แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพด้านการใช้พลังงานของอาคารศาลากลางด้วยการปรับปรุงวัสดุกรอบอาคาร

นายศาณิส ยี่โถขาว

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

APPROACH FOR INCREASING ENERGY EFFICIENCY OF THE PROVINCIAL HALL BY IMPROVING BUILDING ENVELOPE MATERIALS

Mr. Sanis Yeethokhao

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Architecture Program in Architecture

Department of Architecture

Faculty of Architecture

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพด้านการใช้พลังงานของอาคารศาลากลางด้วยการปรับปรุงวัสดุกรอบอาคาร
โดย	นาย ศาณิส ยี่โถขาว
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต จุลาสัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิ่นรัชฎ์ กาญจนัษฐิติ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ พรรณชลัท สุริโยธิน)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร. วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ดร. ณรงค์วิทย์ อารีมิตร)

ศาณิส ยี่โถขาว : แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพด้านการใช้พลังงานของอาคารศาลากลางด้วยการปรับปรุงวัสดุกรอบอาคาร. (APPROACH FOR INCREASING ENERGY EFFICIENCY OF THE PROVINCIAL HALL BY IMPROVING BUILDING ENVELOPE MATERIALS)
อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ. ดร. อรรจน์ เศรษฐบุตร , 124 หน้า.

การวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงการออกแบบกรอบอาคารศาลากลาง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและมีความเหมาะสมในเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ โดยใช้แบบมาตรฐานอาคารศาลากลางที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นอาคารกรณีศึกษา โดยการศึกษาวิจัยจะประกอบด้วย 4 ส่วนหลักคือ 1)การเก็บข้อมูลอาคารกรณีศึกษาเพื่อสร้างรูปแบบอาคารอ้างอิง 2)การสร้างอาคารอ้างอิงด้วยการจำลองในโปรแกรม VisualDOE 4.1 เพื่อคำนวณหาค่าการใช้พลังงานในแต่ละช่วงเวลาโดยทำการเทียบเคียงกับค่าไฟฟ้าที่ใช้จริงของอาคารกรณีศึกษาที่ก่อสร้างตามแบบมาตรฐาน 3)การออกแบบแนวทางที่เหมาะสมในการปรับปรุงการออกแบบ และ 4)การสรุปแนวทางปรับปรุงการออกแบบอาคารศาลากลาง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

จากผลการวิจัย พบว่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางที่เป็นอยู่ในปัจจุบันนั้น ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV) มีค่า 28.68 W/m^2 และ 8.91 W/m^2 ตามลำดับซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนดไว้คือ OTTV = 50 W/m^2 และ RTTV = 15 W/m^2 อันเนื่องมาจาก 1)การเลือกใช้วัสดุผนังที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมต่ำ 2)อัตราส่วนของพื้นที่หน้าต่างต่อพื้นที่ผนังทั้งหมด (WWR) ที่มีค่าไม่สูง 3)การออกแบบให้มีแผงกันแดดรอบอาคาร 4)การวางผังห้องที่ไม่ลึกเกินไปทำให้ได้รับแสงธรรมชาติ ส่งผลทำให้ค่าการใช้พลังงานจากการคำนวณการใช้พลังงานรวมมีค่า 79.39 $kWh/m^2.Y$ ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กฎหมายอนุรักษ์พลังงานกำหนดไว้

ผลการวิจัยสรุปแนวทางในการปรับปรุงการออกแบบอาคารศาลากลางโดยวัดจากค่าใช้จ่ายตลอดช่วงอายุการใช้งาน (LCC) โดยการเลือกวัสดุกรอบอาคารควรเป็นวัสดุที่มีราคาไม่สูง และสามารถช่วยประหยัดพลังงานอย่างคุ้มค่า ซึ่งจากการคำนวณทั้งหมด 112 แนวทางพบว่า การปรับปรุงโดยเปลี่ยนเป็นผนังก่ออิฐมอญครึ่งแผ่น 2 ชั้น เว้นช่องอากาศไว้ตรงกลาง และเปลี่ยนกระจกของช่องเปิดเฉพาะในส่วนของพื้นที่ที่มีการปรับอากาศเป็นกระจกสีเขียวตัดแสงหนา 6 มม. มีความคุ้มค่าในการลงทุนมากที่สุด และจากการวิจัยยังพบอีกว่า การใส่ฉนวนผนังอาคารสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนได้ดีขึ้นจริงแต่ไม่มีความคุ้มค่าทางการลงทุนเนื่องจากค่าก่อสร้าง (Initial Cost) สูงกว่าค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้มาก จึงไม่คุ้มค่าการลงทุนในระยะยาว

ภาควิชา: สถาปัตยกรรมศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา: สถาปัตยกรรม ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....
ปีการศึกษา: 2553

5274301725: MAJOR ARCHITECTURE

KEYWORD: APPROACH / ENVELOPE MATERIALS / ENERGY EFFICIENCY / PROVINCIAL HALL

SANIS YEETHOKHAO : APPROACH FOR INCREASING ENERGY EFFICIENCY OF THE PROVINCIAL HALL BY IMPROVING BUILDING ENVELOPE MATERIALS. ADVISOR : ASST.PROF. ATCH SRESHTHAPUT, Ph.D., 124 pp.

This research aims at exploring approaches for improving provincial hall envelope design in terms of technical and economic aspects to increase energy efficiency. A standard provincial hall was used as case study. The research comprises 4 main parts: 1) collecting data of the case study building to create a reference building 2) creating a reference building using the VisualDOE 4.1 program to calculate energy consumption at various times and compare the actual electricity consumption with the case study standard building, 3) designing appropriate ways to improve the design, and 4) recommending guidelines for the improvement of provincial hall design to increase energy efficiency.

The study found that the energy efficiency of the current standard provincial hall has OTTV and RTTV of 28.68W/M^2 and 8.91 W/m^2 respectively, which are lower than the levels set by the law at 50 W/m^2 for OTTV and 15 W/m^2 for RTTV. This is due to: 1) a choice of wall material with a low heat transfer coefficient, 2) a low ratio of window to total wall area (WWR), 3) a design that places sun screen panels around the building, and 4) a room layout that is not too deep which allows natural light to get in. All of these factors result in a total energy consumption of 79.39 kWh/m^2.Y, which is lower than the standard set in the energy conservation law.

In summary, the results of the study showed that provincial hall design improvement can be achieved by choosing building envelope materials that are inexpensive and effective in helping improve energy consumption. Among 112 measures, it was found that improvement by constructing two layers of half-slab brick walls with space in the middle, and changing the window glass from clear to 6 mm-thick green-tinted heat-absorbing glass is the best value-for-money investment. The study also found that although insulating the walls can increase heat prevention efficiency, it pushes the initial construction cost up way beyond the saved electricity cost and thus in the long run is not worth the investment.

Department: Architecture Student's Signature .....

Field of Study: Architecture Advisor's Signature .....

Academic Year: 2010

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะไม่สามารถสำเร็จลงได้ด้วยดี หากขาดความกรุณาช่วยเหลือสนับสนุนทั้งด้านความรู้ คำชี้แนะ และกำลังใจในการทำงาน จากบุคคลดังนี้

ขอขอบพระคุณในความกรุณาและความอนุเคราะห์จาก อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร เป็นอย่างสูง ที่ได้ให้ความรู้ ให้ความช่วยเหลือ สละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำแนะนำต่างๆอย่างดียิ่ง จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงด้วยดีมาโดยตลอด

ขอบพระคุณประธานกรรมการวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิ่นรัชฎ์ กาญจนัษฐิติ และกรรมการ รองศาสตราจารย์ พรรณชลัท สุริโยธิน, อาจารย์ ดร. วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์ และ ดร. ณรงค์วิทย์ อารีมิตร ที่กรุณาสละเวลาในการสอบวิทยานิพนธ์ รวมทั้งคำแนะนำต่างๆ

ขอบพระคุณพี่ๆที่สำนักสถาปัตยกรรม กรมโยธาธิการและผังเมืองทุกท่าน ที่กรุณาสละเวลาให้ความรู้และข้อคิดเห็นต่างๆ รวมเจ้าหน้าที่สำนักงานโยธาธิการและผังเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในเรื่องข้อมูลต่างๆ และบุคคลรอบข้างทุกท่าน ที่มิได้เอ่ยนามในที่นี้ ที่คอยให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี

ท้ายที่สุดนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่, คุณพ่อ และหลิน ที่คอยให้กำลังใจ ห่วงใย แนะนำ และสนับสนุนในทุกๆด้านในการทำงาน และการศึกษามาโดยตลอดจนงานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญภาพ..... ฏ

สารบัญแผนภูมิ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 5

1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 5

1.4 ระเบียบวิธีการศึกษา..... 5

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 6

1.6 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย..... 7

บทที่ 2 ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 8

2.1 การคำนวณเพื่อประเมินประสิทธิภาพด้านพลังงานของอาคาร..... 8

2.1.1 คุณสมบัติต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณประสิทธิภาพด้านพลังงานของอาคาร..... 8

2.1.2 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร..... 9

2.1.3 การคำนวณประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ..... 10

2.2 การคำนวณในด้านเศรษฐศาสตร์เบื้องต้น..... 11

2.2.1 การคำนวณระยะเวลาการคืนทุน..... 11

2.2.2 การคำนวณค่าต้นทุนตลอดอายุวัฏจักร..... 11

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหารศึกษาวิจัยในครั้งนี้..... 12

2.3.1 งานวิจัยเรื่อง “Zero Energy Buildings in the Context of Thailand”..... 11

2.3.2 งานวิจัยเรื่อง “แนวทางการออกแบบปรับปรุงอาคารสำนักงานของรัฐเพื่อการประหยัดพลังงาน กรณีศึกษา อาคารสำนักงานเทศบาลนคร จังหวัดนครราชสีมา” 15

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย..... 17

3.1 ขั้นตอนในการศึกษาวิจัย..... 17

3.1.1 การข้อมูลทางกายภาพจากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง 17

3.1.2 การคำนวณ และการสร้างอาคารอ้างอิง..... 19

3.1.3 ศึกษาถึงอัตราส่วนราคาในแต่ละส่วนงานของงบประมาณการก่อสร้าง..... 19

หน้า

3.1.4 กำหนดรูปแบบ และแนวทางการปรับปรุงในรูปแบบต่างๆ..... 19
3.1.5 คำนวณ ค่าต้นทุนตลอดอายุวัฏจักร..... 20
3.1.6 สรุปผลการศึกษาที่ได้จากการศึกษาวิจัย..... 20
3.2 โปรแกรม และเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย.....20
3.2.1 โปรแกรม Visual DOE 4.1.....20

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์รายละเอียดของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง.....22
4.1 ข้อมูลเบื้องต้นของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง.....22
4.1.1 รายละเอียดทั่วไป..... 22
4.1.2 วัสดุประกอบอาคาร..... 23
4.2 ข้อมูลการใช้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารกรณีศึกษา..... 23
4.2.1 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจริงของอาคารกรณีศึกษา (พ.ศ. 2549-พ.ศ. 2553).....23
4.2.2 ระบบปรับอากาศ.....24
4.2.3 ระบบแสงสว่างภายในอาคาร.....25
4.3 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังและหลังคา (OTTV & RTTV).....28
4.4 เปรียบเทียบอาคารจำลองจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์กับค่าพลังงานจริงของอาคารกรณีศึกษา..29
4.5 สรุปประสิทธิภาพในด้านต่างๆของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง.....30

บทที่ 5 การพิจารณาแนวทางในการปรับปรุงแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง.....31
5.1 เปรียบเทียบอัตราส่วนงบประมาณการก่อสร้างในแต่ละส่วนงาน..... 31
5.2 แนวทางในการคัดเลือกวัสดุกรอบอาคารเพื่อออกแบบแนวทางปรับปรุง.....31
5.2.1 ส่วนของผนังทึบ..... 32
5.2.2 ส่วนของช่องแสง (กระจก)..... 47
5.3 การเปรียบเทียบ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) ของแต่ละแนวทางการปรับปรุง..48
5.4 การเปรียบเทียบ ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอาคาร (kWh/m^2.Y) แต่ละแนวทางการปรับปรุง 53
5.5 การเปรียบเทียบ อัตราส่วนของพลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (%) ในแต่ละแนวทางการปรับปรุง..... 58
5.6 การเปรียบเทียบ ค่าต้นทุนตลอดอายุวัฏจักร (Life Cycle Cost) ในแต่ละแนวทางการปรับปรุง..63

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 68
6.1 การประเมินและวิเคราะห์แบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง (อาคารกรณีศึกษา)..... 68
6.1.1 ประสิทธิภาพของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางในปัจจุบัน..... 68
6.1.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพด้านพลังงานของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง....68

หน้า

6.2 การศึกษาแนวทางการปรับปรุงแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง (อาคารกรณีศึกษา)..... 69
6.2.1 การพิจารณาแนวทางการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานระดับสูง..... 69
6.1.2 การพิจารณาแนวทางการปรับปรุงที่คุ้มค่ากับการลงทุน..... 69
6.3 ศึกษาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการคำนวณ และการจำลองสภาพการใช้งานในแนวทางการปรับปรุงรูปแบบต่างๆ..... 71
6.4 ข้อเสนอแนะ..... 75
6.2.1 การปรับปรุงในระบบวิศวกรรมเครื่องกล..... 75
6.1.2 ข้อมูลอากาศที่นำมาใช้ร่วมกับอาการจำลองสภาพการใช้งานอาคาร..... 75
6.2.1 การใช้วัสดุพื้นถิ่นของแต่ละท้องที่เพื่อสร้างแนวทางการปรับปรุง..... 75

รายการอ้างอิง..... 76
ภาคผนวก..... 78
ภาคผนวก ก. ข้อมูลในด้านต่างๆของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง..... 79
ภาคผนวก ข. ข้อมูลจากการคำนวณประสิทธิภาพในด้านต่างๆของแต่ละแนวทางการปรับปรุง..... 96
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 12

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ตารางสรุปจำนวนและรูปแบบของอาคารศาลากลางจังหวัดจากทั่วประเทศไทย ……..……..3
ตารางที่ 2.1 แสดงอุณหภูมิพื้นดินตลอดทั้งปี ที่ความลึกระดับผิวดินจนถึงระดับ 1 เมตร ที่จังหวัดปทุมธานี...12
ตารางที่ 2.2 ประสิทธิภาพในด้านต่างๆที่จำเป็นจากเกณฑ์มาตรฐานการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน สำหรับอาคารสำนักงาน……..……..……..……..……...13
ตารางที่ 2.3 แสดงระดับประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงานของอาคารในแต่ละระดับ โดยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในแต่ด้าน……..……..……..……14
ตารางที่ 4.1 อัตราส่วนพื้นที่ปรับอากาศและพื้นที่ไม่ปรับอากาศภายในแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางจังหวัด ……23
ตารางที่ 4.2 สรุปรายการวัสดุที่ใช้ในองค์ประกอบต่างๆของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางจังหวัด …… 23
ตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละเดือนของอาคารศาลากลางจังหวัดสุพรรณบุรี (พ.ศ. 2549–2553)……..……..... 23
ตารางที่ 4.4 แสดงชนิดของโคมและหลอดไฟที่ใช้งานอยู่ในแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง……..….. 26
ตารางที่ 4.5 จำนวนและพลังงานไฟฟ้าระบบแสงประดิษฐ์ที่ใช้งานในแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง..... 26
ตารางที่ 4.6 แสดงค่า OTTV และ RTTV รวมทั้งอาคารของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง……..…28
ตารางที่ 4.7 ประสิทธิภาพด้านต่างๆ ของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงาน……..……..……..…….. 30
ตารางที่ 5.1 ตัวอย่างอัตราส่วนของงบประมาณในการก่อสร้างอาคารศาลากลางโดยแยกส่วนงานออกจากกัน ……31
ตารางที่ 5.2 แสดงองค์ประกอบและ รายละเอียดของผนังที่ใช้ในการออกแบบแนวทางปรับปรุง……....33
ตารางที่ 5.3 ค่าการส่งผ่านรังสีที่ตามองเห็น (T.vis) และ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (SHGC) ของกระจกแต่ละชนิด……..……..……..... 48
ตารางที่ 5.4 รายละเอียด และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) ของผนังในแต่ละทางเลือก…....48
ตารางที่ 5.5 ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอาคาร (kWh/m^2.Y) ของแต่ละแนวทางการปรับปรุง……..…..53
ตารางที่ 5.6 อัตราส่วนของพลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (%) ในแต่ละแนวทางการปรับปรุง..……..58
ตารางที่ 5.7 ค่าต้นทุนตลอดอายุวัฏจักร (Life Cycle Cost, LCC) ในแต่ละแนวทางการปรับปรุง……... 63
ตารางที่ 6.1 เปรียบเทียบ ค่าต้นทุนตลอดอายุวัฏจักร (Life Cycle Cost, LCC) ของแนวทางการปรับปรุงทั้ง 17 รูปแบบที่ผ่านการพิจารณาว่ามีความคุ้มค่าแก่การลงทุน……..……..……..69
ตารางที่ 6.2 ประสิทธิภาพด้านต่างๆของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางและแนวทางการปรับปรุงเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงาน มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานระดับสูง และมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานที่คุ้มค่าแก่การลงทุน……..……..... 71

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 อาคารศาลากลางในอดีตนั้นมีต้นกำเนิดที่หลากหลาย…….. 1
ภาพที่ 1.2 แบบมาตรฐานของอาคารศาลากลางของแต่ละจังหวัดซึ่งแต่ละหลังมีเรื่องราว
ที่แตกต่างกันไป..... 2
ภาพที่ 1.3 ตัวอย่างผังพื้น และรูปด้านของแบบมาตรฐานศาลากลางจังหวัดสุพรรณบุรี……..……..4
ภาพที่ 2.1 แสดงภาพการทำงานของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน ……..... 10
ภาพที่ 2.2 ลักษณะทางกายภาพของอาคารสำนักงานเทศบาลนคร จ.นครราชสีมา……..... 15
ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างรูปด้านของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางจังหวัด……..... 17
ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างแบบวิศวกรรมงานระบบเครื่องกล ของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง..... 18
ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างการสร้างอาคารอ้างอิงในโปรแกรม Visual DOE 4.1..... 19
ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างการสร้างอาคารอ้างอิง และแนวทางการปรับปรุงในโปรแกรม Visual DOE 4.1.....21
ภาพที่ 4.1 แสดงตำแหน่งของพื้นที่ทางเดิน, พื้นที่ไม่ปรับอากาศ และปรับอากาศในชั้นต่างๆ
ของอาคาร..... 22
ภาพที่ 4.2 ตัวอย่างผังระบบปรับอากาศในอาคารชั้นที่ 1..... 24
ภาพที่ 4.3 ภาพภูมิทัศน์แสดงให้เห็นลักษณะของช่องเปิดด้านข้างของอาคาร)……..25
ภาพที่ 4.4 แสดงอาคารอ้างอิงของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางในโปรแกรม Visual DOE 4.1……..30
ภาพที่ 5.1 ตัวอย่างของแนวทางการปรับปรุงเปลือกอาคารในรูปแบบต่างๆ……..32

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 1.1 อัตราส่วนของรูปแบบของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง……..……3
แผนภูมิที่ 1.2 แผนภูมิแสดงแนวคิดและระเบียบการศึกษา..... 7
แผนภูมิที่ 2.1 แสดงค่า รังสีอาทิตย์ อุณหภูมิท้องฟ้า อุณหภูมิอากาศ เปรียบเทียบกับ
ค่าความชื้นใน 4 ฤดู……12
แผนภูมิที่ 2.2 แสดงการเปรียบเทียบค่า LCC กับค่า OTTV สำหรับอาคารที่มีค่า WWR ที่ 0.3 ……..14
แผนภูมิที่ 4.1 แสดงปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละเดือนของอาคารศาลากลาง
จังหวัดสุพรรณบุรี (พ.ศ. 2549 – 2553)…..……..24
แผนภูมิที่ 4.2 เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมระหว่างอาคารจริงกับอาคารอ้างอิง
จากโปรแกรม VisualDOE 4.1…… 29
แผนภูมิที่ 5.1 เปรียบเทียบ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV)
ของแต่ละแนวทางการปรับปรุง.....52
แผนภูมิที่ 5.2 เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอาคาร (kWh/m^2.Y)
ในแต่ละแนวทางการปรับปรุง.....57
แผนภูมิที่ 5.3 เปรียบเทียบปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (%)
ในแต่ละแนวทางการปรับปรุง.....62
แผนภูมิที่ 5.4 เปรียบเทียบค่าต้นทุนตลอดอายุวัฏจักร (Life Cycle Cost, LCC)
ของแต่ละแนวทางการปรับปรุง.....67
แผนภูมิที่ 6.1 เปรียบเทียบ ค่าต้นทุนตลอดอายุวัฏจักร (Life Cycle Cost, LCC)
ของแนวทางการปรับปรุงทั้ง 17 รูปแบบ
ที่ผ่านการพิจารณาว่ามีความคุ้มค่าแก่การลงทุน…..…..70
แผนภูมิที่ 6.2 เปรียบเทียบสัดส่วนระหว่างมวลสารของแต่ละแนวทางปรับปรุง (Kg/m^2)
(เฉพาะแนวทางการที่ไม่ได้ติดตั้งฉนวนกันความร้อน)
กับค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดในระบบทำความเย็น (KW)…… 72
แผนภูมิที่ 6.3 เปรียบเทียบสัดส่วนระหว่างมวลสารของแต่ละแนวทางปรับปรุง (Kg/m^2)
กับค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดในระบบทำความเย็น (KW)……..…..73
แผนภูมิที่ 6.4 เปรียบเทียบค่า Energy Saving กับ ค่าการลงทุนเพิ่มเติมในการปรับปรุง
(Additional Cost) ระหว่างแนวทางการปรับปรุงที่ 59 กับ
แนวทางการปรับปรุงที่ 98……74

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันภาครัฐได้มีการกำหนดนโยบายการออกแบบอาคารเพื่อสนับสนุนนโยบายการอนุรักษ์พลังงานขึ้นมาในหลากหลายรูปแบบ เช่น

- พรบ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 , แก้ไขเพิ่มเติม 2550 , 2552
- (ร่าง)หลักเกณฑ์การประเมินอาคารสำนักงานราชการเขียว (Pollution Control Department, PCD)
- Energy Labeling (Thailand Energy & Environmental Assessment Method, TEEAM)
- หลักเกณฑ์การประเมินอาคารเขียว (Thai Green Building Institute, TGBI)
- เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงาน และสิ่งแวดล้อมไทย TREES–NC Version 1.0 Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability (Thai Green Building Institute, TGBI)
- ETC.

ซึ่งนโยบายต่างๆส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นนั้นจะเริ่มนำมาประยุกต์ใช้กับอาคารสำนักงานราชการในช่วงแรก จึงทำให้อาคารสำนักงานราชการจึงเป็นเป้าหมายหลักของงานวิจัยชิ้นนี้

"อาคารศาลากลางจังหวัด" เป็นสถานที่มีความสำคัญในการเข้ามาติดต่อราชการ เพื่อประสานงาน การเข้าร่วมประชุม การบริหารราชการแผ่นดิน และการแก้ปัญหาต่างๆ ในท้องถิ่น ตลอดจนการประสานงานกับภาคประชาชน หรือแม้แต่การขอความช่วยเหลือจากหน่วย งานราชการต่างๆ ภายในอาคารศาลากลางเอง นอกจากนั้นยังใช้ในการทำกิจกรรมเพื่อส่วนรวม เช่นการประกอบพระราชพิธีในวันสำคัญ หรือพิธีกรรมในวันสำคัญทางศาสนาต่างๆ ซึ่งจะเห็นได้ว่าอาคารศาลากลางจังหวัดนั้นมีความสำคัญในหลาย ด้านทั้งในภาคราชการเองรวมไปถึงภาคประชาชน

ภาพที่ 1.1 อาคารศาลากลางในอดีตนั้นมีต้นกำเนิดที่หลากหลาย

ในอดีตอาคารศาลากลางในจังหวัดต่างๆมีจุดกำเนิดที่หลากหลายในด้านประวัติความเป็นมาและ ประโยชน์ใช้สอยในด้านต่าง ๆ เช่น อาคารศาลากลางบางแห่งเคยเป็นบ้านของเจ้าพระยา หรือผู้มีอำนาจในระบบการปกครองในอดีต หรือ บางแห่งอาจเคยเป็นสถานศึกษามาก่อนเป็นต้น และได้รับการปรับเปลี่ยนพื้นที่

ใช้สอยเพื่อเป็นที่ว่าราชการของผู้ว่าการจังหวัดโดยจะเห็นได้ว่าขนาดของพื้นที่ใช้สอยของศาลากลางในยุคแรกจะมีความแตกต่างๆ กันค่อนข้างมาก ซึ่งก็จะขึ้นอยู่กับความเป็นมาของอาคารแต่ละหลัง

ในยุคต่อมาได้มีการจัดตั้งหน่วยงานราชการใหม่ๆเพิ่มขึ้น อีกทั้งมีการขยายตัวของหน่วยงานราชการที่มีอยู่เดิม จึงทำให้มีความต้องการพื้นที่ใช้สอยในการทำงานเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก จึงจำเป็นที่ต้องมีการก่อสร้างอาคารของหน่วยงานราชการต่างๆขึ้นเป็นจำนวนมาก ซึ่งหนึ่งในนั้นก็คืออาคารศาลากลางหลังใหม่ในขนาดพื้นที่ที่มากขึ้นกว่าเดิมเพื่อรองรับจำนวนพนักงานที่เพิ่มมากขึ้น และ เตรียมพร้อมสำหรับการขยายตัวในอนาคตอีกด้วย โดยกระทรวงมหาดไทยได้มอบหมายให้ “กรมโยธาเทศบาล” (กรมโยธาธิการและผังเมืองในปัจจุบัน) ทำหน้าที่ออกแบบอาคารศาลากลางขึ้นทั่วประเทศ

ภาพที่ 1.2 แบบมาตรฐานของอาคารศาลากลางของแต่ละจังหวัดซึ่งแต่ละหลังมีเรื่องราวที่แตกต่างกันไป

แต่ในอดีตด้วยข้อจำกัดของจำนวนบุคลากร และ เงื่อนไขของกรอบเวลาในการทำงานที่ได้รับมอบหมายของสำนักสถาปัตยกรรม กรมโยธาธิการและผังเมือง ซึ่งเป็นผู้มีหน้าที่ในการรับผิดชอบโดยตรงในการออกแบบ จึงได้มีแนวคิดในการจัดทำแบบมาตรฐานขึ้น โดยจะมีการกำหนดขนาดของพื้นที่ใช้สอยตามความต้องการของหน่วยงานราชการ ทั้งในด้านจำนวนของบุคคลากร และลักษณะงานของเจ้าหน้าที่ในตำแหน่งต่างๆ อีกทั้งยังมีการกำหนดในเรื่องชนิดและส่วนประกอบของวัสดุมาตรฐานในการผลิต รวมไปถึงมาตรฐานในการติดตั้งวัสดุประกอบอาคาร โดยจะที่จะคำนึงถึงเรื่องของความประหยัด และคุ้มค่าในการก่อสร้าง แต่ยังคงให้ความสำคัญในเรื่องของความสวยงาม และการอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรมไทยไว้อย่างดี ซึ่งแบบมาตรฐานดังกล่าวจะมีส่วนช่วยในการลดระยะเวลาในการทำงาน และสร้างมาตรฐานของรูปแบบอาคารที่เหมาะสมกับหน่วยงานราชการทั่วประเทศ

เมื่อศึกษาถึงประวัติความเป็นมาของอาคารศาลากลางในอดีต จากฐานข้อมูลของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางจังหวัดต่างๆที่มีอยู่ในปัจจุบัน พบว่าในอดีตนั้นรูปแบบมาตรฐานของอาคารศาลากลางในยุคแรกจะเป็นลักษณะ “Single Corridor Layout” ซึ่งจะมีความสูงเพียง 1-3 ชั้น โดยมีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 1,500–3,000 ตรม. โดยจะแบ่งแบบมาตรฐานออกเป็น 3 รูปแบบหลักๆ (เล็ก, กลาง, ใหญ่) ซึ่งในยุค

แรกนั้นมีหน่วยงานราชการจำนวนของบุคลากรไม่มากนักจึงทำให้ความต้องการของพื้นที่ใช้สอยจึงน้อยตามไปด้วย และในยุคต่อมาหน่วยงานราชการมีการขยายตัวที่เพิ่มมากขึ้นจึงทำให้มีความต้องการพื้นที่ใช้สอยที่เพิ่มมากขึ้น จึงได้นำแบบมาตรฐานชุดแรกมาทำการเพิ่มพื้นที่ใช้สอยของอาคารจากในอดีตที่มีเพียง 1-3 ชั้น เป็น 4-5 ชั้น และขยายช่วงเสาเป็น 13 เมตร โดยมีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 4,000 ตรม. ซึ่งในยุคนี้จะมีรูปแบบของแบบมาตรฐานเพิ่มขึ้นมาอีก 2 รูปแบบ

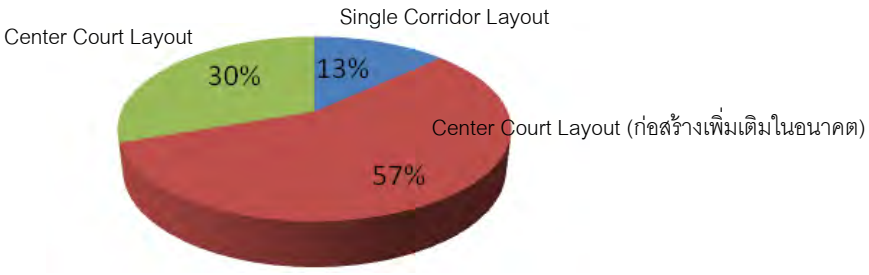
ในปี 2536 ได้มีแนวคิดในเรื่องของการรวมหน่วยงานราชการต่างๆ ในรูปแบบของ “ศูนย์ราชการ” ซึ่งทำให้เกิดแนวคิดของการก่อสร้างอาคารศาลากลางขนาดใหญ่ ซึ่งมีรูปแบบอาคารในลักษณะ “Center Court Layout” ซึ่งอาคารจะมีลักษณะเหมือนการนำอาคาร 4 อาคารมาประกอบเข้าด้วยกันจนเกิดพื้นที่ใช้สอยภายนอกตรงกลางขึ้น โดยจะเป็นลักษณะอาคาร 4 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 16,000 ตรม. เพื่อรองรับการขยายตัวของหน่วยราชการในอนาคต

นอกจากการปรับเปลี่ยนรูปแบบของพื้นที่ใช้สอยให้เหมาะสมกับอัตรากำลังของหน่วยราชการต่างๆซึ่งจะมีการปรับเปลี่ยนอยู่ทุกรายปีแล้วนั้น ทางผู้ออกแบบได้มีการเพิ่มห้องประชุมใหญ่ และห้องประชุมย่อยเพิ่มเติมสำหรับหน่วยงานราชการต่างๆให้เพียงพอกับความต้องการในปัจจุบัน และเมื่อทำการรวบรวมข้อมูลของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางที่มีการก่อสร้างและอยู่ในช่วงเวลาของการออกแบบจากฐานข้อมูลของกรมโยธาธิการและผังเมืองนั้น สามารถที่จะสรุปข้อมูลและรายละเอียดต่างๆของแบบมาตรฐานได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1.1 ตารางสรุปจำนวนและรูปแบบของอาคารศาลากลางจังหวัดจากทั่วประเทศไทย
(รวบรวมเมื่อวันที่ 19 สิงหาคม 2553)

ลำดับ	รูปแบบอาคาร	จำนวน
1	Single Corridor Layout	10
2	Center Court Layout (Constructed)	43
3	Center Court Layout	23

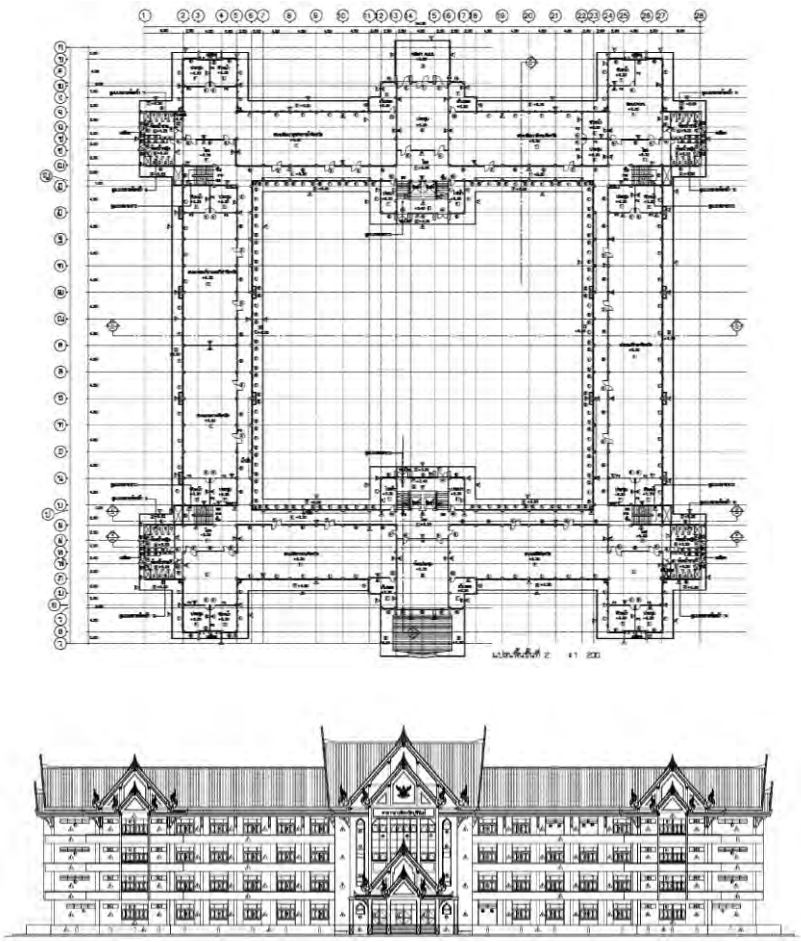
แผนภูมิที่ 1.1 อัตราส่วนของรูปแบบของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง



เมื่อทำการศึกษาจากฐานข้อมูลในเรื่อง จำนวนของอาคาร และรูปแบบของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบัน จะพบว่าแนวทางการพัฒนาของรูปแบบอาคารศาลากลางนั้น จะมีการพัฒนาไปในรูปแบบของอาคารแบบ “Center Court Layout” ซึ่งแบบดังกล่าวถูกออกแบบมาเพื่อรองรับ

โครงการก่อสร้างศูนย์ราชการประจำจังหวัดที่เต็มรูปแบบ ซึ่งส่วนภูมิภาคใดมีความพร้อมในเรื่องของงบประมาณและพื้นที่ก่อสร้างก็จะเลือกใช้แบบมาตรฐานในรูปแบบดังกล่าวซึ่งจะมีอยู่ทั้งหมดประมาณ 30% และในส่วนของจังหวัดที่ยังขาดความพร้อมในเรื่องของงบประมาณในการก่อสร้างก็จะทำการแบ่งโครงการออกเป็นสองโครงการย่อย “Center Court Layout (ก่อสร้างเพิ่มเติมในอนาคต)” เพื่อทำการก่อสร้างส่วนที่เหลือเพิ่มเติมในภายหลัง ซึ่งพบว่าในรูปแบบนี้มีอยู่ทั้งหมดประมาณ 57% ส่วนจังหวัดที่มีข้อจำกัดทั้งในเรื่องของพื้นที่ก่อสร้างก็จะทำการเลือกแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางแบบ “Single Corridor Layout” ซึ่งออกแบบมาเพื่อกรณีที่มีพื้นที่ก่อสร้างอาคารอยู่อย่างจำกัด และถึงเวลาที่สามารถจัดหาพื้นที่ก่อสร้างได้ก็จะทำการก่อสร้างอาคารในรูปแบบ “Center Court Layout” ขึ้นใหม่ในอนาคต ซึ่งจะพบว่าอาคารในรูปแบบดังกล่าวในปัจจุบันมีอยู่ทั้งหมดประมาณ 13% ของอาคารศาลากลางทั่วประเทศ

จากข้อมูลข้างต้นที่กล่าวมาทำให้พบว่าแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางในปัจจุบันนั้นรูปแบบ “Center Court Layout” จะเป็นรูปแบบที่อยู่แผนการพัฒนาศูนย์ราชการในส่วนภูมิภาค และมีแผนการที่จะทำการก่อสร้างเพิ่มเติมในอนาคต



ภาพที่ 1.3 ตัวอย่างผังพื้น และรูปด้านของแบบมาตรฐานศาลากลางจังหวัดสุพรรณบุรี

แต่ในปัจจุบันด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ประกอบกับองค์ความรู้ที่ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องทำให้มีการคิดค้นวัสดุประกอบอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและประหยัดพลังงาน เทคนิคในการออกแบบเพื่อ

การอนุรักษ์พลังงาน รวมไปถึงโปรแกรม (Software) ที่ใช้ในการออกแบบหรือทำการประเมินค่าพลังงานต่างๆที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งเครื่องมือที่ช่วยทำให้สามารถพัฒนาการออกแบบงานสถาปัตยกรรมที่ประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เกิดขึ้นในปัจจุบันมากมาย

จะเห็นได้ว่าแนวคิดในการทำงานวิจัยเพื่อศึกษาแนวทางในการปรับปรุงอาคารสำนักงานของภาครัฐเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านการใช้พลังงานให้ดีขึ้นนั้นจะเป็นประโยชน์อย่างมาก ซึ่งนอกจากองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยนี้จะสามารถนำไปปรับปรุงแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางจังหวัด ที่มีอยู่แล้วในปัจจุบันให้มีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานที่ดีขึ้นแล้ว ยังสามารถที่จะนำแนวทางจากการวิจัยนี้ไปใช้ประกอบการออกแบบอาคารประเภทอื่นๆ ของภาครัฐในอนาคตได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อทำการศึกษาลักษณะการออกแบบอาคารศาลากลางเพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า

1.2.2 สำรวจข้อมูลเบื้องต้นในส่วนต่างๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อวิเคราะห์หาตัวแปรที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการใช้พลังงานของอาคารศาลากลางจังหวัด

1.2.3 เพื่อทำการวิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุง วัสดุกรอบอาคาร ของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางจังหวัดที่เหมาะสมทั้งในเชิงเทคนิค และเชิงเศรษฐศาสตร์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ศึกษาเฉพาะแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางรูปแบบ “Center Court Layout” เท่านั้น

1.3.2 ศึกษาถึงแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยจะลงรายละเอียดเฉพาะพื้นที่หลักๆ ที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารเท่านั้น

1.3.3 นำเสนอแนวทางการปรับปรุงเฉพาะ วัสดุกรอบอาคาร ในส่วนของผนังทึบและช่องเปิด (หน้าต่าง) ของพื้นที่ ที่มีระบบปรับอากาศเท่านั้น

1.4 ระเบียบวิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้ใช้การศึกษาเอกสารต่างๆที่เกี่ยวข้องกับแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางเพื่อสร้างอาคารอ้างอิง แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆของอาคารอ้างอิงด้วยการจำลองสภาพการใช้งานด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงโดยจะแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอนหลักดังต่อไปนี้

1.4.1 รวบรวมข้อมูลทางกายภาพจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง เช่นแบบแปลนของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางจังหวัด ผังไฟฟ้าและงานระบบต่างๆ แล้วจึงศึกษาถึงรูปแบบการแบ่งพื้นที่ใช้สอยในส่วนต่างๆ ลักษณะของการใช้งานอาคารในแต่ละช่วงเวลาโดยมีรายละเอียดในการสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้

1.) ศึกษาแบบแปลนงานสถาปัตยกรรม และระบบวิศวกรรมของอาคาร เพื่อทำความเข้าใจถึงการแบ่งพื้นที่ใช้สอย และระบบประกอบอาคารในส่วนต่างๆ

2.) สำรวจและเก็บข้อมูลทางกายภาพอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เช่น วัสดุประกอบอาคารต่างๆ เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการประเมินประสิทธิภาพด้านต่างๆ

3.) รวบรวมข้อมูลการใช้ไฟฟ้าจริงจากใบเสร็จค่าไฟฟ้าของอาคารศาลากลางจังหวัดที่มีการออกแบบ และขนาดพื้นที่ใช้สอยใกล้เคียงกับแบบมาตรฐานที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยนำมาเปรียบเทียบเพื่อใช้หาค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นทำให้สามารถปรับค่าต่างๆ ให้มีความเที่ยงตรงและลดข้อผิดพลาดในการสร้างอาคารอ้างอิงเพื่อคำนวณหาปริมาณพลังงานไฟฟ้า

1.4.2 ศึกษาถึงกฎหมาย, ทฤษฎี และข้อกำหนดต่างๆที่เกี่ยวกับมาตรฐานการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อทำให้ทราบถึงองค์ประกอบขอบเขตในการออกแบบ

1.) ทำการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคารโดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้ในขั้นต้นเพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพของกรอบอาคาร

2.) การสร้างอาคารอ้างอิงโดยจำลองสภาพการใช้งานด้วยโปรแกรม Visual DOE 4.1 เพื่อคำนวณหาค่าการใช้พลังงานรวมของอาคาร โดยจากการคำนวณพบว่ามีค่าอยู่ที่ 79.393 $kWh/m^2.Y$ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าที่กฎหมายอนุรักษ์พลังงานกำหนดไว้

1.4.3 ศึกษาถึงอัตราส่วนราคาในแต่ละส่วนงานของงบประมาณการก่อสร้างทั้งหมดเพื่อใช้ประกอบการออกแบบ เพื่อช่วยกำหนดขอบเขตในการกำหนดแนวทางการปรับปรุง

1.4.4 กำหนดรูปแบบ และแนวทางการปรับปรุงในรูปแบบต่างๆ แล้วจึงคำนวณหาค่าประสิทธิภาพต่างๆเช่น OTTV, Initial Cost, Energy Consumption, Saving Cost, Payback Period และ Life Cycle Cost เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพและความคุ้มค่าของแต่ละแนวทางโดยมีรายละเอียดในขั้นต่อไป

1.4.5 คำนวณ ค่าต้นทุนตลอดอายุวัฏจักร (Life Cycle Cost, LCC) เพื่อให้ทราบถึงความคุ้มค่าในการลงทุนของการปรับปรุงในแต่ละแนวทาง

1.4.6 สรุปผลที่ได้โดยนำค่าพลังงานที่สามารถลดได้ในแต่ละแนวทาง โดยวิเคราะห์ร่วมกับงบประมาณที่ต้องลงทุน แล้วจึงเปรียบเทียบข้อมูลได้เพื่อหาจุดคุ้มทุนของแต่ละแนวทาง เพื่อหาว่าแนวทางใดสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานได้อย่างคุ้มค่า

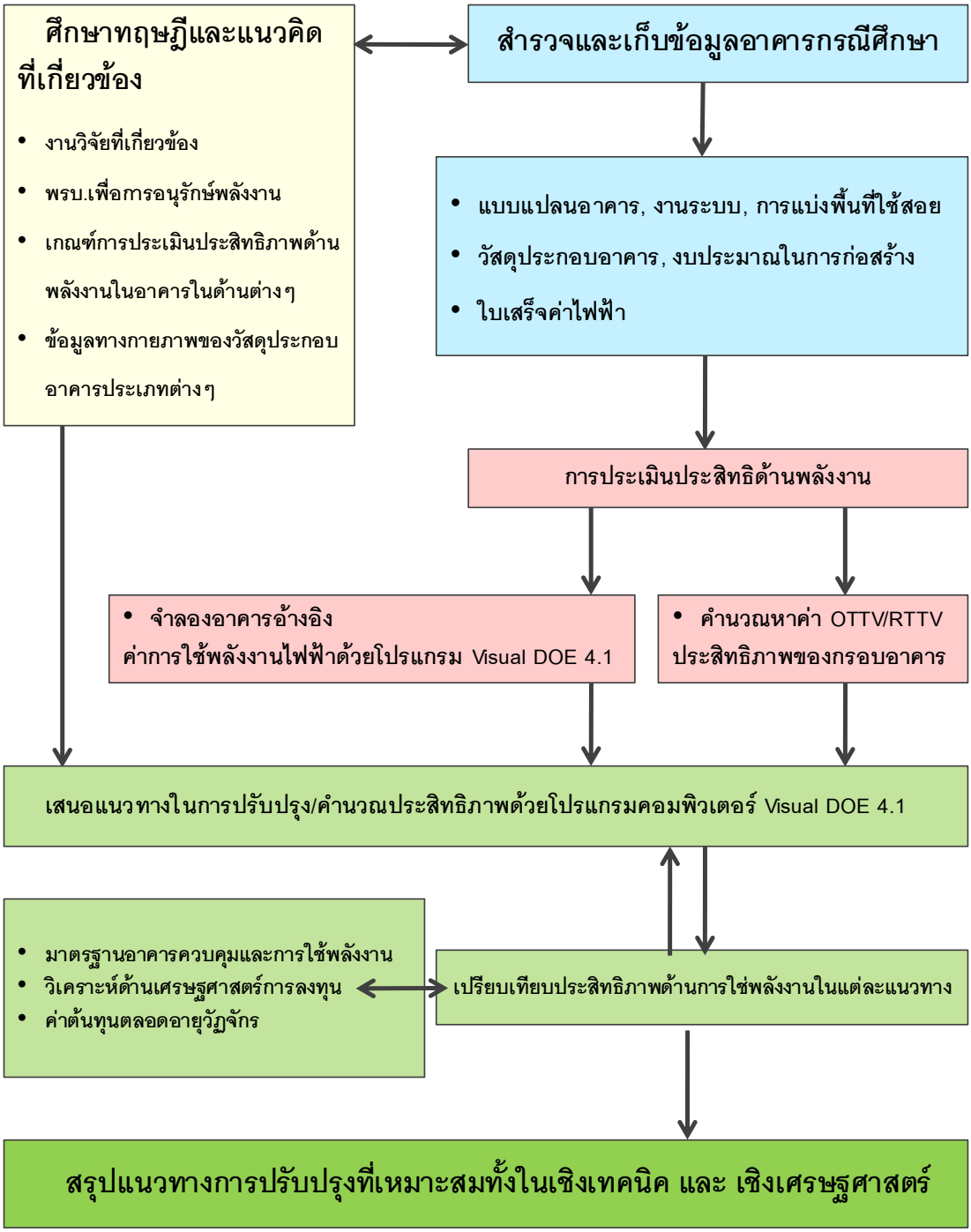
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทำให้ทราบถึงสภาพทางกายภาพของ แบบมาตรฐานของอาคารศาลากลาง และประสิทธิภาพด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการศึกษาวิจัยในอนาคตต่อไป

1.5.2 ทำให้สามารถนำเสนอแนวทางในการปรับปรุงแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางจังหวัดที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานไฟฟ้า และมีความเหมาะสมในทางเศรษฐศาสตร์ ได้

1.5.3 ทำให้สามารถที่จะนำข้อมูลที่ได้จาการวิจัยใช้เป็นแนวทางในการออกแบบ ปรับปรุง ต่อเติม ซ่อมแซม อาคารศาลากลาง และอาคารสำนักงานของภาครัฐที่มีลักษณะทางกายภาพคล้ายคลึงกับอาคารกรณีศึกษาได้ต่อไปในอนาคต

1.6 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย



แผนภูมิที่ 1.2 แผนภูมิแสดงแนวคิดและระเบียบการศึกษา

บทที่ 2

ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยเรื่อง แนวทางการปรับปรุงการออกแบบอาคารศาลากลางเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านการใช้พลังงานนั้นมีงานวิจัย และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ในหลายด้านด้วยกัน เช่น ในด้านการประเมินประสิทธิภาพของอาคารจะมีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเช่น การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร (Overall Thermal Transfer Value, OTTV) หรือ การคำนวณประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ เป็นต้น ในด้านการพิจารณาความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์เบื้องต้น ก็จะมีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเช่น การคำนวณระยะเวลาการคืนทุน (Payback Period, PB) หรือ การคำนวณค่าต้นทุนตลอดอายุวัฏจักร (Life Cycle Cost, LCC) เป็นต้น ซึ่งจะมีรายละเอียดเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

2.1 การคำนวณเพื่อประเมินประสิทธิภาพด้านพลังงานของอาคาร

2.1.1 คุณสมบัติต่าง ๆที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณประสิทธิภาพด้านพลังงานของอาคาร

ในการคำนวณประสิทธิภาพของอาคารนั้นจำเป็นต้องทำความเข้าใจถึงหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับคุณสมบัติในด้านต่างๆของ ค่าคงที่ ที่เกี่ยวข้องกับสูตรการคำนวณก่อน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.) คุณสมบัติของวัสดุที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน คือความสามารถในการถ่ายเทความร้อนของวัสดุนอกจากอิทธิพลจากภายนอกแล้วยังขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุด้วย คุณสมบัติของวัสดุที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน ได้แก่

2.) อัตราส่วนที่การนำความร้อน (Conductivity, K) คืออัตราส่วนของพลังงานความร้อนในเวลา 1 ชม. ที่ถ่ายเทวัสดุหนา 1 นิ้วในพื้นที่ 1 ตารางฟุต หน่วยเป็น $W/m^2.K$

3.) ค่าความต้านทานความร้อน (Resistance, R) คือค่าการบอกประสิทธิภาพในการเป็นฉนวนกันความร้อนของวัสดุ เป็นส่วนกลับของค่า Conductance หมายถึงจำนวนชั่วโมงสำหรับงานความร้อน 1 Btu. ถ่ายเทผ่านวัสดุหนา 1 ตารางฟุต หน่วยเป็น $W/m^2.K$

4.) ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (Coefficient of heat transmission, U) ค่า U-Value ของผิวอาคาร แต่ละชนิดสามารถคำนวณจากการหาค่า R แต่ละชนิดของวัสดุ ชั้นฟิล์มอากาศและช่องอากาศภายใน จากนั้นก็รวมค่า R และหาส่วนกลับ $U = 1/\Sigma R$ หน่วยเป็น $W/m^2.K$

5.) ค่าสัมประสิทธิ์ของการถ่ายเทความร้อนและช่วงเวลาหน่วงที่ความร้อนไหลผ่าน (U-and Time Lag Values) โดยเราสามารแบ่งคุณสมบัติของวัสดุตามค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวออกได้เป็น 2 ประเภทหลักๆ คือ

- วัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์ของการถ่ายเทความร้อนต่ำ ซึ่งใช้เป็นฉนวนกันความร้อนมักจะมีน้ำหนักเบา แต่วัสดุที่มีค่าของช่วงเวลาที่ความร้อนไหลผ่านจากผิวด้านนอกสู่ผิวด้านใน (Time-lag) สูงจะเป็นวัสดุที่มีความหนาแน่นและมีน้ำหนักมาก ถ้าต้องการ

ให้ความร้อนไหลผ่านเข้าอาคารได้ช้าจะต้องใช้ผนังหรือหลังคาที่หนา แต่ต้องระวังความร้อนที่เก็บสะสมไว้ในวัสดุ ซึ่งลักษณะดังกล่าวจึงมีความเหมาะกับกรณีของอาคารที่มีการใช้งานในเวลากลางคืน

- วัสดุที่มีมวลสาร และความจุความร้อนสูงวัสดุ จะเก็บความร้อนไว้ในเวลากลางวัน (ในส่วนที่โดนแดดในช่วงเวลากลางวัน) จะแผ่รังสีความร้อนอยู่ภายในอาคารในเวลากลางคืนที่อากาศเย็นลง ทำให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงกว่าภายนอกต้องมีลมภายนอกอาคารและมีการระบายอากาศภายในอาคารที่เพียงพอพาความร้อนออกไปจากวัสดุและภายในห้อง ซึ่งทำให้เห็นว่าเหมาะกับการออกแบบอาคารที่ใช้งานในเวลากลางวัน

2.1.2 **การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร** (Overall Thermal Transfer Value, OTTV)

การคำนวณ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร (Overall Thermal Transfer Value, OTTV) หมายถึงดัชนีในการแสดงปริมาณความร้อนเฉลี่ยที่เข้าสู่ที่มีการปรับอากาศ เพื่อใช้ประเมินสมรรถนะของกรอบอาคารต่อการถ่ายเทความร้อน โดยจำแนกตามรายละเอียดใน พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 (ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2550) ซึ่งจะแบ่งตามความเก่าใหม่ของอาคาร ซึ่งคำนิยามของอาคารจะแบ่งเป็น อาคารเก่า และอาคารใหม่ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

“อาคารเก่า” หมายถึง อาคารที่ได้ก่อสร้างแล้วเสร็จหรือกำลังก่อสร้างหรือยังไม่ได้ก่อสร้างแต่ได้ยื่นขออนุญาตก่อสร้างไว้ก่อนวันที่พระราชกฤษฎีกากำหนดให้อาคารนั้นเป็นอาคารควบคุมตามมาตรา 18 มีผลใช้บังคับ

“อาคารใหม่” หมายถึง อาคารที่ยื่นขออนุญาตก่อสร้างหลังวันที่พระราชกฤษฎีกากำหนดให้อาคารนั้นเป็นอาคารควบคุมตามมาตรา 18 มีผลใช้บังคับ

โดยค่ามาตรฐานการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคารในส่วนของพื้นที่ ที่มีการปรับอากาศที่ปรากฏใน กฎกระทรวง จึงมี 2 ค่าดังนี้

1) อาคารใหม่ ต้องมีค่าไม่เกิน 40 วัตต์ต่อตารางเมตรของผนังด้านนอก

2) อาคารเก่า ต้องมีค่าไม่เกิน 50 วัตต์ต่อตารางเมตรของผนังด้านนอก

ในการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร จะเริ่มต้นโดยการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกแต่ละด้าน (OTTV) ก่อน จากนั้นจึงนำค่าที่ได้ของผนังแต่ละด้านมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักตามขนาดพื้นที่ของผนังด้านนอกแต่ละด้านรวมกัน โดยคำนวณจากสมการ (1)

Uw = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ ($W/m^2.^oC$)

WWR = อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่าง หรือ ผนังโปร่งแสง ต่อ พื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านนั้น (%)

TDeq = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในอาคาร (^oC)

Uf = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของกระจกหรือผนังโปร่งแสง ($W/m^2.^oC$)

ΔT = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิ สำหรับประเทศไทยกำหนดให้ใช้ค่าเท่ากับ 5^oC

SC = สัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่าง

SHGC = ค่าสัมประสิทธิ์ความร้อนรังสีอาทิตย์ ($W/m^2.^oC$)

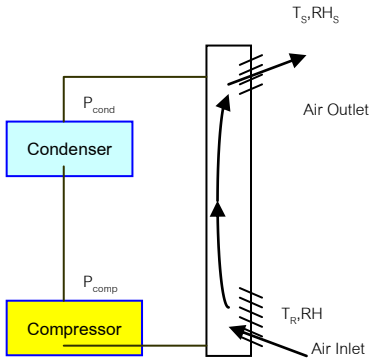
$OTTV_i = (A_w)(U_w)(1\text{-}WWR)(TD_{eq}) + (A_f)(U_f)(WWR)(\Delta T) + (A_f)(WWR)(SHGC)(SC)(ESR)$ .....(1)

สูตรค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร (OTTV) คือ ค่าเฉลี่ยที่ถ่วงแล้วของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกแต่ละด้าน (OTTVi) สามารถคำนวณได้จากสมการ (2)

$$OTTV = \frac{(OTTV_1) + (OTTV_2) + (OTTV_3) + \ldots + (OTTV_i)}{A_{01} + A_{02} + \ldots\ldots\ldots + A_{0i}} \quad \text{.....(2)}$$

2.1.3 การคำนวณประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ

โดยแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางในปัจจุบันนั้น ยังคงใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนอยู่ ซึ่งมีหลักการทำงานในเบื้องต้น ดังรูปที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 แสดงภาพการทำงานของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

จากรูป

Ts = Supply Temperature, (^oC) RHs = Supply Relative Humidity

T_R = Return Temperature, (^oC) RH_R = Return Relative Humidity

Q = Air Flow Rate (M^3/s)

= Supply Air Speed (Vs) * Grill Area (A) .....(3)

จากสมการข้างต้นเราสามารถคำนวณหาค่าภาระความเย็นได้จาก

Cooling Load = $\rho \cdot Q \cdot (h_{out} - h_{in})$ .....(4)

เมื่อ h_{Out} = Enthalpy at Outlet condition, kJ/kg

h_{In} = Enthalpy at Inlet condition, kJ/kg

$$EER = \frac{Cooling\ \ Load(BTU)}{Electrical\ \ \ Power(kW)} \quad \text{.....(5)}$$

หรือ EER = 3.42 x COP .....(6)

ซึ่งประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนในปัจจุบันนั้น จะถูกพิจารณาด้วยการวัดจากค่า EER ที่คำนวณได้จากสูตรข้างต้น แล้วจากนั้นจึงแปลงมาเป็นเบอร์ของเครื่องปรับอากาศที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเพื่อบอกถึงระดับของประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแต่ละเครื่อง

2.2 การคำนวณในด้านเศรษฐศาสตร์เบื้องต้น

หลักการในการคำนวณในด้านเศรษฐศาสตร์เบื้องต้นเพื่อหาความคุ้มค่าในการลงทุนนั้นมีวิธีการคำนวณเพื่อให้ทราบถึงคุณสมบัติทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนนั้นๆได้ในหลายๆด้าน ซึ่งจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1 การคำนวณระยะเวลาการคืนทุน (Payback Period, PB)

ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) หมายถึง ระยะเวลาที่ผลตอบแทนจากการดำเนินการ มีค่าเท่ากับค่าใช้จ่ายในการลงทุน โดยในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ระยะเวลาคืนทุนนั้นหมายถึง ระยะเวลาที่ค่าพลังงานไฟฟ้า ที่สามารถประหยัดได้ในแต่ละแนวทางการปรับปรุง มีค่าเท่ากับค่าใช้จ่ายในการลงทุนเพื่อปรับปรุงของแต่ละแนวทาง โดยมีสูตรการคำนวณดังต่อไปนี้

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)} = \frac{\text{เงินลงทุนในการปรับปรุง (Initial Cost)}}{\text{ค่าไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (Saving Cost)}} \quad \text{.....(7)}$$

2.2.2 การคำนวณค่าต้นทุนตลอดอายุวัฏจักร (Life Cycle Cost, LCC)

การคำนวณค่าต้นทุนตลอดอายุวัฏจักร (Life Cycle Cost, LCC) คือการคำนวณหาค่าใช้จ่ายรวมตลอดอายุการใช้งานของอาคารซึ่งประกอบไปด้วยสองส่วนหลักคือ มูลค่าของการลงทุน (Owning), ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานตลอดอายุการใช้งาน (Operating) โดยมีสูตรการคำนวณดังต่อไปนี้

PV = มูลค่าปัจจุบันของค่าไฟฟ้า (บาท)

A = ค่าไฟฟ้ารายปี (บาท)

e = อัตราเงินเฟ้อ (~5%)

i = อัตราดอกเบี้ย (~7%)

n = จำนวนอายุการใช้งานของอาคาร (20 ปี)

$$PV = \frac{A \times \left(\frac{1+e}{1+i}\right) \times \left\{\left(\frac{1+e}{1+i}\right)^{n} - 1\right\}}{\left(\frac{1+e}{1+i}\right) - 1} \quad \text{.....(8)}$$

$$LCC = PV + \text{ค่าก่อสร้างเริ่มต้นในปีแรก} \quad \text{.....(9)}$$

จากการคำนวณค่าต้นทุนตลอดอายุวัฏจักร (Life Cycle Cost, LCC) จะทำให้ทราบถึงความคุ้มค่าในการลงทุนของการปรับปรุงในแต่ละแนวทาง ซึ่งรายละเอียดของการคำนวณจะแสดงในขั้นตอนต่อไป

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหารศึกษาวิจัยในครั้งนี้

2.3.1 งานวิจัยเรื่อง “Zero Energy Buildings in the Context of Thailand”

