โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวิเคราะห์รูปทรงและวัสดุเปลือกอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

นายอวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ในการออกแบบสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2544
ISBN 974-17-0754-1
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

COMPUTER PROGRAM IN BUILDING FORMS AND ENVELOPED MATERIALS' ANALYSIS FOR ENERGY CONSERVATION

Mr. Awiroot Srisutapan

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Architecture in Computer in Architectural Design

Department of Architecture
Faculty of Architecture
Chulalongkorn University

Academic Year 2001
ISBN 974-17-0754-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์	โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวิเคราะห์รูปทรงและวัสดุเปลือกอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
โดย	นายอวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ
สาขาวิชา	คอมพิวเตอร์ในการออกแบบสถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์กวีไกร ศรีหิรัญ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ฐานิศวร์ เจริญพงศ์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…… ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อวยชัย วุฒิโฆษิต)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กวีไกร ศรีหิรัญ)

…… อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ฐานิศวร์ เจริญพงศ์)

…… กรรมการ
(อาจารย์พรรณชลัท สุริโยธิน)

…… กรรมการ
(อาจารย์พิรัส พัชรเศวต)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นายอวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ: โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวิเคราะห์รูปทรงและวัสดุเปลือกอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน. (Computer Program in Building Forms and Enveloped Materials' Analysis for Energy Conservation) อ. ที่ปรึกษา: ผศ. กวีไกร ศรีหิรัญ, อ. ที่ปรึกษาร่วม: ผศ. ดร. ฐานิศวร์ เจริญพงศ์ 93 หน้า. ISBN 974-17-0754-1.

จากปัญหาด้านความยุ่งยากและความสับสนที่เกิดขึ้นกับสถาปนิกในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร ตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 นั้น การวิจัยจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร และศึกษาแนวทางการนำความสามารถทางด้านคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในกระบวนการทำงานทางสถาปัตยกรรม การดำเนินการวิจัยได้อาศัยการรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากกระบวนการทำงานของสถาปนิก สถาปัตยกรรม และคอมพิวเตอร์ โดยอาศัยกรอบความคิดในการทำงาน คือ ความสะดวกในการใช้งาน การแสดงผลลัพธ์ที่รวดเร็ว และการนำผลไปใช้

ในขั้นตอนการจัดทำโปรแกรมฯ ได้พิจารณาเลือกใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์ วิชวล เบสิก เป็นเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรมฯ โดยแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น การศึกษาวิเคราะห์ความเหมาะสมในการป้อนข้อมูลของแต่ละตัวแปร การพัฒนาองค์ประกอบของโปรแกรมฯ การสื่อสารกับผู้ใช้งาน การแสดงผลลัพธ์ขั้นสุดท้าย และการประเมินผลการใช้งานโปรแกรมฯ ผลที่ได้จากการทดลองใช้งานโปรแกรมฯ โดยกลุ่มของสถาปนิกและนักศึกษา จะพบว่า กลุ่มทดสอบสามารถใช้งานโปรแกรมฯ ได้เป็นอย่างดีแม้ว่าจะไม่มีพื้นฐานความรู้ในด้านนี้มาก่อน มีความเข้าใจเพิ่มขึ้นถึงอิทธิพลของตัวแปรแต่ละตัว สามารถปรับเปลี่ยนค่าของตัวแปรจนได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว และทราบถึงแนวทางการนำผลที่ได้ไปใช้ในการออกแบบสถาปัตยกรรม

ผลของการวิจัยสามารถสรุปแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้สอดคล้องกับกระบวนการทำงานทางสถาปัตยกรรมด้านการอนุรักษ์พลังงานได้ดังนี้ คือ การกำหนดเป้าหมายของโปรแกรมฯ ให้เป็นเครื่องมือช่วยในการทำงานไม่ใช่เป็นเพียงเครื่องคำนวณ การสร้างการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นในขณะใช้งานโปรแกรมฯ การใช้วิธีการเลือกและการปรับแทนวิธีการป้อนค่าข้อมูล การลดจำนวนหน้าจอการทำงานให้เหลือน้อยที่สุด การแบ่งระดับขั้นของการทำงาน การแสดงผลทันทีที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปร และการแสดงผลลัพธ์ในลักษณะแนวทางการออกแบบ นอกจากนี้แนวทางการทำงานดังกล่าวยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมฯ สำหรับกระบวนการทำงานทางสถาปัตยกรรมด้านอื่น ๆ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการทำงานสูงสุด

ภาควิชา สถาปัตยกรรมศาสตร์	ลายมือชื่อนิสิต
สาขาวิชา คอมพิวเตอร์ในการออกแบบฯ	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2544	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

437 42290 25: MAJOR COMPUTER IN ARCHITECTURAL DESIGN

KEY WORD: OTTV / RTTV / ENERGY CONSERVATION / ARCHITECTURE / PROGRAMMING

AWIROOT SRISUTAPAN: COMPUTER PROGRAM IN BUILDING FORMS AND ENVELOPED MATERIALS' ANALYSIS FOR ENERGY CONSERVATION. THESIS ADVISOR: ASSIST. PROF. KAWEEKRAI SRIHIRAN, THESIS COADVISOR: ASSIST. PROF. TANIT CHAROENPONG, Ph.D., 93 pp. ISBN 974-17-0754-1.

Due to difficulties and confusion in calculating heat transfer to a building (as required by the Energy Conservation Promotion Act B.E. 2535 (1992)), the researcher aims to design a computer program enabling an architect to do the calculation more easily and more accurately. Moreover, this study focuses on how to use computers in other aspects of architecture. The study is carried out by collecting data and analyzing problems arising in the working processes of architect, architecture and computer. The analysis is based on the following factors: ease of use, quick final results presentation and application of results.

To design the program, Microsoft Visual Basic is used. The designing process includes studying the feasibility of feeding in each variable, developing the components of the program, communicating with users, seeking ways to quickly show final results and evaluating the program. The design program is used by architects and students. After the trial, the subjects agreed that it is easy to use. Even those who did not have a background in energy conservation find it easy to use. They have more insight into the influence of each variable, can quickly adjust variables to obtain desirable results and know how to apply the results in architectural designs.

It can be concluded that a computer program can be developed in line with architectural design processes in terms of energy conservation by using the program as an assisting tool not a calculator. Creating learning processes while user using program. The use of choosing and adjusting information instead of inputting. Reducing working frames to the minimum. Dividing working phases. It also can show the results when variables are changed instantly and show results offering design guidance. Besides, it can be applied for use in other fields of architecture.

Department Architecture Student's signature .....

Field of Study Com. in Arch. Design Advisor's signature .....

Academic year 2001 Co-advisor's signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กวีไกร ศรีหิรัญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ฐานิศวร์ เจริญพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม นอกจากนี้ยังได้รับความกรุณาจาก อาจารย์สุรพล พฤกษ์ไพบูลย์ อาจารย์พรรณชลัท สุริโยธิน อาจารย์พิรัส พัชรเศวต และอาจารย์ภิญโญ จินันทุยา ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ที่เป็นประโยชน์มาตั้งแต่ต้น อาจารย์พรรณจิรา ทิศาวิภาต จากคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ได้ให้กำลังใจและข้อเสนอแนะในการทำงานเรื่อยมา นอกจากนี้ยังได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก รองศาสตราจารย์อวยชัย วุฒิโฆษิต ซึ่งเป็นประธานกรรมการในการตรวจวิทยานิพนธ์ และเนื่องจากทุนการวิจัยครั้งนี้บางส่วนได้มาจากทุนอุดหนุนการวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย จึงขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญรูปประกอบ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.3 ขอบเขตการวิจัย	4
1.4 วิธีการวิจัย	4
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	5
บทที่ 2 การสำรวจแนวความคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 การศึกษาทฤษฎีพื้นฐานในการคำนวณ	6
2.2 การศึกษาและวิเคราะห์โปรแกรมฯ ที่ได้มีการจัดทำมาแล้ว	9
2.3 การศึกษาและวิเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	34
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	43
3.1 การคัดเลือกเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	43
3.2 การวิเคราะห์ตัวแปรในการออกแบบโปรแกรมฯ	45
3.3 แนวทางการออกแบบ และพัฒนาโปรแกรมฯ	49
บทที่ 4 การวิเคราะห์ผลการวิจัย	51
4.1 รายละเอียด และโครงสร้างของโปรแกรมฯ	51
4.2 ขั้นตอน และวิธีการใช้งานโปรแกรมฯ	55
4.3 การประเมินผลภายหลังการใช้งานโปรแกรมฯ	67
บทที่ 5 บทสรุป และข้อเสนอแนะ	69
5.1 บทสรุป	69
5.2 ข้อเสนอแนะ และแนวทางการทำงานในขั้นต่อไป	70
รายการอ้างอิง	72
ภาคผนวก	73
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	83

สารบัญรูปประกอบ

		หน้า
รูปที่ 2.1	ลักษณะของโปรแกรม OTTVEE version 1.0 a.....	9
รูปที่ 2.2	แสดงลักษณะกระบวนการทำงานของโปรแกรม OTTVEE version 1.0 a	10
รูปที่ 2.3	แสดงการป้อนข้อมูลโดยการป้อนค่าด้วยตนเอง.....	11
รูปที่ 2.4	แสดงการป้อนข้อมูลโดยการเลือกจากค่าที่กำหนดมาให้.....	11
รูปที่ 2.5	แสดงการป้อนข้อมูลโดยการเลื่อน / ปรับเปลี่ยนค่า.....	11
รูปที่ 2.6	แสดงระบบการประมวลผล.....	12
รูปที่ 2.7	แสดงการแสดงผลด้วยตัวอักษร / ตัวเลข.....	12
รูปที่ 2.8	แสดงการแสดงผลด้วยแผนภูมิ.....	12
รูปที่ 2.9	แสดงเมนูหลักของโปรแกรม OTTVEE version 1.0 a.....	13
รูปที่ 2.10	แสดงส่วนการสร้างโครงการใหม่.....	13
รูปที่ 2.11	แสดงการป้อนข้อมูลกรอบอาคารของโปรแกรม OTTVEE.....	14
รูปที่ 2.12	แสดงการป้อนข้อมูลวัสดุผนังทึบของโปรแกรม OTTVEE.....	14
รูปที่ 2.13	แสดงการป้อนข้อมูลวัสดุผนังโปร่งแสงของโปรแกรม OTTVEE.....	15
รูปที่ 2.14	แสดงผลที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรม OTTVEE.....	15
รูปที่ 2.15	ลักษณะของโปรแกรม Q-SAVE SFG-OTTV Calculation.....	16
รูปที่ 2.16	แสดงลักษณะกระบวนการทำงานของโปรแกรม Q-SAVE SFG-OTTV Calculation.....	16
รูปที่ 2.17	แสดงลักษณะการป้อนข้อมูลโดยการป้อนค่าด้วยตนเอง.....	17
รูปที่ 2.18	แสดงลักษณะการป้อนข้อมูลโดยการเลือกจากค่าที่กำหนดมาให้.....	18
รูปที่ 2.19	แสดงลักษณะการป้อนข้อมูลโดยการเลื่อน / ปรับเปลี่ยนค่า.....	18
รูปที่ 2.20	แสดงระบบการประมวลผล.....	18
รูปที่ 2.21	แสดงลักษณะการแสดงผลด้วยตัวอักษร / ตัวเลข.....	19
รูปที่ 2.22	แสดงลักษณะการแสดงผลด้วยตัวอักษร / ตัวเลข ของโปรแกรม Q-SAVE.	19
รูปที่ 2.23	แสดงลักษณะการสร้างฐานข้อมูลอาคารใหม่ของโปรแกรม Q-SAVE.....	19
รูปที่ 2.24	แสดงหน้าจอสรุปข้อมูลอาคารของโปรแกรม Q-SAVE.....	20
รูปที่ 2.25	แสดงการป้อนข้อมูลวัสดุผนังทึบของโปรแกรม Q-SAVE.....	20
รูปที่ 2.26	แสดงการป้อนข้อมูลวัสดุผนังโปร่งแสงของโปรแกรม Q-SAVE.....	21
รูปที่ 2.27	แสดงรายละเอียดสรุปข้อมูลการคำนวณของโปรแกรม Q-SAVE.....	21
รูปที่ 2.28	ลักษณะของโปรแกรม ENER-WIN.....	22

สารบัญรูปประกอบ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.29 ลักษณะกระบวนการทำงานของโปรแกรม ENER-WIN..... 22
รูปที่ 2.30 ลักษณะการป้อนข้อมูลโดยการป้อนค่าด้วยตนเอง..... 23
รูปที่ 2.31 ลักษณะการป้อนข้อมูลโดยการเลือกจากค่าที่กำหนดมาให้..... 23
รูปที่ 2.32 ลักษณะการป้อนข้อมูลโดยการวาดภาพ..... 24
รูปที่ 2.33 แสดงระบบการประมวลผล..... 24
รูปที่ 2.34 แสดงลักษณะการแสดงผลด้วยตัวอักษร / ตัวเลข..... 25
รูปที่ 2.35 แสดงลักษณะการแสดงผลด้วยตัวอักษร / ตัวเลข..... 25
รูปที่ 2.36 แสดงหน้าจอหลักของโปรแกรม ENER-WIN..... 26
รูปที่ 2.37 แสดงส่วนรายละเอียดโครงการของโปรแกรม ENER-WIN..... 26
รูปที่ 2.38 แสดงส่วนของข้อมูลอากาศของโปรแกรม ENER-WIN..... 27
รูปที่ 2.39 แสดงส่วนของการสร้างข้อมูลอากาศของโปรแกรม ENER-WIN..... 28
รูปที่ 2.40 แสดงส่วนของข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ของโปรแกรม ENER-WIN..... 29
รูปที่ 2.41 แสดงส่วนวาดภาพของโปรแกรม ENER-WIN..... 29
รูปที่ 2.42 แสดงการกำหนดรายละเอียดพื้นที่ใช้งานของโปรแกรม ENER-WIN..... 30
รูปที่ 2.43 แสดงการผลลัพธ์การคำนวณแบบแผนภูมิของโปรแกรม ENER-WIN.... 31
รูปที่ 2.44 แสดงการผลลัพธ์การคำนวณแบบตัวอักษรของโปรแกรม ENER-WIN.. 31
รูปที่ 3.1 ลักษณะโดยทั่วไปของโปรแกรมไมโครซอฟท์ วิชวล เบสิก..... 37
รูปที่ 3.2 ความสัมพันธ์ของระดับการทำงานขั้นพื้นฐานและขั้นสูง..... 39
รูปที่ 3.3 ความสัมพันธ์ของตัวแปรในแต่ละส่วนของการทำงาน..... 40
รูปที่ 3.4 การจัดองค์ประกอบหน้าจอในการทำงาน..... 40
รูปที่ 3.5 วิธีการป้อนข้อมูลโดยการเลือก และการปรับค่า..... 42
รูปที่ 3.6 การแสดงค่าคุณสมบัติอื่น ๆ โดยอัตโนมัติเมื่อมีการเลือกรายการวัสดุ... 42
รูปที่ 3.7 วิธีการปรับค่าความลาดเอียงของผนังและหลังคา..... 43
รูปที่ 3.8 วิธีการปรับค่าพื้นที่เปลือกอาคาร..... 44
รูปที่ 3.9 วิธีการปรับการแสดงทิศทางอ้างอิงของอาคาร..... 44
รูปที่ 3.10 วิธีการสีของวัสดุเปลือกอาคารและหลังคา..... 45
รูปที่ 3.11 วิธีการปรับเปลี่ยนรูปทรงของอาคาร..... 46
รูปที่ 3.12 วิธีการปรับเปลี่ยนรูปทรงของหลังคา..... 47
รูปที่ 3.13 การเปลี่ยนแปลงการแสดงผลรูปทรงหลังคา..... 47

สารบัญรูปประกอบ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.14 การแสดงผลลัพธ์จากการคำนวณ..... 48
รูปที่ 4.1 แสดงส่วนเมนูหลักของโปรแกรมฯ..... 52
รูปที่ 4.2 แสดงส่วนพื้นที่ทำงานหลัก..... 52
รูปที่ 4.3 แสดงส่วนการจัดการข้อมูลวัสดุ..... 52
รูปที่ 4.4 แสดงส่วนการจัดการพิมพ์งาน..... 53
รูปที่ 4.5 แสดงส่วนรายละเอียดเกี่ยวกับโปรแกรมฯ..... 53
รูปที่ 4.6 แสดงแผนผังการทำงานของโปรแกรมฯ..... 54
รูปที่ 4.7 แสดงการติดตั้งไอคอนของโปรแกรมฯ ที่หน้าจอวินโดวส์..... 55
รูปที่ 4.8 แสดงเมนูหลักในการทำงานของโปรแกรมฯ..... 55
รูปที่ 4.9 แสดงพื้นที่การทำงานหลักของโปรแกรมฯ..... 56
รูปที่ 4.10 แสดงผลที่ได้จากการเลือกรูปทรงในลักษณะต่าง ๆ..... 57
รูปที่ 4.11 แสดงส่วนการปรับเปลี่ยนในขั้นพื้นฐาน และขั้นสูง..... 57
รูปที่ 4.12 แสดงส่วนการปรับเปลี่ยนอัตราส่วนพื้นที่ผนังทึบและผนังโปร่งแสง..... 58
รูปที่ 4.13 แสดงส่วนการปรับความลาดเอียงของผนัง..... 58
รูปที่ 4.14 แสดงส่วนการปรับความเข้มสีของผนังอาคาร..... 59
รูปที่ 4.15 แสดงส่วนการเลือกรายละเอียดของวัสดุผนังทึบ และผนังโปร่งแสง..... 59
รูปที่ 4.16 แสดงส่วนการปรับเปลี่ยนในขั้นพื้นฐาน และขั้นสูง..... 60
รูปที่ 4.17 แสดงส่วนการปรับเปลี่ยนอัตราส่วนพื้นที่หลังคาทึบและหลังคาโปร่งแสง.. 60
รูปที่ 4.18 แสดงส่วนการปรับความลาดเอียงของหลังคา..... 61
รูปที่ 4.19 แสดงส่วนการปรับความเข้มสีของหลังคา..... 61
รูปที่ 4.20 แสดงส่วนการเลือกรายละเอียดของวัสดุหลังคาทึบ และหลังคาโปร่งแสง 62
รูปที่ 4.21 แสดงลักษณะการปรับทิศทาง และการแสดงผล..... 63
รูปที่ 4.22 แสดงลักษณะการแสดงผลโดยใช้ตัวอักษร และรูปภาพ..... 64
รูปที่ 4.23 แสดงปุ่มการสั่งพิมพ์ และกลับเข้าสู่เมนูหลัก..... 64
รูปที่ 4.24 แสดงส่วนการจัดการวัสดุขั้นพื้นฐาน..... 64
รูปที่ 4.25 แสดงส่วนการจัดการวัสดุขั้นพื้นสูง..... 65
รูปที่ 4.26 แสดงส่วนการจัดเตรียมพิมพ์งาน..... 66
รูปที่ 4.27 แสดงรายละเอียดของข้อมูลจากเอกสารที่สั่งพิมพ์จากโปรแกรมฯ..... 66
รูปที่ 4.28 แสดงส่วนแสดงรายละเอียดของโปรแกรมฯ..... 67

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากวิกฤตการณ์ทางด้านน้ำมันที่เกิดขึ้นตั้งแต่อดีต ได้ส่งผลให้ทุกประเทศทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทยได้ตระหนักถึงความสำคัญของน้ำมันที่นับวันจะมีปริมาณลดน้อยลงไปเรื่อย ๆ จึงทำให้เกิดมาตรการต่าง ๆ ขึ้นเพื่อชะลอและลดปริมาณการผลิตน้ำมันลง ส่งผลให้ราคาน้ำมันสูงขึ้นเป็นอย่างมาก เหตุการณ์นี้ได้ส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตของประชาชนไปทั่วโลก อีกทั้งผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการขยายตัวของเมือง การพัฒนาและใช้งานเทคโนโลยีสมัยใหม่ได้ก่อให้เกิดปัญหาอื่น ๆ ตามมาอย่างต่อเนื่อง พอที่จะสรุปเป็นประเด็นหลักได้ดังนี้

- ปัญหาทางด้านการใช้พลังงานสิ้นเปลืองและไม่มีประสิทธิภาพ
- ปัญหาทางด้านการขาดแคลนทรัพยากรพลังงาน และแหล่งพลังงานทดแทน
- ปัญหาทางด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศวิทยา
- ปัญหาทางด้านคุณภาพชีวิตที่ดีในการอยู่อาศัย

ซึ่งปัญหาเหล่านี้ได้ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมเป็นอย่างมาก ทำให้สถาปนิกผู้ออกแบบต้องมีการคำนึงถึงหัวข้อเหล่านี้ในระหว่างการทำงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งแนวทางการทำงานในหัวข้อเหล่านี้ คือ

- การกำหนดให้มีการลดปริมาณการใช้พลังงานในอาคารลง แต่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งาน ทั้งในเรื่องของการเลือกใช้วัสดุต่าง ๆ เทคโนโลยีการก่อสร้าง งานระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น
- แนวทางการลดปริมาณการใช้ทรัพยากรธรรมชาติไปพร้อม ๆ กับการค้นหาแหล่งพลังงานอื่น ๆ ทดแทน เช่น การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ ฯลฯ
- การคำนึงถึงปริมาณของเสีย สารพิษที่ปล่อยออกสู่ระบบธรรมชาติ หรือผลกระทบอื่น ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้
- การนำทรัพยากรหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ เป็นต้น ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาแบบยั่งยืนเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน

ในประเทศไทย ทั้งหน่วยงานทางภาครัฐและเอกชน ต่างก็ได้มีการรณรงค์ในเรื่องของการอนุรักษ์พลังงานและการใช้พลังงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ไม่ว่าจะเป็นการใช้หลอดผอม

หรือหลอดคอมแพคฟูลออเรสเซนต์ที่ประหยัดพลังงานมากกว่าหลอดธรรมดา การใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพ โครงการหารสอง โครงการคาร์พูล (car pool) โครงการคาร์ฟรีเดย์ (car free day) เป็นต้น ในส่วนของภาคอุตสาหกรรมและภาคธุรกิจก็ได้มีการขยายตัวทางเศรษฐกิจมากขึ้นและมีแนวโน้มที่จะมีการสร้างอาคารเพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อปริมาณความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศ ทางกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการใช้พลังงานและต้องการที่จะยกระดับของการอนุรักษ์พลังงานอย่างจริงจังโดยเริ่มต้นตั้งแต่ช่วงเริ่มออกแบบอาคาร ซึ่งจะส่งผลต่อการเลือกขนาดของระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่าง จึงได้จัดทำคู่มือการอนุรักษ์พลังงานภายในอาคารเพื่อเป็นหลักเกณฑ์และมาตรฐานสำหรับสถาปนิกและวิศวกรที่จะใช้เป็นแนวทางในการออกแบบอาคารและระบบสาธารณูปโภคที่ให้ความสะดวกสบายในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535

พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 มีเนื้อหาที่เป็นแนวทางในการปฏิบัติและการกำหนดค่ามาตรฐานของการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านกรอบอาคารและหลังคา ฯลฯ การกำหนดภาระการส่องสว่างทั้งภายในและภายนอกอาคาร การกำหนดประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ แต่จากการวิเคราะห์ภายหลังจากที่ได้นำ พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 มาปฏิบัติงานจริงแล้วได้พบปัญหาที่เกิดขึ้นหลายประการที่ทำให้การดำเนินการไม่สามารถประสบผลเร็จตามวัตถุประสงค์ได้อย่างครบถ้วน สามารถแบ่งออกเป็นหัวข้อได้ดังนี้

1. ปัญหาที่เกิดจากเจ้าของโครงการ

1.1 ข้อจำกัดในเชิงพาณิชย์ที่เน้นทางด้านปริมาณพื้นที่ใช้สอยที่คุ้มค่า มากกว่ารูปแบบหรือคุณค่าของอาคารที่จะเกิดขึ้น

1.2 ปัญหาที่เกิดจากความยุ่งยาก ซับซ้อน งบประมาณ วิธีการคำนวณและแก้ไข จึงทำให้เจ้าของโครงการไม่ใส่ใจและขาดการตระหนักถึงความสำคัญ

2. ปัญหาที่เกิดจากการทำงานของสถาปนิก

2.1 มีสถาปนิกเพียงบางกลุ่มที่ได้รับการศึกษาทางด้านการอนุรักษ์พลังงาน ส่วนสถาปนิกในกลุ่มสาขาวิชาอื่น ๆ อาจจะไม่มีความเข้าใจและสนใจที่จะศึกษาในเรื่องนี้อย่างจริงจัง

2.2 สถาปนิกบางกลุ่มอาจจะมีความสนใจในเรื่องของการอนุรักษ์พลังงาน แต่ไม่สามารถเข้าใจถึงวิธีการคำนวณที่ถูกต้อง และไม่ได้รับการอธิบายที่กระจ่างมากเพียงพอ จึงทำให้เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ และไม่สามารถที่จะตัดสินใจในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3 สถาปนิกบางกลุ่มไม่สนใจเรื่องตัวเลข และการคำนวณ จึงคิดว่าปัญหาเหล่านี้ควรจะเป็นหน้าที่ของสถาปนิกที่สนใจ หรือวิศวกรที่จะดำเนินการทำงานดังกล่าว

2.4 สถาปนิกบางกลุ่มสนใจคุณค่าของสถาปัตยกรรมในด้านของสุนทรียภาพ มากกว่าทางด้านความเหมาะสมของระบบ การควบคุมค่าใช้จ่าย หรือสมรรถนะของอาคาร ที่ส่งผลกระทบต่อเจ้าของโครงการและผู้อยู่อาศัย

3. ปัญหาที่เกิดจากระบบการทำงาน

3.1 การที่จะสามารถทราบค่า OTTV และ RTTV ผ่านตามมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้หรือไม่นั้น ก็ต่อเมื่อสถาปนิกได้ออกแบบอาคารสำเร็จลุล่วงไปแล้วในระดับหนึ่ง (ผังพื้นทุกชั้น, ผังหลังคา, รูปด้าน, การกำหนดประเภทของวัสดุเปลือกอาคารและหลังคา) และจะต้องทำการคำนวณพื้นที่เปลือกอาคารและหลังคาแยกตามแต่ละประเภทของวัสดุ

3.2 เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปทรง วัสดุเปลือกอาคาร การเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ สำหรับอาคารที่อยู่ในระหว่างขั้นตอนของการออกแบบจะต้องใช้เวลาในการคำนวณมากขึ้น หรือมีความยุ่งยากที่จะต้องเริ่มต้นกระบวนการคำนวณใหม่ทั้งหมดเพื่อให้ได้ค่า OTTV และ RTTV เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

3.3 ถึงแม้ว่าจะได้มีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนขึ้นหลายโปรแกรมแล้วก็ตาม ทั้งจากทางหน่วยงานของภาครัฐและเอกชน แต่ก็ยังไม่สามารถที่จะตอบสนองต่อการทำงานของสถาปนิกส่วนใหญ่ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพได้ เนื่องมาจากข้อจำกัดทางด้านความรู้เฉพาะทางในเรื่องของการอนุรักษ์พลังงาน

3.4 จากข้อมูลข้างต้น อาจกล่าวได้ว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่จะมีความเหมาะสมและสะดวกสำหรับการทำงานในกรณีที่ข้อมูลของอาคารพร้อมอยู่แล้ว เช่น สำหรับอาคารเก่าที่ต้องการตรวจสอบและปรับปรุง เป็นต้น มากกว่าที่จะใช้ในการออกแบบอาคารใหม่ หรืองานที่ต้องการความรวดเร็ว

จากปัญหาที่ผ่านมาข้างต้นจึงเป็นแนวทางในดำเนินการวิจัยเพื่อค้นหาวิธีการในการที่จะพัฒนาเครื่องมือสำหรับการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนของอาคาร เพื่อที่จะทำการปรับปรุงและแก้ไขแบบของอาคารให้ถูกต้องตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ตลอดจนสามารถทำให้สถาปนิกสามารถเข้าใจและประยุกต์ใช้งาน พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ให้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งนอกจากจะควบคุมปริมาณการใช้พลังงานของอาคารและของประเทศให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมแล้ว ยังเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนามาตรฐานการออกแบบสถาปัตยกรรมของประเทศไทยให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากลได้อีกทางหนึ่งด้วย

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการออกแบบรูปทรงและวัสดุเปลือกอาคารที่เหมาะสมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
2. เพื่อวิเคราะห์แนวทางการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้เป็นส่วนหนึ่งของเครื่องมือช่วยในกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมทางด้านการอนุรักษ์พลังงาน
3. เพื่อให้สถาปนิก นักศึกษา และผู้ที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพสถาปัตยกรรม สามารถใช้เป็นแนวทางการประยุกต์ใช้ในกระบวนการออกแบบทางสถาปัตยกรรมเชิงบูรณาการ (Integrated Design) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขอบเขตการวิจัย

1. วิธีการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังและหลังคา จะยึดถือสมการ และค่าต่าง ๆ ตามที่ พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ได้กำหนดไว้
2. ทิศทางที่ใช้กำหนดในการคำนวณ คือ 16 ทิศ
3. ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเฉพาะในเรื่องของการถ่ายเทความร้อน จึงไม่ครอบคลุมถึงการศึกษาเรื่องการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ ประโยชน์จากการนำแสงธรรมชาติมาใช้ภายในอาคาร ภาระการปรับอากาศ ข้อบังคับทางกฎหมายอันเนื่องมาจากตำแหน่งที่ตั้งของที่ดิน
4. การวิจัยครั้งนี้ไม่ศึกษารวมถึงวิธีการถ่ายโอนข้อมูลจากโปรแกรมประยุกต์อื่นเข้ามาใช้ในโปรแกรมฯ

วิธีการวิจัย

1. ขั้นตอนการศึกษา รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูล
   1.1 ศึกษาวิธีการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังและหลังคา ตามที่ พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ได้กำหนดไว้
   1.2 รวบรวม ศึกษา และวิเคราะห์โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีลักษณะการทำงานใกล้เคียงกันที่ได้มีผู้จัดทำไว้แล้ว
   1.3 ศึกษา และรวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการทำงาน แนวคิดและแนวทางการแก้ไขจากงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม
2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา
   2.1 การวิเคราะห์ปัญหาจากกระบวนการทำงานด้านสถาปัตยกรรม
      2.1.1 วิเคราะห์ตัวแปรที่ส่งผลต่อการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังและหลังคา
      2.1.2 ความสอดคล้องของการทำงานทางด้านสถาปัตยกรรมกับวิธีการคำนวณโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

2.1.3 วิธีการป้อนข้อมูล การคำนวณ และการแสดงผล

2.1.4 วิธีการแก้ไข การปรับเปลี่ยนองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการในด้านการอนุรักษ์พลังงาน

2.1.5 ข้อจำกัดในการทำงานทางด้านสถาปัตยกรรม

2.2 การวิเคราะห์ปัญหาจากกระบวนการทำงานด้านคอมพิวเตอร์

2.2.1 กระบวนการทำงานด้านคอมพิวเตอร์ และวิธีการพัฒนาโปรแกรม

2.2.2 การคัดเลือกวิธีการพัฒนาโปรแกรมให้เหมาะสมกับประเภทของงาน วัตถุประสงค์ และระยะเวลาการทำวิจัย

2.2.3 วิเคราะห์วิธีการป้อนข้อมูล และการติดต่อกับผู้ใช้งาน

2.2.4 วิธีการแสดงผลข้อมูล

2.2.5 ข้อจำกัดในการทำงานของคอมพิวเตอร์

3. ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือช่วยในการออกแบบ

3.1 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมฯ

3.2 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของโปรแกรมฯ

3.3 การปรับปรุง และแก้ไขโปรแกรมฯ

3.4 ขั้นตอนการจัดทำต้นแบบของโปรแกรมฯ เพื่อทำการเผยแพร่ต่อไป

4. การสรุปผลการวิจัย

4.1 ปัญหาที่ได้เกิดขึ้นในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร และหลังคา

4.2 วิธีการที่นำมาใช้ในการปรับปรุงโปรแกรมฯ

4.3 ประสิทธิภาพที่ได้จากการพัฒนา และใช้งานโปรแกรมฯ

4.4 แนวทางการพัฒนาโปรแกรมฯ เพื่อช่วยในกระบวนการทำงานทางด้านสถาปัตยกรรม

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. สามารถพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการออกแบบรูปทรงและเลือกวัสดุที่เหมาะสมสำหรับอาคาร และสอดคล้องตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการะอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว
2. สามารถบูรณาการความสามารถในการทำงานของคอมพิวเตอร์เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องมือในกระบวนการทำงานทางสถาปัตยกรรมที่ตอบสนองต่อการใช้งานได้อย่างแท้จริง
3. นำผลที่ได้จากการวิจัยไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการออกแบบทางสถาปัตยกรรมได้อย่างต่อเนื่อง ร่นระยะเวลาและขั้นตอนในการทำงานลง ตลอดจนเป็นแนวทางเพื่อช่วยให้ผู้ออกแบบสามารถตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 2

การสำรวจแนวความคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาแนวความคิดที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย ได้แบ่งหัวข้อที่สำคัญในการศึกษาออกเป็น 3 หัวข้อ คือ

- การศึกษาและวิเคราะห์ทฤษฎีพื้นฐานในการคำนวณ
- การศึกษาและวิเคราะห์โปรแกรมฯ ด้านพลังงานที่ได้มีการจัดทำมาแล้ว
- การสำรวจแนวความคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การศึกษาและวิเคราะห์ทฤษฎีพื้นฐานในการคำนวณ

การคำนวณค่า OTTV และ RTTV นั้น ในแต่ละประเทศได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานที่แตกต่างกันออกไป สำหรับประเทศไทย ข้อกำหนดและค่ามาตรฐานต่าง ๆ ได้นำมาจาก พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ที่ได้มีการปรับปรุงให้เหมาะสมและสอดคล้องกับการใช้งานในประเทศไทย มีรายละเอียดโดยสังเขปดังต่อไปนี้

1.1 ข้อกำหนดเบื้องต้น

1.1.1 อาคารเก่า หมายความว่า อาคารที่ได้ก่อสร้างแล้วเสร็จหรือกำลังก่อสร้างหรือยังไม่ได้ก่อสร้าง แต่ได้ยื่นขออนุญาตก่อสร้างไว้แล้วก่อนกฎกระทรวงนี้มีผลบังคับใช้

1.1.2 อาคารใหม่ หมายความว่า อาคารที่ได้ยื่นขออนุญาตก่อสร้างหลังกฎกระทรวงนี้มีผลบังคับใช้

1.1.3 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านกรอบอาคาร (OTTV)

อาคารเก่า มีค่าไม่เกิน 55 วัตต์/ตารางเมตร (w/m^2)

อาคารใหม่ มีค่าไม่เกิน 45 วัตต์/ตารางเมตร (w/m^2)

1.1.4 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคา (RTTV)

อาคารเก่าและใหม่ มีค่าไม่เกิน 25 วัตต์/ตารางเมตร (w/m^2)

1.2 วิธีการคำนวณ

การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารและหลังคาได้แบ่งวิธีการคำนวณออกเป็นดังนี้

1.2.1 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านกรอบอาคาร (Overall Thermal Transfer Value)

$$OTTV_i = (U_w)(A_w)(TD_{eq}) + (SC)(A_f)(SF) + (U_f)(A_f)(\Delta T)$$

เมื่อ

$OTTV_i$ = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านที่พิจารณา (w/m^2)

U_w = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังทึบ ($w/m^{2\ O}c$)

A_w = พื้นที่ของผนังทึบ (m^2)

TD_{eq} = ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิเทียบเท่า

SC = สัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่าง

A_f = พื้นที่ช่องเปิด (m^2)

SF = ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (w/m^2)

U_f = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังโปร่งแสง ($w/m^{2\ O}c$)

ΔT = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคาร ประเทศไทยใช้ $5\ ^{O}c$

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง เฉลี่ยทั้งอาคาร มีสมการดังนี้

$$OTTV = \frac{(A_{01})(OTTV_{01}) + (A_{02})(OTTV_{02}) + \ldots + (A_{0i})(OTTV_{0i})}{A_{01} + A_{02} + \ldots + A_{0i}}$$

เมื่อ

OTTV = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง เฉลี่ยทั้งอาคาร (w/m^2)

$OTTV_{01}$ = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านที่พิจารณา (w/m^2)

A_{01} = พื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านที่พิจารณา (m^2)

1.2.2 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคา (Roof Thermal Transfer Value)

$$RTTV_i = (U_w)(A_w)(TD_{eq}) + (SC)(A_f)(SF) + (U_f)(A_f)(\Delta T)$$

เมื่อ

$RTTV_i$ = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาด้านที่พิจารณา (w/m^2)

U_w = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของหลังคา ($w/m^{2\ O}c$)

A_w = พื้นที่ของหลังคา (m^2)

TD_{eq} = ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิเทียบเท่า

SC = สัมประสิทธิ์การบังแดดของช่องรับแสง

A_f = พื้นที่ช่องรับแสง (m^2)

SF = ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (w/m^2)

U_f = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของหลังคาโปร่งแสง ($w/m^{2\ O}c$)

ΔT = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคาร ประเทศไทยใช้ $5\ ^{O}c$

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง เฉลี่ยทั้งอาคาร มีสมการดังนี้

$$RTTV = \frac{(A_{01})(RTTV_{01}) + (A_{02})(RTTV_{02}) + \ldots + (A_{0i})(RTTV_{0i})}{A_{01} + A_{02} + \ldots + A_{0i}}$$

เมื่อ

RTTV = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาเฉลี่ยทั้งอาคาร (w/m^2)

$RTTV_{01}$ = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาด้านที่พิจารณา (w/m^2)

A_{01} = พื้นที่ทั้งหมดของหลังคาด้านที่พิจารณา (m^2)

จากข้อมูลของวิธีการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนข้างต้น สามารถวิเคราะห์ตัว-แปรที่ใช้ในการคำนวณแบ่งตามลักษณะของการรับค่า แบ่งได้เป็นดังนี้

- ตัวแปรที่เป็นค่าคงที่ คือ ค่า ΔT
- ตัวแปรที่สามารถปรับเปลี่ยนค่าได้ โดยนำค่ามาจากตาราง (ดูรายละเอียดในภาคผนวก) เช่น ค่า TD_{eq} ค่า SF ค่า R ของช่องว่างอากาศ เป็นต้น
- ตัวแปรที่สามารถปรับเปลี่ยนค่าได้ โดยผู้ใช้โปรแกรมฯ เช่น พื้นที่ผนังทึบ-ผนังโปร่งแสงซึ่งจะขึ้นอยู่กับรูปแบบของอาคาร ค่า U, SC ซึ่งจะขึ้นอยู่กับวัสดุที่เลือกใช้ ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

จากลักษณะการรับค่าของตัวแปรแต่ละกลุ่ม สามารถที่จะนำมาพิจารณาจัดรูป-แบบความสัมพันธ์ของการจัดองค์ประกอบในการพัฒนาโปรแกรมฯ แนวทางการป้อนข้อมูล โดยจะกล่าวถึงรายละเอียดและแนวทางการทำงานในบทต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. การศึกษาและวิเคราะห์โปรแกรมฯ ด้านพลังงานที่ได้มีการจัดทำมาแล้ว

จากการศึกษาลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับเรื่องของการอนุรักษ์พลังงาน และการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนที่ได้มีการจัดทำมาแล้ว โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้คัดเลือกและนำมาวิเคราะห์ประกอบไปด้วย

- โปรแกรมการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านอาคารและประเมินการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร (Overall Thermal Transfer Value and Energy Estimation: OTTVEE version 1.0 a)
- โปรแกรมคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร (Q-SAVE SFG-OTTV Calculation Program)
- โปรแกรม ENER-WIN 97.02 Hourly Energy Simulation Program for Buildings

โดยมีหัวข้อในการวิเคราะห์โปรแกรมคอมพิวเตอร์แบ่งออกได้เป็นดังนี้

- ระบบการทำงาน
- ระบบการป้อนข้อมูล
- ระบบการประมวลผล
- ระบบการแสดงผล

2.1 โปรแกรมการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านอาคารและประเมินการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร (Overall Thermal Transfer Value and Energy Estimation: OTTVEE version 1.0 a)

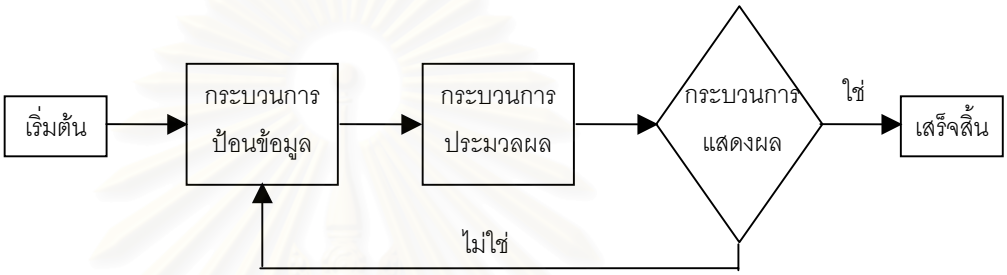
รูปที่ 2.1 ลักษณะของโปรแกรม OTTVEE version 1.0 a

ที่มา: โปรแกรม Overall Thermal Transfer Value and Energy Estimation: OTTVEE version 1.0 a

2.1.1 ข้อมูลเบื้องต้น

เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยสถาบันวิจัยพลังงานจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยการสนับสนุนของสำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ เพื่อให้เป็นโปรแกรมที่ง่ายต่อการใช้งาน ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการใช้งานอย่างแพร่หลาย เข้าใจอิทธิพลของตัวแปรที่ส่งผลต่อการอนุรักษ์พลังงานอย่างถูกต้อง และเพื่อให้เกิดจิตสำนึกที่ดีในการอนุรักษ์พลังงาน ฯลฯ โปรแกรมฯ นี้ทำงานบนระบบไมโครซอฟท์วินโดว์ (Microsoft Windows)

2.1.2 ระบบการทำงาน



รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะกระบวนการทำงานของโปรแกรม OTTVEE version 1.0 a

จากการวิเคราะห์กระบวนการทำงานของโปรแกรม OTTVEE version 1.0 a จะพบว่า ลักษณะการทำงานจะเป็นแบบเส้นตรง (ดังรูปที่ 2.2) ประกอบไปด้วย 3 กระบวนการหลัก ตามลำดับขั้นตอน คือ

2.1.2.1 กระบวนการป้อนข้อมูล เป็นกระบวนการในการป้อนข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ของโครงการ เช่น ที่ตั้ง ทิศทาง วัสดุของระบบผนังและช่องเปิด เป็นต้น

2.1.2.2 กระบวนการประมวลผล เมื่อเสร็จสิ้นจากกระบวนการป้อนข้อมูลแล้ว จะต้องเข้าสู่กระบวนการประมวลผลก่อน เพื่อสั่งให้โปรแกรมทำการคำนวณตามข้อมูลที่ได้ป้อนเข้าไป

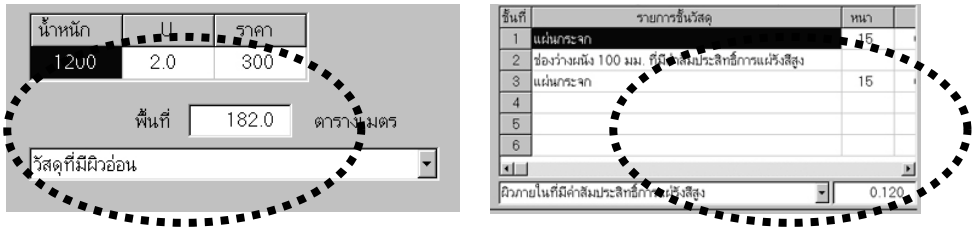
2.1.2.3 กระบวนการแสดงผล เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการประมวลผล โปรแกรมฯ จะแสดงผลลัพธ์ที่ได้ออกมาในรูปแบบต่าง ๆ

2.1.2.4 หากผลที่ได้ยังไม่เป็นที่พอใจ จะต้องย้อนกลับไปที่กระบวนการป้อนข้อมูลอีกครั้งเพื่อดำเนินการแก้ไข ปรับเปลี่ยนข้อมูล จากนั้นต้องเข้าสู่กระบวนการประมวลผลอีกครั้งหนึ่ง หรือทำซ้ำจนกว่าจะได้ผลเป็นที่ต้องการ

2.1.3 ระบบการป้อนข้อมูล

ระบบการป้อนข้อมูลของโปรแกรม OTTVEE สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

2.1.3.1 การป้อนข้อมูลโดยการป้อนค่าด้วยตนเอง

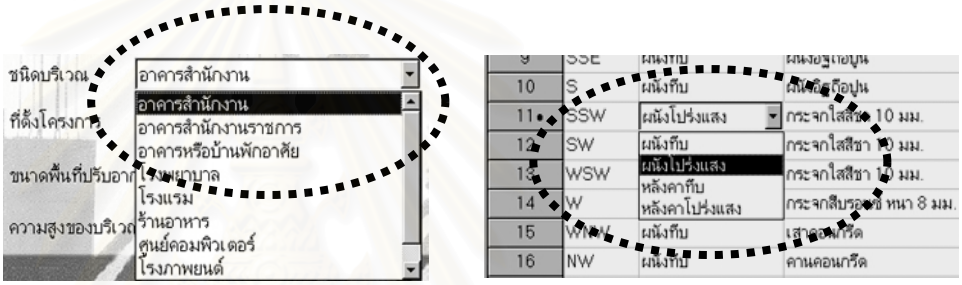


(ก) (ข)

รูปที่ 2.3 แสดงการป้อนข้อมูลโดยการป้อนค่าด้วยตนเอง

ที่มา: โปรแกรม Overall Thermal Transfer Value and Energy Estimation: OTTVEE version 1.0 a

2.1.3.2 การป้อนข้อมูลโดยการเลือกจากค่าที่กำหนดมาให้

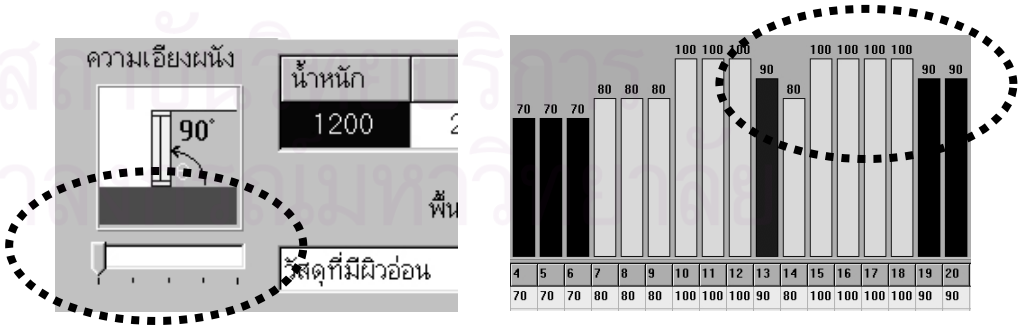


(ก) (ข)

รูปที่ 2.4 แสดงการป้อนข้อมูลโดยการเลือกจากค่าที่กำหนดมาให้

ที่มา: โปรแกรม Overall Thermal Transfer Value and Energy Estimation: OTTVEE version 1.0 a

2.1.3.3 การป้อนข้อมูลโดยการเลื่อน / ปรับเปลี่ยนค่า



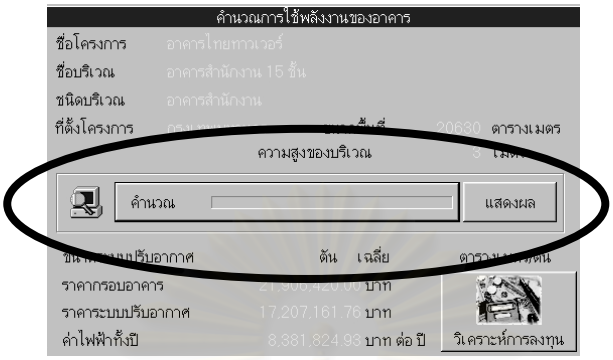
(ก) (ข)

รูปที่ 2.5 แสดงการป้อนข้อมูลโดยการเลื่อน / ปรับเปลี่ยนค่า

ที่มา: โปรแกรม Overall Thermal Transfer Value and Energy Estimation: OTTVEE version 1.0 a

2.1.4 ระบบการประมวลผล

เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการป้อนข้อมูลแล้ว หากผู้ใช้งานต้องการทราบผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นแล้ว จะต้องทำการสั่งให้ประมวลผลทุกครั้ง

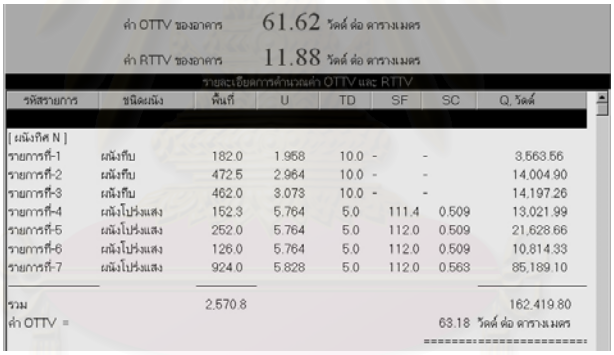


รูปที่ 2.6 แสดงระบบการประมวลผล

ที่มา: โปรแกรม Overall Thermal Transfer Value and Energy Estimation: OTTVEE version 1.0 a

2.1.5 ระบบการแสดงผล

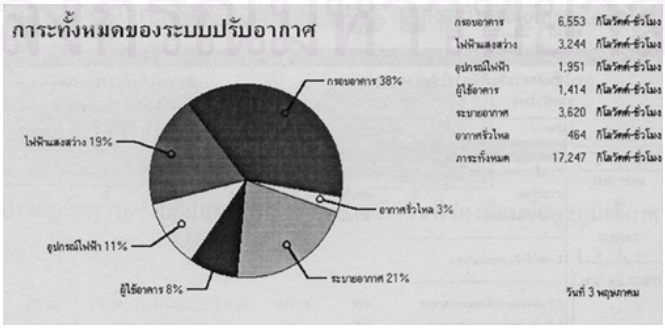
2.1.5.1 การแสดงผลด้วยตัวอักษร / ตัวเลข



รูปที่ 2.7 แสดงการแสดงผลด้วยตัวอักษร / ตัวเลข

ที่มา: โปรแกรม Overall Thermal Transfer Value and Energy Estimation: OTTVEE version 1.0 a

2.1.5.2 การแสดงผลด้วยแผนภูมิ



รูปที่ 2.8 แสดงการแสดงผลด้วยแผนภูมิ

ที่มา: โปรแกรม Overall Thermal Transfer Value and Energy Estimation: OTTVEE version 1.0 a

2.1.6 ขั้นตอนการใช้งานโดยสังเขป

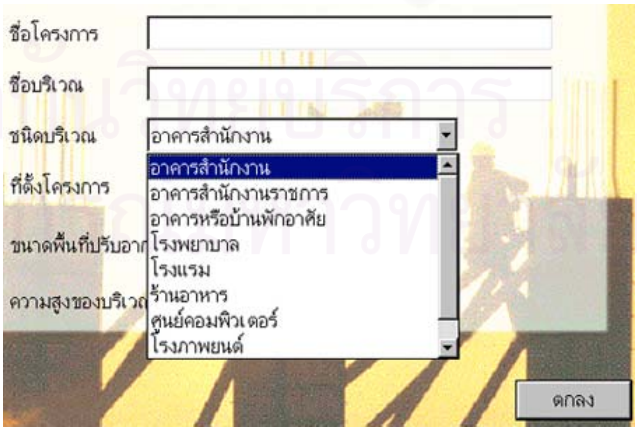
รูปที่ 2.9 แสดงเมนูหลักของโปรแกรม OTTVEE

ที่มา: โปรแกรม Overall Thermal Transfer Value and Energy Estimation: OTTVEE version 1.0 a

เมนูหลักของโปรมแกรมจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่1 ส่วนสร้างโครงการ จะประกอบไปด้วยการป้อนข้อมูลเบื้อง-ต้นของโครงการ เช่น ที่ตั้งโครงการ ขนาดพื้นที่ ความสูงของบริเวณ จำนวนผู้ใช้อาคาร

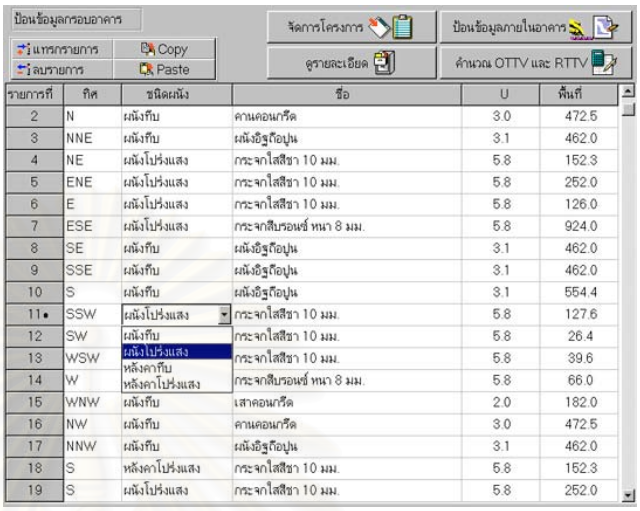
ส่วนที่ 2 ค่าพื้นฐานการใช้งาน จะประกอบไปด้วยการป้อนข้อมูลของค่าต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในการคำนวณ เช่น ค่าสัมประสิทธิ์การการถ่ายเทความร้อนของผนัง วัสดุ-ผนังทึบ วัสดุกระจก ค่าฟิล์มอากาศภายนอกและภายใน อัตราค่าไฟฟ้า เป็นต้น



รูปที่ 2.10 แสดงส่วนการสร้างโครงการใหม่

ที่มา: โปรแกรม Overall Thermal Transfer Value and Energy Estimation: OTTVEE version 1.0 a

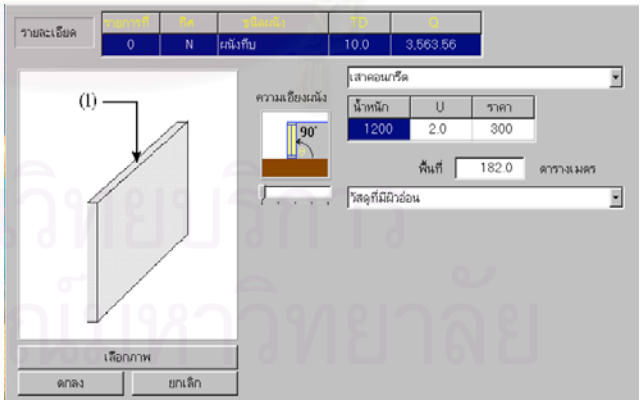
ขั้นตอนแรกในการทำงานของโปรแกรมจะต้องเริ่มต้นที่การป้อนข้อมูลเฉพาะของโครงการเสียก่อน การใส่ข้อมูลสามารถทำได้โดยการป้อนข้อมูลในช่อง หรือเลือกจากรายการที่โปรแกรมได้เตรียมไว้ให้แล้ว



รูปที่ 2.11 แสดงการป้อนข้อมูลกรอบอาคารของโปรแกรม OTTVEE

ที่มา: โปรแกรม Overall Thermal Transfer Value and Energy Estimation: OTTVEE version 1.0 a

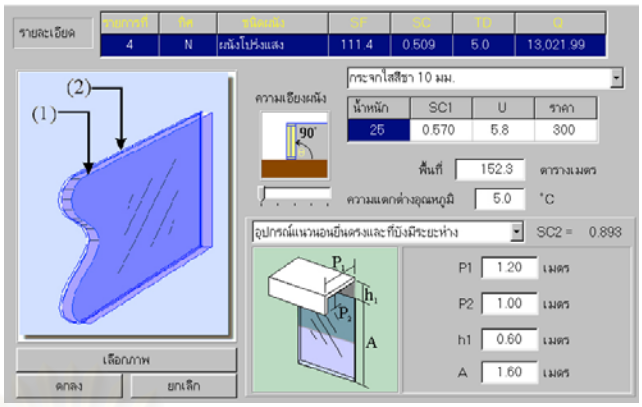
ป้อนรายละเอียดข้อมูลกรอบอาคาร ซึ่งจะมี 2 ส่วนหลัก ๆ คือ ส่วนแรก เป็นการป้อนทิศของอาคาร ซึ่งกำหนดได้ทั้งหมด 16 ทิศ และการป้อนชนิดผนังในทิศนั้น ๆ ซึ่งแยกออกเป็นผนังทึบ,ผนังโปร่งแสง, หลังคาทึบ และหลังคาโปร่งแสง



รูปที่ 2.12 แสดงการป้อนข้อมูลวัสดุผนังทึบของโปรแกรม OTTVEE

ที่มา: โปรแกรม Overall Thermal Transfer Value and Energy Estimation: OTTVEE version 1.0 a

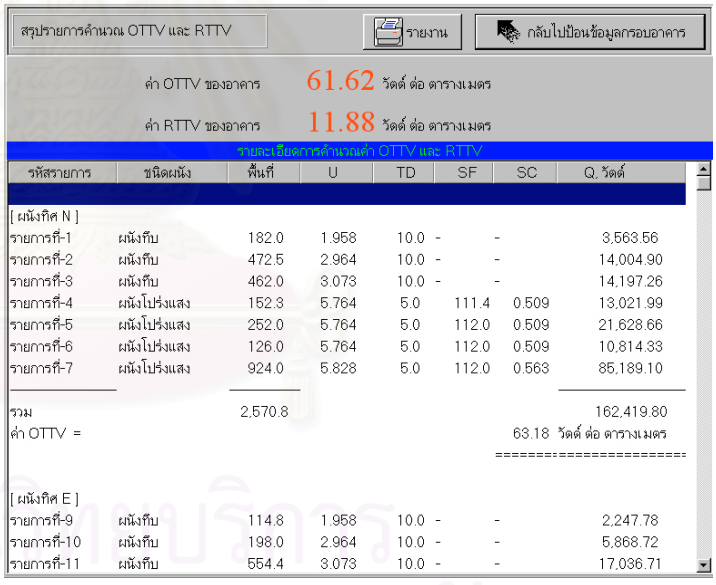
ส่วนที่ 2 เป็นส่วนของการป้อนรายละเอียดปลีกย่อยของข้อมูลผนังชนิดนั้น ๆ ข้อมูลผนังทึบที่ต้องการ คือ ชื่อของผนังทึบ,น้ำหนัก, ค่า U ของผนังทึบ, ราคา, ภาพ, ความเอียง, พื้นที่, และสีผิว ซึ่งข้อมูลบางส่วนสามารถหาได้จากฐานข้อมูลในโปรแกรม



รูปที่ 2.13 แสดงการป้อนข้อมูลวัสดุผนังโปร่งแสงของโปรแกรม OTTVEE

ที่มา: โปรแกรม Overall Thermal Transfer Value and Energy Estimation: OTTVEE version 1.0 a

ข้อมูลผนังโปร่งแสงที่ต้องการ คือ ชื่อของผนังโปร่งแสง, น้ำหนัก, ค่า SC1, ค่า U ของผนังโปร่งแสง, ราคา, ความเอียงของผนัง, ความแตกต่างของอุณหภูมิ(TD), และ SC2

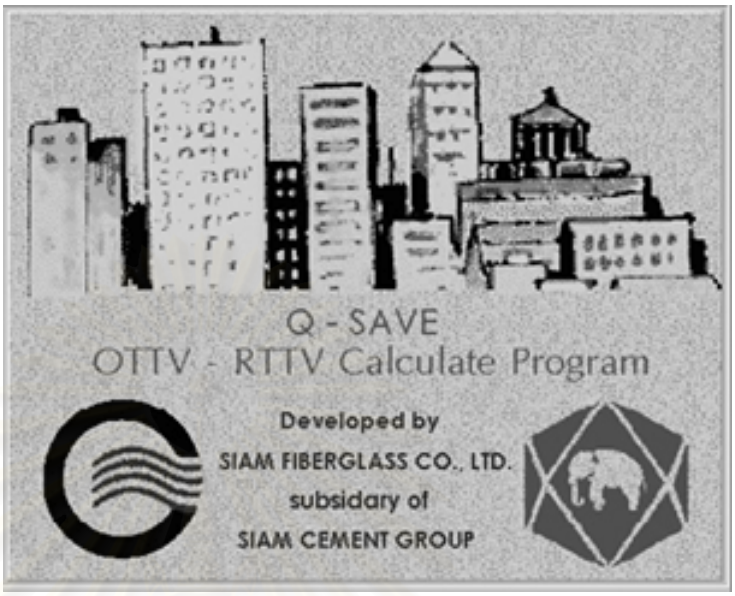


รูปที่ 2.14 แสดงผลที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรม OTTVEE

ที่มา: โปรแกรม Overall Thermal Transfer Value and Energy Estimation: OTTVEE version 1.0 a

เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนในการกรอกข้อมูลอาคารแล้ว สามารถที่จะคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านอาคารและหลังคาได้ เมื่อเสร็จสิ้นการคำนวณ โปรแกรมฯ จะแสดงผลออกมาในรูปแบบของรายการคำนวณแยกตามแต่ละทิศ

2.2 โปรแกรมคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร (Q-SAVE SFG-OTTV Calculation Program)

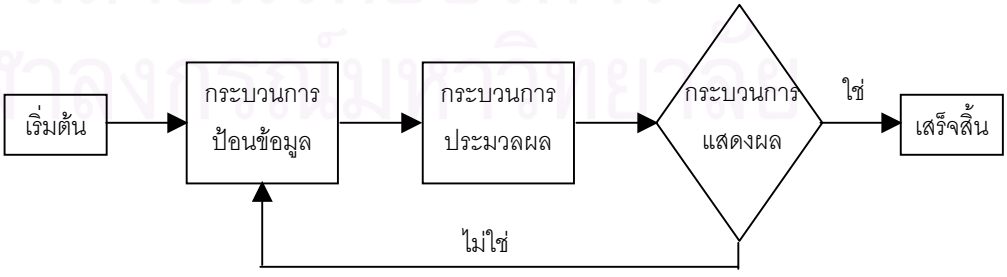


รูปที่ 2.15 ลักษณะของโปรแกรม Q-SAVE SFG-OTTV Calculation
ที่มา: โปรแกรม Q-SAVE SFG-OTTV Calculation

2.2.1 ข้อมูลเบื้องต้น

เป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัท สยามไฟเบอร์กลาส จำกัด มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะให้ความสะดวกและรวดเร็วในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร สามารถคำนวณค่าใช้จ่ายและระยะเวลาคุ้มทุนในการปรับปรุง เปลี่ยนแปลงอาคาร เป็นโปรแกรมที่ทำงานบนระบบไมโครซอฟท์วินโดว์ (Microsoft Windows)

2.2.2 ระบบการทำงาน



รูปที่ 2.16 แสดงลักษณะกระบวนการทำงานของโปรแกรม Q-SAVE SFG-OTTV Calculation
ที่มา: โปรแกรม Q-SAVE SFG-OTTV Calculation

จากการวิเคราะห์กระบวนการทำงานของโปรแกรม Q-SAVE SFG-OTTV Calculation จะพบว่า ลักษณะการทำงานจะเป็นแบบเส้นตรง (ดังรูปที่ 2.16) ประกอบไปด้วย 3 กระบวนการหลักตามลำดับขั้นตอน คือ

2.2.2.1 กระบวนการป้อนข้อมูล เป็นกระบวนการในการป้อนข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ของโครงการ เช่น ที่ตั้ง ทิศทาง วัสดุของระบบผนังและช่องเปิด เป็นต้น

2.2.2.2 กระบวนการประมวลผล เมื่อเสร็จสิ้นจากกระบวนการป้อนข้อมูลแล้ว จะต้องเข้าสู่กระบวนการประมวลผลก่อน เพื่อสั่งให้โปรแกรมฯ ทำการคำนวณตามข้อมูลที่ได้ป้อนเข้าไป

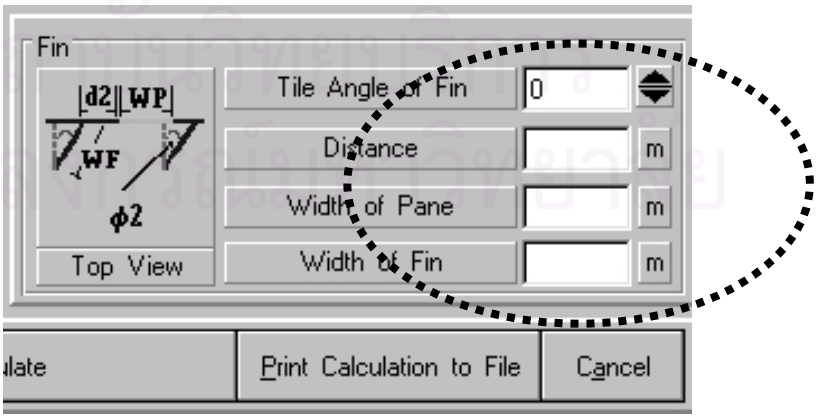
2.2.2.3 กระบวนการแสดงผล เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการประมวลผล โปรแกรมฯ จะแสดงผลลัพธ์ที่ได้ออกมาในรูปแบบต่าง ๆ

หากผลที่ได้ยังไม่เป็นที่พอใจ จะต้องย้อนกลับไปที่กระบวนการป้อนข้อมูลอีกครั้ง ดำเนินการแก้ไข ปรับเปลี่ยนข้อมูล จากนั้นต้องเข้าสู่กระบวนการประมวลผลอีกครั้งหนึ่ง หรือทำซ้ำจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจซึ่งกระบวนการทำงานของโปรแกรม Q-SAVE SFG-OTTV Calculation จะคล้ายคลึงกับกระบวนการทำงานของโปรแกรม OTTVEE

2.2.3 ระบบการป้อนข้อมูล

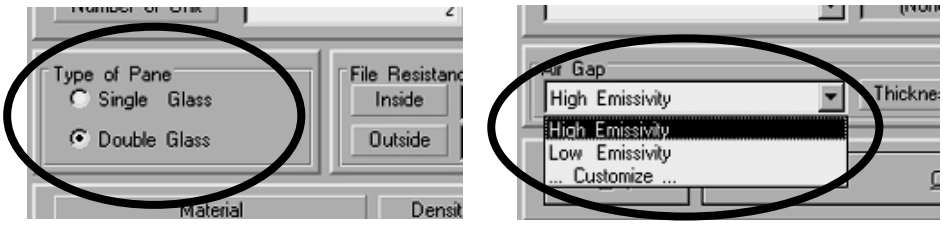
ระบบการป้อนข้อมูลของโปรแกรม Q-SAVE SFG-OTTV Calculation สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

2.2.3.1 การป้อนข้อมูลโดยการป้อนค่าด้วยตนเอง



รูปที่ 2.17 แสดงลักษณะการป้อนข้อมูลโดยการป้อนค่าด้วยตนเอง
ที่มา: โปรแกรม Q-SAVE SFG-OTTV Calculation

2.2.3.2 การป้อนข้อมูลโดยการเลือกจากค่าที่กำหนดมาให้

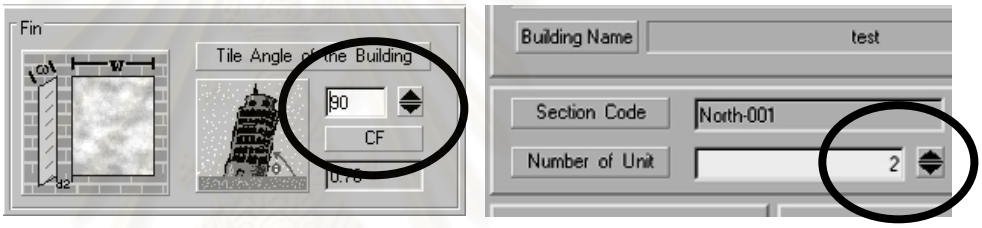


(ก) (ข)

รูปที่ 2.18 แสดงลักษณะการป้อนข้อมูลโดยการเลือกจากค่าที่กำหนดมาให้

ที่มา: โปรแกรม Q-SAVE SFG-OTTV Calculation

2.2.3.3 การป้อนข้อมูลโดยการเลื่อน / ปรับเปลี่ยนค่า



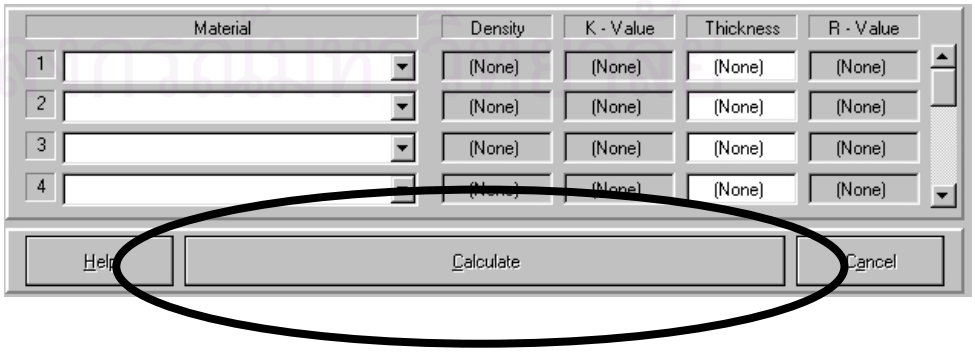
(ก) (ข)

รูปที่ 2.19 แสดงลักษณะการป้อนข้อมูลโดยการเลื่อน / ปรับเปลี่ยนค่า

ที่มา: โปรแกรม Q-SAVE SFG-OTTV Calculation

2.2.4 ระบบการประมวลผล

เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการป้อนข้อมูลแล้ว หากต้องการทราบผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นแล้ว จะต้องทำการสั่งให้ประมวลผลทุกครั้ง

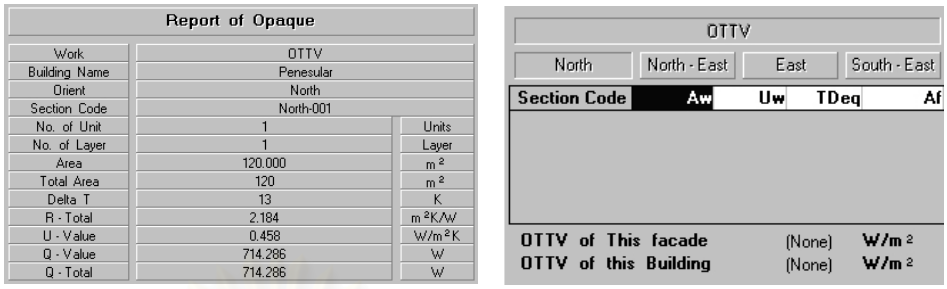


รูปที่ 2.20 แสดงระบบการประมวลผล

ที่มา: โปรแกรม Q-SAVE SFG-OTTV Calculation

2.2.5 ระบบการแสดงผล

2.2.5.1 การแสดงผลด้วยตัวอักษร / ตัวเลข



Report of Opaque

Work	OTTV	
Building Name	Penesular	
Orient	North	
Section Code	North-001	
No. of Unit	1	Units
No. of Layer	1	Layer
Area	120.000	m^2
Total Area	120	m^2
Delta T	13	K
R - Total	2.184	m^2K/W
U - Value	0.458	W/m^2K
Q - Value	714.286	W
Q - Total	714.286	W

OTTV

North	North - East	East	South - East

Section Code	Aw	Uw	TDeq	Af

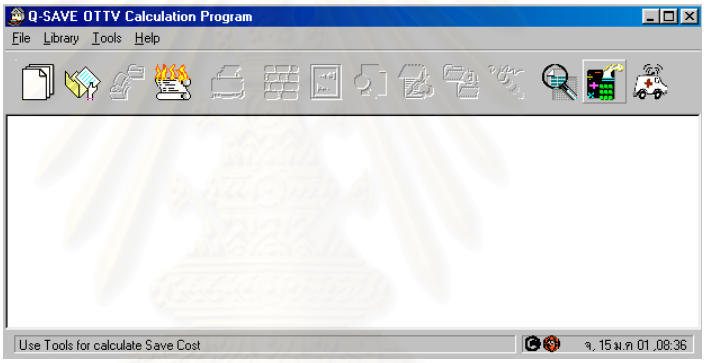
OTTV of This facade	(None)	W/m^2
OTTV of this Building	(None)	W/m^2

(ก) (ข)

รูปที่ 2.21 แสดงลักษณะการแสดงผลด้วยตัวอักษร / ตัวเลข

ที่มา: โปรแกรม Q-SAVE SFG-OTTV Calculation

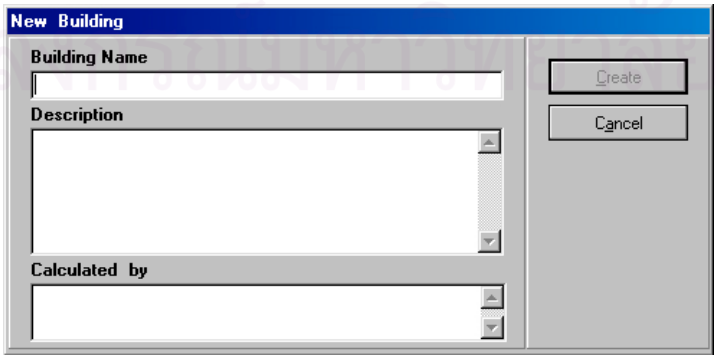
2.5.6 ขั้นตอนการใช้งานโดยสังเขป



รูปที่ 2.22 แสดงลักษณะการแสดงผลด้วยตัวอักษร / ตัวเลข ของโปรแกรม Q-SAVE

ที่มา: โปรแกรม Q-SAVE SFG-OTTV Calculation

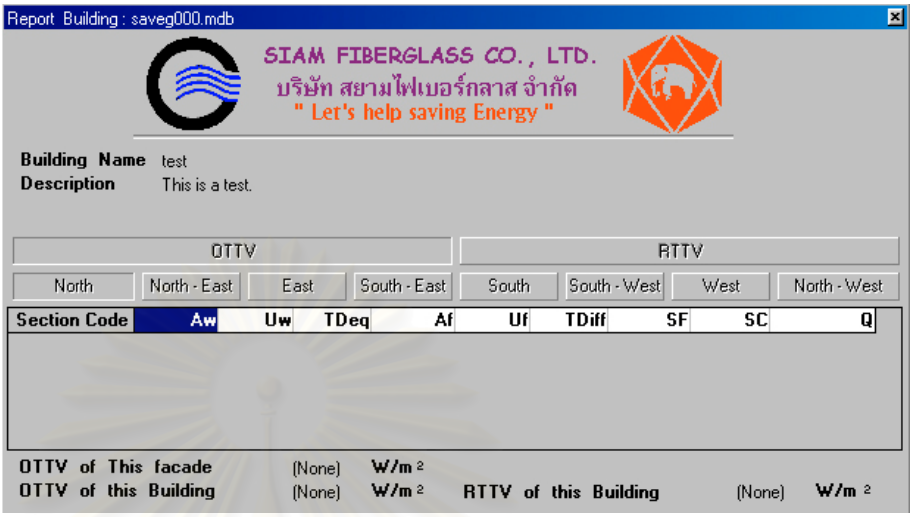
หน้าจอหลักของโปรแกรมจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบดังนี้ การสร้างฐานข้อมูลใหม่, การเปิดฐานข้อมูลเก่าของอาคารที่ได้สร้างไว้แล้ว, การลบฐานข้อมูล, การแก้ไขฐานข้อมูลอื่น ๆ ในการคำนวณ,การคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า



รูปที่ 2.23 แสดงลักษณะการสร้างฐานข้อมูลอาคารใหม่ของโปรแกรม Q-SAVE

ที่มา: โปรแกรม Q-SAVE SFG-OTTV Calculation

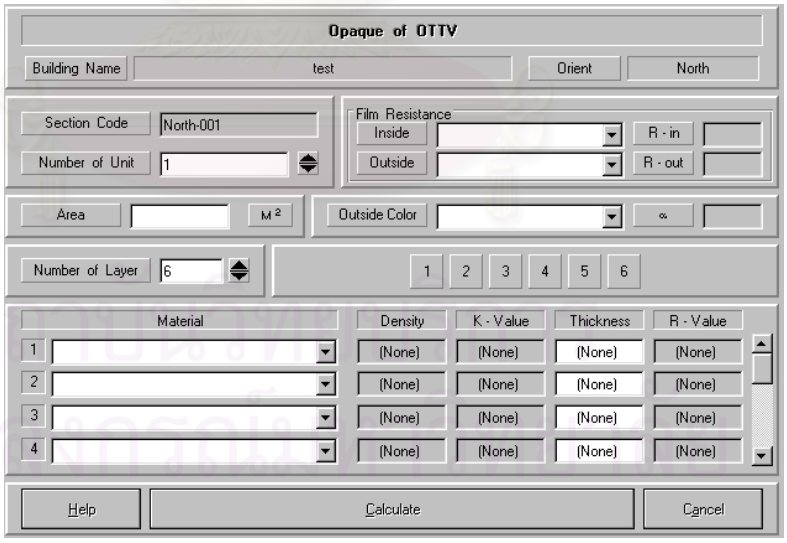
การสร้างฐานข้อมูลอาคารใหม่ประกอบด้วยการป้อนข้อมูลพื้น-ฐาน 3 ส่วน คือ ชื่ออาคาร, คำอธิบายเกี่ยวกับตัวอาคาร และชื่อของผู้คำนวณ



รูปที่ 2.24 แสดงหน้าจอสรุปข้อมูลอาคารของโปรแกรม Q-SAVE

ที่มา: โปรแกรม Q-SAVE SFG-OTTV Calculation

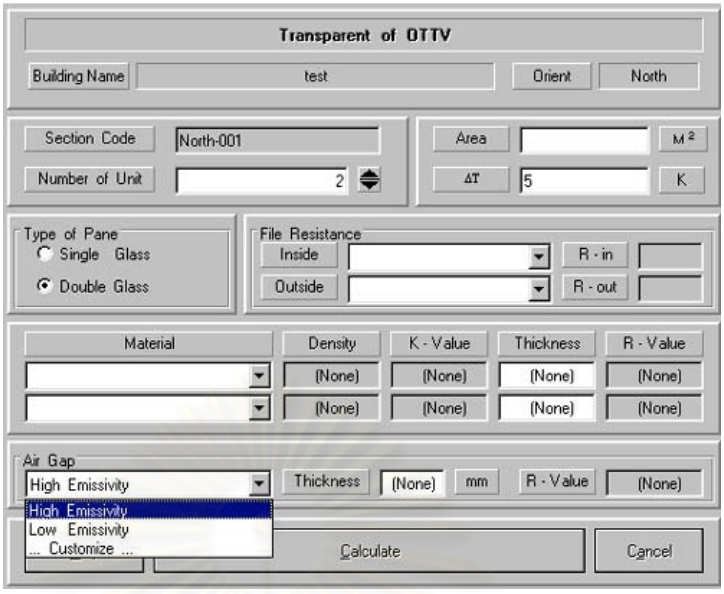
หลังจากป้อนข้อมูลพื้นฐานแล้วจะเข้าสู่ฟอร์มการทำงานและแสดงข้อมูลโดยสรุปของอาคารโดยอัตโนมัติ ก่อนที่จะแสดงผลข้อมูล จำเป็นที่จะต้องป้อนรายละเอียดในการคำนวณ



รูปที่ 2.25 แสดงการป้อนข้อมูลวัสดุผนังทึบของโปรแกรม Q-SAVE

ที่มา: โปรแกรม Q-SAVE SFG-OTTV Calculation

เมื่อเสร็จสิ้นการป้อนรายละเอียดข้อมูลของผนังทึบและหลังคาทึบ เช่น ชนิดของผนัง, วัสดุ, ความหนา, ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน เป็นต้น แล้วต้องกดปุ่ม "Calculate" เพื่อให้โปรแกรมเริ่มทำการคำนวณข้อมูล



รูปที่ 2.26 แสดงการป้อนข้อมูลวัสดุผนังโปร่งแสงของโปรแกรม Q-SAVE

ที่มา: โปรแกรม Q-SAVE SFG-OTTV Calculation

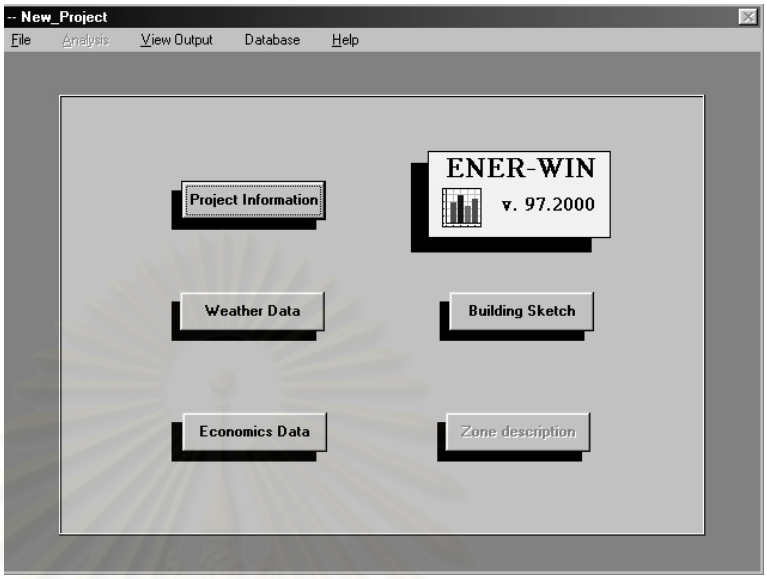
เมื่อเสร็จสิ้นการป้อนรายละเอียดข้อมูลของผนังและหลังคาโปร่ง-แสงแล้วต้องกดปุ่ม "Calculate" เพื่อให้โปรแกรมเริ่มทำการคำนวณข้อมูลเช่นเดียวกัน

รูปที่ 2.27 แสดงรายละเอียดสรุปข้อมูลการคำนวณของโปรแกรม Q-SAVE

ที่มา: โปรแกรม Q-SAVE SFG-OTTV Calculation

เมื่อเสร็จสิ้นการป้อนข้อมูลและกดปุ่ม “Calculate” แล้วจะมีรายละเอียดสรุปข้อมูลที่ได้ป้อนเข้าไป และผลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนในแต่ละส่วนของผนังอาคารที่ทำงานอยู่ออกมาให้ทราบ

2.3 โปรแกรม ENER-WIN 97.02 Hourly Energy Simulation Program for Buildings



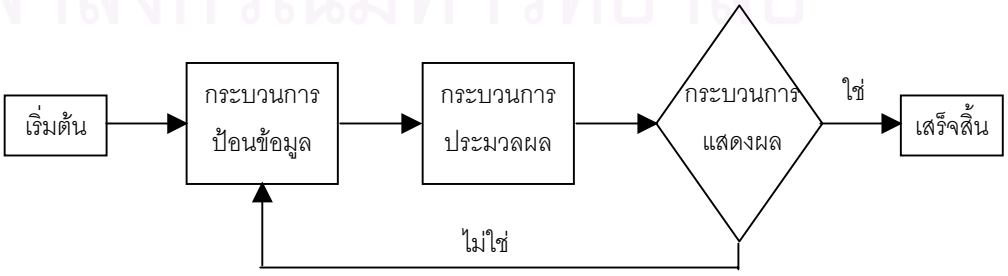
รูปที่ 2.28 ลักษณะของโปรแกรม ENER-WIN

ที่มา: โปรแกรม ENER-WIN 97.02 Hourly Energy Simulation Program for Buildings

2.3.1 ข้อมูลเบื้องต้น

เป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นจากการทำงานร่วมกันของนักศึกษา และภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย Texas A&M ประเทศสหรัฐอเมริกา (Faculty and graduate students in the energy software emphasis area in the Department of Architecture, Texas A&M University) เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณการใช้พลังงานสำหรับอาคาร (Energy Calculation for buildings: ENERCAL) ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ วัตถุประสงค์ในการสร้างโปรแกรมนี้ขึ้นมาเพื่อให้สถาปนิก วิศวกร เจ้าหน้าที่ และนักศึกษาที่สนใจสามารถเข้าใจถึงรายละเอียดและทราบถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคารได้

2.3.2 ระบบการทำงาน



รูปที่ 2.29 ลักษณะกระบวนการทำงานของโปรแกรม ENER-WIN

ที่มา: โปรแกรม ENER-WIN 97.02 Hourly Energy Simulation Program for Buildings

จากการวิเคราะห์กระบวนการทำงานของโปรแกรม ENER-WIN จะพบว่าลักษณะการทำงานจะเป็นแบบเส้นตรง (ดังรูปที่ 2.29) ประกอบไปด้วย 3 กระบวนการหลักตามลำดับขั้นตอน คือ

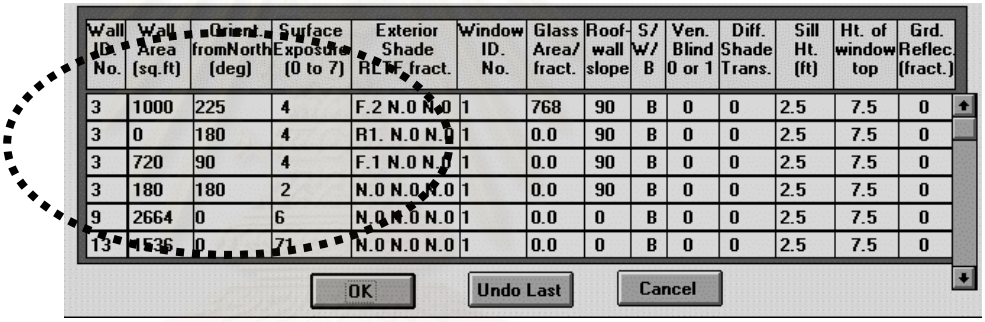
2.1.2.1 กระบวนการป้อนข้อมูล เป็นกระบวนการในการป้อนข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ของโครงการ เช่น ที่ตั้ง ทิศทาง วัสดุของระบบผนังและช่องเปิด เป็นต้น

2.1.2.2 กระบวนการประมวลผล เมื่อเสร็จสิ้นจากกระบวนการป้อนข้อมูลแล้ว จะต้องเข้าสู่กระบวนการประมวลผลก่อน เพื่อสั่งให้โปรแกรมทำการคำนวณตามข้อมูลที่ได้ป้อนเข้าไป

2.1.2.3 กระบวนการแสดงผล เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการประมวลผล โปรแกรมฯ จะแสดงผลลัพธ์ที่ได้ออกมาในรูปแบบต่าง ๆ

2.3.3 ระบบการป้อนข้อมูล

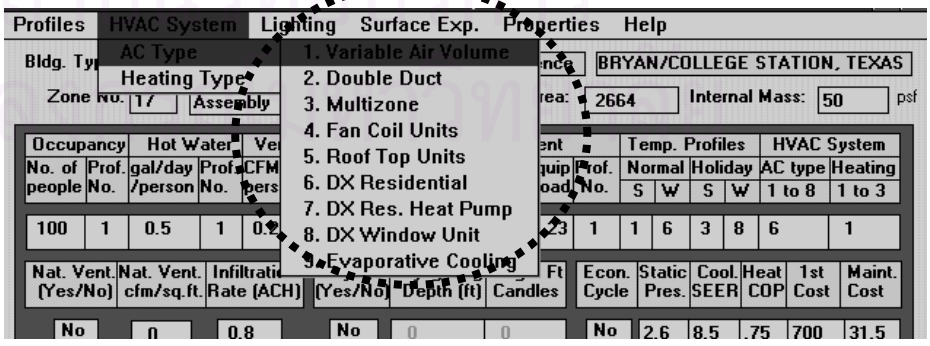
2.3.3.1 การป้อนข้อมูลโดยการป้อนค่าด้วยตนเอง



รูปที่ 2.30 ลักษณะการป้อนข้อมูลโดยการป้อนค่าด้วยตนเอง

ที่มา: โปรแกรม ENER-WIN 97.02 Hourly Energy Simulation Program for Buildings

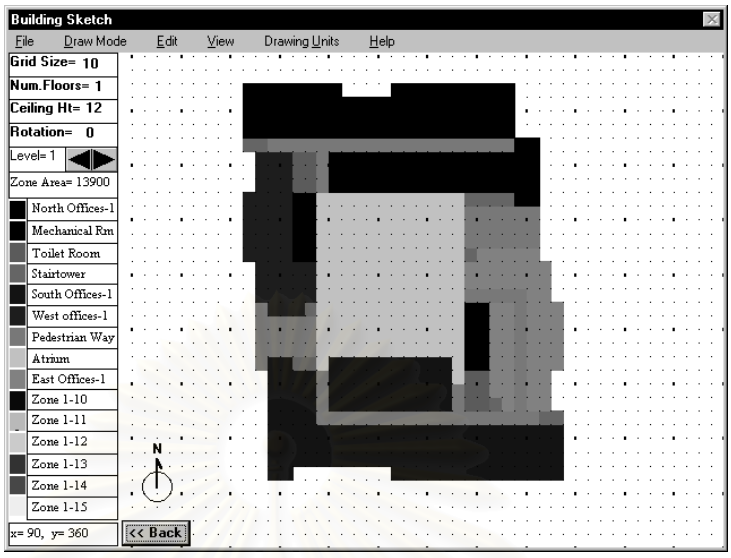
2.3.3.2 การป้อนข้อมูลโดยการเลือกจากค่าที่กำหนดมาให้



รูปที่ 2.31 ลักษณะการป้อนข้อมูลโดยการเลือกจากค่าที่กำหนดมาให้

ที่มา: โปรแกรม ENER-WIN 97.02 Hourly Energy Simulation Program for Buildings

2.3.3.3 การป้อนข้อมูลโดยการวาดภาพ

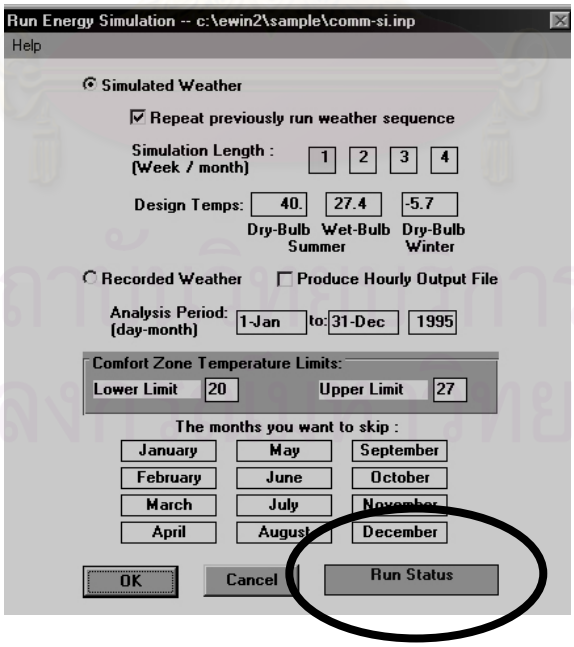


รูปที่ 2.32 ลักษณะการป้อนข้อมูลโดยการวาดภาพ

ที่มา: โปรแกรม ENER-WIN 97.02 Hourly Energy Simulation Program for Buildings

2.3.4 ระบบการประมวลผล

เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการป้อนข้อมูลแล้ว หากต้องการทราบผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น จะต้องทำการสั่งให้ประมวลผลทุกครั้ง

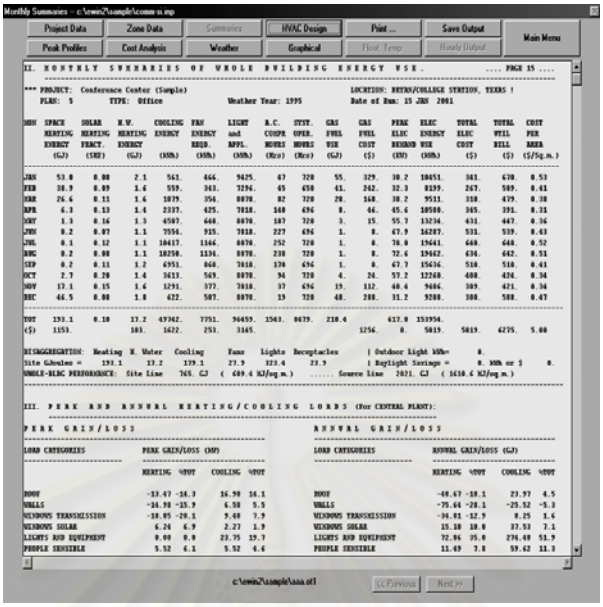


รูปที่ 2.33 แสดงระบบการประมวลผล

ที่มา: โปรแกรม ENER-WIN 97.02 Hourly Energy Simulation Program for Buildings

2.3.5 ระบบการแสดงผล

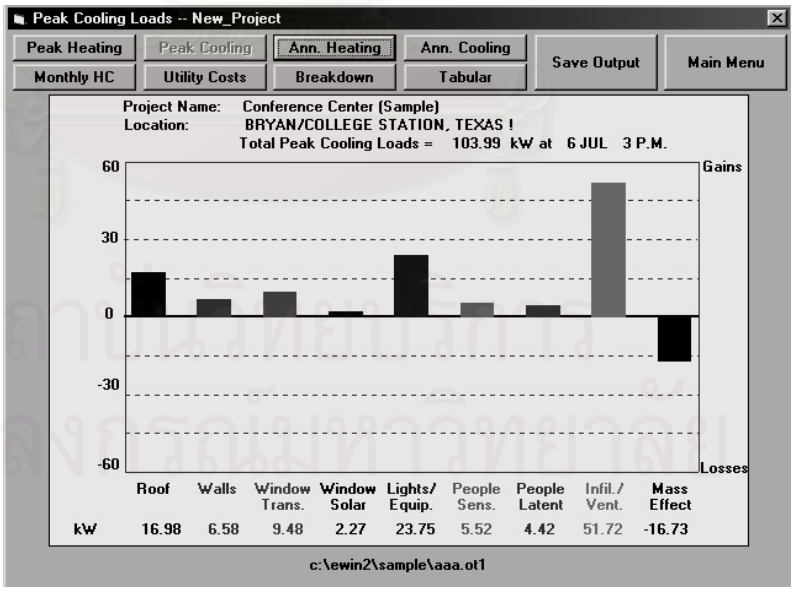
2.3.5.1 การแสดงผลด้วยตัวอักษร / ตัวเลข



รูปที่ 2.34 แสดงลักษณะการแสดงผลด้วยตัวอักษร / ตัวเลข

ที่มา: โปรแกรม ENER-WIN 97.02 Hourly Energy Simulation Program for Buildings

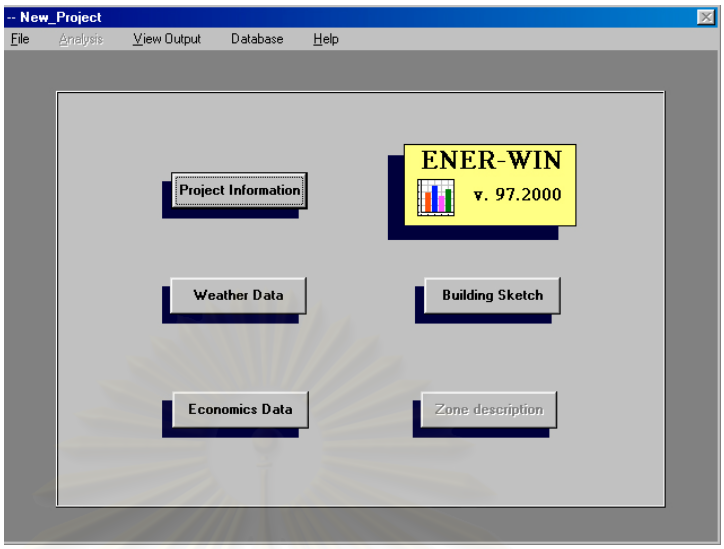
2.3.5.2 การแสดงผลด้วยแผนภูมิ



รูปที่ 2.35 แสดงลักษณะการแสดงผลด้วยตัวอักษร / ตัวเลข

ที่มา: โปรแกรม ENER-WIN 97.02 Hourly Energy Simulation Program for Buildings

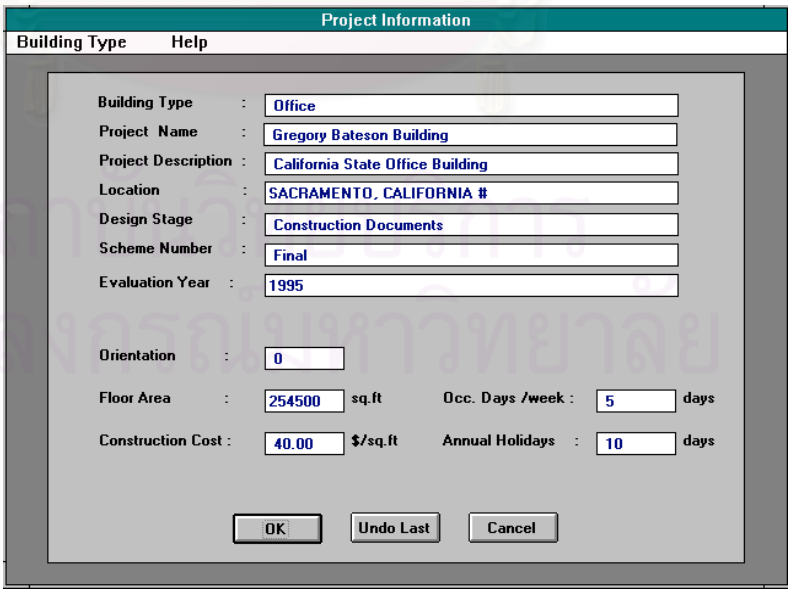
2.3.6 ขั้นตอนการใช้งานโดยสังเขป



รูปที่ 2.36 แสดงหน้าจอหลักของโปรแกรม ENER-WIN

ที่มา: โปรแกรม ENER-WIN 97.02 Hourly Energy Simulation Program for Buildings

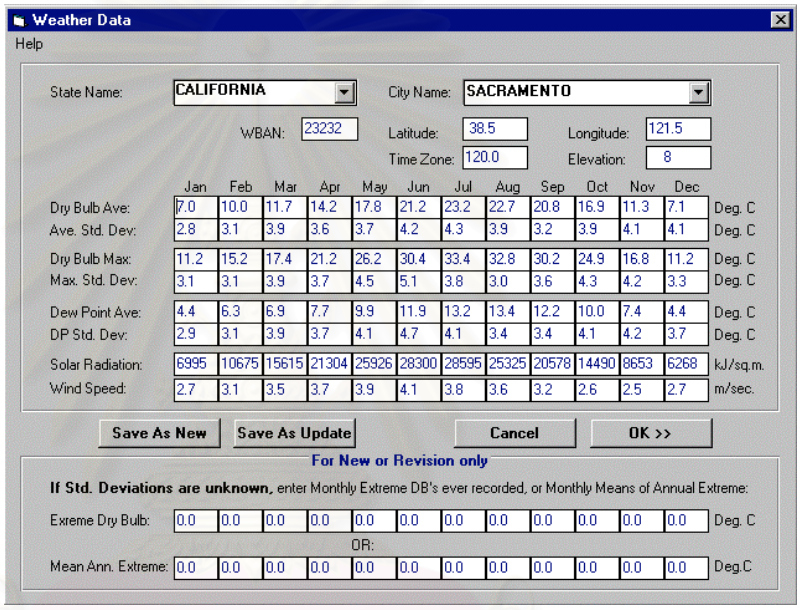
ส่วนเมนูหลัก (Main Menu) เมื่อเข้ามาสู่โปรแกรม ENERWIN จะพบกับหน้าจอเมนูหลักซึ่งเป็นส่วนแรกของการเริ่มต้นทำงาน ในเมนูหลักจะประกอบไปด้วยเมนูแสดงรายการ และปุ่มปฏิบัติการซึ่งใช้ในการป้อนข้อมูลรายละเอียดของอาคารแบ่งออกตามหัวข้อ เช่น การแก้ไขข้อมูลเบื้องต้น, การแสดงผลของข้อมูล, การขอความช่วยเหลือ เป็นต้น



รูปที่ 2.37 แสดงส่วนป้อนรายละเอียดโครงการของโปรแกรม ENER-WIN

ที่มา: โปรแกรม ENER-WIN 97.02 Hourly Energy Simulation Program for Buildings

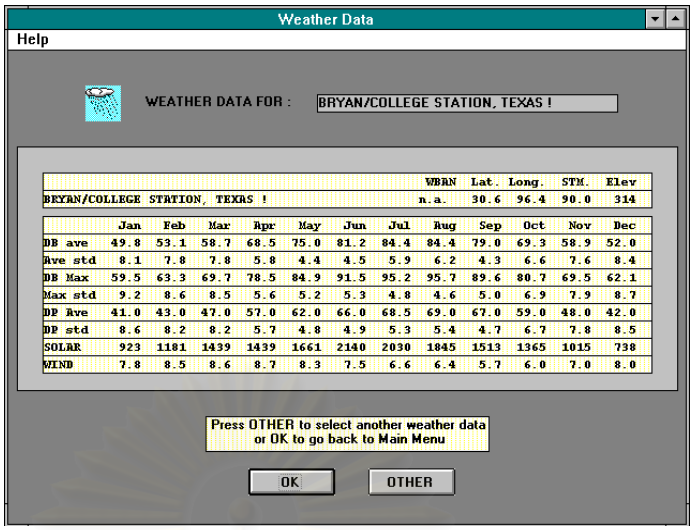
ส่วนข้อมูลรายละเอียดโครงการเป็นส่วนที่ใช้ป้อนข้อมูลรายละเอียดเบื้องต้นของโครงการที่จะทำการศึกษา โดยมีรายละเอียดย่อยของการป้อนข้อมูลประกอบไปด้วย ประเภทของอาคาร, แสดงชื่อโครงการ, คำอธิบายหรือรายละเอียดของโครงการ, ขั้นตอนหรือสถานะของการออกแบบการทำงาน, ลำดับของแบบอาคาร, ที่ตั้งของอาคาร, ปีที่ทำการประเมิน, ค่าเงินทางเศรษฐกิจในปัจจุบัน, ทิศทางของอาคาร, พื้นที่ของอาคาร, ราคาค่าก่อสร้างเริ่มต้นของอาคารที่ไม่รวมถึงองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับทางด้านการอนุรักษ์พลังงาน, จำนวนวันทำงานต่อสัปดาห์, ข้อมูลวันหยุดของการทำงาน



รูปที่ 2.38 แสดงส่วนของข้อมูลอากาศของโปรแกรม ENER-WIN

ที่มา: โปรแกรม ENER-WIN 97.02 Hourly Energy Simulation Program for Buildings

ส่วนข้อมูลอากาศ (Weather Data) โปรแกรมได้เตรียมข้อมูลอากาศ 330 เมืองไว้ในฐานข้อมูลเพื่อให้เรียกใช้ นอกจากนี้แล้วยังสามารถเพิ่มข้อมูลอากาศของเมืองอื่น ๆ เข้าไปในฐานข้อมูลเพื่อเรียกใช้งานในครั้งต่อไปได้อีกด้วย การแก้ไขชื่อเมืองสามารถทำได้โดยการแก้ไขตัวอักษรที่หน้าจอของโปรแกรม เมื่อแก้ไขเสร็จแล้วกดปุ่ม "Save as New" เพื่อบันทึกชื่อเมืองที่ได้แก้ไขและเพื่อให้สามารถนำกลับมาใช้ได้อีกในครั้งต่อ ๆ ไป

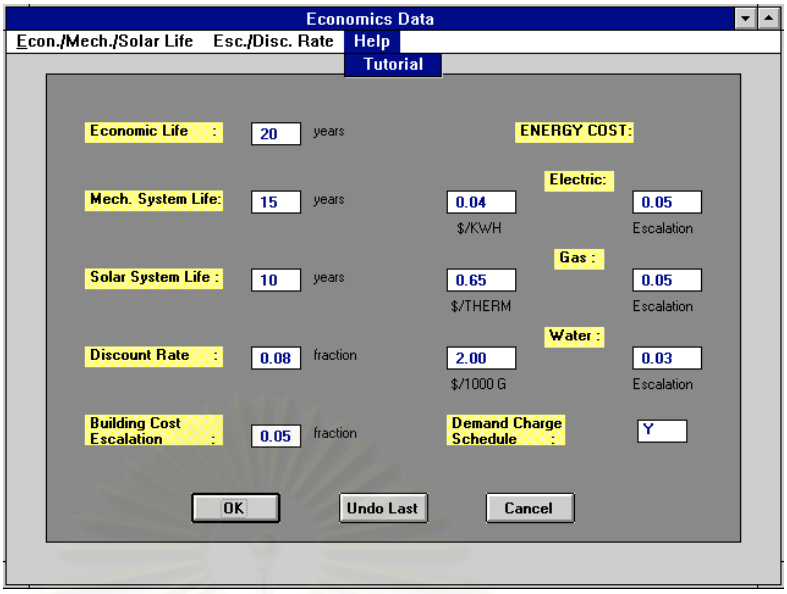


รูปที่ 2.39 แสดงส่วนของการสร้างข้อมูลอากาศของโปรแกรม ENER-WIN

ที่มา: โปรแกรม ENER-WIN 97.02 Hourly Energy Simulation Program for Buildings

การปรับเปลี่ยนหรือสร้างข้อมูลอากาศใหม่ต้องเตรียมข้อมูลดังนี้

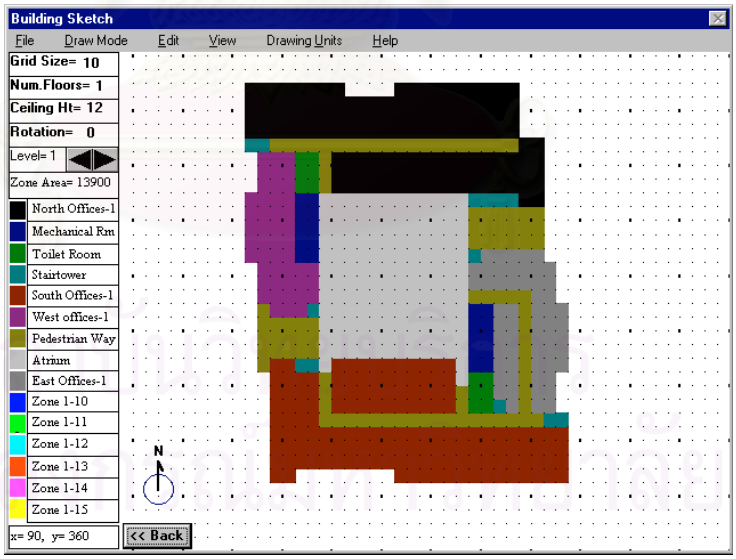
1. ชื่อประเทศ(state), ชื่อเมือง (city) และหมายเลขสถานีตรวจอากาศของ WBAN (WBAN station number)
2. ข้อมูลเส้นรุ้ง (latitude), เส้นแวง (longtitude), เวลามาตรฐานเมอริเดียน (standard time meridian)
3. ข้อมูลอุณหภูมิกระเปาะแห้งเฉลี่ย (average dry bulb temperatures)
4. (standard deviations of average daily maximum temperature)
5. ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด (average daily maximum temperatures)
6. (standard deviations of average daily maximum temperatures)
7. ข้อมูลจุดน้ำค้าง (average dewpoint temperatures)
8. (standard deviation of average dewpoint temperatures)
9. ข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบโดยเฉลี่ย (average daily horizontal solar insolation)
10. ข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ย (average wind speed)



รูปที่ 2.40 แสดงส่วนของข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ของโปรแกรม ENER-WIN

ที่มา: โปรแกรม ENER-WIN 97.02 Hourly Energy Simulation Program for Buildings

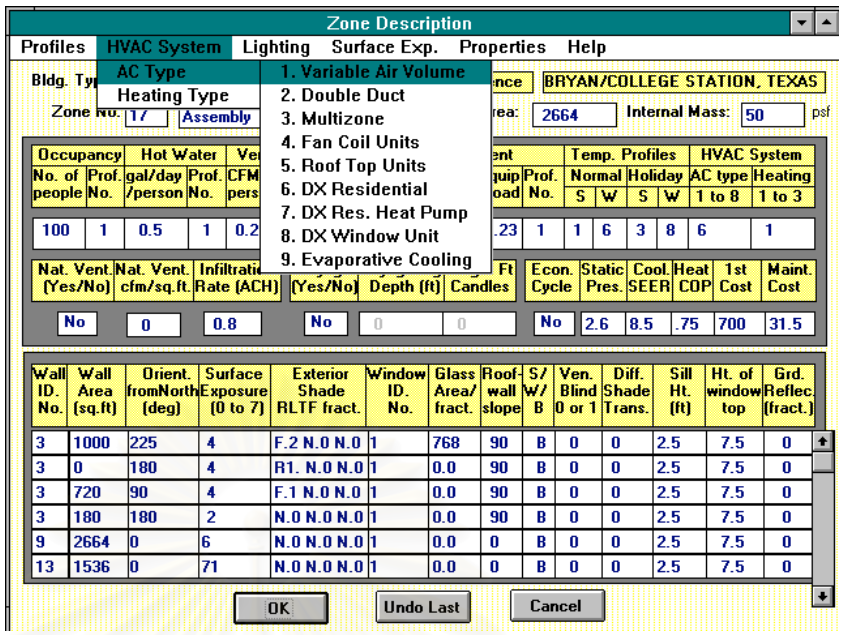
ส่วนข้อมูลทางด้านเศรษฐศาสตร์ (Economics Data) เป็นการป้อนข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในด้านเศรษฐศาสตร์, การลงทุน การคำนวณระยะเวลาคุ้มทุน เป็นต้น ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ เช่น Economic Life, Mechanical System Life, Solar System Life



รูปที่ 2.41 แสดงส่วนวาดภาพของโปรแกรม ENER-WIN

ที่มา: โปรแกรม ENER-WIN 97.02 Hourly Energy Simulation Program for Buildings

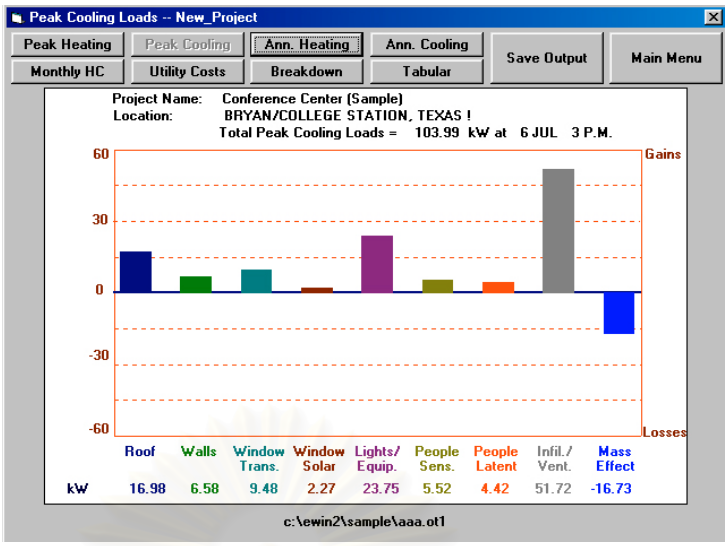
ส่วนวาดภาพ (Building Sketch Screen) เป็นส่วนสำคัญในการคำนวณเนื่องจากแผนผังอาคารที่วาดจะถูกนำไปเป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลในการคำนวณ โดยมีรายละเอียดในการกำหนดค่าต่าง ๆ เช่น Coordinates, Grid Size, Num. of Floors, Ceiling Height, Rotation



รูปที่ 2.42 แสดงการกำหนดรายละเอียดพื้นที่ใช้งานของโปรแกรม ENER-WIN

ที่มา: โปรแกรม ENER-WIN 97.02 Hourly Energy Simulation Program for Buildings

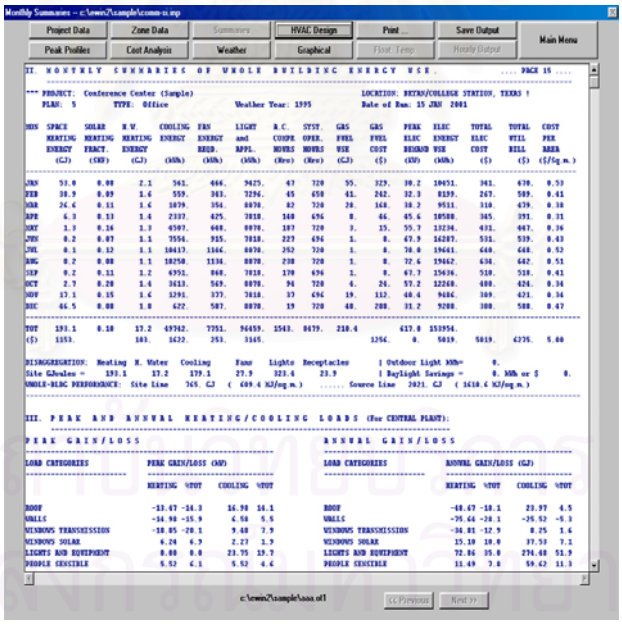
ส่วนกำหนดรายละเอียดพื้นที่ใช้งาน (Zone Description) หลังจากที่ทำการวาดแผนผังของอาคารเสร็จแล้ว ต้องเปิดพื้นที่ในแผนผังที่วาดไว้อย่างน้อย 1 พื้นที่ก่อนที่จะทำการบันทึกข้อมูล และเพื่อการจำลองสถานการณ์ และจะต้องใส่รายละเอียดของพื้นที่นั้น ๆ เสียก่อน การที่จะเข้าไปกำหนดรายละเอียดสามารถทำได้โดยการ “ดับเบิ้ลคลิก” ที่ชื่อพื้นที่นั้น ๆ แล้วจะปรากฏหน้าจอของ Zone Description โดยมีรายละเอียดที่ปรากฏ เช่น Internal Mass, Number of People, Occupancy Profile Number, Hot Water, Hot Water Profile, Ventilation, Ventilation Profile, Lighting Type, Lighting Cost, Lighting Power Supply (watt/sq.m.), Equipment Power supply (watt/sq.m.), Power Density Profile, Temperature Profiles, HVAC System, AC Types, HVAC System, Heating, Econ. Cycle (Economic Cycle), Static Pres. (Static Pressure), Cool. COP, Heat COP, First Cost Maint. Cost (Maintenance Cost), Nat. Vent (Natural Ventilation), Infiltration Rate, Daylighting



รูปที่ 2.43 แสดงการผลลัพธ์การคำนวณแบบแผนภูมิของโปรแกรม ENER-WIN

ที่มา: โปรแกรม ENER-WIN 97.02 Hourly Energy Simulation Program for Buildings

ข้อมูลที่แสดงแบ่งออกได้เป็น 8 ส่วน ได้แก่ Peak Heating, Peak Cooling, Annual Heating, Annual Cooling, Monthly HC, Utility Costs ซึ่งเป็นการแสดงผลแบบแผนภูมิ



รูปที่ 2.44 แสดงการผลลัพธ์การคำนวณแบบตัวอักษรของโปรแกรม ENER-WIN

ที่มา: โปรแกรม ENER-WIN 97.02 Hourly Energy Simulation Program for Buildings

ในส่วนของ Breakdown มีการแบ่งชนิดของข้อมูลที่รายงานออกเป็น Project Data, Zone Data, Summaries, HVAC Design, Peak Profiles, Cost Analysis, Weather, และ Graphical ที่เชื่อมโยงการแสดงผลกับส่วนของแผนภูมิ

บทวิเคราะห์

จากการศึกษา และวิเคราะห์องค์ประกอบที่ผ่านมาข้างต้น สามารถสรุปแบ่งเป็นหัว-ข้อตามที่ได้ศึกษาดังนี้

ระบบการทำงาน

จากการวิเคราะห์ระบบการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้ทำการศึกษาจะพบว่า ระบบการทำงานส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นเส้นตรง (linear) หมายความว่าจะต้องทำงานให้เสร็จสิ้นในการทำงานแต่ละกระบวนการก่อน จึงจะข้ามไปทำงานยังกระบวนการอื่น ๆ ได้ และเมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนของการป้อนข้อมูลและโปรแกรมฯ รายงานผลออกมาแล้ว หากผู้ใช้โปรแกรมฯ ต้องการแก้ไขข้อมูลก็ต้องย้อนกระบวนการกลับไปยังส่วนของการป้อนข้อมูล ทำการแก้ไขข้อมูลแล้วจึงให้โปรแกรมฯ ประมวลผลอีกครั้งหนึ่งแล้วจึงรายงานผลออกมา ซึ่งการทำงานในลักษณะนี้เป็นรูปแบบการทำงานที่เป็นเส้นตรงมากเกินไป นอกจากจะทำให้แก้ไขข้อมูลได้ลำบากแล้ว ผู้ใช้โปรแกรมฯ ยังไม่สามารถที่จะเห็นการเปลี่ยนแปลงค่ากับผลที่ออกมาได้อย่างชัดเจนเนื่องจากจะต้องย้อนกลับไปดูข้อมูลที่ป้อนไว้ก่อนหน้านี้อีกครั้งหนึ่งแล้วจึงค่อยสลับหน้าจอกลับมาดูในส่วนของการแสดงผล

ในส่วนของหน้าจอการแสดงผลของส่วนใดก็ตามควรที่จะเข้าถึงหรือทำการแก้ไขข้อมูลของส่วนอื่น ๆ ได้อย่างอิสระ สามารถเชื่อมต่อถึงกันได้จากทุกส่วนของโปรแกรม และแสดงผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลออกมาทันที นอกจากนี้แล้วควรมีส่วนของการเสนอข้อแนะนำวิธีการใช้งาน ความหมายหรือวิธีการป้อนค่าต่าง ๆ แสดงอยู่ตลอดเวลาที่ส่วนหนึ่งส่วนใดในบริเวณหน้าจอของโปรแกรม เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมได้ทำความเข้าใจ

ระบบการป้อนข้อมูล

จากการศึกษาและวิเคราะห์ในส่วนของทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณแล้วจะพบว่า สมการที่ใช้ในการคำนวณเกี่ยวกับทางด้านการอนุรักษ์พลังงานนั้นมีอยู่หลายสมการ และต้องทำการป้อนข้อมูลในแต่ละสมการให้ครบถ้วนจึงสามารถที่จะคำนวณได้ การป้อนค่าของข้อมูลต่าง ๆ เพื่อใช้ในการคำนวณนั้นจำเป็นที่จะต้องป้อนค่าจำนวนมากเพื่อให้ทราบรายละเอียดของอาคารที่ทำการศึกษาและมีความแม่นยำในการวิเคราะห์ตรวจสอบข้อมูลมากขึ้นเพื่อให้ผลที่ได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด และเมื่อข้อมูลที่ต้องป้อนค่ามีจำนวนมากจึงทำให้ต้องมีส่วนสำหรับรับข้อมูลมากขึ้นตามไปด้วยเช่นกัน ในบางครั้งอาจทำให้เกิดความสับสนขึ้นได้ อีกทั้งการป้อนรายละเอียดมากเกินไปสามารถทำให้เกิดความผิดพลาดในการป้อนข้อมูลได้เช่นกัน นอกจากนี้แล้วอาจทำให้ผู้ใช้โปรแกรมเกิดความรู้สึกเบื่อหน่ายอีกด้วย

การป้อนค่าต่าง ๆ ที่เป็นเรื่องเฉพาะของสาขาวิชา เช่น ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของวัสดุ ค่าความจุความร้อน ค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อน ค่าความต้านทานของฟิล์ม-

อากาศภายนอกและภายในอาคาร ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิกระเปาะเปียกหรือค่าอุณหภูมิของจุดกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ มีสถาปนิกหรือผู้ใช้โปรแกรมเพียงบางกลุ่มเท่านั้นที่มีความรู้ทางด้านพลังงานหรือทราบถึงความหมายของข้อมูลที่ป้อนเข้าไปเป็นอย่างดี หรือแม้แต่ในบางครั้งเมื่อสถาปนิกที่มีพื้นฐานความรู้ทางด้านการอนุรักษ์พลังงานมาใช้โปรแกรมเองก็อาจเกิดความสับสนได้เช่นกัน และผู้ใช้โปรแกรมทุกคนไม่ว่าจะเป็นนักศึกษา วิศวกร นักเศรษฐศาสตร์ หรือในบุคคลสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องไม่ใช่ผู้ที่เรียนหรือมีความรู้ทางด้านนี้โดยตรงดังนั้นจึงควรที่จะคำนึงถึงผู้ใช้งานในกลุ่มผู้ใช้งานเหล่านี้ด้วย การใช้งานจะได้เกิดการแพร่หลายมากขึ้น

ดังนั้นแนวทางหนึ่งในการออกแบบโปรแกรมเพื่อการคำนวณทางด้านการอนุรักษ์พลังงาน ส่วนหนึ่งควรจะมีการเตรียมข้อมูลพื้นฐานของการป้อนค่าต่าง ๆ ให้สามารถเรียกใช้งานได้อย่างสะดวก ลดขั้นตอนในการที่จะต้องให้ผู้ใช้โปรแกรมเปิดคู่มือการใช้งานไปพร้อม ๆ กัน หรือเป็นการสอนให้โปรแกรมเรียนรู้หรือคาดการณ์ถึงความน่าจะเป็นที่ผู้ใช้โปรแกรมกำลังต้องการอยู่ในขณะนั้น แล้วทำการสุ่มตัวอย่างทางเลือกออกมาให้ผู้ใช้โปรแกรมได้เลือกใช้งาน เช่น เมื่อผู้ใช้โปรแกรมฯ กำลังป้อนข้อมูลของผนังอาคารเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูน 2 ชั้น มีช่องว่างอากาศตรงกลาง โปรแกรมก็จะตรวจสอบข้อมูลและแสดงค่าอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน ค่าฟิล์มอากาศภายนอกและภายใน ความหนาของผนัง เป็นต้น ซึ่งค่าเหล่านี้เป็นค่ามาตรฐานที่โปรแกรมฯ ได้เตรียมไว้ให้ผู้ใช้โปรแกรมได้ใช้และแสดงขึ้นมาโดยอัตโนมัติ หากผู้ใช้โปรแกรมฯ ไม่มีความรู้ทางด้านพลังงานหรือไม่ทราบค่าเหล่านี้ได้อย่างแน่ชัดและครบถ้วน ก็สามารถที่จะดำเนินการคำนวณต่อไปได้แต่ก็อาจจะเกิดความคลาดเคลื่อนบ้างเล็กน้อย แต่ถ้าหากผู้ใช้โปรแกรมฯ ทราบค่าที่แน่นอนก็สามารถเปลี่ยนแปลงค่าเหล่านั้นได้ตามความเป็นจริงเพื่อการคำนวณที่แม่นยำยิ่งขึ้น

ระบบการประมวลผล

เนื่องจากลักษณะในการคำนวณที่มีตัวเลขในปริมาณมากและมีความซับซ้อนในหลายส่วนของสมการ การทำงานของโปรแกรมโดยส่วนใหญ่จึงเป็นการช่วยอำนวยความสะดวกในการคำนวณเป็นหลัก เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วขึ้น ซึ่งก็นับว่าเป็นข้อดีอย่างหนึ่งเช่นกัน แต่ถ้าหากมองในแง่ของการใช้โปรแกรมเพื่อช่วยในการออกแบบสถาปัตยกรรมแล้ว ระบบการทำงานของโปรแกรมนอกจากจะเป็นเครื่องมือช่วยในการคำนวณแล้วควรที่จะมีส่วนช่วยในการเสนอแนวทางการออกแบบ เพื่อวิเคราะห์ ปรับเปลี่ยนและควบคุมตัวแปรที่สำคัญและมีผลต่อการใช้พลังงานได้อย่างถูกต้อง หรืออาจเรียกได้ว่าเป็นการวิเคราะห์ที่เปลี่ยนจากรูปแบบ "บนลงล่าง" (Top-Down) มาเป็นแบบ "ล่างขึ้นบน" (Bottom-Up) หรือนำมาผสมผสานกันทั้ง 2 แบบ ทำให้สามารถทำการวิเคราะห์ข้อมูลได้ในหลายมุมมองมากขึ้นทำให้เป็นประโยชน์ในการช่วยออกแบบสถาปัตยกรรมอย่างแท้จริง เช่น

จากระบบเดิมที่เป็นระบบการป้อนค่าของข้อมูลเข้าไปในโปรแกรมและทำการประมวลผลออกมา เมื่อมีความผิดพลาดหรือค่าที่ได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการจึงย้อนกลับไปทำการแก้ไขข้อมูลแล้วทำการประมวลผลใหม่อีกครั้งหนึ่ง แต่ในระบบการทำงานรูปแบบใหม่จะมีส่วนของระบบการแจ้งเตือน คือ เมื่อตรวจสอบและคำนวณข้อมูลที่ได้ป้อนเข้าไปพบว่าการออกแบบส่วนใด ๆ ของอาคารมีค่าเกินกว่าค่าสูงสุดที่ได้กำหนดไว้เป็นมาตรฐานในการทำงานก็สามารถแจ้งเตือนให้ผู้ใช้โปรแกรมฯ ทราบพร้อมกับแสนอแนวทางเลือกให้ผู้ใช้อาคารทราบ เช่น การลดพื้นที่ผนังโปร่งแสง การเปลี่ยนชนิดกระจก การหันทิศทางของอาคารไปยังทิศอื่น เป็นต้น

ระบบการแสดงผล

การแสดงผลของโปรแกรมโดยส่วนใหญ่สามารถแบ่งออกได้เป็น ประเภท คือ

1. การแสดงผลเป็นตัวอักษร ได้แก่ ตารางรายงานผล
2. การแสดงผลเป็นรูปภาพ ได้แก่ กราฟแท่ง, กราฟวงกลม, กราฟเส้น

การแสดงผลในทั้ง 2 ส่วนนี้จะแยกออกจากกันเมื่อผู้ใช้โปรแกรมต้องการทราบข้อมูลในส่วนใดก็สามารถเข้าไปดูในส่วนประเภทการแสดงผลนั้น ๆ ซึ่งในแต่ละประเภทของการแสดงผลก็จะมีแยกรูปแบบการนำเสนอออกไปตามรายละเอียดของการเปรียบเทียบข้อมูลแต่ละชนิด ตามความต้องการของผู้ใช้โปรแกรมฯ หากสามารถออกแบบให้ส่วนของการแสดงผลอยู่ร่วมในหน้าจอเดียวกันกับส่วนของรายละเอียดการป้อนข้อมูลได้จะทำให้สามารถทำการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือแก้ไขผลได้อย่างสะดวกมากยิ่งขึ้น

3. การสำรวจแนวความคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นอกจากการจัดทำโปรแกรมฯ แล้ว ยังได้มีการทำวิจัยเพื่อศึกษาถึงแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการพัฒนาโปรแกรมฯ พอที่จะสรุปได้เป็นดังนี้

3.1 แนวทางการป้อนข้อมูลกรอบอาคาร

3.1.1 การป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรมโดยการเลือกวัสดุเป็นชุดสำเร็จรูปของกรอบอาคารที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลของโปรแกรมฯ จะทำให้ผู้ใช้โปรแกรมมีความสะดวกในการใช้โปรแกรมมากที่สุด เนื่องจากเป็นการลดขั้นตอนการป้อนกรอบข้อมูลอาคารในส่วนที่ต้องอาศัยความรู้ทางวิชาการออกไป อีกทั้งยังสามารถทำให้การตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขข้อมูลได้โดยสะดวก

3.1.2 ควรจัดให้มีการแก้ไขข้อมูลวัสดุเปลือกอาคารได้ เพื่อให้มีการตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงได้โดยสะดวก อีกทั้งยังทำให้ผู้ใช้โปรแกรมฯ สามารถสร้างวัสดุเปลือกอาคารชนิดใหม่ขึ้นมาได้เองในกรณีที่ไม่มีข้อมูลวัสดุที่ต้องการ

3.1.3 การป้อนข้อมูลในลักษณะ 2 มิติจะมีความเหมาะสมกับการป้อนข้อมูลของอาคารที่มีรูปทรงสี่เหลี่ยมมากกว่า ส่วนอาคารที่มีรูปทรงแตกต่างไปจากนี้อาจทำให้เกิดปัญหาบ้างในกรณีที่รูปแบบของอาคารมีผนังเอียง

3.1.4 การป้อนข้อมูลรูปทรงอาคารในลักษณะ 3 มิติเข้าสู่โปรแกรมเพื่อให้ได้พื้นที่ผิวของอาคารในการคำนวณ จะทำให้ไม่เกิดความสะดวกในการทำงานแก่ผู้ใช้โปรแกรมฯ เนื่องจากจะต้องใช้ความรู้ความสามารถทางด้านคอมพิวเตอร์ในระดับพอสมควรจึงจะสามารถทำได้

3.1.5 การเขียนภาพ 3 มิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะต้องมีความละเอียดพอสมควร และจะต้องไม่มีพื้นที่เปลือกอาคารซ้อนทับกันอยู่

3.1.6 หากการเขียนภาพ 3 มิติไม่มีความละเอียดจะทำให้การคำนวณเกิดความคลาดเคลื่อนได้เช่นกัน

3.1.7 ในกรณีที่อาคารมีความซับซ้อนหรือมีเปลือกอาคารหลายชนิดซ้อนทับกันอยู่ หรือมีขนาดและรูปแบบของช่องเปิดที่แตกต่างกัน ทำให้ผู้ใช้โปรแกรมฯ ต้องเขียนภาพ 3 มิติที่มีความละเอียดเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย

3.1.8 การป้อนข้อมูลที่เป็นตัวเลขจะทำให้เกิดความสะดวกต่อผู้ใช้โปรแกรมฯ ในการป้อนข้อมูล และข้อมูลที่ได้ก็เพียงพอต่อความต้องการในการคำนวณ แต่อย่างไรก็ตามอาจทำให้เกิดความไม่สะดวกในการตรวจสอบและแก้ไขค่า

3.2 แนวทางการแสดงผลของโปรแกรมฯ

3.2.1 ควรให้มีการแจ้งเตือนผลการคำนวณในกรณีที่มีค่า OTTV หรือ RTTV สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

3.3 แนวทางการวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุง OTTV และ RTTV

แนวทางการปรับปรุงแก้ไขสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แนวทางที่สำคัญ คือ

3.3.1 แนวทางการปรับปรุงแก้ไขทางตรง คือ การปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่เป็นปัญหา

3.3.2 แนวทางการปรับปรุงแก้ไขทางอ้อม คือ การปรับปรุงแก้ไขในส่วนอื่น ๆ เพื่อช่วยถ่วงดุลย์ให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของทั้งอาคารมีค่าลดลง

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

จากการศึกษาทฤษฎีและองค์ประกอบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรมฯ สามารถแบ่งกระบวนการดำเนินการวิจัยออกได้เป็นรายละเอียดดังนี้ คือ

- การวิเคราะห์และคัดเลือกโปรแกรมฯ ที่ใช้ในการพัฒนา
- โครงสร้างของโปรแกรมฯ
- องค์ประกอบของตัวแปรในการพัฒนาโปรแกรมฯ
- แนวทางและกระบวนการทำงานของโปรแกรมฯ

1. การวิเคราะห์และคัดเลือกโปรแกรมฯ ที่ใช้ในการพัฒนา

ในการทำการวิจัยครั้งนี้ได้คัดเลือกโปรแกรมฯ ที่จะใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรมฯ โดยคำนึงถึงคุณสมบัติและประสิทธิภาพในการทำงาน ซึ่งจากการพิจารณาจะเห็นว่าโปรแกรมไมโครซอฟท์ วิชวล เบสิก 6.0 (Microsoft Visual Basic 6.0) เป็นโปรแกรมฯ ที่เหมาะสมต่อการทำวิจัยครั้งนี้มากที่สุดทั้งนี้เนื่องมากจากองค์ประกอบดังต่อไปนี้ คือ

1. เป็นโปรแกรมหนึ่งในชุดเครื่องมือของ Microsoft Visual Studio 6.0 ได้รับการพัฒนาจากบริษัทไมโครซอฟท์

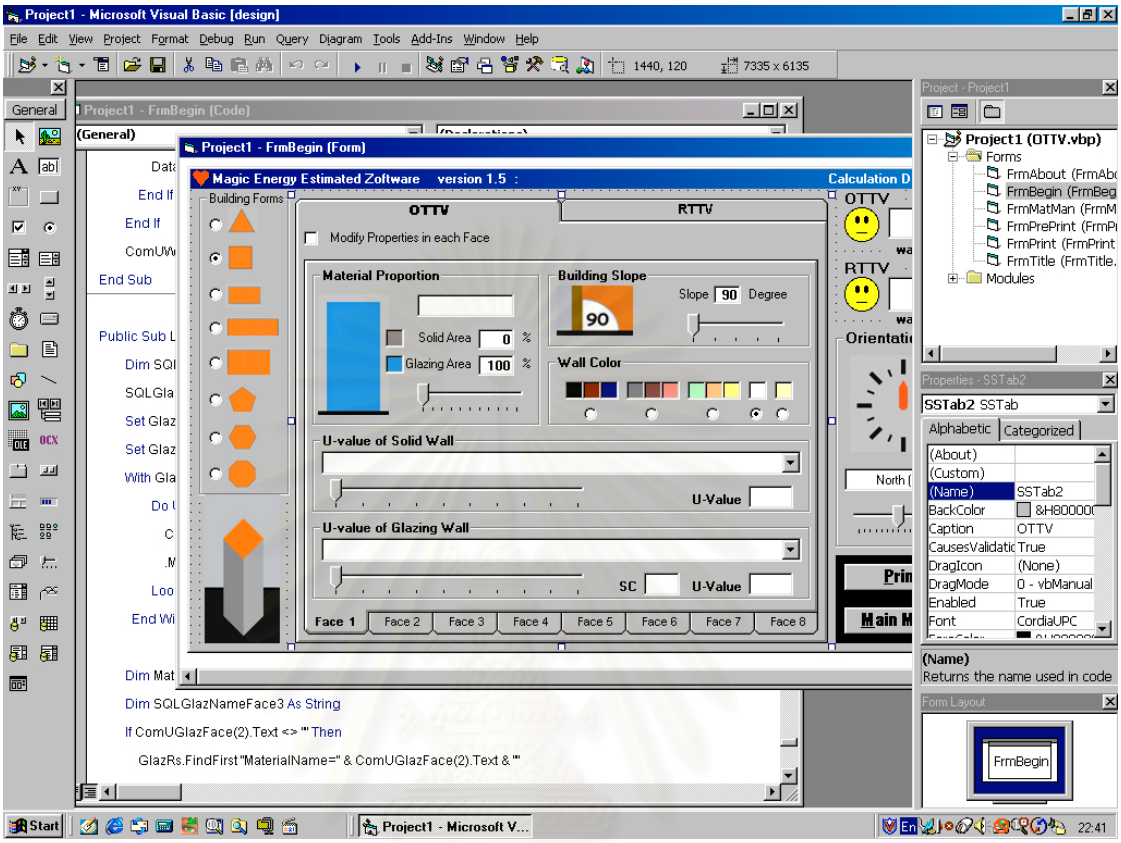
2. ทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 95, 98, 2000, Me และ NT ซึ่งเป็นระบบมาตรฐานที่มีใช้กันอยู่โดยทั่วไปของระบบสำนักงาน

3. เป็นคอมไพเลอร์ (Compiler) ตัวหนึ่งของการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้รับความนิยมใช้งานอย่างกว้างขวางในประเทศไทย

4. มีความยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพสูงในการทำงานสูง และมีความสะดวกในการติดต่อแบบกราฟิก

5. สนับสนุนการพัฒนาโปรแกรมในหลาย ๆ ด้าน เช่น การสร้างโปรแกรมทั่วไป การสร้างโปรแกรมระบบฐานข้อมูล การสร้างโปรแกรมระบบเครือข่าย การสร้างโปรแกรมมัลติมีเดีย เป็นต้น

6. มีเครื่องมือที่ช่วยให้การพัฒนาโปรแกรมเป็นไปได้ด้วยความรวดเร็ว (Rapid Application Development: RAD)



รูปที่ 3.1 ลักษณะโดยทั่วไปของโปรแกรมไมโครซอฟท์ วิชวล เบสิก

ที่มา: โปรแกรมไมโครซอฟท์ วิชวล เบสิก 6.0

7. สามารถใช้หลักการของการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented) ในการพัฒนาโปรแกรมฯ ได้

8. สามารถทำให้เกิดการพัฒนาได้อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากโปรแกรมนี้มีพื้นฐานมาจากภาษา BASIC เป็นภาษาที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจสำหรับผู้ใช้โปรแกรมโดยทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการทำงานโดยสถาปนิก

9. สามารถติดต่อระบบฐานข้อมูลได้หลายชนิด เช่น Microsoft Access, dBase, FoxPro ซึ่งสามารถช่วยให้การพัฒนาโปรแกรมมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

10. สามารถสร้างรายงาน กราฟ สรุปผลจากการทำงานได้

จากคุณสมบัติเหล่านี้ จึงได้พิจารณาเลือกใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์ วิชวล เบสิก เป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาโปรแกรมฯ ในการวิจัย

2. โครงสร้างของโปรแกรมฯ

จากขั้นตอนในการวิเคราะห์ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ สามารถนำมาจัดความสัมพันธ์ของหมวดหมู่ที่สำคัญในการออกแบบโครงสร้างของโปรแกรมฯ ได้ดังนี้คือ

2.1 โครงสร้างของการทำงาน

องค์ประกอบของโครงสร้างในการทำงานของโปรแกรมฯ แบ่งออกได้เป็นดังนี้

2.1.1 ส่วนทำงานหลัก เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการป้อน หรือปรับเปลี่ยนข้อมูลของตัวแปรหลักในการประมวลผล เช่น ข้อมูลการปรับเปลี่ยนรูปทรงอาคาร ทิศทาง วัสดุที่ใช้สำหรับระบบเปลือกอาคารหรือหลังคา อัตราส่วนของพื้นที่ของผนังทึบและผนังโปร่ง เป็นต้น

2.1.2 ส่วนทำงานสนับสนุน เป็นส่วนที่ใช้ในการแสดงรายละเอียดปลีกย่อยของการประมวลผลข้อมูล ซึ่งในส่วนนี้จะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจถึงการปรับเปลี่ยนรายละเอียดข้อมูลของอาคารมากขึ้น ทั้งส่วนที่เป็นตัวอักษรและรูปภาพ เช่น ส่วนอธิบายรายละเอียดส่วนแสดงรูปภาพให้สอดคล้องกับการป้อนข้อมูล ฯลฯ

2.1.3 ส่วนแสดงผลทางหน้าจอการทำงาน

เป็นส่วนที่ใช้แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารในส่วนหน้าจอการทำงานของโปรแกรมฯ

2.1.4 ส่วนแสดงผลลัพธ์ทางเครื่องพิมพ์

เป็นส่วนที่ใช้สำหรับการจัดเตรียมงานพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถนำผลที่ได้จากการคำนวณไปใช้ได้จริง หรือสามารถแจกจ่ายการทำงานออกไปได้

2.1.5 ส่วนการจัดการข้อมูลวัสดุ

เป็นส่วนที่ใช้ในการจัดการข้อมูลของวัสดุ ทั้งการจัดเก็บ การแสดงผล และการนำมาใช้งานร่วมกันกับส่วนการทำงานหลัก

จากการศึกษาพบว่า การแบ่งโครงสร้างการทำงานของโปรแกรมฯ ให้มีจำนวนน้อยที่สุด โดยที่ในแต่ละส่วนจะมีการทำงานที่เป็นอิสระต่อกัน แต่สามารถนำข้อมูลมาสร้างความสัมพันธ์และประมวลผลร่วมกันได้ อีกทั้งการจัดเตรียมระบบการทำงานที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างเพียงพอ และไม่สับสนแล้ว การแบ่งโครงสร้างการทำงานของโปรแกรมฯ ออกเป็น 5 ส่วนหลักดังกล่าว ก็เพียงพอต่อความต้องการใช้งานแล้ว

2.2 โครงสร้างของระดับขั้นการทำงาน

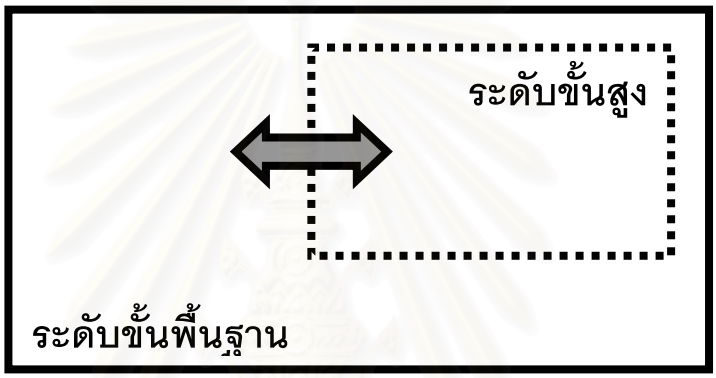
จากแนวทางการทำงานและการวิเคราะห์ตัวแปรข้างต้นทำให้สามารถกำหนดระดับขั้นการทำงานของโปรแกรมขึ้นมาได้ เพื่อช่วยให้เกิดการทำงานที่มีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งานอย่างแท้จริง โดยที่สามารถแบ่งระดับขั้นการทำงานออกเป็นดังนี้

2.2.1 ส่วนทำงานระดับขั้นพื้นฐาน

เป็นส่วนที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนค่าเบื้องต้นของการคำนวณค่าการถ่าย-เทความร้อน ซึ่งในส่วนนี้จะไม่มีความซับซ้อนมากนัก ใช้สำหรับการทำงานที่ต้องการทราบผลอย่างรวดเร็ว หรือสำหรับผู้ใช้งานที่ต้องการทราบรายละเอียดของอาคารโดยสังเขปเท่านั้น

2.2.2 ส่วนทำงานระดับขั้นสูง

เป็นส่วนการทำงานเพิ่มเติมจากการปรับเปลี่ยนข้อมูลทางทำงานในขั้น-พื้นฐาน โดยในส่วนนี้จะมีความละเอียดในการปรับเปลี่ยนข้อมูลมากยิ่งขึ้น เพื่อเป็นทางเลือกให้กับผู้ใช้งานที่ต้องการความละเอียดและความแม่นยำในการคำนวณ หรือการคำนวณสำหรับในกรณีที่มีรายละเอียดของรูปแบบอาคารอยู่บ้างพอสมควร



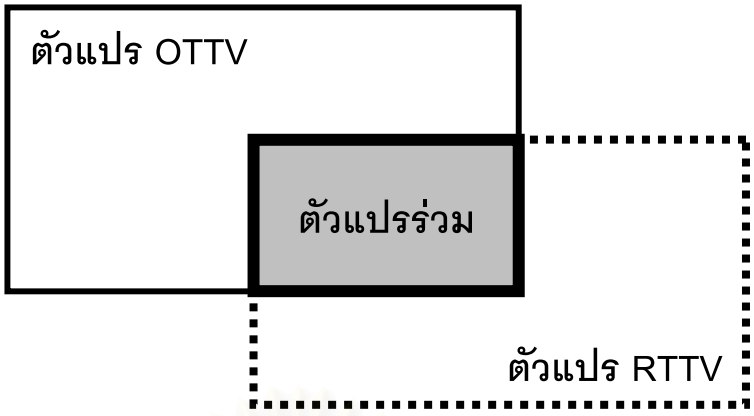
รูปที่ 3.2 ความสัมพันธ์ของระดับการทำงานขั้นพื้นฐานและขั้นสูง

ซึ่งในทั้งสองระดับของการทำงานนี้จะทำงานเป็นอิสระต่อกัน ผู้ใช้โปรแกรมฯ สามารถที่จะเลือกทำงานหรือปรับเปลี่ยนไปทำงาน ณ ส่วนใดก็ได้ขึ้นอยู่กับความต้องการ โดยข้อมูลที่มีการปรับเปลี่ยนจะมีการนำมาประมวลผลและแสดงผลโดยวิธีการเดียวกัน

2.3 โครงสร้างการจัดการองค์ประกอบโปรแกรมฯ

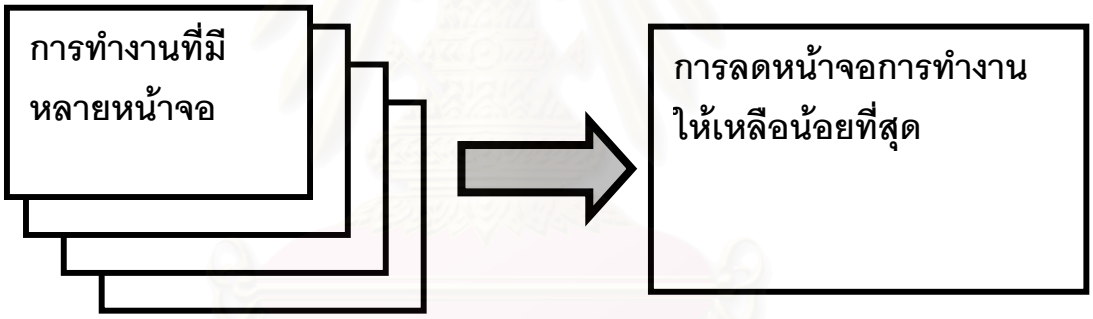
ในขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมฯ ได้พิจารณาถึงองค์ประกอบที่สำคัญดังต่อไปนี้

2.3.1 การพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปร เนื่องจากตัวแปรในการคำนวณค่าการถ่ายเทความเข้าสู่อาคารมีอยู่เป็นจำนวนมาก และยังถูกแบ่งออกเป็นในส่วนของการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารและหลังคา จึงอาจทำให้เกิดความสับสนในการทำงานมากขึ้นได้ ดังนั้นในการพิจารณาองค์ประกอบของความสัมพันธ์ตัวแปรจึงได้มีการจัดแยกตัวแปรที่ใช้งานใช้ในการคำนวณเฉพาะส่วน และตัวแปรที่ใช้งานร่วมกันได้ ให้เกิดความเหมาะสมในการทำงานมากที่สุด



รูปที่ 3.3 ความสัมพันธ์ของตัวแปรในแต่ละส่วนของการทำงาน

2.3.2 การพิจารณาการจัดองค์ประกอบหน้าจอการทำงาน จากปัญหาที่เกิดขึ้นสำหรับการใช้งานโปรแกรมฯ ที่มีหน้าจอการทำงานหลายหน้าจอ ดังนั้นแนวทางหนึ่งในการพิจารณาการออกแบบโปรแกรมฯ คือ การจัดให้มีหน้าจอการทำงานที่น้อยที่สุดเพื่อลดความสับสนที่เกิดขึ้นในการทำงาน



รูปที่ 3.4 การจัดองค์ประกอบหน้าจอในการทำงาน

จากขั้นตอนการทำงานที่ผ่านมาข้างต้นทำให้สามารถกำหนดแนวความคิดและเป้าหมายในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการออกแบบสถาปัตยกรรมในเชิงอนุรักษ์-พลังงานได้ดังนี้ คือ

1. โปรแกรมฯ จะต้องสามารถใช้งานได้ง่าย ทั้งสำหรับผู้ที่มี และไม่มีความรู้ทางด้านการ-อนุรักษ์พลังงาน
2. สามารถปรับเปลี่ยนค่าของข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว
3. สามารถทราบผลลัพธ์ของการออกแบบได้ทันทีเมื่อเกิดการเปลี่ยนข้อมูลของตัวแปร
4. สามารถนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ในกระบวนการทำงานในขั้นตอนต่อไปได้อย่างสะดวก
5. สามารถทำให้ผู้ใช้งานเกิดการเรียนรู้ทางด้านการอนุรักษ์พลังงานไปด้วยในขณะใช้งาน

3. **องค์ประกอบของตัวแปรในการพัฒนาโปรแกรมฯ**

จากการศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนของ-อาคาร สามารถนำข้อมูลของแต่ละตัวแปรมาวิเคราะห์หาแนวทางการติดต่อกับผู้ใช้งานโปรแกรมฯ โดยแบ่งออกได้ดังนี้

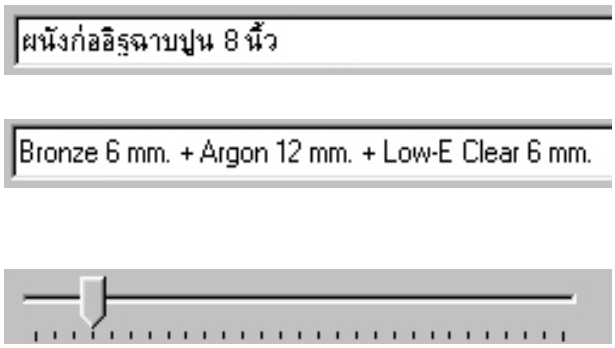
3.1 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของวัสดุ (U-value)

เนื่องจากตัวแปรเหล่านี้เป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องคุณสมบัติของการเลือกใช้วัสดุต่าง ๆ จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา อีกทั้งผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการเลือกตัวแปรเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อค่าของ OTTV และ RTTV ซึ่งเป็นส่วนสุดท้ายของการประมวลผล ดังนั้นในการเลือกใช้ค่าของแต่ละตัวแปรทุกครั้งควรที่จะทำให้ผู้ใช้งานโปรแกรมฯ สามารถทราบได้ว่าควรจะเลือกใช้ค่าที่อยู่ในช่วงใดหรือวัสดุชนิดใดที่จะทำให้ค่า OTTV และ RTTV เป็นไปตามที่ต้องการ เพื่อให้การตัดสินใจเป็นไปด้วยความแม่นยำและมีประสิทธิภาพ

แนวทางที่สามารถนำมาใช้ในการออกแบบระบบการป้อนข้อมูลแบ่งออกได้เป็น

1. การป้อนข้อมูลโดยการป้อนชื่อ และป้อนค่าคุณสมบัติของวัสดุ เป็นวิธีการป้อนข้อมูลขั้นพื้นฐานที่มีการใช้งานทั่วไป นับว่ามีความสะดวกในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตาม การป้อนข้อูลวิธีนี้ในการคำนวณทางด้านการถ่ายเทความร้อนของอาคารอาจทำให้ผู้ใช้งานเกิดความสับสนในการป้อนค่าได้
2. การป้อนข้อมูลโดยวิธีการเลือกประเภท และค่าคุณสมบัติของวัสดุ วิธีการนี้เป็นวิธีการเลือกโดยการใช้รายชื่อของวัสดุเป็นตัวกำหนด เพื่อความสะดวกและความคุ้นเคยของผู้ใช้งานโปรแกรมฯ ในการสื่อสารข้อมูล โดยในโปรแกรมฯ จะมีฐานข้อมูลรายชื่อและคุณสมบัติของวัสดุที่เป็นมาตรฐานเตรียมไว้
3. การป้อนข้อมูลโดยการปรับ-เลื่อนค่าคุณสมบัติของวัสดุโดยตรง วิธีการนี้เป็นการป้อนข้อมูลโดยวิธีการปรับ-เลื่อนค่าที่บอกถึงคุณสมบัติของวัสดุนั้น ๆ ซึ่งเป็นวิธีการประมาณค่าโดยสังเขปเพื่อความรวดเร็วในการทำงาน โดยโปรแกรมฯ จะแสดงรายชื่อของวัสดุที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันประกอบไปด้วย

จากรายละเอียดข้างต้น เมื่อนำมาใช้ในขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมฯ สามารถที่จะใช้วิธีการป้อนข้อมูลแบบผสมผสานได้ คือ การป้อนข้อมูลที่ต้องการความรวดเร็ว และความ-สะดวกในการคำนวณและแสดงผลอาจจะใช้วิธีการปรับ-เลื่อนค่า และการเลือกรายชื่อของวัสดุที่มีอยู่ได้ ส่วนในการป้อนข้อมูลวัสดุเข้าไปในฐานข้อมูลของโปรแกรมฯ ไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงวิธีการ-ป้อนชื่อและค่าได้เนื่องจากเป็นข้อมูลใหม่ โดยที่วิธีการป้อนข้อมูลทั้งกล่าวมานี้จะสามารถแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลระหว่างกันได้



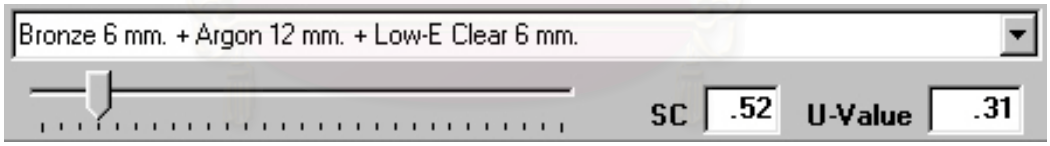
วิธีการป้อนข้อมูลโดยการเลือกสำหรับผู้-ใช้โปรแกรมฯ ที่มีความคุ้นเคยกับการ-ทำงานโดยวิธีการเลือกรายชื่อ หรือทราบว่าจะใช้วัสดชนิดใดในการก่อสร้าง

วิธีการป้อนข้อมูลโดยการปรับค่าสำหรับผู้ใช้โปรแกรมฯ ที่ไม่ทราบว่าจะใช้วัสดุชนิดใด หรือต้องการทดลองหาความ-เหมาะสมในการเลือกใช้วัสดุ

รูปที่ 3.5 วิธีการป้อนข้อมูลโดยการเลือก และการปรับค่า

3.2 **ค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาของวัสดุ** (SC)

เป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของกระจก หรือผนังโปร่งแสง นอกเหนือจากค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของวัสดุ ที่ส่งผลต่อการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร การป้อนข้อมูลของตัวแปรนี้อาจทำให้เกิดความสับสนได้บ้างในกรณีที่ผู้ใช้งานโปรแกรมฯ ไม่มีความรู้ ความชำนาญในการศึกษาทางด้านการอนุรักษ์พลังงานมาก่อน แต่อย่างไรก็ตาม วิธี-การป้อนค่าของข้อมูลอาจสามารถทำได้โดยการปรับ-เลื่อนค่าของข้อมูล หรือการปรับเปลี่ยนค่าที่สอดคล้องกับการเลือกรายชื่อซึ่งวิธีการนี้อาจทำให้เกิดความสะดวกต่อการทำความเข้าใจและการเรียนรู้ของผู้ใช้งานโปรแกรมฯ มากกว่าวิธีการแรก

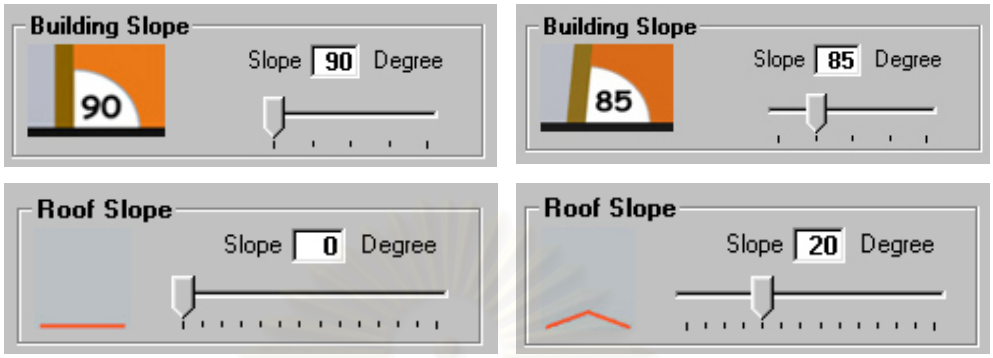


รูปที่ 3.6 การแสดงค่าคุณสมบัติอื่น ๆ โดยอัตโนมัติเมื่อมีการเลือกรายการวัสดุ

3.3 **ค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาของอาคาร** (SF)

ข้อมูลของตัวแปรนี้เป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความลาดเอียงของผนังอาคาร และหลังคา ซึ่งขึ้นอยู่กับแนวทางการออกแบบของผู้ใช้อาคารว่าจะเลือกใช้รูปแบบใด ในการปรับ-เปลี่ยนค่าจะต้องสามารถกระทำได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งวิธีการกำหนดวิธีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลความ-ลาดเอียงของผนังอาคารและหลังคาสามารถทำได้โดยใช้การป้อนค่าแบบการประมาณ โดยอาศัยข้อมูลความลาดเอียงของผนังอาคารและหลังคาที่ได้กำหนดไว้ใน พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์-พลังงาน พ.ศ. 2535 มาเป็นแนวทางในการออกแบบโปรแกรมฯ และเนื่องจากค่าดังกล่าวเป็น

ค่าที่นำมาจากตารางค่า การทำงานจึงไม่มีความซับซ้อนมากนัก รูปแบบในการป้อนข้อมูลอาจใช้วิธีการปรับ-เลือกค่าและทำการแสดงผลให้ผู้ใช้โปรแกรมฯ ทราบ



รูปที่ 3.7 วิธีการปรับค่าความลาดเอียงของผนังและหลังคา

3.4 **พื้นที่เปลือกอาคาร**

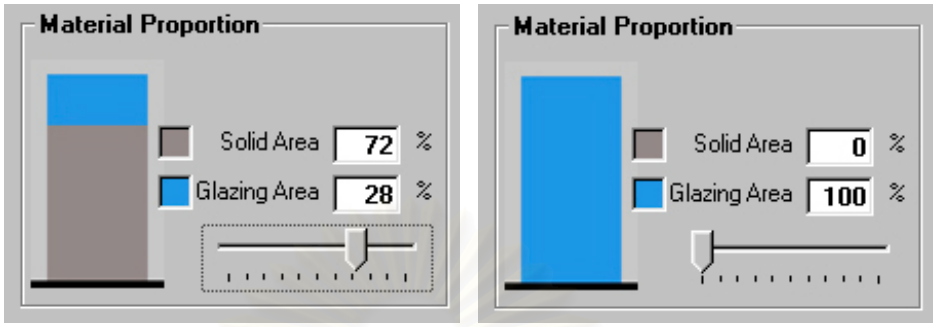
ตัวแปรพื้นที่เปลือกอาคารจะมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อน การคำนวณโดยทั่วไปจะต้องทำการหาพื้นที่เปลือกอาคารรวมทั้งหมดในแต่ละทิศทาง โดยแบ่งแยกตามลักษณะของวัสดุที่ใช้ซึ่งกระบวนการนี้มีทั้งข้อดีและข้อเสีย คือ ข้อมูลที่ได้จะมีความละเอียด ผลลัพธ์ที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับความเป็นจริง แต่ในขณะเดียวกันหากมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลพื้นที่เปลือกอาคารในแต่ละทิศทาง หรือมีการเลือกใช้วัสดุเปลือกอาคารที่แตกต่างกัน อาจจะทำให้เสียเวลาในการทำงานมากขึ้นและไม่สะดวกต่อการทำงานเท่าไรนัก

แนวทางที่สามารถนำมาใช้ในการออกแบบระบบการป้อนข้อมูลแบ่งออกได้เป็น

1. การป้อนค่าพื้นที่ของผนังทึบ และผนังโปร่งแสงโดยตรง เป็นวิธีการป้อนค่าของพื้นที่ในแต่ละส่วน โดยผู้ใช้งานจะต้องคำนวณหาพื้นที่ออกมาก่อนที่จะใช้งานโปรแกรมฯ
2. การป้อนค่าโดยวิธีการปรับ-เลื่อนค่าของข้อมูล เป็นวิธีการป้อนข้อมูลโดยการสมมติให้พื้นที่ในแต่ละทิศทางมีค่า = 1 (100%) ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนของผนังทึบและผนังโปร่งแสง

จากข้อมูลข้างต้น เพื่อที่จะให้เกิดความสะดวกรวดเร็วในการป้อนข้อมูล การปรับเปลี่ยนวัสดุ การปรับเปลี่ยนพื้นที่เปลือกอาคาร และการแสดงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น ลักษณะของการป้อนข้อมูลควรจะเป็นการปรับ-เลื่อนเปรียบเทียบแบบอัตราส่วนระหว่างผนังทึบและผนังโปร่งแสงของอาคาร ซึ่งจะสามารถทำให้การทำงานเป็นไปอย่างสะดวก ช่วยลดข้อผิดพลาดที่เกิดจากการป้อนข้อมูลได้ และหากผลลัพธ์ที่เป็นที่ต้องการแล้วสามารถนำผลของอัตราส่วนที่ได้มาไปใช้ดำเนิน-

การออกแบบระบบเปลือกอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ มากกว่าที่จะเป็นการออกแบบในลักษณะของการลองผิดลองถูก (Trial and error)



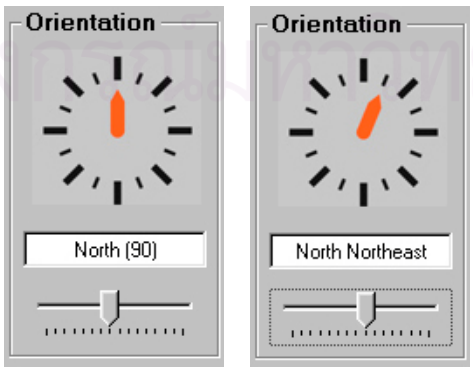
รูปที่ 3.8 วิธีการปรับค่าพื้นที่เปลือกอาคาร

3.5 ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร (ΔT)

เนื่องจากตัวแปรนี้เป็นค่าคงที่ในการคำนวณจึงไม่จำเป็นที่จะต้องแสดง หรือมีการปรับเปลี่ยนค่าแต่อย่างใด

3.6 ทิศทางของอาคาร

ทิศทางของอาคารเป็นตัวแปรหนึ่งที่ส่งผลโดยตรงต่อค่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร อีกทั้งยังมีความสัมพันธ์กับพื้นที่และวัสดุเปลือกอาคารในทิศทางนั้น ๆ ด้วย ดังนั้นการปรับเปลี่ยนทิศทางอ้างอิงของอาคารควรที่จะสามารถทำได้จากทุกส่วนของการทำงานในโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อให้ทราบผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นได้ในทันที ทิศทางที่สำคัญในการคำนวณและครอบคลุมถึงกระบวนการออกแบบทางสถาปัตยกรรมอาจแบ่งออกได้เป็น 16 ทิศ ซึ่งเมื่อเลือกทิศทางใด ๆ แล้ว ควรจะมีสัญลักษณ์บอกถึงตำแหน่งนั้น ๆ เพื่อใช้ในการอ้างอิงกับผู้ใช้โปรแกรมฯ ในระหว่างกระบวนการออกแบบที่กำลังดำเนินอยู่ในขณะนั้น



รูปที่ 3.9 วิธีการปรับการแสดงทิศทางอ้างอิงของอาคาร

3.7 **อุณหภูมิเทียบเท่า** (TDeq)

เป็นตัวแปรที่เกิดขึ้นจากองค์ประกอบหลายประการของวัสดุ คือ สี ลักษณะผิว ค่าการดูดซับแสงอาทิตย์ และมวลสารของวัสดุนั้น ๆ นำมาเปรียบเทียบค่าจากตารางและนำค่านั้นมาใช้คำนวณในขั้นตอนต่อไป ซึ่งหากพิจารณาถึงการนำองค์ประกอบดังกล่าวมาใช้ในการออกแบบโปรแกรมฯ แล้วจะพบว่าจะทำให้เกิดปัญหาในการทำงานเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องมาจากองค์ประกอบที่หลากหลายของแต่ละตัวแปร เช่น จำนวนสีของผนังอาคารที่มีความเข้มแตกต่างกันเป็นจำนวนมาก วัสดุที่มีลักษณะพื้นผิวของวัสดุแต่ละชนิดที่แตกต่างกันกลายรูปแบบ หรือการป้อนค่าของมวลสารวัสดุที่อาจสร้างความสับสนให้กับผู้ใช้โปรแกรมฯ ได้ ดังนั้นแนวทางหนึ่งในการทำให้การออกแบบโปรแกรมฯ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพจะขึ้นอยู่กับวิธีการจัดกลุ่มของข้อมูลดังกล่าวให้สามารถเข้าใจได้ง่าย ใช้งานได้สะดวกและลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

รูปที่ 3.10 วิธีการสีของวัสดุเปลือกอาคารและหลังคา

3.8 **รูปทรงอาคาร**

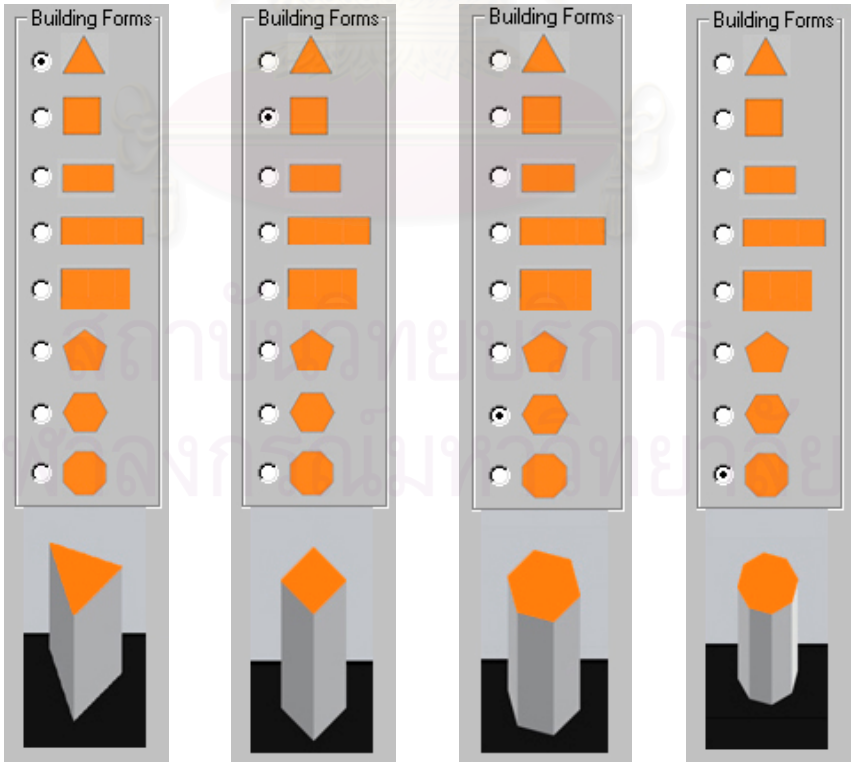
จากวิธีการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารโดยทั่วไปจะต้องทำการแบ่งพื้นที่ของอาคารออกตามแต่ละทิศทาง แล้วจึงนำมาคำนวณโดยการแทนค่าของตัวแปรอื่น ๆ เข้าไป หากพิจารณาถึงแนวทางการทำงานทางสถาปัตยกรรมแล้วพบว่าหากมีการเปลี่ยนแปลงรูปทรง วัสดุ พื้นที่ของผนังทึบและผนังโปร่ง จะต้องเริ่มต้นการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนใหม่ ซึ่งทำให้เสียเวลาในการทำงานค่อนข้างมาก แนวทางที่สามารถนำมาใช้ในการออกแบบโปรแกรมฯ เพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้นอาจแบ่งออกได้เป็นดังนี้

- การกำหนดรูปทรงอาคารพื้นฐานขึ้นเพื่อใช้งานในโปรแกรมฯ โดยที่ข้อมูลของรูปทรงเหล่านี้สามารถที่จะนำมาใช้ในการออกแบบทางสถาปัตยกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ วิธีการนี้มีข้อดีในด้านการใช้งานจะสะดวกขึ้น ผู้ใช้โปรแกรมฯ ไม่จำเป็นต้องมีความสามารถในการใช้โปรแกรมฯ ประเภทอื่น ๆ ในการสร้างแบบจำลอง 3 มิติก็สามารถใช้งานโปรแกรมแกรมฯ ได้ แต่ในขณะเดียวกัน ข้อด้อยของวิธีการนี้คือ โปรแกรมฯ อาจไม่สามารถตอบสนองต่อการคำนวณของรูปทรงที่ซับซ้อน หรืออาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้มาก

- การสร้างรูปทรงอาคารขึ้นโดยอาศัยโปรแกรมฯ อื่น ๆ และถ่ายโอนข้อมูลเข้ามาใช้ภายในโปรแกรมฯ วิธีนี้ผู้ใช้งานโปรแกรมฯ จำเป็นที่จะต้องมีความรู้ความเข้าใจในการทำงานของโปรแกรมการทำแบบจำลอง 3 มิติเป็นอย่างดี ผลลัพธ์จากการคำนวณที่ได้จะมีค่าใกล้เคียงกับความเป็นจริงมาก

หากพิจารณาถึงแนวทางข้างต้นจะพบว่า แนวทางเบื้องต้นที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบโปรแกรมฯ ควรที่จะเป็นการเตรียมข้อมูลพื้นฐานของรูปทรงต่าง ๆ เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมฯ สามารถใช้งานได้ทันที ส่วนการถ่ายโอนข้อมูลจากโปรแกรมฯ อื่น ๆ อาจเป็นส่วนเสริมสำหรับการทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้นได้ แนวทางการจัดเตรียมข้อมูลของรูปทรงพื้นฐานอาจพิจารณาแบ่งออกได้เป็นดังนี้

- อาคารรูปทรงสามเหลี่ยม
- อาคารรูปทรงสี่เหลี่ยม
- อาคารรูปทรงห้าเหลี่ยม
- อาคารรูปทรงหกเหลี่ยม
- อาคารรูปทรงแปดเหลี่ยม
- อาคารรูปทรงกระบอก



รูปที่ 3.11 วิธีการปรับเปลี่ยนรูปทรงของอาคาร

ซึ่งรูปทรงของอาคารเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นรูปทรงที่พบเห็นได้ทั่วไปและใช้ในการออกแบบ อีกทั้งยังเป็นรูปทรงพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณ จากการปรับเปลี่ยนจากรูปทรงอาคารโดยในแต่ละส่วนของการปรับเปลี่ยนรูปทรงอาคารสามารถที่จะมีการปรับเปลี่ยนรูปทรงย่อยในแต่ละด้านได้ เช่น อาคารที่มีรูปทรงสี่เหลี่ยมสามารถมีพื้นที่ของผนังทึบ ผนังโปร่งแสง หรือวัสดุเปลือกอาคารที่แตกต่างกันได้ในแต่ละด้าน เป็นต้น

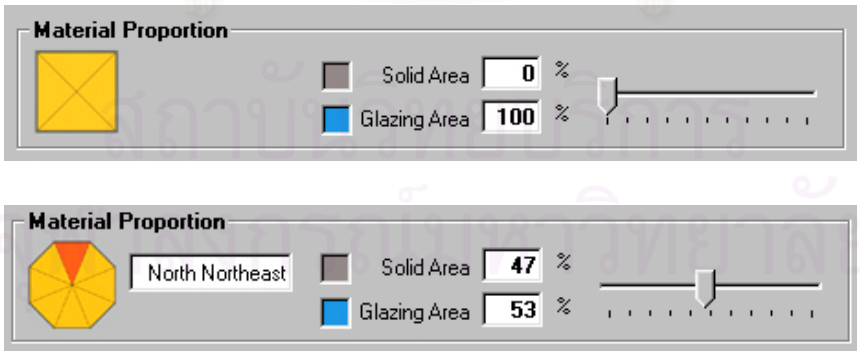
3.9 รูปทรงหลังคา

รูปทรงพื้นฐานของหลังคาที่สำคัญในการออกแบบสถาปัตยกรรมที่มีการใช้งานโดยทั่วไปอาจพอแบ่งออกได้ดังนี้ คือ

- หลังคาพื้นเรียบ (slab)
- หลังคาทรงจั่ว (gable)
- หลังคาทรงปั้นหยา (hip)

อย่างไรก็ตาม อาจมีรูปทรงหลังคาแบบอื่น ๆ ที่ใช้งาน เช่น หลังคาทรงโค้ง หลังคาหลังคารูปทรงปีกผีเสื้อ รูปทรงผสมอื่น ๆ ซึ่งอาจใช้เป็นทางเลือกในการออกแบบได้เช่นกัน แนวทางในการนำประเภทของรูปทรงหลังคาไปใช้ในการออกแบบโปรแกรมฯ นั้น อาจทำได้โดยการสร้างตัวเลือกของรูปทรงหลังคาเพื่อให้ผู้ใช้งานโปรแกรมสามารถเลือก และปรับเปลี่ยนได้ตามความต้องการ โดยโปรแกรมฯ จะทำหน้าที่ในการคำนวณผลที่เกิดจากการถ่ายเทความร้อนจากรูปแบบหลังคานั้น ๆ

รูปที่ 3.12 วิธีการปรับเปลี่ยนรูปทรงของหลังคา

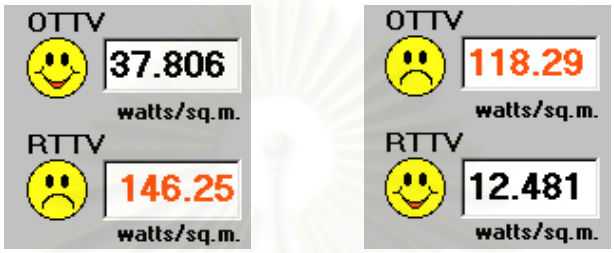


รูปที่ 3.13 การเปลี่ยนแปลงการแสดงผลรูปทรงหลังคา

เมื่อรูปทรงของหลังคามีการเปลี่ยนแปลง การแสดงผลของรูปทรงหลังคาก็จะเกิดการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ทั้งในส่วนของระดับการทำงานขั้นพื้นฐานและขั้นสูง

3.10 การแสดงผลค่า OTTV และRTTV

ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารควรจะมีการแสดงออกมาทันทีในทุก ๆ ครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปร เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถตัดสินใจหรือดำเนินการปรับปรุงตัวแปรอื่น ๆ ได้ต่อไป ดังนั้นตำแหน่งในการแสดงผลลัพธ์ควรที่จะสามารถมองเห็นได้ชัดเจนจากทุกส่วนของการทำงานในโปรแกรมฯ นอกจากนี้การแสดงผลควรที่จะสามารถสื่อสารให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายอีกด้วย



รูปที่ 3.14 การแสดงผลลัพธ์จากการคำนวณ

4. แนวทางและกระบวนการทำงานของโปรแกรมฯ

4.1 การเริ่มใช้งานโปรแกรมฯ

เมื่อเริ่มมีการใช้งาน โปรแกรมฯ จะทำการติดตั้งค่าพื้นฐานในการคำนวณให้กับส่วนทำงานหลัก พอที่จะแบ่งออกได้ดังนี้

4.1.1 ตัวแปรที่เป็นค่าคงที่ จะนำค่าของตัวแปรที่เป็นค่าคงที่ที่ได้กำหนดไว้มาเตรียมแทนค่าในสมการของการคำนวณ

4.1.2 ตัวแปรที่เป็นค่าจากตาราง เมื่อเริ่มต้นการใช้งานโปรแกรมฯ อาจจะยังไม่มีการเลือกค่าของตัวแปรครบทุกตัว จึงได้เตรียมค่าเริ่มต้นของตัวแปรในการคำนวณไว้ก่อน เมื่อผู้ใช้โปรแกรมฯ มีการเลือกค่าของตัวแปรตัวใดแล้วก็จะนำค่าของตัวแปรที่เลือกใหม่ไปแทนที่ค่าของตัวแปรเริ่มต้นที่ใช้ในการคำนวณ

4.1.3 ตัวแปรที่เป็นค่าจากการเลือกใช้ของผู้ใช้โปรแกรมฯ มีความจำเป็นที่จะต้องติดตั้งค่าในส่วนนี้เนื่องจากจะเป็นการป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการประมวลผลที่มีตัวหารเป็นศูนย์ เพราะยังไม่มีการเลือกค่าของตัวแปรใด ๆ ในการคำนวณ

4.2 การปรับเปลี่ยนตัวแปร

เมื่อมีการปรับเปลี่ยนค่าของตัวแปรต่าง ๆ จะมีการดำเนินการดังนี้ คือ

4.2.1 การป้อนข้อมูลเป็นตัวเลข ในขณะที่มีการป้อนข้อมูลเป็นตัวเลข โปรแกรมฯ จะนำค่าที่ผู้ใช้โปรแกรมฯ ไปประมวลผลและแสดงผลออกมาทันที

4.2.2 การเลือกตัวแปรในรายการ เมื่อมีการเลือกรายชื่อของวัสดุจากรายการ โปรแกรมฯ จะตรวจสอบตำแหน่งของรายชื่อที่เลือกในรายการ กับตำแหน่งของรายการในฐานข้อมูล และดำเนินการนำข้อมูลที่เลือกมาแสดงยังหน้าจอของโปรแกรมฯ ในตำแหน่งที่ได้จัดเตรียมไว้

4.2.3 การเลือกตัวแปรในแถบเลื่อน เมื่อมีการเลื่อนค่าของแถบเลื่อน โปรแกรมฯ จะทำการตรวจสอบตำแหน่งของแถบเลื่อน กับตำแหน่งของรายชื่อของวัสดุจากฐานข้อมูล โดยที่รายการข้อมูลของวัสดุของแถบเลื่อนจะมีการจัดเรียงลำดับของข้อมูลจากน้อยไปมาก เพื่อผลในการทำงานที่แตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ จากนั้นจึงดำเนินการนำผลที่ได้จากฐานข้อมูลมาแสดงยังหน้าจอของโปรแกรมฯ ในตำแหน่งที่ได้จัดเตรียมไว้

4.2.4 การเปลี่ยนตัวแปรใน Option box เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปร โปรแกรมฯ จะทำการเปลี่ยนแปลงค่า หรือวิธีการที่ใช้ในการคำนวณ ซึ่งขึ้นอยู่กับทางเลือกในการทำงาน เช่น การเลือกสีของวัสดุผนังอาคาร โปรแกรมฯ จะเลือกค่าคงที่จากตารางมาแทนค่าในสมการ ทำการประมวลผลและแสดงผล การเลือกรูปทรงหลังคาที่แตกต่างกัน โปรแกรมฯ จะเลือกวิธีการคำนวณตามแต่ละรูปแบบของหลังคาที่ได้กำหนดไว้ในทางเลือกของการคำนวณ ทำการประมวลผลและแสดงผล เป็นต้น

4.2.5 การเปลี่ยนตัวแปรใน Check box เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปร โปรแกรมฯ จะทำการเปลี่ยนแปลงค่าเพื่อเปลี่ยนรูปแบบการคำนวณจากระดับขั้นพื้นฐานไปยังระดับขั้นสูง และสามารถสับเปลี่ยนไปมาได้เมื่อมีการเปลี่ยนค่าของตัวแปร

4.3 การเพิ่มข้อมูลวัสดุ

เมื่อมีการเพิ่มข้อมูลของวัสดุ โปรแกรมฯ จะทำการเพิ่มข้อมูลของวัสดุรายการนั้น ๆ ในฐานข้อมูลวัสดุของโปรแกรมฯ และทำการปรับเปลี่ยนรายละเอียดของโปรแกรมฯ คือ ทำการเพิ่มจำนวนรายละเอียดของรายชื่อวัสดุในรายการ และจำนวนของแถบเลื่อนรายการโดยอัตโนมัติ

4.4 การแก้ไขข้อมูลวัสดุ

เมื่อมีการแก้ไขข้อมูลของวัสดุ โปรแกรมฯ จะทำการแก้ไขรายละเอียดของข้อมูลวัสดุรายการที่มีการแก้ไข และจะทำการปรับเปลี่ยนข้อมูลล่าสุดลงในฐานข้อมูลวัสดุของโปรแกรมฯ และทำการปรับเปลี่ยนรายละเอียดของโปรแกรมฯ คือ รายชื่อวัสดุในรายการโดยอัตโนมัติ

4.5 การลบข้อมูลวัสดุ

เมื่อมีการลบข้อมูลของรายการวัสดุจากฐานข้อมูล โปรแกรมฯ จะทำการลบข้อมูลของวัสดุรายการนั้น ๆ ในฐานข้อมูลวัสดุของโปรแกรมฯ และทำการปรับเปลี่ยนรายละเอียดของ

โปรแกรมฯ คือ ทำการลดจำนวนรายละเอียดของรายชื่อวัสดุในรายการ และจำนวนของแถบเลื่อนรายการโดยอัตโนมัติ

4.6 การแสดงผล

ในขณะที่มีการประมวลผล โปรแกรมฯ จะตรวจสอบค่าของค่าการถ่ายเทความร้อนที่เป็นผลลัพธ์ ถ้าหากมีค่าสูงหรือต่ำกว่ามาตราฐานที่กำหนดไว้ โปรแกรมฯ จะแสดงผลและเลือกภาพกราฟิกตามที่ได้กำหนดไว้ เพื่อสื่อสารให้ผู้ใช้โปรแกรมฯ เกิดความเข้าใจได้ง่ายขึ้น

4.7 การพิมพ์งาน

เมื่อมีการสั่งพิมพ์งาน โปรแกรมฯ จะนำค่าของตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงครั้งล่าสุดจากส่วนทำงานหลักมาเก็บไว้ และนำตัวแปรดังกล่าวมาจัดเรียงในส่วนการจัดการการพิมพ์ตามหมวดหมู่ที่ได้จัดแบ่งไว้ คือ ผนังทึบ ผนังโปร่งแสง ผนังอาคาร และหลังคา นอกจากนี้ การที่ผู้ใช้โปรแกรมฯ เลือกทำงานในระดับขั้นที่แตกต่างกัน การจัดพิมพ์ก็จะแตกต่างกันออกไปด้วย เช่น หากผู้ใช้โปรแกรมฯ ทำงานในระดับพื้นฐาน การจัดพิมพ์จะรวมรายละเอียดของตัวแปรไว้เพียงส่วนเดียว(เนื่องจากข้อมูลของทุกด้านเหมือนกัน) ส่วนการทำงานในระดับขั้นสูง การจัดพิมพ์จะแยกรายละเอียดของข้อมูลออกตามแต่ละด้านของรูปทรงอาคารที่เลือก เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การวิเคราะห์ผลการวิจัย

จากขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวิเคราะห์รูปทรงและวัสดุ-เปลือกอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน สามารถนำผลที่ได้จากการวิจัยมาแสดงเป็นรายละเอียดดังนี้

- รายละเอียด และโครงสร้างของโปรแกรมฯ
- ขั้นตอน และวิธีการใช้งานโปรแกรมฯ
- การประเมินผลภายหลังการใช้งานโปรแกรมฯ

1. รายละเอียด และโครงสร้างของโปรแกรมฯ

จากขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวิเคราะห์รูปทรงและวัสดุเปลือกอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน สามารถแบ่งออกเป็นรายละเอียดได้ดังนี้

1.1 องค์ประกอบของโปรแกรม

จากการวิเคราะห์ระบบและขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ได้จัด-แบ่งองค์ประกอบหลักที่สำคัญออกเป็น 5 ส่วน คือ

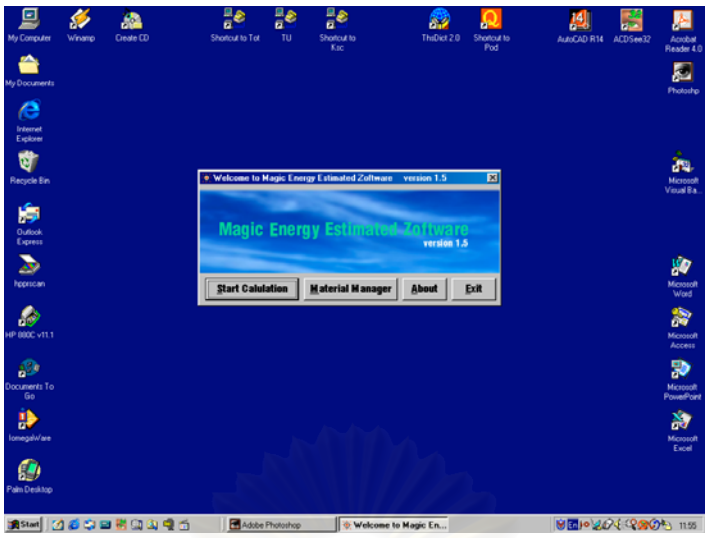
1.1.1 ส่วนเมนูหลัก (Main Menu) ทำหน้าที่ในการจัดการการเข้าถึงในแต่ละส่วนของโปรแกรมฯ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

1.1.2 ส่วนพื้นที่ทำงานหลัก (Main Working Area) ทำหน้าที่หลักในการปรับเปลี่ยนข้อมูลของตัวแปร การประมวลผล แสดงผลค่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่-อาคาร และจัดเตรียมข้อมูลเข้าสู่ขั้นตอนของส่วนพิมพ์งาน

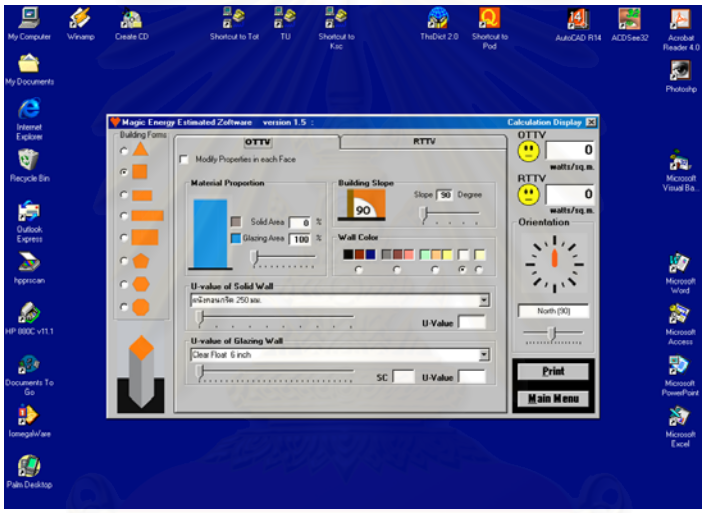
1.1.3 ส่วนการจัดการข้อมูลวัสดุ (Materials Manager) ทำหน้าที่ในการเพิ่ม-ลดข้อมูล ปรับเปลี่ยนรายละเอียดของวัสดุตามที่ผู้ใช้โปรแกรมฯ ต้องการ

1.1.4 ส่วนการจัดการพิมพ์งาน (Printing Manager) ทำหน้าที่ในการ-จัดเรียงข้อมูลของตัวแปร และพิมพ์ข้อมูลออกทางเครื่องพิมพ์

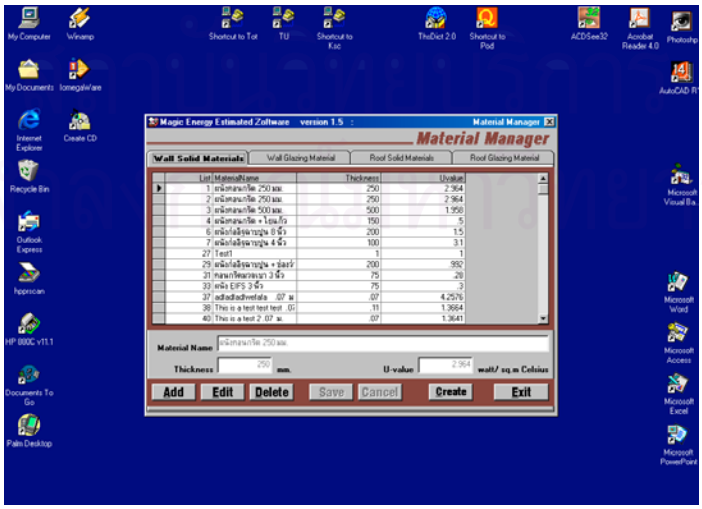
1.1.5 ส่วนรายละเอียดเกี่ยวกับโปรแกรมฯ (Program Description) ทำหน้าที่แสดงรายละเอียดของโปรแกรมฯ เช่น วัตถุประสงค์ในการจัดทำโปรแกรมฯ ที่ปรึกษา และผู้จัดทำโปรแกรมฯ การส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์เพื่อแสดงข้อเสนอแนะ ฯลฯ



รูปที่ 4.1 แสดงส่วนเมนูหลักของโปรแกรมฯ

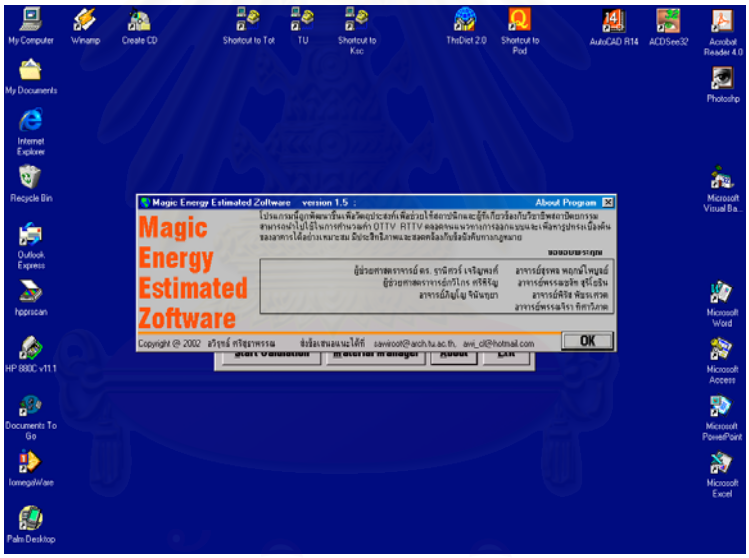


รูปที่ 4.2 แสดงส่วนพื้นที่ทำงานหลัก



รูปที่ 4.3 แสดงส่วนการจัดการข้อมูลวัสดุ

รูปที่ 4.4 แสดงส่วนการจัดการพิมพ์งาน

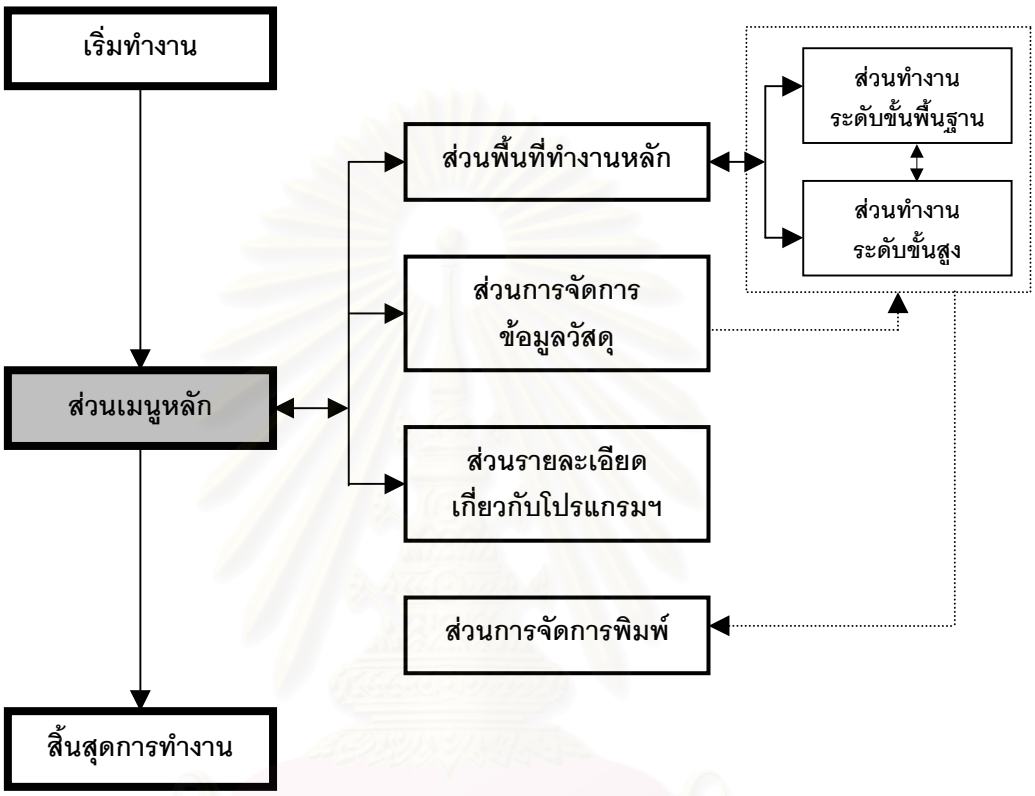


รูปที่ 4.5 แสดงส่วนรายละเอียดเกี่ยวกับโปรแกรมฯ

1.2 แผนผังการทำงานของโปรแกรมฯ

จากแผนผังการทำงานของโปรแกรมฯ (รูปที่ 3.6) จะแสดงให้เห็นถึงระบบการทำงานของโปรแกรมฯ โดยการทำงานจะเริ่มจากส่วนของเมนูหลัก ซึ่งเป็นส่วนที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับโปรแกรมย่อยส่วนอื่น ๆ จากส่วนของเมนูหลัก สามารถแบ่งออกเป็นส่วนทำงานย่อยส่วนต่าง ๆ คือ ส่วนพื้นที่ทำงานหลักซึ่งเป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้โปรแกรมฯ ปรับเปลี่ยนข้อมูลของตัวแปร และทำหน้าที่ประมวลผลของข้อมูลทั้งหมดที่เกิดขึ้น นอกจากนี้แล้ว ระบบการทำงานยังแบ่งออกเป็นสอง-

ส่วน คือ ส่วนทำงานระดับขั้นพื้นฐาน และขั้นสูง ในแต่ละส่วนจะมีความละเอียดในการทำงานที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้งาน ซึ่งสามารถนำผลที่ได้พิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์จากทางสองส่วนนี้



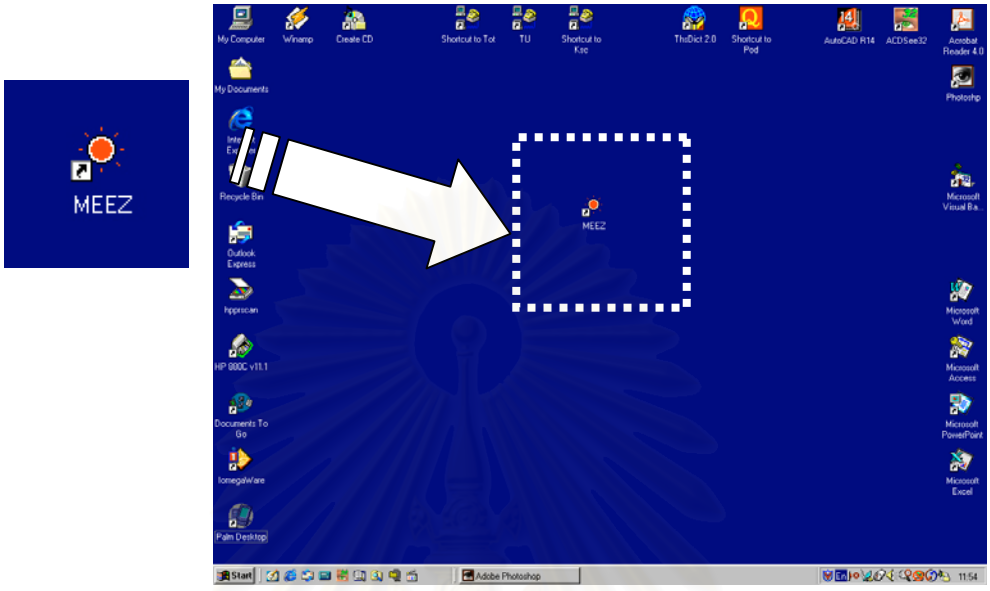
รูปที่ 4.6 แสดงแผนผังการทำงานของโปรแกรมฯ

การประมวลผลในส่วนพื้นที่ทำงานหลักจะมีความสำคัญกับการเชื่อมต่อข้อมูลในส่วนของการจัดการวัสดุ ซึ่งจะเป็นการนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการกำหนดค่า และองค์ประกอบของการทำงานในพื้นที่ทำงานหลัก เช่น จำนวนรายการข้อมูลวัสดุจะเป็นตัวกำหนดข้อมูลของรายการและจำนวนแถบเลื่อนเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนค่าของข้อมูล เป็นต้น โดยสามารถเข้าสู่การทำงานในส่วนของการจัดการข้อมูลวัสดุได้จากทางเมนูหลักเช่นกัน

หากต้องการสิ้นสุดการทำงานของโปรแกรมฯ จะต้องย้อนกลับมายังเมนูหลักอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งเป็นการสิ้นสุดการทำงานอย่างเป็นลำดับขั้นเพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

2. ขั้นตอน และวิธีการใช้งานโปรแกรมฯ

ภายหลังการดำเนินการติดตั้งโปรแกรมฯ จากแผ่นซีดีรอมแล้ว ไอคอนของโปรแกรมฯ จะติดตั้งอยู่ที่หน้าจอของวินโดวส์



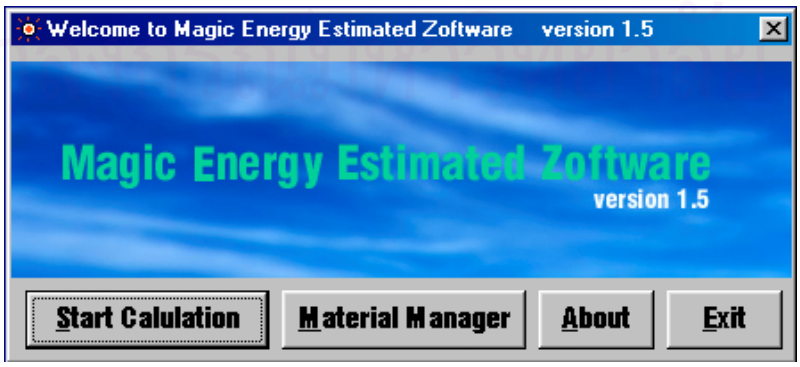
รูปที่ 4.7 แสดงการติดตั้งไอคอนของโปรแกรมฯ ที่หน้าจอวินโดวส์

2.1 การเริ่มต้นใช้งานโปรแกรมฯ

การเรียกใช้งานโปรแกรมฯ สามารถทำได้โดยการดับเบิ้ลคลิ๊กที่ไอคอน MEEZ

2.2 รายละเอียดในส่วนของเมนูหลัก

เมื่อเข้าสู่การทำงานแล้วจะปรากฏเมนูหลักของการทำงานขึ้น โดยมีรายละเอียดของการทำงานดังนี้ คือ



รูปที่ 4.8 แสดงเมนูหลักในการทำงานของโปรแกรมฯ

2.2.1 กดปุ่ม Start Calculation เพื่อเริ่มการทำงานโปรแกรมฯ

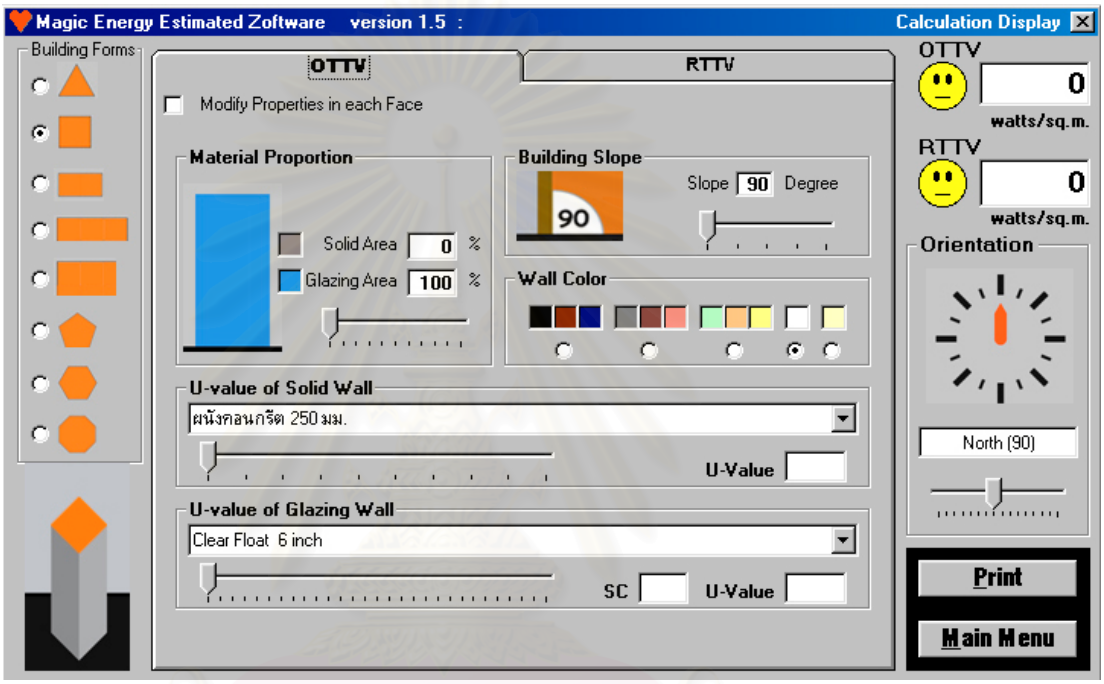
2.2.2 กดปุ่ม Materials Manager เพื่อเข้าสู่ส่วนการจัดการวัสดุ

2.2.3 กดปุ่ม About เพื่อเข้าสู่แสดงรายละเอียดของโปรแกรมฯ

2.2.4 กดปุ่ม Exit เพื่อออกจากระบบการทำงาน

2.3 รายละเอียดในส่วนของพื้นที่ทำงานหลัก

ประกอบไปด้วยรายละเอียดย่อยดังต่อไปนี้

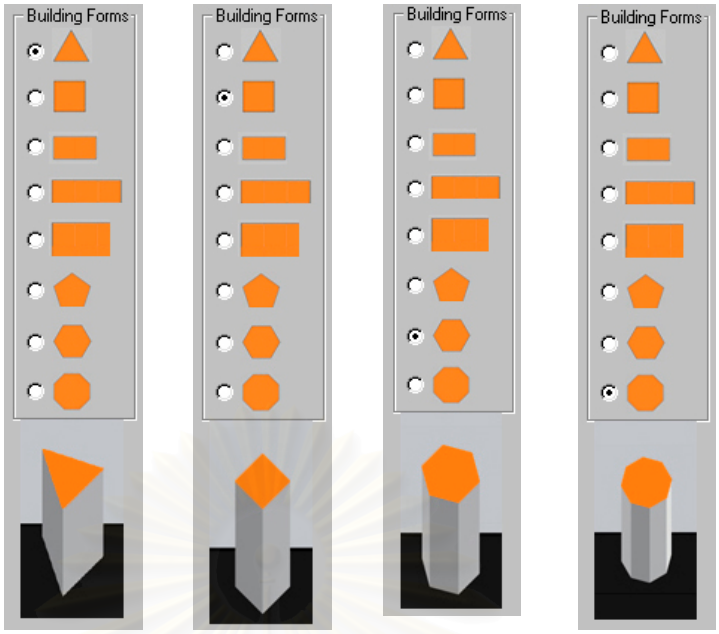


รูปที่ 4.9 แสดงพื้นที่การทำงานหลักของโปรแกรมฯ

2.3.1 ส่วนกำหนดรูปทรงอาคาร

ประกอบไปด้วยองค์ประกอบสองส่วน คือ

- ส่วนเลือกรูปทรงอาคาร เป็นส่วนที่โปรแกรมฯ ได้กำหนดรูปทรงพื้นฐานของอาคารขึ้นมาให้กับผู้ใช้งานได้เลือกใช้
- ส่วนแสดงผลของรูปทรงอาคารโดยสังเขป เมื่อทำการเลือกรูปทรงจากรายการข้างต้นแล้ว จะมีการแสดงผลของการเลือกรูปทรงในลักษณะ 3 มิติ ในส่วนของพื้นที่ด้านล่าง



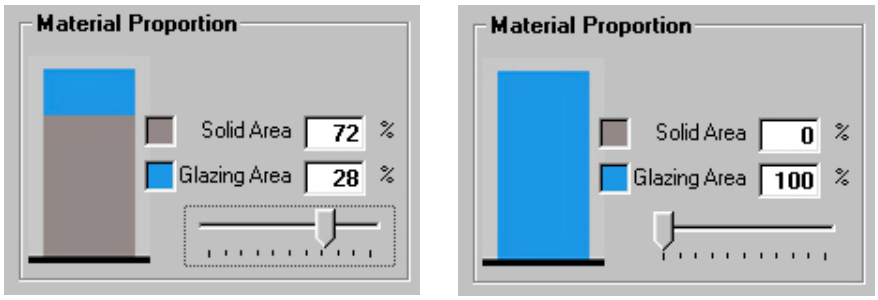
รูปที่ 4.10 แสดงผลที่ได้จากการเลือกรูปทรงในลักษณะต่าง ๆ

2.3.2 แถบรายละเอียดการคำนวณค่า OTTV

- ส่วนการปรับเปลี่ยนวิธีการออกแบบในขั้นพื้นฐาน และขั้นสูง

รูปที่ 4.11 แสดงส่วนการปรับเปลี่ยนในขั้นพื้นฐาน และขั้นสูง

- ส่วนการปรับเปลี่ยนอัตราส่วนพื้นที่ผนังทึบและผนังโปร่งแสง ประกอบไปด้วยองค์ประกอบย่อยดังต่อไปนี้
  - แถบเลื่อนสำหรับการปรับค่าอัตราส่วนของพื้นที่ มีค่าตั้งแต่ 0 – 100%
  - ส่วนแสดงผลของการปรับค่าอัตราส่วนของพื้นที่ผนังทึบ และผนังโปร่งแสงในลักษณะของตัวอักษร
  - ส่วนแสดงผลของการปรับค่าอัตราส่วนของพื้นที่ผนังทึบ และผนังโปร่งแสงในลักษณะของรูปภาพ
  - หากเข้าสู่ระดับการทำงานในขั้นสูง จะมีการแสดงรายละเอียดของทิศทางในแต่ละด้านประกอบกันไปด้วย

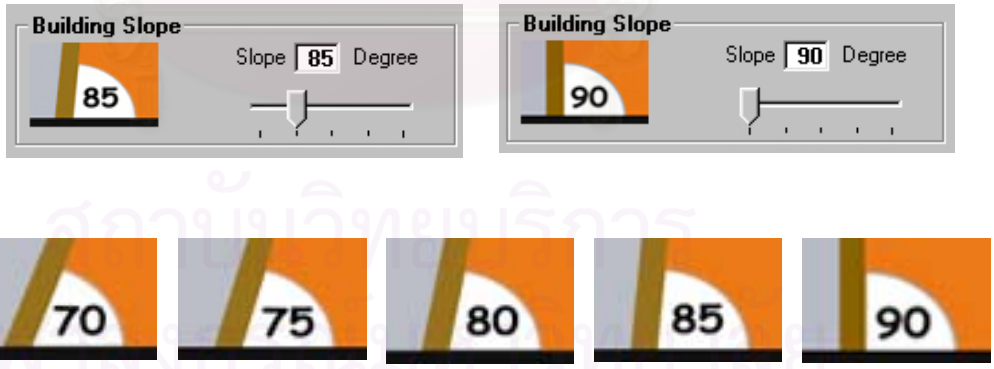


รูปที่ 4.12 แสดงส่วนการปรับเปลี่ยนอัตราส่วนพื้นที่ผนังทึบและผนังโปร่งแสง

- ส่วนการปรับความลาดเอียงของผนัง

แบ่งออกเป็นดังนี้ คือ

- แถบเลื่อนปรับความลาดเอียงของผนัง
- ส่วนแสดงผลของการปรับค่าความลาดเอียงของผนังในลักษณะของตัวอักษร
- ส่วนแสดงผลของการปรับค่าความลาดเอียงของผนังในลักษณะของรูปภาพ
- หากเข้าสู่ระดับการทำงานในขั้นสูง จะมีรายละเอียดของการปรับความลาดเอียงของผนังในแต่ละด้านประกอบกันไปด้วย



รูปที่ 4.13 แสดงส่วนการปรับความลาดเอียงของผนัง

- ส่วนการปรับความเข้มสีของผนังอาคาร

เป็นส่วนของการเลือกโทนสีด้านนอกของผนังอาคาร ซึ่งจะส่งผลต่อค่าการถ่ายเทความร้อนของอาคาร โดยได้สรุปโทนสีที่สำคัญออกมาใช้เป็นแนวทางการป้อนข้อมูล

รูปที่ 4.14 แสดงส่วนการปรับความเข้มสีของผนังอาคาร

- ส่วนรายละเอียดของวัสดุผนังทึบ

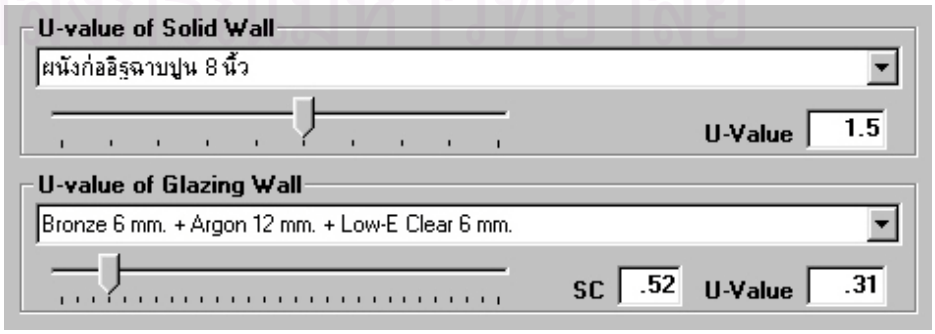
ประกอบไปด้วยองค์ประกอบย่อยดังต่อไปนี้

- แถบรายการเลือกวัสดุ โดยจะแสดงรายชื่อของวัสดุทั้งหมดที่อยู่ในฐานข้อมูล และใช้วิธีการเลือกแบบรายชื่อ
- แถบเลื่อนสำหรับเลือกรายการวัสดุทั้งหมดที่อยู่ในฐานข้อมูล โดยจะจัดเรียงลำดับค่าของข้อมูลจากมากไปน้อย
- ส่วนแสดงค่าต่าง ๆ ของวัสดุที่ได้เลือกไว้

- ส่วนรายละเอียดของวัสดุผนังโปร่งแสง

ประกอบไปด้วยองค์ประกอบย่อยดังต่อไปนี้

- แถบรายการเลือกวัสดุ โดยจะแสดงรายชื่อของวัสดุทั้งหมดที่อยู่ในฐานข้อมูล และใช้วิธีการเลือกแบบรายชื่อ
- แถบเลื่อนสำหรับเลือกรายการวัสดุทั้งหมดที่อยู่ในฐานข้อมูล โดยจะจัดเรียงลำดับค่าของข้อมูลจากมากไปน้อย
- ส่วนแสดงค่าต่าง ๆ ของวัสดุที่ได้เลือกไว้

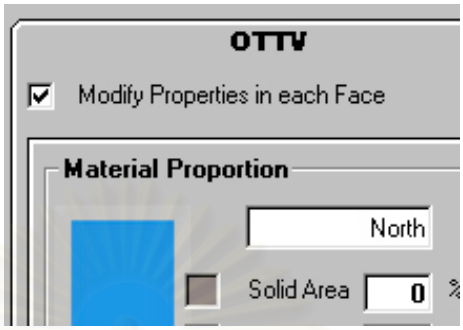


รูปที่ 4.15 แสดงส่วนการเลือกรายละเอียดของวัสดุผนังทึบ และผนังโปร่งแสง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

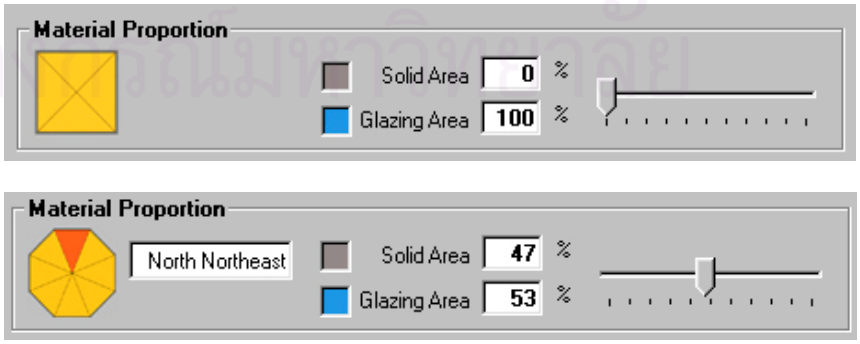
2.3.3 แถบรายละเอียดการคำนวณค่า RTTV

- ส่วนการปรับเปลี่ยนวิธีการออกแบบในขั้นพื้นฐาน และขั้นสูง



รูปที่ 4.16 แสดงส่วนการปรับเปลี่ยนในขั้นพื้นฐาน และขั้นสูง

- ส่วนการปรับเปลี่ยนอัตราส่วนพื้นที่หลังคาทึบและหลังคาโปร่งแสง ประกอบไปด้วยองค์ประกอบย่อยดังต่อไปนี้
  - แถบเลื่อนสำหรับการปรับค่าอัตราส่วนของพื้นที่ มีค่าตั้งแต่ 0 – 100%
  - ส่วนแสดงผลของการปรับค่าอัตราส่วนของพื้นที่หลังคาทึบ และหลังคาโปร่งแสงในลักษณะของตัวอักษร
  - ส่วนแสดงผลของการปรับค่าอัตราส่วนของพื้นที่หลังคาทึบ และหลังคาโปร่งแสงในลักษณะของรูปภาพ
  - หากเข้าสู่ระดับการทำงานในขั้นสูง จะมีการแสดงรายละเอียดของทิศทางในแต่ละด้านประกอบกันไปด้วย



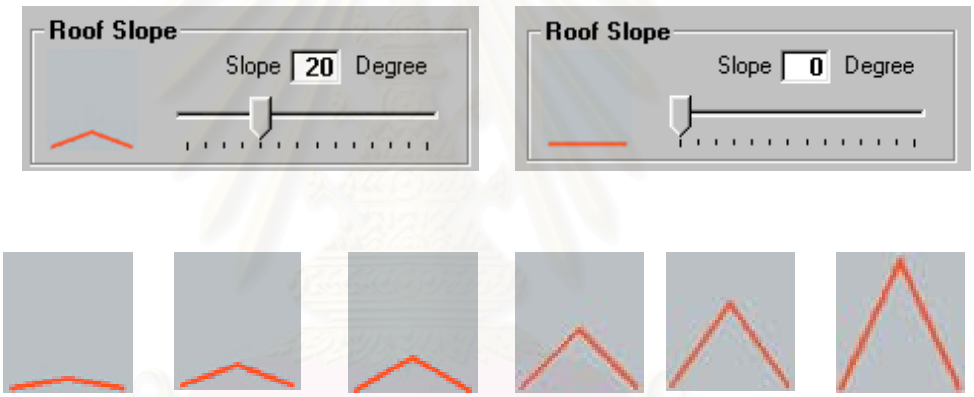
รูปที่ 4.17 แสดงส่วนการปรับเปลี่ยนอัตราส่วนพื้นที่หลังคาทึบและหลังคาโปร่งแสง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ส่วนการปรับความลาดเอียงของหลังคา

แบ่งออกเป็นดังนี้ คือ

- แถบเลื่อนปรับความลาดเอียงของหลังคา
- ส่วนแสดงผลของการปรับค่าความลาดเอียงของหลังคาในลักษณะของตัวอักษร
- ส่วนแสดงผลของการปรับค่าความลาดเอียงของหลังคาในลักษณะของรูปภาพ
- หากเข้าสู่ระดับการทำงานในขั้นสูง จะมีรายละเอียดของการปรับความลาดเอียงของหลังคาในแต่ละด้านประกอบกันไปด้วย



รูปที่ 4.18 แสดงส่วนการปรับความลาดเอียงของหลังคา

- ส่วนการปรับความเข้มสีของหลังคา

เป็นส่วนของการเลือกโทนสีด้านนอกของหลังคา ซึ่งจะส่งผลต่อค่าการถ่ายเทความร้อนของอาคาร โดยได้สรุปโทนสีที่สำคัญออกมาใช้เป็นแนวทางการป้อนข้อมูล

รูปที่ 4.19 แสดงส่วนการปรับความเข้มสีของหลังคา

- ส่วนรายละเอียดของวัสดุหลังคาทึบ

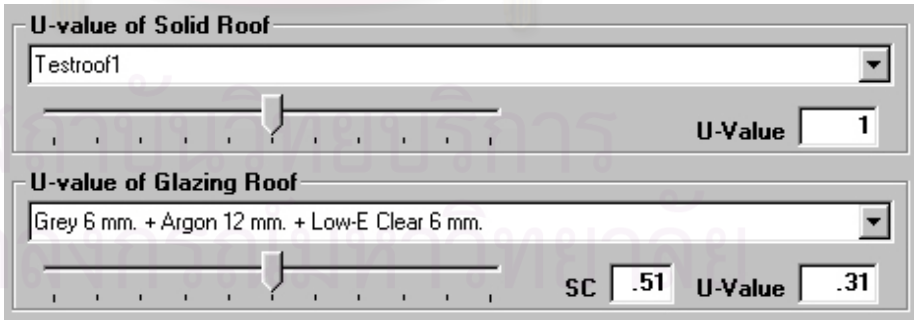
ประกอบไปด้วยองค์ประกอบย่อยดังต่อไปนี้

- แถบรายการเลือกวัสดุ โดยจะแสดงรายชื่อของวัสดุทั้งหมดที่อยู่ในฐานข้อมูล และใช้วิธีการเลือกแบบรายชื่อ
- แถบเลื่อนสำหรับเลือกรายการวัสดุทั้งหมดที่อยู่ในฐานข้อมูล โดยจะจัดเรียงลำดับค่าของข้อมูลจากมากไปน้อย
- ส่วนแสดงค่าต่าง ๆ ของวัสดุที่ได้เลือกไว้

- ส่วนรายละเอียดของวัสดุหลังคาโปร่งแสง

ประกอบไปด้วยองค์ประกอบย่อยดังต่อไปนี้

- แถบรายการเลือกวัสดุ โดยจะแสดงรายชื่อของวัสดุทั้งหมดที่อยู่ในฐานข้อมูล และใช้วิธีการเลือกแบบรายชื่อ
- แถบเลื่อนสำหรับเลือกรายการวัสดุทั้งหมดที่อยู่ในฐานข้อมูล โดยจะจัดเรียงลำดับค่าของข้อมูลจากมากไปน้อย
- ส่วนแสดงค่าต่าง ๆ ของวัสดุที่ได้เลือกไว้

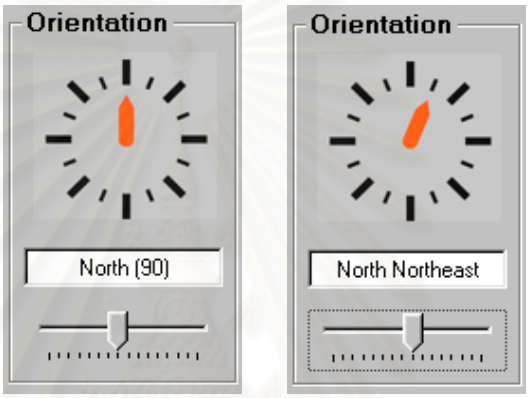


รูปที่ 4.20 แสดงส่วนการเลือกรายละเอียดของวัสดุหลังคาทึบ และหลังคาโปร่งแสง

2.3.4 ส่วนการปรับทิศทางของอาคาร

ประกอบไปด้วยองค์ประกอบดังนี้ คือ

- ส่วนแถบเลื่อนสำหรับปรับทิศทาง ใช้เลื่อนเพื่อปรับค่าตำแหน่งของทิศทางหลักของอาคารให้เป็นไปตามที่ต้องการ
- ส่วนแสดงทิศทางที่เลือกในลักษณะรูปภาพ ใช้แสดงผลที่ได้จากการปรับเปลี่ยนทิศทางของแถบเลื่อน
- ส่วนแสดงทิศทางที่เลือกในลักษณะตัวอักษร แสดงชื่อของทิศทางที่ผู้ใช้งานได้เลือกในรูปของตัวอักษร เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน

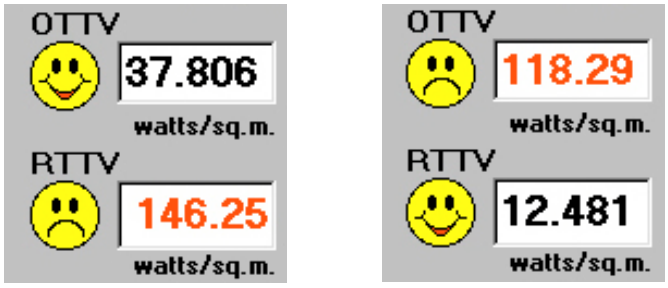


รูปที่ 4.21 แสดงลักษณะการปรับทิศทาง และการแสดงผล

2.3.5 ส่วนแสดงผลค่า OTTV และRTTV

ได้แบ่งการแสดงผลออกเป็นสองส่วน คือ

- ส่วนตัวอักษร เป็นส่วนที่แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนที่ได้จากการคำนวณเป็นตัวเลข ซึ่งหากผลที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ หรือต่ำกว่ามาตรฐาน ตัวเลขจะแสดงเป็นสีดำ หากค่าที่ได้สูงกว่ามาตรฐาน ตัวเลขจะแสดงเป็นสีแดงเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถสังเกตเห็นผลที่ได้อย่างชัดเจน
- ส่วนรูปภาพ นอกจากการใช้ตัวเลขในการสื่อถึงค่าการถ่าย-เทความร้อนแล้ว ยังใช้รูปภาพช่วยในการสร้างความเข้าใจเพิ่มขึ้นอีกด้วย โดยหากผลที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับหรือต่ำกว่ามาตรฐาน รูปภาพจะแสดงสีหน้ายิ้ม หากค่าที่ได้สูงกว่ามาตรฐาน รูปภาพจะแสดงสีหน้าบึ้ง เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถสังเกตเห็นผลที่ได้อย่างชัดเจนมากขึ้น



รูปที่ 4.22 แสดงลักษณะการแสดงผลโดยใช้ตัวอักษร และรูปภาพ

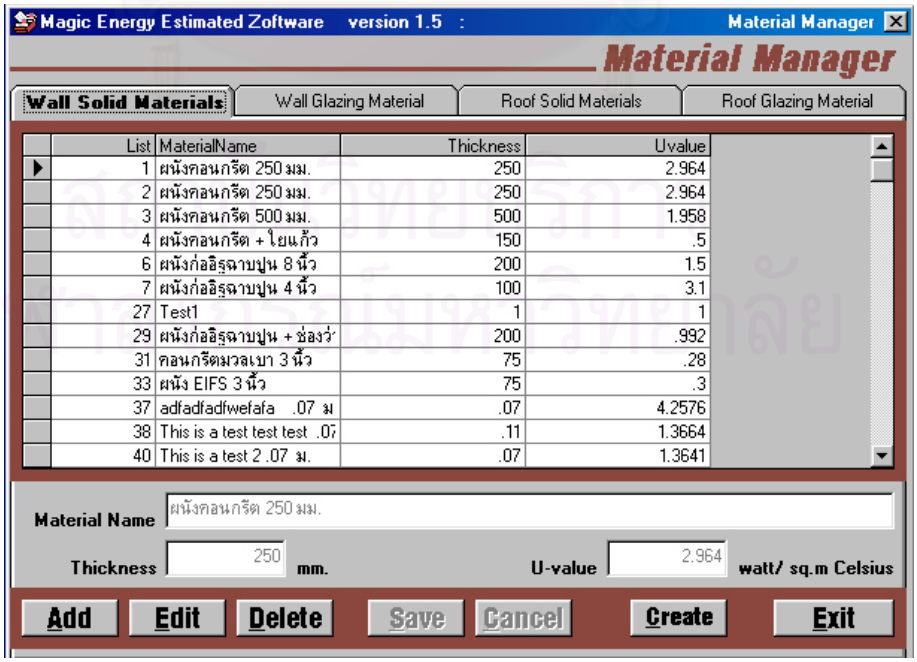
2.3.6 กดปุ่ม Print เพื่อสั่งพิมพ์งาน

2.3.7 กดปุ่ม Main Menu เพื่อกลับไปยังส่วนเมนูหลัก

รูปที่ 4.23 แสดงปุ่มการสั่งพิมพ์ และกลับเข้าสู่เมนูหลัก

2.4 รายละเอียดในส่วนการจัดการข้อมูลวัสดุ

จากส่วนเมนูหลักของการทำงาน สามารถเข้าสู่ส่วนการจัดการวัสดุได้โดยการคลิ๊กที่ปุ่ม Materials Manager เมื่อเข้ามายังส่วนของการจัดการวัสดุแล้วจะมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 4.24 แสดงส่วนการจัดการวัสดุขั้นพื้นฐาน

2.4.1 ส่วนแถบรายละเอียดแบ่งรายการวัสดุออกตามแต่ละองค์-ประกอบของอาคาร

2.4.2 กดปุ่ม Add เพื่อเพิ่มรายการวัสดุเข้าไปในฐานข้อมูล

2.4.3 กดปุ่ม Edit เพื่อแก้ไขรายการวัสดุที่มีอยู่ในฐานข้อมูล โดยจะต้องเลือกรายการที่จะต้องทำการแก้ไขก่อนจากตารางทางด้านบน

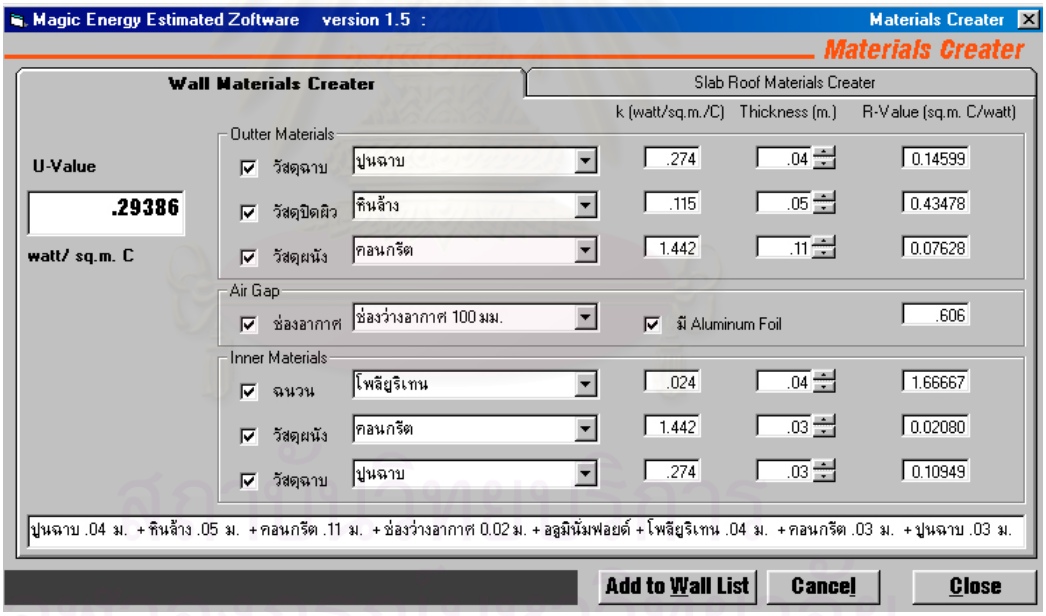
2.4.4 กดปุ่ม Delete เพื่อลบรายการวัสดุที่มีอยู่ในฐานข้อมูล โดยจะต้องเลือกรายการที่จะต้องทำการลบก่อนจากตารางทางด้านบน

2.4.5 กดปุ่ม Save เพื่อบันทึกการเพิ่มรายการ การแก้ไข รายการวัสดุที่มีอยู่ในฐานข้อมูล

2.4.6 กดปุ่ม Create เพื่อเข้าสู่ส่วนของการสร้างวัสดุในขั้นสูง

2.4.7 กดปุ่ม Cancel เพื่อยกเลิกการเปลี่ยนแปลงที่ได้กระทำลงไป

2.4.8 กดปุ่ม Exit เพื่อออกจากการทำงานในส่วนนี้ และกลับไปยังส่วนเมนูหลักของการทำงาน



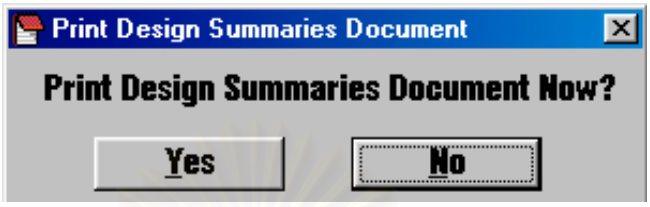
รูปที่ 4.25 แสดงส่วนการจัดการวัสดุขั้นสูง

2.5 รายละเอียดในส่วนการจัดการพิมพ์

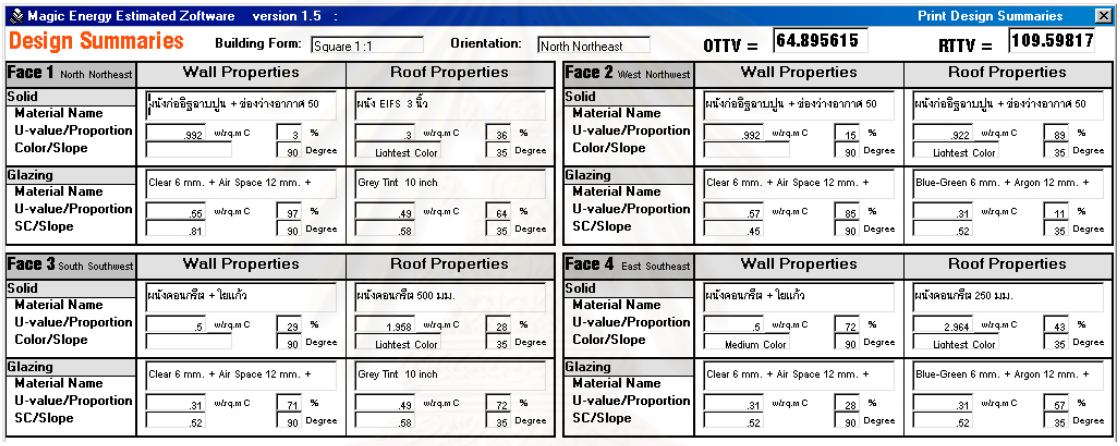
จากส่วนของพื้นที่การทำงานหลัก เมื่อมีการสั่งพิมพ์งาน โปรแกรมจะเข้ามาสู่ส่วนการจัดพิมพ์งานโดยมีรายละเอียดดังนี้

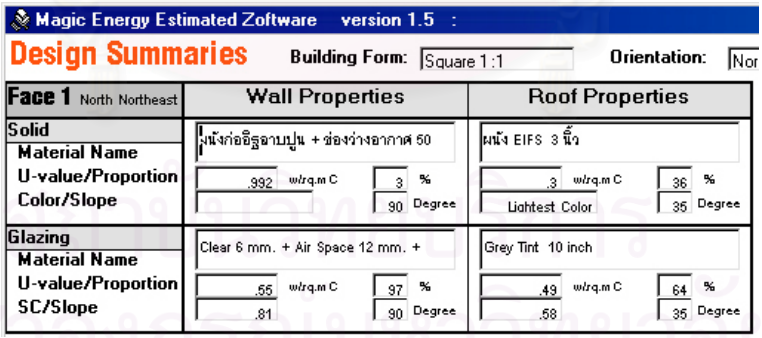
2.5.1 กดปุ่ม Yes เพื่อสั่งพิมพ์เอกสารออกทางเครื่องพิมพ์ และจะดำเนินกลับไปยังส่วนพื้นที่การทำงานหลักโดยอัตโนมัติ

2.5.2 กดปุ่ม No เพื่อยกเลิกการพิมพ์เอกสาร และกลับไปยังส่วนพื้นที่การทำงานหลัก



รูปที่ 4.26 แสดงส่วนการจัดเตรียมพิมพ์งาน



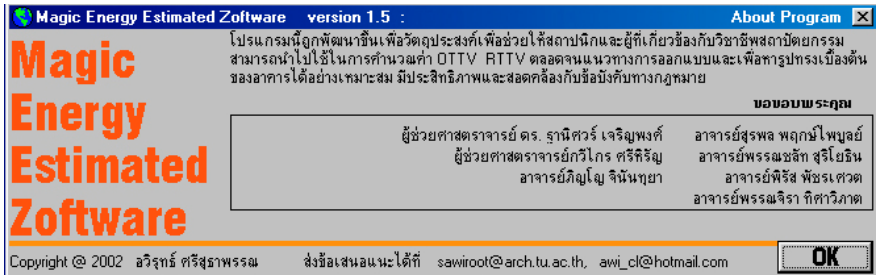


รูปที่ 4.27 แสดงรายละเอียดของข้อมูลจากเอกสารที่สั่งพิมพ์จากโปรแกรมฯ

2.6 รายละเอียดในส่วนแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับโปรแกรมฯ

แสดงรายละเอียดส่วนต่าง ๆ ของโปรแกรมฯ เช่น วัตถุประสงค์ในการจัดทำโปรแกรมฯ ที่ปรึกษา การส่งข้อเสนอแนะทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

2.6.1 กดปุ่ม OK เพื่อกลับไปยังเมนูหลักของการทำงาน



รูปที่ 4.28 แสดงส่วนแสดงรายละเอียดของโปรแกรมฯ

3. การประเมินผลภายหลังการใช้งานโปรแกรมฯ

ภายหลังเสร็จสิ้นขั้นตอนการจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ได้เข้าสู่ขั้นตอนของการดำเนินการทดสอบการใช้งานโปรแกรมฯ เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพในการใช้งาน ข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น ตลอดจนข้อเสนอแนะอื่น ๆ ที่ได้รับจากผู้ทำการทดสอบเพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงโปรแกรมในขั้นตอนต่อไป โดยสามารถแบ่งกลุ่มของผู้ที่เข้าทำการทดสอบโปรแกรมฯ ออกได้เป็นดังนี้

สถาปนิก

- สถาปนิกที่ได้รับศึกษาทางด้านการอนุรักษ์พลังงาน และทางด้านการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อน
- สถาปนิกที่ได้รับศึกษาทางด้านการอนุรักษ์พลังงาน แต่ไม่ได้รับการศึกษาทางด้านการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อน
- สถาปนิกที่ไม่ได้รับศึกษาทางด้านการอนุรักษ์พลังงาน แต่สนใจศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง
- สถาปนิกที่ไม่ได้รับศึกษาทางด้านการอนุรักษ์พลังงาน และไม่ได้รับศึกษาทางด้านการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อน

นักศึกษา

- นักศึกษาที่ได้รับการศึกษาในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณค่าถ่ายเทความร้อนมาแล้วก่อนหน้านี้
- นักศึกษาที่ยังไม่ได้ศึกษารายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณค่าถ่ายเทความร้อนมาก่อน

ผลที่ได้จากการทำการทดสอบสามารถนำมาแบ่งออกเป็นรายละเอียดตามหัวข้อได้ดังนี้

ความสะดวกในการใช้งาน

- ผู้ที่ใช้งานโปรแกรมฯ ไม่จำเป็นต้องมีความรู้ทางด้านนี้มาก่อนก็สามารถใช้งานได้อย่างสะดวก ไม่สับสน

วิธีการป้อนข้อมูล

- การป้อนข้อมูลทำได้ง่าย
- มีความคล่องตัวในการปรับเปลี่ยนค่าของแต่ละตัวแปร

กระบวนการตัดสินใจในการออกแบบ

- ทำให้สามารถเลือกใช้ หรือปรับเปลี่ยนวิธีการออกแบบได้หลายรูปแบบ หากผลลัพธ์ของค่าการถ่ายเทความร้อนเกินกว่ามาตรฐาน เพราะสามารถทราบผลได้ทันทีเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปร

การประมวลผล และการแสดงผล

- สามารถคำนวณผลที่ได้ออกมาอย่างรวดเร็ว
- แสดงผลลัพธ์ของค่าการถ่ายเทความร้อนให้สามารถเข้าใจได้ง่าย

ความเข้าใจในเรื่องของการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อน

- สามารถข้าใจมากขึ้นถึงความหมายของค่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร
- สามารถเข้าใจ และเข้าใจเพิ่มมากขึ้นถึงอิทธิพลของตัวแปรที่ส่งผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารว่ามีอิทธิพลไม่เท่ากัน
- เกิดการเรียนรู้ไปพร้อม ๆ กัน

การนำผลที่ได้ไปช่วยในการออกแบบสถาปัตยกรรมในขั้นตอนต่อไป

- สามารถนำผลสรุปจากการปรับเปลี่ยนค่าของตัวแปรต่าง ๆ ที่พิมพ์ออกจากโปรแกรมฯ ไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบได้เป็นอย่างดี
- ช่วยลดระยะเวลาในการคำนวณที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมได้มาก

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

- เพิ่มเติมรายละเอียดการประมวลผลทางด้านราคาค่าก่อสร้างต่อพื้นที่
- สามารถนำข้อมูลของแบบจำลอง 3 มิติจากโปรแกรมฯ อื่น ๆ เข้ามาใช้งานในโปรแกรมฯ นี้ได้
- แสดงรายละเอียดของข้อมูลวัสดุก่อสร้างมากขึ้น เช่น ราคา ขนาด ภาพประกอบ เป็นต้น

ผลจากการประเมินดังกล่าวนับว่าการจัดทำโปรแกรมฯ สามารถดำเนินการตามวัตถุประสงค์ได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังนำข้อเสนอแนะมาใช้ในการปรับปรุงการทำงานในขั้นต่อไปได้

บทที่ 5

บทสรุป และข้อเสนอแนะ

บทสรุป

จากกระบวนการวิจัยในหัวข้อเรื่อง "โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวิเคราะห์รูปทรงและวัสดุเปลือกอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน" ทำให้ได้ข้อสรุปถึงแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ออกแบบสถาปัตยกรรมในเชิงอนุรักษ์พลังงานที่สอดคล้องกับ พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 โดยสามารถนำโปรแกรมฯ เข้ามาใช้เป็นส่วนหนึ่งของเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในกระบวนการทำงานทางด้านสถาปัตยกรรม โดยมีรายละเอียดที่สำคัญของแนวทางการทำงานดังนี้ คือ

1. ***การกำหนดเป้าหมายของโปรแกรมฯ ให้เป็นเครื่องมือช่วยในการทำงานไม่ใช่เป็นเครื่องคำนวณ*** ผู้พัฒนาโปรแกรมฯ โดยส่วนใหญ่มักจะเข้าใจว่า โปรแกรมฯ คือเครื่องมือที่ช่วยในการคำนวณหรือเพื่อการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งให้สะดวกขึ้นโดยการคำนวณอย่างรวดเร็ว แต่สำหรับการทำงานทางสถาปัตยกรรม นอกจากปัจจัยดังที่กล่าวมาแล้ว ยังต้องอาศัยองค์ประกอบในอื่น ๆ ในการพัฒนาโปรแกรมฯ ที่สามารถนำไปสู่ความเข้าใจในกระบวนการทำงานทางสถาปัตยกรรมได้ เช่น ผลที่เกิดจากความสัมพันธ์ในการปรับเปลี่ยนตัวแปรต่าง ๆ
2. ***การสร้างการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นในขณะใช้งานโปรแกรมฯ*** ในการใช้งานโปรแกรมฯ หากสามารถทำให้ผู้ใช้โปรแกรมฯ เข้าใจกระบวนการ หรือเห็นผลที่ชัดเจนจากการทำงานของโปรแกรมฯ มากขึ้น เช่น ผลของการเลือกรูปทรงอาคารที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านกรอบอาคารมากน้อยเพียงใด รูปทรงใดเหมาะสมต่อการใช้งานสำหรับที่ตั้งแห่งนี้มากที่สุด หากต้องการปรับให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคาอยู่ในเกณฑ์ควรจะปรับเปลี่ยนตัวแปรใดจึงจะส่งผลมากที่สุด เป็นต้น ผลที่เกิดจากการเรียนรู้องค์ประกอบเหล่านี้จะทำให้สามารถใช้โปรแกรมได้อย่างคล่องแคล่วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
3. ***การใช้วิธีการเลือกและการปรับแทนวิธีการป้อนค่าข้อมูล*** การเปลี่ยนรูปแบบวิธีการป้อนข้อมูลจากเดิมที่เป็นลักษณะของการป้อนค่าโดยให้ผู้ใช้โปรแกรมฯ เป็นผู้คิดหรือป้อนค่าโดยตรง เป็นวิธีการที่ให้ผู้ใช้โปรแกรมฯ เลือกหรือปรับเปลี่ยนค่าจากข้อมูลพื้นฐานที่มีอยู่จะสามารถช่วยให้ผู้ใช้งานโปรแกรมฯ ที่ไม่มีความรู้ทางด้านการอนุรักษ์พลังงานโดยตรงสามารถใช้งานได้ ช่วยลดความผิดพลาดในการป้อนค่า และยังไม่ทำให้ผู้ใช้โปรแกรมฯ เกิดความรู้สึกเบื่อหน่ายด้วย

นอกจากนี้ การป้อนค่าข้อมูลชนิดเดียวกันควรจะทำได้ในหลายรูปแบบ เพื่อที่จะตอบสนองต่อผู้ใช้งานโปรแกรมฯ ให้สามารถเลือกใช้ได้ตามพื้นฐานความเข้าใจที่แตกต่างกัน

4. ***การลดจำนวนหน้าจอการทำงานให้เหลือน้อยที่สุด*** การที่โปรแกรมฯ มีหน้าจอในการทำงานเป็นจำนวนมาก จะทำให้ผู้ใช้งานเกิดความสับสนในการใช้งานเป็นอย่างยิ่ง เช่น ความสับสนในการป้อนข้อมูลว่ากำลังป้อนข้อมูลของตัวแปรใดอยู่ มีตัวแปรใดบ้างที่ป้อนค่าไปแล้ว ตัวแปรใดที่ยังไม่ได้ป้อนค่า เป็นต้น การจัดแบ่งรายละเอียดขององค์ประกอบในการทำงานให้อยู่ในหน้าจอหรือกลุ่มพื้นที่เดียวกันจะสามารถช่วยลดความสับสนจากปัญหาที่กล่าวมาได้
5. ***การแบ่งระดับขั้นของการทำงาน*** ในการพัฒนาโปรแกรมฯ สามารถแบ่งการทำงานของโปรแกรมฯ ออกเป็นระดับขั้นได้ เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับความต้องการของแต่ละกลุ่มผู้ใช้โปรแกรมฯ อย่างแท้จริง เช่น กลุ่มของผู้ใช้โปรแกรมฯ ที่ต้องการความรวดเร็วในการคำนวณหรือทราบข้อมูลโดยสังเขป กลุ่มของผู้ที่ต้องการความละเอียดและความแม่นยำในการคำนวณมากที่สุด เป็นต้น ซึ่งในแต่ละระดับขั้นอาจมีองค์ประกอบของตัวแปร และวิธีการป้อนข้อมูลที่แตกต่างกันออกไปได้
6. ***การแสดงผลทันทีที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปร*** เมื่อมีการปรับเปลี่ยนค่าของตัวแปรตัวใดตัวหนึ่งแล้ว โปรแกรมฯ สามารถแสดงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นให้ทราบได้ในทันที จะทำให้ผู้ใช้โปรแกรมฯ สามารถตัดสินใจทำการปรับเปลี่ยนค่าของตัวแปร หรือเกิดความคิดในการออกแบบสถาปัตยกรรมในขั้นตอนต่อไปได้สะดวกและต่อเนื่องมากยิ่งขึ้น
7. ***การแสดงผลลัพธ์ในลักษณะแนวทางการออกแบบ*** โดยทั่วไปแล้วการแสดงผลลัพธ์ขั้นตอนสุดท้ายของการทำงานของโปรแกรมฯ หรือข้อมูลที่พิมพ์ออกมา จะเป็นลักษณะของ “รายละเอียดการคำนวณ” ซึ่งผลดังกล่าวอาจจะไม่ได้มีการนำไปใช้งานมากนัก หรืออาจเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่มีความรู้เฉพาะทางด้านพลังงานเพียงเท่านั้น ฉะนั้น หากมีการแสดงผลลัพธ์ให้อยู่ในลักษณะของ “แนวทางการออกแบบ” ที่สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย จะช่วยให้ผู้ใช้งานโปรแกรมฯ นำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการออกแบบสถาปัตยกรรมได้ดียิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะและแนวทางการทำงานในขั้นต่อไป

เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านระยะเวลาในการทำวิจัยทำให้การทำงานบางส่วนยังไม่สามารถทำได้ครบถ้วน จึงได้เสนอแนวทางบางส่วนให้ผู้ที่สนใจสามารถใช้เป็นทางเลือกหรือข้อพิจารณาหากมีโอกาสในการทำวิจัยครั้งต่อไป มีรายละเอียดดังนี้

1. การสร้างส่วนติดต่อและถ่ายโอนข้อมูลรูปทรงอาคารร่วมกันกับโปรแกรมประยุกต์อื่น ๆ เช่น AutoCAD, 3DSMax ที่จะสามารถช่วยนำข้อมูลแบบจำลอง 3 มิติเข้ามาใช้ได้ทันที ซึ่งจะ

สะดวกมากขึ้นหากรูปทรงของอาคารมีความซับซ้อน หรือเป็นประเด็นสำคัญของการออกแบบสถาปัตยกรรมสำหรับโครงการนั้น ๆ โดยเฉพาะ

2. การสร้างองค์ประกอบของการคำนวณทางด้านเศรษฐศาสตร์และการลงทุน เข้าไปเป็นองค์ประกอบหนึ่งของโปรแกรมจะสามารถช่วยให้เกิดประโยชน์สำหรับผู้ใช้โปรแกรมฯ หรือเจ้าของอาคารมากขึ้นในการคำนึงถึงองค์ประกอบของสภาพเศรษฐกิจในช่วงเวลานั้น ๆ
3. การสร้างรูปแบบการติดต่อสื่อสารกับผู้ใช้โปรแกรมฯ ในลักษณะของรูปภาพ หรือกราฟิกอื่นๆ แทนการใช้ตัวอักษร จะสามารถช่วยสร้างความน่าสนใจให้กับผู้ใช้งานได้มากขึ้น
4. การสร้างระบบความช่วยเหลือผู้ใช้โปรแกรมฯ เพื่อเสนอแนะแนวทางการทำงานในกรณีที่ผู้ใช้โปรแกรมไม่สามารถปรับเปลี่ยนค่าของตัวแปรเพื่อให้ผลลัพธ์เป็นไปตามที่ต้องการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กวีไกร ศรีหิรัญ. ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อช่วยกำหนดทางเลือกที่ตั้งของอาคารในสถาบันอุดมศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

กิตติ ภัคดีวัฒนะกุล และจำลอง ครูอุตสาหะ. Visual Basic 6 ฉบับฐานข้อมูล. กรุงเทพฯ: ไทยเจริญการพิมพ์. 2542.

ธาริณ สิทธิธรรมชารี และสุรสิทธิ์ คิวประสพศักดิ์. คู่มือการเขียนโปรแกรม Advanced Visual Basic version 6.0. กรุงเทพฯ: ซัคเซสมีเดีย, (ม.ป.ป.)

ธาริณ สิทธิธรรมชารี. คู่มือการเขียนโปรแกรม Microsoft Visual Basic version 6.0 ฉบับเพื่อการใช้งานจริง. กรุงเทพฯ: ซัคเซสมีเดีย, (ม.ป.ป.)

วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กระทรวง. พัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กรม. อนุรักษ์พลังงาน กอง. คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: กองอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2536.

สุภัทร สราญเลิศ. แนวทางการพัฒนาโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารจากข้อมูลที่ใช้ในการประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมจากกรอบอาคาร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

ภาษาอังกฤษ

Albright, John and Schaeffer, Elizabeth. AutoCad for Architects and Engineers. Thousand Oaks, California: New Riders, 1989.

Mitchell, William J. and McCullough, Malcolm. Digital Design Media: A Handbook for Architecture & Design Professionals. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991.

Neeley, Dennis and Callori, Bob. CAD and The Practice of Architecture: ASG Solution. New York: Onword, 1993.

Pugh, Stuart. Total Design Integrated Methods for Successful Product Engineering. London: Addison-Wesley, 1991.

Sharp, Jone. AI System Support for Conceptual Design. London: Springer-Verlay Limiter, 1996.

Smith, J. and Gesner, Rusty. Inside AutoLISP. California: New Riders, 1989.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านกรอบอาคารและหลังคา

การคำนวณค่า OTTV และ RTTV นั้น ในแต่ละประเทศได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานที่แตกต่างกันออกไป สำหรับประเทศไทย ข้อกำหนดและค่ามาตรฐานต่าง ๆ ได้นำมาจาก พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ที่ได้มีการปรับปรุงให้เหมาะสมและสอดคล้องกับการใช้งานในประเทศไทย มีรายละเอียดโดยสังเขปดังต่อไปนี้

1.1 เนื้อหา

ตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ได้กำหนดให้มีแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานอยู่ 4 ส่วน คือ ระบบไฟฟ้ากำลัง ระบบการส่องสว่างด้วยไฟฟ้า การถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร และระบบปรับอากาศ ซึ่งในการทำวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นที่จะศึกษาองค์ประกอบในส่วนของการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร

1.2 ข้อกำหนดเบื้องต้น

1.2.1 อาคารเก่า หมายความว่า อาคารที่ได้ก่อสร้างแล้วเสร็จหรือกำลังก่อสร้างหรือยังไม่ได้ก่อสร้าง แต่ได้ยื่นขออนุญาตก่อสร้างไว้แล้วก่อนกฎกระทรวงนี้มีผลบังคับใช้

1.2.2 อาคารใหม่ หมายความว่า อาคารที่ได้ยื่นขออนุญาตก่อสร้างหลังกฎกระทรวงนี้มีผลบังคับใช้

1.2.3 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านกรอบอาคาร (OTTV)

อาคารเก่า มีค่าไม่เกิน 55 วัตต์/ตารางเมตร (w/m^2)

อาคารใหม่ มีค่าไม่เกิน 45 วัตต์/ตารางเมตร (w/m^2)

1.2.4 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคา (RTTV)

อาคารเก่าและใหม่ มีค่าไม่เกิน 25 วัตต์/ตารางเมตร (w/m^2)

1.3 วิธีการคำนวณ

การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารและหลังคาได้แบ่งวิธีการคำนวณออกเป็น 2 ส่วน คือ อาคารที่มีการปรับ และไม่มีการปรับอากาศเชิงกล

1.3.1 อาคารที่มีการปรับอากาศเชิงกล มีสมการที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

1.3.1.1 ส่วนกรอบอาคาร ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านกรอบอาคาร (Overall Thermal Transfer Value)

$$OTTV_i = (U_w)(A_w)(TD_{eq}) + (SC)(A_f)(SF) + (U_f)(A_f)(\Delta T)$$

เมื่อ

$OTTV_i$ = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านที่พิจารณา (w/m^2)

U_w = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังทึบ ($w/m^2\ ^oc$)

A_w = พื้นที่ของผนังทึบ (m^2)

TD_{eq} = ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิเทียบเท่า

SC = สัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่าง

A_f = พื้นที่ช่องเปิด (m^2)

SF = ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (w/m^2)

U_f = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังโปร่งแสง ($w/m^2\ ^oc$)

ΔT = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคาร ประเทศไทยใช้ $5\ ^oc$

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง เฉลี่ยทั้งอาคาร มีสมการดังนี้

$$OTTV = \frac{(A_{01})(OTTV_{01}) + (A_{02})(OTTV_{02}) + \ldots + (A_{0i})(OTTV_{0i})}{A_{01} + A_{02} + \ldots + A_{0i}}$$

เมื่อ

OTTV = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง เฉลี่ยทั้งอาคาร (w/m^2)

$OTTV_{01}$ = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านที่พิจารณา (w/m^2)

A_{01} = พื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านที่พิจารณา (m^2)

การเลือกค่าของตัวแปรจากตารางมีรายละเอียดดังนี้

ค่าอุณหภูมิเทียบเท่าของผนัง

มวลของผนัง กก. / ม^2	**ความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าของผนัง**				
	ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ (α)				
	0.1 (0 - 0.2)	0.3 (0.2 - 0.4)	0.5 (0.4 - 0.6)	0.7 (0.6 - 0.8)	0.9 (0.8 - 1.0)
0 - 125	14	15	16	17	18
126 - 195	11	12	13	14	15
เกินกว่า 195	9	10	11	12	13

ตารางที่ ผ.1 ตารางแสดงค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าของผนัง

ที่มา: วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กระทรวง. พัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กรม. อนุรักษ์พลังงาน, กอง. คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร. กรุงเทพฯ: กอง-อนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2536. หน้า 19.

รายการวัสดุและสีทาผนังแยกตามระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์

ประเภทผิววัสดุ ที่ใช้ทำผนังด้านนอก	**วัสดุผนัง**	**สีที่ใช้ทาภายนอก**
1. วัสดุที่มีผิวสะท้อนแสง ($0 < \alpha < 0.2$)	• ผิววัสดุที่ฉาบด้วยดีบุก • แผ่นอะลูมิเนียม • แผ่นฟิล์มไมลาร์เคลือบ • แผ่นฟิล์มสะท้อนแสงทำด้วยอะลูมิเนียมขัดมัน	• สีสะท้อนแสง
2. วัสดุที่มีผิวสีอ่อน ($0.2 < \alpha < 0.4$)	• อิฐเคลือบเป็นมันสีขาว • เหล็กชุบสังกะสีทาสีขาว	• แลกเกอร์สีขาว • สีเงิน • สีขาวเป็นเงา
3. วัสดุที่มีผิวสีปานกลาง ($0.4 < \alpha < 0.6$)	• วัสดุที่ทาสีอะลูมิเนียม • หลังคาประกอบขึ้นรูปสีขาว • อิฐสีเหลืองอ่อน • หินอ่อนสีขาว • กรวดล้างสีขาว	• สีเขียวอ่อน • สีน้ำเงินปานกลาง • สีเหลืองปานกลาง • สีส้มปานกลาง • สีเขียวปานกลาง
4. วัสดุที่มีผิวสีค่อนข้างเข้ม ($0.6 < \alpha < 0.8$)	• คอนกรีตไม่ทาสี • ไม้ผิวเรียบ • แผ่นซีเมนต์แอสเบสตอส • หินล้างสีเทา	• สีแดง • สีน้ำเงิน • สีเทาอ่อน • สีสนิมแก่ปานกลาง
5. วัสดุที่มีผิวสีเข้ม ($0.8 < \alpha < 1.0$)	• วัสดุที่ลาดผิวด้วยยาง-มะตอย • คอนกรีตสีน้ำตาล • วัสดุมุงหลังคาสีเขียว • หินชนวนสีเทาแกมสีน้ำเงิน • อิฐสีแดง • อิฐแสตฟฟอร์ดสีน้ำเงิน • คอนกรีตสีดำ	• สีน้ำเงินแก่หรือเขียวแก่ • สีเทาแกมน้ำเงินเข้ม • สีน้ำตาลแก่ • สีโอลีฟเข้ม • สีดำ • แลคเกอร์สีน้ำเงินแก่ • สีเทาแก่ • แลกเกอร์สีดำ • สีดำธรรมดา • สีดำเรียบมาก

ตารางที่ ผ.2 แสดงรายการวัสดุและสีทาผนังแยกตามระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์

ที่มา: วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กระทรวง. พัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กรม. อนุรักษ์พลังงาน, กอง. คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร. กรุงเทพฯ: กอง-อนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2536. หน้า 20.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์

ค่าของผลจากฟลักส์รังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบผ่านหน้าต่าง ค่าเฉลี่ยของค่าตัว-ประกอบรังสีสำหรับผนังแนวตั้งในทิศทางต่าง ๆ คือ

$$SF = 160 \quad w/m^2$$

ค่าตัวประกอบรังสีแสงอาทิตย์สำหรับผนังเอียงในทิศต่าง ๆ จะมีค่าแตกต่างกัน คำนวณได้จากสมการ

$$SF = 160 * CF \quad w/m^2$$

เมื่อ

CF = คือตัวประกอบแก้สำหรับผนังเอียงในทิศทางต่างๆ

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
70^0	1.06	1.24	1.52	1.63	1.63	1.60	1.48	1.22
75^0	0.96	1.14	1.42	1.52	1.50	1.48	1.38	1.12
80^0	0.87	1.05	1.32	1.40	1.37	1.37	1.28	1.02
85^0	0.78	0.96	1.22	1.29	1.24	1.25	1.17	0.93
90^0	0.70	0.87	1.12	1.17	1.11	1.13	1.03	0.84

ตารางที่ ผ.3 แสดงค่าตัวประกอบแก้สำหรับผนังเอียง

ที่มา: วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กระทรวง. พัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กรม. อนุรักษ์พลังงาน, กอง. คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร. กรุงเทพฯ: กอง-อนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2536. หน้า 21.

1.3.1.2 ส่วนหลังคา ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคา (Roof Thermal Transfer Value)

$$RTTV_i = (U_w)(A_w)(TD_{eq}) + (SC)(A_f)(SF) + (U_f)(A_f)(\Delta T)$$

เมื่อ

$RTTV_i$ = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาด้านที่พิจารณา (w/m^2)

U_w = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของหลังคา ($w/m^{2\ O}c$)

A_w = พื้นที่ของหลังคา (m^2)

TD_{eq} = ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิเทียบเท่า

SC = สัมประสิทธิ์การบังแดดของช่องรับแสง

A_f = พื้นที่ช่องรับแสง (m^2)

SF = ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (w/m^2)

U_f = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของหลังคาโปร่งแสง ($w/m^{2\ O}c$)

ΔT = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคาร ประเทศไทยใช้ $5\ ^{O}c$

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง เฉลี่ยทั้งอาคาร มีสมการดังนี้

$$RTTV = \frac{(A_{01})(RTTV_{01}) + (A_{02})(RTTV_{02}) + \ldots + (A_{0i})(RTTV_{0i})}{A_{01} + A_{02} + \ldots + A_{0i}}$$

เมื่อ

RTTV = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาเฉลี่ยทั้งอาคาร (w/m^2)

$RTTV_{01}$ = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาด้านที่พิจารณา (w/m^2)

A_{01} = พื้นที่ทั้งหมดของหลังคาด้านที่พิจารณา (m^2)

การเลือกค่าของตัวแปรจากตารางมีรายละเอียดดังนี้

ค่าอุณหภูมิเทียบเท่าของหลังคา

มวลของหลังคา กก. / ม^2	**ความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าของหลังคา**			
	ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ (α)			
	0.1 (0 - 0.2)	0.3 (0.2 - 0.4)	0.5 (0.4 - 0.6)	0.6 และมากกว่า (0.6 - 1.0)
0 - 50	20	24	28	32
50 - 200	16	20	24	28
เกินกว่า 200	12	16	20	24

ตารางที่ ผ.4 แสดงค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าของหลังคา

ที่มา: วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กระทรวง. พัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กรม. อนุรักษ์พลังงาน, กอง. คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร. กรุงเทพฯ: กอง-อนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2536. หน้า 23.

ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ สำหรับหลังคาเอียงในทิศต่าง ๆ คือ

$$SF = 370 * CF \qquad w/m^2$$

เมื่อ

CF คือ ตัวประกอบแก้สำหรับหลังคาในทิศทางต่างๆ

ตารางแสดงตัวประกอบแก้รังสีอาทิตย์สำหรับหลังคา

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
0^0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5^0	0.98	0.99	0.99	1.01	1.01	1.01	1.00	0.99
10^0	0.96	0.97	0.99	1.01	1.02	1.01	0.99	0.97
15^0	0.93	0.95	0.98	1.01	1.02	1.00	0.98	0.95
20^0	0.90	0.93	0.97	1.00	1.02	1.00	0.96	0.92
25^0	0.87	0.90	0.95	0.99	1.01	0.98	0.94	0.89
30^0	0.83	0.86	0.93	0.98	0.99	0.97	0.92	0.86
35^0	0.78	0.83	0.90	0.96	0.97	0.95	0.89	0.82
40^0	0.74	0.79	0.87	0.93	0.95	0.92	0.86	0.78
45^0	0.69	0.75	0.84	0.90	0.92	0.89	0.83	0.74
50^0	0.64	0.71	0.81	0.87	0.88	0.86	0.79	0.70
55^0	0.59	0.66	0.77	0.83	0.84	0.82	0.76	0.66
60^0	0.54	0.62	0.73	0.79	0.80	0.78	0.72	0.61
65^0	0.50	0.58	0.69	0.75	0.75	0.73	0.68	0.57

ตารางที่ ผ.5 แสดงค่าตัวประกอบแก้รังสีอาทิตย์สำหรับหลังคา

ที่มา: วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กระทรวง. พัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กรม. อนุรักษ์พลังงาน, กอง. คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร. กรุงเทพฯ: กอง-อนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2536. หน้า 24.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวผนังและหลังคา

ชนิดของผิววัสดุ	**ความต้านทานความร้อนของฟิล์ม**
กรณีผนังอาคาร	
ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวผนังด้านใน	
• กรณีผิวมีค่า ส.ป.ส. การแผ่รังสีสูง	0.120
• กรณีผิวมีค่า ส.ป.ส. การแผ่รังสีต่ำ	0.299
ความต้านทานของฟิล์มอากาศที่ผิวผนังด้านนอก	
• ผิวมีค่า ส.ป.ส. การแผ่รังสีสูง	0.044
กรณีหลังคา	
ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านในของหลังคา	
• กรณีผิวมีค่า ส.ป.ส. การแผ่รังสีสูง	
หลังคาราบ	0.162
หลังคาเอียงทำมุม 22.5° กับแนวระดับ	0.148
หลังคาเอียงทำมุม 45° กับแนวระดับ	0.133
• กรณีผิวมีค่า ส.ป.ส. การแผ่รังสีต่ำ	
หลังคาราบ	0.801
หลังคาเอียงทำมุม 22.5° กับแนวระดับ	0.595
หลังคาเอียงทำมุม 45° กับแนวระดับ	0.391
ชนิดของผิววัสดุ	**ความต้านทานความร้อนของฟิล์ม**
ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านนอกของหลังคา	
• ผิวมีค่า ส.ป.ส. การแผ่รังสีสูงและเอียงทำมุมใด ๆ	0.055

ตารางที่ ผ.6 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวผนังและหลังคา

ที่มา: วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กระทรวง. พัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กรม. อนุรักษ์พลังงาน, กอง. คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร. กรุงเทพฯ: กอง-อนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2536. หน้า 61.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศในช่องว่างผนังหรือหลังคา

ชนิดของช่องว่างอากาศ	ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (ม^2.°ซ /วัตต์)		
	5 มม.	20 มม.	100 มม.
ช่องว่างอากาศในผนัง			
• ช่องว่างอากาศที่มีค่า ส.ป.ส. การแผ่รังสีสูง	0.110	0.148	0.160
• ช่องว่างอากาศที่มีค่า ส.ป.ส. การแผ่รังสีต่ำ	0.250	0.578	0.606
ช่องว่างอากาศในหลังคา			
• ช่องว่างอากาศที่มีค่า ส.ป.ส. การแผ่รังสีสูง			
ช่องว่างอากาศแนวราบ	0.110	0.148	0.174
ช่องว่างอากาศเอียงทำมุม 22.5° กับแนวระดับ	0.110	0.148	0.165
ช่องว่างอากาศเอียงทำมุม 45° กับแนวระดับ	0.110	0.148	0.158
• ช่องว่างอากาศที่มีค่า ส.ป.ส. การแผ่รังสีต่ำ			
ช่องว่างอากาศแนวราบ	0.250	0.572	1.423
ช่องว่างอากาศเอียงทำมุม 22.5° กับแนวระดับ	0.250	0.571	1.095
ช่องว่างอากาศเอียงทำมุม 45° กับแนวระดับ	0.250	0.570	0.768
ช่องว่างอากาศในเพดาน			
• ช่องว่างอากาศที่มีค่า ส.ป.ส. การแผ่รังสีสูง		0.458	
• ช่องว่างอากาศที่มีค่า ส.ป.ส. การแผ่รังสีต่ำ		1.356	

ตารางที่ ผ.7 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศในช่องว่างผนังหรือหลังคา

ที่มา: วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กระทรวง. พัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กรม. อนุรักษ์พลังงาน, กอง. คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร. กรุงเทพฯ: กอง-อนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2536. หน้า 63.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.3.2 อาคารที่ไม่มีการปรับอากาศ ได้มีการกำหนดค่าสูงสุดในการออกแบบผนังด้านนอกและหลังคาของอาคารที่ไม่ปรับอากาศไว้ดังนี้

1.3.2.1 ผนังด้านนอก

ส่วนทึบของผนังด้านนอกต้องมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความ-ร้อนไม่เกินค่าที่กำหนดไว้

ค่าสูงสุดที่ยอมให้สำหรับสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ

มวลของผนัง กก. / ม^2	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (วัตต์ /ตร.ม.°ซ)				
	ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ (α)				
	0.1 (0 - 0.2)	0.3 (0.2 - 0.4)	0.5 (0.4 - 0.6)	0.7 (0.6 - 0.8)	0.9 (0.8 - 1.0)
0 - 125	3.2	3.0	2.9	2.7	2.5
126 - 195	4.0	3.7	3.5	3.3	3.0
เกินกว่า 195	5.0	4.6	4.2	3.8	3.5

ตารางที่ ผ.8 แสดงค่าสูงสุดที่ยอมให้สำหรับสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ

ที่มา: วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กระทรวง. พัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กรม. อนุรักษ์พลังงาน, กอง. คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร. กรุงเทพฯ: กอง-อนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2536. หน้า 26.

1.3.2.2 หลังคา

ส่วนทึบของหลังคาต้องมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนไม่เกินค่าที่กำหนดไว้

ค่าสูงสุดที่ยอมให้สำหรับสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา

มวลของหลังคา กก. / ม^2	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (วัตต์ /ตร.ม.°ซ)			
	ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ (α)			
	0.1 (0 - 0.2)	0.3 (0.2 - 0.4)	0.5 (0.4 - 0.6)	ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป (0.6 - 0.8)
0 - 50	1.2	1.1	1.0	0.8
50 - 200	1.6	1.4	1.2	0.9
เกินกว่า 200	2.0	1.5	1.2	1.0

ตารางที่ ผ.9 แสดงค่าสูงสุดที่ยอมให้สำหรับสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา

ที่มา: วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กระทรวง. พัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กรม. อนุรักษ์พลังงาน, กอง. คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร. กรุงเทพฯ: กอง-อนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2536. หน้า 26.

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ - สกุล นายอวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ

วัน เดือน ปีเกิด 22 มิถุนายน พ.ศ. 2517

ที่อยู่ 1317 ถนนเจริญกรุง อำเภอบางรัก จังหวัดกรุงเทพฯ 10500

ประวัติการศึกษา

2538 สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

2541 สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาคาร ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2543 เข้ารับการศึกษาในหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ในการออกแบบสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติการทำงาน

2539 - 2540 สถาปนิก บริษัท นนท์ – ตรึงใจ สถาปนิกและนักวางผัง จำกัด

2541 – 2543 อาจารย์ระดับ 5 ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

2544 – ปัจจุบัน อาจารย์ประจำ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ผลงานทางวิชาการ

2542 อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ. การปรับปรุงหลังคาเพื่อลดการถ่ายเทความร้อน. สาระศาสตร์สถาปัตย์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542. หน้า 151 – 158.

2544 อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ และพรรณจิรา ทิศาวิภาต. สถาปัตยกรรมกับแนวคิดในสหัสวรรษใหม่. @ศาสตร์สถา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544. หน้า 35 – 65.

2545 อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ. วิวัฒนาสถาปัตย์: เครื่องมือยุคใหม่ในกระบวนการออกแบบเชิงอนุรักษ์พลังงาน. วารสารวิจัยและสาระสถาปัตยกรรม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 2545.