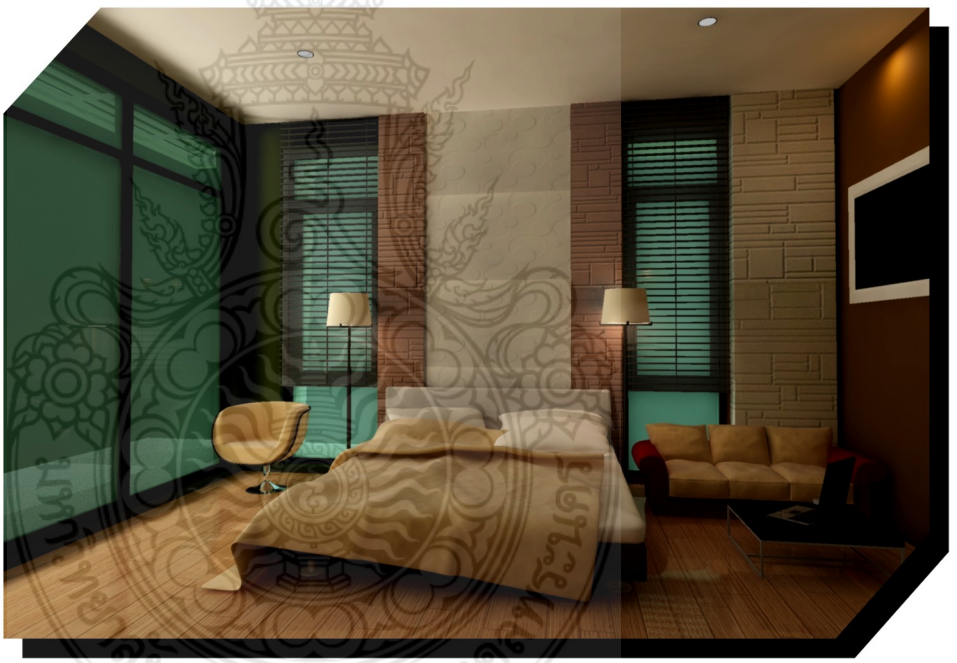
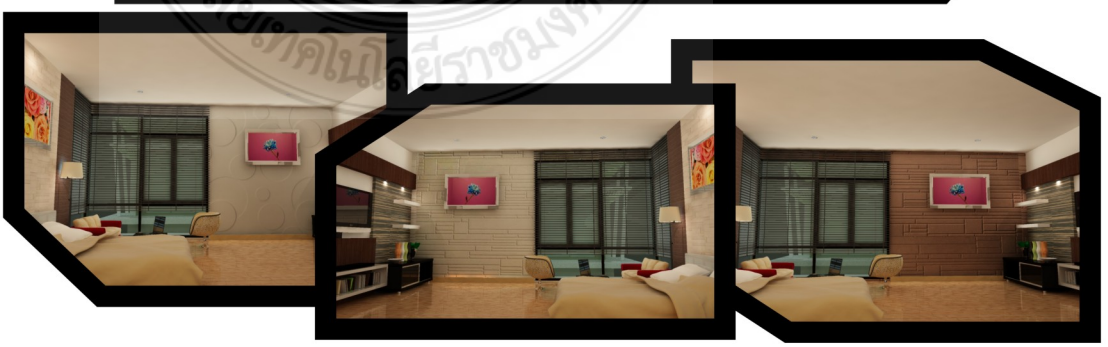
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ

รายงานโครงการวิจัยเรื่อง

การออกแบบและพัฒนาวัสดุประกอบอาคาร กรณีศึกษาวัสดุประกอบผนังอาคาร เพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคาร จากยางพาราและฟางข้าว

The Study and Development of Building Construction Material : Wall Construction Material from Para Rubber and Rice Straw to Reduce the Internal Energy





หัวหน้าโครงการ นายชูเกียรติ อนันต์เวทยานนท์
ผู้ร่วมวิจัย นายสันติ กมลนรากิจ
นายกรณ์พงศ์ ทองศรี

งบประมาณรายได้ประจำปี ๒๕๕๕
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

การออกแบบและพัฒนาวัสดุประกอบอาคาร
กรณีศึกษาวัสดุประกอบผนังอาคาร
เพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคารจากยางพาราและฟางข้าว

ชูเกียรติ อนันต์เวทยานนท์

กรณ์พงศ์ ทองศรี

สันติ กมลนรากิจ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ

พ.ศ. ๒๕๕๕

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

The Study and Development of

Building Construction Material : Wall Construction Material

From Para Rubber and Rice Straw to Reduce the Internal Energy

Chukiat Ananwettayanon

Kornpong Thongsri

Santi Kamonnarakit

This Report is funded by Faculty of Architecture and Design

Rajamangala University of Technology Phra Nakhon,

Fiscal Year 2012

ชื่อเรื่อง : การออกแบบและพัฒนาวัสดุประกอบอาคาร กรณีศึกษาวัสดุประกอบผนังอาคาร เพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคารจากยางพาราและฟางข้าว

ผู้วิจัย : นายชูเกียรติ อนันต์เวทยานนท์, นายกรณ์พงศ์ ทองศรี, นายสันติ กมลนรากิจ

พ.ศ. : ๒๕๕๕

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการออกแบบและพัฒนาวัสดุประกอบอาคาร กรณีศึกษาวัสดุประกอบผนังอาคาร เพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคารจากยางพาราและฟางข้าว เป็นการศึกษาผลิตภัณฑ์แผ่นประกอบที่ทำจากยางพาราและฟางข้าว เพื่อสร้างศักยภาพและความสามารถพัฒนาทางเศรษฐกิจและการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อรณรงค์เรื่องภาวะโลกร้อนในยุคปัจจุบัน รวมทั้งการหารูปแบบวัสดุประกอบผนังอาคารที่เหมาะสมกับการนำมาประกอบตกแต่งบ้านพักอาศัย ร้านค้าหรืออาคารอื่นที่นำผลิตภัณฑ์แผ่นประกอบนี้ไปใช้ในการตกแต่งและสามารถช่วยป้องกันความร้อนได้

จากการศึกษาการออกแบบและพัฒนาวัสดุประกอบอาคาร กรณีศึกษาวัสดุประกอบผนังอาคาร เพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคารจากยางพาราและฟางข้าว โดยการสัมภาษณ์ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านการทดสอบ ได้ข้อสรุปหลังการทดลองว่า การขึ้นรูปจากวัสดุยางพาราและฟางข้าวเพื่ออัดออกมาเป็นแผ่นนั้นด้วยกระบวนการขึ้นรูปนำเส้นใยฟางข้าวด้วยการฉีดพ่นน้ำยางอัตราส่วนวัตถุดิบที่เหมาะสมในการขึ้นรูปด้วยตัวประสาน ได้แก่ น้ำยางพารากับน้ำ คือ 1:3 ขึ้นไป และอบด้วยความร้อน 100°c เป็นเวลา 1 ชม นอกจากนี้การนำเอาเส้นใยฟางข้าวผสมสารบอแรกซ์ ที่เป็นสารหน่วงไฟ เป็นฉนวนกันความร้อนก็สามารถช่วยในเรื่องการลามไฟได้และการลดช่องโพรงอากาศในการขึ้นรูปก็สามารถลดการลามไฟได้เช่นกัน

จากรูปแบบการขึ้นรูปวัสดุที่เป็นฉนวนกันความร้อนเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบเพื่อนำมาการทดสอบความหนาแน่น การนำความร้อน การต้านทานความร้อนและทดสอบคุณสมบัติการซึมน้ำตามมาตรฐานเฟอร์นิเจอร์การทดสอบ เพื่อให้ได้ตามมาตรฐานการควบคุมการใช้งานวัสดุภายในอาคาร (มยผ. 8101-51) กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2551 พบว่าการทดสอบอยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบทั้งหมด หลังจากนั้นทำต้นแบบเพื่อขึ้นรูปลายนูน โดยกำหนดขนาด 2 ขนาด คือ 0.60 x 0.60 x 0.10 ม. และขนาด 0.60 x 1.20 x 0.10 ม. ซึ่งทางผู้วิจัยได้ออกแบบลายนูนเพื่อเน้นความสวยงามของแผ่นฉนวนกันความร้อนนี้ให้สามารถนำมาตกแต่งผนังภายในบ้าน ร้านหรืออาคารได้ และสามารถนำมาติดตั้งโดยวิธีที่ง่ายและเป็นมาตรฐานการติดตั้งโดยทั่วไป

Title : The Study and Development of Building Construction Material : Wall Construction Material from Para Rubber and Rice Straw to Reduce the Internal Energy

Researcher : Chukiat Ananwettayanon, Kornpong Thongsri, Santi Kamonnarakit

Year : 2012

Abstract

This research is a studying and developing building constructing material that is reducing the usage of energy in a building and it is made from rubber and rice straw. This research aims to both improve the economic and raise the energy conservation idea. This research will find the proper building material that is heat resistance.

From interviewing the expert, the researcher came up with the best formula to produce this heat resistance board. The formula is to add water to the rubber (one part rubber and three parts water) and spay it on a flatted bed of rice straw. Then heat it for one hour in a temperature of one hundred degree Celsius. After that, mix in borax to make this material heat and fire resistance. All theses testing; the heat resisting and water absorbing, this material has past the standard to be used in an indoor building constructing (มยผ. 8101-51) Department of Public works and town planning, Ministry of Interior 2008. From that point on, the researchers designed a pattern on the material to add the look for home and building decorating. Therefore, they are two sizes of the material; 0.60 x 0.60 x 0.10 meter and 0.60 x 1.20 x 0.10 meter.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยนี้ได้รับรับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ซึ่งให้ความสำคัญเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาวัสดุประกอบอาคาร กรณีศึกษาวัสดุประกอบผนังอาคาร เพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคารจากยางพาราและฟางข้าว

ขอขอบคุณคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ได้การสนับสนุนและให้กำลังใจในการทำวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณผู้เกี่ยวข้องทุกท่าน ในการขึ้นต้นแบบ ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆทุกท่าน จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม ที่สละเวลาในการสัมภาษณ์และให้คำปรึกษา เพื่อหาแนวทางในการทดลองและทดสอบคุณสมบัติของวัสดุและขอขอบคุณผู้ร่วมวิจัยทุกท่านที่ช่วยกันทำงานจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังงานวิจัยเรื่องการออกแบบและพัฒนาวัสดุประกอบอาคาร กรณีศึกษาวัสดุประกอบผนังอาคาร เพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคารจากยางพาราและฟางข้าว จะเป็นประโยชน์ในด้านการศึกษา และเชิงพาณิชย์ อนึ่งถ้างานวิจัยนี้มีข้อตกบกพร่องประการใดผู้วิจัยต้องขออภัยใน ณ ที่นี้ แต่หวังว่าจะสร้างประโยชน์แก่ผู้อ่านและผู้ศึกษาด้านวัสดุประกอบอาคารที่ช่วยลดการใช้พลังงานภายในอาคาร

ชูเกียรติ อนันต์เวทยานนท์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ข
กิตติกรรมประกาศ..... ค
สารบัญ..... ฉ
สารบัญตาราง..... ซ
สารบัญภาพ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ..... 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ..... 1
1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย..... 2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย..... 2
1.4 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย..... 2
1.5 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง.....3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....4
บทที่2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 5
2.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุงานผนัง วัสดุประกอบผนังอาคาร.....5
2.2 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการลดใช้พลังงานภายในอาคาร การประหยัดพลังงาน..... 39
2.3 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับยางพาราและฟางข้าว..... 53
2.4 ศึกษาข้อมูลหลักการออกแบบ..... 55
2.5 ศึกษาข้อมูลด้านมาตรฐานการควบคุมการใช้งานวัสดุภายในอาคาร.....60
2.6 ศึกษากรรมวิธีการผลิต.....67
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....72
บทที่3 วิธีดำเนินการวิจัย.....79
ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูล.....79
ขั้นที่ 2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... 80
ขั้นที่ 3 สร้างเครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูล.....80

ขั้นที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูล.....80
ขั้นที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลและข้อเสนอแนะ.....81
ขั้นที่ 6 พัฒนาการออกแบบ..... 81
ขั้นที่ 7 เขียนแบบเพื่อการผลิต.....81
ขั้นที่ 8 สร้างแบบจริงเพื่อนำเสนอ.....81
ขั้นที่ 9 จัดทำข้อมูลรูปแบบรูปเล่ม.....81
บทที่4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....82
4.1 การศึกษาข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ผู้อาศัยในบ้านที่มีผลกระทบจากความร้อนและการใช้พลังงานภายในอาคาร.....82
4.2 การวิเคราะห์ผลการทดสอบคุณสมบัติต้นแบบวัสดุประกอบผนังอาคารจากยางพาราและฟางข้าว.....87
4.3 แบบประเมินรูปแบบของต้นแบบวัสดุประกอบฉนวนผนังอาคารจากยางพาราและฟางข้าว จากผู้อาศัยในบ้านและช่างที่ใช้วัสดุประกอบผนังอาคารเพื่อลดการใช้พลังงาน โดยแบ่งออกเป็น 2 ด้าน..... 88
บทที่5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....91
5.1 สรุปผลการวิจัยโครงการการออกแบบและพัฒนาวัสดุประกอบผนังอาคารเพื่อลดการใช้พลัง งานภายในอาคารจากยางพาราและฟางข้าว.....91
5.2 ข้อเสนอแนะ.....92

บรรณานุกรม.....93
ภาคผนวก ก ผลงานวิจัยและต้นแบบงานวิจัย..... 94
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....106

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงข้อมูลจำเพาะของอิฐ....7
ตารางที่ 2.2 แสดงคุณสมบัติของอิฐมอญ....9
ตารางที่ 2.3 แสดงคุณสมบัติของคอนกรีตบล็อก....12
ตารางที่ 2.5 แสดงข้อมูลจำเพาะของคอนกรีตบล็อกมวลเบา....13
ตารางที่ 2.6 แสดงคุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบา....14
ตารางที่ 2.7 แสดงข้อมูลคุณสมบัติของบล็อกแก้ว....15
ตารางที่ 2.8 แสดงคุณสมบัติของยิปซั่มบอร์ด....18
ตารางที่ 2.9 แสดงคุณสมบัติของไฟเบอร์บอร์ด....20
ตารางที่ 2.10 ข้อมูลจำเพาะของผนังคอนกรีตเบาเปรียบเทียบกับผนังอิฐมอญ....22
ตารางที่ 2.11 แสดงคุณสมบัติของเซรามิคโค้ทติ้ง....24
ตารางที่ 2.12 แสดงคุณสมบัติของใยแก้ว 26
ตารางที่ 2.13 แสดงคุณสมบัติของฉนวนโฟม....29
ตารางที่ 2.14 คุณสมบัติของอลูมินั่มฟอยล์....30
ตารางที่ 2.15 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุประกอบอาคาร....31
ตารางที่ 2.16 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุประกอบอาคาร(ต่อ) 32
ตารางที่ 2.17 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุประกอบอาคาร(ต่อ) 33
ตารางที่ 2.18 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุประกอบอาคาร(ต่อ) 34
ตารางที่ 2.19 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุประกอบอาคาร(ต่อ)....35
ตารางที่ 2.20 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุประกอบอาคาร(ต่อ) 36
ตารางที่ 2.21 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุประกอบอาคาร(ต่อ) ....,....37
ตารางที่ 2.22 การแบ่งประเภทของวัตถุตามความสามารถในการลามไฟและควัน 63
ตารางที่ 2.23 การใช้งานงานวัสดุตกแต่งผิวและฝ้าเพดาน 64
ตารางที่ 2.24 อัตราส่วนน้ำยางธรรมชาติกับน้ำ....70
ตารางที่ 2.25 เปรียบเทียบผลต่างที่ลดลงของอุณหภูมิชั่วโมงสะสมของฉนวนใบยางพารา
ฉนวนใย แก้ว ฉนวนใยเซลโลกรีตและฉนวนโพลียูรีเทนโฟม (o C)....77

ตารางที่ 4.1 แสดงจานวนและค่าเฉลี่ยของเพศ 82
ตารางที่ 4.2 แสดงจานวนและค่าเฉลี่ยอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม.....83
ตารางที่ 4.3 แสดงจานวนและค่าเฉลี่ยระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม.....83
ตารางที่ 4.4 แสดงจานวนและค่าเฉลี่ยอาชีพผู้ตอบแบบสอบถาม 84
ตารางที่ 4.5 แสดงจานวนและค่าเฉลี่ยของผู้ได้รับผลกระทบจากความร้อน
และการใช้พลังงานภายในบ้าน 84
ตารางที่ 4.6 แสดงจานวนและค่าเฉลี่ยของ ผู้ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์
วัสดุประกอบผนังอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคาร 85
ตารางที่ 4.7 แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติต้นแบบวัสดุประกอบผนังอาคาร
จากยางพาราและฟางข้าว 87
ตารางที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติต้นแบบวัสดุประกอบฉนวนผนังอาคาร
จากยางพารา และฟางข้าวกับวัสดุประกอบฉนวนผนังอาคารชนิดอื่น 87
ตารางที่ 4.9 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็น
ในการประเมิน ความพึงพอใจของผู้อาศัยในบ้านที่ใช้วัสดุประกอบผนัง
อาคาร(N=50).....89
ตารางที่ 4.10 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็น
ในการประเมิน ความพึงพอใจของช่างที่ใช้วัสดุประกอบผนัง
อาคาร (N=50) 90

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 กระบวนการผลิตอิฐมอญ.....6
ภาพที่ 2.2 แสดงลักษณะทั่วไปของอิฐมอญ อิฐกลวง และการก่อผนังอิฐ..... 7
ภาพที่ 2.3 ผนังก่ออิฐมอญ 2 ชั้นฉาบปูนแบบติดชน และแบบเว้นช่องว่างอากาศตรงกลาง..... 8
ภาพที่ 2.4 ผนังก่ออิฐมอญ 2 ชั้นเว้นช่องว่างตรงกลาง (ควรมากกว่า 10 ซม.)
ฉาบปูนแบบเทปูนและ แบบใส่ฉนวนระหว่างอิฐมอญ 2 ชั้น..... 8
ภาพที่ 2.5 ผนังก่ออิฐมอญด้านในและใช้วัสดุประกอบประเภทมวลสารน้อยไว้ด้านนอก..... 9
ภาพที่ 2.6 คอนกรีตบล็อก..... 10
ภาพที่ 2.7 กระบวนการผลิตคอนกรีตบล็อก.....11
ภาพที่ 2.8 ผนังคอนกรีตบล็อกทำเป็นผนังประกอบกับผนังมวลสารน้อย.....11
ภาพที่ 2.9 คอนกรีตบล็อกมวลเบา.....12
ภาพที่ 2.10 การก่อผนังคอนกรีตบล็อกมวลเบา.....13
ภาพที่ 2.11 บล็อกแก้วชนิดต่างๆ.....14
ภาพที่ 2.12 แสดงลักษณะการใช้บล็อกแก้วในรูปแบบต่างๆ.....15
ภาพที่ 2.13 ไม้ฝาชนิดต่างๆ.....16
ภาพที่ 2.14 แสดงการใช้งานไม้ฝา.....16
ภาพที่ 2.15 แสดงการติดตั้งเคร่าตั้งและแผ่นยิปซัม 18
ภาพที่ 2.16 แสดงแผ่นยิปซัมชนิดต่างๆ ที่มีคุณสมบัติการป้องกันไฟและความร้อน.....18
ภาพที่ 2.17 แสดงการใช้ยิปซั่มบอร์ดทำเป็นผนังประกอบ โดยอาจเพิ่มฉนวนชนิดอื่นคั่นกลา.....19
ภาพที่ 2.18 แสดงลักษณะของแผ่นไฟเบอร์บอร์ด..... 20
ภาพที่ 2.19 แสดงการนำแผ่นไฟเบอร์บอร์ดมาทำเป็นผนังประกอบ 21
ภาพที่ 2.20 แสดงบริเวณผิวหลังคาที่มีการใช้เซรามิคโค้ทติ้ง 23
ภาพที่ 2.21 แสดงบริเวณผิวหลังคาขณะที่กำลังทาและพ่นเซรามิคโค้ทติ้ง 23
ภาพที่ 2.22 แสดงลักษณะโครงสร้างของใยแก้วและฉนวนใยแก้วชนิดปิดผิว
ด้วยอลูมินั่มฟอยล์ 24
ภาพที่ 2.23 แสดงการติดตั้งฉนวนใยแก้วบริเวณเหนือฝ้าเพดาน.....25
ภาพที่ 2.24 แสดงการติดตั้งฉนวนใยแก้วภายในโครงเคร่า เป็นผนังประกอบร่วมกับวัสดุอื่น.....25

ภาพที่ 2.25 แสดงการซ่อมแซมฉนวนใยแก้วที่มีการฉีกขาดต้องใช้เทปใสหรือฟอยล์ปิดให้สนิท เพื่อป้องกันความชื้นซึมเข้าเนื้อใยแก้ว 25
ภาพที่ 2.26 แสดงลักษณะของฉนวนโพลีสไตรีนโฟม (Polystyrene, PS – Foam).....27
ภาพที่ 2.27 แสดงการใช้งานฉนวนบริเวณหลังคา และผนัง.....28
ภาพที่ 2.29 แสดงพื้นที่ที่มีการใช้อลูมินั่มฟอยล์ 30
ภาพที่ 2.30 แสดงการใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติความเป็นฉนวนสูงเพื่อเป็นวัสดุประกอบอาคาร) 37
ภาพที่ 2.31 แสดงการใช้วัสดุประกอบอาคารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการลดความร้อน.....38
ภาพที่ 2.32 แสดงการติดตั้งฉนวนบนฝ้าเพดาน ความร้อนจะถูกกั้นอยู่ภายในโพรงหลังคา จึงต้องใช้การระบายอากาศภายในหลังคาเพื่อลดความร้อนที่จะสะสมอยู่ภายใน....38
ภาพที่ 2.33 องค์ประกอบหลักของการอนุรักษ์พลังงานในบ้านที่อยู่อาศัย 38
ภาพที่ 2.34 แสดงการป้องกันและลดความร้อนเข้าสู่อาคาร 40
ภาพที่ 2.35 แสดงความร้อนที่เข้าสู่อาคาร.....42
ภาพที่ 2.36 กราฟแสดงระดับความเป็นฉนวนกับความต้านทานความร้อน.....48
ภาพที่ 2.37 แสดงวัสดุผนังที่เป็นมวลสาร ผนังโครงเคร่า และผนังประกอบ ตามลำดับ.....50
ภาพที่ 2.38 แสดงวัสดุมุงหลังคา และฉนวนกันความร้อนบริเวณหลังคา..... 51
ภาพที่ 2.38 แนวความคิดและหลักการออกแบบบ้านอยู่สบายประหยัดพลังงาน.....51
ภาพที่ 2.39 แสดงการเคลื่อนไหวส่วนต่างๆของร่างกายนำมาใช้
ภาพที่ 2.40 การแสดงภาพการเคลื่อนไหวกระดูกสันหลัง (Spine).....59
ภาพที่ 2.41 การแสดงภาพการเคลื่อนไหวส่วนไหล่(Shoulder).....59
ภาพที่ 2.42 การแสดงภาพการเคลื่อนไหวข้อศอก(Elbow/Forearm) 59
ภาพที่ 2.43 การแสดงภาพการของข้อมือ.....60
ภาพที่ 2.44 การแสดงการเคลื่อนไหวนิ้วมือ.....60
ภาพที่ 2.45 ขั้นตอนการทดลองการผลิตฉนวนกันความร้อน
จากเส้นใยฟางข้าวและน้ำยางธรรมชาติ.....67
ภาพที่ 2.46 เส้นใยฟางข้าวที่แห้ง ที่แข็งและกรอบ.....67
ภาพที่ 2.47 การปั่นกวนสารโซดาไฟ ใช้เวลา 15 นาที เพื่อให้เกิดความเข้มข้น.....68
ภาพที่ 2.48 ภาพเปรียบเทียบหลังจากนำเส้นใยฟางข้าวตากแห้ง
และปั่นให้เส้นใยฟางข้าวละเอียดขึ้นทำให้เกิดความอ่อนนุ่นและสีขาวขึ้น.....69

ภาพที่ 2.49 ภาพกระบวนการขึ้นรูป....69
ภาพที่ 2.50 ต้นแบบของการขึ้นรูป....69
ภาพที่ 2.51 อัตราการลามไฟ....70
ภาพที่ 2.52 อัตราการผสมสารบอแรกซ์ที่สามารถขึ้นรูปได้....71
ภาพที่ 2.53 อัตราการลามไฟที่ผสมบอแรกซ์....71
ภาพที่ 2.54 การทำความสะอาดใบยางโดยวิธีการการแช่น้ำ....72
ภาพที่ 2.55 การปั่นกวนยางพาราในสารโซเดียมไฮดรอกไซด์....74
ภาพที่ 2.56 ฉนวนใยเซลลูโลสจากใบยางพารา....74
ภาพที่ 2.57 แผ่นฉนวนความร้อนจากใยใบยางพารา....74
ภาพที่ 2.58 เครื่องวัดอัตราการถ่ายเทความร้อน....75
ภาพที่ 2.59 ตัวอย่างผังและรูปตัดห้องทดลอง....75
ภาพที่ 2.60 ภาพการก่อสร้างห้องทดลองและติดตั้งแผ่นฉนวน....75
ภาพที่ 2.61 ภาพเครื่องมือวัดอุณหภูมิ และการติดตั้งภายนอก – ภายในอาคาร....76
ภาพที่ 2.62 สภาพอากาศในวันที่ทำการเก็บข้อมูลการทดลอง....76
ภาพที่ 2.63 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในฉนวนใบยางพารา ฉนวนใยแก้ว ฉนวนใยเซลโลกรีตและฉนวนโพลียูริเทนโฟม (o C)....76

ภาคผนวก ก

ภาพ ก 1 กระบวนการขึ้นรูปแผ่นฉนวนกันความร้อนจากวัสดุยางพารากับฟางข้าว 95
ภาพ ก 2 ลักษณะหน้าตัดของแผ่นฉนวนกันความร้อนจากวัสดุยางพารากับฟางข้าว....95
ภาพ ก 3 ขนาดมาตรฐานและลักษณะลายนูนของแผ่นฉนวนกันความร้อนจากวัสดุยางพารากับฟางข้าว....96
ภาพ ก 4 มาตรฐานการติดตั้งแผ่นฉนวนกันความร้อน วางโครงเคร่า ระยะ # 0.60 ม. สามารถใช้ติดตั้งแผ่นขนาด 0.60x0.60 ม. และ 0.60x1.20 ม....97
ภาพ ก 5 มาตรฐานการติดตั้งแผ่นฉนวนกันความร้อน ขนาด 0.60x1.20 ม. วางโครงเคร่า ระยะ # 0.60 ม....98
ภาพ ก 6 การติดตั้งแผ่นฉนวนกันความร้อน ขนาด 0.60x1.20 ม.วางสลับกัน....98
ภาพ ก 7 การติดตั้งแผ่นฉนวนกันความร้อน ขนาด 0.60x0.60 ม.วางสลับกัน....99
ภาพ ก 8 การติดตั้งแผ่นฉนวนกันความร้อน ขนาด 0.60x0.60 ม. วางลายต่อเนื่อง 99

ภาพ ก 9 การติดตั้งแผ่นฉนวนกันความร้อน ขนาด 0.60x0.60 ม.
วางลายต่อเนื่อง.....100
ภาพ ก 10 ภาพจาลองการติดตั้งโครงเคร่าไม้เนื้อแข็งขนาด 0.50x0.50 ม.
ระยะ #0.60 ม.ก่อนติดแผ่นฉนวนกันความร้อน ผนังด้านที่โดนแดด
ตลอดวัน.....101
ภาพ ก 11 ภาพจาลองหลังการติดตั้งแผ่นฉนวนกันความร้อนลายที่ 1
ทาสีน้าตาลแล้ว สามารถตกแต่งห้องได้.....102
ภาพ ก 12 ภาพจาลองหลังการติดตั้งแผ่นฉนวนกันความร้อนลายแบบที่ 1
ทาสีขาวแล้ว สามารถตกแต่งห้องได้.....103
ภาพ ก 13 ภาพจาลองหลังการติดตั้ง แผ่นฉนวนกันความร้อนลายแบบที่ 2
ทาสีขาว สามารถตกแต่งห้องได้.....104
ภาพ ก 14 ภาพจาลองหลังการติดตั้งแผ่นฉนวนกันความร้อนลายแบบที่ 1
ผสมกับลายแบบที่ 2 ทาสี สามารถตกแต่งห้องสวยเช่นกัน.....105

บทที่1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ภาวะโลกร้อน ทำให้ทุกฝ่ายในสังคมเล็งเห็นถึงคุณค่าและตื่นตัวในการอนุรักษ์พลังงาน การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อตอบรับความสำคัญดังกล่าวเป็นสิ่งที่สังคมและประเทศต้องการ ผนวกกับความต้องการด้านเทคโนโลยีสะอาด (clean technology) เป็นที่ต้องการของสังคม วัสดุจากธรรมชาติจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจทั้งวัตถุดิบที่มีอยู่แล้วและวัตถุดิบเหลือใช้จากการเกษตร อีกยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและผู้บริโภค ถือเป็นการพัฒนาที่ยั่งยืน

ผนังเป็นส่วนเปลือกของอาคารที่ได้รับรังสีความร้อนไม่ว่าทางตรงหรือทางอ้อม ทำให้ความร้อนสะสมในตัวอาคาร เป็นสาเหตุที่ทำให้ต้องใช้พลังงานในการลดความร้อน เช่น เครื่องปรับอากาศ ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงาน ฉนวนความร้อนเป็นแนวทางเลือกที่แพร่หลาย ในปัจจุบันฉนวนความร้อนที่ได้รับความนิยม ได้แก่ ฉนวนใยแก้ว และแผ่นโฟม เป็นต้น ซึ่งเป็นวัสดุที่นำเข้าจากต่างประเทศเป็นปริมาณมากในแต่ละปี นอกจากนี้ความปลอดภัยในเรื่องของสุขภาพยังเป็นประเด็นที่ผู้บริโภคให้ความสนใจมากขึ้นเป็นประเด็นหลักในการเลือกผลิตภัณฑ์

จากปัญหาข้างต้น การพัฒนาวัสดุประกอบผนังอาคารที่เป็นฉนวนความร้อนจากธรรมชาติจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ อีกทั้งยังเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับวัสดุธรรมชาติ ซึ่งประเทศไทยถือเป็นประเทศที่พร้อมด้วยวัตถุดิบสำหรับการพัฒนา ยางพาราจัดเป็นวัสดุทางธรรมชาติชนิดหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่นิยมปลูกทางตอนใต้และตะวันออกของไทย โดยปี 2552 เฉพาะน้ำยางข้นรายงานโดยสมาคมยางพาราไทยมีผลผลิตถึง 268,606 เมตริกตัน ซึ่งเป็นปริมาณที่มาก อีกทั้งคุณสมบัติของยางพาราไม่ว่าจะเป็นความหนาแน่น ค่านำความร้อนของยางพารา เหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำมาทำเป็นวัสดุฉนวนความร้อน และจากการที่ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวเป็นจำนวนมาก เฉพาะข้าวนาปี มีพื้นที่ปลูกปี 2551-2552รายงายโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร มีทั้งสิ้น 57 ล้านไร่ ฟางข้าวซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ที่มีจำนวนมาก นอกจากนำไปเป็นปุ๋ยหรืออาหารสัตว์แล้ว คุณสมบัติของฟางข้าวยังจัดเป็นฉนวนความร้อนที่ดีอย่างหนึ่ง เหมาะสมที่จะนำมาเป็นส่วนประกอบในการผลิตฉนวนความร้อน ทั้งการพัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับยางพารายังจำกัดอยู่แค่การส่งออกเป็นวัตถุดิบ ส่วนฟางข้าวกลายเป็นเศษวัสดุทางการเกษตร หากสามารถสร้างผลิตภัณฑ์เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับผู้บริโภคและเป็นผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ ฉนวนความร้อนจากยางพาราจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 ออกแบบวัสดุเพื่อลดการนำความร้อนเข้าสู่อาคาร

1.2.2 เพื่อออกแบบวัสดุประกอบผนังอาคารจากยางพาราและฟางข้าว

1.2.3 เพื่อออกแบบวัสดุประกอบผนังอาคารที่สามารถตกแต่งอาคารได้เพื่อช่วยลดระยะเวลาและวัสดุ

1.2.4 เพื่อทดสอบคุณสมบัติด้านต่างๆดังนี้

1.2.4.1 การทดสอบความหนาแน่น

1.2.4.2 การทดสอบการนำความร้อน

1.2.4.3 การทดสอบการต้านทานความร้อน

1.2.4.4 การทดสอบคุณสมบัติการซึมน้ำ

1.2.5 เพื่อออกแบบวัสดุประกอบผนังอาคารที่ใช้วัสดุธรรมชาติที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

การออกแบบและพัฒนาวัสดุประกอบผนังอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคารจากยางพาราและฟางข้าว ครั้งนี้นั้นได้แบ่งขอบเขตดังนี้

1.3.1. ศึกษาและพัฒนาวัสดุประกอบผนังอาคารจากยางพาราและฟางข้าว

1.3.2. สร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบเพื่อใช้ในการทดสอบคุณสมบัติฉนวนความร้อนและการเป็นวัสดุประกอบผนังอาคาร

1.3.3. การทดสอบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ต้นแบบดังนี้

1.3.3.1 การทดสอบความหนาแน่น

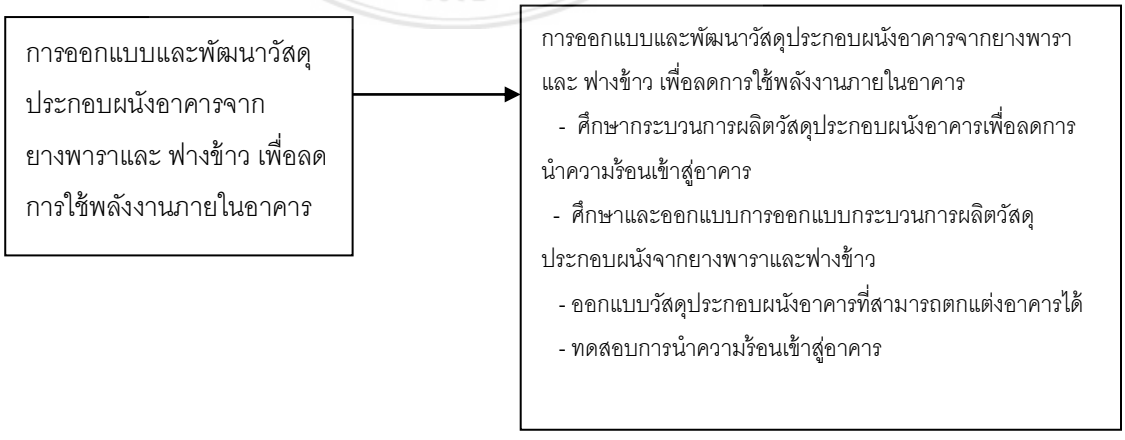
1.3.3.2 การทดสอบการนำความร้อน

1.3.3.3 การทดสอบการต้านทานความร้อน

1.3.3.4 การทดสอบคุณสมบัติการซึมน้ำ

1.3.3.5 ข้อดีและข้อเสียอื่นๆ

1.4 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย



1.5 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

การส่งเสริมวัสดุหรือผลิตภัณฑ์ก่อสร้างที่ช่วยอนุรักษ์พลังงานให้เกิดขึ้นในท้องตลาดและเป็นที่ยอมรับนำไปใช้กันแพร่หลายทั่วไป เป็นกลยุทธ์สำคัญอย่างหนึ่งที่ช่วยให้นโยบายประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคารพักอาศัยของหลายประเทศสัมฤทธิ์ผลได้โดยเร็วอย่างไรก็ตามอุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้างของไทยส่วนใหญ่ ยังมีโครงสร้างธุรกิจและศักยภาพในการพัฒนาที่จำกัด โดยเฉพาะในเรื่องเทคโนโลยี และการวิจัยพัฒนา (R&D) ที่ยังต้องพึ่งพาต่างประเทศ อีกทั้งมักต้องแข่งขันกับสินค้านำเข้าหรือการทุ่มตลาดจากต่างประเทศที่รุนแรงมากขึ้นด้วย โอกาสที่วัสดุก่อสร้างหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ เพื่อการอนุรักษ์พลังงานจะสามารถเกิดขึ้น และเป็นธุรกิจที่ยั่งยืนอยู่ได้นั้น ไม่ใช่สิ่งที่จะเกิดขึ้นได้ง่ายและรวดเร็ว การพัฒนาวัสดุให้เป็นที่ยอมรับ จึงจำเป็นที่จะต้องพัฒนาระบบการก่อสร้าง(กรรมวิธีก่อสร้าง และระบบโครงสร้าง) ควบคู่กันไปด้วยเสมอ และจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายฝ่ายทั้งทางภาครัฐและเอกชน รวมทั้งจากผู้ออกแบบ ผู้ก่อสร้าง และผู้ประกอบการธุรกิจอสังหาริมทรัพย์หรือผู้บริโภคด้วย(รองศาสตราจารย์ จรัญพัฒน์ ภูวนันท์ , 2550)

เมื่อกล่าวถึงเรื่องการใช้พลังงานภายในอาคาร ซึ่งในที่นี้หมายถึงพลังงานไฟฟ้า คนทั่วไปส่วนมากจะมีความเข้าใจเฉพาะการประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว เนื่องจากสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายและเห็นเป็นรูปธรรมอย่างชัดเจน แต่แท้ที่จริงแล้วยังมีอีกหลายวิธีที่สามารถช่วยให้เกิดมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงได้ ซึ่งหนึ่งในวิธีนั้นก็คือ “การเลือกใช้วัสดุประกอบอาคาร” หรือที่เรียกทั่วไปว่า วัสดุก่อสร้าง ให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละพื้นที่ และมีขั้นตอนการใช้งานอย่างถูกวิธี สาเหตุเนื่องจากวัสดุประกอบอาคารโดยเฉพาะวัสดุที่ใช้ภายนอก เปรียบเสมือนเป็นเปลือกหุ้มอาคารเหล่านั้นไว้ ถ้าเลือกใช้วัสดุที่สามารถป้องกันความร้อนได้ดี ผู้อยู่อาศัยภายในบ้านก็จะไม่รู้สึกร้อน และภายในอาคารก็จะอยู่ในสภาวะน่าสบายได้ตลอด และเมื่อมีการรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆมาวิเคราะห์แล้วพบว่าพลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ภายในอาคารพักอาศัยถูกใช้ไปกับการลดความร้อนภายในอาคารเป็นสัดส่วนที่มากที่สุดนั้นก็คือ การใช้ระบบปรับอากาศเข้ามาเสริมเมื่อต้องการอยู่ในภาวะน่าสบาย ที่ผ่านมาในขั้นตอนของการออกแบบก่อสร้างจะมีผู้ที่คำนึงถึงการเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนไม่มากนัก หากมีการเตรียมการป้องกันในขั้นต้นอย่างเหมาะสมแล้ว ก็จะไม่ทำให้ภาระในการลดความร้อนตกไปอยู่กับระบบทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศซึ่งเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานมากชนิดหนึ่งในการทำงานของระบบ เมื่อทราบความสำคัญของการเลือกใช้วัสดุประกอบอาคารให้มีความเหมาะสมแล้ว ก็ควรที่จะทำการศึกษาหรือมีความเข้าใจพื้นฐานของวัสดุบ้างในระดับหนึ่ง เพื่อใช้ประกอบในการพิจารณาเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม และก่อนที่จะกล่าวถึงคุณสมบัติและการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างแล้ว สิ่งหนึ่งที่จะเป็นพื้นฐานสำคัญต่อการทำความเข้าใจ คือความรู้ทางด้านทฤษฎีที่มีความเกี่ยวข้อง ระหว่างวัสดุก่อสร้าง ความร้อน และพลังงานในระดับ

เบื้องต้น อันจะเป็นประโยชน์ในการทำความเข้าใจคุณสมบัติต่างๆของวัสดุต่อไป(กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน)

ฉนวนกันความร้อน(Thermal Insulation) เป็นวัสดุที่ใช้เพื่อประหยัดพลังงานที่สำคัญ ปัจจุบันเกือบทุกอาคารใช้ฉนวนกันความร้อนในการควบคุมอุณหภูมิภายในอาคารให้อยู่ในช่วงที่ต้องการ ฉนวนกันความร้อนมีคุณสมบัติในการสกัดกั้นการส่งผ่านความร้อนจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง ซึ่งในแง่ของการใช้งานแล้วอาจใช้ได้ทั้งการรักษาความร้อนและความเย็นของห้องบรรจุอาหาร ส่วนฉนวนกันความร้อนในเครื่องบินโดยสารต้องใช้ฉนวนในการรักษาอุณหภูมิภายในห้องผู้โดยสาร เป็นต้น

สำหรับการใช้งานฉนวนในอาคารสิ่งก่อสร้างอาจทำหน้าที่หลายๆอย่าง เช่น ป้องกันความร้อน ป้องกันเสียง ป้องกันไฟ ฯลฯ อาคารในประเทศที่มีอากาศหนาวเย็นต้องใช้เครื่องทำความร้อน (Heater) และใช้ฉนวนเพื่อรักษาอุณหภูมิภายในอาคารให้อบอุ่น แต่สำหรับประเทศไทยซึ่งมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น อากาศภายนอกมีอุณหภูมิสูง ดังนั้นเพื่อให้ภายในอาคารมีสภาพเหมาะสมต่อการอยู่อาศัยและเกิดภาวะความสบาย จึงต้องลดความร้อนที่จะเข้ามาภายในอาคาร การใช้ฉนวนกันความร้อนสำหรับประเทศไทยจึงมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อป้องกันการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้ามายังภายในอาคารเป็นสำคัญ (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2550)

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ประโยชน์ทางด้านวิชาการ สามารถพัฒนาผลิตวัสดุประกอบผนังที่สดการนำความร้อนเข้าสู่อาคารจากวัสดุธรรมชาติที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและปลอดภัยสำหรับผู้บริโภคเกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ทางเทคโนโลยีซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาที่ยั่งยืน

1.6.2 ประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจ สามารถเปลี่ยนแปลงยางพาราจากวัตถุดิบส่งออกเป็นผลิตภัณฑ์ส่งออก เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับยางพารา ส่งเสริมการนำฟางข้าวเข้าสู่กระบวนการอุตสาหกรรมเพิ่มรายได้แก่เกษตรกร สร้างรายได้ให้แก่ท้องถิ่น เพราะวัตถุดิบเป็นพืชที่ปลูกได้ในประเทศ ลดการนำเข้าฉนวนความร้อนจากต่างประเทศ

1.6.3 ประโยชน์ทางด้านสังคม เกิดการจ้างงาน และสร้างรายได้ในชุมชน ทำให้ไม่ต้องย้ายถิ่นฐานเพื่อหางาน

1.6.4 ประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม ยางพาราและฟางข้าวเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังเป็นการรณรงค์ให้เกิดการปลูกพืชทั้งยางพาราและข้าว

1.6.5 ประโยชน์ทางด้านพลังงาน วัสดุประกอบผนังจากยางพาราและฟางข้าวสามารถนำไปใช้สำหรับอาคารเพื่อลดปริมาณความร้อนสู่อาคาร ลดการใช้พลังงาน เป็นการอนุรักษ์พลังงาน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาข้อมูลในการออกแบบและพัฒนาวัสดุประกอบอาคาร กรณีศึกษาวัสดุประกอบผนังอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคารจากยางพาราและฟางข้าว ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารตลอดจนงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุงานผนัง วัสดุประกอบผนังอาคาร

2.2 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการลดใช้พลังงานภายในอาคาร การประหยัดพลังงาน

2.3 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับยางพาราและฟางข้าว

2.4 ศึกษาข้อมูลหลักการออกแบบ

2.5 ศึกษาข้อมูลด้านมาตรฐานการควบคุมการใช้งานวัสดุภายในอาคาร

2.6 ศึกษากรรมวิธีการผลิต

2.7 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุประกอบผนังอาคาร

2.1.1 วัสดุงานผนัง

วัสดุที่สามาถนำมาเป็นผนังได้ในปัจจุบัน มีอยู่หลายชนิด ถ้าเราย้อนกลับไปในยุคหินมนุษย์เราเริมจากการใช้ดินโลนมาก่อเป็นผนังกระท่อม ใช้กิ่งไม้ใบไม้มากั้นเป็นผนัง และหลังจากนั้นเริมพัฒนาเอาหินทราย มาทำเป็นผนังอาคารขนาดใหญ่ขึ้น เช่น พีระมิด กำแพงเมืองจีน ปราสาทวัดต่างๆ เป็นต้น มาจนถึงในปัจจุบันวัสดุก่อผนังมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น มีความคงทนใช้สะดวก สวยงาม และราคาถูก ซึ่งจะกล่าวในรายละเอียดต่อไปนี้

2.1.1.1 ผนังก่ออิฐดินเผา (Red Bricks Wall)

อิฐดินเผาหรืออิฐมอญ ในยุคดั้งเดิมนั้นมีผิวขรุขระเนื่องจากปั้นด้วยมือและมีขนาดใหญ่มาก ซึ่งพบเห็นได้จากโบราณสถานต่างๆและในปัจจุบันยังคงพบเห็นการผลิตได้ในต่างจังหวัด แต่มีขนาดเล็กลง สำหรับในเขตเมืองใหญ่ๆ จะนำเครื่องจักรเข้ามาผลิต ทำให้อิฐมอญที่ได้มีผิวเรียบและมีขนาดที่แน่นอนขึ้น ทำให้รับน้ำหนักบรรทุกได้มากขึ้น และยังใช้อิฐโชว์โดยไม่ต้องฉาบปูนทับอีกด้วย ลักษณะของอิฐมอญจะอธิบายได้ดังต่อไปนี้

(ก) กรรมวิธีการผลิตอิฐเผาหรืออิฐมอญจะเป็นดังนี้

1. คัดเลือกแหล่งดินเหนียวที่มีคุณสมบัติตามต้องการ อาจเป็นดินเหนียวหรือดินดานหรือเป็นดินที่มีสารผสมจากเคโอลิไนกับทรายเคโอลิไน ซึ่งเป็นวัสดุไม่คืนตัวเมื่อถูกน้ำและจะแข็งเมื่อถูกเผาในอุณหภูมิคงที่ ดังนั้นดินที่ใช้ทำอิฐควรมีสมบัติไม่คืนตัวและแห้งได้เร็วโดยไม่หดตัวงอหรือแตกได้ง่าย ดินจะมีธาตุเหล็กออกไซด์ ปูนขาว แม็กนีเซี่ยม และอัลคาไลด์เจือปนอยู่มาก จึงต้องเอาธาตุเหล่านี้ออกให้เหลือปริมาณเหมาะสม เพราะทรายจะเป็นตัวช่วยป่องกันการยืดหดตัวและการแตกร้าวในระหว่างการเผาได้ดี แต่ถ้ามีมากไปทรายจะทำให้การเชื่อมแน่นของอิฐเสียไป เหล็กออกไซด์ถือว่าเป็นวัสดุประสานทำให้อิฐเกดความแน่นและแข็งแรงและมีสีแดง ส่วนปูนขาวจะทำให้อิฐขึ้นรูปได้ดี แต่

2.หลังจากคัดเลือกดินได้ตามต้องการแล้วก็ทำการขุดดินและนำดินมาเก็บในยุ้ง จากนั้นก็เป็นขั้นตอน เตรียมดิน โดยการนำดินมาคัดให้สะอาด เช่น เอาเศษหิน เศษรากไม้ และวัสดุอื่นๆ ออกให้หมดแล้วทำการบดและล่อนดินให้มีขนาดตามกำหนดนำไปเข้าบ่อผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน ด้วยการนวดด้วยแรงคนหรือเครื่องจักรก็ได้ ดินที่ผ่านการนวดแล้วจะนำไปเข้าแบบพิมพ์และตัดไห้ได้ตามขนาดทีต้องการ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เร็วขึ้น ขั้นตอนการทำให้แห้งอาจใช้วิธีตากลมหรือตากแดดตามธรรมชาติ ซึ่งอาจใช้เวลาเป็นสัปดาห์ แต่ในปัจจุบันนิยมใช้เตาเผา ทำให้ใช้เวลาน้อยลงเหลือเพียง 2-3 วัน

3. มาตรฐานของอิฐมอญตามมาตรฐานของ วสท. ได้กำหนดขนาดของอิฐมอญ ไว้คือ หนา 5 เซนติเมตร กว้าง 9.5 เซนติเมตร และยาว 20 เซนติเมตร โดยอิฐจะต้องทนแรงอัดได้ไม่น้อยกว่า 20 Ksc. และจะต้องมีสมบัติดูดซึมน้ำไม่เกิน 30% อิฐมอญขนาดเล็กตามท้อง ตลาดทั่วไปในปัจจุบันมีผลิตกันอยู่ 2 รูปแบบ คือ ชนิดปั้นด้วยมือ จะมีผิวขรุขระและชนิดปั้นด้วยเครื่องจะมีผิวเรียบและทำให้เบาลงด้วยการเจาะรูกลวงอีก 2-3 รู ตลอดความยาวแผ่นอิฐ ขนาดเฉลี่ยทั่วไปของอิฐมอญคือหนา 3-3.5 เซนติเมตร กว้าง 6-6.5 เซนติเมตร และยาว 14.5-15 เซนติเมตร

4. สำหรับอิฐมอญอีกชนิดหนึ่งมีขนาดใหญ่ขึ้นอัดแน่นด้วยเครื่องจักร และนิยมใช้ก่อเป็นผนังโชว์โดยไม่ฉาบปูนทับ ซึ่งจัดเป็นอิฐที่ใช้งานตกแต่ง คือ อิฐ บปท. อิฐ บปก. โดยขนาดเฉลี่ยทั่วไปของอิฐประเภทนี้ คือ หนา 7 เซนติเมตร กว้าง 11 เซนติเมตร และยาว 23 เซนติเมตร

ภาพที่ 2.1 กระบวนการผลิตอิฐมอญ

ตารางที่ 2.1 แสดงข้อมูลจำเพาะของอิฐ

ประเภท	กว้าง	ยาว	หนา
อิฐขนาดเล็ก	65	140	40
	65	160	40
	65	190	40
อิฐขนาดใหญ่	90	190	65
	90	190	90

*ขนาดจริงอาจมากกว่าหรือน้อยกว่าในตารางไม่เกิน 3 (มม.)

ภาพที่ 2.2 แสดงลักษณะทั่วไปของอิฐมอญ อิฐกลวง และการก่อผนังอิฐ

(ข.) เทคนิคการติดตั้งวัสดุผนังอิฐมอญ

1. อิฐมอญทุกชนิดก่อนนำมาใช้ต้องนำไปแช่น้ำให้อิ่มตัวก่อนแล้วยกมาวางให้ผิวแห้งหมาดๆ ก่อนจึงจะนำไปใช้ก่อผนังได้ ซึ่งการแช่น้ำจะช่วยให้อิฐไม่แย่งน้ำจากปูน และทำให้ผิวของอิฐสะอาดขึ้น

2. การก่ออิฐจะต้องเริ่มจากมุมก่อนเสมอ การเริ่มก่อจากมุมขอบผนังหรือขอบเสาจะช่วยให้อิฐมีการยึดเกาะเริ่มต้นที่มั่นคง

3. การก่ออิฐนอกจากจะต้องขึงเอ็นแนวราบแล้ว ยังต้องขึงเอ็นแนวดิ่งด้วย เพื่อป้องกันการก่ออิฐไม่ได้แนวตรง คดไปคดมา

4. แนวปูนก่อหรือความหนาปูนก่อควรอยู่ระหว่าง 1-2 เซนติเมตร เพื่อช่วยให้การยึดเหนี่ยวระหว่างอิฐได้ดี

5. ผนังก่อจากขอบเสา ที่ขอบเสาจะต้องมีการเสียบเหล็กหนวดกุ้งไว้เพื่อทำหน้าที่ยึดเกาะเกี่ยวผนังอิฐโดยทั่วไปใช้เหล็กหนวดกุ้งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 4-50 เซนติเมตรเสียบที่เสาระยะห่างกันประมาณ 30-40เซนติเมตร

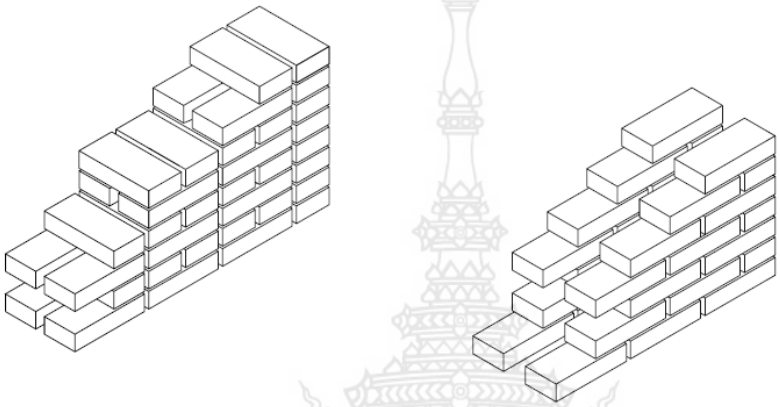
6.ผนังที่มีช่องว่างประตูหน้าต่างควรมีการเสริมคานเอ็นเสาเอ็น รัดรอบ เพื่อทำหน้าที่แบกรับน้ำหนักผนังอิฐ และป้องกันการหดตัวของวงกบไม้

7.ผนังอิฐมีความสูงประมาณเกิน 3-4 เมตร หรือสูงเกิน 3 เมตรควรเสริมเสาเอ็นและคานเอ็นเพื่อทำหน้าที่ให้ผนังเกาะยึด หรือเป็นการช่วยกระจายน้ำหนักทำให้ผนังแข็งแรงขึ้น

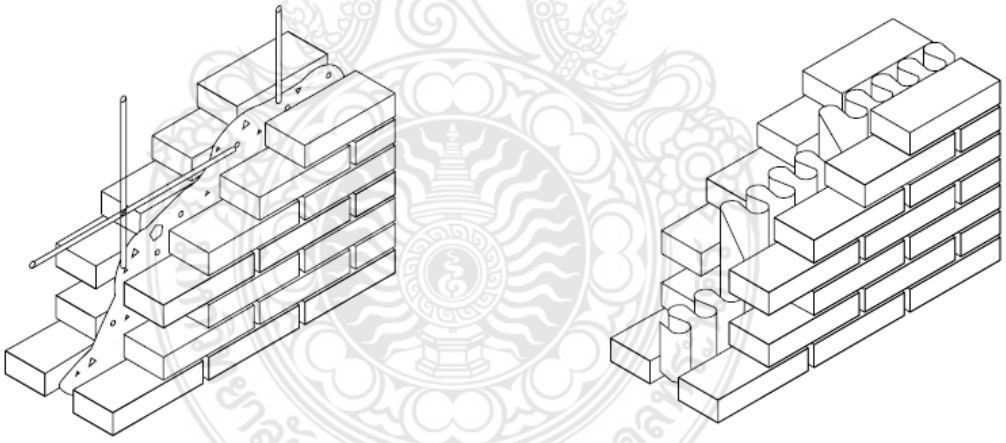
8. การก่อผนังอิฐควรวางแผนการก่อหรือฉาบด้วย ไม่ควรก่อผนังในด้านที่มีแสงแดดจัดส่อง หากเลียงไม่ได้ก็ควรหาที่บังแดดขนาดก่อหรือฉาบ เพื่อป้องกันไม่ให้ปูนแห้งเร็วเกินไป

9. การก่อผนังจนเกือบถึงคานชั้นบนควรหยุดก่อเว้นช่องว่างไว้ประมาณ 10-20 เซนติเมตรประมาณ 3-5วัน เพื่อรอให้คานคอนกรีตนั้นแอนตัวจนอยู่ตัวแล้ว หรือรอให้ผังที่ก่อยุบตัวให้คงที่เสียก่อน จึงค่อยก่ออิฐให้เต็ม ราคาของอิฐมอญประมาณ 0.65 บาท/ก่อน (ขนาด7X16X3.5 cm)

ที่มา (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก http://www.google.com/วัสดุประกอบผนังอาคาร

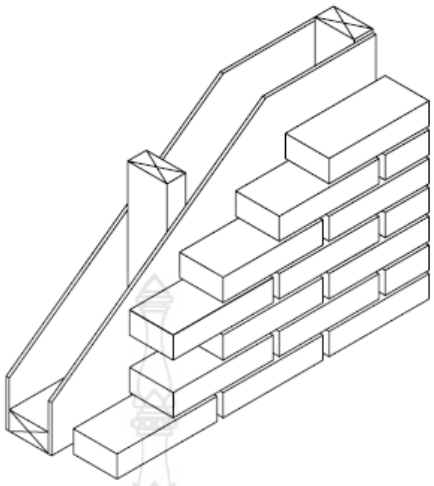


ภาพที่ 2.3 ผนังก่ออิฐมอญ 2 ชั้นฉาบปูนแบบติดชน และแบบเว้นช่องว่างอากาศตรงกลาง



ภาพที่ 2.4 ผนังก่ออิฐมอญ 2 ชั้นเว้นช่องว่างตรงกลาง (ควรมากกว่า 10 ซม.) ฉาบปูนแบบเทปูนและแบบใส่ฉนวนระหว่างอิฐมอญ 2 ชั้น

กรณีที่มีผู้นิยมนำมาใช้ คือการใช้วัสดุประกอบชนิดอื่นทำเป็นผนังประกอบกับอิฐมอญหรือใช้แบบปิดทับไปเลยและมีการเว้นช่องว่างอากาศตรงกลางไว้ ก็จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนได้อีกทางหนึ่ง แต่วัสดุที่เสนอให้นำมาใช้ที่จะให้ผลดีควรเป็นวัสดุที่มีมวลสารน้อยไว้ด้านนอก เช่น ไม้ ยิปซั่มบอร์ด ไฟเบอร์บอร์ด หรือวัสดุอื่นๆ ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน ซึ่งในปัจจุบันมีผู้นิยมทำกันบ้างแล้ว แต่เหตุผลในการนำมาใช้ส่วนมากเป็นการใช้เพื่อตกแต่งผนังอาคารที่เน้นด้านความงามมากกว่า จึงมีการติดตั้งเพียงบางส่วนของผนังเท่านั้น



ภาพที่ 2.5 ผนังก่ออิฐมอญด้านในและใช้วัสดุประกอบประเภทมวลสารน้อยไว้ด้านนอก

ที่มา กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน เข้าถึงได้จาก (ออนไลน์) http://www.google.com/เอกสารเผยแพร่ แนวทางการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างและฉนวนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

ตารางที่ 2.2 แสดงคุณสมบัติของอิฐมอญ

รูปแบบกายภาพ	หน่วย
ราคาต่อหน่วย (บาท)	0.60
ราคารวมต่อตร.ม (บาท).	100 - 190
ค่าวัสดุ+ค่าแรง / ตรม. (บาท)	425 - 440
ขนาด (Volume) ($cm.^3$)	7x16x3.5
ความหนาแน่น (kg./m^3)	1615 - 1650
จำนวนก้อนต่อตร.ม. (ก้อน,แผ่น)	145
น้ำหนักต่อตร.ม. (kg./m^2)	130
น้ำหนักรวมปูนฉาบต่อตร.ม. (kg./m^2)	200
ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม "Q" (Thermal Transfer) (Watt/m^2)	30-45
ค่าการนำความร้อน "K" (Conductivity – K value) (W/m.K)	0.473
ค่าการต้านทานความร้อน "R" (Resistivity – R value) (m^2K/W)	0.15
ค่าความจุความร้อน "C" (Thermal Capacity) (J/kg.K)	800-1000
ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัว (Thermal Expansion / °C)	4.6×10^{-6}
	-
การหดตัวเมื่อแห้ง	1.8
การต้านทานแรงอัด (kg./cm^2)	35 kg./cm^2

ความแข็งแรงทางกล (kg./cm^2)	-
การกันเสียง (dB)	36-40
การทนไฟ (ชั่วโมง)	0.5 - 2
การปลอดกลิ่น	ไม่มีกลิ่น
ความต้านทานแมลง เชื้อรา และความปลอดภัยต่อธรรมชาติ	-
อัตราการซึมน้ำ (%)	30-40%
การยืดหดตัวของวัสดุ (มม./ม.)	+ 0.18
จำนวนผู้ผลิต	มาก
ปริมาณการผลิตเทียบกับความต้องการ	เพียงพอ
ขั้นตอนการก่อสร้าง	ง่าย
การบำรุงรักษา	ง่าย
อายุใช้งาน	มากกว่า 50 ปี

ข้อดี

- เป็นที่ยอมรับทั่วไป
- ช่างชำนาญ
- แข็งแรง,ทน
- ราคาถูก
- มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อน
- หาซื้อง่าย
- ไม่เป็นพิษ

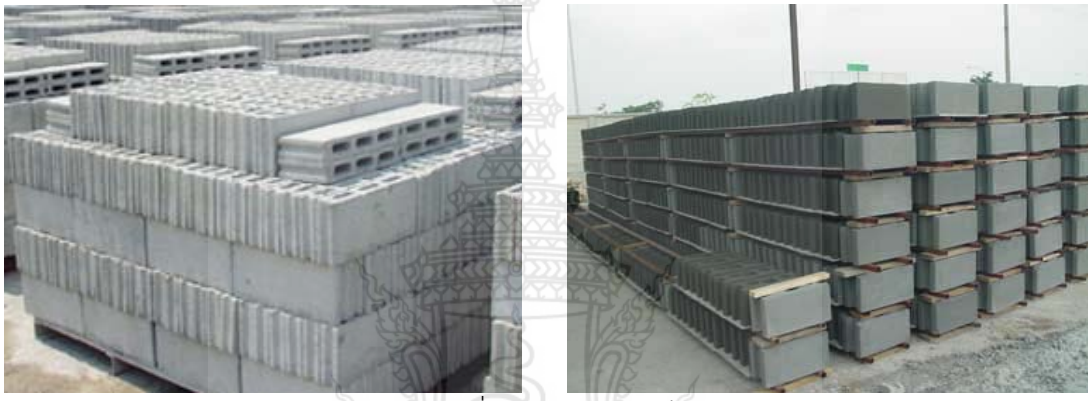
ข้อเสีย

- คุณภาพและขนาดไม่แน่นอน
- ใช้เวลานานในการก่อสร้าง
- เสียหายขณะขนส่ง
- น้ำหนักมาก
- ขาดแคลนช่วงฤดูฝน

ที่มา กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน เข้าถึงได้จาก (ออนไลน์) http://www.google.com/เอกสารเผยแพร่ แนวทางการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างและฉนวนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

2.1.1.2 ผนังคอนกรีตบล็อก

ผนังคอนกรีตบล็อกหรือซีเมนบล็อกหรืออิฐบล็อก เป็นชื่อที่ใช้เรียกกันทั่วไปคอนกรีตบล็อกเป็นวัสดุที่พัฒนาขึ้นมา เพื่อเสริมจุดเด่นได้ดีกว่าอิฐมอญ เช่น แข็งแรงกว่าก่ออิฐได้รวดเร็วทนทานกว่า และน้ำหนักเบากว่า คอนกรีตบล็อกนิยมใช้กับการก่อผนังอาคารทั่วไปทั้งภายในและภายนอกเพื่อลดน้ำหนักของโครงสร้างใช้กับงานภายนอก เช่น รั้ว กำแพงกันดินเตี้ยๆ นอกจากนี้ยังผลิตให้มีช่องแสงและลวดรายที่สวยงามที่สามารถเลือกซื้อทั่วไปได้ในตลาดคอนกรีตบล็อกเป็นวัสดุผสมจากซีเมนต์ หินเกล็ด ทรายหยาบและน้ำ ซึ่งจะมีน้ำหนักมากจึงออกแบบให้มีลูกลวง เพื่อลดน้ำหนักลง คอนกรีตบล็อกที่ผลิตและใช้งานทั่วไปในท้องตลาดจะมีขนาดหนา 7 เซนติเมตร กว้าง 19 เซนติเมตร และยาว 39 เซนติเมตร



ภาพที่ 2.6 คอนกรีตบล็อก

(ก) ขั้นตอนการติดตั้งคอนกรีตบล็อก

1.คอนกรีตบล็อกก่อนนำมาใช้ควรทำความสะอาดโดยการปัดฝุ่นหรือเศษดินที่เกาะติดออกให้หมด ไม่ควรนำไปแช่น้ำ

2. การก่ออิฐบล็อกจะต้องเริ่มจากมุมก่อนเสมอ การเริ่มก่อจากมุมขอบผนังหรือขอบเสาจะช่วยให้อิฐมีการยึดเกาะเริ่มต้นที่มั่นคง

3. แนวปูนก่อหรือความหนาปูนก่อควรอยู่ระหว่าง 1-2 เซนติเมตร เพื่อช่วยให้การยึดเหนี่ยวระหว่างอิฐได้ดี

4. การก่ออิฐนอกจากจะต้องขึงเอ็นแนวราบแล้ว ยังต้องขึงเอ็นแนวดิ่งด้วย เพื่อป้องกันการก่ออิฐไม่ได้แนวตรง คดไปคดมา

5. ผนังก่อจากขอบเสา ที่ขอบเสาจะต้องมีการเสียบเหล็กหนวดกุ้งไว้เพื่อทำหน้าที่ยึดเกาะเกี่ยวผนังอิฐโดยทั่วไปใช้เหล็กหนวดกุ้งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 4-50 เซนติเมตรเสียบที่เสาระยะห่างกันประมาณ 30-40 เซนติเมตร

6.ผนังที่มีช่องว่างประตูหน้าต่างควรมีการเสริมคานเอ็นเสาเอ็น รัดรอบ เพื่อทำหน้าทีแบกรับน้ำหนักผนังอิฐ และป้องกันการหดตัวของวงกบไม้

7.ผนังอิฐมีความสูงประมาณเกิน 3-4 เมตร หรือสูงเกิน 3 เมตรควรเสริมเสาเอ็นและคานเอ็น เพื่อทำหน้าที่ให้ผนังเกาะยึด หรือเป็นการช่วยกระจายน้ำหนักทำให้ผนังแข็งแรงขึ้น

8. การก่อผนังอิฐควรวางแผนการก่อหรือฉาบด้วย ไม่ควรก่อผนังในด้านที่มีแสงแดด

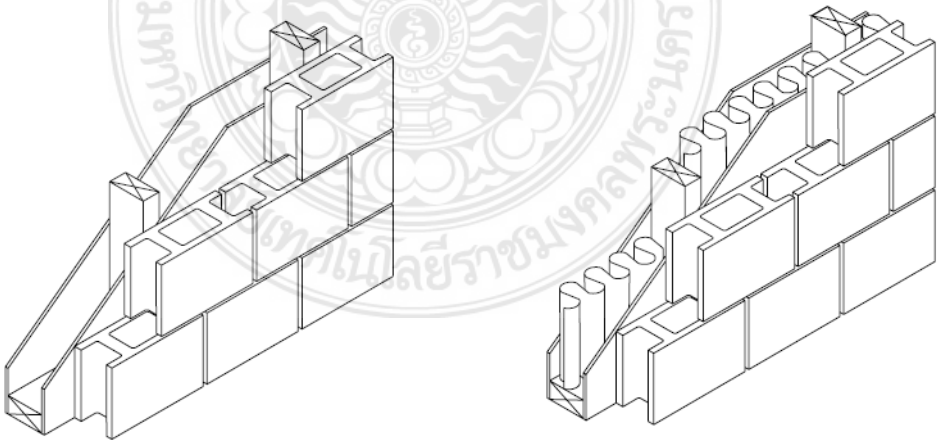
จัดส่อง หากเลียงไม่ได้ก็ควรหาที่บังแดดขนาดก่อหรือฉาบ เพื่อป้องกันไม่ให้ปูนแห้งเร็วเกินไป

9. การก่อผนังจนเกือบถึงคานชั้นบนควรหยุดก่อเว้นช่องว่างไว้ประมาณ 10-20 เซนติเมตรประมาณ3-5 วัน เพื่อรอให้คานคอนกรีตนั้นแอนตัวจนอยู่ตัวแล้ว หรือรอให้ผังที่ก่อยุบตัวให้คงที่เสียก่อน จึงค่อยก่ออิฐให้เต็ม

ราคาคอนกรีตบล็อกประมาณ 5.61 บาท /ก่อน (ขนาด 19X39X7 cm)

ภาพที่ 2.7 กระบวนการผลิตคอนกรีตบล็อก

ที่มา (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก http://www.google.com/วัสดุประกอบผนังอาคาร



ภาพที่ 2.8 ผนังคอนกรีตบล็อกทำเป็นผนังประกอบกับผนังมวลสารน้อย (ยิปซั่มบอร์ด,ไม้อัด,ไฟเบอร์บอร์ด) ทั้งแบบที่มีการใส่ฉนวนไว้ภายในและไม่มีฉนวน

ที่มา กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน เข้าถึงได้จาก (ออนไลน์) http://www.google.com/เอกสารเผยแพร่ แนวทางการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างและฉนวนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

ตารางที่ 2.3 แสดงคุณสมบัติของคอนกรีตบล็อก

รูปแบบกายภาพ	หน่วย
ราคาต่อหน่วย (บาท)	4.50
ราคารวมต่อตร.ม (บาท).	200
ค่าวัสดุ+ค่าแรง / ตรม. (บาท)	390
ขนาด (Volume) ($cm.^3$)	7x19x39
ความหนาแน่น ($kg./m^3$)	765
จำนวนก้อนต่อตร.ม. (ก้อน,แผ่น)	14
น้ำหนักต่อตร.ม. ($kg./m^2$)	90
น้ำหนักรวมปูนฉาบต่อตร.ม. ($kg./m^2$)	130
ค่าการนำความร้อน "K" (Conductivity – K value) (W/m.K)	0.519
ค่าการต้านทานความร้อน "R" (Resistivity – R value) (m^2K/W)	0.149
ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัว (Thermal Expansion /°C)	4.5×10^{-6}
	-

การหดตัวเมื่อแห้ง	0.8
การปลอดกลิ่น	ไม่มีกลิ่น
อัตราการซึมน้ำ (%)	30%
การยืดหดตัวของวัสดุ (มม./ม.)	- 0.8
จำนวนผู้ผลิต	มาก
ปริมาณการผลิตเทียบกับความต้องการ	เพียงพอ
ขั้นตอนการก่อสร้าง	ง่าย
การบำรุงรักษา	ง่าย
อายุใช้งาน	มากกว่า 50 ปี
ข้อดี - แข็งแรง - ราคาถูก - มีช่องอากาศที่ช่วยกันความร้อนได้	
ข้อเสีย - อายุใช้งานยังไม่มีการยืนยัน - ต้องใช้ปูนฉาบเฉพาะ	

ที่มา กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน เข้าถึงได้จาก (ออนไลน์) http://www.google.com/เอกสารเผยแพร่ แนวทางการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างและฉนวนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

2.1.1.3 ผนังคอนกรีตบล็อกมวลเบา (Light Block Wall)

คอนกรีตบล็อกมวลเบาเป็นวิวัฒนาการของการพัฒนาเทคโนโลยีวัสดุอีกขั้นหนึ่ง การพัฒนาคอนกรีตบล็อกมวลเบาจนมีการผลิตออกมาใช้งาน ก็เพื่อประโยชน์ต่อการรับน้ำหนักโครงสร้างอาคาร เนื่องจากโครงสร้างอาคารปัจจุบันนี้มีทั้งขนาดใหญ่และสูง ผนังของอาคารก็มีเป็นจำนวนมาก ดังนั้นถ้าทำให้น้ำหนักของผนังเบาลงได้ ก็จะมีผลต่อการออกแบบโครงสร้างให้ประหยัดได้ คอนกรีตบล็อกมวลเบาเป็นการผลิตจากส่วนผสมของปูนซีเมนต์ ปูนขาว ทรายละเอียด ผงอะลูมิเนียมน้ำและสารผสมเพิ่ม เช่น สารเพิ่มฟองอากาศโดยหลังจากผสมกันแล้วจะทำให้เกิดช่องอากาศเล็ก ๆ เป็นรูพรุนที่ไม่ต่อเนื่อง (unconnecting voids) เป็นผลให้มีน้ำหนักเบาตามมาตรฐาน มอก. 1505-2541 เรียกชื่ออย่างเป็นทางการว่าคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศอบไอน้ำ คอนกรีตบล็อกมวลเบาที่ในเมืองไทยและเป็นที่รู้จักกันดีคือ ยี่ห้อซุปเปอร์บล็อกและยี่ห้อคิวคอนบล็อกมวลเบานี้นอกจากจะให้น้ำหนักที่เบาแล้ว ยังมีคุณสมบัติอื่น ๆ ที่พิเศษหลายประการ คือ

1. มีน้ำหนักรวมฉาบสองด้านเบามากประมาณ 90 กิโลกรัม / ตารางเมตร เมื่อเทียบกับผนังอิฐมอญจะเบากว่าถึง 2-3 เท่า

2. มีความแข็งแรงมากกว่าเมื่อเทียบกับผนังอิฐมอญ เพราะสามารถรับแรงกดอัดได้ถึง 40-80 กิโลกรัม/ ตารางเมตร

3. ก่อสร้างได้รวดเร็วกว่าผนังอิฐมอญ เพราะบล็อกมวลเยาหนึ่งก้อนจะเทียบได้กับอิฐมอญประมาณ 15-20 ก้อน และน้ำหนักเบา ทำให้ทำงานได้เร็วขึ้น ทดสอบโดยโยนลงน้ำก็จะไม่จม

4. เลื่อนตัดแต่งบล็อกได้ด้วยเลื่อยตัดไม้ทั่วไปโดยไม่ต้องสกัด จึงลดปัญหาเรื่องการแตกหักเสียหายได้

5. เนื่องจากก้อนบล็อกมีความเรียบทั้งก้อน จึงทำให้งานฉาบง่ายและไม่สิ้นเปลือง

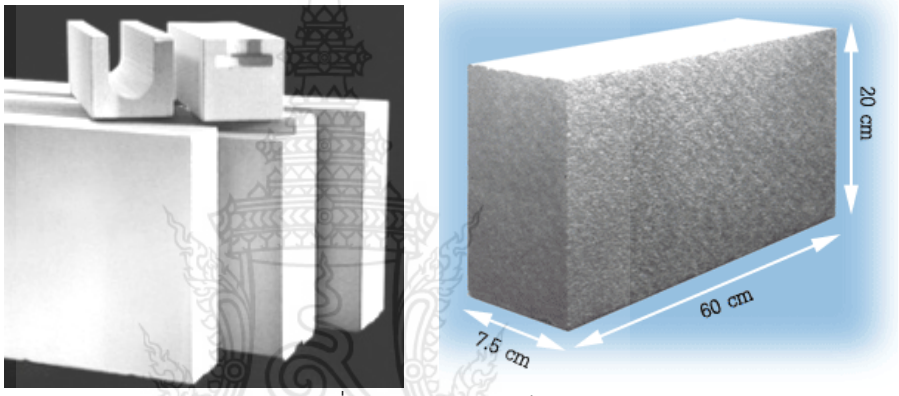
6. เป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้ดีกว่าผนังอิฐมอญถึง 4-5 เท่า ทำให้ประหยัดค่ากระแสไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศถึง 25%-50 %

7. ดูดซับเสียงได้ดี ทำให้ไม่เกิดเสียงสะท้อนหรือเสียงก้อง ช่วยให้ภายในห้องเงียบ

8. ใช้เป็นผนังกันไฟไหม้ได้นานถึง 3 ชั่วโมงขึ้นไป

9. ใช้ปูนทรายแนวหนาเพียง 3-5 มิลลิเมตร แต่ปูนและทรายหรือปูนฉาบควรผสมน้ำยาหน่วงตัวด้วยเพราะบล็อกมวลเบาจะดูดน้ำจากปูนทรายหรือปูนฉาบให้แห้งเร็วมาก

10. สำหรับงานฉาบควรแบ่งฉาบเป็นสองครั้ง โดยให้ฉาบครั้งแรกเพียงบาง ๆ ประมาณ 5 มิลลิเมตร ให้ทั่วบริเวณก่อน จากนั้นทิ้งไว้ข้ามวันให้แห้งสนิทก่อนจึงค่อยทำการฉาบครั้งที่สอง ซึ่งก็จะทำให้งานฉาบง่ายขึ้น



ภาพที่ 2.9 คอนกรีตบล็อกมวลเบา

ภาพที่ 2.10 การก่อผนังคอนกรีตบล็อกมวลเบา

ตารางที่ 2.5 แสดงข้อมูลจำเพาะของคอนกรีตบล็อกมวลเบา

จำนวนก้อน / ตร.ม.	ขนาดของก้อนบล็อก (ซ.ม.)		
	กว้าง	ยาว	หนา
8.33	20	60	7.5
5.55	30	60	7.5
8.33	20	60	10.0
8.33	20	60	15.0
8.33	20	60	20.0

ที่มา (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก http://www.google.com/วัสดุประกอบผนังอาคาร

ตารางที่ 2.6 แสดงคุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบา

รูปแบบกายภาพ	หน่วย
ราคาต่อหน่วย (บาท)	25.21 – 37.80
ราคารวมต่อตร.ม (บาท).	315 - 412
ค่าวัสดุ+ค่าแรง / ตรม. (บาท)	450 - 646
ขนาด (Volume) ($cm.^3$)	7.5x20x60
ความหนาแน่น ($kg./m^3$)	550 - 640
จำนวนก้อนต่อตร.ม. (ก้อน,แผ่น)	8
น้ำหนักต่อตร.ม. ($kg./m^2$)	46.5
น้ำหนักรวมปูนฉาบต่อตร.ม. ($kg./m^2$)	90 - 100
ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม "Q" (Thermal Transfer) ($Watt/m^2$)	32-42 15
ค่าการนำความร้อน "K" (Conductivity – K value) (W/m.K)	0.089 - 0.132
ค่าการต้านทานความร้อน "R" (Resistivity – R value) (m^2K/W)	0.58
ค่าความจุความร้อน "C" (Thermal Capacity) (J/kg.K)	น้อยกว่าอิฐมอญ 2.5 เท่า
ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัว (Thermal Expansion /°C)	$8\text{-}10 \times 10^{-6}$ 0.13

การหดตัวเมื่อแห้ง	0.2
การต้านทานแรงอัด ($kg./cm^2$)	40-50
ความแข็งแรงทางกล ($kg./cm^2$)	23
การกันเสียง (dB)	38-43
การทนไฟ (ชั่วโมง)	4
อัตราการซึมน้ำ (%)	30%
การยืดหดตัวของวัสดุ (มม./ม.)	- 0.2
จำนวนผู้ผลิต	มาก
ปริมาณผลิตเทียบกับความต้องการ	กำลังผลิตไม่เพียงพอ
ขั้นตอนการก่อสร้าง	ต้องการช่างเฉพาะ
การบำรุงรักษา	ง่าย
อายุใช้งาน	ยังไม่คงที่
ข้อดี - คุณภาพคงที่ - น้ำหนักรวมน้อย - ป้องกันความร้อนดี	
ข้อเสีย - ไม่ค่อยแข็งแรง - ไม่ทนน้ำ - ราคาสูง - ขั้นตอนก่อสร้างยุ่งยาก - ผู้ผลิตน้อยราย เกิดการผูกขาดทางการตลาด	

ที่มา: www.spec2u.com/product/ qcon/pic

2.1.1.4 ผนังบล็อกแก้ว

บล็อกแก้วเป็นผลิตภัณฑ์ที่สนองตอบต่องานด้านสถาปัตยกรรมใช้ในงานตกแต่งอาคารเป็นผนังที่กันแดดกันฝนได้ และให้แสงสว่างผ่านได้ ใช้ได้ทั้งผนังภายในและผนังภายนอก ขณะเดียวกันบล็อกแก้วก็มีลวดลายปรากฏอยู่บนเนื้อแก้ว ทำให้เกิดจินตนาการได้เมื่อกระทบแสงไฟ และยังช่วยในการอนุรักษ์พลังงานได้ด้วย บล็อกแก้วนิยมใช้ก่อเป็นผนังได้ในหลาย ๆ พื้นที่ขึ้นอยู่กับการสร้างสรรค์ทางด้านสถาปัตยกรรมเช่น ใช้เป็นช่องแสงบริเวณโถงบันได ใช้ทดแทนหน้าต่างโดยยังมีแสงสว่างเข้าได้ใช้ตกแต่งบรรยากาศบางมุมของห้องให้มีแสงนุ่มนวลใช้ตกแต่งผนังโค้งตามโชว์รูมต่างๆ หรือใช้เป็นผนังกั้นในห้องน้ำเป็นต้น

ภาพที่ 2.11 บล็อกแก้วชนิดต่างๆ

ภาพที่ 2.12 แสดงลักษณะการใช้บล็อกแก้วในรูปแบบต่างๆ

ตารางที่ 2.7 แสดงข้อมูลคุณสมบัติของบล็อกแก้ว

ขนาด	190 × 190 × 180 มม.	190 × 190 × 100 มม.
น้ำหนักต่อก้อน	2.20 กก.	1.80 กก.
น้ำหนัก/ตารางเมตร	114กก./ต.ร.ม.	
การป้องกันเสียง	40-49 dB	
การส่งผ่านความร้อน	2.98 วัตต์/ตร.ม. ต่อเคลวิน	
การป้องกันไฟไหม้	ประมาณ 1 ชั่วโมง	
การส่องผ่านของแสง	ประเภทมีลาย,ฝ้า 50-70 ประเภทแก้วใส 75% ประเภทมีสี 40%	

2.1.1.5 ฝาไม้ (Wood Plank Panel)

ฝาไม้เป็นผนังอาคารที่เราพบเห็นได้ทั่งไปสำหรับบ้านเรือนไทยในสมัยเก่า หรืออาคารบ้านเรือนของผู้มีรายได้น้อย วัสดุไม้เป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในเมืองไทย และการก่อสร้างอาคารไม้ก็สามารถก่อสร้างได้ง่ายเช่นกัน ไม้ฝาจะไม่อมความร้อน จึงทำให้ภายในห้องเย็นตัวได้รวดเร็ว

เนื่องจากไม้ฝามีลักษณะเป็นแผ่นแบนบางขนาดประมาณ 1/2 ×6 นิ้ว จึงต้องมีไม้เคร่าขนาด 1 ½ × 3 นิ้ว เป็นตัวยึดเหนี่ยวเป็นระยะ ๆ โดยทั่วไปจะมีระยะประมาณ 50-60 เซนติเมตร การติดตั้งฝาไม้ที่นิยมกันทั่วไปมีอยู่ 2 รูปแบบคือ แบบตีซ้อนเกล็ดแนวนอนและตีซ้อนทับ

ภาพที่ 2.13 ไม้ฝาชนิดต่างๆ

ภาพที่ 2.14 แสดงการใช้งานไม้ฝา

ปัจจุบันนี้เริ่มนิยมออกแบบอาคารให้มีส่วนของฝาไม้เพื่อเน้นงานทางด้านสถาปัตยกรรมไทยในอาคารสมัยใหม่ด้วย แต่เนื่องจากป่าไม้ในเมืองไทยได้ถูกทำลายลงไปมาก จึงมีผู้ที่คิดพัฒนาฝาไม้เทียมขึ้นมาใช้ทดแทนฝาไม้จริง โดยออกแบบลวดลายภายนอกให้แลดูเหมือนลายไม้จริง ๆ ซึ่งวัสดุที่นำมาผลิตทดแทนก็คือแผ่นแอสเบสตอส หรือ ไฟเบอร์ซีเมนต์ ยี่ห้อที่เราพบเห็นได้ทั่วไปคือ ไม้ฝาร็อควูด ไม้ฝาตราเฌอร่า ไม้ฝาตราช้าง ไม้ฝาตราเพชร และไม้ฝาคอนวูด

2.1.1.6 ผนังยิปซัม (Gypsum Panel)

ผนังยิปซัมจัดเป็นผนังเบามากถึง 5 เท่าเมื่อเทียบกับผนังก่ออิฐฉาบปูน แผ่นยิปซัมผลิตมาจากการนำแร่ยิปซัมที่มีคุณสมบัติไม่ติดไฟมาอัดประกอบแกนกลางของแผ่นแล้วยึดด้วย

1. จากคุณสมบัติผิวหน้าที่เรียบมากทำให้ได้ผนังที่มีความสวยงาม ลดปัญหาการแตกร้าวที่ผิว ซึ่งพบเห็นได้บ่อยกับผิวปูนฉาบ

2. แร่ยิปซัมมีคุณสมบัติเป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้ จึงทำให้ภายในห้องเย็นสบาย

3. แร่ยิปซัมมีคุณสมบัติที่คงทนต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ จึงทำให้แผ่นยิปซัมแข็งแรงทนทานไม่ยืดหดหรือบิดงอ

4. แร่ยิปซัมเป็นวัสดุทนไฟ จึงใช้เป็นผนังป้องกันไฟไหม้ได้นานถึง ½ -3 ชั่วโมง

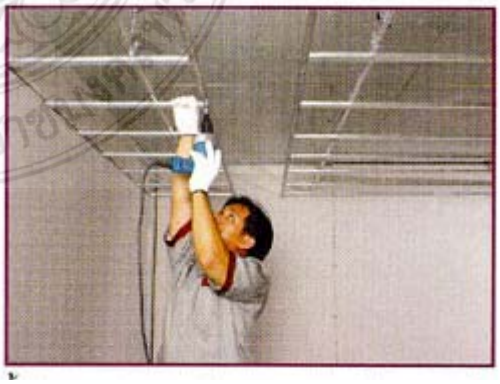
5. แผ่นยิปซัมมีคุณสมบัติในการกรองเสียงได้ จึงใช้เป็นผนังป้องกันเสียงรบกวนได้

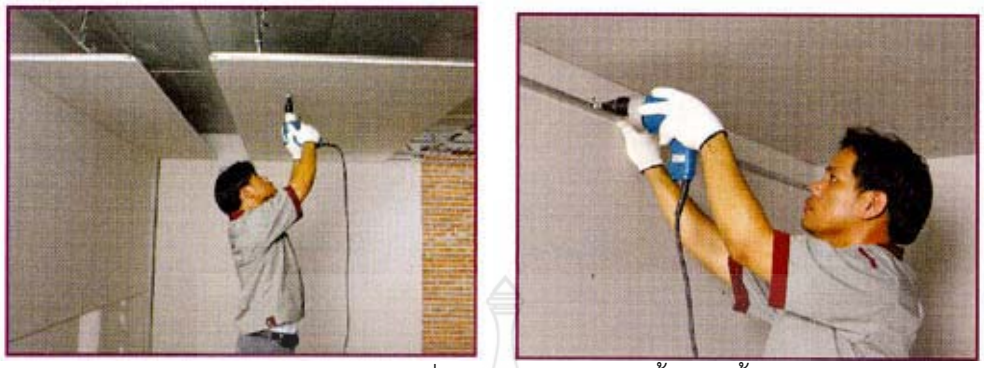
6. การติดตั้งแผ่นยิปซัมทำได้ง่ายเนื่องจากมีน้ำหนักเบา ทำให้ประหยัดโครงสร้างไปด้วย เช่น ไม่ต้องมีคานรองรับ ประยัดค่าแรงเพราะติดตั้งได้รวดเร็ว ผิวเรียบทำให้การทาสีเสร็จเร็วและประหยัดเนื้อสี

7. กรณีแผ่นแตก ทะลุเป็นรู สามารถซ่อมปะเฉพาะจุดได้ง่ายโดยไม่ต้องเปลี่ยนใหม่ทั้งแผ่น

8. หมดกังวลเรื่องผุ เพราะมอดหรือปลวกทำลายไม่ได้

9. รักษาความสะอาดได้ง่ายไม่เลอะเทอะ เพราะไม่ต้องมีการผสมของปูน ทราย และน้ำผนังยิปซัมเหมาะสำหรับทำผนังภายในเท่านั้น และไม่ควรติดตั้งในบริเวณที่มีความเปียกชื้นซึมถึง เพราะจะทำให้แร่ยิปซัมเปื่อยและหลุดร่วงได้ ในบางบริเวณที่มีความชื้นสูง เช่น ห้องน้ำ ก็ให้เลือกใช้แผ่นยิปซัมชนิดพิเศษที่ทนความชื้นได้ หรือในบางพื้นที่ที่ต้องการป้องกันความร้อนหรือไฟไหม้สูง เช่น ห้องควบคุมไฟฟ้า ห้องควบคุมคอมพิวเตอร์ ห้องบันไดหนีไฟ ฯลฯ ก็ต้องเลือกแผ่นยิปซัมชนิดพิเศษที่ทนไฟได้นานขึ้น แผ่นยิปซัมมีขนาด 1.20 × 2.40 เมตร หน้า 9,12,15 มิลลิเมตร สามารถยึดเหนี่ยวด้วยเคร่าแนวตั้งเพียงอย่างเดียวได้โดยไม่จำเป็นต้องมีเคร่าแนวนอน ซึ่งเคร่ายึดอาจเป็นไม้ขนาด 1½ × 3 นิ้ว แต่ปัจจุบันนิยมติดตั้งด้วยเคร่าเหล็กชุบสังกะสีรูปตัวซีขนาด 65× 35× 0.55 มิลลิเมตร หรือขนาด 75×35×0.55 มิลลิเมตร ทุกระยะ 40 หรือ60 เซนติเมตร ให้ลงตัวกับความกว้างของแผ่นยิปซัม





ภาพที่ 2.15 แสดงการติดตั้งเคร่าตั้งและแผ่นยิปซัม

ที่มา (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก http://www.google.com/วัสดุประกอบผนังอาคาร

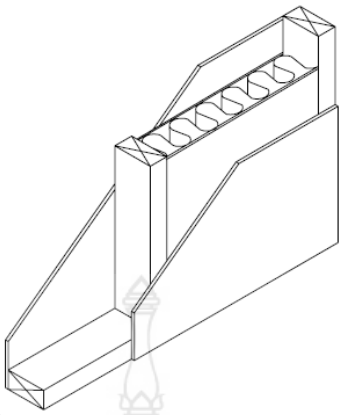
ภาพที่ 2.16 แสดงแผ่นยิปซัมชนิดต่างๆ ที่มีคุณสมบัติการป้องกันไฟและความร้อน

ที่มา : แผ่นผับแสดงสินค้า, บริษัทสยามอุตสาหกรรมยิปซัม จำกัด

ตารางที่ 2.8 แสดงคุณสมบัติของยิปซั่มบอร์ด

รูปแบบกายภาพ	**หน่วย**
ราคาต่อหน่วย (บาท)	230
ราคารวมต่อตร.ม (บาท).	23
ค่าวัสดุ+ค่าแรง / ตรม. (บาท)	320
ขนาด (Volume) ($cm.^3$)	0.12x120x240
ความหนาแน่น ($kg./m^3$)	80
จำนวนก้อนต่อตร.ม. (ก้อน,แผ่น)	0.35
น้ำหนักต่อตร.ม. ($kg./m^2$)	8.33
น้ำหนักรวมปูนฉาบต่อตร.ม. ($kg./m^2$)	30-35
ค่าการนำความร้อน "K" (Conductivity – K value) (W/m.K)	0.14-0.19
ค่าการต้านทานความร้อน "R" (Resistivity – R value) (m^2K/W)	0.04
ค่าความจุความร้อน "C" (Thermal Capacity) (J/kg.K)	840
ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัว (Thermal Expansion / °C)	0.14-0.19

การกันเสียง (dB)	35-65
การทนไฟ (ชั่วโมง)	½ -4
การปลอดกลิ่น	ไม่มีกลิ่น
ความต้านทานแมลง เชื้อรา และความปลอดภัยต่อธรรมชาติ	ไม่ขึ้นรา เนื่องจากผสมสารกันเชื้อรา
จำนวนผู้ผลิต	มาก
ปริมาณผลิตเทียบกับความต้องการ	เพียงพอ
ขั้นตอนการก่อสร้าง	ง่าย สะดวก
การบำรุงรักษา	ง่าย
ข้อดี - ป้องกันความร้อน และ เสียงรบกวน - ประหยัด - ง่ายต่อการดูแลรักษา - ทนไฟ ไม่ลามไฟ - สะดวก ติดตั้งง่าย	
ข้อเสีย - หากชื้นมากจะปิดงอเปลี่ยนรูป - อาจมีรา หากขาดการป้องกัน	



ภาพที่ 2.17 แสดงการใช้ยิปซั่มบอร์ดทำเป็นผนังประกอบ โดยอาจเพิ่มฉนวนชนิดอื่นคั่นกลาง
ที่มา กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน เข้าถึงได้จาก (ออนไลน์) http://www.google.com/เอกสารเผยแพร่ แนวทางการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างและฉนวนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

2.1.1.7 ผนังกระเบื้องแผ่นเรียบ (Fiber Cement Flat Sheet Panel)

ผนังกระเบื้องแผ่นเรียบจัดเป็นผนังเบาเช่นเดียวกับผนังยิปซัม กระเบื้องแผ่นเรียบผลิตจากส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์กับแร่ใยหิน ซึ่งมีคุณสมบัติในการรับแรงดึงและแรงบิดงอได้ดี โดยในมาผสมกับน้ำแล้วรีดออกมาเป็นแผ่นเรียบ กระเบื้องแผ่นเรียบมีข้อเด่น – ข้อด้อย ดังนี้

ข้อเด่น

1. แร่ใยหินทนทานต่อแดดและฝน จึงใช้เป็นผนังได้ทั้งภายในและภายนอกโดยไม่เปื่อย

2. แร่ใยหินมีคุณสมบัติที่คงทนต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ จึงทำให้แผ่นกระเบื้องแข็งแรงทนทานไม่ยืดหดหรือบิดงอ

3. แร่ใยหินเป็นวัสดุไม่ติดไฟ จึงไม่เป็นวัสดุที่เป็นเชื้อเพลิงได้

4. การติดตั้งแผ่นกระเบื้องทำได้ง่ายเนื่องจากมีน้ำหนักเบา ทำให้ประหยัดโครงสร้างไปด้วย เช่น ไม่ต้องมีคานรองรับ ประหยัดค่าแรงงานเพราะติดตั้งได้รวดเร็ว ผิวที่เรียบทำให้การทาสีเสร็จเร็วและประหยัดเนื้อสี

5. หมดกังวลเรื่องผุ เพราะมอดหรือปลวกทำลายไม่ได้

6. รักษาความสะอาดง่าย ไม่เลอะเทอะ เพราะไม่ต้องมีการผสมของปูน ทราย และน้ำ

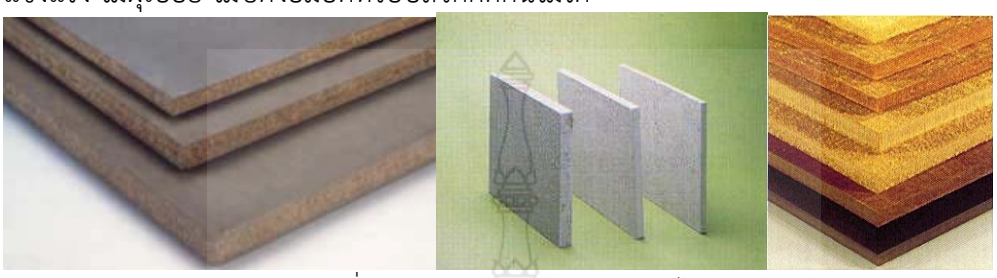
ข้อด้อย

1. แผ่นกระเบื้องเป็นวัสดุที่เปราะอาจแตกได้ถ้าถูกกระแทกแรงเกินไป

2. กรณีแผ่นกระเบื้องแตกชำรุด จะไม่สามารถซ่อมเป็นจุดได้ ต้องเปลี่ยนใหม่ทั้งแผ่น

กระเบื้องแผ่นเรียบมีขนาด 1.20 × 2.40 เมตร หนา 4,6,8 มิลิเมตร โดยทั่วไปควรเลือกใช้ความหนาที่ 6 มิลลิเมตร สามารถยึดเหนี่ยวด้วยเคร่าทางตั้งเพียงอย่างเดียวโดยไม่จำเป็นต้องมีเคร่านอน โดยใช้ไม้เคร่าขนาด 1 ½ × 3 นิ้ว @ 60 เซนติเมตร และตะปูที่ใช้ตอกควรยึดเป็นตะปูหัวแบนยาว ¾ นิ้ว สำหรับกระเบื้องหนา 4 มิลลิเมตร และใช้ตะปูหัวแบนยาว 1 นิ้วสำหรับกระเบื้องหนา 6,8 มิลลิเมตร ทุกระยะ 10 -20 เซนติเมตร กระเบื้องแผ่นเรียบที่ใช้ทำผนังนั้นจะเป็นผนังทึบ ในกรณีที่ต้องการให้ลมพัดผ่านได้ด้วยนั้นก็ให้เลือกใช้เป็นกระเบื้องบานเกล็ด กระเบื้องบานเกล็ดก็คือกระเบื้องแผ่นเรียบที่เข้า

คุณสมบัติที่เด่นของกระเบื้องบานเกล็ดก็คือ แสงสว่างยังสามารถเล็ดลอดเข้ามาได้บ้าง ช่วยให้มีการถ่ายเทอากาศ ทำให้เกิดการระบายความร้อน ทนแดด ทนฝน ทนกรด ทนด่าง แข็งแรง ไม่ผุเปื่อย ไม่บิดงอมอดหรือปลวกกัดกินไม่ได้



ภาพที่ 2.18 แสดงลักษณะของแผ่นไฟเบอร์บอร์ด

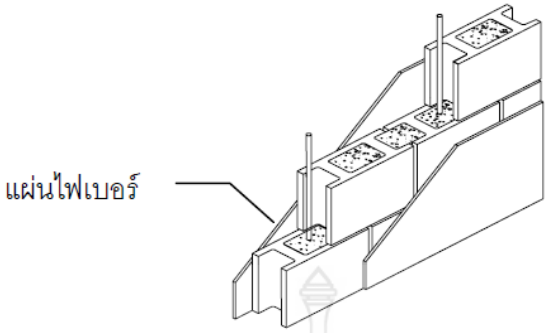
ที่มา : http://www.viva.co.th
www.architecturalproducts.com/ images/3BOARDS.JPG
www.unitherm.com/.../Assets/ images/3RDPG1.jpg

ตารางที่ 2.9 แสดงคุณสมบัติของไฟเบอร์บอร์ด

รูปแบบกายภาพ	หน่วย
ราคาต่อหน่วย (บาท)	437
ราคารวมต่อตร.ม (บาท).	320
ค่าวัสดุ+ค่าแรง / ตรม. (บาท)	390
ขนาด (Volume) ($cm.^3$)	0.12x120x240
ความหนาแน่น ($kg./m^3$)	1250 – 1350
จำนวนแผ่นต่อตร.ม. (ก้อน,แผ่น)	0.35
น้ำหนักต่อตร.ม. ($kg./m^2$)	9.38
ค่าการนำความร้อน "K" (Conductivity – K value) (W/m.K)	0.210 #$0.40W/m^2$
ค่าการต้านทานความร้อน "R" (Resistivity – R value) (m^2K/W)	0.154
การต้านทานแรงอัด ($kg./cm^2$)	9-12 นิวตัน/ตร.ม.

การกันเสียง (dB)	64
การปลอดกลิ่น	ไม่มีกลิ่น
ความต้านทานแมลง เชื้อรา และความปลอดภัยต่อธรรมชาติ	ไม่ขึ้นรา เนื่องจากผสมสารกันเชื้อรา
อัตราการซึมน้ำ	13%
การยืดหดตัวของวัสดุ (มม./ม.)	0.50(0.19%)
ข้อดี - ทำงานเร็ว - นน.เบา - ประหยัดพลังงาน - ไม่ลามไฟ - ป้องกันเสียงรบกวน - สะดวกต่อการติดตั้ง	
ข้อเสีย - เก็บความชื้น - แมลงเข้าไปได้ทำให้เสื่อมสภาพ - ชนิดไม่ผสมซีเมนต์จะขาดความแข็งแรง	

ไฟเบอร์บอร์ดในที่นี้จะหมายถึงชนิดที่มีการผสมปูนซีเมนต์แล้วเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับเนื้อวัสดุให้สามารถนำมาใช้เป็นผนังภายนอกได้ แต่คุณสมบัติความสามารถในการป้องกันความร้อนยังคงน้อยอยู่ การเพิ่มประสิทธิภาพให้กับวัสดุจึงทำได้เช่นเดียวกับวัสดุอื่นๆก็คือ การทำเป็นผนังประกอบ หรือการติดตั้งฉนวนกันความโดยตรงเพิ่มเข้าไปด้านในและใช้ผนังภายในปิดทับอีกชั้นหนึ่ง



ภาพที่ 2.19 แสดงการนำแผ่นไฟเบอร์บอร์ดมาทำเป็นผนังประกอบ

ที่มา กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน เข้าถึงได้จาก (ออนไลน์) http://www.google.com/เอกสารเผยแพร่ แนวทางการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างและฉนวนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

2.1.1.8 ผนังแผ่นโลหะเคลือบ (Metal Sheet Panel)

โลหะเป็นวัสดุสามารถนำมารีดให้บางขึ้นรูปได้ตามที่ต้องการ มีน้ำหนักเบา จึงเป็นคุณสมบัติที่เด่น มีการนำมาประยุคใช้เป็นผนังหรือหลังคาของอาคารต่างๆ ทำให้การก่อสร้างเสร็จได้อย่างรวดเร็ว โครงสร้างเบาขึ้นทั่วทั้งระบบ ราคาถูกลง ผลิตความยาวได้ตามที่ต้องการ ทำให้ปราศจากรอยต่อ และเกิดความสวยงามแผ่นโลหะที่นำมารีดขึ้นรูปมักเป็นเหล็กกล้าอาบสังกะสีและเคลือบด้วยสีพิเศษอีกชั้นหนึ่ง หรือเคลือบด้วยอลูมิเนียม หรือ โพลีไวนีลครอไรด์ หรือสารเคลือบอื่นๆ ตามแต่กำหนด ทำให้แผ่นโลหะมีความคงทนต่อสภาวะอากาศ ทนทานต่อการกัดกร่อน สะท้อนความร้อน ไม่ดูดซับความร้อน ช่วยลดการแผ่รังสีความร้อนได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับกระเบื้องใยหินทั่วไป

ผนังแผ่นโลหะเคลือบนิยมติดตั้งกับอาคารหลายประเภท เช่น คลังสินค้า โรงงาน โกดัง สถานีบริการน้ำมันโรงสีข้าว หรือสำนักงานสมัยใหม่ เป็นต้น ผลิตภัณฑ์สินค้าแผ่นโลหะเคลือบนี้มีหลากหลายยี่ห้อ เช่น BSI ,Lucky ,ซังโก้ ฯลฯ การเลือกใช้ขนาดความหนา การติดตั้งเคร่า และคุณสมบัติอื่น ๆ สามารถศึกษาได้จากเอกสารแนะนำของแต่ละยี่ห้อ

2.1.1.9 ผนังคอนกรีตเบาสำเร็จรูป (Light Concrete Precast Panel)

ย้อนกลับไปเมื่อประมาณ 10 ปีที่ผ่านมา ในช่วงเศรษฐกิจการก่อสร้างกำลังรุ่งเรืองล้วนต้องแข่งขันกับเวลา ผนังก่ออิฐมอญหรืออิฐบล็อกยังไม่สามารถก่อสร้างได้รวดเร็วมากพอ จึงมีผู้คิดประดิฐวัสดุผนังสำเร็จรูปที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับผนังก่ออิฐมอญหรืออิฐบล็อก แต่ช่วยให้การก่อสร้างเสร็จเร็วมากกว่า ช่วยลดต้นทุน เช่น ค่าโสหุ้ยและดอกเบี้ย ความเรียบของผิวดีกว่า ทำให้ประหยัดโครงสร้างทั้งระบบ ซึ่งบริษัทที่ผลิตเป็นรายแรกคือผนังแบบซีแพค ซึ่งเป็นการผลิตผนังเบาจากส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ วัสดุมวลเบา กรวด ทราย และน้ำ โดยลักษณะของแผ่นผนังจะทำให้เป็นรูกลวงภายในเพื่อให้มีน้ำหนักเบามากที่สุด ซึ่งรูกรวยภายในผนังยังให้ประโยชน์อื่นได้ เช่น ช่องทางเดินท่อประปา ท่อไฟฟ้า ฯลฯ ผนังคอนกรีตเบาสำเร็จรูปสามารถนำไปติดตั้งในอาคารทั่วไป เช่น คอนโดมิเนียม โรงแรม สำนักงาน รั้ว ฯลฯ สำหรับผนังแบบซีแพคจะมีขนาดความหนา 8.5 เซนติเมตร กว้าง 60 เซนติเมตร ความยาวสามารถสั่งได้ตั้งแต่ 2.1 - 3.3 เมตร

ตาราง 2.10 ข้อมูลจำเพาะของผนังคอนกรีตเบาเปรียบเทียบกับผนังอิฐมอญ

รายการ	ผนังแบบซีแพค	ผนังอิฐมอญ
อัตราการติดตั้ง (ตร.ม./3 คน/ชม.)	5	1
ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม.)	1,500	1,920
น้ำหนักไม่รวมปูนฉาบ (กก./ลบ.ม.)	90	144
อัตราทนไฟ (ชั่วโมง)	1-2	1-2
ความเป็นฉนวนกันเสียง (dB)	40	40
กำลังอัดประลัย (กก./ตร.ซม.)	150	<150
กำลังดึงประลัย (กก./ตร.ซม.)	20	<20
ค่าความนำความร้อน	0.25	1.38
ค่าความดูดซึมความร้อน	16%	40%
วัสดุสิ้นเปลือง,สูญหาย,เศษวัสดุ	น้อย	มาก

2.1.1.10 ผนังไม้ (Wall and Partition)

ผนังไม้ ต้องติดตั้งบนโครงสร้าง ซึ่งเรียกว่าคร่าว โดยปกติผนังไม้จะใช้เคร่าไม้เพราะทำรอยต่อง่าย แต่ก็สามารถติดตั้งบนโครงเคร่าเหล็กชุบสังกะสีได้เช่นกัน เคร่ารับผนังไม้จะต้องมีทั้งเคร่าตั้ง (vertical) และเคร่านอน (horizontal) เพื่อความแข็งแรง การระบุเคร่าไม้เนื้อแข็ง 1 ½ x 3 นิ้ว ทุก ๆ ระยะ 600 มม. ทั้งเคร่าตั้งและเคร่านอน ในบริเวณที่ผนังไม่ต้องการความแข็งแรงมากนักอาจมีเคร่าแนวใดแนวหนึ่งแล้วแต่แนวของแผ่ไม้ที่ตีปิดทับ

ที่มา (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก http://www.google.com/วัสดุประกอบผนังอาคาร (วันที่ค้นหาข้อมูล: 20 สิงหาคม 2555)

2.1.2 วัสดุประกอบอาคาร

จากที่ได้กล่าวมาแล้ว สาเหตุของความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารมาจากภายนอกมากกว่าที่เกิดขึ้นภายในอาคาร การที่จะลดความร้อนรวมลงได้ก็จะต้องมาจากการมีการป้องกันความร้อนที่ดีจากกรอบอาคาร ซึ่งส่วนหนึ่งสามารถทำได้โดยการเลือกใช้วัสดุที่มีความเหมาะสมกับการใช้งานของแต่ละพื้นที่ ก็จะสามารถช่วยลดความร้อนได้ ลักษณะและคุณสมบัติ รวมถึงการนำไปใช้ที่ถูกต้องของวัสดุประกอบอาคารที่มีการใช้อยู่ในปัจจุบันแต่เนื่องจากวัสดุที่มีการผลิตและจำหน่ายในประเทศขณะนี้มีความหลากหลายมากการที่จะทำการศึกษาวัสดุทุกชนิดจึงไม่สามารถทำได้ โดยจะแยกเป็น 2 กลุ่มหลักตามคุณสมบัติของวัสดุ ดังนี้

1) กลุ่มวัสดุประกอบโครงสร้าง ประกอบด้วย

- อิฐมอญ - คอนกรีตบล็อก - คอนกรีตมวลเบา
- กระจกตัดแสง - ยิปซั่มบอร์ด

2) กลุ่มวัสดุประกอบฉนวน ประกอบด้วย

- ไฟเบอร์บอร์ด - เซรามิคโค้ทติ้ง - ใยแก้ว
- ฉนวนโฟม - อลูมินั่มฟอยล์

2.1.2.1 ลักษณะและคุณสมบัติของวัสดุประกอบอาคาร กลุ่มวัสดุประกอบฉนวน

1.เซรามิคโค้ตติ้ง (Ceramic Coating)

ฉนวนชนิดนี้มีสารประกอบหลักมาจากอนุภาคเซรามิค ซึ่งมีคุณสมบัติในการสะท้อนความร้อนได้สูงแต่ดูดซับความร้อนต่ำ สามารถกระจายความร้อนได้เร็ว มีความยืดหยุ่นในตัวเองสูง ยึดเกาะกับพื้นผิวได้ดี จึงสามารถใช้ฉนวนเซรามิคโค้ตติ้งเคลือบภายนอกในส่วนที่ต้องการป้องกันความร้อนโดยตรงจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ เช่น ผิวนอกของหลังคา ดาดฟ้า หรือผนังอาคาร โดยทำหน้าที่สะท้อนความร้อนจากแสงอาทิตย์ออกไปก่อนที่จะกระทบผิวอาคาร เป็นการช่วยลดความร้อนให้กับอาคารและความร้อนที่จะสะสมในเนื้อวัสดุเปลือกอาคารและยังช่วยลดความเสียหายของโครงสร้างที่เกิดจากการยืดหดตัวเนื่องจากความร้อน จึงช่วยยืดอายุการใช้งานของหลังคาอีกด้วย อีกทั้งยังมีความสะดวกและปลอดภัยเนื่องจากเป็นฉนวนที่ใช้ภายนอกอาคาร การบำรุงรักษาจึงทำได้ง่าย คุณสมบัติของเซรามิคโค้ทติ้ง แสดงดังตารางที่ 2.11

ภาพที่ 2.20 แสดงบริเวณผิวหลังคาที่มีการใช้เซรามิคโค้ทติ้ง

ภาพจาก : http://www.thaibuild.com/miraclework/insulation.htm

ในด้านกายภาพแล้ว เซรามิคโค้ทติ้งไม่ใช่วัสดุที่เป็นชิ้น แต่มีลักษณะกึ่งของเหลวที่ใช้ทาทับวัสดุภายนอกอาคาร ซึ่งก่อนการใช้งานจะต้องทำความสะอาดพื้นผิวที่จะทาไม่ให้มีพวกฝุ่นละออง เพราะจะทำให้การยึดเกาะกับพื้นผิวทำได้ไม่ดีนัก แต่ในส่วนของการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับการใช้งานวัสดุชนิดนี้ไม่สามารถทำได้โดยตรง หากแต่สามารถทำได้โดยการติดตั้งฉนวนกันความร้อนในส่วนอื่นเพิ่มเติมตามแต่ความต้องการของผู้อาศัยได้

ภาพที่ 2.21 แสดงบริเวณผิวหลังคาขณะที่กำลังทาและพ่นเซรามิคโค้ทติ้ง

ที่มา : http://www.thaibuild.com/miraclework/insulation.htm

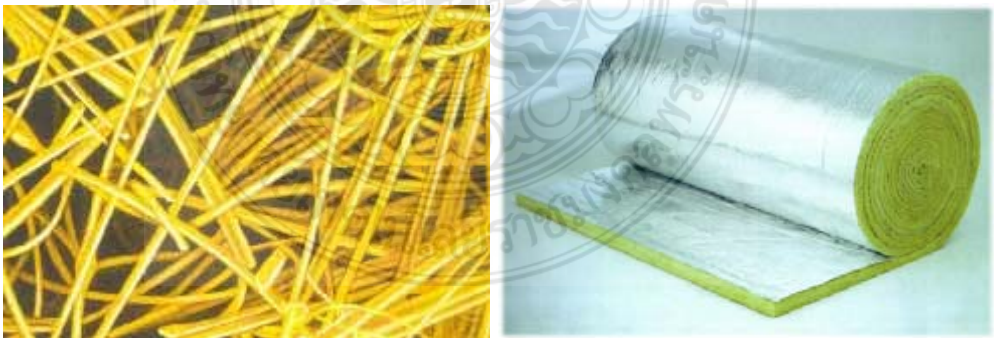
ตารางที่ 2.11 แสดงคุณสมบัติของเซรามิคโค้ทติ้ง

รูปแบบกายภาพ	พ่นเหนือหลังคา
ราคาต่อหน่วย (บาท)	
ราคารวมต่อตร.ม. (บาท)	265 - 284
วัสดุ+ค่าแรง+ติดตั้ง / ตรม. (บาท)	280 - 355
ขนาด (Volume)(cm.^{3}) หนา xกว้าง x ยาว cm. x cm.x cm.	หนาx122x1,650 50 มม. 75 มม.
ค่าอุณหภูมิใช้งานที่เหมาะสม (C)	<80
ค่าการสะท้อนความร้อน (%)	90
ค่าการดูดกลืนความร้อน (%)	10
ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (Thermal Transfer) "Q"(Watt/m^2)	90%
การทนไฟ	ไม่ติดไฟ,ไม่ลามไฟ
การปลอดกลิ่น	ไม่มีกลิ่น
การทานต่อการกัดกร่อน	ทนกรด ด่าง สารเคมี
ความต้านทานแมลง เชื้อรา และความปลอดภัยต่อธรรมชาติ	ไม่ขึ้นรา

การยืดหดตัวของวัสดุ (มม./ม.)	มีความยืดหยุ่นดีไม่หดตัวหรือขาดง่าย
จำนวนผู้ผลิต	มาก
ปริมาณผลิตเทียบกับความต้องการ	เพียงพอ
ขั้นตอนการก่อสร้าง	ง่าย สะดวก แต่ควรห่างจากหลังคา 30 ซม.
อายุใช้งาน (ปี)	-
ข้อดี - ไม่เป็นอันตราย และไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม - ทนรังสีอุลตร้าไวโอเลต - ไม่ขึ้นรา	
ข้อเสีย - เป็นที่อยู่อาศัยของ แมลงต่างๆหากไม่มี การป้องกันที่ดีพอ	

2.ใยแก้ว (Fiber Glass)

ใยแก้วเป็นฉนวนที่ผลิตจากการหลอมแก้วแล้วปั่นออกมาเป็นเส้นใยสีขาว จัดอยู่ในกลุ่มฉนวนเซลปิด ดังรูปที่ 2.32 ใยแก้วมีความหนาแน่นต่างกันตั้งแต่ 10 kg/m3 ไปถึงมากกว่า 64 kg/m3 อาจผลิตในรูปแผ่นแข็ง แบบม้วน หรือขึ้นเป็นรูปทรงต่างๆกัน ตัวเส้นใยจะถูกเคลือบไว้ด้วยตัวประสาน (Binder) เช่น ฟีโนสิกเรซิน ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมระหว่างเส้นใย ที่พบมากจะเป็นฟีนอลฟอร์มอัลดีไฮน์ ซึ่งจะให้สีเหลืองหลังการผลิต

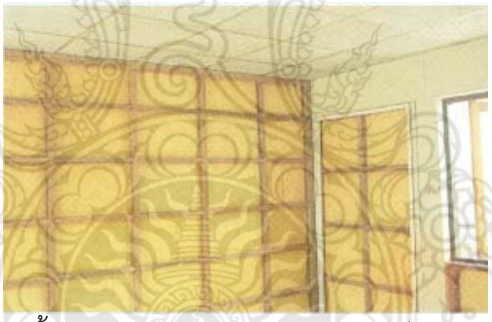


ภาพที่ 2.22 แสดงลักษณะโครงสร้างของใยแก้วและฉนวนใยแก้วชนิดปิดผิวด้วยอลูมินั่มฟอยล์
ที่มา : www.miccell.co.th/cgisect/ cellstructure.htm

ตัวใยแก้วเป็นสารอนินทรีย์จึงไม่ติดไฟ แต่ตัวประสานจะติดไฟได้ จึงควรพิจารณาอุณหภูมิในการใช้งาน และการดูดซับความชื้น จะทำให้ความสามารถในการต้านทานความร้อนลดลง จึงต้องมีแผ่นมาประกบเพื่อช่วยต้านทานไอน้ำ เช่น แผ่นอลูมินั่มฟอยล์ หรือ ฟิล์มพลาสติกห่อหุ้มขณะ

ภาพที่ 2.23 แสดงการติดตั้งฉนวนใยแก้วบริเวณเหนือฝ้าเพดาน

ที่มา : www.spec2u.com/product



ภาพที่ 2.24 แสดงการติดตั้งฉนวนใยแก้วภายในโครงเคร่า เป็นผนังประกอบร่วมกับวัสดุอื่น

ภาพที่ 2.25 แสดงการซ่อมแซมฉนวนใยแก้วที่มีการฉีกขาดต้องใช้เทปใสหรือฟอยล์ปิดให้สนิท เพื่อป้องกันความชื้นซึมเข้าเนื้อใยแก้ว

ที่มา : http://www.spec2u.com/product/microfiber/index.asp

ตารางที่ 2.12 แสดงคุณสมบัติของใยแก้ว

รูปแบบกายภาพ	หุ้ม ปิด, บุใต้หลังคา, ปูเหนือฝ้า, แผ่นพื้น
ราคาต่อหน่วย (บาท)	180
ราคารวมต่อตร.ม. (บาท)	75
วัสดุ+ค่าแรง+ติดตั้ง / ตรม. (บาท)	95
ขนาด (Volume)(cm.^{3}) หนา xกว้าง x ยาว cm. x cm.x cm.	5x60x400 >50 มม. (หุ้ม) >50 มม. (บุ) >75 มม. (ปู) >50 มม. (แผ่น)
น้ำหนักต่อตร.ม. (kg./m^2)	0.5-0.8
ค่าอุณหภูมิใช้งานที่เหมาะสม (C)	-51 ถึง 204
ค่าความหนาแน่น(kg./m^3)	16 >64 มม. (หุ้ม) >24 มม. (บุ) >16 มม. (ปู) >32 มม. (แผ่น)
วัสดุปิดผิว	อลูมิเนียมฟอยล์
ค่าการสะท้อนความร้อน (%)	95
ค่าการดูดกลืนความร้อน (%)	5
ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (Thermal Transfer) "Q"(Watt/m^2)	1.451 (บุ) 0.696 (ปู) 1.539 (แผ่น)
ค่าการนำความร้อน (Conductivity – K value) (W/m.K)	0.0365 0.035 (บุ) 0.0365 (ปู) 0.033 (แผ่น)
ค่าการต้านทานความร้อน (Resistivity – R value) (m^{2}K/W)	1.392
ค่าความจุความร้อน (Thermal Capacity) (W/mK)	0.040

การทนไฟ	ใยแก้วไม่ติดไฟแต่ตัวประสานติดไฟได้
การปลอดกลิ่น	ไม่มีกลิ่น
การทานต่อการกัดกร่อน	ไม่กัดกร่อนโลหะ
ความต้านทานแมลง เชื้อรา และความปลอดภัยต่อธรรมชาติ	ไม่ขึ้นรา
อัตราการซึมน้ำ(%)	< 3%
การยืดหดตัวของวัสดุ (มม./ม.)	คืนรูปดีไม่หดตัวแต่เมื่อชื้นหรือหมดอายุใช้งานจะยุบตัวกลายเป็นฝุ่นเล็กๆ
จำนวนผู้ผลิต	มาก
ปริมาณการผลิตเทียบกับความต้องการใช้	เพียงพอ
ขั้นตอนการก่อสร้าง	ง่าย
การบำรุงรักษา	-
อายุใช้งาน (ปี)	ประมาณ5-8 ปี
ข้อดี -มีคุณสมบัติฉนวนที่ดี -หาซื้อง่าย -ติดตั้งง่าย -มีรูปแบบให้เลือกใช้มาก	
ข้อเสีย - น้ำหนักมาก - เป็นสารก่ออันตรายต่อร่างกายและ สภาพแวดล้อม - ย่อยสลายไม่ได้ - มีกลิ่น - สัตว์เล็กทำรังภายใน - เมื่อชื้นคุณสมบัติ จะลดลง - ตัวประสาน (Binder) ลุกไหม้ได้	

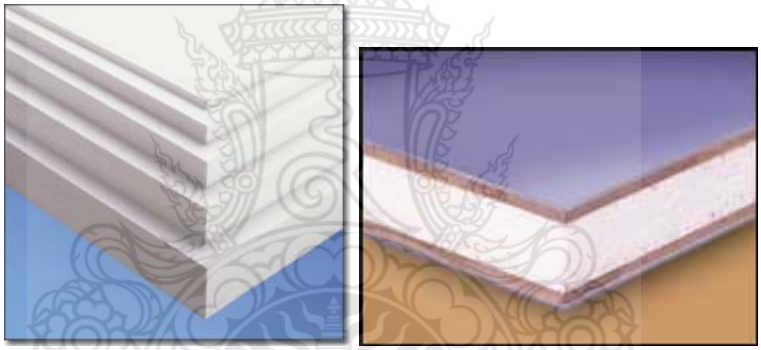
3.ฉนวนโฟม (Foam)

ฉนวนโฟมมีด้วยกันหลายชนิด ขึ้นอยู่กับสารประกอบทางเคมีที่นำมาใช้ รูปแบบที่นำมาใช้มีทั้งแบบพ่น และแบบสำเร็จรูปใช้ได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร น้ำหนักเบาไม่ก่อให้เกิดปัญหากับโครงสร้าง และไม่เป็นมลภาวะหรือเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม สามารถป้องกันความร้อนได้ดี มีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูง โดยเฉพาะแบบฉีดพ่นเพราะจะใช้กับส่วนใดของอาคารก็ได้ และประหยัดเวลาในการติดตั้ง โดยชนิดของฉนวนโฟมที่นิยมใช้กันมากมีดังนี้

3.1 ฉนวนโพลีสไตรีนโฟม (Polystyrene, PS – Foam) จัดอยู่ในกลุ่มฉนวนแบบกึ่งเซลล์ปิด มี 2 ลักษณะ คือ

1. ฉนวนโพลีสไตรีนแบบอัดรีด (Extruded Polystyrene) ผลิตโดยขบวนการอัดรีด ทำให้มีเซลล์ที่ละเอียดซึ่งมีอากาศผสมกับก๊าซฟลูออโรคาร์บอน (ปัจจุบันมีการใช้ก๊าซประเภทอื่นเพื่อหลีกเลี่ยงปรากฏการณ์เรือนกระจก) อยู่ภายใน ทำให้มีสภาพในการนำความร้อนที่ต่ำกว่าโพลีสไตรีนแบบหล่อ มีโครงสร้างและรูปร่างที่แข็งแรงคงที่มากกว่า ทำให้สามารถทนต่อแรงกดทับและต้านทานไอน้ำได้ดี แต่ข้อเสียคือ ติดไฟได้ และหากสัมผัสกับรังสีอุลตร้าไวโอเลต (UV) ในบรรยากาศจะมีการเสื่อมสภาพได้ จึงควรมีวัสดุปิดผิวในการใช้งาน ปัจจุบันยังคงต้องนำเข้าจากต่างประเทศจึงมีราคาค่อนข้างสูง

2. ฉนวนโพลีสไตรีนแบบหล่อหรือขยายตัว (Molded or Expanded Polystyrene) เป็นสไตรีนโพลีเมอร์เช่นกัน แต่ผลิตโดยขบวนการหล่อหรือขยายตัว ผลก็คือเซลล์จะหยาบกว่า และมีอากาศบรรจุอยู่ภายใน เมื่อเทียบกับแบบอัดรีดแล้วจะมีสภาพการนำความร้อนสูงกว่า ความหนาแน่นต่ำกว่า ต้านทานไอน้ำได้พอใช้ ติดไฟและก่อให้เกิดคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) แต่มีราคาถูกกว่า มีการเสื่อมสภาพจากการสัมผัสรังสียูวีในบรรยากาศได้เช่นกัน จึงควรเลือกใช้ในโครงเคร่าปิดหรือมีแผ่นปิดผิว โดยมีการขึ้นรูปประกอบเป็นผนังมีแผ่นปิด 2 ด้านเพื่อป้องกันรังสียูวีและใช้งานได้สะดวก ปัจจุบันมีการผลิตจำหน่ายในประเทศไทยแล้ว



ภาพที่ 2.26 แสดงลักษณะของฉนวนโพลีสไตรีนโฟม (Polystyrene, PS – Foam)
ที่มา : www.falconfoam.com/images/ polystyrene_blue.jpg
www.omegaglazing.com/images/ omega_foam_ply.jpg

3.2 ฉนวนโพลียูเรเธนโฟม (Polyurethane, PU – Foam)

เป็นพลาสติกโพลิเมอร์ประเภทหนึ่ง พ่นให้เกิดเป็นโฟมมีลักษณะแข็ง อาทิ การพ่นเพื่อป้องกันความร้อนใต้หลังคา ดังรูปที่ 2.38 จัดอยู่ในกลุ่มฉนวนแบบกึ่งเซลล์ปิด เซลล์ภายในจะบรรจุด้วยก๊าซฟลูออโรคาร์บอน ซึ่งเป็นก๊าซที่มีค่าการนำความร้อน (k) ต่ำกว่าอากาศ ทำให้ฉนวนประเภทนี้มีสภาพการนำความร้อนต่ำ อย่างไรก็ตามการนำความร้อนของฉนวนประเภทนี้จะเพิ่มขึ้นหรือค่าการต้านทานความร้อน (R-Value) จะลดลงตามอายุการใช้งาน เนื่องมาจากการแพร่กระจายของอากาศเข้าไปในเซลล์ โดยเฉพาะกรณีที่สัมผัสกับรังสียูวี จะทำให้สีของฉนวนเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและเสื่อมสภาพลง โดยเฉพาะโฟมที่ไม่ได้ปิดผิว การดูดซับน้ำจะมีบ้างเนื่องจากไม่ใช้เซลล์ปิดทั้งหมด และในกรณีเกิดเพลิงไหม้แม้ว่าจะมีการผสมสารป้องกันการติดไฟแล้ว แต่ก็ยังก่อให้เกิดก๊าซที่มีองค์ประกอบของไซยาไนด์ซึ่งเป็นอันตราย เนื้อฉนวนมีการขยายและหดตัวจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ หากใช้โครงเคร่าปิด เช่น ผนังห้องเย็น หรือ มีวัสดุปิดผิวที่แข็งแรงพอก็จะเป็นฉนวนที่ดีมาก

3.3 ฉนวนโพลีเอทเธลีนโฟม (Polyethelene, PE – Foam)

เป็นเอทเธลีนโพลิเมอร์รีดขึ้นรูปเป็นแผ่นมีฟองละเอียดของก๊าซอยู่ด้านใน จัดอยู่ในกลุ่มของฉนวนแบบเซลล์ปิด มีลักษณะอ่อนนุ่ม จึงไม่ควรใช้กับงานที่มีการกดทับ การต้านทานไอน้ำอยู่ในเกณฑ์สูง มีการเสื่อมสภาพได้จากรังสียูวี จึงควรมีแผ่นปิดผิวขณะใช้งาน หรือไม่สัมผัสกับรังสียูวีโดยตรง การเลือกใช้งานป้องกันความร้อนในระบบหลังคาในประเทศไทย ต้องพิจารณาความหนาของฉนวน ให้มีค่าการต้านทานความร้อน (R-Value) ที่เพียงพอ คือมีความหนาไม่น้อยกว่า 40 มม. ในการใช้ติดใต้แผ่นหลังคา ซึ่งความหนาดังกล่าวจะต้านทานการไหลผ่านของพลังงานความร้อนได้น้อย และเนื่องจากเป็นโพลีเมอร์พลาสติกประเภทหนึ่งจึงก่อให้เกิดควันปริมาณมากและก๊าซคาร์บอนมอนน็อกไซด์ที่เป็นอันตรายเมื่อเกิดเพลิงไหม้ คุณสมบัติของฉนวนโฟม แต่ละประเภท แสดงดังตารางที่ 2.13

ปัจจุบันฉนวนโฟมเป็นฉนวนที่มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนได้ดีที่สุด อีกทั้งยังมีความยืดหยุ่นในการทำงานสูงเนื่องจากมีชนิดที่สามารถฉีดพ่นได้ และใช้ประกอบกับวัสดุอื่นๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพได้อีก ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งบริเวณผนังและหลังคา แต่สิ่งหนึ่งที่ทำให้คุณสมบัตินั้นลดลงอย่างรวดเร็ว นั่นก็คือ รังสีอุลตร้าไวโอเลต (UV) จากดวงอาทิตย์ ทางเดียวที่จะสามารถคงประสิทธิภาพของวัสดุให้ได้นานที่สุดคือ ควรที่จะมีวัสดุปิดผิวอีกชั้นหนึ่งเพื่อป้องกันรังสียูวี

ภาพที่ 2.27 แสดงการใช้งานฉนวนบริเวณหลังคา และผนัง

ที่มา : www.spec2u.com/product/ECI, ข้อมูลสินค้าฉนวนกันความร้อนระบบฉีดพ่น Cellumax, ALPHA ENVIROTECH INDUSTRIES CO.,LTD. และข้อมูลสินค้าฉนวนกันความร้อนระบบฉีดพ่น Cool or Cosy, NATURAL (THAILAND) INDUSTRIES CO., LTD.

ตารางที่ 2.13 แสดงคุณสมบัติของฉนวนโฟม

รายการวัสดุ	ฉนวนโฟม โพลีเอทิลีน Polyethylene Foam	ฉนวนโฟม โพลียูรีเทน Polyurethane Foam	ฉนวนโฟม โพลีสไตรีน Polystyrene Foam
รูปแบบกายภาพ	ฉีดพ่น	ฉีดพ่น	หุ้ม ปิด บุ
ราคาต่อหน่วย (บาท)	4,500	2,400	112 (100 มม.)
ราคารวมต่อตร.ม. (บาท)	314	270	700(40 มม.)
วัสดุ+ค่าแรง+ติดตั้ง / ตรม. (บาท)	400	533	720(40 มม.)
ขนาด (Volume)(cm.^{3})	>25	>25	10x60x120
น้ำหนักต่อตร.ม. (kg./m^2)	-	0.8	-
ค่าอุณหภูมิใช้งานที่เหมาะสม (C)	>-25 ถึง 85	>-25 ถึง 90	<80
ค่าความหนาแน่น(kg./m^3)	>=30 – 50	35 – 40 16	1 ปอนด์ / ลบ.ฟ. 16
วัสดุปิดผิว	-	-	ยิปซั่มบอร์ด
ค่าการนำความร้อน (Conductivity – K value) (W/m.K)	<0.023	0.017 – 0.045 0.023 - 0.025	0.035 - 0.038
ค่าการต้านทานความร้อน (Resistivity – R value) (m^{2}K/W)	0.833	1.086	0.758 - 0.850
ค่าการต้านทานแรงอัด	-	2.2	0.25 – 11
การทนไฟ	ขะลอการลาม ของไฟ	ขะลอการลาม ของไฟ	150 – 180 °F ไม่ทนไฟ(ต้องใช้วัสดุปิดผิว)
การปลอดกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น
การทานต่อการกัดกร่อน	ทนกรด ด่าง	ทนกรด ด่าง	ทนกรด ด่างได้พอสมควร
อัตราการซึมน้ำ(%)	< 5% - 10%	2 - 5%	ต่ำ
การยืดหดตัวของวัสดุ (มม./ม.)	มีความยืดหยุ่นดี ไม่หดตัว	มีความยืดหยุ่นดี ไม่หดตัว	มีความยืดหยุ่นดี ไม่หดตัว
จำนวนผู้ผลิต	มาก	มาก	มาก
ปริมาณผลิตเทียบกับความต้องการ	เพียงพอ	เพียงพอ	เพียงพอ

รายการวัสดุ	ฉนวนโฟม โพลีเอทิลีน Polythylene Foam	ฉนวนโฟม โพลียูรีเทน Polyurethane Foam	ฉนวนโฟม โพลีสไตรีน Polystyrene Foam
อายุใช้งาน (ปี)	5 – 20	5-20	5-15
ข้อดี	- ไม่ติดไฟ - ปรับรูปได้ - เบา - ยึดติดง่าย - การนำความร้อนต่ำสุด	- ส่งผ่านความร้อนต่ำ - ไม่ลามไฟ - ประหยัดพลังงาน - ติดตั้งง่ายสะดวก - ไม่เป็นที่อยู่ของแมลง - เป็นเนื้อเดียวป้องกันความชื้น	- นำความร้อนต่ำ - ใช้เป็นตัวผลึกหรือกันซึม - การแทรกซึม ของไอน้ำ และการดูดกลืนความร้อนต่ำ - น้ำหนักเบา - ผสมสีต่างๆได้
ข้อเสีย	- เป็นที่อยู่อาศัยของแมลงหากไม่มีการป้องกัน - ถ้าขึ้นมากๆ จะทำให้เสื่อมสภาพไป	- เป็นที่อยู่อาศัยของแมลง - ถ้าขึ้นมาก ทำให้เสื่อมสภาพ - หากเกิดไฟไหม้จะมีควันมาก และเกิดก๊าซไฮโดรไซยาไนท์ (HCN) ซึ่งเป็นก๊าซมีอันตราย - ความต้านทานชุดขีดต่ำ	- ติดไฟได้ - ขณะลุกไหม้เกิด ควันที่เป็นพิษแก้ด้วยการเติมสารกันไฟ - ไม่ทนน้ำมัน เบนซิน ทินเนอร์ น้ำมันสน - ไม่ทนแสงแดด

4.อลูมินั่มฟอยล์ (Aluminium Foil)

อลูมินั่มฟอยล์เป็นชนิดหนึ่งของฉนวนประเภทสะท้อนความร้อน และเป็นที่นิยมใช้มากในปัจจุบัน โดยทั่วไปเป็นแผ่นอลูมินั่มฟอยล์ทากาวประกบกับแผ่นกระดาษคราฟมีเส้นใยเสริมแรงบางชนิดอาจมีชั้นของบิทูเมน (Bitumen) อยู่ด้วย ซึ่งถ้ามีควรพิจารณาคุณสมบัติการติดไฟด้วยการใช้งานทั่วไปจะติดตั้งใต้แผ่นหลังคา อาศัยความหนาของช่องอากาศระหว่างแผ่นหลังคาและแผ่นอลูมินั่มฟอยล์เป็นตัวลดสภาพการนำความร้อน และความมันวาวของอลูมินั่มฟอยล์เป็นตัวลดการแผ่รังสี ทำให้ความร้อนผ่านเข้าสู่อาคารได้น้อยลง ปัญหาที่พบคือฝุ่นที่มาเกาะบนผิวทำให้คุณสมบัติการต้านทานการแผ่รังสีความร้อนลดลงด้วย คุณสมบัติทั่วไปแสดงดังตารางที่ 2.14

ตารางที่ 2.14 คุณสมบัติของอลูมินั่มฟอยล์

รูปแบบกายภาพ	**ม้วน ติดตั้ง**
ราคาต่อหน่วย (บาท)	2700 - 4500
ราคารวมต่อตร.ม. (บาท)	40 - 60
วัสดุ+ค่าแรง+ติดตั้ง / ตรม. (บาท)	80
ขนาด (Volume)($cm.^3$) หนา xกว้าง x ยาว	หนา x125x6,000 หนา 150 ไมครอน
น้ำหนักต่อตร.ม. ($kg./m^2$)	0.25
ค่าการสะท้อนความร้อน (%)	95
ค่าการดูดกลืนความร้อน (%)	5
การทนไฟ	ชะลอการลามของไฟ
การปลอดกลิ่น	ไม่มีกลิ่น
การทานต่อการกัดกร่อน	ทนกรด ด่าง สารเคมี
ความต้านทานแมลง เชื้อรา และความปลอดภัยต่อธรรมชาติ	ไม่ขึ้นรา

การยืดหดตัวของวัสดุ (มม./ม.)	ไม่หดตัว แต่จะเสียรูปหรือหย่อนเนื่องจากการติดตั้งไม่ดี
จำนวนผู้ผลิต	ค่อนข้างน้อย
ปริมาณการผลิตเทียบกับความต้องการใช้	เพียงพอ
ขั้นตอนการก่อสร้าง	ง่าย
การบำรุงรักษา	ทำความสะอาดได้
อายุใช้งาน (ปี)	
ข้อดี - ทนUV,ไม่ติดไฟ - ป้องกันการกัดกร่อนของสนิม - น้ำหนักเบา	
ข้อเสีย - ถ้ามีฝุ่นเกาะคุณสมบัติจะลดลง เรื่อยๆ	

ภาพที่ 2.29 แสดงพื้นที่ที่มีการใช้อลูมินั่มฟอยล์

ที่มา กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน เข้าถึงได้จาก (ออนไลน์) http://www.google.com/เอกสารเผยแพร่ แนวทางการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างและฉนวนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

2.1.4 เปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุก่อสร้างและฉนวน

ตารางที่ 2.15 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุประกอบอาคาร

1. วัสดุประกอบโครงสร้าง						
รายการวัสดุ	**อิฐมอญ ½ แผ่น**	**อิฐมอญ เต็มแผ่น**	**คอนกรีต บล็อก**	**คอนกรีต มวลเบา**	**ยิบซั่มบอร์ด**	**ไฟเบอร์บอร์ด**
รูปแบบกายภาพ	(ก้อน)	(ก้อน)	(ก้อน)	(ก้อน)	(แผ่น)	(แผ่น)
ราคาต่อหน่วย (บาท)	0.60	0.60	4.50	25.21 – 37.80	230	437
ราคารวมต่อตร.ม (บาท).	100 - 190	380	200	315 - 412	230	320
ค่าวัสดุ+ค่าแรง / ตรม. (บาท)	425 - 440	635	390	450 - 646	320	390
ขนาด (Volume) ($cm.^3$)	7x16x3.5	(2)7x16x3.5	7x19x39	7.5x20x60	0.12x120x240	0.12x120x240
ความหนาแน่น ($kg./m^3$)	1615 - 1650	1650	765	550 - 640	800	1250 - 1350
จำนวนก้อนต่อตร.ม. (ก้อน,แผ่น)	145	290	14	8.33	0.35	0.35
น้ำหนักต่อตร.ม. ($kg./m^2$)	130	-	90	46.5	8.33	9.38
น้ำหนักรวมปูนฉาบต่อตร.ม. ($kg./m^2$)	180 - 200	330	130	90 – 100	30-35	-
ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม "Q" (Thermal Transfer) ($Watt/m^2$)	30-45	58-70	-	32-42 15	-	-
ค่าการนำความร้อน "K" (Conductivity – K value) (W/m.K)	0.473	0.473	0.519	0.089 - 0.132	0.14-0.19	0.210
ค่าการต้านทานความร้อน "R" (Resistivity – R value) (m^2K/W)	0.15	0.34	0.149	0.58	0.04	0.154
ค่าความจุความร้อน "C" (Thermal Capacity) (J/kg.K)	800-1000	-	-	น้อยกว่า อิฐมอญ 2.5 เท่า	840	-
ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัว (Thermal Expansion / °C)	4.6×10^{-6}	-	4.5×10^{-6}	$8\text{-}10 \times 10^{-6}$	-	-
	-	-	-	0.13	0.14-0.19	-
การหดตัวเมื่อแห้ง	1.8	-	0.8	0.2	-	-
การต้านทานแรงอัด ($kg./cm^2$)	35 $kg./cm^2$	-	-	40-50	-	9-17 นิวตัน/ตร.ม.
ความแข็งแรงทางกล ($kg./cm^2$)	-	-	-	23	-	-
การกันเสียง (dB)	36-40	-	-	38-43	35-65	64
การทนไฟ (ชั่วโมง)	0.5 - 2	-	-	4	½ -4	
การปลอดกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น
การทานต่อการกัดกร่อน	-	-	-	-	-	-
ความต้านทานแมลง เชื้อรา และความปลอดภัยต่อธรรมชาติ	-	-	-	-	ไม่ขึ้นรา เนื่องจากผสมสารกันเชื้อรา	ไม่ขึ้นรา เนื่องจากผสมสารกันเชื้อรา
อัตราการซึมน้ำ (%)	40%	-	30%	30%	-	13%
การยืดหดตัวของวัสดุ (มม./ม.)	+ 0.18	-	- 0.8	- 0.2	-	± 0.5

ตารางที่ 2.16 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุประกอบอาคาร(ต่อ)

1. วัสดุประกอบโครงสร้าง (ต่อ)						
รายการวัสดุ	**อิฐมอญ ½ แผ่น**	**อิฐมอญ เต็มแผ่น**	**คอนกรีต บล็อก**	**คอนกรีต มวลเบา**	**ยิบซั่มบอร์ด**	**ไฟเบอร์บอร์ด**
จำนวนผู้ผลิต	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก
ปริมาณการผลิตเทียบกับความต้องการใช้	เพียงพอ	เพียงพอ	เพียงพอ	4.2 ล้านตร.ม./ปี จำหน่าย 50% กำลังผลิต ไม่เพียงพอ	เพียงพอ	เพียงพอ
ขั้นตอนการก่อสร้าง	ง่าย	ใช้เวลามากกว่า	ง่าย	ต้องการช่างเฉพาะ	ง่าย สะดวก	ง่าย สะดวก
การบำรุงรักษา	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย
อายุใช้งาน	มากกว่า 50 ปี	มากกว่า 50 ปี	มากกว่า 50 ปี	ยังไม่คงที่	-	-
ข้อดี	- เป็นที่ยอมรับทั่วไป - ช่างชำนาญ - แข็งแรง,ทน	- เป็นที่ยอมรับทั่วไป - ช่างชำนาญ - แข็งแรง,ทน - กันความร้อนเข้าอาคารได้มากกว่า	- แข็งแรง - ราคาถูก - มีช่องอากาศที่ช่วยกันความร้อนได้	- คุณภาพคงที่ - น้ำหนักรวมน้อย - ป้องกันความร้อนดี	- ป้องกันความร้อน - ประหยัด - ง่ายต่อการดูแลรักษา - ทนไฟ ไม่ลามไฟ - ป้องกันเสียงรบกวน - สะดวก ติดตั้งง่าย	- ทำงานเร็ว - นน.เบา - ประหยัดพลังงาน - ไม่ลามไฟ - ป้องกันเสียงรบกวน - สะดวกต่อการติดตั้ง
ข้อเสีย	- คุณภาพและขนาดไม่แน่นอน - ใช้เวลานาน - น้ำหนักมาก	- ดูดซึมน้ำและเก็บความชื้น	- อายุใช้งานยังไม่มีการ ยืนยัน - ต้องใช้ปูนฉาบเฉพาะ	- ไม่ค่อยแข็งแรง - ไม่ทนน้ำ - ราคาสูง	- หากชื้นมากจะปิดงอเปลี่ยนรูป - อาจมีรา หากขาดการป้องกัน	- เก็บความชื้น

ตารางที่ 2.17 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุประกอบอาคาร(ต่อ)

2. วัสดุประกอบฉนวน									
รายการวัสดุ	**ฉนวนใยแก้ว 2"** Fiber Glass	**ฉนวนใยแก้ว 4"** Fiber Glass	**ฉนวนเยื่อกระดาษ** Cellulose	**แผ่นสะท้อนความร้อน** Aluminium Foil	**ยิบซั่มบอร์ด + แผ่นสะท้อนความร้อน**	**ฉนวนโฟมโพลิเอทิลีน** Polyethylene Foam	**ฉนวนโฟมโพลียูรีเทน** Polyurethane Foam	**ฉนวนโฟมโพลิสไตรีน** Polystyrene Foam	**เซรามิคโคตติ้ง**
รูปแบบกายภาพ	หุ้มปิด,บุใต้หลังคา,ปูบนฝ้า,(แผ่น)	หุ้มปิด,บุใต้หลังคา,ปูบนฝ้า (แผ่น)	หุ้มปิด,บุใต้หลังคา,ปูบนฝ้า, (แผ่น)	ม้วน ติดตั้ง	แผ่น ติดตั้ง	ฉีดพ่น	ฉีดพ่น	หุ้ม ปิด บุ	พ่นเหนือหลังคา
ราคาต่อหน่วย (บาท)	180	300	300	3000 - 4500	73	4,500	2,400	112 (100มม.)	
ราคารวมต่อตร.ม. (บาท)	75	125	125	40 - 60	10	314	270	700(40มม.)	265 - 284
วัสดุ+ค่าแรง+ติดตั้ง / ตรม(บาท)	95	145	145	80	21	400	533	720(40มม.)	280 - 355
ขนาด (Volume)(cm.^{3}) หนา xกว้าง x ยาว cm. x cm.x cm.	5x60x400 >50 มม(หุ้ม) >50 มม. (บุ) >75 มม. (ปู) >50มม(แผ่น)	10x60x400 >50 มม.(หุ้ม) >50 มม. (บุ) >75 มม. (ปู) >50 มม. (แผ่น)	7.5x60x400	หนา150ไมครอน x125x6,000	1.2x60x120	>25	>25	10x60x120	หนา x122x1,650 50 มม. 75 มม.
น้ำหนักต่อตร.ม. (kg./m^2)	0.5-0.8	0.8-1.5	2.5	0.25	0.9	-	0.8	-	-
ค่าอุณหภูมิใช้งานที่เหมาะสม (C)	- 51 ถึง 204	- 51 ถึง 204	-	-	0.35	>-25 ถึง 85	>-25 ถึง 90	<80	<80
ค่าความหนาแน่น (kg./m^3)	16 >64 มม.(หุ้ม) >24 มม.(บุ) >16 มม.(ปู) >32 มม.(แผ่น)	69 >64 มม. (หุ้ม) >24 มม. (บุ) >16 มม. (ปู) >32 มม(แผ่น)	45-80	0.17	800 + Foil	>=30 – 50	35 – 40 16	1 ปอนด์/ลบ.ฟ. 16	-
วัสดุปิดผิว	อลูมิเนียมฟอยล์	อลูมิเนียมฟอยล์	-	-	-	-	-	ยิปซั่มบอร์ด	-
ค่าการสะท้อนความร้อน (%)	95	95	-	95	95	-	-	-	90
ค่าการดูดกลืนความร้อน (%)	5	5	-	5	5	-	-	-	10
ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (Thermal Transfer–Q value) (Watt/m^2)	1.451 (บุ) 0.696 (ปู) 1.539 (แผ่น)	-	-	-	-	-	8.48hr.ft^{2o}F/ Btu	-	90%
ค่าการนำความร้อน (Conductivity – K value) (W/m.K)	0.035 (บุ) 0.0365 (ปู) 0.033 (แผ่น)	0.0365	0.029 - 0.045	-	0.19 + Foil	<0.023	0.017 – 0.045 0.024	0.035	-
ค่าการต้านทานความร้อน (Resistivity – R value) (m^{2}K/W)	1.392	2.334	1.875	-	0.04 + Foil	-	9.09	0.70 - 0.85	-
ค่าการต้านทานแรงอัด	-	-	-	-	-	-	2.2	0.25 - 11	-
ค่าการกันเสียง (dB)	-	-	>42 - 95%	-	65 + Foil	-	>70	-	-
การทนไฟ	-	-	ชะลอการลามของไฟ	ชะลอการลามของไฟ	½ - 4 + Foil	ชะลอการลามของไฟ	ชะลอการลามของไฟ	150 – 180 ^{o}F ไม่ทนไฟ เว้นแต่ใช้วัสดุกันไฟปิดผิวจะกันไฟได้	ไม่ติดไฟ ไม่ลามไฟ

ตารางที่ 2.18 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุประกอบอาคาร(ต่อ)

2. วัสดุประกอบฉนวน (ต่อ)									
รายการวัสดุ	**ฉนวนใยแก้ว 2"** Fiber Glass	**ฉนวนใยแก้ว 4"** Fiber Glass	**ฉนวนเยื่อกระดาษ** Cellulose	**แผ่นสะท้อนความร้อน** Aluminium Foil	**ยิบซั่มบอร์ด + แผ่นสะท้อนความร้อน**	**ฉนวนโฟมโพลิเอทิลีน** Polyethylene Foam	**ฉนวนโฟมโพลียูรีเทน** Polyurethane Foam	**ฉนวนโฟมโพลิสไตรีน** Polystyrene Foam	**เซรามิคโคตติ้ง**
การปลอดกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น
การทานต่อการกัดกร่อน	ไม่กัดกร่อนโลหะ	ไม่กัดกร่อนโลหะ	-	ทนกรด ด่าง สารเคมี	ทนกรด ด่าง สารเคมี	ทนกรด ด่าง เสื่อมเมื่อโดน uv	ทนกรด ด่าง เสื่อมเมื่อโดน uv	ทนกรด ด่าง เสื่อมเมื่อโดน uv	ทนกรด ด่าง สารเคมี
ความต้านทานแมลง เชื้อรา และความปลอดภัยต่อธรรมชาติ	ไม่ขึ้นรา	ไม่ขึ้นรา	ไม่ขึ้นราเนื่องจากผสมสารกันเชื้อรา	ไม่ขึ้นรา	ไม่ขึ้นราเนื่องจากผสมสารกันเชื้อรา	-	-	-	ไม่ขึ้นรา
อัตราการซึมน้ำ(%)	< 3%	< 3%	2%	-	-	2- 5%	5-10%	ต่ำ	-
การยืดหดตัวของวัสดุ (มม./ม.)	คืนรูปดีไม่หดตัว แต่เมื่อชื้นหรือหมดอายุใช้จะยุบตัวเป็นฝุ่น	คืนรูปดีไม่หดตัว แต่เมื่อชื้นหรือหมดอายุใช้จะยุบตัวกลายฝุ่น	ไม่หดแต่ระยะยาวจะมีการยุบตัว	ไม่หดตัว แต่จะเสียรูปหรือหย่อนเนื่องจากการติดตั้งไม่ดี	ไม่หดตัวแต่จะเสียรูปหรือหย่อนเนื่องจากการติดตั้ง Foil ไม่ดี	มีความยืดหยุ่นดี ไม่หดตัวหรือฉีกขาดง่าย	มีความยืดหยุ่นดี ไม่หดตัวหรือฉีกขาดง่าย	มีความยืดหยุ่นดี ไม่หดตัวหรือฉีกขาดง่าย	มีความยืดหยุ่นดี ไม่หดตัวหรือฉีกขาดง่าย
จำนวนผู้ผลิต	มาก	มาก	ค่อนข้างน้อย	ค่อนข้างน้อย	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก
ปริมาณการผลิตเทียบกับความ ต้องการใช้	เพียงพอ	เพียงพอ	เพียงพอ	เพียงพอ	เพียงพอ	เพียงพอ	เพียงพอ	เพียงพอ	เพียงพอ
ขั้นตอนการก่อสร้าง	ง่าย	ง่าย	แบบพ่นต้องใช้ช่างเฉพาะ	ง่าย	ง่าย	ง่าย สะดวก	ง่าย สะดวก	ง่าย สะดวก	สะดวก,ควรห่างจากหลังคา 30 ซม.
การบำรุงรักษา		เปลี่ยนใหม่เมื่อหมดอายุการใช้งาน	เปลี่ยนใหม่เมื่อหมดอายุการใช้งาน	ทำไม่ได้	ทำความสะอาดได้	-	-	-	-
อายุใช้งาน (ปี)	5-10	5-10	5-10	-	-	5 - 20	5-20	5-15	-
ข้อดี		- ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร - หาง่าย - ติดตั้งง่าย - นำ ความร้อนต่ำ	- ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร - หาง่าย - ติดตั้งง่าย - นำความร้อนต่ำ	- ไม่มีสารพิษ - Recycle - ลดเสียงสะท้อน - น้ำหนักเบา - ไม่มีกลิ่น - ไม่มีช่องว่างระหว่างฉนวนกับส่วนที่ฉีดพ่น	- ทนUV, ไม่ติดไฟ - ป้องกันการกัดกร่อนของสนิม - น้ำหนักเบา	- ไม่ติดไฟ - ปรับรูปได้ - เบา - ยึดติดง่าย - กันเสียง - การนำความร้อนต่ำสุด	- ส่งความร้อนต่ำ - ไม่ลามไฟ - ติดตั้งง่าย สะดวก อายุใช้งานนาน ไม่เป็นที่อยู่แมลง -ประหยัดพลังงาน - ป้องกันเสียง - เป็นเนื้อเดียว กันทำให้ป้องกันความชื้นดี	- นำความร้อนต่ำ - ใช้เป็นตัวผสีกหรือกันซึม - การแทรกซึมไอน้ำและการดูดกลืนความร้อนต่ำ - น้ำหนักเบา - ผสมสีต่างๆได้	- ไม่เป็นอันตราย - ไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม - ทนรังสีอุลตร้าไวโอเลต - ไม่ขึ้นรา
ข้อเสีย	- น้ำหนักมาก - เป็นสารก่ออันตรายต่อร่างกายและสิ่งแวดล้อม - ย่อยสลายไม่ได้ - มีกลิ่น เมื่อชื้นคุณสมบัติจะลดลง - สัตว์เล็กทำรังภายใน - ตัวประสาน (binder) ลุกไหม้ได้	- น้ำหนักมาก - เป็นสารก่ออันตรายต่อร่างกายและสิ่งแวดล้อม - ย่อยสลายไม่ได้ - มีกลิ่นจากตัวประสาน - สัตว์เล็กทำรังภายใน - เมื่อชื้นคุณสมบัติจะลดลง	- น้ำหนักมาก - เป็นสารก่ออันตรายต่อร่างกายและสิ่งแวดล้อม - ย่อยสลายไม่ได้ - มีกลิ่น - สัตว์เล็กทำรัง ภายใน - เมื่อชื้นคุณสมบัติจะลดลง	- ชื้นง่าย เป็นที่อยู่ของแมลง - ผสมสารกันชื้น+กันไฟลาม+กันแมลงภายใน -ยึดตัวเองไม่ได้ต้องใช้กาวผสมเมื่อกาวโดนความร้อนที่เก็บไว้ทำให้ -เสื่อมสภาพ และเยื่อกระดาษจะหลุดล่วงเป็นผงฝุ่น	- ถ้ามีฝุ่นเกาะคุณสมบัติจะลดลงเรื่อยๆ	- เป็นที่อยู่อาศัยของแมลง หาก ไม่มีการป้องกัน - ถ้าชื้นมากๆ จะทำให้เสื่อมสภาพ	-เป็นที่อยู่ของแมลง ถ้าชื้นมากๆทำให้เสื่อมสภาพ - เกิดไฟไหม้จะมีควันมากและ เกิดก๊าซไฮโดร ไซยาไนท์เป็นอันตรายถึงชีวิต - ความต้านทานการขูดขีดต่ำ - ผิวหน้าเป็นอุปสรรคในการตกแต่ง	- ติดไฟได้ - ขณะลุกไหม้เกิดควันที่เป็นพิษแก้ด้วยการเติมสารกันไฟ - ไม่ทนน้ำมันเบนซิน ทินเนอร์ น้ำมันสน - ไม่ทนแสงแดด	- เป็นที่อยู่อาศัยของแมลงต่างๆ หากไม่มีการป้องกันที่ดีพอ

ตารางที่ 2.19 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุประกอบอาคาร(ต่อ)

3. วัสดุกระจก

รายการวัสดุ	กระจกใส (Clear Glass)	กระจกสี (Tinted Glass)			กระจกตัดแสง (Heat Absorbing Glass)			กระจกสะท้อนแสง (Reflective Metallic Coating Glass)			กระจกกันความร้อน (Insulating Glass)			ฟิล์มลดความร้อน (Film)
		Cool gray	Skyblue	Ocean Green	Cool gray	Skyblue	Ocean Green	Yellow	Blue	Green	Clear G. - Dry Air– Clear G.	CG.+LowE – Dry Air – Clear G.	CG.+Solar – Dry Air – Clear G.	
ราคารวมต่อตารางฟุต (บาท)	25 - 27	38	38	38	46 -70	50 - 70	50 - 70	50 - 60	50 - 60	50 - 52	160 - 210	215 - 230	226-280	
ราคาค่าแรง / ตร.ฟ. (บาท)	8	8	8	8	8	8	8	18	18	18	18	18	18	10บาท/ม^2
ค่าวัสดุ+ค่าแรง / ตรม. (บาท)	33	46	46	46	78	78	78	68	68	68	228	233	244	
ความหนา (mm.)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6-12-6	6-12-6	6-12-6	
ค่าสัมประสิทธิการบังเงา(SC)	0.96	0.64	0.68	0.65	0.32	0.51	0.67	0.24	0.32	0.28	0.82	0.65	0.27	0.20-0.60
ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (Watt/m^2)	2.762												0.15	
ค่าการสะท้อนความร้อนรวม (%)	14	11	12	14			12	40	40	53	25	26	41	72
ค่าการนำความร้อน (Conductivity – Kvalue) (W/m.K)	0.779	0.904								0.909	0.751			
ค่าการต้านทานความร้อน (Receptivity – R-value) (m^{2}K/W)	0.004	0.007								0.007				
ค่าสะท้อนแสงVis-R (%)	7	5	6	7			7	19	21	29	14	14	38	<25
ค่าการส่องผ่านแสง Vis-T (%)	88	38	58	72			74	10	21	14	78	72	7	>30
ค่าสะท้อนพลังงานแสงอาทิตย์ Solar-Energy Reflectance (%)	7	6	6	7			5	21	19	24	11	12	33	
ค่าการส่งผ่านพลังงานแสงอาทิตย์ Solar-Energy Transmittance (%)	80	43	45	42			43	6	13	10	61	46	5	<40
ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์ Solar-Energy Absorption (%)	13	51	49	51	45	48	52	73	68	66	28	42	62	
ค่าส่งผ่านรังสีอุลต้าไวโอเลต (%)							23							<5

ตารางที่ 2.20 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุประกอบอาคาร(ต่อ)

3. วัสดุกระจก (ต่อ)

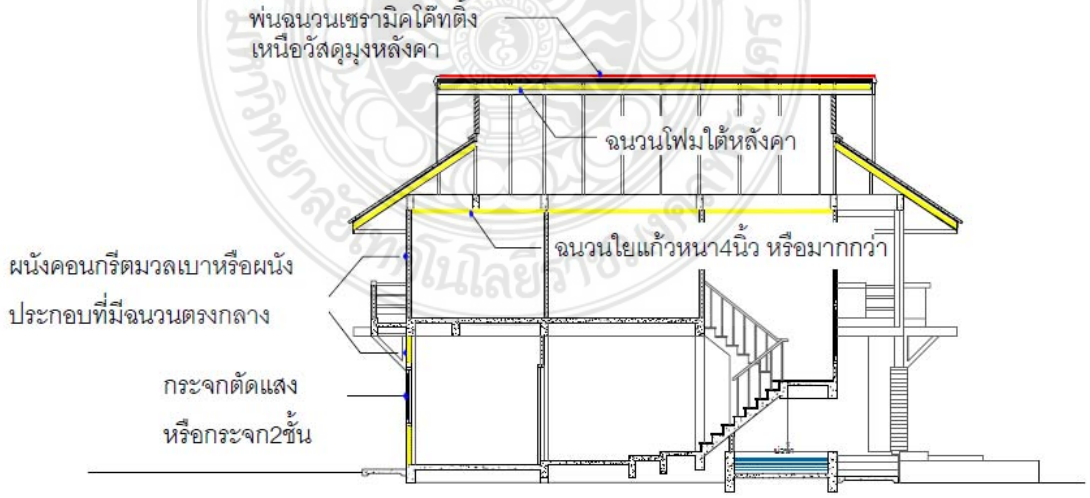
รายการวัสดุ	กระจกใส (Clear Glass)	กระจกสี (Tinted Glass)			กระจกดัดแสง (Heat Absorbing Glass)			กระจกสะท้อนแสง (Reflective Metallic Coating Glass)			กระจกกันความร้อน (Insulating Glass)			ฟิล์มลดความร้อน (Film)
		Cool gray	Skyblue	Ocean Green	Cool gray	Skyblue	Ocean Green	Yellow	Blue	Green	Clear G. - Dry Air– Clear G.	CG.+Low E – Dry Air – Clear G.	CG.+Solar – Dry Air – Clear G.	
ค่าการถ่ายเทความร้อน(เขตร้อน) U-value (W / m^2hr^oC)	5.83	6.27	6.21	6.23	5.90	5.94	5.96	4.74	5.08	5.03	3.18	1.93	2.68	
ค่าพลังงานความร้อน RHG(W/m^2)	650	451	478	460				191	244	217	540	423	114	
ค่าพลังงานความร้อน RHG / ค่าการส่องผ่านแสง Vis-T (W/m^2)	813	1187	824	639				1910	1162	1550	692	267	828	
ค่าการส่องผ่านแสง Vis-T /การส่งผ่านพลังงานแสงอาทิตย์	1.10	0.88	1.28	1.71			1.72	1.67	1.62	1.40	1.28	1.57	1.38	
จำนวนผู้ผลิต	มาก	มาก	มาก	มาก	พอดี	พอดี	พอดี	มาก	มาก	มาก	น้อย	น้อย	น้อย	มาก
ปริมาณผลิตต่อความต้องการใช้	มากพอ	มากพอ	มากพอ	มากพอ	พอดี	พอดี	พอดี	มากพอ	มากพอ	มากพอ	มากพอ	มากพอ	มากพอ	มากพอ
ขั้นตอนการก่อสร้าง	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ยาก	ยาก	ยาก	ง่าย
การรุงรักษา	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ยาก	ยาก	ยาก	ง่าย
ข้อดี	- แสงเข้าได้เต็มที่ - เห็นภาพนอกชัดเจน - ราคาไม่สูง	- ราคาไม่สูงนัก - ยอมให้แสงผ่านเข้ามาเพื่อช่วยกระจายแสงภายในห้องอย่างเหมาะสม			- ลดความร้อนเข้าอาคารมากกว่าโดยการดูดกลืนความร้อนจากรังสีคลื่นสั้นที่ส่องกระทบกระจก 40-50% สีต่างๆเกิดจากการเติมออกไซด์ของโลหะ ในเนื้อกระจก ไม่ส่งผลกระทบกับแสงที่เข้ามา - ยอมให้แสงธรรมชาติผ่านเข้ามาได้สูง - เห็นทัศนียภาพภายนอกได้ชัดเจน - สีกระจกช่วยลดความจ้าของแสงที่มากเกินไปได้			- สะท้อนความร้อนไม่ให้เข้าอาคารได้ - รับแรงดันลมเพิ่มขึ้น - ลดเสียงรบกวน - สร้างความสมดุลระหว่างแสงภายใน และแสงภายนอกจึงลดความสว่างจ้า			- ป้องกันการถ่ายเทความร้อนระหว่างภายนอกสู่ภายในได้ประมาณ 70-80% - ยอมให้แสงธรรมชาติผ่านเข้ามาได้สูง - บางชนิดที่ติดฟิล์มด้านในกระจกทั้งสองแผ่น จะช่วยป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลตเข้ามาทำลายวัสดุภายในอาคารได้			- ป้องกันความร้อน - ประหยัดพลังงาน - สะดวกต่อการติดตั้ง

ตารางที่ 2.21 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุประกอบอาคาร(ต่อ)

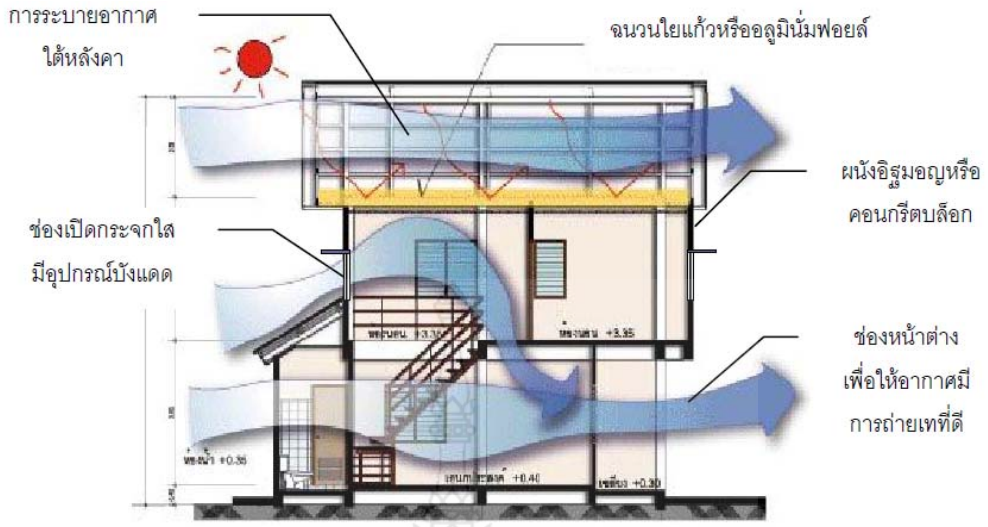
3. วัสดุกระจก (ต่อ)						
รายการวัสดุ	**กระจกใส** (Clear Glass)	**กระจกสี** (Tinted Glass)	**กระจกตัดแสง** (Heat Absorbing Glass)	**กระจกสะท้อนแสง** (Reflective Metallic Coating Glass)	**กระจกกันความร้อน** (Insulating Glass)	**ฟิล์มลดความร้อน** (Film)
ข้อเสีย	- ความร้อนเข้าอาคารได้มาก - การต้านทานความร้อนเข้าภายในอาคารประมาณ 20%	- ดูดกลืนความร้อนจากดวงอาทิตย์มาสะสมอยู่ในเนื้อกระจกมากขึ้น - ถ้าสีมีความเข้มมากจะบิดเบือนการมองเห็นได้	- ราคาค่อนข้างสูง - บิดเบือนการมองเห็นเล็กน้อยด้วยตัวสีของกระจกบางสี	- สะท้อนความร้อนให้กับอาคารข้างเคียง - ความสว่างของแสงที่เข้าในอาคารลดลงมากกว่า 80% - มีประสิทธิภาพในการดูดกลืนความร้อนสูงด้วย จึงอาจเกิดปัญหาการแตกร้าวของกระจกจากการสะสมความร้อน	- ราคาสูง - อาจเกิดการแตกร้าวของผิวกระจกได้เนื่องจากความต่างที่มากของอุณหภูมิภายนอกกับภายใน โดยเฉพาะที่มีการเป่าลมเย็นจากเครื่องปรับอากาศมากระทบผิวกระจก และเนื่องจากการสะสมความร้อนในเนื้อกระจกเนื่องจากไปทาสีหรือปิดแผ่นกระดาษที่ผิวกระจก	- อาจมีการหลุดล่อนของฟิล์ม - ไม่ควรให้มีไอน้ำเข้าไปในช่องว่างภายในกระจกจะทำให้เสียคุณสมบัติและอายุการใช้งานลดลง

หมายเหตุ : **SC** (Shading Coefficient) **Vis-R** (Visible-Rays Reflectance) **Vis-T** (Visible-Rays Transmittance) **UV-T** (Ultraviolet-Rays Transmittance) RHG (Relative Heat Gain)

การนำวัสดุต่างๆไปใช้ควรพิจารณาให้เหมาะสมและติดตั้งให้ถูกวิธีตามมาตรฐานที่ทางผู้ผลิตกำหนดไว้ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งนอกจากวัสดุที่สามารถนำมาใช้ได้นอกจากวัสดุที่ทำการศึกษามานี้ ยังมีวัสดุอื่นๆ ที่น่าสนใจคือพวกผนังระบบพิเศษ (EIFS) หรือการใช้กระจก 2 ชั้น และอื่นๆ อีกมาก แต่ปัญหาสำคัญคือราคาที่สูงมากของวัสดุเหล่านี้ จึงไม่เป็นที่ใช้งานกันอย่างแพร่หลายเท่าใด



ภาพที่ 2.30 แสดงการใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติความเป็นฉนวนสูงเพื่อเป็นวัสดุประกอบอาคาร



ภาพที่ 2.31 แสดงการใช้วัสดุประกอบอาคารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการลดความร้อน

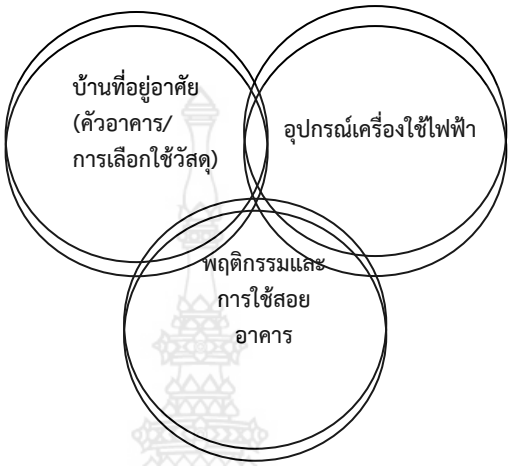
ภาพที่ 2.32 แสดงการติดตั้งฉนวนบนฝ้าเพดาน ความร้อนจะถูกกั้นอยู่ภายในโพรงหลังคา จึงต้องใช้การระบายอากาศภายในหลังคาเพื่อลดความร้อนที่จะสะสมอยู่ภายใน

ที่มา กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน เข้าถึงได้จาก (ออนไลน์) http://www.google.com/เอกสารเผยแพร่ แนวทางการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างและฉนวนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

2.2 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการลดใช้พลังงานภายในอาคาร การประหยัดพลังงาน

2.2.1 การอนุรักษ์พลังงานในบ้านที่อยู่อาศัย

องค์ประกอบหลักของการอนุรักษ์พลังงานอย่างยั่งยืน ในภาคที่อยู่อาศัย มี 3 ประการ ดัง ภาพที่ 13 คือ



ภาพที่ 2.33 องค์ประกอบหลักของการอนุรักษ์พลังงานในบ้านที่อยู่อาศัย

1. บ้านที่อยู่อาศัย

การออกแบบบ้านที่ดี โดยมีการคำนึงถึงรูปแบบและการเลือกใช้วัสดุประกอบอาคารที่เหมาะสม จะช่วยลดระดับการใช้พลังงานและความต้องการในการใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิดได้ ซึ่งจะส่งผลให้การใช้พลังงานลดลงอย่างเห็นได้ชัด

2. อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า

ปัจจุบันเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน มีการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีอยู่ตลอดเวลา ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้ จะส่งผลให้ความต้องการการใช้พลังงานไฟฟ้าลดน้อยลงหรือไม่ใช้เลยได้ (เช่นเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์) หรือได้งานมากขึ้น โดยใช้พลังงานเท่าเดิมได้เช่นกัน

3. พฤติกรรมและการใช้สอยอาคาร

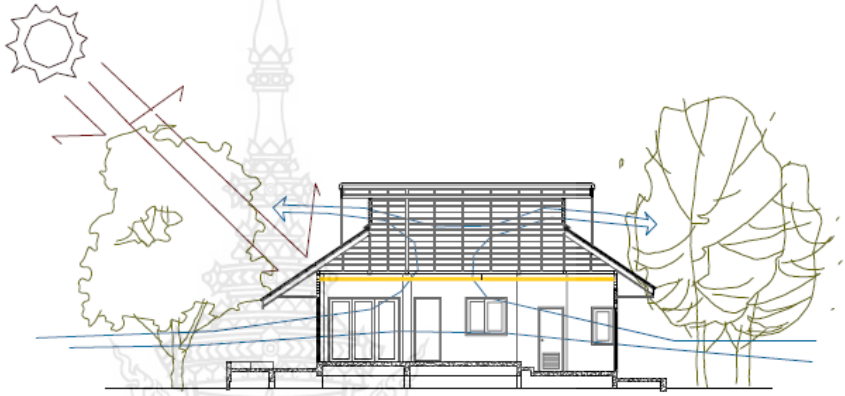
พฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมหลายประการ ส่งผลให้มีการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลือง ซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น ความไม่รู้ หรือ พฤติกรรมที่ไม่เอาใจใส่ต่อสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ดังนั้นการปรับเปลี่ยนให้ประชาชนมีความรู้ที่ถูกต้อง จนเกิดเป็นจิตสำนึกและเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมนั้น จะส่งผลให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานอย่างยั่งยืน

ที่มา กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน เข้าถึงได้จาก (ออนไลน์) http://www.google.com/เอกสารเผยแพร่ แนวทางการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างและฉนวนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน (วันที่ค้นหาข้อมูล: 20 สิงหาคม 2555)

2.2.2 การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างที่มีคุณสมบัติความเป็นฉนวน 10 ชนิด

จากการศึกษาถึงสัดส่วนความต้องการการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารที่พักอาศัยของการไฟฟ้านครหลวง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จะพบว่าพลังงานที่ใช้ไปกับระบบปรับอากาศมีสัดส่วนที่สูงที่สุด โดยเฉพาะในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล จึงเป็นเหตุให้จำเป็นต้องศึกษาว่าทำ

1. การสร้างความเย็นให้กับสภาพแวดล้อม
2. การป้องกันความร้อนให้กับเปลือกอาคาร
3. การเลือกใช้การระบายอากาศภายในอาคารอย่างเหมาะสม



ภาพที่ 2.34 แสดงการป้องกันและลดความร้อนเข้าสู่อาคาร

ในที่นี้จะมุ่งเน้นศึกษาถึงการป้องกันความร้อนให้กับเปลือกอาคาร โดยศึกษาถึงวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง 10 ชนิด ดังที่กล่าวมาแล้วในบทที่1 และเพื่อให้เกิดความเข้าใจจึงควรที่จะศึกษาถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายเทความร้อนและวัสดุกรอบอาคาร ดังนี้

2.2.2.1 วัสดุก่อสร้างและฉนวนกับการประหยัดพลังงาน

เมื่อกล่าวถึงเรื่องการใช้พลังงานภายในอาคาร ซึ่งในที่นี้หมายถึงพลังงานไฟฟ้า คนทั่วไปส่วนมากจะมีความเข้าใจเฉพาะการประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว เนื่องจากสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายและเห็นเป็นรูปธรรมอย่างชัดเจน แต่แท้ที่จริงแล้วยังมีอีกหลายวิธีที่สามารถช่วยให้เกิดมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงได้ ซึ่งหนึ่งในวิธีนั้นก็คือ “การเลือกใช้วัสดุประกอบอาคาร” หรือที่เรียกทั่วไปว่า วัสดุก่อสร้าง ให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละพื้นที่ และมีขั้นตอนการใช้งานอย่างถูกวิธีสาเหตุเนื่องจากวัสดุประกอบอาคาร โดยเฉพาะวัสดุที่ใช้ภายนอก เปรียบเสมือนเป็นเปลือกหุ้มอาคารเหล่านั้นไว้ ถ้าเลือกใช้วัสดุที่สามารถป้องกันความร้อนได้ดี ผู้อยู่อาศัยภายในบ้านก็จะไม่รู้สึกร้อน และภายในอาคารก็จะอยู่ในสภาวะน่าสบายได้ตลอด และเมื่อมีการรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ มาวิเคราะห์แล้วพบว่า พลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ภายในอาคารพักอาศัยถูกใช้ไปกับการลดความร้อนภายในอาคารเป็นสัดส่วนที่มากที่สุดนั้นก็คือ การใช้ระบบปรับอากาศเข้ามาเสริมเมื่อต้องการให้อยู่ในสภาวะน่าสบาย ที่ผ่านมาในขั้นตอนของการออกแบบก่อสร้างจะมีผู้ที่คำนึงถึงการเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนไม่มากนัก หากมีการเตรียมการป้องกันในขั้นต้นอย่างเหมาะสมแล้ว ก็จะไม่ทำให้ภาระในการลดความร้อนตกไปอยู่กับระบบทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศซึ่งเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานมากชนิดหนึ่งในการ

2.2.2.2 การถ่ายเทความร้อนสู่อาคาร

ความร้อนที่อยู่ภายในอาคารมาจากแหล่งกำเนิดความร้อน 2 ส่วน หลักๆ คือ ความร้อนจากภายนอก และความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารเอง โดยทั่วไปส่วนมากแล้ว ความร้อนรวมในอาคารจะมาจากภายนอกมากกว่าและเป็นความร้อนที่ได้รับอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์ โดยการส่งผ่านความร้อนจะมาจากตัวกลางหลายชนิดมาสู่อาคาร และความร้อนเหล่านั้นก็จะส่งผ่านทางเปลือกอาคารสู่ภายในอีกขั้นหนึ่ง ซึ่งในเรื่องของการถ่ายเทความร้อนสู่อาคาร จะมีการกล่าวถึงประเด็นหัวข้อที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ที่มาของความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร ประกอบด้วย

1.1 ความร้อนที่เกิดขึ้นจากภายในอาคาร (Internal Heat Gain : Qi) เป็นความร้อนที่อาจเกิดได้ทั้งจากคน หรือมาจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่อยู่ภายในอาคาร เช่น ความร้อนจากหลอดไฟฟ้า ตู้เย็น เป็นต้น

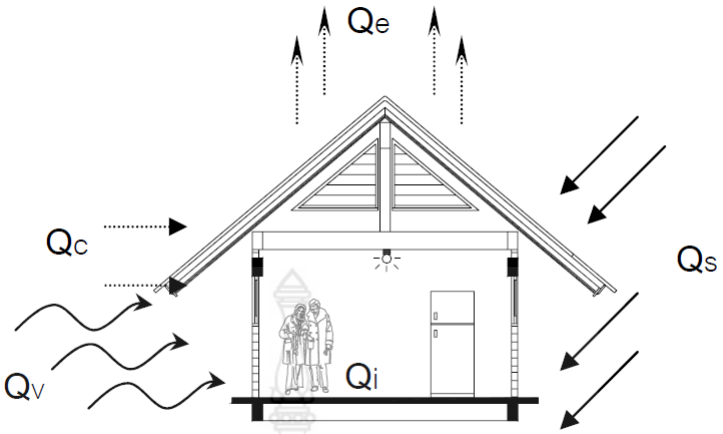
1.2 ความร้อนที่เกิดขึ้นจากภายนอกอาคาร (External Heat Gain) เป็นความร้อนที่จะเกิดจากอิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์ ดังนี้

1.2.1 Conduction Heat Gain / Loss (Qc) : การนำความร้อน ซึ่งอาจเกิดได้ทั้งการนำความร้อนเข้ามาภายในอาคาร หรือการสูญเสียความร้อนสู่ภายนอกโดยตัวนำความร้อน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับของอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคาร โดยความร้อนจะถ่ายเทจากที่ที่มีอุณหภูมิสูงกว่าเสมอ

1.2.2 Solar Radiation (Qs) : การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ในกรณีของประเทศไทยที่ตั้งอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตรจะได้รับผลกระทบจากรังสีดวงอาทิตย์เป็นอย่างมาก

1.2.3 Ventilation Heat Gain / Loss (Qv) : ความร้อนที่มาจากการระบายอากาศจะมีลักษณะคล้ายกับการนำความร้อนแต่จะมีตัวกลางในการพาความร้อนมาโดยอากาศ ซึ่งจะมีความเกี่ยวข้องกับทิศทางและความเร็วของกระแสลมด้วย

1.2.4 Evaporative Heat Loss (Qe) : การระเหยหรือความร้อนที่กลายเป็นไอ และในขณะที่เกิดการระเหย จำเป็นจะต้องใช้พลังงาน (ความร้อน) ในการเปลี่ยนสถานะ ทำให้สามารถช่วยลดความร้อนในบริเวณนั้นได้



ภาพที่ 2.35 แสดงความร้อนที่เข้าสู่อาคาร

2. อิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์

ปัจจัยในอากาศเป็นส่วนร่วมของข้อมูลที่มีความแตกต่างกันทางอุตุนิยมวิทยา ซึ่งเป็นการยากที่จะแสดงถึงความสัมพันธ์ที่เกี่ยวเนื่องกันเพียงแค่อุณหภูมิของอากาศได้ การออกแบบให้สภาวะภายในอาคารมีความสมดุลทางบรรยากาศ จึงต้องวิเคราะห์ถึงความสำคัญที่เกี่ยวเนื่องกันของปัจจัยทั้งหมดในอากาศ ซึ่งปัจจัยสำคัญที่มีส่วนร่วมในสภาวะน่าสบายดังกล่าว คือ อุณหภูมิอากาศ การแผ่รังสีความร้อน ความชื้นสัมพัทธ์ และกระแสลม

การเปลี่ยนแปลงความแตกต่างของอุณหภูมิประจำปี รวมทั้งการเหนี่ยวนำให้เกิดการพัดของกระแสลม ขึ้นอยู่กับปริมาณการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ ซึ่งเกิดเนื่องจากการโคจรผ่านโลกแตกต่างกันไปตามฤดูกาล ดังนั้นข้อมูลที่เกี่ยวกับอุณหภูมิ การแผ่รังสี การโคจรของดวงอาทิตย์ และกระแสลม จึงเป็นส่วนสำคัญในการวิเคราะห์เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ

2.1 อุณหภูมิอากาศ ความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิรายวัน ขึ้นอยู่กับสภาพของท้องฟ้า ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสรังสีความร้อนสามารถผ่านชั้นบรรยากาศได้สะดวกกว่าวันที่ฟ้าครึ้ม ทำให้วันที่ฟ้าใสจะร้อนกว่าโดยเฉพาะในฤดูร้อนจะทำให้อุณหภูมิสูงกว่าปกติ แต่วันฟ้าโปร่งในฤดูหนาวจะหนาวไม่มากนักเนื่องจากดวงอาทิตย์โคจรห่างออกไปการแผ่รังสีความร้อนดวงอาทิตย์แผ่รังสีความร้อนและแสงสว่างให้กับโลก ซึ่งรังสีความร้อนเข้ามาถึงผิวโลก ประมาณ 420 Btu / ft^2 / hr หรือเท่ากับ 1.94 Cal / cm^2 / min ทั้งนี้โลกได้รับรังสีความร้อนน้อยกว่าที่ควรจะเป็นมาก เนื่องจากมีบรรยากาศโลกห่อหุ้มไว้ ส่วนหนึ่งของรังสีถูกดูดซึมไว้ในบรรยากาศ บางส่วนกระจายออกเพราะกระทบกับโมเลกุลของบรรยากาศ ส่วนหนึ่งพื้นดินจะรับไว้และเก็บในรูปของความร้อนและค่อยๆ คายออกมาสู่อากาศผิวดิน ยิ่งผิวโลกที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลมากเท่าไรรังสีความร้อนที่ได้รับก็จะเพิ่มขึ้นตามความสูง

2.2. การถ่ายเทรังสีความร้อน การถ่ายเทรังสีความร้อนมีอยู่หลายลักษณะตามชนิดของต้นกำเนิดและลักษณะการถ่ายเท คือ

2.2.1 คลื่นรังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์

2.2.2 คลื่นรังสีสั้นแผ่กระจาย

2.2.3 คลื่นรังสีสั้นสะท้อนจากพื้นดิน และสิ่งใกล้เคียง

2.2.4 คลื่นรังสียาวจากพื้นดิน หรือสิ่งใกล้เคียงที่ร้อน

2.2.5 คลื่นรังสียาวที่อาคารแผ่กลับให้บรรยากาศ

คลื่นรังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์กับคลื่นรังสีแผ่กระจาย รวมกันเรียกว่าคลื่นรังสีรวม หรือการแผ่รังสีรวม (Total Radiation) ซึ่งมีความสำคัญในการพิจารณาเรื่องการได้รับความร้อนทางด้านต่างๆ ของอาคาร วิเคราะห์ในเรื่องทิศทางการวางอาคาร รูปร่างสัดส่วนของอาคารในเขตร้อน การควบคุมอุณหภูมิของอาคาร เทคนิคการก่อสร้างอาคารในเขตร้อน เป็นต้น

การแผ่รังสีสะท้อนจากสิ่งที่อยู่ใกล้เคียง ปกติพื้นที่แนวนอนได้รับรังสีเป็น 2 เท่าของพื้นที่แนวตั้ง ในช่วงเวลาที่เกิดความร้อนวิกฤต (Overheated Period) เช่นช่วง 14.00 – 16.00 น. ฉะนั้นอาคารข้างเคียง ส่วนของอาคาร หรือระดับพื้นแนวนอนที่มีผิววัสดุบางอย่างที่จะสะท้อนความร้อนจำนวนมากที่เข้ามาในอาคารโดยง่าย การออกแบบอาคารโดยมีดาดฟ้าคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดใหญ่จะสะท้อนแสงและส่งผ่านความร้อนเข้าในห้องชั้นบน จึงควรหลีกเลี่ยงให้มาก และควรมีการวิเคราะห์ที่ตั้งโครงการให้สัมพันธ์กับทิศทางแดดลม ซึ่งจะสัมพันธ์ไปถึงการวางตำแหน่งห้องต่างๆ ของอาคารและรวมไปถึงการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ประกอบอาคารด้วย

3. คุณสมบัติความเป็นฉนวน

เมื่อกล่าวถึงคุณสมบัติความเป็นฉนวน หรือวัสดุที่ถือว่ามีความเป็นฉนวนที่ดีนั้น ระดับของความเป็นฉนวนจะต้องพิจารณาจากคุณสมบัติในทางทฤษฎี 3 ข้อหลัก ดังนี้

3.1. ความสามารถในการต้านทานความร้อน (Resistivity)

ค่าการต้านทานความร้อน หรือ ค่า “R-Value” จะเป็นค่าที่บอกถึงอัตราส่วนระหว่างความหนาของวัสดุตามแนวที่ความร้อนไหลผ่านกับความสามารถในการนำความร้อนของวัสดุ กรณีที่วัตถุซ้อนกันหลายชั้น ค่าความต้านทานความร้อนรวมจะเท่ากับผลบวกของค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุที่กำหนดแต่ละชั้นรวมกันและค่าการต้านทานความร้อนจะมีความสัมพันธ์กับค่าการนำความร้อนแบบเป็นส่วนกลับกัน กล่าวคือ ถ้าค่าการต้านทานความร้อนสูง วัสดุนั้นก็จะมีค่านำความร้อนต่ำ

ค่าการต้านทานความร้อน หรือ ค่า “R-Value” สามารถหาคำนวณได้จาก

$$R = 1 / C = \triangle X / K$$

เมื่อ R = ค่าการต้านทานความร้อน (Resistivity - m^2K / Watt)

C = ค่าความจุความร้อน (Thermal Capacity - W / m^2K or J / kg.K)

$\triangle X$ = ความหนาของชิ้นวัสดุที่นำมาพิจารณา

K = ค่าการนำความร้อน (Conductivity - W / mK)

3.2. การนำความร้อน (Conductivity)

การนำความร้อน หรือ ค่า “K–Value” สามารถบอกถึงความสามารถในการนำความร้อนของวัสดุเพียงชนิดเดียว โดยวัดค่าในรูปของอัตราปริมาณความร้อนไหลต่อหน่วยเวลาจากจุด

(K – Value) ของวัสดุแต่ละชนิดจะแตกต่างกันมาก เช่น ฉนวนใยแก้วมีค่า 0.03 W/m.K ของทองแดงมีค่า 384 W/m.K แต่ในการศึกษาการถ่ายเทความร้อนของเปลือกอาคารจริง การคิดค่ากานำความร้อนของเปลือกอาคารย่อมแตกต่างกันไปตามความหนา และกลุ่มวัสดุที่ประกอบเข้ามาเป็นผนังแต่ละชั้น รวมถึงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของฟิล์มอากาศทั้งภายนอกและภายในอาคารด้วย ในการศึกษาค่าการนำความร้อนรวมของวัสดุเปลือกอาคารจึงจำเป็นต้องใช้ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนรวม หรือ ค่า U เข้ามาใช้ในการคำนวณ

ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนรวมสามารถคำนวณย้อนกลับจากค่า k ได้ดังต่อไปนี้

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_o} + \frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \frac{x_3}{k_3} + \ldots + \frac{x_n}{k_n} + \frac{1}{h_i}}$$

เมื่อ U = ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนรวม มีหน่วยเป็น Btu/h-ft^2-^{o}F (W/m^2-K)

h_o = ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของอากาศภายนอก มีหน่วยเป็น Btu/h-ft^2-^{o}F หรือ (W/m^2-K)

h_I = ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของอากาศภายใน มีหน่วยเป็น Btu/h-ft^2-^{o}F หรือ (W/m^2-K)

x_n = ความหนาของวัสดุในชั้นที่ n มีหน่วยเป็น นิ้ว หรือ (เมตร)

k_n = ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุชั้นที่ n มีหน่วยเป็น Btu-in/h-ft^2-^{o}F (W/m-K)

3.3.ความจุความร้อน (Thermal Capacity)

ความจุความร้อนของสสารจะเท่ากับผลคูณของมวลสารกับความจุความร้อนจำเพาะ ซึ่งความจุความร้อนจำเพาะของสสาร (Specific Heat Capacity) เป็นค่าที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนและอุณหภูมิ เนื่องจากความจุความร้อนจำเพาะของสสารเป็นปริมาณพลังงานความร้อนที่ทำให้สสารที่มีมวลหนึ่งหน่วยมีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศา โดยมีหน่วยวัดเป็น Cal/g-$^\circ$ Cหรือ J/kg.K หรือบางกรณีใช้เป็น Wh/kg.K ตัวอย่างค่าความจุความร้อนของวัสดุจำพวกอิฐคอนกรีต มีค่าเท่ากับ 800 – 1000 J/kg.K น้ำมีค่าเท่ากับ 4176 J/kg.K และอากาศแห้งมีค่าเท่ากับ 1005 J/kg.K เป็นต้น

ค่าความจุความร้อนของวัสดุ จะไม่สามารถบอกได้โดยตรงว่าควรจะมีค่ามากหรือน้อย จึงจะดี เพราะถ้าความจุความร้อนน้อยการส่งผ่านความร้อนสู่ภายในจะมากและส่งผ่านได้เร็ว ซึ่งจะเหมาะกับส่วนที่มีการใช้งานเฉพาะกลางคืน แต่ในทางกลับกันการที่สามารถเก็บความร้อนไว้ในตัวเองได้มาก ความร้อนที่ถูกส่งผ่านต่อมายังในอาคารก็จะน้อยลงหรือส่งผ่านได้ช้าลง (Time Lag) ซึ่งเหมาะกับบริเวณที่ใช้งานเฉพาะกลางวัน จะเห็นว่าการส่งผ่านความร้อนเนื่องจากค่าความจุความร้อนของวัสดุมีความเกี่ยวข้องกับช่วงเวลาที่จะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสม

4. ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (Thermal Transfer)

เป็นค่าที่ใช้แสดงความร้อนทั้งหมดที่ผ่านเข้ามาภายในอาคาร ซึ่งอาจเรียกอีกอย่าง ว่าค่า ”Q” สามารถคำนวณได้จากความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน, พื้นที่ทั้งหมดที่มีการรับแสงแดด และ ค่าความต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกภายใน

$$Q = U.A.\triangle T$$

เมื่อ Q = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม ($W / m^{2o}C$)

U = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน

A = พื้นที่ทั้งหมดที่มีการรับแสงแดด (m^2)

$\triangle T$ = ค่าความต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในอาคาร (^oC)

การคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร สามารถแบ่งการคำนวณออกเป็น 2 ส่วน เพื่อให้สะดวกต่อการกำหนดค่า คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV) และเมื่อนำทั้งสองส่วนมารวมกันก็จะได้เป็นค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารทั้งหมด

4.1 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) การคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง จะมีตัวแปรที่เกี่ยวข้อง คือ ส่วนของผนังอาคารทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นผนังทึบหรือผนังโปร่งแสง เช่น ช่องประตู หรือหน้าต่าง ซึ่งในปัจจุบันมีข้อกำหนดให้อาคารที่สร้างใหม่จะต้องมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังไม่มากกว่า 45 W / m^2

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง คำนวณได้จาก

ส่วนที่เกี่ยวกับการบังแดด

$$OTTV_i = \underbrace{U_w (1\text{-}WWR)\, Td_{eq}}_{\text{ความร้อนที่ผ่านผนังทึบ}} + \underbrace{U_f\, WWR\, \triangle T + SC.WWR.SF}_{\text{ความร้อนที่ผ่านผนังโปร่งแสง}}$$

เมื่อ A_1 = พื้นที่ผนังส่วนที่ 1 (m^2)

ฉะนั้น $$OTTV_{รวม} = \frac{A_1 . OTTV_1 + A_2 . OTTV_2 + \ldots\ldots + A_i . OTTV_i}{A_1 + A_2 + \ldots.. + A_i}$$

4.2 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV)

ปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารทางหลังคาจะเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับผนัง โดยแปรไปกับคุณสมบัติเชิงความร้อนของวัสดุหลังคาและฝ้าเพดาน สีและความหนาแน่นของมวลหลังคา

สำหรับวัสดุมุงหลังคาที่นิยมก่อสร้างกันทั่วไปในปัจจุบันจะมีค่าพลังงานความร้อนต่อตารางเมตรสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 25 วัตต์ต่อตารางเมตร

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา คำนวณได้จาก

$$RTTV_i = U_r(1-SRR)Td_{eq} + U_m(SRR)T + SC.SRR.SF$$

เมื่อ A_1 = พื้นที่ของหลังคาส่วนที่ 1 (m^2)

ฉะนั้น $$RTTV_{รวม} = \frac{A_1 . RTTV_1 + A_2 . RTTV_2 + \ldots\ldots + A_i . RTTV_i}{A_1 + A_2 + \ldots.. + A_i}$$

โดยที่ U_w = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังส่วนทึบ ($W / m^{2o}C$)

WWR = อัตราส่วนพื้นที่ผนังที่มีช่องรับแสงธรรมชาติต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านนั้น

$$WWR = \frac{\text{พื้นที่ช่องแสง}}{\text{พื้นที่ผนังทึบด้านนั้น}}$$

Td_{eq} = ค่าความต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในอาคาร ซึ่งรวมผลคูณของการดูดกลืนรังสีของผนังส่วนทึบ ($^{\circ}C$)

U_f = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังส่วนโปร่งแสง ($W / m^{2o}C$)

$\triangle T$ = ค่าความต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในอาคาร ($^{\circ}C$)

SC = สัมประสิทธิ์การบังแดดของช่องรับแสง

SF = Solar Factor ค่าตัวประกอบรังสีดวงอาทิตย์ (W / m^2)

U_r = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของหลังคาส่วนทึบ ($W / m^{2o}C$)

SRR = อัตราส่วนพื้นที่ของช่องรับแสงธรรมชาติต่อพื้นที่ทั้งหมดของหลังคาส่วนนั้น

U_m = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของหลังคาส่วนโปร่งแสง ($W / m^{2o}C$)

5. การเลือกใช้วัสดุเพื่อการประหยัดพลังงาน

ในการออกแบบหรือเลือกใช้วัสดุเพื่อการประหยัดพลังงาน ในส่วนที่เป็นเปลือกอาคารต้องคำนึงถึงลักษณะการใช้งานภายในอาคาร ซึ่งมีผลกระทบต่อการพิจารณาเลือกใช้วัสดุในส่วนนั้นๆด้วย เพราะการควบคุมสภาวะภายในอาคารไม่ว่าจะโดยการใช้เครื่องปรับอากาศ หรือใช้ระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ เป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่ผู้ออกแบบจำเป็นต้องนำมาพิจารณา ซึ่งระบบควบคุมสภาวะภายในอาคาร อาจจำแนกได้เป็น 2 รูปแบบหลัก คือ

5.1 ไม่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศ

5.2 มีการติดตั้งระบบปรับอากาศ

อาคารที่ไม่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศ หมายถึง อาคารที่ใช้ระบบระบายอากาศโดยธรรมชาติ ไม่มีการใช้เครื่องปรับอากาศ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในอาคารจะมีความสัมพันธ์กับสภาวะภายนอกมาก จึงจำเป็นต้องมีความเข้าใจถึงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นกับอาคารใน

มวลสารน้อยเพราะมวลสารของผนังจะทำหน้าที่สะสมความร้อนไว้ในช่วงเวลาหนึ่ง ก่อนจะกระจายสู่ภายในอาคาร เกิดการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time Lag) ทำให้ในเวลากลางวันที่ภายนอกมีอากาศร้อนจัด แต่อุณหภูมิภายในจะไม่สูงมากนัก ซึ่งเป็นเหตุผลเดียวกับการที่อุณหภูมิภายใน “โบสถ์ไทยโบราณ” เย็นสบายในเวลากลางวัน ดังนั้นลักษณะของผนังหรือเปลือกอาคารที่มีความเหมาะสม กับการใช้งานในอาคาร ที่ไม่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศภายในอาคาร คือ

- มีความหนาหรือมีมวลสารมาก
- สามารถป้องกันความร้อนได้ดี (มีค่าการต้านทานความร้อน R-Valueสูง)
- มีช่วงการหน่วงเวลาในการส่งผ่านความร้อนกว้าง
- ไม่ดูดซับความร้อนและความชื้น
- มีความจุความร้อน (Thermal Capacity) ต่ำ

เนื่องจากภูมิอากาศของกรุงเทพมหานครมีอุณหภูมิสูงเกือบตลอดทั้งปี ทำให้เกิดปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งในการออกแบบ คือ มีความร้อนปริมาณมากเข้ามาภายในอาคาร ซึ่งจากการศึกษาพบว่า การที่จะนำเอาความเย็นในช่วงเวลากลางคืนมาใช้ในช่วงเวลากลางวันโดยอาศัยการหน่วงเวลาของวัสดุนั้นทำได้ยากมาก เพราะความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิระหว่างกลางวันและกลางคืนมีไม่มากพอ ฉะนั้นการลดปริมาณความร้อนให้เข้ามาภายในอาคารให้น้อยที่สุด จะเป็นการช่วยในการปรับสภาวะภายในอาคารได้ดีที่สุด

6. ภาระความร้อน (Heat Load) และระบบปรับอากาศ

ภาระความร้อนมักจะแบ่งเป็นประเภทตามสถานที่ที่ได้รับความร้อน คือ ภาระความร้อนห้อง (Room Heat Load) และภาระความร้อนอุปกรณ์ (Apparatus Heat Load) ภาระความร้อนห้อง เช่น ความร้อนสัมผัส (HS) และความร้อนแฝง (HL) เป็นปริมาณความร้อนที่อากาศจากเครื่องทำความเย็นได้รับเพื่อที่จะให้ได้อุณหภูมิภายในห้องตามที่ต้องการ ประกอบด้วย

- ความร้อนที่เข้ามาภายในห้องจากภายนอก
- ความร้อนที่ผลิตขึ้นภายในห้อง

ภาระความร้อนอุปกรณ์ คือ ปริมาณความร้อนที่เครื่องปรับอากาศได้รับเพื่อที่จะให้อากาศที่เป่าออกไปจากเครื่องมีอุณหภูมิและความชื้นตามที่กำหนด

- ภาระความร้อนห้อง
- ภาระความร้อนจากอากาศใหม่
- ภาระความร้อนจากกำลังที่ใช้ขับพัดลมและอื่นๆ
- ภาระความร้อนที่รั่วไหลเข้ามาทางท่อลมและอื่นๆ

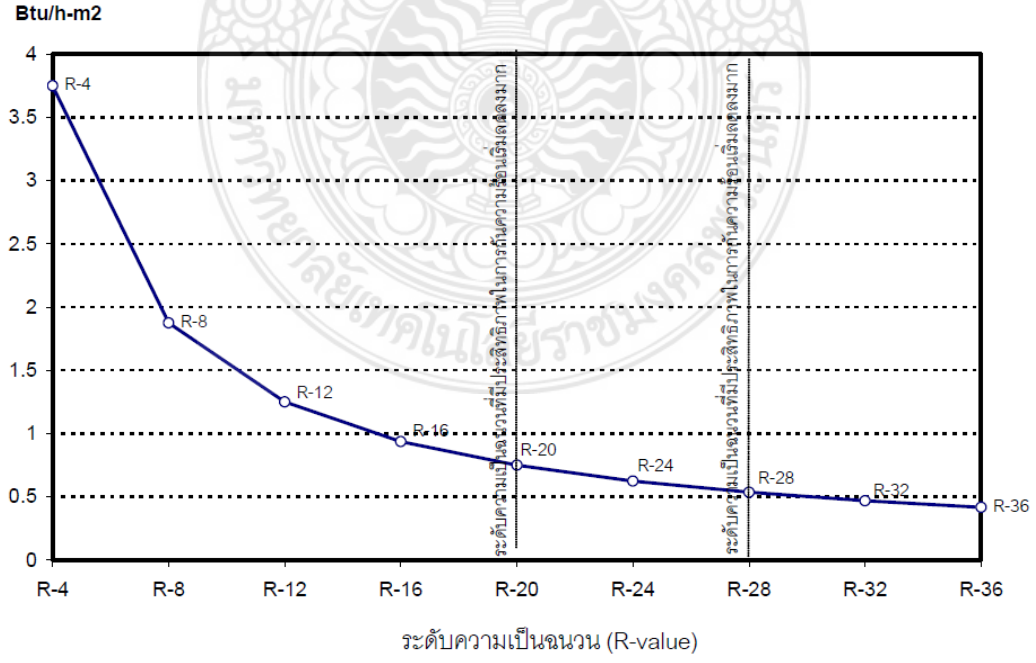
ภาระความร้อนห้อง และภาระความร้อนอุปกรณ์ มักจะแบ่งแยกออกเป็นความร้อนสัมผัส และความร้อนแฝง ความร้อนแฝงเป็นความร้อนของการระเหยของน้ำ มีค่าเท่ากับปริมาณน้ำที่ระเหย (kg/h) x 597.3 (kcal/kg)

2.2.2.3 **การป้องกันความร้อนให้กับเปลือกอาคาร**

1. การป้องกันความร้อนทางหลังคา

หลังคาเป็นพื้นที่ที่มีระดับใกล้เคียงแนวนอนจึงมีผลให้มีปริมาณการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์สูงกว่าพื้นที่ในแนวระนาบตั้ง เช่น ผนังอาคาร นอกจากนี้หลังคายังเป็นส่วนบนสุดของอาคาร ซึ่งทำหน้าที่ป้องกันแสงอาทิตย์ให้กับอาคารทั้งหลัง หลังคาจึงเป็นส่วนที่มีความร้อนสูงที่สุดในองค์ประกอบทั้งหมดของอาคาร หลังคาที่มีสีเข้ม เช่น สีน้ำตาลแดงหรือสีน้ำเงินเข้ม อาจมีอุณหภูมิผิวภายนอกสูงถึง 60 องศาเซลเซียสในช่วงที่มีแดดจัดการป้องกันความร้อนจากหลังคาจึงเป็นจุดวิกฤตในการป้องกันความร้อนที่จะแพร่ผ่านเข้าสู่ภายในอาคารเนื่องจากสภาพแวดล้อมภายนอก การป้องกันความร้อนจากหลังคาที่เหมาะสมอาจทำได้โดย

- การตัดแบ่งพื้นที่ใต้หลังคาและส่วนภายในอาคารด้วยฉนวนกันความร้อนการตัดแบ่งพื้นที่ระหว่างพื้นที่ใต้หลังคาที่มีความร้อนสูง และส่วนภายในอาคารที่ต้องการให้มีความร้อนแพร่ผ่านเข้ามาให้น้อยที่สุด จำเป็นจะต้องใช้วัสดุฉนวนที่มีความสามารถในการกันความร้อนสูงมากสำหรับประเทศไทย และต้องมีการเลือกใช้ระบบฝ้าเพดานที่มีรอยรั่วน้อยที่สุด เพื่อป้องกันการรั่วซึมจากอากาศร้อนในส่วนพื้นที่ใต้หลังคาที่อาจรั่วซึมเข้ามาภายในอาคาร ฉนวนจะทำหน้าที่ลดความร้อนจากพื้นที่ใต้หลังคาให้แพร่เข้าสู่ภายในอาคารน้อยที่สุด ถ้าประมาณว่าขอบเขตสูงสุดของเขตสบายอยู่ที่อุณหภูมิประมาณ 27 องศาเซลเซียสตามแผนภูมิไบโอไคลเมติก ส่วนอุณหภูมิของพื้นที่ใต้ฝ้าเพดานอาจอยู่ที่ประมาณ 40-45 องศาเซลเซียสในช่วงที่มีความร้อนสูง (ค่าอุณหภูมิใต้ฝ้านี้เป็นค่าประมาณกับหลังคาประเภทมวลสาร เช่น หลังคากระเบื้องต่างๆ ค่านี้อาจสูงมากขึ้นถ้าเป็นหลังคาที่มีมวลสารน้อยและบาง เช่น หลังคาเหล็ก หลังคาสังกะสี ฯลฯ) จะพบว่าค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศภายในที่ต้องการและค่าอุณหภูมิใต้ฝ้าเพดานมีความแตกต่างประมาณ 13-18 องศาเซลเซียส เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับฉนวนที่มีค่า R-value แตกต่างกันจะมีการถ่ายเทความร้อนดังนี้



ภาพ 2.36 กราฟแสดงระดับความเป็นฉนวนกับค่าความต้านทานความร้อน

จากการศึกษาจะพบว่าความมีประสิทธิภาพจะตกลงอย่างมากตั้งแต่ช่วง R-20 ถึง R-28และหลังจากนี้จะเป็นส่วนที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนไม่คุ้มค่ากับระดับการเพิ่มฉนวน ดังนั้นการใช้ฉนวนสำหรับหลังคาตามสมมุติฐานนี้อาจใช้ได้ตั้งแต่ระดับความเป็นฉนวนที่ R-20 ไปจนถึง R-28 สำหรับการตัดแบ่งพื้นที่ใต้หลังคาออกจากพื้นที่ภายในอาคาร

- การระบายอากาศร้อนภายใต้หลังคา การระบายอากาศร้อนที่สะสมใต้หลังคาออกไป เป็นอีกทางเลือกที่จะช่วยลดความร้อนออกจากพื้นที่ใต้หลังคาได้ อย่างไรก็ดีวิธีการดังกล่าวยังมีข้อติดขัดอยู่ที่ความสามารถในการระบายความร้อนออกจากพื้นที่ด้วยการไหลเวียนอากาศตามธรรมชาติ เนื่องจากค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิที่ต้องการให้ภายในอาคารและค่าอุณหภูมิอากาศใต้หลังคาที่มีความร้อนสูงมีค่าความแตกต่างกันมาก ความเร็วลมที่จะระบายความร้อนออกไปจะมีค่าสูงมากกว่าที่จะมีอยู่ตามสภาพแวดล้อมในธรรมชาติ การระบายอากาศร้อนเพียงอย่างเดียวจึงไม่เพียงพอในการป้องกันความร้อนจากหลังคา และจำเป็นจะต้องใช้ฉนวนเข้ามาป้องกันความร้อนจากพื้นที่ใต้หลังคาเพิ่มเติม

2. การป้องกันความร้อนให้กับผนังอาคาร

การใช้ความเย็นจากดินกับส่วนพื้นของอาคาร พื้นอาคารที่สร้างจากวัสดุที่นำความร้อนได้ดี เช่น พื้นคอนกรีตในบ้านพักอาศัยทั่วไป ถ้าสามารถทำให้ผิวด้านล่างสัมผัสกับพื้นดินโดยมีการกันความชื้นแทรกซึมอย่างถูกต้อง จะพบว่าห้องภายในจะสามารถใช้ประโยชน์จากระดับอุณหภูมิที่ต่ำและมีความคงที่สูงจากดินข้างใต้อาคารได้ เหตุที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจากดินเป็นวัสดุที่มีมวลสารมากจึงมีค่าความจุความร้อนสูง ดินที่ระดับความลึกมากพอสมควรจึงไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตลอดวันมากนัก นอกจากนี้ดินข้างใต้อาคารเป็นส่วนที่จะไม่ได้รับพลังงานความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์และสภาพแวดล้อมภายนอกตลอดวัน ดินข้างใต้อาคารจึงมักมีอุณหภูมิต่ำกว่าสภาพแวดล้อมภายนอก อาคารที่ได้รับการออกแบบให้มีส่วนพื้นสัมผัสกับพื้นดินข้างใต้จะสามารถใช้ประโยชน์ในการสร้างพื้นที่มีอุณหภูมิผิวต่ำตลอดวันได้อย่างไรก็ตามการออกแบบให้ส่วนพื้นสัมผัสกับดินอาจไม่เหมาะกับอาคารปรับอากาศนัก เพราะจะเป็นการเพิ่มมวลสารที่เครื่องปรับอากาศต้องขจัดความร้อนออกจากวัสดุเพิ่มขึ้น

2.2.2.4 ระบบของวัสดุกรอบอาคาร

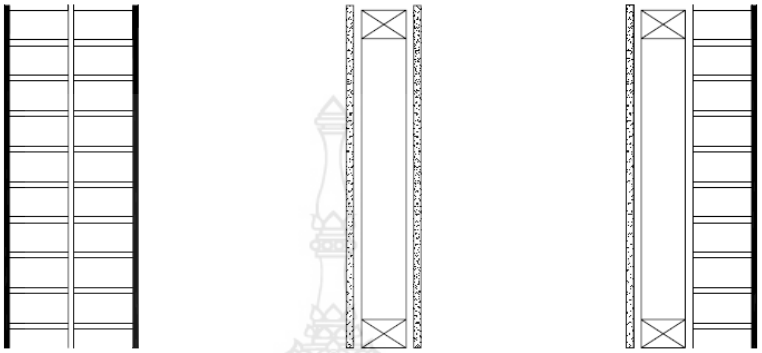
ระบบของวัสดุกรอบอาคารที่ใช้กันอยู่ทั่วไป แบ่งตามวัสดุผนังและหลังคา ดังนี้

1.วัสดุผนัง แบ่งออกเป็น

- ผนังที่เป็นมวลสาร (Mass Wall) หมายถึง ผนังที่มีมวลสารยึดติดกันทั่วทั้งผนังโดยการก่อหรือการหล่อเข้าด้วยกัน เช่น ผนังก่ออิฐมอญ ผนังก่อคอนกรีตบล็อก ผนังก่อคอนกรีตมวลเบา และผนังคอนกรีตสำเร็จรูป เป็นต้น

- ผนังที่เป็นโครงเคร่า (Framing Wall) หมายถึง ผนังที่มีโครงเคร่าเป็นโครงสร้างของผนัง และบุแผ่นวัสดุปิดผิวด้านนอกและด้านใน วัสดุที่ใช้เป็นโครงเคร่า เช่น เหล็กเหล็กชุบสังกะสีอลูมิเนียมและไม้ เป็นต้น ส่วนวัสดุปิดผิวที่ใช้กันทั่วไปตามความเหมาะสมในการใช้งานได้แก่ แผ่นไม้สังเคราะห์ แผ่นยิปซั่มบอร์ด แผ่นกระเบื้องใยหิน และแผ่นไฟเบอร์บอร์ด

- ผนังประกอบ (Composite Wall) หมายถึง ผนังที่ประกอบด้วยผนังมวลสารและผนังโครงเคร่าเข้าด้วยกัน อาจจะรวมถึงการบุด้วยฉนวนกันความร้อนชนิดต่างๆระหว่างโครงเคร่าด้วย



ภาพที่ 2.37 แสดงวัสดุผนังที่เป็นมวลสาร ผนังโครงเคร่า และผนังประกอบ ตามลำดับ

2. วัสดุหลังคา

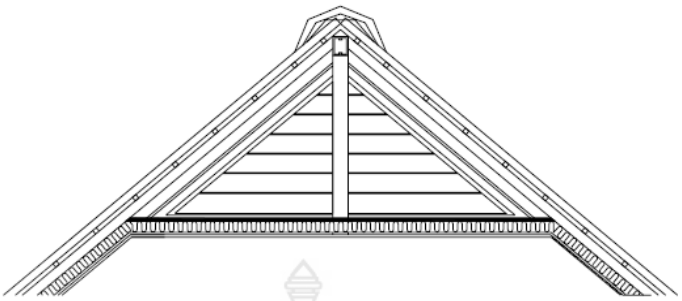
หลังคา เป็นส่วนหนึ่งของอาคารที่สำคัญที่ช่วยป้องกันอาคารจากสภาพแวดล้อมภายนอก เพราะหลังคาเป็นกรอบอาคารที่ต้องรองรับความร้อนที่ถ่ายเทเข้ามาจากดวงอาทิตย์โดยตรง วัสดุหลังคาที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน ได้แก่

- วัสดุมุงหลังคา (Roofing) หมายถึง วัสดุที่ใช้มุงหลังคาของอาคาร เป็นส่วนที่รองรับการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยตรง ประเภทวัสดุมุงหลังคาที่ใช้กันอยู่ทั่วไปได้แก่ กระเบื้องซีเมนต์ใยหิน กระเบื้องคอนกรีต กระเบื้องเซรามิค กระเบื้องดินเผา แผ่นหลังคาแอสฟัลท์ และหลังคาแผ่นโลหะ

- ฉนวนกันความร้อน (Insulation) ฉนวนกันความร้อนที่ใช้กันอยู่ทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ฉนวนแบบมีมวลและฉนวนแบบสะท้อนความร้อน

1) ฉนวนกันความร้อนแบบมีมวล (Mass Insulation) หมายถึง วัสดุที่ใช้ป้องกันความร้อนที่ถ่ายเทผ่านวัสดุ โดยอาศัยความเป็นฉนวนของวัสดุที่มีคุณสมบัติการต้านทานความร้อนที่สูงของตัววัสดุเอง วัสดุส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นเส้นใย มีโพรง หรือช่องกลาง อาทิ ฉนวนใยแก้ว (Fiber Glass) ฉนวนใยหิน (Rock Fiber) ฉนวนใยเซลลูโลส (CelluloseFiber) โฟมโพลีสไตรีน (Polystyrene Foam/PS) โฟมโพลียูรีเทน (Polyurethane Foam/PU) และโฟมโพลีเอทธีลีน (Polyethelene Foam/PE)

2) ฉนวนแบบสะท้อนความร้อน (Reflective Sheet) หมายถึง วัสดุที่ใช้ป้องกันความร้อนที่ถ่ายเทผ่านวัสดุ โดยอาศัยคุณสมบัติการสะท้อนรังสีความร้อนของวัสดุ เพื่อที่จะลดค่าพลังงานความร้อนไม่ให้ถูกดูดซับ และทะลุผ่านเข้าไปในวัสดุ ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นแผ่นบาง หรือมีผิวที่มีการสะท้อนสูง เช่น แผ่นอลูมินั่มฟอยล์ (Aluminium Foil Sheet) เซรามิคโค้ทติ้ง (Ceramic Coating) เป็นต้น



ภาพที่ 2.38 แสดงวัสดุมุงหลังคา และฉนวนกันความร้อนบริเวณหลังคา

2.2.3 แนวความคิดและหลักการออกแบบบ้านอยู่สบายประหยัดพลังงาน

บ้านที่เน้นการออกแบบให้บ้านมีความเย็นและอยู่สบายโดยวิถีทางธรรมชาติ (Passive Cooling) เป็นหลัก ขณะเดียวกันก็ยอมรับเรื่องการออกแบบ และมีการเตรียมการสำหรับการทำให้เกิดความเย็นด้วยวิธีกลไกและพึ่งพาเทคโนโลยี (Active Cooling) อันสอดคล้องกับวิถีชีวิตในปัจจุบัน เพื่อเป็นส่วนประกอบลักษณะผสมผสานกันโดยก่อให้เกิดทางเลือกในการประหยัดพลังงานต่อภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศในบ้านพักอาศัย โดยอย่างน้อยที่สุดให้มีการลดชั่วโมงของการทำงานในส่วนเครื่องปรับอากาศลง ซึ่งวิธีการที่มุ่งเน้น คือ การออกแบบและเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม ซึ่งรวมไปถึงการให้ความสำคัญกับการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร

ภาพที่ 2.38 แนวความคิดและหลักการออกแบบบ้านอยู่สบายประหยัดพลังงาน

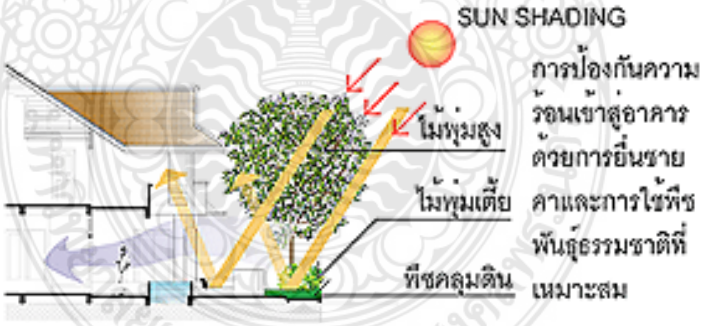
แนวความคิดและหลักการออกแบบบ้านอยู่สบายประหยัดพลังงานทั้ง 3 รูปแบบนั้น เป็นการประยุกต์วิธีการประหยัดพลังงานผ่านแนวความคิดในการออกแบบไปสู่กระบวนการออกแบบทางสถาปัตยกรรม โดยมีผลปรากฏเป็นรูปธรรม ซึ่งสามารถสรุปผลการออกแบบได้ตามปัจจัยที่ต้องคำนึงด้านการประหยัดพลังงานได้ดังนี้คือ

1. การจัดวางตำแหน่งพื้นที่ใช้สอยให้เหมาะสมในที่ดินขนาดเล็ก และคำนึงถึงการได้รับประโยชน์จากการระบายอากาศตามธรรมชาติ

2. การเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมเพื่อลดการนำความร้อน โดยพิจารณาเลือกใช้วัสดุที่แตกต่างกันในส่วนของพื้นที่ที่ปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ

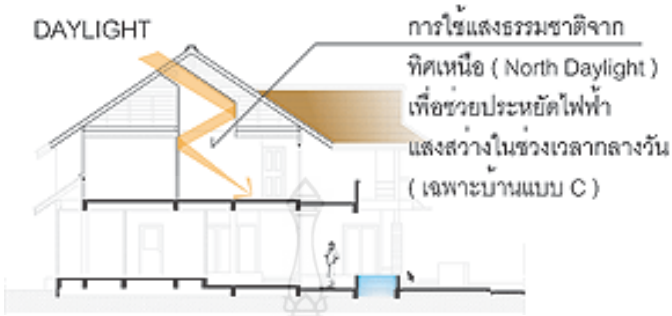
3. การออกแบบรั้วโปร่งเพื่อการระบายอากาศที่ดีและการจัดเตรียมที่เก็บขยะที่ถูกสุขลักษณะ

4. การออกแบบโดยใช้ประโยชน์จากสภาพแวดล้อม



5. การป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร

6. การออกแบบให้มีช่องระบายความร้อนใต้หลังคา



7. ระบบไฟฟ้าและแสงสว่างสำหรับอาคารซึ่งนอกจากการใช้หลักการออกแบบทางสถาปัตยกรรมที่จะช่วยลดการใช้พลังงานในอาคารและสร้างความอยู่สบายแล้วนั้น การเลือกใช้วัสดุที่เป็นฉนวนให้กับอาคาร การเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าประหยัดไฟเบอร์ 5 หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง เช่น หลอดประหยัดไฟประเภทหลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ และบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ (Low Loss Ballast) สามารถช่วยให้บ้านอยู่สบายประหยัดพลังงานทั้ง 3 รูปแบบ มีค่าไฟฟ้าลดลงได้ประมาณ 5,000-9,350 บาท/ ปี/ หลัง

2.3 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับยางพาราและฟางข้าว

2.3.1 ข้อมูลทั่วไป

2.3.1.1 ยางพารา เป็นไม้ต้นในวงศ์เดียวกับมันสำปะหลัง ละหุ่ง โกสน เปล้าน้อย โป๊ยเซียน และชวนชม มีท่อน้ำยางในเปลือกไม้ ชาวสวนยางจะกรีดเปลือกเป็นรอยเฉียงให้น้ำยางไหลลงในภาชนะที่รองรับ จากนั้นจึงเก็บน้ำยางมาแล้วเติมกรดน้ำส้ม (น้ำส้มสายชู) หรือกรดฟอร์มิก (formic acid) เพื่อให้น้ำยางจับตัว จากนั้นจึงเทลงพิมพ์ให้เป็นยางแผ่นเพื่อจำหน่าย ยางพารามีประโยชน์หลากหลาย ตั้งแต่ใช้ทำลูกบอลสำหรับเล่นกีฬา ยางรถยนต์ ยางรัดของ ยางลบ รองเท้า (ดูรองเท้าแตะฟองน้ำ) ฯลฯ

ตั้งแต่อดีตกาล ชนพื้นเมืองโบราณในแถบอเมริกากลางนำน้ำยาง (latex) จากต้นยางพารามาใช้ประโยชน์ โดยเก็บน้ำยางมารมไฟให้จับตัวแล้วปั้นเป็นลูกบอล ชาวมายันเล่น tlachler ซึ่งคล้ายกีฬาบาสเก็ตบอลด้วยลูกบอลที่ทำขึ้นเอง และใช้วงแหวนทำด้วยหินเป็นตะกร้ารับลูกบอล ส่วนในแถบอะเมซอนนั้น ชนพื้นเมืองจุ่มเท้าลงในน้ำยางแล้วอังไฟ เมื่อน้ำยางจับตัวแข็ง ก็จะกลายเป็นรองเท้ากันน้ำอย่างดี พวกยุโรปที่ไปพบเห็นเริ่มคิดประดิษฐ์ โดยเอาหมวกและเสื้อคลุมจุ่มลงไปในน้ำยางแล้วอังไฟ ก็จะได้หมวกและเสื้อกันน้ำเช่นกัน

ในปี พ.ศ. 2366 มีการค้นพบว่ายางพาราละลายได้ในเฮกเซน (hexane) การค้นพบนี้ทำให้สามารถค้าขายยางพาราแบบเป็นก้อน แล้วนำไปละลายใช้ที่ปลายทางได้ แต่ยังมีปัญหาเรื่องแผ่นยางแตกในที่อุณหภูมิต่ำและเหนียวหนืดเมื่อถูกความร้อน ชาลส์ กู๊ดเยียร์ เป็นผู้ค้นพบวิธีการใส่ซัลเฟอร์ลงไปในน้ำยางพารา เพื่อให้โมเลกุลของไอโซปรีน (isoprene) ในน้ำยางสร้างพันธะ จับกันดีขึ้นและยืดหยุ่น

ในปี พ.ศ. 2419 มีการนำเมล็ดยางพาราจากอะเมซอนไปปลูกในประเทศอังกฤษ และต่อมายังศรีลังกา สิงคโปร์ มาเลเซีย และไทย ปัจจุบันไทยเป็นประเทศที่ผลิตยางพารามากที่สุดในโลก รองลงมา คือ อินโดนีเซีย มาเลเซีย และเวียดนาม

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ไม้ต้นผลัดใบ มีน้ำยางสีขาว ใบอ่อนสีออกม่วงแดงเป็นมัน เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลปนส้ม หรือแดง ใบเรียงเวียน ใบประกอบแบบนิ้วมือ มีใบย่อย 5-7 ใบ รูปรีแกมรูปใบหอก หนาเหมือนแผ่นหนัง ดอกสีขาวปนเหลือง มีกลิ่นหอม ผลแห้งแตกขนาดใหญ่ รูปทรงกลม มี 3 เมล็ด เมื่อแก่เต็มที่ ผนังผลแตกดีดเมล็ดแรง กระเด็นไปไกล

ผลิตผลและผลิตภัณฑ์ ยางรถยนต์ ลูกบอล รองเท้า (ดูรองเท้าแตะฟองน้ำ) ยางรัดของ ยางลบ ถุงมือยาง ถุงยาง ส่วนของพืชที่นำมาใช้ประโยชน์น้ำยางจากเปลือกไม้

ที่มา ข้อมูลจาก กรีนไฮเปอร์มาร์ท: สารานุกรมผลิตผลและผลิตภัณฑ์จากพืช ในซุปเปอร์มาร์เก็ต, 2546 , คำอธิบายศัพท์พฤกษศาสตร์โดย รองศาสตราจารย์วิยดา เทพหัตถี ศศิวิมล แสวงผล เชฏฐ์ สาทรกิจ ทยา เจนจิตติกุล โดยการสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิด

2.3.1.2 ฟาง เป็นผลผลิตพลอยได้ชนิดหนึ่งจากเกษตรกรรม คือ ลำต้นแห้งของธัญพืชหลังจากการเก็บเกี่ยว ฟางเกิดขึ้นจากต้นของธัญพืชอาทิ ข้าวบาร์เลย์ ข้าวโอ๊ต ข้าวเจ้า ข้าวไรย์ ข้าวสาลี เป็นต้น ประโยชน์ของฟางมีมากมายตั้งแต่ใช้เป็นอาหารสัตว์ หัตถกรรม ไปจนถึงพลังงานทดแทน (เข้าถึงได้จาก http://www.wikipedia.org/)หรือสามารถนำมาแปรรูปเป็นวัสดุจากธรรมชาติได้เช่นกัน ฟางข้าว เป็นอินทรียวัตถุที่มีประโยชน์สูงควรเก็บไว้ในนาข้าว โดยเฉพาะนาเขตชลประทาน เกษตรกรส่วนใหญ่ทำนา 2-3 ครั้งต่อปีเท่าที่ผ่านมาฟางข้าวมักจะถูกนำออกจากนาหรือเผาทิ้ง

ที่มาhttp://dankhunthot.khorat.doae.go.th/e_rice/rice_1.html)

นอกเหนือจากการเผาทิ้ง ประโยชน์ของฟางข้าว มีหลายอย่าง ได้แก่ ใช้เป็นเชื้อเพลิงชีวภาพ (Biofuels) ฟางข้าวเป็นแหล่งพลังงานที่ปราศจากคาบอน ได้ถูกนำไปใช้มากยิ่งขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในพลังงานที่เรียกว่า ไบโอบูตานอล (biobutanol) ใช้ในโรงงานพลังงานมวลชีวภาพ(Biomass) โดยใช้ฟางอัดฟางก้อนโดยตรงบ้าง ใช้ฟางอัดเป็นเมล็ดสำหรับเป็นอาหารสัตว์บ้าง ใช้ฟางอัดเป็นเมล็ดเพื่อเป็นเชื้อเพลิงที่ให้พลังงานสูงพอๆกับถ่านหิน หรือแก๊สธรรมชาติบ้าง ใช้เลี้ยงสัตว์ (Animal feed) เช่น แพะ แกะ วัว ควาย อูฐ เพราะให้พลังงานสูง ย่อยง่าย และมีคุณค่าทางอาหารใช้มุงหลังคา เช่นเดียวกับหญ้าคา จาก เป็นต้น ทำภาชนะบรรจุภัณฑ์ต่างๆ (Packaging) เพราะมีความแข็งแรง ทนทานต่อการกระทบทำกระดาษ (Paper) ใช้เป็นเยื่อทำกระดาษได้ทำเป้ายิงธนู (Archery targets) ปัจจุบันใช้ถักด้วยเครื่องจักร ทำปลอกคอม้า (Horse collars) เพราะฟางมีความเหนียวแน่นกว่าวัสดุอย่างอื่น ใช้เป็นวัสดุก่อสร้าง (Construction material) เช่นเดียวกับ อิฐ และดินดิบ ตามส่วนต่างๆของโลกจะใช้ฟางผสมกับดินเหนียวและคอนกรีต ใช้ดินเหนียวผสมกับฟาง เรียกวัสดุชนิดนี้ว่า cob เป็นวัสดุในการก่อสร้างอย่างหนึ่ง

ที่มา http://used-square-baler.blogspot.com/2009/11/blog-post_6395.html

2.4 ศึกษาข้อมูลหลักการออกแบบ

2.4.1 แนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์

แนวคิดในเรื่องวัฏจักรของผลิตภัณฑ์ ชี้ให้เราเห็นว่าระดับของผลกำไรจะไม่คงที่อยู่ตลอดไปโดยไม่ลดลงสินค้าใดๆก็ตามย่อมจะถึงจุดอิ่มตัวและถดถอยเหมือนกันหมดด้วยเวลาและความเร็วที่ต่างกันออกไป ดังนั้นบริษัทส่วนใหญ่จึงต้องมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ อยู่ตลอดเวลาซึ่งเป็นวิถีทางเดียวที่จะหลีกเลี่ยงการเสื่อมถอยของผลิตภัณฑ์แต่การลงทุนพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ก็มีความเสี่ยงสูงมากเนื่องจากสภาพการณ์ของตลาดมีการเปลี่ยนแปลงอย่าสลับซับซ้อนแลไม่แน่นอน เป็นเหตุให้ผู้ลงทุนควบคุมภาวการณ์ตลาดได้ยาก อัตราการล้มเหลวของผลิตภัณฑ์ใหม่จึงค่อนข้างสูง ผลิตภัณฑ์ใหม่บางชนิดเป็นผลจากความคิดสร้างสรรค์ที่ดีมากแต่ไม่มีโอกาสพัฒนาบางชนิดถึงแม้ว่าจะเข้าสู่ตลาดแล้วกลับไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค นอกจากนี้การลงทุนในการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ยังรวมถึงการติดตั้งอุปกรณ์การผลิตใหม่ การซื้อวัตถุดิบและการนำเข้าเทคโนโลยีใหม่ด้วย อย่างไรก็ตาม เวลาพูดถึงผลิตภัณฑ์ใหม่ ไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ถอดด้ามเสมอไป ผลิตภัณฑ์ใหม่ส่วนมากเป็นนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นมาจากประดิษฐ์กรรมเก่าแต่ใช้ประโยชน์ได้ดีกว่าเดิมและเป็นที่ยอมรับในท้องตลาดการหยิบยืมเอาความคิดหรือผลงานออกแบบในอดีตมาขัดเกลาใหม่พัฒนาต่อเติมเสริมแต่งให้ขยายออกไปเป็นฐานของการสร้างนวัตกรรมที่ไม่มีที่สิ้นสุด

2.4.2 ความใหม่ของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์จะใหม่ได้ก็ต่อเมื่อไม่มีใครเคยเห็น เคยได้ยิน หรือเคยใช้มาก่อน ลักษณะที่สามารถแสดงออกให้มองเห็นถึงความใหม่ของผลิตภัณฑ์ ได้แก่

- ประดิษฐกรรมใหม่ เช่น รถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าแทนที่รถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยน้ำมัน กล้องถ่ายภาพดิจิตอลแทนที่กล้องถ่ายภาพแบบใช้ฟิล์ม เป็นต้น
- นวัตกรรมใหม่ คือ การนำเอาสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นพื้นฐานดั้งเดิมมาพัฒนาใหม่ในรูปแบบต่างๆ ให้สามารถเย้ายวนใจในตลาดที่กำหนดไว้ เช่น การเชื่อมต่อกับผู้ใช้ผ่านทางภาพกราฟิก (Graphic User Interface) ของแอปเปิ้ลแมคอินทอช ทำให้การใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลง่ายขึ้น เป็นต้น
- การปรับปรุงหรือเพิ่มเติมผลิตภัณฑ์เดิม ให้มีความน่าสนใจด้วยรูปลักษณ์และสีสันที่แปลกใหม่ มีเสน่ห์เย้ายวนใจต่อตลาดปัจจุบันมากขึ้น หรือแก้ไขข้อบกพร่องในผลิตภัณฑ์ดังเดิมให้สามารถใช้งานได้ดีขึ้น หรือเพิ่มประโยชน์การใช้งาน เช่น โทรศัพท์มือถือจากเดิมที่ใช้สัญญาณเสียงโทรศัพท์เพียงอย่างเดียว มาเป็นการส่งข้อความมัลติมิเดีย
- การเพิ่มเติมบางสิ่งบางอย่างให้กับผลิตภัณฑ์เดิมที่มีการขยายสายการผลิต (Line Extension) ออกไป เช่น การเพิ่มลวดลาย การเปลี่ยนสีสัน เป็นต้น
- การเปลี่ยนรูปแบบ สีสันของบรรจุภัณฑ์ใหม่ ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูใหม่และน่าสนใจยิ่งขึ้น

2.4.3 ปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ใหม่ ได้แก่

- คุณประโยชน์หรือคุณภาพที่ดีกว่า หรือมากกว่าผลิตภัณฑ์เดิม ราคาถูกกว่า มีความแปลกใหม่ หรือมีความหรูกว่า (Relative advantage) ซึ่งเป็นไปตามจิตวิทยาที่ว่าคนเรามักชอบอะไรที่เป็นของใหม่ๆ เช่น สินค้าแฟชั่น

- สอดคล้องกับฐานะทางสังคม/ค่านิยมในปัจจุบันมากกว่า (Compatibility)
- ความไม่ซับซ้อนในการใช้ผลิตภัณฑ์ใหม่ (Complexity)
- การได้มีโอกาสในการทดลองใช้ (Trialability)
- การรับรู้อยู่อย่างสม่ำเสมอ ทำให้รู้สึกคุ้นเคยและยอมรับ (Observability)

2.4.4 ปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อการปฏิเสธผลิตภัณฑ์ใหม่ ได้แก่

- การคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์เดิม (Usage) และรู้สึกลำบากที่จะไปเรียนรู้การใช้อะไรใหม่ๆ
- ประโยชน์ (Value) ไม่มากพอเกิดความรู้สึกว่าผลิตภัณฑ์ใหม่นั้นมีราคาแพง
- ความรู้สึกเสี่ยงในการเริ่มต้นสิ่งใหม่ (Risk) ซึ่งความเสี่ยงนี้อาจลดลงภายหลังได้ทดลองใช้หรือได้รับฟังจากผู้ที่เคยใช้มาแล้วบอกเล่าจากปากต่อปาก (Word of Mouth)
- ความเชื่อฝังใจส่วนตัว ซึ่งเกิดจากประสบการณ์ที่สะสมมาตั้งแต่อดีต เช่น รู้สึกต่อต้านที่มีเก้าอี้ 3 ขา เนื่องจากมีความรู้สึกว่าล้มง่าย ไม่ปลอดภัย

2.4.5 การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เน้นคุณค่าทางความงาม

รูปลักษณ์ที่งดงามสะดุดตา นับเป็นหัวใจพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์บางประเภทประเด็นในการพิจารณาเลือกซื้อของผู้บริโภค อาจไม่ใช่เรื่องของสมรรถนะหรือคุณสมบัติพิเศษโดดเด่นสำหรับการใช้งานของผลิตภัณฑ์นั้น แต่กลับเป็นความพึงพอใจในรูปโฉมภายนอกเป็นประเด็นสำคัญในการตัดสินใจเลือกซื้อ แนวคิดนี้มีลักษณะที่สนองตอบค่านิยมในสังคมมากกว่าความจำเป็นหรือความต้องการขั้นพื้นฐาน สอดคล้องกับสุภาษิตไทยที่ว่า ไก่งามเพราะขน คนงามเพราะแต่ง ได้แก่ ผลิตภัณฑ์กลุ่มเครื่องประดับ เสื้อผ้า ของขวัญ เฟอร์นิเจอร์และของตกแต่งบ้าน เป็นต้น

2.4.6 การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เน้นคุณค่าทางประโยชน์ใช้สอย

โดยหลักการแล้ว การดำเนินธุรกิจต้องถือว่าผู้บริโภคมีความหมายและสำคัญต่อการอยู่รอดของธุรกิจ ผู้บริโภคยุคใหม่มีความรู้และมีวิจารณญาณที่ดีขึ้นในการเลือกซื้อสิ่งของต่างๆ ไม่ถูกชักจูงง่าย และซื้อเฉพาะสิ่งที่จำเป็นและมีคุณค่าโดยแท้จริงต่อการใช้อุปโภคบริโภค ดังนั้น การออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่จำเป็นต้องมีการศึกษาค้นคว้าข้อมูล (Research) เพื่อกำหนดแนวทางให้สอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมายให้ชัดเจน และควรตระหนักอยู่เสมอว่า ผู้บริโภคมักจะซื้อสินค้าสักอย่างที่เขาจะเชื่อว่าจะแก้ปัญหาที่กำลังเกิดขึ้นกับเขาได้ ดังนั้นปัญหาจึงเป็นตัวกระตุ้นการซื้อของผู้บริโภคที่แข็งแกร่งเสมอ แนวคิดนี้จะ

เน้นการแก้ปัญหาเป็นประเด็นสำคัญ ไม่นิยมการเสริมแต่งเพื่อความสวยงามจนเกินความจำเป็น

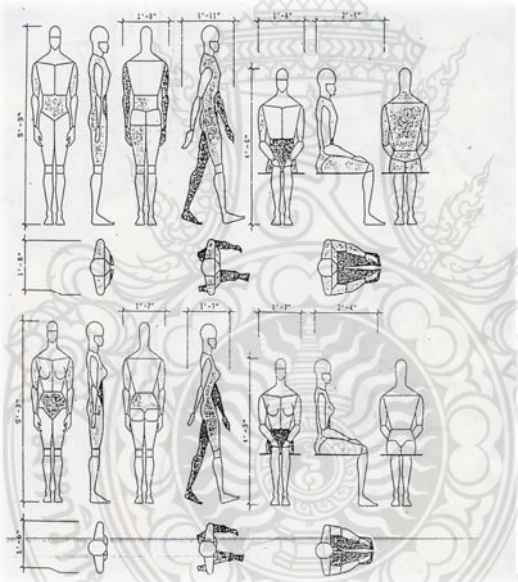
- ความเหมาะสมกับสรีระของผู้ใช้งาน เป็นการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่คำนึงถึงสรีระของผู้ใช้งานมาก่อนสิ่งอื่นใดรูปแบบของผลิตภัณฑ์จะเป็นไปในลักษณะ ที่จงใจให้เกิดการตอบสนองทางกายภาพที่ดี ไม่ก่อให้เกิดความเมื่อยล้าโดยง่าย กระชับได้ส่วนของสรีระ เป็นต้น
- การออกแบบที่เน้นการประหยัด

- เนื้อที่ เป็นการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เน้นการประหยัดเนื้อที่ในการขนส่ง การจัดเก็บ และการพกพาเป็นสำคัญ รูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่จะก่อให้เกิดการประหยัดเนื้อที่ได้นั้น มักจะเป็นไปในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่พับได้ ซ้อนได้ ยืดหดได้ ถอดประกอบได้ เป็นต้น

- การออกแบบที่เน้นความคล่องตัวในการใช้งานเป็นการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เน้นการแก้ปัญหาด้าน การใช้งานของผลิตภัณฑ์ให้เกิดความคล่องตัวและสะดวกมากขึ้น รูปแบบของผลิตภัณฑ์มักเป็นไปตามการเปลี่ยนแปลงของสังคม และวิถีการดำเนินชีวิตทั้งทางการงานและส่วนตัว ควบคู่กับความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี

- ความสัมพันธ์กันระหว่างรูปลักษณ์กับพฤติกรรมการใช้งานเป็นการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่อาศัยการมองเห็น ความสัมพันธ์ระหว่างรูปลักษณ์กับพฤติกรรมการใช้งานที่ตอบรับกัน เช่น การรวมเอาผลิตภัณฑ์ที่มีตำแหน่งการใช้งานเดียวกันเข้าด้วยกัน แต่คงไว้ซึ่งประสิทธิภาพของการใช้สอยเดิม ข้อเด่นของแนวคิดนี้คือเกิดความเรียบร้อยและประหลาดใจเมื่อพบเห็นได้มาก

2.4.6 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับขนาดสัดส่วนของมนุษย์



ภาพที่ 2.39 แสดงการเคลื่อนไหวส่วนต่างๆของร่างกายนำมาใช้เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของมนุษย์

2.4.7 สัดส่วนของมือที่สัมพันธ์กับการออกแบบ

1.ความสามารถในการออกแรงของมนุษย์ (force and power capacity of human)

กำลังแข็งแรงของมนุษย์มีมากน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ หลายประการ เช่น อุณหภูมิภายนอกร่างกาย สภาพจิตใจ และความแข็งแรงของร่างกายเอง เป็นต้น ดังนั้นการที่จะกำหนดให้แน่ชัดถึงค่าเฉลี่ยว่ากำลังแข็งแรงของมนุษย์เรามีมากน้อยเพียงใดนั้นย่อมทำได้ง่าย

การกำหนดโดยอาศัยค่าเฉลี่ยแสดงความแข็งแรงและกำลังของมนุษย์มีประโยชน์มากในการออกแบบเครื่องมือเครื่องใช้ที่ต้องใช้แรงมนุษย์ จากการได้ทดลองข้อมูล เฉลี่ยคือ มนุษย์

ในการออกแรงทำงานเช่นยกน้ำหนัก หรือฉุดลากของ ถ้าวัตถุนั้นมีขนาดใหญ่ก็ต้องใช้พลังงานมาก มนุษย์สามารถใช้พลังงานของคนในการบังคับฉุดลาก หรือออกแรงกระทำใด ๆ ก็ตามโดยอาศัยการสังเกตจากประสาททั้ง 5 แล้ว ประมาณว่าจะต้องใช้กำลังแรงเท่าไร จึงจะสามารถทำงานนั้น ๆ ให้เสร็จสิ้นไปได้ มนุษย์สามารถออกกำลังใช้งานในช่วงเวลาสั้น ๆ หรือออกกำลังแต่น้อยในช่วงเวลายาวก็ได้ทั้งนี้ที่สุดแล้วแต่ชนิดของงงานและการตัดสินใจของบุคคล แต่ถึงกระนั้นก็ยังมีขอบเขตขีดคั่น งานหนักเกินกำลังมนุษย์ก็ไม่อาจทำได้โดยตรง

ภายใต้สภาพที่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิที่พอเหมาะ บรรยากาศที่มีเพียงพอ มีความดันปรกติภายใต้แสงสว่างที่เหมาะสม และภายในสภาพจิตใจปรกติ ร่างกายที่ปรกติ มนุษย์สามารถรวบรวมกำลังที่ออกแรงทำงานได้สูงสุดถึง 2 กำลังม้า ภายในเวลา 10 วินาที หรือภายใต้สภาพที่เหมาะสมแบบเช่นเดียวกันนี้ มนุษย์สามารถออกแรงทำงานได้ 35 วัตต์ ติดต่อกับไปได้เป็นเวลา 1 นาที

นอกจากความสามารถในการออกแรงทำงาน จะขึ้นกับสิ่งแวดล้อมดังกล่าวแล้วยังขึ้นกับสภาพร่างกายของตนเองอีกด้วย คนอ้วนย่อมเคลื่อนไหวได้ช้ากว่าคนผอมเป็นธรรมดา คนสูงอาจทำงานชนิดใดชนิดหนึ่งได้ดีกว่าคนเตี้ย อย่างนี้เป็นต้น นอกจากสภาพร่างกายแล้วยังมีสภาพการออกแรง ที่มีส่วนสำคัญในความสามารถออกแรงมนุษย์อีกด้วย

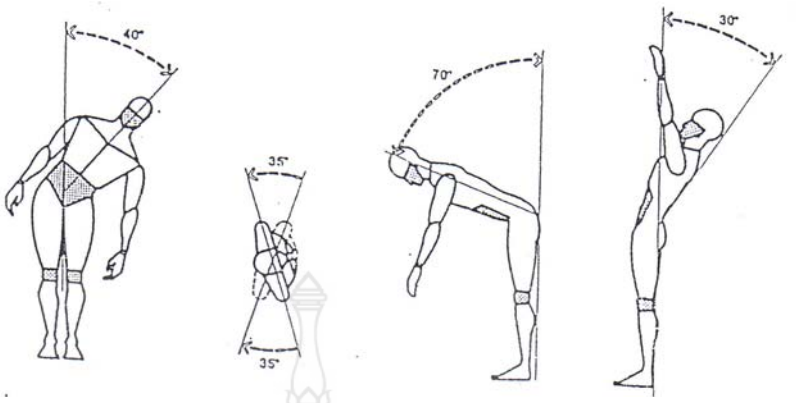
โดยทั่วไปมีการแบ่งสภาพการออกแรงมนุษย์ได้เป็น 4 ลักษณะด้วยกันคือ

ยก (lifting)
ผลัก (pushing)
ดึง (pulling)
หมุน (turning)

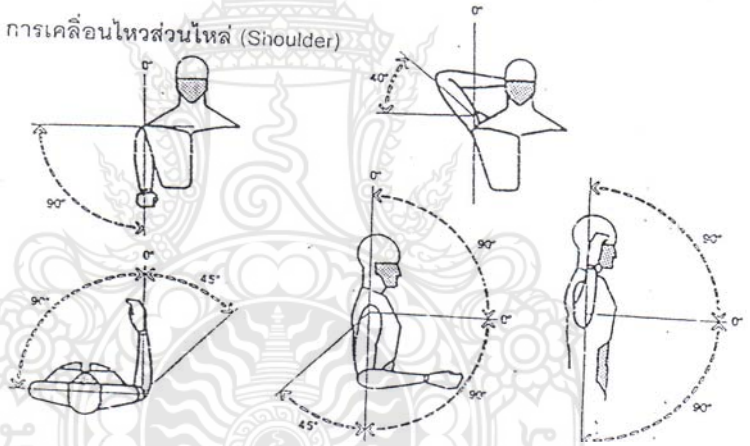
ในท่าทางจากลักษณะที่ออกแรงทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง ใน 4 ลักษณะที่กล่าวมานี้ความสามรถและแรงงานที่ได้จะไม่เท่ากัน บางคนอาจสามารถยกของหนักได้มาก ในขณะที่อีกคนสามรถออกแรงผลักของหนักได้ดีกว่า แต่ไม่สามารถแบกยกของนั้นได้ อย่างนี้เป็นต้น

นอกจากเงื่อนไขต่าง ๆ ซึ่งมีผลต่อการออกแรง ดังนี้ได้ชี้แจงข้างต้นแล้วลักษณะท่าทางในการยกขนาด มิติของสิ่งของที่จะยก ความสูงที่จะยก และน้ำหนักของสิ่งของลงนั้น มีผลสัมพันธ์กันในการออกแรงยก (lifting) ทั้งสิ้น

น้ำหนักโดยเฉลี่ยที่คนเราสามารถออกแรงยกได้โดยปกติด้วยมือข้างเดียว หรือ มือ 2 ข้างหรือแบกด้วยหลัง ด้วยท่ายกที่ถูกต้อง น้ำหนักเฉลี่ยสามารถทำได้อย่างปลอดภัย

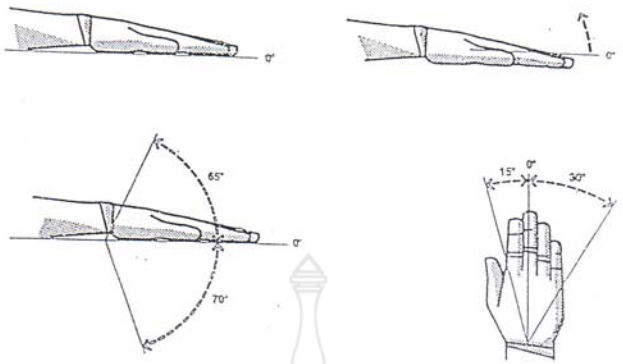


ภาพที่ 2.40 การแสดงภาพการเคลื่อนไหวกระดูกสันหลัง(Spine)ขณะยืนเอียงตัว ในรัศมีที่สะดวกต่อการใช้งานในที่จอดรถจักรยาน เนื่องจากที่จอดรถจักรยานมีหลังคาและคานค้ำยังอยู่ ผู้ใช้งานจึงจำเป็นต้องมีการก้มตัวเล็กน้อยเพื่อเข้าไปใช้งาน

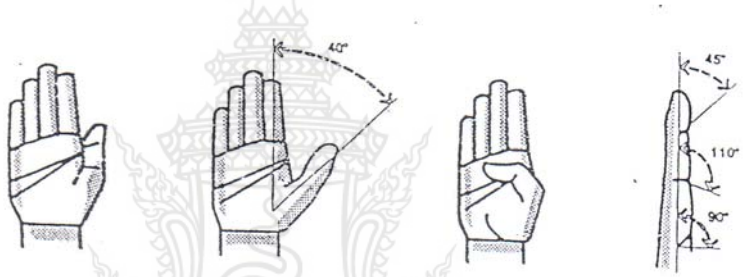


ภาพที่ 2.41 การแสดงภาพการเคลื่อนไหวส่วนไหล่(Shoulder)

ภาพที่ 2.42 การแสดงภาพการเคลื่อนไหวข้อศอก(Elbow/Forearm)



ภาพที่ 2.43 การแสดงภาพการของข้อมือ



ภาพที่ 2.44 การแสดงการเคลื่อนไหวนิ้วมือ

2.5 ศึกษาข้อมูลด้านมาตรฐานการควบคุมการใช้งานวัสดุภายในอาคาร

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานการควบคุมการใช้งานวัสดุภายในอาคารนี้ครอบคลุมการกำหนดคุณสมบัติด้านอัคคีภัยและข้อกำหนดการใช้งานวัสดุภายในอาคาร ซึ่งเป็นแนวทางในการควบคุมการใช้งานผลิตภัณฑ์เพื่อการป้องกันและควบคุมอันตรายจากอัคคีภัยอันเกิดจากการลามของไฟในอาคาร เนื่องจากการลุกติดไฟอย่างรวดเร็วของวัสดุเหล่านี้ และเป็นผลให้เกิดการลดอันตรายหรือจำกัดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินเมื่อเกิดเพลิงไหม้

1.2 มาตรฐานนี้เป็นข้อกำหนดโดยทั่วไปซึ่งไม่รวมการใช้งานเฉพาะซึ่งขึ้นกับประเภทการใช้งานและลักษณะอาคาร

1.3 มาตรฐานนี้ครอบคลุมวัสดุและผลิตภัณฑ์ต่างๆ ดังนี้

- วัสดุตกแต่งผนัง
- ฝ้าเพดานและฉนวนใต้หลังคา
- วัสดุตกแต่งพื้น
- ผลิตภัณฑ์แผ่นประกอบ
- วัสดุตกแต่งภายนอกอาคาร
- วัสดุมุงหลังคา

2. นิยาม

“ฟลักซ์การแผ่รังสีความร้อนวิกฤต” (Critical Radiant Flux) หมายถึง ระดับของพลังงานการแผ่รังสีความร้อนบนพื้นที่ที่ห่างจากจุดปล่อยรังสีความร้อนน้อยที่สุดที่ไม่ทำให้เกิดเพลิงไหม้

“อัตราการปลดปล่อยความร้อน” (Heat Release Rate, HRR) หมายถึง อัตราการปล่อยพลังงานที่เกิดขึ้นในระหว่างการลุกไหม้

“วัสดุตกแต่งผิวภายใน” (Interior Finish) หมายถึง วัสดุตกแต่งผิวเพดาน วัสดุตกแต่งผิวผนัง ฉนวนใต้หลังคา และ ฉนวนกันความร้อนซึ่งติดตั้งที่ผิวนอกของผนังและฝ้าเพดาน

“วัสดุตกแต่งผิวเพดาน” (Interior Ceiling Finish) หมายถึง วัสดุที่ใช้ในการตกแต่งผิวของเพดาน โดยรวมถึงฝ้าเพดานประเภทต่างๆ และ วัสดุป้องกันเสียง และวัสดุที่ใช้เป็นฉนวนซึ่งติดตั้งบนฝ้าเพดาน แต่ไม่รวมถึงวัสดุที่มีความหนาน้อยกว่า 0.9 มม. ที่ติดอยู่บนฝ้าเพดาน

“วัสดุฉนวนใต้หลังคา” (Roof Insulation) หมายถึง วัสดุประเภทฉนวนกันความร้อนซึ่งติดตั้งแนบวัสดุมุงหลังคา โดยวิธีต่างๆ เช่น การพ่น เคลือบ หรือการยึดติดทางกล เป็นต้น

“วัสดุตกแต่งผิวพื้น” (Interior Floor Finish) หมายถึง วัสดุที่ใช้ในการตกแต่งผิวของพื้นทางลาดชัน ลูกตั้งและลูก นอนของบันได กระเบื้องปูพื้น พรม และพื้นแบบอื่น

“วัสดุตกแต่งผิวผนัง” (Interior Wall Finish) หมายถึง วัสดุที่ใช้ในการตกแต่งผิวของเสาคาน หรือ ผนังที่ติดอยู่กับที่หรือแบบเคลื่อนย้ายได้ และแผงกั้นแบบติดอยู่กับที่หรือแบบเคลื่อนย้ายได้ ทั้งนี้วัสดุตกแต่งผิวผนังรวมถึงวัสดุป้องกันเสียงและวัสดุที่ใช้เป็นฉนวน แต่ไม่รวมถึงวัสดุที่มีความหนาน้อยกว่า 0.9 มม. ที่ติดอยู่บนผนัง

“ผลิตภัณฑ์แผ่นประกอบ” (Sandwich Panel) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีการนำมาประกอบกันด้วยวัสดุมากกว่า 1 ชนิด โดยใช้การยึดติดทางกลหรือวัสดุประสาน เพื่อวัตถุประสงค์ในการรวมคุณสมบัติที่ดีแต่ละชนิดผลิตภัณฑ์แผ่นประกอบนี้อาจนำมาใช้เป็นผนัง ฝ้ าเพดาน หรือ หลังคาเป็นต้น

“วัสดุลุกติดไฟ” (Combustible Material) หมายถึง วัสดุที่ใช้งานและเมื่ออยู่ภายใต้สภาวะที่คาดการณ์แล้ว จะลุกติดไฟและเกิดการเผาไหม้กล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ เป็นวัสดุที่ไม่เป็นไปตามนิยามของ วัสดุจำกัดการลุดติดไฟหรือวัสดุไม่ลุกติดไฟ

“วัสดุจำกัดการลุกติดไฟ” (Limited-Combustible Material) หมายถึง วัสดุก่อสร้างอาคารที่ไม่เป็นไปตาม นิยามของคำว่า วัสดุไม่ลุกติดไฟ โดยมีอัตราการปล่อยความร้อนไม่เกิน 8140 กิโลจูลต่อกิโลกรัม (3500 บีทียูต่อปอนด์) เมื่อทดสอบตามวิธีที่ระบุในมาตรฐาน มยผ.8210-51: มาตรฐานการทดสอบปฏิกิริยาการเผาไหม้สำหรับผลิตภัณฑ์ หรือ

(1) วัสดุที่มีโครงสร้างพื้นฐานเป็นวัสดุที่ไม่ลุกติดไฟและผิวหน้าหนาไม่เกิน 3.2 มิลลิเมตร (1/8 นิ้ว) ซึ่งมีอัตราการลามของไฟไม่เกิน 50 ตาม มยผ. 8207-51: มาตรฐานการทดสอบพฤติกรรมการเผาไหม้ของวัสดุตกแต่งผิวในห้องทดสอบ

(2) วัสดุที่ไม่เป็นไปตามที่ระบุในข้อ (1) และไม่เป็นวัสดุที่มีอัตราการลามของไฟเกิน 25 ตาม มยผ. 8207-51: มาตรฐานการทดสอบพฤติกรรมการเผาไหม้ของวัสดุตกแต่งผิวในห้องทดสอบหรือ ไม่วัสดุที่ลุกไหม้ต่อเนื่องอย่างเห็นได้ชัด และผิวหน้าที่สัมผัสกับไฟไม่ใช่ทั้งวัสดุที่มีอัตราการลามของไฟเกิน 25 หรือ วัสดุที่ลุกไหม้ต่อเนื่องอย่างเห็นได้ชัด

“วัสดุไม่ลุกติดไฟ” (Noncombustible Material) หมายถึง วัสดุที่ใช้งานและเมื่ออยู่ภายใต้สภาวะที่คาดการณ์แล้ว จะไม่ลุกติดไฟ เกิดการเผาไหม้ สนับสนุนการเผาไหม้ หรือปล่อยไอที่พร้อมจะลุกไหม้ เมื่อสัมผัสกับเปลวไฟหรือความร้อน รวมทั้งวัสดุที่ผ่านการทดสอบตามวิธีที่ระบุในมาตรฐาน มยผ. 8208-51: มาตรฐานการทดสอบการไม่เผาไหม้ของวัสดุและผลิตภัณฑ์ และไม่เกิดการเผาไหม้ให้ถือว่าเป็นวัสดุที่ไม่ลุกติดไฟเช่นกัน

“วัสดุมุงหลังคา” (Roof Covering) หมายถึง วัสดุซึ่งปกคลุมส่วนบนของอาคารสำหรับป้ องกันแดด และฝน รวมทั้งโครงสร้าง หรือสิ่งซึ่งประกอบขึ้นเพื่อยึดเหนี่ยวสิ่งปกคลุมนี้ให้มั่นคงแข็งแรง

“แฟลชโอเว่อร์” (Flashover) หมายถึง ขั้นของการพัฒนาตัวของไฟที่พื้นผิวที่สัมผัสกับไฟทุกพื้นผิวมีอุณหภูมิเข้าใกล้ค่าอุณหภูมิจุดติดไฟในเวลาใกล้เคียงกัน และเกิดเปลวไฟลุกลามอย่างรวดเร็วทั่วบริเวณนั้น

3. มาตรฐานอ้างถึง

3,1 มาตรฐานที่อ้างถึงในส่วนนี้ประกอบด้วย

3.1.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 8203-51: มาตรฐานการทดสอบการทนไฟของชิ้นส่วนโครงสร้างและส่วนประกอบอาคาร ภาคที่ 3 ส่วนประกอบอาคารไม่รับน้ำหนักบรรทุก

3.1.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 8206-51: มาตรฐานการทดสอบการเผาไหม้ของวัสดุตกแต่งผิว

3.1.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 8207-51: มาตรฐานการทดสอบพฤติกรรมการเผาไหม้ของวัสดุตกแต่งผิวในห้องทดสอบ

3.1.4 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 8208-51: มาตรฐานการทดสอบการไม่เผาไหม้ของวัสดุและผลิตภัณฑ์

3.1.5 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 8209-51: มาตรฐานกาทดสอบรังสีความร้อนวิกฤติสำหรับวัสดุผิวพื้น

3.1.6 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 8210-51: มาตรฐานการทดสอบปฏิกิริยาการเผาไหม้สำหรับผลิตภัณฑ์ ภาคที่ 1 อัตราการปล่อยความร้อนและการสูญเสียมวล

3.1.7 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 8211-51: มาตรฐานการทดสอบปฏิกิริยาการเผาไหม้สำหรับผลิตภัณฑ์ ภาคที่ 1 อัตราการเกิดควัน

3.2 หากข้อกำหนดในมาตรฐานนี้มีความขัดแย้งกับมาตรฐานที่อ้างถึงในแต่ส่วนให้ถือข้อกำหนดในมาตรฐานนี้เป็นสำคัญ

4. ข้อกำหนดตามมาตรฐาน

4.1 ข้อกำหนดทั่วไป

4.1.1 การควบคุมใช้งานวัสดุภายในอาคาร เป็นส่วนหนึ่งของการควบคุมอันตรายจากการเกิดเพลิงไหม้ ซึ่งเกิดจากการลุกลามไฟของวัสดุและผลิตภัณฑ์ในอาคาร ทั้งนี้วัสดุที่ใช้งานภายในอาคารต้องเป็นไปตามข้อกำหนดตามมาตรฐานนี้และไม่เกิดก๊าซหรือควันพิษซึ่งเป็นอันตรายแก่ผู้อาศัยในอาคาร ซึ่งสามารถทดสอบได้ตามมาตรฐาน มยผ. 8211-51: มาตรฐานการทดสอบปฏิกิริยาการเผาไหม้สำหรับผลิตภัณฑ์ ภาคที่ 2 อัตราการเกิดควัน

4.1.2 วัสดุไม่ลุกติดไฟสามารถใช้แทนวัสดุทุกประเภทตามมาตรฐานนี้

4.2 วัสดุตกแต่งผิวภายใน

4.2.1 มาตรฐานการทดสอบ วัสดุตกแต่งผิวผนัง เพดาน ฉนวนใต้หลังคา และฉนวนที่ติดตั้งที่ผิวผนังและฝ้าเพดานต้องมีการทดสอบค่าคุณสมบัติดัชนีการขยายตัวของเปลวไฟ และดัชนีการเกิดควัน ตามมาตรฐาน มยผ. 8206-51 การทดสอบการเผาไหม้ของวัสดุตกแต่งผิวหากวัสดุที่ต้องการใช้งานไม่สามารถทดสอบได้ตามมาตรฐานดังกล่าวข้างต้น อันเนื่องจากข้อจำกัดด้านคุณสมบัติวัสดุ เช่น เป็นวัสดุที่หลอมละลาย โดยวัสดุดังกล่าวต้องได้รับการทดสอบ ตามมาตรฐานมยผ. 8207-51: มาตรฐานการทดสอบพฤติกรรมการเผาไหม้ของวัสดุตกแต่งผิวในห้องทดสอบ

4.2.2 ประเภทของวัสดุตกแต่งผิวภายใน

4.2.2.1 หากเป็นการทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบการเผาไหม้ของวัสดุตกแต่งผิว ประเภทของวัสดุตกแต่งผิวภายในแบ่งตามความสามารถในการลามไฟและการเกิดควันของวัสดุให้แบ่งออกเป็นสามระดับ ได้แก่ระดับ I II และ III ตามดัชนีการขยายตัวของเปลวไฟ (Flame Spread Index, FSI) และดัชนีการเกิดควัน (Smoke Developed Index,SDI) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.22 การแบ่งประเภทของวัตถุตามความสามารถในการลามไฟและควัน

ประเภท	**ดัชนีการขยายตัวของเปลวไฟ (Flame Spread Index)**	**ดัชนีการเกิดควัน (Smoke Developed Index)**
I	0-25	ไม่เกิน 450
II	26-75	ไม่เกิน 450
III	76-200	ไม่เกิน 450

4.2.2.2 หากเป็นการทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบพฤติกรรมการเผาไหม้ของวัสดุตกแต่งผิวในห้องทดสอบ วัสดุตกแต่งผิวต้องมีคุณสมบัติดังนี้

(1) เปลวไฟจะต้องไม่ลามไปถึงเพดานในช่วงอัตราการปลดปล่อยความร้อนไม่เกิน 40 กิโลวัตต์

(2) ในช่วงอัตราการปลดปล่อยความร้อนไม่เกิน 150 กิโลวัตต์ จะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขต่อไปนี้

- เปลวไฟจะต้องไม่ลามไปถึงขอบริมสุดของตัวอย่างบนผนังขนาด 2.4 เมตรx 3.6 เมตร
- จะต้องไม่เกิดสะเก็ดเปลวไฟที่สามารถทำให้ วัสดุตกแต่งเกิดการลุกติดไฟและ ไม่เป็นสะเก็ดไฟที่ลุกไหม้ได้เกินกว่า 30 วินาทีซึ่งตกลงสู่พื้น ด้วย
- จะต้องไม่เกิดแฟลชโอเว่อร์
- อัตราการปลดปล่อยความร้อนสุทธิสูงสุดในช่วงขณะใดขณะหนึ่งจะต้องไม่เกิน 300 กิโลวัตต์

วัสดุตกแต่งผิวผนังและเพดานซึ่งทดสอบตามมาตรฐานนี้จะไม่มีการจำแนกประเภท โดยวัสดุที่เป็นไปตามเงื่อนไขดังกล่าวข้างต้นสามารถใช้แทนวัสดุตกแต่งผิวผนังและเพดานทุกประเภทตามข้อ 4.2.2.1

4.2.3 ข้อกำหนดการใช้วัสดุตกแต่งผิวภายใน

4.2.3.1 วัสดุตกแต่งผิวภายในของอาคารประเภทการใช้งานต่างๆ ต้องมีระดับการลามของไฟและควันไม่เกินระดับที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2

4.2.3.2 ในกรณีที่พื้นที่ส่วนที่กำลังพิจารณา มีการติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่ได้มาตรฐาน ดัชนีการขยายตัวของเปลวไฟและดัชนีการเกิดควันสูงสุดของวัสดุตกแต่งผิวของผนังและฝ้าเพดานที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2 สามารถลดหย่อนได้ โดยสามารถใช้ประเภทที่ II แทนประเภทที่ I และ ประเภทที่ III แทนประเภทที่ II

ตารางที่ 2.23 การใช้งานงานวัสดุตกแต่งผิวและฝ้าเพดาน

พื้นที่การใช้งาน	ประเภทวัสดุ
I	ส่วนของทางหนีไฟหลัก
II	ส่วนของเส้นทางหนีไฟอื่นๆ
III	พื้นที่ใช้สอยทั่วไปและพื้นที่อื่นๆ

4.2.3.3 การใช้วัสดุประเภทผ้าหรือไวนิลตกแต่งผิวผนังหรือเพดานจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดข้อใดข้อหนึ่งดังนี้

(1) วัสดุที่ถูกจัดอยู่ในประเภท I ยินยอมให้ใช้ตกแต่งในห้องหรือพื้นที่ที่ติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ

(2) วัสดุที่ถูกจัดอยู่ในประเภท I ยินยอมให้ใช้ตกแต่งบนแผงกั้นห้องที่มีความสูงไม่เกิน 3 ใน 4 ของความสูงจากพื้นถึงเพดานหรือจะต้องมีความสูงไม่เกิน 2440 มิลลิเมตร (96 นิ้ว) แล้วแต่ค่าใดน้อยกว่า

(3) วัสดุที่ถูกจัดอยู่ในประเภท I ที่ใช้ตกแต่งผิวพื้น ยินยอมให้ยนื่ ล้ำไปบนผิวผนังและแผงกั้นห้องได้ในระยะไม่เกิน 1220 มิลลิเมตร

(4) วัสดุที่ยินยอมให้ใช้ตกแต่งผิวผนังและแผงกั้นห้องจะต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบพฤติกรรมการเผาไหม้ของวัสดุตกแต่งผิวในห้องทดสอบ

4.2.3.4 ห้องหรือพื้นที่ใดที่มีพื้นที่ในการติดตั้งวัสดุตกแต่งผิวผนังและเพดานไม่เกินร้อยละ 10 ของพื้นที่ผนังและเพดานทั้งหมด และมีคุณสมบัติวัสดุตกแต่งผิวผนังและเพดานประเภท I หรือประเภท II สามารถที่จะใช้วัสดุตกแต่งผิวผนังหรือเพดานประเภท III แทนได้

4.2.3.5 การใช้วัสดุพลาสติกประเภทโฟมหรือเซลลูลาร์

ห้ามใช้พลาสติกประเภทโฟมหรือเซลลูลาร์เป็นวัสดุตกแต่งผิวผนังและเพดาน โดยมีข้อยกเว้นดังนี้

(1) สามารถใช้พลาสติกประเภทโฟมหรือเซลลูลาร์เป็นวัสดุตกแต่งผิวผนังหรือเพดานได้ ถ้าได้รับการทดสอบที่สามารถพิสูจน์ได้ว่าคุณสมบัติในการลุกติดไฟที่สภาพการใช้งานจริงและขนาดความหนามากสุดที่ใช้งานนั้น อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ หรือการทดสอบตามส่วนที่ 4.2.2.2

(2) สามารถใช้พลาสติกประเภทโฟมหรือเซลลูลาร์เป็นวัสดุตกแต่งผิวผนังหรือเพดานได้ถ้าพื้นที่ในการติดตั้งไม่เกินร้อยละ 10 ของพื้นที่ผนังหรือเพดานนั้นและพลาสติกที่ใช้จะต้องมีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 320 กิโลกรัมต่อตารางเมตร (20 lb/ft3) ความหนาไม่เกิน 13 มิลลิเมตร

4.4.2.1 พลาสติกแบบส่งผ่านแสง สามารถใช้พลาสติกแบบส่งผ่านแสงเป็นวัสดุตกแต่งผิวผนังและเพดานได้ ถ้าหากมีผลการทดสอบด้านความปลอดภัยในการใช้งาน หรือการทดสอบตามส่วนที่4.2.2.2

4.3 วัสดุตกแต่งผิวพื้น

4.3.1 มาตรฐานการทดสอบมาตรฐาน มยผ. 8209-51: การทดสอบการแผ่รังสีความร้อนวิกฤตสำหรับวัสดุผิวพื้น

4.3.2 ประเภทของวัสดุตกแต่งผิวพื้น เมื่อมีการใช้งานวัสดุผิวพื้นซึ่งสามารถลุกติดไฟ ให้แบ่งความสามารถในการลุกติดไฟ ของวัสดุตามมาตรฐานการทดสอบการแผ่รังสีความร้อนวิกฤตสำหรับวัสดุผิวพื้น โดยแบ่งออกเป็นสองประเภท ได้แก่ ประเภท A และ B ตามค่าฟลักซ์การแผ่รังสีความร้อนวิกฤต(Critical Radiant Flux) ที่ทำให้วัสดุสามารถติดไฟ

4.3.2.1 ประเภท A สำหรับวัสดุพื้นที่มีค่าพิกัดวิกฤตต้องไม่น้อยกว่า 4.5 kW/m2

4.3.2.2 ประเภท B สำหรับวัสดุพื้นที่มีค่าพิกัดวิกฤตต้องไม่น้อยกว่า 2.2 kW/m2

4.3.3 ข้อกำหนดการใช้วัสดุตกแต่งพื้น

4.3.3.1 วัสดุตกแต่งผิวพื้นของอาคารที่มีการใช้งานด้านการอพยพหรือหนีออกจากอาคารให้ใช้วัสดุตกแต่งผิวพื้นประเภท A

4.3.3.2 วัสดุตกแต่งผิวพื้นของอาคารที่มีการใช้งานทั่วไปให้ใช้วัสดุตกแต่งผิวพื้นประเภท B

4.3.3.3 ในกรณีที่พื้นที่ส่วนที่พิจารณามีการติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่ได้มาตรฐานระดับการแผ่รังสีความร้อนวิกฤตที่กำหนดไว้เป็นประเภท A สามารถลดหย่อนเป็นระดับ B ได้

4.4 ผลิตภัณฑ์แผ่นประกอบ

4.4.1 มาตรฐานในการทดสอบมาตรฐาน มยผ. 8207-51: มาตรฐานการทดสอบพฤติกรรมการเผาไหม้ของวัสดุตกแต่งผิวในห้องทดสอบมาตรฐาน มยผ. 8206-51: การทดสอบการเผาไหม้ของวัสดุตกแต่งผิวมาตรฐาน มยผ. 8208-51: มาตรฐานการทดสอบการไม่เผาไหม้ของวัสดุและผลิตภัณฑ์

4.4.2 ข้อกำหนดการใช้ผลิตภัณฑ์แผ่นประกอบ

4.4.2.1 การใช้งานผลิตภัณฑ์แผ่นประกอบซึ่งใช้งานภายในอาคารโดยวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่นการทำห้องเย็น ผนังและฝ้าเพดาน ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบพฤติกรรมการเผาไหม้ของวัสดุตกแต่งผิวในห้องทดสอบ มยผ. 8207-51 โดย

(1) ไม่เกิดปริมาณควันไฟในปริมาณมากจนทำให้ไม่สามารถสังเกตุเห็นผนังด้านในของห้องทดสอบได้

(2) ไม่เกิดเปลวไฟลามไปยังมุมห้องอีกด้านหนึ่ง

(3) ไม่เกิดการแยกหลุดระหว่างวัสดุที่ใช้ในการประกอบผลิตภัณฑ์แผ่นประกอบ

ทั้งนี้พิจารณาเฉพาะส่วนหลักของผลิตภัณฑ์ ซึ่งไม่รวมส่วนตกแต่งและการปิดรอยต่อของผลิตภัณฑ์ประกอบ

(4) ไม่เกิดการวิบัติหรือความเสียหายทางด้านโครงสร้างแก่ระบบผลิตภัณฑ์แผ่นประกอบโดยรวม

4.4.2.2 วัสดุที่นำมาใช้เป็นฉนวนหรือแกนกลางของผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานภายในอาคารดังกล่าวต้องมีการทดสอบการเผาไหม้ของวัสดุโฟมพลาสติกนั้นตาม มาตรฐาน มยผ. 8206-51 โดยดัชนีการขยายตัวของเปลวไฟต้องไม่เกิน 75 และดัชนีการเกิดควันต้องไม่เกิน 450

4.4.2.3 กรณีใช้งานเป็นผนังภายนอกอาคาร วัสดุที่นำมาใช้เป็นฉนวนหรือแกนกลของผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานภายในอาคารดังกล่าว ต้องเป็นวัสดุที่ไม่ลุกติดไฟ ตามมาตรฐานการทดสอบการไม่เผาไหม้ของวัสดุและผลิตภัณฑ์ มยผ. 8208-51

4.5 วัสดุตกแต่งผิวภายนอกอาคาร

4.5.1 มาตรฐานในการทดสอบมาตรฐาน มยผ. 8208-51: มาตรฐานการทดสอบการไม่เผาไหม้ของวัสดุและผลิตภัณฑ์มาตรฐาน มยผ. 8210-51: มาตรฐานการทดสอบปฏิกิริยาการเผาไหม้สำหรับผลิตภัณฑ์ ภาคที่

4.5.2 ข้อกำหนดการใช้วัสดุตกแต่งผิวภายนอกอาคาร เนื่องจากวัสดุตกแต่งภายนอกอาคารเป็นส่วนสำคัญประการหนึ่งในการควบคุมการลุกลามของเพลิงไหม้บริเวณผิวด้านนอกอาคาร ดังนั้นวัสดุที่ใช้ในการตกแต่งผิวด้านนอกอาคารต้องเป็นวัสดุที่ไม่ลุกติดไฟ ตามมาตรฐานการทดสอบการไม่เผาไหม้ของวัสดุและผลิตภัณฑ์ มยผ. 8208-51 หรือวัสดุที่จำกัดการลุกติดไฟ ซึ่งมีอัตราการปล่อยความร้อนไม่เกิน 8140 กิโลจูลต่อกิโลกรัม (3500 บีทียูต่อปอนด์) เมื่อทดสอบตามวิธีที่ระบุในมาตรฐานการทดสอบปฏิกิริยาการเผาไหม้สำหรับผลิตภัณฑ์ มยผ. 8210-51 และเป็นไปตามนิยามของวัสดุที่จำกัดการลุกติดไฟ

4.6 วัสดุมุงหลังคา

4.6.1 มาตรฐานในการทดสอบมาตรฐาน มยผ. 8208-51: มาตรฐานการทดสอบการไม่เผาไหม้ของวัสดุและผลิตภัณฑ์

4.6.2 ข้อกำหนดการใช้วัสดุมุงหลังคาเพื่อเป็นการป้องกันการลามไฟซึ่งเกิดจากการตกหล่นหรือลุกลามไฟจากพื้นที่ที่เกิดเพลิงไหม้ข้างเคียงบนหลังคา ดังนั้นวัสดุที่ใช้ในการมุงหลังคาต้องเป็นวัสดุที่ไม่ลุกติดไฟตามมาตรฐานการทดสอบการไม่เผาไหม้ของวัสดุและผลิตภัณฑ์ มยผ.8208-51 ข้อกำหนดนี้ใช้ควบคุมเฉพาะหลังคาหลักของอาคารซึ่งมิใช่หลังคาที่มีไว้เพื่อการตกแต่งทางสถาปัตยกรรม

ที่มา : มยผ. *8101-51* : มาตรฐานการควบคุมการใช้งานวัสดุภายในอาคาร กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2551

เอกสารอ้างอิง : มาตรฐานป้องกันอัคคีภัย ของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

NFPA 5000 Building Construction and Safety CodeTM 2003 Edition

IBC International Building Code 2006

เอกสารการประชุมใหญ่วิศวกรรมแห่งชาติ 11-13 ตุลาคม 2550 อ. ดร. ณัฐศักดิ์ บุญมี และ อ. สุภัทร พัฒน์ วิชัยโชติ

2.6 ศึกษากรรมวิธีการผลิต

2.6.1 การผลิตฉนวนกันความร้อน จากเส้นใยฟางข้าวและน้ำยางธรรมชาติ

2.6.1.1 ขั้นตอนการทดลอง

ภาพที่ 2.45 ขั้นตอนการทดลองการผลิตฉนวนกันความร้อน จากเส้นใยฟางข้าวและน้ำยางธรรมชาติ

1.การขึ้นรูปฉนวนกันความร้อน มีขั้นตอนดังนี้ คือ

1.1 เส้นใยฟางข้าว ต้องแห้ง

ภาพที่ 2.46 เส้นใยฟางข้าวที่แห้ง ที่แข็งและกรอบ

1.2 นำเส้นไยยางพาราไปแช่น้ำ, ฟอกด้วย NaOH (สารละลายโซดาไฟ) แล้วตากให้แห้ง

ภาพที่ 2.47 การปั่นกวนสารโซดาไฟ ใช้เวลา 15 นาที เพื่อให้เกิดความเข้มข้น

ภาพที่ 2.48 ภาพเปรียบเทียบหลังจากนำเส้นใยฟางข้าวตากแห้ง และปั่นให้เส้นใยฟางข้าวละเอียดขึ้นทำให้เกิดความอ่อนนุ่นและสีขาวขึ้น

1.3 การหาอัตราส่วนวัตถุดิบที่เหมาะสมในการขึ้นรูป มีส่วนประกอบได้แก่

-เส้นใยฟางข้าวที่ผ่านการเตรียม

-ตัวประสาน คือ น้ำยาวพาราผสมสารเคมีตามสูตรเบ้ายางและเนื้อยาง60% โดยอัตราฟางข้าวกับน้ำยางธรรมชาติที่สามารถขึ้นรูปได้ คือ1:3 ขึ้นไป

1.4 กระบวนการขึ้นรูป นำเส้นใยฟางข้าวที่ผ่านการเตรียม โรยลงถาดต้นแบบให้เตรียมพ้นที่ ตามด้วยการฉีดพ่นน้ำยางลงบนเส้นใย ดังรูป

ภาพที่ 2.49 ภาพกระบวนการขึ้นรูป

1.5 นำต้นแบบไปอบด้วยความร้อน 100° c เวลา 1 ชม.

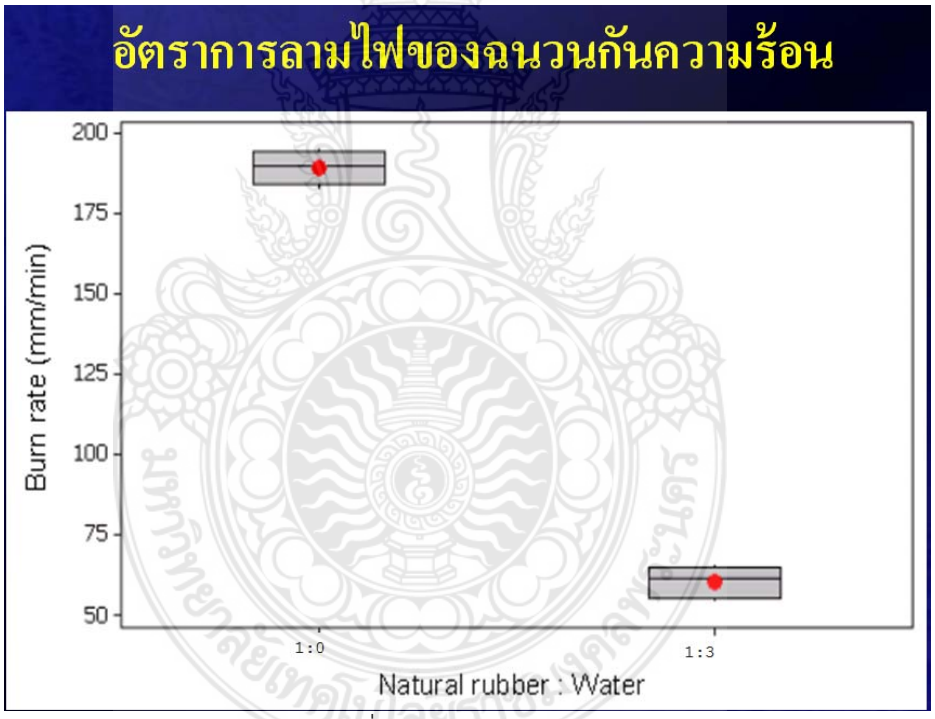
ภาพที่ 2.50 ต้นแบบของการขึ้นรูป

2.การปรับปรุงสมบัติการต้านทานการลามไฟ ปัจจัยที่มีผลต่อการเผาไฟ ได้แก่ ความร้อน เชื้อเพลิง และอากาศ ดังนั้นมีแนวทางการลดอัตราการลามไฟในฉนวนกันความร้อน คือ การลดปริมาณเชื้อเพลิง ใช้สารหน่วงไฟและลดช่องอากาศ มีวิธีดังนี้

2.1 การลดปริมาณเชื้อเพลิง โดยการเจือจางน้ำยางด้วยน้ำ สรุปการทดลองใช้สัดส่วน 1:3 (ตาราง 2.24)

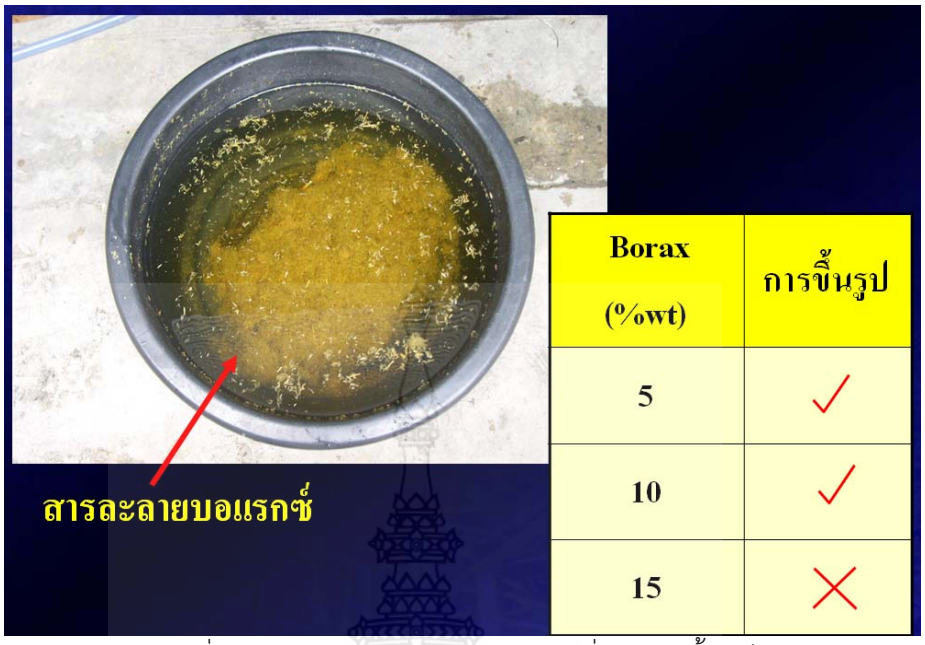
ตารางที่ 2.24 อัตราส่วนน้ำยางธรรมชาติกับน้ำ

Rubber : Water	Appearance Density (kg/m3)
3 : 0	161
2 : 1	154
1 : 1	134
1 : 2	105
1 : 3	98
1 : 4	96
1 : 5	90

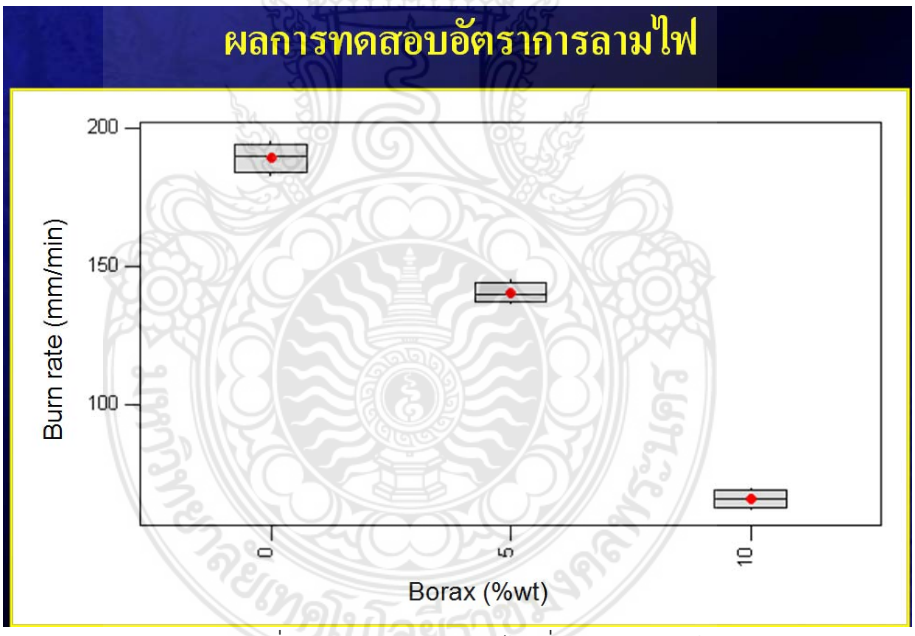


ภาพที่ 2.51 อัตราการลามไฟ

2.2 ใช้สารหน่วงไฟ ได้แก่ สาร Borax ซึ่งมีคุณสมบัติ ลดการดูดซับความชื้น นิยมใช้ในเส้นใย ป้องกันเชื้อรา แมลง มด ปลวก จากการทดลองโดยแช่เส้นใยในสารละลาย 10%wt และ สารซิงค์บอเรท นิยมใช้หน่วงไฟ ในยางธรรมชาติและพอลิเมอร์ โดยผสมลงในน้ำยางธรรมชาติ 40% wt



ภาพที่ 2.52 อัตราการผสมสารบอแรกซ์ที่สามารถขึ้นรูปได้



ภาพที่ 2.53 อัตราการลามไฟที่ผสมบอแรกซ์

ฉนวนกันความร้อนชนิดหน่วงไฟที่ผลิตได้มีอัตราลามไฟ 2-3 มิลลิเมตร / นาที และสามารถดับเองได้

2.3 ลดช่องอากาศ โดยการลดโพรงอากาศในแผ่นฉนวน

ที่มา การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยฟางข้าวและน้ำยางธรรมชาติ โดยนายวิศิษฏ์ โล้เจริญรัตน์ และนายอดิศร โกฏิวิเชียร ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.7 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 งานวิจัย โครงการประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนของฉนวนใบยางพารา

โดยนายจักรกริศน์ พิสูตรเสียง

งานวิจัยเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของฉนวนความร้อนที่ผลิตจากใบยางพารากับฉนวนความร้อนที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป การศึกษาดำเนินการโดยใช้ห้องทดลองขนาดกว้าง 3.50 ม. ยาว 5.00 ม. สูง 2.50 ม. ภายในแบ่งเป็นห้องทดลองขนาด 1.00 x 2.00 ม. จำนวน 4 ห้องทดลองห้องทดลองถูกป้องกันความร้อนด้านทิศเหนือ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก โดยด้านทิศใต้เป็นเพียงด้านเดียวที่ติดตั้งวัสดุทดลอง ห้องทดลองมีสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกันและไม่มีการปรับอากาศ ห้องทดลองที่ 1 ติดตั้งฉนวนใบยางพาราหนา 1 นิ้ว และอีก 3 ห้องทดลองติดตั้งฉนวนใยแก้วหนา 2 นิ้ว ฉนวนใยเซลโลกรีตหนา 1 นิ้วและฉนวนโพลียูรีเทนโฟมหนา 1 นิ้ว ตามลำดับ การเก็บข้อมูลใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ เก็บข้อมูลทุกๆ 2 นาที เป็นเวลา 2 วัน หรือ 48 ชั่วโมง จากการทดลองพบว่า ฉนวนกันความร้อนที่ผลิตจากใบยางพารามีประสิทธิภาพในการป้องกันการถ่ายเทความร้อนได้ใกล้เคียงกับฉนวนใยแก้วที่ความหนา 2 นิ้ว จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการผลิตและพัฒนาฉนวนความร้อนจากใบยางพาราหรือวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตรอื่นๆ เพื่อการประหยัดพลังงานภายในอาคารโดยที่เกษตรกรและประชาชนโดยทั่วไปที่สนใจสามารถผลิตขึ้นใช้ได้เอง

จากการผลิตและพัฒนาฉนวนกันความร้อนจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อลดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมจากการนำเข้าสาร แอสเบสทอล ที่ใช้ในกระบวนการผลิตฉนวนความร้อนในระบบอุตสาหกรรม มีการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรหลายประเภทมาพัฒนาเป็นฉนวนความร้อน เช่น ใยฟางข้าว, ใยหญ้าแฝก, และซังข้าวโพด เป็นต้น แต่ยังมีวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรอีกมากมายที่ยังไม่ได้มีการนำมาศึกษา งานวิจัยนี้จึงเสนอให้มีการพัฒนาใบยางพาราที่มีเป็นจำนวนมากในฤดูที่ต้นยางพาราผลัดใบมาพัฒนาเป็นฉนวนกันความร้อนอีกรูปแบบหนึ่ง เพื่อลดการใช้ทรัพยากร และเพิ่มศักยภาพของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร รวมถึงการพัฒนาและสร้างความเป็นไปได้ในการผลิตแผ่นฉนวนกันความร้อนที่เหมาะสม และสามารถนำไปใช้งานได้จริง

จากการศึกษางานวิจัยต่างๆ ที่สอดคล้องกับงานวิจัยชิ้นนี้ มีงานวิจัยหลายชิ้นที่ได้มีการทดลองและพัฒนาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อผลิตฉนวนความร้อน เช่น การผลิตฉนวนความร้อนจากเส้นใยฟางข้าวและน้ำยางธรรมชาติ การผลิตฉนวนความร้อนจากชานอ้อยและการผลิตฉนวนความร้อนจากหญ้าแฝกเป็นต้น จากที่ได้ทบทวนและศึกษาถึงการผลิตฉนวนความร้อนจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรประเภทต่างๆ สามารถหาแนวทางในการผลิตฉนวนความร้อนจากใบยางพาราได้เหมาะสมที่สุด คือ กระบวนการผลิตฉนวนความร้อนจากเส้นใยเซลลูโลสของใบยางพารา เพื่อศึกษาลักษณะเส้นใยใบยางพารา และพัฒนาไปสู่การผลิตแผ่นฉนวนที่เกษตรกรสามารถทำเองได้ง่าย และใช้งานได้จริง โดยขั้นตอนแรก คือ การปั่นกวนใบยางพารา เพื่อให้ได้เส้นใยใบยางพาราที่เหมาะสม และทำการผลิตแผ่นฉนวนในกระบวนการที่ง่าย นำแผ่นฉนวนที่ได้ไปทดสอบหาค่าการนำความร้อนด้วยเครื่องวัดการนำความร้อนในสภาวะคงที่ โดยวิธีการวัดอัตราการถ่ายเทความร้อน และนำแผ่นฉนวนที่ผลิตได้ไปติดตั้งในห้องทดลองที่เตรียมไว้ โดยเปรียบเทียบกับฉนวนความร้อนใยแก้ว ฉนวนใยเซลโลกรีต และฉนวนโพลียูรีเทนโฟม ติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิ เพื่อเก็บข้อมูลและนำผลที่ได้ในการทดลอง

มาหาประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนของฉนวนใบยางพาราที่ผลิตได้

2.7.1.2 อุปกรณ์และวิธีการผลิต

1. อุปกรณ์ในการผลิตฉนวนใบยางพารา มีดังนี้

1.1. ใบยางพาราแห้งสำหรับทำเส้นใย

1.2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (โซดาไฟ) สำหรับปั่นกวนใบยางให้เป็นเส้นใย

1.3. สาร BORAX สำหรับปั่นกวนเส้นใยใบยางพารา เพื่อการป้องกันแมลง และลดอัตราการลามไฟ

1.4. ไม้อัดความหนา 6 มม. 2 แผ่น ตีประกบกันเว้นช่องระหว่างกลางกว้าง 2.5 ซม. สำหรับบรรจุเส้นใยใบยางพารา

2. วิธีการผลิต

2.1.ทำความสะอาดใบยางพาราด้วยการแช่น้ำและตากแดดให้แห้งประมาณ 7 วัน หรือ 1 สัปดาห์ (รูปที่ 1)

2.2. ปั่นกวนใบยางพาราในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 10% นาน 30 นาที เพื่อให้ได้เส้นใยใบยางพาราที่เหมาะสม และนำเส้นใยไปตากแดดให้แห้งประมาณ 14 วันหรือ 2 สัปดาห์ (รูปที่ 2)

2.3. นำเส้นใยใบยางพาราไปปั่นกวนในสาร BORAX ที่ความเข้มข้น 10% นาน 30 นาที เพื่อป้องกันแมลง และลดอัตราการลามไฟ แล้วจึงนำเส้นใยไปตากแดดให้แห้งประมาณ 14 วัน หรือ 2 สัปดาห์ (รูปที่ 3)

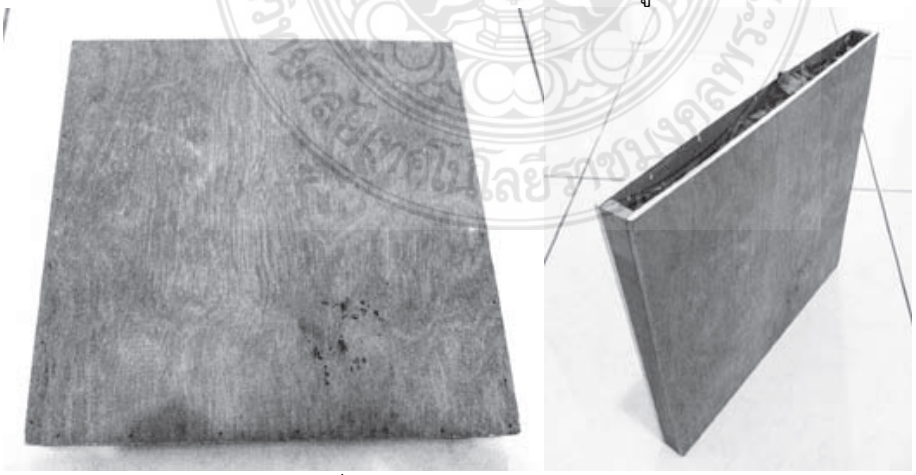
2.4. นำแผ่นไม้อัด 6 มม. ขนาดกว้าง ยาว 30x30 ซม. ตีประกบกัน 2 ด้าน เว้นช่องด้านในกว้างประมาณ 2.5 ซม. นำเส้นใยใบยางพาราบรรจุใส่ลงไปโดยใช้แรงคนกดอัดให้แน่นพอสมควร (รูปที่ 4)

ภาพที่ 2.54 การทำความสะอาดใบยางโดยวิธีการการแช่น้ำ

ภาพที่ 2.55 การปั่นกวนยางพาราในสารโซเดียมไฮดรอกไซด์

ภาพที่ 2.56 ฉนวนใยเซลลูโลสจากใบยางพารา

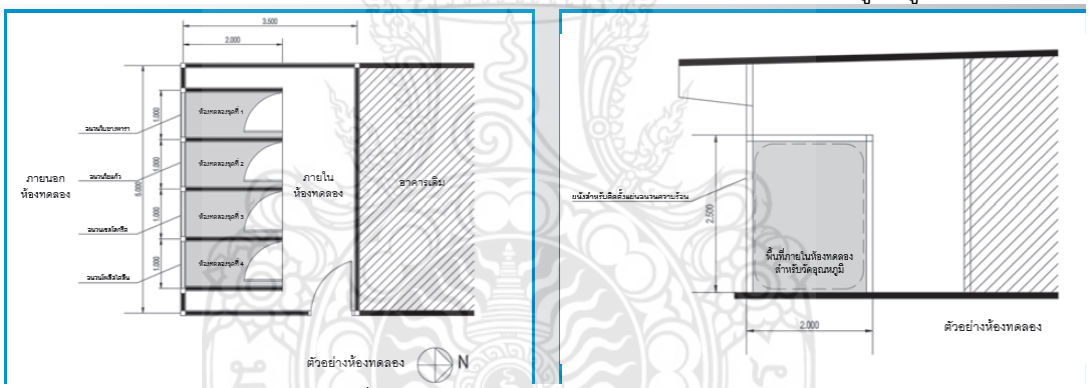
2.5 นำแผ่นฉนวนที่ได้ไปทำการทดสอบ หาค่าการนำความร้อนด้วยเครื่องวัดการนำความร้อนซึ่งค่าที่ได้เท่ากับ 0.08 w/mK. (รูปที่ 5)



ภาพที่ 2.57 แผ่นฉนวนความร้อนจากใยใบยางพารา

ภาพที่ 2.58 เครื่องวัดอัตราการถ่ายเทความร้อน

2.6 นำแผ่นฉนวนใบยางพาราและแผ่นฉนวนความร้อนที่จะใช้เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกันความร้อนไปติดตั้งที่ห้องทดลองเพื่อเก็บข้อมูล (รูปที่ 6, 7, 8, 9)



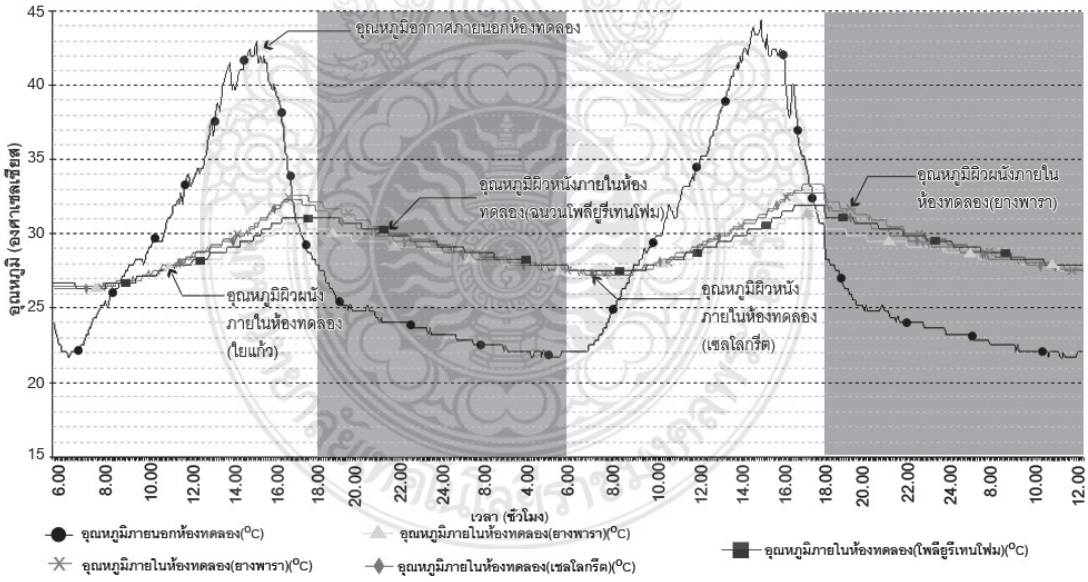
ภาพที่ 2.59 ตัวอย่างผังและรูปตัดห้องทดลอง

ภาพที่ 2.60 ภาพการก่อสร้างห้องทดลองและติดตั้งแผ่นฉนวน

ภาพที่ 2.61 ภาพเครื่องมือวัดอุณหภูมิ และการติดตั้งภายนอก – ภายในอาคาร

ภาพที่ 2.62 สภาพอากาศในวันที่ทำการเก็บข้อมูลการทดลอง

3.ผลการทดลอง



ภาพที่ 2.63 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในฉนวนใบยางพารา ฉนวนใยแก้ว ฉนวนใยเซลโลกรีตและฉนวนโพลียูริเทนโฟม ($^{\circ}$ C)

จากผลการทดลองที่ได้จากห้องทดลองในสถานที่จริง สามารถนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทดลองโดยใช้กระบวนการพิจารณาจากผลต่างองศาชั่วโมง โดยทุกๆ จุดเก็บข้อมูลที่ฐาน 18°C ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 2.25 เปรียบเทียบผลต่างที่ลดลงของอุณหภูมิชั่วโมงสะสมของฉนวนใยยางพารา ฉนวนใยแก้ว ฉนวนใยเซลโลกรีตและฉนวนโพลียูรีเทนโฟม ($^{\circ}$ C)

	อุณหภูมิชั่วโมงสะสม ฉนวนใยยางพารา (°C)	ผลต่างที่ลดลงของอุณหภูมิชั่วโมงสะสม ของฉนวนความร้อนเมื่อเทียบกับฉนวนใยยางพารา (°C)		
		ฉนวนใยแก้ว (°C)	ฉนวนเซลโลกรีต (°C)	ฉนวนโพลียูรีเทน (°C)
อุณหภูมิชั่วโมงสะสมผิวผนังภายนอก	404.41	412.47	92.81	313.6
อุณหภูมิชั่วโมงสะสมผิวผนังภายใน	941.79	477.94	116.96	180.82
อุณหภูมิชั่วโมงสะสมอากาศภายใน	781.23	45.29	96.51	385.67

4. สรุปผล

จากผลการทดลอง จากแผนภูมิที่ 1 และตารางที่ 1 สามารถสรุปได้ดังนี้

- หากเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุด อุณหภูมิภายในห้องทดลองที่ทำการติดตั้งฉนวนความร้อนทั้ง 4 ประเภท สามารถช่วยลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดี โดยที่ฉนวนใยยางพาราสามารถลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารโดยเทียบกับอุณหภูมิอากาศภายนอกลดลงได้ 9.56°C ส่วนฉนวนใยแก้วฉนวนใยเซลโลกรีต และฉนวนโพลียูรีเทนโฟม สามารถลดอุณหภูมิจากภายนอกลงได้ 11.42° C, 10.18° C และ 11.01° C ตามลำดับ

- อุณหภูมิภายในห้องทดลองทั้ง 4 ห้อง ทดลองที่ติดตั้งฉนวนความร้อนสามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ดีเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ซึ่งมีผลต่อสภาวะความน่าสบายภายในอาคาร

- จากผลต่างที่ลดลงของอุณหภูมิชั่วโมงสะสมอุณหภูมิอากาศภายในของฉนวนความร้อนที่ทำการทดลองพบว่า ฉนวนความร้อนที่ผลิตจากใบยางพารา มีผลต่างจากฉนวนใยแก้ว ฉนวนใยเซลโลกรีต และฉนวนโพลียูรีเทนโฟม เท่ากับ 45.29° C, 96.51° C และ 385.67° C ตามลำดับ โดยฉนวนใบยางพารา มีค่าอุณหภูมิชั่วโมงสะสมใกล้เคียงกับฉนวนใยแก้วมากที่สุด จึงทำให้ทราบได้ว่าฉนวนใบยางพารามีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนใกล้เคียงกับฉนวนใยแก้ว

- จากข้อกำหนดในการทดลองซึ่งใช้ฉนวนใยแก้วที่มีความหนา 2 นิ้ว เนื่องจากฉนวนใยแก้วไม่มีการผลิตที่มีความหนา 1 นิ้ว ทำให้มีข้อสังเกตได้ว่า ฉนวนใบยางพารา หากเปรียบเทียบกับฉนวนใยแก้วที่ความหนา 1 นิ้ว น่าจะมีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนได้ดีกว่าฉนวนใยแก้วที่มีความหนาใกล้เคียงกัน

5.การนำไปสู่การประยุกต์ใช้จริง

จากตารางที่ 1 สามารถสรุปได้ว่า ฉนวนความร้อนที่ผลิตจากใบยางพารามีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับฉนวนความร้อนที่นำมาเปรียบเทียบ โดยเทียบได้ใกล้เคียงกับฉนวนใยแก้ว ฉนวนใยเซลโลกรีต และฉนวนโพลียูรีเทนโฟม ตามลำดับ

5.1 สำหรับอาคารโดยทั่วไป ที่ต้องการลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่อาคาร สามารถนำฉนวนกันความร้อนที่ผลิตจากใบยางพาราไปใช้ติดตั้งเป็นฉนวนความร้อนได้

5.2 จากงานวิจัยในการผลิตฉนวนใบยางพารา อาจสามารถที่จะพัฒนาในเรื่องกระบวนการขึ้นรูปในรูปแบบอื่นได้เพื่อให้ได้มีแนวทางที่หลากหลายและเหมาะสมมากยิ่งขึ้น เช่น การใช้ผสมกับปูนซีเมนต์ เพื่อใช้เป็นอิฐก่อเป็นผนังอาคาร การทำแผ่นฉนวนฝ้าเพดานหรือเป็นแผ่นฉนวนตกแต่งอาคาร เป็นต้น

ที่มา JOURNAL OF DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND TOWN & COUNTRY PLANNING ,วารสารกรมโยธาธิการและผังเมือง

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานและรวบรวมข้อมูล

วิธีดำเนินโครงการและรวบรวมข้อมูลโครงการ ผู้วิจัยได้ดำเนินงานตามขั้นตอนการดำเนินดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูล

การศึกษาข้อมูลคือการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการวิจัยจากแหล่งต่าง ๆ ซึ่งถือว่าเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำมาประกอบวิเคราะห์และสรุปผลของข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ “ โครงการการออกแบบและพัฒนาวัสดุประกอบผนังอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคารจากยางพาราและฟางข้าว ” เพื่อนำมาศึกษาวิเคราะห์และออกแบบ โดยผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากการค้นคว้าทางปฐมภูมิคือ ข้อมูลจากต้นแบบ และภาคทุติยภูมิคือ ข้อมูลจากทฤษฎีที่มีการค้นคว้าจากเอกสารต่างๆ และผู้มีประสบการณ์ในด้านนี้โดยขอบเขตการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเป็นหัวข้อใหญ่ดังนี้

3.1 การศึกษาภาคเอกสาร

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารจากหนังสือที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยทั้งรูปแบบและเนื้อหาที่เป็นประโยชน์และนำมาคัดเลือกความสำคัญเพื่อประโยชน์สำหรับการออกแบบต่อไป

3.2 การศึกษาโดยการสัมภาษณ์

ในการดำเนินงานการรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ได้จำแนกกลุ่มของผู้ที่จะสัมภาษณ์ดังต่อไปนี้

- ผู้อาศัยในบ้านที่มีผลกระทบจากความร้อนและการใช้พลังงานภายในอาคาร

3.2.1การศึกษาจากผลิตภัณฑ์จริง

- ศึกษาลักษณะของวัสดุประกอบผนังอาคารที่ใช้ในปัจจุบัน

3.2.2แหล่งที่มาของข้อมูล

จากบุคคลคือ

- ผู้อาศัยในบ้านที่ใช้วัสดุประกอบผนังอาคารเพื่อลดการใช้พลังงาน
- ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ
- ช่างผู้ติดตั้งวัสดุประกอบผนังอาคาร

3.2.3การศึกษาภาคเอกสาร

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารจากหนังสือที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยทั้งรูปแบบและเนื้อหาที่เป็นประโยชน์และนำมาคัดเลือกความสำคัญเพื่อประโยชน์สำหรับการออกแบบต่อไป

3.3แหล่งที่มาของข้อมูล

- ห้องสมุดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตโชติเวช
- เว็บไซต์ต่างๆ
- หอสมุดแห่งชาติ

ขั้นที่ 2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

- ประชากร คือ ผู้อาศัยในบ้านและช่างที่ใช้วัสดุประกอบผนังอาคารเพื่อลดการใช้พลังงาน
- กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้อาศัยในบ้านและช่างที่ใช้วัสดุประกอบผนังอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานจำนวน100 คน

ขั้นที่ 3 สร้างเครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบสอบถามขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับงานวิจัย ซึ่งแบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 คำถามเกี่ยวกับเกี่ยวกับสถานภาพ
ตอนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้งาน
ตอนที่ 3 คำถามเกี่ยวกับคำถามเกี่ยวกับตัวผลิตภัณฑ์
ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลโดยให้กลุ่มตัวอย่างกรอกแบบสอบถาม แล้วรับคืนโดยทันที

ขั้นที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม โดยใช้สถิติวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความถี่ร้อยละ (Percentage) และนำเสนอในรูปแบบของตารางความเรียง นอกจากนี้ผู้วิจัยยังสรุปวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวัสดุที่นำมาใช้ในการออกแบบ และให้ค่าความสำคัญลำดับคะแนน แล้วนำเสนอในรูปของตารางประกอบความเรียง

ขั้นที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางวิเคราะห์ข้อมูลแล้วนำแนวทางที่ได้มาทำจากการออกแบบออกแบบและพัฒนาวัสดุประกอบผนังอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคารจากยางพาราและฟางข้าว เขียนแบบร่าง และนำเสนอผู้เชี่ยวชาญในขั้นตอนต่อไป

ขั้นที่ 6 พัฒนาการออกแบบ

- พัฒนาและปรับปรุงแก้ไขแบบร่าง (Sketch Design) จากข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญและจากแบบสอบถาม

ขั้นที่ 7 เขียนแบบเพื่อการผลิต

เขียนแบบเพื่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรม (Working Drawing)

ขั้นที่ 8 สร้างแบบจริงเพื่อนำเสนอ

สร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

ขั้นที่ 9 จัดทำข้อมูลรูปแบบรูปเล่ม

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการดำเนินการวิจัย โครงการการออกแบบและพัฒนาวัสดุประกอบผนังอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคารจากยางพาราและฟางข้าว จึงขอนำเสนอในรูปแบบของตารางประกอบความเรียงตามหัวข้อดังนี้

4.1 การศึกษาข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ผู้อาศัยในบ้านที่มีผลกระทบจากความร้อนและการใช้พลังงานภายในอาคาร

4.2 การวิเคราะห์ผลการทดสอบคุณสมบัติต้นแบบวัสดุประกอบผนังอาคารจากยางพาราและฟางข้าว

4.3 การวิเคราะห์ความพึงพอใจในรูปแบบและการใช้งานผลิตภัณฑ์ต้นแบบขึ้นลายนูนวัสดุประกอบผนังอาคารจากยางพาราและฟางข้าว

4.1 การศึกษาข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ผู้อาศัยในบ้านที่มีผลกระทบจากความร้อนและการใช้พลังงานภายในอาคาร

จากการศึกษาข้อมูลนี้ เป็นการสอบถามผู้อาศัยในบ้านที่มีผลกระทบจากความร้อนและการใช้พลังงานภายในอาคาร ซึ่งแบบสอบถามมีดังนี้

ตอนที่ 1 คำถามเกี่ยวกับเกี่ยวกับสถานภาพ

ตอนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับพฤติกรรมของผู้พักอาศัย

ตอนที่ 3 คำถามเกี่ยวกับคำถามเกี่ยวกับตัวผลิตภัณฑ์

ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะ

ตอนที่ 1 คำถามเกี่ยวกับสถานะของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนและค่าเฉลี่ยของเพศ

ข้อมูล	จำนวน (100)	ร้อยละ
ชาย	62	62
หญิง	38	38
รวม	100	100

สรุปตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชาย ร้อยละ 62 เพศหญิงร้อยละ 38

ตารางที่ 4.2 แสดงจำนวนและค่าเฉลี่ยอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูล	จำนวน (100)	ร้อยละ
ต่ำกว่า 20 ปี	13	13
21-30 ปี	24	24
31 – 40 ปี	42	42
41-50 ปี	15	15
สูงกว่า 50ปี	6	6
รวม	**100**	**100**

สรุปตารางที่ 4.2 จากผู้ที่ตอบแบบสอบถามที่มีอายุต่ำกว่า 20 ปีมี 13คน คิดเป็นร้อยละ 13 ผู้ที่มีอายุ 21 – 30 ปีมี 24 คน คิดเป็นร้อยละ 24 ผู้ที่มีอายุ 31-40 ปีมี 42 คน คิดเป็นร้อยละ 42 ผู้ที่มีอายุ 41-50 ปีมี 15 คน คิดเป็นร้อยละ 15 และผู้ที่มีอายุสูงกว่า 50 ปีมี 6 คน คิดเป็นร้อยละ 6

ตารางที่ 4.3 แสดงจำนวนและค่าเฉลี่ยระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูล	จำนวน (100)	ร้อยละ
ต่ำกว่ามัธยมศึกษา	0	0
มัธยมศึกษา	8	8
ปวช. –ปวส.	26	26
ปริญญาตรี	53	53
ปริญญาโท	11	11
ปริญญาเอก	2	2
รวม	**100**	**100**

สรุปตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามอยู่ในระดับการศึกษา มัธยมศึกษา จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 8 ปวช. –ปวส. จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 26 ปริญญาตรี จำนวน 53 คน คิดเป็นร้อยละ 53 ปริญญาโท จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 11 และปริญญาเอก จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 2

ตารางที่ 4.4 แสดงจำนวนและค่าเฉลี่ยอาชีพผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูล	จำนวน (100)	ร้อยละ
รับจ้าง	31	31
ข้าราชการ	17	17
ค้าขาย	14	14
นักเรียน-นักศึกษา	6	6
พนักงานบริษัท	29	29
อื่น ๆ	3	3
รวม	**100**	**100**

สรุปตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีอาชีพ รับจ้าง จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 31 ข้าราชการ จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 17 ค้าขาย จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 14 นักเรียน – นักศึกษา จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 6 พนักงานบริษัท จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 29 อื่นๆ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 3

ตอนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับพฤติกรรมของผู้พักอาศัยในบ้านที่มีผลกระทบจากความร้อนและการใช้พลังงานภายในอาคาร

ตารางที่ 4.5 แสดงจำนวนและค่าเฉลี่ยของผู้ได้รับผลกระทบจากความร้อนและการใช้พลังงานภายในบ้าน

ข้อมูล	จำนวน (100)	ร้อยละ
ได้รับผลกระทบจากความร้อนที่แผ่เข้ามาในบ้านตอนกลางวัน	98	98
ได้รับผลกระทบจากความร้อนสะสมในเวลากลางคืน	94	94
มีการระบายความร้อนโดยการเปิดประตูและหน้าต่าง	26	26
ไม่สามารถแก้ไขได้เพราะช่วงกลางวันไม่อยู่ในบ้าน	81	81
เปิดเครื่องปรับอากาศในบ้านตลอดวัน	38	38
เปิดเครื่องปรับอากาศในบ้านเฉพาะช่วงกลางวัน	15	15
เปิดเครื่องปรับอากาศในบ้านในช่วงเวลากลางคืน	92	92
เครื่องปรับอากาศสามารถลดอุณหภูมิในบ้านได้	100	100
ความร้อนตอนกลางวันทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนัก	98	98
ความร้อนตอนกลางวันทำให้สิ้นเปลืองการใช้	86	86

พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ		
ความร้อนสะสมตอนกลางคืนทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนัก	100	100
ความร้อนสะสมตอนกลางคืนทำให้สิ้นเปลืองการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ	100	100
มีความรู้สึกว่าค่าไฟฟ้าแพงเพราะเครื่องปรับอากาศทำงานหนัก	100	100

สรุปตารางที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่ถึง 98% ได้รับผลกระทบจากความร้อนที่แผ่เข้ามาในบ้านตอนกลางวัน และ 94% ได้รับผลกระทบจากความร้อนสะสมในเวลากลางคืน ร้อยละ 26 ระบายความร้อนด้วยการเปิดประตูหน้าต่าง ส่วน 81% สำหรับผู้ที่ไม่อยู่บ้านเวลากลางวันจึงไม่สามารถระบายความร้อนด้วยการเปิดประตูหน้าต่างได้ ร้อยละ 38 เปิดเครื่องปรับอากาศในบ้านตลอดวัน โดยร้อยละ 15 เปิดเฉพาะช่วงกลางวัน และร้อยละ 92 เปิดในช่วงเวลากลางคืน ซึ่งทั้งหมดกลุ่มตัวอย่างทั้ง 100 คน เชื่อว่าเครื่องปรับอากาศสามารถลดอุณหภูมิในบ้านได้ และ 98% เชื่อว่าความร้อนตอนกลางวันทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนัก โดย 86% คิดว่าความร้อนตอนกลางวันทำให้สิ้นเปลืองการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถาม ทั้งหมด 100% เชื่อว่าความร้อนสะสมตอนกลางคืน ทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนัก สิ้นเปลืองการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ และเป็นต้นเหตุทำให้ค่าไฟฟ้าแพง

ตอนที่ 3 คำถามเกี่ยวกับตัวผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 4.6 แสดงจำนวนและค่าเฉลี่ยของ ผู้ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์วัสดุประกอบผนังอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคาร

ข้อมูล	**จำนวน (100)**	**ร้อยละ**
ที่บ้านมีการติดตั้งวัสดุประกอบผนังอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคาร	14	14
วัสดุประกอบผนังอาคารสามารถลดอุณหภูมิภายในบ้านตอนกลางวันได้	89	89
วัสดุประกอบผนังอาคารสามารถลดอุณหภูมิภายในบ้านตอนกลางคืนได้	90	90
วัสดุประกอบผนังอาคารสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศได้	92	92

วัสดุประกอบผนังอาคารช่วยลดค่าไฟฟ้าจากการใช้เครื่องปรับอากาศได้	88	88
วัสดุประกอบผนังอาคารมีความจำเป็นกับบ้านที่ใช้เครื่องปรับอากาศ	73	73
วัสดุประกอบผนังอาคารไม่มีความจำเป็นกับบ้านที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ	8	8

สรุปตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่า จากผู้ตอบแบบสอบถาม 100 คน มีผู้ที่มีบ้านทำการติดตั้งวัสดุประกอบผนังอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคารเพียง 14 คน โดยมีความเชื่อว่าวัสดุประกอบผนังอาคารสามารถลดอุณหภูมิภายในบ้านตอนกลางวันได้ ถึง 89 คน และเชื่อว่าวัสดุประกอบผนังอาคารสามารถลดอุณหภูมิภายในบ้านตอนกลางคืนได้ถึง 90 คน นอกจากนี้ ร้อยละ 92 มีความเห็นว่าวัสดุประกอบผนังอาคารสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศได้ ร้อยละ 88 เชื่อว่าการติดตั้งวัสดุประกอบผนังอาคารสามารถช่วยลดค่าไฟฟ้าจากการใช้เครื่องปรับอากาศได้ ซึ่ง 73% คิดว่าวัสดุประกอบผนังอาคารมีความจำเป็นกับบ้านที่ใช้เครื่องปรับอากาศ สำหรับบ้านที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศก็มีเพียงร้อยละ 8 เท่านั้นที่คิดว่าไม่จำเป็นต้องติดตั้งวัสดุประกอบผนังอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคาร

ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะ

จากการตอบแบบสอบถาม ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 100 คน ส่วนใหญ่ได้รับผลกระทบจากความร้อนที่แผ่เข้ามาภายในบ้าน และความร้อนสะสมที่ทำให้ในช่วงกลางคืนเครื่องปรับอากาศทำงานหนักและสิ้นเปลืองค่าไฟฟ้า โดยส่วนใหญ่มีความเห็นว่าวัสดุประกอบผนังอาคาร สามารถช่วยในเรื่องนี้ได้ และหลายคนที่บ้านยังไม่ติดตั้งวัสดุประกอบผนังอาคาร เพราะกลัวในเรื่องต้นทุนที่สูง และมีเพียง 1 ท่านเท่านั้นที่คิดว่าไม่มีเหตุจำเป็นที่จะต้องติดตั้งวัสดุประกอบผนังอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคาร

4.2 การวิเคราะห์ผลการทดสอบคุณสมบัติต้นแบบวัสดุประกอบผนังอาคารจากยางพาราและฟางข้าว

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติต้นแบบวัสดุประกอบผนังอาคารจากยางพาราและฟางข้าว โดยทำการทดสอบตามรายการทดสอบ รายการละ 10 แผ่น

รายการทดสอบ	**เฉลี่ย $\bar{x}$**
ความหนาแน่น (kg/m^3)	82
การนำความร้อน “K” (Conductivity – K value) (W/m.K)	0.026
การต้านทานความร้อน “R” (Resistivity – R value) (m^2K/W)	1.952
คุณสมบัติการซึมน้ำ (%)	
ด้านหน้า (ยิปซั่ม)	-
ด้านหลัง (ยางพาราและฟางข้าว)	1

สรุปตารางที่ 4.7 จากทดสอบคุณสมบัติของต้นแบบวัสดุประกอบผนังอาคารจากยางพาราและฟางข้าว ตามรายการทดสอบทั้ง 4 รายการ โดยนำค่าที่ได้จากการทดสอบต้นแบบทั้ง 10 แผ่น มาหาค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ ผลที่ได้คือ มีความหนาแน่น 82 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ไม่รวมวัสดุปิดผิว การนำความร้อน 0.026 K การต้านทานความร้อน 1.952 R และในส่วนของการซึมน้ำนั้น เนื่องจากด้านหน้าของต้นแบบเป็นยิปซั่ม จึงไม่มีการซึมน้ำ แต่ในด้านยางพาราและฟางข้าว มีอัตราการซึมน้ำคิดเป็น 2%

ตารางที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติต้นแบบวัสดุประกอบฉนวนผนังอาคารจากยางพาราและฟางข้าวกับวัสดุประกอบฉนวนผนังอาคารชนิดอื่น

รายการวัสดุ	**ยางพารา และ ฟางข้าว**	**ฉนวนใยแก้ว 2”**	**เยื่อกระดาษ**	**โฟมโพลิสไตรีน**
ความหนาแน่น (kg/m^3)	82	16	45-80	16
การนำความร้อน “K” (Conductivity – K value) (W/m.K)	0.026	0.035	0.029-0.045	0.035
การต้านทานความร้อน “R” (Resistivity – R value) (m^2K/W)	1.952	1.392	1.875	0.82

คุณสมบัติการซึมน้ำ (%)	1	2.8	2	ต่ำ

สรุปตารางที่ 4.7 จากการเปรียบเทียบคุณสมบัติของต้นแบบวัสดุประกอบฉนวนผนังอาคารจากยางพาราและฟางข้าว กับวัสดุประกอบฉนวนผนังอาคารชนิดอื่น จะเห็นได้ว่าความหนาแน่นมากกว่าฉนวนที่ทำจากเยื่อกระดาษ การนำความร้อนนั้นน้อยกว่าทุกชนิด และการต้านทานความร้อนมีมากว่าทุกชนิด ส่วนการซึมน้ำเนื่องจากวัสดุมีส่วนผสมของยางพาราจึงสามารถต้านการซึมน้ำได้มากกว่าชนิดอื่น แต่ด้วยส่วนผสมที่เป็นฟางข้าวจึงซึมน้ำได้บางส่วน

4.3 แบบประเมินรูปแบบของต้นแบบวัสดุประกอบฉนวนผนังอาคารจากยางพาราและฟางข้าวจากผู้อาศัยในบ้านและช่างที่ใช้วัสดุประกอบผนังอาคารเพื่อลดการใช้พลังงาน โดยแบ่งออกเป็น 2 ด้าน

4.3.1 ด้านรูปแบบ มีผู้อาศัยในบ้านที่ใช้วัสดุประกอบผนังอาคาร จำนวน 50 ท่าน

4.3.2 ด้านการประกอบติดตั้ง มีช่างผู้ติดตั้งวัสดุประกอบผนังอาคาร จำนวน 50 ท่าน

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจในรูปแบบและการประกอบติดตั้งวัสดุประกอบผนังอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบนั้นผู้วิจัยได้ศึกษาจากแบบสอบถามและนำมาสรุปผลเป็นตารางเพื่อทำการวิเคราะห์ โดยหาค่าความสำคัญตามลำดับคะแนน ดังนี้
ผู้วิจัยให้ค่าความสำคัญตามลำดับดังนี้

คะแนน	4.51 – 5.00	หมายถึงความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก
คะแนน	3.51 – 4.50	หมายถึงความพึงพอใจอยู่ในระดับดี
คะแนน	2.51 – 3.50	หมายถึงความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง
คะแนน	1.51 – 2.50	หมายถึงความพึงพอใจอยู่ในระดับดีพอใช้
คะแนน	1.00 – 1.50	หมายถึงความพึงพอใจอยู่ในระดับควรปรับปรุง

นำเสนอในรูปแบบของตารางประกอบความเรียง ดังนี้

4.3.1 ด้านรูปแบบผลิตภัณฑ์

เป็นแบบประเมินความคิดเห็นของผู้อาศัยในบ้านที่ใช้วัสดุประกอบผนังอาคารเกี่ยวกับความพึงพอใจในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็น ในการประเมินความพึงพอใจของผู้อาศัยในบ้านที่ใช้วัสดุประกอบผนังอาคาร (N=50)

รายการ	$\bar{x}$	**S.D.**	**ความหมาย**
1.รูปแบบมีความสวยงามเหมาะในการใช้เป็นวัสดุประกอบผนังอาคาร	4.21	0.24	ดี
2.สามารถกันความร้อนเข้ามาภายในบ้านได้	4.68	0.57	ดีมาก
3.สามารถช่วยไม่ให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักได้	4.13	0.38	ดี
4.ความเย็นหลังเปิดเครื่องปรับอากาศเร็วขึ้น	4.05	0.10	ดี
5.ความคุมอุณหภูมิให้ความเย็นคงที่ได้ดีขึ้น	3.32	0.49	ปานกลาง
6.สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศได้	4.49	0.08	ดี
7.ไม่มีผลต่อแสงสว่างภายในบ้าน	4.76	0.06	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.23**	**0.12**	**ดี**

สรุปตารางที่ 4.9 จากการประเมินความพึงพอใจของผู้อาศัยในบ้านที่ใช้วัสดุประกอบผนังอาคารที่มีต่อรูปแบบของผลิตภัณฑ์ต้นแบบวัสดุประกอบผนังอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานจากยางพาราและฟางข้าวผลที่ได้คือ รูปแบบมีความสวยงามเหมาะที่จะเป็นวัสดุประกอบผนังอาคารซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี ส่วนใหญ่รู้สึกว่าสามารถกันความร้อนเข้ามาภายในบ้านได้ดีมาก และช่วยให้เครื่องปรับอากาศไม่ทำงานหนักเกินไป เมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศแล้วอากาศเย็นเร็วขึ้น สามารถลดการใช้ไฟฟ้าในส่วนเครื่องปรับอากาศได้ ไม่มีผลต่อแสงสว่างภายในห้อง ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี ส่วนการควบคุมอุณหภูมินั้นเนื่องจากเครื่องปรับอากาศมีการตัดระบบการทำงานอัตโนมัติอยู่แล้ว จึงทำให้ผู้ตอบแบบสอบถามไม่รู้สึกว่าเกี่ยวกับการติดตั้งวัสดุประกอบอาคารความพึงพอใจในเรื่องนี้จึงอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง โดยมีระดับค่าเฉลี่ยรวมของความพึงพอใจในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ 4.23 อยู่ในเกณฑ์ ดี

4.3.2 ด้านการประกอบติดตั้ง

เป็นแบบประเมินความคิดเห็นของช่างผู้ติดตั้งวัสดุประกอบผนังอาคารเกี่ยวกับความพึงพอใจในการใช้งานประกอบติดตั้งของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็น ในการประเมินความพึงพอใจของช่างที่ใช้วัสดุประกอบผนังอาคาร (N=50)

รายการ	$\bar{X}$	**S.D.**	**ความหมาย**
1 .วัสดุมีความแข็งแรงเหมาะในการใช้เป็นวัสดุประกอบผนังอาคาร	3.53	0.28	ปานกลาง
2.ง่ายต่อการประกอบติดตั้ง	3.66	0.57	ดี
3.ไม่มีปัญหาในการเลื่อยตัด	3.43	0.59	ปานกลาง
4 .ไม่มีปัญหาในการเจาะด้วยสว่าน	3.47	0.13	ปานกลาง
5 .ไม่มีปัญหาในการตอกด้วยตะปู	4.33	0.46	ดี
6 .ขนาดมีความเหมาะสม	4.79	0.54	ดีมาก
7 .สามารถใช้กับสีทาบ้านทั่วไปได้	4.87	0.09	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.01**	**0.66**	**ดี**

สรุปตารางที่ 4.10 จากการประเมินความพึงพอใจของช่างที่ใช้วัสดุประกอบผนังอาคารที่มีต่อการประกอบติดตั้งของผลิตภัณฑ์ต้นแบบวัสดุประกอบผนังอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานจากยางพาราและฟางข้าวผลที่ได้คือ ความแข็งแรงนั้นช่างส่วนใหญ่เห็นว่าต้องดูในระยะยาวจึงให้คะแนนอยู่ในระดับปานกลาง ในส่วนของการติดตั้งนั้นอยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งช่างส่วนใหญ่มีประสบการณ์ในการติดตั้งวัสดุประกอบอาคารชนิดอื่นมาอยู่แล้ว และไม่รู้สึกแตกต่างอะไรยังคงใช้วิธีเดิม โดยส่วนใหญ่เห็นว่าขนาดมีความเหมาะสมดีมากและสามารถใช้กับสีทาบ้านทั่วไปได้ การตอกด้วยตะปูไม่มีปัญหา ส่วนการตัดและการเจาะนั้นคะแนนอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากส่วนประกอบมีส่วนผสมที่เป็นยางพาราและฟางข้าวจังอาจจะเกิดปัญหาได้ด้านช่างขาดความชำนาญ โดยมีระดับค่าเฉลี่ยรวมของความพึงพอใจในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ต้นแบบส่วนของการประกอบติดตั้งที่ 4.01 อยู่ในเกณฑ์ ดี

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย โครงการการออกแบบและพัฒนาวัสดุประกอบผนังอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคารจากยางพาราและฟางข้าว จึงขอสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัยโครงการการออกแบบและพัฒนาวัสดุประกอบผนังอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคารจากยางพาราและฟางข้าว

จากการวิจัยในหัวข้อ “การออกแบบและพัฒนาวัสดุประกอบผนังอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคารจากยางพาราและฟางข้าว” สรุปได้ว่าการศึกษาจากผู้ได้รับผลกระทบจากการที่ความร้อนภายนอกอาคารแผ่เข้ามาภายในบ้าน รวมทั้งความร้อนสะสมในเวลากลางคืน ทำให้มีผลต่อการใช้พลังงาน โดยเฉพาะเครื่องปรับอากาศที่จะต้องทำงานหนักขึ้น ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายของผู้พักอาศัยในบ้านที่ได้รับผลกระทบ ดังนั้นการใช้วัสดุประกอบผนังอาคารเพื่อลดการใช้พลังงาน สามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ ซึ่งวัสดุประกอบผนังอาคารดังกล่าวในปัจจุบันมีจำกัดไม่กี่ชนิด ซึ่งทางผู้วิจัยได้ทดลองนำวัสดุธรรมชาติคือยางพาราและฟางข้าวทำออกแบบและพัฒนาเป็นวัสดุประกอบฉนวนเพื่อกันความร้อนโดยมีวัสดุปิดผิวเป็นยิปซั่ม ซึ่งใช้เป็นวัสดุประกอบผนังอาคารอยู่แล้วโดยทั่วไป จากนั้นได้ทำการออกแบบและพัฒนาลวดลาย ขนาดที่เหมาะสมในการใช้งาน รวมทั้งสะดวกต่อการประกอบติดตั้ง จนได้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ แล้วทำการทดสอบคุณสมบัติโดยเทียบกับวัสดุอื่นๆ ซึ่งได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ต่อจากนั้นจึงนำผลิตภัณฑ์ต้นแบบนั้นมาทำการหาความพึงพอใจทั้งในรูปแบบและการใช้งาน (การประกอบและติดตั้ง) ซึ่งผลที่ได้ก็อยู่ในเกณฑ์ดี จึงเป็นการเพิ่มคุณค่าให้กับวัสดุธรรมชาติคือยางพาราและฟางข้าว ที่สามารถหาได้ง่ายในภายในประเทศมาพัฒนาเป็นวัสดุประกอบผนังอาคารเพื่อลดการใช้พลังงาน ทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำ สามารถเข้าถึงผู้พักอาศัยในบ้านที่ประสบปัญหาได้มากขึ้น และในอนาคตถ้ามีการพัฒนาต่อยอดจนเป็นที่นิยม ก็จะเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรได้อีกด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัย “การออกแบบและพัฒนาวัสดุประกอบผนังอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคารจากยางพาราและฟางข้าว” ทำให้ผู้วิจัยสรุปผลและมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.2.1 ควรมีการพัฒนาวัสดุชนิดอื่นที่ยังเหลือใช้ทางการเกษตร ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงมาทำการวิจัย เพื่อให้ได้ความหลากหลายยิ่งขึ้น

5.2.2 ทดลองวัสดุปิดผิวชนิดอื่นๆ ซึ่งอาจมีคุณสมบัติดีกว่า

5.2.3 พัฒนาในรูปแบบ วัสดุ วิธีการผลิต หรือวิธีการใช้งาน เพื่อแก้ปัญหาการตัด เจาะวัสดุที่เป็นยางพาราผสมฟางข้าวให้มีคุณสมบัติดียิ่งๆขึ้นไป

5.2.4 ออกแบบและพัฒนาลวดลายของแผ่นวัสดุประกอบผนังอาคาร ให้มีความหลากหลายและมีความเหมาะสมกับบ้านที่หลากหลายสไตล์มากขึ้น

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2549.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. **กระทรวงพลังงาน เอกสารเผยแพร่ แนวทางการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างและฉนวนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน** (on-line) Avaiable form http://www.google.com. 31 กรกฎาคม 2554

กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย. **มยผ. 8101-51 : มาตรฐานการควบคุมการใช้งานวัสดุภายในอาคาร พ.ศ. 2551** (on-line) Avaiable form http://www.google.com. 31 กรกฎาคม 2554

กรีนไฮเปอร์มาร์ท: สารานุกรมผลิตผลและผลิตภัณฑ์จากพืช ในซุปเปอร์มาร์เก็ต, 2546 , คำอธิบายศัพท์พฤกษศาสตร์โดย รองศาสตราจารย์วิยดา เทพหัตถี ศศิวิมล แสวงผล เชฏฐ์ สาทรกิจทยา เจนจิตติกุล โดยการสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิด

กิตติศักดิ์ บัวศรี. การผลิตแผ่นฉนวนความร้อนจากฟางข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2544.

ตรึงใจ บูรณสมภพ. การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพ : อมรินทร์ พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, 2539.

ธนิต จินดาวณิค. สถาปัตยกรรมและเทคโนโลยี. กรุงเทพ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

ธนิต จินดาวณิค. เอกสารประกอบการสอน การอนุรักษ์พลังงานในการออกแบบสถาปัตยกรรม. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

ธนัญชัย ปคุณวรกิจ. ประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนของฉนวนอาคารจากวัสดุเหลือใช้ทางการ-เกษตร. โครงการทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2549.

วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. กระทรวง.กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน.เอกสารเผยแพร่การออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน เรื่องการใช้ฉนวน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพ : คอมฟอร์ม ,2543.

วิศิษฏ์ โล้เจริญรัตน์. การผลิตฉนวนความร้อนจากเส้นใยฟางข้าวและน้ำยางธรรมชาติ. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัสดุประกอบผนังอาคาร (on-line) Avaiable form http://www.google.com. 31 กรกฎาคม 2554

เอกสารอ้างอิง : มาตรฐานป้องกันอัคคีภัย ของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

NFPA 5000 Building Construction and Safety CodeTM 2003 Edition

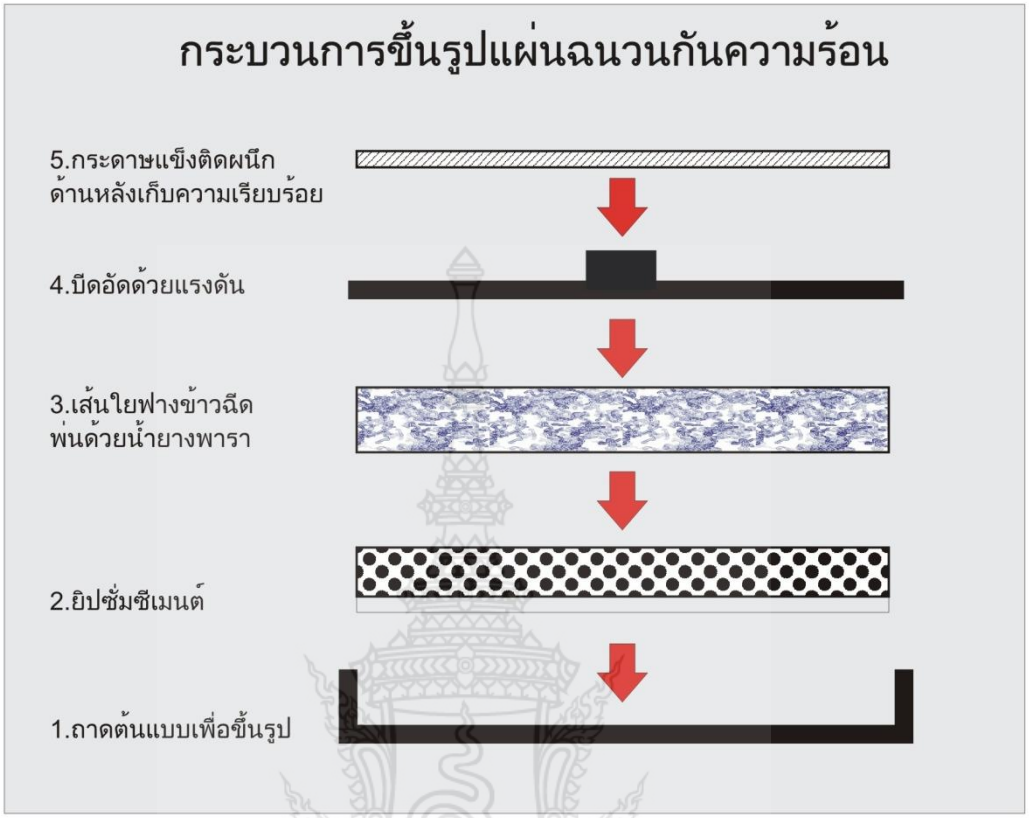
IBC International Building Code 2006

เอกสารการประชุมใหญ่วิศวกรรมแห่งชาติ 11-13 ตุลาคม 2550 อ. ดร. ณัฐศักดิ์ บุญมี และ อ. สุภัทร พัฒน์ วิชัยโชติ

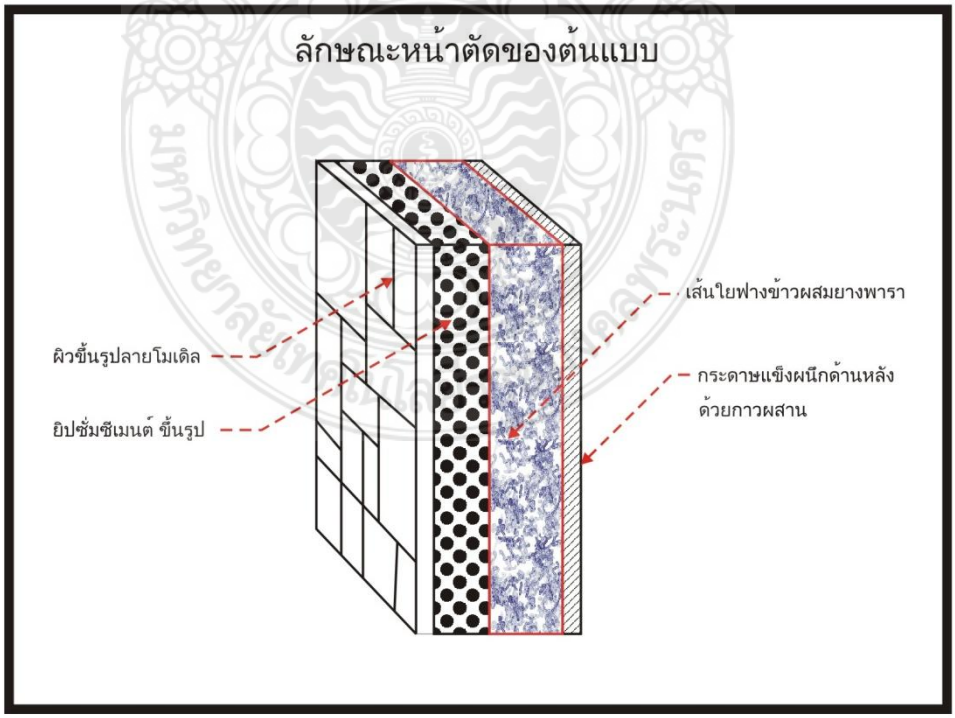
JOURNAL OF DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND TOWN & COUNTRY PLANNING , วารสารกรมโยธาธิการและผังเมือง

ภาคผนวก ก

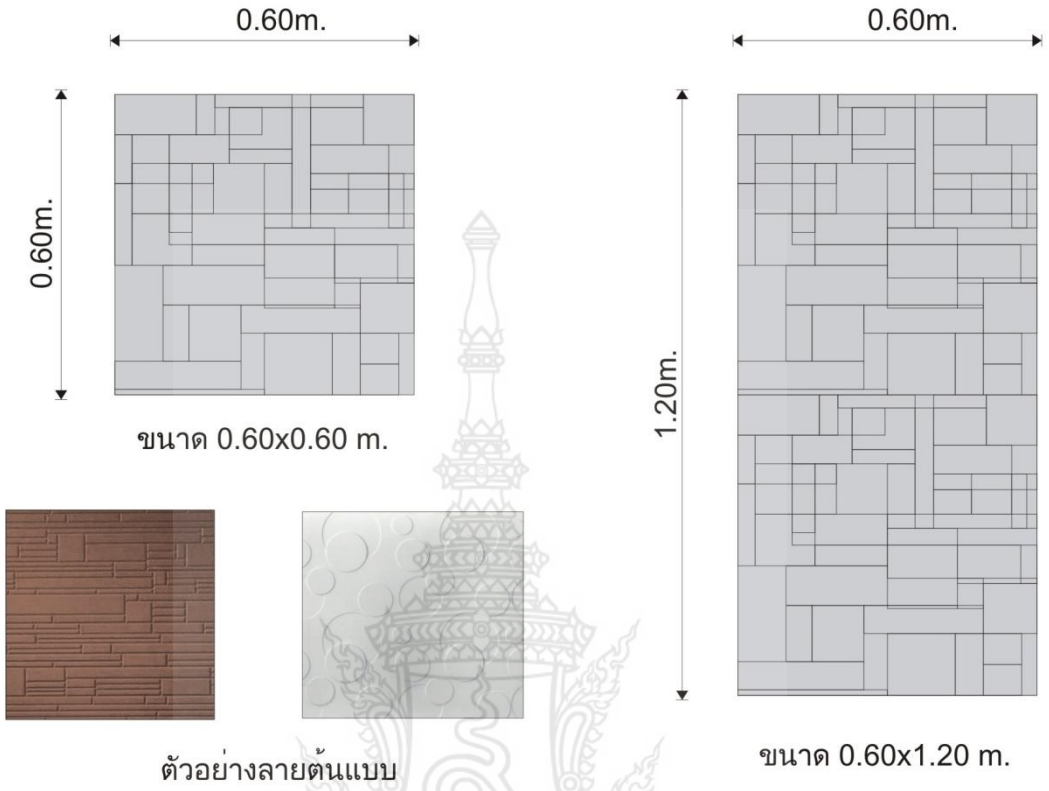
ผลงานวิจัยและต้นแบบงานวิจัย



ภาพ ก 1 กระบวนการขึ้นรูปแผ่นฉนวนกันความร้อนจากวัสดุยางพารากับฟางข้าว

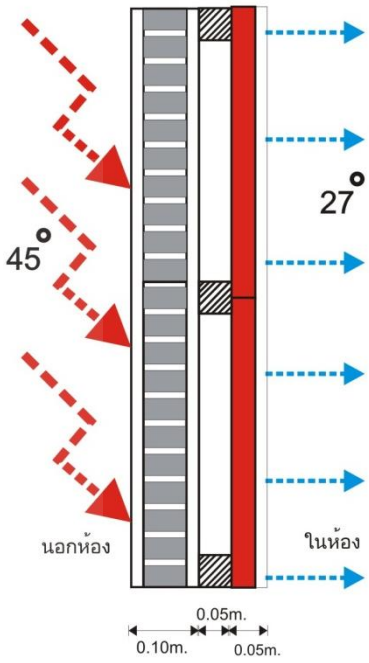


ภาพ ก 2 ลักษณะหน้าตัดของแผ่นฉนวนกันความร้อนจากวัสดุยางพารากับฟางข้าว

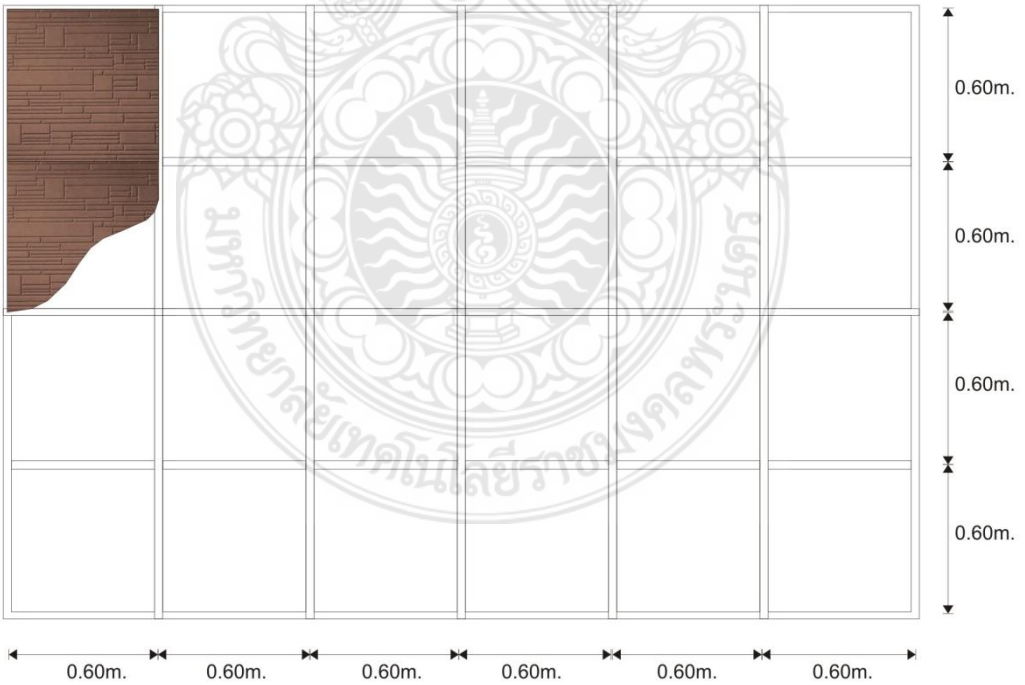


ภาพ ก 3 ขนาดมาตรฐานและลักษณะลายนูนของแผ่นฉนวนกันความร้อนจากวัสดุยางพารากับฟางข้าว

ลักษณะของการติดตั้งแผ่นต้นแบบ



ระยะโครงเคร่าไม้ ขนาด 2”x 2”



ภาพ ก 4 มาตรฐานการติดตั้งแผ่นฉนวนกันความร้อน วางโครงเคร่า ระยะ # 0.60 ม. สามารถใช้ติดตั้งแผ่นขนาด 0.60x0.60 ม. และ 0.60x1.20 ม.

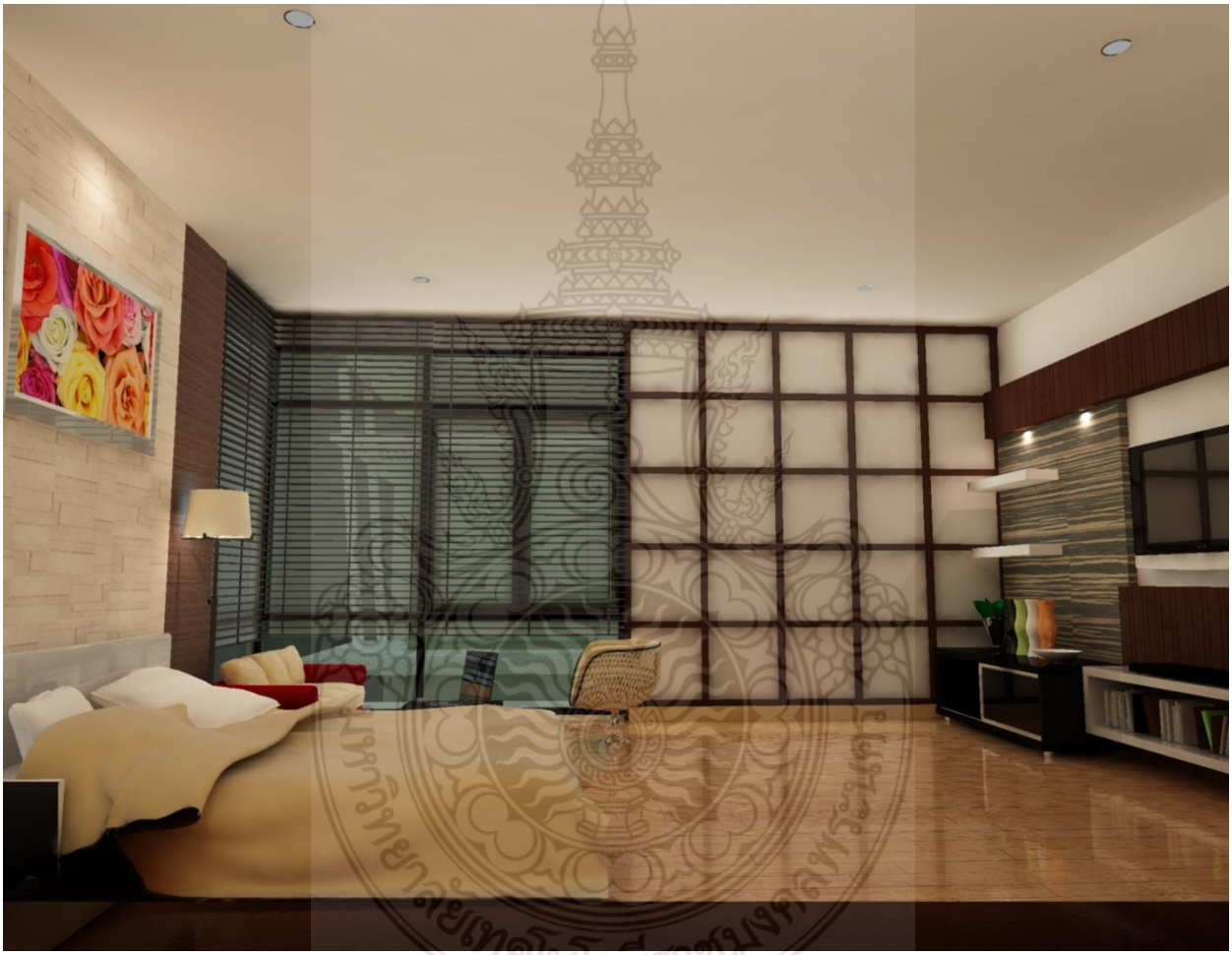
ภาพ ก 5 มาตรฐานการติดตั้งแผ่นฉนวนกันความร้อน ขนาด 0.60x1.20 ม.
วางโครงเคร่า ระยะ # 0.60 ม.

ภาพ ก 6 การติดตั้งแผ่นฉนวนกันความร้อน ขนาด 0.60x1.20 ม. วางสลับกับ

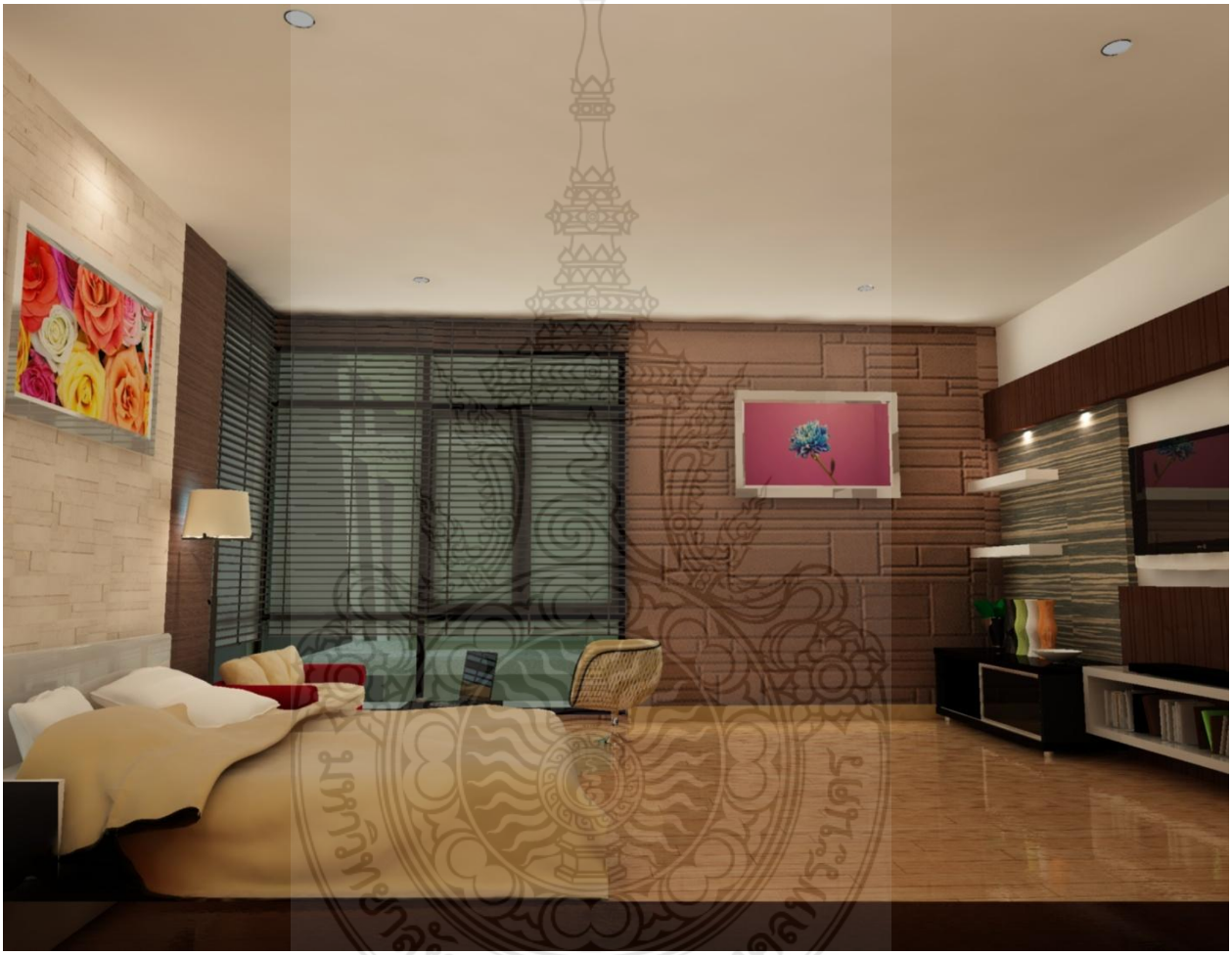
ภาพ ก 7 การติดตั้งแผ่นฉนวนกันความร้อน ขนาด 0.60x0.60 ม. วางสลับกับ

ภาพ ก 8 การติดตั้งแผ่นฉนวนกันความร้อน ขนาด 0.60x0.60 ม. วางลายต่อเนื่อง

ภาพ ก 9 การติดตั้งแผ่นฉนวนกันความร้อน ขนาด 0.60x0.60 ม. วางลายต่อเนื่อง



ภาพ ก 10 ภาพจำลองการติดตั้งโครงเคร่าไม้เนื้อแข็งขนาด 0.50x0.50 ม.
ระยะ # 0.60 ม. ก่อนติดแผ่นฉนวนกันความร้อน ผนังด้านที่โดนแดดตลอดวัน



ภาพ ก 11 ภาพจำลองหลังการติดตั้ง

แผ่นฉนวนกันความร้อนลายที่ 1 ทำสีน้ำตาลแล้ว สามารถตกแต่งห้องได้

ภาพ ก 12 ภาพจำลองหลังการติดตั้ง

แผ่นฉนวนกันความร้อนลายแบบที่ 1 ทำสีขาวแล้ว สามารถตกแต่งห้องได้

ภาพ ก 13 ภาพจำลองหลังการติดตั้ง

แผ่นฉนวนกันความร้อนลายแบบที่ 2 ทำสีขาว สามารถตกแต่งห้องได้

ภาพ ก 14 ภาพจำลองหลังการติดตั้งแผ่นฉนวนกันความร้อน
ลายแบบที่ 1 ผสมกับลายแบบที่ 2 ทำสี สามารถตกแต่งห้องสวยเช่นกัน

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถาม
การออกแบบและพัฒนาวัสดุประกอบผนังอาคาร
เพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคารจากยางพาราและฟางข้าว

<u>คำชี้แจง</u>

แบบวิเคราะห์นี้สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์รวบรวมข้อมูลประกอบการทำวิจัยวัสดุและรูปแบบวัสดุประกอบผนังอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคารจากยางพาราและฟางข้าว ในการนี้ผู้วิจัยจึงใคร่ขอความกรุณาจากท่านโปรดได้พิจารณา และตอบคำถามทุกข้อของแบบสอบถามตามความเป็นจริง เพราะคำตอบของท่านทุกข้อมีความสำคัญยิ่งต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

ดังนั้นผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่ให้ความร่วมมืออย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ
(ชูเกียรติ อนันต์เวทยานนท์)
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

แบบสอบถาม
การออกแบบและพัฒนาวัสดุประกอบผนังอาคาร
เพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคารจากยางพาราและฟางข้าว

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

.....

ตอนที่ 1. คำสอบถามเกี่ยวกับสถานภาพ

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ หรือเติมข้อความลงในช่องว่างให้ตรงกับสภาพความเป็นจริง

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ ☐ น้อยกว่า 25 ปี ☐ 25-35 ปี
☐ 36-45 ปี ☐ 46-55 ปี
☐ มากกว่า 55 ปี

3. ระดับการศึกษา ☐ ต่ำกว่ามัธยมศึกษา ☐ มัธยมศึกษา
☐ ปวช. –ปวส. ☐ ปริญญาตรี
☐ ปริญญาโท ☐ ปริญญาเอก

4. อาชีพ ☐ รับจ้าง ☐ ข้าราชการ
☐ ค้าขาย ☐ นักเรียน-นักศึกษา
☐ พนักงานบริษัท ☐ แม่บ้าน
☐ เจ้าของกิจการ ☐ อาชีพอิสระ

ตอนที่ 2. คำถามเกี่ยวกับพฤติกรรมของผู้พักอาศัยในบ้านที่มีผลกระทบจากความร้อนและการใช้พลังงานภายในอาคาร

ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ชุดนี้จะใช้เพื่อพัฒนาสรุปข้อมูลโปรดแสดงความคิดเห็นของท่านลงในแบบสอบถามตรงตามความคิดเห็นของท่านมากที่สุดโดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ( ) หน้าข้อความ

รายการ	ใช่	ไม่ใช่
1.ได้รับผลกระทบจากความร้อนที่แผ่เข้ามาในบ้านตอนกลางวัน		
2.ได้รับผลกระทบจากความร้อนสะสมในเวลากลางคืน		
3.มีการระบายความร้อนโดยการเปิดประตูและหน้าต่าง		
4.ไม่สามารถแก้ไขได้เพราะช่วงกลางวันไม่อยู่ในบ้าน		
5. เปิดเครื่องปรับอากาศในบ้านตลอดวัน		
6.เปิดเครื่องปรับอากาศในบ้านเฉพาะช่วงกลางวัน		
7.เปิดเครื่องปรับอากาศในบ้านในช่วงเวลากลางคืน		
8.เครื่องปรับอากาศสามารถลดอุณหภูมิในบ้านได้		
9.ความร้อนตอนกลางวันทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนัก		
10.ความร้อนตอนกลางวันทำให้สิ้นเปลืองการใช้ลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ		
11.ความร้อนสะสมตอนกลางคืนทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนัก		
12.ความร้อนสะสมตอนกลางคืนทำให้สิ้นเปลืองการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ		
13. มีความรู้สึกว่าค่าไฟฟ้าแพงเพราะเครื่องปรับอากาศทำงานหนัก		

ตอนที่ 3 คำถามเกี่ยวกับตัวผลิตภัณฑ์

รายการ	ใช่	ไม่ใช่
1.ที่บ้านมีการติดตั้งวัสดุประกอบผนังอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคาร		
2.วัสดุประกอบผนังอาคารสามารถลดอุณหภูมิภายในบ้านตอนกลางวันได้		
3.วัสดุประกอบผนังอาคารสามารถลดอุณหภูมิภายในบ้านตอนกลางคืนได้		
4.วัสดุประกอบผนังอาคารสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศได้		
5. วัสดุประกอบผนังอาคารช่วยลดค่าไฟฟ้าจากการใช้เครื่องปรับอากาศได้		
6.วัสดุประกอบผนังอาคารมีความจำเป็นกับบ้านที่ใช้เครื่องปรับอากาศ		
7.วัสดุประกอบผนังอาคารไม่มีความจำเป็นกับบ้านที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ		

ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบสอบถาม
การออกแบบและพัฒนาวัสดุประกอบผนังอาคาร
เพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคารจากยางพาราและฟางข้าว

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

.....

ตอนที่ 1.คำถามเกี่ยวกับการวิเคราะห์ความพึงพอใจในรูปแบบผลิตภัณฑ์วัสดุประกอบผนังอาคาร ต้นแบบขึ้นลายนูนจากยางพาราและฟางข้าว

รายการ	ควรปรับปรุง	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
	1	2	3	4	5
1.รูปแบบมีความสวยงามเหมาะในการใช้เป็นวัสดุประกอบผนังอาคาร					
2.สามารถกันความร้อนเข้ามาภายในบ้านได้					
3.สามารถช่วยไม่ให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักได้					
4.ความเย็นหลังเปิดเครื่องปรับอากาศเร็วขึ้น					
5.ความคุมอุณหภูมิให้ความเย็นคงที่ได้ดีขึ้น					
6.สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศได้					
7.ไม่มีผลต่อแสงสว่างภายในบ้าน					

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

แบบสอบถาม
การออกแบบและพัฒนาวัสดุประกอบผนังอาคาร
เพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคารจากยางพาราและฟางข้าว

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

.....

ตอนที่ 1.คำถามเกี่ยวกับการวิเคราะห์ความพึงพอใจในการใช้งานผลิตภัณฑ์ด้านการประกอบติดตั้งวัสดุประกอบผนังอาคารจากยางพาราและฟางข้าว

รายการ	ควรปรับปรุง	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
	1	2	3	4	5
1.วัสดุมีความแข็งแรงเหมาะในการใช้เป็นวัสดุประกอบผนังอาคาร					
2.ง่ายต่อการประกอบติดตั้ง					
3.ไม่มีปัญหาในการเลื่อยตัด					
4.ไม่มีปัญหาในการเจาะด้วยสว่าน					
5.ไม่มีปัญหาในการตอกด้วยตะปู					
6.ขนาดมีความเหมาะสม					
7.สามารถใช้กับสีทาบ้านทั่วไปได้					

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบสัมภาษณ์

การออกแบบและพัฒนาวัสดุประกอบผนังอาคาร

เพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคารจากยางพาราและฟางข้าว

สำหรับผู้เชี่ยวชาญและผู้ผลิต

<u>คำชี้แจง</u>

แบบวิเคราะห์นี้สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์รวบรวมข้อมูลประกอบการทำวิจัยวัสดุและรูปแบบวัสดุประกอบผนังอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคารจากยางพาราและฟางข้าว ในการนี้ผู้วิจัยจึงใคร่ขอความกรุณาจากท่านโปรดได้พิจารณา และตอบคำถามทุกข้อของแบบสอบถามตามความเป็นจริง เพราะคำตอบของท่านทุกข้อมีความสำคัญยิ่งต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

ดังนั้นผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่ให้ความร่วมมืออย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ชูเกียรติ อนันต์เวทยานนท์)

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

แบบสัมภาษณ์
การออกแบบและพัฒนาวัสดุประกอบผนังอาคาร
เพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคารจากยางพาราและฟางข้าว

1.สัมภาษณ์ด้านรูปแบบผลิตภัณฑ์จากยางพาราและฟางข้าว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.สัมภาษณ์ด้านการผลิตของรูปแบบผลิตภัณฑ์จากยางพาราและฟางข้าว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.สัมภาษณ์การใช้วัสดุร่วมกับจากยางพาราและฟางข้าวในการขึ้นรูป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.สัมภาษณ์การกระบวนการทดสอบการขึ้นรูปจากยางพาราและฟางข้าว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5.สัมภาษณ์การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุประกอบอาคาร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6.สัมภาษณ์การกระบวนการการขึ้นรูปลายนูน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ค

กระบวนการทดลองขึ้นรูปต้นแบบงานวิจัย

ภาพ ค 1 วัตถุดิบผสมจากยางพาราผสมกับฟางข้าว

ภาพ ค 2 ฟางข้าวที่ทำให้มีขนาดละเอียดแล้ว เทน้ำยางพาราลงกับถังผสม

ภาพ ค 3 ทำการคนส่วนผสมให้เข้ากัน

ภาพ ค 4 เทส่วนผสมลงบนถาดทำต้นแบบ

ภาพ ค 5 ทำการเกลี่ยให้เต็มถาดให้หนาตามแบบ

ภาพ ค 6 ทิ้งให้แห้ง

ภาพ ค 6 แผ่นฉนวนกันความร้อน ที่ยังไม่แห้งสนิท

ภาพ ค 7 แผ่นฉนวนกันความร้อนที่แห้งแล้ว ลักษณะยังสามารถงอได้

ภาพ ค 8 นำแผ่นฉนวนกันความร้อน มาติดกับแผ่นลายนูนจากกระดาษอัดชานอ้อย ทำสีโดยสีสเปรย์เพื่อความสวยงาม

The Study and Development of Building Construction Material : Wall Construction Material from Para Rubber and Rice Straw to Reduce the Internal Energy

2555