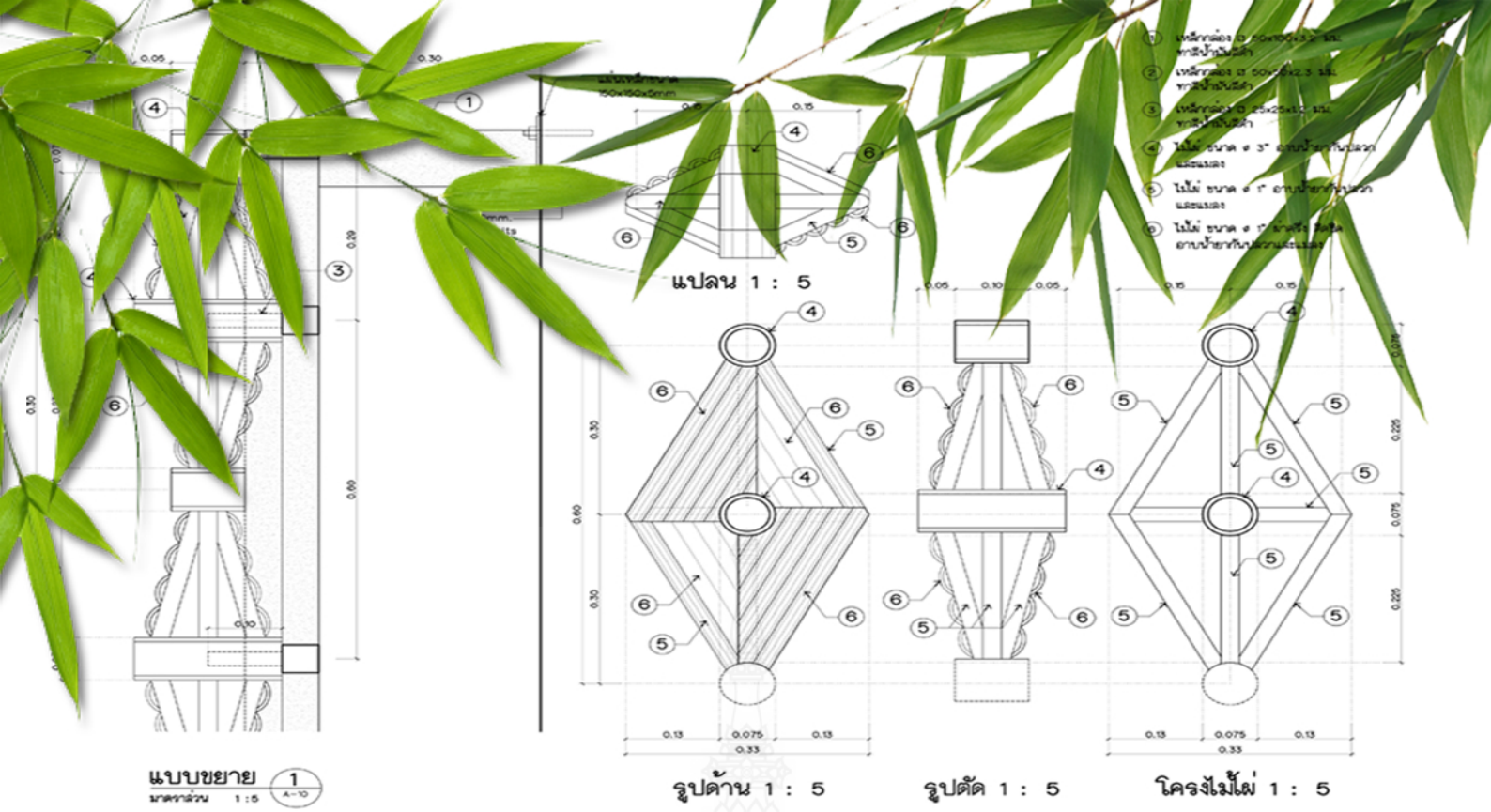


การศึกษาและออกแบบผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่)

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

ศรัณยู สว่างเมฆ
ชูเกียรติ อนันต์เวทยานนท์
ธัญญธร อินทร์ท่าจาง

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

การศึกษาและออกแบบผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่)

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

.

นายศรัณยู สว่างเมฆ

นายชูเกียรติ อนันต์เวทยานนท์

นางสาวธัญญธร อินทร์ท่าฉาง

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ปีงบประมาณ 2558

การศึกษาและออกแบบผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่)

.

นายศรัณยู สว่างเมฆ

นายชูเกียรติ อนันต์เวทยานนท์

นางสาวธัญญธร อินทร์ท่าฉาง

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่องานวิจัย : การศึกษาและออกแบบผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่)

ชื่อผู้วิจัย : นายศรัณยู สว่างเมฆ ,นายชูเกียรติ อนันต์เวทยานนท์ , นางสาวธัญญธร อินทร์ท่าฉาง

ปีพุทธศักราช : 2558

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อออกแบบพัฒนาผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่) เพื่อลดการแผ่รังสีความร้อนเข้ามาภายในอาคาร ลดต้นทุนการก่อสร้างโดยใช้วัสดุจากธรรมชาติที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น และสามารถลดค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานในการปรับสภาวะภายในที่พักอาศัยให้เกิดภาวะน่าสบายขึ้นได้

จากผลการออกแบบได้เสนอรูปแบบผนังสองชั้นไว้ 3 แบบแล้วนำมาทดสอบการส่องผ่านของดวงอาทิตย์ และเลือกรูปแบบที่เหมาะสมนำมาทดสอบด้านอุณหภูมิกับวัสดุอื่นๆอีก 5 แบบ โดยผลที่ได้จากการทดลองพบว่า ในตอนกลางวัน ทั้งกรณีที่ 1, กรณีที่ 2, กรณีที่ 4, กรณีที่ 5, อุณหภูมิภายในกล่องต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกในช่วงอุณหภูมิขึ้นสูงสุด โดยเฉพาะในกรณีที่ 5 อุณหภูมิภายในกล่องต่ำสุดกว่าทุกกรณีเนื่องจากที่มีพื้นที่ว่างระหว่างผนัง 2 ชั้นเพื่อหน่วงความร้อน แต่ในการวิจัยนี้ทำการทดสอบวัสดุผนังสองชั้นที่ยึดติดกับตัวอาคารภายนอกเป็นสำคัญ ทำให้ผนังที่ติดตั้งผนังสองชั้นไม้ไผ่ในระบบเปิดหน้าต่างมีอุณหภูมิต่ำกว่าทุกกรณี

_____

(นายศรัณยู สว่างเมฆ)

ลายมือชื่อผู้วิจัย

_____

(นายชูเกียรติ อนันตเวทยานนท์)

ลายมือชื่อผู้วิจัย

_____

(นางสาวธัญญธร อินทร์ท่าฉาง)

ลายมือชื่อผู้วิจัย

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

Author : Saranyoo Sawangmake , Chukiat Ananwettayanon , Tanyatorn Intachang

2015

The purpose of this study is design to develop double-walled design of natural materials (bamboo) to reduce radiant heat into the building. Reduce construction costs by using natural materials that are readily available locally. And can reduce the cost of energy use in the residential conditions occurring prior to cozy up to.

The results of the double-walled design forms the third and then put to the test transmission of the sun. And select the appropriate model to test the temperature of the material other five by the results of the experiment showed that during the day as the first, the second, the fourth, the fifth, the temperature inside the box. The outside temperature is lower than the highest temperature. Especially in the case of five minimum temperature inside the box than any event since the space between two walls of floor to localized heat. But in this study tested the two-story wall material that attaches to the outside of the building is important. Wall mounted double-walled bamboo in the open with temperatures under all circumstances.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(2)
สารบัญ	(3)
สารบัญภาพ	(6)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 วิธีการดำเนินวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของต้นไม้	4
2.1.1 ตระกูลพืช	4
2.1.2 ชนิดของพันธ์ไม้	4
2.1.3 คุณลักษณะพิเศษของ “ไผ่”	5
2.1.4 ชนิดของไม้ไผ่ที่ใช้ในการก่อสร้าง	6
2.1.5 การทำให้ไม้ไผ่คงทน	7
2.2 ไม้ไผ่กับงานสถาปัตยกรรม	8
2.2.1 สถาปัตยกรรมที่ทำจากไม้ไผ่	9
2.2.2 ไม้ไผ่กับงานสถาปัตยกรรมร่วมสมัย	9
2.3 ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อน	10
2.3.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนของผนัง	10
2.3.2 การถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุโปร่งใส	11
2.3.3 การไหลของอากาศในช่องผนัง	12

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับการระบายอากาศ	13
2.4.1 กระแสลม	13
2.4.2 ลักษณะของช่องเปิด	15
2.4.3 รูปแบบการไหลของกระแสลม (Air Flow pattern)	17
2.5 การทำผนัง 2 ชั้นที่มีช่องอากาศ	19
2.6 ทฤษฎีผนังปล่องรังสีอาทิตย์	20
2.6.1 ผนังปล่องรังสีอาทิตย์	20
2.6.2 สมการพาความร้อน	20
2.6.3 กระบวนการในการหาผลเฉลย	21
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	24
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิและการเก็บข้อมูล	26
3.1.1 เครื่องมือวัดอุณหภูมิภายในกล่องทดลอง	26
3.1.2 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ Ambient ภายนอกอาคาร	26
3.1.3 สาย USB-Interface Testo 05541765	26
3.1.4 ติดตั้งอุปกรณ์บันทึกอุณหภูมิ	26
3.1.5 เวลาที่ทำการทดลอง (Times)	26
3.1.6 การวัดอุณหภูมิ	27
3.2 ขั้นตอนการออกแบบ	27
3.2.1 ออกแบบผนังสองชั้นจากวัสดุไม้ไผ่ 3 แบบ	27
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์	50
4.1 ผลการทดลองและการวิเคราะห์	50
4.2 เมื่อพิจารณาแต่ละกล่องทดลอง	50

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	67
5.1 สรุปผลการวิจัย	67
5.2 ข้อเสนอแนะ	68
เอกสารอ้างอิง	69
ภาคผนวก	71
ภาคผนวก ก. ประวัติการศึกษาและการทำงาน	72
ภาคผนวก ข. ผลงานการออกแบบ	76

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แสดงรูปแบบการไหลเวียนอากาศของ double skin façade	12
2.2	แสดงบริเวณความกดอากาศสูงโดยทั่วไปเกิดบริเวณใกล้ฝาผนังของอาคารที่ถูกลมปะทะหรือผนังอาคารด้านที่บังกระแสลม	14
2.3	แสดงลมที่พัดผ่านด้านข้างหรือเหนืออาคารซึ่งทำให้เกิดบริเวณความกดอากาศต่ำ	14
2.4	แสดงกระแสลมพัดผ่านห้อง	15
2.5	แสดงลักษณะของช่องเปิดแบบต่างๆ	16
2.6	แสดงการไหลของกระแสลมเมื่อมีผนังภายในห้อง	17
2.7	แสดงการเปิดช่องเปิดเพื่อให้รับลมผ่านในระดับความสูงร่างกาย	18
2.8	แสดงการไหลของกระแสลมจากการบังคับช่องเปิด	18
3.1	แสดงแผนภูมิขั้นตอนวิธีการดำเนินงานวิจัย	25
3.2	แสดงแบบผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่) แบบที่ 1	27
3.3	แสดงแบบรูปด้านผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่) แบบที่ 1	28
3.4	แสดงแบบขยายผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่) แบบที่ 1	28
3.5	แสดงแบบผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่) แบบที่ 2	29
3.6	แสดงแบบรูปด้านผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่) แบบที่ 2	29
3.7	แสดงแบบขยายผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่) แบบที่ 2	30
3.8	แสดงแบบผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่) แบบที่ 3	30
3.9	แสดงแบบขยายผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่) แบบที่ 3	31
3.10	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 1 ในช่วงเวลา 7.00 น.	32
3.11	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 1 ในช่วงเวลา 8.00 น.	32
3.12	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 1 ในช่วงเวลา 9.00 น.	33
3.13	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 1 ในช่วงเวลา 10.00 น.	33
3.14	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 1 ในช่วงเวลา 11.00 น.	34
3.15	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 1 ในช่วงเวลา 12.00 น.	34
3.16	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 1 ในช่วงเวลา 13.00 น.	35
3.17	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 1 ในช่วงเวลา 14.00 น.	35

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3.18	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 1 ในช่วงเวลา 15.00 น.	36
3.19	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 1 ในช่วงเวลา 16.00 น.	36
3.20	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 1 ในช่วงเวลา 17.00 น.	37
3.21	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 1 ในช่วงเวลา 18.00 น.	37
3.22	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 2 ในช่วงเวลา 7.00 น.	38
3.23	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 2 ในช่วงเวลา 8.00 น.	38
3.24	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 2 ในช่วงเวลา 9.00 น.	39
3.25	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 2 ในช่วงเวลา 10.00 น.	39
3.26	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 2 ในช่วงเวลา 11.00 น.	40
3.27	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 2 ในช่วงเวลา 12.00 น.	40
3.28	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 2 ในช่วงเวลา 13.00 น.	41
3.29	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 2 ในช่วงเวลา 14.00 น.	41
3.30	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 2 ในช่วงเวลา 15.00 น.	42
3.31	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 2 ในช่วงเวลา 16.00 น.	42
3.32	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 2 ในช่วงเวลา 17.00 น.	43
3.33	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 2 ในช่วงเวลา 18.00 น.	43
3.34	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 3 ในช่วงเวลา 7.00 น.	44
3.35	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 3 ในช่วงเวลา 8.00 น.	44
3.36	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 3 ในช่วงเวลา 9.00 น.	45
3.37	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 3 ในช่วงเวลา 10.00 น.	45
3.38	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 3 ในช่วงเวลา 11.00 น.	46
3.39	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 3 ในช่วงเวลา 12.00 น.	46
3.40	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 3 ในช่วงเวลา 13.00 น.	47
3.41	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 3 ในช่วงเวลา 14.00 น.	47
3.42	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 3 ในช่วงเวลา 15.00 น.	48
3.43	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 3 ในช่วงเวลา 16.00 น.	48

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3.44	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 3 ในช่วงเวลา 17.00 น.	49
3.45	แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 3 ในช่วงเวลา 18.00 น.	49
4.1	แสดงการตั้งกล่องทดสอบบนดาดฟ้าหันหน้าสู่ทิศเหนือ	51
4.2	แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ Receptor ทั้ง 5 ตัว และหัวเซนเซอร์	56
4.3	แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 1 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค.58 - 12 พ.ค.58	61
4.4	แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 2 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค.58 - 12 พ.ค.58	61
4.5	แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 3 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค.58 - 12 พ.ค.58	62
4.6	แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 4 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค.58 - 12 พ.ค.58	62
4.7	แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 5 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค.58 - 12 พ.ค.58	63
4.8	แสดงแผนภูมิการเปรียบเทียบข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบทั้ง 3 กล่องที่ตำแหน่งด้านล่าง (Tb) ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค.58 - 12 พ.ค.58	63
4.9	แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 1 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในวันที่ 10 พ.ค. 58	64
4.10	แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 2 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในวันที่ 10 พ.ค. 58	64
4.11	แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 3 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในวันที่ 10 พ.ค. 58	65
4.12	แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 4 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในวันที่ 10 พ.ค. 58	65

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.13	แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 5 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในวันที่ 10 พ.ค. 58	66
5.1	แสดงลักษณะการติดตั้งจริงของผลงานการออกแบบผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่)	68

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาทั่วโลกให้ความสำคัญกับวิกฤตสภาวะโลกร้อน ซึ่งส่งผลกระทบอย่างมากต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ซึ่งประเทศไทยได้รับผลกระทบดังกล่าวด้วยไม่ว่าจะเกิดภัยพิบัติต่างๆที่ทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้นเช่น แผ่นดินไหว ดินสไลด์ พายุถล่ม น้ำท่วมใหญ่ แต่สิ่งที่เราสัมผัสได้ชัดเจนซึ่งเป็นผลที่กระทำให้อาคารบ้านเรือน ที่พักอาศัยเกิดความร้อนเนื่องจากอุณหภูมิภายในสูงขึ้น ทำให้เราต้องใช้เทคโนโลยีในการปรับอุณหภูมิภายในให้เกิดสภาวะน่าสบายในอาคารบ้านเรือนซึ่งส่งผลให้ต้องใช้พลังงานอย่างมหาศาลและเป็นต้นเหตุทำให้เกิดภาวะโลกร้อน ผลที่ตามมาต้องใช้เงินทุนที่มากในการลงทุน กับพลังงาน ปัจจุบันวงการสถาปัตยกรรมได้นำความคิดเกี่ยวกับ “สถาปัตยกรรมสีเขียว” ที่คำนึงถึงการเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมโดยเริ่มตั้งแต่กระบวนการออกแบบไปจนจบกระบวนการก่อสร้างทำให้ได้สถาปัตยกรรมที่สามารถใช้สอยอยู่อาศัยได้อย่างสบาย ใช้พลังงานน้อยและคุ้มค่ามากที่สุด

อาคารบ้านพักอาศัยในปัจจุบันที่ก่อสร้างมานาน 20-30 ปี บางหลังมีทั้งออกแบบเองหรือมีสถาปนิกออกแบบให้ยังไม่มีการนำแนวความคิด “สถาปัตยกรรมสีเขียว” มาใช้ตั้งแต่แรก ส่งผลให้อาคารบ้านพักอาศัยที่สร้างมาแล้วเกิดความร้อนสะสมขึ้นภายในทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้ต้องปรับสภาพอุณหภูมิให้เหมาะสมกับการอยู่อาศัย ซึ่งต้องแลกกับการสูญเสียเงินทองในการใช้พลังงานเป็นอย่างมาก ยังไม่นับบ้านเรือนชาวบ้านที่อยู่ตามชนบทซึ่งอุณหภูมิมีผลกระทบกับอาคารอย่างมาก เนื่องจากเป็นผลมาจากการเลือกใช้วัสดุเช่น ไม้ สังกะสี อิฐมอญ ซึ่งเป็นวัสดุที่มีการหน่วงความร้อนมาก บ้านบางหลังมาสามารถอาศัยอยู่ได้เลยในเวลากลางวัน จึงต้องอาศัยอยู่ชั้นล่างหรือใต้ถุนซึ่งยังพอมีลมพัดผ่าน จึงได้นำความคิดผนังสองชั้น (Double Walls) มาใช้ในการช่วยลดการแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์สู่ผนังของบ้านพักอาศัยโดยตรงซึ่งมีหลักการโดยแสงอาทิตย์จะตกกระทบผนังชั้นนอกสุดก่อนการแผ่รังสีเข้ามายังผนังด้านใน ส่วนช่องว่างระหว่างผนังทั้งสองจะเป็นปล่องให้

อากาศที่เย็นกว่าไล่อากาศที่ร้อนกว่าขึ้นสู่ปล่องผนังด้านบนมีผลทำให้อุณหภูมิภายในบ้านพักอาศัยลดลง

งานวิจัยนี้ต้องการเสนอแนวทางการออกแบบผนังสองชั้น (Double Walls) ที่ทำมาจากวัสดุธรรมชาติ หาได้ง่ายในท้องถิ่นภูมิอากาศแบบร้อนชื้นบ้านเราที่สำคัญไม่เป็นวัสดุที่ปล่อยสารพิษออกมาสู่ผู้พักอาศัย สามารถผลิตได้เองในครอบครัวเป็นส่วนที่จะเชื่อมความสัมพันธ์ภายในครอบครัวหรือชุมชนและยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการประหยัดพลังงาน เป็นการสร้างส่วนประกอบของสถาปัตยกรรมที่เข้ากับภูมิอากาศในประเทศไทยช่วยลดการแผ่รังสีความร้อนเข้ามาในอาคาร สร้างสภาวะน่าสบายให้กับผู้พักอาศัย และยังสามารถใช้เป็นแนวทางให้กับประชาชนที่สนใจนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารบ้านพักอาศัยของตนเองหรือเผยแพร่ตามสื่อต่างๆเพื่อลดภาระค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเพื่อการอยู่อาศัยที่น่าสบาย

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาและพัฒนารูปแบบผนังสองชั้น ที่ทำมาจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่) ให้ลดการแผ่รังสีความร้อนเข้ามาในอาคาร และมีรูปแบบสวยงาม ทำได้ง่าย สามารถติดตั้งรื้อถอนได้ง่าย

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 รูปแบบและขนาดผนังสองชั้นมีขนาด 2.50 x 2.50 ม. (กว้างxยาว) ทดสอบกับผนังด้านทิศตะวันตกและทิศใต้เท่านั้น

1.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย

1.4.1 คัดเลือกชนิดและขนาดของไม้ไผ่ที่จะนำมาทำอุปกรณ์รวมถึงศึกษาทางด้านคุณสมบัติเทคนิคการ ใช้งาน ราคา เพื่อการประหยัดต้นทุน การขนส่งและจัดหาได้ง่าย โดยการทบทวนเอกสารและ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

1.4.2 ศึกษารูปแบบและทฤษฎีของผนังสองชั้น ขนาดรูปแบบและระยะห่างที่เหมาะสมรูปแบบที่ สวยงามสร้างได้ง่าย โดยการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

1.4.3 ออกแบบผนังสองชั้นโดยมีพื้นฐานของทฤษฎีรองรับ โดยออกแบบเพื่อใช้กับผนังทางทิศใต้และทิศ ตะวันตกซึ่งเป็นทิศที่อาคารรับแสงแดดมากที่สุดตลอดทั้งวัน

1.4.4 นำผนังที่ได้รับการออกแบบไปทดสอบกับผนังทางทิศใต้และทิศตะวันตก โดยเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในกับผนังสองชั้นที่ทำมาจากวัสดุอื่น

1.4.5 สรุปผลการทดสอบโดยนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบหาจุดเด่นจุดด้อยที่ต้องปรับปรุง พร้อมปรับแก้แบบตามที่ได้สรุปผลโดยอยู่บนพื้นฐานของวิชาสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม

1.4.6 ทำรายงานสรุปผลการวิจัย

1.4.7 จัดทำแบบ โปสเตอร์พรีเซนต์และหุ่นจำลองเพื่อเผยแพร่งานวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ประโยชน์ทางด้านวิชาการ : สามารถพัฒนารูปแบบผนังสองชั้นเพื่อลดการแผ่รังสีความร้อนเข้ามาภายในอาคาร

1.5.2 ประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจ : สามารถลดต้นทุนการก่อสร้างผนังสองชั้นโดยใช้วัสดุจากธรรมชาติที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น และลดค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานในการปรับสภาวะภายในที่พักอาศัยให้เกิดภาวะน่าสบาย

1.5.3 ประโยชน์ทางด้านสังคม : สามารถใช้เป็นแนวทางให้ชาวบ้านและผู้สนใจนำไปประดิษฐ์เพื่อช่วยลดอุณหภูมิภายในที่พักอาศัย สร้างความสัมพันธ์ระหว่างครอบครัวและชุมชนในการร่วมกันทำผนังสองชั้นในแต่ละชุมชนหรือครัวเรือน

1.5.4 ประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม : นำวัสดุธรรมชาติที่หาได้ง่ายในท่องถิ่นมาเป็นวัสดุอุปกรณ์ ชิ้นส่วนในงานสถาปัตยกรรมซึ่งไม่ก่อให้เกิดพิษแกผู้อยู่อาศัย ช่วยลดการใช้พลังงานในการปรับ สภาวะน่าสบายให้แก่อาคารบ้านเรือน ช่วยลดการสังเคราะห์วัสดุขึ้นมาใหม่เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ปรับอากาศ

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของต้นไม้

ไม้ไผ่เป็นพันธุ์ไม้ชนิดหนึ่งที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไป โดยเฉพาะในแถบภูมิภาคตะวันออกของประเทศในเขตร้อนชื้น โดยมีลักษณะทางกายภาพที่มีความแตกต่างจากไม้ชนิดอื่นๆ ที่นำมาใช้งานกัน ไม้ไผ่ไผ่สามารถใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน โดยส่วนใหญ่นิยมใช้เนื้อไม้ มาทำเป็นเครื่องจักสาน เครื่องใช้ไม้สอยในชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะในสังคมชนบท ในการตรวจเอกสาร ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของไม้ไผ่จะเป็นตัวช่วยบ่งชี้ว่า ไม้ไผ่มีความพิเศษเฉพาะตัวสามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับวิถีชีวิตการอยู่อาศัยในปัจจุบันได้

2.1.1 ตระกูลพืช

ไม้ไผ่จัดอยู่ในพืชประเภทใบเลี้ยงเดี่ยวที่มีวิวัฒนาการมาจากพืชตระกูลหญ้า (วงศ์ Gramineae) บางชนิดมีอายุยืนยาวเป็นร้อยปี มีลักษณะทางชีพลักษณ์ในรูปแบบเดียวกัน (แบบ Monocarpic) เมื่อออกดอกและผลิตเมล็ดแล้วต้นแม่ก็จะตายไป (สุริยา สมุทคุปติ์ และ พัฒนา กิติอาษา 2544 : 12)

2.1.2 ชนิดของพันธุ์ไม้

ไม้ไผ่เป็นเป็นพืชที่มีความสามารถในการปรับตัวสูง มีการกระจายพันธุ์อย่างกว้างขวางไปทั่วโลก โดยแหล่งที่พบมากที่สุด อยู่ในภูมิภาคเอเชีย ไม้ไผ่ที่ขึ้นอยู่ทั่วไปมีลักษณะเป็นพืชยืนต้น (Woody Bamboo) มีทั้งสิ้นประมาณ 77 สกุล 1,030 ชนิด เฉพาะในแถบร้อนของทวีปเอเชียมีการกระจายพันธุ์ถึง 44 สกุล 590 ชนิด ทั่วโลกมีพื้นที่ไม้ไผ่ขึ้นปกคลุมอยู่ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่ในทวีปเอเชีย (สุริยา สมุทคุปติ์ และพัฒนา กิติอาษา 2544 : 12)

ส่วนไม้ไผ่ที่พบในประเทศไทยมีประมาณ 13 สกุล 60 ชนิด มีพื้นที่ป่าไม้ไผ่ประมาณ 8,100 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ป่าไม้ทั้งประเทศ (สุทัศน์ เดชวิสิทธิ์ 2544 : 45,57) ประเทศไทยเป็นประเทศในเขตร้อนชื้นที่เหมาะกับการกระจายพันธุ์และเจริญเติบโตของไผ่ไม้ ไม้ไผ่จึงกระจายพันธุ์อยู่ตามภูมิภาคต่างๆ ทั่วประเทศ ชนิดของไม้ไผ่ที่นิยมนำมาใช้ประโยชน์ ได้แก่ ไผ่ตง ไผ่ซางนวล ไผ่ป่า ไผ่เลี้ยง ไผ่สีสุก ไผ่บงหวาน ไผ่ข้าวหลาม ไผ่รวก ไผ่รวกดำ และไผ่ไร่ ไผ่สีสุกและไผ่เลี้ยง ไม่ใช่ไผ่พันธุ์พื้นเมืองของไทย นำเข้ามาปลูกใน

ประเทศหลายชั่วอายุคนแล้ว นิยมปลูกเป็นรั้วและตามหัวไร่ปลายนา ส่วนไผ่ตงนำเข้ามาปลูกเมื่อประมาณปี 2450 (สุริยา สมุทคุปติ์ และพัฒนา กิติอาษา 2544 : 12 - 13)

โดยในไผ่แต่ละพันธุ์จะมีความเหมาะสมกับแต่ละสภาพภูมิอากาศ สภาพภูมิประเทศที่แตกต่างกัน จึงทำให้ไผ่บางพันธุ์เจริญเติบโตได้ดีในบางพื้นที่ เช่น ในภาคกลางและภาคใต้ก็จะพบไผ่สีสุกมาก เป็นไผ่ที่มีคุณภาพดี ไผ่บงหวานพบมากในจังหวัดเลย ไผ่ดำพบในป่าทึบจังหวัดกาญจนบุรี ไผ่บงป่าในเขตภาคเหนือ ส่วนจังหวัดที่มีไผ่จำนวนมาก ได้แก่ กาญจนบุรี จันทบุรี ในภาคเหนือพบมากใน ลำปาง แม่ฮ่องสอน (ศิลปวัฒนธรรม 2540 : 92 - 93)

2.1.3 คุณลักษณะพิเศษของ “ไผ่”

1. ไผ่โตเร็วสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ภายในเวลา 1-4 ปี และใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วนตั้งแต่รากไผ่เป็นสมุนไพรอย่างหนึ่งที่ใช้เป็นยารักษาโรคได้ หน่อไผ่หรือหน่อไม้ใช้ทำอาหาร กาบหรือใบไผ่ใช้ห่ออาหารหรือหมักปุ๋ย กิ่งและแขนงใช้ทำรั้ว ลำต้นใช้ประโยชน์ได้สารพัดอย่าง ตั้งแต่นำมาใช้ปลูกสร้างที่พักอาศัยและแปรรูปเป็นเครื่องจักสานและเครื่องมือเครื่องใช้นานาชนิดจนถึงนำมาใช้เกี่ยวกับความเชื่อและพิธีกรรมต่างๆ ตั้งแต่เกิดจนตาย

2. ไผ่มีลำต้นตรงและกลวงคล้ำหลอดและมีปล้องข้อคั่นเป็นปล้องๆ จึงใช้เป็นภาชนะประเภทกระบอก ถ้วย สำหรับใส่ของเหลว เช่น ใช้เป็นกระบอกน้ำ กระบอกน้ำตาล ซึ่งใช้กันทั่วไปในหลายประเทศ ลักษณะพิเศษของไม้ไผ่นี้สามารถนำมาใช้สร้างอาคารที่พักอาศัยได้โดยนำมาทำเป็นโครงสร้างของบ้านเรือน ใช้เป็นพื้นเรือน ฝาเรือน ใช้ทำรางน้ำ ท่อน้ำ และทำเครื่องดนตรีประเภทขลุ่ยได้ดีอีกด้วย

3. เนื้อไผ่เป็นเส้นตรงมีความยืดหยุ่นในตัวเองและสามารถคืนตัวสู่สภาพเดิมได้เมื่อนำไม้ไผ่มาแปรรูปก็จะสามารถใช้ประโยชน์ได้ดี เพราะเนื้อไม้ไผ่เป็นเส้นตรง นำมาจักเป็นปื้นบางๆ หรือเหลาเป็นเส้นได้ดี จึงใช้ทำเครื่องจักสานนานาชนิดได้ ทั้งเครื่องจักสานที่มีขนาดใหญ่แข็งแรง มั่นคง สำหรับใช้งานหนักจนถึงเครื่องจักสานขนาดเล็กที่มีความปราณีตบอบบาง และเพราะคุณสมบัติในที่มีความยืดหยุ่น จึงเหมาะที่จะใช้เป็นเครื่องหาบหรือหาม เช่น คาน คันกระสุน คันธนู และเมื่อแปรรูปเป็นตอกก็ยังมีความยืดหยุ่นคืนรูปทรงเดิมได้ง่ายจึงทำให้ภาชนะจักสานที่ทำจากไผ่มีคุณลักษณะพิเศษต่างไปจากภาชนะที่ทำจรากวัตถุดิบชนิดอื่น

4. ไม้ไผ่มีความสวยงามในตัวเอง ไม่ว่าจะเป็นผิวที่มีสีต่างๆ กันเมื่อแห้งแล้วมักจะมีสีเหลืองอยู่เช่นนั้นตลอดไป ด้วยคุณสมบัติพิเศษนี้ ชาวเอเชียจึงใช้เหล็กหรือโลหะเผาไฟจนร้อนแล้วเขียนตัวอักษรหรือลวดลายลงบน ผิวไม้ไผ่ (Bamboo Pyrographic) เช่น จีนจารึกบทกวีบนผิวไม้ไผ่ชาวญี่ปุ่นใช้เขียนชื่อเจ้าของบ้านแขวนไว้หน้าบ้านและจารึกบทกวีแขวนไว้สองข้างประตุเรือนน้ำชา (Tea House) ชาวเกาหลีใช้เขียนเป็นลวดลายบนเครื่องใช้ เช่นเดียวกับที่ชาวบาตัก (Batak) ในประเทศอินโดนีเซีย ใช้เหล็กเผาไฟ ขูด ขีด เขียน ลงบนกระบอกไม้ไผ่ สำหรับเก็บยา

หรือทำเป็นปฏิทิน ในขณะที่ชาวบาหลีใช้จารลงบนผิวไผ่เป็นแผ่นๆ เพื่อใช้เป็นคัมภีร์ในศาสนาตน นอกจากไม้ไผ่จะมีผิวสวยแล้ว เนื้อไผ่ยังมีลักษณะพิเศษต่างจากเนื้อไม้อื่น คือ มีเสี้ยนยาวขนานกัน เป็นเส้น จึงแปรรูปเป็นเส้น เป็นปื้น หรือเหลาให้กลมได้ง่าย และเมื่อแก่เต็มที่แล้วจะเป็นเส้นละเอียดแข็ง มอดแมลงไม่กินจนมีผู้กล่าวว่า เครื่องจักสานไม้ไผ่นั้น ผู้สานสามารถสานให้เป็นรูปทรงแปลกๆ แตกต่างกันได้มากมาย จนเครื่องจักสานบางชิ้นมีรูปทรงและผิวสวยงามดุจงานประติมากรรมสมัยใหม่ทีเดียว (คณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ : 2544.) [Online]

2.1.4 **ชนิดของไม้ไผ่ที่ใช้ในการก่อสร้าง** ที่ควรทราบ ไม้ไผ่ที่ใช้ในการก่อสร้างนั้นมีดังต่อไปนี้

1. ไผ่ตง (D.asper) เป็นไผ่ในสกุล Dendrocalamus นิยมปลูกกันในภาคกลาง โดย เฉพาะที่จังหวัดปราจีนบุรีปลูกกันมาก เป็นไผ่ขนาดใหญ่ ลำต้นมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 6-12 เซนติเมตร ไม่มีหนามปล้องยาวประมาณ 20 เซนติเมตร โคนต้นมีลายขาวสลับเทา มีขนเล็ก ๆ อยู่ทั่วไปของลำ มีหลายพันธุ์ เช่นไผ่ตงหม้อ ไผ่ตงดำ ไผ่ตงเขียว ไผ่ตงหนู เป็นต้น หน่อใช้รับประทานได้ ลำต้นใช้สร้างอาคาร เช่น เป็นเสา โครงหลังคา เพราะแข็งแรงดี ไผ่ตงมีต้นกำเนิดจากประเทศจีน ชาวจีนนำมาปลูกในประเทศไทยประมาณปี พ.ศ. 2450 ปลูกครั้งแรกที่ตำบลพระราม จังหวัดปราจีนบุรี

2. 2. ไผ่สีสุก (B.flaxuosa) อยู่ในสกุล Bambusa ไผ่ชนิดนี้มีอยู่ทั่วไปและมีมากในภาค กลางและภาคใต้ลำต้น เขียวสดเป็นไผ่ขนาดสูงใหญ่มีเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นประมาณ7-10 เซนติเมตร ปล้องยาวประมาณ 4-10 เซนติเมตร บริเวณข้อมีกิ่งเหมือนหนาม ลำต้นเนื้อหนาทนทานดี ใช้ทำนั่งร้านในการก่อสร้าง เช่น นั่งร้านทาสี นั่งร้านฉาบปูน

3. ไผ่ลำมะลอก (D.longispathus) อยู่ในสกุล Dendrocalamus มีทั่วทุกภาคแต่ใน ภาคใต้จะมีน้อยมาก ลำต้นสีเขียวแก่ไม่มีหนาม ข้อเรียบ จะแตกใบสูงจากพื้นดินประมาณ 6-7 เมตร ปล้องขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7-10 เซนติเมตร ลำต้นสูงประมาณ 10-15 เมตร ลำต้นใช้ทำนั่งร้านในงานก่อสร้างได้ดี

4. ไผ่ป่าหรือไผ่หนาม (B.arumdinacea) อยู่ในสกุล Bambusa มีทั่วทุกภาคของ ประเทศต้นแก่มีสีเขียวเหลือง เป็นไผ่ขนาดใหญ่ มีหนามและแขนง ปล้องขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 -15 เซนติเมตร ใช้ทำโครงบ้าน ใช้ทำนั่งร้าน

5. ไผ่ดำหรือไผ่ตาดำ (B.sp.) อยู่ในสกุล Bambusa มีในป่าทึบแถบจังหวัดกาญจนบุรีและ จันทบุรี ลำต้นสีเขียวแก่ ค่อนข้างดำ ไม่มีหนาม ขนาดเส้นผ่านเส้นศูนย์กลางของปล้องประมาณ 7-10 เซนติเมตรปล้องยาว 30-40 เซนติเมตร เนื้อหนา ลำต้นสูง 10-12 เมตร เหมาะจะใช้ ในการก่อสร้าง จักสาน

6. ไผ่เฮียะ (C.Virgatum) อยู่ในสกุล Cephalastachyum มีทางภาคเหนือ ลำต้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5-10 เซนติเมตร ปล้องยาวขนาด 50-70 เซนติเมตร ข้อเรียบ มีกิ่ง ก้านเล็กน้อย เนื้อหนา 1-2 เซนติเมตร ลำต้นสูงประมาณ 10-18 เมตร ลำต้นใช้ทำโครงสร้าง อาคาร เช่น เสา โครงคลังคา คาน

7. ไผ่รวก (T. siamensis) อยู่ในสกุล Thyrsostachys มีมากทางจังหวัดกาญจนบุรี ลำ ต้นเล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2.7 เซนติเมตร สูงประมาณ 5-10 เมตร ลักษณะเป็น กอ ลำต้นใช้ทำรั้ว ทำเยื่อกระดาษ

2.1.5 การทำให้ไม้ไผ่คงทน

ไม้ไผ่ที่นำมาใช้ในการก่อสร้างทั่ว ๆ ไปนั้น ตัดมาใช้ได้เมื่อไม้ไผ่อายุ 3-5 ปี แต่ถ้าไม่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขกำจัดแมลงและเชื้อราแล้ว ไม้ไผ่ที่อยู่ติดดินอาจมีอายุใช้งานประมาณ 1-2 ปี เท่านั้น แต่ถ้าใช้ในที่ร่มและจากดินอายุอาจจะใช้งานถึง 5 ปี ไม้ไผ่อาจถูกรบกวนทำลายโดยมอดและปลวก เพราะมีอาหารในเนื้อไม้ นอกจากนั้นอาจถูกทำลายโดยเชื้อรา และถ้าใช้ในน้ำทะเลก็อาจถูกทำลายโดยเพรียงได้ การรักษาให้ไม้ไผ่มีอายุยืนนานนั้นอาจทำได้ต่าง ๆ กันดังนี้

1. **วิธีแช่น้ำ** การแช่น้ำก็เพื่อทำลายสารในเนื้อไม้ที่มีอาหารของแมลงต่าง ๆ เช่น พวกน้ำตาล แป้ง ให้หมดไป การแช่ต้องแช่ให้มิดลำไม้ไผ่ เป็นน้ำไหลซึ่งมีระยะเวลาแช่น้ำสำหรับไม้สดประมาณ 3 วัน ถึง 3 เดือนแต่ถ้าเป็นไม้ไผ่แห้งต้องเพิ่มอีกประมาณ 15 วัน วิธีใช้ความร้อนหรือการสกัดน้ำมันจากไม้ไผ่ ก่อนนำมาสกัดน้ำมันควรตั้งพิงเอาส่วนโคนไว้ตอนบน การสกัดน้ำมันออกจากไม้ไผ่ทำได้โดยให้ความร้อนด้วยไฟหรือต้ม

2. **วิธีการสกัดน้ำมัน**ด้วยไฟจะทำให้เนื้อไม้มีลักษณะแกร่ง ส่วนมากสกัดน้ำมันด้วยวิธีต้มนั้นเนื้อไม้จะอ่อนนุ่มการสกัดน้ำมันด้วยไฟนั้นทำโดยเอาไม้ไผ่ปิ้งในเตาไฟต่ออย่าให้ไหม้และรีบเช็ดน้ำมันที่เยิ้มออกมาจากผิวไผ่ให้หมดระยะเวลาการปิ้งประมาณ 20 นาที อุณหภูมิประมาณ 120-130 องศาเซลเซียส การสกัดน้ำมันด้วยวิธีต้มนั้นใช้ต้มในน้ำธรรมดาใช้เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง หรืออาจใช้โซดาไฟ 10.3 กรัมหรือโซเดียมคาร์บอเนต 15 กรัม ละลายในน้ำ 18.05 ลิตร ใช้เวลาต้มประมาณ 15 นาที หลังจากต้มแล้วให้รีบเช็ดน้ำที่ซึมออกมาจากผิวไม้ไผ่ก่อนที่จะแห้ง เพราะถ้าเย็นลงจะเช็ดไม่ออกแล้วจึงนำไม้ไผ่ที่สกัดน้ำมันออกไปแล้วล้างน้ำให้สะอาดและทำให้แห้ง

3. **การใช้สารเคมี** วิธีที่จะได้ผลดีกว่าการปิ้งหรือต้ม ซึ่งอาจทำได้ทั้งวิธีชุบหรือทาน้ำยาลงไปที่ไม้ไผ่หรือจะโดยวิธีอัดสารเคมีเข้าไปในเนื้อไม้ไผ่ วิธีชุบนั้นใช้เวลาประมาณ 10 นาที เช่น ชุบในน้ำยา DDT ที่มีความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับน้ำมันก๊าดจะทนได้นานถึง 1 ปี ถ้าชุบหรือแช่ให้นานขึ้นก็อาจทนได้ถึง 2 ปี หรืออาจใช้โซเดียมแพนตาคลอโรฟีเนต 1 เปอร์เซ็นต์ ละลายน้ำบอแรกซ์ ก็จะสามารถป้องกันมอดได้เป็นอย่างดี วิธีอัดน้ำยานั้นถ้าไม้ไผ่ไม่มากนักและเป็นไม้ไผ่

สดทำโดยเอาน้ำยารักษาเนื้อไม้ใส่ภาชนะที่มีความลึกประมาณ40-60 เซนติเมตร เอาไม้ไผ่ลงแช่ทั้งที่มีกิ่งและใบ เมื่อใบสดระเหยน้ำออกไป โคนไม้ไผ่จะดูดน้ำยาเข้าแทนที่

4. **วิธีอัดน้ำยา** อีกวิธีหนึ่งที่จะอัดน้ำยาเข้าไม่ไผ่สดที่ตัดกิ่งก้านออกแล้ว ทำโดยนำยางในของรถจักรยานยาวพอสมควรแล้วใส่น้ำยาข้างหนึ่งสวมเข้าที่โคนไม้ไผ่ใช้เชือกรัดกันน้ำยาออก ยกปลายยางข้างที่ไม่ได้กรอกน้ำยาให้สูงวิธีนี้ได้ผลดีกับไม้ไผ่สด วิธีอัดน้ำยาอีกวิธีหนึ่งคือ ตั้งถังน้ำยาสูงประมาณ 10 เมตร แล้วต่อท่อสวมที่โคนไม้ไผ่สดด้วยท่อยางแล้วรัดไว้ไม่ให้น้ำยาไหลออกมาแรงดันของน้ำยาที่อยู่สูง 10 เมตร จะดันน้ำยาเข้าไปในไม้ไผ่ (คลังปัญญาไทย : 2544.) [Online]

ในงานวิจัยนี้ทำชิ้นงานตัวอย่างเพื่อทำการทดลองโดยการใช้ไผ่รวก เนื่องจากหาได้ง่ายและมีราคาถูกแล้วนำมาถนอมไม้ไผ่ โดยการแช่น้ำเป็นเวลา 7 วัน นำขึ้นมาตากแดดให้แห้ง จึงทำให้ชิ้นงานในส่วนการสร้างชิ้นงานจริงใช้ไผ่สีสุก เพราะมีความคงทนและมีผิวที่สวยงามกว่า

2.2 ไม้ไผ่กับงานสถาปัตยกรรม

ไม้ไผ่ที่นำมาทำเป็นที่อยู่อาศัย คุณสมบัติพิเศษของไม้ไผ่ที่สามารถใช้ประโยชน์ได้โดยไม่ต้องแปรรูปและแปรรูป และเป็นไม้ที่มีความคงทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศได้ดี จึงมีการนำไม้ไผ่มาสร้างเป็นบ้านเรือนที่พักอาศัยกันทั่วไป เช่น เรือนไม้ไผ่ในประเทศไทยที่เรียกว่า “เรือนเครื่องผูก” ที่สร้างด้วยไม้ไผ่แทบทั้งหมด ตั้งแต่ใช้เป็นโครงสร้างและส่วนประกอบของบ้านเรือน ได้แก่ ใช้ลำไม้ไผ่เป็นเสา โครงหลังคา และใช้ไม้ไผ่แปรรูปด้วยการผ่าเป็นซีกๆ เป็นพื้นและสานเป็นแผงใช้เป็นฝาเรือน เป็นต้น

ชาวชนบทที่มีฐานะทางเศรษฐกิจไม่ดีนักมักสร้างเครื่องเรือนผูกเป็นที่อยู่อาศัย เพราะสามารถสร้างได้เองโดยใช้ไม้ไผ่และวัสดุที่มีในท้องถิ่นของตนมาประกอบกันเป็นเรือนที่พักอาศัย รูปแบบของเรือนเครื่องผูกจะแตกต่างกันไปตามความนิยมของแต่ละท้องถิ่นโดยทั่วไปจะใช้ไม้ไผ่เป็นวัสดุหลักในการก่อสร้าง

การใช้ไม้ไผ่สร้างเป็นที่พักอาศัยนี้มีอยู่ทั่วไปในประเทศที่มีไม้ไผ่ ซึ่งอาจจะใช้ไม้ไผ่เป็นโครงสร้างของบ้านเรือนโดยตรงหรือใช้ประกอบกับวัสดุอื่น เฉพาะประเทศในเอเชียนั้นมีหลายท้องถิ่นที่ใช้ไม้ไผ่สร้างเป็นบ้านเรือน เช่น บ้านของชาวสุราเวสี (Surawesi) และบ้านเรือนของชาวเกาะต่างๆ ในประทศอินโดนีเซียและมาเลเซีย นอกจากการใช้ไม้ไผ่สร้างที่อยู่อาศัยแล้วยังใช้ไม้ไผ่สร้างสะพาน ทำเป็นแพหรือลูกบวบเป็นที่พักอาศัยในแม่น้ำลำคลองด้วย และรวมทั้งการนำไม้ไผ่มาทำรั้วบ้าน ทำคอกวัว คอกควาย เล้าเป็ด เล้าไก่ ด้วยว่าไม้ไผ่เป็นสิ่งหาง่ายในท้องถิ่น (คณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ : 2554.) [Online]

2.2.1 สถาปัตยกรรมที่ทำจากไม้ไผ่

ไม้ไผ่กับงานสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นเป็นสถาปัตยกรรมที่มีการปลูกสร้างในรูปแบบง่ายๆ ไม่ต้องใช้ความประณีตมากนัก เน้นการใช้สอยแบบตรงไปตรงมา ส่วนใหญ่จะใช้วัสดุที่สามารถหาได้ง่ายตามท้องถิ่นนั้นๆ ไม้ไผ่เป็นไม้ชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาก่อสร้าง โดยเฉพาะประเทศที่อยู่ในแถบภูมิภาคเอเชียตะวันออก เพราะไม้ไผ่เป็นพืชที่สามารถหาได้ง่าย เจริญเติบโตได้รวดเร็ว และสามารถนำไปใช้งานได้หลายรูปแบบ ทั้งในส่วนโครงสร้าง นำมาทำเป็นพื้น หรือสานเป็นผนัง บางแห่งก็ใช้ทำหลังคา ด้วยคุณลักษณะของไม้ไผ่ที่สามารถนำไปดัดแปลงใช้ได้หลากหลายรูปแบบ การนำไปใช้จึงแบ่งเป็นส่วนต่างๆ อาทิเช่น

การใช้ไม้ไผ่ในส่วนของผนัง มีวิธีการใช้ 2 ลักษณะ คือ การใช้ไม้ไผ่ทั้งลำ และใช้ไม้ไผ่ที่ผ่าออกเป็นซีกๆ สานเป็นลายขัดกันหรือใช้ปูแบบไม่ต้องสาน ที่เรียกว่าฟากไม้ไผ่ รูปแบบของการสานผนังอาจมีความคล้าย หรือต่างกันตามแต่เฉพาะถิ่น เป็นลักษณะเฉพาะที่สร้างลวดลายให้กับพื้นผิวเป็นเสน่ห์อย่างหนึ่งให้กับงานผนังไม้ไผ่ แต่ไม่ว่าลวดลายนั้นจะเป็นอย่างไร ผนังไม้ไผ่สานจะช่วยในเรื่องของการระบายอากาศ ผนังไม้ไผ่สามารถสานได้หลายรูปทรง โดยสานเป็นลักษณะตามที่โครงสร้างกำหนดหรือไม่มี โครงสร้างก็ได้ ในกรณีที่ใช้ไม้ไผ่สานขัดกันจนอยู่ทรงคล้ายกับลักษณะการสานของเครื่องจักรสานจะทำให้ ผนังสามารถยืดหยุ่นตัวเองได้ และมีน้ำหนักเบา การนำผนังไม้ไผ่ที่สานขัดลายจะมีกรอบไม้ประกบเพื่อยึดติดกับส่วนโครงสร้างหลักของอาคาร โดยชิ้นส่วนผนังจะทำเป็นลักษณะแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเพื่อถอดประกอบเมื่อมีการย้ายถิ่นฐาน หรือเปลี่ยนซ่อมแซมเมื่อผนังผุพัง

การสานลายผนังไม้ไผ่ของเรือนพื้นถิ่นโดยทั่วไปมีหลายรูปแบบ ส่วนใหญ่ที่นิยม คือ การสานสอดขึ้นลงสลับกันในแนวตั้งและแนวนอน (เรือนพื้นถิ่นของไทย เรียกว่า ฝาขัดแตะ) ใช้ไม้ไผ่ผ่าซีกยึดกรอบของผนัง การสานขัดลายสามารถสานเป็นลายหนึ่ง ลายสอง หรือมากกว่านั้นแล้วแต่ความต้องการ หรือตามลักษณะของการใช้งาน

การใช้ไม้ไผ่ทั้งลำในการกั้นผนัง บางพื้นที่ต้องการความเป็นส่วนตัว โดยการตีผนังชิดไม่เว้นร่อง เช่น ในส่วนห้องนอน แต่ในบางพื้นที่ต้องการการระบายอากาศมาก เช่น ในส่วนครัวไฟ หรือกั้นผนังเพื่อเป็นแนวบอกเขตพื้นที่ โดยการตีผนังแบบเว้นระยะห่างของช่อง ให้ความรู้สึกที่โปร่งโล่งเพื่อช่วยในการระบายอากาศและเป็นการเชื่อมต่อกับพื้นที่ภายนอกทำให้ตัวสถาปัตยกรรมแลดูไม่ทึบตัน ส่วนใหญ่มักจะใช้กับการกั้นคอกสัตว์ หรือส่วนที่เป็นรั้วบอกเขตของที่ดิน (กานต์ คำแก้ว 2548 : 82 - 83)

2.2.2 ไม้ไผ่กับงานสถาปัตยกรรมร่วมสมัย

ในอดีตไม้ไผ่เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการสร้างที่อยู่ที่อาศัย เป็นจุดเริ่มของการพัฒนารูปแบบของสถาปัตยกรรม โดยเฉพาะในแถบตะวันออกที่มีไม้ไผ่ขึ้นอยู่เป็นจำนวนมากจึงทำ

ให้เกิดวัฒนธรรมการใช้ไม้ไผ่ ปัจจุบันการสืบต่อทางวัฒนธรรมไผ่เริ่มเลือนหายไป เนื่องจากมีการแทนที่ด้วยวัสดุอื่นที่มีความคงทน และเหมาะกับสภาพสังคมบริโภคมากกว่า จึงทำให้ระบบวัฒนธรรมที่เคยสืบทอดมานั้นขาดช่วงไป ดังนั้นการศึกษาอาคารตัวอย่างที่ใช้ไม้ไผ่ในสถาปัตยกรรมร่วมสมัย เป็นหนึ่งในแนวทางในการออกแบบให้สอดคล้องกับวัฒนธรรมเดิมที่มีอยู่ในอดีต

การใช้ไม้ไผ่ในส่วนประกอบของอาคาร สามารถสร้างความรู้สึกที่สอดคล้องและกลมกลืนกับธรรมชาติ ดังเช่น การออกแบบของสถาปนิกญี่ปุ่น Kuma Kengo ในงาน Bamboo House, Kanagava โดยใช้ไม้ไผ่เป็นส่วนของผนังอาคาร ผนังไม้ไผ่มีลักษณะตีติดเป็นแนวตั้ง เว้นระยะห่างระหว่างลำพอสมควรทำให้สามารถมองทะลุออกไปด้านนอกได้ ผนังจึงแลดูไม่ทึบตัน ทำให้เป็นผนังที่โปร่งสามารถเชื่อมต่อกับทัศนียภาพภายนอกได้ การสอดประสานกันระหว่างผนังไม้ไผ่ที่เป็นแนวตั้งกับฝ้าในแนวนอน และส่วนชายคา ทำให้เกิดความสอดคล้องของตัววัสดุ อีทั้งแสงและเงาที่ลอดผ่านชายคาที่เป็นโครงไม้ไผ่ช่วยสร้างความต่อเนื่องให้กับระนาบพื้น การเลือกใช้วัสดุในอาคาร ไม้ไผ่ก็แสดงให้เห็นว่าสามารถอยู่รวมกับวัสดุอื่นได้ เพราะไม้ไผ่เป็นวัสดุจากธรรมชาติที่มีความสวยงามในตัวเอง อยู่ที่การเลือกใช้ให้เหมาะสม โดยเฉพาะในสังคมของวัฒนธรรมของญี่ปุ่นที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับไม้ไผ่ ดังนั้นการใช้ไผ่ในรูปแบบของสถาปัตยกรรมร่วมสมัยจึงช่วยสะท้อนให้เห็นวัฒนธรรมที่มีในอดีต Kuma ยังนำไม้ไผ่มาใช้ในงาน Museum of Ando Hiroshige. โดยออกแบบลักษณะของรูปด้านอาคารให้เกิดเส้นในแนวตั้งด้วยการนำไม้ไผ่มาใช้เพื่อต้องการสะท้อนภาพเขียนของญี่ปุ่นซึ่งจัดแสดงอยู่ในพิพิธภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นสายฝนโปรยลงมา การที่ใช้ไม้ไผ่เป็นส่วนประกอบของผนังกระจกจะทำให้เกิดลักษณะคล้ายม่านไม้ไผ่สามารถช่วยกรองแสงและลดการสะท้อนของผนังกระจกด้วย (กานต์ คำแก้ว 2548 : 84 – 85)

ไม้ไผ่มนุษย์มีการนำมาใช้ประโยชน์ทางสถาปัตยกรรมที่หลากหลายตั้งแต่งานสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นถึงงานร่วมสมัย ในงานวิจัยนี้ใช้ไม้ไผ่เป็นส่วนประกอบอาคารสำหรับเป็นผนังติดตั้งภายใน เพื่อลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร มีลักษณะเป็นผนังคล้ายม่าน เพื่อเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการใช้ประโยชน์จากไม้ไผ่ ซึ่งเป็นวัสดุธรรมชาติที่สามารถปลูกเป็นอุตสาหกรรมได้และไม่เป็นพิษกับสิ่งแวดล้อม

2.3 ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อน

2.3.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนของผนัง

พลังงานความร้อนจะถ่ายเทอยู่ตลอดเวลา จากวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าสู่วัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ทั้งนี้ความร้อนจากภายนอกสามารถถ่ายเทเข้ามาในอาคาร โดยผ่านทางผนังอาคารได้ 3 ทาง คือ

1. **การนำความร้อน** (Conduction) เป็นการถ่ายเทความร้อนจากโมเลกุลสู่โมเลกุลหรือการถ่ายเทความร้อนที่ผ่านตัวกลางหรือมวลวัตถุ 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 การพาความร้อนและถ่ายเทเข้าไปภายในตัวของมันเองโดยการนำความร้อน (ตรึงใจ บูรณสมภพ 2539 : 31 – 32)

2.3.2 **การถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุโปร่งใส** ในวัตถุโปร่งใส เช่น กระจก หรือพลาสติกใส จะมีลักษณะที่แตกต่างจากวัตถุทั่วไป คือ ที่วัตถุโปร่งใส ซึ่งจะมีคุณสมบัติพิเศษที่ยอมให้รังสีคลื่นสั้นส่องผ่านไปได้ แต่จะมีสภาพทึบต่อรังสีคลื่นยาว โดยรังสีคลื่นยาวดังกล่าวจะเกิดขึ้นจากการแผ่รังสีกลับ (Re-radiation) ของวัตถุที่ถูกรังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบ เมื่อพื้นผิวภายในที่ได้รับการแผ่รังสีคลื่นสั้นและดูดซึมไว้ตามคุณสมบัติของวัสดุ และดูดกลืนเอาไปไว้ในโมเลกุลของผิวด้านนอกของกระจกและถ่ายเทไปยังโมเลกุลที่อยู่ถัดไปข้างใน โดยการนำความร้อนจนกระทั่งถึงผิวด้านในของกระจกจากนั้นความร้อนจะถูกส่งไปภายในอาคารก็จะแปรสภาพรังสีดังกล่าวเป็นพลังงานความร้อนในรูปของรังสีคลื่นยาว และแผ่รังสีกลับสู่สภาพแวดล้อมภายนอก ดังนั้นเมื่อสิ่งที่กั้นแบ่งระหว่างสภาพแวดล้อมภายในและภายนอกเป็นวัสดุโปร่งใส เช่น กระจกจากคุณสมบัติดังกล่าวปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นภายในก็จะถูกเก็บกักไว้ภายในโดยจะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ

ความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์จะตกกระทบที่ผิวกระจกด้านนอก ความร้อนบางส่วนจะสะสมส่งผ่านและสะท้อนกลับออกไปยังสู่บรรยากาศภายนอก (Lechenr,N.1991.)

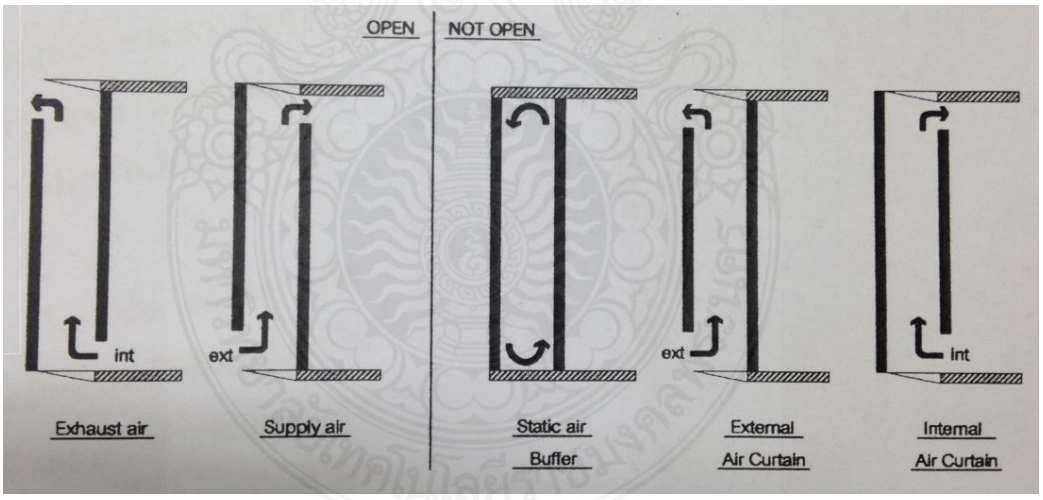
2.3.3 **การไหลของอากาศในช่องผนัง (Air flow concept)** การไหลของอากาศในช่องผนังของ double skin façade สามารถแบ่งได้เป็น 2 ระบบใหญ่ๆ คือ

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.

2.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับการระบายอากาศ

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

2.4.1 กระแสลม

การเกิดกระแสลมหรือการเคลื่อนไหวของอากาศเกิดได้จาก

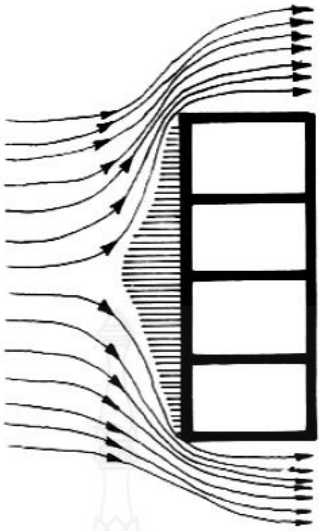
- ความแตกต่างของความกดอากาศ
- ความแตกต่างของอุณหภูมิ

เมื่อลมพัดผ่านอาคารจะพัดโอบรอบอาคารทำให้เกิดความกดอากาศสูงคือส่วนที่มาปะทะผนัง ส่วนที่มีความกดอากาศต่ำคือลมในเขตด้านหลังอาคาร

ลมที่พัดผ่านห้องเกิดจากอากาศที่ถูกบังคับให้ผ่านช่องเปิดด้วยความกดสูงและผ่านช่องเปิดอีกด้านสู่ความกดที่ต่ำกว่าซึ่งเหมือนกันกับลมทั่วๆ ไป และอากาศภายในอาคารก็เป็นเช่นเดียวกัน

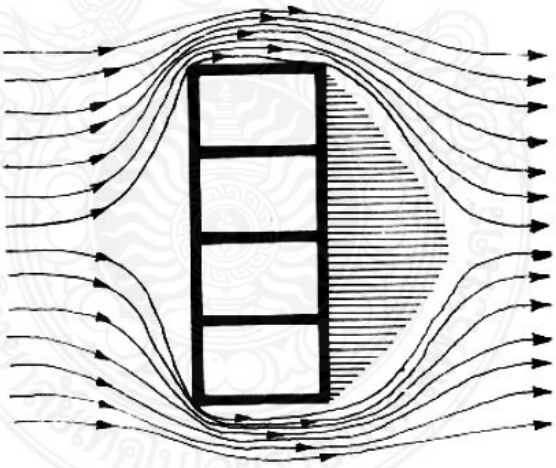
ความแตกต่างของอุณหภูมิ เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของอากาศหรือลมเช่นกัน แต่ตามธรรมชาติแล้วจะเกิดเป็นส่วนน้อย กระแสลมตามธรรมชาติโดยมากจะเกิดจากความกดอากาศที่ต่างกันมากกว่าอุณหภูมิที่ต่างกัน หากมีช่องทางเข้าของลมอยู่ด้านหน้าเดียวของห้องในทิศทางที่รับลมก็จะไม่เกิดผลอันใด เพราะผนังด้านตรงข้ามกับหน้าต่างทางลมเข้านั้นเป็นเหมือนเขื่อนบังลมซึ่งจะทำให้เกิดบริเวณความกดอากาศสูงในอาคาร แต่ถ้าในห้องนั้นอยู่ตรงกันข้ามกับด้านที่รับลมก็จะเกิดความกดอากาศต่ำ

เพื่อให้เกิดการถ่ายเทของอากาศต้องออกแบบให้เกิดบริเวณความกดอากาศสูงและความกดอากาศต่ำต่อเนื่องกัน ที่สำคัญต้องมีช่องทางเข้าด้านบริเวณความกดอากาศสูงและช่องทางออกด้านความกดอากาศต่ำ ดังนั้นหากทำช่องเปิดบนผนังด้านที่ติดกับบริเวณความกดอากาศสูงเพื่อให้ลมเข้าและบนผนังด้านที่มีความกดอากาศต่ำเพื่อให้ลมออก ก็จะเกิดเป็นกระแสลมพัดผ่านห้องเพื่อถ่ายเทและระบายอากาศได้ตามธรรมชาติ (ภาพที่ 2.2 – 2.4)



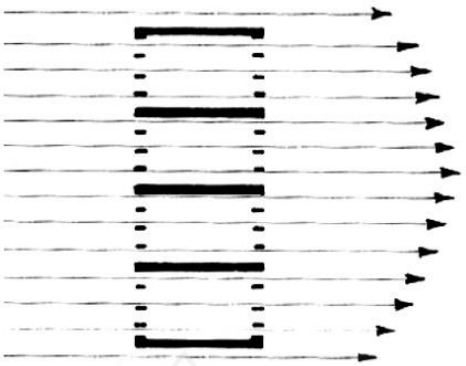
ภาพที่ 2.2 แสดงบริเวณความกดอากาศสูงโดยทั่วไปเกิดบริเวณใกล้ฝาผนังของอาคารที่ถูกลมปะทะหรือผนังอาคารด้านที่บังกระแสลม

ที่มา : ตรึงใจ บูรณสมภพ, การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในด้านการประหยัดพลังงาน (กรุงเทพฯ : บริษัทอัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), 2539), 67.



ภาพที่ 2.3 แสดงลมที่พัดผ่านด้านข้างหรือเหนืออาคารซึ่งทำให้เกิดบริเวณความกดอากาศต่ำ

ที่มา : ตรึงใจ บูรณสมภพ, การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในด้านการประหยัดพลังงาน (กรุงเทพฯ : บริษัทอัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), 2539), 67.



ภาพที่ 2.4 แสดงกระแสลมพัดผ่านห้อง

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

อัตราความเร็วลมที่พัดผ่านร่างกาย

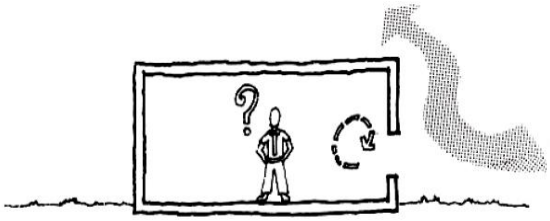
0.25 เมตรต่อวินาที ไม่รู้สึก

0.25 – 0.5 เมตรต่อวินาที รู้สึกสบายโดยไม่รู้ส่ามีลมมาปะทะ

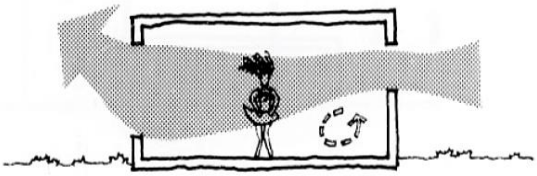
0.50 – 1 เมตรต่อวินาที รู้สึกสบายโดยรู้ว่ามีลม

2.4.2 ลักษณะของช่องเปิด

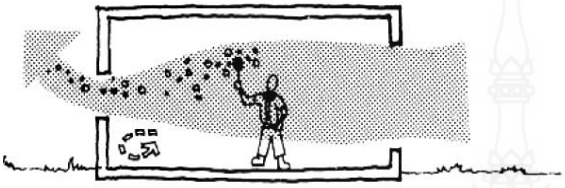
ลักษณะของช่องเปิด ขนาดและตำแหน่งของช่องเปิดที่ผนังมีอิทธิผลต่อทิศทางปริมาณและความเร็วของกระแสลมที่พัดผ่านห้องต่างๆ ภายในอาคารเป็นอย่างมาก การระบายอากาศโดยวิธีทางธรรมชาตินั้นนอกจากจะต้องคำนึงถึงช่องเปิดให้ลมเข้าแล้วยังจำเป็นต้องคำนึงถึงช่องเปิดเพื่อให้ลมออกด้วยถึงจะมีทิศทางปริมาณและความเร็วลมที่พอเหมาะพอดีกับพื้นที่ภายในอาคารในแต่ละพื้นที่ เช่นหากต้องการให้มีลมผ่านเข้ามามากที่สุดต้องทำให้ช่องเปิดทางเข้าและทางออกมีขนาดเท่าๆกัน แต่หากต้องการให้ลมผ่านเข้ามาด้วยความเร็วสูงก็จำเป็นต้องทำให้ช่องลมปิดทางออกเล็กกว่าทางเข้า โดยมีแนวทางของหลักการเปิดเพื่อลักษณะของลมภายในแต่ละประเภทดังนี้ (ภาพที่ 2.5)



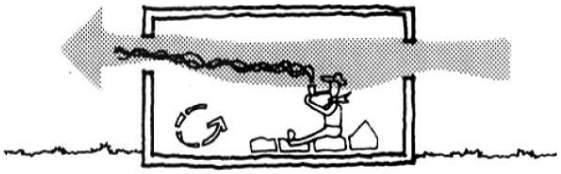
มีช่องเปิดทางลมเข้า ไม่มีทางลมออก



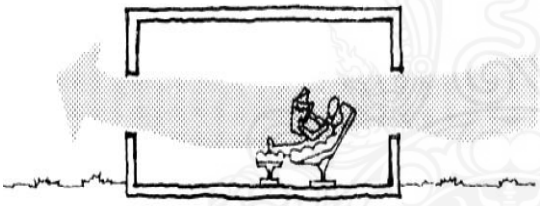
ช่องเปิดทางลมเข้าเล็กกว่าด้านลมออก



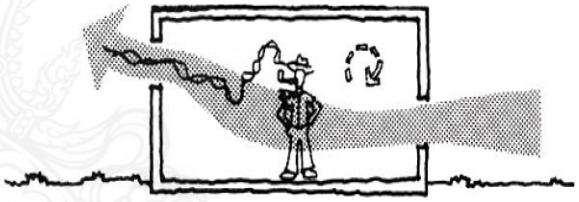
ช่องเปิดด้านลมเข้าใหญ่กว่าด้านลมออก



ช่องเปิดอยู่ตำแหน่งสูง



ช่องเปิดขนาดเท่าๆกัน ลมเข้ามากสุด

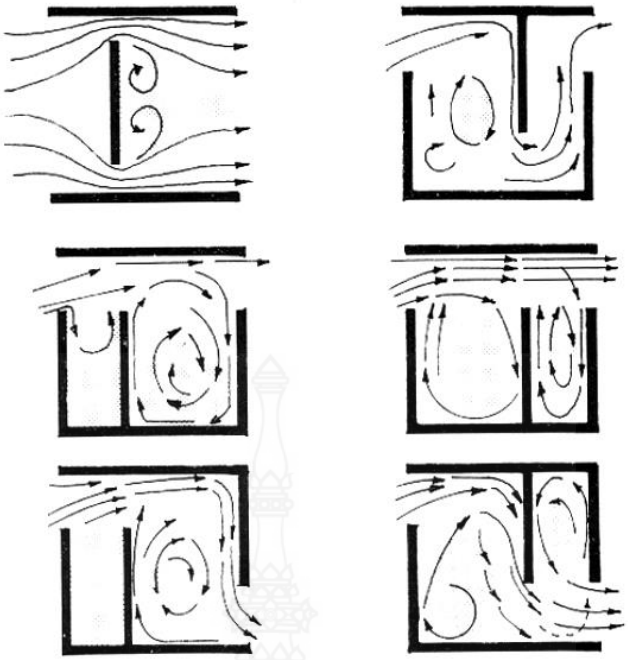


ด้านลมเข้าต่ำกว่า ได้รับลมเย็น

ภาพที่ 2.5 แสดงลักษณะช่องเปิดแบบต่างๆ

ที่มา : ตรึงใจ บูรณสมภพ, <u>การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในด้านการประหยัดพลังงาน</u> (กรุงเทพฯ : บริษัทอัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), 2539), 69 – 70.

ผนัง partition ตู้ ฯลฯ เป็นสิ่งที่มีส่วนในการเปลี่ยนการไหลของกระแสลมและลดปริมาณและแรงลม ส่วนที่ไม่ได้ลมจะร้อนและอับ ดังนั้นผนังกั้นห้องจึงควรมีบานเปิด เช่นประตู บานเกล็ด โดยจะมีแรงลมมากที่สุดเมื่อช่องเปิดลมเข้าและออกอยู่ตรงกัน ทั้งนี้ต้องไม่มีเครื่องกีดขวาง อาคารที่มีลักษณะแคบตื้นจะมีการระบายอากาศที่ดีกว่าอาคารที่มีลักษณะลึก (ภาพที่ 2.6)



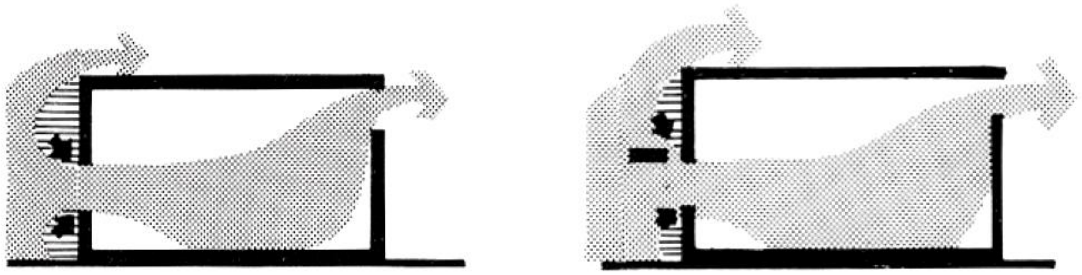
ภาพที่ 2.6 แสดงการไหลของกระแสลมเมื่อมีผนังภายในห้อง

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

เราจะรู้สึกเย็นสบายเมื่อมีลมพัดผ่านรอบๆตัว แต่บางเวลาการบังคับทิศทางลมตามต้องการก็เป็นไปได้ยาก ชนิดของบานหน้าต่างมีผลต่อการบังคับทิศทางลมเช่นกัน อย่างเช่น หน้าต่างบานพลิกจะทำให้ลมพัดผ่านสูงเหนือศีรษะซึ่งจะไม่ทำให้เกิดภาวะน่าสบาย

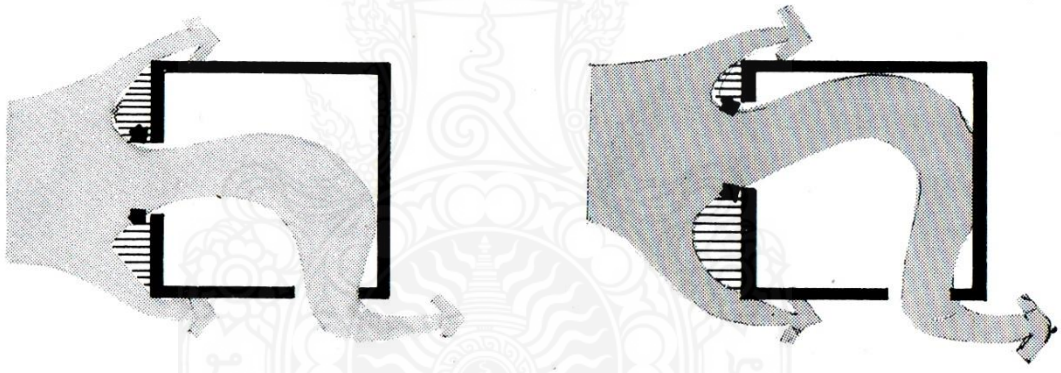
2.4.3 รูปแบบการไหลของกระแสลม (Air flow pattern)

รูปแบบการไหลของกระแสลมมีผลอย่างมากต่อภาวะน่าสบายและการระบายอากาศด้วยวิธีตามธรรมชาติ เช่น ในฤดูหนาวที่พัดขึ้นเพดานจะดีกว่าลมที่พัดผ่านร่างกายโดยตรงในหน้าร้อน เนื่องเพราะจะทำให้กระแสลมเย็นและบริสุทธิ์เข้ามาผสมกับอากาศภายในห้องก่อนจะวกลงมาข้างล่าง เป็นต้น โดยเราสามารถออกแบบเพื่อบังคับการไหลของกระแสลมภายในห้องด้วยวิธีต่างๆ ได้ (ภาพที่ 2.7)



ภาพที่ 2.7 แสดงการเปิดช่องเปิดเพื่อให้รับลมผ่านในระดับความสูงร่างกาย
ที่มา : ตรึงใจ บูรณสมภพ, การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในด้านการประหยัดพลังงาน (กรุงเทพฯ : บริษัทอัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), 2539), 72

การดัดแปลงแก้ไขการไหลของกระแสลมให้อยู่ในรูปที่ต้องการได้โดยการกะระยะช่องเปิดบนผนัง การเปิดประตูหน้าต่าง และการทำแผงบังแดด ลมที่ผ่านเข้ามาในห้องจะถูกบังคับโดยความดันของอากาศบริเวณส่วนปิดทึบโดยรอบช่องเปิด (ภาพที่ 2.8)



ภาพที่ 2.8 แสดงการไหลของกระแสลมจากการบังคับช่องเปิด
ที่มา : ตรึงใจ บูรณสมภพ, การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในด้านการประหยัดพลังงาน (กรุงเทพฯ : บริษัทอัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), 2539), 73

จากการศึกษาเรื่องหลักการระบายอากาศในหลายๆลักษณะดังข้างต้น สามารถสรุปในเบื้องต้นได้ว่า การระบายอากาศภายในอาคารที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของอากาศนั้นจำเป็นจะต้องมีช่องทางให้อากาศได้เคลื่อนที่ในอย่างน้อย 2 ทางจึงจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ในการระบายอากาศได้ดีกว่าช่องเปิดเพียงทางเดียว

2.5 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 (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 ซึ่งการ

แผ่รังสีมีความแตกต่างจากการนำและการพาคือ ไม่ขึ้นอยู่กับตัวกลางแต่สามารถส่งผ่านสุญญากาศได้เมื่ออุณหภูมิที่แตกต่างกัน รังสีจะเดินทางเป็นเส้นตรงผ่านที่ว่าง ซึ่งเป็นอากาศถูกดูดซึม โดยอุณหภูมิที่ต่ำกว่า การใช้ประโยชน์จากช่องว่างอากาศเป็นการถ่ายเทความร้อน โดยการพา เพื่อให้เกิดการหมุนเวียนอากาศเป็นการลดความร้อนที่จะถ่ายเทเข้าสู่อาคาร การไหลของอากาศในช่องว่างอากาศกลางคืนจะไหลขึ้นส่วนในเวลากลางวันจะไหลลง

2.6 ทฤษฎีผนังปล่องรังสีอาทิตย์

2.6.1 ผนังปล่องรังสีอาทิตย์

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

2.6.2 สมการการพาความร้อน

เทคนิคคำนวณพลศาสตร์ของไหลเป็นการวิเคราะห์แก้ปัญหา ระบบสมการอนุพันธ์ด้วยระบบสมการพีชคณิตซึ่งมีหลากหลายวิธีให้ เลือกใช้ได้อย่างเหมาะสมขึ้นอยู่กับปัญหาที่สนใจศึกษาซึ่งการไหลของอากาศที่เกิดขึ้นควบคุมโดยสมการความต่อเนื่อง 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

2.6.3 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

2.7 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขัติยา 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 องศานั้น ผู้ใช้งานยังคงมองเห็นทัศนียภาพภายนอกได้ หน้าต่างที่ติดม่านปรับแสงสามารถลดอุณหภูมิภายในได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น เมื่อเทียบกับหน้าต่างที่ติดม่านปรับแสงมากที่สุดประมาณ 3 องศา

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

ระบบประสานทางพิกัดและการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยใช้ไม้ไผ่เป็นวัสดุหลักสามารถทำได้ 5. การเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมสามารถก่อสร้างอาคารในราคาประหยัดและไม่ทำร้ายสภาพแวดล้อม

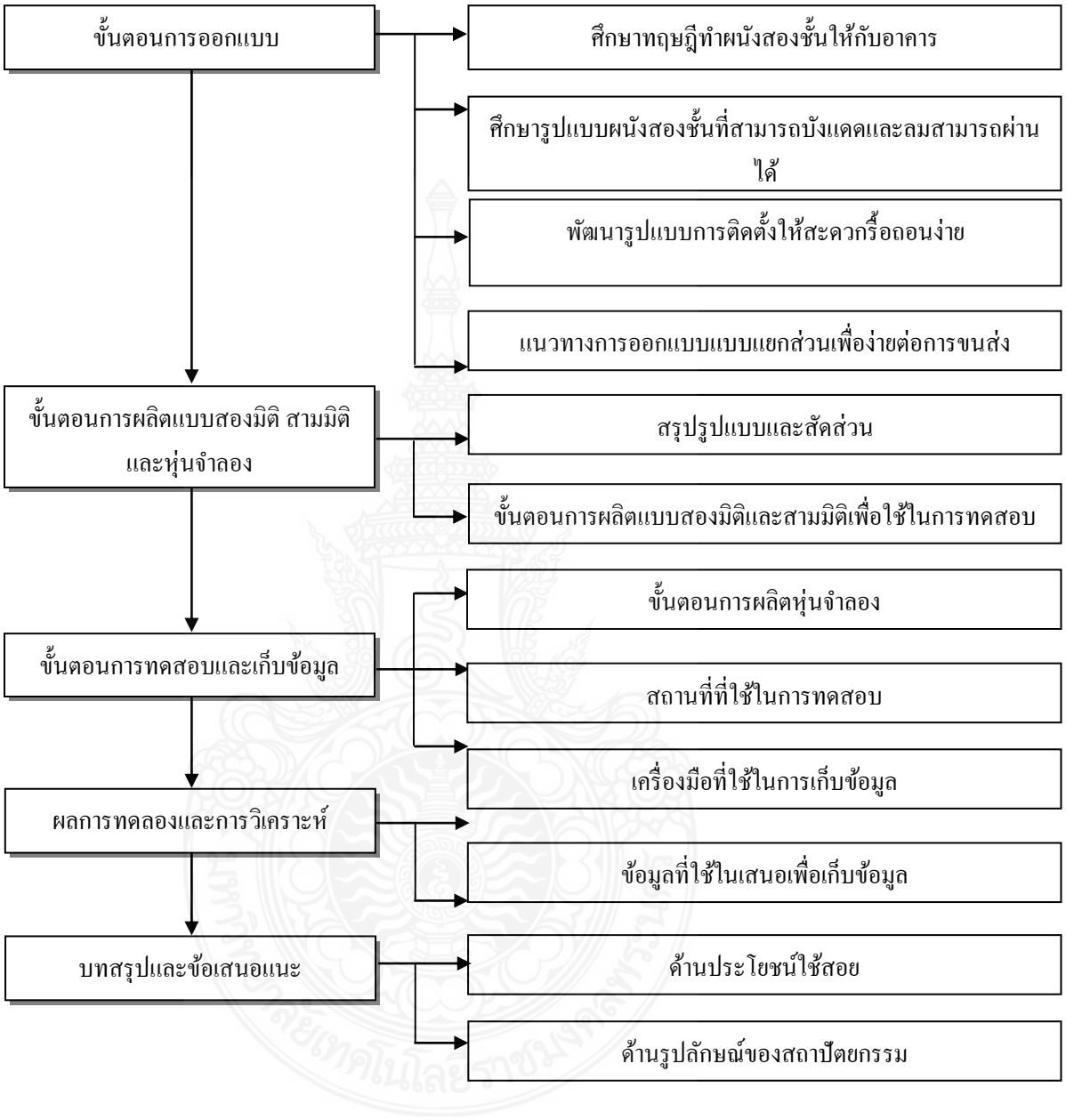
ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์ (2549) ศึกษาในเรื่องเทคโนโลยีที่เหมาะสม โดยกล่าวสรุปไว้ว่า เกณฑ์การเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมได้ดังนี้ 1. ต้องเป็นเทคโนโลยีที่เข้ากับสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศในท้องถิ่นนั้น 2. ต้องเป็นเทคโนโลยีที่สามารถใช้แรงงานคนเป็นผู้ควบคุม เน้นแรงงานในท้องถิ่นเป็นหลัก เพื่อให้เกิดการสร้างงานในท้องถิ่นนั้น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

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

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

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการออกแบบผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่) หลังจากศึกษาข้อมูลและทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้สรุปข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบผนังสองชั้นได้ 3 แบบ ซึ่งมีหลักการในการทำรูปแบบผนังสองชั้นคือการทำให้ลมสามารถพัดผ่านได้โดยสามารถบังแดดให้กับผนังได้พื้นที่เงาตกกระทบมากที่สุด ไม่ให้ชิ้นส่วนที่บังแดดติดกับพื้นที่ผิวเพื่อป้องกันการถ่ายเทความร้อน เพื่อประโยชน์ในการเข้าถึงของลมเพื่อลดอุณหภูมิภายในห้อง และรูปแบบในการติดตั้งและรื้อถอนที่รวดเร็ว เมื่อได้อกแบบแล้วได้ทำการทดสอบเช็คเงาแดดในวันวิกฤตเป็นหลัก คือ วันที่ดวงอาทิตย์โคจรอ้อมไปด้านทิศเหนือมากที่สุดคือวันที่ 21 มิถุนายน (Summer Solstice) และวันที่ดวงอาทิตย์โคจรอ้อมไปทางทิศใต้มากที่สุดคือวันที่ 21 ธันวาคม (Winter Solstice) เพื่อออกแบบผนังสองชั้นโดยมีช่องและรูปทรงของอุปกรณ์กันแดดที่สามารถกันแสงแดดตรงตรง ให้ลมผ่านได้อย่างเต็มที่สามารถกันความร้อนที่จะเข้ามาซึ่งสามารถลดอุณหภูมิภายในที่พักอาศัยได้ โดยแสดงขั้นตอนวิธีการดำเนินงานวิจัยดังแผนภูมิที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แสดงแผนภูมิขั้นตอนวิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิและการเก็บข้อมูล

3.1.1 เครื่องมือวัดอุณหภูมิภายในกล่องทดลอง Testo 177-T4 type k (data logger 4external) เปิดเครื่องมือที่เก็บข้อมูลได้ในช่วงอุณหภูมิ -200 ถึง + 1,000 องศาเซลเซียส ค่าความแม่ยำ ± 0.5% of mv (+70.1 ถึง 1,000 องศา) ± 0.3 องศาเซลเซียส (-100 ถึง 70 องศา) มีความละเอียด 0.1 องศาเซลเซียส โดยในการทดลองนี้ตั้งอุณหภูมิในการทำงาน 0 - 70 องศา จับอุณหภูมิได้ 4 จุด เป็นหัววัดอุณหภูมิ ชนิด Thermocouple type K จับอุณหภูมิทุกๆ 15 นาที กำหนดการทดลองครั้งแรก โดยทำการ synchronize กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้เก็บข้อมูลและทำการ calibrate หัวอ่าน โดยการแช่หัวอ่านในน้ำร้อนหรือเย็นจัด เพื่อสังเกตการณ์ความคลาดเคลื่อนบันทึกค่าที่ได้และจึงนำไปใช้งาน

3.1.2 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ Ambient ภายนอกอาคาร Testo 175-H2 2 channels) เป็นเครื่องมือที่เก็บข้อมูลได้ในช่วงอุณหภูมิ -20 ถึง +70 องศาเซลเซียส มีค่าความละเอียดในการจัดเก็บ 0.1 องศาเซลเซียส โดยในการทดลองครั้งนี้ตั้งอุณหภูมิในการทำงาน -20 ถึง +70 องศาเซลเซียส จับอุณหภูมิทุกๆ 15 นาที กำหนดการทดลองครั้งแรก โดยทำการ synchronize กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้เก็บข้อมูล

3.1.3 สาย USB-Interface Testo 05541765 สำหรับอ่านข้อมูลกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ด้านข้อมูล ที่มา : (www.Testo.cumyonline)March 2011.

3.1.4 ติดตั้งอุปกรณ์บันทึกอุณหภูมิ

ตำแหน่งที่ทำการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ

1. Ambient ภายนอกอาคารห่างจากผนังกระจก 0.60 ม. สูง 1.20 ม.
2. จุดที่ 1, 5 ห่างจากผนังกระจก 0.15 ม. สูง 1.20 ม. (ช่องว่างอากาศ)
3. จุดที่ 2, 6 ห่างจากผนังกระจก 0.60 ม. สูง 2.10 ม. (ภายใน)
4. จุดที่ 3, 7 ห่างจากผนังกระจก 0.60 ม. สูง 1.20 ม. (ภายใน)
5. จุดที่ 4, 8 ห่างจากผนังก่ออิฐฉาบปูน 0.60 ม.สูง0.30 ม. (ภายใน)

3.1.5 เวลาที่ทำการทดลอง (Times)

ในแง่การป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร จะทำการวัดอุณหภูมิทุกๆ 15 นาที ตลอด 24 ชั่วโมง แต่ละตัวอย่างการทดลอง โดยเก็บข้อมูล 7 วัน ต่อ 1 ทดลอง (1.1-2.2) ระหว่างวันที่ 14-27 มกราคม 2554 และเก็บข้อมูล 2 วัน ต่อ 1 ทดลอง (3.1-4.2) ระหว่างวันที่ 21-25 กันยายน 2558

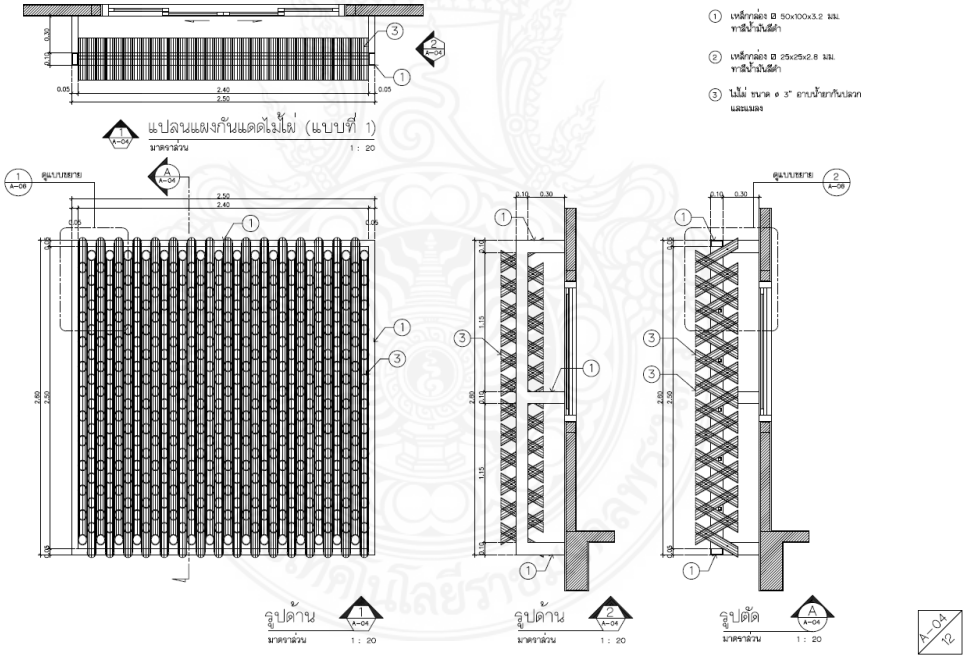
3.1.6 การวัดอุณหภูมิ

การวัดอุณหภูมิติดตั้งเซ็นเซอร์บันทึกข้อมูลอุณหภูมิภายใน อากาศภายนอกของหน้าต่าง และอุณหภูมิจุดกึ่งกลาง บน ล่างห้องทดสอบอย่างต่อเนื่อง โดยทำการบันทึกข้อมูลทุก 15 นาที ตลอดทั้งวันเป็นเวลา กรณีละ 1 สัปดาห์ และ 2 วัน โดยบันทึกข้อมูลตามจุดต่างๆ ดังต่อไปนี้

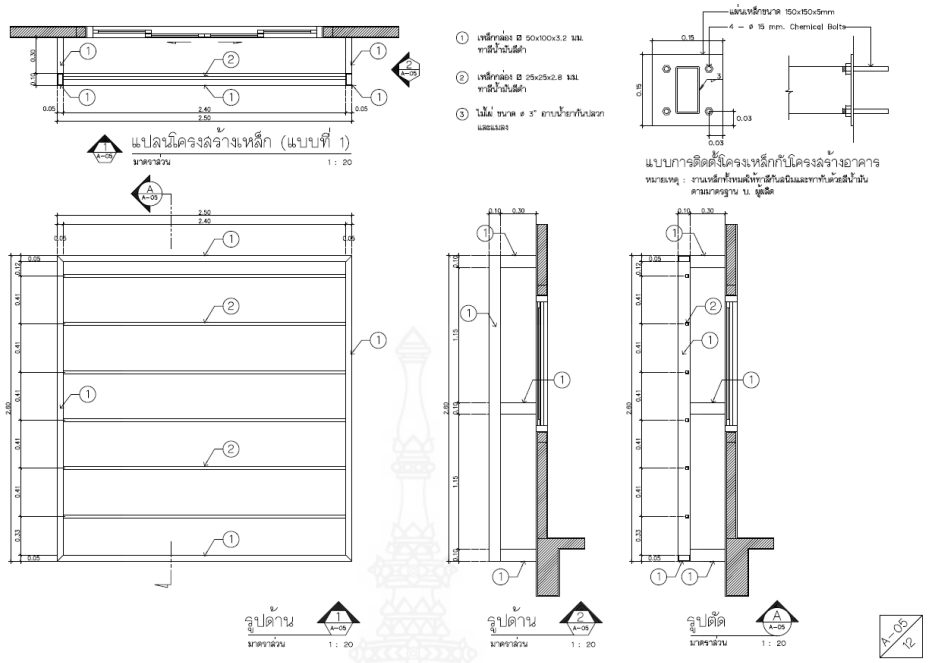
ซึ่งในบทนี้จะแบ่งส่วนของเนื้อหาในขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัยเป็นหัวข้อหลักๆได้ดังนี้3.1) ขั้นตอนการออกแบบและผลิตหุ่นจำลอง 3.2) ขั้นตอนการทดสอบการตกกระทบของแดด 3.3) ขั้นตอนการคัดเลือกแบบผนังสองชั้นเพื่อนำไปทดสอบด้านอุณหภูมิกับวัสดุอื่นๆ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2 ขั้นตอนการออกแบบ

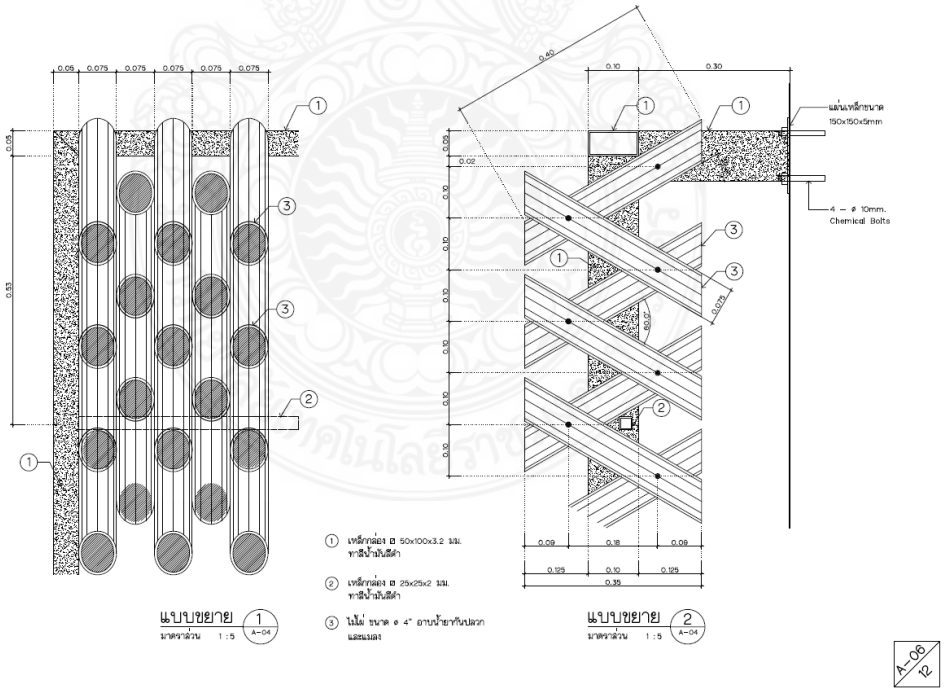
3.2.1 ออกแบบผนังสองชั้นจากวัสดุไม้ไผ่ 3 แบบ พร้อมรายละเอียดประกอบแบบ แปลน รูปด้าน รูปตัด Perspectives.



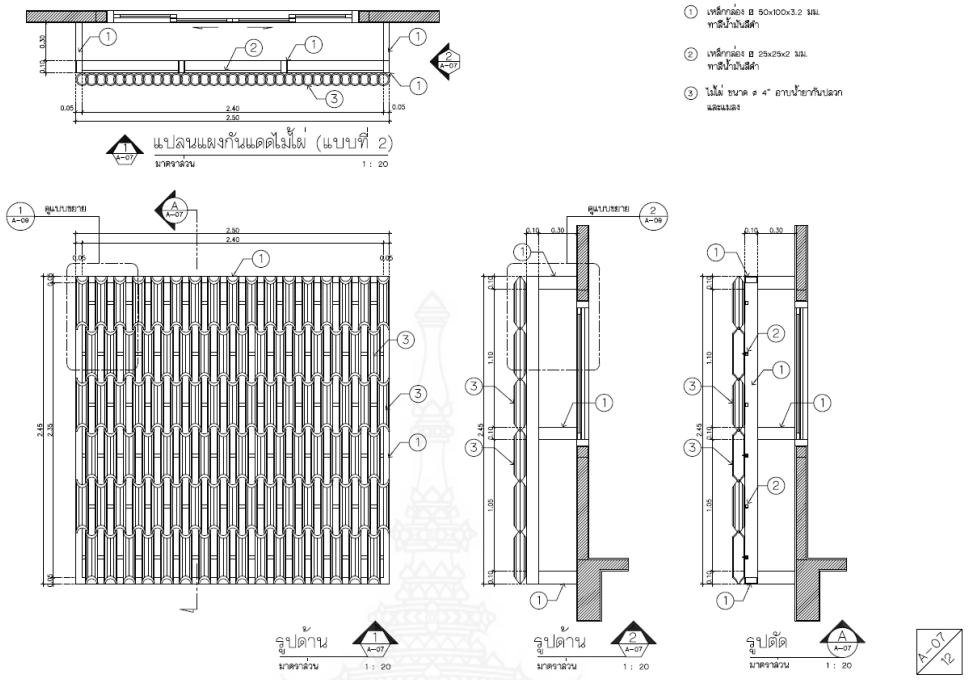
ภาพที่ 3.2 แสดงแบบผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่) แบบที่ 1



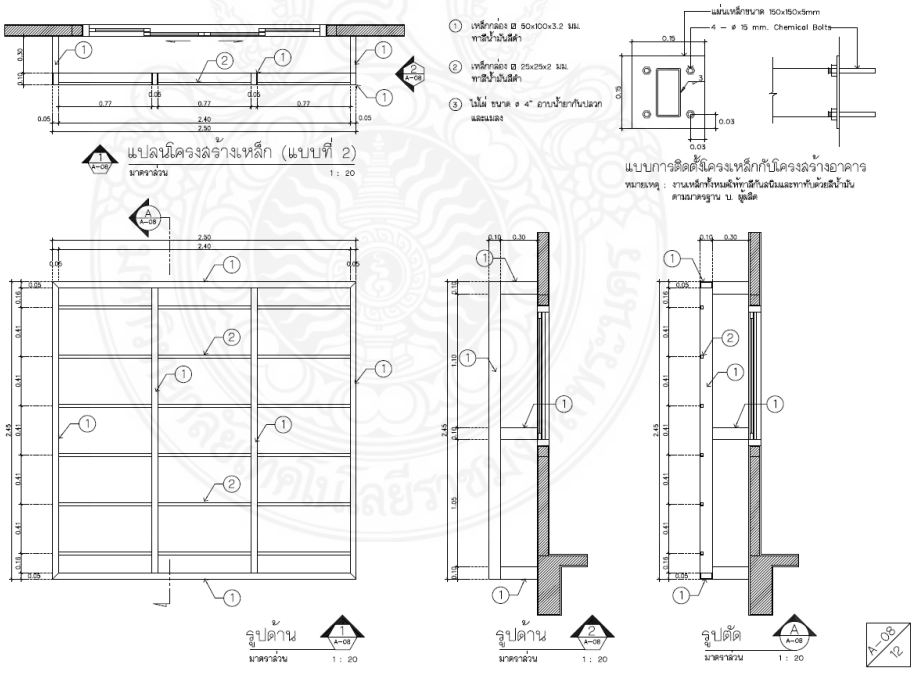
ภาพที่ 3.3 แสดงแบบรูปด้านผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่) แบบที่ 1



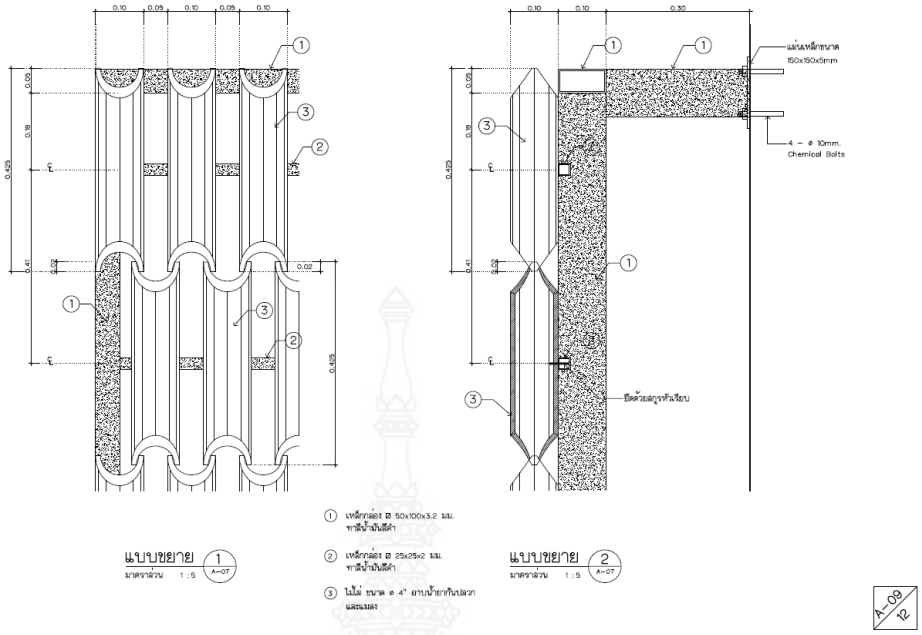
ภาพที่ 3.4 แสดงแบบขยายผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่) แบบที่ 1



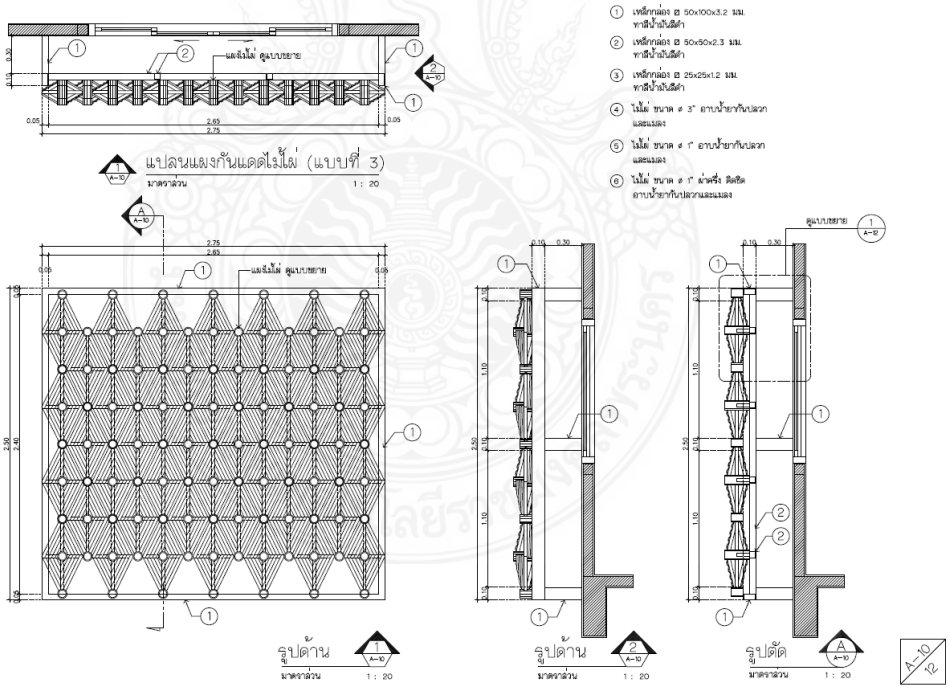
ภาพที่ 3.5 แสดงแบบผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่) แบบที่ 2



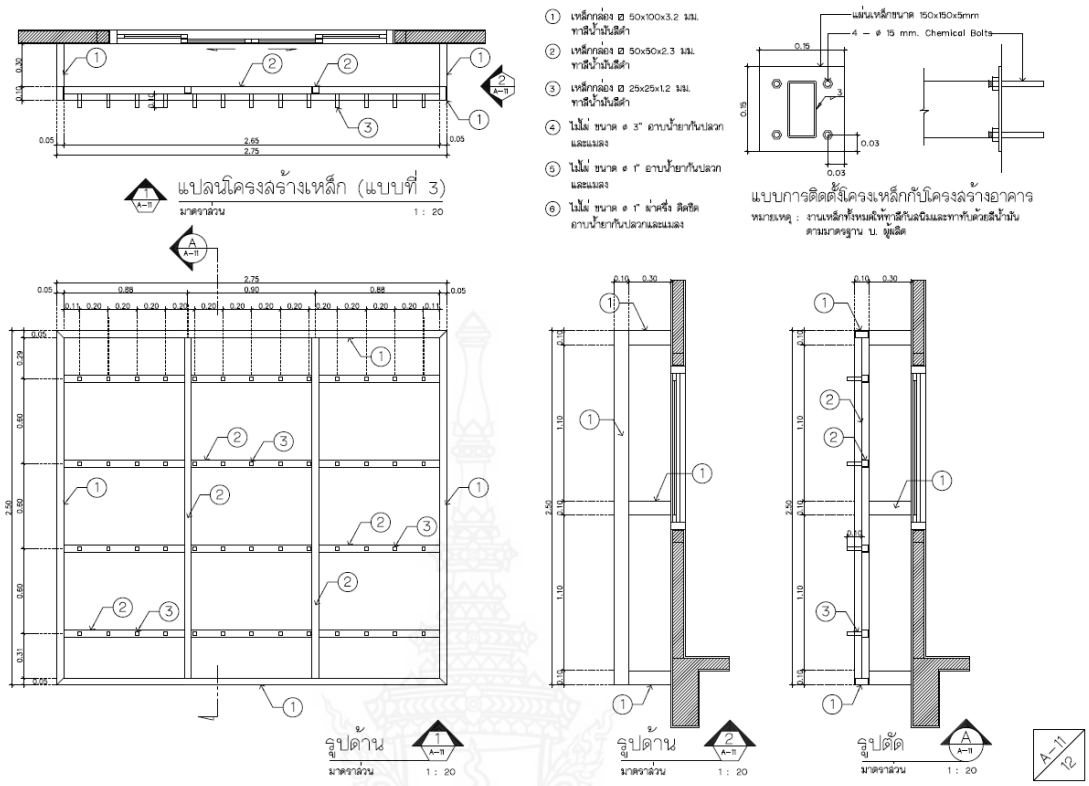
ภาพที่ 3.6 แสดงแบบรูปด้านผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่) แบบที่ 2



ภาพที่ 3.7 แสดงแบบขยายผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่) แบบที่ 2



ภาพที่ 3.8 แสดงแบบผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่) แบบที่ 3

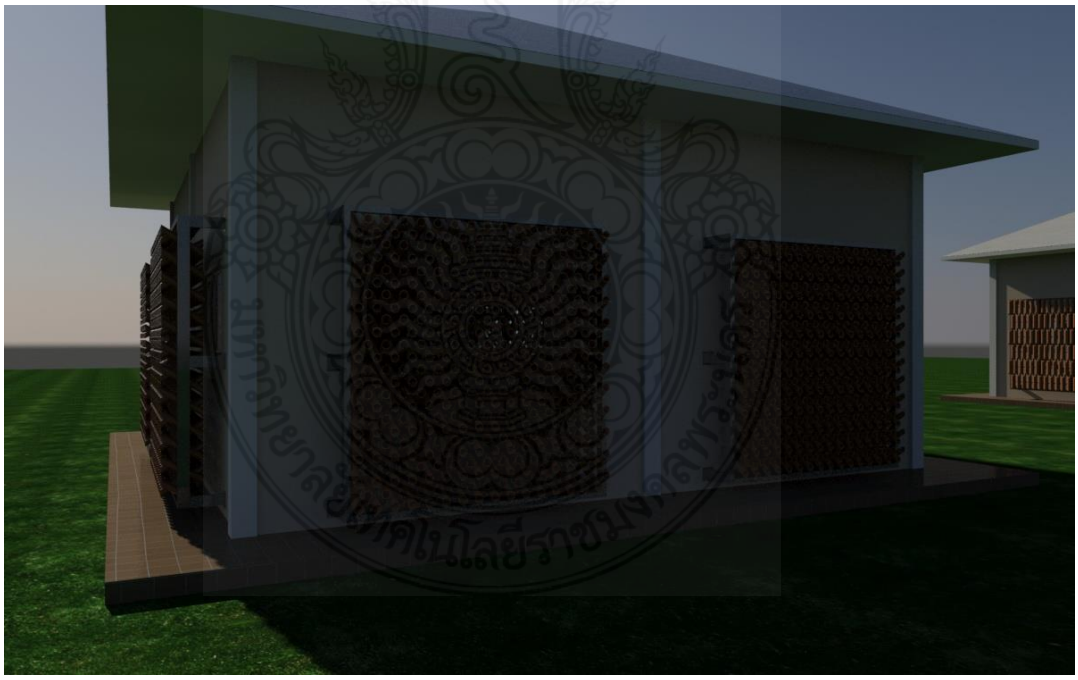


ภาพที่ 3.9 แสดงแบบขยายผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่) แบบที่ 3

3.3 การทดสอบการตกกระทบของแดดจากโปรแกรม REVIT.

ในช่วงเวลา 1 วัน ตั้งแต่เช้าถึงเย็น ผนังสองชั้นแบบที่ 1 และแบบที่ 2 ยังมีแสงตบกระทบช่องเปิดและผนังทำให้อุณหภูมิภายในห้องสูงกว่าแบบที่ 3 ซึ่งสามารถบังเงาได้มากและลมสามารถพัดผ่านผนังสองชั้นได้

ภาพที่ 3.10 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 1 ในช่วงเวลา 7.00 น.



ภาพที่ 3.11 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 1 ในช่วงเวลา 8.00 น.

ภาพที่ 3.12 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 1 ช่วงเวลา 9.00 น.

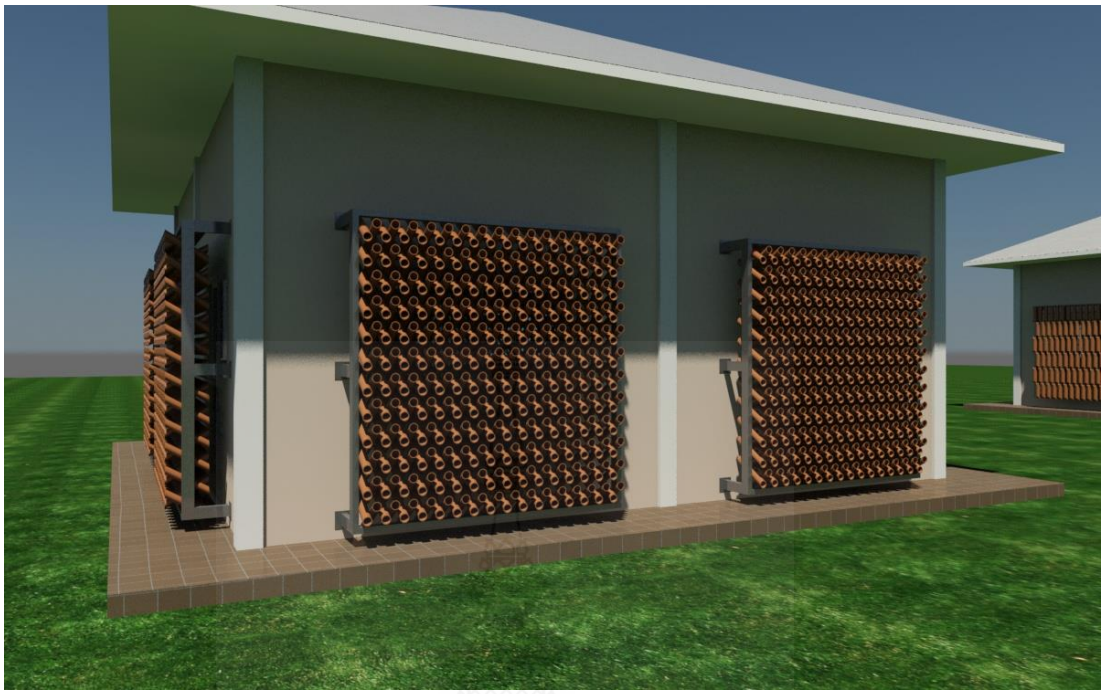
ภาพที่ 3.13 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 1 ในช่วงเวลา 10.00 น.

ภาพที่ 3.14 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 1 ในช่วงเวลา 11.00 น.

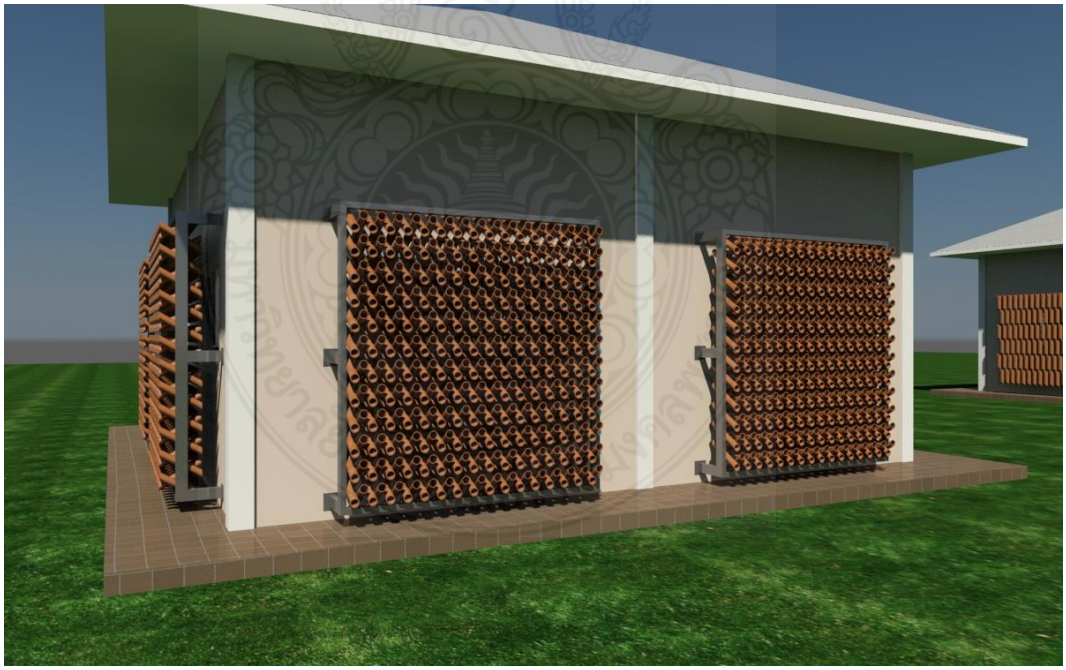
ภาพที่ 3.15 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 1 ในช่วงเวลา 12.00 น.

ภาพที่ 3.16 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 1 ในช่วงเวลา 13.00 น.

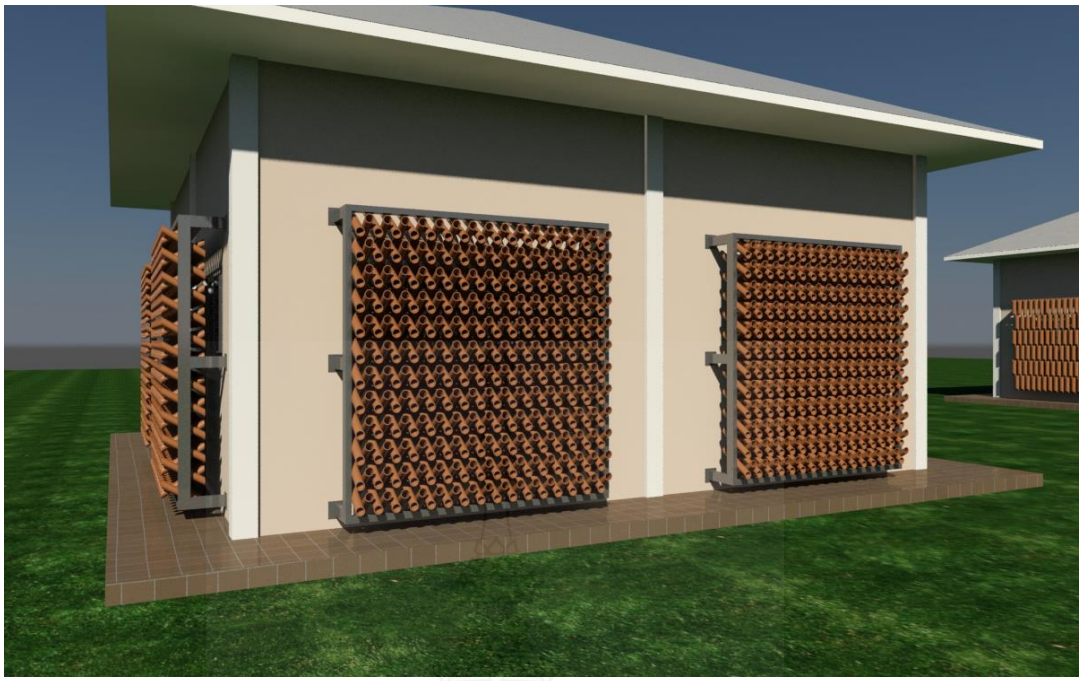
ภาพที่ 3.17 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 1 ในช่วงเวลา 14.00 น.



ภาพที่ 3.18 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 1 ในช่วงเวลา 15.00 น.



ภาพที่ 3.19 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 1 ในช่วงเวลา 16.00 น.



ภาพที่ 3.20 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 1 ในช่วงเวลา 17.00 น.

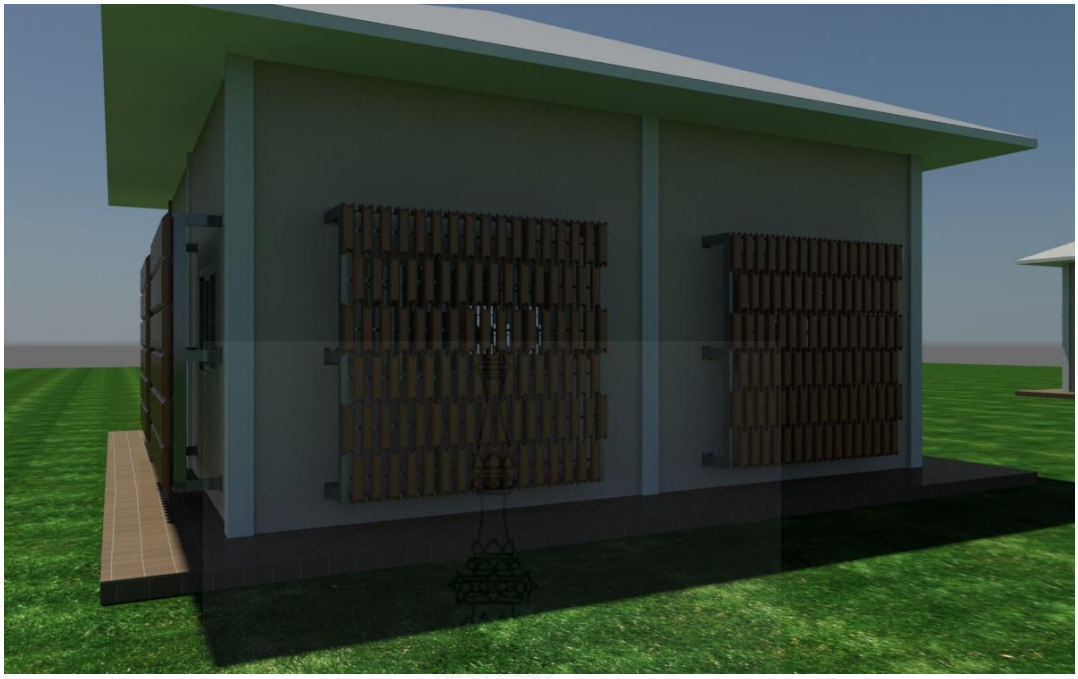
ภาพที่ 3.21 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 1 ในช่วงเวลา 18.00 น.

ภาพที่ 3.22 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 2 ในช่วงเวลา 7.00 น.

ภาพที่ 3.23 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 2 ในช่วงเวลา 8.00 น.

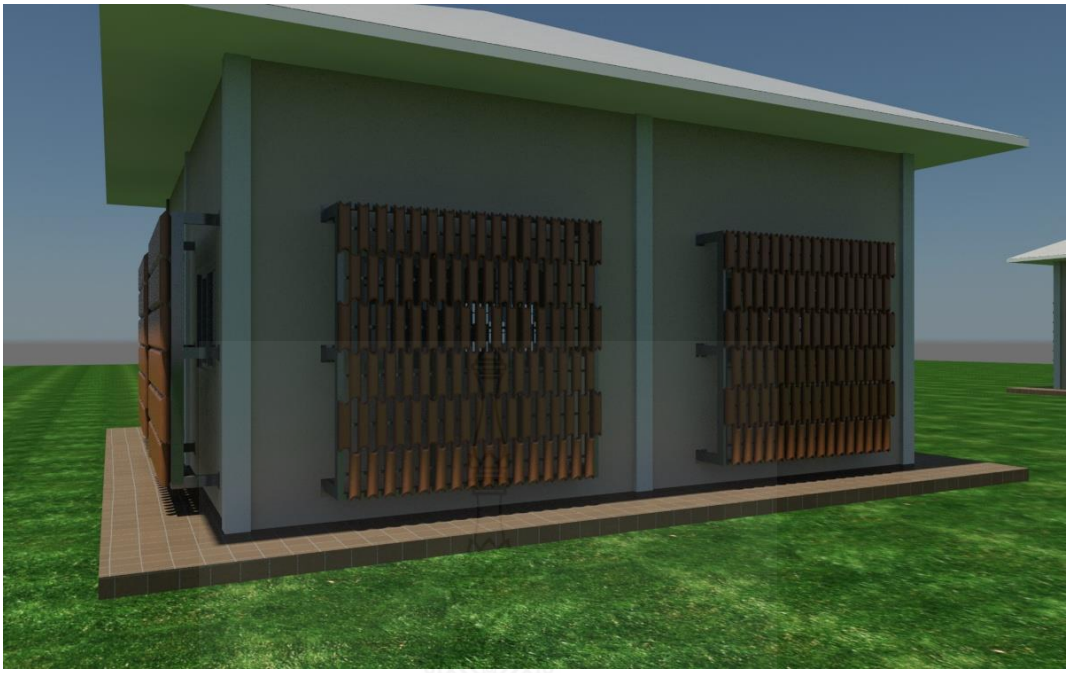
ภาพที่ 3.24 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 2 ช่วงเวลา 9.00 น.

ภาพที่ 3.25 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 2 ในช่วงเวลา 10.00 น.

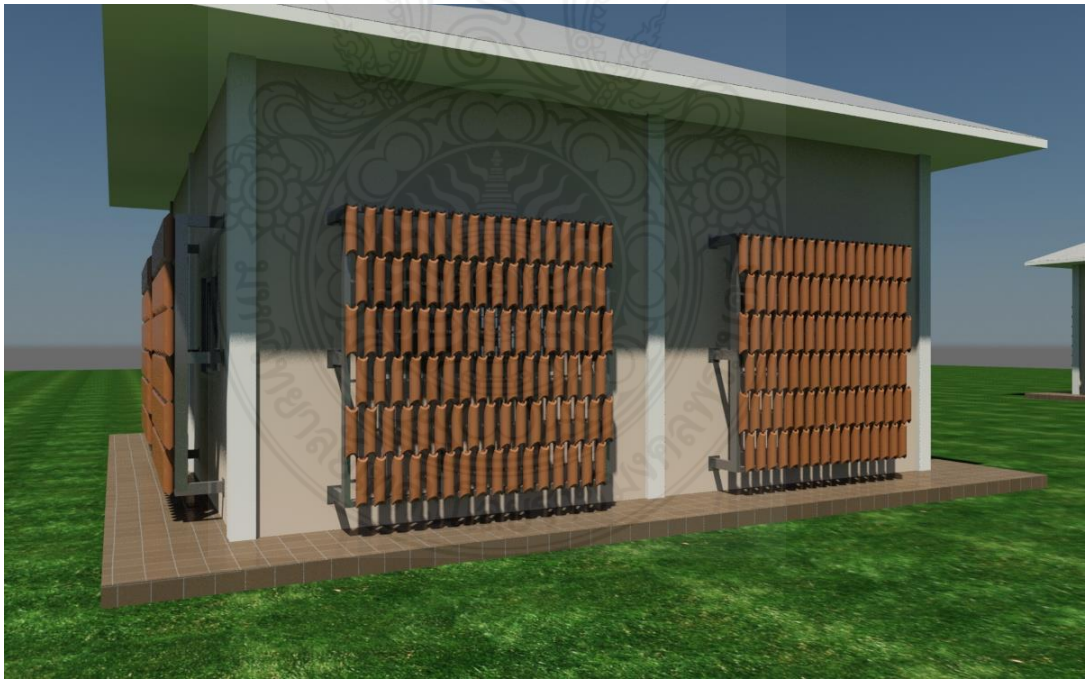


ภาพที่ 3.26 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 2 ในช่วงเวลา 11.00 น.

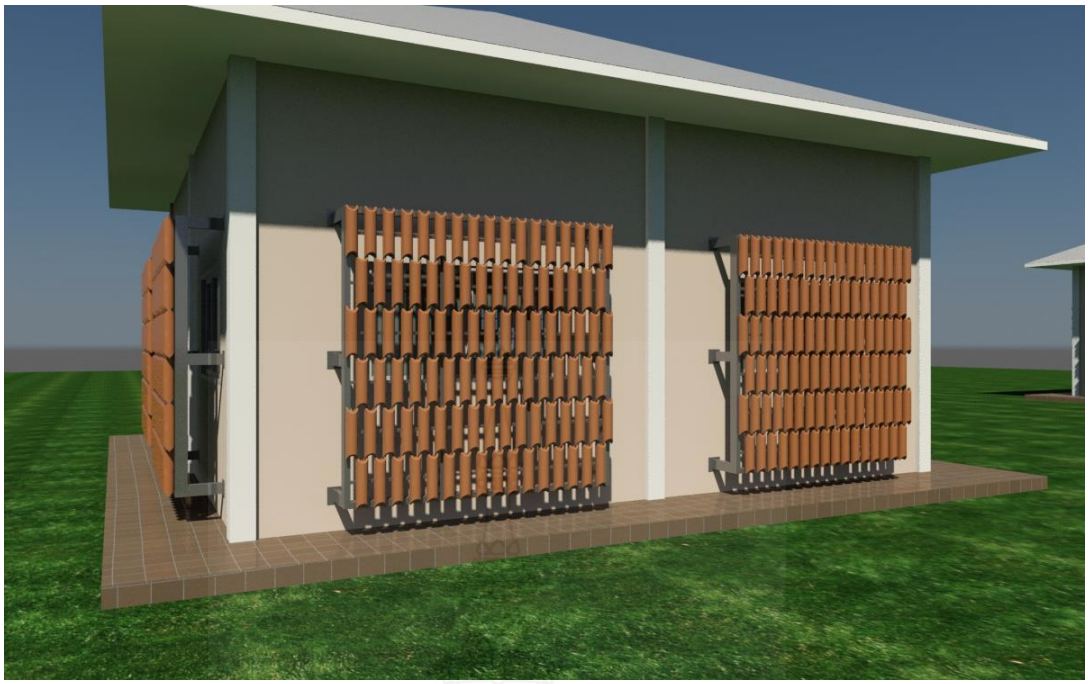
ภาพที่ 3.27 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 2 ในช่วงเวลา 12.00 น.



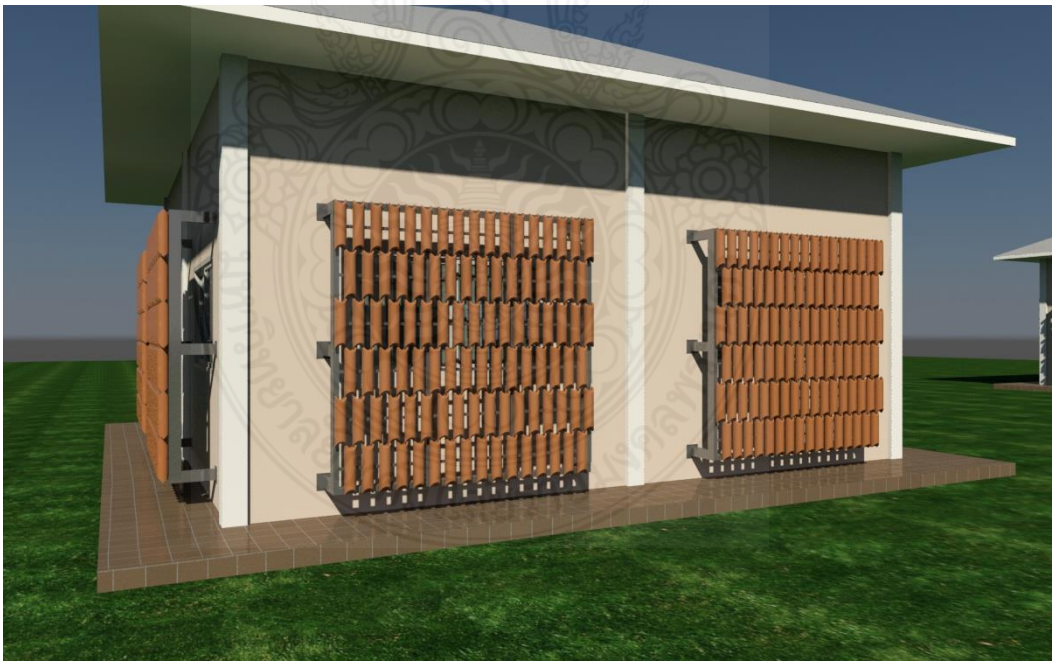
ภาพที่ 3.28 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 2 ในช่วงเวลา 13.00 น.



ภาพที่ 3.29 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 2 ในช่วงเวลา 14.00 น.



ภาพที่ 3.30 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 2 ในช่วงเวลา 15.00 น.

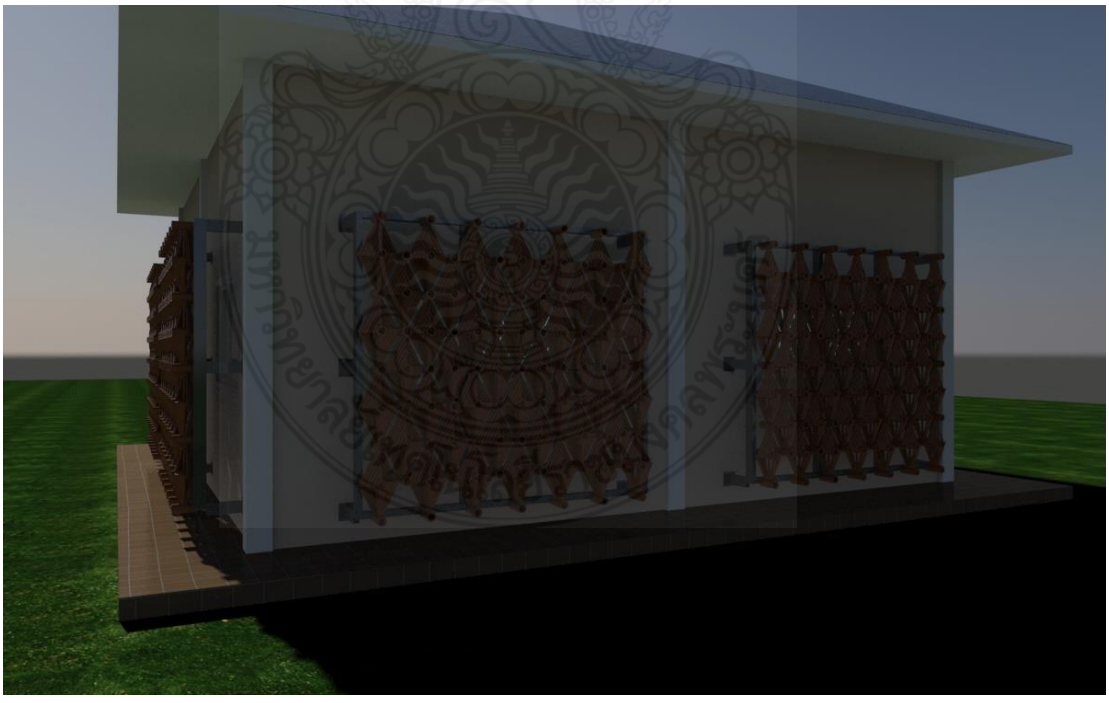


ภาพที่ 3.31 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 2 ในช่วงเวลา 16.00 น.

ภาพที่ 3.32 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 2 ในช่วงเวลา 17.00 น.

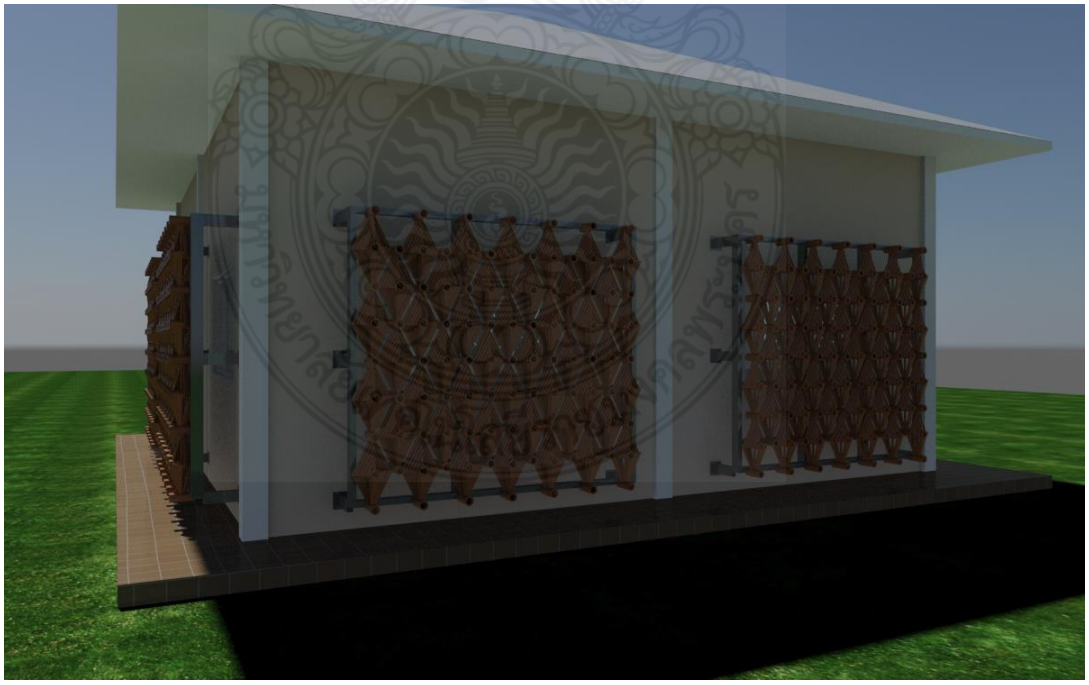
ภาพที่ 3.33 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 2 ในช่วงเวลา 18.00 น.

ภาพที่ 3.34 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 3 ในช่วงเวลา 7.00 น.

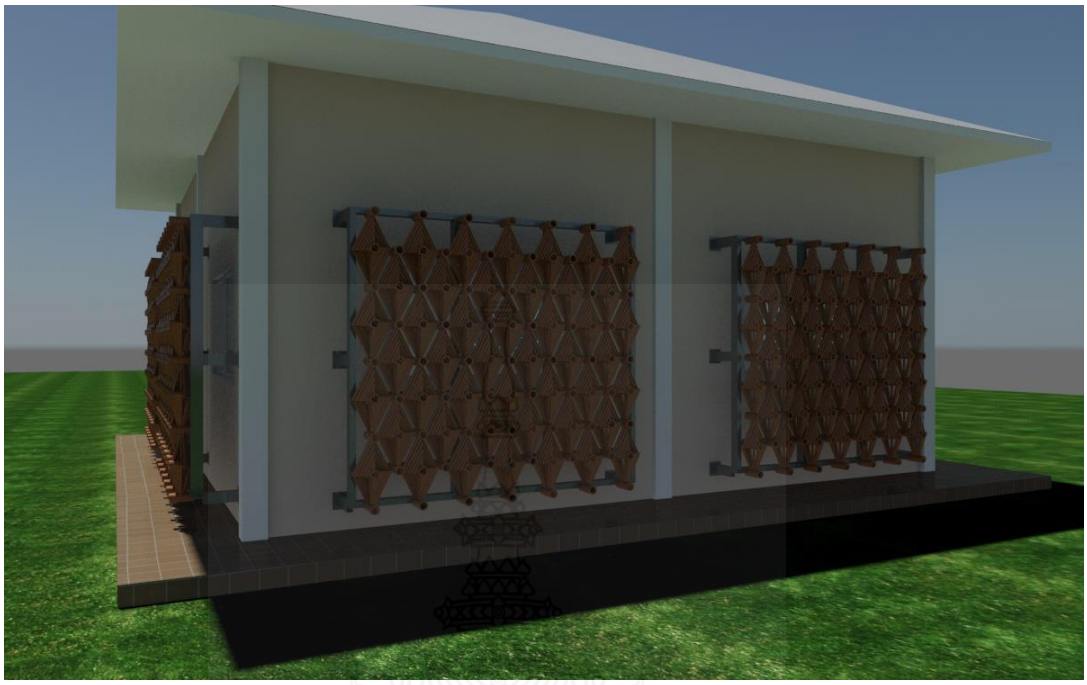


ภาพที่ 3.35 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 3 ในช่วงเวลา 8.00 น.

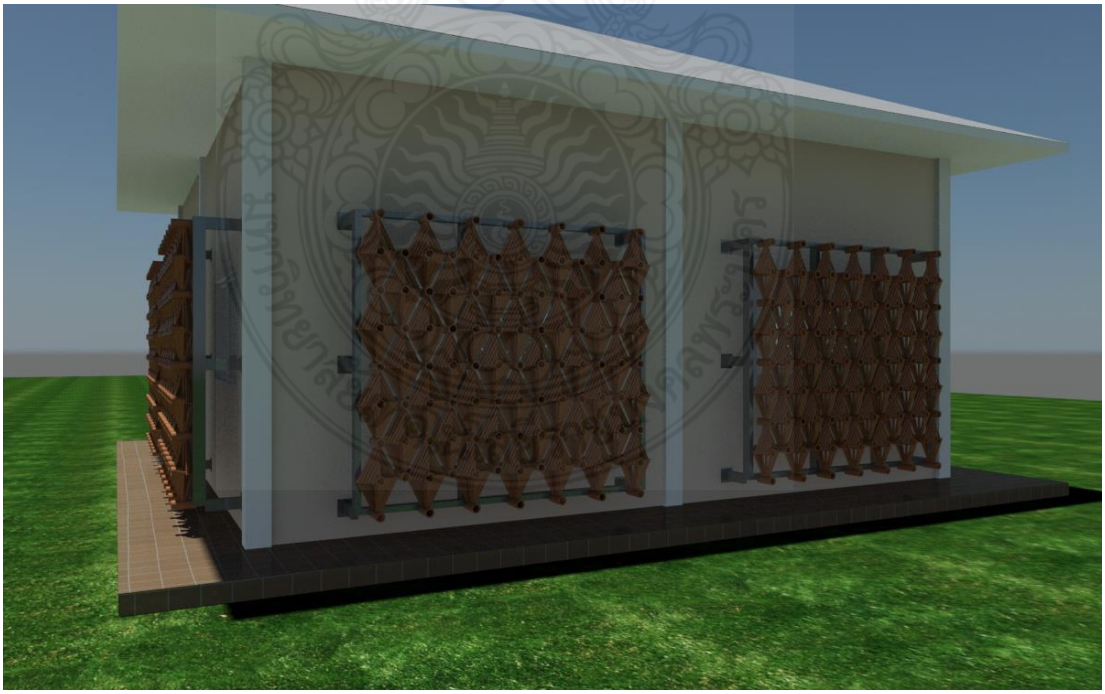
ภาพที่ 3.36 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 3 ช่วงเวลา 9.00 น.



ภาพที่ 3.37 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 3 ในช่วงเวลา 10.00 น.

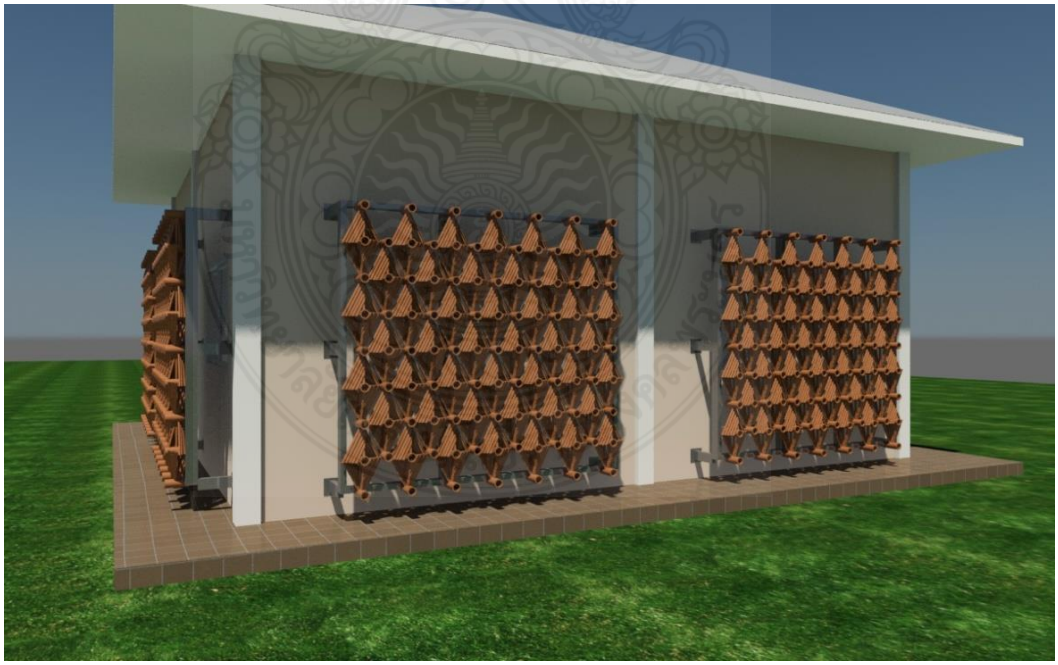


ภาพที่ 3.38 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 3 ในช่วงเวลา 11.00 น.

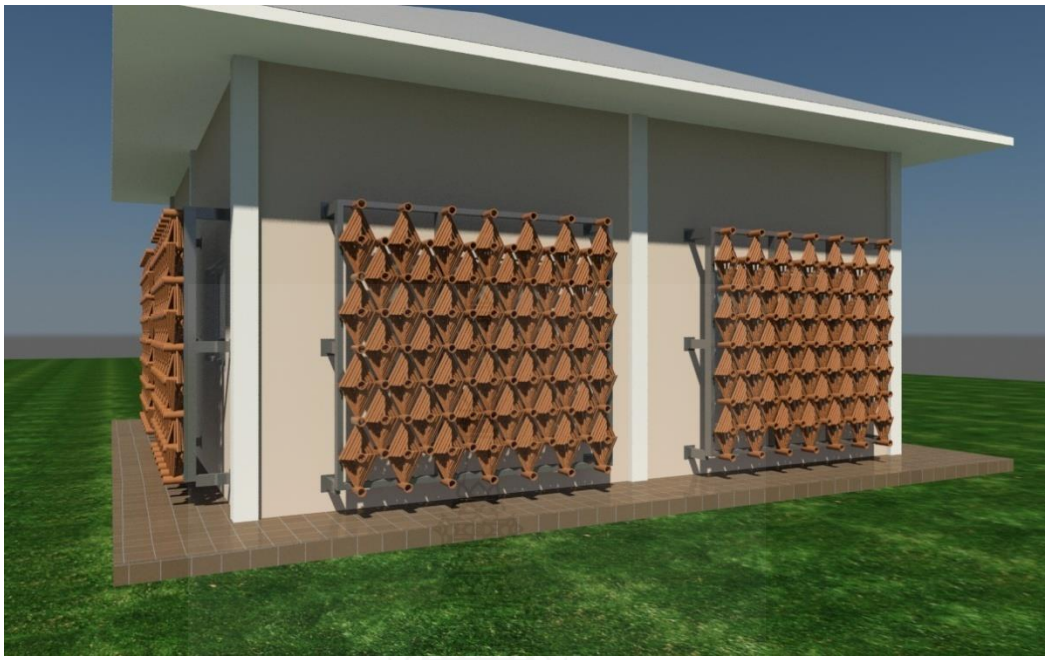


ภาพที่ 3.39 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 3 ในช่วงเวลา 12.00 น.

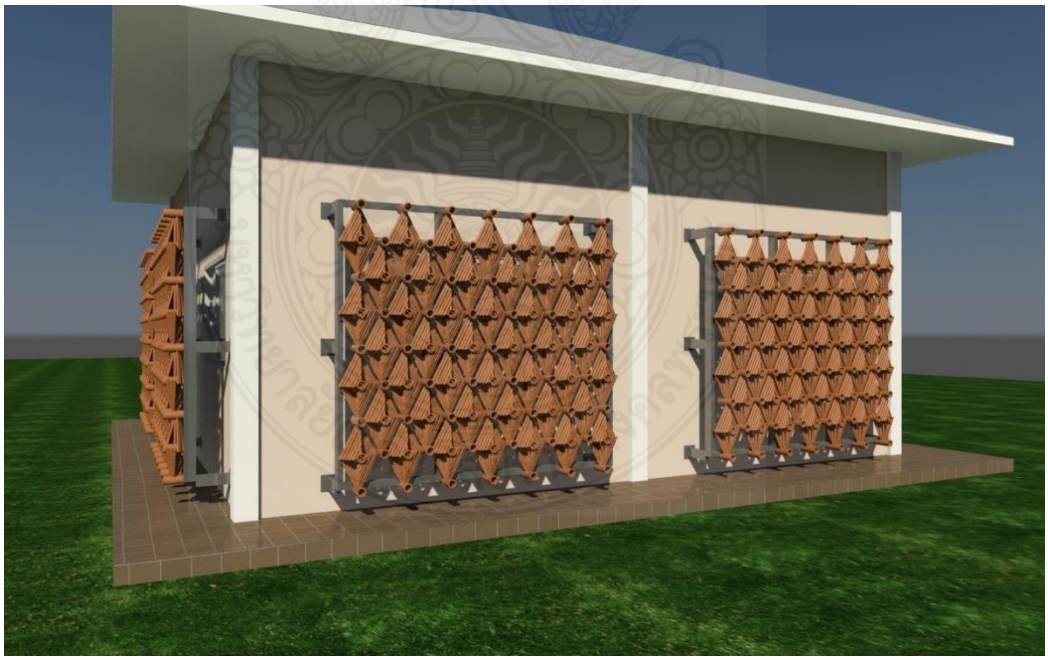
ภาพที่ 3.40 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 3 ในช่วงเวลา 13.00 น.



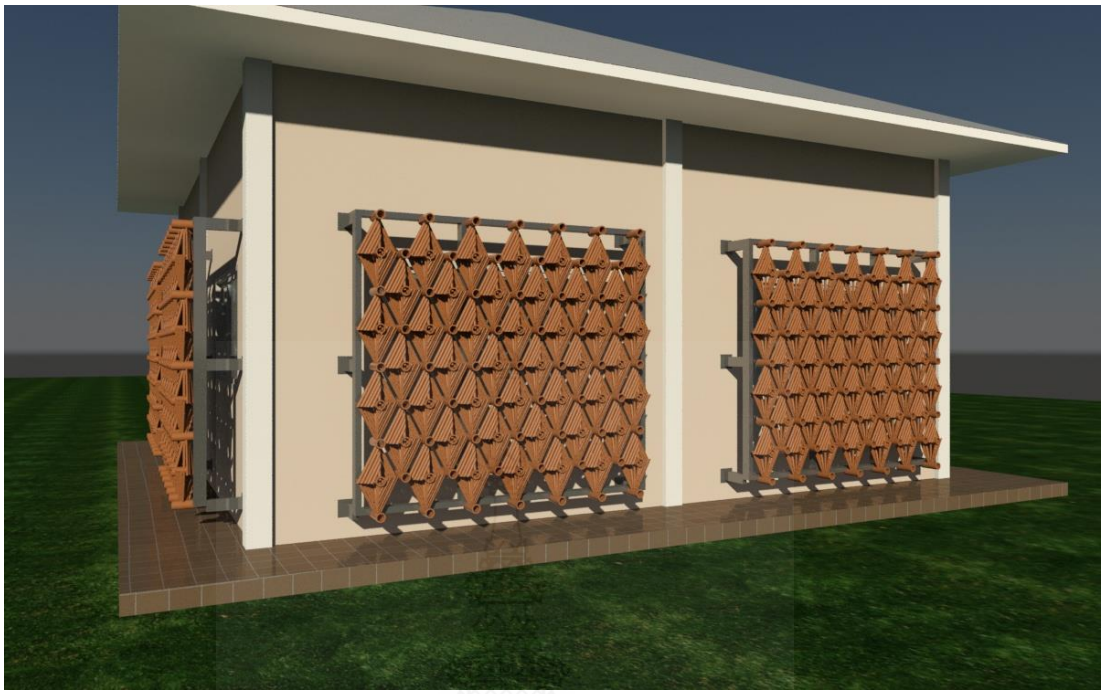
ภาพที่ 3.41 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 3 ในช่วงเวลา 14.00 น.



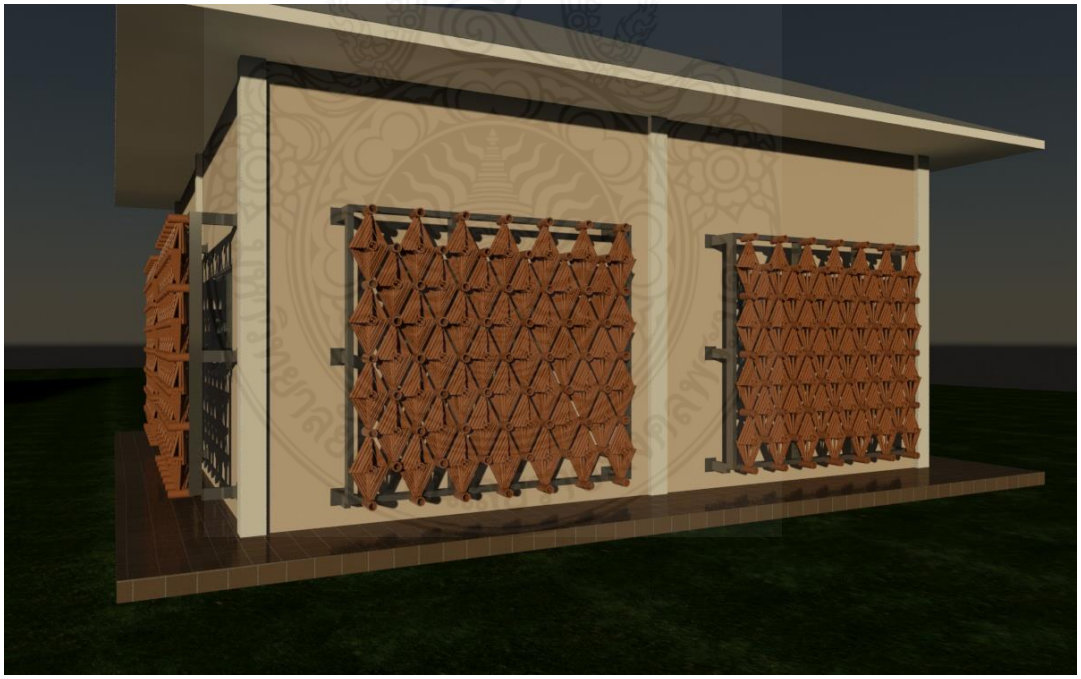
ภาพที่ 3.42 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 3 ในช่วงเวลา 15.00 น.



ภาพที่ 3.43 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 3 ในช่วงเวลา 16.00 น.



ภาพที่ 3.44 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 3 ในช่วงเวลา 17.00 น.



ภาพที่ 3.45 แสดงภาพการทดสอบแสงแดดที่กระทำกับผนังแบบที่ 3 ในช่วงเวลา 18.00 น.

บทที่ 4

ผลการทดลองและการวิเคราะห์

4.1 ผลการทดลองและการวิเคราะห์

จากการบันทึกข้อมูลเพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์และประเมินผล เพื่อนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังไม้ไผ่นี้ได้ทำการบันทึกข้อมูลจากกล่องทดลอง 2 กล่องมีการแสดงผลการทดลอง 4 กรณีศึกษา ประกอบด้วย กรณีที่ 1 ชุดผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่) ระหว่างวันที่ 13 พฤษภาคม 2558 เวลา 00.00 น. ถึง 19 พฤษภาคม 2558 เวลา 23.45 น. กรณีที่ ไม่มีชุดผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่) ระหว่างวันที่ 21-27 พฤษภาคม 2558 กรณีที่ 3 ผนังสองชั้นจากแผ่นสมาร์ทบอร์ด ระหว่างวันที่ 21-27 พฤษภาคม 2558 กรณีที่ 4 ผนังสองชั้นจากแผ่นยิปซั่มระหว่างวันที่ 21-27 พฤษภาคม 2558 และกรณีที่ 5 ผนังสองชั้นระหว่างวันที่ 21-27 พฤษภาคม 2558 โดยแสดงผลการทดลองและการวิเคราะห์ใน 3 รูปแบบ โดยพิจารณาเป็น 3 กรณี ศึกษา 1. แยกพิจารณาแต่ละกล่องทดลอง 2. พิจารณาเปรียบเทียบแยกเป็นจุด และ 3. พิจารณาเปรียบเทียบระหว่างกล่องทดลองในแต่ละกรณีศึกษา

จากการบันทึกข้อมูลเพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์และประเมินผล เพื่อนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดค่าการถ่ายเทความร้อนของชุดผนังหน้าต่างนี้ ได้ทำการบันทึกข้อมูลจากกล่องทดลองทั้ง 2 กล่อง จากรูปแบบ 4 กรณี ชุดการทดลองในตำแหน่งต่างๆ ดังนี้

4.2 เมื่อพิจารณาแต่ละกล่องทดลอง

กรณีศึกษาที่ 1 ปิดหน้าต่างกระจกมีและไม่มีผนังไม้ไผ่ภายใน (14 พฤษภาคม 2558)

กล่อง A (1.1) ปิดหน้าต่างกระจกไม่มีชุดผนังไม้ไผ่ (14 พฤษภาคม 2558)

กล่อง B (1.2) ปิดหน้าต่างกระจกมีชุดผนังไม้ไผ่ (14 พฤษภาคม 2558)

ภาพที่ 4.1 แสดงการตั้งกล่องทดสอบบนดาดฟ้าหันหน้าสู่ทิศเหนือ

จากการทดลองกรณีที่ 1 เก็บข้อมูลอุณหภูมิตั้งแต่วันที่ 13 พฤษภาคม 2558 เวลา 00.00 น. ถึง วันที่ 19 พฤษภาคม 2558 เวลา 23.45 น. กรณีปิดหน้าต่างกระจกมีชุดผนังไม้ไผ่ภายในกับไม่มีชุดผนังไม้ไผ่ เมื่อพิจารณาในการกล่องทดลองในกล่อง (A) 1.1 ในตอนกลางวันอุณหภูมิภายในสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกในช่วงเช้าระหว่างเวลา 09.15 - 11.15 น. มีอุณหภูมิใกล้เคียงกันและเริ่มลดลงต่ำกว่าภายนอกอย่างเห็นได้ชัด 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 จึงมีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน ในขณะที่จุด 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 จะใกล้เคียงกัน

มากคือเท่ากับจุดที่ 1 และ 3 มีอุณหภูมิ 26.6 องศาเซลเซียส จุดที่ 2 และ 4 26.7 องศาเซลเซียส โดยจะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก 2.30 และ 2.60 ตามลำดับ

กล่อง B (1.2) เมื่อพิจารณาแต่ละกล่องทดลอง กล่อง B (1.2) ในตอนกลางวัน อุณหภูมิภายในสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกในช่วงเช้า ระหว่างเวลา 09.15 น. - 11.45 น. มีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน และเริ่มลดลงต่ำกว่าภายนอกอย่างเห็นได้ชัด ในช่วงบ่ายเวลา 15.15 น. เมื่ออุณหภูมิภายนอกขึ้นสูงสุด 34.9 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในที่จุดที่ 5 ถึง 8 เท่ากับ 33.6, 32.8, 32.1 และ 30.8 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก 1.30, 2.10, 3.80 และ 4.10 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่าจุดที่ 5 ถึง 8 มีอุณหภูมิแตกต่างกันตามลำดับ ในจุดที่ 5 ซึ่งเป็นตำแหน่งช่องว่างอากาศใกล้หน้าต่างและรับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์มีอุณหภูมิสูงสุด ในจุดที่ 6 ถึง 9 อยู่หลังผนังไม้ไผ่ จึงทำให้ได้รับการส่งผ่านความร้อนน้อยลง ส่วนในจุดที่ 8 ซึ่งอยู่หลังผนังไม้ไผ่ใกล้กับผนังทึบได้รับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์น้อยกว่าจึงมีอุณหภูมิต่ำสุด เมื่อไม่มีอิทธิพลจากแสงอาทิตย์แล้วอุณหภูมิภายในในตอนกลางคืนหลังจาก 18.45 น. อุณหภูมิภายในภายนอกใกล้เคียงกันมาก เวลา 21.00 น. อุณหภูมิภายในจะเริ่มสูงขึ้นกว่าภายนอกโดยตลอดและสูงกว่าอย่างเห็นได้ชัด เมื่ออุณหภูมิภายนอกถึงจุดต่ำสุด 24.1 องศาเซลเซียส ในขณะที่จุดที่ 5 มีอุณหภูมิ 06.45 น. อุณหภูมิภายในที่ตำแหน่ง จุด 6 ถึง 8 จะใกล้เคียงกันมาก คือเท่ากับ 26.8 องศาเซลเซียส ในขณะที่ จุดที่ 5 มีอุณหภูมิ 26.3 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นตำแหน่งช่องว่างอากาศและใกล้กับหน้าต่างมีการคายความร้อนได้เร็วกว่า โดยสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก 2.70 และ 2.20 องซาเซลเซียส ตามลำดับ

จากกราฟการทดลองกรณีที่ 2 เก็บข้อมูลอุณหภูมิตั้งแต่วันที่ 21 พฤษภาคม 2558 เวลา 10.00 น. ถึงวันที่ 27 พฤษภาคม 2558 เวลา 23.45 น. กรณีเปิดหน้าต่างกระจก 1% มีระบบผนังไม้ไผ่ภายในกับไม่มีชุดผนังไม้ไผ่ เมื่อพิจารณาในการกล่องทดลองในกล่อง (A) 2.1 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 ซึ่งใกล้กับผนังทึบได้รับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์น้อยกว่าจึงมีอุณหภูมิต่ำกว่าเมื่อไม่มีอิทธิพลจากแสงอาทิตย์แล้ว อุณหภูมิภายใน ในตอนกลางคืนหลังจากเวลา 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

กล่อง B (2.2) เมื่อพิจารณาแต่ละกล่องทดลอง กล่อง B (2.2) ในตอนกลางวัน อุณหภูมิภายในสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกในช่วงเช้า ระหว่างเวลา 10.15 น. - 12.00 น. มีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน และเริ่มลดลงต่ำกว่าภายนอกอย่างเห็นได้ชัด ในช่วงบ่ายเวลา 15.30 น. เมื่ออุณหภูมิภายนอกขึ้นสูงสุด 35.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในที่จุดที่ 5 ถึง 8 เท่ากับ 34.7, 33.9, 33.4 และ 32.3 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก 0.80, 1.60, 2.10 และ 3.20 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่าจุดที่ 5 ถึง 8 มีอุณหภูมิแตกต่างกันตามลำดับ ในจุดที่ 5 ซึ่งเป็นตำแหน่งช่องว่างอากาศใกล้หน้าต่างและรับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์มีอุณหภูมิสูงสุด ในจุดที่ 6 ถึง 9 อยู่หลังผนังไม้ไผ่ จึงทำให้ได้รับการส่งผ่านความร้อนน้อยลง ส่วนในจุดที่ 8 ซึ่งอยู่หลังผนังไม้ไผ่ใกล้กับผนังทึบได้รับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์น้อยกว่าจึงมีอุณหภูมิต่ำสุด เมื่อไม่มีอิทธิพลจากแสงอาทิตย์แล้วอุณหภูมิภายในในตอนกลางคืนหลังจาก 19.00 น. อุณหภูมิภายในภายนอกใกล้เคียงกันมาก เวลา 20.00 น. อุณหภูมิภายในจะเริ่มสูงขึ้นกว่าภายนอกโดยตลอดและสูงกว่าอย่างเห็นได้ชัด เมื่ออุณหภูมิภายนอกถึงจุดต่ำสุด 26.7 องศาเซลเซียส เมื่อเวลา 08.00 น. อุณหภูมิภายในที่ตำแหน่ง จุด 6 ถึง 8 จะใกล้เคียงกันมาก คือเท่ากับ 28.8 องศาเซลเซียส ในขณะที่ จุดที่ 5 มีอุณหภูมิ 28.5 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่องว่างอากาศและใกล้กับหน้าต่างมีการคายความร้อนได้เร็วกว่า โดยสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก 2.10 และ 1.80 องซาเซลเซียส ตามลำดับ

จากกราฟการทดลองกรณีที่ 3 เก็บข้อมูลอุณหภูมิตั้งแต่วันที่ 21 มิถุนายน 2558 เวลา 00.00 น. ถึง วันที่ 27 มิถุนายน 2558เวลา 23.45 น. กรณีปิดหน้าต่างกระจก เวลา 06.00 น. และเปิดหน้าต่างกระจกทั้งบาน เวลา 18.00 น. ทั้ง 2 กล่อง โดย (A) ติดตั้งมูลี่ไม้ (ปิดหมด) และ (B) มีชุดผนังไม้ไผ่ภายใน เมื่อพิจารณาแต่ละกล่องทดลองในกล่อง (A) 3.1 ติดตั้งมูลี่ไม้ (ปิดหมด) ในตอนกลางวันอุณหภูมิภายในสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกในช่วงเช้า ระหว่างเวลา 10.45 - 12.15 น. มีอุณหภูมิใกล้เคียงกันและเริ่มลดลงต่ำกว่าภายนอกอย่างเห็นได้ชัด ในช่วงบ่ายเวลา 13.15 น. เมื่ออุณหภูมิภายนอกขึ้นสูงสุด 32 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในใกล้เคียงกันที่จุดที่ 2 สูงสุดตามด้วย 1, 3 และ 4 องศาเซลเซียสเท่ากับ 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

กล่อง B (3.2) เมื่อพิจารณาแต่ละกล่องทดลอง ผนังไม้ไผ่ในตอนกลางวัน อุณหภูมิภายในสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกในช่วงเช้า ระหว่างเวลา 10.45 น. - 11.00 น. มีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน และเริ่มลดลงต่ำกว่าภายนอกอย่างเห็นได้ชัด ในช่วงบ่ายเวลา 13.15 น. เมื่ออุณหภูมิภายนอกขึ้นสูงสุด 32 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในที่จุดที่ 6 ถึง 8 เท่ากับ 31 และ 29.8 องศาเซลเซียส ซึ่งต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก 1 และ 2.20 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่าจุดที่ 6 ถึง 7 มีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน ซึ่งเป็นตำแหน่งอยู่หลังผนังไม้ไผ่ จึงทำให้ได้รับการส่งผ่านความร้อนน้อยลง ส่วนในจุดที่ 8 ซึ่งอยู่หลังผนังไม้ไผ่ใกล้กับผนังทึบได้รับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์น้อยกว่าจึงมีอุณหภูมิต่ำกว่า ส่วนในจุดที่ 5 ซึ่งเป็นช่องว่างอากาศใกล้หน้าต่างมีอุณหภูมิที่สูงกว่าภายนอกโดยตลอด เวลา 14.00 - 15.00 น. มีฝนตกทำให้อุณหภูมิภายในกล่อง จุดที่ 6 ถึง 8 สูงกว่าภายนอกและกลับมาใกล้เคียงกันในเวลา 17.00 น. ในตอนกลางคืนอุณหภูมิภายในจะเริ่มสูงขึ้นกว่าภายนอกโดยตลอดและสูงกว่าอย่างเห็นได้ชัด เมื่ออุณหภูมิภายนอกถึงจุดต่ำสุด 25.3 องศาเซลเซียส เมื่อเวลา 05.15 น. อุณหภูมิภายในที่ตำแหน่ง จุด 6 ถึง 8 จะใกล้เคียงกันมาก คือเท่ากับ 26.4 องศาเซลเซียส โดยสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก 1.10 องศาเซลเซียส ในขณะที่จุดที่ 5 มีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอก และมีอุณหภูมิสูงขึ้น เวลา 06.00 น. เมื่อปิดหน้าต่าง

จากกราฟการทดลองกรณีที่ 4 เก็บข้อมูลอุณหภูมิตั้งแต่วันที่ 24 มิถุนายน 2558 เวลา 00.00 น. ถึง วันที่ 25 มิถุนายน 2558 เวลา 23.45 น. กรณีปิดหน้าต่างกระจก เวลา 06.00 น. และเปิดหน้าต่างกระจกทั้งบาน เวลา 18.00 น. ทั้ง 2 กล่อง โดย (A) ติดตั้ง และ (B) มีชุดผนังไม้ไผ่น เมื่อพิจารณาแต่ละกล่องทดลองในกล่อง (A) 4.1 ติดตั้ง 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

กล่อง B (4.2) ติดตั้งผนังไม้ไผ่ ในตอนกลางวัน อุณหภูมิภายในสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกในช่วงเช้า ระหว่างเวลา 09.00 น. – 09.30 น. มีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน และเริ่มลดลงต่ำกว่าภายนอกอย่างเห็นได้ชัด ในช่วงบ่ายเวลา 14.45 น. เมื่ออุณหภูมิภายนอกขึ้นสูงสุด 34 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในที่จุดที่ 6 ถึง 8 เท่ากับ 31

และ 32.2 และ 3 องศาเซลเซียส ซึ่งต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก 1.80 และ 3 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่าจุดที่ 6 ถึง 7 มีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน ซึ่งเป็นตำแหน่งอยู่หลังผนังไม้ไผ่ จึงทำให้ได้รับการส่งผ่านความร้อนน้อยลง ส่วนในจุดที่ 8 ซึ่งอยู่หลังผนังไม้ไผ่ใกล้กับผนังทึบได้รับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์น้อยกว่าจึงมีอุณหภูมิต่ำกว่า ส่วนในจุดที่ 5 ซึ่งเป็นช่องว่างอากาศใกล้หน้าต่างมีอุณหภูมิที่สูงกว่าภายนอกโดยตลอด เวลา 11.30 น. และกลับมาใกล้เคียงกันถึงเวลา 18.00 น. ลดต่ำลงเนื่องจากเปิดหน้าต่าง ในตอนกลางคืนเมื่อไม่มีอิทธิพลจากแสงอาทิตย์อุณหภูมิภายในหลังจากเวลา 21.30 น. จะเริ่มสูงขึ้นกว่าภายนอกโดยตลอดและสูงกว่าอย่างเห็นได้ชัด เมื่ออุณหภูมิภายนอกถึงจุดต่ำสุด 27.2 องศาเซลเซียส เมื่อเวลา 06.30 น. อุณหภูมิภายในที่ตำแหน่ง จุด 6 ถึง 8 จะใกล้เคียงกันมาก คือเท่ากับ 28 องศาเซลเซียส โดยสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก 0.80 องศาเซลเซียส ในขณะที่ จุดที่ 5 มีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอก และมีอุณหภูมิสูงขึ้น เวลา 06.00 น. เมื่อปิดหน้าต่าง

กรณีที่ 1 จุดที่ 1-5/3-7 (กลางกล่อง) ปิดหน้าต่างกระจกมีและไม่มีผนังไม้ไผ่ภายใน 14 พฤษภาคม 2558

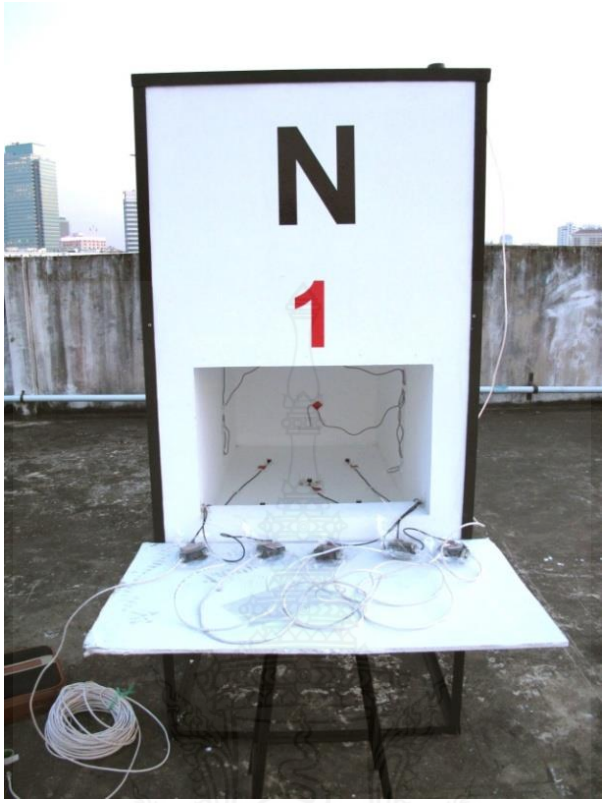
กลางวัน ช่วงเช้าอุณหภูมิภายในกล่องสูงกว่าภายนอกถึงเวลา 09.45 น. และเริ่มลดลงต่ำกว่าภายนอกเวลา 11.45 น. ในช่วงบ่ายเมื่ออุณหภูมิภายนอกขึ้นสูงสุด 34.9 องศาเซลเซียส ในเวลา 15.15 น. อุณหภูมิภายในแตกต่างกัน โดยอุณหภูมิในจุดที่ 5 สูงกว่า จุดที่ 1, 3, 7 ตามลำดับ เท่ากับ 33.6, 33.1, 32.7 และ 32.1 องศาเซลเซียส ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าภายนอก 1.30, 1.80, 2.20 และ 2.80 องศาเซลเซียส โดยจุดที่ 3 มีอุณหภูมิสูงกว่าจุดที่ 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) ปิดหน้าต่างกระจกมีและไม่มีผนังไม้ไผ่ 14 พฤษภาคม 2558

กลางวัน ช่วงเช้าอุณหภูมิภายในกล่องสูงกว่าภายนอก ถึงเวลา 09.45 น. และเริ่มลดลงต่ำกว่าภายนอกเวลา 10.00 น. ในช่วงบ่ายเมื่ออุณหภูมิภายนอกขึ้นสูงสุด 34.9 องศาเซลเซียส ในเวลา 15.15 น. อุณหภูมิภายในจุดที่ 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 4.2 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ Receptor ทั้ง 5 ตัว และหัวเซนเซอร์

กรณีที่ 2 จุดที่ 1-5/3-7 (กลางกล่อง) เปิดหน้าต่างกระจก 1% มีและไม่มีระบบผนังไม้ไผ่ 27 มิถุนายน 2558

กลางวันช่วงเช้าอุณหภูมิภายในกล่องสูงกว่าภายนอก ถึงเวลา 10.30 น. และเริ่มลดลงต่ำกว่าภายนอก เวลา 12.15 น. ในช่วงบ่ายเมื่ออุณหภูมิภายนอกขึ้นสูงสุด 35.5 องศาเซลเซียส ในเวลา 15.30 น. อุณหภูมิภายในแตกต่างกัน โดยอุณหภูมิในจุดที่ 5 สูงกว่า จุดที่ 1, 3, 7 ตามลำดับ เท่ากับ 34.7, 34.3, 33.9 และ 33.4 องศาเซลเซียส ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าภายนอก 0.80, 1.20, 1.60 และ 2.10 องศาเซลเซียส โดยจุดที่ 3 มีอุณหภูมิสูงกว่า จุดที่ 7 0.5 องศาเซลเซียส

กลางคืนอุณหภูมิภายในหลังจากเวลา 20.00 น. มีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าภายนอกเห็นได้ชัด เมื่ออุณหภูมิภายนอกลดลงต่ำสุด 26.7 องศาเซลเซียส เมื่อเวลา 08.00 น. ภายในอุณหภูมิทุกจุดใกล้เคียงกัน เท่ากับ 28.8 องศาเซลเซียส สูงกว่าอุณหภูมิภายนอก 2.10 องศาเซลเซียส

กรณีที่ 2 จุดที่ 2-6/4-8 (บน-ล่าง) เปิดหน้าต่างกระจก 1% มีและไม่มีผนังไม้ไผ่ 27 มิถุนายน 2558

กลางวันช่วงเช้าอุณหภูมิภายในกล่องสูงกว่าภายนอก ถึงเวลา 10.15 น. และเริ่มลดลงต่ำกว่าภายนอก เวลา 11.15 น. ในช่วงบ่ายเมื่ออุณหภูมิภายนอกขึ้นสูงสุด 35.5 องศาเซลเซียส ในเวลา 15.30 น. อุณหภูมิภายในจุดที่ 2 กับจุดที่ 6 และจุดที่ 4 กับจุดที่ 8 ใกล้เคียงกัน เท่ากับ 33.9 และ 32.3 องศาเซลเซียส ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าภายนอก 1.60 และ 3.20 องศาเซลเซียส โดยจุดที่ 2 สูงกว่าจุดที่ 6 0.2 องศาเซลเซียส

กลางคืนอุณหภูมิภายในหลังจากเวลา 19.45 น. มีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าภายนอกเห็นได้ชัด เมื่ออุณหภูมิภายนอกลดลงต่ำสุด 26.7 องศาเซลเซียส เมื่อเวลา 08.00 น. อุณหภูมิภายในทุกจุดใกล้เคียงกัน เท่ากับ 28.8 องศาเซลเซียส โดยสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก 2.10 องศาเซลเซียส

กรณีที่ 3 จุดที่ 1-5/3-7 (กลางกล่อง) เปิดหน้าต่างทั้งบาน เวลา 18.00 น. ปิด 06.00 น. กล่อง A มูลี่ไม้ B ผนังไม้ไผ่ 22 มิถุนายน 2558

กลางวันช่วงเช้าอุณหภูมิภายในกล่องสูงกว่าภายนอก ถึงเวลา 11.30 น. และเริ่มลดลงต่ำกว่าภายนอก เวลา 12.15 น. ในช่วงบ่ายเมื่ออุณหภูมิภายนอกขึ้นสูงสุด 32 องศาเซลเซียส ในเวลา 13.15 น. อุณหภูมิภายในใกล้เคียงกัน โดยอุณหภูมิในจุดที่ 1, 3 และ 7 เท่ากับ 31 องศาเซลเซียส ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าภายนอก 1 องศาเซลเซียส ส่วนจุดที่ 5 มีอุณหภูมิสูงกว่าและใกล้เคียงอุณหภูมิภายนอกตลอดช่วงกลางวัน

กลางคืนอุณหภูมิภายในหลังจากเวลา 18.45 น. มีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าภายนอก เมื่ออุณหภูมิภายนอกลดลงต่ำสุด 25.4 องศาเซลเซียส เมื่อเวลา 05.30 น. ภายในอุณหภูมิในจุดที่ 1, 3 และ 7 ใกล้เคียงกัน เท่ากับ 26.7 องศาเซลเซียส สูงกว่าอุณหภูมิภายนอก 1.30 องศาเซลเซียส ส่วนในจุดที่ 5 มีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอกโดยตลอด

กรณีที่ 3 จุดที่ 2-6/4-8 (บน-ล่าง) เปิดหน้าต่างทั้งบาน เวลา 18.00 น. ปิด 06.00 น. กล่อง A ในวันที่ 22 มิถุนายน 2558

กลางวันช่วงเช้าอุณหภูมิภายในกล่องสูงกว่าภายนอก ถึงเวลา 10.45 น. และเริ่มลดลงต่ำกว่าภายนอก เวลา 12.15 น. ในช่วงบ่ายเมื่ออุณหภูมิภายนอกขึ้นสูงสุด 32 องศาเซลเซียส ในเวลา 13.15 น. อุณหภูมิภายในแตกต่างกัน โดยอุณหภูมิในจุดที่ 2 สูงกว่าจุดที่ 6 และจุดที่ 8 กับจุดที่ 4 เท่ากับ 31.5 กับ 30.9 และ 29.8 กับ 29.5 องศาเซลเซียส ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าภายนอก 0.50 กับ 1.10 องศาเซลเซียส 2.20 กับ 2.50 องศาเซลเซียส

กลางคืนอุณหภูมิภายในหลังจากเวลา 19.45 น. มีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าภายนอก เมื่ออุณหภูมิภายนอกลดลงต่ำสุด 25.4 องศาเซลเซียส เมื่อเวลา 05.30 น. อุณหภูมิภายในแตกต่างกันในจุดที่ 2 กับ 4 และ 6 กับ 8 เท่ากับ 26.7 และ 26.4 องศาเซลเซียส สูงกว่าอุณหภูมิภายนอก 1.30 และ 1 องศาเซลเซียส

กรณีที่ 4 จุดที่ 1-5/3-7 (กลางกล่อง) เปิดหน้าต่างทั้งบาน เวลา 18.00 น. ปิด 06.00 น. กล่อง A B ผนังไม้ไผ่ 25 มิถุนายน 2558

กลางวันช่วงเช้าอุณหภูมิภายในกล่องสูงกว่าภายนอก ถึงเวลา 09.15 น. และเริ่มลดลงต่ำกว่าภายนอก เวลา 09.45 น. ในช่วงบ่ายเมื่ออุณหภูมิภายนอกขึ้นสูงสุด 34 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.45 น. อุณหภูมิภายในใกล้เคียงกัน โดยอุณหภูมิในจุดที่ 1, 3 และ 7 เท่ากับ 32.4 องศาเซลเซียส ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าภายนอก 1.6 องศาเซลเซียส ส่วนจุดที่ 5 มีอุณหภูมิสูงกว่าและใกล้เคียงอุณหภูมิภายนอกตลอดช่วงกลางวัน

กลางคืนอุณหภูมิภายในหลังจากเวลา 20.45 น. มีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าภายนอก เมื่ออุณหภูมิภายนอกลดลงต่ำสุด 27.3 องศาเซลเซียส เมื่อเวลา 06.45 น. ภายในอุณหภูมิในจุดที่ 1, 3 และ 7 ใกล้เคียงกัน เท่ากับ 28.3 องศาเซลเซียส สูงกว่าอุณหภูมิภายนอก 1 องศาเซลเซียส ส่วนในจุดที่ 5 มีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอกโดยตลอด

กรณีที่ 4 จุดที่ 2-6/4-8 (บน-ล่าง) เปิดหน้าต่างทั้งบาน เวลา 18.00 น. ปิด 06.00 น. กล่อง A ผ้าม่าน B ผนังไม้ไผ่ ในวันที่ 25 มิถุนายน 2558

กลางวันช่วงเช้าอุณหภูมิภายในกล่องสูงกว่าภายนอก ถึงเวลา 08.45 น. และเริ่มลดลงต่ำกว่าภายนอก เวลา 09.30 น. ในช่วงบ่ายเมื่ออุณหภูมิภายนอกขึ้นสูงสุด 34 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.45 น. อุณหภูมิภายในแตกต่างกัน โดยอุณหภูมิในจุดที่ 2 สูงกว่าจุดที่ 6 และจุดที่ 8 กับจุดที่ 4 เท่ากับ 32.5, 32.1 กับ 31, 30.7 องศาเซลเซียส ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าภายนอก 1.50, 1.90 และ 3, 3.30 องศาเซลเซียส

กลางคืนอุณหภูมิภายในหลังจากเวลา 21.30 น. มีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าภายนอก เมื่ออุณหภูมิภายนอกลดลงต่ำสุด 27.3 องศาเซลเซียส เมื่อเวลา 06.45 น. อุณหภูมิภายในมีอุณหภูมิใกล้เคียงกันเท่ากับ 28.2 องศาเซลเซียส สูงกว่าภายนอก 0.9 องศาเซลเซียส ซึ่งก่อนการปิดหน้าต่างเวลา 06.00 น. จุดที่ 2 มีอุณหภูมิสูงกว่า จุดที่ 6, 4 และ 8 เท่ากับ 0.4 องศาเซลเซียส

4.3 พิจารณาเปรียบเทียบระหว่างกล่องทดลองในแต่ละกรณีศึกษา

กรณีศึกษาที่ 1 ปิดหน้าต่างกระจกมีและไม่มีผนังไม้ไผ่ (14 พฤษภาคม 2558)

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 องศาเซลเซียส และต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก 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 เปิดหน้าต่างกระจก 1% มีและไม่มีผนังไม้ไผ่ (27 พฤษภาคม 2558)

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

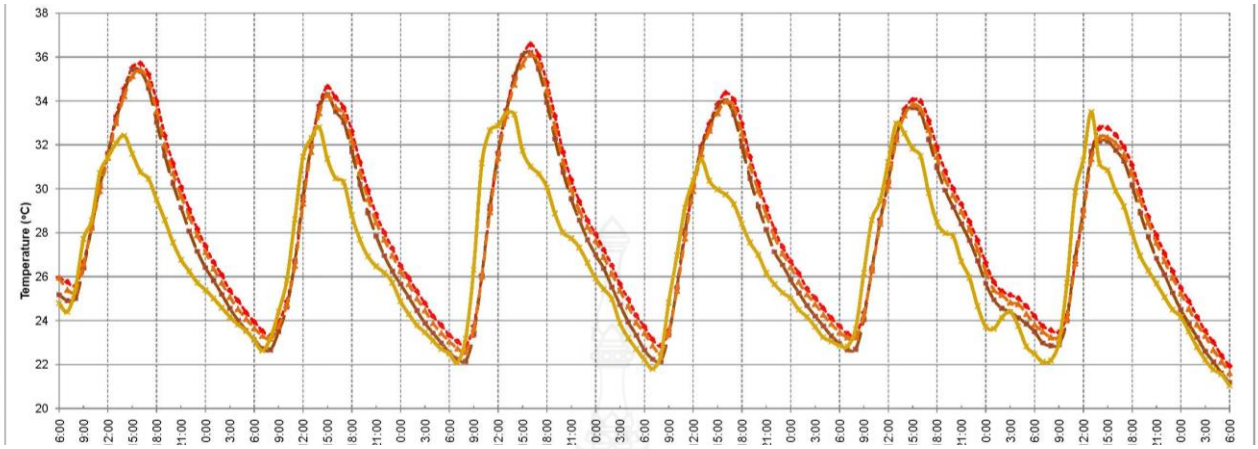
กรณีศึกษาที่ 3 กรณีเปิดหน้าต่างกระจก เวลา 18.00 น. ปิดเวลา 06.00 น. กล่อง 3.1 ติดตั้ง (ปิดหมด) กล่อง 3.2 มีผนังไม้ไผ่ (22 มิถุนายน 2558)

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.

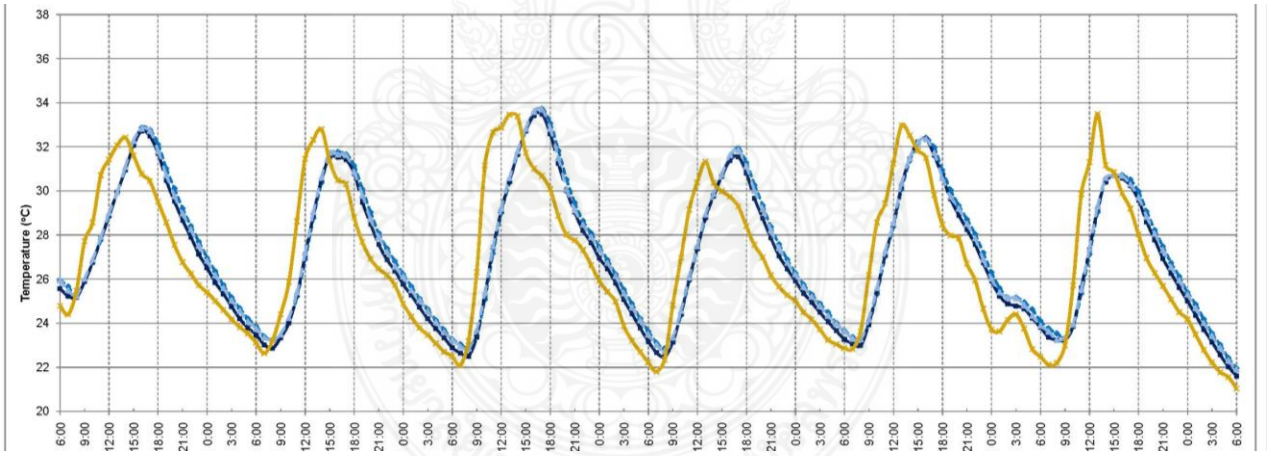
กรณีศึกษาที่ 4 กรณีเปิดหน้าต่างกระจกเวลา 18.00 น. ปิดเวลา 06.00 น. กล่อง 4.1 ติดตั้งผ้าม่าน (ปิดหมด) กล่อง 4.2 มีผนังไม้ไผ่น เปิดหน้าต่างกระจกทั้งบานเวลา 18.00 น. ปิดเวลา 06.00 น. (25 มิถุนายน 2558)

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

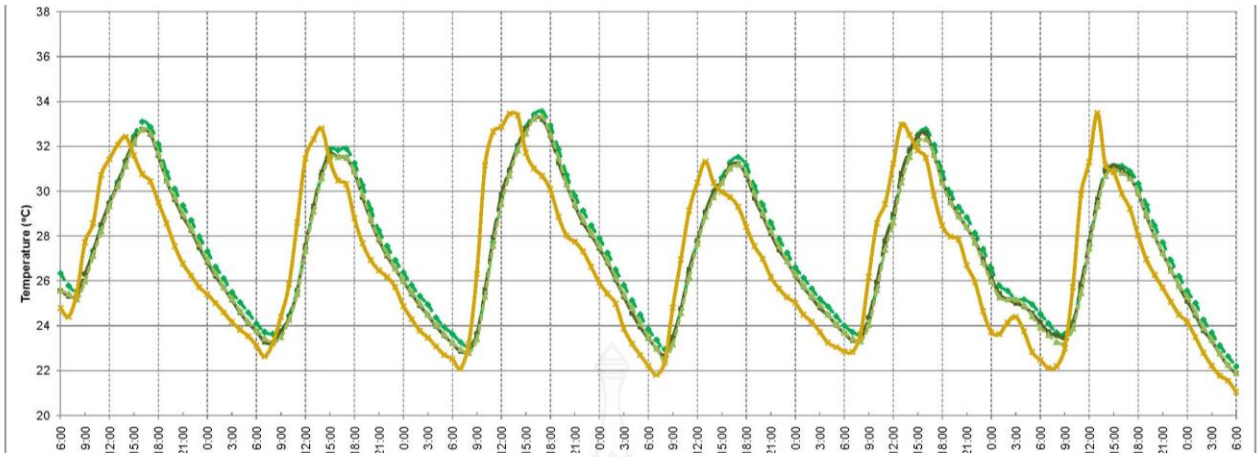
1) ค่าอุณหภูมิเปรียบเทียบทั้ง 5 กล่องทดสอบแบบต่อเนื่อง 6 วัน (7 พ.ค. 58 - 12 พ.ค. 58)



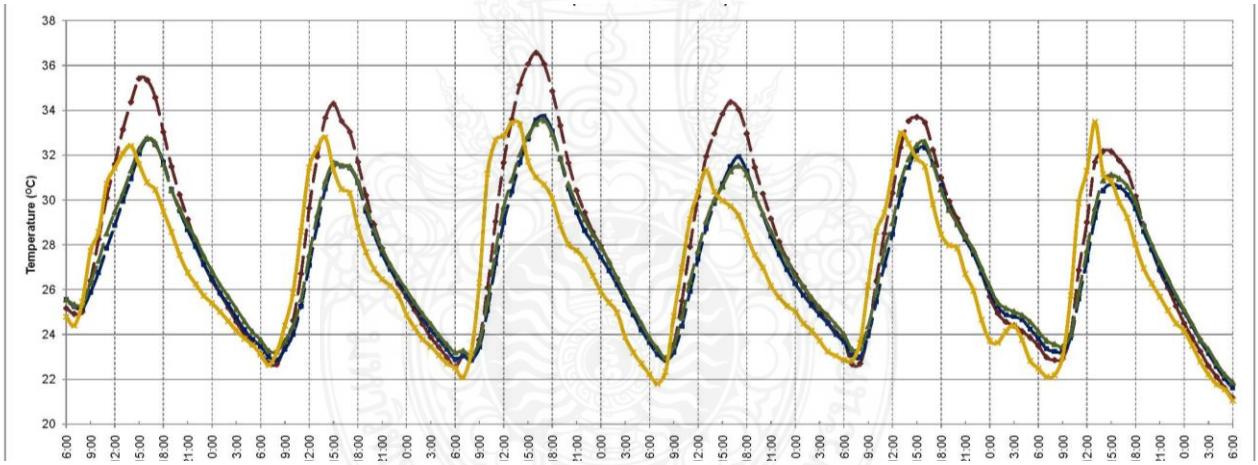
ภาพที่ 4.3 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 1 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค.58 - 12 พ.ค.58



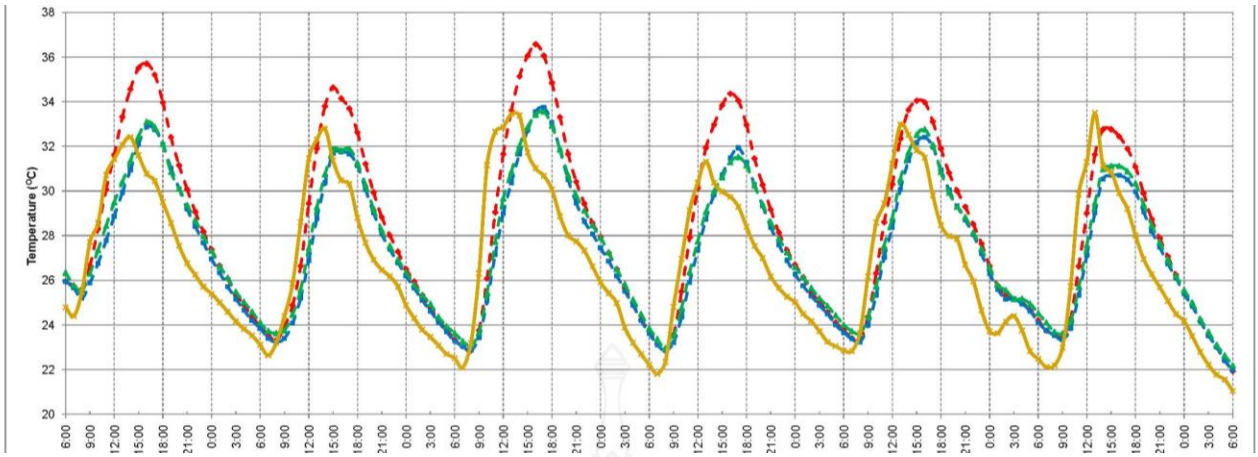
ภาพที่ 4.4 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 2 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค.58 - 12 พ.ค.58



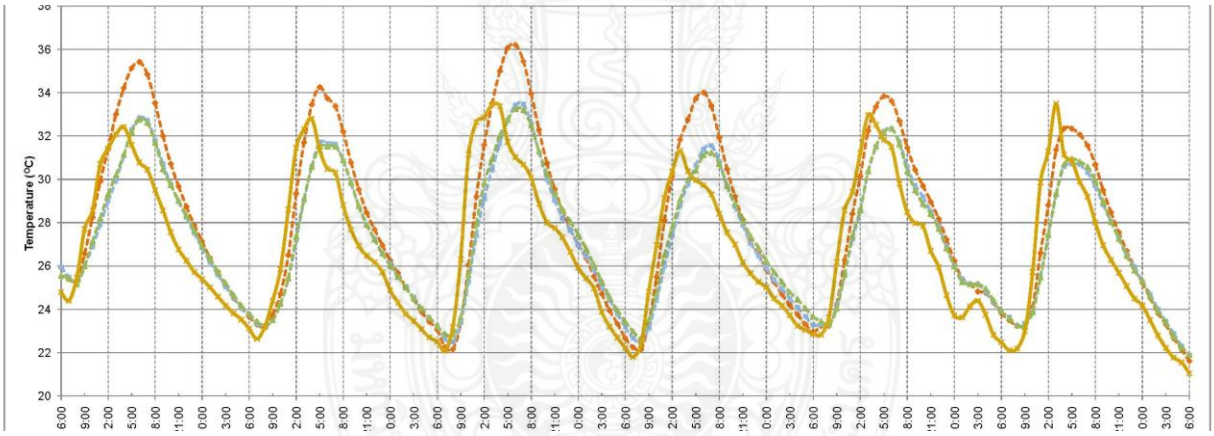
ภาพที่ 4.5 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 3 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค.58 - 12 พ.ค.58



ภาพที่ 4.6 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 4 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค.58 - 12 พ.ค.58



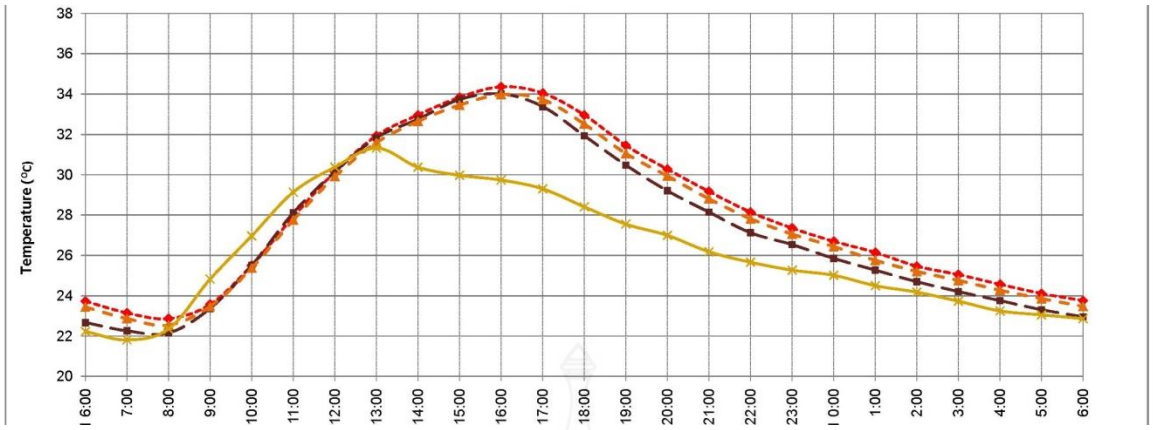
ภาพที่ 4.7 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 5 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค.58 - 12 พ.ค.58



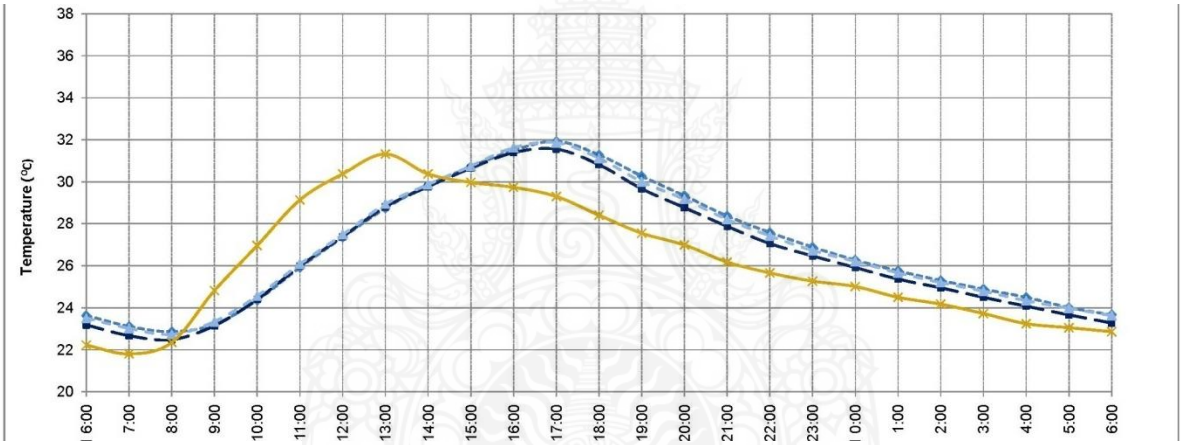
ภาพที่ 4.8 แสดงแผนภูมิการเปรียบเทียบข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบทั้ง 3 กล่องที่ตำแหน่งด้านล่าง (Tb) ในระหว่างวันที่ 7 พ.ค.58 - 12 พ.ค.58

2) ค่าอุณหภูมิเปรียบเทียบทั้ง 3 กล่องทดสอบ แสดงใน 1 วัน

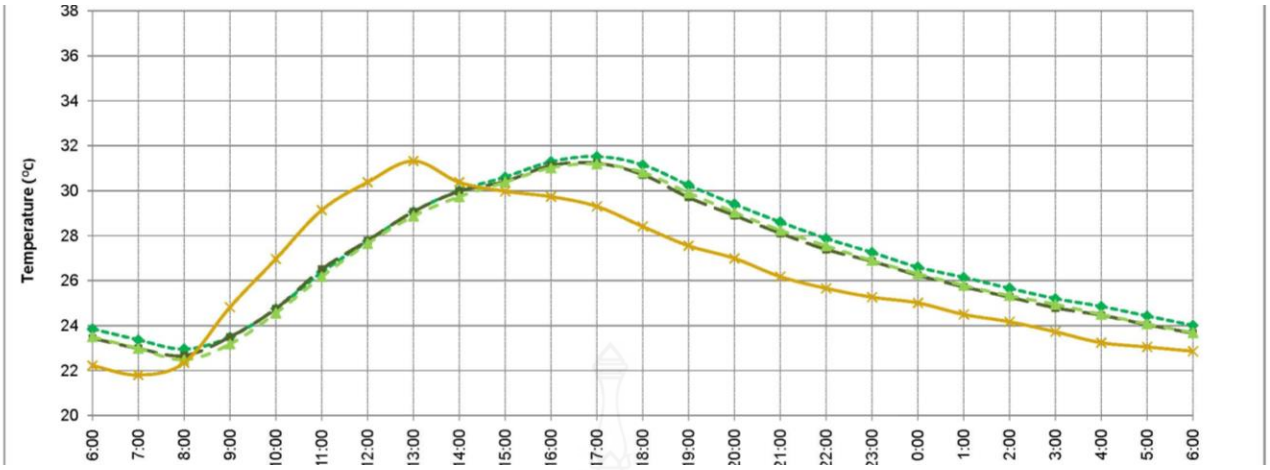
เพื่อให้เห็นความชัดเจนในการวิเคราะห์ จึงนำผลของค่าอุณหภูมิที่เลือกมาแสดงใน 1 วัน คือ วันที่ 10 พ.ค. 58



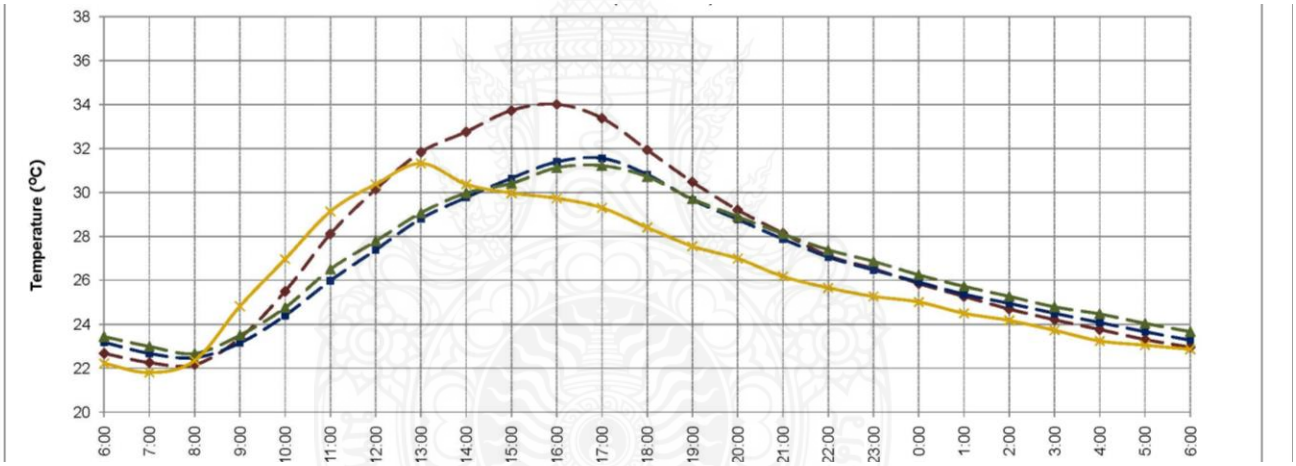
ภาพที่ 4.9 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 1 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในวันที่ 10 พ.ค. 58



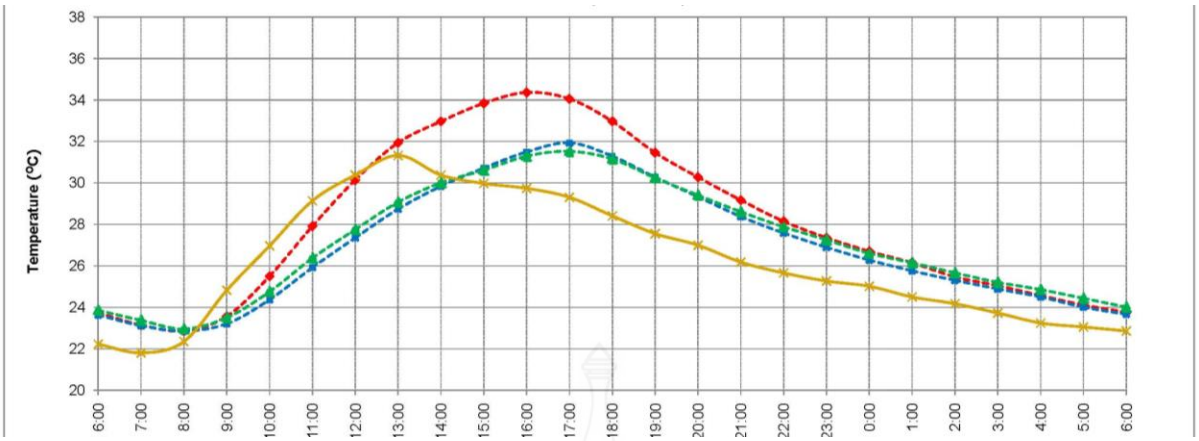
ภาพที่ 4.10 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 2 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในวันที่ 10 พ.ค. 58



ภาพที่ 4.11 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 3 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในวันที่ 10 พ.ค. 58



ภาพที่ 4.12 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 4 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในวันที่ 10 พ.ค. 58



ภาพที่ 4.13 แสดงแผนภูมิข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบที่ 5 ที่ตำแหน่งต่างๆ (Tm, Tt และ Tb) ในวันที่ 10 พ.ค. 58

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

พฤติกรรมของกราฟที่ได้จากการทดลองชุดผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่)ติดตั้งภายนอกอาคาร เพื่อลดความร้อนเข้าสู่อาคาร ทั้งกรณีมี 1. ชุดผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่) 2. ไม่มีชุดผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่) 3. ผนังสองชั้นจากแผ่นสมาร์ทบอร์ด 4. ผนังสองชั้นจากแผ่นยิปซั่ม 5. ผนังสองชั้นจากการก่ออิฐ 2 ชั้น จากการทดลองจะพบว่า ในตอนกลางวัน ทั้งกรณีที่ 1, กรณีที่ 2, กรณีที่ 4, กรณีที่ 5, อุณหภูมิภายในกล่องต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกในช่วงอุณหภูมิขึ้นสูงสุด โดยเฉพาะในกรณีที่ 5 อุณหภูมิภายในกล่องต่ำสุดกว่าทุกกรณีเนื่องจากมีพื้นที่ว่างระหว่างผนัง 2 ชั้นเพื่อหน่วงความร้อน แต่ในการวิจัยนี้ทำการทดสอบวัสดุผนังสองชั้นที่ยึดติดกับตัวอาคารภายนอกเป็นสำคัญ ทำให้ผนังที่ติดตังผนังสองชั้นไม้ไผ่ในระบบเปิดหน้าต่างมีอุณหภูมิต่ำรองลงมาจากกรณีอื่น เมื่อเปรียบเทียบเฉพาะอุณหภูมิช่วงขึ้นสูงสุดบริเวณกลางกล่องทดลองของกรณีที่ไม่มีผนังไม้ไผ่ประมาณ 0.6 องศาเซลเซียส และต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกในขณะนั้น 2.80 องศาเซลเซียส ในตอนกลางคืน โดยภาพรวมภายในกล่องมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก ภายในมีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน ซึ่งเป็นการทดลองจากกล่องที่สร้างขึ้นเพื่อทดสอบ ที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรงตลอดทั้งวัน กลางวันผนังสองไม้ไผ่ช่วยลดความจ้าของแสงภายนอกและสามารถบดบังสายตาจากภายนอกให้กับผู้ใช้อาคาร ทำให้ลมสามารถพัดผ่านเข้ามาได้จากการออกแบบตัวกันแดดแบบใบพัดพัดลม การเปิดหน้าต่างทำให้เกิดการถ่ายเทระหว่างอากาศภายในกับภายนอก การถ่ายเทอากาศขึ้นอยู่กับอุณหภูมิภายนอก/ในขณะนั้น สำหรับกรณีที่ 3 ผนังสองชั้นจากแผ่นสมาร์ทบอร์ด และ กรณีที่ 4 ผนังสองชั้นจากแผ่นยิปซั่ม โดยภาพรวมทั้งกลางวันและกลางคืนมีความคล้ายคลึงกันเนื่องจากเป็นวัสดุที่ทึบแสง มีเนื้อวัสดุหนาแน่น ทำให้อุณหภูมิที่วัดได้ใกล้เคียงกันตลอดวันนั้น แสดงให้เห็นว่าความร้อนที่ส่งผ่านเข้ามาภายในอาคารเมื่อมีชุดผนังสองชั้นไม้ไผ่ แตกต่างกันที่ในบางจุดบริเวณตอนบนของกล่องทดลองผนังสองชั้นไม้ไผ่มีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าเล็กน้อยในช่วงกลางวัน และผนังสองชั้นไม้ไผ่ยังคงสามารถมองเห็นทัศนียภาพภายนอกได้ รวมถึงมีรูปแบบที่สวยงามให้ใช้งานได้ตามความต้องการและมีราคาต่อพื้นที่ประหยัดกว่าแผงบังแดดสำเร็จรูป โดยสรุปชุดผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่) สามารถลดความร้อนให้กับอาคารได้เมื่อเทียบกับกล่องทดลองที่ไม่มีชุดผนังไม้ไผ่เลย และมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับแผงบัง

แดดสำเร็จรูป มูลี่ไม้และผ้าม่านในการช่วยลดความร้อนเข้าสู่อาคารได้ โดยใช้ความรู้ด้านเทคโนโลยีการที่เหมาะสมมาใช้ให้เกิดประโยชน์เป็นนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาการอยู่อาศัยในปัจจุบันจากวัสดุพื้นถิ่นในอดีต เป็นการแก้ปัญหาจากภายนอกอาคารที่มีผลต่ออุณหภูมิภายใน และเป็นอีกทางเลือกของการตกแต่งผิวอาคารในคราวเดียวกัน เพื่อตอบสนองพฤติกรรมมนุษย์ด้านการอยู่อาศัยในสภาวะน่าสบายในปัจจุบันได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การทดลองเป็นการแก้ปัญหาจากภายนอกอาคารที่มีการใช้สอยแล้ว โดยใช้วัสดุธรรมชาติคือไม้ไผ่มาแก้ปัญหา การถ่ายเทอากาศภายในอาคาร สำหรับงานวิจัยนี้ยังมีรูปแบบการใช้งานชุดผนังในแบบที่ 3 และ 4 ซึ่งยังไม่ได้ออกแบบรูปแบบเนื่องจากเนื้อวัสดุมีความแข็ง ซึ่งยังไม่ได้ทำการทดสอบด้านอุณหภูมิในครั้งนี้ หากมีการทดลองเพิ่มเติมก็จะเป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหามากขึ้น

2. สถานที่ทดลองสำหรับงานวิจัยนี้ไม่โดนแสงแดดโดยตรงทั้งวัน หากมีการทำกล่องทดลองภายนอกอาคารอาจทำให้เห็นค่าความแตกต่างที่ชัดเจนขึ้น

5.3 ตัวอย่างการติดตั้งจริงของผลงานการออกแบบผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่) แบบที่ 3

ภาพที่ 5.1 แสดงลักษณะการติดตั้งจริงของผลงานการออกแบบผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่)

เอกสารอ้างอิง

กานต์ คำแก้ว, 2548. **ไม้ไผ่กับงานสถาปัตยกรรม.** อาษา ฉบับที่ 10-11 : หน้า 82-84.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, **รายงานไฟฟ้าของประเทศไทย ปี 2550.** ELECTRIC POWER IN THAILAND 2007.

กองบรรณาธิการ ศิลปวัฒนธรรม, 2540. **ไผ่ต้นหญ้าจากสวรรค์.** ศิลปวัฒนธรรม ปีที่ 18 ฉบับที่ 9 กรกฎาคม 2540 : หน้า 92-93.

ขัติยา ฉัตรเพชร, 2552. **การพัฒนาหน้าต่างกระจกสองชั้นพร้อมเกล็ดปรับแสงแนวตั้งชนิดใหม่ราคาถูกเพื่อการประหยัดพลังงาน.** ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขานวัตกรรมอาคาร ภาควิชาเทคโนโลยีอาคาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ, 2554. **ไม้ไผ่กับวัฒนธรรม.** [http://www.culture.go.th/knowledge/story/bamboo/bamboo.html][Online] 15 มีนาคม 2554.

คลังปัญญาไทย, 2554. **ไม้ไผ่.** [http://www.panyathai.or.th/wiki/index.php][Online] 15 มีนาคม 2554.

เจนจบ ยิ่งสุมล, 2540. **ต้นไผ่พืชพันธุ์มหัศจรรย์ของโลก.** พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพ : บริษัท ต้องอ้อแกรมมี่.

ดนุชา หลักทอง, 2552. **แนวทางการลดความร้อนที่เข้ามาทางหน้าต่างและเพิ่มคุณสมบัติของแสง.** ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขานวัตกรรมอาคาร ภาควิชาเทคโนโลยีอาคาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ตรึงใจ บูรณสมภพ, 2539. **การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน.** โรงพิมพ์ อัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, กรุงเทพมหานคร.

ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์, 2545. **เทคนิคการก่อสร้างอาคารด้วยไม้ไผ่ : การออกแบบและก่อสร้างอาคารตัวอย่าง ณ โครงการพัฒนาดอยตุง อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์, 2549. **เทคโนโลยีการก่อสร้างอาคารพักอาศัยที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ปากแม่น้ำเจ้าพระยา กรณีศึกษาหมู่บ้านสงขลา ต.นาเกลือ อ.พระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

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.

Stein, B. and J.S. Reynolds. 2000. Mechanical and Electrical Equipment for Buildings. 9th ed. New York, NY: John Wiley & Sons, Inc.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ภาคผนวก ข. ผลงานการออกแบบ

ภาคผนวก ก. ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ประวัติคณะผู้วิจัย

1) ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายศรัณยู สว่างเมฆ
   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Saranyoo Sawangmake
2) เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3559900187903
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 : -
   4) งานวิจัยที่กำลังทำ : ปี 2558 หัวหน้าโครงการวิจัยการศึกษาและออกแบบผนังสองชั้นจากวัสดุธรรมชาติ (ไม้ไผ่)

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ- สกุล (ภาษาไทย) นายชูเกียรติ อนันต์เวทยานนท์

   (ภาษาอังกฤษ) Mr. Chukiat Ananwettayanon

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3101200457297

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 : tongtana_59@yahoo.com

5. ประวัติการศึกษา

   2550 ค.อ.ม. (เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

   2544 วท.บ.(เทคโนโลยีการพิมพ์) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

   สาขาวิชาการ ประวัติศาสตร์ศิลปะ การออกแบบกราฟิก

   กลุ่มวิชา ศิลปกรรม

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย เป็นต้น

   7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : -

   7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : -

   7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

   - ปี 2554 ผู้ร่วมวิจัยการทดลองผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ที่ใช้ในการก่อผนังเพื่อการอนุรักษ์การใช้พลังงานภายในอาคาร

   7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ :

   - ปี 2555 หัวหน้าโครงการวิจัยการออกแบบและพัฒนาวัสดุประกอบอาคาร กรณีศึกษาวัสดุประกอบผนังอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคารจากยางพาราและฟางข้าว

ประวัติคณะผู้วิจัย

1) ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวธัญญธร อินทร์ท่าฉาง
   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Tanyatron Intachang
2) เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3120100902794
3) ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ (พนักงานราชการ)
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 : 062-6953564 E-mail : yui_intachang@hotmail.co.th

5) ประวัติการศึกษา

   2543 วท.บ (ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม)
   สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
   สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุ
   สาขาวิชาการ เทคโนโลยีสารสนเทศและนิเทศศาสตร์
   กลุ่มวิชา วิทยาการคอมพิวเตอร์

6) ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย
7) ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : -
8) หัวหน้าโครงการวิจัย : -
9) งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :
   - หัวหน้างานวิจัย : การศึกษาผลของคุณภาพเยื่อกระดาษเส้นใย พืชที่มีผลต่อระบบการพิมพ์พื้นทะลุ เพื่องานบรรจุภัณฑ์ พ.ศ.2554
   - หัวหน้างานวิจัย : การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของกระดาษผสมสารสกัดใบฝรั่ง เพื่องานบรรจุภัณฑ์อาหาร พ.ศ.2557
   - หัวหน้างานวิจัย : การออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง หลักการเขียนแบบโครงสร้างบรรจุภัณฑ์กระดาษ พ.ศ.2557

ภาคผนวก ข. ผลงานการออกแบบ

สารบัญแบบ

เลขแผ่น	แบบแสดง	หมายเหตุ
A-01	สารบัญแบบ	
A-02	รายการประกอบแบบ	
A-03	รายการประกอบแบบ	
A-04	แปลนแผงกันแดดไม้ไผ่ (แบบที่ 1)	
A-05	แปลนโครงสร้างเหล็ก (แบบที่ 1)	
A-06	แบบขยาย (แบบที่ 1)	
A-07	แปลนแผงกันแดดไม้ไผ่ (แบบที่ 2)	
A-08	แปลนโครงสร้างเหล็ก (แบบที่ 2)	
A-09	แบบขยาย (แบบที่ 2)	
A-10	แปลนแผงกันแดดไม้ไผ่ (แบบที่ 3)	
A-11	แปลนโครงสร้างเหล็ก (แบบที่ 3)	
A-12	แบบขยาย (แบบที่ 3)	

รายการประกอบแบบ

ข้อกำหนดงานไม้ไผ่

ขอบเขตและข้อกำหนดทั่วไป
ไม้ไผ่ที่นำมาใช้ ต้องเป็นไม้ไผ่ที่แห้งสนิท ไม่มีรอยแตกร้าว ขนาดตรงตามแบบที่กำหนด
ให้ทำการอาบน้ำยากันปลวกและแมลง

ข้อกำหนดงานเหล็ก

1. โครงสร้างเหล็กใช้เหล็กตามมาตรฐาน JIS G 3350 – SSC.41 และ JIS G 3101 – SS.41
2. ลวดเชื่อมใช้ตามมาตรฐาน ASTM A233 CLASS E60
3. การเชื่อมเหล็ก ถ้าไม่มีบอกในแบบ ต้องเชื่อมไม่น้อยกว่าความหนาของเหล็ก
4. ในการก่อสร้างตรวจสอบและควบคุมให้เป็นไปตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

ข้อกำหนดงานสี

ขอบเขตและข้อกำหนดทั่วไป

1. การเตรียมพื้นผิวสำหรับงานทาสี หมายถึงข้อกำหนดหลักการทั่วไป ในการเตรียมพื้นผิวให้มีความเหมาะสมสำหรับงานทาสีในทุกกลุ่มสี
2. การทาสี หมายถึงการทาสีอาคารทั้งภายนอก ภายใน และส่วนต่างๆ ที่มองเห็นด้วยตาทั้งหมด ยกเว้นส่วนที่กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น หรือส่วนที่กำหนดให้ทุบด้วยวิธีอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งนี้ หากมีส่วนใดที่ผู้รับจ้างลงมือหรือไม่แน่ใจให้ขอคำแนะนำจากผู้ออกแบบ และ/หรือ ผู้ควบคุมงานทันที การทาสีให้รวมสีลงกบแต่งอุดยาแนวสิวฝืน และการทำความสะอาดผิวพื้นต่างๆ ก่อนที่จะทำการทาสี
3. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างสีที่มีฝีมือดีมีประสบการณ์และชำนาญงานมาทำงาน โดยการทำงานของช่างสีจะต้องอยู่ในความควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิดของผู้ควบคุมงานหรือหัวหน้าช่างสี ช่างสีจะต้องเป็นผู้เห็นชอบและปฏิบัติตามคำแนะนำในการใช้สีหรือผสมสียงบริษัทผู้ผลิตในการทาสี ช่างสีจะต้องทาให้มีความสม่ำเสมอกันตลอดปราศจากรอยต่อ ช่องว่าง หรือเป็นรอยแปรงปรากฏอยู่ ไม่มีรอยหยดของสี มีความแน่นว่าสีแต่ละชั้นจะต้องแห้งสนิทดีแล้ว จึงจะลงมือทาสีชั้นต่อไป ควรจะพิจารณาความเรียบร้อยในการทาสีแต่ละชั้น
4. ข้อกำหนดทั่วไป
4.1. ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบอย่างละเอียด และแจ้งปริมาณสีที่จะใช้กับโครงการนี้ให้ผู้ควบคุมงานทราบ
4.2. สีทุกกระป๋องจะต้องนำมาเก็บไว้ในสถานที่ที่จัดไว้ หรือในห้องเฉพาะที่มิดชิดมั่นคง สามารถใช้กุญแจปิดได้ภายในห้องมีการระบายอากาศดีไม่อับชื้น มีการทำความสะอาดให้เป็นระเบียบเรียบร้อยเป็นประจำทุกวัน และจะต้องมีการป้องกันอัคคีภัยเป็นอย่างดี เป็นที่เก็บและอุปกรณ์ในการทาสี การมอบรับผิดชอบงานหรือการเปิดกระป๋องสี ตลอดจนการผสมสี ให้ทำในห้องนี้เท่านั้น สำหรับกระป๋องสีที่ใช้แล้วห้ามนำออกนอกบริเวณก่อสร้าง จะต้องเก็บรวบรวมไว้ให้ผู้ควบคุมงานตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง
4.3. การตรวจสอบระหว่างการก่อสร้าง ผู้ว่าจ้าง ผู้ออกแบบ และ/หรือ ผู้ควบคุมงาน หรือผู้แทน ของบริษัทผู้ผลิต ผู้จำหน่ายมีสิทธิเข้าตรวจสอบคุณภาพและจำนวนของสีและตลอดเวลาการก่อสร้าง
5. ผู้รับจ้างจะต้องไม่ทำการทาสีในขณะที่มีความชื้นในอากาศสูง หรือมีฝนตก และห้ามทาสีภายนอกอาคารหลังจากฝนหยุดตกแล้วทันที จะต้องปล่อยทิ้งไว้อย่างน้อย 72 ชั่วโมง หรือจนกว่าผู้ควบคุมงานจะเห็นสมควรให้เริ่มทาสีได้ และการทาสีภายนอกอาคารหลังจากฝนตกจะต้องขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานทุกครั้ง
6. สีบางชนิดสามารถทาสีได้ ถ้าหากมีส่วนหนึ่งส่วนใดที่ไดเลี่ยหรือไม่สามารถทาสีได้ตามข้อกำหนด ผู้รับจ้างจะต้องรีบแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบทันที
7. การนำสีมาใช้บนตะงวด จะต้องให้ผู้ควบคุมงานตรวจสอบก่อนว่าเป็นสีที่กำหนดให้ใช้ได้
8. ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามรายการประกอบแบบงานสีนี้อย่างเคร่งครัด หากต่อเติมนำที่จะขยายบริเวณสีวิปลอมแปลง ผู้ควบคุมงานมีสิทธิจะให้ล้างหรือขูดสีออก แล้วทาใหม่ให้ถูกต้องตามกำหนด โดยเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเอง ส่วนเวลาที่ล่าช้าตามการนี้จะยกเป็นข้ออ้างในการต่อสัญญาไม่ได้
9. ระบบสีพิเศษอื่นๆ นอกเหนือจากที่กล่าวไว้ในรายการประกอบแบบนี้ ให้ขอคำแนะนำจาก ผู้ออกแบบ และ/หรือผู้ควบคุมงานทุกครั้ง ก่อนการดำเนินการสั่งซื้อ

10. ผู้รับจ้างต้องนำแคตตาล็อคตัวอย่างสี รวมถึง Manufacture?s Specifications มาให้ผู้ออกแบบเลือก และทำแผ่นตัวอย่างของสีจริงบนวัสดุแผ่นแข็ง ขนาด 30 x 30 ซม. ไม่น้อยกว่าสีละ 2 ตัวอย่าง ให้ผู้ออกแบบพิจารณาเลือกและอนุมัติ
11. ผู้รับจ้างต้องทำสีตัวอย่างจริงตามที่ผู้ออกแบบได้เลือกไว้แล้ว ตามตำแหน่งที่ผู้ออกแบบ และ/หรือผู้ควบคุมงานกำหนด ณ สถานที่ก่อสร้าง ให้ทาสีสีเรียบขนาดที่เหมาะสม หรือขนาดไม่เล็กกว่า 1 ตรม. เพื่อให้ผู้ออกแบบตรวจสอบและพิจารณาเห็นชอบก่อนที่จะดำเนินการจริงในส่วนที่เหลือต่อไป
12. ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งปั้นได หรือนั่งร้าน สำหรับการสีที่เหมาะสม หรือตามความจำเป็นและหาหรือวัสดุอื่นใดที่ใช้ปกคลุมพื้นที่ หรือส่วนอื่นของอาคาร เป็นการป้องกันการสกปรกเปรอะเปื้อนเลอะเทอะซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ในงานทาสี

การดำเนินงาน–การติดตั้ง
1. การทาสีกระทำได้โดยการใช้แปรงหรือโดยวิธีพ่น สีที่ทาแต่ละชั้นจะต้องมีผิวราบเรียบ และมีความสม่ำเสมอไม่หยดย้อย หรือยั่นไหล หากการทาสีด้วยมือให้หมั่นเน้นที่พอใจ ผู้ควบคุมงานมีสิทธิ์สั่งให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนไปใช้วิธีการพ่นแทนได้ โดยไม่ถือเป็นค่าใช้จ่ายเพิ่ม นอกจากนี้ในบริเวณซอยมุมของชั้นล่างโครงสร้างซึ่งไม่อาจใช้แปรงทาได้ ให้ทาสีในบริเวณดังกล่าวด้วยการพ่นแทน โดยผู้รับจ้างต้องไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม
2. การตัดเส้นตามขอบต่างๆ และการทาระหว่างรอยต่อของสีต่างกัน จะต้องมีความระมัดระวังเป็นอย่างดี ปราศจากรอยทับกันระหว่างสี และจะต้องระวังอย่าให้มีสีสกปรกเลอะเทอะตามอุปกรณ์ประดู–หน้าต่าง
3. สำหรับแผงสวิทช์ไฟฟ้า (ELECTRICAL PANEL BOX) จะต้องถอดเอาฝาที่ปิดแผงออก แล้วทาหรือพ่นสีต่างหาก (ถ้าสำเป็น) หลังจากการทาสีของผนังเรียบร้อยและแห้งสนิทดีแล้ว จึงนำไปติดตั้งตามเดิม โดยเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างงานอาคาร
4. ฝาครอบดวงสวิทช์และปลั๊กไฟฟ้า (ซึ่งได้ติดตั้งสวิทช์และปลั๊กเรียบร้อยแล้ว) จะต้องเอาออกก่อน เมื่อทำการทาสีเสร็จและแห้งดีแล้ว จึงทำการติดตั้งตามเดิมให้เรียบร้อย โดยเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างงานอาคาร
5. พื้นที่ที่ต้องทาสี หากมีคระบุเป็นอย่างอื่นในแบบรูป ให้ทาสีในพื้นที่ดังต่อไปนี้
5.1. ผนังภายใน / ภายนอก รวมถึงผ้าเพดาน และเป็นพื้นที่ที่เห็นได้ด้วยตาเปล่า
5.2. มิวิโลหะ / ทอ / ไม้ ทั้งที่เห็นและไม่เห็นด้วยตาเปล่า
5.3. ถนน หรือ พื้น ที่ทำหนดให้มีผิวลักษณะจราจร
5.4. โครงสร้างเหล็กทั้งหมด
5.5. พื้นที่ระบุอื่นๆ

การส่งมอบงาน
ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดในส่วนที่เกี่ยวข้องทุกแห่งให้มีความพร้อมที่จะดำเนินการในขั้นตอนการทำงานต่อไปได้ ก่อนขออนุมัติการตรวจสอบจากผู้ออกแบบ และส่งมอบงานโดยปราศจากคราบเปรอะเปื้อนและตำหนิต่างๆ คุณลมปฏิวัติ
1. ผู้รับจ้างจะต้องสั่งซื้อสีโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต หรือจากตัวแทนจำหน่ายของบริษัทผู้ผลิต โดยมีใบรับรองจากบริษัทแจงปริมาณสีที่สั่งมาเพื่องานนี้จริง สีที่ใช้จะต้องเป็นของใหม่ ห้ามนำสีเก่าที่เหลือจากงานอื่นมาใช้หรือผสมเป็นอันขาด
2. สีที่นำมาใช้จะต้องบรรจุและมีป้ายในกระป๋อง หรือภาชนะที่ปิดสนิทตรงจากโรงงานของผู้ผลิต และประทับตราเครื่องหมายการค้า เลขหมายต่างๆ ชนิดที่ใช้และคำแนะนำในการทาสีตลอดจนวันเดือนปีที่ผลิต ซึ่งต้องยังไม่หมดอายุ กระป๋องหรือภาชนะที่ไม่มีป้ายดังกล่าวนี้ ผู้รับจ้างจะต้องไม่นำมาใช้ในการทาสีโดยเด็ดขาด
3. สิ่งอื่นๆ ที่ใช้ประกอบในการทาสีที่ไม่ได้ระบุไว้ เช่นน้ำมันลนหรือสารละลายต่างๆ ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตสีนั้นๆ
4. ระบบขั้นตอนคุณภาพของสี
4.1. สีรองพื้นแรก (Primer Coat) สีรองพื้น หมายถึง ชั้นสีที่ลุ่มลัพื้นผิววัสดุ สีชั้นนี้ต้องมีคุณสมบัติดังนี้
– เพิ่มการยึดเกาะระหว่างพื้นผิวเดิมกับสีที่จะทาทับ เช่น พื้นปูนเก่าจะมีคราบฝุ่นของสีผิวเก่าที่อาจจะร่วงเป็นผงออก (Chalking) จึงต้องทาสีรองพื้นสำหรับปูนเก่า เพื่อให้สารยึดเกาะสามารถจับฝุ่นเหล่านั้นให้เกาะแน่นติดที่มิวเดิมก่อน เพื่อเพิ่มการยึดเกาะของสีชั้นถัดๆ ไป
– ป้องกันสารเคมีจากพื้นผิวภายในออกฤทธิ์กับสีทับหน้า เช่น สีรองพื้นปูนใหม่ (ป้องกันสภาพด่างของผนังปูน)
4.2. สีทับหน้า (Top Coat) หมายถึง สีที่อยู่บนสุดหรือท้ายสุด ทำหน้าที่ให้ความสวยงามถาวรต่อสภาวะดินฟ้าอากาศ และให้ความสวยงามดูเรียบเนียนเงางามตามรายการแบบกำหนดไว้ และได้รับความเห็นชอบจากผู้ออกแบบ
งานสีอิมัลชั่น หรือสีที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย (Emulsion Paint)
ขอบเขตและข้อกำหนดทั่วไป
1. งานทาสี กลุ่มสีอิมัลชั่น หรือ กลุ่มสีที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย ให้หมายรวมถึง สีน้ำอะคริลิค100% (Pure Acrylic 100%) สีน้ำอะคริลิค สีน้ำพลาสติก และสีดาดแต่งมิวหยาบ (Texture Paint) ซึ่งเป็นสีที่ใช้น้ำเป็นส่วนผสมทำละลาย
2. การเตรียมการสำหรับงานทาสีให้เป็นตามรายละเอียดในหัวข้อหลักการทั่วไปสำหรับงานทาสี
3. ผู้รับจ้างต้องจัดหาช่างสีมือที่มีฝีมือความชำนาญ มีประสบการณ์ในการทาสีโดยเฉพาะ เป็นผู้ดำเนินการ และต้องดำเนินการให้ได้ตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต
4. ผู้รับจ้างต้องนำแคตตาล็อคตัวอย่างสี รวมถึง Manufacture?s Specifications มาให้ผู้ออกแบบเลือก และทำแผ่นตัวอย่างของสีจริงบนวัสดุแผ่นแข็ง ขนาด 30 x 30 ซม. ไม่น้อยกว่าสีละ 2 ตัวอย่าง ให้ผู้ออกแบบพิจารณาเลือกและอนุมัติ
5. ผู้รับจ้างต้องทำสีตัวอย่างจริงตามที่ผู้ออกแบบได้เลือกไว้แล้ว ตามตำแหน่งที่ผู้ออกแบบ และ/หรือผู้ควบคุมงานกำหนด ณ สถานที่ก่อสร้างขนาดไม่เล็กกว่า 1 ตรม. เพื่อให้ผู้ออกแบบตรวจสอบและพิจารณาเห็นชอบก่อนที่จะดำเนินการจริงในส่วนที่เหลือต่อไป
6. ให้ผู้รับจ้างจัดแยกกลุ่มวัสดุที่ใช้งานสีภายนอก และสีภายใน แยกออกจากกันทั้งระบบ ให้ชัดเจนไม่ประปนกัน
การดำเนินงาน–การติดตั้ง
1. ผู้รับจ้างต้องเตรียมพื้นผิวก่อนการทาสี โดยมีเนื้อหาดังนี้
1.1. ผิวปูนฉาบ ผิวคอนกรีต รวมถึงผิวดาดแต่งหยาบตามระบบผิว–Texture ที่จะทาสีจะต้องแห้งสนิท และจะต้องทำความสะอาดให้ปราศจากเศษฝุ่นละออง คราบฝุ่น คราบสกปรก คราบไขมัน น้ำมันต่างๆ ร่องรูพรุน ทั้งหมดจะต้องอุดให้เรียบร้อยด้วย Cement Filler
1.2. มิวไม้จะต้องแห้งได้เต็มเรียบร้อย ซ่อมอุดรูรอยแตกต่างๆ ของผิวไม้ให้เรียบร้อยด้วย Wood Sealer แล้วทำการขัดให้เรียบด้วยกระดาษทราย ทำความสะอาดให้ปราศจากฝุ่นและคราบไขมันต่างๆ แล้วจึงทาสีรองพื้นไม้
2. ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน
2.1. ทาสีรองพื้น เพื่อปรับสภาพพื้นผิว หรือเพิ่มการยึดเกาะของฟิล์มสีทับหน้า
2.2. ทาสีทับหน้า อย่างน้อย 2 เที่ยว หรือจนกว่าจะสีจะกลบปิดรอยต่างของผนัง เพื่อให้ได้เฉดสีญาต้องตามที่ได้รับการอนุมัติจากผู้ออกแบบ

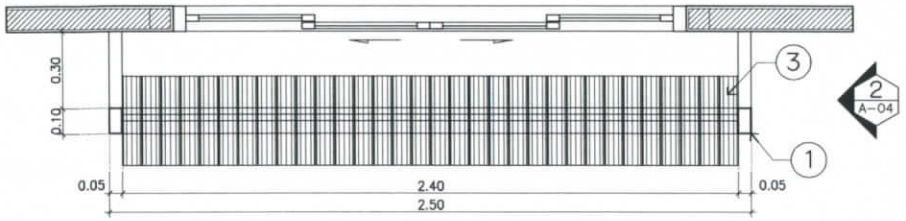
3. การทาสีสำหรับอาคารปูนหรือคอนกรีต
3.1. กรณีผิวใหม่
ที่ยังพื้นผิวแห้งสนิทประมาณ 4–5 สัปดาห์ หลังก่อสร้างเสร็จ ขูดผุ่นโดยใช้ผ้าแห้งเนื้อหยาบๆ เช็ด แล้วเช็ดตามด้วยผ้าชุ่มอีกครั้งหนึ่ง กุอนทาสีรองพื้นต้องเช็ดฝุ่นให้หมดจดจนฝุ่น คราบไขมัน คราบปูน จนหมด รอจนพื้นผิวนั้นแห้งจริงๆ จึงทาด้วยสีรองพื้นปูน Alkali Resisting Primer หรือ สีรองพื้น Acrylic
3.2. กรณีผิวเก่า หรือผิวที่เกิดผุ่นจากตัววัสดุ
ทำความสะอาดผิวหน้า ขัดขุดสีเดิมออก หากไม่สามารถลอกสีเดิมได้ทั้งหมด ให้แจ้งต่อผู้ออกแบบ และ/หรือ ผู้ควบคุมงาน พิจารณาก่อนดำเนินการขั้นต่อไป ทาสีรองพื้นด้วยสีรองพื้นปูนเก่า เท่านั้น
3.3. ผิวปูนฉาบ ผิวดาดแต่งหยาบ–Texture ผิวอิฐโชว์ และผิวอื่นๆ ที่คล้ายคลึงกัน ทั้งภายนอกและภายใน ให้ทาสีรองพื้นประเภท Acrylic จำนวน 1 ครั้ง และทาทับหน้าด้วยสีประเภท Pure Acrylic จำนวน 2 ครั้ง ในอัตราปกคลุมพื้นผิวไม่ต่ำกว่า 35 ตร.ม. ต่อ 1 USG. ต่อ 1 ครั้ง ในกรณีผิวปูนฉาบใหม่ที่ยังไม่ได้ผ่านกระบวนการบ่มให้ทาสีรองพื้นด้วยสีรองพื้นกันด่างประเภท Acrylic (Solvent Base) จำนวน 1 ครั้ง และทับหน้าอีก 2 ครั้ง ด้วยสีประเภท Acrylic (Solvent Base) อัตราปกคลุมพื้นผิวไม่ต่ำกว่า 35 ตร.ม. ต่อ 1 USG. ต่อ 1 ครั้ง
4. การทาสีสำหรับส่วนของอาคารที่เป็นไม้
4.1. ไม้ต้องแห้งมีความชื้นประมาณ 14–18% รอยต่อหรือส่วนของไม้ที่จะต้องนำไปประกบกับวัสดุอื่น เช่น ผนังอิฐมอญ ปูนหลาสเตอร์ ควรทาสีรองพื้นก่อนนำไปประกบติดกับ
4.2. ขัดผิวให้เรียบ ทาสีรองพื้นไม้ ก่อนทาสีทับหน้าด้วยรองพื้น Aluminium Wood Primer เพื่อป้องกันยางไม้
4.3. ให้ทาสีรองพื้นประเภท Aluminium Wood Primer จำนวน 1 ครั้ง ทารองพื้นเสริมชั้นกลางประเภท Under Coat อีก 1 ครั้ง และทาทับหน้าด้วยสีประเภท Alkyd Resin หรือ สีประเภท Pure Acrylic 100 % จำนวน 2 ครั้ง ในอัตราปกคลุมพื้นผิวไม่ต่ำกว่า 30 ตร.ม. ต่อ 1 USG. ต่อ 1 ครั้ง
การส่งมอบงาน
1. ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดในส่วนที่เกี่ยวข้องทุกแห่ง ก่อนขออนุมัติการตรวจสอบจากผู้ออกแบบ และส่งมอบงานโดยปราศจากคราบเปรอะเปื้อนและตำหนิต่างๆ
2. หากส่วนหนึ่งส่วนใดของพื้นผิวที่ทำการเคลือบ–ทาสีแล้ว เกิดมีการซ่อมแซ่ใช้งานหรือเปรอะเปื้อน ผู้รับจ้างจะต้องแต่งสีวลูวนนั้น ๆ และทำการเคลือบสีให้ใหม่ ทั้งนี้ขอบเขตการทาสีซ่อมใหม่นี้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ออกแบบ และ/หรือ ผู้ควบคุมงาน
3. ผู้รับจ้างจะต้องนำหลักฐาน หรือใบรับรองการใช้สีจากบริษัทผู้ผลิตมาแสดงต่อผู้ออกแบบและผู้ว่าจ้าง
4. หากผู้รับจ้างไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานรายการงานสีที่ระบุข้างต้นข้อใดข้อหนึ่งหรือหลายข้อหรือทั้งหมด ผู้ออกแบบ และ/หรือผู้ควบคุมงาน มีสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างขูดล่าสีนั้นออกให้หมด และทำการเคลือบ–ทา สีใหม่ให้เรียบร้อย โดยผู้รับจ้างจะเรียกร้องค่าจะเพิ่มเติมมิได้ หรืออ้างว่าจะเรียกร้องค่าเสียหายเอากับผู้รับจ้าง ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับการวินิจฉัยของผู้ออกแบบ และ/หรือ ผู้ควบคุมงาน
5. ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันงานทาสี ทั้งวัสดุและกรรมวิธีดำเนินการ
5.1 เป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 5 ปี สำหรับสีทาภายในอาคาร
5.2 เป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 10 ปี สำหรับสีทาภายนอกอาคาร
รวมถึงมีเอกสารยืนยันการรับประกันคุณภาพจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ประกอบในเอกสารส่งมอบด้วย
คุณลมปฏิวัติวัสดุ
1. สีที่นำมาใช้จะต้องบรรจุและมีป้ายในกระป๋อง หรือภาชนะที่ปิดสนิทตรงจากโรงงานของผู้ผลิต และประทับตราเครื่องหมายการค้า เลขหมายต่างๆ ชนิดที่ใช้และคำแนะนำในการทาสีตลอดจนวันเดือนปีที่ผลิต ซึ่งต้องยังไม่หมดอายุ กระป๋องหรือภาชนะที่ไม่มีป้ายดังกล่าวนี้ ผู้รับจ้างจะต้องไม่นำมาใช้ในการทาสีโดยเด็ดขาด ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น
2. คุณลมปัติของสี อย่างน้อยต้องผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม
– สีอิมัลชั่น มอก.272–2541
– สีเคลือบเงา มอก.327–2538
– สีรองพื้นอลูมิเนียมสำหรับงานไม้ มอก.328–2523
– สีรองพื้น (สีขั้นสาง) สำหรับงานไม้ มอก.357–2540
– สีรองพื้นสำหรับงานปูน มอก.1124–2535
– น้ำยารองพื้นสำหรับปูน อิฐ หิน ที่ทาสีไว้เดิมชื้นผุ่น (น้ำยารองพื้นทับสีเก่า) มอก.1177–2537
– สีเคลือบด้าน มอก.1406–2540
– สีเคลือบเงา อะคริลิคเรซิน มอก.2241–2548
และเป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต ในแต่ละรุ่น ตามที่กำหนดระบุไว้ในรายละเอียดวัสดุผลิตภัณฑ์
งานสีเคลือบเงา หรือสีที่มีตัวทำละลาย (Enamel Paint–Solvent Base)

ขอบเขตและข้อกำหนดทั่วไป
1. งานทาสี กลุ่มสีอินาเมล เคลือบเงา หรือ กลุ่มสีที่มีตัวทำละลาย ให้หมายรวมถึง สีน้ำมัน สีรองพื้นกันสนิมสำหรับงานเหล็ก
2. การเตรียมการสำหรับงานทาสีให้เป็นตามรายละเอียดในหัวข้อหลักการทั่วไปสำหรับงานทาสี
3. ผู้รับจ้างต้องจัดหาช่างสีมือที่มีฝีมือความชำนาญ มีประสบการณ์ในการทาสีโดยเฉพาะ เป็นผู้ดำเนินการ และต้องดำเนินการให้ได้ตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต
4. ผู้รับจ้างต้องนำแคตตาล็อคตัวอย่างสี รวมถึง Manufacture?s Specifications มาให้ผู้ออกแบบเลือกและทำแผ่นตัวอย่างของสีจริงบนวัสดุแผ่นแข็ง ขนาด 30 x 30 ซม. ไม่น้อยกว่าสีละ 2 ตัวอย่าง ให้ผู้ออกแบบพิจารณาเลือกและอนุมัติ
5. ผู้รับจ้างต้องทำสีตัวอย่างจริงตามที่ผู้ออกแบบได้เลือกไว้แล้ว ตามตำแหน่งที่ผู้ออกแบบ และ/หรือผู้ควบคุมงานกำหนด ณ สถานที่ก่อสร้าง มีขนาดที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้ออกแบบตรวจสอบและพิจารณาเห็นชอบก่อนที่จะดำเนินการจริงในส่วนที่เหลือต่อไป
6. ให้ผู้รับจ้างจัดแยกกลุ่มวัสดุที่ใช้งานสีน้ำมัน–อินาเมล แยกออกจากกันตามระบบชนิดของวัสดุที่ถูกเคลือบเงา ให้ชัดเจนไม่ประปนกัน

การดำเนินงาน–การติดตั้ง
1. ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน
1.1. ทาสีรองพื้น เพื่อปรับสภาพพื้นผิว หรือเพิ่มการยึดเกาะของฟิล์มสีทับหน้า
1.2. ทาสีทับหน้า อย่างน้อย 2 เที่ยว หรือจนกว่าจะสีจะกลบปิดรอยต่างของผนัง เพื่อให้ได้เฉดสีถูกต้องตามที่ได้รับการอนุมัติจากผู้ออกแบบ
2. การทาสีสำหรับส่วนของอาคารที่เป็นไม้
2.1. ไม้ต้องแห้งมีความชื้นประมาณ 14–18% รอยต่อหรือส่วนของไม้ที่จะต้องนำไปประกบกับวัสดุอื่น เช่น ผนังอิฐซีเมนต์ ปูนพลาสเตอร์ ควรทาสีรองพื้นก่อนนำไปประกบ
2.2. ผิวไม้ใหม่
2.2.1. ขัดเรียบด้วยกระดาษทราย
2.2.2. เช็ดฝุ่นออกให้หมด
2.2.3. ทาด้วยสีรองพื้นไม้สองครั้ง
2.3. ผิวไม้ที่เคยทาสีมาแล้ว กรณีสีเก่าอยู่ในสภาพเรียบร้อย ไม่มีรอยแตก
2.3.1. กำจัดฝุ่น ขี้ผึ้ง ฯลฯ โดยล้างด้วยสบู่ ผงซักฟอก หรือน้ำยาขจัดไขมันต่างๆ
2.3.2. ขัดด้วยกระดาษทรายให้เรียบ ในขณะที่พื้นผิวยังเปียกอยู่
2.3.3. ล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้งหนึ่ง แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง
2.3.4. หากมีส่วนใดของพื้นผิวไม้ที่สีกะเทาะออกจนเห็นเนื้อไม้ เตรียมผิวบริเวณนั้น เช่นเดียวกับ การเตรียมผิวพื้นใหม่
2.4. ผิวไม้ที่เคยทาสีมาแล้ว กรณีสีเก่าอยู่ในสภาพที่แตกระแหงและเสื่อมสภาพเป็นฝุ่น
2.4.1. ลอกสีเก่าออกด้วยน้ำยาหรือไฟพ่น
2.4.2. ขัดด้วยกระดาษทรายจนผิวเรียบ
2.4.3. เช็ดฝุ่นออกให้หมด
2.4.4. ทาด้วยสีรองพื้นไม้หนึ่งครั้ง
2.5. พื้นผิวที่เคยทาน้ำมันรักษาเนื้อไม้ไว้แล้ว
2.5.1. ควรทิ้งพื้นผิวนั้นให้แห้งสนิทอย่างน้อย 3 เดือน
2.5.2. ขัดด้วยกระดาษทรายให้เรียบ
2.5.3. เช็ดฝุ่นออกให้หมด
2.5.4. ทาสีรองพื้นไม้สองครั้ง แต่ละครั้งควรทิ้งระยะเวลาห่างกัน 48 ชั่วโมง
2.6. การทาสีรองพื้นไม้ 1 ครั้งให้ทาสีรองพื้นประเภท Aluminium Wood Primer และทาทับหน้าด้วยสีประเภท Alkyd Resin จำนวน 2 ครั้ง ในอัตราปกคลุมพื้นผิวไม่ต่ำกว่า 30 ตร.ม. ต่อ 1 USG. ต่อ 1 ครั้ง
2.7. การทาสีรองพื้นไม้ 2 ครั้งให้ทาสีรองพื้นประเภท Aluminium Wood Primer จำนวน 1 ครั้ง ทารองพื้นเสริมชั้นกลางประเภท Under Coat อีก 1 ครั้ง และทาทับหน้าด้วยสีประเภท Alkyd Resin จำนวน 2 ครั้ง ในอัตราปกคลุมพื้นผิวไม่ต่ำกว่า 30 ตร.ม. ต่อ 1 USG. ต่อ 1 ครั้ง
3. การเตรียมพื้นผิวสำหรับพื้นผิวโลหะ
3.1. การเตรียมพื้นผิวเหล็กหรือโลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก
3.1.1. พื้นผิวโลหะที่ผิวไม่เคยทาสีมาก่อน
– ขจัดคราบน้ำมันด้วยทินเนอร์ หรือน้ำมันก๊าด
– ขจัดสนิมหรือเศษผงออกด้วยกระดาษทรายหรือแปรงลวด
– ทำความสะอาดด้วยน้ำยาแล้วล้างให้สะอาดด้วยน้ำ
– เช็ดด้วยเศษผ้า แล้วทิ้งไว้ให้แห้งสนิท
– ทาทับหนึ่งครั้งด้วยสีรองพื้นกันสนิม
3.1.2. พื้นผิวเหล็ก ซึ่งเคยทาสีมาก่อนแล้ว
– ทำความสะอาด กำจัดคราบน้ำมันและฝุ่น
– ขัดสีลอกหรือสีเสียให้หมด
– ขจัดสนิมด้วยการขูด หรือขัดด้วยแปรงลวดจนหมด
– ทารองพื้นด้วยสีรองพื้นกันสนิมหนึ่งครั้ง
3.2. การเตรียมพื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็ก อลูมิเนียม ในสภาพการใช้ปกติ
– ทำความสะอาดพื้นผิวด้วยกระดาษทรายแก้วเบอร์ 360 ใช้น้ำมันก๊าดเป็นตัวหล่อลื่น แล้วเช็ดน้ำมันออก
– ทำความสะอาดด้วยน้ำยา แล้วล้างให้สะอาดด้วยน้ำ
– เช็ดด้วยเศษผ้า และทิ้งไว้ให้แห้ง
– ทาทับด้วยสีรองพื้น Grey Green Chromate หนึ่งครั้ง
3.3. การเตรียมพื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสี
– ขจัดคราบไขมันและฝุ่นด้วยน้ำยา ทาทิ้งไว้ 5 นาที แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด
– เช็ดด้วยเศษผ้า ทิ้งไว้ให้แห้ง
– ทาสีรองพื้น Wash Primer 1 ครั้ง
4. เครื่องมือในการเคลือบผิวด้วยสีน้ำมัน
4.1. การใช้แปรงทา ให้ใช้เฉพาะส่วนที่เป็นพื้นผิวปูน กรณีพื้นผิวไม้ และพื้นผิวโลหะจะต้องขออนุมัติจากผู้ออกแบบ และ/หรือ ผู้ควบคุมงานก่อนดำเนินการ
4.2. การใช้เครื่องพ่น ให้ใช้กับผิวไม้ และผิวโลหะทั้งหมด ซึ่งควรทำการพ่นสีให้เรียบร้อยก่อนการติดตั้ง หลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จ จึงทำการพ่นสีเพื่อเก็บซ่อมแซมรอยเชื่อมต่างๆ ให้เรียบร้อย
5. ขั้นตอนการทาสีน้ำมัน อีนาเมล ให้ดำเนินการดังนี้
5.1.ขั้นที่ 1
เคลือบสีรองพื้น (Primer Coat) 1 ชั้น กรณีพื้นผิวเป็นไม้ คอนกรีต หรือปูนฉาบ หรือ 2 ชั้น กรณีพื้นผิวเป็นโลหะทุกชนิด
หลังจากการเคลือบสีรองพื้นครั้งแรก จะต้องเว้นช่วงให้สีแห้งตัว ไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง ก่อนการเคลือบสีรองพื้นครั้งที่ 2 หรือการเคลือบสีทับหน้า
5.2.ขั้นที่ 2
เคลือบสีทับหน้า (Top Coat) 2 ชั้น ชนิดเงาหรือด้าน ตามที่รายการแบบระบุไว้ และต้องได้ฟิล์มเรียบสม่ำเสมอ การเคลือบสีครั้งแรกและครั้งหลังจะต้องเว้นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง เพื่อให้สีแห้งตัว

การส่งมอบงาน
1. ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดในส่วนที่เกี่ยวข้องทุกแห่ง ก่อนขออนุมัติการตรวจสอบจากผู้ออกแบบ และส่งมอบงานโดยปราศจากคราบเปรอะเปื้อนและตำหนิต่างๆ
2. หากส่วนหนึ่งส่วนใดของพื้นผิวที่ทำการเคลือบทาสีแล้ว เกิดมีการซ่อมแก้ไขงานหรือเปรอะเปื้อน ผู้รับจ้างจะต้องแต่งผิวส่วนนั้นๆ และทำการเคลือบผิวให้ใหม่ ทั้งนี้ขอบเขตการทาสีซ่อมใหม่นี้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ออกแบบ และ/หรือ ผู้ควบคุมงาน
3. ผู้รับจ้างจะต้องนำหลักฐาน หรือใบรับรองการใช้สีจากบริษัทผู้ผลิตมาแสดงต่อผู้ออกแบบและผู้ว่าจ้าง
4. หากผู้รับจ้างไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานรายการงานสีที่ระบุข้างต้นข้อใดข้อหนึ่ง หรือหลายข้อ หรือทั้งหมด ผู้ออกแบบ และ/หรือผู้ควบคุมงาน มีสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างขูดล้างสีน้ำมันออกให้หมด แล้วทำการเคลือบสีใหม่ให้เรียบร้อย โดยผู้รับจ้างจะเรียกร้องค่าจ้างเพิ่มเติมมิได้ หรือผู้ว่าจ้างอาจเรียกร้องค่าเสียหายเอากับผู้รับจ้าง ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับการวินิจฉัยของผู้ออกแบบ และ/หรือ ผู้ควบคุมงาน
5. ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันงานทาสี ทั้งวัสดุและกรรมวิธีดำเนินการ เป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 10 ปี สำหรับสีน้ำมัน อีนาเมลที่ใช้ทาในโครงการนี้ รวมถึงมีเอกสารยืนยันการรับประกันคุณภาพจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ประกอบในเอกสารส่งมอบด้วย
คุณสมบัติวัสดุ
1. สีที่นำมาใช้จะต้องบรรจุและผนึกในกระป๋อง หรือภาชนะโดยตรงจากโรงงานของผู้ผลิต และประทับตราเครื่องหมายการค้า เลขหมายต่างๆ ชนิดที่ใช้และคำแนะนำในการทาติดอยู่บนภาชนะอย่างสมบูรณ์ กระป๋องหรือภาชนะที่ใส่สีนั้นจะต้องอยู่ในสภาพเรียบร้อย ไม่บุบชำรุด ฝาปิดต้องไม่มีรอยถูกเปิดมาก่อน
2. คุณสมบัติของสี อย่างน้อยต้องผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม
– สีเคลือบเงา มอก.327–2538
– สีรองพื้นอะลูมิเนียมสำหรับงานไม้ มอก.328–2523
– สีรองพื้น (สีชั้นล่าง) สำหรับงานไม้ มอก.357–2540
– สีรองพื้นตะกั่วแดงสำหรับพื้นผิวเหล็ก และเหล็กกล้า มอก.389–2531
– สีอะลูมิเนียม มอก.390–2524
– สีรองพื้นซิงค์โครเมต มอก.401–2534
– สีน้ำมัน มอก.415–2548
– ข้อกำหนดการเคลือบสีบนพื้นผิวโลหะ มอก.1554–2541
และเป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต ในแต่ละรุ่น ตามที่กำหนดระบุไว้ในรายละเอียดวัสดุ–ผลิตภัณฑ์
งานน้ำยาเคลือบซิลิโคนใส (Silicone Water Repellent)
ขอบเขตและข้อกำหนดทั่วไป
1. งานทา น้ำยาเคลือบซิลิโคนใส หรือน้ำยาใสเคลือบกันเชื้อรา ใช้สำหรับงานทาเคลือบทับบนงานกระเบื้องดินเผา ทรายล้าง กรวดล้าง หินล้าง หินกาบ และหินธรรมชาติเนื้อพรุน
2. ผู้รับจ้างต้องจัดหาช่างฝีมือที่มีความชำนาญ ตามเกณฑ์มาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต และจัดทำตัวอย่างจริงตามที่ได้รับการอนุมัติ ตามตำแหน่งที่ผู้ออกแบบ และ/หรือผู้ควบคุมงาน กำหนด เพื่อใช้เป็นตัวอย่างในการตรวจสอบผลงานก่อนการส่งมอบงาน
3. การเตรียมการสำหรับงานทาสีให้เป็นตามรายละเอียดในหัวข้อหลักการทั่วไปสำหรับงานทาสี
4. ผู้รับจ้างต้องนำแคตตาล็อค ข้อมูลทางเทคนิค (Manufacture?s Specifications) มาให้ผู้ออกแบบ และ/หรือ ผู้ควบคุมงาน พิจารณาเลือกและอนุมัติ
การดำเนินงาน–การติดตั้ง
1. ก่อนการดำเนินการลงน้ำยาเคลือบ ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบความเรียบร้อยสมบูรณ์ของเนื้องาน ที่จะเคลือบ ไม่ให้มีความเสียหายแตกร้าว หากมีต้องดำเนินการซ่อมแซมรอยแตกร้าวต่างๆ ให้เรียบร้อยสมบูรณ์
2. ทำความสะอาดพื้นผิวปัดเช็ดฝุ่นละอองออกให้หมด
3. การทาน้ำยาเคลือบซิลิโคนใส ให้ใช้แปรงหรือใช้พ่นโดยไม่ต้องผสม ควรทาให้ซิลิโคนชุ่มไหลเยิ้มเพื่อการซึมเข้าไปในผิวพื้น และไม่ควรถูกน้ำก่อน 6 ชั่วโมง การทาทับทิ้งระยะ 6 ชั่วโมง
4. ให้ทาเคลือบน้ำยาอย่างน้อย 3 เที่ยว ยกเว้นระบุในแบบเป็นอย่างอื่น หลังดำเนินงานแล้วเสร็จ ให้ทดสอบด้วยการฉีด พรมน้ำ เพื่อดูคุณสมบัติการป้องกันน้ำและความชื้นละลมในเนื้อวัสดุ โดยควรเห็นเป็นหยดน้ำปรากฏที่ผิววัสดุ
การส่งมอบงาน
1. ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดในส่วนที่เกี่ยวข้องทุกแห่ง ก่อนขออนุมัติการตรวจสอบจาก ผู้ออกแบบ และ/หรือ ผู้ควบคุมงาน และส่งมอบงานโดยปราศจากคราบเปรอะเปื้อนและตำหนิต่างๆ
2. ผู้รับจ้างจะต้องนำหลักฐาน หรือใบรับรองการใช้น้ำยาเคลือบจากบริษัทผู้ผลิตมาแสดงต่อผู้ออกแบบ และ/หรือ ผู้ว่าจ้าง
3. ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันงาน รวมถึงมีเอกสารยืนยันการรับประกันคุณภาพจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ประกอบในเอกสารส่งมอบด้วย
คุณสมบัติวัสดุ
น้ำยาเคลือบที่นำมาใช้ต้องมีคุณสมบัติ ซึมเข้าสู่เนื้อวัสดุที่ถูกเคลือบ เข้าไปอุดรูพรุนเล็กๆ เพื่อป้องกันน้ำ และความชื้น ที่จะละลมในเนื้อวัสดุ และต้องไม่ทำให้สีของวัสดุที่โดนเคลือบทับเปลี่ยนสี หรือมีสีเข้มขึ้นไปจากเดิม หรือทำให้ผิววัสดุเป็นเงามัน โดยคุณสมบัติของน้ำยาอย่างน้อยต้องผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.1217–2537 ข้อกำหนดการเคลือบสี และน้ำยาซิลิโคนกันน้ำบนพื้นผิวปูน และงานก่ออิฐ และเป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต ในแต่ละรุ่น ตามที่กำหนดระบุไว้ในรายละเอียดวัสดุ–ผลิตภัณฑ์
งานสีเคลือบรักษาเนื้อไม้ สีย้อมเคลือบไม้ สีเคลือบแข็งผิวไม้
ขอบเขตและข้อกำหนดทั่วไป
1. งานทาสีไม้ในส่วนที่ระบุให้ทาสีย้อมไม้ หรือทาสีธรรมชาติ หมายถึง การเคลือบรักษาเนื้อไม้ การทาสีย้อมเคลือบไม้ ทาสีเคลือบแข็งผิวไม้ รวมถึงน้ำมันรักษาเนื้อไม้ ใช้สำหรับงานทาเคลือบบนผิวไม้ส่วนที่ต้องการให้เห็นความงามตามธรรมชาติของเนื้อไม้ หรือย้อมสีให้เห็นลายไม้ เช่น ไม้สัก ไม้มะค่า ไม้แดง ไม้อัดสัก เป็นต้น ระบุให้ใช้ตามความเหมาะสมของคุณสมบัติสีแต่ละชนิด แต่หากไม่ระบุในแบบก่อสร้างไว้ในที่ใดๆ ให้ใช้สีย้อมเนื้อไม้และรักษาเนื้อไม้ชนิดภายนอกสีด้าน
2. ผู้รับจ้างต้องจัดหาช่างฝีมือที่มีความชำนาญ มีประสบการณ์ในการทาสีธรรมชาติ–สีย้อมงานไม้โดยเฉพาะ เป็นผู้ดำเนินการ และต้องดำเนินการให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต
3. การเตรียมการสำหรับงานทาสีให้เป็นตามรายละเอียดในหัวข้อหลักการทั่วไปสำหรับงานทาสี
4. ผู้รับจ้างต้องนำแคตตาล็อคตัวอย่างสี รวมถึง Manufacture?s Specifications มาให้ผู้ออกแบบเลือก และทำแผ่นตัวอย่างของสีจริงบนวัสดุแผ่นไม้อัดสัก หรือเนื้อไม้จริงที่ใช้งาน ในขนาดที่ใหญ่เพียงพอ เหมาะสม ให้ผู้ออกแบบพิจารณาเลือกเฉดสีและอนุมัติ

5. สีตัวอย่างต้องทำในหลายเฉดสี อย่างน้อย 3 เฉดสี ของแต่ละผลิตภัณฑ์ที่ได้อนุมัติใช้งาน ส่งอนุมัติไม่น้อยกว่าเฉดสีละ 2 ตัวอย่าง เมื่อผู้ออกแบบได้พิจารณาเห็นชอบแล้ว ให้ใช้ชิ้นตัวอย่างนั้นเพื่อการตรวจสอบผลงานก่อนการส่งมอบงาน
การดำเนินงาน–การติดตั้ง
1. การทาสีเคลือบรักษาเนื้อไม้ สีย้อมไม้ และสีเคลือบแข็งโพลียูริเทน
1.1. ไม้ต้องแห้งมีความชื้นประมาณ 14–18% รอยต่อหรือส่วนของไม้ที่จะต้องนำไปประกบกับวัสดุอื่น เช่น ผนังอิฐซีเมนต์ ปูนพลาสเตอร์ ควรทาสีเคลือบผิวก่อนนำไปประกบติดกับ
1.2. ผิวไม้ใหม่
1.2.1. ขัดเรียบด้วยกระดาษทราย
1.2.2. เช็ดฝุ่นออกให้หมด
1.2.3. กรณีทาด้วยสีเคลือบรักษาเนื้อไม้ หรือสีย้อมไม้ให้ทารองพื้นหนึ่งครั้ง ให้ทิ้งไว้อย่างน้อย 8 ชั่วโมง เมื่อสีแห้งดีแล้วให้ทาทับอีกสองเที่ยว ทิ้งระยะห่างอย่างน้อย 8 ชั่วโมงต่อเที่ยวในการทา
1.2.4. กรณีทาด้วยสีเคลือบแข็งผิวไม้ หรือโพลียูริเทน ให้ทำการย้อมปรับเฉดสีเนื้อไม้ให้ใกล้เคียงกัน หรือตามที่ผู้ออกแบบกำหนดก่อน แล้วจึงทารองพื้นหนึ่งครั้ง ให้ทิ้งไว้อย่างน้อย 6 ชั่วโมง เมื่อสีแห้งดีแล้วให้ทาทับอีกสองเที่ยว ทิ้งระยะห่างอย่างน้อย 6 ชั่วโมงต่อเที่ยวในการทา
1.3. ผิวไม้ที่เคยทาสีมาแล้ว กรณีสีเก่าอยู่ในสภาพที่แตกระแหงและเสื่อมสภาพเป็นฝุ่น
1.3.1. ลอกสีเก่าออกด้วยน้ำยาหรือไฟพ่น
1.3.2. ขัดด้วยกระดาษทรายจนผิวเรียบ
1.3.3. เช็ดฝุ่นออกให้หมด ล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้งหนึ่ง แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง
1.3.4. การทาสีย้อมไม้ หรือสีเคลือบแข็งโพลียูริเทน ให้ดำเนินการเช่นเดียวกับ ผิวไม้ใหม่
1.4. พื้นผิวที่เคยทาน้ำมันรักษาเนื้อไม้ไว้แล้ว
1.4.1. ควรทิ้งพื้นผิวนั้นให้แห้งสนิทอย่างน้อย 3 เดือน
1.4.2. ขัดด้วยกระดาษทรายให้เรียบ
1.4.3. เช็ดฝุ่นออกให้หมด ล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้งหนึ่ง แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง
1.4.4. การทาสีย้อมไม้ หรือสีเคลือบแข็งโพลียูริเทน ให้ดำเนินการเช่นเดียวกับ ผิวไม้ใหม่
2. การทาแลคเกอร์ วานิช หรือน้ำยาเคลือบที่มีคุณสมบัติใกล้เคียง
ให้ใช้เฉพาะกับงานไม้ที่อยู่ภายในอาคารเท่านั้น และเป็นส่วนที่ต้องการเห็นความงามตามธรรมชาติของเนื้อไม้ เช่น วงกบ ชั้นไม้ประดับ และราวบันไดไม้ หน้าต่างด้านใน เฟอร์นิเจอร์ เป็นต้น
2.1. การทาน้ำมันวานิชชนิดเงาและด้าน และอื่นๆที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงบนผิวพื้น เพื่อความคงทน ให้ทาน้ำมันวานิช 3 ครั้ง ครั้งแรกผสมทินเนอร์ ร้อยละ 10 ครั้งต่อไปไม่จำเป็น การทาบนพื้นที่มีวานิชเก่าทาแล้ว สำหรับพื้นเก่าที่อยู่ในสภาพเรียบร้อยให้ล้างด้วยน้ำยาซักฟอกอย่างอ่อนก่อน จากนั้นใช้กระดาษทรายขัดเรียบ แล้วจึงทาน้ำมันวานิชที่ไม่ผสมทินเนอร์ 2 ครั้ง ทับได้เลย แต่หากอยู่ในสภาพแตกร่อนให้ขัดเตรียมผิวใหม่
2.2. ระยะเวลาสีแห้ง
2.2.1. แห้งทาทับได้ 6 – 8 ชั่วโมง
2.2.2. แห้งสนิทอย่างน้อย 16 ชั่วโมง
3. น้ำมันทีค–ออยล์
ให้ใช้เฉพาะกับงานไม้ที่ต้องการผิวพื้นธรรมชาติ แบบไม่เคลือบผิวเท่านั้น หรือให้ทาบนไม้เฉพาะในกรณีที่ระบุให้ใช้เป็นกรณีพิเศษก่อนการลงสีเคลือบ
3.1. การเตรียมผิวพื้น ซ่อมแซมส่วนที่ชำรุดโดยปะด้วยวัสดุชนิดเดียวกัน ให้มีลายไม้กลมกลืนและสนิทเรียบร้อย ขัดเรียบด้วยกระดาษทราย ขัดฝุ่นต่างๆ ออกให้หมดด้วยผ้าชุบทีค–ออยล์
3.2. การทาทีค–ออยล์ ให้ทาด้วยการขัดด้วยผ้าสะอาดที่ชุบด้วยทีค–ออยล์ เวลาขัดอย่าให้ผ้าแห้งหรือชุ่มจนเกินไป ปล่อยให้แห้ง 4–6 ชั่วโมง แล้วทาซ้ำอีก รวมแล้วต้องไม่น้อยกว่า 2 ครั้ง ครั้งสุดท้ายเมื่อทาแห้งสนิทดีแล้ว จะต้องขัดให้ทั่วด้วยผ้าแห้งและสะอาดอีกครั้ง
3.3. ห้ามไม่ให้ทาน้ำมันทีค–ออยล์นี้ กับผนังภายนอกอาคาร หรือสถานที่ที่ต้องการความทนทานของน้ำยาเคมีต่างๆ ยกเว้นต้องการความดิบของผิวไม้เหมือนไม้เก่าโบราณ ทั้งนี้ให้อยู่ในการพิจารณาของผู้ออกแบบ และ/หรือ ผู้ควบคุมงาน
3.4. การทาสีพื้นผิวนอกเหนือจากที่กล่าวข้างต้น ให้ขอคำแนะนำจากผู้ควบคุมงานทุกครั้ง
การส่งมอบงาน
1. ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดในส่วนที่เกี่ยวข้องทุกแห่ง ก่อนขออนุมัติการตรวจสอบจาก ผู้ออกแบบ และ/หรือ ผู้ควบคุมงาน และส่งมอบงานโดยปราศจากคราบเปรอะเปื้อนและตำหนิต่างๆ
2. หากส่วนหนึ่งส่วนใดของพื้นผิวที่ทำการเคลือบทาสีแล้ว เกิดมีการซ่อมแก้ไขงานหรือเปรอะเปื้อน ผู้รับจ้างจะต้องแต่งผิวส่วนนั้นๆ และทำการเคลือบผิวให้ใหม่ ทั้งนี้ขอบเขตการทาสีซ่อมใหม่นี้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ออกแบบ และ/หรือ ผู้ควบคุมงาน
3. ผู้รับจ้างจะต้องนำหลักฐาน หรือใบรับรองการใช้น้ำยาเคลือบจากบริษัทผู้ผลิตมาแสดงต่อ ผู้ออกแบบ และ/หรือ ผู้ว่าจ้าง
4. ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันงาน รวมถึงมีเอกสารยืนยันการรับประกันคุณภาพจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ประกอบในเอกสารส่งมอบด้วย
คุณสมบัติวัสดุ
1. สีที่นำมาใช้จะต้องบรรจุและผนึกในกระป๋อง หรือภาชนะโดยตรงจากโรงงานของผู้ผลิต และประทับตราเครื่องหมายการค้า เลขหมายต่างๆ ชนิดที่ใช้และคำแนะนำในการทาติดอยู่บนภาชนะอย่างสมบูรณ์ กระป๋องหรือภาชนะที่ใส่สีนั้นจะต้องอยู่ในสภาพเรียบร้อย ไม่บุบชำรุด ฝาปิดต้องไม่มีรอยถูกเปิดมาก่อน
2. คุณสมบัติของสี อย่างน้อยต้องผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม
2.1. สีย้อมไม้ผสมน้ำ มอก.1512–2541
2.2. สีย้อมไม้ผสมน้ำมัน มอก.1513–2541
2.3. ข้อกำหนดการเคลือบสีวานิช และวัสดุที่เกี่ยวข้องที่พื้นผิวใหม่ของไม้ มอก.1553–2541
และเป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต ในแต่ละรุ่น ตามที่กำหนดระบุไว้ในรายละเอียดวัสดุ–ผลิตภัณฑ์



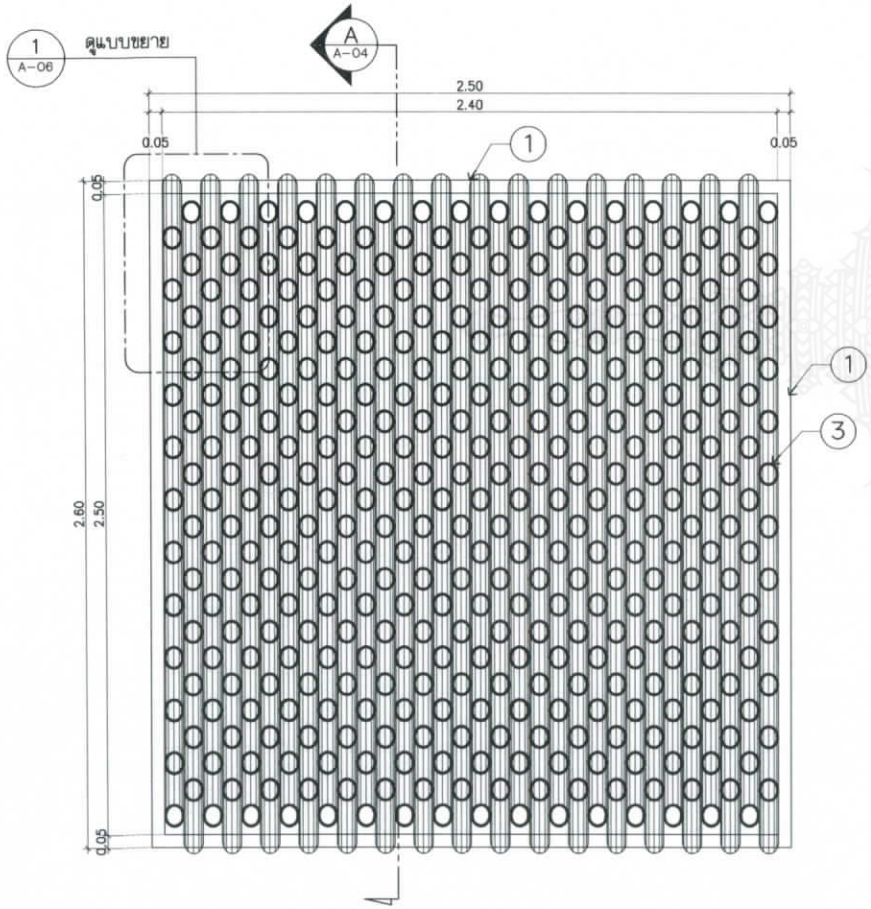
1 A-04 แปลนแผงกันแดดไม้ไผ่ (แบบที่ 1)

มาตราส่วน 1 : 20

① เหล็กกล่อง ø 50x100x3.2 มม. ทาสีน้ำมันสีดำ

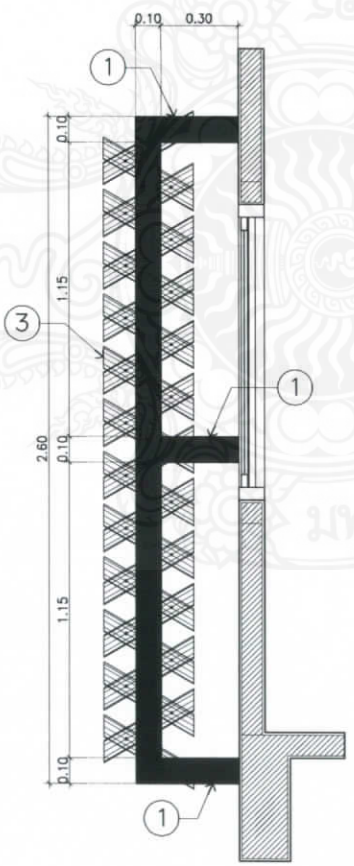
② เหล็กกล่อง ø 25x25x2.8 มม. ทาสีน้ำมันสีดำ

③ ไม้ไผ่ ขนาด ø 3" อาบน้ำยากันปลวกและแมลง



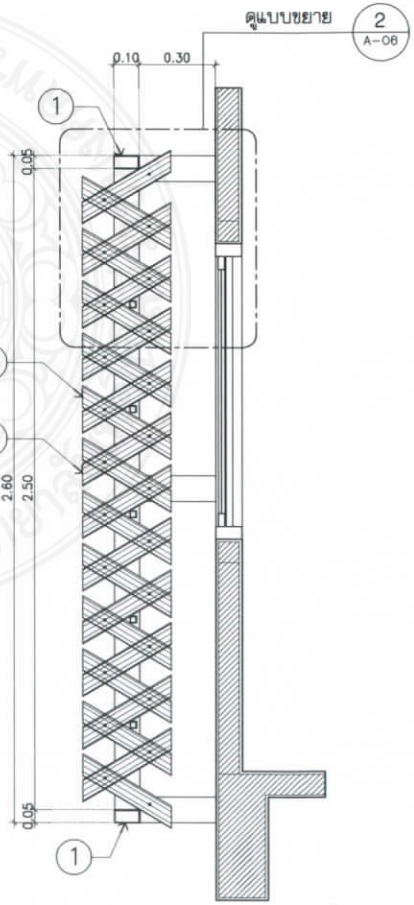
รูปด้าน 1 A-04

มาตราส่วน 1 : 20



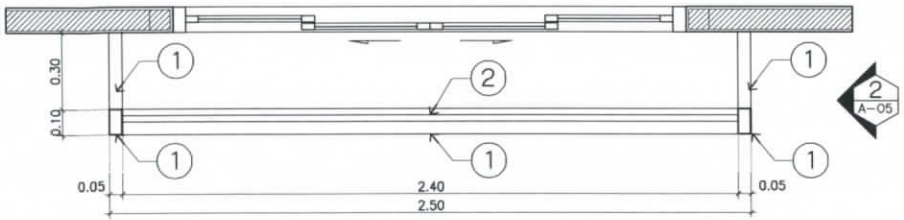
รูปด้าน 2 A-04

มาตราส่วน 1 : 20



รูปตัด A A-04

มาตราส่วน 1 : 20



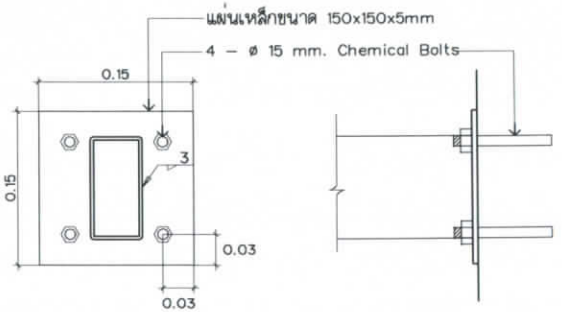
แปลนโครงสร้างเหล็ก (แบบที่ 1)

มาตราส่วน 1 : 20

① เหล็กกล่อง ⊡ 50x100x3.2 มม. ทาสีน้ำมันสีดำ

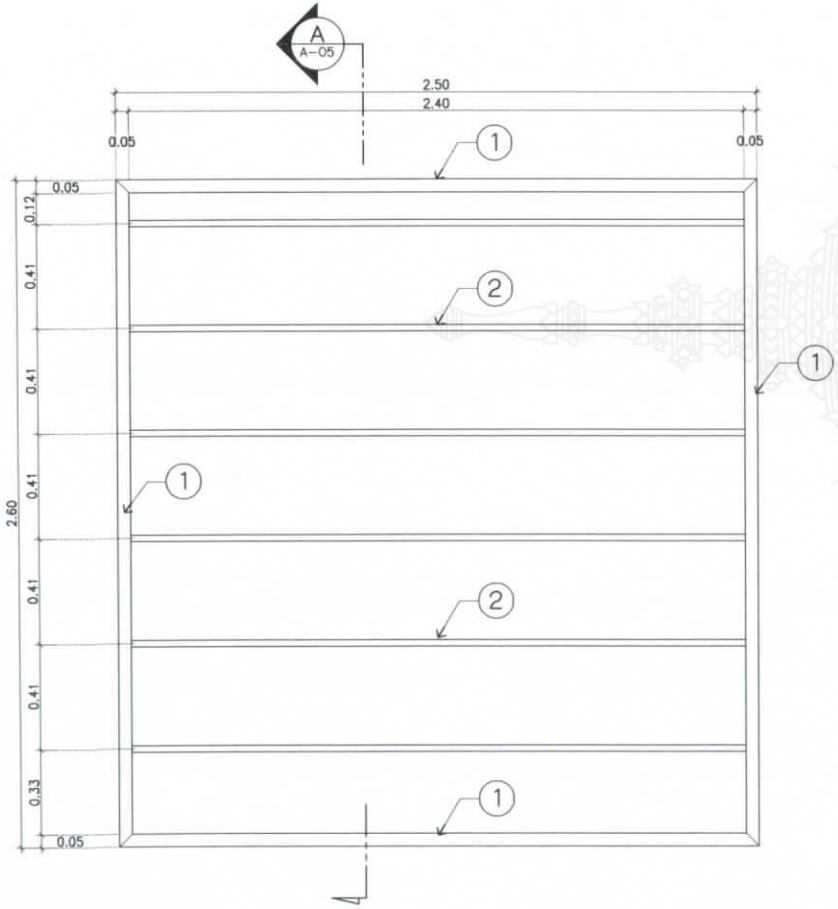
② เหล็กกล่อง ⊡ 25x25x2.8 มม. ทาสีน้ำมันสีดำ

③ ไม้ไผ่ ขนาด ø 3" อาบน้ำยากันปลวกและแมลง



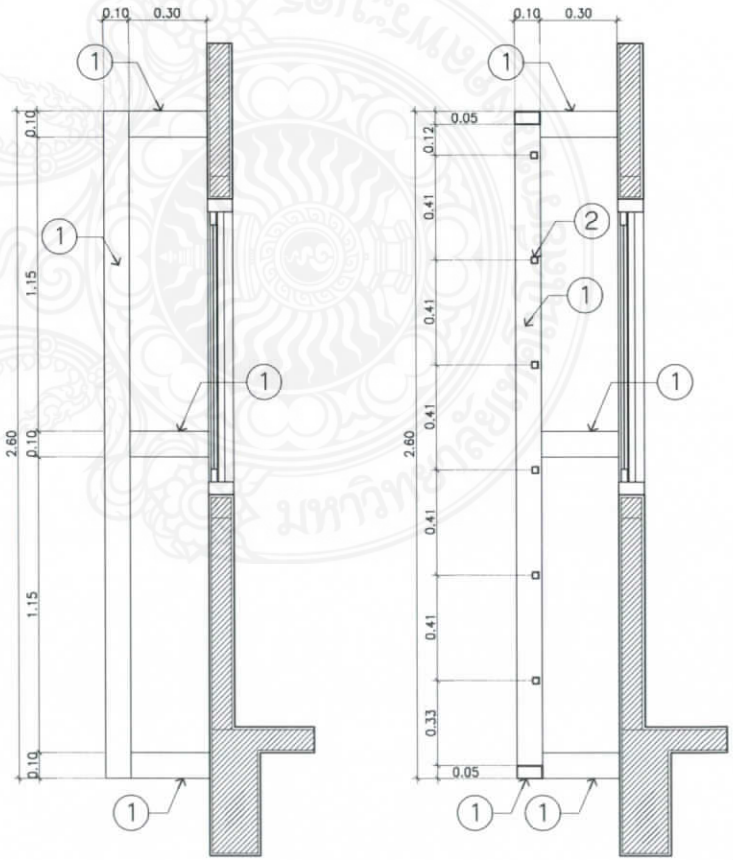
แบบการติดตั้งโครงเหล็กกับโครงสร้างอาคาร

หมายเหตุ : งานเหล็กทั้งหมดให้ทาสีกันสนิมและทาทับด้วยสีน้ำมันตามมาตรฐาน บ. ผู้ผลิต



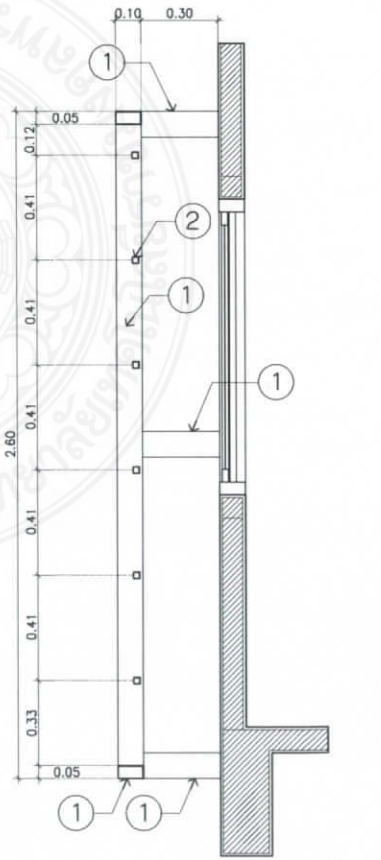
รูปด้าน

มาตราส่วน 1 : 20



รูปด้าน

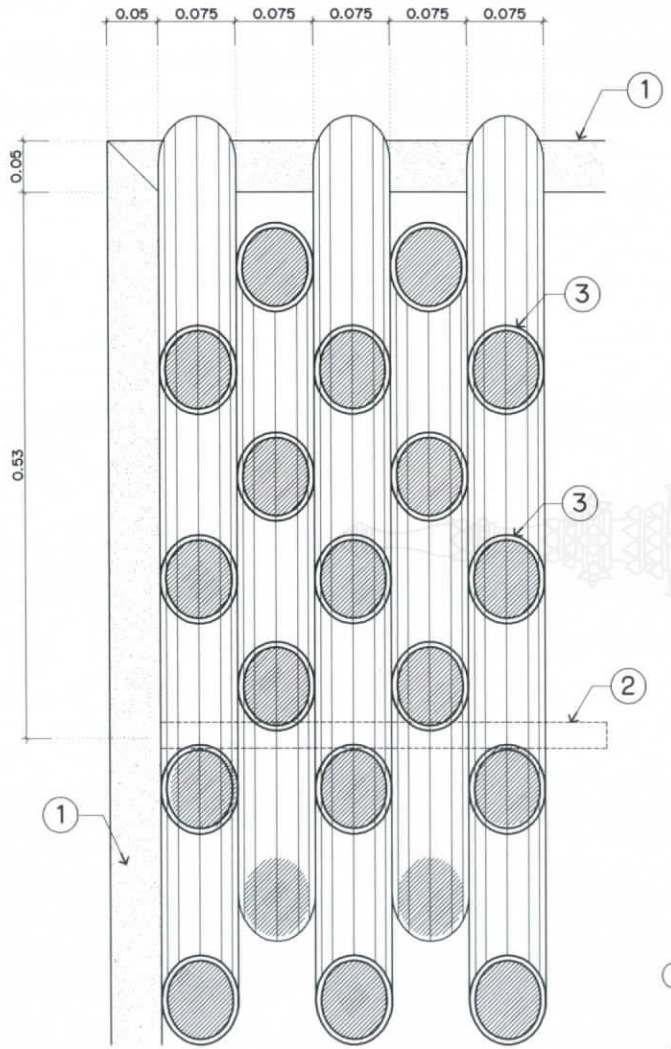
มาตราส่วน 1 : 20



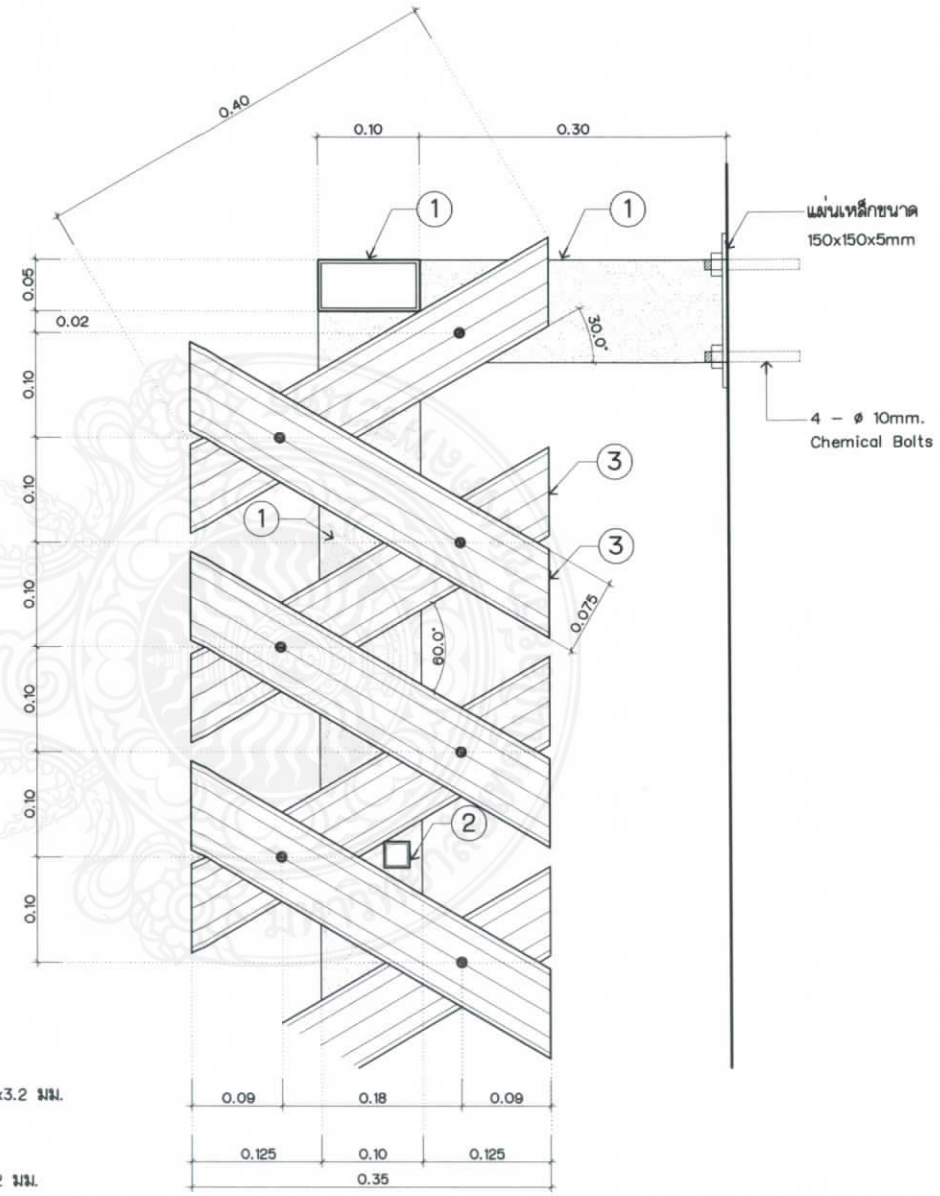
รูปตัด

มาตราส่วน 1 : 20

A-05/12



แบบขยาย 1
มาตราส่วน 1 : 5 A-04

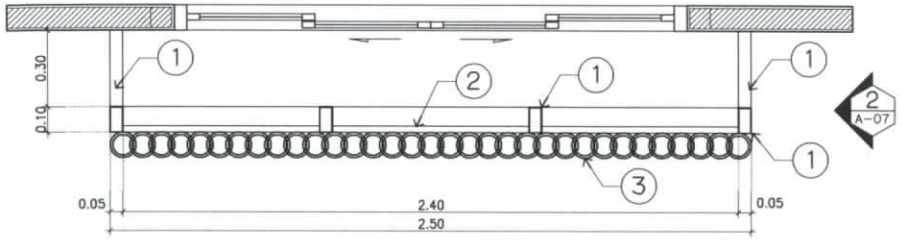


แบบขยาย 2
มาตราส่วน 1 : 5 A-04

① เหล็กกล่อง ▯ 50x100x3.2 มม.
ทาสีน้ำมันสีดำ

② เหล็กกล่อง ▯ 25x25x2 มม.
ทาสีน้ำมันสีดำ

③ ไม้ไผ่ ขนาด ø 4" อาบน้ำยากันปลวก
และแมลง



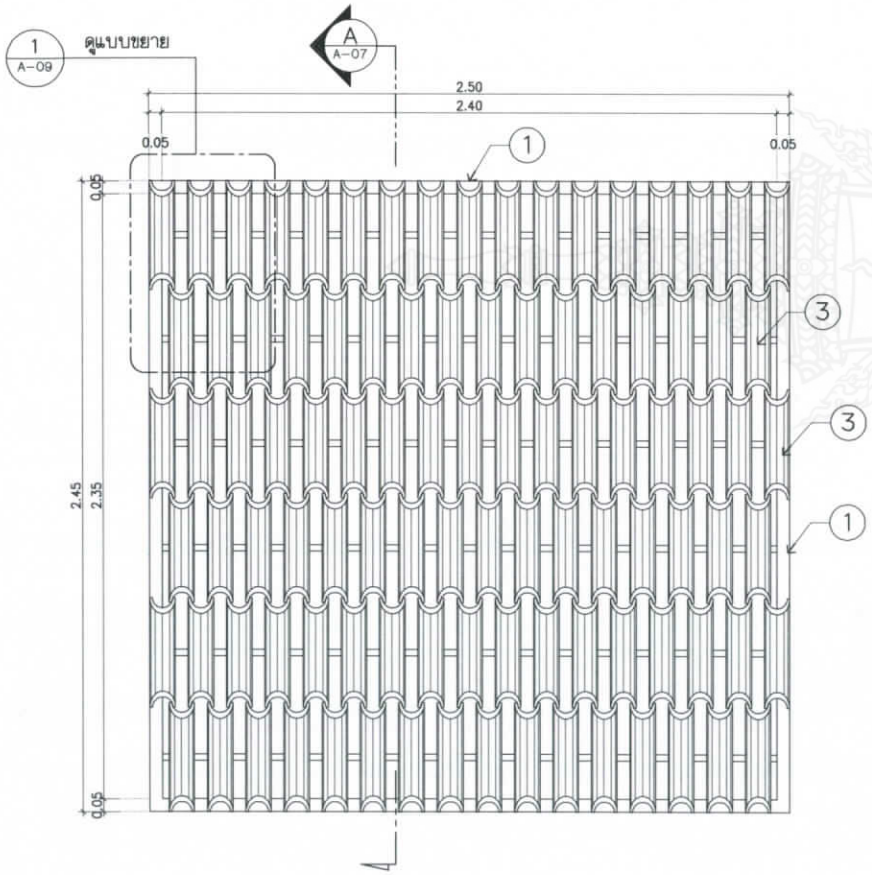
1 A-07 แปลนแผงกันแดดไม้ไผ่ (แบบที่ 2)

มาตราส่วน 1 : 20

① เหล็กกล่อง ⊡ 50x100x3.2 มม. ทาสีน้ำมันสีดำ

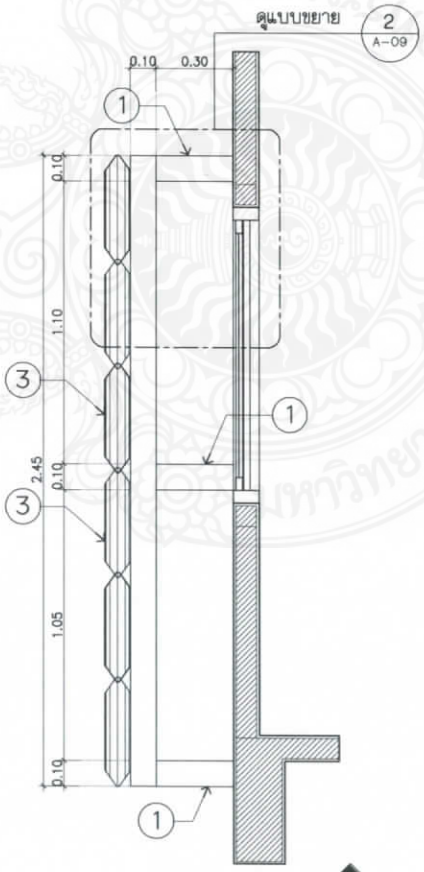
② เหล็กกล่อง ⊡ 25x25x2 มม. ทาสีน้ำมันสีดำ

③ ไม้ไผ่ ขนาด ø 4" อาบน้ำยากันปลวกและแมลง



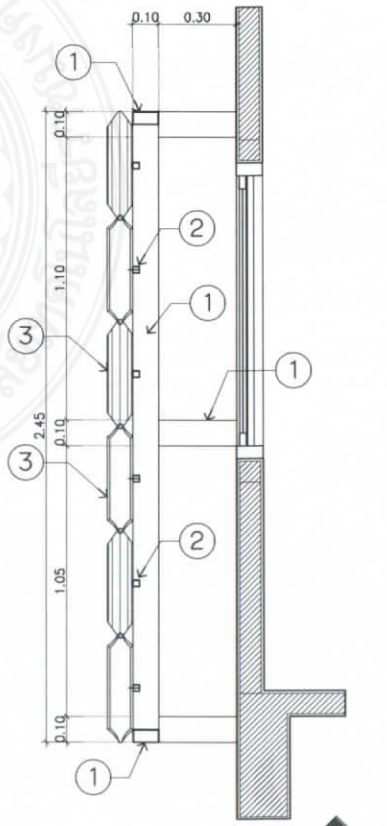
รูปด้าน 1 A-07

มาตราส่วน 1 : 20



รูปด้าน 2 A-07

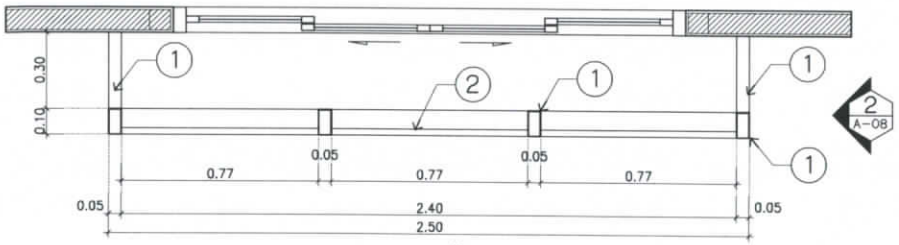
มาตราส่วน 1 : 20



รูปตัด A A-07

มาตราส่วน 1 : 20

A-07/12



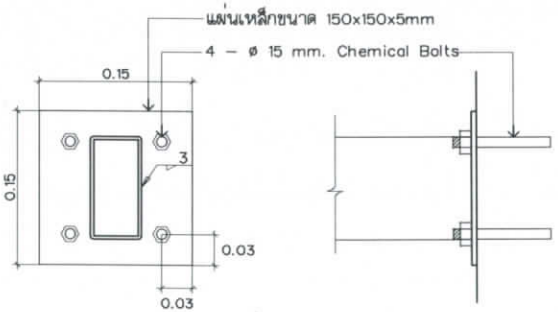
แปลนโครงสร้างเหล็ก (แบบที่ 2)

มาตราส่วน 1 : 20

① เหล็กกล่อง ⊡ 50x100x3.2 มม. ทาสีน้ำมันสีดำ

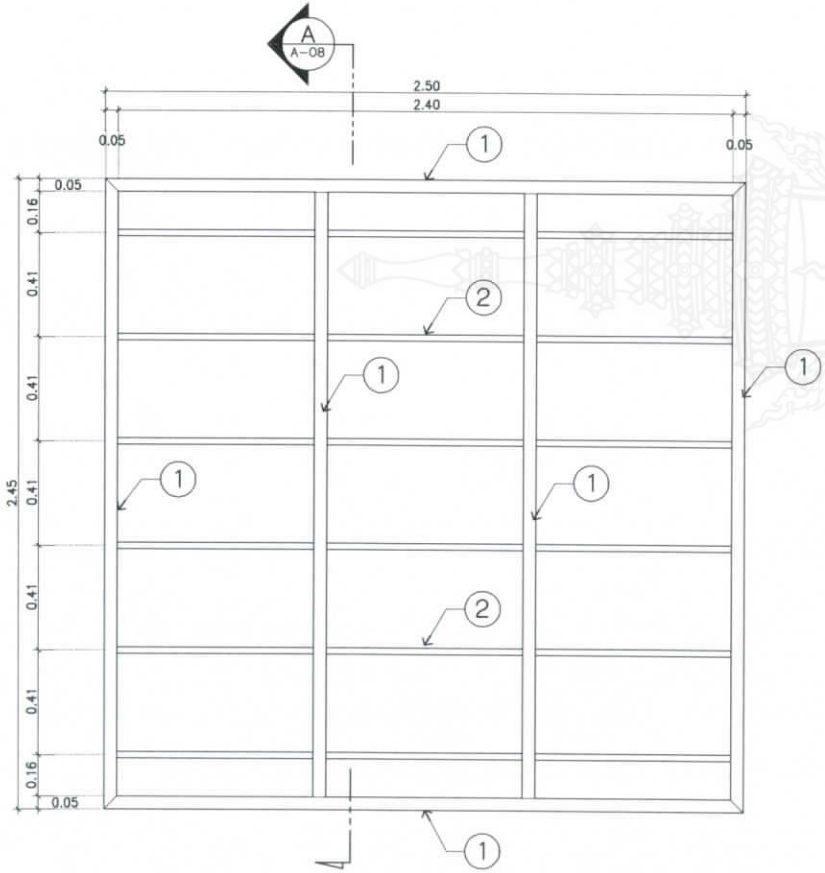
② เหล็กกล่อง ⊡ 25x25x2 มม. ทาสีน้ำมันสีดำ

③ ไม้ไม่ ขนาด ø 4" อาบน้ำยากันปลวกและแมลง



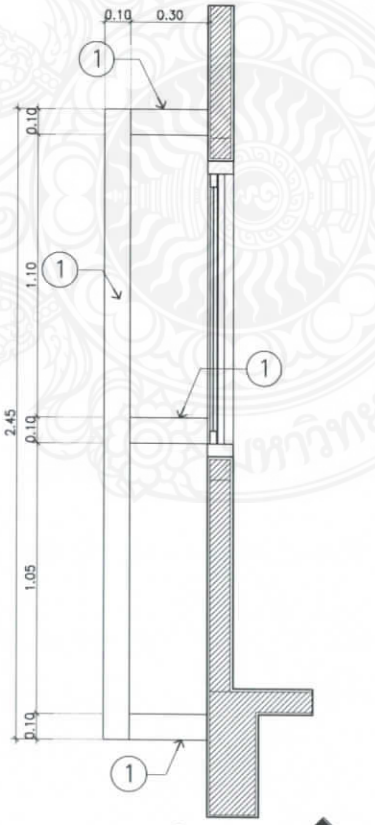
แบบการติดตั้งโครงเหล็กกับโครงสร้างอาคาร

หมายเหตุ : งานเหล็กทั้งหมดให้ทาสีกันสนิมและทาทับด้วยสีน้ำมันตามมาตรฐาน บ. ผู้ผลิต



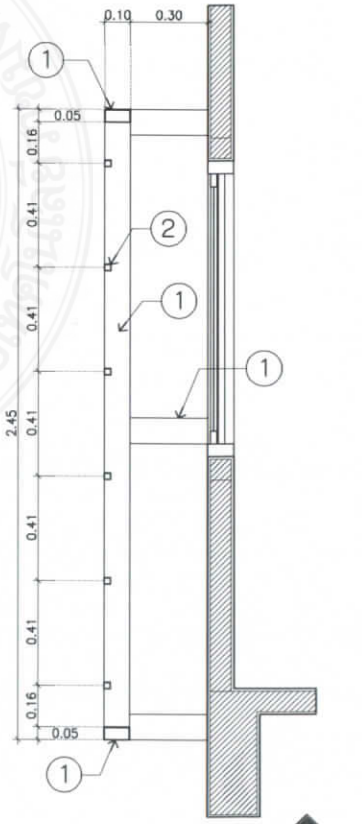
รูปด้าน

มาตราส่วน 1 : 20



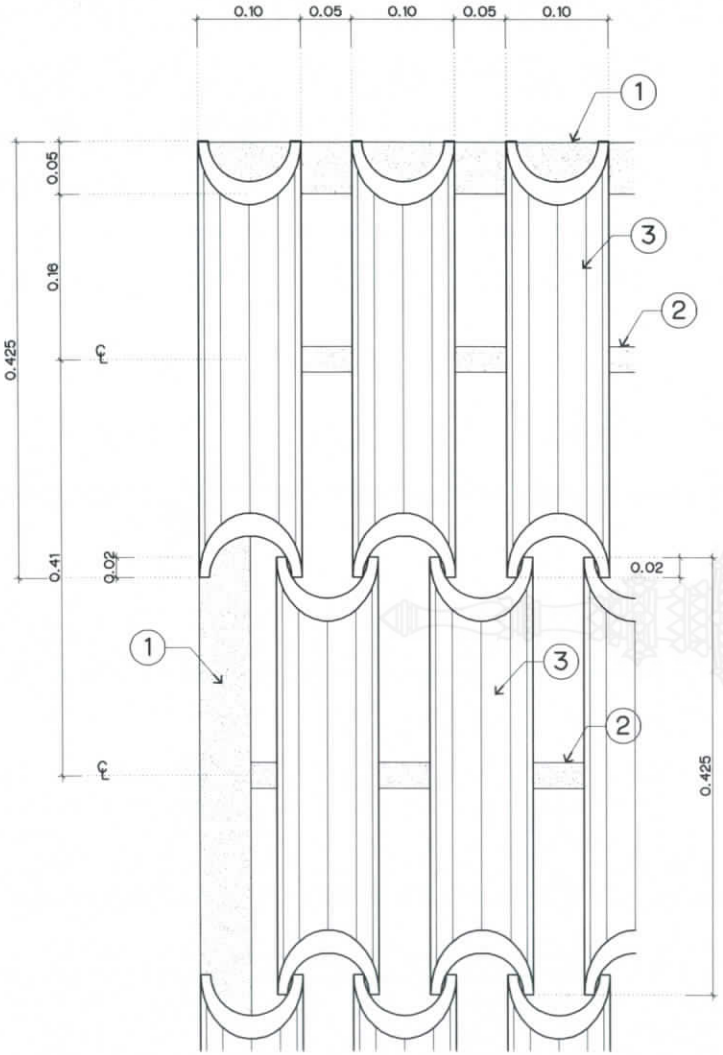
รูปด้าน

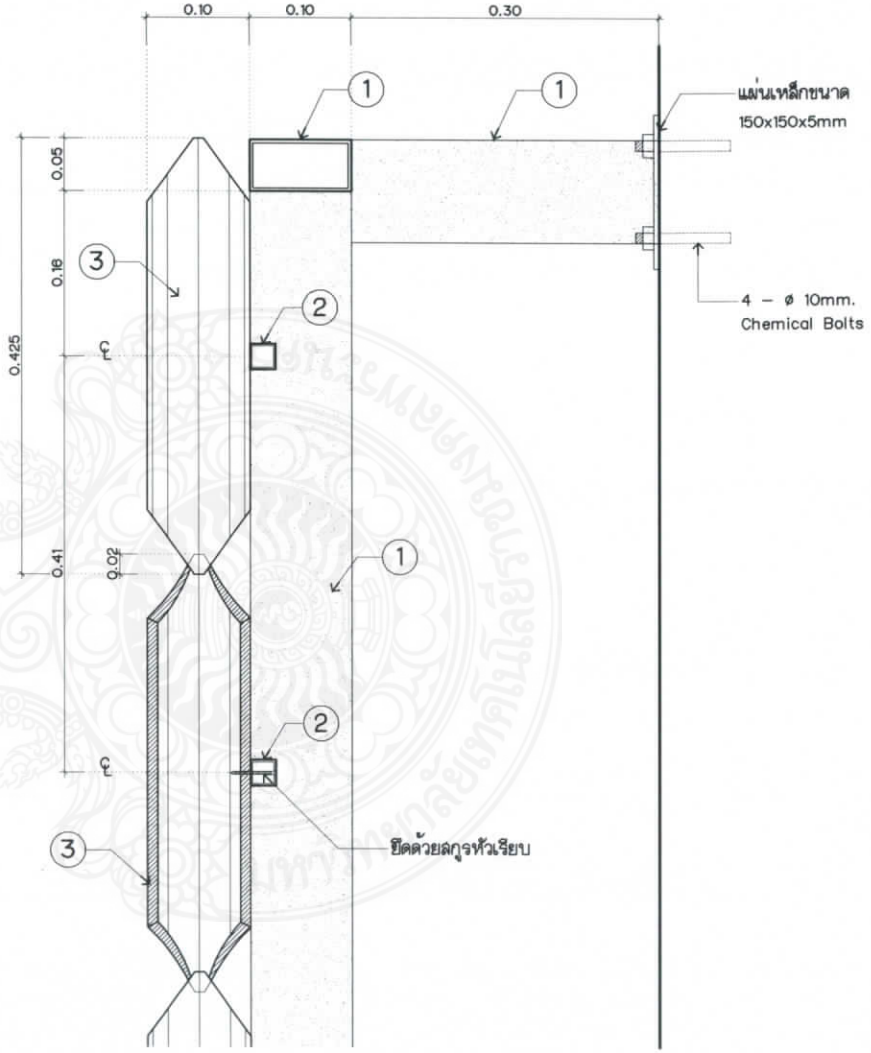
มาตราส่วน 1 : 20



รูปตัด

มาตราส่วน 1 : 20





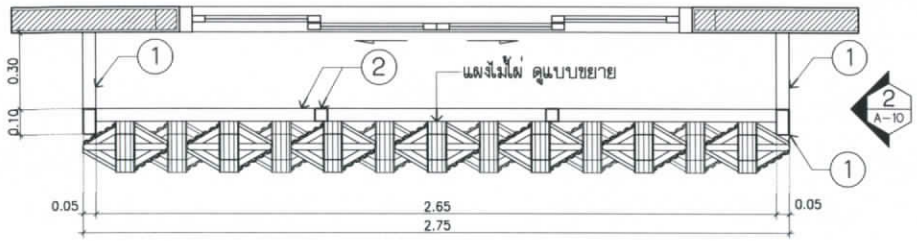
① เหล็กกล่อง ▯ 50x100x3.2 มม.
ทาสีน้ำมันสีดำ

② เหล็กกล่อง ▯ 25x25x2 มม.
ทาสีน้ำมันสีดำ

③ ไม้ไม่ ขนาด ø 4" อาบน้ำยากันปลวก
และแมลง

แบบขยาย 1 (A-07)
มาตราส่วน 1 : 5

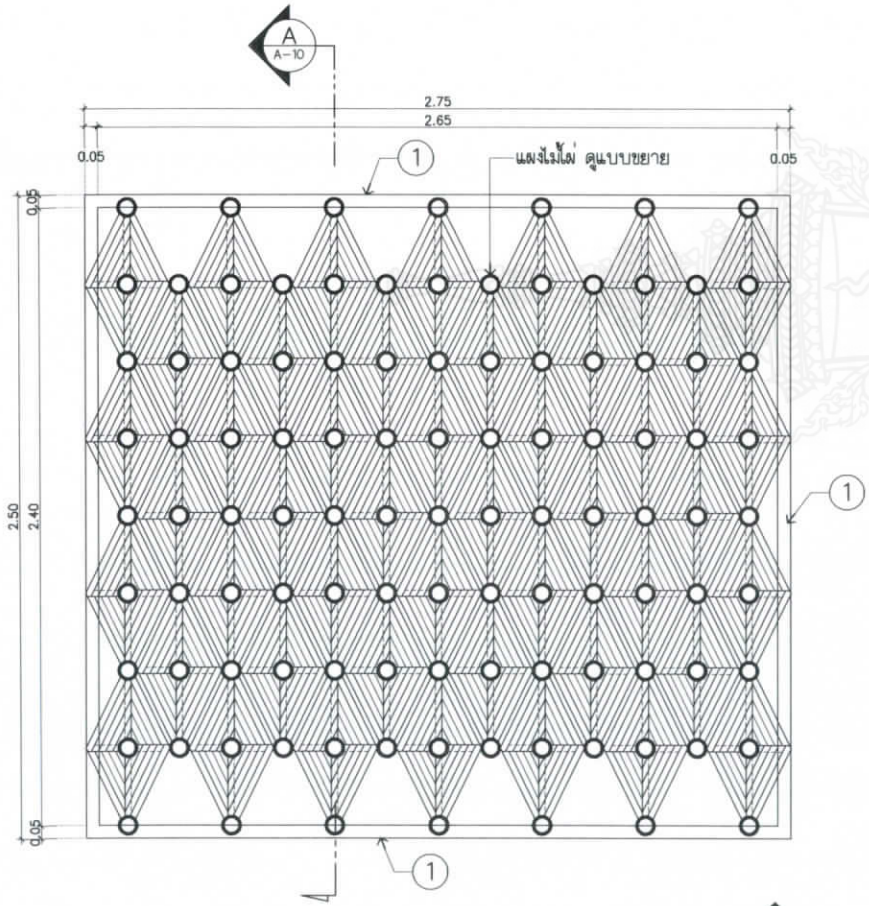
แบบขยาย 2 (A-07)
มาตราส่วน 1 : 5



แปลนแผงกันแดดไม้ไผ่ (แบบที่ 3)

1 A-10

มาตราส่วน 1 : 20

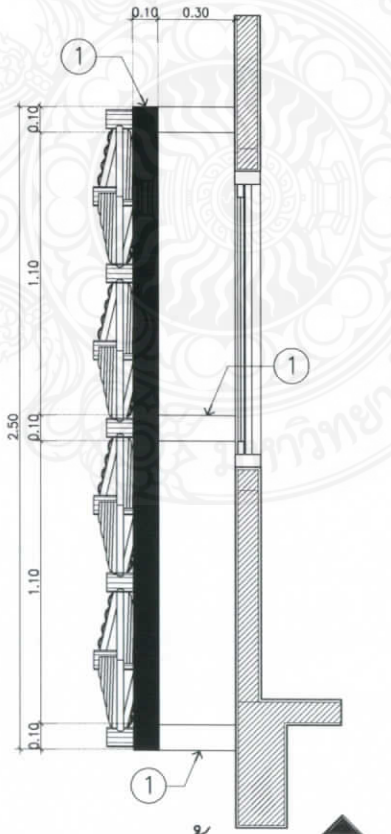


รูปด้าน

1 A-10

มาตราส่วน 1 : 20

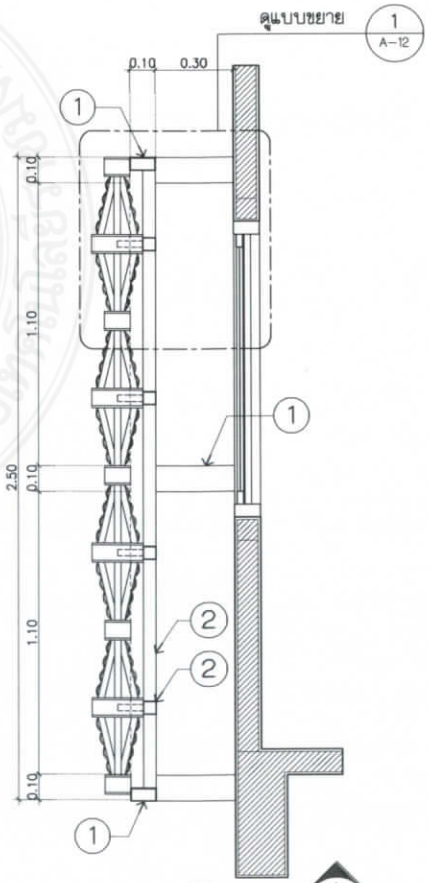
1. เหล็กกล่อง ▯ 50x100x3.2 มม. ทาสีน้ำมันสีดำ
2. เหล็กกล่อง ▯ 50x50x2.3 มม. ทาสีน้ำมันสีดำ
3. เหล็กกล่อง ▯ 25x25x1.2 มม. ทาสีน้ำมันสีดำ
4. ไม้ไผ่ ขนาด ø 3" อาบน้ำยากันปลวกและแมลง
5. ไม้ไผ่ ขนาด ø 1" อาบน้ำยากันปลวกและแมลง
6. ไม้ไผ่ ขนาด ø 1" ผ่าครึ่ง ติดชิด อาบน้ำยากันปลวกและแมลง



รูปด้าน

2 A-10

มาตราส่วน 1 : 20

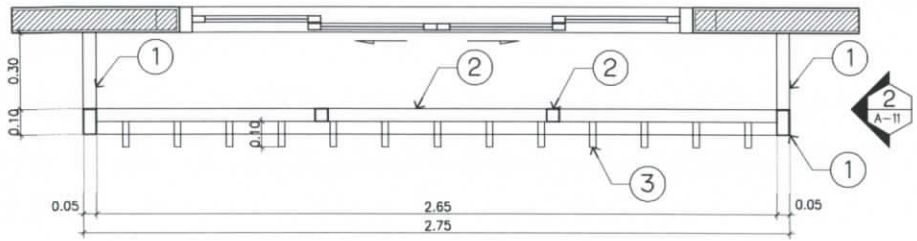


รูปตัด

A A-10

มาตราส่วน 1 : 20

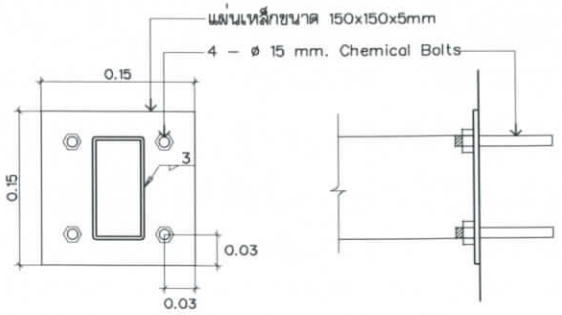
A-10/12



แปลนโครงสร้างเหล็ก (แบบที่ 3)

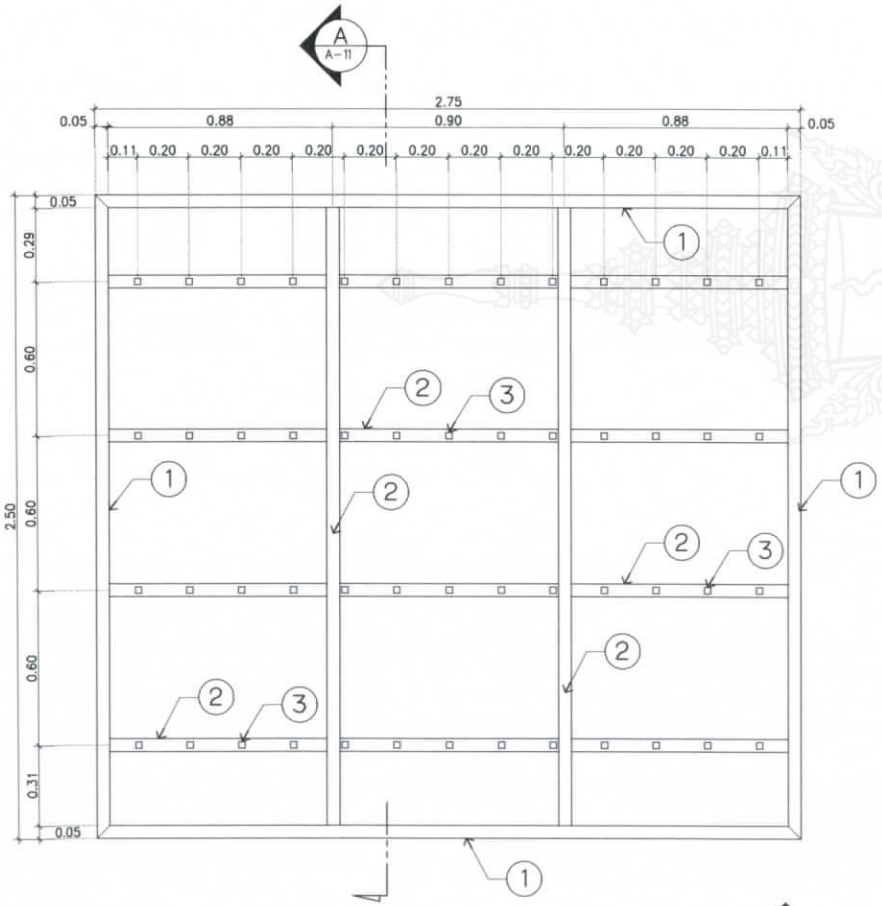
มาตราส่วน 1 : 20

1. เหล็กกล่อง ▯ 50x100x3.2 มม. ทาสีน้ำมันสีดำ
2. เหล็กกล่อง ▯ 50x50x2.3 มม. ทาสีน้ำมันสีดำ
3. เหล็กกล่อง ▯ 25x25x1.2 มม. ทาสีน้ำมันสีดำ
4. ไม้ไผ่ ขนาด ø 3" อาบน้ำยากันปลวกและแมลง
5. ไม้ไผ่ ขนาด ø 1" อาบน้ำยากันปลวกและแมลง
6. ไม้ไผ่ ขนาด ø 1" ผ่าครึ่ง ติดชิดอาบน้ำยากันปลวกและแมลง



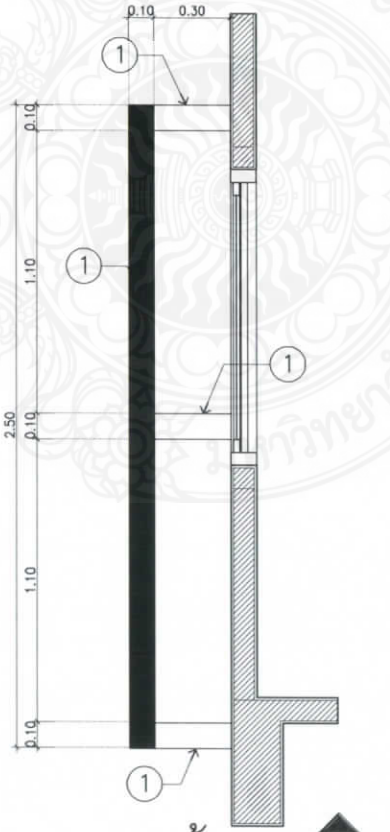
แบบการติดตั้งโครงเหล็กกับโครงสร้างอาคาร

หมายเหตุ : งานเหล็กทั้งหมดให้ทาสีกันสนิมและทาทับด้วยสีน้ำมันตามมาตรฐาน บ. ผู้ผลิต



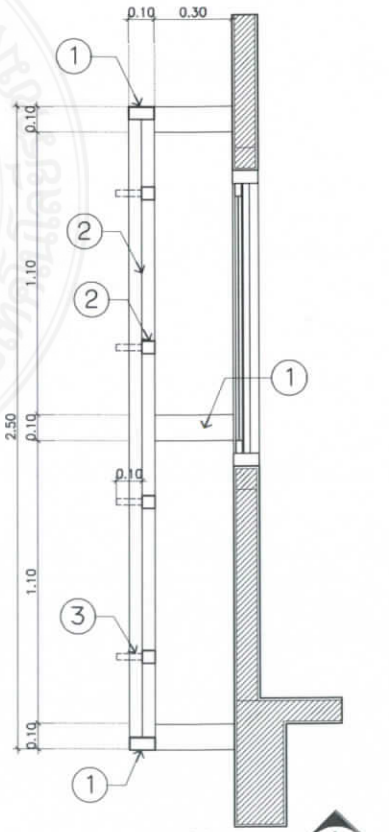
รูปด้าน

มาตราส่วน 1 : 20



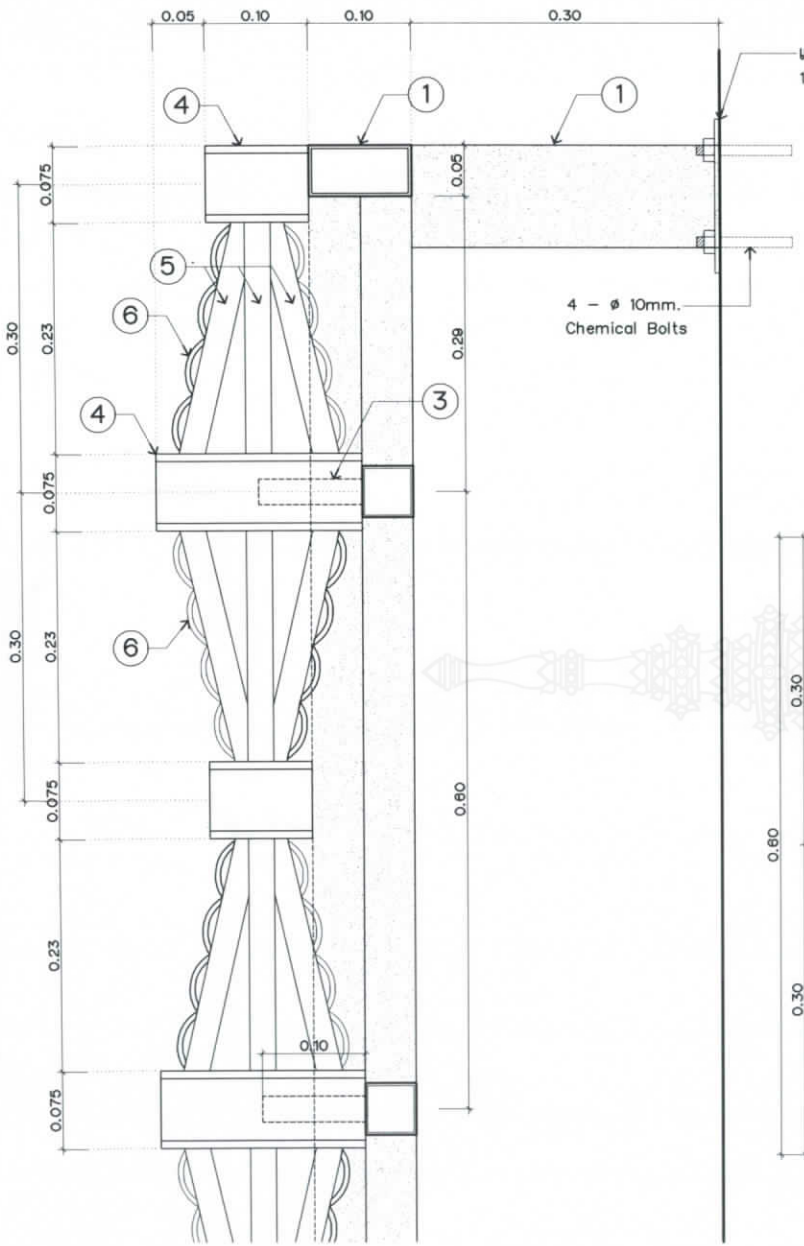
รูปด้าน

มาตราส่วน 1 : 20



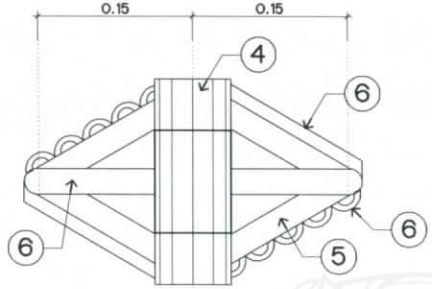
รูปตัด

มาตราส่วน 1 : 20

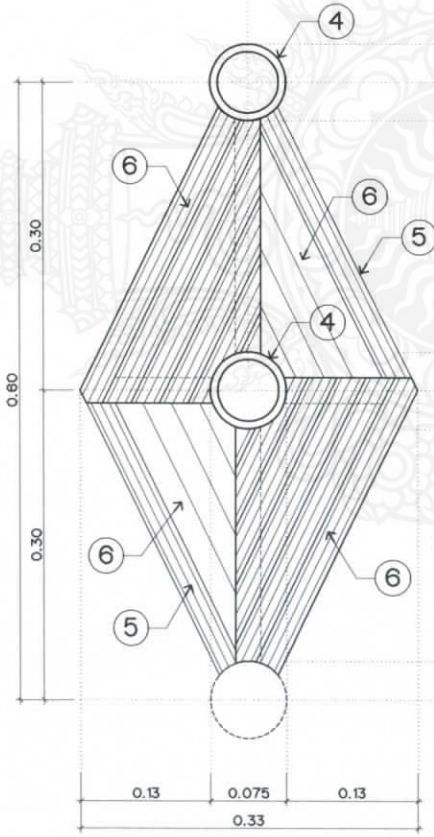


แบบขยาย 1 A–10

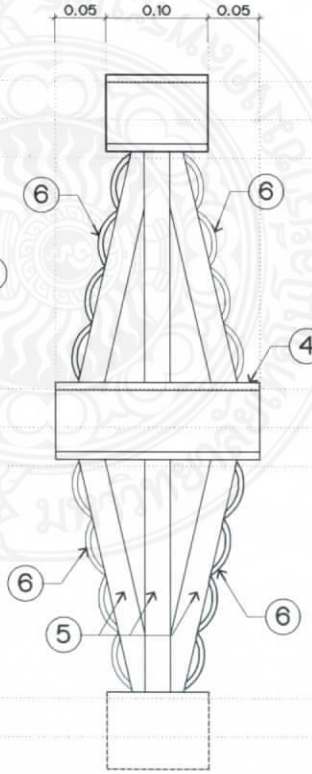
มาตราส่วน 1 : 5



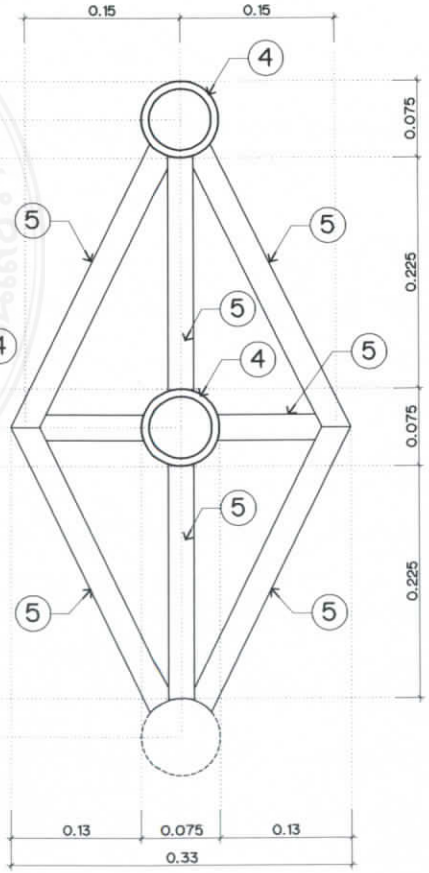
แปลน 1 : 5



รูปด้าน 1 : 5



รูปตัด 1 : 5



โครงไม้ไผ่ 1 : 5

1. เหล็กกล่อง ⊡ 50x100x3.2 มม. ทาสีน้ำมันสีดำ
2. เหล็กกล่อง ⊡ 50x50x2.3 มม. ทาสีน้ำมันสีดำ
3. เหล็กกล่อง ⊡ 25x25x1.2 มม. ทาสีน้ำมันสีดำ
4. ไม้ไผ่ ขนาด ø 3" อาบน้ำยากันปลวกและแมลง
5. ไม้ไผ่ ขนาด ø 1" อาบน้ำยากันปลวกและแมลง
6. ไม้ไผ่ ขนาด ø 1" ผ่าครึ่ง ติดทึบ อาบน้ำยากันปลวกและแมลง