เป็นผลงานวิจัยโดย ศ.ดร. สุรพงศ์ จิระรัตนานนท์ ซึ่งได้รับการเผยแพร่ในงานสัมมนาแถลงผลภายใต้โครงการ “โครงการส่งเสริมการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน” เมื่อปี พ.ศ. 2553 โดยงานวิจัยดังกล่าวมีประเด็นที่น่าสนใจและเกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ดังต่อไปนี้

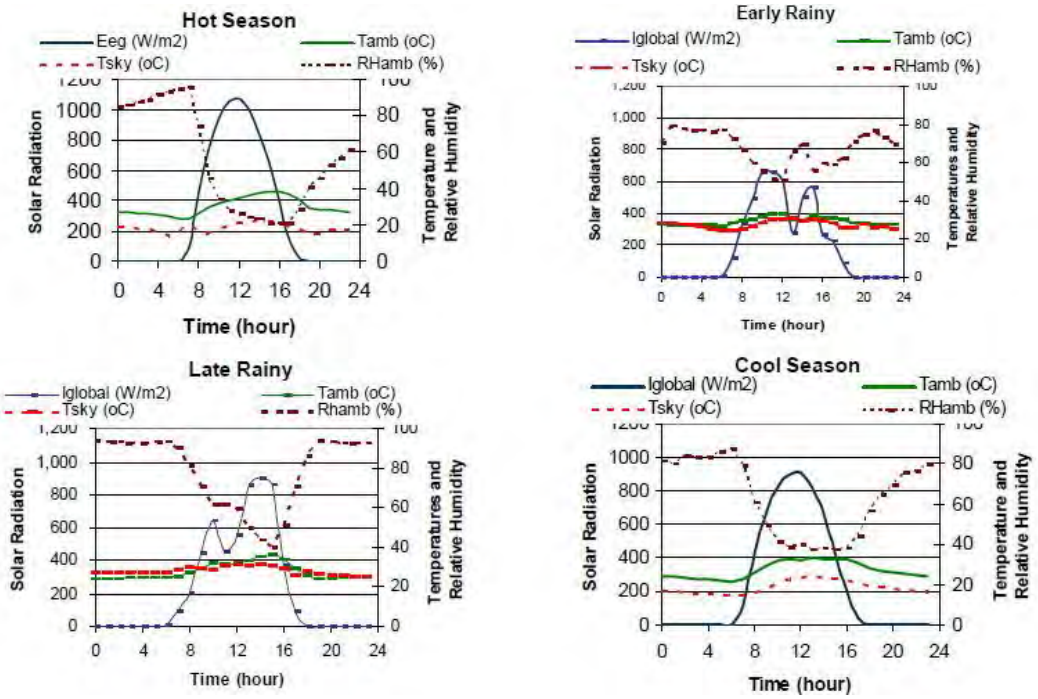
1.) สภาพภูมิอากาศของประเทศไทยนั้นในแต่ละฤดูจะไม่มีความแตกต่างของระดับอุณหภูมิมากนัก อีกทั้งระดับความชื้นที่สูงของอากาศแบบร้อนชื้น ซึ่งถือได้ว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบทางสถาปัตยกรรมเพื่อการอนุรักษ์พลังงานภายในประเทศไทยเป็นอย่างมาก

ตารางที่ 2.1 แสดงอุณหภูมิพื้นดินตลอดทั้งปี ที่ความลึกระดับผิวดินจนถึงระดับ 1 เมตร ที่จังหวัดปทุมธานี

Depth (cm)	Month												Average
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
0	29.2	28.4	30.9	31.1	30.7	29.9	30.5	30.2	29.8	30.4	28.2	28.2	29.8
5	30.1	29.7	32.1	32.0	31.9	30.7	30.4	30.5	30.2	30.7	28.6	28.4	30.4
10	29.7	29.4	31.9	31.7	31.8	30.8	30.4	30.6	30.0	30.6	28.5	28.6	30.3
20	29.3	29.1	31.5	31.8	31.8	30.9	30.6	30.8	30.3	30.8	29.2	29.3	30.5
50	28.4	28.8	30.1	30.5	30.7	30.1	29.8	30.1	29.8	30.0	-	-	29.7
100	27.4	28.4	28.7	29.2	29.6	29.2	29.0	29.3	29.2	29.1	-	-	28.9

(สุรพงศ์ จิระรัตนานนท์, 2553: 3)

แผนภูมิที่ 2.1 แสดงค่า รังสีอาทิตย์ อุณหภูมิท้องฟ้า อุณหภูมิอากาศ เปรียบเทียบกับ ค่าความชื้นใน 4 ฤดู



(สุรพงศ์ จิระรัตนานนท์, 2553: 3)

2.) การศึกษาสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นของประเทศไทยในอดีต ที่ถูกแบบและก่อสร้างด้วยภูมิปัญญาชาวบ้านโดยวัสดุในพื้นที่ ที่มีความเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ โดยในประเทศไทยจะใช้วัสดุที่มีความเป็นมวลสารน้อย การออกแบบแผงกันแดดที่มีประสิทธิภาพ การใช้การระบายอากาศตามธรรมชาติ ซึ่งแตกต่างกับงานสถาปัตยกรรมในปัจจุบันอย่างมาก

3.) การศึกษาถึงการพัฒนาเกณฑ์การออกแบบทางสถาปัตยกรรมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน โดยมีการกล่าวถึงรายละเอียดของเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เปรียบเทียบกับสภาพของอาคารที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบัน และประเด็นที่ให้ความสำคัญ

ตารางที่ 2.2 ประสิทธิภาพในด้านต่างๆที่จำเป็นจากเกณฑ์มาตรฐานการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงานสำหรับอาคารสำนักงาน

System	Minimum performance value
Building envelope	
OTTV of wall	< 50 $W_{th}.m^{-2}$ (wall area)
RTTV of roof	< 15 $W_{th}.m^{-2}$ (roof area)
Electric lighting	< 14 $W_e.m^{-2}$ (floor area)
Air-conditioning	
Small split type unit (up to 1 RFT)	EER > 9.62
Central air-conditioning system	
large water chiller	COP > 5.87 (< 0.62 $kW.RFT^{-1}$)
all other parts of the system	COP > 7.03 (< 0.5 $kW.RFT^{-1}$)
overall system performance	COP > 3.20 (< 1.14 $kW.RFT^{-1}$)

(สุรพงศ์ จิระรัตนานนท์, 2553: 6)

4.) การศึกษาถึง ค่าต้นทุนตลอดอายุวัฏจักร (Life Cycle Cost, LCC) ซึ่งเป็นการคำนวณในเชิงเศรษฐศาสตร์เบื้องต้นที่สำคัญ เพราะจะเป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นถึงความคุ้มค่าในการลงทุนในโครงการนั้นๆ ซึ่งในการพัฒนาด้านพลังงานควรที่จะนำมาพิจารณาร่วม กับการพิจารณาประสิทธิภาพด้านพลังงานด้วย

5.) การศึกษาเกี่ยวกับ การแบ่งระดับของประสิทธิภาพด้านพลังงาน (Energy Performance Level) โดยในงานวิจัยชิ้นนี้มีนำเสนอการแบ่งระดับออกเป็น 5 ระดับคือ

- Reference (REF) หมายถึงระดับค่าเฉลี่ยของ ประสิทธิภาพด้านพลังงาน ของอาคารที่มีอยู่ในปัจจุบัน

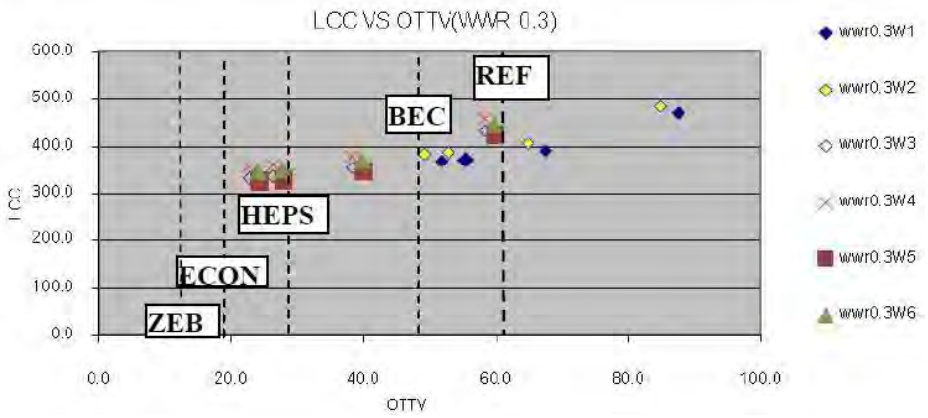
- Building Energy Code (BEC) หมายถึงระดับของ ประสิทธิภาพด้านพลังงาน ของอาคารในเกณฑ์มาตรฐานการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงานในปัจจุบัน

- Higher Energy Performance Standard (HEPS) หมายถึงระดับของ ประสิทธิภาพด้านพลังงานระดับสูง

- Economic (ECON) หมายถึงระดับของ ประสิทธิภาพด้านพลังงานที่มีความคุ้มค่าในการลงทุน มีการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาใช้ร่วมในระดับมากขึ้น ซึ่งจะพบว่าในบางระบบของอาคารค่า LCC อาจสูงกว่าระดับ HEPS

- Zero Energy Building (ZEB) หมายถึงระดับของ ประสิทธิภาพด้านพลังงานระดับสูงสุดในปัจจุบัน มีการใช้เทคโนโลยีการประหยัดพลังงานระดับสูง ประสิทธิภาพของระบบจะสูงกว่าระดับ ECON และสามารถที่จะสร้างพลังงานขึ้นมาเองได้ ซึ่งในหลายประเทศได้มีการสร้างอาคารทีมีประสิทธิภาพในระดับนี้ขึ้นแล้ว

แผนภูมิที่ 2.2 แสดงการเปรียบเทียบค่า LCC กับค่า OTTV สำหรับอาคารที่มีค่า WWR ที่ 0.3



ตารางที่ 2.3 แสดงระดับประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงานของอาคารในแต่ละระดับ โดยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในแต่ด้าน

System or Equipment	Reference	BEC	HEPS	ECON	ZEB
Building Envelope					
OTTV	61.4	50	30	20	15
RTTV	29.1	15	15	12	10
LCC of wall ($B.m^{-2}$ wall.Y^{-1})	288	274	252	230	?
Air-conditioning					
System COP ($kW.RFT^{-1}$)	2.21 (1.59)	3.13 (1.12)	3.64 (0.97)	4.42 (0.8)	6.30 (0.56)
LCC ($B.m^{-2}$ floor.Y^{-1})	321	304	291	296	?
Lighting					
LPD in air-conditioned area (Wm^{-2})	20	14	9	6	1
LCC ($B.m^{-2}$ floor.Y^{-1})	160	140	80	58	?
LPD in un-condtioned space (Wm^{-2})	10	8	6	4	1
Equipment					
EQD in air-conditioned area (Wm^{-2})	45	45	45	25	20
EQD in un-condtioned space (Wm^{-2})	10	10	10	5	4
Occupancy					
Load from occupant (Wm^{-2})	10	10	10	10	10
Ventilation ($l.m^{-2}.s^{-1}$)	0.75	0.75	0.75	0.5	0.5
Night and off hours security					
Light (Wm^{-2})	2	2	2	1	1
Equipment (Wm^{-2})	1	1	1	0.8	0.8
Number of normal office hours	2340	2340	2340	2340	2340
Number of outside hours	6425	6425	6425	6425	6425
Building energy consumption ($kWh.m^{-2}.Y^{-1}$)	219	175	141	82	55
LCC of 3 systems	769	718	623	584	?

(สุรพงศ์ จิระรัตนานนท์, 2553: 9)

จากการศึกษาผลงานวิจัยชิ้นนี้พบว่า ข้อมูลต่างๆภายในงานวิจัยชิ้นนี้ มีความสอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพของอาคารกรณีศึกษา สามารถช่วยกำหนด และใช้ร่วมพิจารณาในการกำหนดแนวทางการปรับปรุงได้ อีกทั้งการแบ่งระดับประสิทธิภาพด้านพลังงานของอาคารเป็นระดับต่างๆของงานวิจัยชิ้นนี้ ซึ่งเกิดจากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลของอาคารสำนักงานของภาคเอกชน จึงทำให้เกิดแนวคิดในการแบ่งระดับประสิทธิภาพด้านพลังงานที่เหมาะสมสำหรับสำนักงานของภาครัฐ

2.3.2 งานวิจัยเรื่อง “แนวทางการออกแบบปรับปรุงอาคารสำนักงานของรัฐเพื่อการประหยัดพลังงานกรณีศึกษาอาคารสำนักงานเทศบาลนคร จ.นครราชสีมา”

เป็นผลงานวิจัยโดย นางสาว ดลยา ศิริปรุ เมื่อปี พ.ศ. 2548 โดยงานวิจัยดังกล่าวมีประเด็นที่น่าสนใจและเกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ดังต่อไปนี้

วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย เป็นการศึกษาโดยใช้การสำรวจ ประเมินและวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารสำนักงานราชการ เพื่อศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งอาคารกรณีศึกษาในครั้งนี้คือ อาคารสำนักงานเทศบาลนคร จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งเป็นอาคารสำนักงานเก่าที่มีอายุประมาณ 49 ปี ณ. ปีที่ทำการศึกษาวิจัย (พ.ศ. 2548) แล้วจึงทำการศึกษาเพื่อหารูปแบบ และแนวทางการปรับปรุงอาคารที่เหมาะสมที่สุดในการลดการใช้พลังงานในอาคาร

ระเบียบวิธีวิจัย ทำโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลและตรวจวัดเกี่ยวกับการใช้พลังงานภายในอาคารของอาคาร ลักษณะทางกายภาพของอาคาร สภาพแวดล้อมภายในและภายนอกอาคาร การจัดพื้นที่ใช้สอย ลักษณะพฤติกรรมผู้ใช้อาคาร จำนวนและตำแหน่งของหลอดไฟฟ้า เครื่องปรับอากาศ สภาพทั่วไปและปัญหาที่เกิดขึ้น ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ความส่องสว่างภายอาคาร จากนั้นจึงวิเคราะห์และเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าจากใบเสร็จค่าไฟฟ้ากับการจำลองสภาพปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DOE-2 ทำการวิเคราะห์และประเมินปัจจัยต่าง ๆ ในด้านการใช้พลังงานของอาคาร ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร ระบบแสงสว่างในอาคาร ระบบปรับอากาศ อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า และระดับสภาวะน่าสบายของอาคาร ประเมินโดยใช้เกณฑ์มาตรฐานควบคุมอาคารในการอนุรักษ์พลังงาน

ภาพที่ 2.2 ลักษณะทางกายภาพของอาคารสำนักงานเทศบาลนคร จ.นครราชสีมา
(ดลยา ศิริปรุ, 2548: 42)

จากนั้นจึงนำเสนอ แนวทางการปรับปรุงรูปแบบของอาคาร และประเมินศักยภาพการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าสิ้นเปลืองในแต่ละแนวทาง จากการเปรียบเทียบภาระการทำความเย็นสูงสุด ภาระการทำความเย็นรายปี และการใช้พลังงานไฟฟ้ารายปีของอาคารโดยมุ่งเน้นปัจจัยหลักที่มีผล คือ ระบบ กรอบอาคาร (Building envelope) สัดส่วนพื้นที่หน้าต่างต่อพื้นที่ผนังทึบ (WWR) ลักษณะแผงกันแดดที่เหมาะสมกับทิศทางต่าง ๆ และการเลือกใช้วัสดุกรอบอาคาร โดยการจำลองสภาพอาคารจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (DOE-2)

ผลการศึกษาแนวทางในการออกแบบปรับปรุงอาคารสำนักงานภาครัฐ สามารถสรุปได้ว่า รูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมผืนผ้าตามตะวันและสัดส่วนหน้าต่างๆต่อพื้นที่ผนังทั้งหมด 30% มีปริมาณการใช้พลังงานต่ำที่สุด แผงกันสำหรับทิศเหนือควรเป็นลักษณะแนวตั้ง ทิศใต้ ตะวันออก และตะวันตกควรเป็นแผงกันแดดแนวนอน 2 ชั้น จากการคัดเลือกวัสดุกรอบอาคารพบว่า ผนังที่มีการติดตั้งฉนวนใยแก้ว 2 และ 3 นิ้วมีศักยภาพด้านการประหยัดพลังงาน แต่ไม่คุ้มค่าในการลงทุน

จากการศึกษาผลการวิจัยชิ้นนี้พบว่า ระเบียบวิธีวิจัยบางส่วน สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้ แต่ด้วยการศึกษานี้เป็นการศึกษาอาคารกรณีศึกษาที่แตกต่างกัน จึงไม่สามารถนำข้อมูลทางกายภาพมาประยุกต์ใช้ร่วมกันได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้ใช้การศึกษาเอกสารต่างๆที่เกี่ยวข้องกับแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางเพื่อสร้างอาคารอ้างอิง แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆของอาคารอ้างอิงด้วยการจำลองสภาพการใช้งานด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (โปรแกรม Visual DOE 4.1) เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุง แล้วจึงคำนวณหาความคุ้มค่าในการลงทุนในการปรับปรุง และหาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้อง

3.1 ขั้นตอนในการศึกษาวิจัย

โดยจะแบ่งขั้นตอนในการศึกษาออกเป็น 6 ส่วนหลักดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลทางกายภาพจากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง
2. การคำนวณ และการสร้างอาคารอ้างอิง
3. ศึกษาถึงอัตราส่วนราคาในแต่ละส่วนงานของงบประมาณการก่อสร้าง
4. กำหนดรูปแบบ และแนวทางการปรับปรุงในรูปแบบต่างๆ
5. คำนวณ ค่าต้นทุนตลอดอายุวัฏจักร (Life Cycle Cost, LCC)
6. สรุปผลการศึกษาที่ได้จากการศึกษาวิจัย

3.1.1 ข้อมูลทางกายภาพจากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง

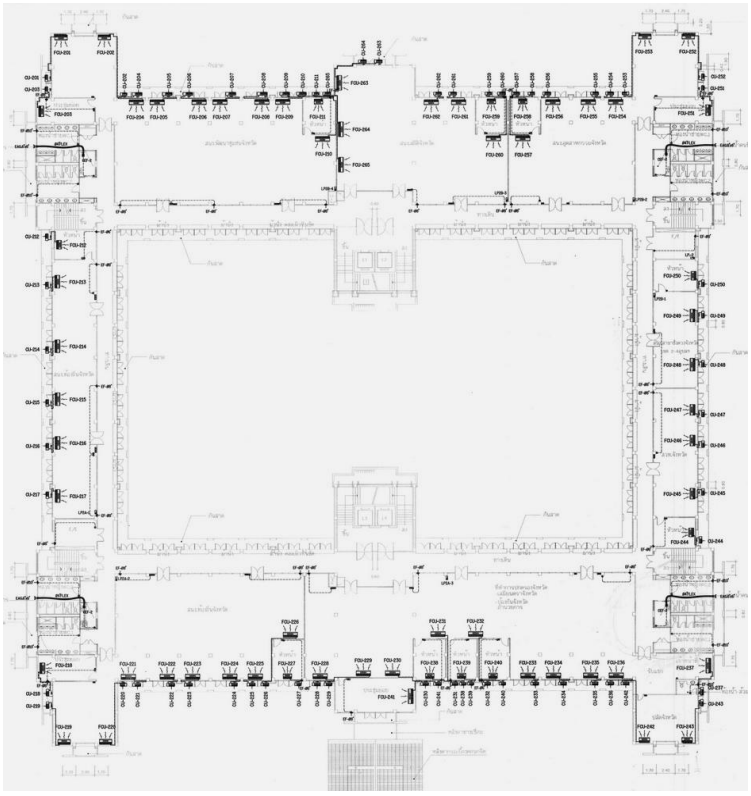
ทำการศึกษา และรวบรวมข้อมูลทางกายภาพจากเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเช่น แบบแปลนของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางของจังหวัดที่เคยมีการออกแบบมาในอดีต แบบงานวิศวกรรมโครงสร้าง แบบงานระบบวิศวกรรมไฟฟ้า แบบงานระบบวิศวกรรมสุขาภิบาล และแบบงานระบบวิศวกรรมเครื่องกล เพื่อทำความเข้าใจถึงรูปแบบการแบ่งพื้นที่ใช้สอยในส่วนต่างๆ ลักษณะของการใช้งานอาคารในแต่ละช่วงเวลา โดยมีรายละเอียดในการสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้

1.) ศึกษาแบบแปลนงานสถาปัตยกรรม และระบบวิศวกรรม

- ศึกษาการแบ่งพื้นที่ใช้สอยของหน่วยงานต่างๆ เพื่อให้ทราบถึงสัดส่วนของพื้นที่ทั้งในส่วนของพื้นที่ ที่มีระบบปรับอากาศและไม่มีระบบปรับอากาศ

ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างรูปด้านของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางจังหวัด

- ทำความเข้าใจถึงเส้นทางการคมนาคมของบุคลากรในหน่วยงานต่างๆ รวมไปถึงการเข้าออกพื้นที่ในแต่ละส่วนของอาคาร
- ศึกษาแบบงานระบบวิศวกรรมของอาคาร เพื่อทำความเข้าใจถึงรูปแบบรายละเอียดและสัดส่วนของงานระบบวิศวกรรมประกอบอาคารในแต่ละประเภท



ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างแบบวิศวกรรมงานระบบเครื่องกล ของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง

2.) เก็บข้อมูลทางกายภาพในส่วนต่างๆของอาคาร

เก็บข้อมูลของวัสดุประกอบอาคารในส่วนต่างๆ เช่น วัสดุกรอบอาคาร ช่องเปิดต่างๆ หลังคา และระบบฉนวนกันความร้อน เป็นต้น รวมถึงค่าคงที่ที่เกี่ยวข้องกับวัสดุต่างๆ เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการประเมินประสิทธิภาพด้านการใช้พลังงานของอาคาร ซึ่งจะทำการคำนวณในขั้นต่อไป

3.) รวบรวมข้อมูลการใช้ไฟฟ้าจริงจากใบเสร็จค่าไฟฟ้าของอาคาร

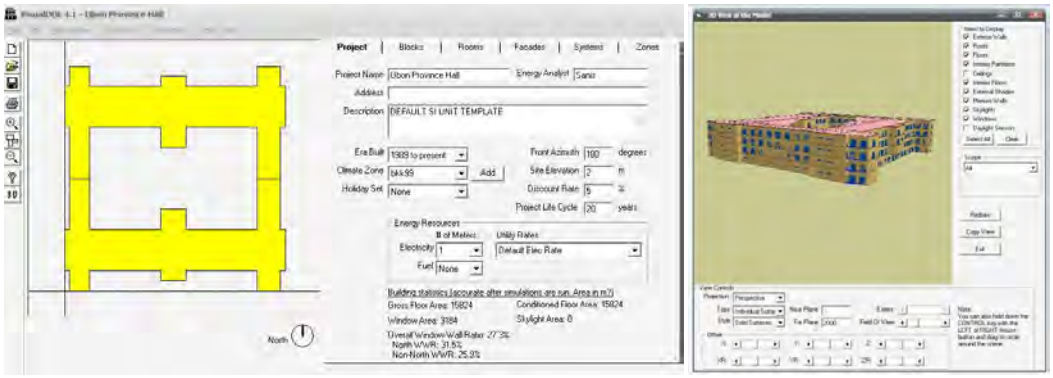
ในการสร้างอาคารอ้างอิงเพื่อทำการศึกษาวิจัยนั้น จำเป็นต้องทำการรวบรวมข้อมูลการใช้ไฟฟ้าจริงจากใบเสร็จค่าไฟฟ้า ของอาคารศาลากลางจังหวัดที่มีการออกแบบและก่อสร้างแล้วในอดีต โดยที่มีขนาดพื้นที่ใช้สอยใกล้เคียงกับแบบมาตรฐานที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน (โดยในการทำวิจัยครั้งนี้เลือกอาคารศาลากลางจังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งเป็นอาคาร 4 ชั้น และมีพื้นที่ใช้สอยรวม 15,985 ม.^{2}) โดยนำมาเปรียบเทียบกับค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอาคารอ้างอิงที่สร้างขึ้นในโปรแกรม เพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น ทำให้สามารถแก้ไขปรับปรุงค่าคงที่ต่างๆ ทำให้มีความเที่ยงตรงและลดข้อผิดพลาดในการสร้างอาคารอ้างอิงเพื่อการประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร

3.1.2 การคำนวณ และการสร้างอาคารอ้างอิง

ในการประเมินประสิทธิภาพด้านการใช้พลังงานของอาคารนั้น ต้องทำการคำนวณเพื่อวัดคุณสมบัติของกรอบอาคารในการป้องกันความร้อน และสร้างอาคารอ้างอิงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อประเมินประสิทธิภาพด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย

1.) ทำการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร (Overall Thermal Transfer Value, OTTV) โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้ในขั้นต้นมาประกอบการคำนวณเพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพของกรอบอาคารที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

2.) ทำการสร้างอาคารอ้างอิงโดยจำลองสภาพการใช้งาน ด้วยโปรแกรม Visual DOE 4.1 เพื่อคำนวณหาค่าการใช้พลังงานรวมของอาคาร แล้วจึงนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของกฎหมายอนุรักษ์พลังงานกำหนดไว้



ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างการสร้างอาคารอ้างอิงในโปรแกรม Visual DOE 4.1

3.1.3 ศึกษาถึงอัตราส่วนราคาในแต่ละส่วนงานของงบประมาณการก่อสร้าง

ทำการศึกษาจากฐานข้อมูลราคากลางของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางในอดีต เพื่อให้เข้าใจถึงอัตราส่วนราคาในแต่ละส่วนงานของงบประมาณการก่อสร้างทั้งหมดเพื่อใช้ประกอบการออกแบบ และช่วยกำหนดขอบเขตในการพิจารณาแนวทางการปรับปรุงว่าสามารถทำได้มากน้อยแค่ไหน

3.1.4 กำหนดรูปแบบ และแนวทางการปรับปรุงในรูปแบบต่าง ๆ

เนื่องจากการจัดพื้นที่ใช้สอยของส่วนงานต่างๆ จะมีรูปแบบที่เป็นมาตรฐานซึ่งมีความเหมาะสมกับการใช้งานอยู่แล้ว อีกทั้งการออกแบบรูปทรงของอาคารที่มีเอกลักษณ์เฉพาะแสดงความเป็นตัวตนของอาคารศาลากลาง และสามารถนำไปก่อสร้างในพื้นที่ ที่มีความแตกต่างของทิศทางในการวางผังได้ ทำให้การศึกษาวิจัยในครั้งนี้จึงลงรายละเอียดการปรับปรุงเฉพาะส่วนกรอบอาคาร ในส่วนของผนังทึบและช่องเปิด (หน้าต่าง) ของพื้นที่ ที่มีระบบปรับอากาศเท่านั้นเท่านั้น

เมื่อทำการศึกษาถึงรายละเอียดทางกายภาพ และข้อจำกัดในการพิจารณาคัดเลือกวัสดุประกอบอาคาร จึงกำหนดแนวทางการปรับปรุงโดยนำวัสดุที่ผ่านการคัดเลือกมาประกอบร่วมกันในแต่รูปแบบต่างๆ แล้วจึงนำมาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพในด้านต่างๆเช่น ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร (Overall Thermal Transfer Value, OTTV), งบประมาณในการลงทุนขั้นต้น (Initial Cost), ปริมาณการใช้พลังงานรวมของอาคาร (Energy Consumption), ค่าไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (Saving Cost), ระยะเวลา

ในการคืนทุน (Payback Period) และ ค่าต้นทุนตลอดอายุวัฏจักร (Life Cycle Cost) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ และความคุ้มค่าในการลงทุน ของแต่ละแนวทางโดยมีรายละเอียดในขั้นตอนต่อไป

3.1.5 **คำนวณ ค่าต้นทุนตลอดอายุวัฏจักร** (Life Cycle Cost, LCC)

เป็นการคำนวณเพื่อให้ทราบถึงความคุ้มค่าในการลงทุนของแนวทางการปรับปรุงในแต่ละรูปแบบ โดยใช้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ กับค่าการลงทุนในการปรับปรุงมาคำนวณร่วมกัน เพื่อให้ทราบถึงความคุ้มค่าในการลงทุนในแนวทางต่างๆ ซึ่งมีรายละเอียดของสูตรการคำนวณอยู่ในบทที่ 2 และในส่วนของผลการคำนวณที่ได้จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จะแสดงอยู่ในขั้นตอนต่อไป

3.1.6 **สรุปผลการศึกษาที่ได้จากการศึกษาวิจัย**

จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ สามารถแบ่งการสรุปผลการศึกษาออกได้เป็น 3 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.) การสำรวจ ประเมินและวิเคราะห์แบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง (อาคารกรณีศึกษา)

2.) การศึกษาแนวทางการปรับปรุงแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง (อาคารกรณีศึกษา) ให้มีความเหมาะสมทั้งในเชิงเทคนิค และเศรษฐศาสตร์

3.) ศึกษาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการคำนวณ และการจำลองสภาพการใช้งานในแนวทางการปรับปรุงรูปแบบต่างๆ

3.2 **โปรแกรม และเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย**

3.2.1 **โปรแกรม** Visual DOE 4.1

โปรแกรม Visual DOE 4.1 นั้นเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณ และจำลองสภาพการใช้งานของอาคาร เพื่อหาค่าพลังงานไฟฟ้ารวมที่ใช้ในอาคาร ซึ่งจะแปรผันตามลักษณะ วัสดุประกอบอาคาร ระยะเวลาในการใช้งานอาคาร จำนวนผู้ใช้งานภายในอาคาร รวมถึงภูมิอากาศของพื้นที่นั้นๆ ซึ่งจะแบ่งขั้นตอนการใช้งานได้ดังต่อไปนี้

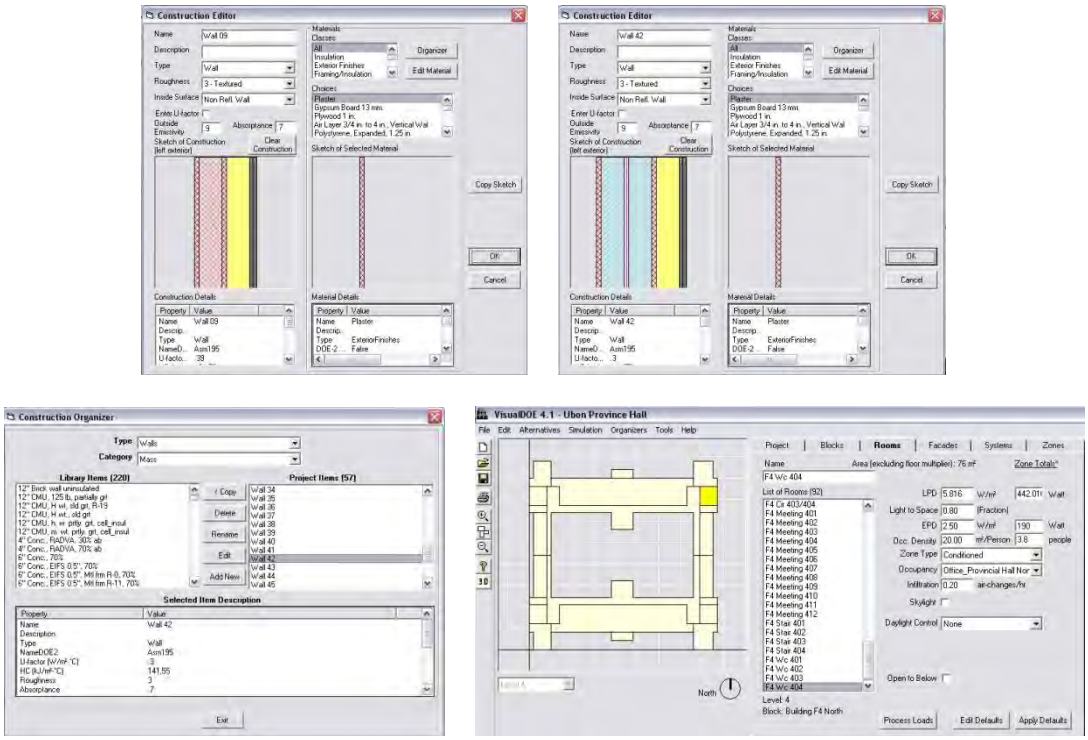
1.) รวบรวมข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับอาคารอ้างอิง (แบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง)

- ขนาดของพื้นที่ใช้สอยในส่วนต่างๆของอาคาร
- แยกประเภทของพื้นที่ในแต่ละส่วนระหว่าง พื้นที่ปรับอากาศ และไม่ปรับอากาศ
- ชนิดของวัสดุประกอบอาคารในส่วนต่างๆ
- สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่างในแต่ละพื้นที่
- สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่างๆในพื้นที่สำนักงาน และพื้นที่อื่นๆ
- ชนิด และขนาดของระบบปรับอากาศที่ใช้ในอาคาร
- ตารางเวลาการใช้งานของอาคาร ในแต่ละพื้นที่ช่วงเวลาตลอดทั้งปี
- ฯลฯ

2.) สร้างอาคารอ้างอิงจากข้อมูลต่างๆที่รวบรวมได้ในขั้นต้น สำหรับจำลองสภาพการใช้งานเพื่อให้ทราบถึงปริมาณของพลังงานไฟฟ้ารวมทั้งอาคาร แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้นำไปกำหนดเป็นข้อมูลพื้นฐานของอาคารอ้างอิง เพื่อใช้เปรียบเทียบประสิทธิภาพในขั้นตอนต่อไป

3.) นำปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอาคารที่ได้จากโปรแกรมไปเทียบกับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอาคารศาลากลางที่สร้างอยู่จริงในปัจจุบัน โดยการเทียบกับใบเสร็จค่าไฟฟ้าจริง เพื่อใช้แก้ไขปรับปรุงค่าคงที่ต่างๆที่เกี่ยวข้อง ให้มีความเที่ยงตรงและลดข้อผิดพลาดในการสร้างอาคารอ้างอิงเพื่อการประเมินประสิทธิภาพในขั้นต่อไป

4.) นำอาคารอ้างอิงที่ผ่านการปรับแก้ให้มีความเที่ยงตรง มาสร้างแนวทางในการปรับปรุงโดยใช้ข้อมูลต่างๆที่ได้ออกแบบไว้ในข้างต้น



ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างการสร้างอาคารอ้างอิง และแนวทางการปรับปรุงในโปรแกรม Visual DOE 4.1

5.) เมื่อทำการสร้างแนวทางการปรับปรุงในรูปแบบต่างๆ ได้ครบตามที่ออกแบบไว้ในขั้นต้นแล้ว จึงทำการ Run Simulation ของอาคารอ้างอิงในทุกรูปแบบของแนวทางการปรับปรุงต่างๆ แล้วจึงนำค่าพลังงานที่ได้จากโปรแกรมไปวิเคราะห์ร่วมกับผลการคำนวณอื่นๆ ซึ่งรายละเอียดจะแสดงไว้ในขั้นตอนต่อไป

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์รายละเอียดของ
แบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง

4.1 ข้อมูลเบื้องต้นของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง

แบบมาตรฐานอาคารศาลากลางเป็นอาคารประเภทสำนักงานที่ออกแบบโดย กรมโยธาธิการและผังเมือง มีการก่อสร้างอยู่ในทั่วประเทศไทย โดยแต่ลังหวัดจะมีรูปแบบการจัดพื้นที่ใช้สอยใกล้เคียงกัน มีรูปแบบของอาคารอยู่ด้วยกัน 2 ลักษณะคือ “Center Court Layout” และ “Single Corridor Layout” ในปัจจุบันรูปแบบที่มีการก่อสร้างเป็นส่วนใหญ่คือรูปแบบ “Center Court Layout” ซึ่งจะใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

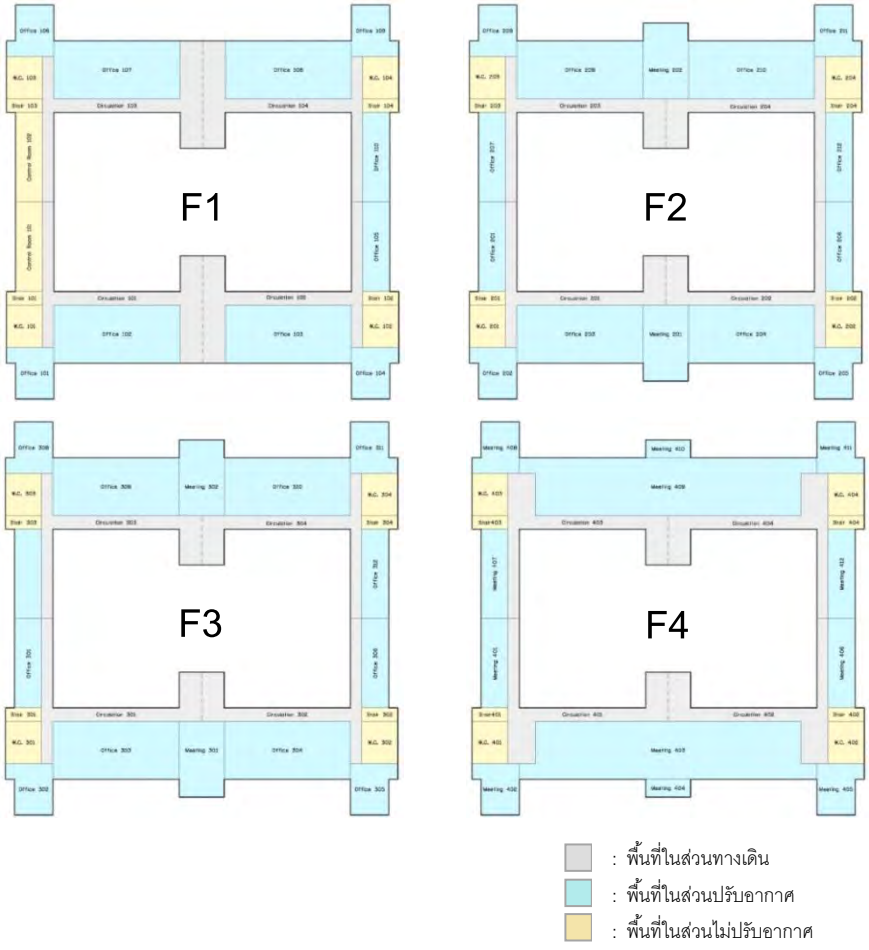
4.1.1 รายละเอียดทั่วไป

ประเภทของอาคาร : อาคารสำนักงานสูง 4 ชั้น

พื้นที่ใช้สอย : ประมาณ 15,826 ตารางเมตร โดยแบ่งเป็น

พื้นที่ปรับอากาศ : 10,072 ตารางเมตร

พื้นที่ไม่ปรับอากาศ : 5,754 ตารางเมตร



ภาพที่ 4.1 แสดงตำแหน่งของพื้นที่ทางเดิน , พื้นที่ไม่ปรับอากาศ และปรับอากาศในชั้นต่างๆของอาคาร

ตารางที่ 4.1 อัตราส่วนพื้นที่ปรับอากาศและพื้นที่ไม่ปรับอากาศภายในแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางจังหวัด

ลำดับที่	ลักษณะการใช้งานของพื้นที่	Area (m^2)	%
1	Conditioned Area	10,072	63.64%
2	Un-Conditioned Area	5,754	36.36%
	รวม	15,826	100.00%

4.1.2 วัสดุประกอบอาคาร

แบบมาตรฐานอาคารศาลากลางมีวัสดุประกอบอาคารดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2 สรุปรายการวัสดุที่ใช้ในองค์ประกอบต่างๆของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางจังหวัด

ประเภท	รายละเอียด
พื้น	: พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหนา 0.10 ม. ส่วนไม่ปรับอากาศปูหินขัดสำเร็จรูป / กระเบื้องยาง
	: พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหนา 0.10 ม. ส่วนปรับอากาศปูปูหินขัดสำเร็จรูป / กระเบื้องยาง
ผนัง	: ผนังก่ออิฐมวลเบาครึ่งแผ่น 0.10 ม. ฉาบปูนเรียบ ทาสี
ฝ้าเพดาน	: ฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ดชนิดทนไฟหนา 13 มม. ขนาด 1.2 x 2.4 ม.
ประตู	: ประตู วงกบและบานกรอบอลูมิเนียมทำสี ลูกฟักกระจกใส
หน้าต่าง	: หน้าต่างบานเปิด วงกบและบานกรอบอลูมิเนียมทำสี ลูกฟักกระจกใส
หลังคา	: หลังคากระเบื้องคอนกรีตติดแผ่นอลูมินัมฟอยล์ใต้แป และ ฉนวนใยแก้วแบบหุ้มฟอยล์ทุกด้านหนา 75 มม.

4.2 ข้อมูลการใช้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารกรณีศึกษา

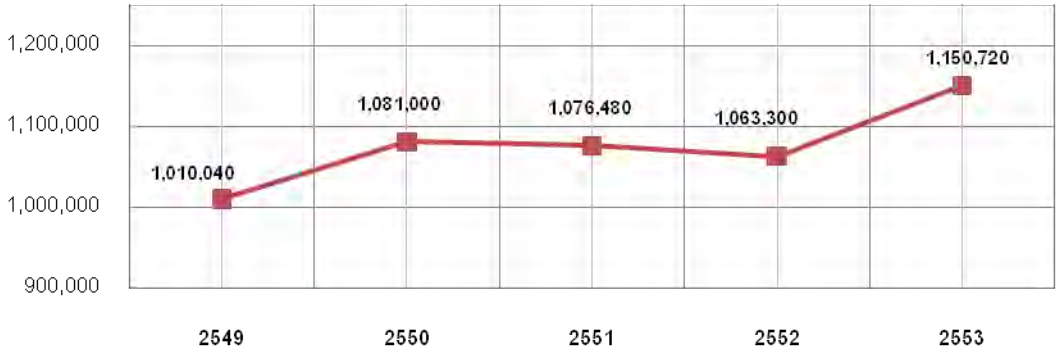
4.2.1 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจริงของอาคารกรณีศึกษา (พ.ศ. 2549-พ.ศ. 2553)

รวบรวมข้อมูลการใช้ไฟฟ้าจริงจากใบเสร็จค่าไฟฟ้าของอาคารศาลากลางจังหวัดที่มีการออกแบบ และขนาดพื้นที่ใช้สอยใกล้เคียงกับแบบมาตรฐานที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน (โดยในการทำวิจัยครั้งนี้เลือกอาคารศาลากลางจังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งเป็นอาคาร 4 ชั้น และมีพื้นที่ใช้สอยรวม 15,985 ม.^{2} มีช่วงเวลาการใช้งานอาคารในช่วงเวลากลางวันประมาณเฉลี่ย 8-10 ชั่วโมงต่อวัน) นำมาเปรียบเทียบเพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นทำให้สามารถปรับค่าต่างๆให้มีความเที่ยงตรงและลดข้อผิดพลาดในการสร้างอาคารอ้างอิงเพื่อคำนวณหาปริมาณพลังงานไฟฟ้า

ตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละเดือนของอาคารศาลากลางจังหวัดสุพรรณบุรี (พ.ศ. 2549–2553)

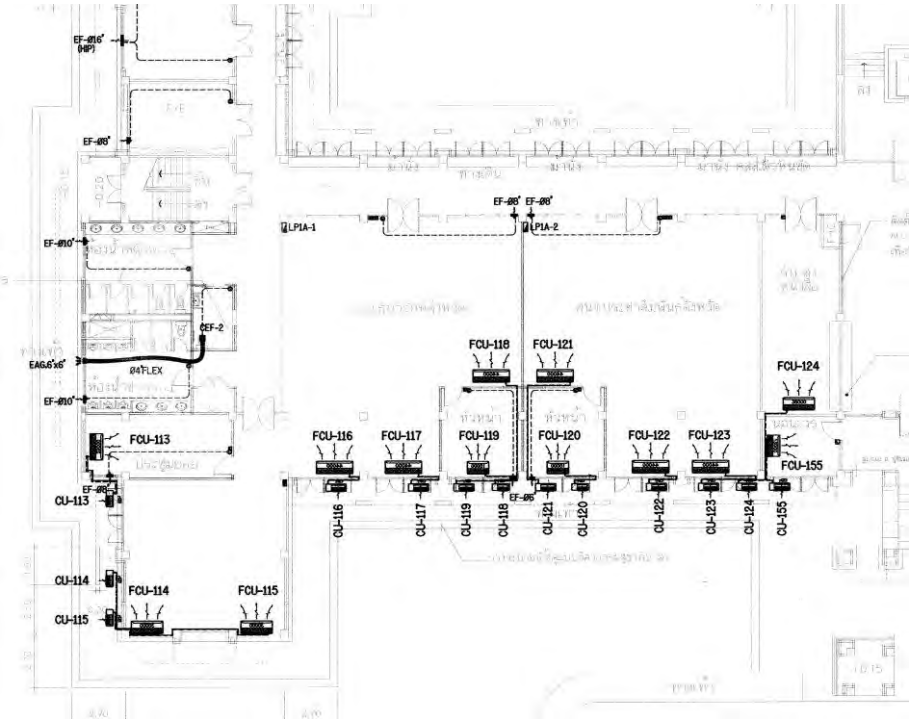
Year	Month												Total
	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	
2549	63,880	63,040	94,400	92,800	82,600	94,330	91,290	83,580	92,800	89,400	80,018	81,902	1,010,040
2550	58,100	77,400	99,980	107,000	91,800	101,600	104,200	89,740	96,140	99,060	81,740	74,240	1,081,000
2551	80,880	78,940	104,240	97,940	96,080	103,140	90,360	100,080	96,220	95,300	77,120	56,180	1,076,480
2552	60,220	80,440	105,820	90,800	96,200	92,540	85,860	107,260	107,260	83,600	83,000	70,300	1,063,300
2553	84,080	95,640	100,880	102,920	117,360	106,200	101,840	92,140	99,800	94,460	75,580	79,820	1,150,720
2554	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Average	69,432	79,092	101,064	98,292	96,808	99,562	94,710	94,560	98,444	92,364	79,492	72,488	**1,076,308**

แผนภูมิที่ 4.1 แสดงปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละเดือนของอาคารศาลากลางจังหวัดสุพรรณบุรี (พ.ศ. 2549 – 2553)



4.2.2 ระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศของอาคารศาลากลางนั้นตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันยังคงมีการออกแบบให้ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) โดยมีกำลังการทำความเย็นรวมทั้งอาคารอยู่ที่ประมาณ 9,289,000 BTU/Hr. หรือประมาณ 744.08 ตันความเย็น ใช้กำลังไฟฟ้ารวมทั้งอาคาร 907.242 kW.



ภาพที่ 4.2 ตัวอย่างผังระบบปรับอากาศในอาคารชั้นที่ 1

ในการกำหนดประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศนั้นวิศวกรงานระบบของกรมโยธาฯ ได้กำหนดรายละเอียดของเครื่องปรับอากาศในแต่ละขนาดไว้คือ เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน ตั้งพื้น/แขวนเพดาน (Floor/Ceiling Type) ขนาดไม่เกิน 40,000 BTU/Hr. ต้องมี EER. ไม่น้อยกว่า 11.00 และในส่วนของ

เครื่องปรับอากาศที่มีขนาดเกิน 40,000 BTU/Hr. ต้องมี EER. ไม่น้อยกว่า 9.60 ซึ่งการที่กำหนดให้ค่า EER. ในเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่มีค่าเริ่มต้นเพียง 9.60 นั้น เนื่องจากระบบการจัดซื้อของราชการนั้นวัสดุอุปกรณ์ต่างๆที่สามารถใช้ได้งานก่อสร้างอาคารของภาครัฐจำเป็นต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตภายในประเทศเท่านั้น จึงทำให้เกิดข้อจำกัดในการเลือกใช้เครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง

เมื่อทำการรวบรวมข้อมูลของเครื่องปรับอากาศทั้งอาคาร จึงได้ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (Energy Efficiency Rating, EER) อยู่ที่ประมาณ 10.30 BTU/Watt (เครื่องปรับอากาศเบอร์ 4) หรือค่าสมรรถนะของระบบทำความเย็น (Coefficient of Performance, COP) อยู่ที่ประมาณ 3.019

4.2.3 ระบบแสงสว่างภายในอาคาร

แสงสว่างภายในแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางนั้นสามารถที่จะแบ่งออกได้เป็น 2 ระบบหลักคือ ระบบแสงธรรมชาติ และระบบแสงประดิษฐ์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.) <u>ระบบแสงธรรมชาติ</u>

แบบมาตรฐานอาคารศาลากลางถูกออกแบบให้มีลักษณะเป็น “Center Court Layout” โดยวางแนวของอาคารในทุกทิศ จึงทำให้เกิดการบังแดดระหว่างอาคารในแต่ละปีกกันเอง “Self-Shading” ซึ่งทำให้สามารถรับแสงสว่างธรรมชาติได้ตลอดวัน โดยช่องเปิดของแต่ละด้านจะเป็นหน้าต่างอลูมิเนียมทำสีบานเปิดคู่ ลูกฟักกระจกใสหนา 6 มม. พร้อมด้วยช่องแสงติดตายลูกฟักกระจกใสหนา 6 มม. ที่ติดตั้งในด้านบนและด้านล่างของบานเปิดเพื่อสามารถรับแสงธรรมชาติได้อย่างเต็มที่ อีกทั้งการออกแบบชายคาหรือระเบียงทางเดินในทุกทิศรอบอาคารก็มีส่วนช่วยบังแดดป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารอีกด้วย

ภาพที่ 4.3 ภาพภูมิทัศน์แสดงให้เห็นลักษณะของช่องเปิดด้านข้างของอาคาร

2.) <u>ระบบแสงประดิษฐ์</u>

ระบบแสงประดิษฐ์ที่มีการใช้งานอยู่ในแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางนั้นมีรูปแบบของดวงโคมทั้งหมด 12 แบบ โดยแบ่งตามลักษณะของดวงโคมและชนิดของหลอดไฟออกได้เป็น 4 ชนิด ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงชนิดของโคมและหลอดไฟที่ใช้งานอยู่ในแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง

A1	ดวงโคม DOWNLIGHT ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว หลอด COMPACT FLUORESCENT 1-13W
A2	ดวงโคม DOWNLIGHT ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว หลอด COMPACT FLUORESCENT 1-18W
A3	ดวงโคม DOWNLIGHT ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว หลอด COMPACT FLUORESCENT 2-18W
A4	ดวงโคม DOWNLIGHT ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 นิ้ว หลอด INCANDESCENT ชนิดขุ่น 1-60W
E1	หลอด COMPACT FLUORESCENT 1-23W ชนิดให้แสง WARM WHITE แบบมีบัลลาสต์ในตัว (แบบติดตั้งกับผนัง)
E2	ดวงโคม DOWNLIGHT ขนาด 124x124mm. หลอด HALOGEN 1-50W
E4	ดวงโคม DOWNLIGHT ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว PAR38 120W
Flu1	ดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 0.30x1.20 ม. กรองแสงและสะท้อนแสงอลูมิเนียม ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง 94% หลอด T5,2-28W
Flu2	ดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 0.60x1.20 ม. กรองแสงและสะท้อนแสงอลูมิเนียม ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง 94% หลอด T5,2-28W
Flu3	ดวงโคมฟลูออเรสเซนต์กล่องเหล็กพับเปลือย หลอด T5,1-28W ให้แสงแบบ COOL WHITE 2600 ลูเมนพร้อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิค

ดวงโคมโดยทั่วไปที่ใช้งานในสำนักงานจะเป็นลักษณะของดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ แบบมีแผ่นกรองแสงและแผ่นสะท้อนแสงอลูมิเนียม ในส่วนตกแต่งและทางเดินทั่วไปใช้ดวงโคมประเภท DOWNLIGHT โดยเลือกขนาดตามขนาดของพื้นที่ โดยสามารถสรุปจำนวนดวงโคมและค่าพลังงานไฟฟ้ารวมได้ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 จำนวนและพลังงานไฟฟ้าระบบแสงประดิษฐ์ที่ใช้งานในแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง (ต่อ)

Floor	Zone	Room	A.1		A.2		A.3		A.4		E.1		E.4		Flu.1		Flu.2		Flu.3		G. Total
			@	total	@	total	@	total	@	total	@	total	@	total	@	total	@	total	@	total	
1	South West (SW.)	: Office 101	0	0	0	0	0	0	0	0	3	69	0	0	17	1,003	0	0	0	0	1,072
		: Office 102	0	0	0	0	0	0	0	0	3	69	0	0	62	3,658	4	236	0	0	3,963
		: Control Room 101	0	0	0	0	0	0	0	0	2	46	0	0	0	0	0	0	20	620	666
		: W.C. 101	22	396	2	46	0	0	0	0	1	23	0	0	0	0	0	0	0	0	465
		: Fire escape 101	0	0	0	0	0	0	0	0	1	23	0	0	0	0	0	0	3	93	116
		: Circulation 101/102	0	0	58	1,334	40	1,640	0	0	14	322	0	0	0	0	0	0	3	93	3,389
	South East (SE.)	: Office 103	0	0	0	0	0	0	0	0	3	69	0	0	62	3,658	4	236	0	0	3,963
		: Office 104	0	0	0	0	0	0	0	0	3	69	0	0	17	1,003	0	0	0	0	1,072
		: Office 105	0	0	0	0	0	0	0	0	2	46	0	0	20	1,180	0	0	0	0	1,226
		: W.C. 102	22	396	2	46	0	0	0	0	1	23	0	0	0	0	0	0	0	0	465
		: Fire escape 102	0	0	0	0	0	0	0	0	1	23	0	0	0	0	0	0	3	93	116
	North West (NW.)	: Office 106	0	0	0	0	0	0	0	0	3	69	0	0	17	1,003	0	0	0	0	1,072
		: Office 107	0	0	0	0	0	0	0	0	3	69	0	0	62	3,658	4	236	0	0	3,963
		: Control Room 102	0	0	0	0	0	0	0	0	2	46	0	0	0	0	0	0	20	620	666
		: W.C. 103	22	396	2	46	0	0	0	0	1	23	0	0	0	0	0	0	0	0	465
		: Fire escape 103	0	0	0	0	0	0	0	0	1	23	0	0	0	0	0	0	3	93	116
		: Circulation 103/104	0	0	58	1,334	40	1,640	0	0	14	322	0	0	0	0	0	0	3	93	3,389
	North East (NE.)	: Office 108	0	0	0	0	0	0	0	0	3	69	0	0	62	3,658	4	236	0	0	3,963
		: Office 109	0	0	0	0	0	0	0	0	3	69	0	0	17	1,003	0	0	0	0	1,072
		: Office 110	0	0	0	0	0	0	0	0	2	46	0	0	20	1,180	0	0	0	0	1,226
		: W.C. 104	22	396	2	46	0	0	0	0	1	23	0	0	0	0	0	0	0	0	465
		: Fire escape 104	0	0	0	0	0	0	0	0	1	23	0	0	0	0	0	0	3	93	116
ปริมาณไฟฟ้าแสงสว่างรวมของพื้นที่ชั้น F1(Watts)																					33,026

ตารางที่ 4.5 จำนวนและพลังงานไฟฟ้าระบบแสงประดิษฐ์ที่ใช้งานในแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง (ต่อ)

Floor	Zone	Room	A.1		A.2		A.3		A.4		E.1		E.4		Flu.1		Flu.2		Flu.3		G. Total
			@	total	@	total	@	total	@	total	@	total	@	total	@	total	@	total	@	total	
2	South West (SW.)	: Office 201	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	1,062	0	0	4	124	1,186
		: Office 202	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	1,003	0	0	0	0	1,003
		: Office 203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	3,658	4	236	0	0	3,894
		: Meeting 201	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	1,416	0	0	1,416
		: W.C. 201	22	396	2	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	442
		: Fire escape 201	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	93	93
		: Circulation 201/202	0	0	58	1,334	16	656	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	93	2,083
	South East (SE.)	: Office 204	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	3,658	4	236	0	0	3,894
		: Office 205	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	1,003	0	0	0	0	1,003
		: Office 206	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	1,180	0	0	0	0	1,180
		: W.C. 202	22	396	2	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	442
		: Fire escape 202	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	93	93
	North West (NW.)	: Office 207	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	1,180	0	0	0	0	1,180
		: Office 208	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	1,003	0	0	0	0	1,003
		: Office 209	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	3,658	4	236	0	0	3,894
		: Meeting 202	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	1,416	0	0	1,416
		: W.C. 203	22	396	2	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	442
		: Fire escape 203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	93	93
		: Circulation 203/204	0	0	58	1,334	16	656	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	93	2,083
	North East (NE.)	: Office F210	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	3,658	4	236	0	0	3,894
		: Office F211	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	1,003	0	0	0	0	1,003
		: Office F212	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	1,062	0	0	4	124	1,186
		: W.C. F204	22	396	2	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	442
		: Fire escape F204	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	93	93
																				ปริมาณไฟฟ้าแสงสว่างรวมของพื้นที่ชั้น F2 (Watts)	33,458

Floor	Zone	Room	A.1		A.2		A.3		A.4		E.2		E.4		Flu.1		Flu.2		Flu.3		G. Total
			@	total	@	total	@	total	@	total	@	total	@	total	@	total	@	total	@	total	
3	South West (SW.)	: Office 301	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	1,062	0	0	4	124	1,186
		: Office 302	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	1,003	0	0	0	0	1,003
		: Office 303	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	3,658	4	236	0	0	3,894
		: Meeting 301	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	1,416	0	0	1,416
		: W.C. 301	22	396	2	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	442
		: Fire escape 301	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	93	93
		: Circulation 301/302	0	0	58	1,334	16	656	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	93	2,083
	South East (SE.)	: Office 304	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	3,658	4	236	0	0	3,894
		: Office 305	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	1,003	0	0	0	0	1,003
		: Office 306	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	1,180	0	0	0	0	1,180
		: W.C. F302	22	396	2	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	442
		: Fire escape F302	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	93	93
	North West (NW.)	: Office 307	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	1,180	0	0	0	0	1,180
		: Office 308	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	1,003	0	0	0	0	1,003
		: Office 309	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	3,658	4	236	0	0	3,894
		: Meeting 302	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	1,416	0	0	1,416
		: W.C. 303	22	396	2	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	442
		: Fire escape 303	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	93	93
		: Circulation 303	0	0	58	1,334	16	656	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	93	2,083
	North East (NE.)	: Office 310	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	3,658	4	236	0	0	3,894
		: Office 311	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	1,003	0	0	0	0	1,003
		: Office 312	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	1,062	0	0	4	124	1,186
		: W.C. 304	22	396	2	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	442
		: Fire escape 304	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	93	93
																				ปริมาณไฟฟ้าแสงสว่างรวมของพื้นที่ชั้น F3 (Watts)	33,458

ตารางที่ 4.5 จำนวนและพลังงานไฟฟ้าระบบแสงประดิษฐ์ที่ใช้งานในแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง (ต่อ)

Floor	Zone	Room	A.1		A.2		A.3		A.4		E.1		E.4		Flu.1		Flu.2		Flu.3		G. Total
			@	total	@	total	@	total	@	total	@	total	@	total	@	total	@	total	@	total	
4	South West (SW.)	Meeting 401	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	944	0	0	4	124	1,068
		Meeting 402	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	944	0	0	0	0	944
		Meeting 403	0	0	0	0	0	0	56	3,640	0	0	180	21,600	4	236	0	0	382	11,842	37,318
		W.C. 401	22	396	2	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	442
		Fire escape 401	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	93	93
		Circulation 401/402	0	0	74	1,702	12	492	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	1,426	3,620
	South East (SE.)	Meeting 404	0	0	0	0	10	410	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	410
		Meeting 405	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	944	0	0	0	0	944
		Meeting 406	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	944	0	0	4	124	1,068
		W.C. 402	22	396	2	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	442
		Fire escape 402	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	93	93
	North West (NW.)	Meeting 407	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	944	0	0	4	124	1,068
		Meeting 408	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	944	0	0	0	0	944
		Meeting 409	0	0	0	0	0	0	56	3,640	0	0	180	21,600	4	236	0	0	382	11,842	37,318
		W.C. 403	22	396	2	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	442
		Fire escape 403	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	93	93
		Circulation 403/404	0	0	74	1,702	12	492	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	1,426	3,620
	North East (NE.)	Meeting 410	0	0	0	0	10	410	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	410
		Meeting 411	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	944	0	0	0	0	944
		Meeting 412	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	944	0	0	4	124	1,068
		W.C. 404	22	396	2	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	442
		Fire escape 404	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	93	93
ปริมาณไฟฟ้าแสงสว่างรวมของพื้นที่ปรับอากาศ (Watts)								160,400			ปริมาณไฟฟ้าแสงสว่างรวมของพื้นที่ชั้น F4 (Watts)									92,884	
ปริมาณไฟฟ้าแสงสว่างรวมของพื้นที่ไม่ปรับอากาศ (Watts)								32,426			**ปริมาณไฟฟ้าแสงสว่างรวมทั้งอาคาร** (Watts)									192,826	

4.3 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังและหลังคา (OTTV & RTTV)

เมื่อทำการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอาคารทั้งหมดนำมาคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังของอาคารหรือที่เรียกว่า OTTV (Overall Thermal Transfer Value) ทำให้พบว่าแบบของอาคารกรณีศึกษามีค่า OTTV อยู่ที่ประมาณ 28.68 W/m^2 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าที่กฎหมายอนุรักษ์พลังงานกำหนดไว้มาก โดย ในกรณีอาคารใหม่ต้องมีค่า OTTV ไม่เกิน 50 W/m^2 และในส่วนของค่า RTTV (Roof Thermal Transfer Value) ของอาคารกรณีศึกษามีค่าอยู่ที่ประมาณ 8.91 W/m^2 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าที่กฎหมายอนุรักษ์พลังงานกำหนดเช่นกัน โดย ในกรณีอาคารใหม่ต้องมีค่า RTTV ไม่เกิน 15 W/m^2 โดยจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.6 แสดงค่า OTTV และ RTTV รวมทั้งอาคารของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง

ทิศ	ส่วนที่	U (w/m^2.°c)		WWR	SHGC	SC	OTTV (W/m^2)
		ผนังทึบ	ผนังโปร่งแสง				
เหนือ	1	1.70	5.88	16.97%	0.73	0.95	26.92
	2	1.70	5.88	35.18%	0.73	0.95	
	3	1.70	5.88	39.07%	0.73	0.95	
ตะวันออก	1	1.70	5.88	0.00%	0.73	0.89	26.75
	2	1.70	5.88	34.41%	0.73	0.89	
	3	1.70	5.88	0.00%	0.73	0.89	
	4	1.70	5.88	0.00%	0.73	0.89	
ตะวันตก	1	1.70	5.88	0.00%	0.73	0.89	28.15
	2	1.70	5.88	36.91%	0.73	0.89	
	3	1.70	5.88	0.00%	0.73	0.89	
	4	1.70	5.88	0.00%	0.73	0.89	

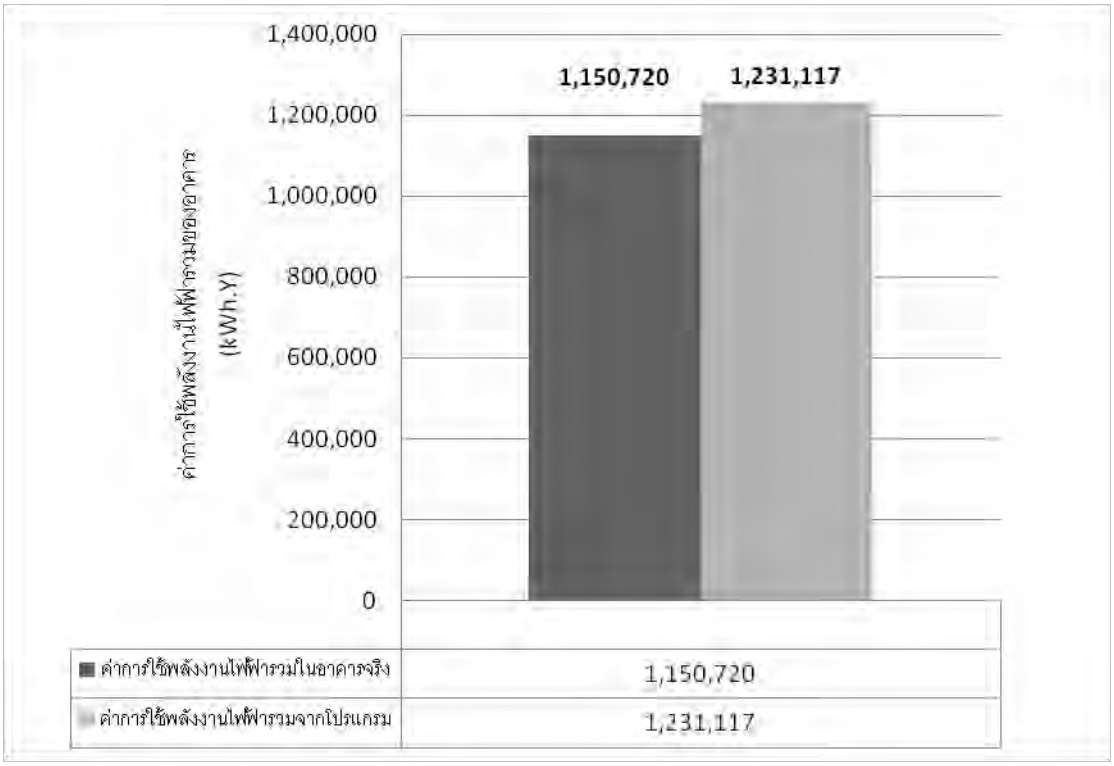
ตารางที่ 4.6 แสดงค่า OTTV และ RTTV รวมทั้งอาคารของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง (ต่อ)

ทิศ	ส่วนที่	U ($W/m^2.°c$)		WWR	SHGC	SC	OTTV (W/m^2)
		ผนังทึบ	ผนังโปร่งแสง				
ใต้	1	1.70	5.88	16.97%	0.73	0.83	32.71
	2	1.70	5.88	35.18%	0.73	0.83	
	3	1.70	5.88	39.07%	0.73	0.83	
ค่า OTTV เฉลี่ยรวมทั้งอาคาร							28.68
ค่า RTTV เฉลี่ยรวมทั้งอาคาร							8.91

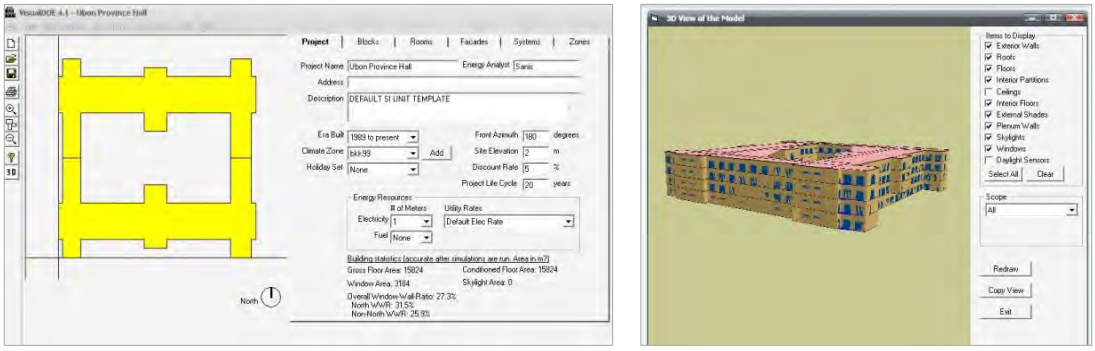
4.4 เปรียบเทียบอาคารจำลองจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์กับค่าพลังงานจริงของอาคารกรณีศึกษา

ในการสร้างอาคารจำลองต้องใช้ข้อมูลที่ได้จากแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง และเมื่อสร้างอาคารจำลองขึ้นมาแล้ว จำเป็นต้องนำอาคารจำลองดังกล่าวมาเปรียบเทียบอาคารกรณีศึกษา (โดยในการทำวิจัยครั้งนี้เลือกอาคารศาลากลางจังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งเป็นอาคาร 4 ชั้น และมีพื้นที่ใช้สอยรวม 15,985 ม.^{2}) เพื่อตรวจสอบว่าอาคารจำลองที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้นสามารถที่จะเป็นตัวแทนของอาคารกรณีศึกษาได้หรือไม่ โดยการเปรียบเทียบค่าพลังงานที่ได้จากการคำนวณจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์กับปริมาณไฟฟ้าที่ใช้จริงจากใบเสร็จค่าไฟฟ้า ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

แผนภูมิที่ 4.2 เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมระหว่างอาคารจริงกับอาคารอ้างอิงจากโปรแกรม VisualDOE 4.1



จากการสร้างอาคารอ้างอิงโดยจำลองสภาพการใช้งานด้วยโปรแกรม Visual DOE 4.1 เพื่อคำนวณหาค่าการใช้พลังงานรวมของอาคาร โดยจากการคำนวณพบว่ามีค่าอยู่ที่ 79.393 kWh/m^2.Y ซึ่งมีค่าต่ำกว่าที่กฎหมายอนุรักษ์พลังงานกำหนดไว้



ภาพที่ 4.4 แสดงอาคารอ้างอิงของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางในโปรแกรม Visual DOE 4.1

4.5 สรุปประสิทธิภาพในด้านต่าง ๆของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง

จากการประเมินประสิทธิภาพในด้านต่างๆของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางในปัจจุบัน พบว่า อาคารมีคุณสมบัติของกรอบอาคารที่ดีสามารถที่จะผ่านเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบันได้ เนื่องจากการใช้วัสดุผนังที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมต่ำ, อัตราส่วนของพื้นที่หน้าต่างต่อพื้นที่ผนังทึบ (WWR) ที่มีค่าไม่สูง และการออกแบบให้มีแผงกันแดดโดยรอบอาคาร

แต่เนื่องจากการจัดพื้นที่ใช้สอยของส่วนงานต่างๆ จะมีรูปแบบที่เป็นมาตรฐาน และเหมาะสมกับการใช้งานอยู่แล้ว อีกทั้งการออกแบบรูปทรงของอาคารที่มีเอกลักษณ์เฉพาะแสดงความเป็นตัวตนของอาคารศาลากลาง และสามารถนำไปก่อสร้างในพื้นที่ ที่มีความแตกต่างของทิศทางในการวางผังได้ ทำให้การศึกษาวิจัยในครั้งนี้จึงลงรายละเอียดการปรับปรุงเฉพาะในส่วนของกรอบอาคารเท่านั้น

ตารางที่ 4.7 ประสิทธิภาพด้านต่างๆ ของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงาน

รายละเอียดขององค์ประกอบต่าง ๆ	มาตรฐาน ประสิทธิภาพพลังงาน (BEC)	แบบมาตรฐาน อาคารศาลากลาง (Gov. Office)
01) ประสิทธิภาพกรอบอาคาร		
1.1 OTTV (W/m^2)	50.00	28.68
1.2 RTTV (W/m^2)	15.00	8.91
02) อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานระบบปรับอากาศ		
2.1 EER	11.00	10.30
03) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ส่องสว่างต่อหน่วยพื้นที่		
3.1 LPD in air-conditioned area (W/m^2)	14.00	15.93
3.2 LPD in un-conditioned area (W/m^2)	8.00	5.64
04) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในอุปกรณ์ไฟฟ้าต่อหน่วยพื้นที่		
4.1 EQD in air-conditioned area (W/m^2)	45.00	20.52
4.2 EQD in un-conditioned area (W/m^2)	10.00	10.00
05) ค่าการใช้พลังงานรวมของอาคาร ($kWh/m^2.Y$)	175.00	79.39
06) ค่าต้นทุนตลอดอายุวัฏจักร (ปี)	-	62,897,615

บทที่ 5

การพิจารณาแนวทางในการปรับปรุงแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง

5.1 เปรียบเทียบอัตราส่วนงบประมาณการก่อสร้างในแต่ละส่วนงาน

เมื่อศึกษาถึงอัตราส่วนของราคาในแต่ละส่วนงานของงบประมาณการก่อสร้างทั้งหมด เพื่อใช้ประกอบการออกแบบ และสร้างขอบเขตในการกำหนดแนวทางการปรับปรุง พบว่าอัตราส่วนของงบประมาณส่วนใหญ่จะอยู่ในส่วนงานวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 71.00% ของงบประมาณทั้งหมด ส่วนงานสถาปัตยกรรมอยู่ที่เฉลี่ยประมาณ 24.35%ของงบประมาณทั้งหมด ซึ่งโดยเฉพาะงานกรอบอาคารมีอัตราส่วนเฉลี่ยแค่เพียง 5.28% ของงบประมาณทั้งหมด แสดงให้เห็นงานว่าส่วนงานกรอบอาคารยังสามารถที่จะมีการพัฒนาเพิ่มเติมได้หากสามารถเพิ่มประสิทธิภาพให้กับอาคารได้อย่างคุ้มค่า

ตารางที่ 5.1 ตัวอย่างอัตราส่วนของงบประมาณในการก่อสร้างอาคารศาลากลางโดยแยกส่วนงานออกจากกัน
ที่มา : กรมโยธาธิการและผังเมือง “เอกสารการประเมินราคากลางอาคารศาลาลางจังหวัด”, พ.ศ. 2553

No.	รายละเอียด	โครงสร้าง/งานระบบ (Bath)	สถาปัตยกรรม (Bath)				
			หลังคา/ฝ้า	ผนัง	พื้น	ประตู/หน้าต่าง	เบ็ดเตล็ด
1	ศาลากลางจังหวัดลำปาง	79,287,398	6,272,870	7,804,806	7,594,197	9,954,819	6,877,546
	อัตราส่วนของราคา	67%	5%	7%	6%	8%	6%
2	ศาลากลางจังหวัดอำนาจเจริญ	111,996,912	6,272,870	7,804,806	7,594,197	9,954,819	7,190,917
	อัตราส่วนของราคา	74%	4%	5%	5%	7%	5%
3	ศาลากลางจังหวัดหนองบัวลำภู	111,996,912	6,272,870	7,804,806	7,594,197	9,954,819	7,190,917
	อัตราส่วนของราคา	74%	4%	5%	5%	7%	5%
4	ศาลากลางจังหวัดสระแก้ว	111,996,912	6,272,870	7,804,806	7,594,197	9,954,819	7,190,917
	อัตราส่วนของราคา	74%	4%	5%	5%	7%	5%
5	ศาลากลางจังหวัดสุพรรณบุรี	107,919,757	6,729,870	7,804,806	7,594,197	9,954,828	7,021,516
	อัตราส่วนของราคา	73%	5%	5%	5%	7%	5%
6	ศาลากลางจังหวัดเชียงใหม่	156,713,806	24,799,120	12,226,894	9,959,579	13,065,905	15,865,052
	อัตราส่วนของราคา	67%	11%	5%	4%	6%	7%
7	ศาลากลางจังหวัดระยอง	111,152,114	8,073,619	8,518,990	7,760,390	12,341,222	16,544,339
	อัตราส่วนของราคา	68%	5%	5%	5%	8%	10%

5.2 แนวทางในการคัดเลือกวัสดุกรอบอาคารเพื่อออกแบบแนวทางปรับปรุง

ในการกำหนดวัสดุเพื่อการออกแบบแนวทางการปรับปรุงนั้น จะเลือกวัสดุที่สามารถหาได้ง่ายในท้องตลาดทั่วไป เนื่องจากอาคารศาลาจังหวัดนั้นจะสร้างอยู่ในหลายพื้นที่ของประเทศ ซึ่งในบางแห่งมีข้อจำกัดในการหาวัสดุก่อสร้างทั้งเนื่องจากอยู่ห่างไกลจากแหล่งผลิต หรือไม่มีตัวแทนจำหน่ายในพื้นที่นั้นๆ ซึ่งจะเป็นการสิ้นเปลืองงบประมาณทั้งในด้านการขนส่งเพื่อไปใช้ในการก่อสร้างหรือการซ่อมแซมในภายหลัง

โดยงานกรอบอาคารที่จะทำการปรับปรุง จะพิจารณาโดยการแบ่งองค์ประกอบออกได้เป็น 2 ส่วนประกอบหลัก คือ 1) ส่วนของผนังทึบ และ 2) ส่วนของช่องแสง (หน้าต่าง) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.2.1 ส่วนของผนังทึบ

การคัดเลือกวัสดุผนังเพื่อทำการศึกษานั้นสามารถแบ่งเกณฑ์ในการคัดเลือกออกได้เป็น 3 กลุ่ม ตามประเภทของวัสดุประกอบผนังคือ 1) วัสดุก่อผนัง, 2) วัสดุฉนวนกันความร้อน และ 3) วัสดุกรุผิวผนัง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.) <u>วัสดุก่อผนัง</u>

ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของผนังสามารถยึดติดเป็นผืนเดียวกันได้ (Rigid) เป็นวัสดุที่มีมวลสาร (Mass Material) สามารถป้องกันหรือชะลอความร้อนและความชื้นที่จะเข้าสู่ตัวอาคารได้ มีความแข็งแรงและทนทานต่อสภาพอากาศภายนอกได้ ซึ่งหลังจากการพิจารณาคุณสมบัติในด้านต่างๆ ทั้งในเรื่องของ การหาซื้อได้ในท้องตลาดทั่วไป ราคาต่อหน่วยที่ไม่สูง และง่ายต่อการติดตั้งสำหรับช่างก่อสร้างทั่วไป โดยวัสดุก่อผนังที่เลือกสำหรับงานวิจัยชิ้นนี้เพื่อทำการทดสอบมี 2 ชนิด คือ 1) อิฐมอญ และ 2) อิฐมวลเบา

2.) <u>วัสดุฉนวนกันความร้อน</u>

ทำหน้าที่ป้องกันหรือหน่วงความร้อนที่จะถ่ายเทเข้าสู่ตัวอาคาร ใช้งานโดยการนำไปติดตั้งร่วมกับวัสดุประกอบผนังอื่นๆ โดยวัสดุฉนวนกันความร้อนที่เลือกสำหรับงานวิจัยชิ้นคือ ฉนวนใยแก้ว ความหนาแน่น 24 Kg/m^3 โดยแบ่งออกเป็น 3 ความหนา 1 นิ้ว, 2 นิ้ว และ 3 นิ้ว

3.) <u>วัสดุกรุผิวผนัง</u>

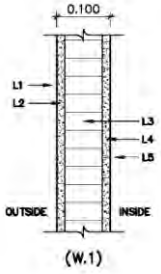
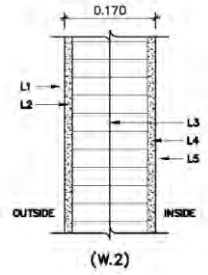
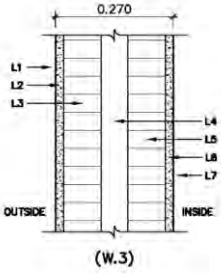
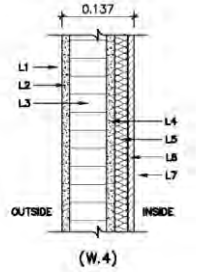
ทำหน้าที่ในการปกป้องพื้นผิวของผนัง และเก็บความเรียบร้อยของวัสดุประกอบผนังอื่นๆ โดยวัสดุกรุผิวผนังที่เลือกสำหรับสำหรับงานวิจัยชิ้นนี้คือ แผ่นยิปซั่มบอร์ด หนา 12 มม.

ในขั้นตอนต่อมาจึงนำวัสดุต่างๆที่ผ่านการคัดเลือกแล้วว่ามีความเหมาะสมในหลายๆด้านประกอบเข้าด้วยกันให้เกิดชั้นของวัสดุที่แตกต่างกัน โดยในงานวิจัยชิ้นนี้ได้กำหนดรูปแบบของผนังทางเลือกไว้ทั้งหมด 56 แบบ แล้วจึงนำไปคำนวณหาค่าประสิทธิภาพต่างๆ เปรียบเทียบประสิทธิภาพและความคุ้มค่าของแต่ละแนวทางโดยมีรายละเอียดในขั้นต่อไป

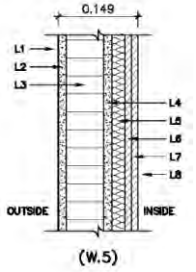
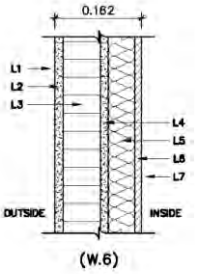
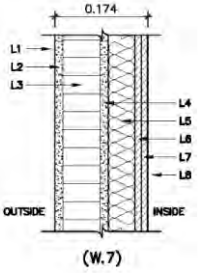
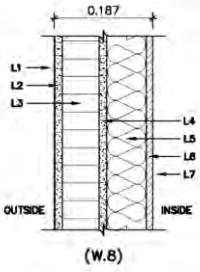
ภาพที่ 5.1 ตัวอย่างของแนวทางการปรับปรุงกรอบอาคารในรูปแบบต่างๆ

(การตรวจสอบประเมินอาคารที่จะก่อสร้างหรือดัดแปลงเพื่อการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมาย, 2554: 73-74)

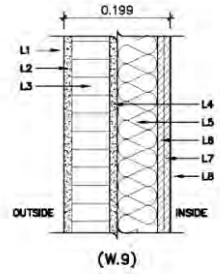
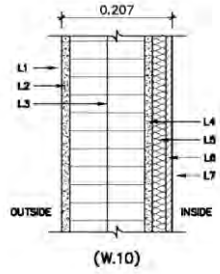
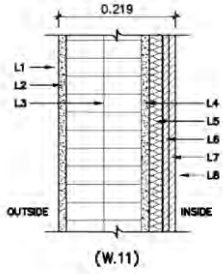
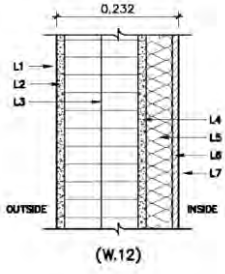
ตารางที่ 5.2 แสดงองค์ประกอบและ รายละเอียดของผนังที่ใช้ในการออกแบบแนวทางปรับปรุง

No.	Alternative wall details	Alternative wall layers	T (m.)	K-value (W/(m°C))	R-value ((m²°C)/W)	DSH (m)	Σ-DSH (kj/m².°C)	TD_{eq} (°C)	Σ-R ((m².°C)/W)	U-value (W/(m².°C))
1	 (W.1)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	135.35	North	0.354	2.828
		L2 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		8.656		
		L3 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480		East		
		L4 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		10.640		
		L5 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		South		
								10.605		
								West		
								10.570		
2	 (W.2)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	223.83	North	0.502	1.993
		L2 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		7.757		
		L3 : อิฐมอญเต็มแผ่น	0.140	0.473	0.296	176.960		East		
		L4 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		9.609		
		L5 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		South		
								9.509		
								West		
								8.557		
3	 (W.3)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	223.83	North	0.662	1.511
		L2 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		7.757		
		L3 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480		East		
		L4 : ช่องว่างอากาศ	0.100	-	0.160	-		9.609		
		L5 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480		South		
		L6 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		9.509		
		L7 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		West		
								8.557		
4	 (W.4)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	146.39	North	1.110	0.900
		L2 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		8.543		
		L3 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480		East		
		L4 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		10.497		
		L5 : ฉนวนใยแก้ว 1"+ฟอยล์	0.025	0.035	0.714	0.576		South		
		L6 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		10.451		
		L7 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		West		
								9.504		

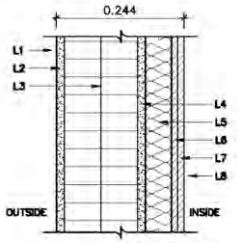
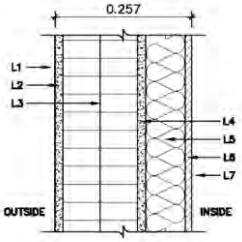
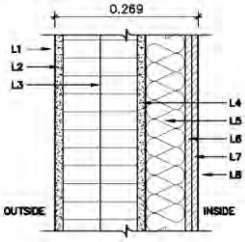
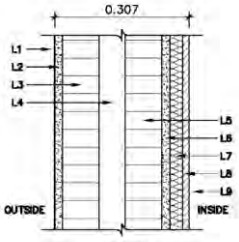
ตารางที่ 5.2 แสดงองค์ประกอบและ รายละเอียดของผนังที่ใช้ในการออกแบบแนวทางปรับปรุง (ต่อ)

No.	Alternative wall details	Alternative wall layers	T (m)	K-value (W/(m.°C))	R-value ((m²°C)/W)	DSH (m)	Σ-DSH (kj/m².°C)	TD_{eq} (°C)	Σ-R ((m².°C)/W)	U-value (W/(m².°C))
5	 (W.5)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	156.86	North	1.153	0.867
		L2 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		8.418		
		L3 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480		East		
		L4 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		10.361		
		L5 : ฉนวนใยแก้ว 1"+ฟอยล์	0.025	0.035	0.714	0.576				
		L6 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		South		
		L7 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464				
		L8 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		10.304		
								West		
								9.347		
6	 (W.6)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	146.97	North	1.825	0.548
		L2 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		8.536		
		L3 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480		East		
		L4 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		10.489		
		L5 : ฉนวนใยแก้ว 2"+ฟอยล์	0.050	0.035	1.429	1.152				
		L6 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		South		
		L7 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-				
								10.442		
								West		
								9.495		
7	 (W.7)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	157.43	North	1.867	0.536
		L2 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		8.411		
		L3 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480		East		
		L4 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		10.353		
		L5 : ฉนวนใยแก้ว 2"+ฟอยล์	0.050	0.035	1.429	1.152				
		L6 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		South		
		L7 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464				
		L8 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		10.296		
								West		
								9.339		
8	 (W.8)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	147.54	North	2.539	0.394
		L2 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		8.530		
		L3 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480		East		
		L4 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		10.482		
		L5 : ฉนวนใยแก้ว 3"+ฟอยล์	0.075	0.035	2.143	1.728				
		L6 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		South		
		L7 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-				
								10.434		
								West		
								9.487		

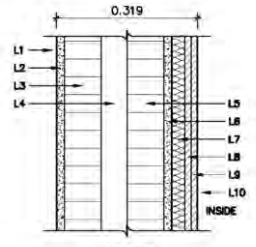
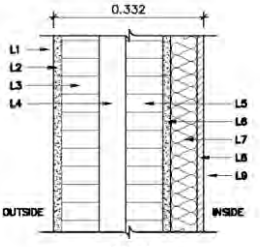
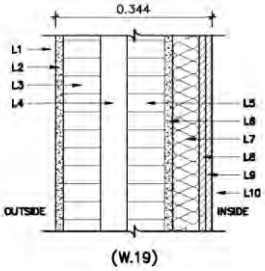
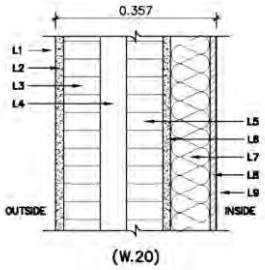
ตารางที่ 5.2 แสดงองค์ประกอบและ รายละเอียดของผนังที่ใช้ในการออกแบบแนวทางปรับปรุง (ต่อ)

No.	Alternative wall details	Alternative wall layers	T (m)	K-value (W/(m.°C))	R-value ((m²°C)/W)	DSH (m)	Σ-DSH (kj/m².°C)	TD_{eq} (°C)	Σ-R ((m².°C)/W)	U-value (W/(m².°C))
9	 (W.9)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	158.01	North	2.582	0.387
		L2 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		8.404		
		L3 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480		East		
		L4 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		10.346		
		L5 : ฉนวนใยแก้ว 3"+ฟอยล์	0.075	0.035	2.143	1.728				
		L6 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		South		
		L7 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		10.288		
		L8 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-				
								West		
								9.330		
10	 (W.10)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	234.87	North	1.258	0.795
		L2 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		7.691		
		L3 : อิฐมอญเต็มแผ่น	0.140	0.473	0.296	176.960		East		
		L4 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		9.521		
		L5 : ฉนวนใยแก้ว 1"+ฟอยล์	0.025	0.035	0.714	0.576				
		L6 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		South		
		L7 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-				
								9.421		
								West		
								8.490		
11	 (W.11)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	245.34	North	1.301	0.769
		L2 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		7.628		
		L3 : อิฐมอญเต็มแผ่น	0.140	0.473	0.296	176.960		East		
		L4 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		9.437		
		L5 : ฉนวนใยแก้ว 1"+ฟอยล์	0.025	0.035	0.714	0.576				
		L6 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		South		
		L7 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		9.337		
		L8 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-				
								West		
								8.428		
12	 (W.12)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	235.45	North	1.973	0.507
		L2 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		7.687		
		L3 : อิฐมอญเต็มแผ่น	0.140	0.473	0.296	176.960		East		
		L4 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		9.516		
		L5 : ฉนวนใยแก้ว 2"+ฟอยล์	0.050	0.035	1.429	1.152				
		L6 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		South		
		L7 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-				
								9.416		
								West		
								8.487		

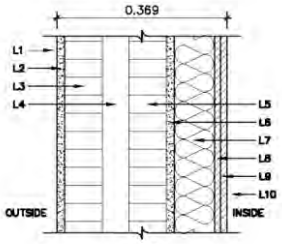
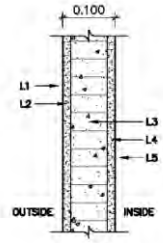
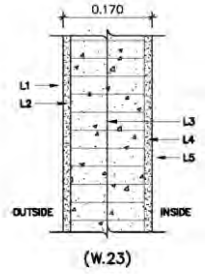
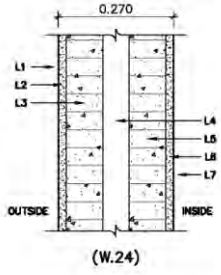
ตารางที่ 5.2 แสดงองค์ประกอบและ รายละเอียดของผนังที่ใช้ในการออกแบบแนวทางปรับปรุง (ต่อ)

No.	Alternative wall details	Alternative wall layers	T (m)	K-value (W/(m°C))	R-value ((m²°C)/W)	DSH (m)	Σ-DSH (kj/m².°C)	TD_{eq} (°C)	Σ-R ((m²°C)/W)	U-value (W/(m²°C))
13	 (W.13)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	245.91	North	2.015	0.496
		L2 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		7.625		
		L3 : อิฐมอญเต็มแผ่น	0.140	0.473	0.296	176.960				
		L4 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		East		
		L5 : ฉนวนใยแก้ว 2"+ฟอยล์	0.050	0.035	1.429	1.152		9.433		
		L6 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464				
		L7 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		South		
		L8 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		9.333		
								West		
								8.425		
14	 (W.14)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	236.02	North	2.687	0.372
		L2 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		7.684		
		L3 : อิฐมอญเต็มแผ่น	0.140	0.473	0.296	176.960				
		L4 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		East		
		L5 : ฉนวนใยแก้ว 3"+ฟอยล์	0.075	0.035	2.143	1.728		9.512		
		L6 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464				
		L7 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		South		
								9.412		
								West		
								8.484		
15	 (W.15)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	246.49	North	2.730	0.366
		L2 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		7.621		
		L3 : อิฐมอญเต็มแผ่น	0.140	0.473	0.296	176.960				
		L4 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		East		
		L5 : ฉนวนใยแก้ว 3"+ฟอยล์	0.075	0.035	2.143	1.728		9.428		
		L6 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464				
		L7 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		South		
		L8 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		9.328		
								West		
								8.421		
16	 (W.16)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	234.87	North	1.418	0.705
		L2 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		7.691		
		L3 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480				
		L4 : ช่องว่างอากาศ	0.100	-	0.160	-		East		
		L5 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480		9.521		
		L6 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436				
		L7 : ฉนวนใยแก้ว 1"+ฟอยล์	0.025	0.035	0.714	0.576		South		
		L8 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		9.421		
		L9 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-				
								West		
								8.491		

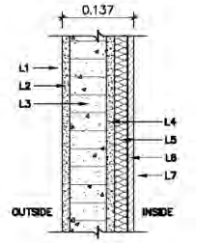
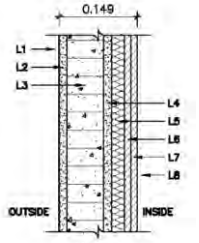
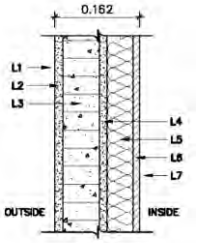
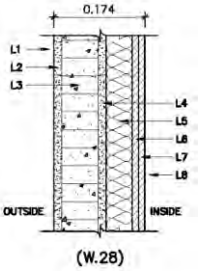
ตารางที่ 5.2 แสดงองค์ประกอบและ รายละเอียดของผนังที่ใช้ในการออกแบบแนวทางปรับปรุง (ต่อ)

No.	Alternative wall details	Alternative wall layers	T (m)	K-value (W/(m°C))	R-value ((m²°C)/W)	DSH (m)	Σ-DSH (kj/m².°C)	TD_{eq} (°C)	Σ-R ((m².°C)/W)	U-value (W/(m².°C))
17	 (W.17)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	245.34	North	1.461	0.684
		L2 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		7.628		
		L3 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480				
		L4 : ช่องว่างอากาศ	0.100	-	0.160	-		East		
		L5 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480		9.437		
		L6 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436				
		L7 : ฉนวนใยแก้ว 1"+ฟอยล์	0.025	0.035	0.714	0.576		South		
		L8 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		9.337		
		L9 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464				
		L10 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		West		
								8.428		
18	 (W.18)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	235.45	North	2.133	0.469
		L2 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		7.687		
		L3 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480				
		L4 : ช่องว่างอากาศ	0.100	-	0.160	-		East		
		L5 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480		9.516		
		L6 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436				
		L7 : ฉนวนใยแก้ว 2"+ฟอยล์	0.050	0.035	1.429	1.152		South		
		L8 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		9.416		
		L9 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-				
								West		
								8.487		
19	 (W.19)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	245.91	North	2.175	0.460
		L2 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		7.625		
		L3 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480				
		L4 : ช่องว่างอากาศ	0.100	-	0.160	-		East		
		L5 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480		9.433		
		L6 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436				
		L7 : ฉนวนใยแก้ว 2"+ฟอยล์	0.050	0.035	1.429	1.152		South		
		L8 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		9.333		
		L9 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464				
		L10 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		West		
								8.425		
20	 (W.20)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	236.02	North	2.847	0.351
		L2 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		7.684		
		L3 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480				
		L4 : ช่องว่างอากาศ	0.100	-	0.160	-		East		
		L5 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480		9.512		
		L6 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436				
		L7 : ฉนวนใยแก้ว 3"+ฟอยล์	0.075	0.035	2.143	1.728		South		
		L8 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		9.412		
		L9 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-				
								West		
								8.484		

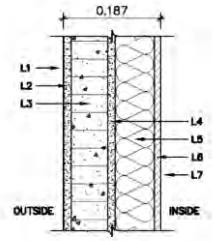
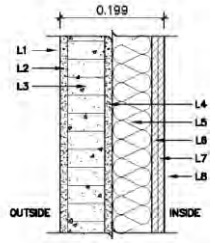
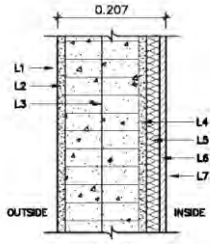
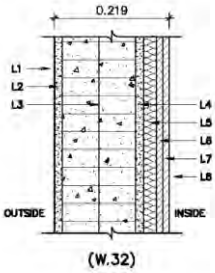
ตารางที่ 5.2 แสดงองค์ประกอบและ รายละเอียดของผนังที่ใช้ในการออกแบบแนวทางปรับปรุง (ต่อ)

No.	Alternative wall details	Alternative wall layers	T (m)	K-value (W/(m°C))	R-value ((m²°C)/W)	DSH (m)	Σ-DSH (kj/m².°C)	TD_{eq} (°C)	Σ-R ((m².°C)/W)	U-value (W/(m².°C))
21	 (W.21)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	246.49	North	2.890	0.346
		L2 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		7.621		
		L3 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480				
		L4 : ช่องว่างอากาศ	0.100	-	0.160	-		East		
		L5 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480		9.428		
		L6 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436				
		L7 : ฉนวนใยแก้ว 3"+ฟอยล์	0.075	0.035	2.143	1.728		South		
		L8 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		9.328		
		L9 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464				
		L10 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		West		
								8.421		
22	 (W.22)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	71.40	North	0.589	1.697
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		9.485		
		L3 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160				
		L4 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		East		
		L5 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		11.442		
								South		
								11.571		
								West		
								10.671		
23	 (W.23)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	112.56	North	0.923	1.084
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		8.949		
		L3 : อิฐมวลเบาเต็มแผ่น	0.140	0.210	0.667	82.320				
		L4 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		East		
		L5 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		10.937		
								South		
								10.924		
								West		
								10.012		
24	 (W.24)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	112.56	North	1.083	0.924
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		8.949		
		L3 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160				
		L4 : ช่องว่างอากาศ	0.100	-	0.160	-		East		
		L5 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160		10.937		
		L6 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120				
		L7 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		South		
								10.924		
								West		
								10.012		

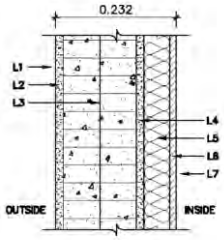
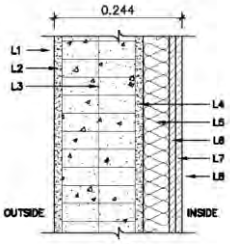
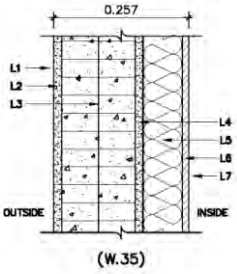
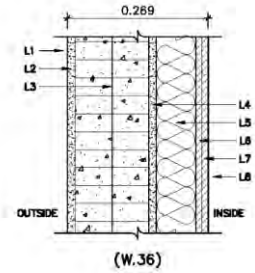
ตารางที่ 5.2 แสดงองค์ประกอบและ รายละเอียดของผนังที่ใช้ในการออกแบบแนวทางปรับปรุง (ต่อ)

No.	Alternative wall details	Alternative wall layers	T (m)	K-value (W/(m.°C))	R-value ($(m^2°C)/W$)	DSH (m)	Σ-DSH (kj/m^2.°C)	TD_{eq} (°C)	Σ-R ($(m^2°C)/W$)	U-value (W/(m^2.°C))
25	 (W.25)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	82.44	North	1.346	0.743
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		9.416		
		L3 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160				
		L4 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		East		
		L5 : ฉนวนใยแก้ว 1"+ฟอยล์	0.025	0.035	0.714	0.576		11.381		
		L6 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464				
		L7 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		South		
								11.486		
								West		
								10.586		
26	 (W.26)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	92.90	North	1.389	0.720
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		9.228		
		L3 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160				
		L4 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		East		
		L5 : ฉนวนใยแก้ว 1"+ฟอยล์	0.025	0.035	0.714	0.576		11.214		
		L6 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464				
		L7 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		South		
		L8 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		11.256		
								West		
								10.356		
27	 (W.27)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	83.02	North	2.060	0.485
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		9.406		
		L3 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160				
		L4 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		East		
		L5 : ฉนวนใยแก้ว 2"+ฟอยล์	0.050	0.035	1.429	1.152		11.372		
		L6 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464				
		L7 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		South		
								11.474		
								West		
								10.574		
28	 (W.28)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	93.48	North	2.103	0.476
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		9.217		
		L3 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160				
		L4 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		East		
		L5 : ฉนวนใยแก้ว 2"+ฟอยล์	0.050	0.035	1.429	1.152		11.204		
		L6 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464				
		L7 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		South		
		L8 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		11.243		
								West		
								10.343		

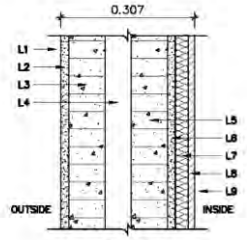
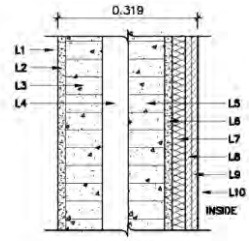
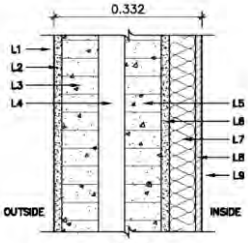
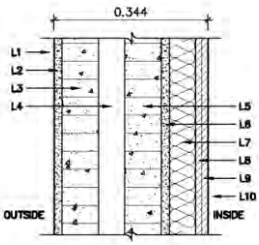
ตารางที่ 5.2 แสดงองค์ประกอบและ รายละเอียดของผนังที่ใช้ในการออกแบบแนวทางปรับปรุง (ต่อ)

No.	Alternative wall details	Alternative wall layers	T (m)	K-value (W/(m.°C))	R-value ((m².°C)/W)	DSH (m)	Σ-DSH (kj/m².°C)	TD_{eq} (°C)	Σ-R ((m².°C)/W)	U-value (W/(m².°C))
29	 (W.29)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	83.59	North	2.775	0.360
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		9.395		
		L3 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160		East		
		L4 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		11.363		
		L5 : ฉนวนใยแก้ว 3"+ฟอยล์	0.075	0.035	2.143	1.728				
		L6 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		South		
		L7 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		11.461		
								West		
								10.561		
30	 (W.30)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	94.06	North	2.817	0.355
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		9.207		
		L3 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160		East		
		L4 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		11.495		
		L5 : ฉนวนใยแก้ว 3"+ฟอยล์	0.075	0.035	2.143	1.728				
		L6 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		South		
		L7 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		10.931		
		L8 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		West		
								10.331		
31	 (W.31)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	123.60	North	1.680	0.595
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		8.817		
		L3 : อิฐมวลเบาเต็มแผ่น	0.140	0.210	0.667	82.320		East		
		L4 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		10.793		
		L5 : ฉนวนใยแก้ว 1"+ฟอยล์	0.025	0.035	0.714	0.576				
		L6 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		South		
		L7 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		10.770		
								West		
								9.846		
32	 (W.32)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	134.06	North	1.722	0.581
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		8.691		
		L3 : อิฐมวลเบาเต็มแผ่น	0.140	0.210	0.667	82.320		East		
		L4 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		10.657		
		L5 : ฉนวนใยแก้ว 1"+ฟอยล์	0.025	0.035	0.714	0.576				
		L6 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		South		
		L7 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		10.623		
		L8 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		West		
								9.689		

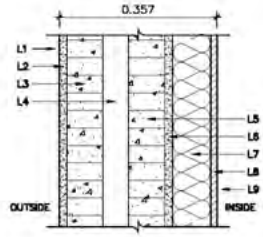
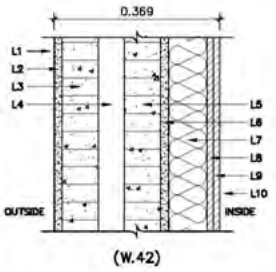
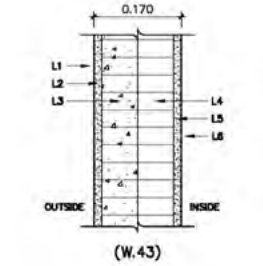
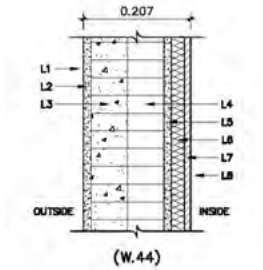
ตารางที่ 5.2 แสดงองค์ประกอบและ รายละเอียดของผนังที่ใช้ในการออกแบบแนวทางปรับปรุง (ต่อ)

No.	Alternative wall details	Alternative wall layers	T (m)	K-value (W/(m.°C))	R-value ((m².°C)/W)	DSH (m)	Σ-DSH (kj/m².°C)	TD_{eq} (°C)	Σ-R ((m².°C)/W)	U-value (W/(m².°C))
33	 (W.33)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	124.18	North	2.394	0.418
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		8.810		
		L3 : อิฐมวลเบาเต็มแผ่น	0.140	0.210	0.667	82.320		East		
		L4 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		10.786		
		L5 : ฉนวนใยแก้ว 2"+ฟอยล์	0.050	0.035	1.429	1.152				
		L6 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		South		
		L7 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		10.761		
								West		
								9.837		
34	 (W.34)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	134.64	North	2.436	0.410
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		8.684		
		L3 : อิฐมวลเบาเต็มแผ่น	0.140	0.210	0.667	82.320		East		
		L4 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		10.650		
		L5 : ฉนวนใยแก้ว 2"+ฟอยล์	0.050	0.035	1.429	1.152				
		L6 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		South		
		L7 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		10.615		
		L8 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		West		
								9.680		
35	 (W.35)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	124.75	North	3.108	0.322
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		8.803		
		L3 : อิฐมวลเบาเต็มแผ่น	0.140	0.210	0.667	82.320		East		
		L4 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		10.778		
		L5 : ฉนวนใยแก้ว 3"+ฟอยล์	0.075	0.035	2.143	1.728				
		L6 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		South		
		L7 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		10.754		
								West		
								9.829		
36	 (W.36)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	135.22	North	3.151	0.317
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		8.677		
		L3 : อิฐมวลเบาเต็มแผ่น	0.140	0.210	0.667	82.320		East		
		L4 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		10.642		
		L5 : ฉนวนใยแก้ว 3"+ฟอยล์	0.075	0.035	2.143	1.728				
		L6 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		South		
		L7 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		10.607		
		L8 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		West		
								9.672		

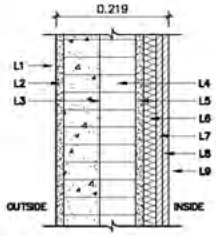
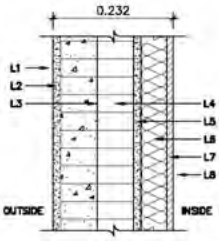
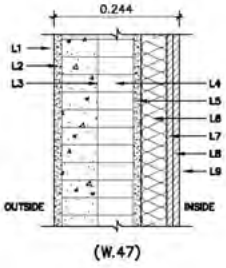
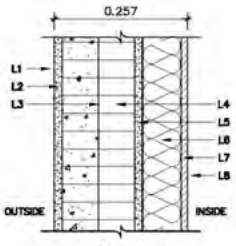
ตารางที่ 5.2 แสดงองค์ประกอบและ รายละเอียดของผนังที่ใช้ในการออกแบบแนวทางปรับปรุง (ต่อ)

No.	Alternative wall details	Alternative wall layers	T (m)	K-value (W/(m.°C))	R-value ((m².°C)/W)	DSH (m)	Σ-DSH (kj/m².°C)	TD_{eq} (°C)	Σ-R ((m².°C)/W)	U-value (W/(m².°C))
37	 (W.37)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	123.60	North	1.840	0.544
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		8.817		
		L3 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160				
		L4 : ช่องว่างอากาศ	0.100	-	0.160	-		East		
		L5 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160		10.793		
		L6 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120				
		L7 : ฉนวนใยแก้ว 1"+ฟอยล์	0.025	0.035	0.714	0.576		South		
		L8 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		10.770		
		L9 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-				
								West		
								9.846		
38	 (W.38)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	134.06	North	1.882	0.531
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		8.691		
		L3 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160				
		L4 : ช่องว่างอากาศ	0.100	-	0.160	-		East		
		L5 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160		10.657		
		L6 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120				
		L7 : ฉนวนใยแก้ว 1"+ฟอยล์	0.025	0.035	0.714	0.576		South		
		L8 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		10.623		
		L9 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464				
		L10 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		West		
								9.690		
39	 (W.39)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	124.18	North	2.554	0.392
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		8.810		
		L3 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160				
		L4 : ช่องว่างอากาศ	0.100	-	0.160	-		East		
		L5 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160		10.786		
		L6 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120				
		L7 : ฉนวนใยแก้ว 2"+ฟอยล์	0.050	0.035	1.429	1.152		South		
		L8 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		10.761		
		L9 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-				
								West		
								9.837		
40	 (W.40)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	134.64	North	2.596	0.385
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		8.684		
		L3 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160				
		L4 : ช่องว่างอากาศ	0.100	-	0.160	-		East		
		L5 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160		10.650		
		L6 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120				
		L7 : ฉนวนใยแก้ว 2"+ฟอยล์	0.050	0.035	1.429	1.152		South		
		L8 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		10.615		
		L9 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464				
		L10 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		West		
								9.680		

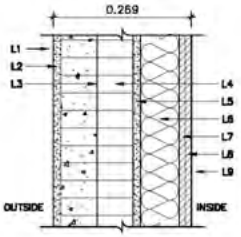
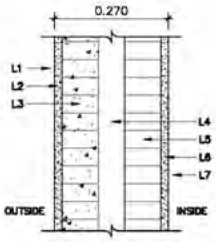
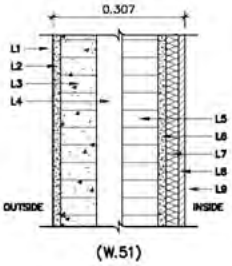
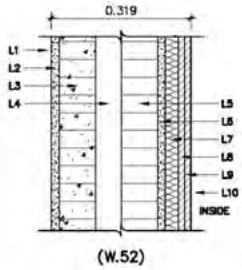
ตารางที่ 5.2 แสดงองค์ประกอบและ รายละเอียดของผนังที่ใช้ในการออกแบบแนวทางปรับปรุง (ต่อ)

No.	Alternative wall details	Alternative wall layers	T (m.)	K-value (W/(m.°C))	R-value ((m².°C)/W)	DSH (m.)	Σ-DSH (kJ/m².°C)	TD_{eq} (°C)	Σ-R ((m².°C)/W)	U-value (W/(m².°C))
41	 (W.41)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	124.75	North	3.268	0.306
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		8.803		
		L3 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160				
		L4 : ช่องว่างอากาศ	0.100	-	0.160	-		East		
		L5 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160		10.778		
		L6 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120				
		L7 : ฉนวนใยแก้ว 3"+ฟอยล์	0.075	0.035	2.143	1.728		South		
		L8 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		10.753		
		L9 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-				
								West		
								9.829		
42	 (W.42)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	135.22	North	3.311	0.302
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		8.677		
		L3 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160				
		L4 : ช่องว่างอากาศ	0.100	-	0.160	-		East		
		L5 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160		10.642		
		L6 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120				
		L7 : ฉนวนใยแก้ว 3"+ฟอยล์	0.075	0.035	2.143	1.728		South		
		L8 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		10.607		
		L9 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464				
		L10 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		West		
								9.672		
43	 (W.43)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	168.20	North	0.712	1.404
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		8.282		
		L3 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160				
		L4 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480		East		
		L5 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		10.213		
		L6 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-				
								South		
								10.145		
								West		
								9.177		
44	 (W.44)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	179.24	North	1.469	0.681
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		8.149		
		L3 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160				
		L4 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480		East		
		L5 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		10.070		
		L6 : ฉนวนใยแก้ว 1"+ฟอยล์	0.025	0.035	0.714	0.576				
		L7 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		South		
		L8 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		9.991		
								West		
								9.011		

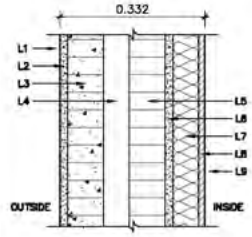
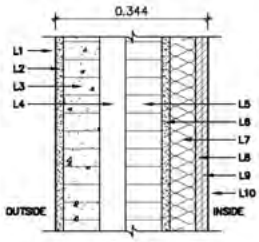
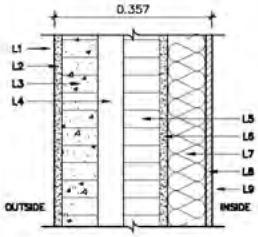
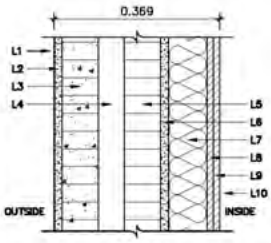
ตารางที่ 5.2 แสดงองค์ประกอบและ รายละเอียดของผนังที่ใช้ในการออกแบบแนวทางปรับปรุง (ต่อ)

No.	Alternative wall details	Alternative wall layers	T (m.)	K-value (W/(m.°C))	R-value ((m².°C)/W)	DSH (m.)	Σ-DSH (kJ/m².°C)	TD_{eq} (°C)	Σ-R ((m².°C)/W)	U-value (W/(m².°C)
45	 (W.45)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	189.70	North	1.512	0.662
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		8.024		
		L3 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160				
		L4 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480		East		
		L5 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		9.934		
		L6 : ฉนวนใยแก้ว 1"+ฟอยล์	0.025	0.035	0.714	0.576				
		L7 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		South		
		L8 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		9.844		
		L9 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-				
								West		
								8.854		
46	 (W.46)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	179.81	North	2.183	0.458
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		8.142		
		L3 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160				
		L4 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480		East		
		L5 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		10.062		
		L6 : ฉนวนใยแก้ว 2"+ฟอยล์	0.050	0.035	1.429	1.152				
		L7 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		South		
		L8 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		9.983		
								West		
								9.003		
47	 (W.47)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	190.28	North	2.226	0.449
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		8.017		
		L3 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160				
		L4 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480		East		
		L5 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		9.926		
		L6 : ฉนวนใยแก้ว 2"+ฟอยล์	0.050	0.035	1.429	1.152				
		L7 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		South		
		L8 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		9.836		
		L9 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-				
								West		
								8.846		
48	 (W.48)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	180.39	North	2.898	0.345
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		8.136		
		L3 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160				
		L4 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480		East		
		L5 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		10.055		
		L6 : ฉนวนใยแก้ว 3"+ฟอยล์	0.075	0.035	2.143	1.728				
		L7 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		South		
		L8 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		9.975		
								West		
								8.996		

ตารางที่ 5.2 แสดงองค์ประกอบและ รายละเอียดของผนังที่ใช้ในการออกแบบแนวทางปรับปรุง (ต่อ)

No.	Alternative wall details	Alternative wall layers	T (m.)	K-value (W/(m.°C))	R-value ((m².°C)/W)	DSH (m.)	Σ-DSH (kJ/m².°C)	TD_{eq} (°C)	Σ-R ((m².°C)/W)	U-value (W/(m².°C))
49	 (W.49)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	190.85	North	2.940	0.340
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		8.010		
		L3 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160		East		
		L4 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480		9.919		
		L5 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		South		
		L5 : ฉนวนใยแก้ว 3"+ฟอยล์	0.075	0.035	2.143	1.728		9.828		
		L7 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		West		
		L8 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		8.837		
		L9 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-				
50	 (W.50)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	168.20	North	0.872	1.147
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		8.282		
		L3 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160		East		
		L4 : ช่องว่างอากาศ	0.100	-	0.160	-		10.213		
		L5 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480		South		
		L6 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		10.145		
		L7 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		West		
								9.177		
51	 (W.51)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	179.24	North	1.629	0.614
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		8.149		
		L3 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160		East		
		L4 : ช่องว่างอากาศ	0.100	-	0.160	-		10.070		
		L5 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480		South		
		L6 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		9.991		
		L7 : ฉนวนใยแก้ว 1"+ฟอยล์	0.025	0.035	0.714	0.576		West		
		L8 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		9.011		
		L9 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-				
52	 (W.52)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	189.70	North	1.672	0.598
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		8.024		
		L3 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160		East		
		L4 : ช่องว่างอากาศ	0.100	-	0.160	-		9.934		
		L5 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480		South		
		L6 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436		9.844		
		L7 : ฉนวนใยแก้ว 1"+ฟอยล์	0.025	0.035	0.714	0.576		West		
		L8 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		8.854		
		L9 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464				
		L10 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-				

ตารางที่ 5.2 แสดงองค์ประกอบและ รายละเอียดของผนังที่ใช้ในการออกแบบแนวทางปรับปรุง (ต่อ)

No.	Alternative wall details	Alternative wall layers	T (m.)	K-value (W/(m.°C))	R-value ((m².°C)/W)	DSH (m.)	Σ-DSH (kJ/m².°C)	TD_{eq} (°C)	Σ-R ((m².°C)/W)	U-value (W/(m².°C)
53	 (W.53)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	179.81	North	2.343	0.427
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		8.142		
		L3 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160				
		L4 : ช่องว่างอากาศ	0.100	-	0.160	-		East		
		L5 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480		10.062		
		L6 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436				
		L7 : ฉนวนใยแก้ว 2"+ฟอยล์	0.050	0.035	1.429	1.152		South		
		L8 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		9.983		
		L9 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-				
								West		
								9.003		
54	 (W.54)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	190.28	North	2.386	0.419
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		8.017		
		L3 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160				
		L4 : ช่องว่างอากาศ	0.100	-	0.160	-		East		
		L5 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480		9.924		
		L6 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436				
		L7 : ฉนวนใยแก้ว 2"+ฟอยล์	0.050	0.035	1.429	1.152		South		
		L8 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		9.836		
		L9 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464				
		L10 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		West		
								8.846		
55	 (W.55)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	180.39	North	3.058	0.327
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		8.999		
		L3 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160				
		L4 : ช่องว่างอากาศ	0.100	-	0.160	-		East		
		L5 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480		10.055		
		L6 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436				
		L7 : ฉนวนใยแก้ว 3"+ฟอยล์	0.075	0.035	2.143	1.728		South		
		L8 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		9.975		
		L9 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-				
								West		
								8.994		
56	 (W.56)	L1 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.044	-	190.85	North	3.100	0.323
		L2 : ปูนฉาบอิฐมวลเบา	0.015	0.326	0.046	15.120		8.010		
		L3 : อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น	0.070	0.210	0.333	41.160				
		L4 : ช่องว่างอากาศ	0.100	-	0.160	-		East		
		L5 : อิฐมอญครึ่งแผ่น	0.070	0.473	0.148	88.480		9.919		
		L6 : ปูนทรายฉาบเรียบ	0.015	0.720	0.021	23.436				
		L7 : ฉนวนใยแก้ว 3"+ฟอยล์	0.075	0.035	2.143	1.728		South		
		L8 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464		9.828		
		L9 : แผ่นยิปซั่มบอร์ด	0.012	0.282	0.043	10.464				
		L10 : ฟิล์มอากาศภายนอก	-	-	0.120	-		West		
								8.837		

5.2.2 ส่วนของช่องแสง (กระจก)

จากการศึกษาข้อมูลแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางในปัจจุบัน พบว่าช่องแสงโดยทั่วไปของอาคารยังคงใช้วัสดุเป็นกระจกใสหนา 6 มม. อยู่ ซึ่งเป็นเพราะงบประมาณก่อสร้างที่จำกัดจึงทำให้ไม่สามารถใช้กระจกที่มีประสิทธิภาพสูงได้ ซึ่งในการคัดเลือกกระจกเพื่อนำมาศึกษานั้นจำเป็นพิจารณาจากองค์ประกอบในหลายๆ ด้านดังต่อไปนี้

1.) <u>การพิจารณาทางด้านของราคา</u>

ชนิดของกระจกที่ใช้ในงานสถาปัตยกรรมมีอยู่หลากหลายชนิดเช่น กระจกใส กระจกสี กระจกสะท้อนแสง กระจกเคลือบสารที่มีสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ กระจกสองชั้น ฯลฯ ซึ่งกระจกแต่ละชนิดมีระดับราคาที่แตกต่างกันไป โดยกลุ่มของกระจกใส กระจกสี และกระจกสะท้อนแสง มีราคาที่ไม่ต่างกันมาก และสามารถหาซื้อได้ในท้องตลาดทั่วไป แต่ในกลุ่มของ กระจกเคลือบสารที่มีสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ และกระจกสองชั้น ซึ่งนอกจากราคาของตัววัสดุกระจกเองจะสูงกว่ากลุ่มแรกมากแล้ว การจัดซื้อในพื้นที่ห่างไกลเพื่อการก่อสร้างและซ่อมบำรุงก็สามารถทำได้ยาก จึงไม่มีความเหมาะสมในการนำมาเป็นทางเลือกในการศึกษา

2.) <u>การพิจารณาทางด้านคุณสมบัติทางกายภาพ</u>

จากการพิจารณาทางด้านราคาเพื่อหากระจกที่มีความเหมาะสมในการศึกษาพบว่า กระจกใส กระจกสี และกระจกสะท้อนแสงมีความเหมาะสมทั้งในเรื่องของราคาและการจัดซื้อวัสดุ จึงนำกระจกแต่ละชนิดมาศึกษาในขั้นตอนต่อไป โดยเปรียบเทียบในคุณสมบัติทางกายภาพทั้งในเรื่องของ ค่าการส่งผ่านรังสีที่ตามองเห็น[1] (Visible Transmittance, T.vis) ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์[2] (Solar Heat Gain Coefficient, SHGC) ซึ่งจากการพิจารณาพบว่า กระจกที่มีสัดส่วนของค่า T.vis และ SHGC ที่เหมาะสม คือกระจกสีเขียว โดยมีค่าอยู่ที่ T.vis = 0.72 และ SHGC = 0.57 ซึ่งถึงแม้ว่ากระจกชนิดอื่นๆจะมีค่า SHGC ต่ำกว่า กระจกเขียวก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาที่ค่า T.vis พบว่ากระจกชนิดอื่นๆมีค่าต่ำมากทำให้ในช่วงกลางวันซึ่งเป็นช่วงเวลาทำการของศาลากลางจำเป็นต้องเปิดระบบไฟฟ้าแสงสว่างมากขึ้นส่งผลให้สิ้นเปลืองพลังงานมากขึ้น

---

[1] ค่าการส่งผ่านรังสีที่ตามองเห็น (Visible Transmittance, T.vis) คือ ค่าสัดส่วนที่แสงในช่วงความยาวคลื่นที่ตามองเห็นสามารถส่องผ่านกระจก ตัวเลขชี้วัดความสว่าง ยิ่งมีค่าสูงยิ่งไม่รู้สึกถึงความมืด โดยค่าดังกล่าวมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1.0

[2] สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (Solar Heat Gain Coefficient, SHGC) คือ อัตราส่วนของรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านวัสดุผนังและหลังคาส่วนที่โปร่งแสงหรือโปร่งใสของช่องแสง และก่อให้เกิดการถ่ายเทความร้อนเข้าภายในอาคารค่าดังกล่าวรวมผลของรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านกระจกหรือวัสดุโปร่งแสงโดยตรงกับการถ่ายเทความร้อนที่เกิดจากรังสีอาทิตย์ที่ถูกดูดกลืนไว้ในตัวกระจกหรือวัสดุโปร่งแสงเข้ามายังภายในอาคาร โดยค่าดังกล่าวมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1.0

ตารางที่ 5.3 ค่าการส่งผ่านรังสีที่ตามองเห็น (T.vis) และ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (SHGC) ของกระจกแต่ละชนิด

ลำดับ	ชนิดของกระจก	ค่าการส่งผ่านรังสีที่ตามองเห็น (T.vis)	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (SHGC)
01	**กระจกใส หนา 6 มม. (Base Case)**	0.88	0.82
02	กระจกสีชาดำ หนา 6 มม.	0.16	0.44
03	**กระจกสีเขียว หนา 6 มม.**	0.72	0.57
04	กระจกสีฟ้า หนา 6 มม.	0.49	0.49
05	กระจกใสเคลือบ โลหะสเตนเลส 20%	0.20	0.28
06	กระจกใสเคลือบ ไทเทเนียม 20%	0.20	0.27
07	กระจกใสเคลือบ ไทเทเนียม 30%	0.20	0.35

ในขั้นตอนต่อมาจึงนำวัสดุต่างๆที่ผ่านการคัดเลือกแล้วว่า มีความเหมาะสมในหลายๆด้านประกอบเข้าด้วยกันให้เกิดชั้นของวัสดุที่แตกต่างกัน โดยในงานวิจัยชิ้นนี้ได้กำหนดแนวทางปรับปรุงไว้ทั้งหมด 112 แนวทาง แล้วจึงนำไปคำนวณหาค่าประสิทธิภาพต่างๆเช่น OTTV, Energy Consumption, Saving Cost, Payback Period, Initial Cost และ Life Cycle Cost เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพและความคุ้มค่าของแต่ละแนวทางโดยมีรายละเอียดในขั้นต่อไป

5.3 การเปรียบเทียบ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) ของแต่ละแนวทางการปรับปรุง

เมื่อทำการกำหนดแนวทางการปรับปรุงได้แล้วจึงทำการคำนวณหา ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) เพื่อทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนของแต่ละแนวทาง เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาในขั้นต่อไป ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.4 รายละเอียด และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) ของผนังในแต่ละทางเลือก

ลำดับ	รหัส	กระจก	รายละเอียดของผนัง	OTTV (W/m^2)
01	W01(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี	33.94
02	W02(Cl.)	ใส	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี	28.37
03	W03(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	26.17
04	W04(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	23.79
05	W05(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	23.56
06	W06(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	22.02
07	W07(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	21.92
08	W08(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	21.25
09	W09(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	21.19
10	W10(Cl.)	ใส	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	22.87
11	W11(Cl.)	ใส	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	22.72
12	W12(Cl.)	ใส	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	21.56
13	W13(Cl.)	ใส	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	21.50
14	W14(Cl.)	ใส	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	20.95
15	W15(Cl.)	ใส	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	20.91
16	W16(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	22.46

ตารางที่ 5.4 รายละเอียด และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) ของผนังในแต่ละทางเลือก (ต่อ)

ลำดับ	รหัส	กระจก	รายละเอียดของผนัง	OTTV (W/m^2)
17	W17(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	22.34
18	W18(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	21.39
19	W19(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	21.33
20	W20(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	20.86
21	W21(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	20.82
22	**W22(Cl.)**	**ใส**	**อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี (อาคารอ้างอิง)**	**28.68**
23	W23(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี	24.96
24	W24(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	24.12
25	W25(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	23.36
26	W26(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	23.16
27	W27(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	21.94
28	W28(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	21.84
29	W29(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	21.25
30	W30(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	21.19
31	W31(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	22.35
32	W32(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	22.24
33	W33(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	21.43
34	W34(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	21.37
35	W35(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	20.93
36	W36(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	20.89
38	W38(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	21.98
39	W39(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 2"+ยิปซั่มบอร์ด	21.30
40	W40(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	21.24
41	W41(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 3"+ยิปซั่มบอร์ด	20.85
42	W42(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	20.79
43	W43(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	26.11
44	W44(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	22.53
45	W45(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	22.53
46	W46(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	21.47
47	W47(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	21.39
48	W48(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	20.92
49	W49(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	20.88
50	W50(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	24.85
51	W51(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	22.21
52	W52(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	22.10

ตารางที่ 5.4 รายละเอียด และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) ของผนังในแต่ละทางเลือก (ต่อ)

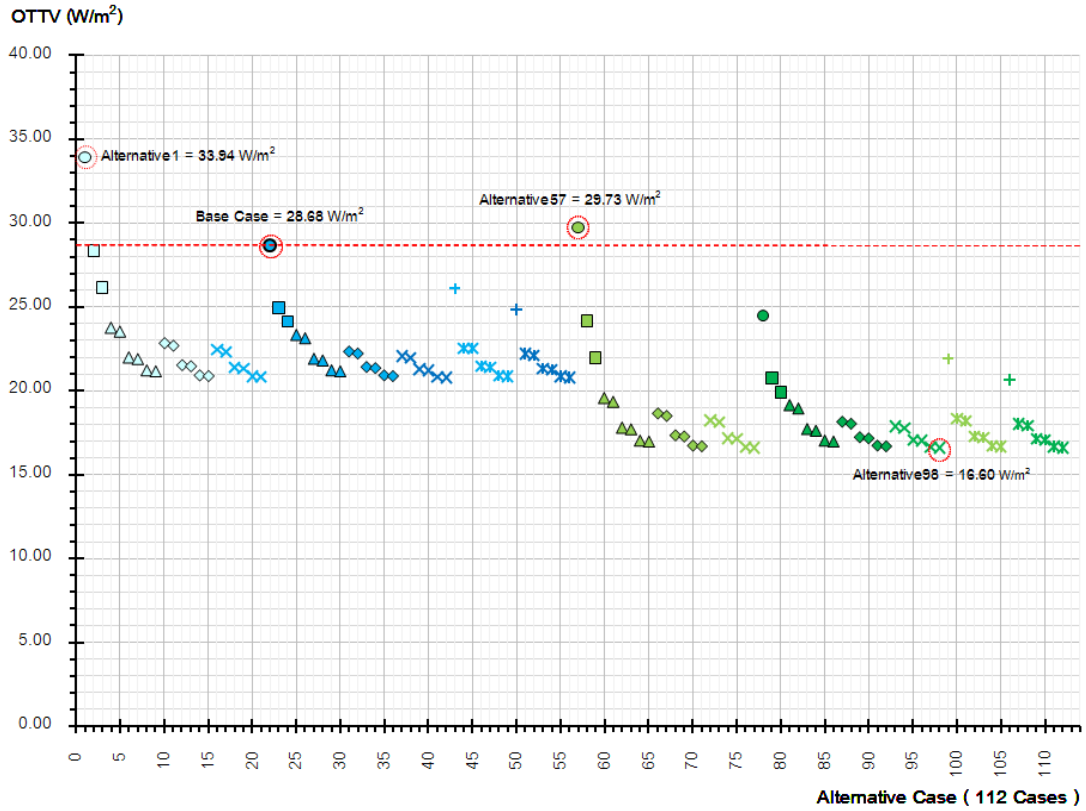
ลำดับ	รหัส	กระจก	รายละเอียดของผนัง	OTTV (W/m^2)
53	W53(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	21.32
54	W54(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	21.25
55	W55(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	20.87
56	W56(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	20.79
57	W01(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี	29.73
58	W02(Gr.)	เขียว	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบปูนเรียบทาสี	24.16
59	W03(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	21.96
60	W04(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	19.58
61	W05(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	19.35
62	W06(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	17.81
63	W07(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	17.71
64	W08(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	17.04
65	W09(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	16.98
66	W10(Gr.)	เขียว	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	18.66
67	W11(Gr.)	เขียว	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	18.51
68	W12(Gr.)	เขียว	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	17.36
69	W13(Gr.)	เขียว	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	17.29
70	W14(Gr.)	เขียว	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	16.75
71	W15(Gr.)	เขียว	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	16.71
72	W16(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	18.25
73	W17(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	18.14
74	W18(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	17.19
75	W19(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	17.13
76	W20(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	16.65
77	W21(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	16.62
78	W22(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี	24.47
79	W23(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบปูนเรียบทาสี	20.75
80	W24(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	19.91
81	W25(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	19.16
82	W26(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	18.96
83	W27(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	17.74
84	W28(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	17.63
85	W29(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	17.05
86	W30(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	16.99

ตารางที่ 5.4 รายละเอียด และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) ของผนังในแต่ละทางเลือก (ต่อ)

ลำดับ	รหัส	กระจก	รายละเอียดของผนัง	OTTV (W/m^2)
87	W31(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	18.15
88	W32(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	18.03
89	W33(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	17.23
90	W34(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	17.16
91	W35(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	16.73
92	W36(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	16.68
93	W37(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว	17.88
94	W38(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว	17.78
95	W39(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว	17.09
96	W40(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว	17.03
97	W41(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว	16.65
98	W42(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว	16.60
99	W43(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	21.92
100	W44(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	18.35
101	W45(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	18.21
102	W46(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	17.28
103	W47(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	17.20
104	W48(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	16.74
105	W49(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	16.69
106	W50(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	20.66
107	W51(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	18.03
108	W52(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	17.91
109	W53(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	17.13
110	W54(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	17.06
111	W55(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	16.68
112	W56(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	16.61

จากการเปรียบเทียบค่า OTTV ของแนวทางการปรับปรุง โดยใช้แนวทางที่ 22 (ผนังอิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+กระจกใส) ซึ่งเป็นวัสดุกรอบอาคารของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นอาคารอ้างอิง (Base Case) เปรียบเทียบกับแนวทางการปรับปรุงทั้ง 112 แนวทาง พบว่ามีสองแนวทางที่มีค่า OTTV สูงกว่าอาคารอ้างอิงคือ แนวทางที่ 1 (อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+กระจกใส, W01(Cl.)) มีค่า OTTV อยู่ที่ 33.94 W/m^2 และแนวทางที่ 57 (อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+กระจกเขียวตัดแสง, W01(Gr.)) มีค่า OTTV อยู่ที่ 29.73 W/m^2 ตามลำดับ และแนวทางที่มีค่า OTTV ต่ำที่สุดคือ แนวทางที่ 98 (อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้วหนา 3 นิ้ว+แผ่นยิปซั่มบอร์ดหนา 12 มม. 2 ชั้น+กระจกเขียวตัดแสง, W42(Gr.)) มีค่า OTTV อยู่ที่ 16.60 W/m^2

แผนภูมิที่ 5.1 เปรียบเทียบ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) ของแต่ละแนวทางการปรับปรุง



- 01) อิฐมอญx1 + กระจกใส
- 02) อิฐมอญx2 + กระจกใส
- 03) อิฐมอญx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 04) อิฐมอญx2 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 05) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมอญx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 06) อิฐมวลเบาx1 + กระจกใส
- 07) อิฐมวลเบาx2 + กระจกใส
- 08) อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 09) อิฐมวลเบาx2 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 10) อิฐมวลเบาx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 11) อิฐมอญx1 + อิฐมวลเบาx1 + กระจกใส
- 12) อิฐมอญx1 + อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 13) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + กระจกใส
- 14) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 15) อิฐมอญx1 + กระจกเขียวตัดแสง
- 16) อิฐมอญx2 + กระจกเขียวตัดแสง
- 17) อิฐมอญx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 18) อิฐมอญx2 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 19) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมอญx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 20) อิฐมวลเบาx1 + กระจกเขียวตัดแสง
- 21) อิฐมวลเบาx2 + กระจกเขียวตัดแสง
- 22) อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 23) อิฐมวลเบาx2 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 24) อิฐมวลเบาx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 25) อิฐมอญx1 + อิฐมวลเบาx1 + กระจกเขียวตัดแสง
- 26) อิฐมอญx1 + อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 27) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + กระจกเขียวตัดแสง
- 28) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง

5.4 การเปรียบเทียบ ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอาคาร (kWh/m^2.Y) แต่ละแนวทางการปรับปรุง

เมื่อทำการคำนวณหา ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) เพื่อทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนของแต่ละแนวทางแล้ว จึงทำนำอาคารอ้างอิงที่สร้างไว้ในโปรแกรม Visual DOE 4.1[3] มาทำการสร้างกรอบอาคารทางเลือกตามที่ได้กำหนดไว้ในขั้นต้น เพื่อคำนวณหาค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารหลังจากทำการปรับปรุงในรูปแบบต่างๆ เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาในขั้นต่อไป ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.5 ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอาคาร (kWh/m^2.Y) ของแต่ละแนวทางการปรับปรุง

ลำดับ	รหัส	กระจก	รายละเอียดของผนัง	Energy Consumption (kWh/m^2.Y)
01	W01(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี	77.877
02	W02(Cl.)	ใส	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี	76.733
03	W03(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	76.575
04	W04(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	76.982
05	W05(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	76.881
06	W06(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	76.827
07	W07(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	76.720
08	W08(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	76.775
09	W09(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	76.672
10	W10(Cl.)	ใส	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	76.769
11	W11(Cl.)	ใส	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	76.746
12	W12(Cl.)	ใส	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	76.743
13	W13(Cl.)	ใส	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	76.657
14	W14(Cl.)	ใส	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	76.724
15	W15(Cl.)	ใส	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	76.636
16	W16(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	76.743
17	W17(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	76.668
18	W18(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	76.733
19	W19(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	76.649
20	W20(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	76.719
21	W21(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	76.633
22	**W22(Cl.)**	**ใส**	**อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี (อาคารอ้างอิง)**	**77.791**
23	W23(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี	76.662

[3] โปรแกรม Visual DOE 4.1 เป็นโปรแกรมคำนวณค่าพลังงานในอาคารซึ่งแปรผันตามลักษณะและเวลาการใช้อาคาร จำนวนผู้ใช้ รวมถึงภูมิอากาศ

ตารางที่ 5.5 ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอาคาร (kWh/m^2.Y) ของแต่ละแนวทางการปรับปรุง (ต่อ)

ลำดับ	รหัส	กระจก	รายละเอียดของผนัง	Energy Consumption (kWh/.m^2.Y)
24	W24(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	76.664
25	W25(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	76.931
26	W26(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	76.845
27	W27(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	76.814
28	W28(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	76.703
29	W29(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	76.763
30	W30(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	76.657
31	W31(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	76.693
32	W32(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	76.611
33	W33(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	76.690
34	W34(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	76.603
35	W35(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	76.685
36	W36(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	76.596
37	W37(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	76.677
38	W38(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	76.599
39	W39(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	76.682
40	W40(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	76.597
41	W41(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	76.681
42	W42(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	76.593
43	W43(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	76.727
44	W44(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	76.718
45	W45(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	76.641
46	W46(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	76.713
47	W47(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	76.627
48	W48(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	76.703
49	W49(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	76.615
50	W50(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	76.625
51	W51(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	76.702
52	W52(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	76.628
53	W53(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	76.705
54	W54(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	76.620
55	W55(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	76.698

ตารางที่ 5.5 ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอาคาร (kWh/m^2.Y) ของแต่ละแนวทางการปรับปรุง (ต่อ)

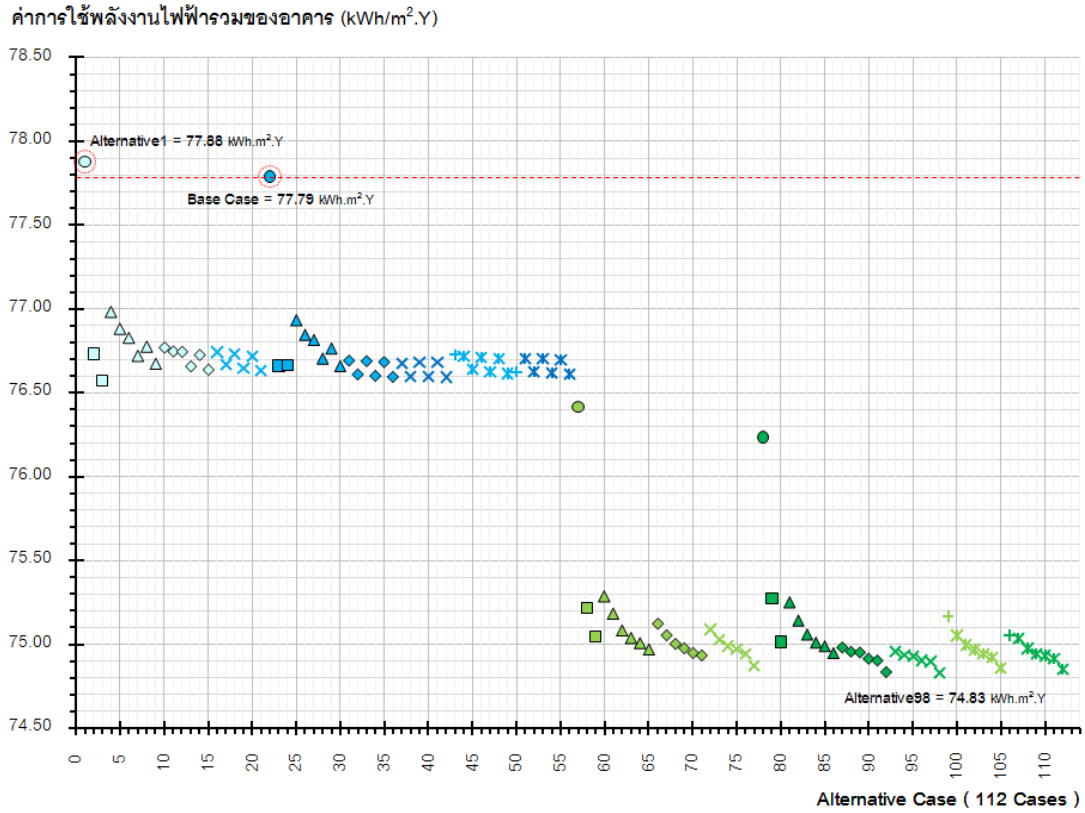
ลำดับ	รหัส	กระจก	รายละเอียดของผนัง	Energy Consumption (kWh/m^2.Y)
56	W56(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	76.611
57	W01(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี	76.415
58	W02(Gr.)	เขียว	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบปูนเรียบทาสี	75.219
59	W03(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	75.047
60	W04(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	75.289
61	W05(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	75.185
62	W06(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	75.084
63	W07(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	75.039
64	W08(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	75.008
65	W09(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	74.970
66	W10(Gr.)	เขียว	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	75.126
67	W11(Gr.)	เขียว	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	75.057
68	W12(Gr.)	เขียว	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	75.006
69	W13(Gr.)	เขียว	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	74.980
70	W14(Gr.)	เขียว	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	74.952
71	W15(Gr.)	เขียว	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	74.937
72	W16(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	75.090
73	W17(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	75.027
74	W18(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	74.990
75	W19(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	74.974
76	W20(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	74.942
77	W21(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	74.875
78	W22(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี	76.234
79	W23(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบปูนเรียบทาสี	75.274
80	W24(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	75.016
81	W25(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	75.252
82	W26(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	75.144
83	W27(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	75.060
84	W28(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	75.011
85	W29(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	74.990
86	W30(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	74.948
87	W31(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	74.981
88	W32(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	74.956
89	W33(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	74.951
90	W34(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	74.914
91	W35(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	74.904

ตารางที่ 5.5 ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอาคาร (kWh/m^2.Y) ของแต่ละแนวทางการปรับปรุง (ต่อ)

ลำดับ	รหัส	กระจก	รายละเอียดของผนัง	Energy Consumption (kWh/m^2.Y)
92	W36(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	74.835
93	W37(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	74.958
94	W38(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	74.937
95	W39(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	74.929
96	W40(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	74.905
97	W41(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	74.897
98	W42(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	74.829
99	W43(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	75.166
100	W44(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	75.053
101	W45(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	74.997
102	W46(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	74.969
103	W47(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	74.945
104	W48(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	74.925
105	W49(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	74.857
106	W50(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	75.053
107	W51(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	75.038
108	W52(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	74.976
109	W53(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	74.944
110	W54(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	74.934
111	W55(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	74.918
112	W56(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	74.850

จากการเปรียบเทียบ ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอาคาร ในแต่ละแนวทางการปรับปรุง โดยใช้แนวทางที่ 22 เป็นอาคารอ้างอิง (Base Case) เปรียบเทียบกับแนวทางการปรับปรุงทั้ง 112 แนวทาง พบว่าแนวทางที่มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอาคาร สูงกว่าอาคารอ้างอิงมีเพียง แนวทางที่ 1 (อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+กระจกใส, W01(Cl.)) มีค่าอยู่ที่ 77.877 kWh/m2.Y และแนวทางที่มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอาคาร ต่ำที่สุดคือ แนวทางที่ 98 (อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้วหนา 3 นิ้ว+แผ่นยิปซั่มบอร์ดหนา 12 มม. 2 ชั้น+กระจกเขียวตัดแสง, W42(Gr.)) มีค่าอยู่ที่ 74.829 kWh/m2.Y

แผนภูมิที่ 5.2 เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอาคาร (kWh/m2.Y) ในแต่ละแนวทางการปรับปรุง



- 01) อิฐมอญx1 + กระจกใส
- 02) อิฐมอญx2 + กระจกใส
- 03) อิฐมอญx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 04) อิฐมอญx2 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 05) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมอญx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 06) อิฐมวลเบาx1 + กระจกใส
- 07) อิฐมวลเบาx2 + กระจกใส
- 08) อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 09) อิฐมวลเบาx2 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 10) อิฐมวลเบาx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 11) อิฐมอญx1 + อิฐมวลเบาx1 + กระจกใส
- 12) อิฐมอญx1 + อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 13) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + กระจกใส
- 14) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 15) อิฐมอญx1 + กระจกเขียวตัดแสง
- 16) อิฐมอญx2 + กระจกเขียวตัดแสง
- 17) อิฐมอญx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 18) อิฐมอญx2 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 19) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมอญx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 20) อิฐมวลเบาx1 + กระจกเขียวตัดแสง
- 21) อิฐมวลเบาx2 + กระจกเขียวตัดแสง
- 22) อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 23) อิฐมวลเบาx2 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 24) อิฐมวลเบาx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 25) อิฐมอญx1 + อิฐมวลเบาx1 + กระจกเขียวตัดแสง
- 26) อิฐมอญx1 + อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 27) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + กระจกเขียวตัดแสง
- 28) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง

5.5 การเปรียบเทียบ อัตราส่วนของพลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (%) ในแต่ละแนวทางการปรับปรุง

เมื่อทราบถึง ค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารหลังจากทำการปรับปรุงในรูปแบบต่างๆ แล้ว จึงคำนวณอัตราส่วนของพลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (%) เมื่อเทียบกับอาคารอ้างอิง เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาในขั้นต่อไป ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.6 อัตราส่วนของพลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (%) ในแต่ละแนวทางการปรับปรุง

ลำดับ	รหัส	กระจก	รายละเอียดของผนัง	Saving (%)
01	W01(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี	-0.11%
02	W02(Cl.)	ใส	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี	1.36%
03	W03(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	1.56%
04	W04(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	1.04%
05	W05(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	1.17%
06	W06(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	1.24%
07	W07(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	1.38%
08	W08(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	1.31%
09	W09(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	1.44%
10	W10(Cl.)	ใส	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	1.31%
11	W11(Cl.)	ใส	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	1.34%
12	W12(Cl.)	ใส	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	1.35%
13	W13(Cl.)	ใส	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	1.46%
14	W14(Cl.)	ใส	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	1.37%
15	W15(Cl.)	ใส	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	1.48%
16	W16(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	1.35%
17	W17(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	1.44%
18	W18(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	1.36%
19	W19(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	1.47%
20	W20(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	1.38%
21	W21(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	1.49%
22	**W22(Cl.)**	**ใส**	**อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี (อาคารอ้างอิง)**	**0.00%**
23	W23(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี	1.45%
24	W24(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	1.45%
25	W25(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	1.10%
26	W26(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	1.22%
27	W27(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	1.26%
28	W28(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	1.40%
29	W29(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	1.32%
30	W30(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	1.46%

ตารางที่ 5.6 อัตราส่วนของพลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (%) ในแต่ละแนวทางการปรับปรุง (ต่อ)

ลำดับ	รหัส	กระจก	รายละเอียดของผนัง	Saving (%)
31	W31(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	1.41%
32	W32(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	1.52%
33	W33(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	1.41%
34	W34(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	1.53%
35	W35(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	1.42%
36	W36(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	1.54%
37	W37(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 1"+ยิปซั่มบอร์ด	1.43%
38	W38(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	1.53%
39	W39(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 2"+ยิปซั่มบอร์ด	1.43%
40	W40(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	1.54%
41	W41(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 3"+ยิปซั่มบอร์ด	1.43%
42	W42(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	1.54%
43	W43(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	1.37%
44	W44(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	1.38%
45	W45(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	1.48%
46	W46(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	1.39%
47	W47(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	1.50%
48	W48(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	1.40%
49	W49(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	1.51%
50	W50(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	1.50%
51	W51(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ ยิปซั่มบอร์ด	1.40%
52	W52(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ ยิปซั่มบอร์ดx2	1.50%
53	W53(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ ยิปซั่มบอร์ด	1.40%
54	W54(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ ยิปซั่มบอร์ดx2	1.50%
55	W55(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ ยิปซั่มบอร์ด	1.40%
56	W56(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ ยิปซั่มบอร์ดx2	1.52%
57	W01(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี	1.77%
58	W02(Gr.)	เขียว	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบปูนเรียบทาสี	3.31%
59	W03(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	3.53%
60	W04(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	3.22%
61	W05(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	3.35%

ตารางที่ 5.6 อัตราส่วนของพลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (%) ในแต่ละแนวทางการปรับปรุง (ต่อ)

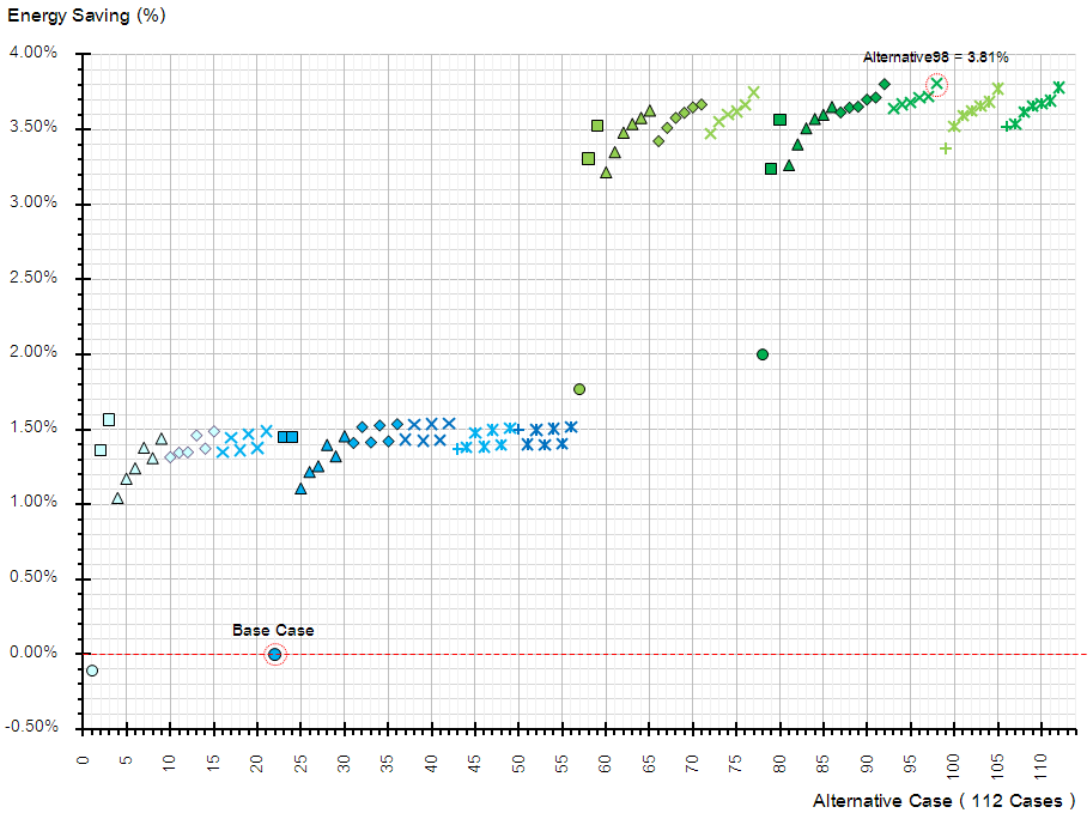
ลำดับ	รหัส	กระจก	รายละเอียดของผนัง	Saving (%)
62	W06(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	3.48%
63	W07(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	3.54%
64	W08(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	3.58%
65	W09(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	3.63%
66	W10(Gr.)	เขียว	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	3.43%
67	W11(Gr.)	เขียว	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	3.51%
68	W12(Gr.)	เขียว	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	3.58%
69	W13(Gr.)	เขียว	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	3.61%
70	W14(Gr.)	เขียว	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	3.65%
71	W15(Gr.)	เขียว	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	3.67%
72	W16(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	3.47%
73	W17(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	3.55%
74	W18(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	3.60%
75	W19(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	3.62%
76	W20(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	3.66%
77	W21(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	3.75%
78	W22(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี	2.00%
79	W23(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบปูนเรียบทาสี	3.24%
80	W24(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	3.57%
81	W25(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	3.26%
82	W26(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	3.40%
83	W27(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	3.51%
84	W28(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	3.57%
85	W29(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	3.60%
86	W30(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	3.65%
87	W31(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	3.61%
88	W32(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	3.64%
89	W33(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	3.65%
90	W34(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	3.70%
91	W35(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	3.71%
92	W36(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	3.80%
93	W37(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	3.64%
94	W38(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	3.67%
95	W39(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	3.68%

ตารางที่ 5.6 อัตราส่วนของพลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (%) ในแต่ละแนวทางการปรับปรุง (ต่อ)

ลำดับ	รหัส	กระจก	รายละเอียดของผนัง	Saving (%)
96	W40(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	3.71%
97	W41(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 3"+ยิปซั่มบอร์ด	3.72%
98	W42(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	3.81%
99	W43(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	3.37%
100	W44(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	3.52%
101	W45(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	3.59%
102	W46(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	3.63%
103	W47(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	3.66%
104	W48(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	3.68%
105	W49(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	3.77%
106	W50(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	3.52%
107	W51(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	3.54%
108	W52(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	3.62%
109	W53(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	3.66%
110	W54(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	3.67%
111	W55(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	3.69%
112	W56(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	3.78%

จากการเปรียบเทียบ อัตราส่วนของพลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (%) ในแต่ละแนวทางการปรับปรุง โดยใช้แนวทางที่ 22 เป็นอาคารอ้างอิง (Base Case) เปรียบเทียบกับแนวทางการปรับปรุงทั้ง 112 แนวทาง พบว่าแนวทางที่มี อัตราส่วนของพลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ ต่ำกว่าอาคารอ้างอิงมีเพียงแนวทางที่ 1 (อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+กระจกใส, W01(Cl.)) มีค่าอยู่ที่ -0.11% และอัตราส่วนของพลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ สูงที่สุดคือ แนวทางที่ 98 (อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้วหนา 3 นิ้ว+แผ่นยิปซั่มบอร์ดหนา 12 มม. 2 ชั้น+กระจกเขียวตัดแสง, W42(Gr.)) มีค่าอยู่ที่ 3.81%

แผนภูมิที่ 5.3 เปรียบเทียบปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (%) ในแต่ละแนวทางการปรับปรุง



- 01) อิฐมอญx1 + กระจกใส
- 02) อิฐมอญx2 + กระจกใส
- 03) อิฐมอญx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 04) อิฐมอญx2 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 05) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมอญx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 06) อิฐมวลเบาx1 + กระจกใส
- 07) อิฐมวลเบาx2 + กระจกใส
- 08) อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 09) อิฐมวลเบาx2 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 10) อิฐมวลเบาx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 11) อิฐมอญx1 + อิฐมวลเบาx1 + กระจกใส
- 12) อิฐมอญx1 + อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 13) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + กระจกใส
- 14) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 15) อิฐมอญx1 + กระจกเขียวตัดแสง
- 16) อิฐมอญx2 + กระจกเขียวตัดแสง
- 17) อิฐมอญx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 18) อิฐมอญx2 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 19) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมอญx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 20) อิฐมวลเบาx1 + กระจกเขียวตัดแสง
- 21) อิฐมวลเบาx2 + กระจกเขียวตัดแสง
- 22) อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 23) อิฐมวลเบาx2 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 24) อิฐมวลเบาx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 25) อิฐมอญx1 + อิฐมวลเบาx1 + กระจกเขียวตัดแสง
- 26) อิฐมอญx1 + อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 27) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + กระจกเขียวตัดแสง
- 28) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง

5.6 การเปรียบเทียบ ค่าต้นทุนตลอดอายุวัฏจักร (Life Cycle Cost) ในแต่ละแนวทางการปรับปรุง

หลังจากที่ใช้โปรแกรม Visual DOE 4.1 จำลองสภาพการใช้งานของอาคาร เพื่อให้ทราบถึงค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอาคาร เมื่อทำการปรับปรุงในรูปแบบต่างๆแล้ว จึงนำค่าที่ได้ไปคำนวณค่า Life Cycle Cost (LCC) ของแต่ละแนวทาง โดยใช้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ กับค่าการลงทุนในการปรับปรุงมาคำนวณร่วมกัน เพื่อให้ทราบถึงความคุ้มค่าในการลงทุนในแนวทางต่างๆ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.7 ค่าต้นทุนตลอดอายุวัฏจักร (Life Cycle Cost, LCC) ในแต่ละแนวทางการปรับปรุง

ลำดับ	รหัส	กระจก	รายละเอียดของผนัง	LCC. (Bath)
01	W01(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี	62,781,497
02	W02(Cl.)	ใส	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี	62,703,750
03	W03(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	62,579,548
04	W04(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	63,833,777
05	W05(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	64,865,648
06	W06(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	63,907,343
07	W07(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	64,934,054
08	W08(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	64,294,988
09	W09(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	65,325,476
10	W10(Cl.)	ใส	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	64,485,285
11	W11(Cl.)	ใส	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	65,577,838
12	W12(Cl.)	ใส	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	64,660,213
13	W13(Cl.)	ใส	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	65,703,052
14	W14(Cl.)	ใส	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	65,073,986
15	W15(Cl.)	ใส	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	66,115,665
16	W16(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	64,464,706
17	W17(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	65,516,982
18	W18(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	64,651,910
19	W19(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	65,696,705
20	W20(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	65,070,015
21	W21(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	66,112,675
22	**W22(Cl.)**	**ใส**	**อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี (อาคารอ้างอิง)**	62,811,469
23	W23(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี	62,706,505
24	W24(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	62,708,309
25	W25(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	63,891,624
26	W26(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	64,934,352
27	W27(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	63,994,635
28	W28(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	65,018,113
29	W29(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	64,383,073
30	W30(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	65,411,197

ตารางที่ 5.7 ค่าต้นทุนตลอดอายุวัฏจักร (Life Cycle Cost, LCC) ในแต่ละแนวทางการปรับปรุง (ต่อ)

ลำดับ	รหัส	กระจก	รายละเอียดของผนัง	LCC. (Bath)
31	W31(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	64,484,652
32	W32(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	65,530,934
33	W33(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	64,677,180
34	W34(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	65,719,330
35	W35(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	65,101,560
36	W36(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	66,142,824
37	W37(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 1"+ยิปซั่มบอร์ด	64,471,694
38	W38(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	65,521,041
39	W39(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 2"+ยิปซั่มบอร์ด	64,670,485
40	W40(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	65,714,249
41	W41(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 3"+ยิปซั่มบอร์ด	65,098,233
42	W42(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	66,140,109
43	W43(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	63,633,952
44	W44(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	65,380,473
45	W45(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	66,430,715
46	W46(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	65,571,621
47	W47(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	66,615,249
48	W48(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	65,992,308
49	W49(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	67,034,464
50	W50(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	63,554,056
51	W51(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 1"+ยิปซั่มบอร์ด	65,368,394
52	W52(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	66,420,588
53	W53(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 2"+ยิปซั่มบอร์ด	65,565,134
54	W54(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	66,609,688
55	W55(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 3"+ยิปซั่มบอร์ด	65,988,744
56	W56(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	67,031,173
57	W01(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี	61,654,443
58	W02(Gr.)	เขียว	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบปูนเรียบทาสี	61,536,061
59	W03(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	61,401,441
60	W04(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	62,525,624
61	W05(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	63,554,866

ตารางที่ 5.7 ค่าต้นทุนตลอดอายุวัฏจักร (Life Cycle Cost, LCC) ในแต่ละแนวทางการปรับปรุง (ต่อ)

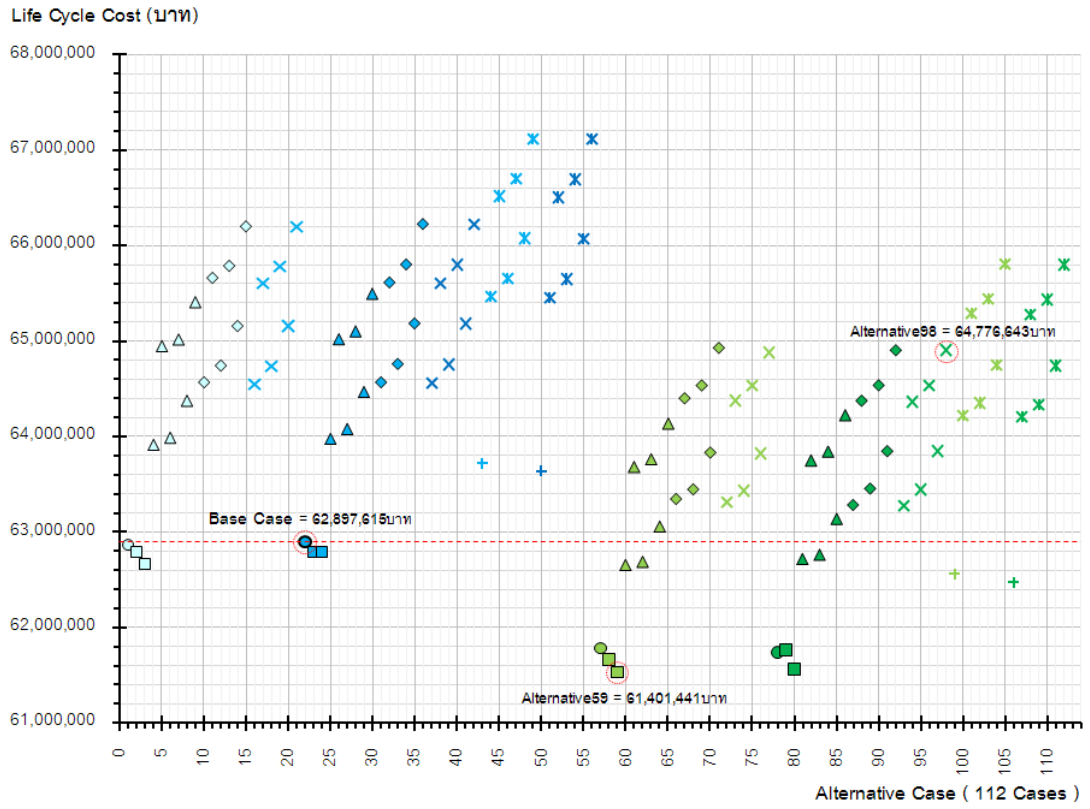
ลำดับ	รหัส	กระจก	รายละเอียดของผนัง	LCC. (Bath)
62	W06(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	62,560,191
63	W07(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	63,635,709
64	W08(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	62,929,307
65	W09(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	64,010,147
66	W10(Gr.)	เขียว	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	63,216,416
67	W11(Gr.)	เขียว	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	64,273,372
68	W12(Gr.)	เขียว	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	63,317,415
69	W13(Gr.)	เขียว	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	64,407,775
70	W14(Gr.)	เขียว	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	63,703,676
71	W15(Gr.)	เขียว	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	64,802,964
72	W16(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	63,188,116
73	W17(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	64,250,093
74	W18(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	63,305,329
75	W19(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	64,403,281
76	W20(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	63,695,783
77	W21(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	64,753,938
78	W22(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี	61,610,570
79	W23(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบปูนเรียบทาสี	61,637,617
80	W24(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	61,435,144
81	W25(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	62,594,716
82	W26(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	63,620,176
83	W27(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	62,638,679
84	W28(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	63,711,101
85	W29(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	63,012,431
86	W30(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	64,090,773
87	W31(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	63,161,183
88	W32(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	64,252,539
89	W33(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	63,332,861
90	W34(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	64,414,788
91	W35(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	63,724,363
92	W36(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	64,781,161
93	W37(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	63,143,410
94	W38(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	64,237,879
95	W39(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	63,315,549

ตารางที่ 5.7 ค่าต้นทุนตลอดอายุวัฏจักร (Life Cycle Cost, LCC) ในแต่ละแนวทางการปรับปรุง (ต่อ)

ลำดับ	รหัส	กระจก	รายละเอียดของผนัง	LCC. (Bath)
96	W40(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	64,407,120
97	W41(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 3"+ยิปซั่มบอร์ด	63,719,182
98	W42(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	64,776,643
99	W43(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	62,429,964
100	W44(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	64,095,116
101	W45(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	65,161,497
102	W46(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	64,223,955
103	W47(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	65,315,296
104	W48(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ด	64,617,706
105	W49(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	65,675,438
106	W50(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	62,341,484
107	W51(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 1"+ยิปซั่มบอร์ด	64,082,811
108	W52(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 1"+ยิปซั่มบอร์ดx2	65,145,321
109	W53(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 2"+ยิปซั่มบอร์ด	64,204,479
110	W54(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 2"+ยิปซั่มบอร์ดx2	65,306,641
111	W55(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 3"+ยิปซั่มบอร์ด	64,612,201
112	W56(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว 3"+ยิปซั่มบอร์ดx2	65,670,127

จากการเปรียบเทียบ ค่าต้นทุนตลอดอายุวัฏจักร (Life Cycle Cost, LCC) ในแต่ละแนวทางการปรับปรุง โดยใช้แนวทางที่ 22 เป็นอาคารอ้างอิง (Base Case) มีค่าอยู่ที่ 62,811,469 บาท เปรียบเทียบกับแนวทางการปรับปรุงทั้ง 112 แนวทาง พบว่าแนวทางการปรับปรุงที่มีค่า LCC ต่ำกว่าอาคารอ้างอิงมีทั้งหมด 17 แนวทาง โดยแนวทางที่มีค่า LCC ต่ำที่สุดคือแนวทางการปรับปรุงที่ 59 (อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+กระจกเขียวตัดแสง, W03(Gr.)) มีค่าอยู่ที่ 61,401,441 ใช้งบประมาณในการก่อสร้างทั้งหมด 2,600,607 บาท โดยมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากงบประมาณที่ใช้ก่อสร้างอาคารอ้างอิง 739,742 บาท สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 130,251 บาท มีอัตราการคืนทุนอยู่ที่ประมาณ 6 ปี โดยแนวทางที่ 98 (อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้วหนา 3 นิ้ว+แผ่นยิปซั่มบอร์ดหนา 12 มม. 2 ชั้น+กระจกเขียวตัดแสง, W42(Gr.)) ซึ่งจากการคำนวณที่ผ่านมา แนวทางดังกล่าวที่ค่าการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพที่สุด แต่เมื่อคำนวณหาค่า LCC กลับพบว่า มีค่า LCC ที่สูงกว่าอาคารกรณีศึกษา โดยมีค่าอยู่ที่ 64,776,643 บาท ใช้งบประมาณในการปรับปรุงทั้งหมด 6,146,840 บาท โดยมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากงบประมาณที่ใช้ก่อสร้างอาคารอ้างอิง 4,285,706 บาท สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 140,615 บาท มีอัตราการคืนทุนอยู่ที่ประมาณ 30 ปี ซึ่งแสดงให้เห็นว่าไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุน

แผนภูมิที่ 5.4 เปรียบเทียบค่าต้นทุนตลอดอายุวัฏจักร (Life Cycle Cost) ของแต่ละแนวทางการปรับปรุง



- 01) อิฐมอญx1 + กระจกใส
- 02) อิฐมอญx2 + กระจกใส
- 03) อิฐมอญx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 04) อิฐมอญx2 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 05) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมอญx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 06) อิฐมวลเบาx1 + กระจกใส
- 07) อิฐมวลเบาx2 + กระจกใส
- 08) อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 09) อิฐมวลเบาx2 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 10) อิฐมวลเบาx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 11) อิฐมอญx1 + อิฐมวลเบาx1 + กระจกใส
- 12) อิฐมอญx1 + อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 13) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + กระจกใส
- 14) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 15) อิฐมอญx1 + กระจกเขียวตัดแสง
- 16) อิฐมอญx2 + กระจกเขียวตัดแสง
- 17) อิฐมอญx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 18) อิฐมอญx2 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 19) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมอญx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 20) อิฐมวลเบาx1 + กระจกเขียวตัดแสง
- 21) อิฐมวลเบาx2 + กระจกเขียวตัดแสง
- 22) อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 23) อิฐมวลเบาx2 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 24) อิฐมวลเบาx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 25) อิฐมอญx1 + อิฐมวลเบาx1 + กระจกเขียวตัดแสง
- 26) อิฐมอญx1 + อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 27) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + กระจกเขียวตัดแสง
- 28) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ สามารถแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ส่วนหลัก คือ 1) การสำรวจประเมินและวิเคราะห์แบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง (อาคารกรณีศึกษา) 2) การศึกษาแนวทางการปรับปรุงแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง (อาคารกรณีศึกษา) ให้มีความเหมาะสมทั้งในเชิงเทคนิค และเศรษฐศาสตร์ 3) ศึกษาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการคำนวณ และการจำลองสภาพการใช้งานในแนวทางการปรับปรุงรูปแบบต่างๆ การศึกษาในบทที่ผ่านมา สามารถสรุปผลการศึกษาวิจัยได้ดังนี้

6.1 การประเมินและวิเคราะห์แบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง (อาคารกรณีศึกษา)

จากการประเมินประสิทธิภาพในด้านต่างๆของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางในปัจจุบัน พบว่า อาคารมีคุณสมบัติของกรอบอาคารที่ดีสามารถที่จะผ่านเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบันได้ แต่ในเรื่องของงานระบบไฟฟ้าแสงสว่างและระบบปรับอากาศ ต้องมีการปรับลดค่าการใช้พลังงานต่อพื้นที่ในระบบแสงสว่างลง และเพิ่มประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศให้สูงขึ้น ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.1.1 ประสิทธิภาพของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางในปัจจุบัน

สามารถแบ่งออกเป็น 2 หัวข้อ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังของอาคาร (Overall Thermal Transfer Value, OTTV) มีค่าอยู่ที่ 28.68 W/m^2 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าที่กฎหมายอนุรักษ์พลังงานกำหนดไว้มาก โดยในกรณีอาคารใหม่กำหนดต้องมีค่า OTTV ไม่เกิน 50 W/m^2 และในส่วนของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคาของอาคาร (Roof Thermal Transfer Value, RTTV) มีค่าอยู่ที่ประมาณ 8.91 W/m^2 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าที่กฎหมายอนุรักษ์พลังงานกำหนดเช่นกัน โดยในกรณีอาคารใหม่ต้องมีค่า RTTV ไม่เกิน 15 W/m^2

2.) ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอาคาร โดยจากการจำลองสภาพการใช้งานของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางด้วยโปรแกรม Visual DOE 4.1 โดยจากการคำนวณพบว่ามีค่าอยู่ที่ 79.393 $kWh/m^2.Y$ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าที่กฎหมายอนุรักษ์พลังงานกำหนดไว้มาก โดยมีการกำหนดไว้ว่าต้องมีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอาคารไม่เกิน 175 $kWh/m^2.Y$

6.1.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพด้านพลังงานของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง

ประกอบไปด้วย 3 ปัจจัยหลัก ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.) การเลือกใช้วัสดุผนัง ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมต่ำ ซึ่งในปัจจุบันแบบมาตรฐานศาลากลางนั้นจะกำหนดวัสดุผนังเป็น อิฐมวลเบาก่อครึ่งแผ่นฉาบปูนเรียบทาสีสำหรับผนังอาคารในพื้นที่ทั่วไป

2.) การออกแบบให้ อัตราส่วนของพื้นที่หน้าต่างต่อพื้นที่ผนัง (Window-to-Wall Ratio, WWR) มีค่าที่ไม่สูง โดยในส่วนของผนังทั่วไปจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 30% ในขณะที่มาตรฐาน ASHREA 90.1 2007 จะแนะนำให้ WWR มีค่าน้อยกว่า 40%

3.) การออกแบบให้มีแผงกันแดด (Overhang) โดยรอบอาคาร ก็มีส่วนช่วยลดความร้อนจากแสงแดดที่จะเข้าสู่ตัวอาคารได้เป็นอย่างดี แบบมาตรฐานอาคารศาลากลางนั้นจะมีแผงกันแดดอยู่รอบอาคาร โดยมีระยะยื่นประมาณ 1.8-2.0 ม.

6.2 การศึกษาแนวทางการปรับปรุงแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง (อาคารกรณีศึกษา)

จากการพิจารณาแนวทางการปรับปรุงในรูปแบบต่างๆ โดยลงรายละเอียดในแต่ละองค์ประกอบของอาคาร จนได้วิธีการปรับปรุงที่มีความเหมาะสมกับอาคารกรณีศึกษาแล้ว จึงทำการเสนอแนวทางการปรับปรุงอาคารที่มีความเหมาะสมทั้งทางด้านเทคนิค และด้านเศรษฐศาสตร์ โดยจะพิจารณาจาก ค่าต้นทุนตลอดอายุวัฏจักร (Life Cycle Cost, LCC) เพื่อคัดเลือกเฉพาะแนวทางที่มีความคุ้มค่าในการลงทุน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.2.1 การพิจารณาแนวทางการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานระดับสูง

จากการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพในด้านต่างๆ พบว่า แนวทางที่ 98 (อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้วหนา 3 นิ้ว+แผ่นยิปซั่มบอร์ดหนา 12 มม. 2 ชั้น+กระจกเขียวตัดแสง, W42(Gr.)) โดยแนวทางดังกล่าวที่ค่าการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสูงที่สุด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังของอาคาร (Overall Thermal Transfer Value, OTTV) อยู่ที่ 16.60 W/m^2

2.) ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอาคาร มีค่าอยู่ที่ 74.829 $kWh/m^2.Y$ สามารถประหยัดพลังงานได้สูงขึ้น 3.81%

แต่เมื่อคำนวณหาค่าต้นทุนตลอดอายุวัฏจักร (Life Cycle Cost, LCC) กลับพบว่ามีค่าที่สูงกว่าอาคารกรณีศึกษา โดยมีค่าอยู่ที่ 64,905,115 บาท ใช้งบประมาณในการปรับปรุงทั้งหมด 6,146,840 บาท สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 140,615 บาท มีอัตราการคืนทุนอยู่ที่ประมาณ 30 ปี ซึ่งแสดงให้เห็นว่าไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุน

6.2.2 การพิจารณาแนวทางการปรับปรุงที่คุ้มค่ากับการลงทุน

จากการเปรียบเทียบค่า LCC โดยใช้แนวทางที่ 22 เป็นอาคารอ้างอิง (Base Case) ซึ่งมีค่าอยู่ที่ 62,897,615 บาท โดยจะพบว่าแนวทางการปรับปรุงที่มีค่า LCC ต่ำกว่าอาคารอ้างอิง มีทั้งหมด 14 แนวทาง ดังตารางที่ 6.1

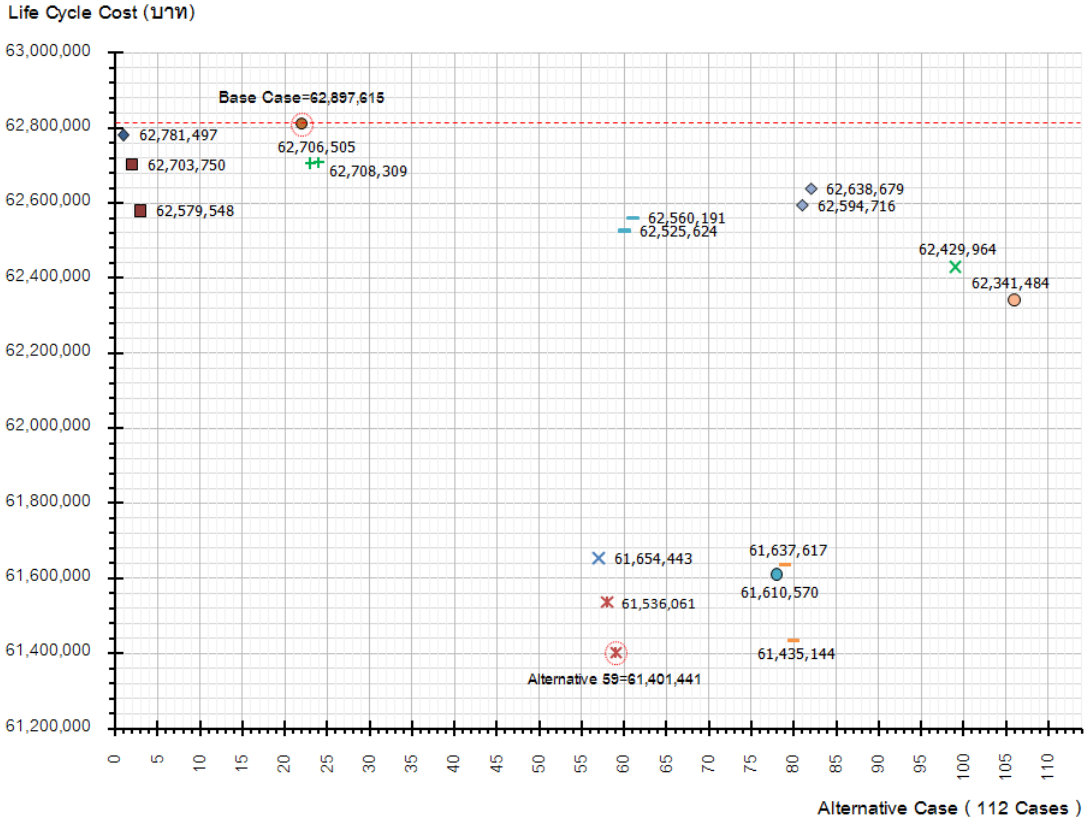
ตารางที่ 6.1 เปรียบเทียบ ค่าต้นทุนตลอดอายุวัฏจักร (Life Cycle Cost, LCC) ของแนวทางการปรับปรุงทั้ง 14 รูปแบบที่ผ่านการพิจารณาว่ามีความคุ้มค่าแก่การลงทุน

ลำดับ	รหัส	กระจก	รายละเอียดของผนัง	LCC. (Bath)
59	W03(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	61,401,441
80	W24(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	61,435,144
58	W02(Gr.)	เขียว	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบปูนเรียบทาสี	61,536,061
78	W22(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี	61,610,570

ตารางที่ 6.1 เปรียบเทียบ ค่าต้นทุนตลอดอายุวัฏจักร (Life Cycle Cost, LCC) ของแนวทางการปรับปรุงทั้ง 14 รูปแบบที่ผ่านการพิจารณาว่ามีความคุ้มค่าแก่การลงทุน (ต่อ)

ลำดับ	รหัส	กระจก	รายละเอียดของผนัง	LCC. (Bath)
79	W23(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบปูนเรียบทาสี	61,637,617
57	W01(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี	61,654,443
106	W50(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	62,341,484
99	W43(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	62,429,964
60	W04(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	62,525,624
03	W03(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	62,560,191
62	W06(Gr.)	เขียว	อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	62,579,548
81	W25(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว1"+ยิปซั่มบอร์ด	62,594,716
83	W27(Gr.)	เขียว	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้ว2"+ยิปซั่มบอร์ด	62,638,679
02	W02(Cl.)	ใส	อิฐมอญเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี	62,703,750
23	W23(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาเต็มแผ่นฉาบเรียบทาสี	62,706,505
24	W24(Cl.)	ใส	อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี	62,708,309
01	W01(Cl.)	ใส	อิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี	62,781,497
22	**W22(Cl.)**	**ใส**	**อิฐมวลเบาครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี**	**62,811,469**

แผนภูมิที่ 6.1 เปรียบเทียบ ค่าต้นทุนตลอดอายุวัฏจักร (Life Cycle Cost, LCC) ของแนวทางการปรับปรุงทั้ง 14 รูปแบบ ที่ผ่านการพิจารณาว่ามีความคุ้มค่าแก่การลงทุน



จากแผนภูมิที่ 6.1 พบว่าแนวทางที่มีค่า LCC ต่ำที่สุดคือแนวทางการปรับปรุงที่ 59 (อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+กระจกเขียวตัดแสง, W03(Gr.)) มีค่าอยู่ที่

61,529,913 บาท ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังของอาคาร (Overall Thermal Transfer Value, OTTV) อยู่ที่ 21.96 W/m^2 ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอาคาร มีค่าอยู่ที่ 75.047 kWh/m^2.Y สามารถประหยัดพลังงานได้สูงขึ้น 3.53% ใช้งบประมาณในการก่อสร้างทั้งหมด 2,600,607 บาท โดยมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากงบประมาณที่ใช้ก่อสร้างอาคารอ้างอิงทั้งหมด 739,472 บาท สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 130,251 บาท มีอัตราการคืนทุนอยู่ที่ประมาณ 6 ปี

ตารางที่ 6.2 ประสิทธิภาพด้านต่างๆของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางและแนวทางการปรับปรุงเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงาน มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานระดับสูง และมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานที่คุ้มค่าแก่การลงทุน[1]

รายละเอียดขององค์ประกอบต่าง ๆ	**มาตรฐาน ประสิทธิภาพพลังงาน**		**ประสิทธิภาพพลังงาน ขั้นสูง**		**ประสิทธิภาพพลังงาน คุ้มค่าแก่การลงทุน**	
	BEC	**อาคารอ้างอิง**	HEPS	**แนวทางที่ 98**	ECON	**แนวทางที่ 59**
01) ประสิทธิภาพกรอบอาคาร						
1.1 OTTV (W/m^2)	50.00	**28.68**	30.00	**16.60**	20.00	**21.96**
1.2 RTTV (W/m^2)	15.00	**8.91**	15.00	**8.91**	12.00	**8.91**
02) อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานระบบปรับอากาศ						
2.1 EER	11.00	**10.30**	12.42	**10.30**	15.08	**10.30**
03) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ส่องสว่างต่อหน่วยพื้นที่						
3.1 LPD in air-conditioned area (W/m^2)	14.00	**15.93**	9.00	**15.93**	6.00	**15.93**
3.2 LPD in un-conditioned area (W/m^2)	8.00	**5.64**	6.00	**5.64**	4.00	**5.64**
04) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในอุปกรณ์ไฟฟ้าต่อหน่วยพื้นที่						
4.1 EQD in air-conditioned area (W/m^2)	45.00	**20.52**	45.00	**20.52**	25.00	**20.52**
4.2 EQD in un-conditioned area (W/m^2)	10.00	**10.00**	10.00	**10.00**	5.00	**10.00**
05) จำนวนชั่วโมงของการทำงาน	2,340	**2,080**	2,340	**2,080**	2,340	**2,080**
06) ค่าการใช้พลังงานรวมของอาคาร (kWh.m^2.Y)	175.00	**79.39**	141.00	**74.83**	82.00	**75.05**
07) สามารถประหยัดพลังงานได้สูงขึ้น (%)	-	**0%**	-	**3.81%**	-	**3.58%**
08) สามารถประหยัดพลังงานได้สูงขึ้น (บาท)	-	**0**	-	**140,615**	-	**130,251**
09) ส่วนต่างของงบประมาณในการลงทุน (บาท)	-	**0**	-	**4,285,706**	-	**739,472**
10) ระยะเวลาในการคืนทุน (ปี)	-	**0**	-	**30**	-	**6**
11) ค่าต้นทุนตลอดอายุวัฏจักร (ปี)	-	**62,811,469**	-	**64,776,643**	-	**61,401,441**

หมายเหตุ :

แนวทางการปรับปรุงที่ 98 ประกอบด้วย ผนังทึบ (อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้วหนา 3 นิ้ว+แผ่นยิปซั่มบอร์ดหนา 12 มม. 2 ชั้น) + ช่องแสง (กระจกเขียวตัดแสง)

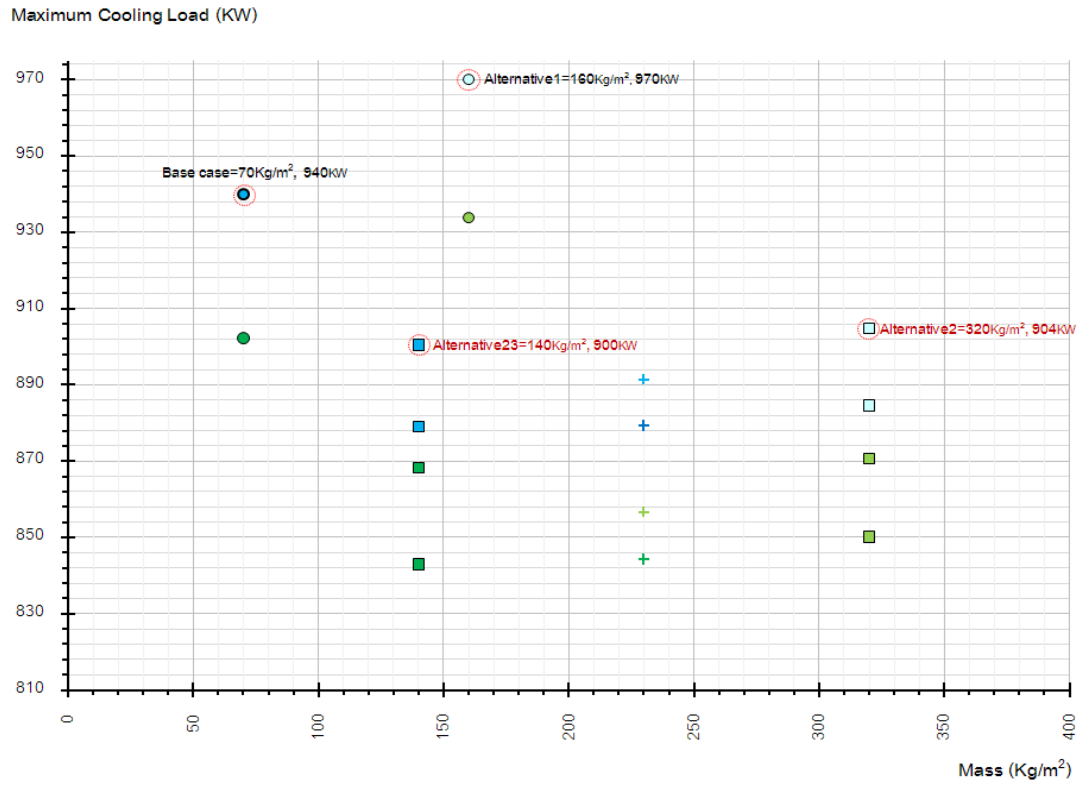
แนวทางการปรับปรุงที่ 59 ประกอบด้วย ผนังทึบ (อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี) + ช่องแสง (กระจกเขียวตัดแสง)

6.3 ศึกษาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการคำนวณ และการจำลองสภาพการใช้งานในแนวทางการปรับปรุงรูปแบบต่าง ๆ

[1] ศ.ดร. สุรพงศ์ จิระรัตนานนท์. "*Zero Energy Buildings in the Context of Thailand*". งานสัมมนาแถลงผล โครงการส่งเสริมการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน. ณ ห้องมัฆวานรังสรรค์ สโมสรทหารบก กรุงเทพฯ, 2553.

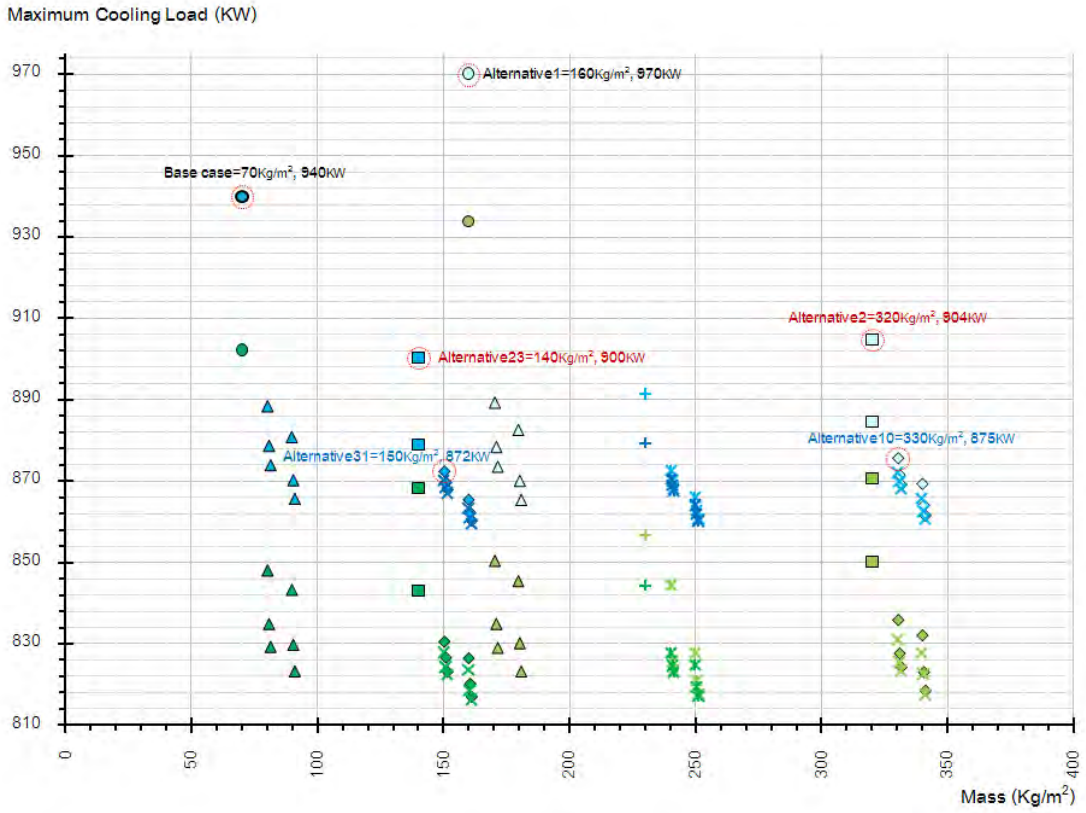
6.3.1 การเปรียบเทียบสัดส่วนระหว่างมวลสาร (Kg/m^2) กับค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดในระบบทำความเย็น (KW) ในกรณีของการเพิ่มมวลสารให้กับกรอบอาคารเพื่อสร้างแนวทางการปรับปรุงนั้น ความสัมพันธ์ที่พบคือ เมื่อมวลสารของกรอบอาคารเพิ่มขึ้น สัดส่วนของค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดในระบบทำความเย็นมีค่าลดชัดเจนโดยมีค่าเฉลี่ยที่ประมาณ 2% แต่เมื่อติดตั้งฉนวนกันความร้อนให้กับผนังที่มีปริมาณมวลสารที่แตกต่างกันพบว่า ความหนาของฉนวนกันความร้อนมีผลต่อค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในระบบทำความเย็นที่ลดลง แต่เมื่อมองที่ปริมาณของมวลสารของผนังที่ติดตั้งฉนวนกันความร้อนกลับไม่มีผลต่อค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดในระบบทำความเย็นเลย ทำให้สามารถสรุปได้ว่า ปริมาณของมวลสารที่แตกต่างกันจะไม่มีผลต่อค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดในระบบทำความเย็นเมื่อมีการติดตั้งฉนวนกันความร้อน

แผนภูมิที่ 6.2 เปรียบเทียบสัดส่วนระหว่างมวลสารของแต่ละแนวทางปรับปรุง (Kg/m^2) (เฉพาะแนวทางที่ไม่ได้ติดตั้งฉนวนกันความร้อน) กับค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดในระบบทำความเย็น (KW)



- 01) อิฐมอญx1 + กระจกใส
- 02) อิฐมอญx2 + กระจกใส
- 06) อิฐมวลเบาx1 + กระจกใส
- 07) อิฐมวลเบาx2 + กระจกใส
- 11) อิฐมอญx1 + อิฐมวลเบาx1 + กระจกใส
- 13) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + กระจกใส
- 15) อิฐมอญx1 + กระจกเขียวตัดแสง
- 16) อิฐมอญx2 + กระจกเขียวตัดแสง
- 20) อิฐมวลเบาx1 + กระจกเขียวตัดแสง
- 21) อิฐมวลเบาx2 + กระจกเขียวตัดแสง
- 25) อิฐมอญx1 + อิฐมวลเบาx1 + กระจกเขียวตัดแสง
- 27) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + กระจกเขียวตัดแสง

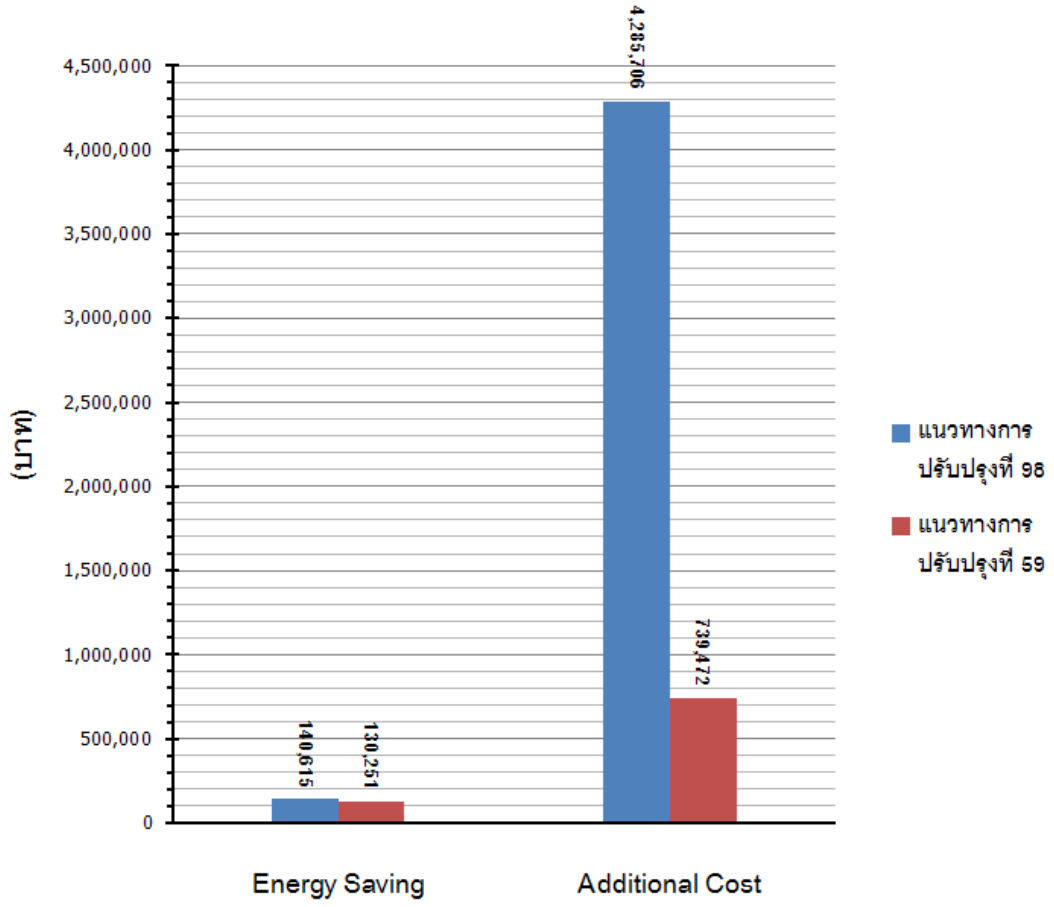
แผนภูมิที่ 6.3 เปรียบเทียบสัดส่วนระหว่างมวลสารของแต่ละแนวทางปรับปรุง (Kg/m^2) กับค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดในระบบทำความเย็น (KW)



- 01) อิฐมอญx1 + กระจกใส
- 02) อิฐมอญx2 + กระจกใส
- 03) อิฐมอญx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 04) อิฐมอญx2 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 05) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมอญx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 06) อิฐมวลเบาx1 + กระจกใส
- 07) อิฐมวลเบาx2 + กระจกใส
- 08) อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 09) อิฐมวลเบาx2 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 10) อิฐมวลเบาx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 11) อิฐมอญx1 + อิฐมวลเบาx1 + กระจกใส
- 12) อิฐมอญx1 + อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 13) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + กระจกใส
- 14) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกใส
- 15) อิฐมอญx1 + กระจกเขียวตัดแสง
- 16) อิฐมอญx2 + กระจกเขียวตัดแสง
- 17) อิฐมอญx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 18) อิฐมอญx2 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 19) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมอญx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 20) อิฐมวลเบาx1 + กระจกเขียวตัดแสง
- 21) อิฐมวลเบาx2 + กระจกเขียวตัดแสง
- 22) อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 23) อิฐมวลเบาx2 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 24) อิฐมวลเบาx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 25) อิฐมอญx1 + อิฐมวลเบาx1 + กระจกเขียวตัดแสง
- 26) อิฐมอญx1 + อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง
- 27) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + กระจกเขียวตัดแสง
- 28) อิฐมอญx1 + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบาx1 + ฉนวนกันความร้อน + กระจกเขียวตัดแสง

6.3.2 จากศึกษาวิจัยเรื่องการปรับปรุงประสิทธิภาพด้านการใช้พลังงานสำหรับแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางพบว่า การเพิ่มฉนวนป้องกันความร้อนให้กับผนังอาคารนั้นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพด้านการใช้พลังงานได้สูงกว่า การเพิ่ม มวลสารให้กับผนัง แต่เมื่อวิเคราะห์ในด้านต้นทุนในการปรับปรุง เปรียบเทียบกับประสิทธิภาพด้านการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้น โดยดูจากค่า LCC จะพบว่าการติดตั้งฉนวนกลับทำให้ค่า LCC สูงมาก อันเนื่องจากจากค่าการลงทุนในการก่อสร้าง (Initial Cost) มีค่าสูงกว่าค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ค่อนข้างมาก จึงไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุนในระยะยาว

แผนภูมิที่ 6.4 เปรียบเทียบค่า Energy Saving กับ ค่าการลงทุนเพิ่มเติมในการปรับปรุง (Additional Cost) ระหว่างแนวทางการปรับปรุงที่ 59 กับ แนวทางการปรับปรุงที่ 98



หมายเหตุ :

แนวทางการปรับปรุงที่ 98 ประกอบไปด้วย ผนังทึบ = (อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมวลเบาครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี+ฉนวนใยแก้วหนา 3 นิ้ว+แผ่นยิปซั่มบอร์ดหนา 12 มม. 2 ชั้น) + ช่องแสง = (กระจกเขียวตัดแสง)

แนวทางการปรับปรุงที่ 59 ประกอบไปด้วย ผนังทึบ = (อิฐมอญครึ่งแผ่น+ช่องว่างอากาศ+อิฐมอญครึ่งแผ่น+ฉาบเรียบทาสี) + ช่องแสง = (กระจกเขียวตัดแสง)

6.4 ข้อเสนอแนะ

6.4.1 การปรับปรุงในระบบวิศวกรรมเครื่องกล

เนื่องจากในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีเพียงการปรับปรุงกรอบของอาคารซึ่งอาจส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่สูงนัก ซึ่งหากในการทำการศึกษาวิจัยชิ้นต่อไปสามารถทำการวิเคราะห์แนวทางการปรับปรุงโดยมีการปรับเปลี่ยนระบบวิศวกรรมร่วมด้วย ก็อาจจะทำให้เห็นประสิทธิภาพด้านการใช้พลังงานของอาคารศาลากลางที่เพิ่มมากขึ้น

6.4.2 ข้อมูลอากาศที่นำมาใช้ร่วมกับอาการจำลองสภาพการใช้งานอาคาร

ในส่วนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Visual DOE 4.1 ที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ อาศัยข้อมูลสภาพอากาศของกรุงเทพในปี พ.ศ. 2542 (ค.ศ.1999) มาเป็นฐานข้อมูลในการทำงานของโปรแกรม จึงอาจมีความคลาดเคลื่อนในการคำนวณและประเมินผล เนื่องจากไม่สามารถจัดเตรียมข้อมูล TRY (test reference year) และ TMY (typical meteorological year) ที่ทันสมัยมาใช้งานได้ และจากการศึกษายังไม่สามารถเข้าไปเขียนข้อมูลเพื่อนำไปใช้งานในโปรแกรมตรงส่วนนี้ได้ จึงควรมีการศึกษาวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับจัดทำฐานข้อมูลสภาพอากาศ เพื่อนำไปใช้งานต่อไป

6.4.3 การใช้วัสดุพื้นถิ่นของแต่ละท้องที่เพื่อสร้างแนวทางการปรับปรุง

สำหรับการศึกษาวิจัยในครั้งหน้า หากสามารถที่จะนำวัสดุก่อสร้างที่เป็นภูมิปัญญาของแต่ละท้องถิ่นมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างแนวทางการปรับปรุงเพิ่มเติม อาจสามารถใช้เป็นวัสดุทดแทนที่ช่วยในการประหยัดพลังงานและเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่อาคารได้ เนื่องจากวัสดุก่อสร้างจากภูมิปัญญาชาวบ้าน ได้ผ่านการลองผิดลองถูกจนและใช้วัสดุที่หาได้ในพื้นที่มีความอาจเหมาะสมทั้งในด้านราคา และความชำนาญในการก่อสร้างของช่างก่อสร้างในพื้นที่

6.4.4 การคำนวณผลกระทบที่เกิดจากการปรับปรุงต่อระบบโครงสร้างอาคาร

ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ยังไม่มีการคำนวณผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการปรับปรุงอาคารในรูปแบบต่างๆ ต่อระบบวิศวกรรมโครงสร้าง ซึ่งหากในการทำการศึกษาวิจัยชิ้นต่อไปสามารถเพิ่มรายละเอียดในการคำนวณผลกระทบที่เกิดขึ้นเพิ่มเติม ก็จะทำให้ผลการศึกษาวิจัยมีรายละเอียดที่น่าสนใจมากขึ้น และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นเช่นกัน

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

คณะกรรมการจัดวางผังแม่บทศูนย์ราชการส่วนภูมิภาค สำนักงานปลัดกระทรวงมหาดไทย กระทรวงหมาดไทย. หลักการและแนวทางการดำเนินงานจัดวางผังแม่บทศูนย์ราชการส่วนภูมิภาค. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: งานบริหารและจัดระเบียบการใช้ที่ดิน ฝ่ายพัฒนาเมืองและสาธารณูปโภค กองโครงสร้างพื้นฐานและสิ่งแวดล้อม สำนักปลัดกระทรวงมหาดไทย กระทรวงมหาดไทย, 2536.

จารุวรรณ ประภาทรงสิทธิ์. เทคนิคการออกแบบปรับปรุงระบบเปลือกอาคารเพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพกรณีศึกษา: อาคารสำนักงานธนาคารทหารไทย (สำนักงานใหญ่), กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

ดลยา ศิริปรุ. แนวทางการออกแบบปรับปรุงอาคารสำนักงานของรัฐเพื่อการประหยัดพลังงานกรณีศึกษาอาคารสำนักงานเทศบาลนคร จ.นครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

ตรึงใจ บูรณสมภพ. การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, 2539.

ปริมลาภ วสุวัต. กลยุทธการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารสำนักงานราชการ กรณีศึกษาอาคารกองวิทยาการ กรมช่างโยธาทหารอากาศ ดอนเมือง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กรม. การประเมินประสิทธิภาพพลังงานของกรอบอาคาร. ใน รายงานการประชุมชี้แจงและอบรมเชิงปฏิบัติการการตรวจสอบประเมินอาคารที่จะก่อสร้างหรือดัดแปลงเพื่อการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมาย, หน้า 73-75, 21-23 กุมภาพันธ์ 2554, ณ มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพมหานคร, 2554.

โยธาธิการและผังเมือง, กรม. กรมโยธาธิการและผังเมือง, [ออนไลน์], 2554. แหล่งที่มา: http://www.dpt.go.th [2553, กรกฎาคม 20]

สถาบันดำรงราชานุภาพ และสำนักนโยบายและแผน สปมท. ร่วมกับกรมการผังเมืองและสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. รายงานวิจัย: แนวทางการดำเนินงานเรื่องศูนย์ราชการส่วนภูมิภาค: พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึกในพระบรมราชูปถัมภ์, 2543.

สุนทร บุญญาธิการ. การออกแบบประสานระบบ มหาวิทยาลัยชินวัตร. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: จี เอ็ม แม็ก มีเดีย, 2545.

สุรพงศ์ จิระรัตนานนท์. Zero Energy Buildings in the Context of Thailand. งานสัมมนาแถลงผล โครงการส่งเสริมการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน. ณ ห้องมัฆวานรังสรรค์ สโมสรทหารบก (วิภาวดีรังสิต) กรุงเทพฯ, 2553.

ภาษาอังกฤษ

Francis, A., and Mat, S. Natural Ventilation in Buildings - A Design Handbook. London: Earthscan Publications, 2002.

Meier, A, ed. Energy and Buildings. Lausanne: Elsevier Sequoia, 1983.

New Energy And Environment Digest. Outsourcing Toxic Dumping, in the Name of the Environment. [Online]. 2009. Available from: http://needigest.com/?tag=electronic-waste [2010, July 25]

Victor, O. Design With Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992.

Wagner, W. F. Energy-Efficient Buildings. New York: McGraw-Hill Book, 1983.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลในด้านต่างๆของแบบมาตรฐานอาคารศาลากลาง

ภาคผนวก ก – 1 ตารางรวบรวมจำนวนและรูปแบบอาคารศาลากลางจากทั่วประเทศ

ลำดับที่	(ภาคกลาง)	ขนาด (ชั้น)	รูปแบบ
1	กรุงเทพมหานคร	5	C
2	กำแพงเพชร	4	C
3	ชัยนาท	5	B
4	นครนายก	5	B
5	นครปฐม	5	B
6	นครสวรรค์	5	B
7	นนทบุรี	5	A
8	ปทุมธานี	5	B
9	พระนครศรีอยุธยา	7	B
10	พิจิตร	4	C
11	พิษณุโลก	7	A
12	เพชรบูรณ์	2	C
13	ลพบุรี	5	B
14	สมุทรปราการ	2	B
15	สมุทรสงคราม	2	C
16	สมุทรสาคร	5	B
17	สิงห์บุรี	5	B
18	สุโขทัย	5	B
19	สุพรรณบุรี	4	C
20	สระบุรี *	2	B
21	อ่างทอง	5	B
22	อุทัยธานี	5	A

ลำดับที่	(ภาคเหนือ)	ขนาด (ชั้น)	รูปแบบ
1	เชียงราย	2	A
2	เชียงใหม่	5	C
3	น่าน	2	C
4	พะเยา	5	B
5	แพร่	5	B
6	แม่ฮ่องสอน	4	A
7	ลำปาง	4	C
8	ลำพูน	2	B
9	อุตรดิตถ์	5	C

ลำดับที่	(ตะวันออกเฉียงเหนือ)	ขนาด	รูปแบบ
1	กาฬสินธุ์	7	B
2	ขอนแก่น	5	B
3	ชัยภูมิ	5	B
4	นครพนม	5	B
5	นครราชสีมา *	3	B
6	บึงกาฬ **	-	-
7	บุรีรัมย์	3	C
8	มหาสารคาม	4	C
9	มุกดาหาร	5	B
10	ยโสธร	5	B

ลำดับที่	(ตะวันออกเฉียงเหนือ)	ขนาด (ชั้น)	รูปแบบ
11	ร้อยเอ็ด	5	B
12	เลย	5	B
13	ศรีสะเกษ	5	B
14	สกลนคร	4	B
15	สุรินทร์	2	A
16	หนองคาย	4	C
17	หนองบัวลำภู	4	C
18	อำนาจเจริญ	4	C
19	อุดรธานี	7	B
20	อุบลราชธานี	4	C

ลำดับที่	(ภาคตะวันออก)	ขนาด (ชั้น)	รูปแบบ
1	จันทบุรี	4	B
2	ฉะเชิงเทรา	4	B
3	ชลบุรี	2	C
4	ตราด	5	B
5	ปราจีนบุรี	4	C
6	ระยอง	4	C
7	สระแก้ว	4	C

ลำดับที่	(ภาคตะวันตก)	ขนาด (ชั้น)	รูปแบบ
1	กาญจนบุรี	5	B
2	ตาก	5	B
3	ประจวบคีรีขันธ์	5	B
4	เพชรบุรี *	3	A
5	ราชบุรี	3	B

ลำดับที่	(ภาคใต้)	ขนาด (ชั้น)	รูปแบบ
1	กระบี่	2	B
2	ชุมพร	4	C
3	ตรัง	5	B
4	นครศรีธรรมราช *	5	A
5	นราธิวาส	2	A
6	ปัตตานี	5	B
7	พังงา	2	C
8	พัทลุง	5	B
9	ภูเก็ต *	2	A
10	ระนอง	2	C
11	สตูล	4	B
12	สงขลา	5	B
13	สุราษฎร์ธานี	5	B
14	ยะลา *	3	B

ลำดับที่	รูปแบบอาคาร	สัญลักษณ์
1	Single Corridor Layout	A.
2	Center Court Layout (Constructed)	B.
3	Center Court Layout	C.

ภาคผนวก ก – 2 ตารางสรุปพื้นที่และราคาเปลือกแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางจังหวัด F1

Facade Area – Wall Area (Level F1, Zone 1 (South West))

Level	Zone	Room	North High	North Wide	North Sum	East High	East Wide	East Sum	South High	South Wide	South Sum	West High	West Wide	West Sum	Total
F1	1 (South West)	Office 101	0.0	0.0	0.0	4.6	8.0	36.4	4.6	10.4	47.3	4.6	11.4	51.9	135.6
		Office 102	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	28.0	127.4	0.0	0.0	0.0	127.4
		Control 101	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	19.8	90.1	90.1
		Wc 101	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	9.6	43.7	43.7
		Stair 101	4.6	2.0	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	3.4	15.5	24.6
		Cir. 101	4.6	32.8	149.2	4.6	19.8	90.1	4.6	4.8	21.8	4.6	8.0	36.4	297.6

Facade Area – Windows Area (Level F1, Zone 1 (South West))

Room	N W1	N W2	N W3	N W4	N Area	E W1	E W2	E W3	E W4	E Area	S W1	S W2	S W3	S W4	S Area	W W1	W W2	W W3	W W4	W Area	Total
Office 101	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	1	1	0	9.1	1	1	0	0	13.4	22.5
Office 102	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	7	0	0	0	50.1	0	0	0	0	0.0	50.1
Control 101	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	4	5.8	5.8
Wc 101	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	2	2.9	2.9
Stair 101	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	1	0	2.9	2.9
Cir. 101	7	0	0	0	50.1	4	0	0	0	28.6	0	0	1	0	2.9	0	0	0	0	0.0	81.5

				No.	H.	W.	Area			
(North)	Total Wall Area	108.3						(North)	Total Windows Area	50.1
(East)	Total Wall Area	97.9		W1	3	3	7.15	(East)	Total Windows Area	28.6
(South)	Total Wall Area	134.6		W2	3	2	6.24	(South)	Total Windows Area	62.0
(West)	Total Wall Area	212.6		W3	3	1	2.86	(West)	Total Windows Area	24.9
Grand Total Wall Area (F1 Zone 1)		553.4		W4	1	2	1.44	Grand Total Windows Area (F1 Zone 1)		165.6

Facade Area – Wall Area (Level F1, Zone 2 (South East))

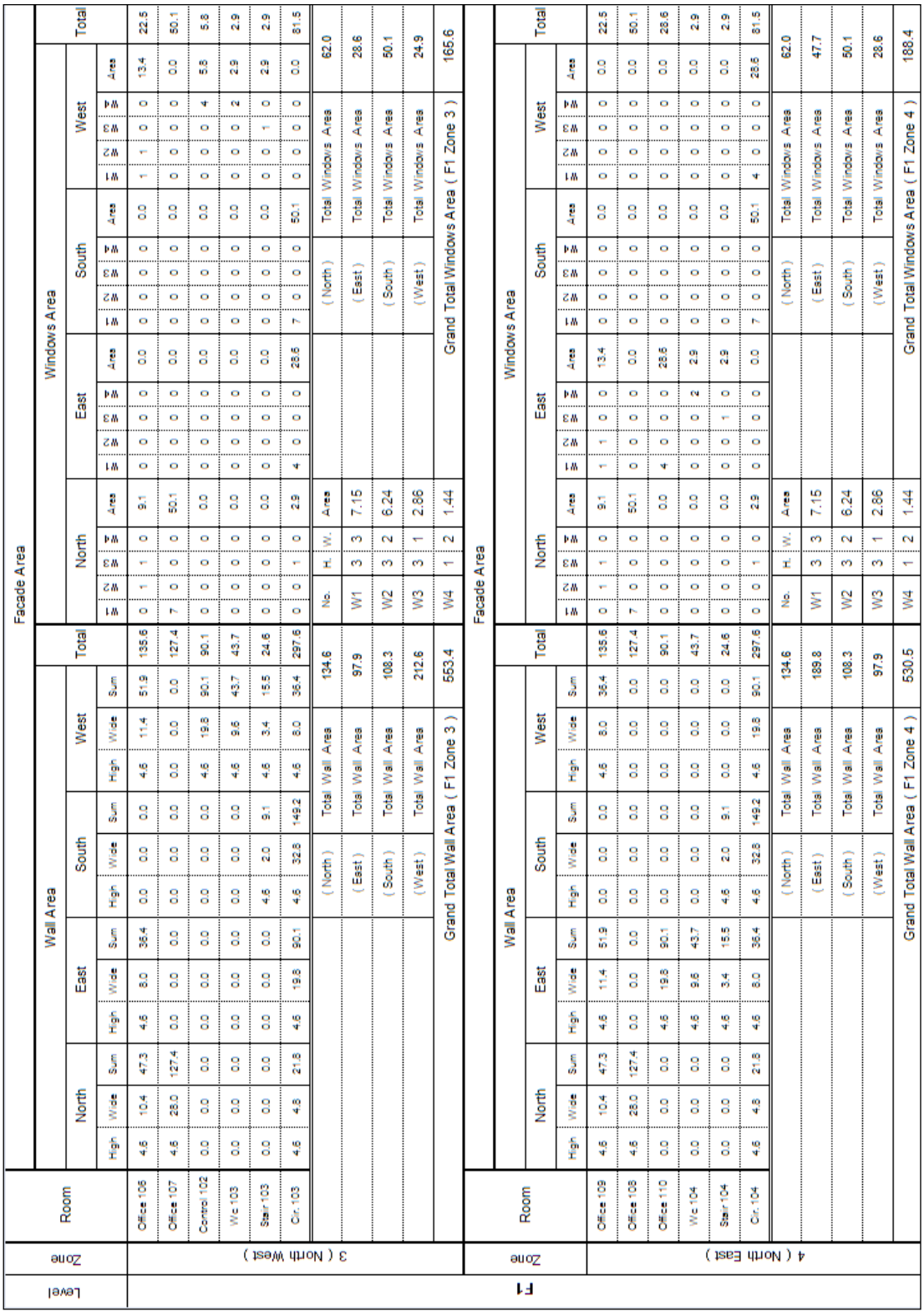
Level	Zone	Room	North High	North Wide	North Sum	East High	East Wide	East Sum	South High	South Wide	South Sum	West High	West Wide	West Sum	Total
F1	2 (South East)	Office 104	0.0	0.0	0.0	4.6	11.4	51.9	4.6	10.4	47.3	4.6	8.0	36.4	135.6
		Office 103	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	28.0	127.4	0.0	0.0	0.0	127.4
		Office 105	0.0	0.0	0.0	4.6	19.8	90.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.1
		Wc 102	0.0	0.0	0.0	4.6	9.6	43.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.7
		Stair 102	4.6	2.0	9.1	4.6	3.4	15.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.6
		Cir. 102	4.6	32.8	149.2	4.6	8.0	36.4	4.6	4.8	21.8	4.6	19.8	90.1	297.6

Facade Area – Windows Area (Level F1, Zone 2 (South East))

Room	N W1	N W2	N W3	N W4	N Area	E W1	E W2	E W3	E W4	E Area	S W1	S W2	S W3	S W4	S Area	W W1	W W2	W W3	W W4	W Area	Total
Office 104	0	0	0	0	0.0	1	1	0	0	13.4	0	1	1	0	9.1	0	0	0	0	0.0	22.5
Office 103	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	7	0	0	0	50.1	0	0	0	0	0.0	50.1
Office 105	0	0	0	0	0.0	4	0	0	0	28.6	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	28.6
Wc 102	0	0	0	0	0.0	0	0	0	2	2.9	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	2.9
Stair 102	0	0	0	0	0.0	0	0	1	0	2.9	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	2.9
Cir. 102	7	0	0	0	50.1	0	0	0	0	0.0	0	0	1	0	2.9	4	0	0	0	28.6	81.5

				No.	H.	W.	Area			
(North)	Total Wall Area	108.3						(North)	Total Windows Area	50.1
(East)	Total Wall Area	189.8		W1	3	3	7.15	(East)	Total Windows Area	47.7
(South)	Total Wall Area	134.6		W2	3	2	6.24	(South)	Total Windows Area	62.0
(West)	Total Wall Area	97.9		W3	3	1	2.86	(West)	Total Windows Area	28.6
Grand Total Wall Area (F1 Zone 2)		530.5		W4	1	2	1.44	Grand Total Windows Area (F1 Zone 2)		188.4

ภาคผนวก ก – 2 ตารางสรุปพื้นที่และราคาเปลือกแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางจังหวัด F1 (ต่อ)



ภาคผนวก ก – 2 ตารางสรุปพื้นที่และราคาเปลือกแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางจังหวัด F2

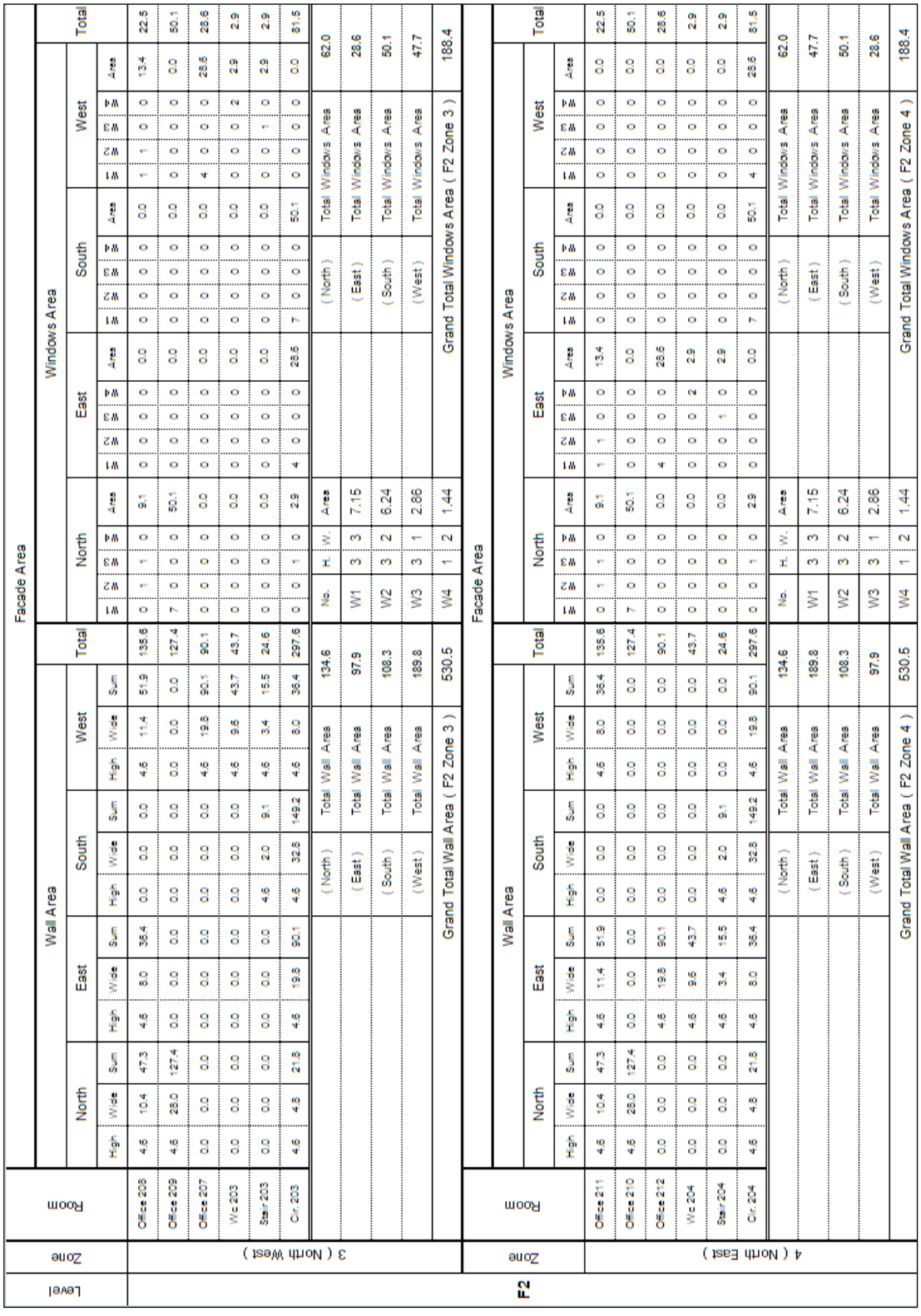
Level	Zone	Room	Facade Area																																	
			Wall Area													Windows Area																				
			North			East			South			West			Total	North					East					South					West					Total
			High	Wide	Sum	High	Wide	Sum	High	Wide	Sum	High	Wide	Sum		W1	W2	W3	W4	Area	W1	W2	W3	W4	Area	W1	W2	W3	W4	Area	W1	W2	W3	W4	Area	
F2	1 (South West)	Office 202	0.0	0.0	0.0	4.6	8.0	36.4	4.6	10.4	47.3	4.6	11.4	51.9	135.6	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	1	1	0	9.1	1	1	0	0	13.4	22.5
		Office 203	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	28.0	127.4	0.0	0.0	0.0	127.4	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	7	0	0	0	50.1	0	0	0	0	0.0	50.1
		Office 201	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	19.8	90.1	90.1	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	4	0	0	0	28.6	28.6
		Wc 201	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	9.6	43.7	43.7	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	2	2.9	2.9
		Stair 201	4.6	2.0	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	3.4	15.5	24.6	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	1	0	2.9	2.9
		Cir. 201	4.6	32.8	149.2	4.6	19.8	90.1	4.6	4.8	21.8	4.6	8.0	36.4	297.6	7	0	0	0	50.1	4	0	0	0	28.6	0	0	1	0	2.9	0	0	0	0	0.0	81.5

Zone 1	Total Wall Area		No.	H.	W.	Area		Total Windows Area	
(North)	Total Wall Area	108.3	W1	3	3	7.15	(North)	Total Windows Area	50.1
(East)	Total Wall Area	97.9	W2	3	2	6.24	(East)	Total Windows Area	28.6
(South)	Total Wall Area	134.6	W3	3	1	2.86	(South)	Total Windows Area	62.0
(West)	Total Wall Area	189.8	W4	1	2	1.44	(West)	Total Windows Area	47.7
Grand Total Wall Area (F2 Zone 1)		530.5					Grand Total Windows Area (F2 Zone 1)		188.4

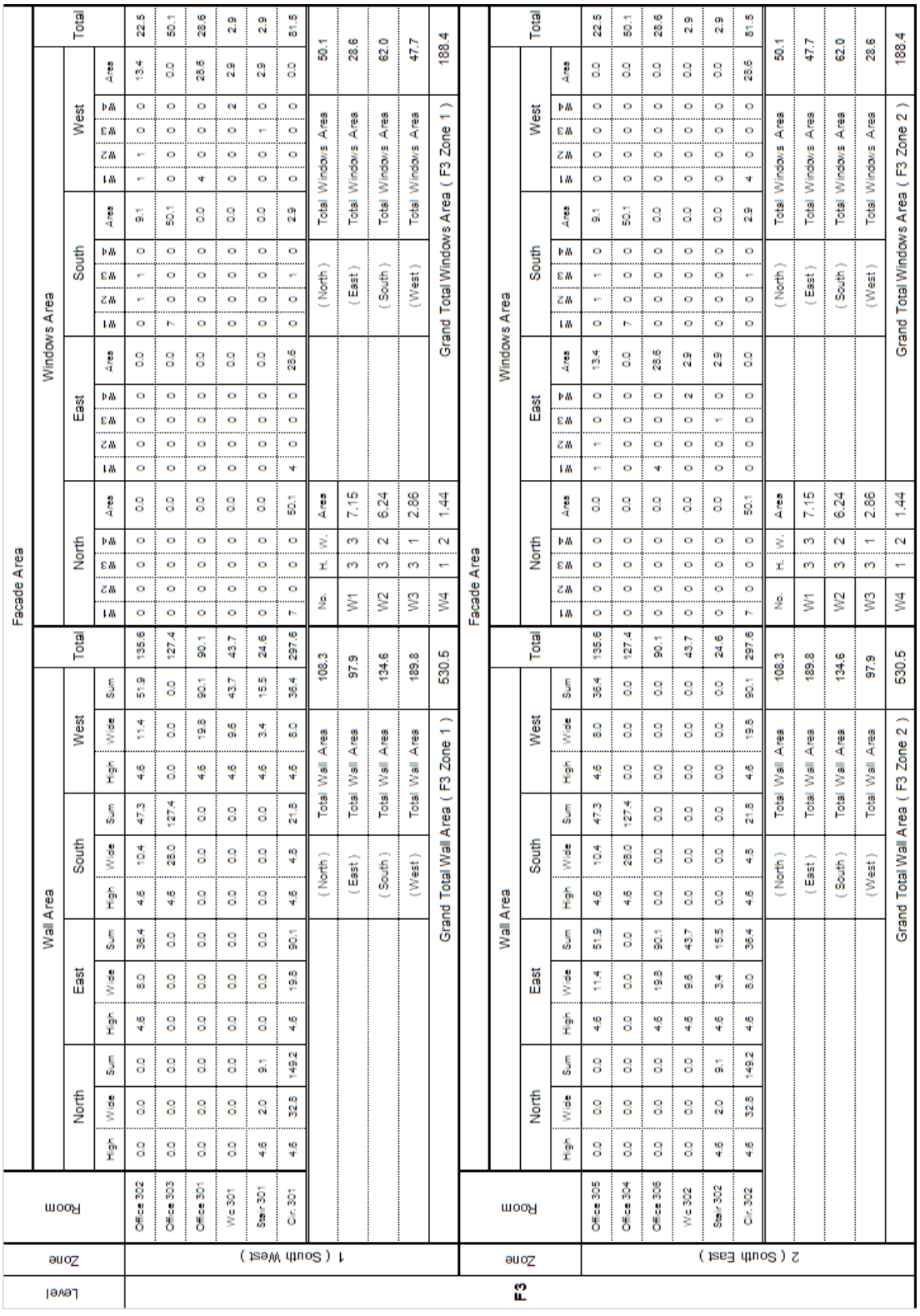
Level	Zone	Room	Facade Area																																	
			Wall Area													Windows Area																				
			North			East			South			West			Total	North					East					South					West					Total
			High	Wide	Sum	High	Wide	Sum	High	Wide	Sum	High	Wide	Sum		W1	W2	W3	W4	Area	W1	W2	W3	W4	Area	W1	W2	W3	W4	Area	W1	W2	W3	W4	Area	
F2	2 (South East)	Office 205	0.0	0.0	0.0	4.6	11.4	51.9	4.6	10.4	47.3	4.6	8.0	36.4	135.6	0	0	0	0	0.0	1	1	0	0	13.4	0	1	1	0	9.1	0	0	0	0	0.0	22.5
		Office 204	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	28.0	127.4	0.0	0.0	0.0	127.4	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	7	0	0	0	50.1	0	0	0	0	0.0	50.1
		Office 206	0.0	0.0	0.0	4.6	19.8	90.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.1	0	0	0	0	0.0	4	0	0	0	28.6	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	28.6
		Wc 202	0.0	0.0	0.0	4.6	9.6	43.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.7	0	0	0	0	0.0	0	0	0	2	2.9	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	2.9
		Stair 202	4.6	2.0	9.1	4.6	3.4	15.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.6	0	0	0	0	0.0	0	0	1	0	2.9	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	2.9
		Cir. 202	4.6	32.8	149.2	4.6	8.0	36.4	4.6	4.8	21.8	4.6	19.8	90.1	297.6	7	0	0	0	50.1	0	0	0	0	0.0	0	0	1	0	2.9	4	0	0	0	28.6	81.5

Zone 2	Total Wall Area		No.	H.	W.	Area		Total Windows Area	
(North)	Total Wall Area	108.3	W1	3	3	7.15	(North)	Total Windows Area	50.1
(East)	Total Wall Area	189.8	W2	3	2	6.24	(East)	Total Windows Area	47.7
(South)	Total Wall Area	134.6	W3	3	1	2.86	(South)	Total Windows Area	62.0
(West)	Total Wall Area	97.9	W4	1	2	1.44	(West)	Total Windows Area	28.6
Grand Total Wall Area (F2 Zone 2)		530.5					Grand Total Windows Area (F2 Zone 2)		188.4

ภาคผนวก ก – 2 ตารางสรุปพื้นที่และราคาเปลือกแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางจังหวัด F2 (ต่อ)



ภาคผนวก ก – 2 ตารางสรุปพื้นที่และราคาเปลือกแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางจังหวัด F3



ภาคผนวก ก – 2 ตารางสรุปพื้นที่และราคาเปลือกแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางจังหวัด F3 (ต่อ)

Level	Zone	Room	Facade Area																																	
			Wall Area													Windows Area																				
			North			East			South			West			Total	North					East					South					West					Total
			High	Wide	Sum	High	Wide	Sum	High	Wide	Sum	High	Wide	Sum		W1	W2	W3	W4	Area	W1	W2	W3	W4	Area	W1	W2	W3	W4	Area	W1	W2	W3	W4	Area	
F3	3 (North West)	Office 308	4.6	10.4	47.3	4.6	8.0	36.4	0.0	0.0	0.0	4.6	11.4	51.9	135.6	0	1	1	0	9.1	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	1	1	0	0	13.4	22.5
		Office 309	4.6	28.0	127.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	127.4	7	0	0	0	50.1	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	50.1
		Office 307	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	19.8	90.1	90.1	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	4	0	0	0	28.6	28.6
		Wc 303	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	9.6	43.7	43.7	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	2	2.9	2.9
		Stair 303	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	2.0	9.1	4.6	3.4	15.5	24.6	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	1	0	2.9	2.9
		Cir. 303	4.6	4.8	21.8	4.6	19.8	90.1	4.6	32.8	149.2	4.6	8.0	36.4	297.6	0	0	1	0	2.9	4	0	0	0	28.6	7	0	0	0	50.1	0	0	0	0	0.0	81.5
									(North)			Total Wall Area			134.6	No.		H.	W.	Area							(North)				Total Windows Area					62.0
									(East)			Total Wall Area			97.9	W1		3	3	7.15							(East)				Total Windows Area					28.6
									(South)			Total Wall Area			108.3	W2		3	2	6.24							(South)				Total Windows Area					50.1
									(West)			Total Wall Area			189.8	W3		3	1	2.86							(West)				Total Windows Area					47.7
									Grand Total Wall Area (F3 Zone 3)						530.5	W4		1	2	1.44										Grand Total Windows Area (F3 Zone 3)						188.4
	Zone	Room	Facade Area																																	
			Wall Area													Windows Area																				
			North			East			South			West			Total	North					East					South					West					Total
			High	Wide	Sum	High	Wide	Sum	High	Wide	Sum	High	Wide	Sum		W1	W2	W3	W4	Area	W1	W2	W3	W4	Area	W1	W2	W3	W4	Area	W1	W2	W3	W4	Area	
	4 (North East)	Office 311	4.6	10.4	47.3	4.6	11.4	51.9	0.0	0.0	0.0	4.6	8.0	36.4	135.6	0	1	1	0	9.1	1	1	0	0	13.4	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	22.5
		Office 310	4.6	28.0	127.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	127.4	7	0	0	0	50.1	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	50.1
		Office 312	0.0	0.0	0.0	4.6	19.8	90.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.1	0	0	0	0	0.0	4	0	0	0	28.6	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	28.6
		Wc 304	0.0	0.0	0.0	4.6	9.6	43.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.7	0	0	0	0	0.0	0	0	0	2	2.9	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	2.9
		Stair 304	0.0	0.0	0.0	4.6	3.4	15.5	4.6	2.0	9.1	0.0	0.0	0.0	24.6	0	0	0	0	0.0	0	0	1	0	2.9	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	2.9
		Cir. 304	4.6	4.8	21.8	4.6	8.0	36.4	4.6	32.8	149.2	4.6	19.8	90.1	297.6	0	0	1	0	2.9	0	0	0	0	0.0	7	0	0	0	50.1	4	0	0	0	28.6	81.5
									(North)			Total Wall Area			134.6	No.		H.	W.	Area							(North)				Total Windows Area					62.0
									(East)			Total Wall Area			189.8	W1		3	3	7.15							(East)				Total Windows Area					47.7
									(South)			Total Wall Area			108.3	W2		3	2	6.24							(South)				Total Windows Area					50.1
									(West)			Total Wall Area			97.9	W3		3	1	2.86							(West)				Total Windows Area					28.6
									Grand Total Wall Area (F3 Zone 4)						530.5	W4		1	2	1.44										Grand Total Windows Area (F3 Zone 4)						188.4

ภาคผนวก ก – 2 ตารางสรุปพื้นที่และราคาเปลือกแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางจังหวัด F4

Facade Area – Wall Area

Level	Zone	Room	North High	North Wide	North Sum	East High	East Wide	East Sum	South High	South Wide	South Sum	West High	West Wide	West Sum	Total
F4	1 (South West)	Office 402	0.0	0.0	0.0	4.6	8.0	36.4	4.6	10.4	47.3	4.6	11.4	51.9	135.6
		Office 403	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	28.0	127.4	0.0	0.0	0.0	127.4
		Office 401	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	19.8	90.1	90.1
		Wc 401	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	9.6	43.7	43.7
		Stair 401	4.6	2.0	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	3.4	15.5	24.6
		Cir. 401	4.6	32.8	149.2	4.6	19.8	90.1	4.6	4.8	21.8	4.6	8.0	36.4	297.6
									(North)	Total Wall Area					108.3
									(East)	Total Wall Area					97.9
									(South)	Total Wall Area					134.6
									(West)	Total Wall Area					189.8
		Grand Total Wall Area (F4 Zone 1)													530.5
	2 (South East)	Office 405	0.0	0.0	0.0	4.6	11.4	51.9	4.6	10.4	47.3	4.6	8.0	36.4	135.6
		Office 404	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	28.0	127.4	0.0	0.0	0.0	127.4
		Office 406	0.0	0.0	0.0	4.6	19.8	90.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.1
		Wc 402	0.0	0.0	0.0	4.6	9.6	43.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.7
		Stair 402	4.6	2.0	9.1	4.6	3.4	15.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.6
		Cir. 402	4.6	32.8	149.2	4.6	8.0	36.4	4.6	4.8	21.8	4.6	19.8	90.1	297.6
									(North)	Total Wall Area					108.3
									(East)	Total Wall Area					189.8
									(South)	Total Wall Area					134.6
									(West)	Total Wall Area					97.9
		Grand Total Wall Area (F4 Zone 2)													530.5

Facade Area – Windows Area

Zone	Room	N W1	N W2	N W3	N W4	N Area	E W1	E W2	E W3	E W4	E Area	S W1	S W2	S W3	S W4	S Area	W W1	W W2	W W3	W W4	W Area	Total
1 (South West)	Office 402	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	1	1	0	9.1	1	1	0	0	13.4	22.5
	Office 403	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	7	0	0	0	50.1	0	0	0	0	0.0	50.1
	Office 401	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	4	0	0	0	28.6	28.6
	Wc 401	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	2	2.9	2.9
	Stair 401	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	1	0	2.9	2.9
	Cir. 401	7	0	0	0	50.1	4	0	0	0	28.6	0	0	1	0	2.9	0	0	0	0	0.0	81.5
												(North)	Total Windows Area									50.1
												(East)	Total Windows Area									28.6
												(South)	Total Windows Area									62.0
												(West)	Total Windows Area									47.7
	Grand Total Windows Area (F4 Zone 1)																					188.4
2 (South East)	Office 405	0	0	0	0	0.0	1	1	0	0	13.4	0	1	1	0	9.1	0	0	0	0	0.0	22.5
	Office 404	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	7	0	0	0	50.1	0	0	0	0	0.0	50.1
	Office 406	0	0	0	0	0.0	4	0	0	0	28.6	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	28.6
	Wc 402	0	0	0	0	0.0	0	0	0	2	2.9	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	2.9
	Stair 402	0	0	0	0	0.0	0	0	1	0	2.9	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	2.9
	Cir. 402	7	0	0	0	50.1	0	0	0	0	0.0	0	0	1	0	2.9	4	0	0	0	28.6	81.5
												(North)	Total Windows Area									50.1
												(East)	Total Windows Area									47.7
												(South)	Total Windows Area									62.0
												(West)	Total Windows Area									28.6
	Grand Total Windows Area (F4 Zone 2)																					188.4

Window types (printed for each zone)

No.	H.	W.	Area
W1	3	3	7.15
W2	3	2	6.24
W3	3	1	2.86
W4	1	2	1.44
No.	H.	W.	Area
W1	3	3	7.15
W2	3	2	6.24
W3	3	1	2.86
W4	1	2	1.44

ภาคผนวก ก – 2 ตารางสรุปพื้นที่และราคาเปลือกแบบมาตรฐานอาคารศาลากลางจังหวัด F4 (ต่อ)

Level: F4 — Zone: 3 (North West) — Facade Area: Wall Area

Room	North High	North Wide	North Sum	East High	East Wide	East Sum	South High	South Wide	South Sum	West High	West Wide	West Sum	Total
Office 408	4.6	10.4	47.3	4.6	8.0	36.4	0.0	0.0	0.0	4.6	11.4	51.9	135.6
Office 409	4.6	28.0	127.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	127.4
Office 407	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	19.8	90.1	90.1
Wc 403	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	9.6	43.7	43.7
Stair 403	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	2.0	9.1	4.6	3.4	15.5	24.6
Cir. 403	4.6	4.8	21.8	4.6	19.8	90.1	4.6	32.8	149.2	4.6	8.0	36.4	297.6

(North)	Total Wall Area	134.6
(East)	Total Wall Area	97.9
(South)	Total Wall Area	108.3
(West)	Total Wall Area	189.8
Grand Total Wall Area (F4 Zone 3)		530.5

Level: F4 — Zone: 3 (North West) — Facade Area: Windows Area

Room	North W1	North W2	North W3	North W4	North Area	East W1	East W2	East W3	East W4	East Area	South W1	South W2	South W3	South W4	South Area	West W1	West W2	West W3	West W4	West Area	Total
Office 408	0	1	1	0	9.1	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	1	1	0	0	13.4	22.5
Office 409	7	0	0	0	50.1	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	50.1
Office 407	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	4	0	0	0	28.6	28.6
Wc 403	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	2	2.9	2.9
Stair 403	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	1	0	2.9	2.9
Cir. 403	0	0	1	0	2.9	4	0	0	0	28.6	7	0	0	0	50.1	0	0	0	0	0.0	81.5

No.	H.	W.	Area
W1	3	3	7.15
W2	3	2	6.24
W3	3	1	2.86
W4	1	2	1.44

(North)	Total Windows Area	62.0
(East)	Total Windows Area	28.6
(South)	Total Windows Area	50.1
(West)	Total Windows Area	47.7
Grand Total Windows Area (F4 Zone 3)		188.4

Level: F4 — Zone: 4 (North East) — Facade Area: Wall Area

Room	North High	North Wide	North Sum	East High	East Wide	East Sum	South High	South Wide	South Sum	West High	West Wide	West Sum	Total
Office 411	4.6	10.4	47.3	4.6	11.4	51.9	0.0	0.0	0.0	4.6	8.0	36.4	135.6
Office 410	4.6	28.0	127.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	127.4
Office 412	0.0	0.0	0.0	4.6	19.8	90.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.1
Wc 404	0.0	0.0	0.0	4.6	9.6	43.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.7
Stair 404	0.0	0.0	0.0	4.6	3.4	15.5	4.6	2.0	9.1	0.0	0.0	0.0	24.6
Cir. 404	4.6	4.8	21.8	4.6	8.0	36.4	4.6	32.8	149.2	4.6	19.8	90.1	297.6

(North)	Total Wall Area	134.6
(East)	Total Wall Area	189.8
(South)	Total Wall Area	108.3
(West)	Total Wall Area	97.9
Grand Total Wall Area (F4 Zone 4)		530.5

Level: F4 — Zone: 4 (North East) — Facade Area: Windows Area

Room	North W1	North W2	North W3	North W4	North Area	East W1	East W2	East W3	East W4	East Area	South W1	South W2	South W3	South W4	South Area	West W1	West W2	West W3	West W4	West Area	Total
Office 411	0	1	1	0	9.1	1	1	0	0	13.4	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	22.5
Office 410	7	0	0	0	50.1	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	50.1
Office 412	0	0	0	0	0.0	4	0	0	0	28.6	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	28.6
Wc 404	0	0	0	0	0.0	0	0	0	2	2.9	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	2.9
Stair 404	0	0	0	0	0.0	0	0	1	0	2.9	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	2.9
Cir. 404	0	0	1	0	2.9	0	0	0	0	0.0	7	0	0	0	50.1	4	0	0	0	28.6	81.5

No.	H.	W.	Area
W1	3	3	7.15
W2	3	2	6.24
W3	3	1	2.86
W4	1	2	1.44

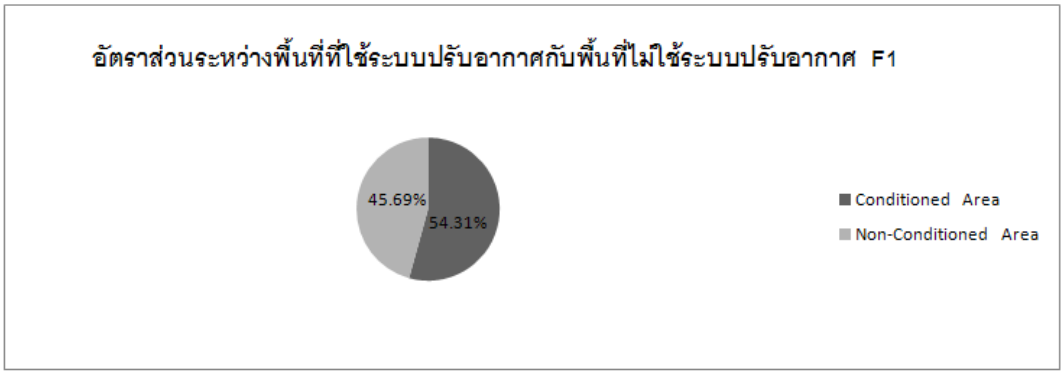
(North)	Total Windows Area	62.0
(East)	Total Windows Area	47.7
(South)	Total Windows Area	50.1
(West)	Total Windows Area	28.6
Grand Total Windows Area (F4 Zone 4)		188.4

ภาคผนวก ก – 3 ตารางสรุปอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ที่ใช้ระบบปรับอากาศ : พื้นที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศ F1

Floor	Zone	Room	AC.*	Area (m^2)		Used Hours	Note
				Conditioned Area	Non-Conditioned Area		
1	South West (SW.)	Office 101	Yes	105.00	0.00	8	-
		Office 102	Yes	364.00	0.00	8	-
		Control Room 101	No	0.00	120.00	24	-
		W.C. 101	No	0.00	76.00	24	-
		Fire escape 101	No	0.00	24.00	24	-
		Circulation 101/102	No	0.00	570.00	24	-
	South East (SE.)	Office 103	Yes	364.00	0.00	8	-
		Office 104	Yes	105.00	0.00	8	-
		Office 105	Yes	120.00	0.00	8	-
		W.C. 102	No	0.00	76.00	24	-
		Fire escape 102	No	0.00	24.00	24	-
	North West (NW.)	Office 106	Yes	105.00	0.00	8	-
		Office 107	Yes	364.00	0.00	8	-
		Control Room 102	No	0.00	120.00	24	-
		W.C. 103	No	0.00	76.00	24	-
		Fire escape 103	No	0.00	24.00	24	-
		Circulation 103/104	No	0.00	570.00	24	-
	North East (NE.)	Office 108	Yes	364.00	0.00	8	-
		Office 109	Yes	105.00	0.00	8	-
		Office 110	Yes	120.00	0.00	8	-
		W.C. 104	No	0.00	76.00	24	-
		Fire escape 104	No	0.00	24.00	24	-

สรุปอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ที่ใช้ระบบปรับอากาศกับพื้นที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศ F1

ลำดับที่	ลักษณะการใช้งานของพื้นที่ (F1)	Area (m^2)	%	Note
1	Conditioned Area	2,116.00	54.31	-
2	Non-Conditioned Area	1,780.00	45.69	-
	รวม	3,896.00	100.00	-

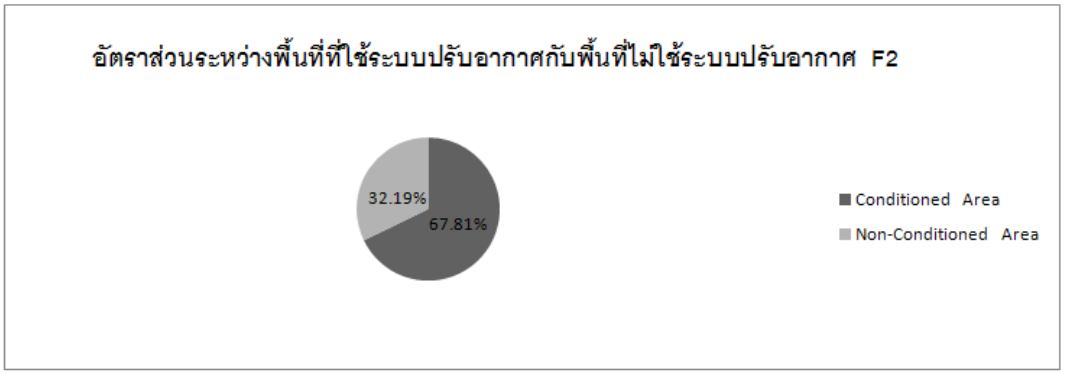


ภาคผนวก ก – 3 ตารางสรุปอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ที่ใช้ระบบปรับอากาศ : พื้นที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศ F2

Floor	Zone	Room	AC.*	Area (m^2)		Used Hours	Note
				Conditioned Area	Non-Conditioned Area		
2	South West (SW.)	Office 201	Yes	120.00	0.00	8	-
		Office 202	Yes	105.00	0.00	8	-
		Office 203	Yes	364.00	0.00	8	-
		W.C. 201	No	0.00	76.00	24	-
		Fire escape 201	No	0.00	24.00	24	-
		Circulation 201/202	No	0.00	440.00	24	-
	South East (SE.)	Office 204	Yes	364.00	0.00	8	-
		Office 205	Yes	105.00	0.00	8	-
		Office 206	Yes	120.00	0.00	8	-
		W.C. 202	No	0.00	76.00	24	-
		Fire escape 202	No	0.00	24.00	24	-
		Meeting 201	Yes	170.00	0.00	8	-
	North West (NW.)	Office 207	Yes	120.00	0.00	8	-
		Office 208	Yes	105.00	0.00	8	-
		Office 209	Yes	364.00	0.00	8	-
		W.C. 203	No	0.00	76.00	24	-
		Fire escape 203	No	0.00	24.00	24	-
		Circulation 203/204	No	0.00	440.00	24	-
	North East (NE.)	Office F210	Yes	364.00	0.00	8	-
		Office F211	Yes	105.00	0.00	8	-
		Office F212	Yes	120.00	0.00	8	-
		W.C. F204	No	0.00	76.00	24	-
		Fire escape F204	No	0.00	24.00	24	-
		Meeting 202	Yes	170.00	0.00	8	-

สรุปอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ที่ใช้ระบบปรับอากาศกับพื้นที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศ F2

ลำดับที่	ลักษณะการใช้งานของพื้นที่ (F2)	Area (m^2)	%	Note
1	Conditioned Area	2,696.00	67.81	-
2	Non-Conditioned Area	1,280.00	32.19	-
	รวม	3,976.00	100.00	-

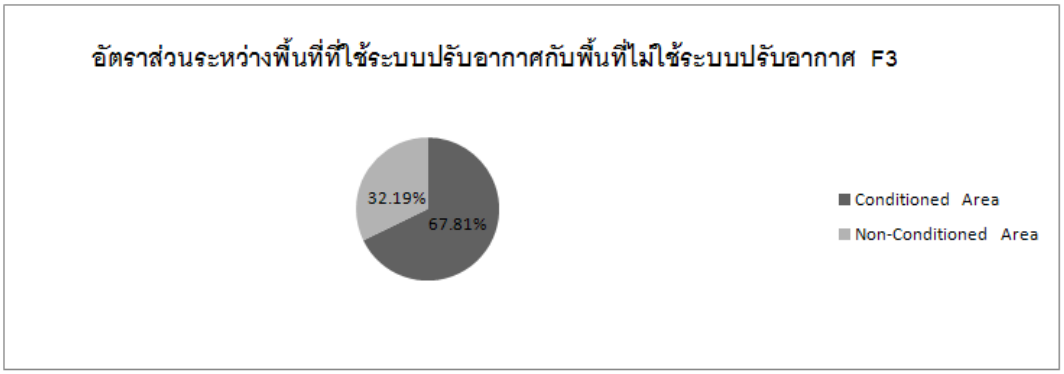


ภาคผนวก ก – 3 ตารางสรุปอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ที่ใช้ระบบปรับอากาศ : พื้นที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศ F3

Floor	Zone	Room	AC.*	Area (m^2)		Used Hours	Note
				Conditioned Area	Non-Conditioned Area		
3	South West (SW.)	Office 301	Yes	120.00	0.00	8	-
		Office 302	Yes	105.00	0.00	8	-
		Office 303	Yes	364.00	0.00	8	-
		W.C. 301	No	0.00	76.00	24	-
		Fire escape 301	No	0.00	24.00	24	-
		Circulation 301/302	No	0.00	440.00	24	-
	South East (SE.)	Office 304	Yes	364.00	0.00	8	-
		Office 305	Yes	105.00	0.00	8	-
		Office 306	Yes	120.00	0.00	8	-
		W.C. F302	No	0.00	76.00	24	-
		Fire escape F302	No	0.00	24.00	24	-
		Meeting 301	No	170.00	0.00	8	-
	North West (NW.)	Office 307	Yes	120.00	0.00	8	-
		Office 308	Yes	105.00	0.00	8	-
		Office 309	Yes	364.00	0.00	8	-
		W.C. 303	No	0.00	76.00	24	-
		Fire escape 303	No	0.00	24.00	24	-
		Circulation 303/304	No	0.00	440.00	24	-
	North East (NE.)	Office 310	Yes	364.00	0.00	8	-
		Office 311	Yes	105.00	0.00	8	-
		Office 312	Yes	120.00	0.00	8	-
		W.C. 304	No	0.00	76.00	24	-
		Fire escape 304	No	0.00	24.00	24	-
		Meeting 302	No	170.00	0.00	8	-

สรุปอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ที่ใช้ระบบปรับอากาศกับพื้นที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศ F3

ลำดับที่	ลักษณะการใช้งานของพื้นที่ (F3)	Area (m^2)	%	Note
1	Conditioned Area	2,696.00	67.81	-
2	Non-Conditioned Area	1,280.00	32.19	-
	รวม	3,976.00	100.00	-

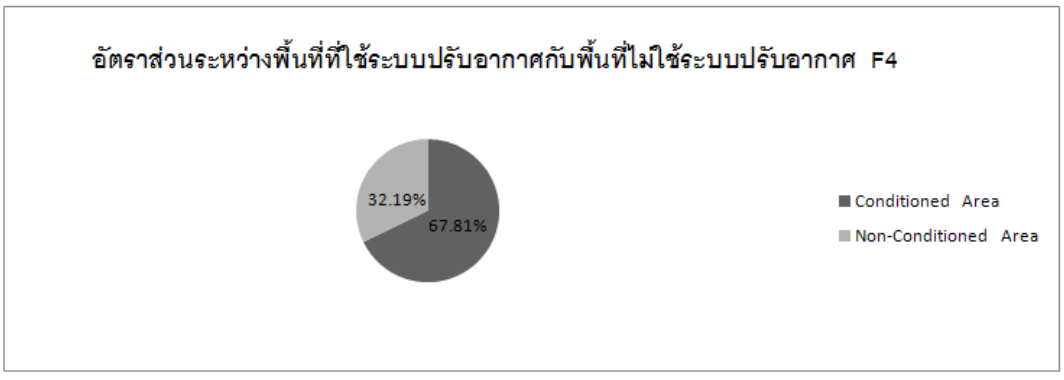


ภาคผนวก ก – 3 ตารางสรุปอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ที่ใช้ระบบปรับอากาศ : พื้นที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศ F4

Floor	Zone	Room	AC.*	Area (m^2)		Used Hours	Note
				Conditioned Area	Non-Conditioned Area		
4	South West (SW.)	Meeting 401	Yes	120.00	0.00	8	-
		Meeting 402	Yes	105.00	0.00	8	-
		Meeting 403	Yes	792.00	0.00	8	-
		W.C. 401	No	0.00	76.00	24	-
		Fire escape 401	No	0.00	24.00	24	-
		Circulation 401/402	No	0.00	507.00	24	-
	South East (SE.)	Meeting 404	Yes	40.00	0.00	8	-
		Meeting 405	Yes	105.00	0.00	8	-
		Meeting 406	Yes	120.00	0.00	8	-
		W.C. 402	No	0.00	76.00	24	-
		Fire escape 402	No	0.00	24.00	24	-
	North West (NW.)	Meeting 407	Yes	120.00	0.00	8	-
		Meeting 408	Yes	105.00	0.00	8	-
		Meeting 409	Yes	792.00	0.00	8	-
		W.C. 403	No	0.00	76.00	24	-
		Fire escape 403	No	0.00	24.00	24	-
		Circulation 403/404	No	0.00	507.00	24	-
	North East (NE.)	Meeting 410	Yes	40.00	0.00	8	-
		Meeting 411	Yes	105.00	0.00	8	-
		Meeting 412	Yes	120.00	0.00	8	-
		W.C. 404	No	0.00	76.00	24	-
		Fire escape 404	No	0.00	24.00	24	-

สรุปอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ที่ใช้ระบบปรับอากาศกับพื้นที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศ F4

ลำดับที่	ลักษณะการใช้งานของพื้นที่ (F4)	Area (m^2)	%	Note
1	Conditioned Area	2,564.00	64.45	-
2	Non-Conditioned Area	1,414.00	35.55	-
	รวม	3,978.00	100.00	-



ภาคผนวก ก – 4 ตารางสรุปปริมาณไฟฟ้าในระบบปรับอากาศที่ใช้สอยในส่วนต่างๆ

Floor	Zone	Room Title	Load (BTU/Hr.)	EER.	@	Power (W.)	Load (BTU/Hr.)	EER.	@	Power (W.)	Load (BTU/Hr.)	EER.	@	Power (W.)	Total Load (BTU/Hr.)	Total Power (W.)
1	South West (SW.)	: Office 101	25,000	11.0	1	2,273	30,000	11.0	2	5,455	0	0.0	0	0	85,000	7,727
		: Office 102	13,000	11.0	1	1,182	15,000	11.0	1	1,364	36,000	11.0	1	3,273	328,000	33,318
			44,000	9.6	6	27,500	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0		
		: Control Room 101	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
		: W.C. 101	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
		: Fire escape 101	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
		: Circulation 101/102	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
	South East (SE.)	: Office 103	15,000	11.0	1	1,364	44,000	9.6	6	27,500	0	0.0	0	0	279,000	28,864
		: Office 104	25,000	11.0	1	2,273	30,000	11.0	2	5,455	0	0.0	0	0	85,000	7,727
		: Office 105	18,000	11.0	1	1,636	36,000	11.0	3	9,818	0	0.0	0	0	126,000	11,455
		: W.C. 102	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
		: Fire escape 102	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
	North West (NW.)	: Office 106	25,000	11.0	1	2,273	30,000	11.0	2	5,455	0	0.0	0	0	85,000	7,727
		: Office 107	15,000	11.0	2	2,727	44,000	9.6	7	32,083	0	0.0	0	0	338,000	34,811
		: Control Room 102	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
		: W.C. 103	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
		: Fire escape 103	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
		: Circulation 103/104	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
	North East (NE.)	: Office 108	15,000	11.0	2	2,727	44,000	9.6	7	32,083	0	0.0	0	0	338,000	34,811
		: Office 109	25,000	11.0	1	2,273	30,000	11.0	2	5,455	0	0.0	0	0	85,000	7,727
		: Office 110	18,000	11.0	4	6,545	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	72,000	6,545
		: W.C. 104	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
		: Fire escape 104	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
														F1 Total	1,821,000	180,712
2	South West (SW.)	: Office 201	30,000	11.0	3	8,182	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	90,000	8,182
		: Office 202	25,000	11.0	1	2,273	30,000	11.0	2	5,455	0	0.0	0	0	85,000	7,727
		: Office 203	15,000	11.0	1	1,364	44,000	9.6	7	32,083	0	0.0	0	0	323,000	33,447
		: Meeting 201	44,000	9.6	3	13,750	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	132,000	13,750
		: W.C. 201	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
		: Fire escape 201	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
		: Circulation 201/202	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
	South East (SE.)	: Office 204	15,000	11.0	3	4,091	44,000	9.6	6	27,500	0	0.0	0	0	309,000	31,591
		: Office 205	25,000	11.0	2	4,545	44,000	9.6	1	4,583	0	0.0	0	0	94,000	9,129
		: Office 206	18,000	11.0	1	1,636	25,000	11.0	3	6,818	0	0.0	0	0	93,000	8,455
		: W.C. 202	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
		: Fire escape 202	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
	North West (NW.)	: Office 207	18,000	11.0	1	1,636	30,000	11.0	2	5,455	0	0.0	0	0	78,000	7,091
		: Office 208	25,000	11.0	1	2,273	30,000	11.0	2	5,455	0	0.0	0	0	85,000	7,727
		: Office 209	15,000	11.0	1	1,364	48,000	9.6	7	35,000	0	0.0	0	0	351,000	36,364
		: Meeting 202	44,000	9.6	3	13,750	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	132,000	13,750
		: W.C. 203	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
		: Fire escape 203	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
		: Circulation 203/204	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
	North East (NE.)	: Office F210	15,000	11.0	2	2,727	44,000	9.6	7	32,083	0	0.0	0	0	338,000	34,811
		: Office F211	25,000	11.0	1	2,273	30,000	11.0	2	5,455	0	0.0	0	0	85,000	7,727
		: Office F212	18,000	11.0	1	1,636	30,000	11.0	2	5,455	0	0.0	0	0	78,000	7,091
		: W.C. F204	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
		: Fire escape F204	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
														F2 Total	2,273,000	226,841

ภาคผนวก ก – 4 ตารางสรุปปริมาณไฟฟ้าในระบบปรับอากาศที่ใช้สอยในส่วนต่างๆ (ต่อ)

Floor	Zone	Room Title	Load (BTU/Hr.)	EER	@	Power (W.)	Load (BTU/Hr.)	EER	@	Power (W.)	Load (BTU/Hr.)	EER	@	Power (W.)	Total Load (BTU/Hr.)	Total Power (W.)
3	South West (SW.)	: Office 301	30,000	11.0	2	5,455	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	60,000	5,455
		: Office 302	25,000	11.0	1	2,273	30,000	11.0	2	5,455	0	0.0	0	0	85,000	7,727
		: Office 303	18,000	11.0	1	1,636	25,000	11.0	1	2,273	36,000	11.0	1	3,273	299,000	30,098
			44,000	9.6	5	22,917	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0		
		: Meeting 301	44,000	9.6	3	13,750	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	132,000	13,750
		: W.C. 301	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
		: Fire escape 301	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
		: Circulation 301/302	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
	South East (SE.)	: Office 304	18,000	11.0	1	1,636	25,000	11.0	3	6,818	30,000	11.0	2	5,455	297,000	27,000
			36,000	11.0	4	13,091	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0		
		: Office 305	30,000	11.0	4	10,909	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	120,000	10,909
		: Office 306	18,000	11.0	1	1,636	30,000	11.0	3	8,182	0	0.0	0	0	108,000	9,818
		: W.C. F302	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
		: Fire escape F302	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
	North West (NW.)	: Office 307	18,000	11.0	1	1,636	30,000	11.0	3	8,182	0	0.0	0	0	108,000	9,818
		: Office 308	25,000	11.0	1	2,273	30,000	11.0	2	5,455	0	0.0	0	0	85,000	7,727
		: Office 309	18,000	11.0	1	1,636	44,000	9.6	7	32,083	0	0.0	0	0	326,000	33,720
		: Meeting 302	30,000	11.0	4	10,909	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	120,000	10,909
		: W.C. 303	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
		: Fire escape 303	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
		: Circulation 303	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
	North East (NE.)	: Office 310	18,000	11.0	2	3,273	30,000	11.0	1	2,727	44,000	9.6	6	27,500	330,000	33,500
		: Office 311	25,000	11.0	1	2,273	30,000	11.0	2	5,455	0	0.0	0	0	85,000	7,727
		: Office 312	30,000	11.0	2	5,455	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	60,000	5,455
		: W.C. 304	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
		: Fire escape 304	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
														F3 Total	2,215,000	213,614
4	South West (SW.)	: Meeting 401	24,000	11.0	2	4,364	36,000	11.0	1	3,273	0	0.0	0	0	84,000	7,636
		: Meeting 402	30,000	11.0	4	10,909	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	120,000	10,909
		: Meeting 403	44,000	9.6	26	119,167	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	1,144,000	119,167
		: W.C. 401	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
		: Fire escape 401	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
		: Circulation 401/402	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
	South East (SE.)	: Meeting 404	36,000	11.0	1	3,273	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	36,000	3,273
		: Meeting 405	30,000	11.0	4	10,909	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	120,000	10,909
		: Meeting 406	24,000	11.0	2	4,364	36,000	11.0	1	3,273	0	0.0	0	0	84,000	7,636
		: W.C. 402	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
		: Fire escape 402	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
	North West (NW.)	: Meeting 407	36,000	11.0	4	13,091	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	144,000	13,091
		: Meeting 408	30,000	11.0	4	10,909	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	120,000	10,909
		: Meeting 409	36,000	11.0	24	78,545	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	864,000	78,545
		: W.C. 403	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
		: Fire escape 403	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
		: Circulation 403/404	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
	North East (NE.)	: Meeting 410	36,000	11.0	1	3,273	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	36,000	3,273
		: Meeting 411	30,000	11.0	4	10,909	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	120,000	10,909
		: Meeting 412	36,000	11.0	3	9,818	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	108,000	9,818
		: W.C. 404	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
		: Fire escape 404	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
														F4 Total	2,980,000	286,076
														Grand Total	9,289,000	907,242

ภาคผนวก ก – 5 คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคารอ้างอิง (OTTV)

คำนวนค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV/RTTV)

ประเภทอาคาร : อาคารสำนักงานสูง 4 ชั้น ปรับอากาศทั้งหลัง
วัสดุผนังทึบ : ผนังก่ออิฐมวลเบา ฉาบปูนเรียบ ทาสี
วัสดุผนังโปร่งแสง : กระจกใส หนา 6 มม. (ทั้งหน้าต่างและประตู)
วัสดุหลังคา : กระเบื้องคอนกรีต ติดแผ่นกันความร้อน อลูมินัมฟอยล์ 2 ด้าน หนาด้านละ 7 ไมครอน
วัสดุฝ้าเพดาน : ฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ดหนา 13 มม. ปูด้วยฉนวนใยแก้วหุ้มฟอยล์ทุกด้าน หนา 75 มม,

ตารางการคำนวนหาค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังแต่ละด้าน

ทิศ	ผนัง (AC.)	มุมเอียงองศา	พื้นที่ผนัง (m^2)	พื้นที่กระจก (m^2)	WWR	U ($w/m^2.°c$)	DSH ($kj/m^2.°c$)	TD_{eq} ΔT	SHGC	SC	ESR (w/m^2)	Q (W) con+rad	ค่า OTTV (W/m^2)
เหนือ	ผนัง (N1)	90	244.18		16.97%	1.70	71.40	9.49				3,263.20	เหนือ
	ประตู+หน้าต่าง (N1)	90		49.92		5.88		5.00	0.73	0.95	185.06	1,336.66	
		รวมพื้นที่ผิว (N1)		**294.10**									
	ผนัง (N2)	90	82.65		35.18%	1.70	71.40	9.49				862.37	
	ประตู+หน้าต่าง (N2)	90		44.85		5.88		5.00	0.73	0.95	185.06	2,488.75	
		รวมพื้นที่ผิว (N2)		**127.50**									
	ผนัง (N3)	90	660.22		39.07%	1.70	71.40	9.49				6,475.42	
	ประตู+หน้าต่าง (N3)	90		423.28		5.88		5.00	0.73	0.95	185.06	26,085.16	
		รวมพื้นที่ผิว (N3)		**1,083.50**									**26.92**
ตะวันออก	ผนัง (E1)	90	121.10		0.00%	1.70	71.40	11.44				2,351.41	ตะวันออก
	ประตู+หน้าต่าง (E1)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E1)		**121.10**									
	ผนัง (E2)	90	635.48		34.41%	1.70	71.40	11.44				8,093.82	
	ประตู+หน้าต่าง (E2)	90		333.32		5.88		5.00	0.73	0.89	244.53	21,489.77	
		รวมพื้นที่ผิว (E2)		**968.80**									
	ผนัง (E3)	90	102.00		0.00%	1.70	71.40	11.44				1,980.54	
	ประตู+หน้าต่าง (E3)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E3)		**102.00**									
	ผนัง (E4)	90	276.80		0.00%	1.70	71.40	11.44				5,374.65	
	ประตู+หน้าต่าง (E4)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E4)		**276.80**									**26.75**
ตะวันตก	ผนัง (W1)	90	121.10		0.00%	1.70	71.40	10.67				2,192.96	ตะวันตก
	ประตู+หน้าต่าง (W1)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W1)		**121.10**									
	ผนัง (W2)	90	496.38		36.91%	1.70	71.40	10.67				5,670.89	
	ประตู+หน้าต่าง (W2)	90		290.42		5.88		5.00	0.73	0.89	234.58	19,398.68	
		รวมพื้นที่ผิว (W2)		**786.80**									
	ผนัง (W3)	90	102.00		0.00%	1.70	71.40	10.67				1,847.09	
	ประตู+หน้าต่าง (W3)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W3)		**102.00**									
	ผนัง (W)	90	68.00		0.00%	1.70	71.40	10.67				1,231.39	
	ประตู+หน้าต่าง (W)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W4)		**68.00**									**28.15**
ใต้	ผนัง (S1)	90	244.18		16.97%	1.70	71.40	11.57				3,980.87	ใต้
	ประตู+หน้าต่าง (S1)	90		49.92		5.88		5.00	0.73	0.83	267.41	1,622.08	
		รวมพื้นที่ผิว (S1)		**294.10**									
	ผนัง (S2)	90	82.65		35.18%	1.70	71.40	11.57				1,052.03	
	ประตู+หน้าต่าง (S2)	90		44.85		5.88		5.00	0.73	0.83	267.41	3,020.18	
		รวมพื้นที่ผิว (S2)		**127.50**									
	ผนัง (S3)	90	660.22		39.07%	1.70	71.40	11.57				7,899.53	
	ประตู+หน้าต่าง (S3)	90		423.28		5.88		5.00	0.73	0.83	267.41	31,655.20	
		รวมพื้นที่ผิว (S3)		**1,083.50**									**32.71**

ภาคผนวก ก – 5 คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคารอ้างอิง (OTTV) (ต่อ)

ทิศ	หลังคา	มุมเอียงองศา	พื้นที่หลังคาทึบ (m^2)	พื้นที่หลังคาโปร่งแสง (m^2)	SRR	U ($w/m^2.°c$)	DSH ($kl/m^2.°c$)	TD_{eq} $\triangle T$	SHGC	SC	ESR (w/m^2)	Q (W) con+rad	ค่า RTTV (W/m^2)
เหนือ	หลังคาทึบ (RN1)	90	53.80		0.00%	0.32	30.20	24.70				421.25	เหนือ
	หลังคาโปร่งแสง (RN1)	90		0.00		0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (RN1)		**53.80**									
	หลังคาทึบ (RN1)	45	1,188.80		0.00%	0.32	30.20	24.70				9,308.19	
	หลังคาโปร่งแสง (RN1)	45		0.00		0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (RN2)		1,188.80									**7.83**
ตะวันออก	หลังคาทึบ (RE1)	90	13.20		0.00%	0.32	30.20	29.60				123.86	ตะวันออก
	หลังคาโปร่งแสง (RE1)	90		0.00		0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (RE1)		**13.20**									
	หลังคาทึบ (RE2)	45	735.80		0.00%	0.32	30.20	29.60				6,904.16	
	หลังคาโปร่งแสง (RE2)	45		0.00		0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (RE2)		**735.80**									**9.38**
ตะวันตก	หลังคาทึบ (RW1)	90	13.20		0.00%	0.32	30.20	30.80				128.88	ตะวันตก
	หลังคาโปร่งแสง (RW1)	90		0.00		0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (RW1)		**13.20**									
	หลังคาทึบ (RW2)	45	735.80		0.00%	0.32	30.20	30.80				7,184.06	
	หลังคาโปร่งแสง (RW2)	45		0.00		0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (RW2)		**735.80**									**9.76**
ใต้	หลังคาทึบ (RS1)	90	53.80		0.00%	0.32	30.20	29.00				494.58	ใต้
	หลังคาโปร่งแสง (RS1)	90		0.00		0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (RS1)		**53.80**									
	หลังคาทึบ (RS2)	45	1,188.80		0.00%	0.32	30.20	29.00				10,928.64	
	หลังคาโปร่งแสง (RS2)	45		0.00		0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (RS2)		1,188.80									**9.19**
		รวมพื้นที่เปลือก		**5,556.80**			**ค่า OTTV เฉลี่ยทุกด้าน**					**28.68**	
		รวมพื้นที่หลังคา		**3,963.20**			**ค่า RTTV เฉลี่ยทุกด้าน**					**8.91**	

ภาคผนวก ข

ข้อมูลจากการคำนวณประสิทธิภาพในด้านต่างๆของแต่ละแนวทางการปรับปรุง

ภาคผนวก ข – 1 คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV) W1-(GI.), แนวทางที่ 1 (จะแสดงรายละเอียดเฉพาะแนวทางการปรับปรุงที่มีความคุ้มค่าแก่การลงทุน)

คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV/RTTV) Alternative Case W1

ประเภทอาคาร : อาคารสำนักงานสูง 4 ชั้น ปรับอากาศทั้งหลัง
วัสดุผนังทึบ : ผนังก่ออิฐมอญครึ่งแผ่น ฉาบปูนเรียบ ทาสี
วัสดุผนังโปร่งแสง : กระจกใส หนา 6 มม. (ทั้งหน้าต่างและประตู)
วัสดุหลังคา : กระเบื้องคอนกรีต ติดแผ่นกันความร้อน อลูมินัมฟอยล์ 2 ด้าน หนาด้านละ 7 ไมครอน
วัสดุฝ้าเพดาน : ฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ดหนา 13 มม. ปูด้วยฉนวนใยแก้วหุ้มฟอยล์ทุกด้าน หนา 75 มม.

ตารางการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังแต่ละด้าน

ทิศ	ผนัง (AC.)	มุมเอียงขององศา	พื้นที่ผนัง (m^2)	พื้นที่กระจก (m^2)	WWR	U ($w/m^2.°c$)	DSH ($kj/m^2.°c$)	TD_{eq} ΔT	SHGC	SC	ESR (w/m^2)	Q (W) con+rad	ค่า OTTV (W/m^2)
เหนือ	ผนัง (N1)	90	244.18		16.97%	2.83	135.35	8.66				4,962.02	เหนือ
	ประตู+หน้าต่าง (N1)	90		49.92		5.88		5.00	0.73	0.95	185.06	1,336.66	
		รวมพื้นที่ผิว (N1)		**294.10**									
	ผนัง (N2)	90	82.65		35.18%	2.83	135.35	8.66				1,311.32	
	ประตู+หน้าต่าง (N2)	90		44.85		5.88		5.00	0.73	0.95	185.06	2,488.75	
		รวมพื้นที่ผิว (N2)		**127.50**									
	ผนัง (N3)	90	660.22		39.07%	2.83	135.35	8.66				9,846.50	
	ประตู+หน้าต่าง (N3)	90		423.28		5.88		5.00	0.73	0.95	185.06	26,085.16	
		รวมพื้นที่ผิว (N3)		**1,083.50**									**30.58**
ตะวันออก	ผนัง (E1)	90	121.10		0.00%	2.83	135.35	10.64				3,643.36	ตะวันออก
	ประตู+หน้าต่าง (E1)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E1)		**121.10**									
	ผนัง (E2)	90	635.48		34.41%	2.83	135.35	10.64				12,540.87	
	ประตู+หน้าต่าง (E2)	90		333.32		5.88		5.00	0.73	0.89	244.53	21,489.77	
		รวมพื้นที่ผิว (E2)		**968.80**									
	ผนัง (E3)	90	102.00		0.00%	2.83	135.35	10.64				3,068.73	
	ประตู+หน้าต่าง (E3)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E3)		**102.00**									
	ผนัง (E4)	90	276.80		0.00%	2.83	135.35	10.64				8,327.68	
	ประตู+หน้าต่าง (E4)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E4)		**276.80**									**33.41**
ตะวันตก	ผนัง (W1)	90	121.10		0.00%	2.83	135.35	10.57				3,619.39	ตะวันตก
	ประตู+หน้าต่าง (W1)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W1)		**121.10**									
	ผนัง (W2)	90	496.38		36.91%	2.83	135.35	10.57				9,359.56	
	ประตู+หน้าต่าง (W2)	90		290.42		5.88		5.00	0.73	0.89	234.58	19,398.68	
		รวมพื้นที่ผิว (W2)		**786.80**									
	ผนัง (W3)	90	102.00		0.00%	2.83	135.35	10.57				3,048.54	
	ประตู+หน้าต่าง (W3)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W3)		**102.00**									
	ผนัง (W)	90	68.00		0.00%	2.83	135.35	10.57				2,032.36	
	ประตู+หน้าต่าง (W)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W4)		**68.00**									**34.75**
ใต้	ผนัง (S1)	90	244.18		16.97%	2.83	135.35	10.61				6,079.28	ใต้
	ประตู+หน้าต่าง (S1)	90		49.92		5.88		5.00	0.73	0.83	267.41	1,622.08	
		รวมพื้นที่ผิว (S1)		**294.10**									
	ผนัง (S2)	90	82.65		35.18%	2.83	135.35	10.61				1,606.58	
	ประตู+หน้าต่าง (S2)	90		44.85		5.88		5.00	0.73	0.83	267.41	3,020.18	
		รวมพื้นที่ผิว (S2)		**127.50**									
	ผนัง (S3)	90	660.22		39.07%	2.83	135.35	10.61				12,063.56	
	ประตู+หน้าต่าง (S3)	90		423.28		5.88		5.00	0.73	0.83	267.41	31,655.20	
		รวมพื้นที่ผิว (S3)		**1,083.50**									**37.24**

ภาคผนวก ข – 1 คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV) W1-(Gr.), แนวทางที่ 57 (จะแสดงรายละเอียดเฉพาะแนวทางการปรับปรุงที่มีความคุ้มค่าแก่การลงทุน)

คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV/RTTV) Alternative Case W1

ประเภทอาคาร : อาคารสำนักงานสูง 4 ชั้น ปรับอากาศทั้งหลัง
วัสดุผนังทึบ : ผนังก่ออิฐมอญครึ่งแผ่น ฉาบปูนเรียบ ทาสี
วัสดุผนังโปร่งแสง : กระจกเขียวตัดแสง หนา 6 มม. (ทั้งหน้าต่างและประตู)
วัสดุหลังคา : กระเบื้องคอนกรีต ติดแผ่นกันความร้อน อลูมินัมฟอยล์ 2 ด้าน หนาด้านละ 7 ไมครอน
วัสดุฝ้าเพดาน : ฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ดหนา 13 มม. ปูด้วยฉนวนใยแก้วหุ้มฟอยล์ทุกด้าน หนา 75 มม.

ตารางการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังแต่ละด้าน

ทิศ	ผนัง (AC.)	มุมเอียงองศา	พื้นที่ผนัง (m^2)	พื้นที่กระจก (m^2)	WWR	U ($w/m^2.°c$)	DSH ($kj/m^2.°c$)	TD_{eq} ΔT	SHGC	SC	ESR (w/m^2)	Q (W) con+rad	ค่า OTTV (W/m^2)
เหนือ	ผนัง (N1)	90	244.18		16.97%	2.83	135.35	8.66				4,962.02	เหนือ
	ประตู+หน้าต่าง (N1)	90		49.92		5.85		5.00	0.54	0.95	185.06	1,052.18	
		รวมพื้นที่ผิว (N1)		**294.10**									
	ผนัง (N2)	90	82.65		35.18%	2.83	135.35	8.66				1,311.32	
	ประตู+หน้าต่าง (N2)	90		44.85		5.85		5.00	0.54	0.95	185.06	1,959.08	
		รวมพื้นที่ผิว (N2)		**127.50**									
	ผนัง (N3)	90	660.22		39.07%	2.83	135.35	8.66				9,846.50	
	ประตู+หน้าต่าง (N3)	90		423.28		5.85		5.00	0.54	0.95	185.06	20,533.52	
		รวมพื้นที่ผิว (N3)		**1,083.50**									**26.35**
ตะวันออก	ผนัง (E1)	90	121.10		0.00%	2.83	135.35	10.64				3,643.36	ตะวันออก
	ประตู+หน้าต่าง (E1)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E1)		**121.10**									
	ผนัง (E2)	90	635.48		34.41%	2.83	135.35	10.64				12,540.87	
	ประตู+หน้าต่าง (E2)	90		333.32		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	16,754.89	
		รวมพื้นที่ผิว (E2)		**968.80**									
	ผนัง (E3)	90	102.00		0.00%	2.83	135.35	10.64				3,068.73	
	ประตู+หน้าต่าง (E3)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E3)		**102.00**									
	ผนัง (E4)	90	276.80		0.00%	2.83	135.35	10.64				8,327.68	
	ประตู+หน้าต่าง (E4)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E4)		**276.80**									**30.19**
ตะวันตก	ผนัง (W1)	90	121.10		0.00%	2.83	135.35	10.57				3,619.39	ตะวันตก
	ประตู+หน้าต่าง (W1)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W1)		**121.10**									
	ผนัง (W2)	90	496.38		36.91%	2.83	135.35	10.57				9,359.56	
	ประตู+หน้าต่าง (W2)	90		290.42		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	15,152.06	
		รวมพื้นที่ผิว (W2)		**786.80**									
	ผนัง (W3)	90	102.00		0.00%	2.83	135.35	10.57				3,048.54	
	ประตู+หน้าต่าง (W3)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W3)		**102.00**									
	ผนัง (W)	90	68.00		0.00%	2.83	135.35	10.57				2,032.36	
	ประตู+หน้าต่าง (W)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W4)		**68.00**									**30.81**
ใต้	ผนัง (S1)	90	244.18		16.97%	2.83	135.35	10.61				6,079.28	ใต้
	ประตู+หน้าต่าง (S1)	90		49.92		5.85		5.00	0.54	0.83	267.41	1,263.32	
		รวมพื้นที่ผิว (S1)		**294.10**									
	ผนัง (S2)	90	82.65		35.18%	2.83	135.35	10.61				1,606.58	
	ประตู+หน้าต่าง (S2)	90		44.85		5.85		5.00	0.54	0.83	267.41	2,352.19	
		รวมพื้นที่ผิว (S2)		**127.50**									
	ผนัง (S3)	90	660.22		39.07%	2.83	135.35	10.61				12,063.56	
	ประตู+หน้าต่าง (S3)	90		423.28		5.85		5.00	0.54	0.83	267.41	24,653.82	
		รวมพื้นที่ผิว (S3)		**1,083.50**									**31.90**

ภาคผนวก ข – 1 คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV) W2-(GI.), แนวทางที่ 2 (จะแสดงรายละเอียดเฉพาะแนวทางการปรับปรุงที่มีความคุ้มค่าแก่การลงทุน)

คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV/RTTV) Alternative Case W2

ประเภทอาคาร : อาคารสำนักงานสูง 4 ชั้น ปรับอากาศทั้งหลัง
วัสดุผนังทึบ : ผนังก่ออิฐมอญเต็มแผ่น ฉาบปูนเรียบ ทาสี
วัสดุผนังโปร่งแสง : กระจกใส หนา 6 มม. (ทั้งหน้าต่างและประตู)
วัสดุหลังคา : กระเบื้องคอนกรีต ติดแผ่นกันความร้อน อลูมินัมฟอยล์ 2 ด้าน หนาด้านละ 7 ไมครอน
วัสดุฝ้าเพดาน : ฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ดหนา 13 มม. ปูด้วยฉนวนใยแก้วหุ้มฟอยล์ทุกด้าน หนา 75 มม.

ตารางการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังแต่ละด้าน

ทิศ	ผนัง (AC.)	มุมเอียงองศา	พื้นที่ผนัง (m^2)	พื้นที่กระจก (m^2)	WWR	U ($w/m^2.°c$)	DSH ($kj/m^2.°c$)	TD_{eq} ΔT	SHGC	SC	ESR (w/m^2)	Q (W) con+rad	ค่า OTTV (W/m^2)
เหนือ	ผนัง (N1)	90	244.18		16.97%	1.99	223.83	7.76				3,134.86	เหนือ
	ประตู+หน้าต่าง (N1)	90		49.92		5.88		5.00	0.73	0.95	185.06	1,336.66	
		รวมพื้นที่ผิว (N1)		**294.10**									
	ผนัง (N2)	90	82.65		35.18%	1.99	223.83	7.76				828.45	
	ประตู+หน้าต่าง (N2)	90		44.85		5.88		5.00	0.73	0.95	185.06	2,488.75	
		รวมพื้นที่ผิว (N2)		**127.50**									
	ผนัง (N3)	90	660.22		39.07%	1.99	223.83	7.76				6,220.73	
	ประตู+หน้าต่าง (N3)	90		423.28		5.88		5.00	0.73	0.95	185.06	26,085.16	
		รวมพื้นที่ผิว (N3)		**1,083.50**									**26.64**
ตะวันออก	ผนัง (E1)	90	121.10		0.00%	1.99	223.83	9.61				2,319.65	ตะวันออก
	ประตู+หน้าต่าง (E1)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E1)		**121.10**									
	ผนัง (E2)	90	635.48		34.41%	1.99	223.83	9.61				7,984.49	
	ประตู+หน้าต่าง (E2)	90		333.32		5.88		5.00	0.73	0.89	244.53	21,489.77	
		รวมพื้นที่ผิว (E2)		**968.80**									
	ผนัง (E3)	90	102.00		0.00%	1.99	223.83	9.61				1,953.79	
	ประตู+หน้าต่าง (E3)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E3)		**102.00**									
	ผนัง (E4)	90	276.80		0.00%	1.99	223.83	9.61				5,302.05	
	ประตู+หน้าต่าง (E4)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E4)		**276.80**									**26.59**
ตะวันตก	ผนัง (W1)	90	121.10		0.00%	1.99	223.83	8.56				2,065.69	ตะวันตก
	ประตู+หน้าต่าง (W1)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W1)		**121.10**									
	ผนัง (W2)	90	496.38		36.91%	1.99	223.83	8.56				5,341.77	
	ประตู+หน้าต่าง (W2)	90		290.42		5.88		5.00	0.73	0.89	234.58	19,398.68	
		รวมพื้นที่ผิว (W2)		**786.80**									
	ผนัง (W3)	90	102.00		0.00%	1.99	223.83	8.56				1,739.89	
	ประตู+หน้าต่าง (W3)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W3)		**102.00**									
	ผนัง (W)	90	68.00		0.00%	1.99	223.83	8.56				1,159.92	
	ประตู+หน้าต่าง (W)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W4)		**68.00**									**27.56**
ใต้	ผนัง (S1)	90	244.18		16.97%	1.99	223.83	9.51				3,842.90	ใต้
	ประตู+หน้าต่าง (S1)	90		49.92		5.88		5.00	0.73	0.83	267.41	1,622.08	
		รวมพื้นที่ผิว (S1)		**294.10**									
	ผนัง (S2)	90	82.65		35.18%	1.99	223.83	9.51				1,015.57	
	ประตู+หน้าต่าง (S2)	90		44.85		5.88		5.00	0.73	0.83	267.41	3,020.18	
		รวมพื้นที่ผิว (S2)		**127.50**									
	ผนัง (S3)	90	660.22		39.07%	1.99	223.83	9.51				7,625.75	
	ประตู+หน้าต่าง (S3)	90		423.28		5.88		5.00	0.73	0.83	267.41	31,655.20	
		รวมพื้นที่ผิว (S3)		**1,083.50**									**32.41**

ภาคผนวก ข – 1 คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV) W2-(Gr.), แนวทางที่ 58 (จะแสดงรายละเอียดเฉพาะแนวทางการปรับปรุงที่มีความคุ้มค่าแก่การลงทุน)

คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV/RTTV) Alternative Case W2

ประเภทอาคาร : อาคารสำนักงานสูง 4 ชั้น ปรับอากาศทั้งหลัง
วัสดุผนังทึบ : ผนังก่ออิฐมอญเต็มแผ่น ฉาบปูนเรียบ ทาสี
วัสดุผนังโปร่งแสง : กระจกเขียวตัดแสง หนา 6 มม. (ทั้งหน้าต่างและประตู)
วัสดุหลังคา : กระเบื้องคอนกรีต ติดแผ่นกันความร้อน อลูมินัมฟอยล์ 2 ด้าน หนาด้านละ 7 ไมครอน
วัสดุฝ้าเพดาน : ฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ดหนา 13 มม. ปูด้วยฉนวนใยแก้วหุ้มฟอยล์ทุกด้าน หนา 75 มม.

ตารางการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังแต่ละด้าน

ทิศ	ผนัง (AC.)	มุมเอียงขององศา	พื้นที่ผนัง (m^2)	พื้นที่กระจก (m^2)	WWR	U ($w/m^2.°c$)	DSH ($kj/m^2.°c$)	TD_{eq} ΔT	SHGC	SC	ESR (w/m^2)	Q (W) con+rad	ค่า OTTV (W/m^2)
เหนือ	ผนัง (N1)	90	244.18		16.97%	1.99	223.83	7.76				3,134.86	เหนือ
	ประตู+หน้าต่าง (N1)	90		49.92		5.85		5.00	0.54	0.95	185.06	1,052.18	
		รวมพื้นที่ผิว (N1)		**294.10**									
	ผนัง (N2)	90	82.65		35.18%	1.99	223.83	7.76				828.45	
	ประตู+หน้าต่าง (N2)	90		44.85		5.85		5.00	0.54	0.95	185.06	1,959.08	
		รวมพื้นที่ผิว (N2)		**127.50**									
	ผนัง (N3)	90	660.22		39.07%	1.99	223.83	7.76				6,220.73	
	ประตู+หน้าต่าง (N3)	90		423.28		5.85		5.00	0.54	0.95	185.06	20,533.52	
		รวมพื้นที่ผิว (N3)		**1,083.50**									**22.41**
ตะวันออก	ผนัง (E1)	90	121.10		0.00%	1.99	223.83	9.61				2,319.65	ตะวันออก
	ประตู+หน้าต่าง (E1)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E1)		**121.10**									
	ผนัง (E2)	90	635.48		34.41%	1.99	223.83	9.61				7,984.49	
	ประตู+หน้าต่าง (E2)	90		333.32		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	16,754.89	
		รวมพื้นที่ผิว (E2)		**968.80**									
	ผนัง (E3)	90	102.00		0.00%	1.99	223.83	9.61				1,953.79	
	ประตู+หน้าต่าง (E3)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E3)		**102.00**									
	ผนัง (E4)	90	276.80		0.00%	1.99	223.83	9.61				5,302.05	
	ประตู+หน้าต่าง (E4)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E4)		**276.80**									**23.36**
ตะวันตก	ผนัง (W1)	90	121.10		0.00%	1.99	223.83	8.56				2,065.69	ตะวันตก
	ประตู+หน้าต่าง (W1)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W1)		**121.10**									
	ผนัง (W2)	90	496.38		36.91%	1.99	223.83	8.56				5,341.77	
	ประตู+หน้าต่าง (W2)	90		290.42		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	15,152.06	
		รวมพื้นที่ผิว (W2)		**786.80**									
	ผนัง (W3)	90	102.00		0.00%	1.99	223.83	8.56				1,739.89	
	ประตู+หน้าต่าง (W3)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W3)		**102.00**									
	ผนัง (W)	90	68.00		0.00%	1.99	223.83	8.56				1,159.92	
	ประตู+หน้าต่าง (W)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W4)		**68.00**									**23.62**
ใต้	ผนัง (S1)	90	244.18		16.97%	1.99	223.83	9.51				3,842.90	ใต้
	ประตู+หน้าต่าง (S1)	90		49.92		5.85		5.00	0.54	0.83	267.41	1,263.32	
		รวมพื้นที่ผิว (S1)		**294.10**									
	ผนัง (S2)	90	82.65		35.18%	1.99	223.83	9.51				1,015.57	
	ประตู+หน้าต่าง (S2)	90		44.85		5.85		5.00	0.54	0.83	267.41	2,352.19	
		รวมพื้นที่ผิว (S2)		**127.50**									
	ผนัง (S3)	90	660.22		39.07%	1.99	223.83	9.51				7,625.75	
	ประตู+หน้าต่าง (S3)	90		423.28		5.85		5.00	0.54	0.83	267.41	24,653.82	
		รวมพื้นที่ผิว (S3)		**1,083.50**									**27.08**

ภาคผนวก ข – 1 คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV) W3-(GI.), แนวทางที่ 3 (จะแสดงรายละเอียดเฉพาะแนวทางการปรับปรุงที่มีความคุ้มค่าแก่การลงทุน)

คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV/RTTV) Alternative Case W3

ประเภทอาคาร : อาคารสำนักงานสูง 4 ชั้น ปรับอากาศทั้งหลัง
วัสดุผนังทึบ : ผนังก่ออิฐมอญครึ่งแผ่นเว้นช่องว่างระหว่างผนังก่อ ฉาบปูนเรียบ ทาสี
วัสดุผนังโปร่งแสง : กระจกใส หนา 6 มม. (ทั้งหน้าต่างและประตู)
วัสดุหลังคา : กระเบื้องคอนกรีต ติดแผ่นกันความร้อน อลูมินัมฟอยล์ 2 ด้าน หนาด้านละ 7 ไมครอน
วัสดุฝ้าเพดาน : ฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ดหนา 13 มม. ปูด้วยฉนวนใยแก้วหุ้มฟอยล์ทุกด้าน หนา 75 มม.

ตารางการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังแต่ละด้าน

ทิศ	ผนัง (AC.)	มุมเอียงขององศา	พื้นที่ผนัง (m^2)	พื้นที่กระจก (m^2)	WWR	U ($w/m^2.°c$)	DSH ($kj/m^2.°c$)	TD_{eq} ΔT	SHGC	SC	ESR (w/m^2)	Q (W) con+rad	ค่า OTTV (W/m^2)
เหนือ	ผนัง (N1)	90	244.18		16.97%	1.51	223.83	7.76				2,376.79	เหนือ
	ประตู+หน้าต่าง (N1)	90		49.92		5.88		5.00	0.73	0.95	185.06	1,336.66	
		รวมพื้นที่ผิว (N1)		**294.10**									
	ผนัง (N2)	90	82.65		35.18%	1.51	223.83	7.76				628.12	
	ประตู+หน้าต่าง (N2)	90		44.85		5.88		5.00	0.73	0.95	185.06	2,488.75	
		รวมพื้นที่ผิว (N2)		**127.50**									
	ผนัง (N3)	90	660.22		39.07%	1.51	223.83	7.76				4,716.44	
	ประตู+หน้าต่าง (N3)	90		423.28		5.88		5.00	0.73	0.95	185.06	26,085.16	
		รวมพื้นที่ผิว (N3)		**1,083.50**									**25.00**
ตะวันออก	ผนัง (E1)	90	121.10		0.00%	1.51	223.83	9.61				1,758.71	ตะวันออก
	ประตู+หน้าต่าง (E1)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E1)		**121.10**									
	ผนัง (E2)	90	635.48		34.41%	1.51	223.83	9.61				6,053.68	
	ประตู+หน้าต่าง (E2)	90		333.32		5.88		5.00	0.73	0.89	244.53	21,489.77	
		รวมพื้นที่ผิว (E2)		**968.80**									
	ผนัง (E3)	90	102.00		0.00%	1.51	223.83	9.61				1,481.32	
	ประตู+หน้าต่าง (E3)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E3)		**102.00**									
	ผนัง (E4)	90	276.80		0.00%	1.51	223.83	9.61				4,019.91	
	ประตู+หน้าต่าง (E4)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E4)		**276.80**									**23.70**
ตะวันตก	ผนัง (W1)	90	121.10		0.00%	1.51	223.83	8.56				1,566.17	ตะวันตก
	ประตู+หน้าต่าง (W1)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W1)		**121.10**									
	ผนัง (W2)	90	496.38		36.91%	1.51	223.83	8.56				4,050.02	
	ประตู+หน้าต่าง (W2)	90		290.42		5.88		5.00	0.73	0.89	234.58	19,398.68	
		รวมพื้นที่ผิว (W2)		**786.80**									
	ผนัง (W3)	90	102.00		0.00%	1.51	223.83	8.56				1,319.15	
	ประตู+หน้าต่าง (W3)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W3)		**102.00**									
	ผนัง (W)	90	68.00		0.00%	1.51	223.83	8.56				879.43	
	ประตู+หน้าต่าง (W)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W4)		**68.00**									**25.25**
ใต้	ผนัง (S1)	90	244.18		16.97%	1.51	223.83	9.51				2,913.61	ใต้
	ประตู+หน้าต่าง (S1)	90		49.92		5.88		5.00	0.73	0.83	267.41	1,622.08	
		รวมพื้นที่ผิว (S1)		**294.10**									
	ผนัง (S2)	90	82.65		35.18%	1.51	223.83	9.51				769.98	
	ประตู+หน้าต่าง (S2)	90		44.85		5.88		5.00	0.73	0.83	267.41	3,020.18	
		รวมพื้นที่ผิว (S2)		**127.50**									
	ผนัง (S3)	90	660.22		39.07%	1.51	223.83	9.51				5,781.69	
	ประตู+หน้าต่าง (S3)	90		423.28		5.88		5.00	0.73	0.83	267.41	31,655.20	
		รวมพื้นที่ผิว (S3)		**1,083.50**									**30.41**

ภาคผนวก ข – 1 คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV) W3-(Gr.), แนวทางที่ 59 (จะแสดงรายละเอียดเฉพาะแนวทางการปรับปรุงที่มีความคุ้มค่าแก่การลงทุน)

คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV/RTTV) Alternative Case W3

ประเภทอาคาร : อาคารสำนักงานสูง 4 ชั้น ปรับอากาศทั้งหลัง
วัสดุผนังทึบ : ผนังก่ออิฐมอญครึ่งแผ่นเว้นช่องว่างระหว่างผนังก่อ ฉาบปูนเรียบ ทาสี
วัสดุผนังโปร่งแสง : กระจกเขียวตัดแสง หนา 6 มม. (ทั้งหน้าต่างและประตู)
วัสดุหลังคา : กระเบื้องคอนกรีต ติดแผ่นกันความร้อน อลูมินัมฟอยล์ 2 ด้าน หนาด้านละ 7 ไมครอน
วัสดุฝ้าเพดาน : ฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ดหนา 13 มม. ปูด้วยฉนวนใยแก้วหุ้มฟอยล์ทุกด้าน หนา 75 มม.

ตารางการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังแต่ละด้าน

ทิศ	ผนัง (AC.)	มุมเอียงองศา	พื้นที่ผนัง (m^2)	พื้นที่กระจก (m^2)	WWR	U ($w/m^2.°c$)	DSH ($kj/m^2.°c$)	TD_{eq} ΔT	SHGC	SC	ESR (w/m^2)	Q (W) con+rad	ค่า OTTV (W/m^2)
เหนือ	ผนัง (N1)	90	244.18		16.97%	1.51	223.83	7.76				2,376.79	เหนือ
	ประตู+หน้าต่าง (N1)	90		49.92		5.85		5.00	0.54	0.95	185.06	1,052.18	
		รวมพื้นที่ผิว (N1)		**294.10**									
	ผนัง (N2)	90	82.65		35.18%	1.51	223.83	7.76				628.12	
	ประตู+หน้าต่าง (N2)	90		44.85		5.85		5.00	0.54	0.95	185.06	1,959.08	
		รวมพื้นที่ผิว (N2)		**127.50**									
	ผนัง (N3)	90	660.22		39.07%	1.51	223.83	7.76				4,716.44	
	ประตู+หน้าต่าง (N3)	90		423.28		5.85		5.00	0.54	0.95	185.06	20,533.52	
		รวมพื้นที่ผิว (N3)		**1,083.50**									**20.77**
ตะวันออก	ผนัง (E1)	90	121.10		0.00%	1.51	223.83	9.61				1,758.71	ตะวันออก
	ประตู+หน้าต่าง (E1)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E1)		**121.10**									
	ผนัง (E2)	90	635.48		34.41%	1.51	223.83	9.61				6,053.68	
	ประตู+หน้าต่าง (E2)	90		333.32		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	16,754.89	
		รวมพื้นที่ผิว (E2)		**968.80**									
	ผนัง (E3)	90	102.00		0.00%	1.51	223.83	9.61				1,481.32	
	ประตู+หน้าต่าง (E3)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E3)		**102.00**									
	ผนัง (E4)	90	276.80		0.00%	1.51	223.83	9.61				4,019.91	
	ประตู+หน้าต่าง (E4)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E4)		**276.80**									**20.47**
ตะวันตก	ผนัง (W1)	90	121.10		0.00%	1.51	223.83	8.56				1,566.17	ตะวันตก
	ประตู+หน้าต่าง (W1)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W1)		**121.10**									
	ผนัง (W2)	90	496.38		36.91%	1.51	223.83	8.56				4,050.02	
	ประตู+หน้าต่าง (W2)	90		290.42		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	15,152.06	
		รวมพื้นที่ผิว (W2)		**786.80**									
	ผนัง (W3)	90	102.00		0.00%	1.51	223.83	8.56				1,319.15	
	ประตู+หน้าต่าง (W3)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W3)		**102.00**									
	ผนัง (W)	90	68.00		0.00%	1.51	223.83	8.56				879.43	
	ประตู+หน้าต่าง (W)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W4)		**68.00**									**21.31**
ใต้	ผนัง (S1)	90	244.18		16.97%	1.51	223.83	9.51				2,913.61	ใต้
	ประตู+หน้าต่าง (S1)	90		49.92		5.85		5.00	0.54	0.83	267.41	1,263.32	
		รวมพื้นที่ผิว (S1)		**294.10**									
	ผนัง (S2)	90	82.65		35.18%	1.51	223.83	9.51				769.98	
	ประตู+หน้าต่าง (S2)	90		44.85		5.85		5.00	0.54	0.83	267.41	2,352.19	
		รวมพื้นที่ผิว (S2)		**127.50**									
	ผนัง (S3)	90	660.22		39.07%	1.51	223.83	9.51				5,781.69	
	ประตู+หน้าต่าง (S3)	90		423.28		5.85		5.00	0.54	0.83	267.41	24,653.82	
		รวมพื้นที่ผิว (S3)		**1,083.50**									**25.07**

ภาคผนวก ข – 1 คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV) W4-(Gr.), แนวทางที่ 60 (จะแสดงรายละเอียดเฉพาะแนวทางการปรับปรุงที่มีความคุ้มค่าแก่การลงทุน)

คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV/RTTV) Alternative Case W4

ประเภทอาคาร : อาคารสำนักงานสูง 4 ชั้น ปรับอากาศทั้งหลัง
วัสดุผนังทึบ : ผนังก่ออิฐมอญครึ่งแผ่น ฉาบปูนเรียบ ทาสี + ฉนวนใยแก้ว 1"+ฟอยล์ + แผ่นยิปซั่มบอร์ด 12 มม.
วัสดุผนังโปร่งแสง : กระจกเขียวตัดแสง หนา 6 มม. (ทั้งหน้าต่างและประตู)
วัสดุหลังคา : กระเบื้องคอนกรีต ติดแผ่นกันความร้อน อลูมินัมฟอยล์ 2 ด้าน หนาด้านละ 7 ไมครอน
วัสดุฝ้าเพดาน : ฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ดหนา 13 มม. ปูด้วยฉนวนใยแก้วหุ้มฟอยล์ทุกด้าน หนา 75 มม,

ตารางการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังแต่ละด้าน

ทิศ	ผนัง (AC.)	มุมเอียงองศา	พื้นที่ผนัง (m^2)	พื้นที่กระจก (m^2)	WWR	U ($w/m^2.°c$)	DSH ($kj/m^2.°c$)	TD_{eq} ΔT	SHGC	SC	ESR (w/m^2)	Q (W) con+rad	ค่า OTTV (W/m^2)
เหนือ	ผนัง (N1)	90	244.18		16.97%	0.90	146.39	8.54				1,559.62	เหนือ
	ประตู+หน้าต่าง (N1)	90		49.92		5.85		5.00	0.54	0.95	185.06	1,052.18	
		รวมพื้นที่ผิว (N1)		**294.10**									
	ผนัง (N2)	90	82.65		35.18%	0.90	146.39	8.54				412.16	
	ประตู+หน้าต่าง (N2)	90		44.85		5.85		5.00	0.54	0.95	185.06	1,959.08	
		รวมพื้นที่ผิว (N2)		**127.50**									
	ผนัง (N3)	90	660.22		39.07%	0.90	146.39	8.54				3,094.86	
	ประตู+หน้าต่าง (N3)	90		423.28		5.85		5.00	0.54	0.95	185.06	20,533.52	
		รวมพื้นที่ผิว (N3)		**1,083.50**									**19.01**
ตะวันออก	ผนัง (E1)	90	121.10		0.00%	0.90	146.39	10.50				1,144.70	ตะวันออก
	ประตู+หน้าต่าง (E1)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E1)		**121.10**									
	ผนัง (E2)	90	635.48		34.41%	0.90	146.39	10.50				3,940.19	
	ประตู+หน้าต่าง (E2)	90		333.32		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	16,754.89	
		รวมพื้นที่ผิว (E2)		**968.80**									
	ผนัง (E3)	90	102.00		0.00%	0.90	146.39	10.50				964.16	
	ประตู+หน้าต่าง (E3)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E3)		**102.00**									
	ผนัง (E4)	90	276.80		0.00%	0.90	146.39	10.50				2,616.46	
	ประตู+หน้าต่าง (E4)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E4)		**276.80**									**17.31**
ตะวันตก	ผนัง (W1)	90	121.10		0.00%	0.90	146.39	9.50				1,036.41	ตะวันตก
	ประตู+หน้าต่าง (W1)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W1)		**121.10**									
	ผนัง (W2)	90	496.38		36.91%	0.90	146.39	9.50				2,680.11	
	ประตู+หน้าต่าง (W2)	90		290.42		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	15,152.06	
		รวมพื้นที่ผิว (W2)		**786.80**									
	ผนัง (W3)	90	102.00		0.00%	0.90	146.39	9.50				872.95	
	ประตู+หน้าต่าง (W3)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W3)		**102.00**									
	ผนัง (W)	90	68.00		0.00%	0.90	146.39	9.50				581.97	
	ประตู+หน้าต่าง (W)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W4)		**68.00**									**18.85**
ใต้	ผนัง (S1)	90	244.18		16.97%	0.90	146.39	10.45				1,907.94	ใต้
	ประตู+หน้าต่าง (S1)	90		49.92		5.85		5.00	0.54	0.83	267.41	1,263.32	
		รวมพื้นที่ผิว (S1)		**294.10**									
	ผนัง (S2)	90	82.65		35.18%	0.90	146.39	10.45				504.22	
	ประตู+หน้าต่าง (S2)	90		44.85		5.85		5.00	0.54	0.83	267.41	2,352.19	
		รวมพื้นที่ผิว (S2)		**127.50**									
	ผนัง (S3)	90	660.22		39.07%	0.90	146.39	10.45				3,786.07	
	ประตู+หน้าต่าง (S3)	90		423.28		5.85		5.00	0.54	0.83	267.41	24,653.82	
		รวมพื้นที่ผิว (S3)		**1,083.50**									**22.90**

ภาคผนวก ข – 1 คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV) W6-(Gr.), แนวทางที่ 62 (จะแสดงรายละเอียดเฉพาะแนวทางการปรับปรุงที่มีความคุ้มค่าแก่การลงทุน)

คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV/RTTV) Alternative Case W6

ประเภทอาคาร : อาคารสำนักงานสูง 4 ชั้น ปรับอากาศทั้งหลัง
วัสดุผนังทึบ : ผนังก่ออิฐมอญครึ่งแผ่น ฉาบปูนเรียบ ทาสี + ฉนวนใยแก้ว 2"+ฟอยล์ + แผ่นยิปซั่มบอร์ด 12 มม.
วัสดุผนังโปร่งแสง : กระจกเขียวตัดแสง หนา 6 มม. (ทั้งหน้าต่างและประตู)
วัสดุหลังคา : กระเบื้องคอนกรีต ติดแผ่นกันความร้อน อลูมินัมฟอยล์ 2 ด้าน หนาด้านละ 7 ไมครอน
วัสดุฝ้าเพดาน : ฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ดหนา 13 มม. ปูด้วยฉนวนใยแก้วหุ้มฟอยล์ทุกด้าน หนา 75 มม,

ตารางการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังแต่ละด้าน

ทิศ	ผนัง (AC.)	มุมเอียงองศา	พื้นที่ผนัง (m^2)	พื้นที่กระจก (m^2)	WWR	U ($w/m^2.°c$)	DSH ($kj/m^2.°c$)	TD_{eq} ΔT	SHGC	SC	ESR (w/m^2)	Q (W) con+rad	ค่า OTTV (W/m^2)
เหนือ	ผนัง (N1)	90	244.18		16.97%	0.55	146.97	8.54				948.35	เหนือ
	ประตู+หน้าต่าง (N1)	90		49.92		5.85		5.00	0.54	0.95	185.06	1,052.18	
		รวมพื้นที่ผิว (N1)		**294.10**									
	ผนัง (N2)	90	82.65		35.18%	0.55	146.97	8.54				250.62	
	ประตู+หน้าต่าง (N2)	90		44.85		5.85		5.00	0.54	0.95	185.06	1,959.08	
		รวมพื้นที่ผิว (N2)		**127.50**									
	ผนัง (N3)	90	660.22		39.07%	0.55	146.97	8.54				1,881.88	
	ประตู+หน้าต่าง (N3)	90		423.28		5.85		5.00	0.54	0.95	185.06	20,533.52	
		รวมพื้นที่ผิว (N3)		**1,083.50**									**17.69**
ตะวันออก	ผนัง (E1)	90	121.10		0.00%	0.55	146.97	10.49				696.09	ตะวันออก
	ประตู+หน้าต่าง (E1)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E1)		**121.10**									
	ผนัง (E2)	90	635.48		34.41%	0.55	146.97	10.49				2,396.03	
	ประตู+หน้าต่าง (E2)	90		333.32		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	16,754.89	
		รวมพื้นที่ผิว (E2)		**968.80**									
	ผนัง (E3)	90	102.00		0.00%	0.55	146.97	10.49				586.30	
	ประตู+หน้าต่าง (E3)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E3)		**102.00**									
	ผนัง (E4)	90	276.80		0.00%	0.55	146.97	10.49				1,591.07	
	ประตู+หน้าต่าง (E4)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E4)		**276.80**									**15.00**
ตะวันตก	ผนัง (W1)	90	121.10		0.00%	0.55	146.97	9.50				630.13	ตะวันตก
	ประตู+หน้าต่าง (W1)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W1)		**121.10**									
	ผนัง (W2)	90	496.38		36.91%	0.55	146.97	9.50				1,629.48	
	ประตู+หน้าต่าง (W2)	90		290.42		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	15,152.06	
		รวมพื้นที่ผิว (W2)		**786.80**									
	ผนัง (W3)	90	102.00		0.00%	0.55	146.97	9.50				530.74	
	ประตู+หน้าต่าง (W3)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W3)		**102.00**									
	ผนัง (W)	90	68.00		0.00%	0.55	146.97	9.50				353.83	
	ประตู+หน้าต่าง (W)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W4)		**68.00**									**16.97**
ใต้	ผนัง (S1)	90	244.18		16.97%	0.55	146.97	10.44				1,160.11	ใต้
	ประตู+หน้าต่าง (S1)	90		49.92		5.85		5.00	0.54	0.83	267.41	1,263.32	
		รวมพื้นที่ผิว (S1)		**294.10**									
	ผนัง (S2)	90	82.65		35.18%	0.55	146.97	10.44				306.58	
	ประตู+หน้าต่าง (S2)	90		44.85		5.85		5.00	0.54	0.83	267.41	2,352.19	
		รวมพื้นที่ผิว (S2)		**127.50**									
	ผนัง (S3)	90	660.22		39.07%	0.55	146.97	10.44				2,302.08	
	ประตู+หน้าต่าง (S3)	90		423.28		5.85		5.00	0.54	0.83	267.41	24,653.82	
		รวมพื้นที่ผิว (S3)		**1,083.50**									**21.29**

ภาคผนวก ข – 1 คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV) W22-(GI.), แนวทางที่ 22 (จะแสดงรายละเอียดเฉพาะแนวทางการปรับปรุงที่มีความคุ้มค่าแก่การลงทุน)

คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV/RTTV) Alternative Case W22

ประเภทอาคาร : อาคารสำนักงานสูง 4 ชั้น ปรับอากาศทั้งหลัง
วัสดุผนังทึบ : ผนังก่ออิฐมวลเบาครึ่งแผ่น ฉาบปูนเรียบ ทาสี
วัสดุผนังโปร่งแสง : กระจกใส หนา 6 มม. (ทั้งหน้าต่างและประตู)
วัสดุหลังคา : กระเบื้องคอนกรีต ติดแผ่นกันความร้อน อลูมินัมฟอยล์ 2 ด้าน หนาด้านละ 7 ไมครอน
วัสดุฝ้าเพดาน : ฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ดหนา 13 มม. ปูด้วยฉนวนใยแก้วหุ้มฟอยล์ทุกด้าน หนา 75 มม.

ตารางการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังแต่ละด้าน

ทิศ	ผนัง (AC.)	มุมเอียงขององศา	พื้นที่ผนัง (m^2)	พื้นที่กระจก (m^2)	WWR	U ($w/m^2.°c$)	DSH ($kj/m^2.°c$)	TD_{eq} ΔT	SHGC	SC	ESR (w/m^2)	Q (W) con+rad	ค่า OTTV (W/m^2)
เหนือ	ผนัง (N1)	90	244.18		16.97%	1.70	71.40	9.49				3,262.75	เหนือ
	ประตู+หน้าต่าง (N1)	90		49.92		5.88		5.00	0.73	0.95	185.06	1,336.66	
		รวมพื้นที่ผิว (N1)		**294.10**									
	ผนัง (N2)	90	82.65		35.18%	1.70	71.40	9.49				862.25	
	ประตู+หน้าต่าง (N2)	90		44.85		5.88		5.00	0.73	0.95	185.06	2,488.75	
		รวมพื้นที่ผิว (N2)		**127.50**									
	ผนัง (N3)	90	660.22		39.07%	1.70	71.40	9.49				6,474.51	
	ประตู+หน้าต่าง (N3)	90		423.28		5.88		5.00	0.73	0.95	185.06	26,085.16	
		รวมพื้นที่ผิว (N3)		**1,083.50**									**26.92**
ตะวันออก	ผนัง (E1)	90	121.10		0.00%	1.70	71.40	11.44				2,351.08	ตะวันออก
	ประตู+หน้าต่าง (E1)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E1)		**121.10**									
	ผนัง (E2)	90	635.48		34.41%	1.70	71.40	11.44				8,092.68	
	ประตู+หน้าต่าง (E2)	90		333.32		5.88		5.00	0.73	0.89	244.53	21,489.77	
		รวมพื้นที่ผิว (E2)		**968.80**									
	ผนัง (E3)	90	102.00		0.00%	1.70	71.40	11.44				1,980.26	
	ประตู+หน้าต่าง (E3)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E3)		**102.00**									
	ผนัง (E4)	90	276.80		0.00%	1.70	71.40	11.44				5,373.89	
	ประตู+หน้าต่าง (E4)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E4)		**276.80**									**26.75**
ตะวันตก	ผนัง (W1)	90	121.10		0.00%	1.70	71.40	10.67				2,192.65	ตะวันตก
	ประตู+หน้าต่าง (W1)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W1)		**121.10**									
	ผนัง (W2)	90	496.38		36.91%	1.70	71.40	10.67				5,670.09	
	ประตู+หน้าต่าง (W2)	90		290.42		5.88		5.00	0.73	0.89	234.58	19,398.68	
		รวมพื้นที่ผิว (W2)		**786.80**									
	ผนัง (W3)	90	102.00		0.00%	1.70	71.40	10.67				1,846.83	
	ประตู+หน้าต่าง (W3)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W3)		**102.00**									
	ผนัง (W)	90	68.00		0.00%	1.70	71.40	10.67				1,231.22	
	ประตู+หน้าต่าง (W)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W4)		**68.00**									**28.15**
ใต้	ผนัง (S1)	90	244.18		16.97%	1.70	71.40	11.57				3,980.31	ใต้
	ประตู+หน้าต่าง (S1)	90		49.92		5.88		5.00	0.73	0.83	267.41	1,622.08	
		รวมพื้นที่ผิว (S1)		**294.10**									
	ผนัง (S2)	90	82.65		35.18%	1.70	71.40	11.57				1,051.88	
	ประตู+หน้าต่าง (S2)	90		44.85		5.88		5.00	0.73	0.83	267.41	3,020.18	
		รวมพื้นที่ผิว (S2)		**127.50**									
	ผนัง (S3)	90	660.22		39.07%	1.70	71.40	11.57				7,898.42	
	ประตู+หน้าต่าง (S3)	90		423.28		5.88		5.00	0.73	0.83	267.41	31,655.20	
		รวมพื้นที่ผิว (S3)		**1,083.50**									**32.71**

ภาคผนวก ข – 1 คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV) W22-(Gr.), แนวทางที่ 78 (จะแสดงรายละเอียดเฉพาะแนวทางการปรับปรุงที่มีความคุ้มค่าแก่การลงทุน)

คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV/RTTV) Alternative Case W22

ประเภทอาคาร : อาคารสำนักงานสูง 4 ชั้น ปรับอากาศทั้งหลัง
วัสดุผนังทึบ : ผนังก่ออิฐมวลเบาครึ่งแผ่น ฉาบปูนเรียบ ทาสี
วัสดุผนังโปร่งแสง : กระจกเขียวตัดแสง หนา 6 มม. (ทั้งหน้าต่างและประตู)
วัสดุหลังคา : กระเบื้องคอนกรีต ติดแผ่นกันความร้อน อลูมินัมฟอยล์ 2 ด้าน หนาด้านละ 7 ไมครอน
วัสดุฝ้าเพดาน : ฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ดหนา 13 มม. ปูด้วยฉนวนใยแก้วหุ้มฟอยล์ทุกด้าน หนา 75 มม.

ตารางการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังแต่ละด้าน

ทิศ	ผนัง (AC.)	มุมเอียงองศา	พื้นที่ผนัง (m^2)	พื้นที่กระจก (m^2)	WWR	U ($w/m^2.°c$)	DSH ($kj/m^2.°c$)	TD_{eq} ΔT	SHGC	SC	ESR (w/m^2)	Q (W) con+rad	ค่า OTTV (W/m^2)
เหนือ	ผนัง (N1)	90	244.18		16.97%	1.70	71.40	9.49				3,262.75	เหนือ
	ประตู+หน้าต่าง (N1)	90		49.92		5.85		5.00	0.54	0.95	185.06	1,052.18	
		รวมพื้นที่ผิว (N1)		**294.10**									
	ผนัง (N2)	90	82.65		35.18%	1.70	71.40	9.49				862.25	
	ประตู+หน้าต่าง (N2)	90		44.85		5.85		5.00	0.54	0.95	185.06	1,959.08	
		รวมพื้นที่ผิว (N2)		**127.50**									
	ผนัง (N3)	90	660.22		39.07%	1.70	71.40	9.49				6,474.51	
	ประตู+หน้าต่าง (N3)	90		423.28		5.85		5.00	0.54	0.95	185.06	20,533.52	
		รวมพื้นที่ผิว (N3)		**1,083.50**									**22.69**
ตะวันออก	ผนัง (E1)	90	121.10		0.00%	1.70	71.40	11.44				2,351.08	ตะวันออก
	ประตู+หน้าต่าง (E1)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E1)		**121.10**									
	ผนัง (E2)	90	635.48		34.41%	1.70	71.40	11.44				8,092.68	
	ประตู+หน้าต่าง (E2)	90		333.32		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	16,754.89	
		รวมพื้นที่ผิว (E2)		**968.80**									
	ผนัง (E3)	90	102.00		0.00%	1.70	71.40	11.44				1,980.26	
	ประตู+หน้าต่าง (E3)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E3)		**102.00**									
	ผนัง (E4)	90	276.80		0.00%	1.70	71.40	11.44				5,373.89	
	ประตู+หน้าต่าง (E4)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E4)		**276.80**									**23.53**
ตะวันตก	ผนัง (W1)	90	121.10		0.00%	1.70	71.40	10.67				2,192.65	ตะวันตก
	ประตู+หน้าต่าง (W1)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W1)		**121.10**									
	ผนัง (W2)	90	496.38		36.91%	1.70	71.40	10.67				5,670.09	
	ประตู+หน้าต่าง (W2)	90		290.42		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	15,152.06	
		รวมพื้นที่ผิว (W2)		**786.80**									
	ผนัง (W3)	90	102.00		0.00%	1.70	71.40	10.67				1,846.83	
	ประตู+หน้าต่าง (W3)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W3)		**102.00**									
	ผนัง (W)	90	68.00		0.00%	1.70	71.40	10.67				1,231.22	
	ประตู+หน้าต่าง (W)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W4)		**68.00**									**24.21**
ใต้	ผนัง (S1)	90	244.18		16.97%	1.70	71.40	11.57				3,980.31	ใต้
	ประตู+หน้าต่าง (S1)	90		49.92		5.85		5.00	0.54	0.83	267.41	1,263.32	
		รวมพื้นที่ผิว (S1)		**294.10**									
	ผนัง (S2)	90	82.65		35.18%	1.70	71.40	11.57				1,051.88	
	ประตู+หน้าต่าง (S2)	90		44.85		5.85		5.00	0.54	0.83	267.41	2,352.19	
		รวมพื้นที่ผิว (S2)		**127.50**									
	ผนัง (S3)	90	660.22		39.07%	1.70	71.40	11.57				7,898.42	
	ประตู+หน้าต่าง (S3)	90		423.28		5.85		5.00	0.54	0.83	267.41	24,653.82	
		รวมพื้นที่ผิว (S3)		**1,083.50**									**27.37**

ภาคผนวก ข – 1 คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV) W23-(GI.), แนวทางที่ 23 (จะแสดงรายละเอียดเฉพาะแนวทางการปรับปรุงที่มีความคุ้มค่าแก่การลงทุน)

คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV/RTTV) Alternative Case W23

ประเภทอาคาร : อาคารสำนักงานสูง 4 ชั้น ปรับอากาศทั้งหลัง
วัสดุผนังทึบ : ผนังก่ออิฐมวลเบาเต็มแผ่น ฉาบปูนเรียบ ทาสี
วัสดุผนังโปร่งแสง : กระจกใส หนา 6 มม. (ทั้งหน้าต่างและประตู)
วัสดุหลังคา : กระเบื้องคอนกรีต ติดแผ่นกันความร้อน อลูมินัมฟอยล์ 2 ด้าน หนาด้านละ 7 ไมครอน
วัสดุฝ้าเพดาน : ฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ดหนา 13 มม. ปูด้วยฉนวนใยแก้วหุ้มฟอยล์ทุกด้าน หนา 75 มม.

ตารางการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังแต่ละด้าน

ทิศ	ผนัง (AC.)	มุมเอียงขององศา	พื้นที่ผนัง (m^2)	พื้นที่กระจก (m^2)	WWR	U ($w/m^2.°c$)	DSH ($kj/m^2.°c$)	TD_{eq} ΔT	SHGC	SC	ESR (w/m^2)	Q (W) con+rad	ค่า OTTV (W/m^2)
เหนือ	ผนัง (N1)	90	244.18		16.97%	1.08	112.56	8.95				1,966.27	เหนือ
	ประตู+หน้าต่าง (N1)	90		49.92		5.88		5.00	0.73	0.95	185.06	1,336.66	
		รวมพื้นที่ผิว (N1)		**294.10**									
	ผนัง (N2)	90	82.65		35.18%	1.08	112.56	8.95				519.63	
	ประตู+หน้าต่าง (N2)	90		44.85		5.88		5.00	0.73	0.95	185.06	2,488.75	
		รวมพื้นที่ผิว (N2)		**127.50**									
	ผนัง (N3)	90	660.22		39.07%	1.08	112.56	8.95				3,901.81	
	ประตู+หน้าต่าง (N3)	90		423.28		5.88		5.00	0.73	0.95	185.06	26,085.16	
		รวมพื้นที่ผิว (N3)		**1,083.50**									**24.12**
ตะวันออก	ผนัง (E1)	90	121.10		0.00%	1.08	112.56	10.94				1,435.44	ตะวันออก
	ประตู+หน้าต่าง (E1)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E1)		**121.10**									
	ผนัง (E2)	90	635.48		34.41%	1.08	112.56	10.94				4,940.96	
	ประตู+หน้าต่าง (E2)	90		333.32		5.88		5.00	0.73	0.89	244.53	21,489.77	
		รวมพื้นที่ผิว (E2)		**968.80**									
	ผนัง (E3)	90	102.00		0.00%	1.08	112.56	10.94				1,209.04	
	ประตู+หน้าต่าง (E3)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E3)		**102.00**									
	ผนัง (E4)	90	276.80		0.00%	1.08	112.56	10.94				3,281.01	
	ประตู+หน้าต่าง (E4)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E4)		**276.80**									**22.03**
ตะวันตก	ผนัง (W1)	90	121.10		0.00%	1.08	112.56	10.01				1,314.04	ตะวันตก
	ประตู+หน้าต่าง (W1)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W1)		**121.10**									
	ผนัง (W2)	90	496.38		36.91%	1.08	112.56	10.01				3,398.04	
	ประตู+หน้าต่าง (W2)	90		290.42		5.88		5.00	0.73	0.89	234.58	19,398.68	
		รวมพื้นที่ผิว (W2)		**786.80**									
	ผนัง (W3)	90	102.00		0.00%	1.08	112.56	10.01				1,106.79	
	ประตู+หน้าต่าง (W3)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W3)		**102.00**									
	ผนัง (W)	90	68.00		0.00%	1.08	112.56	10.01				737.86	
	ประตู+หน้าต่าง (W)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W4)		**68.00**									**24.08**
ใต้	ผนัง (S1)	90	244.18		16.97%	1.08	112.56	10.92				2,400.22	ใต้
	ประตู+หน้าต่าง (S1)	90		49.92		5.88		5.00	0.73	0.83	267.41	1,622.08	
		รวมพื้นที่ผิว (S1)		**294.10**									
	ผนัง (S2)	90	82.65		35.18%	1.08	112.56	10.92				634.31	
	ประตู+หน้าต่าง (S2)	90		44.85		5.88		5.00	0.73	0.83	267.41	3,020.18	
		รวมพื้นที่ผิว (S2)		**127.50**									
	ผนัง (S3)	90	660.22		39.07%	1.08	112.56	10.92				4,762.93	
	ประตู+หน้าต่าง (S3)	90		423.28		5.88		5.00	0.73	0.83	267.41	31,655.20	
		รวมพื้นที่ผิว (S3)		**1,083.50**									**29.30**

ภาคผนวก ข – 1 คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV) W23-(Gr.), แนวทางที่ 79 (จะแสดงรายละเอียดเฉพาะแนวทางการปรับปรุงที่มีความคุ้มค่าแก่การลงทุน)

คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV/RTTV) Alternative Case W23

ประเภทอาคาร : อาคารสำนักงานสูง 4 ชั้น ปรับอากาศทั้งหลัง
วัสดุผนังทึบ : ผนังก่ออิฐมวลเบาเต็มแผ่น ฉาบปูนเรียบ ทาสี
วัสดุผนังโปร่งแสง : กระจกเขียวตัดแสง หนา 6 มม. (ทั้งหน้าต่างและประตู)
วัสดุหลังคา : กระเบื้องคอนกรีต ติดแผ่นกันความร้อน อลูมินัมฟอยล์ 2 ด้าน หนาด้านละ 7 ไมครอน
วัสดุฝ้าเพดาน : ฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ดหนา 13 มม. ปูด้วยฉนวนใยแก้วหุ้มฟอยล์ทุกด้าน หนา 75 มม.

ตารางการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังแต่ละด้าน

ทิศ	ผนัง (AC.)	มุมเอียงองศา	พื้นที่ผนัง (m^2)	พื้นที่กระจก (m^2)	WWR	U ($w/m^2.°c$)	DSH ($kj/m^2.°c$)	TD_{eq} ΔT	SHGC	SC	ESR (w/m^2)	Q (W) con+rad	ค่า OTTV (W/m^2)
เหนือ	ผนัง (N1)	90	244.18		16.97%	1.08	112.56	8.95				1,966.27	เหนือ
	ประตู+หน้าต่าง (N1)	90		49.92		5.85		5.00	0.54	0.95	185.06	1,052.18	
		รวมพื้นที่ผิว (N1)		**294.10**									
	ผนัง (N2)	90	82.65		35.18%	1.08	112.56	8.95				519.63	
	ประตู+หน้าต่าง (N2)	90		44.85		5.85		5.00	0.54	0.95	185.06	1,959.08	
		รวมพื้นที่ผิว (N2)		**127.50**									
	ผนัง (N3)	90	660.22		39.07%	1.08	112.56	8.95				3,901.81	
	ประตู+หน้าต่าง (N3)	90		423.28		5.85		5.00	0.54	0.95	185.06	20,533.52	
		รวมพื้นที่ผิว (N3)		**1,083.50**									**19.89**
ตะวันออก	ผนัง (E1)	90	121.10		0.00%	1.08	112.56	10.94				1,435.44	ตะวันออก
	ประตู+หน้าต่าง (E1)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E1)		**121.10**									
	ผนัง (E2)	90	635.48		34.41%	1.08	112.56	10.94				4,940.96	
	ประตู+หน้าต่าง (E2)	90		333.32		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	16,754.89	
		รวมพื้นที่ผิว (E2)		**968.80**									
	ผนัง (E3)	90	102.00		0.00%	1.08	112.56	10.94				1,209.04	
	ประตู+หน้าต่าง (E3)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E3)		**102.00**									
	ผนัง (E4)	90	276.80		0.00%	1.08	112.56	10.94				3,281.01	
	ประตู+หน้าต่าง (E4)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E4)		**276.80**									**18.81**
ตะวันตก	ผนัง (W1)	90	121.10		0.00%	1.08	112.56	10.01				1,314.04	ตะวันตก
	ประตู+หน้าต่าง (W1)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W1)		**121.10**									
	ผนัง (W2)	90	496.38		36.91%	1.08	112.56	10.01				3,398.04	
	ประตู+หน้าต่าง (W2)	90		290.42		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	15,152.06	
		รวมพื้นที่ผิว (W2)		**786.80**									
	ผนัง (W3)	90	102.00		0.00%	1.08	112.56	10.01				1,106.79	
	ประตู+หน้าต่าง (W3)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W3)		**102.00**									
	ผนัง (W)	90	68.00		0.00%	1.08	112.56	10.01				737.86	
	ประตู+หน้าต่าง (W)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W4)		**68.00**									**20.14**
ใต้	ผนัง (S1)	90	244.18		16.97%	1.08	112.56	10.92				2,400.22	ใต้
	ประตู+หน้าต่าง (S1)	90		49.92		5.85		5.00	0.54	0.83	267.41	1,263.32	
		รวมพื้นที่ผิว (S1)		**294.10**									
	ผนัง (S2)	90	82.65		35.18%	1.08	112.56	10.92				634.31	
	ประตู+หน้าต่าง (S2)	90		44.85		5.85		5.00	0.54	0.83	267.41	2,352.19	
		รวมพื้นที่ผิว (S2)		**127.50**									
	ผนัง (S3)	90	660.22		39.07%	1.08	112.56	10.92				4,762.93	
	ประตู+หน้าต่าง (S3)	90		423.28		5.85		5.00	0.54	0.83	267.41	24,653.82	
		รวมพื้นที่ผิว (S3)		**1,083.50**									**23.96**

ภาคผนวก ข – 1 คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV) W24-(GI.), แนวทางที่ 24 (จะแสดงรายละเอียดเฉพาะแนวทางการปรับปรุงที่มีความคุ้มค่าแก่การลงทุน)

คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV/RTTV) Alternative Case W24

ประเภทอาคาร : อาคารสำนักงานสูง 4 ชั้น ปรับอากาศทั้งหลัง
วัสดุผนังทึบ : ผนังก่ออิฐมวลเบาครึ่งแผ่นเว้นช่องว่างระหว่างผนังก่อ ฉาบปูนเรียบ ทาสี
วัสดุผนังโปร่งแสง : กระจกใส หนา 6 มม. (ทั้งหน้าต่างและประตู)
วัสดุหลังคา : กระเบื้องคอนกรีต ติดแผ่นกันความร้อน อลูมินัมฟอยล์ 2 ด้าน หนาด้านละ 7 ไมครอน
วัสดุฝ้าเพดาน : ฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ดหนา 13 มม. ปูด้วยฉนวนใยแก้วหุ้มฟอยล์ทุกด้าน หนา 75 มม.

ตารางการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังแต่ละด้าน

ทิศ	ผนัง (AC.)	มุมเอียงองศา	พื้นที่ผนัง (m^2)	พื้นที่กระจก (m^2)	WWR	U ($w/m^2.°c$)	DSH ($kj/m^2.°c$)	TD_{eq} ΔT	SHGC	SC	ESR (w/m^2)	Q (W) con+rad	ค่า OTTV (W/m^2)
เหนือ	ผนัง (N1)	90	244.18		16.97%	0.92	112.56	8.95				1,675.70	เหนือ
	ประตู+หน้าต่าง (N1)	90		49.92		5.88		5.00	0.73	0.95	185.06	1,336.66	
		รวมพื้นที่ผิว (N1)		**294.10**									
	ผนัง (N2)	90	82.65		35.18%	0.92	112.56	8.95				442.84	
	ประตู+หน้าต่าง (N2)	90		44.85		5.88		5.00	0.73	0.95	185.06	2,488.75	
		รวมพื้นที่ผิว (N2)		**127.50**									
	ผนัง (N3)	90	660.22		39.07%	0.92	112.56	8.95				3,325.20	
	ประตู+หน้าต่าง (N3)	90		423.28		5.88		5.00	0.73	0.95	185.06	26,085.16	
		รวมพื้นที่ผิว (N3)		**1,083.50**									**23.49**
ตะวันออก	ผนัง (E1)	90	121.10		0.00%	0.92	112.56	10.94				1,223.31	ตะวันออก
	ประตู+หน้าต่าง (E1)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E1)		**121.10**									
	ผนัง (E2)	90	635.48		34.41%	0.92	112.56	10.94				4,210.79	
	ประตู+หน้าต่าง (E2)	90		333.32		5.88		5.00	0.73	0.89	244.53	21,489.77	
		รวมพื้นที่ผิว (E2)		**968.80**									
	ผนัง (E3)	90	102.00		0.00%	0.92	112.56	10.94				1,030.37	
	ประตู+หน้าต่าง (E3)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E3)		**102.00**									
	ผนัง (E4)	90	276.80		0.00%	0.92	112.56	10.94				2,796.14	
	ประตู+หน้าต่าง (E4)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E4)		**276.80**									**20.94**
ตะวันตก	ผนัง (W1)	90	121.10		0.00%	0.92	112.56	10.01				1,119.85	ตะวันตก
	ประตู+หน้าต่าง (W1)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W1)		**121.10**									
	ผนัง (W2)	90	496.38		36.91%	0.92	112.56	10.01				2,895.88	
	ประตู+หน้าต่าง (W2)	90		290.42		5.88		5.00	0.73	0.89	234.58	19,398.68	
		รวมพื้นที่ผิว (W2)		**786.80**									
	ผนัง (W3)	90	102.00		0.00%	0.92	112.56	10.01				943.23	
	ประตู+หน้าต่าง (W3)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W3)		**102.00**									
	ผนัง (W)	90	68.00		0.00%	0.92	112.56	10.01				628.82	
	ประตู+หน้าต่าง (W)	90		0.00		5.88		5.00	0.73	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W4)		**68.00**									**23.18**
ใต้	ผนัง (S1)	90	244.18		16.97%	0.92	112.56	10.92				2,045.51	ใต้
	ประตู+หน้าต่าง (S1)	90		49.92		5.88		5.00	0.73	0.83	267.41	1,622.08	
		รวมพื้นที่ผิว (S1)		**294.10**									
	ผนัง (S2)	90	82.65		35.18%	0.92	112.56	10.92				540.57	
	ประตู+หน้าต่าง (S2)	90		44.85		5.88		5.00	0.73	0.83	267.41	3,020.18	
		รวมพื้นที่ผิว (S2)		**127.50**									
	ผนัง (S3)	90	660.22		39.07%	0.92	112.56	10.92				4,059.06	
	ประตู+หน้าต่าง (S3)	90		423.28		5.88		5.00	0.73	0.83	267.41	31,655.20	
		รวมพื้นที่ผิว (S3)		**1,083.50**									**28.53**

ภาคผนวก ข – 1 คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV) W24-(Gr.), แนวทางที่ 80 (จะแสดงรายละเอียดเฉพาะแนวทางการปรับปรุงที่มีความคุ้มค่าแก่การลงทุน)

คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV/RTTV) Alternative Case W24

ประเภทอาคาร : อาคารสำนักงานสูง 4 ชั้น ปรับอากาศทั้งหลัง
วัสดุผนังทึบ : ผนังก่ออิฐมวลเบาครึ่งแผ่นเว้นช่องว่างระหว่างผนังก่อ ฉาบปูนเรียบ ทาสี
วัสดุผนังโปร่งแสง : กระจกเขียวตัดแสง หนา 6 มม. (ทั้งหน้าต่างและประตู)
วัสดุหลังคา : กระเบื้องคอนกรีต ติดแผ่นกันความร้อน อลูมินัมฟอยล์ 2 ด้าน หนาด้านละ 7 ไมครอน
วัสดุฝ้าเพดาน : ฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ดหนา 13 มม. ปูด้วยฉนวนใยแก้วหุ้มฟอยล์ทุกด้าน หนา 75 มม.

ตารางการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังแต่ละด้าน

ทิศ	ผนัง (AC.)	มุมเอียงองศา	พื้นที่ผนัง (m^2)	พื้นที่กระจก (m^2)	WWR	U ($w/m^2.°c$)	DSH ($kj/m^2.°c$)	TD_{eq} ΔT	SHGC	SC	ESR (w/m^2)	Q (W) con+rad	ค่า OTTV (W/m^2)
เหนือ	ผนัง (N1)	90	244.18		16.97%	0.92	112.56	8.95				1,675.70	เหนือ
	ประตู+หน้าต่าง (N1)	90		49.92		5.85		5.00	0.54	0.95	185.06	1,052.18	
		รวมพื้นที่ผิว (N1)		**294.10**									
	ผนัง (N2)	90	82.65		35.18%	0.92	112.56	8.95				442.84	
	ประตู+หน้าต่าง (N2)	90		44.85		5.85		5.00	0.54	0.95	185.06	1,959.08	
		รวมพื้นที่ผิว (N2)		**127.50**									
	ผนัง (N3)	90	660.22		39.07%	0.92	112.56	8.95				3,325.20	
	ประตู+หน้าต่าง (N3)	90		423.28		5.85		5.00	0.54	0.95	185.06	20,533.52	
		รวมพื้นที่ผิว (N3)		**1,083.50**									**19.26**
ตะวันออก	ผนัง (E1)	90	121.10		0.00%	0.92	112.56	10.94				1,223.31	ตะวันออก
	ประตู+หน้าต่าง (E1)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E1)		**121.10**									
	ผนัง (E2)	90	635.48		34.41%	0.92	112.56	10.94				4,210.79	
	ประตู+หน้าต่าง (E2)	90		333.32		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	16,754.89	
		รวมพื้นที่ผิว (E2)		**968.80**									
	ผนัง (E3)	90	102.00		0.00%	0.92	112.56	10.94				1,030.37	
	ประตู+หน้าต่าง (E3)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E3)		**102.00**									
	ผนัง (E4)	90	276.80		0.00%	0.92	112.56	10.94				2,796.14	
	ประตู+หน้าต่าง (E4)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E4)		**276.80**									**17.71**
ตะวันตก	ผนัง (W1)	90	121.10		0.00%	0.92	112.56	10.01				1,119.85	ตะวันตก
	ประตู+หน้าต่าง (W1)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W1)		**121.10**									
	ผนัง (W2)	90	496.38		36.91%	0.92	112.56	10.01				2,895.88	
	ประตู+หน้าต่าง (W2)	90		290.42		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	15,152.06	
		รวมพื้นที่ผิว (W2)		**786.80**									
	ผนัง (W3)	90	102.00		0.00%	0.92	112.56	10.01				943.23	
	ประตู+หน้าต่าง (W3)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W3)		**102.00**									
	ผนัง (W)	90	68.00		0.00%	0.92	112.56	10.01				628.82	
	ประตู+หน้าต่าง (W)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W4)		**68.00**									**19.24**
ใต้	ผนัง (S1)	90	244.18		16.97%	0.92	112.56	10.92				2,045.51	ใต้
	ประตู+หน้าต่าง (S1)	90		49.92		5.85		5.00	0.54	0.83	267.41	1,263.32	
		รวมพื้นที่ผิว (S1)		**294.10**									
	ผนัง (S2)	90	82.65		35.18%	0.92	112.56	10.92				540.57	
	ประตู+หน้าต่าง (S2)	90		44.85		5.85		5.00	0.54	0.83	267.41	2,352.19	
		รวมพื้นที่ผิว (S2)		**127.50**									
	ผนัง (S3)	90	660.22		39.07%	0.92	112.56	10.92				4,059.06	
	ประตู+หน้าต่าง (S3)	90		423.28		5.85		5.00	0.54	0.83	267.41	24,653.82	
		รวมพื้นที่ผิว (S3)		**1,083.50**									**23.20**

ภาคผนวก ข – 1 คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV) W25-(Gr.), แนวทางที่ 81 (จะแสดงรายละเอียดเฉพาะแนวทางการปรับปรุงที่มีความคุ้มค่าแก่การลงทุน)

คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV/RTTV) Alternative Case W25

ประเภทอาคาร : อาคารสำนักงานสูง 4 ชั้น ปรับอากาศทั้งหลัง
วัสดุผนังทึบ : ผนังก่ออิฐมวลเบาครึ่งแผ่น ฉาบปูนเรียบ ทาสี + ฉนวนใยแก้ว 1"+ฟอยล์ + แผ่นยิปซั่มบอร์ด 12 มม.
วัสดุผนังโปร่งแสง : กระจกเขียวตัดแสง หนา 6 มม. (ทั้งหน้าต่างและประตู)
วัสดุหลังคา : กระเบื้องคอนกรีต ติดแผ่นกันความร้อน อลูมินัมฟอยล์ 2 ด้าน หนาด้านละ 7 ไมครอน
วัสดุฝ้าเพดาน : ฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ดหนา 13 มม. ปูด้วยฉนวนใยแก้วหุ้มฟอยล์ทุกด้าน หนา 75 มม.

ตารางการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังแต่ละด้าน

ทิศ	ผนัง (AC.)	มุมเอียงองศา	พื้นที่ผนัง (m^2)	พื้นที่กระจก (m^2)	WWR	U ($w/m^2.°c$)	DSH ($kj/m^2.°c$)	TD_{eq} ΔT	SHGC	SC	ESR (w/m^2)	Q (W) con+rad	ค่า OTTV (W/m^2)
เหนือ	ผนัง (N1)	90	244.18		16.97%	0.74	82.44	9.42				1,418.02	เหนือ
	ประตู+หน้าต่าง (N1)	90		49.92		5.85		5.00	0.54	0.95	185.06	1,052.18	
		รวมพื้นที่ผิว (N1)		**294.10**									
	ผนัง (N2)	90	82.65		35.18%	0.74	82.44	9.42				374.74	
	ประตู+หน้าต่าง (N2)	90		44.85		5.85		5.00	0.54	0.95	185.06	1,959.08	
		รวมพื้นที่ผิว (N2)		**127.50**									
	ผนัง (N3)	90	660.22		39.07%	0.74	82.44	9.42				2,813.88	
	ประตู+หน้าต่าง (N3)	90		423.28		5.85		5.00	0.54	0.95	185.06	20,533.52	
		รวมพื้นที่ผิว (N3)		**1,083.50**									**18.70**
ตะวันออก	ผนัง (E1)	90	121.10		0.00%	0.74	82.44	11.38				1,023.80	ตะวันออก
	ประตู+หน้าต่าง (E1)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E1)		**121.10**									
	ผนัง (E2)	90	635.48		34.41%	0.74	82.44	11.38				3,524.05	
	ประตู+หน้าต่าง (E2)	90		333.32		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	16,754.89	
		รวมพื้นที่ผิว (E2)		**968.80**									
	ผนัง (E3)	90	102.00		0.00%	0.74	82.44	11.38				862.33	
	ประตู+หน้าต่าง (E3)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E3)		**102.00**									
	ผนัง (E4)	90	276.80		0.00%	0.74	82.44	11.38				2,340.12	
	ประตู+หน้าต่าง (E4)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E4)		**276.80**									**16.68**
ตะวันตก	ผนัง (W1)	90	121.10		0.00%	0.74	82.44	10.59				952.29	ตะวันตก
	ประตู+หน้าต่าง (W1)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W1)		**121.10**									
	ผนัง (W2)	90	496.38		36.91%	0.74	82.44	10.59				2,462.56	
	ประตู+หน้าต่าง (W2)	90		290.42		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	15,152.06	
		รวมพื้นที่ผิว (W2)		**786.80**									
	ผนัง (W3)	90	102.00		0.00%	0.74	82.44	10.59				802.09	
	ประตู+หน้าต่าง (W3)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W3)		**102.00**									
	ผนัง (W)	90	68.00		0.00%	0.74	82.44	10.59				534.73	
	ประตู+หน้าต่าง (W)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W4)		**68.00**									**18.47**
ใต้	ผนัง (S1)	90	244.18		16.97%	0.74	82.44	11.49				1,729.76	ใต้
	ประตู+หน้าต่าง (S1)	90		49.92		5.85		5.00	0.54	0.83	267.41	1,263.32	
		รวมพื้นที่ผิว (S1)		**294.10**									
	ผนัง (S2)	90	82.65		35.18%	0.74	82.44	11.49				457.13	
	ประตู+หน้าต่าง (S2)	90		44.85		5.85		5.00	0.54	0.83	267.41	2,352.19	
		รวมพื้นที่ผิว (S2)		**127.50**									
	ผนัง (S3)	90	660.22		39.07%	0.74	82.44	11.49				3,432.49	
	ประตู+หน้าต่าง (S3)	90		423.28		5.85		5.00	0.54	0.83	267.41	24,653.82	
		รวมพื้นที่ผิว (S3)		**1,083.50**									**22.52**

ภาคผนวก ข – 1 คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV) W27-(Gr.), แนวทางที่ 83 (จะแสดงรายละเอียดเฉพาะแนวทางการปรับปรุงที่มีความคุ้มค่าแก่การลงทุน)

คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV/RTTV) Alternative Case W27

ประเภทอาคาร : อาคารสำนักงานสูง 4 ชั้น ปรับอากาศทั้งหลัง
วัสดุผนังทึบ : ผนังก่ออิฐมวลเบาครึ่งแผ่น ฉาบปูนเรียบ ทาสี + ฉนวนใยแก้ว 2"+ฟอยล์ + แผ่นยิปซั่มบอร์ด 12 มม.
วัสดุผนังโปร่งแสง : กระจกเขียวตัดแสง หนา 6 มม. (ทั้งหน้าต่างและประตู)
วัสดุหลังคา : กระเบื้องคอนกรีต ติดแผ่นกันความร้อน อลูมินัมฟอยล์ 2 ด้าน หนาด้านละ 7 ไมครอน
วัสดุฝ้าเพดาน : ฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ดหนา 13 มม. ปูด้วยฉนวนใยแก้วหุ้มฟอยล์ทุกด้าน หนา 75 มม,

ตารางการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังแต่ละด้าน

ทิศ	ผนัง (AC.)	มุมเอียงขององศา	พื้นที่ผนัง (m^2)	พื้นที่กระจก (m^2)	WWR	U ($w/m^2.°c$)	DSH ($kj/m^2.°c$)	TD_{eq} ΔT	SHGC	SC	ESR (w/m^2)	Q (W) con+rad	ค่า OTTV (W/m^2)
เหนือ	ผนัง (N1)	90	244.18		16.97%	0.49	83.02	9.41				925.47	เหนือ
	ประตู+หน้าต่าง (N1)	90		49.92		5.85		5.00	0.54	0.95	185.06	1,052.18	
		รวมพื้นที่ผิว (N1)		**294.10**									
	ผนัง (N2)	90	82.65		35.18%	0.49	83.02	9.41				244.57	
	ประตู+หน้าต่าง (N2)	90		44.85		5.85		5.00	0.54	0.95	185.06	1,959.08	
		รวมพื้นที่ผิว (N2)		**127.50**									
	ผนัง (N3)	90	660.22		39.07%	0.49	83.02	9.41				1,836.47	
	ประตู+หน้าต่าง (N3)	90		423.28		5.85		5.00	0.54	0.95	185.06	20,533.52	
		รวมพื้นที่ผิว (N3)		**1,083.50**									**17.64**
ตะวันออก	ผนัง (E1)	90	121.10		0.00%	0.49	83.02	11.37				668.36	ตะวันออก
	ประตู+หน้าต่าง (E1)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E1)		**121.10**									
	ผนัง (E2)	90	635.48		34.41%	0.49	83.02	11.37				2,300.58	
	ประตู+หน้าต่าง (E2)	90		333.32		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	16,754.89	
		รวมพื้นที่ผิว (E2)		**968.80**									
	ผนัง (E3)	90	102.00		0.00%	0.49	83.02	11.37				562.95	
	ประตู+หน้าต่าง (E3)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E3)		**102.00**									
	ผนัง (E4)	90	276.80		0.00%	0.49	83.02	11.37				1,527.69	
	ประตู+หน้าต่าง (E4)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E4)		**276.80**									**14.85**
ตะวันตก	ผนัง (W1)	90	121.10		0.00%	0.49	83.02	10.57				621.46	ตะวันตก
	ประตู+หน้าต่าง (W1)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W1)		**121.10**									
	ผนัง (W2)	90	496.38		36.91%	0.49	83.02	10.57				1,607.07	
	ประตู+หน้าต่าง (W2)	90		290.42		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	15,152.06	
		รวมพื้นที่ผิว (W2)		**786.80**									
	ผนัง (W3)	90	102.00		0.00%	0.49	83.02	10.57				523.44	
	ประตู+หน้าต่าง (W3)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W3)		**102.00**									
	ผนัง (W)	90	68.00		0.00%	0.49	83.02	10.57				348.96	
	ประตู+หน้าต่าง (W)	90		0.00		5.85		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W4)		**68.00**									**16.93**
ใต้	ผนัง (S1)	90	244.18		16.97%	0.49	83.02	11.47				1,128.94	ใต้
	ประตู+หน้าต่าง (S1)	90		49.92		5.85		5.00	0.54	0.83	267.41	1,263.32	
		รวมพื้นที่ผิว (S1)		**294.10**									
	ผนัง (S2)	90	82.65		35.18%	0.49	83.02	11.47				298.35	
	ประตู+หน้าต่าง (S2)	90		44.85		5.85		5.00	0.54	0.83	267.41	2,352.19	
		รวมพื้นที่ผิว (S2)		**127.50**									
	ผนัง (S3)	90	660.22		39.07%	0.49	83.02	11.47				2,240.24	
	ประตู+หน้าต่าง (S3)	90		423.28		5.85		5.00	0.54	0.83	267.41	24,653.82	
		รวมพื้นที่ผิว (S3)		**1,083.50**									**21.22**

ภาคผนวก ข – 1 คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV) W43-(Gr.), แนวทางที่ 99 (จะแสดงรายละเอียดเฉพาะแนวทางการปรับปรุงที่มีความคุ้มค่าแก่การลงทุน)

คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV/RTTV) Alternative Case W43(Gr.)

ประเภทอาคาร : อาคารสำนักงานสูง 4 ชั้น ปรับอากาศทั้งหลัง
วัสดุผนังทึบ : ผนังก่ออิฐมวลเบาครึ่งแผ่น + ผนังอิฐมอญครึ่งแผ่น ฉาบปูนเรียบ ทาสี
วัสดุผนังโปร่งแสง : กระจกเขียวตัดแสง หนา 6 มม. (ทั้งหน้าต่างและประตู)
วัสดุหลังคา : กระเบื้องคอนกรีต ติดแผ่นกันความร้อน อลูมินัมฟอยล์ 2 ด้าน หนาด้านละ 7 ไมครอน
วัสดุฝ้าเพดาน : ฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ดหนา 13 มม. ปูด้วยฉนวนใยแก้วหุ้มฟอยล์ทุกด้าน หนา 75 มม.

ตารางการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังแต่ละด้าน

ทิศ	ผนัง (AC.)	มุมเอียงองศา	พื้นที่ผนัง (m^2)	พื้นที่กระจก (m^2)	WWR	U ($w/m^2.°c$)	DSH ($kj/m^2.°c$)	TD_{eq} ΔT	SHGC	SC	ESR (w/m^2)	Q (W) con+rad	ค่า OTTV (W/m^2)
เหนือ	ผนัง (N1)	90	244.18		16.97%	1.40	168.20	8.28				2,357.63	เหนือ
	ประตู+หน้าต่าง (N1)	90		49.92		5.88		5.00	0.54	0.95	185.06	1,053.62	
		รวมพื้นที่ผิว (N1)		**294.10**									
	ผนัง (N2)	90	82.65		35.18%	1.40	168.20	8.28				623.06	
	ประตู+หน้าต่าง (N2)	90		44.85		5.88		5.00	0.54	0.95	185.06	1,961.76	
		รวมพื้นที่ผิว (N2)		**127.50**									
	ผนัง (N3)	90	660.22		39.07%	1.40	168.20	8.28				4,678.43	
	ประตู+หน้าต่าง (N3)	90		423.28		5.88		5.00	0.54	0.95	185.06	20,561.63	
		รวมพื้นที่ผิว (N3)		**1,083.50**									**20.75**
ตะวันออก	ผนัง (E1)	90	121.10		0.00%	1.40	168.20	10.21				1,736.65	ตะวันออก
	ประตู+หน้าต่าง (E1)	90		0.00		5.88		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E1)		**121.10**									
	ผนัง (E2)	90	635.48		34.41%	1.40	168.20	10.21				5,977.77	
	ประตู+หน้าต่าง (E2)	90		333.32		5.88		5.00	0.54	0.89	244.53	16,774.38	
		รวมพื้นที่ผิว (E2)		**968.80**									
	ผนัง (E3)	90	102.00		0.00%	1.40	168.20	10.21				1,462.75	
	ประตู+หน้าต่าง (E3)	90		0.00		5.88		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E3)		**102.00**									
	ผนัง (E4)	90	276.80		0.00%	1.40	168.20	10.21				3,969.50	
	ประตู+หน้าต่าง (E4)	90		0.00		5.88		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E4)		**276.80**									**20.37**
ตะวันตก	ผนัง (W1)	90	121.10		0.00%	1.40	168.20	9.18				1,560.49	ตะวันตก
	ประตู+หน้าต่าง (W1)	90		0.00		5.88		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W1)		**121.10**									
	ผนัง (W2)	90	496.38		36.91%	1.40	168.20	9.18				4,035.35	
	ประตู+หน้าต่าง (W2)	90		290.42		5.88		5.00	0.54	0.89	234.58	15,170.28	
		รวมพื้นที่ผิว (W2)		**786.80**									
	ผนัง (W3)	90	102.00		0.00%	1.40	168.20	9.18				1,314.37	
	ประตู+หน้าต่าง (W3)	90		0.00		5.88		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W3)		**102.00**									
	ผนัง (W)	90	68.00		0.00%	1.40	168.20	9.18				876.25	
	ประตู+หน้าต่าง (W)	90		0.00		5.88		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W4)		**68.00**									**21.30**
ใต้	ผนัง (S1)	90	244.18		16.97%	1.40	168.20	10.15				2,887.97	ใต้
	ประตู+หน้าต่าง (S1)	90		49.92		5.88		5.00	0.54	0.83	267.41	1,264.76	
		รวมพื้นที่ผิว (S1)		**294.10**									
	ผนัง (S2)	90	82.65		35.18%	1.40	168.20	10.15				763.21	
	ประตู+หน้าต่าง (S2)	90		44.85		5.88		5.00	0.54	0.83	267.41	2,354.87	
		รวมพื้นที่ผิว (S2)		**127.50**									
	ผนัง (S3)	90	660.22		39.07%	1.40	168.20	10.15				5,730.82	
	ประตู+หน้าต่าง (S3)	90		423.28		5.88		5.00	0.54	0.83	267.41	24,681.94	
		รวมพื้นที่ผิว (S3)		**1,083.50**									**25.04**

ภาคผนวก ข – 1 คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV) W50-(Gr.), แนวทางที่ 106 (จะแสดงรายละเอียดเฉพาะแนวทางการปรับปรุงที่มีความคุ้มค่าแก่การลงทุน)

คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (OTTV/RTTV) Alternative Case W50(Gr.)

ประเภทอาคาร : อาคารสำนักงานสูง 4 ชั้น ปรับอากาศทั้งหลัง
วัสดุผนังทึบ : ผนังก่ออิฐมวลเบาครึ่งแผ่นเว้นช่องว่างระหว่างผนังก่อ + ผนังอิฐมอญครึ่งแผ่น ฉาบปูนเรียบ ทาสี
วัสดุผนังโปร่งแสง : กระจกเขียวตัดแสง หนา 6 มม. (ทั้งหน้าต่างและประตู)
วัสดุหลังคา : กระเบื้องคอนกรีต ติดแผ่นกันความร้อน อลูมินัมฟอยล์ 2 ด้าน หนาด้านละ 7 ไมครอน
วัสดุฝ้าเพดาน : ฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ดหนา 13 มม. ปูด้วยฉนวนใยแก้วหุ้มฟอยล์ทุกด้าน หนา 75 มม.

ตารางการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังแต่ละด้าน

ทิศ	ผนัง (AC.)	มุมเอียงองศา	พื้นที่ผนัง (m^2)	พื้นที่กระจก (m^2)	WWR	U ($w/m^2.°c$)	DSH ($kj/m^2.°c$)	TD_{eq} ΔT	SHGC	SC	ESR (w/m^2)	Q (W) con+rad	ค่า OTTV (W/m^2)
เหนือ	ผนัง (N1)	90	244.18		16.97%	1.15	168.20	8.28				1,925.13	เหนือ
	ประตู+หน้าต่าง (N1)	90		49.92		5.88		5.00	0.54	0.95	185.06	1,053.62	
		รวมพื้นที่ผิว (N1)		**294.10**									
	ผนัง (N2)	90	82.65		35.18%	1.15	168.20	8.28				508.76	
	ประตู+หน้าต่าง (N2)	90		44.85		5.88		5.00	0.54	0.95	185.06	1,961.76	
		รวมพื้นที่ผิว (N2)		**127.50**									
	ผนัง (N3)	90	660.22		39.07%	1.15	168.20	8.28				3,820.17	
	ประตู+หน้าต่าง (N3)	90		423.28		5.88		5.00	0.54	0.95	185.06	20,561.63	
		รวมพื้นที่ผิว (N3)		**1,083.50**									**19.82**
ตะวันออก	ผนัง (E1)	90	121.10		0.00%	1.15	168.20	10.21				1,418.06	ตะวันออก
	ประตู+หน้าต่าง (E1)	90		0.00		5.88		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E1)		**121.10**									
	ผนัง (E2)	90	635.48		34.41%	1.15	168.20	10.21				4,881.14	
	ประตู+หน้าต่าง (E2)	90		333.32		5.88		5.00	0.54	0.89	244.53	16,774.38	
		รวมพื้นที่ผิว (E2)		**968.80**									
	ผนัง (E3)	90	102.00		0.00%	1.15	168.20	10.21				1,194.41	
	ประตู+หน้าต่าง (E3)	90		0.00		5.88		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E3)		**102.00**									
	ผนัง (E4)	90	276.80		0.00%	1.15	168.20	10.21				3,241.29	
	ประตู+หน้าต่าง (E4)	90		0.00		5.88		5.00	0.54	0.89	244.53	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (E4)		**276.80**									**18.73**
ตะวันตก	ผนัง (W1)	90	121.10		0.00%	1.15	168.20	9.18				1,274.22	ตะวันตก
	ประตู+หน้าต่าง (W1)	90		0.00		5.88		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W1)		**121.10**									
	ผนัง (W2)	90	496.38		36.91%	1.15	168.20	9.18				3,295.06	
	ประตู+หน้าต่าง (W2)	90		290.42		5.88		5.00	0.54	0.89	234.58	15,170.28	
		รวมพื้นที่ผิว (W2)		**786.80**									
	ผนัง (W3)	90	102.00		0.00%	1.15	168.20	9.18				1,073.25	
	ประตู+หน้าต่าง (W3)	90		0.00		5.88		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W3)		**102.00**									
	ผนัง (W)	90	68.00		0.00%	1.15	168.20	9.18				715.50	
	ประตู+หน้าต่าง (W)	90		0.00		5.88		5.00	0.54	0.89	234.58	0.00	
		รวมพื้นที่ผิว (W4)		**68.00**									**19.97**
ใต้	ผนัง (S1)	90	244.18		16.97%	1.15	168.20	10.15				2,358.17	ใต้
	ประตู+หน้าต่าง (S1)	90		49.92		5.88		5.00	0.54	0.83	267.41	1,264.76	
		รวมพื้นที่ผิว (S1)		**294.10**									
	ผนัง (S2)	90	82.65		35.18%	1.15	168.20	10.15				623.20	
	ประตู+หน้าต่าง (S2)	90		44.85		5.88		5.00	0.54	0.83	267.41	2,354.87	
		รวมพื้นที่ผิว (S2)		**127.50**									
	ผนัง (S3)	90	660.22		39.07%	1.15	168.20	10.15				4,679.50	
	ประตู+หน้าต่าง (S3)	90		423.28		5.88		5.00	0.54	0.83	267.41	24,681.94	
		รวมพื้นที่ผิว (S3)		**1,083.50**									**23.89**

ภาคผนวก ข – 2 ตารางสรุปปริมาณการใช้ไฟฟ้ารวมทั้งอาคารจากโปรแกรม Visual DOE 4.1

Title	Month												Total Electricity (kWh.Y)	Building energy consumption (kWh.m^2.Y)
	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December		
Number of days	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31		
Number of Holidays	2	1	1	6	4	0	2	2	0	1	0	5		
Number of Working days	29	27	30	24	27	30	29	30	30	30	30	26		
Percentage of Working days	94%	96%	97%	80%	87%	100%	94%	95%	100%	97%	100%	84%		
Wall 01	111,137	101,014	121,805	104,008	114,494	111,508	110,235	114,962	105,263	109,671	111,204	99,764	1,315,065	
Wall 01 (calibrated)	103,967	97,406	117,876	83,206	99,721	111,508	103,123	109,399	105,263	106,133	111,204	83,673	**1,232,480**	**77.877**
Wall 01 Gr.	108,986	99,155	119,067	102,120	112,548	109,471	107,858	112,944	103,592	107,798	109,027	97,811	1,290,377	
Wall 01 Gr. (calibrated)	101,955	95,614	115,226	81,696	98,026	109,471	100,899	107,479	103,592	104,321	109,027	82,035	**1,209,340**	**76.415**
Wall 02	109,468	99,459	119,366	102,512	112,923	109,846	108,608	113,463	103,891	108,178	109,273	98,863	1,295,850	
Wall 02 (calibrated)	102,406	95,907	115,515	82,010	98,352	109,846	101,601	107,973	103,891	104,688	109,273	82,917	**1,214,379**	**76.733**
Wall 02 Gr.	107,240	97,550	116,585	100,586	110,888	107,734	106,148	111,356	102,137	106,226	107,003	96,837	1,270,290	
Wall 02 Gr. (calibrated)	100,321	94,066	112,824	80,469	96,580	107,734	99,300	105,968	102,137	102,799	107,003	81,218	**1,190,419**	**75.219**
Wall 03	109,238	99,246	118,942	102,275	112,699	109,590	108,357	113,266	103,724	107,989	108,951	98,931	1,293,208	
Wall 03 (calibrated)	102,190	95,702	115,105	81,820	98,157	109,590	101,366	107,785	103,724	104,505	108,951	82,974	**1,211,871**	**76.575**
Wall 03 Gr.	106,989	97,320	116,154	100,340	110,648	107,469	105,874	111,140	101,944	106,015	106,669	96,859	1,267,421	
Wall 03 Gr. (calibrated)	100,086	93,844	112,407	80,272	96,371	107,469	99,043	105,762	101,944	102,595	106,669	81,237	**1,187,700**	**75.047**
Wall 04	109,733	99,717	119,734	102,792	113,234	110,170	109,011	113,826	104,213	108,503	109,548	99,612	1,300,093	
Wall 04 (calibrated)	102,653	96,156	115,872	82,234	98,623	110,170	101,978	108,318	104,213	105,003	109,548	83,546	**1,218,313**	**76.982**
Wall 04 Gr.	107,242	97,576	116,640	100,628	110,962	107,807	106,252	111,463	102,235	106,312	107,037	97,351	1,271,505	
Wall 04 Gr. (calibrated)	100,323	94,091	112,877	80,502	96,644	107,807	99,397	106,070	102,235	102,883	107,037	81,649	**1,191,516**	**75.289**
Wall 05	109,601	99,589	119,512	102,645	113,092	110,017	108,846	113,691	104,101	108,379	109,390	99,538	1,298,401	
Wall 05 (calibrated)	102,530	96,032	115,657	82,116	98,499	110,017	101,824	108,190	104,101	104,883	109,390	83,483	**1,216,722**	**76.881**
Wall 05 Gr.	107,103	97,444	116,409	100,482	110,816	107,651	106,086	111,324	102,117	106,183	106,873	97,269	1,269,757	
Wall 05 Gr. (calibrated)	100,193	93,964	112,654	80,386	96,517	107,651	99,242	105,937	102,117	102,758	106,873	81,580	**1,189,872**	**75.185**
Wall 06	109,487	99,493	119,338	102,566	113,018	109,932	108,791	113,631	104,041	108,313	109,265	99,632	1,297,507	
Wall 06 (calibrated)	102,423	95,940	115,488	82,053	98,435	109,932	101,772	108,133	104,041	104,819	109,265	83,562	**1,215,864**	**76.827**
Wall 06 Gr.	106,921	97,289	116,171	100,334	110,677	107,495	105,946	111,193	102,002	106,054	106,692	97,303	1,268,077	
Wall 06 Gr. (calibrated)	100,023	93,814	112,424	80,267	96,396	107,495	99,111	105,813	102,002	102,633	106,692	81,609	**1,188,278**	**75.084**
Wall 07	109,350	99,362	119,097	102,408	112,869	109,770	108,612	113,484	103,922	108,182	109,101	99,546	1,295,703	
Wall 07 (calibrated)	102,295	95,813	115,255	81,926	98,305	109,770	101,605	107,993	103,922	104,692	109,101	83,490	**1,214,168**	**76.720**
Wall 07 Gr.	106,876	97,239	116,071	100,268	110,609	107,422	105,858	111,134	101,955	105,995	106,615	97,282	1,267,324	
Wall 07 Gr. (calibrated)	99,981	93,766	112,327	80,214	96,337	107,422	99,028	105,757	101,955	102,576	106,615	81,591	**1,187,569**	**75.039**

ภาคผนวก ข – 2 ตารางสรุปปริมาณการใช้ไฟฟ้ารวมทั้งอาคารจากโปรแกรม Visual DOE 4.1 (ต่อ)

Title	Month												Total Electricity (kWh.Y)	Building energy consumption (kWh.m^2.Y)
	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December		
Number of days	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31		
Number of Holidays	2	1	1	6	4	0	2	2	0	1	0	5		
Number of Working days	29	27	30	24	27	30	29	30	30	30	30	26		
Percentage of Working days	94%	96%	97%	80%	87%	100%	94%	95%	100%	97%	100%	84%		
Wall 08	109,402	99,415	119,205	102,488	112,941	109,849	108,713	113,566	103,984	108,246	109,163	99,663	1,296,635	
Wall 08 (calibrated)	102,344	95,864	115,360	81,990	98,368	109,849	101,699	108,071	103,984	104,754	109,163	83,588	**1,215,035**	**76.775**
Wall 08 Gr.	106,800	97,182	116,001	100,224	110,569	107,377	105,830	111,093	101,914	105,956	106,560	97,299	1,266,805	
Wall 08 Gr. (calibrated)	99,910	93,711	112,259	80,179	96,302	107,377	99,002	105,718	101,914	102,538	106,560	81,606	**1,187,076**	**75.008**
Wall 09	109,275	99,292	118,973	102,335	112,799	109,692	108,538	113,425	103,870	108,122	109,009	99,582	1,294,912	
Wall 09 (calibrated)	102,225	95,746	115,135	81,868	98,244	109,692	101,536	107,937	103,870	104,634	109,009	83,520	**1,213,416**	**76.672**
Wall 09 Gr.	106,767	97,142	115,914	100,166	110,511	107,314	105,748	111,043	101,877	105,906	106,494	97,284	1,266,166	
Wall 09 Gr. (calibrated)	99,879	93,673	112,175	80,133	96,252	107,314	98,926	105,670	101,877	102,490	106,494	81,593	**1,186,474**	**74.970**
Wall 10	109,429	99,428	119,240	102,513	112,944	109,854	108,710	113,552	103,988	108,237	109,172	99,473	1,296,520	
Wall 10 (calibrated)	102,369	95,877	115,394	82,010	98,371	109,854	101,696	108,058	103,988	104,745	109,172	83,429	**1,214,943**	**76.769**
Wall 10 Gr.	107,011	97,350	116,276	100,417	110,736	107,560	106,019	111,254	102,046	106,100	106,744	97,263	1,268,776	
Wall 10 Gr. (calibrated)	100,107	93,873	112,525	80,334	96,447	107,560	99,179	105,871	102,046	102,677	106,744	81,575	**1,188,939**	**75.126**
Wall 11	109,411	99,405	119,191	102,463	112,904	109,806	108,644	113,519	103,951	108,208	109,135	99,496	1,296,133	
Wall 11 (calibrated)	102,352	95,855	115,346	81,970	98,336	109,806	101,635	108,026	103,951	104,717	109,135	83,448	**1,214,578**	**76.746**
Wall 11 Gr.	106,928	97,269	116,112	100,313	110,636	107,452	105,898	111,162	101,973	106,018	106,635	97,228	1,267,624	
Wall 11 Gr. (calibrated)	100,029	93,795	112,366	80,250	96,360	107,452	99,066	105,783	101,973	102,598	106,635	81,546	**1,187,855**	**75.057**
Wall 12	109,372	99,378	119,147	102,459	112,900	109,804	108,670	113,525	103,946	108,206	109,108	99,592	1,296,107	
Wall 12 (calibrated)	102,316	95,829	115,304	81,967	98,332	109,804	101,659	108,032	103,946	104,715	109,108	83,529	**1,214,541**	**76.743**
Wall 12 Gr.	106,814	97,179	115,996	100,234	110,566	107,375	105,836	111,093	101,910	105,954	106,548	97,265	1,266,770	
Wall 12 Gr. (calibrated)	99,923	93,708	112,254	80,187	96,299	107,375	99,008	105,718	101,910	102,536	106,548	81,577	**1,187,044**	**75.006**
Wall 13	109,266	99,276	118,944	102,325	112,779	109,669	108,517	113,405	103,853	108,103	108,978	99,535	1,294,650	
Wall 13 (calibrated)	102,217	95,730	115,107	81,860	98,227	109,669	101,516	107,918	103,853	104,616	108,978	83,481	**1,213,171**	**76.657**
Wall 13 Gr.	106,798	97,156	115,931	100,189	110,523	107,327	105,770	111,059	101,888	105,921	106,503	97,271	1,266,336	
Wall 13 Gr. (calibrated)	99,908	93,686	112,191	80,151	96,262	107,327	98,946	105,685	101,888	102,504	106,503	81,582	**1,186,634**	**74.980**
Wall 14	109,335	99,346	119,088	102,423	112,869	109,770	108,641	113,502	103,929	108,181	109,067	99,643	1,295,794	
Wall 14 (calibrated)	102,281	95,798	115,246	81,938	98,305	109,770	101,632	108,010	103,929	104,691	109,067	83,572	**1,214,240**	**76.724**
Wall 14 Gr.	106,721	97,100	115,860	100,150	110,488	107,288	105,751	111,019	101,848	105,886	106,487	97,264	1,265,862	
Wall 14 Gr. (calibrated)	99,836	93,632	112,123	80,120	96,231	107,288	98,928	105,647	101,848	102,470	106,487	81,576	**1,186,187**	**74.952**

ภาคผนวก ข – 2 ตารางสรุปปริมาณการใช้ไฟฟ้ารวมทั้งอาคารจากโปรแกรม Visual DOE 4.1 (ต่อ)

Title	Month												Total Electricity (kWh.Y)	Building energy consumption (kWh.m^2.Y)
	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December		
Number of days	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31		
Number of Holidays	2	1	1	6	4	0	2	2	0	1	0	5		
Number of Working days	29	27	30	24	27	30	29	30	30	30	30	26		
Percentage of Working days	94%	96%	97%	80%	87%	100%	94%	95%	100%	97%	100%	84%		
Wall 15	109,228	99,243	118,882	102,288	112,747	109,633	108,483	113,381	103,833	108,077	108,935	99,582	1,294,312	
Wall 15 (calibrated)	102,181	95,699	115,047	81,830	98,199	109,633	101,484	107,895	103,833	104,591	108,935	83,520	**1,212,847**	**76.636**
Wall 15 Gr.	106,726	97,096	115,833	100,123	110,462	107,258	105,700	111,001	101,841	105,867	106,430	97,285	1,265,622	
Wall 15 Gr. (calibrated)	99,840	93,628	112,096	80,098	96,209	107,258	98,881	105,630	101,841	102,452	106,430	81,594	**1,185,958**	**74.937**
Wall 16	109,390	99,390	119,166	102,470	112,901	109,807	108,666	113,521	103,943	108,209	109,115	99,506	1,296,084	
Wall 16 (calibrated)	102,333	95,840	115,322	81,976	98,333	109,807	101,655	108,028	103,943	104,718	109,115	83,457	**1,214,527**	**76.743**
Wall 16 Gr.	106,958	97,300	116,188	100,361	110,678	107,499	105,960	111,208	102,007	106,058	106,676	97,280	1,268,173	
Wall 16 Gr. (calibrated)	100,057	93,825	112,440	80,289	96,397	107,499	99,124	105,827	102,007	102,637	106,676	81,590	**1,188,368**	**75.090**
Wall 17	109,298	99,303	118,986	102,353	112,796	109,689	108,534	113,419	103,864	108,120	109,001	99,468	1,294,831	
Wall 17 (calibrated)	102,247	95,756	115,148	81,882	98,242	109,689	101,532	107,931	103,864	104,632	109,001	83,425	**1,213,349**	**76.668**
Wall 17 Gr.	106,884	97,227	116,037	100,265	110,588	107,400	105,849	111,124	101,940	105,984	106,579	97,252	1,267,129	
Wall 17 Gr. (calibrated)	99,988	93,755	112,294	80,212	96,319	107,400	99,020	105,747	101,940	102,565	106,579	81,566	**1,187,385**	**75.027**
Wall 18	109,358	99,362	119,115	102,440	112,880	109,783	108,652	113,513	103,937	108,194	109,083	99,615	1,295,932	
Wall 18 (calibrated)	102,303	95,813	115,273	81,952	98,315	109,783	101,642	108,020	103,937	104,704	109,083	83,548	**1,214,373**	**76.733**
Wall 18 Gr.	106,793	97,157	115,959	100,209	110,539	107,346	105,811	111,073	101,894	105,936	106,518	97,278	1,266,513	
Wall 18 Gr. (calibrated)	99,903	93,687	112,218	80,167	96,276	107,346	98,984	105,699	101,894	102,519	106,518	81,588	**1,186,799**	**74.990**
Wall 19	109,256	99,264	118,917	102,310	112,763	109,651	108,502	113,396	103,847	108,095	108,957	99,559	1,294,517	
Wall 19 (calibrated)	102,207	95,719	115,081	81,848	98,213	109,651	101,502	107,909	103,847	104,608	108,957	83,501	**1,213,043**	**76.649**
Wall 19 Gr.	106,789	97,146	115,917	100,178	110,510	107,314	105,761	111,053	101,886	105,915	106,488	97,284	1,266,241	
Wall 19 Gr. (calibrated)	99,899	93,677	112,178	80,142	96,251	107,314	98,938	105,679	101,886	102,498	106,488	81,593	**1,186,543**	**74.974**
Wall 20	109,328	99,337	119,072	102,413	112,859	109,759	108,632	113,497	103,925	108,177	109,052	99,660	1,295,711	
Wall 20 (calibrated)	102,275	95,789	115,231	81,930	98,297	109,759	101,623	108,005	103,925	104,687	109,052	83,586	**1,214,160**	**76.719**
Wall 20 Gr.	106,710	97,088	115,840	100,136	110,473	107,272	105,738	111,008	101,840	105,877	106,440	97,274	1,265,696	
Wall 20 Gr. (calibrated)	99,825	93,621	112,103	80,109	96,218	107,272	98,916	105,637	101,840	102,462	106,440	81,585	**1,186,028**	**74.942**
Wall 21	109,224	99,236	118,868	102,280	112,738	109,623	108,476	113,377	103,831	108,073	108,924	99,600	1,294,250	
Wall 21 (calibrated)	102,177	95,692	115,034	81,824	98,191	109,623	101,478	107,891	103,831	104,587	108,924	83,535	**1,212,787**	**76.633**
Wall 21 Gr.	106,633	97,012	115,678	100,035	110,378	107,167	105,615	110,917	101,769	105,799	106,334	97,232	1,264,569	
Wall 21 Gr. (calibrated)	99,753	93,547	111,946	80,028	96,136	107,167	98,801	105,550	101,769	102,386	106,334	81,549	**1,184,968**	**74.875**

ภาคผนวก ข – 2 ตารางสรุปปริมาณการใช้ไฟฟ้ารวมทั้งอาคารจากโปรแกรม Visual DOE 4.1 (ต่อ)

Title	Month												Total Electricity (kWh.Y)	Building energy consumption (kWh.m^2.Y)
	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December		
Number of days	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31		
Number of Holidays	2	1	1	6	4	0	2	2	0	1	0	5		
Number of Working days	29	27	30	24	27	30	29	30	30	30	30	26		
Percentage of Working days	94%	96%	97%	80%	87%	100%	94%	95%	100%	97%	100%	84%		
Wall 22	110,937	100,844	121,418	103,858	114,388	111,354	110,115	114,907	105,235	109,601	110,917	100,094	1,313,668	
Wall 22 (calibrated)	103,780	97,242	117,501	83,086	99,628	111,354	103,011	109,347	105,235	106,065	110,917	83,950	**1,231,117**	**77.791**
Wall 22	108,665	98,867	118,556	101,865	112,304	109,171	107,575	112,735	103,432	107,595	108,611	98,015	1,287,391	
Wall 22 (calibrated)	101,654	95,336	114,732	81,492	97,813	109,171	100,635	107,280	103,432	104,124	108,611	82,206	**1,206,486**	**76.234**
Wall 23	109,392	99,377	119,175	102,426	112,834	109,740	108,505	113,380	103,818	108,089	109,136	98,784	1,294,656	
Wall 23 (calibrated)	102,334	95,828	115,331	81,941	98,275	109,740	101,505	107,894	103,818	104,602	109,136	82,851	**1,213,254**	**76.662**
Wall 23 Gr.	107,337	97,626	116,613	100,671	110,979	107,828	106,248	111,460	102,222	106,298	107,037	96,905	1,271,224	
Wall 23 Gr. (calibrated)	100,412	94,139	112,851	80,537	96,659	107,828	99,393	106,067	102,222	102,869	107,037	81,275	**1,191,290**	**75.274**
Wall 24	109,299	99,314	119,131	102,369	112,803	109,705	108,510	113,386	103,840	108,100	109,065	99,216	1,294,738	
Wall 24 (calibrated)	102,247	95,767	115,288	81,895	98,248	109,705	101,509	107,900	103,840	104,613	109,065	83,213	**1,213,291**	**76.664**
Wall 24 Gr.	106,870	97,231	116,125	100,274	110,589	107,411	105,829	111,088	101,914	105,964	106,615	96,993	1,266,903	
Wall 24 Gr. (calibrated)	99,975	93,758	112,379	80,219	96,319	107,411	99,001	105,713	101,914	102,546	106,615	81,349	**1,187,200**	**75.016**
Wall 25	109,638	99,638	119,610	102,713	113,170	110,092	108,937	113,760	104,167	108,452	109,463	99,606	1,299,246	
Wall 25 (calibrated)	102,565	96,080	115,752	82,170	98,567	110,092	101,909	108,255	104,167	104,954	109,463	83,541	**1,217,514**	**76.931**
Wall 25 Gr.	107,169	97,515	116,582	100,571	110,912	107,748	106,191	111,412	102,201	106,270	106,973	97,355	1,270,899	
Wall 25 Gr. (calibrated)	100,255	94,032	112,821	80,457	96,601	107,748	99,340	106,021	102,201	102,842	106,973	81,653	**1,190,944**	**75.252**
Wall 26	109,527	99,528	119,443	102,588	113,041	109,959	108,789	113,641	104,065	108,339	109,325	99,542	1,297,787	
Wall 26 (calibrated)	102,461	95,973	115,590	82,070	98,455	109,959	101,770	108,142	104,065	104,844	109,325	83,487	**1,216,142**	**76.845**
Wall 26 Gr.	107,023	97,378	116,345	100,421	110,759	107,586	106,019	111,266	102,075	106,133	106,804	97,260	1,269,069	
Wall 26 Gr. (calibrated)	100,118	93,900	112,592	80,337	96,468	107,586	99,179	105,882	102,075	102,709	106,804	81,573	**1,189,223**	**75.144**
Wall 27	109,455	99,468	119,326	102,546	113,000	109,911	108,770	113,613	104,029	108,299	109,241	99,632	1,297,290	
Wall 27 (calibrated)	102,393	95,916	115,477	82,037	98,419	109,911	101,753	108,116	104,029	104,805	109,241	83,562	**1,215,659**	**76.814**
Wall 27 Gr.	106,873	97,250	116,141	100,299	110,643	107,458	105,908	111,158	101,975	106,025	106,653	97,287	1,267,670	
Wall 27 Gr. (calibrated)	99,978	93,777	112,395	80,239	96,386	107,458	99,075	105,779	101,975	102,605	106,653	81,596	**1,187,896**	**75.060**
Wall 28	109,313	99,332	119,079	102,383	112,844	109,743	108,586	113,460	103,904	108,162	109,072	99,538	1,295,416	
Wall 28 (calibrated)	102,261	95,784	115,238	81,906	98,283	109,743	101,580	107,970	103,904	104,673	109,072	83,483	**1,213,898**	**76.703**
Wall 28 Gr.	106,822	97,194	116,036	100,229	110,570	107,381	105,815	111,093	101,922	105,960	106,571	97,257	1,266,850	
Wall 28 Gr. (calibrated)	99,930	93,723	112,293	80,183	96,303	107,381	98,988	105,718	101,922	102,542	106,571	81,570	**1,187,124**	**75.011**

ภาคผนวก ข – 2 ตารางสรุปปริมาณการใช้ไฟฟ้ารวมทั้งอาคารจากโปรแกรม Visual DOE 4.1 (ต่อ)

Title	Month												Total Electricity (kWh.Y)	Building energy consumption (kWh.m^2.Y)
	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December		
Number of days	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31		
Number of Holidays	2	1	1	6	4	0	2	2	0	1	0	5		
Number of Working days	29	27	30	24	27	30	29	30	30	30	30	26		
Percentage of Working days	94%	96%	97%	80%	87%	100%	94%	95%	100%	97%	100%	84%		
Wall 29	109,375	99,394	119,195	102,470	112,925	109,831	108,695	113,549	103,971	108,232	109,143	99,654	1,296,434	
Wall 29 (calibrated)	102,319	95,844	115,350	81,976	98,354	109,831	101,882	108,055	103,971	104,741	109,143	83,581	**1,214,846**	**76.763**
Wall 29 Gr.	106,764	97,153	115,981	100,199	110,544	107,350	105,802	111,066	101,893	105,933	106,532	97,280	1,266,497	
Wall 29 Gr. (calibrated)	99,876	93,683	112,240	80,159	96,280	107,350	98,976	105,692	101,893	102,516	106,532	81,590	**1,186,787**	**74.990**
Wall 30	109,243	99,266	118,958	102,315	112,778	109,671	108,516	113,404	103,853	108,104	108,985	99,567	1,294,660	
Wall 30 (calibrated)	102,195	95,721	115,121	81,852	98,226	109,671	101,515	107,917	103,853	104,617	108,985	83,508	**1,213,180**	**76.657**
Wall 30 Gr.	106,726	97,108	115,890	100,137	110,481	107,284	105,717	111,012	101,851	105,879	106,460	97,259	1,265,804	
Wall 30 Gr. (calibrated)	99,840	93,640	112,152	80,110	96,225	107,284	98,897	105,640	101,851	102,464	106,460	81,572	**1,186,135**	**74.948**
Wall 31	109,294	99,316	119,097	102,404	112,838	109,744	108,598	113,452	103,878	108,141	109,042	99,451	1,295,255	
Wall 31 (calibrated)	102,243	95,769	115,255	81,923	98,278	109,744	101,592	107,962	103,878	104,653	109,042	83,411	**1,213,750**	**76.693**
Wall 31 Gr.	106,774	97,149	115,989	100,214	110,537	107,350	105,805	111,055	101,871	105,920	106,516	97,155	1,266,335	
Wall 31 Gr. (calibrated)	99,885	93,679	112,247	80,171	96,274	107,350	98,979	105,681	101,871	102,503	106,516	81,485	**1,186,643**	**74.981**
Wall 32	109,192	99,218	118,903	102,279	112,723	109,615	108,456	113,340	103,789	108,042	108,916	99,400	1,293,873	
Wall 32 (calibrated)	102,147	95,675	115,067	81,823	98,178	109,615	101,459	107,856	103,789	104,557	108,916	83,368	**1,212,450**	**76.611**
Wall 32 Gr.	106,754	97,125	115,929	100,173	110,496	107,305	105,746	111,025	101,849	105,887	106,471	97,163	1,265,923	
Wall 32 Gr. (calibrated)	99,867	93,656	112,189	80,138	96,238	107,305	98,924	105,653	101,849	102,471	106,471	81,492	**1,186,253**	**74.956**
Wall 33	109,280	99,301	119,053	102,386	112,827	109,728	108,593	113,454	103,880	108,137	109,021	99,557	1,295,217	
Wall 33 (calibrated)	102,230	95,755	115,213	81,909	98,269	109,728	101,587	107,964	103,880	104,649	109,021	83,499	**1,213,703**	**76.690**
Wall 33 Gr.	106,718	97,102	115,905	100,160	110,491	107,296	105,755	111,019	101,844	105,880	106,459	97,217	1,265,846	
Wall 33 Gr. (calibrated)	99,833	93,634	112,166	80,128	96,234	107,296	98,932	105,647	101,844	102,465	106,459	81,537	**1,186,175**	**74.951**
Wall 34	109,173	99,199	118,849	102,252	112,704	109,593	108,438	113,333	103,786	108,032	108,889	99,497	1,293,745	
Wall 34 (calibrated)	102,130	95,656	115,015	81,802	98,162	109,593	101,442	107,849	103,786	104,547	108,889	83,449	**1,212,319**	**76.603**
Wall 34 Gr.	106,685	97,065	115,818	100,101	110,433	107,234	105,674	110,969	101,807	105,834	106,397	97,214	1,265,231	
Wall 34 Gr. (calibrated)	99,802	93,598	112,082	80,081	96,184	107,234	98,856	105,600	101,807	102,420	106,397	81,534	**1,185,595**	**74.914**
Wall 35	109,266	99,290	119,021	102,370	112,815	109,715	108,584	113,449	103,879	108,129	109,002	99,611	1,295,131	
Wall 35 (calibrated)	102,217	95,744	115,182	81,896	98,258	109,715	101,579	107,960	103,879	104,641	109,002	83,545	**1,213,616**	**76.685**
Wall 35 Gr.	106,642	97,036	115,783	100,088	110,425	107,223	105,683	110,955	101,790	105,824	106,384	97,219	1,265,052	
Wall 35 Gr. (calibrated)	99,762	93,570	112,048	80,070	96,177	107,223	98,865	105,586	101,790	102,410	106,384	81,539	**1,185,424**	**74.904**

ภาคผนวก ข – 2 ตารางสรุปปริมาณการใช้ไฟฟ้ารวมทั้งอาคารจากโปรแกรม Visual DOE 4.1 (ต่อ)

Title	Month												Total Electricity (kWh.Y)	Building energy consumption (kWh.m^2.Y)
	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December		
Number of days	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31		
Number of Holidays	2	1	1	6	4	0	2	2	0	1	0	5		
Number of Working days	29	27	30	24	27	30	29	30	30	30	30	26		
Percentage of Working days	94%	96%	97%	80%	87%	100%	94%	95%	100%	97%	100%	84%		
Wall 36	109,159	99,186	118,814	102,235	112,692	109,577	108,426	113,327	103,782	108,024	108,870	99,548	1,293,640	
Wall 36 (calibrated)	102,116	95,644	114,981	81,788	98,151	109,577	101,431	107,843	103,782	104,539	108,870	83,492	**1,212,215**	**76.596**
Wall 36 Gr.	106,564	96,958	115,617	99,986	110,327	107,115	105,559	110,862	101,716	105,743	106,275	97,174	1,263,896	
Wall 36 Gr. (calibrated)	99,689	93,495	111,887	79,989	96,091	107,115	98,749	105,498	101,716	102,332	106,275	81,501	**1,184,337**	**74.835**
Wall 37	109,269	99,292	119,049	102,377	112,813	109,716	108,572	113,433	103,862	108,122	109,008	99,467	1,294,980	
Wall 37 (calibrated)	102,219	95,746	115,209	81,902	98,256	109,716	101,567	107,944	103,862	104,634	109,008	83,424	**1,213,488**	**76.677**
Wall 37 Gr.	106,739	97,118	115,933	100,180	110,503	107,314	105,769	111,027	101,847	105,891	106,474	97,161	1,265,956	
Wall 37 Gr. (calibrated)	99,853	93,650	112,193	80,144	96,245	107,314	98,945	105,655	101,847	102,475	106,474	81,490	**1,186,284**	**74.958**
Wall 38	109,173	99,200	118,863	102,257	112,704	109,593	108,434	113,326	103,777	108,028	108,888	99,421	1,293,664	
Wall 38 (calibrated)	102,130	95,657	115,029	81,806	98,162	109,593	101,438	107,842	103,777	104,543	108,888	83,385	**1,212,250**	**76.599**
Wall 38 Gr.	106,725	97,099	115,880	100,144	110,468	107,275	105,715	111,001	101,830	105,865	106,435	97,174	1,265,611	
Wall 38 Gr. (calibrated)	99,840	93,631	112,142	80,115	96,214	107,275	98,895	105,630	101,830	102,450	106,435	81,501	**1,185,957**	**74.937**
Wall 39	109,267	99,289	119,029	102,372	112,813	109,714	108,579	113,444	103,873	108,126	109,002	99,567	1,295,075	
Wall 39 (calibrated)	102,218	95,743	115,189	81,898	98,256	109,714	101,574	107,955	103,873	104,638	109,002	83,508	**1,213,567**	**76.682**
Wall 39 Gr.	106,686	97,072	115,856	100,128	110,458	107,261	105,720	110,988	101,816	105,853	106,423	97,215	1,265,476	
Wall 39 Gr. (calibrated)	99,803	93,605	112,119	80,102	96,205	107,261	98,899	105,618	101,816	102,438	106,423	81,535	**1,185,825**	**74.929**
Wall 40	109,163	99,189	118,828	102,240	112,694	109,581	108,427	113,326	103,780	108,025	108,874	99,511	1,293,638	
Wall 40 (calibrated)	102,120	95,647	114,995	81,792	98,153	109,581	101,432	107,842	103,780	104,540	108,874	83,461	**1,212,217**	**76.597**
Wall 40 Gr.	106,670	97,051	115,793	100,085	110,418	107,217	105,657	110,957	101,796	105,824	106,378	97,222	1,265,068	
Wall 40 Gr. (calibrated)	99,788	93,585	112,058	80,068	96,171	107,217	98,840	105,588	101,796	102,410	106,378	81,541	**1,185,440**	**74.905**
Wall 41	109,260	99,283	119,008	102,363	112,808	109,707	108,576	113,444	103,876	108,125	108,991	99,620	1,295,061	
Wall 41 (calibrated)	102,211	95,737	115,169	81,890	98,252	109,707	101,571	107,955	103,876	104,637	108,991	83,552	**1,213,549**	**76.681**
Wall 41 Gr.	106,632	97,026	115,766	100,078	110,415	107,211	105,672	110,947	101,783	105,817	106,371	97,224	1,264,942	
Wall 41 Gr. (calibrated)	99,753	93,561	112,032	80,062	96,168	107,211	98,854	105,579	101,783	102,404	106,371	81,543	**1,185,320**	**74.897**
Wall 42	109,154	99,180	118,802	102,228	112,686	109,570	108,420	113,323	103,780	108,021	108,861	99,558	1,293,583	
Wall 42 (calibrated)	102,112	95,638	114,970	81,782	98,146	109,570	101,425	107,840	103,780	104,536	108,861	83,500	**1,212,160**	**76.593**
Wall 42 Gr.	106,555	96,949	115,603	99,976	110,318	107,105	105,549	110,855	101,710	105,736	106,264	97,180	1,263,800	
Wall 42 Gr. (calibrated)	99,680	93,487	111,874	79,981	96,083	107,105	98,739	105,491	101,710	102,325	106,264	81,506	**1,184,246**	**74.829**

ภาคผนวก ข – 2 ตารางสรุปปริมาณการใช้ไฟฟ้ารวมทั้งอาคารจากโปรแกรม Visual DOE 4.1 (ต่อ)

Title	Month												Total Electricity (kWh.Y)	Building energy consumption (kWh.m^2.Y)
	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December		
Number of days	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31		
Number of Holidays	2	1	1	6	4	0	2	2	0	1	0	5		
Number of Working days	29	27	30	24	27	30	29	30	30	30	30	26		
Percentage of Working days	94%	96%	97%	80%	87%	100%	94%	95%	100%	97%	100%	84%		
Wall 43	109,427	99,422	119,247	102,475	112,917	109,807	108,575	113,483	103,929	108,204	109,176	99,109	1,295,771	
Wall 43 (calibrated)	102,367	95,871	115,400	81,980	98,347	109,807	101,570	107,992	103,929	104,714	109,176	83,124	**1,214,277**	**76.727**
Wall 43 Gr.	107,130	97,451	116,403	100,497	110,817	107,636	106,045	111,308	102,112	106,185	106,848	96,994	1,269,426	
Wall 43 Gr. (calibrated)	100,218	93,971	112,648	80,398	96,518	107,636	99,203	105,922	102,112	102,760	106,848	81,350	**1,189,584**	**75.166**
Wall 44	109,338	99,348	119,144	102,439	112,868	109,775	108,634	113,485	103,913	108,175	109,076	99,468	1,295,663	
Wall 44 (calibrated)	102,284	95,800	115,301	81,951	98,304	109,775	101,625	107,994	103,913	104,685	109,076	83,425	**1,214,133**	**76.718**
Wall 44 Gr.	106,963	97,299	116,130	100,333	110,657	107,464	105,868	111,163	101,980	106,043	106,640	96,998	1,267,538	
Wall 44 Gr. (calibrated)	100,062	93,824	112,384	80,266	96,379	107,464	99,038	105,784	101,980	102,622	106,640	81,353	**1,187,797**	**75.053**
Wall 45	109,242	99,257	118,960	102,319	112,759	109,654	108,499	113,380	103,830	108,082	108,959	99,425	1,294,366	
Wall 45 (calibrated)	102,194	95,712	115,123	81,855	98,209	109,654	101,499	107,894	103,830	104,595	108,959	83,389	**1,212,914**	**76.641**
Wall 45 Gr.	106,824	97,178	116,005	100,228	110,547	107,361	105,809	111,081	101,903	105,942	106,531	97,205	1,266,614	
Wall 45 Gr. (calibrated)	99,932	93,707	112,263	80,182	96,283	107,361	98,983	105,706	101,903	102,525	106,531	81,527	**1,186,903**	**74.997**
Wall 46	109,318	99,329	119,095	102,416	112,854	109,758	108,627	113,485	103,913	108,167	109,052	99,582	1,295,596	
Wall 46 (calibrated)	102,265	95,782	115,253	81,933	98,292	109,758	101,619	107,994	103,913	104,678	109,052	83,520	**1,214,059**	**76.713**
Wall 46 Gr.	106,751	97,123	115,936	100,184	110,511	107,319	105,783	111,043	101,868	105,907	106,484	97,245	1,266,154	
Wall 46 Gr. (calibrated)	99,864	93,654	112,196	80,147	96,252	107,319	98,958	105,670	101,868	102,491	106,484	81,560	**1,186,463**	**74.969**
Wall 47	109,214	99,229	118,895	102,284	112,735	109,624	108,474	113,366	103,820	108,066	108,924	99,525	1,294,156	
Wall 47 (calibrated)	102,168	95,685	115,060	81,827	98,189	109,624	101,476	107,881	103,820	104,580	108,924	83,473	**1,212,705**	**76.627**
Wall 47 Gr.	106,736	97,101	115,873	100,141	110,470	107,274	105,720	111,011	101,847	105,876	106,441	97,251	1,265,741	
Wall 47 Gr. (calibrated)	99,850	93,633	112,135	80,113	96,216	107,274	98,899	105,640	101,847	102,461	106,441	81,565	**1,186,074**	**74.945**
Wall 48	109,296	99,310	119,054	102,394	112,837	109,738	108,610	113,474	103,905	108,154	109,026	99,633	1,295,431	
Wall 48 (calibrated)	102,245	95,763	115,214	81,915	98,277	109,738	101,603	107,983	103,905	104,665	109,026	83,563	**1,213,898**	**76.703**
Wall 48 Gr.	106,677	97,061	115,821	100,116	110,450	107,251	105,715	110,985	101,819	105,853	106,413	97,247	1,265,408	
Wall 48 Gr. (calibrated)	99,795	93,595	112,085	80,093	96,198	107,251	98,895	105,615	101,819	102,438	106,413	81,562	**1,185,758**	**74.925**
Wall 49	109,191	99,209	118,849	102,259	112,715	109,601	108,454	113,353	103,809	108,050	108,897	99,572	1,293,959	
Wall 49 (calibrated)	102,146	95,666	115,015	81,807	98,171	109,601	101,457	107,868	103,809	104,565	108,897	83,512	**1,212,514**	**76.615**
Wall 49 Gr.	106,600	96,984	115,659	100,015	110,354	107,144	105,592	110,892	101,747	105,774	106,307	97,204	1,264,272	
Wall 49 Gr. (calibrated)	99,723	93,520	111,928	80,012	96,115	107,144	98,780	105,526	101,747	102,362	106,307	81,526	**1,184,689**	**74.857**

ภาคผนวก ข – 2 ตารางสรุปปริมาณการใช้ไฟฟ้ารวมทั้งอาคารจากโปรแกรม Visual DOE 4.1 (ต่อ)

Title	Month												Total Electricity (kWh.Y)	Building energy consumption (kWh.m^2.Y)
	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December		
Number of days	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31		
Number of Holidays	2	1	1	6	4	0	2	2	0	1	0	5		
Number of Working days	29	27	30	24	27	30	29	30	30	30	30	26		
Percentage of Working days	94%	96%	97%	80%	87%	100%	94%	95%	100%	97%	100%	84%		
Wall 50	109,279	99,282	118,988	102,322	112,771	109,645	108,418	113,352	103,817	108,074	108,977	99,145	1,294,070	
Wall 50 (calibrated)	102,229	95,736	115,150	81,858	98,220	109,645	101,423	107,867	103,817	104,588	108,977	83,154	**1,212,663**	**76.625**
Wall 50 Gr.	106,963	97,299	116,130	100,333	110,657	107,464	105,868	111,163	101,980	106,043	106,640	96,998	1,267,538	
Wall 50 Gr. (calibrated)	100,062	93,824	112,384	80,266	96,379	107,464	99,038	105,784	101,980	102,622	106,640	81,353	**1,187,797**	**75.053**
Wall 51	109,312	99,324	119,097	102,413	112,842	109,748	108,609	113,469	103,899	108,158	109,041	99,496	1,295,408	
Wall 51 (calibrated)	102,260	95,777	115,255	81,930	98,282	109,748	101,602	107,979	103,899	104,669	109,041	83,448	**1,213,889**	**76.702**
Wall 51 Gr.	106,863	97,219	116,102	100,290	110,603	107,423	105,886	111,139	101,948	105,992	106,586	97,252	1,267,303	
Wall 51 Gr. (calibrated)	99,969	93,747	112,357	80,232	96,332	107,423	99,055	105,761	101,948	102,573	106,586	81,566	**1,187,548**	**75.038**
Wall 52	109,220	99,236	118,919	102,296	112,737	109,630	108,477	113,366	103,819	108,069	108,928	99,456	1,294,153	
Wall 52 (calibrated)	102,174	95,692	115,083	81,837	98,190	109,630	101,478	107,881	103,819	104,583	108,928	83,415	**1,212,709**	**76.628**
Wall 52 Gr.	106,790	97,147	115,953	100,195	110,514	107,327	105,775	111,056	101,882	105,918	106,491	97,222	1,266,270	
Wall 52 Gr. (calibrated)	99,900	93,677	112,213	80,156	96,254	107,327	98,951	105,682	101,882	102,501	106,491	81,541	**1,186,576**	**74.976**
Wall 53	109,305	99,316	119,073	102,401	112,839	109,742	108,614	113,476	103,906	108,157	109,032	99,598	1,295,459	
Wall 53 (calibrated)	102,253	95,769	115,232	81,921	98,279	109,742	101,607	107,985	103,906	104,668	109,032	83,534	**1,213,928**	**76.705**
Wall 53 Gr.	106,712	97,089	115,870	100,148	110,476	107,281	105,748	111,012	101,842	105,881	106,442	97,236	1,265,737	
Wall 53 Gr. (calibrated)	99,827	93,622	112,132	80,118	96,221	107,281	98,926	105,640	101,842	102,465	106,442	81,553	**1,186,070**	**74.944**
Wall 54	109,202	99,217	118,874	102,271	112,722	109,611	108,462	113,358	103,814	108,058	108,907	99,543	1,294,039	
Wall 54 (calibrated)	102,157	95,674	115,039	81,817	98,177	109,611	101,464	107,873	103,814	104,572	108,907	83,488	**1,212,593**	**76.620**
Wall 54 Gr.	106,718	97,084	115,847	100,123	110,452	107,255	105,702	110,997	101,836	105,863	106,419	97,261	1,265,557	
Wall 54 Gr. (calibrated)	99,833	93,617	112,110	80,098	96,200	107,255	98,883	105,626	101,836	102,448	106,419	81,574	**1,185,899**	**74.934**
Wall 55	109,289	99,302	119,042	102,385	112,828	109,729	108,603	113,469	103,901	108,149	109,014	99,645	1,295,356	
Wall 55 (calibrated)	102,238	95,756	115,202	81,908	98,270	109,729	101,596	107,979	103,901	104,660	109,014	83,573	**1,213,826**	**76.698**
Wall 55 Gr.	106,666	97,049	115,805	100,104	110,438	107,238	105,705	110,976	101,812	105,845	106,399	97,254	1,265,291	
Wall 55 Gr. (calibrated)	99,784	93,583	112,069	80,083	96,188	107,238	98,885	105,606	101,812	102,431	106,399	81,568	**1,185,647**	**74.918**
Wall 56	109,184	99,201	118,837	102,251	112,707	109,593	108,447	113,348	103,806	108,045	108,886	99,585	1,293,890	
Wall 56 (calibrated)	102,140	95,658	115,004	81,801	98,164	109,593	101,450	107,863	103,806	104,560	108,886	83,523	**1,212,448**	**76.611**
Wall 56 Gr.	106,589	96,973	115,643	100,003	110,342	107,133	105,582	110,884	101,740	105,766	106,293	97,211	1,264,159	
Wall 56 Gr. (calibrated)	99,712	93,510	111,913	80,002	96,104	107,133	98,770	105,519	101,740	102,354	106,293	81,532	**1,184,582**	**74.850**

ภาคผนวก ข – 2 ตารางสรุปประสิทธิภาพในด้านต่างๆของแต่ละแนวทางการปรับปรุง

Alternative Case	OTTV. (W/m^2)	Consumption ($kWh.m^2.Y$)	Elect. charge (Bath)	Saving (Bath)	Saving (%)	Wall Price ($Bath:m^2$)	Initial Cost (Bath)	LCC. (Bath)	Additional Cost (Bath)	Payback Prd. (Years)	Mass (Kg/m^2)	Maximum Cooling Load (KW)
: W1 (Cl.)	33.94	77.877	3,697,439	-4,087	-0.11%	425	1,763,710	62,781,497	-97,424	-	160	970.181
: W1 (Gr.)	29.73	76.415	3,628,021	65,331	1.77%	425	1,782,245	61,654,443	-78,889	0.00	160	933.941
: W2 (Cl.)	28.37	76.733	3,643,138	50,213	1.36%	635	2,582,072	62,703,750	720,938	14.36	320	904.732
: W2 (Gr.)	24.16	75.219	3,571,258	122,094	3.31%	635	2,600,607	61,536,061	739,472	6.06	320	870.684
: W3 (Cl.)	26.17	76.575	3,635,612	57,740	1.56%	635	2,582,072	62,579,548	720,938	12.49	320	884.616
: W3 (Gr.)	21.96	75.047	3,563,100	130,251	3.53%	635	2,600,607	61,401,441	739,472	5.68	320	850.128
: W4 (Cl.)	23.79	76.982	3,654,940	38,412	1.04%	875	3,517,342	63,833,777	1,656,208	43.12	170	889.352
: W4 (Gr.)	19.58	75.289	3,574,548	118,804	3.22%	875	3,535,877	62,525,624	1,674,743	14.10	170	850.563
: W5 (Cl.)	23.56	76.881	3,650,167	43,185	1.17%	1,160	4,627,976	64,865,648	2,766,842	64.07	180	882.613
: W5 (Gr.)	19.35	75.185	3,569,616	123,736	3.35%	1,160	4,646,511	63,554,866	2,785,376	22.51	180	845.530
: W6 (Cl.)	22.02	76.827	3,647,591	45,761	1.24%	925	3,712,190	63,907,343	1,851,056	40.45	171	878.429
: W6 (Gr.)	17.81	75.084	3,564,835	128,516	3.48%	925	3,730,725	62,560,191	1,869,591	14.55	171	835.000
: W7 (Cl.)	21.92	76.720	3,642,505	50,846	1.38%	1,210	4,822,824	64,934,054	2,961,690	58.25	180	870.100
: W7 (Gr.)	17.71	75.039	3,562,707	130,644	3.54%	1,210	4,841,359	63,635,709	2,980,224	22.81	180	830.262
: W8 (Cl.)	21.25	76.775	3,645,105	48,247	1.31%	1,035	4,140,856	64,294,988	2,279,722	47.25	171	873.540
: W8 (Gr.)	17.04	75.008	3,561,227	132,125	3.58%	1,035	4,159,391	62,929,307	2,298,256	17.39	171	829.084
: W9 (Cl.)	21.19	76.672	3,640,248	53,103	1.44%	1,320	5,251,490	65,325,476	3,390,355	63.84	181	865.356
: W9 (Gr.)	16.98	74.970	3,559,421	133,930	3.63%	1,320	5,270,024	64,010,147	3,408,890	25.45	181	823.282
: W10 (Cl.)	22.87	76.769	3,644,829	48,523	1.31%	1,085	4,335,704	64,485,285	2,474,570	51.00	330	875.537
: W10 (Gr.)	18.66	75.126	3,566,818	126,534	3.43%	1,085	4,354,239	63,216,416	2,493,104	19.70	330	835.780
: W11 (Cl.)	22.72	76.746	3,643,734	49,618	1.34%	1,370	5,446,338	65,577,838	3,585,203	72.26	340	869.243
: W11 (Gr.)	18.51	75.057	3,563,565	129,787	3.51%	1,370	5,464,872	64,273,372	3,603,738	27.77	340	832.071
: W12 (Cl.)	21.56	76.743	3,643,622	49,730	1.35%	1,135	4,530,552	64,660,213	2,669,418	53.68	331	871.411
: W12 (Gr.)	17.36	75.006	3,561,131	132,221	3.58%	1,135	4,549,087	63,317,415	2,687,952	20.33	331	827.678
: W13 (Cl.)	21.50	76.657	3,639,514	53,838	1.46%	1,420	5,641,186	65,703,052	3,780,051	70.21	340	864.002
: W13 (Gr.)	17.29	74.980	3,559,902	133,450	3.61%	1,420	5,659,720	64,407,775	3,798,586	28.46	340	823.120
: W14 (Cl.)	20.95	76.724	3,642,720	50,632	1.37%	1,245	4,959,218	65,073,986	3,098,083	61.19	331	869.032
: W14 (Gr.)	16.75	74.952	3,558,561	134,791	3.65%	1,245	4,977,752	63,703,676	3,116,618	23.12	331	824.352
: W15 (Cl.)	20.91	76.636	3,638,541	54,810	1.48%	1,530	6,069,851	66,115,665	4,208,717	76.79	341	861.442
: W15 (Gr.)	16.71	74.937	3,557,874	135,478	3.67%	1,530	6,088,386	64,802,964	4,227,252	31.20	341	818.610
: W16 (Cl.)	22.46	76.743	3,643,582	49,770	1.35%	1,085	4,335,704	64,464,706	2,474,570	49.72	330	872.170
: W16 (Gr.)	18.25	75.090	3,565,103	128,249	3.47%	1,085	4,354,239	63,188,116	2,493,104	19.44	330	830.981
: W17 (Cl.)	22.34	76.668	3,640,046	53,306	1.44%	1,370	5,446,338	65,516,982	3,585,203	67.26	340	865.698
: W17 (Gr.)	18.14	75.027	3,562,154	131,197	3.55%	1,370	5,464,872	64,250,093	3,603,738	27.47	340	827.757
: W18 (Cl.)	21.39	76.733	3,643,119	50,233	1.36%	1,135	4,530,552	64,651,910	2,669,418	53.14	331	869.862
: W18 (Gr.)	17.19	74.990	3,560,398	132,953	3.60%	1,135	4,549,087	63,305,329	2,687,952	20.22	331	825.537
: W19 (Cl.)	21.33	76.649	3,639,129	54,222	1.47%	1,420	5,641,186	65,696,705	3,780,051	69.71	340	862.645
: W19 (Gr.)	17.13	74.974	3,559,630	133,722	3.62%	1,420	5,659,720	64,403,281	3,798,586	28.41	340	822.569
: W20 (Cl.)	20.86	76.719	3,642,479	50,873	1.38%	1,245	4,959,218	65,070,015	3,098,083	60.90	331	868.154
: W20 (Gr.)	16.65	74.942	3,558,083	135,269	3.66%	1,245	4,977,752	63,695,783	3,116,618	23.04	331	823.455
: W21 (Cl.)	20.82	76.633	3,638,360	54,992	1.49%	1,530	6,069,851	66,112,675	4,208,717	76.53	341	860.682
: W21 (Gr.)	16.62	74.875	3,554,903	138,449	3.75%	1,530	6,088,386	64,753,938	4,227,252	30.53	341	817.488
: W22 (Cl.)	**28.68**	**77.791**	**3,693,352**	**0**	**0.00%**	**450**	**1,861,134**	**62,811,469**	**0**	-	**70**	**940.024**
: W22 (Gr.)	24.47	76.234	3,619,459	73,893	2.00%	450	1,879,669	61,610,570	18,535	0.25	70	902.298
: W23 (Cl.)	24.96	76.662	3,639,763	53,589	1.45%	650	2,640,526	62,706,505	779,392	14.54	140	900.415
: W23 (Gr.)	20.75	75.274	3,573,870	119,482	3.24%	650	2,659,061	61,637,617	797,927	6.68	140	868.358
: W24 (Cl.)	24.12	76.664	3,639,872	53,479	1.45%	650	2,640,526	62,708,309	779,392	14.57	140	878.994
: W24 (Gr.)	19.91	75.016	3,561,601	131,751	3.57%	650	2,659,061	61,435,144	797,927	6.06	140	842.958
: W25 (Cl.)	23.36	76.931	3,652,542	40,810	1.10%	900	3,614,766	63,891,624	1,753,632	42.97	80	888.348
: W25 (Gr.)	19.16	75.252	3,572,831	120,521	3.26%	900	3,633,301	62,594,716	1,772,167	14.70	80	848.058
: W26 (Cl.)	23.16	76.845	3,648,427	44,925	1.22%	1,185	4,725,400	64,934,352	2,864,266	63.76	90	880.779
: W26 (Gr.)	18.96	75.144	3,567,670	125,682	3.40%	1,185	4,743,935	63,620,176	2,882,800	22.94	90	843.279
: W27 (Cl.)	21.94	76.814	3,646,977	46,375	1.26%	950	3,809,614	63,994,635	1,948,480	42.02	81	878.654
: W27 (Gr.)	17.74	75.060	3,563,688	129,664	3.51%	950	3,828,149	62,638,679	1,967,015	15.17	81	834.855
: W28 (Cl.)	21.84	76.703	3,641,695	51,656	1.40%	1,235	4,920,248	65,018,113	3,059,114	59.22	90	870.196
: W28 (Gr.)	17.63	75.011	3,561,372	131,979	3.57%	1,235	4,938,783	63,711,101	3,077,648	23.32	90	829.741

ภาคผนวก ข – 2 ตารางสรุปประสิทธิภาพในด้านต่างๆของแต่ละแนวทางการปรับปรุง (ต่อ)

Alternative Case	OTTV. (W/m^2)	Consumption ($kWh.m^2.Y$)	Elect. charge (Bath)	Saving (Bath)	Saving (%)	Wall Price ($Bath:m^2$)	Initial Cost (Bath)	LCC. (Bath)	Additional Cost (Bath)	Payback Prd. (Years)	Mass (Kg/m^2)	Maximum Cooling Load (KW)
: W29 (Cl.)	21.25	76.763	3,644,539	48,813	1.32%	1,060	4,238,280	64,383,073	2,377,146	48.70	81	873.872
: W29 (Gr.)	17.05	74.990	3,560,360	132,991	3.60%	1,060	4,256,815	63,012,431	2,395,680	18.01	81	829.226
: W30 (Cl.)	21.19	76.657	3,639,539	53,812	1.46%	1,345	5,348,914	65,411,197	3,487,779	64.81	91	865.599
: W30 (Gr.)	16.99	74.948	3,558,404	134,948	3.65%	1,345	5,367,448	64,090,773	3,506,314	25.98	91	823.188
: W31 (Cl.)	22.35	76.693	3,641,249	52,103	1.41%	1,100	4,394,158	64,484,652	2,533,024	48.62	150	872.318
: W31 (Gr.)	18.15	74.981	3,559,929	133,423	3.61%	1,100	4,412,693	63,161,183	2,551,559	19.12	150	830.455
: W32 (Cl.)	22.24	76.611	3,637,349	56,002	1.52%	1,385	5,504,792	65,530,934	3,643,658	65.06	160	865.345
: W32 (Gr.)	18.03	74.956	3,558,760	134,591	3.64%	1,385	5,523,327	64,252,539	3,662,192	27.21	160	826.410
: W33 (Cl.)	21.43	76.690	3,641,108	52,244	1.41%	1,150	4,589,006	64,677,180	2,727,872	52.21	151	869.600
: W33 (Gr.)	17.23	74.951	3,558,524	134,827	3.65%	1,150	4,607,541	63,332,861	2,746,407	20.37	151	826.567
: W34 (Cl.)	21.37	76.603	3,636,958	56,393	1.53%	1,435	5,699,640	65,719,330	3,838,506	68.07	160	862.125
: W34 (Gr.)	17.16	74.914	3,556,785	136,567	3.70%	1,435	5,718,175	64,414,788	3,857,040	28.24	160	820.151
: W35 (Cl.)	20.93	76.685	3,640,848	52,503	1.42%	1,260	5,017,672	65,101,560	3,156,538	60.12	151	867.855
: W35 (Gr.)	16.73	74.904	3,556,273	137,079	3.71%	1,260	5,036,207	63,724,363	3,175,072	23.16	151	823.126
: W36 (Cl.)	20.89	76.596	3,636,645	56,707	1.54%	1,545	6,128,306	66,142,824	4,267,171	75.25	161	860.212
: W36 (Gr.)	16.68	74.835	3,553,010	140,341	3.80%	1,545	6,146,840	64,781,161	4,285,706	30.54	161	816.991
: W37 (Cl.)	22.09	76.677	3,640,463	52,888	1.43%	1,100	4,394,158	64,471,694	2,533,024	47.89	150	870.111
: W37 (Gr.)	17.88	74.958	3,558,852	134,500	3.64%	1,100	4,412,693	63,143,410	2,551,559	18.97	150	827.920
: W38 (Cl.)	21.98	76.599	3,636,750	56,602	1.53%	1,385	5,504,792	65,521,041	3,643,658	64.37	160	863.339
: W38 (Gr.)	17.78	74.937	3,557,872	135,480	3.67%	1,385	5,523,327	64,237,879	3,662,192	27.03	160	823.650
: W39 (Cl.)	21.30	76.682	3,640,702	52,649	1.43%	1,150	4,589,006	64,670,485	2,727,872	51.81	151	868.414
: W39 (Gr.)	17.09	74.929	3,557,475	135,876	3.68%	1,150	4,607,541	63,315,549	2,746,407	20.21	151	824.378
: W40 (Cl.)	21.24	76.597	3,636,650	56,701	1.54%	1,435	5,699,640	65,714,249	3,838,506	67.70	160	861.051
: W40 (Gr.)	17.03	74.905	3,556,320	137,031	3.71%	1,435	5,718,175	64,407,120	3,857,040	28.15	160	818.648
: W41 (Cl.)	20.85	76.681	3,640,647	52,705	1.43%	1,260	5,017,672	65,098,233	3,156,538	59.89	151	867.111
: W41 (Gr.)	16.65	74.897	3,555,959	137,393	3.72%	1,260	5,036,207	63,719,182	3,175,072	23.11	151	822.368
: W42 (Cl.)	26.11	76.593	3,636,480	56,871	1.54%	1,545	6,128,306	66,140,109	4,267,171	75.03	161	859.540
: W42 (Gr.)	16.60	74.829	3,552,737	140,615	3.81%	1,545	6,146,840	64,776,643	4,285,706	30.48	161	816.307
: W43 (Cl.)	26.11	76.727	3,642,831	50,520	1.37%	875	3,517,342	63,633,952	1,656,208	32.78	230	891.462
: W43 (Gr.)	21.92	75.166	3,568,751	124,601	3.37%	875	3,535,877	62,429,964	1,674,743	13.44	230	856.696
: W44 (Cl.)	22.53	76.718	3,642,400	50,951	1.38%	1,325	5,270,974	65,380,473	3,409,840	66.92	240	872.618
: W44 (Gr.)	18.35	75.053	3,563,390	129,962	3.52%	1,325	5,289,509	64,095,116	3,428,375	26.38	240	844.307
: W45 (Cl.)	22.53	76.641	3,638,741	54,611	1.48%	1,610	6,381,608	66,430,715	4,520,474	82.78	250	866.061
: W45 (Gr.)	18.21	74.997	3,560,708	132,644	3.59%	1,610	6,400,143	65,161,497	4,539,008	34.22	250	827.835
: W46 (Cl.)	21.47	76.713	3,642,176	51,176	1.39%	1,375	5,465,822	65,571,621	3,604,688	70.44	241	870.095
: W46 (Gr.)	17.28	74.969	3,559,390	133,962	3.63%	1,375	5,484,357	64,223,955	3,623,223	27.05	241	825.836
: W47 (Cl.)	21.39	76.627	3,638,116	55,236	1.50%	1,660	6,576,456	66,615,249	4,715,322	85.37	250	862.827
: W47 (Gr.)	17.20	74.945	3,558,221	135,131	3.66%	1,660	6,594,991	65,315,296	4,733,856	35.03	250	821.012
: W48 (Cl.)	20.92	76.703	3,641,693	51,659	1.40%	1,485	5,894,488	65,992,308	4,033,354	78.08	241	868.306
: W48 (Gr.)	16.74	74.925	3,557,274	136,078	3.68%	1,485	5,913,023	64,617,706	4,051,888	29.78	241	823.605
: W49 (Cl.)	20.88	76.615	3,637,543	55,809	1.51%	1,770	7,005,122	67,034,464	5,143,987	92.17	251	860.807
: W49 (Gr.)	16.69	74.857	3,554,068	139,283	3.77%	1,770	7,023,656	65,675,438	5,162,522	37.06	251	817.611
: W50 (Cl.)	24.85	76.625	3,637,990	55,362	1.50%	875	3,517,342	63,554,056	1,656,208	29.92	230	879.315
: W50 (Gr.)	20.66	75.053	3,563,390	129,962	3.52%	875	3,535,877	62,341,484	1,674,743	12.89	230	844.307
: W51 (Cl.)	22.21	76.702	3,641,668	51,683	1.40%	1,325	5,270,974	65,368,394	3,409,840	65.98	240	870.411
: W51 (Gr.)	18.03	75.038	3,562,644	130,708	3.54%	1,325	5,289,509	64,082,811	3,428,375	26.23	240	827.853
: W52 (Cl.)	22.10	76.628	3,638,127	55,225	1.50%	1,610	6,381,608	66,420,588	4,520,474	81.86	250	864.084
: W52 (Gr.)	17.91	74.976	3,559,728	133,624	3.62%	1,610	6,400,143	65,145,321	4,539,008	33.97	250	824.808
: W53 (Cl.)	21.32	76.705	3,641,783	51,569	1.40%	1,375	5,465,822	65,565,134	3,604,688	69.90	241	869.055
: W53 (Gr.)	17.13	74.944	3,558,210	135,142	3.66%	1,375	5,484,357	64,204,479	3,623,223	26.81	241	824.638
: W54 (Cl.)	21.25	76.620	3,637,779	55,573	1.50%	1,660	6,576,456	66,609,688	4,715,322	84.85	250	861.905
: W54 (Gr.)	17.06	74.934	3,557,696	135,656	3.67%	1,660	6,594,991	65,306,641	4,733,856	34.90	250	819.434
: W55 (Cl.)	20.87	76.698	3,641,477	51,875	1.40%	1,485	5,894,488	65,988,744	4,033,354	77.75	241	867.730
: W55 (Gr.)	16.68	74.918	3,556,940	136,411	3.69%	1,485	5,913,023	64,612,201	4,051,888	29.70	241	823.015
: W56 (Cl.)	20.79	76.611	3,637,344	56,008	1.52%	1,770	7,005,122	67,031,173	5,143,987	91.84	251	860.299
: W56 (Gr.)	16.61	74.850	3,553,747	139,605	3.78%	1,770	7,023,656	65,670,127	5,162,522	36.98	251	817.087

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ นายศาณิส ยี่โถขาว

เกิด 24 ธันวาคม 2524

การศึกษา

- ระดับประถมศึกษา จบจากโรงเรียนสาธิตแหมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ระดับมัธยมศึกษา จบจากโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ระดับอุดมศึกษา จบจากสาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กทม.

- เข้าศึกษาหลักสูตรปริญญาโทสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2552