การศึกษารูปแบบของเรือนไทยเพื่อการประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน

นายกิติศักดิ์ อนันต์พูนผล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-5330-6

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A STUDY OF TRADITIONAL THAI HOUSE AND THE APPLICATION OF ITS CHARACTERISTICS TO PRESENT ENVIRONMENT

Mr. Kitisak A-nanpunpol

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Architecture in Architecture

Department of Architecture

Faculty of Architecture

Chulalongkorn University

Academic Year 2003

ISBN 974-17-5330-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษารูปแบบของเรือนไทยเพื่อการประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน
โดย นายกิติศักดิ์ อนันต์พูนผล
สาขาวิชา สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ฉันทวิลาสวงศ์)

.... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ)

.... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์)

.... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นายกิติศักดิ์ อนันต์พูนผล : การศึกษารูปแบบของเรือนไทยเพื่อการประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน. (A STUDY OF TRADITIONAL THAI HOUSE AND THE APPLICATION OF ITS CHARACTERISTICS TO PRESENT ENVIRONMENT) อ. ที่ปรึกษา : ศ.ดร.สุนทร บุญญาธิการ, 141 หน้า. ISBN 974-17-5330-6.

เนื่องจากคุณสมบัติของเรือนไทยที่มีระดับอุณหภูมิของอากาศภายนอกและอากาศภายในที่ใกล้เคียงกัน ทำให้สภาพอากาศภายในของเรือนไทยในอดีตอยู่ในเขตสบายคล้อยตามสภาพอากาศภายนอก แต่ปัจจุบันสภาพอากาศภายนอกมีอุณหภูมิสูงขึ้นมาก สภาพอากาศภายในของเรือนไทยจึงไม่อยู่ในเขตสบายเหมือนในอดีต ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องสร้างเขตสบายให้กับเรือนไทยด้วยการใช้ระบบปรับอากาศ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะศึกษารูปแบบของเรือนไทยเพื่อประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน โดยมุ่งศึกษาหลักการที่ทำให้เรือนไทยมีลักษณะพิเศษ 3 ประการได้แก่ ความสอดคล้องกับการใช้สอยในปัจจุบัน การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ และการลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน

การวิจัยนี้แบ่งการวิจัยออกเป็น 3 ขั้นตอน เริ่มจากการศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการประยุกต์เรือนไทยให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน ด้วยการวิเคราะห์เบื้องต้น การคำนวณทางคณิตศาสตร์ และการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากนั้นเปรียบเทียบอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ เพื่อหาระดับความเหมาะสมที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบ สุดท้ายศึกษารูปแบบและเทคนิคการก่อสร้างโดยเน้นการประยุกต์ใช้ในการออกแบบที่คงไว้ซึ่งสัดส่วน ลักษณะและรูปลักษณ์ของเรือนไทย

ผลการวิจัยพบว่า มีความเป็นไปได้ในการที่จะประยุกต์เรือนไทยให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบันโดยอาศัยหลักการออกแบบที่มีการคำนึงถึงตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้องอย่างครบวงจร มีการปรับเปลี่ยนพื้นที่ใช้สอยภายในตัวเรือนให้สอดคล้องกับในปัจจุบัน มีการเลือกใช้วัสดุเปลือกอาคารที่มีระดับการป้องกันความร้อนสูง มีระดับการรั่วไหลของอากาศต่ำ และมีมวลสารต่ำ รวมไปถึงการลดค่าใช้จ่ายในการลงทุนด้วยการเพิ่มเนื้อที่ใช้สอย การใช้ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูป การสร้างแยกหลังโดยใช้ชานกลางเป็นตัวเชื่อมต่อเมื่อต้องการขยายตัวในอนาคต และการใช้รูปแบบที่เป็นมาตรฐานเพื่อการก่อสร้างจำนวนหลายครั้ง

ผลการวิจัยสรุปว่า สามารถปรับเปลี่ยนพื้นที่ใช้สอยภายในเรือนไทยให้สอดคล้องกับการใช้สอยในปัจจุบันได้เป็นอย่างดี กรณีปรับอากาศพบว่า สามารถลดภาระของระบบปรับอากาศและปริมาณการสะสมความร้อนในมวลสารได้ประมาณ 12 เท่า และเมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการลงทุนโดย 1) การลดพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอย 2) การเพิ่มความรวดเร็วในการก่อสร้าง 3) การแบ่งระยะในการลงทุน และ 4) การผลิตในปริมาณมาก สามารถลดค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อเปรียบเทียบกับระบบการก่อสร้างแบบทั่วไปลงได้ประมาณ 27 เปอร์เซ็นต์ 14 เปอร์เซ็นต์ 16 เปอร์เซ็นต์ และ 30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

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

#4574232025 : MAJOR ARCHITECTURE

KEY WORDS: TRADITONAL THAI HOUSE / APPLICATION / PRESENT ENVIRONMENT

KITISAK A-NANPUNPOL : A STUDY OF TRADITIONAL THAI HOUSE AND THE APPLICATION OF ITS CHARACTERISTICS TO PRESENT ENVIRONMENT. THESIS ADVISOR : PROFESSOR Dr. SOONTORN BOONYATIKARN, 141pp. ISBN 974-17-5330-6.

Traditional Thai house has been recognized for its outstanding characters most notably - a capability of exchanging heat between inside and outside and allowing efficient airflow. However such characteristics of the house has failed to counteract with the increasingly warming climate, and this has raised the demand for air-conditioning system. It is reckoned that the air-conditioning system would become essential to create a comfortable atmosphere. This study aims to examine the designing of traditional Thai houses and develop applications that serve 3 objectives namely 1. Fits every day's uses 2. Energy efficient and 3. Investment feasible.

This study comprises of 3 steps. Mathematical calculation and computer modeling were used to determine the factors that affect the suitability of traditional Thai house and then evaluate each factor to find the most significant root causes. Then the study proceed on the construction techniques that would preserve the looks and feels of traditional Thai houses.

The findings reveal that it is likely to apply and exert an architectural intelligence that helps the development of a traditional Thai house that answers everyone's needs. This could technically be accomplished by means of an improvement of space utilization, careful selection of exteriors with high insulation, no infiltration, and low mass features, implementation of instant and ready-to-use type of construction materials, and the movement to a mass production process.

According to the study, it can be concluded that the service area in the house can be carefully utilized to suit functional needs, new design of air-conditioning system can greatly reduce heat build-up and workload of previous model by 12 times. Compared with the proposed existing design, design also yields a satisfactory cost reduction owing to the following measures, 1. Lowering the exterior area-service area ratio (cut cost by 27%), 2.) Shortening construction time (cut cost by 14%), 3.) Allowing more flexible investment cycle (cut cost by 16%) and 4.) Creating a possibility for mass production (cut cost by 30%).

Department ....Architecture................. Student's signature ....

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

Academic year............2003........................

กิตติกรรมประกาศ

ความสำเร็จที่ใหญ่หลวงมิได้มาเพราะเหตุจากคนๆเดียว แต่สำเร็จเนื่องด้วยเจตนาและความตั้งใจของบุคคลทั้งหลายที่เกี่ยวข้องคอยให้ความช่วยเหลือข้าพเจ้ามาโดยตลอด ด้วยเหตุนี้ ข้าพเจ้าจึงขอกล่าวคำขอบพระคุณ บุคคลที่มิอาจลืมได้ ดังรายนามดังต่อไปนี้

คุณพ่อ ศุภกิตติ์ อนันต์พูนผล บิดาผู้เป็นที่ปรึกษาทุกสถานการณ์ ขอบพระคุณสำหรับบุญคุณใหญ่หลวงและความช่วยเหลือตลอดเวลาโดยมิรู้จักเหน็ดเหนื่อย คุณแม่ หงษ์ อนันต์พูนผล มารดาที่ดูแลเอาใจใส่กับทุกสิ่งทุกอย่าง ขอบพระคุณสำหรับบุญคุณที่เกินกว่าคำจะหาคำมาบรรยายได้ ศ.ดร.สุนทร บุญญาธิการ อาจารย์และผู้ให้โอกาสที่มีพระคุณอย่างสูง ขอบพระคุณสำหรับบุญคุณที่มิอาจรู้ลืมตลอดชีวิต นางสาวอภิรดี เลิศอัศวพล เพื่อนที่รัก ขอบคุณสำหรับกำลังใจที่มีให้กันตลอดมา นางสาวอุมา วจีวิจิตร เพื่อนผู้เชี่ยวชาญด้านภาษา ขอบคุณสำหรับการตรวจอักษรและแนะนำการเขียนวิทยานิพนธ์ นายสาธิต กิจการนนท์ เพื่อนที่ปรึกษา ขอบคุณสำหรับคำแนะนำเรื่องแนวความคิดที่เป็นระบบต่างๆ รวมถึงหุ่นจำลอง และทุกๆ อย่างสำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ นายณรงค์ฤทธิ์ จินต์จันทรวงศ์ เพื่อนร่วมชั้นเรียนเดียวกัน ขอบคุณสำหรับคำปรึกษาและการมอบสิ่งอำนวยความสะดวกทางเทคโนโลยี และเครื่องมือต่างๆ จนทำให้งานสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี นายนัฐพล จิรัฐติกาลกิจ เพื่อนร่วมชั้นเรียนเดียวกันอีกท่าน ขอบคุณสำหรับการให้การสนับสนุนในทุกๆเรื่องอยู่ตลอดเวลา นายณัฐพล จารุศิริสมบัติ เพื่อนวิศวกรโยธา ขอบคุณที่คอยให้คำปรึกษาและช่วยคำนวณหลายๆสิ่งหลายๆอย่างให้กระผมอยู่เสมอ

ผู้วิจัยหวังว่า ผลงานวิจัยชิ้นนี้จะเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้ที่จะศึกษาต่อในสาขาสถาปัตยกรรมนี้ สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับการวิจัย หรือการปฏิบัติงานจริง หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขอกราบขอขมาทุกท่าน ไว้ ณ ที่นี้ด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ... จ
กิตติกรรมประกาศ ... ฉ
สารบัญ ... ช
สารบัญตาราง ... ญ
สารบัญรูป ... ฏ
สารบัญแผนภูมิ ... ฑ
บทที่ 1 ... 1
บทนำ ... 1
1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ... 7
1.2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย ... 8
1.3. ขอบเขตของการวิจัย ... 9
1.4. ข้อจำกัดของการวิจัย ... 10
1.5. คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย ... 11
1.6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ... 11
1.7. วิธีดำเนินการวิจัย ... 12
บทที่ 2 ... 15
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ... 15
2.1. ลักษณะทางสถาปัตยกรรมของเรือนไทย ... 15
2.1.1. ลักษณะโดยทั่วไป ... 15
2.1.2. ขนาดและสัดส่วนของเรือนไทย ... 17
2.2. การถ่ายเทความร้อน ... 21
2.2.1. การนำความร้อน ... 21
2.2.2. การพาความร้อน ... 23
2.2.3. การแผ่รังสีความร้อน ... 23
2.3. การถ่ายเทความร้อนรวมผ่านกรอบอาคาร ... 25
2.3.1. การถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังอาคาร ... 25
2.3.2. การถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคาอาคาร ... 29
2.3.3. การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม ... 31

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4. โครงสร้างอาคาร 37
2.4.1. โครงข้อหมุน/โครงถัก (Truss)...37
2.4.2. โครงข้อแข็ง (Rigid Frame)...37
2.4.3. ผนังรับน้ำหนัก (Bearing Wall) 37
2.4.4. แผ่นพื้น (Slab) 38
2.4.5. ข้อต่อหรือรอยต่อของโครงสร้าง 40
2.5. วัสดุเปลือกอาคาร 43
2.5.1. วัสดุผนังภายนอก...43
2.5.2. วัสดุกระจก 43
2.5.3. วัสดุฉนวน 45
บทที่ 3...48
วิธีดำเนินการวิจัย 48
3.1. การศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน..48
3.1.1. ศึกษาด้านความสอดคล้องกับการใช้สอยในปัจจุบัน....................................48
3.1.2. ศึกษาด้านการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ....................................49
3.1.3. ศึกษาด้านการลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน...51
3.2. การวิเคราะห์อิทธิพลและความสำคัญของตัวแปรที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน..55
3.2.1. วิเคราะห์ด้านกิจกรรมใช้สอย...56
3.2.2. วิเคราะห์ด้านการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ...............................56
3.2.3. วิเคราะห์ด้านการลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน 57
3.3. การประยุกต์ตัวแปรเพื่อออกแบบเรือนไทยให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน 58
3.3.1. การจัดพื้นที่ใช้สอย...58
3.3.2. การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ 58
3.3.3. การลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน 58
บทที่ 4...59
ผลการวิจัย...59

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1. ผลการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน....59
4.1.1. ผลการศึกษาด้านความสอดคล้องกับการใช้สอยในปัจจุบัน....59
4.1.2. ผลการศึกษาด้านการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ....62
4.1.3. ผลการศึกษาด้านการลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน....66
4.2. ผลการวิเคราะห์อิทธิพลและความสำคัญของตัวแปรที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน....74
4.2.1. ผลการวิเคราะห์ด้านกิจกรรมใช้สอย....74
4.2.2. ผลการวิเคราะห์ด้านการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ....75
4.2.3. ผลการวิเคราะห์ด้านการลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน....79
4.3. ผลการประยุกต์ตัวแปรเพื่อออกแบบเรือนไทยให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน....89
4.3.1. การจัดพื้นที่ใช้สอย....89
4.3.2. การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ....91
4.3.3. การลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน....93
บทที่ 5....127
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ....127
5.1. สรุปผลการวิจัย....127
5.1.1. สรุปการศึกษาตัวแปร....127
5.1.2. สรุปการวิเคราะห์ความสำคัญและอิทธิพลของตัวแปร....128
5.1.3. สรุปการประยุกต์ตัวแปรเพื่อออกแบบเรือนไทย....131
5.2. อภิปรายผลการวิจัย....132
5.3. ข้อเสนอแนะ....134
รายการอ้างอิง....135
ภาคผนวก....138
ภาคผนวก ก....139
ภาคผนวก ข....140
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์....141

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq}) สำหรับผนังที่มีความหนาแน่นเชิงมวล และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ต่างๆ กัน 26
ตารางที่ 2 แสดงรายการวัสดุและสีทาผนังหรือหลังคาแยกตามระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ 27
ตารางที่ 3 แสดงค่าตัวประกอบแก้.................................... 28
ตารางที่ 4 แสดงค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq}) สำหรับหลังคาที่มีความหนาแน่นเชิงมวล และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ต่างๆ กัน 30
ตารางที่ 5 แสดงค่าตัวประกอบแก้สำหรับหลังคา.................................... 31
ตารางที่ 6 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) และความหนาแน่นของวัสดุต่างๆ 35
ตารางที่ 7 แสดงค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารที่มีระยะเวลาในการเร็วแบบปกติทั่วไปและแบบที่เร็วเพิ่มขึ้นจากปกติทั่วไปตั้งแต่ 1 เท่าจนถึง 5 เท่า................................68
ตารางที่ 8 แสดงค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารที่มีระยะเวลาในการเร็วแบบปกติทั่วไปและแบบที่เร็วเพิ่มขึ้นจากปกติทั่วไปตั้งแต่ 6 เท่าจนถึง 10 เท่า...............................68
ตารางที่ 9 แสดงค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อมีการสร้างอาคารตั้งแต่ 1 หลัง จนถึง 100 หลัง........73
ตารางที่ 10 แสดงการเตรียมพื้นที่และปักผังพร้อมทำฐานราก.................................... 94
ตารางที่ 11 แสดงงานฐานราก (ตั้งแบบคอนกรีต+เหล็กเสริม) 95
ตารางที่ 12 แสดงงานฐานราก (เทคอนกรีต) 96
ตารางที่ 13 แสดงงานเสา (ตั้งแบบคอนกรีต+วางเหล็กเสริม).................................... 97
ตารางที่ 14 แสดงงานเสา (เทคอนกรีต) 98
ตารางที่ 15 แสดงงานคาน (ตั้งแบบคอนกรีต+วางเหล็กเสริม) 99
ตารางที่ 16 แสดงงานคาน (เทคอนกรีต).................................... 100
ตารางที่ 17 แสดงงานวางแผ่นพื้นชั้น 1.................................... 101
ตารางที่ 18 แสดงงานตั้งผนังสำเร็จรูป.................................... 102
ตารางที่ 19 แสดงงานติดตั้งบันได (โครงสร้าง) 103
ตารางที่ 20 แสดงงานวางแผ่นพื้นชั้น 2.................................... 104
ตารางที่ 21 แสดงงานเสา (ตั้งแบบคอนกรีต+วางเหล็กเสริม).................................... 105
ตารางที่ 22 แสดงงานมุงชายคา.................................... 106
ตารางที่ 23 แสดงงานติดตั้งแผ่นหลังคาสำเร็จรูป 107
ตารางที่ 24 แสดงงานติดตั้งเชิงชายและปั้นลมสำเร็จรูป.................................... 108

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 25 แสดงงานติดตั้งประตูและหน้าต่าง.. 109
ตารางที่ 26 แสดงงานเก็บงานผิวพื้นชั้นที่ 2.. 110
ตารางที่ 27 แสดงงานบันไดและราวระเบียง 111
ตารางที่ 28 แสดงงานเก็บงานผิวพื้นชั้นที่ 1.. 112
ตารางที่ 29 แสดงงานติดตั้งสุขภัณฑ์+เดินท่อทิ้งไว้ริมเสา.. 113
ตารางที่ 30 แสดงงานระบบไฟฟ้า ทีวี และโทรทัศน์... 114
ตารางที่ 31 แสดงงานติดตั้งระบบปรับอากาศ 115
ตารางที่ 32 แสดงงานเฟอร์นิเจอร์+โคมไฟ.. 116
ตารางที่ 33 แสดงงานระบบสุขาภิบาล+ประปาภายนอก.. 117
ตารางที่ 34 แสดงงานทำความสะอาดและเก็บพื้นที่.. 117
ตารางที่ 35 แสดงต้นทุนในการก่อสร้างเมื่อผลิตปริมาณมาก 126
ตารางที่ 36 แสดงผลการคำนวณค่าภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยในอดีต 139
ตารางที่ 37 แสดงผลการคำนวณค่าภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยเมื่อมีการเพิ่ม
ระดับการป้องกันความร้อน และ มีการลดระดับการรั่วไหลของอากาศ 140

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 แสดงองค์ประกอบของปรัชญาในการอยู่อาศัยในยุคปัจจุบัน 6
รูปที่ 2 ขั้นตอนการขึ้นรูปตั้งเรือนไทยตามหลักวิชาเรขาคณิต 17
รูปที่ 3 สัดส่วนรูปด้านยาวของเรือนไทยตามหลักวิชาเรขาคณิต 20
รูปที่ 4 แสดงสภาพการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคาร ซึ่งมีโครงสร้างประกอบขึ้นจากวัสดุแตกต่างกัน n ชนิด 33
รูปที่ 5 แสดงสภาพการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคารซึ่งมีโครงสร้างประกอบด้วยวัสดุ n ชนิด และ มีช่องว่างอากาศภายใน 34
รูปที่ 6 แสดงลักษณะของโครงสร้างแบบต่างๆ 39
รูปที่ 7 แสดงลักษณะข้อต่อแบบหมุน 40
รูปที่ 8 แสดงลักษณะข้อต่อแบบแข็งหรือยึดแน่น 41
รูปที่ 9 แสดงลักษณะข้อต่อแบบล้อเลื่อน 41
รูปที่ 10 แสดงข้อต่อและรอยต่อแบบต่างๆ ของโครงสร้าง 42
รูปที่ 11 แสดงองค์ประกอบของรังสีดวงอาทิตย์ 44
รูปที่ 12 แสดงลักษณะกิจกรรมการใช้สอยต่างๆที่เกิดขึ้นในอดีต 60
รูปที่ 13 แสดงลักษณะกิจกรรมการใช้สอยต่างๆที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน....................................... 61
รูปที่ 14 แสดงกิจกรรมใช้สอยที่เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน 74
รูปที่ 15 แสดงผังพื้นชั้น 1 และ 2 ซึ่งเป็นผลที่ได้จากการประยุกต์การจัดพื้นที่ใช้สอยให้มีความสอดคล้องกับปัจจุบัน..89
รูปที่ 16 แสดงผังชั้นล่าง และ รูปตัด ซึ่งเป็นผลที่ได้จากการประยุกต์การจัดพื้นที่ใช้สอยให้มีความสอดคล้องกับปัจจุบัน..90
รูปที่ 17 แสดงหุ่นจำลองของเรือนไทยที่ได้รับการประยุกต์ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน..... 90
รูปที่ 18 แสดงผลการใช้ลมธรรมชาติช่วยสร้างเขตสบายในเรือนไทยในกรณีที่สภาวะอากาศภายนอกเอื้ออำนวย 91
รูปที่ 19 แสดงผลการใช้ระบบปรับอากาศผสมผสานกับการใช้ระบบธรรมชาติเข้าช่วยสร้างเขตสบายให้กับเรือนไทย..92
รูปที่ 20 แสดงการเตรียมพื้นที่และปักผังพร้อมทำฐานราก 94
รูปที่ 21 แสดงงานฐานราก (ตั้งแบบคอนกรีต+เหล็กเสริม).. 95
รูปที่ 22 แสดงงานฐานราก (เทคอนกรีต)... 96
รูปที่ 23 แสดงงานเสา (ตั้งแบบคอนกรีต+วางเหล็กเสริม) 97

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 24 แสดงงานเสา (เทคอนกรีต) 98
รูปที่ 25 แสดงงานคาน (ตั้งแบบคอนกรีต+วางเหล็กเสริม)..... 99
รูปที่ 26 แสดงงานคาน (เทคอนกรีต) 100
รูปที่ 27 แสดงงานวางแผ่นพื้นชั้น 1 101
รูปที่ 28 แสดงงานตั้งผนังสำเร็จรูป 102
รูปที่ 29 แสดงงานติดตั้งบันได (โครงสร้าง)..... 103
รูปที่ 30 แสดงงานวางแผ่นพื้นชั้น 2 104
รูปที่ 31 แสดงการเตรียมพื้นที่และปักผังพร้อมทำฐานราก 105
รูปที่ 32 แสดงงานมุงชายคา 106
รูปที่ 33 แสดงงานติดตั้งแผ่นหลังคาสำเร็จรูป..... 107
รูปที่ 34 แสดงงานติดตั้งเชิงชายและปั้นลมสำเร็จรูป 108
รูปที่ 35 แสดงงานติดตั้งประตูและหน้าต่าง 109
รูปที่ 36 แสดงงานเก็บงานผิวพื้นชั้นที่ 2 110
รูปที่ 37 แสดงงานบันไดและราวระเบียง 111
รูปที่ 38 แสดงงานเก็บงานผิวพื้นชั้นที่ 1 112
รูปที่ 39 แสดงงานติดตั้งสุขภัณฑ์+เดินท่อทิ้งไว้ริมเสา 113
รูปที่ 40 แสดงงานระบบไฟฟ้า ทีวี และโทรทัศน์..... 114
รูปที่ 41 แสดงงานติดตั้งระบบปรับอากาศ 115
รูปที่ 42 แสดงงานเฟอร์นิเจอร์+โคมไฟ 116
รูปที่ 43 แสดงการขยายตัวของเรือนไทยแบบจำนวนสูงสุด 2 หลัง วางขนานทิศทางกัน..... 118
รูปที่ 44 แสดงการขยายตัวของเรือนไทยแบบจำนวนสูงสุด 2 หลัง วางขวางทิศทางกัน..... 119
รูปที่ 45 แสดงหุ่นจำลองการขยายตัวของเรือนไทยจำนวน 2 หลัง..... 120
รูปที่ 46 แสดงการขยายตัวของเรือนไทยแบบจำนวนสูงสุด 3 หลังวางขนานและขวางทิศกัน ... 121
รูปที่ 47 แสดงหุ่นจำลองการขยายตัวของเรือนไทยจำนวน 3 หลัง..... 122
รูปที่ 48 แสดงการขยายตัวของเรือนไทยแบบจำนวนสูงสุด 4 หลัง วางขนานกัน 123
รูปที่ 49 แสดงการขยายตัวของเรือนไทยแบบจำนวนสูงสุด 4 หลังวางขนานและขวางทิศกัน ... 124
รูปที่ 50 แสดงหุ่นจำลองการขยายตัวของเรือนไทยจำนวน 4 หลัง..... 125

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 1 แสดงค่าความเป็นฉนวนของวัสดุฉนวนต่างๆ 47
แผนภูมิที่ 2 แสดงรายละเอียดของภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยในอดีต................. 63
แผนภูมิที่ 3 แสดงรายละเอียดของภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยเมื่อมีการเพิ่มระดับการป้องกันความร้อนและมีการลดระดับการรั่วไหลของอากาศ 64
แผนภูมิที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยในอดีตและเรือนไทยที่ได้รับการเพิ่มระดับการป้องกันความร้อนและลดระดับการรั่วไหลของอากาศ 76
แผนภูมิที่ 5 แสดงค่าความร้อนสะสมของระบบปรับอากาศในมวลสารของเรือนไทยในอดีตและเรือนไทยที่มีการลดปริมาณการใช้มวลสารของวัสดุในการก่อสร้าง................78
แผนภูมิที่ 6 แสดงค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารที่มีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยเท่ากับเรือนไทยในอดีตและลดลงจากเรือนไทยในอดีต 80
แผนภูมิที่ 7 แสดงค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อมีการเพิ่มความเร็วในการก่อสร้างขึ้นตั้งแต่ 1 เท่าจนถึง 10 เท่า จากความเร็วในการก่อสร้างแบบปกติ..82
แผนภูมิที่ 8 แสดงค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารที่มีระยะเวลาในการก่อสร้างน้อยมากเหมือนเรือนไทยในอดีต ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างเหมือนปกติทั่วไป และ ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างเร็วกว่าปกติทั่วไปประมาณ 4 เท่า 83
แผนภูมิที่ 9 แสดงค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อไม่มีการทยอยสร้างอาคาร แบ่งระยะสร้างอาคารเป็น 2 งวด แบ่งระยะสร้างอาคารเป็น 4 งวด และแบ่งระยะสร้างอาคารเป็น 8 งวด...85
แผนภูมิที่ 10 แสดงค่าใช้จ่ายในการลงทุนลงทุนเมื่อมีการสร้างอาคารตั้งแต่จำนวน 1 หลัง จนถึง 100 หลัง ภายใต้การมีต้นทุนคงที่เดียวกัน...87
แผนภูมิที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบอิทธิพลและความสำคัญของตัวแปรที่มีผลต่อการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ 129
แผนภูมิที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบอิทธิพลและความสำคัญของตัวแปรที่มีผลต่อการลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน 130
แผนภูมิที่ 13 แสดงการจำแนกรายละเอียดของต้นทุนในการสร้างเรือนไทยที่ได้รับการประยุกต์ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน...132
แผนภูมิที่ 14 แสดงราคาต้นทุนต่อหลังเมื่อไม่รวมค่าเครื่องมือ.. 133

บทที่ 1

บทนำ

สภาพแวดล้อมและระบบธรรมชาติที่สมบูรณ์ซึ่งเคยเป็นปัจจัยสำคัญต่อความน่าอยู่ในอดีต ได้เลือนหายไปจากเมืองใหญ่ในปัจจุบันแล้ว คงจะดีไม่น้อยหากว่าบรรยากาศและการอยู่กับสภาพแวดล้อมในอดีตจะยังคงสภาพเดิมไว้โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงไป แต่ในความเป็นจริงสภาพปัจจุบันของบ้านเราไม่ได้เป็นเช่นนั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรุงเทพมหานครและเมืองใหญ่ ความเจริญก้าวหน้าทางด้านวัตถุได้พัฒนาไปจากอดีตมากในหลายๆด้าน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่นับวันมีแต่จะทำลายความน่าอยู่ของสภาพแวดล้อมแบบเดิมไปอย่างไม่หยุดยั้ง สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปจากอดีตและปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงที่อยู่อาศัยมีหลายประการ ได้แก่

<u>ความร้อน</u>

อาจกล่าวได้ว่าปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะของที่อยู่อาศัยในบ้านเรามากที่สุด ก็คือ ความร้อน เพราะแม้แต่ในอดีต อุณหภูมิในเวลากลางวันในบ้านเราก็สูงกว่าเขตสบายอยู่แล้ว ในสภาวะปัจจุบันอุณหภูมิโดยเฉลี่ยในบ้านเราก็ยิ่งเพิ่มสูงมากขึ้นเรื่อยๆ สาเหตุของการเกิดความร้อนเพิ่มสูงขึ้นกว่าในอดีตมีหลายประการ ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของป่าคอนกรีตที่เข้ามาแทนที่ไม่ว่าจะเป็นตึกสูง อาคารบ้านเรือน หรือพื้นผิวการจราจร เมื่อผิวอาคารหรือถนนโดนแสงแดดตลอดเวลากลางวัน ทำให้เกิดการสะสมความร้อนและคายความร้อนนั้นสู่อากาศ ส่งผลให้เมืองร้อนขึ้นทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน ความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่เพิ่มความรุนแรงมากขึ้นเนื่องมาจากการไม่มีต้นไม้และสภาพแวดล้อมมาช่วยบดบัง ในขณะเดียวกัน มลภาวะที่อยู่เหนืออาคารจะเกิดการสะสมความร้อนบริเวณผิวโลกมากยิ่งขึ้น เพราะคลื่นความร้อนไม่สามารถกระจายออกสู่ชั้นบรรยากาศเบื้องบนได้ง่ายเหมือนในอดีต เป็นปัญหาที่เรียกว่า สภาวะเรือนกระจก(Green House Effect) ความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงของรถยนต์ ซึ่งหากคำนวณจากปริมาณรถยนต์ในเมืองจำนวนกว่า 3.5 ล้านคัน โดยให้รถยนต์แต่ละคันมีอัตราการใช้น้ำมันเฉลี่ยวันละ 10 ลิตร จะทำให้มีปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นวันละประมาณ 1.055 ล้านเมกะจูล(1 ล้านล้านบีทียู) ปริมาณความร้อนนี้เทียบเท่ากับปริมาณความร้อนโดยเฉลี่ยจากดวงอาทิตย์ที่ตกลงบนพื้นที่ 10 ตารางกิโลเมตร ความร้อนจากกระแสไฟฟ้าที่นำเข้าสู่ตัวเมือง ซึ่งเกิดจากการพัฒนาในด้านพลังงานไฟฟ้าเพื่อนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน ทำให้ปริมาณความร้อนกว่า 25.320 ล้านเมกะจูล(24,000 ล้านบีทียู) ถูกถ่ายเทจากแหล่งผลิตเข้าสู่ภายในเมือง(ค่าที่ได้นี้คำนวณจากปริมาณ

การใช้กระแสไฟฟ้าในปัจจุบันประมาณ 7,000 เมกะวัตต์ และแปลงเป็นพลังงานความร้อนในหน่วยบีทียู) ความร้อนจากประชากรและอื่นๆ เนื่องมาจากในเมืองมีความหนาแน่นของประชากรสูงดังนั้นจะมีปริมาณความร้อนเกิดขึ้นมากกว่าในเขตชนบทที่มีความหนาแน่นของประชากรต่ำ ประกอบกับการขาดแคลนต้นไม้ช่วยปรับสมดุลของความร้อนตามธรรมชาติ แนวโน้มของปัญหาด้านความร้อนจึงนับวันมีแต่จะทวีความรุนแรงมากขึ้น

เสียง

ปัญหาเรื่องเสียงที่เกิดจากยานพาหนะชนิดต่างๆ เช่น รถยนต์ รถมอเตอร์ไซค์ เรือยนต์ ฯลฯ ระดับเสียงเหล่านี้มีความดังอยู่ในช่วงสูงสุดกว่า 85 เดซิเบล ซึ่งเป็นระดับเสียงที่ดังมากเกินไปสำหรับการใช้ชีวิตประจำวันของเรา ในขณะเดียวกัน เสียงที่เป็นที่พึงปรารถนา เช่น เสียงธรรมชาติ เสียงนกร้อง เสียงสายลมที่พัดผ่านกิ่งไม้และใบไม้ ได้ลดลงหรือสูญหายไปจนเกือบหมด แทบจะไม่มีปรากฏในสังคมเมืองปัจจุบันอีกแล้ว

อากาศ

อากาศที่เคยบริสุทธิ์สดชื่นในอดีต เปลี่ยนแปลงเป็นอากาศที่มีมลพิษสูงมาก โดยเฉพาะอากาศในบริเวณใจกลางเมืองหรือทางแยกหลายๆแห่ง มีคุณภาพอากาศต่ำกว่ามาตรฐานหลายเท่า ยกตัวอย่างเช่น ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งมาตรฐานกำหนดไว้ที่ระดับ 15 หน่วยต่อล้านหน่วย(PPM) แต่บางแห่งในกรุงเทพมหานครมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศสูงกว่าระดับที่มาตรฐานกำหนดไว้มาก จนต้องมีการติดป้ายประกาศเตือนไว้ และยังมีสารพิษอื่นๆอีกหลายชนิดปนเปื้อนอยู่ในอากาศในปริมาณที่สูงเกินขอบเขตที่เราจะใช้ชีวิตอยู่รอดได้

เมื่อสภาพแวดล้อมรอบตัวเราเลวร้ายลงเรื่อยๆ ในขณะที่คนยุคปัจจุบันมีความต้องการคุณภาพชีวิตที่ดีเพิ่มขึ้น ประกอบกับสภาพของสังคมและเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา เทคโนโลยีที่ก้าวหน้า และกระแสของความตระหนักต่อการใช้พลังงานโดยรวม ได้ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดในการออกแบบบ้านพักอาศัย เกิดเป็นปรัชญาของการอยู่อาศัยของคนยุคใหม่ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลักก็เพื่อที่จะให้บ้านเป็นคำตอบสำหรับความต้องการที่ครบถ้วนของการใช้ชีวิต 8 ประการ(สุนทร บุญญาธิการ, 2545 : 45-48) ได้แก่

1. ความรู้สึกร้อน – หนาวที่พอเหมาะ(Thermal Comfort) หมายถึง การควบคุมสภาพแวดล้อมภายในอาคารให้อยู่ในเขตสบายตามความต้องการของผู้อยู่อาศัย โดยเน้นการใช้ระบบธรรมชาติให้มากที่สุด และปรับปรุงช่วงที่อยู่นอกเขตสบาย เช่น ร้อนเกินไปด้วยระบบปรับอากาศหรือระบบเครื่องกลในส่วนน้อย

2. การมีแสงสว่างที่เหมาะสมและพอเพียง(Lighting Comfort) หมายถึง รูปแบบที่เน้นระดับความแตกต่างของแสง(Contrast) ที่ไม่ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อสายตา โดยคำนึงถึงการประยุกต์ใช้แสงธรรมชาติเป็นหลัก ในกรณีที่เป็นบ้านพักอาศัยในช่วงเวลากลางวันควรเน้นรูปแบบที่ไม่ใช้แสงประดิษฐ์ เนื่องจากแสงธรรมชาติมีคุณสมบัติและประสิทธิภาพดีกว่าแสงประดิษฐ์ ส่วนในเวลากลางคืนก็จะเป็นระบบแสงประดิษฐ์ชนิดประหยัดพลังงาน แต่ยังคงตอบสนองคุณภาพชีวิตได้อย่างเหมาะสม

3. การมีคุณภาพเสียงที่เหมาะสม(Acoustical Comfort) หมายถึง การควบคุมเสียงทั้งภายนอกและภายในโดยเน้นการกันเสียงจากภายนอก ในขณะเดียวกันก็สามารถควบคุมระดับและคุณภาพของเสียงภายในอาคารไว้ในระดับที่เหมาะสม กล่าวคือ ไม่ให้มีค่าการดูดซับเสียงมากเกินไป เพราะจะทำให้คนในอาคารเกิดความรู้สึกเหงาซึมเศร้า แต่ถ้าค่าการดูดซับเสียงน้อยเกินไปก็จะทำให้เรารู้สึกเอะอะอึกทึกครึกโครม โดยทั่วไปควรออกแบบให้มีค่าการดูดซับเสียงเฉลี่ยอยู่ในระหว่าง 0.2-0.4

4. ความต้องการทัศวิสัยที่สบายตา(Visual Comfort) หมายถึง ความต้องการในเรื่องทัศนวิสัยที่เน้นความรู้สึกสบายตาและสดชื่นแจ่มใส โดยการควบคุมระดับความจ้าและการสะท้อนแสงของสภาพแวดล้อมไว้ในระดับที่ความแตกต่างระหว่างจุดที่มืดที่สุดและจุดที่สว่างที่สุด อยู่ในอัตราส่วนระหว่างไม่มากเกินกว่า 1:10 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ไม่มากเกินไปสำหรับสายตามนุษย์ ทำให้รู้สึกสบายตา มองแล้วไม่ระคายเคือง

5. ความงามและบรรยากาศ(Aesthetics and Atmosphere) หมายถึง ความงามทางสถาปัตยกรรมและการจัดวางที่ว่าง ตลอดจนการมีบรรยากาศที่เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละกิจกรรม ความงามและบรรยากาศนี้เป็นสิ่งที่แปรเปลี่ยนได้ตามกาลเวลา

6. การมีคุณภาพอากาศภายในที่ดี(Indoor Air Quality) หมายถึง การสร้างคุณภาพอากาศภายในอาคารที่สะอาดปราศจากมลพิษ หรือมีสภาพอากาศที่ดีกว่าอากาศภายนอกอาคารโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเวลาที่สภาวะอากาศภายนอกมีค่าของมลภาวะสูง

7. การมีความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน(Security and Safety) หมายถึง กระบวนการออกแบบที่สร้างสรรค์ให้เกิดความปลอดภัย ทั้งภายนอกและภายในอาคารปราศจากมุมที่อับสายตาและหลีกเลี่ยงจุดอ่อนที่เป็นสาเหตุให้เกิดการโจรกรรม โดยใช้ทั้งระบบควบคุมความปลอดภัยและการออกแบบที่ไม่มีจุดอ่อน หรือไม่สร้างสิ่งล่อใจให้เกิดการโจรกรรม

8. เทคโนโลยีสารสนเทศ(Information Technology) หมายถึง ความสามารถในการติดต่อสื่อสารและรับรู้ข้อมูลข่าวสารจากโลกภายนอกแบบครบวงจร โดยอาศัยระบบการสื่อสารทั้งแบบมีสายและไร้สาย

ปรัชญาของการอยู่อาศัยในยุคปัจจุบันนี้ไม่ใช่เพียงแค่ต้องสามารถตอบสนองตอบความต้องการของคนเราทั้ง 8 ประการดังกล่าวมาข้างต้นให้ได้เท่านั้น แต่ยังมีปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดของการออกแบบสถาปัตยกรรมในยุคปัจจุบันอีก 6 ข้อ ได้แก่

1. เสถียรภาพทางการเงิน

มีความเหมาะสมกับการลงทุน โดยที่มีราคาไม่แพงกว่าที่อยู่อาศัยชั้นดีโดยทั่วไป แต่สามารถคงคุณภาพชีวิตสูงสุดได้ดังจินตนาการของผู้อยู่อาศัยอย่างสมบูรณ์

2. เทคโนโลยีสมัยใหม่เหมาะสมกับเมืองร้อนชื้น

เหมาะสมกับภูมิอากาศแบบร้อนชื้นอย่างแท้จริง มีการคัดเลือกเทคโนโลยีที่ได้รับจากต่างประเทศอย่างถูกต้อง นำมาพัฒนา และประยุกต์ให้เหมาะสมกับประเทศไทยอย่างแท้จริง

3. การประหยัดพลังงาน

การลดการใช้พลังงานภายในที่อยู่อาศัยให้เหมาะสมกับปริมาณพลังงานที่ผลิตได้ การประหยัดพลังงานจึงเป็นกุญแจสำคัญในการแสวงหาแนวทางในการออกแบบนวัตกรรมที่อยู่อาศัยยุคอนาคต หากที่อยู่อาศัยยังคงใช้พลังงานมากเพื่อการรักษาคุณภาพชีวิตแล้ว ย่อมไม่สามารถตอบสนองความต้องการในการออกแบบที่แท้จริงได้ เนื่องจากในขณะนี้ปริมาณพลังงานที่ผลิตได้ยังคงไม่สามารถพัฒนาให้เพียงพอกับความต้องการที่ฟุ่มเฟือยได้ด้วยข้อจำกัดทางเทคโนโลยีปัจจุบัน

4. การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

นวัตกรรมที่อยู่อาศัยที่สมบูรณ์ตามจินตนาการ นอกจากจะตอบสนองความต้องการในเรื่องของคุณภาพชีวิตที่สูงแล้ว ยังต้องเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพราะมนุษย์ผูกพันกับธรรมชาติมาแต่โบราณ แนวความคิดในการออกแบบจึงมุ่งเน้นไปในแนวทางที่ใช้ประโยชน์จากสภาพแวดล้อมสูงที่สุด ก่อนที่จะนำระบบเครื่องกลมาใช้และยังคงให้มนุษย์มีปฏิสัมพันธ์กับธรรมชาติได้อย่างเต็มที่

5. การมีคุณภาพชีวิตที่สูงกว่าในอดีต

เป้าหมายของการแสวงหาแนวทางการออกแบบนวัตกรรมที่อยู่อาศัยยุคอนาคตนั้นต้องการให้ผู้อยู่อาศัยมีคุณภาพชีวิตสูงที่สุด ตามจินตนาการและเหมาะสมกับยุคสมัย โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาพลังงานจากภายนอกเช่นแต่ก่อน ทั้งยังสามารถผลิตพลังงานส่วนที่เหลือเพื่อใช้ในการสำรองและแจกจ่าย

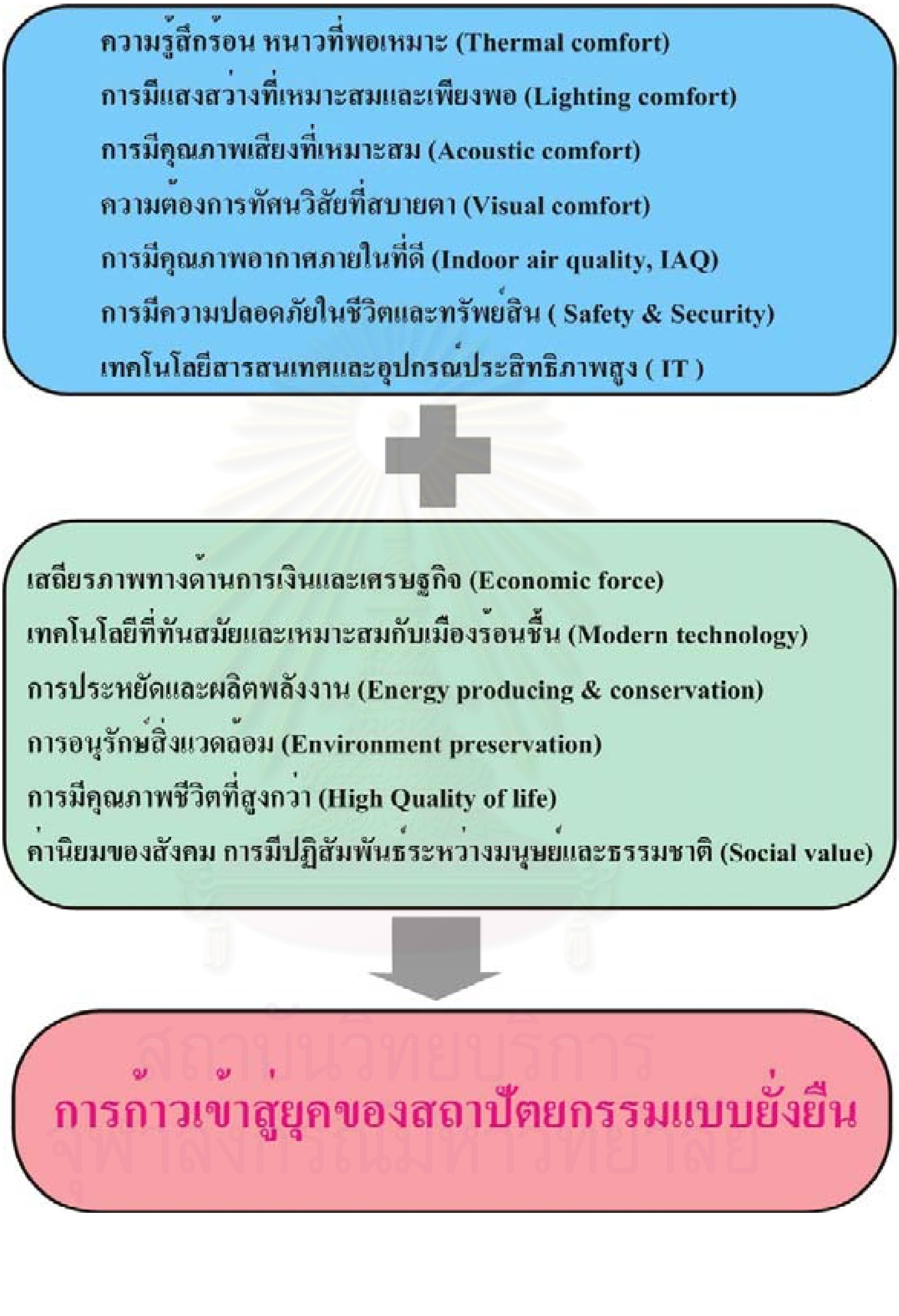
6. ค่านิยม การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติ

มีความเหมาะสมกับสังคม ไม่แปลกแยกแตกต่างจากสภาพสังคมนั้นๆ แต่ยังคงไว้ซึ่งเป้าหมายในการแสวงหาคำตอบอย่างสมบูรณ์

เมื่อรวมเอาความต้องการ 8 ประการและปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดเพิ่มอีก 6 ข้อ (ดูรูปที่ 1) เกิดเป็นองค์ประกอบที่นำไปสู่ปรัชญาและแนวความคิดใหม่ของสถาปัตยกรรมเพื่อการอยู่อาศัยในยุคปัจจุบันที่ต้องอาศัยการประยุกต์ความรู้ทางด้านเทคโนโลยีและวิทยาการแบบครบวงจร

เมื่อยึดถือปรัชญาในการออกแบบดังกล่าวข้างต้นแล้ว จะพบว่ารูปแบบของอาคารหรือบ้านที่ได้จะมีความหลากหลาย โดยอาจจะมีรูปแบบ รูปร่างหน้าตา หรือรูปทรงใดๆที่ผิดแผกแตกต่างกันออกไปอย่างไรก็ได้ ทั้งนี้เนื่องจากสถาปนิกหรือผู้ออกแบบอาจจะจินตนาการหรือให้ค่าน้ำหนักของตัวแปรต่างๆไม่เท่ากัน ซึ่งเป็นที่มาของสถาปัตยกรรมในลักษณะต่างๆกัน

ด้วยเหตุนี้จึงพบว่า แม้ในสภาวะภูมิอากาศแบบร้อนชื้นของประเทศไทยเหมือนกัน สถาปัตยกรรมที่เกิดก็ไม่จำเป็นต้องมีเพียงเฉพาะรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งเพียงอย่างเดียว แต่อาจจะมีรูปแบบใดก็ได้ที่สามารถตอบสนองต่อปรัชญาและปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้อง หากในอนาคตมีตัวแปรหรือปัจจัยอย่างอื่นๆที่เกี่ยวข้องและมีอิทธิพลอย่างรุนแรง รูปแบบของสถาปัตยกรรมก็อาจจะต้องเปลี่ยนแปลงไปตามยุคสมัย



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 1 แสดงองค์ประกอบของปรัชญาในการอยู่อาศัยในยุคปัจจุบันในทรรศนะของ ศ.ดร.สุนทร บุญญาธิการ

1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจัยด้านการประหยัดพลังงานเป็นปัจจัยที่มนุษย์จะต้องคำนึงถึงควบคู่กับการคำนึงถึงปัจจัยด้านเสถียรภาพทางการเงิน และปัจจัยสองด้านนี้เองที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบสถาปัตยกรรมในยุคปัจจุบันอย่างมาก เนื่องจากเป็นตัวแปรที่จะนำไปใช้เป็นประโยชน์และส่งผลกระทบกับผู้บริโภคส่วนใหญ่มากกว่าปัจจัยด้านอื่นๆที่ได้กล่าวไปแล้ว โดยแนวคิดในการออกแบบที่คำนึงถึงตัวแปรด้านการประหยัดพลังงาน อาศัยหลักการที่สำคัญคือ หากสภาพแวดล้อมภายนอกไม่เอื้ออำนวยต่อการอยู่อาศัย ให้เน้นการประหยัดพลังงานโดยวิธีอาศัยระบบธรรมชาติเป็นหลักในการสร้างสภาวะภายในอาคารให้เข้าใกล้เขตสบายมากที่สุดก่อน จากนั้นจึงค่อยนำระบบปรับอากาศเข้าช่วย แนวคิดนี้นับเป็นแนวคิดที่ถือเป็นเกณฑ์ในการออกแบบเบื้องต้นที่สำคัญมากในการออกแบบอาคารในภูมิภาคเขตร้อนชื้นเกือบทุกรูปแบบ

สำหรับแนวคิดในการออกแบบที่คำนึงถึงตัวแปรด้านเสถียรภาพทางการเงิน อาศัยหลักการที่สำคัญคือ การลดต้นทุนเวลาและแรงงานโดยการก่อสร้างให้รวดเร็วที่สุด การลดต้นทุนวัสดุโดยการสร้างศักยภาพในการผลิตให้ผลิตได้ครั้งละจำนวนมากเพื่อสร้างอำนาจต่อรองในการจัดซื้อวัสดุและอุปกรณ์ การเพิ่มศักยภาพในการบริหารการลงทุน ให้มีความยืดหยุ่นสอดคล้องกับความต้องการที่แท้จริงในขณะลงทุน ด้วยวิธีการสร้างความสามารถในการขยายตัวและความสามารถในการต่อเติมได้ในภายหลัง โดยไม่ส่งผลกระทบกระเทือนต่อการอยู่อาศัยและโครงสร้างเดิม

หากพิจารณาแนวคิดในการออกแบบที่คำนึงถึงตัวแปรเฉพาะด้านการประหยัดพลังงานข้างต้นแล้ว จะพบว่า สถาปัตยกรรมไทยส่วนใหญ่ในอดีตนั้นมีการใช้พลังงานในระดับต่ำทั้งสิ้น เนื่องจากยังต้องอาศัยธรรมชาติเป็นหลักในการสร้างเขตสบายให้กับผู้อยู่อาศัยอยู่ และสถาปัตยกรรมเหล่านี้ล้วนแล้วแต่มีรูปแบบที่คำนึงถึงการใช้ระบบธรรมชาติเป็นหลักเพื่อสร้างสภาวะภายในอาคารให้เข้าใกล้เขตสบายมากที่สุด แต่สถาปัตยกรรมที่มีคุณสมบัติโดดเด่นสอดคล้องกับแนวคิดทั้งด้านการประหยัดพลังงานและด้านเสถียรภาพทางเศรษฐกิจที่ได้กล่าวไปแล้วทั้งสองด้าน นั่นคือ นอกจากจะสามารถอยู่ได้อย่างเย็นสบาย แล้วยังมีการใช้ระบบการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปช่วยให้สร้างได้อย่างรวดเร็ว มีการคำนึงถึงการขยายตัวในอนาคต และเป็นสถาปัตยกรรมที่ได้รับการศึกษาวิจัยและถูกกล่าวขานมากที่สุด ว่าเป็นหนึ่งในความสำเร็จที่สมบูรณ์แบบสำหรับการอยู่อาศัยในภูมิภาคนี้ สถาปัตยกรรมที่กล่าวถึงนั้น คือ เรือนไทย

เรือนไทย มีรูปแบบที่เหมาะสมกับการอยู่อาศัยของคนไทยอย่างยิ่ง เนื่องจากการออกแบบให้มีระยะและสัดส่วนที่เหมาะสมกับคนไทย และยิ่งในกรณีที่สภาพอากาศภายนอกเอื้ออำนวยต่อการอยู่อาศัย การมีชายคาที่ยื่นยาวปกคลุมรอบอาคาร เพื่อป้องกันอิทธิพลจากแสงอาทิตย์โดยตรงที่จะผ่านเข้ามาทางผนังและช่องเปิด และการใช้รูปแบบอาคารขนาดเล็ก เจาะช่องเปิดอย่างทั่วถึง วางอาคารห่างกันเชื่อมต่อกันด้วยชาน เพื่อที่จะให้สามารถรับลมธรรมชาติได้อย่างเต็มที่ จะช่วยสร้างให้สภาวะภายในอาคารอยู่ในเขตสบายตลอดเวลา แต่ในกรณีที่อากาศและสภาพแวดล้อมภายนอกไม่เอื้ออำนวย ก็จำเป็นต้องมีใช้ระบบปรับอากาศเข้าช่วย ทำให้หากนำเรือนไทยมาติดตั้งระบบปรับอากาศแล้ว จะเกิดความสิ้นเปลืองในการใช้พลังงานอย่างมหาศาล เนื่องจากวัสดุที่ไม่สามารถป้องกันความร้อนและความชื้นได้อย่างเพียงพอ

จากเหตุผลข้างต้นทำให้ เกิดความพยายามที่จะพัฒนาเรือนไทย ให้สามารถประหยัดพลังงานได้ดีขึ้น โดยเฉพาะในกรณีที่จำเป็นต้องใช้ระบบปรับอากาศ โดยการเก็บรักษาแนวคิดด้านรูปทรง สัดส่วน และการวางผังของเรือนไทยไว้ เนื่องจากเป็นลักษณะที่ได้เปรียบอยู่แล้ว แล้วเลือกที่จะเปลี่ยนวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างแทน ให้มีความสามารถในการป้องกันความร้อนและป้องกันความชื้นที่ดีขึ้น เพื่อเป็นการช่วยลดภาระในการทำความเย็นลง

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง เทคนิคในการก่อสร้างจึงต้องปรับเปลี่ยนตามไปด้วย โดยการเลือกใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบา สามารถก่อสร้างได้ง่าย และเลือกใช้ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปที่มีการผลิตชิ้นส่วนขึ้นมาก่อนแล้วจึงจะประกอบกันสร้างเป็นอาคารภายหลัง เพื่อให้บรรลุเป้าหมายหลัก ในการลดต้นทุนเวลา แรงงาน และวัสดุ นำไปสู่การผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม

สุดท้ายการพัฒนาเรือนไทยไปสู่การเป็นบ้านพักอาศัยที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในปัจจุบันดังกล่าวทั้งหมดจะต้องมีความเป็นไปได้ในการลงทุน มีความคุ้มค่าเพียงพอ และมีราคาที่เหมาะสม เมื่อรูปแบบบ้านพักอาศัยที่นำแนวคิดของเรือนไทยมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน สามารถตอบสนองกับตัวแปรและสอดคล้องกับปัจจัยด้านต่างๆที่ได้กล่าวไปทั้งหมดแล้ว จึงจะถือได้ว่ารูปแบบบ้านพักอาศัยที่ได้เป็นคำตอบอย่างแท้จริงสำหรับผู้ต้องการบ้านพักอาศัยที่มีคุณภาพในยุคปัจจุบัน

1.2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการศึกษารูปแบบของเรือนไทยเพื่อการประยุกต์ใช้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์ในการทำการวิจัย ดังนี้

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน

2. เพื่อวิเคราะห์อิทธิพลและความสำคัญของตัวแปรต่างๆที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน

3. เพื่อค้นหาศักยภาพและแนวทางประยุกต์ตัวแปรเพื่อการออกแบบเรือนไทยให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน

1.3. ขอบเขตของการวิจัย

เนื่องจากระยะเวลาและงบประมาณในการวิจัยมีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้จำกัดขอบเขตในการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน ไว้ดังนี้

1. ขอบเขตของการวิจัยด้านความสอดคล้องกับการใช้สอยในปัจจุบัน

จะเน้นศึกษาเพียงเพื่อการนำไปสู่พื้นฐานในการออกแบบพื้นที่ใช้สอย การกำหนดกิจกรรม และการจัดวางเฟอร์นิเจอร์ ภายในเรือนไทยเบื้องต้นเท่านั้น โดยไม่ได้มุ่งเน้นศึกษาเพื่อสรุปเป็นแบบมาตรฐาน เนื่องจากการออกแบบพื้นที่ใช้สอยดังกล่าวควรมีความหลากหลาย แปรเปลี่ยนได้ตามความต้องการของผู้อยู่อาศัย และจินตนาการของผู้ออกแบบที่แตกต่างกัน

2. ขอบเขตของการวิจัยด้านการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ

จะเน้นศึกษาเทคนิคที่ทำให้ผู้อยู่อาศัยภายในของเรือนไทยมีความรู้สึกร้อนหนาวที่พอเหมาะภายใต้แนวคิดการประหยัดพลังงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องการลดค่าภาระของระบบปรับอากาศ โดยไม่ได้มุ่งศึกษาเพื่อที่จะค้นหาเทคนิคเพิ่มเติมในเรื่องวิธีการประหยัดพลังงานโดยวิธีอาศัยระบบธรรมชาติ เนื่องจากเทคนิคดังกล่าวได้มีข้อสรุปในเบื้องต้นไว้ชัดเจนแล้วในงานวิจัยหลายชิ้นที่ผ่านมา

3. ขอบเขตของการวิจัยด้านการลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน

จะเน้นศึกษาเฉพาะในประเด็นเรื่อง การลดราคาซื้อบ้าน จากการลดอัตราส่วนของพื้นที่เปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอย การลดระยะเวลาในการก่อสร้างด้วยการใช้ระบบการก่อสร้างแบบสำเร็จรูป การวางแผนการลงทุนเพื่อลดภาระจากดอกเบี้ย และการลดต้นทุนคงที่ในการ

ผลิตเป็นสำคัญ โดยไม่ได้มุ่งเน้นศึกษาเรื่องการลดราคาซื้อบ้านจากวิธีอื่นๆอีก เช่น การลดราคาวัสดุต่อหน่วย การลดคุณสมบัติวัสดุลง การลดหรือเปลี่ยนแปลงรูปแบบและสัดส่วนของเรือนไทย การวางแผนการในก่อสร้าง และ การวางแผนในการจัดซื้อ เป็นต้น

1.4. ข้อจำกัดของการวิจัย

เนื่องจากการวิจัยนี้เป็นการวิจัยที่มุ่งเน้นการวิจัยตามวัตถุประสงค์และขอบเขตในการวิจัยที่ได้กล่าวไปแล้ว ดังนั้นการวิจัยนี้ย่อมมีข้อจำกัดบางประการดังนี้

1. ข้อจำกัดของการวิจัยด้านความสอดคล้องกับการใช้สอยในปัจจุบัน

1.1. สัดส่วนของเรือนไทยที่นำมาใช้ในการศึกษาจะมีลักษณะใกล้เคียงตามหลักวิชาเรขาคณิตของเรือนไทยเดิมภาคกลางประเภทเรือนครอบครัวเดี่ยวที่ศึกษาโดยศาสตราจารย์ ฤทัย ใจจงรัก เท่านั้น

1.2. ขนาดและความสูงของที่ว่างที่น้อยที่สุดสำหรับรองรับการใช้สอยทำกิจกรรมต่างๆ ยึดถือเกณฑ์ตามหนังสือ บ้าน...การออกแบบสถาปัตยกรรมพื้นฐาน ของ รศ. เลอสม สถาปิตานนท์

2. ข้อจำกัดของการวิจัยด้านการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ

2.1. ผลการคำนวณค่าภาระของระบบปรับอากาศที่ได้จากการศึกษาในงานวิจัยนี้ เป็นข้อมูลของอาคารที่ตั้งอยู่ภายในบริเวณพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย จากโปรแกรมคำนวณ OTTV Version 1.0 เท่านั้น

2.2. ผลการคำนวณค่าสะสมความร้อนในมวลสารที่ได้จากการศึกษาในงานวิจัยนี้ เป็นค่าที่คำนวณจากเงื่อนไขของตัวแปรต่างๆที่ได้ระบุไว้ในบทที่ 3 เท่านั้น

3. ข้อจำกัดของการวิจัยด้านการลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน

3.1. ผลการคำนวณศักยภาพเมื่อ ใช้การลดอัตราส่วนของพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอย การลดระยะเวลาในการก่อสร้าง การวางแผนการลงทุน และการผลิตในปริมาณมาก เป็นผลการคำนวณที่มีเงื่อนไขของตัวแปรต้นตามที่ระบุไว้ในบทที่ 3 เท่านั้น

3.2. ผลการวิเคราะห์แนวทางนำเทคนิคในการลดค่าใช้จ่ายในการลงทุนไปประยุกต์ใช้ จะวิเคราะห์แนวทางเพื่อนำไปประยุกต์เพียงบางตัวอย่างเท่านั้น

1.5. คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

ต้นทุนคงที่	ค่าเสื่อมราคา ดอกเบี้ย และ เงินเดือนผู้บริหาร มีค่าคงที่ถึงแม้จะมีการผลิตสินค้าหรือบริการในจำนวนที่มากขึ้น
ต้นทุนแปรผัน	ค่าวัสดุรวมกับค่าแรงงาน มีค่าเพิ่มขึ้นแปรผันตามจำนวนของการผลิตสินค้าหรือบริการ
ต้นทุนรวม	ต้นทุนคงที่รวมกับต้นทุนแปรผัน
อาคารแบบทั่วไป	อาคารที่ใช้ระบบการก่อสร้างในพื้นที่ก่อสร้างเป็นส่วนใหญ่ หรือ เป็นอาคารที่พบเห็นโดยทั่วไปซึ่งใช้โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ผนังก่ออิฐฉาบปูน หลังคาโครงเหล็กมุงกระเบื้องคอนกรีต และงานระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง หรือ อาจหมายถึงอาคารที่สามารถให้ช่างโดยทั่วไปก่อสร้างได้โดยไม่ต้องมีการควบคุมเป็นพิเศษ
เรือนไทย	เรือนไทยเดิมภาคกลางที่สร้างขึ้นในเขตพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย มีอายุประมาณ 100 ปีถึง 150 ปี มีเอกลักษณ์คือลักษณะหลังคาทรงจั่วสูง มีปั้นลม กันสาด และใต้ถุนสูง (ฤทัย ใจจงรัก, 2539)
สภาวะในปัจจุบัน	สภาพการณ์อันเป็นปัญหาอยู่ในปัจจุบัน ในที่นี้หมายถึงปัญหาด้านความสอดคล้องกับการใช้สอยในปัจจุบัน ปัญหาด้านการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ และปัญหาการลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน
อัตราความเร็วในการก่อสร้างปกติ	อัตราความเร็วในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยจำนวน 2 ชั้นด้วยความเร็ว 1.40 ตารางเมตรต่อวัน (นรมิตร ลิ่วธนมงคล, 2538)

1.6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงรูปแบบของบ้านพักอาศัยที่นำแนวคิดของเรือนไทยมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน

2. สร้างความเข้าใจในตัวแปรต่างๆที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของบ้านพักอาศัยที่นำแนวคิดของเรือนไทยมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน

3. ได้รูปแบบบ้านพักอาศัยที่นำแนวคิดของเรือนไทยมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน

4. รักษาแนวคิดของเรือนไทยไว้อย่างเข้าใจและสืบสานเอกลักษณ์ทางสถาปัตยกรรมไทยไว้อย่างยั่งยืน

1.7. วิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดระเบียบวิธีดำเนินการวิจัยไว้เป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน ด้วยวิธีการวิเคราะห์เบื้องต้น วิธีการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และวิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ตามประเด็นหัวข้อดังนี้

<u>1. ศึกษาด้านความสอดคล้องกับการใช้สอยในปัจจุบัน</u>

1.1. ศึกษากิจกรรมใช้สอยของคนในอดีต

1.2. ศึกษากิจกรรมใช้สอยของคนในปัจจุบัน

<u>2. ศึกษาด้านการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ</u>

2.1. ศึกษาค่าภาระของระบบปรับอากาศ

2.1.1. ภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยในอดีต

2.1.2. ภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยที่มีการเพิ่มระดับการป้องกันความร้อน และ มีการลดระดับการรั่วไหลของอากาศ

2.2. ศึกษาค่าความร้อนสะสม

2.2.1. ความร้อนสะสมของเรือนไทยในอดีต

2.2.2. ความร้อนสะสมของเรือนไทยที่มีการใช้มวลสารในระดับต่ำ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ศึกษาด้านการลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน

3.1. ศึกษาอิทธิพลของอัตราส่วนของพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอย

3.1.1. ศึกษาค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารแบบทั่วไปที่มีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยเท่ากับเรือนไทยในอดีต

3.1.2. ศึกษาค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารแบบทั่วไปที่มีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยลดลงจากเรือนไทยในอดีต 50 เปอร์เซ็นต์

3.2. ศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาในการก่อสร้าง

ศึกษาค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารด้วยระยะเวลาเท่ากับอัตราความเร็วในการก่อสร้างปกติและแบบที่เร็วเพิ่มขึ้นจากความเร็วในการก่อสร้างปกติตั้งแต่ 1 เท่าจนถึง 10 เท่า

3.3. ศึกษาอิทธิพลของการแบ่งระยะในการลงทุน

3.3.1. ศึกษาค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อไม่มีการแบ่งระยะในการสร้าง

3.3.2. ศึกษาค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อแบ่งระยะการสร้างเป็น 2 งวด

3.3.3. ศึกษาค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อแบ่งระยะการสร้างเป็น 4 งวด

3.3.4. ศึกษาค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อแบ่งระยะการสร้างเป็น 8 งวด

3.4. ศึกษาอิทธิพลของจำนวนการผลิต

ศึกษาค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อมีการสร้างอาคารตั้งแต่จำนวน 1 หลังจนถึงจำนวน 100 หลัง ภายใต้การมีต้นทุนคงที่เดียวกัน

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์อิทธิพลและความสำคัญของตัวแปรที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน ด้วยวิธีการทำแผนภูมิเปรียบเทียบ

1. วิเคราะห์ด้านกิจกรรมใช้สอย

2. วิเคราะห์ด้านการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ

2.1. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยในอดีตกับเรือนไทยที่มีการเพิ่มระดับการป้องกันความร้อนและมีการลดระดับการรั่วไหลของอากาศ

2.2. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความร้อนสะสมของเรือนไทยในอดีตกับเรือนไทยที่มีการใช้มวลสารในระดับต่ำ

3. วิเคราะห์ด้านการลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน

3.1. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารแบบทั่วไปที่มีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยเท่ากับเรือนไทยในอดีต และที่มีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยลดลงจากเรือนไทยในอดีต 50 เปอร์เซ็นต์

3.2. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารด้วยระยะเวลาเท่ากับอัตราความเร็วในการก่อสร้างปกติและแบบที่เร็วเพิ่มขึ้นจากความเร็วในการก่อสร้างปกติตั้งแต่ 1 เท่าจนถึง 10 เท่า

3.3. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อไม่มีการแบ่งระยะในการสร้าง เมื่อแบ่งระยะการสร้างเป็น 2 งวด เมื่อแบ่งระยะการสร้างเป็น 4 งวด และ เมื่อแบ่งระยะการสร้างเป็น 8 งวด

3.4. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อมีการสร้างอาคารตั้งแต่จำนวน 1 หลัง จนถึงจำนวน 100 หลัง ภายใต้การมีต้นทุนคงที่เดียวกัน

ขั้นตอนที่ 3 การประยุกต์ตัวแปรเพื่อออกแบบเรือนไทยให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน ด้วยการศึกษารูปแบบและเทคนิคการก่อสร้างแบบต่างๆ

1. การจัดพื้นที่ใช้สอย

2. การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ

3. การลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการสำรวจแนวความคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเรื่องการศึกษารูปแบบของเรือนไทยเพื่อการประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบันนี้ จะศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อหัวข้อการวิจัยได้แก่ ลักษณะทางสถาปัตยกรรมของเรือนไทย การถ่ายเทความร้อน การถ่ายเทความร้อนรวมผ่านกรอบอาคาร ระบบโครงสร้างอาคาร และวัสดุเปลือกอาคาร

2.1. ลักษณะทางสถาปัตยกรรมของเรือนไทย (ฤทัย ใจจงรัก, 2539)

2.1.1. ลักษณะโดยทั่วไป

เรือนไทยโดยเฉพาะเรือนไทยภาคกลาง มีลักษณะทางสถาปัตยกรรมที่เด่นชัด คือ พื้นเรือนถูกยกสูงขึ้นเหนือระดับพื้นดิน รวมทั้งพื้นชานก็ยกสูงด้วย การยกพื้นสูงนี้มีระดับลดหลั่นกัน เช่น พื้นของห้องนอนสูง 2.60 เมตรจากระดับพื้นดิน ระดับระเบียงลดลง 40 เซนติเมตร และพื้นชานลดลงจากระเบียงอีก 40 เซนติเมตร เป็นต้น(ฤทัย ใจจงรัก, 2539: 165-174)

<u>หลังคาทรงจั่วสูง</u> หลังคาบ้านไทยแต่ดั้งเดิมเป็นลักษณะหลังคาทรงจั่วสูง เนื่องจากเครื่องวัสดุมุงเป็น แฝก จาก กระเบื้องดินเผา มีโครงหลังคาเป็นไม้ วัสดุมุงเหล่านี้ต้องการความสูงชั้นของหลังคา โดยมีความชันของหลังคาประมาณ 50 องศา ถึง 60 องศา มีชายคาที่ยื่นยาว และไม่นิยมทำฝ้าเพดาน

<u>ชานเรือน</u> เรือนไทยจะมีพื้นที่ของชานกว้างมากคือประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด (ห้อง ระเบียง และ ชาน) และถ้ารวมพื้นที่ของระเบียงเข้าไปด้วยแล้ว พื้นที่ส่วนภายนอกจะเท่ากับ 60 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด และพื้นที่ที่อยู่อาศัยภายในจะมีเพียง 40 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด โดยที่ชานจะเชื่อมเรือนแต่ละหลังเข้าด้วยกัน

การสร้างเรือนไทยนั้นมีคติถือกันโดยจะเป็นกฎเกณฑ์ที่ว่าด้วยเรื่องของโชคลาง โดยที่แฝงเหตุผลทางด้านการวางตำแหน่งอาคารให้ถูกต้องตามทิศทางแดดลมที่มีเหตุผลพอสมควร คือ ถ้าสร้างขวางตะวันคือหันด้านข้าง (ด้านยาว) ไปแนวทิศตะวันออกและตะวันตก ด้านยาวของเรือนจะถูกแดดตะวันออกและตะวันตกรบกวน ส่วนด้านแคบของเรือนซึ่งมักมีหน้าต่าง 1 ถึง 2 ช่องจะหันไปทางด้านเหนือและใต้ การรับลมตามฤดูกาลซึ่งมักมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้และทิศใต้จึงได้น้อยกว่า

ถ้าวางเรือนตามตะวันและมีระเบียงอยู่ด้านทิศเหนือ ด้านแคบของเรือนหันทางด้านตะวันออกและตะวันตก ด้านยาวของตัวเรือนที่มีหน้าต่างอยู่ด้านทิศใต้ ด้านที่มีประตูและระเบียงอยู่ทิศเหนือ ซึ่งการวางเรือนแบบนี้ก็จะเหมาะกับทิศทางของการรับลมกันแดด เพราะด้านยาวของเรือนได้รับลมตามฤดูกาลจากทิศใต้และตะวันตกเฉียงใต้ ด้านแคบของเรือนหันไปทางด้านตะวันออก และตะวันตกมีเนื้อที่ผนังที่รับแดดน้อยกว่าด้านยาว

ส่วนด้านระเบียงที่อยู่ด้านทิศเหนือซึ่งร่มตลอดวันก็จะใช้ประโยชน์ได้เต็มที่และยังได้รับลมประจำที่เข้าจากหน้าต่างด้านทิศใต้ และตะวันตกเฉียงใต้และผ่านออกประตูไปยังระเบียงและชานเพราะเรือนไทยมักเจาะประตูหน้าต่างตรงกัน เป็นการรับลมและไหลเวียนอากาศแบบ cross ventilation นอกจากนี้ช่องแมวลอดซึ่งเกิดจากการลดระดับที่ต่างกันของตัวเรือนกับชานจะเป็นช่องที่ทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศจากใต้ถุนผ่านมาที่ชาน

นอกจากนี้ยังนิยมวางเรือนไปตามสภาพแวดล้อมและความเชื่อท้องถิ่น เช่น อยู่ริมน้ำหรือลำคลองตัวเรือนก็วางยาวไปตามลำน้ำด้วยและอยู่ริมถนนก็วางตัวเรือนยาวไปตามถนน ถึงแม้ว่าลักษณะการวางผังจะไม่ได้คำนึงถึงทิศทางลม แต่การที่เรือนแต่ละหลังมีเว้นระยะห่างกันพอสมควรก็ทำให้ลมพัดผ่านห้องของแต่ละเรือนได้สะดวก

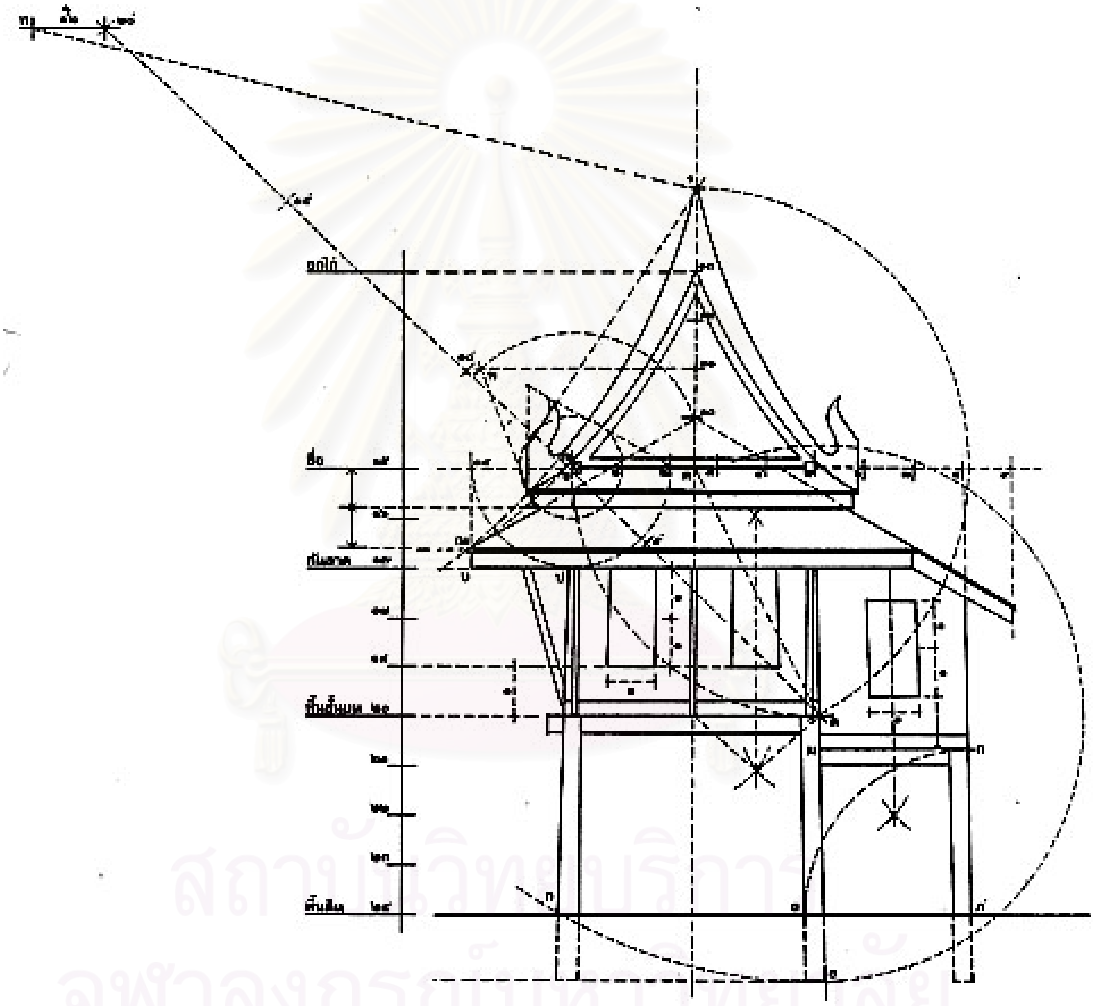
ลักษณะโครงสร้างและส่วนประกอบของเรือนทำด้วยไม้ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นไม้สัก เว้นแต่โครงสร้างที่สำคัญและต้องทำหน้าที่รับน้ำหนักจะใช้ไม้ชนิดอื่น เช่น เต็ง รัง แดง และมะค่าเป็นต้น โครงสร้างทั้งหมดเป็นระบบเสาและคาน และมีการล้มสอบเสาบนทั้งสองด้านคือ ด้านสกัดและด้านยาว

ช่วงของระเบียงมีทั้งแบบไม่ลดระดับพื้นโดยใช้รอดตัวเดียวโดยตลอดและแบบลดระดับพื้นโดยแยกรอดออกเป็นสองตัว ตัวหนึ่งรับพื้นส่วนนอนและอีกตัวรับพื้นระเบียง ลักษณะโครงสร้างส่วนนี้มี 2 แบบ คือ ใช้เจาะเสาส่วนบนให้รอดรับพื้นห้องนอนผ่าน และเจาะเสาส่วนล่างห่างกันประมาณ 40 ถึง 45 เซนติเมตรให้รอดรับพื้นระเบียงผ่าน

หรืออีกแบบหนึ่งตั้งเสาคู่ขึ้นรับรอดระเบียงโดยไม่ต้องเจาะเสา 2 แห่ง แต่เสารับระเบียงมีความสูงเพียงรับรอดเท่านั้น ไม่สูงเลยพื้นและตั้งห่างเสาส่วนนอนประมาณ 50 เซนติเมตร โครงสร้างของพื้นชานเป็นอิสระจากตัวเรือนนอนและเรือนครัวโดยตั้งอยู่ต่างหาก เสาที่ตั้งรับพื้นชานห่างจากเสาเรือนประมาณ 50 เซนติเมตร วิธีการก่อสร้างทำเป็นตอนๆไป โดยสร้างเรือนนอนและเรือนครัวก่อน ส่วนชานสร้างภายหลัง

2.1.2. ขนาดและสัดส่วนของเรือนไทย

ขนาดและสัดส่วนของเรือนไทยได้รับการค้นคว้าและพัฒนามาตั้งแต่ในสมัยบรรพชนในอดีต ท่าน ศ.ฤทัย ใจจงรัก ได้นำเสนอวิธีการขึ้นรูปขนาดและสัดส่วนของเรือนไทยที่งดงามไว้ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ตามลำดับ



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2 ขั้นตอนการขึ้นรูปตั้งเรือนไทยตามหลักวิชาเรขาคณิต (ฤทัย ใจจงรัก, 2539: 246)

ขั้นที่ 1. ได้ความกว้างของช่วงขื่อตามเจ้าของเรือนต้องการจากการผูกดวงของบ่าวสาวที่จะสร้างเรือนหอ ว่าตกเศษเท่าไรจึงจะดีมีมงคล เช่น ขื่อกว้าง 6 ศอก 1 คืบ กับเศษ 3 นิ้ว , 5 นิ้ว, 7 นิ้ว, หรือ 9 นิ้ว เป็นต้น เมื่อได้ความกว้างของขื่อตามคติความเชื่อถือทางไสยศาสตร์แล้ว จึงนำมาสร้างตามหลักเรขาคณิตโดยให้สอดคล้องกับความเชื่อถือเดิม เอาความกว้างของขื่อตั้ง

แบ่งขื่อออกเป็น 5 ส่วนตามเลขมงคล โดยถือขาดหัว ขาดท้าย และเขียนแปหัวเสาไว้ทั้งสองด้าน ให้ 1 ส่วนที่ได้นี้ใช้เป็นตัวกลางวัดหาสัดส่วนของเรือนตลอดทั้งหลัง

ขั้นที่ 2. แบ่งครึ่งของความยาวขื่อ 0.-5. ที่ ค. เขียนเส้นตั้งฉากแบ่งครึ่งของรูปด้าน จากจุด ค. วัดขึ้นไป 4 ส่วน ได้ตำแหน่งหลังอกไก่ที่จุด 13.

ขั้นที่ 3. การล้มสอบของเรือนไทยเฉลี่ย 100 ต่อ 2.5 หมายถึง สูงขึ้นไป 100 เซนติเมตร ล้มสอบ 2.5 เซนติเมตร เมื่อตั้งองศาดูจะได้ประมาณ 1.5 องศา จากเส้นตั้งฉากลากเส้นจาก 0. และ 5. ลงไปข้างล่าง โดยให้ล้มสอบ 2.5 เปอร์เซ็นต์ และลากเส้นทิ้งไว้ก่อนทั้งสองเส้น เป็นเส้นขอบนอกของเสาและฝา

ขั้นที่ 4. เอา 5. เป็นจุดศูนย์กลางรัศมีที่ 0. เขียนส่วนโค้งตัดเส้นนอกเสาด้านขวามือที่จัด ต. จะได้ตำแหน่งพื้นบนซึ่งมีส่วนกลางเท่ากับ 5 ส่วน

ขั้นที่ 5. ให้ ต. เป็นศูนย์กลางรัศมี 3. เขียนส่วนโค้งตัดเส้นล้มสอบของเสาที่จุด ธ. ได้ส่วนเสาที่อยู่ใต้ดิน

ขั้นที่ 6. ให้ 5. เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี ธ. เขียนส่วนโค้งตัดเส้นล้มสอบเสาด้านซ้ายที่ ภ. จะได้ระดับพื้นดิน จะได้ความสูงจากพื้นดินถึงพื้นบนเท่ากับ 4 ส่วนกลาง

ขั้นที่ 7. ตำแหน่งของแปหัวเสา 0.(ศูนย์) แบ่งเป็น 3 จุด จุดกลางเท่ากับ 0. จุดบนสุดเท่ากับ ก. จุดล่างสุดเท่ากับ ข.

ขั้นที่ 8. ลากเส้นจาก ต. ไปยัง ข. และเลยไปถึง 20.’ ซึ่งมีความยาวเท่ากับ 20 เท่าของส่วนกลาง เอา 20’ เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี ก. เขียนส่วนโค้ง ก.-13.

ขั้นที่ 9. เอา ค. เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี ต. เขียนส่วนโค้งตัดเส้นแบ่งครึ่งรูปด้านที่ ง. จะได้ปลายยอดของปั้นลม

ขั้นที่ 10. จาก 20.’ เขียนเส้นขนานไปทางซ้าย และวัดไปเท่ากับ 1-1/2 ส่วนกลางจะได้ตำแหน่ง ท. เอา ท. เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี ง. เขียนส่วนโค้ง ง.-ด. และเขียนเส้นประไปถึง ณ. เพื่อหาความกว้างสุดของกันสาด

ขั้นที่ 11. ให้ 0.(ศูนย์) เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี 1 ส่วนกลางเขียนวงกลม

ขั้นที่ 12. เอา ก. เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี 10. เขียนส่วนโค้งไปตัดกับเส้นขนานจาก 11. ไปยัง ฑ. เอา ฑ. เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี ก. เขียนส่วนโค้ง ก.-ฉ. ตำแหน่ง ฉ. ได้จากส่วนโค้ง ก.-ฉ. ตัดกับเส้นรอบวงในข้อ 10 จาก ฉ. ลากเส้นตั้งฉากขึ้นไปตัดส่วนโค้งเดิมที่ จ. ลากเส้นจาก 2. ไปสัมผัสเส้นรอบวงที่ ฐ. เลยขึ้นไปยัง ช. และ ช. เป็นเส้นตั้งฉาก ฉ. จ. และ ช.

ขั้นที่ 13. เอา 2. เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี จ. เขียนส่วนโค้งตัดเส้น 2-ช. ที่ ฎ. จะได้ปลายสุดของเหงาปั้นลม ลากเส้น ฑ.-ฉ. จาก ช. ลากเส้น 45 องศาตัด ฑ.-ฉ. ที่ ซ. เอา ซ. เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี ญ. เขียนส่วนโค้ง ญ.-ญ'. ลากเส้น ญ.-ซ. ตัดส่วนโค้ง จ.-ฎ. ที่ ฌ. เอา ฌ. เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี ญ. เขียนส่วนโค้ง ญ.-ฎ.

ขั้นที่ 14. ฉ. เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี ซ. เขียนส่วนโค้งตัดเส้น ช.-จ. ที่ ซ'. ให้ ซ'. เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี ฎ. เขียนส่วนโค้ง ฎ.-ผ. จากเส้น ต.-20'. เอา 5'. เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี 10'. เขียนส่วนโค้ง

ขั้นที่ 15. เอา 0.(ศูนย์) เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี 2. เขียนส่วนโค้งตัดเส้นฝาที่ ป. ได้ตำแหน่งเชิงชายกันสาดล่าง และส่วนโค้งเดิมตัดเส้นขนานที่ต่อจาก 0. ไปทางซ้ายที่ 14. ลากเส้นตั้งฉากไปตัดกับเส้นเชิงชายล่างที่ ป. จะได้แนวความกว้างของกันสาดเท่ากับ 2. ส่วนกลางจากริมนอกแปหัวเสา เส้น 14.-บ. ตัดเส้นโค้ง ง.-ณ. ที่ ณ. ได้ส่วนบนของเชิงชาย ลากเส้น ณ.-10. ตัดวงกลม(1 ส่วนกลาง) ที่ ฒ. ได้ส่วนลาดของกันสาด และเป็นตำแหน่งของเชิงชายปีกนกล่าง

ขั้นที่ 16. จากเส้น ต.-20'. เอา 5'. เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี 10' เขียนส่วนโค้งทิ้งเอาไว้ บ. เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี ฝ. เขียนส่วนโค้ง 10' ที่จุด พ. เอา พ. เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี ผ. เขียนส่วนโค้ง ผ.-จ.

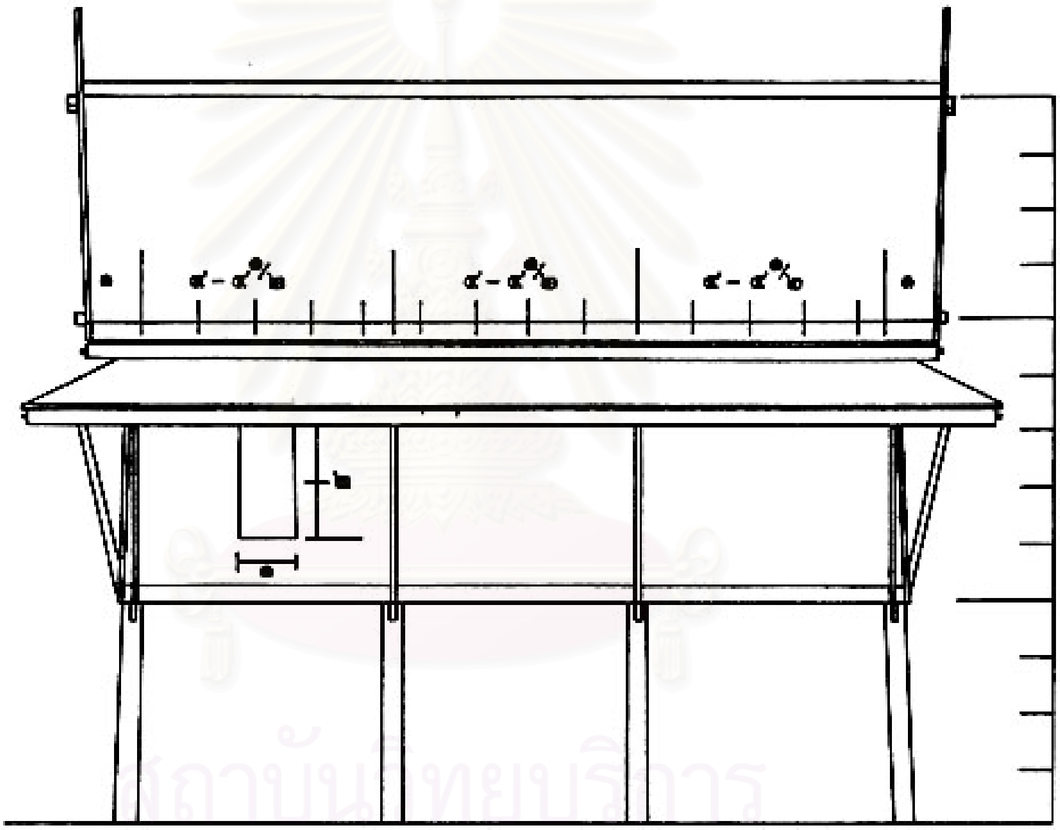
ขั้นที่ 17. ลากเส้นทแยงมุมแปหัวเสาผ่าน ก. เอา จ. เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี ฌ. ลากเส้นโค้งตัดเส้นทแยงมุม ก. ที่ ฏ. ให้ ฏ. เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี ญ'. เขียนส่วนโค้ง ญ'.-ด'.

ขั้นที่ 18. เอา ผ. เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี ด. เขียนส่วนโค้ง ด.-ด'. จะได้ปั้นลมและเหงาปั้นลมทั้งหมด

ขั้นที่ 19. สัดส่วนการเจาะหน้าต่างเท่ากับ 1:2 ส่วนกลาง และอยู่สูงจากพื้นบนเท่ากับ 1 ส่วน

ขั้นที่ 20. เอาจุด ณ. เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี 1 ส่วนตัดเส้น ณ.-ฒ. ที่ ณ'. จะได้ตำแหน่งค้ำยัน

ขั้นที่ 21. สัดส่วนของระเบียง ถ้าส่วนระเบียงกว้างมากเท่ากับ 3 ส่วน จะต้องลดพื้น 1 คืบ 7-9-11 นิ้วไทย(ประมาณ 40-45 เซนติเมตร ซึ่งเท่ากับช่วงนั่งของคน) กำหนดให้ระเบียงกว้าง 3 ส่วน ลากเส้นเอียง 2.5 เปอร์เซ็นต์ตัดกับเส้นพื้นที่ ภ'. ให้ ภ'. เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี ย. เขียนส่วนโค้งตัดเส้นล้มสอบเสาระเบียงที่ ถ. ลากเส้นขนาน ถ.-ม. ได้ระดับพื้นระเบียง ถ้าระเบียงไม่ลดพื้นให้ใช้ส่วนกว้าง 2-1/2 ส่วนกลาง โดยใช้รอดตัวเดียวกับเรือนนอนโดยตลอด



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3 สัดส่วนรูปด้านยาวของเรือนไทยตามหลักวิชาเรขาคณิต (ฤทัย ใจจงรัก, 2539: 246)

<u>หากจะกล่าวโดยสรุป</u> <u>ถึงสัดส่วนของเรือนไทยอาจสรุปได้ดังนี้คือ ส่วนฐานสูง 4 ส่วน ส่วนตัวเรือนสูง 5 ส่วน ส่วนยอดหลังคาสูง 4 ส่วน ส่วนตัวเรือนกว้าง 5 ส่วน ส่วนตัวเรือนยาวเป็น 2-3 เท่าของด้านกว้างของตัวเรือน</u>

2.2. การถ่ายเทความร้อน (Stein and Reynolds, 1992)

ความร้อนและอุณหภูมิโดยทั่วไปมีความหมายต่างกัน ความร้อนเป็นพลังงานของโมเลกุลที่เคลื่อนที่ของสสาร แต่อุณหภูมิเป็นหน่วยการวัดปริมาณการเคลื่อนที่ของแต่ละโมเลกุลโดยรวมของสสารนั้น ๆ ซึ่งอุณหภูมิเป็นการวัดปริมาณพลังงานความร้อนที่อยู่ในสสารนั่นเองพลังงานความร้อนของสสารหรือวัสดุจึงเกิดจากแต่ละโมเลกุลภายในเคลื่อนไหวหรือสั่น (Vibration)

ค่าศูนย์องศาสัมบูรณ์ (Absolute zero) เป็นค่าอุณหภูมิที่โมเลกุลของสสารทุกชนิดหยุดเคลื่อนไหว ได้แก่อุณหภูมิ –459.69 องศาฟาเรนไฮนท์, -273.15 องศาเซลเซียส และ 0 องศาเคลวิน ยิ่งโมเลกุลมีการเคลื่อนไหวเร็วจะทำให้สสารมีอุณหภูมิสูงขึ้น ค่าการวัดมี 2 แบบ แบบแรกได้แก่การวัดอุณหภูมิมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียสและองศาฟาเรนไฮนท์ที่นิยมกันอยู่ทั่วไป แบบที่สองได้แก่การวัดพลังงานความร้อนมีหน่วยเป็น British Thermal Unit (Btu) หรือแครอลรี่ (Calorie) Btu คือจำนวนปริมาณความร้อนที่ใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิ 1 องศาฟาเรนไฮนท์ของน้ำ 1 ปอนด์

ความร้อนจะเคลื่อนที่จากสสารที่ร้อนสู่สสารที่เย็นกว่าเสมอ และถ้าสสารใด ๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแล้วก็จะไม่มีการถ่ายเทความร้อน การถ่ายเทความร้อนมีอยู่ 3 ประเภทได้แก่การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน

2.2.1. การนำความร้อน

การนำความร้อนเกิดจากการเคลื่อนที่ของพลังงานระหว่างโมเลกุลที่อยู่ติดกันการถ่ายเทความร้อนจะเกิดจากบริเวณที่ร้อนกว่าหรือมีการเคลื่อนไหวของโมเลกุลมากกว่า ไปสู่บริเวณที่เย็นกว่า หรือมีการเคลื่อนไหวของโมเลกุลช้ากว่า การถ่ายเทความร้อนจะเกิดในทุกทิศทาง และจะไม่ขึ้นอยู่กับแรงโน้มถ่วงของโลก วัสดุจะมีการนำความร้อนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับโครงสร้างของโมเลกุล วัสดุที่มีความหนาแน่นมากจะนำความร้อนได้มาก วัสดุโลหะ เช่น อลูมิเนียม เหล็ก ทองแดง เป็นตัวนำความร้อนที่ดีที่สุด รองลงมาได้แก่คอนกรีตและอิฐ วัสดุธรรมชาติเช่นไม้จะมีค่าการนำความร้อนน้อยกว่า

อากาศหรือก๊าซชนิดต่าง ๆ จะเป็นตัวนำความร้อนที่แย่ที่สุด ทำให้อากาศเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี อย่างไรก็ตามค่าการนำความร้อนไม่สามารถผ่านไปยังที่ ๆ ไม่มีโมเลกุลเรียงตัวกันอย่างสูญญากาศได้ ความสามารถในการนำความร้อนจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง

ได้แก่ คุณสมบัติของวัสดุ ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผิววัสดุ ความหนาวัสดุ พื้นที่สัมผัสโดยตรงกับความร้อน และช่วงเวลาที่สัมผัสนั้น เป็นต้น ค่าที่เกี่ยวข้องกับการนำความร้อนได้แก่

<u>สัมประสิทธิ์การนำความร้อน</u> (Conductivity: k) มีหน่วยเป็น W/m.^{O}K หรือ Btu.in/(ft^{2} .h.^{O}F) คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนผ่านสสารในความหนา ช่วงเวลา พื้นที่ และค่าความแตกต่างอุณหภูมิหนึ่ง ๆ ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนใช้ในการวัดค่าการนำความร้อนของวัสดุ เช่น คอนกรีตมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนเท่ากับ 12.0 Btu.in/(ft^{2} .h.^{O}F หมายความว่า คอนกรีตขนาด 1 ตารางฟุต หนา 1 นิ้ว มีค่าความแตกต่างอุณหภูมิของสองด้านคอนกรีตเท่ากับ 1.0 Btu แล้ว จะมีการนำความร้อน 12.0 Btu ผ่านในวัสดุใน 1 ชั่วโมง

<u>ความนำความร้อน</u> (Conductance: C) มีหน่วยเป็น W/m^{2}.^{O}K หรือ Btu /(ft^{2} .h.^{O}F) คือค่าการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนผ่านสสารในความหนาที่กำหนดในช่วงเวลา 1 หน่วย โดยมีค่าความแตกต่างของอุณหภูมิ 1 หน่วย ค่าความนำความร้อนนั้นคล้ายกับค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนแต่หน่วยของการวัดจะกำหนดตายตัว เช่น คอนกรีตหนา 3 นิ้วมีค่าความนำความร้อนเท่ากับ 4.0 Btu /(ft^{2} .h.^{O}F) (ซึ่งมาจากค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนหารด้วยความหนา 3 นิ้ว) หมายความว่าถ้าคอนกรีตหนา 3 นิ้ว พื้นที่ 1 ตารางฟุต มีค่าความแตกต่างของอุณหภูมิภายในและภายนอก 1.0 Btu จะมีการนำความร้อน 4 Btu ผ่านวัสดุใน 1 ชั่วโมง

C = k / ความหนาวัสดุ

<u>ความต้านทานความร้อน</u> (Resistance: R, R-value) มีหน่วยเป็น m^{2}.^{O}K/W หรือ (ft^{2} .h.^{O}F) /Btu คือส่วนกลับของค่าความนำความร้อน เป็นค่าที่นิยมใช้ในการกำหนดค่าฉนวนกันความร้อนภายในอาคาร ค่า R-value ที่มากขึ้นยิ่งแสดงถึงค่าความเป็นฉนวนที่มีมาก

$$R = 1 / C$$

<u>สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน</u> (Thermal transmittance: U) มีหน่วยเป็น W/m^{2}.^{O}K หรือ Btu /(ft^{2} .h.^{O}F) คือหน่วยของการวัดปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านเข้ามาในอาคารในช่วงเวลาหนึ่ง และพื้นที่หนึ่ง เป็นส่วนกลับของค่า R

$$U = 1/\sum R = 1 / (R_1 + R_2 + R_3 + \ldots\ldots\ldots + R_n)$$

2.2.2. การพาความร้อน

การพาความร้อนคือการถ่ายเทความร้อนโดยการเคลื่อนที่ของของไหลผ่านตัวกลาง เช่น อากาศและน้ำ เมื่อสสารถูกทำให้ร้อนโมเลกุลจะเคลื่อนไหวเร็วขึ้นและแตกกระจายออกไปในทิศทางต่าง ๆ ก่อให้เกิดการขยายตัวของสสารนั้น ๆ โดยของแข็งจะมีการเพิ่มปริมาตรขึ้น ของเหลวและก๊าซจะมีความหนาแน่นต่ำลงและลอยตัวขึ้น

ความแตกต่างของการนำความร้อน และ การพาความร้อน คือ ความแตกต่างของการเคลื่อนที่ของโมเลกุล โดยการนำความร้อนนั้นโมเลกุลจะไม่เปลี่ยนตำแหน่งแต่จะเคลื่อนย้ายพลังงานจากโมเลกุลหนึ่งไปยังโมเลกุลใกล้เคียง ส่วนการพาความร้อนพลังงานจะถูกถ่ายเทไปโดยโมเลกุลจะนำไปด้วยตัวเอง

2.2.3. การแผ่รังสีความร้อน

การแผ่รังสีความร้อนเป็นการถ่ายเทความร้อนโดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อโมเลกุลของสสารเกิดการเคลื่อนไหวจะคายพลังงานคลื่นออกมาในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การแผ่รังสีความร้อนจึงเป็นการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งจะเคลื่อนที่จากวัตถุที่ร้อนกว่าไปสู่วัตถุที่เย็นกว่าเช่นเดียวกับการนำความร้อน แต่การแผ่รังสีความร้อนสามารถส่งความร้อนผ่านสุญญากาศได้

การเคลื่อนที่หรือการสั่นของโมเลกุลพื้นผิวของสสารจะก่อให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สามารถเคลื่อนผ่านตัวกลางได้เร็วเท่ากับความเร็วแสง การเคลื่อนที่ของโมเลกุลจะช้าลงเมื่อเปลี่ยนแปลงไปเป็นคลื่นรังสีความร้อน โดยเมื่อความร้อนเคลื่อนที่ผ่านของแข็ง อากาศ หรือสุญญากาศไปจนกระทบพื้นผิววัสดุอีกด้าน จะสะสมพลังงานความร้อนในด้านนั้น ๆ และทำให้โมเลกุลมีการเคลื่อนไหวมากขึ้นจนอุณหภูมิสูงขึ้น และคายความร้อนออกมา การแผ่รังสีความร้อนจะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงในทุกทิศทาง และไม่ขึ้นกับแรงโน้มถ่วงของโลก

<u>ความยาวคลื่น</u> อุณหภูมิโมเลกุลของพื้นผิววัสดุสามารถให้ความร้อนที่วัดได้เป็นค่าความยาวคลื่น (Wave length) หรือความถี่คลื่น (Frequency) ได้ โมเลกุลของพื้นผิวแต่ละชนิดจะมีการเคลื่อนไหว หรือการสั่นที่แตกต่างกัน และแผ่รังสีความร้อนออกมาในความเร็วที่คงที่ การเคลื่อนไหวดังกล่าวจะทำให้เกิดความถี่ของคลื่นการแผ่รังสี โมเลกุลที่เคลื่อนที่เร็วที่สุดหรือร้อนที่สุดจะคายคลื่นรังสีสั้น ๆ ออกมา เช่น คลื่นรังสีจากดวงอาทิตย์จะเป็นคลื่นสั้น (ประมาณ 0.4-4.0 micron, 1 micron = 10^{-6} เมตร) และโมเลกุลที่เคลื่อนที่ช้า ๆ จะคายรังสีคลื่นยาวซึ่งมีความยาวคลื่น 8-50 micron เมื่อพลังงานการแผ่รังสีความร้อนกระทบพื้นผิว พื้นผิวนั้นจะสามารถดูดซับ

(Absorbtion:α) ความร้อน และเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนซึ่งจะทำให้ผิววัสดุอุ่นขึ้น และสามารถสะท้อนความร้อน (Reflection:β) นั้นกลับไปได้ ถ้าวัสดุมีคุณสมบัติที่ความร้อนสามารถผ่านไปได้ ความร้อนจะทะลุผ่าน (Transmission:τ)ชั้นวัสดุออกไป ค่าการดูดซับความร้อน การสะท้อนความร้อน และการทะลุผ่านของความร้อนนั้นไม่มีหน่วย และมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0-1.0 ค่าของคุณสมบัติ 3 ส่วนรวมกันจะเท่ากับ 1

$$\alpha + \beta + \tau = 1$$

α คือ ค่าการดูดซับความร้อนของวัสดุ

β คือ ค่าการสะท้อนความร้อนของวัสดุ

τ คือ ค่าการทะลุผ่านของความร้อนของวัสดุ

<u>การคายความร้อน</u> (Emissivity: ε) ค่าการคายความร้อนเป็นหน่วยการวัดความสามารถของผิววัสดุที่จะคายรังสีความร้อนออกมาในอุณหภูมิที่กำหนด ค่าการคายความร้อนสามารถวัดได้เป็น 0.0 ในกรณีที่วัสดุไม่มีการคายความร้อน ไปจนถึง 1.0 ซึ่งเป็นการคายความร้อนที่สูงที่สุดเทียบได้กับวัสดุจำลอง Black body ในอุณหภูมิต่าง ๆ กันจะพบว่าค่าการคายความร้อนจะเท่ากับค่าการดูดซับความร้อน (Kirchhoff’s law)

$$\varepsilon = \alpha \text{ (Black body)}$$

α คือ ค่าการดูดซับความร้อนของวัสดุ

ε คือ ค่าการคายความร้อนของวัสดุ

วัสดุที่ผิวไม่มันหรือไม่เป็นโลหะ (Non metallic) จะมีความสามารถคายความร้อนได้มากกว่าวัสดุโลหะ วัสดุสีเข้มจะมีการดูดซับความร้อนที่ดีและมีอุณหภูมิสูงได้อย่างรวดเร็ว ในขณะที่วัสดุสีอ่อนจะสะท้อนความร้อนได้ดีและมีอุณหภูมิต่ำกว่า วัสดุธรรมชาติจะเก็บความร้อนไว้ในขณะที่วัสดุที่มีผิวมันจะไม่เก็บความร้อน และมีอุณหภูมิผิวต่ำลงได้เร็ว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3. การถ่ายเทความร้อนรวมผ่านกรอบอาคาร (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2536)

2.3.1. การถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังอาคาร

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร คือ ค่าเฉลี่ยที่ถ่วงแล้ว ของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผนังด้านนอกแต่ละด้านหรือส่วนของหลังคาด้านนอกแต่ละด้านที่ตรงกับบริเวณของอาคารที่มีการปรับอากาศ

สำหรับอาคารที่มีการปรับอากาศ การถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังอาคารจะต้องไม่เกินกว่า 45 $Watt/m^2$

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกแต่ละด้าน ($OTTV_i$) ที่หันสู่ทิศทางต่างกัน คำนวณได้จากสมการ

$$OTTV_i = (U_w)(1- WWR)(TD_{eq})+(SC)(WWR)(SF)+(U_f)(WWR)(\Delta T)$$

$OTTV_i$ คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านที่พิจารณา ($Watt/m^2$)

U_w คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ ($Watt/m^2.^{o}C$)

WWR คือ อัตราส่วนพื้นที่ของหน้าต่างและหรือของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านนั้น

TD_{eq} คือ ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในอาคารซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังทึบ

U_f คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของกระจก (หรือผนังโปร่งแสง) ($Watt/m^2.C$)

ΔT คือ ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคาร สำหรับประเทศไทย ค่านี้คือ 5 ^{o}C

SC คือ สัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่าง

SF คือ ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ ($Watt/m^2$)

<u>ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร</u> (OTTV) คือ ค่าเฉลี่ยที่ถ่วงแล้ว ของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกแต่ละด้าน ($OTTV_i$) คำนวณได้จากสมการ

$$OTTV = \frac{(A_{01})(OTTV_1) + (A_{02})(OTTV_2) + ... + (A_{0i})(OTTV_i)}{A_{01} + A_{02} + ... + A_{0i}}$$

A_{0i} คือ พื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านที่พิจารณา (m^2) ซึ่งรวมพื้นที่ผนังทึบและพื้นที่หน้าต่าง

$OTTV_i$ คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านที่พิจารณา ($Watt/m^2$)

<u>ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า</u> ค่านี้คือ ผลต่างของอุณหภูมิระหว่างผนังภายนอกและภายใน ที่ก่อให้เกิดการถ่ายเทความร้อนผ่านผนัง ผลต่างของอุณหภูมินี้รวมผลจากการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ ที่ผิวของผนัง และอิทธิพลของอุณหภูมิภายนอกอาคาร มวลของวัสดุผนัง คุณสมบัติการถ่ายเทความร้อน และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์มีผลต่อลักษณะ และค่าฟลักซ์ความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังนั้น ค่าฟลักซ์ความร้อนดังกล่าวสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$q = (U_W)(TD_{eq}) \ (Watt/m^2)$$

ตารางที่ 1 แสดงค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq}) สำหรับผนังที่มีความหนาแน่นเชิงมวล และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ต่างๆ กัน (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2536)

	ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า				
มวลของผนัง	**ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (α)**				
Kg / m^2	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
	<0 - 0.2>	<0.2 - 0.4>	<0.4 - 0.6>	<0.6 -0.8>	<0.8 -1.0>
0 - 125	14	15	16	17	18
126 - 195	11	12	13	14	15
เกินกว่า 195	9	10	11	12	13

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 แสดงรายการวัสดุและสีทาผนังหรือหลังคาแยกตามระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2536)

ประเภทผิววัสดุที่ใช้	วัสดุผนังหรือหลังคา	สีที่ใช้ทาภายนอก
ทำผนังด้านนอก		
1. วัสดุที่มีผิวสะท้อนแสง	- ผิววัสดุที่ฉาบด้วยดีบุก	- สีสะท้อนแสง
[α < 0.2]	- แผ่นอลูมิเนียม	
	- แผ่นฟิล์มไมลาร์เคลือบอลูมิเนียม	
	- แผ่นสะท้อนแสงทำด้วยอลูมิเนียม	
2. วัสดุที่มีผิวอ่อน	- อิฐเคลือบเป็นมันขาว	- แลคเกอร์สีขาว
[0.2 < α < 0.4]	- เหล็กชุบสังกะสีทาสีขาว	- สีเงิน
		- สีขาวเป็นเงา
3. วัสดุที่มีผิวสีปานกลาง	- วัสดุที่ทาสีอลูมิเนียม	- สีเขียวอ่อน
[0.4 < α < 0.6]	- หลังคาประกอบขึ้นรูปสีขาว	- สีน้ำเงินปานกลาง
	- อิฐสีเหลืองอ่อน	- สีเหลืองปานกลาง
	- หินอ่อนสีขาว	- สีส้มปานกลาง
	- กรวดล้างสีขาว	- สีเขียวปานกลาง
4. วัสดุที่มีผิวค่อนข้างเข้ม	- คอนกรีตไม่ทาสี	- สีแดง
[0.6 < α < 0.8]	- ไม้ผิวเรียบ	- สีน้ำเงินปานกลาง
	- แผ่นซีเมนต์แอสเบสตอส	- สีเทาอ่อน
	- หินล้างสีเทา	- สีสนิมแก่ปานกลาง
5. วัสดุที่มีผิวสีเข้ม	- วัสดุที่ลาดผิวด้วยยางมะตอย	- สีน้ำเงินแก่หรือสีเขียวแก่
[0.8 < α < 1.0]	- คอนกรีตสีน้ำตาล	- สีเทาแกมน้ำเงินเข้ม
	- วัสดุมุงหลังคาสีเขียว	- สีน้ำตาลแก่
	- หินชนวนสีเทาแกมน้ำเงิน	- สีโอลีฟเข้ม
		- สีดำ
	- อิฐสีแดง	- แลคเกอร์สีน้ำเงินแก่
	- อิฐแสตฟฟอร์ดสีน้ำเงิน	- สีเทาแก่
	- คอนกรีตสีดำ	- แลคเกอร์สีดำ
		- สีดำธรรมดา
		- สีดำเรียบมาก

<u>ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์</u> (SF)

คือค่าของผลจากฟลักซ์รังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบผ่านหน้าต่าง ค่าเฉลี่ยของค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์สำหรับผนังแนวตั้งในทิศทางต่างๆ สำหรับประเทศไทยใช้ที่

$$SF = 160\ (Watt/m^2)$$

ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์สำหรับผนังเอียงในทิศต่างๆ มีค่าแตกต่างกัน คำนวณได้จากสมการ

$$SF = (160)(CF)\ (Watt/m^2)$$

CF = ค่าตัวประกอบแก้ (Correction Factor) สำหรับผนังเอียงหนึ่งๆ ในทิศทางตาราง ซึ่งหาได้จากตาราง

ตารางที่ 3 แสดงค่าตัวประกอบแก้(กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2536)

ทิศ	เหนือ	ตะวันออก	ตะวันออก	ตะวันออก	ใต้	ตะวันตก	ตะวันตก	ตะวันตก
มุมเอียง		เฉียงเหนือ		เฉียงใต้		เฉียงใต้		เฉียงเหนือ
70^o	1.06	1.24	1.52	1.63	1.63	1.60	1.48	1.22
75^o	0.96	1.14	1.42	1.52	1.50	1.48	1.38	1.12
80^o	0.87	1.05	1.32	1.40	1.37	1.37	1.28	1.02
85^o	0.78	0.96	1.22	1.29	1.24	1.25	1.17	0.93
90^o	0.70	0.87	1.12	1.17	1.11	1.13	1.03	0.84

2.3.2. การถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคาอาคาร

สำหรับอาคารที่มีการปรับอากาศ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคาอาคาร จะต้องไม่เกินกว่า 25 Watt/m^2

<u>ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาแต่ละส่วน</u> ($RTTV_i$)คำนวณได้จากสมการ

$$RTTV_i = (U_r)(1- SRR)(TD_{eq})+(SC)(SRR)(SF)+(U_s)(SRR)(\Delta T)$$

$RTTV_i$ คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารที่พิจารณา (Watt/m^2)

U_r คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาทึบ (Watt/$m^2.^{o}C$)

SRR คือ อัตราส่วนพื้นที่ของหน้าต่างและหรือของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของหลังคาส่วนนั้น (Skylight to Roof Ratio)

TD_{eq} คือ ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในอาคาร ซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของหลังคาส่วนทึบ

U_s คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของส่วนโปร่งแสงที่ช่องรับแสง (Watt/m^2.C)

ΔT คือ ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคาร สำหรับประเทศไทย ค่านี้คือ 5 ^{o}C

SC คือ สัมประสิทธิ์การบังแดดของช่องรับแสง

SF คือ ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (Watt/m^2)

<u>ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา</u> (RTTV) คือ ค่าเฉลี่ยที่ถ่วงแล้ว ของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาแต่ละส่วน ($RTTV_i$) คำนวณได้จากสมการ

$$RTTV = \frac{(A_{01})(RTTV_1) + (A_{02})(RTTV_2) + ... + (A_{0i})(RTTV_i)}{A_{01} + A_{02} + ... + A_{0i}}$$

A_{0i} คือ พื้นที่ทั้งหมดของหลังคาส่วนที่พิจารณา (m^2)

$OTTV_i$ คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาส่วนที่พิจารณา ($Watt/m^2$)

<u>ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าของหลังคา</u> มีความหมายในทำนองเดียวกันกับค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าของผนังทึบ

ตารางที่ 4 แสดงค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq}) สำหรับหลังคาที่มีความหนาแน่นเชิงมวล และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ต่างๆ กัน (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2536)

	ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า			
มวลของหลังคา	**ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (α)**			
Kg / m^2	0.1	0.3	0.5	0.6 **และมากกว่า**
	<0 - 0.2>	<0.2 - 0.4>	<0.4 - 0.6>	<0.6 - 1.0>
0 - 50	20	24	28	32
50 - 200	16	20	24	28
เกินกว่า 200	12	16	20	24

สำหรับหลังคาที่มีอุปกรณ์บังแดดที่มีการระบายอากาศ เช่น กรณีหลังคา 2 ชั้นยกระดับจากกันให้ใช้ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าช่องที่ 1 (α = 0.1) คูณด้วย 0.8 รายการวัสดุและสีทาผนังแยกตามระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ ในตาราง

<u>ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์</u> (SF) สำหรับหลังคาที่รับแสงในแนวระดับจะขึ้นอยู่กับมุมเอียงของหลังคาในทิศต่างๆ และในการคำนวณหาค่า SF จึงต้องอาศัยค่าตัวประกอบปรับแก้ CF ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ คือ

$$SF = (370)(CF)\ (Watt/m^2)$$

CF คือ ค่าตัวประกอบแก้ (Correction Factor) สำหรับหลังคา ซึ่งหาได้จากตาราง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 แสดงค่าตัวประกอบแก้สำหรับหลังคา(กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2536)

ทิศ	เหนือ	ตะวันออก	ตะวันออก	ตะวันออก	ใต้	ตะวันตก	ตะวันตก	ตะวันตก
มุมเอียง		เฉียงเหนือ		เฉียงใต้		เฉียงใต้		เฉียงเหนือ
0^{o}	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5^{o}	0.98	0.99	0.99	1.01	1.01	1.01	1.00	0.99
10^{o}	0.96	0.97	0.99	1.01	1.02	1.01	0.99	0.97
15^{o}	0.93	0.95	0.98	1.01	1.02	1.00	0.98	0.95
20^{o}	0.90	0.93	0.97	1.00	1.02	1.00	0.96	0.92
25^{o}	0.87	0.90	0.95	0.99	1.01	0.98	0.94	0.89
30^{o}	0.83	0.86	0.93	0.98	0.99	0.97	0.92	0.86
35^{o}	0.78	0.83	0.90	0.96	0.97	0.95	0.89	0.82
40^{o}	0.74	0.79	0.87	0.93	0.95	0.92	0.86	0.78
45^{o}	0.69	0.75	0.84	0.90	0.92	0.89	0.83	0.74
50^{o}	0.64	0.71	0.81	0.87	0.88	0.86	0.79	0.70
55^{o}	0.59	0.66	0.77	0.83	0.84	0.82	0.76	0.66
60^{o}	0.54	0.62	0.73	0.79	0.80	0.78	0.72	0.61
65^{o}	0.50	0.58	0.69	0.75	0.75	0.73	0.68	0.57

2.3.3. การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม

<u>สัมประสิทธิ์การนำความร้อน</u> (k) ความสามารถในการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนของวัสดุใดๆ สามารถพิจารณาได้จาก ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุนั้นๆ ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนภายใต้สภาวะที่คงที่อันหนึ่ง คือ ปริมาณความร้อนที่ส่งผ่านวัสดุพื้นที่ 1 ตารางหน่วย ความหนา 1 หน่วย ใน 1 หน่วยเวลา โดยมีความแตกต่างของอุณหภูมิผิววัสดุทั้ง 2 ด้าน 1 หน่วย ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนมีหน่วยเป็น W/m.^{o}C

<u>ความนำความร้อน</u> (C) ค่าความนำความร้อนของวัสดุใดๆ คือ อัตราส่วนระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนกับความหนาของวัสดุ ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังสมการดังต่อไปนี้

$$C = \frac{k}{\Delta x}$$

Δx คือ ความหนาของวัสดุ (m)

C คือ ค่าความนำความร้อน ($W/m^2.^oC$)

<u>ความต้านทานความร้อน</u> (R) ค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุใดๆ คือส่วนกลับของค่าความนำความร้อนซึ่งคำนวณได้ดังสมการต่อไปนี้

$$R = \frac{1}{C} = \frac{\Delta x}{k}$$

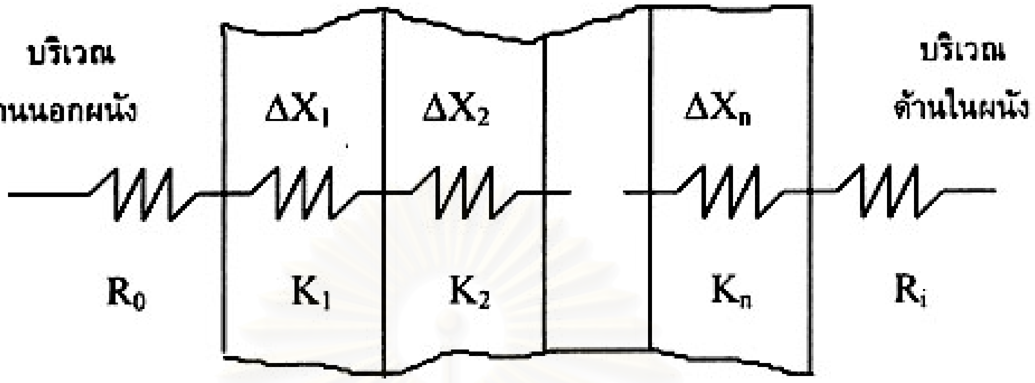
R คือ ค่าความต้านทานความร้อน ($m^2.^oC/W$)

<u>ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ</u> (air film) ความสามารถในการส่งผ่านความร้อนระหว่างผิววัสดุใดๆ กับอากาศที่อยู่โดยรอบ ขึ้นอยู่กับค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศนิ่งที่ผิวของวัสดุนั้น ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านนอกของอาคาร (R_o)
2. ความต้านทางความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านในของอาคาร (R_i)
3. ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ ที่อยู่ภายในช่องว่างอากาศของผนัง หลังคาและเพดาน (R_a)

<u>ความต้านทานความร้อนรวม</u> (R_T) การคำนวณหาค่าความต้านทานความร้อนรวมของผนัง หลังคาและเพดาน (R_T) ซึ่งมีโครงสร้างประกอบขึ้นจากวัสดุแตกต่างกัน n ชนิด สามารถคำนวณโดยวิธีการดังต่อไปนี้

1. ในกรณีที่ผนังอาคารประกอบด้วยวัสดุ n ชนิด



รูปที่ 4 แสดงสภาพการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคาร ซึ่งมีโครงสร้างประกอบขึ้นจากวัสดุแตกต่างกัน n ชนิด (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2536)

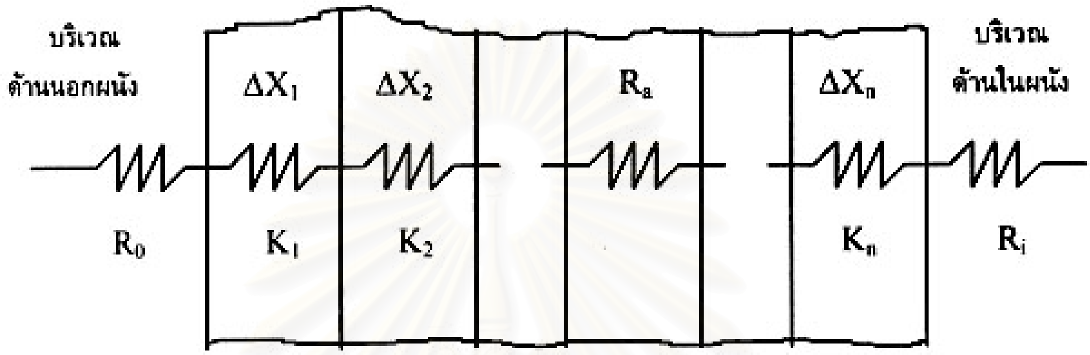
$$R_T = R_0 + \frac{\Delta x_1}{k_1} + \frac{\Delta x_2}{k_2} + \frac{\Delta x_3}{k_3} + \ldots + \frac{\Delta x_n}{k_n} + R_i$$

$\Delta x_1, \Delta x_2, \Delta x_3, \ldots, \Delta x_n$ คือ ความหนาของวัสดุที่อาคารประกอบขึ้นเป็นผนัง ชนิดที่ 1, 2, 3, ...n ตามลำดับ

$k_1, k_2, k_3, \ldots, k_n$ คือ สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุชนิดที่ 1, 2, 3,..., n ตามลำดับ

R_0 ,R_i คือ ความต้านทางความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านนอกและด้านในของผนังอาคารตามลำดับ

2. ในกรณีที่ผนังอาคารมีช่องว่างอากาศ การคำนวณหาค่าความต้านทานความร้อนรวมของผนังหลังคาและเพดาน (R_T) ซึ่งมีโครงสร้างประกอบขึ้นจากวัสดุแตกต่างกัน n ชนิด และผนังอาคารมีช่องว่างอากาศ สามารถคำนวณโดยวิธีการดังต่อไปนี้



รูปที่ 5 แสดงสภาพการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคารซึ่งมีโครงสร้างประกอบด้วยวัสดุ n ชนิด และ มีช่องว่างอากาศภายใน (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2536)

$$R_T = R_0 + \frac{\Delta x_1}{k_1} + \frac{\Delta x_2}{k_2} + \frac{\Delta x_3}{k_3} + \ldots + R_a + \ldots + \frac{\Delta x_n}{k_n} + R_i$$

R_a คือ ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่อยู่ภายในช่องว่างอากาศของผนัง

<u>สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม</u> (U) ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม คือ ส่วนกลับของค่าความต้านทานความร้อนรวม ($W/m^2.^oC$) สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$U = \frac{1}{R_T}$$

R_T คือ ความต้านทานความร้อนรวมของผนังทั้งหมด

U คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมที่คำนวณได้จากสมการ

ตารางที่ 6 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) และความหนาแน่นของวัสดุต่างๆ (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2536: 56)

ลำดับที่	วัสดุ	ความหนาแน่น	ค่า k
		kg . m^{-3}	W .m^{-1}. $^{o}C^{-1}$
1	แผ่นซีเมนต์แอสเบสตอส	1,860	0.198
2	แผ่นฉนวนกันความร้อนแอสเบสตอส	720	0.108
3	วัสดุมุงหลังคาที่ทำด้วยแอสฟัลท์	2,240	1.226
4	บิตุเม็น (bitumen)		1.298
5	อิฐ		
	(a) แห้ง และฉาบปูนหรือปิดด้วยแผ่นโมเสด	1,760	0.807
	(b) ความชื้น 6%	1,872	1.211
	(c) ผนัง (ไม่ฉาบปูน)		1.154
6	คอนกรีต	2,400	1.442
7	คอนกรีต ชนิดเบา ขนาดความหนาแน่นต่างๆ	960	0.303
		1,120	0.346
		1,280	0.476
8	แผ่นไม้ก๊อก	144	0.042
9	แผ่นไฟเบอร์ (Fiber board)	264	0.052
10	ไฟเบอร์กลาส (ดูใยแก้ว)		
	(a) แบบม้วน (Blanket)	10 – 24	0.038
	(b) แบบแผ่น (Rigid board)	32 – 48	0.033
	(c) แบบท่อสำเร็จ (Rigid pipe sections)	56 – 80	0.038
11	แผ่นกระจก	2,512	1.053
12	ใยแก้ว สานเป็นแผ่น หรือสอดไส้อยู่ระหว่างวัสดุอื่น 2 แผ่น (แห้ง)	32	0.035
13	แผ่นยิบซั่ม	880	0.191
14	แผ่นไม้อัดฮาร์ดบอร์ด		
	(a) มาตรฐาน	1,024	0.216
	(b) ปานกลาง	640	0.123

ตารางที่ 6 (ต่อ) แสดงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) และความหนาแน่นของวัสดุต่างๆ (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2536: 56)

ลำดับที่	วัสดุ	ความหนาแน่น	ค่า k
		kg . m^{-3}	W .m^{-1}. $^{o}C^{-1}$
15	โลหะ		
	(a) โลหะผสมอลูมิเนียม แบบธรรมดา	2,672	211
	(b) ทองแดง ที่มีขายเชิงพาณิชย์	8,784	385
	(c) เหล็กกล้า	7,840	47.6
16	ใยแร่ อัดแน่นเป็นแผ่น	32 – 104	0.035 – 0.032
17	วัสดุใช้ฉาบหรือปิดผิว		
	(a) ยิบซั่ม	880	0.191
	(b) ปูนฉาบ น้ำหนักเบา	300	0.036
	น้ำหนักขนาดกลาง	1104	0.274
	(c) เพอร์ไลท์	616	0.115
	(d) ปูนผสมทราย	1,568	0.533
	(e) เวอร์มิคูไลท์	640 – 960	0.202 – 0.303
18	โพลีสไตรีน เบ่งขยายตัว	16	0.035
19	โพรียูรีเทน โฟม	24	0.024
20	วัสดุทำพื้น PVC	1,360	0.173
21	ดินอัดหลวม (ร่วนซุย) ความชื้น 1%	1,200	0.375
22	หิน		
	ทราย	2,000	1.298
	แกรนิต	2,640	2.927
	หินอ่อน	2,640	1.298
23	กระเบื้อง หลังคา	1,890	0.836
24	ไม้		
	ไม้เนื้ออ่อน	608	0.125
	ไม้เนื้อแข็ง	720	0.138
	ไม้อัด	528	0.138

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 (ต่อ) แสดงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) และความหนาแน่นของวัสดุต่างๆ (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2536: 56)

ลำดับที่	**วัสดุ**	**ความหนาแน่น**	**ค่า k**
		kg . m^{-3}	W .m^{-1}. ^{o} C^{-1}
25	เวอร์มิคูไลท์ แบบเม็ดทรายอัดหยาบหลวม	80 - 112	0.065
26	ไม้อัดชีพบอร์ด	800	0.144
27	ไม้พื้นแผ่นเรียบ	400	0.086
28	หินล้าง	2,245	0.155
29	กรวดล้าง	2,244	0.155
25	เวอร์มิคูไลท์ แบบเม็ดทรายอัดหยาบหลวม	80 - 112	0.065

2.4. **โครงสร้างอาคาร** (ชิง ฟรานซิส และ อาดัม คาสแซนดรา, 2545)

2.4.1. **โครงข้อหมุน/โครงถัก** (Truss)

เป็นโครงสร้างที่ประกอบขึ้นมาจากชิ้นส่วนหรือองค์ประกอบขนาดสั้นและตรงจำนวนมากยึดต่อกันแบบข้อต่อหมุน (Hinged Joint) เป็นรูปสามเหลี่ยมยึดโยงกันเป็นโครง และทำหน้าที่คล้ายคานตัวหนึ่ง โดยโครงข้อหมุนจะทำหน้าที่รับโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นเมื่อมีน้ำหนักบรรทุก แต่องค์ประกอบที่มาประกอบกันจะรับแรงดึงหรือแรงอัดเท่านั้น เหมาะสำหรับองค์อาคารที่มีช่วงพาด (Span) ยาว โดยไม่ต้องมีเสาระหว่างกลาง เช่น โครงหลังคา โครงสะพาน

2.4.2. **โครงข้อแข็ง** (Rigid Frame)

โดยปกติโครงสร้างที่คานวางอยู่บนหัวเสา ในลักษณะที่จุดต่อที่หัวเสายึดติดกับคานเป็นข้อต่อแบบหมุน (Pinned Joint) โครงสร้างแบบนี้จะไม่สามารถต้านทานแรงกระทำด้านข้างได้ถ้าไม่มีการยึดยัน (Bracing) ที่ดี แต่สำหรับโครงข้อแข็งนั้นรอยต่อระหว่างคานและหัวเสาจะเป็นข้อต่อแบบยึดแน่น (Rigid Joint) ทำให้โครงข้อแข็งมีความสามารถรับแรงด้านข้าง (Lateral Force)ได้ดีกว่าโดยที่จะเกิดโมเมนต์ขึ้นทั้งเสาคาน

2.4.3. **ผนังรับน้ำหนัก** (Bearing Wall)

เป็นโครงสร้างที่ทำหน้าที่คล้ายกับเสาที่มีความบางและกว้าง และยังทำหน้าที่เป็นผนังของอาคารอีกด้วย ผนังรับน้ำหนักแบบคอนกรีตเสริมเหล็กนอกจากจะรับน้ำหนักบรรทุกในระนาบเดียวกับผนังแล้ว ยังสามารถรับแรงกระทำด้านข้างได้อีกด้วย แต่สำหรับผนังรับน้ำหนักแบบก่ออิฐ จะรับน้ำหนักบรรทุกได้ในระนาบของผนังเท่านั้น ในกรณีที่ผนังมีช่องเปิด หน่วยแรงจะกระจายอ้อมช่องเปิดดังรูป ดังนั้นควรที่จะเสริมความแข็งแรงโดยรอบช่องเปิดเป็นพิเศษ

2.4.4. **แผ่นพื้น** (Slab)

เป็นโครงสร้างในแนวราบ เมื่อมีน้ำหนักบรรทุกจะถ่ายแรงออกด้านข้างเหมือนคาน แบ่งตามลักษณะของแผ่นพื้นได้ดังนี้

แผ่นพื้นทางเดียว (One-Way Slab) ทำหน้าที่เหมือนคานกว้าง/แบน พาดอยู่บนที่รองรับ

แผ่นพื้นสองทาง (Two-Way Slab) คือ แผ่นพื้นทางเดียววางซ้อนกันทำมุม 90 องศา ซึ่งกันและกัน แบ่งเป็น

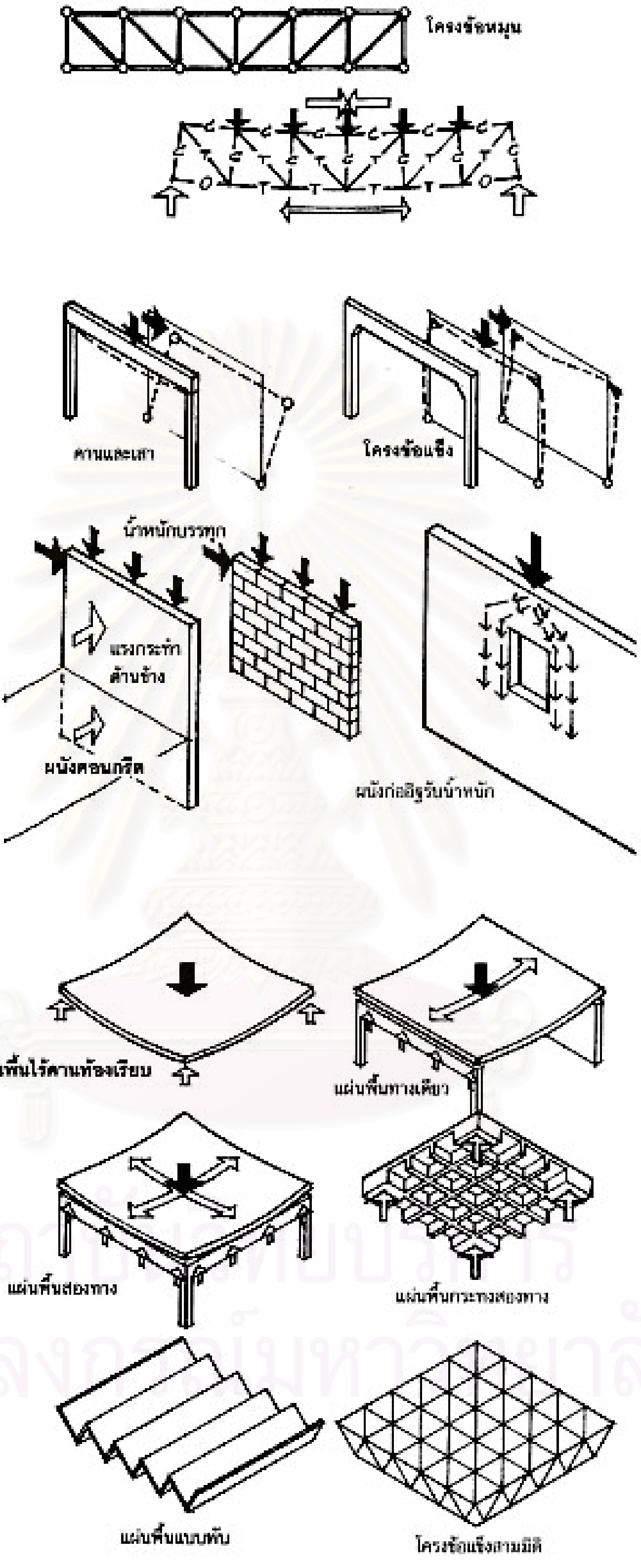
1. แผ่นพื้นสองทางแบบมีคานขอบเป็นที่รองรับตลอดความกว้างของพื้นทั้ง4ด้าน

2. แผ่นพื้นสองทางแบบไร้คาน (Flat Plate)

3. แผ่นพื้นสองทางแบบแผ่นพื้นกระทง (Waffle Slab)

แผ่นพื้นแบบพับ (Folded Plate) เป็นโครงสร้างพื้นที่ออกแบบให้มีแผ่นพื้นมาต่อกันในลักษณะฟันปลา ทำให้สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ดีแม้ช่วงพาดจะยาว

โครงข้อแข็งสามมิติ (Space Frame) เป็นโครงสร้างพิเศษที่ประกอบขึ้นจากชิ้นส่วนเล็กๆ เป็นรูปสามเหลี่ยมเชื่อมต่อกันทั้ง 3 ทิศทาง เหมาะที่จะเป็นโครงสร้างพื้นหรือหลังคาที่ต้องการพาดช่วงยาวๆ ได้เป็นอย่างดี



รูปที่ 6 แสดงลักษณะของโครงสร้างแบบต่างๆ (ชิง ฟรานซิส และ อาดัม คาสแซนดรา, 2545)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4.5. ข้อต่อหรือรอยต่อของโครงสร้าง

การเชื่อมต่อ โดยทั่วไปการเชื่อมต่อองค์อาคารเข้าด้วยกันจะสามารถกระทำได้เป็น 3 วิธีดังนี้

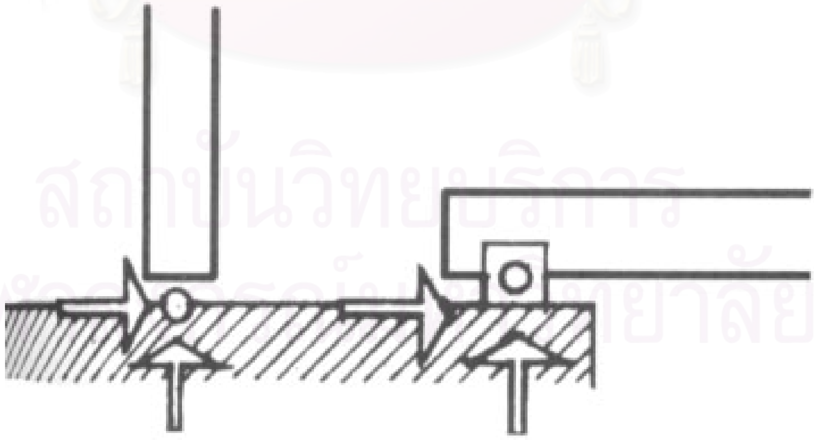
1. การต่อแบบชน (Butt Joints) หมายถึงจุดต่อที่องค์อาคารมาต่อเชื่อมกันโดยมีตัวกลาง เช่น อุปกรณ์ยึดทำหน้าที่เชื่อมยึดองค์อาคารเข้าด้วยกัน

2. การต่อแบบทาบหรือพาด (Overlapping Joints) หมายถึงจุดต่อที่องค์อาคารสามารถต่อทาบแบบต่อเนื่อง หรือพาดผ่านจุดต่อในอีกทิศทางหนึ่ง

3. การต่อแบบเข้าเดือย (Molded and Shaped Joints) หมายถึงจุดต่อที่ได้ออกแบบองค์อาคารให้มีเดือย และร่องไว้ล่วงหน้าแล้ว

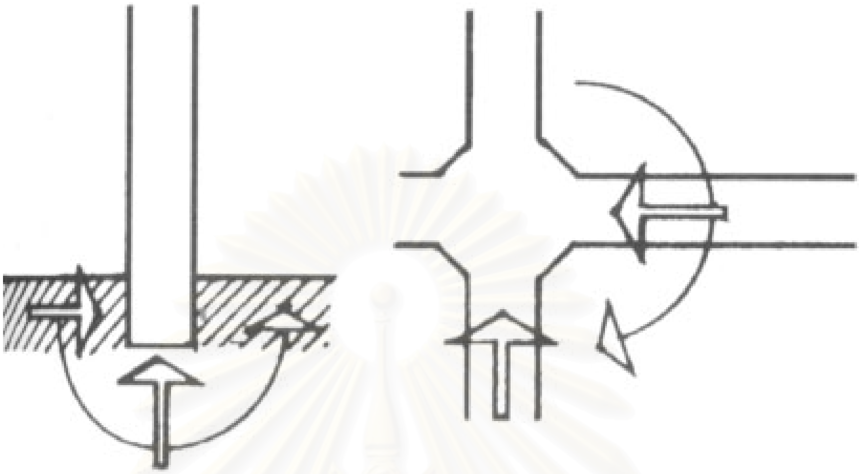
อุปกรณ์ยึด (Connector) สำหรับข้อต่อหรือรอยต่อมีอยู่หลายชนิด เช่น หมุดย้ำ สลักเกลียว การเชื่อมหรือใช้กาวยึด ในทางทฤษฎี ข้อต่อหรือรอยต่อจะแบ่งได้เป็น 3 แบบ ดังต่อไปนี้

1. ข้อต่อแบบหมุน (Pinned Joints) หมายถึงข้อต่อหรือรอยต่อที่ยอมให้องค์อาคารที่มาเชื่อมต่อกันหมุน (Rotate) รอบจุดต่อได้ (Moment = 0) แต่จะไม่ยอมให้องค์อาคารเคลื่อนตัวไปในทิศทางใดๆ ได้



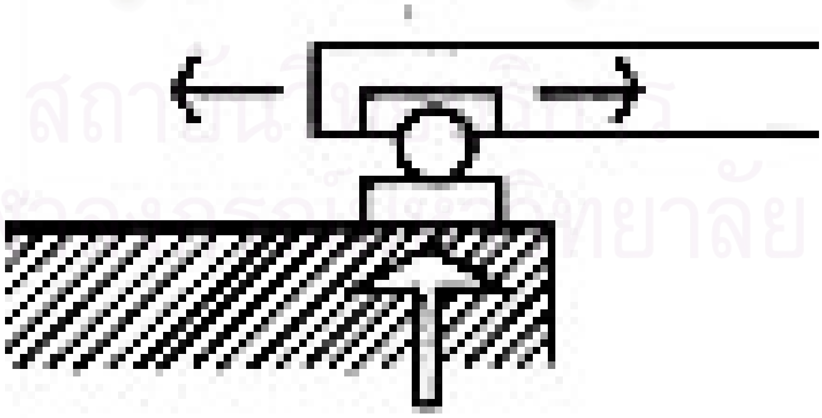
รูปที่ 7 แสดงลักษณะข้อต่อแบบหมุน (ชิง ฟรานซิส และ อาดัม คาสแซนดรา, 2545)

2. ข้อต่อแบบแข็งหรือยึดแน่น (Rigid or Fixed Joints) หมายถึงข้อต่อหรือรอยต่อที่ไม่ยอมให้องค์อาคารเคลื่อนตัวหรือหมุนรอบจุดต่อได้ เป็นข้อต่อที่ต้านทานโมเมนต์และแรงกระทำในทุกทิศทาง

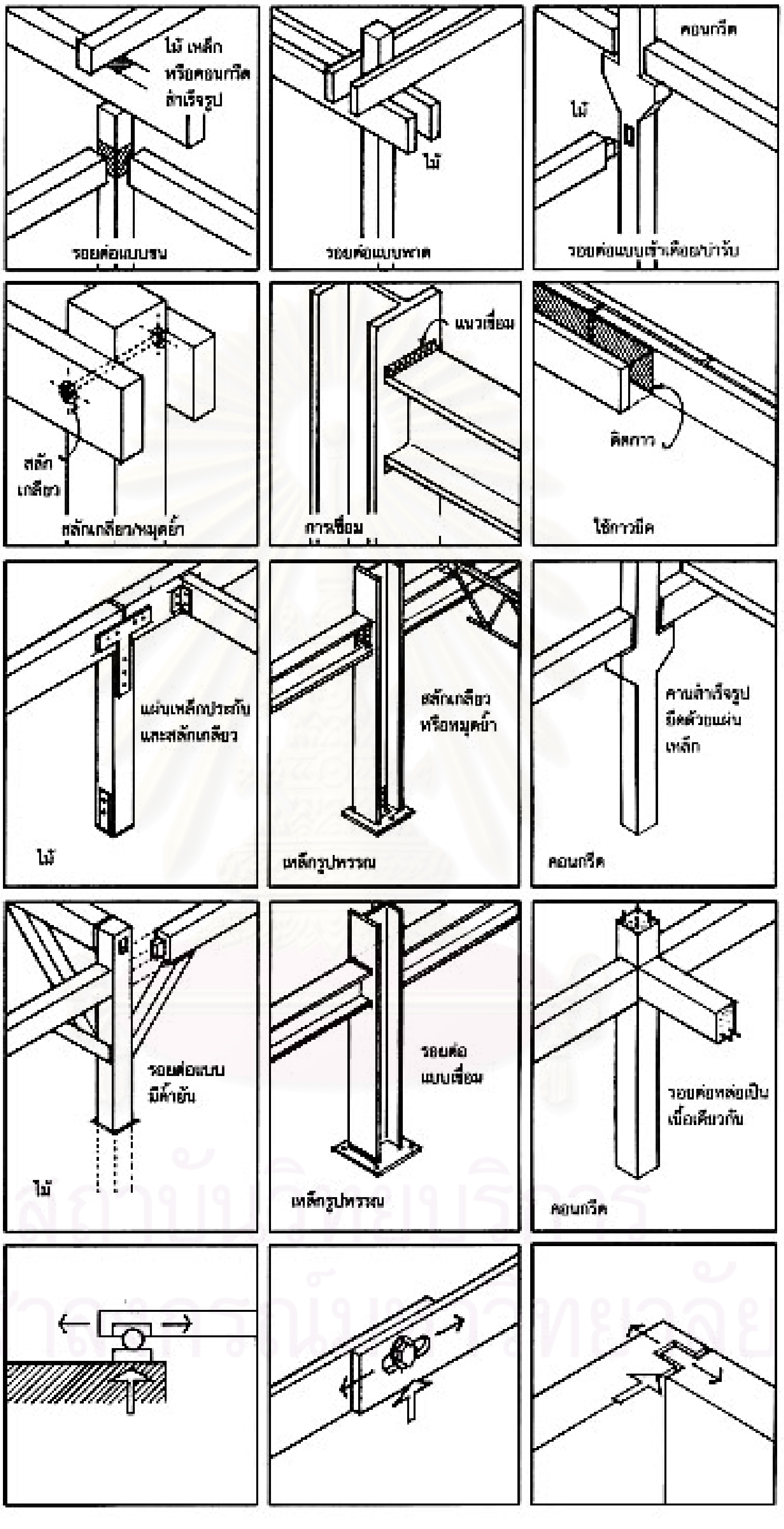


รูปที่ 8 แสดงลักษณะข้อต่อแบบแข็งหรือยึดแน่น (ชิง ฟรานซิส และ อาดัม คาสแซนดรา, 2545)

3. ข้อต่อแบบล้อเลื่อน (Roller Joints) หมายถึงข้อต่อที่ยอมให้องค์อาคารหมุนรอบจุดต่อและสามารถเคลื่อนตัวได้หนึ่งทิศทาง ได้แก่ ข้อต่อที่เผื่อให้องค์อาคารสามารถขยับตัวหรือขยายตัวเนื่องจากอุณหภูมิได้ เป็นต้น



รูปที่ 9 แสดงลักษณะข้อต่อแบบล้อเลื่อน (ชิง ฟรานซิส และ อาดัม คาสแซนดรา, 2545)



รูปที่ 10 แสดงข้อต่อและรอยต่อแบบต่างๆ ของโครงสร้าง (ชิง ฟรานซิส และ อาดัม คาสแซนดรา, 2545)

2.5. **วัสดุเปลือกอาคาร** (สุนทร บุญญาธิการ, 2545)

2.5.1. วัสดุผนังภายนอก

วัสดุผนังชนิดพิเศษที่ได้รับการติดตั้งในพื้นที่ควบคุมสภาพอากาศ(Control zone) มีสภาพความเป็นฉนวนสูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุทั่วไปที่ใช้ในการก่อสร้าง เช่น อิฐ คอนกรีต ฯลฯ นวัตกรรมที่อยู่อาศัยแห่งอนาคตจึงใช้พลังงานเพียงเล็กน้อยในการปรับสภาพความชื้นและอุณหภูมิ เนื่องจากวัสดุผนังสามารถป้องกันสภาพแวดล้อมภายนอกที่เปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงได้เป็นอย่างดี

<u>ระบบผนัง Exterior Insulation and Finish System (E.I.F.S.)</u>

ข้อดีของระบบผนังในรูปแบบนี้สำหรับพื้นที่ปรับอากาศได้แก่

1. มีค่าความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนสูงทำให้ภาระการปรับอากาศภายในต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับอาคารที่ใช้วัสดุก่อสร้างโดยทั่วไป

2. มีความสามารถในการป้องกันการรั่วซึมของอากาศ(Infiltration) จากภายนอกได้เป็นอย่างดีเนื่องจากใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นเซลล์ปิด (Close cell)

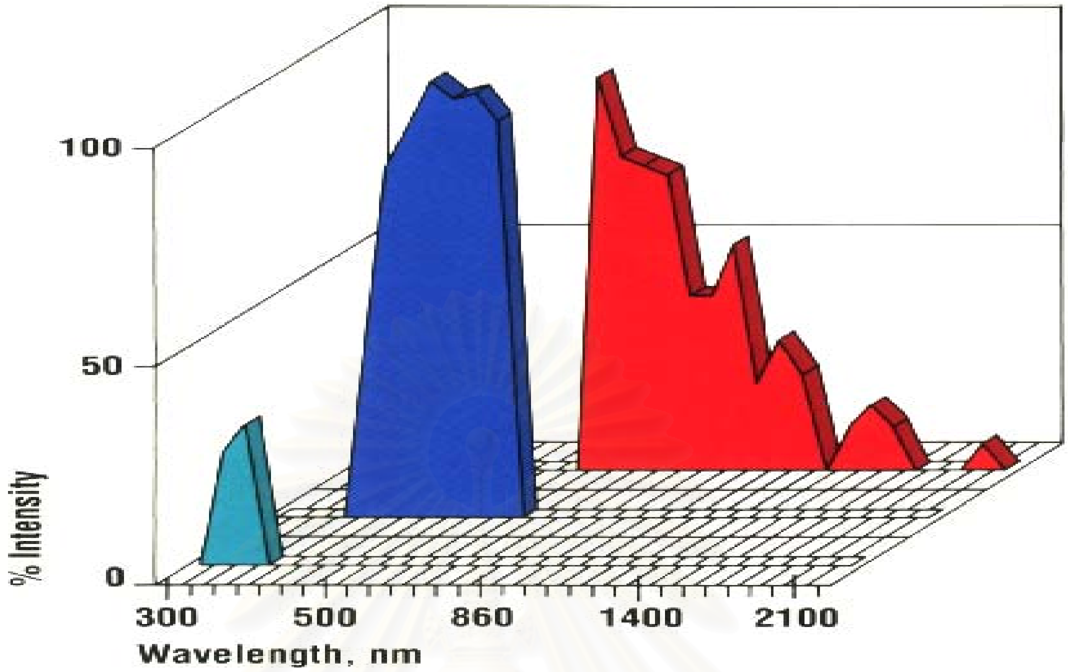
3. มีมวลสารน้อยทำให้เครื่องปรับอากาศรับภาระในการขจัดความร้อนและความชื้นที่สะสมในมวลสารของผนังน้อยลง

4. มีน้ำหนักเบาจึงสามารถช่วยลดการรับน้ำหนักของโครงสร้างลงได้มากเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้วัสดุก่อสร้างทั่วไป

2.5.2. วัสดุกระจก

วัสดุกระจกได้รับการออกแบบให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น โดยการผสมกระจกต่างชนิดและช่องว่างอากาศภายใน เพื่อผลในการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์และการนำความร้อนจากกระจกโดยไม่ลดทอนคุณภาพแสงสว่างที่ตามองเห็น การลดทอนในรูปแบบดังกล่าวจำเป็นต้องใช้เทคนิคในการเคลือบผิวกระจกเพื่อตัดช่วงคลื่นรังสีดวงอาทิตย์ที่ตามนุษย์ไม่สามารถมองเห็น (Infrared & Ultra violet) ซึ่งเป็นต้นเหตุของความร้อนส่วนเกินที่เข้ามาในอาคารทิ้ง และยอมให้แสงสว่างในช่วงคลื่นที่ตามนุษย์มองเห็น (Visible light) เข้ามาได้มากเพียงพอกับความต้องการในการใช้งาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 11 แสดงองค์ประกอบของรังสีดวงอาทิตย์ (สุนทร บุญญาธิการ, 2545)

จากรูปจะพบว่า ช่วงรังสีที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้จากรังสีดวงอาทิตย์ทั้งหมด (พื้นที่สีน้ำเงิน) ซึ่งเป็นช่วงคลื่นที่ต้องการสำหรับกระจกในเขตร้อน ส่วนรังสีอัลตราไวโอเล็ต (พื้นที่สีฟ้า) และรังสีอินฟราเรด (พื้นที่สีแดง) เป็นช่วงคลื่นที่ไม่จำเป็นต่อการมองเห็น การนำเอารังสีในช่วงคลื่นทั้งสองมาใช้จะเป็นการสร้างความร้อนให้กับอุณหภูมิผิวและอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร

<u>กระจกฉนวนกันความร้อน (Heat-stop Glass)</u>

เป็นกระจกที่มีค่าความเป็นฉนวนสูงและมีสัมประสิทธิ์การบังเงาสูงเหมาะสำหรับการใช้งานในพื้นที่ปรับอากาศ เนื่องจากสามารถลดการนำความร้อนและการแผ่รังสีจากภายนอกได้เป็นอย่างดี รวมทั้งสามารถลดทอนรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงคลื่นที่ตามนุษย์ไม่สามารถมองเห็นซึ่งเป็นต้นเหตุของความร้อนส่วนเกินจากแสงสว่าง กระจกชนิดนี้จึงยอมให้แสงสว่างในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น (Visible light) ผ่านได้มากในขณะที่ลดทอนช่วงคลื่นความร้อนที่ตามนุษย์ไม่สามารถมองเห็น (Infrared & Ultra violet) ออกด้วยการเคลือบผิวพิเศษ

ในส่วนของการนำความร้อน กระจกฉนวนกันความร้อน ได้ปรับปรุงค่าความเป็นฉนวนของกระจกด้วยการเพิ่มเติมช่องว่างก๊าซเฉื่อยที่มีสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำจนกลายเป็นช่องว่างอากาศสะท้อนรังสี(Reflective air space) เพื่อเพิ่มความเป็นฉนวนของกระจก สำหรับกระจกที่ได้นำมาศึกษานั้นได้เพิ่มเติมช่องว่างด้วยก๊าซอาร์กอน

การใช้กระจกในรูปแบบดังกล่าว กับพื้นที่ปรับอากาศจะสามารถช่วยป้องกันสภาพภายในอาคารจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศภายนอกอาคาร เครื่องปรับอากาศจึงไม่จำเป็นต้องรับภาระในการปรับอากาศมาก

2.5.3. วัสดุฉนวน

อะลูมินั่มฟอยล์

ในการเลือกใช้ฉนวนประเภทต่าง ๆ จะต้องคำนึงถึงความสามารถในการกันความร้อนให้กับอาคาร จากการศึกษาพบว่า การใช้อะลูมินั่มฟอยล์เพียงชั้นเดียว ไม่เพียงพอสำหรับกันความร้อนจากหลังคา ต้องมีอะลูมินั่มฟอยล์ไม่น้อยกว่า 3-4 ชั้นโดยแต่ละชั้นมีช่องว่างอากาศ (Air Gap) ไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว และต้องป้องกันการรั่วซึมได้ดีด้วย แต่มีข้อแม้ว่าผิวของแผ่นอะลูมินั่มฟอยล์ จะต้องมีลักษณะมัน-เงาอยู่ตลอกเวลา ไม่เช่นนั้นแล้วจะทำให้สูญเสียคุณสมบัติในการสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ไปโดยสิ้นเชิง ทำให้ไม่สามารถทำหน้าที่เป็นฉนวนกันความร้อนได้อีกต่อไป

โฟม

ฉนวนประเภทโฟมทั้งหลาย มีความจำเป็นต้องห่อหุ้มหรือปกป้องจากการทำลายของรังสีอัลตราไวโอเลตจากดวงอาทิตย์ โฟมส่วนใหญ่มีข้อดีคือ สามารถคงสภาพเดิมได้แม้จะโดนความเปียกชื้น (ทนน้ำ) แต่เนื่องจากโฟมมีจุดหลอมเหลวต่ำ (โดยทั่วไปจะต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส) ทำให้เมื่อโดนความร้อนสูงเป็นเวลานานๆ โฟมก็จะเปลี่ยนรูป เช่น บิด-งอ บุบสลาย หรือไหม้ไปในที่สุด แต่ในบ้านทั่วๆ ไป มักจะไม่มีอุณหภูมิสูงถึงขนาดนั้น ยกเว้นกรณีที่มีการนำโฟมไปใช้บุหลังกระจกโดยตรงจะทำให้มีอุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส ซึ่งโฟมไม่สามารถคงสภาพเดิมไว้ได้

ไฟเบอร์กลาส

เป็นฉนวนที่นิยมใช้กันอยู่ทั่วไป ในประเทศไทยจะรู้จักกันภายใต้ชื่อของ ไมโครไฟเบอร์ หรืออื่นๆ(ตามชื่อของผู้ผลิต) ฉนวนประเภทนี้นอกจากจะสามารถกันความร้อนแล้ว ยังมีคุณสมบัติในการกันเสียงได้ด้วย และมีค่าการกันไฟได้สูงประมาณ 300 องศาเซลเซียส แต่ไม่ทนทานต่อความเปียกชื้น การกลั่นตัวของหยดน้ำจะทำให้สูญเสียคุณสมบัติในการกันความร้อนไป เมื่อเปียกชื้น

ร็อกวูล

ฉนวนประเภทร็อกวูลเป็นวัสดุจากธรรมชาติที่ไม่มีสารประกอบของแอสเบสทอส (Asbestos) ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพ มีคุณสมบัติในการกันความร้อนได้เทียบเท่ากับฉนวนประเภทไฟเบอร์ (Glass Fiber) แต่สามารถทนไฟได้ดีกว่า จึงนำมาใช้เป็นฉนวนที่สามารถกันไฟได้ด้วย (ทนความร้อนได้สูงถึง 800 องศาเซลเซียส) คุณสมบัติพิเศษอีกประการหนึ่งคือ มีความสามารถดูดซับเสียง โดยปกติในการใช้งานจะใช้ร็อกวูลที่มีความหนาแน่น (Density) สูง และตกแต่งด้วยผ้าเพื่อความสวยงาม แต่มีข้อจำกัดคือ ไม่ทนทานต่อความเปียกชื้น

เซลลูโลส

โดยทั่วไปแล้ว ฉนวนประเภทนี้มักทำขึ้นจากเยื่อกระดาษที่ใส่สารกันไฟลาม ทำให้สามารถป้องกันไฟไหม้ได้ระดับหนึ่ง เมื่อโดนไฟไหม้จะมีควันคล้ายควันธูปและดับไปเองในที่สุด ถ้าเยื่อกระดาษนี้มีสารเคมีผสมอย่างถูกต้องก็สามารถใช้เป็นวัสดุกันไฟได้ สำหรับคุณสมบัติในการเป็นฉนวนกันความร้อนจะมีค่าใกล้เคียงกันกับร็อกวูลและไฟเบอร์กลาส

ยิปซั่ม

ไม่จัดว่าเป็นวัสดุประเภทฉนวนกันความร้อน อย่างไรก็ตากยิปซั่มชนิดกันไฟ (ไม่ใช่แผ่นยิปซั่มที่ใช้กันอยู่ทั่วไป) จะสามารถป้องกันไฟได้ดี เหมาะสำหรับการนำมาใช้ในการป้องกันไฟไหม้ให้กับโครงสร้างอาคาร สำหรับค่าความเป็นฉนวนของแผ่นยิปซั่มจะมีเพียง 1 ใน 4 ของวัสดุฉนวนอื่นๆ ข้างต้น ดังนั้น ยิปซั่มจึงไม่เป็นฉนวนแต่ช่วยในการกันไฟได้ การใช้ยิปซั่มในอาคารส่วนใหญ่เป็นไปเพื่อความสะดวกในการตกแต่ง และเมื่อใช้ประกอบกับไฟเบอร์กลาสหรือร็อควูลแล้ว จะสามารถใช้กันเสียงได้ดีหากมีการติดตั้งที่ถูกต้อง

แผนภูมิที่ 1 แสดงค่าความเป็นฉนวนของวัสดุฉนวนต่างๆ (สุนทร บุญญาธิการ 2545)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งได้แก่ ลักษณะทางสถาปัตยกรรมของเรือนไทย การถ่ายเทความร้อน การถ่ายเทความร้อนรวมผ่านกรอบอาคาร ระบบโครงสร้างอาคาร และวัสดุเปลือกอาคาร ทำให้มีพื้นฐานในการกำหนดกรอบของวิธีดำเนินการวิจัย ซึ่งมุ่งหมายที่จะประยุกต์เรือนไทยให้มีลักษณะพิเศษ 3 ประการได้แก่ ความสอดคล้องกับการใช้สอยในปัจจุบัน การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ และการลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน โดยวิธีดำเนินการวิจัยจะเป็นไปตามขั้นตอนดังนี้

3.1. การศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน

ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน ด้วยวิธีการวิเคราะห์เบื้องต้น วิธีการคำนวณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และวิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ จากนั้นนำมาสรุปเป็นความสัมพันธ์ในรูปแบบต่างๆ ดังหัวข้อต่อไปนี้

3.1.1. ศึกษาด้านความสอดคล้องกับการใช้สอยในปัจจุบัน

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะหาอิทธิพลของการออกแบบพื้นที่ใช้สอย ที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้มีความสอดคล้องกับการใช้สอยในปัจจุบัน โดยมีขั้นตอนในการศึกษาดังนี้

1. ศึกษากิจกรรมใช้สอยของคนในอดีต

วิเคราะห์ลักษณะกิจกรรมการใช้สอยต่างๆที่เกิดขึ้นในอดีต ได้แก่ การพักผ่อน การรับประทานอาหาร การนอน การขับถ่าย การปรุงอาหาร และ กิจกรรมอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการอยู่อาศัยในชีวิตประจำวัน

2. ศึกษากิจกรรมใช้สอยของคนในปัจจุบัน

วิเคราะห์ลักษณะกิจกรรมการใช้สอยต่างๆที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ได้แก่ การพักผ่อน การรับประทานอาหาร การนอน การขับถ่าย การปรุงอาหาร และ กิจกรรมอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการอยู่อาศัยในชีวิตประจำวัน

3.1.2. ศึกษาด้านการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะหาอิทธิพลของระดับการป้องกันความร้อน ระดับการรั่วไหลของอากาศ และระดับปริมาณมวลสาร ที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้ประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ โดยมีขั้นตอนในการศึกษาดังนี้

3.1.2.1. ศึกษาค่าภาระของระบบปรับอากาศ

<u>1. *ภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยในอดีต*</u>

คำนวณค่าภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยในอดีต ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากรูปแบบเรือนไทยของ ศ. ฤทัย ใจจงรัก ที่มีการวางตัวอาคารด้านสกัดในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก ด้านยาวอยู่ทางทิศเหนือ-ใต้ ประตูทางเข้าอยู่ทางด้านทิศใต้ โดยให้ค่าของตัวแปรต่างๆเป็นดังนี้

<u>ผนังทึบ</u> ทิศเหนือ ทิศตะวันออก ทิศใต้ และ ทิศตะวันตกมีพื้นที่เท่ากับ 28.10 ตารางเมตร 19.30 ตารางเมตร 26.10 ตารางเมตร และ 20.40 ตารางเมตร ตามลำดับ

<u>หลังคาทึบ</u> ทิศเหนือ และ ทิศใต้ มีพื้นที่เท่ากับ 29.20 ตารางเมตร และ 29.20 ตารางเมตร ตามลำดับ (นับเฉพาะส่วนที่ติดกับส่วนปรับอากาศโดยไม่รวมพื้นที่ชายคา)

<u>ผนังโปร่งแสง</u> ทิศเหนือ ทิศตะวันออก ทิศใต้ และ ทิศตะวันตกมีพื้นที่เท่ากับ 1.10 ตารางเมตร 2.20 ตารางเมตร 3.10 ตารางเมตร และ 1.10 ตารางเมตร ตามลำดับ

<u>ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง</u> เท่ากับ 3.6 วัตต์ต่อตารางเมตรต่อองศาเคลวิน (ผนังไม้หนาเฉลี่ยประมาณ 1 นิ้ว)

<u>ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา</u> เท่ากับ 4.6 วัตต์ต่อตารางเมตรต่อองศาเคลวิน (หลังคากระเบื้องดินเผาหนาประมาณ 0.80 เซนติเมตร)

<u>ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังโปร่งแสง</u> เท่ากับ 5.6 วัตต์ต่อตารางเมตรต่อองศาเคลวิน

ค่าสัมประสิทธิ์การกันแดดของผนังโปร่งแสง เท่ากับ 0.96

ปริมาณการรั่วไหลของอากาศ เท่ากับ 10 ครั้งต่อชั่วโมง

จำนวนผู้ใช้อาคาร 2 คน

กิจกรรมที่ใช้ในการคำนวณ คือ นั่งชมภาพยนตร์

การใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างและอุปกรณ์ไฟฟ้า เท่ากับ 6 วัตต์ต่อตารางเมตร และ 10 วัตต์ต่อตารางเมตร ตามลำดับ

2. ภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยที่มีการเพิ่มระดับการป้องกันความร้อน และ มีการลดระดับการรั่วไหลของอากาศ

คำนวณค่าภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยเมื่อมีการเพิ่มระดับการป้องกันความร้อน และ มีการลดระดับการรั่วไหลของอากาศ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยให้ค่าของตัวแปรต่างๆ เหมือนกับกรณีที่ 1 ยกเว้น ค่าต่างๆของตัวแปรดังนี้

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง เท่ากับ 0.3 วัตต์ต่อตารางเมตรต่อองศาเคลวิน (มีฉนวนกันความร้อนหนาประมาณ 3 นิ้ว)

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา เท่ากับ 0.3 วัตต์ต่อตารางเมตรต่อองศาเคลวิน (เสริมฉนวนใต้หลังคาหนาประมาณ 3 นิ้ว)

ค่าสัมประสิทธิ์การกันแดดของผนังโปร่งแสง เท่ากับ 0.30 (กระจกตัดแสงมีค่า SC เท่ากับ 0.30)

ปริมาณการรั่วไหลของอากาศ เท่ากับ 0.1 ครั้งต่อชั่วโมง

3.1.2.2. **ศึกษาค่าความร้อนสะสม**

1. ความร้อนสะสมของระบบปรับอากาศของเรือนไทยในอดีต

คำนวณค่าความร้อนสะสมของระบบปรับอากาศของเรือนไทยในอดีต ด้วยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ จากรูปแบบเรือนไทยของ ศ. ฤทัย ใจจงรัก โดยให้ค่าของตัวแปรต่างๆเป็นดังนี้

<u>น้ำหนักของเปลือกอาคาร</u> เท่ากับ 4,000 กิโลกรัม (เฉพาะส่วนของเปลือกอาคารที่ติดกับระบบปรับอากาศ ไม่นับโครงเคร่าไม้หรือส่วนของโครงสร้าง วัสดุไม้หนาประมาณ 1 นิ้ว จะมีน้ำหนักประมาณ 20 กิโลกรัมต่อตารางเมตร มีพื้นที่เปลือกอาคารประมาณ 200 ตารางเมตร)

<u>ค่าความจุความร้อนของเปลือกอาคาร</u> เท่ากับ 0.50 บีทียูต่อปอนด์ต่อองศาฟาเรนไฮต์ (Parsons, 1989)

<u>ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิ</u> เท่ากับ 18 องศาฟาเรนไฮต์

<u>2. ความร้อนสะสมของเรือนไทยที่มีการใช้มวลสารในระดับต่ำ</u>

คำนวณค่าความร้อนสะสมภายในมวลสาร เมื่อลดปริมาณมวลสารที่ใช้ก่อสร้างเรือนไทย ด้วยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ โดยให้ค่าของตัวแปรต่างๆ เหมือนกับกรณีที่ 1 ยกเว้น ค่าต่างๆของตัวแปรดังนี้

<u>น้ำหนักของเปลือกอาคาร</u> เท่ากับ 1,400 กิโลกรัม (เฉพาะส่วนของเปลือกอาคารที่ติดกับระบบปรับอากาศ ไม่นับโครงเคร่าหรือส่วนของโครงสร้าง วัสดุเป็นแผ่นเหล็กเคลือบผิวติดกับโฟมหนา 3 นิ้ว จะมีน้ำหนักประมาณ 7 กิโลกรัมต่อตารางเมตร มีพื้นที่เปลือกอาคาร 200 ตารางเมตร)

<u>ค่าความจุความร้อนของเปลือกอาคาร</u> เท่ากับ 0.12 บีทียูต่อปอนด์ต่อองศาฟาเรนไฮต์ (Parsons, 1989)

<u>ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิ</u> เท่ากับ 18 องศาฟาเรนไฮต์

3.1.3. ศึกษาด้านการลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะหาอิทธิพลของการลดพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอย การเพิ่มความรวดเร็วในการก่อสร้าง การทยอยในการลงทุน และ การผลิตในปริมาณมาก ที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้ลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน โดยมีขั้นตอนในการศึกษาดังนี้

3.1.3.1. ศึกษาอิทธิพลอัตราส่วนพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอย

<u>1. ศึกษาค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารแบบทั่วไปที่มีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยเท่ากับเรือนไทยในอดีต</u>

คำนวณค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารที่มีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยเท่ากับเรือนไทยในอดีต ด้วยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีการให้ค่าของตัวแปรต่างๆเป็นดังนี้

พื้นที่ผิวเปลือกอาคาร เท่ากับ 160 ตารางเมตร

พื้นที่ใช้สอย เท่ากับ 45 ตารางเมตร

อัตราส่วนของพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอย เท่ากับ 4.56

ค่าก่อสร้างโดยประมาณการ เท่ากับ 12,000 บาทต่อตารางเมตรของพื้นที่ใช้สอย

ราคาเฉพาะพื้น เท่ากับ 1,200 บาทต่อตารางเมตรของพื้น

2. ศึกษาค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารแบบทั่วไปที่มีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยลดลงจากเรือนไทยในอดีต 50 เปอร์เซ็นต์

คำนวณค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารที่มีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยลดลงจากเรือนไทยในอดีต ด้วยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีการให้ค่าของตัวแปรต่างๆเป็นดังนี้

พื้นที่ผิวเปลือกอาคาร เท่ากับ 160 ตารางเมตร

พื้นที่ใช้สอย เท่ากับ 65 ตารางเมตร

อัตราส่วนของพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอย เท่ากับ 3.15

ค่าก่อสร้างโดยประมาณการ เท่ากับ 12,000 บาทต่อตารางเมตรของพื้นที่ใช้สอย

ราคาเฉพาะพื้น เท่ากับ 1,200 บาทต่อตารางเมตรของพื้น

3.1.3.2. ศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาในการก่อสร้าง

ศึกษาค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารด้วยระยะเวลาเท่ากับอัตราความเร็วในการก่อสร้างปกติและแบบที่เร็วเพิ่มขึ้นจากปกติทั่วไปตั้งแต่ 1 เท่าจนถึง 10 เท่า

คำนวณค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารที่มีระยะเวลาในการก่อสร้างแบบปกติทั่วไปและแบบที่เร็วเพิ่มขึ้นจากปกติทั่วไปตั้งแต่ 1 เท่าจนถึง 10 เท่า ด้วยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีการให้ค่าของตัวแปรต่างๆเป็นดังนี้

พื้นที่ใช้สอย เท่ากับ 50 ตารางเมตร

ค่าก่อสร้างโดยประมาณการ เท่ากับ 12,000 บาทต่อตารางเมตรของพื้นที่ใช้สอย

ค่าใช้จ่ายในการลงทุน จึงเริ่มต้นที่ 600,000 บาท ด้วยความเร็วแบบปกติทั่วไป

ต้นทุนคงที่ เริ่มต้นที่ 180,000 บาท คิดจาก 30 เปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายในการลงทุน

ต้นทุนแปรผันรวม เริ่มต้นที่ 420,000 บาท คิดจาก 70 เปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายในการลงทุน

ค่าวัสดุทางตรง เริ่มต้นที่ 306,600 บาท คิดจาก 73 เปอร์เซ็นต์จากต้นทุนแปรผันรวม (อัลฟาทีม, 2545)

ค่าแรงงานทางตรง เริ่มต้นที่ 113,400 บาท คิดจาก 27 เปอร์เซ็นต์จากต้นทุนแปรผันรวม (อัลฟาทีม, 2545) จากนั้นคิดลดลงเนื่องจากความเร็วในการก่อสร้างที่เพิ่มขึ้นจาก 1 เท่า ลดลงถึง 10 เท่า

3.1.3.3. ศึกษาอิทธิพลของการแบ่งระยะในการลงทุน

1. ศึกษาค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อไม่มีการแบ่งระยะในการก่อสร้าง

คำนวณค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อไม่มีการทยอยสร้างอาคาร ด้วยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีการให้ค่าของตัวแปรต่างๆเป็นดังนี้

ค่าก่อสร้าง เท่ากับ 2,400,000 บาท

เงินต้น เท่ากับ 2,400,000 บาท เมื่อเริ่มต้นกู้เงิน

ดอกเบี้ยคงที่ เท่ากับ 5.5 เปอร์เซ็นต์

ระยะเวลาผ่อนชำระ เท่ากับ 20 ปี

2. ศึกษาค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อแบ่งระยะการสร้างเป็น 2 งวด

คำนวณค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อแบ่งทยอยสร้างอาคารเป็น 2 งวด ด้วยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีการให้ค่าของตัวแปรต่างๆเป็นดังนี้

ค่าก่อสร้าง เท่ากับ 2,400,000 บาท

เงินต้นงวดที่ 1 เท่ากับ 1,200,000 บาท เมื่อเริ่มต้นกู้เงิน

เงินต้นงวดที่ 2 เท่ากับ 1,200,000 บาท เมื่อปีที่ 10 หลังงวดที่ 1

ดอกเบี้ยคงที่ เท่ากับ 5.5 เปอร์เซ็นต์

ระยะเวลาผ่อนชำระ เท่ากับ 20 ปี

3. ศึกษาค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อแบ่งระยะการสร้างเป็น 4 งวด

คำนวณค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อแบ่งทยอยสร้างอาคารเป็น 4 งวด ด้วยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีการให้ค่าของตัวแปรต่างๆเป็นดังนี้

ค่าก่อสร้าง เท่ากับ 2,400,000 บาท

เงินต้นงวดที่ 1 เท่ากับ 600,000 บาท เมื่อเริ่มต้นกู้เงิน

เงินต้นงวดที่ 2 เท่ากับ 600,000 บาท เมื่อปีที่ 5 หลังงวดที่ 1

เงินต้นงวดที่ 3 เท่ากับ 600,000 บาท เมื่อปีที่ 10 หลังงวดที่ 1

เงินต้นงวดที่ 4 เท่ากับ 600,000 บาท เมื่อปีที่ 15 หลังงวดที่ 1

ดอกเบี้ยคงที่ เท่ากับ 5.5 เปอร์เซ็นต์

ระยะเวลาผ่อนชำระ เท่ากับ 20 ปี

4. ศึกษาค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อแบ่งระยะการสร้างเป็น 8 งวด

คำนวณค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อแบ่งทยอยสร้างอาคารเป็น 8 งวด ด้วยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีการให้ค่าของตัวแปรต่างๆเป็นดังนี้

ค่าก่อสร้าง เท่ากับ 2,400,000 บาท

เงินต้นงวดที่ 1 เท่ากับ 300,000 บาท เมื่อเริ่มต้นกู้เงิน

เงินต้นงวดที่ 2 เท่ากับ 300,000 บาท เมื่อปีที่ 2.5 หลังงวดที่ 1

เงินต้นงวดที่ 3 เท่ากับ 300,000 บาท เมื่อปีที่ 5 หลังงวดที่ 1

เงินต้นงวดที่ 4 เท่ากับ 300,000 บาท เมื่อปีที่ 7.5 หลังงวดที่ 1

เงินต้นงวดที่ 5 เท่ากับ 300,000 บาท เมื่อปีที่ 10 หลังงวดที่ 1

เงินต้นงวดที่ 6 เท่ากับ 300,000 บาท เมื่อปีที่ 12.5 หลังงวดที่ 1

เงินต้นงวดที่ 7 เท่ากับ 300,000 บาท เมื่อปีที่ 15 หลังงวดที่ 1

เงินต้นงวดที่ 8 เท่ากับ 300,000 บาท เมื่อปีที่ 17.5 หลังงวดที่ 1

ดอกเบี้ยคงที่ เท่ากับ 5.5 เปอร์เซ็นต์

ระยะเวลาผ่อนชำระ เท่ากับ 20 ปี

3.1.3.4. ศึกษาอิทธิพลของจำนวนการผลิต

ศึกษาค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อมีการสร้างอาคารตั้งแต่จำนวน 1 หลัง จนถึงจำนวน 100 หลัง ภายใต้การมีต้นทุนคงที่เดียวกัน

คำนวณค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อมีการสร้างอาคารตั้งแต่ 1 หลัง จนถึงจำนวน 100 หลัง ด้วยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีการให้ค่าของตัวแปรต่างๆเป็นดังนี้

พื้นที่ใช้สอย เท่ากับ 50 ตารางเมตร

ค่าก่อสร้างโดยประมาณการ เท่ากับ 12,000 บาทต่อตารางเมตรของพื้นที่ใช้สอย

ค่าต้นทุนคงที่ เท่ากับ 30 เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนแปรผัน

จำนวนผลิต เท่ากับ 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95 และ 100 หลัง ตามลำดับ

3.2. การวิเคราะห์อิทธิพลและความสำคัญของตัวแปรที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน

วิเคราะห์อิทธิพลและความสำคัญของตัวแปรที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน ด้วยวิธีการทำรูปวิเคราะห์ และ วิธีการทำแผนภูมิเปรียบเทียบ จากนั้นนำมาสรุปเป็นความสัมพันธ์ในรูปแบบต่างๆ ดังหัวข้อต่อไปนี้

3.2.1. วิเคราะห์ด้านกิจกรรมใช้สอย

การวิเคราะห์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะหาอิทธิพลและความสำคัญของการออกแบบพื้นที่ใช้สอย ที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้มีความสอดคล้องกับการใช้สอยในปัจจุบัน โดยมีประเด็นในการวิเคราะห์ คือ การนำแนวคิดการเปลี่ยนแปลงการออกแบบพื้นที่ใช้สอยไปประยุกต์ใช้กับเรือนไทยให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน

3.2.2. วิเคราะห์ด้านการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ

การวิเคราะห์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะหาอิทธิพลและความสำคัญของระดับการป้องกันความร้อน ระดับการรั่วไหลของอากาศ และระดับปริมาณมวลสาร ที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้ประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ โดยมีประเด็นในการวิเคราะห์ดังนี้

3.2.2.1. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยในอดีตกับเรือนไทยที่มีการเพิ่มระดับการป้องกันความร้อนและมีการลดระดับการรั่วไหลของอากาศ

1. เปรียบเทียบค่าภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยในอดีต และเรือนไทยที่มีการเพิ่มระดับการป้องกันความร้อนและมีการลดระดับการรั่วไหลของอากาศ ด้วยการทำแผนภูมิเพื่อเปรียบเทียบ แล้วทำการวิเคราะห์ค่าของความแตกต่างที่เกิดขึ้น

2. วิเคราะห์การนำแนวคิดการเพิ่มระดับการป้องกันความร้อน และ การลดระดับการรั่วไหลของอากาศ ไปประยุกต์ใช้กับเรือนไทยให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน

3.2.2.2. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความร้อนสะสมของเรือนไทยในอดีตกับเรือนไทยที่มีการใช้มวลสารในระดับต่ำ

1. เปรียบเทียบค่าความร้อนสะสมของระบบปรับอากาศของเรือนไทยในอดีต และ เรือนไทยที่มีการลดปริมาณการใช้มวลสารในการก่อสร้าง ด้วยการทำแผนภูมิเพื่อเปรียบเทียบ แล้วทำการวิเคราะห์ค่าของความแตกต่างที่เกิดขึ้น

2. วิเคราะห์การนำแนวคิดการลดปริมาณการใช้มวลสารไปประยุกต์ใช้กับเรือนไทยให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน

3.2.3. วิเคราะห์ด้านการลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน

การวิเคราะห์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะหาอิทธิพลและความสำคัญของการลดพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอย การเพิ่มความรวดเร็วในการก่อสร้าง การทยอยในการลงทุน และ การผลิตในปริมาณมาก ที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้ลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน โดยมีประเด็นในการวิเคราะห์ดังนี้

3.2.3.1. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารแบบทั่วไปที่มีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยเท่ากับเรือนไทยในอดีตและที่ลดลงจากเรือนไทยในอดีต 50 เปอร์เซ็นต์

1. เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารที่มีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยเท่ากับเรือนไทยในอดีตและลดลงจากเรือนไทยในอดีต 50 เปอร์เซ็นต์ ด้วยการทำแผนภูมิเพื่อเปรียบเทียบ แล้วทำการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้น

2. วิเคราะห์การนำแนวคิดการลดอัตราส่วนของพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยไปประยุกต์ใช้กับเรือนไทยให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน

3.2.3.2. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารด้วยระยะเวลาเท่ากับอัตราความเร็วในการก่อสร้างปกติและแบบที่เร็วเพิ่มขึ้นจากปกติตั้งแต่ 1 เท่าจนถึง 10 เท่า

1. เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารที่มีระยะเวลาในการก่อสร้างแบบปกติทั่วไปและแบบที่เร็วเพิ่มขึ้นจากปกติทั่วไปตั้งแต่ 1 เท่าจนถึง 10 เท่า

2. วิเคราะห์การนำแนวคิดการเพิ่มความรวดเร็วในการก่อสร้างไปประยุกต์ใช้กับเรือนไทยให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน

3.2.3.3. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อไม่มีการแบ่งระยะในการก่อสร้าง เมื่อแบ่งระยะการสร้างเป็น 2 งวด เมื่อแบ่งระยะการสร้างเป็น 4 งวด และ เมื่อแบ่งระยะการสร้างเป็น 8 งวด

1. เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อไม่มีการทยอยสร้างอาคาร เมื่อแบ่งทยอยสร้างอาคารเป็น 2 งวด เมื่อแบ่งทยอยสร้างอาคารเป็น 4 งวด และ เมื่อแบ่งทยอยสร้างอาคารเป็น 8 งวด ด้วยการทำแผนภูมิเพื่อเปรียบเทียบ แล้วทำการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้น

2. วิเคราะห์การนำแนวคิดการแบ่งทยอยในการลงทุนไปประยุกต์ใช้กับเรือนไทยให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน

3.2.3.4. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อมีการสร้างอาคารตั้งแต่จำนวน 1 หลัง จนถึง 100 หลัง ภายใต้การมีต้นทุนคงที่เดียวกัน

1. เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อมีการสร้างอาคารจำนวนตั้งแต่ 1 หลัง จนถึง 100 หลัง ด้วยการทำแผนภูมิเพื่อเปรียบเทียบ แล้วทำการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้น

2. วิเคราะห์การนำแนวคิดการผลิตในปริมาณมากไปประยุกต์ใช้กับเรือนไทยให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน

3.3. การประยุกต์ตัวแปรเพื่อออกแบบเรือนไทยให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน

ประยุกต์ตัวแปรต่างๆที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์มาเพื่อออกแบบเรือนไทยให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน ดังนี้

3.3.1. การจัดพื้นที่ใช้สอย

วิจัยรูปแบบด้วยวิธีการศึกษารูปแบบและเทคนิคการก่อสร้างแบบต่างๆ จากนั้นนำเสนอตัวอย่างของเรือนไทยที่ได้รับการประยุกต์ แล้วนำเสนอตัวอย่าง

3.3.2. การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ

วิจัยรูปแบบด้วยวิธีการศึกษารูปแบบและเทคนิคการก่อสร้างแบบต่างๆ จากนั้นนำเสนอตัวอย่างของเรือนไทยที่ได้รับการประยุกต์ แล้วนำเสนอตัวอย่าง

3.3.3. การลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน

วิจัยรูปแบบด้วยวิธีการศึกษารูปแบบและเทคนิคการก่อสร้างแบบต่างๆ จากนั้นนำเสนอตัวอย่างของเรือนไทยที่ได้รับการประยุกต์ แล้วนำเสนอตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากวิธีในการดำเนินการวิจัยซึ่งได้แก่ ขั้นตอนการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน ขั้นตอนการวิเคราะห์อิทธิพลและความสำคัญของตัวแปรที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน และ ขั้นตอนการประยุกต์ตัวแปรเพื่อออกแบบเรือนไทยให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน ได้มีผลการวิจัยออกมาดังต่อไปนี้

4.1. ผลการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน

ผลการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน เป็นไปตามหัวข้อดังต่อไปนี้

4.1.1. ผลการศึกษาด้านความสอดคล้องกับการใช้สอยในปัจจุบัน

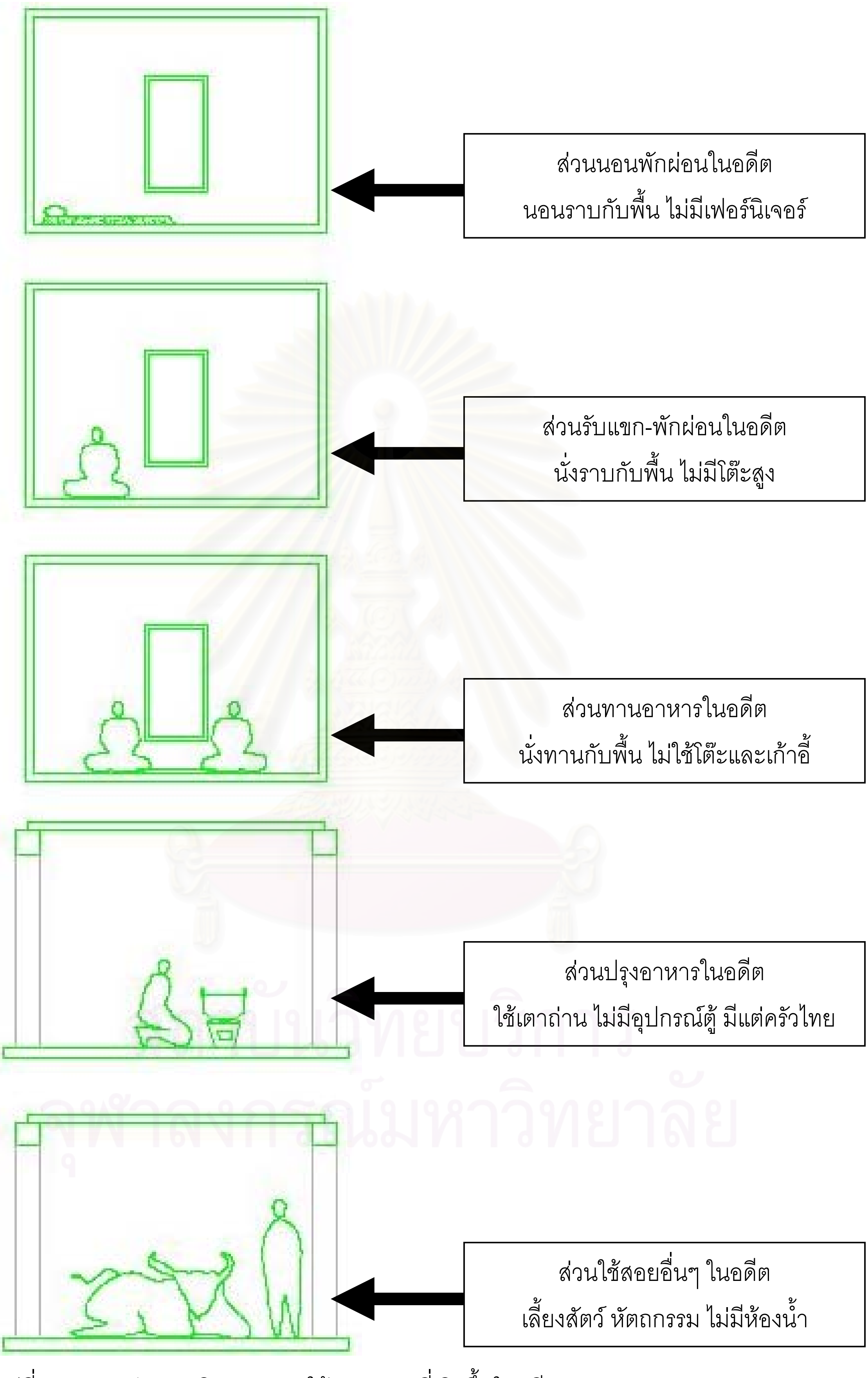
ผลการศึกษานี้จะแสดงอิทธิพลของการออกแบบพื้นที่ใช้สอย ที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้มีความสอดคล้องกับการใช้สอยในปัจจุบัน โดยแบ่งเป็นผลของการศึกษาตามหัวข้อของวิธีดำเนินงานวิจัยดังนี้

1. ผลการศึกษากิจกรรมใช้สอยของคนในอดีต

ผลการวิเคราะห์ลักษณะกิจกรรมการใช้สอยต่างๆที่เกิดขึ้นในอดีต ได้แก่ การพักผ่อน การรับประทานอาหาร การนอน การขับถ่าย การปรุงอาหาร และ กิจกรรมอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการอยู่อาศัยในชีวิตประจำวัน สามารถสรุปได้ดังรูปที่ 12

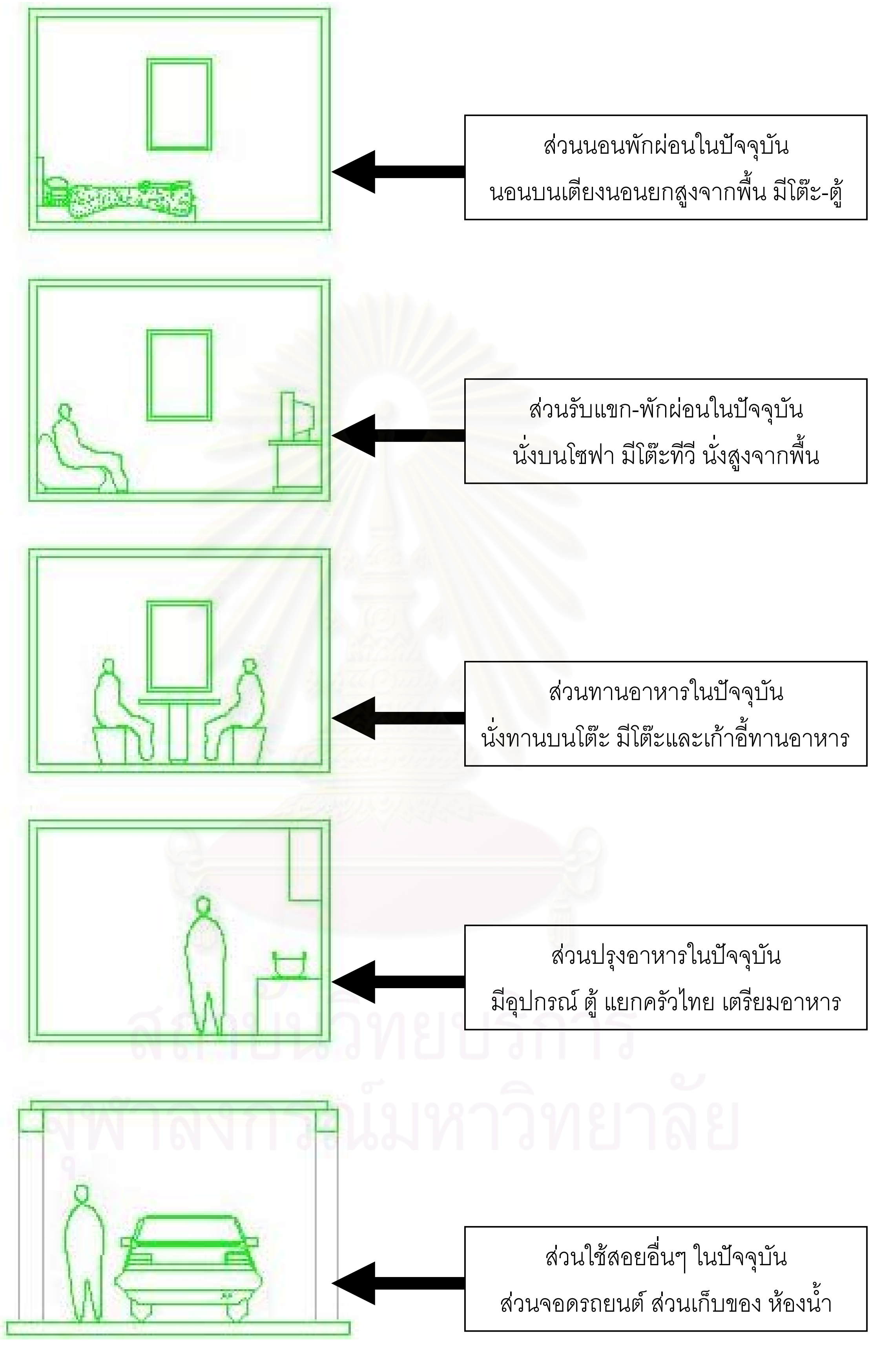
2. ผลการศึกษากิจกรรมใช้สอยของคนในปัจจุบัน

ผลการวิเคราะห์ลักษณะกิจกรรมการใช้สอยต่างๆที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ได้แก่ การพักผ่อน การรับประทานอาหาร การนอน การขับถ่าย การปรุงอาหาร และ กิจกรรมอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการอยู่อาศัยในชีวิตประจำวัน สามารถสรุปได้ดังรูปที่ 13



รูปที่ 12 แสดงลักษณะกิจกรรมการใช้สอยต่างๆที่เกิดขึ้นในอดีต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 13 แสดงลักษณะกิจกรรมการใช้สอยต่างๆที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.2. ผลการศึกษาด้านการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ

ผลการศึกษานี้จะแสดงอิทธิพลของระดับการป้องกันความร้อน ระดับการรั่วไหลของอากาศ และระดับปริมาณมวลสาร ที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้ประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ โดยหัวข้อได้ดังต่อไปนี้

4.1.2.1. ผลการศึกษาค่าภาระของระบบปรับอากาศ

1. ผลการศึกษาภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยในอดีต

ผลการคำนวณค่าภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยในอดีตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ OTTV Version 1.0 A สามารถสรุปได้ตามแผนภูมิที่ 2

2. ผลการศึกษาภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยที่มีการเพิ่มระดับการป้องกันความร้อน และ มีการลดระดับการรั่วไหลของอากาศ

ผลการคำนวณภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยเมื่อมีการเพิ่มระดับการป้องกันความร้อนและมีการลดระดับการรั่วไหลของอากาศสรุปได้ตามแผนภูมิที่ 3

4.1.2.2. ผลการศึกษาความร้อนสะสม

1. ผลการศึกษาความร้อนสะสมของเรือนไทยในอดีต

ผลการคำนวณความร้อนสะสมของเรือนไทยในอดีต ด้วยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ตามผลการแก้สมการ

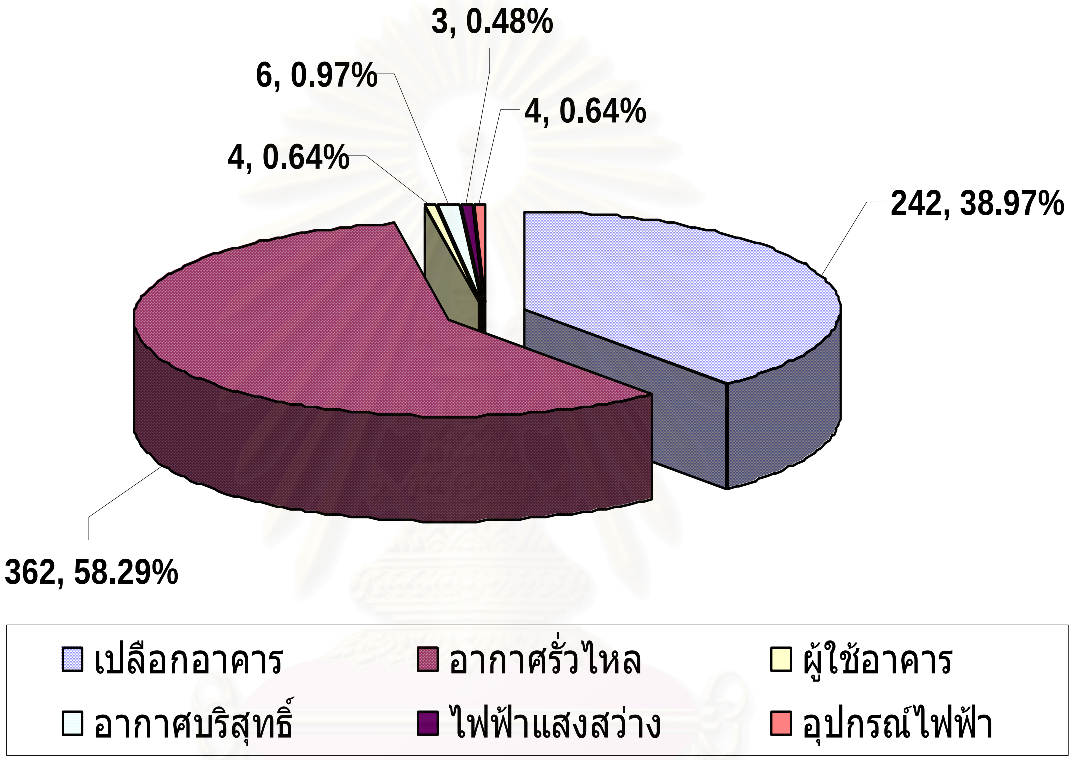
2. ผลการศึกษาความร้อนสะสมของเรือนไทยที่มีการใช้มวลสารต่ำ

ผลการคำนวณค่าความร้อนสะสมภายในมวลสาร เมื่อลดปริมาณมวลสารที่ใช้ก่อสร้างเรือนไทย ด้วยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ตามผลการแก้สมการ

4.1.2.1. **ผลการศึกษาค่าภาระของระบบปรับอากาศ**

1. ผลการศึกษาภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยในอดีต

ผลการคำนวณค่าภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยในอดีตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ OTTV Version 1.0 A สามารถสรุปได้ตามแผนภูมิที่ 2

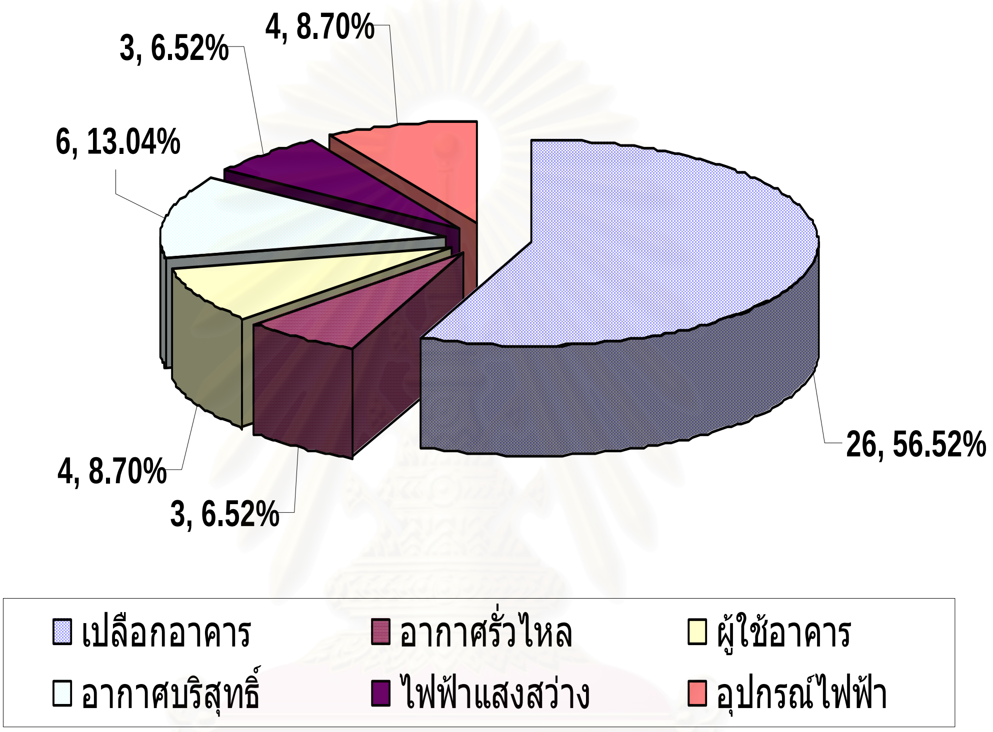


แผนภูมิที่ 2 แสดงรายละเอียดของภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยในอดีตในวันที่มีค่าภาระของระบบปรับอากาศสูงสุด

จากแผนภูมิจะพบว่าค่าภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยประกอบไปด้วยค่าภาระความร้อนจากอากาศรั่วไหล 362 กิโลวัตต์-ชั่วโมง คิดเป็น 58.29 เปอร์เซ็นต์ ค่าภาระความร้อนจากเปลือกอาคาร 242 กิโลวัตต์-ชั่วโมง คิดเป็น 38.97 เปอร์เซ็นต์ ค่าภาระความร้อนจากอากาศบริสุทธิ์ 6 กิโลวัตต์-ชั่วโมง คิดเป็น 0.97 เปอร์เซ็นต์ ค่าภาระความร้อนจากผู้ใช้อาคาร 4 กิโลวัตต์-ชั่วโมง คิดเป็น 0.64 เปอร์เซ็นต์ ค่าภาระความร้อนจากอุปกรณ์ไฟฟ้า 4 กิโลวัตต์-ชั่วโมง คิดเป็น 0.64 เปอร์เซ็นต์ และค่าภาระความร้อนจากไฟฟ้าแสงสว่าง 3 กิโลวัตต์-ชั่วโมง คิดเป็น 0.48 เปอร์เซ็นต์

2. ผลการศึกษาภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยที่มีการเพิ่มระดับการป้องกันความร้อน และ มีการลดระดับการรั่วไหลของอากาศ

ผลการคำนวณภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยเมื่อมีการเพิ่มระดับการป้องกันความร้อนและมีการลดระดับการรั่วไหลของอากาศสรุปได้ตามแผนภูมิที่ 3



แผนภูมิที่ 3 แสดงรายละเอียดของภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยเมื่อมีการเพิ่มระดับการป้องกันความร้อนและมีการลดระดับการรั่วไหลของอากาศ

จากแผนภูมิจะพบว่าค่าภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยเมื่อมีการเพิ่มระดับการป้องกันความร้อนและมีการลดระดับการรั่วไหลของอากาศ ประกอบไปด้วยค่าภาระความร้อนจากอากาศรั่วไหล 3 กิโลวัตต์-ชั่วโมง คิดเป็น 6.52 เปอร์เซ็นต์ ค่าภาระความร้อนจากเปลือกอาคาร 26 กิโลวัตต์-ชั่วโมง คิดเป็น 56.52 เปอร์เซ็นต์ ค่าภาระความร้อนจากอากาศบริสุทธิ์ 6 กิโลวัตต์-ชั่วโมง คิดเป็น 13.04 เปอร์เซ็นต์ ค่าภาระความร้อนจากผู้ใช้อาคาร 4 กิโลวัตต์-ชั่วโมง คิดเป็น 8.70 เปอร์เซ็นต์ ค่าภาระความร้อนจากอุปกรณ์ไฟฟ้า 4 กิโลวัตต์-ชั่วโมง คิดเป็น 8.70 เปอร์เซ็นต์ และค่าภาระความร้อนจากไฟฟ้าแสงสว่าง 3 กิโลวัตต์-ชั่วโมง คิดเป็น 6.52 เปอร์เซ็นต์

4.1.2.2. ผลการศึกษาความร้อนสะสม

1. ผลการศึกษาความร้อนสะสมของเรือนไทยในอดีต

ผลการคำนวณความร้อนสะสมของเรือนไทยในอดีต ด้วยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ตามผลการแก้สมการ ได้ดังนี้

จากสมการ

$Q = mxcx(\Delta T)$

m = 4,000 (kg) x 2.2 (lb/kg) = 8,800 lb

c = 0.50 Btu/lb

ΔT = 18 F

ดังนั้น

Q = 8,800 x 0.50 x 18 = 79,200 Btu

ค่าความร้อนสะสมของเรือนไทยในอดีตเท่ากับ

79,200 บีทียู

2. ผลการศึกษาความร้อนสะสมของเรือนไทยที่มีการใช้มวลสารต่ำ

ผลการคำนวณค่าความร้อนสะสมภายในมวลสาร เมื่อลดปริมาณมวลสารที่ใช้ก่อสร้างเรือนไทย ด้วยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ตามผลการแก้สมการ ได้ดังนี้

จากสมการ

$Q = mxcx(\Delta T)$

m = 1,400 (kg) x 2.2 (lb/kg) = 3,080 lb

c = 0.12 Btu/lb

$\Delta T = 18$ F

ดังนั้น

Q = 3,080 x 0.12 x 18 = 6,653 Btu

ค่าความร้อนสะสมของเรือนไทยที่มีการลดการใช้มวลสารเท่ากับ

6,653 บีทียู

4.1.3. ผลการศึกษาด้านการลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน

ผลการศึกษานี้จะแสดงอิทธิพลของการลดพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอย การเพิ่มความรวดเร็วในการก่อสร้าง การทยอยในการลงทุน และ การผลิตในปริมาณมาก ที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้ลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน โดยแบ่งเป็นผลของการศึกษาตามหัวข้อของวิธีดำเนินงานวิจัยดังนี้

4.1.3.1. ผลการศึกษาอิทธพลของอัตราส่วนของพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอย

1. ผลการศึกษาค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารแบบทั่วไปที่มีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยเท่ากับเรือนไทยในอดีต

ผลการคำนวณค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารที่มีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยเท่ากับเรือนไทยในอดีต ด้วยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ตามผลการแก้สมการ ได้ดังนี้

จากสมการ

ค่าใช้จ่ายในการลงทุน = ค่าก่อสร้างโดยประมาณการ X พื้นที่ใช้สอย

ค่าก่อสร้างโดยประมาณการ =12,000 บาทต่อตารางเมตร

พื้นที่ใช้สอย = 45 ตารางเมตร

ดังนั้น

รวมค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อมีพื้นที่ใช้สอย 45 ตารางเมตร = 12,000 x 45 = 540,000 บาท

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารที่มีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยเท่ากับเรือนไทยในอดีตมีค่าเท่ากับ

540,000 บาท

2. ผลการศึกษาค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารที่มีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยลดลงจากเรือนไทยในอดีต 50 เปอร์เซ็นต์

ผลการคำนวณค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารที่มีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยลดลงจากเรือนไทยในอดีต 50 เปอร์เซ็นต์ ด้วยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ตามผลการแก้สมการ ดังนี้

จากสมการ

ค่าใช้จ่ายในการลงทุน = ค่าก่อสร้างโดยประมาณการ X พื้นที่ใช้สอย

ค่าก่อสร้างโดยประมาณการ =12,000 บาทต่อตารางเมตร

พื้นที่ใช้สอยเดิม = 45 ตารางเมตร

ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเดิม = 12,000 x 45 = 540,000 บาท

พื้นเฉพาะส่วนที่เพิ่มขึ้น = 65 – 45 = 20 ตารางเมตร

ราคาเฉพาะพื้น = 1,200 บาทต่อตารางเมตร

ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเฉพาะพื้น = 1,200 x 20 = 24,000 บาท

รวมค่าใช้จ่ายเมื่อมีพื้นที่ใช้สอย 65 ตารางเมตร = 540,000 + 24,000 = 564,000 บาท

ดังนั้น

รวมค่าใช้จ่ายเมื่อมีพื้นที่ใช้สอย 45 ตารางเมตร = 564,000 / 65 x 45 = 390,462 บาท

ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารที่มีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยลดลงจากเรือนไทยในอดีต 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ

390,462 บาท

4.1.3.2. ผลการศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาในการก่อสร้าง

ผลการศึกษาค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารด้วยระยะเวลาเท่ากับอัตราความเร็วในการก่อสร้างเร็วปกติและแบบที่เร็วเพิ่มขึ้นจากปกติทั่วไปตั้งแต่ 1 เท่าจนถึง 10 เท่า

ผลการคำนวณค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารด้วยระยะเวลาเท่ากับอัตราความเร็วปกติ และแบบที่เร็วเพิ่มขึ้นจากปกติทั่วไปตั้งแต่ 1 เท่าจนถึง 10 เท่า ด้วยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ตามผลการแก้สมการ ดังตารางนี้

ตารางที่ 7 แสดงค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารที่มีระยะเวลาในการเร็วแบบปกติทั่วไปและแบบที่เร็วเพิ่มขึ้นจากปกติทั่วไปตั้งแต่ 1 เท่าจนถึง 5 เท่า

ความเร็ว(เท่า)	1	2	3	4	5
แรงงานทางตรง	113,400	56,700	37,800	28,350	22,680
วัสดุทางตรง	306,600	306,600	306,600	306,600	306,600
รวมต้นทุนผันแปร	420,000	363,300	344,400	334,950	329,280
รวมต้นทุนคงที่	180,000	180,000	180,000	180,000	180,000
ค่าใช้จ่ายในการลงทุน	600,000	543,300	524,400	514,950	509,280
เปอร์เซ็นต์	100%	91%	87%	86%	85%

ตารางที่ 8 แสดงค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารที่มีระยะเวลาในการเร็วแบบปกติทั่วไปและแบบที่เร็วเพิ่มขึ้นจากปกติทั่วไปตั้งแต่ 6 เท่าจนถึง 10 เท่า

ความเร็ว(เท่า)	6	7	8	9	10
แรงงานทางตรง	18,900	16,200	14,175	12,600	11,340
วัสดุทางตรง	306,600	306,600	306,600	306,600	306,600
รวมต้นทุนผันแปร	325,500	322,800	320,775	319,200	317,940
รวมต้นทุนคงที่	180,000	180,000	180,000	180,000	180,000
ค่าใช้จ่ายในการลงทุน	505,500	502,800	500,775	499,200	497,940
เปอร์เซ็นต์	84%	84%	83%	83%	83%

4.1.3.3. ผลการศึกษาอิทธิพลของการแบ่งระยะในการลงทุน

1. ผลการศึกษาค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อไม่มีการแบ่งระยะในการสร้าง

ผลการคำนวณค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อไม่มีแบ่งการระยะในการสร้างอาคาร ด้วยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Microsoft Excel สามารถสรุปได้ตามสมการดังนี้

จากสมการ

ค่าใช้จ่ายในการลงทุน = จำนวนเงินผ่อนต่อเดือน x จำนวนปี x 12

จำนวนเงินผ่อนต่อเดือน = 16,509.30 บาทต่อเดือน

จำนวนปีที่ต้องผ่อน = 20 ปี

ดังนั้น

รวมเงินที่ต้องผ่อนภายใน 20 ปี = 16,509.30 x 20 x 12 = 3,962,321 บาท

ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อไม่มีการแบ่งระยะในการสร้างมีค่าเท่ากับ

3,962,321 บาท

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ผลการศึกษาค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อแบ่งระยะการสร้างเป็น 2 งวด

ผลการคำนวณค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อแบ่งระยะการสร้างเป็น 2 งวด ด้วยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Microsoft Excel สามารถสรุปได้ตามสมการดังนี้

จากสมการ

ค่าใช้จ่ายในการลงทุน = (จำนวนเงินผ่อนต่อเดือนของเงินกู้งวดที่ 1 x จำนวนปีที่ผ่อนของงวดที่ 1 x 12) + (จำนวนเงินผ่อนต่อเดือนของเงินกู้งวดที่ 2 x จำนวนปีที่ผ่อนของงวดที่ 2 x 12)+ (จำนวนเงินผ่อนต่อเดือนของเงินกู้งวดที่ n x จำนวนปีที่ผ่อนของงวดที่ n x 12)

จำนวนเงินผ่อนต่อเดือนของเงินกู้งวดที่ 1 = 8,254.65 บาทต่อเดือน

จำนวนปีที่ผ่อนของงวดที่ 1 = 20 ปี

จำนวนเงินผ่อนต่อเดือนของเงินกู้งวดที่ 2 = 13,023.15 บาทต่อเดือน

จำนวนปีที่ผ่อนของงวดที่ 1 = 10 ปี

ดังนั้น

รวมเงินที่ต้องผ่อน = (8,254.65 x 20 x12) + (13,023.15 x 10 x 12) = 3,543,894 บาท

ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อเมื่อแบ่งทยอยสร้างอาคารเป็น 2 งวดมีค่าเท่ากับ

3,543,894 บาท

3. ผลการศึกษาค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อแบ่งระยะการสร้างเป็น 4 งวด

ผลการคำนวณค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อแบ่งระยะการสร้างเป็น 4 งวด ด้วยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Microsoft Excel สามารถสรุปได้ตามสมการดังนี้

จากสมการ

ค่าใช้จ่ายในการลงทุน = (จำนวนเงินผ่อนต่อเดือนของเงินกู้งวดที่ 1 x จำนวนปีที่ผ่อนของงวดที่ 1 x 12) + (จำนวนเงินผ่อนต่อเดือนของเงินกู้งวดที่ 2 x จำนวนปีที่ผ่อนของงวดที่ 2 x 12) + (จำนวนเงินผ่อนต่อเดือนของเงินกู้งวดที่ n x จำนวนปีที่ผ่อนของงวดที่ n x 12)

จำนวนเงินผ่อนต่อเดือนของเงินกู้งวดที่ 1 = 4,127.32 บาทต่อเดือน

จำนวนปีที่ผ่อนของงวดที่ 1 = 20 ปี

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จำนวนเงินผ่อนต่อเดือนของเงินกู้งวดที่ 2 = 4,902.50 บาทต่อเดือน

จำนวนปีที่ผ่อนของงวดที่ 2 = 15 ปี

จำนวนเงินผ่อนต่อเดือนของเงินกู้งวดที่ 3 = 6,511.58 บาทต่อเดือน

จำนวนปีที่ผ่อนของงวดที่ 3 = 10 ปี

จำนวนเงินผ่อนต่อเดือนของเงินกู้งวดที่ 4 = 11,460.70 บาทต่อเดือน

จำนวนปีที่ผ่อนของงวดที่ 4 = 5 ปี

ดังนั้น

รวมเงินที่ต้องผ่อนภายใน 20 ปี = (4,127.32 x 20 x12) + (4,902.50 x 15 x 12) + (6,511.58 x 10 x 12) + (11,460.70 x 5 x 12) = 3,342,039 บาท

ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อเมื่อแบ่งทยอยสร้างอาคารเป็น 4 งวดมีค่าเท่ากับ

3,342,039 บาท

4. ผลการศึกษาค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อแบ่งระยะการสร้างเป็น 8 งวด

ผลการคำนวณค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อแบ่งระยะการสร้างเป็น 8 งวด ด้วยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Microsoft Excel สามารถสรุปได้ตามสมการดังนี้

จากสมการ

ค่าใช้จ่ายในการลงทุน = (จำนวนเงินผ่อนต่อเดือนของเงินกู้งวดที่ 1 x จำนวนปีที่ผ่อนของงวดที่ 1 x 12) + (จำนวนเงินผ่อนต่อเดือนของเงินกู้งวดที่ 2 x จำนวนปีที่ผ่อนของงวดที่ 2 x 12) + (จำนวนเงินผ่อนต่อเดือนของเงินกู้งวดที่ n x จำนวนปีที่ผ่อนของงวดที่ n x 12)

จำนวนเงินผ่อนต่อเดือนของเงินกู้งวดที่ 1 = 2,063.66 บาทต่อเดือน

จำนวนปีที่ผ่อนของงวดที่ 1 = 20 ปี

จำนวนเงินผ่อนต่อเดือนของเงินกู้งวดที่ 2 = 2,227.72 บาทต่อเดือน

จำนวนปีที่ผ่อนของงวดที่ 2 = 17.5 ปี

จำนวนเงินผ่อนต่อเดือนของเงินกู้งวดที่ 3 = 2,451.25 บาทต่อเดือน

จำนวนปีที่ผ่อนของงวดที่ 3 = 15 ปี

จำนวนเงินผ่อนต่อเดือนของเงินกู้งวดที่ 4 = 2,770.07 บาทต่อเดือน

จำนวนปีที่ผ่อนของงวดที่ 4 = 12.5 ปี

จำนวนเงินผ่อนต่อเดือนของเงินกู้งวดที่ 5 = 3,255.79 บาทต่อเดือน

จำนวนปีที่ผ่อนของงวดที่ 5 = 10 ปี

จำนวนเงินผ่อนต่อเดือนของเงินกู้งวดที่ 6 = 4,075.49 บาทต่อเดือน

จำนวนปีที่ผ่อนของงวดที่ 6 = 7.5 ปี

จำนวนเงินผ่อนต่อเดือนของเงินกู้งวดที่ 7 = 5,730.35 บาทต่อเดือน

จำนวนปีที่ผ่อนของงวดที่ 7 = 5 ปี

จำนวนเงินผ่อนต่อเดือนของเงินกู้งวดที่ 8 = 10,726.11 บาทต่อเดือน

จำนวนปีที่ผ่อนของงวดที่ 8 = 2.5 ปี

ดังนั้น

รวมเงินที่ต้องผ่อนภายใน 20 ปี = (2,063.66 x 20 x12) + (2,227.72 x 17.5 x 12) + (2,451.25 x 15 x 12) + (2,770.07 x 12.5 x 12) + (3,255.79 x 10 x12) + (4,075.49 x 7.5 x 12) + (5,730.35 x 5 x 12) + (10,726.11 x 2.5 x 12) = 3,242,929 บาท

ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อเมื่อแบ่งทยอยสร้างอาคารเป็น 8 งวดมีค่าเท่ากับ

3,242,929 บาท

4.1.3.4. ผลการศึกษาอิทธิพลของจำนวนการผลิต

ผลการศึกษาค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อมีการสร้างอาคารจำนวนตั้งแต่ 1 หลัง จนถึง 100 หลัง ภายใต้การมีต้นทุนคงที่เดียวกัน

ผลการคำนวณค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อมีการสร้างอาคารจำนวนตั้งแต่ 1 หลัง จนถึง 100 หลัง ด้วยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ดังตารางนี้

ตารางที่ 9 แสดงค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อมีการสร้างอาคารตั้งแต่จำนวน 1 หลัง จนถึง 100 หลัง

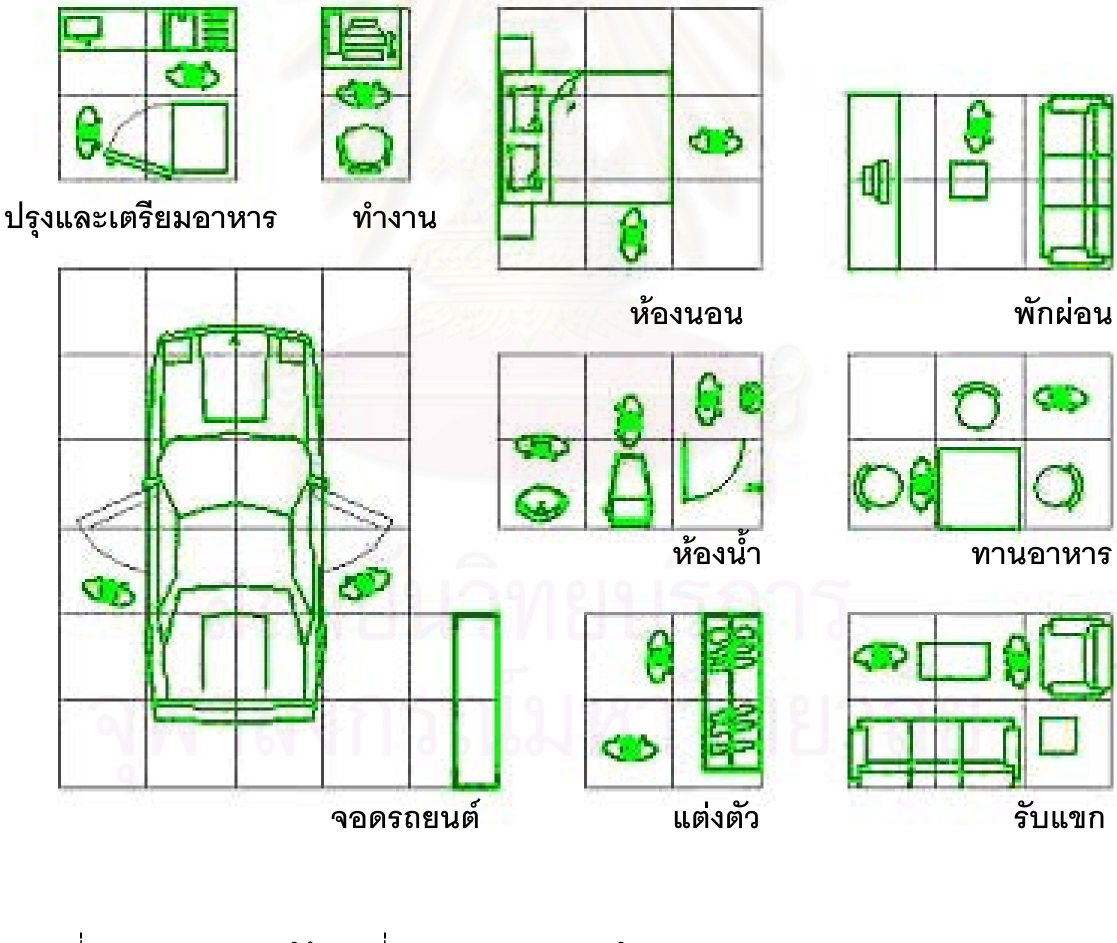
จำนวนผลิต	ต้นทุนผันแปร	ต้นทุนคงที่	ต้นทุนรวม	ต้นทุนรวม/หน่วย
1	420,000	180,000	600,000	600,000
5	2,100,000	180,000	2,280,000	456,000
10	4,200,000	180,000	4,380,000	438,000
15	6,300,000	180,000	6,480,000	432,000
20	8,400,000	180,000	8,580,000	429,000
25	10,500,000	180,000	10,680,000	427,200
30	12,600,000	180,000	12,780,000	426,000
35	14,700,000	180,000	14,880,000	425,143
40	16,800,000	180,000	16,980,000	424,500
45	18,900,000	180,000	19,080,000	424,000
50	21,000,000	180,000	21,180,000	423,600
55	23,100,000	180,000	23,280,000	423,273
60	25,200,000	180,000	25,380,000	423,000
65	27,300,000	180,000	27,480,000	422,769
70	29,400,000	180,000	29,580,000	422,571
75	31,500,000	180,000	31,680,000	422,400
80	33,600,000	180,000	33,780,000	422,250
85	35,700,000	180,000	35,880,000	422,118
90	37,800,000	180,000	37,980,000	422,000
95	39,900,000	180,000	40,080,000	421,895
100	42,000,000	180,000	42,180,000	421,800

4.2. ผลการวิเคราะห์อิทธิพลและความสำคัญของตัวแปรที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน

ผลการวิเคราะห์อิทธิพลและความสำคัญของตัวแปรที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน เป็นไปตามหัวข้อดังต่อไปนี้

4.2.1. ผลการวิเคราะห์ด้านกิจกรรมใช้สอย

ผลการวิเคราะห์นี้จะแสดงอิทธิพลและความสำคัญของการออกแบบพื้นที่ใช้สอย ที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้มีความสอดคล้องกับการใช้สอยในปัจจุบัน เพื่อนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปเป็นแนวคิดในการเปลี่ยนแปลงการออกแบบพื้นที่ใช้สอยของเรือนไทยให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน แสดงได้โดยรูปดังต่อไปนี้



รูปที่ 14 แสดงกิจกรรมใช้สอยที่เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน

จากรูปจะพบว่าพื้นที่ใช้สอยภายในและภายนอกเรือนไทยสำหรับคนในปัจจุบัน ควรจะประกอบด้วยพื้นที่ใช้สอยขั้นต่ำที่สุดดังนี้

ภายในเรือนไทย ควรประกอบด้วยพื้นที่ดังนี้

1. พื้นที่ห้องนอน ควรมีไม่น้อยกว่า 9 ตารางเมตร
2. พื้นที่ส่วนรับแขก-พักผ่อน ควรมีไม่น้อยกว่า 6 ตารางเมตร
3. พื้นที่ส่วนรับประทานอาหาร ควรมีไม่น้อยกว่า 6 ตารางเมตร
4. พื้นที่ส่วนแต่งตัว ควรมีไม่น้อยกว่า 4 ตารางเมตร
5. พื้นที่ห้องน้ำ ควรมีไม่น้อยกว่า 6 ตารางเมตร
6. พื้นที่ส่วนทำงาน ควรมีไม่น้อยกว่า 2 ตารางเมตร

ภายนอกเรือนไทย ควรประกอบด้วยพื้นที่ดังนี้

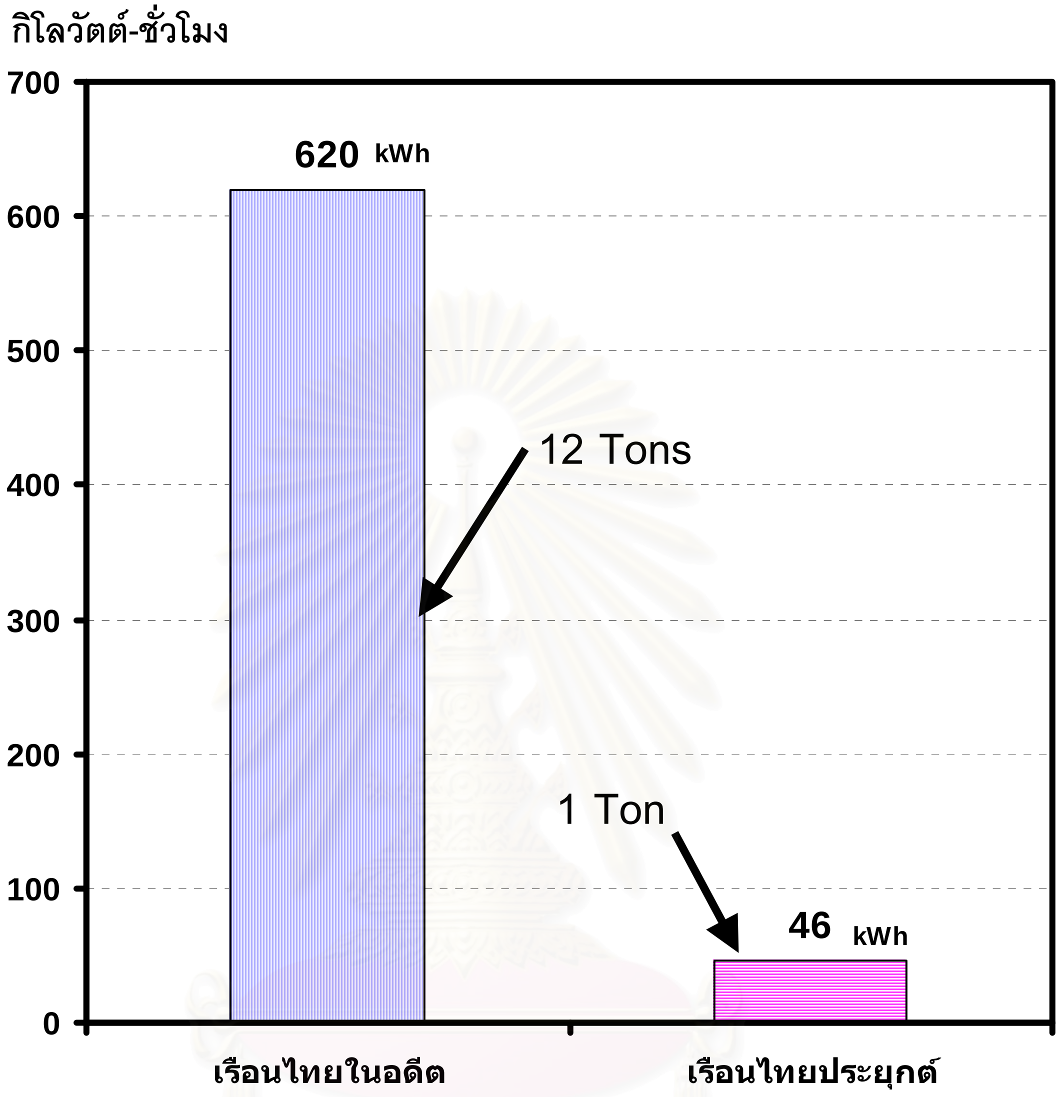
1. พื้นที่ส่วนปรุงและเตรียมอาหาร ควรมีไม่น้อยกว่า 4 ตารางเมตร
2. พื้นที่ส่วนจอดรถยนต์ ควรมีไม่น้อยกว่า 24 ตารางเมตร

4.2.2. ผลการวิเคราะห์ด้านการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ

ผลการวิเคราะห์นี้จะแสดงอิทธิพลและความสำคัญของระดับการป้องกันความร้อน ระดับการรั่วไหลของอากาศ และระดับปริมาณมวลสาร ที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้ประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ ดังนี้

4.2.2.1. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยในอดีตกับเรือนไทยที่มีการเพิ่มระดับการป้องกันความร้อนและมีการลดระดับการรั่วไหลของอากาศ

1. ผลการเปรียบเทียบค่าภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยในอดีต และ เรือนไทยที่มีการเพิ่มระดับการป้องกันความร้อนและมีการลดระดับการรั่วไหลของอากาศ แสดงได้ดังแผนภูมิต่อไปนี้



แผนภูมิที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยในอดีตและเรือนไทยที่ได้รับการเพิ่มระดับการป้องกันความร้อนและลดระดับการรั่วไหลของอากาศ

จากแผนภูมิจะพบว่า ค่าภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยในอดีตและเรือนไทยที่ได้รับการเพิ่มระดับการป้องกันความร้อนและลดระดับการรั่วไหลของอากาศมีค่าแตกต่างกันประมาณ 12 เท่า โดยเรือนไทยในอดีตมีค่าภาระของระบบปรับอากาศสูงสุดอยู่ที่ 620 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ในขณะที่ เรือนไทยที่ได้รับการเพิ่มระดับการป้องกันความร้อนและลดระดับการรั่วไหลของอากาศมีค่าภาระของระบบปรับอากาศสูงสุดอยู่ที่ 46 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

2. ผลการวิเคราะห์การนำแนวคิดการเพิ่มระดับการป้องกันความร้อน และ การลดระดับการรั่วไหลของอากาศ ไปประยุกต์ใช้กับเรือนไทยให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน

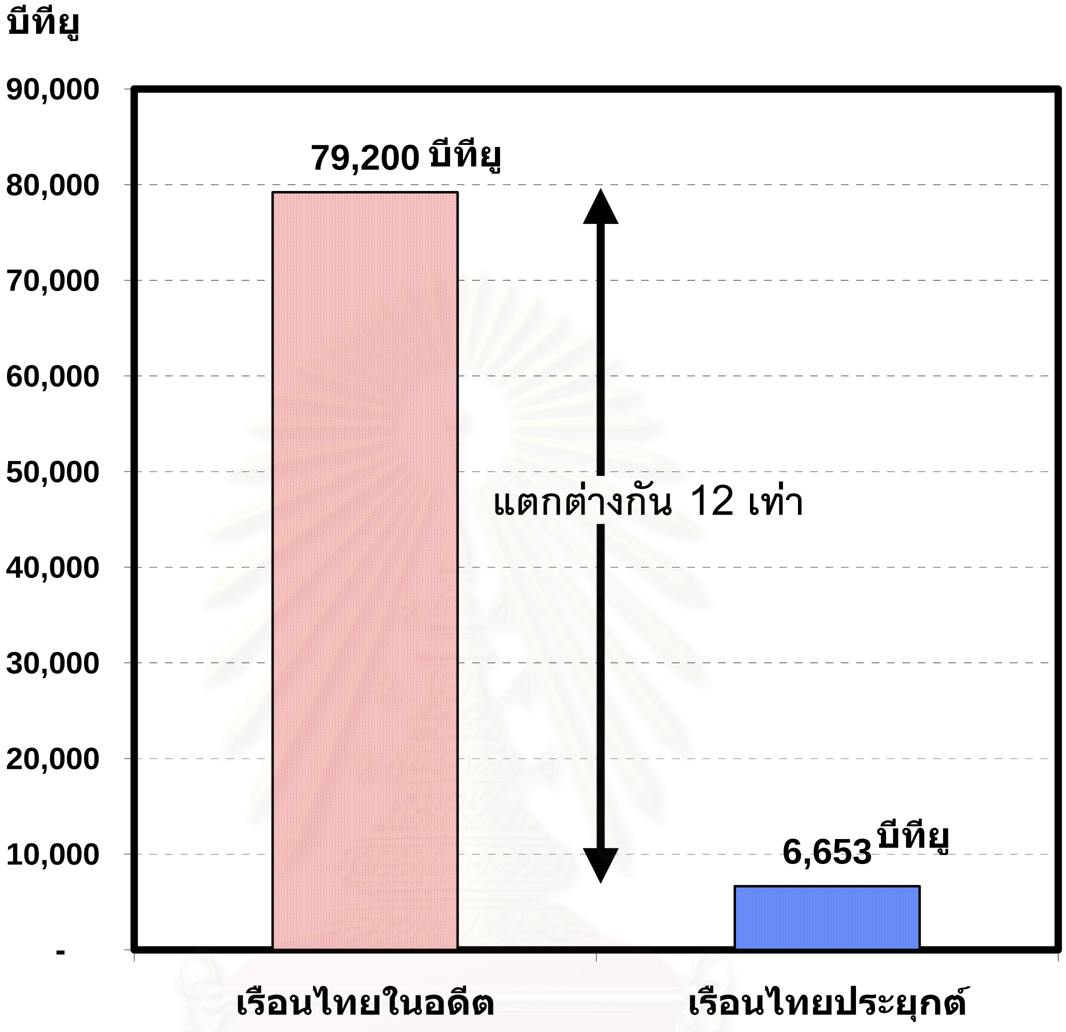
ผนังภายนอก ควรเลือกวัสดุที่มีส่วนประกอบของฉนวนกันความร้อนที่มีระดับการป้องกันความร้อนสูง โดยให้มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมไม่มากกว่า 0.30 วัตต์ต่อตารางเมตรต่อองศาเคลวิน และ เป็นวัสดุที่เป็นเซลล์ปิดไม่ให้อากาศรั่วไหลเข้ามาได้ เช่น พียูโฟมหนาไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว โพลีสไตลีนโฟมหนาไม่น้อยกว่า 3 นิ้ว(ต้องมีการเคลือบผิวป้องกันบริเวณรอยต่อและหน้าโฟม) ฉนวนใยแก้วหนาไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว(ต้องมีการซ้อนทับและปิดรอยรั่วด้วยเทปผ้าอย่างดี) เป็นต้น

ช่องเปิดกระจก ควรเลือกใช้ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การป้องกันแสงแดดไม่มากกว่า 0.30 และ มีการออกแบบระบบกรอบวงกบและกรอบบานหน้าต่างไม่ให้มีการรั่วไหลของอากาศเข้ามามาก เช่น บานกระจกฉนวนกันความร้อนฮีตสต๊อปหรือกระจกลามิเนตสีเขียว วงกบและบานกรอบอลูมิเนียมหรือยูพีวีซีที่มีการออกแบบหน้าตัดมากเป็นอย่างดี เป็นต้น

หลังคา ควรเสริมฉนวนกันความร้อนให้มีค่าสัมประสิทธ์การถ่ายเทความร้อนไม่มากกว่า 0.30 วัตต์ต่อตารางเมตรต่อองศาเคลวิน และ มีการป้องกันอากาศรั่วไหล เช่น การบุฉนวนใยแก้วหนาไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว การฉีดพียูโฟมหนาไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว เป็นต้น

4.2.2.2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความร้อนสะสมของเรือนไทยในอดีตกับเรือนไทยที่มีการใช้มวลสารต่ำ

1. ผลการเปรียบเทียบค่าความร้อนสะสมของระบบปรับอากาศของเรือนไทยในอดีต และ เรือนไทยที่มีการลดปริมาณการใช้มวลสารในการก่อสร้าง แสดงได้โดยแผนภูมิดังต่อไปนี้



แผนภูมิที่ 5 แสดงค่าความร้อนสะสมของระบบปรับอากาศในมวลสารของเรือนไทยในอดีตและเรือนไทยที่มีการลดปริมาณการใช้มวลสารของวัสดุในการก่อสร้าง

จากแผนภูมิจะพบว่า ค่าความร้อนสะสมของระบบปรับอากาศของเรือนไทยในอดีตมีค่าน้อยอยู่แล้วคือประมาณ 79,200 บีทียู ในขณะที่ค่าความร้อนสะสมของระบบปรับอากาศของเรือนไทยที่มีการลดปริมาณการใช้มวลสารของวัสดุในการก่อสร้างลงไปอีก จะมีค่าเหลืออยู่ประมาณ 6,653 บีทียู มีค่าแตกต่างกันประมาณ 12 เท่า

2. ผลการวิเคราะห์การนำแนวคิดการลดปริมาณการใช้มวลสารไปประยุกต์ใช้กับเรือนไทยให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน

ผนังภายนอก ควรเลือกวัสดุที่มีน้ำหนักน้อยที่สุดเท่าที่จะใช้งานได้อย่างเหมาะสม เช่น เลือกใช้ระบบผนังแผ่นเหล็กหนาประมาณ 0.45 มิลลิเมตร เคลือบปิดผิวโฟมจำนวน 2 ด้าน หรือ เลือกใช้ระบบผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก เป็นต้น

ช่องเปิดกระจก ควรเลือกใช้กระจกที่มีความหนาน้อยที่สุดเท่าที่จะใช้งานอย่างเหมาะสมได้ เช่น เลือกใช้กระจกหนา 6 มิลลิเมตร หรือ หากมีความต้องการความปลอดภัยสูงขึ้น ก็ควรเลือกใช้แผ่นกระจกหนา 3 มิลลิเมตร ลามิเนตติดกันแทน

หลังคา ควรเลือกใช้วัสดุมุงหลังคาที่มีน้ำหนักเบา เช่น หลังคาแผ่นเหล็กรีดลอนหนาประมาณ 0.45 มิลลิเมตร

ระบบโครงสร้างภายใน ควรได้รับการออกแบบให้มีการเลือกใช้อย่างเหมาะสมไม่เผื่อจนเกินไป

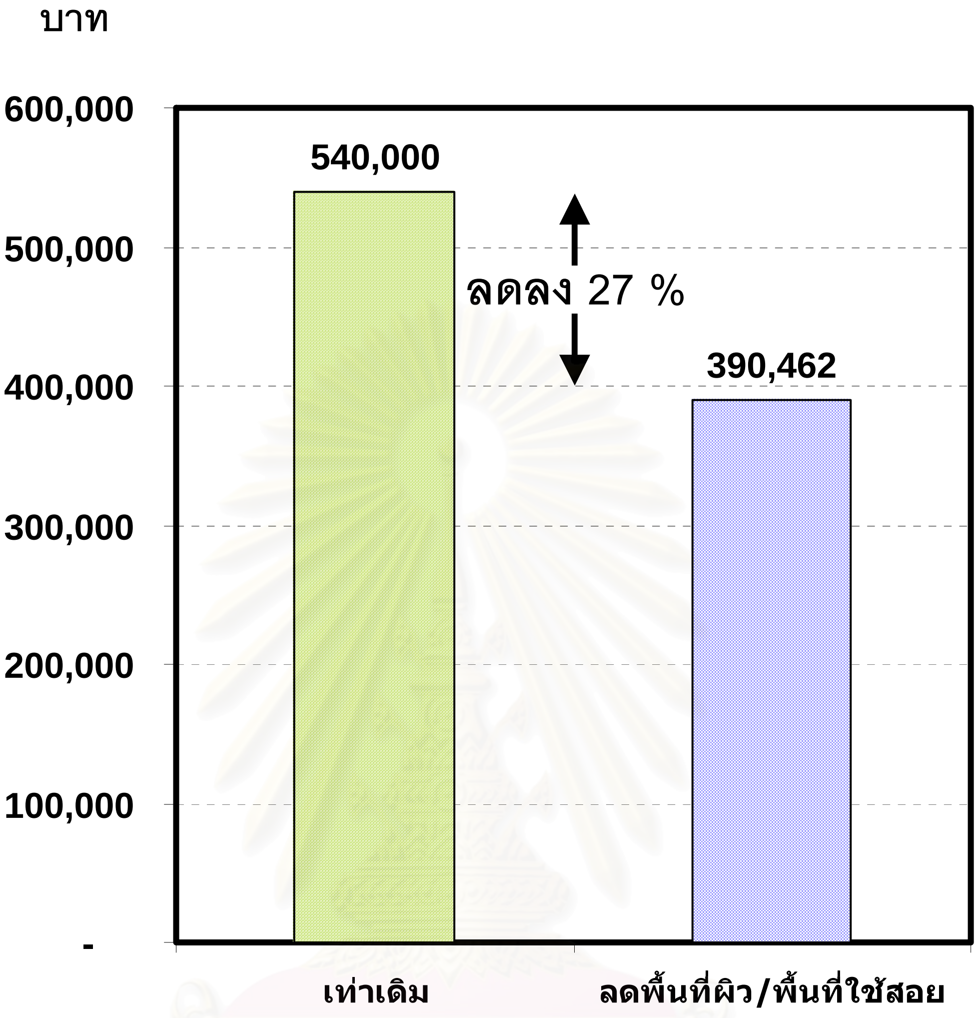
4.2.3. ผลการวิเคราะห์ด้านการลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน

ผลการวิเคราะห์นี้จะแสดงอิทธิพลและความสำคัญของการลดพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอย การเพิ่มความรวดเร็วในการก่อสร้าง การทยอยในการลงทุน และ การผลิตในปริมาณมาก ที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้ลดค่าใช้จ่ายในการลงทุนดังนี้

4.2.3.1. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารแบบทั่วไปที่มีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยเท่ากับเรือนไทยในอดีตและลดลงจากเรือนไทยในอดีต

1. ผลการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารที่มีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยเท่ากับเรือนไทยในอดีตและลดลงจากเรือนไทยในอดีต แสดงได้โดยแผนภูมิดังต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 6 แสดงค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารที่มีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยเท่ากับเรือนไทยในอดีตและลดลงจากเรือนไทยในอดีต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากแผนภูมิจะพบว่า ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารที่มีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยเท่ากับเรือนไทยในอดีตจะมีค่าเท่ากับ 540,000 บาท ในขณะที่ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารที่มีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยลดลงจากเรือนไทยในอดีต 50 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่าเท่ากับ 390,462 บาท มีค่าแตกต่างกันประมาณ 27 เปอร์เซ็นต์

2. ผลการวิเคราะห์การนำแนวคิดการลดอัตราส่วนของพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยไปประยุกต์ใช้กับเรือนไทยให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน

<u>การเพิ่มพื้นชั้นใต้หลังคา</u>

เพิ่มพื้นชั้นใต้หลังคาประมาณ 20 ตารางเมตร ภายในกรอบของตัวอาคารเรือนไทยในอดีต

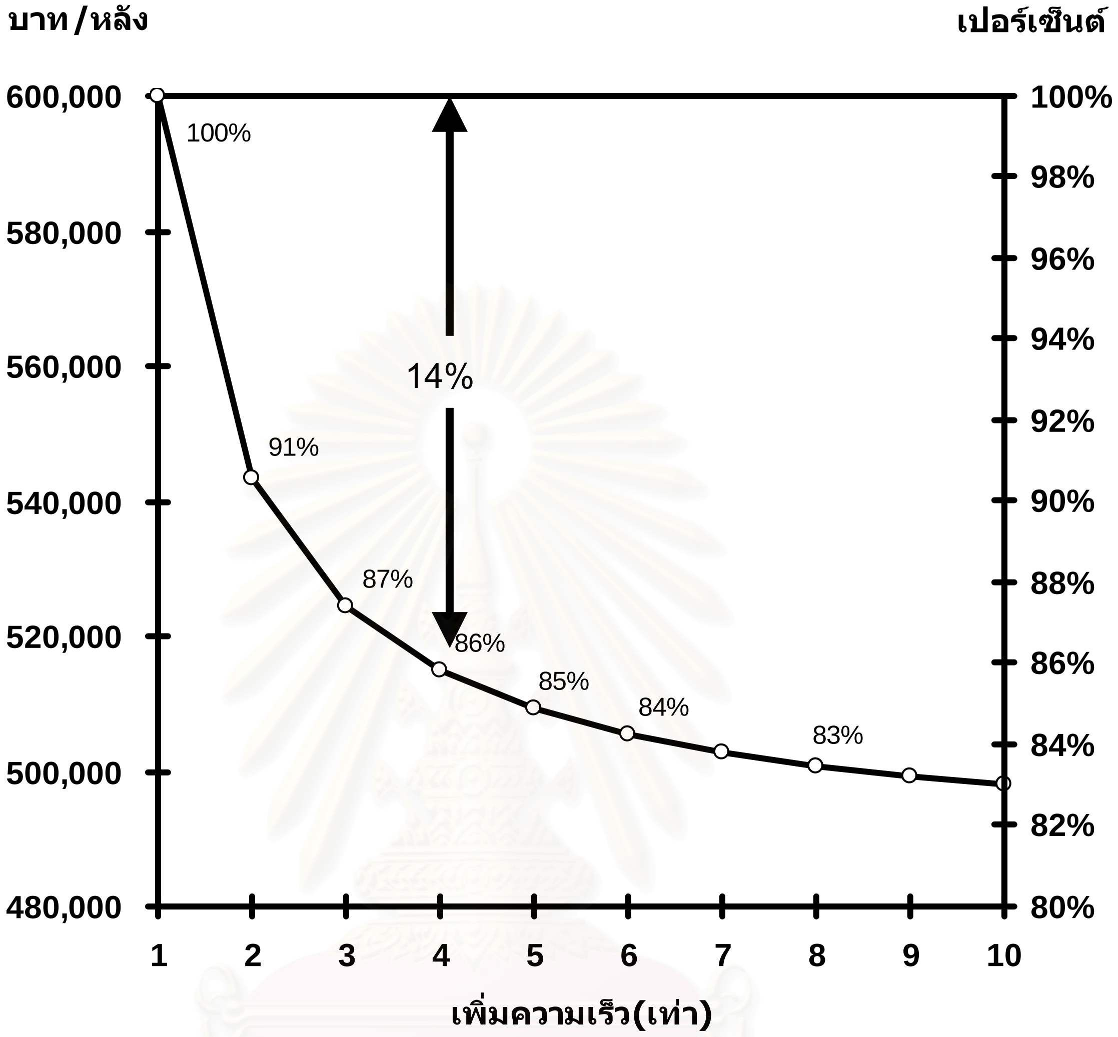
ควรจะมีระดับความสูงอยู่ที่ 2.40 – 2.70 เมตรจากระดับพื้นเรือน เพื่อให้ระยะจากพื้นชั้นใต้หลังคาถึงขอบผนังชั้นใต้หลังคามีความสูงอยู่ไม่น้อยกว่า 1.80 เมตร

หากต้องการความสูงชั้นใต้หลังคามากขึ้น จะต้องทำการขยายระยะพาดของความกว้างของตัวเรือนไทยให้ไม่น้อยกว่า 4.20 เมตร

ระยะช่วงพาดต่ำที่สุดของความกว้างของตัวเรือนไทยคือ 3.60 เมตร ระยะดังกล่าวจะทำให้ระยะจากความสูงจากพื้นชั้นใต้หลังคาถึงยอดผนังชั้นใต้หลังคามีความสูงอยู่ที่ประมาณ 1.50 เมตร

4.2.3.2. ผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารด้วยระยะเวลาในการก่อสร้างเท่ากับความเร็วในการก่อสร้างปกติและแบบที่เร็วเพิ่มขึ้นจากปกติทั่วไปตั้งแต่ 1 เท่าจนถึง 10 เท่า

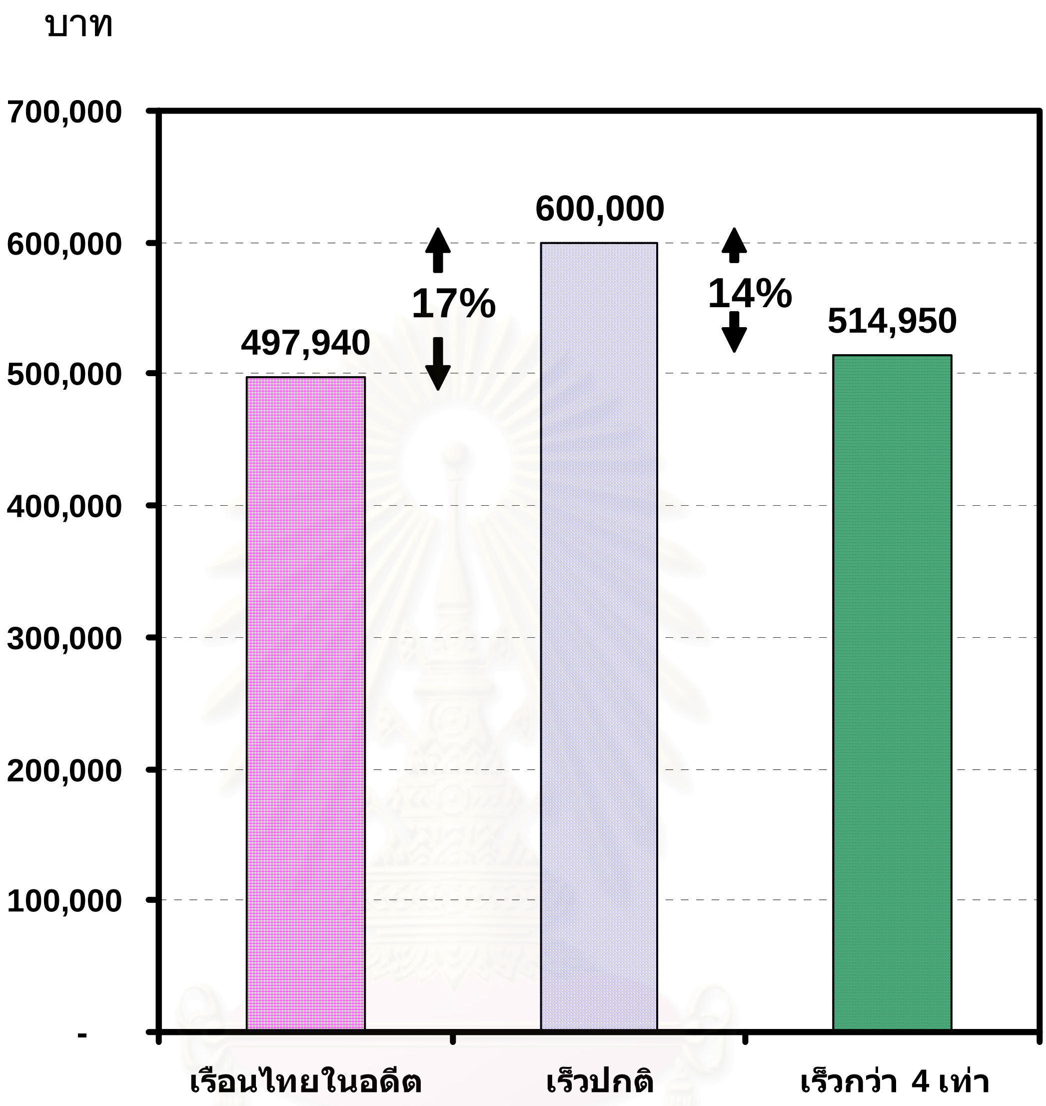
ผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารด้วยระยะเวลาในการก่อสร้าเท่ากับความเร็วในการก่อสร้างปกติ และแบบที่เร็วเพิ่มขึ้นจากปกติทั่วไปตั้งแต่ 1 เท่าจนถึง 10 เท่า แสดงได้โดยการทำแผนภูมิดังต่อไปนี้



แผนภูมิที่ 7 แสดงค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อมีการเพิ่มความเร็วในการก่อสร้างขึ้นตั้งแต่ 1 เท่า จนถึง 10 เท่า จากความเร็วในการก่อสร้างแบบปกติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากแผนภูมิจะพบว่าเมื่อเพิ่มความเร็วขึ้นไปเรื่อยๆค่าใช้จ่ายในการลงทุนจะลดลงไปเข้าใกล้ที่ 83 เปอร์เซ็นต์ แต่จากการวิเคราะห์พบว่าการสร้างเรือนไทยเดิมในอดีตจะมีความเร็วมากกว่าการสร้างแบบปกติในประจุบันประมาณ 30 เท่า เนื่องจากทำด้วยไม้ที่มีการเตรียมเป็นระบบสำเร็จรูปไว้ก่อนทั้งหลังและมีงานระบบที่ยุ่งยากซับซ้อนน้อยกว่าในปัจจุบันมาก อย่างไรก็ตามหารนำแนวคิดการการก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปมาประยุกต์ใช้ในปัจจุบันน่าจะสามารถก่อสร้างได้เร็วขึ้นประมาณ 4 เท่า



แผนภูมิที่ 8 แสดงค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารที่มีระยะเวลาในการก่อสร้างน้อยมากเหมือนเรือนไทยในอดีต ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างเหมือนปกติทั่วไป และ ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างเร็วกว่าปกติทั่วไปประมาณ 4 เท่า

จากแผนภูมิจะพบว่าค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารที่มีระยะเวลาในการก่อสร้างน้อยมากเหมือนในอดีต จะมีค่าเท่ากับ 497,940 บาท ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารที่มีระยะเวลาในการก่อสร้างเหมือนปกติทั่วไป จะมีค่าเท่ากับ 600,000 บาท และ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อสร้างอาคารที่มีระยะเวลาในการก่อสร้างเร็วกว่าปกติทั่วไปประมาณ 4 เท่า จะมีค่าเท่ากับ 497,940 บาท ลดลงจากเมื่อสร้างแบบปกติทั่วไปประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์

2. ผลการวิเคราะห์การนำแนวคิดการเพิ่มความรวดเร็วในการก่อสร้างไปประยุกต์ใช้กับเรือนไทยให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน

<u>งานโครงสร้างและเปลือกอาคารสำเร็จรูป</u>

ใช้ระบบแผ่นสำเร็จรูปที่มีน้ำหนักเบา เช่น แผ่นเหล็กลามิเนตโฟม แผงสำเร็จรูประบบผนังฉนวนกันความร้อนภายนอก

ใช้ระบบโครงสร้างเหล็กเชื่อมต่อกันด้วยสลักเกลียวประเภทต่างๆ ในส่วนตั้งแต่พื้นเรือนขึ้นไปจนถึงหลังคา

ใช้ระบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยมีการผูกเหล็กสำเร็จรูปรอไว้ก่อน มีการใช้แบบหล่อสำเร็จรูป เลือกใช้คอนกรีตชนิดแข็งตัวเร็วพิเศษ

ใช้โครงสร้างบันได้สำเร็จรูป โดยทำโครงสร้างบันไดแยกเป็นชิ้นส่วนเตรียมไว้ก่อน เหลือแต่เพียงการปิดผิวลูกตั้ง ลูกนอนของบันได

<u>งานระบบประกอบสำเร็จรูป</u>

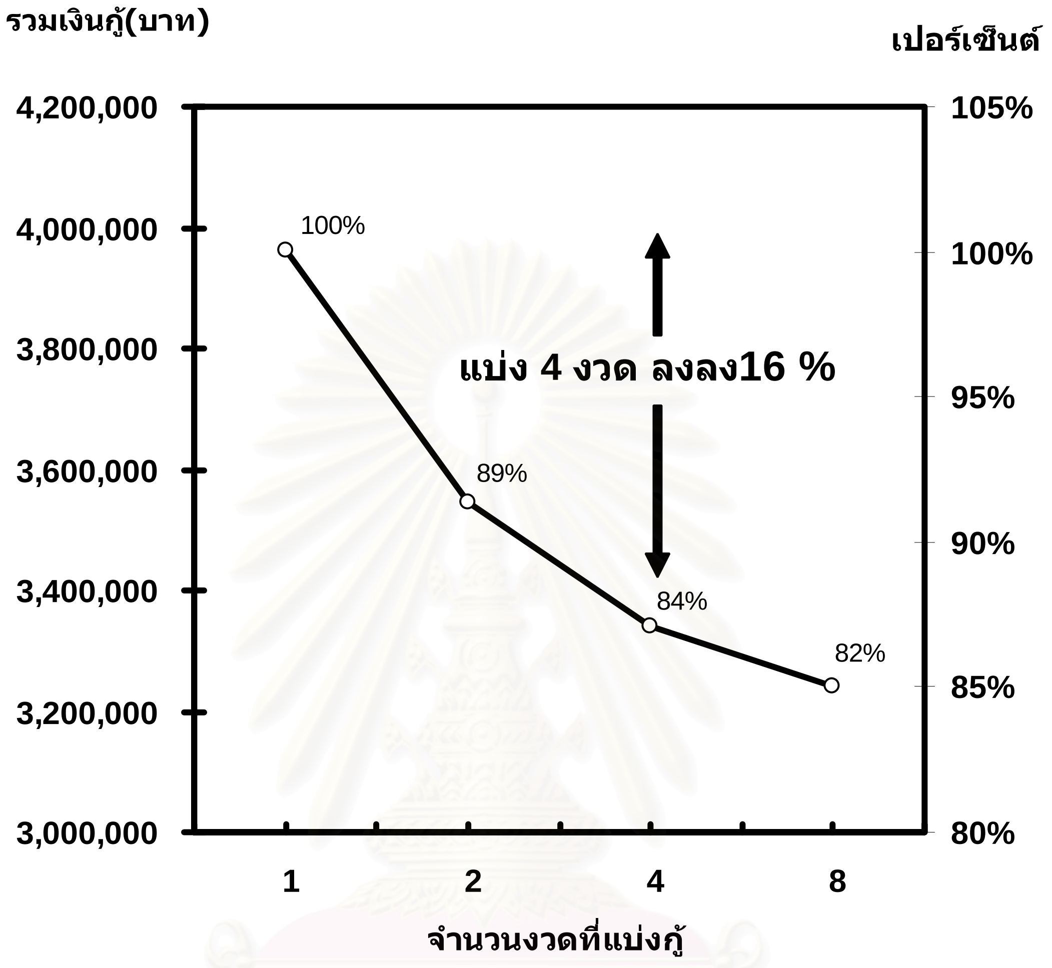
ใช้ระบบท่อประปาที่มีการต่อแบบสำเร็จรูป เช่น ใช้ท่อสายอ่อนแทนท่อพีวีซี ใช้ระบบสายไฟที่มีการเดินสายเตรียมไว้ก่อนแล้วในแผงผนัง และใช้ระบบปรับอากาศชนิดที่พร้อมใช้งานได้เลยไม่ต้องมีการเดินท่อน้ำยา

<u>งานสถาปัตยกรรมสำเร็จรูป</u>

ใช้ระบบปิดผิวงานสถาปัตยกรรมสำเร็จรูป เช่น แผ่นมุงหลังคาสำเร็จรูป วัสดุปูพื้นสำเร็จรูป วัสดุเก็บงานหน้าจั่ว ปั้นลมสำเร็จรูป เชิงชายสำเร็จรูป เป็นต้น

4.2.3.3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อแบ่งทยอยในการลงทุนเมื่อไม่มีการทยอยสร้างอาคาร เมื่อแบ่งทยอยสร้างอาคารเป็น 2 งวด เมื่อแบ่งทยอยสร้างอาคารเป็น 4 งวด และ เมื่อแบ่งทยอยสร้างอาคารเป็น 8 งวด

1. ผลการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อไม่มีการทยอยสร้างอาคาร เมื่อแบ่งทยอยสร้างอาคารเป็น 2 งวด เมื่อแบ่งทยอยสร้างอาคารเป็น 4 งวด และ เมื่อแบ่งทยอยสร้างอาคารเป็น 8 งวด แสดงโดยแผนภูมิดังนี้



แผนภูมิที่ 9 แสดงค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อไม่มีการทยอยสร้างอาคาร เมื่อแบ่งระยะสร้างอาคารเป็น 2 งวด เมื่อแบ่งระยะสร้างอาคารเป็น 4 งวด และ เมื่อแบ่งระยะสร้างอาคารเป็น 8 งวด

จากแผนภูมิจะพบว่า เมื่อไม่มีการแบ่งระยะสร้างอาคารค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อผ่อนชำระครบ 20 ปี มีค่าเท่ากับ 3,962,231 บาท เมื่อแบ่งระยะสร้างอาคารเป็น 2 งวด ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อครบ 20 ปี มีค่าเท่ากับ 3,543,894 บาท (ลดลง 11 เปอร์เซ็นต์) เมื่อแบ่งระยะสร้างอาคารเป็น 4 งวด ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อครบ 20 ปี มีค่าเท่ากับ 3,342,039 บาท (ลดลง 16 เปอร์เซ็นต์) และ เมื่อแบ่งระยะสร้างอาคารเป็น 8 งวด ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อครบ 20 ปี มีค่าเท่ากับ 3,242,929 บาท (ลดลง 18 เปอร์เซ็นต์)

2. ผลการวิเคราะห์การนำแนวคิดการแบ่งระยะในการลงทุนไปประยุกต์ใช้กับเรือนไทยให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน

การสร้างแยกหลัง

จำนวนหลังของเรือนไทยจะเป็นตัวที่จะกำหนดงวดในการกู้เงิน เนื่องจากผู้อยู่อาศัยที่ในช่วงต้นยังมีกำลังซื้อต่ำแต่มีความจำเป็นจะต้องมีที่พักอาศัยอยู่ การสร้างเรือนไทยที่เพียงจำนวน 1 หลัง จะเป็นหนทางที่จะทำให้มีที่พักอาศัยไปก่อน หลังจากนั้นพอผ่านไปอีกสักระยะเวลาหนึ่ง จึงเริ่มขยายต่อเติมเพิ่มขึ้นอีกตามกำลังความสามารถ

ลักษณะของการเชื่อมต่อระหว่างหลัง

เชื่อมต่อด้วยชานกลาง โดยการสร้างจะนำอาคารที่จะสร้างพาดบนชานกลางที่ได้ทำไว้ ขยายต่อเติมไปจนเต็มพื้นที่ที่ได้รับการวางแผนไว้ การพาดทับกันจะทำให้บริเวณรอยต่อจะมองไม่เห็นรอยแยกในระยะยาว (อาคารที่มีการสร้างก่อนหลังไม่เท่ากันจะมีการทรุดตัวในอัตราที่ไม่เท่ากัน)

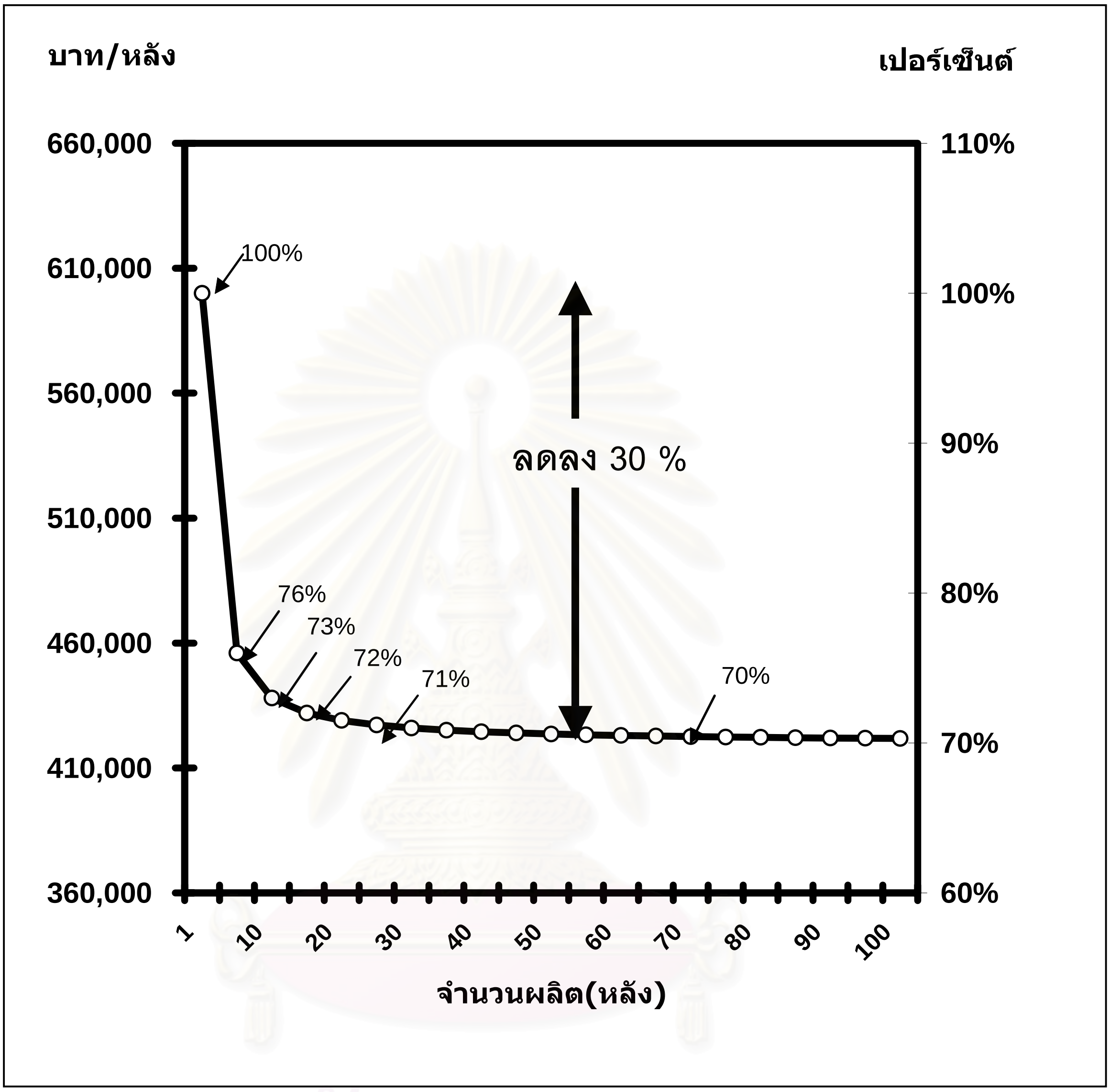
จำนวนหลัง

สามารถสร้างเรือนไทยล้อมรอบชานซึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยม (ที่ดินส่วนใหญ่จะเป็นรูปสี่เหลี่ยม) สำหรับ 1 ชานกลาง จะมีอาคารล้อมรอบได้ไม่จำกัดจำนวนหลัง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของเนื้อที่ดิน ลักษณะทางเข้าออกของบริเวณ ทิศทาง และ ปัจจัยอื่นๆอีกมากมาย

แต่โดยส่วนใหญ่การขยายตัวสูงสุดน่าจะอยู่ที่ประมาณ 4 หลัง ถ้าหากเกินกว่านี้ ควรจะขยายจำนวนชานกลางของกลุ่มเรือนไทยแทน เช่น จาก 1 ชานกลาง 4 หลัง เป็น 2 ชานกลาง 8 หลังเป็นต้น

4.2.3.4. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อมีการสร้างอาคารตั้งแต่จำนวน 1 หลัง จนถึง 100 หลัง ภายใต้การมีต้นทุนคงที่เดียวกัน

ผลการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อมีการสร้างอาคารตั้งแต่จำนวน 1 หลัง จนถึง 100 หลัง ภายใต้การมีต้นทุนแสดงได้โดยแผนภูมิดังนี้



แผนภูมิที่ 10 แสดงค่าใช้จ่ายในการลงทุนลงทุนเมื่อมีการสร้างอาคารตั้งแต่จำนวน 1 หลัง จนถึง 100 หลัง ภายใต้การมีต้นทุนคงที่เดียวกัน

จากแผนภูมิจะพบว่า ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อผลิตหลังที่ 1 จะเท่ากับ 600,000 บาทต่อหลัง และจะมีค่าลดลงเรื่อยๆจนมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนอยู่ที่ 421,800 บาทต่อหลัง คือลดลงจากราคาแรกไปประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์

2. ผลการวิเคราะห์การนำแนวคิดการผลิตในปริมาณมากไปประยุกต์ใช้กับเรือนไทยให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน

<u>การใช้รูปแบบที่ซ้ำกัน</u>

อาศัยรูปทรงและสัดส่วนของเรือนไทยเป็นตัวควบคุมความหลากหลายของรูปแบบที่จะเกิดขึ้น ทำให้เกิดต้นแบบในการผลิต ช่วยลดต้นทุนเมื่อผลิตครั้งแรกสามารถนำไปใช้กับหลังต่อๆไปได้

<u>กระบวนการผลิต</u>

โดยปกติในการสร้างบ้านแต่ละหลังจะต้องมีการเตรียมงาน และวางแผนงานที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องมาจากรูปแบบบ้านแต่ละหลังมีความแตกต่างกันดังนั้นจึงมีรายละเอียดในการก่อสร้างแตกต่างกันด้วย หากการสร้างบ้านแต่ละหลังไม่ได้ทำบนพื้นที่ แต่กลับผลิตในสายการผลิตแทน ซึ่งมีการวางระบบการเตรียมงานและควบคุมคุณภาพไว้ล่วงหน้า แล้วจะส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลขึ้น นำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน และส่งผลให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในการลงทุนด้วยในที่สุด

<u>การใช้สินทรัพย์ที่เป็นค่าใช้จ่ายคงที่ในการผลิตร่วมกัน</u>

ในการก่อสร้างเรือนไทยต้องมีการลงทุนกับสินทรัพย์ที่เป็นค่าใช้จ่ายคงที่ไว้ก่อน เช่น ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์ เครื่องมือ เป็นต้น ซึ่งหากลดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ เท่ากับว่าเป็นการลดค่าใช้จ่ายในส่วนต้นทุนคงที่ในการก่อสร้าง

<u>การสร้างอำนาจต่อรองในการจัดซื้อวัสดุ</u>

เน้นการซื้อวัสดุในปริมาณมาก เป็นการเพิ่มอำนาจต่อรองด้านราคากับผู้ผลิตวัสดุในการก่อสร้าง

<u>การบริหารเศษวัตถุดิบ</u>

ใช้การก่อสร้างอยู่ในสถานที่ที่สามารถควบคุมปริมาณเศษวัสดุได้และมีการนำไปใช้เป็นประโยชน์อย่างอื่น

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3. ผลการประยุกต์ตัวแปรเพื่อออกแบบเรือนไทยให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน

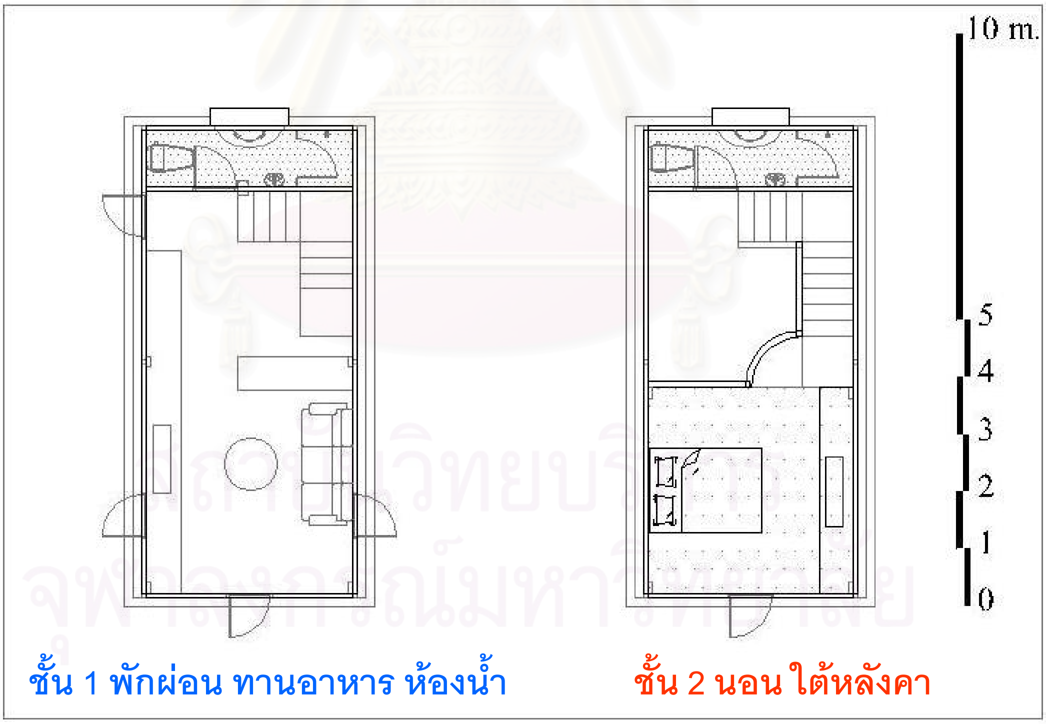
จากการวิเคราะห์อิทธิพลและความสำคัญของตัวแปร พบว่าสามารถประยุกต์ตัวแปรเพื่อการออกแบบเรือนไทยให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน ได้ตามรูปแบบที่จะนำเสนอต่อไปนี้

4.3.1. การจัดพื้นที่ใช้สอย

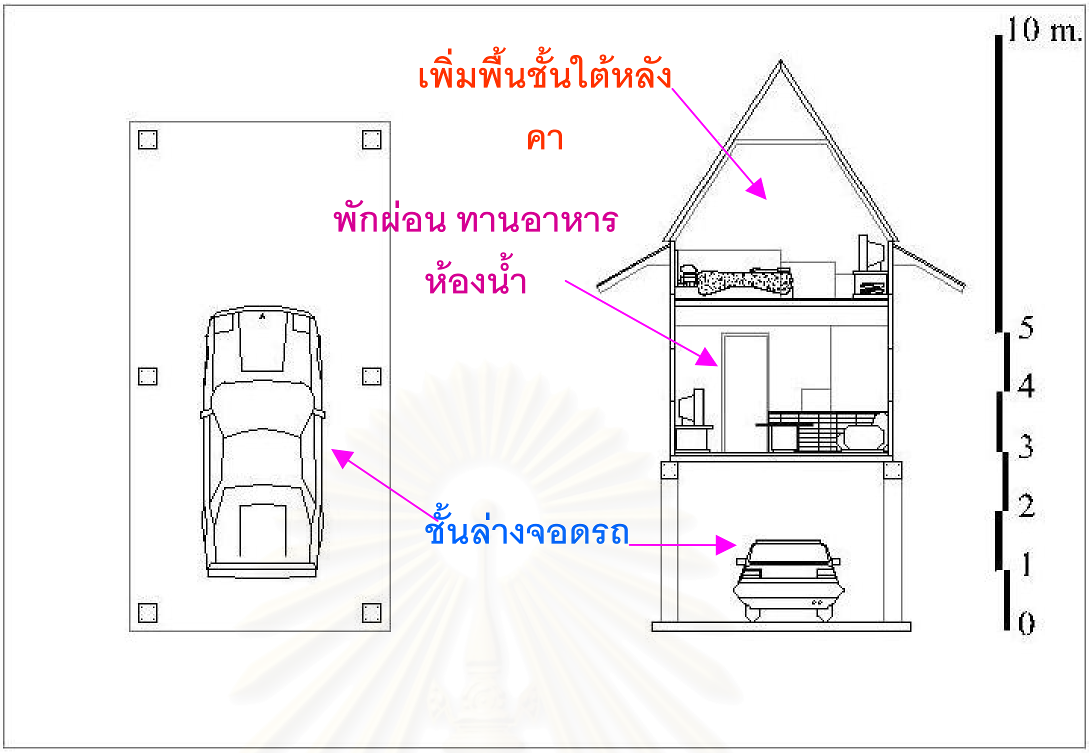
การประยุกต์การจัดพื้นที่ใช้สอยให้มีความสอดคล้องกับปัจจุบัน ด้วยการใช้แนวคิดที่ได้จากการวิเคราะห์มาประยุกต์สร้างเป็นรูปแบบอาคารเรือนไทยที่มีพื้นที่ใช้สอยอย่างครบวงจรภายในเรือนเดียวได้ ผลของรูปแบบดังกล่าวแสดงได้โดยรูปดังต่อไปนี้

พื้นที่ใช้สอยภายในประมาณ 45 ตารางเมตร (นับชั้นเรือนหลักและชั้นใต้หลังคา)

พื้นที่ใช้สอยภายนอกประมาณ 32 ตารางเมตร (นับเฉพาะส่วนใต้ถุนเรือน)



รูปที่ 15 แสดงผังพื้นชั้น 1 และ 2 ซึ่งเป็นผลที่ได้จากการประยุกต์การจัดพื้นที่ใช้สอยให้มีความสอดคล้องกับปัจจุบัน

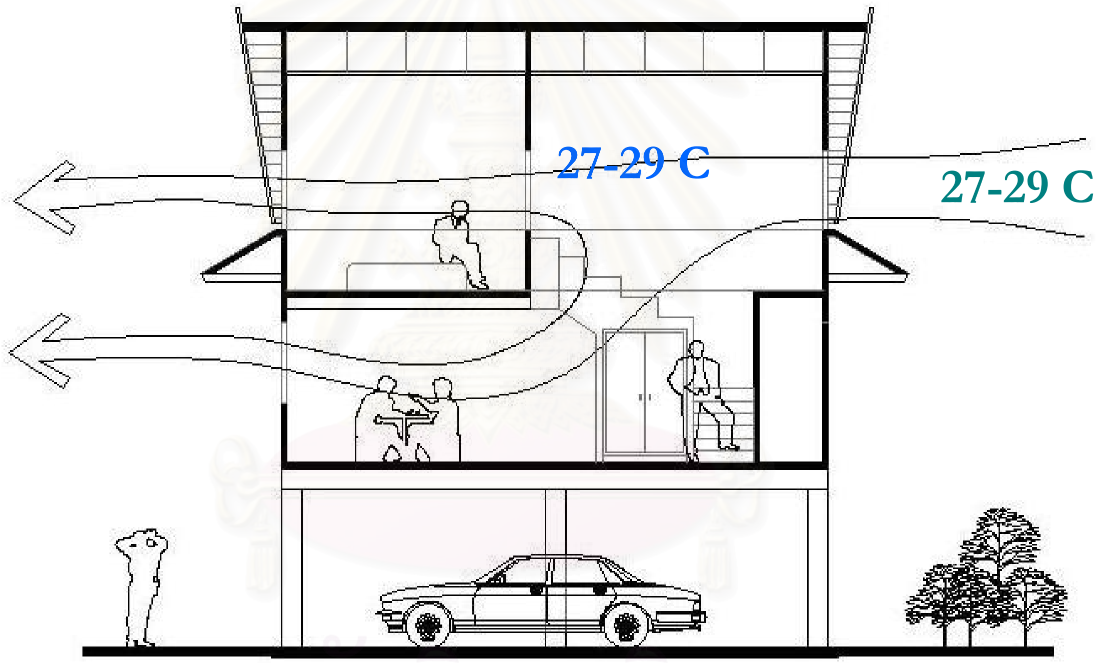


รูปที่ 16 แสดงผังชั้นล่าง และ รูปตัด ซึ่งเป็นผลที่ได้จากการประยุกต์การจัดพื้นที่ใช้สอยให้มีความสอดคล้องกับปัจจุบัน

รูปที่ 17 แสดงหุ่นจำลองของเรือนไทยที่ได้รับการประยุกต์ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน

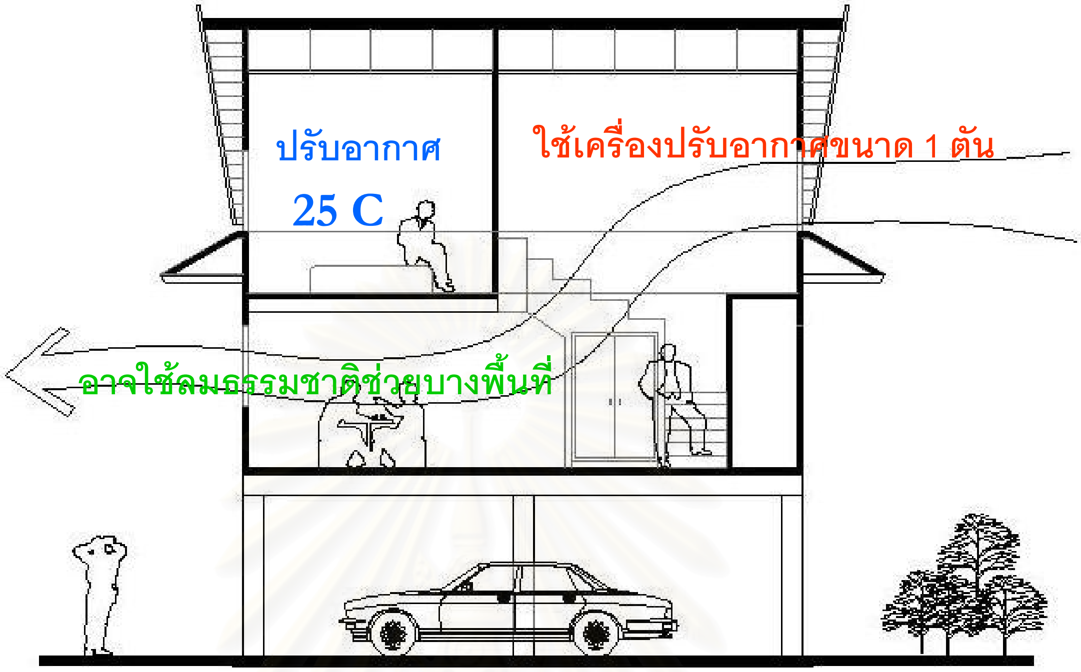
4.3.2. การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ

เป็นการประยุกต์ระดับการป้องกันความร้อน ระดับการรั่วไหลของอากาศ และระดับปริมาณมวลสาร ที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้ประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ ด้วยหลักการ คือ หากสภาวะอากาศภายนอกอยู่ในเขตสบาย ก็จะใช้ลมธรรมชาติช่วยสร้างการไหลเวียนให้รู้สึกสบายมากขึ้น และในกรณีที่สภาวะอากาศภายนอกไม่อยู่ในเขตสบาย จะใช้เครื่องปรับอากาศเข้าช่วยด้วยขนาดน้อยกว่าเดิม 12 เท่า จากการคำนวณพบว่าจะใช้ขนาดเครื่องปรับอากาศประมาณ 1 ตัน การประยุกต์ดังกล่าวสามารถแสดงได้โดยรูปดังนี้



รูปที่ 18 แสดงผลการใช้ลมธรรมชาติช่วยสร้างเขตสบายในเรือนไทยในกรณีที่สภาวะอากาศภายนอกเอื้ออำนวย

จากรูปจะพบว่า เมื่อสภาวะอากาศภายนอกอยู่ในเขตสบาย เรือนไทยที่ได้รับการประยุกต์จะสามารถรับลมธรรมชาติได้อย่างเต็มที่ และถึงแม้เมื่อไม่มีการใช้ลมธรรมชาติ เรือนไทยที่มีระดับการป้องกันความร้อนที่ดี มีระดับการป้องกันความชื้นที่ดี และมีมวลสารน้อย จะมีสภาวะอากาศภายในอยู่ในเขตสบายเช่นกัน



รูปที่ 19 แสดงผลการใช้ระบบปรับอากาศผสมผสานกับการใช้ระบบธรรมชาติเข้าช่วยสร้างเขตสบายให้กับเรือนไทย

จากรูปจะพบว่า หากสภาพอากาศภายนอกไม่เอื้ออำนวยต่อการอยู่อาศัย สามารถใช้ระบบปรับอากาศขนาด 1 ตัน ปรับอากาศเพื่อให้เข้าเขตสบายทั้งหลัง และหากต้องการลดการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศลงอีก ก็สามารถแยกปรับอากาศเฉพาะส่วน เช่น ปรับอากาศเฉพาะส่วนห้องนอนด้วยการเดินระบบท่อจ่ายลมในแต่ละพื้นที่เข้าช่วย

<u>สรุปการใช้เทคนิคในการประยุกต์</u>

1. เพิ่มระดับความเป็นฉนวนกันความร้อน
2. เพิ่มระดับการป้องกันการรั่วไหลของอากาศ
3. ลดระดับการใช้มวลสาร

4.3.3. การลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน

เป็นการประยุกต์การลดพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอย การเพิ่มความรวดเร็วในการก่อสร้าง การแบ่งระยะในการลงทุน และ การผลิตในปริมาณมาก ที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้ลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน ผลที่ได้คือเรือนไทยที่มีลักษณะดังนี้

1. ประยุกต์การลดพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอย

เป็นเรือนไทยที่มีลักษณะภายนอกคล้ายกับเรือนไทยในอดีต คือ มีสัดส่วนที่ใกล้เคียงกับที่ ศ.ฤทัย ใจจงรัก ได้บันทึกไว้ ภายในมีการเพิ่มพื้นชั้นใต้หลังคาขึ้นอีกหนึ่งชั้น ไว้สำหรับใช้เป็นห้องนอน ซึ่งพื้นที่ประมาณ 20 ตารางเมตร (ดูรูปในหัวข้อที่ 4.3.1. ประกอบ)

2. การเพิ่มความรวดเร็วในการก่อสร้าง

เป็นเรือนไทยที่ประยุกต์ใช้ระบบการก่อสร้างแบบสำเร็จรูปร่วมกับการก่อสร้างแบบปัจจุบัน (ดูการวิเคราะห์ในหัวข้อที่ 4.2.3.2. หัวข้อย่อยที่ 2) โดยสามารถสร้างได้เสร็จภายใน 5 วัน ใช้ผู้ก่อสร้างจำนวน 6 คน สามารถดูรายละเอียดเทคนิคในการก่อสร้างได้จากตารางและรูปแสดงลำดับการก่อสร้างในหัวข้อนี้

3. การแบ่งระยะในการลงทุน

เป็นเรือนไทยที่สามารถรองรับการขยายตัวในการก่อสร้างได้ จำนวน 2, 3 ถึง 4 หลัง ต่อ 1 กลุ่มชานเรือน และ มีความต้องการที่ดินขั้นต่ำอยู่ที่ 50 ตารางวา ถึง 100 ตารางวา (ดูรูปประกอบ)

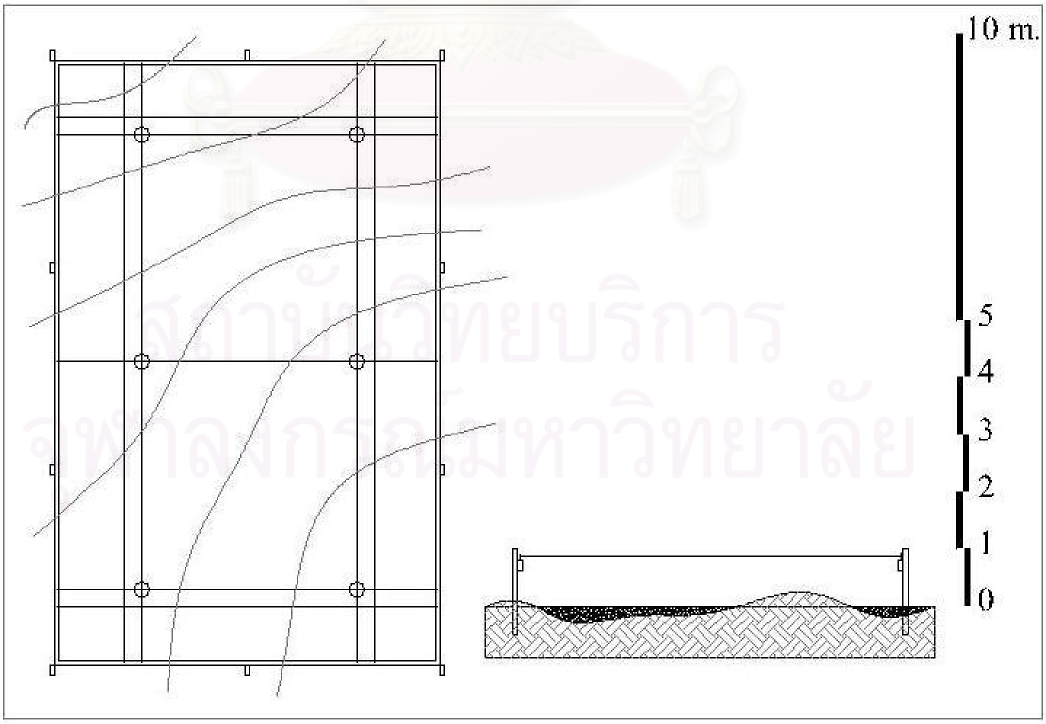
4. การผลิตในปริมาณมาก

เป็นเรือนไทยที่สามารถผลิตในปริมาณมากด้วยราคาต้นทุนค่าก่อสร้างประมาณ 500,000 บาทต่อหลัง ดูตารางแสดงต้นทุนค่าก่อสร้างเมื่อสร้างเรือนไทยในปริมาณมาก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 แสดงการเตรียมพื้นที่และปักผังพร้อมทำฐานราก

ชื่องาน	**1**	**เตรียมพื้นที่และปักผังพร้อมทำฐานราก**					**9,318**
		รายการ	**จำนวน**	**หน่วย**	**ราคา/หน่วย**	**รวม**	**รวมเงิน**
วัสดุ	1	ไม้ปักผังแนวดิ่ง(ยาว 1.5 ม.)	16	ท่อน	90	1,440	4,395
	2	ไม้ปักผังแนวนอน(ยาว 3.0 ม.)	16	ท่อน	180	2,880	
	3	เอ็น#100	2	ม้วน	20	40	
	4	ตะปู 3"(อย่างอ้วน 118 ตัว/กก.)	1	กก.	35	35	
เครื่องมือ	1	จอบแสตนเลส	4	อัน	150	600	2,040
	2	เสียมแสตนเลส	1	อัน	110	110	
	3	บุ้งกี๋	4	อัน	50	200	
	4	ค้อน	4	อัน	100	400	
	5	ตลับเมตร(5.00 ม.)	2	อัน	75	150	
	6	คัทเตอร์	4	อัน	20	80	
	7	สายยางวัดระดับน้ำ(10.00 ม.)	1	ชุด	100	100	
	8	ดินสอ	4	แท่ง	5	20	
	9	เครื่องวัดระดับน้ำ	2	อัน	160	320	
	10	ลูกดิ่ง 500 กรัม	1	อัน	60	60	
การขนส่ง	1	คนงาน+วัสดุ+เครื่องมือ(ไป)	1	เที่ยว	250	250	750
	2	วัสดุ+เครื่องมือของงานที่ 2-7	2	เที่ยว	250	500	
สวัสดิการ	1	อาหารกลางวัน	12	กล่อง	30	360	540
	2	น้ำดื่ม 1.5 ลิตร	12	ขวด	15	180	
วันที่ 1		**แรงงาน**	**คน**	**ชม.**	**ค่าแรง/ชม.**	**รวม**	**รวมเงิน**
08:00-11:30 น.	1	หัวหน้าช่าง	1	3.5	125	438	1,593
08:00-11:30 น.	2	ผู้ช่วยช่าง	3	3.5	90	945	
08:00-11:30 น.	3	กรรมกร	2	3.5	30	210	

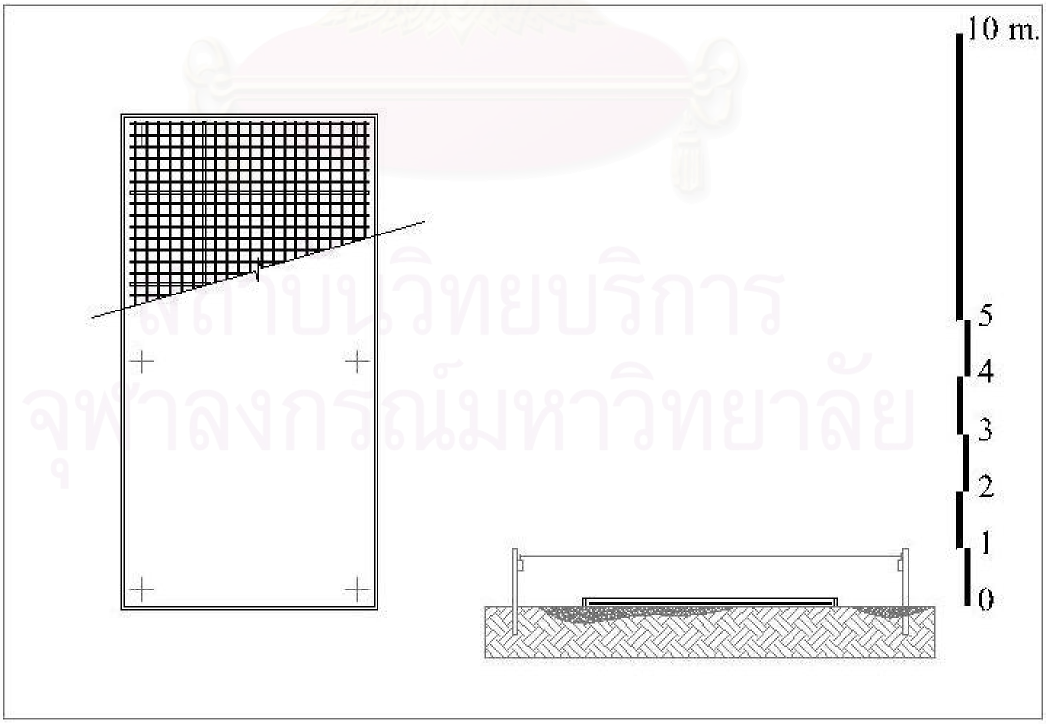


รูปที่ 20 แสดงการเตรียมพื้นที่และปักผังพร้อมทำฐานราก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 แสดงงานฐานราก (ตั้งแบบคอนกรีต+เหล็กเสริม)

ชื่องาน	**2**	**ฐานราก (ตั้งแบบคอนกรีต +เหล็กเสริม)**					**23,568**
		รายการ	**จำนวน**	**หน่วย**	**ราคา/หน่วย**	**รวม**	**รวมเงิน**
วัสดุ	1	เหล็กเสริมฐานรากสำเร็จรูป	6	ชุด	2,000	12,000	12,000
เครื่องมือ	1	แบบเหล็กฐานรากสำเร็จรูป	6	ชุด	1,800	10,800	10,800
การขนส่ง						-	-
สวัสดิการ	1	อาหารกลางวัน	12	กล่อง	30	360	540
	2	น้ำดื่ม 1.5 ลิตร	12	ขวด	15	180	
วันที่ 1		**แรงงาน**	**คน**	**ชม.**	**ค่าแรง/ชม.**	**รวม**	**รวมเงิน**
11:30-12:00 น.	1	หัวหน้าช่าง	1	0.5	125	63	228
11:30-12:00 น.	2	ผู้ช่วยช่าง	3	0.5	90	135	
11:30-12:00 น.	3	กรรมกร	2	0.5	30	30	



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 21 แสดงงานฐานราก (ตั้งแบบคอนกรีต+เหล็กเสริม)

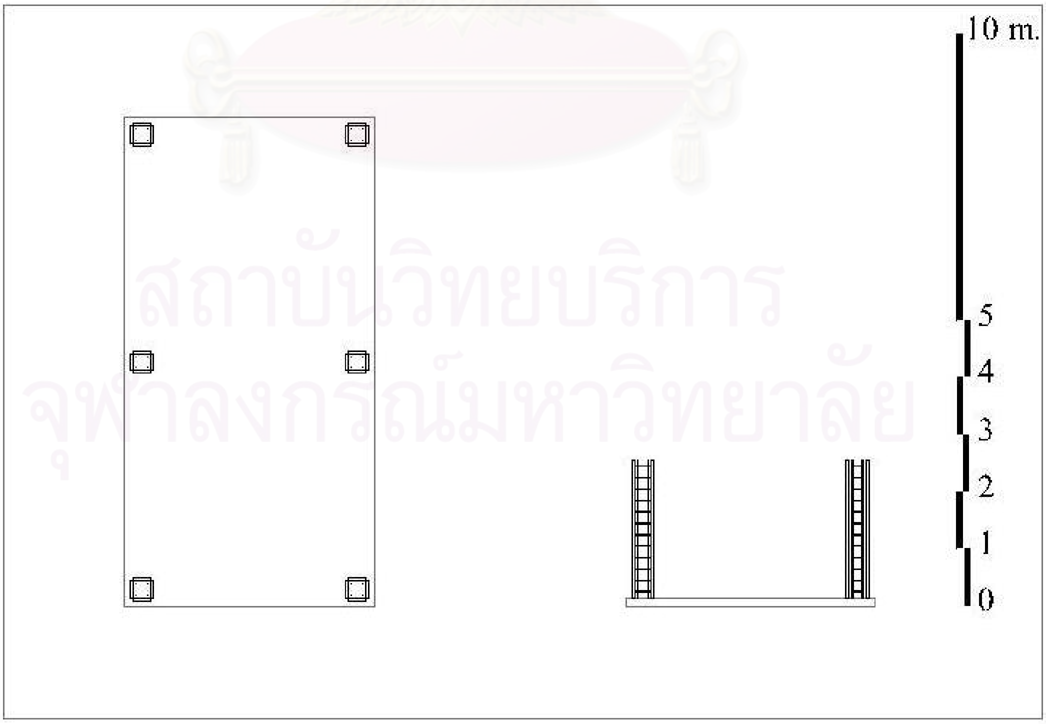
ตารางที่ 12 แสดงงานฐานราก (เทคอนกรีต)

ชื่องาน	**3**	**ฐานราก (เทคอนกรีต)**					**9,871**
		รายการ	**จำนวน**	**หน่วย**	**ราคา/หน่วย**	**รวม**	**รวมเงิน**
วัสดุ	1	ปูนซีเมนต์	28	ถุง	120	3,360	4,541
	2	ทราย	1.2	ลบ.ม.	300	360	
	3	หิน	2.32	ลบ.ม.	350	812	
	4	น้ำ	720	ลิตร	0.013	9	
เครื่องมือ	1	จอบแสตนเลส	4	อัน	0	-	2,720
	2	รถเข็นล้อคู่	2	คัน	1000	2,000	
	3	บุ้งกี๋	4	อัน	0	-	
	4	พรั่วขุดดินแสตนเลส	2	อัน	110	220	
	5	ถังพลาสติก	4	ถัง	50	200	
	6	สายยาง(30.00 ม.)	1	ชุด	300	300	
การขนส่ง	1	คนงาน+เครื่องมือ(กลับ)	1	เที่ยว	250	250	250
สวัสดิการ	1	อาหารกลางวัน	12	กล่อง	30	360	540
	2	น้ำดื่ม 1.5 ลิตร	12	ขวด	15	180	
วันที่ 1		**แรงงาน**	**คน**	**ชม.**	**ค่าแรง/ชม.**	**รวม**	**รวมเงิน**
13:00-17:00 น.	1	หัวหน้าช่าง	1	4	125	500	1,820
13:00-17:00 น.	2	ผู้ช่วยช่าง	3	4	90	1,080	
13:00-17:00 น.	3	กรรมกร	2	4	30	240	

รูปที่ 22 แสดงงานฐานราก (เทคอนกรีต)

ตารางที่ 13 แสดงงานเสา (ตั้งแบบคอนกรีต+วางเหล็กเสริม)

ชื่องาน	4	**เสา (ตั้งแบบคอนกรีต +วางเหล็กเสริม)**					**25,518**
		รายการ	**จำนวน**	**หน่วย**	**ราคา/หน่วย**	**รวม**	**รวมเงิน**
วัสดุ	1	เหล็กเสริมเสาสำเร็จรูป	6	ชุด	1,000	6,000	6,000
เครื่องมือ	1	แบบเหล็กเสาสำเร็จรูป	6	ชุด	3,000	18,000	18,000
การขนส่ง	1	วัสดุของงานที่ 8-15	3	เที่ยว	250	750	750
สวัสดิการ	1	อาหารกลางวัน	12	กล่อง	30	360	540
	2	น้ำดื่ม 1.5 ลิตร	12	ขวด	15	180	
วันที่ 2		**แรงงาน**	**คน**	**ชม.**	**ค่าแรง/ชม.**	**รวม**	**รวมเงิน**
8:00-08:30 น.	1	หัวหน้าช่าง	1	0.5	125	63	228
8:00-08:30 น.	2	ผู้ช่วยช่าง	3	0.5	90	135	
8:00-08:30 น.	3	กรรมกร	2	0.5	30	30	

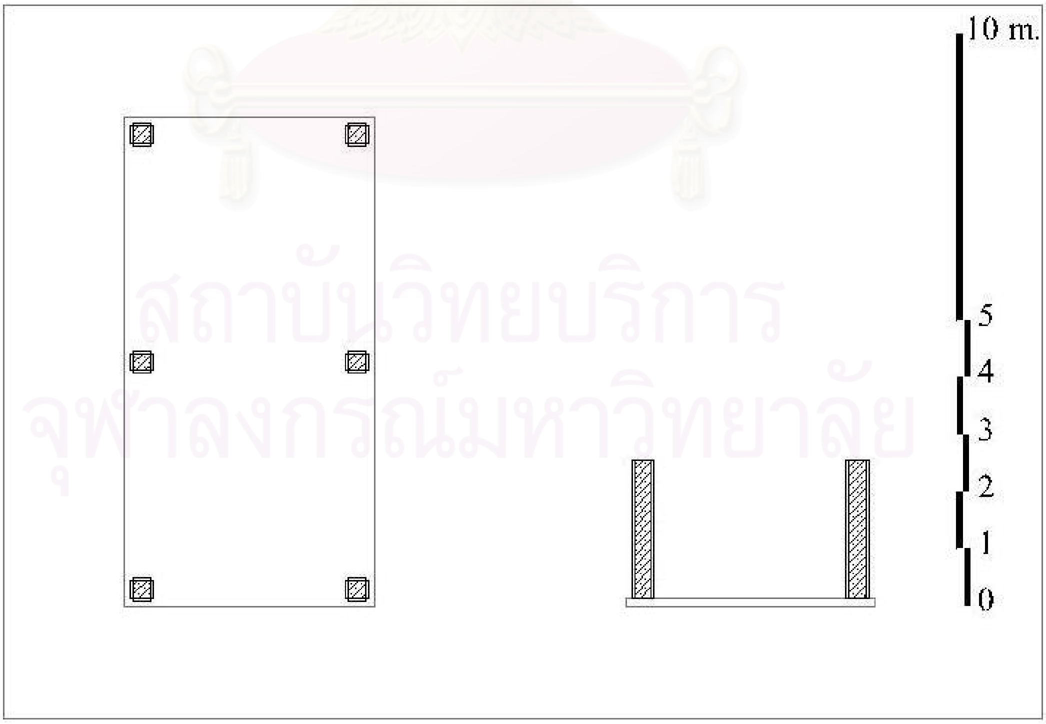


รูปที่ 23 แสดงงานเสา (ตั้งแบบคอนกรีต+วางเหล็กเสริม)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 14 แสดงงานเสา (เทคอนกรีต)

ชื่องาน	5	**เสา (เทคอนกรีต)**					**7,757**
		รายการ	**จำนวน**	**หน่วย**	**ราคา/หน่วย**	**รวม**	**รวมเงิน**
วัสดุ	1	ปูนซีเมนต์	11	ถุง	120	1,320	1,824
	2	ทราย	0.5	ลบ.ม.	300	150	
	3	หิน	1	ลบ.ม.	350	350	
	4	น้ำ	270	ลิตร	0.013	4	
เครื่องมือ	1	จอบแสตนเลส	4	อัน	0	-	3,800
	2	รถเข็นล้อคู่	2	คัน	0	-	
	3	บุ้งกี๋	4	อัน	0	-	
	4	พรั่วขุดดินแสตนเลส	2	อัน	0	-	
	5	ถังพลาสติก	4	ถัง	0	-	
	6	สายยาง(30.00 ม.)	1	ชุด	0	-	
	7	นั่งร้านทั้งชุดอย่างหนา 44 กก.	2	ชุด	1,200	2400	
	8	บันได 7 ขั้น	2	ชุด	700	1,400	
การขนส่ง							-
สวัสดิการ	1	อาหารกลางวัน	12	กล่อง	30	360	540
	2	น้ำดื่ม 1.5 ลิตร	12	ขวด	15	180	
วันที่ 2		**แรงงาน**	**คน**	**ชม.**	**ค่าแรง/ชม.**	**รวม**	**รวมเงิน**
8:30-12:00 น.	1	หัวหน้าช่าง	1	3.5	125	438	1,593
8:30-12:00 น.	2	ผู้ช่วยช่าง	3	3.5	90	945	
8:30-12:00 น.	3	กรรมกร	2	3.5	30	210	

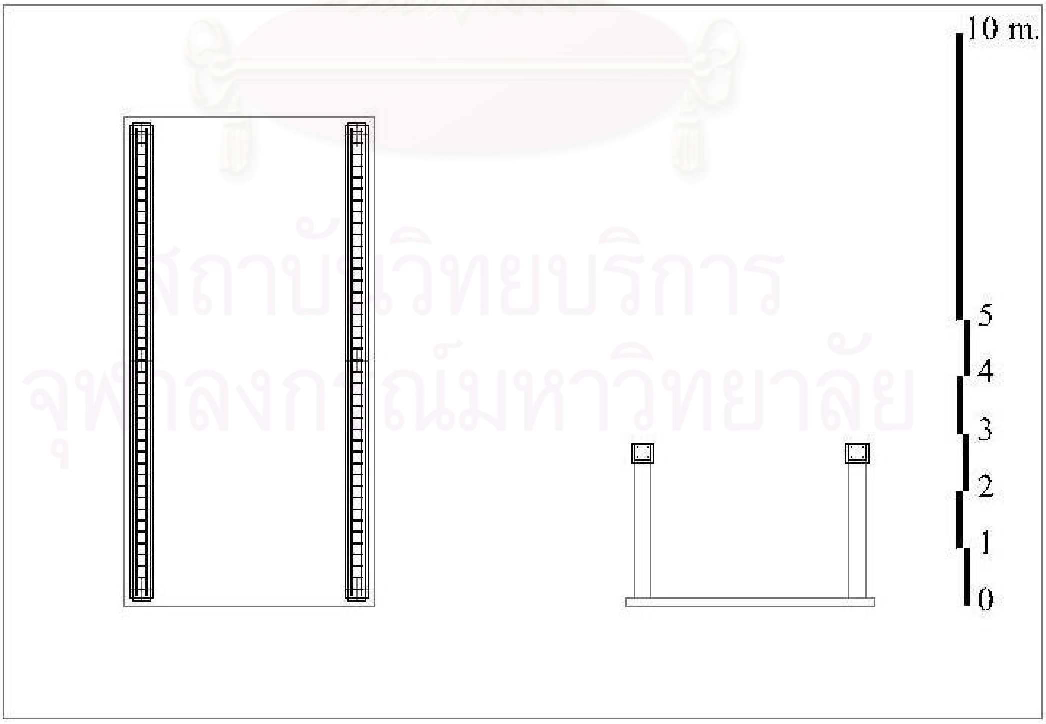


รูปที่ 24 แสดงงานเสา (เทคอนกรีต)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 15 แสดงงานคาน (ตั้งแบบคอนกรีต+วางเหล็กเสริม)

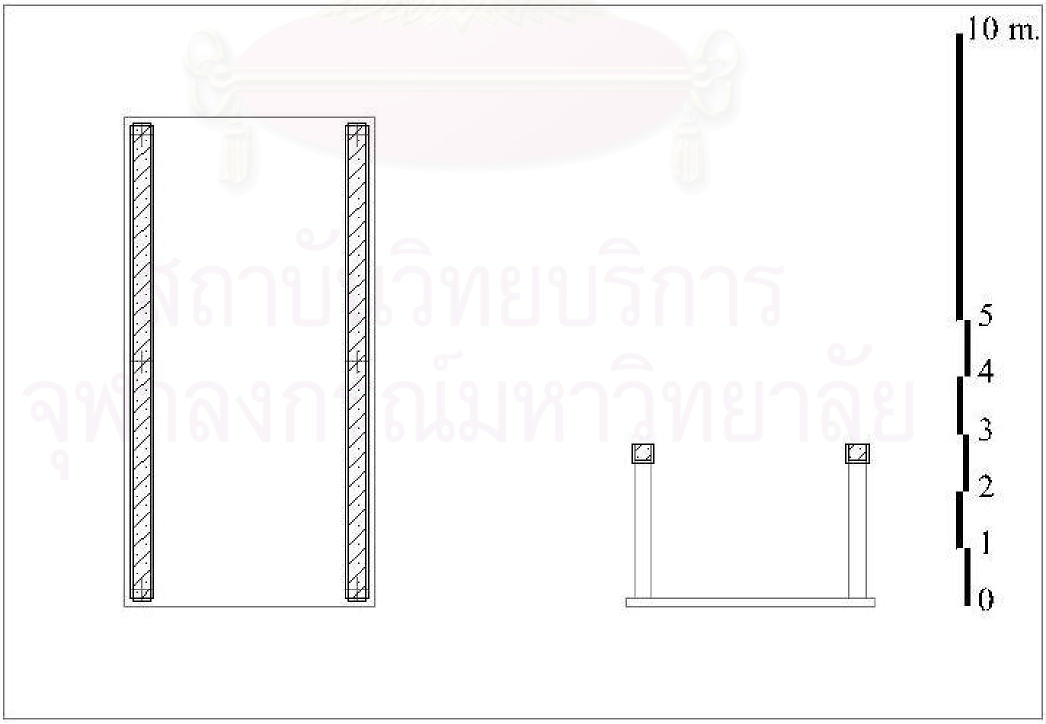
ชื่องาน	**6**	**คาน (ตั้งแบบคอนกรีต +วางเหล็กเสริม)**					**23,048**
		รายการ	**จำนวน**	**หน่วย**	**ราคา/หน่วย**	**รวม**	**รวมเงิน**
วัสดุ	1	เหล็กเสริมคานสำเร็จรูป	2	ชุด	1,500	3,000	3,000
เครื่องมือ	1	แบบเหล็กคานสำเร็จรูป	2	ชุด	8,000	16,000	19,280
	2	เสาค้ำยัน	8	ชุด	410	3,280	
การขนส่ง							-
สวัสดิการ	1	อาหารกลางวัน	12	กล่อง	30	360	540
	2	น้ำดื่ม 1.5 ลิตร	12	ขวด	15	180	
วันที่ 2		**แรงงาน**	**คน**	**ชม.**	**ค่าแรง/ชม.**	**รวม**	**รวมเงิน**
13:00-13:30 น.	1	หัวหน้าช่าง	1	0.5	125	63	228
13:00-13:30 น.	2	ผู้ช่วยช่าง	3	0.5	90	135	
13:00-13:30 น.	3	กรรมกร	2	0.5	30	30	



รูปที่ 25 แสดงงานคาน (ตั้งแบบคอนกรีต+วางเหล็กเสริม)

ตารางที่ 16 แสดงงานคาน (เทคอนกรีต)

ชื่องาน	7	**คาน (เทคอนกรีต)**					**4,207**
		รายการ	**จำนวน**	**หน่วย**	**ราคา/หน่วย**	**รวม**	**รวมเงิน**
วัสดุ	1	ปูนซีเมนต์	11	ถุง	120	1,320	1,824
	2	ทราย	0.5	ลบ.ม.	300	150	
	3	หิน	1	ลบ.ม.	350	350	
	4	น้ำ	270	ลิตร	0.013	4	
เครื่องมือ	1	จอบแสตนเลส	4	อัน	0	-	-
	2	รถเข็นล้อคู่	2	คัน	0	-	
	3	บุ้งกี๋	4	อัน	0	-	
	4	พรั่วขุดดินแสตนเลส	2	อัน	0	-	
	5	ถังพลาสติก	4	ถัง	0	-	
	6	สายยาง(30.00 ม.)	1	ชุด	0	-	
	7	นั่งร้านทั้งชุดอย่างหนา 44 กก.	2	ชุด	0	-	
	8	บันได 7 ขั้น	2	ชุด	0	-	
การขนส่ง	1	คนงาน+เครื่องมือ(กลับ)	1	เที่ยว	250	250	250
สวัสดิการ	1	อาหารกลางวัน	12	กล่อง	30	360	540
	2	น้ำดื่ม 1.5 ลิตร	12	ขวด	15	180	
วันที่ 2		**แรงงาน**	**คน**	**ชม.**	**ค่าแรง/ชม.**	**รวม**	**รวมเงิน**
13:30-17:00 น.	1	หัวหน้าช่าง	1	3.5	125	438	1,593
13:30-17:00 น.	2	ผู้ช่วยช่าง	3	3.5	90	945	
13:30-17:00 น.	3	กรรมกร	2	3.5	30	210	

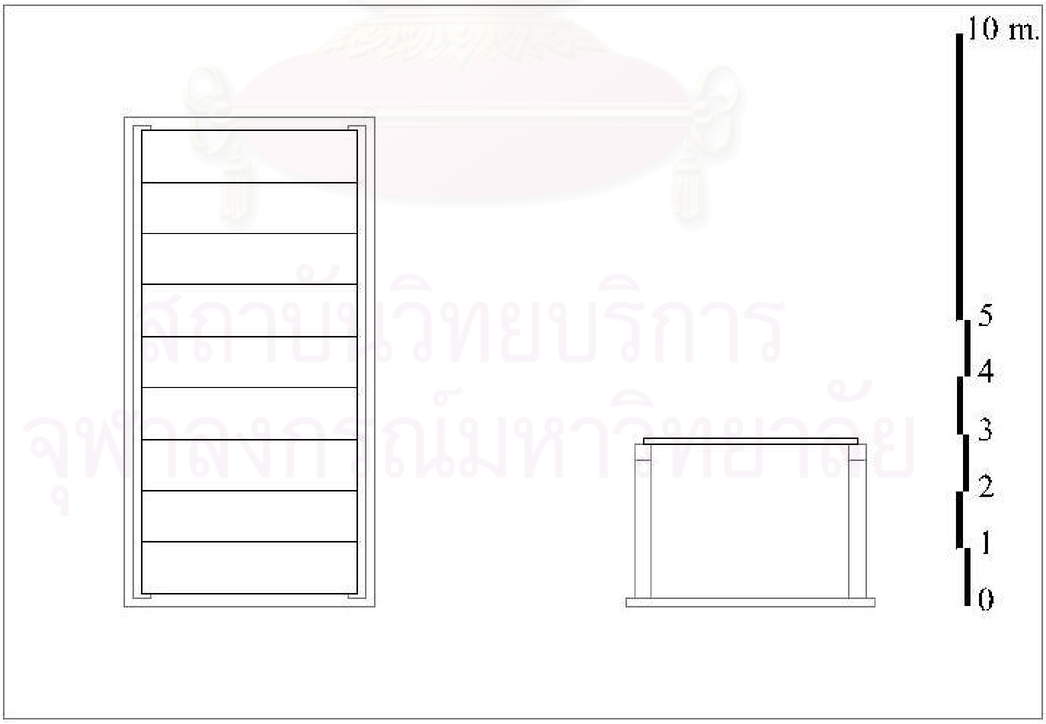


รูปที่ 26 แสดงงานคาน (เทคอนกรีต)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 17 แสดงงานวางแผ่นพื้นชั้น 1

ชื่องาน	**8**	**วางแผ่นพื้นชั้น 1**					**47,368**
		รายการ	**จำนวน**	**หน่วย**	**ราคา/หน่วย**	**รวม**	**รวมเงิน**
วัสดุ	1	พื้นสำเร็จรูป(0.90x3.90 ม.)	9	แผ่น	2,800	25,200	26,100
	2	อุปกรณ์ยึด	18	ชุด	50	900	
เครื่องมือ	1	นั่งร้านทั้งชุดอย่างหนา 44 กก.	2	ชุด	-	0	20,000
	2	บันได 7 ขั้น	2	ชุด	-	0	
	3	เครื่องมือติดตั้งครบชุด	4	ชุด	5,000	20,000	
การขนส่ง	1	คนงาน+เครื่องมือ(ไป)	1	เที่ยว	250	250	500
	2	วัสดุ+เครื่องมือของงานที่ 16-21	1	เที่ยว	250	250	
สวัสดิการ	1	อาหารกลางวัน	12	กล่อง	30	360	540
	2	น้ำดื่ม 1.5 ลิตร	12	ขวด	15	180	
วันที่ 3		**แรงงาน**	**คน**	**ชม.**	**ค่าแรง/ชม.**	**รวม**	**รวมเงิน**
08:00-08:30 น.	1	หัวหน้าช่าง	1	0.5	125	63	228
08:00-08:30 น.	2	ผู้ช่วยช่าง	3	0.5	90	135	
08:00-08:30 น.	3	กรรมกร	2	0.5	30	30	

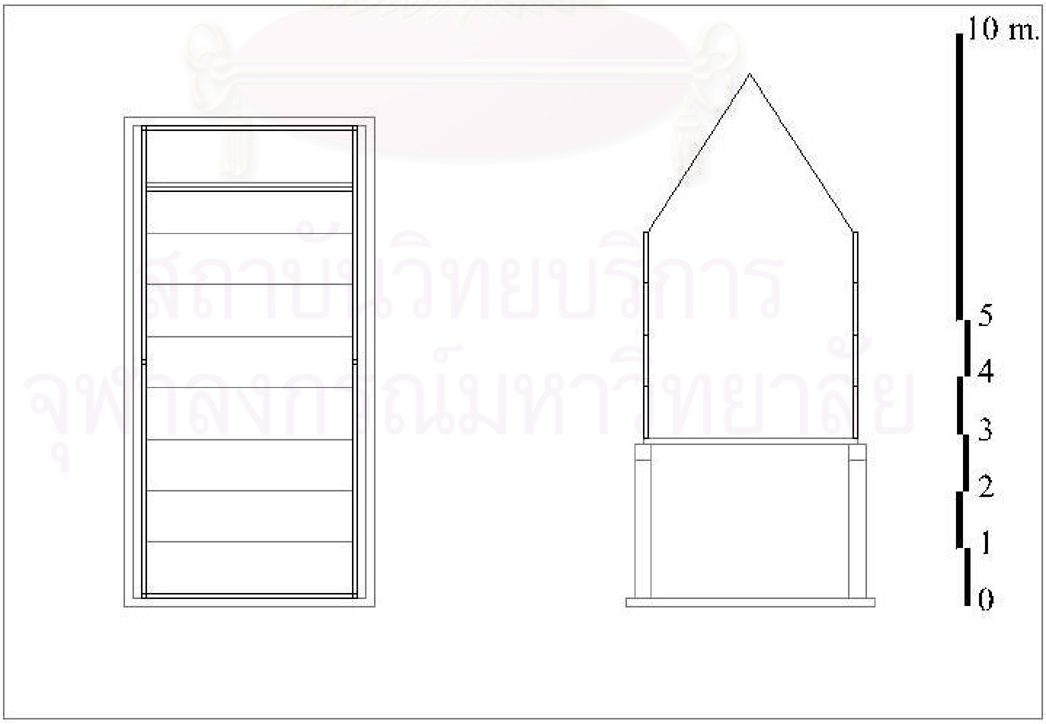


รูปที่ 27 แสดงงานวางแผ่นพื้นชั้น 1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 18 แสดงงานตั้งผนังสำเร็จรูป

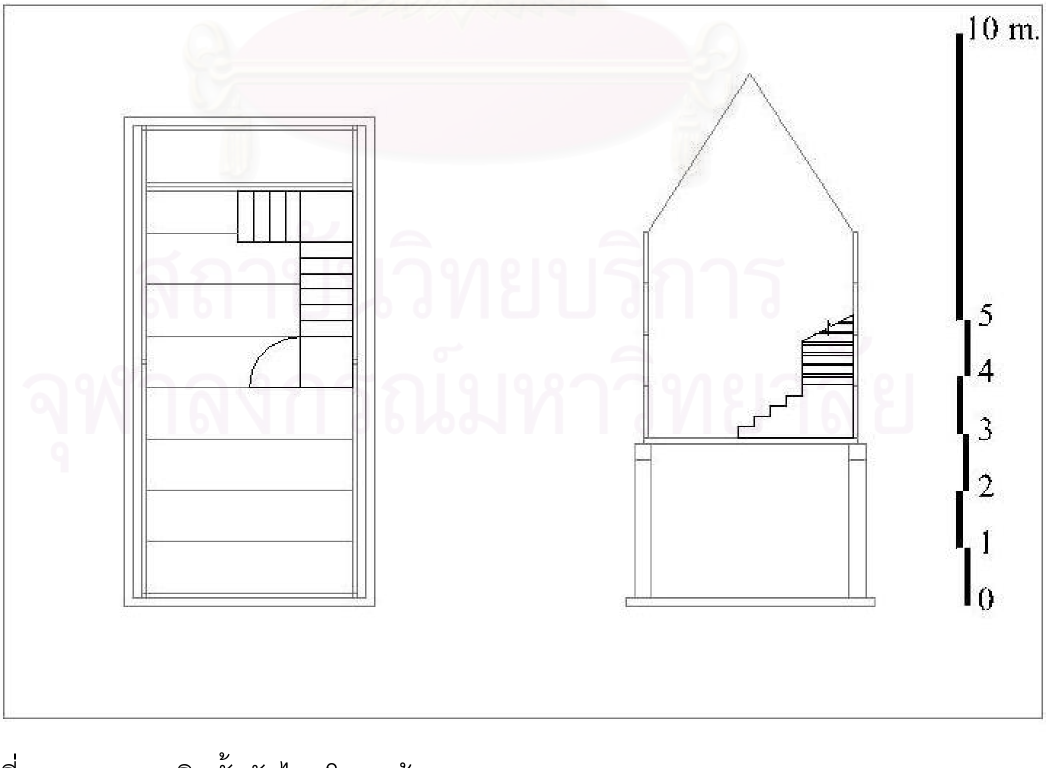
ชื่องาน	**9**	**ตั้งผนังสำเร็จรูป**					**81,910**
		รายการ	**จำนวน**	**หน่วย**	**ราคา/หน่วย**	**รวม**	**รวมเงิน**
วัสดุ	1	ผนังสำเร็จรูป(0.90x3.60 ม.)	30	แผ่น	2,600	78,000	81,000
	2	อุปกรณ์ยึด	60	ชุด	50	3,000	
เครื่องมือ	1	เครื่องมือติดตั้งครบชุด	4	ชุด	-	-	-
การขนส่ง							-
สวัสดิการ	1	อาหารกลางวัน	0	กล่อง	30	-	-
	2	น้ำดื่ม 1.5 ลิตร	0	ขวด	15	-	
วันที่ 3		**แรงงาน**	**คน**	**ชม.**	**ค่าแรง/ชม.**	**รวม**	**รวมเงิน**
08:30-10:30 น.	1	หัวหน้าช่าง	1	2	125	250	910
08:30-10:30 น.	2	ผู้ช่วยช่าง	3	2	90	540	
08:30-10:30 น.	3	กรรมกร	2	2	30	120	



รูปที่ 28 แสดงงานตั้งผนังสำเร็จรูป

ตารางที่ 19 แสดงงานติดตั้งบันได (โครงสร้าง)

ชื่องาน	**10**	**ติดตั้งบันได (โครงสร้าง)**					**6,142**
		รายการ	**จำนวน**	**หน่วย**	**ราคา/หน่วย**	**รวม**	**รวมเงิน**
วัสดุ	1	โครงบันไดสำเร็จรูป+อุปกรณ์ยึด	1	ชุด	5,800	5,800	5,800
เครื่องมือ	1	บันได 7 ขั้น	2	ชุด	-	0	-
	2	เครื่องมือติดตั้งครบชุด	4	ชุด	-	0	
การขนส่ง							-
สวัสดิการ	1	อาหารกลางวัน	0	กล่อง	30	-	-
	2	น้ำดื่ม 1.5 ลิตร	0	ขวด	15	-	
วันที่ 3		**แรงงาน**	**คน**	**ชม.**	**ค่าแรง/ชม.**	**รวม**	**รวมเงิน**
10:30-11:15 น.	1	หัวหน้าช่าง	1	0.75	125	94	342
10:30-11:15 น.	2	ผู้ช่วยช่าง	3	0.75	90	203	
10:30-11:15 น.	3	กรรมกร	2	0.75	30	45	

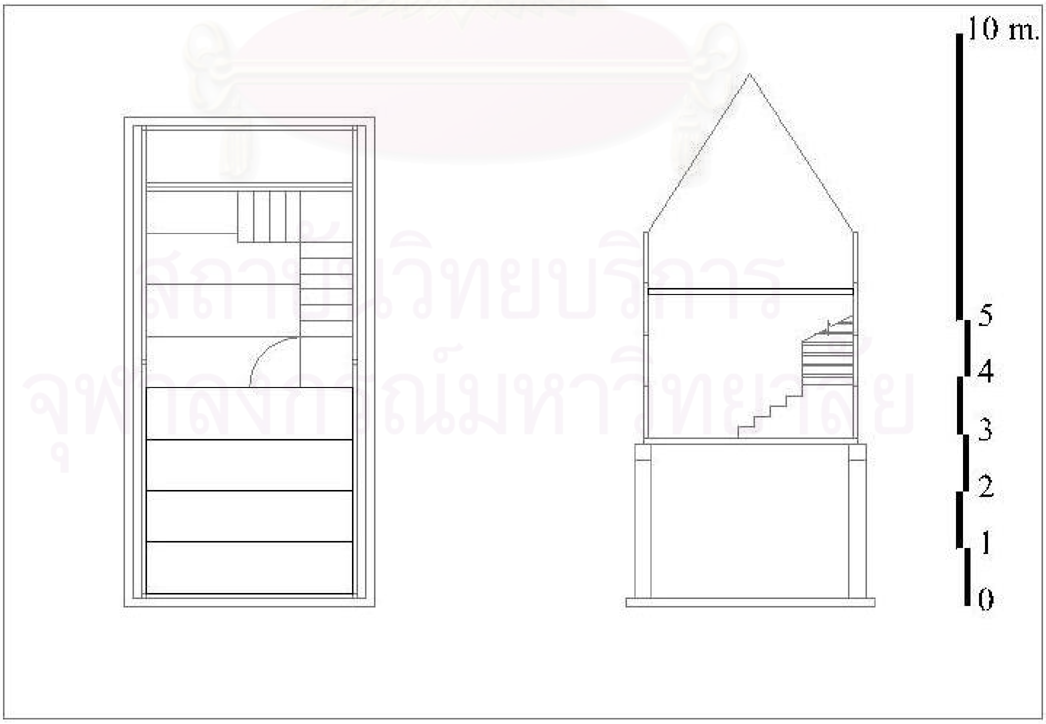


รูปที่ 29 แสดงงานติดตั้งบันได (โครงสร้าง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 20 แสดงงานวางแผ่นพื้นชั้น 2

ชื่องาน	**11**	**วางแผ่นพื้นชั้น 2**					**16,342**
		รายการ	**จำนวน**	**หน่วย**	**ราคา/หน่วย**	**รวม**	**รวมเงิน**
วัสดุ	1	พื้นสำเร็จรูป(0.90x3.60 ม.)	4	แผ่น	2,800	11,200	16,000
	2	เหล็กฉากรับพื้น	2	เส้น	2,000	4,000	
	3	อุปกรณ์ยึด	16	ชุด	50	800	
เครื่องมือ	1	บันได 7 ขั้น	2	ชุด	-	0	-
	2	เครื่องมือติดตั้งครบชุด	4	ชุด	-	0	
การขนส่ง							-
สวัสดิการ	1	อาหารกลางวัน	0	กล่อง	30	-	-
	2	น้ำดื่ม 1.5 ลิตร	0	ขวด	15	-	
วันที่ 3		**แรงงาน**	**คน**	**ชม.**	**ค่าแรง/ชม.**	**รวม**	**รวมเงิน**
11:15-12:00 น.	1	หัวหน้าช่าง	1	0.75	125	94	342
11:15-12:00 น.	2	ผู้ช่วยช่าง	3	0.75	90	203	
11:15-12:00 น.	3	กรรมกร	2	0.75	30	45	

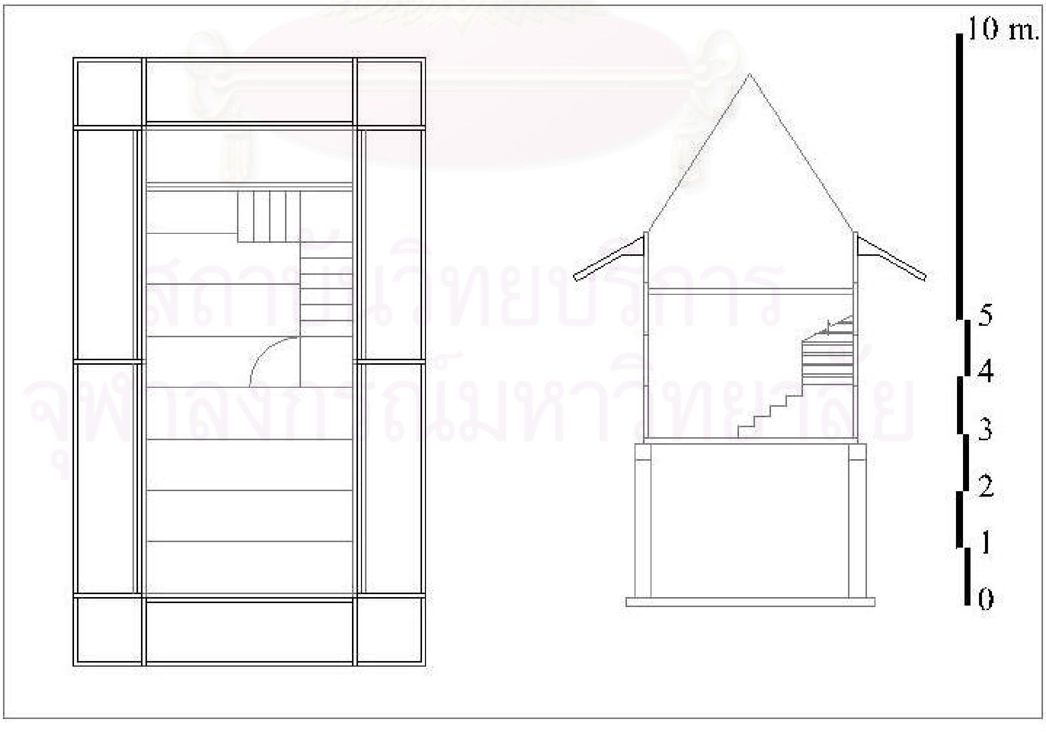


รูปที่ 30 แสดงงานวางแผ่นพื้นชั้น 2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 21 แสดงงานเสา (ตั้งแบบคอนกรีต+วางเหล็กเสริม)

ชื่องาน	**12**	**ติดตั้งโครงชายคา**					**14,355**
		รายการ	**จำนวน**	**หน่วย**	**ราคา/หน่วย**	**รวม**	**รวมเงิน**
วัสดุ	1	โครงชายคาสำเร็จรูป(ยื่น)	10	ชิ้น	200	2,000	13,900
	2	โครงชายคาสำเร็จรูป(รอบนอก)	6	ท่อน	700	4,200	
	3	โครงชายคาสำเร็จรูป(รอบใน)	6	ท่อน	700	4,200	
	4	โครงชายคาสำเร็จรูป(ตะเข้สัน)	4	ท่อน	200	800	
	5	อุปกรณ์ยึด	54	ชุด	50	2,700	
เครื่องมือ	1	นั่งร้านทั้งชุดอย่างหนา 44 กก.	2	ชุด	-	0	-
	2	บันได 7 ขั้น	2	ชุด	-	0	
	3	เครื่องมือติดตั้งครบชุด	4	ชุด	-	0	
การขนส่ง							-
สวัสดิการ	1	อาหารกลางวัน	0	กล่อง	30	-	-
	2	น้ำดื่ม 1.5 ลิตร	0	ขวด	15	-	
วันที่ 3		**แรงงาน**	**คน**	**ชม.**	**ค่าแรง/ชม.**	**รวม**	**รวมเงิน**
13:00-14:00 น.	1	หัวหน้าช่าง	1	1	125	125	455
13:00-14:00 น.	2	ผู้ช่วยช่าง	3	1	90	270	
13:00-14:00 น.	3	กรรมกร	2	1	30	60	

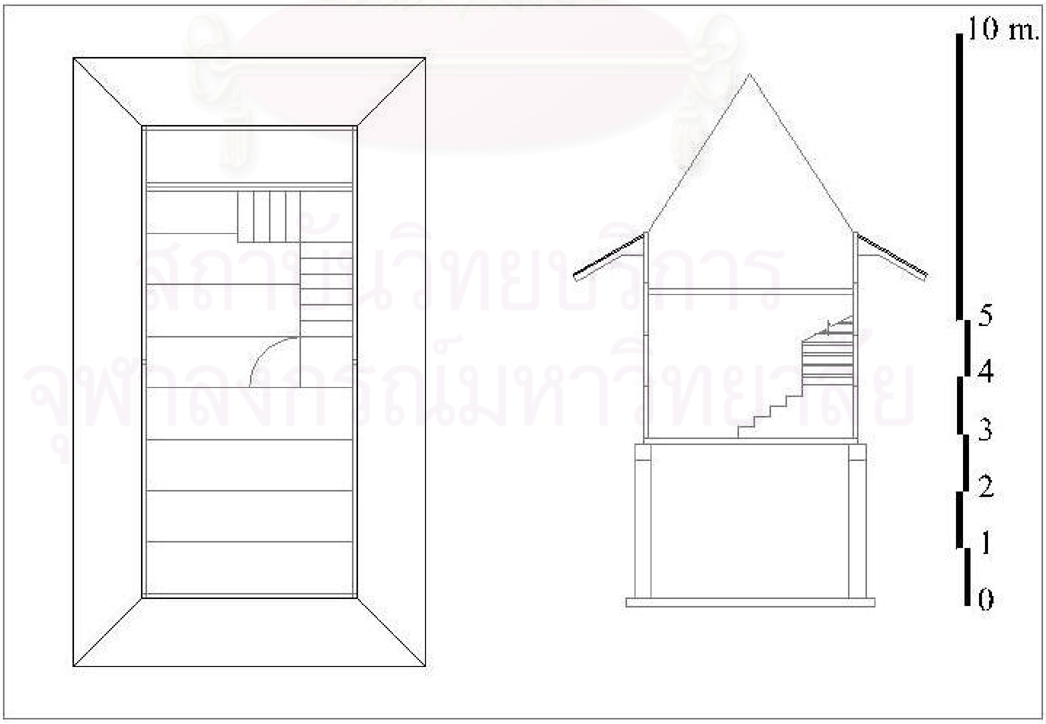


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 31 แสดงการเตรียมพื้นที่และปักผังพร้อมทำฐานราก

ตารางที่ 22 แสดงงานมุงชายคา

ชื่องาน	**13**	**มุงชายคา**					**27,342**
		รายการ	**จำนวน**	**หน่วย**	**ราคา/หน่วย**	**รวม**	**รวมเงิน**
วัสดุ	1	แผ่นหลังคา	52	ตร.ม.	300	15,600	27,000
	2	แผ่นครอบสัน	7	เมตร	200	1,400	
	3	อุปกรณ์ยึด	52	ชุด	50	2,600	
	4	แฟลตชิ่ง	24	เมตร	200	4,800	
	5	อุปกรณ์ยึด	52	ชุด	50	2,600	
เครื่องมือ	1	นั่งร้านทั้งชุดอย่างหนา 44 กก.	2	ชุด	-	0	-
	2	บันได 7 ขั้น	2	ชุด	-	0	
	3	เครื่องมือติดตั้งครบชุด	4	ชุด	-	0	
การขนส่ง							-
สวัสดิการ	1	อาหารกลางวัน	0	กล่อง	30	-	-
	2	น้ำดื่ม 1.5 ลิตร	0	ขวด	15	-	
วันที่ 3		**แรงงาน**	**คน**	**ชม.**	**ค่าแรง/ชม.**	**รวม**	**รวมเงิน**
14:00-14:45 น.	1	หัวหน้าช่าง	1	0.75	125	94	342
14:00-14:45 น.	2	ผู้ช่วยช่าง	3	0.75	90	203	
14:00-14:45 น.	3	กรรมกร	2	0.75	30	45	

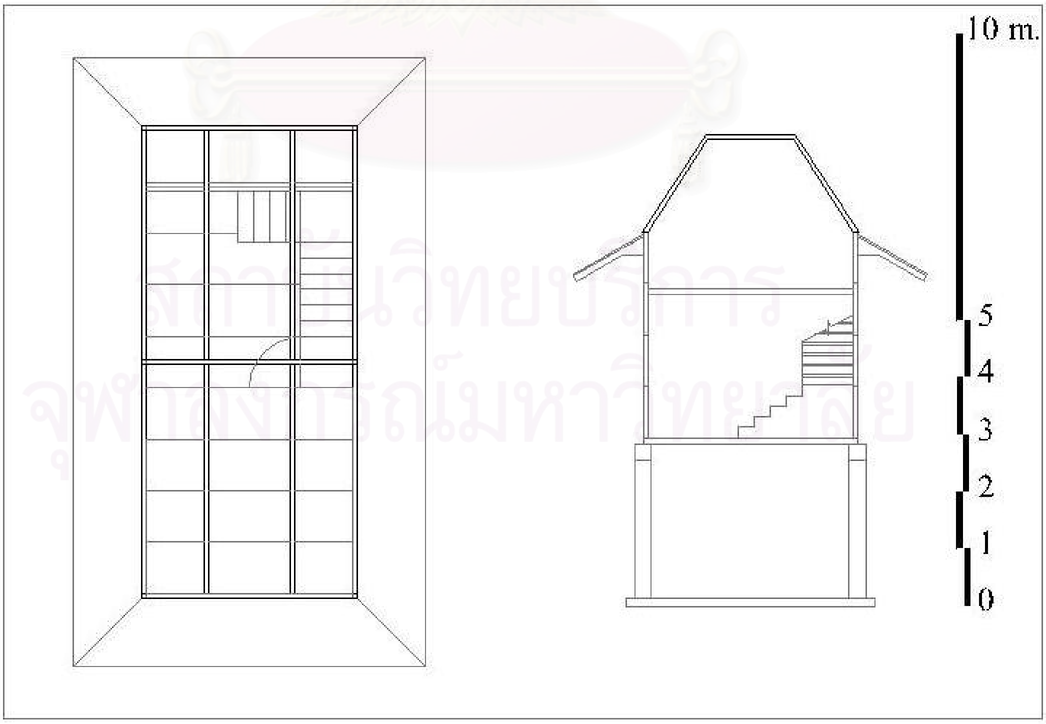


รูปที่ 32 แสดงงานมุงชายคา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 23 แสดงงานติดตั้งแผ่นหลังคาสำเร็จรูป

ชื่องาน	**14**	**ติดตั้งแผ่นหลังคาสำเร็จรูป**					**62,283**
		รายการ	**จำนวน**	**หน่วย**	**ราคา/หน่วย**	**รวม**	**รวมเงิน**
วัสดุ	1	แผ่นสำเร็จรูป(0.90x3.30 ม.)	22	แผ่น	2,700	59,400	61,600
	2	อุปกรณ์ยึด	44	ชุด	50	2,200	
เครื่องมือ	1	นั่งร้านทั้งชุดอย่างหนา 44 กก.	2	ชุด	-	0	-
	2	บันได 7 ขั้น	2	ชุด	-	0	
	3	เครื่องมือติดตั้งครบชุด	4	ชุด	-	0	
การขนส่ง							-
สวัสดิการ	1	อาหารกลางวัน	0	กล่อง	30	-	-
	2	น้ำดื่ม 1.5 ลิตร	0	ขวด	15	-	
วันที่ 3		**แรงงาน**	**คน**	**ชม.**	**ค่าแรง/ชม.**	**รวม**	**รวมเงิน**
14:45-16:15 น.	1	หัวหน้าช่าง	1	1.5	125	188	683
14:45-16:15 น.	2	ผู้ช่วยช่าง	3	1.5	90	405	
14:45-16:15 น.	3	กรรมกร	2	1.5	30	90	

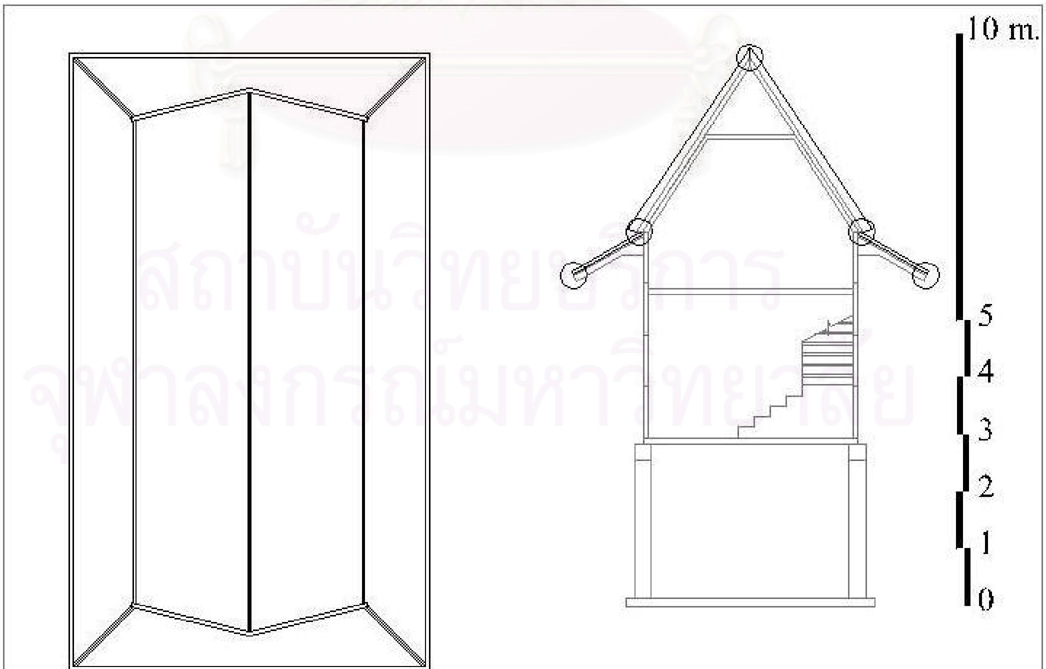


รูปที่ 33 แสดงงานติดตั้งแผ่นหลังคาสำเร็จรูป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 24 แสดงงานติดตั้งเชิงชายและปั้นลมสำเร็จรูป

ชื่องาน	**15**	**ติดตั้งเชิงชายและปั้นลมสำเร็จรูป**					**12,492**
		รายการ	**จำนวน**	**หน่วย**	**ราคา/หน่วย**	**รวม**	**รวมเงิน**
วัสดุ	1	แผ่นเชิงชายสำเร็จรูป	34	เมตร	150	5,100	11,900
	2	แผ่นปั้นลมสำเร็จรูป	4	ชิ้น	1200	4,800	
	3	ครอบสันหลังคา	10	เมตร	200	2,000	
เครื่องมือ	1	นั่งร้านทั้งชุดอย่างหนา 44 กก.	2	ชุด	-	0	-
	2	บันได 7 ขั้น	2	ชุด	-	0	
	3	เครื่องมือติดตั้งครบชุด	4	ชุด	-	0	
การขนส่ง	1	คนงาน+เครื่องมือ(กลับ)	1	เที่ยว	250	250	250
สวัสดิการ	1	อาหารกลางวัน	0	กล่อง	30	-	-
	2	น้ำดื่ม 1.5 ลิตร	0	ขวด	15	-	
วันที่ 3		**แรงงาน**	**คน**	**ชม.**	**ค่าแรง/ชม.**	**รวม**	**รวมเงิน**
16:15-17:00 น.	1	หัวหน้าช่าง	1	0.75	125	94	342
16:15-17:00 น.	2	ผู้ช่วยช่าง	3	0.75	90	203	
16:15-17:00 น.	3	กรรมกร	2	0.75	30	45	

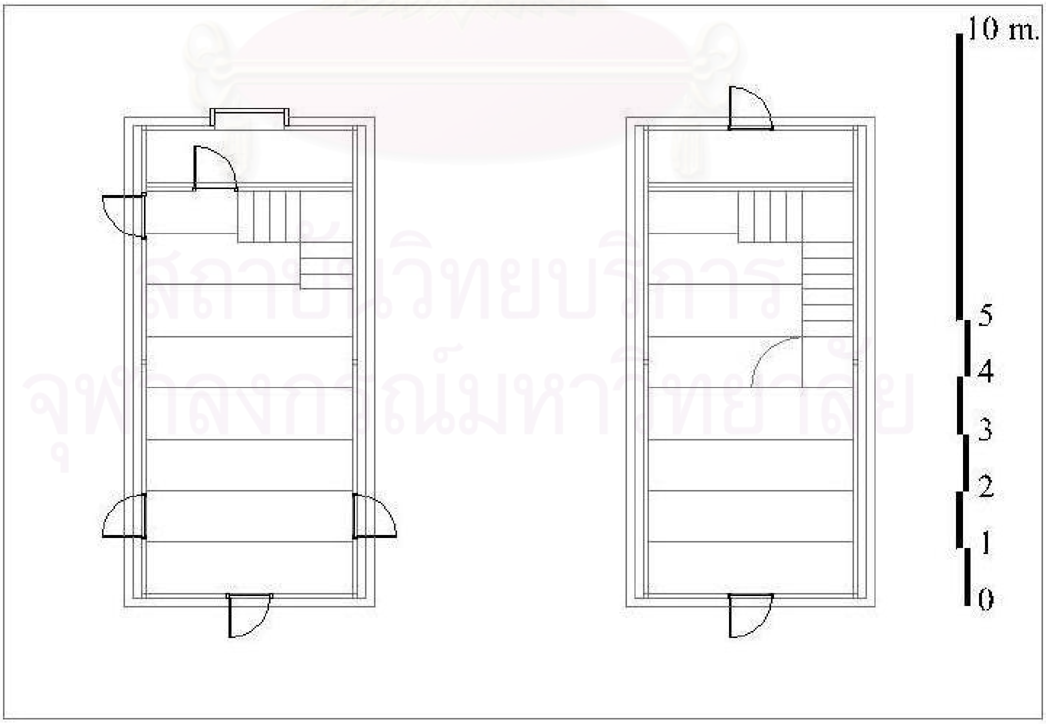


รูปที่ 34 แสดงงานติดตั้งเชิงชายและปั้นลมสำเร็จรูป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 25 แสดงงานติดตั้งประตูและหน้าต่าง

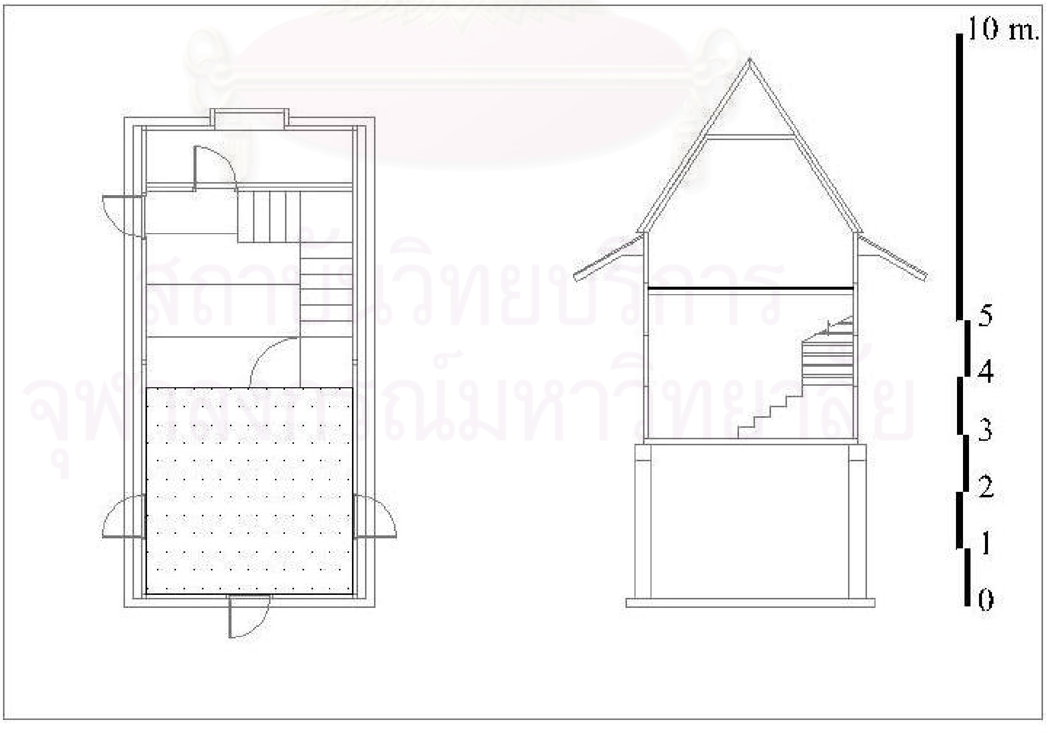
ชื่องาน	**16**	**ติดตั้งประตูและหน้าต่าง**					**31,700**
		รายการ	**จำนวน**	**หน่วย**	**ราคา/หน่วย**	**รวม**	**รวมเงิน**
วัสดุ	1	หน้าต่าง+วงกบสำเร็จรูป	5	ชุด	4,000	20,000	30,000
	2	ประตู+วงกบสำเร็จรูป	2	ชุด	5,000	10,000	
เครื่องมือ	1	เครื่องมือติดตั้งครบชุด	4	ชุด	-	-	-
	2	เครื่องวัดระดับ	2	อัน	-	-	
การขนส่ง	1	คนงาน+เครื่องมือ(ไป)	1	เที่ยว	250	250	250
สวัสดิการ	1	อาหารกลางวัน	12	กล่อง	30	360	540
	2	น้ำดื่ม 1.5 ลิตร	12	ขวด	15	180	
วันที่ 4		**แรงงาน**	**คน**	**ชม.**	**ค่าแรง/ชม.**	**รวม**	**รวมเงิน**
08:00-10:00 น.	1	หัวหน้าช่าง	1	2	125	250	910
08:00-10:00 น.	2	ผู้ช่วยช่าง	3	2	90	540	
08:00-10:00 น.	3	กรรมกร	2	2	30	120	



รูปที่ 35 แสดงงานติดตั้งประตูและหน้าต่าง

ตารางที่ 26 แสดงงานเก็บงานผิวพื้นชั้นที่ 2

ชื่องาน	**17**	**เก็บงานผิวพื้นชั้นที่ 2**					**4,014**
		รายการ	**จำนวน**	**หน่วย**	**ราคา/หน่วย**	**รวม**	**รวมเงิน**
วัสดุ	1	ผิวพื้น(3.60x3.60 ม.)	13	ตร.ม.	300	3,900	3,900
เครื่องมือ							-
การขนส่ง							-
สวัสดิการ	1	อาหารกลางวัน	0	กล่อง	30	-	-
	2	น้ำดื่ม 1.5 ลิตร	0	ขวด	15	-	
วันที่ 4		**แรงงาน**	**คน**	**ชม.**	**ค่าแรง/ชม.**	**รวม**	**รวมเงิน**
10:00-10:15 น.	1	หัวหน้าช่าง	1	0.25	125	31	114
10:00-10:15 น.	2	ผู้ช่วยช่าง	3	0.25	90	68	
10:00-10:15 น.	3	กรรมกร	2	0.25	30	15	

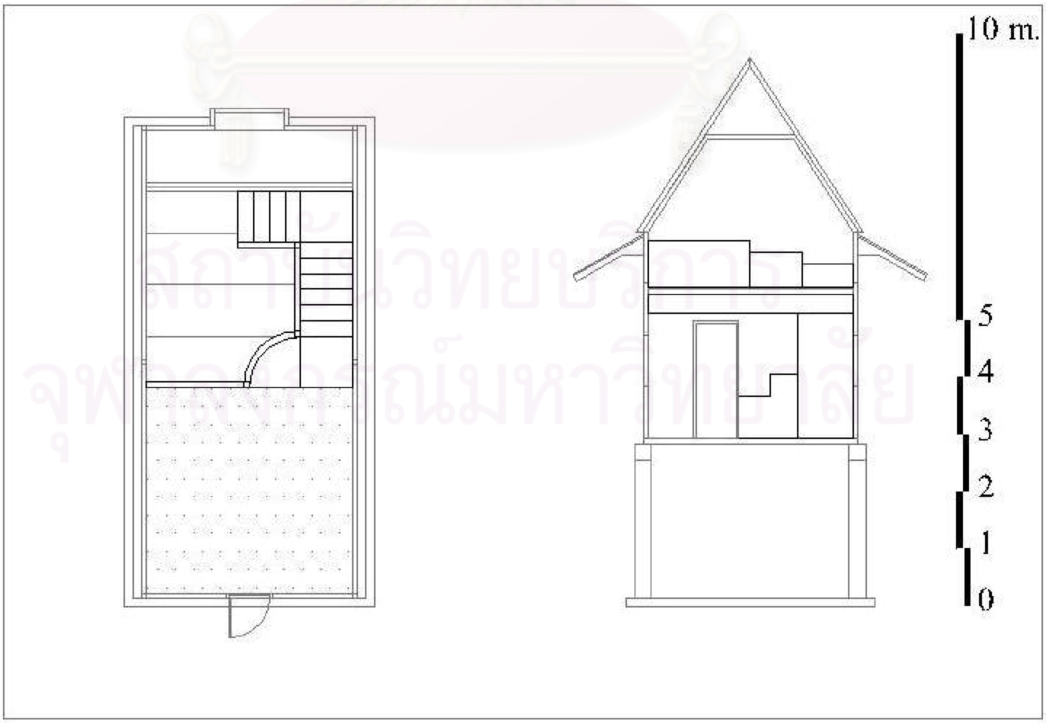


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 36 แสดงงานเก็บงานผิวพื้นชั้นที่ 2

ตารางที่ 27 แสดงงานบันไดและราวระเบียง

ชื่องาน	**18**	**เก็บงานบันไดและราวระเบียง**					**25,155**
		รายการ	**จำนวน**	**หน่วย**	**ราคา/หน่วย**	**รวม**	**รวมเงิน**
วัสดุ	1	ลูกตั้ง+ลูกนอน 16 ขั้น	16	ขั้น	800	12,800	24,700
	2	ชานพักบันได(1 ตร.ม.)	3	ชิ้น	500	1,500	
	3	ราวระเบียงสำเร็จรูป	13	ตร.ม.	800	10,400	
เครื่องมือ	1	เครื่องมือติดตั้งครบชุด	4	ชุด	-	-	-
การขนส่ง							-
สวัสดิการ	1	อาหารกลางวัน	0	กล่อง	30	-	-
	2	น้ำดื่ม 1.5 ลิตร	0	ขวด	15	-	
วันที่ 4		**แรงงาน**	**คน**	**ชม.**	**ค่าแรง/ชม.**	**รวม**	**รวมเงิน**
10:15-11:15 น.	1	หัวหน้าช่าง	1	1	125	125	455
10:15-11:15 น.	2	ผู้ช่วยช่าง	3	1	90	270	
10:15-11:15 น.	3	กรรมกร	2	1	30	60	

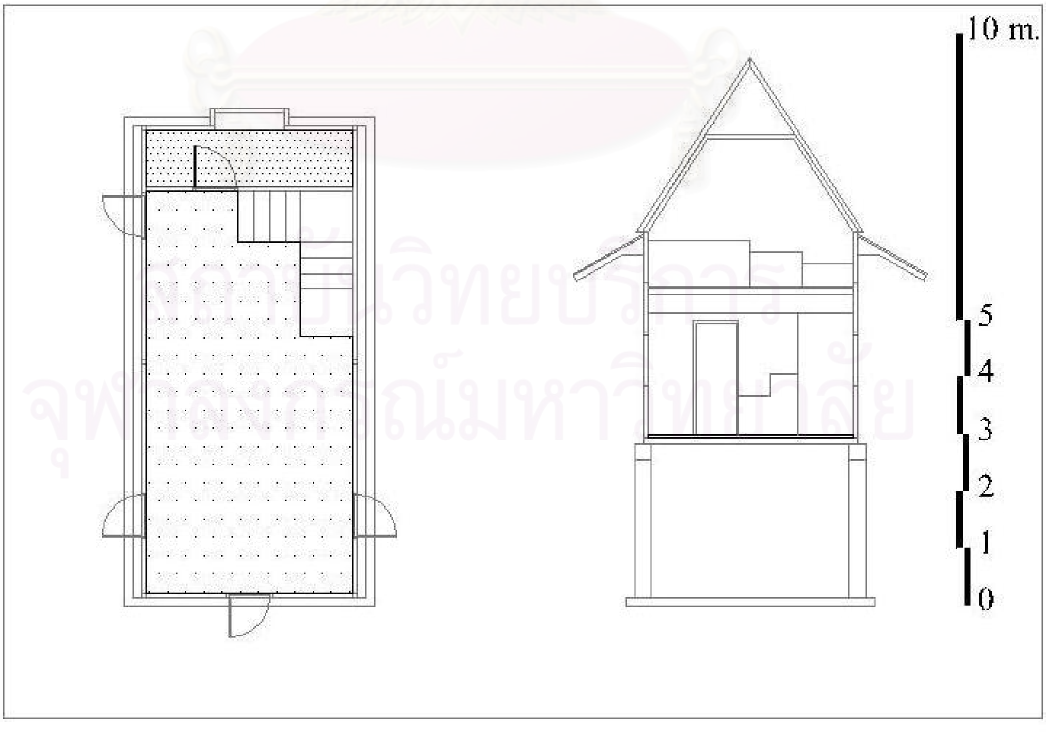


รูปที่ 37 แสดงงานบันไดและราวระเบียง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 28 แสดงงานเก็บงานผิวพื้นชั้นที่ 1

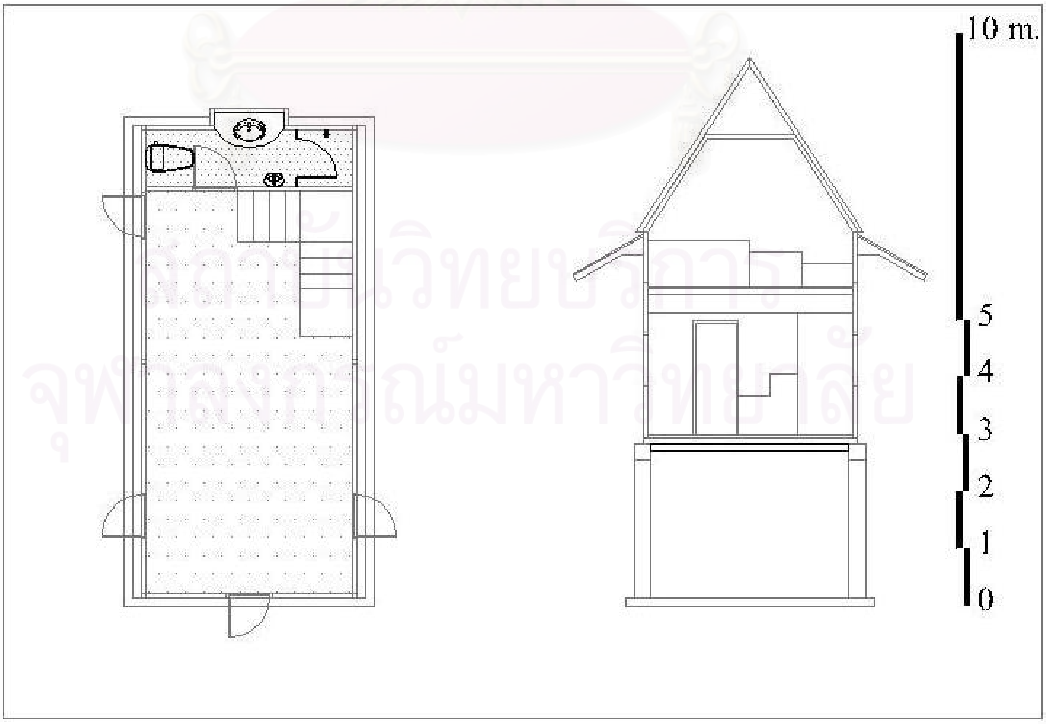
ชื่องาน	**19**	**เก็บงานผิวพื้นชั้นที่ 1**					**6,592**
		รายการ	**จำนวน**	**หน่วย**	**ราคา/หน่วย**	**รวม**	**รวมเงิน**
วัสดุ	1	ผิวพื้นห้องน้ำ(0.90x3.60 ม.)	3.5	ตร.ม.	300	1,050	6,250
	2	ผิวพื้นรับแขก	26	ตร.ม.	200	5,200	
เครื่องมือ							-
การขนส่ง							-
สวัสดิการ	1	อาหารกลางวัน	0	กล่อง	30	-	-
	2	น้ำดื่ม 1.5 ลิตร	0	ขวด	15	-	
วันที่ 4		**แรงงาน**	**คน**	**ชม.**	**ค่าแรง/ชม.**	**รวม**	**รวมเงิน**
11:15-12:00 น.	1	หัวหน้าช่าง	1	0.75	125	94	342
11:15-12:00 น.	2	ผู้ช่วยช่าง	3	0.75	90	203	
11:15-12:00 น.	3	กรรมกร	2	0.75	30	45	



รูปที่ 38 แสดงงานเก็บงานผิวพื้นชั้นที่ 1

ตารางที่ 29 แสดงงานติดตั้งสุขภัณฑ์+เดินท่อทิ้งไว้ริมเสา

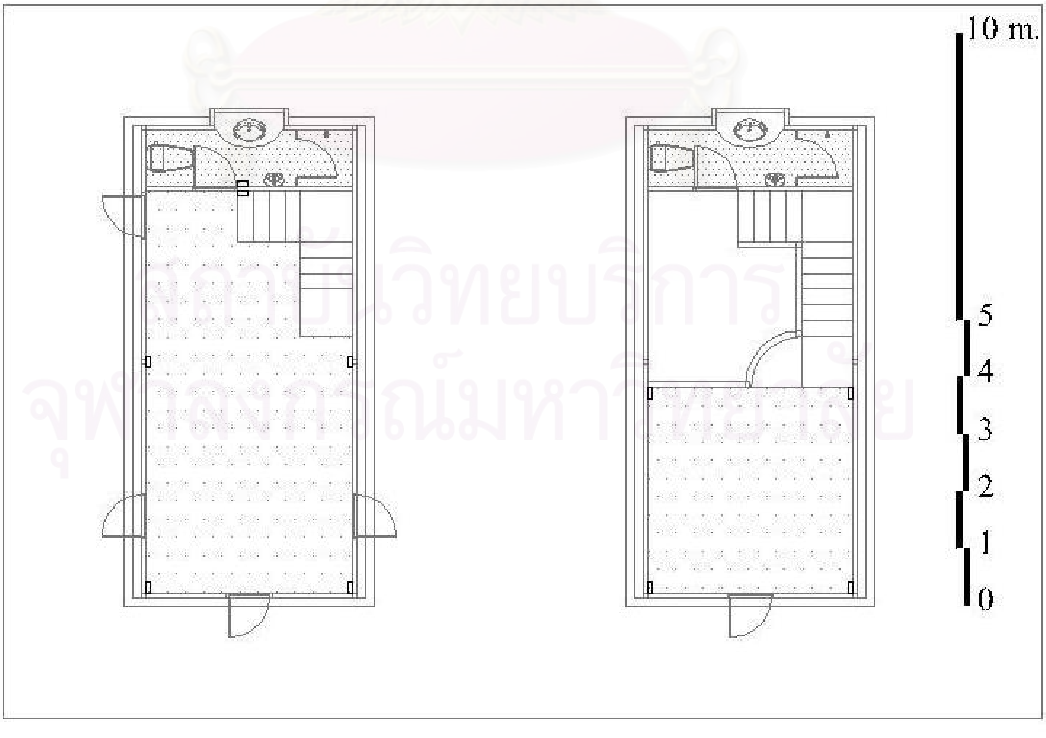
ชื่องาน	**20**	**ติดตั้งสุขภัณฑ์+เดินท่อทิ้งไว้ริมเสา**					**37,138**
		รายการ	**จำนวน**	**หน่วย**	**ราคา/หน่วย**	**รวม**	**รวมเงิน**
วัสดุ	1	ตู้อาบน้ำสำเร็จรูป+ฝักบัว	1	ชุด	14,000	14,000	30,000
	2	อ่างล้างหน้า+กระจกเงา	1	ชุด	2,500	2,500	
	3	โถปัสสาวะ	1	ชุด	1,500	1,500	
	4	โถสุขภัณฑ์	1	ชุด	5,000	5,000	
	5	ก๊อกน้ำ+ราวแขวนผ้า	2	ชุด	2,500	5,000	
	6	ท่อประปา	1	ชุด	2,000	2,000	
เครื่องมือ	1	เครื่องมือติดตั้งระบบประปา	2	ชุด	3,000	6,000	6,000
การขนส่ง							-
สวัสดิการ	1	อาหารกลางวัน	0	กล่อง	30	-	-
	2	น้ำดื่ม 1.5 ลิตร	0	ขวด	15	-	
วันที่ 4		**แรงงาน**	**คน**	**ชม.**	**ค่าแรง/ชม.**	**รวม**	**รวมเงิน**
13:00-15:30 น.	1	หัวหน้าช่าง	1	2.5	125	313	1,138
13:00-15:30 น.	2	ผู้ช่วยช่าง	3	2.5	90	675	
13:00-15:30 น.	3	กรรมกร	2	2.5	30	150	



รูปที่ 39 แสดงงานติดตั้งสุขภัณฑ์+เดินท่อทิ้งไว้ริมเสา

ตารางที่ 30 แสดงงานระบบไฟฟ้า ทีวี และโทรทัศน์

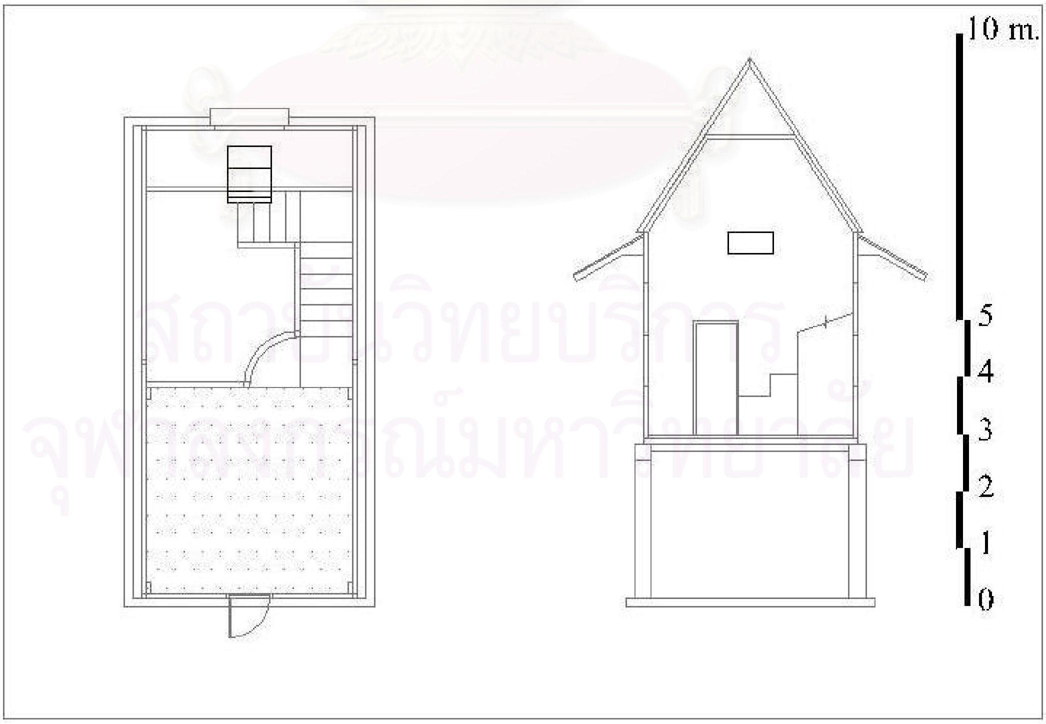
ชื่องาน	**21**	**ระบบไฟฟ้า ทีวี และโทรศัพท์**					**20,433**
		รายการ	**จำนวน**	**หน่วย**	**ราคา/หน่วย**	**รวม**	**รวมเงิน**
วัสดุ	1	ระบบไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์ครบชุด	1	ชุด	14,000	14,000	16,500
	2	ระบบทีวี และ โทรศัพท์	1	ชุด	2,500	2,500	
เครื่องมือ	1	เครื่องมือติดตั้งงานระบบ	1	ชุด	3,000	3,000	3,000
การขนส่ง	1	คนงาน+เครื่องมือ(กลับ)	1	เที่ยว	250	250	250
สวัสดิการ	1	อาหารกลางวัน	0	กล่อง	30	-	-
	2	น้ำดื่ม 1.5 ลิตร	0	ขวด	15	-	
วันที่ 4		**แรงงาน**	**คน**	**ชม.**	**ค่าแรง/ชม.**	**รวม**	**รวมเงิน**
15:30-17:00 น.	1	หัวหน้าช่าง	1	1.5	125	188	683
15:30-17:00 น.	2	ผู้ช่วยช่าง	3	1.5	90	405	
15:30-17:00 น.	3	กรรมกร	2	1.5	30	90	



รูปที่ 40 แสดงงานระบบไฟฟ้า ทีวี และโทรทัศน์

ตารางที่ 31 แสดงงานติดตั้งระบบปรับอากาศ

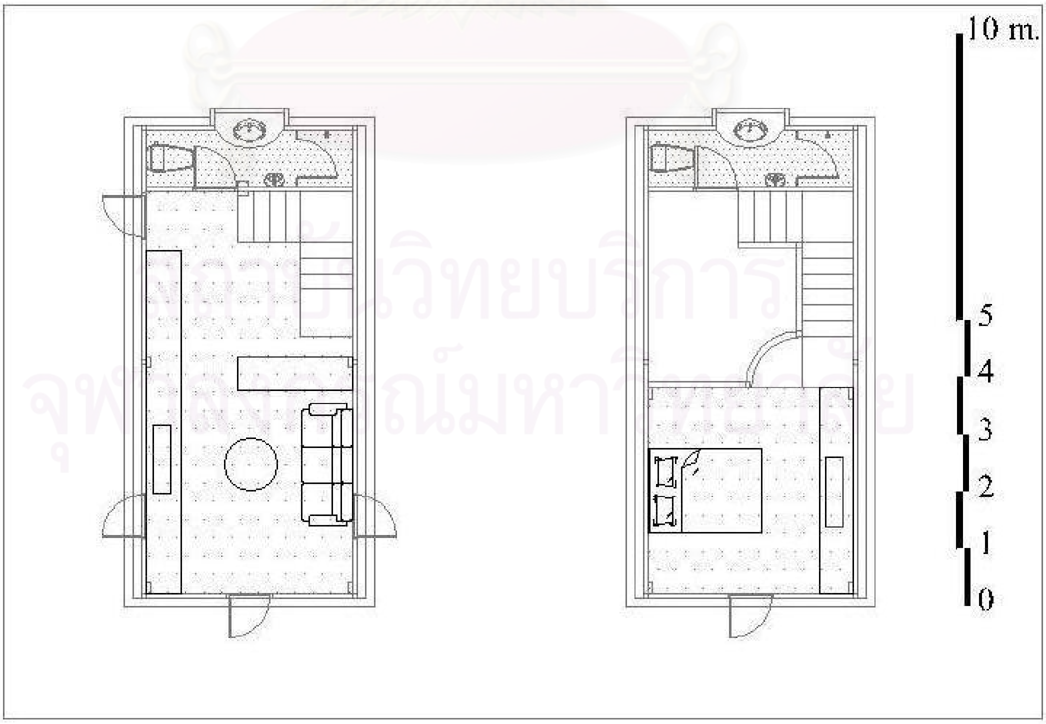
ชื่องาน	**22**	**ติดตั้งระบบปรับอากาศ**					**51,700**
		รายการ	**จำนวน**	**หน่วย**	**ราคา/หน่วย**	**รวม**	**รวมเงิน**
วัสดุ	1	เครื่องปรับอากาศ	1	ชุด	15,000	15,000	15,000
เครื่องมือ	1	เครื่องมือติดตั้ง+เดินน้ำยา	1	ชุด	35,000	35,000	35,000
	2	เครื่องวัดระดับ	2	อัน	-	-	
การขนส่ง	1	คนงาน+เครื่องมือ(ไป)	1	เที่ยว	250	250	250
สวัสดิการ	1	อาหารกลางวัน	12	กล่อง	30	360	540
	2	น้ำดื่ม 1.5 ลิตร	12	ขวด	15	180	
วันที่ 5		**แรงงาน**	**คน**	**ชม.**	**ค่าแรง/ชม.**	**รวม**	**รวมเงิน**
08:00-10:00 น.	1	หัวหน้าช่าง	1	2	125	250	910
08:00-10:00 น.	2	ผู้ช่วยช่าง	3	2	90	540	
08:00-10:00 น.	3	กรรมกร	2	2	30	120	



รูปที่ 41 แสดงงานติดตั้งระบบปรับอากาศ

ตารางที่ 32 แสดงงานเฟอร์นิเจอร์+โคมไฟ

ชื่องาน	23	**เฟอร์นิเจอร์+โคมไฟ**					**40,910**
		รายการ	**จำนวน**	**หน่วย**	**ราคา/หน่วย**	**รวม**	**รวมเงิน**
วัสดุ	1	ชุดโซฟารับแขกครบชุด	1	ชุด	10,000	10,000	40,000
	2	เตียงนอน+ชั้นวางผ้า	1	ชุด	15,000	15,000	
	3	ทีวี+โทรศัพท์+ชั้นวาง	1	ชุด	10,000	10,000	
	4	ตู้เย็น+ตู้เก็บของ	1	ชุด	5,000	5,000	
	5	โต๊ะทานอาหารครบชุด 4 ที่นั่ง	1	ชุด	5,000	5,000	
	6	โคมไฟ	8	ชุด	1,000	8,000	
เครื่องมือ							-
การขนส่ง							-
สวัสดิการ	1	อาหารกลางวัน	0	กล่อง	30	-	-
	2	น้ำดื่ม 1.5 ลิตร	0	ขวด	15	-	
วันที่ 5		**แรงงาน**	**คน**	**ชม.**	**ค่าแรง/ชม.**	**รวม**	**รวมเงิน**
10:00-12:00 น.	1	หัวหน้าช่าง	1	2	125	250	910
10:00-12:00 น.	2	ผู้ช่วยช่าง	3	2	90	540	
10:00-12:00 น.	3	กรรมกร	2	2	30	120	



รูปที่ 42 แสดงงานเฟอร์นิเจอร์+โคมไฟ

ศูนย์วิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

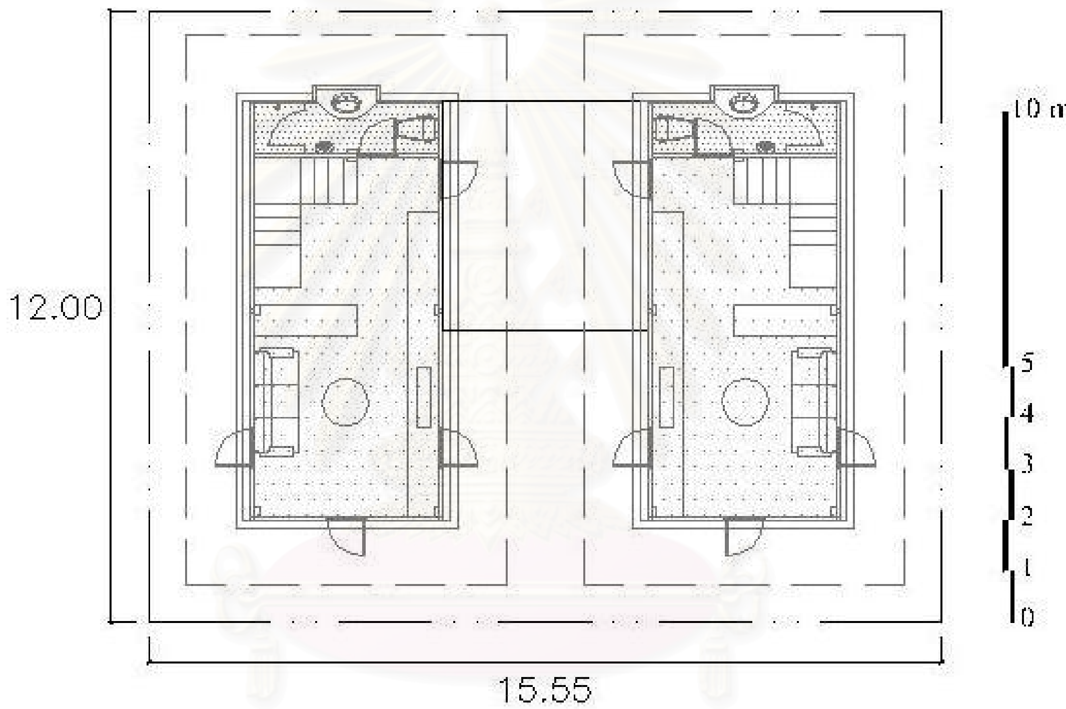
ตารางที่ 33 แสดงงานระบบสุขาภิบาล+ประปาภายนอก

ชื่องาน	**24**	**ระบบสุขาภิบาล +ประปาภายนอก**					**22,910**
		รายการ	**จำนวน**	**หน่วย**	**ราคา/หน่วย**	**รวม**	**รวมเงิน**
วัสดุ	1	ถังบำบัดสำเร็จรูป	1	ชุด	9,000	9,000	22,000
	2	ปั๊มน้ำ	1	ชุด	6,000	6,000	
	3	ถังเก็บน้ำสำเร็จรูป	1	ชุด	7000	7,000	
เครื่องมือ	1	เครื่องมือติดตั้งระบบประปา	2	ชุด	-	-	-
การขนส่ง							-
สวัสดิการ	1	อาหารกลางวัน	0	กล่อง	30	-	-
	2	น้ำดื่ม 1.5 ลิตร	0	ขวด	15	-	
วันที่ 5		**แรงงาน**	**คน**	**ชม.**	**ค่าแรง/ชม.**	**รวม**	**รวมเงิน**
13:00-15:00 น.	1	หัวหน้าช่าง	1	2	125	250	910
13:00-15:00 น.	2	ผู้ช่วยช่าง	3	2	90	540	
13:00-15:00 น.	3	กรรมกร	2	2	30	120	

ตารางที่ 34 แสดงงานทำความสะอาดและเก็บพื้นที่

ชื่องาน	**25**	**ทำความสะอาดและเก็บพื้นที่**					**30,705**
		รายการ	**จำนวน**	**หน่วย**	**ราคา/หน่วย**	**รวม**	**รวมเงิน**
วัสดุ	1	ถอดแบบ	1	ชุด	-	-	30,000
	2	ติดตั้งชุดบันได+ชานสำเร็จรูป	1	ชุด	30,000	30,000	
เครื่องมือ	1	เครื่องมือติดตั้งครบชุด	4	ชุด	-	-	-
การขนส่ง	1	คนงาน+เครื่องมือ(กลับ)	1	เที่ยว	250	250	250
สวัสดิการ	1	อาหารกลางวัน	0	กล่อง	30	-	-
	2	น้ำดื่ม 1.5 ลิตร	0	ขวด	15	-	
วันที่ 5		**แรงงาน**	**คน**	**ชม.**	**ค่าแรง/ชม.**	**รวม**	**รวมเงิน**
15:00-17:00 น.	1	หัวหน้าช่าง	1	1	125	125	455
15:00-17:00 น.	2	ผู้ช่วยช่าง	3	1	90	270	
15:00-17:00 น.	3	กรรมกร	2	1	30	60	

<u>การขยายตัวบนที่ดินจำนวน 2 หลัง</u>

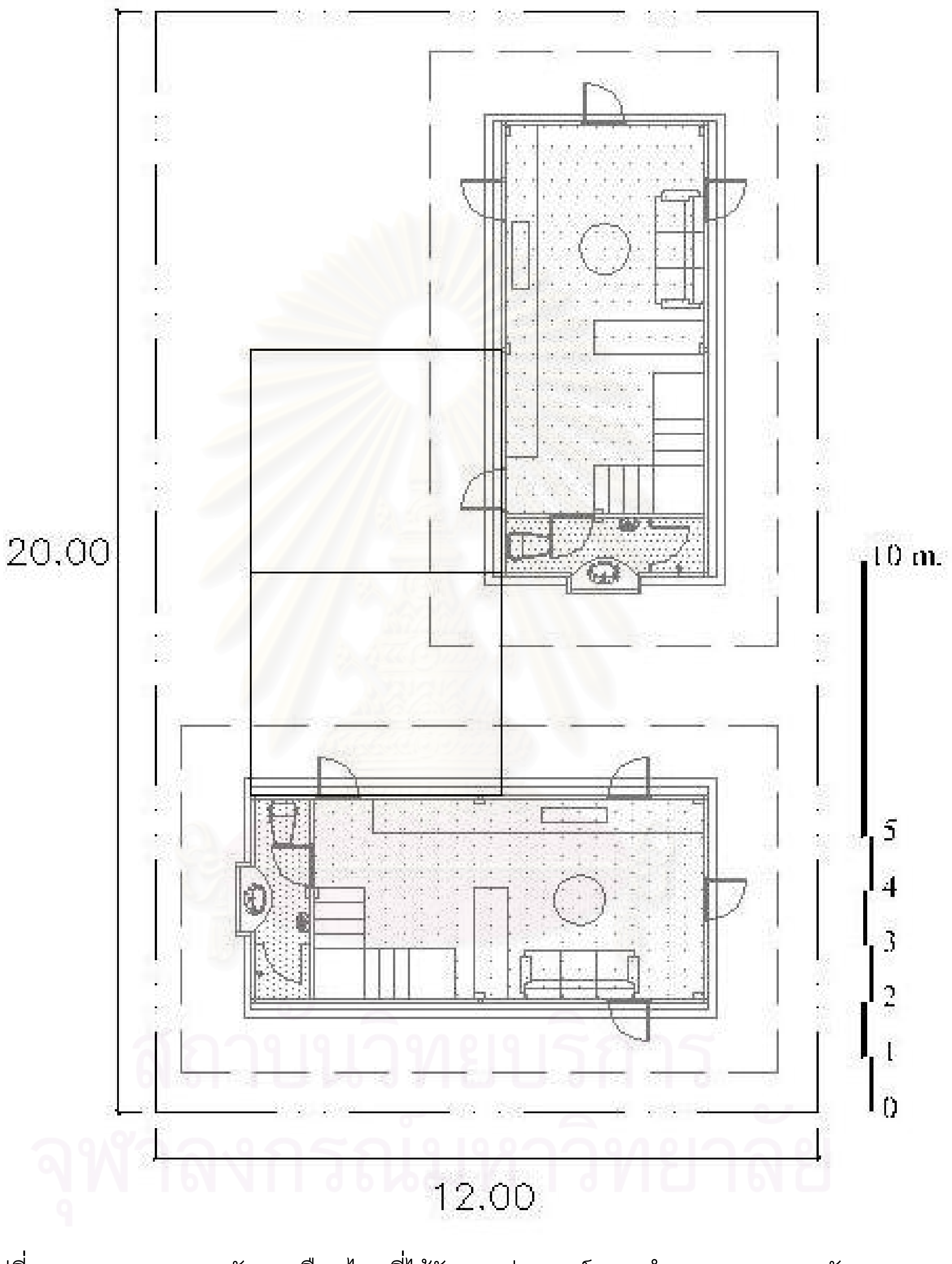


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 43 แสดงการขยายตัวของเรือนไทยที่ได้รับการประยุกต์ แบบจำนวนสูงสุด 2 หลัง วางขนานทิศทางกัน

จากรูปแสดงเทคนิคการแบ่งระยะในการลงทุนเป็น 2 งวด ด้วยการสร้างเรือนไทยที่เชื่อมต่อได้สูงสุดจำนวน 2 หลัง โดยวางขนานทิศทางกันบนที่ดินขนาด 50 ตารางวา

<u>การขยายตัวบนที่ดินจำนวน 2 หลัง</u>



รูปที่ 44 แสดงการขยายตัวของเรือนไทยที่ได้รับการประยุกต์ แบบจำนวนสูงสุด 2 หลัง วางขวางทิศทางกัน

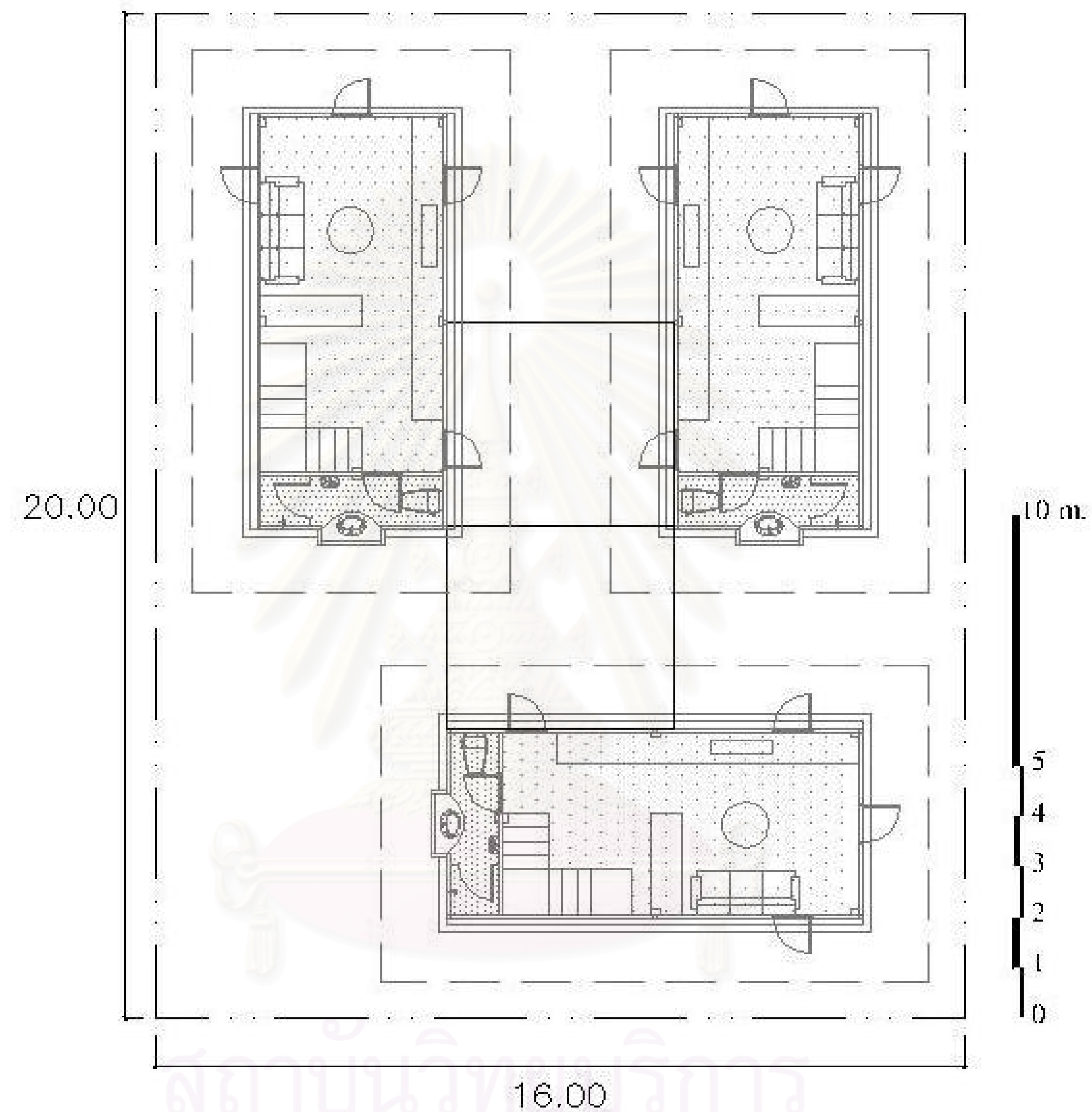
จากรูปแสดงเทคนิคการแบ่งระยะในการลงทุนเป็น 2 งวด ด้วยการสร้างเรือนไทยที่เชื่อมต่อได้สูงสุดจำนวน 2 หลัง โดยวางขวางทิศทางกันบนที่ดินขนาด 60 ตารางวา

<u>หุ่นจำลองแสดงการขยายตัวจำนวน 2 หลัง</u>

รูปที่ 45 แสดงหุ่นจำลองการขยายตัวของเรือนไทยจำนวน 2 หลัง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>การขยายตัวบนที่ดินจำนวน 3 หลัง</u>



รูปที่ 46 แสดงการขยายตัวของเรือนไทยที่ได้รับการประยุกต์ แบบจำนวนสูงสุด 3 หลัง วางขนานและขวางทิศทางกัน

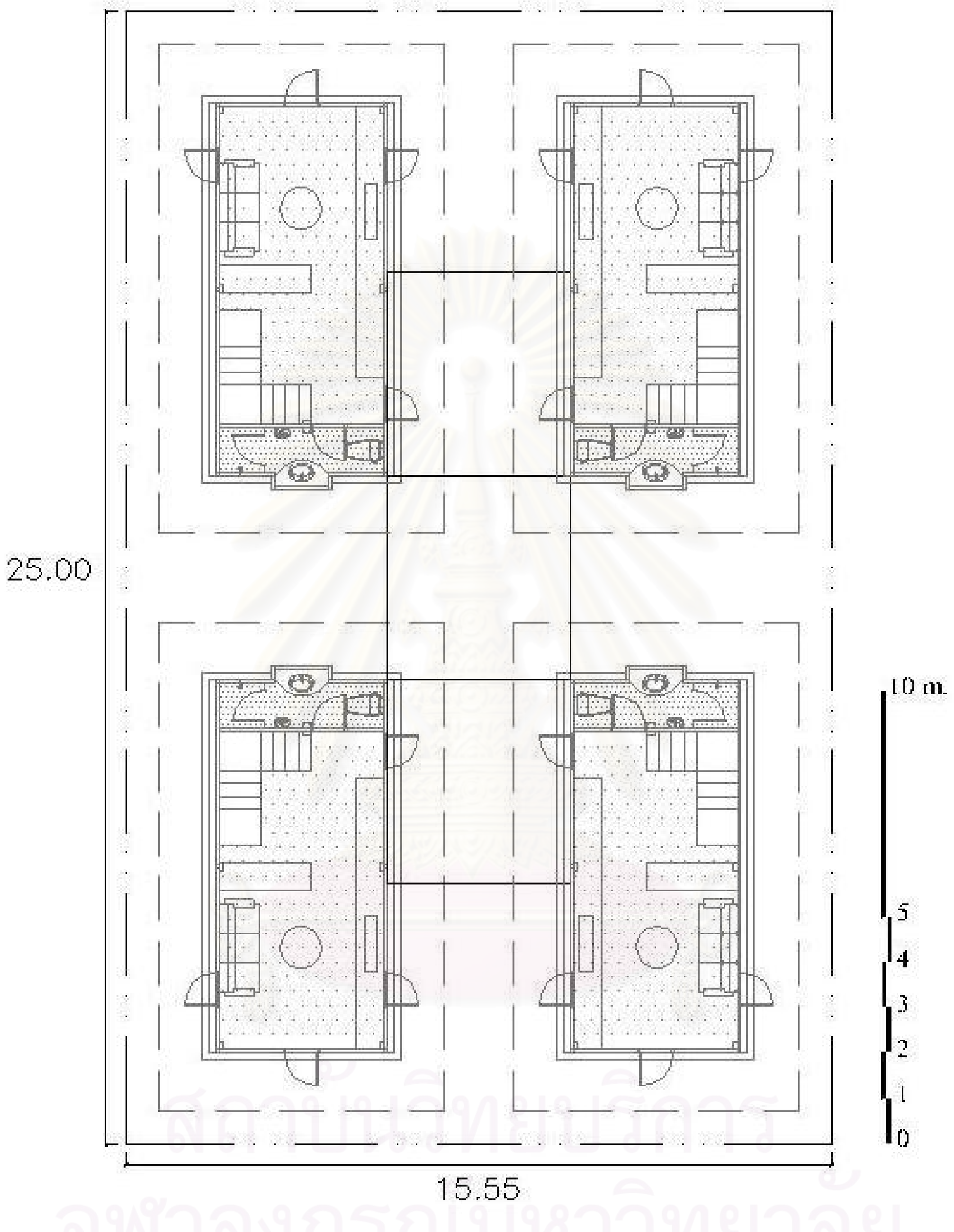
จากรูปแสดงเทคนิคการแบ่งระยะในการลงทุนเป็น 3 งวดด้วยการสร้างเรือนไทยที่เชื่อมต่อได้สูงสุดจำนวน 3 หลัง โดยวางขนานและขวางทิศทางกันบนที่ดินขนาด 80 ตารางวา

<u>หุ่นจำลองแสดงการขยายตัวจำนวน 3 หลัง</u>

รูปที่ 47 แสดงหุ่นจำลองการขยายตัวของเรือนไทยจำนวน 3 หลัง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>การขยายตัวบนที่ดินจำนวน 4 หลัง</u>

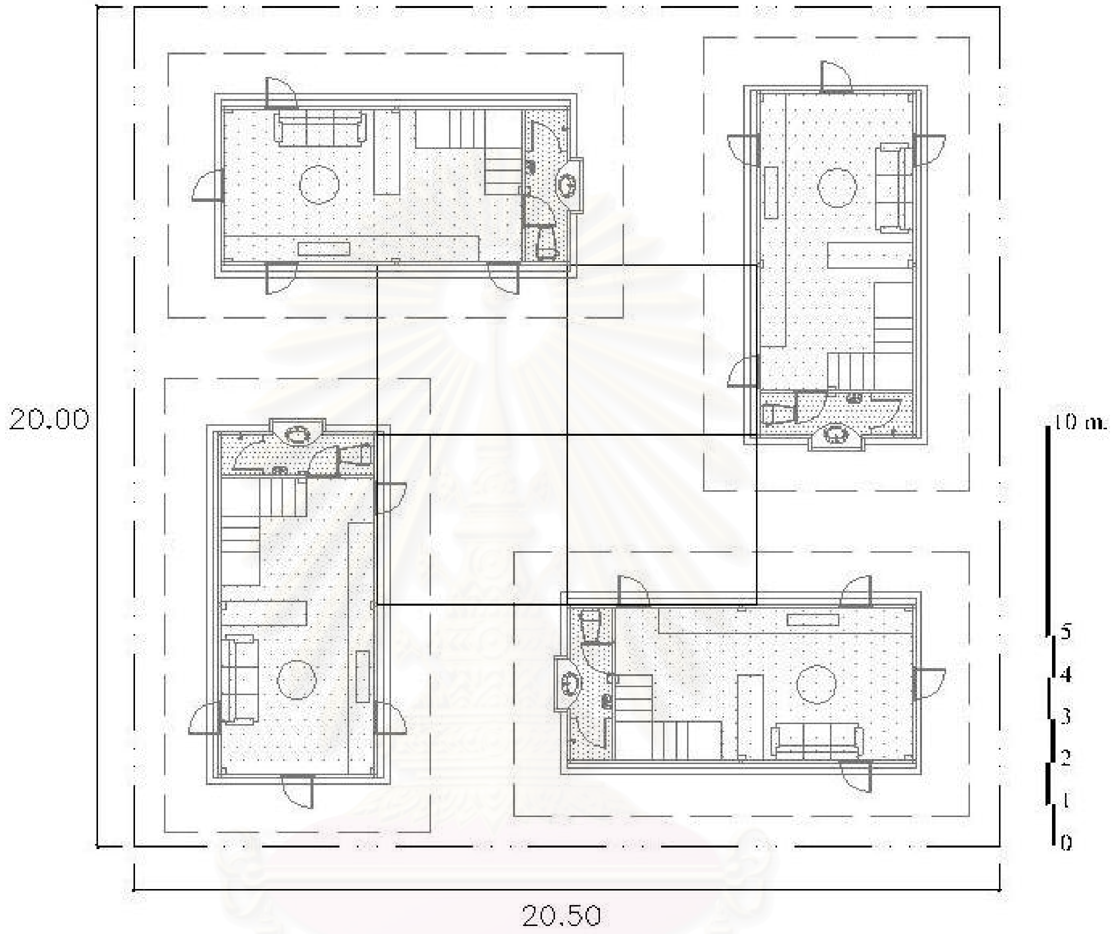


รูปที่ 48 แสดงการขยายตัวของเรือนไทยที่ได้รับการประยุกต์ แบบจำนวนสูงสุด 4 หลัง วางขนานกัน

จากรูปแสดงเทคนิคการแบ่งระยะในการลงทุนเป็น 4 งวด ด้วยการสร้างเรือนไทยที่เชื่อมต่อได้สูงสุดจำนวน 4 หลัง โดยวางขนานกันบนที่ดินขนาด 100 ตารางวา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

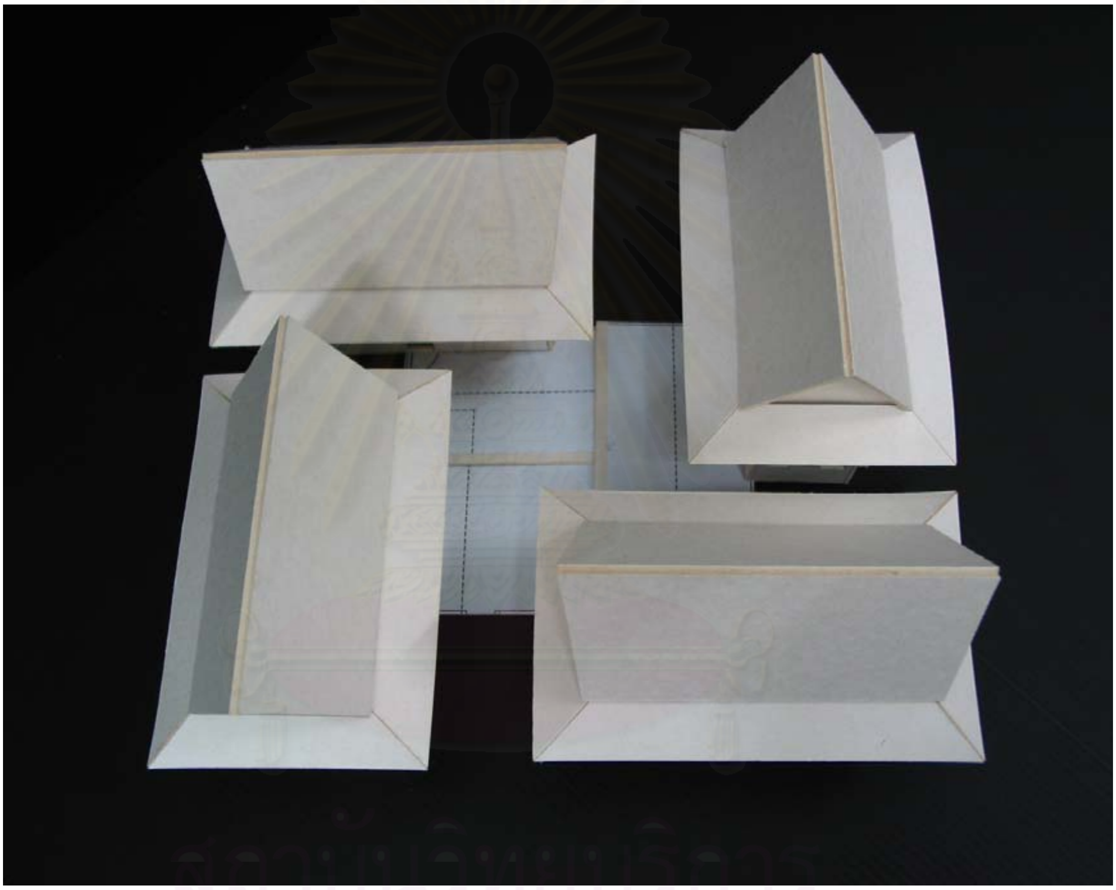
<u>การขยายตัวบนที่ดินจำนวน 4 หลัง</u>



รูปที่ 49 แสดงการขยายตัวของเรือนไทยที่ได้รับการประยุกต์ แบบจำนวนสูงสุด 4 หลัง วางขนาน และขวางทิศทางกัน

จากรูปแสดงเทคนิคการแบ่งระยะในการลงทุนเป็น 4 งวดด้วยการสร้างเรือนไทยที่เชื่อมต่อได้สูงสุดจำนวน 4 หลัง โดยวางขนานและขวางทิศทางกันบนที่ดินขนาด 100 ตารางวา

<u>หุ่นจำลองแสดงการขยายตัวจำนวน 4 หลัง</u>



รูปที่ 50 แสดงหุ่นจำลองการขยายตัวของเรือนไทยจำนวน 4 หลัง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางแสดงต้นทุนค่าก่อสร้างเมื่อมีการผลิตในปริมาณมาก

ตารางที่ 35 แสดงต้นทุนในการก่อสร้างเมื่อผลิตปริมาณมาก

	ชื่องาน	วัสดุ	เครื่องมือ	ขนส่ง	สวัสดิการ	แรงงาน
1	เตรียมพื้นที่และปักผังพร้อมทำฐานราก	4,395	2,040	750	540	1,593
2	ฐานราก (ตั้งแบบคอนกรีต+เหล็กเสริม)	12,000	10,800	-	540	228
3	ฐานราก (เทคอนกรีต)	4,541	2,720	250	540	1,820
4	เสา (ตั้งแบบคอนกรีต+วางเหล็กเสริม)	6,000	18,000	750	540	228
5	เสา (เทคอนกรีต)	1,824	3,800	-	540	1,593
6	คาน (ตั้งแบบคอนกรีต+วางเหล็กเสริม)	3,000	19,280	-	540	228
7	คาน (เทคอนกรีต)	1,824	-	250	540	1,593
8	วางแผ่นพื้นชั้น 1	26,100	20,000	500	540	228
9	ตั้งผนังสำเร็จรูป	81,000	-	-	-	910
10	ติดตั้งบันได (โครงสร้าง)	5,800	-	-	-	342
11	วางแผ่นพื้นชั้น 2	16,000	-	-	-	342
12	ติดตั้งโครงชายคา	13,900	-	-	-	455
13	มุงชายคา	27,000	-	-	-	342
14	ติดตั้งแผ่นหลังคาสำเร็จรูป	61,600	-	-	-	683
15	ติดตั้งเชิงชายและปั้นลมสำเร็จรูป	11,900	-	250	-	342
16	ติดตั้งประตูและหน้าต่าง	30,000	-	250	540	910
17	เก็บงานผิวพื้นชั้นที่ 2	3,900	-	-	-	114
18	เก็บงานบันไดและราวระเบียง	24,700	-	-	-	455
19	เก็บงานผิวพื้นชั้นที่ 1	6,250	-	-	-	342
20	ติดตั้งสุขภัณฑ์+เดินท่อทิ้งไว้ริมเสา	30,000	6,000	-	-	1,138
21	ระบบไฟฟ้า ทีวี และโทรศัพท์	16,500	3,000	250	-	683
22	ติดตั้งระบบปรับอากาศ	15,000	35,000	250	540	910
23	เฟอร์นิเจอร์+โคมไฟ	40,000	-	-	-	910
24	ระบบสุขาภิบาล+ประปาภายนอก	22,000	-	-	-	910
25	ทำความสะอาดและเก็บพื้นที่	30,000	-	250	-	455
		495,233	**120,640**	**3,750**	**5,400**	**17,754**

รวมต้นทุนการก่อสร้างทั้งสิ้น 522,137 บาทต่อหลัง (ไม่รวมค่าเครื่องมือ)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1. สรุปผลการวิจัย

5.1.1. สรุปการศึกษาตัวแปร

จากการศึกษางานวิจัย ทฤษฎี และเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อวิจัยนี้ สามารถค้นหาตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้ประมาณ 7 ประการ ดังหัวข้อต่อไปนี้

1. กิจกรรมและพื้นที่ใช้สอย
2. ค่าภาระของระบบปรับอากาศ
3. ค่าการสะสมความร้อนในมวลสาร
4. อัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อพื้นที่ใช้สอย
5. ระยะเวลาในการก่อสร้าง
6. การแบ่งระยะในการลงทุน
7. การผลิตในปริมาณมาก

เมื่อทราบถึงตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยแล้วจึงทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบ เพื่อนำผลการวิเคราะห์ไปใช้เป็นแนวทางในการประยุกต์ตัวแปรกับเรือนไทยเพื่อการประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน จากนั้นทำการวิเคราะห์ความสำคัญและอิทธิพลของตัวแปรด้วยวิธีการคำนวณวิเคราะห์เปรียบเทียบต่อไป

สรุป ตัวแปรที่เกี่ยวข้องมีด้วยกัน 7 ประการสำคัญดังนี้ 1) กิจกรรมและพื้นที่ใช้สอย 2) ค่าภาระของระบบปรับอากาศ 3) ค่าการสะสมความร้อนในมวลสาร 4) อัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อพื้นที่ใช้สอย 5) ระยะเวลาในการก่อสร้าง 6) การแบ่งระยะในการลงทุน 7) การผลิตในปริมาณมาก

5.1.2. สรุปการวิเคราะห์ความสำคัญและอิทธิพลของตัวแปร

จากวิเคราะห์อิทธิพลและความสำคัญของตัวแปรที่มีผลต่อการนำรูปแบบของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน ด้วยวิธีการทำรูปวิเคราะห์ และ วิธีการทำแผนภูมิเปรียบเทียบ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. สรุปการวิเคราะห์ด้านกิจกรรมใช้สอย

พื้นที่ใช้สอยภายใน ควรประกอบด้วยพื้นที่ขั้นต่ำดังนี้

1. พื้นที่ห้องนอน ควรมีไม่น้อยกว่า 9 ตารางเมตร
2. พื้นที่ส่วนรับแขก-พักผ่อน ควรมีไม่น้อยกว่า 6 ตารางเมตร
3. พื้นที่ส่วนรับประทานอาหาร ควรมีไม่น้อยกว่า 6 ตารางเมตร
4. พื้นที่ส่วนแต่งตัว ควรมีไม่น้อยกว่า 4 ตารางเมตร
5. พื้นที่ห้องน้ำ ควรมีไม่น้อยกว่า 6 ตารางเมตร
6. พื้นที่ส่วนทำงาน ควรมีไม่น้อยกว่า 2 ตารางเมตร

พื้นที่ใช้สอยภายในของเรือนไทยน้อยที่สุดเท่ากับ 33 ตารางเมตร

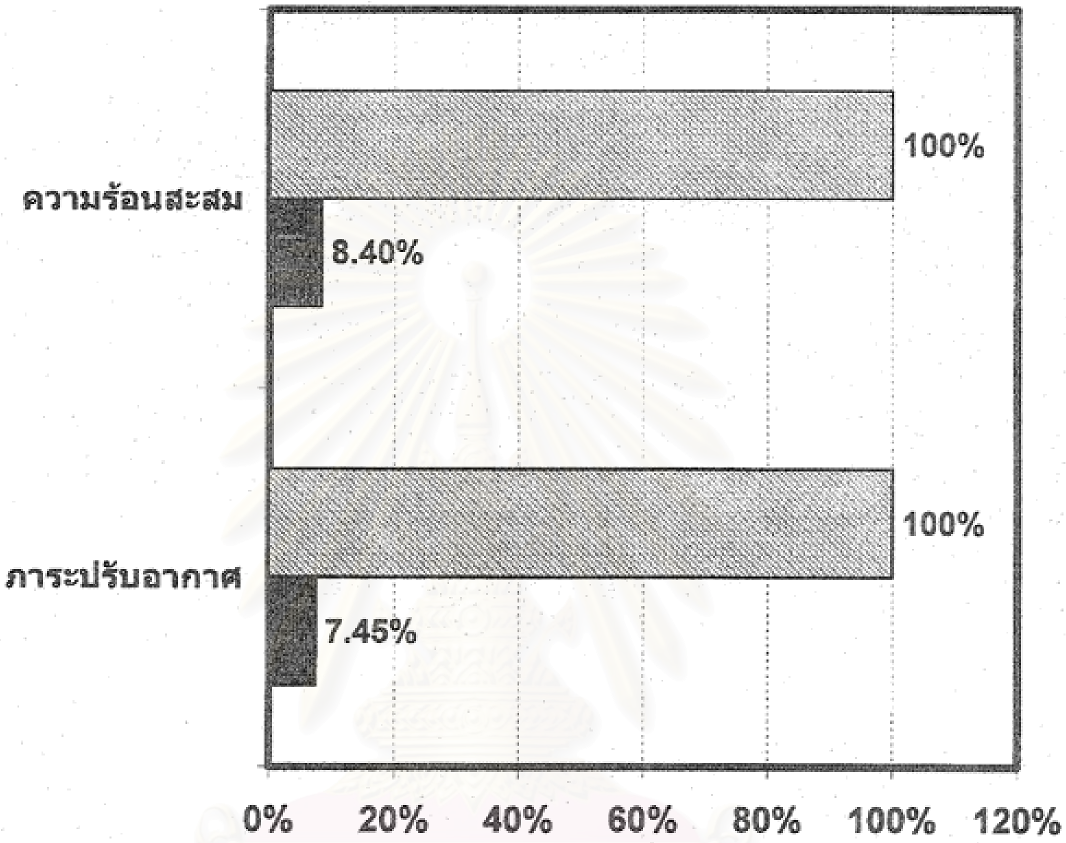
พื้นที่ใช้สอยภายนอก ควรประกอบด้วยพื้นที่ขั้นต่ำดังนี้

1. พื้นที่ส่วนปรุงอาหาร ควรมีไม่น้อยกว่า 4 ตารางเมตร
2. พื้นที่ส่วนจอดรถยนต์ ควรมีไม่น้อยกว่า 24 ตารางเมตร

พื้นที่ใช้สอยภายนอกของเรือนไทยน้อยที่สุดเท่ากับ 28 ตารางเมตร

สรุป ต้องปรับเปลี่ยนพื้นที่ใช้สอยภายในเรือนไทยให้สอดคล้องกับการใช้สอยในปัจจุบันโดยอาศัยหลักการออกแบบที่มีการคำนึงถึงตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้องอย่างครบวงจร

2. สรุปการวิเคราะห์ด้านการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ

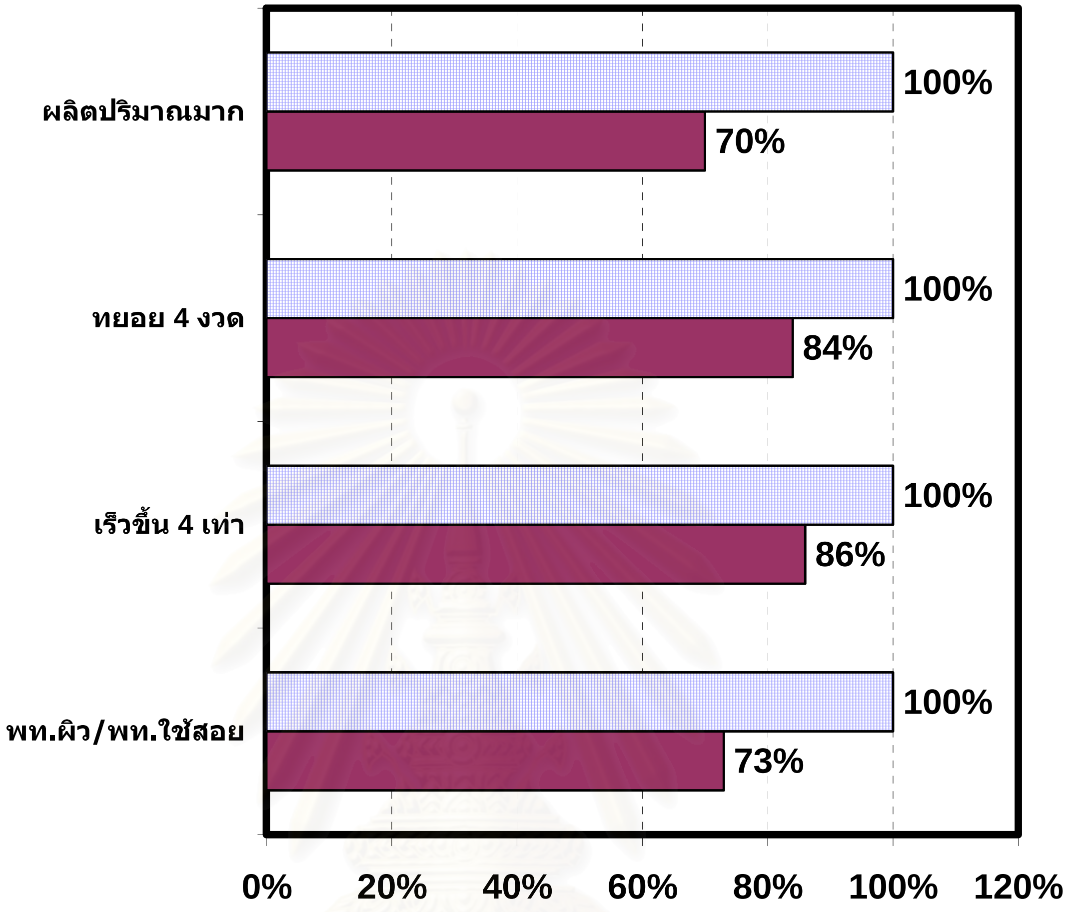


แผนภูมิที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบอิทธิพลและความสำคัญของตัวแปรที่มีผลต่อการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ

จากแผนภูมิจะพบว่า หากมีการเพิ่มระดับการป้องกันความร้อน เพิ่มระดับการป้องกันการรั่วไหลของอากาศ สามารถลดค่าภาระของระบบปรับอากาศได้ประมาณ 12 เท่า จากเดิม 100 เปอร์เซ็นต์ จะเหลือ 7.45 เปอร์เซ็นต์ และหากมีการลดการใช้มวลสาร จะสามารถลดค่าความร้อนสะสม ได้ประมาณ 12 เท่า เช่นกัน จากเดิม 100 เปอร์เซ็นต์ จะเหลือ 8.40 เปอร์เซ็นต์

สรุป สามารถลดภาระของระบบปรับอากาศและปริมาณความร้อนสะสมในมวลสารได้ประมาณ 12 เท่า ด้วยการใช้วัสดุเปลือกอาคารที่มีระดับการป้องกันความร้อนสูง มีระดับการรั่วไหลของอากาศต่ำ และมีมวลสารต่ำ

3. สรุปการวิเคราะห์ด้านการลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน



แผนภูมิที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบอิทธิพลและความสำคัญของตัวแปรที่มีผลต่อการลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน

จากแผนภูมิจะพบว่า การเพิ่มพื้นที่ผิวเปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอย 50 เปอร์เซ็นต์จะทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการลงทุนได้ 27 เปอร์เซ็นต์ การเพิ่มความเร็วในการก่อสร้างขึ้นอีก 4 เท่า จะทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการลงทุนได้ 14 เปอร์เซ็นต์ การแบ่งทยอยในการลงทุนเป็น 4 งวดจะทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการลงทุนได้ 16 เปอร์เซ็นต์ และการผลิตในปริมาณมาก จะทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการลงทุนได้ 30 เปอร์เซ็นต์

สรุป สามารถลดค่าใช้จ่ายในการลงทุนเมื่อเปรียบเทียบกับระบบการก่อสร้างแบบทั่วไปลงได้ประมาณ 27% 14% 16% และ 30% ตามลำดับ ด้วยการเพิ่มเนื้อที่ใช้สอย การใช้ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูป การสร้างแยกหลังโดยใช้ชานกลางเป็นตัวเชื่อมต่อเมื่อต้องการขยายตัว และการใช้รูปแบบที่มีมาตรฐานเพื่อการก่อสร้างจำนวนหลายครั้ง

5.1.3. สรุปการประยุกต์ตัวแปรเพื่อออกแบบเรือนไทย

สามารถสรุปเทคนิคการประยุกต์ตัวแปรต่างๆที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์มาเพื่อออกแบบเรือนไทยให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน ดังนี้

1. สรุปเทคนิคการจัดพื้นที่ใช้สอย

ออกแบบให้เรือนไทยมีกิจกรรมใช้สอยที่ครบวงจรภายในเรือนเดียวโดยมีพื้นที่ภายในประมาณ 45 ตารางเมตร (พื้นเรือน 30 ตารางเมตร และ ชั้นใต้หลังคา 15 ตารางเมตร) พื้นที่ภายนอกประมาณ 30 ตารางเมตร โดยแต่ละชั้นรองรับกิจกรรมในปัจจุบัน ดังนี้

- **ใต้ถุนเรือน เป็นพื้นที่สำหรับจอดรถยนต์ ครัวไทย เก็บของ**
- **ชั้นพื้นเรือน เป็นส่วนรับแขก-พักผ่อน ทำงาน และห้องน้ำ**
- **ชั้นใต้หลังคา เป็นห้องนอน**

2. สรุปเทคนิคการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ

เลือกวัสดุเปลือกอาคารที่มีคุณสมบัติดังนี้

- **ระดับการป้องกันความร้อนสูง**
- **ระดับการป้องกันความชื้นสูง**
- **มวลสารต่ำ**

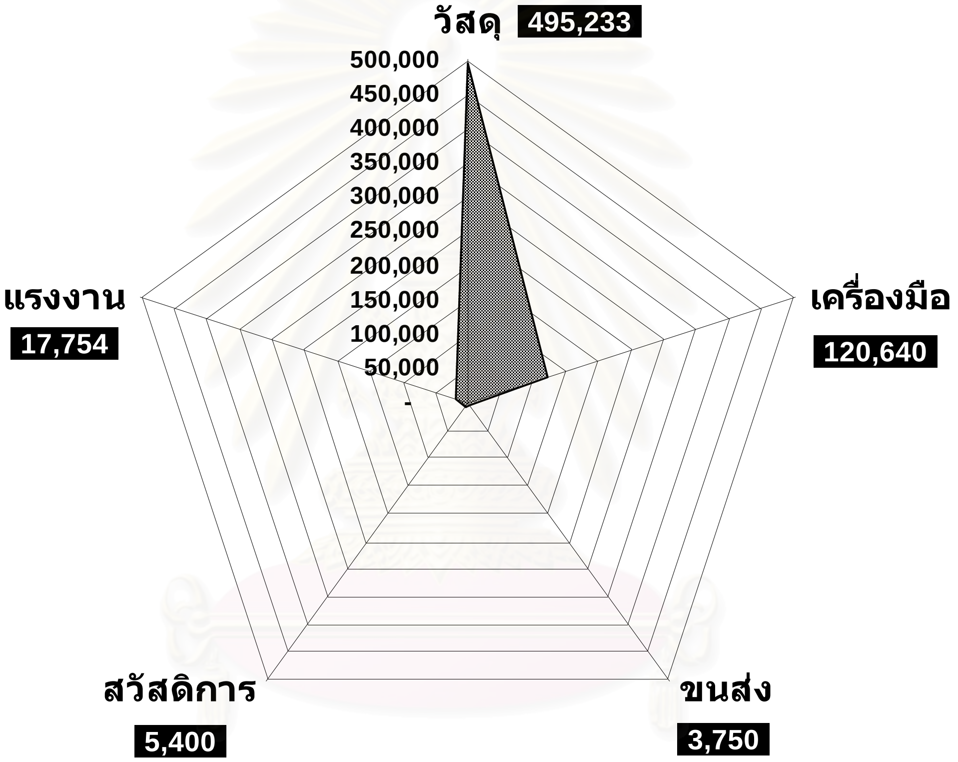
3. สรุปเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน

- **เพิ่มพื้นที่ใต้หลังคา**
- **ใช้ระบบการก่อสร้างแบบสำเร็จรูป**
- **สร้างแยกหลังเชื่อมด้วยชานกลาง**
- **รูปแบบเป็นมาตรฐานนำไปใช้ซ้ำได้**

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2. อภิปรายผลการวิจัย

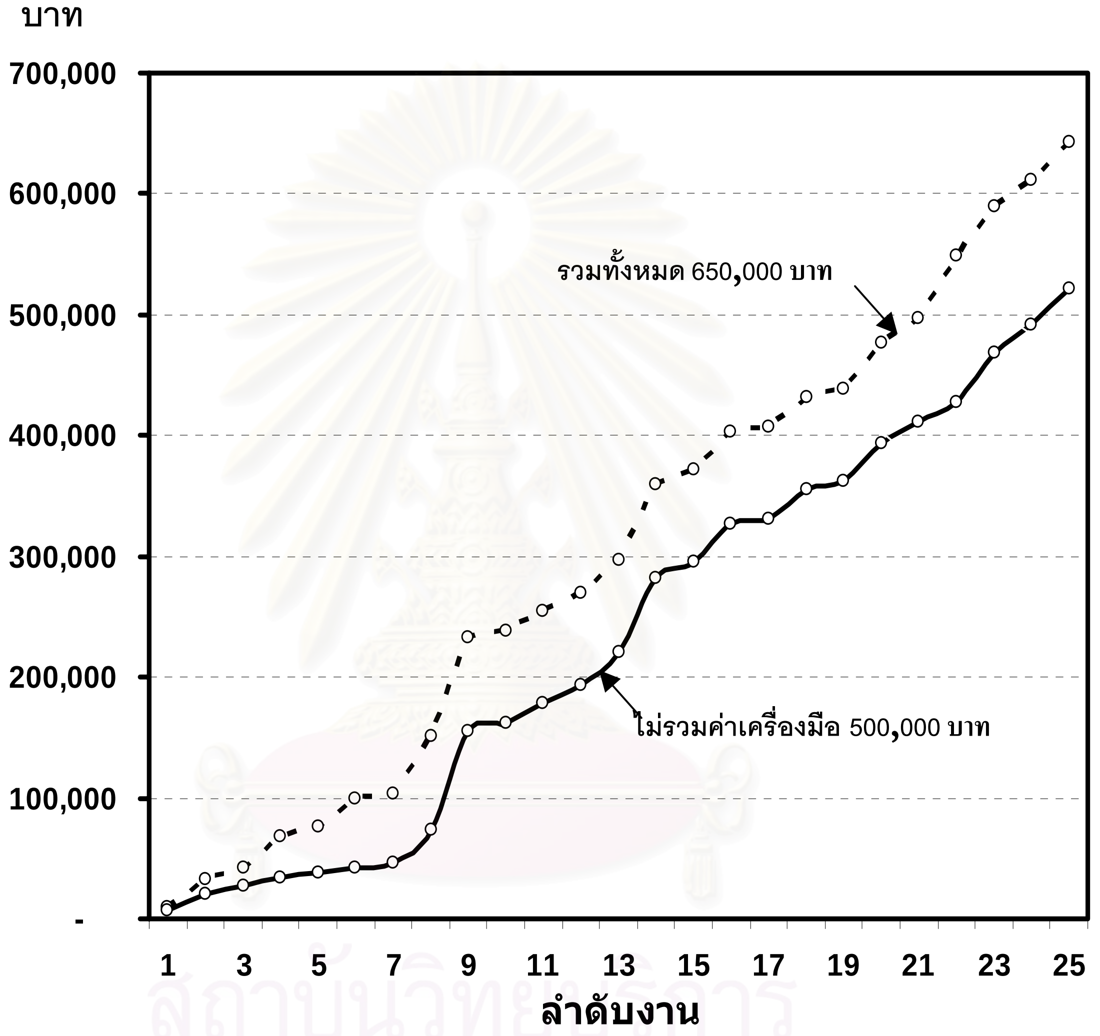
จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นถึงความเป็นไปได้ที่จะประยุกต์รูปแบบของเรือนไทยไปสู่การเป็นบ้านพักอาศัยของคนในปัจจุบัน โดยเรือนไทยดังกล่าวมีโครงสร้างของต้นทุนในการผลิตเป็นไปตามแผนภูมินี้



แผนภูมิที่ 13 แสดงการจำแนกรายละเอียดของต้นทุนในการสร้างเรือนไทยที่ได้รับการประยุกต์ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน

จากผลการวิจัย <u>ราคาต้นทุนของเรือนไทยที่ได้รับการประยุกต์ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบันจะประกอบไปด้วยค่าวัสดุ และ เครื่องมือเป็นหลัก ซึ่งรวมมีค่าประมาณ 650,000 **บาท**</u>

และหากสามารถบริหารค่าเครื่องมือในการผลิตให้เสมือนเป็นต้นทุนคงที่ในการผลิต จะทำให้ราคาของเรือนไทยที่ได้รับการประยุกต์ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบัน จะมีต้นทุนในการก่อสร้างลดลงเป็นไปตามแผนภูมินี้



แผนภูมิที่ 14 แสดงราคาต้นทุนต่อหลังเมื่อไม่รวมค่าเครื่องมือ

ผลที่น่าจะเป็น หากมีการนำไปบริหารเป็นธุรกิจที่มีการดำเนินการสร้างเพื่อผลิตให้กับผู้บริโภคในจำนวนมาก จะส่งผลให้ต้นทุนของเครื่องมือมีค่าเข้าใกล้ศูนย์

ดังนั้น ราคาต้นทุนของการผลิตเรือนไทยที่ได้รับการประยุกต์ให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบันจะมีค่าประมาณ 500,000 **บาท**

5.3. ข้อเสนอแนะ

เจตนารมณ์ของผู้วิจัยที่มุ่งสนใจการนำแนวคิดของเรือนไทยมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับปัจจุบัน แท้จริงแล้วผู้วิจัยอยากจะแปลงแนวคิดที่เป็นประโยชน์จากเรือนไทยมาเป็นรูปธรรมของการอยู่อาศัยด้วยการสร้างเรือนไทยในยุคปัจจุบัน วิจัยต่อเนื่อง และขยายผลหากประสบความสำเร็จ

การสร้างเรือนไทยในยุคปัจจุบัน ต้องอาศัยองค์ความรู้ทางสถาปัตยกรรมและศาสตร์ที่เกี่ยวเนื่องอย่างครบวงจร ไม่ว่าจะเป็นเทคนิคในการก่อสร้าง เทคนิคการประหยัดพลังงาน เทคนิคการวางแผนงาน และเทคนิคอื่นๆที่เกี่ยวข้องอย่างมากมาย

และด้วยเหตุที่ต้องอาศัยฐานงานวิจัยทางสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมอย่างครบวงจรนี้เอง ทำให้เกิดข้อจำกัดทางด้านเวลาที่จะทำให้สำเร็จเพียง 2 ปีในการที่จะสานวัตถุประสงค์ให้เกิดเรือนไทยในยุคปัจจุบันที่เป็นรูปธรรมจับต้องได้

แต่ถึงอย่างไรก็ตามความจำเป็นที่จะต้องศึกษาในเชิงของการวิเคราะห์และเปรียบเทียบโดยมุ่งเน้นการคาดการณ์ที่น่าจะใกล้เคียงกับการก่อสร้างจริงก็นับว่ามีส่วนช่วยให้ผู้ที่จะนำแนวคิดที่เป็นข้อได้เปรียบของเรือนไทยไปประยุกต์สร้างจริงนั้น สามารถทำได้ทันทีแต่ต้องมีการวิจัยในช่วงทดลองสร้างจริงอยู่บ้าง

สุดท้ายนี้หวังว่าเรือนไทยจากแนวคิดการปรับเปลี่ยนการใช้สอย การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ และการลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน จะมีโอกาสช่วยก่อให้เกิดจินตนาการแห่งนวัตกรรมบ้านพักอาศัยในยุคใหม่อีกชิ้นหนึ่งของประเทศไทย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2536. คู่มือการอนุรักษ์พลังงงานในอาคาร. (ม.ป.ท.)

จรัญพัฒน์ ภูวนันท์. 2543. การก่อสร้างด้วยเหล็ก. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : อี.ที.พับลิชชิ่ง.

ดิเรก วงศ์พนิตกฤต. 2543. การวิเคราะห์พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านเปลือกอาคารของเรือนไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาคาร บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ตระกูล อร่ามรักษ์. 2538. การวิเคราะห์โครงสร้าง 2. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

ตรึงใจ บูรณสมภพ. 2521. การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : นำอักษรการพิมพ์.

ทิพย์สุดา ปทุมานนท์. 2540. สถาปัตยกรรมกัมปนาทแห่งความสงัด. จำนวน 1,000 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นรมิตร ลิ่วธนมงคล. 2538. คู่มือรวมข้อมูลก่อสร้าง. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : รุ่งแสงการพิมพ์.

ชิง, ฟรานซิส ดี เค; และ อาดัม, คาสแซนดรา. 2545. ก่อสร้าอาคาร : บรรยายด้วยภาพ. แปลโดย ทัต สัจจะวาที. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

บัญชา สุปรินายก. 2541. การวิเคราะห์โครงสร้าง : Structural Analysis. จำนวน 2,000 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร : ประชาชน.

ประทีป มาลากุล. 2530. พัฒนาการบ้านของคนไทยในภาคกลาง. จำนวน 1,000 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พนม ภัยหน่าย และ สิริศักดิ์ ปโยธรสิริ. 2542. เครื่องจักรกลในงานก่อสร้าง. กรุงเทพมหานคร : เม็ดทรายพริ้นติ้ง.

มนตรี พิรุณเกษตร. 2545. กลศาสตร์ของวัสดุ : ฉบับเตรียมสอบและเสริมประสบการณ์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : จูนพับลิชชิ่ง.

ฤทัย ใจจงรัก. 2539. เรือนไทยเดิมภาคกลาง. จำนวน 2,000 เล่ม. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ท่าพระจันทร์.

ยอดเยี่ยม เทพธรานนท์. 2543. 108 คำถามเรื่องบ้านกับสถาปนิกไทย. กรุงเทพมหานคร : เอช เอ็น กรุ๊ป.

เลอสม สถาปิตานนท์. 2534. บ้าน...การออกแบบสถาปัตยกรรมพื้นฐาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : อาร์ต แอนด์ อาร์คิเทคเจอร์ พับลิเคชั่นส์.

สมภพ ภิรมย์. 2512. เรือนไทยเดิมภาคกลาง. พิมพ์ครั้งที่ 2. (ม.ป.ท.).

สมสิทธิ์ นิตยะ. 2541. การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น. จำนวน 1000 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมศรี จงรุ่งเรือง. 2542. ระเบียบวิธีวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุนทร บุญญาธิการ. 2545. เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน : เพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า. จำนวน 4,000 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : จีเอ็ม แม็ก มีเดีย จำกัด.

สุภาวดี ฤทธิ. 2545. พ.ร.บ.การขนส่งทางบก พ.ศ. 2522. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์สูตรไพศาล.

อโณทัย ธนะเจริญกิจ. 2543. การศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบกับโซนสบาย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาคาร บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อภิชาต จิรัฐติยางกูร. 2536. วิเคราะห์โครงสร้าง 1. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

อรศิริ ปาณินท์. 2539. บ้านและหมู่บ้านพื้นถิ่น. กรุงเทพมหานคร : สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์.

อัลฟา ทีม. 2545. ราคาค่าก่อสร้างต่อหน่วยสำเร็จรูป. กรุงเทพมหานคร : นวสาส์นการพิมพ์.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาอังกฤษ

Fanger, P.O. 1970. Thermal Comfort: Analysis and Applications in Environmental Engineering. Newyork : McGraw-Hill.

Kleinlogel, A. 1976. Rigid Frame Formulas. 2^{nd} ed. Newyork : Frederick Ungar Publishing.

Incropera, F.P., and Dewitt, D.P. 1990. Introduction to Heat Transfer. 2^{nd} ed. Newyork : John Willey & Sons.

Lin, T.Y., and Stotesbury, S.D. 1988. Structural Concepts and Systems for Architects and Engineers. 2^{nd} ed. Newyork : Van Nostrand Reinhold Company.

Mcquiston, F.C., and Spitler, J.D. 1992. Cooling and Heating Load Calculation Manual. 2^{nd} ed. Alanta : American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers.

Olin, B. H., Schmidt, J. L., and Lewis, W. H. 1995. Construction: Principle, Materials, and Methods. 6^{th} ed. Newyork : Van Nostrand Reinhold.

Olgyay, V. 1973. Design With Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism. 4^{th} ed. New Jersey : Printon University Press.

Parsons, R. A. ed. 1989. ASHRAE Handbook Fundamentals. Atlanta : American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers.

Stein, B., and Reynolds, J.S. 1992. Mechanical and Electrical Equipment for Buildings. 8^{th} ed. Newyork : John Willey & Sons.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ตารางที่ 36 แสดงผลการคำนวณค่าภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยในอดีตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ชื่อ OTTV Version 1.0 A ในวันที่มีค่าภาระของระบบปรับอากาศสูงสุด

1. ภาระของระบบปรับอากาศ		
1.1 ภาระรวมจากผนังทึบ	kW	8.551
1.2 ภาระรวมจากผนังโปร่งแสง	kW	1.642
1.3 ภาระรวมจากกรอบอาคาร	kW	24.144
1.4 ภาระรวมจากภายนอกอาคาร	kW	45.067
1.5 ภาระรวมจากจากภายในอาคาร	kW	0.642
---------------------------------		
2. ภาระรวม		

2.1. ภาระจากความร้อนสัมผัสรวม	kWh	332.849
2.2. ภาระจากความร้อนแฝงรวม	kWh	286.915
2.3. ภาระความร้อนรวม	kWh	**619.762**
2.4. ภาระรวม	Ton	**12.937**
2.5. ภาระเฉลี่ย	sq.m/tr	22.03
---------------------------------		
3. รายละเอียดของภาระ		

3.1. ภาระจากผนังทึบ ทิศ N	kW	2.02
3.2. ภาระจากผนังทึบ ทิศ E	kW	2.777
3.3. ภาระจากผนังทึบ ทิศ S	kW	1.824
3.4. ภาระจากผนังทึบ ทิศ W	kW	3.629
3.5. ภาระจากหลังคาทึบ	kW	14.923
3.6. ภาระจากผนังโปร่งแสง ทิศ N	kW	0.186
3.7. ภาระจากผนังโปร่งแสง ทิศ E	kW	1.17
3.8. ภาระจากผนังโปร่งแสง ทิศ S	kW	0.449
3.9. ภาระจากผนังโปร่งแสง ทิศ W	kW	0.645
3.10. ภาระจากอากาศรั่วไหล (Sensible)	kW	7.193
3.11 ภาระจากอากาศรั่วไหล (Latent)	kW	17.209
3.12 ภาระจากผู้ใช้อาคาร (Sensible)	kW	0.129
3.13 ภาระจากผู้ใช้อาคาร (Latent)	kW	0.06
3.14 ภาระจากอากาศบริสุทธิ์ (Sensible)	kW	0.085
3.15 ภาระจากอากาศบริสุทธิ์ (Latent)	kW	0.226
3.16 ภาระจากไฟฟ้าแสงสว่าง	kW	0.249
3.17 ภาระจากอุปกรณ์ไฟฟ้า	kW	0.341

ภาคผนวก ข

ตารางที่ 37 แสดงผลการคำนวณค่าภาระของระบบปรับอากาศของเรือนไทยเมื่อมีการเพิ่มระดับการป้องกันความร้อน และ มีการลดระดับการรั่วไหลของอากาศ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ชื่อ OTTV Version 1.0 A ในวันที่มีค่าภาระของระบบปรับอากาศสูงสุด

1. ภาระของระบบปรับอากาศ		

1.1. ภาระรวมจากผนังทึบ	kW	0.713
1.2. ภาระรวมจากผนังโปร่งแสง	kW	0.771
1.3. ภาระรวมจากกรอบอาคาร	kW	2.405
1.4. ภาระรวมจากภายนอกอาคาร	kW	2.873
1.5. ภาระรวมจากจากภายในอาคาร	kW	0.703
---------------------------------		
2. ภาระรวม		

2.1. ภาระจากความร้อนสัมผัสรวม	kW	3.008
2.2. ภาระจากความร้อนแฝงรวม	kW	0.403
2.3. ภาระความร้อนรวม	kW	3.388
2.4. ภาระรวม	Ton	**0.964**
2.5. ภาระเฉลี่ย	sq.m/tr	**249.907**
---------------------------------		
3. รายละเอียดของภาระ		

3.1. ภาระจากผนังทึบ ทิศ N	kW	0.168
3.2. ภาระจากผนังทึบ ทิศ E	kW	0.231
3.3. ภาระจากผนังทึบ ทิศ S	kW	0.152
3.4. ภาระจากผนังทึบ ทิศ W	kW	0.302
3.5. ภาระจากหลังคาทึบ	kW	0.954
3.6. ภาระจากผนังโปร่งแสง ทิศ N	kW	0.099
3.7. ภาระจากผนังโปร่งแสง ทิศ E	kW	0.379
3.8. ภาระจากผนังโปร่งแสง ทิศ S	kW	0.258
3.9. ภาระจากผนังโปร่งแสง ทิศ W	kW	0.238
3.10. ภาระจากอากาศรั่วไหล (Sensible)	kW	0.071
3.11 ภาระจากอากาศรั่วไหล (Latent)	kW	0.155
3.12 ภาระจากผู้ใช้อาคาร (Sensible)	kW	0.13
3.13 ภาระจากผู้ใช้อาคาร (Latent)	kW	0.06
3.14 ภาระจากอากาศบริสุทธิ์ (Sensible)	kW	0.084
3.15 ภาระจากอากาศบริสุทธิ์ (Latent)	kW	0.221
3.16 ภาระจากไฟฟ้าแสงสว่าง	kW	0.249
3.17 ภาระจากอุปกรณ์ไฟฟ้า	kW	0.341

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายกิติศักดิ์ อนันต์พูนผล เกิดวันที่ 21 กันยายน พ.ศ. 2522 สำเร็จการศึกษาระดับอนุบาลที่โรงเรียนดำรงเรืองวิทย์ ระดับประถมที่โรงเรียนวัดจันทร์ประดิษฐาราม ระดับมัธยมต้นและปลายที่โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัยจนถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และเนื่องจากทำการสอบเทียบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้จึงทำการสอบคัดเลือกเข้ามหาวิทยาลัยก่อนกำหนด และจบการศึกษาปริญญาตรี สถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต เกียรตินิยมอันดับ 1 ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2544 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต ณ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย