



แผ่นฉนวนกันความร้อนจากใบสักเพื่อลดความร้อนให้กับอาคาร
Insulation Sheet From Teak Leaves For Reducing
Heat Transfer To Buildings.

นายศรัณยู สว่างเมฆ
นายนพดล คล้ายวิเศษ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ปีงบประมาณ 2560



แผ่นฉนวนกันความร้อนจากไบสั๊กเพื่อลดความร้อนให้กับอาคาร

นายศรัณยู สว่างเมฆ

นายนพดล คล้ายวิเศษ

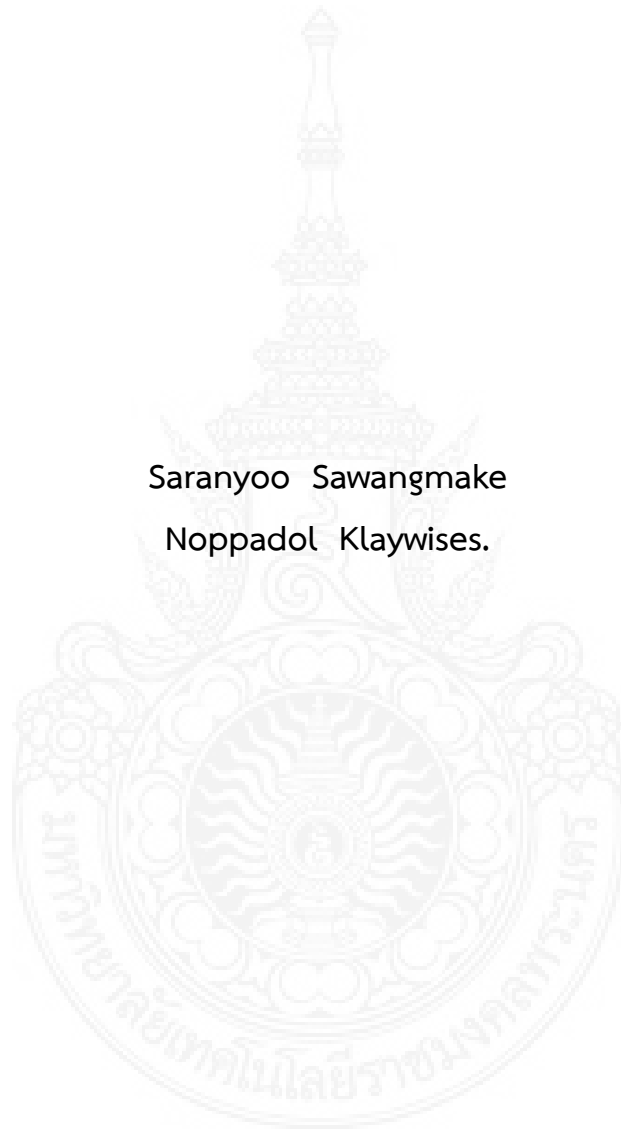


คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ปีงบประมาณ 2560

Insulation Sheet From Teak Leaves For Reducing
Heat Transfer To Buildings.

Saranyoo Sawangmake
Noppadol Klaywises.



Faculty of Architecture and Design.
Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

2017

ชื่องานวิจัย : แผ่นฉนวนกันความร้อนจากใบสั๊กเพื่อลดความร้อนให้กับอาคาร

ชื่อผู้วิจัย : นายศรัณยู สว่างเมฆ, นายนพตล คล้ายวิเศษ

ปีพุทธศักราช : 2560

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาและการทดลองความเป็นไปได้ในการผลิตแผ่นฉนวนจากใบสั๊กซึ่งเป็นวัสดุจากธรรมชาติและศึกษาวิธีการผลิตที่เหมาะสม ศึกษาคุณสมบัติทางด้านกายภาพและคุณสมบัติทางกลเพื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นฉนวนกันความร้อน โดยอัตราส่วนของใบสั๊กและกาวไฮโซยานต ปริมาณกาวไฮโซยานต 5 %, 7%, 9% ของวัสดุเมื่อแห้ง ความหนาแน่น 400, 600, 800 กก./ลบ.ม.

ผลการศึกษาพบว่าคุณสมบัติมอดูลัสแตกร้าว คุณสมบัติมอดูลัสยืดหยุ่น และการพองตัว ความหนา จะแปรผันตามปริมาณกาวที่เพิ่มขึ้น ลักษณะของใบสั๊กทำให้เกิดการดูดซึมน้ำในวัสดุหากเพิ่มความหนาแน่นการดูดซึมน้ำก็จะลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์แผ่นฉนวน พบว่าแผ่นฉนวนจากใบสั๊กอัตราส่วนใบสั๊ก 93 % ปริมาณกาวไฮโซยานต 7% ของน้ำหนักวัสดุเมื่อแห้ง ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. ใช้แรงอัดจำเพาะ 25 กก./ ตร.ซม. อุณหภูมิที่ 140 องศาเซลเซียส มีค่าคุณสมบัติมอดูลัสแตกร้าวและค่าคุณสมบัติมอดูลัสยืดหยุ่นผ่านเกณฑ์มาตรฐาน แต่ค่าการพองตัวตามความหนายังไม่ผ่านเกณฑ์ ซึ่งในการผลิตครั้งต่อไปควรผสมสารกันซึมในชิ้นงาน

(นายศรัณยู สว่างเมฆ)

ลายมือชื่อผู้วิจัย

(นายนพตล คล้ายวิเศษ)

ลายมือชื่อผู้วิจัย

Research Title : Insulation Sheet From Teak Leaves For Reducing Heat Transfer To Buildings.

Author : Saranyoo Sawangmake, Noppadol Klaywises.

Academic Year : 2017

This research aims to investigate and test the feasibility of the production of natural teak sheets and study the appropriate production methods. Study physical properties and mechanical properties to compare with industry standard insulation sheet. The ratio of tattoo and hyacinth. 5%, 7%, 9% of the material were dried at 400, 600, 800 kg / m³.

The results showed that the modulus rupture. Elastic modulus And thickness swelling. It varies with the amount of glue. The nature of the tattoo causes absorption in the material, if the density increases, the water absorption will decrease. Compared to standard insulation products. The amount of adhesive is 7% of the weight of the material when dry. The density of 800 kg / m² is 25 kg / cm². 140 degree Celsius, ruptured modulus and elastic modulus But the thickness of the swelling has not met the criteria. In the next production should be mixed waterproofing in the work.



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(2)
สารบัญ	(3)
สารบัญภาพ	(5)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.2 ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อน	10
2.2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนของผนัง	10
2.2.2 การถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุโปร่งใส	10
2.2.3 การไหลของอากาศในช่องผนัง	11
2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับการระบายอากาศ	12
2.3.1 กระแสลม	12
2.3.2 ลักษณะของช่องเปิด	14
2.3.3 รูปแบบการไหลของกระแสลม	16
2.4 การทำผนัง 2 ชั้นที่มีช่องอากาศ	17
2.5 ทฤษฎีผนังปล่องรังสีอาทิตย์	18
2.5.1 ผนังปล่องรังสีอาทิตย์	18
2.5.2 สมการการพาความร้อน	19
2.5.3 กระบวนการในการหาผลเฉลย	19

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	23
3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย	23
3.2 ขั้นตอนการออกแบบ	26
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์	35
4.1 ผลการทดลองและการวิเคราะห์	35
4.2 ผลการออกแบบปรับปรุงหลังการทดลองและการวิเคราะห์	36
4.3 พิจารณาแต่ละกล่องทดลอง	46
4.4 พิจารณาเปรียบเทียบระหว่างกล่องทดลองในแต่ละกรณีศึกษา	49
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	55
5.1 บทสรุป	55
5.2 ข้อเสนอแนะ	56
เอกสารอ้างอิง	57
ภาคผนวก	59
ภาคผนวก ก ประวัติการศึกษาและการทำงาน	60
ภาคผนวก ข ผลงานการออกแบบ	63

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงรูปแบบการไหลเวียนอากาศของ double skin façade	11
2.2 แสดงบริเวณความกดอากาศสูงโดยทั่วไปเกิดบริเวณใกล้ฝ้าผนังของอาคารที่ถูกลมปะทะหรือผนังอาคารด้านที่บังกระแสลม	13
2.3 แสดงลมที่พัดผ่านด้านข้างหรือเหนืออาคารซึ่งทำให้เกิดบริเวณความกดอากาศต่ำ	13
2.4 แสดงกระแสลมพัดผ่านห้อง	14
2.5 แสดงลักษณะของช่องเปิดแบบต่างๆ	15
2.6 แสดงการไหลของกระแสลมเมื่อมีผนังภายในห้อง	16
2.7 แสดงการเปิดช่องเปิดเพื่อให้อากาศผ่านในระดับความสูงร่างกาย	16
2.8 แสดงการไหลของกระแสลมจากการบังคับช่องเปิด	17
3.1 แสดงแผนภูมิขั้นตอนวิธีการดำเนินงานวิจัย	25
3.2 แสดงแบบรูปตัดแม่แบบแผ่นฉนวนจากใบสัก แบบที่ 1	26
3.3 แสดงแบบรูปตัดแม่แบบแผ่นฉนวนจากใบสัก แบบที่ 2	26
3.4 แสดงแบบรูปตัดแม่แบบแผ่นฉนวนจากใบสัก แบบที่ 3	27
3.5 แสดงแบบรูปตัดแม่แบบแผ่นฉนวนจากใบสัก แบบที่ 4	27
3.6 แสดงแบบรูปตัดแม่แบบแผ่นฉนวนจากใบสัก แบบที่ 5	28
3.7 แสดงแบบ Perspective รายละเอียดแม่แบบแผ่นฉนวนจากใบสัก	28
3.8 แสดงการคัดเลือกและย่อยใบสักเพื่อนำมาขึ้นรูป	29
3.9 แสดงการย่อยใบสักเพื่อนำมาขึ้นรูป	29
3.10 แสดงการทดสอบส่วนผสมแบบที่ 1 การขึ้นรูปแผ่นฉนวน	30
3.11 แสดงการทดสอบส่วนผสมแบบที่ 2 การขึ้นรูปแผ่นฉนวน	30
3.12 แสดงขนาดใบสักที่จะนำมาขึ้นรูปแผ่นฉนวน	31
3.13 แสดงแผ่นตัวอย่างจากส่วนผสมที่จะนำมาขึ้นรูปแผ่นฉนวน	31
3.14 แสดงแผ่นตัวอย่างด้านหน้าจากส่วนผสมที่จะนำมาขึ้นรูปแผ่นฉนวน	32
3.15 แสดงแผ่นตัวอย่างด้านหลังจากส่วนผสมที่จะนำมาขึ้นรูปแผ่นฉนวน	32
3.16 แสดงการขึ้นรูปแผ่นฉนวนจากแม่แบบ	33
3.17 แสดงการเทส่วนผสมขึ้นรูปแผ่นฉนวนจากแม่แบบ	33
3.18 แสดงการถอดแม่แบบแผ่นฉนวนจากแม่แบบ	34

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.19 แสดงแผ่นฉนวนตันแบบหลังจากแกะแบบ	34
4.1 แสดงแบบแม่แบบด้านบนการขึ้นแผ่นฉนวนจากใบสัก	36
4.2 แสดงแบบแม่แบบด้านล่างการขึ้นแผ่นฉนวนจากใบสัก	36
4.3 แสดงแบบรูปตัดแม่แบบแผ่นฉนวนจากใบสัก	37
4.4 แสดงแบบการยึดด้านหน้าแม่แบบแผ่นฉนวนจากใบสัก	37
4.5 แสดงแบบการยึดด้านหลังแม่แบบแผ่นฉนวนจากใบสัก	38
4.6 แสดงแบบ Perspective. รายละเอียดแม่แบบแผ่นฉนวนจากใบสัก	38
4.7 แสดงการคัดเลือกและย่อยใบสักเพื่อนำมาขึ้นรูป	39
4.8 แสดงการย่อยใบสักเพื่อนำมาขึ้นรูป	39
4.9 แสดงการทดสอบส่วนผสมการขึ้นรูปแผ่นฉนวน	40
4.10 แสดงการทดสอบส่วนผสมแบบที่ 3 การขึ้นรูปแผ่นฉนวน	40
4.11 แสดงขนาดใบสักที่จะนำมาขึ้นรูปแผ่นฉนวน	41
4.12 แสดงแผ่นตัวอย่างจากส่วนผสมที่จะนำมาขึ้นรูปแผ่นฉนวน	41
4.13 แสดงแผ่นตัวอย่างด้านหน้าจากส่วนผสมที่จะนำมาขึ้นรูปแผ่นฉนวน	42
4.14 แสดงแผ่นตัวอย่างด้านหลังจากส่วนผสมที่จะนำมาขึ้นรูปแผ่นฉนวน	42
4.15 แสดงการขึ้นรูปแผ่นฉนวนจากแม่แบบ	43
4.16 แสดงการทดสอบส่วนผสมขึ้นรูปแผ่นฉนวนจากแม่แบบ	43
4.17 แสดงการถอดแม่แบบแผ่นฉนวนจากแม่แบบ	44
4.18 แสดงด้านข้างแผ่นฉนวนส่วนผสมที่ 3 หลังจากถอดแม่แบบ	44
4.19 แสดงด้านข้างแผ่นฉนวนส่วนผสมที่ 4 หลังจากถอดแม่แบบ	45
4.20 แสดงการเปรียบเทียบชิ้นงานหลังจากถอดแบบเสร็จ	45
4.21 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ Receptor ทั้ง 5 ตัว และหัวเซนเซอร์	49
4.22 แสดงการตั้งกล่องทดสอบบนดาต่าฟ้าหันหน้าสู่ทิศเหนือ	49
4.23 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 1 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค. 59 - 12 พ.ค. 59	51
4.24 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 2 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค. 59 - 12 พ.ค. 59	52

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.25 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 3 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค. 59 - 12 พ.ค. 59	52
4.26 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 4 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค. 59 - 12 พ.ค. 59	52
4.27 แสดงแผนภูมิการเปรียบเทียบข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบทั้ง 4 กล่อง ที่ตำแหน่งด้านล่าง(Tb)ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค. 59 - 12 พ.ค. 59	53
4.28 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 1 ที่ตำแหน่ง ต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในวันที่ 10 พ.ค. 59	53
4.29 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 2 ที่ตำแหน่ง ต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในวันที่ 10 พ.ค. 59	54
4.30 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 3 ที่ตำแหน่ง ต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในวันที่ 10 พ.ค. 59	54
4.31 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 4 ที่ตำแหน่ง ต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในวันที่ 10 พ.ค. 59	54
5.1 แสดงภาพต้นแบบแผ่นฉนวนจากใบสักที่ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.	56

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาทั่วโลกให้ความสำคัญกับวิกฤตสภาวะโลกร้อน ส่วนหนึ่งมาจากสาเหตุปัญหาหมอกควันจากการเผาไหม้ของไฟฟ้าในประเทศและประเทศเพื่อนบ้าน เกิดจากการเผาไหม้เศษใบไม้และวัสดุที่เหลือจากการเกษตรเพื่อเตรียมพื้นที่เพาะปลูกและการหาผลผลิตจากทรัพยากรในป่า ซึ่งป่าไม้ที่มีมากได้แก่ป่าเบญจพรรณที่ต้นสักขึ้นอยู่ปริมาณมากหรือเรียกอีกอย่างว่า “ป่าสัก” มีพื้นที่ถึงร้อยละ 46 ของป่าไม้ทั้งหมด ทำให้จำนวนใบของต้นสักที่ร่วงหล่นมีปริมาณที่มากในฤดูแล้งเป็นเชื้อเพลิงอย่างดีที่ทำให้เกิดไฟฟ้า การเผาไหม้ของไฟฟ้าทำให้เกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กและก๊าซอันตรายต่างๆ แพร่กระจายไปยังชุมชนทำให้เกิดผลกระทบจากการสะสมของมลพิษจากหมอกควันในบรรยากาศสูงเกินมาตรฐาน (ชัชวาล สิงห์กันต์, 2555)

ซึ่งประเทศไทยได้รับผลกระทบอย่างมากต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศส่งผลทำให้เกิดภัยพิบัติต่างๆ ที่ทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น แต่สิ่งที่เราสัมผัสได้ชัดเจนซึ่งเป็นผลที่กระทำให้อาคารบ้านเรือน เกิดความร้อนเนื่องจากอุณหภูมิภายในสูงขึ้น ทำให้เราต้องใช้เทคโนโลยีในการปรับอุณหภูมิภายในให้เกิดสภาวะน่าสบายในอาคารซึ่งส่งผลให้ต้องใช้พลังงานอย่างมหาศาลและเป็นอีกสาเหตุทำให้เกิดภาวะโลกร้อน ปัจจุบันวงการสถาปัตยกรรมได้นำความคิดเกี่ยวกับ “สถาปัตยกรรมสีเขียว” ที่คำนึงถึงการเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมโดยเริ่มตั้งแต่กระบวนการออกแบบไปจนถึงกระบวนการก่อสร้างทำให้ได้สถาปัตยกรรมที่สามารถอยู่อาศัยได้อย่างสบาย ใช้พลังงานน้อยและคุ้มค่าด้านทรัพยากรมากที่สุด

อาคารบ้านพักอาศัยในปัจจุบันที่ก่อสร้างมานาน 20-30 ปี บางหลังยังไม่มีกรนำแนวความคิด “สถาปัตยกรรมสีเขียว” มาใช้ตั้งแต่แรก ส่งผลให้อาคารบ้านพักอาศัยที่สร้างมาแล้วเกิดความร้อนสะสมขึ้นภายในทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น โดยความร้อนที่ผ่านเข้ามาในอาคารสามารถเข้ามาทางผนังและหลังคา ทำให้ต้องปรับสภาพอุณหภูมิให้เหมาะสมกับการอยู่อาศัย ซึ่งต้องแลกกับการสูญเสียเงินทองในการใช้พลังงานเป็นอย่างมาก ยังไม่นับบ้านเรือนชาวบ้านที่อยู่ตามชนบทซึ่งอุณหภูมิมีผลกระทบต่ออาคารอย่างมากเนื่องจากเป็นผลมาจากการเลือกใช้วัสดุเช่น ไม้ สังกะสี อิฐมอญ ซึ่งเป็นวัสดุที่มีการหน่วงความร้อนมาก ปัจจุบันมีการแก้ปัญหาด้วยการใช้แผ่นฉนวนกันความร้อน เช่น ฉนวนใยแก้ว (Fiber glass), ฉนวนเยื่อกระดาษ (Cellulose), ยิปซัมบอร์ด, แผ่นสะท้อนความร้อน (Aluminium foil), ยิปซัมบอร์ดร่วมกับ

แผ่นสะท้อนความร้อน, เซรามิกเคลือบผิว, ฉนวนโฟมพอลิยูรีเทน (Polyurethane foam) ฉนวนโฟมพอลิเอทิลีน (Polyethylene foam) ฉนวนโฟมพอลิสไตรีน (Polystyrene foam) ซึ่งฉนวนที่กล่าวมาเป็นวัสดุสังเคราะห์ซึ่งมีสารพิษสะสมอยู่จะเป็นอันตรายต่อร่างกายได้ในระยะยาว จึงได้มีแนวคิดที่จะทำแผ่นฉนวนกันความร้อนจากวัสดุธรรมชาติจากใบสักที่เป็นสาเหตุการเกิดไฟป่านำมาขึ้นรูปเป็นแผ่นฉนวนที่มีวัสดุประสานจากธรรมชาติมาใช้ในการช่วยลดการแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์ ซึ่งลักษณะใบสักที่มีคุณสมบัติของเส้นใยที่ละเอียดมีขนาดใบที่ใหญ่ สามารถนำมาพัฒนาเป็นแผ่นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารบ้านเรือนได้ ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิภายในบ้านพักอาศัยลดลง ปัจจุบันมีนักวิจัยหลายท่านได้นำวัสดุธรรมชาติมาใช้เป็นฉนวนกันความร้อนทางสถาปัตยกรรมแต่ยังมีการนำสารเคมีเช่นวัสดุประสานประเภทพอร์ซเลนไฮดรอกไซด์มาใช้กับผลิตภัณฑ์ด้วยทำให้เกิดสารพิษในระยะยาวส่งผลกระทบต่อสุขภาพแก่ผู้ใช้อาคาร

งานวิจัยนี้ต้องการเสนอแนวทางการทำฉนวนกันความร้อนที่ทำมาจากวัสดุธรรมชาติที่ไม่ปล่อยสารพิษออกมาสู่ผู้พักอาศัยในระยะยาว โดยใช้ใบสักมาผ่านกระบวนการอัดขึ้นรูปใช้วัสดุประสานจากธรรมชาติจากภูมิปัญญาโบราณที่มีความเหนียวและแข็งเมื่อเซ็ดตัว สามารถผลิตได้เองในครอบครัวเป็นส่วนที่จะเชื่อมความสัมพันธ์ภายในครอบครัวหรือชุมชนหรืออาจจะพัฒนาเป็นระบบอุตสาหกรรมการส่งออกวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างบ้านแบบ (Green Architecture) เพื่อเพิ่มรายได้ให้กับชุมชนและนำเงินเข้าประเทศยกระดับเศรษฐกิจอุตสาหกรรมจากต้นสักให้ยั่งยืน เป็นการสร้างวัสดุทางสถาปัตยกรรมที่เข้ากับภูมิอากาศในประเทศไทย และยังสามารถใช้เป็นแนวทางให้กับประชาชนที่สนใจนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารบ้านพักอาศัยของตนเองหรือเผยแพร่ตามสื่อต่างๆ เพื่อลดภาระค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเพื่อการอยู่อาศัยที่น่าสบาย

1.2 วัตถุประสงค์

ศึกษาและพัฒนาแผ่นฉนวนกันความร้อนที่ทำมาจากวัสดุธรรมชาติ (ใบสัก) ลดการแผ่รังสีความร้อนเข้ามาในอาคาร ให้ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติมาตรฐานเทียบเท่าหรือดีกว่าแผ่นฉนวนที่มีในท้องตลาด เพื่อเป็นทางเลือกแก่ผู้สนใจแนวทางสถาปัตยกรรมสีเขียว (Green Architecture)

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ทำการขึ้นรูปแผ่นฉนวนกันความร้อนกับวัสดุประสาน ที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน 5 แบบ เพื่อทดสอบทดสอบค่าความแข็งแรงของวัสดุ คัดเลือกเพียง 1 ชนิดเพื่อนำไปทดสอบค่าต้านทานความร้อน (ค่า R) และค่าการนำความร้อน (ค่า K)

1.3.2 ทำการศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิความร้อนในหุ่นจำลอง 4 หลังโดยใช้วัสดุฉนวนกันความร้อนที่ต่างกัน

- หลังที่ 1 กรูณนวนกันความร้อนจากฉนวนใยแก้ว
- หลังที่ 2 กรูณนวนกันความร้อนจากอิฐซิมบอร์ต
- หลังที่ 3 กรูณนวนกันความร้อนจากแผ่นสะท้อนความร้อน (Aluminium foil)
- หลังที่ 4 กรูณนวนกันความร้อนจากฉนวนกันความร้อนโปลีสติก

1.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย

1.4.1 คัดเลือกชนิดและขนาดของโปลีสติกที่จะนำมาทำแผ่นฉนวนรวมถึงศึกษาทางด้านคุณสมบัติ เทคนิคการใช้งาน เทคนิคการขึ้นรูป เพื่อการประหยัดต้นทุนการผลิต การขนส่งและจัดหาได้ง่าย โดยการทบทวนเอกสารและ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

1.4.2 ศึกษารูปแบบและทฤษฎีฉนวนกันความร้อน ขนาดรูปแบบและระยะห่างที่เหมาะสม รูปแบบที่สวยงามผลิตได้ง่าย โดยการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

1.4.3 ออกแบบแผ่นฉนวนกันความร้อนจากโปลีสติกโดยมีพื้นฐานของทฤษฎีรองรับ และขึ้นรูปแผ่นฉนวนที่มีความหนาแน่นต่างกัน 4 แบบ โดยมีกระบวนการขึ้นรูปแผ่นดังนี้

1. นำโปลีสติกมาเข้าเครื่องย่อยแบบไม่ละเอียดให้มีความคละกั้นของขนาด
2. นำโปลีสติกมาผ่านเครื่องกรองเศษฝุ่นและเศษปนเปื้อนที่ไม่ต้องการออก
3. ทำบล็อกขึ้นรูปแผ่นฉนวนโดยมีขนาดจากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
4. ศึกษาวัสดุประสานการยึดตัวจากวัสดุธรรมชาติโดยศึกษาจากงานวิจัยเช่น ยาง ข้าว ครั้ง และลองทดสอบเพื่อคัดเลือกวัสดุประสาน
5. ขึ้นรูปฉนวนจากโปลีสติกโดยใช้วัสดุประสานจากธรรมชาติที่ได้คัดเลือกโดยมีสัดส่วนความหนาแน่นของการผสมและขนาดความหนาของแผ่นอัด ซึ่งอ้างอิงจากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จำนวน 4 แบบที่สัดส่วนต่างกัน

1.4.4 นำแผ่นฉนวนที่ได้รับการขึ้นรูปไปทดสอบความแข็งแรงของวัสดุเพื่อคัดเลือกแผ่นที่ได้มาตรฐานทางอุตสาหกรรม 1 แบบ เพื่อนำไปทดสอบค่าต้านทานความร้อน (ค่า R) และค่าการนำความร้อน (ค่า K)

1.4.5 ทำการศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิความร้อนและความชื้นสัมพัทธ์ในหุ่นจำลอง 4 หลังโดยใช้วัสดุฉนวนกันความร้อนที่ต่างกัน

- หลังที่ 1 กรูณนวนกันความร้อนจากฉนวนใยแก้ว
- หลังที่ 2 กรูณนวนกันความร้อนจากอิฐซิมบอร์ต
- หลังที่ 3 กรูณนวนกันความร้อนจากแผ่นสะท้อนความร้อน (Aluminium foil)
- หลังที่ 4 กรูณนวนกันความร้อนจากฉนวนกันความร้อนโปลีสติก

1.4.6 ทำการสรุปเปรียบเทียบผลการทดสอบว่าแผ่นฉนวนกันความร้อนจากใบสั๊กมี ความสามารถลดอุณหภูมิให้กับอาคารและมีความชื้นสัมพัทธ์เทียบเท่าหรือดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่นำมา เปรียบเทียบ นำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบหาจุดเด่นจุดด้อยที่ต้องปรับปรุงพร้อมปรับแก้สูตรผสมการขึ้น รูปตามที่ได้สรุปผลโดยอยู่บนพื้นฐานของวิชาสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม

1.4.7 ทำรายงานสรุปผลการวิจัย

1.4.8 จัดทำแบบ โปสเตอร์ฟรีเซนต์และหุ่นจำลองเพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ประโยชน์ทางด้านวิชาการ : สามารถพัฒนาแผ่นฉนวนกันความร้อนจากใบสั๊กเพื่อลดการ แผ่รังสีความร้อนเข้ามาภายในอาคาร

1.5.2 ประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจ : สามารถลดต้นทุนการใช้ฉนวนกันความร้อนสังเคราะห์โดยใช้ วัสดุจากธรรมชาติใบสั๊กที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น และลดค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานในการปรับสภาวะภายใน ที่พักอาศัยให้เกิดภาวะน่าสบาย สร้างกลุ่มอาชีพการเก็บใบสั๊ก กลุ่มการขึ้นรูปแผ่นฉนวนและสามารถพัฒนา เป็นระบบอุตสาหกรรมต่อไป

1.5.3 ประโยชน์ทางด้านสังคม : สามารถใช้เป็นแนวทางให้ชาวบ้านและผู้สนใจนำไปประดิษฐ์ เพื่อช่วยลดอุณหภูมิภายในที่พักอาศัย สร้างความสัมพันธ์ระหว่างครอบครัวและชุมชนในการร่วมกันทำ แผ่นฉนวนกันความร้อนจากใบสั๊กในแต่ละชุมชนหรือครัวเรือน

1.5.4 ประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม : ลดภาวะการณเกิดไฟป่าหน้าใบสั๊กที่เป็นเชื้อเพลิงและวัสดุ ธรรมชาติที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นมาเป็นวัสดุอุปกรณ์ ชิ้นส่วนในงานสถาปัตยกรรมซึ่งไม่ก่อให้เกิดสารพิษ ตกค้างแก่ผู้อยู่อาศัย ช่วยลดการใช้พลังงานในการปรับสภาวะน่าสบายให้แก่อาคารบ้านเรือน ช่วยลดการ สังเคราะห์วัสดุขึ้นมาใหม่เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ปรับอากาศ

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 งานวิจัยนี้เป็นการศึกษากระบวนการผลิต และสมบัติของแผ่นผ้าและผนังฉนวนกันความร้อนจากพืชในเขตพื้นที่ ประเทศไทย ซึ่งมีวัตถุประสงค์วิจัย 2 ประการ คือ 1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติของเส้นใยพืชในเขตพื้นที่ประเทศไทย ที่เหมาะสมใน การพัฒนาและกระบวนการผลิตด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การขึ้นรูปวัสดุจากพืชเป็นแผ่นผ้าและผนังฉนวนกันความร้อน 2. เพื่อ พัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นผ้าและผนังฉนวนกันความร้อนจากพืช โดยให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม ผลการวิจัยพบว่า 1. ด้านการศึกษาคุณลักษณะของเส้นใย พบว่า หญ้าค้ำ ฐปฤณีและกระถินยักษ์ มีความเหนียว อยู่ในตัวมีความ เหมาะสมที่จะพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้เช่นทำสี ทำก๊ลิ้น และนำไปผลิตเป็นของตกแต่งบ้าน ด้วย วิธีการถักทอ การอัดเป็นแผ่น ปั่นและการหล่อขึ้นรูป 2. ด้าน การพัฒนาแผ่นผ้าและฉนวนกันความร้อน พบว่า ตัวประสานที่เหมาะสม คือ กาวลาเท็กซ์ น้ำยาพารา ยูรีเทน ถือเป็นวัสดุประสานที่มีความโปร่งใส มีน้ำหนักเบา กันน้ำ กันแมลง ส่วนกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมควรใช้การอัดเป็นแผ่น และ การหล่อขึ้นรูป สำหรับแผ่นผ้าและฉนวนกันความร้อนจากเส้น ใยพืชที่ได้จากการทดลองจัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ประเภทหนึ่ง โดย การวิเคราะห์และทดสอบสมบัติของ วัสดุต้านแรงดึงสูงสุด พบว่า วัสดุ Sample 1 (A) มีค่าเฉลี่ยความต้านแรงดึงสูงสุด 0.84 เมกะพาสคัล (กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) และมีค่าเฉลี่ยการยืดตัว ณ จุดขาดร้อยละ 3.36 Sample 2 (B) มี ค่าเฉลี่ย ความต้านแรงดึงสูงสุด 1.00 เมกะพาสคัล (กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) และมีค่าเฉลี่ย การยืดตัว ณ จุดขาดร้อยละ 5.22 Sample 3 (C) มีค่าเฉลี่ยความต้านแรงดึงสูงสุด 1.06 เมกะพาส คัล (กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) และมีค่าเฉลี่ยการยืด ตัว ณ จุดขาดร้อยละ 6.50 และการ วิเคราะห์และทดสอบสมบัติของวัสดุสภาพนำความร้อน พบว่า วัสดุ มีค่าเฉลี่ยสภาพนำความ ร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ในช่วง 23.56 (วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน) และมีค่าเฉลี่ยสภาพนำความร้อน ณ อุณหภูมิร้อยละ 0.043 หลังจากนั้น ผู้วิจัยได้แบ่งการพัฒนาผลิตภัณฑ์ออกเป็น 2 แบบ คือ แผ่นผ้า และฉนวนกันความร้อน โดยนำวัสดุแผ่นเส้นใย พืช+ตัวประสาน ในสัดส่วน 70: 30 และยังได้นำวัสดุ ที่ได้จากการทดลองมาทดลองผลิตเป็นของใช้ และของตกแต่งบ้านเพิ่มเติม ทั้งนี้ผู้วิจัยจากการ ประเมินความคิดเห็นของกลุ่มผู้ผลิต จำหน่ายผลิตภัณฑ์ และผู้บริโภคในภาพรวม พบว่า เห็นด้วยใน ระดับมาก ที่สุด

2.1.2 งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของฉนวนความร้อนที่ผลิต จากโบายางพารา กับฉนวนความร้อนที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป การศึกษาดำเนินการโดยใช้ห้องทดลองขนาดกว้าง 3.50 ม. ยาว 5.00 ม. สูง 2.50 ม. ภายในแบ่งเป็นห้องทดลองขนาด 1.00 x 2.00 ม. จำนวน 4 ห้องทดลอง ห้องทดลองถูกป้องกันความร้อนด้านทิศเหนือ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก โดยด้านทิศใต้เป็นเพียงด้านเดียว ที่ติดตั้งวัสดุทดลอง ห้องทดลองมีสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกัน และไม่มีการปรับอากาศ ห้องทดลองที่ 1 ติดตั้ง ฉนวนโบายางพาราหนา 1 นิ้ว และอีก 3 ห้องทดลอง ติดตั้งฉนวนใยแก้วหนา 2 นิ้ว ฉนวนใยเซลโลกรีตหนา 1 นิ้ว และฉนวนโพลียูรีเทนโฟมหนา 1 นิ้ว ตามลำดับ การเก็บข้อมูลใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ เก็บข้อมูลทุกๆ 2 นาที เป็นเวลา 2 วัน หรือ 48 ชั่วโมง จากการทดลองพบว่า ฉนวนกันความร้อนที่ผลิตจากโบายางพารา มีประสิทธิภาพในการ ป้องกันการถ่ายเทความร้อนได้ใกล้เคียงกับฉนวนใยแก้วที่ความหนา 2 นิ้ว จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการผลิตและพัฒนาฉนวนความร้อนจากโบายางพาราหรือวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตร อื่นๆ เพื่อการประหยัดพลังงานภายในอาคารโดยที่เกษตรกร และประชาชนโดยทั่วไปที่สนใจสามารถผลิตขึ้นใช้ได้เลย

2.1.3 บทความวิจัยนี้กล่าวถึง การศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติความเป็นฉนวนของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรระหว่างฉนวน ที่ผลิตจากซังข้าวโพดกับฉนวนที่ผลิตจากต้นมันสำปะหลัง ในระดับความหนาแน่นที่ต่างกัน เพื่อหาความหนาแน่นที่สามารถ ลดการถ่ายเทความร้อนได้ดีที่สุด ซึ่งพบว่า ฉนวนที่มีความหนาแน่นน้อยจะมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำกว่าฉนวนชนิด เดียวกันที่มีความหนาแน่นมาก โดยฉนวนต้นมันสำปะหลังความหนาแน่น 200 กก./ ลบ.ม. หนา 10 มม. จะมีค่าสัมประสิทธิ์การนำ ความร้อนเท่ากับ 0.059 วัตต์/ เมตร เคลวินซึ่งสามารถลดอุณหภูมิภายในให้ต่ำลงประมาณ 2.3 องศาเซลเซียส จึงมีความเป็นไปได้ ในการนำมาใช้เป็นฉนวนอาคาร โดยเฉพาะบ้านเรือนในชนบท เนื่องจากมีต้นทุนต่ำและใช้วัสดุในท้องถิ่น นอกจากนี้เมื่อนำแผ่นที่ทำจากต้นมันสำปะหลังความหนาแน่น 800 กก./ ลบ.มหนา 10 มม. มาทำแผ่นผนังภายในแทน การใช้ไม้อัด พบว่า สามารถลดความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดีกว่าไม้อัด 3.03 องศาเซลเซียส และมีต้นทุนวัสดุที่ถูกกว่ามาก อย่างไรก็ตามฉนวน และแผ่นผนังที่ทำจากต้นมันสำปะหลังยังต้องได้รับการพัฒนาในเรื่องคุณสมบัติทางกายภาพ การป้องกันแมลง การควบคุมการผลิต รวมไปถึงการพัฒนาจากการศึกษาวิจัยไปสู่การใช้งานจริง ซึ่งปัจจุบันมีฉนวนจากวัสดุ เหลือใช้ทางการเกษตรอีกมากที่มีการศึกษาวิจัย เช่น ฟางข้าว หญ้าแฝก เป็นต้น ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณค่าแก่วัสดุเหลือใช้ เพราะ สามารถลดปริมาณขยะ ลดมลพิษอันเกิดจากการเผาทำลาย สร้างรายได้ให้กับชุมชนและยังสะท้อนอัตลักษณ์ทางสถาปัตยกรรม พื้นถิ่นได้อีกด้วย

2.1.4 งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของฉนวนความร้อนที่ผลิตจากเส้นใยปอกกับฉนวนความร้อน ที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป การศึกษาดำเนินการโดยใช้บ้านทดลองขนาดกว้าง 3.0 เมตร ยาว 3.0 เมตร สูง 2.5 เมตร ภายในแบ่งเป็นห้องทดลองขนาด 2.0 x 2.0 x 2.0 เมตร จำนวน 2 บ้านทดลองมีสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกัน และ ไม่มีการปรับอากาศ บ้านทดลองที่ 1 ติดตั้งฉนวนเส้นใยปอหนา 1 นิ้ว และบ้านทดลองที่ 2 ติดตั้งฉนวนใยแก้วหนา 1 นิ้ว การเก็บข้อมูลใช้

เครื่องวัดอุณหภูมิ เก็บข้อมูลทุกๆ 2 นาที เป็นเวลา 2 วัน หรือ 48 ชั่วโมง จากการทดลอง พบว่า ฉนวนกันความร้อนที่ผลิตจากเส้นใยปอ มีประสิทธิภาพในการป้องกันการถ่ายเทความร้อนได้ใกล้เคียงกับ ฉนวนใยแก้วที่ความหนา 1 นิ้ว จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการผลิตและพัฒนาฉนวน ความร้อนจากเส้นใยปอหรือวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตรอื่นๆ เพื่อการประหยัดพลังงาน และเน้นใช้วัสดุธรรมชาติ ซึ่งเป็นอันตรายน้อยกว่าฉนวนใยแก้ว

2.1.5 คาร์บอนโฟม เป็นวัสดุคาร์บอนรูพรุนอีกชนิดหนึ่งที่มีลักษณะคล้ายโฟมทำจากเทอร์โมพลาสติก เช่น พอลิยูรีเทน พอลิสไตรีน พอลิเอทิลีน ใช้เป็นวัสดุฉนวนกันความร้อนในผลิตภัณฑ์ต่างๆ อาทิ ตู้เย็น ตู้แช่ กล่องน้ำแข็ง วัสดุสำหรับอาคารบ้านเรือน วัสดุทำหลังคาหรือผนังโกดังเก็บของเย็น และส่วนต่างๆ ของรถยนต์ ผลงานวิจัยได้คิดค้นกรรมวิธีผลิตคาร์บอนโฟมซึ่งมีความทนทานต่อสารเคมีและการติดไฟ รวมทั้งมีความแข็งแรงสูง โดยใช้สารตั้งต้นใน กระบวนการผลิตชนิดใหม่ที่มีคุณสมบัติพิเศษเหนือสารฟีนอลิกที่ใช้อยู่เดิม แต่ราคาไม่แพง สามารถควบคุมและกำหนดขนาดรูพรุนของคาร์บอนโฟม ได้ตามต้องการ ลดการใช้เครื่องมือและสารเคมีที่ไม่จำเป็นและมีความซับซ้อน ทำให้การผลิตในระดับอุตสาหกรรมเป็นไปได้ง่ายและ ประหยัดค่าใช้จ่าย

2.1.6 ฉนวนใยเซลลูโลสที่อัดโดยเครื่องอัดแผ่นแบบไฮดรอลิกส์ พบว่า

1. วัสดุฉนวนที่มาจากผักตบชวา โดยจะมีค่าการนำความร้อนต่ำ และต้านการถ่ายเทความร้อนสูงสุด ส่วนชานอ้อยและซังข้าวโพด มีค่ารองลงมาตามลำดับ เนื่องจากขนาดของเส้นใยของผักตบชวามีขนาดเล็ก มีลักษณะอ่อนนิ่มและละเอียดมากกว่า จึงประสานตัวกับวัสดุประสานได้ดี ทำให้ค่าความหนาแน่นสูง จึงสามารถกันความร้อนไม่ให้ผ่านออกมาอีกด้านได้

2. ฉนวนใยเซลลูโลสที่ระดับความหนา 2.54 เซนติเมตร มีค่าการนำความร้อนต่ำ ต้านการถ่ายเทความร้อนสูง และมีความหนาแน่นสูงกว่าอีก 2 ระดับ คือ 5.08 และ 7.62 เซนติเมตร หากความหนาแน่นมากกว่านี้ประสิทธิภาพ ของการเป็นฉนวน จะยิ่งดีมากขึ้น

3. กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เป็นวัสดุประสาน ที่ดีกว่าเป้งมัน เนื่องจากการผสมที่ 0.5 กิโลกรัมเท่ากัน การประสานของวัสดุที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ จะประสานกันดีกว่า และทนความร้อนได้สูงกว่า จึงทำให้มีค่าการนำความร้อนต่ำ และต้านการถ่ายเทความร้อนสูงกว่า

4. ในการผสมพาราฟินจะพบว่า สามารถจะลดการดูดซึมน้ำของฉนวนใยเซลลูโลสได้ เนื่องจากพาราฟินมีคุณสมบัติในการเคลือบวัสดุ จึงทำให้ลดการดูดซึมน้ำได้ดีกว่าการไม่ผสม

5. จากการทดสอบพบว่า การเลือกใช้ผักตบชวาที่มีความหนาแน่น ที่ความหนา 2.54 เซนติเมตร ที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ เป็นวัสดุประสานและผสมพาราฟิน เป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี จึงสามารถต้านทานความร้อน และป้องกันการดูดซึมน้ำได้ โดยที่ได้ค่าการนำความร้อน และค่าต้านทานความร้อน ที่ทำการเทียบค่ามาตรฐาน ISO8301 และ ASTM C177 เท่ากับ 0.0142 วัตต์ต่อเมตร.เคลวิน และ 70.42 เมตร.เคลวินต่อวัตต์ ตามลำดับ และมีค่าความหนาแน่น 669.29 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าการดูดซึมน้ำ 12.75 เปอร์เซ็นต์ของมาตรฐานแห่ง

6. งานวิจัยฉนวนกันความร้อนจากใบสั๊กต้องการทำผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยจากส่วนผสมของสารเคมี ทำมาจากวัสดุธรรมชาติที่ไม่ปล่อยสารพิษออกมาสู่ผู้พักอาศัยในระยะยาว โดยใช้ใบสั๊กมาผ่านกระบวนการอัดขึ้นรูปใช้วัสดุประสานจากธรรมชาติจากภูมิปัญญาโบราณที่มีความเหนียวและแข็งเมื่อเซ็ดตัวเช่น ยาง ครั่ง ข้าว ฯลฯ หรือวัสดุที่เหมาะสม สามารถผลิตได้เองในครอบครัวเป็นส่วนที่จะเชื่อมความสัมพันธ์ภายในครอบครัวหรือชุมชนหรืออาจจะพัฒนาเป็นระบบอุตสาหกรรมการส่งออกวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างบ้านแบบ (Green Architecture) เพื่อเพิ่มรายได้ให้กับชุมชนและนำเงินเข้าประเทศ

2.1.7 ขัตติยา ฉัตรเพชร (2552) พัฒนาหน้าต่างกระจกสองชั้นพร้อมเกล็ดปรับแสงแนวตั้งชนิดใหม่ เพื่อการประหยัดพลังงานที่มีราคาถูกลง ซึ่งประสิทธิภาพของหน้าต่างชนิดใหม่เปรียบเทียบกับหน้าต่างกระจกใสชั้นเดียว หนา 6 มม. และหน้าต่างกระจกใสชั้นเดียว หนา 6 มม. พร้อมม่านปรับแสงภายในทางทิศตะวันตก โดยแบ่งออกเป็น 3 กรณี คือ 1) เปิดเกล็ดปรับแสงและม่านปรับแสงเต็มที่ (90 องศา) 2) ปิดเกล็ดปรับแสงและม่านปรับแสงทั้งหมด (0 องศา) และ 3) เปิดเกล็ดปรับแสงและม่านปรับแสงครึ่งหนึ่ง (45 องศา) ผลการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพด้านการส่งผ่านความร้อนของหน้าต่างชนิดใหม่นี้ เมื่อปิดหรือเปิดเกล็ดปรับแสง 45 องศาจะเทียบเท่ากัน แต่เมื่อเปิดเกล็ดปรับแสง 45 องศาขึ้น ผู้ใช้งานยังคงมองเห็นทัศนียภาพภายนอกได้ หน้าต่างที่ติดม่านปรับแสงสามารถลดอุณหภูมิภายในได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น เมื่อเทียบกับหน้าต่างที่ติดม่านปรับแสงมากที่สุดประมาณ 3 องศา

2.1.8 ดนุชา หลีกทอง (2552) ศึกษาการป้องกันความร้อนให้อาคารสามารถทำได้ โดยไม่ให้อ่างแสงกระจกได้รับแสงอาทิตย์ได้โดยตรงเน้นที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ให้กับกระจกอาคาร เพื่อช่วยลดอุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่ใช้กระจกใสชั้นเดียว โดยการศึกษาได้จัดทำและออกแบบอุปกรณ์บังแดดที่สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบต่างๆ ประกอบด้วย แผ่นโพรซีคาร์บอนและประกอบกับฟิล์มฉาบปรอท โดยการทดลองชุดต่างๆ จะทำการเปรียบเทียบกับตัวอย่างธรรมดาที่ไม่ติดอุปกรณ์หรือเปรียบเทียบกับกันระหว่างอุปกรณ์ และทดลองปรับเปลี่ยนเป็นแผงบังแดดเปรียบเทียบกับช่องกระจกที่ไม่ติดอุปกรณ์และติดสลับซ้ายขวา อุปกรณ์ไม่ใส่เกล็ดฟิล์มฉาบปรอทเปรียบเทียบกับที่มีเกล็ดฟิล์ม โดยเปรียบเทียบรูปแบบที่มีประสิทธิภาพที่สุดจากการทดลองและนำมาวิเคราะห์ผล รูปแบบการใช้งาน การทดลองสรุปได้ว่าเมื่อปรับเปลี่ยนเป็นอุปกรณ์บังแดดสามารถลดอุณหภูมิได้ 6-7 องศา โดยเปรียบเทียบกับที่ไม่ติดตั้งอุปกรณ์บังแดด และรูปแบบที่ต่างกัน โดยการปรับเปลี่ยนของอุปกรณ์ทำให้ประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนต่างกัน รูปแบบการปรับเปลี่ยนของอุปกรณ์บังแดดตามสภาพภูมิอากาศจะมีความสำคัญในการช่วยลดหรือหน่วงอุณหภูมิอากาศภายในอาคารได้มากกว่าที่ไม่ติดตั้งอุปกรณ์

2.1.9 ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์ (2545) ได้ศึกษาเทคนิคการก่อสร้างอาคารด้วยไม้ไผ่ : การออกแบบและก่อสร้างอาคารตัวอย่าง ณ โครงการพัฒนาออยตุง อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย ทำการวิเคราะห์ข้อดี ข้อเสีย สรุปปัญหาและเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาในการก่อสร้างด้วยไม้ไผ่ใน

องค์ประกอบอาคารนั้นๆ และทำทดลองสร้างอาคารตัวอย่าง พบว่า 1. ไม้ไผ่สามารถนำมาใช้ในการก่อสร้างอาคารที่อยู่อาศัยให้คงทนถาวรได้ถ้าได้รับการถนอมรักษาอย่างถูกวิธี 2. การผสมวัสดุอื่นๆ กับไม้ไผ่สามารถทำได้และได้ผลดี 3. แรงงานที่มีทักษะการก่อสร้างต่ำสามารถพัฒนาจนสามารถสร้างอาคารอย่างง่ายได้ถ้าได้รับการถ่ายทอดเทคนิคการก่อสร้างจากผู้ชำนาญการ 4. การใช้ระบบประสานทางพิกัดและการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยใช้ไม้ไผ่เป็นวัสดุหลักสามารถทำได้ 5. การเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมสามารถก่อสร้างอาคารในราคาประหยัดและไม่ทำร้ายสภาพแวดล้อม

2.1.10 ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์ (2549) ศึกษาในเรื่องเทคโนโลยีที่เหมาะสม โดยกล่าวสรุปไว้ว่าเกณฑ์การเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมได้ดังนี้ 1. ต้องเป็นเทคโนโลยีที่เข้ากับสภาพภูมิประเทศภูมิอากาศในท้องถิ่นนั้น 2. ต้องเป็นเทคโนโลยีที่สามารถใช้แรงงานคนเป็นผู้ควบคุม เน้นแรงงานในท้องถิ่นเป็นหลัก เพื่อให้เกิดการสร้างงานในท้องถิ่นนั้น 3. ต้องเป็นเทคโนโลยีที่สามารถเรียนรู้ได้ง่าย ไม่สลับซับซ้อน ฝึกฝนและอบรมได้ในท้องถิ่น 4. ต้องเป็นเทคโนโลยีที่ใช้เงินลงทุนต่ำ มีความเสี่ยงต่ำในการลงทุน และสามารถเป็นเจ้าของได้จากคนส่วนใหญ่ในชุมชน 5. ต้องเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ทรัพยากร วัสดุในท้องถิ่น และใช้พลังงานในการผลิตต่ำ 6. ต้องเป็นเทคโนโลยีที่ปลอดภัยกับผู้ใช้งาน และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม 7. ต้องเป็นเทคโนโลยีที่มีความทนทาน มีอายุการใช้งานสูงและบางโอกาสสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ การเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับสภาพการณ์ทางเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมของแต่ละท้องถิ่น ทำให้การเลือกใช้เทคโนโลยีในแต่ละท้องถิ่นมีความแตกต่างกัน เกณฑ์การเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมจึงสามารถปรับเปลี่ยนได้แล้วแต่กรณี

2.1.11 พชรดา โสมติ (2546) ได้ศึกษาลักษณะแสงในพื้นที่อยู่อาศัยไทยในอดีต โดยกล่าวสรุปว่าในสถาปัตยกรรมประเภทที่อยู่อาศัยในอดีต แสงธรรมชาติเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการดำเนินชีวิต ดังจะเห็นได้จากการออกแบบช่องแสงในลักษณะต่างๆ แสงที่เกิดขึ้นในสบานเรือนไทยในอดีตจึงไม่ต้องการนำแสงเข้ามาภายในมากนัก การใช้แสงแต่น้อยทำให้บ้านมีความเย็นสบายได้ ซึ่งธรรมชาติของแสงอาทิตย์ในปริมาณแสงที่มากจะก่อให้เกิดความร้อนที่มากเกินไปจนความจำเป็น โดยลักษณะของแสงส่วนั้นเกิดขึ้นจากปัจจัย คือ 1. การควบคุมแสง โดยการใช้ช่องเปิดที่มีขนาดเล็กพอเหมาะ 2. การเจาะลายฉลุของไม้ การซ้อนเหลื่อมกันของไม้ ลักษณะผนังที่ทำจากไม้สาน 3. การใช้ไม้ซึ่งเป็นวัสดุที่มีสีเข้มมีการสะท้อนของแสงน้อยทำให้เกิดความมืดภายใน คือ แสงจะค่อยๆ ลดลงจากข้างนอกสุดไปสู่ข้างในสุด ส่วนลักษณะแสงภายในพื้นที่อยู่อาศัยปัจจุบันเน้นการใช้งานที่มีความส่วนตัว

2.1.12 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็นประโยชน์ ส่วนที่ 1 เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับการลดความร้อนเข้าสู่อาคาร โดยการพัฒนาประสิทธิภาพของช่องแสงอาคารเป็นประโยชน์สำหรับเป็นแนวทางการทดลอง ส่วนที่ 2 เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากไม้ไผ่และเทคโนโลยีที่เหมาะสมใช้เป็นแนวทางสำหรับการออกแบบและทำชิ้นงานตัวอย่าง ส่วนที่ 3 เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับแสงสำหรับที่พักอาศัยเป็นประโยชน์สำหรับการออกแบบ เพื่อให้ตอบสนองพฤติกรรมอยู่อาศัยของมนุษย์

2.2 ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อน

2.2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนของผนัง

พลังงานความร้อนจะถ่ายเทอยู่ตลอดเวลา จากวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าสู่วัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ทั้งนี้ความร้อนจากภายนอกสามารถถ่ายเทเข้ามาในอาคาร โดยผ่านทางผนังอาคารได้ 3 ทาง คือ

1. การนำความร้อน (Conduction) เป็นการถ่ายเทความร้อนจากโมเลกุลสู่ โมเลกุล หรือการถ่ายเทความร้อนที่ผ่านตัวกลางหรือมวลวัตถุ เช่น การถ่ายเทความร้อนที่ผ่านผนังหรือกำแพง เป็นต้น ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านวัสดุ โดยการนำความร้อนได้ดีจะมีค่าสภาพนำความร้อนสูง เช่น โลหะ หิน และคอนกรีต เป็นต้น วัสดุที่ช่วยลดการนำความร้อนต้องมีค่าสภาพนำความร้อนต่ำ เช่น โยแวกซ์และฉนวนความร้อน เป็นต้น นอกจากนี้การนำความร้อนยังขึ้นกับความหนาแน่นของวัสดุ ความชื้นของวัสดุและแตกต่างของอุณหภูมิมาระหว่างผิวทั้ง 2 ด้าน ของวัสดุที่ความร้อนถ่ายเท

2. การถ่ายเทความร้อนโดยการพา (Heat Transfer by Convection) เป็นการถ่ายเทความร้อน โดยอาศัยการเคลื่อนตัวของอากาศเป็นสื่อกลาง เช่น ภายในอาคารความร้อนจะผ่านผนังเข้ามาโดยการนำ (Conduction) จากนั้น ผิวของผนังด้านในจะร้อนขึ้น ทำให้อากาศรอบๆ กำแพงด้านในร้อนขึ้น อากาศที่ร้อนจะมีความหนาแน่นต่ำ น้ำหนักเบา ก็จะลอยตัวสูงขึ้น อากาศภายในห้องที่อุณหภูมิต่ำกว่าจะหมุนเวียนไปแทนที่ เกิดการถ่ายเทความร้อนแบบการพา

3. การถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสี (Heat Transfer by Radiation) เป็นการถ่ายเทความร้อน โดยการแผ่รังสีผ่านอากาศหรือสุญญากาศ ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Waves) เช่น ความร้อนจากดวงอาทิตย์ถ่ายเทผ่านสุญญากาศมายังโลก เป็นต้น อาคารต่างๆ จะได้รับความร้อน โดยการแผ่รังสีทั้งจากรังสีตรงและรังสีกระจาย ซึ่งเป็นรังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ และจากรังสีความร้อนคลื่นยาวที่แผ่มาจากวัตถุ หรืออาคารอื่นรอบๆ

เมื่อรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Radiation) กระทบผิววัตถุทึบแสง บางส่วนจะถูกดูดกลืนและสะท้อนบางส่วนออกมา ส่วนที่ถูกดูดกลืนจะทำให้วัสดุมีอุณหภูมิสูงขึ้น และจะถ่ายเทความร้อนให้แก่สิ่งแวดล้อมโดยการแผ่รังสี การพาความร้อนและถ่ายเทเข้าไปภายในตัวของมันเอง โดยการนำความร้อน (ตริ่งใจ บูรณสมภพ 2539 : 31 – 32)

2.2.2 การถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุโปร่งใส ในวัตถุโปร่งใส เช่น กระจก หรือพลาสติกใส จะมีลักษณะที่แตกต่างจากวัตถุทั่วไป คือ ที่วัตถุโปร่งใส ซึ่งจะมีคุณสมบัติพิเศษที่ยอมให้รังสีคลื่นสั้นส่องผ่านไปได้ แต่จะมีสภาพทึบต่อรังสีคลื่นยาว โดยรังสีคลื่นยาวดังกล่าวจะเกิดขึ้นจากการแผ่รังสีกลับ (Re-radiation) ของวัตถุที่ถูกรังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบ เมื่อพื้นผิวภายในที่ได้รับการแผ่รังสีคลื่นสั้นและดูดซึมไว้ตามคุณสมบัติของวัสดุ และดูดกลืนเอาไปไว้ในโมเลกุลของผิวด้านนอกของกระจก และถ่ายเทไปยังโมเลกุลที่อยู่ถัดไปข้างใน โดยการนำความร้อนจนกระทั่งถึงผิวด้านในของกระจก จากนั้นความร้อนจะถูกส่งไปภายในอาคารก็จะแปรสภาพรังสีดังกล่าวเป็นพลังงานความร้อนในรูป

ของรังสีคลื่นยาว และแผ่รังสีกลับสู่สภาพแวดล้อมภายนอก ดังนั้นเมื่อสิ่งที่กั้นแบ่งระหว่างสภาพแวดล้อมภายในและภายนอกเป็นวัสดุโปร่งใส เช่น กระจกจากคุณสมบัติดังกล่าว ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นภายในก็จะถูกเก็บกักไว้ภายในโดยจะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์จะตกกระทบที่ผิวกระจกด้านนอก ความร้อนบางส่วนจะสะสมส่งผ่านและสะท้อนกลับออกไปยังสู่บรรยากาศภายนอก (Lechenr,N.1991.)

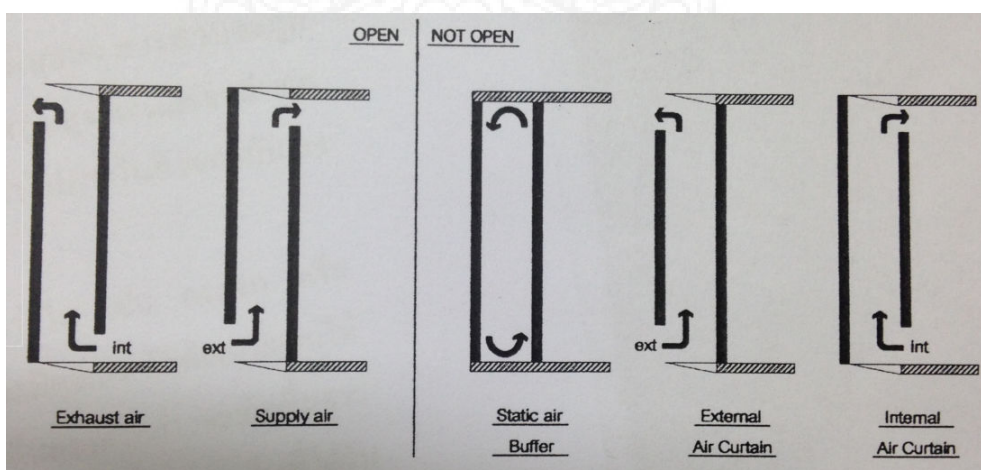
2.2.3 การไหลของอากาศในช่องผนัง (Air flow concept) การไหลของอากาศในช่องผนังของ double skin façade สามารถแบ่งได้เป็น 2 ระบบใหญ่ๆ คือ

1. ระบบที่มีการเปิดผนังของช่องอากาศระหว่างภายในกับภายนอกอาคารเชื่อมกัน (open cavity) ระบบนี้ยังแบ่งเป็น

- การใช้ช่องผนังเป็นช่องระบายอากาศของอาคาร (exhaust air)
- การใช้ช่องผนังเป็นช่องนำอากาศเข้าอาคาร (supply air)

2. ระบบที่ไม่มีการเปิดผนังของช่องอากาศระหว่างภายในกับภายนอกอาคารให้เชื่อมกัน (non-open cavity) ระบบนี้ยังแบ่งเป็น

- ช่องผนังปิดตายไม่มีช่องเปิดทั้งผนังภายนอกและภายใน (static air buffer)
- ช่องผนังที่ติดภายนอกเปิดเป็นช่องระบายอากาศไหลเวียนเข้าและออกผนังชั้นในติดตาย (external air curtain)
- ช่องผนังที่ติดภายในอาคารเปิดเป็นช่องระบายอากาศไหลเวียนเข้าและออกผนังภายนอกติดตาย (internal air curtain)



ภาพที่ 2.1 แสดงรูปแบบการไหลเวียนอากาศของ double skin façade

ที่มา : คัดลอกจาก <http://www.tamu.edu> (Texas A&M University), March 25, 2011.

2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับการระบายอากาศ

การระบายอากาศ (Ventilation) คือ การถ่ายเทอากาศภายในห้องออกไปโดยให้อากาศใหม่ ซึ่งสดชื่นกว่าเข้ามาแทนที่ ในการออกแบบอาคารในเขตร้อนชื้นโดยคำนึงถึงการถ่ายเทอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ และทำให้มีลมพัดผ่านเข้ามาในห้องโดยรอบร่างกายของผู้ที่อยู่อาศัยเพื่อเพิ่มความสบายให้แก่ร่างกาย ทำให้ได้รับอากาศบริสุทธิ์จากภายในห้อง ช่วยลดความร้อนและความชื้น ซึ่งประเทศในเขตร้อนชื้นนี้ส่วนใหญ่ต้องการลมตลอดทั้งปี แม้แต่ประเทศในเขตอบอุ่นก็ต้องการกระแสลมในหน้าร้อนหรือการถ่ายเทอากาศในฤดูอื่นๆเช่นเดียวกัน ดังนั้นการออกแบบช่องเปิดในตัวอาคารจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการที่จะทำให้ผู้อยู่อาศัยได้รับความสบาย (ตรึงใจ บุรณสมภพ, 2539)

2.3.1 กระแสลม

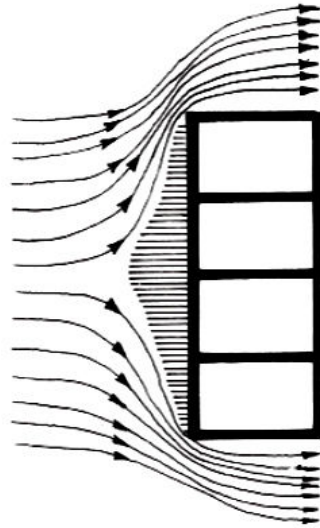
- การเกิดกระแสลมหรือการเคลื่อนไหวของอากาศเกิดได้จาก
- ความแตกต่างของความกดอากาศ
- ความแตกต่างของอุณหภูมิ

เมื่อลมพัดผ่านอาคารจะพัดโอบรอบอาคารทำให้เกิดความกดอากาศสูงคือส่วนที่มาปะทะผนัง ส่วนที่มีความกดอากาศต่ำคือลมในเขตด้านหลังอาคาร

ลมที่พัดผ่านห้องเกิดจากอากาศที่ถูกบังคับให้ผ่านช่องเปิดด้วยความกดสูงและผ่านช่องเปิดอีกด้านสู่ความกดที่ต่ำกว่าซึ่งเหมือนกันกับลมทั่วไป และอากาศภายในอาคารก็เป็นเช่นเดียวกัน

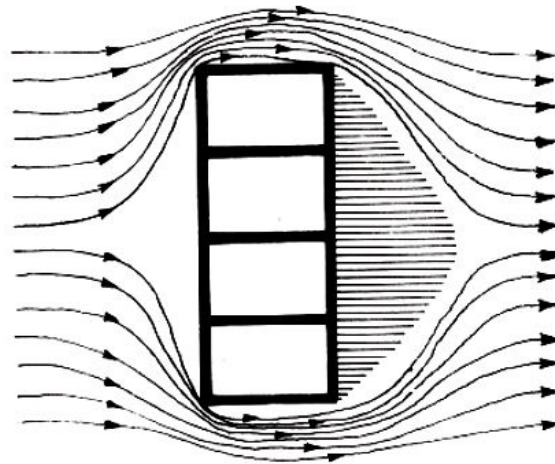
ความแตกต่างของอุณหภูมิ เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของอากาศหรือลมเช่นกัน แต่ตามธรรมชาติแล้วจะเกิดเป็นส่วนน้อย กระแสลมตามธรรมชาติโดยมากจะเกิดจากความกดอากาศที่ต่างกันมากกว่าอุณหภูมิที่ต่างกัน หากมีช่องทางเข้าของลมอยู่ด้านหน้าเดียวของห้องในทิศทางที่รับลมก็จะไม่เกิดผลอันใด เพราะผนังด้านตรงข้ามกับหน้าต่างทางลมเข้านั้นเป็นเหมือนเขื่อนบังลมซึ่งจะทำให้เกิดบริเวณความกดอากาศสูงในอาคาร แต่ถ้าในห้องนั้นอยู่ตรงกันข้ามกับด้านที่รับลมก็จะเกิดความกดอากาศต่ำ

เพื่อให้เกิดการถ่ายเทของอากาศต้องออกแบบให้เกิดบริเวณความกดอากาศสูงและความกดอากาศต่ำต่อเนื่องกัน ที่สำคัญต้องมีช่องทางเข้าด้านบริเวณความกดอากาศสูงและช่องทางออกด้านความกดอากาศต่ำ ดังนั้นหากทำช่องเปิดบนผนังด้านที่ติดกับบริเวณความกดอากาศสูงเพื่อให้ลมเข้าและบนผนังด้านที่มีความกดอากาศต่ำเพื่อให้ลมออก ก็จะเกิดเป็นกระแสลมพัดผ่านห้องเพื่อถ่ายเทและระบายอากาศได้ตามธรรมชาติ (ภาพที่ 2.2 – 2.4)



ภาพที่ 2.2 แสดงบริเวณความกดอากาศสูงโดยทั่วไปเกิดบริเวณใกล้ผาผนังของอาคารที่ถูกลมปะทะหรือผนังอาคารด้านที่บังกระแสลม

ที่มา : ตริંગใจ บุรณสมภพ, การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในด้านการประหยัดพลังงาน
(กรุงเทพฯ : บริษัทอัมรินทร์พรีนติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), 2539), 67.



ภาพที่ 2.3 แสดงลมที่พัดผ่านด้านข้างหรือเหนืออาคารซึ่งทำให้เกิดบริเวณความกดอากาศต่ำ
ที่มา : ตริ้งใจ บุรณสมภพ, การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในด้านการประหยัดพลังงาน
(กรุงเทพฯ : บริษัทอัมรินทร์พรีนติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), 2539), 67.



ภาพที่ 2.4 แสดงกระแสลมที่พัดผ่านห้อง

ที่มา : ตรึงใจ บุรณสมภพ, การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในด้านการประหยัดพลังงาน (กรุงเทพฯ : บริษัทอัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), 2539), 68.

อัตราความเร็วลมที่พัดผ่านร่างกาย

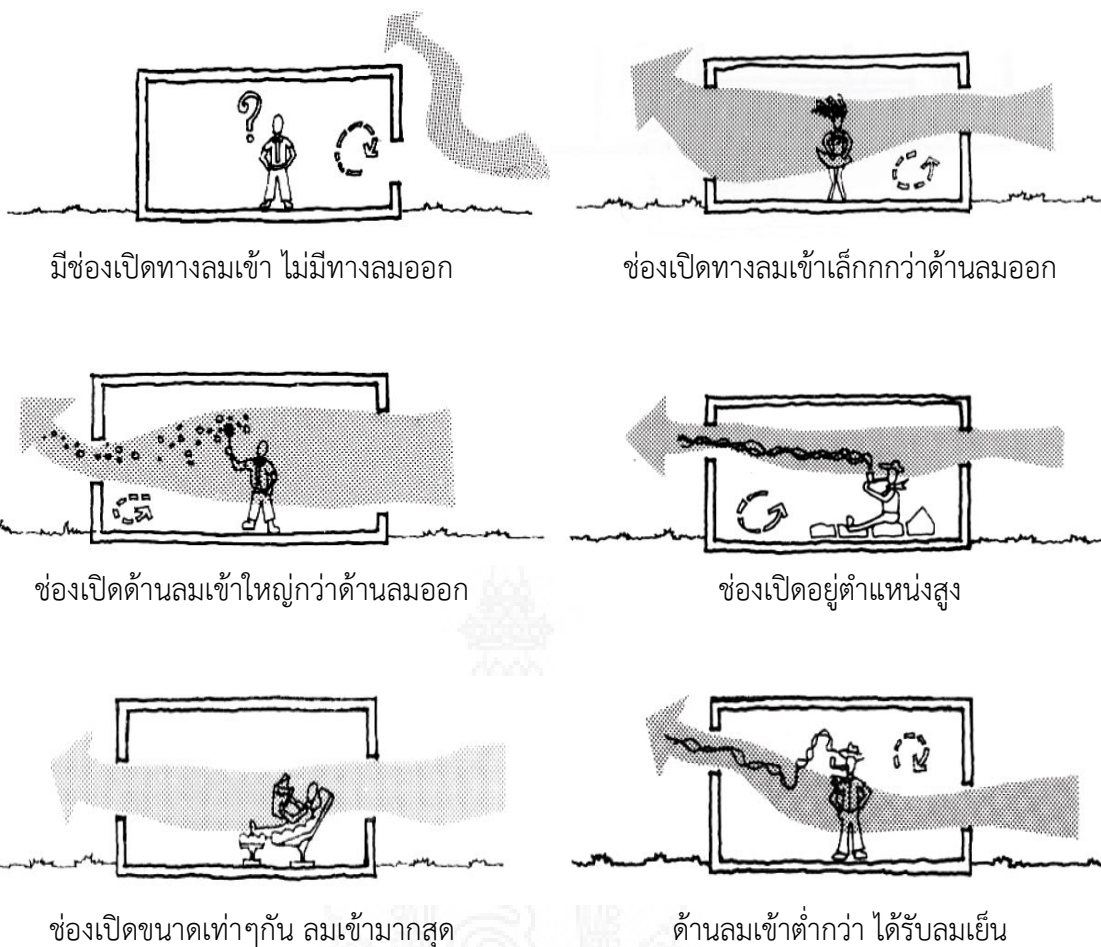
0.25 เมตรต่อวินาที ไม่รู้สึก

0.25 – 0.5 เมตรต่อวินาที รู้สึกสบายโดยไม่รู้ว่ามีลมมาปะทะ

0.50 – 1 เมตรต่อวินาที รู้สึกสบายโดยรู้ว่ามีลม

2.3.2 ลักษณะของช่องเปิด

ลักษณะของช่องเปิด ขนาดและตำแหน่งของช่องเปิดที่ผนังมีอิทธิพลต่อทิศทางปริมาณและความเร็วของกระแสลมที่พัดผ่านห้องต่างๆ ภายในอาคารเป็นอย่างมาก การระบายอากาศโดยวิธีทางธรรมชาตินั้นนอกจากจะต้องคำนึงถึงช่องเปิดให้ลมเข้าแล้วยังจำเป็นต้องคำนึงถึงช่องเปิดเพื่อให้ลมออกด้วยถึงจะมีทิศทางปริมาณและความเร็วลมที่พอเหมาะพอดีกับพื้นที่ภายในอาคารในแต่ละพื้นที่ เช่นหากต้องการให้มีลมผ่านเข้ามามากที่สุดต้องทำให้ช่องเปิดทางเข้าและทางออกมีขนาดเท่าๆ กัน แต่หากต้องการให้ลมผ่านเข้ามาด้วยความเร็วสูงก็จำเป็นต้องทำให้ช่องลมปิดทางออกเล็กกว่าทางเข้า โดยมีแนวทางของหลักการเปิดเพื่อลักษณะของลมภายในแต่ละประเภทดังนี้ (ภาพที่ 2.5)

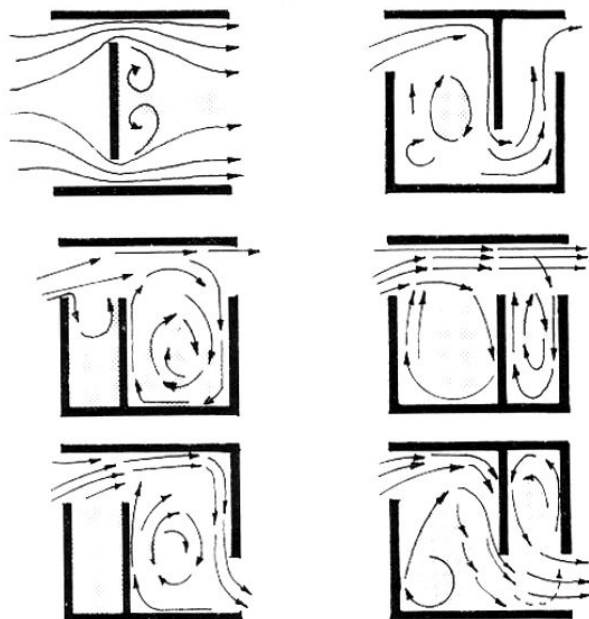


ภาพที่ 2.5 แสดงลักษณะช่องเปิดแบบต่างๆ

ที่มา : ตรึงใจ บุรณสมภพ, การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในด้านการประหยัดพลังงาน

(กรุงเทพฯ : บริษัทอัมรินทร์พรินติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), 2539), 69 – 70.

ผนัง partition ตู้อลูมิเนียม เป็นสิ่งที่มีส่วนในการเปลี่ยนการไหลของกระแสลมและลดปริมาณ และแรงลม ส่วนที่ไม่ได้ลมจะร้อนและอับ ดังนั้นผนังกันห้องจึงควรมีบานเปิด เช่น ประตูบานเกล็ด โดยจะมีแรงลมมากที่สุดเมื่อช่องเปิดลมเข้าและออกอยู่ตรงกัน ทั้งนี้ต้องไม่มีเครื่องกีดขวาง อาคารที่มี ลักษณะแคบตันจะมีการระบายอากาศที่ต่ำกว่าอาคารที่มีลักษณะลึก (ภาพที่ 2.6)



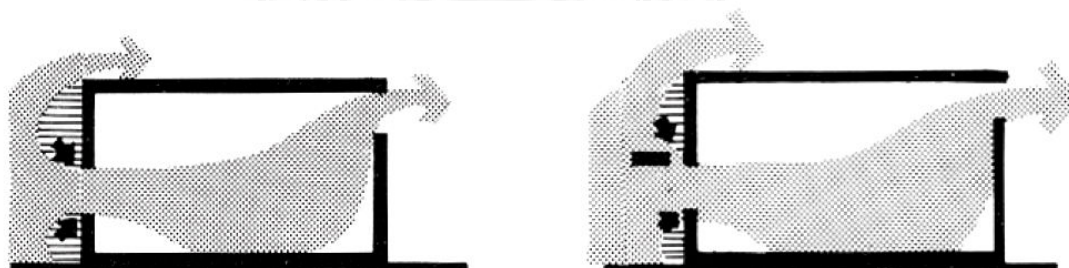
ภาพที่ 2.6 แสดงการไหลของกระแสลมเมื่อมีผนังภายในห้อง

ที่มา : ตรึงใจ บุรณสมภพ, การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในด้านการประหยัดพลังงาน
(กรุงเทพฯ : บริษัทอัมรินทร์พรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), 2539), 71.

เราจะรู้สึกเย็นสบายเมื่อมีลมพัดผ่านรอบๆตัว แต่บางเวลาการบังคับทิศทางลมตามต้องการก็เป็นไปได้ยาก ชนิดของบานหน้าต่างมีผลต่อการบังคับทิศทางลมเช่นกัน อย่างเช่นหน้าต่างบานพลิกจะทำให้ลมพัดผ่านสูงเหนือศีรษะซึ่งจะไม่ทำให้เกิดภาวะน่าสบาย

2.3.3 รูปแบบการไหลของกระแสลม (Air flow pattern)

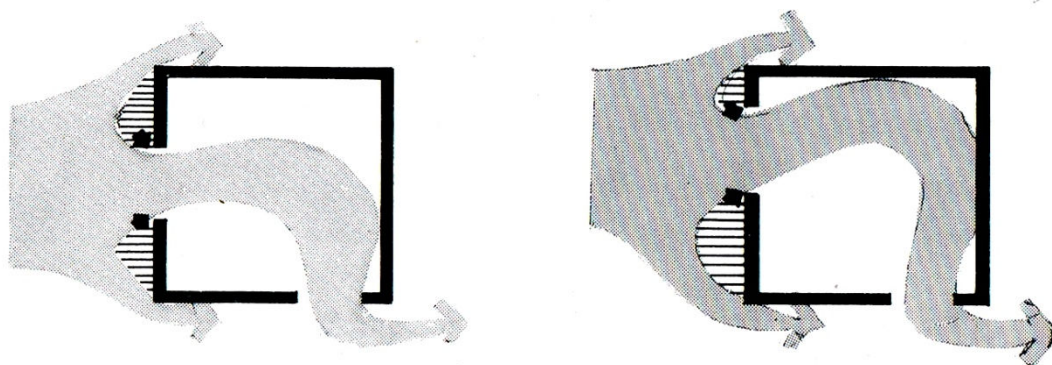
รูปแบบการไหลของกระแสลมมีผลอย่างมากต่อภาวะน่าสบายและการระบายอากาศด้วยวิธีตามธรรมชาติ เช่น ในฤดูหนาวที่พัดขึ้นเพดานจะดีกว่าลมที่พัดผ่านร่างกายโดยตรงในหน้าร้อนเนื่องเพราะจะทำให้กระแสลมเย็นและบริสุทธิ์เข้ามาผสมกับอากาศภายในห้องก่อนจะตกลงมาข้างล่าง เป็นต้น โดยเราสามารถออกแบบเพื่อบังคับการไหลของกระแสลมภายในห้องด้วยวิธีต่างๆ ได้ (ภาพที่ 2.7)



ภาพที่ 2.7 แสดงการเปิดช่องเปิดเพื่อให้รับลมผ่านในระดับความสูงร่างกาย

ที่มา : ตรึงใจ บุรณสมภพ, การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในด้านการประหยัดพลังงาน
(กรุงเทพฯ : บริษัทอัมรินทร์พรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), 2539), 72.

การตัดแปลงแก้ไขการไหลของกระแสลมให้อยู่ในรูปที่ต้องการได้โดยการกระระยะช่องเปิดบนผนัง การเปิดประตูหน้าต่าง และการทำแผงบังแดด ลมที่ผ่านเข้ามาในห้องจะถูกบังคับโดยความดันของอากาศบริเวณส่วนปิดที่ปิดโดยรอบช่องเปิด (ภาพที่ 2.8)



ภาพที่ 2.8 แสดงการไหลของกระแสลมจากการบังคับช่องเปิด

ที่มา : ตรึงใจ บุรณสมภพ, การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในด้านการประหยัดพลังงาน
(กรุงเทพฯ : บริษัทอัมรินทร์พรินตติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), 2539), 73.

จากการศึกษาเรื่องหลักการระบายอากาศในหลายๆลักษณะดังข้างต้น สามารถสรุปในเบื้องต้นได้ว่า การระบายอากาศภายในอาคารที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของอากาศนั้นจำเป็นจะต้องมีช่องทางให้อากาศได้เคลื่อนที่อย่างน้อย 2 ทางจึงจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ในการระบายอากาศได้ดีกว่าช่องเปิดเพียงทางเดียว

2.4 การทำผนัง 2 ชั้นที่มีช่องอากาศ

ผนัง 2 ชั้นเป็นกลยุทธ์หนึ่งในระบบป้องกันรังสีความร้อน (Radiant Barrier System) ซึ่งประกอบไปด้วยช่องว่างอากาศ ซึ่งด้านหนึ่งของช่องว่างหรือมากกว่าหนึ่งด้าน ทำหน้าที่เป็นตัวสกัดกั้นรังสีที่ส่งผ่านระหว่างพื้นผิวที่แผ่รังสีความร้อนออกมา ประโยชน์ที่ได้รับจากการติดตั้งระบบป้องกันรังสีความร้อนนอกจากจะลดค่าไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเครื่องปรับอากาศแล้วยังช่วยสร้างสภาวะน่าสบาย (Comfort Zone) ด้วย

การใช้ระบบผนัง 2 ชั้นในเขตภูมิอากาศร้อนชื้นและร้อนแห้ง เป็นแนวคิดหนึ่งในการปรับอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ (Passive) เป็นการลดความร้อนจากการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ โดยให้ผนังชั้นนอกเป็นร่มเงาแก่ผนังชั้นใน จากการวิจัยเรื่อง Thermal Performance of Double shell System in Hot-humid and Hot-dry Climates โดย (Shaaban : 1981) ได้ทดสอบประสิทธิภาพในการลดความร้อนของระบบ Double Shell ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ร่วมการทดสอบด้วยหุ่นจำลอง ได้ชี้ให้เห็นว่ารังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้ถูกกำบังไว้ด้วยผนังชั้นนอก (Outer Shell) ได้ทั้งหมด ซึ่งดูได้จากการลดภาระการทำความเย็น (Cooling Load) ของเครื่องปรับอากาศ

การระบายอากาศในช่องว่างระหว่างผนังหลักการระบายอากาศในช่องว่างระหว่างผนังชั้นนอกกับผนังชั้นในเริ่มต้นมีใช้กันตั้งแต่ราวทศวรรษที่ 1930 ในประเทศฝรั่งเศส ซึ่งเป็นการระบายอากาศระหว่างผนังกระจกซึ่งเรียกว่า ระบบผนัง 2 ชั้น (Double Facades System, Ventilated Façade) หรือผนังกระจก 2 ชั้น (Double Glazed System) มีหลักการ คือ แสงอาทิตย์จะส่องผ่านผนังชั้นนอก ซึ่งเป็นกระจกและเกิดการสะสมความร้อนภายในช่องอากาศทำให้อากาศร้อนลอยตัวสูงขึ้นและไหลออกทางช่องเปิดส่วนอากาศที่เย็นกว่าจะไหลเข้ามาแทนที่ แต่ในระยะแรกแนวความคิดนี้ยังไม่ได้แพร่หลายนักต่อมาผนังระบบนี้ถูกนำมาใช้กับอาคารสำนักงานในประเทศสหรัฐอเมริกาในราวทศวรรษที่ 1980 และได้แพร่หลายไปยังทวีปยุโรป (Shang – shiouLi : 2001) [Online]

จากการศึกษาคุณสมบัติของผนัง 2 ชั้น (Double Façade System) ในรายงานเรื่อง Thermal performance of a supply-air window ของ S.A Barak at พบว่าการระบายอากาศนี้สามารถลดปริมาณความร้อนในช่องว่างอากาศได้ถึง 50% โดยประสิทธิภาพจะขึ้นอยู่กับปัจจัยดังนี้

- การระบายอากาศ โดยวิธีธรรมชาติ หรือใช้เครื่องกลช่วย
- เป็นอาคารชั้นเดียว หรือมีหลายชั้น
- คุณสมบัติของกระจกที่ใช้
- ความกว้างของช่องอากาศ
- ตำแหน่งและลักษณะของแผงบังแดด (Poisrazis,H.2004)

ความร้อนสามารถถ่ายเทเข้าสู่อาคารได้ด้วยวิธีต่างๆ 3 ทาง คือ การนำ การพา และการแผ่รังสี ความร้อนจะส่งผ่านจากที่ซึ่งมีอุณหภูมิที่สูงกว่าไปสู่อุณหภูมิที่ต่ำกว่า เนื่องจากอากาศเป็นตัวนำความร้อนที่ไม่ดี การนำและการพาความร้อนต้องอาศัยการส่งผ่าน โดยตัวกลางเท่านั้น ซึ่งการแผ่รังสีมีความแตกต่างจากการนำและการพา คือ ไม่ขึ้นอยู่กับตัวกลางแต่สามารถส่งผ่านสุญญากาศได้เมื่ออุณหภูมิที่แตกต่างกัน รังสีจะเดินทางเป็นเส้นตรงผ่านที่ว่าง ซึ่งเป็นอากาศถูกดูดซึม โดยอุณหภูมิที่ต่ำกว่า การใช้ประโยชน์จากช่องว่างอากาศเป็นการถ่ายเทความร้อน โดยการพา เพื่อให้เกิดการหมุนเวียนอากาศเป็นการลดความร้อนที่จะถ่ายเทเข้าสู่อาคาร การไหลของอากาศในช่องว่างอากาศกลางคืนจะไหลขึ้น ส่วนในเวลากลางวันจะไหลลง

2.5 ทฤษฎีผนังปล่องรังสีอาทิตย์

2.5.1 ผนังปล่องรังสีอาทิตย์

แสงแดดเมื่อตกกระทบผิวนอกของผนังอาคารจะเกิดการนำ ความร้อนผ่านวัสดุผนังเข้ามาที่ช่องระบายอากาศเนื่องจากผลของความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผิวในและผิวนอกของผนังอาคาร ทำให้อากาศที่อยู่ภายในช่องระบายอากาศได้รับปริมาณพลักซ์ความร้อน ดังกล่าวและเกิดการลอยตัวสูงขึ้นเนื่องจากความหนาแน่นมีค่าลดลงผ่าน ช่องเปิดออกไปสู่ภายนอกช่องระบายอากาศ อากาศภายนอกซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าก็จะไหลเข้ามาแทนที่ผ่านช่องเปิดด้านล่างสำหรับให้

อากาศไหลเข้า จนกระทั่งไหลออกที่ช่องเปิดด้านบน การไหลของอากาศจะเกิดเป็น วัฏจักรเช่นนี้ไปเรื่อยๆ トラบเท่าที่ผนังยังได้รับปริมาณพลักซ์ความร้อน จากแสงอาทิตย์ซึ่งอากาศภายนอกที่ไหลเข้า และออกจากช่องระบาย อากาศจะนำความร้อนออกไปด้วยซึ่งช่วยลดปริมาณพลักซ์ความร้อนที่จะถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคารได้อีกทางหนึ่ง

2.5.2 สมการการพาความร้อน

เทคนิคคำนวณพลศาสตร์ของไหลเป็นการวิเคราะห์แก้ปัญหา ระบบสมการอนุพันธ์ด้วยระบบสมการพีชคณิตซึ่งมีหลากหลายวิธีให้ เลือกใช้ได้อย่างเหมาะสมขึ้นอยู่กับปัญหาที่สนใจศึกษา ซึ่งการไหลของอากาศที่เกิดขึ้นควบคุมโดยสมการความต่อเนื่อง สมการนาเวียร์-สโตกส์ และสมการพลังงาน สามารถเขียนในรูปทั่วไปได้ดังนี้

1. สมการความต่อเนื่อง

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} = 0$$

2. สมการโมเมนตัมในแนวแกน x

$$\frac{\partial(\rho uu)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho uv)}{\partial y} = -\frac{\partial P}{\partial x} + \left[\frac{\partial}{\partial x} \mu \left[\frac{\partial u}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \mu \left[\frac{\partial u}{\partial y} \right] \right] + B_x$$

3. สมการโมเมนตัมในแนวแกน y

$$\frac{\partial(\rho uv)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho vv)}{\partial y} = -\frac{\partial P}{\partial y} + \left[\frac{\partial}{\partial x} \mu \left[\frac{\partial v}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \mu \left[\frac{\partial v}{\partial y} \right] \right] + (\rho - \rho_0)g + B_y$$

4. สมการพลังงาน

$$\rho c_p \left[\frac{\partial(uT)}{\partial x} + \frac{\partial(vT)}{\partial y} \right] = \frac{\partial}{\partial x} \left[k \frac{\partial T}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[k \frac{\partial T}{\partial y} \right] + \mu \Phi + \dot{q}$$

ร่วมกับทฤษฎีประมาณการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของบุสซิเนส (Boussinesq approximation) ซึ่งต้องนำค่าความแตกต่างของความหนาแน่นมาคิดในการหาแรงลอยตัว ทั้งนี้เพราะเป็นผลทำให้เกิดการไหล และเลือกใช้แบบจำลองความปั่นป่วน Standard k- ϵ ในการจำลองการไหล ของอากาศเนื่องจากการไหลของอากาศภายในช่องระบายอากาศเป็นทั้งการไหลแบบราบเรียบและปั่นป่วน ซึ่งแบบจำลองนี้ถือได้ว่าเป็นแบบจำลองชนิด 2-equation turbulence model ที่นิยมใช้ในการคำนวณการไหลแบบปั่นป่วน ซึ่งประกอบด้วยสมการ Transport และ Dissipation rate ของ Turbulent kinetic energy

2.5.3 กระบวนการในการหาผลเฉลย

ในการแก้สมการอนุรักษ์โมเมนตัม ผลเฉลยของสนามการไหลที่ ได้จะมีค่าที่ไม่สอดคล้องกับสมการอนุรักษ์มวลและเพื่อให้ค่าที่ได้จากสอง สมการนี้มีความสอดคล้องกัน เราจะใช้

ขั้นตอนวิธีที่เรียกว่า SIMPLE (Semimplicit Method for Pressure-Linked Equation) ซึ่งพัฒนาโดย Patankar and Spalding (1972) ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการแก้ปัญหา สนามการไหล โดยการสมมติค่าความดันและความเร็วในขอบเขตของปัญหา ที่สนใจ แล้วคำนวณหาค่าความเร็วและความดันสมมติเพื่อที่จะนำค่า ความเร็วที่คำนวณได้ไปหาค่าความดันอีกครั้ง โดยใช้ Pressure correction method เพื่อช่วยในการคำนวณความดันที่ถูกต้อง ซึ่งค่า pressure correction ที่ได้นี้จะถูกนำกลับมาหาค่าความเร็วและทำซ้ำตามขั้นตอน ดังกล่าวจนกระทั่งผลเฉลยเข้าสู่ค่าใดค่าหนึ่ง ซึ่งวิธีนี้เป็น การช่วยให้ค่า ความเร็วและความดันมีความสัมพันธ์เป็นไปตามการอนุรักษ์โมเมนตัมและ การอนุรักษ์มวล โดยวิธีในโปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้เป็นวิธีที่ใช้กับกริดแบบ เยื้องกัน (Staggered grid) เป็นการแบ่งกริดเพื่อให้กริดของความเร็วยู่ ระหว่างจุดต่อของตัวแปรสเกลาร์ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับสมการความ ต่อเนื่องและแก้ปัญหาการเกิด Checker-board effect อันจะก่อให้เกิด ความผิดพลาดในการคำนวณเชิงตัวเลข

2.6 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชติยา ฉัตรเพชร (2552) พัฒนาหน้าต่างกระจกสองชั้นพร้อมเกล็ดปรับแสงแนวตั้งชนิดใหม่ เพื่อการประหยัดพลังงานที่มีราคาถูก ซึ่งประสิทธิภาพของหน้าต่างชนิดใหม่เปรียบเทียบกับหน้าต่างกระจกใสชั้นเดียว หนา 6 มม. และหน้าต่างกระจกใสชั้นเดียว หนา 6 มม. พร้อมม่านปรับแสงภายในทางทิศตะวันตก โดยแบ่งออกเป็น 3 กรณี คือ 1) เปิดเกล็ดปรับแสงและม่านปรับแสงเต็มที่ (90 องศา) 2) ปิดเกล็ดปรับแสงและม่านปรับแสงทั้งหมด (0 องศา) และ 3) เปิดเกล็ดปรับแสงและม่านปรับแสงครึ่งหนึ่ง (45 องศา) ผลการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพด้านการส่งผ่านความร้อนของหน้าต่างชนิดใหม่นี้ เมื่อปิดหรือเปิดเกล็ดปรับแสง 45 องศาจะเทียบเท่ากัน แต่เมื่อเปิดเกล็ดปรับแสง 45 องศา นั้น ผู้ใช้งานยังคงมองเห็นทัศนียภาพภายนอกได้ หน้าต่างที่ติดม่านปรับแสงสามารถลดอุณหภูมิภายในได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น เมื่อเทียบกับหน้าต่างที่ติดม่านปรับแสงมากที่สุดประมาณ 3 องศา

ดนูชา หลักทอง (2552) ศึกษาการป้องกันความร้อนให้อาคารสามารถทำได้ โดยไม่ให้อ่างแสงกระจกได้รับแสงอาทิตย์ได้โดยตรงเน้นที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ให้กับกระจกอาคาร เพื่อช่วยลดอุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่ใช้กระจกใสชั้นเดียว โดยการศึกษาได้จัดทำและออกแบบอุปกรณ์บังแดดที่สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบต่างๆ ประกอบด้วย แผ่นโพรคาร์บอนและประกอบกับฟิล์มฉาบปรอท โดยการทดลองชุดต่างๆ จะทำการเปรียบเทียบกับตัวอย่างธรรมดาที่ไม่ติดอุปกรณ์หรือเปรียบเทียบกับระหว่างอุปกรณ์ และทดลองปรับเปลี่ยนเป็นแผงบังแดดเปรียบเทียบกับช่องกระจกที่ไม่ติดอุปกรณ์และติดสลับซ้ายขวา อุปกรณ์ไม่ใส่เกล็ดฟิล์มฉาบปรอทเปรียบเทียบกับที่มีเกล็ดฟิล์ม โดยเปรียบเทียบรูปแบบที่มีประสิทธิภาพที่สุดจากการทดลองและนำมาวิเคราะห์ผล รูปแบบการใช้งาน การทดลองสรุปได้ว่าเมื่อปรับเปลี่ยนเป็นอุปกรณ์บังแดดสามารถลดอุณหภูมิได้ 6-7 องศา โดยเปรียบเทียบกับที่ไม่ติดตั้งอุปกรณ์บังแดด และรูปแบบที่ต่างกัน

โดยการปรับเปลี่ยนของอุปกรณ์ทำให้ประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนต่างกัน รูปแบบการปรับเปลี่ยนของอุปกรณ์บังแดดตามสภาพภูมิอากาศจะมีความสำคัญในการช่วยลดหรือหน่วงอุณหภูมิอากาศภายในอาคารได้มากกว่าที่ไม่ติดตั้งอุปกรณ์

ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์ (2545) ได้ศึกษาเทคนิคการก่อสร้างอาคารด้วยไม้ไผ่ : การออกแบบและก่อสร้างอาคารตัวอย่าง ณ โครงการพัฒนาตอยตุง อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย ทำการวิเคราะห์ข้อดี ข้อเสีย สรุปปัญหาและเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาในการก่อสร้างด้วยไม้ไผ่ในองค์ประกอบอาคารนั้นๆ และทำทดลองสร้างอาคารตัวอย่าง พบว่า 1. ไม้ไผ่สามารถนำมาใช้ในการก่อสร้างอาคารที่อยู่อาศัยให้คงทนถาวรได้ถ้าได้รับการถนอมรักษาอย่างถูกวิธี 2. การผสมวัสดุอื่นๆ กับไม้ไผ่สามารถทำได้และได้ผลดี 3. แรงงานที่มีทักษะการก่อสร้างต่ำสามารถพัฒนาจนสามารถสร้างอาคารอย่างง่ายได้ถ้าได้รับการถ่ายทอดเทคนิคการก่อสร้างจากผู้ชำนาญการ 4. การใช้ระบบประสานทางพิกัดและการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยใช้ไม้ไผ่เป็นวัสดุหลักสามารถทำได้ 5. การเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมสามารถก่อสร้างอาคารในราคาประหยัดและไม่ทำร้ายสภาพแวดล้อม

ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์ (2549) ศึกษาในเรื่องเทคโนโลยีที่เหมาะสม โดยกล่าวสรุปไว้ว่าเกณฑ์การเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมได้ดังนี้ 1. ต้องเป็นเทคโนโลยีที่เข้ากับสภาพภูมิประเทศภูมิอากาศในท้องถิ่นนั้น 2. ต้องเป็นเทคโนโลยีที่สามารถใช้แรงงานคนเป็นผู้ควบคุม เน้นแรงงานในท้องถิ่นเป็นหลัก เพื่อให้เกิดการสร้างงานในท้องถิ่นนั้น 3. ต้องเป็นเทคโนโลยีที่สามารถเรียนรู้ได้ง่าย ไม่สลับซับซ้อน ฝึกฝนและอบรมได้ในท้องถิ่น 4. ต้องเป็นเทคโนโลยีที่ใช้เงินลงทุนต่ำ มีความเสี่ยงต่ำในการลงทุน และสามารถเป็นเจ้าของได้จากคนส่วนใหญ่ในชุมชน 5. ต้องเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ทรัพยากร วัสดุในท้องถิ่น และใช้พลังงานในการผลิตต่ำ 6. ต้องเป็นเทคโนโลยีที่ปลอดภัยกับผู้ใช้งาน และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม 7. ต้องเป็นเทคโนโลยีที่มีความทนทาน มีอายุการใช้งานสูงและบางโอกาสสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ การเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับสภาพการณ์ทางเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมของแต่ละท้องถิ่น ทำให้การเลือกใช้เทคโนโลยีในแต่ละท้องถิ่นที่มีความแตกต่างกัน เกณฑ์การเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมจึงสามารถปรับเปลี่ยนได้แล้วแต่กรณี

พัชรดา โสมติ (2546) ได้ศึกษาลักษณะแสงในพื้นที่อยู่อาศัยไทยในอดีต โดยกล่าวสรุปว่าในสถาปัตยกรรมประเภทที่อยู่อาศัยในอดีต แสงธรรมชาติเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการดำเนินชีวิต ดังจะเห็นได้จากการออกแบบช่องแสงในลักษณะต่างๆ แสงที่เกิดขึ้นในสแนบ้านเรือนไทยในอดีตจึงไม่ต้องการนำแสงเข้ามาภายในมากนัก การใช้แสงแต่น้อยทำให้บ้านมีความเย็นสบายได้ ซึ่งธรรมชาติของแสงอาทิตย์ในปริมาณแสงที่มากจะก่อให้เกิดความร้อนที่มากเกินไปจนเกิดความจำเป็น โดยลักษณะของแสงสลัวนั้นเกิดขึ้นจากปัจจัย คือ 1. การควบคุมแสง โดยการใช้ช่องเปิดที่มีขนาดเล็กพอเหมาะ 2. การเจาะลายฉลุของไม้ การซ้อนเหลื่อมกันของไม้ ลักษณะผนังที่ทำจากไม้สาน 3. การใช้ไม้ซึ่งเป็นวัสดุที่มีสีเข้มมีการสะท้อนของแสงน้อยทำให้เกิดความมืดภายใน คือ แสงจะค่อยๆ ลดลงจากข้างนอกสุดไปสู่ข้างในสุด ส่วนลักษณะแสงภายในพื้นที่อยู่อาศัยปัจจุบันเน้นการใช้งานที่มีความส่วนตัว

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็นประโยชน์ ส่วนที่ 1 เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับการลดความร้อนเข้าสู่อาคาร โดยการพัฒนาประสิทธิภาพของช่องแสงอาคารเป็นประโยชน์สำหรับเป็นแนวทางการทดลอง ส่วนที่ 2 เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากไม้ไผ่และเทคโนโลยีที่เหมาะสมใช้เป็นแนวทางสำหรับการออกแบบและทำชิ้นงานตัวอย่าง ส่วนที่ 3 เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับแสงสำหรับที่พักอาศัยเป็นประโยชน์สำหรับการออกแบบ เพื่อให้ตอบสนองพฤติกรรมการอยู่อาศัยของมนุษย์



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1.1 คัดเลือกชนิดและขนาดของใบสีกที่จะนำมาทำแผ่นฉนวนรวมถึงศึกษาทางด้านคุณสมบัติ เทคนิคการใช้งาน เทคนิคการขึ้นรูป เพื่อการประหยัดต้นทุนการผลิต การขนส่งและจัดหาได้ง่าย โดยการ ทบทวนเอกสารและ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

3.1.2 ศึกษารูปแบบและทฤษฎีฉนวนกันความร้อน ขนาดรูปแบบและระยะห่างที่เหมาะสม รูปแบบ ที่สวยงามผลิตได้ง่ายโดยการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

3.1.3 ออกแบบแผ่นฉนวนกันความร้อนจากใบสีกโดยมีพื้นฐานของทฤษฎีรองรับ และขึ้นรูปแผ่น ฉนวนที่มีความหนาแน่นต่างกัน 4 แบบ โดยมีกระบวนการขึ้นรูปแผ่นดังนี้

1. นำใบสีกมาเข้าเครื่องย่อยแบบไม่ละเอียดให้มีความคละกันของขนาด
2. นำใบสีกมาผ่านเครื่องกรองเศษฝุ่นและเศษปนเปื้อนที่ไม่ต้องการออก
3. ทำบล็อกขึ้นรูปแผ่นฉนวนโดยมีขนาดจากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
4. ศึกษาวัสดุประสานการยึดตัวจากวัสดุธรรมชาติโดยศึกษาจากงานวิจัย เช่น ยาง ข้าว ฝรั่ง และลองทดสอบเพื่อคัดเลือกวัสดุประสาน
5. ขึ้นรูปฉนวนจากใบสีกโดยใช้วัสดุประสานจากธรรมชาติที่ได้คัดเลือกโดยมีสัดส่วนความ หนาแน่นของการผสมและขนาดความหนาของแผ่นอัด ซึ่งอ้างอิงจากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จำนวน 4 แบบที่สัดส่วนต่างกัน

3.1.4 นำแผ่นฉนวนที่ได้รับการขึ้นรูปไปทดสอบความแข็งแรงของวัสดุเพื่อคัดเลือกแผ่นที่ได้ มาตรฐานทางอุตสาหกรรม 1 แบบ เพื่อนำไปทดสอบค่าต้านทานความร้อน (ค่า R) และค่าการนำความร้อน (ค่า K)

3.1.5 ทำการศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิความร้อนและความชื้นสัมพัทธ์ในหุ่นจำลอง 4 หลังโดย ใช้วัสดุฉนวนกันความร้อนที่ต่างกัน

หลังที่ 1 กรุฉนวนกันความร้อนจากฉนวนใยแก้ว

หลังที่ 2 กรุฉนวนกันความร้อนจากอิฐซั่มบอร์ด

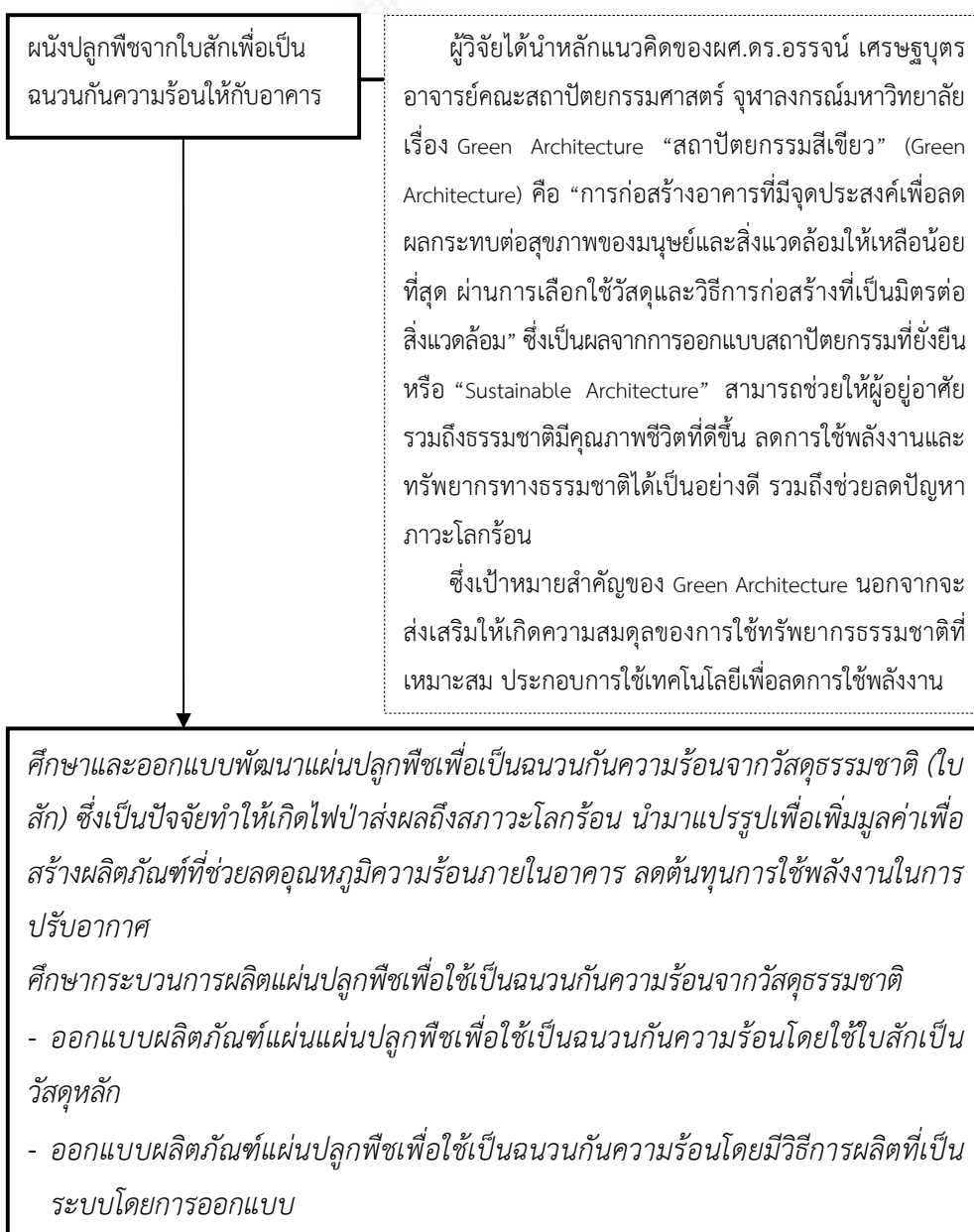
หลังที่ 3 กรุฉนวนกันความร้อนจากแผ่นสะท้อนความร้อน (Aluminium foil)

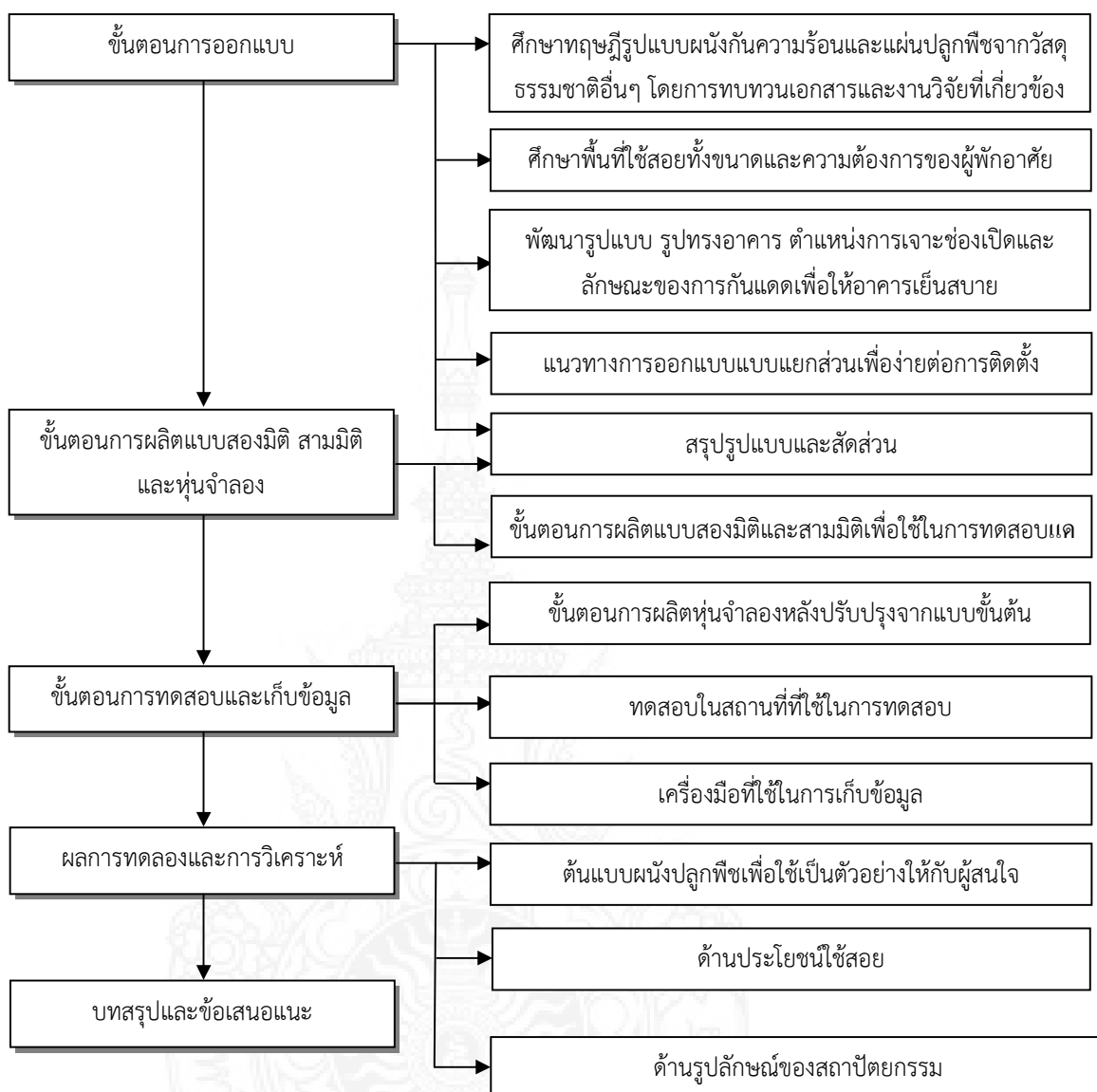
หลังที่ 4 กรุณนวกันความร้อนจากนวนกันความร้อนใบสัก

3.1.6 ทำการสรุปเปรียบเทียบผลการทดสอบว่าแผ่นนวนกันความร้อนจากใบสักมีความสามารถลดอุณหภูมิให้กับอาคารและมีความชื้นสัมพัทธ์เทียบเท่าหรือดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่นำมาเปรียบเทียบ นำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบหาจุดเด่นจุดด้อยที่ต้องปรับปรุงพร้อมปรับแก้สูตรผสมการขึ้นรูปตามที่ได้สรุปผลโดยอยู่บนพื้นฐานของวิชาสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม

3.1.7 ทำรายงานสรุปผลการวิจัย

3.1.8 จัดทำแบบ โปสเตอร์พรีเซนต์และหุ่นจำลองเพื่อเผยแพร่งานวิจัย





ภาพที่ 3.1 แสดงแผนภูมิขั้นตอนวิธีการดำเนินงานวิจัย

ซึ่งในบทนี้จะแบ่งส่วนของเนื้อหาในขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัยเป็นหัวข้อหลักๆ ได้ ดังนี้

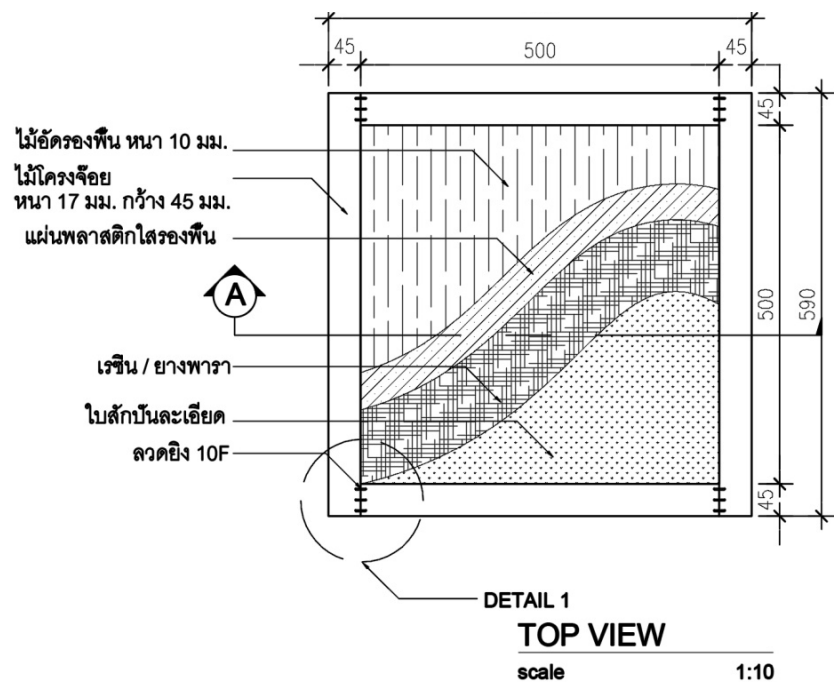
3.1) ขั้นตอนการออกแบบ

3.2) ขั้นตอนการผลิตหุ่นจำลอง

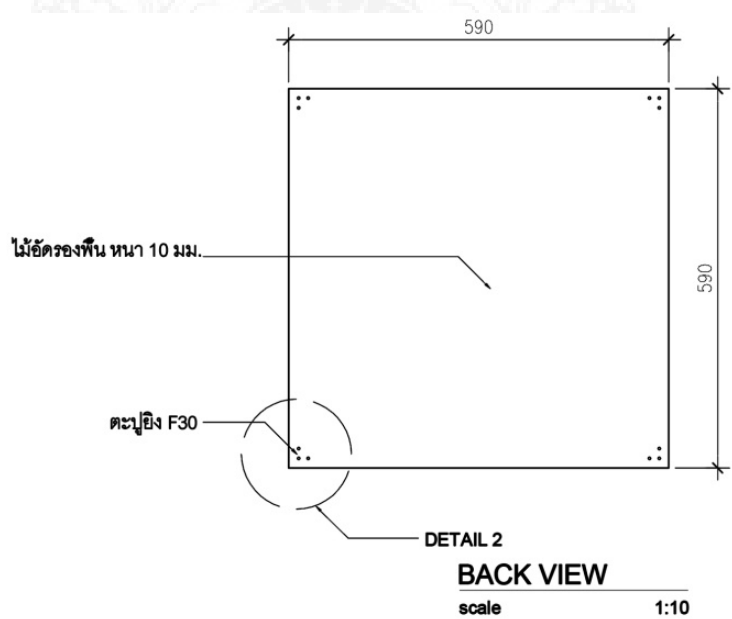
3.3) ขั้นตอนการทดสอบการตกกระทบของแดด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2 ขั้นตอนการออกแบบ

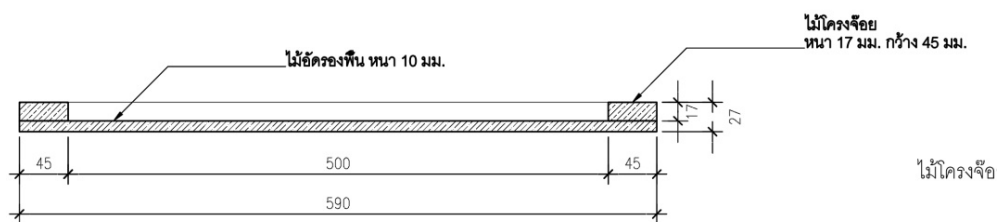
3.1.1 ออกแบบผนังปลุกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร 2 แบบ พร้อมรายละเอียดประกอบแบบ แพลน รูปตัด Perspectives.



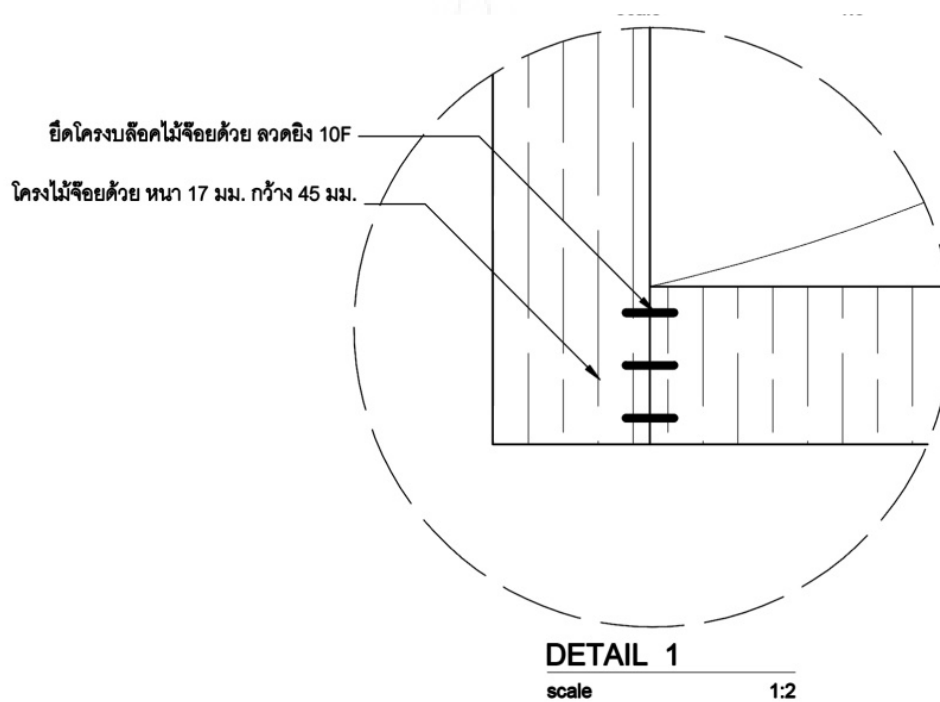
ภาพที่ 3.2 แสดงแบบแม่แบบด้านบนการขึ้นแผ่นฉนวนจากใบสัก แบบที่ 1



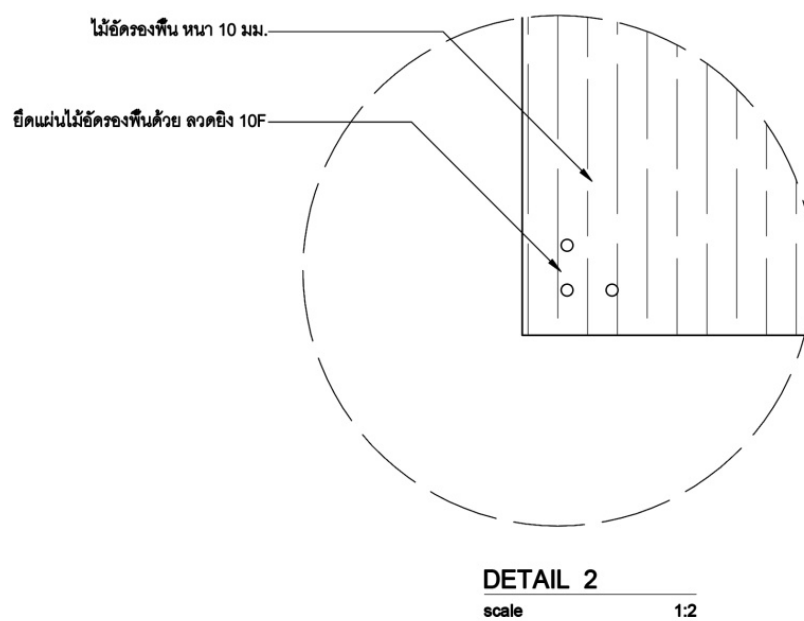
ภาพที่ 3.3 แสดงแบบแม่แบบด้านล่างการขึ้นแผ่นฉนวนจากใบสัก แบบที่ 2



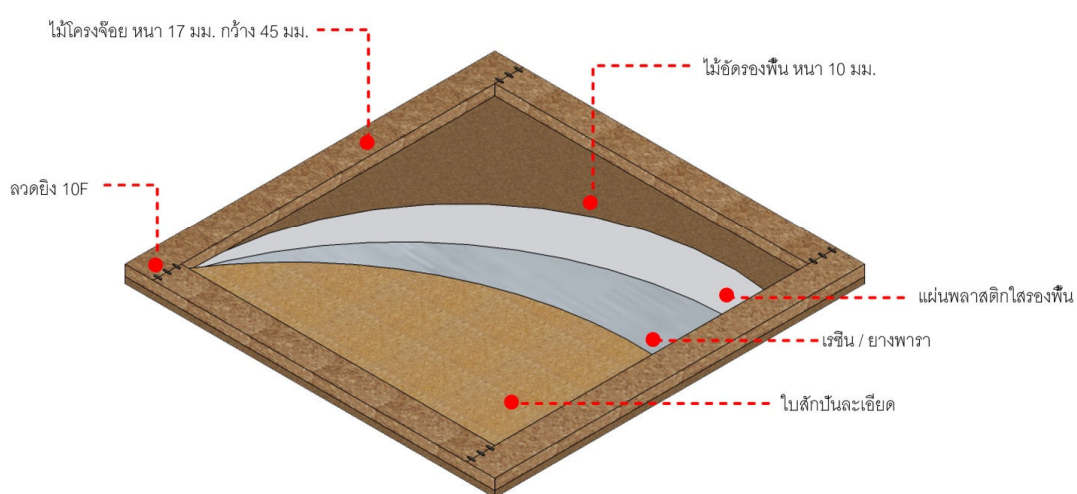
ภาพที่ 3.4 แสดงแบบรูปตัดแม่แบบแผ่นฉนวนจากใบสีก แบบที่ 3



ภาพที่ 3.5 แสดงแบบการยึดด้านหน้าแม่แบบแผ่นฉนวนจากใบสีก แบบที่ 4



ภาพที่ 3.6 แสดงแบบการยึดด้านหลังแม่แบบแผ่นฉนวนจากโบล็ก แบบที่ 5



ภาพที่ 3.7 แสดงแบบ Perspective. รายละเอียดแม่แบบแผ่นฉนวนจากโบล็กรับน้ำลายละเอียด



ภาพที่ 3.8 แสดงการคัดเลือกและย่อยใบสีกเพื่อนำมาขึ้นรูป



ภาพที่ 3.9 แสดงการย่อยใบสีกเพื่อนำมาขึ้นรูป



ภาพที่ 3.10 แสดงการทดสอบส่วนผสมแบบที่ 1 การขึ้นรูปแผ่นฉนวน



ภาพที่ 3.11 แสดงการทดสอบส่วนผสมแบบที่ 2 การขึ้นรูปแผ่นฉนวน



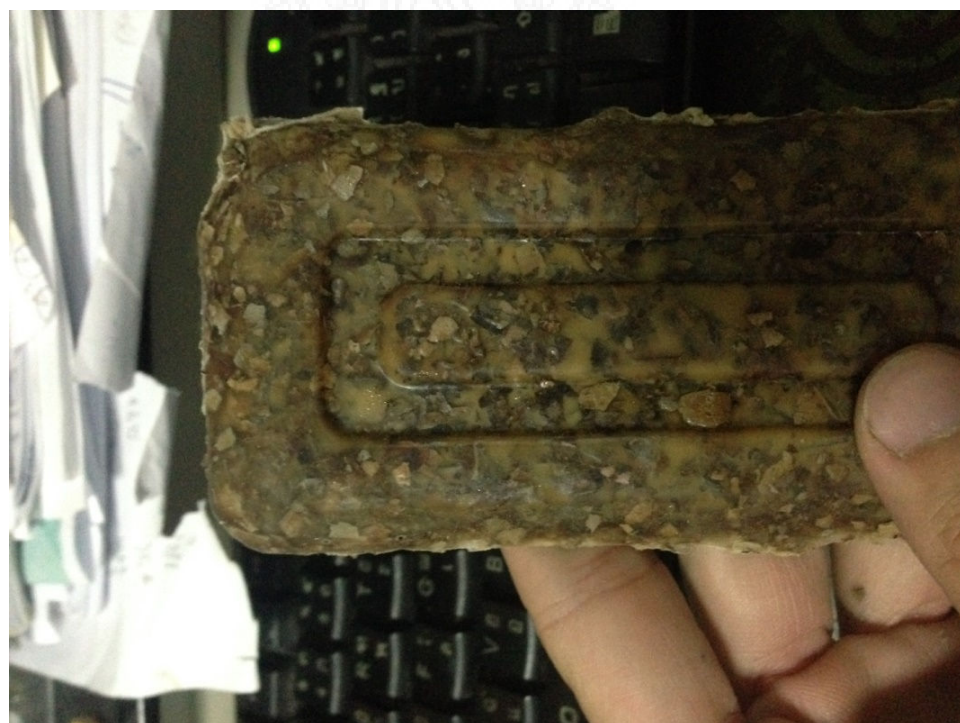
ภาพที่ 3.12 แสดงขนาดใบสีกที่จะนำมาขึ้นรูปแผ่นฉนวน



ภาพที่ 3.13 แสดงแผ่นตัวอย่างจากส่วนผสมที่จะนำมาขึ้นรูปแผ่นฉนวน



ภาพที่ 3.14 แสดงแผ่นตัวอย่างด้านหน้าจากส่วนผสมที่จะนำมาขึ้นรูปแผ่นฉนวน



ภาพที่ 3.15 แสดงแผ่นตัวอย่างด้านหลังจากส่วนผสมที่จะนำมาขึ้นรูปแผ่นฉนวน



ภาพที่ 3.16 แสดงการขึ้นรูปแผ่นฉนวนจากแม่แบบ



ภาพที่ 3.17 แสดงการเทส่วนผสมขึ้นรูปแผ่นฉนวนจากแม่แบบ



ภาพที่ 3.18 แสดงการถอดแม่แบบแผ่นฉนวนจากแม่แบบ



ภาพที่ 3.19 แสดงแผ่นฉนวนต้นแบบหลังจากแกะแบบ

บทที่ 4

ผลการทดลองและการวิเคราะห์

4.1 ผลการทดลองและการวิเคราะห์

หลังจากได้ออกแบบแม่แบบและขึ้นรูปแผ่นฉนวน ได้ทำแบบสอบถามเพื่อทดสอบหาความพึงพอใจต่อรูปแบบของแผ่นฉนวนจากใบสั๊ก โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกดังนี้ ขนาด สัดส่วนการใช้งาน การขึ้นรูป โดยได้ทำแบบสอบถามจำนวน 100 ชุด ซึ่งมีข้อมูลรายละเอียดของผนังปลุกพีช แพลน รูปด้าน รูปตัด ภาพ Perspectives. ของแบบแต่ละแบบ กำหนดแจกพื้นที่แบบสอบถาม ณ.ชุมชนบ้านเอื้ออาทร เขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นพื้นที่การศึกษา โดยมีการจัดการองค์กรที่มีส่วนร่วมของชาวบ้านในชุมชนที่มีรูปแบบที่พักอาศัยคล้ายกัน ประสบปัญหาในเรื่องอุณหภูมิในอาคารเหมือนกัน ทำให้เลือกใช้สถานที่นี้เป็นการศึกษาเพื่อให้เป็นพื้นที่ศึกษา

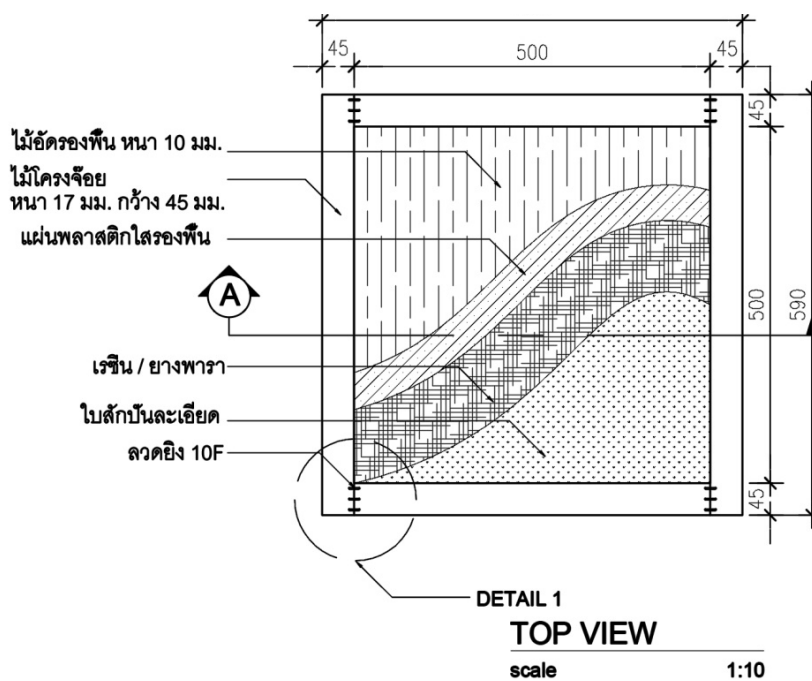
จากผลการทดสอบมีคะแนนจาก 100 แบบสอบถามสรุปได้ดังนี้

1. แบบผสมที่ 1 ได้รับคะแนนความพึงพอใจจำนวน 63 ชุด
2. แบบผสมที่ 2 ได้รับคะแนนความพึงพอใจจำนวน 37 ชุด

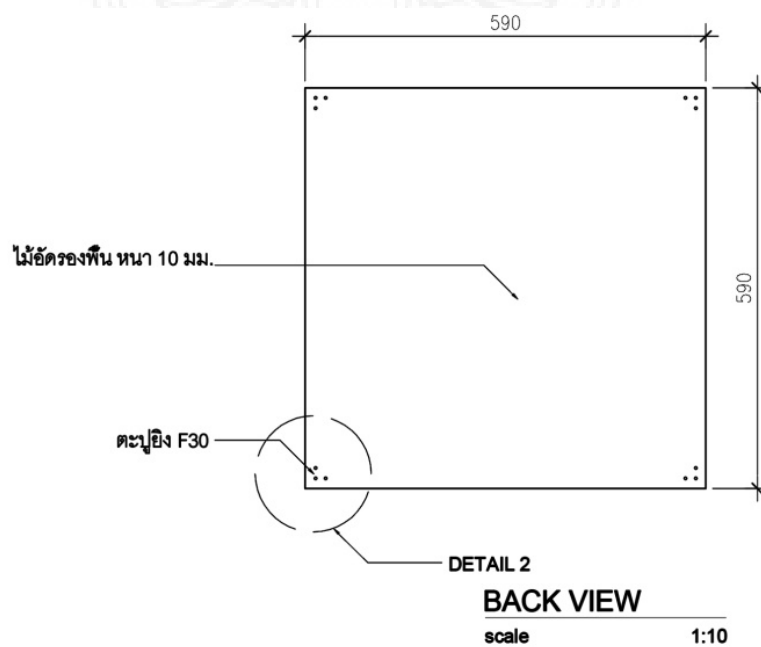
จากผลการทดสอบพบว่าแบบที่ 1 ได้รับความสนใจมากที่สุดและมีสรุปข้อคอมเมนต์ต่างๆ เพื่อนำมาปรับปรุงออกมาเป็นต้นแบบอีก 1 ชิ้นเพื่อนำไปทดสอบเปรียบเทียบกับวัสดุอื่น โดยแบ่งออกเป็นหัวข้อได้ดังนี้

1. **รูปแบบของผนังปลุกพีช** ต้องมีความสวยงามมีเส้นสายของชิ้นงานที่น่าสนใจ นำไปใช้ได้กับอาคารทุกประเภทการยึดติดตั้งสะดวกได้มาตรฐาน
2. **ขนาด** ขนาดที่เหมาะสมอยู่ที่ประมาณ 1.20 x 1.20 เมตร เท่ากับหน้ากว้างของวัสดุก่อสร้างที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

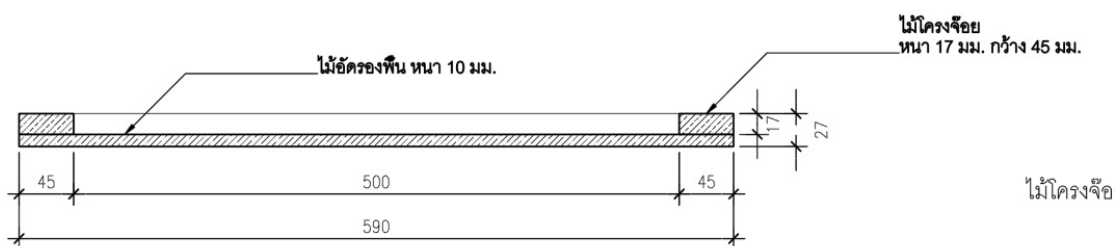
4.2 ผลการออกแบบปรับปรุงหลังการทดลองและการวิเคราะห์



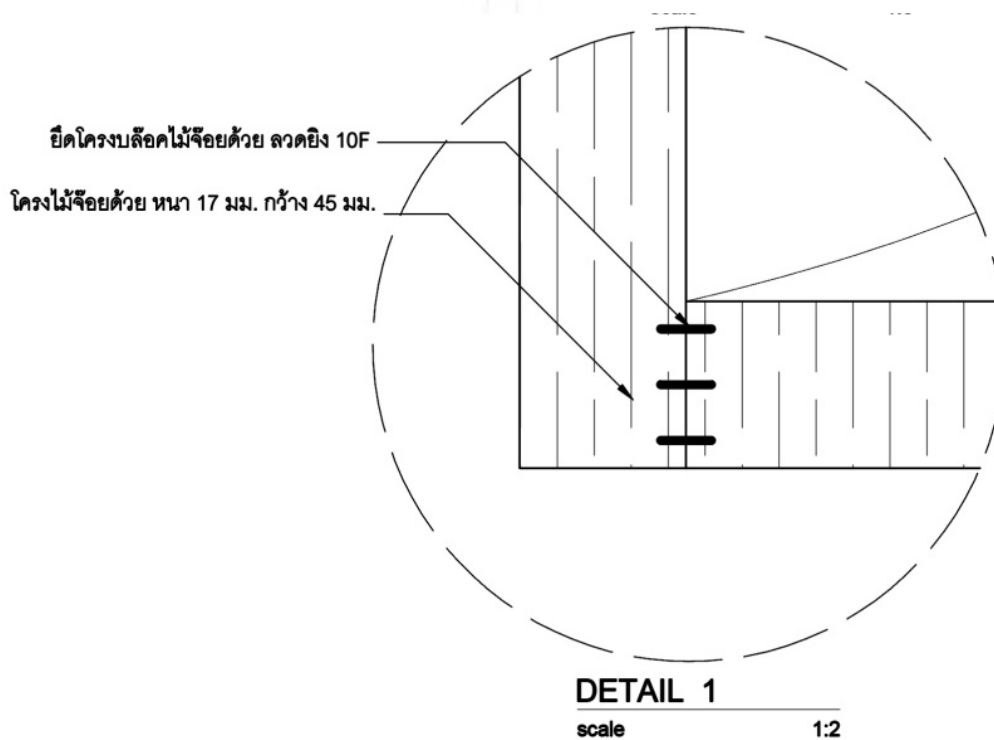
ภาพที่ 4.1 แสดงแบบแม่แบบด้านบนการขึ้นแผ่นฉนวนจากโบสถ์



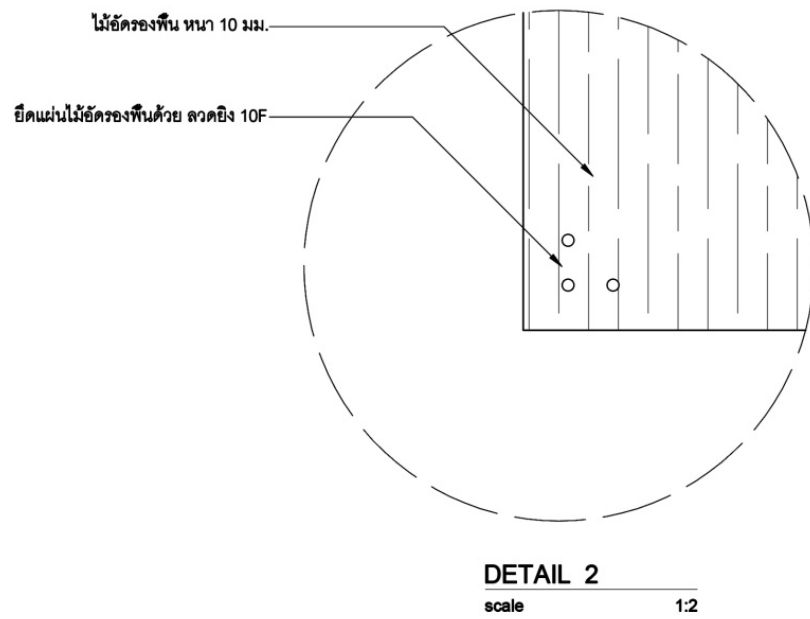
ภาพที่ 4.2 แสดงแบบแม่แบบด้านล่างการขึ้นแผ่นฉนวนจากโบสถ์



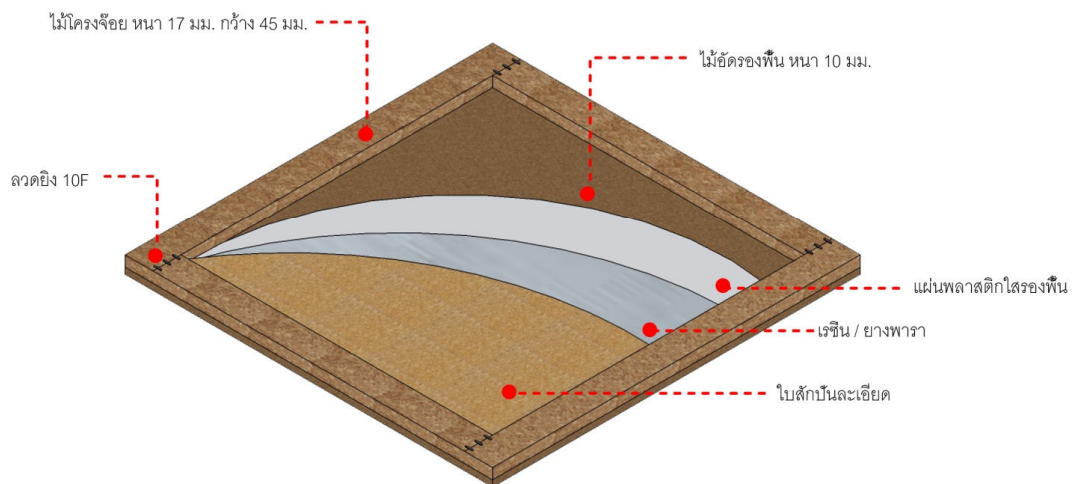
ภาพที่ 4.3 แสดงแบบรูปตัดแม่แบบแผ่นฉนวนจากใบสัก



ภาพที่ 4.4 แสดงแบบการยึดด้านหน้าแม่แบบแผ่นฉนวนจากใบสัก



ภาพที่ 4.5 แสดงแบบการยึดด้านหลังแม่แบบแผ่นฉนวนจากใบสัก



ภาพที่ 4.6 แสดงแบบ Perspective. รายละเอียดแม่แบบแผ่นฉนวนจากใบสัก



ภาพที่ 4.7 แสดงการคัดเลือกและย่อยใบสีกเพื่อนำมาขึ้นรูป



ภาพที่ 4.8 แสดงการย่อยใบสีกเพื่อนำมาขึ้นรูป



ภาพที่ 4.9 แสดงการทดสอบส่วนผสมการขึ้นรูปแผ่นฉนวน



ภาพที่ 4.10 แสดงการทดสอบส่วนผสมแบบที่ 3 การขึ้นรูปแผ่นฉนวน



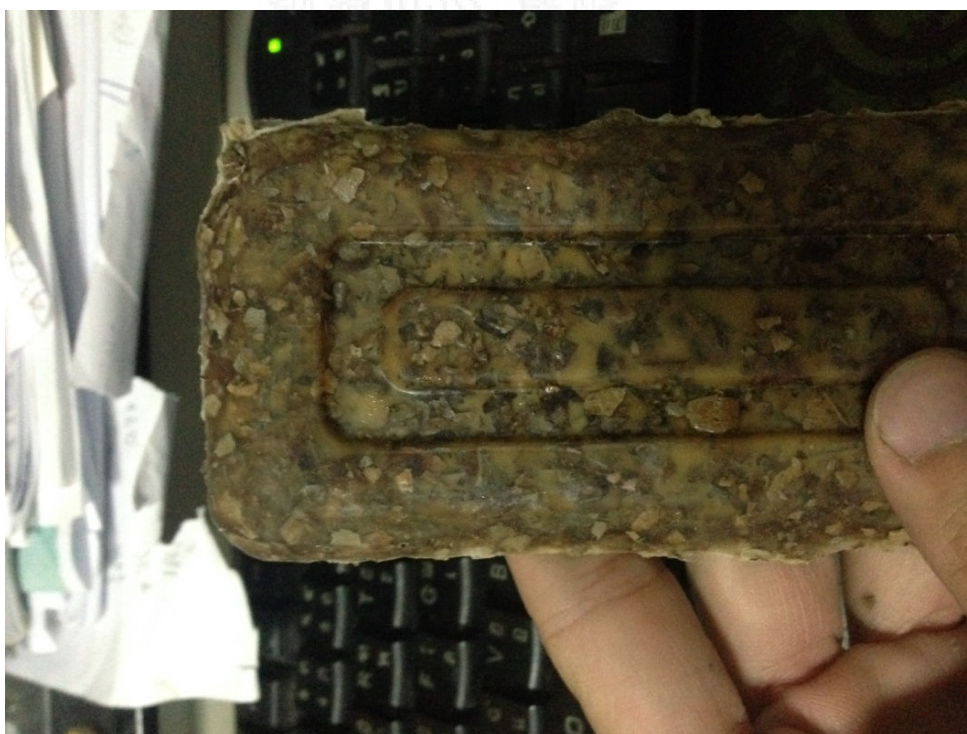
ภาพที่ 4.11 แสดงขนาดไปสั๊กที่จะนำมาขึ้นรูปแผ่นฉนวน



ภาพที่ 4.12 แสดงแผ่นตัวอย่างจากส่วนผสมที่จะนำมาขึ้นรูปแผ่นฉนวน



ภาพที่ 4.13 แสดงแผ่นตัวอย่างด้านหน้าจากส่วนผสมที่จะนำมาขึ้นรูปแผ่นฉนวน



ภาพที่ 4.14 แสดงแผ่นตัวอย่างด้านหลังจากส่วนผสมที่จะนำมาขึ้นรูปแผ่นฉนวน



ภาพที่ 4.15 แสดงการขึ้นรูปแผ่นฉนวนจากแม่แบบ



ภาพที่ 4.16 แสดงการเทส่วนผสมขึ้นรูปแผ่นฉนวนจากแม่แบบ



ภาพที่ 4.17 แสดงการถอดแม่แบบแผ่นฉนวนจากแม่แบบ



ภาพที่ 4.18 แสดงด้านข้างแผ่นฉนวนส่วนผสมที่ 3 หลังจากถอดแม่แบบ



ภาพที่ 4.19 แสดงด้านข้างแผ่นฉนวนส่วนผสมที่ 4 หลังจากถอดแม่แบบ



ภาพที่ 4.20 แสดงการเปรียบเทียบชิ้นงานหลังจากถอดแบบเสร็จ

จากการบันทึกข้อมูลเพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์และประเมินผล เพื่อนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังปลุกพีชนี้ได้ทำการบันทึกข้อมูลจากกล่องทดลอง 2 กล่องมีการแสดงผลการทดลอง 4 กรณีศึกษา ประกอบด้วย กรณีที่ 1 กรูผนังปลุกพีชจากใบสัก ระหว่างวันที่ 13 พฤษภาคม 2558 เวลา 00.00 น. ถึง 19 พฤษภาคม 2558 เวลา 23.45 น. กรณีที่ 2 กรูผนังสองชั้นจากอิฐดินเผา ระหว่างวันที่ 21-27 พฤษภาคม 2559 กรณีที่ 3 กรูผนังจากแผ่นฉนวนกันความร้อน ระหว่างวันที่ 21-27 พฤษภาคม 2559 กรณีที่ 4 กรูผนังปลุกพีชจากใบสักพร้อมปลุกพีช ระหว่างวันที่ 21-27 พฤษภาคม 2559 โดยแสดงผลการทดลองและการวิเคราะห์ใน 3 รูปแบบ โดยพิจารณาเป็น 3 กรณี ศึกษา 1. แยกพิจารณาแต่ละกล่องทดลอง 2. พิจารณาเปรียบเทียบแยกเป็นจุด และ 3. พิจารณาเปรียบเทียบระหว่างกล่องทดลองในแต่ละกรณีศึกษา

จากการบันทึกข้อมูลเพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์และประเมินผล เพื่อนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดค่าการถ่ายเทความร้อนของชุดผนังหน้าต่างนี้ ได้ทำการบันทึกข้อมูลจากกล่องทดลองทั้ง 2 กล่อง จากรูปแบบ 4 กรณี ชุดการทดลองในตำแหน่งต่างๆ ดังนี้

4.3 พิจารณาแต่ละกล่องทดลอง

กรณีศึกษาที่ 1 กรูผนังปลุกพีชจากใบสัก (14 พฤษภาคม 2559)

จากการทดลองกรณีศึกษาที่ 1 เก็บข้อมูลอุณหภูมิตั้งแต่วันที่ 13 พฤษภาคม 2559 เวลา 00.00 น. ถึง วันที่ 19 พฤษภาคม 2559 เวลา 23.45 น. เมื่อพิจารณาในการกล่องทดลองในกล่อง (A) 1.1 ในตอนกลางวันอุณหภูมิภายในสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกในช่วงเช้า ระหว่างเวลา 09.15 - 11.15 น. มีอุณหภูมิเริ่มลดลงต่ำกว่าภายนอกอย่างเห็นได้ชัด ในช่วงบ่ายเวลา 15.15 น. เมื่ออุณหภูมิภายนอกขึ้นสูงสุด 34.9 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในที่จุดที่ 1 ถึง 4 เท่ากับ 33.1, 32.9, 32.7 และ 31 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก 1.80, 2, 2.20 และ 3.90 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่าที่จุด 1 ถึง 3 ซึ่งเป็นตำแหน่งใกล้หน้าต่างและรับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์ จึงมีอุณหภูมิใกล้เคียงกันในขณะที่จุด 4 ซึ่งใกล้กับผนังที่บได้รับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์น้อยกว่าจึงมีอุณหภูมิต่ำกว่า เมื่อไม่มีอิทธิพลจากแสงอาทิตย์แล้ว อุณหภูมิภายใน ในตอนกลางคืนหลังจากเวลา 19.00 น. ซึ่งอุณหภูมิภายในและภายนอกใกล้เคียงกันมาก เวลา 20.30 น. อุณหภูมิภายในจะเริ่มสูงขึ้นกว่าภายนอกโดยตลอดอย่างเห็นได้ชัด เมื่ออุณหภูมิภายนอกถึงจุดต่ำสุด 24.1 องศาเซลเซียส เมื่อเวลา 06.45 น. อุณหภูมิภายในที่ตำแหน่ง 1 ถึง 4 จะใกล้เคียงกันมากคือเท่ากับจุดที่ 1 และ 3 มีอุณหภูมิ 26.6 องศาเซลเซียส จุดที่ 2 และ 4 26.7 องศาเซลเซียส โดยจะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก 2.30 และ 2.60 ตามลำดับ

จากการทดลองกรณีที่ 2 เก็บข้อมูลอุณหภูมิตั้งแต่วันที่ 13 พฤษภาคม 2559 เวลา 00.00 น. ถึง วันที่ 19 พฤษภาคม 2559 เวลา 23.45 น. ในตอนกลางวันอุณหภูมิภายในสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกในช่วงเช้า ระหว่างเวลา 10.30 - 11.15 น. มีอุณหภูมิใกล้เคียงกันและเริ่มลดลงต่ำกว่าภายนอกอย่างเห็นได้ชัด ในช่วงบ่ายเวลา 15.30 น. เมื่ออุณหภูมิภายนอกขึ้นสูงสุด 35.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในที่จุดที่ 1 ถึง 4 เท่ากับ 34.3, 34.1, 33.9 และ 32.1 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งอุณหภูมิต่ำกว่าภายนอก 1.20, 1.40, 1.60 และ 3.40 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่าที่จุด 1 ถึง 3 ซึ่งเป็นตำแหน่งใกล้หน้าต่างและรับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์ จึงมีอุณหภูมิใกล้เคียงกันในขณะที่จุด 4 ซึ่งใกล้กับผนังที่รับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์น้อยกว่าจึงมีอุณหภูมิต่ำกว่า เมื่อไม่มีอิทธิพลจากแสงอาทิตย์แล้ว อุณหภูมิภายในในตอนกลางคืนหลังจากเวลา 19.15 น. ซึ่งอุณหภูมิภายในและภายนอกใกล้เคียงกันมาก เวลา 20.00 น. อุณหภูมิภายในจะเริ่มสูงขึ้นกว่าภายนอกโดยตลอดอย่างเห็นได้ชัด เมื่ออุณหภูมิภายนอกถึงจุดต่ำสุด 26.1 องศาเซลเซียส เมื่อเวลา 08.00 น. อุณหภูมิภายในที่ตำแหน่ง 1 ถึง 4 จะใกล้เคียงกันมากคือเท่ากับ 28.7 องศาเซลเซียส โดยจะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก 2 องศาเซลเซียส

จากการทดลองกรณีที่ 3 เก็บข้อมูลอุณหภูมิตั้งแต่วันที่ เก็บข้อมูลอุณหภูมิตั้งแต่วันที่ 13 พฤษภาคม 2559 เวลา 00.00 น. ถึง วันที่ 19 พฤษภาคม 2559 เวลา 23.45 น. ในตอนกลางวันอุณหภูมิภายในสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกในช่วงเช้า ระหว่างเวลา 10.45 - 12.15 น. มีอุณหภูมิใกล้เคียงกันและเริ่มลดลงต่ำกว่าภายนอกอย่างเห็นได้ชัด ในช่วงบ่ายเวลา 13.15 น. เมื่ออุณหภูมิภายนอกขึ้นสูงสุด 32 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในใกล้เคียงกันที่จุดที่ 2 สูงสุด ตามด้วย 1, 3 และ 4 องศาเซลเซียส เท่ากับ 31.6, 31.2 และ 29.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งอุณหภูมิต่ำกว่าภายนอก 0.40, 0.80 และ 2.50 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่าที่จุด 1 ถึง 3 ซึ่งเป็นตำแหน่งหลังมู่ลี่ไม่ใกล้หน้าต่างและรับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์ จึงมีอุณหภูมิใกล้เคียงกันในขณะที่จุด 4 ซึ่งใกล้กับผนังที่รับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์น้อยกว่าจึงมีอุณหภูมิต่ำกว่า เวลา 14.00 - 15.00 น. มีฝนทำให้อุณหภูมิภายในใกล้สูงกว่าภายนอกและกลับมาใกล้เคียงกันใน เวลา 16.15 น. เป็นต้นไป โดยตลอดในตอนกลางคืน อุณหภูมิภายในจะเริ่มสูงขึ้นกว่าภายนอกโดยตลอดและสูงกว่าอย่างเห็นได้ชัด เมื่ออุณหภูมิภายนอกถึงจุดต่ำสุด 25.3 องศาเซลเซียส เมื่อเวลา 05.15 น. อุณหภูมิภายในที่ตำแหน่ง 1 และ 3, 2 และ 4 จะใกล้เคียงกันมากคือเท่ากับ 26.4 และ 26.6 องศาเซลเซียส โดยจะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก 1.10 และ 1.30 องศาเซลเซียส

จากการทดลองกรณีที่ 4 เก็บข้อมูลอุณหภูมิตั้งแต่วันที่ เก็บข้อมูลอุณหภูมิตั้งแต่วันที่ 13 พฤษภาคม 2559 เวลา 00.00 น. ถึง วันที่ 19 พฤษภาคม 2559 เวลา 23.45 น. ในตอนกลางวันอุณหภูมิภายในสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกในช่วงเช้า ระหว่างเวลา 08.45 - 09.30 น. มีอุณหภูมิใกล้เคียงกันและเริ่มลดลงต่ำกว่าภายนอกอย่างเห็นได้ชัด ในช่วงบ่ายเวลา 14.45 น. เมื่ออุณหภูมิภายนอกขึ้นสูงสุด 34 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในใกล้เคียงกันที่จุดที่ 2 สูงสุด ตามด้วย 1.50, 1.90 และ 3.30 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่าที่

จุด 1 ถึง 3 ซึ่งเป็นตำแหน่งผ้าม่านใกล้หน้าต่างและรับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์ จึงมีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน ในขณะที่จุด 4 ซึ่งใกล้กับผนังที่บได้รับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์น้อยกว่าจึงมีอุณหภูมิต่ำกว่า เมื่อไม่มีอิทธิพลจากแสงอาทิตย์แล้วอุณหภูมิภายในตอนกลางคืน หลังจากเวลา 20.30 น. ซึ่งอุณหภูมิภายในภายนอกใกล้เคียงกันในเวลา 21.15 น. อุณหภูมิภายในจะเริ่มสูงขึ้นกว่าภายนอกโดยตลอดและสูงกว่าอย่างเห็นได้ชัด เมื่ออุณหภูมิภายนอกถึงจุดต่ำสุด 27.2 องศาเซลเซียส เมื่อเวลา 06.30 น. อุณหภูมิภายในที่ตำแหน่ง 1 ถึง 4 จะใกล้เคียงกันมากคือเท่ากับ 28.3 และ 28.1 องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยจะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก 1.10 และ 0.80 องศาเซลเซียส

กรณีที่ 1 จุดที่ 1-5/3-7 (กลางกล่อง) ปิดหน้าต่างกระจกมีและไม่มีผนังปลุกพีช 14 พฤษภาคม 2559

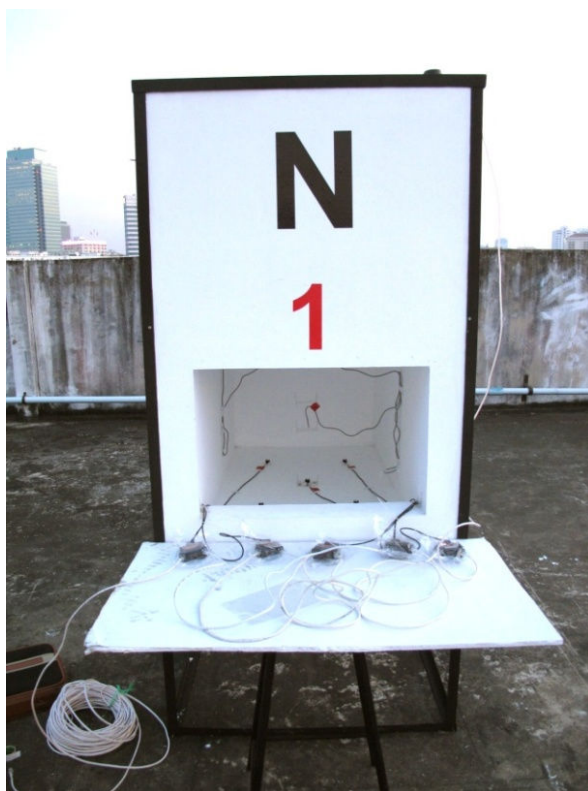
กลางวัน ช่วงเช้าอุณหภูมิภายในกล่องสูงกว่าภายนอกถึงเวลา 09.45 น. และเริ่มลดลงต่ำกว่าภายนอก เวลา 11.45 น. ในช่วงบ่ายเมื่ออุณหภูมิภายนอกขึ้นสูงสุด 34.9 องศาเซลเซียส ในเวลา 15.15 น. อุณหภูมิภายในแตกต่างกัน โดยอุณหภูมิในจุดที่ 5 สูงกว่า จุดที่ 1, 3, 7 ตามลำดับ เท่ากับ 33.6, 33.1, 32.7 และ 32.1 องศาเซลเซียส ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าภายนอก 1.30, 1.80, 2.20 และ 2.80 องศาเซลเซียส โดยจุดที่ 3 มีอุณหภูมิสูงกว่า จุดที่ 7 ประมาณ 0.6 องศาเซลเซียส

กลางคืนอุณหภูมิภายในหลังจากเวลา 21.00 น. มีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าภายนอก เมื่ออุณหภูมิภายนอกลดลงต่ำสุด 24.2 องศาเซลเซียส เมื่อเวลา 06.45 น. ภายในอุณหภูมิทุกจุดใกล้เคียงกัน โดยในจุดที่ 7 สูงกว่า 3, 1 และ 5 ตามลำดับ เท่ากับ 26.8, 26.6 และ 26.3 องศาเซลเซียส สูงกว่าอุณหภูมิภายนอก 2.60, 2.40 และ 2.10 องศาเซลเซียส

กรณีที่ 1 จุดที่ 2-6/4-8 (บน-ล่าง) ปิดหน้าต่างกระจกมีและผนังปลุกพีช14 พฤษภาคม 2559

กลางวัน ช่วงเช้าอุณหภูมิภายในกล่องสูงกว่าภายนอก ถึงเวลา 09.45 น. และเริ่มลดลงต่ำกว่าภายนอก เวลา 10.00 น. ในช่วงบ่ายเมื่ออุณหภูมิภายนอกขึ้นสูงสุด 34.9 องศาเซลเซียส ในเวลา 15.15 น. อุณหภูมิภายใน จุดที่ 2 กับจุดที่ 6 และจุดที่ 4 กับจุดที่ 8 ใกล้เคียงกัน เท่ากับ 32.8 และ 31 องศาเซลเซียส ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าภายนอก 2.1 และ 3.90 องศาเซลเซียส

กลางคืนอุณหภูมิภายในหลังจากเวลา 21.00 น. มีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าภายนอกเห็นได้ชัด เมื่ออุณหภูมิภายนอกลดลงต่ำสุด 24.2 องศาเซลเซียส เมื่อเวลา 06.45 น. อุณหภูมิภายในทุกจุดใกล้เคียงกัน เท่ากับ 26.7 องศาเซลเซียส โดยสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก 2.50 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.21 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ Receptor ทั้ง 5 ตัว และหัวเซนเซอร์

4.4 พิจารณาเปรียบเทียบระหว่างกล่องทดลองในแต่ละกรณีศึกษา



ภาพที่ 4.22 แสดงการตั้งกล่องทดสอบบนดาดฟ้าหันหน้าสู่ทิศเหนือ

กรณีศึกษาที่ 1 กรุผนังแผ่นฉนวนจากโปลีสติก (14 พฤษภาคม 2559)

ในกรณีนี้เป็นระบบปิดไม่มีการระบายอากาศสู่ภายนอก ในตอนกลางวัน ช่วงเช้าอุณหภูมิภายในทั้ง 2 กล่องสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก ถึงเวลา 09.45 น. กล่องที่ 1.2 เริ่มมีอุณหภูมิภายในลดต่ำกว่าภายนอกเร็วกว่ากล่องที่ 1.1 เห็นได้ชัดเมื่ออุณหภูมิภายนอกขึ้นสูงสุด 34.9 องศาเซลเซียส ในช่วงบ่ายเวลา 15.15 น. อุณหภูมิในจุดที่ 3 กลางกล่องทดลองที่ 1.2 มีอุณหภูมิต่ำกว่า จุดที่ 7 กลางกล่องทดลองที่ 1.1 ประมาณ 0.6 องศาเซลเซียสและต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก 2.20 องศาเซลเซียส ในกล่องทดลองที่ 1.1 มีการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกผ่านกระจกเข้ามาในกล่องทดลองโดยตรง และเมื่อกระจกโดนแสงจากดวงอาทิตย์ ก็จะมีอุณหภูมิมากกว่าในกล่อง 1.2 ซึ่งเมื่อมีผนังไม้ไฟป้องกันไม่ให้ภายในอาคารรับรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยตรง และกักเก็บความร้อนไว้ทำให้อุณหภูมิอากาศในช่องว่างระหว่างผนังไม้ไฟกับหน้าต่างกระจกอาคาร สูงกว่าอุณหภูมิภายในอาคาร ในทางกลับกันในเวลากลางคืนอุณหภูมิในช่องว่างระหว่างผนังไม้ไฟกับหน้าต่างกระจกอาคาร จะต่ำกว่าอุณหภูมิภายในกล่อง เนื่องจากอากาศในบริเวณนี้เกิดการถ่ายเทความร้อนออกสู่ภายนอก ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าได้มากกว่าอากาศภายในกล่องซึ่งมีผนังไม้ไฟกั้นอยู่ ในเวลากลางคืนอุณหภูมิภายในทั้ง 2 กล่อง ใกล้เคียงกันและสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกโดยอุณหภูมิในกล่อง 1.2 จะระบายได้ช้ากว่าและสูงกว่ากล่องที่ 1.1 เล็กน้อย

กรณีศึกษาที่ 2 กรุผนังสองชั้นจากอิฐดินเผา (27 พฤษภาคม 2559)

ผลที่ได้สอดคล้องกับการทดลองกรณีศึกษาที่ 1 คือ ในกรณีที่เป็นระบบเปิด 1% ของพื้นที่ภายในมีการระบายอากาศสู่ภายนอก ในตอนกลางวันช่วงเช้าอุณหภูมิภายในทั้ง 2 กล่องสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก ถึงเวลา 10.45 น. กล่องที่ 2.2 เริ่มมีอุณหภูมิภายในลดต่ำกว่าภายนอกเร็วกว่ากล่องที่ 2.1 เห็นได้ชัดเมื่ออุณหภูมิภายนอกขึ้นสูงสุด 35.5 องศาเซลเซียส ในช่วงบ่ายเวลา 15.30 น. อุณหภูมิในจุดที่ 3 กลางกล่องทดลองที่ 2.2 มีอุณหภูมิต่ำกว่า จุดที่ 7 กลางกล่องทดลองที่ 2.1 ประมาณ 0.5 องศาเซลเซียส และต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก 2.20 องศาเซลเซียส การเปิดหน้าต่างเพียงเล็กน้อยทำให้เกิดการถ่ายเทระหว่างอากาศภายในกับอากาศภายนอกกล่องส่งผลให้อุณหภูมิ โดยทั่วไปในกล่องทั้ง 2 ที่เปิดหน้าต่าง 1% ใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอกมากกว่า เมื่อไม่มีการเปิดหน้าต่าง คือ ในช่วงกลางวัน เมื่ออุณหภูมิภายนอกสูงกว่าอุณหภูมิภายใน อุณหภูมิภายในโดยทั่วไปของกล่องที่มีการเปิดหน้าต่าง 1% มีแนวโน้มที่จะสูงกว่าในกล่องที่ไม่มีการเปิดหน้าต่าง ในทางกลับกันคือในช่วงเวลากลางคืน เมื่ออุณหภูมิภายนอกต่ำกว่าอุณหภูมิภายในโดยทั่วไปของกล่องที่มีการเปิดหน้าต่าง 1% มีแนวโน้มที่จะต่ำกว่าในกล่องที่ไม่มีการเปิดหน้าต่าง

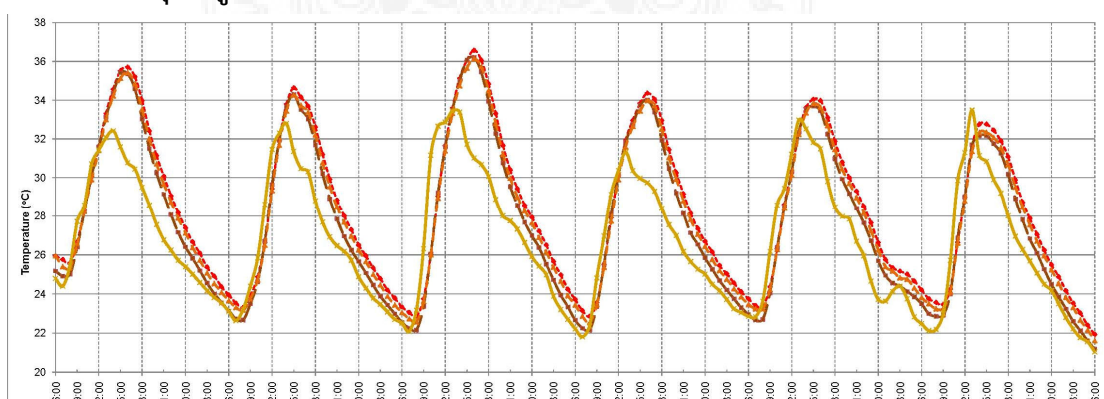
กรณีศึกษาที่ 3 กรุผนังจากแผ่นฉนวนกันความร้อน (22 มิถุนายน 2559)

ในกรณีที่เป็นกรเปรียบเทียบคุณสมบัติของผนัง โดยมีการเปิดหน้าต่างเพื่อระบายอากาศ เวลา 18.00 น. และปิดเวลา 06.00 น. ในตอนกลางวัน อุณหภูมิภายในทั้ง 2 กล่อง สูงกว่าภายนอก ถึงเวลา 11.00 น. โดยรวมทั้งสองกล่องมีอุณหภูมิใกล้เคียงกันตลอดทั้งวัน แต่กล่องที่ 3.2 เริ่มมีอุณหภูมิภายในลดต่ำกว่าภายนอก สูงกว่ากล่องที่ 3.1 สูงกว่าเห็นได้ชัด เมื่ออุณหภูมิภายนอกขึ้นสูงสุด 32 องศาเซลเซียส ในเวลา 3.15 น. อุณหภูมิ จุดที่ 2 ของกล่องทดลองที่ 3.1 สูงกว่า จุดที่ 6 ในกล่องทดลองที่ 3.2 ประมาณ 0.6 องศาเซลเซียส และต่ำกว่าภายนอก 0.5 องศาเซลเซียส และเกิดขึ้นในลักษณะเดียวกันในจุดที่ 8 ของกล่องทดลองที่ 3.2 กับ จุดที่ 4 ในกล่องที่ 3.1 ซึ่งเป็นจุดบริเวณบนและล่างของภายในกล่องทดลอง ส่วนในจุดที่ 1 และ 3 และจุดที่ 7 มีอุณหภูมิใกล้เคียงกันตลอดทั้งวัน ส่วนในตอนกลางคืนมีลักษณะใกล้เคียงกับกลางวัน ไม้ทำหน้าที่เป็นตัวกันไม่ให้รังสีดวงอาทิตย์เข้ามาภายในอาคารโดยตรงเหมือนกัน แต่ผนังไม้ไม่มีการกักเก็บความร้อนไว้ทำให้อุณหภูมิในช่องว่างอากาศสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกและภายใน ช่วงเวลากลางวันในทางกลับกัน กลางคืนอุณหภูมิในช่องว่างอากาศจะต่ำกว่าอุณหภูมิภายในกล่องและใกล้เคียงกับอากาศภายนอก เนื่องจากการเปิดหน้าต่างในเวลา 18.00 น.

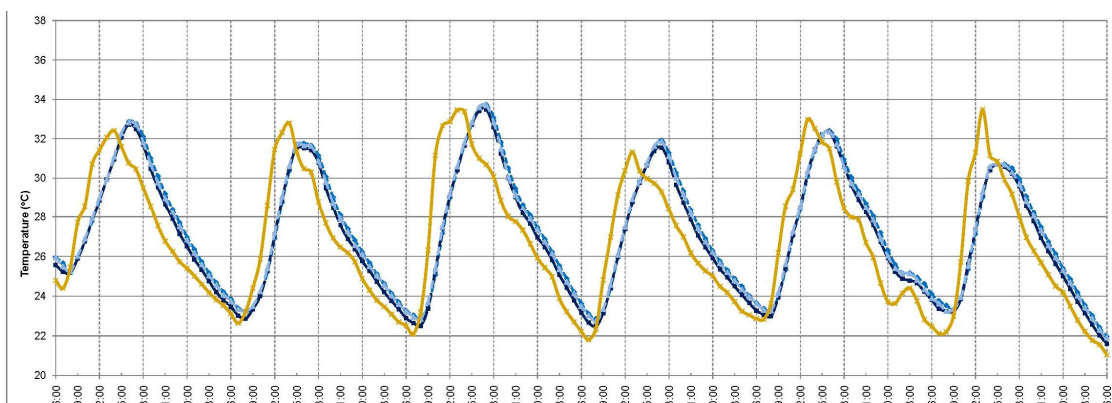
กรณีศึกษาที่ 4 กรุผนังปลูกพืชจากใบสีก (25 มิถุนายน 2559)

ผลที่ได้สอดคล้องกับการทดลองกรณีศึกษาที่ 3 คือ ในตอนกลางวันอุณหภูมิทั้ง 2 กล่องสูงกว่าภายนอก คือ เวลา 09.30 น. โดยภาพรวมทั้ง 2 กล่องมีอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกันแต่มีความแตกต่างในจุดที่ 2 ของกล่องทดลองที่ 4.1 สูงกว่า จุดที่ 6 ในกล่องทดลองที่ 4.2 เล็กน้อย ซึ่งเป็นบริเวณตอนบนของกล่องทดลอง และจุดที่ 1 และ 3 ซึ่งอยู่หลังผ้ามา่กับจุดที่ 7 ซึ่งอยู่หลังมีอุณหภูมิใกล้เคียงกันตลอดทั้งวัน มีพฤติกรรมคล้ายคลึงกับกรณีศึกษาที่ 3 เป็นเหตุผลเดียวกัน ทำหน้าที่เป็นตัวกันไม้ให้รังสีดวงอาทิตย์เข้ามาภายในอาคารโดยตรงเหมือนกัน

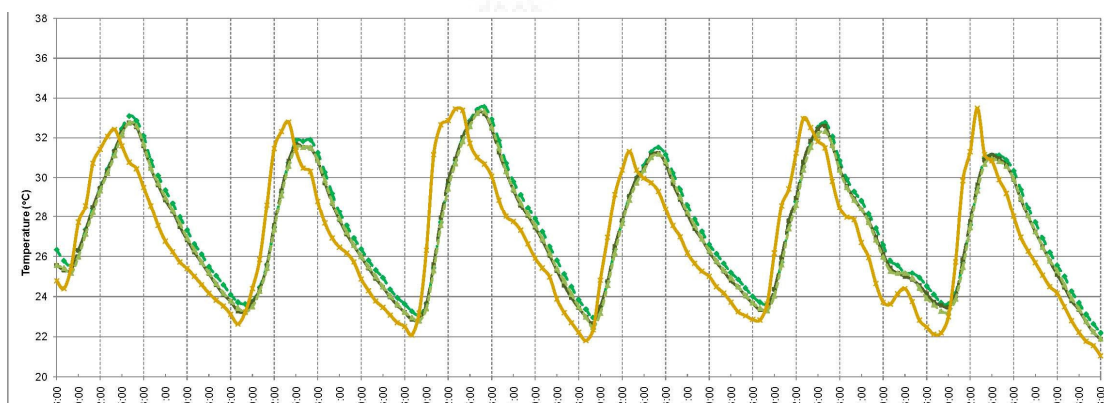
1) ค่าอุณหภูมิเปรียบเทียบทั้ง 4กล่องทดสอบแบบต่อเนื่อง 6 วัน (7 พ.ค. 59 - 12 พ.ค. 59)



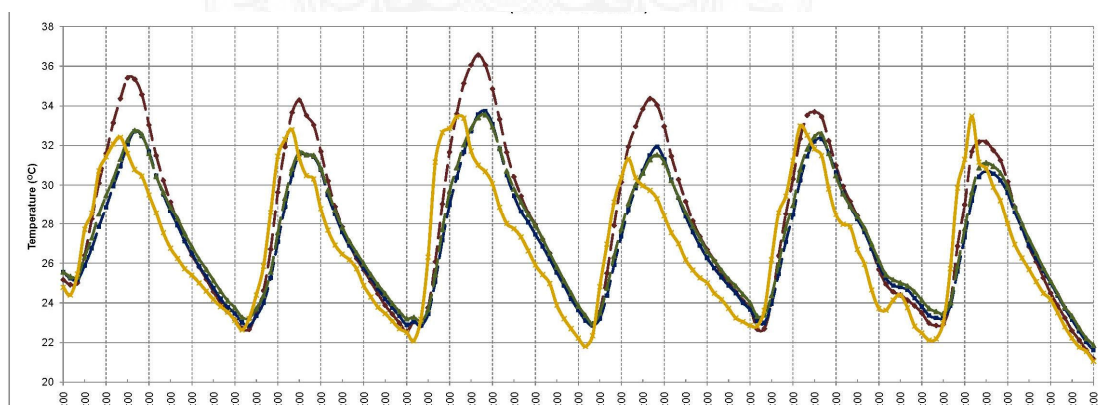
ภาพที่ 4.23 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 1 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค. 59 - 12 พ.ค. 59



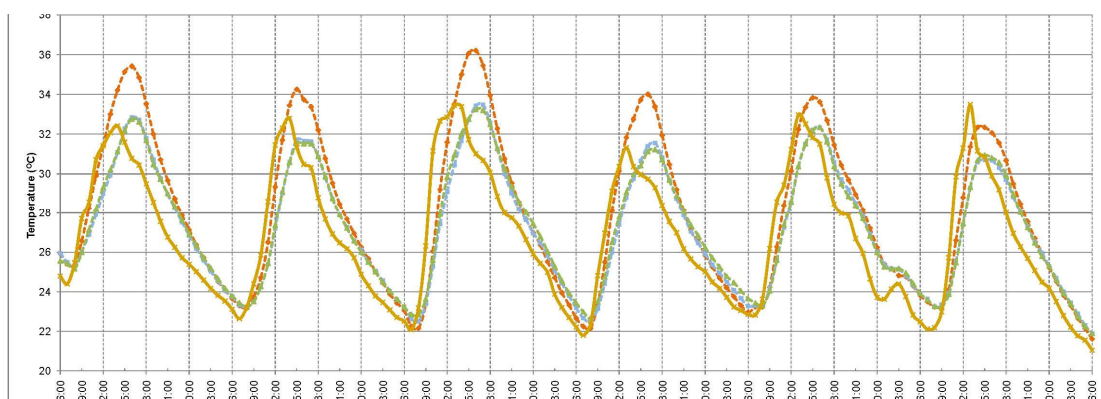
ภาพที่ 4.24 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 2 ที่ตำแหน่งต่าง ๆ (T_m , T_t และ T_b) ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค. 59 - 12 พ.ค. 59



ภาพที่ 4.25 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 3 ที่ตำแหน่งต่าง ๆ (T_m , T_t และ T_b) ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค. 59 - 12 พ.ค. 59



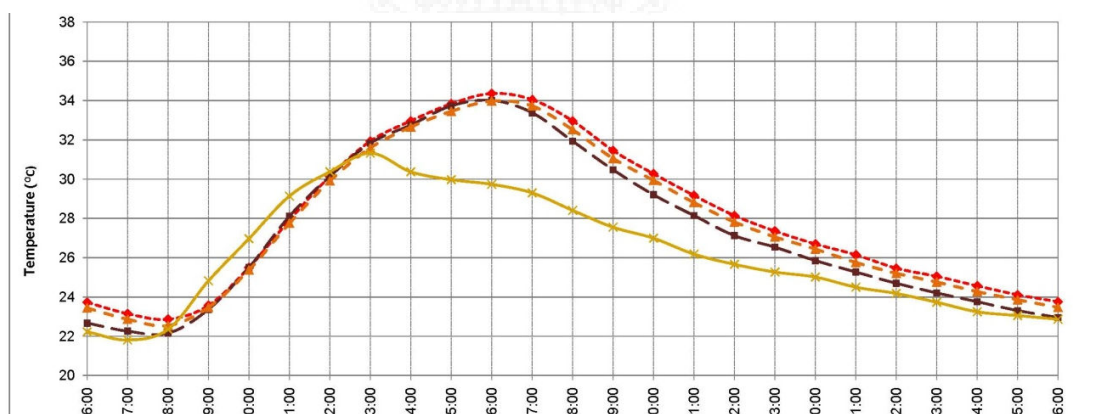
ภาพที่ 4.26 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 4 ที่ตำแหน่งต่าง ๆ (T_m , T_t และ T_b) ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค. 59 - 12 พ.ค. 59



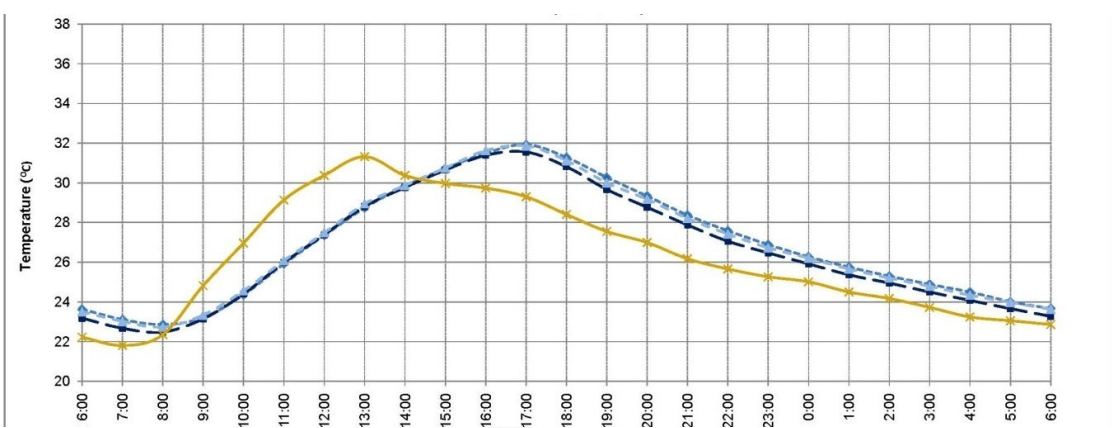
ภาพที่ 4.27 แสดงแผนภูมิการเปรียบเทียบข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบ ทั้ง 4 กล่อง ที่ตำแหน่งด้านล่าง(Tb)ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค. 59 - 12 พ.ค. 59

2) ค่าอุณหภูมิเปรียบเทียบทั้ง 4กล่องทดสอบ แสดงใน 1วัน

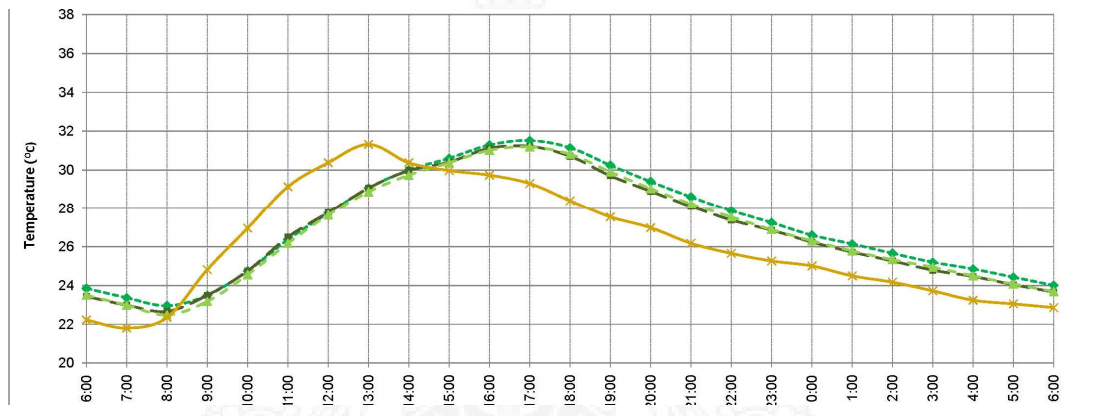
เพื่อให้เห็นความชัดเจนในการวิเคราะห์ จึงนำผลของค่าอุณหภูมิที่เลือกมาแสดงใน 1 วัน คือ วันที่ 10 พ.ค. 59



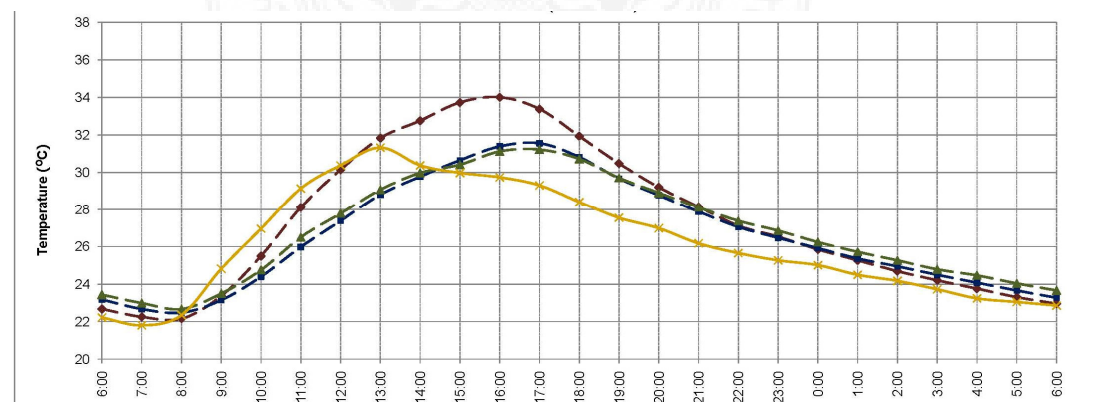
ภาพที่ 4.28 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 1 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในวันที่ 10 พ.ค. 59



ภาพที่ 4.29 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 2 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในวันที่ 10 พ.ค. 59



ภาพที่ 4.30 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 3 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในวันที่ 10 พ.ค. 59



ภาพที่ 4.31 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 4 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในวันที่ 10 พ.ค. 59

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

จากการศึกษาการผลิตแผ่นฉนวนจากใบสั๊กที่ความหนาแน่น 400 ,600 , 800 ที่ความหนา 10 มม. ปริมาณกาว 5 % , 7% , 9% อุณหภูมิในการอัดที่ 80 องศา ใช้เวลาในการอัด 5 นาที และเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เพื่อนำมาใช้ผลิตใช้งานได้ตามท้องตลาด

ข้อมูลปริมาณความชื้น ค่าเฉลี่ยความชื้นในวัสดุเนื่องจากในการผลิตแผ่นวัสดุจะมีการควบคุมความชื้นในวัสดุไม่เกิน 12 % ทำให้ได้ค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้น 5.923 -7.574 %

ข้อมูลพองตัวตามความหนาจะเห็นได้ว่าใบสั๊กมีการดูดซึมน้ำในขณะแช่น้ำ 1 ชั่วโมง หากต้องการผลิตแผ่นฉนวนจากใบสั๊กต้องใช้ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. และปริมาณกาว 7 % เพื่อให้ได้ค่ามาตรฐาน มอก. 876-2547

ข้อมูลมอดูลัสแตกกร้าว พบว่าการทดสอบการต้านทานมอดูลัสแตกกร้าวได้ดี และเส้นใยใบสั๊กทำให้แผ่นแข็งแรงและมีความหนาแน่นมากขึ้น หากเพิ่มความหนาแน่นค่ามอดูลัสการแตกกร้าวจะลดลง เพราะกาวที่ใช้มีความแข็ง

ข้อมูลความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า การยึดเกาะของกาวและเส้นใยใบสั๊กจะมีค่าเพิ่มมากขึ้น หากความหนาแน่นมากขึ้น

ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน จากชุดทดสอบ ความหนาแน่น 898.60 กก./ลบ.ม. ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน 0.1025 w/m.k ความหนาแน่น 879.90 กก./ลบ.ม. ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน 0.1039w/m.k ความหนาแน่น 880.76 กก./ลบ.ม. ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน 0.1056w/m.k

5.2 ข้อเสนอแนะ

หากการศึกษาขั้นต่อไปในการทดสอบแผ่นฉนวนจากใบสักรศึกษาเกี่ยวกับค่า E0-E5 เพื่อนำมาเปรียบเทียบคุณภาพ และราคาวัสดุ การป้องกันการลามไฟ และศึกษาสารกันซึม เพื่อให้แผ่นผนังทนต่อการพองตัวเมื่อโดนความชื้นและคิดถึงเรื่อง Life Cycle Analysis. หากมีเทคนิคการทำสีและผิวให้มีความสวยงาม เพื่อให้แข่งขันกับท้องตลาดได้



ภาพที่ 5.1 แสดงภาพต้นแบบแผ่นฉนวนจากใบสักรที่ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.

เอกสารอ้างอิง

- พาสินี และคณะ. 2551. สมรรถนะการป้องกันความร้อนของแผงกันแดดไม้เลื้อยใน
สภาพแวดล้อมเขตร้อนชื้น. วารสารพลังงาน (Journal of Energy) ฉบับที่ 9.
พันทวี มาไพโรจน์. 2529. การสังเคราะห์แสงและการหายใจ. เอกสารวิชาการภาควิชาชีววิทยา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
รศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร.
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
เศรษฐมนันต์ กาญจนกุล. 2551. ร้อยพันไม้เลื้อยแสนสวย. สำนักพิมพ์เศรษฐศิลป์. กรุงเทพมหานคร.
สมสิทธิ์ นิตยะ. 2541. การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศร้อนชื้น.
โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
สุดสวาท ศรีสถาปัตยกรรม. 2545. การออกแบบวัสดุพืชพันธุ์และการประหยัดพลังงาน.
โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร.
สุนทร บุญญาธิการ. 2542. เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า.
สำนักพิมพ์พร็อพเพอร์ตี้มาร์เก็ต จำกัด. กรุงเทพมหานคร.
สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ. 2552. การลดความร้อนให้กับอาคาร.
บทความสาระน่ารู้เรื่องการอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพมหานคร.
ASHRAE, 1993. Handbook of Fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating,
and Air-Conditioning Engineer, Atlanta, GA.
Biesele R.L. Amer W. J., conover E.W. 1953. A Lumen Method of Daylighting Design.
Illuminating engineering, New York.
Cooper, P.I. 1969. The Absorption of Solar Radiation in Solar Stills.
Flynn, J.E., Segil, A.W., and Steffy, G.R. 1992. Architectural Interior Systems. : Lighting,
Acoustics, Air Condition. 3rd ed. New York : Van Nostrand Reinhold.
Iqbal, M. 1983. An Introduction to Solar Radiation. Academic Press, Toronto
Mark S. Rea, Ph.d., Fies. 2000. IESNA Lighting Handbook. Reference & Application,
Illuminating Engineering society of north America.
Olgay, A., and V. Olgay. 1957. Solar Control and Shading Devices. Princeton, NJ:
Princeton University Press.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

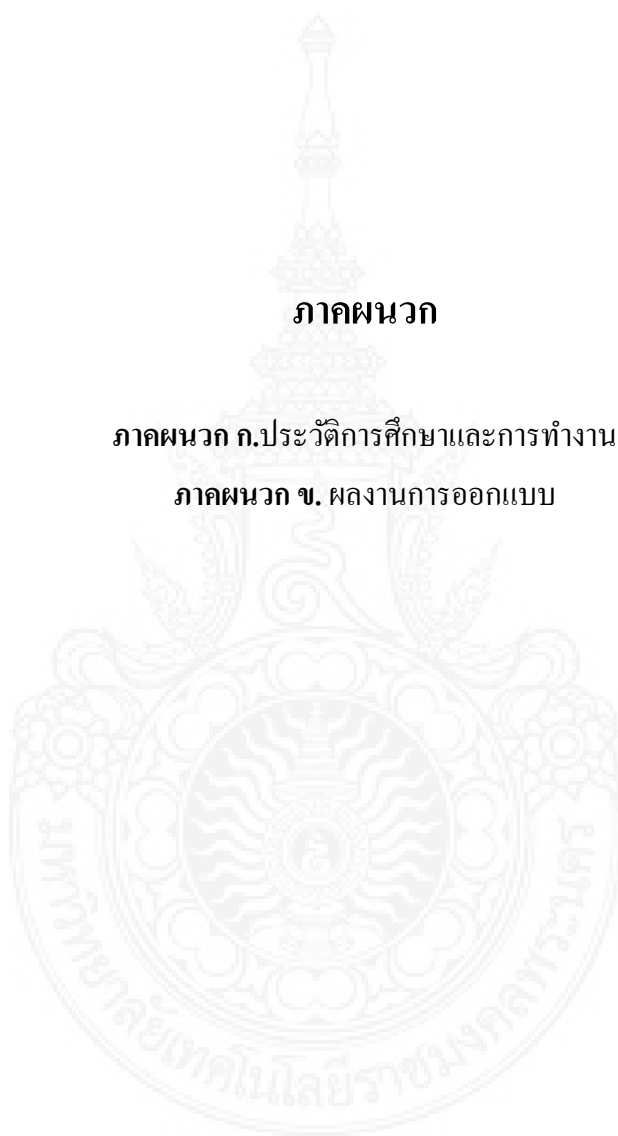
- Sandiffer, Steven and Givoni, Baruch. 2000. **Thermal Effects of Vines on wall temperature comparing laboratory and field collected data.** Department of Architecture and Urban Design, UCLA, USA.
- Stein, B. and J.S. Reynolds. 2000. Mechanical and Electrical Equipment for Buildings. 9th ed. New York, NY: John Wiley & Sons, Inc.
- Wong et al. 2007. **Study of Thermal Performance of Extensive Roof Greenery systems in the Tropical Climate.** Building and Environment 42, 25-54. Elsevier publishing.



ภาคผนวก

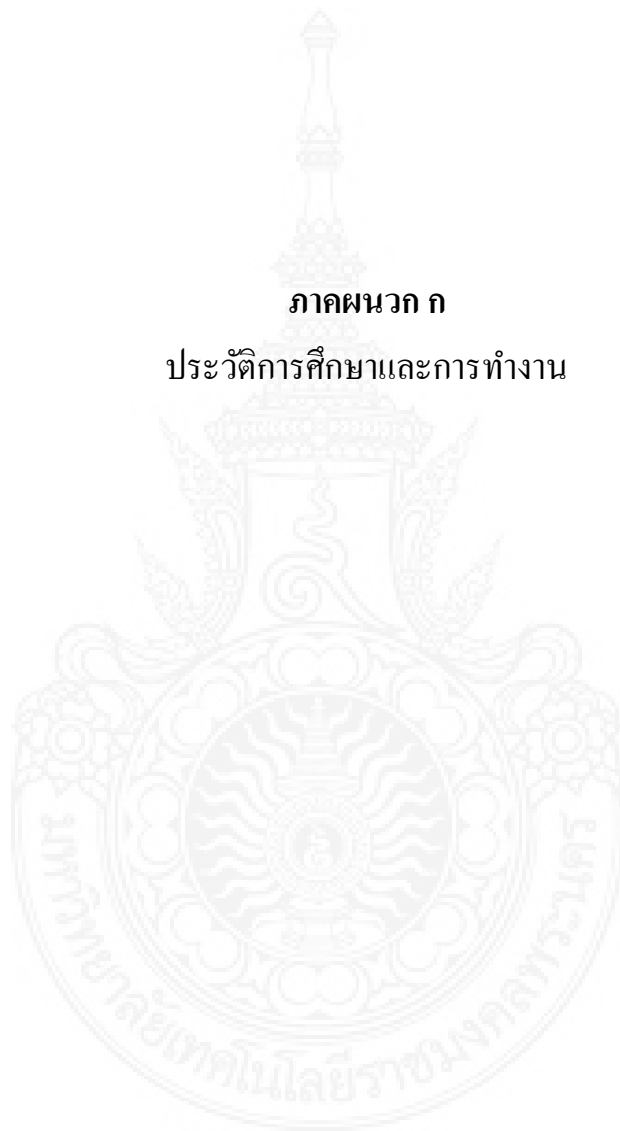
ภาคผนวก ก. ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ภาคผนวก ข. ผลงานการออกแบบ



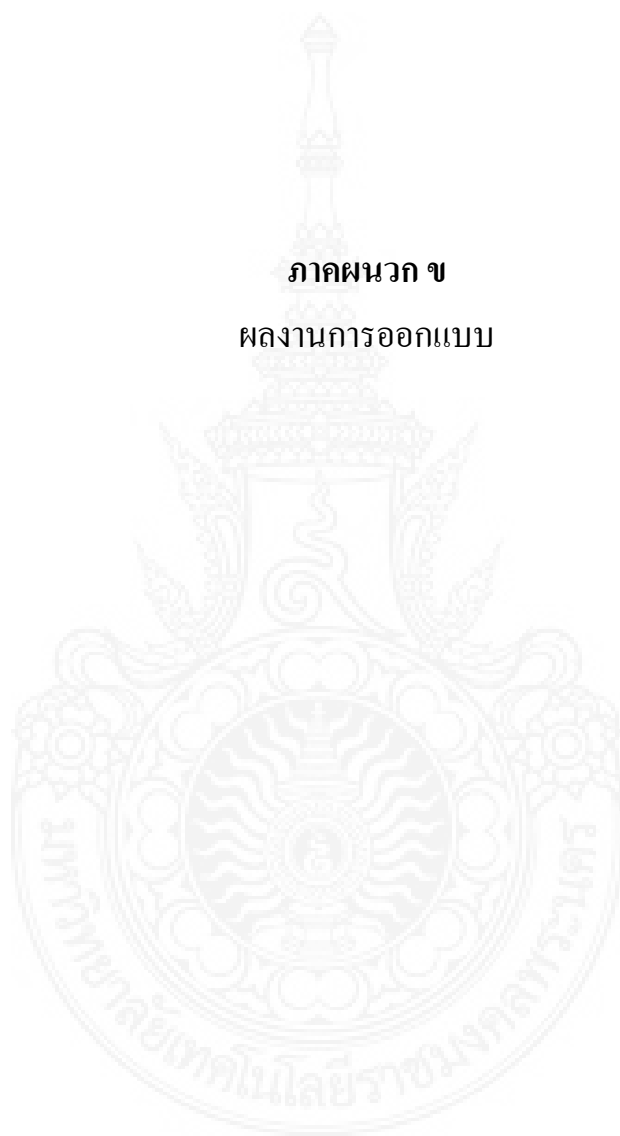
ภาคผนวก ก

ประวัติการศึกษาและการทำงาน



ภาคผนวก ข

ผลงานการออกแบบ



ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ประวัติคณะผู้วิจัย

- 1) ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายศรัณยู สว่างเมฆ
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. SaranyooSawangmake
- 2) เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 5599 00187 90 3
- 3) ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ (พนักงานมหาวิทยาลัย)
- 4) หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์

อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300
โทรศัพท์ 0 2281 9231-4 ต่อ 6304-5 โทรสาร 0 2282 8572
Mobile : 08-14144972 E-mail : saranyoo_palm@hotmail.com

- 5) ประวัติการศึกษา
2554 สด.ม. (นวัตกรรมการอาคาร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2550 สด.บ. (สถาปัตยกรรม) มหาวิทยาลัยศรีปทุม
- 6) สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
สาขาวิชาการ วัสดุและการก่อสร้าง
กลุ่มวิชา สถาปัตยกรรม
- 7) ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุ
สถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยใน
แต่ละผลงานวิจัย
 - 1) ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : -
 - 2) หัวหน้าโครงการวิจัย : -
 - 3) งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : แนวทางการออกแบบบ้านพักผู้ประสพภัยจากตู้คอนเทนเนอร์
ที่ใช้แล้ว
 - 4) งานวิจัยที่กำลังทำ : ปี 2558 หัวหน้าโครงการวิจัยการศึกษาและออกแบบผนังสองชั้น
จากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่)

ประวัติคณะผู้วิจัย

- 1) ชื่อ- สกุล (ภาษาไทย) นายนพดล คล้ายวิเศษ
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Noppadol Klaywises
- 2) เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 1 8414 00015 05 8
- 3) ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ (พนักงานมหาวิทยาลัย)
- 4) หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300
โทรศัพท์ 0-2282-8531-2, 0-2281-9231-4 ต่อ 6304 โทรสาร 0-2282-8572
e - Mail :T_mbit@hotmail.com
- 5) ประวัติการศึกษา
2555 สถ.ม. (นวัตกรรมอาคาร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2550 สถ.บ. (เทคโนโลยีสถาปัตยกรรม) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
- 6) สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
สาขาวิชาการ : สถาปัตยกรรมพื้นถิ่น, วัสดุและวิธีการก่อสร้าง
กลุ่มวิชา : สถาปัตยกรรม
- 7) ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุ
สถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละ
ข้อเสนอการวิจัย เป็นต้น
 - 7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : -
 - 7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : -
 - 7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :
 - 7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ :