ผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร

Vegetation Wall From Teak Leaves For Insulation Reducing Heat Transfer To Buildings.

นายศรัณยู สว่างเมฆ

นายนพดล คล้ายวิเศษ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ปีงบประมาณ 2560

ผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร

.

นายศรัณยู สว่างเมฆ
นายนพดล คล้ายวิเศษ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ปีงบประมาณ 2560

The study and design of Double walls from natural materials (Bamboo).

Saranyoo Sawangmake
Noppadol Klaywises

Faculty of Architecture and Design.
Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
2017

ชื่องานวิจัย : ผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร

ชื่อผู้วิจัย : นายศรัณยู สว่างเมฆ, นายนพดล คล้ายวิเศษ

ปีพุทธศักราช : 2560

ปัจจุบันปัญหาวิกฤติภาวะโลกร้อนนั้นเป็นปัญหาสำคัญเป็นอันดับแรกที่ต้องได้รับการแก้ไขและบรรเทาให้ลดลง ปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้นเพราะมนุษย์ก่อสร้างอาคารบ้านเรือนเพิ่มมากขึ้น ทำให้ผิวดินซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดพืชพรรณถูกเบียดบังไปด้วยสิ่งก่อสร้าง ผลกระทบจากสิ่งก่อสร้างส่งผลให้สภาพเมืองโดยรวมมีอุณหภูมิที่สูงขึ้น ซึ่งเกิดมาจากความร้อนที่สะสมในวัสดุสิ่งก่อสร้าง โดยเฉพาะวัสดุเปลือกอาคารที่ได้รับความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงทำให้มีผลกระทบต่อสภาวะน่าสบายของผู้อยู่อาศัยในอาคาร

งานวิจัยนี้เป็นการทดลองการทำผนังปลูกพืชจากใบสัก ซึ่งเป็นวัสดุจากธรรมชาติมาขึ้นรูปเป็นผนังปลูกพืชเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการกันความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ของผนังปลูกพืชจากใบสักที่ติดตั้งไว้บนกล่องทดสอบ จากการวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยสามารถสรุปได้ว่าผนังทดสอบที่มีพืชปกคลุมทำให้อุณหภูมิต่ำกว่าผนังชนิดอื่นทุกกรณี ผนังทดสอบที่ต่างชนิดกันทำให้อุณหภูมิภายในและภายนอกแตกต่างกัน อิทธิพลการแผ่รังสีดวงอาทิตย์มีผลทำให้อุณหภูมิผนังทดสอบแปรผันตามปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับ โดยสังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผนังภายในและภายนอกตามช่วงเวลาที่แปรผันตามกัน

การใช้พืชปกป้องผนังเพื่อกันความร้อนโดยให้ผนังอยู่ใต้ร่มเงาของพืชช่วยป้องกันรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง แต่ยังได้รับการแผ่รังสีความร้อนผ่านใบ โดยใบไม้เป็นตัวแปรสภาพความร้อนให้เย็นลงโดยการระเหยน้ำของใบไม้ พืชบนผนังจะทำหน้าที่ดูดน้ำภายในมาระเหยสู่ภายนอก ทำให้อุณหภูมิผนังต้นไม้เย็นลง และเมื่อผนวกกับกระแสลมที่ผ่านผนังกะจะพัดพาอากาศร้อนใต้ใบและปริมาณไอน้ำจากกระบวนการคายน้ำของพืช ทำให้การคายความร้อนจากผนังต้นไม้สู่สภาพแวดล้อมทำได้ดีขึ้น ส่งผลให้อุณหภูมิภายในลดลง

_____

(นายศรัณยู สว่างเมฆ)
ลายมือชื่อผู้วิจัย

_____

(นายนพดล คล้ายวิเศษ)
ลายมือชื่อผู้วิจัย

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

Author : Saranyoo Sawangmake, Noppadol Klaywises.

Academic Year : 2017

At present, global warming is a major problem that needs to be addressed and mitigated. The problem arises because human housing construction is increasing. The surface of the soil, which is a source of vegetation, was scattered by the building. The impact of the construction resulted in higher overall temperatures. This is caused by the heat accumulated in the building material. Particularly for building materials that have been exposed to direct sunlight, this has had an impact on the comfort of the occupants in the building.

This research is an experiment to make a wall of plants from a tattoo. The natural plant material was planted to study the solar radiation efficiency of the planting wall of the tattooed leaves installed on the test box. Based on the analysis of the data, it can be concluded that the test wall covered with vegetation leaves the temperature lower than that of the other walls. Different test walls make different internal and external temperatures. Sun radiation affects the test wall temperature varying according to the amount of sun radiation received. Observed by changing internal and external wall temperatures at different intervals.

Use plants to protect the walls to prevent heat by keeping the walls under the shade of the plant. It also radiates heat through the leaves. Leaves are a thermodynamic variable that is cooled down by the evaporation of leaves. Plants on the wall will absorb the water inside to evaporate. The temperature of the tree is cool. When combined with the airflow through the wall, the shade will blow the hot air under the leaves and the water vapor from the dehydration process of the plant. The heat from the tree wall to the environment is better. As a result, the internal temperature decreased.

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 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของต้นไม้	5
2.1.1 ไม้เลื้อย	5
2.1.2 หลักการเลือกใช้วัสดุปลูก	6
2.1.3 พืชพันธุ์วัสดุชีวภาพเพื่อการปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายในอาคาร	6
2.2 ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อน	8
2.2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนของผนัง	8
2.2.2 การถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุโปร่งใส	8
2.2.3 การไหลของอากาศในช่องผนัง	9
2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับการระบายอากาศ	9
2.3.1 กระแสลม	9
2.3.2 ลักษณะของช่องเปิด	11
2.3.3 รูปแบบการไหลของกระแสลม (Air Flow pattern)	13
2.4 การทำผนัง 2 ชั้น ที่มีช่องอากาศ	14

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5 ทฤษฎีผนังปล่องรังสีอาทิตย์	15
2.5.1 ผนังปล่องรังสีอาทิตย์	15
2.5.2 สมการพาความร้อน	15
2.5.3 กระบวนการในการหาผลเฉลย	16
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	**21**
3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย	21
3.2 ขั้นตอนการออกแบบ	24
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์	**35**
4.1 ผลการทดลองและการวิเคราะห์	35
4.2 ผลการออกแบบปรับปรุงหลังการทดลองและการวิเคราะห์	36
4.3 พิจารณาแต่ละกล่องทดลอง	45
4.4 พิจารณาเปรียบเทียบระหว่างกล่องทดลองในแต่ละกรณีศึกษา	48
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	**54**
5.1 บทสรุป	54
5.2 การนำผลการวิจัยไปประยุกต์ในการออกแบบ	55
5.3 ข้อเสนอแนะ	55
เอกสารอ้างอิง	**56**
ภาคผนวก	**58**
ภาคผนวก ก ประวัติการศึกษาและการทำงาน	59
ภาคผนวก ข ผลงานการออกแบบ	62

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ไม้พุ่มขนาดเล็ก	7
2.2	ไม้เลื้อย หรือไม้คลุมดิน	7
2.3	แสดงรูปแบบการไหลเวียนอากาศของ double skin façade	10
2.4	แสดงบริเวณความกดอากาศสูงโดยทั่วไปเกิดบริเวณใกล้ฝาผนังของอาคารที่ถูกลมปะทะหรือผนังอาคารด้านที่บังกระแสลม	11
2.5	แสดงลมที่พัดผ่านด้านข้างหรือเหนืออาคารซึ่งทำให้เกิดบริเวณความกดอากาศต่ำ	11
2.6	แสดงกระแสลมพัดผ่านห้อง	12
2.7	แสดงลักษณะของช่องเปิดแบบต่างๆ	13
2.8	แสดงการไหลของกระแสลมเมื่อมีผนังภายในห้อง	14
2.9	แสดงการเปิดช่องเปิดเพื่อให้รับลมผ่านในระดับความสูงร่างกาย	14
2.10	แสดงการไหลของกระแสลมจากการบังคับช่องเปิด	15
3.1	แสดงแผนภูมิขั้นตอนวิธีการดำเนินงานวิจัย	23
3.2	แสดงรูปด้านหน้าของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 1	24
3.3	แสดงรูปตัด A ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 1	24
3.4	แสดงรูปตัด B ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 1	25
3.5	แสดง Detail ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 1	25
3.6	แสดง Detail 1 ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 1	26
3.7	แสดง Detail 2 ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 1	26
3.8	แสดง Detail 3 ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 1	27
3.9	แสดงภาพ Perspective. ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 1	28
3.10	แสดงรูปด้านหน้าของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 2	29
3.11	แสดงรูปตัด A ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 2	29
3.12	แสดงรูปตัด B ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 2	30
3.13	แสดง Detail ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 2	30
3.14	แสดงส่วนขยายของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 2	31

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3.15	แสดงภาพ Isometric. ส่วนขยายของบล๊อคผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 2	31
3.16	แสดงภาพ Top View. ส่วนขยายของบล๊อคผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 2	32
3.17	แสดงภาพ Front View. ส่วนขยายของบล๊อคผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 2	32
3.18	แสดงภาพ Side View. ส่วนขยายของบล๊อคผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 2	33
3.19	แสดงภาพ Perspective. ส่วนขยายของบล๊อคผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความ ร้อนให้กับอาคารแบบที่ 2	34
4.1	แสดงรูปด้านหน้าของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร	36
4.2	แสดงรูปตัด A ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร	36
4.3	แสดงรูปตัด B ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร	37
4.4	แสดง Detail ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร	37
4.5	แสดง Detail 1 ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร	38
4.6	แสดง Detail 2 ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร	38
4.7	แสดงภาพ Perspective ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร	39
4.8	แสดงภาพระดับการย่อยของใบสักในการทำของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร	40
4.9	แสดงภาพการย่อยของใบสักในการทำของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร	40
4.10	แสดงภาพการขึ้นรูปของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร	41
4.11	แสดงภาพการขึ้นบล๊อคของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร	41
4.12	แสดงภาพการขึ้นประกอบบล๊อคของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร	42
4.13	แสดงภาพการอัดส่วนผสมใบสักกับวัสดุประสานลงในบล็อกของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร	42

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.14	แสดงภาพการประกอบบล๊อคของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร	43
4.15	แสดงภาพการยึดประกอบติดกับผนังของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร	43
4.16	แสดงภาพโมเดลต้นแบบของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร	44
4.17	แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ Receptor ทั้ง 5 ตัว และหัวเซนเซอร์	47
4.18	แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 1 ที่ตำแหน่ง ต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค.59 - 12 พ.ค.59	49
4.19	แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 2 ที่ตำแหน่ง ต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค.59 - 12 พ.ค.59	50
4.20	แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 3 ที่ตำแหน่ง ต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค.59 - 12 พ.ค.59	50
4.21	แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 4 ที่ตำแหน่ง ต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค.59 - 12 พ.ค.59	50
4.22	แสดงแผนภูมิการเปรียบเทียบข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบทั้ง 4 กล่อง ที่ตำแหน่งด้านล่าง (Tb) ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค.58 - 12 พ.ค.58	51
4.23	แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 1 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในวันที่ 10 พ.ค. 59	51
4.24	แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 2 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในวันที่ 10 พ.ค. 59	52
4.25	แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 3 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในวันที่ 10 พ.ค. 59	52
4.26	แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 4 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในวันที่ 10 พ.ค. 59	52
4.27	แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 5 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในวันที่ 10 พ.ค. 59	53

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

จากปัญหาหมอกควันจากการเผาไหม้ของไฟป่าในประทศและประเทศเพื่อนบ้าน เกิดจากการเผาไหม้เศษใบไม้และวัสดุที่เหลือจากการเกษตรเพื่อเตรียมพื้นที่เพาะปลูกและการหาผลิตผลจากทรัพยากรในป่า เชื้อเพลิงที่ทำให้เกิดการเผาไหม้ส่วนมากเป็นใบไม้แห้งที่อยู่ในป่า ซึ่งป่าไม้ที่มีมากได้แก่ป่าเบญจพรรณที่ต้นสักขึ้นอยู่ปริมาณมากหรือเรียกอีกอย่างว่า “ป่าสัก” มีพื้นที่ถึงร้อยละ 46 ของป่าไม้ทั้งหมด ทำให้จำนวนใบของต้นสักที่ร่วงหล่นมีปริมาณที่มากในฤดูแล้งเป็นเชื้อเพลิงอย่างดีที่ทำให้เกิดไฟป่า การเผาไหม้ของไฟป่าทำให้เกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กและก๊าซอันตรายต่างๆ เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ฯลฯ แพร่กระจายไปยังชุมชนทำให้เกิดผลกระทบมากทางภาคเหนือและพื้นที่ที่มีสภาพภูมิประเทศที่เป็นแอ่งกระทะ ในช่วงฤดูหนาวที่มีความกดอากาศสูงทำให้สภาพอากาศนิ่งและแห้ง เกิดการสะสมของมลพิษจากหมอกควันในบรรยากาศสูงเกินมาตรฐาน (ชัชวาล สิงห์กันต์, 2555) ส่งผลกระทบด้านสุขภาพให้กับประชากรในพื้นที่โดยเฉพาะกับเด็ก ผู้สูงอายุ ด้านระบบทางเดินหายใจ มีรายงานพบว่ามีอัตราผู้ป่วยมะเร็งปอด 40 คน ต่อประชากร 100,000 คน มีการรักษาใน 4 กลุ่มโรคด้านระบบหายใจเพิ่มขึ้นเกือบ 20,000 คน (นายแพทย์พงษ์เทพ วิวรรธนะเดช, 2557) ผลกระทบที่ตามมาคือเศรษฐกิจด้านการท่องเที่ยว มีการยกเลิกเที่ยวบินเนื่องจากทัศนวิสัยไม่เอื้ออำนวยทำให้นักท่องเที่ยวลดลงร้อยละ 9.6 มีการยกเลิกห้องพักร้อยละ 30 (ทวีศักดิ์ ใจคำสีย์, 2555) ทำให้รายได้เข้าพื้นที่ลดลงเกิดการว่างงานของประชากร ปัญหาหมอกควันทำให้เกิดผลกระทบเป็นวงกว้างเป็นสาเหตุทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน ทำให้สภาพภูมิอากาศแปรปรวนไปทั่วโลก ประเทศไทยซึ่งตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น (Hot Humid Climate) มีอุณหภูมิและความชื้นสูงตลอดทั้งปีซึ่งอยู่นอกเขตสภาวะน่าสบาย (Comfort Zone) ซึ่งสถานการณ์ดังกล่าวทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นทุกปี ส่งผลต่ออาคารบ้านเรือนเกิดความร้อนสะสมในวัสดุก่อสร้างต่างๆ โดยเฉพาะเปลือกอาคารซึ่งเป็นวัสดุดูดซับ (Absorb) ความร้อนเมื่อได้รับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์ ความร้อนดังกล่าวจะส่งผ่านเข้ามาในตัวอาคารด้วยการนำความร้อน (Conduction) ทำให้ผิวอาคารมีอุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้ผู้อยู่อาศัยในอาคารบ้านเรือนรู้สึกไม่สบายจึงต้องพึ่งพาระบบปรับอากาศเกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นเป็นวัฏจักรการเกิดภาวะโลกร้อนต่อเนื่องไม่สิ้นสุด

สภาวะน่าสบายภายในอาคารบ้านเรือนจะเกิดขึ้นได้นั้นจะต้องมีอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม โดยผนังเป็นส่วนหนึ่งที่ได้รับความร้อนโดยตรง หากไม่ป้องกันการนำความร้อนที่จะเข้ามาในส่วนนี้ ย่อมส่งผลต่อสภาวะน่าสบายของผู้ใช้สอยภายในอาคารบ้านเรือน การลดปริมาณการนำความร้อนเข้าสู่อาคารจากผนัง โดยการเลือกใช้วัสดุที่สามารถดูดซับความร้อน จะเป็นส่วนที่ช่วยลดอุณหภูมิเข้ามาในอาคารได้มากที่สุด ปัจจุบันมีเทคนิคหลายประการในการลดอุณหภูมิจากดวงอาทิตย์ เช่น ใช้แผงบังแดด ผนังสองชั้น ฯลฯ ซึ่งวิธีการต่างๆเหล่านี้จะมีราคาก่อสร้างที่สูง อย่างไรก็ตามวิธีการลดความร้อนโดยใช้ผนังปลูกพืชจากใบสักนั้น ยังเป็น

การใช้ผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อใช้เป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารบ้านเรือน นอกจากจะเป็นการนำใบสักที่เป็นเชื้อเพลิงมาทำให้เกิดประโยชน์ ยังเป็นการสร้างพื้นที่สีเขียวให้กับเมือง ส่งผลให้อุณหภูมิโดยรอบลดลง ลดการเกิดภาวะเกาะความร้อนในเมือง โดยปัจจุบันงานด้านสถาปัตยกรรมส่วนใหญ่จะนิยมการทำแผงบังแดดจากผนังไม้เลื้อยซึ่งมีปัญหาเรื่องของการรับน้ำหนักของโครงสร้างผนังเดิม เนื่องจากผนังเดิมไม่ได้ทำการออกแบบโครงสร้างมาเพื่อรองรับน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น จากการศึกษาข้อมูลผู้วิจัยพบว่า จากปัญหาเหล่าผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการออกแบบผนังปลูกพืชจากใบสักที่เป็นสาเหตุเชื้อเพลิงของการเกิดไฟป่า และสามารถหาได้ง่ายจากป่าเบญจพรรณที่มากในประเทศถึงร้อยละ 46 อีกทั้งใบมีลักษณะใหญ่และมีความหนาเหมาะแก่การนำมาขึ้นรูป เพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนเข้าสู่อาคารบ้านเรือน อีกทั้งพืชที่ปลูกสามารถดูดซับแสงจากดวงอาทิตย์และนำไปใช้ในการกระบวนการสังเคราะห์แสง และคายก๊าซออกซิเจน เพื่อแก้ปัญหาภาวะโลกร้อนและสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีให้กับประเทศ ตามยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติด้านสิ่งแวดล้อม ที่ว่า มาตรการแก้ไขปัญหาไฟป่าและหมอกควัน ปี 2558

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อทดสอบการขึ้นรูปวัสดุใบสักเพื่อทำเป็นผนังปลูกพืช

1.2.2 เพื่อทดสอบความสามารถในการเจริญเติบโตของพืชบนผนังปลูกพืชจากใบสัก

1.2.3 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของผนังปลูกพืชใบสักเปรียบเทียบกับแผ่นฉนวนกันความร้อนในท้องตลาด ในการกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ผ่านผนัง

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ทำการผสมวัสดุใบสักกับวัสดุประสาน ที่ความหนาแน่นต่างกัน และสามารถขึ้นขึ้นรูปเป็นแผ่นผนังปลูกพืชได้

1.3.2 ทำการปลูกพืช 5 ชนิด และวัดผลการเจริญเติบโตบนผนังปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ในสภาวะรับแสงอาทิตย์โดยตรง ทำการคัดเลือกพืช 1 ชนิดที่เจริญเติบโตมากที่สุด

1.3.3 ทำการศึกษาความร้อนที่ผ่านผนังเข้าสู่อาคารโดยการสร้างหุ่นจำลองเปรียบเทียบ 4 หลัง

หลังที่ 1 ผนังสองชั้นจากอิฐดินเผา

หลังที่ 2 ผนังจากแผ่นฉนวนกันความร้อน

หลังที่ 3 ผนังปลูกพืชจากใบสัก

หลังที่ 4 ผนังปลูกพืชจากใบสักพร้อมปลูกพืช

1.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย

1.4.1 นำใบสักมาทดสอบความเหนียว ความแข็งแรงของใบเมื่อชุ่มน้ำทดสอบเรื่องธาตุอาหารของพืช

1.4.2 ศึกษารูปแบบผนังกันความร้อนและแผ่นปลูกพืชจากวัสดุธรรมชาติอื่นๆ โดยการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

1.4.3 ทำการออกแบบผนังปลูกพืชที่สามารถใช้ติดตั้งกับโครงสร้างอาคารและง่ายต่อการติดตั้ง

1.4.4 ทำการขึ้นรูปผนังปลูกพืชจากใบสัก

โดยมีกระบวนการขึ้นรูปแผ่นปลูกพืชจากใบสักดังนี้

1. นำใบสักมาเข้าเครื่องย่อยแบบไม่ละเอียดให้มีความคละกันของขนาด
2. นำใบสักมาผ่านเครื่องกรองเศษฝุ่นและเศษปนเปื้อนที่ไม่ต้องการออก
3. ทำบล็อกขึ้นรูปแผ่นปลูกพืชโดยมีขนาดเทียบเท่ากับแผ่นสมาร์ทบอร์ดสำเร็จรูปที่มีในท้องตลาด
4. ศึกษาวัสดุประสานการยึดตัวโดยศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและลองทดสอบเพื่อคัดเลือกวัสดุประสานที่มีความทนทานต่อดินฟ้าอากาศ
5. ขึ้นรูปแผ่นปลูกพืชจากใบสักโดยทำตามแบบที่ได้ออกแบบไว้แล้วโดยมีสัดส่วนความหนาแน่นของการผสมและขนาดความหนาของแผ่นปลูกพืชซึ่ง อ้างอิงจากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จำนวน 4 แบบที่สัดส่วนต่างกัน

1.4.5 ทดสอบคุณสมบัติการเป็นฉนวนกันความร้อน (ค่า K)

1.4.6 ออกแบบติดตั้งผนังปลูกพืชกับกล่องทดสอบ 4 หลัง

หลังที่ 1 ผนังสองชั้นจากอิฐดินเผา

หลังที่ 2 ผนังจากแผ่นฉนวนกันความร้อน

หลังที่ 3 ผนังปลูกพืชจากใบสัก

หลังที่ 4 ผนังปลูกพืชจากใบสักพร้อมปลูกพืช

1.4.7 ทดสอบประสิทธิภาพในการลดความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร เพื่อเปรียบเทียบกันระหว่างผนัง 4 แบบ ว่าแบบไหนสามารถเป็นฉนวนกันความร้อนได้ดีที่สุด หรือเทียบเท่ากับวัสดุที่มีในท้องตลาด

1.4.8 ทดสอบความคงทนและความแข็งแรงของผนังปลูกพืชเพื่อให้ได้มาตรฐานเทียบเท่ากับวัสดุที่ได้รับการรับรอง

1.4.9 ทำแบบสอบถามโดยมีหัวข้อต่างๆเช่น การใช้งานของประโยชน์ใช้สอย ความสวยงาม ความปลอดภัย ความแข็งแรงทนทาน การกันแดดกันฝน ความประทับใจ และอยากให้เพิ่มเติมส่วนไหนเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงต่อไปในอนาคต

1.4.10 ทำรายงานสรุปผลการวิจัย

1.4.11 จัดทำแบบ โปสเตอร์พรีเซนต์เพื่อเผยแพร่งานวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ประโยชน์ทางด้านวิชาการ : สามารถพัฒนาผนังปลูกพืชจากใบสักที่สามารถช่วยลดความร้อนเข้าสู่อาคารทางผนังได้

1.5.2 ประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจ : สามารถพัฒนาผนังปลูกพืชจากใบสักเป็นอุตสาหกรรมเพื่อจำหน่ายเพิ่มรายได้ให้กับชุมชนและประเทศ

1.5.3 ประโยชน์ทางด้านสังคม : สามารถใช้เป็นแนวทางให้ชาวบ้านและผู้สนใจนำไปประดิษฐ์เพื่อสร้างรายได้ให้กับครอบครัวหรือชุมชน สร้างความสัมพันธ์ระหว่างครอบครัวและชุมชนในการร่วมกันทำผนังปลูกพืชจากใบสัก และเพิ่มภาวการณ์มีงานทำให้กับผู้ที่ว่างงาน

1.5.4 ประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม : นำใบสักซึ่งเป็นวัสดุธรรมชาติที่หาได้ง่ายในท่องถิ่นและเป็นสาเหตุเชื้อเพลิงการเกิดไฟป่าก่อให้เกิดมลพิษในอากาศมาเป็นวัสดุในการทำผนังปลูกพืชที่เป็นมิตรกับธรรมชาติซึ่งไม่ก่อให้เกิดสารพิษสะสมแก่ผู้พักอาศัยในระยะยาว ช่วยลดอุณหภูมิภายในอาคารทำให้การใช้พลังงานในการปรับสภาวะน่าสบายให้แก่อาคารบ้านเรือนลดลง

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของต้นไม้

2.1.1 ไม้เลื้อย ไม้เลื้อยเป็นพืชที่ต้องการสิ่งยึดเกาะ เพื่อช่วยพยุงในส่วนของลำต้นและใบให้อยู่ในที่สูงกว่าพื้นดิน ไม้เลื้อยในประเทศไทยมีมากมายหลายชนิด การจำแนกลักษณะของไม้เลื้อยในประเทศไทยนั้นได้กำหนดให้ ไม้เลื้อยนานาพันธุ์มีลักษณะการเลื้อยและการยึดเกาะที่ต่างกัน พบว่ามี 3 ลักษณะ (เศรษฐมันตร์, 2551) คือ

2.1.1.1 การเลื้อยพันแบบพาดพิง เป็นลักษณะการทอดเลื้อยของไม้พุ่มกึ่งเลื้อยที่ต้นแตกกิ่งก้านยาว แล้วเอนไปพาดพิงกับสิ่งพยุง เช่น โนรา เฟื่องฟ้า และสายหยุด

2.1.1.2 การเลื้อยแบบขัดสาน เมื่อใดที่ไม้เลื้อยไม่มีสิ่งพยุงมารองรับ ธรรมชาติก็จะพาลำต้นของไม้เลื้อยให้เกี่ยวพันกันเองเพื่อพยุงตัวเองขึ้นรับแสง เช่น เล็บมือนาง

2.1.1.3 การเลื้อยพันเกาะยึดเกี่ยว โดยอาศัยอวัยวะมากมายให้การยึดเกาะ มีหลายลักษณะด้วยกัน ได้แก่

- ยอดเลื้อยพันสิ่งพยุง เช่น อัญชัน สร้อยอินทนิล และพวงแสด
- ใช้รากพิเศษ ที่อยู่ตามลำต้นและข้อปล้อง ซึ่งเป็นรากเส้นเล็กๆ ออกเป็นแผงสามารถเกาะเกี่ยวสิ่งพยุง เช่น พลูด่าง นมตำเรีย มธุรดา และตีนตุ๊กแก
- มือพัน คือ รยางค์ที่เปลี่ยนรูปมาจากใบพบตามซอกใบและปลายยอด เป็นเสเล็ก ยาว ปลายม้วนงอ เพื่อเลื้อยพันสิ่งพยุง เช่น เสาวรส และม่วงมณีรัตน์
- ปุ่มยึด วิวัฒนาการมาจากมือพันหรือรากพิเศษเมื่อต้นทอดเลื้อยไปตามพื้นผิวที่ค่อนข้างเรียบทึบ เช่น ผนังหรือกำแพง ส่วนปลายของมือพันหรือรากพิเศษจะมีปุ่มเพื่อยึดเกาะให้ติดอยู่กับผนัง ได้แก่ เถาองุ่น
- ตะขอเกี่ยวสิ่งพยุง มีวิวัฒนาการมาจากก้านช่อดอก ลักษณะปลายแหลมคม ปลายโค้งงอ เกาะเกี่ยวกับสิ่งพยุงหรือพันตัวเอง เช่น กุหลาบเลื้อย และคัดเค้า
- ปลายใบเปลี่ยนเป็นมือจับ ปลายใบจะยืดเป็นเส้นยายม้วนงอเพื่อยึดสิ่งพยุง เช่นดองดึง หม้อข้าว-หม้อแกงลิง และหวายลิง
- ก้านใบ โดยธรรมชาติให้ก้านใบที่ยาวและบิดโค้งงอเพื่อเกาะสิ่งพยุงหรือเกี่ยวพันตัวเอง เช่น พวงแก้วกุดั่น พวงแก้วมณี และมะเขือเครือ เป็นต้น

2.1.2 หลักการเลือกใช้วัสดุปลูก ในการพิจารณาเลือกใช้วัสดุปลูกในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน จำเป็นจะต้องพิจารณาข้อจำกัดด้านเทคนิค วัสดุปลูกที่เหมาะสมที่สุดทางทฤษฎีต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นวัสดุปลูกที่เมื่อนำมาใช้จะมีคุณสมบัติรักษาอัตราส่วนของน้ำ และอากาศให้เหมาะสมตลอดการปลูก
- เป็นวัสดุที่ต้องไม่มีการอัดตัวหรือยุบตัวเมื่อเปียกน้ำ
- เป็นวัสดุที่ไม่สลายตัวทั้งทางเคมีและทางชีวภาพ
- เป็นวัสดุที่รากพืชสามารถแพร่กระจาย ได้สะดวกทั่วทุกส่วนของวัสดุปลูก
- เป็นวัสดุที่ไม่มีสารที่เป็นพิษต่อพืชเจือปนอยู่

- เป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติเฉื่อยทางเคมี คือไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลายธาตุอาหารและกับภาชนะที่ใช้บรรจุ

- เป็นวัสดุที่มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุ (C.E.C.) ต่ำหรือไม่มีเลย เพื่อจะได้ไม่มีผลต่อองค์ประกอบของสารละลายธาตุอาหารพืชที่อยู่ในวัสดุปลูก

- เป็นวัสดุที่ไม่เป็นแหล่งสะสมของโรคและแมลง

- เป็นวัสดุที่สามารถกำจัดโรคและแมลงได้ง่าย ซึ่งทำให้สามารถนำวัสดุปลูกกลับมาใช้ใหม่ได้ง่าย

จากคุณสมบัติเหล่านี้ยังไม่มีวัสดุปลูกชนิดใดที่มีคุณสมบัติครบดังที่กล่าวมานี้ บางกรณีอาจใช้วิธีการนำวัสดุที่มีคุณสมบัติที่ดีแต่ละอย่างมาผสมกัน เพื่อให้วัสดุปลูกมีคุณสมบัติที่ดีขึ้น หรือนิยมใช้วัสดุเดี่ยวๆ ที่มีความคุ้นเคย รู้จักและมีความชำนาญในการใช้ คือ รู้ถึงคุณสมบัติและข้อจำกัดในการใช้วัสดุนั้นและสามารถปรับปรุงเทคนิคให้เหมาะสมกับวัสดุปลูกนั้นๆ ดีอยู่แล้ว

2.1.3 พืชพันธุ์วัสดุชีวภาพเพื่อการปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายในอาคาร

เราต่างทราบดีอยู่แล้วว่า พืชพันธุ์หรือไม้ประดับมีผลต่อจิตใจและประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงาน การได้พักสายตาจากวัสดุที่กำเนิดแสงหรือสะท้อนแสง ด้วยสีเขียวของต้นไม้ การลดความตึงเครียดทางอารมณ์ระหว่างการทำงาน การลดความแข็งของรูปทรงอาคารและภายในที่ทำงาน แต่นอกเหนือจากนั้น พืชพันธุ์ยังสามารถใช้ในการปรับปรุงสภาพแวดล้อมเพื่อสุขภาพที่ดีของผู้ใช้ (Healthier user environment) โดยเฉพาะอาการป่วยไข้ที่เกิดจากตึก (Building Related Illness) หรือ โรคแพ้ตึก (Sick Building Syndrome) ที่มักจะเกิดกับผู้ที่อยู่ในสาเหตุหลักของที่มาของปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารปัจจุบัน คือ การระบายอากาศที่ไม่ดีเพราะอาศัยอากาศที่มาจากเครื่องปรับอากาศแต่เพียงอย่างเดียว ทำให้เกิดการสะสมสารสังเคราะห์ เชื้อโรคและ ก๊าซพิษที่เกิดจากมนุษย์ ผลิตภัณฑ์และวัสดุที่ใช้ในการตกแต่งก่อสร้าง ซึ่งปัจจุบันนี้วัสดุส่วนใหญ่เป็นวัสดุสังเคราะห์เช่น พรมสังเคราะห์ พลาสติก กาวที่ใช้ทำไม้อัด กระดานไฟเบอร์ เครื่องไฟฟ้า เครื่องถ่ายเอกสาร ฝ้าเพดาน วัสดุสำนักงานเหล่านี้ล้วนเป็นที่มาของสารสะสมในอากาศ นอกจากนั้นมนุษย์เองก็เป็นแหล่งปล่อยอากาศเสีย เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนนอกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ เป็นต้น อีกทั้งยังมีเชื้อโรคและ ไวรัสชนิดต่างๆที่ติดต่อได้ทางลมหายใจวนเวียนอยู่ในอากาศของตึกสูงอีกด้วย อาคารหรือตึกที่สร้างขึ้นใหม่มักจะมีปัญหาเรื่องคุณภาพของอากาศเพราะการหมุนเวียนอากาศภายในกับภายนอกไม่เพียงพอ (reduced ventilation) โดยเฉพาะอาคารที่ออกแบบมาเพื่อการประหยัดพลังงานจะมีสารสะสมในอากาศสูงกว่าอาคารทั่วไปถึง 100 เท่า เนื่องจากการพยายามใช้ระบบต่างๆ ที่เป็นระบบปิดไม่มีการระบายสู่ภายนอกนั่นเอง (คมสัน หุตะแพทย์, 2543) พืชช่วยปรับปรุงสภาพและเพิ่มความชื้นในอากาศ (Plants: nature’s humidifiers) ตึกที่เป็นระบบปิดและ ใช้เครื่องปรับอากาศ จะเกิดภาวะความชื้นภายในอากาศต่ำสังเกตได้จาก ผู้ที่อยู่ในอาคารนานๆ จะเกิดอาการปากแตก ผิวแห้ง และ คอแห้ง พืชสามารถช่วยลดภาวะไม่น่าสบายเหล่านี้โดยปล่อยความชื้น และประจุลบผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง และการคายน้ำ ตัวอย่างไม้ในร่มที่มีคุณสมบัติในการคายน้ำสูงได้แก่ หมากเหลือง (Chrgsalido carpus lutesers) เดหลี (Spathiphyllim Clevelandii) บอสตันเฟิร์น (Nephrolepis exaltata) และ วาสนาอธิษฐาน (Dracaena Fragrans Massangeana) เยอบีร่า (Gerbera Jamesonii) แวววมยุรา(Maranta Leuconeura) และ ยางอินเดีย(Ficus Rubusta) พันธุ์ไม้เหล่านี้นอกจากจะหาได้ง่าย ส่วนมากยังมีคุณสมบัติในการกรองสารพิษด้วย

ไม้พุ่มขนาดเล็ก

เศรษฐีเรือนนอก เฟิร์น เขียวหมื่นปี

ภาพที่ 2.1 ไม้พุ่มขนาดเล็ก

เศรษฐีเรือนนอก เรือนใน (Spider Plant) Chlorophytum comosum “Vittatum”
เฟิร์น (Kimberly Queen) Nephrolepis obleterata
เขียวหมื่นปี (Chinese Evergreen) Aglaonema crispum “Silver Queen”

ไม้เลื้อย หรือไม้คลุมดิน

พลูด่าง พลูเขียว ฟิโลทอง

ภาพที่ 2.2 ไม้เลื้อย หรือไม้คลุมดิน

พลูด่าง (heart-leaf philodendron) Philodendron oxycardium
ฟิโลทอง (Golden Pothos) Epipremnum aureum

พืชพันธุ์ที่แนะนำเหล่านี้ สามารถใช้ภายในอาคาร(บริเวณที่ได้รับแสงประมาณ 4-5 ชั่วโมงต่อวัน) หาซื้อง่าย ราคาไม่แพง ดูแลรักษาง่าย ไม่อ่อนแอต่อโรค และเป็นพืชเมืองร้อนที่เราพบโดยทั่วไป การใช้พืชเหล่านี้ตกแต่งอาคารเพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายในที่ทำงาน น่าจะมีการเผยแพร่และสนับสนุนให้เกิดการนำไปใช้อย่างกว้างขวางมากขึ้น เพราะเป็นวัสดุตกแต่งที่มีราคาถูก เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และ สามารถใช้งานได้ง่าย พนักงานสามารถนำมาเอง และ ดูแลเองได้ โดยอาจจะอาศัยการดูแลโดยรวมจากผู้ดูแลตึกในระหว่างวันหยุด และ การหมุนเวียนย้ายเอาพืชพันธุ์ที่อ่อนแออกมาพักฟื้นในโรงเรือนต้นไม้ภายนอกอาคารบ้าง จึงน่าจะเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ ง่ายและประหยัดที่สุดในการปรับปรุงสภาพแวดล้อมเพื่อสุขภาพที่ดีของผู้ใช้อาคาร

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 ใยแก้วและฉนวนความร้อน เป็นต้น นอกจากนี้การนำความร้อนยังขึ้นกับความหนาแน่นของวัสดุ ความชื้นของวัสดุและแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผิวทั้ง 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 (ตรึงใจ 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 จากนั้นความร้อนจะถูกส่งไปภายในอาคารก็จะแปรสภาพรังสีดังกล่าวเป็นพลังงานความร้อนในรูปของรังสีคลื่นยาว และแผ่รังสีกลับสู่สภาพแวดล้อมภายนอก ดังนั้นเมื่อสิ่งที่กั้นแบ่งระหว่างสภาพแวดล้อมภายในและภายนอกเป็นวัสดุโปร่งใส เช่น กระจกจากคุณสมบัติดังกล่าว ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นภายในก็จะถูกเก็บกักไว้ภายในโดยจะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์จะตกกระทบที่ผิวกระจกด้านนอก ความร้อนบางส่วนจะสะสมส่งผ่านและสะท้อนกลับออกไปยังสู่บรรยากาศภายนอก (Lechenr, N. 1991.)

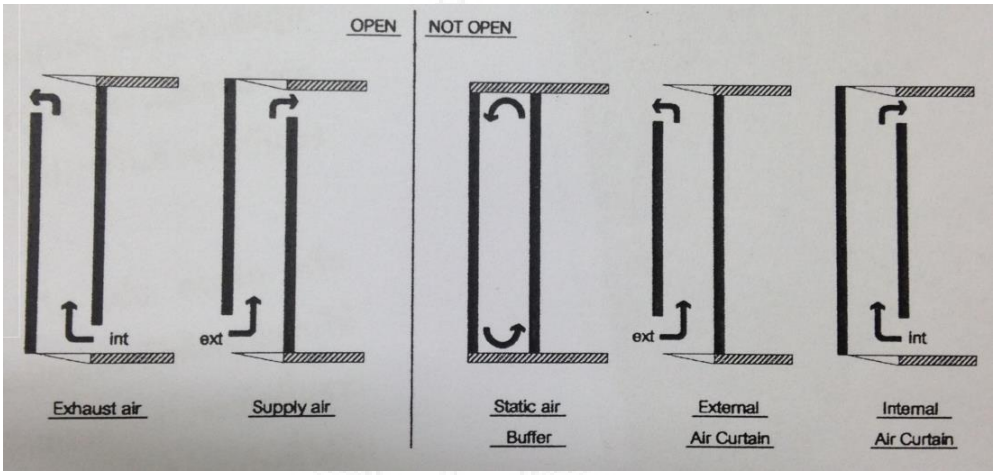
2.2.3 การไหลของอากาศในช่องผนัง (Air flow concept) การไหลของอากาศในช่องผนังของ double skin façade สามารถแบ่งได้เป็น 2 ระบบใหญ่ๆ คือ

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 2.3 แสดงรูปแบบการไหลเวียนอากาศของ double skin façade
ที่มา : คัดลอกจาก http://www.tamu.edu (Texas A&M University), March 25, 2011.

2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับการระบายอากาศ

การระบายอากาศ (Ventilation) คือ การถ่ายเทอากาศภายในห้องออกไปโดยให้อากาศใหม่ซึ่งสดชื่นกว่าเข้ามาแทนที่ ในการออกแบบอาคารในเขตร้อนชื้นโดยคำนึงถึงการถ่ายเทอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ และทำให้มีลมพัดผ่านเข้ามาในห้องโดยรอบร่างกายของผู้ที่อยู่อาศัยเพื่อเพิ่มความความสบายให้แก่ร่างกาย ทำให้ได้รับอากาศบริสุทธิ์จากภายในห้อง ช่วยลดความร้อนและความชื้น ซึ่งประเทศในเขตร้อนชื้นนี้ส่วนใหญ่ต้องการลมตลอดทั้งปี แม้แต่ประเทศในเขตอบอุ่นก็ต้องการกระแสลมในหน้าร้อนหรือการถ่ายเทอากาศในฤดูอื่นๆเช่นเดียวกัน ดังนั้นการออกแบบช่องเปิดในตัวอาคารจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการที่จะทำให้ผู้อยู่อาศัยได้รับความสบาย (ตรึงใจ บูรณสมภพ, 2539)

2.3.1 กระแสลม

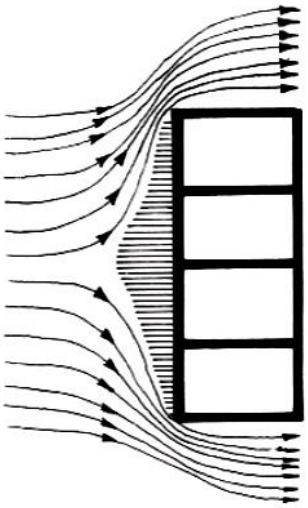
- การเกิดกระแสลมหรือการเคลื่อนไหวของอากาศเกิดได้จาก
- ความแตกต่างของความกดอากาศ
- ความแตกต่างของอุณหภูมิ

เมื่อลมพัดผ่านอาคารจะพัดโอบรอบอาคารทำให้เกิดความกดอากาศสูงคือส่วนที่มาปะทะผนัง ส่วนที่มีความกดอากาศต่ำคือลมในเขตด้านหลังอาคาร

ลมที่พัดผ่านห้องเกิดจากอากาศที่ถูกบังคับให้ผ่านช่องเปิดด้วยความกดสูงและผ่านช่องเปิดอีกด้านสู่ความกดที่ต่ำกว่าซึ่งเหมือนกันกับลมทั่วๆ ไป และอากาศภายในอาคารก็เป็นเช่นเดียวกัน

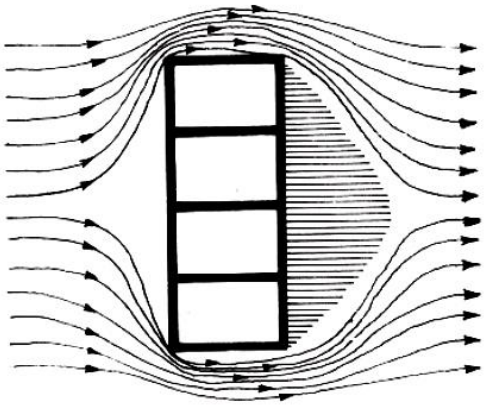
ความแตกต่างของอุณหภูมิ เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของอากาศหรือลมเช่นกัน แต่ตามธรรมชาติแล้วจะเกิดเป็นส่วนน้อย กระแสลมตามธรรมชาติโดยมากจะเกิดจากความกดอากาศที่ต่างกันมากกว่าอุณหภูมิที่ต่างกัน หากมีช่องทางเข้าของลมอยู่ด้านหน้าเดียวของห้องในทิศทางที่รับลมก็จะไม่เกิดผลอันใด เพราะผนังด้านตรงข้ามกับหน้าต่างทางลมเข้านั้นเป็นเหมือนเขื่อนบังลมซึ่งจะทำให้เกิดบริเวณความกดอากาศสูงในอาคาร แต่ถ้าในห้องนั้นอยู่ตรงกันข้ามกับด้านที่รับลมก็จะเกิดความกดอากาศต่ำ

เพื่อให้เกิดการถ่ายเทของอากาศต้องออกแบบให้เกิดบริเวณความกดอากาศสูงและความกดอากาศต่ำต่อเนื่องกัน ที่สำคัญต้องมีช่องทางเข้าด้านบริเวณความกดอากาศสูงและช่องทางออกด้านความกดอากาศต่ำ ดังนั้นหากทำช่องเปิดบนผนังด้านที่ติดกับบริเวณความกดอากาศสูงเพื่อให้ลมเข้าและบนผนังด้านที่มีความกดอากาศต่ำเพื่อให้ลมออก ก็จะเกิดเป็นกระแสลมพัดผ่านห้องเพื่อถ่ายเทและระบายอากาศได้ตามธรรมชาติ (ภาพที่ 2.4 – 2.5)



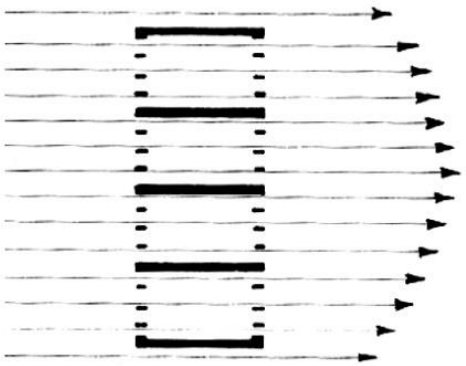
ภาพที่ 2.4 แสดงบริเวณความกดอากาศสูงโดยทั่วไปเกิดบริเวณใกล้ฝาผนังของอาคารที่ถูกลมปะทะหรือผนังอาคารด้านที่บังกระแสลม

ที่มา : ตรึงใจ บูรณสมภพ, <u>การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในด้านการประหยัดพลังงาน</u> (กรุงเทพฯ : บริษัทอัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), 2539), 67.



ภาพที่ 2.5 แสดงลมที่พัดผ่านด้านข้างหรือเหนืออาคารซึ่งทำให้เกิดบริเวณความกดอากาศต่ำ

ที่มา : ตรึงใจ บูรณสมภพ, <u>การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในด้านการประหยัดพลังงาน</u> (กรุงเทพฯ : บริษัทอัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), 2539), 67.



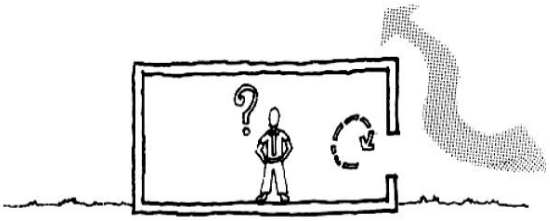
ภาพที่ 2.6 แสดงกระแสลมพัดผ่านห้อง

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

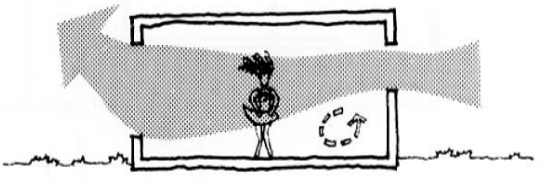
อัตราความเร็วลมที่พัดผ่านร่างกาย
0.25 เมตรต่อวินาที ไม่รู้สึก
0.25 – 0.5 เมตรต่อวินาที รู้สึกสบายโดยไม่รู้ส่ามีลมมาปะทะ
0.50 – 1 เมตรต่อวินาที รู้สึกสบายโดยรู้ว่ามีลม

2.3.2 ลักษณะของช่องเปิด

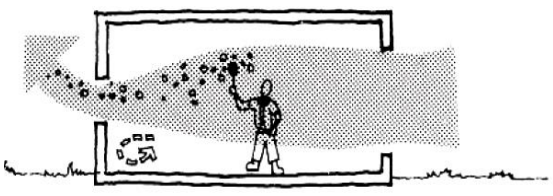
ลักษณะของช่องเปิด ขนาดและตำแหน่งของช่องเปิดที่ผนังมีอิทธิผลต่อทิศทางปริมาณและความเร็วของกระแสลมที่พัดผ่านห้องต่างๆ ภายในอาคารเป็นอย่างมาก การระบายอากาศโดยวิธีทางธรรมชาตินั้นนอกจากจะต้องคำนึงถึงช่องเปิดให้ลมเข้าแล้วยังจำเป็นต้องคำนึงถึงช่องเปิดเพื่อให้ลมออกด้วยถึงจะมีทิศทางปริมาณและความเร็วลมที่พอเหมาะพอดีกับพื้นที่ภายในอาคารในแต่ละพื้นที่ เช่นหากต้องการให้มีลมผ่านเข้ามามากที่สุดต้องทำให้ช่องเปิดทางเข้าและทางออกมีขนาดเท่าๆกัน แต่หากต้องการให้ลมผ่านเข้ามาด้วยความเร็วสูงก็จำเป็นต้องทำให้ช่องลมปิดทางออกเล็กกว่าทางเข้า โดยมีแนวทางของหลักการเปิดเพื่อลักษณะของลมภายในแต่ละประเภทดังนี้ (ภาพที่ 2.7)



มีช่องเปิดทางลมเข้า ไม่มีทางลมออก

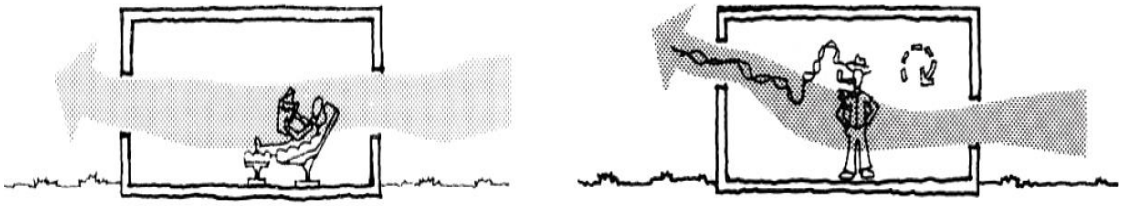


ช่องเปิดทางลมเข้าเล็กกกว่าด้านลมออก



ช่องเปิดด้านลมเข้าใหญ่กว่าด้านลมออก

ช่องเปิดอยู่ตำแหน่งสูง

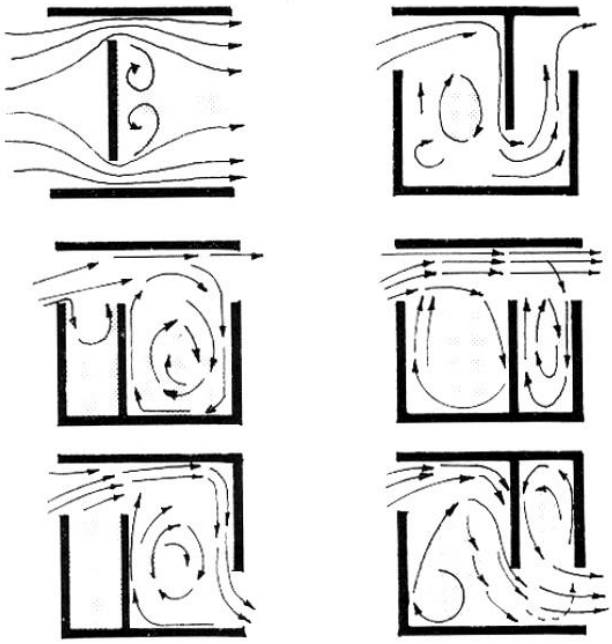


ช่องเปิดขนาดเท่าๆ กัน ลมเข้ามากสุด ด้านลมเข้าต่ำกว่า ได้รับลมเย็น

ภาพที่ 2.7 แสดงลักษณะช่องเปิดแบบต่างๆ

ที่มา : ตรึงใจ บูรณสมภพ, การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในด้านการประหยัดพลังงาน (กรุงเทพฯ : บริษัทอัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), 2539), 69-70.

ผนัง partition ตู้ ฯลฯ เป็นสิ่งที่มีส่วนในการเปลี่ยนการไหลของกระแสลมและลดปริมาณและแรงลม ส่วนที่ไม่ได้ลมจะร้อนและอับ ดังนั้นผนังกั้นห้องจึงควรมีบานเปิด เช่นประตูบานเกล็ด โดยจะมีแรงลมมากที่สุดเมื่อช่องเปิดลมเข้าและออกอยู่ตรงกัน ทั้งนี้ต้องไม่มีเครื่องกีดขวาง อาคารที่มีลักษณธแคบตื้นจะมีการระบายอากาศที่ดีกว่าอาคารที่มีลักษณะลึก (ภาพที่ 2.8)



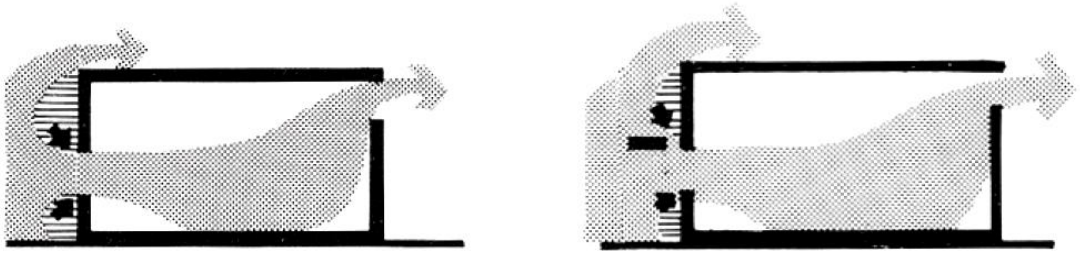
ภาพที่ 2.8 แสดงการไหลของกระแสลมเมื่อมีผนังภายในห้อง

ที่มา : ตรึงใจ บูรณสมภพ, การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในด้านการประหยัดพลังงาน (กรุงเทพฯ : บริษัทอัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), 2539), 71.

เราจะรู้สึกเย็นสบายเมื่อมีลมพัดผ่านรอบๆตัว แต่บางเวลาการบังคับทิศทางลมตามต้องการก็เป็นไปได้ยาก ชนิดของบานหน้าต่างมีผลต่อการบังคับทิศทางลมเช่นกัน อย่างเช่นหน้าต่างบานพลิกจะทำให้ลมพัดผ่านสูงเหนือศีรษะซึ่งจะไม่ทำให้เกิดภาวะน่าสบาย

2.3.3 รูปแบบการไหลของกระแสลม (Air flow pattern)

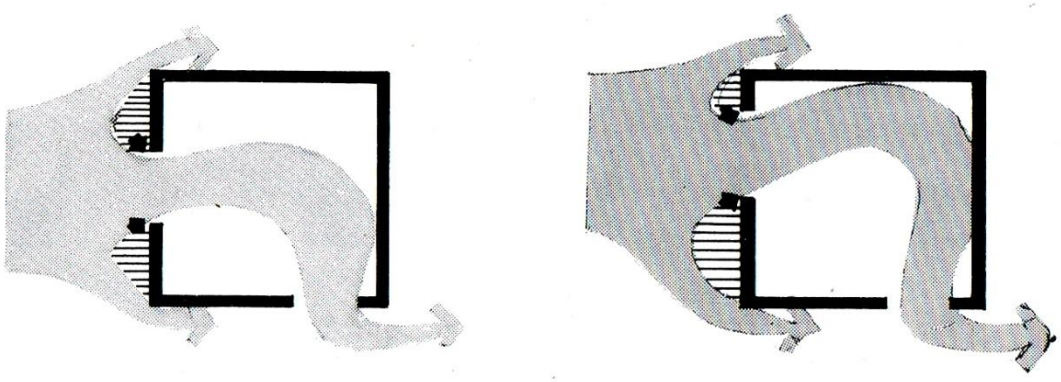
รูปแบบการไหลของกระแสลมมีผลอย่างมากต่อภาวะน่าสบายและการระบายอากาศด้วยวิธีตามธรรมชาติ เช่น ในฤดูหนาวที่พัดขึ้นเพดานจะดีกว่าลมที่พัดผ่านร่างกายโดยตรงในหน้าร้อน เนื่องเพราะจะทำให้กระแสลมเย็นและบริสุทธิ์เข้ามาผสมกับอากาศภายในห้องก่อนจะวกลงมาข้างล่าง เป็นต้น โดยเราสามารถออกแบบเพื่อบังคับการไหลของกระแสลมภายในห้องด้วยวิธีต่างๆได้ (ภาพที่ 2.9)



ภาพที่ 2.9 แสดงการเปิดช่องเปิดเพื่อให้รับลมผ่านในระดับความสูงร่างกาย

ที่มา : ตรึงใจ บูรณสมภพ, การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในด้านการประหยัดพลังงาน (กรุงเทพฯ : บริษัทอัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), 2539), 72.

การดัดแปลงแก้ไขการไหลของกระแสลมให้อยู่ในรูปที่ต้องการได้โดยการกะระยะช่องเปิดบนผนัง การเปิดประตูหน้าต่าง และการทำแผงบังแดด ลมที่ผ่านเข้ามาในห้องจะถูกบังคับโดยความดันของอากาศบริเวณส่วนปิดทึบโดยรอบช่องเปิด (ภาพที่ 2.10)



ภาพที่ 2.10 แสดงการไหลของกระแสลมจากการบังคับช่องเปิด

ที่มา : ตรึงใจ บูรณสมภพ, การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในด้านการประหยัดพลังงาน (กรุงเทพฯ : บริษัทอัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), 2539), 73.

จากการศึกษาเรื่องหลักการระบายอากาศในหลายๆลักษณะดังข้างต้น สามารถสรุปในเบื้องต้นได้ว่า การระบายอากาศภายในอาคารที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของอากาศนั้นจำเป็นจะต้องมีช่องทางให้อากาศได้เคลื่อนที่ในอย่างน้อย 2 ทางจึงจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ในการระบายอากาศได้ดีกว่าช่องเปิดเพียงทางเดียว

2.4 การทำผนัง 2 ชั้น ที่มีช่องอากาศ

ผนัง 2 ชั้นเป็นกลยุทธ์หนึ่งในระบบป้องกันรังสีความร้อน (Radiant Barrier System) ซึ่งประกอบไปด้วยช่องว่างอากาศ ซึ่งด้านหนึ่งของช่องว่างหรือมากกว่าหนึ่งด้าน ทำหน้าที่เป็นตัวสกัดกั้น

รังสีที่ส่งผ่านระหว่างพื้นผิวที่แผ่รังสีความร้อนออกมา 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 (Outel 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 แต่ในระยะแรกแนวความคิดนี้ยังไม่ได้แพร่หลายนัยต่อมาผนังระบบนี้ถูกนำมาใช้กับอากาศสำนักงานในประเทศสหรัฐอเมริกาในราวทศวรรษที่ 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 ซึ่งการแผ่รังสีมีความแตกต่างจากการนำและการพาคือ ไม่ขึ้นอยู่กับตัวกลางแต่สามารถส่งผ่านสุญญากาศได้เมื่ออุณหภูมิที่แตกต่างกัน รังสีจะเดินทางเป็นเส้นตรงผ่านที่ว่าง ซึ่งเป็นอากาศถูกดูดซึม โดยอุณหภูมิที่ต่ำกว่า การใช้ประโยชน์จากช่องว่างอากาศเป็นการถ่ายเทความร้อน โดยการพา เพื่อให้เกิดการหมุนเวียนอากาศเป็นการลดความร้อนที่จะถ่ายเทเข้าสู่อาคาร การไหลของอากาศในช่องว่างอากาศกลางคืนจะไหลขึ้นส่วนในเวลากลางวันจะไหลลง

2.5 ทฤษฎีผนังปล่องรังสีอาทิตย์

2.5.1 ผนังปล่องรังสีอาทิตย์

แสงแดดเมื่อตกกระทบผิวนอกของผนังอาคารจะเกิดการนำ ความร้อนผ่านวัสดุผนังเข้ามาที่ช่องระบายอากาศเนื่องจากผลของความ แตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผิวในและผิวนอกของผนังอาคาร ทำให้ อากาศที่อยู่ภายในช่องระบายอากาศได้รับปริมาณฟลักซ์ความร้อน ดังกล่าวและเกิดการลอยตัวสูงขึ้นเนื่องจากความหนาแน่นมีค่าลดลงผ่าน ช่องเปิดออกไปสู่ภายนอกช่องระบายอากาศ อากาศภายนอกซึ่งมีอุณหภูมิ ต่ำกว่าก็จะไหลเข้ามาแทนที่ผ่านช่องเปิดด้านล่างสำหรับให้อากาศไหลเข้า จนกระทั่งไหลออกที่ช่องเปิดด้านบน การไหลของอากาศจะเกิดเป็น วัฏจักรเช่นนี้ไปเรื่อยๆ ตราบเท่าที่ผนังยังได้รับปริมาณฟลักซ์ความร้อน จากแสงอาทิตย์ซึ่งอากาศภายนอกที่ไหลเข้าและออกจากช่องระบาย อากาศจะนำความร้อนออกไปด้วยซึ่งช่วยลดปริมาณฟลักซ์ความร้อนที่จะถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคารได้อีกทางหนึ่ง

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

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

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 appoximation) ซึ่งต้องนำค่าความแตกต่างของความ หนาแน่นมาคิดในการหาแรงลอยตัว ทั้งนี้เพราะเป็นผลทำให้เกิดการไหล และเลือกใช้แบบจำลองความปั่นป่วน Standard k-ε ในการจำลองการไหล ของอากาศเนื่องจากการไหลของกาศภายในช่องระบายอากาศเป็นทั้งการ ไหลแบบราบเรียบและปั่นป่วน ซึ่งแบบจำลองนี้ถือได้ว่าเป็นแบบจำลองชนิด 2-equation turbulence model ที่นิยมใช้ในการคำนวณการไหลแบบ ปั่นป่วน ซึ่งประกอบด้วยสมการ Transport และ Dissipation rate ของ Turbulent kinetic energy

2.5.3 กระบวนการในการหาผลเฉลย

ในการแก้สมการอนุรักษ์โมเมนตัม ผลเฉลยของสนามการไหลที่ ได้จะมีค่าที่ไม่สอดคล้องกับสมการอนุรักษ์มวลและเพื่อให้ค่าที่ได้จากสอง สมการนี้มีความสอดคล้องกัน เราจะใช้ขั้นตอนวิธีที่เรียกว่า SIMPLE (SemiImplicit Method for Pressure-Linked Equation) ซึ่งพัฒนาโดย Patankar and Spalding (1972) ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการแก้ปัญหา สนามการไหล โดยการสมมติค่าความดันและความเร็วในขอบเขตของปัญหา ที่สนใจ แล้วคำนวณหาค่าความเร็วและความดันสมมติเพื่อที่จะนำค่า ความเร็วที่คำนวณได้ไปหาค่าความดันอีกครั้ง โดยใช้ Pressure correction method เพื่อช่วยในการคำนวณความดันที่ถูกต้อง ซึ่งค่า pressurecorrection ที่ได้นี้จะถูกนำกลับมาหาค่าความเร็วและทำซ้ำตามขั้นตอน ดังกล่าวจนกระทั่งผลเฉลยลู่เข้าสู่ค่าใดค่าหนึ่ง ซึ่งวิธีนี้เป็นการช่วยให้ค่า ความเร็วและความดันมีความสัมพันธ์เป็นไปตามการอนุรักษ์โมเมนตัมและ การอนุรักษ์มวล โดยวิธีในโปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้เป็นวิธีที่ใช้กับกริดแบบ เยื้องกัน (Staggered grid) เป็นการแบ่งกริดเพื่อให้กริดของความเร็วอยู่ ระหว่างจุดต่อของตัวแปรสเกลาร์ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับสมการความ ต่อเนื่องและแก้ปัญหาการเกิด Checker-board effect อันจะก่อให้เกิด ความผิดพลาดในการคำนวณเชิงตัวเลข

2.6 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขัติยา ฉัตรเพชร (2552) พัฒนาหน้าต่างกระจกสองชั้นพร้อมเกล็ดปรับแสงแนวตั้งชนิดใหม่เพื่อการประหยัดพลังงานที่มีราคาถูก 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 องศานั้น ผู้ใช้งานยังคงมองเห็นทัศนียภาพภายนอกได้ หน้าต่างที่ติดม่านปรับแสงสามารถลดอุณหภูมิภายในได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น เมื่อเทียบกับหน้าต่างที่ติดม่านปรับแสงมากที่สุดประมาณ 3 องศา

ดนุชา หลักทอง (2552) ศึกษาการป้องกันความร้อนให้อาคารสามารถทำได้ โดยไม่ให้ช่องแสงกระจกได้รับแสงอาทิตย์ได้โดยตรงเน้นที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ให้กับกระจกอาคาร เพื่อช่วยลดอุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่ใช้กระจกใสชั้นเดียว โดยการศึกษาได้จัดทำและออกแบบอุปกรณ์บังแดดที่สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบต่างๆ ประกอบด้วย แผ่นโพรี่คาร์บอเนตและประกอบกับฟิล์มฉาบปรอท โดยการทดลองชุดต่างๆ จะทำการเปรียบเทียบกับตัวอย่างธรรมดาที่ไม่ติดอุปกรณ์หรือเปรียบเทียบกันระหว่างอุปกรณ์ และทดลองปรับเปลี่ยนเป็นแผงบังแดดเปรียบเทียบกับช่องกระจกที่ไม่ติดอุปกรณ์และติดสลับซ้ายขวา อุปกรณ์ไม่ใส่เกล็ดฟิล์มฉาบปรอทเปรียบเทียบกับที่มีเกล็ดฟิล์ม โดยเปรียบเทียบรูปแบบที่มีประสิทธิภาพที่สุดจากการทดลองและนำมาวิเคราะห์ผล รูปแบบการใช้งาน การทดลองสรุปได้ว่าเมื่อปรับเปลี่ยนเป็นอุปกรณ์บังแดด

สามารถลดอุณหภูมิได้ 6-7 องศา โดยเปรียบเทียบกับที่ไม่ติดตั้งอุปกรณ์บังแดด และรูปแบบที่ต่างกัน โดยการปรับเปลี่ยนของอุปกรณ์ทำให้ประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนต่างกัน รูปแบบการปรับเปลี่ยนของอุปกรณ์บังแดดตามสภาพภูมิอากาศจะมีความสำคัญในการช่วยลดหรือหน่วงอุณหภูมิอากาศภายในอาคารได้มากกว่าที่ไม่ติดตั้งอุปกรณ์

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

ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์ (2549) ศึกษาในเรื่องเทคโนโลยีที่เหมาะสม โดยกล่าวสรุปไว้ว่า เกณฑ์การเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมได้ดังนี้ 1. ต้องเป็นเทคโนโลยีที่เข้ากับสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศในท้องถิ่นนั้น 2. ต้องเป็นเทคโนโลยีที่สามารถใช้แรงงานคนเป็นผู้ควบคุม เน้นแรงงานในท้องถิ่นเป็นหลัก เพื่อให้เกิดการสร้างงานในท้องถิ่นนั้น 3. ต้องเป็นเทคโนโลยีที่สามารถเรียนรู้ได้ง่าย ไม่สลับซับซ้อน ฝึกฝนและอบรมได้ในท้องถิ่น 4. ต้องเป็นเทคโนโลยีที่ใช้เงินลงทุนต่ำ มีความเสี่ยงต่ำในการลงทุน และสามารถเป็นเจ้าของได้จากคนส่วนใหญ่ในชุมชน 5. ต้องเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ทรัพยากร วัสดุในท้องถิ่น และใช้พลังงานในการผลิตต่ำ 6. ต้องเป็นเทคโนโลยีที่ปลอดภัยกับผู้ใช้งานและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม 7. ต้องเป็นเทคโนโลยีที่มีความทนทาน มีอายุการใช้งานสูงและบางโอกาสสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ การเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับสภาวการณ์ทางเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมของแต่ละท้องถิ่น ทำให้การเลือกใช้เทคโนโลยีในแต่ละท้องที่มีความแตกต่างกัน เกณฑ์การเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมจึงสามารถปรับเปลี่ยนได้แล้วแต่กรณี

พัชรดา โสมดี (2546) ได้ศึกษาลักษณะแสงในพื้นที่อยู่อาศัยไทยในอดีต โดยกล่าวสรุปว่าในสถาปัตยกรรมประเภทที่อยู่อาศัยในอดีต แสงธรรมชาติเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการดำเนินชีวิต ดังจะเห็นได้จากการออกแบบช่องแสงในลักษณะต่างๆ แสงที่เกิดขึ้นในสนบ้านเรือนไทยในอดีตจึงไม่ต้องการนำแสงเข้ามาภายในมากนัก การใช้แสงแต่น้อยทำให้บ้านมีความเย็นสบายได้ ซึ่งธรรมชาติของแสงอาทิตย์ในปริมาณแสงที่มากจะก่อให้เกิดความร้อนที่มากเกินความจำเป็น โดยลักษณะของแสงสลัวนั้นเกิดขึ้นจากปัจจัย คือ 1. การควบคุมแสง โดยการใช้ช่องเปิดที่มีขนาดเล็กพอเหมาะ 2. การเจาะลายฉลุลายของไม้ การซ้อนเหลื่อมกันของไม้ ลักษณะผนังที่ทำจากไม้สาน 3. การใช้ไม้ซึ่งเป็นวัสดุที่มีสีเข้มมีการสะท้อนของแสงน้อยทำให้เกิดความมืดภายใน คือ แสงจะค่อยๆ ลดลงจากข้างนอกสุดไปสู่ข้างในสุด ส่วนลักษณะแสงภายในพื้นที่อยู่อาศัยปัจจุบันเน้นการใช้งานที่มีความส่วนตัว

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็นประโยชน์ ส่วนที่ 1 เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับการลดความร้อนเข้าสู่อาคารโดยการพัฒนาประสิทธิภาพของช่องแสงอาคารเป็นประโยชน์สำหรับเป็นแนวทางการทดลอง ส่วนที่ 2 เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากไม้ไผ่และเทคโนโลยีที่เหมาะสมใช้เป็นแนวทางสำหรับการออกแบบและทำชิ้นงานตัวอย่าง ส่วนที่ 3 เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับแสงสำหรับที่พักอาศัยเป็นประโยชน์สำหรับการออกแบบ เพื่อให้ตอบสนองพฤติกรรมการอยู่อาศัยของมนุษย์

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาการระบายความร้อนของผนังทรอมบ์ที่ใช้คอนกรีตเป็นวัสดุ โดยออกแบบให้คอนกรีตมีขนาดที่เหมาะสมในการนำไปสร้างผนังทรอมบ์ให้มีประสิทธิภาพในการระบายความร้อน ซึ่งการออกแบบคอนกรีตจะคำนึงถึงตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพ ในการระบายความร้อน และอัตราการไหลของอากาศภายในปล่องระบายอากาศของผนังแบบทรอมบ์ในสภาวะคงตัว โดยทำการศึกษาและอ้างอิงจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางและง่ายต่อการออกแบบ เพราะผู้วิจัยได้นำข้อดีข้อเสียของแต่ละงานวิจัยมาปรับใช้ในการออกแบบและสร้างชุดทดสอบของผนังทรอมบ์ได้ โดยผนังทรอมบ์เป็นอุปกรณ์ที่อาศัยการถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อนแบบธรรมชาติ โดยไม่จำเป็นต้องใช้อาศัยอุปกรณ์ช่วยเหลือในการระบายความร้อน แต่จำเป็นต้องอาศัยปรากฏการณ์ตามธรรมชาติในการระบายความร้อนแทน คือเมื่ออากาศได้รับความร้อนจากแหล่งความร้อนแล้วส่งผลให้อากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้ความหนาแน่นของอากาศดังกล่าวลดลงแล้วทำให้การเกิดการลอยตัวของอากาศในขณะเดียวกันเมื่ออากาศร้อนภายในปล่องลอยตัวขึ้นไป ก็จะทำให้อากาศเย็นจากด้านล่างปล่องไหลเข้าแทนที่ ทำให้เกิดการไหลของมวลของอากาศ ซึ่งเรียกปรากฏการณ์นี้ว่าStack Effect (งานวิจัยคณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)

บทความวิจัยนี้ได้ศึกษาทดสอบปล่องผนังโซล่าร์เซลล์ระบายอากาศ (SCCW) ที่ติดตั้งกับบ้านจำลองภายใต้สภาวะอากาศแบบร้อนชื้นของประเทศไทย สำหรับช่วยลดความร้อน และเพิ่มอัตราการไหลเวียนภายในบ้านมีลักษณะโครงสร้างของปล่องผนังโซล่าร์เซลล์ประกอบด้วยผนังโซล่าร์เซลล์ ช่องว่างอากาศ พัดลมไฟฟ้ากระแสตรงติดตั้งตรงกลางระหว่างช่องว่างอากาศใช้ควบคุมอากาศในระบบ และผนังชั้นในเป็นคอนกรีตมวลเบาแบบอบไอน้ำ ปล่องมีขนาดความสูง 1.50 m และความกว้าง 0.70 m ผนังโซล่าร์เซลล์และผนังคอนกรีตมวลเบาชั้นในมีความหนาประมาณ 0.03 m ปล่องผนังโซล่าร์เซลล์มีขนาดช่องว่างอากาศ 0.04 m ช่องเปิดด้านล่างมีการติดตั้ง พัดลมไฟฟ้าอยู่ภายในบ้าน เพื่อเพิ่มการระบายอากาศมีขนาด 0.24 x 0.12 m2 ผนังโซล่าร์เซลล์ด้านบนมีการติดตั้ง พัดลมไฟฟ้า สำหรับป้องกันแมลง มีขนาด 0.24 x 0.12 m2 ช่องเปิดใช้ระบายอากาศร้อนสู่สิ่งแวดล้อมปล่องผนังโซล่าร์เซลล์กับผนังทั่วไปติดตั้งอยู่บนผนังทางด้านทิศใต้ของบ้านจำลองขนาดเล็กที่มีปริมาตรเท่ากับ4.05 m3 มีความหนา 10 cm สร้างด้วยผนังมวลเบาแบบอบไอน้ำ ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะของห้องที่ติดตั้งปล่องผนังโซล่าร์เซลล์ กับผนังคอนกรีตมวลเบาชั้นเดียวติดตั้งกับบ้านจำลองที่มีขนาดเท่ากัน (ปรีดา จันทวงษ์ โยธิน อึ่งกูล และ วิชาญ วิมาณจันทร์.The Journal of Applied Science (2011) Vol. 10 No. 2**.)**

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการลดภาระความร้อนและเปรียบเทียบสมรรถนะทางความร้อนระหว่างผนังคอนกรีตทั่วไป (SW) กับผนังบล็อกแก้วสองชั้นร่วมกับโฟโตโวลตาอิก(GD – PV) ทั้งสองแบบที่ติดตั้งกับบ้านจำลองภายใต้สภาวะอากาศของกรุงเทพมหานคร ผนังบล็อกแก้ว GD – PV มีขนาดความสูง 1.50 ม. ความกว้าง 0.60 ม. และมีลักษณะโครงสร้างประกอบด้วยผนังชั้นนอก เป็นบล็อกแก้วร่วมกับแผงโซล่าร์เซลล์ขนาด 50 วัตต์ มีความหนาประมาณ 0.8 ม. ผนังชั้นในเป็นกระจกใส มีความหนา 0.006 ม. มีขนาดช่องว่างอากาศ 0.8 ม. ช่องเปิดด้านล่างอยู่ภายในบ้านมีขนาด0.24×0.12 ตร.ม. ผนังบล็อกแก้ว GD – PV ด้านบนมีการติดตั้งพัดลมไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 5.76 วัตต์2 ตัว สำหรับป้องกันแมลงมีขนาด 0.24×0.12 ตร.ม. ช่องเปิดใช้ระบายอากาศร้อนสู่สิ่งแวดล้อมผนังบล็อกแก้ว GD – PV กับผนังทั่วไปติดตั้งอยู่บนผนังทางด้านทิศใต้ของบ้านจำลองขนาดเล็กที่มีปริมาตรเท่ากับ 4.05 ลบ.ม. มีความหนา 0.10 ม. สร้างด้วยผนัง

คอนกรีตมวลเบาทั่วไปผลการทดลองพบว่าบ้านที่ติดตั้งผนังบล็อกแก้ว GD – PV จะมีอุณหภูมิภายในห้องต่ำกว่าบ้านที่ติดตั้งผนังคอนกรีตทั่วไป (SW) ประมาณ 2 - 6°C และช่วยลดอัตราการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทางด้านทิศใต้ร้อยละ 14 - 20.5 ผนังบล็อกแก้ว GD – PV ทั้งสองแบบจะช่วยระบายอากาศและประหยัดพลังงาน และรักษาสิ่งแวดล้อมจากเครื่องปรับอากาศมากกว่าผนังคอนกรีตทั่วไป (ปรีดา จันทวงษ์.สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมการทำความเย็น และการปรับอากาศ ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง ปีที่ 21 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม-มิถุนายน 2555)

บทความวิจัยนี้นำเสนอแนวทางการใช้ผนังไม้เลื้อยเพื่อลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารผ่าน ผนังอาคาร การวิจัยดำเนินการโดยการสร้างแผงไม้เลื้อยร่วมกับการใช้กล่องทดลองทำการทดลองใน สภาพแวดล้อมจริง และใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ในการบันทึกข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า ผนังไม้เลื้อยมีศักยภาพในการลดการถ่ายเทความร้อนได้ดี โดยผนังไม้เลื้อยที่มีพื้นที่ใบปกคลุมมากทำให้ความร้อนถ่ายเท เข้าสู่อาคารน้อยลง และผนังไม้เลื้อยที่มีระยะห่างจากผนังอาคารน้อยทำให้การถ่ายเทความร้อนน้อยลง ตามไปด้วย ลักษณะของผนังไม้เลื้อยที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งานควรมีพื้นที่ใบปกคลุมมากกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนชั้นใบมากกว่า 2 ชั้น ความหนาของพุ่มใบไม่ควรน้อยกว่า 15 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างผนังไม้เลื้อยกับผนังอาคารที่ 15 เซนติเมตร ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการลดการถ่ายเทความร้อน และลดการสะสมความชื้นมากที่สุด ผลที่ได้จากการวิจัยนี้ นอกจากจะเป็นแนวทางในการลดการถ่ายเท ความร้อนเข้าสู่อาคารแล้ว ยังเป็นการช่วยลดปัญหาเกาะความร้อน และภาวะเรือนกระจก ซึ่งเป็นปัญหาที่

สำคัญในปัจจุบันอีกด้วย (Journal of Architectural/Planning Research and Studies Volume 5. Issue 1. 2007Faculty of Architecture and Planning, Thammasat University)

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1.1 นำใบสักมาทดสอบความเหนียว ความแข็งแรงของใบเมื่อชุ่มน้ำทดสอบเรื่องธาตุอาหารของพืช

3.1.2 ศึกษารูปแบบผนังกันความร้อนและแผ่นปลูกพืชจากวัสดุธรรมชาติอื่นๆ โดยการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

3.1.3 ทำการออกแบบผนังปลูกพืชที่สามารถใช้ติดตั้งกับโครงสร้างอาคารและง่ายต่อการติดตั้ง

3.1.4 ทำการขึ้นรูปผนังปลูกพืชจากใบสัก

โดยมีกระบวนการขึ้นรูปแผ่นปลูกพืชจากใบสักดังนี้

1. นำใบสักมาเข้าเครื่องย่อยแบบไม่ละเอียดให้มีความคละกันของขนาด
2. นำใบสักมาผ่านเครื่องกรองเศษฝุ่นและเศษปนเปื้อนที่ไม่ต้องการออก
3. ทำบล็อกขึ้นรูปแผ่นปลูกพืชโดยมีขนาดเทียบเท่ากับแผ่นสมาร์ทบอร์ดสำเร็จรูปที่มีในท้องตลาด
4. ศึกษาวัสดุประสานการยึดตัวโดยศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและลองทดสอบ เพื่อคัดเลือกวัสดุประสานที่มีความทนทานต่อดินฟ้าอากาศ
5. ขึ้นรูปแผ่นปลูกพืชจากใบสักโดยทำตามแบบที่ได้ออกแบบไว้แล้วโดยมีสัดส่วนความหนาแน่นของการผสมและขนาดความหนาของแผ่นปลูกพืช ซึ่งอ้างอิงจากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจำนวน 4 แบบที่สัดส่วนต่างกัน

3.1.5 ทดสอบคุณสมบัติการเป็นฉนวนกันความร้อน (ค่า K)

3.1.6 ออกแบบติดตั้งผนังปลูกพืชกับกล่องทดสอบ 4 หลัง

หลังที่ 1 ผนังสองชั้นจากอิฐดินเผา

หลังที่ 2 ผนังจากแผ่นฉนวนกันความร้อน

หลังที่ 3 ผนังปลูกพืชจากใบสัก

หลังที่ 4 ผนังปลูกพืชจากใบสักพร้อมปลูกพืช

3.1.7 ทดสอบประสิทธิภาพในการลดความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร เพื่อเปรียบเทียบกันระหว่างผนัง 4 แบบ ว่าแบบไหนสามารถเป็นฉนวนกันความร้อนได้ดีที่สุด หรือเทียบเท่ากับวัสดุที่มีในท้องตลาด

3.1.8 ทดสอบความคงทนและความแข็งแรงของผนังปลูกพืชเพื่อให้ได้มาตรฐานเทียบเท่ากับวัสดุที่ได้รับการรับรอง

3.1.9 ทำแบบสอบถามโดยมีหัวข้อต่างๆเช่น การใช้งานของประโยชน์ใช้สอย ความสวยงาม ความปลอดภัย ความแข็งแรงทนทาน การกันแดดกันฝน ความประทับใจ และอยากให้เพิ่มเติมส่วนไหนเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงต่อไปในอนาคต

3.1.10 ทำรายงานสรุปผลการวิจัย

3.1.11 จัดทำแบบ โปสเตอร์พรีเซนต์เพื่อเผยแพร่งานวิจัย

ผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร

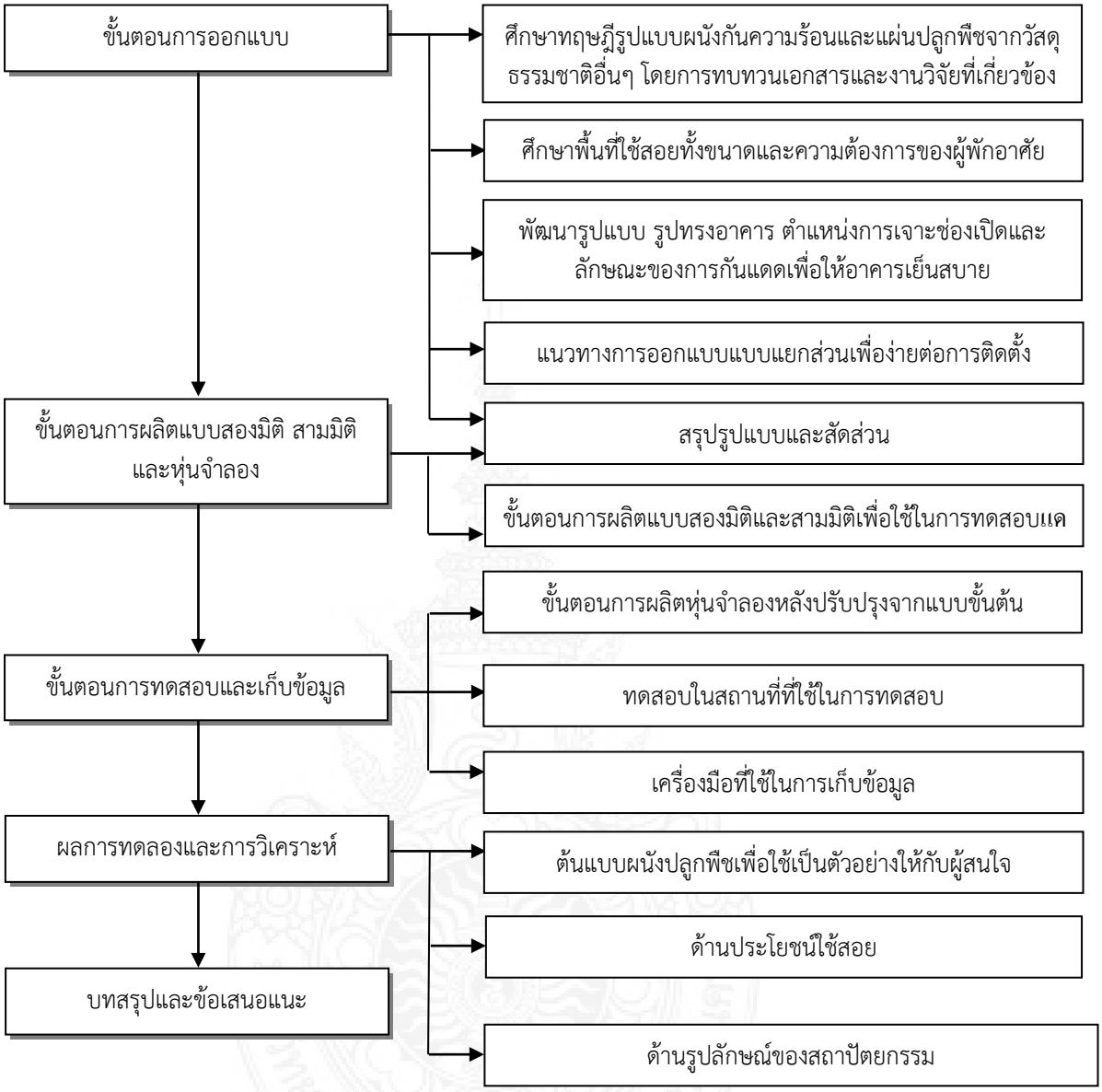
ผู้วิจัยได้นำหลักแนวคิดของ ผศ.ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร อาจารย์คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เรื่อง Green Architecture “สถาปัตยกรรมสีเขียว” (Green Architecture) คือ “การก่อสร้างอาคารที่มีจุดประสงค์เพื่อลดผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมให้เหลือน้อยที่สุด ผ่านการเลือกใช้วัสดุและวิธีการก่อสร้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม” ซึ่งเป็นผลจากการออกแบบสถาปัตยกรรมที่ยั่งยืน หรือ “Sustainable Architecture” สามารถช่วยให้ผู้อยู่อาศัยรวมถึงธรรมชาติมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ลดการใช้พลังงานและทรัพยากรทางธรรมชาติได้เป็นอย่างดี รวมถึงช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อน

ซึ่งเป้าหมายสำคัญของ Green Architecture นอกจากจะส่งเสริมให้เกิดความสมดุลของการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่เหมาะสม ประกอบการใช้เทคโนโลยีเพื่อลดการใช้พลังงาน

ศึกษาและออกแบบพัฒนาแผ่นปลูกพืชเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนจากวัสดุธรรมชาติ (ใบสัก) ซึ่งเป็นปัจจัยทำให้เกิดไฟป่าส่งผลถึงสภาวะโลกร้อน นำมาแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ที่ช่วยลดอุณหภูมิความร้อนภายในอาคาร ลดต้นทุนการใช้พลังงานในการปรับอากาศ

ศึกษากระบวนการผลิตแผ่นปลูกพืชเพื่อใช้เป็นฉนวนกันความร้อนจากวัสดุธรรมชาติ

- *ออกแบบผลิตภัณฑ์แผ่นแผ่นปลูกพืชเพื่อใช้เป็นฉนวนกันความร้อนโดยใช้ใบสักเป็นวัสดุหลัก*
- *ออกแบบผลิตภัณฑ์แผ่นปลูกพืชเพื่อใช้เป็นฉนวนกันความร้อนโดยมีวิธีการผลิตที่เป็นระบบโดยการออกแบบ*



ภาพที่ 3.1 แสดงแผนภูมิขั้นตอนวิธีการดำเนินงานวิจัย

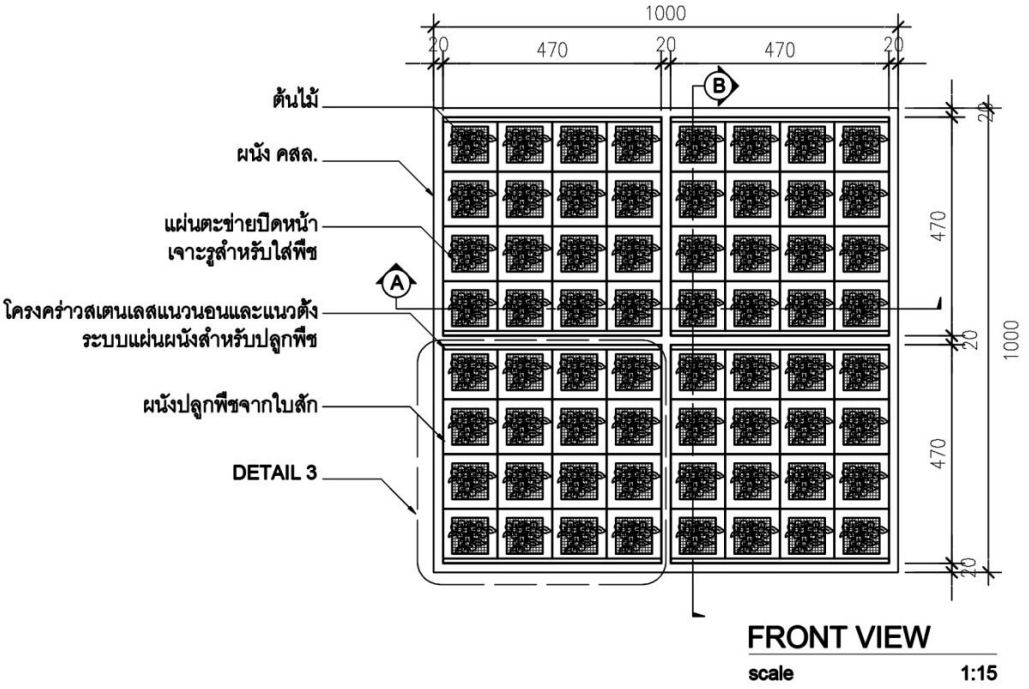
ซึ่งในบทนี้จะแบ่งส่วนของเนื้อหาในขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัยเป็นหัวข้อหลักๆ ได้ ดังนี้

1) ขั้นตอนการออกแบบ

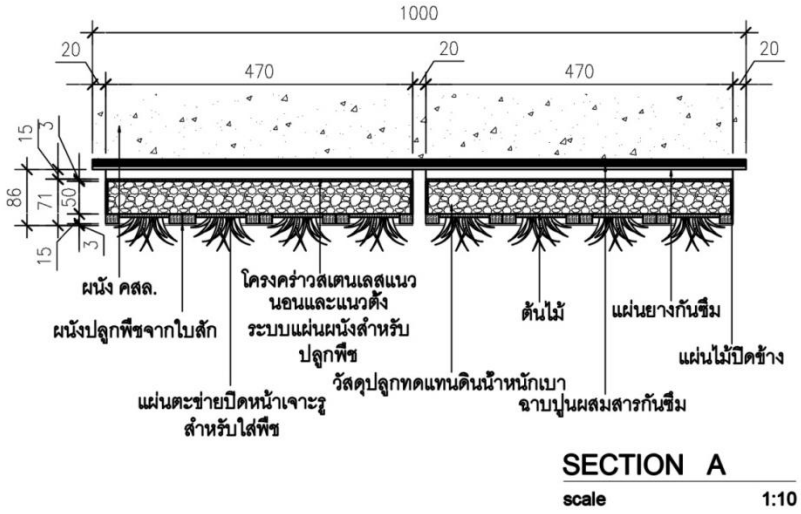
2) ขั้นตอนการผลิตหุ่นจำลอง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2 ขั้นตอนการออกแบบ

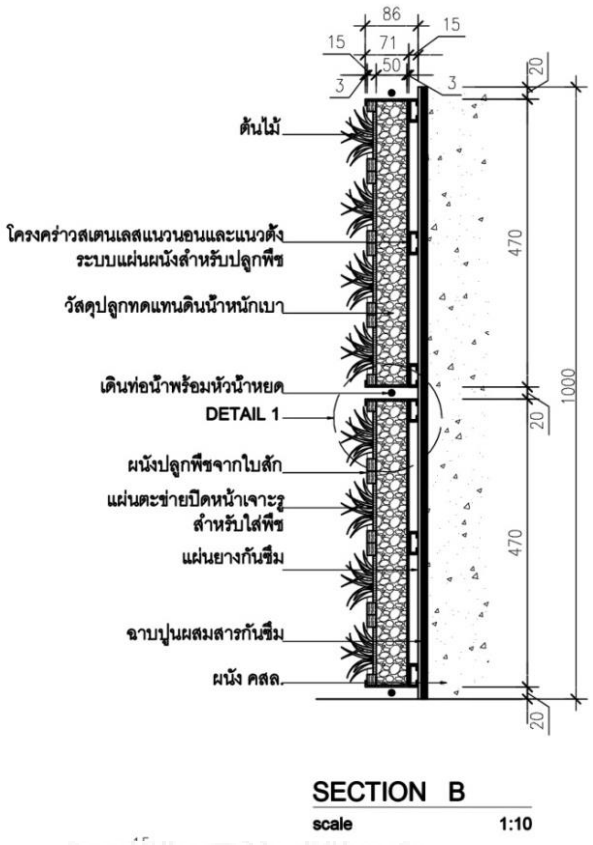
ออกแบบ ผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร **2 แบบ** พร้อมรายละเอียดประกอบแบบ แปลน รูปด้าน รูปตัด Perspectives.



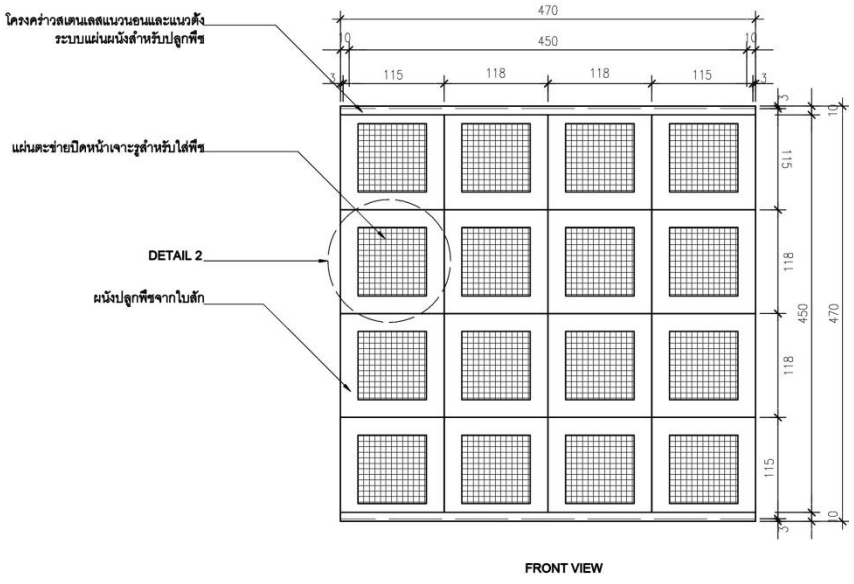
ภาพที่ 3.2 แสดงรูปด้านหน้าของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 1



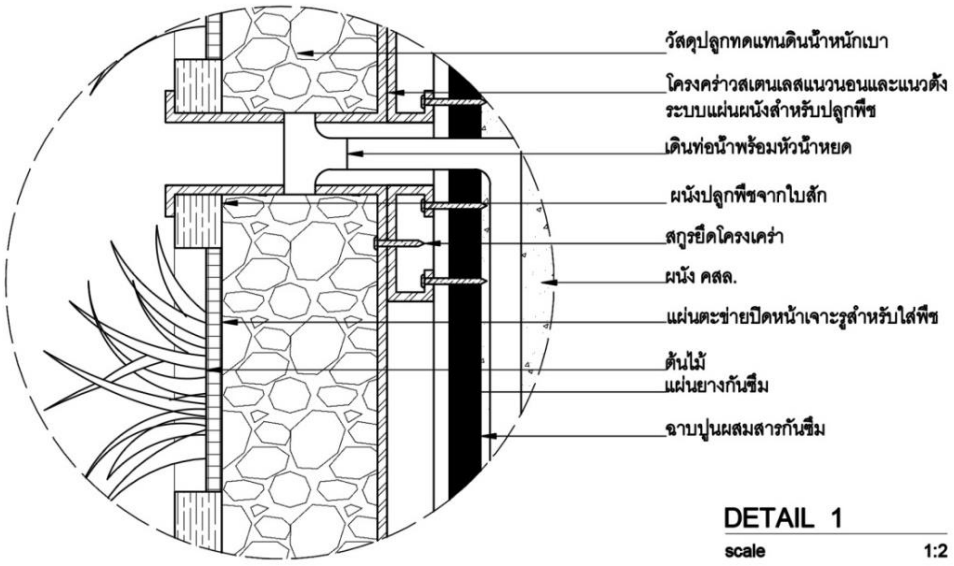
ภาพที่ 3.3 แสดงรูปตัด A ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 1



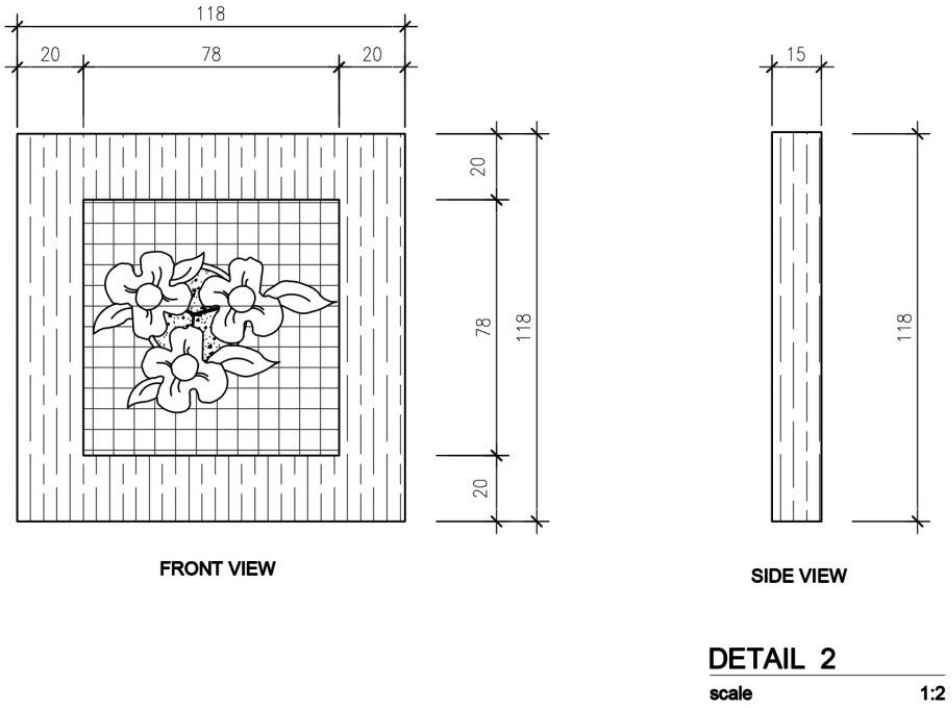
ภาพที่ 3.4 แสดงรูปตัด B ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 1



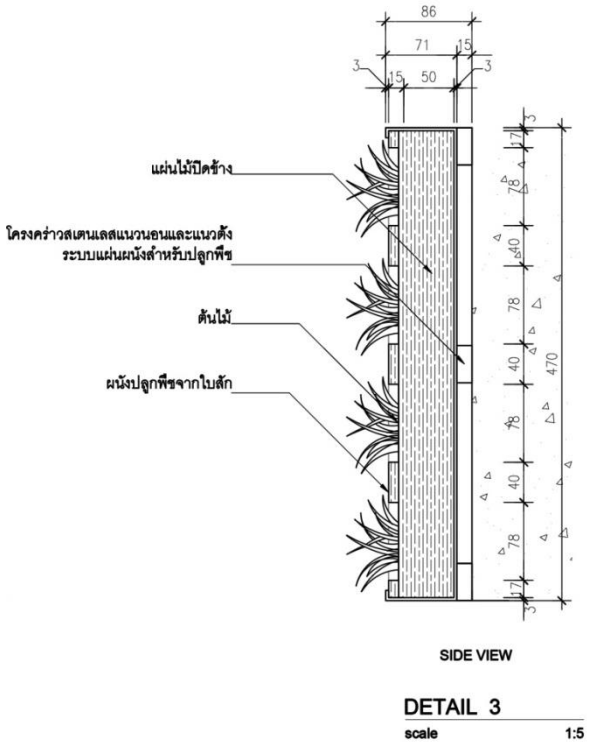
ภาพที่ 3.5 แสดง Detail ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 1



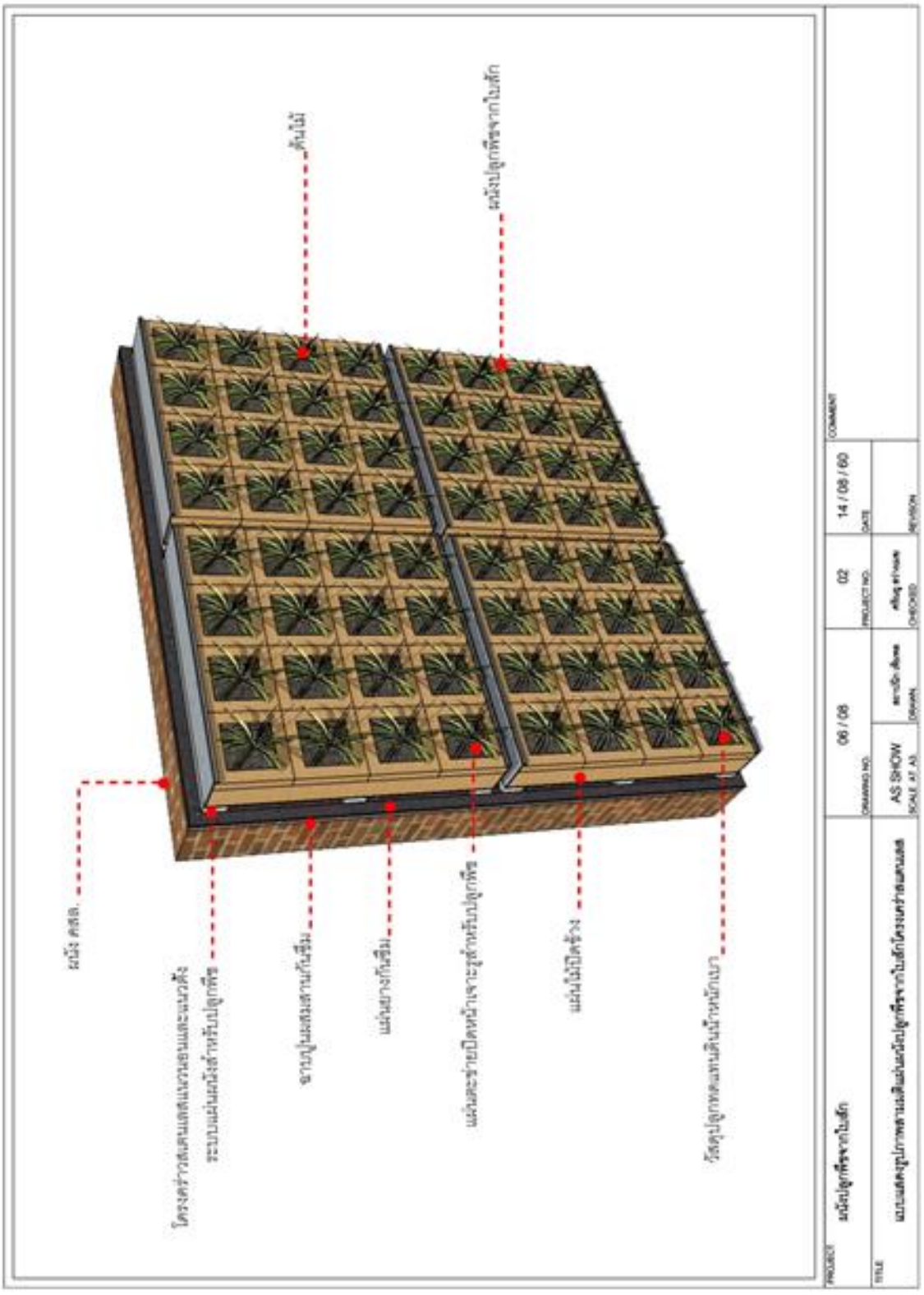
ภาพที่ 3.6 แสดง Detail 1 ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 1



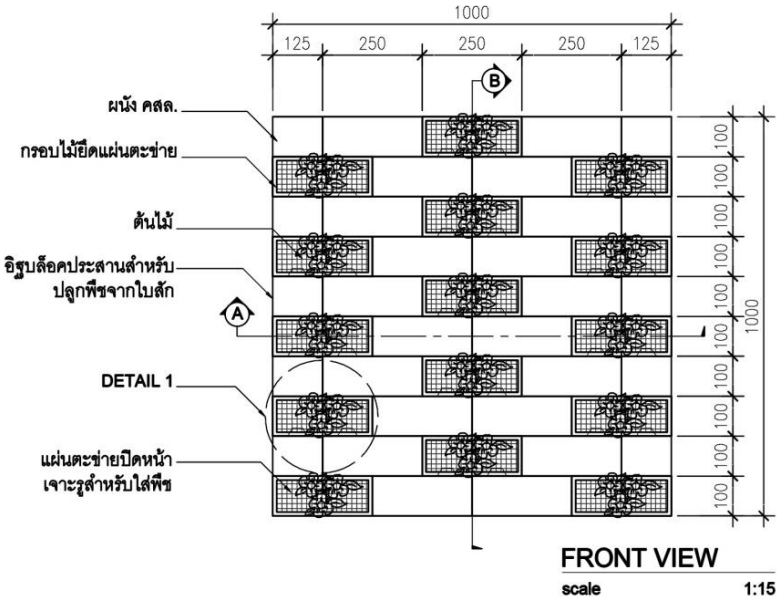
ภาพที่ 3.7 แสดง Detail 2 ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 1



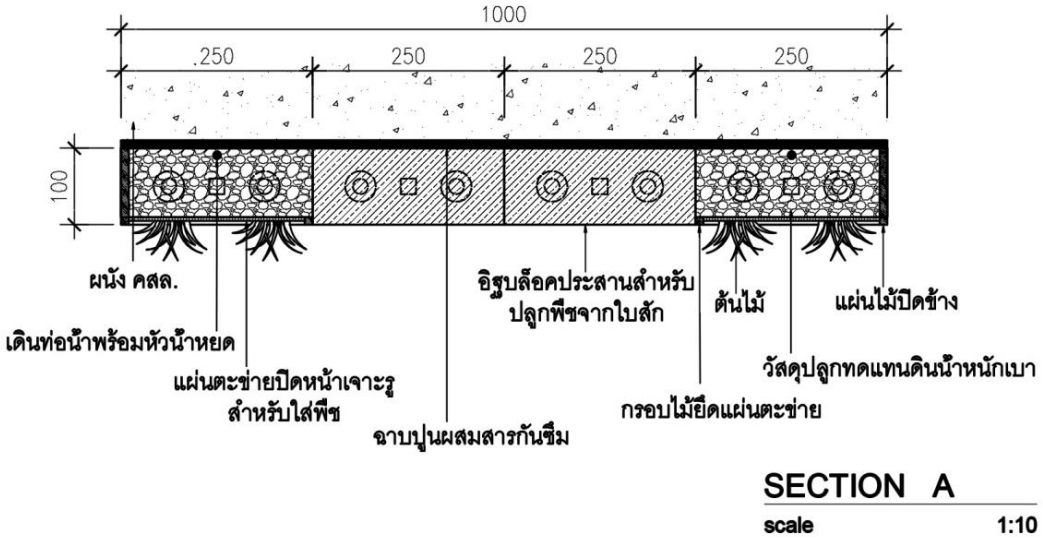
ภาพที่ 3.8 แสดง Detail 3 ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 1



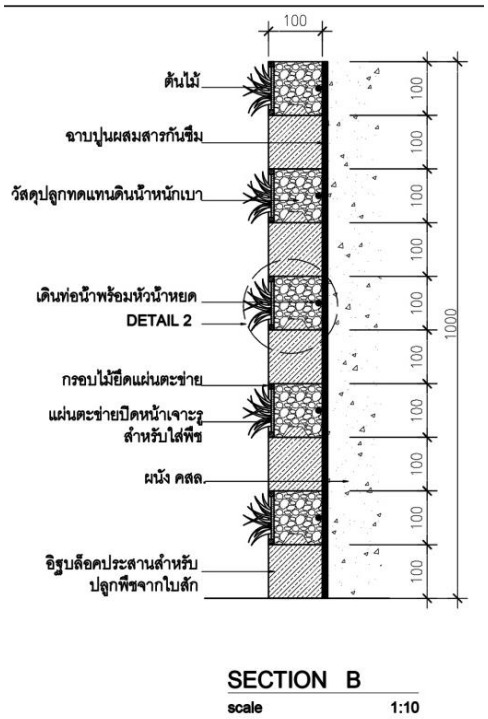
ภาพที่ 3.9 แสดงภาพ Perspective. ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร แบบที่ 1



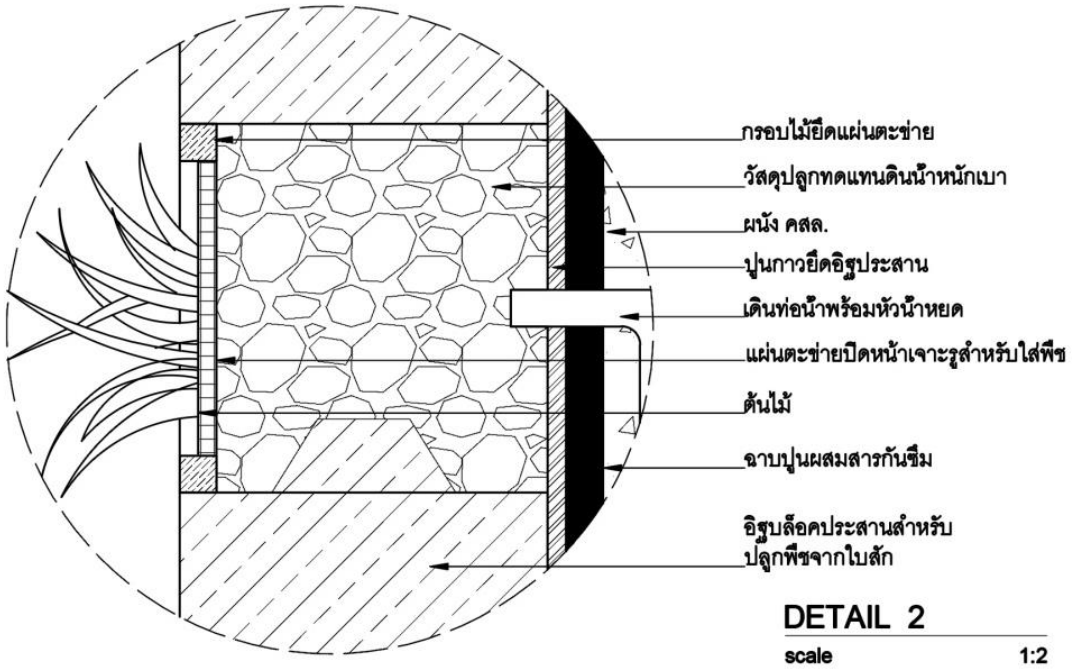
ภาพที่ 3.10 แสดงรูปด้านหน้าของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 2



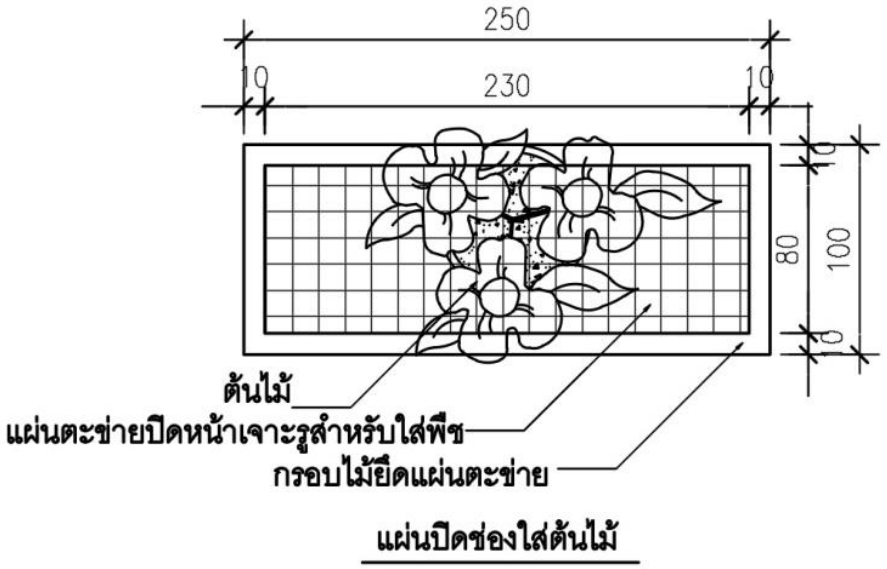
ภาพที่ 3.11 แสดงรูปตัด A ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 2



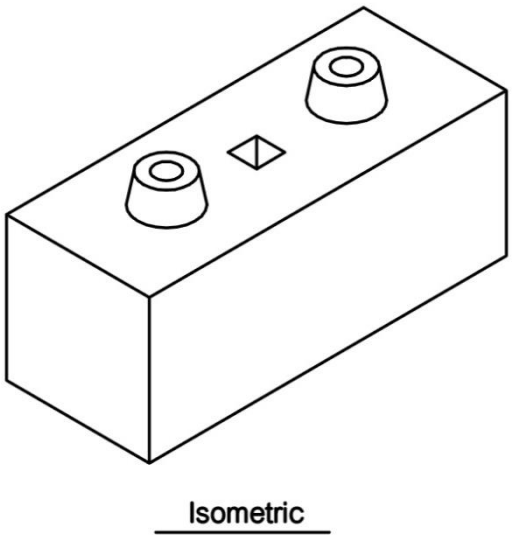
ภาพที่ 3.12 แสดงรูปตัด B ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 2



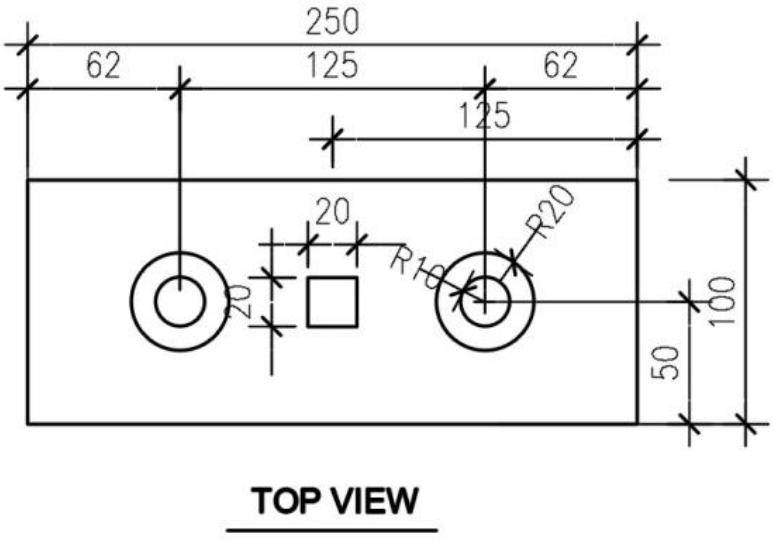
ภาพที่ 3.13 แสดง Detail ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 2



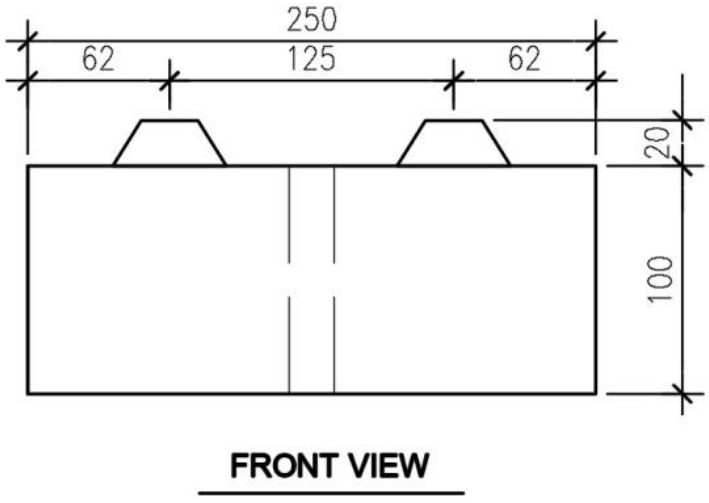
ภาพที่ 3.14 แสดงส่วนขยายของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 2



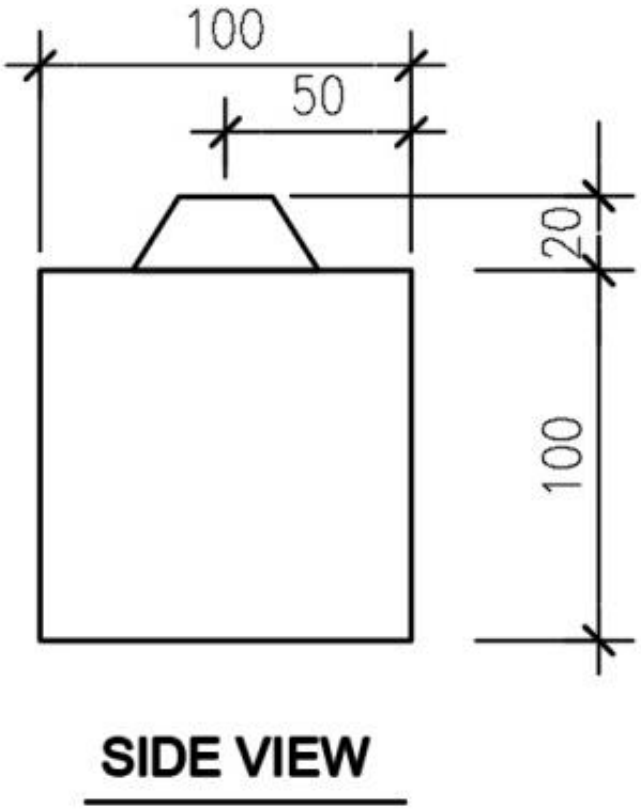
ภาพที่ 3.15 แสดงภาพ Isometric. ส่วนขยายของบล๊อคผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 2



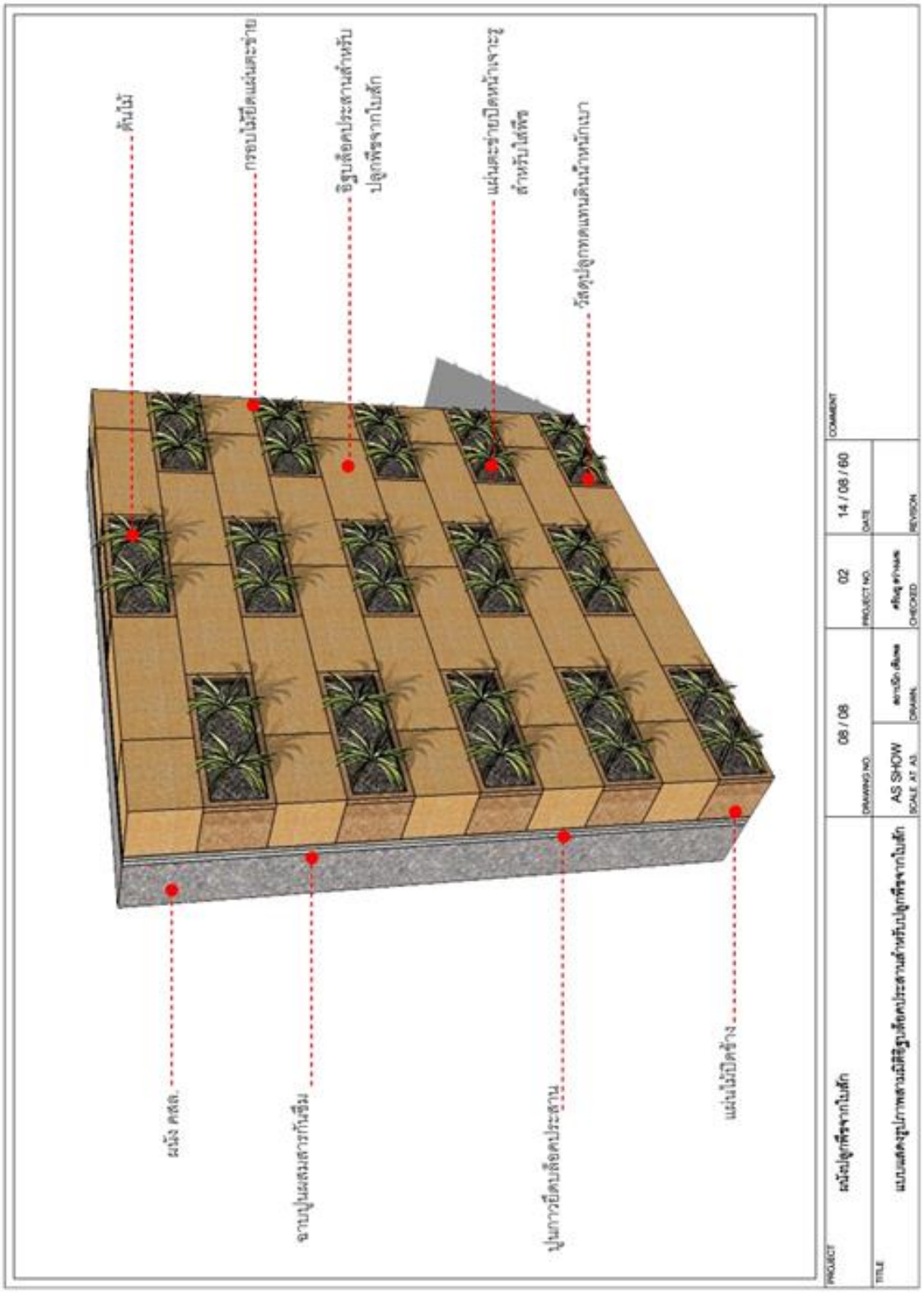
ภาพที่ 3.16 แสดงภาพ Top View. ส่วนขยายของบล๊อคผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 2



ภาพที่ 3.17 แสดงภาพ Front View. ส่วนขยายของบล๊อคผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 2



ภาพที่ 3.18 แสดงภาพ Side View. ส่วนขยายของบล๊อคผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 2



ภาพที่ 3.19 แสดงภาพ Perspective. ส่วนขยายของบล๊อคผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคารแบบที่ 2

บทที่ 4
ผลการทดลองและการวิเคราะห์

4.1 ผลการทดลองและการวิเคราะห์

หลังจากได้ออกแบบผนังปลูกพืชจากใบสัก 2 แบบ ได้ทำแบบสอบถามเพื่อทดสอบหาความพึงพอใจต่อรูปแบบของผนังปลูกพืชจากใบสัก โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกดังนี้ ขนาด สัดส่วนการใช้งาน การขึ้นรูป โดยได้ทำแบบสอบถามจำนวน 100 ชุด ซึ่งมีข้อมูลรายละเอียดของผนังปลูกพืช แปลน รูปด้าน รูปตัด ภาพ Perspectives. ของแบบแต่ละแบบ กำหนดแจกพื้นที่แบบสอบถาม ณ.ชุมชนบ้านเอื้ออาทร เขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นพื้นที่กรณีศึกษา โดยมีการจัดการองค์กรที่มีส่วนร่วมของชาวบ้านในชุมชนที่มีรูปแบบที่พักอาศัยคล้ายกัน ประสพปัญหาในเรื่องอุณหภูมิในอาคารเหมือนกัน ทำให้เลือกใช้สถานที่นี้เป็นกรณีศึกษาเพื่อให้เป็นพื้นที่ศึกษา

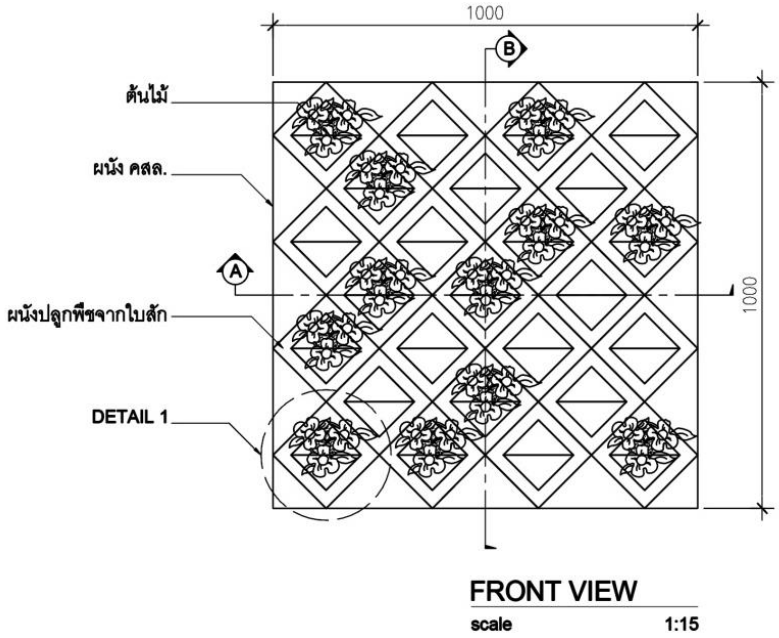
จากผลการทดสอบมีคะแนนจาก 100 แบบสอบถามสรุปได้ดังนี้

1. แบบที่ 1 ได้รับคะแนนความพึงพอใจจำนวน 63 ชุด
2. แบบที่ 2 ได้รับคะแนนความพึงพอใจจำนวน 37 ชุด

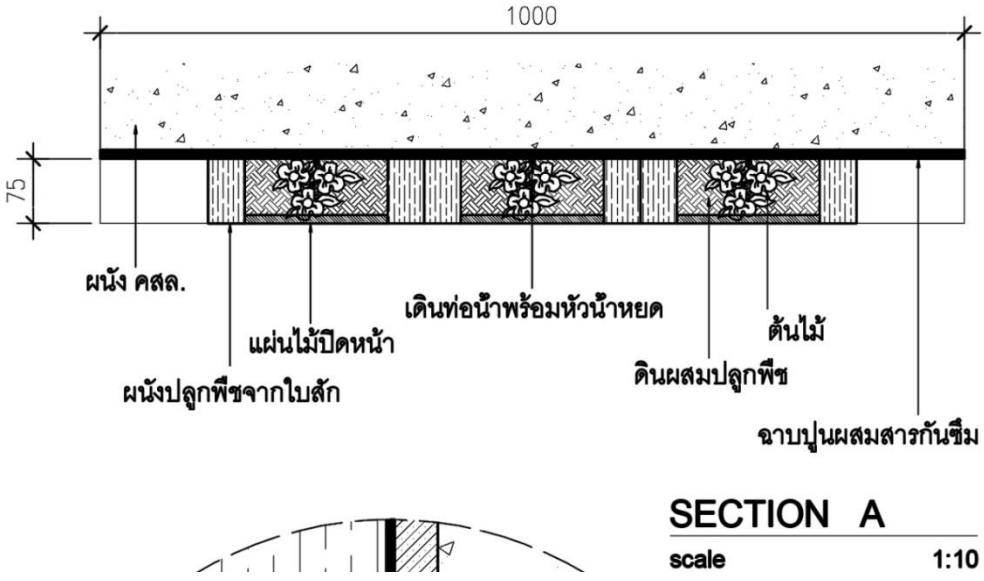
จากผลการทดสอบพบว่าแบบที่ 1 ได้รับความสนใจมากที่สุดและมีสรุปข้อคอมเมนต์ต่างๆเพื่อนำมาปรับปรุงออกมาเป็นต้นแบบอีก 1 ชิ้นเพื่อนำไปทดสอบเปรียบเทียบกับวัสดุอื่น โดยแบ่งออกเป็นหัวข้อได้ดังนี้

1. **รูปแบบของผนังปลูกพืช** ต้องมีความสวยงามมีเส้นสายของชิ้นงานที่น่าสนใจ นำไปใช้ได้กับอาคารทุกประเภท การยึดติดตั้งสะดวกได้มาตรฐาน
2. **ขนาด** ขนาดที่เหมาะสมอยู่ที่ประมาณ 1.20 x 1.20 เมตร เท่ากับหน้ากว้างของวัสดุก่อสร้างที่มีจำหน่ายในท้องตลาด
3. **ระบบการจ่ายน้ำ** ระบบการจ่ายน้ำควรเป็นชนิด Down Feed. เพื่อการใช้น้ำที่คุ้มค่า มีที่เก็บน้ำล้นเพื่อนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ และประหยัดในการเดินท่อโดยใช้ระบบน้ำล้น

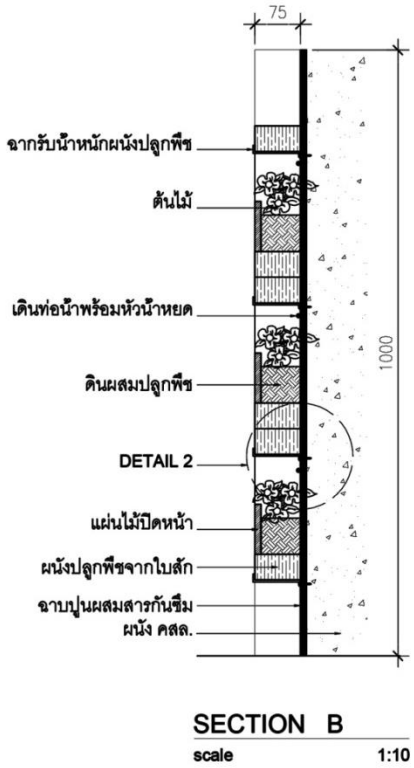
4.2 ผลการออกแบบปรับปรุงหลังการทดลองและการวิเคราะห์



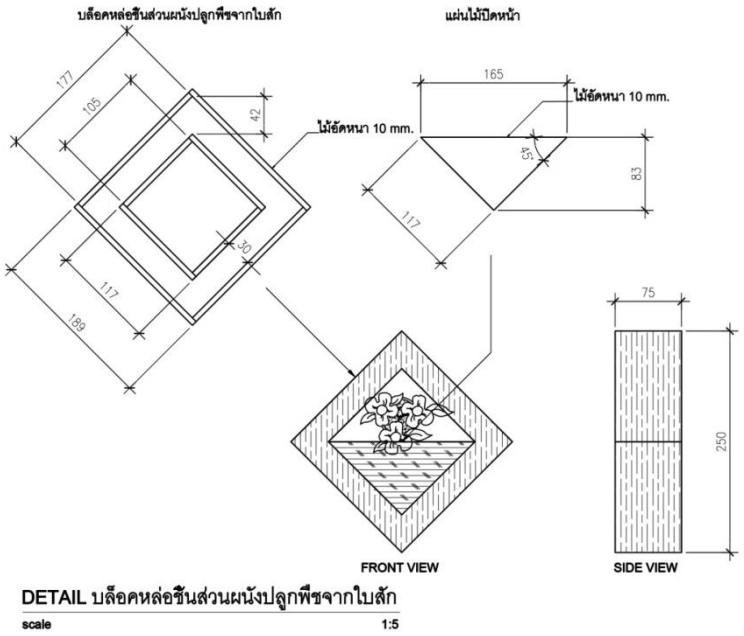
ภาพที่ 4.1 แสดงรูปด้านหน้าของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร



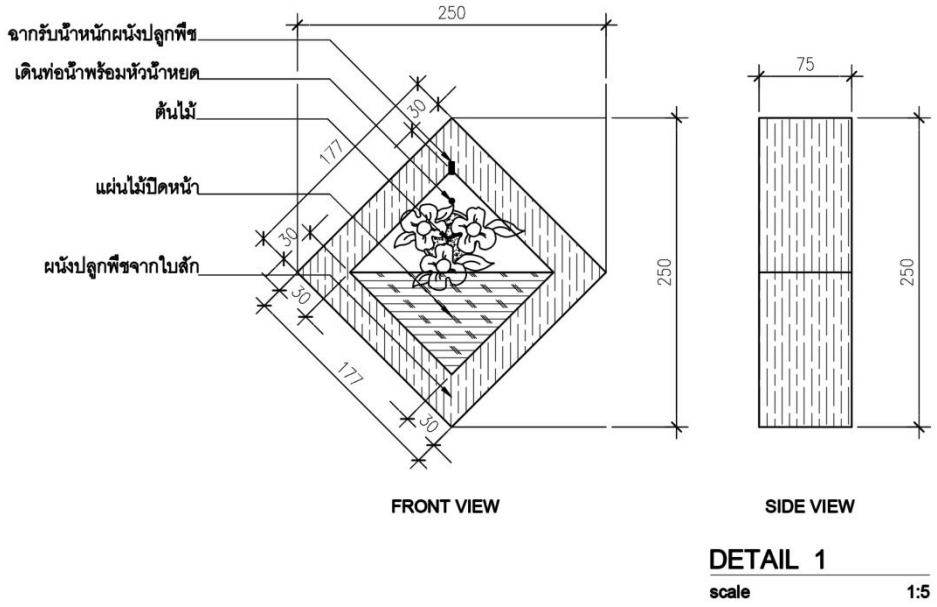
ภาพที่ 4.2 แสดงรูปตัด A ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร



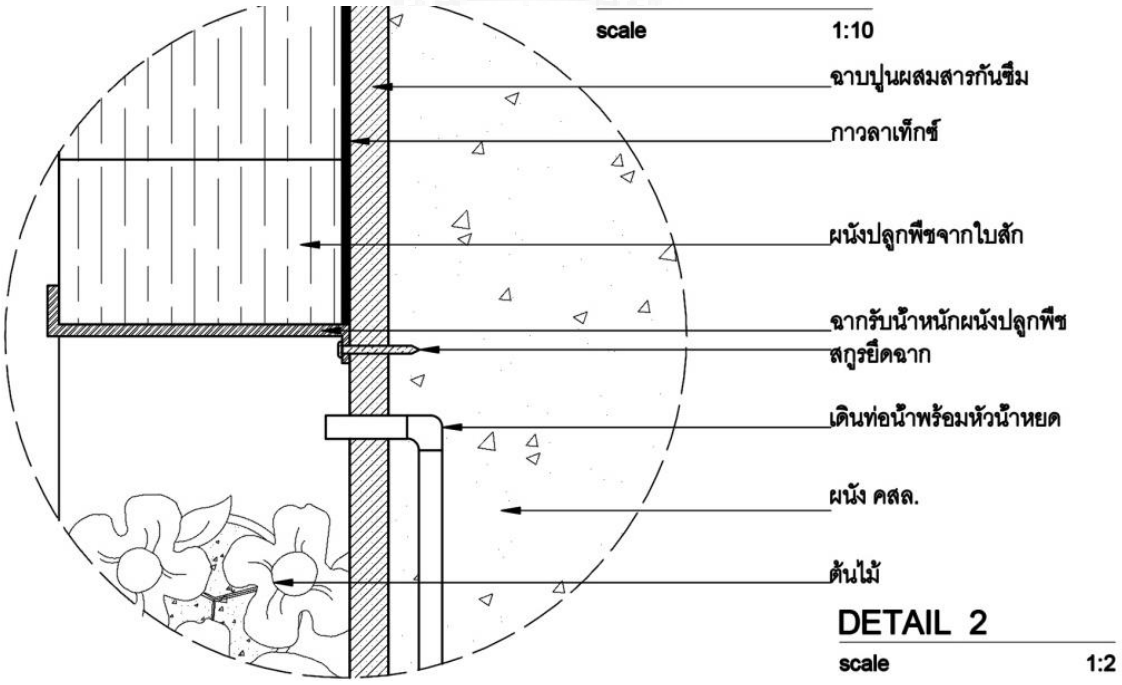
ภาพที่ 4.3 แสดงรูปตัด B ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร



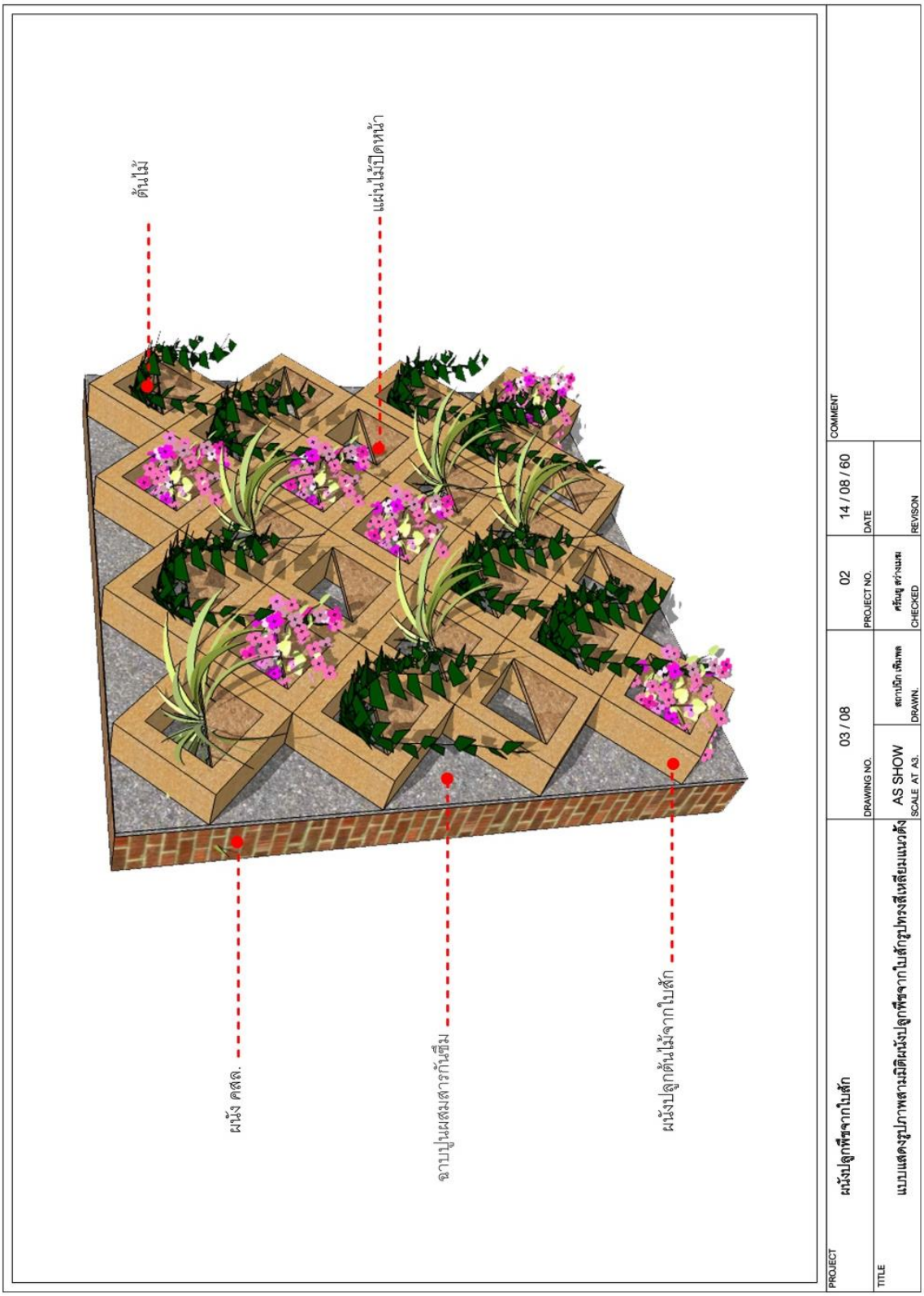
ภาพที่ 4.4 แสดง Detail ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร



ภาพที่ 4.5 แสดง Detail 1 ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร



ภาพที่ 4.6 แสดง Detail 2 ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร



ภาพที่ 4.7 แสดงภาพ Perspective ของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร

ภาพที่ 4.8 แสดงภาพระดับการย่อยของใบสักในการทำของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร

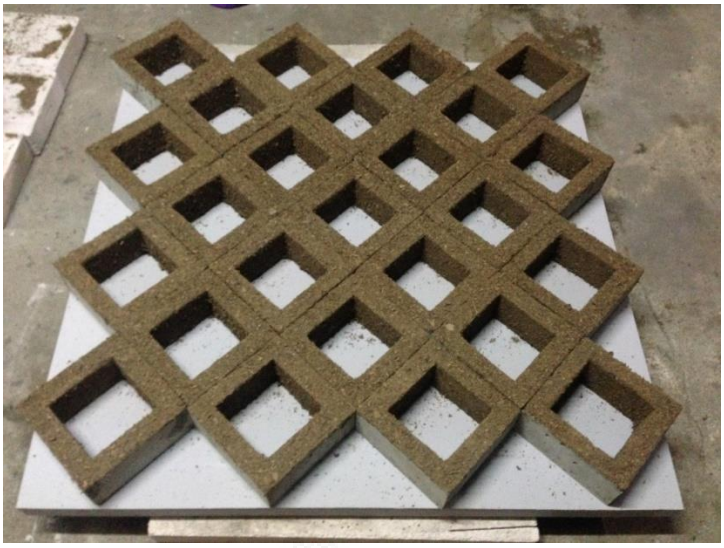
ภาพที่ 4.9 แสดงภาพการย่อยของใบสักในการทำของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร

ภาพที่ 4.10 แสดงภาพการขึ้นรูปของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร

ภาพที่ 4.11 แสดงภาพการขึ้นบล๊อคของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร

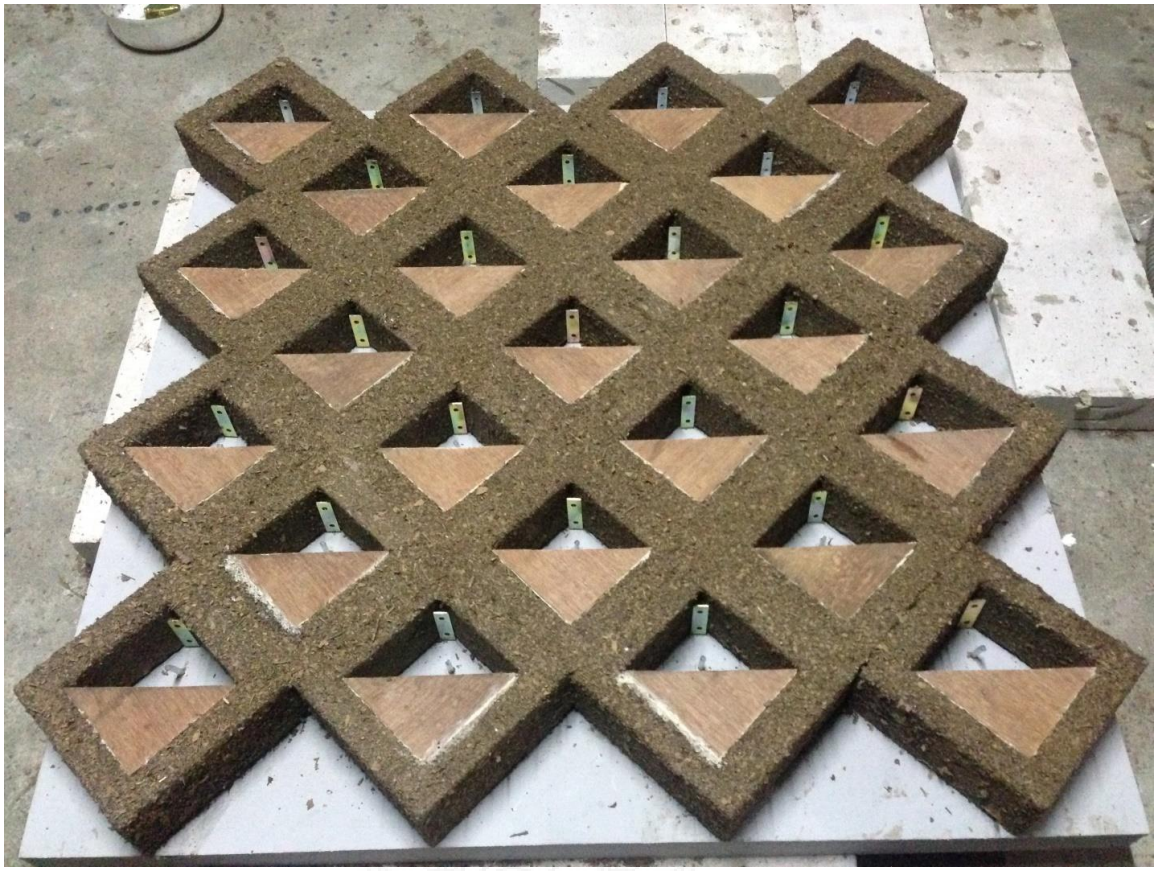
ภาพที่ 4.12 แสดงภาพการขึ้นประกอบบล๊อคของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร

ภาพที่ 4.13 แสดงภาพการอัดส่วนผสมใบสักกับวัสดุประสานลงในบล็อกของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร



ภาพที่ 4.14 แสดงภาพการประกอบบล๊อคของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร

ภาพที่ 4.15 แสดงภาพการยึดประกอบติดกับผนังของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร



ภาพที่ 4.16 แสดงภาพโมเดลต้นแบบของผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร

จากการบันทึกข้อมูลเพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์และประเมินผล เพื่อนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังปลูกพืชนี้ได้ทำการบันทึกข้อมูลจากกล่องทดลอง 2 กล่องมีการแสดงผลการทดลอง 4 กรณีศึกษา ประกอบด้วย กรณีที่ 1 กรุผนังปลูกพืชจากใบสัก ระหว่างวันที่ 13 พฤษภาคม 2558 เวลา 00.00 น. ถึง 19 พฤษภาคม 2558 เวลา 23.45 น. กรณีที่ 2 กรุผนังสองชั้นจากอิฐดินเผา ระหว่างวันที่ 21-27 พฤษภาคม 2559 กรณีที่ 3 กรุผนังจากแผ่นฉนวนกันความร้อน ระหว่างวันที่ 21-27 พฤษภาคม 2559 กรณีที่ 4 กรุผนังปลูกพืชจากใบสักพร้อมปลูกพืช 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 กรุผนังปลูกพืชจากใบสัก (14 พฤษภาคม 2559)

จากการทดลองกรณีที่ 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 ซึ่งใกล้กับผนังทึบได้รับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์น้อยกว่าจึงมีอุณหภูมิต่ำกว่า 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 ซึ่งใกล้กับผนังทึบได้รับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์น้อยกว่าจึงมีอุณหภูมิต่ำกว่า 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 ซึ่งเป็นตำแหน่งหลังมูลี่ไม่ใกล้หน้าต่างและรับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์ จึงมีอุณหภูมิใกล้เคียงกันในขณะที่จุด 4 ซึ่งใกล้กับผนังทึบได้รับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์น้อยกว่าจึงมีอุณหภูมิต่ำกว่า เวลา 14.00 - 15.00 น. มีฝนทำให้อุณหภูมิภายในกล่องสูงกว่าภายนอกและกลับมาใกล้เคียงกันใน 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 จะเห็นได้ว่าที่จุด 1 ถึง 3 ซึ่งเป็นตำแหน่งผ้าม่านใกล้หน้าต่างและรับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์ จึงมีอุณหภูมิใกล้เคียงกันในขณะที่จุด 4 ซึ่งใกล้กับผนังทึบได้รับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์น้อยกว่าจึงมีอุณหภูมิต่ำกว่า 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) ปิดหน้าต่างกระจกมีและไม่มีผนังปลูกพืช 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) ปิดหน้าต่างกระจกมีและผนังปลูกพืช 14 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 4.17 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ Receptor ทั้ง 5 ตัว และหัวเซนเซอร์

4.4 พิจารณาเปรียบเทียบระหว่างกล่องทดลองในแต่ละกรณีศึกษา

กรณีศึกษาที่ 1 กรุผนังปลูกพืชจากใบสักพร้อมปลูก (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 ซึ่งเมื่อมีผนังไม้ไผ่ป้องกันไม่ให้ภายในอาคารรับรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยตรง และกักเก็บความร้อนไว้ทำให้อุณหภูมิอากาศในช่องว่างระหว่างผนังไม้ไผ่กับหน้าต่างกระจกอาคาร สูงกว่าอุณหภูมิภายในอาคาร ในทางกลับกันในเวลากลางคืนอุณหภูมิในช่องว่างระหว่างผนังไม้ไผ่กับหน้าต่างกระจกอาคาร จะต่ำกว่าอุณหภูมิภายในกล่อง เนื่องจากอากาศในบริเวณนี้เกิดการถ่ายเทความร้อนออกสู่ภายนอก ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าได้มากกว่าอากาศภายในกล่องซึ่งมีผนังไม้ไผ่กั้นอยู่ 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

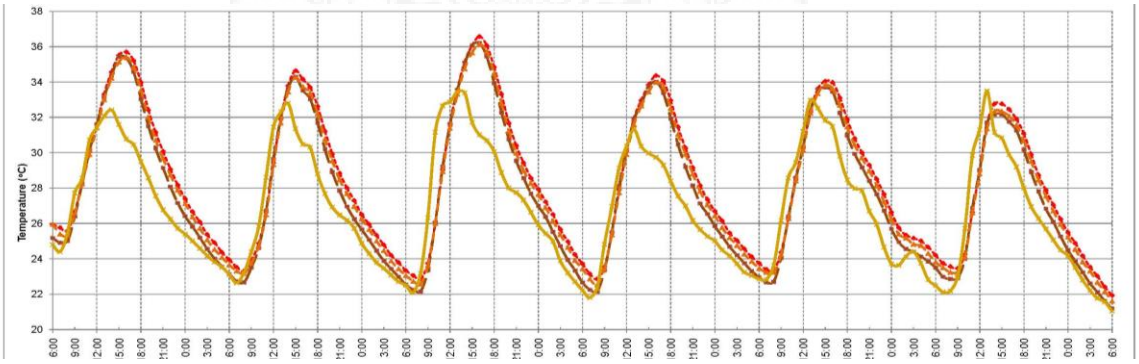
กรณีศึกษาที่ 3 กรุผนังจากแผ่นฉนวนกันความร้อน (22 มิถุนายน 2559)

ในกรณีที่เป็นการเปรียบเทียบคุณสมบัติของผนังไม้ไผ่กับมูลี่ไม้ (ปิดหมด) 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 ซึ่งอยู่หลังมูลี่ไม้ (ปิดหมด) และจุดที่ 7 ซึ่งอยู่หลังผนังไม้ไผ่ มีอุณหภูมิใกล้เคียงกันตลอดทั้งวัน ส่วนในตอนกลางคืนมีลักษณะใกล้เคียงกับกลางวัน ซึ่งทั้งผนังไม้ไผ่มูลี่ ไม้ทำหน้าที่เป็นตัวกันไม่ให้รังสีดวงอาทิตย์เข้ามาภายในอาคารโดยตรงเหมือนกัน แต่ผนังไม้ไผ่มีการกักเก็บความร้อนไว้ทำให้อุณหภูมิในช่องว่างอากาศสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกและภายใน ช่วงเวลากลางวันในทางกลับกัน กลางคืนอุณหภูมิในช่องว่างอากาศจะต่ำกว่าอุณหภูมิภายในกล่องและใกล้เคียงกับอากาศภายนอก เนื่องจากการเปิดหน้าต่างในเวลา 18.00 น.

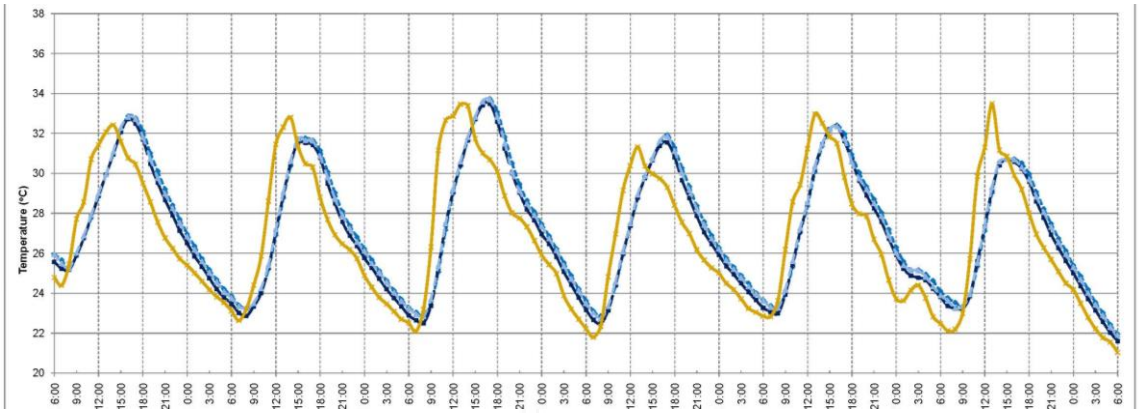
กรณีศึกษาที่ 4 กรุผนังปลูกพืชจากใบสัก (25 มิถุนายน 2559)

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 ซึ่งอยู่หลังผ้าม่านกับจุดที่ 7 ซึ่งอยู่หลังผนังไม้ไผ่มีอุณหภูมิใกล้เคียงกันตลอดทั้งวัน มีพฤติกรรมคล้ายคลึงกับกรณีศึกษาที่ 3 เป็นเหตุผลเดียวกันกับผนังไม้ไผ่ มูลี่ไม้ (ปิดหมด) และผ้าม่าน ทำหน้าที่เป็นตัวกันไม้ไผ่รังสีดวงอาทิตย์เข้ามาภายในอาคารโดยตรงเหมือนกัน

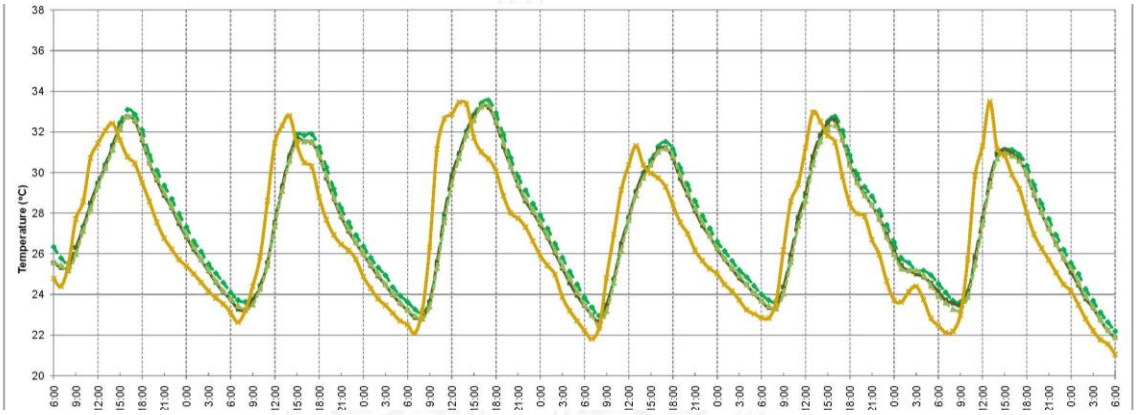
1) ค่าอุณหภูมิเปรียบเทียบทั้ง 4 กล่องทดสอบแบบต่อเนื่อง 6 วัน (7 พ.ค. 59 - 12 พ.ค. 59)



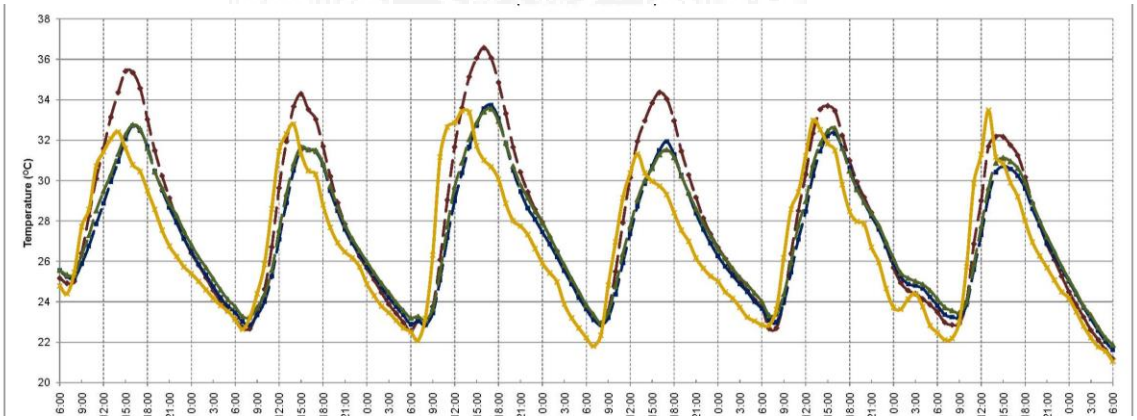
ภาพที่ 4.18 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 1 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค.59 - 12 พ.ค.59



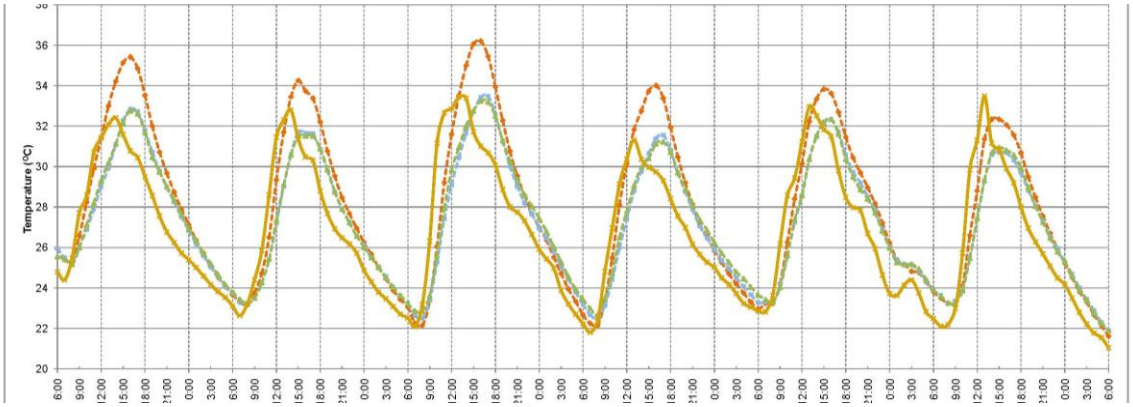
ภาพที่ 4.19 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 2 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค.59 - 12 พ.ค.59



ภาพที่ 4.20 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 3 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค.59 - 12 พ.ค.59



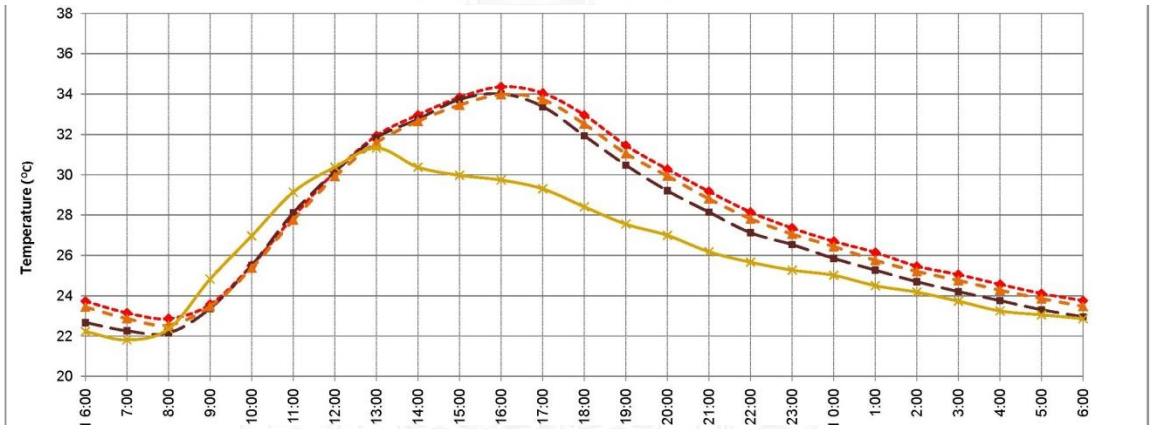
ภาพที่ 4.21 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 4 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค.58 - 12 พ.ค.58



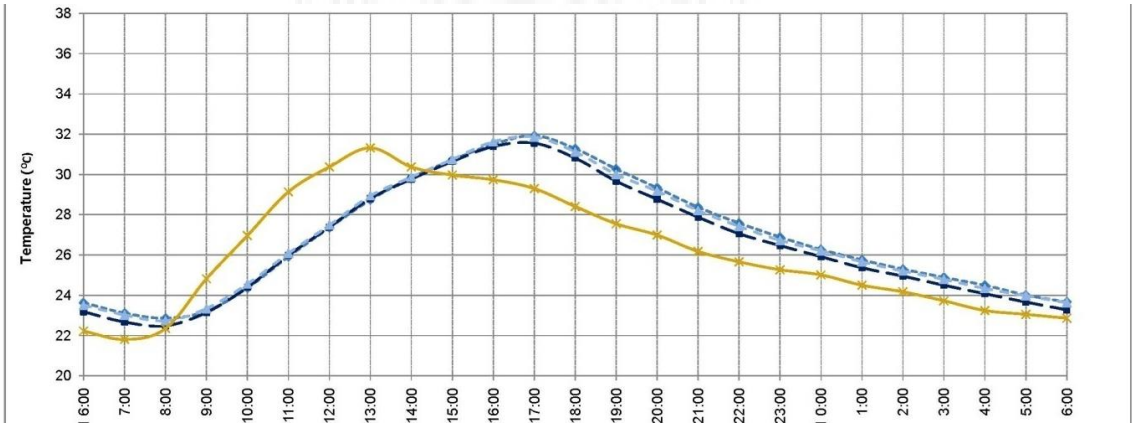
ภาพที่ 4.22 แสดงแผนภูมิการเปรียบเทียบข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบทั้ง 4 กล่อง ที่ตำแหน่งด้านล่าง (Tb) ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค.58 - 12 พ.ค.58

2) ค่าอุณหภูมิเปรียบเทียบทั้ง 4 กล่องทดสอบ แสดงใน 1 วัน

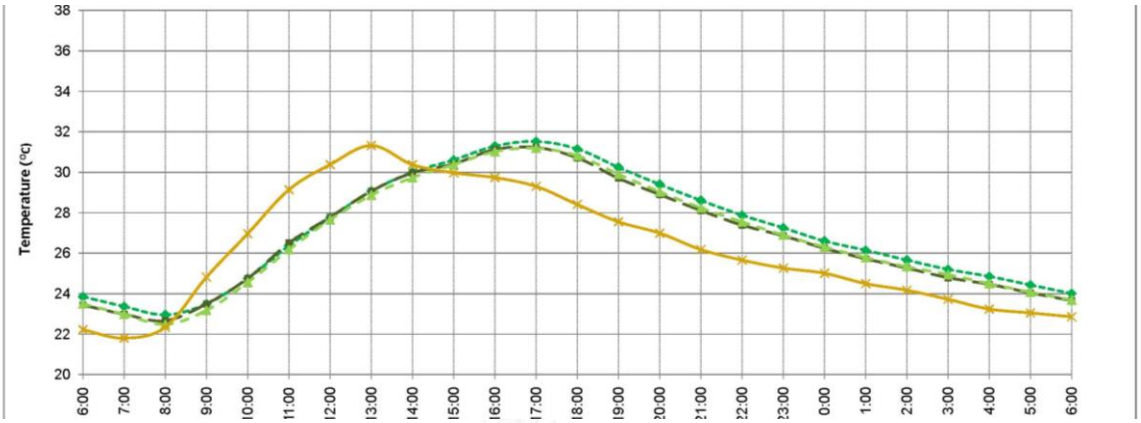
เพื่อให้เห็นความชัดเจนในการวิเคราะห์ จึงนำผลของค่าอุณหภูมิที่เลือกมาแสดงใน 1 วัน คือ วันที่ 10 พ.ค. 59



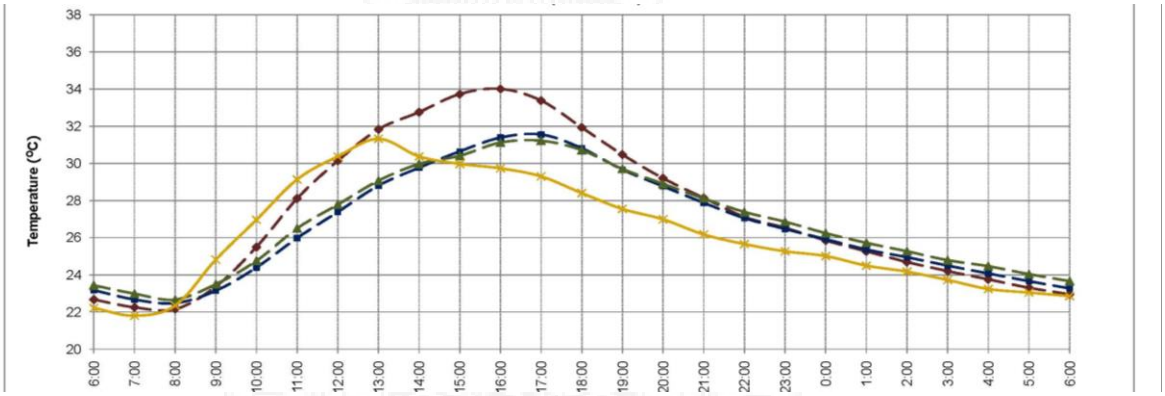
ภาพที่ 4.23 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 1 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในวันที่ 10 พ.ค. 59



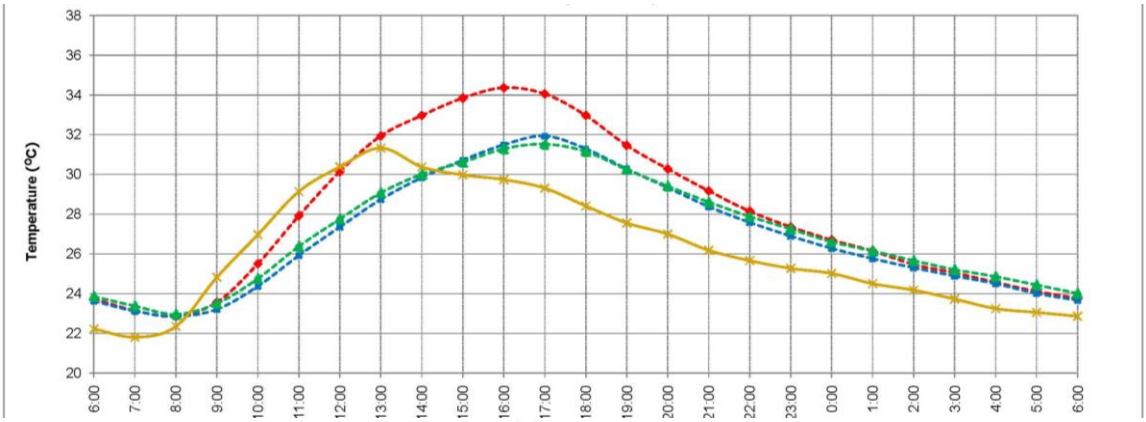
ภาพที่ 4.24 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 2 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในวันที่ 10 พ.ค. 59



ภาพที่ 4.25 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 3 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในวันที่ 10 พ.ค. 59



ภาพที่ 4.26 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 4 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในวันที่ 10 พ.ค. 59



ภาพที่ 4.27 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 5 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในวันที่ 10 พ.ค. 59

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

จากการวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย “ผนังปลูกพืชจากใบสักเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร” สามารถสรุปได้ว่า

1. ผนังทดสอบที่มีพืชปกคลุมทำให้อุณหภูมิต่ำกว่าผนังชนิดอื่นทุกกรณี
2. ผนังทดสอบที่ต่างชนิดกันทำให้อุณหภูมิภายในและภายนอกแตกต่างกัน
3. อิทธิพลการแผ่รังสีดวงอาทิตย์มีผลทำให้อุณหภูมิผนังทดสอบแปรผันตามปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับ โดยสังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมิผนังภายในและภายนอกตามช่วงเวลาที่แปรผันตามกัน
4. พิจารณาพฤติกรรมการส่งผ่านความร้อนแต่ละกรณีสรุปได้ว่า

- กรณีที่ 1 เมื่อพิจารณาจากอุณหภูมิภายนอกและภายในแสดงถึงประสิทธิภาพการหน่วงความร้อนมาก โดยแม้ว่ามีอุณหภูมิตั้งต้นของผนังภายนอกสูง แต่มีคุณสมบัติการหน่วงความร้อนได้ดีทำให้อุณหภูมิภายในสูง
- กรณีที่ 2 เมื่อพิจารณาจากอุณหภูมิภายนอกและภายในแสดงถึงประสิทธิภาพการหน่วงความร้อนมากที่สุด โดยแม้ว่ามีอุณหภูมิตั้งต้นของผนังภายนอกสูงสุด แต่มีคุณสมบัติการถ่ายเทความร้อนได้ดีทำให้อุณหภูมิภายในสูงที่สุด
- กรณีที่ 3 เมื่อพิจารณาจากอุณหภูมิภายนอกและภายในแสดงถึงประสิทธิภาพการหน่วงความร้อนน้อยที่สุด โดยแม้ว่ามีอุณหภูมิตั้งต้นของผนังภายนอกน้อย แต่มีคุณสมบัติการถ่ายเทความร้อนได้ดีทำให้อุณหภูมิภายในสูง
- กรณีที่ 4 เมื่อพิจารณาจากอุณหภูมิภายนอกและภายในแสดงถึงประสิทธิภาพการหน่วงความร้อนน้อยโดยมีพืชปกคลุม โดยมีอุณหภูมิตั้งต้นของผนังภายนอกน้อย แต่มีคุณสมบัติการถ่ายเทความร้อนน้อยตามไปด้วยทำให้อุณหภูมิภายในต่ำที่สุด

5. การใช้พืชปกป้องผนังเพื่อกันความร้อนโดยให้ผนังอยู่ใต้ร่มเงาของพืชช่วยป้องกันรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง แต่ยังได้รับการแผ่รังสีความร้อนผ่านใบ โดยใบไม้เป็นตัวแปรสภาพความร้อนให้เย็นลงโดยการระเหยน้ำของใบไม้ พืชบนผนังจะทำหน้าที่ดูดน้ำภายในมาระเหยสู่ภายนอก ทำให้อุณหภูมิผนังต้นไม้เย็นลง และเมื่อผนวกกับกระแสลมที่ผ่านผนังกะจะพัดพาอากาศร้อนใต้ใบและปริมาณไอน้ำจากกระบวนการคายน้ำของพืช ทำให้การคายความร้อนจากผนังต้นไม้สู่สภาพแวดล้อมทำได้ดีขึ้น ส่งผลให้อุณหภูมิภายในลดลง

6. การปลูกพืชบนผนังเปรียบเสมือนการใช้แผงบังเงาบนผนังเพื่อป้องกันรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ ยิ่งมีพื้นที่บังเงามากก็จะป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ได้มาก แต่ผลการวิจัยพบว่าระยะของพื้นที่ใต้ใบก็จะมีพื้นที่ฉนวนอากาศป้องกันการส่งผ่านความร้อนสู่ผนังได้ดีขึ้น โดยขึ้นอยู่กับปัจจัยกระแสลมที่ช่วยกันนำความร้อนใต้ใบออกไป ซึ่งจะช่วยลดอุณหภูมิผนังปลูกพืชได้มากยิ่งขึ้น

5.2 การนำผลการวิจัยไปประยุกต์ในการออกแบบ

1. การใช้ผนังต้นไม้ช่วยลดความแตกต่างของอุณหภูมิผนังอาคารได้ และลดอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์ลงได้

2. การเลือกใช้พืชพันธุ์ที่มีพฤติกรรมการหน่วงความร้อนที่เหมาะสมกับการใช้กับอาคารจากพื้นที่การบังใบและลักษณะกายภาพของพืชพันธุ์

3. การควบคุมปริมาณน้ำให้สัมพันธ์กับอัตราการคายน้ำของพืชทำให้เกิดการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพและลดความชื้นสะสมในผนังปลูกพืช

4. ในการนำไปใช้อาจเพิ่มปริมาณใบสักเพื่อลดน้ำหนักในการรับน้ำหนักของผนังอาคาร และเพิ่มปริมาณสารอาหารชดเชยใช้ปุ๋ยที่ละลายในน้ำจ่ายเข้าท่อจ่ายน้ำแทน

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ควรทำการทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันความชื้น โดยมีการออกแบบผนังชั้นในที่มีการป้องกันความชื้นสู่อาคาร

2. การออกแบบผนังปลูกพืชสามารถนำน้ำใช้แล้วแต่มีการปนเปื้อนน้อย เช่น น้ำจากท่อแอร์ น้ำซักผ้าน้ำสุดท้าย น้ำถูบ้าน จะเพิ่มการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

3. การออกแบบผนังปลูกพืชควรคำนึงถึงการใช้งานในฤดูฝน ควรมีวิธีการจัดการน้ำส่วนที่เกินออกจากระบบทำให้เดความชื้นและมีน้ำหนักสะสมมากมีผลต่อการรับน้ำหนักขององค์อาคาร ควรมีการออกแบบ Detail. พิเศษในการแก้ปัญหาจุดนี้

เอกสารอ้างอิง

พันทวี มาไพโรจน์. 2529. **การสังเคราะห์แสงและการหายใจ.** เอกสารวิชาการภาควิชาชีววิทยา. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พาสินี และคณะ. 2551. **สมรรถนะการป้องกันความร้อนของแผงกันแดดไม้เลื้อยในสภาพแวดล้อมเขตร้อนชื้น**. วารสารพลังงาน (Journal of Energy) ฉบับที่ 9.

รศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เศรษฐมันตร์ กาญจนกุล. 2551. **ร้อยพันไม้เลื้อยแสนสวย.** สำนักพิมพ์เศรษฐศิลป์. กรุงเทพมหานคร.

สมสิทธิ์ นิตยะ. 2541. **การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศร้อนชื้น**. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

สุดสวาท ศรีสถาปัตย์. 2545. **การออกแบบวัสดุพืชพันธุ์และการประหยัดพลังงาน**. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร.

สุนทร บุญญาธิการ. 2542. **เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า**. สำนักพิมพ์พร๊อพเพอร์ตี้มาร์เก็ต 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 lnterior 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.

Olgyay, A., and V. Olgyay. 1957. Solar Control and Shading Devices. Princeton, NJ : Princeton University Press.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Sandififer, 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 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) หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (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 สถ.ม. (นวัตกรรมอาคาร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2550 สถ.บ. (สถาปัตยกรรม) มหาวิทยาลัยศรีปทุม
6) สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
สาขาวิชาการ วัสดุและการก่อสร้าง
กลุ่มวิชา สถาปัตยกรรม
7) ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

1) ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : -
2) หัวหน้าโครงการวิจัย : -
3) งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : แนวทางการออกแบบบ้านพักผู้ประสพภัยจากตู้คอนเทนเนอร์ที่ใช้แล้ว
4) งานวิจัยที่กำลังทำ : ปี 2558 หัวหน้าโครงการวิจัยการศึกษาและออกแบบผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (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) หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก 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 โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย เป็นต้น

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : -
7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : -
7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :
7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ :