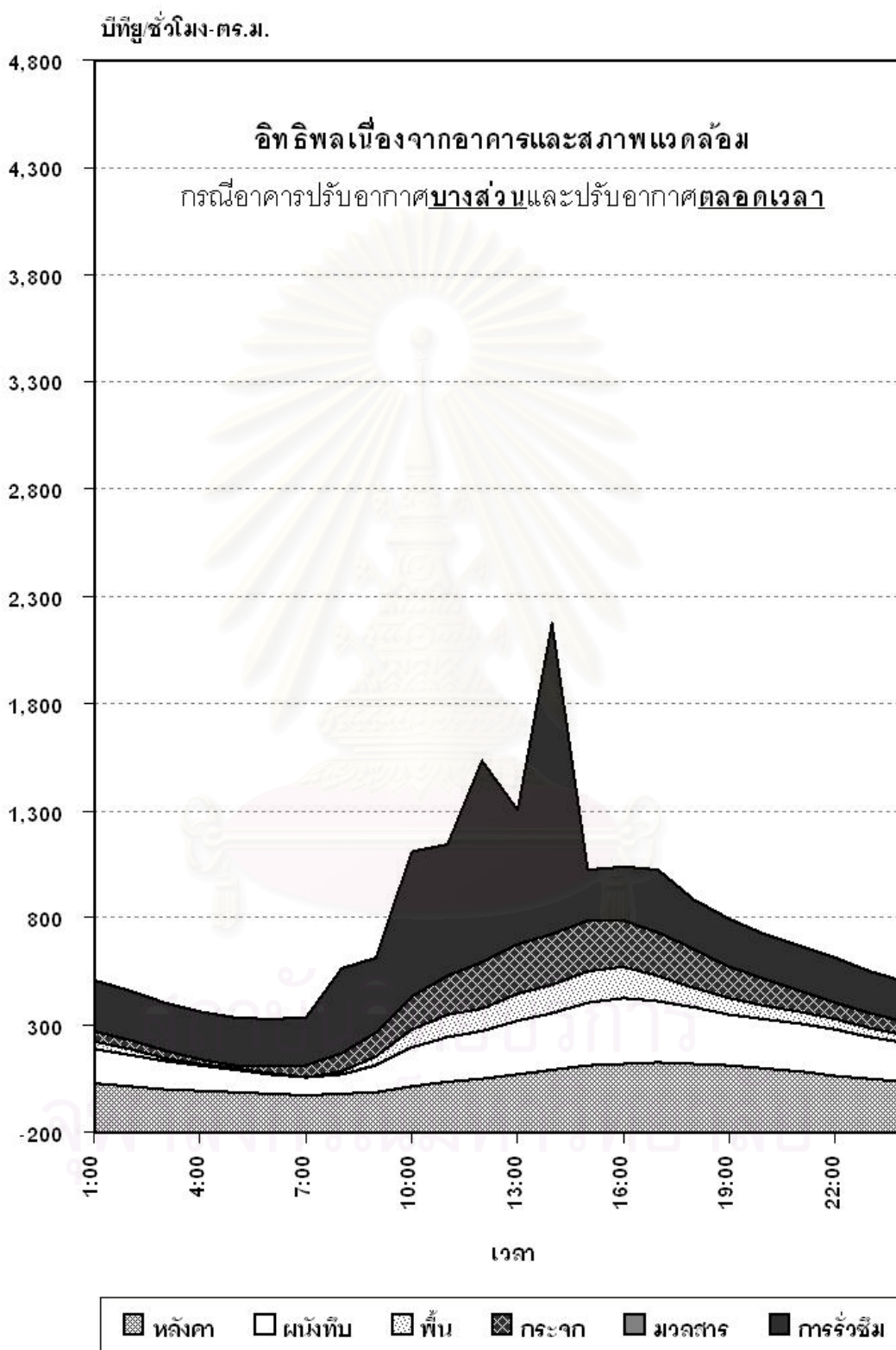
แผนภูมิที่ 7.15 แสดงการเปรียบเทียบภาระการทำความเย็นรวมปัจจัยต่างๆ ของอาคารกรณี 4 ปรับอากาศทั้งอาคารและปรับตลอดทั้งวัน

กรณีศึกษา 1 ปรับอากาศบางส่วนอาคารและปรับอากาศบางช่วงเวลา ตัวแปรสภาพแวดล้อม



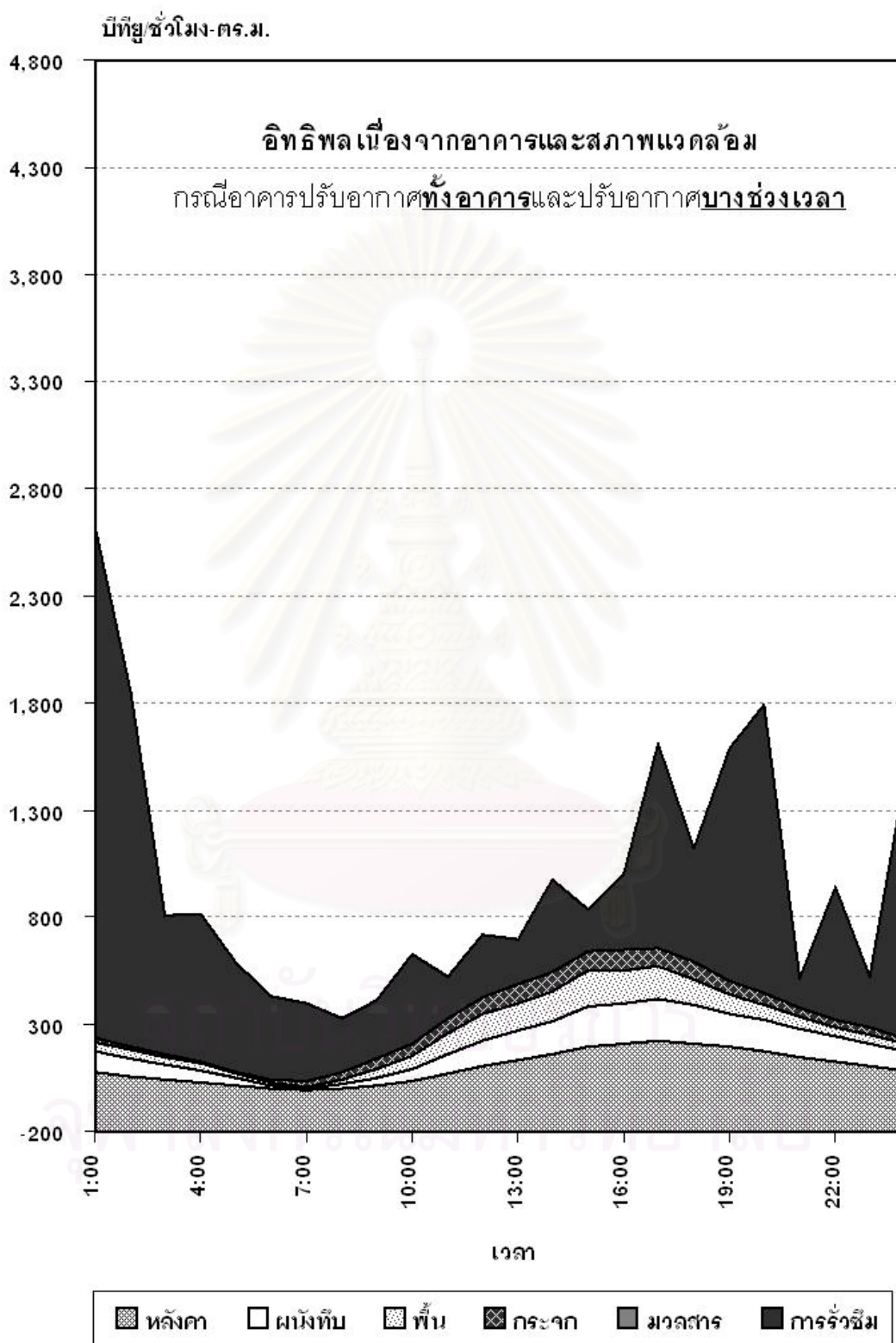
แผนภูมิที่ 7.16 แสดงค่าภาระการทำความเย็น กรณีศึกษา 1 ปรับอากาศบางส่วนอาคารและปรับอากาศบางช่วงเวลา ตัวแปรสภาพแวดล้อม

กรณีที่ 2 ปรับอากาศบางส่วนของอาคารและปรับตลอดทั้งวัน ตัวแปรสภาพแวดล้อม



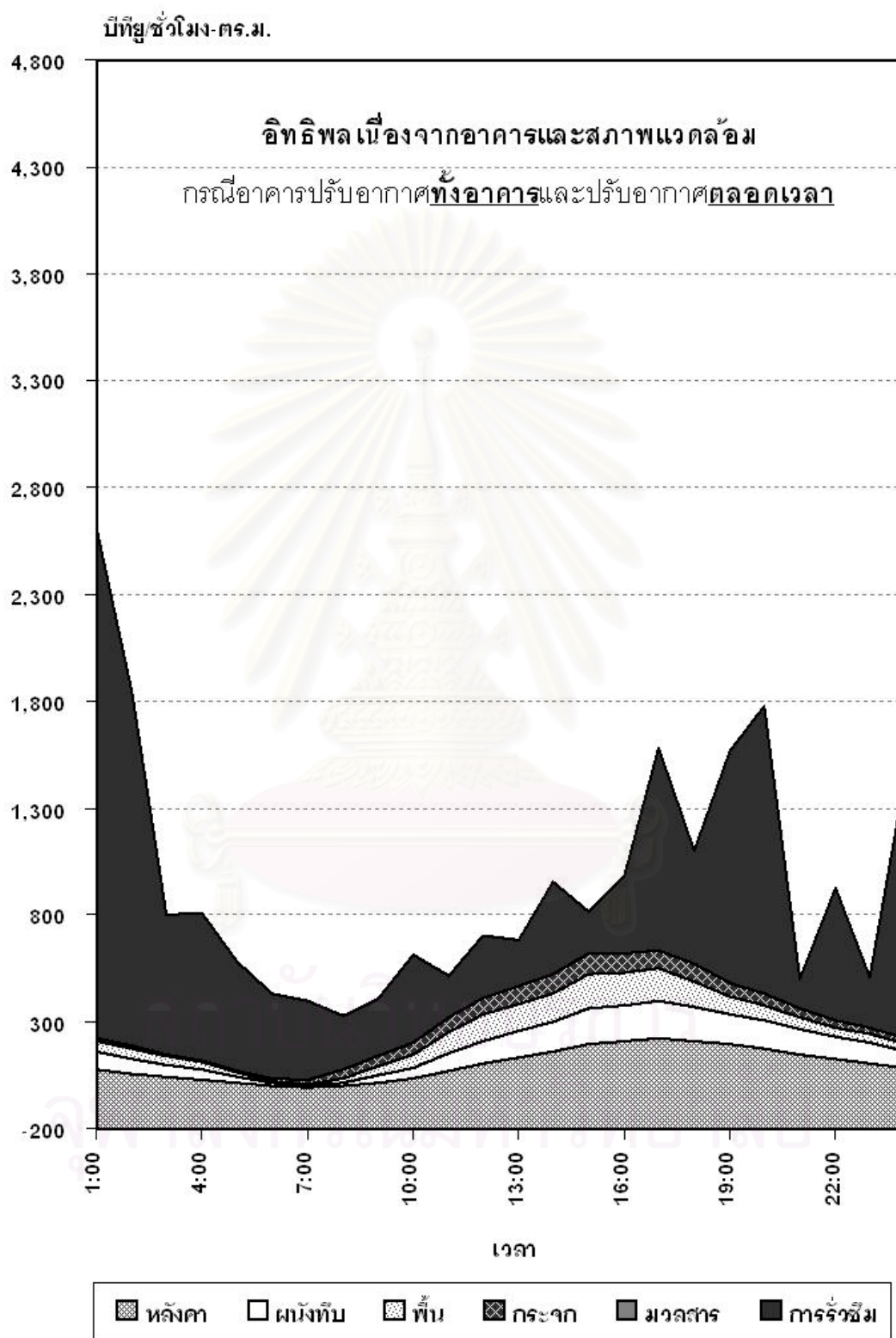
แผนภูมิที่ 7.17 แสดงค่าภาระการทำความเย็น กรณีที่ 2 ปรับอากาศบางส่วนของอาคารและปรับตลอดทั้งวัน ตัวแปรสภาพแวดล้อม

กรณีที่ 3 ปรับอากาศทั้งอาคารและปรับอากาศบางช่วงเวลา ตัวแปรสภาพแวดล้อม



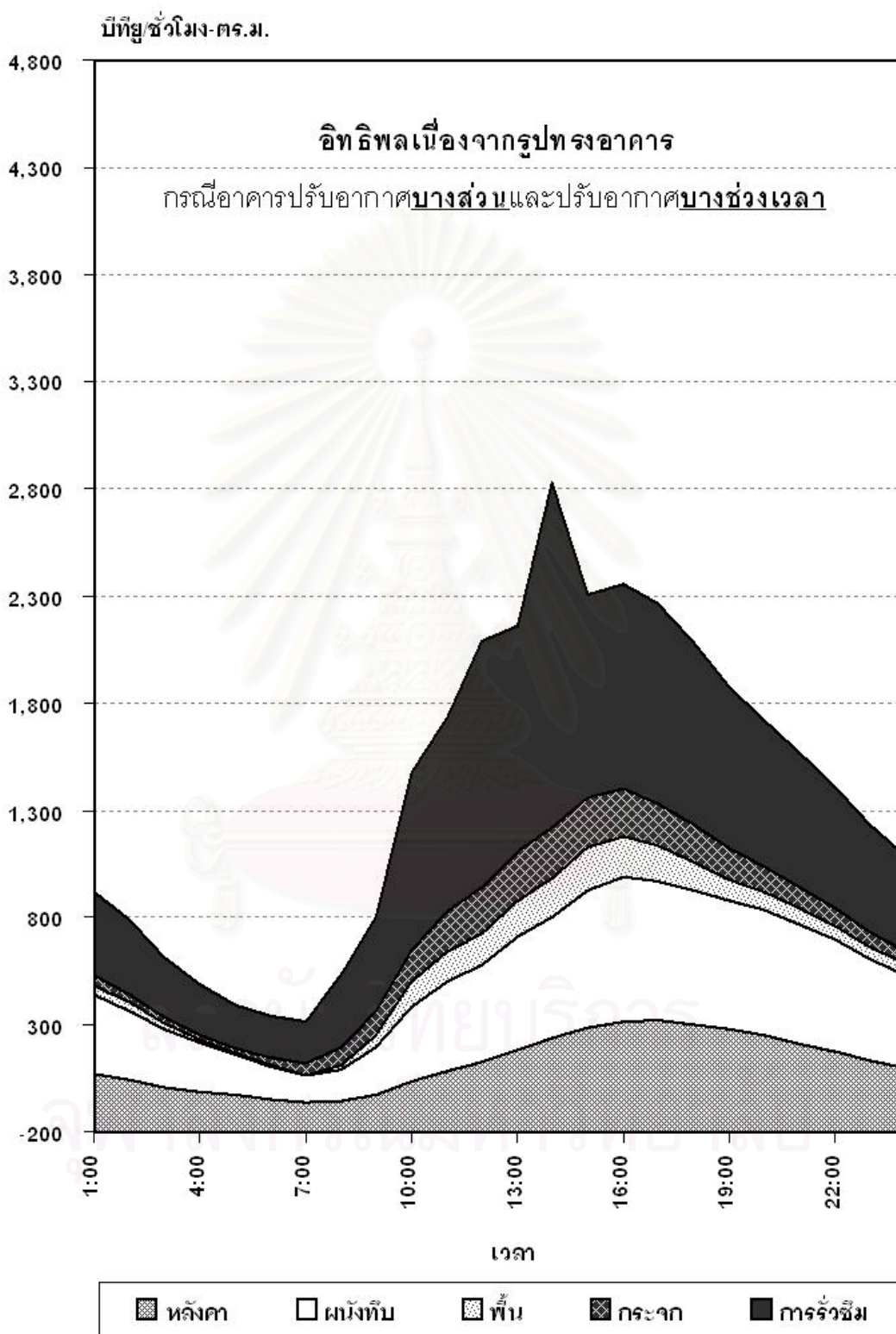
แผนภูมิที่ 7.18 แสดงค่าภาระการทำความเย็นกรณีที่ 3 ปรับอากาศทั้งอาคารและปรับอากาศบางช่วงเวลา ตัวแปรสภาพแวดล้อม

กรณีที่ 4 ปรับอากาศทั้งอาคารและปรับตลอดทั้งวัน ตัวแปรสภาพแวดล้อม



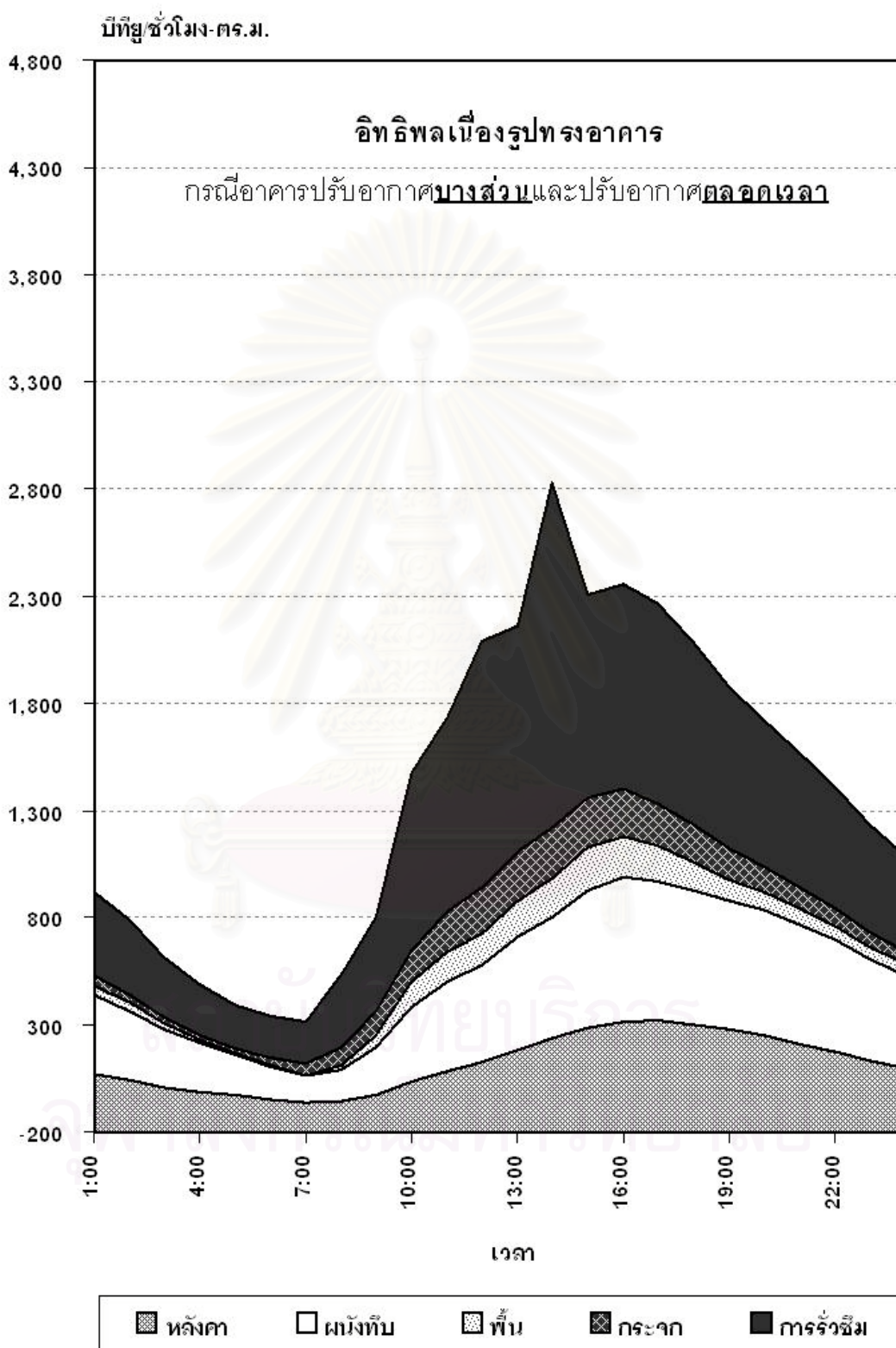
แผนภูมิที่ 7.19 แสดงค่าภาระการทำความเย็นกรณีที่ 4 ปรับอากาศทั้งอาคารและปรับตลอดทั้งวัน ตัวแปรสภาพแวดล้อม

กรณีที่ 1 ปรับอากาศบางส่วนอาคารและปรับอากาศบางช่วงเวลา ตัวแปรรูปทรงอาคาร



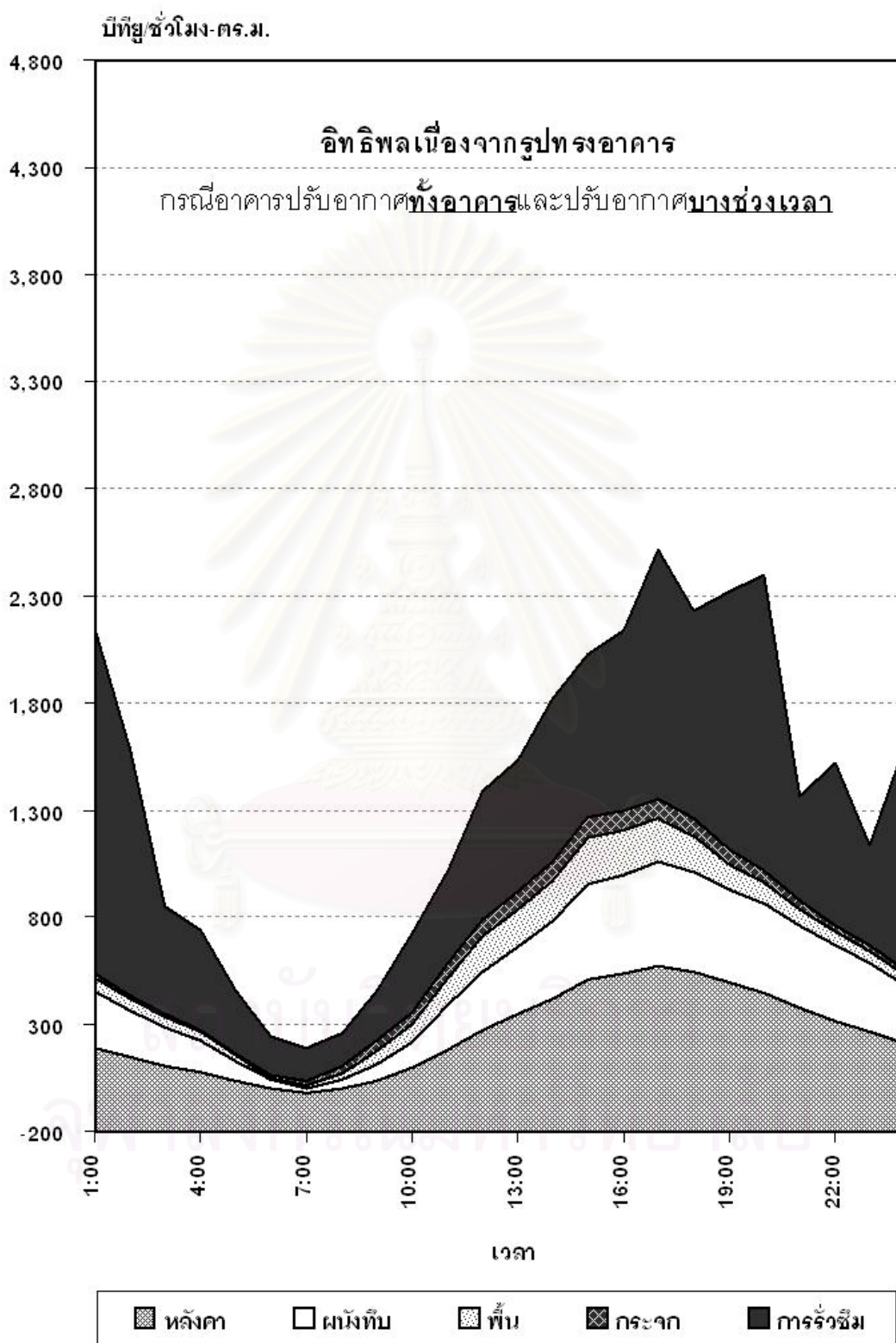
แผนภูมิที่ 7.20 แสดงค่าภาระการทำความเย็นความกรณีที่ 1 ปรับอากาศบางส่วนอาคารและปรับอากาศบางช่วงเวลา ตัวแปรรูปทรงอาคาร

กรณีที่ 2 ปรับอากาศบางส่วนของอาคารและปรับตลอดทั้งวัน ตัวแปรรูปทรงอาคาร



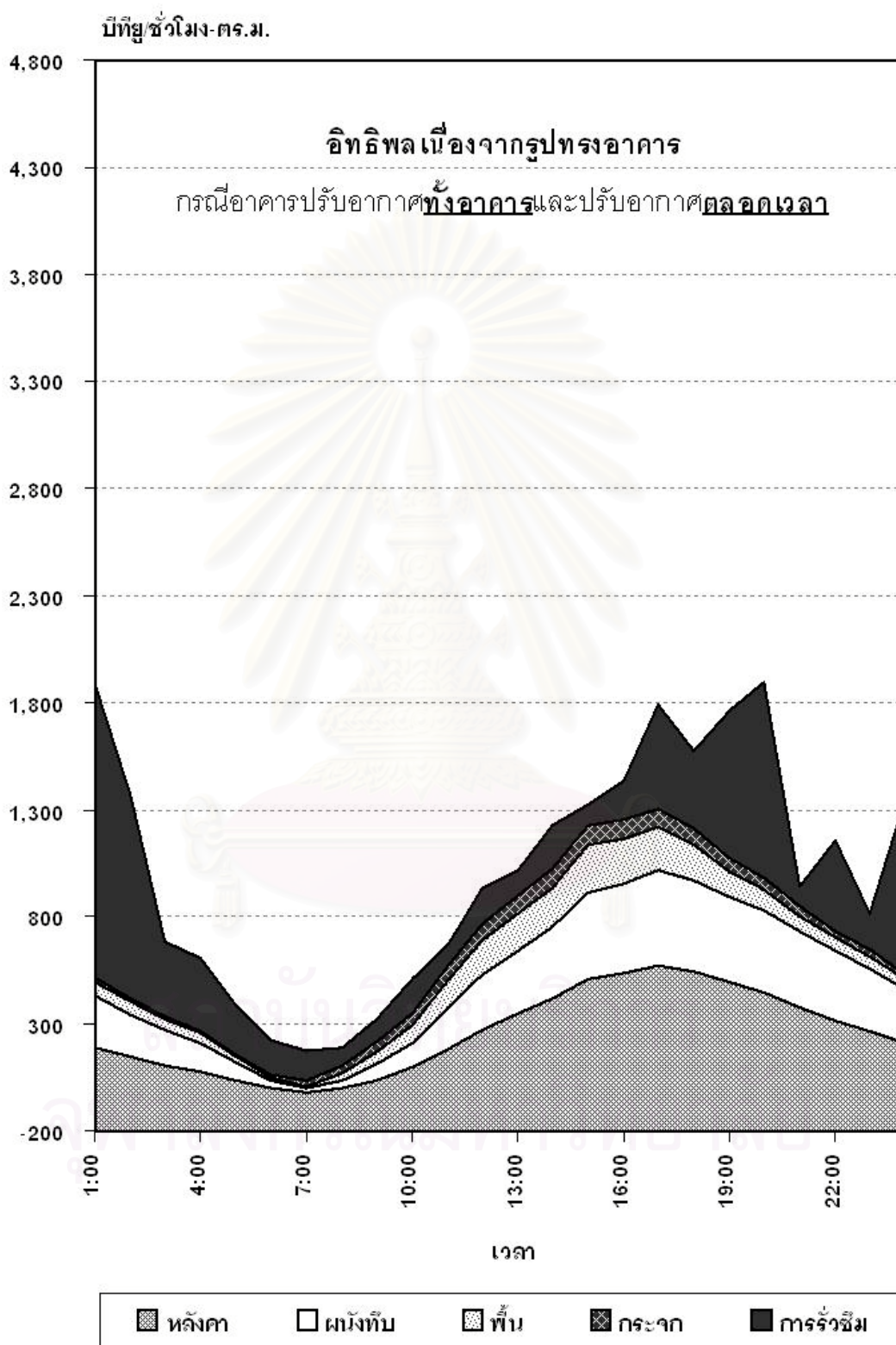
แผนภูมิที่ 7.21 แสดงค่าภาระการทำความเย็นกรณีที่ 2 ปรับอากาศบางส่วนของอาคารและปรับตลอดทั้งวัน ตัวแปรรูปทรงอาคาร

กรณีที่ 3 ปรับอากาศทั้งอาคารและปรับอากาศบางช่วงเวลา ตัวแปรรูปทรงอาคาร



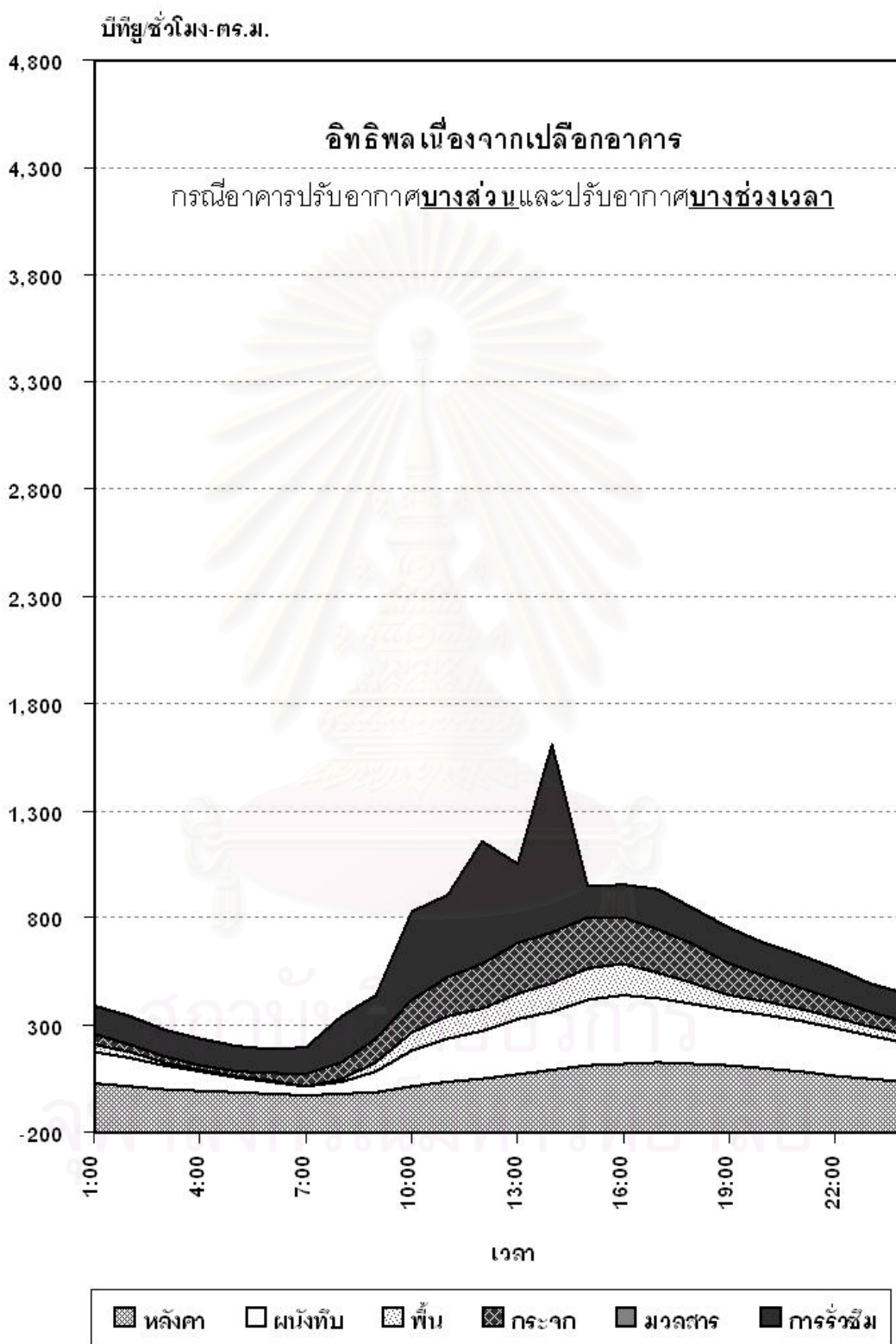
แผนภูมิที่ 7.22 แสดงค่าการกระทำทำความเย็นกรณีที่ 3 ปรับอากาศทั้งอาคารและปรับอากาศบางช่วงเวลา ตัวแปรรูปทรงอาคาร

กรณีศึกษาที่ 4 ปรับอากาศทั้งอาคารและปรับตลอดทั้งวัน ตัวแปรรูปทรงอาคาร



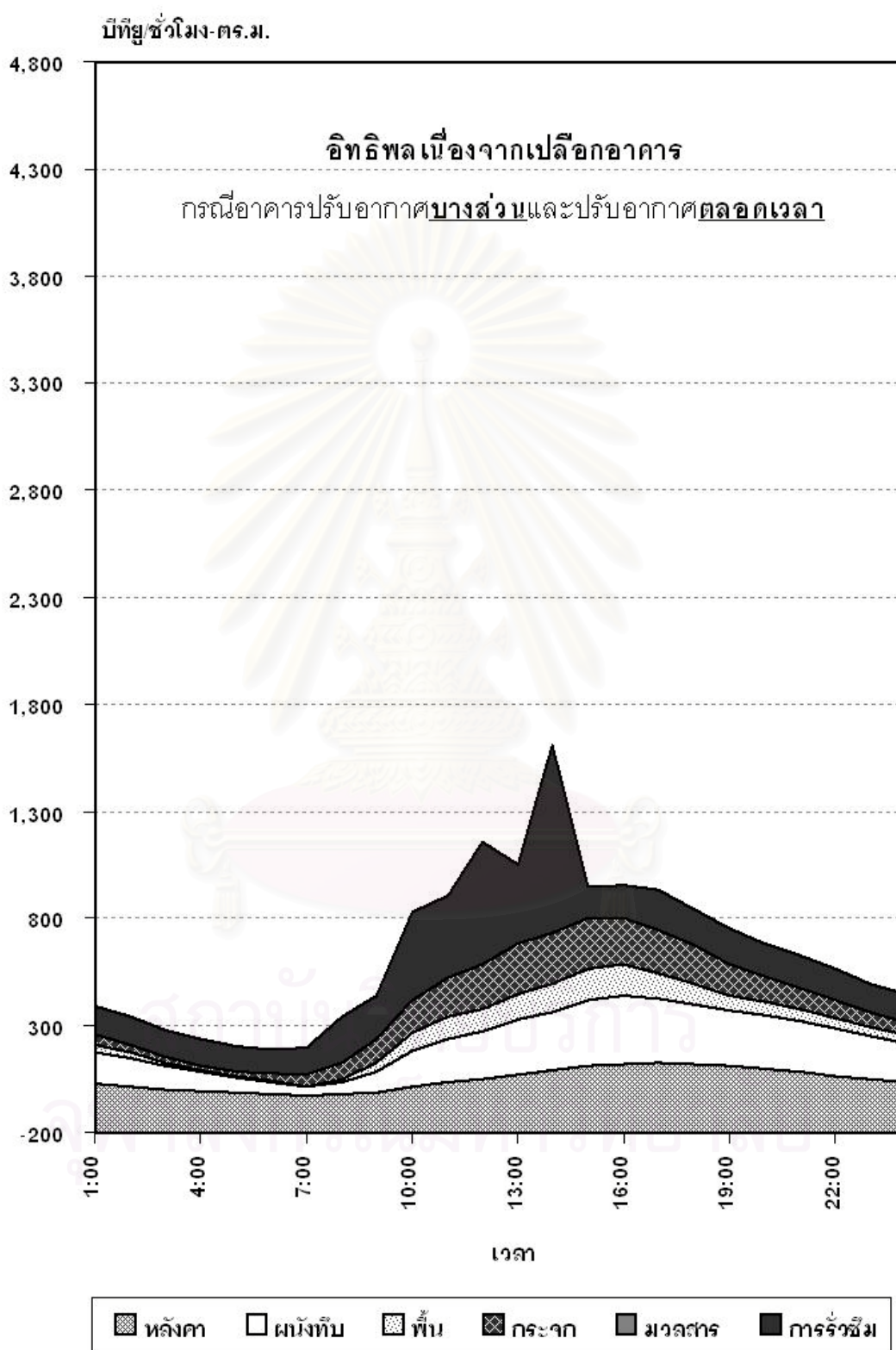
แผนภูมิที่ 7.23 แสดงค่าภาระการทำความเย็นกรณีศึกษาที่ 4 ปรับอากาศทั้งอาคารและปรับตลอดทั้งวัน ตัวแปรรูปทรงอาคาร

กรณีศึกษาที่ 1 ปรับอากาศบางส่วนอาคารและปรับอากาศบางช่วงเวลา ตัวแปรเปลือกอาคาร



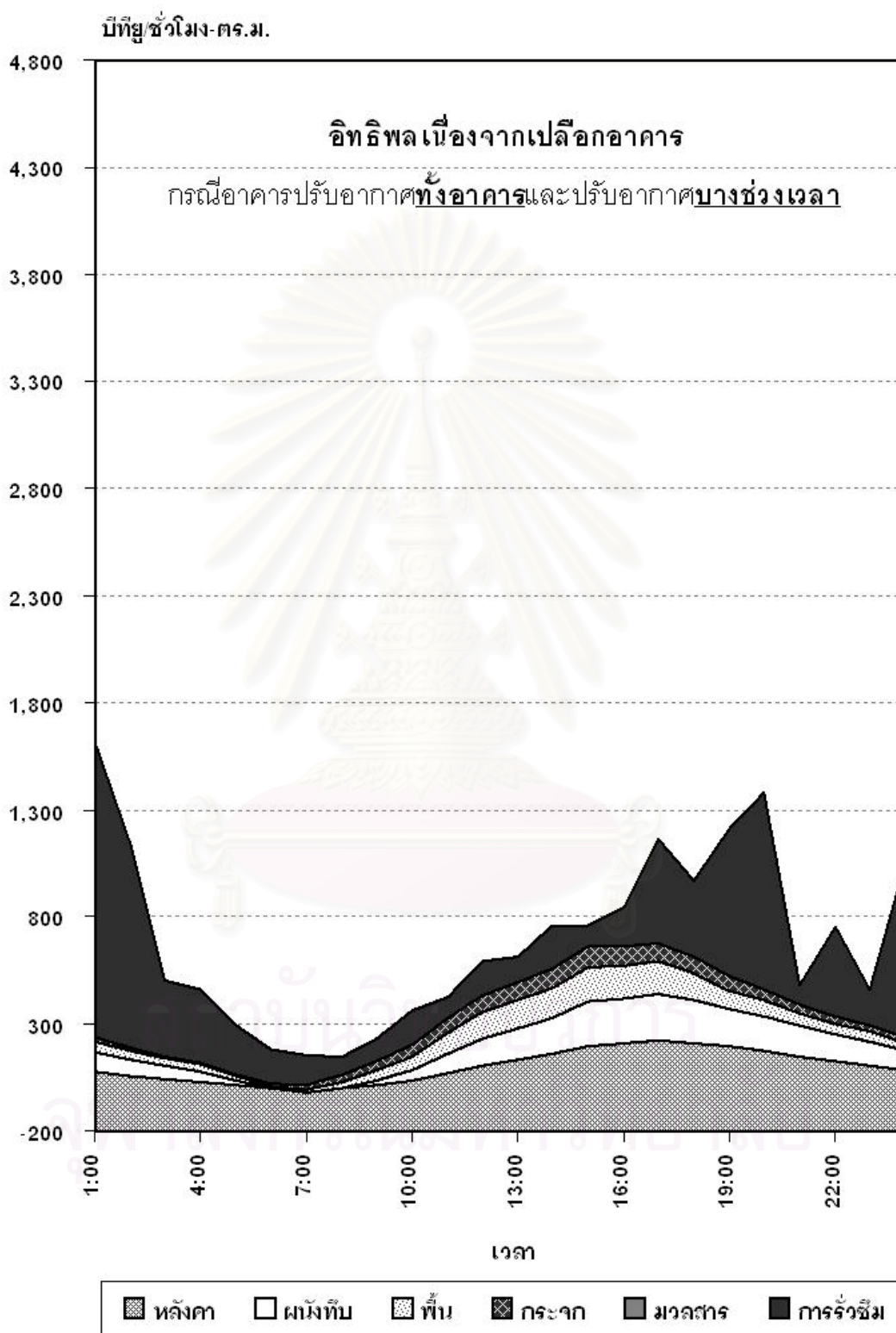
แผนภูมิที่ 7.24 แสดงค่าภาระการทำความเย็นกรณีศึกษาที่ 1 ปรับอากาศบางส่วนอาคารและปรับอากาศบางช่วงเวลา ตัวแปรเปลือกอาคาร

กรณีที่ 2 ปรับอากาศบางส่วนของอาคารและปรับตลอดทั้งวัน ตัวแปรเปลือกอาคาร



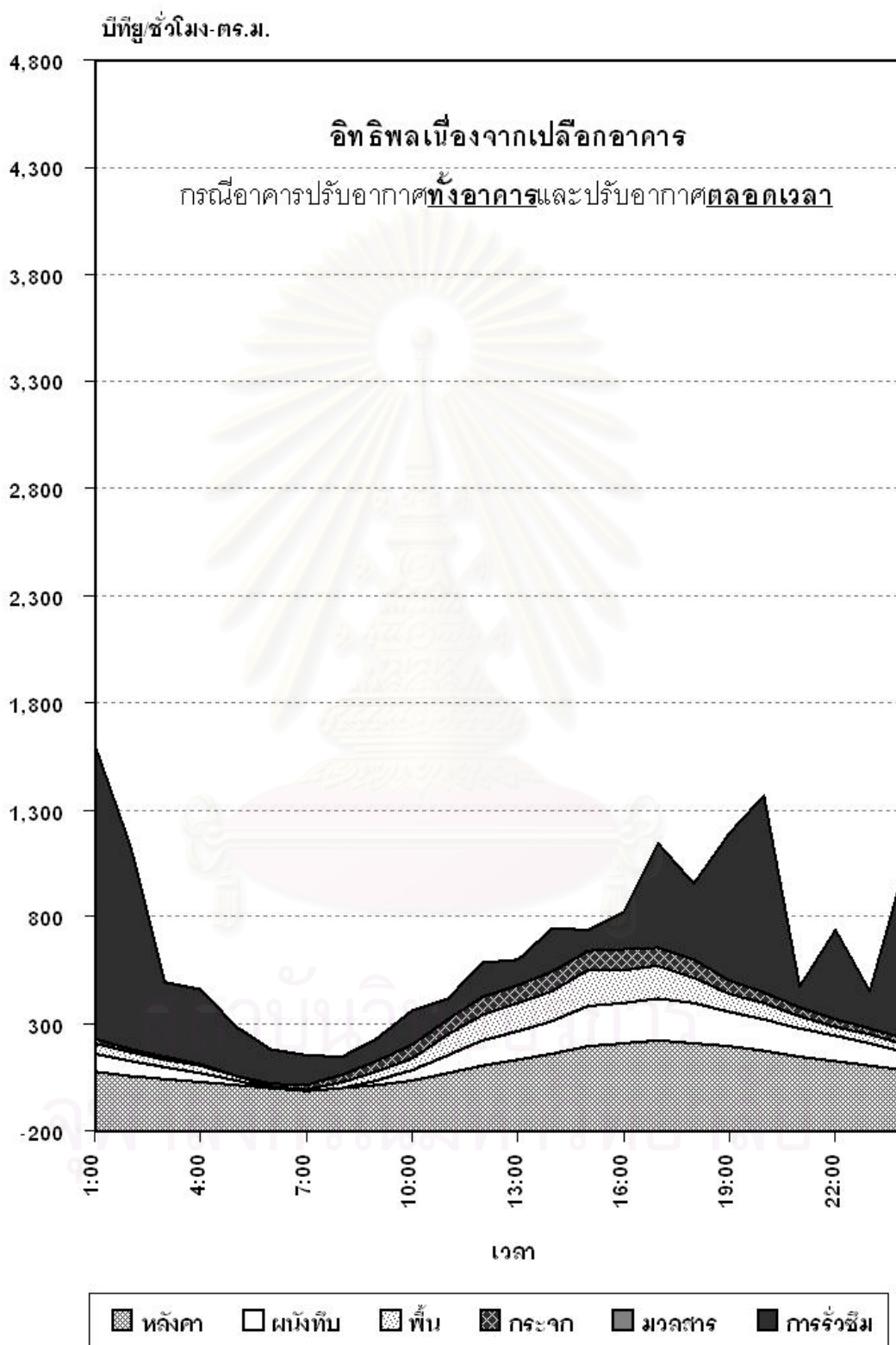
แผนภูมิที่ 7.25 แสดงค่าภาระการทำความเย็นกรณีที่ 2 ปรับอากาศบางส่วนของอาคารและปรับตลอดทั้งวัน ตัวแปรเปลือกอาคาร

กรณีที่ 3 ปรับอากาศทั้งอาคารและปรับอากาศบางช่วงเวลา ตัวแปรเลือกอาคาร



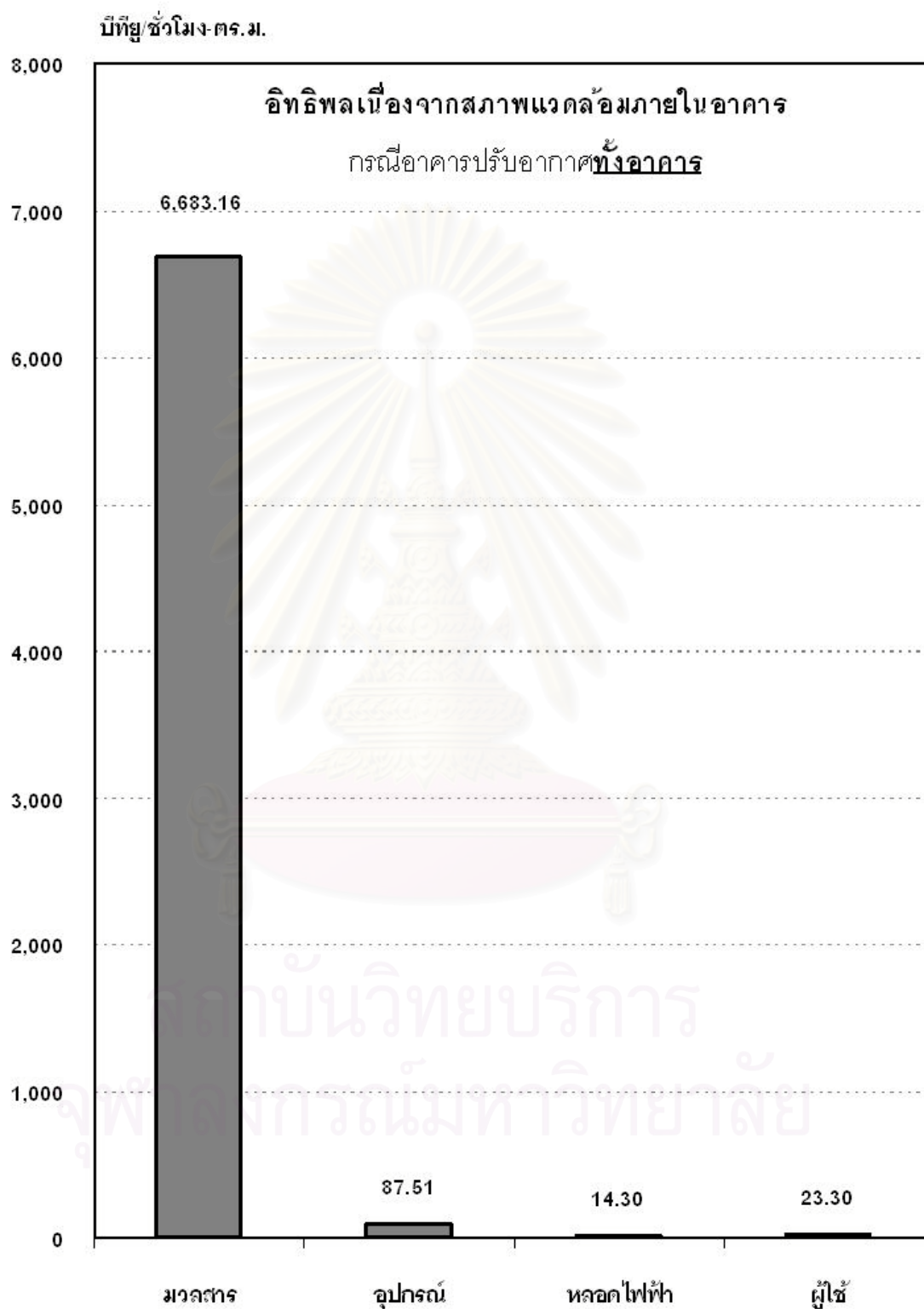
แผนภูมิที่ 7.26 แสดงค่าภาระการทำความเย็นกรณีที่ 3 ปรับอากาศทั้งอาคารและปรับอากาศบางช่วงเวลา ตัวแปรเลือกอาคาร

กรณีที่ 4 ปรับอากาศทั้งอาคารและปรับตลอดทั้งวัน ตัวแปรเปลือกอาคาร

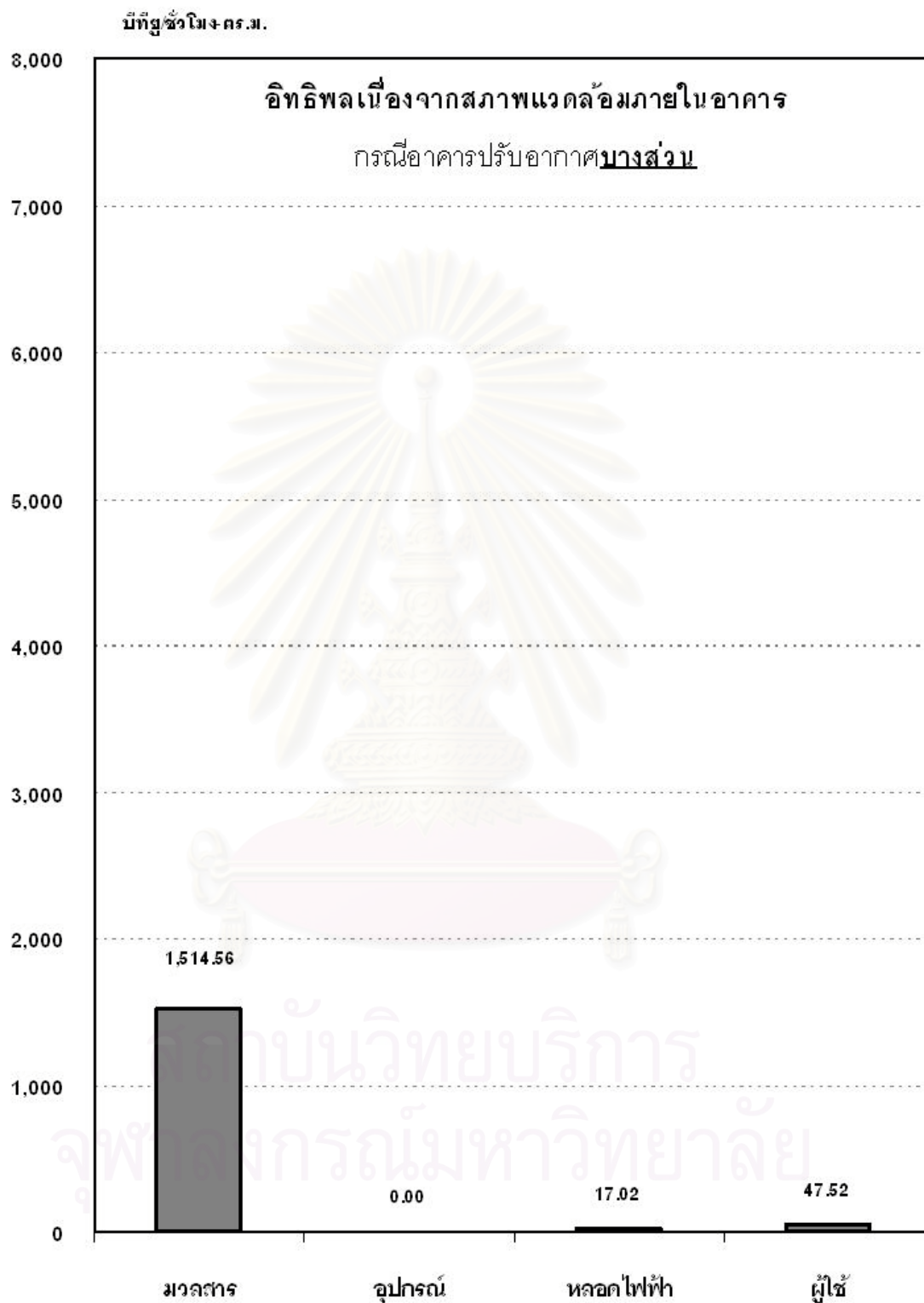


แผนภูมิที่ 7.27 แสดงค่าภาระการทำความเย็นกรณีที่ 4 ปรับอากาศทั้งอาคารและปรับตลอดทั้งวัน ตัวแปรเปลือกอาคาร

ทั้ง 4 กรณี ตัวแปรสภาพแวดล้อมภายในอาคาร

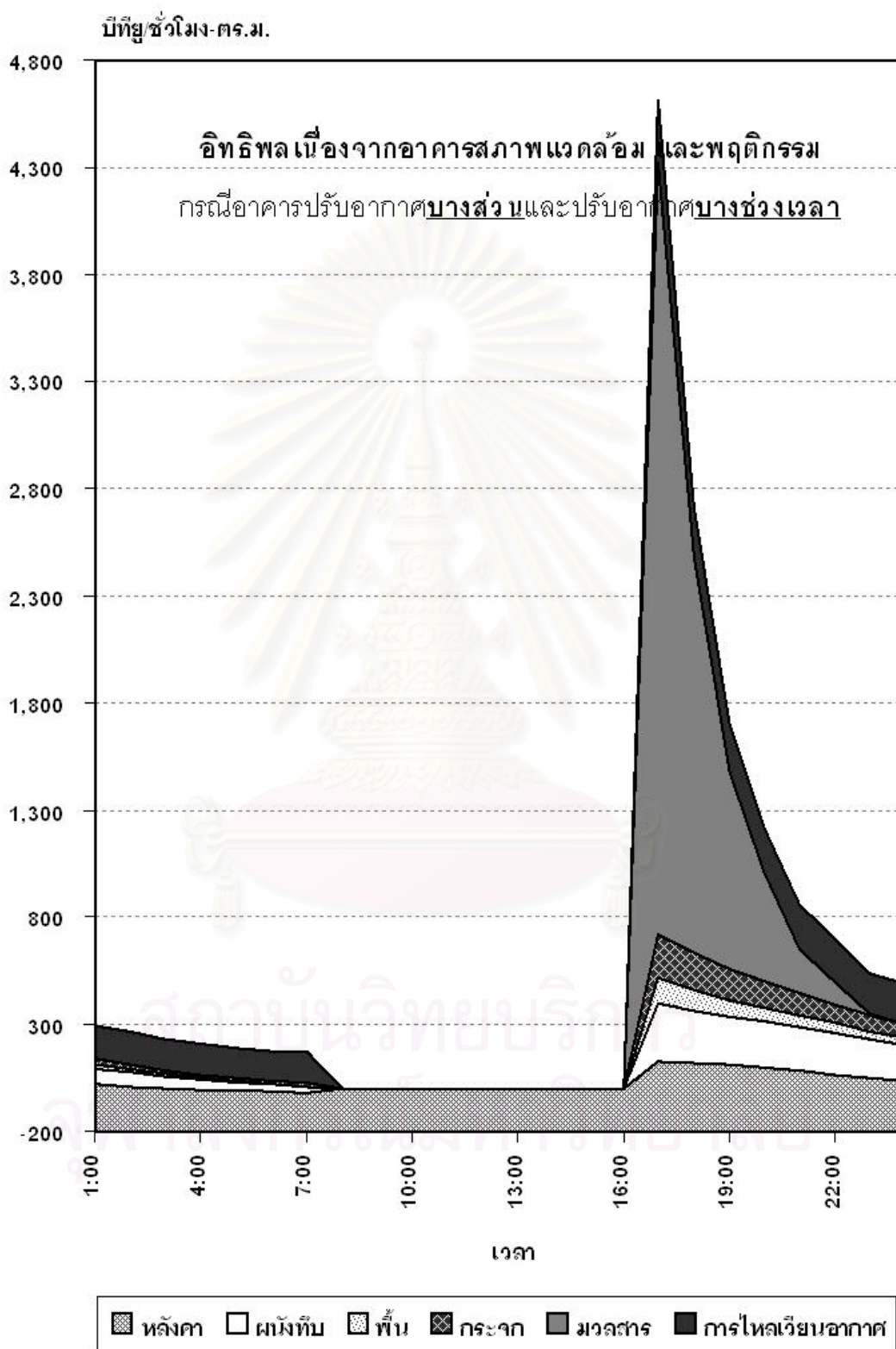


แผนภูมิที่ 7.28 แสดงค่าการกระทำทั้ง 4 กรณี ตัวแปรสภาพแวดล้อมภายในอาคาร



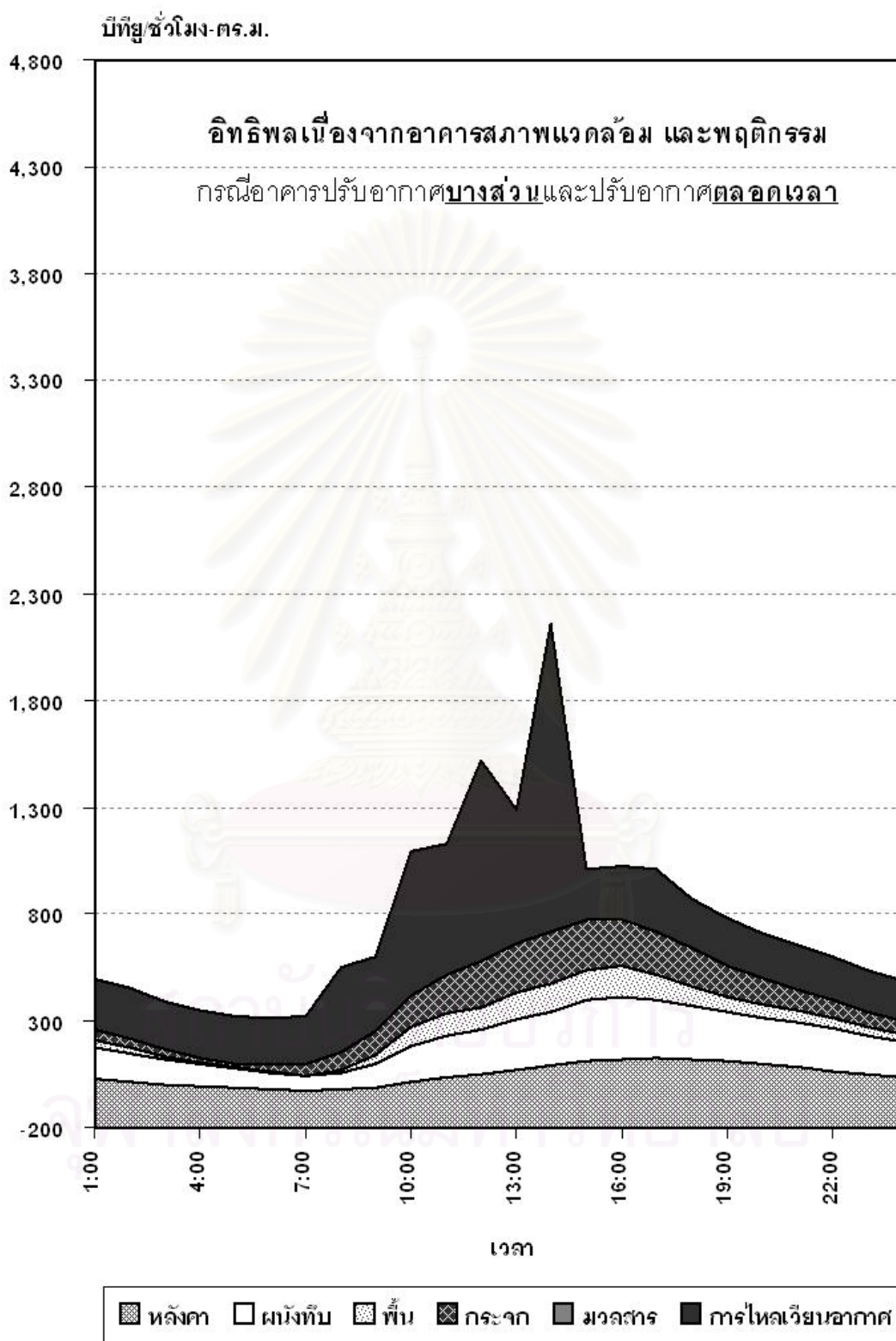
แผนภูมิที่ 7.29 แสดงค่าการกระทำทั้งสิ้น 4 กรณี ตัวแปรสภาพแวดล้อมภายในอาคาร

กรณีที่ 1 ปรับอากาศบางส่วนอาคารและปรับอากาศบางช่วงเวลา ตัวแปรพฤติกรรมการใช้



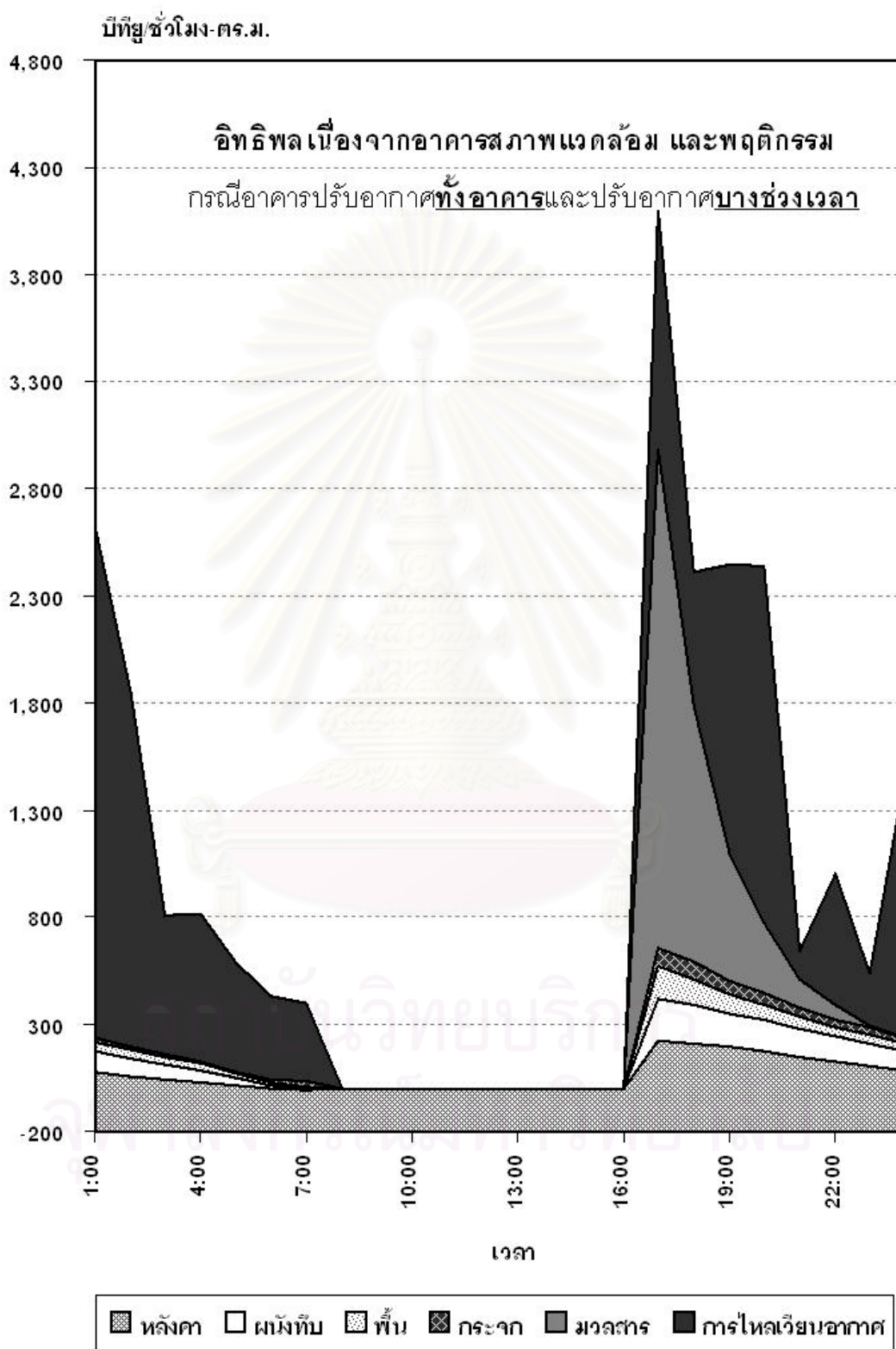
แผนภูมิที่ 7.30 แสดงค่าภาระการทำเย็น กรณีที่ 1 ปรับอากาศบางส่วนอาคารและปรับอากาศบางช่วงเวลา ตัวแปรพฤติกรรมการใช้

กรณีที่ 2 ปรับอากาศบางส่วนของอาคารและปรับตลอดทั้งวัน ตัวแปรพฤติกรรมการใช้



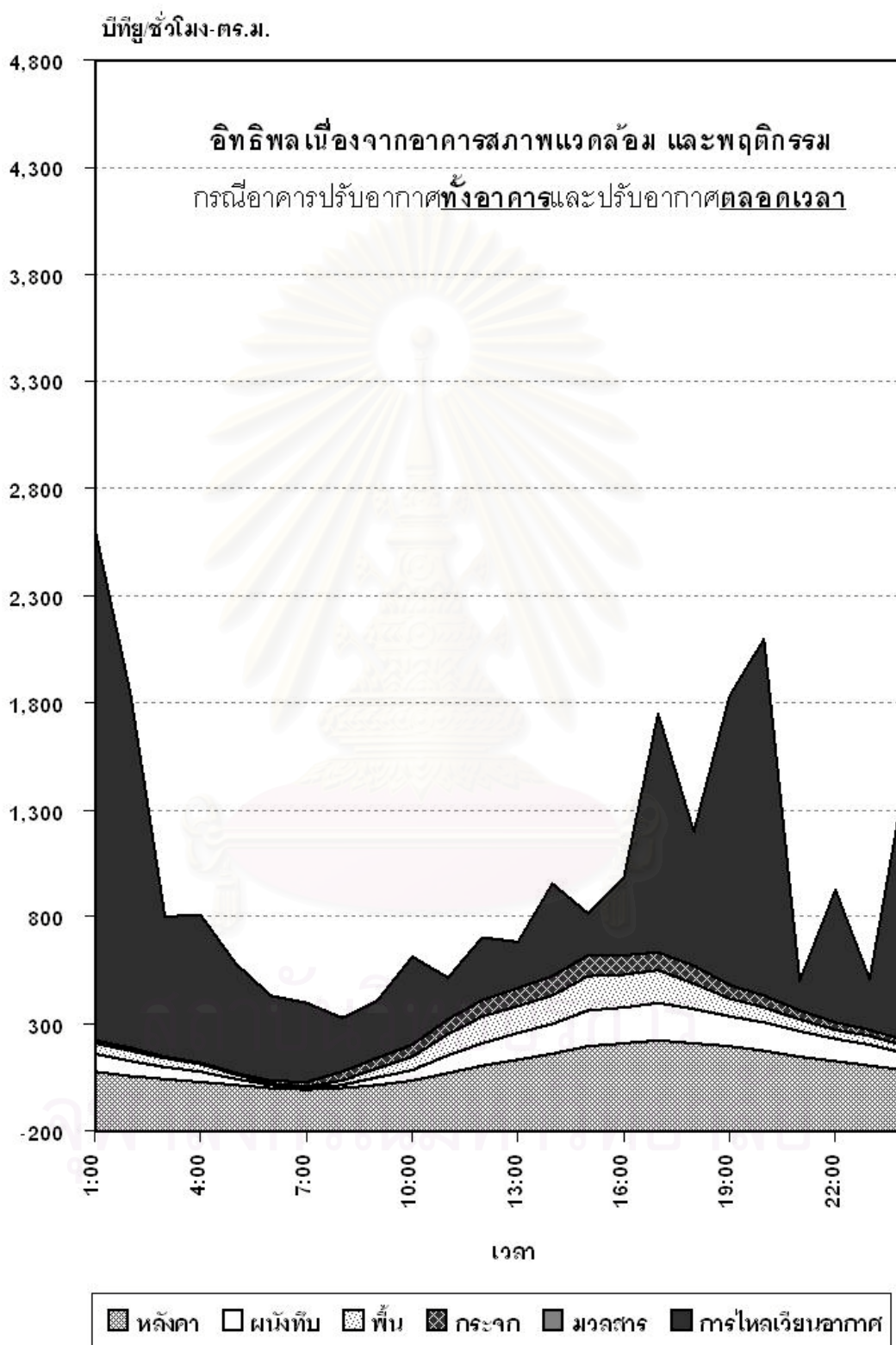
แผนภูมิที่ 7.31 แสดงค่าภาระการทำเย็น กรณีที่ 2 ปรับอากาศบางส่วนของอาคารและปรับตลอดทั้งวัน ตัวแปรพฤติกรรมการใช้

กรณีที่ 3 ปรับอากาศทั้งอาคารและปรับอากาศบางช่วงเวลา ตัวแปรพฤติกรรมการใช้



แผนภูมิที่ 7.32 แสดงค่าภาระการทำเย็น กรณีที่ 3 ปรับอากาศทั้งอาคารและปรับอากาศบางช่วงเวลา ตัวแปรพฤติกรรมการใช้

กรณีที่ 4 ปรับอากาศทั้งอาคารและปรับตลอดทั้งวัน ตัวแปรพฤติกรรมการใช้



แผนภูมิที่ 7.33 แสดงค่าภาระการทำเย็น กรณีที่ 4 ปรับอากาศทั้งอาคารและปรับตลอดทั้งวัน ตัวแปรพฤติกรรมการใช้

จากผลการประมวลผลข้างต้น พบว่าแนวโน้มค่าภาระการทำความเย็นในแต่ละกรณีมีความแตกต่างกันไปตามตัวแปรต่างๆ พบว่าตัวแปรของค่าภาระการทำความเย็นเมื่อเปรียบเทียบที่พื้นที่ใช้งานเท่ากัน อิทธิพลที่ส่งผลกระทบต่ออย่างมากได้แก่ พื้นที่ผิวเปลือกอาคารที่ได้รับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์ การรั่วซึมของอากาศผ่านเปลือกอาคารและการดูดซับความร้อนความชื้นของวัสดุ แต่เมื่อตัดตัวแปรที่ควบคุมได้ยากอย่างการรั่วซึมของอากาศผ่านเปลือกอาคาร เนื่องจากความเร็วลมโดยรอบอาคารออก การออกแบบก็จะอยู่ที่พื้นที่เปลือกอาคาร และการดูดซับความร้อนความชื้นของวัสดุ ซึ่งปัญหาพื้นที่เปลือกอาคารสามารถชดเชยได้ด้วยการเลือกใช้วัสดุเปลือกอาคารที่มีความสามารถในการต้านทานความร้อนได้ดี เช่นเดียวกันกับการเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติการดูดซับความร้อนความชื้นน้อย

จากข้อมูลข้างต้นสามารถที่จะบอกขอบเขตของผลการออกแบบคร่าวๆ ถึงศักยภาพการออกแบบอาคารเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแบ่งค่าคะแนน ตามระดับดังนี้

ตารางที่ 7.6 แสดงผลภาระการทำความเย็นและค่าดัชนีของอาคารกรณีศึกษา

	เฉพาะอาคาร		อาคารและสภาพแวดล้อม		อาคารและสภาพแวดล้อมและพฤติกรรม	
	คะแนน Btu/hr-m ²	ค่าดัชนี (เบอร์)	คะแนน Btu/hr-m ²	ค่าดัชนี (เบอร์)	คะแนน Btu/hr-m ²	ค่าดัชนี (เบอร์)
กรณีที่ 1	2,636	1	986	2	5,553	1
กรณีที่ 2	2,636	1	597	3	630	3
กรณีที่ 3	3,163	1	1,444	1	4,536	1
กรณีที่ 4	3,163	1	2,605	1	6,420	1

สำหรับการเปรียบเทียบพื้นที่เปลือกอาคาร พบว่าอาคารกรณีที่ 1,2 (ปรับอากาศบางส่วน) มีพื้นที่ผิวเปลือกอาคาร 167 ตร.ม. เป็นส่วนที่สัมผัสอากาศภายนอก 115 ตร.ม. ส่วนอาคารกรณีที่ 3,4 (ปรับอากาศทั้งอาคาร) มีพื้นที่ผิวเปลือกอาคาร 225 ตร.ม. เป็นส่วนที่สัมผัสอากาศภายนอก 225 ตร.ม. นั่นคืออาคารกรณีที่ 1,2 มีพื้นที่ผิวในการรับอิทธิพลจากความเร็วลม และรังสีดวงอาทิตย์น้อยกว่าอาคารกรณีที่ 3,4

จากผลการประเมินสรุปได้ว่า

- 1) อาคารกรณีที่มีพื้นที่ผิวเปลือกอาคารน้อย(กรณีที่ 1 และ 2) มีแนวโน้มของค่าภาระการทำความเย็นต่ำกว่าอาคารกรณีที่มีพื้นที่ผิวเปลือกอาคารมาก(กรณีที่ 3 และ 4)
- 2) อาคารกรณีที่มีการปรับอากาศตลอดเวลา(กรณีที่ 2 และ 4) มีแนวโน้มของค่าภาระการทำความเย็นต่ำกว่าอาคารกรณีที่มีการปรับอากาศบางช่วงเวลา(กรณีที่ 1 และ 3) หากไม่พิจารณาภาระเนื่องจากการรั่วซึมของอากาศ

3. การศึกษาอิทธิพลการออกแบบอาคารจากกรณีตัวอย่าง

1) ตัวแปรที่พิจารณาในการออกแบบ เพื่อทำการประเมินค่าศักยภาพของอาคารในเรื่องของขอบเขตศักยภาพการออกแบบ ในที่นี้จะพิจารณาอิทธิพลเนื่องจากการใช้สภาพแวดล้อม พฤติกรรมการใช้อาคารและการปรับปรุงเปลือกอาคารในการพิจารณากับอาคารกรณีตัวอย่าง ทั้งนี้ทำการทดสอบเฉพาะอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศ เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผลในเรื่องของอุณหภูมิผิวที่ส่งผลต่อค่าอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบไม่สมบูรณ์ มีเงื่อนไขดังนี้

1.1) การพิจารณาอิทธิพลของสภาพแวดล้อมอาคาร ในการทดสอบจึงได้ทำการตั้งเงื่อนไขสำหรับอาคารปรับอากาศที่มีการใช้ระบบปรับอากาศทั้งอาคาร ตลอดเวลา โดยพิจารณาลักษณะสภาพแวดล้อมทั้ง 7 รูปแบบดังนี้ สภาพแวดล้อมมาตรฐาน บริเวณลานคอนกรีต บริเวณสนามหญ้า บริเวณใต้ต้นไม้ บริเวณริมสระน้ำกลางแจ้ง บริเวณริมสระน้ำในร่ม และบริเวณริมสระน้ำใต้ต้นไม้ใหญ่ โดยกำหนดให้มีการพัดสามารถพัดผ่านได้ 5 ระดับ คือ 100% 80% 60% 40% และ 20% ของความเร็วลมภายนอก(สภาพอากาศมาตรฐาน)

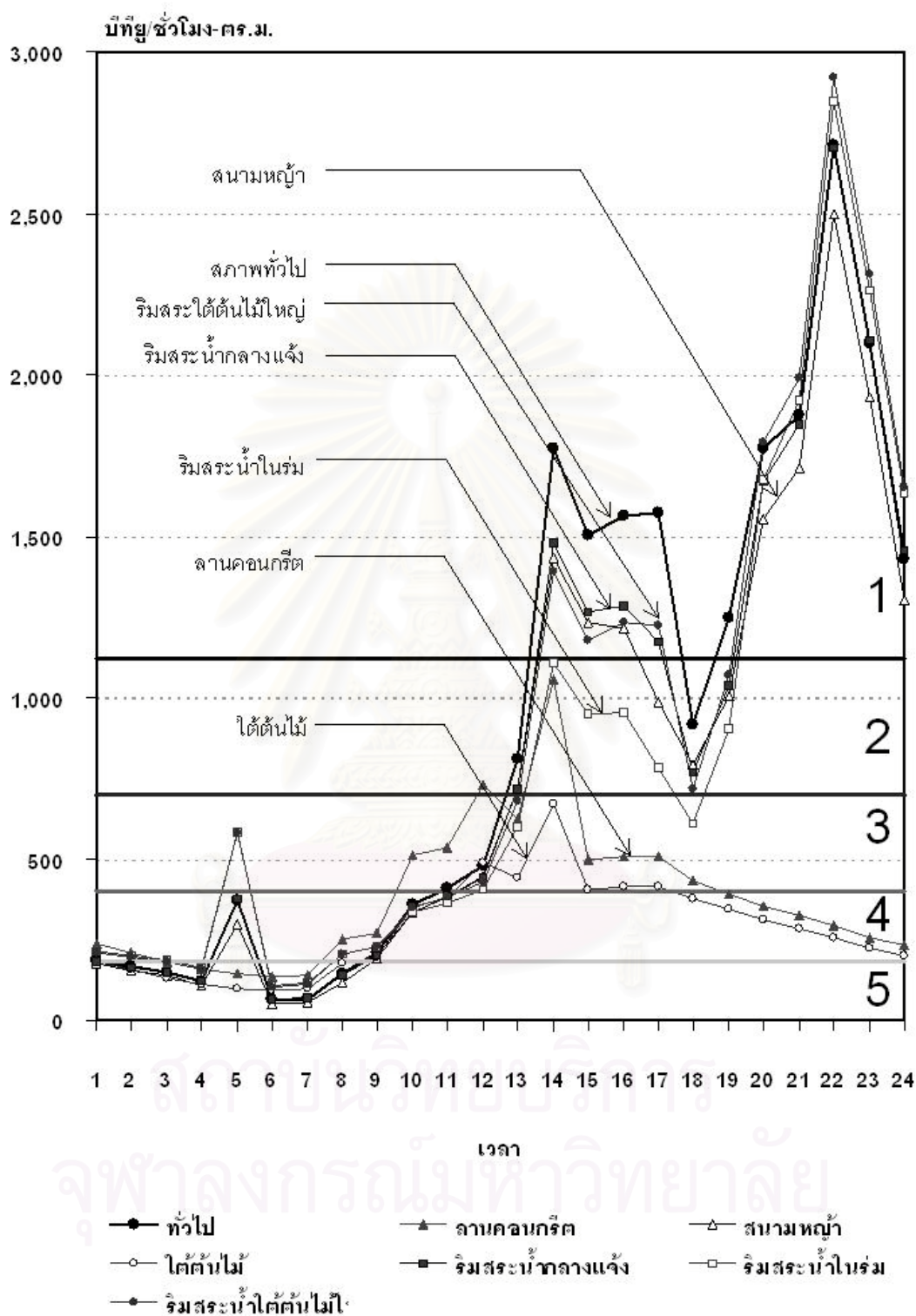
1.2) การพิจารณาอิทธิพลของพฤติกรรมการใช้ ในการทดสอบจึงได้ทำการตั้งเงื่อนไขสำหรับอาคารปรับอากาศที่มีการใช้ระบบปรับอากาศทั้งอาคาร ตลอดเวลาและช่วงเวลาใช้งาน โดยพิจารณาลักษณะสภาพแวดล้อมที่ดีที่สุด โดยกำหนดให้กระแสลมไม่สามารถพัดผ่านเนื่องจากการป้องกันการรั่วซึมของอากาศได้ 100%

1.3) การพิจารณาอิทธิพลของการปรับปรุงประสิทธิภาพเปลือกอาคาร ในการทดสอบจึงได้ทำการตั้งเงื่อนไขสำหรับอาคารปรับอากาศที่มีการใช้ระบบปรับอากาศทั้งอาคาร ตลอดเวลา โดยพิจารณาลักษณะสภาพแวดล้อมที่ดีที่สุด โดยกำหนดให้กระแสลมไม่สามารถพัดผ่านเนื่องจากการป้องกันการรั่วซึมของอากาศได้ 100% ปรับปรุงส่วนของหลังคาโดยการเพิ่มฉนวนโฟม 6 นิ้ว ส่วนผนังที่เพิ่มฉนวนโฟม 3 นิ้ว ส่วนหน้าต่างใช้กระจกใส Low-E 3 หนา 3 มม. ด้านใน 3 มม. ช่องอากาศหนา 14 มม.

2) ผลการทดสอบ

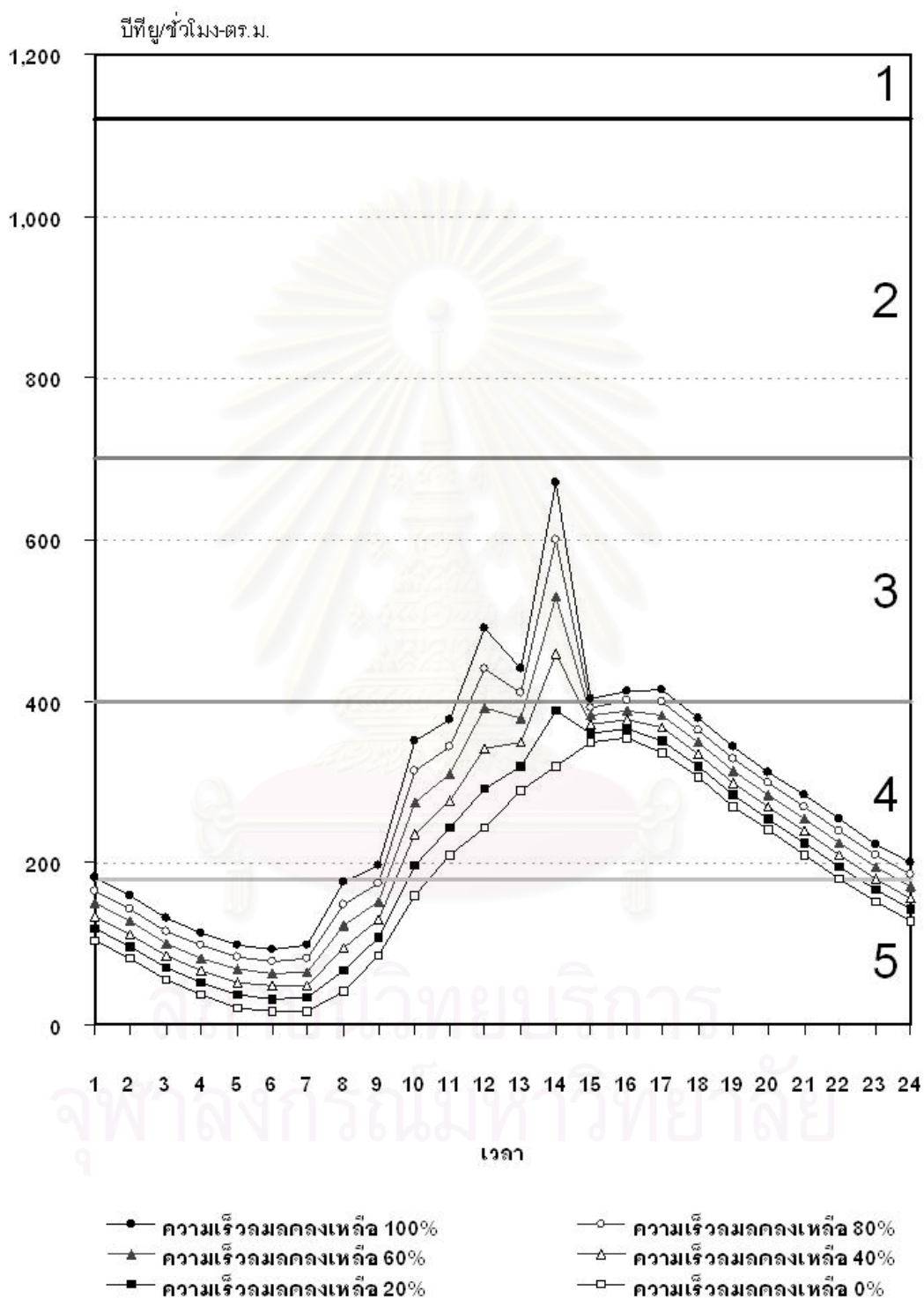
ตารางที่ 7.7 แสดงผลของค่าภาระการทำความเย็นจากการปรับปรุงอาคาร

เงื่อนไข	ภาระการทำความเย็น(Btu/hr-m ²)			การลดทอนจากค่าสูงสุดเหลือ		
	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	%	%	%
สภาวะปกติ	978.46	4,203.44	0	100		
ปรับพฤติกรรม	954.46	2,615.38	327.51	62.22	100	
ปรับสภาพแวดล้อม	175.16	355.15	16.39	8.45	13.58	100
ปรับปรุงเปลือกอาคาร	87.06	161.80	22.16	3.85	6.19	45.56



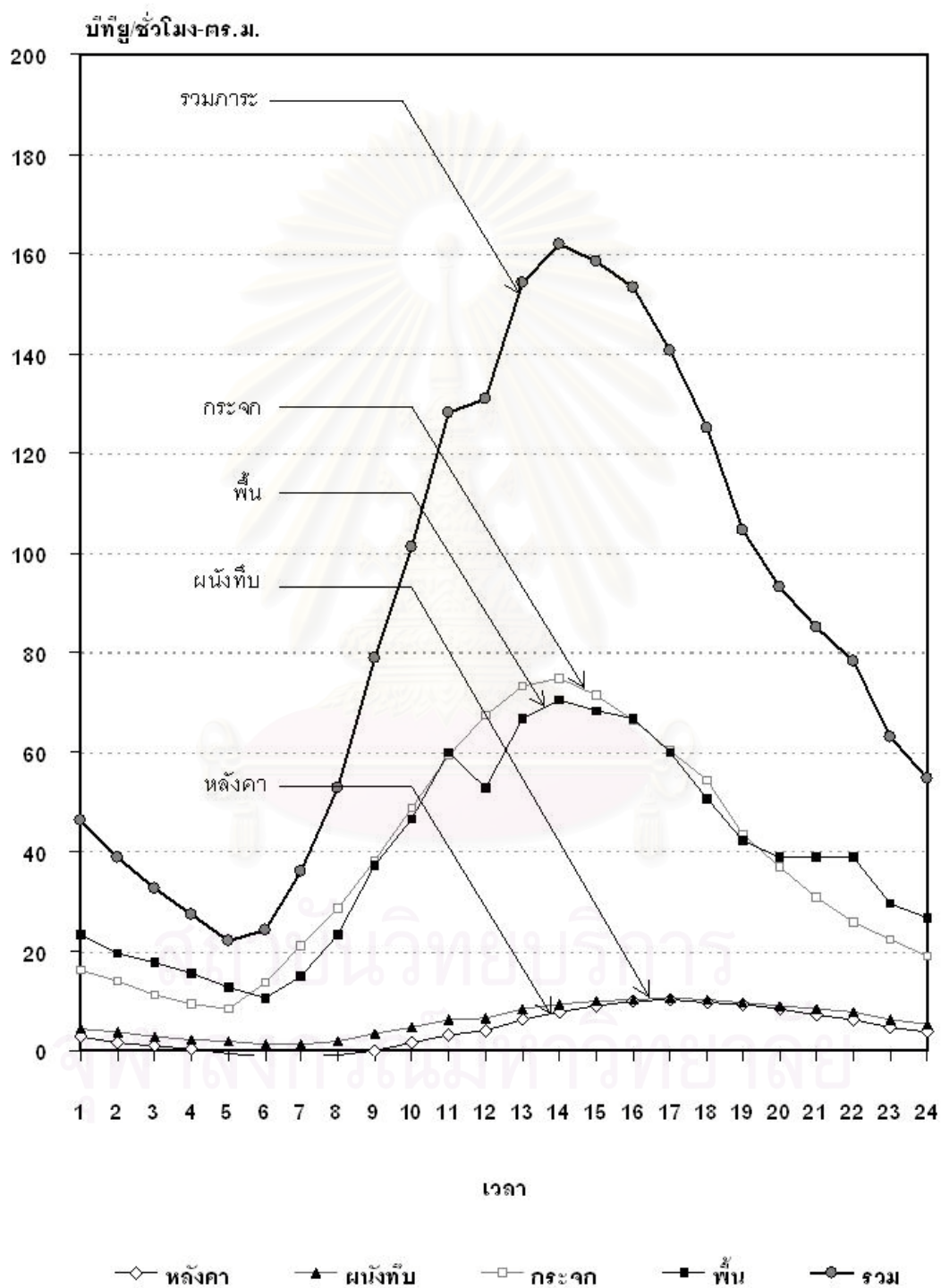
แผนภูมิที่ 7.34 แสดงการเปรียบเทียบการทำความเย็นเนื่องจากอิทธิพล
ของสภาพแวดล้อมแบบต่างๆ

จากแผนภูมิสังเกตได้ว่า ลักษณะสภาพแวดล้อมที่ดีจะต้องไม่สร้างภาระของอากาศชั้น และควรมีร่มเงา กรณีที่ดีได้แก่กรณีสภาพแวดล้อมใต้ต้นไม้(โปร่ง)

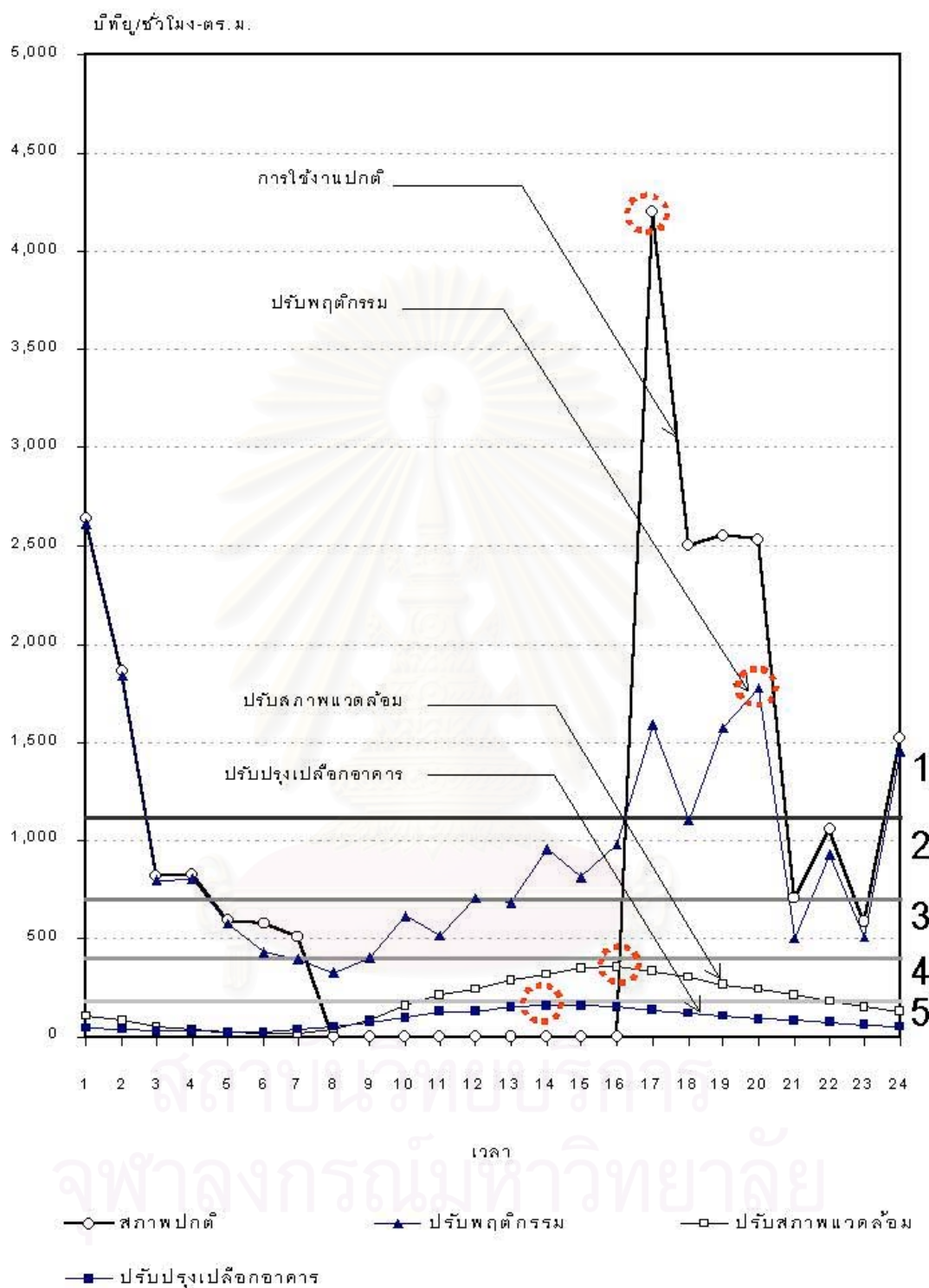


แผนภูมิที่ 7.35 แสดงการเปรียบเทียบค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากอิทธิพลของการลดการรั่วซึมกรณีสภาพแวดล้อมใต้ต้นไม้

จากแผนภูมิสังเกตได้ว่าอิทธิพลของกระแสลมไม่สม่ำเสมอ มีช่วงภาวะการทำความเย็นค่อนข้างกว้าง แนวทางที่ดีที่สุดควรที่จะป้องกันให้ได้อย่างสมบูรณ์โดยเปลือกอาคาร เนื่องจากความเร็วลมสามารถใช้ประโยชน์ได้เมื่อไม่มีการใช้ระบบปรับอากาศ



แผนภูมิที่ 7.36 แสดงการเปรียบเทียบภาวะการทำความเย็นเนื่องจากการปรับปรุงเปลือกอาคาร



แผนภูมิที่ 7.37 แสดงการเปรียบเทียบค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการปรับปรุงโดยใช้อิทธิพลต่างๆ

สรุปผลการทดสอบ จากตารางที่ 7.11 แสดงผลของค่าภาระการทำความเย็นจากการปรับปรุงอาคาร และแผนภูมิที่ 7.12 แสดงการเปรียบเทียบค่าภาระการทำความเย็นเนื่องจากการปรับปรุงโดยใช้อิทธิพลต่างๆ พบว่าอิทธิพลส่วนใหญ่เกิดจากพฤติกรรมการใช้ (การทำความเย็นให้กับมวลสาร) และอิทธิพลของการรั่วซึมอากาศ ซึ่งถ้าหากสามารถควบคุมตัวแปรดังกล่าวได้ ก็จะสามารถลดภาระการทำความเย็นได้มาก ส่วนการใช้เปลือกอาคารก็มีส่วนสำคัญในการลดตัวแปรทั้ง 2 ส่วนข้างต้น เนื่องจากสามารถที่จะเลือกใช้วัสดุที่มีการดูดซับความร้อนความชื้นได้น้อย มีการรั่วซึมของอากาศต่ำและมีค่าความต้านทานความร้อนสูง



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 8

บทสรุป และข้อเสนอแนะ

สำหรับในบทที่ 8 ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนแรกเป็นการสรุปผลการวิจัย และส่วนที่สองเป็นส่วนของการเสนอแนะสำหรับการพัฒนาต่อเพื่อขยายผลการวิจัย

1. บทสรุป

จากวัตถุประสงค์หลักของการวิจัยพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินค่าดัชนีการใช้พลังงานของอาคารในภูมิภาคภาคตะวันออกเฉียงใต้

1) เพื่อศึกษาอิทธิพลและความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีผลต่อการใช้พลังงาน ตามแนวทางการออกแบบอาคารที่เหมาะสม

ผลจากการวิจัยเบื้องต้นโดยใช้แนวทางการออกแบบที่คำนึงถึงตัวแปรต่างๆ ได้แก่ ตัวแปรสภาพแวดล้อม รูปทรงอาคาร เปลือกและวัสดุอาคาร สภาพแวดล้อมอาคาร และพฤติกรรมการใช้เป็นตัวแปรหลักที่ใช้เป็นเกณฑ์การพิจารณาศักยภาพการออกแบบอาคารไม่ปรับอากาศ อาคารปรับอากาศและอาคารที่ใช้ระบบผสม พบว่าในแต่ละตัวแปรที่ใช้ออกแบบแปรไปด้วยตัวแปรต่างๆ อีกมากมายที่เกี่ยวข้องกับสภาวะน่าสบายอันเป็นจุดมุ่งหมายหลักของการออกแบบอาคารที่ดี และเพื่อความเหมาะสมต่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ การลดภาระการทำความเย็นจึงเป็นประเด็นหนึ่งที่ต้องพิจารณา และให้ความสำคัญอย่างมาก ดังนั้นในการออกแบบอาคารไม่ปรับอากาศจึงใช้เกณฑ์สภาวะน่าสบายในการตัดสินใจภาพในการออกแบบ โดยที่สภาวะน่าสบายมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องโดยสรุป 6 ตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ เสื้อผ้าที่สวมใส่ และอัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย สำหรับการออกแบบอาคารซึ่งมีผลต่อ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ จึงพิจารณาใช้ความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันนี้ ไปประมวลผลเพื่อหาแนวโน้มของสภาวะน่าสบาย และสำหรับการออกแบบอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศ การใช้พลังงานในการทำ ความเย็นเป็นผลที่มาจากอิทธิพลของการปรับสภาวะแวดล้อม ซึ่งในสภาพอากาศจะต้องเกี่ยวข้องกับความร้อนและความชื้นทั้งในปริมาณของอากาศ และในวัตถุต่างๆ ที่อยู่ในระบบ ตัวแปรในการออกแบบอาคารจึงพิจารณาถึงการถ่ายเทความร้อน ความชื้น และการดูดซับความร้อนความชื้นอันได้แก่ การถ่ายเทความร้อนผ่านเปลือกอาคาร(หลังคา ผนัง ทึบ กระฉก ฝ้า ประตูและหน้าต่าง) การรั่วซึมและการไหลผ่านของอากาศเข้าสู่ภายในอาคาร รังสีความร้อนจากแสงอาทิตย์ผ่านช่องแสง แหล่งพลังงานความร้อนภายในอาคาร(อุปกรณ์ หลอดไฟฟ้าและผู้ใช้งาน)และการดูดซับ

ความร้อนความชื้นของวัสดุ ล้วนแต่เกี่ยวข้องกับการออกแบบทั้งสิ้น ดังนั้นการพิจารณาศักยภาพในการออกแบบอาคารปรับอากาศจึงอาศัยความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ก่อให้เกิดค่าภาระการทำความเย็นในการตัดสินใจ

2) เพื่อให้ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่สามารถประเมินค่าดัชนีการใช้พลังงานของอาคารได้ รวมถึงคนทั่วไปสามารถเข้าใจได้ง่าย ประมวลผลได้รวดเร็ว และเป็นเครื่องมือที่สามารถประเมินเบื้องต้นในการออกแบบ พัฒนาและปรับปรุงอาคารให้มีประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน

จากวัตถุประสงค์ดังกล่าวโปรแกรมคอมพิวเตอร์จึงเป็นเสมือนอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบเพื่อประเมิน ดังนั้นจึงจำเป็นที่โปรแกรมจะต้องมีความสามารถในการประมวลผลจากข้อมูลเบื้องต้นในการออกแบบอาคาร ด้วยการคำนวณที่ซับซ้อน ยุ่งยาก จำนวนมาก และรวดเร็ว รวมถึงการสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานกับโปรแกรมที่เข้าใจง่าย

2.1) การออกแบบโครงสร้างโปรแกรมจึงประกอบด้วย **ส่วนของข้อมูล** แบ่งเป็นส่วนของฐานข้อมูลและส่วนที่ได้จากการป้อนค่า **ส่วนการคำนวณ** และ**ส่วนของการแสดงผล**

2.1.1) ส่วนของข้อมูล

- ฐานข้อมูล ประกอบไปด้วยข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณค่า ค่าคะแนนที่ใช้ตัดสินใจค่าดัชนีและสมการที่สามารถปรับเปลี่ยนได้
- ข้อมูลจากการป้อน เพื่อเก็บค่าที่จำเป็นต่อการประมวลผล แบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ ตามแนวทางการออกแบบอาคาร ทั้งนี้มีทั้งส่วนที่ต้องป้อนค่าเป็นตัวเลข และส่วนที่เป็นตัวเลือกจากฐานข้อมูล

ทั้งสองส่วนใช้โปรแกรม Microsoft Access 97 เป็นโปรแกรมสนับสนุนในการเรียกใช้และบันทึกข้อมูล โดยใช้ภาษา SQL ในการสื่อสาร

2.1.2) **ส่วนการคำนวณ** ในส่วนนี้อาศัยทฤษฎีและสมการต่างๆ ทำการคำนวณค่า

2.1.3) **ส่วนของการแสดงผล** ในส่วนนี้นอกจากจะแสดงผลลัพธ์อันได้แก่ค่าดัชนีแล้ว ยังแสดงข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการช่วยให้เห็นภาพเป็นรูปธรรมมากขึ้น ในลักษณะการเปรียบเทียบเป็นตัวเลข ตารางและแผนภูมิ เพื่อให้ง่ายต่อการตัดสินใจของผู้ใช้งานในการนำไปประยุกต์ใช้

2.2) การพัฒนาโปรแกรม ได้อาศัยโปรแกรม Visual Basic 6.0 เนื่องจากมีรากฐานการใช้งานที่แพร่หลายทั่วไป(ใช้ในระบบปฏิบัติการ Window) และเป็นภาษาที่เข้าใจได้ง่าย สามารถประยุกต์ใช้งานกับโปรแกรมอื่นๆ ได้หลากหลาย

2.3) การใช้งาน โปรแกรมมีวัตถุประสงค์ให้คนทั่วไปสามารถที่จะใช้งานได้ ดังนั้นการใช้งานจึงเป็นลักษณะการป้อนค่าที่ต้องการจากตัวเลือกที่มีข้อมูลอยู่ และยังสามารถที่จะเพิ่ม ปรับเปลี่ยนข้อมูลได้อย่างไม่จำกัด แล้วหลักการการคำนวณที่ยุ่งยากซับซ้อนให้คอมพิวเตอร์ เลือกผลที่ต้องการทราบจากการประมวลผล ซึ่งเป็นเพียงข้อมูลแนวโน้มที่อาศัยหลักการและทฤษฎีเท่านั้น ส่วนการสรุปและตัดสินใจขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ใช้งาน

2.4) การประมวลผล อาศัยแนวทางการออกแบบที่พิจารณาถึงสภาพแวดล้อมอาคาร รูปทรงอาคาร เปลือกและวัสดุอาคาร สภาพแวดล้อมภายในอาคาร และพฤติกรรมกรรมการใช้งาน เป็นประเด็นหลัก และใช้ตัวแปรย่อยในการแสดงถึงอิทธิพลอันก่อให้เกิดค่าคะแนนการออกแบบ ได้แก่ การแยกพิจารณาจากความสัมพันธ์ที่เป็นไปตามธรรมชาติและการใช้ระบบปรับอากาศได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงการพิจารณาตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบอาคาร

ตัวแปรหลัก	ไม่ใช้ระบบปรับอากาศ	ใช้ระบบปรับอากาศ
1.สภาพแวดล้อมอาคาร	1. สภาพแวดล้อมอาคาร	1.สภาพแวดล้อมอาคาร
2.รูปทรงและทิศทางอาคาร	(ไม่อยู่ในขอบเขตการวิจัยนี้)	2.รูปทรงและทิศทางอาคาร
3.เปลือกและวัสดุอาคาร	2. มวลสารอาคาร	3.เปลือกและวัสดุอาคาร
4.สภาพแวดล้อมภายใน	3.อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ	4.สภาพแวดล้อมภายใน
5.พฤติกรรมกรรมการใช้งาน	4. การเปิดปิดอาคาร	5.พฤติกรรมกรรมการใช้งาน

● สภาวะน่าสบาย

เพื่อให้รู้สึกถึงสภาวะดังกล่าวจำเป็นต้องพิจารณาตัวแปรที่เกี่ยวข้อง คือ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ เสื้อผ้า และอัตราการเผาผลาญภายในร่างกาย ซึ่งสำหรับการวิจัยนี้จะพิจารณาเฉพาะอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ เท่านั้น ดังนั้นในการพิจารณาการออกแบบอาคารในแต่ละตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบจึงเป็นการวัดที่ศักยภาพของตัวแปรที่สามารถสร้างโอกาสให้เกิดสภาวะน่าสบายได้มากน้อยเพียงไร โดยพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปรอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลมและและอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบที่ผสมกันเกิดสภาวะเสมือนที่ใช้ขอบเขตเป็นเกณฑ์ในการตัดสินว่าอยู่ในสภาวะน่าสบาย

ตารางที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบ

ตัวแปรหลัก	ตัวแปรที่พิจารณา
0. สภาพอากาศมาตรฐาน (วัดโดยกรมอุตุนิยมวิทยา)	อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมเนื่องจากสภาพอากาศจากอากาศมาตรฐาน
1. สภาพแวดล้อมอาคาร (กรณีปิดอาคารตลอดวัน)	อุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์เนื่องจากมวลสารอาคาร โดยสภาพอากาศจากสภาพแวดล้อม
2. มวลสารอาคาร (กรณีปิดอาคารตลอดวัน)	อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์เนื่องจากมวลสารอาคาร โดยสภาพอากาศจากอากาศมาตรฐาน
4. อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ (กรณีปิดอาคารตลอดวัน)	อุณหภูมิเสมือนเนื่องจากอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ และความชื้นสัมพัทธ์เนื่องจากมวลสารอาคาร โดยสภาพอากาศจากอากาศมาตรฐาน
5. การเปิดปิดอาคาร (กรณีอื่นๆ)	อุณหภูมิเสมือนเนื่องจากอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ ความชื้นสัมพัทธ์เนื่องจากมวลสารอาคารและการเปิดปิดอาคาร โดยสภาพอากาศจากสภาพแวดล้อม

● ภาระการทำความเย็น

เพื่อให้สามารถควบคุมสภาพอากาศได้อย่างสมบูรณ์จำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศ ซึ่งทำให้เกิดการใช้พลังงาน การพิจารณาตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบจึงวัดที่ขนาดภาระการทำความเย็นเป็นสำคัญ โดยที่ภาระดังกล่าวแบ่งได้เป็นส่วนของความร้อนแฝงและความร้อน

สัมพัทธ์ ซึ่งสามารถประมาณค่าได้จากการคำนวณ สำหรับการวิจัยนี้ได้อาศัยวิธีการ CLTD/ SCL/ CLF เป็นหลัก

ตารางที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบ

ตัวแปรหลัก	ตัวแปรที่พิจารณา
0.สภาพเฉพาะอาคาร	ภาวะเนื่องจากหลังคา ผนังที่เปียก พื้น กระจก มวลสาร และการรั่วซึมอากาศผ่านเปลือกอาคาร เนื่องจากอิทธิพลของสภาพอากาศมาตรฐาน
1.สภาพแวดล้อมอาคาร	ภาวะเนื่องจากหลังคา ผนังที่เปียก พื้น กระจก มวลสาร และการรั่วซึมอากาศผ่านเปลือกอาคาร เนื่องจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อม
2.รูปทรงและทิศทางอาคาร	ภาวะเนื่องจากหลังคา ผนังที่เปียก พื้น กระจก(เมื่อไม่คำนึงถึงคุณสมบัติของวัสดุ $U = 1, k = 1, Sc = 1$) และการรั่วซึมอากาศผ่านเปลือกอาคาร เนื่องจากอิทธิพลของสภาพอากาศมาตรฐาน
3.เปลือกและวัสดุอาคาร	ภาวะเนื่องจากหลังคา ผนังที่เปียก พื้น กระจก มวลสารเปลือกอาคาร และการรั่วซึมอากาศผ่านเปลือกอาคาร เนื่องจากอิทธิพลของสภาพอากาศมาตรฐาน
4.สภาพแวดล้อมภายใน	การคายความร้อนความชื้นของมวลสาร ผู้อาศัย ความร้อนจากอุปกรณ์ และหลอดไฟฟ้า ภายในอาคาร
5.พฤติกรรมการใช้งาน	ภาวะเนื่องจากหลังคา ผนังที่เปียก พื้น กระจก มวลสาร และการรั่วซึมอากาศผ่านเปลือกอาคาร เนื่องจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อม เมื่อมีการเปิดปิดเครื่องปรับอากาศ ช่องเปิด การใช้งานของผู้อาศัย อุปกรณ์ และหลอดไฟฟ้า

นอกจากนี้ในการประมวลผลยังอาศัยข้อมูลจากการทดลองเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลและสมการในการคำนวณค่า ได้แก่

การทดลองวัดอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ของอาคารมวลสารต่างๆ

การทดลองวัดอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของสภาพแวดล้อมอาคาร

แต่เนื่องจากผลที่ได้ยังไม่มีคุณสมบัติเพียงพอสำหรับการสร้างสมการทำนายค่า ดังนั้นสมการที่ใช้ในโปรแกรมจึงเป็นเพียงตัวแบบสำหรับใช้ในเบื้องต้นเท่านั้น

2.5) การทดสอบอาคารกรณีศึกษา ในเบื้องต้นได้พิจารณาอาคารที่มีลักษณะทั่วไป โดยตั้งเงื่อนไขการใช้งาน แบ่งเป็น 5 รูปแบบหลัก ได้แก่

- เงื่อนไขอาคารที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศทั้งอาคาร โดยพิจารณาการเปิดปิดอาคาร เป็น 64 กรณี คือ แบ่งเป็นการเปิด ปิด อาคาร ช่วงกลางวัน กลางคืนและฤดูกลาง ได้แก่ ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว พิจารณาเงื่อนไขที่ดีที่สุดนำไปพิจารณากับอาคารที่มีการปรับอากาศบางส่วน สำหรับเงื่อนไขที่ 2 และ 3 (ไม่รวมตัวแปรรูปทรงและทิศทางอาคาร)

- เงื่อนไขอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศบางส่วนอาคาร บางช่วงเวลา
- เงื่อนไขอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศบางส่วนอาคาร ตลอด 24 ชั่วโมง
- เงื่อนไขอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศทั้งอาคาร บางช่วงเวลา
- เงื่อนไขอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศทั้งอาคาร ตลอด 24 ชั่วโมง

ผลการประเมินสรุปได้ว่า

อาคารไม่ปรับอากาศ

พบว่าแนวโน้มการกระจายของข้อมูลเกาะกลุ่มเล็กลงเข้าสู่สภาวะน่าสบาย โดยโอกาสที่จะเกิดสภาวะน่าสบายอยู่ในช่วงฤดูหนาวแทบทั้งสิ้นทั้งสภาพอากาศมาตรฐานเองก็ตาม ซึ่งผลจากการออกแบบเป็นการลดโอกาสสบายลง (ค่าจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในเขตสบายลดลงเมื่อเทียบกับสภาพอากาศมาตรฐาน) จึงทำให้การประเมินค่าดัชนีเป็นเบอร์ 2 ทั้งนี้เนื่องจากตัวแปรของความชื้นและความร้อนที่สูงตลอดทั้งปีอยู่แล้ว แต่ยังคงอยู่ในขอบเขตที่สามารถใช้ความเร็วลมเข้าช่วยและการลดความชื้นได้เป็นส่วนใหญ่ เมื่อทำการพิจารณาใช้ตัวแปรสภาพแวดล้อมและการใช้งานเข้าช่วยจะสามารถเพิ่มจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในเขตสบายได้ ทำให้ประเมินค่าดัชนีเป็นเบอร์ 4 หากทำการพิจารณาปัจจัยรูปทรงและทิศทางด้วย ผลการประเมินอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

อาคารปรับอากาศ

- กรณีอาคารที่มีพื้นที่ผิวเปลือกน้อย มีแนวโน้มของค่าภาระการทำความเย็นต่ำกว่าอาคารกรณีที่มีพื้นที่ผิวเปลือกอาคารมาก เนื่องจากอิทธิพลของพื้นที่ผิวเปลือกอาคารที่รับรังสีดวงอาทิตย์ และกระแสลมภายนอก

- กรณีอาคารที่มีการปรับอากาศตลอดเวลา มีแนวโน้มของค่าภาระการทำความเย็นต่ำกว่ากรณีที่มีการปรับอากาศบางช่วงเวลา หากไม่พิจารณาภาระเนื่องจากการรั่วซึมของอากาศ เนื่องจากอิทธิพลของการดูดซับความร้อนความชื้นของวัสดุในช่วงที่ปิดระบบปรับอากาศ

จากอาคารตัวอย่าง ทำให้การประเมินค่าดัชนีเป็นเบอร์ 1 และเมื่อทำการพิจารณาใช้ตัวแปรการใช้งาน สภาพแวดล้อมและปรับปรุงเปลือกอาคารเข้าช่วยจะสามารถลดค่าภาระการทำความเย็นสูงสุดได้ ทำให้ประเมินค่าดัชนีเป็นเบอร์ 5

2. ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากความซับซ้อนของตัวแปร และด้วยข้อจำกัดทางการศึกษา การวิจัยจึงเป็นไปในลักษณะการใช้ตัวแบบข้อมูลเพื่อการพัฒนาต่อ โดยแยกพิจารณาเป็นประเด็นดังนี้

1) แนวทางการออกแบบ เนื่องจากการวิจัยนี้ศึกษาเพียงด้านความร้อนเท่านั้น ยังมีส่วนอื่นๆ อีกที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานของอาคาร เช่น แสงสว่าง เสียง งานระบบไฟฟ้า ประปา สุขภาพ เป็นต้น อีกทั้งเกณฑ์ที่ตั้งขึ้นเป็นเพียงแนวทางในการตัดสินใจเท่านั้น

2) หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินค่าอาคารไม่ปรับอากาศไม่ถูกต้องตามทฤษฎี ซึ่งที่ถูกต้องคือ การพิจารณาจากความแตกต่างของผลต่างระดับอุณหภูมิเสมือนเนื่องจากความชื้น อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ และความเร็วลมตามเงื่อนไขการพิจารณาตัวแปรการออกแบบ กับระดับอุณหภูมิที่ขอบเขตสภาวะน่าสบายเปรียบเทียบกับอาคารปกติหรืออาคารที่ใช้อ้างอิง เพื่อวัดศักยภาพของตัวแปรดังกล่าว หากแต่ผลที่ได้ไม่แตกต่างกันมากนักและเข้าใจได้ง่าย ส่วนอาคารปรับอากาศควรมีการพิจารณาข้อมูลความเร็วลม เนื่องจากเป็นตัวแปรที่ไม่คงที่และมีอิทธิพลสูงมาก

3) ฐานข้อมูลการออกแบบเป็นเพียงบางส่วนเท่านั้น ยังไม่ครอบคลุมทั้งหมด ส่งผลให้ขอบเขตในการประเมินยังไม่ครอบคลุมเทคโนโลยีปัจจุบัน ได้แก่ ข้อมูลคุณสมบัติของวัสดุ โดยเฉพาะการใช้ฉนวนกันความร้อนที่ส่งผลต่ออุณหภูมิภายในอาคารไม่ปรับอากาศ ข้อมูลการดูดซับความร้อนความชื้นของวัสดุต่างๆ เป็นต้น ซึ่งควรมีการเพิ่มเติมข้อมูลที่ทันสมัยและหลากหลายมากขึ้น

4) การสร้างสมการเพื่อใช้ในการประมวลผล จากการเก็บข้อมูลพบว่า สมการที่ได้ยังไม่มี ความแม่นยำพอที่จะนำไปใช้ทำนายค่า ประกอบกับข้อจำกัดในเรื่องระยะเวลาในการเก็บข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่ได้นั้นไม่ได้ครอบคลุมการใช้งาน และใช้ได้เป็นบางช่วงเวลาเท่านั้น

5) การพัฒนาโปรแกรม

4.1) การพัฒนาโครงสร้างฐานข้อมูล เนื่องจากการจัดเก็บข้อมูลเป็นไปในลักษณะตารางที่มีหลายๆ ตารางประกอบกัน ทำให้เกิดความยุ่งยากในการเรียกใช้และบันทึกข้อมูล และทำให้การใช้ทรัพยากรระบบในการประมวลผลค่อนข้างมาก

4.2) การตรวจสอบความถูกต้องในการป้อนข้อมูลการออกแบบ ไม่สามารถทำได้ เป็นเพียงการตรวจสอบว่ามีข้อมูลเท่านั้น ผู้ใช้จึงต้องมีความรอบคอบพอสมควร

จากเหตุผลหลายๆ ประการทำให้โปรแกรมยังไม่มีประสิทธิภาพในตัวเอง ในแง่หนึ่งก็เป็นข้อดีที่โปรแกรมมีความยืดหยุ่นต่อการใช้งาน สามารถที่จะปรับเปลี่ยนได้ แต่อีกแง่หนึ่งก็เกิดความยุ่งยาก และมีขอบเขตการใช้งานที่ไม่กว้างขวางนัก แต่จากบทสรุปก็พอที่จะสามารถใช้ประมวลผลและประเมินค่าอาคารได้พอสมควรที่จะมองเห็นภาพเป็นรูปธรรมมากขึ้นในการที่จะออกแบบ ปรับปรุงอาคารให้มีศักยภาพการใช้พลังงานทั้งอาคารที่ปรับอากาศ และอาคารที่ไม่ปรับอากาศ

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- เกษม สิริรัตน์ชูวงศ์. คู่มือการใช้โปรแกรม OTTVEE Version 1.0a. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2542.
- คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. โครงการศึกษาวิจัยสถาปัตยกรรมในประเทศไทย เพื่อการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.
- จิตติมา กลั่นหอม. แนวทางการสร้างแบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคาร ในเขตร้อนชื้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.
- จิรศักดิ์ ปรีชาวีรกุล. การศึกษาความสัมพันธ์ของการใช้พลังงาน. วารสารประสิทธิภาพพลังงาน ปีที่ 11 ฉบับที่ 57 (เมษายน-มิถุนายน 2545): 35-39.
- ตระการ ก้าวกลีกรรม. คู่มือฉนวนความร้อน. กรุงเทพฯ: นำอักษรการพิมพ์, 2537.
- ตรีใจ บุรณสมภพ. การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ: การทุนเพื่อการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน, 2539.
- ประทีป มาลากุล มานพ พงศทัต สมสิทธิ์ นิตยะ กิติ สีนฤเสก ชาญวุฒิ วรวรรณ และอวยชัย วุฒิโสม สิต. รายงานผลการวิจัย โครงการ การประหยัดพลังงานในการออกแบบสถาปัตยกรรม. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, (ม.ป.ป.).
- พัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรม. คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร. กรุงเทพฯ: สำนักงานพลังงานแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, (ม.ป.ป.).
- ฤทธิมน ธนบุญสมบัติ. แนวทางการสร้างแบบประเมินค่าการประหยัดพลังงาน เนื่องจากสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติโดยรอบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.
- วรภัทร ฉันทกานันท์. แนวทางการสร้างแบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานในส่วนผนังอาคาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.
- วรวิทย์ อังสุหัตต์. แบบสร้างบ้านในฝัน. กรุงเทพฯ: บ้านและสวน, 2546.
- วิมลสิทธิ์ หรยางกูร, วีระ อินพันทัง และสันติ ฉันทวิลาสวงศ์. รายงานการวิจัย เรื่อง สถานภาพผลงานทางวิชาการสาขาสถาปัตยกรรมในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: ทีซีจี พรีนติ้ง, 2544.

- ศศิน วิบูลบัณฑิตยกิจ. อิทธิพลของการรั่วซึมของอากาศต่อการใช้พลังงานในอาคารปรับอากาศผ่านทางผนังและช่องเปิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.
- สมพงษ์ เขี้ยีบสฎุญ. แนวทางการสร้างแบบประเมินการดูดซับความร้อนและความชื้นของวัสดุอาคารและเครื่องเรือน เพื่อการประหยัดพลังงานในภูมิอากาศเขตร้อนชื้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.
- สมศักดิ์ ไชยะภินันท์. การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์กับการวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคาร. Chulalongkorn Review ปีที่ 12 ฉบับที่ 48(กรกฎาคม-กันยายน 2543): 66-74.
- สมศักดิ์ ไชยะภินันท์. ข้อมูลภูมิอากาศมาตรฐานสำหรับใช้กับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการทำนายการใช้พลังงานในอาคาร. สำนักกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2544.
- สมสิทธิ์ นิตยะ. การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.
- สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์. กฎหมายอาคาร อาษา/2542. กรุงเทพฯ: เมฆาเพรส, 2542.
- สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์. กฎหมายอาคาร 2 อาษา 2538. กรุงเทพฯ: เมฆาเพรส, 2538.
- สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์. ข้อกำหนดมาตรฐานการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารควบคุมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน. จดหมายเหตุอาษา เดือนมิถุนายน 2538: 8.
- สรารุจ จิตต์เจริญ. แนวทางการสร้างแบบประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของหลังคาอาคารในภูมิอากาศเขตร้อนชื้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.
- สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ. การประหยัดพลังงานในบ้าน: สารน่ารู้เรื่องการอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ: ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งชาติ, 2544.
- สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ. การประหยัดพลังงานในสถานที่ทำงาน: สารน่ารู้เรื่องการอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ: ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งชาติ, 2544.
- สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ. การให้ความเย็นแก่อาคาร: สารน่ารู้เรื่องการอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ: ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งชาติ, 2544.

- สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ. การออกแบบอาคารให้เหมาะสมกับสภาวะแวดล้อม: สารานุกรมเรื่องการอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ: ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งชาติ, 2544.
- สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ. เครื่องปรับอากาศที่ใช้ในบ้านพักอาศัย: สารานุกรมเรื่องการอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ: ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งชาติ, 2544.
- สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ. ไฟฟ้าและแสงสว่าง: สารานุกรมเรื่องการอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ: ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งชาติ, 2544.
- สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ. สถานการณ์ นโยบายและมาตรการพลังงานของไทย ปี 2544. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ, 2545.
- สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ. สภาวะแวดล้อมของบ้านกับการประหยัดพลังงาน: สารานุกรมเรื่องการอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ: ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งชาติ, 2544.
- สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ. หน้าต่างและกันสาด: สารานุกรมเรื่องการอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ: ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งชาติ, 2544.
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. สถานการณ์พลังงานของไทย ปี 2545. นโยบายพลังงาน 2546 เล่มที่ 59(เดือนมกราคม-มีนาคม): 48-49.
- สุนทร บุญญาธิการ และ อุษณีย์ มิ่งมงคล. การใช้ฉนวน: เอกสารเผยแพร่การออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คอมฟอร์ม, 2543.
- สุนทร บุญญาธิการ และ อุษณีย์ มิ่งมงคล. การใช้วัสดุและอุปกรณ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ: สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2543.
- สุนทร บุญญาธิการ และ อุษณีย์ มิ่งมงคล. การใช้กระจก: เอกสารเผยแพร่การออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คอมฟอร์ม, 2543.
- สุนทร บุญญาธิการ และคณะ. พลังงานใกล้ตัว. กรุงเทพฯ: เพ็สท์ ออฟเซท, 2545.
- สุนทร บุญญาธิการ และธนิต จินดาวนิก. รายงานผลการวิจัย การวิเคราะห์สภาวะน่าสบายและสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องของอาคารสถาบันธรรมไทย. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

สุนทร บุญญาธิการ. การออกแบบประสานระบบ มหาวิทยาลัยชินวัตร. กรุงเทพฯ: โอเอส. ฟรินติงเฮาส์, 2545.

สุนทร บุญญาธิการ. เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

สุนทร บุญญาธิการ. บ้านชีวาทิตย์ บ้านพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อคุณภาพชีวิตผลิตพลังงาน สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: กรุงเทพฯ, 2547.

สุนทร บุญญาธิการ. 2541. OTTVEE Verion 1.0a (Overall Thermal Transfer Value and Energy Estimation) ซอฟต์แวร์ช่วยประเมินการใช้พลังงานในอาคารเพื่อช่วยในการออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน. 02:41 สารศาสตร์สถาปัตยกรรมศาสตร์ วารสารวิชาการ ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ ฉบับที่ 2 2541ปีที่ 2: 4.

สุนทร บุญญาธิการ. นวัตกรรมที่อยู่อาศัยยุคอนาคต. วิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร, 2545.

สุทธิ ศรีบูรพา. เออร์คอนอมิกส์: วิศวกรรมมนุษย์ปัจจัย. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2540.

สุธีวัน ไฉ่สุวรรณ. การพัฒนาดัชนีสำหรับการประเมินประสิทธิภาพด้านพลังงานของกรอบอาคาร. ปรินญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

สุรพงศ์ จีรัตนานนท์. 2543. แนวทางในการอนุรักษ์พลังงานและการประเมินศักยภาพการใช้พลังงานในอาคารพาณิชย์โดยใช้โปรแกรม DOE-2. บทความวิชาการชุดที่ 5 ปีที่ 3 ฉบับที่ 5 (พฤศจิกายน2543): 30-36.

อุษณีย์ มิ่งวิมล. แนวทางในการสร้างแบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานในอาคารพักอาศัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีอาคาร, ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2540.

ภาษาอังกฤษ

American society of heating refrigerating and air conditioning engineers. ASHRAE handbook fundamentals. SI edition. Atlanta Georgia,1989.

American society of heating refrigerating and air conditioning engineers. ASHRAE handbook fundamentals. SI edition. Atlanta Georgia,1993.

Bansal, N.K., Hauser, G., and Minke, G. Passive building design : a handbook of natural climatic control. Netherlands: Elsevier science B.V., 1994.

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

Brown. G. Z. and Dekay, Mark. Sun, wind & light architectural design strategies. New York: John Wiley & Sons, 2001.

Moor, Fuller. Environmental control system heating cooling lighting. Singapore: McGraw-Hill, 1993.

Olgay, V. Design with climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism. 2nd ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992.

Robinette, Gary O. Energy efficient site design. New York: Van Nostrand Reinhold, 1983.

Stein, Benjamin and Reynolds, John S. Mechanical and Electrical Equipment for Buildings. 7th ed. New York: John Wiley & Sons, 1992.

Watson, Donald. Climatic design. New York: McGraw-Hill, 1983.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก ตัวแทนฐานข้อมูลสภาพอากาศ

1.สรุปอุณหภูมิอากาศ(องศาเซลเซียส) ปี พ.ศ. 2543

ตารางที่ ก.1.1 แสดงข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของ จังหวัดเชียงใหม่

เดือน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
มกราคม	18.4	17.7	17.1	16.7	16.2	15.8	15.6	16.6	19.4	21.7	24.2	25.9	27.5	28.6	28.8	29.6	29.3	26.8	24.0	22.8	22.0	20.9	19.7	19.0
กุมภาพันธ์	20.7	19.7	19.4	18.8	18.2	17.9	17.5	18.6	20.9	23.4	26.0	27.7	29.2	30.4	30.8	30.8	30.4	28.8	25.9	24.6	24.1	23.2	22.1	21.2
มีนาคม	22.5	22.0	21.4	20.9	20.3	19.8	19.3	20.8	23.4	25.8	28.0	29.8	31.2	32.3	33.0	32.9	32.6	31.3	28.2	26.8	26.1	25.1	23.9	23.2
เมษายน	25.8	25.2	24.7	24.4	24.1	23.7	23.9	25.6	27.3	28.5	30.1	31.4	32.5	33.5	33.6	33.5	32.9	31.7	29.7	28.5	27.8	27.2	26.8	26.2
พฤษภาคม	24.4	24.2	23.9	23.8	23.5	23.4	23.9	25.3	26.6	27.7	29.0	29.8	30.2	30.9	30.6	29.6	29.2	28.2	27.2	26.5	25.9	25.5	25.1	24.8
มิถุนายน	24.8	24.6	24.5	24.4	24.1	24.0	24.5	25.6	26.7	27.5	28.2	28.9	29.4	29.6	29.9	29.7	28.9	28.5	27.6	26.6	26.1	25.9	25.4	25.1
กรกฎาคม	24.7	24.4	24.1	24.0	23.8	23.7	24.2	25.5	26.5	27.3	28.2	29.1	29.6	29.6	29.8	29.6	28.8	28.0	27.1	26.4	25.9	25.5	25.3	25.0
สิงหาคม	25.0	24.8	24.5	24.4	24.2	24.0	24.1	25.3	26.4	27.4	28.4	29.3	29.8	30.6	30.4	29.6	29.4	28.9	27.5	26.6	26.4	25.8	25.6	25.3
กันยายน	23.8	23.7	23.6	23.4	23.2	23.2	23.4	24.4	25.7	26.7	28.0	28.9	29.4	29.6	29.1	28.7	27.8	27.0	26.2	25.5	25.1	24.7	24.4	24.0
ตุลาคม	22.0	21.7	21.4	21.2	20.9	20.8	20.8	22.2	24.0	25.8	27.4	28.5	29.1	29.5	29.4	29.1	28.2	26.1	25.1	24.4	23.9	23.3	22.8	22.3
พฤศจิกายน	20.0	19.6	19.2	18.9	18.5	18.4	18.3	20.0	22.3	24.8	26.8	28.0	28.7	29.4	29.6	29.3	28.5	25.1	24.1	23.3	22.7	21.9	21.1	20.6
ธันวาคม	19.6	19.1	18.7	18.4	18.0	17.7	17.5	18.8	21.0	23.5	25.6	27.1	28.0	28.9	29.2	29.2	28.4	25.1	23.5	22.5	22.0	21.5	20.4	19.9
ตลอดปี	22.6	22.2	21.9	21.6	21.3	21.0	21.1	22.4	24.2	25.9	27.5	28.7	29.5	30.2	30.4	30.1	29.5	27.9	26.3	25.4	24.8	24.2	23.6	23.1

ตารางที่ ก.1.2 แสดงข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของ จังหวัดอุบลราชธานี

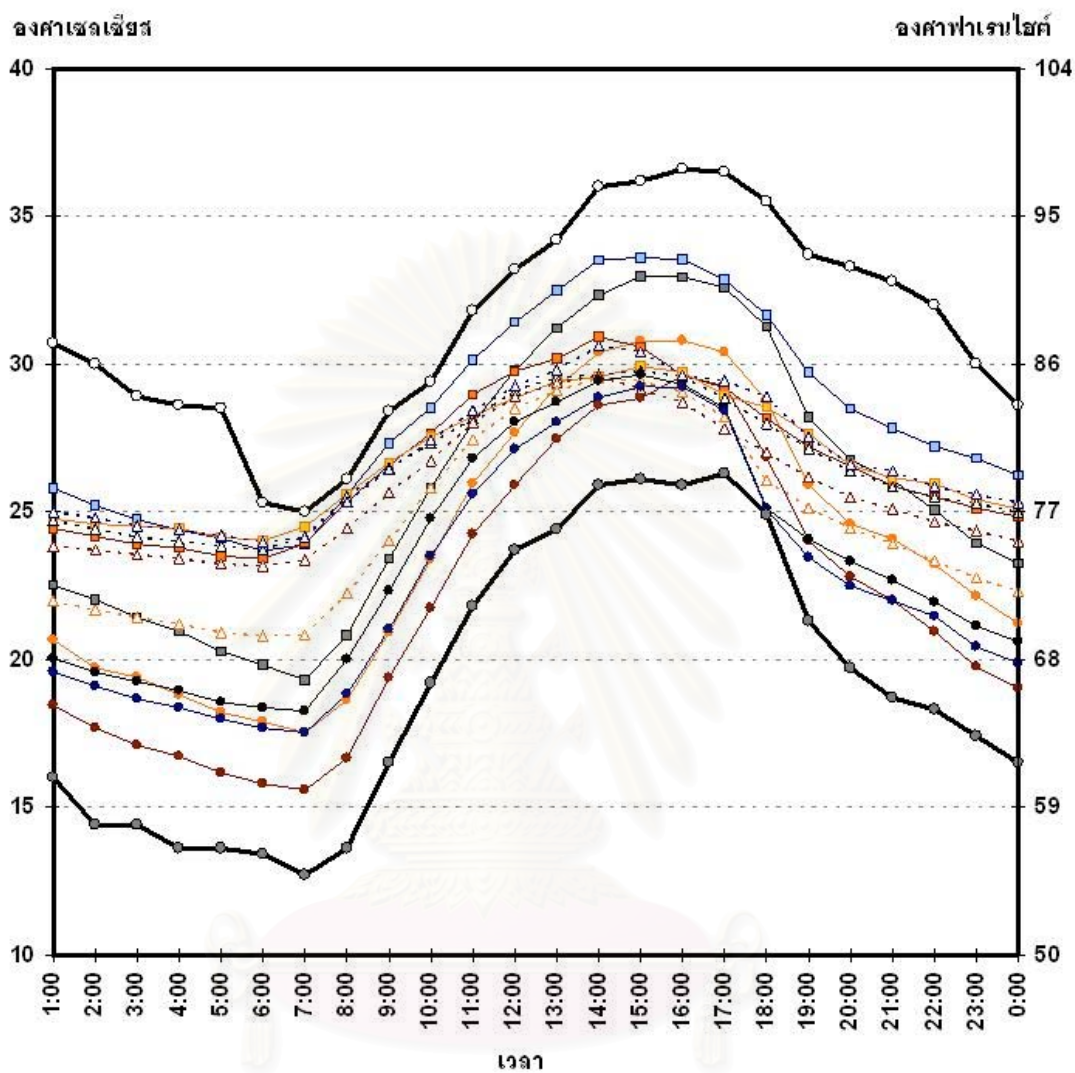
เดือน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
มกราคม	22.0	21.5	21.0	20.6	20.2	19.8	19.7	21.4	23.9	25.9	28.0	29.5	30.4	31.1	31.4	31.3	30.4	28.4	27.2	25.9	24.7	23.6	23.0	22.4
กุมภาพันธ์	21.8	21.3	20.7	20.2	19.8	19.4	19.2	20.8	23.1	25.4	27.7	29.3	30.6	31.0	31.3	31.4	30.6	29.0	27.8	26.2	25.4	24.1	23.2	22.5
มีนาคม	26.0	25.5	25.1	24.7	24.3	24.1	24.1	25.8	27.8	29.7	31.5	32.7	33.6	34.2	34.6	34.6	33.7	32.5	31.3	30.2	29.1	28.3	27.5	26.9
เมษายน	26.9	26.6	26.3	25.9	25.7	25.5	25.8	27.4	28.7	29.9	31.2	31.7	32.5	33.1	33.2	32.9	32.2	30.9	30.1	29.4	28.8	28.3	27.9	27.4
พฤษภาคม	26.0	25.7	25.5	25.3	25.2	25.1	25.6	26.9	28.1	29.4	30.2	31.3	31.5	31.9	31.6	31.6	30.3	29.3	28.3	27.7	27.2	26.8	26.4	26.1
มิถุนายน	25.4	25.1	24.9	24.9	24.8	24.8	25.7	26.6	27.5	28.4	29.2	30.0	30.2	30.6	31.0	30.6	29.8	28.6	27.8	26.9	26.4	26.3	25.9	25.7
กรกฎาคม	25.3	25.2	24.9	24.9	24.7	24.7	25.5	26.4	27.3	28.3	29.0	29.6	30.2	30.8	30.9	30.6	29.6	28.3	27.4	26.5	26.2	25.9	25.7	25.4
สิงหาคม	25.6	25.4	25.3	25.2	25.1	25.0	25.8	26.9	28.0	28.8	29.7	30.2	30.6	30.7	30.8	30.8	30.0	28.7	27.9	27.3	26.7	26.6	26.2	25.9
กันยายน	24.8	24.6	24.3	24.2	24.1	24.0	24.7	26.0	27.3	28.1	29.2	29.7	30.1	29.6	28.9	29.0	28.1	26.9	26.3	25.9	25.5	25.4	25.2	25.0
ตุลาคม	24.4	24.2	23.8	23.7	23.5	23.4	24.1	25.6	26.9	28.0	28.9	29.4	30.0	30.0	29.9	29.5	28.5	27.0	26.2	25.7	25.4	25.0	24.8	24.5
พฤศจิกายน	21.3	21.0	20.6	20.4	20.1	19.9	20.6	23.0	25.1	27.0	28.6	29.5	30.3	30.4	30.2	29.8	28.3	26.3	25.1	24.3	23.6	22.9	22.3	22.0
ธันวาคม	21.8	21.4	21.1	20.8	20.5	20.3	20.3	22.0	24.1	26.3	27.9	29.2	30.1	30.5	30.7	30.3	29.1	27.4	26.2	25.3	24.3	23.4	22.8	22.2
ตลอดปี	24.3	24.0	23.6	23.4	23.2	23.0	23.4	24.9	26.5	28.0	29.2	30.2	30.9	31.2	31.2	31.0	30.0	28.6	27.6	26.8	26.1	25.6	25.1	24.7

ตารางที่ ก.1.3 แสดงข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของ กรุงเทพมหานคร

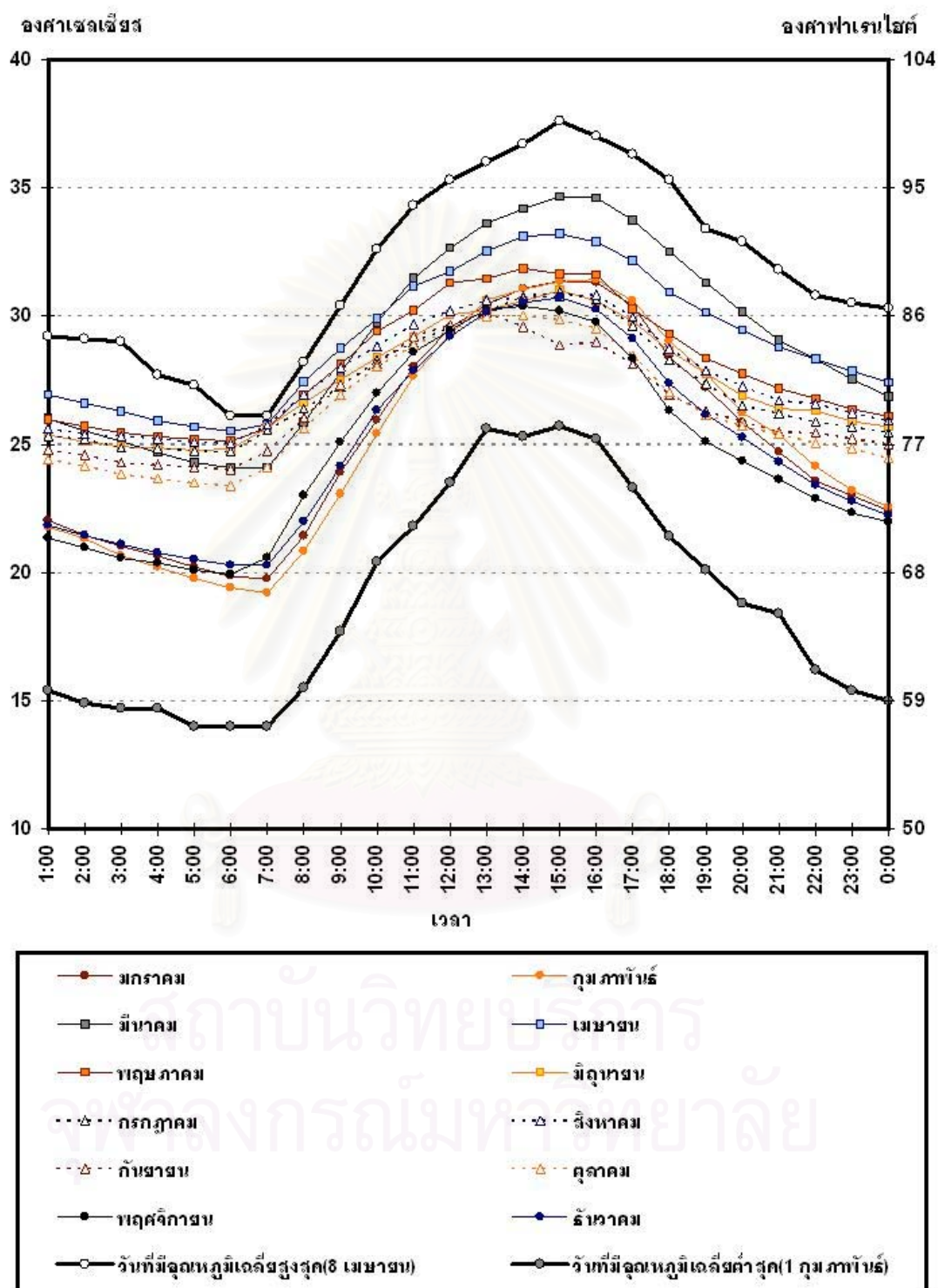
เดือน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
มกราคม	26.1	25.7	25.4	25.1	24.8	24.5	24.6	25.4	27.1	28.6	30.1	31.1	31.8	32.1	32.0	31.0	29.8	28.8	27.8	27.5	27.1	26.7	26.3	
กุมภาพันธ์	26.0	25.7	25.4	25.1	24.7	24.4	24.4	25.4	26.9	28.8	30.0	31.3	32.2	32.7	32.7	32.2	31.2	30.0	28.8	28.0	27.5	27.1	26.7	26.2
มีนาคม	27.8	27.6	27.5	27.3	27.0	26.8	26.9	27.9	29.4	30.6	31.8	32.6	33.2	33.5	33.7	33.3	32.6	31.4	30.0	29.2	28.8	28.5	28.3	28.1
เมษายน	28.0	27.8	27.6	27.5	27.3	27.1	27.4	28.4	29.5	30.3	31.2	31.7	32.3	32.5	32.6	32.2	31.7	30.7	29.7	29.3	28.9	28.7	28.5	28.2
พฤษภาคม	28.4	28.2	27.7	27.4	27.3	27.0	27.8	29.2	30.4	31.6	32.3	32.6	32.6	32.8	32.9	32.7	32.1	30.8	29.6	29.3	28.9	28.9	28.7	28.6
มิถุนายน	27.4	27.3	27.1	27.1	26.8	26.7	27.2	28.1	29.0	30.0	30.8	31.3	31.5	31.6	31.6	31.4	30.4	29.8	28.9	28.6	28.1	27.9	27.9	27.7
กรกฎาคม	27.4	27.3	27.0	26.8	26.6	26.5	27.0	28.1	29.1	29.9	30.7	31.2	31.6	31.7	31.8	31.6	30.5	29.6	28.5	28.2	27.9	27.7	27.6	27.5
สิงหาคม	27.5	27.3	27.0	26.9	26.5	26.2	26.7	27.8	28.8	30.4	31.1	31.5	31.7	31.9	31.9	31.3	30.3	29.4	28.9	28.4	28.2	28.1	28.0	27.8
กันยายน	27.0	26.9	26.7	26.5	26.2	26.0	26.5	27.5	28.8	30.0	30.7	31.3	31.7	31.7	31.3	30.6	29.7	28.9	28.2	27.8	27.7	27.5	27.4	27.2
ตุลาคม	26.7	26.6	26.5	26.3	26.0	25.8	26.0	27.1	28.5	30.0	30.8	31.1	31.5	31.7	31.1	30.5	29.6	29.0	28.6	28.1	27.8	27.6	27.2	27.0
พฤศจิกายน	26.0	25.7	25.4	25.0	24.9	24.2	24.4	26.0	27.6	29.0	30.1	30.7	31.3	31.5	31.6	31.2	30.4	29.4	28.7	28.1	27.6	27.2	26.8	26.4
ธันวาคม	26.6	26.2	25.8	25.4	25.0	24.6	24.8	25.9	27.9	29.4	30.8	31.5	32.2	32.4	32.5	32.3	31.4	30.2	29.4	28.8	28.3	28.0	27.4	27.0
ตลอดปี	27.1	26.9	26.6	26.4	26.1	25.8	26.2	27.3	28.6	29.9	30.9	31.5	32.0	32.2	32.1	31.8	30.9	29.9	29.0	28.5	28.1	27.9	27.6	27.3

ตารางที่ ก.1.4 แสดงข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของ จังหวัดสงขลา

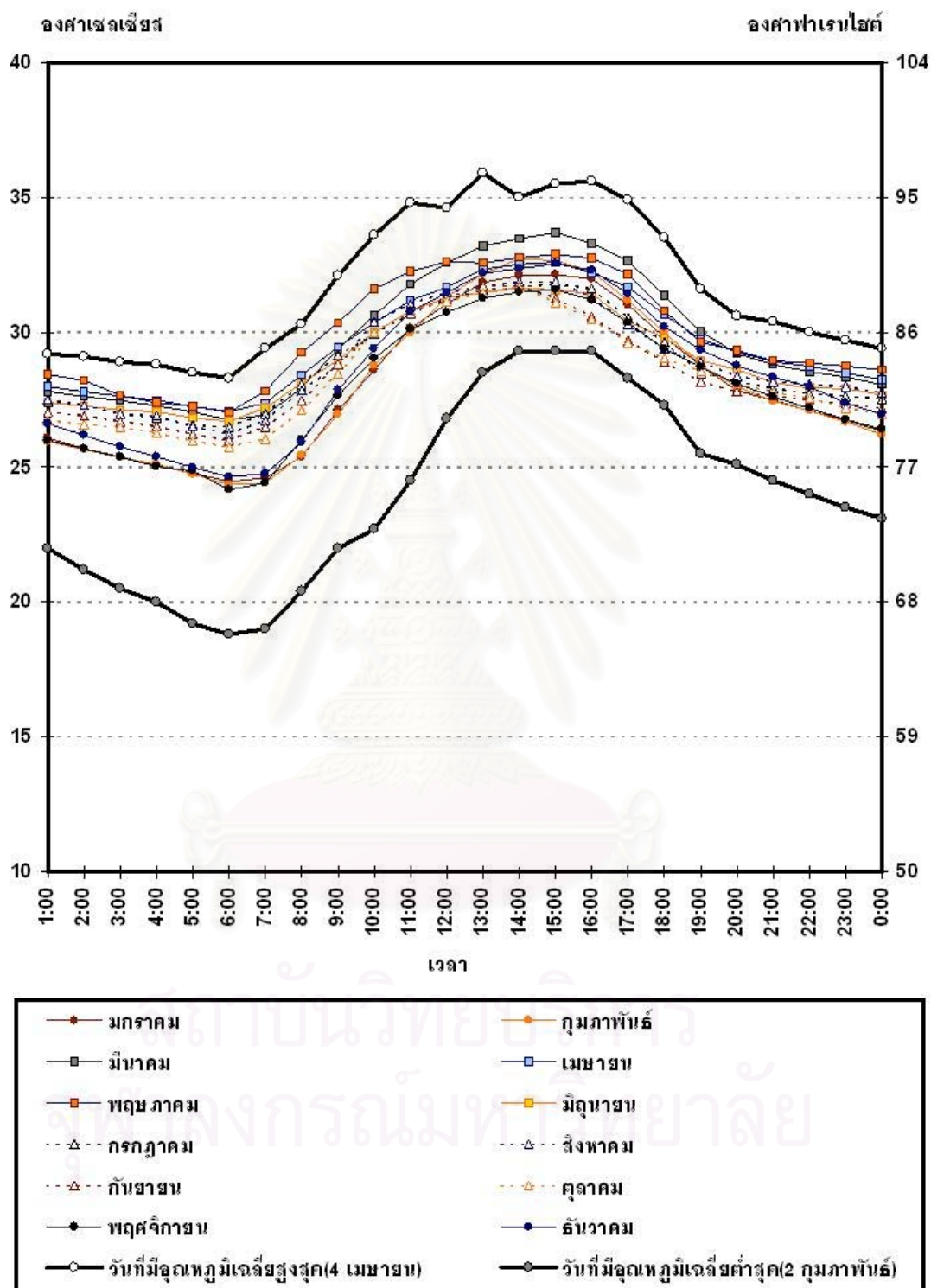
เดือน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
มกราคม	24.5	24.3	24.0	23.7	23.6	23.4	23.5	24.8	26.5	27.6	28.9	29.8	30.2	30.4	30.1	29.4	28.7	27.6	26.5	26.0	25.7	25.2	25.0	24.8
กุมภาพันธ์	24.3	24.0	23.6	23.3	23.3	22.9	23.0	24.3	26.5	27.9	29.1	29.8	30.6	30.9	30.9	30.5	29.3	28.1	26.9	26.2	25.7	25.2	24.8	24.6
มีนาคม	24.6	24.3	23.9	23.5	23.4	23.2	23.3	24.9	27.1	28.8	30.0	31.1	31.7	32.0	31.5	30.5	29.1	27.9	26.9	26.3	25.8	25.4	25.1	24.8
เมษายน	24.7	24.5	24.3	24.0	23.9	23.7	24.2	25.6	27.4	28.9	30.2	31.2	31.8	31.9	30.9	30.2	28.7	27.4	26.6	26.2	25.8	25.4	25.1	24.9
พฤษภาคม	25.0	24.8	24.6	24.3	24.2	24.1	24.5	26.0	27.8	29.4	30.4	31.2	31.8	31.7	31.7	31.4	29.7	28.3	27.5	27.0	26.5	25.8	25.6	25.3
มิถุนายน	24.9	24.8	24.6	24.3	24.2	24.1	24.2	25.5	27.2	28.6	30.0	30.6	31.0	30.5	30.2	29.8	28.5	27.6	27.0	26.4	25.9	25.6	25.4	25.1
กรกฎาคม	25.0	24.8	24.5	24.4	24.0	23.9	24.1	25.4	27.3	28.9	30.4	31.4	31.8	32.0	32.0	31.9	30.6	29.5	28.7	27.9	27.1	26.4	26.0	25.5
สิงหาคม	25.0	24.8	24.5	24.2	24.1	23.9	24.1	25.6	27.2	28.7	29.9	30.9	31.5	31.6	31.4	31.4	30.3	28.8	27.7	27.0	26.5	26.0	25.7	25.4
กันยายน	24.7	24.5	24.3	24.0	24.0	23.8	23.8	25.3	27.0	28.7	30.1	30.7	31.2	31.0	30.4	29.9	28.9	27.9	27.0	26.4	26.0	25.6	25.3	25.0
ตุลาคม	24.7	24.5	24.4	24.4	24.3	24.2	24.3	26.1	27.6	28.9	29.8	30.5	30.6	30.2	29.3	29.0	27.9	27.0	26.5	26.1	25.7	25.4	25.2	25.1
พฤศจิกายน	24.5	24.4	24.2	24.0	24.0	23.9	24.0	25.2	26.3	27.3	28.0	28.5	28.9	29.0	28.4	27.6	26.9	26.2	25.7	25.5	25.3	25.0	24.8	24.7
ธันวาคม	24.5	24.3	24.2	23.9	23.8	23.7	23.5	24.8	26.3	27.5	28.4	29.1	29.7	29.5	29.7	28.9	28.4	27.5	26.2	25.9	25.6	25.2	25.0	24.8
ตลอดปี	24.7	24.5	24.3	24.0	23.9	23.7	23.9	25.3	27.0	28.4	29.6	30.4	30.9	30.9	30.5	30.0	28.9	27.8	26.9	26.4	26.0	25.5	25.3	25.0



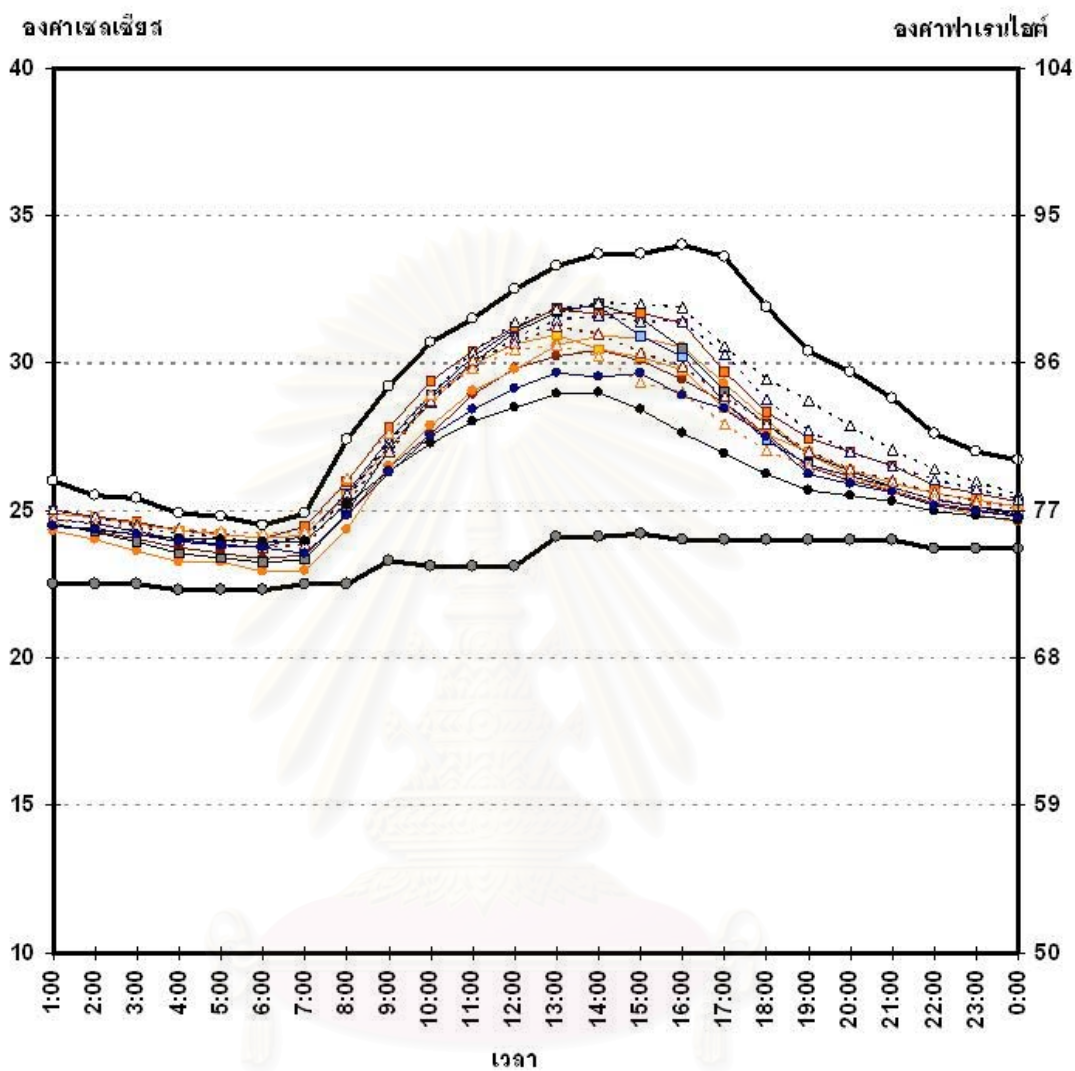
แผนภูมิที่ ก.1.1 แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือน จังหวัดเชียงใหม่(ภาคเหนือ)



แผนภูมิที่ ก.1.2 แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือน จังหวัดอุบลราชธานี(ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)



แผนภูมิที่ ก.1.3 แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือน กรุงเทพมหานคร(ภาคกลาง)



แผนภูมิที่ ก.1.4 แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือน จังหวัดสงขลา(ภาคใต้)

2.สรุปความขึ้นสัมพันธ์(เปอร์เซ็นต์) ปี พ.ศ. 2543

ตารางที่ ก.2.1 แสดงข้อมูลความขึ้นสัมพันธ์เฉลี่ยรายเดือนของ จังหวัดเชียงใหม่

เดือน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
มกราคม	76.2	80.4	82.5	83.5	85.9	86.6	87.4	84.8	74.2	62.5	50.5	44.9	40.0	35.6	32.5	31.9	32.6	44.9	54.7	57.7	60.5	64.9	70.4	73.5
กุมภาพันธ์	68.4	72.3	73.7	76.0	78.8	80.4	81.4	78.7	69.4	58.7	47.7	42.5	37.4	32.7	30.9	30.9	32.8	38.8	48.6	52.7	54.6	58.9	63.6	66.9
มีนาคม	65.2	66.5	68.5	70.0	73.0	74.9	77.5	73.4	63.5	54.3	48.5	42.2	37.9	34.5	32.2	31.3	32.2	37.2	45.8	49.2	52.3	56.0	59.9	61.5
เมษายน	72.1	75.0	77.4	79.3	80.6	82.3	82.2	74.7	67.1	62.6	58.0	53.8	49.2	44.7	43.7	43.3	45.1	50.6	56.6	60.9	62.9	65.3	67.7	70.5
พฤษภาคม	87.3	88.4	89.0	89.3	90.2	90.6	88.9	81.7	75.9	71.0	66.5	63.6	62.5	59.6	60.5	64.2	65.5	69.9	74.6	78.1	81.2	82.7	84.3	85.4
มิถุนายน	90.2	90.3	90.1	90.2	91.3	92.2	90.2	84.1	78.3	74.1	70.9	69.2	67.5	66.9	65.9	67.1	70.9	73.1	77.4	82.0	83.3	84.8	87.0	88.2
กรกฎาคม	91.1	92.2	92.8	93.4	94.2	94.5	93.1	85.9	79.2	76.1	72.4	68.9	67.3	68.0	67.4	68.1	71.2	76.1	80.3	84.5	86.7	88.3	89.1	89.2
สิงหาคม	90.5	91.2	91.9	92.2	93.0	93.3	93.7	87.4	80.5	75.0	70.9	68.1	66.3	63.4	64.7	68.7	69.5	71.9	78.3	82.8	83.2	85.8	86.9	88.8
กันยายน	89.2	89.4	89.9	90.4	91.2	91.1	90.6	85.0	78.7	73.9	68.6	64.9	62.6	61.7	63.8	65.6	70.7	74.5	79.2	79.7	83.9	85.7	87.1	88.7
ตุลาคม	88.7	89.7	90.4	90.9	91.8	92.0	91.9	86.4	78.3	69.2	63.2	59.8	56.6	54.4	55.0	56.1	61.0	71.1	75.0	76.6	79.6	82.5	85.4	87.6
พฤศจิกายน	88.4	90.0	90.9	91.4	92.5	93.1	93.4	87.9	78.1	65.0	58.1	54.8	50.7	47.5	46.7	47.1	51.7	67.8	71.1	73.8	75.8	79.8	83.8	86.6
ธันวาคม	87.0	88.8	90.1	91.0	91.9	92.7	93.0	89.5	79.8	68.4	60.0	54.5	49.5	44.8	42.9	42.5	46.5	63.5	69.2	72.7	75.2	77.6	82.9	84.8
ตลอดปี	82.9	84.6	85.6	86.5	87.9	88.7	88.6	83.3	75.3	67.6	61.3	57.3	54.0	51.2	50.6	51.5	54.2	61.7	67.6	71.0	73.3	76.1	79.1	81.0

ตารางที่ ก.2.2 แสดงข้อมูลความขึ้นสัมพันธ์เฉลี่ยรายเดือนของ จังหวัดอุบลราชธานี

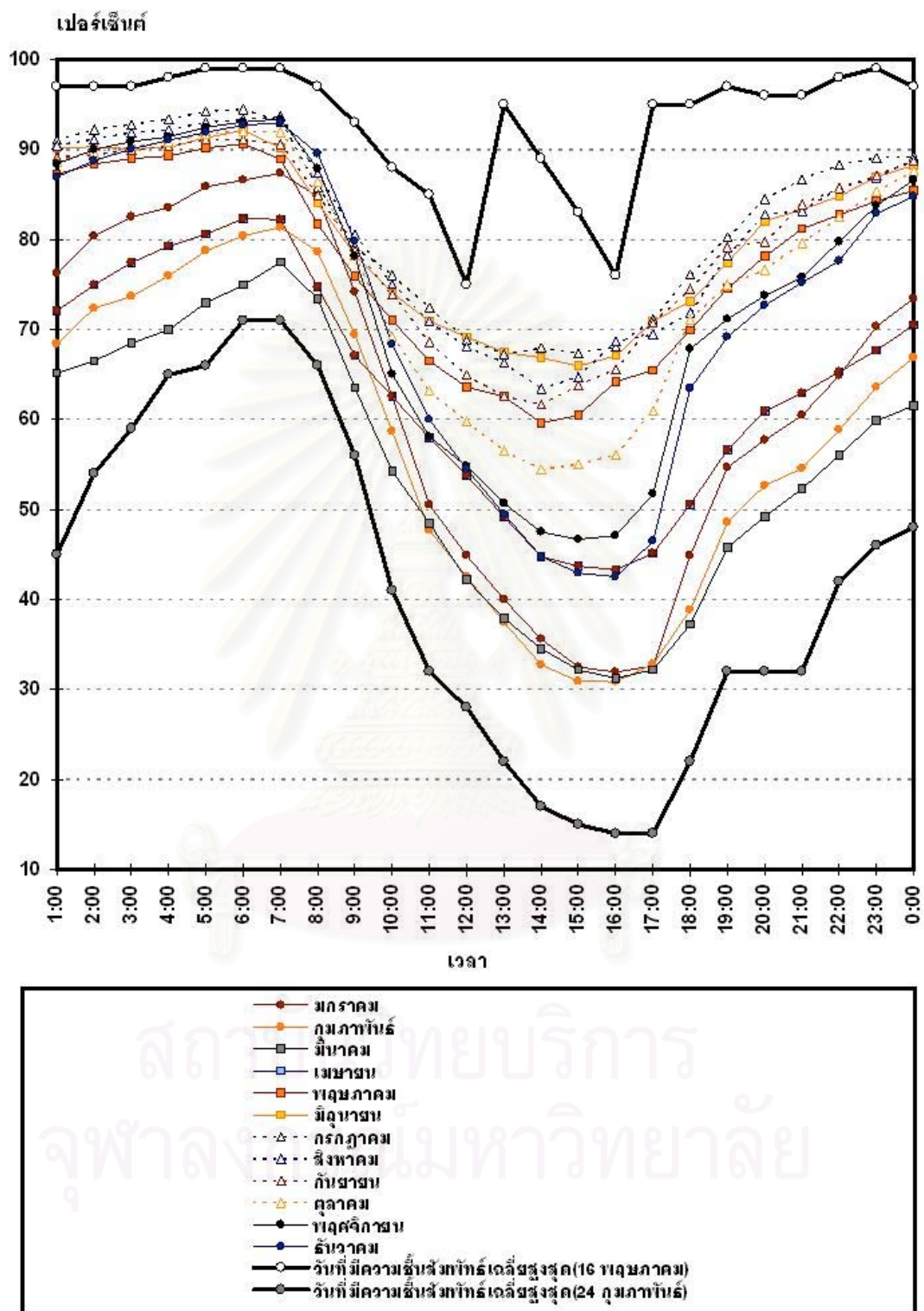
เดือน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
มกราคม	80.0	82.3	84.2	85.5	87.2	87.9	87.7	81.4	71.2	63.4	55.5	49.3	45.3	42.0	41.3	41.4	43.6	53.3	59.3	63.8	67.6	73.0	75.1	77.2
กุมภาพันธ์	77.7	79.5	81.9	85.2	86.8	88.0	88.0	81.2	72.4	64.5	57.3	51.9	46.0	44.3	43.8	43.8	45.6	51.2	55.9	59.9	64.3	67.6	71.2	74.0
มีนาคม	74.9	77.2	78.7	80.5	82.7	82.5	81.3	74.9	67.6	59.1	52.4	49.3	45.5	44.7	43.1	41.9	45.5	49.9	53.8	59.6	65.0	66.0	69.0	72.1
เมษายน	81.6	82.6	83.3	85.1	85.9	87.2	85.9	78.9	72.9	67.6	62.3	59.6	56.6	53.7	53.8	54.4	57.3	62.2	66.9	70.6	73.4	75.2	76.7	79.3
พฤษภาคม	89.4	90.5	91.3	91.9	92.2	92.7	90.8	84.4	78.6	73.1	67.9	62.4	62.9	60.0	60.4	60.5	67.5	72.7	77.6	80.8	83.4	85.4	87.4	88.2
มิถุนายน	90.8	91.0	92.5	93.1	93.5	93.5	90.1	83.6	78.1	73.9	68.1	63.8	62.7	60.5	57.8	60.3	63.4	70.6	78.0	84.7	85.8	87.3	89.4	89.5
กรกฎาคม	88.6	89.5	90.3	90.3	89.9	90.5	88.3	82.1	77.3	72.5	66.9	63.4	61.1	58.1	57.0	58.4	63.1	71.2	77.3	83.7	84.8	86.6	87.5	88.3
สิงหาคม	90.5	91.0	91.4	92.1	93.4	93.4	91.2	83.5	76.7	72.5	67.7	64.6	63.8	62.1	61.9	63.8	65.6	71.5	79.7	83.9	87.3	87.8	88.7	89.6
กันยายน	93.6	93.6	93.8	94.8	95.0	95.4	93.0	83.6	76.1	71.3	64.6	61.1	60.1	64.0	65.7	67.7	71.3	79.2	85.5	88.1	91.7	91.6	92.4	93.0
ตุลาคม	89.3	90.2	90.1	91.1	91.4	91.8	89.4	80.3	72.6	67.8	62.8	59.6	58.4	56.9	58.1	60.8	64.2	73.3	80.1	82.9	84.5	85.8	85.8	87.9
พฤศจิกายน	81.6	83.1	85.1	85.7	87.1	87.8	85.1	75.9	67.2	58.6	53.2	49.5	46.4	46.0	46.2	47.3	53.0	61.8	67.9	71.1	73.9	75.6	78.5	80.1
ธันวาคม	82.4	83.9	84.8	86.2	87.4	88.0	87.5	80.4	72.5	64.3	58.9	54.3	50.5	48.8	48.6	49.6	54.7	62.9	64.9	68.0	72.3	74.9	77.7	80.5
ตลอดปี	85.0	86.2	87.3	88.5	89.4	89.9	88.2	80.8	73.6	67.4	61.5	57.4	55.0	53.5	53.2	54.2	57.9	65.0	70.6	74.8	77.9	79.8	81.7	83.3

ตารางที่ ก.2.3 แสดงข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือนของ กรุงเทพมหานคร

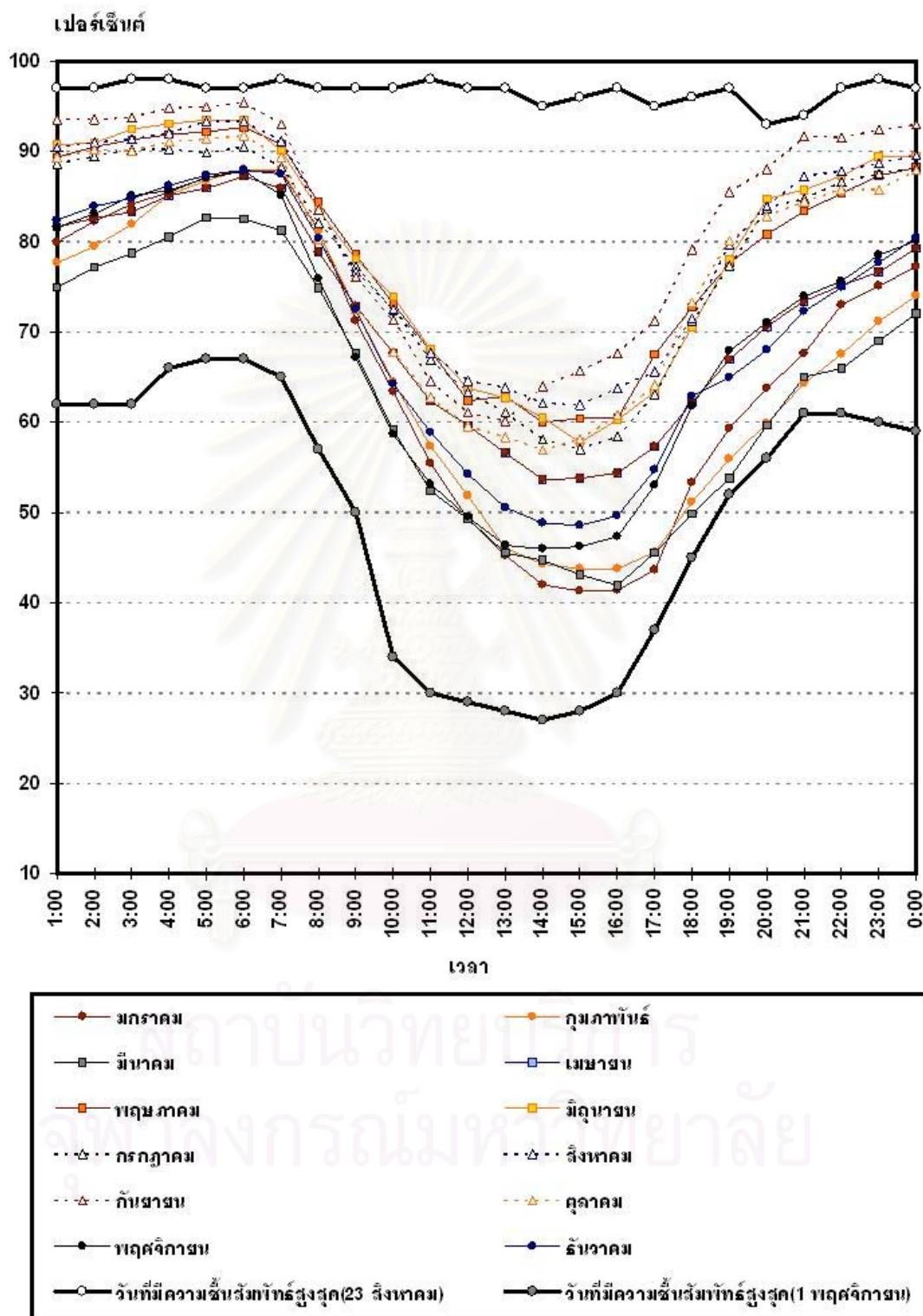
เดือน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
มกราคม	77.2	77.4	78.0	78.6	79.3	80.6	79.9	76.4	68.3	62.0	56.5	52.9	50.4	49.3	50.2	50.0	52.0	57.0	62.5	67.0	68.5	70.0	72.2	74.5
กุมภาพันธ์	76.7	78.0	79.2	80.2	80.5	81.3	81.4	76.0	68.8	61.0	55.6	52.4	49.9	47.7	47.5	49.1	52.3	56.7	63.6	68.1	71.0	72.9	74.2	76.2
มีนาคม	79.8	81.1	82.1	82.4	82.3	82.3	82.3	76.5	68.9	63.6	57.9	55.1	52.7	51.6	50.3	50.8	53.5	59.2	65.7	70.9	74.1	75.8	77.7	79.1
เมษายน	85.8	86.9	87.6	88.1	89.2	89.7	88.7	84.2	78.4	73.9	71.1	69.4	66.8	65.5	64.4	64.9	66.7	71.0	75.1	77.4	80.0	81.6	82.8	84.7
พฤษภาคม	82.6	83.1	84.6	84.8	85.1	85.8	83.5	75.9	70.6	65.8	63.0	62.0	63.4	62.0	62.0	62.8	65.3	70.0	75.2	77.5	79.5	80.4	81.4	81.9
มิถุนายน	83.9	85.0	86.1	86.6	87.4	87.3	86.3	81.7	77.7	73.0	68.0	65.7	66.0	64.5	65.3	66.1	70.1	73.0	76.7	78.7	81.2	82.4	82.3	82.8
กรกฎาคม	82.4	82.6	83.6	83.8	84.8	84.8	83.6	78.9	73.2	68.5	65.8	63.3	61.8	62.1	62.1	63.5	69.0	72.3	77.8	79.6	80.6	81.8	81.9	82.4
สิงหาคม	81.6	82.1	82.2	82.3	83.8	84.3	83.0	77.9	72.7	66.4	63.5	62.9	62.8	62.3	62.9	66.3	70.1	74.0	76.9	79.3	79.7	80.0	80.7	81.3
กันยายน	83.9	84.4	85.2	86.1	86.4	86.5	85.7	81.1	75.2	70.0	66.0	63.6	61.7	62.4	64.5	67.8	73.2	76.0	78.3	80.4	82.2	83.7	83.9	83.9
ตุลาคม	88.8	89.5	89.8	90.0	91.6	92.9	91.3	86.7	80.5	72.5	68.7	67.1	65.5	64.3	66.4	69.5	74.3	77.7	79.0	82.5	84.3	85.2	86.8	87.1
พฤศจิกายน	72.2	73.2	74.0	75.2	76.6	77.5	75.9	68.6	63.1	57.7	53.6	51.6	49.7	48.6	49.6	50.3	52.7	57.5	61.8	63.4	65.9	66.7	69.2	70.4
ธันวาคม	69.8	71.8	72.7	74.3	76.0	77.4	77.1	71.7	63.3	57.0	52.7	50.0	48.0	47.9	46.9	47.7	51.2	55.9	59.0	62.4	64.5	65.2	67.2	67.4
ตลอดปี	80.4	81.3	82.1	82.7	83.6	84.2	83.2	78.0	71.7	66.0	61.9	59.7	58.2	57.4	57.7	59.1	62.6	66.7	71.0	73.9	76.0	77.1	78.4	79.3

ตารางที่ ก.2.4 แสดงข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือนของ จังหวัดสงขลา

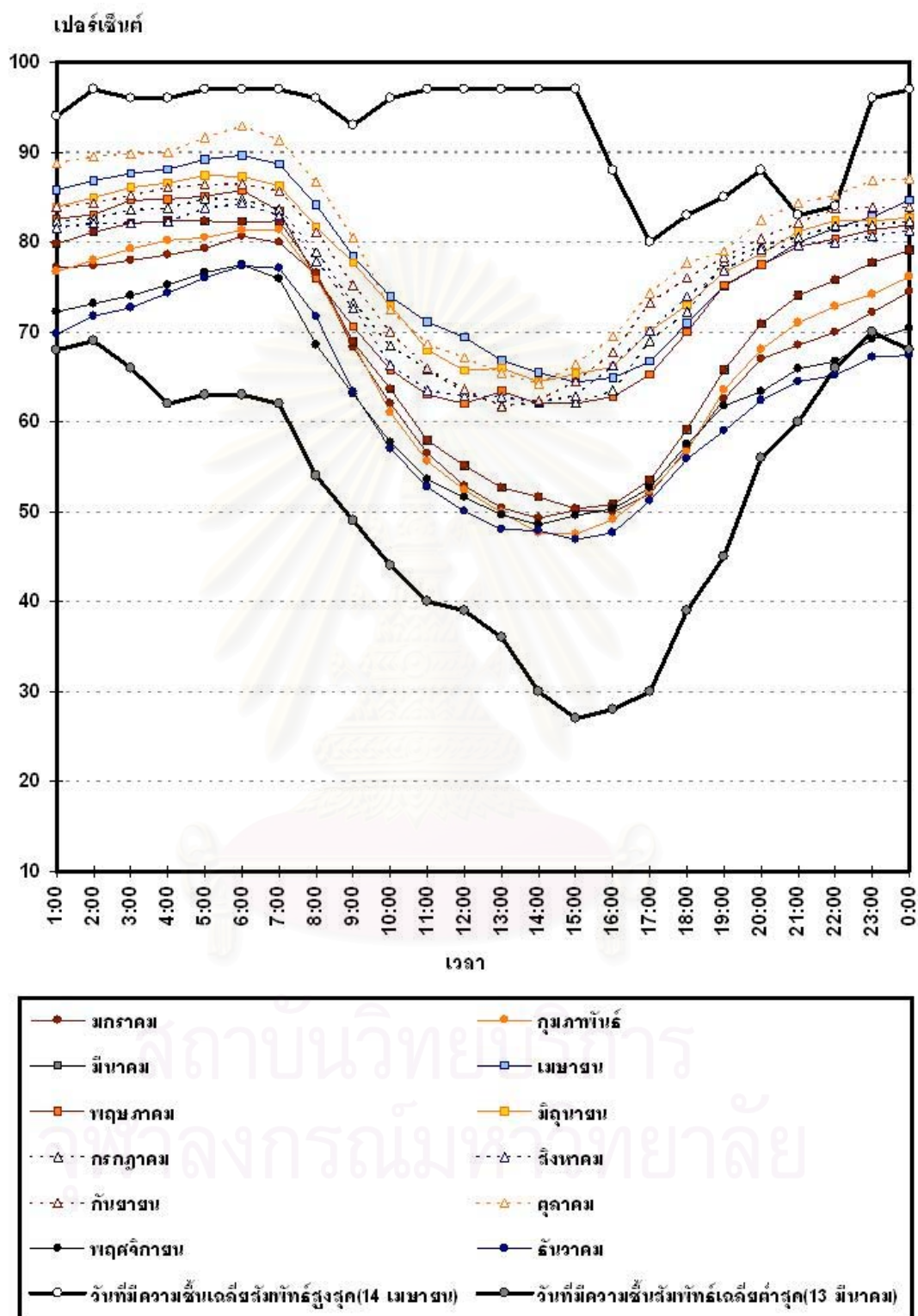
เดือน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
มกราคม	89.3	91.1	92.0	93.2	93.6	94.3	94.3	86.9	77.9	74.5	67.8	63.7	61.5	59.9	61.0	63.4	67.0	71.3	77.4	81.1	83.4	85.3	86.4	87.7
กุมภาพันธ์	91.1	92.1	92.8	93.9	94.1	94.4	94.3	88.3	78.1	72.8	66.0	62.5	59.5	57.9	58.1	60.1	64.3	70.2	76.3	80.3	83.3	86.6	88.3	89.4
มีนาคม	91.5	92.5	93.6	94.6	95.0	95.2	95.5	88.3	78.9	71.9	66.1	62.5	59.5	57.7	59.1	64.5	69.0	73.1	79.1	82.1	85.0	87.3	88.7	89.9
เมษายน	93.1	93.7	94.5	95.2	95.6	95.8	96.0	89.5	81.5	76.1	69.7	64.9	61.2	61.4	64.9	70.0	75.5	81.2	85.4	87.3	88.7	90.8	91.5	92.2
พฤษภาคม	92.1	92.5	93.5	94.4	94.7	95.1	95.3	88.4	80.7	73.8	68.4	65.0	62.3	62.2	62.6	64.5	71.0	75.6	79.9	82.8	85.2	88.0	89.2	90.5
มิถุนายน	91.4	92.1	93.0	94.2	94.4	94.7	95.1	89.3	82.0	76.1	69.6	66.1	65.3	66.3	67.6	69.3	74.4	77.5	81.8	84.1	86.2	87.8	89.1	89.8
กรกฎาคม	89.1	90.4	91.7	92.8	93.3	94.0	94.2	87.5	79.5	74.0	66.5	62.5	58.9	57.3	57.5	58.0	62.6	67.3	71.1	75.5	79.5	82.4	85.0	86.9
สิงหาคม	89.2	90.7	92.0	93.3	93.7	94.1	93.7	87.4	80.0	73.5	66.8	62.6	60.1	59.7	60.4	59.1	64.6	69.7	73.9	78.2	81.8	84.2	86.0	87.7
กันยายน	91.4	92.5	93.4	94.3	94.5	94.9	95.3	88.9	81.2	75.8	68.6	64.7	62.5	65.1	66.8	70.2	73.8	78.2	82.1	84.9	86.6	88.0	89.3	90.2
ตุลาคม	92.1	92.8	93.3	94.2	94.0	94.1	94.4	87.4	79.8	75.3	71.0	68.2	67.8	68.3	71.8	73.3	76.8	80.7	84.4	86.3	87.9	89.5	90.0	90.4
พฤศจิกายน	93.8	94.3	95.0	96.0	96.0	96.2	96.9	92.3	87.0	85.1	80.3	77.0	76.6	75.4	77.2	81.0	83.5	85.6	89.7	90.8	91.7	92.9	93.1	93.2
ธันวาคม	93.2	93.5	94.2	95.2	95.6	95.9	96.2	92.0	86.0	81.8	77.4	73.7	72.6	71.9	71.6	75.3	77.7	81.2	86.0	87.7	89.0	91.1	91.5	92.0
ตลอดปี	91.4	92.3	93.2	94.3	94.5	94.9	95.1	88.8	81.1	75.9	69.8	66.1	64.0	63.6	64.9	67.4	71.7	76.0	80.6	83.4	85.7	87.8	89.0	90.0



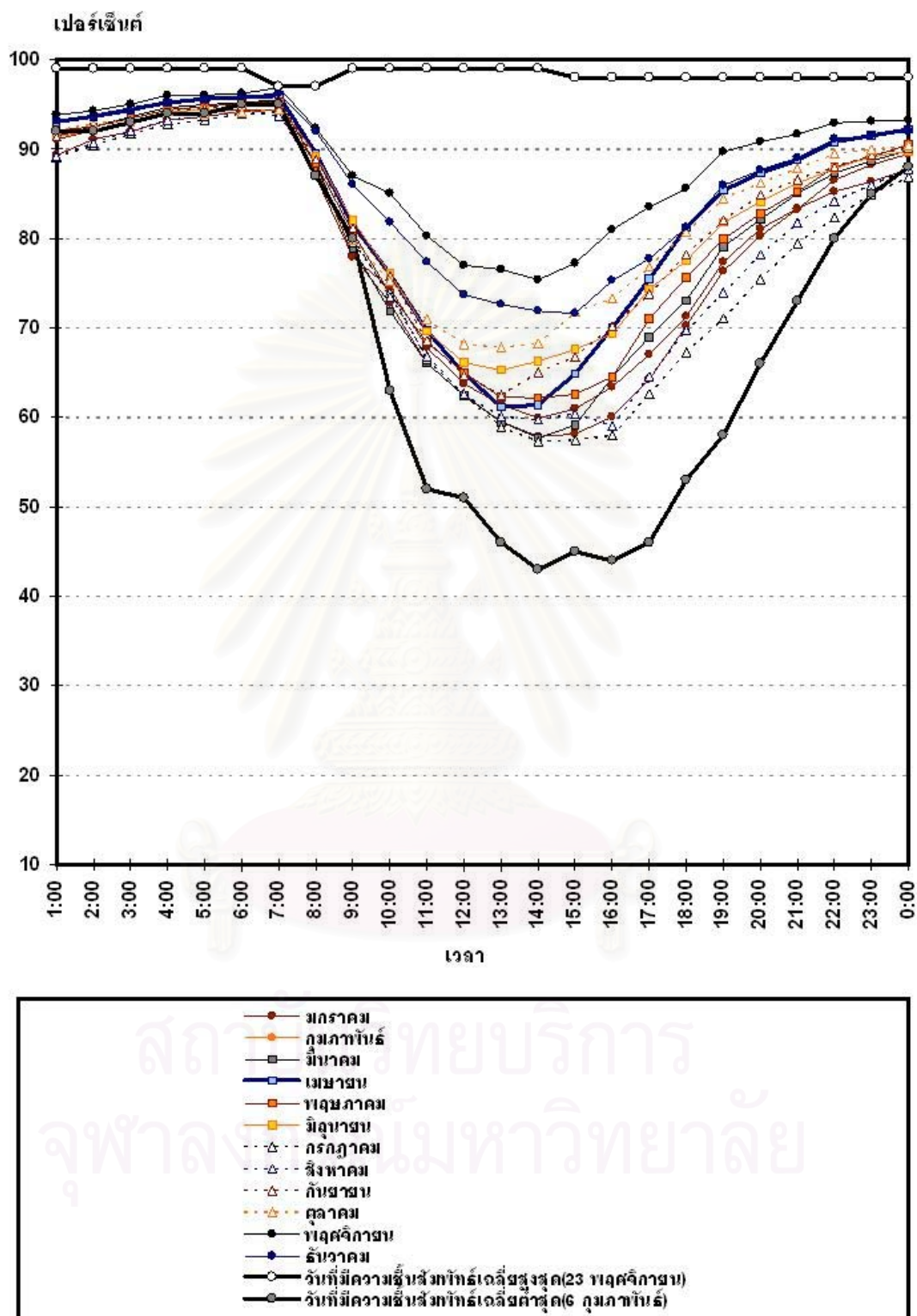
แผนภูมิที่ ก.2.1 แสดงความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน จังหวัดเชียงใหม่(ภาคเหนือ)



แผนภูมิที่ ก.2.2 แสดงความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน จังหวัดอุบลราชธานี(ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)



แผนภูมิที่ ก.2.3 แสดงความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน กรุงเทพมหานคร(ภาคกลาง)



แผนภูมิที่ ก.2.4 แสดงความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน จังหวัดสงขลา(ภาคใต้)

3.สรุปความเร็วลม(กิโลเมตรต่อชั่วโมง) ปี พ.ศ. 2543

ตารางที่ ก.3.1 แสดงข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ยรายเดือนของ จังหวัดเชียงใหม่

เดือน	N	EN	E	ES	S	WS	W	NW
มกราคม	0.12	0.25	0.35	1.29	2.33	2.43	1.43	0.63
กุมภาพันธ์	0.50	0.67	0.57	1.69	3.14	3.24	1.80	0.86
มีนาคม	1.07	1.48	1.05	1.45	1.99	1.79	1.02	1.08
เมษายน	0.61	1.02	1.12	2.14	3.66	3.89	2.42	1.12
พฤษภาคม	1.79	2.55	1.25	1.41	2.45	2.73	1.89	2.14
มิถุนายน	0.43	0.75	0.63	1.74	3.69	4.12	2.59	1.14
กรกฎาคม	0.62	0.97	0.72	1.34	2.53	2.83	1.85	1.08
สิงหาคม	0.48	0.83	0.64	1.37	2.59	3.01	2.10	1.26
กันยายน	0.73	1.14	0.84	1.15	2.00	2.45	1.86	1.28
ตุลาคม	0.45	0.98	1.66	2.11	1.91	1.44	0.97	0.68
พฤศจิกายน	0.71	1.11	0.59	0.76	1.07	1.25	1.08	1.31
ธันวาคม	0.28	0.54	0.60	0.99	1.43	1.46	1.05	0.70
ตลอดปี	0.65	1.02	0.84	1.45	2.39	2.54	1.67	1.11

ตารางที่ ก.3.2 แสดงข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ยรายเดือนของ จังหวัดอุบลราชธานี

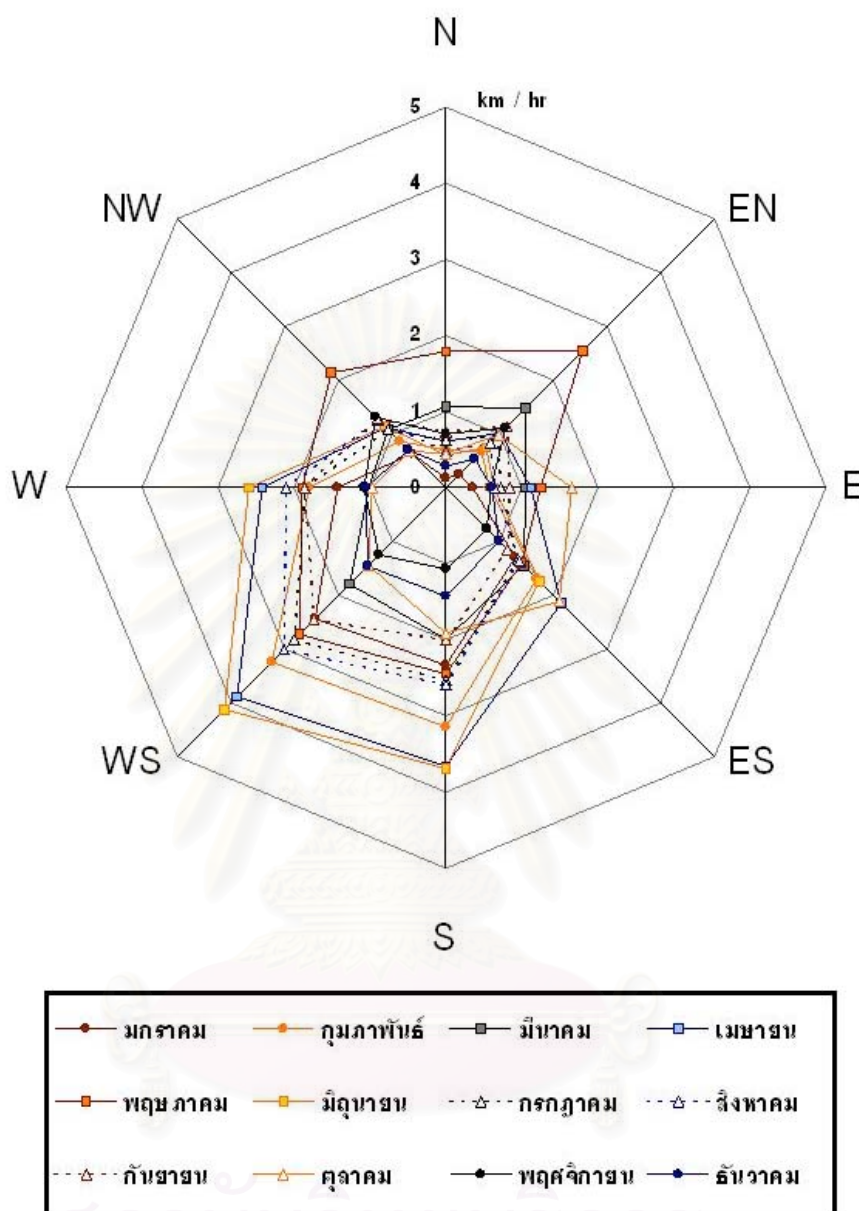
เดือน	N	EN	E	ES	S	WS	W	NW
มกราคม	6.91	7.60	3.56	0.87	0.68	0.38	0.25	3.41
กุมภาพันธ์	5.94	6.72	3.15	1.27	1.10	0.65	0.46	3.53
มีนาคม	2.74	3.44	2.48	2.69	2.95	1.92	0.97	2.08
เมษายน	1.22	1.95	2.30	3.01	3.15	2.22	1.24	1.22
พฤษภาคม	0.50	1.16	1.79	2.65	3.25	3.15	2.26	1.33
มิถุนายน	0.14	0.48	1.24	2.69	4.28	4.66	3.25	1.36
กรกฎาคม	0.05	0.18	0.67	2.00	5.30	7.28	5.68	1.99
สิงหาคม	0.19	0.51	0.76	2.02	4.31	5.89	4.73	2.26
กันยายน	1.16	1.70	1.43	1.65	2.70	3.24	2.61	1.78
ตุลาคม	4.36	5.92	2.52	0.65	0.36	0.36	0.92	3.94
พฤศจิกายน	9.66	10.57	4.33	0.19	0.04	0.03	0.15	4.80
ธันวาคม	8.34	9.28	3.97	0.20	0.04	0.02	0.11	3.99
ตลอดปี	3.43	4.12	2.35	1.66	2.35	2.49	1.89	2.64

ตารางที่ ก.3.3 แสดงข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ยรายเดือนของ กรุงเทพมหานคร

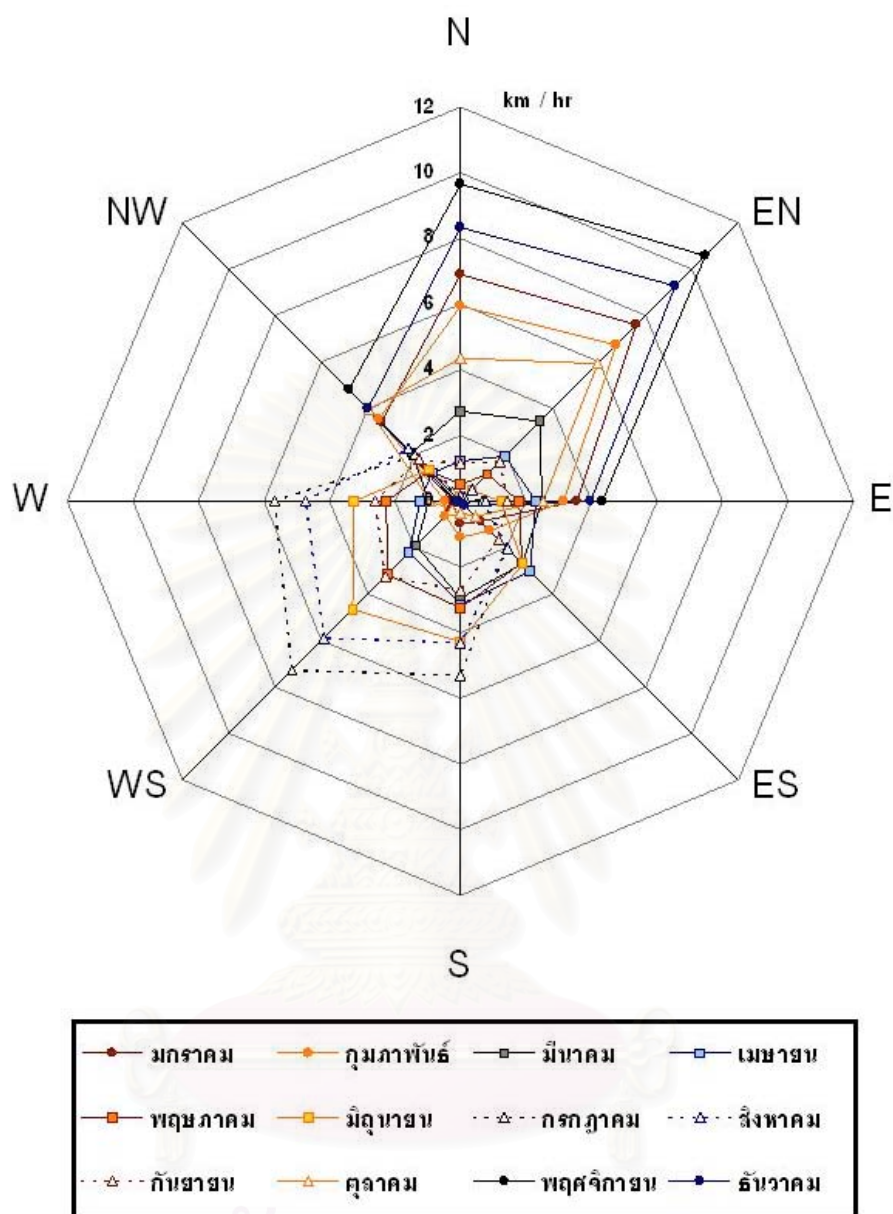
เดือน	N	EN	E	ES	S	WS	W	NW
มกราคม	0.71	1.77	1.93	1.98	1.73	1.30	0.47	0.39
กุมภาพันธ์	0.38	0.88	1.18	2.08	2.49	1.95	0.80	0.48
มีนาคม	0.16	0.49	0.85	2.44	3.44	2.93	1.22	0.53
เมษายน	0.09	0.43	1.08	2.79	3.38	2.44	0.70	0.23
พฤษภาคม	0.04	0.17	0.40	1.51	2.50	2.70	1.73	0.86
มิถุนายน	0.02	0.14	0.45	1.65	2.68	2.66	1.43	0.52
กรกฎาคม	0.02	0.13	0.27	1.15	2.59	3.44	2.50	0.99
สิงหาคม	0.01	0.09	0.32	1.29	2.55	3.39	2.57	1.18
กันยายน	0.12	0.43	0.70	1.15	1.54	1.90	1.63	1.00
ตุลาคม	0.21	0.56	0.68	0.79	0.79	0.86	0.75	0.59
พฤศจิกายน	0.80	1.71	1.25	0.60	0.15	0.21	0.59	1.16
ธันวาคม	0.66	1.55	1.37	0.70	0.15	0.23	0.64	0.99
ตลอดปี	0.27	0.69	0.87	1.51	2.00	2.00	1.26	0.74

ตารางที่ ก.3.4 แสดงข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ยรายเดือนของ จังหวัดสงขลา

เดือน	N	EN	E	ES	S	WS	W	NW
มกราคม	2.96	6.43	6.26	2.88	0.50	0.43	0.42	0.62
กุมภาพันธ์	3.29	5.15	3.80	1.11	0.16	0.15	0.20	1.00
มีนาคม	1.86	3.26	2.67	1.23	0.72	0.81	0.64	0.83
เมษายน	0.73	1.16	0.86	0.89	1.19	1.35	1.07	0.99
พฤษภาคม	0.29	0.44	0.42	1.01	2.48	3.39	2.56	1.08
มิถุนายน	0.23	0.46	0.44	0.77	1.76	2.61	2.19	1.10
กรกฎาคม	0.02	0.06	0.09	0.93	3.19	4.49	3.25	0.97
สิงหาคม	0.07	0.13	0.22	1.01	3.00	4.58	3.75	1.55
กันยายน	0.38	0.65	0.61	0.92	1.86	2.40	1.71	0.71
ตุลาคม	0.41	0.66	0.44	0.37	1.29	2.55	2.60	1.54
พฤศจิกายน	2.31	3.47	2.15	0.62	0.16	0.23	0.56	1.61
ธันวาคม	2.03	2.74	1.68	0.41	0.07	0.03	0.07	0.84
ตลอดปี	1.21	2.04	1.63	1.01	1.37	1.93	1.59	1.07

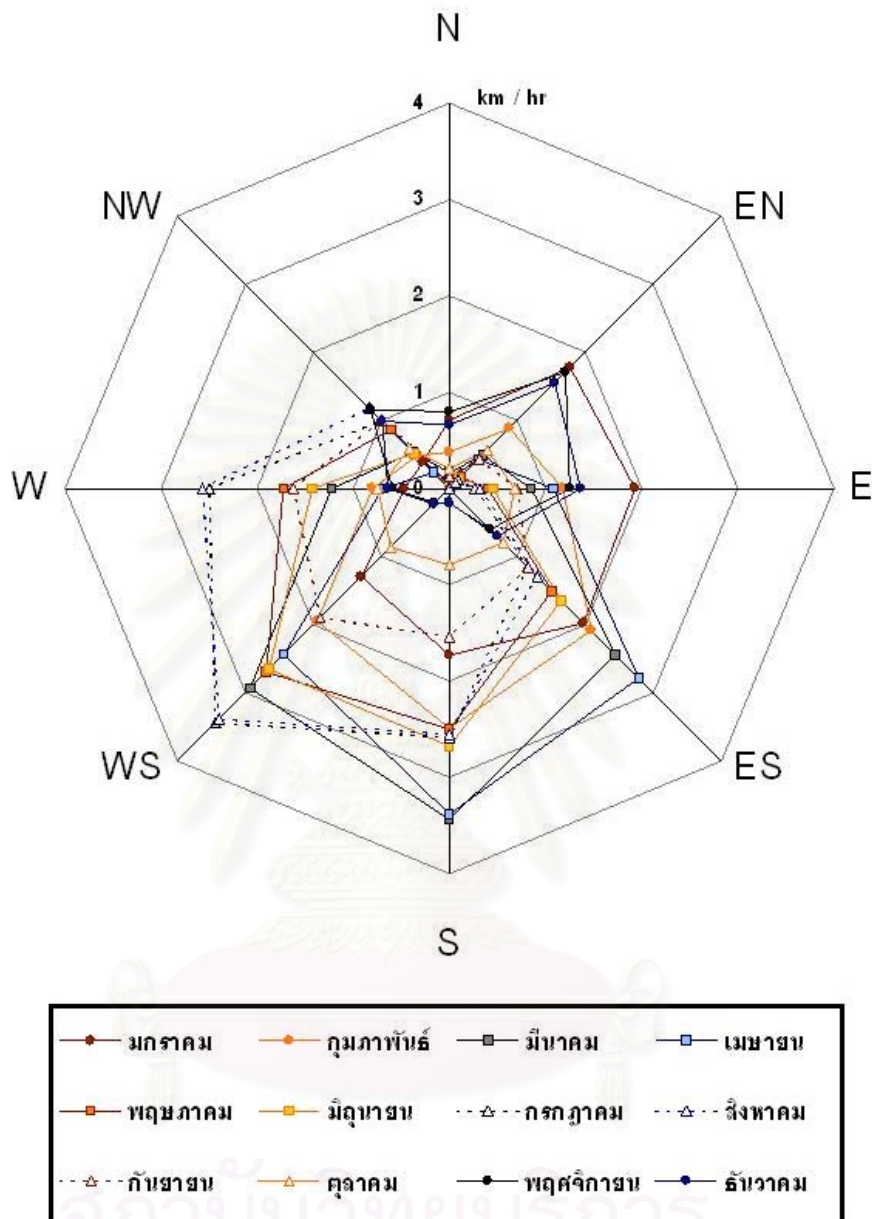


แผนภูมิที่ ก.3.1 แสดงความเร็วลมในแต่ละทิศทางเฉลี่ยรายเดือน จังหวัดเชียงใหม่(ภาคเหนือ)

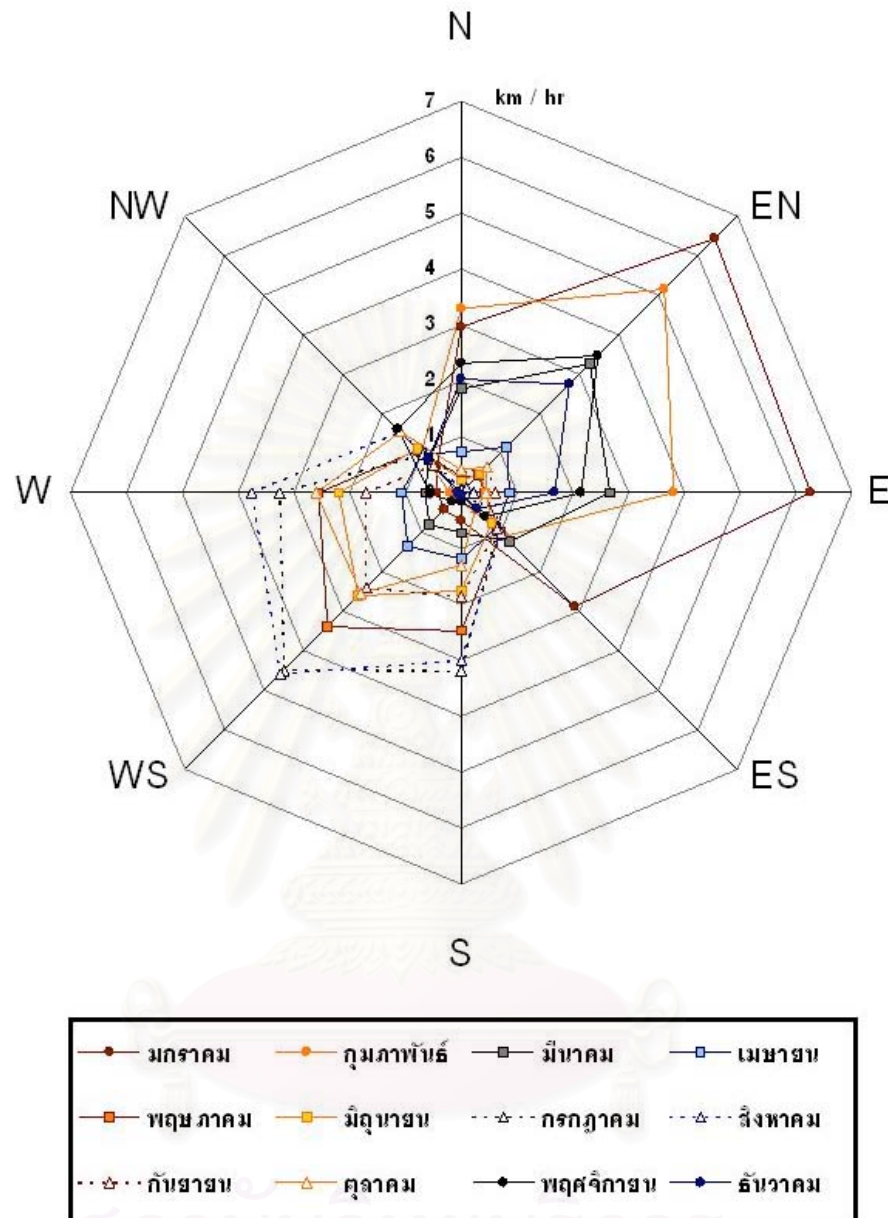


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ ก.3.2 แสดงความเร็วลมในแต่ละทิศทางเฉลี่ยรายเดือน
จังหวัดอุบลราชธานี(ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)



แผนภูมิที่ ก.3.3 แสดงความเร็วลมในแต่ละทิศทางเฉลี่ยรายเดือน กรุงเทพมหานคร(ภาคกลาง)



แผนภูมิที่ ก.3.4 แสดงความเร็วลมในแต่ละทิศทางเฉลี่ยรายเดือน จังหวัดสงขลา(ภาคใต้)

4.สภาวะนำสบายเนื่องจากอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม

จากสภาพอากาศในหัวข้อที่ 1-3 นำมาพิจารณาจำนวนชั่วโมงตลอดปีที่อยู่ในเขตสบายรวม เขตสบายพบว่า

ตารางที่ ก.4.1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศตลอดปีในแต่ละพื้นที่

ที่ตั้ง	เฉลี่ยสูงสุด	เฉลี่ย	เฉลี่ยต่ำสุด
เชียงใหม่	30.36	25.23	21.03
อุบลราชธานี	31.21	26.77	23.02
กรุงเทพมหานคร	32.16	28.76	25.81
สงขลา	30.92	26.83	23.74

ตารางที่ ก.4.2 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ตลอดปีในแต่ละพื้นที่

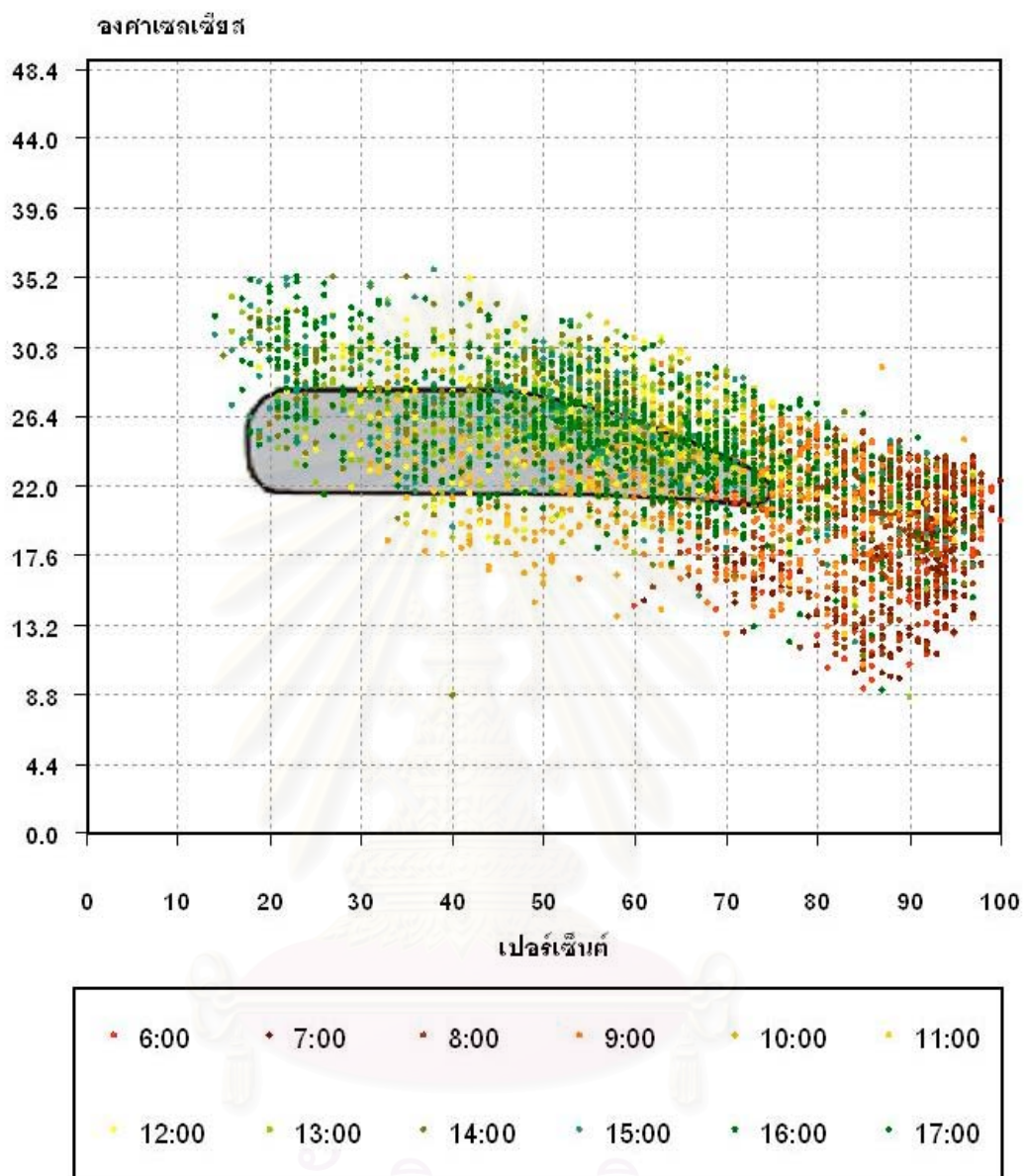
ที่ตั้ง	เฉลี่ยสูงสุด	เฉลี่ย	เฉลี่ยต่ำสุด
เชียงใหม่	88.69	71.70	50.58
อุบลราชธานี	89.89	73.42	53.17
กรุงเทพมหานคร	84.20	72.17	57.36
สงขลา	95.10	81.73	63.59

ตารางที่ ก.4.3 แสดงการเปรียบเทียบเร็วลมตลอดปีในแต่ละพื้นที่

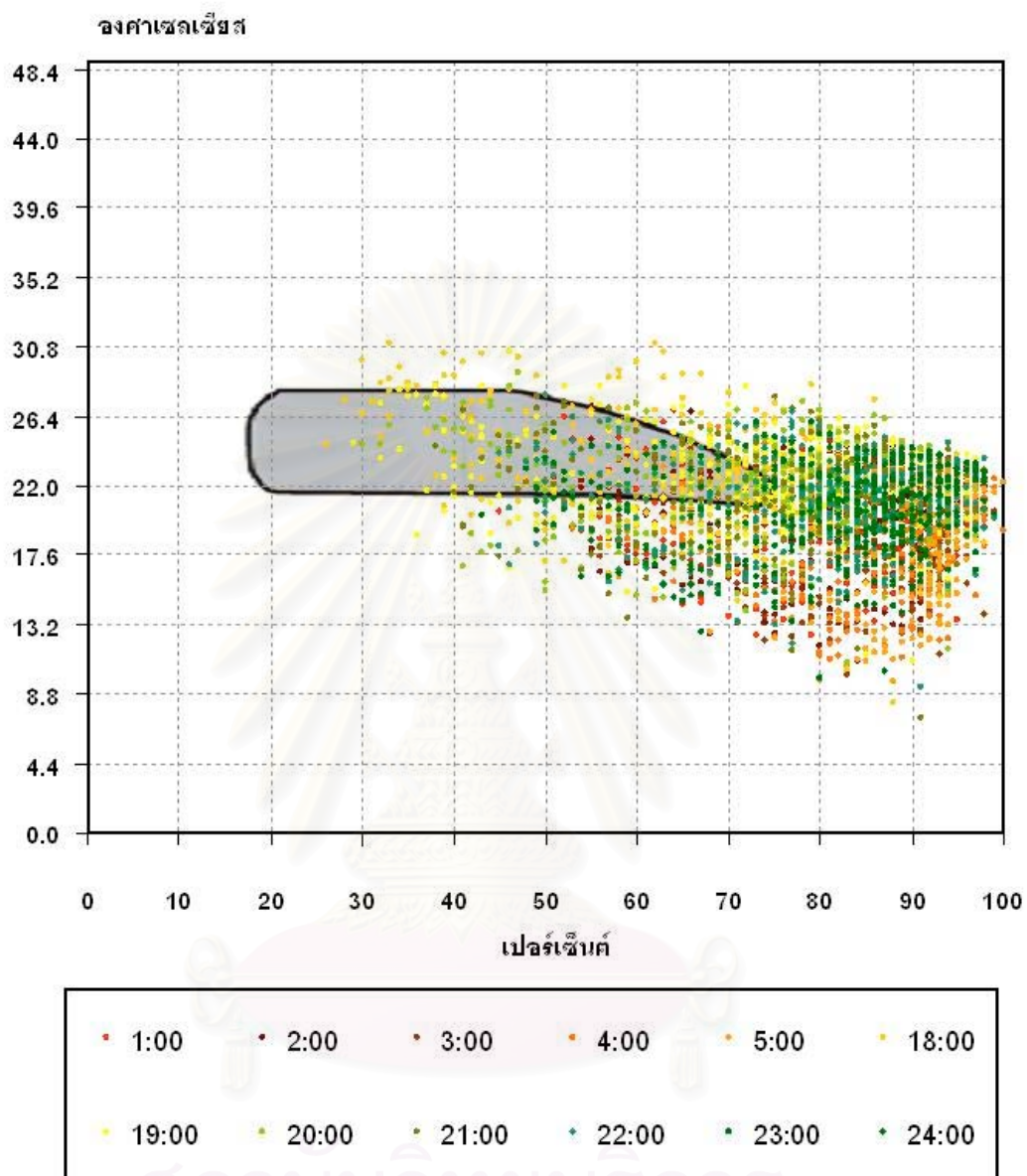
ที่ตั้ง	เฉลี่ยสูงสุด	เฉลี่ย	เฉลี่ยต่ำสุด
เชียงใหม่	3.10	1.46	0.30
อุบลราชธานี	6.75	2.62	0.13
กรุงเทพมหานคร	3.03	1.17	0.03
สงขลา	3.88	1.48	0.08

ตารางที่ ก.4.4 แสดงจำนวนชั่วโมงสบายตลอดปีในแต่ละพื้นที่

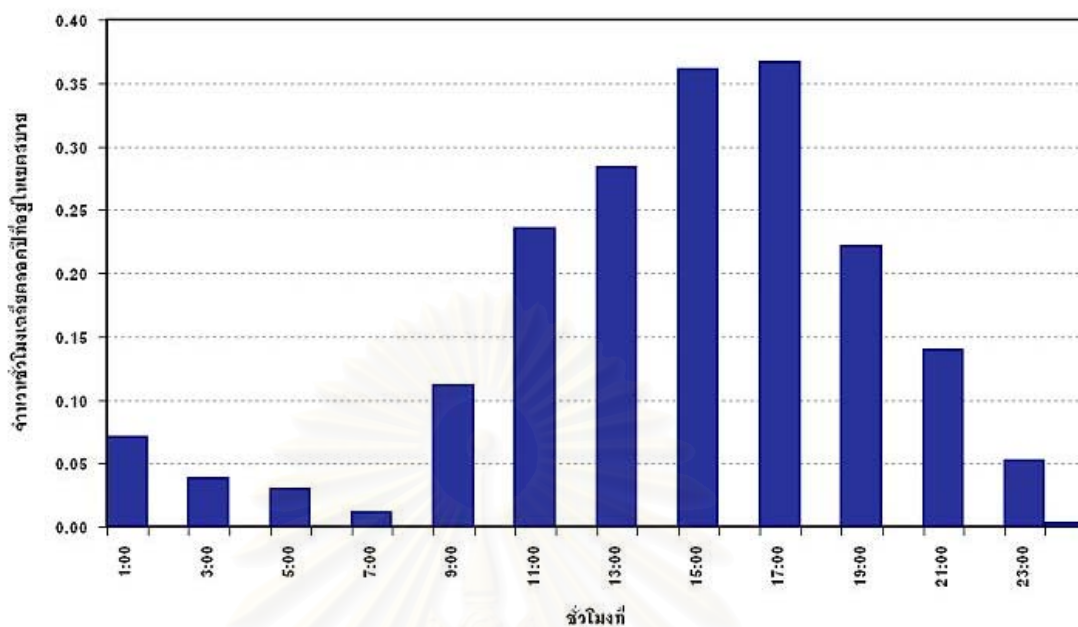
ที่ตั้ง	จำนวนชั่วโมง	เปอร์เซ็นต์
เชียงใหม่	704	8.01
อุบลราชธานี	747	8.50
กรุงเทพมหานคร	754	8.58
สงขลา	787	8.96



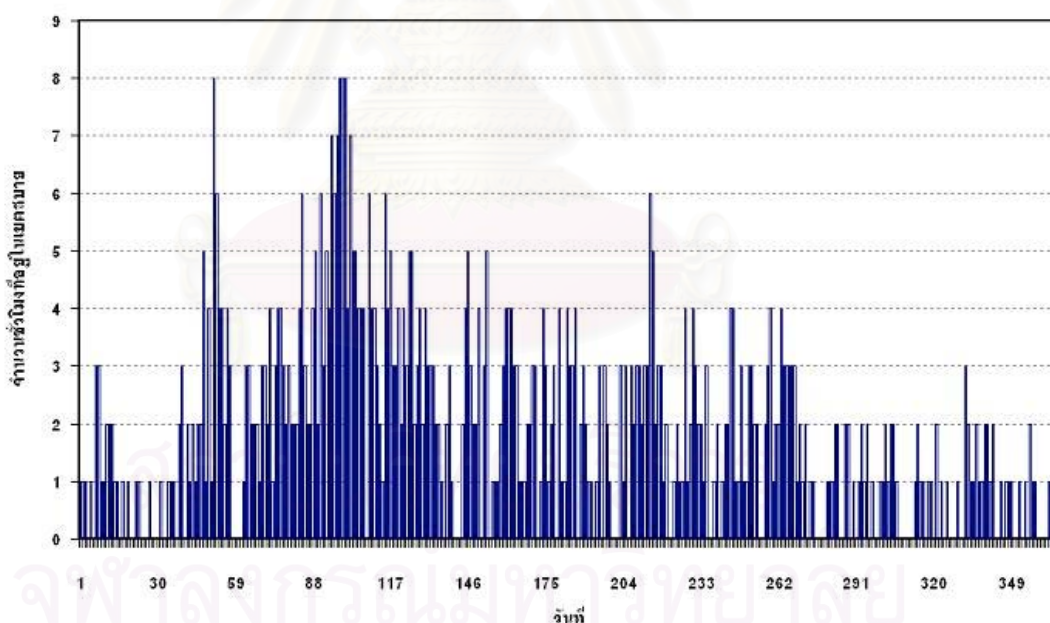
แผนภูมิที่ ก.4.1 แสดงเขตสภาวะนำสบายในช่วงกลางวัน จังหวัดเชียงใหม่(ภาคเหนือ)



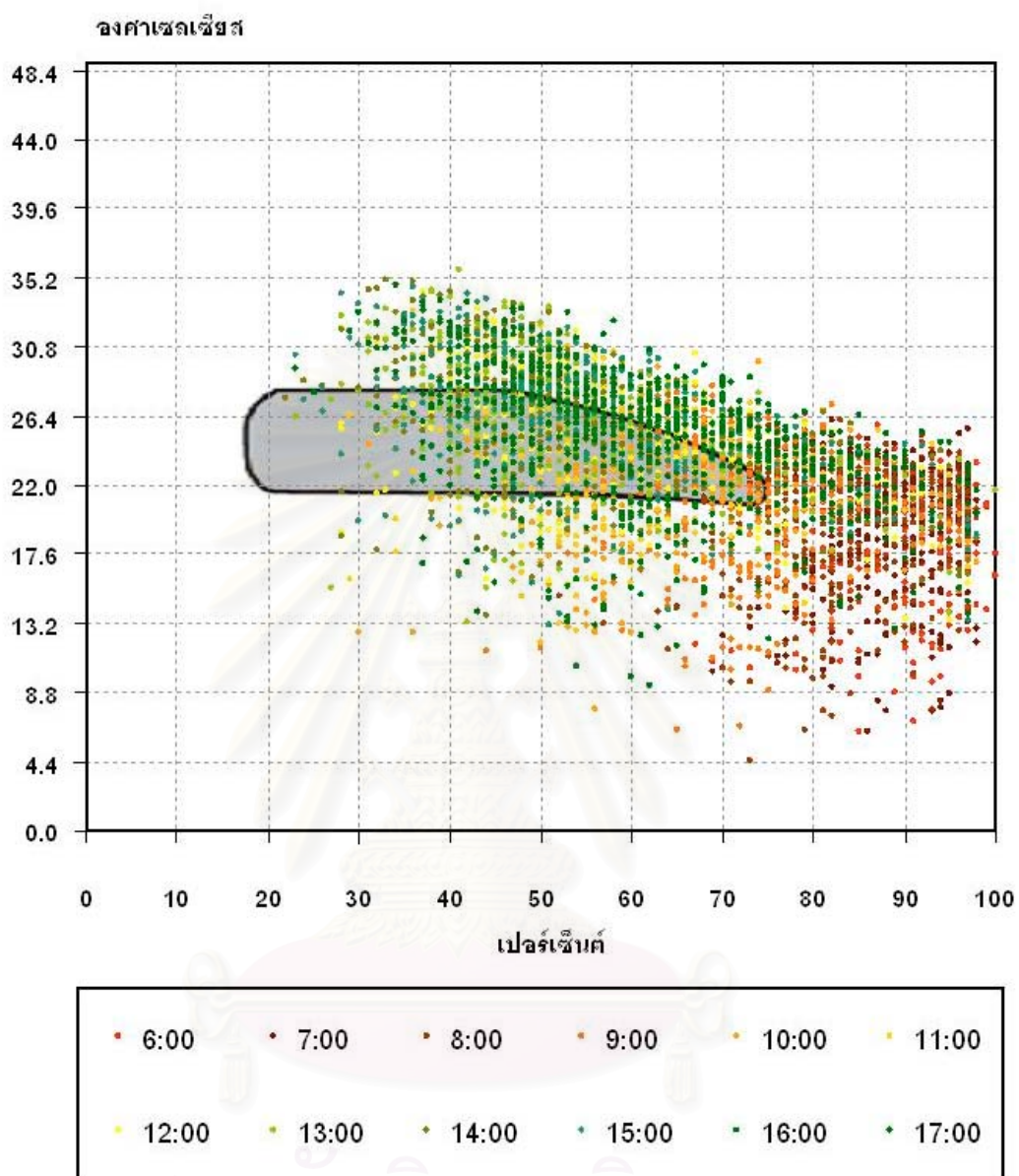
แผนภูมิที่ ก.4.2 แสดงเขตสภาวะนำสบายในช่วงกลางคืน จังหวัดเชียงใหม่(ภาคเหนือ)



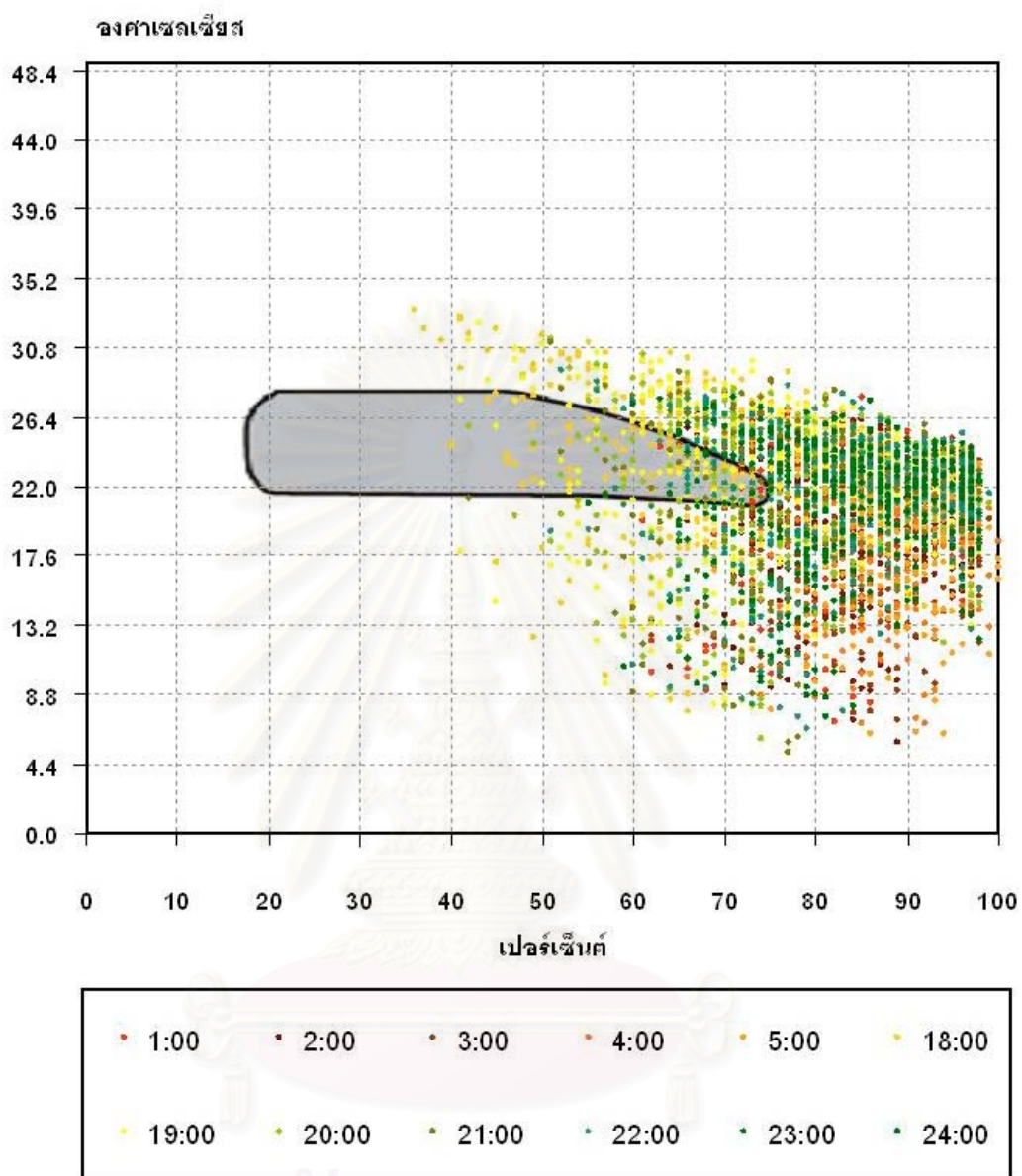
แผนภูมิที่ ก.4.3 แสดงจำนวนชั่วโมงสบายเฉลี่ยตลอดปีในแต่ละช่วง จังหวัดเชียงใหม่(ภาคเหนือ)



แผนภูมิที่ ก.4.4 แสดงจำนวนชั่วโมงสบายเฉลี่ยแต่ละวันตลอดทั้งปี จังหวัดเชียงใหม่ (ภาคเหนือ)

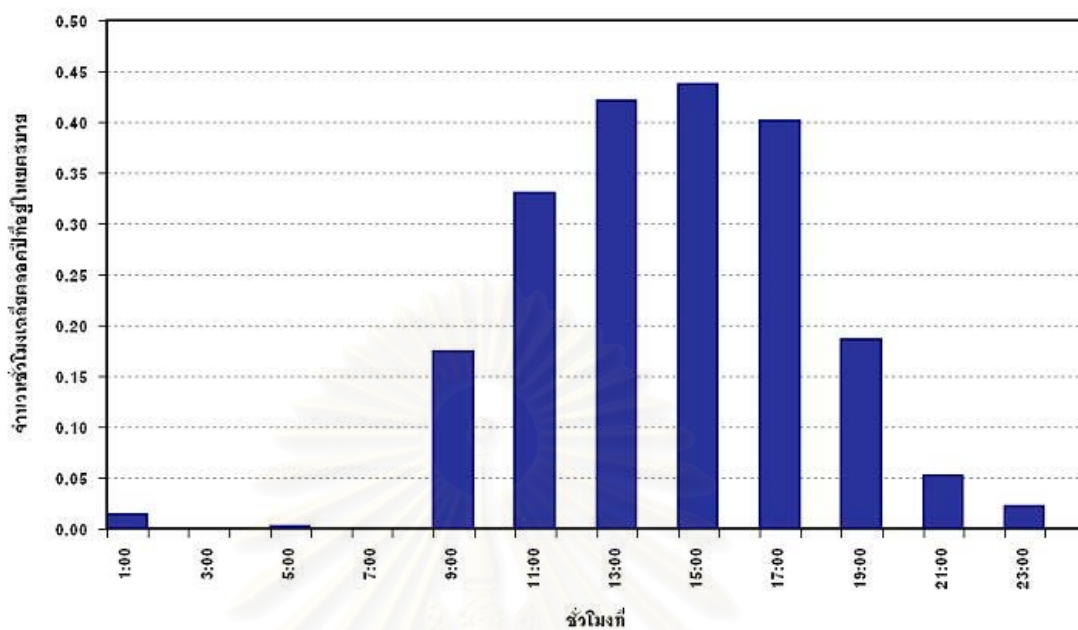


แผนภูมิที่ ก.4.5 แสดงเขตสภาน้ำสบายนในช่วงกลางวัน
จังหวัดอุบลราชธานี(ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)

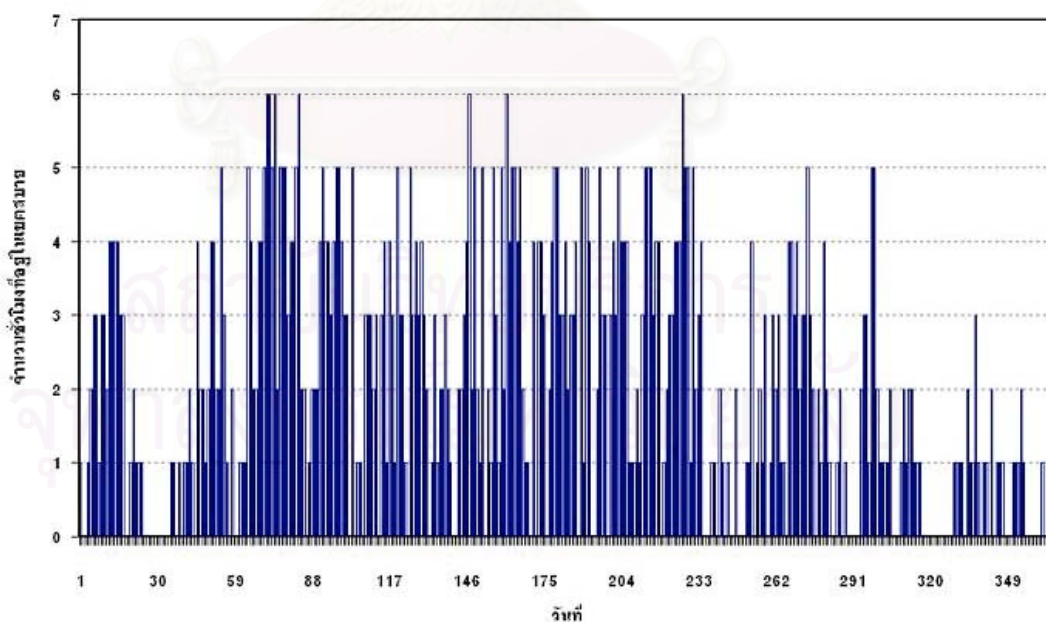


สถาบันวิทยบริการ
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

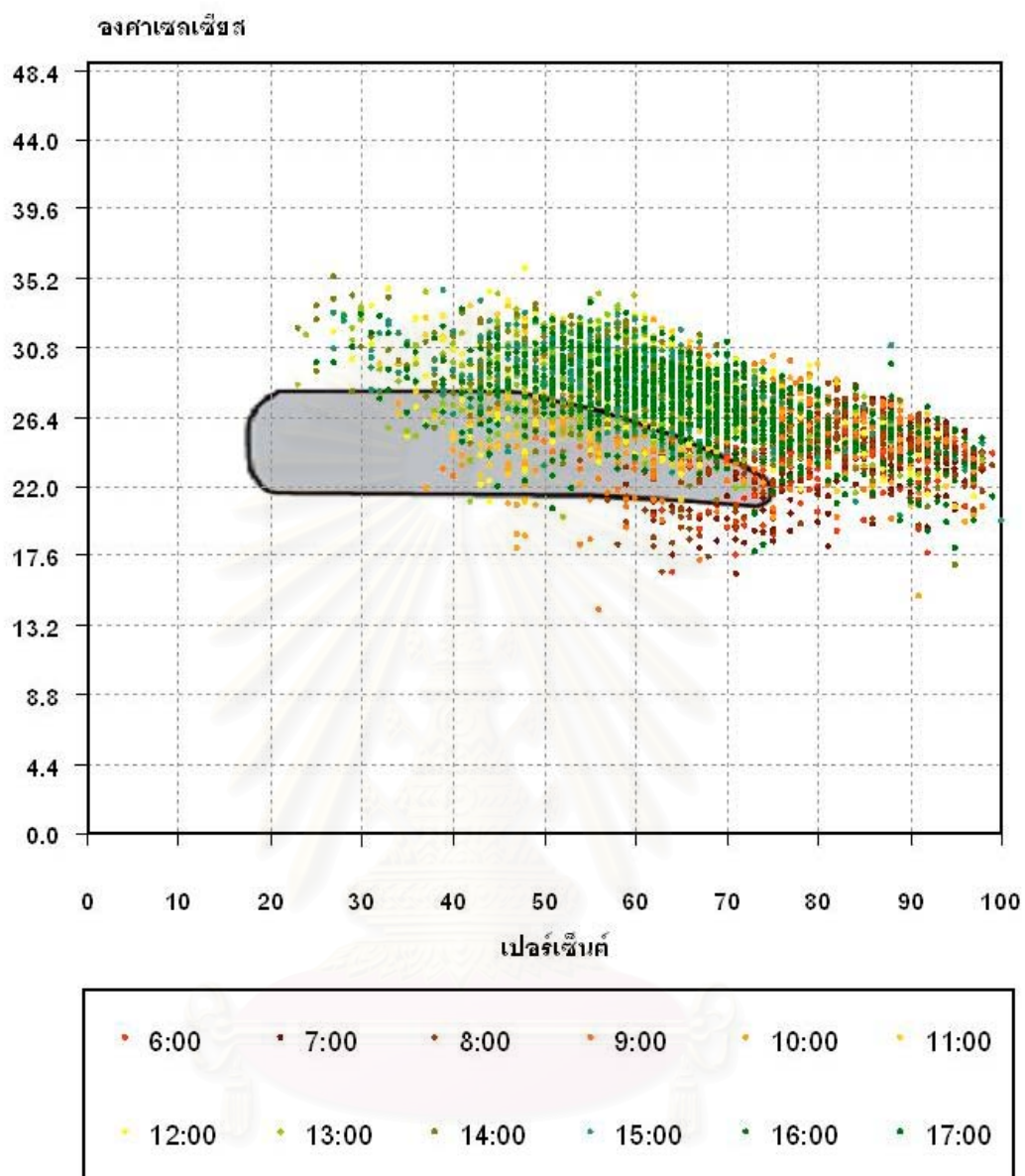
แผนภูมิที่ ก.4.6 แสดงเขตสภาวะนำสบายในช่วงกลางคืน
 จังหวัดอุบลราชธานี(ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)



แผนภูมิที่ ก.4.7 แสดงจำนวนชั่วโมงสลายเฉลี่ยตลอดปีในแต่ละช่วง
จังหวัดอุบลราชธานี(ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)

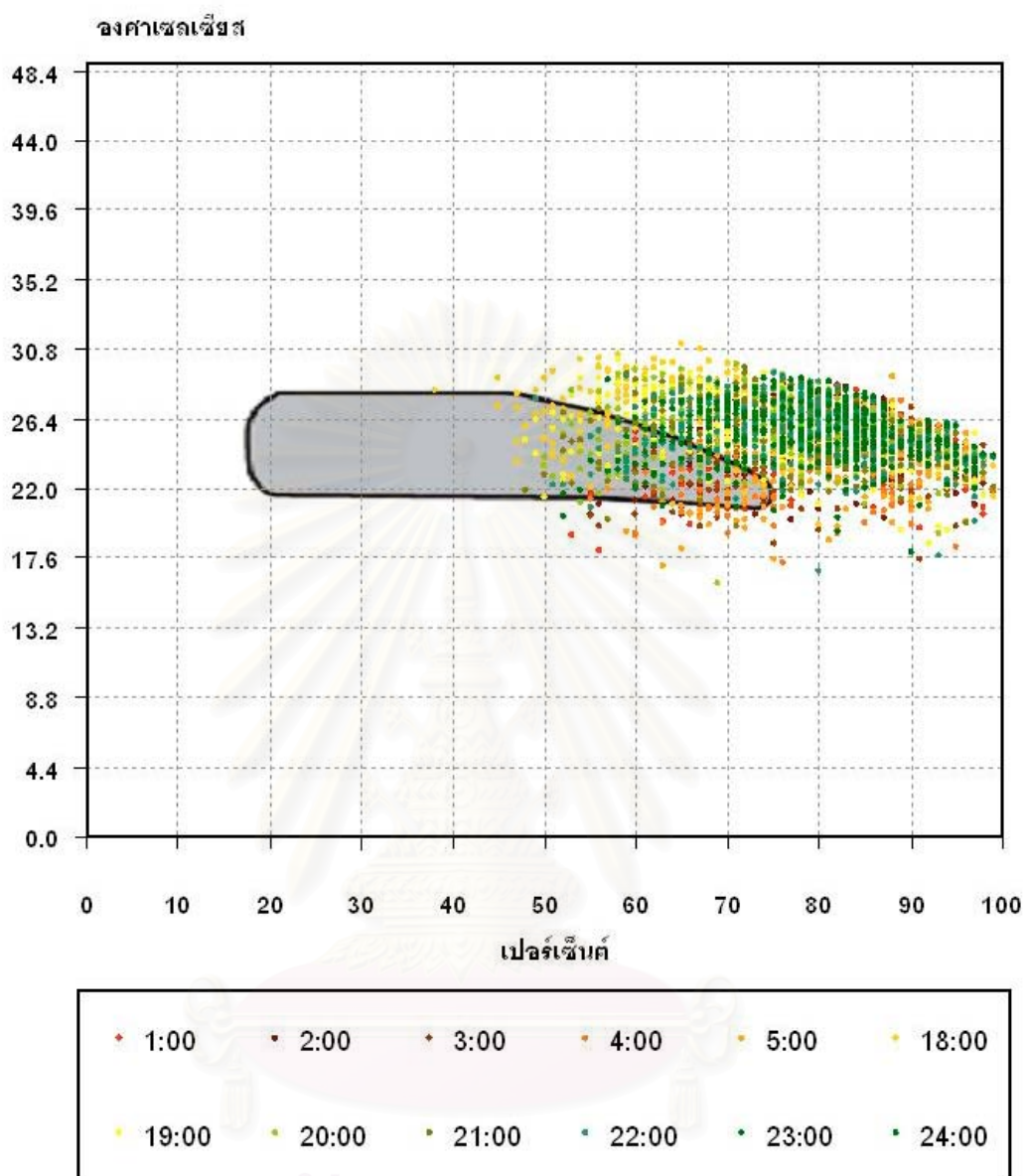


แผนภูมิที่ ก.4.8 แสดงจำนวนชั่วโมงสลายเฉลี่ยแต่ละวันตลอดทั้งปี
จังหวัดอุบลราชธานี(ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)

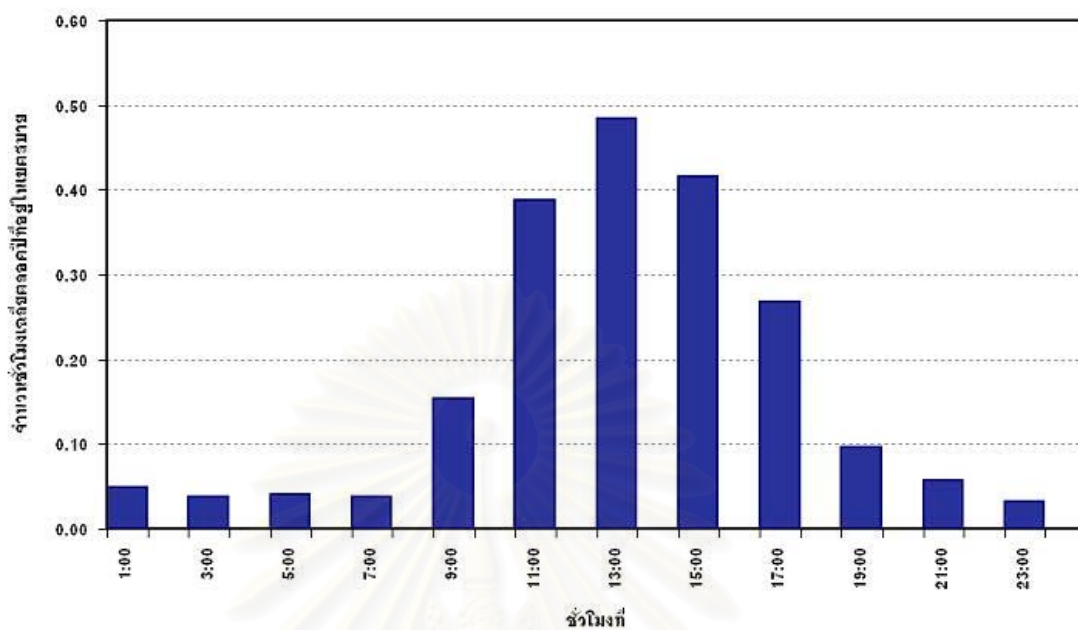


แผนภูมิที่ ก.4.9 แสดงเขตสภาวะนำสบายในช่วงกลางวัน กรุงเทพมหานคร(ภาคกลาง)

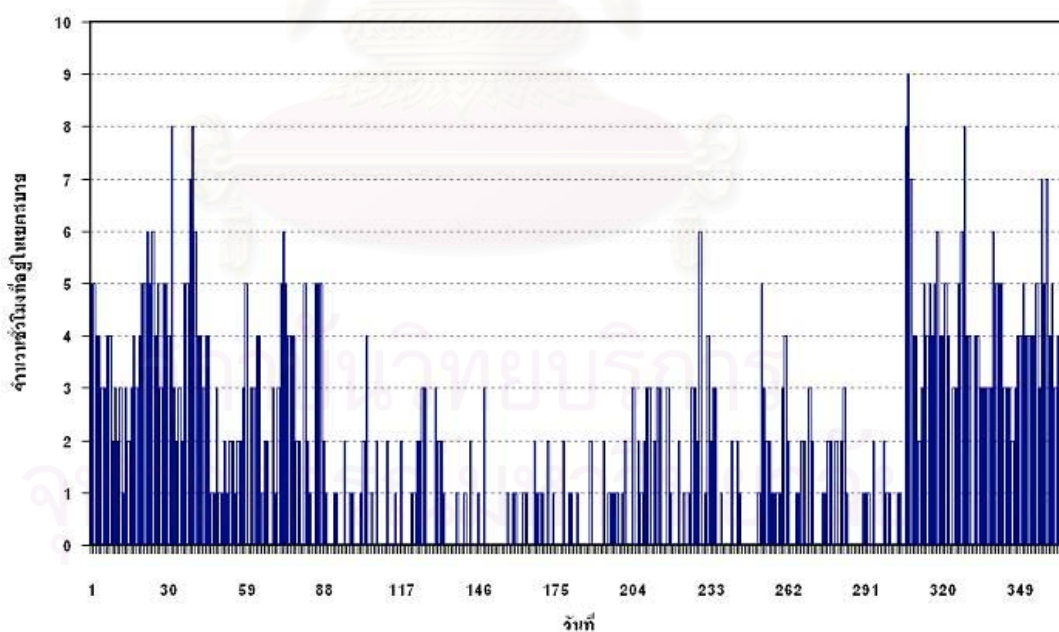
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



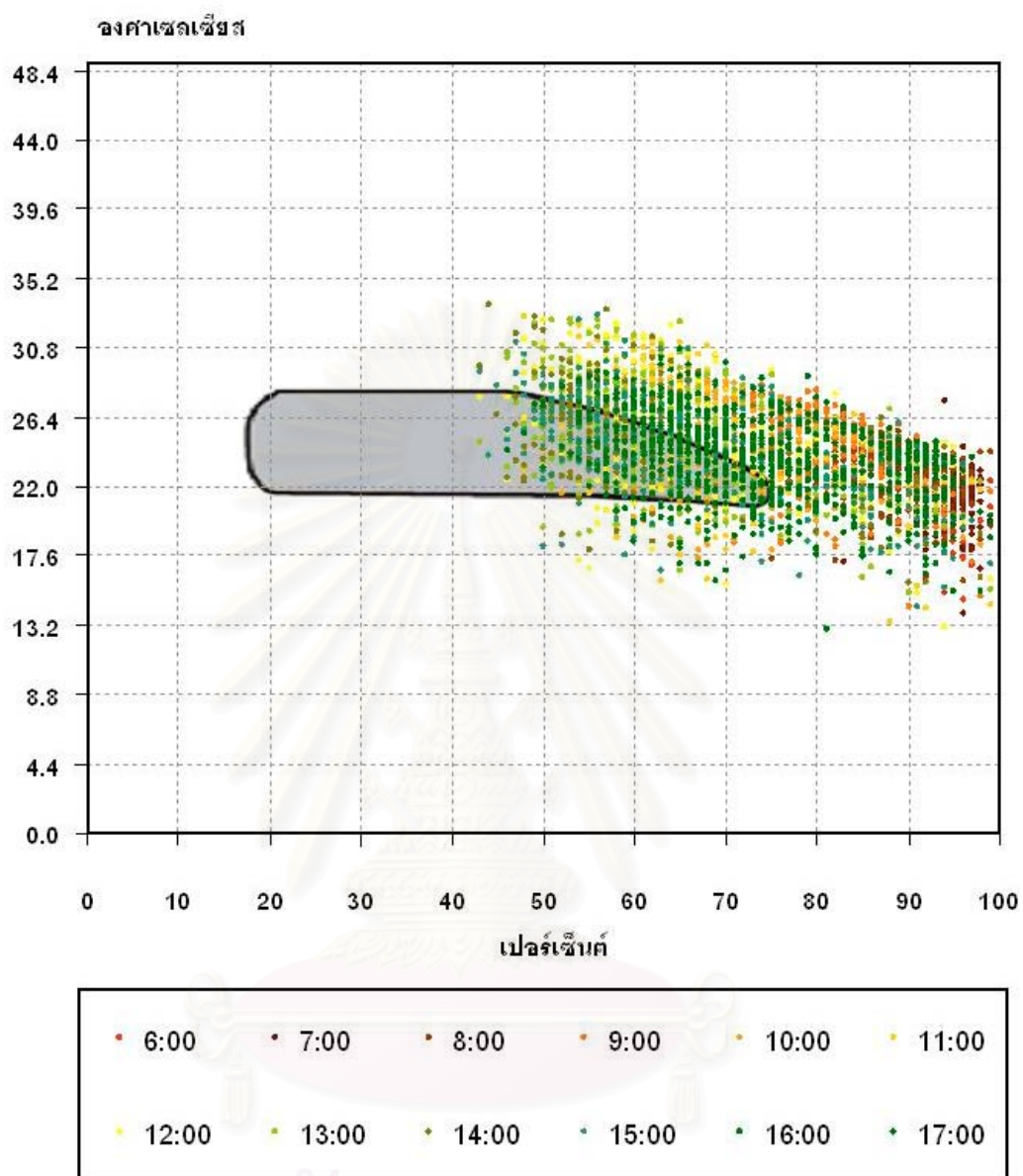
แผนภูมิที่ ก.4.10 แสดงเขตสภาวะนำสบายในช่วงกลางคืน กรุงเทพมหานคร(ภาคกลาง)



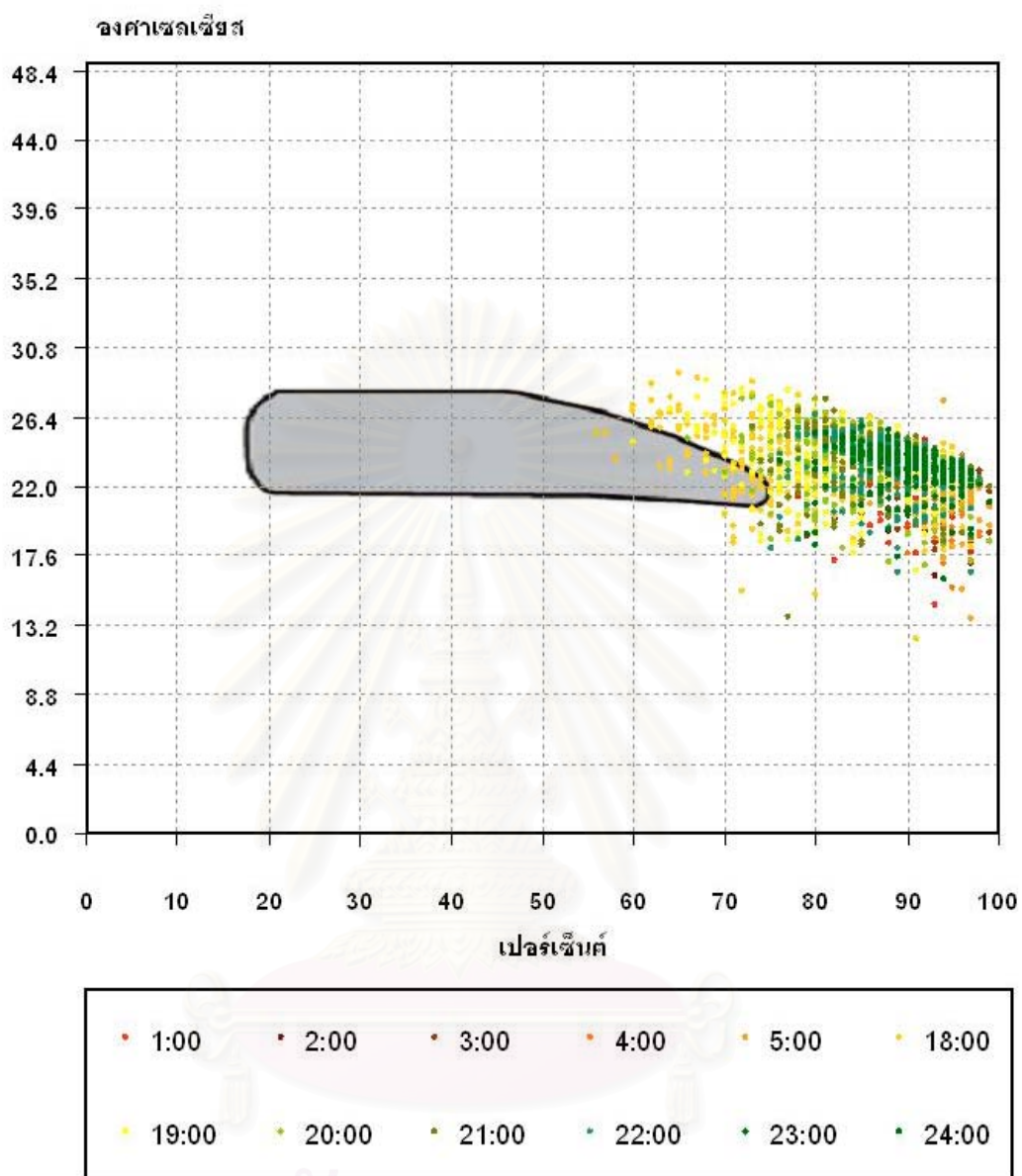
แผนภูมิที่ ก.4.11 แสดงจำนวนชั่วโมงสายเจ็ลยตลอดปีในแต่ละช่วง กรุงเทพมหานคร(ภาคกลาง)



แผนภูมิที่ ก.4.12 แสดงจำนวนชั่วโมงสายเจ็ลยแต่ละวันตลอดทั้งปี กรุงเทพมหานคร(ภาคกลาง)

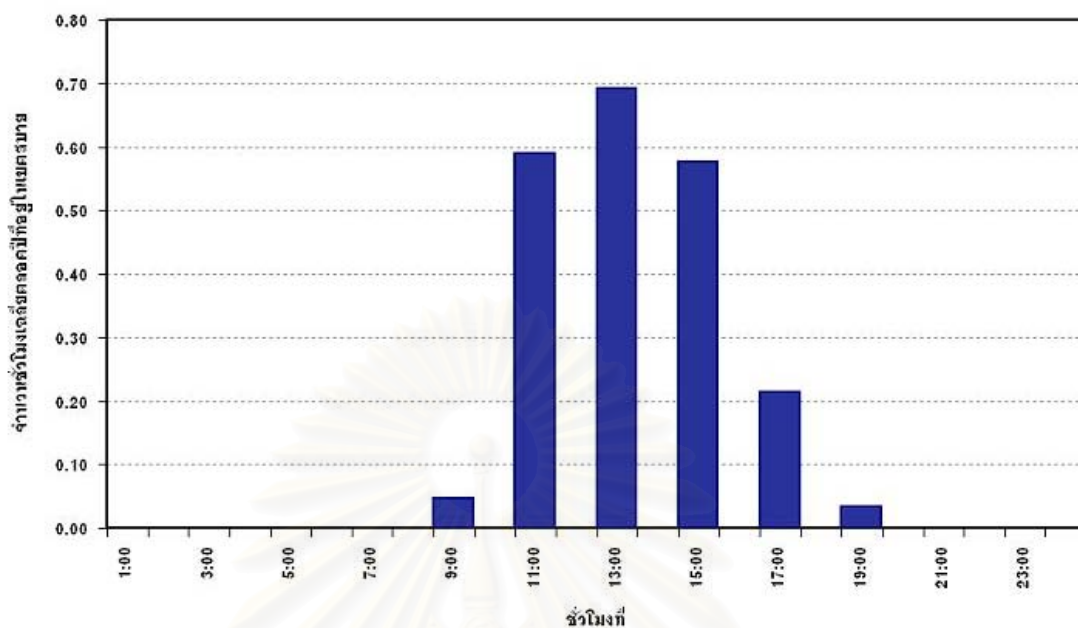


แผนภูมิที่ ก.4.13 แสดงเขตสภาน่าสบายในช่วงกลางวัน จังหวัดสงขลา(ภาคใต้)

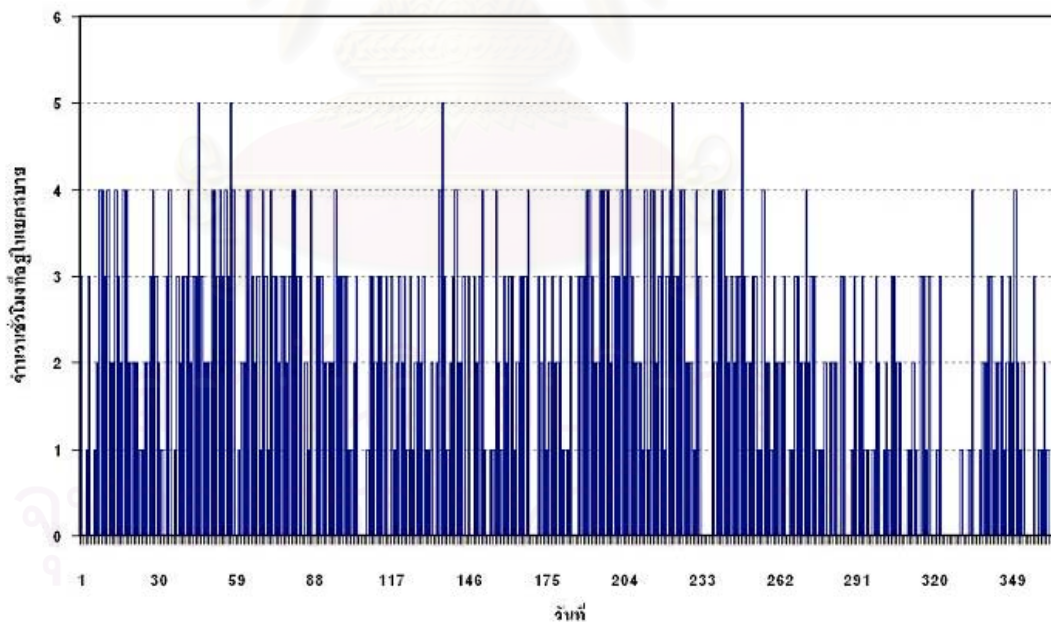


แผนภูมิที่ ก.4.14 แสดงเขตสภาวะน่าสบายในช่วงกลางคืน จังหวัดสงขลา(ภาคใต้)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ ก.4.15 แสดงจำนวนชั่วโมงสบายเฉลี่ยตลอดปีในแต่ละช่วง จังหวัดสงขลา(ภาคใต้)



แผนภูมิที่ ก.4.16 แสดงจำนวนชั่วโมงสบายเฉลี่ยแต่ละวันตลอดทั้งปี จังหวัดสงขลา(ภาคใต้)



ภาคผนวก ข

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข รายละเอียดการใช้งานโปรแกรม

1. การป้อนข้อมูล

การป้อนข้อมูลประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ได้แก่ การป้อนข้อมูลโครงการ การป้อนข้อมูลองค์ประกอบอาคาร การป้อนข้อมูลอุปกรณ์และหลอดไฟฟ้า และการป้อนข้อมูลพฤติกรรมการใช้ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) การป้อนข้อมูลโครงการ

รายละเอียดโครงการ

ชื่อโครงการ : กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ 24hr

ประเภทอาคาร : อาคารพักอาศัย

รายละเอียดทั่วไป : จำนวนไปทางทิศใต้ ตั้งแต่ใช้รวม 100 ตารางเมตร

ที่ตั้งโครงการ : กรุงเทพมหานคร

เขตที่ตั้ง : แขวงเมือง

จุดเริ่มต้นอาคาร : 25.00 องศาเหนือ

ภาพอาคาร

รายการซื้อเข้ามาอาคาร

ชื่อเครื่อง	พื้นที่ซื้อ(ตร.ม.)	ราคา
ห้องโถง	7.2	7625
ห้องนอน		1725
ห้องครัว		1050
ห้องน้ำ		1350
...		...

ภาพที่ ข.1.1 แสดงหน้าจอส่วนข้อมูลรายละเอียดโครงการ

การป้อนข้อมูลทำได้ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

หมายเลข (1) กดปุ่มป้อนข้อมูล ทำให้ตารางฐานข้อมูลสร้างเรคคอร์ดใหม่เพื่อรับค่าต่างๆ

หมายเลข (2) ป้อนข้อมูล และแทรกรูปภาพอาคาร(ถ้าต้องการ)

หมายเลข (3) กดปุ่มบันทึก โปรแกรมจะทำการเก็บค่าต่างๆ ของโครงการไว้ในฐานข้อมูล (กรณีที่ป้อนข้อมูลไม่ครบ โปรแกรมจะแจ้งเตือนให้ป้อนข้อมูลในส่วนนั้นๆ)

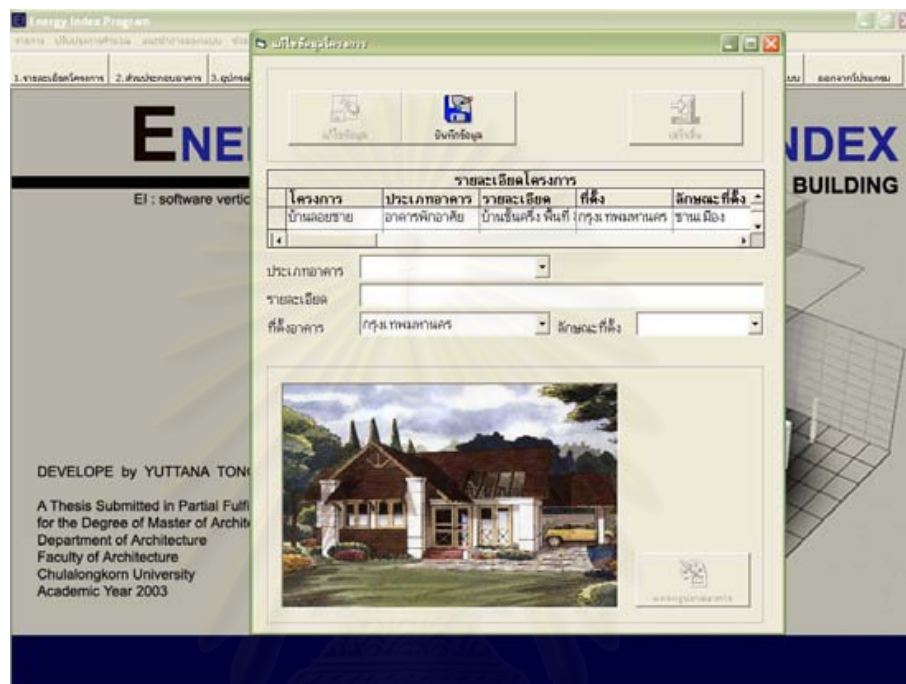
หมายเลข (4) กรณีที่ต้องการแก้ไขข้อมูลให้กดปุ่มแก้ไขข้อมูล จากนั้นจะปรากฏไดอะล็อกบ็อกซ์ให้ทำการปรับปรุงข้อมูล(ภาพที่ ข.1.2)

หมายเลข (5) กดปุ่มเพิ่มชื่อห้อง เพื่อทำการป้อนข้อมูลห้อง พื้นที่ใช้งานและการใช้เครื่องปรับอากาศ

หมายเลข (6) กดปุ่มบันทึก โปรแกรมจะทำการเก็บค่าต่างๆ ของโครงการไว้ในฐานข้อมูล

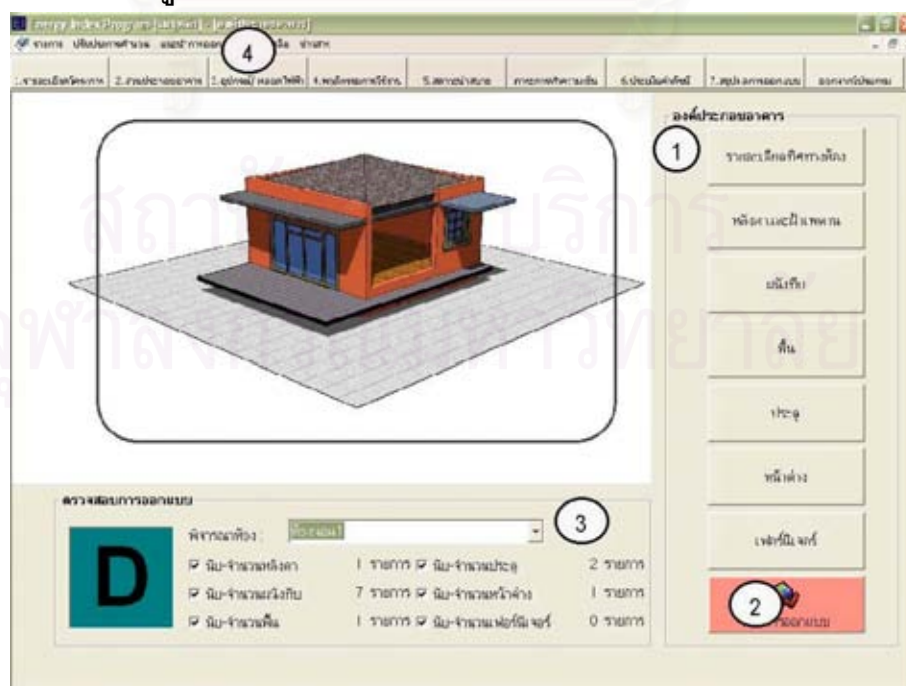
หมายเลข (7) กรณีที่ต้องการแก้ไขข้อมูลให้กดปุ่มแก้ไขข้อมูล จากนั้นดับเบิลคลิกที่ตาราง (7.2) ในช่องที่ต้องการแก้ไข

หมายเลข (8) กดปุ่มทำส่วนต่อไป หรือกดปุ่ม 2.องค์ประกอบอาคาร เพื่อทำการป้อนข้อมูลในส่วนต่อไป



ภาพที่ ข.1.2 แสดงหน้าจอส่วนการแก้ไขข้อมูลรายละเอียดโครงการ

2) การป้อนข้อมูลองค์ประกอบอาคาร



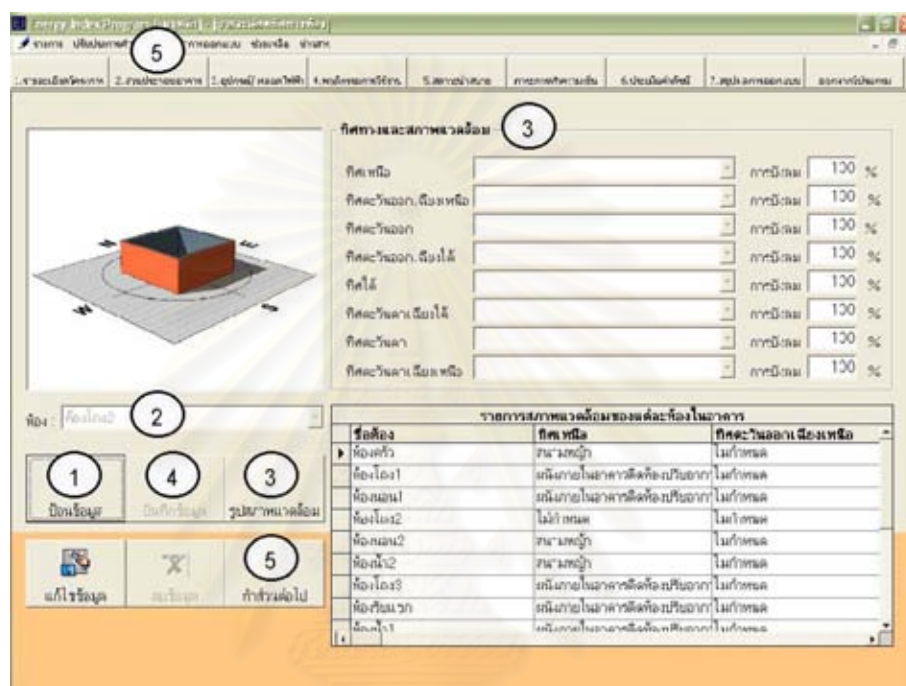
ภาพที่ ข.1.3 แสดงหน้าจอส่วนการป้อนข้อมูลองค์ประกอบอาคาร

การป้อนข้อมูลทำได้ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

หมายเลข (1) ทำการเลือกองค์ประกอบที่ต้องการออกแบบ

หมายเลข (2) กดปุ่มเช็คการออกแบบ เพื่อตรวจสอบข้อมูลสำหรับการประมวลผล

หมายเลข (3) กดปุ่มเลือกชื่อห้อง เพื่อทำการเช็ครายการออกแบบในห้องนั้นๆ



ภาพที่ ข.1.4 แสดงหน้าจอส่วนการป้อนข้อมูลทิศทางและสภาพแวดล้อมอาคาร

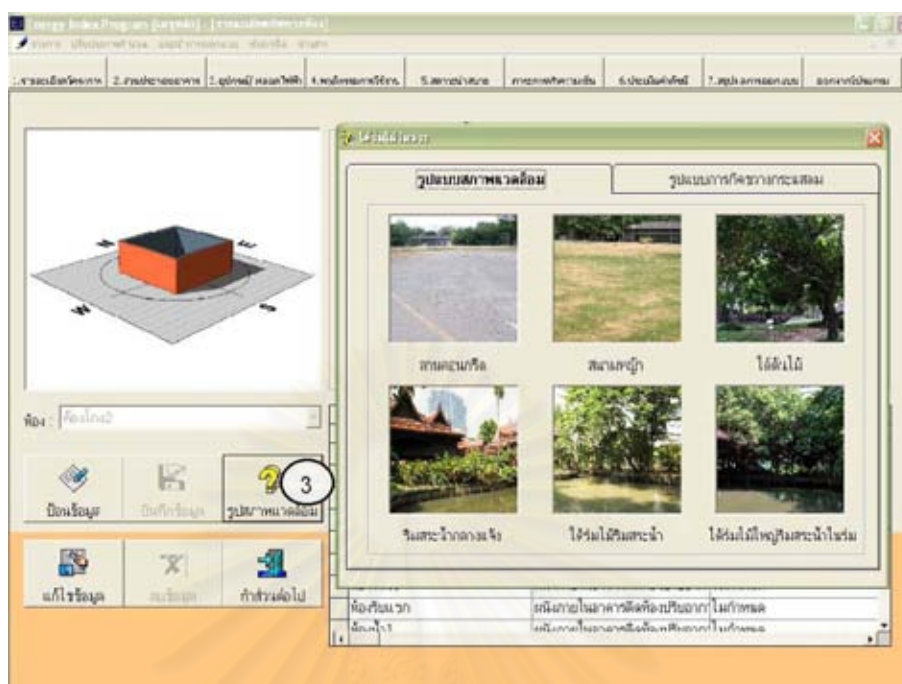
หมายเลข (1) แสดงชื่อห้องที่กำลังทำการพิจารณา

หมายเลข (2) กดปุ่มป้อนข้อมูล

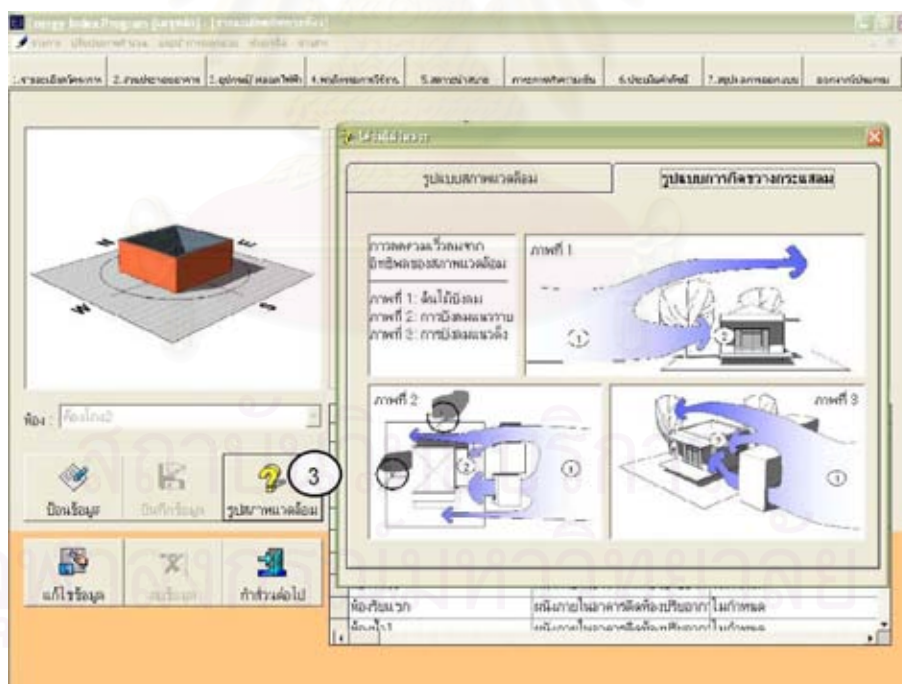
หมายเลข (3) ป้อนข้อมูลรายละเอียดในแต่ละทิศทางของห้องนั้น รวมถึงการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความเร็วลมในทิศทางนั้นๆ(เนื่องจากความเร็วลมเป็นเรื่องที่ซับซ้อน เพื่อให้ง่ายและมีความยืดหยุ่นจึงใช้วิธีการกำหนดค่าแทนการคำนวณ)

หมายเลข (4) กดปุ่มบันทึกข้อมูล

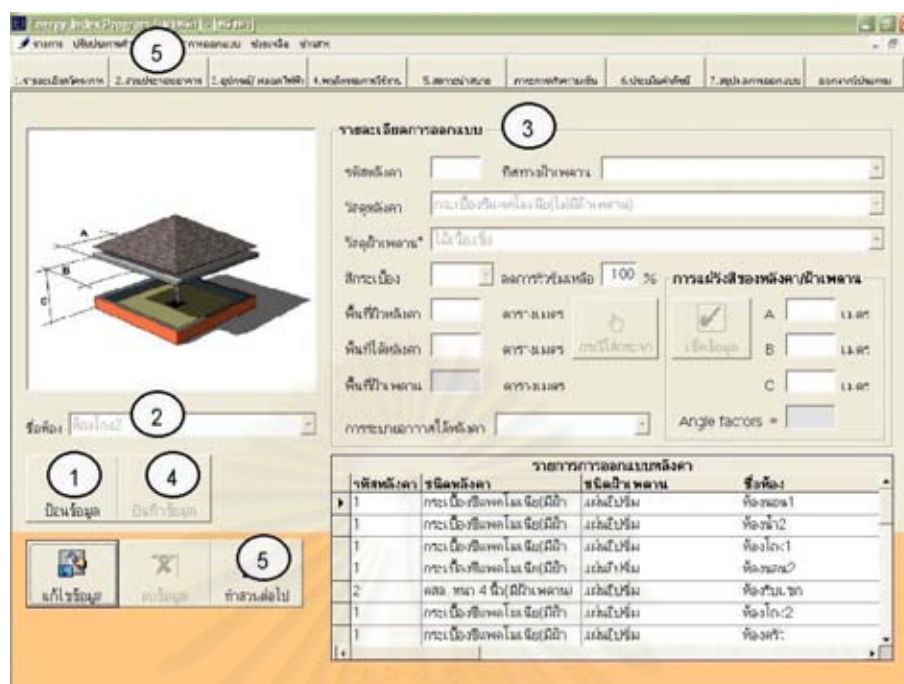
หมายเลข (5) กดปุ่มทำส่วนต่อไป หรือกดปุ่ม 2.องค์ประกอบอาคาร เพื่อทำการป้อนข้อมูลในส่วนต่อไป



ภาพที่ ข.1.5 แสดงหน้าจอส่วนช่วยเหลือการแสดงรูปแบบสภาพแวดล้อม



ภาพที่ ข.1.6 แสดงหน้าจอส่วนช่วยเหลือการแสดงการพิจารณากระแสลม



ภาพที่ ข.1.7 แสดงหน้าจอส่วนการป้อนข้อมูลองค์ประกอบหลังคาและฝ้าเพดาน

หมายเลข (1) กดปุ่มป้อนข้อมูล

หมายเลข (2) เลือกรหัสห้องที่กำลังทำการป้อนข้อมูล

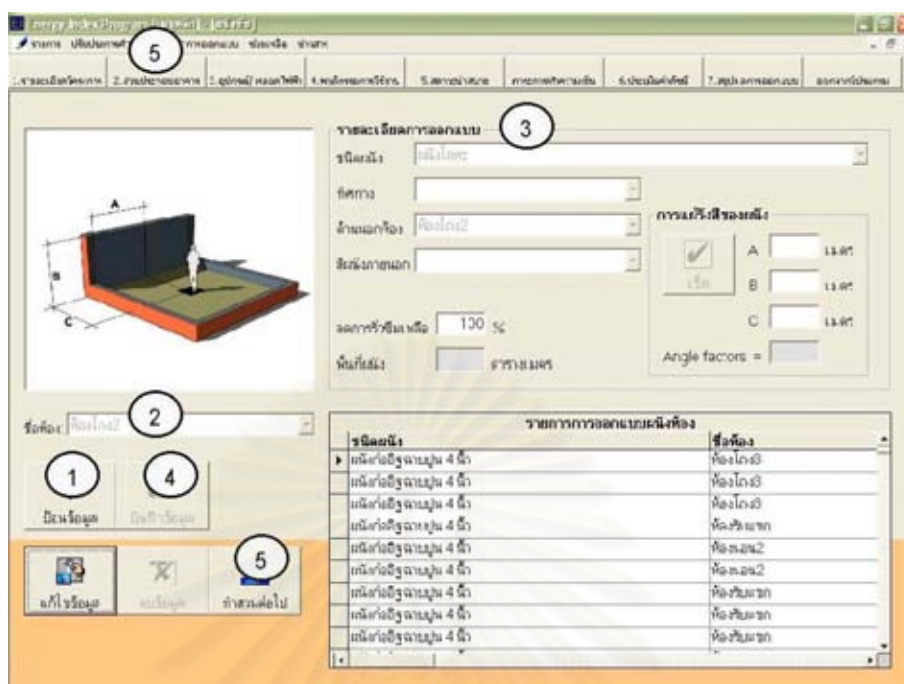
หมายเลข (3) ป้อนข้อมูลรายละเอียดองค์ประกอบหลังคาและฝ้าเพดาน โดยจะระบุรายการหลังคา ถ้าหลังคาเดียวกันแต่มีหลายห้องให้ระบุรหัสหลังเป็นหมายเลขเดียวกัน กรณีที่ห้องนั้นเป็นห้องภายในอาคารก็ไม่ต้องกำหนด

ส่วนของฝ้าเพดานจะระบุก็ต่อเมื่อฝ้าเพดานนั้นสัมผัสหลังคา(ห้องใต้ส่วนของหลังคา) หรืออยู่ใต้ห้องที่ไม่มีการใช้ระบบปรับอากาศ

ส่วนของการป้อนระยะ A,B,C นั้น เมื่อ A เป็นระยะครึ่งหนึ่งของความกว้างของฝ้าเพดานที่อยู่ในบริเวณห้องนั้น เมื่อ C เป็นระยะครึ่งหนึ่งของความยาวของฝ้าเพดานที่อยู่ในบริเวณห้องนั้น และเมื่อ B เป็นระยะความสูงจากผิวพื้นถึงฝ้าเพดาน หักความสูงระดับ 1.00 เมตร(ระดับกึ่งกลางร่างกายมนุษย์)ที่อยู่ในบริเวณห้องนั้น

หมายเลข (4) กดปุ่มบันทึกข้อมูล

หมายเลข (5) กดปุ่มทำส่วนต่อไป หรือกดปุ่ม 2.องค์ประกอบอาคาร เพื่อทำการป้อนข้อมูลในส่วนต่อไป



ภาพที่ ข.1.8 แสดงหน้าจอส่วนการป้อนข้อมูลองค์ประกอบผนังห้อง

หมายเลข (1) กดปุ่มป้อนข้อมูล

หมายเลข (2) เลือกชื่อห้องที่กำลังทำการป้อนข้อมูล

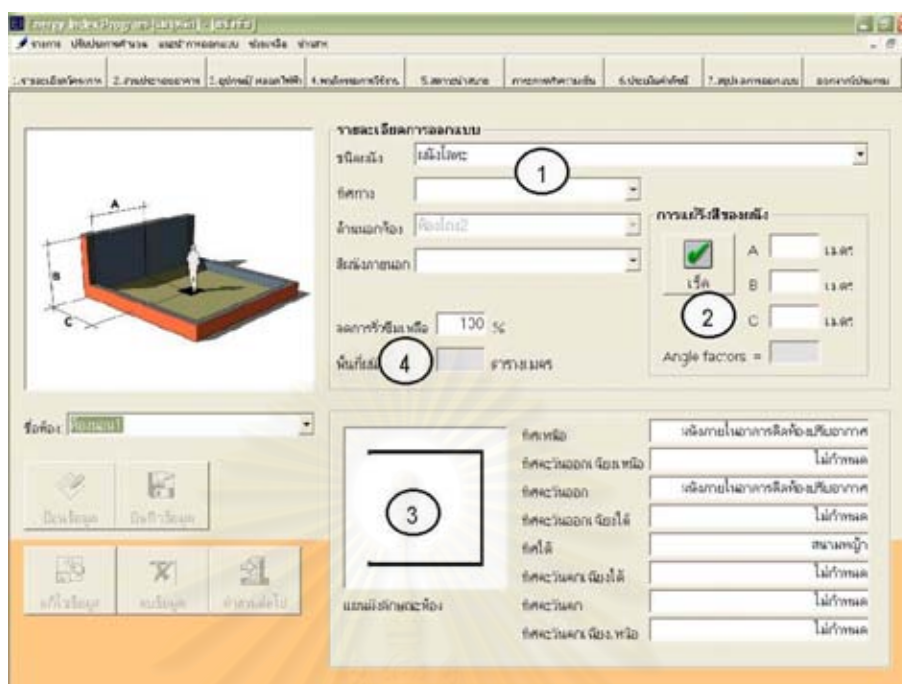
หมายเลข (3) ป้อนข้อมูลรายละเอียดองค์ประกอบผนังห้อง (ไม่นับรวมพื้นที่ช่องเปิดที่เป็นกระจก หรือวัสดุโปร่งแสง)

ส่วนของการป้อนระยะ A,B,C นั้น เมื่อ A เป็นระยะครึ่งหนึ่งของความกว้างของผนังห้องที่อยู่ในบริเวณห้องนั้น เมื่อ C เป็นระยะจากกึ่งกลางห้องไปยังผนังห้องที่อยู่ในบริเวณห้องนั้น และเมื่อ B เป็นระยะความสูงของผนังห้อง

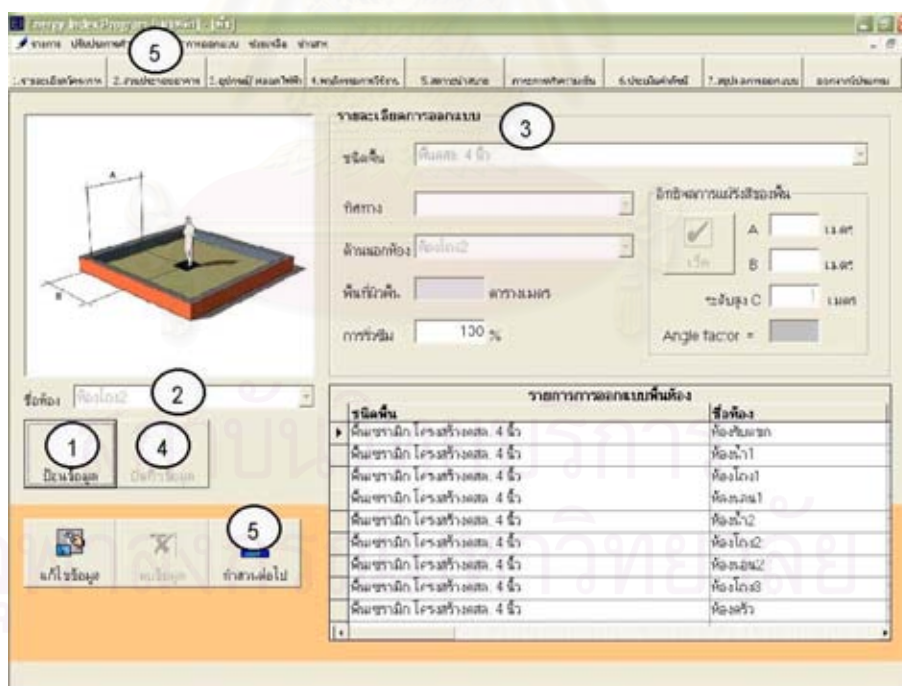
การแสดงผลภาพแวดล้อมทิศทางต่างๆ ของห้องนั้นๆ เพื่อช่วยจำลักษณะของห้อง

หมายเลข (4) กดปุ่มบันทึกข้อมูล

หมายเลข (5) กดปุ่มทำส่วนต่อไป หรือกดปุ่ม 2.องค์ประกอบอาคาร เพื่อทำการป้อนข้อมูลในส่วนต่อไป



ภาพที่ ข.1.9 แสดงสภาพแวดล้อมทิศทางต่างๆ ของห้องนั้นๆ



ภาพที่ ข.1.10 แสดงหน้าจอส่วนการป้อนข้อมูลองค์ประกอบพื้น

หมายเลข (1) กดปุ่มป้อนข้อมูล

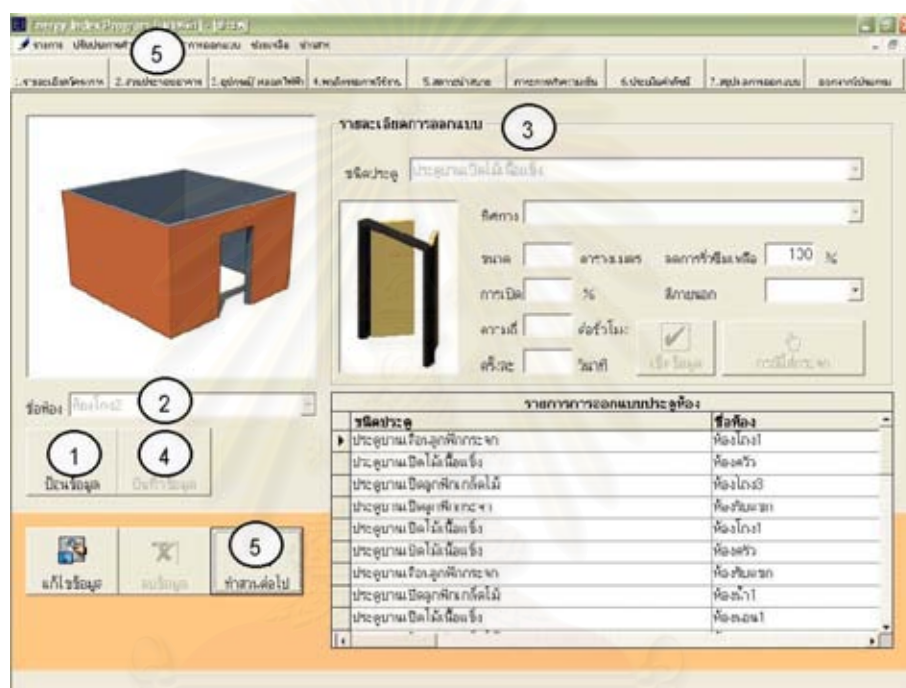
หมายเลข (2) เลือกชื่อห้องที่กำลังทำการป้อนข้อมูล

หมายเลข (3) ป้อนข้อมูลรายละเอียดองค์ประกอบพื้น

ส่วนของการป้อนระยะ A,B,C นั้น เมื่อ A เป็นระยะครึ่งหนึ่งของความกว้างของพื้นที่อยู่ในบริเวณห้องนั้น เมื่อ C เป็นระยะความสูงจากผิวพื้นถึงความสูงระดับ 1.00 เมตร(ระดับกึ่งกลางร่างกายมนุษย์)ที่อยู่ในบริเวณห้องนั้น

หมายเลข (4) กดปุ่มบันทึกข้อมูล

หมายเลข (5) กดปุ่มทำส่วนต่อไป หรือกดปุ่ม 2.องค์ประกอบอาคาร เพื่อทำการป้อนข้อมูลในส่วนต่อไป



ภาพที่ ข.1.11 แสดงหน้าจอส่วนการป้อนข้อมูลองค์ประกอบประตู

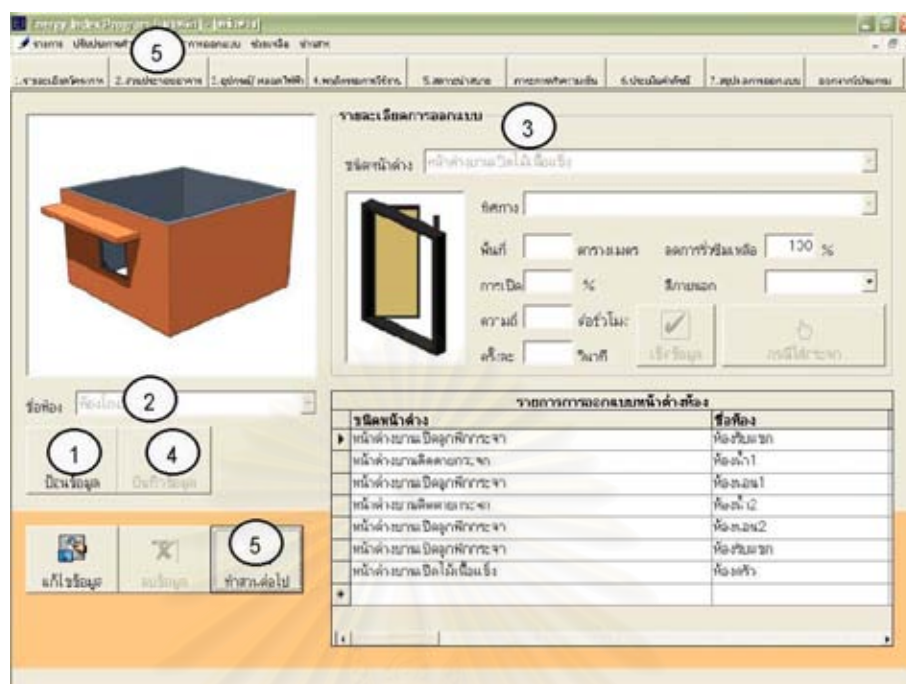
หมายเลข (1) กดปุ่มป้อนข้อมูล

หมายเลข (2) เลือกชื่อห้องที่กำลังทำการป้อนข้อมูล

หมายเลข (3) ป้อนข้อมูลรายละเอียดองค์ประกอบประตู ในกรณีที่เป็นประตูลูกศรกระจก ให้กดปุ่มกรณีใส่กระจก จากนั้นจะปรากฏไดอะล็อกบ็อกซ์ให้ทำการปรับปรุงข้อมูล(ภาพที่ ข.1.12)

หมายเลข (4) กดปุ่มบันทึกข้อมูล

หมายเลข (5) กดปุ่มทำส่วนต่อไป หรือกดปุ่ม 2.องค์ประกอบอาคาร เพื่อทำการป้อนข้อมูลในส่วนต่อไป



ภาพที่ ข.1.12 แสดงหน้าจอส่วนการป้อนข้อมูลองค์ประกอบหน้าต่าง

หมายเลข (1) กดปุ่มป้อนข้อมูล

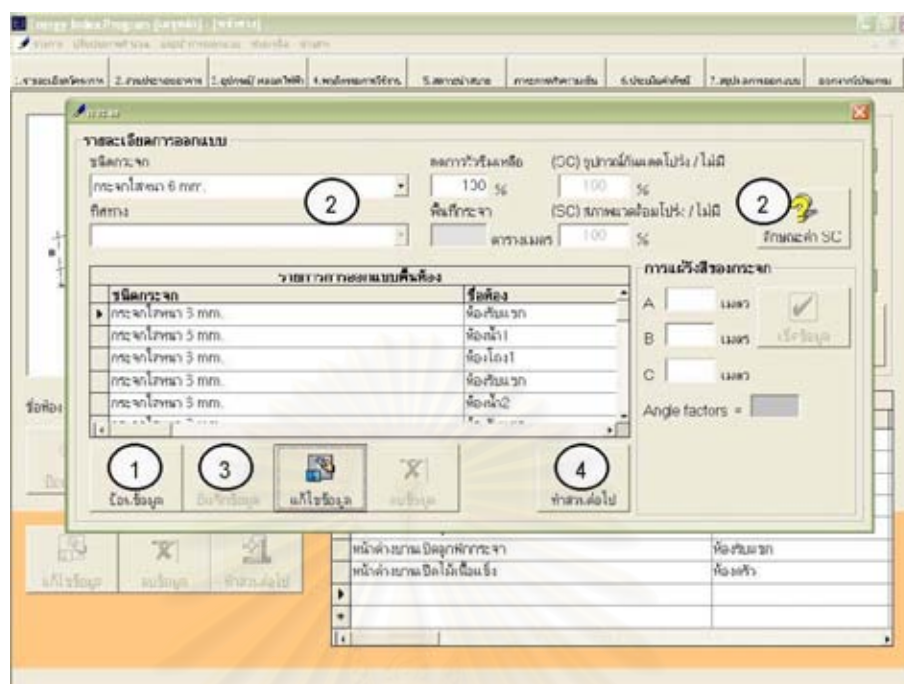
หมายเลข (2) เลือกชื่อห้องที่กำลังทำการป้อนข้อมูล

หมายเลข (3) ป้อนข้อมูลรายละเอียดองค์ประกอบหน้าต่าง ในกรณีที่เป็นหน้าต่างลูกพับกระดาษ ให้กดปุ่มกรณีใส่กระดาษ จากนั้นจะปรากฏไดอะล็อกบ็อกซ์ให้ทำการปรับปรุงข้อมูล(ภาพที่ ข.1.12)

หมายเลข (4) กดปุ่มบันทึกข้อมูล

หมายเลข (5) กดปุ่มทำส่วนต่อไป หรือกดปุ่ม 2.องค์ประกอบอาคาร เพื่อทำการป้อนข้อมูลในส่วนต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



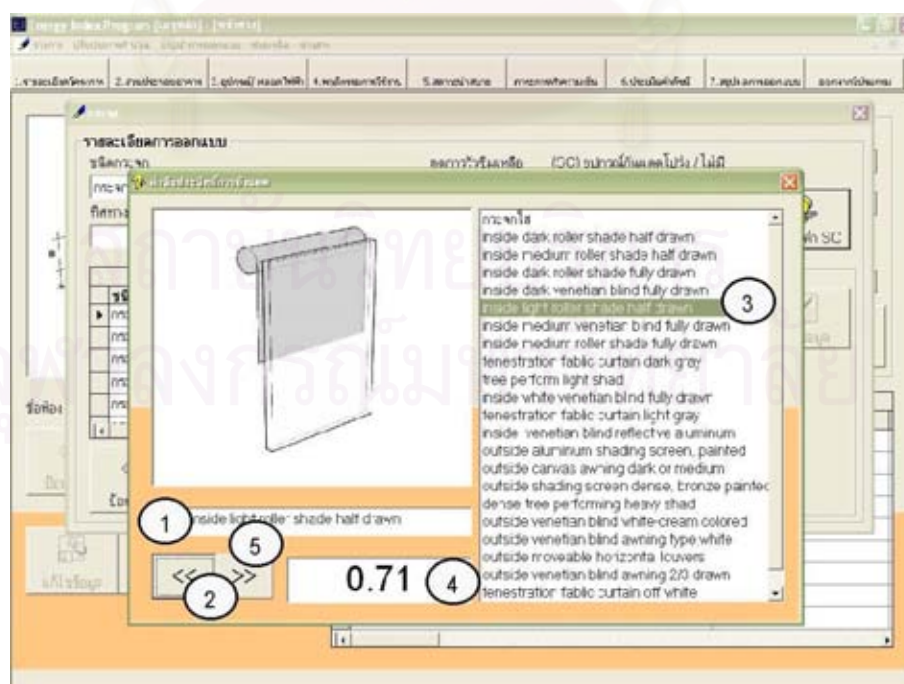
ภาพที่ ข.1.13 แสดงหน้าจอส่วนการป้อนข้อมูลองค์ประกอบกระจก

หมายเลข (1) กดปุ่มป้อนข้อมูล

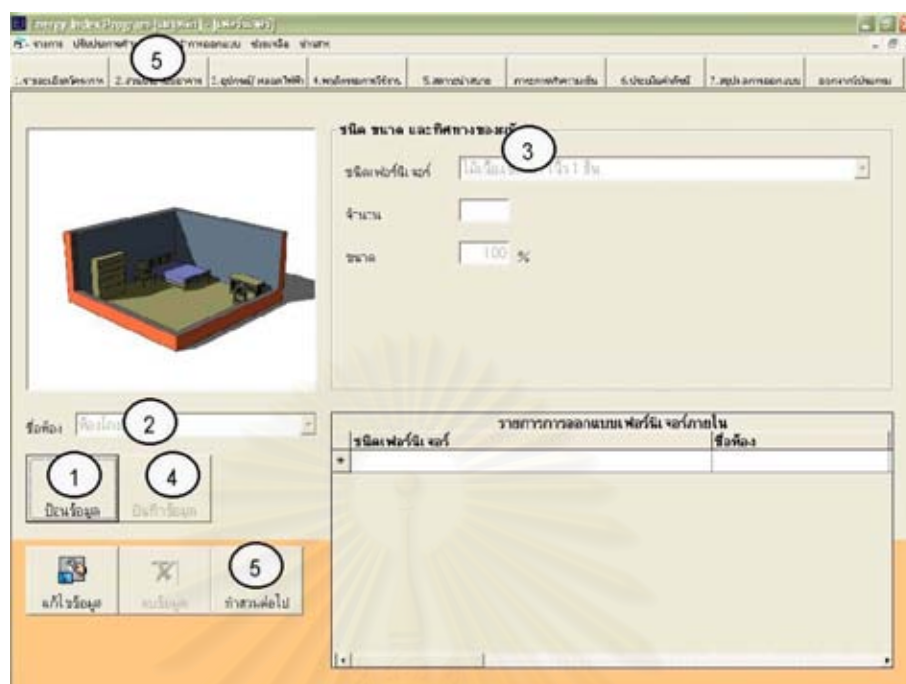
หมายเลข (2) ป้อนข้อมูล และการแสดงส่วนช่วยเหลือสำหรับการกำหนดค่า Sc ของช่องแสง

หมายเลข (3) กดปุ่มบันทึกข้อมูล

หมายเลข (4) กดปุ่มทำส่วนต่อไป เพื่อกลับสู่การป้อนข้อมูลประตู หรือหน้าต่าง



ภาพที่ ข.1.14 แสดงส่วนช่วยเหลือสำหรับการกำหนดค่า Sc ของช่องแสง



ภาพที่ ข.1.15 แสดงหน้าจอส่วนการป้อนข้อมูลองค์ประกอบเฟอร์นิเจอร์

หมายเลข (1) กดปุ่มป้อนข้อมูล

หมายเลข (2) เลือกชื่อห้องที่กำลังทำการป้อนข้อมูล

หมายเลข (3) ป้อนข้อมูลรายละเอียดองค์ประกอบวัสดุ สำหรับการป้อนข้อมูลขนาดใหญ่เมื่อต้องการป้อนค่าวัสดุที่มีสัดส่วนแตกต่างไปจากบานข้อมูลที่กำหนดไว้(ในรูปแบบเปอร์เซ็นต์การขยายสัดส่วน

หมายเลข (4) กดปุ่มบันทึกข้อมูล

หมายเลข (5) กดปุ่มทำส่วนต่อไป หรือกดปุ่มบนคอนโทรลเมนูด้านบน เพื่อทำการป้อนข้อมูลในส่วนต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3) การป้อนข้อมูลอุปกรณ์และหลอดไฟฟ้า

ชื่อห้อง	ชนิดหลอดไฟฟ้า	โวลต์	จำนวน
ห้องรับแขก	หลอดฟลูออเรสเซนต์	3E	2
ห้องรับแขก	หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์	9	2
ห้องน้ำ	หลอดฟลูออเรสเซนต์	3E	1
ห้องน้ำ	หลอดฟลูออเรสเซนต์	3E	1
ห้องนอน1	หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์	9	1
ห้องนอน3	หลอดฟลูออเรสเซนต์	1E	1
ห้องนอน1	หลอดฟลูออเรสเซนต์	3E	2
ห้องนอน2	หลอดฟลูออเรสเซนต์	3E	2
ห้องนอน2	หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์	9	1
ห้องนอน1	หลอดฟลูออเรสเซนต์	1E	1
ห้องครัว	หลอดฟลูออเรสเซนต์	3E	2

ภาพที่ ข.1.16 แสดงหน้าจอส่วนการป้อนข้อมูลหลอดไฟฟ้า

หมายเลข (1) กดปุ่มป้อนข้อมูล

หมายเลข (2) เลือกชื่อห้องที่กำลังทำการป้อนข้อมูล

หมายเลข (3) ป้อนข้อมูล

หมายเลข (4) กำหนดรายละเอียดของสภาพแวดล้อมห้อง

หมายเลข (5) กำหนดรายละเอียดลักษณะการใช้หลอดไฟฟ้า

หมายเลข (6) บันทึกข้อมูล

หมายเลข (7) กดปุ่มทำส่วนต่อไป หรือกดปุ่มบนคอนโทรลเมนูด้านบน เพื่อทำการป้อนข้อมูลในส่วนต่อไป

ชื่อห้อง	ชนิดอุปกรณ์	วัตต์	จำนวน
ห้องครัว	กระจก ไฟฟ้า	850	1
ห้องครัว	เครื่องเป่าผม	750	1
ห้องน้ํ้า2	เครื่องทำน้ำร้อน	2000	1
ห้องครัว	เตาไมโครเวฟ	1500	1
ห้องครัว	หม้อหุงข้าวไฟฟ้า 1.5ลิตร	600	1
ห้องน้ํ้า1	เครื่องทำน้ำร้อน	2000	1
ห้องรับแขก	โทรทัศน์ 20นิ้ว	63	1
ห้องรับแขก	พัดลม 12นิ้ว	45	1
ห้องนอน1	คอมพิวเตอร์ 17นิ้ว	308	1
ห้องนอน1	พัดลม 12นิ้ว	45	1
ห้องนอน2	คอมพิวเตอร์ 17นิ้ว	308	1
ห้องนอน2	พัดลม 12นิ้ว	45	1
ห้องครัว	กาต้มน้ำไฟฟ้า	500	1

ภาพที่ ข.1.17 แสดงหน้าจอส่วนการป้อนข้อมูลอุปกรณ์

หมายเลข (1) กดปุ่มป้อนข้อมูล

หมายเลข (2) เลือกชื่อห้องที่กำลังทำการป้อนข้อมูล

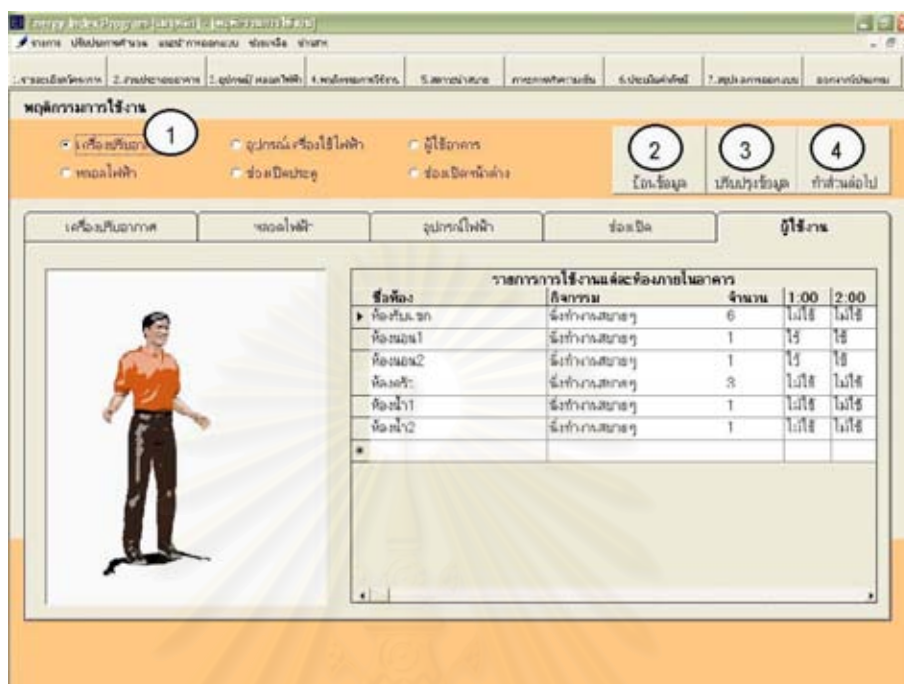
หมายเลข (3) ป้อนข้อมูล

หมายเลข (4) บันทึกข้อมูล

หมายเลข (5) กดปุ่มทำส่วนต่อไป หรือกดปุ่มบนคอนโทรลเมนูด้านบน เพื่อทำการป้อนข้อมูลในส่วนต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4) การป้อนข้อมูลพฤติกรรมการใช้



ภาพที่ ข.1.20 แสดงการกำหนดรายละเอียดพฤติกรรมการใช้งาน

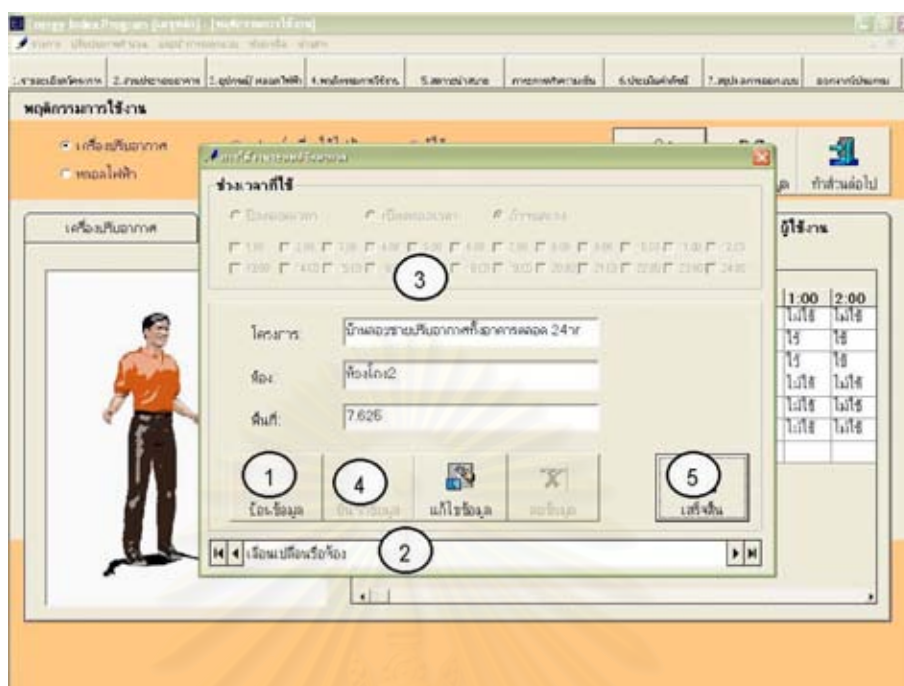
หมายเลข (1) เลือกหัวข้อที่จะทำการกำหนด

หมายเลข (2) กดปุ่มป้อนข้อมูล จากนั้นจะปรากฏไดอะล็อกบ็อกซ์ให้ทำการกำหนดข้อมูล (ภาพที่ ข.1.20-25)

หมายเลข (3) ส่วนของตารางจะแสดงรายละเอียดที่ได้ทำการป้อนข้อมูลในแต่ละหัวข้อ

หมายเลข (4) กดปุ่มทำส่วนต่อไป หรือกดปุ่มบนคอนโทรลเมนูด้านบน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ ข.1.21 แสดงการกำหนดรายละเอียดพฤติกรรมการใช้งานเครื่องปรับอากาศ

หมายเลข (1) กดปุ่มป้อนข้อมูล

หมายเลข (2) เลื่อนเปลี่ยนชื่อห้องที่ต้องการป้อนข้อมูล

หมายเลข (3) ป้อนข้อมูล

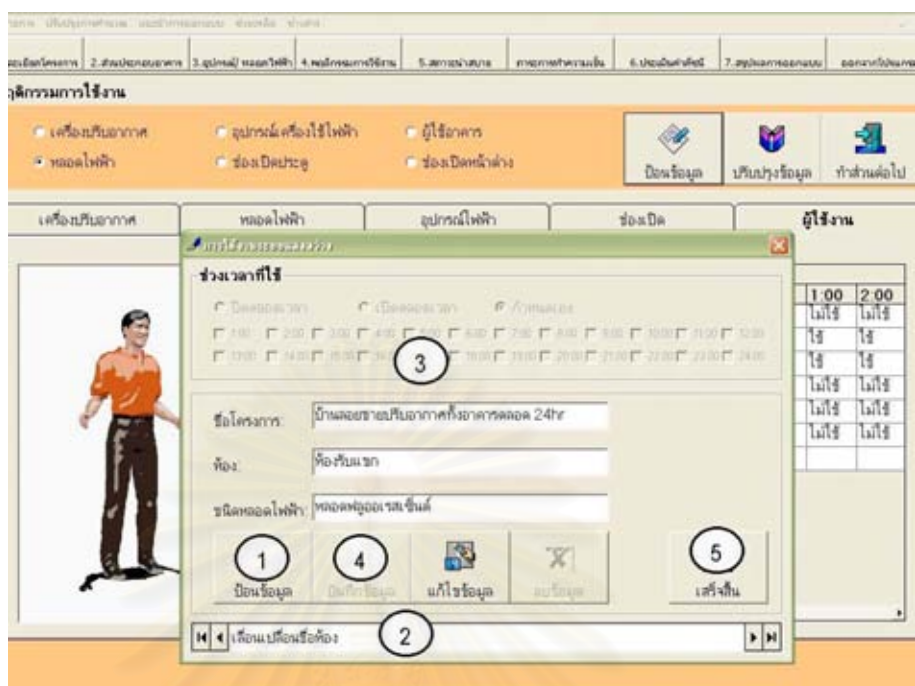
หมายเลข (4) กดปุ่มบันทึกข้อมูล

หมายเลข (5) กดปุ่มทำส่วนต่อไป เพื่อกลับสู่หน้าจอพฤติกรรมการใช้งาน

ซึ่งลักษณะไดอะล็อกบ็อกดังกล่าวจะมีลักษณะเดียวกันในการกำหนดค่าการใช้งานแต่ละ

หัวข้อ ดังภาพที่ ข.1.21-25

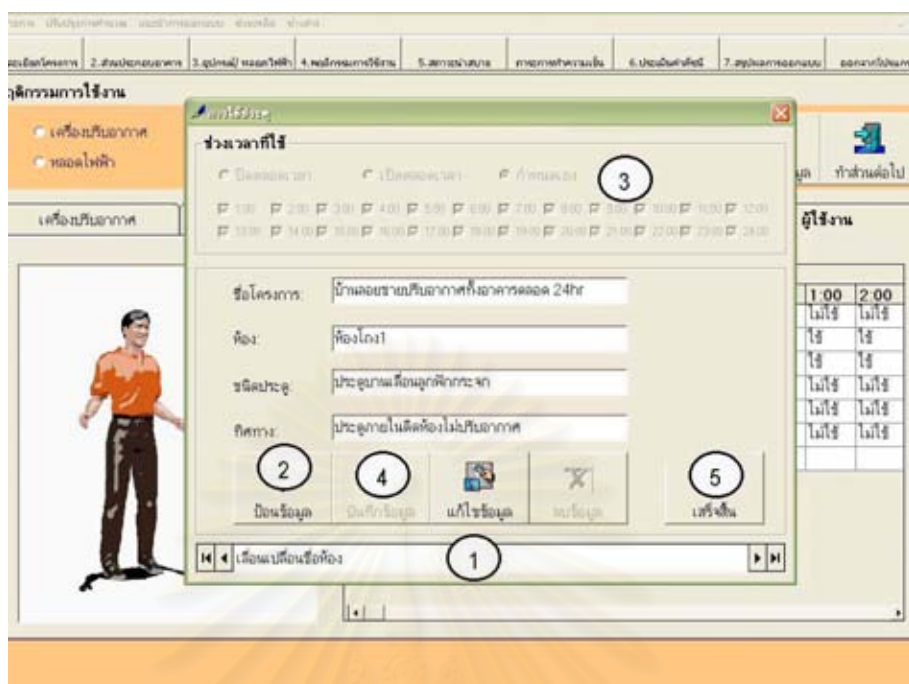
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



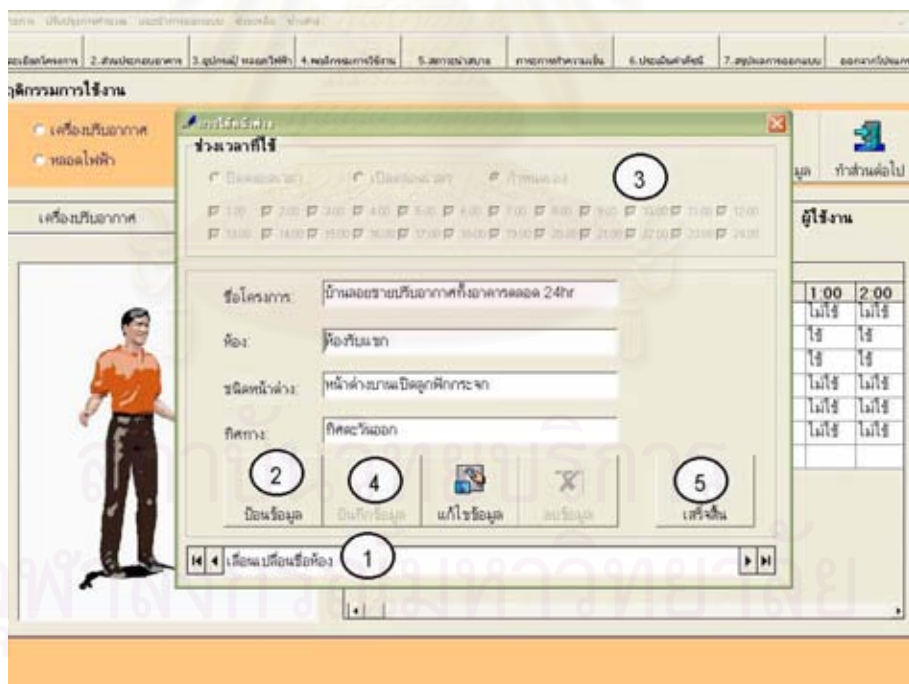
ภาพที่ ข.1.22 แสดงการกำหนดรายละเอียดพฤติกรรมการใช้งานหลอดไฟฟ้า



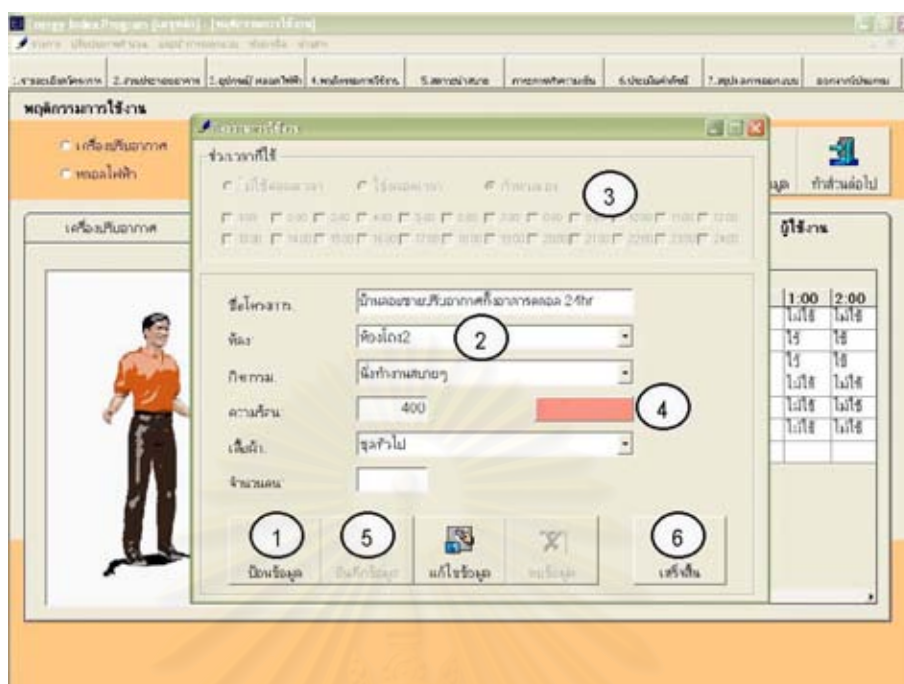
ภาพที่ ข.1.23 แสดงการกำหนดรายละเอียดพฤติกรรมการใช้งานอุปกรณ์



ภาพที่ ข.1.24 แสดงการกำหนดรายละเอียดพฤติกรรมกรใช้งานประจำ



ภาพที่ ข.1.25 แสดงการกำหนดรายละเอียดพฤติกรรมกรใช้งานหน้าต่าง



ภาพที่ ข.1.26 แสดงการกำหนดรายละเอียดพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้

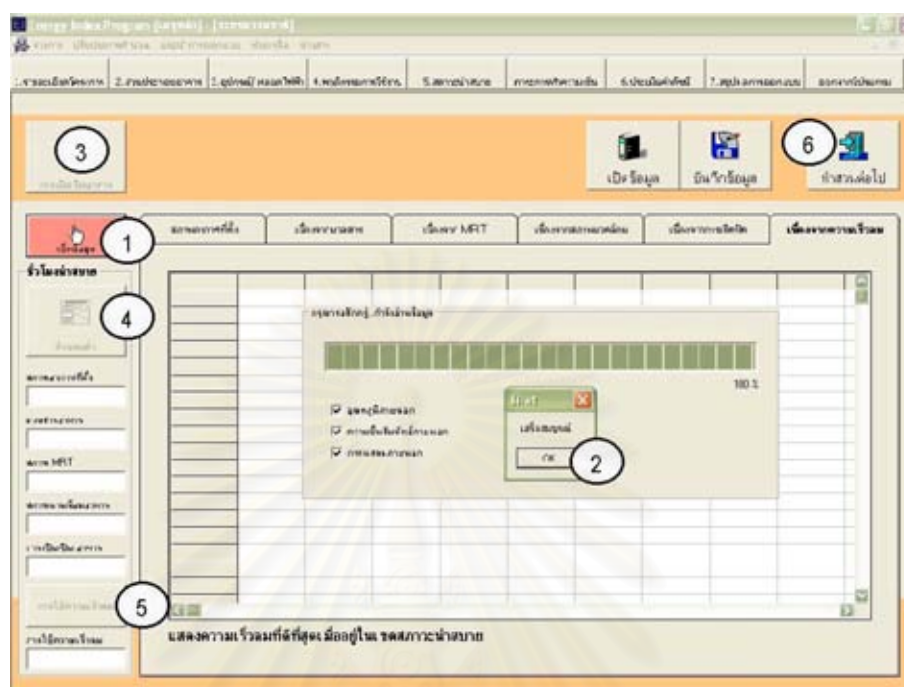
2.การประมวลผลข้อมูล

การประมวลผลประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือส่วนการพิจารณาสถานะน่าสบาย และการพิจารณาค่าภาระการทำความเย็น ดังนี้



ภาพที่ ข.2.1 แสดงการเช็คข้อมูลก่อนการประมวลผล

1) การพิจารณาสถานะน้ำสบาย



ภาพที่ ข.2.2 แสดงการขั้นตอนการประมวลผลการวิเคราะห์สถานะน้ำสบาย

หมายเลข (1) กดปุ่มเพื่อทำการเรียกข้อมูลที่ต้องใช้ในการประมวลผลจากฐานข้อมูล

หมายเลข (2) แสดงผลการเรียกข้อมูล

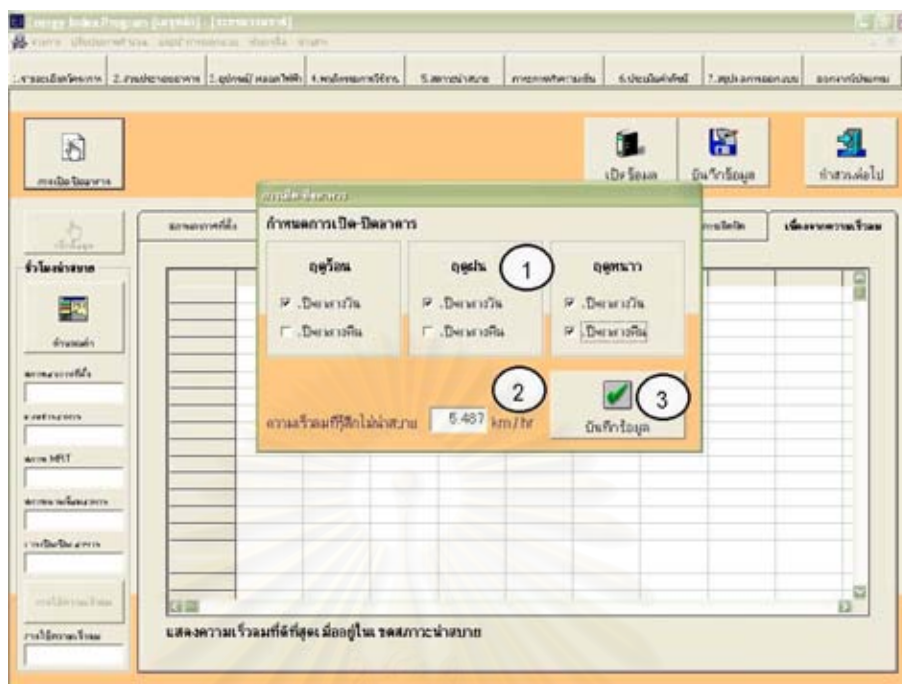
หมายเลข (3) กดปุ่มกำหนดการเปิดปิดอาคาร(ภาพที่ ข.2.3)

หมายเลข (3) กดปุ่มคำนวณค่า ทำการประมวลผลข้อมูล และแสดงผลการประมวลผล

หมายเลข (5) กดปุ่มการใช้ความเร็วลม เพื่อวิเคราะห์กรณีที่มีการใช้ความเร็วลมช่วย

หมายเลข (6) กดปุ่มทำส่วนต่อไป เพื่อกลับสู่หน้าจอหลัก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

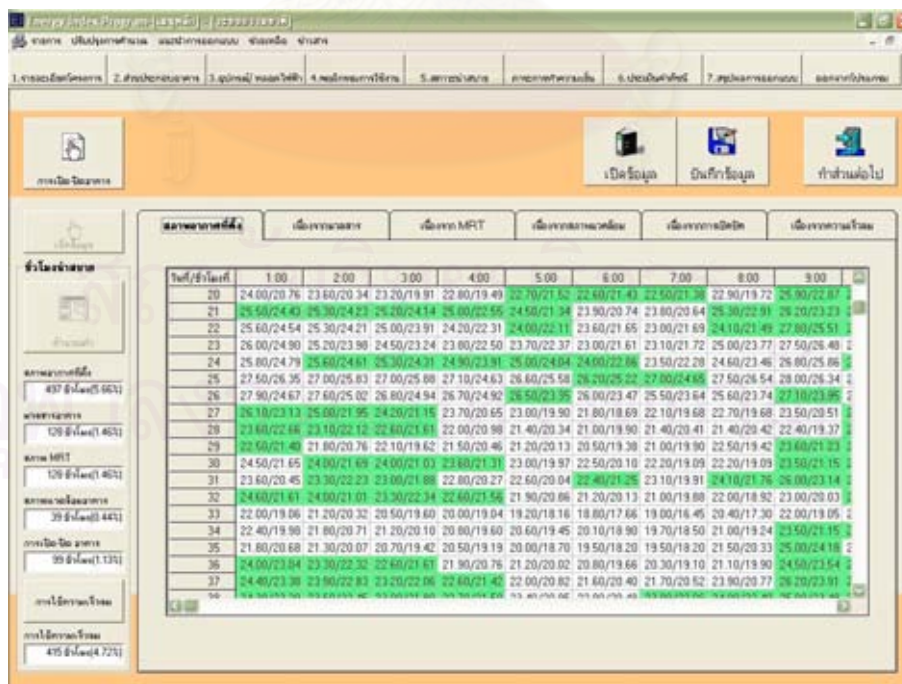


ภาพที่ ข.2.3 แสดงการป้อนข้อมูลการเปิดปิดอาคาร

หมายเลข (1) กำหนดการเปิดปิดอาคารในแต่ละฤดูกาล

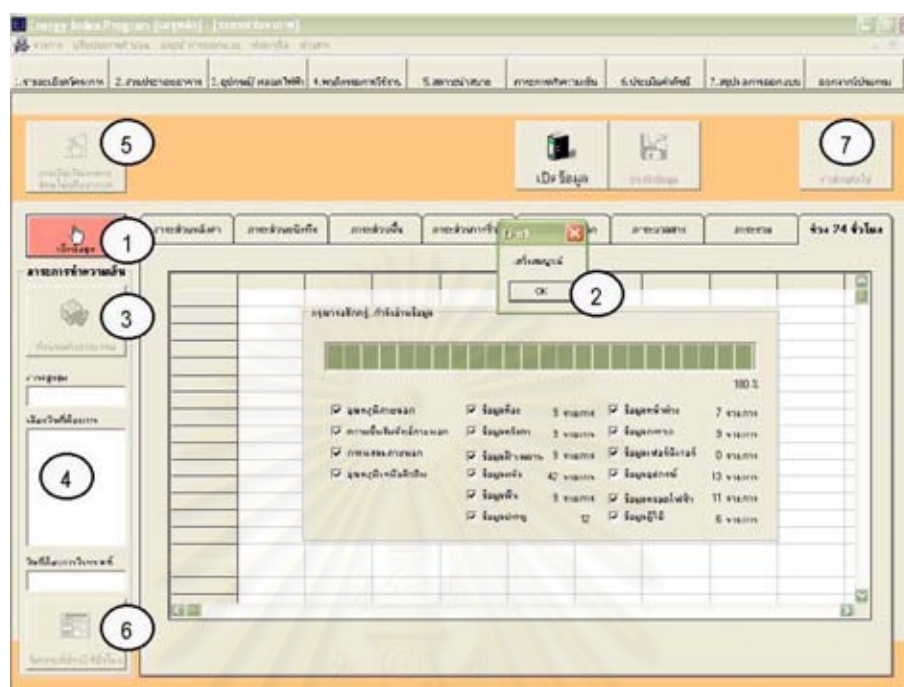
หมายเลข (2) กำหนดความเร็วลมสูงสุดที่เริ่มรู้สึกว่ามีถูกรบกวน

หมายเลข (3) กดปุ่มบันทึก และกลับเข้าสู่หน้าจอสถานะนำสบาย



ภาพที่ ข.2.4 แสดงผลการประมวลผล

2) การพิจารณาค่าภาระการทำความเย็น



ภาพที่ ข.2.5 แสดงการขั้นตอนการประมวลผลการวิเคราะห์ค่าภาระการทำความเย็น

หมายเลข (1) กดปุ่มทำการเรียกข้อมูลที่ต้องใช้ในการประมวลผลจากฐานข้อมูล

หมายเลข (2) กดปุ่มคำนวณค่า ทำการประมวลผลข้อมูล

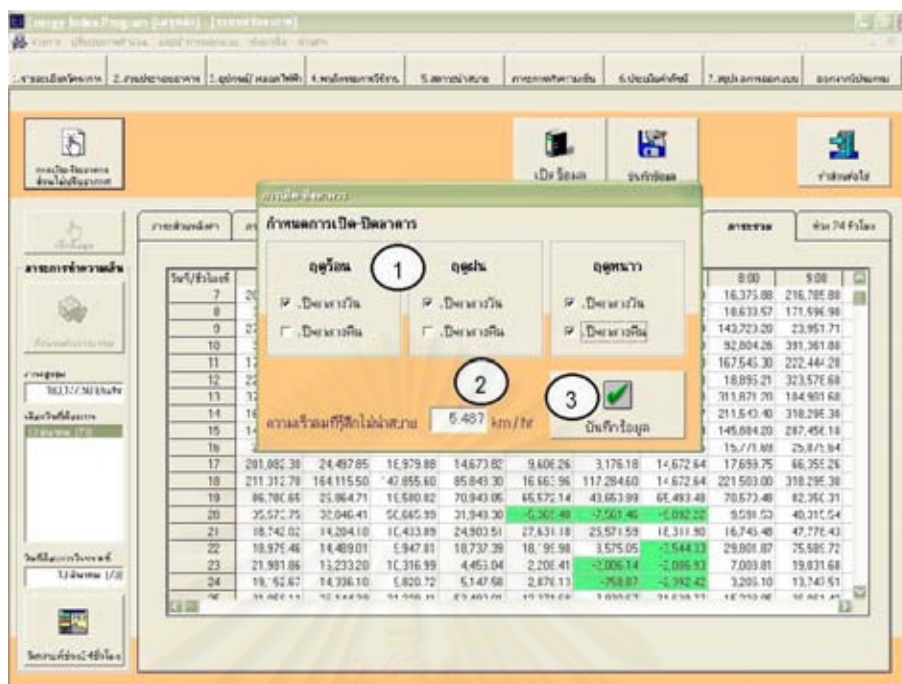
หมายเลข (3) แสดงผลการประมวลผล

หมายเลข (4) แสดงวันที่ที่มีภาระการทำความเย็นสูงสุด ทำการคลิกเลือกวัน ซึ่งจะไปปรากฏในช่องด้านล่าง

หมายเลข (5) กำหนดการใช้งานในส่วนที่ไม่ได้ปรับอากาศ

หมายเลข (6) กดปุ่มวิเคราะห์การออกแบบ

หมายเลข (7) กดปุ่มทำส่วนต่อไป เพื่อกลับสู่หน้าจอหลัก

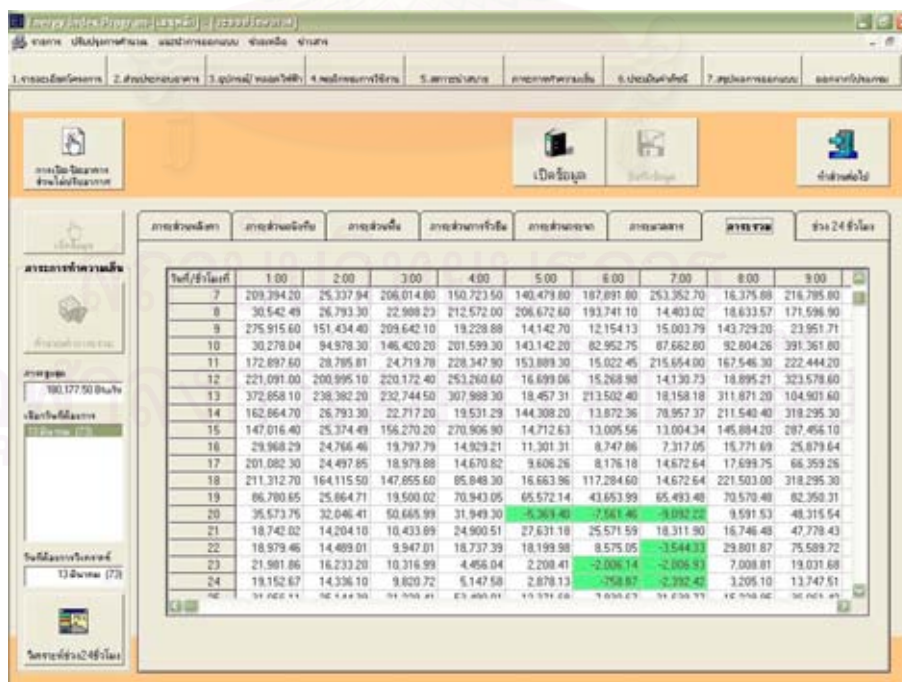


ภาพที่ ข.2.6 แสดงการป้อนข้อมูลการเปิดปิดอาคารส่วนที่ไม่ได้ปรับอากาศ

หมายเลข (1) กำหนดการเปิดปิดอาคารในแต่ละฤดูกาล

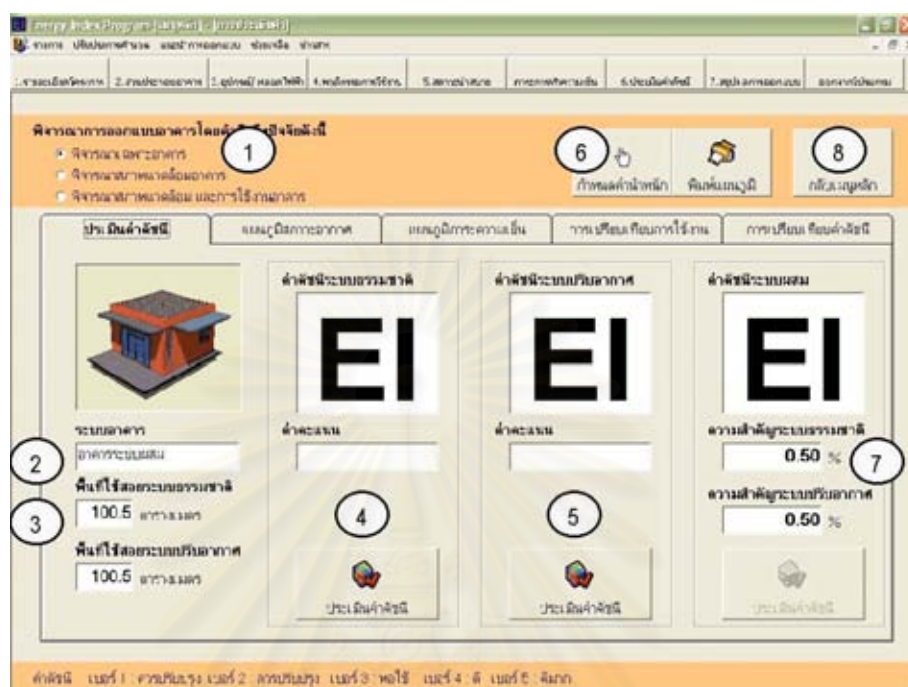
หมายเลข (2) กำหนดความเร็วลมสูงสุดที่เริ่มรู้สึกว่าถูกรบกวน

หมายเลข (3) กดปุ่มบันทึก และกลับเข้าสู่หน้าจอสภาวะน่าสบาย



ภาพที่ ข.2.7 แสดงผลการประมวลผล

3. การการประเมินค่าดัชนีและการแสดงผล



ภาพที่ ข.3.1 แสดงการขั้นตอนการประเมินค่าดัชนี

หมายเลข (1) กำหนดการพิจารณาตัวแปรสำหรับคำนวณค่าคะแนน

หมายเลข (2) แสดงระบบอาคาร

หมายเลข (3) แสดงพื้นที่ใช้สอยของส่วนปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ

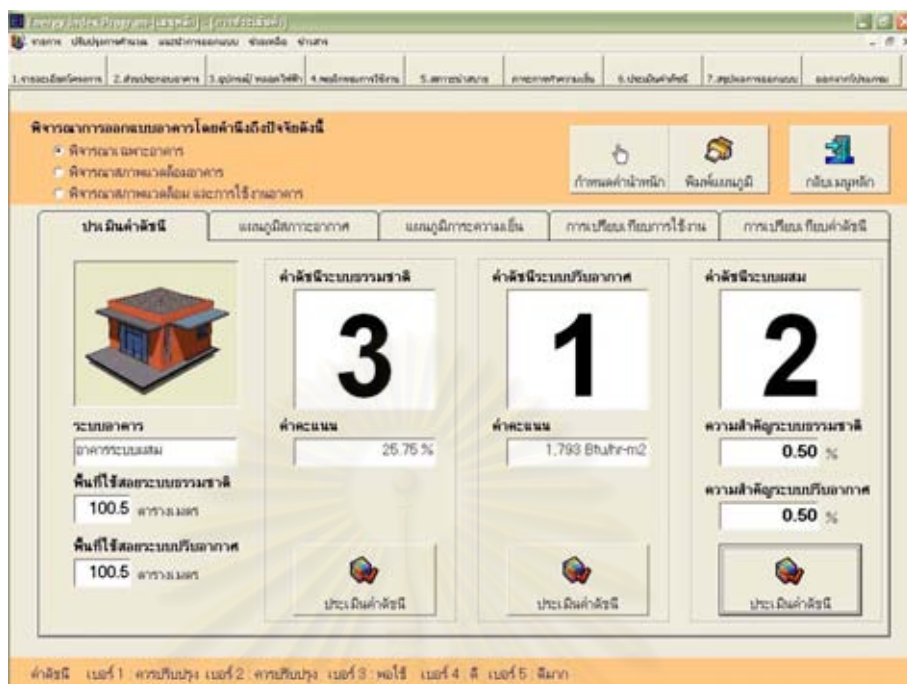
หมายเลข (4) กดปุ่มประเมินค่าดัชนี แสดงค่าคะแนนดัชนี และค่าดัชนี(EI) ระบบธรรมชาติ

หมายเลข (5) กดปุ่มประเมินค่าดัชนีแสดงค่าคะแนนดัชนีและค่าดัชนี(EI) ระบบปรับอากาศ

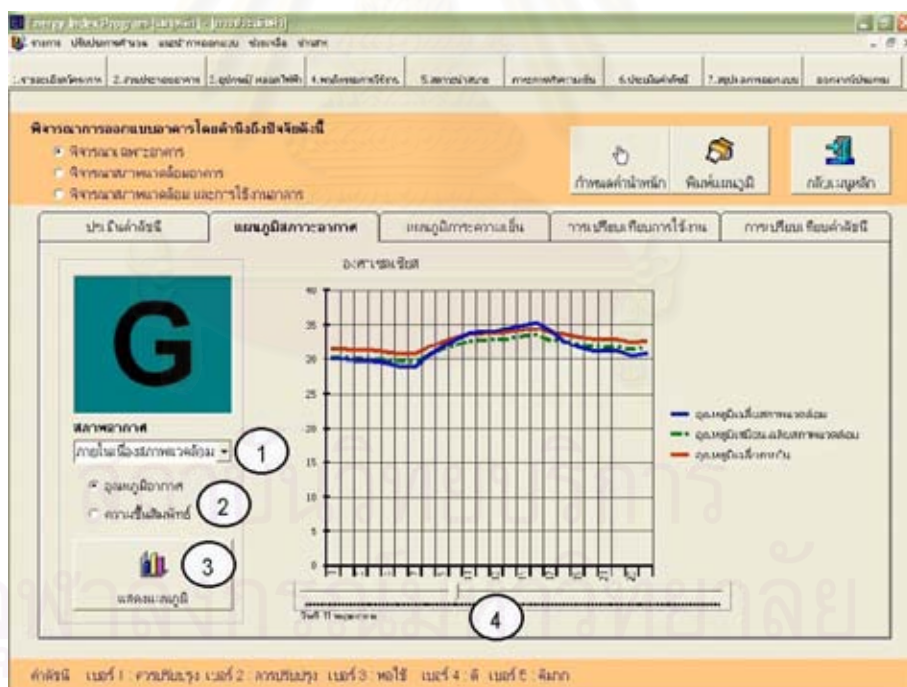
หมายเลข (6) แสดงค่าความสำคัญ(สามารถกำหนดใหม่ได้) โดยกดกำหนดค่านำหนัก จากนั้นจะปรากฏไดอะล็อกบ็อก หรือโดยการป้อนค่าที่หมายเลข 7

หมายเลข (7) กดปุ่มประเมินค่าดัชนี แสดงค่าคะแนนดัชนี และค่าดัชนี(EI) ระบบผสม

หมายเลข (8) กดปุ่มทำส่วนต่อไป เพื่อกลับสู่หน้าจอหลัก



ภาพที่ ข.3.2 แสดงผลการประเมินค่าดัชนี



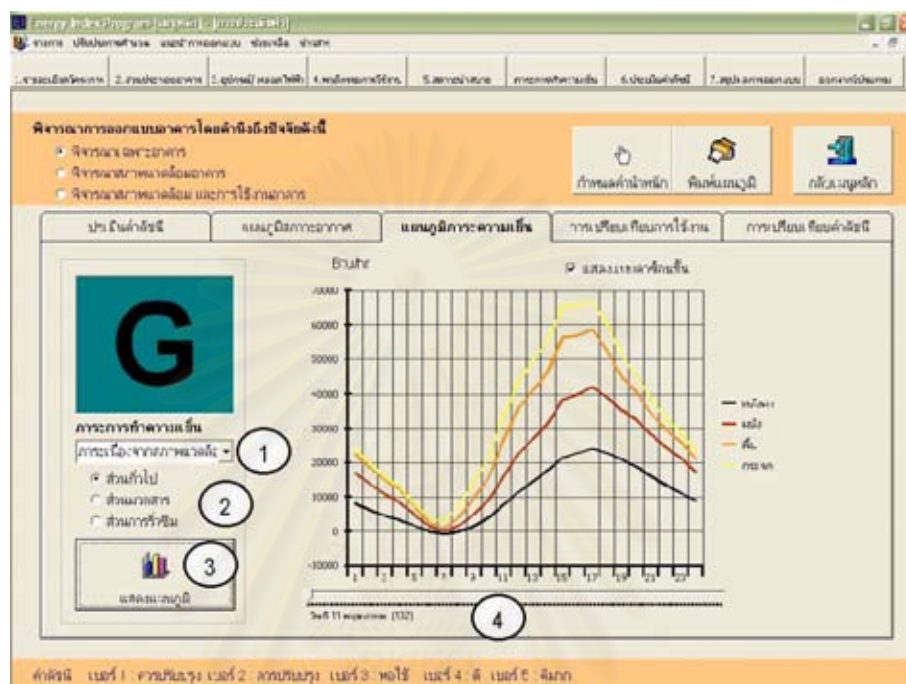
ภาพที่ ข.3.3 แสดงการแสดงผลส่วนสภาวะอากาศ

หมายเลข(1) เลือกรูปการแสดงผล(อุณหภูมิอากาศ หรือความชื้นสัมพัทธ์)ในแต่ละหัวข้อตัวแปร ได้แก่ สภาพอากาศ สภาพแวดล้อม สภาพอากาศเนื่องจากมลสารอาคาร สภาพอากาศเนื่องจากค่า MRT และสภาพอากาศเนื่องจากการเปิดปิดอาคาร

หมายเลข(2) เลือกรูปการแสดงผลอุณหภูมิอากาศ หรือความชื้นสัมพัทธ์

หมายเลข(3) กดปุ่มแสดงผล

หมายเลข(4) คีย์บาร์สำหรับเลื่อนวัน(1-366)เพื่อเรียกดูข้อมูล



ภาพที่ ข.3.4 แสดงการขั้นตอนการประเมินค่าดัชนี

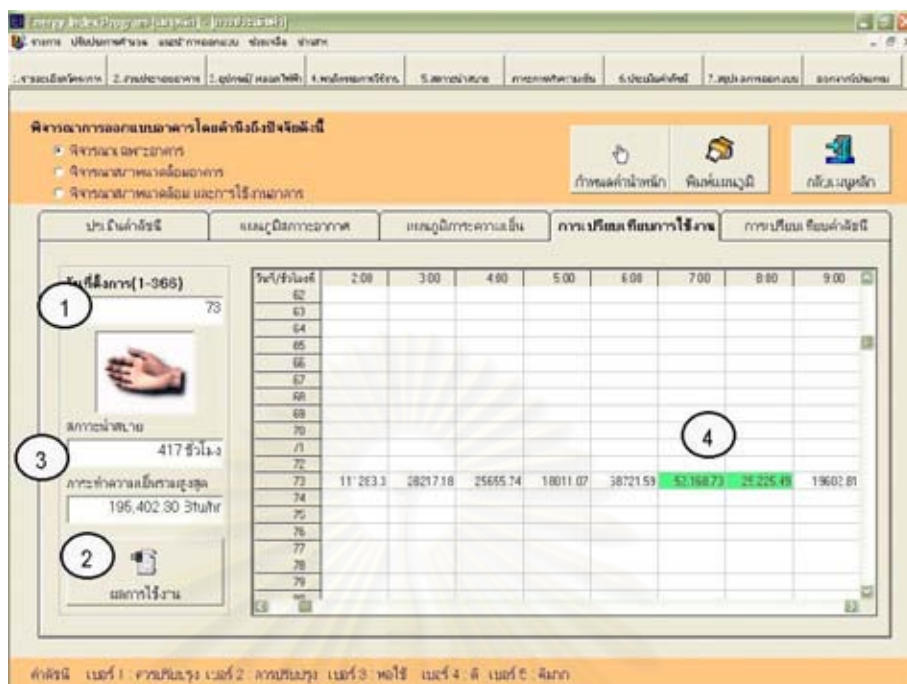
หมายเลข(1) เลือกรูปการแสดงผล(ค่าภาระการทำความร้อนในแต่ละชั่วโมงตัวแปร ได้แก่ สภาพแวดล้อม เปลือกอาคาร สภาพแวดล้อมภายในอาคารและพฤติกรรมกรรมการใช้งาน

หมายเลข(2) เลือกรูปการแสดงผล

หมายเลข(3) กดปุ่มแสดงผล

หมายเลข(4) คีย์บาร์สำหรับเลื่อนวัน(1-366)เพื่อเรียกดูข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

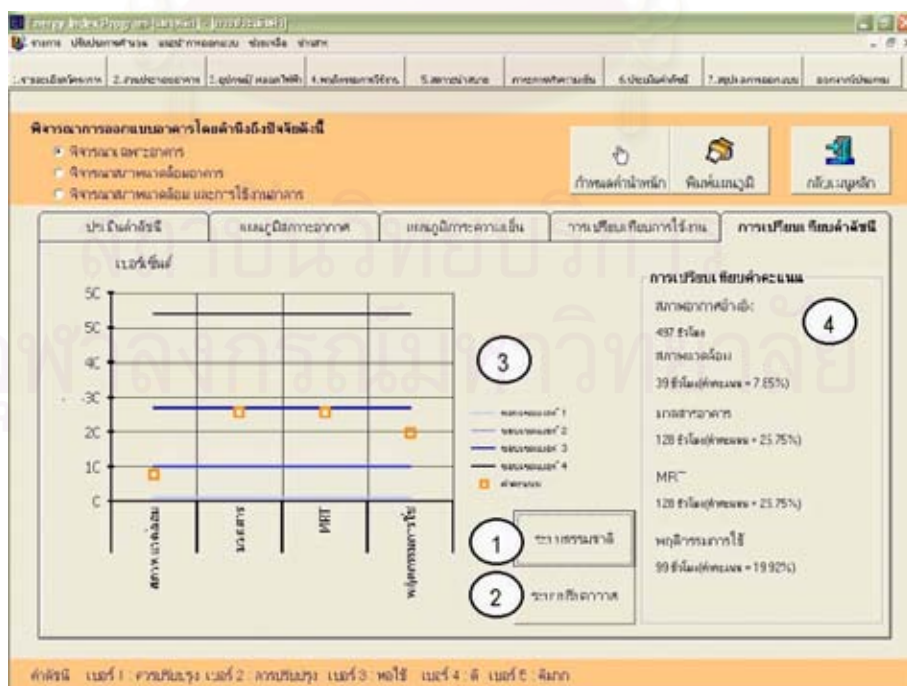


ภาพที่ ข.3.5 แสดงการเปรียบเทียบการใช้งานของระบบธรรมชาติและระบบปรับอากาศ

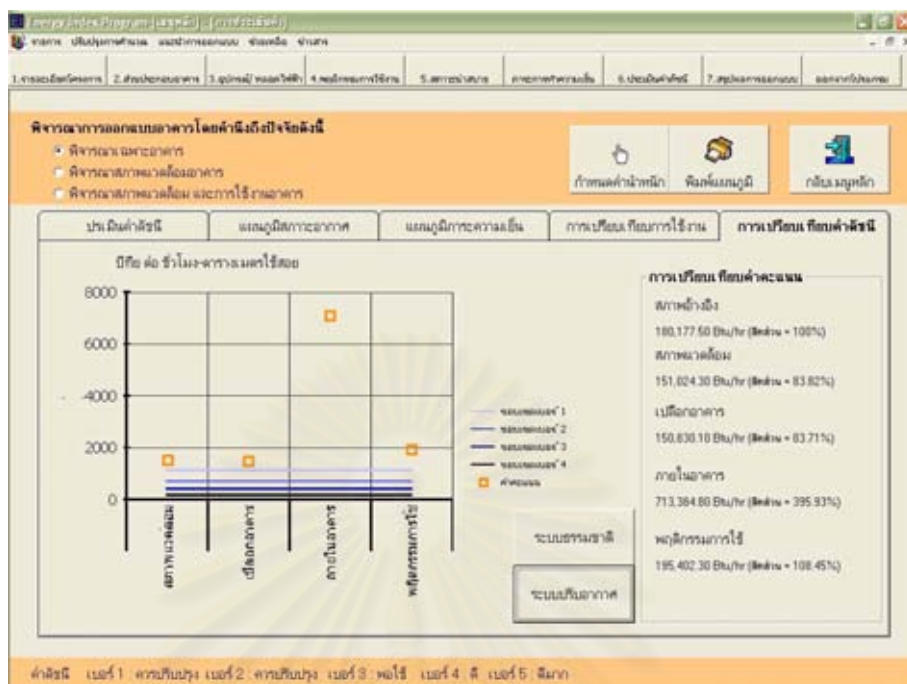
หมายเลข(1) กำหนดวันที่ต้องการพิจารณา

หมายเลข(2) กดปุ่มการออกแบบเพื่อทำการประมวลผล คำนวณค่า

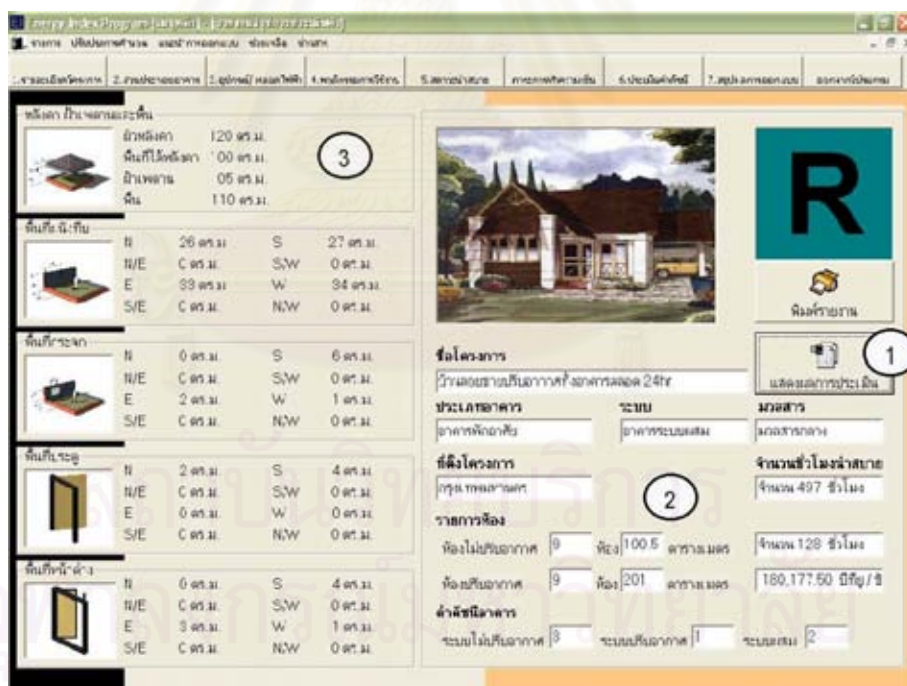
หมายเลข(3) แสดงข้อมูลจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในเขตสบาย(สีเขียวแสดงว่าอยู่ในเขตสภาวะน่าสบาย) และข้อมูลภาระการทำความเย็นรวม แสดงที่หมายเลข(4)



ภาพที่ ข.3.6 แสดงการเปรียบเทียบค่าคะแนนในแต่ละตัวแปรของอาคารระบบไม่ปรับอากาศ



ภาพที่ ข.3.7 แสดงการเปรียบเทียบค่าคะแนนในแต่ละตัวแปรของอาคารระบบปรับอากาศ

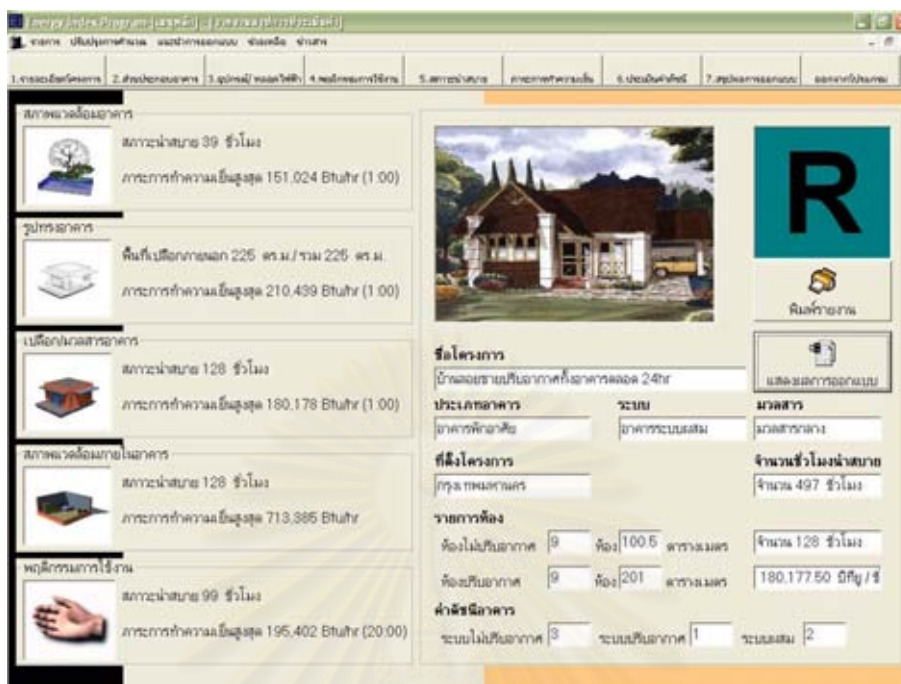


ภาพที่ ข.3.8 แสดงส่วนสรุปการประมวลผลและประเมินค่า

หมายเลข(1) กดปุ่มแสดงผลการประเมิน

หมายเลข(2) แสดงรายละเอียดทั่วไป

หมายเลข(3) แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับพื้นที่เปลือกอาคาร



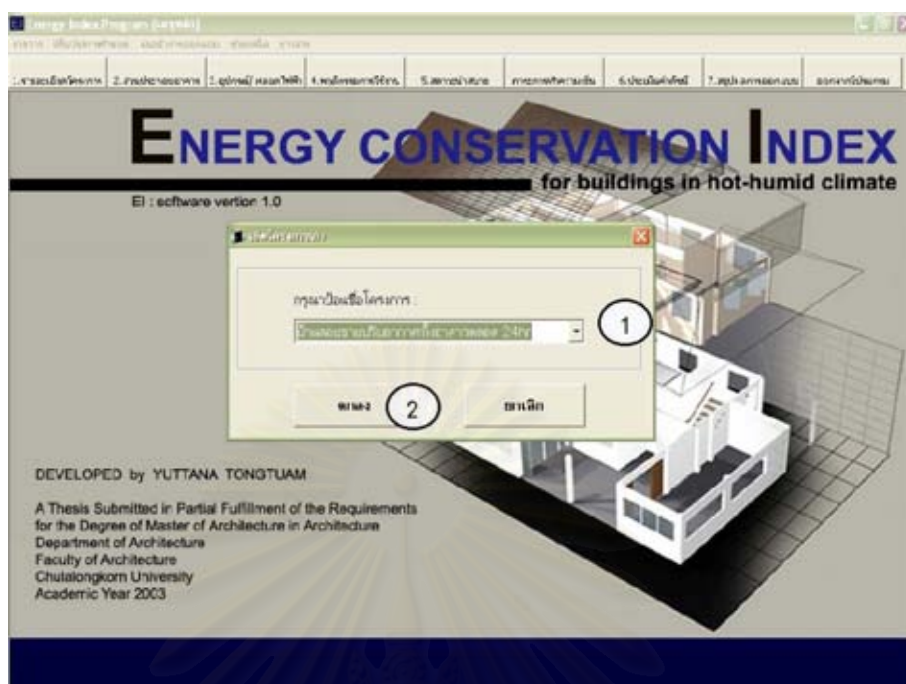
ภาพที่ ข.3.9 แสดงส่วนสรุปการประมวผลและประเมินค่าตัวแปรต่างๆ

4. การใช้ส่วนอื่นๆ

1) **เมนูรายการทั่วไป** ได้แก่ รายการสร้างโครงการใหม่(เมื่อเลือกจะปรากฏหน้าจอรายละเอียดโครงการ ภาพที่ ข.1.1) รายการเปิดโครงการเก่า(เมื่อเลือกจะปรากฏไดอะล็อกบ็อก ภาพที่ ข.4.2)

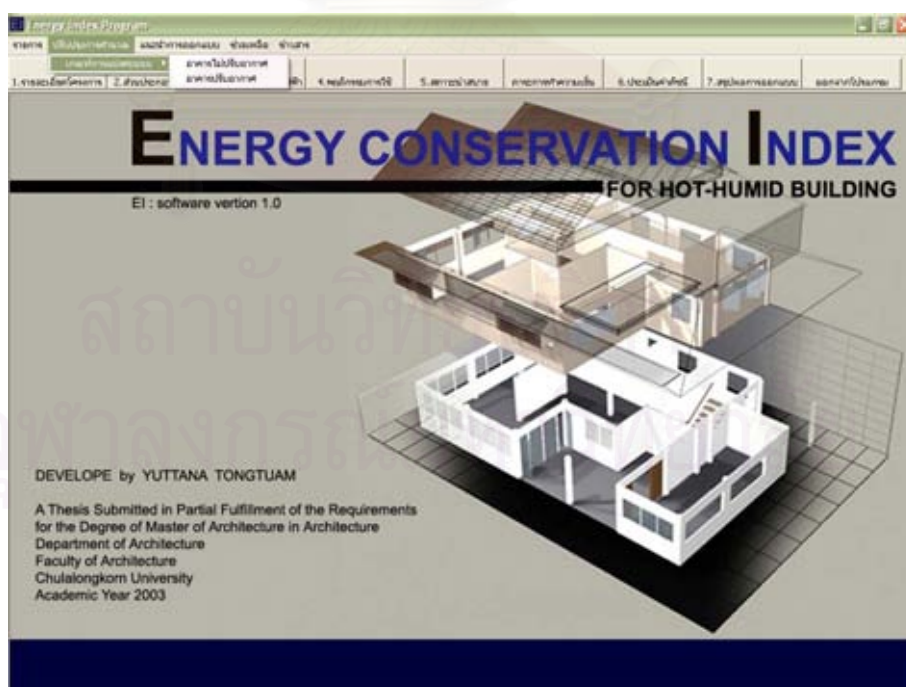


ภาพที่ ข.4.1 แสดงเมนูรายการทั่วไป



ภาพที่ ข.4.2 แสดงเมนูรายการเปิดโครงการเก่า

2) เมนูปรับปรุงรายการคำนวณ เพื่อทำการปรับปรุงค่าคะแนนการประเมินค่า ได้แก่ อาคารไม่ปรับอากาศและอาคารปรับอากาศ(เมื่อเลือกจะปรากฏไดอะล็อกป๊อปอัพ ภาพที่ ข.4.4)



ภาพที่ ข.4.3 แสดงเมนูปรับปรุงรายการคำนวณ



ภาพที่ ข.4.4 แสดงขั้นตอนการปรับปรุงค่าคะแนนอาคาร

หมายเลข(1) ทำการป้อนข้อมูลทำโดย การใช้ปุ่มด้านบน ได้แก่

ปุ่มเพิ่ม ใช้สำหรับการเพิ่มข้อมูล

ปุ่มลบ ใช้สำหรับการลบข้อมูล

ปุ่มปรับปรุง ใช้สำหรับการอัปเดตข้อมูล

ปุ่มบันทึก ใช้สำหรับการบันทึกข้อมูล

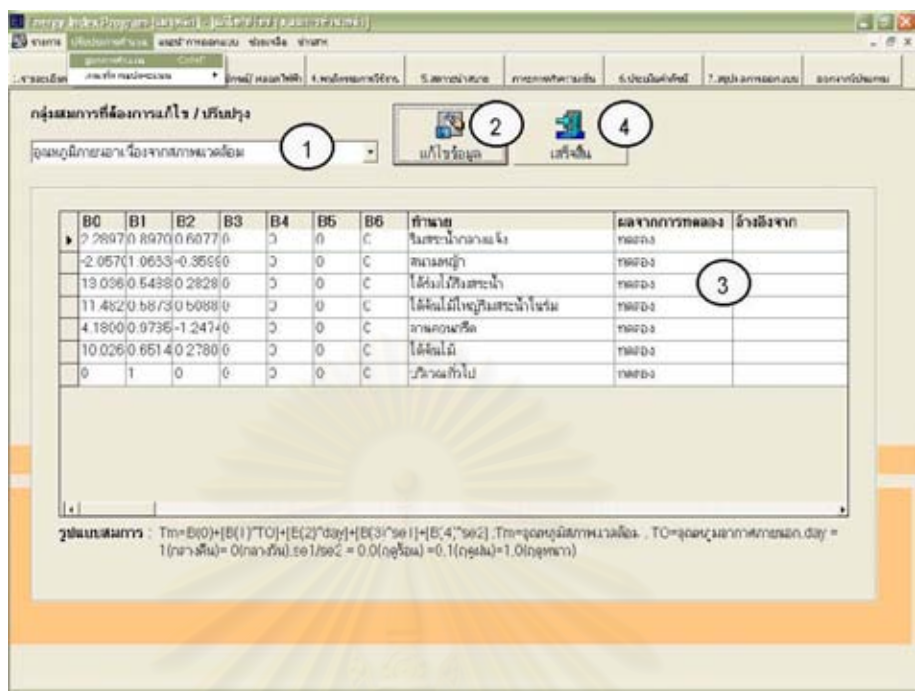
ปุ่มปิด ใช้เมื่อทำการปรับปรุงเสร็จสิ้น

หมายเลข(2) เลื่อนเปลี่ยนรายการประเภทอาคาร

หมายเลข(3) แสดงรายการค่าคะแนน

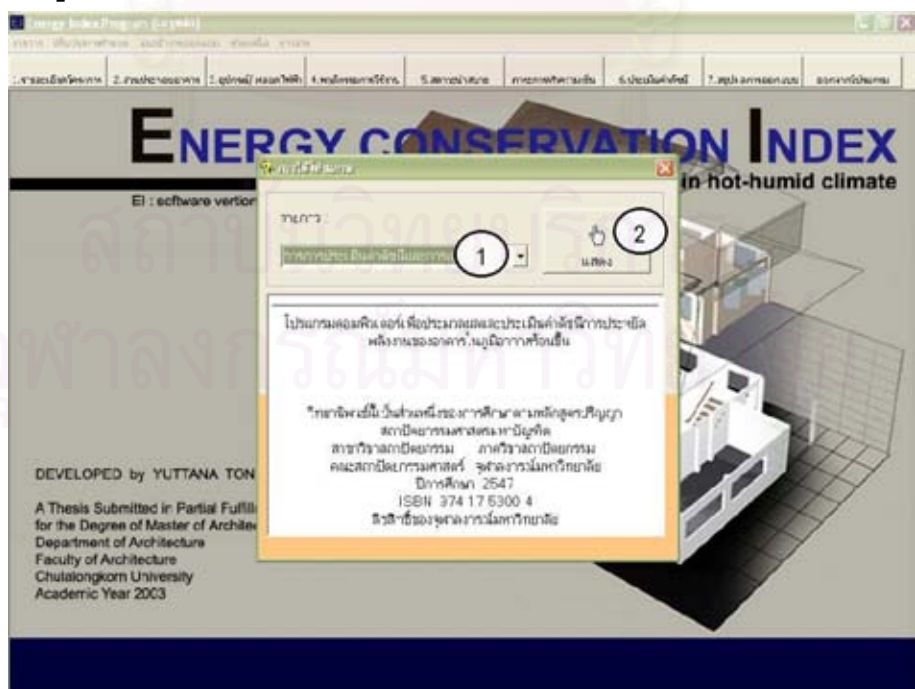
หมายเลข(4) เสร็จสิ้นการปรับปรุง

ศูนย์บริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



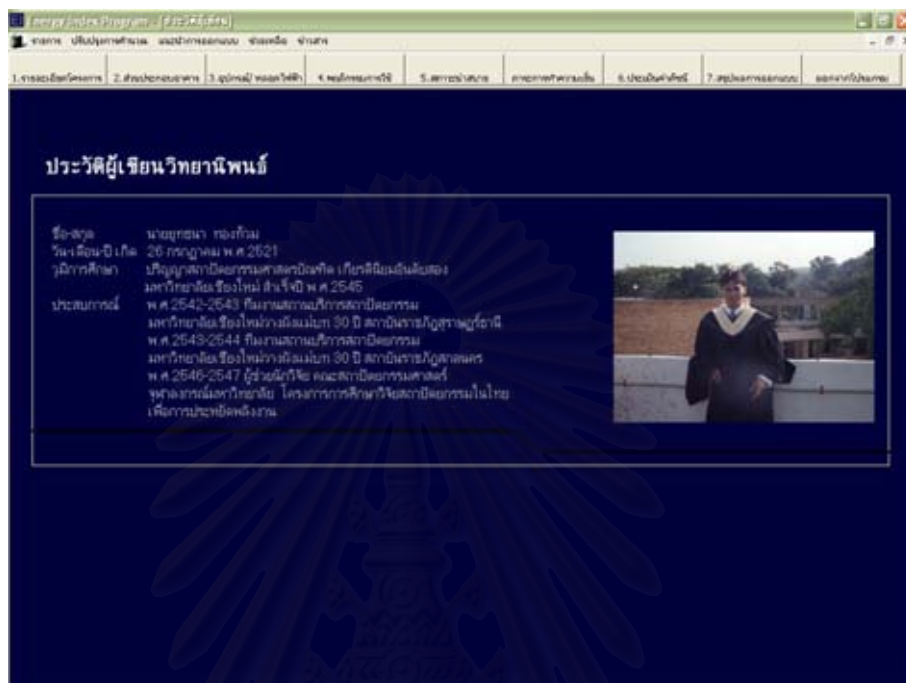
ภาพที่ ข.4.5 แสดงขั้นตอนการปรับปรุงสมการที่ใช้ในการประมวลผล
 หมายเลข(1) เลือกรหัสข้อที่ต้องการปรับปรุง หมายเลข(2) กดปุ่มทำการแก้ไข
 หมายเลข(3) ป้อนค่าที่ต้องการเปลี่ยนแปลง
 หมายเลข(4) เสร็จสิ้นการปรับปรุง

3) เมนูแนะนำการออกแบบ เพื่อเป็นไกด์ไลน์ในการเลือกใช้อุปกรณ์ประกอบการออกแบบ



ภาพที่ ข.4.6 แสดงขั้นตอนการเข้าสู่เนื้อหาแนะนำการออกแบบ

4) **เมนูข่าวสาร** เพื่อบอกรายละเอียดทั่วไป ได้แก่ เนื้อหาวิทยานิพนธ์ และประวัติผู้เขียน (ภาพที่ ข.4.9-10) โดยทำการเชื่อมต่อข้อมูลกับโปรแกรม Microsoft Word



ภาพที่ ข.4.7 แสดงข่าวสารประวัติผู้เขียน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ค

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค รายละเอียดและการใช้งานฐานข้อมูล

1. ประเภทของฐานข้อมูล

1) ข้อมูลพื้นฐาน

ข้อมูลพื้นฐานแบ่งย่อยออกเป็น ข้อมูลสภาพอากาศ(อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และ ความเร็วลม ปี 2543 จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดอุบลราชธานี กรุงเทพมหานคร และสงขลา) มีรายละเอียดดังนี้

1.1) การตั้งชื่อ

การตั้งชื่อเป็นลักษณะคีเวิร์สเพื่อใช้เรียกฐานข้อมูลตามเงื่อนไขการคำนวณแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนประเภทข้อมูล(dataLocationTem) และที่ตั้งจังหวัด/สถานที่ตั้ง(Bangkok2543) รวมได้เป็น dataLocationTemBangkok2543 และเพื่อใช้ในการแสดงค่าสำหรับการป้อนข้อมูล จึงได้เก็บชื่อจังหวัด/สถานที่ตั้งเป็นข้อมูลชื่อที่ตั้งสำหรับใช้ในการป้อนข้อมูลรายละเอียดโครงการในส่วนที่ตั้งโครงการ เป็นลักษณะคีเวิร์สเช่นกันคือ ในตารางชื่อ Location จะป้อนชื่อเช่น กรุงเทพมหานคร ในช่อง Location ใช้แสดงค่าสำหรับการป้อนข้อมูลข้างต้น และคีย์ Bangkok ในช่อง KeyLocation เพื่อเชื่อมกับ dataLocationTemBangkok2543 (dataLocationTem+Bangkok+2543) เช่นกันกับการเรียกใช้ข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเล(Altitude : เมตร)

ตารางที่ ค.1.1 ฐานข้อมูลชื่อ "Location"

Location	KeyLocation
กรุงเทพมหานคร	Bangkok
เชียงใหม่	Chaingmai
สงขลา	Songkha
อุบลราชธานี	Ubonrachathanee

ตารางที่ ค.1.2 ฐานข้อมูลชื่อ "LocationDetail"

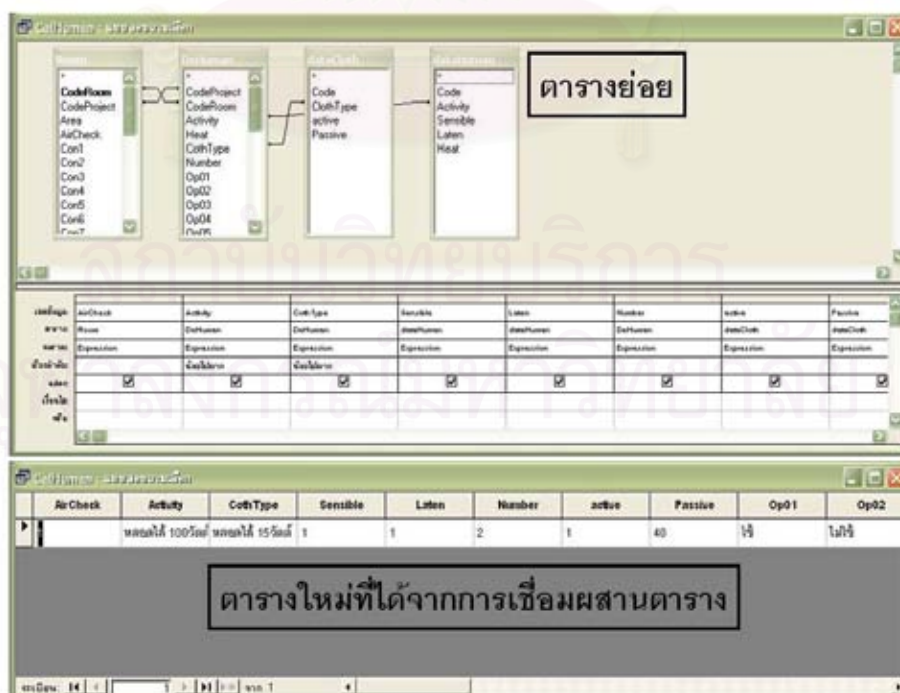
ID	Altitude	Location	Key
1	12	กรุงเทพมหานคร	Bangkok
2	313	เชียงใหม่	Chaingmai
3	127	สงขลา	Songkha
4	10	อุบลราชธานี	Ubonrachathanee

1.2) การเรียกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูล

สำหรับการคำนวณค่าภาระการทำความเย็นมีฐานข้อมูลหลายส่วน ได้แก่

- ข้อมูล LM สำหรับการคำนวณค่าองค์ประกอบหลังคา และผนังทึบ
- ข้อมูล CLTD สำหรับการคำนวณค่าองค์ประกอบหลังคา ผนังทึบและกระจก
- ข้อมูล CLF สำหรับการคำนวณค่าของอุปกรณ์ หลอดไฟฟ้า และผู้ใช้งาน
- ข้อมูล SHGF สำหรับการคำนวณค่าองค์ประกอบกระจก
- ข้อมูลการดูดซับความร้อนและความชื้น
- ข้อมูลการคายความร้อนและความชื้น
- ข้อมูลค่า U-value, ค่า SC และอื่น สำหรับการคำนวณค่าองค์ประกอบหลังคา ผนังทึบและกระจกเป็นต้น ในส่วนนี้จะเป็นการกำหนดคุณสมบัติของวัสดุแต่ละประเภท สำหรับเป็นคีย์เวิร์ดในการเชื่อมต่อกับตารางข้อมูลที่ได้จากการป้อนค่า

สำหรับการเรียกใช้ข้อมูลจะดึงข้อมูลจากตารางที่เกิดจากการผสมฐานข้อมูลด้วยภาษา SQL ระหว่างตารางที่เป็นฐานข้อมูล กับตารางข้อมูลที่ได้จากการป้อนค่า เช่น ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4 นิ้ว มีค่า U-value เป็น 4(ตารางฐานข้อมูล) กับผนังก่ออิฐฉาบปูน 4 นิ้ว มีพื้นที่ เป็น 2 ตารางเมตร(ตารางข้อมูลที่ได้จากการป้อนค่า) ผสมกันเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูน 4 นิ้ว มีค่า U-value เป็น 4 มีพื้นที่ เป็น 2 ตารางเมตร นำไปใช้คำนวณต่อไป



ภาพที่ ค.1 แสดงการเชื่อมผสมฐานข้อมูล

ตารางฐานข้อมูลพื้นฐานได้แก่

1.2.1) ตารางค่า LM (ชื่อ"CLTDLM16", "CLTDLM18")

1.2.2) ตารางค่า CLTD (ชื่อ" CLTDR", "CLTDWALLGroupA",
"CLTDWALLGroupB", "CLTDWALLGroupC", "CLTDWALLGroupD", "CLTDWALLGroupE",
"CLTDWALLGroupF", "CLTDWALLGroupG",)

1.2.3) ตารางค่า CLF (ชื่อ" CLFapplianceH", " CLFapplianceUnH" ,
"CLFglassH" , "CLFglassM" , "CLFglassL" ,"CLFlamp12Hr" ,"CLFlamp8Hr")

1.2.4) ตารางค่า SHGF (ชื่อ:"SHGFflight", "SHGFshad")

1.2.5) ตารางข้อมูลคุณสมบัติ (ชื่อ"dataAppliance", "dataCeiling", "dataCloth",
"dataDoor", "dataFloor", "dataFurniture", "dataGlass", "dataHuman", "dataLamp",
"dataMaterialsadd", "dataMaterialssub", "dataRoof", "dataWall", "dataWindow")

1.2.6) ตารางข้อมูลสภาพอากาศ(ชื่อ: "dataLocationRhBankok2543",
"dataLocationTemBankok2543", "dataLocationWindBankok2543",
"dataLocationSoilBankok2543")

1.2.7) ตารางค่าคะแนน(ชื่อ:"ScorePassive", "ScoreActive")

2) ข้อมูลจากการป้อนค่า

สำหรับข้อมูลที่ได้จากการป้อนค่า เป็นข้อมูลที่เกิดขึ้นภายหลัง มีการเปลี่ยนแปลงได้ไม่
จำกัดซึ่งต่างจากข้อมูลประเภทแรกที่ใช้เป็นฐานข้อมูล ตารางข้อมูลในส่วนนี้จึงประกอบด้วย

2.1) ข้อมูลรายละเอียดโครงการ

2.1.1) ตารางรายละเอียดโครงการ(ชื่อ:"Project", "Room")

2.2) ข้อมูลการออกแบบ

2.2.1) ตารางองค์ประกอบอาคาร(ชื่อ:"DeMicroclimate", "DeRoof", "DeWall",
"DeFloor", "DeGlass", "DeDoor", "DeWindow")

2.2.2) ตารางแหล่งความร้อน(ชื่อ:"DeAppliances", "DeLamp", "DeWall",
"DeHuman")

3) ข้อมูลสมการทำนายค่า

สำหรับข้อมูลสมการทำนายชื่อ"Equation" เป็นสมการในรูปแบบสมการเชิงเส้นแบ่งเป็น
หมวดต่างๆ ได้แก่

3.1)หมวดสมการทำนายค่าอุณหภูมิสภาพแวดล้อม

3.2)หมวดสมการทำนายค่าความชื้นสัมพัทธ์สภาพแวดล้อม

- 3.3) หมวดสมการทำนายค่าอุณหภูมิภายในเนื่องจากมวลสารและการเปิดปิดอาคาร
- 3.4) หมวดสมการทำนายค่าอุณหภูมิผิวภายใน
- 3.5) หมวดสมการทำนายค่าการรั่วซึมของอากาศ

2. การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงข้อมูล

สามารถกระทำได้ 2 รูปแบบ คือ กระทำผ่านโปรแกรมประมวลผลและประเมินค่าการประหยัดพลังงานฯ และกระทำผ่านโปรแกรม Microsoft Access โดยตรง ซึ่งจะขออธิบายในกรณีหลัง ซึ่งทำได้โดยการเปิดแฟ้มจากเส้นทางดังนี้ C:/ EI-a1/Energyindex.db

B1	B2	B3	B4	B5	B6	Group	Predict	Key	Formula	Experimental	Reference
0	0	0	0	0	0	อุณหภูมิภายในตู้เรียน	อุณหภูมิภายในภา		T=B(0)+B(1)		
0.5609	-0.0021	0	0	0	0	การรั่วซึม	การรั่วซึมผ่านช่อง	ช่องเปิดบานเหล็ก	Y=B(0)+B(1)		
0.00016	-0.000003	0	0	0	0	การรั่วซึม	การรั่วซึมผ่านช่อง	ช่องเปิดบานอลูมิเนียม	Y=B(0)+B(1)		
0.2973	-0.000048	0	0	0	0	การรั่วซึม	การรั่วซึมผ่านช่อง	ช่องเปิดบานไม้	Y=B(0)+B(1)		
-0.00059	0.000011	0	0	0	0	การรั่วซึม	การรั่วซึมผ่านช่อง	ช่องเปิดบานอื่น	Y=B(0)+B(1)		
0	1	0	0	0	0	อุณหภูมิภายในตู้เรียน	อุณหภูมิภายในภา	ชนิดอื่นนอก	T=B(0)+B(1)		
0	1	0	0	0	0	อุณหภูมิภายในตู้เรียน	อุณหภูมิภายในภา	ชนิดอื่นนอก	T=B(0)+B(1)		
0	1	0	0	0	0	อุณหภูมิภายในตู้เรียน	อุณหภูมิภายในภา	ชนิดอื่นนอก	T=B(0)+B(1)		
0	1	0	0	0	0	อุณหภูมิภายในตู้เรียน	อุณหภูมิภายในภา	ชนิดอื่นนอก	T=B(0)+B(1)		
0	1	0	0	0	0	อุณหภูมิภายในตู้เรียน	อุณหภูมิภายในภา	ชนิดอื่นนอก	T=B(0)+B(1)		
0	1	0	0	0	0	อุณหภูมิภายในตู้เรียน	อุณหภูมิภายในภา	ชนิดอื่นนอก	T=B(0)+B(1)		
0	1	0	0	0	0	อุณหภูมิภายในตู้เรียน	อุณหภูมิภายในภา	ชนิดอื่นนอก	T=B(0)+B(1)		
0	1	0	0	0	0	อุณหภูมิภายในตู้เรียน	อุณหภูมิภายในภา	ชนิดอื่นนอก	T=B(0)+B(1)		
0	1	0	0	0	0	อุณหภูมิภายในตู้เรียน	อุณหภูมิภายในภา	ชนิดอื่นนอก	T=B(0)+B(1)		
0	1	0	0	0	0	อุณหภูมิภายในตู้เรียน	อุณหภูมิภายในภา	ชนิดอื่นนอก	T=B(0)+B(1)		
0	1	0	0	0	0	อุณหภูมิภายในตู้เรียน	อุณหภูมิภายในภา	ชนิดอื่นนอก	T=B(0)+B(1)		
0	1	0	0	0	0	อุณหภูมิภายในตู้เรียน	อุณหภูมิภายในภา	ชนิดอื่นนอก	T=B(0)+B(1)		
0	1	0	0	0	0	อุณหภูมิภายในตู้เรียน	อุณหภูมิภายในภา	ชนิดอื่นนอก	T=B(0)+B(1)		
0	1	0	0	0	0	อุณหภูมิภายในตู้เรียน	อุณหภูมิภายในภา	ชนิดอื่นนอก	T=B(0)+B(1)		
0	1	0	0	0	0	อุณหภูมิภายในตู้เรียน	อุณหภูมิภายในภา	ชนิดอื่นนอก	T=B(0)+B(1)		
0	1	0	0	0	0	อุณหภูมิภายในตู้เรียน	อุณหภูมิภายในภา	ชนิดอื่นนอก	T=B(0)+B(1)		
0	1	0	0	0	0	อุณหภูมิภายในตู้เรียน	อุณหภูมิภายในภา	ชนิดอื่นนอก	T=B(0)+B(1)		
0	1	0	0	0	0	อุณหภูมิภายในตู้เรียน	อุณหภูมิภายในภา	ชนิดอื่นนอก	T=B(0)+B(1)		
0	1	0	0	0	0	อุณหภูมิภายในตู้เรียน	อุณหภูมิภายในภา	ชนิดอื่นนอก	T=B(0)+B(1)		
0	1	0	0	0	0	อุณหภูมิภายในตู้เรียน	อุณหภูมิภายในภา	ชนิดอื่นนอก	T=B(0)+B(1)		
0	1	0	0	0	0	อุณหภูมิภายในตู้เรียน	อุณหภูมิภายในภา	ชนิดอื่นนอก	T=B(0)+B(1)		

ภาพที่ ค.2 แสดงตัวอย่างการแก้ไขข้อมูลผ่านโปรแกรม Microsoft Access

จากตารางชื่อ "Equation" ช่อง B0 ถึง B6 เป็นค่าสัมประสิทธิ์ ช่อง Group เป็นการจำหมวดหมู่สมการ ช่อง Predict เป็นส่วนขยายความบอกว่าใช้ทำนายค่าอะไร ช่อง Key ใช้เป็นคีย์เวิร์ดเรียกข้อมูล ช่อง Formular ใช้บอกรูปแบบสมการว่าตัวแปรไหนคือค่าอะไร ช่อง Experimental ใช้ขยายว่ามีที่มาจากทดลองหรือไม่ และช่อง Reference ใช้ขยายว่านำข้อมูลมาจากไหน ใช้เหมือนกับอย่างอื่นหรือไม่ เช่น สมการการรั่วซึมผ่านผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก ใช้รูปแบบเทียบเท่ากับผนังก่ออิฐฉาบปูน 4 นิ้ว เป็นต้น

3.ตารางข้อมูลคุณสมบัติที่กำหนดไว้ในฐานข้อมูลปัจจุบัน
ตารางที่ ค.3.1 แสดงรายการข้อมูลในตารางชื่อ"dataRoof"

	ประเภทหลังคา	ค่า U-value (Btu/h-ft ² - F)	ค่ามวลสาร (lb/ft ²)
1	กระเบื้องซีแพคโมเนีย(ไม่มีฝ้าเพดาน)	0.935	11.8474
2	กระเบื้องซีแพคโมเนีย(มีฝ้าเพดาน)	0.392	14.0128
3	กระเบื้องซีแพคโมเนีย มีอลูมิเนียมพอยด์(มีฝ้าเพดาน)	0.075	14.0128
4	กระเบื้องซีแพคโมเนีย มีฉนวนหนา 2 นิ้ว(มีฝ้าเพดาน)	0.047	12.1755
5	กระเบื้องดินเผา(ไม่มีฝ้าเพดาน)	0.96	11.2275
6	กระเบื้องดินเผา(มีฝ้าเพดาน)	0.397	16.3075
7	กระเบื้องดินเผา มีฉนวนหนา 2 นิ้ว(มีฝ้าเพดาน)	0.095	16.6356
8	กระเบื้องใยหิน หนา 12 มิลลิเมตร(ไม่มีฝ้าเพดาน)	0.943	7.539
9	กระเบื้องลอนคู่(มีฝ้าเพดาน)	0.394	9.7044
10	กระเบื้องลอนคู่ มีฉนวนหนา 2 นิ้ว(มีฝ้าเพดาน)	0.095	10.0325
11	คสล. หนา 4 นิ้ว(ไม่มีฝ้าเพดาน)	0.606	59.0169
12	คสล. หนา 4 นิ้ว(มีฝ้าเพดาน)	0.337	61.1817
13	คสล. หนา 4 นิ้ว มีฉนวนหนา 2 นิ้ว(มีฝ้าเพดาน)	0.091	61.5098
14	คสล. หนา 6 นิ้ว(ไม่มีฝ้าเพดาน)	0.565	73.7705
15	คสล. หนา 6 นิ้ว(มีฝ้าเพดาน)	0.324	76.2639
16	คสล. หนา 6 นิ้ว มีฉนวนหนา 2 นิ้ว(มีฝ้าเพดาน)	0.09	75.9359
17	คสล. หนา 12 นิ้ว(ไม่มีฝ้าเพดาน)	0.422	149.7064
18	คสล. หนา 12 นิ้ว(มีฝ้าเพดาน)	0.271	150.0349
19	คสล. หนา 12 นิ้ว มีฉนวนหนา 2 นิ้ว(มีฝ้าเพดาน)	0.086	149.7064
20	แผ่นโลหะ(ไม่มีฝ้าเพดาน)	0.99	2.1927
21	แผ่นโลหะ(มีฝ้าเพดาน)	0.402	4.3581
22	แผ่นโลหะ มีฉนวนหนา 2 นิ้ว(มีฝ้าเพดาน)	0.067	4.6862
23	แผ่นเอสฟัลท์ มีฉนวนหนา 6 นิ้ว(มีฝ้าเพดาน)	0.039	7.002

ตารางที่ ค.3.2 แสดงรายการข้อมูลในตารางชื่อ "dataWall"

	ประเภทหลังคา	หมู่	ค่า U-value (Btu/h-ft ² - F)	ค่ามวลสาร (lb/ft ²)
1	ผนังโลหะ	G	1.073	2.68
2	ผนังไม้หนา 1 นิ้ว 1 ชั้น	G	0.690	9.03
3	ผนังไม้หนา 1 นิ้ว 2 ชั้น	G	0.356	18.06
4	ผนังยิปซั่มบอร์ดหนา 15 มม.	G	0.402	13.24
5	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4 นิ้ว	D	0.581	171.77
0	ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 6 นิ้ว	B	0.527	260.07
7	ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 8 นิ้ว	B	0.445	348.37
8	ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 12 นิ้ว	C	0.319	524.96
9	ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 20 นิ้ว	A	0.220	878.14
10	ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 28 นิ้ว	A	0.168	1231.32
11	ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 4 นิ้ว เพิ่มEIFS+โฟม 1 นิ้ว	E	0.177	172.18
12	ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 4 นิ้ว เพิ่มEIFS+โฟม 2 นิ้ว	E	0.103	172.58
13	ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 4 นิ้ว เพิ่มEIFS+โฟม 3 นิ้ว	E	0.073	172.98
14	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 2 ชั้น มีช่องว่างอากาศตรงกลาง	A	0.324	348.37
15	ผนังคสล. หนา 4 นิ้ว	E	0.755	240.81
16	ผนังคสล. หนา 4 นิ้ว เพิ่มEIFS+โฟม 1 นิ้ว	E	0.181	241.21
17	ผนังคสล. หนา 4 นิ้ว เพิ่มEIFS+โฟม 2 นิ้ว	E	0.105	241.61
18	ผนังคสล. หนา 4 นิ้ว เพิ่มEIFS+โฟม 3 นิ้ว	E	0.073	242.01
19	ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก + โฟม 1 นิ้ว	G	0.153	31.43
20	ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก + โฟม 2 นิ้ว	G	0.094	31.83
21	ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก + โฟม 3 นิ้ว	G	0.068	32.23

ตารางที่ ค.3.3 แสดงรายการข้อมูลในตารางชื่อ "dataFloor"

	ประเภทพื้น	ค่า U-value (Btu/h-ft ² - F)
1	พื้นคสล. 4 นิ้ว	0.755
2	พื้นคสล. 6 นิ้ว	0.658
3	พื้นคสล. 8 นิ้ว	0.583
4	พื้นคสล. 12 นิ้ว	0.474
5	พื้นไม้ โครงสร้างไม้	0.690
6	พื้นไม้ โครงสร้างเหล็ก	0.690
7	พื้นไม้ โครงสร้างคสล. 4 นิ้ว	0.543
8	พื้นไม้ โครงสร้างคสล. 6 นิ้ว	0.491
9	พื้นไม้ โครงสร้างคสล. 8 นิ้ว	0.448
10	พื้นไม้ โครงสร้างคสล. 12 นิ้ว	0.381
11	พื้นแกรนิต โครงสร้างคสล. 4 นิ้ว	0.364
12	พื้นแกรนิต โครงสร้างคสล. 6 นิ้ว	0.340
13	พื้นแกรนิต โครงสร้างคสล. 8 นิ้ว	0.319
14	พื้นแกรนิต โครงสร้างคสล. 12 นิ้ว	0.283
15	พื้นเซรามิก โครงสร้างคสล. 4 นิ้ว	0.740
16	พื้นเซรามิก โครงสร้างคสล. 6 นิ้ว	0.646
17	พื้นเซรามิก โครงสร้างคสล. 8 นิ้ว	0.573
18	พื้นเซรามิก โครงสร้างคสล. 12 นิ้ว	0.468
19	พื้นพรมอะคริลิก โครงสร้างคสล. 4 นิ้ว	0.500
20	พื้นพรมอะคริลิก โครงสร้างคสล. 6 นิ้ว	0.455
21	พื้นพรมอะคริลิก โครงสร้างคสล. 8 นิ้ว	0.418
22	พื้นพรมอะคริลิก โครงสร้างคสล. 12 นิ้ว	0.359
23	พื้นแกรนิต โครงสร้างคสล. 4 นิ้ว+โฟม 1 นิ้ว	0.147
24	พื้นแกรนิต โครงสร้างคสล. 6 นิ้ว+โฟม 1 นิ้ว	0.143
25	พื้นแกรนิต โครงสร้างคสล. 8 นิ้ว+โฟม 1 นิ้ว	0.139
26	พื้นแกรนิต โครงสร้างคสล. 12 นิ้ว+โฟม 1 นิ้ว	0.132
27	พื้นแกรนิต โครงสร้างคสล. 4 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	0.092
28	พื้นแกรนิต โครงสร้างคสล. 6 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	0.090
29	พื้นแกรนิต โครงสร้างคสล. 8 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	0.089
30	พื้นแกรนิต โครงสร้างคสล. 12 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	0.086
31	พื้นแกรนิต โครงสร้างคสล. 4 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	0.067

ตารางที่ ค.3.3 แสดงรายการข้อมูลในตารางชื่อ"dataFloor"(ต่อ)

	ประเภทพื้น	ค่า U-value (Btu/h-ft ² - F)
32	พื้นแกรนิต โครงสร้างคสล. 6 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	0.066
33	พื้นแกรนิต โครงสร้างคสล. 8 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	0.065
34	พื้นแกรนิต โครงสร้างคสล. 12 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	0.064

ตารางที่ ค.3.4 แสดงรายการข้อมูลในตารางชื่อ"dataGlass"

	ประเภทกระจก	ค่าSC	ค่า U-value (Btu/h-ft ² - F)
1	กระจกใสหนา 6 mm.	0.96	1.03
2	กระจกใส 8 mm.	0.92	1.02
3	กระจกสีเทาอ่อน 6 mm.	0.64	1.1
4	กระจกสีเทาอ่อน 8 mm.	0.57	1.1
5	กระจกสีเทาเข้ม 6 mm.	0.63	1.1
6	กระจกสีฟ้า 6 mm.	0.68	1.09
7	กระจกสีฟ้า 8 mm.	0.61	1.09
8	กระจกสีเขียว 6 mm.	0.65	1.1
9	กระจกสีเขียว 8 mm.	0.59	1.09
10	กระจกใสด้านนอก 6 mm.ด้านใน 6 mm.ช่องอากาศหนา 6mm.	0.81	0.63
11	กระจกใสด้านนอก 8 mm.ด้านใน 8 mm.ช่องอากาศหนา 6mm.	0.79	0.62
12	กระจกใสด้านนอก 8 mm.ด้านใน 8mm.ช่องอากาศหนา12mm.	0.79	0.56
13	กระจกสีเทาอ่อน 6 mm.ด้านใน 6 mm.ช่องอากาศหนา 6 mm.	0.53	0.65
14	กระจกสีเทาอ่อน 6 mm.ด้านใน 6 mm.ช่องอากาศหนา 12 mm.	0.52	0.58
15	กระจกสีเทาอ่อน 8 mm.ด้านใน 8 mm.ช่องอากาศหนา 6 mm.	0.45	0.64
16	กระจกสีเทาอ่อน 8 mm.ด้านใน 8 mm.ช่องอากาศหนา 12 mm.	0.44	0.58
17	กระจกสีเทาเข้ม 6 mm.ด้านใน 6 mm.ช่องอากาศหนา 6 mm.	0.46	0.65
18	กระจกสีเทาเข้ม 6 mm.ด้านใน 6 mm.ช่องอากาศหนา 12 mm.	0.45	0.58
19	กระจกสีฟ้า 6 mm.ด้านใน 6 mm.ช่องอากาศหนา 6 mm.	0.55	0.65
20	กระจกสีฟ้า 6 mm.ด้านใน 6 mm.ช่องอากาศหนา 12 mm.	0.54	0.58
21	กระจกสีฟ้า 8 mm.ด้านใน 8 mm.ช่องอากาศหนา 6 mm.	0.47	0.64
22	กระจกสีฟ้า 8 mm.ด้านใน 8 mm.ช่องอากาศหนา 12 mm.	0.46	0.57
23	กระจกสีเขียว 6 mm.ด้านใน 6 mm.ช่องอากาศหนา 6 mm.	0.52	0.65
24	กระจกสีเขียว 6 mm.ด้านใน 6 mm.ช่องอากาศหนา 12 mm.	0.51	0.58
25	กระจกสีเขียว 8 mm.ด้านใน 8 mm.ช่องอากาศหนา 6 mm.	0.46	0.64
26	กระจกสีเขียว 8 mm.ด้านใน 8 mm.ช่องอากาศหนา 12 mm.	0.45	0.57

ตารางที่ ค.3.4 แสดงรายการข้อมูลในตารางชื่อ "dataGlass"(ต่อ)

	ประเภทกระจก	ค่าSC	ค่า U-value (Btu/h-ft ² - F)
27	กระจกใส Reflective 12% 6 mm.ด้านในกระจกใสLow-E, 3 mm.ช่องอากาศหนา 12 mm.	0.32	0.35
28	กระจกใสReflective 19% 6 mm.ด้านในกระจกใสLow-E, 3 mm.ช่องอากาศหนา 12 mm.	0.26	0.34
29	กระจกใสReflective 21% 6 mm.ด้านในกระจกใสLow-E, 3 mm.ช่องอากาศหนา 12 mm.	0.14	0.34
30	กระจกสีเขียวน้ำทะเล Reflective 10% 6 mm.ด้านในกระจกใส Low-E, 3 mm.ช่องอากาศหนา 12 mm.	0.19	0.35
31	กระจกสีฟ้าReflective 9% 6 mm.ด้านในกระจกใสLow-E, 3 mm.ช่องอากาศหนา 12 mm.	0.2	0.35
32	กระจกสีฟ้าReflective 10% 6 mm.ด้านในกระจกใสLow-E, 3 mm.ช่องอากาศหนา 12 mm.	0.15	0.35
33	กระจกใส Low-E 3 mm.ด้านใน 3 mm.ช่องอากาศหนา 14mm.	0.69	0.3
34	กระจกใส Low-E 6 mm.ด้านใน 6 mm.ช่องอากาศหนา 12mm.	0.65	0.34
35	กระจกสีบรอนซ์ Low-E 6 mm.ด้านใน 6 mm.ช่องอากาศหนา 12 mm.	0.43	0.36
36	กระจกสีเขียวน้ำทะเล Low-E 6 mm.ด้านใน 6 mm.ช่องอากาศหนา 12 mm.	0.44	0.36
37	กระจกสีเทาอ่อน Low-E 6 mm.ด้านใน 6 mm.ช่องอากาศหนา 12 mm.	0.42	0.35
38	กระจกสีเทาเข้ม Low-E 6 mm.ด้านใน 6 mm.ช่องอากาศหนา 12 mm.	0.33	0.35

ตารางที่ ค.3.5 แสดงข้อมูลการคูณค่าความร้อน ความชื้นในตารางชื่อ"dataMaterialsadd"

ประเภท	1	2	3	4	5	6	....	24	0	100
1.ฝ้าเพดาน										
ไม้เนื้อแข็ง	0.76	0.18	0.04	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	328.00
ไม้เนื้ออ่อน	0.81	0.16	0.02	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	324.00
แผ่นยิปซั่ม	0.83	0.12	0.03	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	151.00
คอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 4 นิ้ว(ไม่มีฝ้าเพดาน)	0.69	0.21	0.07	0.03	0.00	0.00		0.00	0.00	350.70
คอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 6 นิ้ว(ไม่มีฝ้าเพดาน)	0.70	0.22	0.06	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	1,176.00
คอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 นิ้ว(ไม่มีฝ้าเพดาน)	0.70	0.22	0.06	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	2,352.00
กระเบื้องใยหิน หนา 12 มิลลิเมตร(ไม่มีฝ้าเพดาน)	0.80	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	80.82
กระเบื้องซีแพคโมเนีย(ไม่มีฝ้าเพดาน)	0.69	0.21	0.07	0.03	0.00	0.00		0.00	0.00	52.61
กระเบื้องดินเผา(ไม่มีฝ้าเพดาน)	0.80	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	130.00
หลังคาแผ่นโลหะ ไม่มีฝ้าเพดาน	0.79	0.09	0.07	0.04	0.00	0.00		0.00	0.00	73.00
หลังคากระจก ไม่มีฝ้าเพดาน	12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	12.00
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 4 นิ้ว+โฟม 1 นิ้ว	0.69	0.21	0.07	0.03	0.00	0.00		0.00	0.00	350.70
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 6 นิ้ว+โฟม 1 นิ้ว	0.69	0.21	0.07	0.03	0.00	0.00		0.00	0.00	526.05
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 8 นิ้ว+โฟม 1 นิ้ว	0.69	0.21	0.07	0.03	0.00	0.00		0.00	0.00	701.40
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 12 นิ้ว+โฟม 1 นิ้ว	0.69	0.21	0.07	0.03	0.00	0.00		0.00	0.00	1,052.10
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 4 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	0.69	0.21	0.07	0.03	0.00	0.00		0.00	0.00	350.70
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 6 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	0.69	0.21	0.07	0.03	0.00	0.00		0.00	0.00	526.05
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 8 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	0.69	0.21	0.07	0.03	0.00	0.00		0.00	0.00	701.40
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 12 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	0.69	0.21	0.07	0.03	0.00	0.00		0.00	0.00	1,052.10
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 4 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	0.69	0.21	0.07	0.03	0.00	0.00		0.00	0.00	350.70
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 6 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	0.69	0.21	0.07	0.03	0.00	0.00		0.00	0.00	526.05
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 8 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	0.69	0.21	0.07	0.03	0.00	0.00		0.00	0.00	701.40
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 12 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	0.69	0.21	0.07	0.03	0.00	0.00		0.00	0.00	1,052.10
2.ผนังทึบ										
ผนังบล็อกแก้ว	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	23.69
ผนังโลหะ	0.79	0.09	0.07	0.04	0.00	0.00		0.00	0.00	73.00
ผนังไม้เนื้อแข็ง (หนา 2.0 ซม.) 1 ชั้น	0.76	0.18	0.04	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	328.00
ผนังไม้เนื้อแข็ง (หนา 2.0 ซม.) 2 ชั้น	0.76	0.18	0.04	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	656.00
ผนังไม้เนื้ออ่อน(หนา 2.0 ซม.) 1 ชั้น	0.81	0.16	0.02	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	324.00
ผนังไม้เนื้ออ่อน(หนา 2.0 ซม.) 2 ชั้น	0.81	0.16	0.02	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	648.00

ตารางที่ค.3.5แสดงข้อมูลการดูดซับความร้อน ความชื้นตารางชื่อ"dataMaterialsadd"(ต่อ)

ประเภท	1	2	3	4	5	6	....	24	0	100
ผนังยิปซั่ม 10 มม.	0.83	0.12	0.03	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	151.00
ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4 นิ้ว	0.70	0.22	0.06	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	392.00
ผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 4 นิ้ว	0.69	0.21	0.07	0.03	0.00	0.00		0.00	0.00	350.70
ผนังก่ออิฐฉาบปูน 8 นิ้ว	0.70	0.22	0.06	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	784.00
ผนังก่ออิฐฉาบปูน2 ชั้นมีช่องว่างอากาศ	0.70	0.22	0.06	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	784.00
ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 30 ซม.	0.70	0.22	0.06	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	1,176.00
ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 45 ซม.	0.70	0.22	0.06	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	1,764.00
ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 60 ซม.	0.70	0.22	0.06	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	2,352.00
ผนัง EIFS	0.79	0.13	0.08	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	293.00
3. พื้น										
พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก 4 นิ้ว	0.69	0.21	0.07	0.03	0.00	0.00		0.00	0.00	350.70
พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก 6 นิ้ว	0.69	0.21	0.07	0.03	0.00	0.00		0.00	0.00	526.05
พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก 8 นิ้ว	0.69	0.21	0.07	0.03	0.00	0.00		0.00	0.00	701.40
พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก 12 นิ้ว	0.69	0.21	0.07	0.03	0.00	0.00		0.00	0.00	1052.10
ไม้เนื้ออ่อน โครงสร้างเหล็ก	0.80	0.14	0.04	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	330.00
ไม้เนื้ออ่อน โครงสร้าง คสล. 4 นิ้ว	0.74	0.19	0.05	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	675.70
ไม้เนื้ออ่อน โครงสร้าง คสล. 6 นิ้ว	0.74	0.19	0.05	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	851.05
ไม้เนื้ออ่อน โครงสร้าง คสล. 8 นิ้ว	0.74	0.19	0.05	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	1026.40
ไม้เนื้ออ่อน โครงสร้าง คสล. 12 นิ้ว	0.74	0.19	0.05	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	1377.10
ไม้เนื้อแข็ง โครงสร้างไม้	0.76	0.18	0.04	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	343.93
ไม้เนื้อแข็ง โครงสร้างเหล็ก	0.80	0.16	0.03	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	334.00
ไม้เนื้อแข็ง โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 4 นิ้ว	0.74	0.19	0.05	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	678.70
ไม้เนื้อแข็ง โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 6 นิ้ว	0.74	0.19	0.05	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	854.05
ไม้เนื้อแข็ง โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 8 นิ้ว	0.74	0.19	0.05	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	1,029.40
ไม้เนื้อแข็ง โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 12 นิ้ว	0.74	0.19	0.05	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	1,380.10
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 4 นิ้ว	0.69	0.19	0.07	0.03	0.01	0.00		0.00	0.00	466.70
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 6 นิ้ว	0.69	0.19	0.07	0.03	0.01	0.00		0.00	0.00	642.05
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 8 นิ้ว	0.69	0.19	0.07	0.03	0.01	0.00		0.00	0.00	817.40
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 12 นิ้ว	0.69	0.19	0.07	0.03	0.01	0.00		0.00	0.00	1,168.10
เซรามิก โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 4 นิ้ว	0.70	0.20	0.07	0.03	0.00	0.00		0.00	0.00	436.70

ตารางที่ค.3.5แสดงข้อมูลการดูดซับความร้อน ความชื้นตารางชื่อ"dataMaterialsadd"(ต่อ)

ประเภท	1	2	3	4	5	6	....	24	0	100
เซรามิก โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 6 นิ้ว	0.70	0.20	0.07	0.03	0.00	0.00		0.00	0.00	612.05
เซรามิก โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 8 นิ้ว	0.70	0.20	0.07	0.03	0.00	0.00		0.00	0.00	787.40
เซรามิก โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 12 นิ้ว	0.70	0.20	0.07	0.03	0.00	0.00		0.00	0.00	1138.10
พรมอะคริลิก โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 4 นิ้ว	0.70	0.20	0.07	0.03	0.00	0.00		0.00	0.00	408.70
พรมอะคริลิก โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 6 นิ้ว	0.70	0.20	0.07	0.03	0.00	0.00		0.00	0.00	584.05
พรมอะคริลิก โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 8 นิ้ว	0.70	0.20	0.07	0.03	0.00	0.00		0.00	0.00	759.40
พรมอะคริลิก โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 12 นิ้ว	0.70	0.20	0.07	0.03	0.00	0.00		0.00	0.00	1110.10
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 4 นิ้ว+โฟม 1 นิ้ว	116	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	116.00
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 6 นิ้ว+โฟม 1 นิ้ว	116	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	116.00
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 8 นิ้ว+โฟม 1 นิ้ว	116	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	116.00
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 12 นิ้ว+โฟม 1 นิ้ว	116	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	116.00
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 4 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	116	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	116.00
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 6 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	116	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	116.00
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 8 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	116	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	116.00
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 12 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	116	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	116.00
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 4 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	116	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	116.00
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 6 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	116	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	116.00
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 8 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	116	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	116.00
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 12 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	116	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	116.00
4. ประตู										
ประตูบานเปิดไม้เนื้อแข็ง	0.76	0.18	0.04	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	328.00
ประตูบานเปิดไม้เนื้ออ่อน	0.81	0.16	0.02	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	324.00
ประตูบานเปิดลูกฟักกระจก	12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	12.00
ประตูบานเปิดลูกฟักเกล็ดไม้	0.81	0.16	0.02	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	324.00
ประตูบานเปิดเหล็ก	0.79	0.09	0.07	0.04	0.00	0.00		0.00	0.00	73.00
ประตูบานเลื่อนไม้เนื้อแข็ง	0.76	0.18	0.04	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	328.00
ประตูบานเลื่อนไม้เนื้ออ่อน	0.81	0.16	0.02	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	324.00
ประตูบานเลื่อนลูกฟักกระจก	12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	12.00
5. หน้าต่าง										
หน้าต่างบานเปิดไม้เนื้อแข็ง	0.76	0.18	0.04	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	328.00

ตารางที่ค.3.5 แสดงข้อมูลการดูดซับความร้อน ความชื้น ตารางชื่อ "dataMaterialsadd" (ต่อ)

ประเภท	1	2	3	4	5	6	....	24	0	100
หน้าต่างบานเปิดลูกฟักกระจก	12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	12.00
หน้าต่างบานเปิดลูกฟักเกล็ดไม้	0.81	0.16	0.02	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	324.00
หน้าต่างบานเลื่อนไม้เนื้อแข็ง	0.76	0.18	0.04	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	328.00
หน้าต่างบานเลื่อนลูกฟักกระจก	12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	12.00
หน้าต่างบานเกล็ดกระจก	12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	12.00
หน้าต่างบานเกล็ดไม้	0.76	0.18	0.04	0.02	0.00	0.00		0.00	0.00	328.00
หน้าต่างบานติดตายกระจก	12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	12.00

ตารางที่ค.3.6 แสดงข้อมูลการดูดซับความร้อน ความชื้น ตารางชื่อ "dataMaterialsSub"

ประเภท	1	2	3	4	5	6	....	24	0	100
1. ฝ้าเพดาน										
ไม้เนื้อแข็ง	0.54	0.19	0.10	0.07	0.04	0.03		0.00	0.00	328.00
ไม้เนื้ออ่อน	0.55	0.20	0.12	0.07	0.04	0.02		0.00	0.00	325.00
แผ่นยิปซั่ม	0.87	0.09	0.03	0.01	0.00	0.00		0.00	0.00	150.00
คอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 4 นิ้ว (ไม่มีฝ้าเพดาน)	0.64	0.19	0.09	0.05	0.02	0.01		0.00	0.00	352.00
คอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 6 นิ้ว (ไม่มีฝ้าเพดาน)	0.62	0.17	0.09	0.05	0.02	0.01		0.00	0.00	1248.00
คอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 นิ้ว (ไม่มีฝ้าเพดาน)	0.62	0.17	0.09	0.05	0.02	0.01		0.00	0.00	2496.00
กระเบื้องใยหิน หนา 12 มิลลิเมตร (ไม่มีฝ้าเพดาน)	0.59	0.13	0.10	0.07	0.05	0.03		0.00	0.00	80.82
กระเบื้องซีเมนต์ใยหิน (ไม่มีฝ้าเพดาน)	0.64	0.19	0.09	0.05	0.02	0.01		0.00	0.00	52.61
กระเบื้องดินเผา (ไม่มีฝ้าเพดาน)	0.59	0.13	0.10	0.07	0.05	0.03		0.00	0.00	130.00
หลังคาแผ่นโลหะ ไม่มีฝ้าเพดาน	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	24.00
หลังคากระจก ไม่มีฝ้าเพดาน	12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	12.00
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 4 นิ้ว+โฟม 1 นิ้ว	0.64	0.19	0.09	0.05	0.02	0.01		0.00	0.00	352.00
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 6 นิ้ว+โฟม 1 นิ้ว	0.64	0.19	0.09	0.05	0.02	0.01		0.00	0.00	528.00
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 8 นิ้ว+โฟม 1 นิ้ว	0.64	0.19	0.09	0.05	0.02	0.01		0.00	0.00	704.00
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 12 นิ้ว+โฟม 1 นิ้ว	0.64	0.19	0.09	0.05	0.02	0.01		0.00	0.00	1056.00
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 4 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	0.64	0.19	0.09	0.05	0.02	0.01		0.00	0.00	352.00
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 6 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	0.64	0.19	0.09	0.05	0.02	0.01		0.00	0.00	528.00
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 8 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	0.64	0.19	0.09	0.05	0.02	0.01		0.00	0.00	704.00
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 12 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	0.64	0.19	0.09	0.05	0.02	0.01		0.00	0.00	1056.00
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 4 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	0.64	0.19	0.09	0.05	0.02	0.01		0.00	0.00	352.00

ตารางที่ค.3.6 แสดงข้อมูลการดูดซับความร้อน ความชื้นตารางชื่อ"dataMaterialssub"(ต่อ)

ประเภท	1	2	3	4	5	6	....	24	0	100
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 6 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	0.64	0.19	0.09	0.05	0.02	0.01		0.00	0.00	528.00
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 8 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	0.64	0.19	0.09	0.05	0.02	0.01		0.00	0.00	704.00
แกรนิต โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 12 นิ้ว+โฟม 2 นิ้ว	0.64	0.19	0.09	0.05	0.02	0.01		0.00	0.00	1,056.00
2.ผนังทึบ										
ผนังบล็อกแก้ว	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	24.00
ผนังโลหะ	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	73.00
ผนังไม้เนื้อแข็ง (หนา 2.0 ซม.) 1 ชั้น	0.54	0.19	0.10	0.07	0.04	0.03		0.00	0.00	328.00
ผนังไม้เนื้อแข็ง (หนา 2.0 ซม.) 2 ชั้น	0.54	0.19	0.10	0.07	0.04	0.03		0.00	0.00	656.00
ผนังไม้เนื้ออ่อน(หนา 2.0 ซม.) 1 ชั้น	0.55	0.20	0.12	0.07	0.04	0.02		0.00	0.00	325.00
ผนังไม้เนื้ออ่อน(หนา 2.0 ซม.) 2 ชั้น	0.55	0.20	0.12	0.07	0.04	0.02		0.00	0.00	650.00
ผนังยิปซั่ม 10 มม.	0.87	0.09	0.03	0.01	0.00	0.00		0.00	0.00	150.00
ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4 นิ้ว	0.65	0.18	0.09	0.05	0.02	0.01		0.00	0.00	392.00
ผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 4 นิ้ว	0.64	0.19	0.09	0.05	0.02	0.01		0.00	0.00	352.00
ผนังก่ออิฐฉาบปูน 8 นิ้ว	0.62	0.17	0.09	0.05	0.02	0.01		0.00	0.00	832.00
ผนังก่ออิฐฉาบปูน 2 ชั้นมีช่องว่างอากาศ	0.42	0.11	0.09	0.05	0.02	0.01		0.00	0.00	1232.00
ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 30 ซม.	0.62	0.17	0.09	0.05	0.02	0.01		0.00	0.00	1248.00
ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 45 ซม.	0.54	0.17	0.09	0.05	0.02	0.01		0.00	0.00	1872.00
ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 60 ซม.	0.62	0.17	0.09	0.05	0.02	0.01		0.00	0.00	2496.00
ผนัง EIFS	0.79	0.13	0.08	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	293.00
3.พื้น										
พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก 4 นิ้ว	0.64	0.19	0.09	0.05	0.02	0.01		0.00	0.00	352.00
พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก 6 นิ้ว	0.64	0.19	0.09	0.05	0.02	0.01		0.00	0.00	528.00
พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก 8 นิ้ว	0.64	0.19	0.09	0.05	0.02	0.01		0.00	0.00	704.00
พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก 12 นิ้ว	0.64	0.19	0.09	0.05	0.02	0.01		0.00	0.00	1056.00
ไม้เนื้ออ่อน โครงสร้างเหล็ก	0.63	0.16	0.10	0.06	0.03	0.02		0.00	0.00	398.00
ไม้เนื้ออ่อน โครงสร้าง คสล. 4 นิ้ว	0.59	0.19	0.09	0.06	0.03	0.02		0.00	0.00	677.00
ไม้เนื้ออ่อน โครงสร้าง คสล. 6 นิ้ว	0.59	0.19	0.09	0.06	0.03	0.02		0.00	0.00	853.00
ไม้เนื้ออ่อน โครงสร้าง คสล. 8 นิ้ว	0.59	0.19	0.09	0.06	0.03	0.02		0.00	0.00	1029.00
ไม้เนื้ออ่อน โครงสร้าง คสล. 12 นิ้ว	0.59	0.19	0.09	0.06	0.03	0.02		0.00	0.00	1381.00
ไม้เนื้อแข็ง โครงสร้างไม้	0.54	0.19	0.10	0.07	0.04	0.03		0.00	0.00	343.93

ตารางที่ค.3.6 แสดงข้อมูลการดูดซับความร้อน ความชื้นตารางชื่อ"dataMaterialsub"(ต่อ)

ประเภท	1	2	3	4	5	6	....	24	0	100
4.ประตู										
ประตูบานเปิดไม้เนื้อแข็ง	0.54	0.19	0.10	0.07	0.04	0.03		0.00	0.00	328
ประตูบานเปิดไม้เนื้ออ่อน	0.55	0.20	0.12	0.07	0.04	0.02		0.00	0.00	325
ประตูบานเปิดลูกฟักกระจก	12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	12
ประตูบานเปิดลูกฟักเกล็ดไม้	0.55	0.20	0.12	0.07	0.04	0.02		0.00	0.00	325
ประตูบานเปิดเหล็ก	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	73
ประตูบานเลื่อนไม้เนื้อแข็ง	0.54	0.19	0.10	0.07	0.04	0.03		0.00	0.00	328
ประตูบานเลื่อนไม้เนื้ออ่อน	0.55	0.20	0.12	0.07	0.04	0.02		0.00	0.00	325
ประตูบานเลื่อนลูกฟักกระจก	12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	12
5.หน้าต่าง										
หน้าต่างบานเปิดไม้เนื้อแข็ง	0.54	0.19	0.10	0.07	0.04	0.03		0.00	0.00	328.00
หน้าต่างบานเปิดลูกฟักกระจก	12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	12.00
หน้าต่างบานเปิดลูกฟักเกล็ดไม้	0.55	0.20	0.12	0.07	0.04	0.02		0.00	0.00	325.00
หน้าต่างบานเลื่อนไม้เนื้อแข็ง	0.54	0.19	0.10	0.07	0.04	0.03		0.00	0.00	328.00
หน้าต่างบานเลื่อนลูกฟักกระจก	12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	12.00
หน้าต่างบานเกล็ดกระจก	12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	12.00
หน้าต่างบานเกล็ดไม้	0.54	0.19	0.10	0.07	0.04	0.03		0.00	0.00	328.00
หน้าต่างบานติดตายกระจก	12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	12.00

*เมื่อ ช่องที่ 1,2,3,4,5,6,...,24 คือช่วงเวลาชั่วโมงที่ 1 ถึง 24

ช่อง 0 คือ ค่าภาระเนื่องจากการดูดซับหรือคายความร้อน ความชื้นในกรณีที่มีสัมผัสส่วนที่ไม่มีการปรับอากาศ(ในกรณีที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง)

ช่อง 100 คือ ค่าภาระเนื่องจากการดูดซับหรือคายความร้อน ความชื้นเต็ม 100%

ตารางที่ค.3.7 แสดงข้อมูลสมการการคำนวณ ในตารางชื่อ"Equation" บางส่วน

Key	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6
หมวด : อุณหภูมิภายนอกเนื่องจากสภาพแวดล้อม							
$T_m = B(0) + [B(1) \cdot TO] + [B(2) \cdot \text{day}] + [B(3) \cdot \text{se1}] + [B(4) \cdot \text{se2}]$;Tm=อุณหภูมิสภาพแวดล้อม , TO=อุณหภูมิอากาศภายนอก, day = 1(กลางวัน)= 0(กลางคืน), se1/se2 = 0,0(ฤดูร้อน) =0,1(ฤดูฝน)=1,0(ฤดูหนาว)							
อุณหภูมิภายนอกบริเวณทั่วไป	0	1	0	0	0	0	0
อุณหภูมิภายนอกบริเวณใต้ต้นไม้	10.0263	0.6514	0.2780	0	0	0	0
อุณหภูมิภายนอกบริเวณสนามหญ้า	-2.0570	1.0663	-0.3599	0	0	0	0
อุณหภูมิภายนอกบริเวณสระน้ำกลางแจ้ง	2.2897	0.8970	0.6077	0	0	0	0
อุณหภูมิภายนอกบริเวณสระน้ำใต้ต้นไม้	13.0361	0.5488	0.2828	0	0	0	0
อุณหภูมิภายนอกบริเวณสระน้ำในร่มใต้ต้นไม้ใหญ่	11.4828	0.5873	0.5088	0	0	0	0
อุณหภูมิภายนอกบริเวณสนามคอนกรีต	4.1800	0.9735	-1.2474	0	0	0	0
หมวด : ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกเนื่องจากสภาพแวดล้อม							
$R_h = B(0) + [B(1) \cdot \text{RhO}] + [B(2) \cdot \text{day}] + [B(3) \cdot \text{se1}] + [B(4) \cdot \text{se2}]$; Rhm=ความชื้นสัมพัทธ์สภาพแวดล้อม, RhO=ความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายนอก, day = 1(กลางวัน)= 0(กลางคืน), se1/se2 = 0,0(ฤดูร้อน) =0,1(ฤดูฝน)=1,0(ฤดูหนาว)							
อุณหภูมิภายนอกบริเวณทั่วไป	0	1	0	0	0	0	0
อุณหภูมิภายนอกบริเวณใต้ต้นไม้	2.2305	1.0096	-2.9708	0	0	0	0
อุณหภูมิภายนอกบริเวณสนามหญ้า	-6.0971	1.0470	2.0652	0	0	0	0
อุณหภูมิภายนอกบริเวณสระน้ำกลางแจ้ง	-0.7981	1.0513	-2.7993	0	0	0	0
อุณหภูมิภายนอกบริเวณสระน้ำใต้ต้นไม้	0.2899	1.0473	-3.6315	0	0	0	0
อุณหภูมิภายนอกบริเวณสระน้ำในร่มใต้ต้นไม้ใหญ่	4.9010	1.0382	-5.0052	0	0	0	0
อุณหภูมิภายนอกบริเวณสนามคอนกรีต	4.1800	0.9735	-1.2474	0	0	0	0
หมวด : อุณหภูมิภายในฤดูร้อน							
$T_{in} = B(0) + [B(1) \cdot TO] + [B(2) \cdot \text{con}] + [B(3) \cdot \text{day}]$;Tm=อุณหภูมิภายใน , TO=อุณหภูมิอากาศภายนอก, day = 1(กลางวัน)= 0(กลางคืน), con = 0(เปิดอาคาร),=1(ปิดอาคาร)							
มวลสารมาก	12.2326	0.579	1.0808	0.7694	0	0	0
มวลสารกลาง	12.9686	0.579	1.0808	0.7694	0	0	0
มวลสารน้อย	1.8266	0.9338	0.3934	1.5666	0	0	0
หมวด : อุณหภูมิภายในฤดูฝน							
$T_{in} = B(0) + [B(1) \cdot TO] + [B(2) \cdot \text{con}] + [B(3) \cdot \text{day}]$;Tm=อุณหภูมิภายใน , TO=อุณหภูมิอากาศภายนอก, day = 1(กลางวัน)= 0(กลางคืน), con = 0(เปิดอาคาร),=1(ปิดอาคาร)							
มวลสารมาก	12.0896	0.579	1.0808	.7694	0	0	0
มวลสารกลาง	12.8332	0.579	1.0808	0.7694	0	0	0
มวลสารน้อย	2.9156	0.9338	0.3934	1.5666	0	0	0

ตารางที่ค.3.7 แสดงข้อมูลสมการการคำนวณ ในตารางชื่อ"Equation" บางส่วน(ต่อ)

Key	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6
หมวด : อุณหภูมิภายในฤดูหนาว							
Tin=B(0)+[B(1)*TO]+[B(2)*con]+[B(3)*day]							
;Tm=อุณหภูมิภายใน ,TO=อุณหภูมิอากาศภายนอก,day = 1(กลางคืน)= 0(กลางวัน),con = 0(เปิดอาคาร),=1(ปิดอาคาร)							
มวลสารมาก	12.3655	0.579	1.0808	0.7694	0	0	0
มวลสารกลาง	13.1101	0.579	1.0808	0.7694	0	0	0
มวลสารน้อย	2.1905	0.9338	0.3934	1.5666	0	0	0
หมวด : การรั่วซึม							
Y=B(0)+[B(1)*W]+[B(2)*W^2]+[B(3)*W^3]							
; Y=CFM/ft^2 , W=ความเร็วลม(km/hr)							
ประตูบานเปิดไม้เนื้อแข็ง	3.2075	0.2973	-5E-05	0	0	0	0
ประตูบานเปิดไม้เนื้อแข็ง	3.2075	0.2973	-5E-05	0	0	0	0
ประตูบานเปิดไม้เนื้ออ่อน	3.2075	0.2973	-5E-05	0	0	0	0
ประตูบานเปิดลูกฟักกระจก	3.2075	0.2973	-5E-05	0	0	0	0
ประตูบานเปิดลูกฟักเกล็ดไม้	-3.458	0.5609	-0.002	0	0	0	0
ประตูบานเปิดเหล็ก	3.2075	0.2973	-5E-05	0	0	0	0
ประตูบานเลื่อนไม้เนื้อแข็ง	10.506	-0.0006	2E-06	0	0	0	0
ประตูบานเลื่อนไม้เนื้ออ่อน	10.506	-0.0006	2E-06	0	0	0	0
ประตูบานเลื่อนลูกฟักกระจก	10.506	-0.0006	2E-06	0	0	0	0
หน้าต่างบานเปิดไม้เนื้อแข็ง	3.2075	0.2973	-5E-05	0	0	0	0
หน้าต่างบานเปิดลูกฟักกระจก	3.2075	0.2973	-5E-05	0	0	0	0
หน้าต่างบานเปิดลูกฟักเกล็ดไม้	-3.458	0.5609	-0.002	0	0	0	0
หน้าต่างบานเลื่อนไม้เนื้อแข็ง	10.506	-0.0006	2E-06	0	0	0	0
หน้าต่างบานเลื่อนลูกฟักกระจก	10.506	-0.0006	2E-06	0	0	0	0
หน้าต่างบานเกล็ดกระจก	-3.458	0.5609	-0.002	0	0	0	0
หน้าต่างบานเกล็ดไม้	-3.458	0.5609	-0.002	0	0	0	0
หน้าต่างบานติดตายกระจก	10.444	0.00016	-3E-06	0	0	0	0
ผนังโลหะ	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0
ผนังไม้ชั้นเดียว	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0
ผนังไม้ 2 ชั้น	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0
ผนังยิปซั่มบอร์ด	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0
ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 4 นิ้ว	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0

ตารางที่ค.3.7 แสดงข้อมูลสมการการคำนวณ ในตารางชื่อ"Equation" บางส่วน(ต่อ)

Key	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6
ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 6 นิ้ว	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0
ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 12 นิ้ว	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0
ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 20 นิ้ว	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0
ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 28 นิ้ว	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0
ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 4 นิ้ว เพิ่มEIFS+โฟม 1 นิ้ว	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0
ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 4 นิ้ว เพิ่มEIFS+โฟม 2 นิ้ว	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0
ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 4 นิ้ว เพิ่มEIFS+โฟม 3 นิ้ว	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0
ผนังก่ออิฐฉาบปูน 2 ชั้น มีช่องว่างอากาศตรงกลาง	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0
ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 4 นิ้ว ตกแต่งด้วยวิว่า บอร์ด	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0
ผนังก่ออิฐมวลเบาหนา 4 นิ้ว	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0
ผนังก่ออิฐมวลเบาหนา 4 นิ้ว เพิ่มEIFS+โฟม 1 นิ้ว	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0
ผนังก่ออิฐมวลเบาหนา 4 นิ้ว เพิ่มEIFS+โฟม 2 นิ้ว	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0
ผนังก่ออิฐมวลเบาหนา 4 นิ้ว เพิ่มEIFS+โฟม 3 นิ้ว	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0
ผนังก่ออิฐบล็อกหนา 4 นิ้ว	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0
ผนังก่ออิฐบล็อกหนา 4 นิ้ว เพิ่มEIFS+ โฟม 1 นิ้ว	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0
ผนังก่ออิฐบล็อกหนา 4 นิ้ว เพิ่มEIFS+ โฟม 2 นิ้ว	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0
ผนังก่ออิฐบล็อกหนา 4 นิ้ว เพิ่มEIFS+ โฟม 3 นิ้ว	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0
ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กหนา 4 นิ้ว	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0
ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กหนา 4 นิ้ว เพิ่มEIFS+โฟม 1 นิ้ว	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0
ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กหนา 4 นิ้ว เพิ่มEIFS+โฟม 2 นิ้ว	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0
ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กหนา 4 นิ้ว เพิ่มEIFS+โฟม 3 นิ้ว	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0
แผ่นผนังสำเร็จด้วยแผ่นอลูมิเนียม	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0
แผ่นผนังสำเร็จด้วยวิว่าบอร์ด	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0
แผ่นผนังสำเร็จด้วยแผ่นอลูมิเนียมเพิ่มฉนวนตรงกลาง	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0
ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก + โฟม 1 นิ้ว	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0
ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก + โฟม 2 นิ้ว	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0
ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก + โฟม 3 นิ้ว	0.0162	0.0002	-7E-07	8E-10	0	0	0

*สำหรับสมการหมวดการรั่วซึมมีสมการหลักที่ได้จากการทดลองเพียง 5 สมการ คือ

$$1. \text{สมการสำหรับบานเปิด} : Y = -3.458 + 0.5609X - 0.002X^2$$

$$2. \text{สมการสำหรับบานเลื่อน} : Y = 10.506 - 0.0006X - 2E-06X^2$$

3.สมการสำหรับบานเกล็ด : $Y = -3.458+0.5609X-0.002X^2$

4.สมการสำหรับบานติดตาย : $Y = 10.444+0.00016X-3E-06X^2$

5.สมการสำหรับผนังก่ออิฐฉาบปูน 4 นิ้ว : $Y = 0.0162+0.0002X-7E-07X^2+8E-10X^3$

นำมาขยายผลในการทำนายสำหรับเป็นตัวอย่างกับรูปแบบประตู หน้าต่างและผนัง และ
เมื่อมีข้อมูลใหม่ก็สามารถที่จะนำมาปรับปรุงในภายหลัง



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

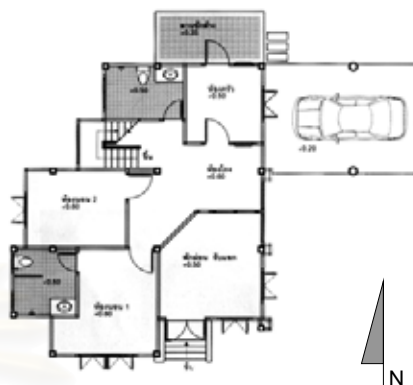


ภาคผนวก ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง รายละเอียดอาคารพักอาศัยตัวอย่าง

1.รายละเอียดโครงการ



ภาพที่ ง.1 แสดงภาพจำลองและแปลนชั้น 1 บ้านลอยชาย¹

ชื่อโครงการ : บ้านลอยชาย

ประเภทอาคาร : อาคารพักอาศัย

รายละเอียด : หันหน้าไปทางทิศใต้ พื้นที่ใช้สอยรวม 100 ตร.ม.

ที่ตั้ง : กรุงเทพมหานคร



ภาพที่ ง.2 แสดงภาพด้านหน้าทิศใต้



ภาพที่ ง.3 แสดงภาพด้านข้างทิศตะวันออก

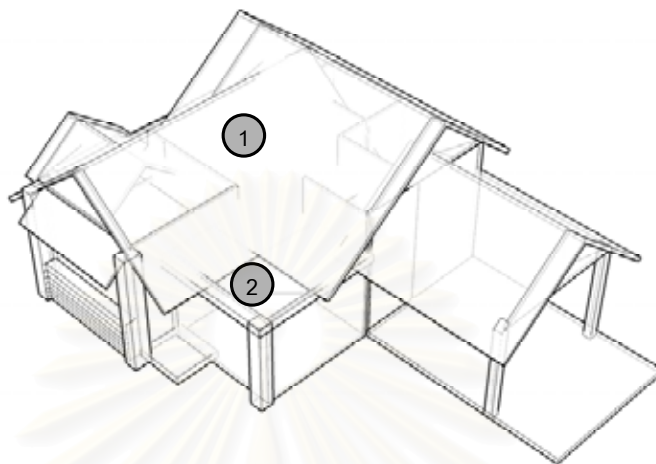
ตารางที่ ง.1 แสดงรายละเอียดห้อง

ลำดับ	ชื่อห้อง	พื้นที่(ตร.ม.)	สถานะการปรับอากาศ กรณีไม่ปรับอากาศทั้งอาคาร
1	ห้องโถง(แบ่งเป็น 3 ส่วน)	25.50	ไม่ปรับ
2	ห้องรับแขก	19.75	ปรับ(17:00น.-24:00น.)
3	ห้องนอน1	17.25	ปรับ(17:00น.-7:00น.)
4	ห้องนอน2	13.50	ปรับ(17:00น.-7:00น.)
5	ห้องครัว	10.50	ไม่ปรับ
6	ห้องน้ำ1	9.00	ไม่ปรับ
7	ห้องน้ำ2	7.50	ไม่ปรับ

¹ วรวิทย์ อังสุหัตถ์. แบบสร้างบ้านในฝัน (กรุงเทพมหานคร: บ้านและสวน, 2546), หน้า 49-50.

2.องค์ประกอบอาคารและอุปกรณ์

2.1) หลังคา



ภาพที่ ง.4 แสดงรูปแบบหลังคาบ้านลอยชาย

ตารางที่ ง.2.1 แสดงรายการองค์ประกอบหลังคา

ลำดับ	ประเภทหลังคา	พื้นที่ผิว (ตร.ม.)	พื้นที่ใต้หลังคา (ตร.ม.)
1	หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนียสีน้ำตาลเข้ม(ระบายอากาศ)	100	80
2	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก 4 นิ้ว(ไม่ระบายอากาศ)	20	20

*พื้นที่ผิวหลังคาไม่พิจารณาส่วนที่ยื่นออกจากผนัง

2.2) ห้องโถง(จากลักษณะห้องโถงทำการแบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 ส่วน)

ตารางที่ ง.2.2 แสดงรายการองค์ประกอบสภาพแวดล้อมห้องโถง

	ทิศ	สภาพแวดล้อม
	N	ติดห้องภายในเป็นส่วนใหญ่
	NE	-
	E	ลานคอนกรีต
	SE	-
	S	ติดห้องภายใน
	SW	-
	W	ติดห้องภายในเป็นส่วนใหญ่
	NW	-

ตารางที่ ง.2.3 แสดงรายการองค์ประกอบฝ้าเพดานและพื้นห้องโถง

ลำดับ	ประเภท	พื้นที่ผิว (ตร.ม.)	ขนาด (กว้างxยาว)
	ส่วนที่ 1 หน้าห้องครัว	8.750	
1	ฝ้ายิปซัมบอร์ด 9มม.(+2.5 ม.)		3.50x2.50
2	พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กปูกระเบื้องเซรามิก		3.50x2.50
	ส่วนที่ 2 หน้าห้องนอน	7.750	
1	ฝ้ายิปซัมบอร์ด 9มม. (+2.5)		(3x2.75)-0.50
2	พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กปูกระเบื้องเซรามิก		(3x2.75)-0.50
	ส่วนที่ 3 โถงบันได	9.000	
1	ฝ้ายิปซัมบอร์ด 9มม. (+2.5)		4.5x2
2	พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กปูกระเบื้องเซรามิก		4.5x2

ตารางที่ ง.2.4 แสดงรายการองค์ประกอบผนังที่ห้องโถง

ลำดับ	ประเภท	ทิศทาง	สีผิวด้าน นอก	พื้นที่ผิว (ตร.ม.)
1	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ติดห้องครัว	สีอ่อน	8.75
2	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ติดห้องน้ำ2	สีอ่อน	8.75
3	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ทิศ E ลานจอดรถ	สีอ่อน	6.25
4	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ติดห้องรับแขก	สีอ่อน	17.50
5	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ติดห้องนอน1	สีอ่อน	2.50
6	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ติดห้องนอน2	สีอ่อน	7.50
7	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ทิศ W สนามหญ้า(2ส่วน)	สีอ่อน	7.50

ตารางที่ ง.2.5 แสดงรายการองค์ประกอบประตูห้องห้องโถง

ลำดับ	ประเภท	ทิศทาง	เปิด (%)	เวลา วินาที	ความถี่ ต่อชม.	พื้นที่ลูก ฟัก (ตร.ม.)
1	ประตูบานเปิดไม้	ติดห้องครัว	100	5	1	1.800
2	ประตูบานเปิดไม้	ติดห้องนอน1	100	5	1	1.800
3	ประตูบานเปิดไม้	ติดห้องนอน2	100	5	1	1.800
4	ประตูบานเปิดเกล็ดไม้	ติดห้องน้ำ2	100	5	1	0.09
5	ประตูบานเลื่อนลูกฟัก กระจก	ติดห้องรับแขก	50	10	1	3.600

ตารางที่ ง.2.6 แสดงรายการองค์ประกอบกระจกห้องโถง


ลำดับ	ประเภท	ทิศทาง	ค่า SC	พื้นที่ผิว (ตร.ม.)
1	กระจกใส 6 มม.	ติดห้องรับแขก	0.95	3.600

ตารางที่ ง.2.7 แสดงรายการหลอดไฟฟ้าห้องโถง

ลำดับ	ประเภท	ขนาด (วัตต์)	จำนวน
1	หลอดฟลูออเรสเซนต์ (17:00น.-24:00น.และ 6:00น.-7:00น.)	36	2
2	หลอดฟลูออเรสเซนต์(โถงบันได) (17:00น.-24:00น.และ 6:00น.-7:00น.)	18	1

2.3) ห้องรับแขก

ตารางที่ ง.2.8 แสดงรายการองค์ประกอบสภาพแวดล้อมห้องรับแขก

	ทิศ	สภาพแวดล้อม
	N	ห้องโถง
	NE	-
	E	สนามหญ้า
	SE	-
	S	สนามหญ้า
	SW	-
	W	ห้องนอน1
	NW	ห้องโถง

ตารางที่ ง.2.9 แสดงรายการองค์ประกอบฝ้าเพดานและพื้นห้องรับแขก

ลำดับ	ประเภท	พื้นที่ผิว (ตร.ม.)	ขนาด (กว้างxยาว)
1	ฝ้ายิปซัมบอร์ด 9มม. (+2.5)	19.75	(4.5x4.5)-0.5
2	พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กปูกระเบื้องเซรามิก	19.75	(4.5x4.5)-0.5

ตารางที่ ง.2.10 แสดงรายการองค์ประกอบผนังห้องรับแขก

ลำดับ	ประเภท	ทิศทาง	สีผิวด้าน นอก	พื้นที่ผิว (ตร.ม.)
1	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ติดห้องโถง(ส่วน1)	สีอ่อน	8.75
2	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ติดห้องโถง(ส่วน2)	สีอ่อน	8.75
5	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ติดห้องนอน1	สีอ่อน	7.50
6	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ทิศ S สนามหญ้า	สีอ่อน	11.25
7	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ทิศ E สนามหญ้า	สีอ่อน	11.25

ตารางที่ ง.2.11 แสดงรายการองค์ประกอบประตุน้ำต่างห้องรับแขก

ลำดับ	ประเภท	ทิศ ทาง	เปิด (%)	เวลา วินาที	ความถี่ ต่อชม.	พื้นที่ลูก พัก (ตร.ม.)
1	ประตูบานเปิดไม้ลูกพักกระจก (17:00น.-20:00น.และ 6:00น.- 7:00น.)	ทิศ S	100	5	1	3.600
2	หน้าต่างบานเปิดไม้ลูกพักกระจก	ทิศ S	100	0	0	3.600

ตารางที่ ง.2.12 แสดงรายการองค์ประกอบกระจกห้องรับแขก

ลำดับ	ประเภท	ทิศทาง	ค่า SC	พื้นที่ผิว (ตร.ม.)
1	กระจกใส 6 มม.	ทิศ S	0.95	3.600
2	กระจกใส 6 มม.	ทิศ S	0.95	3.600

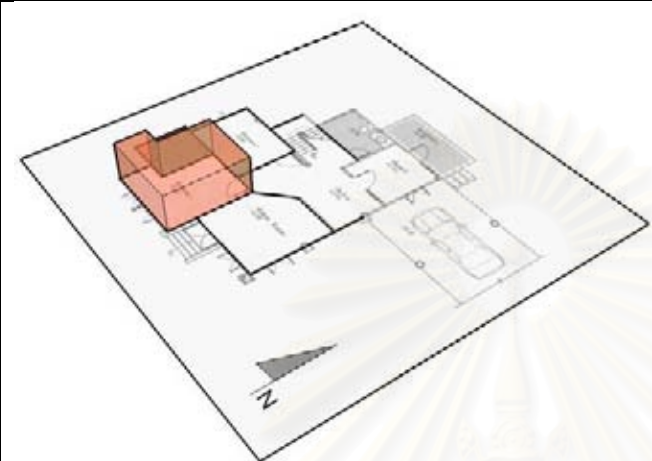
ตารางที่ ง.2.13 แสดงรายการหลอดไฟฟ้าห้องรับแขก

ลำดับ	ประเภท	ขนาด (วัตต์)	จำนวน
1	หลอดฟลูออเรสเซนต์ (17:00น.-24:00น.และ 6:00น.-7:00น.)	36	2
2	หลอดคอมแพค(โคมไฟฟ้า) (17:00น.-24:00น.และ 6:00น.-7:00น.)	9	2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4) ห้องนอน1

ตารางที่ ง.2.14 แสดงรายการองค์ประกอบสภาพแวดล้อมห้องนอน1

	ทิศ	สภาพแวดล้อม
	N	ห้องนอน2(ส่วนใหญ่)
	NE	-
	E	ห้องรับแขก(ส่วนใหญ่)
	SE	-
	S	สนามหญ้า
	SW	-
	W	ห้องน้ำ1(ส่วนใหญ่)
	NW	ห้องน้ำ1

ตารางที่ ง.2.15 แสดงรายการองค์ประกอบฝ้าเพดานและพื้นห้องนอน1

ลำดับ	ประเภท	พื้นที่ผิว (ตร.ม.)	ขนาด (กว้างxยาว)
1	ฝ้ายิปซัมบอร์ด 9มม. (+2.5)	17.25	(4.5x4.5)-3
2	พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กปูกระเบื้องเซรามิก	17.25	(4.5x4.5)-3

ตารางที่ ง.2.16 แสดงรายการองค์ประกอบผนังห้องนอน1

ลำดับ	ประเภท	ทิศทาง	สีผิวด้าน นอก	พื้นที่ผิว (ตร.ม.)
1	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ติดห้องโถง(ส่วน2)	สีอ่อน	2.50
2	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ติดห้องนอน2	สีอ่อน	6.25
5	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ติดห้องรับแขก	สีอ่อน	7.50
6	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ทิศ E สนามหญ้า	สีอ่อน	3.75
7	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ทิศ S สนามหญ้า	สีอ่อน	11.25
8	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ทิศ W สนามหญ้า	สีอ่อน	3.75
7	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ติดห้องน้ำ1	สีอ่อน	2.50

ตารางที่ ง.2.17 แสดงรายการองค์ประกอบประตู หน้าต่างห้องนอน1

ลำดับ	ประเภท	ทิศทาง	เปิด (%)	เวลา วินาที	ความถี่ ต่อชม.	พื้นที่ลูก ฟัก (ตร.ม.)
1	ประตูบานเปิดไม้	ติดห้องโถง(2)	100	5	1	1.800
2	ประตูบานเปิดเกล็ดไม้	ติดห้องน้ำ1	100	5	1	0.09
3	หน้าต่างบานเปิดไม้ลูกฟัก กระจก	ทิศ S	100	0	0	2.000

ตารางที่ ง.2.18 แสดงรายการองค์ประกอบกระจกห้องนอน1

ลำดับ	ประเภท	ทิศทาง	ค่า SC	พื้นที่ผิว (ตร.ม.)
1	กระจกใส 6 มม.	ทิศ S	0.95	2.000

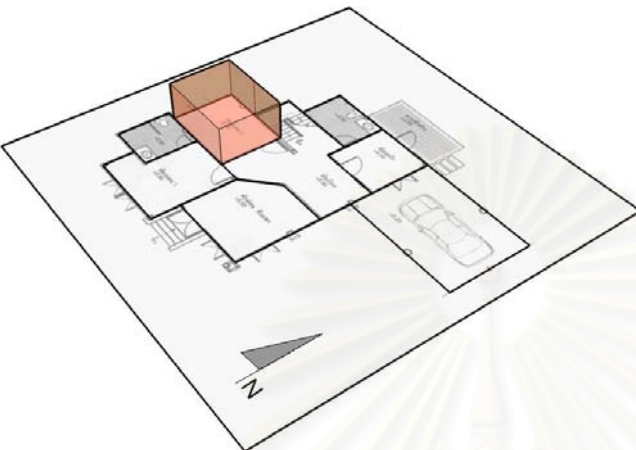
ตารางที่ ง.2.19 แสดงรายการหลอดไฟฟ้าห้องนอน1

ลำดับ	ประเภท	ขนาด (วัตต์)	จำนวน
1	หลอดฟลูออเรสเซนต์ (17:00น.-24:00น.และ 6:00น.-7:00น.)	36	2
2	หลอดคอมแพค(โคมไฟฟ้า) (17:00น.-24:00น.และ 6:00น.-7:00น.)	9	1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.5) ห้องนอน2

ตารางที่ ง.2.20 แสดงรายการองค์ประกอบสภาพแวดล้อมห้องนอน2

	ทิศ	สภาพแวดล้อม
	N	สนามหญ้า(ส่วนใหญ่)
	NE	-
	E	ห้องโถง(2)
	SE	-
	S	ห้องนอน1 ห้องน้ำ
	SW	-
	W	สนามหญ้า
	NW	-

ตารางที่ ง.2.21 แสดงรายการองค์ประกอบฝ้าเพดานและพื้นห้องนอน2

ลำดับ	ประเภท	พื้นที่ผิว (ตร.ม.)	ขนาด (กว้างxยาว)
1	ฝ้ายิปซัมบอร์ด 9มม. (+2.5)	13.50	4.5x3
2	พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กปูกระเบื้องเซรามิก	13.50	4.5x3

ตารางที่ ง.2.22 แสดงรายการองค์ประกอบผนังทึบห้องนอน2

ลำดับ	ประเภท	ทิศทาง	สีผิวด้าน นอก	พื้นที่ผิว (ตร.ม.)
1	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ติดห้องโถง(ส่วน2)	สีอ่อน	7.50
2	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ติดห้องนอน1	สีอ่อน	5.625
3	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ติดห้องน้ำ	สีอ่อน	5.625
4	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ทิศ W สนามหญ้า	สีอ่อน	7.50
5	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ทิศ N สนามหญ้า	สีอ่อน	5.625
5	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ติดห้องโถง(ส่วน3)	สีอ่อน	5.625

ตารางที่ ง.2.23 แสดงรายการองค์ประกอบประตู หน้าต่างห้องนอน2

ลำดับ	ประเภท	ทิศทาง	เปิด (%)	เวลา วินาที	ความถี่ ต่อชม.	พื้นที่ลูก ฟัก (ตร.ม.)
1	ประตูบานเปิดไม้	ติดห้องโถง(2)	100	5	1	1.800
2	หน้าต่างบานเปิดไม้ลูกฟัก กระจก	ทิศ W	100	0	0	1.000

ตารางที่ ง.2.24 แสดงรายการองค์ประกอบกระจกห้องนอน2

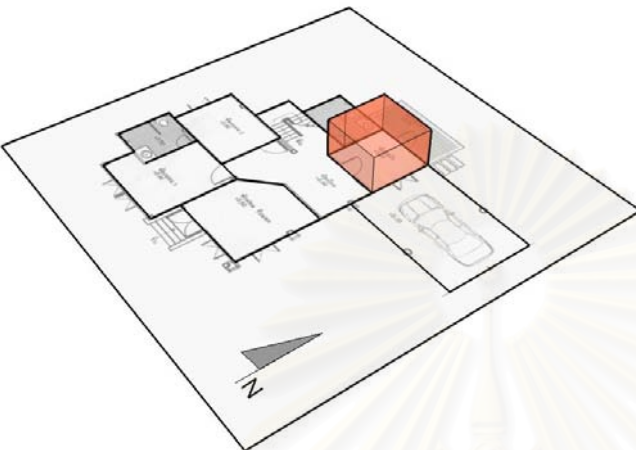
ลำดับ	ประเภท	ทิศทาง	ค่า SC	พื้นที่ผิว (ตร.ม.)
1	กระจกใส 6 มม.	ทิศ W	0.95	1.000

ตารางที่ ง.2.25 แสดงรายการหลอดไฟฟ้าห้องนอน2

ลำดับ	ประเภท	ขนาด (วัตต์)	จำนวน
1	หลอดฟลูออเรสเซนต์ (17:00น.-24:00น.และ 6:00น.-7:00น.)	36	2
2	หลอดคอมแพค(โคมไฟฟ้า) (17:00น.-24:00น.และ 6:00น.-7:00น.)	9	1

2.6) ห้องครัว

ตารางที่ ง.2.26 แสดงรายการองค์ประกอบสภาพแวดล้อมห้องครัว

	ทิศ	สภาพแวดล้อม
	N	สนามหญ้า
	NE	-
	E	ลานจอดรถ
	SE	-
	S	ห้องโถง(1)
	SW	-
	W	ห้องโถง(3) ห้องน้ำ
	NW	-

ตารางที่ ง.2.27 แสดงรายการองค์ประกอบฝ้าเพดานและพื้นห้องครัว

ลำดับ	ประเภท	พื้นที่ผิว (ตร.ม.)	ขนาด (กว้างxยาว)
1	ฝ้ายิปซัมบอร์ด 9มม. (+2.5)	10.50	3.50x3.00
2	พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กปูกระเบื้องเซรามิก	10.50	3.50x3.00

ตารางที่ ง.2.28 แสดงรายการองค์ประกอบผนังทึบห้องครัว

ลำดับ	ประเภท	ทิศทาง	สีผิวด้าน นอก	พื้นที่ผิว (ตร.ม.)
1	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ทิศ N สนามหญ้า	สีอ่อน	8.125
2	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ทิศ E ลานจอดรถ	สีอ่อน	7.50
3	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ติดห้องโถง(ส่วน1)	สีอ่อน	8.125
4	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ติดห้องโถง(ส่วน3)	สีอ่อน	2.50
5	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ห้องน้ำ	สีอ่อน	5.00

ตารางที่ ง.2.29 แสดงรายการองค์ประกอบประตู หน้าต่างห้องครัว

ลำดับ	ประเภท	ทิศทาง	เปิด (%)	เวลา วินาที	ความถี่ ต่อชม.	พื้นที่ลูก ฟัก (ตร.ม.)
1	ประตูบานเปิดไม้	สนามหญ้า	100	5	1	1.800
2	ประตูบานเปิดไม้	ติดห้องโถง(1)	100	5	1	1.800
3	หน้าต่างบานเปิดไม้ลูกฟัก กระจก	ทิศ E ลานจอดรถ	100	0	0	1.000

ตารางที่ ง.2.30 แสดงรายการองค์ประกอบกระจกห้องครัว

ลำดับ	ประเภท	ทิศทาง	ค่า SC	พื้นที่ผิว (ตร.ม.)
1	กระจกใส 6 มม.	ทิศ E ลานจอดรถ	0.95	1.000

ตารางที่ ง.2.31 แสดงรายการหลอดไฟฟ้าห้องครัว

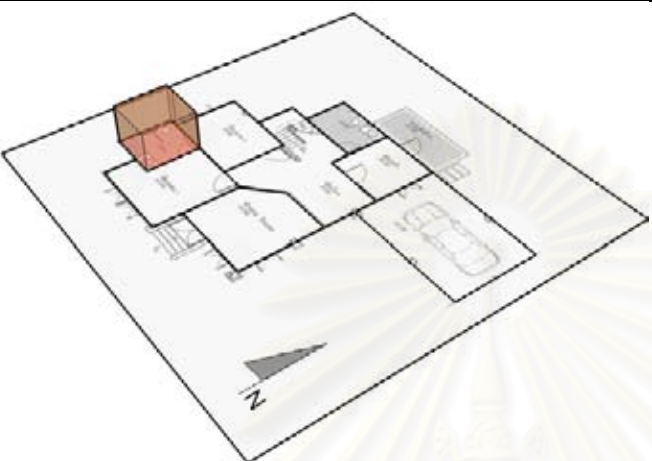
ลำดับ	ประเภท	ขนาด (วัตต์)	จำนวน
1	หลอดฟลูออเรสเซนต์ (17:00น.-21:00น.และ 6:00น.-7:00น.)	36	2

ตารางที่ ง.2.32 แสดงรายการอุปกรณ์ห้องครัว

ลำดับ	ประเภท	ขนาด (วัตต์)	จำนวน
1	เตาไมโครเวฟ(6:00น. และ 17:00น.)	1,500	1
2	หม้อหุงข้าวไฟฟ้า 1.5ลิตร(6:00น. และ 17:00น.)	600	1
3	กาต้มน้ำไฟฟ้า(6:00น. และ 17:00น.)	500	1
4	กะทะไฟฟ้า(6:00น. และ 17:00น.)	850	1
5	เครื่องปั่นขนมปัง(6:00น. และ 17:00น.)	750	1

2.7) ห้องน้ำ

ตารางที่ ง.2.33 แสดงรายการองค์ประกอบสภาพแวดล้อมห้องน้ำ

	ทิศ	สภาพแวดล้อม
	N	ห้องนอน2
	NE	-
	E	ห้องนอน1
	SE	-
	S	สนามหญ้า ห้องนอน1
	SW	-
	W	สนามหญ้า
	NW	-

ตารางที่ ง.2.34 แสดงรายการองค์ประกอบฝ้าเพดานและพื้นห้องน้ำ

ลำดับ	ประเภท	พื้นที่ผิว (ตร.ม.)	ขนาด (กว้างxยาว)
1	ฝ้ายิปซัมบอร์ด 9มม. (+2.5)	9.00	3x3
2	พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กปูกระเบื้องเซรามิก	9.00	3x3

ตารางที่ ง.2.35 แสดงรายการองค์ประกอบผนังทึบห้องน้ำ

ลำดับ	ประเภท	ทิศทาง	สีผิวด้าน นอก	พื้นที่ผิว (ตร.ม.)
1	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ติดห้องนอน2	สีอ่อน	5.625
2	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ทิศ N สนามหญ้า	สีอ่อน	1.250
3	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ติดห้องนอน1	สีอ่อน	5.625
4	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ทิศ S สนามหญ้า	สีอ่อน	5.00
5	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ทิศ W สนามหญ้า	สีอ่อน	7.50

ตารางที่ ง.2.36 แสดงรายการองค์ประกอบประตู หน้าต่างห้องน้ำ1

ลำดับ	ประเภท	ทิศทาง	เปิด (%)	เวลา วินาที	ความถี่ ต่อชม.	พื้นที่ลูก ฟัก (ตร.ม.)
1	ประตูบานเปิดเกล็ดไม้	สนามหญ้า	100	5	1	0.09
2	หน้าต่างติดตายลูกฟัก กระจก	ทิศ W สนามหญ้า	100	0	0	0.03

ตารางที่ ง.2.37 แสดงรายการองค์ประกอบกระจกห้องน้ำ1

ลำดับ	ประเภท	ทิศทาง	ค่า SC	พื้นที่ผิว (ตร.ม.)
1	กระจกใส 6 มม.	ทิศ W สนามหญ้า	0.95	0.03

ตารางที่ ง.2.38 แสดงรายการหลอดไฟฟ้าห้องน้ำ1

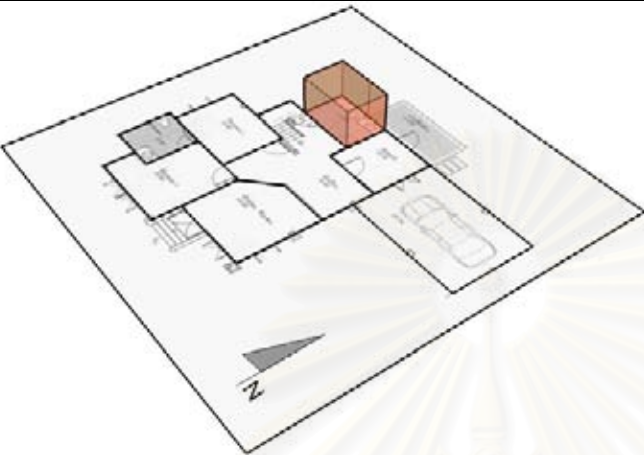
ลำดับ	ประเภท	ขนาด (วัตต์)	จำนวน
1	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36	1
2	หลอดคอมแพค(โคมไฟฟ้า)	9	1

ตารางที่ ง.2.39 แสดงรายการอุปกรณ์ห้องน้ำ1

ลำดับ	ประเภท	ขนาด (วัตต์)	จำนวน
1	เครื่องทำน้ำร้อน(6:00น. และ 17:00น.)	2,000	1

2.8) ห้องน้ำ2

ตารางที่ ง.2.40 แสดงรายการองค์ประกอบสภาพแวดล้อมห้องน้ำ2

	ทิศ	สภาพแวดล้อม
	N	สนามหญ้า
	NE	-
	E	ห้องครัว
	SE	-
	S	ห้องโถง(3)
	SW	-
	W	สนามหญ้า
	NW	-

ตารางที่ ง.2.41 แสดงรายการองค์ประกอบฝ้าเพดานและพื้นห้องน้ำ2

ลำดับ	ประเภท	พื้นที่ผิว (ตร.ม.)	ขนาด (กว้างxยาว)
1	ฝ้ายิปซัมบอร์ด 9มม. (+2.5)	7.00	3.50x2
2	พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กปูกระเบื้องเซรามิก	7.00	3.50x2

ตารางที่ ง.2.42 แสดงรายการองค์ประกอบผนังทึบห้องน้ำ2

ลำดับ	ประเภท	ทิศทาง	สีผิวด้านนอก	พื้นที่ผิว (ตร.ม.)
1	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ทิศ N สนามหญ้า	สีอ่อน	8.75
2	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ติดห้องครัว	สีอ่อน	5.00
3	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ติดห้องโถง(3)	สีอ่อน	8.75
4	ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4นิ้ว	ทิศ W สนามหญ้า	สีอ่อน	5.00

ตารางที่ ง.2.43 แสดงรายการองค์ประกอบประตู หน้าต่างห้องน้ำ2

ลำดับ	ประเภท	ทิศทาง	เปิด (%)	เวลา วินาที	ความถี่ ต่อชม.	พื้นที่ลูกฟูก (ตร.ม.)
1	ประตูบานเปิดเกล็ดไม้	สนามหญ้า	100	5	1	0.09
2	หน้าต่างติดตายลูกฟูก กระจก	ทิศ W สนามหญ้า	100	0	0	0.03

ตารางที่ ง.2.344 แสดงรายการองค์ประกอบกระจกห้องน้ำ2

ลำดับ	ประเภท	ทิศทาง	ค่า SC	พื้นที่ผิว (ตร.ม.)
1	กระจกใส 6 มม.	ทิศ W สนามหญ้า	0.95	0.03

ตารางที่ ง.2.45 แสดงรายการหลอดไฟฟ้าห้องน้ำ2

ลำดับ	ประเภท	ขนาด (วัตต์)	จำนวน
1	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36	1
2	หลอดคอมแพค(โคมไฟฟ้า)	9	1

ตารางที่ ง.2.46 แสดงรายการอุปกรณ์ห้องน้ำ2

ลำดับ	ประเภท	ขนาด (วัตต์)	จำนวน
1	เครื่องทำน้ำร้อน(6:00น. และ 17:00น.)	2,000	1



ภาคผนวก จ

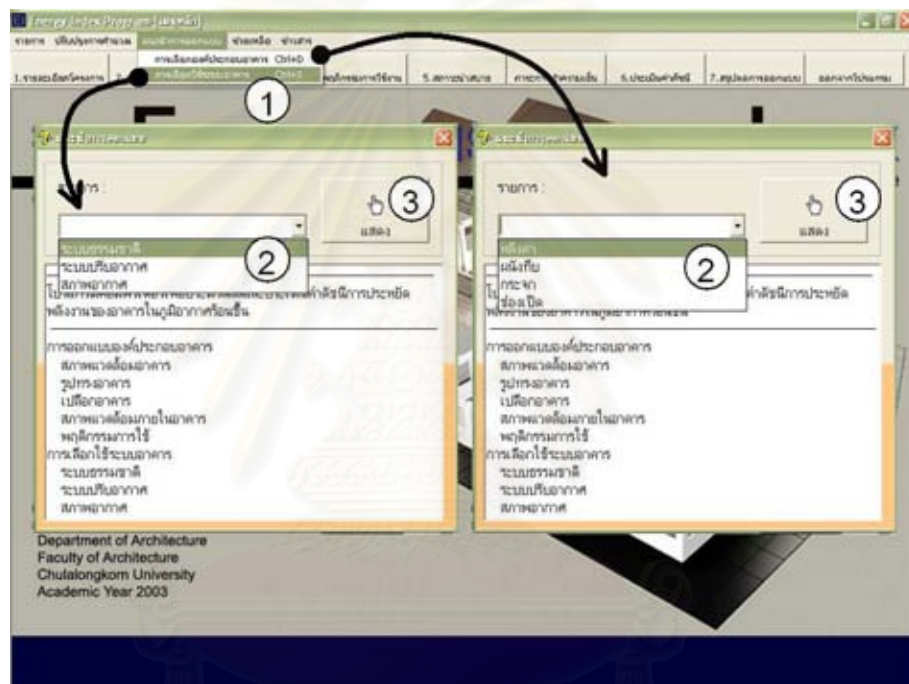
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ ส่วนเพิ่มเติมของโปรแกรม

1. ส่วนข้อมูลข่าวสาร

เพื่อให้ผู้ใช้งานเข้าใจถึงรายละเอียดของโปรแกรม การใช้งาน ตลอดจนแนวทางการออกแบบ จึงได้สร้างองค์ประกอบส่วนนี้ไว้สนับสนุน มีรายละเอียดดังนี้

1) ส่วนช่วยเหลือ แนะนำการออกแบบ

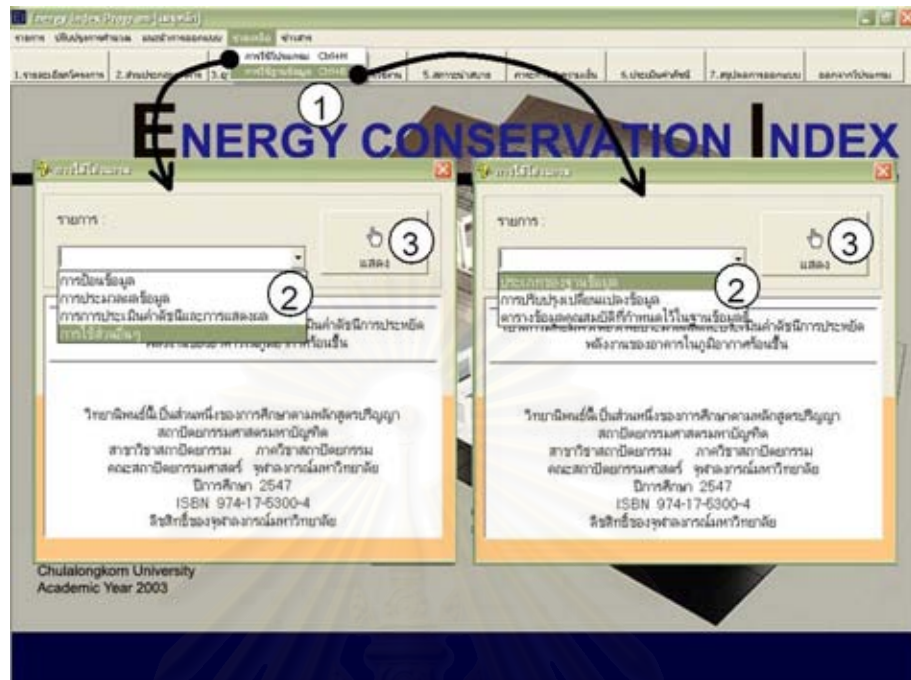


ภาพที่ จ.1 แสดงหน้าจอรายการส่วนแนะนำการออกแบบ

การแนะนำแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การเลือกใช้อาคาร และส่วนการเลือกใช้ระบบอาคาร การใช้คือ ชั้นที่ 1 เลือกรายการแนะนำที่เมนูด้านบน ชั้นที่ 2 เลือกรายการจากรายการในช่องรายการ และ 3 เมื่อกดปุ่มแสดงโปรแกรมจะทำการเรียกข้อมูลซึ่งอยู่ในรูปแบบของโปรแกรม Microsoft word ขึ้นมา

2) ส่วนช่วยเหลือการใช้งานโปรแกรมและฐานข้อมูล

แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การเลือกใช้โปรแกรม และการใช้ฐานข้อมูล การใช้คือ ชั้นที่ 1 เลือกรายการแนะนำที่เมนูด้านบน ชั้นที่ 2 เลือกรายการจากรายการในช่องรายการ และ 3 เมื่อกดปุ่มแสดงโปรแกรมจะทำการเรียกข้อมูลซึ่งอยู่ในรูปแบบของโปรแกรม Microsoft word ขึ้นมา



ภาพที่ จ.2 แสดงหน้าจอรายการส่วนช่วยเหลือการใช้โปรแกรมและฐานข้อมูล



ภาพที่ จ.3 แสดงหน้าจอรายการส่วนช่วยเหลืออื่น ๆ

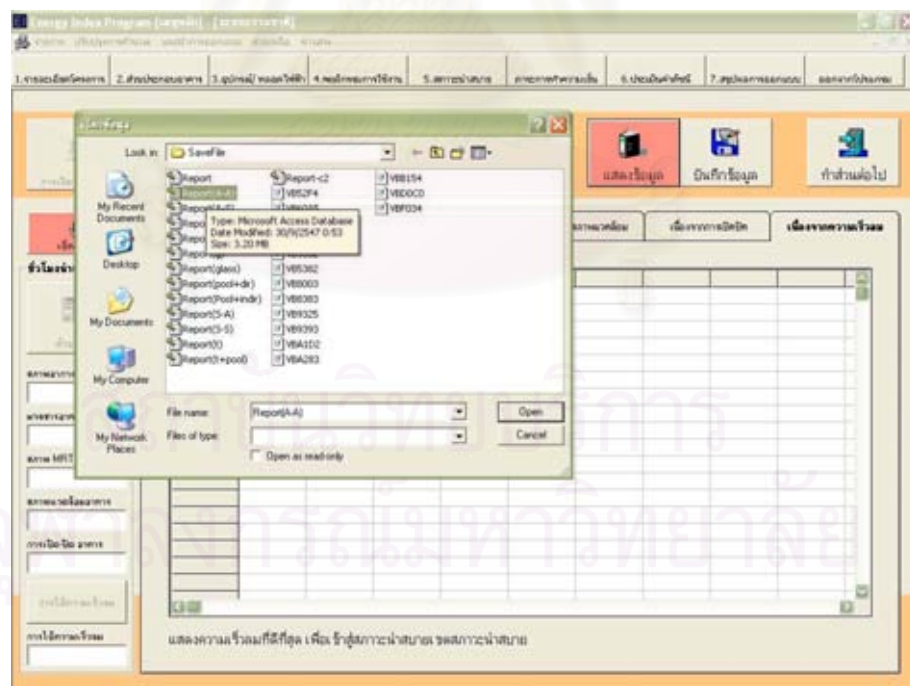
3) ส่วนรายละเอียดอื่นๆ

แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ รายละเอียดความเป็นมาโปรแกรม และประวัติผู้เขียน การใช้คือ ขั้นที่ 1 เลือกรายการแนะนำที่เมนูด้านบน ขั้นที่ 2 เลือกรายการจากรายการในช่องรายการ และ 3 เมื่อกดปุ่มแสดงโปรแกรมจะทำการเรียกข้อมูลซึ่งอยู่ในรูปแบบของโปรแกรม Microsoft word ขึ้นมา

2.ส่วนเรียกข้อมูล และบันทึกข้อมูล

1) การเรียกข้อมูล

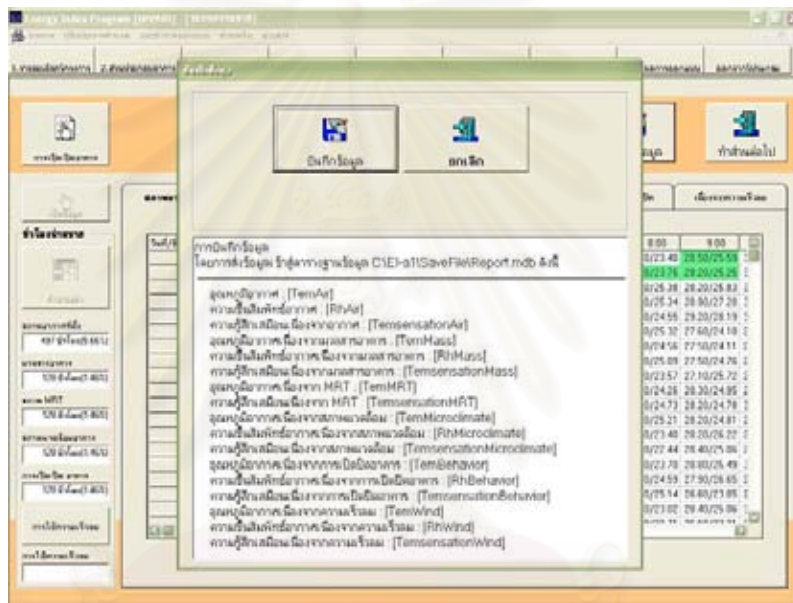
เป็นการเรียกข้อมูลที่เคยทำการประมวลผลไปแล้ว และทำการบันทึกไว้ขึ้นมาแสดงอีกครั้ง การใช้คือ ในเมนูที่ 5.สถานะน่าสบาย และภาระการทำความเย็น จะมีปุ่มเปิดข้อมูล เมื่อกดจะมีไดอะล็อกบ็อกแสดงรายการในไฟล์เดสก์ Savefile ให้เลือกไฟล์ที่ต้องการ Open โปรแกรมจะทำการเรียกข้อมูลเพื่อให้สามารถประมวลผลและประเมินค่าในขั้นต่อไปได้ จากปุ่มเปิดข้อมูลจะเปลี่ยนเป็นแสดงข้อมูล หากต้องการแสดงให้กดปุ่มแสดงข้อมูล



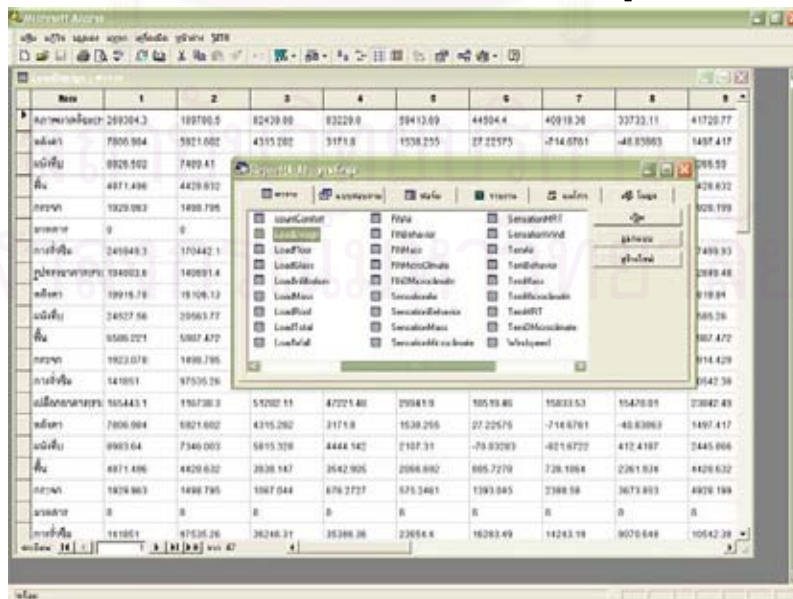
ภาพที่ ๑.4 แสดงหน้าจอรายการส่วนการเลือกไฟล์เพื่อเปิดข้อมูลเก่า

2) การบันทึกข้อมูล

การบันทึกจะทำได้หลังจากที่มีการประมวลผลไปแล้ว การใช้คือ ในเมนูที่ 5.สถานะนำเสนอ และภาระการทำควมเย็น จะมีปุ่มบันทึกข้อมูล เมื่อกดจะมีหน้าจอรายการข้อมูลและที่อยู่ปลายทางของข้อมูล จากนั้นก็กดปุ่มบันทึก ข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในรูปแบบไฟล์ข้อมูล Microsoft Access database (หากทำการบันทึกโครงการอื่นด้วยข้อมูลจะถูกเก็บเรียงต่อกันไป เพื่อความสะดวกควรทำการก๊อปปี้ไฟล์และเปลี่ยนชื่อก่อนทำการบันทึก และเมื่อทำการบันทึกแล้ว ก็ทำการเปลี่ยนชื่อไฟล์ที่ก๊อปปี้ไว้เป็นชื่อ Report เหมือนเดิม โดยเปลี่ยนชื่อไฟล์ที่ได้บันทึกแล้วเป็นชื่ออื่นให้สามารถจำได้สำหรับการเปิดข้อมูลหรือแปลงข้อมูล)



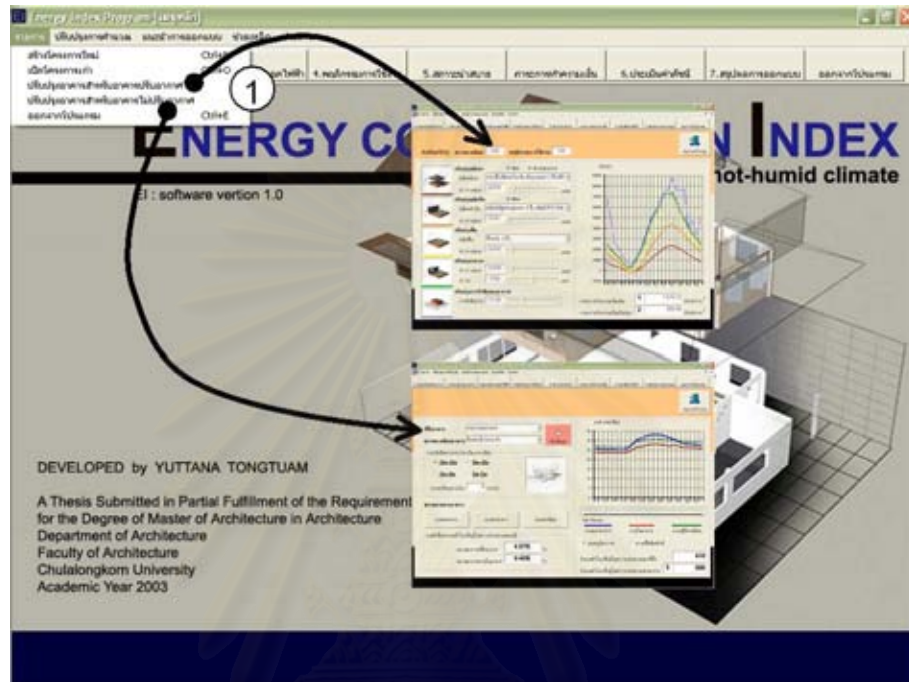
ภาพที่ ๑.5 แสดงหน้าจอรายการบันทึกข้อมูล



ภาพที่ ๑.6 แสดงข้อมูลที่ถูกบันทึกใน Microsoft Access database ไฟล์

3. ส่วนทดลอง และปรับปรุงการออกแบบ

เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน ลดความยุ่งยากในการป้อนข้อมูลและช่วยตัดสินใจในการออกแบบมากขึ้น เป็นส่วนที่ใช้แสดงผลการออกแบบอาคารตามเงื่อนไขต่างๆ ดังนี้



ภาพที่ จ.7 แสดงเมนูการออกแบบอาคารตามเงื่อนไขต่างๆ

1) อาคารที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศ

เป็นการออกแบบตามเงื่อนไขของสภาพแวดล้อมโดยรวม(เป็นการประมวลผลอย่างคร่าว ๆ จึงมีการประมวลผลที่รวดเร็วกว่าในส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วน 5.สภาวะนำสบาย) การใช้งานเปิดปิดอาคาร ขนาดมวลสารอาคารและการใช้ความเร็วลมเข้าช่วย โดยมีการใช้งานและส่วนการแสดงผลดังนี้

- 1) การกำหนดที่ตั้งและสภาพแวดล้อมอาคารโดยรวม
- 2) กดปุ่มเช็คข้อมูล เพื่อทำการเรียกข้อมูลสภาพอากาศ
- 3) ป้อนค่าและเลือกข้อมูล
- 4) กดปุ่มเลือกขนาดมวลสารอาคารและทำการประมวลผล
- 5) แสดงเปอร์เซ็นต์จำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะนำสบายของสภาพอากาศภายนอก และภายในอาคาร(จำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะนำสบาย / 24x366)
- 6) แสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ของสภาพและความรู้สึกเสมือนของอากาศภายนอก และภายในอาคาร
- 7) แถบสำหรับเลื่อนเลือกวันที่ต้องการแสดงผล
- 8) ตัวเลือกการแสดงผลอุณหภูมิ หรือความชื้นสัมพัทธ์
- 9) ค่าดัชนี และค่าจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในสภาวะนำสบายของสภาพอากาศภายนอก และภายในอาคาร



ภาพที่ จ.8 แสดงหน้าจอการออกแบบอาคารไม่ปรับอากาศตามเงื่อนไขต่างๆ

2) อาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศ

เป็นการออกแบบตามเงื่อนไขของสภาพอากาศอ้างอิง(เป็นการประมวลผลเฉพาะการออกแบบอาคาร โดยอาศัยข้อมูลจากการออกแบบที่ถูกป้อนเข้าไปแล้ว ดังนั้นจึงต้องมีการประมวลผลค่าภาระการทำความเย็นก่อน ซึ่งจะเลือกวันที่มีค่าภาระสูงสุดมาพิจารณา จึงมีการประมวลผลที่รวดเร็วกว่าในส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วน 5.ภาระการทำความเย็น) มีการใช้งานและส่วนการแสดงผลดังนี้

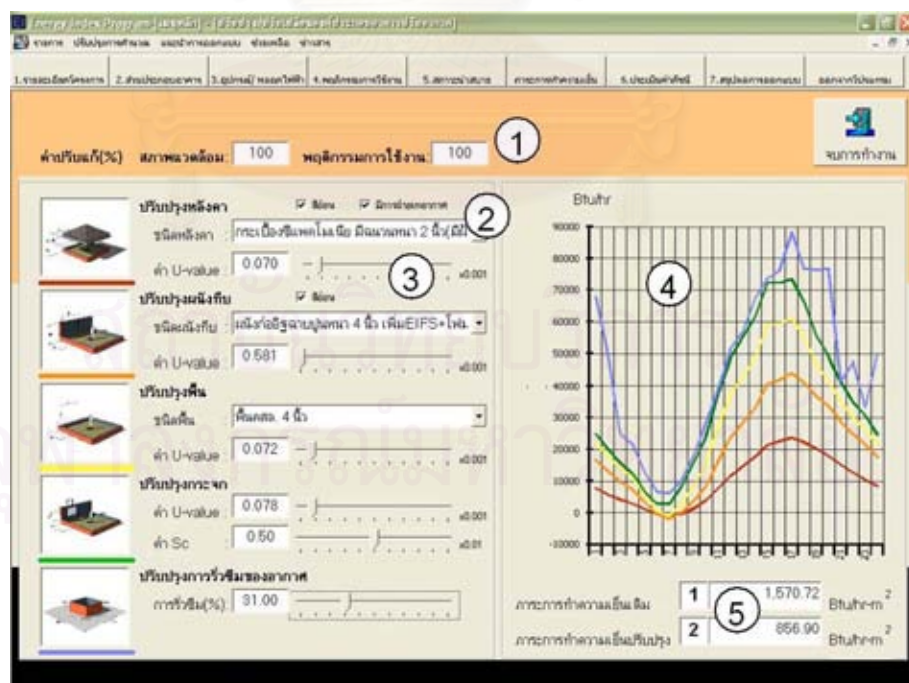
1) การกำหนดการปรับค่าสภาพแวดล้อมอาคารและการใช้งาน(ตั้งค่าเป็น 100% แสดงว่าไม่มีการเพิ่ม ลดประสิทธิภาพการออกแบบเนื่องจากปัจจัยทั้ง 2 โดยการเพิ่มค่ามากกว่า 100% จะเป็นการเพิ่มภาระการทำความเย็น และการลดค่าน้อยกว่า 100% จะเป็นการลดภาระการทำ ความเย็น

2) เลือกข้อมูลเพื่อเปลี่ยนแปลงชนิดองค์ประกอบอาคาร

3) เลื่อนแถบเพื่อเปลี่ยนแปลงค่า U-value, Sc, การลดการรั่วซึมอากาศ(ค่าเริ่มแรกในช่องตัวเลขจะบอกถึงข้อมูลปัจจุบันของการออกแบบ)

4) แสดงค่าภาระการทำความเย็นในส่วนต่างๆ

5) ค่าดัชนี และค่าภาระการทำความเย็นรวมก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง



ภาพที่ ๑.9 แสดงหน้าจอการออกแบบอาคารปรับอากาศตามเงื่อนไขต่างๆ

4. ส่วนประกอบของไฟล์ และการติดตั้งโปรแกรม

ข้อสำคัญในการติดตั้งและไฟล์ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการการใช้งานดังนี้

1) ส่วนประกอบของไฟล์

ในโฟลเดอร์ EI-a1 เป็นที่เก็บรวบรวมไฟล์ต่างๆ ได้แก่

1.1) ไฟล์โปรแกรม(.EXE)

1.2) ไฟล์ Energyindex.db สำหรับเก็บข้อมูลการออกแบบ ฐานข้อมูลการออกแบบ สมการต่างๆ

1.3) โฟลเดอร์ Help สำหรับเก็บไฟล์เอกสารและตารางในการช่วยแนะนำการออกแบบ และรายละเอียดโปรแกรมต่างๆ

1.4) โฟลเดอร์ Savefile สำหรับเก็บไฟล์ข้อมูล



ภาพที่ จ.10 แสดงที่อยู่ของไฟล์ต่างๆ

2) การติดตั้งโปรแกรม

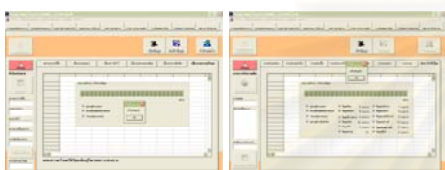
เนื่องจากโปรแกรมมีขนาดเล็ก การติดตั้งจึงกระทำโดยการก๊อปปี้โฟลเดอร์ EI-a1 ลงไปไว้ในไดร์ c:\ เท่านั้น(เนื่องจากการติดต่อกับฐานข้อมูล ไฟล์ Energyindex.db)

5. สรุปขั้นตอนการใช้โปรแกรม

1) การป้อนข้อมูลเพื่อประมวลผลและประเมินค่า



1. สร้างโครงการใหม่ 2. ป้อนข้อมูลโครงการ 3. ป้อนข้อมูลการออกแบบและเช็คการออกแบบ



4. ประมวลผลอาคารไม่ปรับอากาศ และ/หรือ ประมวลผลอาคารปรับอากาศ



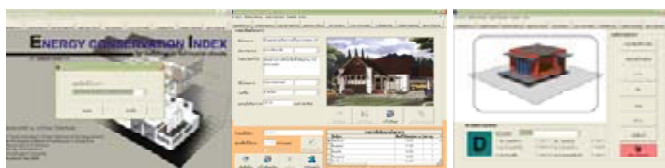
5. ประเมินค่าดัชนี แสดงผลการออกแบบอาคารไม่ปรับอากาศ/อาคารปรับอากาศ และเปรียบเทียบผล



6. สรุปผลการประมวลผลและประเมินค่า

ภาพที่ จ.11 แสดงขั้นตอนการป้อนข้อมูลเพื่อประมวลผลและประเมินค่า

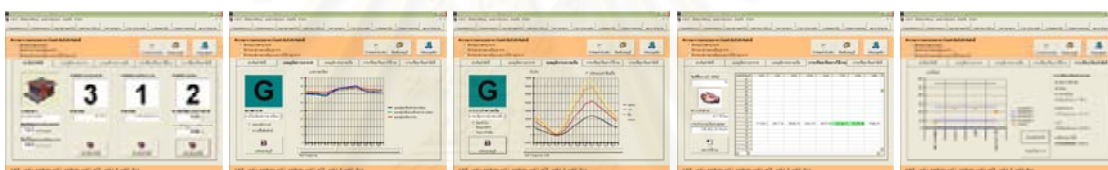
2) การใช้ข้อมูลเก่าเพื่อประมวลผลและประเมินค่า



1.เปิดโครงการเก่า 2.ป้อนข้อมูลต่อหากยังไม่เสร็จ 3.เช็คการออกแบบ



4.ประมวลผลอาคารไม่ปรับอากาศ และ/หรือ ประมวลผลอาคารปรับอากาศ หรือเปิดข้อมูลเก่า



5.ประเมินค่าดัชนี แสดงผลการออกแบบอาคารไม่ปรับอากาศ/อาคารปรับอากาศ และเปรียบเทียบผล



6.สรุปผลการประมวลผลและประเมินค่า

ภาพที่ จ.12 แสดงขั้นตอนการใช้ข้อมูลเก่าเพื่อประมวลผลและประเมินค่า

3) การใช้ปรับปรุงการออกแบบ



1.สร้างโครงการใหม่หรือเปิดโครงการเก่า 2.เช็คการออกแบบ 3. ออกแบบอาคารไม่ปรับอากาศตามเงื่อนไขต่างๆ



4.ประมวลผลอาคารไม่ปรับอากาศ และ/หรือ ประมวลผลอาคารปรับอากาศ หรือเปิดข้อมูลเก่า



5. ออกแบบอาคารไม่ปรับอากาศตามเงื่อนไขต่างๆ(ต้องประมวลผล(4) ส่วนค่าภาระการทำความเย็นก่อน)

ภาพที่ ๑.13 แสดงขั้นตอนการใช้ปรับปรุงการออกแบบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ-สกุล	นายยุทธนา ทองท่วม
วัน-เดือน-ปี เกิด	26 กรกฎาคม พ.ศ.2521
วุฒิการศึกษา	ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต เกียรตินิยมอันดับสอง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สำเร็จปี พ.ศ.2545
ประสบการณ์	พ.ศ.2542-2543 ที่มงานสถานบริการสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ วางผังแม่บท 30 ปี สถาบันราชภัฏสุราษฎร์ธานี พ.ศ.2543-2544 ที่มงานสถานบริการสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ วางผังแม่บท 30 ปี สถาบันราชภัฏสกลนคร พ.ศ.2546-2547 ผู้ช่วยนักวิจัย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย โครงการการศึกษาวิจัยสถาปัตยกรรมในไทยเพื่อการประหยัด พลังงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย