

ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของฉนวนโพลียูรีเทน

นาย จักรกริศจันทร์ พิสุทธิวงษ์

ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

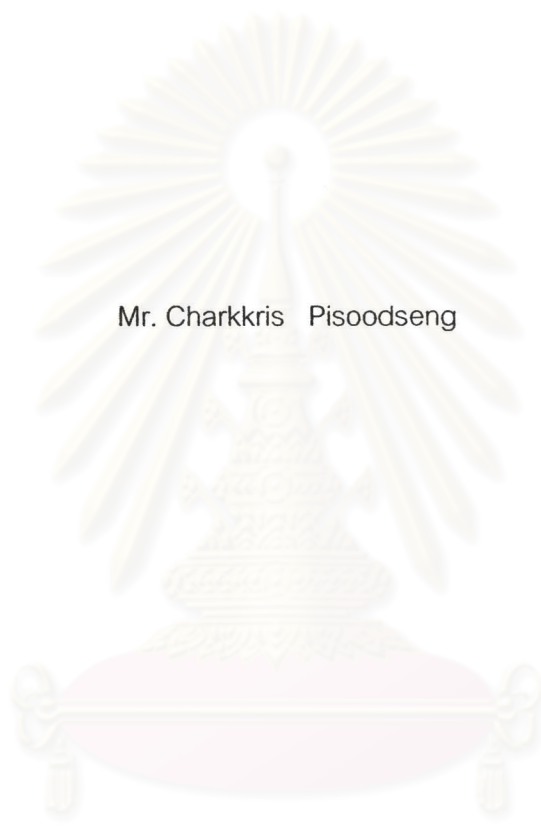
ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



5 0 7 4 1 0 5 9 2 5

Energy – Efficient of insulation produced from rubber leaf



Mr. Charkkris Pisoodseng

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Architecture Program in Architecture

Department of Architecture

Faculty of Architecture

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of chulalongkorn University

530490

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของฉนวนโพลียูรีเทน

โดย

นาย จักรกริณี พิสุตเสียง

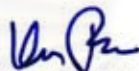
สาขาวิชา

สถาปัตยกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

รองศาสตราจารย์ ธนิต จินดาวงศ์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ



..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต จุลาสัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร)



..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ธนิต จินดาวงศ์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ พรรณชัช สุริโยธิน)



..... กรรมการนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษกร สุกัญญา)

จักรกริศน์ พิสุตรเสียง : ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของฉนวนใบยางพารา

(Energy – Efficient insulation produced from rubber leaf) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.ธนิศ
จินดาวณิก, 82 หน้า

การวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลด
ถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ผนังอาคารของฉนวนความร้อนที่ผลิตจากใบยางพาราโดยเปรียบเทียบกับ ฉนวนใยแก้ว
ฉนวนใยเซลโลกรีต และฉนวนโพลียูรีเทนโฟม เพื่อทราบประสิทธิภาพในการเป็นฉนวนความร้อนของฉนวนที่
ผลิตจากใบยางพารา

กระบวนการวิจัยดำเนินการโดยใช้ห้องทดลองเป็นอาคารชั้นเดียวกว้าง 3.50 เมตร ยาว 5.00 เมตร
สูง 2.50 เมตร โดยภายในอาคารแบ่งเป็นห้องทดลองขนาด 1.00 เมตร x 2.00 เมตร จำนวน 4 ห้องทดลอง เพื่อ
เปรียบเทียบตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการทดลองโดยห้องทดลองทั้ง 4 ห้อง ป้องกันความร้อนเข้าสู่ผนังอาคาร ด้าน
ทิศเหนือ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก โดยให้เฉพาะทิศใต้เท่านั้น ที่สามารถรับความ ร้อนภายนอกได้ ซึ่ง
ห้องทดลองได้รับสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกัน และไม่ปรับอากาศ กำหนดให้ห้องทดลองที่ 1 ติดตั้งฉนวนใบ
ยางพาราหนา 1 นิ้ว และอีก 3 ห้องติดตั้ง ฉนวนใยแก้วหนา 2 นิ้ว ฉนวนใยเซลโลกรีตหนา 1 นิ้ว และ
ฉนวนโพลียูรีเทนโฟมหนา 1 นิ้ว ตามลำดับ เก็บข้อมูลทุกๆ 2 นาที เป็นเวลาติดต่อกัน 2 วัน หรือ 48 ชั่วโมง การ
วิเคราะห์ประสิทธิภาพการทดลองใช้กระบวนการพิจารณาจากผลต่าง องศา ชั่วโมง ของอุณหภูมิสะสม
(Degree Hour) โดยทุกจุดที่เก็บข้อมูลเก็บที่ฐาน 18°C เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการทดลอง

การทดลองวิเคราะห์ผลการทดลองโดยการนำผลต่างของอุณหภูมิ มาเป็นตัวแปรในการเปรียบเทียบ
ผลที่ได้จากการทดลอง พบว่าฉนวนทุกประเภทที่ใช้ในการทดลองมีประสิทธิภาพในการช่วยลดการถ่ายเทความร้อน
เข้าสู่ผนังอาคาร โดยฉนวนที่ผลิตจากใบยางพารามีประสิทธิภาพในการเป็นฉนวนความร้อน ป้องกันความ
ร้อนเข้าสู่อาคารได้ดี และมีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนได้ดีเทียบเท่ากับฉนวนใยแก้วมากที่สุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์.....

สาขาวิชาสถาปัตยกรรม.....

ปีการศึกษา2553.....

ลายมือชื่อนิสิต 

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก 

5074105925 : MAJOR ARCHITECTURE

KEYWORDS : Energy – Efficient of insulation produced from rubber leaf

CHARKKRIS PISOODSENG : ENERGY – EFFICIENT OF INSULATION

PRODUCED FROM RUBBER LEAF. ADVISOR : ASSOC.PROF.THANIT

CHINDAVANIG, Ph.D,82 pp.

This research is an experimental research conducted in an actual setting. The purpose of this research is to compare the effectiveness of heat gain reduction through building wall comparing with thermal insulation made from rubber leaf with fiber glass, cellocrete and polyurethane foam to find out the effectiveness of rubber leaf thermal insulation for heat gain reduction.

The procedure of this research was carried out with a stipulated one-level building with a 3.50n meters wide, 5.00 meters long and 2.50 meters high. This room was divided to 4 small rooms; about 1.00 meters x 2.00 meters each, to draw a comparison between each variable. Each room was protected from sun heat from the north, was and west, the heat was only consented to these rooms from the south. That means, all of these rooms was specified with the same condition without air condition. The first experimental room was put in a lining by 1.00 inch thick of rubber leaf thermal insulation. Another 3 rooms was sequentially lined with 2.00 inches thick of fiber glass, 1.00 inch thick of cellocrete and 1.00 inch thick of polyurethane foam. The data were collected every 2 minutes consecutively for 48 hours or 2 days. Experimental effectiveness analysis was considered by the difference of degree hours. The base starting temperature used was 18°c to analysis and compare the effectiveness of the experiment.

Using the difference of degree hours as the variable foe comparing, the conclusion is shown as follows: all thermal insulations has effectiveness if heat gain reduction. But those made from rubber leaf is the most capable for heat reduction and it also has a same effectiveness of heat decreasing as fiber glass.

Department :.....Architecture.....

Field of Study :.....Architecture.....

Academic Year :2010.....

Student's Signature

Advisor's Signature 

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือ ความอนุเคราะห์อย่างยิ่ง ของ รศ. ธนิต จินดาวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้ช่วยศาสตราจารย์วิศิษฐ์ ได้เจริญรัตน์ ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชา ความรู้ให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์

ขอระลึกถึงคุณพระรัตนตรัย คุณบิดามารดาและครูบาอาจารย์ กราบทำระลึกถึงคุณพ่อหมึก - คุณแม่ ตุ่ม (สุพจน์ - ประทุม พิสุตรเสียง) ที่คอยสนับสนุนในทุกๆ ด้านโดยไม่เคยทอดทิ้งและคอยให้กำลังใจอยู่เสมอ ขอขอบคุณเพื่อนตุล (บริรักษ์ อินทรกุลไชย), น้องน้อยท (น.ส.ณัฐพร เมาระพงษ์), น้องลูกหว่า (น.ส.วรางคณา ขำมะ วา), น้องก้อง (ก้องเกียรติ งามพุดธิวศรี) ทั้งช่วยพิมพ์งาน ให้ที่พักสำหรับทำงานและการสนับสนุน เป็นอย่างดียิ่งในหลายๆ ด้าน ขอขอบคุณเพื่อนป๋อง , น้องโหด เพื่อนๆ น้องๆ ทุกคนที่มีส่วนช่วยเหลือและสนับสนุนแก่ ผู้วิจัยเสมอมา



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ญ
สารบัญแผนภูมิ.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของหัวข้อศึกษา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขตและข้อจำกัดการศึกษา.....	2
1.4 ระเบียบวิธีการศึกษา.....	3
1.5 สมมติฐานการวิจัย.....	4
1.6 คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องในการวิจัย.....	4
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
บทที่ 2 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ปัจจัยหลักที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารหรือออกจากอาคาร	5
2.2 พฤติกรรมของการถ่ายเทความร้อน.....	8
2.3 คุณสมบัติของวัสดุที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน.....	10
2.4 การแลกเปลี่ยนอุณหภูมิกับสภาวะแวดล้อมโดยรอบ Mean Radiant Temperature.....	15
2.5 ลักษณะทางกายภาพของยางพารา.....	15
2.6 คุณสมบัติของยางพารา.....	17
2.7 พื้นที่ปลูกยางพารา.....	19
2.8 ฉนวนกันความร้อน.....	23
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	34

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	35
3.1 ขั้นตอนการผลิตฉนวนจากใยยางพารา.....	37
3.2 ขั้นตอนการคัดเลือกฉนวนความร้อนที่ใช้ในการทดลอง.....	41
3.3 ขั้นตอนกำหนดรูปแบบการทดลอง.....	43
3.4 การตรวจวัดและบันทึกข้อมูล.....	52
3.5 การทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือ.....	53
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	54
4.1 ผลการทดลอง.....	54
4.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง.....	61
4.3 สรุปการวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	71
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	72
5.1 บทสรุป.....	72
5.2 ข้อเสนอแนะในการนำไปทำวิจัยในครั้งต่อไป.....	77
รายการอ้างอิง.....	78
ภาคผนวก.....	80
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	82

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	แสดงพื้นที่การปลูกยางพาราในภาคใต้.....19
2.2	แสดงพื้นที่การปลูกยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....20
2.3	แสดงพื้นที่การปลูกยางพาราในภาคเหนือ.....21
2.4	แสดงพื้นที่การปลูกยางพาราในภาคตะวันออกและภาคกลาง.....22
3.1	เปรียบเทียบผลการทดลองการปั้นก้อนใบยางพารา.....38
3.2	ตาราง เปรียบเทียบคุณสมบัติของฉนวนพียูโฟม ฉนวนใยแก้ว ฉนวนเยื่อกระดาษ.....41
3.2	ตาราง เปรียบเทียบคุณสมบัติของฉนวนพียูโฟม ฉนวนใยแก้ว ฉนวนเยื่อกระดาษ(ต่อ)..... 42
4.1	คุณนุฏมีการทดลองช่วงเวลา 06.00-18.00 น. ทั้ง 2 วัน..... 59
4.2	คุณนุฏมีการทดลองช่วงเวลา 18.00-06.00 น. ทั้ง 2 วัน..... 59
4.3	เปรียบเทียบประสิทธิภาพฉนวนความร้อนในการลดการสะสมความร้อน..... 70
4.4	เปรียบเทียบผลต่างที่ลดลงของชั่วโมงสะสมความร้อน..... 71
5.1	ตารางแสดงรายละเอียดผนังสำเร็จรูปที่พัฒนาจากฉนวนใบยางพารา..... 73
5.2	ตารางแสดงรายละเอียดอิฐมวลเบาที่พัฒนาจากฉนวนใบยางพารา.....75
5.3	ตารางแสดงรายละเอียดฝ้าสำเร็จรูปที่พัฒนาจากฉนวนใบยางพารา.....75
5.4	ตารางแสดงรายละเอียดฉนวนพอยล์ที่พัฒนาจากฉนวนใบยางพารา.....76
5.5	ตารางแสดงรายละเอียดฉนวนตกแต่งที่พัฒนาจากฉนวนใบยางพารา.....77

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1	ลักษณะการนำความร้อน (Conduction)..... 8
2.2	ลักษณะการพาความร้อน (convection)..... 9
2.3	ลักษณะการแผ่รังสี (radiation)..... 10
2.4	ลักษณะของยาพารา..... 16
2.5	ลักษณะของใบและดอกของยางพารา..... 16
2.6	ลักษณะของเมล็ด ผล และน้ำยางพารา..... 17
2.7	ยิปซัมบอร์ด..... 24
2.8	แสดงการใช้ยิปซัมบอร์ดทำเป็นผนัง..... 24
2.9	แสดงบริเวณผิวหลังคาที่ใช้เซรามิคโค้งตั้ง..... 25
2.10	แสดงบริเวณผิวหลังคาที่ฟันเซรามิคโค้งตั้ง..... 26
2.11	ฉนวนใยแก้ว..... 26
2.12	แสดงการติดตั้งฉนวนใยแก้วบริเวณฝ้าเพดาน..... 27
2.13	แสดงการติดตั้งฉนวนใยแก้วภายในโครงเคร่า..... 27
2.14	แสดงการซ่อมแซมฉนวนใยแก้ว..... 28
2.15	ลักษณะฉนวนโฟมโดยทั่วไป..... 28
2.16	แสดงลักษณะของฉนวนโพลีสไตรีนโฟม..... 29
2.17	แสดงการฉีกฉนวนโฟมได้ฝ้า..... 30
2.18	แสดงการใช้งานฉนวนบริเวณหลังคา..... 31
2.19	แสดงลักษณะของอลูมิเนียมฟอยด์และการติดตั้งบริเวณหลังคา..... 31
2.20	แสดงพื้นที่ที่มีการใช้อลูมิเนียมฟอยด์..... 32
2.21	แผ่นฉนวนเซลโลกรีตชนิดธรรมดาและชนิดโฟม..... 32
2.22	แผ่นฉนวนเซลโลกรีตชนิดโคม และเหลี่ยม..... 32
2.23	แผ่นใยเซลโลกรีตสำหรับตกแต่งผนัง..... 33
2.24	แผ่นใยเซลโลกรีตสำหรับตกแต่งผนังภายนอก - ภายใน..... 33

ภาพที่	หน้า
3.1	ขั้นตอนการทำความสะอาดโบายางพารา.....37
3.2	ขั้นตอนการปั่นกวนโบายางพารา.....37
3.3	แผ่นฉนวนโบายางพารา..... 39
3.4	ขั้นตอนการทดสอบค่าการนำความร้อน..... 40
3.5	ขั้นตอนการอบโบายางพารา..... 40
3.6	ผังอาคารห้องทดลอง.....43
3.7	รูปตัดห้องทดลอง..... 44
3.8	ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิ..... 44
3.9	ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิ..... 45
3.10	ในผนังห้องทดลอง..... 46
3.11	ภาพสถานที่การก่อสร้างห้องทดลอง..... 46
3.12	ภาพสถานที่การก่อสร้างห้องทดลอง..... 46
3.13	การปรับพื้นที่เตรียมสร้างห้องทดลอง..... 46
3.14	การปรับพื้นที่เตรียมสร้างห้องทดลอง..... 47
3.15	ภาพการวางผังห้องทดลอง..... 47
3.16	ภาพการวางโครงสร้างห้องทดลองวางโครงสร้าง..... 47
3.17	ภาพการก่อสร้างห้องทดลอง..... 48
3.18	ภาพภายในห้องทดลอง..... 48
3.19	ภาพการติดตั้งฉนวน.....48
3.20	ภาพการติดตั้งฉนวน.....49
3.21	ภาพการติดตั้งฉนวน.....49
3.22	ภาพการติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิ HOBO..... 49
3.23	ภาพการติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิ HOBO ภายนอกห้องทดลอง 2 ตำแหน่ง..... 50
3.24	ภาพการติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิ HOBO ภายในห้องทดลอง 5 ตำแหน่ง.....50
3.25	ภาพการติดตั้งอุปกรณ์..... 50
3.26	การป้องกันความร้อนเข้าสู่ห้องทดลองจากช่องว่างของประตู.....51
3.27	การป้องกันความร้อนเข้าสู่ห้องทดลองจากช่องว่างของประตู.....51
3.28	สภาพอากาศในวันที่ทำการเก็บข้อมูล.....51
3.29	สภาพอากาศในวันที่ทำการเก็บข้อมูล.....52

ภาพที่	หน้า
3.30	สภาพอากาศในวันที่ทำการเก็บข้อมูล.....52
3.31	การทดสอบอุปกรณ์เครื่องมือ HOB0.....53
5.1	แผ่นฉนวนผนังสำเร็จรูป.....74
5.2	การติดตั้งโครงเคร่าไม้สำหรับผนังภายในอาคาร..... 74
5.3	การติดตั้งโครงเคร่าไม้สำหรับผนังภายนอกอาคาร.....74
5.4	การผลิตอิฐมวลเบา.....75
5.5	การผลิตและติดตั้งอิฐฉนวนใยแก้วพารา..... 75
5.6	การผลิตฝ้าสำเร็จรูป..... 76
5.7	การพัฒนาแผ่นฉนวนฝ้าสำเร็จรูปโดยการกรูโฟม.....76
5.8	ฉนวนเส้นใยบรรจุในถุงพอยล์และการติดตั้ง..... 76
5.9	แผ่นฉนวนใยแก้วพาราในลักษณะการตกแต่งผนังภายในและการติดตั้ง.....77

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่	หน้า
4.1	แผนภูมิเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังภายนอกห้องทดลอง..... 55
4.2	แผนภูมิเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังภายในห้องทดลอง..... 56
4.3	แผนภูมิเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายนอกในห้องทดลอง..... 57
4.4	เปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในห้องทดลอง..... 58
4.5	แผนภูมิเปรียบเทียบอุณหภูมิชั่วโมงสะสมของความร้อนทั้ง 2 วันของฉนวนความร้อนที่ใช้ในการทดลอง 24 ชั่วโมงเป็นเวลา 2 วัน (accumulate degree – hours about 18 °C for 2 days)..... 63
4.6	แผนภูมิเปรียบเทียบอุณหภูมิสะสมความร้อนของฉนวนที่ใช้ในการทดลองเฉพาะช่วงเวลากลางวันเวลา 6.00 น. – 18.00 น. เป็นเวลา 2 วัน..... 64
4.7	แผนภูมิเปรียบเทียบอุณหภูมิสะสมความร้อนของฉนวนที่ใช้ในการทดลองเฉพาะช่วงเวลากลางคืนเวลา 18.00 น. – 6.00 น. เป็นเวลา 2 วัน..... 65
4.8	เปรียบเทียบอุณหภูมิผลต่างสะสมของฉนวนกันความร้อนทั้ง 2 วัน..... 67
4.9	เปรียบเทียบอุณหภูมิผลต่างสะสมเวลากลางวัน 06.00-18.00 น. ทั้ง 2 วัน..... 68
4.10	เปรียบเทียบอุณหภูมิสะสมเวลากลางคืน 18.00-06.00 น. ทั้ง 2 วัน..... 69

บทที่ 1

บทนำ

1. เนื้อหา

1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของหัวข้อศึกษา

ในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมาตั้งแต่เริ่มมีการนำฉนวนกันความร้อนเข้ามาใช้ภายในอาคาร เพื่อลดความร้อนที่จะเข้าสู่ตัวอาคารเพื่อการประหยัดการใช้พลังงานภายในอาคาร มีการนำวัสดุพิเศษสำหรับการผลิตฉนวนกันความร้อนจากต่างประเทศเข้ามาใช้ ซึ่งมีมูลค่าการนำเข้าเป็นจำนวนเงินมหาศาลต่อปี¹ นักวิจัยและนักวิชาการหลายกลุ่มเริ่มที่จะทำการทดลองนำวัสดุธรรมชาติที่มีภายในประเทศมาพัฒนาเป็นฉนวนความร้อนเพื่อแก้ปัญหา การนำเข้าทรัพยากรจากต่างประเทศ และเพื่อเป็นการช่วยส่งเสริมการใช้วัสดุที่มีอยู่ภายในประเทศให้เกิดประโยชน์สูงสุด มีการเลือกใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร มาทำการศึกษาและทดลองเป็นฉนวนความร้อนที่ดีได้ เช่น ฉนวนความร้อนจากฟางข้าว ชานอ้อย และหญ้าแฝก เป็นต้น

หากจะกล่าวถึงผลิตภัณฑ์จากการเกษตรยังมีวัสดุอีกหลายประเภทที่ยังมีได้นำมาทำการศึกษาให้เกิดประโยชน์ เช่น ยางพารา² ซึ่งเป็นสินค้าส่งออกสร้างรายได้เข้าสู่ประเทศมากเป็นอันดับต้นๆ³ มีการใช้ประโยชน์จากน้ำยางธรรมชาติ ในอุตสาหกรรมยางและการใช้ประโยชน์จากใบยางพาราบางส่วน โดยนำมาทำเป็นดอกไม้ประดิษฐ์⁴ ในบางพื้นที่เพียงอย่างเดียว มิได้มีการนำมาศึกษาเพื่อประโยชน์อย่างอื่น หากจะเปรียบเทียบการนำใบยางพารา มาใช้ประโยชน์ดังที่กล่าวมาแล้ว ยังมีใบยางอีกเป็นจำนวนมากที่ถูกทิ้งไม่ให้เกิดประโยชน์ ซ้ำยังก่อให้เกิดปัญหาอีกมากมาย เช่น การทิ้งใบยางพาราให้กร้างภายในสวน ยางพาราเป็นการสร้างแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์มีพิษทั้งหลาย ทำให้เกิดปัญหากับเกษตรกรผู้กรีดยาง การขจัดใบยางโดยวิธีการเผาทำลายก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำลายชั้นบรรยากาศสร้างสภาวะโลกร้อนมากขึ้น⁵ เป็นต้น

จากการศึกษาปัญหาใบยางในฤดูที่ต้นยางพาราผลัดใบทำให้พบว่าปัญหาที่เกิดจากใบยางพาราสามารถสร้างความเสียหายให้แก่ชั้นบรรยากาศ เนื่องมาจากการเผาทำลาย และการทิ้งไม่ให้เกิดประโยชน์ หากสามารถนำใบยางพารา มาศึกษาถึงค่าการเป็นฉนวนกันความร้อนอาจจะสามารถช่วยลดการใช้ทรัพยากรที่สิ้นเปลืองและลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาทำลายใบยางพาราได้

¹ กรมศุลกากร, รายงานสถานการณ์สารแอสเบสตอส (Asbestos) ของไทย [ออนไลน์], 04 ธันวาคม 2553.แหล่งที่มา <http://www.noasbestos.org>

² เฉลิมวงศ์ เจริญสุข และคนอื่นๆ, การปลูกยางพารา (กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ส่งเสริมอาชีพธุรกิจ เพชรกะรัต จำกัด, 2546)

³ การส่งออกยางพารา [ออนไลน์], 04 ธันวาคม 2553.แหล่งที่มา <http://www.thainr.com>

⁴ ดอกไม้ประดิษฐ์จากใบยางพารา [ออนไลน์], 10 ธันวาคม 2553.แหล่งที่มา <http://www.yangpara.com>

⁵ อัล กอร์, โลกร้อนฉบับคนรุ่นใหม่ – An Inconvenient Truth (Yong Adult Version). (กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มติชน, 2550)

1.2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.2.1. เพื่อศึกษาว่ามีความเป็นไปได้ในการนำไบอยางพารามาเป็นวัสดุฉนวนความร้อนได้หรือไม่
- 1.2.2. เพื่อผลิตฉนวนความร้อนและพัฒนาฉนวนไบอยางพาราให้ประชาชนในพื้นที่ปลูกสวนยางพารา นำไปใช้ได้จริง
- 1.2.3. เพื่อช่วยลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาทำลายไบอยางพารา
- 1.2.4. เพื่อเป็นแนวทางการส่งเสริมการผลิตฉนวนจากวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร

1.3. ขอบเขตและข้อจำกัดการศึกษา

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาเรื่องประสิทธิภาพในการช่วยลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ผนังอาคารจากไบอยางพาราโดยกำหนดขอบเขตการวิจัยดังต่อไปนี้

- 1.3.1. กำหนดห้องทดลองเป็นอาคารชั้นเดียว ไม่มีการปรับอากาศ
- 1.3.2. ห้องทดลองหันสู่ด้านทิศใต้ เพื่อให้ฉนวนความร้อนที่ติดตั้งรับความร้อนเข้าสู่ผนังอาคาร
- 1.3.3. การทดลองจะทดลองในช่วงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น ผลการทดลองจะไม่ครอบคลุมสภาพอากาศตลอดทั้งปี
- 1.3.4. ทำการทดลองที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ภาคใต้ฝั่งตะวันออกของประเทศไทยเนื่องจาก เป็นพื้นที่มีการปลูกยางพาราเพื่อศึกษาจากสภาพอากาศจริงให้สอดคล้องกับการวิจัยที่ประสงค์จะให้การผลิตฉนวนจากไบอยางพาราสามารถนำไปพัฒนาให้เกษตรกรและประชาชนในพื้นที่ปลูกยางพาราใช้ได้จริง
- 1.3.5. ห้องทดลองจะติดตั้งฉนวนที่ผลิตจากไบอยางพาราและฉนวนความร้อนประเภทอื่นที่ใช้เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกันความร้อนในด้านทิศใต้ และจะป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารในด้านทิศเหนือทิศตะวันออก และทิศ ตะวันตก
- 1.3.6. การวิจัยนี้จะเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อประมวลผลคือ อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร อุณหภูมิผิวผนังภายนอก – ภายใน อาคารและอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกและความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารเท่านั้น
- 1.3.7. ฉนวนกันความร้อนที่นำมาทำการทดลองมี 4 ตัวอย่างคือ
 - ฉนวนกันความร้อนไบอยางพารา ทำการผลิตขึ้นเองที่ความหนา 1 นิ้ว
 - ฉนวนใยแก้วเป็นฉนวนที่ได้รับความนิยมใช้กันมากที่สุดเนื่องจากมีราคาถูกและสามารถกันความร้อนได้ดีในระดับหนึ่งที่มีความหนา 2 นิ้ว เนื่องจากฉนวนใยแก้วไม่ผลิตที่ความหนา 1 นิ้ว
 - ฉนวนใยเซลลูโลส ลกรีด เป็นฉนวนที่ผลิตจากวัสดุธรรมชาติ ซึ่งมีลักษณะ ใกล้เคียงกับฉนวนไบอยางพารามากที่สุด ที่ความหนา 1 นิ้ว

- ผนวณโพลีเอรีเทนโฝม เป็นผนวณที่ส่วมรบกัันควมร้อนได้ดีที่สุด เพื่อทดสอบประสิทธิภพการป้องกันควมร้อนเข้าสู่ผนังอศกรของ ผนวณโเบยงพอรอ ที่ควมหนอ 1 นิ้ว

1.4 ระเบียบวิธีกรศึกษา

ส่วมรบกัันควมร้อนในการศึกษาได้ดังนี้

1.4.1. ขั้นตอนทบทวนวรรณกรรม

ค้นคว้ข้อมูลเบื้องต้นเพื่อเป็นพื้นฐานงนวิจัยโดยทำกรศึกษาเอกศกร ทฤษฎีและงนวิจัยที่เกี่ยวข้องบทควม บทสัมนนอชกรกรต่งๆ เพื่อใช้เป็นแนวทงของงนวิจัยและการทดลอง

1.4.2. ขั้นตอนกำหนดรูปแบบการทดลอง แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 การผลิตผนวณจกโเบยงพอรอทำโดยกรศึกษาและนำขั้นตอนที่ได้ศึกษาจก กงนวิจัยที่เกี่ยวข้องมอประยุกต์ใช้เป็นกระบวนกรขึ้นรูปผนวณโเบยงพอรอให้เหมอสม นำผนวณทดสอบหาค่กรนำควมร้อนของแผ่นผนวณที่ผลิตจกโเบยงพอรอ
 - ขั้นตอนที่ 2 การสุ่มตัวอย่างผนวณ ควมร้อนเพื่อใช้เป็นตัวเปรียบเทียบประสิทธิภพการป้องกันควมร้อนกับผนวณโเบยงพอรอที่ผลิตได้ โดยใช้หลักกรเลือกคือ
 1. ผนวณที่ใช้ต้องเป็นที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป
 2. ผนวณที่ใช้ต้องมีส่วมประกอบที่มีลักษณะใกล้เคียงกับผนวณโเบยงพอรอคือ อกเป็นผนวณที่ผลิตจกวัสดุธรรมชาติ
 3. ผนวณที่เลือกใช้ต้องเป็นผนวณที่ส่วมรบกัันควมร้อนเข้าสู่อศกรได้ดี
 - ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภพในการป้องกันควมร้อนเข้าสู่อศกรโดยกำหนดห้องทดลองขึ้น 4 ห้องเพื่อที่จะเปรียบเทียบวัสดุผนวณที่ใช้ในการทดลอง โดย แต่ละห้องจะติดตั้งวัสดุผนวณต่งกัน ทั้ง 4 ห้องมีการป้องกันควมร้อนเข้าสู่ผนังอศกรด้นทิศเหนือ ทิศตะวันออกและทิศตะวันตก โดยจะให้เฉพาะด้นทิศใต้ที่ ติดตั้งผนวณกันควมร้อนเท่นั้น ที่ส่วมรบกัันควมร้อนจกภยนอกได้ ซึ่งห้องทดลอง ทั้ง 4 ห้องจะอยู่ในสภพแวดล้อมใกล้เคียงกันและไม่มีการปรับอศกร
- ##### 1.4.3. ขั้นตอนการตรวจวัดและบันทึกข้อมูล
- ทำกรรวบรวมข้อมูลที่ได้จกการตรวจวัดประสิทธิภพการป้องกัน ควมร้อนของผนวณโเบยงพอรอและผนวณควมร้อนประเภทอื่นที่ใช้ในการทดลอง ที่มีผลต่อกรลดกรถ่ยเทควมร้อน
- ##### 1.4.4. ขั้นตอนการสรุปผลการทดลองและเสนอแนะแนวทง
- นำผลการทดลองที่วัดค่ได้มอสรุปผลและวิเคราะห์ให้ข้อสังเกต ทดสอบสมมุติฐานงนวิจัยและหข้อสรุปเพื่อนำผลจกการทดลองมอเป็นแนวทงในการนำไปใช้จริง และข้อเสนอแนะในการนำผลงนวิจัยไปใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อไป

1.5. สมมุติฐานการวิจัย

การวิจัยเป็นการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนของฉนวนกันความร้อนที่ผลิตจากไบบางพารา เพื่อพัฒนาไปสู่กระบวนการที่ประชาชนและเกษตรกรปลูกสวนยางโดยทั่วไปสามารถผลิตใช้กันเองได้ โดยมุ่งเน้นทดสอบหาค่าความเป็นฉนวนกันความร้อนโดยเปรียบเทียบเกี่ยวกับฉนวนที่ได้รับความนิยมและมีประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนได้ดี

- ฉนวนกันความร้อนที่ผลิตจากไบบางพารา มีคุณสมบัติ ในการเป็นฉนวนป้องกันความร้อน ได้ดีและมีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดีเทียบเท่าฉนวน ความร้อน ประเภทอื่น ที่นิยมใช้กันทั่วไป

1.6. คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องในการวิจัย

- 1.6.1. ประสิทธิภาพของฉนวนความร้อน หมายถึง ผลการทดลองเปรียบเทียบการลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ผนังอาคารในเชิงของอุณหภูมิในที่นี้หมายถึงอุณหภูมิ อากาศภายนอกอาคาร อุณหภูมิผิวผนังภายนอก – ภายในอาคารและอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกและภายในอาคาร
- 1.6.2. ฉนวนความร้อน หมายถึง ฉนวนกันความร้อนที่ใช้ในการทดลองได้แก่ฉนวนไบบางพารา ฉนวนใยแก้ว ฉนวนเซลโลกรีต และฉนวนโพลียูรีเทนโฟม

1.7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.7.1. เพื่อทราบประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนของไบบางพาราที่สามารถช่วยลดความร้อนเข้าสู่อาคาร
- 1.7.2. เพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ไบบางพาราและวัสดุธรรมชาติอื่นๆในการผลิต ฉนวนความร้อนให้เกิดประโยชน์ต่อไป
- 1.7.3. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ที่จะผลิตฉนวนจากไบบางพารา

บทที่ 2

ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้เป็นการทดสอบประสิทธิภาพของฉนวนความร้อนที่ผลิตจากไบโอยางพาราเพื่อช่วยลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ผนังอาคาร โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมไบโอยางพาราเพื่อผลิตแผ่นฉนวน ขั้นตอนการขึ้นรูปที่เหมาะสมและการทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนโดยการทำห้องทดลองเพื่อเปรียบเทียบกับฉนวนความร้อนประเภทอื่น ๆ ในบทนี้จึงรวบรวมทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับเป็นข้อมูลพื้นฐานในการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

2.1. ปัจจัยหลักที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารหรือออกจากอาคาร

ในที่นี้สามารถแบ่งปัจจัยหลักออกได้เป็น 4 ปัจจัยดังนี้

1. ดวงอาทิตย์ (sun)
2. อุณหภูมิอากาศ (air temperature)
3. ความชื้น (humidity)
4. ลม (wind)

2.1.1. รังสีดวงอาทิตย์

รังสีดวงอาทิตย์จะปล่อยพลังงานออกมาในรูปของรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจึงมีคุณสมบัติการสะท้อน การดูดกลืน และการส่งทะลุผ่านโลกรับพลังงานจากดวงอาทิตย์ ในรูปของการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์สามารถแบ่งประเภทของรังสีความร้อนที่มาจากดวงอาทิตย์ออกได้เป็น 2 ประเภทด้วยกันคือ

1. รังสีคลื่นสั้น (short wave radiation) เป็นรังสีที่ส่งมาจากดวงอาทิตย์ผ่านชั้นบรรยากาศเข้าสู่สภาพแวดล้อมจะถูกสิ่งต่างๆ มีคุณสมบัติสามารถ ทะลุผ่านกระจกใสได้และถูกดูดซับได้โดยวัสดุที่มีมวลสารโดยเฉพาะวัสดุที่มีสีเข้ม
2. รังสีคลื่นยาว (long wave radiation) เกิดจากการสะสมของรังสีคลื่นสั้นที่ถูกดูดกลืนไว้ที่วัสดุมวลสารที่ถูกคายรังสีออกมาในรูปของรังสีคลื่นยาว รังสีคลื่นยาวนี้ไม่สามารถ เคลื่อนที่ผ่านกระจกใสได้พลังงานเกือบทั้งหมดมีขนาดความยาวช่วงคลื่นที่มองเห็นได้และในช่วงความยาวคลื่นอินฟราเรดที่เกือบมองเห็น (บางครั้งเรียกว่าช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรด) โลกมีอัตราส่วนรังสีสะท้อน (albedo) ประมาณ 30% ของรังสีดวงอาทิตย์ที่แผ่ลงมา ที่เหลือ 70% จะถูกดูดซับไว้ทำความอบอุ่นให้แก่พื้นดิน บรรยากาศและมหาสมุทร ชั้นบรรยากาศมีสิ่งต่างๆอยู่มากมาย เช่น เมฆ ฝุ่น ละออง และก๊าซต่างๆ ซึ่งจะมีผลต่อการสะท้อนกลับ (Scatter) และการดูดกลืนของรัง (Absorption)¹ ทำให้รังสีดวงอาทิตย์ ส่วนหนึ่งถูกสะท้อนกลับออกไปนอกบรรยากาศ ส่วนที่เหลือ

¹ ตริังใจ บุรณสมภพ, การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน (กรุงเทพมหานคร:

จะเคลื่อนที่เข้ามาในบรรยากาศ จึงสามารถจำแนกรังสีดวงอาทิตย์ ที่ผ่านชั้นบรรยากาศมายังพื้นผิวโลกได้ ดังนี้²

- รังสีตรง(Direct Radiation) เป็นรังสีดวงอาทิตย์ซึ่งเคลื่อนที่ผ่านชั้นบรรยากาศ มายังพื้นผิวโลก โดยตรง
- รังสีกระจาย (Diffuse Radiation) เป็นรังสีดวงอาทิตย์ที่ถูกกระจัดกระจายโดยโมเลกุลของ อากาศ ไอน้ำและฝุ่นละอองในบรรยากาศจึงมีทิศทางที่ไม่แน่นอน ผลรวมของรังสีตรง และรังสีกระจาย เรียกว่า รังสีรวม(Global Radiation)
- รังสีสะท้อน(Reflected Radiation) เป็นรังสีดวงอาทิตย์ ที่ตกกระทบพื้นผิว ข้างเคียงของอาคาร แล้วสะท้อนเข้าสู่อาคารรังสีคลื่นสั้นจะเปลี่ยนเป็นรังสีคลื่นยาวในรูปของพลังงานความร้อน ความร้อนจะถูกถ่ายเทความร้อนนออกไปในรูปของการนำความร้อน การพาความร้อนและการแผ่รังสีความร้อน

2.1.2. อุณหภูมิอากาศ (air temperature)

อุณหภูมิเป็นการวัดหรือระดับความรู้สึก หมายถึง ระดับความร้อนและความหนาวเย็นเป็นความหมายที่เกี่ยวข้องกับความร้อนหนาวของบรรยากาศโดยทั่วไปอุณหภูมิ เป็นมาตรวัดพื้นฐานต่อสภาวะน่าสบายของมนุษย์อุณหภูมิอากาศเป็นปัจจัยพื้นฐานในการศึกษาสภาพอากาศ(weather)อุณหภูมิอากาศแปรเปลี่ยนไปในแต่ละช่วงเวลา เช่น ปี ฤดูกาล เดือน วัน และแม้กระทั่งรายชั่วโมง ดังนั้นผู้ออกแบบควรมานำใช้พิจารณาประกอบ การออกแบบประกอบไปด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของปี (yearly mean temperature) ประกอบด้วย
 - ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละวัน (Daily mean temperature) ค่าอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดของวัน
 - ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของเดือน (Monthly mean temperature)
2. อุณหภูมิช่วงกลางวันและกลางคืน (diurnal temperature swing)³ สิ่งที่เป็นสาเหตุสำคัญที่สุดในการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในรอบ วันก็คือ การหมุนรอบตัวเองของโลก ซึ่งทำให้มุมที่แสงอาทิตย์ตกกระทบพื้นผิว โลกเปลี่ยนแปลงไป ในเวลาเที่ยงวันดวงอาทิตย์อยู่สูงเหนือขอบฟ้ามากที่สุด แสงอาทิตย์ตกกระทบพื้นโลกเป็นมุมฉาก ถ้าแสงมีความเข้มสูง ในเวลาเช้าและเย็น ดวงอาทิตย์อยู่ด้านข้าง แสงตกกระทบพื้นโลกเป็นมุมเฉียงลำแสงครอบคลุมพื้นที่กว้างกว่า ความเข้มของแสงจึงมีน้อยกว่า อีกประการหนึ่งในช่วงเวลาเที่ยง ลำแสงส่องผ่านบรรยากาศ เป็นระยะทางไม่มาก แต่ในช่วงเวลาเช้าและเย็น ลำแสง อาทิตย์ทำมุมลาด ต้องเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศเป็นระยะทางไกล ความเข้มของแสงจึงถูกบรรยากาศกรองให้ลดน้อยลง ยิ่งผลให้อุณหภูมิต่ำลงไปอีก

² ธนิต จินดาวงศ์, สถาปัตยกรรมและเทคโนโลยี (กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2540) , หน้า 27.

³ อุณหภูมิอากาศ. [ออนไลน์], 29 มกราคม 2552.แหล่งที่มา www.electron.rmutphysics.com

2.1.3. ความชื้น (humidity)

หมายถึง ปริมาณไอน้ำที่ปะปนอยู่ในอากาศที่มีอยู่ อุณหภูมิสูงจะสามารถรับไอน้ำได้มากกว่าอากาศที่มีอยู่ อุณหภูมิต่ำกว่า ความชื้นสัมพัทธ์แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1. ความชื้นสัมบูรณ์ (absolute humidity) อัตราส่วนระหว่างมวลของไอน้ำในอากาศกับปริมาตรของอากาศนั้น มีหน่วยเป็นปอนด์
2. ความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity, RH) เป็นเปอร์เซ็นต์ของไอน้ำในอากาศเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของไอน้ำสูงสุดที่สามารถอยู่ได้ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 100% อากาศจะอยู่ในจุดอิ่มตัวไม่สามารถรับปริมาณไอน้ำได้อีก คิดเป็นเปอร์เซ็นต์อากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำ หรืออากาศอิ่มตัว คือปรากฏการณ์ที่อากาศได้รับไอน้ำไว้เต็มที่แล้ว ไม่สามารถรับไอน้ำได้อีก ณ อุณหภูมิหนึ่งความชื้นกับอาคาร ความชื้นเป็นสาเหตุสำคัญ
3. ประการหนึ่งที่สามารถทำลายวัสดุก่อสร้างและวัสดุตกแต่งอาคารอย่างมาก ความชื้นที่เกิดขึ้นภายในอาคารสามารถนำเชื้อโรคเชื้อราต่างๆมาสู่มนุษย์และสัตว์ได้ เป็นแหล่งเพาะพันธุ์แมลงตัวทำลายชนิดต่างๆ ก่อนการออกแบบอาคาร สถาปนิกควรทราบถึงสภาพที่ตั้งของอาคารเพื่อการเลือกทำเลที่เหมาะสม ตรวจสอบสภาพดินและระดับน้ำใต้ดินให้แน่ชัด ระวังเลือกใช้วัสดุที่ถูกต้องกับสภาพของห้องหรือบริเวณนั้นๆ ตัวอย่างเช่นบริเวณที่มีความชื้นตลอดเวลาควรจะใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงและบางหรือบุผนังด้วยวัสดุทนความชื้น เช่น กระเบื้องแทนการทาสีหรือบุกระดานติดผนัง เป็นต้น ประการสำคัญยิ่งในการออกแบบคือ การให้มีการระบายอากาศได้สะดวกเพื่อให้อากาศบริสุทธิ์พัดพาเข้ามาไล่ความชื้น หรือทำให้ความชื้นที่เกาะตัวอยู่ระเหยออกไป การกันความชื้นจากน้ำใต้ดินอาจทำได้โดยการยกพื้นสูงลอย เพื่อให้ลมพัดผ่านใต้ฐานขั้บไล่ความชื้นจากผิวดิน⁴

2.1.4. ลม (wind)

ลมเป็นปัจจัยสำคัญทางด้านภูมิอากาศ ที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกร้อนหนาวของมนุษย์ โดยในสภาพอากาศแบบร้อนชื้นที่อุณหภูมิและความชื้นอยู่ในเกณฑ์ที่สูง และมีไอน้ำในอากาศมากจะทำให้เหงื่อที่ผิวกายระเหยกลายเป็นไอเพื่อระบายความร้อนนั้นเป็นไปได้ยาก เมื่อมีลมพัดจะช่วยให้การระเหยของเหงื่อที่ผิวกายดีขึ้น ทำให้รู้สึกเย็นลงแม้ว่าอุณหภูมิจะไม่ลดลงก็ตาม นอกจากนี้ลมจะช่วยลดความรู้สึกไม่สบายจากสภาพอากาศที่มีความชื้นสูงได้ และกระแสลมที่ไม่สม่ำเสมอจะมีผลต่อความรู้สึกเย็นสบายมากกว่ากระแสลมที่สม่ำเสมอ ข้อมูลของลมด้านต่างๆที่ต้งนำมาใช้วิเคราะห์ในการออกแบบ

1. ทิศทางของกระแสลม (wind direction)
2. ความเร็วลม (wind speed)
3. ความถี่ที่เกิด (wind frequency)

⁴ ตรึงใจ บุรณสมภพ, การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน (กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์บริษัทอัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, 2539), หน้า 25

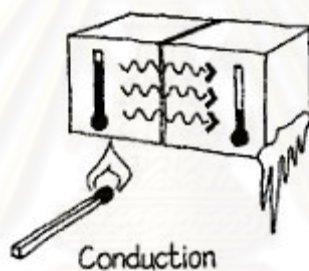
กระแสลมที่จะใช้ประโยชน์สำหรับการระบายอากาศแบบ cross ventilation ต้องใช้ความเร็วลมภายนอกอย่างน้อยที่มีความเร็ว 5 ไมล์ต่อชั่วโมงหรือ 8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง⁵

2.2. พฤติกรรมของการถ่ายเทความร้อน

การถ่ายเทความร้อนคือการเคลื่อนที่หรือแลกเปลี่ยนจากจุดหรือที่ใด ๆ ไปยังที่อีกที่หนึ่ง โดยปกติแล้วการถ่ายเทความร้อนจะถ่ายจากที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเสมอ ดังนั้นถ้าผู้ออกแบบอาคารเข้าใจกฎการถ่ายเทความร้อนเป็นอย่างดีก็สามารถที่ช่วยลดการใช้พลังงาน ในอาคารได้ การออกแบบอาคารที่นั่นต้องให้มีการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกอาคารเข้าสู่ภายในอาคารให้มีปริมาณที่น้อยที่สุด ความร้อนจากภายนอกสามารถถ่ายเทเข้ามาในอาคารโดยผ่านทางผนังอาคารได้ 3 ทาง คือ การนำความร้อน (conduction) การพาความร้อน (convection) การแผ่รังสี (radiation)⁶

2.2.1. การนำความร้อน (Conduction)

เป็นการถ่ายเทความร้อนจากโมเลกุลไปสู่อีกโมเลกุลหนึ่งซึ่งอยู่ติดกันจากอุณหภูมิสูงไปสู่อุณหภูมิต่ำ ไม่ว่าจะ เป็นวัสดุที่มีสสารเดียวกันหรือวัสดุต่างชนิดกันการนำความร้อนจะเกิดขึ้นโดยการสั่นสะเทือนของโมเลกุล ส่วนของตัวกลางจะไม่มีการเคลื่อนที่ โดยของแข็งจะเกิดการถ่ายเทความร้อนด้วยการนำมากที่สุด



ภาพที่ 2.1 ลักษณะการนำความร้อน (Conduction)

ที่มา: Edward Allen and David Swoboda, How Buildings Work: The Natural Order of Architecture (US: Oxford University Press, 2005), p.53

อัตราการถ่ายเทความร้อนด้วยการนำขึ้นอยู่กับปัจจัย 4 ประการ คือ

- พื้นที่หน้าตัดที่ความร้อนไหลผ่าน โดยวัดตั้งฉากกับทิศทางที่ความร้อนไหลหน่วยวัดเป็นตารางเมตร
- ความหนาของวัสดุ คือ ระยะทางที่ความร้อนไหลจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง หน่วยวัดเป็นเมตร

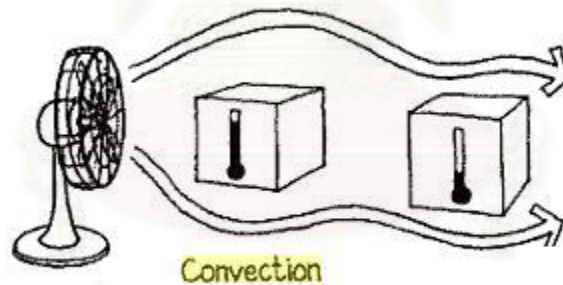
⁵ ธนิต จินดาวงนิค, เอกสารประกอบการสอนการอนุรักษ์พลังงานในการออกแบบสถาปัตยกรรม (คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540), หน้า 117 .

⁶ เรื่องเดียวกันหน้า 20

- ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างจุด 2 จุด คือ ผิวด้านตรงข้ามกันของวัตถุ เช่น อุณหภูมิผิวภายในกับ อุณหภูมิผิวนอก หน่วยวัดเป็นองศาเซลเซียส
- ค่าการนำความร้อน (thermal conductivity) เป็นคุณสมบัติหนึ่งของวัสดุที่บ่งบอกถึง อัตราการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุที่บดตันที่มีเนื้อเดียว ถูกกำหนดค่าเป็น k คือจำนวน british thermal units ต่อชั่วโมง (Btu/h) ที่ถ่ายเทผ่านวัสดุขนาด 1 ตารางฟุตที่มีความหนา 1 นิ้ว เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือลดลงผ่านวัสดุนี้ 1°F ภายใต้สภาวะการถ่ายเทความร้อนคงที่ (steady state conditions) หน่วยของค่า k คือ Btu/h ft $^{\circ}\text{F}$ เทียบเท่ากับระบบเมตริกคือ $\text{W/m } ^{\circ}\text{C}$ ค่า k ที่มีค่าน้อย หมายถึงคุณสมบัติการเป็นฉนวนที่ดี

2.2.2. การพาความร้อน (convection)

เป็นการถ่ายเทความร้อนด้วยการเคลื่อนที่โมเลกุลของสสารโดยอาศัยตัวกลางซึ่งมีสถานะเป็นของเหลวและก๊าซ การเคลื่อนที่ของความร้อนในลักษณะการพานี้ตัวกลางจะเป็นตัวจัดการทั้งหมดเมื่อมีปริมาณความร้อนเข้าไปในของไหล ของไหลที่บรรจุความร้อนจะเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งตัวกลางที่มีความร้อนจะเคลื่อนที่ไหลเวียนไป โมเลกุลที่อุณหภูมิสูงจะลอยตัวขึ้น ส่วนโมเลกุลที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจะตกลงมาข้างล่างทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศขึ้น อัตราการส่งผ่านความร้อนในระบบการพาส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบใหญ่คืออุณหภูมิที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นผลต่างระหว่างอุณหภูมิระหว่างตัวกลางกับอุณหภูมิที่ต่ำกว่าสามารถใช้คุณสมบัตินี้ในการระบายอากาศให้เย็นลงได้



ภาพที่ 2.2 ลักษณะการพาความร้อน (convection)

ที่มา: Edward Allen and David Swoboda, How Buildings Work: The Natural Order of Architecture (US: Oxford University Press, 2005), p.53

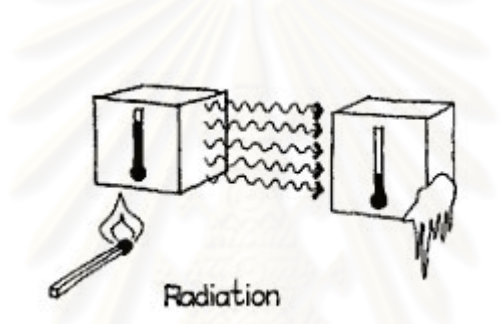
2.2.3. การแผ่รังสี (radiation)

เป็นการถ่ายเทความร้อนออกรอบตัวทุกทิศทาง โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการส่งถ่ายพลังงาน ดังเช่น การนำความร้อน และการพาความร้อน เป็นการเดินทางผ่านที่ว่างโดยตรงของพลังงานรังสีจะเดินทางในรูปแบบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากแหล่งที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปสู่ด้านที่อุณหภูมิต่ำกว่าและถูกดูดซับเข้าไป วัตถุที่มีอุณหภูมิสูงแผ่รังสีคลื่นสั้น วัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำแผ่รังสีคลื่นยาว ในการแผ่รังสีความร้อนของวัตถุนั้นวัตถุต้องดูดความร้อนจากแหล่งความร้อนภายนอกเสียก่อนที่จะมีการแผ่รังสีความร้อนออกมาได้ในลักษณะ “การเปล่งรังสีความร้อน” ออกไป การดูดความร้อนของวัสดุจะแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ

- ส่วนการสะท้อนความร้อนออกไป
- ส่วนการดูดซับความร้อนไว้

การแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบกับอาคารซึ่งแปรเปลี่ยนรังสีคลื่นสั้นกลายเป็นความร้อนที่สะสมบนผิวอาคารแล้วเกิดการถ่ายเทความร้อนเข้ามาในอาคารทั้งที่ผนังและหลังคา ดังนั้นกรอบอาคารมีบทบาทสำคัญในการควบคุมปริมาณความร้อนที่แตกต่างกันระหว่างภายนอกและภายในอาคาร ดังนั้นถ้าใช้วัสดุที่มีการสะสมความร้อนน้อยก็จะช่วยให้ระบบปรับอากาศไม่ต้องทำงานหนักทำให้ช่วยประหยัดพลังงานได้ อัตราการไหลของความร้อนโดยการแผ่รังสีจะขึ้นอยู่กับ

- ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิที่ผิววัตถุที่แผ่รังสี กับผิวที่รับรังสี
- ความสามารถในการแผ่รังสีความร้อนออกจากหน้าผิววัตถุนั้น
- ค่าสัดส่วนรังสีความร้อนที่วัตถุดูดซับไว้ได้ เมื่อเทียบกับรังสีความร้อนที่ตกกระทบ (absorptance) ของแข็งนั้นจะมีการถ่ายเทความร้อนด้วยการนำความร้อน และการแผ่รังสีเท่านั้น



ภาพที่ 2.3 ลักษณะการแผ่รังสี (radiation)

ที่มา: Edward Allen and David Swoboda, How Buildings Work: The Natural Order of Architecture (US: Oxford University Press, 2005), p.53

2.3. คุณสมบัติของวัสดุที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน

ผนังแต่ละชนิดมีคุณสมบัติในการถ่ายเทความร้อนด้วยการนำแตกต่างกันมาจากหลาย องค์ประกอบ ดังนี้

- ความจุความร้อนของวัสดุ
- การหน่วงเหนี่ยวความร้อนของผนัง (time lag)
- อัตราการถ่ายเทความร้อนของวัสดุ
- ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของวัสดุ (U)
- ความต้านทานความร้อน

2.3.1. ค่าความจุความร้อน (heat capacity)

ค่าความจุความร้อนคือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้วัสดุหนึ่งหน่วยปริมาตรหรือ พื้นที่ผิว 1 หน่วยพื้นที่มี อุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศา มีหน่วยเป็น Kcal/m³ °C สำหรับกรณีที่เกิดค่าความจุความร้อนของวัสดุในหน่วยปริมาตร (CV) และมีหน่วยเป็น Kcal / m² °C วัสดุที่มีค่าความจุความร้อนสูงจะเก็บกักความร้อนไว้ได้มาก ทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งช้าลง มีผลทำให้อุณหภูมิผิวของวัสดุที่มีค่าความจุความร้อนแตกต่างกันมีค่าต่างกัน โดยส่วนใหญ่วัสดุที่มีความหนาแน่นมาก (มวลสารมาก) เช่น อิฐ คอนกรีต หิน มักมีความจุความร้อนสูงกว่าวัสดุที่มีความหนาแน่นต่ำ (มวลสารน้อย)วัสดุที่มีค่าความเก็บความร้อนสูงจะกักเก็บความร้อนไว้ได้มากทำให้ความร้อนที่ไหลผ่านผนังนั้นช้าลงสำหรับการคิดค่าความจุความร้อนของผนัง (C_w) ค่าความจุความร้อนของวัสดุสามารถหาได้จากสมการ⁷

$$C = \rho S$$

C หมายถึง ค่าความจุความร้อนของวัสดุหรือของผนัง (Kcal / m³ °C หรือ Kcal / m² °C)

ρ หมายถึง ความหนาแน่นของวัสดุหรือของผนัง (kg/m³ หรือ kg/m²)

S หมายถึง ค่าความจุความร้อนจำเพาะของวัสดุ (specific heat) มีหน่วยเป็น kcal /kg °C

จากสูตรการหาค่าความจุความร้อนที่ขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัยคือ ค่าความจุความร้อนจำเพาะ และค่าความหนาแน่นของวัสดุนั้น จะเห็นได้ว่า ค่าความจุความร้อนจำเพาะของวัสดุใดๆ จะมีค่าในช่วงที่แตกต่างกันไม่มากนัก ในขณะที่ค่าความหนาแน่นของวัสดุต่างๆจะมีช่วงที่แตกต่างกันมาก โดยจะขึ้นอยู่กับมวลสารของวัสดุนั้นๆ เป็นหลัก จึงอาจกล่าวได้ว่า ค่าความจุความร้อนของวัสดุใดๆ จะแปรผันตามมวลสารของวัสดุนั้นๆ เป็นส่วนใหญ่

2.3.2. การหน่วงเหนี่ยวความร้อนของผนัง (time lag)

1. โดยปกติแล้ววัสดุที่มีมวลสารมากจะมีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อนไว้ได้นาน กว่าวัสดุที่มีมวลสารน้อยกว่า แต่ในสภาพการใช้งานจริงการหน่วงเหนี่ยวความร้อนของวัสดุจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ และที่สำคัญคือปริมาณความร้อนที่จะมากพอที่จะทำให้วัสดุในแต่ละชั้นร้อนขึ้นถึงจุดอิ่มตัว (fill up the heat capacity) ก่อนที่จะถ่ายลงไปในชั้นต่อไป ความร้อนที่กระทำด้านนอกผิวผนังอาคารจะเกิดการถ่ายเทความร้อน(heat transmission) เข้าสู่ผนังอาคาร ส่งผลให้เกิดดังนี้ คลื่นความร้อนจะจางลง ปริมาณความร้อนผ่านเข้ามาได้บางส่วน ปรากฏการณ์นี้ได้จากคุณสมบัติการเป็นฉนวนความร้อนของวัสดุ ที่ได้จากค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน u-value ค่า u ยิ่งต่ำก็ยิ่งมีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี.

⁷ Givoni, B. Man, *Climate and Architecture* (Amsterdam: Elsevier Publishing Company Limited, 1969), p. 105.

2. เกิดช่วงเวลาที่ได้จากการหน่วงความร้อนของวัสดุด้านตรงข้ามจะไม่ร้อนทันทีที่ถูกความร้อนกระทำด้านนอก และจะกินเวลาชั่วระยะเวลาหนึ่งแล้วแต่คุณสมบัติของวัสดุ การเก็บกักความร้อนยิ่งมากเท่าใดเวลาที่ได้จากการหน่วงเหนี่ยวก็เพิ่มขึ้น⁸ วัสดุที่มีความจุความร้อนมากจะสามารถเก็บสะสมความร้อนไว้ในเนื้อวัสดุได้มากจึงมีอัตราการถ่ายเทความร้อนได้ช้ากว่าวัสดุที่มีความจุความร้อนน้อย โดยอัตราในการถ่ายเทความร้อนของวัสดุนี้ จะแสดงออกมาในรูปของค่าการหน่วงเวลาหรือการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (time – lag) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตร⁹

$$\text{Time-lag} = 1.3 \times \text{thickness} \sqrt{(\text{heat capacity} / \text{conductivity})}$$

โดยที่ time – lag : ค่าการหน่วงเวลา (ชั่วโมง)

thickness : ความหนา (ฟุต)

heat capacity : ความจุความร้อนจำเพาะ (บีทียู/ฟต³ °F)

conductivity : สัมประสิทธิ์การนำความร้อน (บีทียู-ฟุต/ชม.ฟต² °F)

- 2.3.3. อัตราการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุ หรืออัตราการนำความร้อนของวัสดุ (thermal conductivity: k) เป็นคุณสมบัติหนึ่งของวัสดุที่บ่งบอกถึง อัตราการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุที่ตันที่มีเนื้อเดียวถูกกำหนดค่าเป็น k คือจำนวน British Thermal Units ต่อชั่วโมง (Btu/h) ที่ถ่ายเทผ่านวัสดุขนาด 1 ตารางฟุตที่มีความหนา 1 นิ้ว เมื่อผ่านผ่านวัสดุนี้อุณหภูมิลดลง 1 °F ภายใต้สภาพการถ่ายเทความร้อนคงที่ (steady state conditions) หน่วยของค่า k คือ Btu/h ft °F เทียบเท่ากับระบบเมตริกคือจำนวนวัตต์ถ่ายเทผ่านวัสดุขนาด 1 ตารางเมตร เมื่ออุณหภูมิลดลง 1 °C หน่วยของระบบเมตริกคือ W/m °C
- 2.3.4. อัตราการถ่ายเทความร้อนรวมวัสดุ (thermal conductance : C) อัตราการถ่ายเทความร้อนในเวลา 1 ชั่วโมงต่อความหนาวัสดุ 1 นิ้ว ค่า conductance กำหนดเป็นค่า C เมื่ออุณหภูมิลดลง 1 °F หน่วยของค่า C คือ Btu/h ft °F เทียบเท่ากับระบบเมตริกคือ W/m °C สูตรในการคำนวณ

$$C = K / \text{ความหนาวัสดุ (ม.)}$$

- 2.3.5. ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (thermal transmittance or U - value) สูตรในการคำนวณ

$$U = 1 / \sum R$$

⁸ สมสิทธิ์ นิตยะ, การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศในเขตร้อนชื้น (กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541).
หน้า 139.

⁹ Donald Watson, *Climatic Design* (New York : McGraw-Hill Book Company, 1983), p. 15

เป็นค่าที่บอกความสามารถของวัสดุในการยอมให้ความร้อนถ่ายเทผ่านเนื้อวัสดุจากฟิล์มอากาศด้านที่ติดผิวด้านหนึ่งไปยังฟิล์มอากาศด้านที่ติดผิวอีกด้านหนึ่งของวัสดุมีค่าเป็นส่วนกลับของสัมประสิทธิ์การต้านทานความร้อน (R) มีหน่วยเป็น $W / m^2 \text{ }^{\circ}C$ โดยเราสามารถคำนวณหา ปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้าผนังได้โดยการคำนวณ ดังสูตรเมื่อทราบ ค่าตัวแปรทั้งสาม จะสามารถคำนวณหาอัตราการถ่ายเทความร้อนได้จากสมการต่อไปนี้ การคำนวณหาอัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความผ่านเปลือกอาคาร¹⁰

$$Q = U \times A \times \Delta T$$

$$Q = U \times A \times CLTD$$

โดยที่	Q	= อัตราการถ่ายเทความร้อนBtu/h (หรือ W)
	A	= พื้นที่ผิวผนัง (m ²) ตั้งฉากกับทิศทางที่ความร้อนเดินทาง
	U	= $1/\sum R$ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (W / m ² °C)
	ΔT	= ผลต่างของอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอก (°C)
	CLTD	= ผลต่างภาระการทำความเย็นเทียบเท่า (cooling load temperature difference(°C))

ความแตกต่างระหว่าง ΔT และ CLTD

1. ค่า T ใช้สำหรับกรณีในพื้นที่ที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากรังสีอาทิตย์เข้าเกี่ยวข้อง เช่น ภายในอาคารจะใช้ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศระหว่างด้านในและด้านนอก
2. ค่า CLTD ใช้สำหรับกรณีที่พื้นที่ได้รับอิทธิพลจากรังสีอาทิตย์ เช่น ผนังภายนอกอาคาร ผนังภายนอกที่ถูกรังสีอาทิตย์ทำให้อุณหภูมิผิวผนังสูงกว่าอุณหภูมิอากาศส่งผลต่อการถ่ายเทความร้อนของผนังเข้าสู่อาคารผนังอาคารที่โดนแสงแดดก็จะดูดกลืนรังสีความร้อนจากแสงแดดทำให้การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารเปลี่ยนไป การใช้ค่า CLTD เป็นการปรับให้เข้ากับอิทธิพลภายนอกเพราะอุณหภูมิภายนอกอาคารกับภายในอาคารไม่คงที่แต่จะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพอากาศที่ ตลอดเวลา อิทธิพลนี้เรียกว่าsol-air effect หรือ effective environment temperature เป็นอุณหภูมิที่ได้รับอิทธิพลจากรังสีอาทิตย์ (solar) และอากาศ (air) ตกกระทบผิวผนังภายนอกอาคารทำให้อุณหภูมิผิวผนังภายนอกสูงขึ้นไปกว่าอากาศรอบๆมีผลทำให้มีปริมาณความร้อนเพิ่มขึ้น (heat gain) ค่าของ sol-air temperature จะขึ้นอยู่กับมวลสารของวัสดุ และค่าการดูดซับรังสีของพื้นผิวนั้นๆ สูตรในการคำนวณ sol-air effect ดังนี้

¹⁰ America Society of Heating Refrigeration and Air-condition Engineerings, ASHRAE

$$T_{\text{sol-air}} = \frac{T_o + \alpha I - \epsilon \delta R}{h_o}$$

โดยที่

- $T_{\text{sol-air}}$ = sol-air temperature
- T_o = อุณหภูมิอากาศภายนอกรอบๆอาคาร $^{\circ}\text{C}$
- h_o = ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผิวทั้งหมด (long waveradiation) และ convection Btu/h.ft² หรือ (W/m² $^{\circ}\text{C}$) มีค่าประมาณ 300 Btu/h.ft²
- I = รังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบทั้งหมด (total solar radiation incident on the surface) Btu/h.ft² หรือ (W/m² $^{\circ}\text{C}$) มีค่าประมาณ 240 Btu/h.ft²
- ϵ = ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายความร้อนออกจากผิว (hemispherical emittance of the surface)
- α = ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับความร้อนของผิววัสดุ (ไม่มีหน่วย)
- δR = อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนของผิววัสดุกับสภาพแวดล้อมและท้องฟ้า Btu/h.ft² หรือ (W/m² $^{\circ}\text{C}$)

ความหมาย sol-air temperature ของ ASHRAE คือ อุณหภูมิปริมาณของอากาศที่ติดอยู่บนผิวของวัสดุตอนที่ไม่มีอิทธิพลจากแสงแดดและการแลกเปลี่ยนรังสีที่จะทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารในอัตราที่เทียบเท่ากับสภาวะที่มีอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์จริงจากการแลกเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้า สภาพแวดล้อมรอบข้างและจากการแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศภายนอก

พื้นผิวราบ (horizontal surface) รับการแผ่รังสีคลื่นยาว (long wave radiation) จากท้องฟ้าเพียงอย่างเดียวค่า δR จะอยู่ที่ประมาณ 20 Btu/h.ft² หรือ W/m² $^{\circ}\text{C}$

พื้นผิวดิ่งในแนวตั้ง (vertical surface) ผิวจะรับรังสีคลื่นยาวจากพื้นและอาคารข้างเคียงเช่นเดียวกับท้องฟ้าดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะหาค่า δR ที่แน่นอนไม่สามารถกำหนดได้ เมื่อความเข้มของรังสีอาทิตย์มีค่าสูงพื้นผิวของวัสดุที่อยู่บนโลกก็จะร้อนขึ้นและจะสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศภายนอกดังนั้นรังสีคลื่นยาวบางส่วนจะแผ่กลับไปยังท้องฟ้าที่มีค่าการแผ่รังสีต่ำกว่า ดังนั้นจึงสมมติให้ใช้ค่า $\delta R = 0$ ในการคำนวณ¹¹

2.3.6. ค่าความต้านทานความร้อน (R, resistance)

ค่า R เป็นค่าที่บอกให้รู้ว่าคุณสมบัติของวัสดุที่ติดตั้งนั้น มีประสิทธิภาพมากน้อยแค่ไหนในการเป็นฉนวน ค่า R เป็นส่วนกลับของ conductance จะถูกวัดใน จำนวนชั่วโมงที่ต้องการสำหรับความร้อน 1Btu ที่ถ่ายเทผ่านวัสดุความหนาหนึ่ง เมื่อมีความต่างของอุณหภูมิ 1 $^{\circ}\text{F}$ หน่วยของ R คือ h ft² $^{\circ}\text{F}/\text{Btu}$ ในระบบเมตริกคือ m² $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ยิ่งวัสดุมีค่า R-value มากเท่าไร ประสิทธิภาพในความเป็นฉนวนก็ยิ่งมีมากขึ้นเท่านั้นมีหน่วยเป็น m² $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ สามารถคำนวณได้จากสมการ $R = 1/C = \text{ความหนาวัสดุ}/K$ ค่า R ที่มีค่ามากหมายถึงคุณสมบัติการเป็นฉนวนที่ดี

¹¹ America Society of Heating Refrigeration and Air-condition Engineerings, ASHRAE

2.4. การแลกเปลี่ยนอุณหภูมิกับสภาวะแวดล้อมโดยรอบ Mean Radiant Temperature(MRT)

อุณหภูมิของสภาวะแวดล้อมเป็นสิ่งสำคัญที่ไม่สามารถมองข้ามในการปรับสภาพแวดล้อมให้อยู่ในสภาวะที่น่าสบาย ซึ่งจะมีความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิของร่างกายกับอุณหภูมิ ของสิ่งแวดล้อมรอบตัวมนุษย์ ปัจจัยอย่างหนึ่งคือการแผ่รังสีความร้อนจากสิ่งแวดล้อมเข้าหาร่างกายมนุษย์ การคิดค่าการแผ่รังสีความร้อนของสิ่งแวดล้อมนี้คิดเป็นค่าเฉลี่ยของการแผ่รังสีจากแหล่งต่างๆในสภาวะแวดล้อมเรียกว่า mean radiant temperature (MRT) การที่อุณหภูมิที่ผิวเฉลี่ยของวัตถุรอบๆตัวแตกต่างกันจากอุณหภูมิปกติ โดยที่ 1 องศาของ MRT จะเท่ากับ 1.4 องศาของอุณหภูมิอากาศ (dry bulb temperature) เช่น อุณหภูมิสภาพแวดล้อมรอบๆตัวต่ำกว่าผิวกาย จะเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผิวกายกับสภาพแวดล้อม ถ้าอุณหภูมิรอบข้างโดยเฉลี่ย ต่ำกว่าผิวกาย 1°C จะมีความรู้สึกเสมือนว่าเย็นลง 1.4°C เป็นต้น ค่า MRT ก็คือการคิดค่าการแผ่รังสีความร้อนของการแผ่รังสีจากแหล่งต่างๆ ในสภาวะแวดล้อมรอบตัวเรา

- ค่าของ MRT จะเป็น + เมื่อสิ่งที่อยู่รอบๆร่างกายมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิผิวร่างกาย
- ค่าของ MRT จะเป็น - (เกิดการสูญเสียความร้อนจากร่างกาย) เมื่อสิ่งที่อยู่รอบๆร่างกายมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิผิวร่างกาย

2.5. ลักษณะทางกายภาพของยางพารา

ยางพารา¹² เป็นพืชยืนต้นขนาดใหญ่ มีอายุยืนยาวหลายสิบปีเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ ซึ่งมีส่วนประกอบต่างๆดังนี้

2.5.1 ราก - เป็นระบบรากแก้ว

2.5.2 ลำต้น - กลมตรง ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ

2.5.2.1. เนื้อไม้ ยางพาราจัดเป็นไม้เนื้ออ่อน เนื้อไม้มีสีขาวปนเหลืองอยู่ด้านในกลางลำต้น

2.5.2.2. เยื่อเจริญ เป็นเยื่อบางๆอยู่โดยรอบเนื้อไม้มีหน้าที่สร้างความเจริญเติบโตให้กับต้นยาง

2.5.2.3. เปลือกไม้ – เป็นส่วนที่อยู่ถัดจากเยื่อเจริญออกมาด้านนอกสุด ช่วยป้องกันอันตรายที่จะมากระทบต้นยาง เปลือกของต้นยางนี้มีความสำคัญต่อเกษตรกรชาวสวนยางมาก เนื่องจากท่อน้ำยางจะอยู่ในส่วนนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเปลือกด้านในที่ติดอยู่เยื่อเจริญ จะมีท่อน้ำยางอยู่มากที่สุด

¹² เฉลิมวงศ์ เจริญสุข และคนอื่นๆ, การปลูกยางพารา (กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ส่งเสริมอาชีพธุรกิจ เพชรกะรัต จำกัด, 2546)



ภาพที่ 2.4 ลักษณะของพารา

ที่มา: ลักษณะของยางพารา [ออนไลน์], 10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา www.rakbankerd.com

- 2.5.3. ใบ – เป็นส่วนประกอบ โดยทั่วไป 1 ก้านใบจะมีใบย่อย 3 ใบมีหน้าที่หลักในการปรุงอาหารหายใจและคายน้ำ ใบยางจะแตกออกมาเป็นชั้นๆ เรียกว่า ฉัตร ระยะเวลา เริ่มแตกฉัตรจนถึงใบในฉัตรนั้นแก่เต็มที่จะใช้เวลาประมาณ 2-3 เดือน ยางจะผลัดใบในฤดูแล้งของทุกปี ยกเว้นยางต้นเล็กที่ยังไม่แตกกิ่งก้านสาขา หรืออายุไม่ถึง 3 ปีจะไม่ผลัดใบ
- 2.5.4. ดอก – มีลักษณะเป็นช่อ มีทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่ในช่อดอกเดียวกัน ดอกยางทำหน้าที่ ผสมพันธุ์โดยการผสมพันธุ์แบบเปิด ดอกยางจะออกตามปลายกิ่งของยางหลังจากที่ต้นยางผลัดใบ



ภาพที่ 2.5 ลักษณะของดอกและใบของยางพารา

ที่มา: ลักษณะของยางพารา [ออนไลน์], 10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา www.rakbankerd.com

- 2.5.5. ผล – มีลักษณะเป็นพู่โดยปกติจะมี 3 พู่ในแต่ละพู่จะมีเมล็ดอยู่ภายใน ผลอ่อนมีสีเขียวผลแก่มีสีน้ำตาลและมีลักษณะแข็ง
- 2.5.6. เมล็ด – มีสีน้ำตาลลายขาวคล้ายสีของเมล็ดละหุ่ง ยาวประมาณ 2 – 2.5 เซนติเมตร กว้างประมาณ 1.5 – 2.5 เซนติเมตร หนักประมาณ 3 – 6 กรัม เมล็ดยางเมื่อหล่น

ใหม่ๆ จะมีเปอร์เซ็นต์ ความมอกสูงมาก แต่เปอร์เซ็นต์ความมอกนั้นจะลดลงอย่างรวดเร็ว ในสภาพ ปกติเมล็ดยางจะรักษาความมอกไว้ได้ประมาณ 20 วันเท่านั้น

- 2.5.7. น้ำยาง – เป็นของเหลวสีขาวถึงขาวปนเหลืองข้นขึ้นอยู่ในท่อน้ำยางซึ่งเรียงตัวกันอยู่ในเปลือกของ ต้นยาง ในน้ำยางจะมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นเนื้อยาง และส่วนที่ไม่ใช่ยาง ตามปกติ ในน้ำยางจะมีเนื้อยางแห้งประมาณ 25 – 45 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 2.6 ลักษณะของเมล็ด ผล และน้ำยางยางพารา

ที่มา: ลักษณะของเมล็ด ผล และน้ำยางยางพารา [ออนไลน์], 10 ธันวาคม 2553.แหล่งที่มา

www.orasirii.blogspot.com

2.6 คุณสมบัติของน้ำยางพารา

น้ำยาง มีความหนาแน่น 0.98 กรัมต่อมิลลิลิตร มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ที่ pH 6.8 เมื่อตรวจดูในห้องปฏิบัติการ จะพบว่า มีอนุภาคขนาดต่างๆ กันแขวนอยู่ในของเหลว อนุภาคเหล่านี้จะมีประจุเป็นลบ ผลักกันอยู่ตลอดเวลา ทำให้อนุภาค เหล่านี้แขวนลอยและคงสภาพเป็นน้ำยางอยู่ได้จนกว่าจะมีสภาพแวดล้อมและปัจจัยต่างๆ มารบกวน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะทำให้ น้ำยางเสียเสถียรภาพ และจับตัวกันเป็นก้อน

ส่วนประกอบของน้ำยาง

น้ำยางประกอบด้วย ปริมาณของแข็งทั้งหมด 22-48%

ปริมาณเนื้อยางแห้ง 25-45%

สารจำพวกโปรตีน 1.5 %

สารพวกเรซิน 2.0 %

คาร์โบไฮเดรต 1.0 %

สารอินทรีย์ 0.5 %

ในส่วนประกอบของน้ำยางที่กล่าวแล้วนั้น สามารถแบ่งออกเป็นส่วนสำคัญได้ 2 ส่วนคือ

1. ส่วนที่เป็นเนื้อยาง ประมาณ 35 %

2. ส่วนที่ไม่ใช่ยาง ประมาณ 65 %

1. ส่วนที่เป็นเนื้อยาง

- เป็นอนุภาคที่แขวนลอยอยู่ในน้ำยาง
- เป็นสารประกอบพวกไฮโดรคาร์บอน
- มีความหนาแน่น 0.92 กรัมต่อมิลลิลิตร

- เป็นโมเลกุลขนาดใหญ่ เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.002 – 0.003 ไมครอน ไม่ละลายน้ำรูปทรงมีทั้งทรงกลมและทรงรี
- ในสภาพของน้ำยางจะถูกห่อหุ้มด้วยชั้นของสารจำพวกไขมันและสารจำพวกโปรตีน ในเนื้อยางแห้ง (Dry Rubber Content) ประกอบด้วย
 - ยาง (Hydrocarbon) 86 %
 - น้ำ (การกระจายอยู่ใน Hydrocarbon) 10 %
 - สารพวกไขมัน 3%
 - สารพวกโปรตีน 1%
 - โลหะบางชนิด เช่น แมกนีเซียม โปแตสเซียม และทองแดงประมาณ 0.5 %

2. ส่วนที่ไม่ใช่ยาง

ส่วนนี้ประกอบด้วย ส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นน้ำหรือที่เรียกว่าซีรัม (Serum) และส่วนของลูตอยด์ (Lutoid) และสารอื่น

2.1. ส่วนที่เป็นน้ำหรือเรียกว่า ซีรัม (Serum)

- มีความหนาแน่น ประมาณ 1.02 กรัมต่อมิลลิเมตร
- ประกอบด้วยสารพวกคาร์โบไฮเดรต และกรดอะมิโน

2.2. ส่วนของลูตอยด์ (Lutoid) และสารอื่น

ลูตอยด์

- เป็นอนุภาคกลม มีเยื่อบางหุ้มอยู่
- ขนาดใหญ่กว่าอนุภาคของยางมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2-5 ไมครอน
- ภายในเยื่อบาง ประกอบด้วยส่วนที่เรียกว่า บี-ซีรัม ที่มีส่วนของสารละลายกรดเกลือ โปรตีน น้ำตาล และโพลีฟีนอลออกซิเดส ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ยางมีสีคล้ำ เมื่อสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ
- ของเหลวในลูตอยด์ มี pH 5.5
- ลูตอยด์จะบวมพองและแตกออกเมื่อเติมน้ำลงไป ในน้ำยาง เป็นผลให้ยางมีความหนืดเพิ่มขึ้น
- ในการกรีดยาง เมื่อน้ำยางไหลออกได้สักครู่ความเข้มข้นของน้ำยางในท่อน้ำยางจะเจือจางลงเป็นผลให้ลูตอยด์เกิดการพองตัวและแตกออกทำให้น้ำยางจับตัวอุดท่อน้ำยาง และน้ำยางหยุดไหลสารอื่น หรือที่เรียกว่า อนุภาค ฟรี วิสลิ้ง (Frey wyssling)
- เป็นอนุภาคที่มีสีเหลืองเข้ม ซึ่งมีสีเหลืองเข้มจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของสารคาโรทีนอยด์ (Carotiniod) ที่ประกอบอยู่ขนาดใหญ่กว่าอนุภาคของยาง และมีความหนาแน่นมากกว่ายางเล็กน้อยน้ำยางมีส่วนประกอบของไขมันรวมอยู่ด้วยถ้านำน้ำยางไปปั่นด้วยเครื่องปั่น (Centrifuge) โดยใช้ความเร็วสูง น้ำยางจะแยกออกเป็นชั้น ๆ 4 ชั้น

2.7 พื้นที่ปลูกยางพาราของประเทศไทย

ปี พ.ศ.2553 ประเทศไทยมีพื้นที่ในการปลูกยางพาราทั้งสิ้น 16,889,686 ไร่¹³ เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2549 ซึ่งมีพื้นที่ 14,338,046 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 15.11 โดยภาคใต้มีพื้นที่ปลูกยางมากที่สุด 11,339,658 ไร่ รองลงมาคือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2,845,542 ไร่ ภาคตะวันออกรวมภาคกลาง 2,103,908 และภาคเหนือ 600,578 ไร่รวมทั้งสิ้น 64 จังหวัด จังหวัดที่มีการ ปลูกยางพารามากที่สุดคือจังหวัดสุราษฎร์ธานี 1,871,907 ไร่ โดยในจำนวนพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งหมดของประเทศไทย เป็นพื้นที่ที่มียางพาราอายุมากกว่า 6 ปี 11,773,064 ไร่ ในจำนวนนี้ ร้อยละ 80.81 อยู่ในภาคใต้

พื้นที่การปลูกยางพาราใน ภาคใต้

จังหวัด	พื้นที่ปลูกยางพารา(ไร่)	
	พื้นที่ปลูก	พื้นที่ยางอายุมากกว่า 6 ปี
1. สุราษฎร์ธานี	1,871,907	1,674,267
2. นครศรีธรรมราช	1,447,643	1,136,190
3. สงขลา	1,444,302	1,222,119
4. ตรัง	1,310,188	1,109,178
5. ยะลา	1,046,872	892,493
6. นราธิวาส	1,005,871	896,029
7. พังงา	757,025	541,437
8. กระบี่	625,231	516,498
9. พัทลุง	538,477	470,200
10. ชุมพร	464,622	391,891
11. ปัตตานี	295,185	255,358
12. สตูล	290,019	223,432
13. ระนอง	150,529	100,667
14. ภูเก็ต	91,787	84,417
รวมภาคใต้	11,339,658	9,514,176

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงพื้นที่การปลูกยางพาราในภาคใต้

ที่มา : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, พื้นที่ปลูกยางพาราในประเทศไทย[ออนไลน์],10 ธันวาคม 2553.

แหล่งที่มา www.moac.go.th

¹³ การส่งออกยางพารา [Online].(n.d.).แหล่งที่มา : <http://www.thainr.com> [2010,dec

พื้นที่การปลูกยางพาราใน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จังหวัด	พื้นที่ปลูกยางพารา(ไร่)	
	พื้นที่ปลูก	พื้นที่ยางอายุมากกว่า 6 ปี
1. หนองคาย	637,824	300,671
2. เลย	382,497	39,375
3. อุดรธานี	295,000	52,000
4. อุบลราชธานี	214,856	54,144
5. บุรีรัมย์	178,331	75,956
6. ศรีสะเกษ	176,096	49,162
7. สกลนคร	171,665	40,285
8. นครพนม	140,517	41,544
9. กาฬสินธุ์	137,398	19,838
10. มุกดาหาร	110,000	25,633
11. หนองบัวลำภู	94,288	7,762
12. สุรินทร์	90,686	32,578
13. ยโสธร	49,657	14,969
14. อำนาจเจริญ	42,418	4,635
15. ขอนแก่น	38,507	8,336
16. ชัยภูมิ	31,431	7,012
17. นครราชสีมา	25,833	4,978
18. ร้อยเอ็ด	24,657	8,082
19. มหาสารคาม	3,881	2,071
รวมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	2,845,542	789,031

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงพื้นที่การปลูกยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ที่มา : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, พื้นที่ปลูกยางพาราในประเทศไทย[ออนไลน์], 10 ธันวาคม 2553.

แหล่งที่มา www.moac.go.th

พื้นที่การปลูกยางพาราใน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จังหวัด	พื้นที่ปลูกยางพารา(ไร่)	
	พื้นที่ปลูก	พื้นที่ยางอายุมากกว่า 6 ปี
1. หนองคาย	637,824	300,671
2. เลย	382,497	39,375
3. อุดรธานี	295,000	52,000
4. อุบลราชธานี	214,856	54,144
5. บุรีรัมย์	178,331	75,956
6. ศรีสะเกษ	176,096	49,162
7. สกลนคร	171,665	40,285
8. นครพนม	140,517	41,544
9. กาฬสินธุ์	137,398	19,838
10. มุกดาหาร	110,000	25,633
11. หนองบัวลำภู	94,288	7,762
12. สุรินทร์	90,686	32,578
13. ยโสธร	49,657	14,969
14. อำนาจเจริญ	42,418	4,635
15. ขอนแก่น	38,507	8,336
16. ชัยภูมิ	31,431	7,012
17. นครราชสีมา	25,833	4,978
18. ร้อยเอ็ด	24,657	8,082
19. มหาสารคาม	3,881	2,071
รวมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	2,845,542	789,031

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงพื้นที่การปลูกยางพาราในภาคเหนือ

ที่มา : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, พื้นที่ปลูกยางพาราในประเทศไทย[ออนไลน์], 10 ธันวาคม 2553.แหล่งที่มา www.moac.go.th

พื้นที่การปลูกยางพาราใน ภาคตะวันออกและภาคกลาง

จังหวัด	พื้นที่ปลูกยางพารา(ไร่)	
	พื้นที่ปลูก	พื้นที่ยางอายุมากกว่า 6 ปี
1. ระยอง	716,371	547,252
2. จันทบุรี	463,799	314,768
3. ตราด	287,783	231,248
4. ชลบุรี	185,757	141,621
5. ประจวบคีรีขันธ์	182,399	88,721
6. ฉะเชิงเทรา	116,896	75,287
7. กาญจนบุรี	97,206	33,776
8. สระแก้ว	18,511	16,391
9. ราชบุรี	14,077	1,635
10. ปราจีนบุรี	11,539	3,885
11. เพชรบุรี	7,300	202
12. สุพรรณบุรี	1,200	20
13. สระบุรี	678	170
14. ลพบุรี	392	40
รวมภาคตะวันออกและภาคกลาง	2,103,908	1,455,016

ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงพื้นที่การปลูกยางพาราในภาคตะวันออกและภาคกลาง

ที่มา : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, พื้นที่ปลูกยางพาราในประเทศไทย[ออนไลน์], 10 ธันวาคม 2553.

แหล่งที่มา www.moac.go.th

จากตารางแสดงพื้นที่ปลูกยางพาราในประเทศไทย คิดเป็นพื้นที่ปลูกยางพารารวมทั้งประเทศประมาณ 17 ล้านไร่ และต้นยางพาราจะทำการทยอยกันผลัดใบประมาณเดือนธันวาคมจนถึงเดือนมีนาคม ซึ่งต้นยางจะผลัดใบทั้งทั้งหมด แล้วจึงผลัดใบใหม่อีกครั้งปลายเดือนมีนาคมและมีช่วงเปิดหน้ายางสำหรับกรีดยางใหม่ประมาณเดือนเมษายนตามสภาพภูมิอากาศ ในช่วงฤดูที่ยางผลัดใบนี้เองที่ใบยางจะส่งผลกระทบต่อชาวสวนยางและเริ่มสร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศโดยการเผาทำลาย และส่วนหนึ่งถูกทิ้งให้กร้างในพื้นที่สวนยาง มีบางส่วนที่ถูกกลุ่มเกษตรกรนำไปผลิตทำดอกไม้ประดิษฐ์จากใบยางพารา

หากจะลองคิดคำนวณหาปริมาณยางพาราที่ผลัดใบโดยประมาณโดยวิธีการเก็บในบริเวณได้ต้นยางคิดเฉลี่ยแล้วได้ประมาณ 2 กระสอบต่อยาง 1 ต้น ปริมาณยางที่ปลูก 70 ต้นต่อไร่ คิดเป็นใบยางที่ผลัดใบทั้งหมดโดยประมาณ ดังนี้

พื้นที่ปลูกยางทั้งหมด	17,000,000	ไร่
พื้นที่ 1 ไร่ สามารถปลูกยางพาราได้ประมาณ	70 ^x	ตัน
∴ คิดเป็นต้นยางทั้งหมดที่ปลูก	1,190,000,000	ตัน
ต้นยาง 1 ต้นผลิตใบยางได้ประมาณ	2	กระสอบ
ดังนั้นจะมีใบยางที่ผลัดใบทั้งสิ้นประมาณ	2,380,000,000	กระสอบ

ใบยางพาราในฤดูผลัดใบจะถูกเผาทำลายประมาณ 10 % คิดเป็น 238,000,000 กระสอบ

จากการคาดคะเนการคำนวณปริมาณยางที่ถูกเผาทำลายซึ่งเป็นจำนวนประมาณ 238 ล้านกระสอบ ซึ่งจะสร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำลายชั้นบรรยากาศในปริมาณมากจึงควรมีวิธีการศึกษาที่จะใช้ประโยชน์จากใบยางที่ผลัดใบ เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาใบยางที่ถูกเผาทำลายโดยเปล่าประโยชน์

2.8 ฉนวนกันความร้อน

ฉนวนป้องกันความร้อนแบ่งออกได้หลายประเภททั้งวิธีการผลิตและความเหมาะสมกับการใช้งาน ดังนี้

2.8.1. ยิปซัมบอร์ด¹⁴ (ชนิดกันความร้อน) (Gypsum Board)

ลักษณะทั่วไป

เป็นวัสดุแผ่นเรียบที่ผลิตขึ้นจากแร่ยิปซัมซึ่งเผาไฟไม่ติดมาประกอบเป็นแกนกลางของแผ่นยึดประกอบด้วยกระดาษเหนียวชนิดพิเศษทั้ง 2 ด้าน มีผิวหน้าเรียบสม่ำเสมอ มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนและเสียง ไม่เป็นพิษและไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ การติดตั้งง่ายสะดวก รวดเร็วไม่เลอะเทอะ กรณีใช้เป็นผนังอาคารจะช่วยประหยัดโครงสร้างอาคาร เนื่องจากมีน้ำหนักเบากว่าผนัง ก่ออิฐฉาบปูนถึง 5 เท่า ขึ้นอยู่กับการออกแบบระบบผนังในปัจจุบันมีการพัฒนาแผ่นยิปซัมให้มีคุณสมบัติและรูปแบบที่หลากหลายมากขึ้น เพื่อความเหมาะสมในการใช้งาน โดยจะมีตั้งแต่ชนิดธรรมดาชนิดกันความร้อนชนิดทนไฟ ชนิดทนความชื้น เป็นต้น โดยชนิดที่มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนได้ดี เช่น ชนิดอลูมิเนียมฟอยล์ เป็นการนำแผ่นยิปซัมมาด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ด้านหลังของแผ่น สามารถสะท้อนรังสีความร้อนได้ถึง 95% การนำความร้อนต่ำกว่า เหมาะสำหรับการทำฝ้าเพดานและผนังบริเวณที่ต้องการป้องกันความร้อนเป็นพิเศษ และชนิดกันความร้อนพิเศษ จะประกอบด้วยแผ่นยิปซัม ติดแผ่นโพลีสไตรีน (Polystyrene) ชนิดไม่ลามไฟ (F-Grade) ความหนาแน่น 1 ปอนด์/ลบฟุต และแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ เพิ่มประสิทธิภาพการสะท้อนความร้อนได้ดีเป็นพิเศษ โดยตัวแผ่นโพลีสไตรีนทำหน้าที่เป็นฉนวนกันความร้อนจากภายนอกอีกชั้นหนึ่ง และช่วยควบคุมอุณหภูมิภายในห้องให้คงที่ที่เหมาะสมสำหรับห้องที่ต้องการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่สม่ำเสมอ หรือเพื่อลดขนาดการใช้เครื่องปรับอากาศ

¹⁴ ยิปซัมบอร์ด[ออนไลน์], 10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา www.dede.go.th

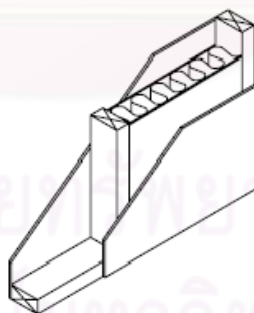


ภาพที่ 2.7 ยิปซัมบอร์ด

ที่มา : ยิปซัมบอร์ด [ออนไลน์], 10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา www.dede.go.th

การประยุกต์การใช้งานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุ

ปัจจุบันยังไม่นิยมนำยิปซัมบอร์ดมาใช้ในงานผนังภายนอก เนื่องจากตัววัสดุขาดความแข็งแรงทนทาน แต่จะเป็นวัสดุที่ถูกนำมาใช้งานภายในมากที่สุด เนื่องจากมีน้ำหนักเบาและสามารถก่อสร้างได้รวดเร็ว ซึ่งจะถูกนำมาใช้เป็นผนังภายในและส่วนของฝ้าเพดาน โดยการใช้เป็นผนังภายในจะไม่เน้นคุณสมบัติด้านการป้องกันความร้อน แต่หากมีความต้องการที่จะป้องกันความร้อนหรือความเย็นไม่ให้ออกเข้าออกได้โดยง่าย ก็สามารถทำเป็นผนังประกอบ โดยใช้ระบบโครงคร่าวเป็นตัวยึดแกนกลางและอาจใช้ฉนวนชนิดอื่นใส่ไว้ระหว่างแผ่น ยิปซัมได้ การใช้ยิปซัมบอร์ดทำเป็นฝ้าเพดานควรเลือกใช้แผ่นยิปซัมบอร์ดชนิดที่ผลิตมาเพื่อคุณสมบัติในการกันความร้อนโดยเฉพาะ และมีการใช้อลูมิเนียมฟอยล์หรือแผ่นสะท้อนความร้อนปิดทับอีกชั้นหนึ่ง ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการลดความร้อนได้อีกระดับหนึ่ง



ภาพที่ 2.8 แสดงการใช้ยิปซัมบอร์ดทำเป็นผนังประกอบ โดยอาจเพิ่มฉนวนชนิดอื่นคั่นกลาง

ที่มา : ยิปซัมบอร์ด [ออนไลน์], 10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา www.dede.go.th

เมื่อดูจากวัสดุประกอบที่ใช้แล้ว จะเห็นว่าการใช้แผ่นยิปซัมชนิดมีฟอยล์นั้น คุณสมบัติในการสะท้อนจะลดลงเป็นจำนวนมากถ้ามีฝุ่นมาจับที่ผิว ฉะนั้นจึงควรระวังในส่วนนี้ โดยเฉพาะกรณีที่วางในแนวระนาบ เช่น ฝ้าเพดาน และอีกกรณี คือ การเว้นช่องว่างให้มากพอ เมื่อมีการใช้ไฟแบบฝังในฝ้าเพดาน หรือมีการเดินสายไฟบนฝ้าเพดาน ซึ่งถ้าไม่มีการติดตั้งอย่างถูกวิธีแล้วจะทำให้เกิดความเสียหายกับตัววัสดุได้

2.8.2. เซรามิกโค้ตติ้ง¹⁵ (Ceramic Coating)

ลักษณะทั่วไป

เซรามิกโค้ตติ้งมีสารประกอบหลักมาจากอนุภาคเซรามิก ซึ่งมีคุณสมบัติในการสะท้อนความร้อนได้สูงแต่ดูดซับความร้อนต่ำ สามารถกระจายความร้อนได้เร็ว มีความยืดหยุ่นในตัวเองสูงยึดเกาะกับพื้นผิวได้ดี จึงสามารถใช้ฉนวนเซรามิกโค้ตติ้งเคลือบภายนอกในส่วนที่ต้องการป้องกันความร้อนโดยตรงจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ เช่น ผนังนอกของหลังคาแดดฟ้า หรือผนังอาคาร โดยทำหน้าที่สะท้อนความร้อนจากแสงอาทิตย์ออกไปก่อนที่จะกระทบผิวอาคาร เป็นการช่วยลดความร้อนให้กับอาคารและความร้อนที่จะสะสมในเนื้อวัสดุเปลือกอาคารและยังช่วยลดความเสียหายของโครงสร้างที่เกิดจากการยืดหดตัวเนื่องจากความร้อน จึงช่วยยืดอายุการใช้งานของหลังคา อีกทั้งยังมีความสะดวกและปลอดภัยเนื่องจากเป็นฉนวนที่ใช้ภายนอกอาคาร การบำรุงรักษาจึงทำได้ง่าย



ภาพที่ 2.9 แสดงบริเวณผิวหลังคาที่มีการใช้เซรามิกโค้ตติ้ง

ที่มา : เซรามิกโค้ตติ้ง [ออนไลน์], 10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา www.dede.go.th

¹⁵ เซรามิกโค้ตติ้ง [ออนไลน์], 10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา www.dede.go.th

การประยุกต์การใช้งานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุ

ด้านกายภาพ เซรามิกโค้ตติ้งไม่ใช่วัสดุที่เป็นขึ้น แต่มีลักษณะกึ่งของเหลวที่ใช้ทาที่วัสดุภายนอกอาคาร ซึ่งก่อนการใช้งานจะต้องทำความสะอาดพื้นผิวที่จะทาไม่ให้มีพวกฝุ่นละออง เพราะจะทำให้การยึดเกาะกับพื้นผิวทำได้ไม่ดีนัก แต่ในส่วนของ การเพิ่มประสิทธิภาพให้กับการใช้งานวัสดุชนิดนี้ไม่สามารถทำได้โดยตรง หากแต่สามารถทำได้โดยการติดตั้งฉนวนกันความร้อนในส่วนอื่นเพิ่มเติมตามแต่



ภาพที่ 2.10 แสดงบริเวณผิวหลังคาขณะที่กำลังทาและพ่นเซรามิกโค้ตติ้ง
ที่มา : เซรามิกโค้ตติ้ง [ออนไลน์], 10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา www.dede.go.th

2.8.3. โยแก้ว¹⁶ (Fiber Glass)

ลักษณะทั่วไป

โยแก้วเป็นฉนวนที่ผลิตจากการหลอมแก้วแล้วปั่นออกมาเป็นเส้นใยสีขาว จัดอยู่ในกลุ่มฉนวนเซลดปิด โยแก้วมีความหนาแน่นต่างกันตั้งแต่ 10 kg/m³ ไปถึงมากกว่า 64kg/m³ อาจผลิตในรูปแบบแผ่นแข็ง แบบม้วน หรือขึ้นเป็นรูป ทรงต่างๆกัน ตัวเส้นใยจะถูกเคลือบไว้ด้วยตัวประสาน (Binder) เช่น ฟิโนลิกเรซิน ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมระหว่างเส้นใย ที่พบมากจะเป็นฟีนอลฟอร์มอัลดีไฮด์ ซึ่งจะให้สีเหลืองหลังการผลิต



ภาพที่ 2.11 แสดงลักษณะโครงสร้างของโยแก้วและฉนวนโยแก้วชนิดปิดผิวด้วยอลูมิเนียมฟอยล์
ที่มา : โยแก้ว [ออนไลน์], 10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา www.dede.go.th

¹⁶โยแก้ว [ออนไลน์], 10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา www.dede.go.th

ตัวใยแก้วเป็นสารอนินทรีย์จึงไม่ติดไฟ แต่ตัวประสานจะติดไฟได้ จึงควรพิจารณาอุณหภูมิในการใช้งาน และการดูดซับความชื้น จะทำให้ความสามารถในการต้านทานความร้อนลดลง จึงต้องมีแผ่นมาประกบเพื่อช่วยต้านทานไอน้ำ เช่น แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ หรือ พลาสติกห่อหุ้มขณะใช้งานจริง ซึ่งต้องพิจารณาคุณภาพและคุณสมบัติการติดไฟในการเลือกใช้งานด้วยและจากการที่ขนาดของเส้นใยแก้วที่เล็กและยาวทำให้มีคุณสมบัติในการคืนรูป หรือคืนความหนาได้ดี คุณสมบัตินี้จะช่วยในการคืนสภาพของฉนวนจากการบรรจุและการขนส่งที่มักมีการบีบอัดและสุดท้ายคือเรื่องของกลิ่นที่มาจากตัวประสานจึงควรจัดเก็บในพื้นที่เปิดโล่ง คุณสมบัติของใยแก้ว การใช้งานโดยทั่วไป จะวางฉนวนใยแก้วที่มีการหุ้มด้วยแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์เหนือฝ้าเพดาน ซึ่งเป็นพื้นที่การใช้งานโดยตรง

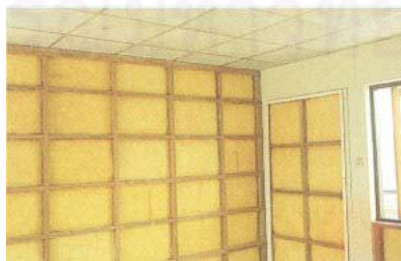


ภาพที่ 2.12 แสดงการติดตั้งฉนวนใยแก้วบริเวณเหนือฝ้าเพดาน

ที่มา : [ใยแก้ว \[ออนไลน์\]](#), 10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา www.dede.go.th

การประยุกต์การใช้งานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุ

ในการเลือกใช้ฉนวนใยแก้วให้พิจารณาจากความหนาแน่นของตัวฉนวน และยิ่งมีความหนาแน่นยิ่งดี แต่ควรเลือกใช้ชนิดที่มีวัสดุอื่นหุ้มผิวโดยรอบ เพราะต้องป้องกันความชื้นให้แก่ฉนวนใยแก้วที่นิยมใช้จะเป็นอลูมิเนียมฟอยล์ ซึ่งฉนวนใยแก้วจะไม่มี ความแข็งแรงเพียงพอที่จะใช้เป็นวัสดุโครงสร้างได้ด้วยตนเอง จึงจำเป็นต้องใช้ร่วม กับวัสดุอื่นๆ ซึ่งก็เสมือนเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนให้เพิ่มขึ้น อีกระดับหนึ่งแต่การที่จะยืดอายุการใช้งานให้นานยิ่งขึ้น จะต้องระวังเรื่องของความชื้นที่จะทำให้ใยแก้วเสื่อมสภาพ และความชื้นที่เกิดขึ้นโดยมากจะเริ่มจากบริเวณรอยต่อที่ขาดการระมัดระวังขณะทำงาน หรือการวางฉนวนบนฝ้าเพดานที่มีการใช้ไฟแบบฝังในฝ้า ซึ่งความร้อนจากหลอดไฟก็จะทำ ความเสียหายได้เช่นกัน



ภาพที่ 2.13 แสดงการติดตั้งฉนวนใยแก้วภายในโครงเคร่า เป็นผนังประกอบร่วมกับวัสดุอื่น

ที่มา : [ใยแก้ว \[ออนไลน์\]](#), 10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา www.dede.go.th

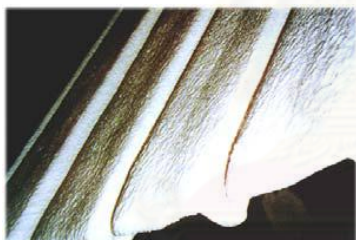


ภาพที่ 2.14 แสดงการซ่อมแซมฉนวนใยแก้วที่มีการฉีกขาดต้องใช้เทปใสหรือฟอยล์ปิดให้สนิท
ที่มา : [ใยแก้ว](#) [ออนไลน์], 10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา www.dede.go.th

2.8.4. ฉนวนโฟม¹⁷ (Foam)

ลักษณะทั่วไป

ฉนวนโฟมมีด้วยกันหลายชนิด ขึ้นอยู่กับสารประกอบทางเคมีที่นำมาใช้ รูปแบบที่นำมาใช้มีทั้งแบบแผ่น และแบบสำเร็จรูปใช้ได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร น้ำหนักเบาไม่ก่อให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับโครงสร้าง และไม่เป็นมลภาวะหรือเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม สามารถป้องกันความร้อนได้ดี มีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูง โดยเฉพาะแบบฉีดพ่นเพราะจะใช้กับส่วนใดของอาคารก็ได้ และประหยัดเวลาในการติดตั้ง โดยชนิดของฉนวนโฟมที่นิยมใช้กันมากมีดังนี้



ภาพที่ 2.15 แสดงการซ่อมแซมฉนวนใยแก้วที่มีการฉีกขาดต้องใช้เทปใสหรือฟอยล์ปิดให้สนิท
ที่มา : [ฉนวนโฟม](#) [ออนไลน์], 10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา www.dede.go.th

ฉนวนโพลีสไตรีนโฟม (Polystyrene, PS – Foam)

จัดอยู่ในกลุ่มฉนวนแบบกึ่งเซลล์ปิด มี 2 ลักษณะ คือ

1. ฉนวนโพลีสไตรีนแบบอัดรีด (Extruded Polystyrene)

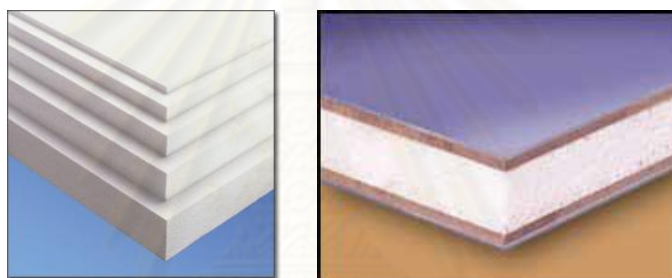
ผลิตโดยขบวนการอัดรีด ทำให้มีเซลล์ที่ละเอียดซึ่งมีอากาศผสมกับก๊าซฟลูออโรคาร์บอน (ปัจจุบันมีการใช้ก๊าซประเภทอื่นเพื่อหลีกเลี่ยงปรากฏการณ์เรือนกระจก) อยู่ภายใน ทำให้มีสภาพในการนำความร้อนที่ต่ำกว่าโพลีสไตรีนแบบหลอ มีโครงสร้างและรูป

¹⁷ [ฉนวนโฟม](#) [ออนไลน์], 10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา www.dede.go.th

ร่างที่แข็งแรงคงที่มากกว่า ทำให้สามารถทนต่อแรงกดทับและต้านทานไอน้ำได้ดี แต่ข้อเสียคือ ติดไฟได้ และหากสัมผัสกับรังสีอัลตราไวโอเล็ต (UV) ในบรรยากาศจะมีการเสื่อมสภาพได้ จึงควรมีวัสดุปิดผิวในการใช้งาน ปัจจุบันยังคงต้องนำเข้าจากต่างประเทศ จึงมีราคาค่อนข้างสูง

2. ฉนวนโพลีสไตรีนแบบหล่อหรือขยายตัว (Molded or Expanded Polystyrene)

เป็นสไตรีนโพลีเมอร์เช่นกัน แต่ผลิตโดยขบวนการหล่อหรือขยายตัว ผลก็คือเซลล์จะหยากกว่า และมีอากาศบรรจุอยู่ภายใน เมื่อเทียบกับแบบอัดรีดแล้วจะมีสภาพการนำความร้อนสูงกว่า ความหนาแน่นต่ำกว่า ด้านทานไอน้ำได้พอใช้ ติดไฟและก่อให้เกิดคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) แต่มีราคาถูกกว่า มีการเสื่อมสภาพจากการสัมผัสรังสียูวีในบรรยากาศได้เช่นกัน จึงควรเลือกใช้ในโครงเคร่าปิดหรือมีแผ่นปิดผิว โดยมีการขึ้นรูปประกอบเป็นผนังมีแผ่นปิด 2 ด้านเพื่อป้องกันรังสียูวีและใช้งานได้สะดวก ปัจจุบันมีการผลิตจำหน่ายในประเทศไทยแล้ว



ภาพที่ 2.16 แสดงลักษณะของฉนวนโพลีสไตรีนโฟม (Polystyrene, PS – Foam)

ที่มา : [ฉนวนโฟม \[ออนไลน์\]](#), 10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา www.dede.go.th

ฉนวนโพลียูเรเทนโฟม (Polyurethane, PU – Foam)

เป็นพลาสติกโพลีเมอร์ประเภทหนึ่ง ฟองให้เกิดเป็นโฟมมีลักษณะแข็ง อาทิ การฟองเพื่อป้องกันความร้อนได้หลังคา จัดอยู่ในกลุ่มฉนวนแบบกึ่งเซลล์ปิด เซลล์ภายในจะบรรจุด้วยก๊าซฟลูออโรคาร์บอน ซึ่งเป็นก๊าซที่มีค่าการนำความร้อน (k) ต่ำกว่าอากาศ ทำให้ฉนวนประเภทนี้มีสภาพการนำความร้อนต่ำ อย่างไรก็ตามการนำความร้อนของฉนวนประเภทนี้จะเพิ่ม ขึ้นหรือค่าการต้านทานความร้อน (R-Value) จะลดลงตามอายุการใช้งาน เนื่องมาจากการแพร่กระจายของอากาศเข้าไปในเซลล์ โดยเฉพาะกรณีที่สัมผัสกับรังสียูวี จะทำให้สีของฉนวนเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและเสื่อมสภาพลง โดยเฉพาะโฟมที่ไม่ได้ปิดผิว การดูด ชื้นน้ำจะมีบ้างเนื่องจากไม่ใช่เซลล์ปิดทั้งหมด และในกรณีเกิดเพลิงไหม้แม้ว่าจะมีการผสมสารป้องกันการติดไฟแล้ว แต่ก็ยังก่อให้เกิดก๊าซที่มีองค์ประกอบของไซยาไนด์ซึ่งเป็นอันตราย เนื่องจากฉนวนมีการขยายและหดตัวจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ หากใช้โครงเคร่าปิด เช่น ผนังห้องเย็น หรือ มีวัสดุปิดผิวที่แข็งแรงพอ ก็จะเป็นฉนวนที่ดีมาก



ภาพที่ 2.17 แสดงการฉีดพ่นฉนวนโฟมใต้ฝ้าเพดาน
ที่มา : [ฉนวนโฟม \[ออนไลน์\]](#), 10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา www.dede.go.th

ฉนวนโพลีเอทเธลีนโฟม (Polyethelene, PE – Foam)

เป็นเอทเธลีนโพลีเมอร์ที่ขึ้นรูปเป็นแผ่นมีฟองละเอียดของก๊าซอยู่ด้านใน จัดอยู่ในกลุ่มของฉนวนแบบเซลล์ปิดมีลักษณะอ่อนนุ่ม จึงไม่ควรใช้กับงานที่มีการกดทับการต้านทานไอน้ำอยู่ในเกณฑ์สูง มีการเสื่อมสภาพได้จากรังสียูวี จึงควร มีแผ่นปิดผิวขณะใช้งาน หรือไม่สัมผัสกับรังสียูวีโดยตรง การเลือกใช้งานป้องกันความร้อนในระบบหลังคาในประเทศไทย ต้องพิจารณาความหนาของฉนวน ให้มีค่าการต้านทานความร้อน (R-Value) ที่เพียงพอ คือมีความหนาไม่น้อยกว่า 40 มม. ในการใช้ติดได้แผ่นหลังคา ซึ่งความหนาดังกล่าวจะต้านทานการไหลผ่านของพลังงานความร้อนได้น้อย และเนื่องจากเป็นโพลีเมอร์พลาสติกประเภทหนึ่งจึงก่อให้เกิดควันปริมาณมากและก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่เป็นอันตรายเมื่อเกิดเพลิงไหม้

การประยุกต์การใช้งานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุ

ปัจจุบันฉนวนโฟมเป็นฉนวนที่มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนได้ดีที่สุด อีกทั้งยังมีความยืดหยุ่นในการทำงานสูงเนื่องจากมีชนิดที่สามารถฉีดพ่นได้ และใช้ประกอบกับวัสดุอื่นๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพได้อีก ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งบริเวณผนังและหลังคา แต่สิ่งหนึ่งที่ทำให้คุณสมบัตินั้นลดลงอย่างรวดเร็ว นั่นก็คือ รังสีอุลตราไวโอเล็ต (UV) จากดวงอาทิตย์ ทางเดียวที่จะสามารถคงประสิทธิภาพของวัสดุให้นานที่สุดคือ ควรที่จะมีวัสดุปิดผิวอีกชั้นหนึ่งเพื่อป้องกันรังสียูวี



ภาพที่ 2.18 แสดงการใช้งานฉนวนบริเวณหลังคา และผนัง
ที่มา : [ฉนวนโฟม \[ออนไลน์\]](#), 10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา www.dede.go.th

2.8.5. อลูมิเนียมฟอยล์¹⁸ (Aluminium Foil)

ลักษณะทั่วไป

อลูมิเนียมฟอยล์เป็นชนิดหนึ่งของฉนวนประเภทสะท้อนความร้อน และเป็นที่ยอมรับใช้มากในปัจจุบัน โดยทั่วไปเป็นแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ทากาวประกบกับแผ่นกระดาษคราฟท์เส้นใยเสริมแรงบางชนิด อาจมีชั้นของบิทูเมน (Bitumen) อยู่ด้วย ซึ่งถ้ามีการพิจารณาคุณสมบัติการติดไฟได้ด้วยการใช้งานทั่วไปจะติดตั้งได้แผ่นหลังคา อาศัยความหนาของช่องอากาศระหว่างแผ่นหลังคาและแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์เป็นตัวลดสภาพการนำความร้อน และความมันวาวของอลูมิเนียมฟอยล์เป็นตัวลดการแผ่รังสี ทำให้ความร้อนผ่านเข้าสู่อาคารได้น้อยลง ปัญหาที่พบคือฝุ่นที่มาเกาะบนผิวทำให้คุณสมบัติ การต้านทานการแผ่รังสีความร้อนลดลงด้วย



ภาพที่ 2.19 แสดงลักษณะของอลูมิเนียมฟอยล์และการติดตั้งบริเวณหลังคา

ที่มา : อลูมิเนียมฟอยล์ [ออนไลน์], 10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา www.dede.go.th

การประยุกต์การใช้งานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุ

อลูมิเนียมฟอยล์เป็นวัสดุที่มีการใช้งานมานาน แต่โดยมากจะใช้ร่วมกับวัสดุฉนวนอื่นๆ เช่น โยแกวหรือยิปซัมบอร์ด แต่ในปัจจุบันมีผู้ผลิตให้สามารถนำมาใช้เดี่ยวได้ โดยเพิ่มชั้นความหนาและส่วนประกอบอื่นๆเข้าไป ให้มีความเหนียวมากยิ่งขึ้นเพื่อป้องกันการฉีกขาดได้ง่าย แต่การใช้งานให้มีประสิทธิภาพสูงนั้นจะต้องไม่ลืมถึงคุณสมบัติเฉพาะของวัสดุชนิดนี้ นั่นก็คือ การสะท้อน ซึ่งการสะท้อนความร้อนจะสามารถทำได้นั้นวัสดุจะต้องมันวาวและเรียบ ซึ่งหากไม่มีการดูแลรักษาปล่อยให้ฝุ่นละอองมาจับที่ผิววัสดุหรือการติดตั้งที่ไม่ได้มาตรฐานทำให้เกิดการหย่อนหรือฉีกขาด ก็จะทำให้ประสิทธิภาพในการสะท้อนความร้อนนั้นหมดไป

¹⁸ อลูมิเนียมฟอยล์ [ออนไลน์], 10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา www.dede.go.th



ภาพที่ 2.20 แสดงพื้นที่ที่มีการใช้อลูมิเนียมฟอยล์

ที่มา : อลูมิเนียมฟอยล์ [ออนไลน์],10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา www.dede.go.th

2.8.6 เซลโลกรีต¹⁹

ลักษณะทั่วไป

ฉนวนใยเซลโลกรีต ผลิตจากเยื่อไม้ผสมปูนซีเมนต์ สำหรับนำมาอัดขึ้นรูปเป็นแผ่นฉนวนความร้อน ด้วยเครื่องจักร มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อน การดูดซับเสียง สามารถใช้แทนไม้ในการก่อสร้าง เช่น ผนัง หลังคา ฝ้า เพดาน และวางบนไม้แบบเทคอนกรีต มีน้ำหนักเบากว่าผนังอิฐธรรมดาถึง 10 เท่า / พื้นที่ 1 ตร.ม. ทนไฟ ปลวกไม่กินและติดตั้งง่ายสามารถเลื่อย – ไซ ได้เช่นเดียวกับไม้และมีผิวหลายรูปแบบให้เลือกใช้ตามประเภทการใช้งาน ที่ต้องการ โดยทั่วไปแบ่งได้ 2 ประเภทคือ

2.8.6.1. แผ่นเซลโลกรีตชนิดธรรมดา

2.8.6.2. แผ่นเซลโลกรีตชนิดโฟม

ชนิดของเซลโลกรีต (cellocrete)³⁴



ภาพที่ 2.21 แผ่นเซลโลกรีตชนิดธรรมดา และชนิดโฟม

ที่มา : แผ่นเซลโลกรีตชนิดธรรมดา และชนิดโฟม [ออนไลน์],10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา

www.cellocretethai.com



ภาพที่ 2.22 แผ่นเซลโลกรีตชนิดโดม ชนิดเซลล์และชนิด แปดเหลี่ยม

ที่มา : แผ่นเซลโลกรีตชนิดธรรมดา และชนิดโฟม [ออนไลน์],10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา

www.cellocretethai.com

¹⁹แผ่นเซลโลกรีตชนิดธรรมดา และชนิดโฟม [ออนไลน์],10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา www.cellocretethai.com



ภาพที่ 2.23 แผ่นเซลโลกรีตสำหรับตกแต่งผนัง

ที่มา : แผ่นเซลโลกรีตชนิดธรรมดา และชนิดโฟม [ออนไลน์],10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา

www.cellocretethai.com



ภาพที่ 2.24 แผ่นเซลโลกรีตสำหรับผนังภายนอก - ภายใน

ที่มา : แผ่นเซลโลกรีตชนิดธรรมดา และชนิดโฟม [ออนไลน์],10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา

www.cellocretethai.com

- แผ่นเซลโลกรีตขนาดความหนา 2” เหมาะสำหรับการทำผนังภายนอก- ภายใน แทนการก่ออิฐ โดยใช้ส่วนผสมของปูนเช่นเดียวกับการก่ออิฐ แต่มีน้ำหนักเบากว่าอิฐถึง 10 เท่าต่อเนื้อที่ 1 ตร.ม. และสามารถทำครีบอาคารแทนการหล่อคอนกรีต และฉาบปูนทับได้ตามต้องการ
- แผ่นเซลโลกรีตขนาดความหนา 1” หรือ 2” เหมาะสำหรับวางบนไม้แบบ เพื่อเทพื้นคอนกรีตในชั้นบนของอาคาร เป็นฝ้าเพดานตกแต่งไปในตัว และเป็นฉนวนกันความร้อนได้เป็นอย่างดี

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 2.9.1. คมกริช ภูเอียงแก้ว ได้จัดทำการศึกษาทดลองการพัฒนากระบวนการผลิตฉนวนกันความร้อนจากฟางข้าวโดยพัฒนาในส่วนของการขึ้นรูปฉนวนกันความร้อนจากฟางข้าวจากวิธีการพ่นประสานเป็นวิธีการอัดขึ้นรูปโดยการทดสอบแบ่งได้เป็น 54 สภาวะต่างกัน จากการทดลองพบว่าสภาวะสำหรับการขึ้นรูปขึ้นงานควรจะเป็นที่ $20 \times 20 \times 2.5$ ซม. ที่ความหนาของฟางข้าว 0.7 กรัม/ ลูกบาศก์เซนติเมตร น้ำหนักฟางข้าว 0.7 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร น้ำหนักฟางข้าว/น้ำหนักยางธรรมชาติ 7:4 ที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที มีคุณสมบัติความเป็นฉนวนกันความร้อน สามารถทดแทนฉนวนใยแก้วได้
- 2.9.2. ชวาน พรธอนดวงเนตร ได้ทำการทดลองโดยใช้เมล็ดแมงลักผสมกับคอนกรีต เพื่อทำคอนกรีตมวลเบา โดยศึกษาลักษณะไฟเบอร์จากเมล็ดแมงลัก ทำการทดลองผสมเมล็ดแมงลักที่ดูดซับน้ำเต็มที่แล้วในอัตราส่วนที่เหมาะสม โดยผลิตชิ้นงานขนาด $5 \times 5 \times 5$ ซม. ใช้เวลาในการบ่มคอนกรีต 7 วันแล้วนำไปทดสอบการรับกำลังอัด เพื่อหาความสามารถสูงสุดในการรับกำลัง ผลการทดลองคอนกรีตมวลเบาที่มีเมล็ดแมงลักเป็นส่วนผสม มีความหนาแน่นและการรับกำลังอยู่ในช่วงที่ยอมรับในห้องทดลองสามารถใช้งานได้ หากได้รับการสนับสนุนให้เกษตรกรปลูกเมล็ดแมงลักเพิ่มขึ้นเพื่อประโยชน์ทางอุตสาหกรรม ซึ่งจะทำให้เมล็ดแมงลักมีปริมาณเพียงพอในการผลิตคอนกรีตมวลเบา
- 2.9.3. วิศิษฐ์ ไล่เจริญรัตน์ ได้ทำการทดลองการผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยฟางข้าวและน้ำยางธรรมชาติ โดยมีการคิดค้นเครื่องตะกวยฟาง หัวฉีดน้ำยาง การขึ้นรูปแผ่นฉนวน และการเพิ่มประสิทธิภาพ การต้านทานการลามไฟ การทดลอง ทำโดยการนำฟางข้าวไปปั่นในเครื่องตะกวยฟางเพื่อให้ได้ขนาดที่เหมาะสม เส้นใยไปปั่นลงในโซเดียมไฮดรอกไซด์ แล้วจึงนำไปแช่ในสารบอแรกซ์และทำการขึ้นรูป โดยใช้ น้ำยางสูตรเข้ายางสำหรับพ่นเคลือบประสานขนาดแผ่นฉนวน $20 \times 20 \times 0.2$ ซม. จากการทดลองพบว่า แผ่นฉนวน ยึดเกาะกันได้ดี มีขนาดเส้นใยที่เหมาะสมมีค่าการนำความร้อน 0.052 W/m K . ซึ่งมากกว่าแผ่นใยแก้วอยู่เท่ากับ 0.012 W/m K .
- 2.9.4. สมเจตน์ พัชรพันธ์ และคณะได้ทำการทดลองการผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยหญ้าแฝก มาประสานกับน้ำยางธรรมชาติโดยนำเส้นใยหญ้าแฝกสายพันธุ์ราชบุรีผ่านกระบวนการทำเส้นใยและพ่นเคลือบประสานเส้นใยด้วยน้ำยางธรรมชาติและทำการขึ้นรูปเป็นแผ่นฉนวนขนาด กว้าง 20 ซม. ยาว 20 ซม. และหนา 1.5 ซม. ซึ่งได้ค่าการนำความร้อนของฉนวนที่ผลิตได้ที่ 0.0564 W/m K . ซึ่งใกล้เคียงกับฉนวนกันความร้อนที่ผลิตเชิงพาณิชย์ จากผลการทดลองมีความเป็นไปได้ว่า การนำเส้นใยหญ้าแฝกและน้ำยางธรรมชาติมาผลิตเป็นฉนวนกันความร้อนได้ดีเพื่อนำวัสดุธรรมชาติมาทดแทนวัสดุสังเคราะห์

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองจากสถานที่จริง (experimental research) ศึกษาถึงประสิทธิภาพ ของฉนวนความร้อนที่ผลิตจากไบโอยางพาราในการลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ผนัง อาคารโดยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ กับ ฉนวนใยแก้ว ฉนวนใยเซลโลกรีต และฉนวนโพลียูรีเทนโฟม ในการทดลองได้เลือกที่ทำการทดลองกับอาคารจริง โดยศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ทั้งจากข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิ โดยมีการค้นคว้าจากเอกสาร ทฤษฎี รายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง บทความทางวิชาการ บทความสัมมนาทางวิชาการต่างๆ และทำการศึกษางานวิจัยนำร่องที่มีความคล้ายคลึงกับการผลิตฉนวนความร้อนเพื่อลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการทดลอง ขั้นตอนในการทดลองสามารถแบ่งได้ออกเป็น 7 ขั้นตอนดังนี้

3.1 ขั้นตอนการผลิตฉนวนจากไบโอยางพารา

เป็นการศึกษาทดลองการผลิตฉนวนจากไบโอยางพาราโดยผ่านกระบวนการเตรียมไบโอยางและขึ้นรูปฉนวน การทดสอบค่าความเป็นฉนวน โดยอาศัยข้อมูลพื้นฐานจากงานที่เกี่ยวข้อง

3.2. ขั้นตอนการคัดเลือก ฉนวนความร้อนที่ใช้ในการทดลอง

เป็นขั้นตอนในสืบค้นหาฉนวนที่ได้รับความนิยมในการนำมาใช้โดยทั่วไป สามารถหาได้ง่ายและมีประสิทธิภาพในการกั้นความร้อนได้ดี ได้แก่ ฉนวนใยแก้ว ฉนวนใยเซลโลกรีตและฉนวนโพลียูรีเทนโฟม ซึ่งได้รับความนิยม ในการนำมาเป็นฉนวนกั้นความร้อนประกอบอาคาร

3.3. ขั้นตอนกำหนดรูปแบบการทดลอง

เป็นขั้นตอนในการศึกษาถึงความพร้อมด้านสถานที่ กำหนดขนาดห้องทดลอง ให้เหมาะสมกับการติดตั้งแผ่นฉนวนในการทดลอง

3.4. ขั้นตอนการตรวจวัดและบันทึกข้อมูล

ขั้นตอนนี้จะกล่าวถึง วัตถุประสงค์ อุปกรณ์ในการทดลองตลอดจนข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือในการวัดผลการวิจัย ในเบื้องต้นก่อนการทดลอง การวางตำแหน่งเครื่องมือ และระยะเวลาในการทดลอง โดยขั้นตอนการติดตั้ง และขั้นตอนการทดลองจะอยู่ในช่วงเดือน มกราคมถึงมีนาคม

3.5. ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล

ทำการรวบรวมข้อมูลที่ได้ จากการตรวจวัดในแต่ละ ห้องทดลอง เพื่อนำมาเปรียบเทียบโดยกำหนดหัวข้อในการเปรียบเทียบ ดังนี้

- 3.5.1. เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังภายนอกห้องทดลอง
- 3.5.2. เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในห้องทดลอง
- 3.5.3. เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังภายในห้องทดลอง
- 3.5.4. เปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องทดลอง
- 3.5.5. เปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลอง

3.6. ขั้นตอนการวิเคราะห์และการทดลองวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูล

วิเคราะห์ เปรียบเทียบ ข้อมูล โดยอาศัยการเปรียบเทียบจากตาราง แผนภูมิ

3.7. ขั้นตอนการสรุปผลการทดลองและเสนอแนะแนวทาง

นำผลที่ได้มาสรุปผลวิเคราะห์เปรียบเทียบ ให้ข้อสังเกต ทดสอบสมมติฐานการวิจัยหาข้อสรุปเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการนำผลที่ได้ไปใช้ในการออกแบบและการวิจัยในลำดับต่อไป รวมถึงอธิบายข้อผิดพลาดและความคลาดเคลื่อนต่างๆ ในการวิจัย

3.1. ขั้นตอนการผลิตฉนวนจากใบยางพารา

3.1.1. ขั้นตอนการเตรียมใบยางพารา

3.1.1.1. การทำความสะอาดใบยางพารา

นำใบยางแห้งที่เก็บมาล้างทำความสะอาดโดยแช่น้ำเปล่าไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง ให้สิ่งสกปรกที่เกาะใบยางหลุดออก และนำใบยางไปตากแดดให้แห้งประมาณ 7 วันหรือ 1 สัปดาห์ เพื่อให้ใบยางแห้งสนิท และนำไปใช้กระบวนการต่อไป



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการทำความสะอาดใบยางพารา

3.1.1.2. ขั้นตอนการปั่นกวนใบยางพารา

นำใบยางพาราที่เตรียมไว้ในขั้นตอนการเตรียมใบยางที่มีความแห้งดีแล้วมาปั่นกวนในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เพื่อให้ได้เส้นใยเซลลูโลสจากใบยางที่เหมาะสม และนำเส้นใยที่ได้ไปขึ้นรูปฉนวนกันความร้อนที่มีประสิทธิภาพในการยึดเกาะกันได้ดี



การปั่นกวนยางพารา



ฉนวนใยเซลลูโลสจากใบยาง

ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการปั่นกวนใบยางพารา

- การปั่นกวนใบยางพาราใน สารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ ทำการปั่นกวนใบยางใน สารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์โดย ปั่นกวน ในอุณหภูมิห้องที่มีปริมาณสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์และระยะเวลาในการปั่นกวนที่ต่างกัน ดังนี้

¹วิศิษฐ์ ใต้เจริญรัตน์, "การผลิตฉนวนความร้อนจากเส้นใยฟางข้าวและน้ำยางธรรมชาติ," วารสารวิศวกรรมสาร มก.57

ลำดับ การ ทดลอง	ความเข้มข้น สารละลาย โซเดียมไฮดรอก ไซด์ %	อุณหภูมิ อากาศ	ระยะเวลาใน การ ปั่นกวน (นาที)	ลักษณะเส้นใย
1	5	อุณหภูมิห้อง	5	ใบบางยังคงสภาพเดิม
2	5	อุณหภูมิห้อง	10	ใบบางคงสภาพเดิม
3	5	อุณหภูมิห้อง	15	ใบบางคงสภาพเดิมมีความนุ่มมากขึ้น
4	5	อุณหภูมิห้อง	20	มีการเปื่อยยุ่ยเล็กน้อย
5	5	อุณหภูมิห้อง	25	มีการเปื่อยยุ่ยมากขึ้น
6	5	อุณหภูมิห้อง	30	มีการเปื่อยยุ่ยของใบแต่ไม่เป็นเส้นใย
7	10	อุณหภูมิห้อง	5	มีการเปื่อยยุ่ยเล็กน้อยแต่ยังคงสภาพเดิม
8	10	อุณหภูมิห้อง	10	เริ่มมีสภาพเป็นเส้นใยมากขึ้น
9	10	อุณหภูมิห้อง	15	เส้นใยเริ่มชัดเจน
10	10	อุณหภูมิห้อง	20	สภาพเส้นใยมีมากขึ้น
11	10	อุณหภูมิห้อง	25	ใบบ่อยสลายเป็นเส้นใยชัดเจน
12	10	อุณหภูมิห้อง	30	ใบบ่อยสลายเหลือเส้นใยของใบบางเป็นส่วนใหญ่
13	15	อุณหภูมิห้อง	5	เส้นใยอ่อนนุ่มและเริ่มเปื่อยยุ่ย
14	15	อุณหภูมิห้อง	10	เส้นใยเริ่มชัดเจน
15	15	อุณหภูมิห้อง	15	ใบบ่อยสลายเห็นเส้นใยมากขึ้น
16	15	อุณหภูมิห้อง	20	เหลือเฉพาะเส้นใย
17	15	อุณหภูมิห้อง	25	เหลือเฉพาะเส้นใย
18	15	อุณหภูมิห้อง	30	เหลือเฉพาะเส้นใย

ตารางที่ 3.1 ตารางเปรียบเทียบผลการทดลองการปั่นกวนใบบางพารา

จากตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบการปั่นกวนใบบางพาราได้นำเส้นใยจากการปั่นกวนที่ได้ในแต่ละชุดการทดลอง ไปส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนประเภทส่องกราด (Scanning Electron Microscope : SEM)² เพื่อพิจารณาสัณฐานวิทยาของเส้นใยจากใบบางพาราพบว่า เส้นใยจากใบบางพาราที่มีการปั่นกวนในสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ นาน 30 นาที มีความเหมาะสม เส้นใยมีลักษณะอ่อนนุ่มยืดเกาะกันได้ดี

² วิศิษฐ์ ได้เจริญรัตน์, "การผลิตฉนวนความร้อนจากเส้นใยฟางข้าวและน้ำยางธรรมชาติ," วารสารวิศวกรรมสาร มก.57

การทดลองจึงใช้กระบวนการปั่นกวนใบยางพาราในสารละลายไซเตียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ในระยะเวลาการปั่นกวน 30 นาที เป็นวิธีทดลองในการผลิตเส้นใยเซลลูโลสจากใบยางพาราในการเตรียมวัสดุใบยางเพื่อนำไปขึ้นแผ่นฉนวนยางพารา

3.1.1.3. การป้องกันการลามไฟ³

การวิจัยได้ทำการป้องกันการลามไฟในฉนวนที่ผลิตจากใบยางพาราโดยการนำใยจากใบยางพาราในสารละลาย BORAX ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ใช้เวลาในการกวนประมาณ 30 นาที ซึ่งจะได้แผ่นฉนวนที่มีอัตราการลามไฟต่ำที่สุดเนื่องจากเส้นใยยางพาราที่ในสารละลาย BORAX ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์จะมีปริมาณ BORAX เคลือบผิวเส้นใยมาก เมื่อเกิดการเผาไหม้จึงสลายตัวให้ไอน้ำและก๊าซ B_2O_3 ที่สามารถปกคลุมเส้นใยได้มากกว่า ทำให้ก๊าซออกซิเจนเข้าทำปฏิกิริยาเผาไหม้ได้ยากกว่า หลังจากปั่นกวนใบยางพาราในสารละลาย BORAX เป็นที่เรียบร้อยแล้ว นำเส้นใยตากแดดให้แห้งใช้เวลาประมาณ 2 สัปดาห์ เพื่อลดความชื้นในเส้นใยและเตรียมนำไปสู่กระบวนการทำแผ่นฉนวนความร้อน

3.1.1.4. การขึ้นรูปแผ่นฉนวนใบยางพารา

- นำแผ่นไม้อัดความหนา 6 มม. ขนาดกว้าง 30x30 ซม. มาตีประกบเป็นกล่องเว้นพื้นที่ด้านในระหว่างช่องหนา 2.5 ซม. สำหรับบรรจุเส้นใยใบยางพารา
- นำเส้นใยใบยางพาราที่ผ่านกระบวนการเตรียมใบยางพารามาบรรจุลงในกล่องที่เตรียม (โดยการบรรจุเส้นใยใบยางพาราทำโดยใช้น้ำหนักการกดด้วยแรงคนจนแน่นเต็มแผ่น)



ภาพที่ 3.3 แผ่นฉนวนใบยางพารา

- นำแผ่นขึ้นรูปการทดลองทดสอบหาค่าการนำความร้อนด้วยเครื่องวัดการนำความร้อนในสภาวะคงที่ตามมาตรฐาน (ASTMC – 177) โดยวิธีการวัดอัตราการถ่ายเทความร้อน

³ วิชาญ ใต้เจริญรัตน์, “การผลิตฉนวนความร้อนจากเส้นใยฟางข้าวและน้ำยางธรรมชาติ,” วารสารวิศวกรรมสาร มก.57



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการทดสอบหาค่าการนำความร้อน



ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการอบใบยางพารา

- ทดสอบหาค่าความขึ้นในเส้นใยเซลลูโลสใบยางพารา โดยนำชิ้นส่วนเส้นใยใบยางพาราอบในเตาอบอุณหภูมิโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์เป็นตัวควบคุมอุณหภูมิ และนำไปชั่งในเครื่องชั่งน้ำหนักเก็บค่าทุกชั่วโมงเพื่อหาค่าความขึ้นในเส้นใย

ทำการเก็บข้อมูลจากค่าที่วัดได้ทุก ๆ ชั่วโมงและนำค่าที่ได้แทนที่ในสมการ เพื่อหาว่าความหนาใดที่ทำให้เกิดคุณสมบัติในการเป็นฉนวนที่ดีที่สุดและสามารถคำนวณได้โดยใช้สมการ : Thermal Conductivity Equation(7)

$$\lambda = \frac{\int s \times [(k_1 + (k_2 \times T)) + ((k_3 + (k_4 \times T)) \times HFM) + ((k_5 + (k_6 \times T)) \times HFM_2)]}{dT}$$

Calibration Constants - Without Silicone Rubber Mats :

$$k_1 = -7.5078 \quad k_4 = 0.0068$$

$$k_2 = 0.2272 \quad k_5 = 0.0303$$

$$k_3 = 3.3226 \quad k_6 = -0.0003$$

Where λ = Thermal Conductivity (วัตต์/ เมตร เคลวิน)

$\int s$ = Thickness of Specimen (เมตร)

dT = $T_1 - T_2$ (องศาเซลเซียส)

T = (องศาเซลเซียส)

HFM = Heat Flowmeter Reading

T_1 = Hot Plate อ่านข้อมูลจากเครื่อง (องศาเซลเซียส)

T_2 = Cold Plate อ่านข้อมูลจากเครื่อง (องศาเซลเซียส)

จากการทดสอบหาค่าการนำความร้อน ฉนวนใบยางพารามีค่าเท่ากับ 0.080 w/mk. และความขึ้นที่ 9.5%

3.2 ขั้นตอนการคัดเลือกฉนวนความร้อนที่ใช้ในการทดลอง

จากประเภทของฉนวนความร้อนทั้งหมดวัสดุฉนวนกันความร้อนที่คัดเลือกมาเป็นวัสดุเปรียบเทียบโดยใช้หลักในการคัดเลือก 3 ประการ คือ

- เป็นฉนวนความร้อนที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป
- เป็นฉนวนความร้อนที่ผลิตจากวัสดุธรรมชาติเช่นเดียวกันกับฉนวนความร้อนโบายางพารา
- เป็นฉนวนความร้อนที่มีประสิทธิภาพดี

จากข้อกำหนดในการเลือกฉนวนกันความร้อนสำหรับวัสดุที่เหมาะสม 3 ชนิด คือฉนวนใยแก้ว ฉนวนใยเซลลูโลส กริต และฉนวนโฟลียูรีเทน

คุณสมบัติของวัสดุ	ฉนวน พี.ยู.โฟม	ฉนวนใยแก้ว	ฉนวนเยื่อกระดาษ
1. ความหนาแน่นมาตรฐาน	35 กก / ลบ ม.	48 กก / ลบ ม.	51 กก / ลบ ม.
2. ค่าการนำความร้อน	0.017 – 0.023 W / mk	0.038 W /mk	0.038-0.042 W /mk
3. ค่าต้านทานความร้อน	7.296 hr.ft f/Btu.	3.265 hr.ft f/ Btu.	3.102 hr.ft f/ Btu.
4. อุณหภูมิใช้งานที่เหมาะสม	-85 C – 100 C	22 องศา – 232 องศา	25 องศา – 85 องศา
5. ความคงทนต่อเปลวไฟ	ติดไฟแต่ดับเองเนื่องจาก	ไม่ติดไฟ	ติดไฟแต่ดับเองเนื่องจาก
	ผสมสารกันไฟลาม		ผสมสารกันไฟลาม
6. ความคงทนต่อกรดด่าง	ทนกรด ทนด่าง	ทนกรด ทนด่าง	ทนกรด ทนด่าง
7. การประสานกับชิ้นงาน	เมื่อฉีดเข้าชิ้นงานแล้วไม่มี	มีช่องว่างและโพรงอากาศ	ยึดเกาะด้วยกาวที่ผสมด้วยน้ำ
	ช่องว่าง หรือโพรงอากาศ	ทำให้เกิดหยดน้ำและสูญเสีย	ในระหว่างการพ่น ใช้เวลาเซ็ท
	โฟมจะติดกับชิ้นงานทันที	ความเย็นได้	ตัว 5-6 วัน ถ้าหลังการรื้ออาจ
			ร่วงได้เพราะเยื่อกระดาษซึมน้ำ
		ได้ง่าย	
8. ลักษณะการใช้งาน	เป็นของเหลวผสมกันที่หัวพ่น	เป็นแผ่นมาติดกับชิ้นงาน ต้อง	พ่นติดหลังคาหรือพ่นบนฝ้า
การประกอบ และติดตั้ง	เกิดปฏิกิริยาเคมีจึงเป็นกาว	ใช้เทปหรือกาวทาประสาน	เพดานต้องผสมกาวและน้ำ
	เวลาพ่นจึงประสานกับชิ้นงาน	กับชิ้นงาน	ช่วยยึดเกาะ
	ได้ดี		

ตารางที่ 3.2 ตารางข้อเปรียบเทียบคุณสมบัติของ ฉนวน พี.ยู.โฟมกับ ฉนวนใยแก้ว ฉนวนเยื่อกระดาษ

คุณสมบัติของวัสดุ	ฉนวน พี.ยู.โฟม	ฉนวนใยแก้ว	ฉนวนเยื่อกระดาษ
9. ความสามารถป้องกันรอยรั่ว	ป้องกันได้มากถึง 100 % (ภายนอก) และ 70-80%(ภายใน)	ป้องกันได้น้อย ประมาณ 10 %	ไม่สามารถป้องกันได้
ให้กับชิ้นงาน			
10. ความสะดวกในการขนส่งและการเก็บรักษา	ใช้เวลาสั้น รวดเร็ว ไม่เปลืองสถานที่เก็บ ถูกน้ำได้	ใช้เวลามาก เปลืองสถานที่เก็บ และถูกน้ำไม่ได้	เปลืองสถานที่เก็บ ถูกน้ำไม่ได้
11. ความสามารถในการกำหนดความหนาของฉนวน	สามารถกำหนดความหนาได้	ต้องใช้ขนาดตามผู้ผลิตทำ กำหนดความหนาเองไม่ได้	สามารถกำหนดความหนาเองได้ ใช้จริงต้องไม่น้อยกว่า 2-3 นิ้ว
12. ความมั่นคงแข็งแรง	เป็นโฟมแข็งขนาดคนเดินได้	เป็นขุยแผ่นแบบสำลี ถูกกดทับ	ขุยตัวทันทีเมื่อมีแรงกดทับ
13. การกลั่นตัวของไอน้ำรอบวัสดุที่หุ้ม	น้ำไม่มีโอกาสขังภายในได้	มีบ้าง อาจทำให้มีน้ำขังภายในฉนวนได้ เพราะมีฟอสล์หุ้มทับ	มี เพราะมีโพรงอากาศมาก
14. ความสามารถป้องกันสนิมและการกัดกร่อนให้กับงาน	มากประมาณ 90 %	น้อย ประมาณ 5 – 10 %	ไม่สามารถป้องกันได้ เพราะเซลเปิด แอสมผสมน้ำระหว่างติดตั้ง มีสารบอแรกซ์กันมด ปลวก หนู
15. ความปลอดภัย สะดวกสบาย ขณะใช้งาน	ไม่ปฏิกิริยาต่อผิวหนัง	เศษละอองถูกผิวหนังจะทำให้มีอาการคัน	อาจล่องเป็นขุย ขณะใช้งาน
16. ลดเสียงดังบนหลังคาเหล็กหรือเสียงทะเลาะลง	ลดเสียงได้เป็นอย่างดี	ลดเสียงได้พอใช้	น้อยมาก เพราะ โครงสร้างเชื่อมต่อกระดาษเป็นเซลเปิด
17. ราคา	ถูกกว่าในคุณภาพและประสิทธิภาพเดียวกัน	แพงกว่าในขนาดคุณภาพที่เท่ากัน	แพงกว่าถ้าทำให้ได้ในคุณภาพและมีประสิทธิภาพเท่ากัน

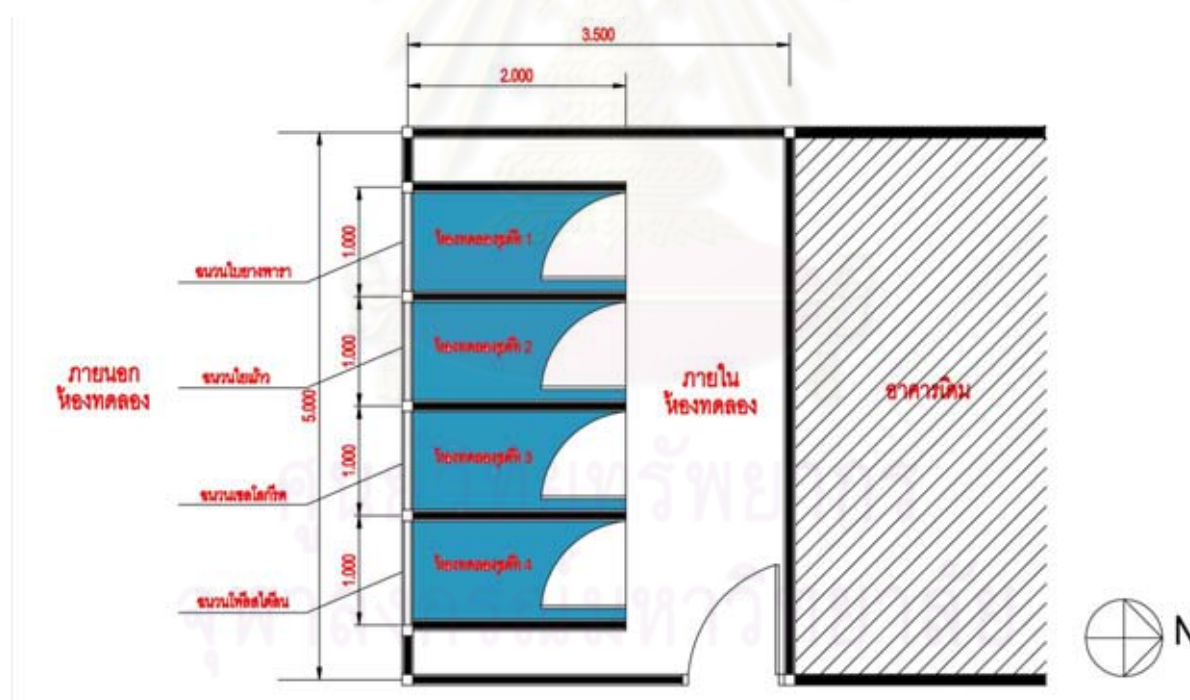
ตารางที่ 3.2 ตารางข้อเปรียบเทียบคุณสมบัติของ ฉนวน พี.ยู.โฟมกับ ฉนวนใยแก้ว ฉนวนเยื่อกระดาษ(ต่อ)

3.3 ขั้นตอนกำหนดรูปแบบการทดลอง

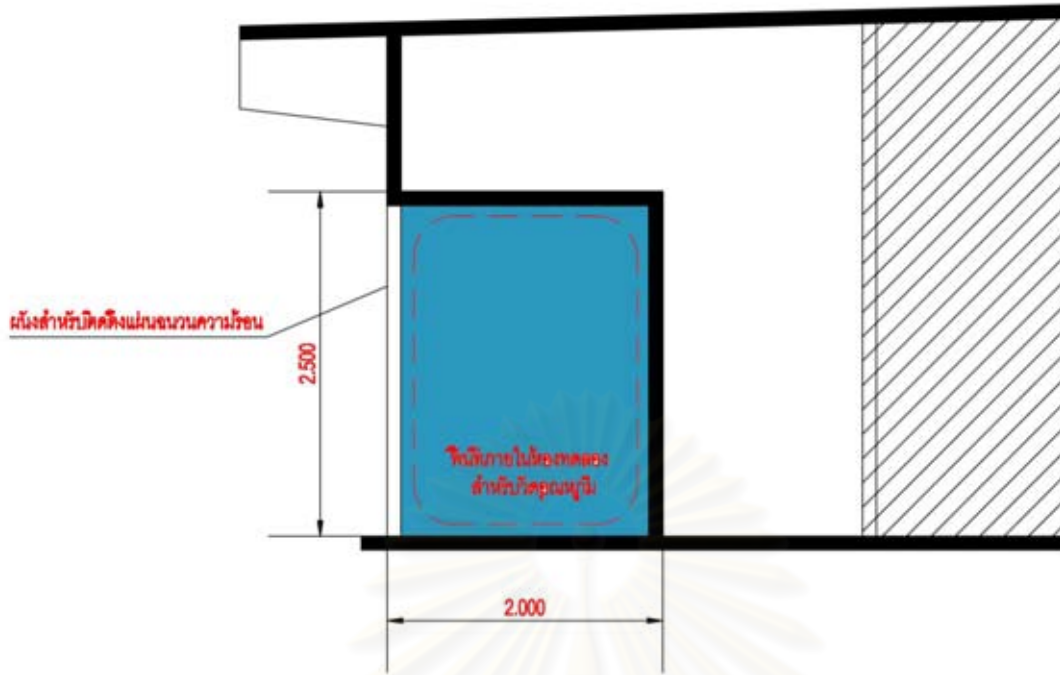
ศึกษาถึงความพร้อมด้านสถานที่ กำหนดขนาดห้องทดลองให้เหมาะสมกับการติดตั้งฉนวน วัสดุ อุปกรณ์รวมถึงเครื่องมือในการวัดผลวิจัยก่อนการทดลอง

3.3.1 ศึกษาสถานที่ทำการทดลอง

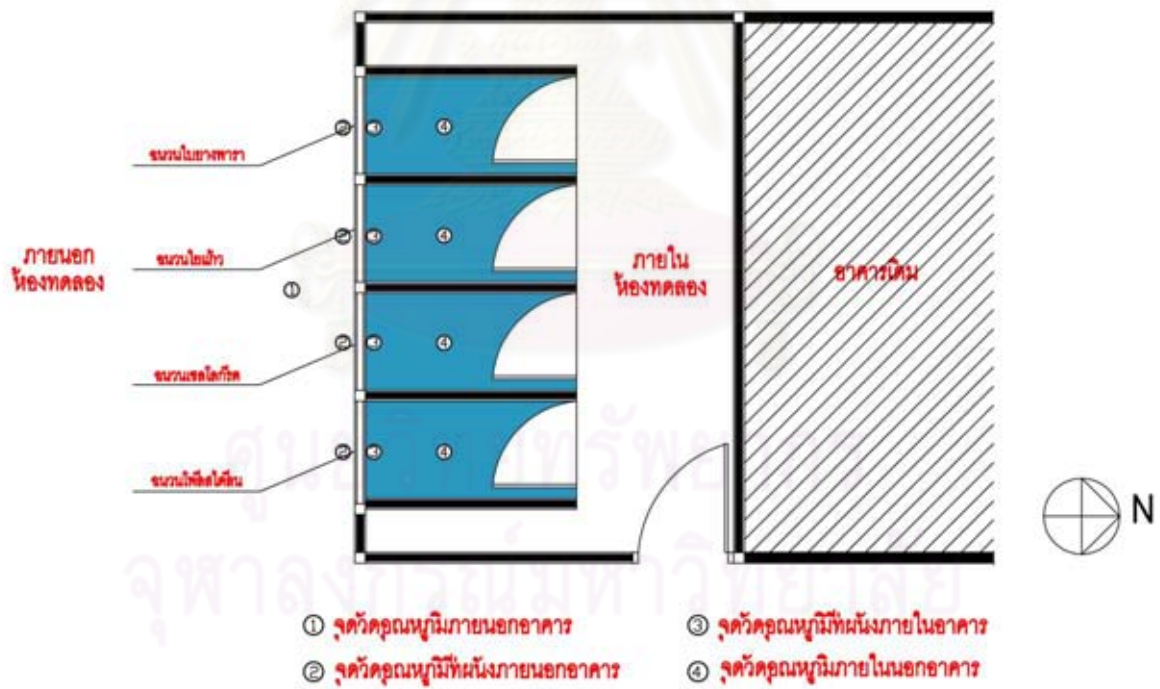
ตำแหน่งสถานที่ทำการทดลองอยู่ที่ ต.ทรายทอง อ.บางสะพานน้อย จ.ประจวบคีรีขันธ์ โดยลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นที่ราบและติดทะเลฝั่งอ่าวไทย การใช้งานพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมและพักอาศัย อาคารที่ทำการทดลองเป็นอาคารชั่วคราวที่สร้างขึ้นเชื่อมต่อกับอาคารเก็บของ พื้นที่ อาคารประมาณ 17.5 ตารางเมตรแบ่งพื้นที่ภายในอาคารเป็นห้องทดลองขนาด 1.00x2.00 เมตร สูง 2.40 เมตร จำนวน 4 ห้องทดลองเพื่อที่จะเปรียบเทียบวัสดุที่ใช้ในกา รทดลอง โดยกำหนดให้ด้านที่ติดตัวฉนวนทดลองรับความร้อนทางทิศใต้ ห้องทดลองที่ 1 เป็นฉนวนใยแก้ว ห้องทดลองที่ 2 ฉนวนใยแก้ว ห้องทดลองที่ 3 ฉนวนเซลูโลส และห้องทดลองที่ 4 ฉนวนโพลียูรีเทนโฟม ห้องทดลองมีการติดตั้งฉนวนป้องกันความร้อน ทางด้านทิศเหนือ ทิศตะวันออกและทิศตะวันตก โดยให้เฉพาะด้านทิศใต้เท่านั้นที่รับความร้อนได้ และห้องทดลองทั้ง 4 จะได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกันและไม่ปรับอากาศ



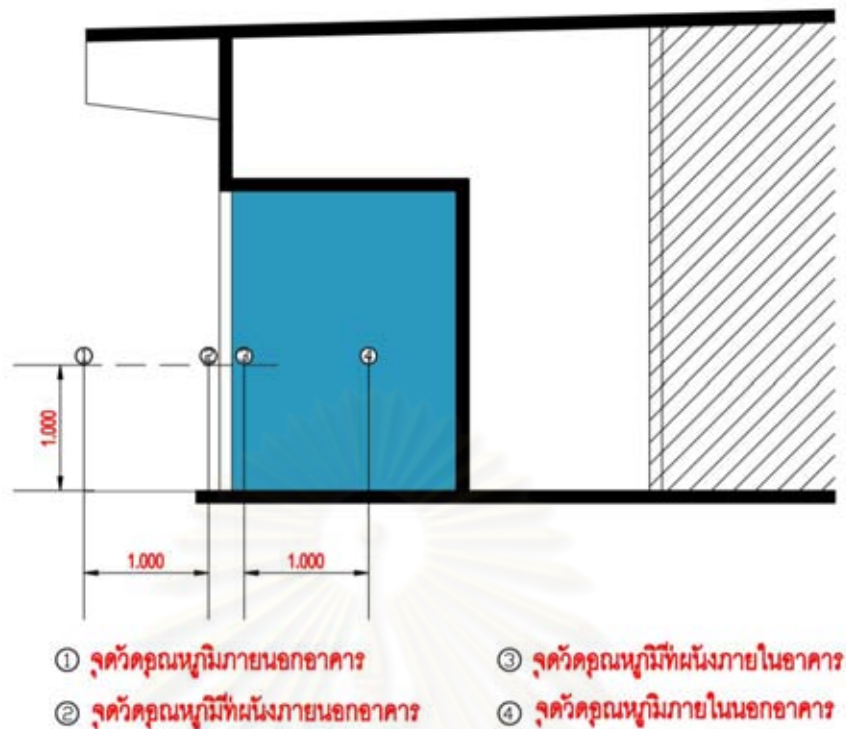
ภาพที่ 3.6 ผังอาคารห้องทดลอง



ภาพที่ 3.7 รูปตัดห้องทดลอง

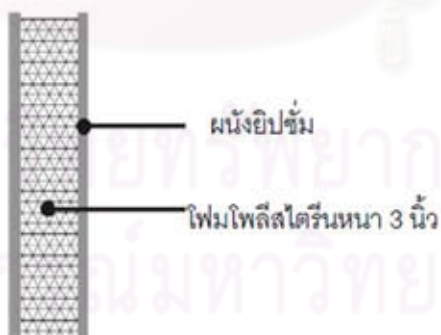


ภาพที่ 3.8 ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิ



ภาพที่ 3.9 ตำแหน่งการวัดจุดศูนย์กลาง

วัสดุที่ใช้กันห้องทดลองใช้แผ่นสมาร์ทบอร์ดตีประกบกัน 2 ด้านโดยมีช่องว่างตรงกลางระหว่างผนังสมาร์ทบอร์ดกรุด้วยโพลีสไตรีนที่มีความหนา 3 นิ้ว



ภาพที่ 3.10 ในผนังห้องทดลอง



ภาพที่ 3.11 ภาพสถานที่ก่อสร้างห้องทดลอง



ภาพที่ 3.12 ภาพสถานที่ก่อสร้างห้องทดลอง



ภาพที่ 3.13 ภาพการปรับพื้นที่เตรียมสร้างห้องทดลอง



ภาพที่ 3.14 ภาพการปรับพื้นที่เตรียมสร้างห้องทดลอง



ภาพที่ 3.15 ภาพการวางผังห้องทดลอง



ภาพที่ 3.16 ภาพการวางโครงสร้างห้องทดลอง



ภาพที่ 3.17 ภาพการก่อสร้างห้องทดลอง



ภาพที่ 3.18 ภาพภายในห้องทดลองฉาบปูนหนา 1 ซม. ทุกด้าน



ภาพที่ 3.19 ภาพติดตั้งฉนวนความร้อนทางด้านทิศใต้



ภาพที่ 3.20 ภาพการติดตั้งฉนวนความร้อน



ภาพที่ 3.21 ภาพการติดตั้งฉนวนความร้อน



ภาพที่ 3.22 ภาพการติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิ HOB



ภาพที่ 3.23 ภาพการติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิ HOBOWater ภายนอกห้องทดลอง จำนวน 5 ตำแหน่ง



ภาพที่ 3.24 ภาพการติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิ HOBOWater ภายในห้องทดลอง จำนวน 2 ตำแหน่ง



ภาพที่ 3.25 ภาพการติดตั้งอุปกรณ์



ภาพที่ 3.26 ภาพการป้องกันความร้อนเข้าสู่ห้องทดลองจากทางช่องว่างของประตู



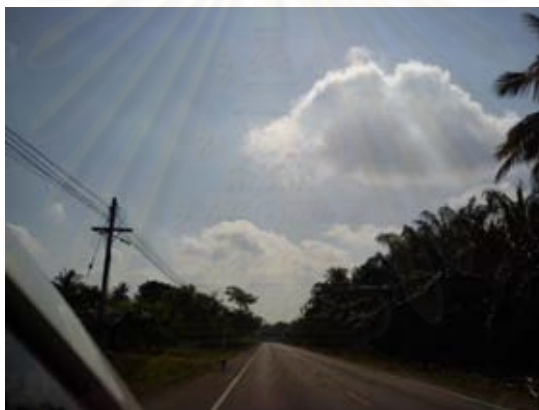
ภาพที่ 3.27 ภาพการป้องกันความร้อนเข้าสู่ห้องทดลองจากทางช่องว่างของประตู



ภาพที่ 3.28 ภาพสภาพอากาศวันที่ทำการเก็บข้อมูล



ภาพที่ 3.29 ภาพสภาพอากาศวันที่ทำการเก็บข้อมูล



ภาพที่ 3.30 ภาพสภาพอากาศวันที่ทำการเก็บข้อมูล

3.4. การตรวจวัดและบันทึกข้อมูล

3.4.1. ตัวแปรที่จะทำการเก็บข้อมูล

- 3.4.1.1 อุณหภูมิอากาศภายนอกห้องทดลอง (Out side Air Temperature)
- 3.4.1.2 อุณหภูมิอากาศภายในห้องทดลอง (Inside Air Temperature)
- 3.4.1.3 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)
 - ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องทดลอง (Outside Relative Humidity)
 - ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลอง (Inside Relative Humidity)
- 3.4.1.4 อุณหภูมิผิว (Surface Temperature)
 - อุณหภูมิผิวนิ่งภายนอกห้องทดลอง (Outside Wall Surface Temperature)
 - อุณหภูมิผิวนิ่งภายในห้องทดลอง (Inside Wall Surface Temperature)

3.5. การทดสอบความน่าเชื่อถือของห้องทดลองและเครื่องมือ

3.5.1. การทดสอบความถูกต้องของห้องทดลอง

- ผนังที่กั้นห้องใช้แผ่นสมาร์ทบอร์ดปิด 2 ด้านตรงกลางกรุโพลีสไตรีนโฟมหนา 3 นิ้ว
- ฝ้าเพดานใช้แผ่นสมาร์ทบอร์ดปิด 2 ด้านตรงกลางกรุโพลีสไตรีนโฟมหนา 3 นิ้ว
- ผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบหนา 10 มม.

การทดสอบความถูกต้องของห้องทดลองทำได้โดยการนำแผ่นสมาร์ทบอร์ดด้านที่ติดตั้งฉนวน ทดลองด้านทิศใต้ วัดอุณหภูมิภายในโดยการติดตั้งเครื่องมือ HOBO ในทุกห้องการทดลองตำแหน่งสูง 1.00 เมตรเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งผลที่ได้ อุณหภูมิ มีช่วงห่างกันในแต่ละห้องไม่เกิน 0.5 องศาเซลเซียส

3.5.2. การทดสอบความถูกต้องของหัววัดอุณหภูมิและความชื้น

ก่อนการเก็บข้อมูลได้นำอุปกรณ์ HOBO ไปทำการเปรียบเทียบมาตรฐานโดยนำเซ็นเซอร์ที่ใช้เก็บข้อมูลในที่เดียวกัน และช่วงเวลาเดียวกันโดยติดตั้งหัววัดอุณหภูมิให้รวมอยู่เป็นจุดเดียวอยู่ภายในวัสดุที่ป้องกันลมพัดและปัจจัยภายนอกอื่นๆ ที่อาจมีผลกระทบได้ในกล่องระบบปิด เพื่อให้อุณหภูมิที่ถูกต้องและใกล้เคียงกันมากที่สุด เพื่อควบคุมอากาศภายนอกเก็บ ข้อมูล เป็นเวลา 24 ชั่วโมงผลที่วัดได้ของหัววัดอุณหภูมิในแต่ละหัววัดไม่เกิน 0.2 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 3.31 การทดสอบอุปกรณ์เครื่องมือ HOBO

บทที่ 4

ผลงานวิจัย

การวิจัยเรื่องนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพ พกการลดการถ่ายเทความร้อน ที่เกิดจากฉนวนโปลียูรีเทนโฟม โดยแบ่งห้องทดลองเป็น 4 ห้องทดลอง กำหนดให้ห้องทดลองที่ 1 ติดตั้งฉนวนความร้อนที่ผลิตจากโปลียูรีเทนโฟมหนา 1 นิ้ว ห้องทดลองที่ 2 ติดตั้งฉนวนโปลียูรีเทนโฟมหนา 2 นิ้ว ห้องทดลองที่ 3 ติดตั้งฉนวนโพลีโพรพิลีน และห้องทดลองที่ 4 ติดตั้งฉนวนโพลียูรีเทนโฟมหนา 1 นิ้ว ทำการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดในแต่ละห้องทดลอง เพื่อนำมาเปรียบเทียบ โดยกำหนดหัวข้อในการเปรียบเทียบ ดังนี้

1. เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังภายนอกห้องทดลอง
2. เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวผนังภายในห้องทดลอง
3. เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในห้องทดลอง
4. เปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องทดลอง
5. เปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลอง

ข้อจำกัดของระยะเวลาในการทดลอง

การวิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลในห้องทดลองทุกๆ 2 นาที เป็นเวลาติดต่อกันหรือ 2 วัน 48 ชั่วโมง โดยเก็บข้อมูลในเดือนมีนาคม ดังนั้นผลงานวิจัยที่ได้จึงเป็นข้อมูลเฉพาะช่วงเวลาดังกล่าวเท่านั้น ซึ่งไม่ครอบคลุมตลอดปี

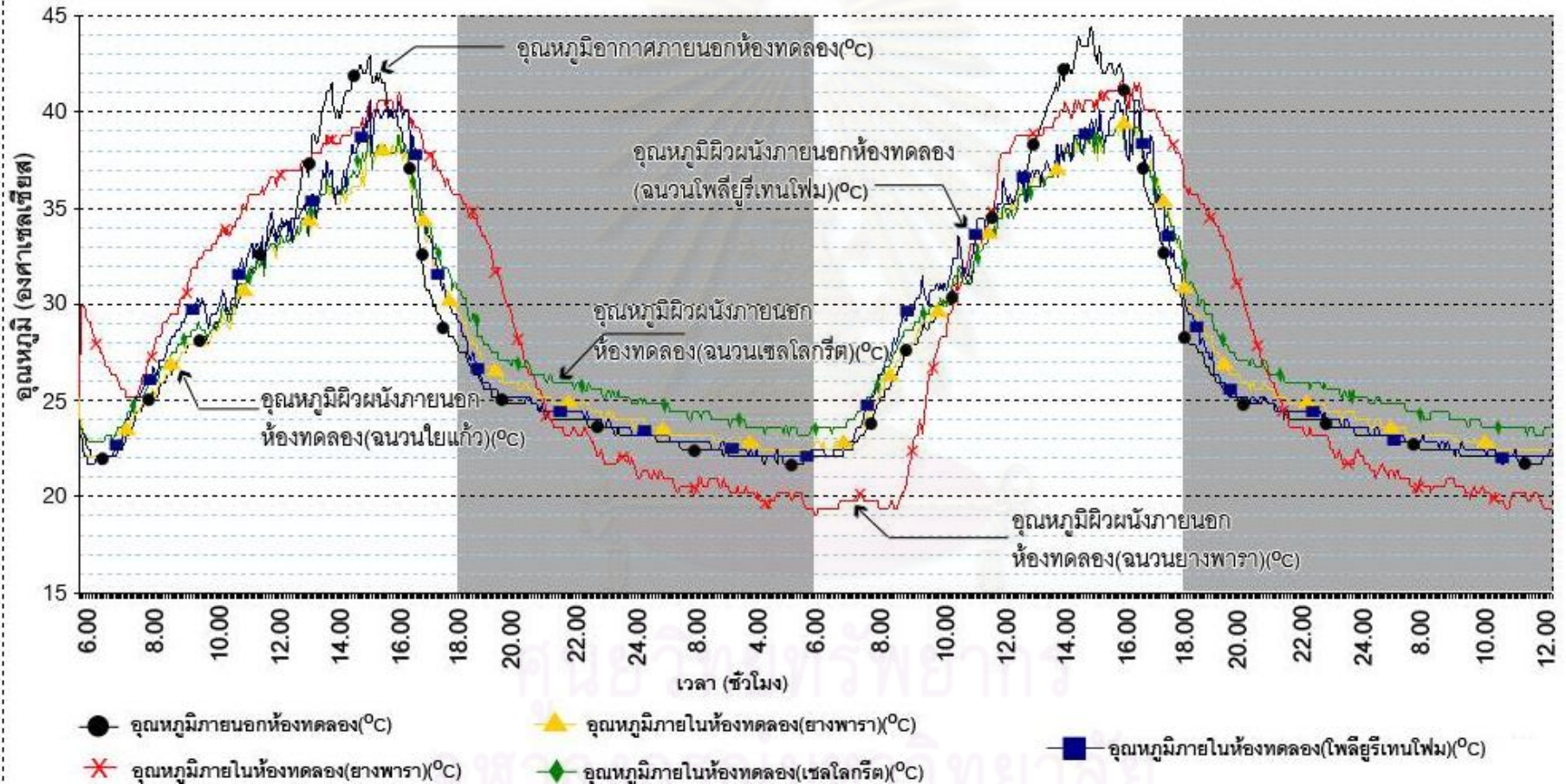
ข้อจำกัดการวิจัย

- การทดลองนี้เป็นการทดลอง และเก็บข้อมูลในระบบปิด เพื่อลดผลกระทบจากภายนอกในการทดลองที่ต้องการควบคุมให้มีการถ่ายเทความร้อนด้านทิศใต้เท่านั้น
- การทดลองเปรียบเทียบฉนวนความร้อนที่ความหนา 1 นิ้วเท่านั้น ยกเว้นฉนวนโปลียูรีเทนโฟมที่ใช้ในการทดลอง ใช้ความหนาที่ 2 นิ้ว เนื่องจากฉนวนโปลียูรีเทนโฟมไม่มีการผลิตที่ความหนา 1 นิ้ว

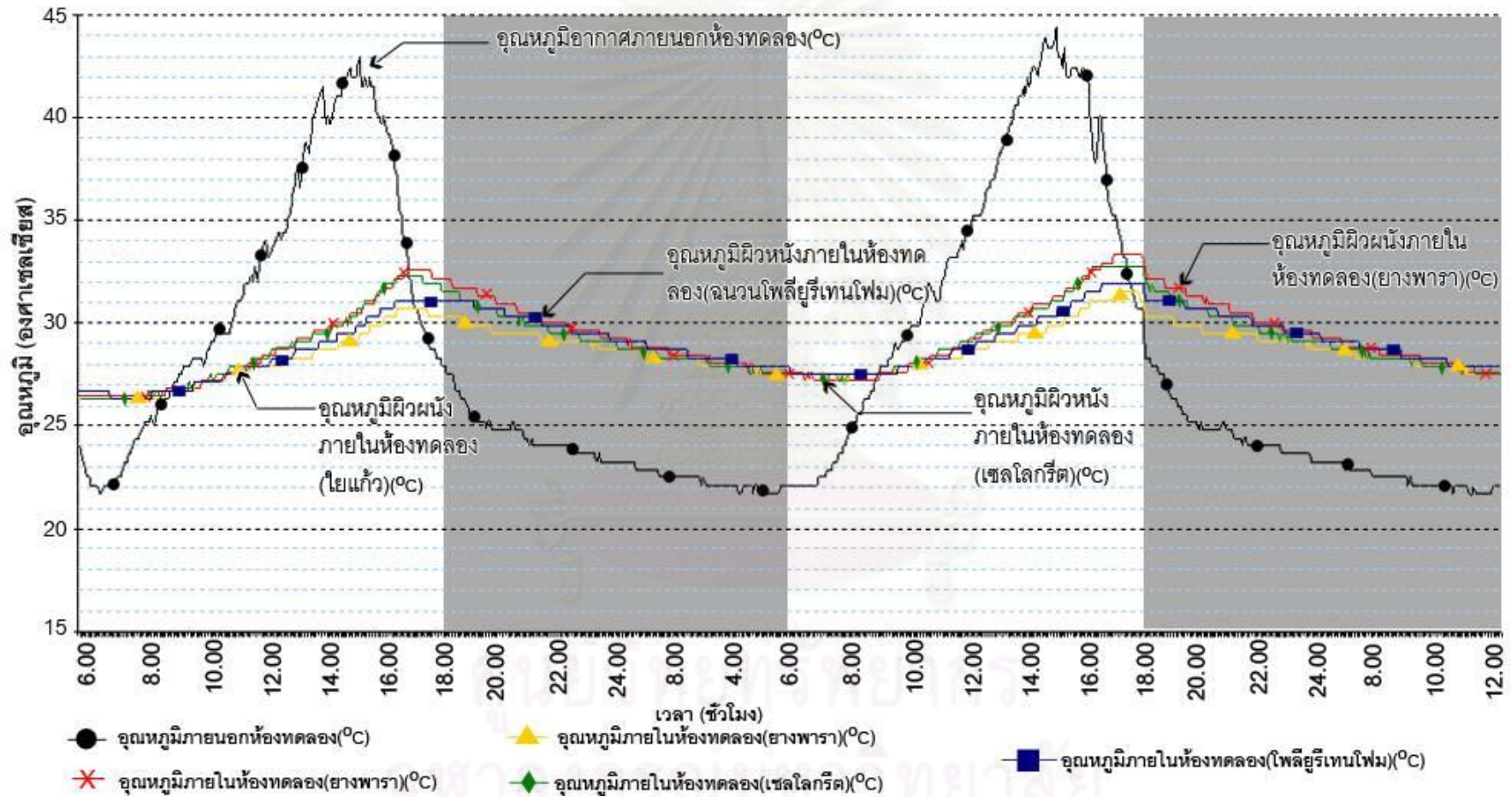
4.1. ผลการทดลอง

จากการทดลองมีผลการทดลองดังนี้

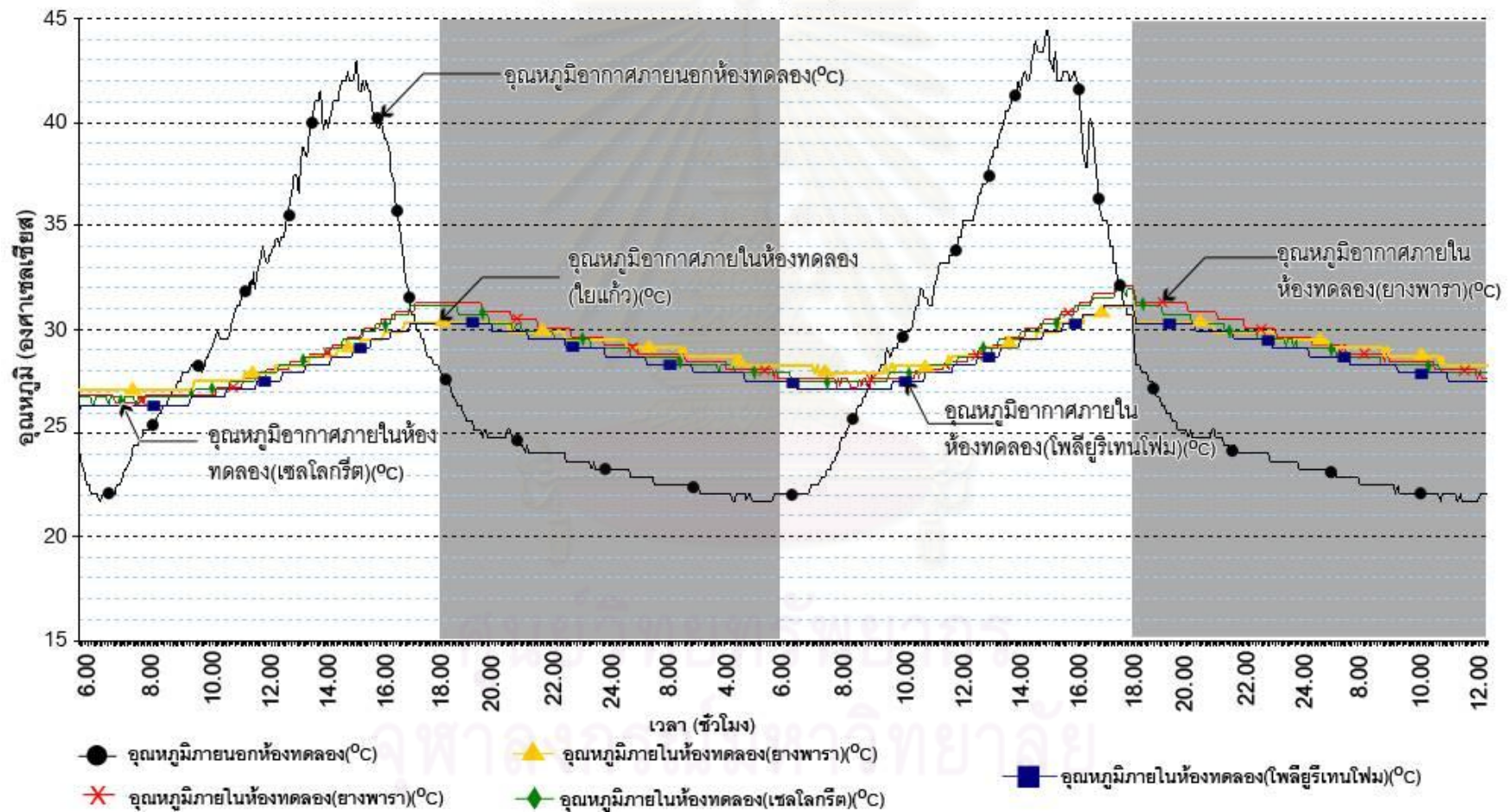
แผนภูมิที่ 4.1 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหนังภายนอกห้องทดลอง



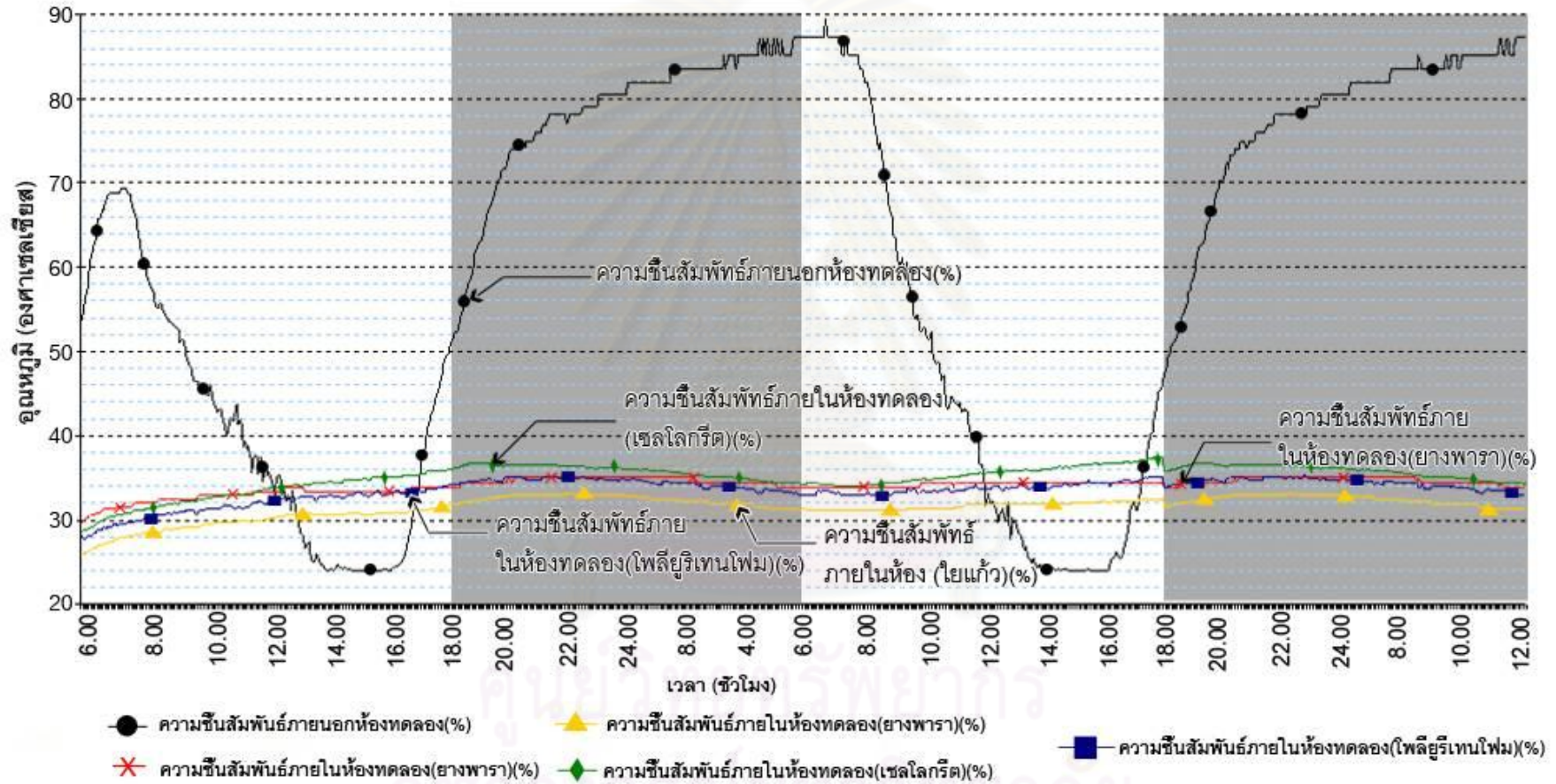
แผนภูมิที่ 4.2 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหนังภายในห้องทดลอง



แผนภูมิที่ 4.3 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในห้องทดลอง



แผนภูมิที่ 4.4 เปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลอง



ตารางที่ 4.1 อุณหภูมิจากการทดลอง ช่วงเวลา 6.00 - 18.00 น. ทั้ง 2 วันที่ทำการทดลอง

ประเภทฉนวน	อุณหภูมิผิวผนัง (°C)			อุณหภูมิผิวผนังภายใน (°C)			อุณหภูมิอากาศภายใน (°C)			ความชื้นสัมพัทธ์ (%)		
	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย
ฉนวนโปลียูรีเทน	41.52	19.04	30.09	33.38	26.44	29.22	32.12	26.44	28.91	34.41	29.70	33.90
ฉนวนใยแก้ว	39.67	22.09	29.16	31.52	26.34	28.57	31.12	27.12	28.87	32.60	25.90	31.24
ฉนวนเซลโลกรีต	39.22	22.86	29.73	32.76	26.34	29.11	31.93	26.34	28.82	37.40	28.70	34.81
ฉนวนโพลีเอทิลีน	40.59	21.71	29.50	31.93	26.34	28.93	31.12	25.95	28.4	35.22	27.85	33.28

อุณหภูมิอากาศภายนอก สูงสุด 42.94 °C ต่ำสุด 21.71 °C เฉลี่ย 29.44 °C
 ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก สูงสุด 89.40 % ต่ำสุด 24.00 % เฉลี่ย 55.39 %

ตารางที่ 4.2 อุณหภูมิจากการทดลอง ช่วงเวลา 18.00 - 06.00 น. ทั้ง 2 วันที่ทำการทดลอง

ประเภทฉนวน	อุณหภูมิผิวผนัง (°C)			อุณหภูมิผิวผนังภายใน (°C)			อุณหภูมิอากาศภายใน (°C)			ความชื้นสัมพัทธ์ (%)		
	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย
ฉนวนโปลียูรีเทน	36.57	19.42	23.92	32.54	27.64	29.5	31.29	27.64	29.54	35.05	33.81	34.66
ฉนวนใยแก้ว	30.71	22.48	24.44	30.31	27.52	28.81	30.31	28.31	29.40	33.20	31.30	32.35
ฉนวนเซลโลกรีต	31.93	23.24	25.53	31.93	27.52	29.19	31.12	27.91	29.27	36.70	24.20	35.78
ฉนวนโพลีเอทิลีน	30.31	22.09	23.95	31.12	27.91	29.37	30.31	27.52	28.93	35.35	32.98	34.37

อุณหภูมิอากาศภายนอก สูงสุด 28.70 °C ต่ำสุด 21.71 °C เฉลี่ย 23.62 °C
 ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก สูงสุด 87.20 % ต่ำสุด 47.40 % เฉลี่ย 77.69 %

จากแผนภูมิ 4.1 และตารางที่ 4.1,4.2 พบว่าอุณหภูมิผิวผนังภายนอกห้องทดลอง ด้านทิศใต้ของ ฉนวนใบยางพารามีอุณหภูมิผิวผนังภายนอกสูงสุดในเวลากลางวันอยู่ที่ 41.52°C มีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก 2.88°C ส่วนอุณหภูมิผิวผนังห้องทดลอง ด้านทิศใต้ของ ฉนวนใยแก้ว ฉนวนใยเซลโลกรีต และฉนวนโพลียูรีเทนโฟม นั้นมีอุณหภูมิผิวผนังภายนอกต่ำกว่าห้องทดลองฉนวนใบยางพาราอยู่ 1.85°C , 2.30°C และ 0.93°C และต่ำกว่า อุณหภูมิอากาศภายนอก 4.73°C , 5.18°C และ 3.81°C ตามลำดับ ในช่วงเวลากลางคืน อุณหภูมิผิวผนังภายนอกห้องทดลอง ด้านทิศใต้ของฉนวนใบยางพารา อุณหภูมิ ผิวผนังภายนอก สูงสุดอยู่ที่ 36.57°C สูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกห้องทดลองอยู่ 7.87°C ส่วนอุณหภูมิผิวผนังห้องทดลอง ด้านทิศใต้ของฉนวนใยแก้ว ฉนวนใยเซลลูกรีต และฉนวนโพลียูรีเทนโฟม มีอุณหภูมิผิวผนังภายนอกต่ำกว่าห้องทดลองฉนวนใบยางพาราอยู่ 5.86°C , 4.64°C และ 6.26°C และต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก 2.01°C , 3.23°C และ 1.61°C ตามลำดับ ในช่วงเวลากลางวันอุณหภูมิผิวผนังภายนอก ห้องทดลอง ด้านทิศใต้ของ ฉนวนเซลโลกรีต มีอุณหภูมิ ต่ำที่สุดอยู่ที่ 39.22°C และในช่วงเวลากลางคืน อุณหภูมิผิวผนังภายนอกห้องทดลองด้านทิศใต้ของฉนวนโพลียูรีเทนโฟมมีอุณหภูมิต่ำที่สุดอยู่ที่ 30.31°C

จากแผนภูมิที่ 4.2 และตารางที่ 4.1,4.2 พบว่าอุณหภูมิผิว ผนังภายในห้องทดลอง ด้านทิศใต้ของ ฉนวนใบยางพารามีอุณหภูมิสูงสุดในเวลากลางวันอยู่ที่ 33.38°C มีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก 11.02°C ส่วนอุณหภูมิผิวผนังภายในห้องทดลองด้านทิศใต้ของฉนวนใยแก้ว ฉนวนใยเซลโลกรีตและฉนวนโพลียูรีเทนโฟม มีอุณหภูมิผิวผนังภายในต่ำกว่าห้องทดลองฉนวนใบยางพาราอยู่ 1.86°C , 0.62°C และ 1.47°C และต่ำกว่าอุณหภูมิ อากาศภายนอก 12.88°C , 11.64°C และ 12.47°C ตามลำดับ ในช่วงเวลากลางคืน อุณหภูมิผิวผนังภายในห้องทดลอง ด้านทิศใต้ของ ฉนวนใบยางพารามีอุณหภูมิอยู่ที่ 32.54°C สูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกอยู่ที่ 3.84°C ส่วนอุณหภูมิผิวผนังภายในห้องทดลองด้านทิศใต้ของฉนวนใยแก้ว ฉนวนใยเซลโลกรีตและฉนวนโพลียูรีเทนโฟม มีอุณหภูมิผิวผนังภายในต่ำกว่าห้องทดลอง ฉนวนใบยางพาราอยู่ที่ 2.23°C , 0.61°C และ 1.42°C ตามลำดับ ในช่วงเวลากลางวันอุณหภูมิผิวผนังภายในห้องทดลองด้านทิศใต้ของฉนวนใยแก้วมีผลช่วยลดอุณหภูมิได้มากที่สุด 12.88°C และในช่วงเวลากลางคืนมีอุณหภูมิผิวผนังภายในต่ำที่สุดอยู่ที่ 30.31°C

จากแผนภูมิที่ 4.3 และตารางที่ 4.1,4.2 พบว่าอุณหภูมิ อากาศภายในห้องทดลองฉนวนใบยางพารามีอุณหภูมิสูงสุดในเวลากลางวันอยู่ที่ 32.12°C มีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก 12.28°C ส่วนอุณหภูมิอากาศภายในห้องทดลอง ฉนวนใยแก้ว ฉนวนใยเซลโลกรีต และฉนวนโพลียูรีเทนโฟม มีอุณหภูมิ อากาศภายในต่ำกว่าห้องทดลองฉนวนใบยางพาราอยู่ที่ 1.00°C , 0.19°C และ 1.00°C และต่ำกว่าอุณหภูมิ อากาศภายนอก 13.28°C , 12.47°C และ 13.28°C ตามลำดับในช่วงเวลากลางคืนอุณหภูมิ อากาศภายในห้องทดลองฉนวนใบยางพารามีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 31.29°C สูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก 2.59°C และ อุณหภูมิ อากาศ ภายในห้องทดลอง ฉนวนใยแก้ว ฉนวนใยเซลโลกรีต และฉนวนโพลียูรีเทนโฟม มีอุณหภูมิ อากาศภายใน ต่ำกว่าห้องทดลอง ฉนวนใบยางพาราอยู่ 0.98°C , 0.17°C และ 0.98°C และสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก 1.61°C , 2.42°C และ 1.61°C ตามลำดับ ในช่วงเวลากลางวันอุณหภูมิอากาศภายในห้องทดลองฉนวนใยแก้วและฉนวนโพลียูรีเทนโฟม สามารถลดความร้อนภายในอาคารได้มากที่สุด 13.28°C ในช่วงเวลากลางคืนอุณหภูมิอากาศภายในห้องทดลองฉนวนใยแก้วและฉนวนโพลียูรีเทนโฟมมีอุณหภูมิต่ำที่สุดเท่ากันอยู่ที่ 30.31°C

จากแผนภูมิที่ 4.4 และตารางที่ 4.1,4.2 พบว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทดลองฉนวนโบบายางพารา มีความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดในช่วงเวลากลางวันอยู่ที่ 34.41 % มีค่าต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก 54.99 % ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องทดลองฉนวนโบบายางพารา 1.81 % และต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก 56.8 % ส่วนห้องทดลองฉนวนเซลโลกรีต ฉนวนโพลียูรีเทนโฟมมีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า ความชื้นสัมพัทธ์ห้องทดลองฉนวนโบบายางพารา 2.99 % , 0.81 % และต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก 52 % , 54.18 % ตามลำดับ ในเวลากลางคืนความชื้นสัมพัทธ์ห้องทดลองฉนวนโบบายางพารามีค่าสูงสุดอยู่ที่ 35.05 % ต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก 52.15 % ส่วนห้องทดลอง ฉนวนโบบายางพารา 1.85 % และน้อยกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก 54 % ความชื้นสัมพัทธ์ห้องทดลองฉนวนโบบายางพารา 1.85 % และน้อยกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก 54 % ความชื้นสัมพัทธ์ห้องทดลองฉนวนเซลโลกรีต ฉนวนโพลียูรีเทนโฟม มีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า ความชื้นสัมพัทธ์ห้องทดลอง ฉนวนโบบายางพารา 1.65 % , 0.3 % และต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก 50.5 % , 51.85 % ตามลำดับ ในเวลากลางวันความชื้นสัมพัทธ์ห้องทดลองฉนวนโบบายางพารา 1.85 % และน้อยกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก 54 % ความชื้นสัมพัทธ์ห้องทดลองฉนวนโบบายางพารา 1.85 % และน้อยกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก 54 % ความชื้นสัมพัทธ์ห้องทดลองฉนวนเซลโลกรีต ฉนวนโพลียูรีเทนโฟม มีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า ความชื้นสัมพัทธ์ห้องทดลอง ฉนวนโบบายางพารา 1.65 % , 0.3 % และต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก 50.5 % , 51.85 % ตามลำดับ ในเวลากลางคืนความชื้นสัมพัทธ์ห้องทดลองฉนวนโบบายางพารา 35.05 % และในเวลากลางคืนมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดอยู่ที่ 33.20 %

4.2. วิเคราะห์ผลการทดลอง

การวิจัยนี้เป็นการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของฉนวนกันความร้อนที่ผลิตจากโบบายางพารา ในการช่วยลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ผนังอาคารจากอาคารจริงอาคารเดี่ยวโดยผนังที่ใช้เปรียบเทียบในการทดลองได้แก่ ฉนวนโบบายางพารา 2 นิ้ว ฉนวนเซลโลกรีตหนา 2 นิ้ว และฉนวนโพลียูรีเทนโฟม หนา 1 นิ้ว การนำผลการทดลอง คนละวันทำให้ตัวแปรด้านสภาพแวดล้อมแตกต่างกันไปบ้าง มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพไม่สามารถทำได้โดยตรงเนื่องจากทำการทดลอง คนละวันทำให้สภาพแวดล้อมแตกต่างกันไปบ้าง ดังนั้นการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทดลอง จึงใช้กระบวนการพิจารณาจากผลต่างของ องศา ชั่วโมงของอุณหภูมิ (degree hour) โดยทุกจุดที่เก็บข้อมูลเก็บที่ฐาน 18 °C กับองศาชั่วโมงทำความเย็น (Cooling degree hour) ที่ฐาน 18 °C ของอุณหภูมิ อากาศภายนอกเพื่อวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างฉนวนความร้อนในแต่ละห้องทดลอง

ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของฉนวนความร้อนในแต่ละห้องทดลองจุดที่ทำการเก็บข้อมูลได้แก่ อุณหภูมิอากาศภายนอก อุณหภูมิผิวผนังภายนอก อุณหภูมิผิวผนังภายใน และอุณหภูมิอากาศภายใน โดยทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 2 นาทีเป็นเวลา 2 วัน จากนั้นนำอุณหภูมิในทุกๆ ข้อมูลมาลบกับ 18 °C ที่ใช้เป็นฐานในการคำนวณ นำผลต่างที่ได้ มารวมเป็นผลรวมของอุณหภูมิ เซลเซียส - ชั่วโมง (degree - hour) สะสมจะได้กราฟดังนี้

4.2.1. เปรียบเทียบอุณหภูมิฉนวนความร้อนที่ใช้ในการทดลอง

แผนภูมิเปรียบเทียบอุณหภูมิชั่วโมงสะสมของความร้อนทั้ง 2 วันของฉนวนความร้อนที่ใช้ในการทดลอง 24 ชั่วโมงเป็นเวลา 2 วัน (accumulate degree – hours about 18 °C for 2 days)

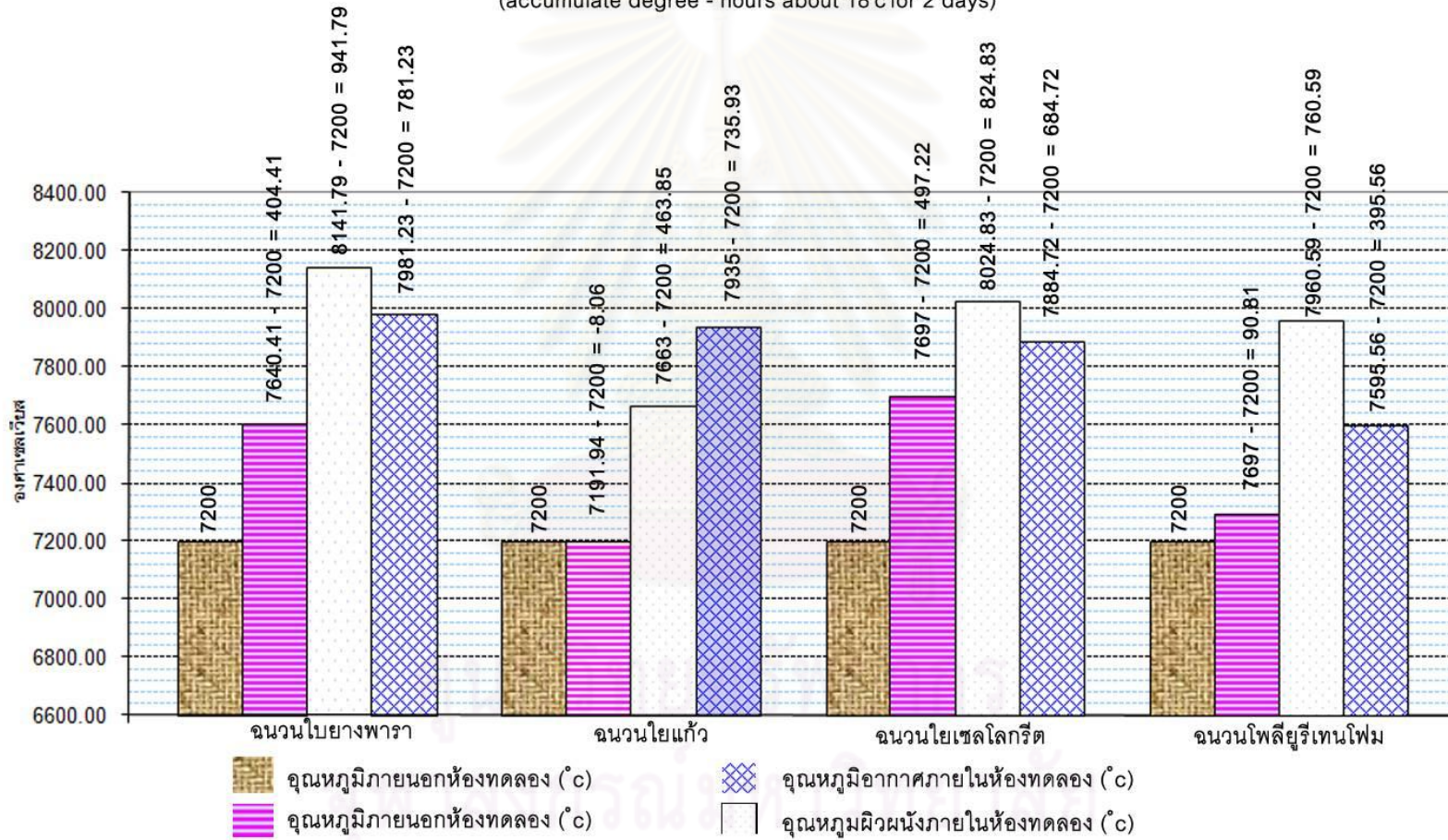
แผนภูมิ เปรียบเทียบอุณหภูมิสะสมความร้อนของฉนวนที่ใช้ในการทดลอง เฉพาะช่วงเวลากลางวันเวลา 6.00 น. – 18.00 น. เป็นเวลา 2 วัน

แผนภูมิเปรียบเทียบคุณหมุิสะสมความร้อนของฉนวนที่ใช้ในการทดลองเฉพาะช่วงเวลากลางคืนเวลา
18.00 น. – 6.00 น. เป็นเวลา 2 วัน

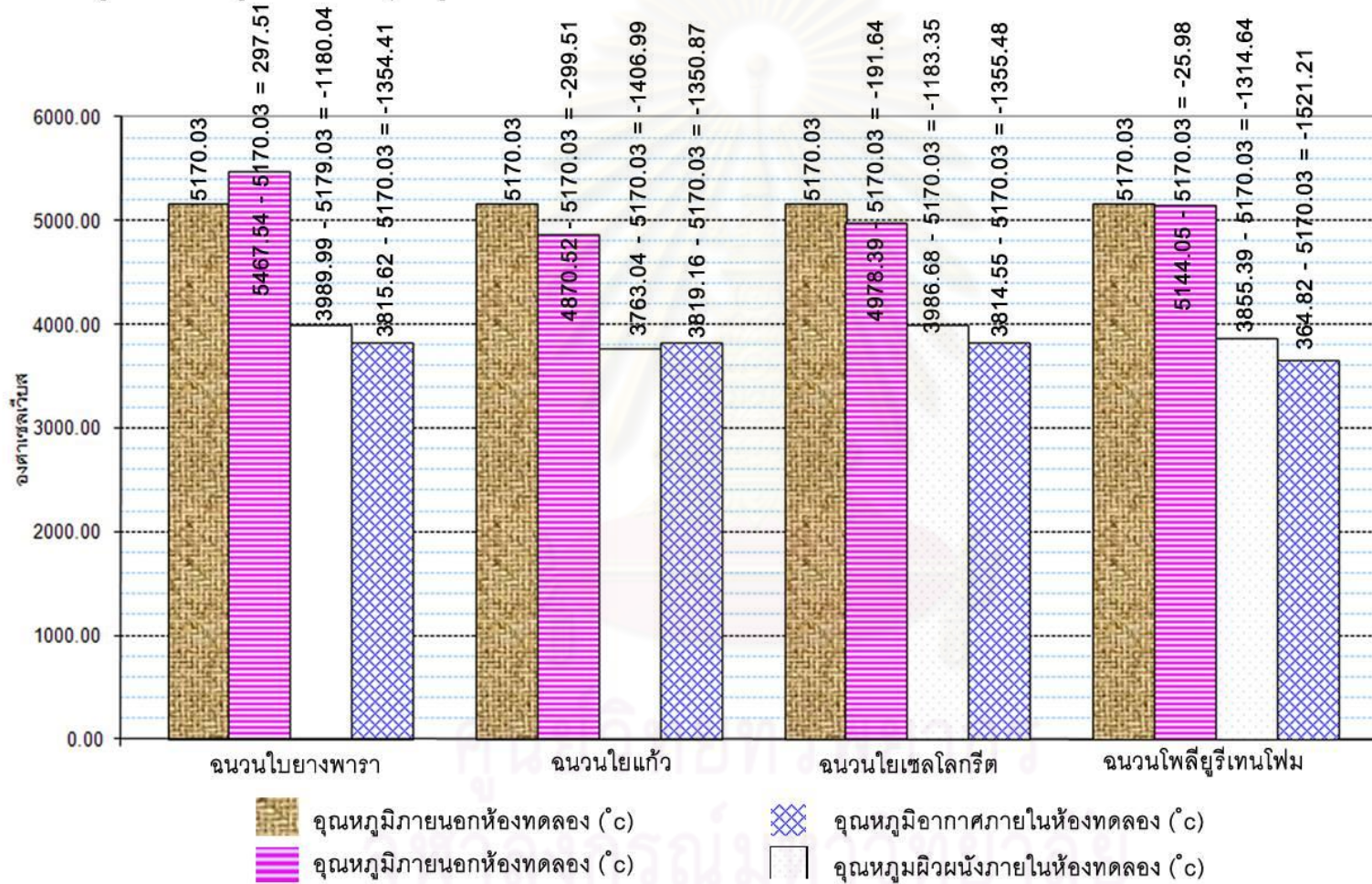


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

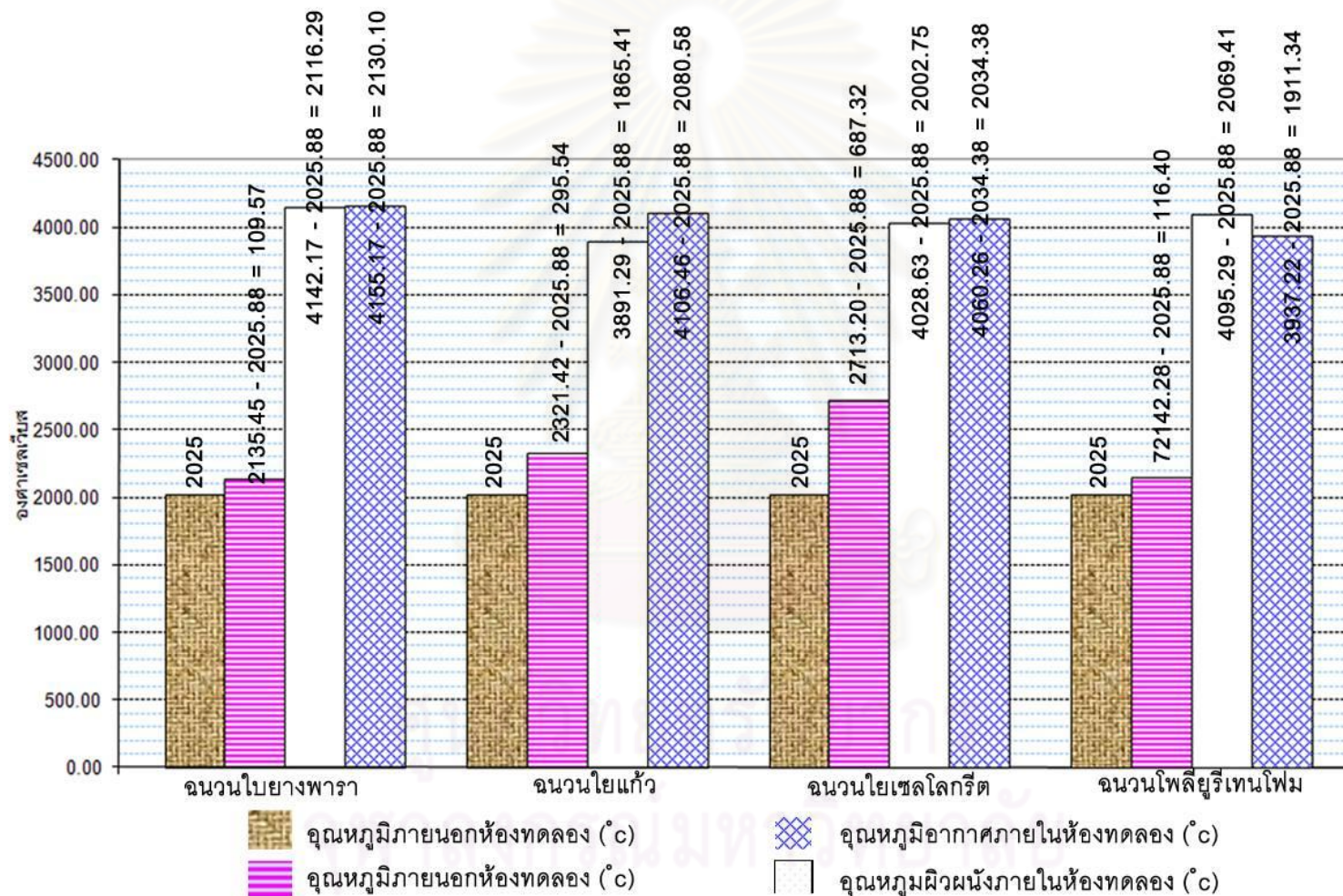
แผนภูมิที่ 4.5 แผนภูมิเปรียบเทียบอุณหภูมิชั่วโมงสะสมของอุณหภูมิชั่วโมงสะสมของอุณหภูมิร้อนทั้ง 2 วันของอุณหภูมิร้อนที่ใช้ในการทดลอง 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 2 วัน
(accumulate degree - hours about 18°C for 2 days)



แผนภูมิที่ 4.6 แผนภูมิเปรียบเทียบอุณหภูมิสะสมความร้อนของฉนวนที่ใช้ในการทดลองเฉพาะช่วงเวลากลางวันเวลา 6.00 น. - 18.00 น. เป็นเวลา 2 วัน



แผนภูมิที่ 4.7 แผนภูมิเปรียบเทียบอุณหภูมิสะสมความร้อนของฉนวนที่ใช้ในการทดลองเฉพาะช่วงเวลากลางคืนเวลา 18.00 น. - 6.00 น.เป็นเวลา 2 วัน



เมื่อได้กราฟแสดงผลรวมของอุณหภูมิชั่วโมงสะสมโดยมีฐานของอุณหภูมิอยู่ที่ 18°C (accumulate degree – hour above 18°C) จึงนำมาทำการหาผลต่างของอุณหภูมิชั่วโมงสะสมของจำนวนความร้อน จะได้กราฟดังต่อไปนี้

แผนภูมิแสดงผลต่างของอุณหภูมิชั่วโมงสะสมอากาศภายนอกกับ อุณหภูมิชั่วโมงสะสมของอุณหภูมิผิวหนังภายนอก ผิวหนังภายในและอุณหภูมิอากาศภายในของจำนวนความร้อนที่ใช้ในการทดลอง 24 ชั่วโมงเป็นเวลา 2 วัน

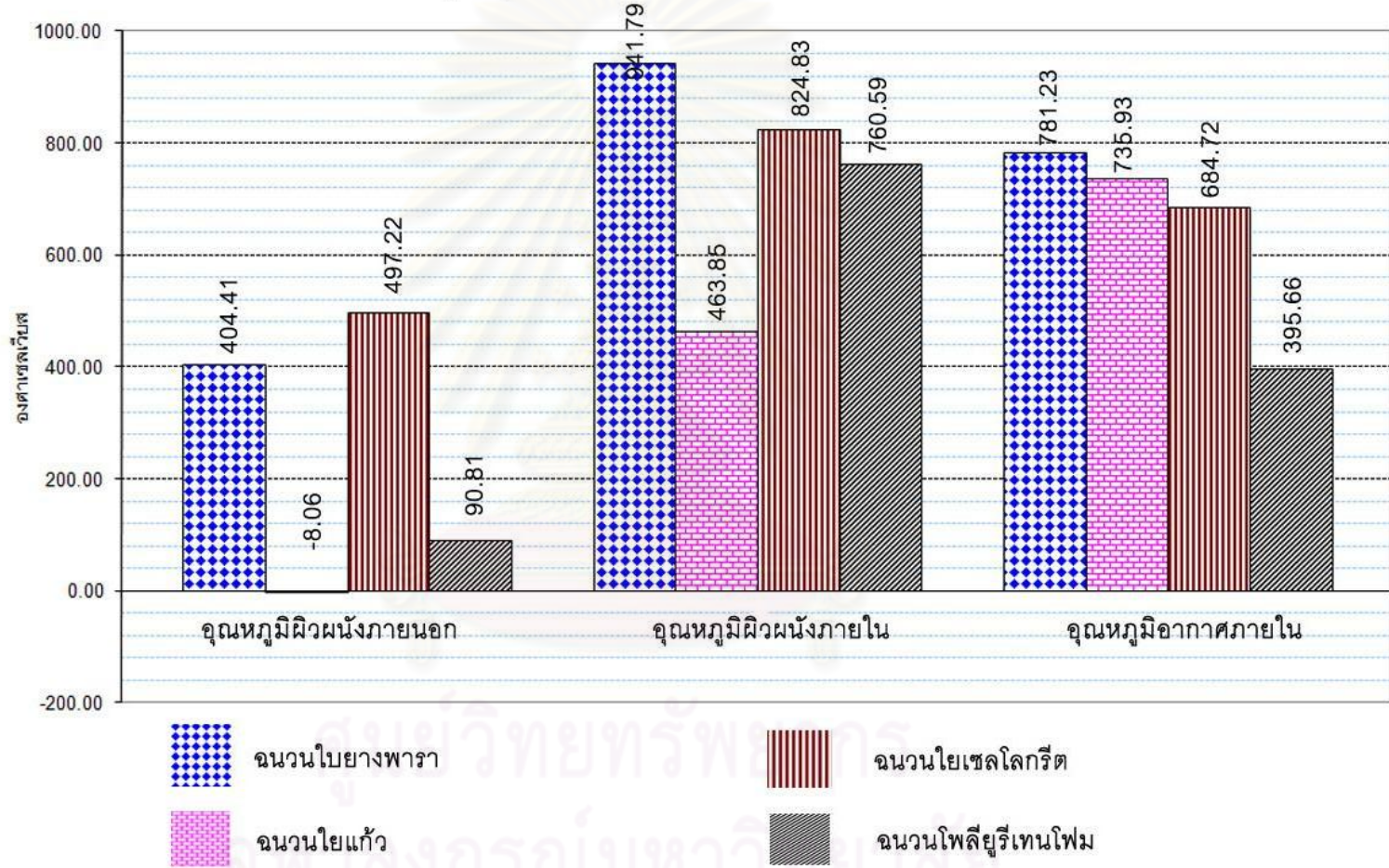
แผนภูมิแสดงผลต่างของอุณหภูมิชั่วโมงสะสมอากาศภายนอกกับ อุณหภูมิชั่วโมงสะสมของอุณหภูมิผิวหนังภายนอก ผิวหนังภายในและอุณหภูมิอากาศภายในของจำนวนความร้อนที่ใช้ในการทดลอง เฉพาะช่วงเวลากลาง 6.00 น. – 18.00 น. เป็นเวลา 2 วัน

แผนภูมิแสดงผลต่างของอุณหภูมิชั่วโมงสะสมอากาศภายนอกกับ อุณหภูมิชั่วโมงสะสมของอุณหภูมิผิวหนังภายนอก ผิวหนังภายในและอุณหภูมิอากาศภายในของจำนวนความร้อนที่ใช้ในการทดลอง เฉพาะช่วงเวลากลาง 18.00 น. – 6.00 น. เป็นเวลา 2 วัน

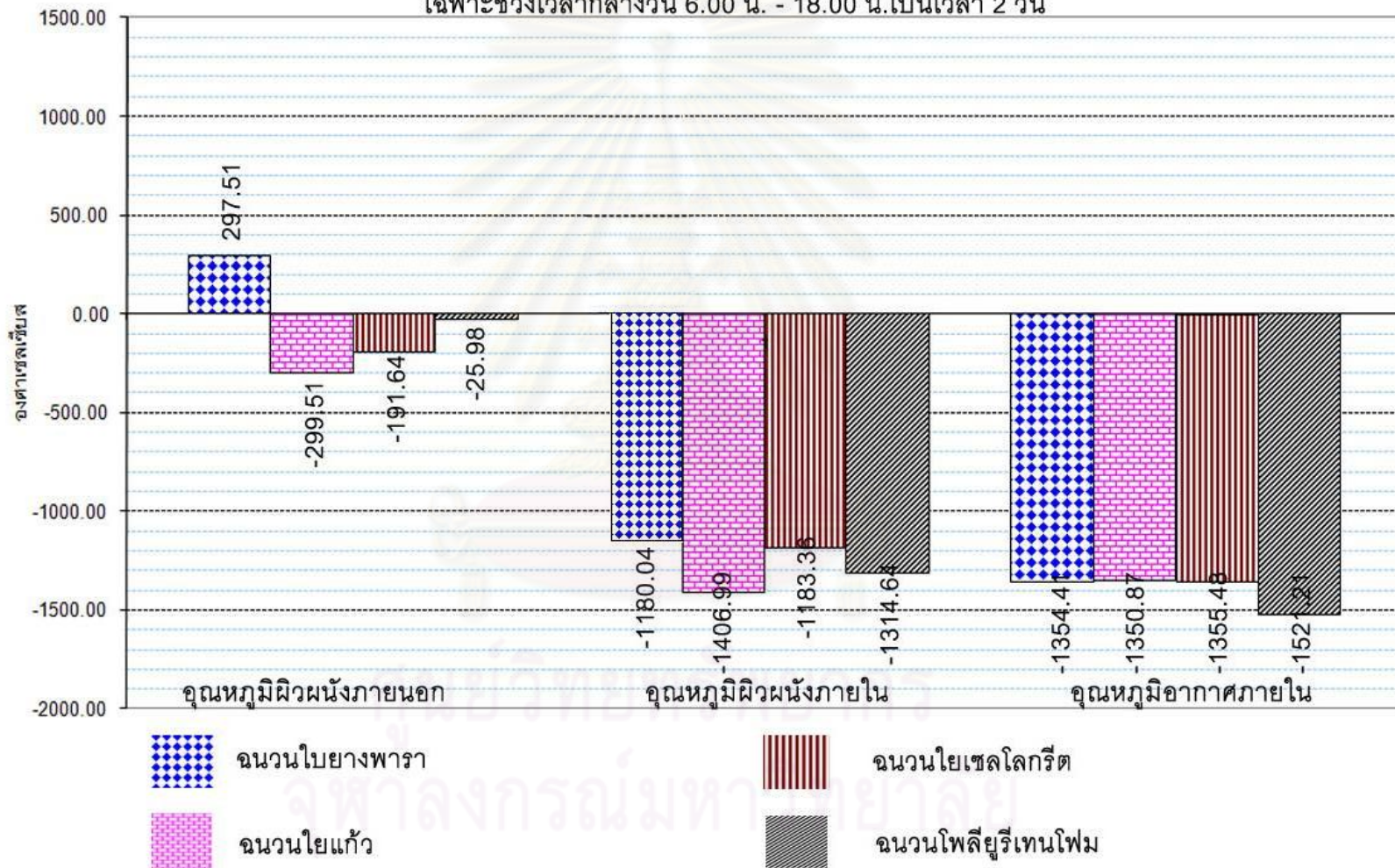


ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 4.8 แผนภูมิแสดงผลต่างอุณหภูมิชั่วโมงสะสม อากาศภายนอกกับอุณหภูมิชั่วโมงสะสมของอุณหภูมิผิวผนังภายนอก ผิวผนังภายใน และอุณหภูมิอากาศภายในของฉนวนความร้อนที่ใช้ในการทดลอง 24 ชั่วโมง 2 วัน

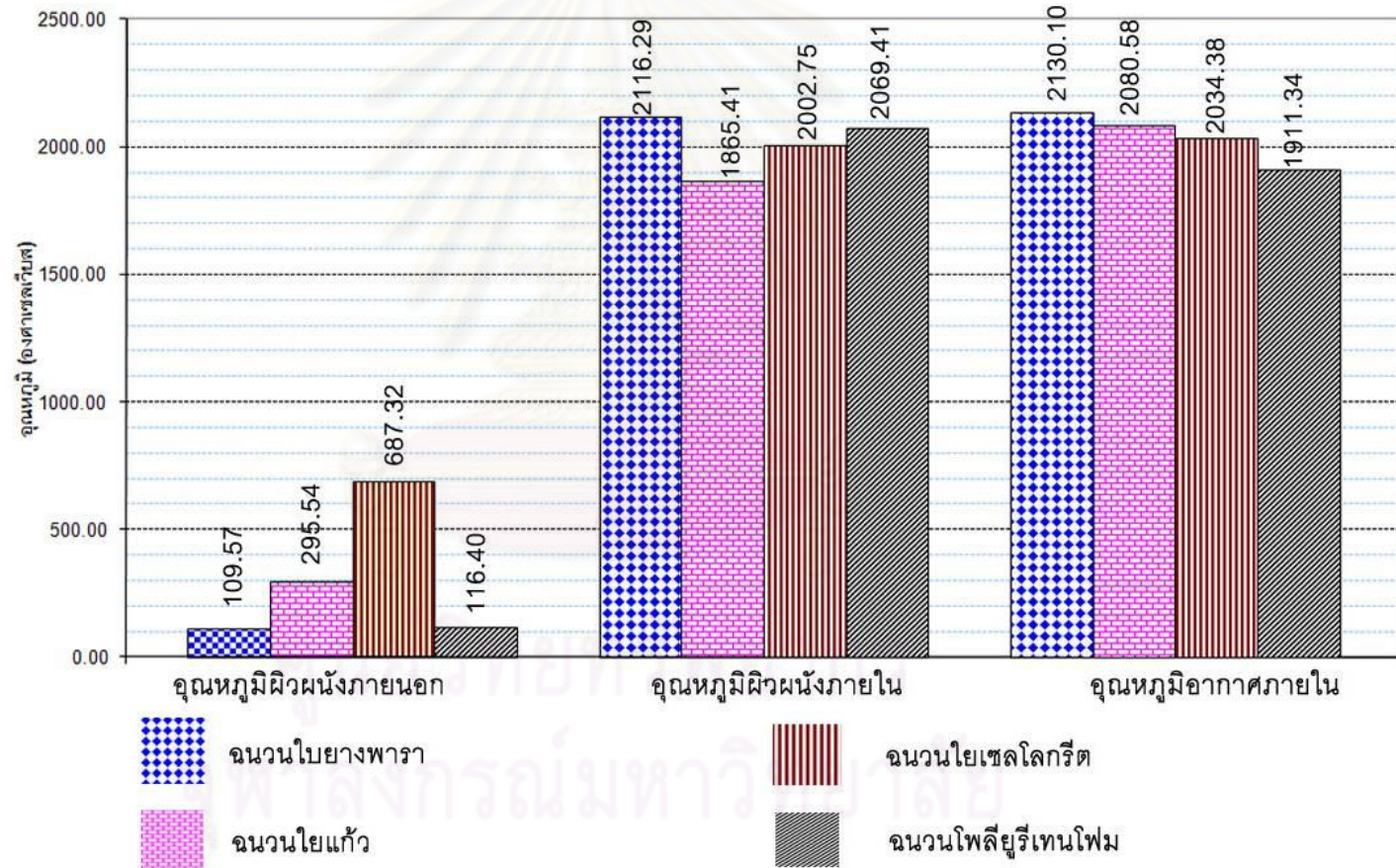


แผนภูมิที่ 4.9 แผนภูมิแสดงผลต่างอุณหภูมิชั่วโมงสะสม อากาศภายนอกกับอุณหภูมิชั่วโมงสะสมของอุณหภูมิผิวหนังภายนอก ผิวหนังภายใน และอุณหภูมิอากาศภายในของจำนวนความร้อนที่ใช้ในการทดลอง เฉพาะช่วงเวลากลางวัน 6.00 น. - 18.00 น. เป็นเวลา 2 วัน



แผนภูมิที่ 4.10 แผนภูมิแสดงผลต่างอุณหภูมิชั่วโมงสะสม อากาศภายนอกกับอุณหภูมิชั่วโมงสะสมของอุณหภูมิผิวหนังภายนอก ผิวหนังภายใน และอุณหภูมิอากาศภายในของฉนวนความร้อนที่ใช้ในการทดลอง

เฉพาะช่วงเวลากลางคืน 18.00 น. - 6.00 น. เป็นเวลา 2 วัน



- 4.2.1. ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพของฉนวนความร้อนในการลดการสะสมความร้อนที่ผิวผนังภายนอก อุณหภูมิที่ผิวผนังภายใน อุณหภูมิที่ผิวผนังภายนอก อุณหภูมิอากาศภายในห้องทดลอง โดยเปรียบเทียบผลต่างของอุณหภูมิชั่วโมงสะสม ($^{\circ}\text{C hour}$)

24 ชม. x 2 วัน	อุณหภูมิผิวผนังภายนอก ($^{\circ}\text{C hour}$)	อุณหภูมิผิวผนังภายใน ($^{\circ}\text{C hour}$)	อุณหภูมิอากาศภายใน ($^{\circ}\text{C hour}$)
ฉนวนใยแก้วพารา	404.41	941.79	781.23
ฉนวนใยแก้ว	- 8.06	463.85	735.93
ฉนวนใยเซลโลกรีต	497.22	824.83	684.72

เวลากลางวัน x 2 วัน	อุณหภูมิผิวผนังภายนอก ($^{\circ}\text{C hour}$)	อุณหภูมิผิวผนังภายใน ($^{\circ}\text{C hour}$)	อุณหภูมิอากาศภายใน ($^{\circ}\text{C hour}$)
ฉนวนใยแก้วพารา	297.51	-1180.04	-1,354.41
ฉนวนใยแก้ว	-299.51	-1,406.99	-1,350.87
ฉนวนใยเซลโลกรีต	-191.64	-1,183.35	-1,355.48

เวลากลางคืน x 2 วัน	อุณหภูมิผิวผนังภายนอก ($^{\circ}\text{C hour}$)	อุณหภูมิผิวผนังภายใน ($^{\circ}\text{C hour}$)	อุณหภูมิอากาศภายใน ($^{\circ}\text{C hour}$)
ฉนวนใยแก้วพารา	109.57	2,116.29	2,130.10
ฉนวนใยแก้ว	295.54	1,865.41	2,080.58
ฉนวนใยเซลลูโลส	687.32	2,002.75	2,034.38

- ตารางที่ 4.3 ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพของฉนวนความร้อนในการลดการสะสมความร้อนที่ผิวผนัง
 หมายเหตุเครื่องหมาย - คืออุณหภูมิลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอก เครื่องหมาย + คือ อุณหภูมิ
 เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอก

จากการทดลองในภาพรวมตลอดทั้งวันแสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิอากาศภายในห้องทดลองที่ติดตั้งฉนวนความร้อนทุกประเภทในเวลากลางวันมีอุณหภูมิน้อยกว่า อุณหภูมิภายนอกอย่างเห็นได้ชัด ส่วนในเวลากลางคืนอุณหภูมิอากาศภายในห้องทดลองทุกประเภท มีอุณหภูมิสูงกว่าเนื่องจากสภาพอากาศภายนอกมีอุณหภูมิลดลงอย่างมาก อุณหภูมิอากาศภายในยังรักษาระดับอุณหภูมิให้คงที่ได้มากกว่า จากการเปรียบเทียบผลการทดลองทำให้เห็นได้ว่า ฉนวนความร้อนทุกประเภทที่ติดตั้งในการทดลองมีประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดี

4.3. สรุปวิเคราะห์ผลการทดลอง

การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพในการเป็นฉนวนป้องกันความร้อนของฉนวนที่ผลิตจากไบบางพาราโดยเปรียบเทียบผลการทดลองในส่วนที่เป็นผลต่างอุณหภูมิชั่วโมงสะสมของห้องที่ติดตั้งฉนวนไบบางพารากับชั่วโมงสะสม ฉนวนใยแก้ว ฉนวนใยเซลโลกรีต และฉนวนโพลียูรีเทน พบว่าฉนวนไบบางพารามีประสิทธิภาพการป้องกันการถ่ายเทความร้อนเทียบเท่า ฉนวนใยแก้ว มากที่สุด ดังนี้

	อุณหภูมิชั่วโมงสะสม (° C hours)	ผลต่างที่ลดลงของอุณหภูมิชั่วโมงสะสม (° C hours) ของฉนวนความร้อนเมื่อเทียบกับฉนวนไบบางพารา		
		ฉนวนไบบางพารา	ใยแก้ว	เซลโลกรีต
	อุณหภูมิผิวผนังภายนอก	404.41	412.47	92.81
อุณหภูมิผิวผนังภายใน	941.79	477.94	116.96	180.82
อุณหภูมิอากาศภายใน	781.23	45.29	96.51	385.67

ตารางที่ 4.4 แสดงผลต่างที่ลดลงของอุณหภูมิชั่วโมงสะสมความร้อนของฉนวนความร้อนที่ใช้ในการทดลองเปรียบเทียบกับฉนวนไบบางพารา (° C hours)

จากการทดลองในภาพรวมตลอดทั้งวัน ฉนวนที่ผลิตจากไบบางพารามีประสิทธิภาพในการป้องกันการถ่ายเทความร้อนใกล้เคียงกับฉนวนใยแก้วมากที่สุดโดยมีผลต่างชั่วโมงสะสมอุณหภูมิอากาศภายในอาคารอยู่ที่ 45.29 ° C hours รองลงมาเทียบได้กับ ฉนวนใยเซลโลกรีตฉนวนโพลียูรีเทนโฟมและตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1. บทสรุป

งานวิจัยนี้เป็นการทดลองจากสถานที่จริง (Experimental Research) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของฉนวนความร้อนที่ผลิตจากไบยางพารา ในการลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ผนังอาคารและความชื้นสัมพัทธ์ ฉนวนที่ใช้เปรียบเทียบในการทดลอง ได้แก่ ฉนวนใยแก้ว หนา 2 นิ้ว ฉนวนใยเซลลูโลส หนา 1 นิ้ว และฉนวนโพลียูรีเทนโฟม หนา 1 นิ้ว อาคารที่ใช้ทำการทดลองเป็นอาคารที่สร้างขึ้นต่อจากอาคารเก่า เป็นลักษณะอาคารชั้นเดียว มีพื้นที่ 17.5 ตารางเมตร กว้าง 3.50 เมตร ยาว 5.00 เมตร สูง 2.50 เมตร แบ่งด้านในอาคารเป็น 4 ห้องทดลองขนาด 1.00x2.00 เมตร เพื่อเปรียบเทียบตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา กำหนดให้ห้องทดลองที่ 1 เป็นฉนวนไบยางพารา อีก 3 ห้องที่เหลือเป็นฉนวนใยแก้ว ฉนวนใยเซลลูโลส และฉนวนโพลียูรีเทนโฟม ตามลำดับ โดยทั้ง 4 ห้องทดลองป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร ในด้านทิศเหนือ ทิศ ตะวันออก และทิศตะวันตก โดยให้เฉพาะด้านทิศใต้เท่านั้นที่สามารถรับความร้อนจากภายนอกได้ ห้องทดลองจะได้รับสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกันและไม่ปรับอากาศ การทดลองดำเนินการ วันที่ 19 – 20 มีนาคม พ.ศ.2554 การเก็บและบันทึกข้อมูลจากการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ บันทึกทุกๆ 2 นาที เป็นเวลาติดต่อกัน 2 วันหรือ 48 ชั่วโมง การวิจัยแบ่งวัตถุประสงค์ออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการป้องกันการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร ของฉนวนความร้อนที่ผลิตจากไบยางพารา โดยเปรียบเทียบกับฉนวนใยแก้ว ฉนวนใยเซลลูโลส และฉนวนโพลียูรีเทนโฟม

ส่วนที่ 2 เพื่อเสนอแนะแนวทางในการประยุกต์ใช้กระบวนการผลิตฉนวนไบยางพารา เพื่อพัฒนาการผลิตฉนวนความร้อนจากวัสดุธรรมชาติ ประกอบอาคาร เพื่อการประหยัดพลังงาน

ส่วนที่ 1 จากผลการทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นฉนวนป้องกันความร้อนของฉนวนที่ผลิตจากไบยางพารา กับฉนวนใยแก้ว ฉนวนใยเซลลูโลส และฉนวนโพลียูรีเทนโฟม สามารถสรุปได้ดังนี้

- เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยของผิวผนังภายนอกอาคาร ฉนวนไบยางพารา สูงกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยอากาศภายนอก 2.23% สูงกว่าฉนวนใยแก้ว ฉนวนใยเซลลูโลส และฉนวนโพลียูรีเทนโฟมที่ 3.17% ,1.23% และ 1.99% ตามลำดับ โดยที่ฉนวนไบยางพารามีอุณหภูมิเฉลี่ยของผิวผนังภายนอกอาคารใกล้เคียงกับฉนวนใยเซลลูโลสมากที่สุด
- เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยของผิวผนังภายในอาคารฉนวนไบยางพาราต่ำกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยภายนอก 0.74%, สูงกว่าฉนวนใยแก้ว ฉนวนใยเซลลูโลส และฉนวนโพลียูรีเทนโฟมที่ 2.28%, 0.37% และ 1.00% ตามลำดับ โดยที่ฉนวนไบยางพารามีอุณหภูมิเฉลี่ยของผิวผนังภายในอาคารใกล้เคียงกับฉนวนใยเซลลูโลสมากที่สุด
- เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยอากาศภายในอาคาร ฉนวนไบยางพาราต่ำกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยภายนอก 1.80% สูงกว่าฉนวนใยแก้ว ฉนวนใยเซลลูโลส และฉนวนโพลียูรีเทนโฟมที่ 0.13% ,0.31% และ 1.80% ตามลำดับ โดยที่ฉนวนไบยางพารามีอุณหภูมิเฉลี่ยอากาศภายในได้ใกล้เคียงกับฉนวนใยแก้วมากที่สุด

- เปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยภายในอาคาร ฉนวนโบบางพาราต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยภายนอก 38.80% สูงกว่า ฉนวนใยแก้ว และฉนวนโพลียูรีเทน โฟม 8.51% และ 1.85% ต่ำกว่าฉนวนใยเซลโลกรีต 2.63% โดยที่ฉนวนโบบางพารามีประสิทธิภาพเทียบได้กับ ฉนวนใยแก้ว ฉนวนใยเซลโลกรีตและฉนวนโพลียูรีเทนโฟมตามลำดับ

สรุปประเด็นอื่นที่สังเกตได้จากการทดลอง

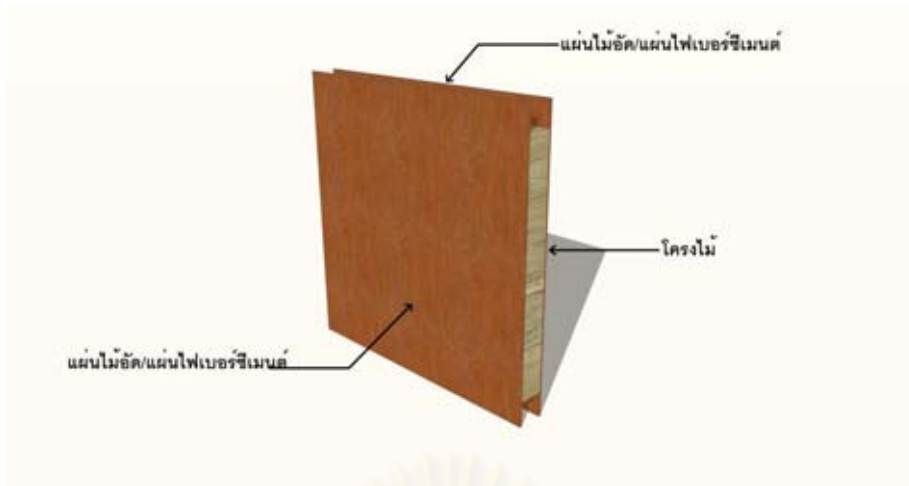
1. ในช่วงเวลา 9.00น. - 14.00น. อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารมีการปรับ บอุณหภูมิขึ้นสูงมาก แต่ภายในห้องทดลองที่ติดตั้งฉนวนกันความร้อนทุกประเภท มีอุณหภูมิสูงขึ้นเพียงเล็กน้อย และใกล้ เคียงกันไปจนตลอด 2 วัน ที่ทำการทดลอง ในขณะที่อุณหภูมิอากาศมีการปรับอุณหภูมิขึ้น – ลง อยู่ตลอดเวลา
2. ฉนวนทุกประเภทที่ใช้เปรียบเทียบในการทดลองมีผลในการช่วยลดการสะสมความร้อนได้ดีในทุกช่วงเวลา แม้อากาศภายนอกจะมีการเปลี่ยนแปลงมากก็ยังคงสามารถรักษาระดับอุณหภูมิไว้ได้ค่อนข้างคงที่
3. อุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องทดลองสูงกว่าภายในห้องทดลองที่ติดตั้งฉนวนกันความร้อนทุกประเภท และมีการเปลี่ยนแปลงสูงมากในช่วง 9.00 น. – 14.00 น. และจะต่ำลงเมื่อเวลา 16.00 น. – 6.00 น.

ส่วนที่ 2 เสนอแนะแนวทางเพื่อประยุกต์ใช้ ข้อมูลที่ได้จากงานวิจัย

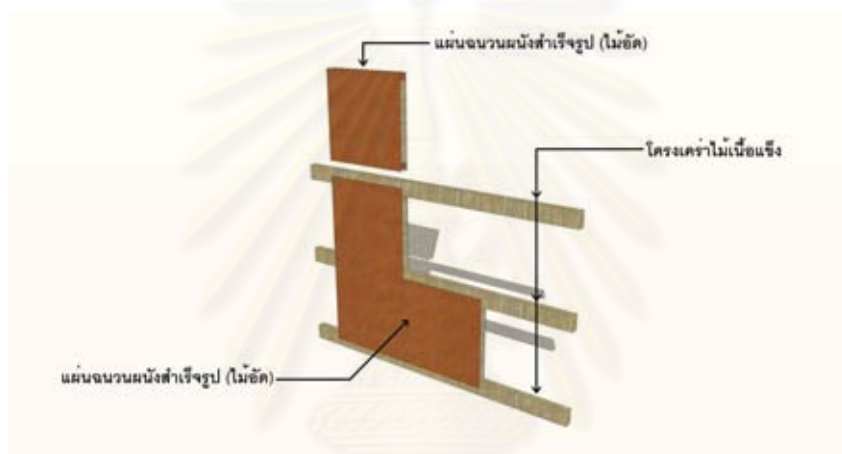
1. สำหรับอาคารโดยทั่วไป ที่ต้องการลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่อาคาร สามารถนำฉนวนกันความร้อนที่ผลิตจากโบบางพาราไปใช้ติดตั้งเป็นฉนวนกันความร้อนได้
2. จากผลการทดลองทำให้ทราบว่า ฉนวนโบบางพารามีประสิทธิภาพในการป้องกันการถ่ายเทความร้อนได้ดี จึงควรมีการนำไปพัฒนารูปแบบสำหรับทำฉนวนกันความร้อนในรูปแบบอื่นๆ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 : ผนังสำเร็จรูป			
รูปแบบ	วัสดุ	ขนาด	การติดตั้ง
ผนังสำเร็จรูป (ภายใน)	แผ่นไม้อัด 2 ด้านตรงกลาง	60 x 60 ซม.	โครงเคร่าไม้
	กรูฉนวนโบบางพาราหนา 5 ซม.	หนา 7 ซม.	
ผนังสำเร็จรูป (ภายนอก)	แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ ตรงกลางกรู	60 x 60 ซม.	โครงเคร่าไม้
	ฉนวนโบบางพาราขนาด 5 ซม.	หนา 7 ซม.	

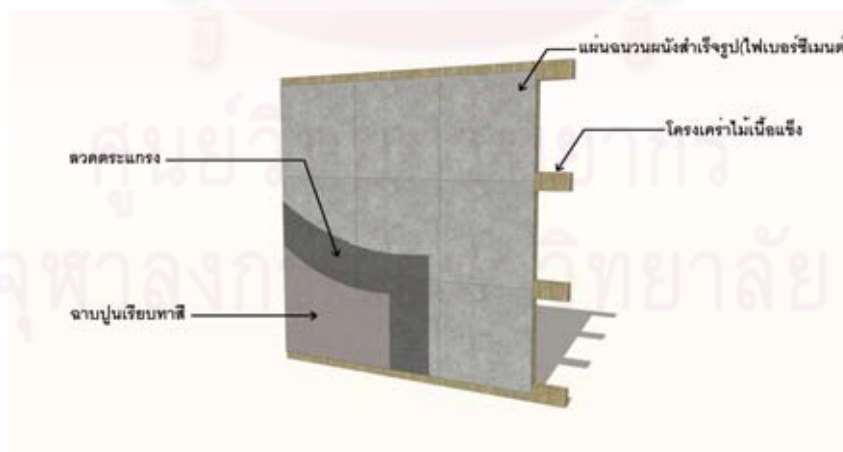
ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงรายละเอียดผนังสำเร็จรูปที่พัฒนาจากฉนวนโบบางพารา



ภาพที่ 5.1 แผ่นฉนวนผนังสำเร็จรูป



ภาพที่ 5.2 การติดตั้งโครงคร่าวไม้ สำหรับผนังภายในอาคาร



ภาพที่ 5.3 การติดตั้งโครงคร่าวไม้ สำหรับผนังภายนอกอาคาร

รูปแบบที่ 2 : อิฐมวลเบา			
รูปแบบ	วัสดุ	ขนาด	การติดตั้ง
อิฐมวลเบา	ไบบางพารา/เส้นใยไบบางพารา	19 x 39 ซม.	ก่อผนัง
	ผสมซีเมนต์	หนา 7 ซม.	

ตารางที่ 5.2 ตารางแสดงรายละเอียดอิฐมวลเบาที่พัฒนาจากฉนวนไบบางพารา



ภาพที่ 5.4 การผลิตอิฐมวลเบา



ภาพที่ 5.5 การผลิตติดตั้งฉนวนฉนวนไบบางพาราเป็นผนังอาคาร

รูปแบบที่ 3 : ฝ้าสำเร็จรูป			
รูปแบบ	วัสดุ	ขนาด	การติดตั้ง
ฝ้าสำเร็จรูป	ฉนวนไบบางพาราผสมยิปซั่ม	60 x 60 ซม.	โครงฝ้า T - BAR
		หนา 2.5 ซม.	

ตารางที่ 5.3 ตารางแสดงรายละเอียดฝ้าสำเร็จรูปที่พัฒนาจากฉนวนไบบางพารา



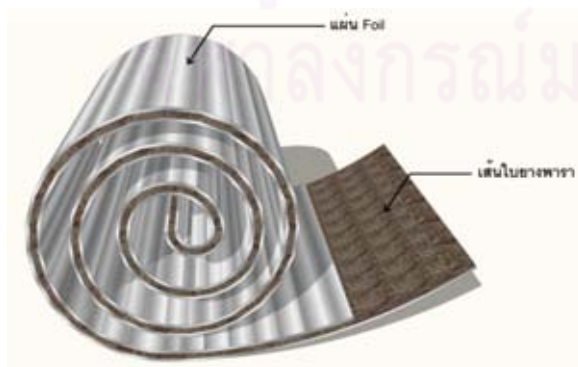
ภาพที่ 5.6 การผลิตฝ้าสำเร็จรูป



ภาพที่ 5.7 การพัฒนาแผ่นฉนวนฝ้าสำเร็จรูปโดยการกรุโพลีเอทิลีน

รูปแบบที่ 4 : ฉนวนใยยางพาราหุ้มด้วย FOIL			
รูปแบบ	วัสดุ	ขนาด	การติดตั้ง
ฉนวนหุ้ม FOIL	ฉนวนใยยางพาราหุ้มด้วย FOIL	1.22 x 30.5 ม.	ปูบนฝ้าเพดาน
	ทั้ง 2 ด้าน	หนา 2.5 ซม.	

ตารางที่ 5.4 ตารางแสดงรายละเอียดฉนวนพอลิที่พัฒนาจากฉนวนใยยางพารา



ภาพที่ 5.8 ฉนวนเส้นใยบรรจุในถุง FOIL และการติดตั้ง

รูปแบบที่ 5 : แผ่นฉนวนตกแต่งผนังภายในอาคาร			
รูปแบบ	วัสดุ	ขนาด	การติดตั้ง
แผ่นฉนวนตกแต่งผนัง	แผ่นฉนวนใยยางพาราที่ทำการ	60 x 60 ซม.	กรุผนังภายในอาคาร
ภายใน	ชั้นรูปโชว์พื้นผิว		

ตารางที่ 5.5 ตารางแสดงรายละเอียดฉนวนตกแต่งที่พัฒนาจากฉนวนใยยางพารา



ภาพที่ 5.9 แผ่นฉนวนใยยางพาราในลักษณะการตกแต่งผนังภายในและการติดตั้ง

5.2 ข้อเสนอแนะในการนำไปทำวิจัยในครั้งต่อไป

1. ในงานวิจัยครั้งต่อไปควรทำห้องทดลองติดตั้งฉนวนบริเวณหลังคา เพื่อให้กับอาคารที่มีลักษณะเป็นอาคารแนวราบซึ่งมีพื้นที่หลังคามากกว่าผนัง
2. งานวิจัยนี้ทำการศึกษาเฉพาะผนังติดตั้งฉนวนด้านทิศใต้เท่านั้น การศึกษาครั้งต่อไป ควรศึกษาในทิศทางอื่น เพราะแต่ละทิศมีตัวแปรที่แตกต่างกันออกไป
3. ในการทดลองใช้วัสดุเปรียบเทียบเพียง 3 แบบเท่านั้น ซึ่งมีวัสดุฉนวนอีกหลายแบบที่น่าสนใจนำมาเป็นวัสดุเปรียบเทียบ
4. ควรศึกษาถึงกระบวนการขึ้นรูปแผ่นฉนวนใยยางพาราในหลายๆรูปแบบ เพื่อใช้ในการทดลอง เพราะอาจจะได้มีแนวทางอื่นๆ ที่ดีสำหรับการทำแผ่นฉนวน
5. ควรสลับตำแหน่งฉนวนแต่ละห้อง สลับกันให้ครบ เนื่องจากในแต่ละห้อง อาจจะมีตัวแปรที่ต่างกัน
6. สามารถนำแนวทางการผลิตฉนวนจากใยยางพาราไปประยุกต์ใช้กับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอื่นๆ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเป็นฉนวนความร้อน เพื่อประหยัด

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมอุตสาหกรรม, รายงานสถานการณ์สารแอสเบสตอส (Asbestos) ของไทย [ออนไลน์], 04 ธันวาคม 2553.แหล่งที่มา <http://www.noasbestos.org>

การส่งออกยางพารา [ออนไลน์], 04 ธันวาคม 2553.แหล่งที่มา <http://www.thainr.com>

เซรามิกเค็ดดิง [ออนไลน์], 10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา www.dede.go.th

เฉลิมวงศ์ เจริญสุข และคนอื่นๆ, การปลูกยางพารา (กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ส่งเสริมอาชีพธุรกิจ เพชรกะรัต จำกัด, 2546)

นวนวนโพน [ออนไลน์], 10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา www.dede.go.th

ดอกไม้ประดิษฐ์จากใบยางพารา [ออนไลน์], 10 ธันวาคม 2553.แหล่งที่มา <http://www.yangpara.com>

ตริงใจ บุรณสมภพ, การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน (กรุงเทพมหานคร: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด(มหาชน), 2539) , หน้า 29.

ธนิต จินดาวงนิค, สถาปัตยกรรมและเทคโนโลยี (กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540) , หน้า 27.

ธนิต จินดาวงนิค, เอกสารประกอบการสอนการอนุรักษ์พลังงานในการออกแบบสถาปัตยกรรม (คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540), หน้า 117 .

ยิปซัมบอร์ด [ออนไลน์], 10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา www.dede.go.th

ใยแก้ว [ออนไลน์], 10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา www.dede.go.th

วิศิษฐ์ ใต้เจริญรัตน์, “การผลิตฉนวนความร้อนจากเส้นใยฟางข้าวและน้ำยางธรรมชาติ,” วารสารวิศวกรรมสาร มก.57 (ธันวาคม 2548) :32

อุณหภูมิกอากาศ. [ออนไลน์], 29 มกราคม 2552.แหล่งที่มา www.electron.rmutphysics.com

อดุลนิ่มฟอยด์ [ออนไลน์], 10 ธันวาคม 2553. แหล่งที่มา www.dede.go.th

อัล กอร์, โดกร์อนฉบับคนรุ่นใหม่ – An Inconvenient Truth (Yong Adult Version). (กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มติชน, 2550)

ภาษาอังกฤษ

Edward Allen and David Swoboda, How Buildings Work: The Natural Order of Architecture (US: Oxford University Press, 2005), p.53

Givoni, B. Man, Climate and Architecture (Amsterdam: Elseveir Publishing Company Limited, 1969), p. 105.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

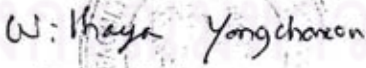
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



Mechanical Engineering Department
Faculty of Engineering Chulalongkorn University

Report on

Thermal Conductivity

Material	ไม้อัด 4 มม.+ใบยางพารา 19 มม.+ไม้อัด 4 มม.		
Thick ness	27 mm	Type	3 Layers
Rubber Density	96.5 kg/m ³	Water Content(Dry Basis)	9.5%
Send by	จักรกริสน์ พิสุตรเสียง		
Method	Hot&Cold Plate		
Equipment	Thermal Conductivity Unit B480/00612 P.A. Hilton Co.Ltd.		
Test Condition	Hot Plate Temperature	49.8 °C	
	Cold Plate Temperature	9.7 °C	
	Mean Temperature	29.75 °C	
	Heat Flux Output	28.76 mv	
Result	Thermal Conductivity,k	0.080 w/mK	
	Thermal Conductance,C	2.950 w/m ² K	
	Thermal Resistance,R	0.339 m ² KW	
Tested by	 (Asso.Prof.Dr.Withaya Yongchareon)		
Date	March 15,2011		

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายจักรกริศน์ พิสุตรเสียง เกิดวันอังคารที่ 09 ตุลาคม พ.ศ. 2522 ที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ และประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงจาก วิทยาลัยเทคนิคดุสิต (โรงเรียนช่างก่อสร้างดุสิต รุ่น 39) สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จากศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล รัตนบุรี ในปีการศึกษา 2547 และได้เข้ารับการศึกษต่อในหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในสาขาวิชาสถาปัตยกรรมในปีการศึกษา 2550



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย