ประสิทธิผลในการลดความร้อนให้กับผนังอาคารโดยการใช้แผงกันแดดไม้เลื้อย

โดย

นายอภินันท์ เกียรติวาทีรัตนะ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรม

ภาควิชาสถาปัตยกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2554

ประสิทธิผลในการลดความร้อนให้กับผนังอาคารโดยการใช้แผงกันแดดไม้เลื้อย

โดย
นายอภินันท์ เกียรติวาทีรัตนะ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม
ภาควิชาสถาปัตยกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2554

THE EFFICIENCY OF CLIMBING PLANTS IN REDUCING HEAT GAIN THROUGH SOLID WALL

By

Apinane Kiatiwateeratana

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

MASTER OF ARCHITECTURE

Department of Architecture

Graduate School

SILPAKORN UNIVERSITY

2011

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง“ ประสิทธิผลในการลดความร้อนให้กับผนังอาคารโดยการใช้แผงกันแดดไม้เลื้อย” เสนอโดย นายอภินันท์ เกียรติวาทีรัตนะ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม

…….....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดรปานใจ ธารทัศนวงศ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดรปรีชญา มหัทธนทวี

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดรพันธุดา พุฒิไพโรจน์)

...../...../.....

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ พาสินี สุนากร)

...../...../.....

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดรปรีชญา มหัทธนทวี)

...../...../.....

51054212 : สาขาวิชาสถาปัตยกรรม
คำสำคัญ: แผงกันแดดไม้เลื้อย/ ความหนาแน่นของพุ่มใบ / ระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์

อภินันท์ เกียรติวาทีรัตนะ : ประสิทธิผลในการลดความร้อนให้กับผนังอาคารโดยการใช้แผงกันแดดไม้เลื้อย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผศ.ดร. ปรีชญา มหัทธนทวี. 140 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิผลการใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยแนวตั้งในการลดความร้อนให้กับผนังอาคาร โดยใช้พันธุ์ไม้เลื้อย3 ชนิดที่มีความแน่นของพุ่มใบที่ต่างกัน ได้แก่ สร้อยอินทนิล มะลิวัลย์ และสายน้ำผึ้ง ในช่วงฤดูฝน และฤดูหนาว เปรียบเทียบว่าพันธุ์ใดมีประสิทธิภาพในการลดการความร้อนดีที่สุด และศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดความร้อนให้กับผนังอาคาร กับแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์

วิธีการศึกษาใช้กล่องทดลองขนาด 1.20 x 1.20 x 1.20 ม. จำนวน 4 กล่อง ประกอบด้วยกล่องทดลองไม่มีแผงกันแดด และกล่องทดลองติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อย3 ชนิด ทำการเก็บข้อมูลช่วงฤดูฝน และฤดูหนาว โดยใช้เครื่องมือ Data Logger ทำการวัดอุณหภูมิที่ผิวผนังภายนอก-ภายในและอุณหภูมิภายในกล่องทดลอง

ผลการศึกษาพบว่า ช่วงฤดูฝน ในช่วงเวลากลางวัน เมื่อเปรียบเทียบกับกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิลซึ่งมีความหนาแน่นพุ่มใบมากที่สุดในช่วงฤดูนี้ พบว่ามีค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำที่สุด โดยต่ำกว่ากล่องทดลองไม่มีแผงกันแดด 0.9 ºC ในช่วงฤดูหนาว กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์ซึ่งมีความหนาแน่นของพุ่มใบมากที่สุดในช่วงฤดูนี้ พบว่ามีค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำที่สุด โดยต่ำกว่ากล่องทดลองไม่มีแผงกันแดด 6 ºC ส่วนการทดลองเปรียบเทียบกับแผงกันแดดระแนงไม้ไฟเบอร์ซีเมนต์กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์ จะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำที่สุด โดยต่ำกว่ากล่องทดลองที่มีแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ 2.4 ºC

ภาควิชาสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2554
ลายมือชื่อนักศึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ .....

51054212 : MAJOR : ARCHITECTURE
KEY WORD : CLIMBING PLANTS / LEAF COVERING AREA / FIBER CEMENT LATHS
APINANE KIATIWATEERATANA : THE EFFICIENCY OF CLIMBING PLANTS IN REDUCING HEAT GAIN THROUGH SOLID WALL. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. PRECHAYA MAHATTANATAWE . 140 pp.

The objectives of this research were to study shading performances of vertical climbing plants for reducing heat gain through solid walls of their back. The shading performances of three climbing plants (Blue Trumpet Vine, Scented Star Jasmine, and Honey Suckle) which were different in their leaf covering area were compared during rainy and winter seasons. In addition, the shading performances of the climbing plants were compared with that of the fiber cement laths.

The experiments were carried out by using 4 boxes (dimensions: 1.20 x 1.20 x 1.20 meters) which consisted of a box without plant shading and three boxes with different climbing plants. Temperature data of the boxes were collected at three positions (outside box surface, inside box surface, and inside box) by using temperature data loggers during rainy and winter seasons.

In rainy season, during daytime, the box with the Blue Trumpet Vine which had the highest leaf covering area in this season had the lowest temperature inside the box. The temperature inside the box with the Blue Trumpet Vine was 0.9 ºC, lower than that of the box without shading. In winter, the box with the Scented Star Jasmine which had the highest leaf covering area in this season had the lowest temperature inside the box. The temperature inside the box with the Scented Star Jasmine was 6 ºC, lower than that of the box without shading. In addition, the temperature inside the box with the Scented Star Jasmine was 2.4 ºC, lower than that of the box with the fiber cement laths.

Department of Architecture Graduate School, Silpakorn University Academic Year 2011
Student's signature .....
Thesis Advisor's signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปรีชญา มหัทธนทวี ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ เป็นอย่างสูง ซึ่งท่านได้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการทำงานตลอดจนการสอนให้ผู้วิจัยรู้จักการคิด วิเคราะห์การทำงานอย่างเป็นระบบมาโดยตลอด และขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พันธุดา พุฒิไพโรจน์ อาจารย์ประจำภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร และเป็นประธานในการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งให้ความกรุณาและแนะนำแนวทางวิทยานิพนธ์แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด อีกทั้งขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ พาสินี สุนากร อาจารย์ประจำภาควิชาวิชาเทคโนโลยีทางอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งเป็นกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือจากเพื่อนร่วมการศึกษาในการร่วมกันทำการวิจัยและกำลังใจที่ดีได้แก่ นายทัศน์พร ระสิตานนท์ นายอรุณศักดิ์ ด่อนดีนายจิโรจน์ กาญจนาภรณ์ และ นางสาวอิศราภรณ์ พงษ์บริบูรณ์ นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณนักศึกษารุ่นพี่ที่คอยดูแล ให้คำปรึกษาแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ตลอดจนการเป็นแบบอย่างที่ดีในการศึกษา ซึ่งได้แก่ นายสุตินัย ยามศรีสุข และที่ขาดไม่ได้คือ พี่สาวของผู้วิจัยได้แก่ นางทิพย์วิมลและนางทิพย์พิมล เกียรติวาทีรัตนะ ซึ่งบุคคลทั้งสองเป็นเสมือนแรงบันดาลใจและแบบอย่างที่ดีในด้านความมานะพยายามและมุ่งมั่นในการทำงานอีกทั้งยังคอยช่วยเหลือให้กำลังใจทุกอย่างทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณนายเฉลิมพงษ์ และนางอรวรรณ เกียรติวาทีรัตนะ ซึ่งเป็นบิดาและมารดาของผู้วิจัยสำหรับทุกอย่างที่ท่านได้ให้แก่ผู้วิจัยทั้งความรัก ความเข้าใจ และความห่วงใย ตลอดจนกำลังใจที่มีให้แก่ผู้วิจัยเสมอมา

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		จ
กิตติกรรมประกาศ		ฉ
สารบัญตาราง		ฌ
สารบัญภาพ		ฎ
สารบัญแผนภูมิ		ฑ
บทที่		
1	บทนำ	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของการศึกษา	1
	ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการการศึกษา	3
	ขอบเขตการศึกษา	3
	วิธีการศึกษา	3
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
2	ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
	ความหมาย “ผนังสีเขียว” (Green Wall)	5
	รูปแบบวิธีแบบวิธีการใช้ผนังGreen Wall	7
	ประโยชน์ของการใช้ Green Wall	9
	ปัญหาที่เกิดจากการใช้ Green Wall	10
	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	13
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20
3	สมมติฐานและวิธีการวิจัย	34
	สมมติฐานการวิจัย	34
	ตัวแปรในการวิจัย	34
	การเตรียมการทดลอง	35
	การคัดเลือกพันธุ์ไม้เลื้อยมาประกอบแผงกันแดด	36
	การเตรียมสถานที่	57
	การเตรียมกล่องทดลอง และแผงกันแดด	58
	การเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือในการเก็บข้อมูล	69

บทที่ หน้า

การทดลอง และการเก็บข้อมูล..... 70

4 ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล..... 78

ผลการทดลองที่ 1..... 79

ผลการทดลองที่ 2..... 95

ผลการทดลองที่ 3..... 112

อภิปรายผล..... 128

5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ..... 130

บทสรุป..... 130

ข้อเสนอแนะในการนำไปประยุต์ใช้..... 135

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย..... 135

บรรณานุกรม..... 136

ประวัติผู้วิจัย..... 140

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สรุปรายละเอียด ข้อดี และข้อเสีย รูปแบบและวิธีการใช้ผนัง Green Wall ประเภทต่างๆ	9
2	สรุปสาระของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	33
3	แสดงพันธุ์ไม้เลื้อยทั้ง 50 ชนิด จากตัชนีวงศ์ต่างๆ	37
4	แสดงการคัดเลือกพันธุ์ไม้เลื้อยทั้ง 50 ชนิด โดยใช้เกณฑ์ ลักษณะการเลื้อยของไม้เลื้อย	43
5	แสดงการคัดเลือกพันธุ์ไม้เลื้อยทั้ง 15 ชนิด โดยใช้เกณฑ์ อายุของพันธุ์	44
6	แสดงการคัดเลือกพันธุ์ไม้เลื้อยทั้ง 12 ชนิด โดยใช้เกณฑ์ อัตราการเจริญเติบโต	45
7	แสดงการคัดเลือกพันธุ์ไม้เลื้อยทั้ง 10 ชนิด โดยใช้เกณฑ์ ระยะทางในการเลื้อย	45
8	แสดงการให้คะแนนของสร้อยอินทนิล	48
9	แสดงการให้คะแนนของไก่ฟ้าพญาลอ	48
10	แสดงการให้คะแนนของพวงแสด	49
11	แสดงการให้คะแนนของสายน้ำผึ้ง	49
12	แสดงการให้คะแนนของใบระบาด	49
13	แสดงการให้คะแนนของมะลิวัลย์	50
14	แสดงการให้คะแนนของพวงชมพู	50
15	แสดงการหาพื้นที่ใบทั้งหมด(สร้อยอินทนิล)	54
16	แสดงการหาพื้นที่ใบทั้งหมด(มะลิวัลย์)	55
17	แสดงการหาพื้นที่ใบทั้งหมด(สายน้ำผึ้ง)	56
18	แสดงรายการวัสดุที่ใช้ในกล่องทดลอง	59
19	แสดงการบังแสงแดดของแผงกันแดดไม้เลื้อยให้กับกล่องทดลอง	68
20	แสดงคุณสมบัติของวัสดุต่างๆ ที่ใช้ทำแผงกันแดดระแนง	74
21	อุณหภูมิผิวผนังภายนอก ฤดูฝน (วันที่20-23 ส.ค. 2554)	81
22	อุณหภูมิผิวผนังภายใน ฤดูฝน (วันที่20-23 ส.ค. 2554)	86
23	อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง ฤดูฝน (วันที่20-23 ส.ค. 2554)	91
24	อุณหภูมิผิวผนังภายนอก ฤดูหนาว (วันที่21-24 ธ.ค. 2554)	97
25	อุณหภูมิผิวผนังภายใน ฤดูหนาว (วันที่21-24 ธ.ค. 2554)	102
26	อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง ฤดูหนาว (วันที่21-24 ธ.ค. 2554)	107

ตารางที่		หน้า
27	แสดงการเปรียบเทียบของแผงกันแดดไม้เลื้อย3 ชนิด ในช่วงฤดูที่ต่างกัน.....	110
28	อุณหภูมิผิวผนังภายนอก (วันที่30 ธ.ค. 2554-2 ม.ค. 2555).....	114
29	อุณหภูมิผิวผนังภายใน (วันที่30 ธ.ค. 2554-2 ม.ค. 2555).....	119
30	อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง (วันที่30 ธ.ค. 2554-2 ม.ค. 2555).....	124

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	เปรียบเทียบภูเขาคีลีมันจาโร ในปี 1993 กับ 2000	1
2	การใช้ผนังสีเขียวในการสร้างสุนทรียภาพ และการผ่อนคลายให้กับผู้ใช้อาคาร	5
3	การใช้ผนังสีเขียวในเชิงอนุรักษ์พลังงานในอาคารและสภาพแวดล้อม	6
4	การใช้ Green Wall แบบ direct growth	7
5	การใช้ Green Wall แบบ Green façades	8
6	การใช้ Green Wall แบบใช้ Living Walls	8
7	แนวความคิด Vertical Farm ที่ประกอบกับอาคารสูง	12
8	การถ่ายเทความร้อนระหว่างต้นไม้กับสภาพแวดล้อม	16
9	แสดงตัวอย่างค่าLeaf Area Index	17
10	พฤติกรรมความร้อนระหว่าง ผนังไม้เลื้อย และผนังอาคาร	20
11	แผงกันแดดไม้เลื้อยสร้อยอินทนิลที่ปลูก ณ ทิศตะวันตกของอาคาร	21
12	การทดลองต่างๆ ในการใช้แผงกันแดดม่านบาหลี	24
13	การติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อยที่ปลูกทางทิศตะวันตก	26
14	การคำนวณชั้นของใบ เพื่อหาค่าSC	27
15	ไม้เลื้อยชนิดต่างๆ ที่ปลูกตรงหน้าแผงโฟมบุอลูมิเนียม	28
16	แผงกันแดดไม้เลื้อย กระถางปลูกไม้เลื้อย และเครื่องมือLicor LAI 2200	30
17	ลักษณะการเลื้อยแบบAdhesive – sucker climbers	39
18	ลักษณะการเลื้อยแบบadventitious root climbers	40
19	ลักษณะการเลื้อยแบบTwining climbers	40
20	ลักษณะการเลื้อยแบบLeaf – stem climbers	41
21	ลักษณะการเลื้อยแบบLeaf climbers	41
22	ลักษณะการเลื้อยแบบScrambling plants	42
23	ลักษณะการเลื้อยต่างๆ	42
24	ลักษณะการขยายพันธุ์ต่างๆ	46
25	ไม้เลื้อยที่ใช้ในการทดลอง คือสร้อยอินทนิล สายน้ำผึ้งและมะลิวัลย์ ตามลำดับ	51
26	การคิดพื้นที่ปลูกในการนับจำนวนใบของไม้เลื้อย(พื้นที่ปลูก = 0.64 ตร.ม.)	53
27	แสดงพื้นที่ปลูกที่ทำการนับจำนวนใบ และพื้นที่เส้นรอบรูปใบ (สร้อยอินทนิล)	54
28	แสดงพื้นที่ปลูกที่ทำการนับจำนวนใบ และพื้นที่เส้นรอบรูปใบ (มะลิวัลย์)	55

ภาพที่		หน้า
29	แสดงพื้นที่ปลูกที่ทำการนับจำนวนใบ และพื้นที่เส้นรอบรูปใบ (สายน้ำผึ้ง)...	56
30	แสดงบริเวณพื้นดาดฟ้าของอาคารที่ใช้ในการทดลอง.....	57
31	แสดงผังพื้นดาดฟ้าของอาคารที่ใช้ในการทดลอง.....	58
32	แสดงการแบ่ง Surface ของกล่องทดลอง แสดงผลด้วยโปรแกรม Sketchup ...	60
33	รูปแบบของแผงกันแดดไม้เลื้อย และขนาดของกล่องทดลอง.....	61
34	รูปแบบของกล่องทดลอง และแผงกันแดดไม้เลื้อย เมื่อสร้างจริง.....	61
35	ตำแหน่งการวางกล่องทดลองและแผงกันแดดไม้เลื้อยช่วงฤดูฝน (วันที่20 สิงหาคม)	62
36	แสดงการจำลองทิศทางแสงแดดที่เกิดขึ้นกับตำแหน่งการวางกล่องทดลอง ในช่วงฤดูฝน (วันที่20 สิงหาคม)	63
37	แสดงการจำลองทิศทางแสงแดดที่เกิดขึ้นกับตำแหน่งการวางกล่องทดลอง ในช่วงฤดูฝน (วันที่20 สิงหาคม)	64
38	แสดงตำแหน่งการวางกล่องทดลองและแผงกันแดดไม้เลื้อยช่วงฤดูหนาว (วันที่22 ธันวาคม)	65
39	แสดงการจำลองทิศทางแสงแดดที่เกิดขึ้นกับตำแหน่งการวางกล่องทดลอง ในช่วงฤดูหนาว (วันที่22 ธันวาคม).....	66
40	แสดงการจำลองทิศทางแสงแดดที่เกิดขึ้นกับตำแหน่งการวางกล่องทดลอง ในช่วงฤดูหนาว (วันที่22 ธันวาคม).....	67
41	เครื่องมือ Data Logger รุ่น Testo 177 (สีดำ) Testo 175 (สีขาว) และ Type-T thermal-couple	69
42	แสดงการติดตั้งการวัดอุณหภูมิ ณ จุดต่างๆ.....	70
43	แสดงตำแหน่งการวางกล่องทดลอง ในฤดูฝน.....	71
44	แสดงตำแหน่งการวางกล่องทดลอง ในฤดูหนาว.....	72
45	กล่องทดลองที่ไม่ได้ติดตั้งแผงกันแดด และกล่องทดลองที่ติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อย.....	73
46	ระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ที่ใช้ในการทำแผงกันแดดให้กับอาคาร.....	74
47	การติดตั้งระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์กับโครงแผงกันแดด และการจำลองมุม Profile ของแสงอาทิตย์ที่ผ่านจากแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์กระทบกับผิวผนังกล่อง.....	75

ภาพที่		หน้า
48	แผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ โดยทาสีเขียวที่ระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์.....	76
49	แสดงตำแหน่งการวางกล่องทดลอง.....	77
50	แผงกันแดดสร้อยอินทนิล (ซ้าย) และมะลิวัลย์ (ขวา) ที่มีประสิทธิภาพในการลดความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดี่สุดในช่วงฤดูฝน และฤดูหนาว ตามลำดับ	133

สารบัญแผนภูมิ

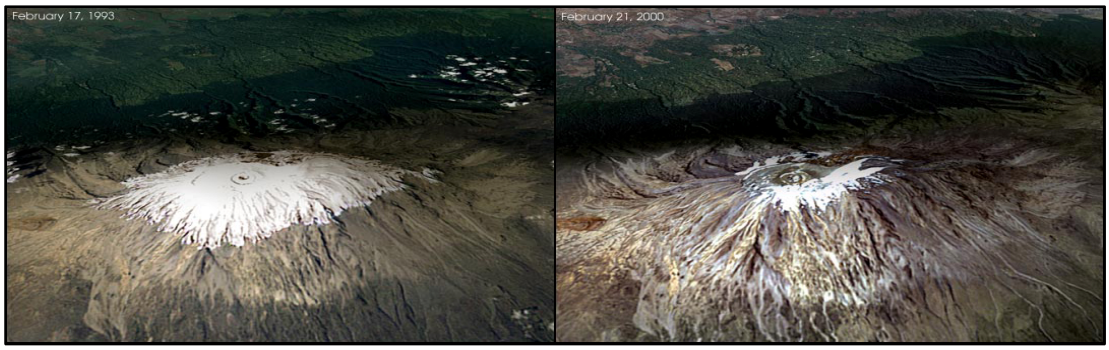
แผนภูมิที่		หน้า
1	อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง จากการจำลองโปรแกรม Energy Plus.....	60
2	อุณหภูมิผิวผนังภายนอก ฤดูฝน (วันที่20-23 สิงหาคม 2554).....	80
3	อุณหภูมิผิวผนังภายนอก ฤดูฝน (วันที่22-23 สิงหาคม 2554)	80
4	อุณหภูมิผิวผนังภายนอกเฉลี่ย4 วัน ฤดูฝน (วันที่20-23 สิงหาคม 2554)	82
5	อุณหภูมิผิวผนังภายนอกสูงสุดเฉลี่ย4 วัน ฤดูฝน (วันที่20-23 สิงหาคม 2554)	83
6	อุณหภูมิผิวผนังภายนอกต่ำสุดเฉลี่ย4 วัน ฤดูฝน (วันที่20-23 สิงหาคม 2554)	83
7	อุณหภูมิผิวผนังภายใน ฤดูฝน (วันที่20-23 สิงหาคม 2554)	85
8	อุณหภูมิผิวผนังภายใน ฤดูฝน (วันที่22-23 สิงหาคม 2554)	85
9	อุณหภูมิผิวผนังภายในเฉลี่ย4 วัน ฤดูฝน (วันที่20-23 สิงหาคม 2554)	87
10	อุณหภูมิผิวผนังภายในสูงสุดเฉลี่ย4 วัน ฤดูฝน (วันที่20-23 สิงหาคม 2554)..	88
11	อุณหภูมิผิวผนังภายในต่ำสุดเฉลี่ย4 วัน ฤดูฝน (วันที่20-23 สิงหาคม 2554) ..	88
12	อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง ฤดูฝน (วันที่20-23 สิงหาคม 2554).....	90
13	อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง ฤดูฝน (วันที่22-23 สิงหาคม 2554).....	90
14	อุณหภูมิอากาศภายในกล่องเฉลี่ย 4 วัน (วันที่20-23 สิงหาคม 2554).....	92
15	อุณหภูมิอากาศภายในกล่องสูงสุดเฉลี่ย 4 วัน ฤดูฝน (วันที่20-23 สิงหาคม 2554)	93
16	อุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำสุดเฉลี่ย4 วัน ฤดูฝน (วันที่20-23 สิงหาคม 2554)	93
17	อุณหภูมิผิวผนังภายนอก ฤดูหนาว (วันที่21-24 ธันวาคม 2554).....	96
18	อุณหภูมิผิวผนังภายนอก ฤดูหนาว (วันที่21-22 ธันวาคม 2554).....	96
19	อุณหภูมิผิวผนังภายนอกเฉลี่ย 4 วัน ฤดูหนาว (วันที่21-24 ธันวาคม 2554).....	98
20	อุณหภูมิผิวผนังภายนอกสูงสุดเฉลี่ย4 วัน ฤดูหนาว (วันที่21-24 ธันวาคม 2554)	99
21	อุณหภูมิผิวผนังภายนอกต่ำสุดเฉลี่ย4 วัน ฤดูหนาว (วันที่21-24 ธันวาคม 2554)	99
22	อุณหภูมิผิวผนังภายใน ฤดูหนาว (วันที่21-24 ธันวาคม 2554).....	101
23	อุณหภูมิผิวผนังภายใน ฤดูหนาว (วันที่21-22 ธันวาคม 2554).....	101
24	อุณหภูมิผิวผนังภายในเฉลี่ย4 วัน ฤดูหนาว (วันที่21-24 ธันวาคม 2554).....	103
25	อุณหภูมิผิวผนังภายในสูงสุดเฉลี่ย4 วัน ฤดูหนาว (วันที่21-24 ธันวาคม 2554)	104
26	อุณหภูมิผิวผนังภายในต่ำสุดเฉลี่ย4 วัน ฤดูหนาว (วันที่21-24 ธันวาคม 2554)	104
27	อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง ฤดูหนาว (วันที่21-24 ธันวาคม 2554)	106
28	อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง ฤดูหนาว (วันที่21-22 ธันวาคม 2554)	106

แผนภูมิที่		หน้า
29	อุณหภูมิอากาศภายในกล่องเฉลี่ย 4 วัน ฤดูหนาว (วันที่ 21-24 ธันวาคม 2554)	108
30	อุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดกล่องเฉลี่ย 4 วัน ฤดูหนาว (วันที่ 21-24 ธันวาคม 2554)	109
31	อุณหภูมิอากาศภายในต่ำสุดกล่องเฉลี่ย 4 วัน ฤดูหนาว (วันที่ 21-24 ธันวาคม 2554)	109
32	อุณหภูมิผิวผนังภายนอก (วันที่ 30 ธันวาคม 2554 – 2 มกราคม 2555).....	113
33	อุณหภูมิผิวผนังภายนอก (วันที่ 30-31 ธันวาคม 2554).....	113
34	อุณหภูมิผิวผนังภายนอกเฉลี่ย 4 วัน (วันที่ 30 ธันวาคม 2554 – 2 มกราคม 2555)	115
35	อุณหภูมิผิวผนังภายนอกสูงสุดเฉลี่ย 4 วัน (วันที่ 30 ธันวาคม 2554 – 2 มกราคม 2555)	116
36	อุณหภูมิผิวผนังภายนอกต่ำสุดเฉลี่ย 4 วัน (วันที่ 30 ธันวาคม 2554 – 2 มกราคม 2555)	116
37	อุณหภูมิผิวผนังภายใน (วันที่ 30 ธันวาคม 2554 – 2 มกราคม 2555)	118
38	อุณหภูมิผิวผนังภายใน (วันที่ 30-31 ธันวาคม 2554).....	118
39	อุณหภูมิผิวผนังภายในเฉลี่ย 4 วัน (วันที่ 30 ธันวาคม 2554 – 2 มกราคม 2555)	120
40	อุณหภูมิผิวผนังภายในสูงสุดเฉลี่ย 4 วัน (วันที่ 30 ธันวาคม 2554 – 2 มกราคม 2555)	121
41	อุณหภูมิผิวผนังภายในต่ำสุดเฉลี่ย 4 วัน (วันที่ 30 ธันวาคม 2554 – 2 มกราคม 2555)	121
42	อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง (วันที่ 30 ธันวาคม 2554 – 2 มกราคม 2555)	123
43	อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง (วันที่ 30-31 ธันวาคม 2554).....	123
44	อุณหภูมิอากาศภายในกล่องเฉลี่ย 4 วัน (วันที่ 30 ธันวาคม 2554 – 2 มกราคม 2555)	125
45	อุณหภูมิอากาศภายในกล่องสูงสุดเฉลี่ย 4 วัน (วันที่ 30 ธันวาคม 2554 – 2 มกราคม 2555)	126
46	อุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำสุดเฉลี่ย 4 วัน (วันที่ 30 ธันวาคม 2554 – 2 มกราคม 2555)	126

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของการศึกษา

ในสภาพแวดล้อมในปัจจุบันนั้น มีการเจริญเติบโตของประชากรไปอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดปัญหาความหนาแน่นของของประชากรและสิ่งปลูกสร้าง โดยเฉพาะในเมืองใหญ่ เป็นผลทำให้เกิดสภาวะเกาะความร้อน (Urban Heat Island) ซึ่งเป็นสภาวะที่เกิดจากการสะสมความร้อนในระดับพื้นดินเนื่องจากความแออัดของสิ่งปลูกสร้างจึงทำให้บริเวณนั้นมีอุณหภูมิสูงขึ้น อีกทั้งมีการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อความสะดวกสบายรองรับแก่ประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงส่งผลให้เกิดมลภาวะต่างๆ เช่น ไอเสียจากพาหนะ การปล่อยก๊าซพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งเป็นสาเหตุส่วนหนึ่งที่ส่งผลต่อกระทบต่อชั้นบรรยากาศของโลกทำให้โลกมีอุณหภูมิที่สูงขึ้น (Global Warming)



ภาพที่ 1 เปรียบเทียบภูเขาคีลีมันจาโร ในปี 1993 กับ 2000
จากภาพสังเกตว่าหิมะที่ปกคลุมยอดภูเขาลดลงไปมาก เนื่องมาจากสภาพของโลกที่ร้อนขึ้น
ที่มา: American Geophysical Union, **Africa's glaciers gone by 2025** [online], accessed April 7, 2011, available from http://news.mongabay.com/2006/0515-agu.html

สิ่งเหล่านี้เองทำให้ประชากรในเมืองมีคุณภาพชีวิตที่ต่ำลงแม้ว่าการอาศัยอยู่ภายในอาคารสามารถปรับอุณหภูมิให้อยู่ในสภาวะสบายได้ โดยการใช้เครื่องปรับอากาศ แต่กลับเป็นการเพิ่มภาระให้แก่สภาพแวดล้อมภายนอก เนื่องจากต้องใช้พลังงานในการปรับอากาศ และอากาศภายนอกที่ร้อนขึ้นจากความร้อนที่ระบายออกจากเครื่องปรับอากาศ

ความร้อนจากแสงอาทิตย์นับเป็นปัญหาหนึ่งที่มีผลกระทบต่ออาคาร เมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบต่อผนังอาคาร จะถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร ทำให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงขึ้น จึงได้มีการใช้แผงกันแดดในรูปแบบต่างๆ เช่น ระแนงเหล็ก ระแนงไม้ ระแนงไม้เทียมเป็นต้น เพื่อช่วยลดปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร ซึ่งในความเป็นจริงพืชพรรณในธรรมชาติสามารถทำหน้าที่เสมือนเป็นแผงกันแดดลดปริมาณความร้อนให้กับอาคารได้เช่นกัน นอกจากนี้ยังช่วยดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นสาเหตุส่วนหนึ่งของการเกิดสภาวะโลกร้อน แต่ในสภาพแวดล้อมปัจจุบันที่มีการขยายตัวของประชากร และสิ่งปลูกสร้างอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดปัญหาความหนาแน่นและความแออัด พื้นที่ในการปลูกต้นไม้ในแนวราบบริเวณรอบอาคารจึงลดลง ปัจจุบันจึงได้มีการปลูกต้นไม้ประกอบแผงกันแดดแนวตั้งมากขึ้น เพื่อเป็นการประหยัดพื้นที่ในการปลูก โดยการใช้พืชประเภทไม้เลื้อยประกอบเป็นแผงกันแดดแนวตั้งให้กับอาคาร

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้ต้นไม้ประกอบเป็นแผงกันแดดแนวตั้งในประเทศไทยพบว่า ได้มีการศึกษาประสิทธิภาพแผงกันแดดไม้เลื้อยป้องกันความร้อนให้กับอาคารโดยใช้ต้นสร้อยอินทนิล ในช่วงฤดูร้อน พบว่าสามารถช่วยลดอุณหภูมิในอาคารได้ เมื่อเทียบกับอาคารที่ไม่มีแผงกันแดดไม้เลื้อย[1] อีกทั้งได้มีการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างแผงกันแดดไม้เลื้อยกับฉนวนป้องกันความร้อน (ฉนวน Polystyrene)[2] แต่ทั้งนี้ยังไม่ได้มีการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนระหว่างพันธุ์ไม้เลื้อยต่างชนิดกัน ในช่วงฤดูที่ต่างกัน ตลอดจนศึกษาเปรียบเทียบกับแผงกันแดดระแนงที่ทำด้วยไม้หรือไม้เทียมที่นิยมใช้กันกับอาคารทั่วไป

ดังนั้นหากได้มีการศึกษาวิจัย"การใช้ต้นไม้ประกอบแผงกันแดดแนวตั้ง" ในเชิงคำนึงต่อสิ่งแวดล้อมในประเทศไทยมากขึ้น สามารถที่จะเป็นแนวทาง ให้สถาปนิก วิศวกร และผู้ที่เกี่ยวข้อง สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม

---

[1]พาสินี สุนากร และ ชนิกานต์ ยิ้มประยูร, "สมรรถนะการป้องกันความร้อนของแผงกันแดดไม้เลื้อยในสภาพแวดล้อมเขตร้อนชื้น," **วารสารพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย** 7, (2551): 50-64.

[2]วิชัย เหล่าพาณิชย์กุล และ อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ, "ประสิทธิภาพของผนังไม้เลื้อยในการลดการ ถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคาร," **Journal of Architectural/Planning Research and Studies** 5, 1 (2007): 171-183.

2. ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาพันธุ์ไม้เลื้อยที่เหมาะสมกับการติดตั้งอุปกรณ์แผงกันแดดแนวตั้งประกอบอาคาร ในสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของพันธุ์ไม้เลื้อยแต่ละชนิด ในการลดความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร ในช่วงฤดูที่ต่างกัน

3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารระหว่างแผงกันแดดไม้เลื้อย กับ แผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์

3. ขอบเขตของการศึกษา

1. ศึกษาเฉพาะพันธุ์ไม้เลื้อยในเมืองไทย โดยเลือกมาศึกษาเปรียบเทียบ3 พันธุ์

2. ทำการเก็บข้อมูลทางอุณหภูมิเฉพาะช่วงฤดูฝน และช่วงฤดูหนาว

3. กำหนดสถานที่ทำการศึกษาและเก็บข้อมูลการทดลอง ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร

4. วิธีการศึกษา

1. ศึกษา และเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง จากงานวิจัยและสิ่งพิมพ์ต่างๆ เพื่อกำหนดแนวทางในการดำเนินการ

2. ศึกษาและกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา โดยแบ่งออกดังนี้

2.1 ตัวแปรอิสระ

2.1.1 พันธุ์ไม้เลื้อยต่างชนิดกันที่มีความหนาแน่นพุ่มใบที่ต่างกัน

2.1.2 ช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน (ปริมาณแสงแดดที่แตกต่างกันในช่วงฤดูกาล)

2.1.3 ผนังรูปแบบต่างๆ ได้แก่ผนังที่ไม่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยผนังที่มีแผงกันแดดไม้เลื้อย3 ชนิด และผนังที่มีแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์

2.2 ตัวแปรตาม

อุณหภูมิผิวผนังภายนอก-ภายใน และอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร

2.3 ตัวแปรควบคุม

2.3.1 สถานที่ตั้ง และสภาพแวดล้อมภายนอก

2.3.2 รูปแบบกล่องทดลองที่มีขนาดเท่ากัน และวัสดุที่ใช้ทำกล่องทดลอง

2.3.3 การวางกล่องทดลองในด้านที่ติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อยให้อยู่ทิศเดียวกัน

3. การเตรียมการทดลอง

3.1 การคัดเลือกพันธุ์ไม้เลื้อยมาประกอบแผงกันแดด

3.2 การเตรียมสถานที่

3.3 การเตรียมกล่องทดลอง และแผงกันแดด

3.4 การเตรียมอุปกรณ์ และเครื่องมือในการเก็บข้อมูล

3.5 การทดลองและเก็บข้อมูล

4. การทดลอง

4.1 ทำการสร้างกล่องทดลองที่ติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อยชนิดต่างๆ และกล่องทดลองที่ไม่ได้ติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อย เพื่อวัดผลเปรียบเทียบ แล้วเก็บข้อมูลในช่วงฤดูฝน และฤดูหนาว

4.2 ทำการทดลองกล่องทดลองที่ติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อยและกล่องทดลองที่ติดตั้งแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ เพื่อวัดผลเปรียบเทียบแล้วเก็บข้อมูล

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 ประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิของผิวผนังกล่องภายนอก-ภายใน และอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลอง จากพันธุ์ไม้เลื้อยชนิดต่างๆในช่วงฤดูฝน และฤดูหนาว

5.2 ประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิของผิวผนังกล่องภายนอก-ภายใน และอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลอง ระหว่างแผงกันแดดไม้เลื้อยกับแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์

6. สรุปผลการศึกษา

5. ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงประสิทธิภาพในการใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยชนิดต่างๆ ที่มีความหนาแน่นพุ่มใบที่ต่างกัน ในการลดความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร ซึ่งเป็นแนวทางให้คนทั่วไปสามารถเลือกพันธุ์ไม้เลื้อยที่เหมาะสมในการลดความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร

2. ทราบถึงประสิทธิภาพของแผงกันแดดไม้เลื้อยในการลดความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร เมื่อเทียบกับการแผงระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้วัสดุสำหรับทำแผงกันแดดให้กับอาคาร

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความหมาย "ผนังสีเขียว" (Green Walls)

ความหมายของคำว่า Green Wall หรือ "ผนังสีเขียว" สามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ

1.1 Green Walls ในด้านวัสดุก่อสร้างของอาคาร[1] โดยเน้นเรื่องวัสดุก่อสร้างที่ไม่กระทบต่อสิ่งแวดล้อม หรือหลีกเลี่ยงวัสดุบางอย่างที่อาจได้มาโดยกระบวนการที่สร้างมลภาวะให้กับโลก เป็นต้นและวัสดุนั้นต้องคำนึงถึงการลดความร้อนภายในอาคาร ลดภาระการใช้พลังงานในอาคาร และสามารถสร้างสภาวะที่น่าสบายให้แก่ผู้ใช้ในอาคารด้วยซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของภายใต้แนวคิดของสถาปัตยกรรมสีเขียว (Green Architecture) โดยเป็นการออกแบบอาคารที่ใช้วัสดุและเทคโนโลยีที่คำนึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

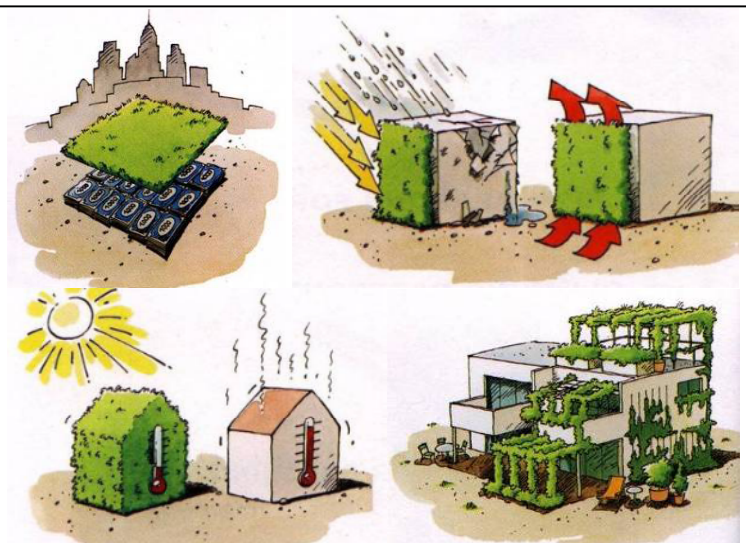
1.2 Green Walls ในด้านการใช้พืชพรรณทางธรรมชาติ[2] โดยใช้ต้นไม้ประกอบกับผนังอาคารในการลดความร้อนเข้าสู่อาคาร และช่วยดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อีกทั้งประโยชน์ในด้านการสร้างสุนทรียภาพให้กับอาคาร และสร้างความผ่อนคลายให้กับผู้ใช้อาคาร

ภาพที่ 2 การใช้ผนังสีเขียวในการสร้างสุนทรียภาพ และการผ่อนคลายให้กับผู้ใช้อาคาร
ที่มา: **The Grow Spot.com** [online], accessed April 7, 2011, available from http://thegrowspot.com/know/5/vertical-gardens-living-walls-53838-3.html

---

[1]Wines James, and Jodidio, Philip, **Green Architecture**. Köln: London: Taschen, 2008.

[2]Johnston, Jacklyn, and Newton, John, **Building Green A guide to using plants on roofs, walls and pavements.** London: Publishing Greater London Authority, 2004.



ภาพที่ 3 การใช้ผนังสีเขียวในเชิงอนุรักษ์พลังงานในอาคารและสภาพแวดล้อม

ที่มา: Jakob Inox, **Green Solutions G1 catalogue** [online], accessed April 8, 2011, available from http://inoxdesign.eu/pdf/inoxdesign-webnet-eng.pdf

คำว่า "ผนังสีเขียว" (Green Walls) นั้นได้มีการใช้คำอื่นๆ แทน อาทิ เช่น

1. Vegetated Wall[3] 2. Bio-Façade[4] 3. Bioshade[5] 4. Vines on Wall[6] เป็นต้น โดยในคำอื่นๆ ที่กล่าวมาจะเป็นการใช้ผนังสีเขียวในลักษณะที่ใช้ต้นไม้มาประกอบกับผนังอาคาร

---

[3]C.Tsoumarakis, V.D., Assimakopoulos, I., Tsiros, M., Hoffman, and A. Chronopoulou, "Thermal Performance of Vegetated Wall during Hot and Cold Weather Conditions," PLEA 2008-25th Conference on Passive and Low Energy Architecture, Dublin, October 22nd to 24th, 2008.

[4]พาสินี สุนากร และ ชนิกานต์ ยิ้มประยูร, **ผนังสีเขียว (Biofacade)**. กรุงเทพมหานคร: สาขาเทคโนโลยีอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2551.

[5]Lam, Martha, Ip, Keneth, and Miller, Andrew, **Bioshaders for Office Building in The United Kingdom**. United Kingdom: University of Brighton School of the Environment ,2005.

[6]Sandifer, Steven and Givoni, Baruch, **Thermal Effect of Vines on Wall Temperature Comparing Laboratory and Field Collected Data**. USA: Department of Architecture and Urban Design UCLA, 2000.

2. รูปแบบและวิธีการใช้ผนัง Green Wall[7]

รูปแบบและวิธีการใช้ผนัง Green Wall โดยจำแนกลักษณะการใช้และวิธีติดตั้งออกเป็นดังนี้

4.1 Direct growth ในการใช้ผนัง Green Wall วิธีนี้ เป็นการให้พืชจำพวกไม้เลื้อย เลื้อยยึดตามผนังอาคารตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่ซับซ้อน เพราะเตรียมไม้เลื้อยและดินที่ปลูกเท่านั้น แล้วปล่อยให้ไม้เลื้อย เลื้อยตามธรรมชาติ ซึ่งง่ายต่อการดูแลรักษา อีกทั้งทำให้ไม้เลื้อยสามารถขยายกิ่งก้านได้ง่าย ส่วนชนิดไม้เลื้อยในการปลูกจะเป็นไม้เลื้อยที่ใช้ใบ หรือ รากในการยึดเกาะผนังอาคาร จำพวก ตระกูลIvy และ ตีนตุ๊กแก เป็นต้น

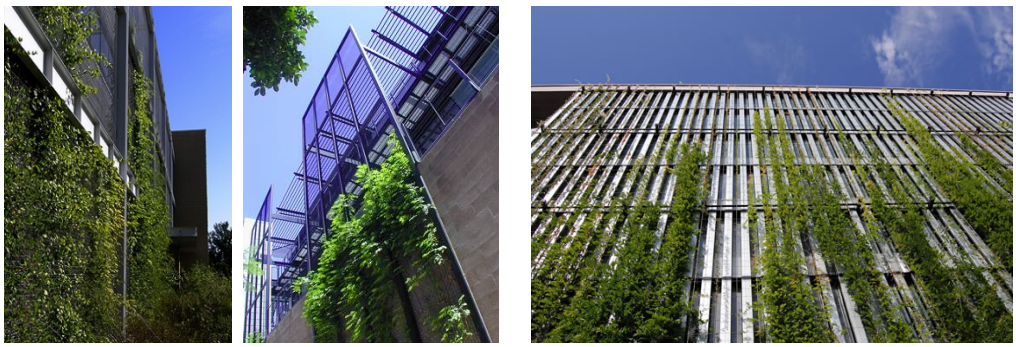
ภาพที่ 4 การใช้ Green Wall แบบ direct growth

ที่มา: **landscaping.about.com** [online], accessed April 10, 2011, available from http://landscaping.about.com/od/galleryoflandscapephotos/ig/Pictures-of-Poison-Ivy/poison_ivy_look_alike_15.htm

4.2 Green façades (Structure/ Trellis/ Panel system/ Cable System) เป็นวิธีที่ทำโครงนั่งร้านแนวตั้ง โดยให้พืชชนิดไม้เลื้อยยึดกับโครงนั่งร้าน แทนที่จะยึดกับผนังอาคารโดยตรง เป็นวิธีที่ช่วยให้ผนังอาคารไม่ทรุดโทรมเร็วจากการที่ไม้เลื้อยไต่และชอนไชฝังรากหรือใบติดกับผนังอาคารซึ่งเป็นสาเหตุทำให้สีผนังอาคารหลุดล่อน และเป็นที่กักเก็บความชื้น วัสดุในการทำนั่งร้านแผงกันแดด มีหลายประเภท เช่น ลวดสลิง โครงเหล็ก ลวดเอ็นโครงไม้ เป็นต้น ในการเลือกวัสดุที่ใช้ต้องคำนึงให้ดี เพราะถ้าวัสดุนั้นมีการกักเก็บความร้อน อาจทำให้พืชไม่เลื้อยไม่สามารถยึดกับโครงนั่งร้านได้อย่างทั่วถึง ส่วนชนิดพืชในการปลูกจะเป็นไม้เลื้อยที่ใช้ถา หรือ ลำต้น ยึดเกาะโครงนั่งร้านเช่น สร้อยอินทนิล อมรเบิกฟ้า พวงแสด เป็นต้น

---

[7]พาสินี สุนากร และ ทิพาพรรณ ศิริเวชฎา, **Vertical & Roof Garden**.กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ อมรินทร์, 2554.



Panel System Cable System

ภาพที่ 5 การใช้ Green Wall แบบ Green façades

ที่มา: **Greenscreen.com** [online], Accessed April 12, 2011, available from http://greenscreen.com/home.html

4.3 Living Walls (Pre-vegetated panels or Pocket garden/ Integrated Fabric system or irrigation felt system) เป็นการใช้กระถางต้นไม้ ถุงกระสอบ หรือวัสดุซึมซับน้ำ เช่น ผ้าสักหลาดทำการปลูกต้นไม้แนวตั้งโดยใช้วัสดุที่ใช้ในการปลูกเป็นตัวยึดกับผนังอาคาร โดยพืชที่ใช้ปลูกนั้น เป็นไม้พุ่มเตี้ย ไม้ดอกและพืชคลุมดิน เช่น เฟิร์น พลูด่าง ถั่วบราซิลเป็นต้น

ในการติดตั้งผนังGreen Wall ในลักษณะนี้ สามารถใช้ได้ทั้งภายนอก และภายในอาคาร ถ้าติดตั้งภายในอาคารจำเป็นต้องคำนึงเรื่องแสงแดดที่เพียงพอต่อพืชที่ปลูก และในส่วนการให้น้ำ มีทั้งการรดน้ำโดยปกติ และการใช้ระบบน้ำหยดให้กับพืชที่ปลูก

Pre-vegetated panels Irrigation felt system

ภาพที่ 6 การใช้ Green Wall แบบใช้ Living Walls

ที่มา: **Green Roofs** [online], accessed May 12, 2011, available from http://greenroofs.com

ตารางที่ 1 สรุปรายละเอียด ข้อดี และข้อเสีย รูปแบบและวิธีการใช้ผนังGreen Wall ประเภทต่างๆ

รูปแบบและวิธีการใช้ผนัง Green Wall	ข้อดี	ข้อเสีย
Direct growth	• ดูแลรักษาง่าย • ค่าใช้จ่ายไม่สูง	• ทำให้ผนังอาคารทรุดโทรมเร็ว เนื่องจากไม้เลื้อยจะใช้รากยึดติดกับผนังโดยตรง
Green façades	• ดูแลรักษาง่าย ค่าใช้จ่ายไม่สูง • สามารถควบคุมการเลื้อยของพืชได้ • ลดการทำให้ผนังอาคารทรุดโทรม	• การเตรียมอุปกรณ์ต้องคำนึงถึงเรื่องวัสดุที่จะให้ไม้เลื้อยยึด ต้องเป็นวัสดุไม่นำความร้อน
Living Walls	• สร้างสภาวะน่าสบายให้กับบริเวณนั้น เนื่องจากวัสดุที่ใช้ปลูกสามารถกักเก็บความชื้นได้ ทำให้เกิดEvaporative	• การเตรียมอุปกรณ์ซับซ้อน • การดูแลรักษา ต้องคอยเอาใจใส่เป็นพิเศษ • ค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง

จากตารางที่ 1 สรุปได้ว่า การเลือกใช้รูปแบบ Green facades โดยการทำโครงนั่งร้านแนวตั้งโดยในการวิจัยนี้จะใช้โครงเหล็ก ขึงด้วยเอ็นเป็นตารางเนื่องจากเป็นวิธีที่รวดเร็ว และสร้างง่าย แล้วให้พืชชนิดไม้เลื้อยยึดซึ่งเป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับภูมิอากาศในประเทศไทย มีพันธุ์ไม้เลื้อยให้เลือกได้หลายชนิด และวิธีในการติดตั้งสะดวกไม่ซับซ้อน ง่ายต่อการดูแลรักษา

3. ประโยชน์ของการใช้ Green Wall[8]

2.1 พื้นที่ในการเพาะปลูกน้อยโดยเฉพาะพื้นที่ในเขตชุมชนเมือง ที่มีข้อจำกัดของขนาดพื้นที่ดิน

2.2 ช่วยลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร อีกทั้งช่วยลดอุณหภูมิในเขตชุมชนเมืองได้อีกทางหนึ่ง โดยพืชจะนำความร้อนจากแสงอาทิตย์ไปใช้ในการสังเคราะห์แสง และการคายน้ำ คืนความชุ่มชื่นให้กับชุมชนเมือง

---

[8]Johnston, Jacklyn, and Newton, John, **Building Green A guide to using plants on roofs, walls and pavements.** London: Publishing Greater London Authority, 2004.

2.3 ช่วยปรับปรุงคุณภาพอากาศให้ดีขึ้น โดยช่วยดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ ถึงแม้ในช่วงเวลากลางคืนพืชจะหยุดการสังเคราะห์แสง ดูดซับก๊าซออกซิเจนแล้วคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่เมื่อเทียบกับการหายใจ เข้า-ออก ของมนุษย์ นั้นถือว่ามีปริมาณน้อยมาก และสามารถช่วยกรองฝุ่นจากอากาศภายนอกได้

2.4 ช่วยในการหน่วงปริมาณน้ำ และบำบัดคุณภาพของน้ำให้ดีขึ้น พืชจะช่วยในการป้องกันฝนสาดเข้ามาในอาคาร และช่วยดูดซับน้ำเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต ในทางกลับกันเมื่อพืชคายน้ำ ก็จะช่วยลดอุณหภูมิในอากาศได้อีกทาง

2.5 ช่วยในการปรับระบบนิเวศในเมือง ทั้งในด้านทัศนียภาพ และด้านการผ่อนคลายทางด้านจิตใจให้แก่คนในชุมชนนั้นๆ

4. ปัญหาที่เกิดจากการใช้ Green Wall

ส่วนในแง่ผลกระทบ หรือปัญหาที่เกิดจากการใช้ Green Wall ได้มีงานวิจัยของ Mariene Valesan[9] และ Miguel Aloysio Sattier[9] ทำการศึกษาปัญหาที่เกิดจากการใช้ต้นไม้ประกอบอาคาร โดยการสำรวจอาคารที่ใช้ผนังไม้เลื้อยประกอบอาคาร และทำการใช้แบบสอบถามผู้อยู่อาศัยที่ Porto Alegre ที่ประเทศบราซิล พบปัญหาดังนี้

3.1 ปัญหาในการดูแลต้นไม้ ต้องคอยตกแต่งกิ่ง ก้าน และใบ บ่อยๆ เพื่อไม่ให้กิ่ง ก้าน และ ใบ ลุกลามไปในส่วนที่ไม่พึงประสงค์ของตัวอาคาร

3.2 เป็นที่ชักจูงหรือนำพา ของสัตว์ต่างๆ เช่น นก แมลง ทั้งในแง่ของที่อยู่อาศัย และแหล่งอาหาร เป็นปัญหาที่สร้างความรำคาญ และเป็นอันตรายอย่างยิ่งหากว่าเป็นสัตว์มีพิษ เช่น ผึ้ง ตัวต่อ เป็นต้น

3.3 ปัญหาในเรื่องการเก็บกักความชื้นของใบ และการคายน้ำของใบ ทำให้เกิดการกักเก็บเชื้อรา แบคทีเรีย ที่มีผลต่อโครงสร้างของอาคารทำให้ผนังอาคารนั้นเสื่อมสภาพเร็วอีกทั้งอาจสร้างภาระให้เครื่องปรับอากาศมากขึ้น

---

[9]Valesan, Mariene, and Aloysio Sattier, Miguel, "Green Walls and their Contribution to Environmental Comfort: Environmental Perception in a Residential Building," PLEA 2008-25th Conference on Passive and Low Energy Architecture, Dublin, 22nd to 24th October, 2008.

3.4 ปัญหาในเรื่องการระบายอากาศ เพราะเนื่องจากผนังต้นไม้เป็นเสมือนเกาะกันลมอีกชั้น ทำให้ลมไม่สามารถเข้าอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งในเวลากลางคืน ผนังของอาคารมีการคายความร้อนสู่บรรยากาศในส่วนหนึ่ง ผนังต้นไม้จะกักความร้อนเอาไว้ ทำให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงขึ้น ทำให้ไม่สามารถระบายความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โดยปัญหาที่เกิดจากการใช้ Green Wall ถือว่าเป็นปัญหาที่สามารถพบได้ทั่วไป ซึ่งสิ่งเหล่านี้ สร้างความไม่พึงประสงค์ และความรำคาญให้แก่ผู้ใช้อาคาร

ซึ่งตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาได้มีนักวิจัยอื่นๆ ทำการศึกษาและเสนอแนวทางการใช้ผนังสีเขียว หรือการใช้ต้นไม้ประกอบอาคารแนวตั้งแต่ปัญหาของการใช้ต้นไม้ประกอบอาคารมักอยู่ที่เรื่องการดูแลรักษา[10] ทำให้การนำมาใช้งานจริงกับอาคารไม่แพร่หลาย

ตั้งแต่มีการตระหนักถึงปัญหาโลกร้อน (Global Warming) เนื่องจากวิกฤติสภาพแวดล้อมตั้งแต่ศตวรรษที่ 20 การศึกษาวิจัยเรื่องคุณประโยชน์ของพืชพรรณต่ออาคารได้กลับมาเริ่มคิดค้นกันใหม่ เพื่อหาวิธีที่มีประสิทธิภาพในการลดปัญหาเรื่องการดูและรักษา และเล็งเห็นถึงประโยชน์ในด้านอื่นๆ ด้วย เช่น การใช้พืชพรรณในระบบผนังกระจก 2 ชั้น (Double Skin Facade) แทนเกล็ดบังแดด พบว่าสามารถลดอุณหภูมิภายในผนังกระจก 2 ชั้นได้ดีกว่าการใช้เกล็ดบังแดดเป็นอย่างมาก[11] และงานวิจัยเรื่องการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารโดยใช้ต้นไม้ลดสารพิษซึ่งทำการทดลองจริงในอาคาร[12] ที่ทำให้กับองค์การนาซ่า[13] อีกทั้งแนวความคิดใหม่เรื่องการทำไร่ในเมืองเพื่อสร้างแหล่งอาหารโดยใช้พื้นที่อาคารในแนวดิ่ง(Vertical Farm) [14] ที่กำลังพัฒนาอาคารสูงในการใช้ทำสวนปลูกพืชเลี้ยงประชาชนในเมือง โดยเฉพาะประชาชนในเมืองใหญ่ที่มีข้อจำกัดพื้นที่ในการปลูกพืชต้นไม้อีกทั้งมีปัญหาเรื่องการการสะสมความร้อนในเมืองที่-

---

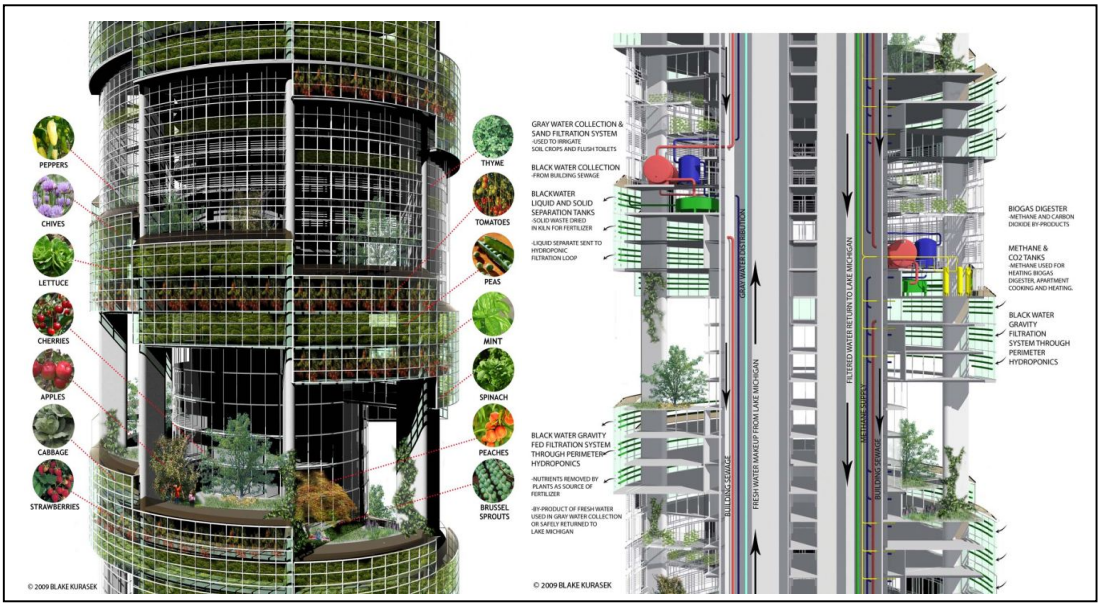
[10]Hoyano Akira, **Climatological Use of Plants for Solar Control and the Effects on the Thermal Environment of a Building**. Japan: Energy and Buildings, 1988.

[11]Stec, W.J., and et al, **Modelling the double skin façade with plants**. USA: Energy and Buildings 37419-427, Elsevier publishing, 2005.

[12]Wolverton, B.C., Johnson, A., and Bounds, K., **Interior Landscape Plants for Indoor Air Pollution Abatement** (1989)

[13]**NASA and Indoor Air Pollution** [online], accessed June 12, 2011, available from http://wolvertonenvironmental.com/air.htm

[14]Despommier, Dickson D., **The Vertical Farm Project: Agriculture for the 21st Century and beyond**, accessed October 18, 2011, available from http://verticalfarm.com/



ภาพที่ 7 แนวความคิด Vertical Farm ที่ประกอบกับอาคารสูง

ที่มา: **The Vertical Farm** [online], Accessed April 8, 2011, available from http://verticalfarm.com/

เกิดการดูดกลืนรังสีแสงอาทิตย์จากถนนและสิ่งปลูกสร้างแล้วเก็บสะสมความร้อนไว้และการสะสมความร้อนจากตัววัสดุก่อสร้างอีกด้วย ทำให้อุณหภูมิในเขตชุมชนเมืองสูงขึ้นมากกว่าเขตในชนบท ซึ่งการใช้ต้นไม้สามารถช่วยในการลดอุณหภูมิในเขตชุมชนเมืองได้ โดยการคายน้ำของพืชนั้นช่วยทำให้อุณหภูมิอากาศลดลง 4-5 องศาเซลเซียส[15]

จากที่ได้ศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาข้างต้นนั้น ล้วนแต่มีแนวทางเดียวกันในการใช้ผนังสีเขียว หรือการใช้ต้นไม้ประกอบอาคารในเชิงคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมต่างๆเช่น การป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์ และการลดมลภาวะจากภายนอก ที่มีผลกระต่ออาคาร และผู้ใช้อาคาร ดังนั้นการใช้ผนังสีเขียวเป็นแนวทางที่สามารถนำมาพัฒนา และประยุกต์ใช้ให้ดียิ่งขึ้นต่อไปในอนาคต

---

[15]Ong, B., “Green plot ratio: an ecological measure for architecture and urban planning,” **Landscape and Urban Planning** 4, 63 (19th June 2009): 124-127.

5. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

5.1 พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนัง

เมื่อผนังได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์จะมีการส่งผ่านความร้อน แล้วสะสมไว้ในตัวของวัสดุผนัง โดยการนำความร้อน (Thermal Conduction) ผ่านมวลสารของวัสดุผนัง และการพาความร้อน (Thermal Convection) เข้าสู่ภายในอาคารที่มีอุณหภูมิที่ต่ำกว่า ซึ่งปริมาณความร้อนที่เข้าสู่ตัวอาคารจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับมวลสาร คุณสมบัติในการต้านทานความร้อน ตลอดจนคุณสมบัติในด้านต่างๆ ของวัสดุ เช่น คุณสมบัติในการดูดกลืนความร้อน การสะท้อนความร้อน เป็นต้น คุณสมบัติดังกล่าวมีผลต่อภาระการปรับอากาศของอาคาร ทำให้สามารถช่วยเพิ่มหรือลดภาระการใช้พลังงานในการปรับอากาศของภายในอาคารได้[16]

ในช่วงกลางวัน ผนังของอาคารในแต่ละทิศจะได้รับแสงอาทิตย์ที่แตกต่างกัน เช่น ผนังทางด้านทิศใต้ จะรับแสงอาทิตย์ตลอดช่วงเช้าถึงเย็นผนังทางด้านทิศตะวันออก จะรับแสงแดดช่วงเช้าและสาย ผนังทางด้านทิศเหนือผนังก็จะรับแสงแดดในปริมาณไม่มาก เพราะดวงอาทิตย์โคจรอ้อมใต้ (ยกเว้น เดือน มิถุนายน-สิงหาคม ดวงอาทิตย์โคจรอ้อมเหนือ) และผนังทางด้านทิศตะวันตก จะรับแสงแดดค่อนข้างมากในช่วงบ่ายถึงเย็น เพราะแสงแดดทิศนี้ ทำมุมกับผนังค่อนข้างตั้งฉาก ทำให้ผนังอาคารในทิศทางนี้ ได้รับแสงแดดมาก[17] เมื่อผนังอาคารดูดกลืนรังสีความร้อนที่มากับแสงอาทิตย์ จะทำให้อุณหภูมิของวัสดุของผนังอาคารมีค่าสูงขึ้น ความร้อนที่สะสมในวัสดุของผนังอาคารก็จะถูกถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคาร โดยการแผ่รังสีความร้อน (Thermal Radiation) ส่งผลให้อุณหภูมิของภายในอาคารสูงขึ้น

ในช่วงเวลากลางคืน จะมีการแลกเปลี่ยนความร้อนกับชั้นบรรยากาศ(Night Sky Radiation) ทำให้อุณหภูมิของวัสดุของผนังอาคารเย็นลงกว่าอุณหภูมิภายในอาคาร ทำให้มีการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างภายนอก และภายในอาคาร มีผลทำให้อุณหภูมิภายในอาคารสูญเสียความร้อนให้กับวัสดุผนัง ดังนั้นจึงทำให้ภายในอาคารเริ่มมีอุณหภูมิลดลงเรื่อยๆ

---

[16]Cook, Jeffery, ed., **Passive Cooling**. USA: MIT Press, 1989.

[17]ตรึงใจ บูรณสมภพ, **การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย**. กรุงเทพมหานคร: นำอักษรการพิมพ์, 2521.

5.2 คุณสมบัติของวัสดุ ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน[18]

5.2.1 สัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Thermal Conductivity / k) คือค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุต่างๆ โดยเป็นความสามารถในการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนของวัตถุใดๆ หรือปริมาณความร้อนภายใต้สภาวะคงที่ ที่ถ่ายเทผ่าน1 หน่วยพื้นที่ของวัตถุที่มีความหนา 1 หน่วย ใน 1 หน่วยเวลา โดยมีความแตกต่างของอุณหภูมิผิววัสดุทั้ง2 ด้าน 1 หน่วย มีหน่วยเป็น (Btu-In/hr.ft^2·°F) หรือมีหน่วย SI เป็น (W/m^2· ºC)

5.2.3 ความต้านทานความร้อน (Thermal Resistance / R-Value) คือค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุนั้นๆ ถ้าค่าR มาก แสดงถึง ความเป็นฉนวนที่ดี สามารถต้านทานความร้อนที่จะถ่ายเทผ่านวัสดุได้มาก ค่านี้จะเป็นอัตราส่วนระหว่างค่าสัมประสิทธ์การนำความร้อน กับความหนาของวัสดุ สามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$R = \Delta x / k$

R คือ ค่าความต้านทานความร้อน (m^2· °C/W)

Δx คือ ความหนาของวัสดุ (m.)

k คือ ค่าสมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุ(W/m^2· ºC)

5.2.4 สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (Coefficient of Transmission / U-Value) คือค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมโดยค่า U-Value สามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$U = 1/\sum R$ (W/m^2· °C)

$\sum R$ คือผลรวมของ R-Value

5.2.5 ความจุความร้อนจำเพาะ (Specific Heat Capacity) คือความสามารถในการกักเก็บความร้อนของวัสดุ หรือปริมาณความร้อนที่ทำให้วัสดุหนัก1 หน่วย มีอุณหภูมิเพิ่ม 1 ºC โดยสถานะไม่เปลี่ยน ค่าความจุความร้อนของวัสดุต่างๆ ได้จากสมการต่อไปนี้

$C = pc$ โดยที่ $p = m / v$

C คือ ค่าความจุความร้อนของวัสดุ (kJ/m^2· °C)

p คือ ความหนาแน่นของวัสดุ (kg/m^3)

c คือ ค่าความจุความร้อนจำเพาะของวัสดุ(Specific Heat Capacity) (kJ/kg · °C)

m คือ มวลสารของวัสดุ (kg)

v คือ ปริมาตรของวัสดุ (m^3)

---

[18]Cook, Jeffery, ed., **Passive Cooling**. USA: MIT Press, 1989.

ค่าความจุความร้อนจำเพาะ (Specific Heat Capacity) สามารถใช้คำนวณหาปริมาณความร้อนที่ทำให้วัสดุเปลี่ยนอุณหภูมิ มีสมการดังต่อไปนี้

$Q = mc\Delta T$

Q คือ ปริมาณความร้อน (kJ)

m คือ มวลสารของวัสดุ (kg)

c คือ ค่าความจุความร้อนจำเพาะของวัสดุ(kJ/kg · °C)

ΔT คือ ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิที่ต้องการ (°C)

5.3 คุณสมบัติของพืชพรรณที่มีผลต่ออุณหภูมิของสภาพแวดล้อม[19]

พืชมีความสำคัญในการปรับอุณหภูมิสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการอยู่อาศัยของมนุษย์ให้อยู่ในสภาวะที่น่าสบาย โดยการให้ร่มเงา และลดปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคาร เนื่องจากคุณสมบัติดังต่อไปนี้

5.3.1 การดูดซับแสงอาทิตย์ (Solar Absorption)

ใบไม้มีค่าการดูดซับแสงแดดจากดวงอาทิตย์ 40-80 % ซึ่งแสงอาทิตย์ที่ใบไม้ดูดซับไปนั้น บางส่วนที่ถูกดูดซับไปจะถูกนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) และการคายน้ำ (Evapotranspiration) ซึ่งผลจากการที่พืชคายน้ำออกมานั้น จะช่วยลดปริมาณความร้อนให้กับสภาพแวดล้อมได้ระดับของการดูดซับแสงอาทิตย์ขึ้นอยู่กับขนาดของพืช และความหนาแน่นของพุ่มใบ

5.3.2 การสะท้อนแสงอาทิตย์ (Solar Reflection)

ใบไม้สามารถสะท้อนรังสีจากดวงอาทิตย์ 10-20 % จึงช่วยลดอุณหภูมิบริเวณโดยรอบให้ต่ำลง การสะท้อนรังสีจากดวงอาทิตย์โดยพืชพรรณขึ้นอยู่กับ

1. ความยาวของคลื่นแสง
2. ชนิดของใบไม้
3. อายุของใบไม้
4. ระดับความสูงต่ำของใบไม้
5. ตำแหน่งที่ได้รับแสงแดด
6. ตำแหน่งของใบไม้ในกลุ่มใบ

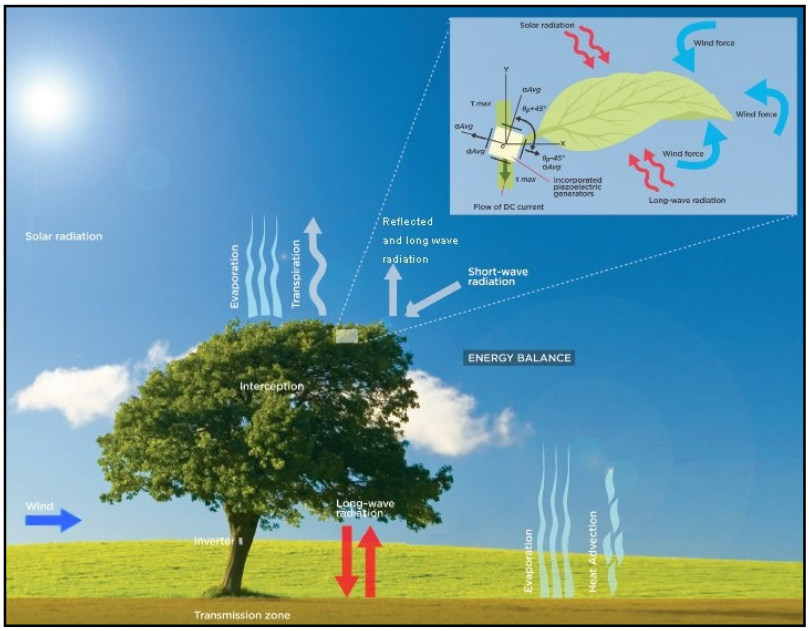
---

[19] สุดสวาสดิ์ ศรีสถาปัตย์, **การออกแบบวัสดุพืชพันธุ์และการประหยัดพลังงาน**. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

7. ความแห้งแล้งของสถานที่ตั้ง
8. ความสมบูรณ์ของที่ตั้ง
9. ฤดูกาล
10. ระดับดินทั่วไป

5.3.3 การแผ่รังสีความร้อน (Thermal Radiation)

พืชจะดูดซับรังสีจากดวงอาทิตย์ในเวลากลางวัน และแผ่รังสีความร้อนออกจากใบไม้ในเวลากลางคืน จึงทำให้อุณหภูมิของพืชลดลงต่ำกว่าอุณหภูมิโดยรอบในเวลากลางวัน



ภาพที่ 8 การถ่ายเทความร้อนระหว่างต้นไม้กับสภาพแวดล้อม

ที่มา: **asknature.org** [online], accessed April 12, 2011, available from http://asknature.org/product/f0efe88ff818b542a13f35826cfd3273

ในบริเวณที่มีต้นไม้จะมีอุณหภูมิต่ำกว่าพื้นที่ที่ไม่มีต้นไม้ เพราะพืชสามารถลดอุณหภูมิโดยการสะท้อนรังสีจากดวงอาทิตย์และดูดซับรังสีจากดวงอาทิตย์ รวมทั้งเพิ่มปริมาณไอน้ำและความชื้นผ่านรูใบ

5.3.4 การนำความร้อน (Conductance)

พืชมีการนำความร้อนที่น้อยกว่าวัสดุอื่นๆ ที่มนุษย์ได้สังเคราะห์ขึ้นเช่น คอนกรีต อิฐ เหล็ก เป็นต้น ซึ่งถือว่าพืชเป็นฉนวนความร้อนที่ดี

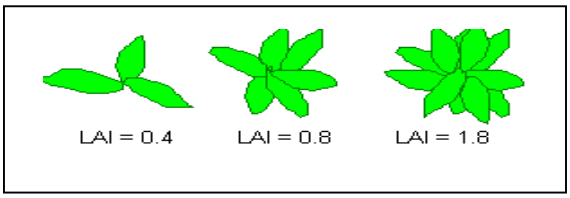
5.3.5 ความหนาแน่นของพุ่มใบ

ความหนาแน่นของพุ่มใบมีผลต่อการลดปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคาร ยิ่งมีความหนาแน่นของใบมาก ยิ่งสามารถลดการถ่ายเทความร้อนได้ดีโดยความหนาแน่นของพุ่มใบสามารถคำนวณได้ 2 วิธี คือ

1. ค่า "ดัชนีพื้นที่ใบ" (Leaf Area Index)[20] หมายถึงสัดส่วนของพื้นที่ใบต่อพื้นที่ปลูก (LAI = Leaf Area / Land Area) โดยคำนวณจากสูตร

$$\text{LAI} = \frac{\text{พื้นที่ใบ (ตร.ม.) x จำนวนใบ}}{\text{พื้นที่ปลูก (ตร.ม.)}}$$

นอกจากนี้สามารถใช้เครื่องมือหาดัชนีพื้นที่ใบ เช่น เครื่อง Licor LAI 2200 ซึ่งใช้หลักการการส่องผ่านของแสงจากยอดทรงพุ่มเข้าสู่sensor ที่มีลักษณะคล้าย fisheyes สามารถปรับมุมของการรับแสงได้หลาย ๆ มุม เพื่อคำนวณค่าLAI ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ



ภาพที่ 9 แสดงตัวอย่างค่าLeaf Area Index

ที่มา: **Leaf Area index** [online], accessed May 3, 2011, available from http://gardenwithinsight.com/help100/00000424.htm

2. พื้นที่ใบปกคลุม (Shade Area)[21] หมายถึงสัดส่วนของพื้นที่ใบ ต่อพื้นที่โครงแผงกันแดด โดยค่าที่ออกมาจะเป็นร้อยละหรือเปอร์เซนต์ ซึ่งเป็นการคิดพื้นที่ใบที่ปกคลุมแผงกันแดดในลักษณะ2 มิติ โดยไม่ได้คำนึงจำนวนชั้นของพุ่มใบเข้ามาเกี่ยว จะต่างกับการคิดค่า LAI ซึ่งคิดเป็นลักษณะ 3 มิติ โดยคำนวณได้จาก

Shade Area = พื้นที่ใบ/ พื้นที่แผงกันแดดแนวตั้ง

---

[20]Chen, J.M., and T.A. Black., "Defining leaf area index for non-flat leaves," **Plant, Cell and Environment** 5, (1992): 23-35.

[21]วิชัย เหล่าพาณิชย์กุล และ อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ, "ประสิทธิภาพของผนังไม้เลื้อยในการลดการ ถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคาร," **Journal of Architectural/Planning Research and Studies** 5, 1 (2007): 174.

นอกจากพืชสามารถช่วยลดความร้อนเข้าสู่อาคารแล้ว พืชยังสามารถช่วยดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้คุณภาพอากาศดีขึ้นโดยระดับคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสมแก่การอยู่อาศัยของมนุษย์ภายในอาคารควรมีค่าระหว่าง 800-1,000 ppm. (Parts per million: จำนวนโมเลกุล ต่อ 1 ล้านโมเลกุล) (ASHRAE)[22]

โดยพืชแต่ละชนิดมีความสามารถในการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ ต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ปัจจัยอื่นๆเช่น แสงสว่าง อุณหภูมิความชื้น ปริมาณแร่ธาตุในดิน[23]

5.4 นิเวศวิทยาของพืชพรรณ (Plant Ecology)[24]

พืชพรรณทั่วไปในโลกนี้ จะมีความแตกต่างกันออกไปตามกายภาพของที่นั้นๆ ซึ่งเราสามารถจำแนกลักษณะต่างๆ พืชพันธุ์ตามปัจจัยต่างๆ ได้ดังนี้

5.4.1 ตามภูมิประเทศ

1. สภาพชุ่มชื้นบนที่สูง
2. สภาพแห้งแล้งบนที่สูง
3. สภาพแบบที่ราบลุ่ม
4. สภาพแบบที่ราบกันดาร
5. สภาพใกล้แถบชายทะเล
6. สภาพนิเวศน้ำกร่อย
7. สภาพแถบริมแม่น้ำ

5.4.2 ตามภูมิอากาศ

1. แถบอากาศหนาว
2. แถบอากาศอบอุ่น
3. แถบอากาศร้อนชื้น
4. แถบอากาศร้อนแห้ง

---

[22]The American Society of Heating Refrigerating and Air-condition Engineers, **ASHRAE Handbook Fundamentals (SI): Air Contaminants**. Atlanta: GA ASHRAE, 2001.

[23]พาสินี สุนากร และพูนพิภพ เกษมทรัพย์, “สมรรถนะการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ของผนังไม้เลื้อย,” **Journal of Architectural/Planning Research and Studies** 7, 2 (2010): 5-17.

[24]เศรษฐมันตร์ กาญจนกุล, **ร้อยพรรณไม้เลื้อยแสนสวย**. กรุงเทพมหานคร: เศรษฐศิลป์, 2552.

5.4.3 ตามลักษณะสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาหนึ่ง

1. ความต้องการแสงแดด (มาก – รำไร – น้อย)

2. ความสามารถต้านทานลม (มาก – น้อย – ไม่ชอบลม)

3. ความต้องการปริมาณน้ำ (มาก – น้อย – ไม่ชอบน้ำ)

5.5 ชนิดของพืชพรรณ (Plant Category)

สามารถแบ่งลักษณะชนิดของพืชพรรณ ออกเป็น 4 ลักษณะใหญ่ๆ

1. ไม้ยืนต้น(Tree) เป็นไม้ขนาดใหญ่ มีเนื้อไม้ที่แข็ง อายุยืนหลายปี แตกกิ่งก้านสาขาจำนวนมาก

2. ไม้พุ่ม (Shrub) เป็นพืชที่แตกกิ่งก้านสาขาในระดับที่ใกล้เคียงกันกับผิวดิน มีอายุหลายปี จะแตกกิ่งก้านออกเป็นพุ่มกว้าง

3. ไม้ล้มลุก(Herb) เป็นพืชที่ไม่มีเนื้อไม้ ลำต้นไม่แข็งแรง ส่วนมากจะมีวงจรชีวิตที่สั้น เช่น หญ้า(Grass) ไม้คลุมดิน (Groundcover) และวัชพืช (Weed) เป็นต้น

4. ไม้เลื้อยหรือไม้เถา (Climber) เป็นพืชที่มีการสร้างลำต้นเรียวเล็กให้เลื้อยไต่ไปกับเสาหรือต้นไม้ที่ค้ำยัน เลื้อยเกี่ยวพันไม้ หรือ วัสดุอื่นๆ เพื่อพยุงลำต้นของมันเอง

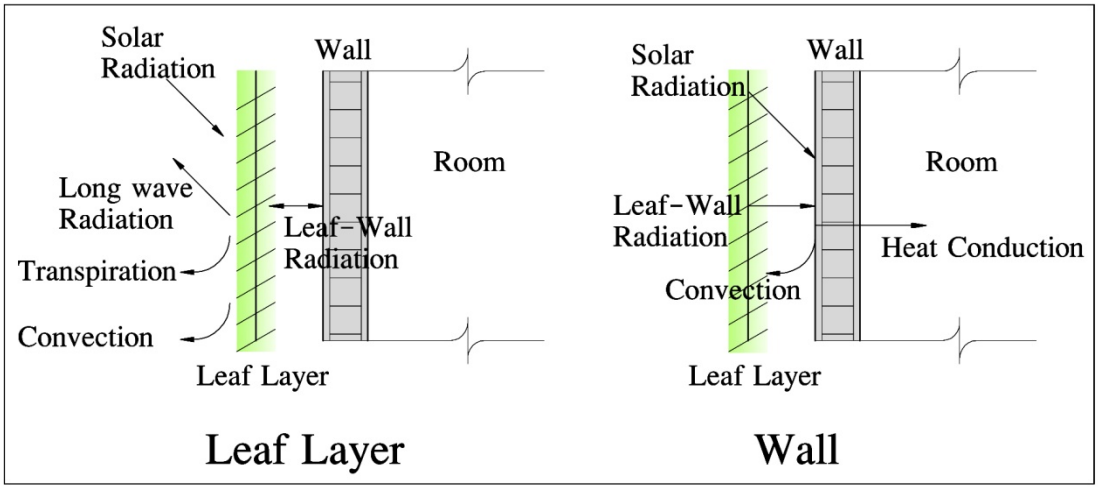
5.6 พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนระหว่างแผงกันแดดไม้เลื้อยกับผนังอาคาร[25]

เมื่อพืชรับแสงอาทิตย์ ส่วนหนึ่งจะสะท้อนรังสีจากดวงอาทิตย์ และอีกส่วนหนึ่งจะดูดซับรังสีจากดวงอาทิตย์ แล้วคายความร้อนส่วนหนึ่งคืนสภาพแวดล้อมภายนอก โดยการคายน้ำ(Transpiration) และความร้อนส่วนหนึ่งที่ถูกดูดซับจะแผ่รังสีความร้อนให้กับผนังอาคาร

เมื่อผนังอาคารได้รับความร้อนจากการแผ่รังสีความร้อนจากพืช และแสงแดดจากดวงอาทิตย์ ผนังอาคารจะกักเก็บความร้อน และถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร โดยการแผ่รังสีความร้อน และการนำความร้อนของตัววัสดุผนัง ทำให้อุณหภูมิภายในห้องสูงขึ้น

---

[25] H. F. Di, and D. N. Wang, “Cooling Effect of Ivy on a Wall,” Beijing: Thermal Engineering Department Tsinghua University, 1999.



ภาพที่ 10 พฤติกรรมความร้อนระหว่าง ผนังไม้เลื้อย และผนังอาคาร

ที่มา : H. F. Di, and D. N. Wang, “Cooling Effect of Ivy on a Wall,” (Beijing: Thermal Engineering Department Tsinghua University, 1999), 240.

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยและการทดลองที่เกี่ยวข้องกับการใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยนั้น ส่วนมากมุ่งศึกษาวิจัยถึงประสิทธิภาพในการลดความร้อนให้กับอาคาร โดยมีงานวิจัยดังนี้

6.1 สมรรถนะการป้องกันความร้อนของแผงกันแดดไม้เลื้อยในสภาพแวดล้อมเขตร้อนชื้น

6.2 ประสิทธิภาพของผนังไม้เลื้อยในการลดการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคาร

6.3 Bioshaders for Office Building in the United Kingdom

6.4 Thermal Effect of Vines on Wall Temperatures Comparing Laboratory and Field Collected Data

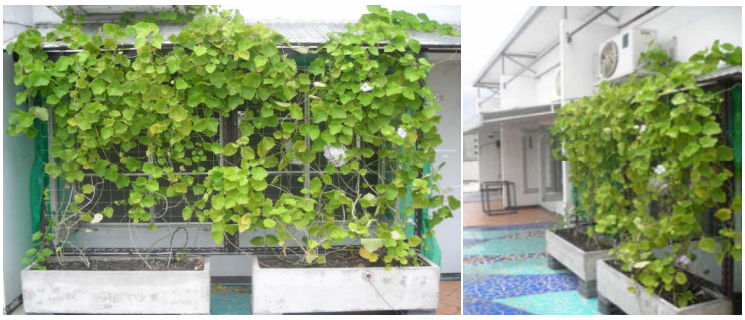
6.5 Experimental measurement of the contribution of green roofs and green façades to energy saving in buildings in Spain

6.1 สมรรถนะการป้องกันความร้อนของแผงกันแดดไม้เลื้อยในสภาพแวดล้อมเขตร้อนชื้น[26]

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาการใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยประกอบอาคารในการป้องกันความร้อนให้กับอาคารจริง โดยเปรียบเทียบคุณสมบัติในการลดการถ่ายเทความร้อนของห้องทั้ง2 ห้อง ที่ไม่ใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยกับที่ใช้แผงกันแดดไม้เลื้อย

วิธีการศึกษา

ในกระบวนการวิจัยได้ทำการคัดเลือกพันธุ์ไม้เลื้อยมา3 พันธุ์ คือ สร้อยอินทนิล พวงชมพู ตำลึง เพื่อทดสอบอัตราการการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์พบว่า สร้อยอินทนิลสามารถตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 0.2 umol/m^2/s ซึ่งมากที่สุด จึงเลือกใช้สร้อยอินทนิลมาติดตั้งแผงกันแดดประกอบอาคารจริง โดยสถานที่ทำการทดลองคือ ห้องพักชั้น 6 อาคารคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้ห้องพัก2 ห้องที่หันหน้าทางทิศตะวันตก และมีลักษณะเหมือนกันทุกประการ เป็นห้องทดลอง ห้องหนึ่งเป็นสภาพเดิมมีแผงกันแดดสำเร็จรูปยื่น1.50 เมตร ห้องที่สองมีแผงกันแดดเหมือนกับอีกห้องหนึ่งแต่ติดตั้งแผงกันแดดสร้อยอินทนิลในแนวตั้งเพิ่ม ผนังทั้งสองห้องเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูนและหน้าต่างกระจกเปิดด้านเดียวกัน ทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิหน้าใบ-หลังใบ และอุณหภูมิภายในอาคารด้วยเครื่องมือ Data Logger และเก็บข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องทั้ง2 ห้อง โดยเก็บข้อมูลวันที่10-15 พ.ค. 2550



ภาพที่ 11 แผงกันแดดไม้เลื้อยสร้อยอินทนิลที่ปลูก ณ ทิศตะวันตกของอาคาร
ที่มา: พาสินี สุนากร และ ชนิกานต์ ยิ้มประยูร, “สมรรถนะการป้องกันความร้อนของแผงกันแดดไม้เลื้อยในสภาพแวดล้อมเขตร้อนชื้น” **วารสารพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย** 7, (2551): 53.

---

[26]พาสินี สุนากร และ ชนิกานต์ ยิ้มประยูร, “สมรรถนะการป้องกันความร้อนของแผงกันแดดไม้เลื้อย ในสภาพแวดล้อมเขตร้อนชื้น,” **วารสารพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย** 7, (2551): 50-64.

ผลการวิจัย

1. อุณหภูมิที่ผิวของใบไม้ของห้องที่ใช้แผงกันแดดสร้อยอินทนิลต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก 2.2 องศาเซลเซียส

2. เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิกลางห้องที่ใช้แผงกันแดดสร้อยอินทนิลและห้องที่ไม่ใช้แผงกันแดดไม้เลื้อย พบว่าในช่วงเช้าถึงกลางวัน (เวลา 6.00-12.00 น.) ห้องที่ใช้แผงกันแดดสร้อยอินทนิลมีอุณหภูมิต่ำกว่าห้องที่ไม่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยสูงสุดเท่ากับ 2.92 ºC และต่ำกว่าอากาศภายนอกสูงสุดเท่ากับ 6.84 ºC ในช่วงบ่ายถึงกลางคืน ห้องทั้งสองมีอุณหภูมิใกล้เคียงกันและสูงกว่าอากาศภายนอกประมาณ 1.96 ºC เนื่องจากมีความร้อนสะสมจากตอนกลางวัน การคายความร้อนของห้องที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิลเป็นไปได้ช้ากว่าห้องที่ไม่ใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยเล็กน้อยเนื่องจากแผงกันแดดสร้อยอินทนิลเป็นอุปสรรคในการระบายอากาศ

3. ในช่วงเวลากลางวัน (เวลา 10.00-18.00 น.) ความชื้นจำเพาะของอากาศภายนอกอยู่ในระดับที่ต่ำ (0.014-0.017 lbw/lbda) ห้องที่ใช้แผงกันแดดสร้อยอินทนิลมีระดับความชื้นจำเพาะสูงกว่าอากาศภายนอกและสูงกว่าห้องที่ไม่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยเนื่องจากต้นไม้มีการคายน้ำในเวลาดังกล่าวในช่วงกลางคืน (เวลา 20.00 น. – 24.00 น.) เมื่อความชื้นจำเพาะในอากาศภายนอกอยู่ในระดับสูง (0.016-0.017 lbw/lbda) และต้นไม้ไม่มีการคายน้ำ พบว่าห้องที่ใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยมีระดับความชื้นจำเพาะต่ำกว่าความชื้นจำเพาะของอากาศภายนอกและใกล้เคียงกับห้องที่ไม่มีแผงกันแดดไม้เลื้อย

6.2 ประสิทธิภาพของผนังไม้เลื้อยในการลดการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคาร[27]

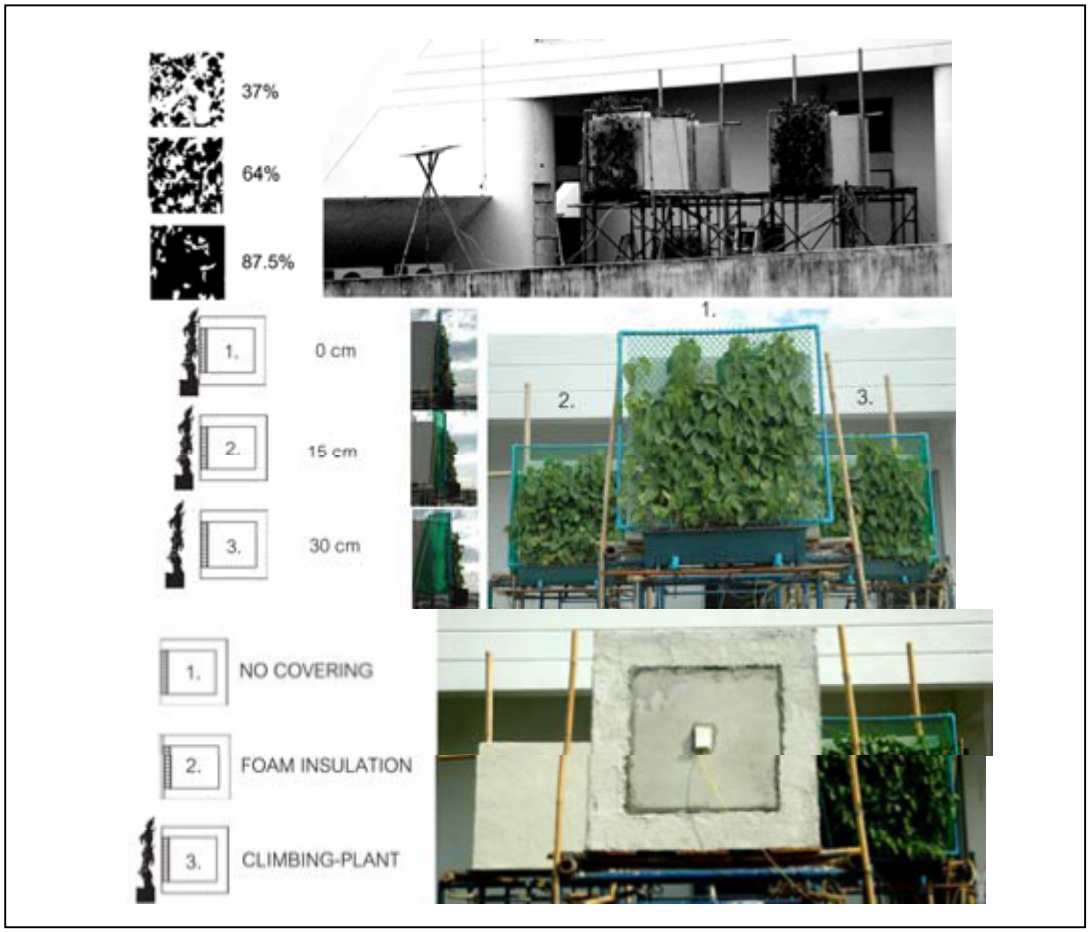
งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ผนังไม้เลื้อยเพื่อลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารผ่านผนังอาคาร โดยทำการศึกษาพื้นที่ใบปกคลุมของไม้เลื้อยที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร ระยะห่างระหว่างแผงกันแดดไม้เลื้อยและผนังอาคารที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร และทำการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการป้องกันความร้อนระหว่างแผงกันแดดไม้เลื้อย และฉนวนป้องกันความร้อน

วิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้ได้ทำการคัดเลือกพันธุ์ไม้เลื้อย 9 สายพันธุ์ (ม่านบาหลี สร้อยอินทนิล มะลิวัลย์ สายน้ำผึ้ง สร้อยฟ้า ไก่ฟ้าพญาลอ ขจร พวงทอง และจันทร์กระจ่างฟ้า) โดยอาศัยเกณฑ์อัตราการเจริญเติบโต พื้นที่พุ่มใบ และความคงทนของใบ พบว่า ต้นม่านบาหลีเข้าข่ายเกณฑ์มากที่สุด จึงนำต้นม่านบาหลีมาทดลองในการทดลองแบ่งออกเป็น 3 ชุดการทดลอง คือ 1.) การศึกษาผลของพื้นที่ใบปกคลุมของม่านบาหลีที่มีต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร 2.) ระยะห่างระหว่างแผงกันแดดม่านบาหลีและผนังอาคารที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร3.) การเปรียบเทียบความสามารถในการป้องกันความร้อนระหว่างแผงกันแดดม่านบาหลีและฉนวนป้องกันความร้อน โดยใช้กล่องทดลองขนาด 0.9 x 0.9 x 0.9 ม. ทำด้วยโฟมโพลิสไตลีน (ความหนา 2 นิ้ว ความหนาแน่น 1 ปอนด์ต่อตารางฟุต) ส่วนผนังกล่องด้านที่หันเข้าหาแผงกันแดดไม้เลื้อยใช้เป็นผนังก่ออิฐฉาบปูน และหันกล่องทดลองกับแผงกันแดดไม้เลื้อยไปทางทิศตะวันตก ทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิผิวผนังภายนอก และอุณหภูมิภายในกล่องทดลองโดยใช้เครื่องมือ Data Logger และสายวัดอุณหภูมิเทอร์โมคอปเปิล แบบ K สำหรับการวัดอุณหภูมิจะวัดที่ตำแหน่งกึ่งกลางผิวผนังภายนอก และกึ่งกลางภายในกล่องทดลองตามลำดับ

---

[27]วิชัย เหล่าพาณิชย์กุล และ อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ, "ประสิทธิภาพของผนังไม้เลื้อยในการลดการ ถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคาร," **Journal of Architectural/Planning Research and Studies** 5, 1 (2007): 171-183.



ภาพที่ 12 การทดลองต่างๆ ในการใช้แผงกันแดดม่านบาหลี

ที่มา : วิชัยเหล่าพาณิชย์กุลและ อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ, “ประสิทธิภาพของผนังไม้เลื้อยในการลดการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคาร,” **Journal of Architectural/Planning Research and Studies** 5, 1 (2007): 176.

ผลการวิจัย

ผนังไม้เลื้อยม่านบาหลีที่มีพื้นที่ใบปกคลุมมากขึ้นจะทำให้ความร้อนถ่ายเทเข้าสู่อาคารน้อยลง จากการทดลองพบว่า กล่องทดลองที่มีผนังไม้เลื้อยม่านบาหลีที่มีพื้นที่ใบปกคลุม 87.5 % มีอุณหภูมิภายในกล่องต่ำที่สุด คือ35.1 ºC ซึ่งลดต่ำกว่ากล่องทดลองที่มีพื้นที่ใบปกคลุม64 % และ 37 % ถึง 2 และ 3.4 ºC ในเวลากลางคืนถึงรุ่งเช้า กล่องทดลอง 3 กล่องมีอุณหภูมิภายในกล่องใกล้เคียงกัน และสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก3-4 ºC โดยกล่องทดลองที่มีพื้นที่ใบปกคลุม 87.5 % มีอุณหภูมิภายในกล่องสูงกว่ากล่องทดลอง 2 กล่อง ดังนั้นกล่องทดลองที่มีพื้นที่ใบปกคลุม 87.5 % มีประสิทธิภาพในการลดการถ่ายเทความร้อนได้ดีที่สุด ในช่วงเวลากลางวัน แต่ในเวลากลางคืนพื้นที่ใบปกคลุมที่มากทำให้การถ่ายเทความร้อนกลับสู่ท้องฟ้า(Night sky Radiation)

เป็นไปได้ยาก ทำให้กล่องทดลองที่มีพื้นที่ใบปกคลุมมาก มีอุณหภูมิภายในกล่องสูงกว่ากล่องทดลองที่มีพื้นที่ใบปกคลุมน้อยกว่า

จากผลการทดลองก่อนหน้า จึงเลือกใช้ผนังม่านบาหลีที่มีพื้นที่ใบปกคลุม 87.5 % มาใช้ในการทดลองระยะห่างระหว่างผนังไม้เลื้อยและผนังอาคารที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร พบว่า ในช่วงเวลากลางวันระยะ 0 และ 15 ซม. มีอุณหภูมิภายในกล่องที่ใกล้เคียงกัน คือ 31.3 ºC และ 31.2 ºC ตามลำดับ ส่วนระยะ30 ซม. มีค่าอุณหภูมิภายในกล่องสูงที่สุด คือ 32.5 ºC ในเวลากลางคืนกล่องทดลองทั้ง3 กล่องมีอุณหภูมิภายในกล่องใกล้เคียงกัน คือ 23.1-23.3 ºC แต่หากพิจารณาเรื่องความชื้นสัมพัทธ์ ระยะ 0 ซม. มีค่าความชื้นสัมพัทธ์มากที่สุด (60%) อาจมีผลทำให้เกิดเชื้อราบนผนังอาคารได้ ดังนั้นระยะที่15 ซม. จึงเป็นระยะที่เหมาะสมที่สุดในการติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อยกับอาคาร

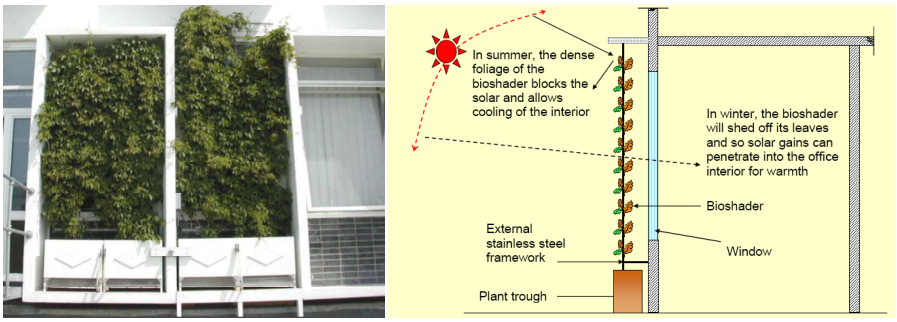
จากผลการทดลองทั้ง2 ก่อนหน้า จึงเลือกใช้ผนังม่านบาหลีที่มีพื้นที่ใบปกคลุม 87.5 % และมีระยะห่างจากกล่องทดลอง 15 ซม. มาพิจารณาเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างฉนวนป้องกันความร้อน พบว่า ในช่วงเวลากลางวัน ฉนวนป้องกันความร้อนมีค่าอุณหภูมิภายในกล่องต่ำที่สุด คือ30.9 ºC รองลงมาคือกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดม่านบาหลี (33.3 ºC) และกล่องทดลองที่ไม่มีสิ่งปกคลุม (38.5 ºC) แต่หากพิจารณาคุณสมบัติการถ่ายเทความร้อนในช่วงกลางคืนประกอบกันด้วยพบว่า ฉนวนป้องกันความร้อนจะเป็นตัวปิดกั้นการถ่ายเทความร้อนกลับคืนสู่ท้องฟ้า จึงทำให้กล่องทดลองที่มีฉนวนกันความร้อนมีอุณหภูมิภายในกล่องทดลองสูงกว่ากล่องทดลองที่มีแผงกันแดดม่านบาหลีเท่ากับ 2.7 ºC และสูงกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีสิ่งปกคลุมเท่ากับ 3.2 ºC

6.3 Bioshaders for Office Building in the United Kingdom[28]

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาประสิทธิภาพการใช้ต้นไม้ประกอบอาคารในการลดความร้อนให้กับอาคาร และศึกษาการบังแดดของไม้เลื้อย ผ่านค่าสัมประสิทธ์ในการบังแดด (Shading Coefficient: SC) โดยเปรียบเทียบห้องที่ใช้แผงกันแดดไม้เลื้อย กับห้องที่ไม่ใช้แผงกันแดดไม้เลื้อย

วิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้ได้ใช้อาคารจริงที่หันทิศทางตะวันตกทำการทดลอง ซึ่งใช้พันธุ์ไม้เลื้อย Virginia creeper (เถาคันขาว) และทำการเก็บข้อมูลทางอุณหภูมิภายในห้อง โดยได้แบ่งชุดการทดลองเป็น 2 ชุด คือ ศึกษาประสิทธิภาพในการลดความร้อนใหกับอาคารโดยใช้แผงกันแดดไม้เลื้อย (Virginia creeper) และศึกษาสัมประสิทธิ์การบังแดดของต้นไม้(Shading Coefficient: SC) โดยใช้ห้องทดลอง 2 ห้องที่มีลักษณะเหมือนกัน และอยู่ติดกัน ทำการวัดผลในช่วงฤดูร้อน เป็นเวลาทั้งหมด4 เดือน ตั้งแต่วันที่25 มิถุนายน 2003 ถึง 31 กันยายน 2003



ภาพที่ 13 การติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อยที่ปลูกทางทิศตะวันตก

ที่มา : Lam, Martha, Ip, Keneth, and Miller, Andrew, **Bioshaders for Office Building in The United Kingdom**. United Kingdom: University of Brighton School of the Environment, 2005.

ผลการวิจัย

เมื่อเปรียบเทียบกับห้องที่ไม่ได้ติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อยพบว่าห้องที่ใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยสามารถลดอุณหภูมิสูงสุด (Maximum Temperature) ได้มากสุด เท่ากับ 5.6 ºC (ในวันที่20 กรกฎาคม 2003) และในช่วงเวลากลางวันสามารถลดอุณหภูมิเฉลี่ยได้ไม่น้อยกว่า3.5 ºC

---

[28]Lam, Martha, Ip, Keneth, and Miller, Andrew, **Bioshaders for Office Building in The United Kingdom**. United Kingdom: University of Brighton School of the Environment, 2005.

ในส่วนของการทดสอบเปรียบเทียบระหว่าง จำนวนชั้นของใบ กับค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของต้นไม้(Shading Coefficient: SC) นั้นโดยการใช้โปรแกรม Photoshop คำนวณชั้นของใบจะแบ่งได้ดังนี้

จำนวนชั้นของใบ1 ชั้น ค่าSC = 0.43

จำนวนชั้นของใบ2 ชั้น ค่าSC = 0.34

จำนวนชั้นของใบ3 ชั้น ค่าSC = 0.25

จำนวนชั้นของใบ4 ชั้น ค่าSC = 0.21

จำนวนชั้นของใบ5 ชั้น ค่าSC = 0.14

ถ้าSC มีค่าต่ำ แสดงว่าจำนวนชั้นของใบไม้เลื้อยมีมาก ทำให้แสงแดดแดดกระทบผ่านผนังน้อยลง แต่ในทางกลับกันทำให้ค่าการส่องผ่านแสงอาทิตย์ (Solar Transmittance) น้อยลง ทำให้ภายในห้องที่ติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อยแสงสว่างไม่เพียงพอ

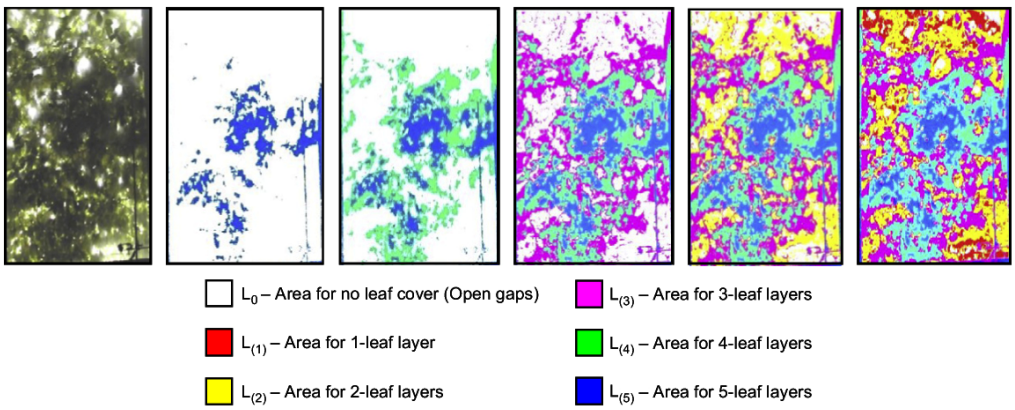


Fig. 4. Converting photo (first left) to digital images of different leaf layers.

ภาพที่ 14 การคำนวณชั้นของใบ เพื่อหาค่าSC

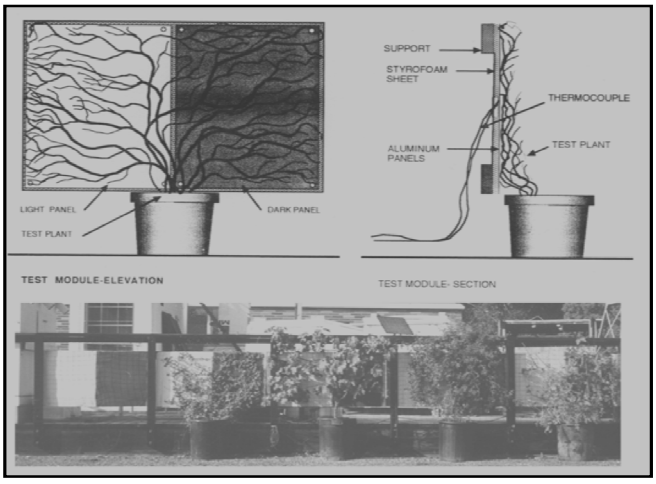
ที่มา : Lam, Martha, Ip, Keneth, and Miller, Andrew, **Bioshaders for Office Building in The United Kingdom**. United Kingdom: University of Brighton School of the Environment, 2005.

6.4 Thermal Effect of Vines on Wall Temperatures Comparing Laboratory and Field Collected Data[29]

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาทดสอบคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนของไม้เลื้อยบนผนังอาคารที่เป็นผนังทึบที่มีสีที่ต่างกัน โดยใช้ไม้เลื้อยต่างชนิดกัน

วิธีการศึกษา

วิธีการศึกษาได้ทำการสร้างโครงกรอบอลูมิเนียมใส่แผ่นโฟม (โพลิสไตรีน)ที่บุด้วยแผ่นอลูมิเนียมจากนั้นจึงทาสีขาวครึ่งหนึ่งสีน้ำตาลครึ่งหนึ่งที่แผ่นโฟมบุแผ่นอลูมิเนียมหน้าและหลังแผ่นแล้วปลูกไม้เลื้อยชนิดต่างๆตรงหน้าโครงอลูมิเนียม หันหน้าไปทางทิศตะวันตกโดยใช้ Thermocouple วัดอุณหภูมิที่ด้านหลังแผ่นโฟมบุแผ่นอลูมิเนียม เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศภายนอก เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการให้ร่มเงาของไม้เลื้อยชนิดต่างๆ(มะลิวัลย์ สร้อยอินทนิล สายน้ำผึ้ง และBoston ivy) ที่มีความหนาแน่นพุ่มใบที่ต่างกัน ในการทดลองจะทำแผ่นโฟมบุแผ่นอลูมิเนียมทั้งหมด5 ชุด โดยปลูกไม้เลื้อย4 ชนิด ประกอบแผ่นโฟม 4 ชุด และอีก 1 ชุด เป็นแผ่นโฟมที่ไม่มีไม้เลื้อยบังด้านหน้า



ภาพที่ 15 ไม้เลื้อยชนิดต่างๆ ที่ปลูกตรงหน้าแผงโฟมบุอลูมิเนียม

ที่มา : Sandifer, Steven and Givoni, Baruch, **Thermal Effect of Vines on Wall Temperature Comparing Laboratory and Field Collected Data** (USA: Department of Architecture and Urban Design UCLA, 2000)

---

[29] Sandifer, Steven and Givoni, Baruch, **Thermal Effect of Vines on Wall Temperature Comparing Laboratory and Field Collected Data**. USA: Department of Architecture and Urban Design UCLA, 2000.

ผลการวิจัย

ผลการทดลองพบว่าไม้เลื้อย Trumpet Vine (สร้อยอินทนิล) และ Lonicera หรือ Honey suckle (สายน้ำผึ้ง) ซึ่งมีความหนาแน่นพุ่มใบที่มาก จะสามารถลดอุณหภูมิผิวของผนังด้านหลังแผ่นโฟมบุแผ่นอลูมิเนียม ได้ต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก ถึง 6-7 ºC โดยสร้อยอินทนิลจะลดอุณหภูมิผิวของผนังได้ดีที่สุด (7 ºC) แต่ถ้าเป็นต้น Jasmine (มะลิวัลย์) หรือ Boston Ivy ซึ่งมีความหนาแน่นของพุ่มใบน้อยกว่าสามารถลดอุณหภูมิผิวผนังด้านหลังของแผ่นโฟมบุแผ่นอลูมิเนียมได้ต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ 3–4 ºC โดย Boston Ivy จะลดอุณหภูมิผิวของผนังได้ต่ำที่สุด (3 ºC) และในส่วนของอุณหภูมิผิวด้านหลังแผ่นโฟมบุแผ่นอลูมิเนียมที่ไม่มีไม้เลื้อยบังด้านหน้า มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก 0.5-1 ºC

ในส่วนสีของผิวผนังที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน แผ่นโฟมบุแผ่นอลูมิเนียมที่ไม่มีไม้เลื้อยบังด้านหน้าจะมีค่าอุณหภูมิผิวของผนังด้านหลังที่ทาสีขาวต่ำกว่าด้านที่ทาสีน้ำตาล 2 ºC แต่เมื่อมีแผงกันแดดไม้เลื้อยบังอยู่ด้านหน้าแผงโฟมบุแผ่นอลูมิเนียม จะทำให้อุณหภูมิผิวของผนังด้านหลังแผ่นโฟมที่ทาสีขาวต่ำกว่าแผ่นโฟมที่ทาสีน้ำตาลเพียง 0.1-0.3 ºC

6.5 Experimental measurement of the contribution of green roofs and green façades to energy saving in buildings in Spain[30]

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาประสิทธิภาพการใช้หลังคาGreen Roof และ ผนัง Green Façade ในการประกอบใช้กับอาคารจริง ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะในการทดลองของ Green Façade โดยศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ในการบังแดดของต้นไม้ชนิดต่างๆ(Shading Coefficient: SC)

วิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองที่เมือง Puigverd de Lleida ประเทศสเปน ซึ่งมีภูมิอากาศแบบเมดิเตอร์เรเนี่ยน (เขตอบอุ่น) ทดลองในช่วงเดือนกรกฎาคม โดยการทดลองจะใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยที่ทำด้วยโครงเหล็กขนาด 2.00 x 2.00 ม. ซึ่งเป็นเหล็กฉากขนาด 40 x 40 x 2 มม. เชื่อมติดกัน จากนั้นทำการขึงตาข่ายที่ทำด้วยเส้นอ็นเข้ากับโครงเหล็ก โดยมีระยะห่างแนวตั้งและแนวนอนเท่ากันอยู่ที่ 20 ซม. ซึ่งเป็นระยะที่ทำการศึกษามาแล้วพบว่าเป็นระยะที่ไม้เลื้อยสามารถเลื้อยได้ทั่วถึง และกระจายทั่วโครงแผงกันแดดอย่างสม่ำเสมอ ในส่วนของกระถางต้นไม้เป็นกระถางรางหมูพลาสติกขนาด 1.00 x 0.40 x 0.40 ม. (ดูภาพที่ 17)

ภาพที่ 16 แผงกันแดดไม้เลื้อยกระถางปลูกไม้เลื้อยและเครื่องมือ Licor LAI 2200

ที่มา: Perez, Gabriel, Vila, Anna, Castell Albert, and F. CABEZA, Y. LUISA, **Experimental measurement of the contribution of green roofs and green façades to energy saving in buildings in Spain** (Spain: the Ministry of Science and Innovation, 2010), 4.

---

[30]Perez, Gabriel, Vila, Anna, Castell Albert, and F. CABEZA, Y. LUISA, **Experimental measurement of the contribution of green roofs and green façades to energy saving in buildings in Spain**. Spain: the Ministry of Science and Innovation, 2010.

ในส่วนไม้เลื้อยที่เตรียมไว้มี 4 ชนิด โดยสองชนิดแรก เป็นพืชที่มีใบเขียวตลอดปี คือ Japanese Honeysuckle (Lonicera japonica, สายน้ำผึ้ง) และ Clematis (พวงแก้วกุดั่น) ในส่วนสองชนิดหลัง เป็นพืชที่มีการผลัดใบได้ คือVirginia Creeper (Parthenocissus quinquefolia, เถาคันขาว) และIvy (Hereda helix) โดยทำการติดตั้งเข้ากับกล่องทดลองก่ออิฐฉาบปูนและหันไปทางทิศใต้ ใช้เครื่องมือ Licor LAI 2200 วัดค่าShading Coefficient (SC)

ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า ค่า SC ของ Virginia creeper = 0.15, Ivy = 0.20, Clematis = 0.41, Japanese Honeysuckle = 0.18 ซึ่ง Virginia creeper จึงมีค่า SC ต่ำที่สุด ทำให้สามารถเกิดร่มเงาที่ผนังมากที่สุด แต่ในทางกลับกันVirginia creeper ไม่สามารถยึดกับโครงแผงกันแดดได้ดีนัก เพราะตามธรรมชาติของไม้เลื้อยประเภทนี้จะฝังรากเข้ากับผนังทึบแล้วเลื้อยแผ่ทั่วผิวผนัง ดังนั้นไม้เลื้อยชนิดนี้จึงไม่เหมาะสมที่จะไปติดตั้งกับโครงแผงกันแดด ดังนั้นJapanese Honeysuckle มีความเหมาะสมไปใช้จริงกับอาคาร และมีประสิทธิภาพดีที่สุด เพราะเป็นพันธุ์ที่มีลักษณะการเลื้อยที่เหมาะสมกับโครงตาข่ายแผงกันแดดได้เหมาะสม อีกทั้งมีค่าSC ที่ต่ำ

6.6 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยทั้ง5 ที่ได้ทำการศึกษามานั้นเป็นการทดสอบประสิทธิภาพของการใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยที่มุ่งเน้นในการลดการถ่ายเทความร้อนทั้งหมด เพียงแต่ตัวแปรในการศึกษาที่ต่างกัน

ในงานของ พาสินี (2551) และ Lam (2005) จะเป็นการทดสอบผลโดยติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อยกับสถานที่จริงโดยผ่านผนังก่ออิฐที่มีหน้าต่างกระจก แต่ในส่วนของ วิชัย และอวิรุทธ์ (2550) กับ Sandififer and Givoni (2003) จะทำการทดสอบโดยใช้กล่องทดลอง ซึ่งเห็นได้ว่า การทดลองโดยใช้สถานที่จริง กับ การทดลองโดยใช้กล่องทดลองนั้น ย่อมมีข้อดีและข้อเสียที่ต่างกัน โดยการทดลองโดยใช้สถานที่จริง มีผลใกล้เคียงกับสภาวะแวดล้อมจริงแต่ในการควบคุมตัวแปรนั้นค่อนข้างยาก และไม่สามารถทดสอบตัวแปรอิสระได้หลากหลาย เช่น การทดสอบพันธุ์ไม้เลื้อยหลายๆ ชนิด อีกทั้งสถานที่ทดลองจริงอาจไม่ได้หันตามทิศทางที่รับแสงแดดได้อย่างตามที่ต้องการ อีกทั้งต้องใช้เวลาให้ไม้เลื้อยเลื้อยปกคลุมได้ทั่วหมด เพราะสถานที่จริงมีสัดส่วนที่ใหญ่กว่ากล่องทดลอง และอาจยากต่อการควบคุมพื้นที่ปกคลุมให้เลื้อยทั่วถึง ส่วนในการทดลองกับกล่องทดลองนั้น สามารถที่จะทดสอบตัวแปรอิสระได้หลากหลายกว่า เพราะสามารถสร้างได้รวดเร็ว อีกทั้งควบคุมการปกคลุมใบของแผงกันแดดไม้เลื้อยได้อย่างทั่วถึง เพราะมีสัดส่วนที่เล็กกว่าสถานที่จริง แต่ข้อเสียคือ ผลการทดลองที่ได้เป็นอาจไม่ใกล้เคียงกับสภาวะแวดล้อมจริง เพราะเป็นสภาพที่จำลองมาจากขนาดสถานที่จริง โดยกล่องทดลองถูกจำกัดในเรื่องขนาด และวัสดุก่อสร้าง

งานวิจัยของ พาสินี (2551)ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของแผงกันแดดต้นสร้อยอินทนิลในการลดความร้อนให้กับอาคารจริง พบว่าสามารถลดความร้อนให้กับอาคารได้ถึง 2.92 ºC เมื่อเทียบกับอาคารที่ไม่มีแผงกันแดดไม้เลื้อย แต่ในช่วงเวลากลางคืนอาคารที่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยกลับมีอุณหภูมิสูงกว่า1.96 ºC เนื่องจากแผงกันแดดไม้เลื้อยเป็นตัวปิดกั้นการถ่ายเทความร้อนของผนังอาคาร ในส่วนงานวิจัยของ วิชัย และอวิรุทธ์ (2550) ที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดการถ่ายเทความร้อนระหว่างแผงกันแดดต้นม่านบาหลี กับฉนวนกันความร้อน และระยะห่างระหว่างแผงกันแดดไม้เลื้อยกับผนังอาคารที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร โดยใช้กล่องทดลอง พบว่าในตอนกลางวัน ฉนวนป้องกันความร้อนมีค่าอุณหภูมิภายในกล่องต่ำที่สุด คือ30.9 ºC โดยต่ำกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดม่านบาหลี 2.4 ºC และต่ำกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีสิ่งปกคลุม 7.6 ºC เนื่องจากฉนวนกันความร้อนมีคุณสมบัติในการลดการถ่ายเทความร้อนได้ดีกว่าแผงกันแดดไม้เลื้อยในเวลากลางคืนกล่องทดลองที่มีฉนวนกันความร้อนมีอุณหภูมิภายในกล่องทดลองสูงกว่ากล่องทดลองที่มีแผงกันแดดม่านบาหลี 2.7 ºC และสูงกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีสิ่งปกคลุมเท่ากับ 3.2 ºC เนื่องจากฉนวนกันความร้อนเป็นตัวปิดกั้นการถ่ายเทความร้อนกลับคืนสู่ชั้นบรรยากาศมากกว่าแผงกันแดดไม้เลื้อยส่วนระยะห่างระหว่างแผงกันแดดไม้เลื้อยกับผนังอาคารที่ 15 ซม.จะมีประสิทธิภาพในการลดความร้อนเข้าสู่อาคารที่ดีที่สุด

ในส่วนงานวิจัยของ Lam (2005) และ Gabriel (2010) ได้ศึกษาเรื่อง shading coefficient (SC) ของความหนาแน่นของใบ และจำนวนชั้นของใบ พบว่ายิ่งมีความหนาแน่นของใบ และจำนวนชั้นของใบมาก ยิ่งทำให้ค่าSC น้อย มีผลทำให้แสงแดดมากระทบที่ผิวผนังน้อยลง ทำให้อุณหภูมิภายในอาคารลดลงตาม

จากการศึกษางานวิจัยข้างต้น พบว่าในประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนระหว่างพันธุ์ไม้เลื้อยต่างชนิดกันที่มีความหนาแน่นของพุ่มใบที่ต่างกัน และปริมาณแสงแดดที่แตกต่างกันในช่วงฤดูที่ต่างกัน ตลอดจนศึกษาเปรียบเทียบกับแผงกันแดดระแนงที่ทำด้วยไม้หรือไม้เทียมที่นิยมใช้กันกับอาคารทั่วไป ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมจากในส่วนนี้

ตารางที่ 2 สรุปสาระของงานวิจัยที่เกี่ยงข้อง

งานวิจัย	ผู้วิจัย	รายละเอียด	ตัวแปรที่ศึกษา	พันธุ์ไม้ที่ใช้	ผลการทดลอง
สมรรถนะการการป้องกันความร้อนของแผงกันแดดไม้เลื้อยในสภาพแวดล้อมเขตร้อนชื้น	พาสินี สุนากร และ ชนิกานต์ ยิ้มประยูร	งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาการใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยประกอบอาคารในการป้องกันความร้อนให้กับอาคารจริงโดยเป็นห้องพัก2 ห้อง หันหน้าทางทิศตะวันตก	ห้องที่ติดตั้งแผงกัน แดดไม้เลื้อย และห้องที่ไม่ได้ติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อย	สร้อยอินทนิล	แผงกันแดดไม้เลื้อยสามารถลดอุณหภูมิได้มากที่สุด 2.92 ºC เมื่อทียบกับห้องไม่มีแผงกันแดด
ประสิทธิภาพของแผงกันแดดไม้เลื้อยในการลดการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคาร	วิชัย เหล่าพาณิชย์กุล และ อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ	งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ผนังไม้เลื้อยเพื่อลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารผ่านผนังอาคาร โดยการสร้างแผงไม้เลื้อยร่วมกับการใช้กล่องทดลองซึ่งหันกล่องทดลอง และแผงกันแดดไม้เลื้อยทางทิศตะวันตก	พื้นที่ปกคลุมใบ ระยะห่างระหว่างแผงกันแดดไม้เลื้อย กับกล่องทดลอง และการเปรียบเทียบกับฉนวนกันความร้อน	ม่านบาหลี	1. พื้นที่ปกคลุมใบ 85 % ลดความร้อนได้ดีที่สุด 2. ระยะ 15 ซม. ลดความร้อนได้ดีที่สุด 3. ฉนวนกันความร้อนได้ดีกว่า
Bioshaders for Office in The United Kingdom	Lam, Martha, Ip, Keneth and Miller, Andrew	งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาประสิทธิภาพการใช้ต้นไม้ประกอบอาคารในการลดความร้อนให้กับอาคารและศึกษาการบังแดดของไม้เลื้อย ผ่านค่าสัมประสิทธ์ในการบังแดด (Shading Coefficient: SC)	ห้องที่ติดตั้งแผงกัน แดดไม้เลื้อย กับ ห้องที่ไม่ได้ติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อย และ ค่า SC	Virginia Creeper (เถาคันขาว)	แผงกันแดดไม้เลื้อยสามารถลดอุณหภูมิได้มากสุด 5.6 ºC เมื่อเทียบกับห้องที่ไม่มีแผงกันแดด
Thermal Effect of Vines on Temperatures Comparing Laboratory and Field Collected Data.	Sadifer, Steven and Givoni, Baruch	งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาทดสอบคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนของไม้เลื้อยบนผนังอาคารที่เป็นผนังทึบที่มีสีที่ต่างกันโดยใช้ไม้เลื้อยต่างชนิดกัน	พันธุ์ไม้เลื้อย4 ชนิด และสีที่ทาแผ่นโฟมบุอลูมิเนียม	สร้อยอินทนิล, สายน้ำผึ้ง มะลิวัลย์ และ Boston Ivy	1. สร้อยอินทนิลและสายน้ำผึ้งสามารถลดอุณหภูมิได้มากสุด 3-4 ºC 4. สีของผนังไม่ค่อยมีผลทางอุณหภูมิ
Experimental measurement of the contribution of green façades to energy saving in buildings in Spain.	Gabriel Perez, Anna Castell, and Y Luisa F. Cabeza	งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาประสิทธิภาพการใช้หลังคาGreen Roof และผนัง Green Façade ในการประกอบใช้กับอาคารจริง	พันธุ์ไม้เลื้อย4 ชนิด และ ค่า SC	สายน้ำผึ้ง Virginia Creeper, Ivy, Clematis	ค่า SC ของ Virginia Creeper = 0.15, Ivy = 0.2, Clematis = 0.41, สายน้ำผึ้ง = 0.18

บทที่ 3
สมมติฐานและวิธีการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาถึงชนิดของพันธุ์ไม้เลื้อยที่ส่งผลต่อการลดความร้อนให้กับอาคาร โดยมีการเก็บข้อมูลของพันธุ์ไม้เลื้อยชนิดต่างๆ แล้วนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติที่เหมาะสมในการทำแผงกันแดดไม้เลื้อย แล้วทำการคัดเลือกพันธุ์ไม้เลื้อยที่มีคุณสมบัติที่ดีที่สุดม3 พันธุ์ เพื่อเปรียบเทียบว่าพันธุ์ใดมีคุณสมบัติในการลดความร้อนให้กับอาคารได้ดีที่สุดในช่วงฤดูฝน และช่วงฤดูหนาว ตลอดจนศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดการถ่ายความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารระหว่างแผงกันแดดไม้เลื้อย กับ แผงกันแดดระแนงของอาคารทั่วไป

1. สมมติฐานการวิจัย

จากทฤษฎีและงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษามานั้นได้ตั้งสมมติฐานในการศึกษานี้ ดังนี้

1. กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยซึ่งมีความหนาแน่นของพุ่มใบที่มาก จะมีค่าอุณหภูมิที่ผิวผนังกล่องภายนอก-ภายใน รวมทั้งอุณหภูมิอากาศภายในกล่องที่ต่ำกว่ากล่องทดลองที่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยซึ่งมีความหนาแน่นของพุ่มใบที่น้อย

2. ในช่วงฤดูหนาว ที่มีปริมาณแสงอาทิตย์มาก จะมีผลต่างของอุณหภูมิอากาศภายในกล่องระหว่าง กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยชนิดต่างๆ ที่แตกต่างมากกว่า ในช่วงฤดูฝน ที่มีปริมาณแสงอาทิตย์ไม่ค่อยมากเนื่องจากมีเมฆฝนมาก

3. กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยจะมีค่าอุณหภูมิที่ผิวผนังกล่องภายนอก-ภายใน รวมทั้งอุณหภูมิอากาศภายในกล่องที่ต่ำกว่ากล่องทดลองที่มีแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์

2. ตัวแปรในการวิจัย

ในขั้นตอนของการวิจัยได้กำหนดตัวแปรในการวิจัย ออกเป็นดังนี้

2.1 ตัวแปรอิสระ

2.1.1 กล่องทดลองที่ไม่ได้ติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อย กล่องทดลองที่ติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อย และกล่องทดลองที่ติดตั้งแผงกันแดดระแนงทั่วไป

2.1.2 ชนิดของพันธุ์ไม้เลื้อยที่มีความหนาแน่นพุ่มใบที่ต่างกันซึ่งติดตั้งกับแผงกันแดดประกอบกับกล่องทดลอง

2.1.3 ปริมาณแสงแดดที่แตกต่างกันในช่วงฤดูฝน และช่วงฤดูหนาว

2.2 ตัวแปรตาม

2.2.1 อุณหภูมิผิวภายนอกอาคาร

2.2.1 อุณหภูมิผิวภายในอาคาร

2.2.3 อุณหภูมิอากาศภายในอาคาร

2.3 ตัวแปรควบคุม

2.3.1 การวางกล่องทดลองในด้านที่ติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อยให้อยู่ในทิศเดียวกัน

2.3.2 สถานที่ตั้ง และสภาพแวดล้อมภายนอก

2.3.3 รูปแบบกล่องทดลอง และแผงกันแดดไม้เลื้อย

2.3.4 ระยะห่างระหว่างแผงกันแดดไม้เลื้อย และกล่องทดลอง

3. การเตรียมการทดลอง

ในการทดลองนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพในการลดความร้อนให้กับอาคารโดยใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยโดยการทดลองจะใช้กล่องทดลองติดตั้งกับแผงกันแดดไม้เลื้อย เนื่องจากมีข้อจำกัดทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เช่น โปรแกรม EnergyPlus ที่สามารถจำลองกับหลังคาGreen Roof (ซึ่งในโปรแกรมเรียกว่า Eco Roof) ได้ โดยสามารถกำหนดค่าคุณสมบัติของพืชได้ เช่น ความสูงของพืช ดัชนีพื้นที่ใบ ค่าการสะท้อนของใบ ค่าการแผ่รังสีของใบและค่าการทนต่อความแห้งแล้งของปากใบ ซึ่งค่าเหล่านี้มีอยู่ในโปรแกรมEnergyPlus แต่ถ้าหากมาจำลองกับแผงกันแดด(Shading Device) จะไม่สามารถกำหนดค่าคุณสมบัติของพืชได้ในแผงกันแดดอีกทั้งข้อจำกัดทางสถานที่ ทำให้ไม่สามารถทดลองกับอาคารจริงได้ดังนั้นในการทดลองนี้จึงทำการใช้กล่องทดลองแทน

ก่อนที่จะเริ่มทำการทดลองมีการเตรียมการทดลองโดยใช้กล่องทดลอง มีขั้นตอนในดังต่อไปนี้

3.1 การคัดเลือกพันธุ์ไม้เลื้อยมาประกอบแผงกันแดด

3.2 การเตรียมสถานที่

3.3 การเตรียมกล่องทดลอง และแผงกันแดด

3.4 การเตรียมอุปกรณ์ และเครื่องมือในการเก็บข้อมูล

3.5 การทดลองและเก็บข้อมูล

3.1 การคัดเลือกพันธุ์ไม้เลื้อยที่มาประกอบแผงกันแดด[1, 2]

ไม้เลื้อยนั้นเป็นพืชที่ไม่สามารถทรงตัวได้เอง มีลักษณะลำต้นขนาดเล็กและยอดอ่อน จึงต้องอาศัยสิ่งพยุงหรือต้องยึดเกาะกับต้นไม้อื่นเพื่อที่จะช่วยให้ลำต้นเจริญเติบโต และได้รับแสงแดดอย่างเพียงพอ หากไม่มีสิ่งพยุงแล้วการเจริญเติบโตมักจะไม่เต็มที่ และไม้ประเภทนี้ส่วนใหญ่จะมีลักษณะพิเศษที่ช่วยในการยึดเกาะ เช่น มีตะขอเกี่ยว มือที่เกี่ยวพันรากพิเศษตามข้อปล้อง เป็นต้น ดังนั้นต้องมีการคัดเลือกพันธุ์ไม้เลื้อยที่มาใช้ในการทดลองนี้ เพื่อให้ได้พันธุ์ไม้เลื้อยที่เหมาะสมกับอาคารจริง และเหมาะสมกับโครงแผงกันแดดแนวตั้งที่เตรียมไว้ที่เป็นลักษณะยื่นออกมาจากผนัง แล้วให้ไม้เลื้อยยึดเกาะโดยเกณฑ์ในการพิจารณานั้นต้องเป็นเกณฑ์ที่สามารถคัดพันธุ์ไม้เลื้อยที่เหมาะสมให้ได้พันธุ์ที่ดีที่สุด เพื่อนำมาใช้กับการทดลองดังนั้นเกณฑ์ที่กล่าวต่อไปนี้จะเป็นเกณฑ์ที่มีความสำคัญโดยเรียงจากความสำคัญมากไปหาน้อย ดังนี้

3.1.1 ลักษณะการเลื้อยหรือการเกาะเกี่ยวของไม้เลื้อย

3.1.2 อายุของพันธุ์ไม้เลื้อย

3.1.3 อัตราการเจริญเติบโต

3.1.4 ความสูงที่สามารถเลื้อยปกคลุมหรือระยะทางในการเลื้อยของไม้เลื้อย

3.1.5 พฤติกรรมความต้องการแสง

3.1.6 การขยายพันธุ์

3.1.7 การดูแลรักษา และการตัดแต่งกิ่งก้านใบ

3.1.8 มีความสวยงาม

3.1.9 การผลัดของใบ และการเสื่อมสภาพของใบ

3.1.10 การหาซื้อได้ในท้องตลาด

เกณฑ์ 5 ข้อแรก (ข้อ 3.1.1-3.1.5) เป็นเกณฑ์ที่สำคัญที่สุด เพราะเป็นเกณฑ์ที่ทำให้การนำพันธุ์ไม้เลื้อยนั้นเหมาะสมที่จะนำไปประกอบกับแผงกันแดดเป็นไปได้จริง ดังนั้นเกณฑ์ใน 5 ข้อแรก เป็นเกณฑ์แบบคัดออก ถ้าพันธุ์ไหนไม่ผ่านเกณฑ์ จึงทำการคัดออก ในส่วนเกณฑ์ 5 ข้อหลัง (ข้อ 3.1.6-3.1.10) เป็นเกณฑ์ที่มีความสำคัญที่รองลงมา โดยเป็นเกณฑ์เสริมให้พันธุ์ไม้เลื้อยชนิดนั้นมีความเหมาะสมที่จะนำไปประกอบกับแผงกันแดดเพิ่มขึ้น ดังนั้นเกณฑ์ 5 ข้อหลัง จึงเป็นเกณฑ์แบบการให้ค่าคะแนน

---

[1]อฤชร พงษ์ไสว, "ไม้เลื้อยประดับ" **บ้านและสวน**, 3 (มิถุนายน 2544): 20-47.

[2]เศรษฐมันตร์ กาญจนกุล, **ร้อยพรรณไม้เลื้อยแสนสวย**. กรุงเทพมหานคร: เศรษฐศิลป์, 2552.

ในการทดลองนี้ ทำการคัดเลือกพันธุ์ไม้เลื้อยให้เหลือ3 ชนิด เนื่องสถานที่ทดลองมีจำกัดโดยได้คัดเลือกพันธุ์ไม้เลื้อยมา**50 ชนิด จากทั้งหมด 31 วงศ์ โดยพันธุ์ไม้เลื้อยที่สุ่มมา50 ชนิดนั้นเป็นพันธุ์ที่อ้างอิงมาจากหนังสือพันธุ์ไม้หลายๆ เล่ม**[3, 4, 5, 6, 7] แล้วใช้เกณฑ์ที่กล่าวมาข้างต้นเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือก (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 แสดงพันธุ์ไม้เลื้อยทั้ง 50 ชนิด จากดัชนีวงศ์ต่างๆ

ดัชนีวงศ์	พันธุ์ไม้เลื้อย
1. วงศ์ Acanthaceae	สร้อยอินทนิล, ช้องนาง
2. วงศ์ Annonaceae	การเวก, กระดังงาจีน
3. วงศ์ Apocynaceae	บานบุรี, จันทร์กระจ่างฟ้า, อรุณเบิกฟ้า
4. วงศ์ Araceae	พลูด่าง, หัวใจแนบ
5. วงศ์ Araliaceae	ไอวี่
6. วงศ์ Aristolochiaceae	ไก่ฟ้าพญาลอ
7. วงศ์ Asclepiadaceae	เกล็ดมังกร, ขจร
8. วงศ์ Bignoniaceae	มธุรดา, กระเทียมเถา, พวงแสด
9. วงศ์ Caprifoliaceae	สายน้ำผึ้, เล็บมือนาง
10.วงศ์ Compositae	กระดุมทอง, เปลวสุริยัน
11. วงศ์ Convolvulaceae	ใบระบาด, มอร์นิ่งกลอรี่, ผักบุ้งทอง
12. วงศ์ Dilleniaceae	รสสุคนธ์
13. วงศ์ Euphorbiaceae	หางกระรอกแดงเลื้อย

---

[3]เศรษฐมันตร์ กาญจนกุล, **ร้อยพรรณไม้เลื้อยแสนสวย**. กรุงเทพมหานค: เศรษฐศิลป์, 2552.

[4]อฤชร พงษ์ไสว, “ไม้เลื้อยประดับ” **บ้านและสวน**, 3 (มิถุนายน 2544): 20-47.

[5]วราภรณ์ เผือกเล็ก, **ไม้เลื้อยประดับ**, หนังสือชุดไม้เลื้อยประดับ. กรุงเทพมหานคร: ชมรมเด็ก, 2546.

[6]จุฑามาศ อ่อนวิมล, **ไม้ประดับ**, หนังสือชุดไม้ประดับ. กรุงเทพมหานคร: ชมรมไม้ประดับสวน จตุจักร, 2546.

[7]สุธรรม อารีกุล, **องค์ความรู้เรื่องพืชป่าที่ใช้ประโยชน์ทางภาคเหนือของประเทศไทย**. เชียงใหม่: มูลนิธิโครงการหลวง, 2552.

ดัชนีวงศ์	พันธุ์ไม้เลื้อย
14. วงศ์ Leguminosae (วงศ์ตระกูลถั่ว)	ย่านดาโอ๊ะ, อัญชัน, ถั่วแปบช้าง
15. วงศ์ Liliaceae	โปร่งฟ้า
16. วงศ์ Loganiaceae	จัสมินดอกเหลือง
17. วงศ์ Malpighiaceae	พวงทองเถา
18. วงศ์ Moraceae	ตีนตุ๊กแก
19. วงศ์ Nepenthaceae	หม้อข้าวหม้อแกงลิง
20. วงศ์ Nyctaginaceae	เฟื่องฟ้า
21. วงศ์ Oleaceae	มะลิวัลย์พุทธชาด
22. วงศ์ Passifloraceae	ศรีมาลา, สร้อยฟ้า, เสาวรส
23. วงศ์ Piperaceae	ดีปลี
24. วงศ์ Polygoraceae	พวงชมพู
25. วงศ์ Polypodiaceae	เฟินอีแปะ
26. วงศ์ Rananculaceae	พวงแก้วกุดั่น
27. วงศ์ Rosaceae	กุหลาบเลื้อย
28. วงศ์ Rubiaceae	คัดเค้า
29. วงศ์ Solanaceae	ถ้วยทอง
30. วงศ์ Verbenaceae	พวงแก้ว, อรัญญิการ์, พวงคราม
31. วงศ์ Virtaceae	องุ่น

จากนั้นจึงนำพันธุ์ไม้เลื้อยทั้ง 50 ชนิดในตารางที่ 3 มาทำการคัดเลือกให้เหลือ 5 ชนิด จากเกณฑ์ที่กล่าวมาข้างต้น โดยรายละเอียดของการทำคัดเลือก เป็นดังนี้(รายละเอียดพันธุ์ไม้ทั้ง 50 ชนิด อยู่ในภาคผนวก)

3.1.1 ลักษณะการเลื้อยหรือการเกาะเกี่ยวของไม้เลื้อย[8, 9, 10]

ลักษณะการเลื้อยเป็นเกณฑ์พิจารณาอันดับแรกในการคัดพันธุ์ไม้เลื้อยที่เหมาะสมกับการทดลอง เพราะต้องให้ลักษณะการเลื้อยสามารถปกคลุมโครงแผงกันแดดที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพ และสามารถเลื้อยปกคลุมแผ่โดยทั่วโดยในการทดลองนี้กำหนดแผงกันแดดที่ให้ไม้เลื้อยใช้เลื้อย เป็นโครงเหล็กยืดเหนี่ยวด้วยลวดเอ็นเป็นตาราง ระยะห่างแต่ละเส้นห่างกัน 15-20 ซม. ซึ่งเป็นระยะที่สามารถยื่นแขนออกไปตัดแต่งกิ่งไม้เลื้อยได้ โดยลักษณะการเลื้อยของไม้เลื้อยมีลักษณะที่แตกต่างดังนี้

A. Adhesive – sucker climbers เป็นลักษณะแบบมีปุ่มยึดวิวัฒนาการมาจากมือพันหรือรากพิเศษ ตัวต้นทอดเลื้อยไปตามพื้นผิวผนังที่มีความทึบ ส่วนปลายของมือพันหรือรากพิเศษจะมีปุ่มยึดให้เถาติดอยู่กับผนัง เช่น เถาองุ่น เถาคันขาว เถาคันแดง เป็นต้น โดยการเลื้อยในลักษณะนี้ไม่ค่อยเหมาะสมกับการติดตั้งกับแผงกันแดดที่เตรียมไว้ เพราะเป็นการเลื้อยแบบพาดพิงกับผนังแล้วฝังปุ่มยึดกับผนังหรือถ้าให้เลื้อยบนโครงตาข่ายจะต้องเป็นโครงตาข่ายที่มีความถี่มาก

ภาพที่ 17 ลักษณะการเลื้อยแบบAdhesive – sucker climbers
ที่มา: จุฑามาศ อ่อนวิมล, **ไม้ประดับ**, หนังสือชุดไม้ประดับ. กรุงเทพมหานคร: ชมรมไม้ประดับสวน จตุจักร, 2546.

B. Adventitious root climbers เป็นลักษณะที่มีรากพิเศษ ที่อยู่ตามลำต้นและข้อปล้อง ซึ่งเป็นรากเส้นเล็กๆออกเป็นแผงสามารถเกาะเกี่ยวสิ่งพยุง เช่น พลูด่าง นมตำเรีย มธุรดา และตีนตุ๊กแก เป็นต้น โดยเป็นลักษณะการเลื้อยตามผนังทึบ หรือเลื้อยบนโครงตาข่ายที่มีความถี่มากโดยฝังรากยึดเกาะกับผนังไว้ซึ่งไม่ค่อยเหมาะสมกับแผงกันแดดที่เตรียมไว้

---

[8]เศรษฐมันตร์ กาญจนกุล, **ร้อยพรรณไม้เลื้อยแสนสวย**. กรุงเทพมหานค: เศรษฐศิลป์, 2552.

[9]อฤชร พงษ์ไสว, “ไม้เลื้อยประดับ” **บ้านและสวน**, 3 (มิถุนายน 2544): 20-47.

[10]Lam, Martha, Ip, Keneth, and Miller, Andrew, **Bioshaders for Office Building in The United Kingdom**. United Kingdom: University of Brighton School of the Environment ,2005.

ภาพที่ 18 ลักษณะการเลื้อยแบบadventitious root climbers
ที่มา: เศรษฐมันตร์ กาญจนกุล, **ร้อยพรรณไม้เลื้อยแสนสวย**. กรุงเทพมหานค: เศรษฐศิลป์, 2552.

C. Twining climbers เป็นลักษณะที่ใช้ยอดเลื้อยพันเพื่อพยุงต้นในการยึดเกาะ เช่น จันทร์กระจ่างฟ้า สร้อยอินทนิล พวงแสด และพวงอัญชันเป็นต้น โดยการเลื้อยในลักษณะนี้ค่อนข้างเหมาะสมกับการติดตั้งกับแผงกันแดด เพราะเป็นการเลื้อยพันในแนวดิ่ง แล้วค่อยแตกกิ่งก้านสาขา กระจายทั่วแผงกันแดด

ภาพที่ 19 ลักษณะการเลื้อยแบบTwining climbers
ที่มา: เศรษฐมันตร์ กาญจนกุล, **ร้อยพรรณไม้เลื้อยแสนสวย**. กรุงเทพมหานค: เศรษฐศิลป์, 2552.

D. Leaf – stem climbers เป็นลักษณะการเลื้อยที่ใช้ก้านใบยาวบิดโค้งงอเกาะสิ่งพยุงหรือเป็นการเลื้อยเกี่ยวพันตัวเอง เช่น พวงแก้วกุดั่น และพวงแก้วมณีเป็นต้นโดยการเลื้อยลักษณะนี้ไม่ค่อยเหมาะสมกับการติดตั้งกับแผงกันแดด เพราะถึงแม้สามารถเลื้อยพาดเกาะกับแผงกันแดดได้ แต่ต้องคอยช่วยจับกิ่งก้านไปพาดกับแผงกันแดด เนื่องจากก้านใบมีความแข็งและเหนียว ไม่สามารถเลื้อยไปในทิศทางที่ต้องการได้ง่าย อีกทั้งการกระจายของกิ่งก้านไม่สม่ำเสมอ

ภาพที่ 20 ลักษณะการเลื้อยแบบLeaf – stem climbers
ที่มา: อฤชร พงษ์ไสว, “ไม้เลื้อยประดับ” **บ้านและสวน**, 3 (มิถุนายน 2544): 22.

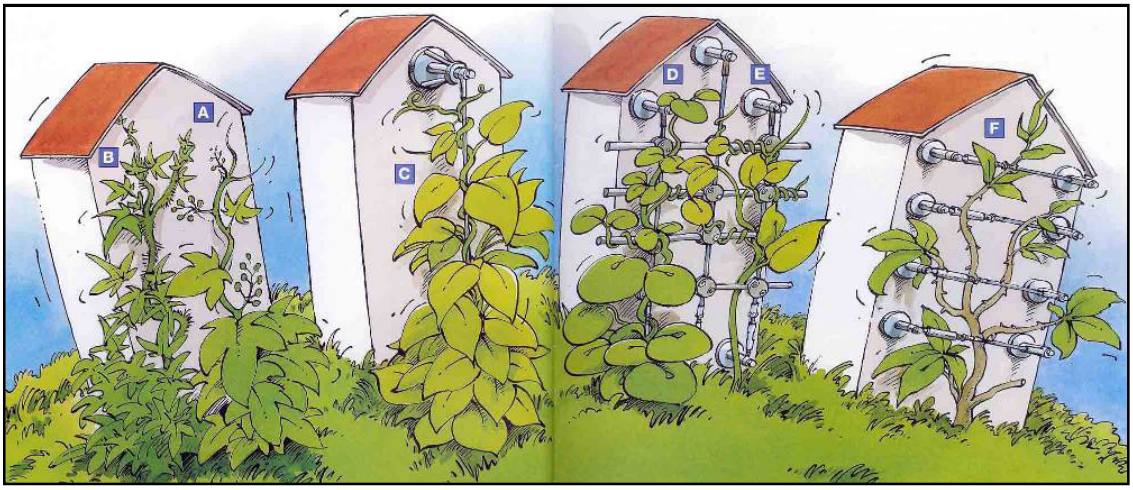
E. Leaf climbers เป็นการใช้รยางค์ที่เปลี่ยนรูปมาจากใบ โดยออกตามซอกใบและปลายยอด เป็นเส้นเล็ก ยาว ปลายม้วนงอ เพื่อเลื้อยพันสิ่งพยุง เช่น เสาวรสพวงชมพู และตำลึง เป็นต้น โดยการเลื้อยในลักษณะนี้ค่อนข้างเหมาะสมกับการติดตั้งกับแผงกันแดดเพราะเป็นการเลื้อยโดยการยึดเกาะแผงกันแดด อีกทั้งจะเตกยอดเลื้อยแผ่กระจายไปทั่วโครงแผงกันแดด แต่ข้อเสียของการเลื้อยในลักษณะนี้จะยึดเกาะกับแผงกันแดดไม่ค่อยแน่น

ภาพที่ 21 ลักษณะการเลื้อยแบบLeaf climbers
ที่มา: เศรษฐมันตร์ กาญจนกุล, **ร้อยพรรณไม้เลื้อยแสนสวย**. กรุงเทพมหานค: เศรษฐศิลป์, 2552.

F. Scrambling plants เป็นลักษณะการเลื้อยทอดของไม้พุ่มกึ่งพาด โดยที่ตัวลำต้นแตกกิ่งก้านยาวแล้วทอนไปพาดพิงกับสิ่งพยุง เช่นรสสุคนธ์ เฟื่องฟ้า พวงแก้ว และการเวก ในกรณีถ้าไม่มีสิ่งพาดพิง จะมีการเลื้อยเกี่ยวพันแบบขัดสานด้วยตัวเอง เพื่อพยุงต้นให้รับแสงแดดได้ เช่น เล็บมือนาง และบางชนิดจะมีการพัฒนาให้มีตะขอ หรือหนามตามลำต้นช่วยยึดเสริมอีกอีกทั้งบางชนิดจะพัฒนาปลายใบม้วนงอ เพื่อใช้ยึดพยุงได้ช่น ดองดึง และหม้อข้าวหม้อแกงลิงโดยการเลื้อยในลักษณะนี้ไม่ค่อยเหมาะสมกับการติดตั้งกับแผงกันแดดเพราะเป็นการเลื้อยให้ลำต้นพาดพิงกับสิ่งพยุงเท่านั้นโดยไม่ได้เลื้อยยึดเกาะกับโครงแผงกันแดดที่เตรียมไว้ อีกทั้งอาจทำให้แผงกันแดดรับน้ำหนักของไม้เลื้อยไม่ไหว

ภาพที่ 22 ลักษณะการเลื้อยแบบScrambling plants

ที่มา: เศรษฐมันตร์ กาญจนกุล, **ร้อยพรรณไม้เลื้อยแสนสวย**. กรุงเทพมหานค: เศรษฐศิลป์, 2552.



ภาพที่ 23 ลักษณะการเลื้อยต่างๆ: (A: Adhesive – sucker climbers, B: Adventitious root climbers, C: Twining climbers, D: Leaf – stem climbers, E: Leaf climbers, F: Scrambling plants)

ที่มา: Jakob Inox, **Green Solutions G1 catalogue** [online], accessed April 8, 2011, available from http://inoxdesign.eu/pdf/inoxdesign-webnet-eng.pdf

ดังนั้นลักษณะการเลื้อยที่เหมาะสมกับการติดตั้งกับโครงแผงกันแดดที่ยึดด้วยเอ็นเป็นตาราง (ระยะห่างระหว่างเส้นเอ็นแต่ละเส้น 15-20 ซม.) จะเป็นลักษณะการเลื้อยแบบ **Twining climbers (C) และ Leaf climbers (E)** เพราะการเลื้อยลักษณะนี้สามารถเลื้อยพัน และยึดเกาะเกี่ยวกับเส้นเอ็นของโครงแผงกันแดดได้ดี และสามารถเลื้อยปกคลุมและแผ่กระจายทั่วโครงแผงกันแดดที่เตรียมไว้ได้อย่างสม่ำเสมอ อีกทั้งการยึดเกาะลักษณะนี้สามารถทนแรงลมได้

โดยผลการคัดเลือกพันธุ์ไม้เลื้อย เป็นดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงการคัดเลือกพันธุ์ไม้เลื้อยทั้ง 50 ชนิด โดยใช้เกณฑ์ ลักษณะการเลื้อยของไม้เลื้อย

สร้อยอินทนิล	ช้องนาง	การเวก	กระดังงาจีน	บานบุรี
จันทร์กระจ่างฟ้า	อรุณเบิกฟ้า	พลูด่าง	หัวใจแนบ	ไอวี่
ไก่ฟ้าพญาลอ	เกล็ดมังกร	ขจร	มธุรดา	กระเทียมเถา
พวงแสด	สายน้ำผึ้ง	เล็บมือนาง	กระดุมทองเลื้อย	เปลวสุริยัน
ใบระบาด	มอร์นิ่งกลอลี่	ผักบุ้งทอง	รสสุคนธ์	หางกระรอกแดงเลื้อย
ย่านดาโอ๊ะ	อัญชัน	ถั่วแปบช้าง	โปร่งฟ้า	จัสมินดอกเหลือง
พวงทองเถา	ตีนตุ๊กแก	หม้อข้าวหม้อแกงลิง	เฟื่องฟ้า	มะลิวัลย์
พุทธชาด	ศรีมาลา	สร้อยฟ้า	เสาวรส	ดีปลี
พวงชมพู	เฟินอีแปะ	พวงแก้วกุดั่น	กุหลาบเลื้อย	คัดเค้า
ถ้วยทอง	พวงแก้ว	อรัญญิการ์	พวงคราม	องุ่น

หมายเหตุ: A: Adhesive – sucker climbers; B: Adventitious root climbers; C: Twining climbers; D: Leaf – stem climbers; E: Leaf climbers; F: Scrambling plants

จากตารางที่ 4 หลังจากใช้เกณฑ์ลักษณะการเลื้อยทำการคัดเลือก จะได้พันธุ์ไม้เลื้อย 15 ชนิด คือ **สร้อยอินทนิล จันทร์กระจ่างฟ้า อรุณเบิกฟ้า ไก่ฟ้าพญาลอ ขจร พวงแสด สายน้ำผึ้ง ใบละบาด มอร์นิ่งกลอลี่ อัญชัน มะลิวัลย์ ศรีมาลา สร้อยฟ้า เสาวรสและพวงชมพู** จากนั้นจึงนำไปทำการคัดเลือกจากเกณฑ์ข้อต่อไป

3.1.2 อายุของพันธุ์ไม้เลื้อย

A. ไม้เลื้อยอายุสั้น หรือปีเดียว (annual climber) โดยมีวงจรชีวิตตั้งแต่เมล็ดจนเป็นต้นไม้ที่สมบูรณ์ ภายใน1 ปี ต้นจะโทรมและตายไป

B. ไม้เลื้อยอายุไม่เกินสองปี (biennial climber) โดยมีวงจรชีวิตตั้งแต่เมล็ดจนต้นและใบสมบูรณ์ ภายใน 1 ปี และจะผลิดอกออกผลในอีกช่วง จนครบวงจรต้นจะโทรมและตายไป

C. ไม้เลื้อยอายุหลายปี (perennial climber) โดยมีวงจรชีวิตตั้งแต่เมล็ด จนเป็นต้นไม้ที่สมบูรณ์ มีอายุหลายปี มักออกดอกทุกปี จนกระทั่งต้นโทรมและตายไป

ดังนั้นเกณฑ์ในการเลือกอายุของพันธุ์ไม้เลื้อยนั้น จะต้องเป็นไม้เลื้อยที่อายุหลายปี (C) เพราะในการทดลองของเราจะมีจุดมุ่งหมายในการป้องกันความร้อนในอาคาร ดังนั้นไม้เลื้อยจะต้องอยู่ได้นานและคงทน โดยผลการคัดเลือกพันธุ์ไม้เลื้อย เป็นดังนี้

ตารางที่ 5 แสดงการคัดเลือกพันธุ์ไม้เลื้อยทั้ง 15 ชนิด โดยใช้เกณฑ์ อายุของพันธุ์

สร้อยอินทนิล	จันทร์กระจ่างฟ้า	อรุณเบิกฟ้า	ไก่ฟ้าพญาลอ
ขจร	พวงแสด	สายน้ำผึ้ง	ใบระบาด
มอร์นิ่งกลอลี่	อัญชัญ	มะลิวัลย์	ศรีมาลา
สร้อยฟ้า	เสาวรส	พวงชมพู	

A: ไม้เลื้อยอายุสั้นหรือปีเดียว

B: ไม้เลื้อยอายุสองปี

C: ไม้เลื้อยอายุหลายปี

จากตารางที่ 5 หลังจากใช้เกณฑ์ อายุของพันธุ์ ทำการคัดเลือก จะได้พันธุ์ไม้เลื้อย 12 ชนิด คือ **สร้อยอินทนิล จันทร์กระจ่างฟ้า อรุณเบิกฟ้า ไก่ฟ้าพญาลอ ขจร พวงแสด สายน้ำผึ้ง ใบระบาด มะลิวัลย์ ศรีมาลา สร้อยฟ้า และพวงชมพู** จากนั้นจึงนำไปทำการคัดเลือกจากเกณฑ์ข้อต่อไป

3.1.3 อัตราการเจริญเติบโต

เกณฑ์ที่มีความสำคัญในระยะเวลาที่ต้องรอให้ไม้เลื้อยสามารถเลื้อยปกคลุมทั่วโครงแผงกันแดด ยิ่งอัตราการเจริญเติบโตมากเท่าไรยิ่งทำให้ไม้เลื้อยสามารถเลื้อยยึดเกาะโครงแผงกันแดดได้เร็วขึ้น ดังนั้นในการพิจารณาอัตราการเจริญเติบโตของไม้เลื้อยนั้น จะอาศัยการสังเกตจากตามลักษณะเนื้อไม้ ซึ่งเป็นเกณฑ์ในการวัดอัตราการเจริญเติบโตได้ง่ายที่สุด โดยสามารถจำแนกตามนี้

A. ไม้เลื้อยเนื้ออ่อนและอวบน้ำ (herbaceous and succulent climber) โดยส่วนใหญ่เป็นไม้เถาเลื้อยที่โตเร็ว ลำต้นขนาดเล็กเปลือกสีเขียว เมื่อแก่เป็นสีน้ำตาล ส่วนต้นที่อวบน้ำจะมีเนื้อไม้สีเขียวใสอวบน้ำหรือมีท่อกลวงเหมือนผักบุ้งที่รับประทานกัน

B. ไม้เลื้อยเนื้อแข็ง (woody climber) โดยส่วนใหญ่เป็นไม้ที่โตช้า อายุหลายปี ลำต้นค่อนข้างใหญ่ เนื้อไม้แข็ง มีแก่นไม้ เปลือกสีน้ำตาล

ดังนั้นควรเลือกไม้เลื้อยที่เนื้ออ่อน และอวบน้ำ (A) เพราะมีอัตราการเจริญเติบโตเร็ว อีกทั้งการขยายกิ่งก้านสาขาก็สามารถเลื้อยปกคลุมได้รวดเร็วโดยผลการคัดเลือกพันธุ์ไม้เลื้อยเป็นดังนี้

ตารางที่ 6 แสดงการคัดเลือกพันธุ์ไม้เลื้อยทั้ง 12 ชนิด โดยใช้เกณฑ์ อัตราการเจริญเติบโต

สร้อยอินทนิล	จันทร์กระจ่างฟ้า	อรุณเบิกฟ้า	ไก่ฟ้าพญาลอ
ขจร	พวงแสด	สายน้ำผึ้ง	ใบระบาด
มะลิวัลย์	ศรีมาลา	สร้อยฟ้า	พวงชมพู

A: ไม้เลื้อยเนื้ออ่อน และอวบน้ำ

B: ไม้เลื้อยเนื้อแข็ง

จากตารางที่ 6 หลังจากใช้เกณฑ์ อัตราการเจริญเติบโตทำการคัดเลือก จะได้พันธุ์ไม้เลื้อย10 ชนิด คือ **สร้อยอินทนิล ไก่ฟ้าพญาลอ ขจร พวงแสด สายน้ำผึ้ง ใบระบาด มะลิวัลย์ ศรีมาลา สร้อยฟ้า และพวงชมพู** จากนั้นจึงนำไปทำการคัดเลือกจากเกณฑ์ข้อต่อไป

3.1.4 ความสูงที่สามารถเลื้อยปกคลุมหรือระยะทางในการเลื้อยของไม้เลื้อย

เกณฑ์นี้มีความสำคัญในการใช้งานกับอาคารจริง เพราะถ้ามีความสูงหรือระยะในการเลื้อยปกคลุมไม่เพียงพอ การทดลองนี้ไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ประกอบอาคารหรือสถานที่จริงได้ ดังนั้นไม้เลื้อยควรมีระยะในการเลื้อยไม่ต่ำกว่า3 เมตร หรือขนาดเทียบเท่ากับความสูงของอาคารชั้นเดียว เพื่อให้สามารถเลื้อยปกคลุมโครงแผงกันแดดของอาคารได้อย่างทั่วถึงและมีประสิทธิภาพ โดยสามารถจำแนกตามนี้

A. ระยะในการเลื้อยมากกว่า 3 เมตรขึ้นไป

B. ระยะในการเลื้อยน้อยกว่า 3 เมตร

ตารางที่ 7 แสดงการคัดเลือกพันธุ์ไม้เลื้อยทั้ง 10 ชนิด โดยใช้เกณฑ์ ระยะทางในการเลื้อย

สร้อยอินทนิล	ไก่ฟ้าพญาลอ	ขจร	พวงแสด	สายน้ำผึ้ง
ใบระบาด	มะลิวัลย์	ศรีมาลา	สร้อยฟ้า	พวงชมพู

A: ระยะทางในการเลื้อยมากกว่า 3 เมตรขึ้นไป

B: ระยะทางในการเลื้อยน้อยกว่า 3 เมตร

จากตารางที่ 7 หลังจากใช้เกณฑ์ ระยะทางในการเลื้อย ทำการคัดเลือก จะได้พันธุ์ไม้เลื้อย 7 ชนิด คือ **สร้อยอินทนิล ไก่ฟ้าพญาลอ พวงแสด สายน้ำผึ้ง ใบระบาด มะลิวัลย์ และพวงชมพู** จากนั้นจึงนำไปทำการคัดเลือกจากเกณฑ์ข้อต่อไป

3.1.5 พฤติกรรมความต้องการแสง

พันธุ์ไม้เลื้อยบางชนิดมีความต้องการแสงในการเจริญเติบโตไม่เท่ากัน บางชนิดต้องการที่จะอยู่กลางแจ้ง บางชนิดต้องการที่จะอยู่ที่ที่แสงแดดรำไร ฉะนั้นในการพิจารณาในเกณฑ์นี้ต้องเป็นพันธุ์ไม้ที่ชอบอยู่กลางแจ้ง เพราะให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ให้ผนังไม้เลื้อยเป็นตัวป้องกันและลดความร้อนเข้าสู่อาคาร เพราะหากเลือกพันธุ์ไม้เลื้อยที่ต้องการแสงรำไร จะเป็นการบั่นทอนประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตของไม้เลื้อย และส่งผลกับการทดลองนี้

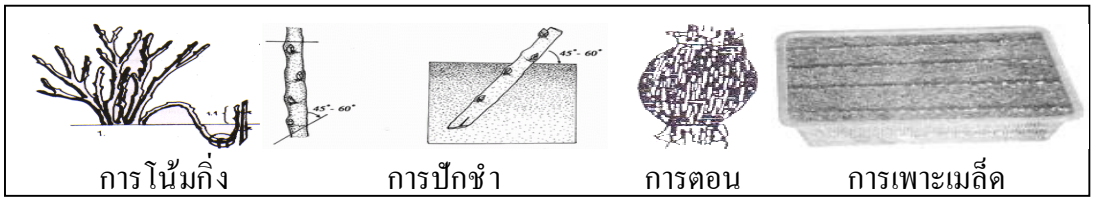
โดยพันธุ์ทั้งหมด 7 ชนิด ต่างอยู่ในเกณฑ์ที่ต้องการแสงกลางแจ้งทั้งหมด จึงไม่ต้องทำการคัดออก

หลังจากที่ได้ทำการคัดเลือกพันธุ์ไม้เลื้อยเหลือ 7 ชนิด จากเกณฑ์ 5 ข้อแรก (ข้อ 3.1.1-3.1.5) ในแบบเกณฑ์คัดออก จากนั้นจึงมาทำการคัดพันธุ์ไม้เลื้อยให้เหลือ 3 ชนิด จากเกณฑ์ 5 ข้อหลัง (ข้อ 3.1.6-3.1.10) ที่เป็นแบบเกณฑ์การให้คะแนน โดยรายละเอียดของเกณฑ์ให้คะแนนเป็นดังนี้

3.1.6 การขยายพันธุ์ (ระดับความสำคัญ = 5)

การขยายพันธุ์นั้นมีความสำคัญเนื่องจาก ถ้าขยายพันธุ์ช้าจะทำให้ต้องใช้เวลานานในการรอไม้เลื้อยเจริญเติบโตให้เพียงพอที่จะสามารถกันแดดให้กับอาคารได้ดังนั้นจะต้องเลือกการขยายพันธุ์ได้ง่ายเช่น ตอนกิ่ง โน้มกิ่ง และปักชำ แต่ถ้าเป็นวิธีขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดจะทำให้ช้าเกินไป โดยเกณฑ์การให้คะแนนเป็นดังนี้

1. ขยายพันธุ์ได้เร็ว เช่น โน้มกิ่ง และปักชำ = **10 คะแนน**
2. ขยายพันธุ์ได้ปานกลาง เช่น การตอน = **7.5 คะแนน**
3. ขยายพันธุ์ได้ช้าเช่น การเพาะเมล็ด = **5 คะแนน**



ภาพที่ 24 ลักษณะการขยายพันธุ์ต่างๆ

ที่มา: เศรษฐมันตร์ กาญจนกุล, **ร้อยพรรณไม้เลื้อยแสนสวย**. กรุงเทพมหานคร: เศรษฐศิลป์, 2552.

3.1.7 การดูแลรักษา และการตัดแต่งกิ่งก้านใบ (ระดับความสำคัญ = 4)

พันธุ์ไม้เลื้อยนั้นต้องสามารถเจริญเติบโตอีกทั้งผลิใบและดอกได้ตลอดทั้งปีทั้งนี้ต้องเป็นพันธุ์ไม้เลื้อยประเทศเมืองร้อนชื้น ที่เหมาะสมกับภูมิประเทศไทย อีกทั้งพันธุ์ไม้เลื้อยนั้นต้องสามารถทนต่อแสงแดด ทนฝนได้ดี สามารถทนโรคและแมลงได้ และสามารถตัดแต่งกิ่งก้านใบได้ง่าย โดยเกณฑ์การให้คะแนนเป็นดังนี้

1. ดูแลรักษาง่าย รดน้ำ ให้ปุ๋ยตามปกติ = **10 คะแนน**
2. ดูแลรักษาปานกลาง ต้องรดน้ำ ให้ปุ๋ยสม่ำเสมอ = **7.5 คะแนน**
3. ดูแลรักษาเป็นพิเศษ เช่น ต้องระวังโรค และศัตรูพืช = **5 คะแนน**

3.1.8 มีความสวยงาม (ระดับความสำคัญ = 3)

ความสวยงามของไม้เลื้อยเป็นเกณฑ์ที่ควรใส่ใจมาก เพราะถ้าพันธุ์ไม้เลื้อยที่เลือกนั้นมีความงามทั้งในเรื่องของกิ่ง ใบ และดอก จะเป็นการส่งเสริมให้การประยุกต์ใช้กับอาคารจริงให้มีความน่าสนใจมากขึ้น โดยจากเดิมที่ใช้ประโยชน์ในการลดความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร แต่สามารถสะท้อนให้คนทั่วไปเห็นความงาม และการผ่อนคลายควบคู่กันไป โดยเกณฑ์การให้คะแนนเป็นดังนี้

1. มีความสวยงาม = **10 คะแนน**
2. มีความสวยงามปานกลาง = **7.5 คะแนน**
3. มีความสวยงามน้อย = **5 คะแนน**

3.1.9 การผลัดของใบ และการเสื่อมสภาพของใบ (ระดับความสำคัญ = 2)

พันธุ์ไม้เลื้อยชนิดนั้นต้องมีใบที่เขียวตลอดทั้งปี และการผลัดของใบไม่บ่อยจนเกินไป เพราะถ้าผลัดใบมาก จะยากต่อการดูแลรักษา และยากต่อการตัดแต่งใบและกิ่ง โดยเกณฑ์การให้คะแนนเป็นดังนี้

1. เสื่อมสภาพน้อย = **10 คะแนน**
2. เสื่อมสภาพปานกลาง = **7.5 คะแนน**
3. เสื่อมสภาพมาก = **5 คะแนน**

3.1.10 การหาซื้อในท้องตลาด (ระดับความสำคัญ = 1)

พันธุ์ไม้เลื้อยนั้นควรหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาดพราะถ้าเกิดเป็นพันธุ์ที่หายากและหาซื้อตามท้องตลาดไม่ได้ ส่วนมากราคาไม้เลื้อยชนิดนั้นจะมีราคาแพงโดยเกณฑ์การให้คะแนนเป็นดังนี้

1. หาซื้อง่าย **= 10 คะแนน**
2. หาซื้อได้บางที่ **= 7.5 คะแนน**
3. หาซื้อได้ยาก ต้องสั่งล่วงหน้า **= 5 คะแนน**

จากเกณฑ์ 5 ข้อหลังที่ได้กล่าวมา จึงทำการให้คะแนนไม้เลื้อยทั้ง 7 ชนิด แล้วจึงเลือกพันธุ์ไม้เลื้อยที่คะแนนสูงสุด 3 ชนิด มาใช้ในการทดลองจริง โดยแสดงตารางการให้คะแนนดังนี้

ตารางที่ 8 แสดงการให้คะแนนของสร้อยอินทนิล

เกณฑ์ในการคัดเลือก	ค่าคะแนน (เต็ม 10 คะแนน)	ระดับความสำคัญ	ผลรวมคะแนน (เต็ม 150 คะแนน) (ค่าคะแนน x ระดับความสำคัญ)
การขยายพันธุ์	10	5	50
การดูแลรักษา	10	4	40
ความสวยงาม	10	3	30
การผลัดใบ	7.5	2	15
การหาซื้อในท้องตลาด	10	1	10
คะแนนรวม			**145**

ตารางที่ 9 แสดงการให้คะแนนของไก่ฟ้าพญาลอ

เกณฑ์ในการคัดเลือก	ค่าคะแนน (เต็ม 10 คะแนน)	ระดับความสำคัญ	ผลรวมคะแนน (เต็ม 150 คะแนน) (ค่าคะแนน x ระดับความสำคัญ)
การขยายพันธุ์	10	5	50
การดูแลรักษา	7.5	4	30
ความสวยงาม	7.5	3	22.5
การผลัดใบ	7.5	2	15
การหาซื้อในท้องตลาด	10	1	10
คะแนนรวม			**127.5**

ตารางที่ 10 แสดงการให้คะแนนของพวงแสด

เกณฑ์ในการคัดเลือก	ค่าคะแนน (เต็ม 10 คะแนน)	ระดับความสำคัญ	ผลรวมคะแนน (เต็ม 150 คะแนน) (ค่าคะแนน x ระดับความสำคัญ)
การขยายพันธุ์	10	5	50
การดูแลรักษา	7.5	4	30
ความสวยงาม	10	3	30
การผลัดใบ	10	2	20
การหาซื้อในท้องตลาด	7.5	1	7.5
คะแนนรวม			**137.5**

ตารางที่ 11 แสดงการให้คะแนนของสายน้ำผึ้ง

เกณฑ์ในการคัดเลือก	ค่าคะแนน (เต็ม 10 คะแนน)	ระดับความสำคัญ	ผลรวมคะแนน (เต็ม 150 คะแนน) (ค่าคะแนน x ระดับความสำคัญ)
การขยายพันธุ์	10	5	50
การดูแลรักษา	10	4	40
ความสวยงาม	7.5	3	22.5
การผลัดใบ	10	2	20
การหาซื้อในท้องตลาด	10	1	10
คะแนนรวม			**142.5**

ตารางที่ 12 แสดงการให้คะแนนของใบระบาด

เกณฑ์ในการคัดเลือก	ค่าคะแนน (เต็ม 10 คะแนน)	ระดับความสำคัญ	ผลรวมคะแนน (เต็ม 150 คะแนน) (ค่าคะแนน x ระดับความสำคัญ)
การขยายพันธุ์	10	5	50
การดูแลรักษา	10	4	40
ความสวยงาม	5	3	15
การผลัดใบ	7.5	2	15
การหาซื้อในท้องตลาด	10	1	10
คะแนนรวม			**130**

ตารางที่ 13 แสดงการให้คะแนนของมะลิวัลย์

เกณฑ์ในการคัดเลือก	ค่าคะแนน (เต็ม 10 คะแนน)	ระดับความสำคัญ	ผลรวมคะแนน (เต็ม 150 คะแนน) (ค่าคะแนน x ระดับความสำคัญ)
การขยายพันธุ์	10	5	50
การดูแลรักษา	10	4	40
ความสวยงาม	7.5	3	22.5
การผลัดใบ	10	2	20
การหาซื้อในท้องตลาด	10	1	10
คะแนนรวม			**142.5**

ตารางที่ 14 แสดงการให้คะแนนของพวงชมพู

เกณฑ์ในการคัดเลือก	ค่าคะแนน (เต็ม 10 คะแนน)	ระดับความสำคัญ	ผลรวมคะแนน (เต็ม 150 คะแนน) (ค่าคะแนน x ระดับความสำคัญ)
การขยายพันธุ์	10	5	50
การดูแลรักษา	10	4	40
ความสวยงาม	5	3	15
การผลัดใบ	5	2	10
การหาซื้อในท้องตลาด	10	1	10
คะแนนรวม			**125**

สรุปคะแนนของพันธุ์ไม้เลื้อยทั้ง 7 ชนิด

1. สร้อยอินทนิล = 145 คะแนน

2. ไก่ฟ้าพญาลอ = 127.5 คะแนน

3. พวงแสด = 137.5 คะแนน

4. สายน้ำผึ้ง = 142.5 คะแนน

5. ใบระบาด = 130 คะแนน

6. มะลิวัลย์ = 142.5 คะแนน

7. พวงชมพู = 125 คะแนน

หลังจากจำแนกประภทในการให้คะแนนแต่ละชนิดจากตารางข้างบน จากนั้นจึงได้ทำการรวบรวมคะแนนทั้งหมดได้พันธุ์ไม้เลื้อยออกมา3 ชนิดที่มีคะแนนสูงสุด (คะแนนเต็ม 150 คะแนน) มาใช้ในการติดตั้งกับโครงแผงกันแดดในการทดลอง 3 ชนิดดังนี้

1. สร้อยอินทนิล (Blue Trumpet, Bengal clock vine) มีถิ่นกำเนิดทางตอนเหนือของอินเดีย พม่า และไทย ลักษณะการเลื้อยแบบ Twining climbers เป็นไม้เลื้อยอายุหลายปี อัตราการเจริญเติบโตเร็ว สามารถเลื้อยพันได้ไกลถึง30 เมตร ชอบแสงแดดจัด ขยายพันธุ์โดย การเพาะเมล็ด การปักชำ และการตอนกิ่ง ดูแลรักษาง่าย มีดอกเป็นกลีบสีม่วง ออกเป็นช่อห้อยจากกิ่ง และหาซื้อตามท้องตลาดได้ทั่วไป

2. สายน้ำผึ้ง (Honey suckle, Lonicera, Japanese Honeysuckle) มีถิ่นกำเนิดทางเอเชียตะออก เช่น ประเทศจีน และญี่ปุ่ นลักษณะการเลื้อยแบบ Twining climbers เป็นไม้เลื้อยอายุหลายปี อัตราการเจริญเติบโตเร็ว สามารถเลื้อยพันได้ไกลถึง 10-15 เมตร ชอบแสงแดดจัด ขยายพันธุ์โดย การปักชำ และการตอนกิ่ง ดูแลรักษาง่าย มีดอกเป็นรูปทรงกรวยสีเหลืองอ่อน ออกตามช่อของยอดกิ่ง หรือปลายกิ่งและหาซื้อตามท้องตลาดได้ทั่วไป

3. มะลิวัลย์ (Jasmine Vine, Scented star jasmine, Climbing jasmine) มีถิ่นกำเนิดที่ประเทศจีน และอินเดีย ลักษณะการเลื้อยแบบ Twining climbers เป็นไม้เลื้อยอายุหลายปี อัตราการเจริญเติบโตเร็ว สามารถเลื้อยพันได้ไกลถึง15-20 เมตร ชอบแสงแดดจัด ขยายพันธุ์โดย การทาบกิ่ง การปักชำ และการตอนกิ่ง ดูแลรักษาง่าย มีดอกเป็นกลีบเรียวสีขาวออกตามข้อของลำต้นและหาซื้อตามท้องตลาดได้ทั่วไป

ภาพที่ 25 ไม้เลื้อยที่ใช้ในการทดลอง คือ สร้อยอินทนิล สายน้ำผึ้งและมะลิวัลย์ตามลำดับ

การหาความหนาแน่นของพุ่มใบ

หลังจากที่ได้พันธุ์ไม้เลื้อยมา 3 ชนิด จึงทำการหาความหนาแน่นของพุ่มใบ โดยเลือกประยุกต์ใช้จากวิธีคำนวณจากค่า ดัชนีพื้นที่ใบ(Leaf Area Index) ซึ่งเป็นวิธีคิดแบบ 3 มิติ ที่คิดเรื่องจำนวนชั้นของใบ เพื่อให้ได้ค่าความหนาแน่นของพุ่มใบที่ละเอียดมากขึ้นมาคำนวณความหนาแน่นของพุ่มใบของพันธุ์ไม้เลื้อย3 ชนิด บนพื้นที่โครงแผงกันแดด ที่ส่งผลประสิทธิภาพในการลดการถ่ายเทความร้อนได้มากน้อยเพียงใด ซึ่งคำนวณจากสูตรดังนี้

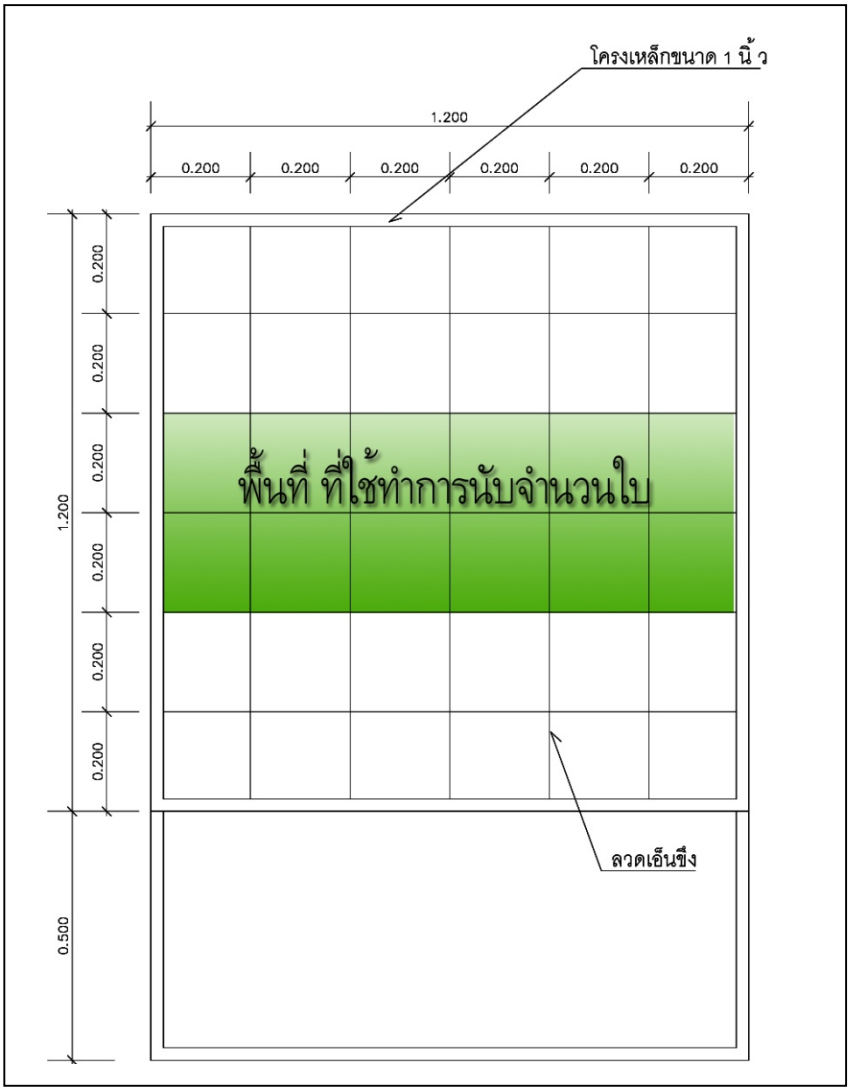
$$\text{ค่าความหนาแน่นของพุ่มใบ} = \frac{\text{พื้นที่ใบ x จำนวนใบ}}{\text{พื้นที่โครงแผงกันแดด}}$$

การนับจำนวนใบนั้นได้ทำการนับจำนวนใบของพันธุ์ไม้เลื้อยแต่ละชนิดในพื้นที่โครงแผงกันแดดแนวตั้ง โดยขนาดแผงกันแดดมีขนาด 1.40 x 1.30 ม. ซึ่งจะทำการนับจำนวนใบในพื้นโครงแผงกันแดดในพื้นที่ 0.8 x 0.8 ม. (พื้นที่การในการนับจำนวนใบ = 0.64 ตร.ม.) เนื่องจากในการนับจำนวนใบทั้งหมดในพื้นที่ปลูกของแผงกันแดด 1.40 x 1.30 ม. จะมีจำนวนใบที่มาก โดยในการนับจริงอาจจะคลาดเคลื่อน ดังนั้นจึงทำการสุ่มพื้นที่ปลูกในการนับ 0.8 x 0.8 ม. (รูปที่ 26)

การคำนวณพื้นที่ใบนั้น เนื่องจากพันธุ์ไม้เลื้อยแต่ละชนิดในต้นหนึ่งจะมีขนาดใบที่ไม่เท่ากัน โดยจากการสังเกตขนาดของพื้นที่ใบพันธุ์ไม้เลื้อยทั้ง 3 ชนิด พบว่ามีขอบเขต (Range) ขนาดใบที่แตกต่างกันโดยเฉลี่ย 3 ช่วงขนาด จึงทำการจำแนกใบของพันธุ์ไม้เลื้อยแต่ละชนิด ตามขนาดในแต่ละกลุ่มช่วงขนาด และคำนวณพื้นที่ใบรวมทั้งหมด โดยการใช้ค่าพื้นที่ใบที่เป็นค่ากลางของแต่ละกลุ่มช่วงขนาด

การหาขนาดพื้นที่ใบนั้นทำโดยการ SCAN ภาพของใบไม้เลื้อยชนิดนั้น จากนั้นจึงนำภาพมาเข้าโปรแกรม Autocad 2007 เพื่อเขียนเส้นรอบรูปขอบใบ และคำนวณหาพื้นที่ใบ

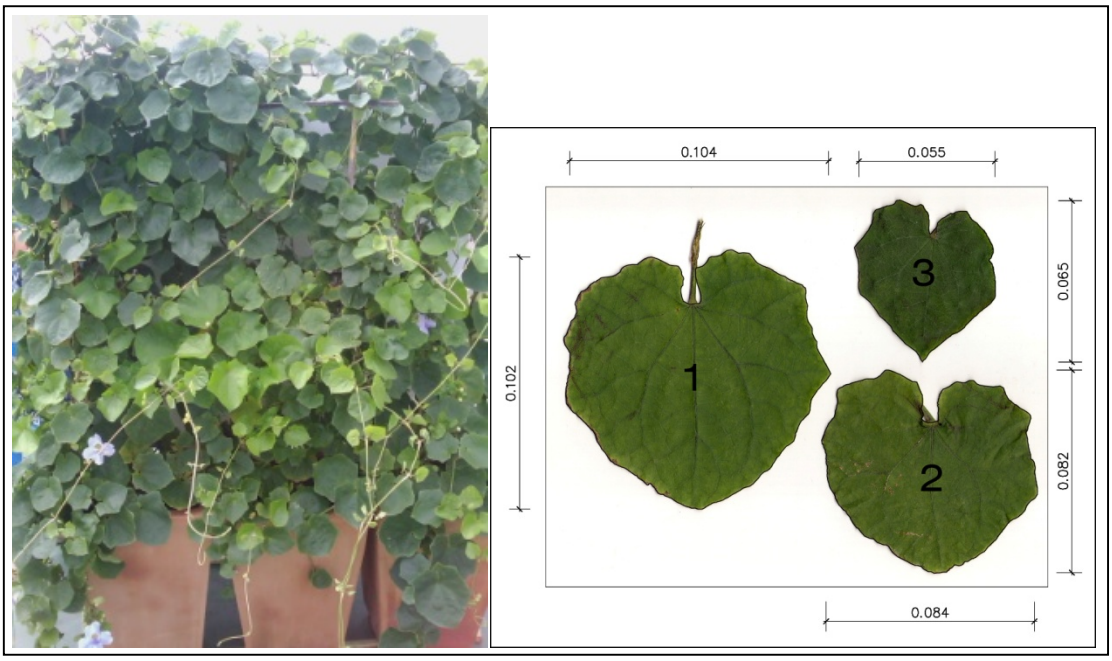
จากนั้นจึงทำการคำนวณความหนาแน่นของพุ่มใบของไม้เลื้อยแต่ละชนิดออกมา ซึ่งผลออกมาดังนี้



ภาพที่ 26 การคิดพื้นที่ปลูกในการนับจำนวนใบของไม้เลื้อย(พื้นที่ปลูก= 0.64 ตร.ม.)
หมายเหตุ : วิธีการการนับจำนวนใบต่อพื้นที่ปลูกมาจากBlanco และ Folegatti[11]

[11] Blanco, Flávio F., and Folegatti, Marcos V., **A new method for estimating the leaf area index of cucumber and tomato plants**. Brazil: The Brazilian Society for Horticultural Science, 2002.

1. สร้อยอินทนิล



ภาพที่ 27 แสดงพื้นที่ปลูกที่ทำการนับจำนวนใบและพื้นที่เส้นรอบรูปใบ (สร้อยอินทนิล)

ตารางที่ 15 แสดงการหาพื้นที่ใบทั้งหมด(สร้อยอินทนิล)

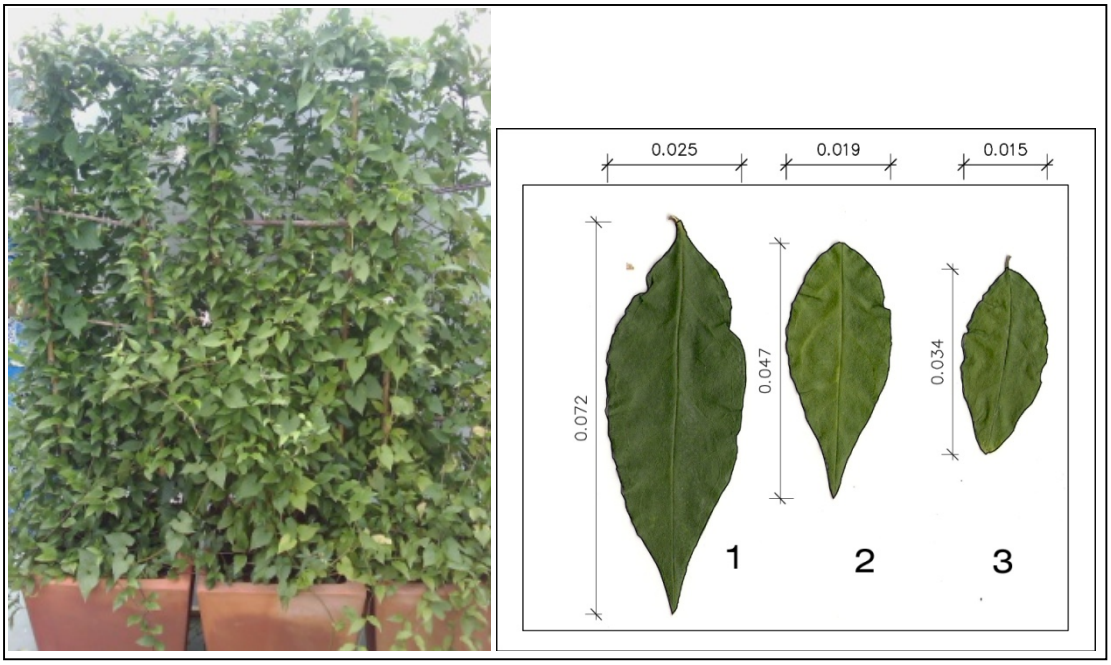
ใบที่	ขนาดพื้นที่ใบ (ตร.ม.)	จำนวนใบ	พื้นที่ x จำนวนใบ (ตร.ม.)
1	0.007 ถึง 0.009	123	0.984
2	0.004 ถึง 0.006	98	0.49
3	0.001 ถึง 0.003	87	0.174
รวม		**308**	**1.648**

หมายเหตุ: 1. นับจำนวนใบวันที่8 มิถุนายน พศ. 2554

2. ขนาดพื้นที่ใบใช้ค่ากลางของพื้นที่ใบในแต่ละกลุ่ม คือ 0.008, 0.005, 0.002

ความหนาแน่นพุ่มใบของสร้อยอินทนิล = 1.648 ตร.ม. / 0.64 ตร.ม. = **2.575**

2. มะลิวัลย์



ภาพที่ 28 แสดงพื้นที่ปลูกที่ทำการนับจำนวนใบ และพื้นที่เส้นรอบรูปใบ (มะลิวัลย์)

ตารางที่ 16 แสดงการหาพื้นที่ใบทั้งหมด(มะลิวัลย์)

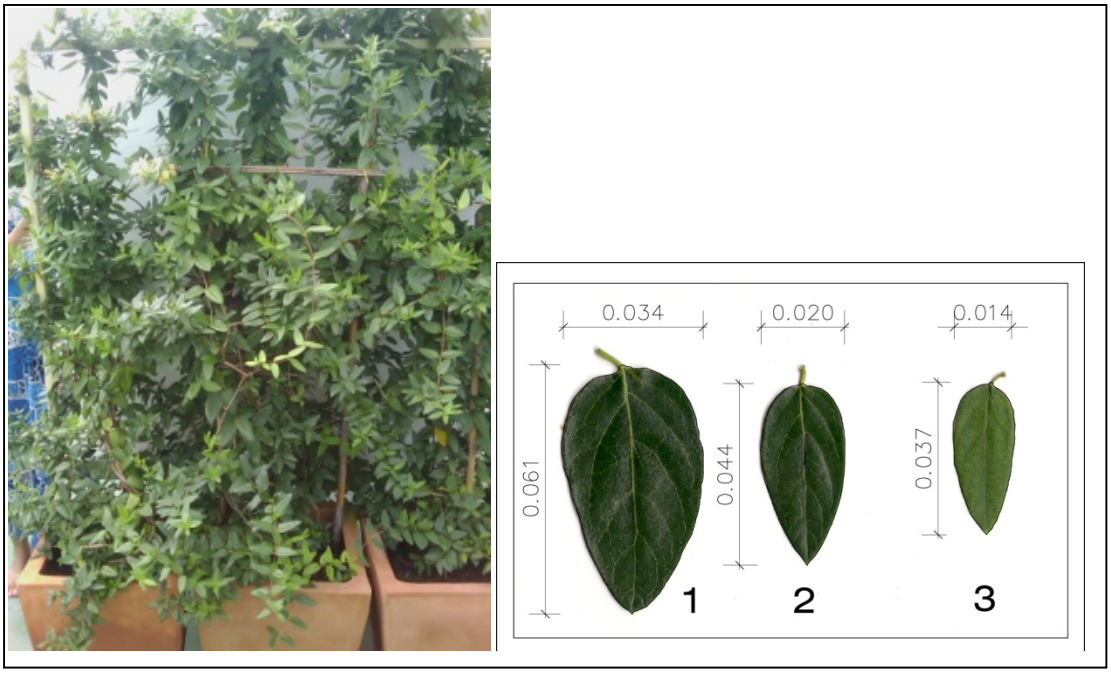
ใบที่	ขนาดพื้นที่ใบ (ตร.ม.)	จำนวนใบ	พื้นที่ x จำนวนใบ (ตร.ม.)
1	0.0011 ถึง 0.0013	764	0.917
2	0.0005 ถึง 0.0007	598	0.359
3	0.0002 ถึง 0.0004	457	0.182
รวม		**1,819**	**1.458**

หมายเหตุ: 1. นับจำนวนใบวันที่8 มิถุนายน พศ. 2554

2. ขนาดพื้นที่ใบใช้ค่ากลางของพื้นที่ใบในแต่ละกลุ่ม คือ 0.008, 0.005, 0.002

ความหนาแน่นพุ่มใบของมะลิวัลย์= 1.458 ตร.ม. / 0.64 ตร.ม. = **2.28**

3. สายน้ำผึ้ง



ภาพที่ 29 แสดงพื้นที่ปลูกที่ทำการนับจำนวนใบ และพื้นที่เส้นรอบรูปใบ (สายน้ำผึ้ง)

ตารางที่ 17 แสดงการหาพื้นที่ใบทั้งหมด(สายน้ำผึ้ง)

ใบที่	ขนาดพื้นที่ใบ (ตร.ม.)	จำนวนใบ	พื้นที่ x จำนวนใบ (ตร.ม.)
1	0.0015 ถึง 0.0016	586	0.879
2	0.0006 ถึง 0.0008	397	0.278
3	0.0003 ถึง 0.0005	284	0.114
รวม		**1,267**	**1.27**

หมายเหตุ: 1. นับจำนวนใบวันที่8 มิถุนายน พศ. 2554

2. ขนาดพื้นที่ใบใช้ค่ากลางของพื้นที่ใบในแต่ละกลุ่ม คือ 0.008, 0.005, 0.002

ความหนาแน่นพุ่มใบของสายน้ำผึ้ง = 1.27 ตร.ม. / 0.64 ตร.ม. = **1.98**

สรุป

1. ความหนาแน่นพุ่มใบของต้นสร้อยอินทนิล = **2.575**

2. ความหนาแน่นพุ่มใบของต้นมะลิวัลย์ = **2.28**

3. ความหนาแน่นพุ่มใบของต้นสายน้ำผึ้ง = **1.98**

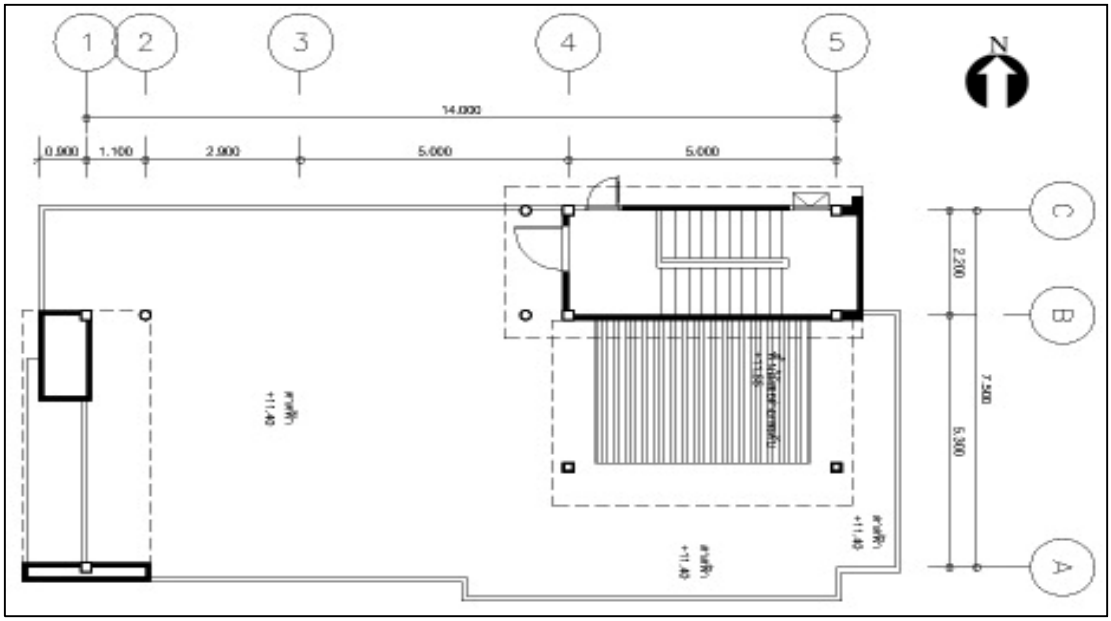
หลังจากที่ได้ค่าความหนาแน่นของพุ่มใบของพันธุ์ไม้เลื้อยแต่ละชนิดแล้วพบว่าต้นสร้อยอินทนิลจะมีค่าความหนาแน่นพุ่มใบมากที่สุด รองลงมาคือ ต้นมะลิวัลย์ กับ ต้นสายน้ำผึ้ง ตามลำดับ ซึ่งในการทดลองนี้จะตั้งสมมติฐานว่า ถ้าค่าความหนาแน่นของพุ่มใบของพันธุ์ไม้เลื้อยมาก ประสิทธิภาพในการลดการถ่ายเทความร้อนได้ก็มากตาม

3.2 การเตรียมสถานที่

สถานที่ทำการทดลองเป็นดาดฟ้าของอาคาร Town Home ซึ่งมี 3 ชั้น ตั้งอยู่บริเวณ ถรามคำแหง เขตสะพานสูง ซึ่งเป็นบริเวณแถบแถวชานเมืองของกรุงเทพมหานคร

ภาพที่ 30 แสดงบริเวณพื้นดาดฟ้าของอาคารที่ใช้ในการทดลอง

สภาพบนดาดฟ้านั้น เป็นพื้นที่โล่ง มีราวกันตกแบบโปร่งสูง0.90 ม. ไม่มีอาคารสูงในบริเวณใกล้เคียง จึงไม่ต้องกังวลในเรื่องเงาของอาคารข้างเคียงมาบดบัง แต่จะมีเงาในส่วนของหลังคาดาดฟ้า ที่อาจมีผลทำให้การทดลองนี้ คลาดเคลื่อนดังนั้นจึงต้องคำนึงตำแหน่งในการวางกล่องทดลอง และแผงกันแดดไม้เลื้อย



ภาพที่ 31 แสดงผังพื้นดาดฟ้าของอาคารที่ใช้ในการทดลอง

3.3 การเตรียมกล่องทดลอง และแผงกันแดด

3.3.1 การสร้างกล่องทดลอง และแผงกันแดด

ในการทดลองนี้ เนื่องด้วยงบประมาณที่จำกัด และเรื่องสถานที่ในการทดลอง ทำให้ไม่สามารถทดลองแผงกันแดดไม้เลื้อยกับอาคารจริงได้ จึงได้ทำการจำลองสภาพอาคาร โดยใช้กล่องทดลอง ขนาด 1.20 x 1.20 x 1.20 ม. จำนวน 4 กล่อง มาใช้ติดตั้งกับแผงกันแดดไม้เลื้อย แทนอาคารจริง และกำหนดวัสดุที่ใช้ทำกล่องเป็นโฟมโพลิสไตลีน(Polystyrene foam) ความหนา 2 นิ้ว ความหนาแน่น 1 ปอนด์/ตารางฟุต ใช้ทำเป็นผนังโดยรอบของกล่องทดลอง และในส่วนของผนังของกล่องทดลองด้านที่ติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อย จะใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาฉาบปูน ความหนารวม 10 ซม. (คอนกรีตมวลเบาหนา 7 ซม. ปูนฉาบสองด้าน หนาด้านละ 1.5 ซม.)

ก่อนทำการทดลองจริง ต้องทำการทดสอบขนาดกล่องก่อนว่ามีผลกับค่าอุณหภูมิที่เกิดขึ้นหรือไม่เพียงใด โดยใช้โปรแกรม EnergyPlus ทดสอบขนาด ก่อนที่จะทำการสร้างกล่องทดลองจริง โดยทำการสร้างแบบจำลองของกล่องเปรียบเทียบ3 ขนาด คือ

1. กล่องขนาด 4 x 4 x 4 ม. (ขนาดของอาคารทั่วไป)
2. กล่องขนาด 2 x 2 x 2 ม. (50% ของขนาด 4 x 4 x 4 ม.)
3. กล่องขนาด 1 x 1 x 1 ม. (25% ของขนาด 4 x 4 x 4 ม.)

การป้อนข้อมูลใน Energy Plus ได้กำหนดรายละเอียดข้อมูลของกล่องทดลองที่ใส่ในโปรแกรม Energy Plus ดังนี้

1. Version – เป็นการบ่งบอกถึงรุ่นของโปรแกรม ซึ่งในการประมวลผลนี้ ใช้ Version 6.0

2. Building – เป็นการบอกถึงลักษณะเบื้องต้นของอาคาร เช่น ที่ตั้งและสภาพแวดล้อม โดยกำหนดที่ตั้งอยู่ที่ กรุงทพฯ และเป็นสภาพแวดล้อมเป็นแบบในเมือง(City)

ที่ตั้งอาคารและข้อมูลสภาพอากาศ(Location-Climate-Weather File Access)

3. Location กำหนดให้กล่องตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพฯ จึงใช้ค่าพิกัดของกรุงเทพฯ ในการจำลอง = Latitude 13.92 Longitude = 100.6 และใช้ข้อมูล Weather Data ของจังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งสามารถดาวน์โหลดข้อมูลได้จากwebsite

http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weatherdata/weather_request.cfm (ข้อมูลที่ได้จากสถานีวัดอากาศ ดอนเมือง)

4. วัสดุที่ใช้ในอาคาร(Surface Construction Elements) (ตารางที่ 18)

ตารางที่ 18 แสดงรายการวัสดุที่ใช้ในกล่องทดลอง

วัสดุจริง	ชื่อวัสดุในโปรแกรม
คอนกรีตมวลเบาหนา 10 ซม. (คอนกรีตมวลเบาหนา 7 ซม. ปูนฉาบหน้า-หลัง ด้านละ 1.5 ซม)	Light weight concrete block, plaster-cement
แผ่นโฟมโพลีสไตลีนหนา 2 นิ้ว	polystyrene

โดยรายละเอียดค่าคุณสมบัติของวัสดุนำมาจากข้อมูล Material ของ ASHRAE ที่มาพร้อมกับโปรแกรม EnergyPlus และข้อมูลจาก พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 (แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2550) มาประกอบกัน

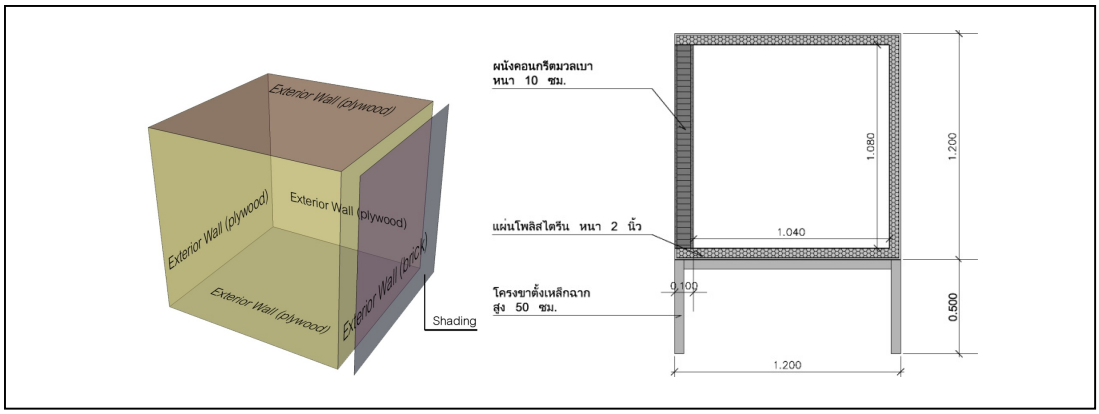
Construction – เป็นการประกอบวัสดุข้างต้น ขึ้นเป็นโครงสร้างส่วนต่างๆ โดยเรียงลำดับชั้นวัสดุจากภายนอกเข้าสู่ภายใน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี

1. Exterior Wall (Polystyrene), !- Name
   Polystyrene; !- Layer 1
2. Exterior Wall (lwcb), !- Name
   Plaster-cement ;!- Layer 1
   Light weight concrete block ;!- Layer 2
   Plaster-cement ;!- Layer 3

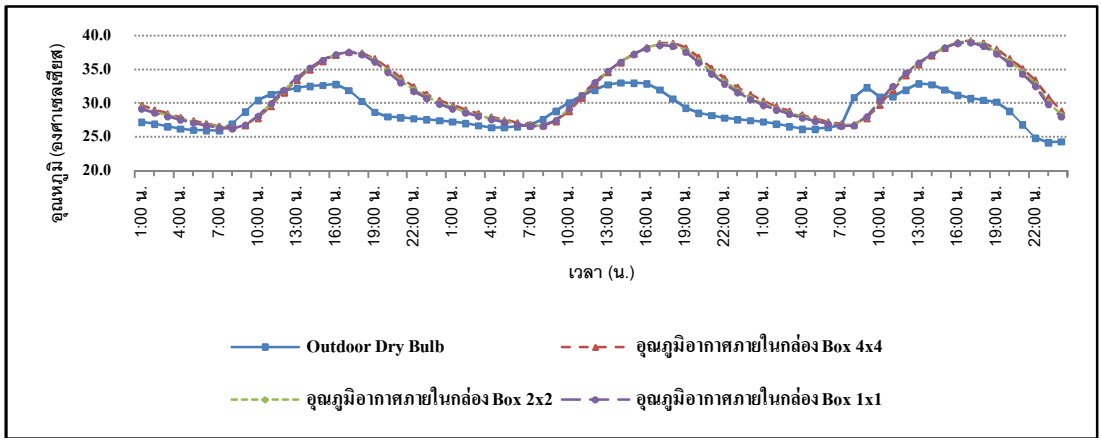
5. การแบ่งพื้นที่ส่วนต่างๆ ของอาคาร (Thermal Zone Description/Geometry)

Zone – กำหนดไว้เพียงแค่Zone เดียวเท่านั้นคือ กล่องทดลอง

Surface – แบ่ง Surface ของแต่ละ Zone ดังนี้



ภาพที่ 32 แสดงการแบ่ง Surface ของกล่องทดลอง แสดงผลด้วยโปรแกรม Sketchup



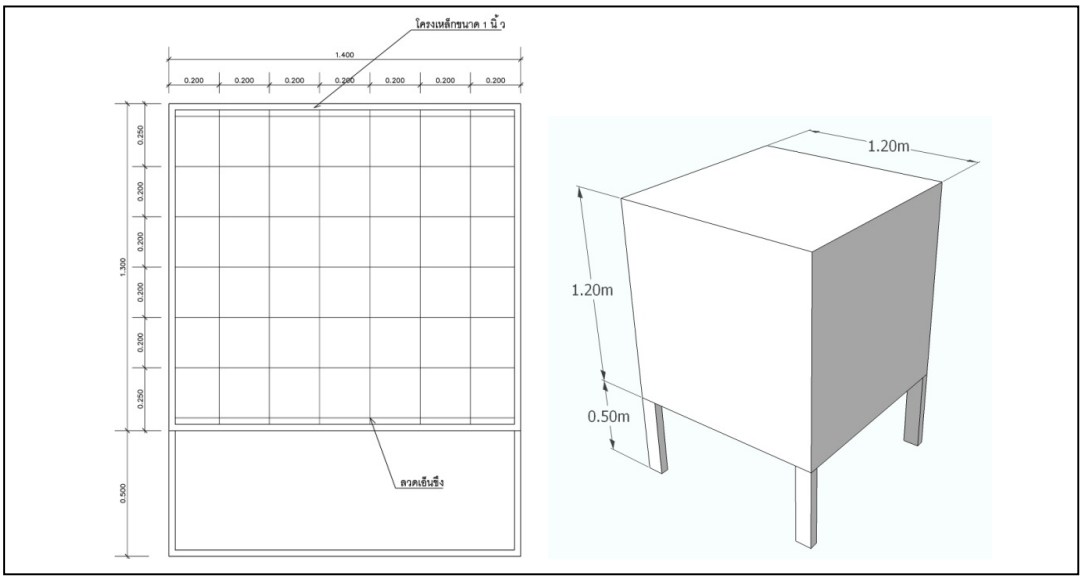
แผนภูมิที่ 1 อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง จากการจำลองโปรแกรม Energy Plus

จากผลการทดลอง โดยกำหนดวันที่ 14-16 สิงหาคม 2554 เป็นช่วงเวลาที่ทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายในกล่อง 4 x 4 x 4 ม. กับ 2 x 2 x 2 ม. ต่างกันเท่ากับ 0.3 ºC และจากกล่อง 4 x 4 x 4 ม. กับ 1 x 1 x 1 ม. ต่างกันเท่ากับ0.5 ºC แสดงให้เห็นว่ากล่องแต่ละขนาดมีค่าอุณหภูมิไม่แตกต่างกันมากนัก โดยที่กล่องขนาดใหญ่มีค่าอุณหภูมิสูงกว่ากล่องที่ขนาดเล็กกว่าเล็กน้อย ดังนั้นจึงเลือกใช้กล่องขนาด 1.20 x 1.20 x 1.20 ม. ทำการทดลอง

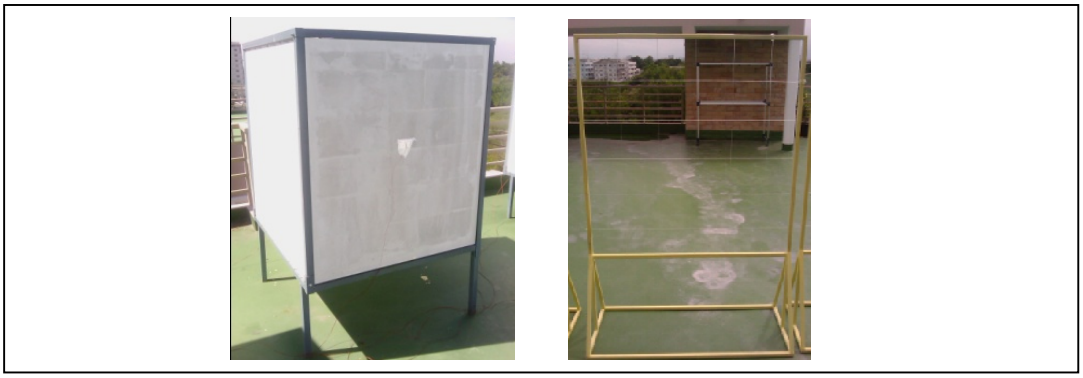
ส่วนแผงกันแดดไม้เลื้อยใช้โครงเหล็ก 1 นิ้ว ขนาด 1.40 x 1.30 ม. ยกฐานสูง 50 ซม. ขึงด้วยลวดเอ็นในกรอบในโครงเหล็ก ระยะช่องห่าง 20 ซม. โดยวางห่างจากกล่องทดลอง 15 ซม. (โดยระยะห่างของแผงกันแดดไม้เลื้อยอ้างอิงมาจาก วิชัย และอวิรุทธิ์[12])

---

[12]วิชัย เหล่าพาณิชย์กุล และ อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ, “ประสิทธิภาพของผนังไม้เลื้อยในการลดการ ถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคาร,” **Journal of Architectural/Planning Research and Studies** 5, 1 (2007): 171-183.



ภาพที่ 33 รูปแบบของแผงกันแดดไม้เลื้อยและขนาดของกล่องทดลอง



ภาพที่ 34 รูปแบบของกล่องทดลอง และแผงกันแดดไม้เลื้อย เมื่อสร้างจริง

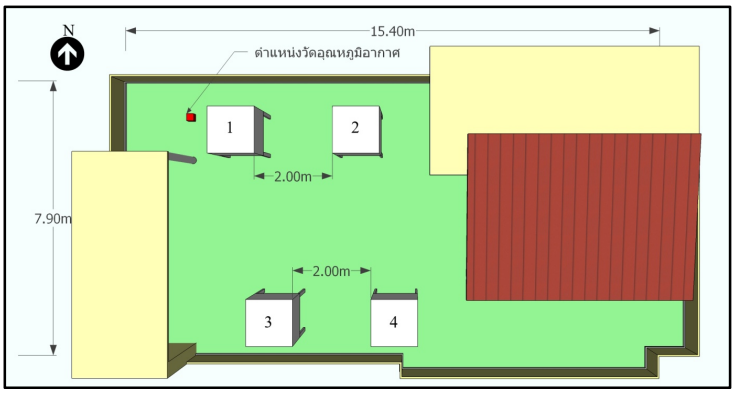
3.3.2 การวางตำแหน่งของกล่องทดลอง และแผงกันแดด

ในการกำหนดช่วงเวลาในการทดลอง จะทำการทดลองในช่วงฤดูฝน และฤดูหนาว เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพแผงกันแดดไม้เลื้อยในช่วงฤดูที่ต่างกัน

การวางตำแหน่งของกล่องทดลอง และแผงกันแดดนั้นต้องมีการกำหนดระยะการวางให้แน่นอน เพราะลดปัญหาการเกิดเงาบังกันเองระหว่างกล่องทดลองทั้ง4 กล่อง และเงาหลังคาของอาคารมาทาบบนกล่องทดลอง จึงได้ทำการจำลองสภาพแสงแดดและเงาที่จะเกิดขึ้นจากโปรแกม Sketchup 8 โดยทำการจำลองสภาพแสงและเงา2 ช่วง คือ ช่วงฤดูฝน (วันที่ 20 สิงหาคม) และช่วงฤดูหนาว (วันที่ 22 ธันวาคม) ซึ่งได้ผลดังนี้

1. ช่วงฤดูฝน (วันที่ 20 สิงหาคม)

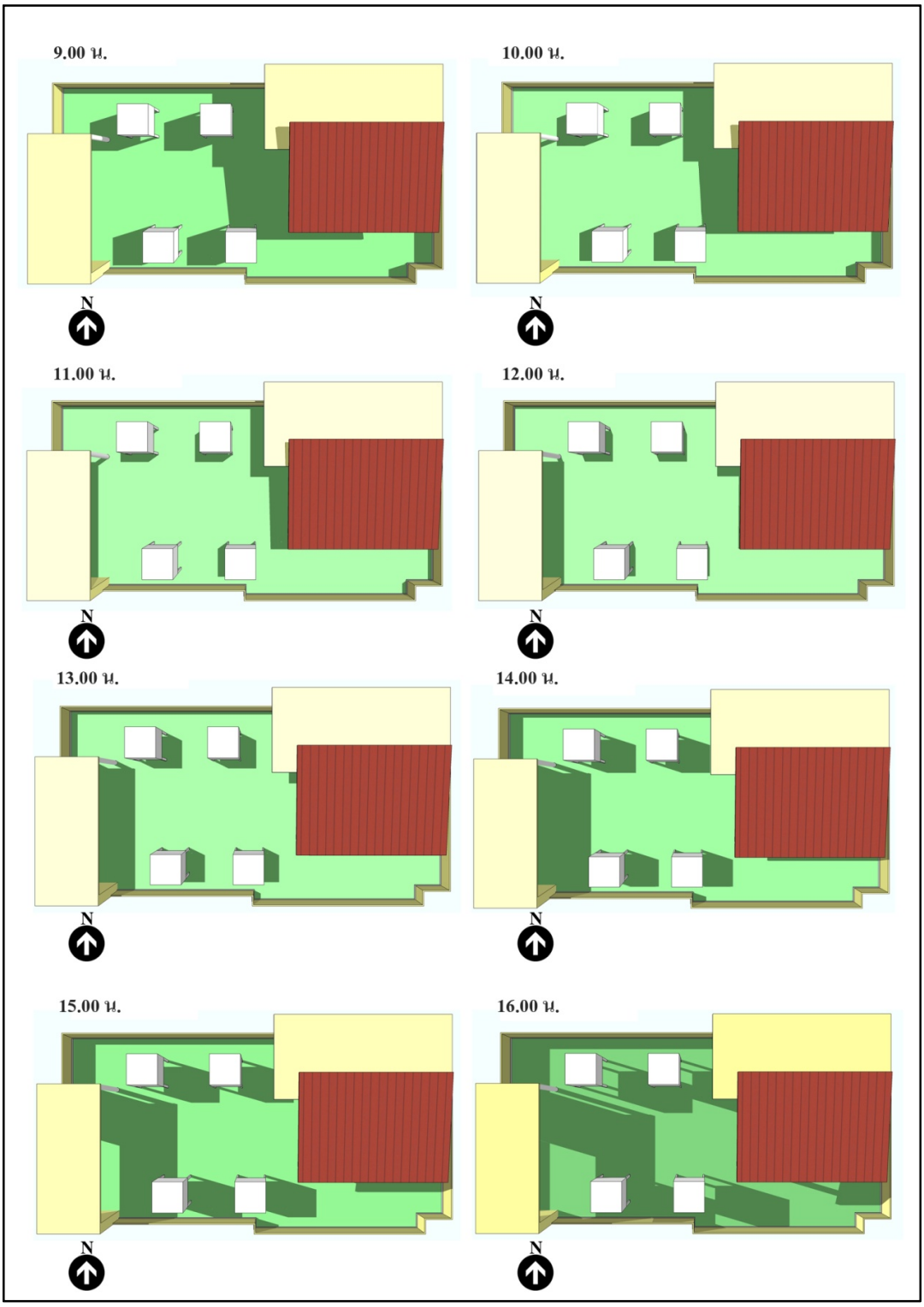
ในช่วงฤดูฝน (วันที่20 สิงหาคม) ดวงอาทิตย์จะโคจรอ้อมค่อนไปทางเหนือ ดังนั้นการวางกล่องทดลอง และแผงกันแดดไม้เลื้อยควรวางหันหน้าเข้าทางทิศเหนือ เพื่อให้กล่องทดลองและแผงกันแดดสามารถรับแสงแดดทั้งวัน



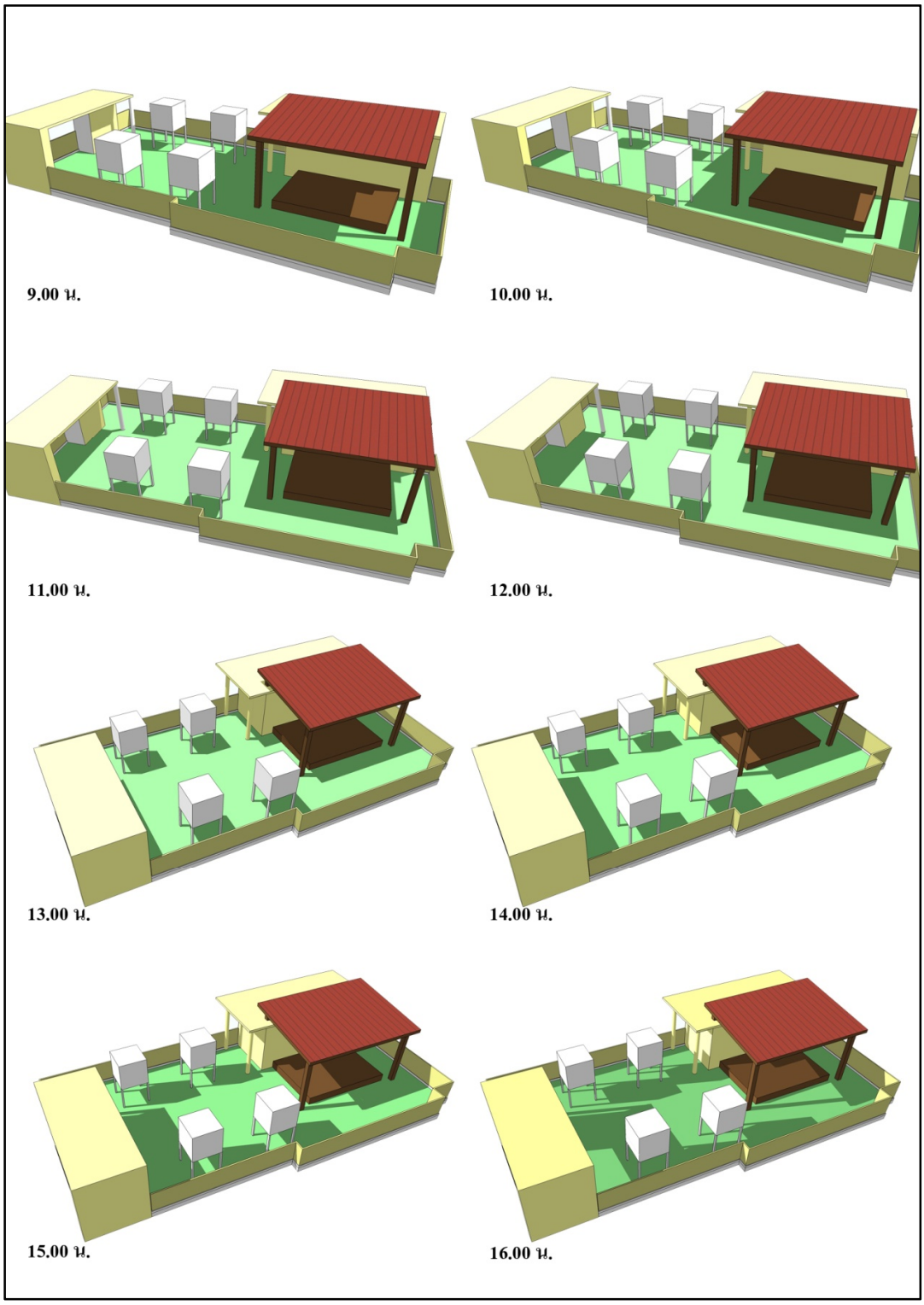
ภาพที่ 35 ตำแหน่งการวางกล่องทดลองและแผงกันแดดไม้เลื้อย ช่วงฤดูฝน (วันที่20 สิงหาคม)

1. กล่องทดลองที่ติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อยสายน้ำผึ้ง
2. กล่องทดลองที่ติดตั้งแผงแดดไม้เลื้อยมะลิวัลย์
3. กล่องทดลองที่ติดตั้งแผงไม้เลื้อย– สร้อยอินทนิล
4. กล่องทดลองที่ไม่ได้ทำการติดตั้งแผงกันแดด

ผลการจำลองสภาพแสงแดดและเงาของการวางกล่องทดลองทั้งหมด4 กล่อง พบว่าในช่วงเวลา 9.00 น. เงาของหลังคาจะทาบลงผนังล่างของกล่องทดลองที่ 2 เล็กน้อย และในช่วง 16.00 น. เงาของหลังคาจะทาบลงบนผนังล่างของกล่องทดลองที่ 1 และ 4 เล็กน้อย



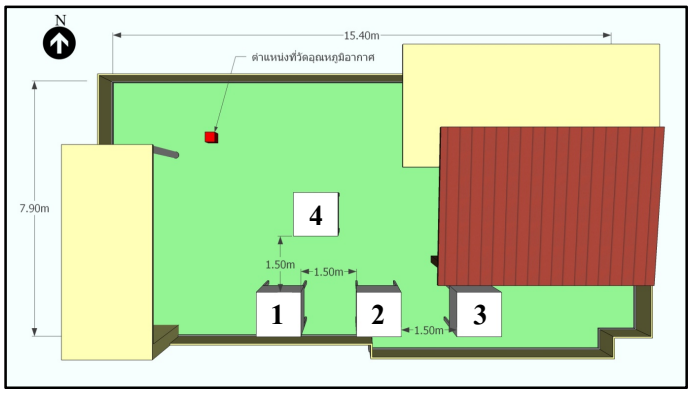
ภาพที่ 36 แสดงการจำลองทิศทางแสงแดดที่เกิดขึ้นกับตำแหน่งการวางกล่องทดลองในช่วงฤดูฝน (วันที่ 20 สิงหาคม)



ภาพที่ 37 แสดงการจำลองทิศทางแสงแดดที่เกิดขึ้นกับตำแหน่งการวางกล่องทดลอง ในช่วงฤดูฝน (วันที่ 20 สิงหาคม)

2. ช่วงฤดูหนาว (วันที่ 22 ธันวาคม)

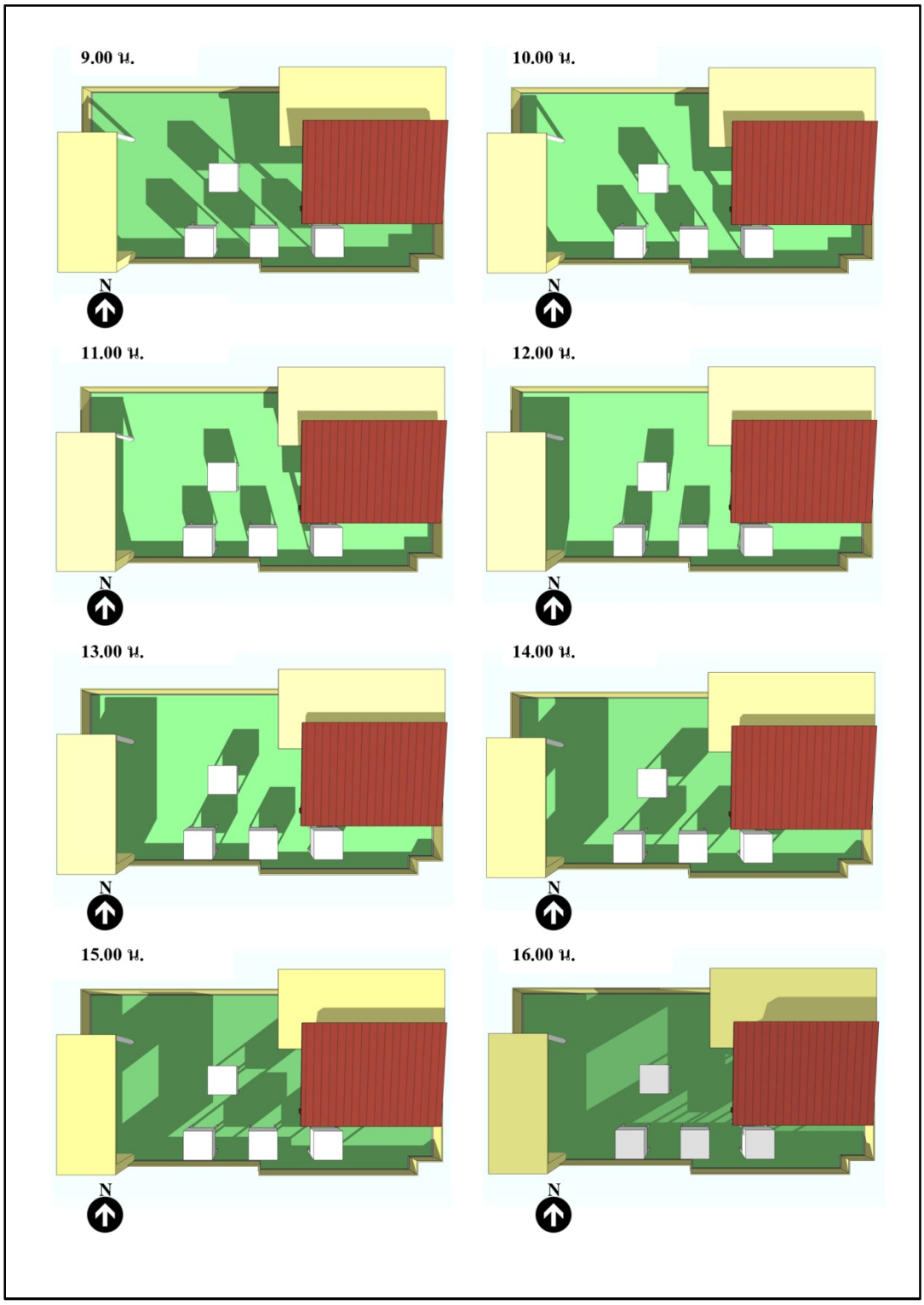
ในช่วงฤดูหนาว (วันที่ 22 ธันวาคม) ดวงอาทิตย์จะโคจรอ้อมใต้ โดยแสงอาทิตย์จะทำมุมค่อนข้างตั้งฉากกับผนัง ดังนั้นการวางกล่องทดลอง และแผงกันแดดไม้เลื้อยควรวางหันหน้าเข้าทางทิศใต้ เพื่อให้กล่องทดลอง และแผงกันแดดสามารถรับแสงแดดทั้งวัน



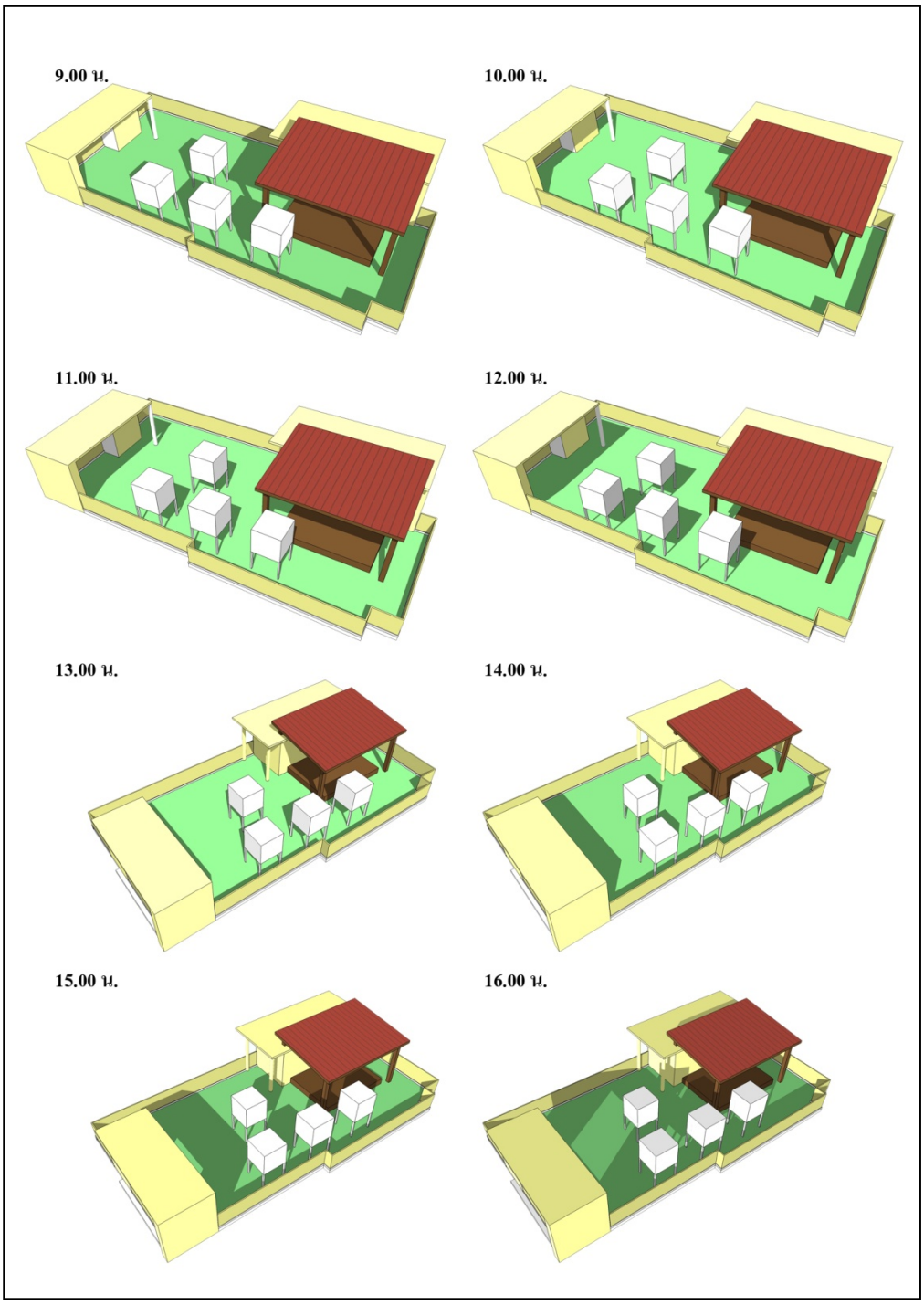
ภาพที่ 38 แสดงตำแหน่งการวางกล่องทดลองและแผงกันแดดไม้เลื้อย ช่วงฤดูหนาว (วันที่ 22 ธันวาคม)

1. กล่องทดลองที่ติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อยสายน้ำผึ้ง
2. กล่องทดลองที่ติดตั้งแผงแดดไม้เลื้อยมะลิวัลย์
3. กล่องทดลองที่ติดตั้งแผงไม้เลื้อย– สร้อยอินทนิล
4. กล่องทดลองที่ไม่ได้ทำการติดตั้งแผงกันแดด

ผลการจำลองสภาพแสงแดดและเงาของการวางกล่องทดลองทั้งหมด4 กล่อง พบว่าในช่วงเวลา 16.00 น. (วันที่ 20 ส.ค.) เงาของหลังคาจะทาบลงบนผนังของกล่องทดลองที่ 1 2 3 และ 4 ทั้งหมด ดังนั้นในช่วงเวลานี้กล่องทดลองทั้งหมดจะโดนเงาหลังคาทาบทั้งหมด



ภาพที่ 39 แสดงการจำลองทิศทางแสงแดดที่เกิดขึ้นกับตำแหน่งการวางกล่องทดลองในช่วงฤดูหนาว (วันที่ 22 ธันวาคม)

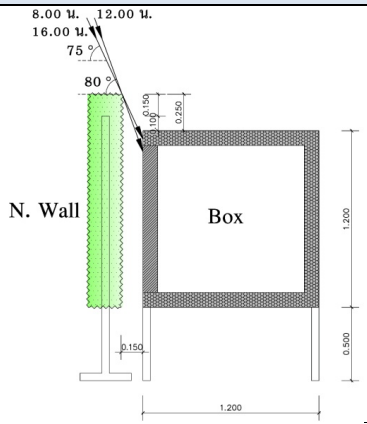
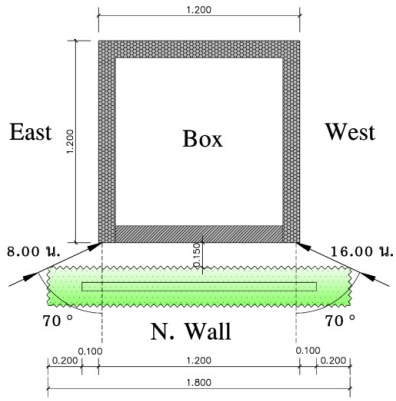
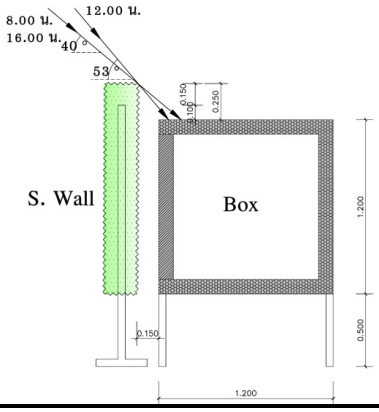
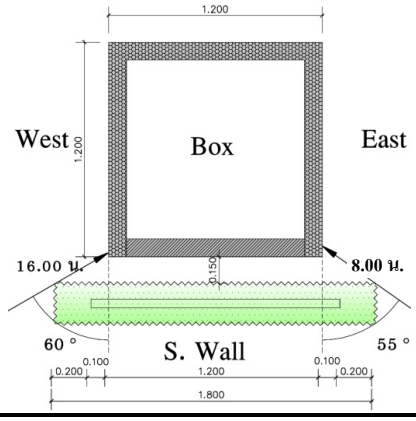


ภาพที่ 40 แสดงการจำลองทิศทางแสงแดดที่เกิดขึ้นกับตำแหน่งการวางกล่องทดลองในช่วงฤดูหนาว (วันที่ 22 ธันวาคม)

3. ตำแหน่งการวางแผงกันแดด

หลังจากที่ได้ตำแหน่งของการวางกล่องทดลองแล้ว จึงทำการจำลองการบังแสงแดดของแผงกันแดดไม้เลื้อยให้กับกล่องทดลองซึ่งในการทดลองนี้ได้กำหนดระยะห่างระหว่างกล่องทดลอง กับแผงกันแดดไม้เลื้อยเท่ากับ15 ซม. เพื่อดูว่ามีแสงแดดที่ผ่านจากแผงกันแดดไม้เลื้อยมากระทบกล่องทดลองมากน้อยเพียงใด ดังนั้นจึงใช้ Sun Chart Diagram มาทดลองมุมดวงอาทิตย์ที่เกิดขึ้น ได้แก่Profile Angle (มุมทางตั้งในแนวระดับเดียวกับตำแหน่งดวงอาทิตย์ที่ทำแนวแกนของผนัง) และ Bearing Angle (มุมชี้ทิศทางดวงอาทิตย์ในแนวราบที่ทำกับทิศเหนือหรือ ทิศใต้)[14] โดยใช้วันที่21 สิงหาคม (ดวงอาทิตย์โคจรอ้อมเหนือ) และ 21 ธันวาคม (ดวงอาทิตย์โคจรอ้อมใต้) ซึ่งเป็นช่วงเวลาในการทดลอง ในการทดสอบมุมของดวงอาทิตย์

ตารางที่ 19 แสดงการบังแสงแดดของแผงกันแดดไม้เลื้อยให้กับกล่องทดลอง

วันที่	Profile Angles Section	Bearing of the Sun Plan
21 สิงหาคม		
21 ธันวาคม		

---

[13]ตรึงใจ บูรณสมภพ, **การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย**. กรุงเทพมหานคร: นำอักษรการพิมพ์, 2521.

จากตารางที่ 19 พบว่า ในช่วงเวลา 12.00 น. วันที่ 21 สิงหาคม มุม profile ของดวงอาทิตย์กระทำต่อระนาบผนังกล่องมากที่สุด แสงอาทิตย์สามารถผ่านเข้ามาถึงผนังบนกล่องที่เป็นฉนวนโฟมได้ แต่ไม่ผ่านเข้ามาถึงผนังกล่องที่เป็นคอนกรีตมวลเบาได้ ในส่วนของมุม bearing ของดวงอาทิตย์ช่วงเวลา 8.00 น. และ 16.00 น. แสงอาทิตย์สามารถผ่านเข้ามาถึงผนังข้างกล่องได้ แต่ไม่ผ่านเข้ามาถึงผนังกล่องที่เป็นคอนกรีตมวลเบาได้

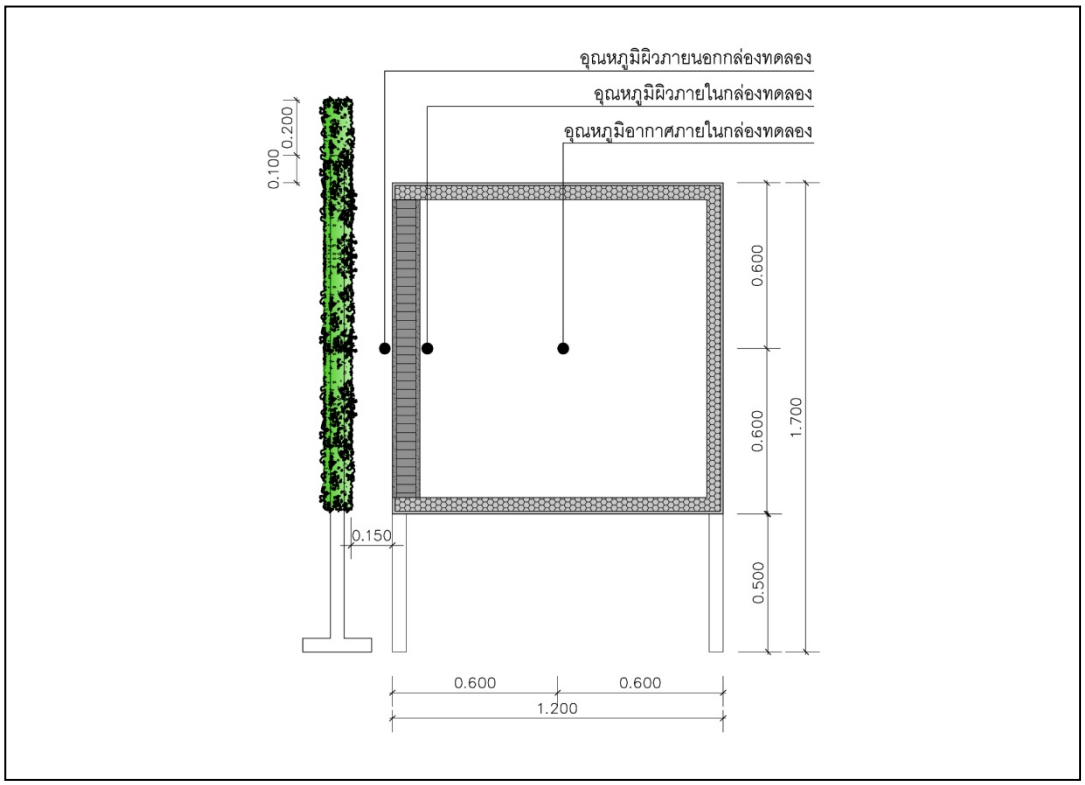
ในช่วงเวลา 12.00 น. วันที่ 21 ธันวาคม มุม profile ของดวงอาทิตย์กระทำต่อระนาบผนังกล่องมากที่สุด แสงอาทิตย์ไม่สามารถผ่านเข้ามาถึงผนังกล่องที่เป็นคอนกรีตมวลมวลเบาได้ ในส่วนของมุม bearing ของดวงอาทิตย์ช่วงเวลา8.00 น. และ 16.00 น. แสงอาทิตย์ไม่สามารถผ่านมาเข้าถึงผนังกล่องที่เป็นคอนกรีตมวลเบาได้

ผลจากการจำลองบังแสงแดดของแผงกันแดดไม้เลื้อยให้กับกล่องทดลอง พบว่า ระยะ 15 ซม. โดยที่พุ่มใบไม้เลื้อยสูงจากขอบกล่องทดลอง 25 ซม. และพุ่มใบไม้เลื้อยยื่นเลยจากขอบกล่องทดลองข้างละ 30 ซม. สามารถที่บังแสงแดดได้ โดยแสงแดดอาจลอดผ่านมาได้บ้างแต่ไม่สามารถผ่านเข้ามาถึงผนังคอนกรีตมวลเบาดังนั้นจึงทำการวางแผงกันแดดไม้เลื้อยห่างจากกล่องทดลอง 15 ซม.

3.4 การเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือในการเก็บข้อมูล

ในการเก็บข้อมูลอุณหภูมิที่จุดต่างๆ ของกล่องทดลองทั้ง4 กล่อง ได้ใช้สายเทอร์โมคัปเปิลชนิด T (Type-T thermal-couple) จำนวน 12 เส้น ร่วมกับเครื่องมือบันทึกข้อมูล (Data logger ยี่ห้อ Testo รุ่น 177-T4 และ Testo 175 โดยค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ ± 0.5 °C) แต่ละเครื่องบันทึกข้อมูลอุณหภูมิแต่ละกล่อง โดยวัดที่ อุณหภูมิผิวผนังภายนอกใน และอุณหภูมิอากาศภายในกล่อง รวมถึงอุณหภูมิอากาศภายนอก ณ เวลาเดียวกันอย่างต่อเนื่องทุก 10 นาที เก็บข้อมูลช่วงฤดูฝน 3 วัน (22-24 สิงหาคม 2554) และข้อมูลช่วงฤดูหนาว3 วัน (21-23 ธันวาคม 2554)

ภาพที่ 41 เครื่องมือ Data Logger รุ่น Testo 177 (สีดำ) Testo 175 (สีขาว) และ Type-T thermal-couple



ภาพที่ 42 แสดงการติดตั้งการวัดอุณหภูมิ ณ จุดต่างๆ

3.5 การทดลอง และการเก็บข้องมูล

โดยในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็นชุดการทดลองออกเป็น2 ชุด ดังนี้

3.5.1 ชุดการทดลองที่ 1 การศึกษาประสิทธิผลในภาพการลดความร้อนให้กับผนังอาคาร โดยการใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยต่างชนิด ในช่วงฤดูฝน(20-23 ส.ค. 2554)

3.5.2 ชุดการทดลองที่ 2 การศึกษาประสิทธิผลในการลดความร้อนให้กับผนังอาคาร โดยการใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยต่างชนิด ในช่วงฤดูหนาว(21-24 ธ.ค. 2554)

3.5.3 ชุดการทดลองที่ 3 การศึกษาประสิทธิผลในการลดความร้อนให้กับผนังอาคาร โดยการใช้ระหว่างแผงกันแดดไม้เลื้อย กับแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์(31 ธ.ค. 2554–2 ม.ค. 2555)

3.5.1 ชุดการทดลองที่ 1 การศึกษาประสิทธิในผลการลดความร้อนให้กับผนังอาคาร โดยการใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยต่างชนิด ในช่วงฤดูฝน (20-23 ส.ค. 2554)

1. การทดลอง

ในชุดการทดลองที่ 1 เป็นการทดลองทดสอบด้วยกล่องทดลอง ที่ประกอบแผงกันแดดไม้เลื้อยต่างชนิดกัน และกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดไม้เลื้อย ซึ่งหันหน้าแผงกันแดดไม้เลื้อย และกล่องทดลอง ไปทางทิศเหนือ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำผลทางอุณหภูมิที่ได้จากการทดลองนั้นมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพกัน ในช่วงฤดูฝน

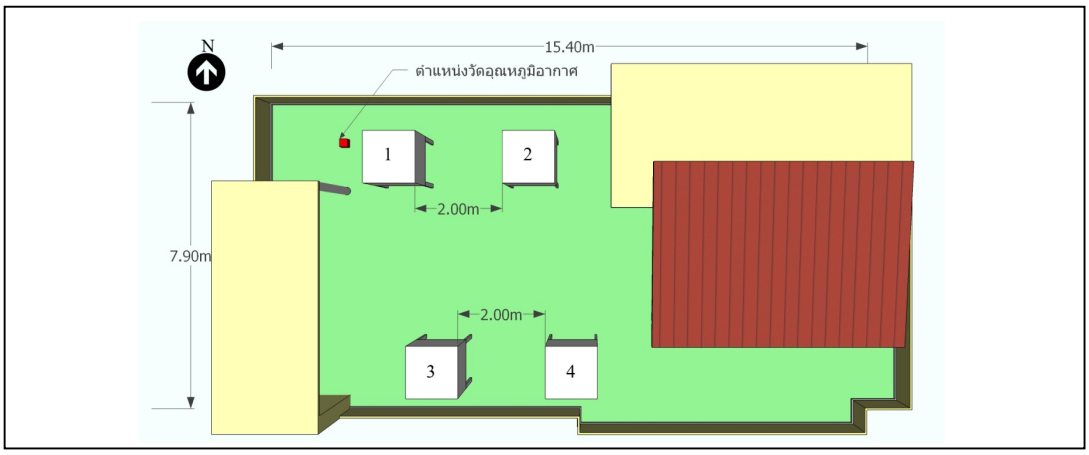
โดยมีกล่องทดลองจำนวน 4 กล่อง โดยแบ่งเป็น 4 ประเภท ดังนี้

กล่องที่ 1 กล่องทดลองที่ไม่ได้ติดตั้งแผงกันแดด

กล่องที่ 2 กล่องทดลองที่ติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อย– สร้อยอินทนิล

กล่องที่ 3 กล่องทดลองที่ติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อย– มะลิวัลย์

กล่องที่ 4 กล่องทดลองที่ติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อย– สายน้ำผึ้ง



ภาพที่ 43 แสดงตำแหน่งการวางกล่องทดลองในฤดูฝน

2. การเก็บข้อมูล

ทำการทดลองระหว่างวันที่20-23 สิงหาคม 2554 รวมระยะเวลาในการทดลอง 4 วัน ซึ่งแบ่งช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลทางอุณหภูมิคือ8.00-18.00 น. และ 19.00-7.00 น. เพื่อสะดวกต่อการวิเคราะห์ช่วงเวลาที่มีค่าอุณหภูมิสูงที่สุด และต่ำที่สุด โดยบันทึกอุณหภูมิผิวผนังภายนอก ผิวผนังภายใน และอุณหภูมิอากาสภายในกล่อง เพื่อดูผลค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงของกล่องทดลองที่ใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยต่างชนิด และกล่องทดลองที่ไม่ใช้แผงกันแดด

3.5.2 ชุดการทดลองที่ 2 การศึกษาประสิทธิผลในการลดความร้อนให้กับผนังอาคาร โดยการใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยต่างชนิด ในช่วงฤดูหนาว (21-24 ธ.ค. 2554)

1. การทดลอง

ในชุดการทดลองที่ 2 เป็นการทดลองทดสอบด้วยกล่องทดลอง ที่ประกอบแผงกันแดดไม้เลื้อยต่างชนิดกัน และกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดไม้เลื้อย ซึ่งหันหน้าแผงกันแดดไม้เลื้อย และกล่องทดลอง ไปทางทิศใต้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำผลทางอุณหภูมิที่ได้จากการทดลองนั้นมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพกัน ในช่วงฤดูหนาว

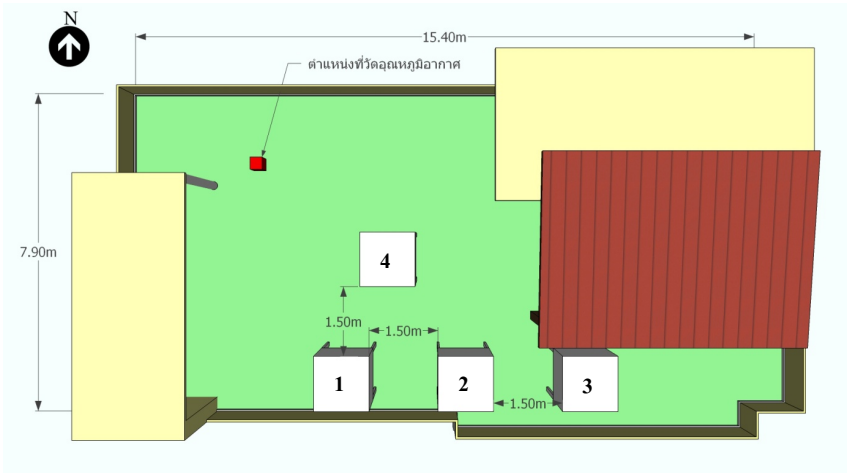
โดยมีกล่องทดลองจำนวน 4 กล่อง โดยแบ่งเป็น 4 ประเภท ดังนี้

กล่องที่ 1 กล่องทดลองที่ไม่ได้ติดตั้งแผงกันแดด

กล่องที่ 2 กล่องทดลองที่ติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อย– สร้อยอินทนิล

กล่องที่ 3 กล่องทดลองที่ติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อย– มะลิวัลย์

กล่องที่ 4 กล่องทดลองที่ติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อย– สายน้ำผึ้ง



ภาพที่ 44 แสดงตำแหน่งการวางกล่องทดลอง ในฤดูหนาว

2. การเก็บข้อมูล

ทำการทดลองระหว่างวันที่21-24 ธันวาคม 2554 รวมระยะเวลาในการทดลอง 4 วันซึ่งแบ่งช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลทางอุณหภูมิคือ8.00-18.00 น. และ 19.00-7.00 น. เพื่อสะดวกต่อการวิเคราะห์ช่วงเวลาที่มีค่าอุณหภูมิสูงที่สุด และต่ำที่สุด โดยบันทึกผลอุณหภูมิผิวผนังภายนอก ผิวผนังภายใน และอุณหภูมิอากาสภายในกล่อง เพื่อดูผลค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงของกล่องทดลองที่ใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยต่างชนิด และกล่องทดลองที่ไม่ใช้แผงกันแดด

1. กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด

2. กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิล

3. กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์

4. กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง

ภาพที่ 45 กล่องทดลองที่ไม่ได้ติดตั้งแผงกันแดดและกล่องทดลองที่ติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อย

3.5.3 ชุดการทดลองที่ 3 การศึกษาประสิทธิภาพในการลดความร้อนให้กับผนังอาคาร ระหว่างการใช้แผงกันแดดไม้เลื้อย กับการใช้แผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ (31 ธ.ค. 2554 – 2 ม.ค. 2555)

1. การทดลอง

ในชุดการทดลองที่ 3 เป็นการทดลองทดสอบด้วยกล่องทดลอง ที่ประกอบแผงกันแดดไม้เลื้อย แผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ และกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดไม้เลื้อย ซึ่งหัน

หน้าแผงกันแดดไม้เลื้อย แผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ และกล่องทดลอง ไปทางทิศใต้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำผลทางอุณหภูมิที่ได้จากการทดลองนั้นมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพกัน

ในชุดการทดลองนี้ สาเหตุที่เลือกแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ เนื่องจากระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ เป็นวัสดุที่สร้างขึ้นมาทดแทนการใช้วัสดุไม้ซึ่งในปัจจุบันอาคารทั่วไปนิยมใช้ติดตั้งเป็นแผงกันแดด โดยมีส่วนผสม ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เส้นใยเซลลูโลส ทรายซิลิก้าบริสุทธิ์ และน้ำ ผลิตผ่านเครื่องอบไอน้ำแรงดันสูง (Autoclaved Process)[15]

ตารางที่ 20 แสดงคุณสมบัติของวัสดุต่างๆ ที่ใช้ทำแผงกันแดดระแนง

วัสดุ	Thermal Conductivity ($W/m^2.K$)	Density (kg/m^3)	Specific Heat (kJ/kg.K)
1. เหล็กกล้า	47.6	7,840	0.5
2. อลูมิเนียม	211	2,672	0.896
3. ไม้เนื้อแข็ง	0.217	800	1.3
4. ไฟเบอร์ซีเมนต์	0.125	1,100-1,300	1.3

ที่มา: กระทรวงพลังงาน, “แนวทางการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างและฉนวนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน,” 25 ธันวาคม 2551.

จากตารางที่ 20 แสดงให้เห็นว่า วัสดุระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ มีค่าการนำความร้อนและค่าความจุความร้อนที่ต่ำและมีน้ำหนักไม่มากสะดวกต่อการติดตั้งแผงกันแดด

ภาพที่ 46 ระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ที่ใช้ในการทำแผงกันแดดให้กับอาคาร

ที่มา : **Conwood** [online], accessed September 26, 2011, available from http://www.conwood.co.th/

---

[13]**Siamfibrecement** [online], accessed December 15, 2011, available from http://siamfibrecement.com/smw-dataproduct.php

ในส่วนการติดตั้งระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ประกอบแผงกันแดด จะเลือกใช้ระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ขนาด กว้าง 3 นิ้ว หนา 12 มม. เนื่องจากเป็นขนาดที่หาซื้อได้ง่ายในท้องตลาด ใช้ติดตั้งกับอาคารทั่วไปติดตั้งง่ายเพราะมีขนาดที่ไม่หนามาก โดยทำการติดตั้งเว้นระยะห่าง1 นิ้ว เพื่อให้มีช่องในการระบายอากาศ และทาสีเขียวให้เหมือนกับใบของไม้เลื้อยโดยอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ไฟเบอร์ซีเมนต์ และพื้นโครงแผงกันแดด คำนวณได้ดังนี้

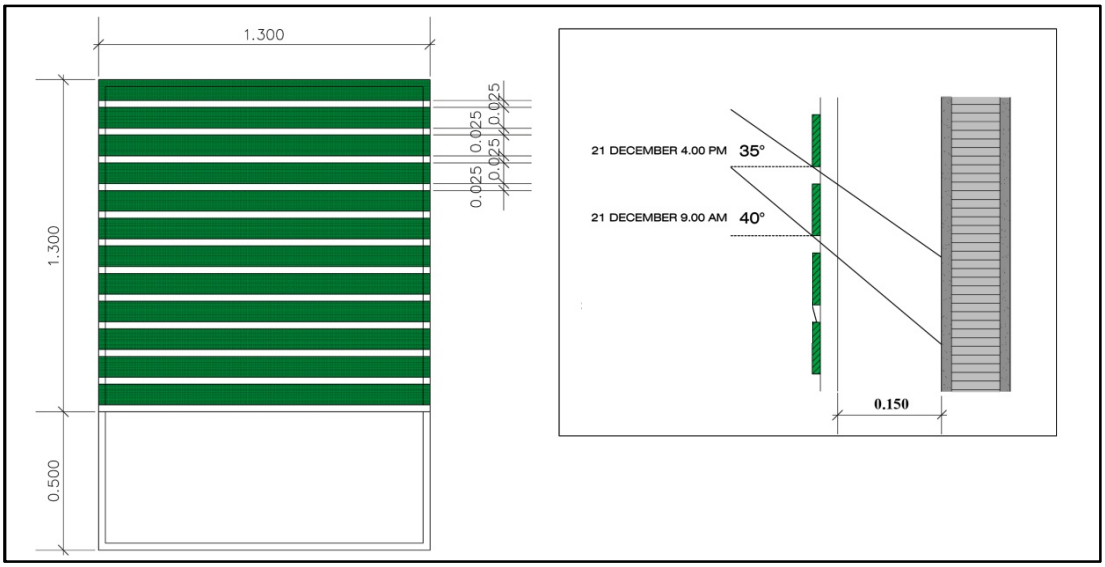
- พื้นที่แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ ขนาด0.075 (กว้าง) x 1.40 (ยาว) ม.

  = (0.075 x 1.40) x 12 (จำนวนแผ่น) = 1.26 ตร.ม.
- พื้นที่โครงแผ่นกันแดด ขนาด1.30 (กว้าง) 1.40 (ยาว) ม.

  = 1.30 x 1.40 = 1.82 ตร.ม.

ดังนั้นอัตราส่วนระหว่าง พื้นที่ไฟเบอร์ซีเมนต์ และพื้นโครงแผงกันแดดทั้งหมด

= 1.26 (ตร.ม.) / 1.82 (ตร.ม.) = 0.7



ภาพที่ 47 การติดตั้งระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์กับโครงแผงกันแดด และการจำลองมุมProfile ของแสงอาทิตย์ที่ผ่านจากแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์กระทบกับผิวผนังกล่อง

ภาพที่ 48 แผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ โดยทาสีเขียวที่ระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์

จากรูปที่ 47 แสดงให้เห็นว่า ช่วงเวลา 16.00 น. วันที่ 21 ธันวาคม (เป็นช่วงที่แสงแดดจากดวงอาทิตย์ทำมุมเกือบตั้งฉากกับผนังมากที่สุด) แสงแดดสามารถผ่านทะลุช่องระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ มากระทบกับผิวกล่องได้ ดังนั้นแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์จึงไม่สามารถป้องกันแสงแดดไว้ได้หมด ซึ่งแผงกันแดดไม้เลื้อยเองไม่สามารถป้องกันแสงแดดไว้ได้หมดเช่นกัน

ดังนั้นจึงติดตั้งระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ เว้นระยะ1 นิ้วเพื่อให้สามารถระบายอากาศได้ จะมีแสงแดดส่องผ่านเข้ามาได้บ้างเหมือนกับแผงกันแดดไม้เลื้อย

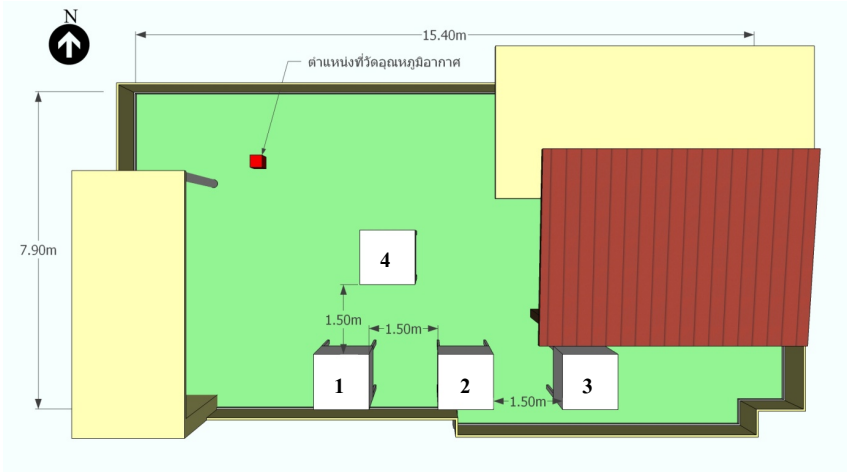
ในการทดลองชุดนี้ มีกล่องทดลองจำนวน 4 กล่อง โดยแบ่งเป็น 4 ประเภท ดังนี้

กล่องที่ 1 กล่องทดลองที่ไม่ได้ติดตั้งแผงกันแดด

กล่องที่ 2 กล่องทดลองที่ติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อย (ที่มีประสิทธิภาพในการลดความร้อนได้มากที่สุด โดยได้จากชุดการทดลองที่1 และ 2)

กล่องที่ 3 กล่องทดลองที่ติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อย (ที่มีประสิทธิภาพในการลดความร้อนได้น้อยที่สุด โดยได้จากชุดการทดลองที่1 และ 2)

กล่องที่ 4 กล่องทดลองที่ติดตั้งแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์



ภาพที่ 49 แสดงตำแหน่งการวางกล่องทดลอง

2. การเก็บข้อมูล

ทำการทดลองระหว่างวันที่30 ธันวาคม 2554-2 มกราคม 2555 รวมระยะเวลาในการทดลอง 4 วัน ซึ่งแบ่งช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลทางอุณหภูมิคือ8.00-18.00 น. และ 19.00-7.00 น. เพื่อสะดวกต่อการวิเคราะห์ช่วงเวลาที่มีค่าอุณหภูมิสูงที่สุด และต่ำที่สุด โดยบันทึกผลอุณหภูมิผิวผนังภายนอก ผิวผนังภายใน และอุณหภูมิอากาสภายในกล่อง เพื่อดูผลค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงของกล่องทดลองที่ใช้แผงกันแดดไม้เลื้อย กล่องทดลองที่ใช้แผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ และกล่องทดลองที่ไม่ใช้แผงกันแดด

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล

ในบทนี้เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ผลการศึกษาประสิทธิผลการใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยในการลดความร้อนเข้าสู่อาคาร โดยทำการวัดอุณหภูมิที่ผิวผนังภายนอก ผิวผนังภายใน และอุณหภูมิอากาศภายในกล่อง ซึ่งในการทดสอบประสิทธิภาพของแผงกันแดดไม้เลื้อยได้ทำการทดลองเป็น 3 ชุด โดยจำแนกเป็นชุดการทดลองดังนี้

1. ชุดการทดลองที่ 1

การศึกษาประสิทธิผลในการลดความร้อนให้กับผนังอาคาร โดยการใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยต่างชนิด ในช่วงฤดูฝน (20-23 ส.ค. 2554)

2. ชุดการทดลองที่ 2

การศึกษาประสิทธิผลในการลดความร้อนให้กับผนังอาคารโดยการใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยต่างชนิด ในช่วงฤดูหนาว (21-24 ธ.ค. 2554)

3. ชุดการทดลองที่ 3

การศึกษาประสิทธิผลในการลดความร้อนให้กับผนังอาคารระหว่างการใช้แผงกันแดดไม้เลื้อย กับแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์(30 ธ.ค. 2554- 2 ม.ค. 2555)

จากการทดลองทั้ง3 ชุด ผลการทดลองที่ได้มีดังนี้

1. ผลการทดลองที่ 1 การศึกษาประสิทธิผลในการลดความร้อนให้กับผนังอาคาร โดยการใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยต่างชนิด ในช่วงฤดูฝน (20-23 ส.ค. 2554)

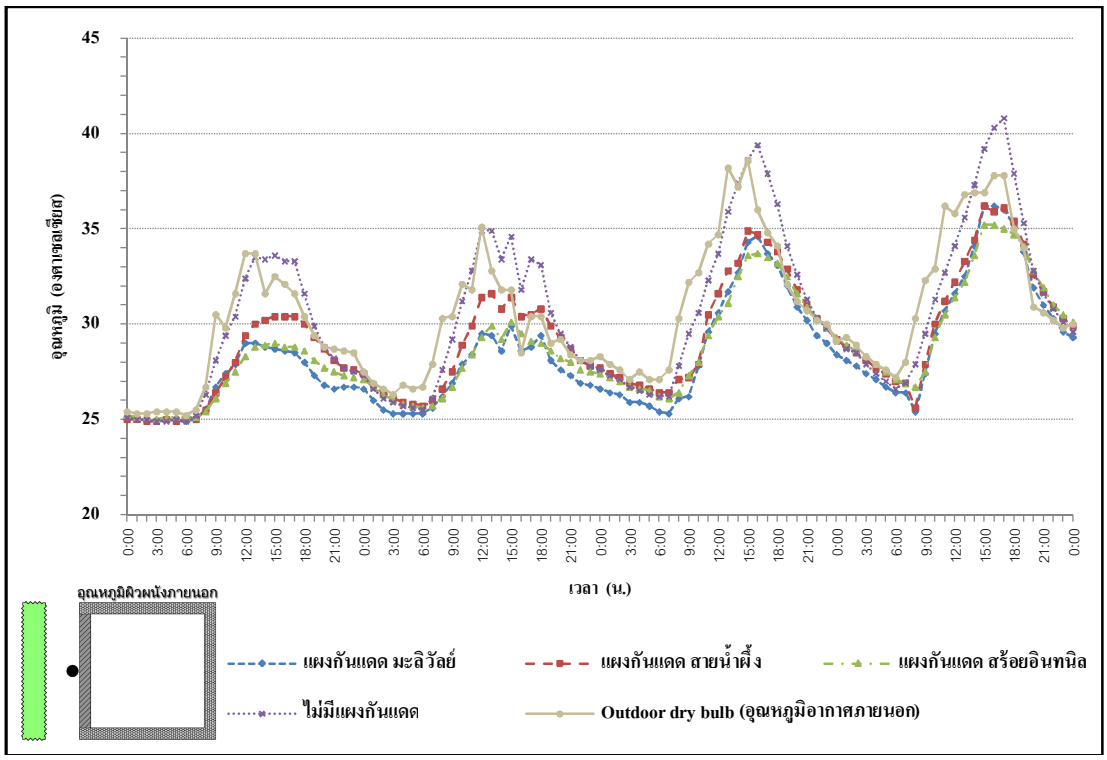
1.1 อุณหภูมิผิวผนังภายนอก

อุณหภูมิผิวผนังภายนอกสูงสุด กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดจะมีค่าอุณหภูมิผิวภายนอกสูงที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 37.2 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง (33.3 °C) และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์ (32.4 °C) โดยกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิลจะมีค่าอุณหภูมิผิวภายนอกต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 32 °C โดยน้อยกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดเท่ากับ 5.6 °C หรือลดลงประมาณ 13.7 % โดยที่ค่าอุณหภูมิผิวภายนอกสูงสุด ของกล่องทดลองทั้งหมด ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเวลาระหว่าง 15.00 – 17.00 น.

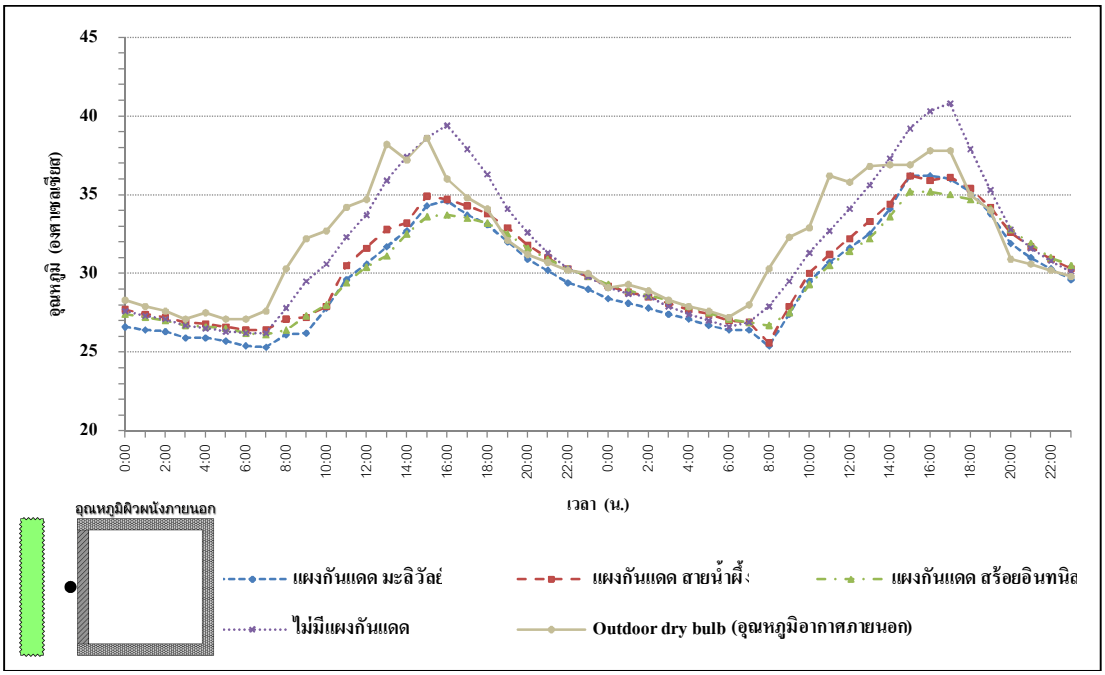
อุณหภูมิผิวผนังภายนอกต่ำสุด กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์จะมีค่าอุณหภูมิผิวภายนอกต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 25.2 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง (25.7 °C) กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด (25.8 °C) และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิล (25.9 °C) ตามลำดับซึ่งสังเกตได้ว่า ค่าอุณหภูมิผิวภายนอกของทั้ง 4 กล่องไม่แตกต่างกันมาก โดยที่ค่าอุณหภูมิผิวภายนอกต่ำสุดของกล่องทดลองทั้งหมด ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเวลาระหว่าง 5.00–7.00 น.

อุณหภูมิผิวผนังภายนอกโดยเฉลี่ยช่วงเวลา 8.00 – 18.00 น. กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดจะมีค่าอุณหภูมิผิวภายนอกสูงที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 33.4 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง (30.8 °C) และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์ (29.9 °C) โดยกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิลจะมีค่าอุณหภูมิผิวภายนอกต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 29.8 °C โดยน้อยกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดเท่ากับ 3.5 °C หรือลดลงประมาณ 10.6 % โดยช่วงเวลาบ่าย (15.00–17.00 น.) เป็นช่วงเวลาที่กล่องทดลองทั้ง 4 กล่อง มีอุณหภูมิผิวภายนอกสูงที่สุด

อุณหภูมิผิวผนังภายนอกโดยเฉลี่ยช่วงเวลา 19.00-7.00 น. กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์จะมีค่าอุณหภูมิผิวภายนอกต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 27.1 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิล (27.7 °C) กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด (27.9 °C) และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง (27.9 °C) ตามลำดับ ซึ่งสังเกตได้ว่า ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยผิวภายนอกช่วงเวลา 19.00-7.00 น. ของทั้ง 4 กล่องไม่แตกต่างกันมาก โดยช่วงเวลาเช้า (5.00–7.00 น.) เป็นช่วงเวลาที่กล่องทดลองทั้ง 4 กล่อง มีอุณหภูมิผิวภายนอกต่ำที่สุด เนื่องจากอุณหภูมิอากาศภายนอกต่ำที่สุด ทำให้ผิวผนังได้มีการคายความร้อนสู่บรรยากาศได้มากในช่วงเวลานี้



แผนภูมิที่ 2 อุณหภูมิผิวผนังภายนอก ฤดูฝน (วันที่20-23 สิงหาคม 2554)



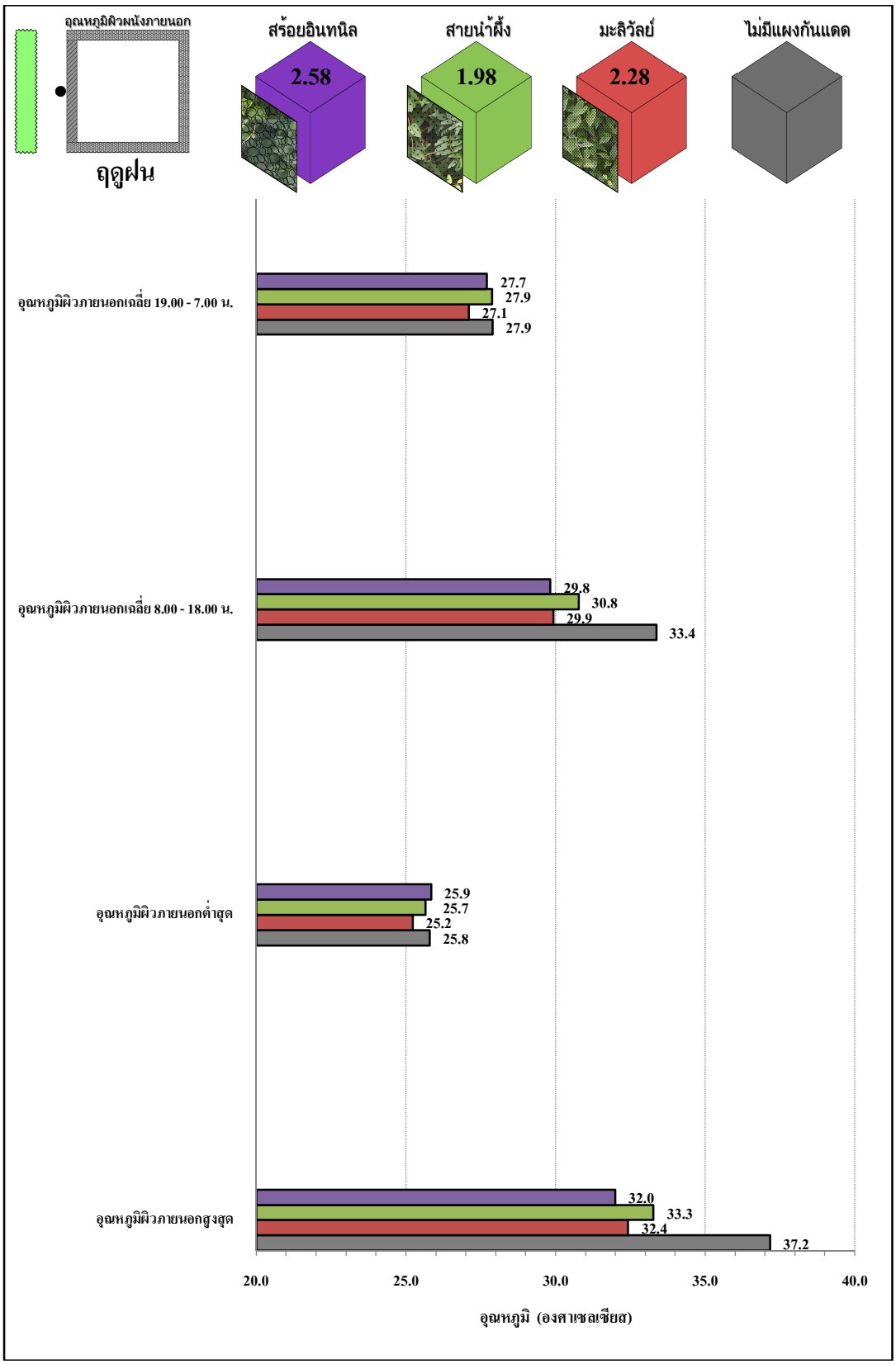
แผนภูมิที่ 3 อุณหภูมิผิวผนังภายนอก ฤดูฝน (วันที่22-23 สิงหาคม 2554)

ตารางที่ 21 อุณหภูมิผิวผนังภายนอก ฤดูฝน (วันที่20-23 ส.ค. 2554)

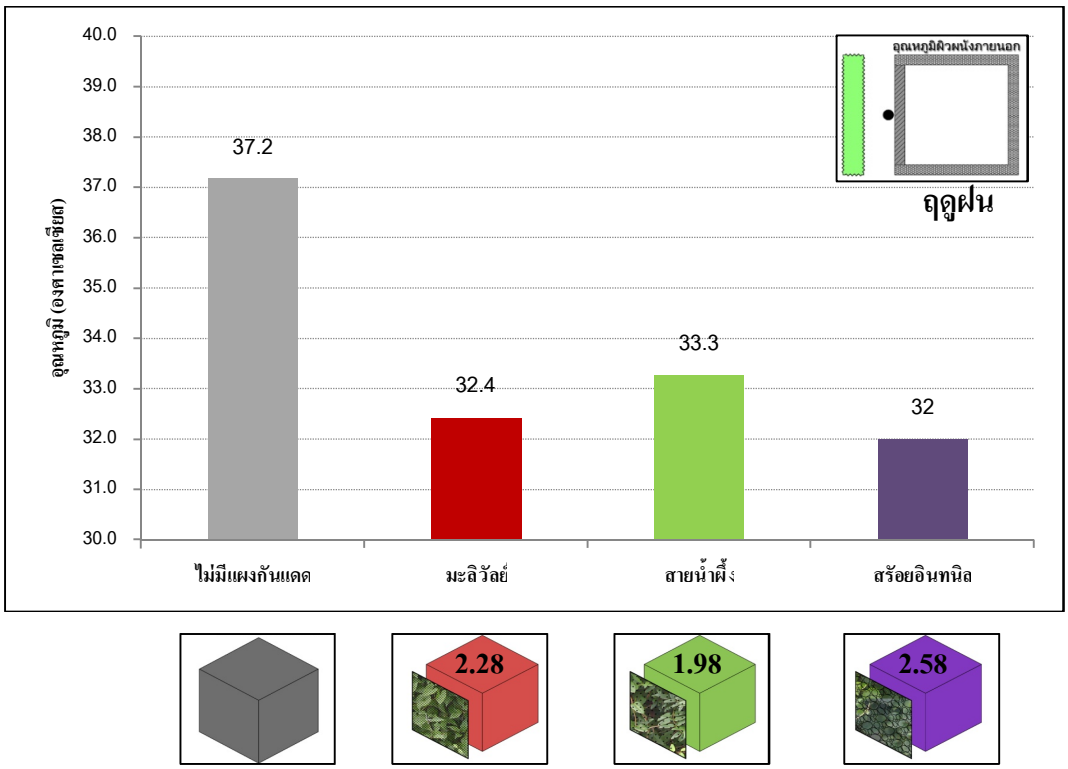
ค่า	อุณหภูมิผิวภายนอกสูงสุด (Cº)					อุณหภูมิผิวภายนอกต่ำสุด (Cº)					อุณหภูมิผิวภายนอกเฉลี่ย 8.00-18.00 น. (Cº)					อุณหภูมิผิวภายนอกเฉลี่ย 19.00-7.00 น. (Cº)				
วันที่ / แผงกันแดด	20	21	22	23	เฉลี่ย 4 วัน	20	21	22	23	เฉลี่ย 4 วัน	20	21	22	23	เฉลี่ย 4 วัน	20	21	22	23	เฉลี่ย 4 วัน
ไม่มีแผงกันแดด	33.6	34.9	39.4	40.8	37.2	24.9	25.5	26.2	26.2	25.8	31.4	32.4	34.5	35.1	33.4	26.3	27.2	28.6	29.4	27.9
มะลิวัลย์	29	29.9	34.6	36.2	32.4	24.9	25.3	25.3	25.4	25.2	28	28.5	30.9	32.3	29.9	25.7	26.3	27.6	28.8	27.1
ผลต่าง	4.6	5	4.8	4.6	4.8	0	0.2	0.9	1.2	0.6	3.4	3.9	3.5	2.9	3.4	0.6	0.9	1.0	0.6	0.8
ผลต่างเป็น %	13.7	14.3	12.2	11.3	12.8	0	0.8	3.4	4.5	2.2	10.8	12.1	10.3	8.2	10.3	2.5	3.4	3.5	2	2.8
สายน้ำผึ้ง	30.4	31.6	34.9	36.2	33.3	24.9	25.7	26.4	25.6	25.7	28.9	30	31.6	32.6	30.8	26.2	27.2	28.6	29.5	27.9
ผลต่าง	3.2	3.3	4.5	4.6	3.9	0	-0.2	-0.2	0.6	0.1	2.5	2.5	2.9	2.6	2.6	0.1	0	0.1	0	0
ผลต่างเป็น %	9.5	9.5	11.4	11.3	10.5	0	-0.8	-0.8	2.3	0.6	7.9	7.6	8.3	7.3	7.8	0.3	-0.1	0.2	-0.2	0.1
สร้อยอินทนิล	29	30.1	33.7	35.2	32	25	25.6	26.1	26.7	25.9	27.9	28.6	30.8	31.9	29.8	26	26.8	28.4	29.6	27.7
ผลต่าง	4.6	4.8	5.7	5.6	52	-0.1	-0.1	0.1	-0.5	-0.1	3.5	3.8	3.7	3.2	3.5	0.3	0.4	0.2	-0.2	0.2
ผลต่างเป็น %	13.7	13.8	14.5	13.7	13.9	-0.4	-0.4	0.4	-1.9	-0.2	11.1	11.7	10.6	9.1	10.6	1.0	1.4	0.9	-0.5	0.7

* **หมายเหตุ**

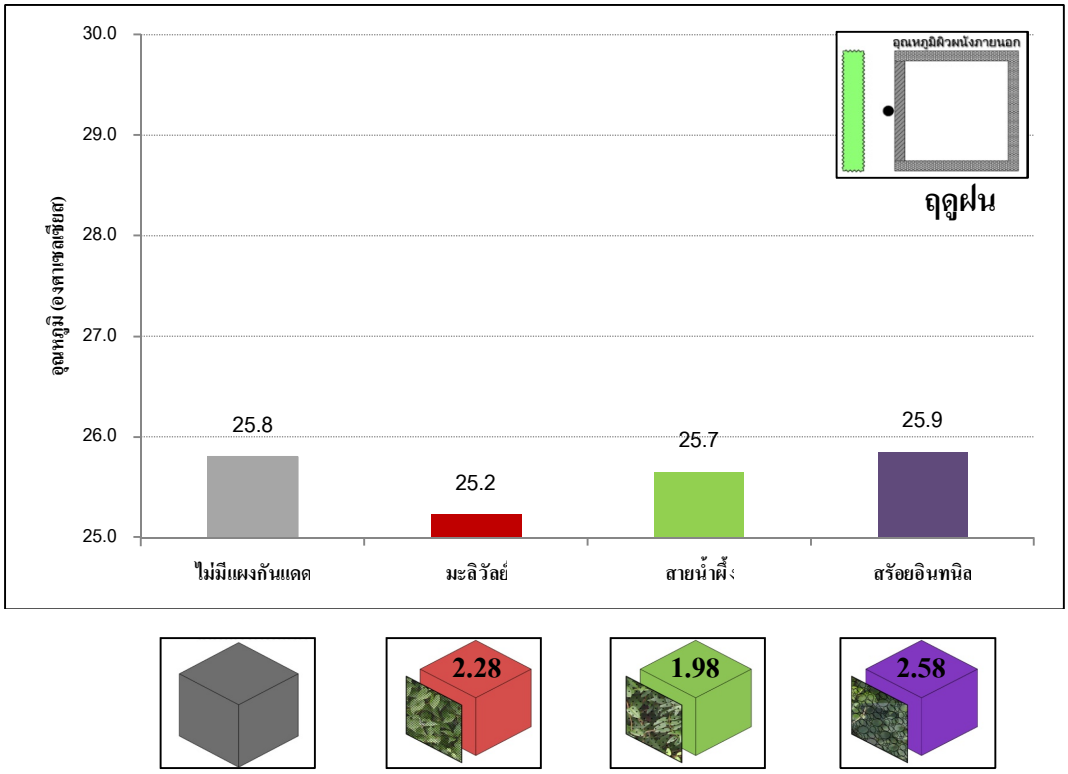
- ค่าอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุด คิดจากช่วงเวลาตลอด24 ชม. รวมทั้ง4 วัน
- ค่าผลต่าง คิดจากค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด ลบด้วยค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยชนิด ในกรณีที่ค่าติดลบ แสดงว่าค่าอุณหภูมิของกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยชนิดนั้น สูงกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด
- ผลต่างเป็น % คิดได้จากสูตร ค่าผลต่าง x 100 หารด้วยค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด



แผนภูมิที่ 4 อุณหภูมิผิวผนังภายนอกเฉลี่ย 4 วันฤดูฝน (วันที่20-23 สิงหาคม 2554)



แผนภูมิที่ 5 อุณหภูมิผิวผนังภายนอกสูงสุดเฉลี่ย 4 วัน ฤดูฝน (วันที่20-23 สิงหาคม 2554)



แผนภูมิที่ 6 อุณหภูมิผิวผนังภายนอกต่ำสุดเฉลี่ย 4 วัน ฤดูฝน (วันที่20-23 สิงหาคม 2554)

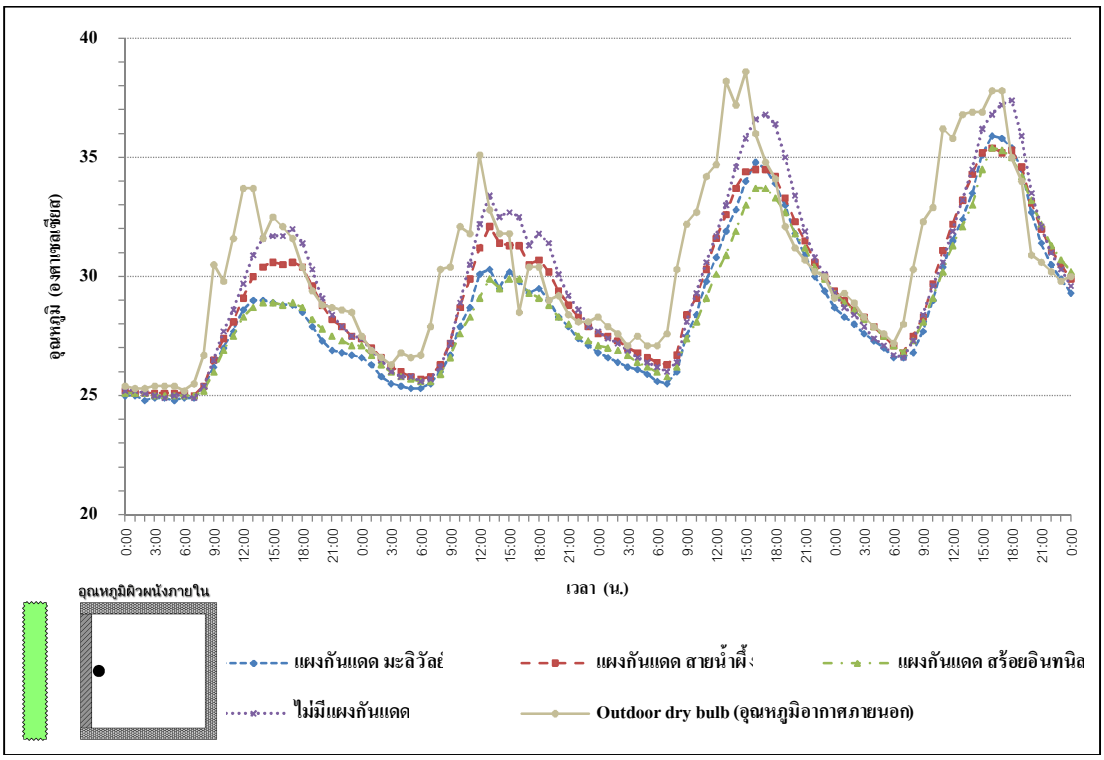
1.2 อุณหภูมิผิวผนังภายใน

อุณหภูมิผิวผนังภายในสูงสุด กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดจะมีค่าอุณหภูมิผิวภายในสูงที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 34.9 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง(33.2 °C) และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์(32.5 °C) โดยกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิลจะมีค่าอุณหภูมิผิวภายในต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 32 °C โดยน้อยกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดเท่ากับ 2.9 °C หรือลดลงประมาณ 8.4 % โดยที่ค่าอุณหภูมิผิวภายในสูงสุดของกล่องทดลองทั้งหมด ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเวลาระหว่าง 15.00 – 17.00 น.

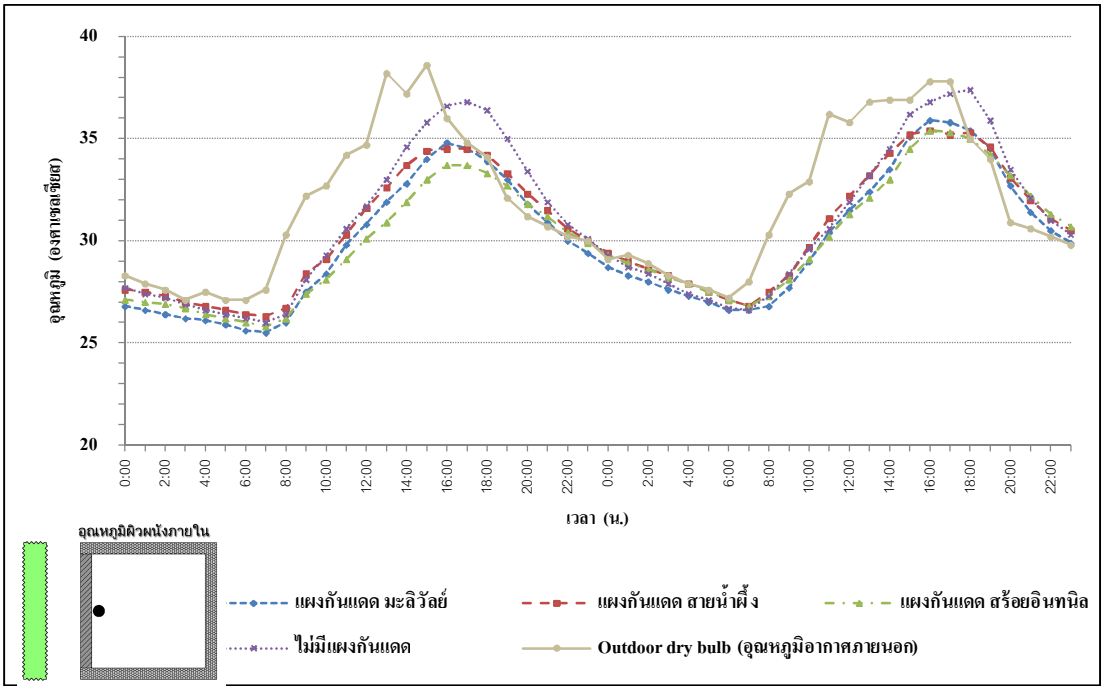
อุณหภูมิผิวผนังภายในต่ำสุด กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์จะมีค่าอุณหภูมิผิวภายในต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 25.6 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด (25.8 °C) กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิล (25.8 °C) และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง (26 °C) ตามลำดับซึ่งสังเกตได้ว่า ค่าอุณหภูมิผิวภายในของทั้ง4 กล่องไม่แตกต่างกันมาก โดยที่ค่าอุณหภูมิผิวภายในต่ำสุดของกล่องทดลองทั้งหมด ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเวลาระหว่าง5.00–7.00 น.

อุณหภูมิผิวผนังภายในโดยเฉลี่ยช่วงเวลา 8.00 – 18.00 น. กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด จะมีค่าอุณหภูมิผิวภายในสูงที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 31.6 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง(30.8 °C) และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์(30.1 °C) โดยกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิลจะมีค่าอุณหภูมิผิวภายในต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 29.8 °C โดยน้อยกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดเท่ากับ 1.8 °C หรือลดลงประมาณ 5.6 % โดยช่วงเวลาบ่าย (15.00–17.00 น.) เป็นช่วงเวลาที่กล่องทดลองทั้ง4 กล่อง มีอุณหภูมิผิวภายในสูงที่สุด

อุณหภูมิผิวผนังภายในโดยเฉลี่ยช่วงเวลา 19.00-7.00 น. กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์จะมีค่าอุณหภูมิผิวภายในต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 27.4 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิล (27.7 °C) กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง(28 °C) และกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด (28.1 °C) ตามลำดับซึ่งสังเกตได้ว่า ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยผิวภายในของทั้ง4 กล่องไม่แตกต่างกันมาก โดยช่วงเวลาเช้า (5.00–7.00 น.) เป็นช่วงเวลาที่กล่องทดลองทั้ง4 กล่อง มีอุณหภูมิผิวภายในต่ำที่สุดเนื่องจากอุณหภูมิอากาศภายนอกต่ำที่สุด ทำให้ผิวผนังได้มีการถ่ายความร้อนสู่บรรยากาศได้มากในช่วงเวลานี้



แผนภูมิที่ 7 อุณหภูมิผิวผนังภายใน ฤดูฝน (วันที่20-23 สิงหาคม 2554)



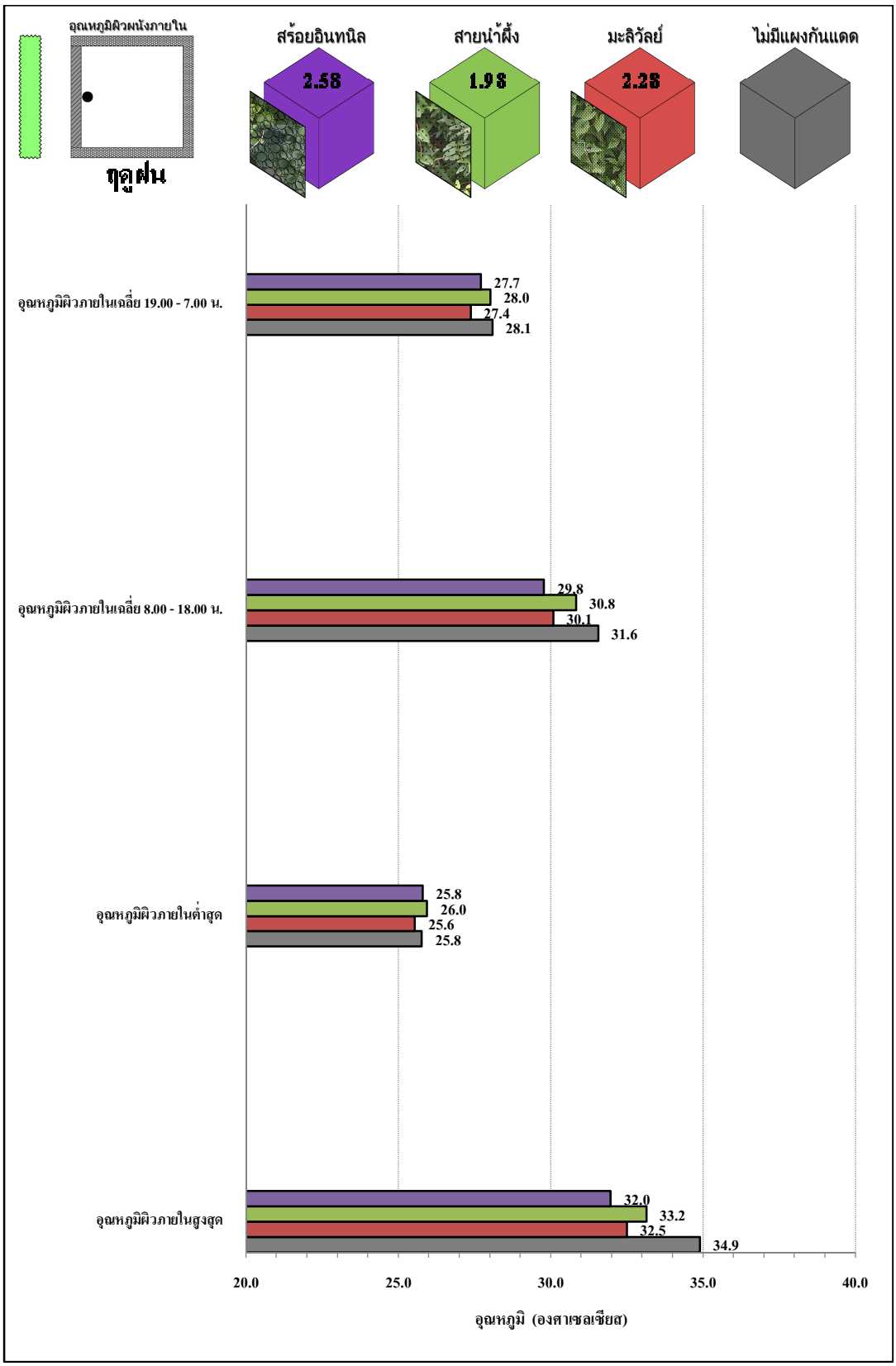
แผนภูมิที่ 8 อุณหภูมิผิวผนังภายใน ฤดูฝน (วันที่22-23 สิงหาคม 2554)

ตารางที่ 22 อุณหภูมิผิวผนังภายใน ฤดูฝน (วันที่ 20-23 ส.ค. 2554)

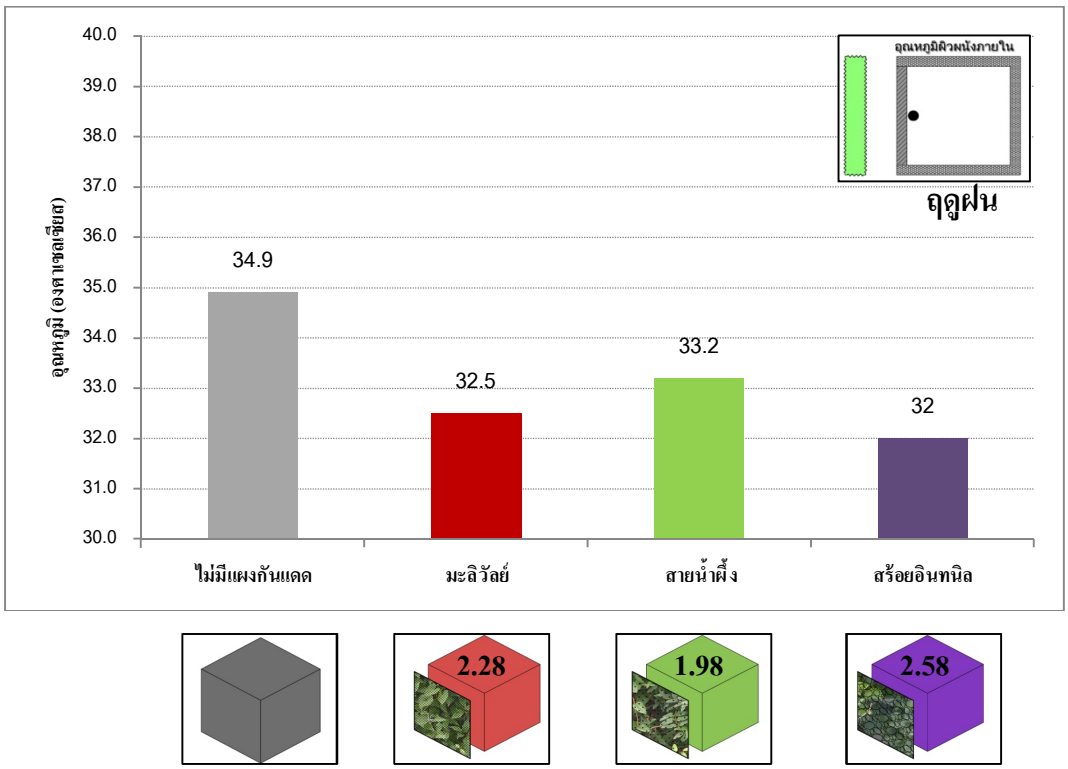
ค่า	อุณหภูมิผิวภายในสูงสุด (C°)					อุณหภูมิผิวภายในต่ำสุด (C°)					อุณหภูมิผิวภายในเฉลี่ย 8.00-18.00 น. (C°)					อุณหภูมิผิวภายในเฉลี่ย 19.00-7.00 น. (C°)				
วันที่ / แผงกันแดด	20	21	22	23	เฉลี่ย 4 วัน	20	21	22	23	เฉลี่ย 4 วัน	20	21	22	23	เฉลี่ย 4 วัน	20	21	22	23	เฉลี่ย 4 วัน
ไม่มีแผงกันแดด	32	33.4	36.8	37.4	34.9	24.9	25.6	26	26.6	25.8	29.7	30.8	32.7	33	31.6	26.4	27.5	28.9	29.6	28.1
มะลิวัลย์	29	30.3	34.8	35.9	32.5	24.8	25.3	25.5	26.6	25.6	28	28.9	31.3	32.1	30.1	25.8	26.6	28	29.2	27.4
ผลต่าง	3	3.1	2	1.5	2.4	0.1	0.3	0.5	0	0.2	1.8	1.9	1.4	0.9	1.5	0.7	0.9	0.9	0.4	0.7
ผลต่างเป็น %	9.4	9.3	5.4	4	6.9	0.4	1.2	1.9	0	0.9	5.9	6.3	4.1	2.6	4.7	2.5	3.2	3	1.5	2.6
สายน้ำผึ้ง	30.6	32.1	34.5	35.4	33.2	25	25.7	26.3	26.8	26	29	30.1	31.8	32.5	30.8	26.4	27.3	28.7	29.7	28
ผลต่าง	1.4	1.3	2.3	2	1.8	-0.1	-0.1	-0.3	-0.2	-0.2	0.7	0.8	0.8	0.5	0.7	0.1	0.1	0.2	-0.1	0.1
ผลต่างเป็น %	4.4	3.9	6.2	5.3	5	-0.4	-0.4	-1.2	-0.8	-0.7	2.5	2.5	2.6	1.6	2.3	0.2	0.5	0.6	-0.3	0.3
สร้อยอินทนิล	28.9	29.9	33.7	35.4	32	25	25.6	25.8	26.8	25.8	27.9	28.6	30.7	31.9	29.8	26	26.8	28.3	29.7	27.7
ผลต่าง	3.1	3.5	3.1	2	2.9	-0.1	0	0.2	-0.2	0	1.9	2.2	2	1.1	1.8	0.4	0.6	0.6	-0.1	0.4
ผลต่างเป็น %	9.7	10.5	8.4	5.3	8.4	-0.4	0	0.8	-0.8	0	6.2	7.1	6.1	3.2	5.6	1.5	2.3	2	-0.3	1.4

* **หมายเหตุ**

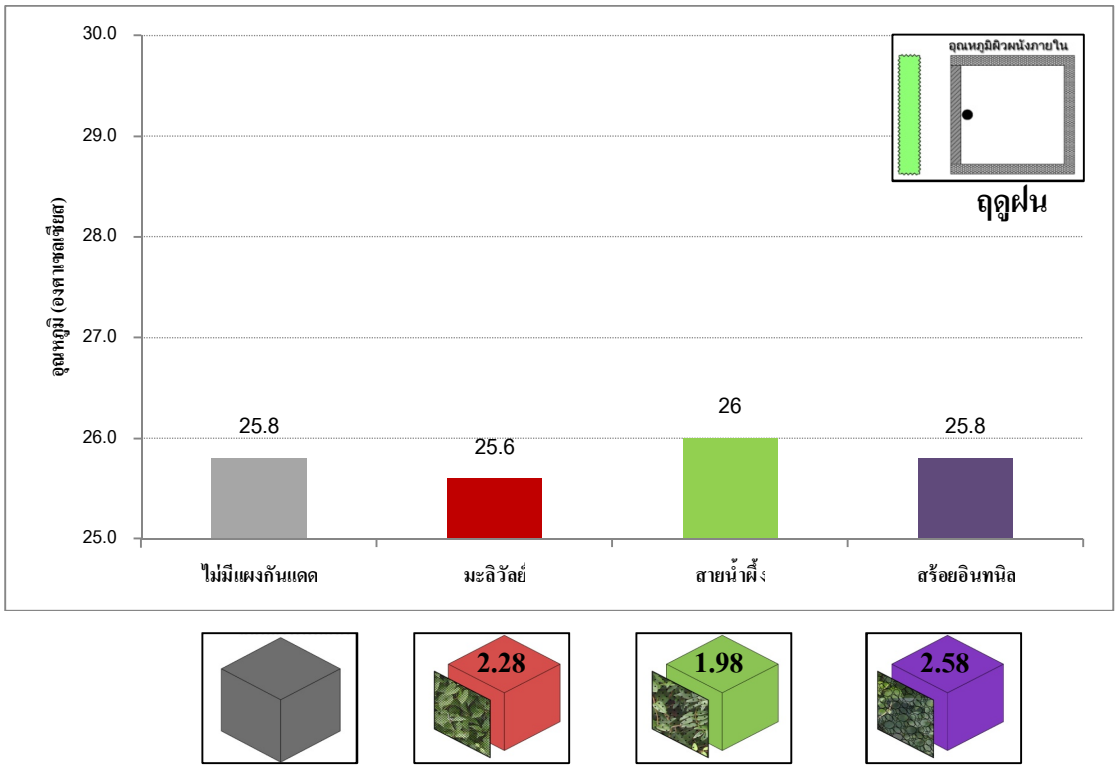
- ค่าอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุด คิดจากช่วงเวลาตลอด24 ชม. รวมทั้ง 4 วัน
- ค่าผลต่าง คิดจากค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด ลบด้วยค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยแต่ละชนิด ในกรณีที่ค่าติดลบ แสดงว่าค่าอุณหภูมิของกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยชนิดนั้น สูงกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด
- ผลต่างเป็น % คิดได้จากสูตร ค่าผลต่าง x 100 หารด้วยค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด



แผนภูมิที่ 9 อุณหภูมิผิวผนังภายในเฉลี่ย 4 วัน ฤดูฝน (วันที่ 20-23 สิงหาคม 2554)



แผนภูมิที่ 10 อุณหภูมิผิวผนังภายในสูงสุดเฉลี่ย 4 วัน ฤดูฝน (วันที่20-23 สิงหาคม 2554)



แผนภูมิที่ 11 อุณหภูมิผิวผนังภายในต่ำสุดเฉลี่ย 4 วัน ฤดูฝน (วันที่20-23 สิงหาคม 2554)

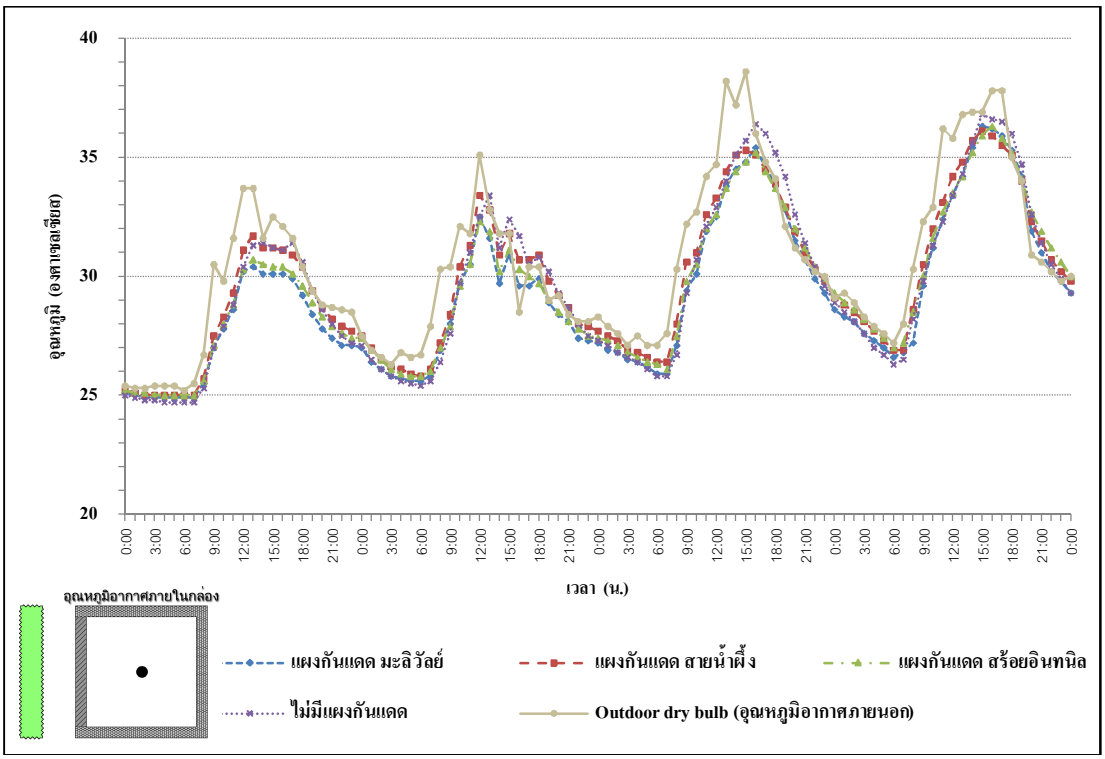
1.3 อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลอง

อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองสูงสุด กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดจะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องสูงที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 34.5 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง(34.1 °C) และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์(33.7 °C) โดยกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิลจะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 33.6 °C โดยน้อยกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดเท่ากับ0.9 °C หรือลดลงประมาณ 2.5 % โดยที่ค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องสูงสุดของกล่องทดลองทั้งหมด ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเวลาระหว่าง15.00 – 17.00 น.

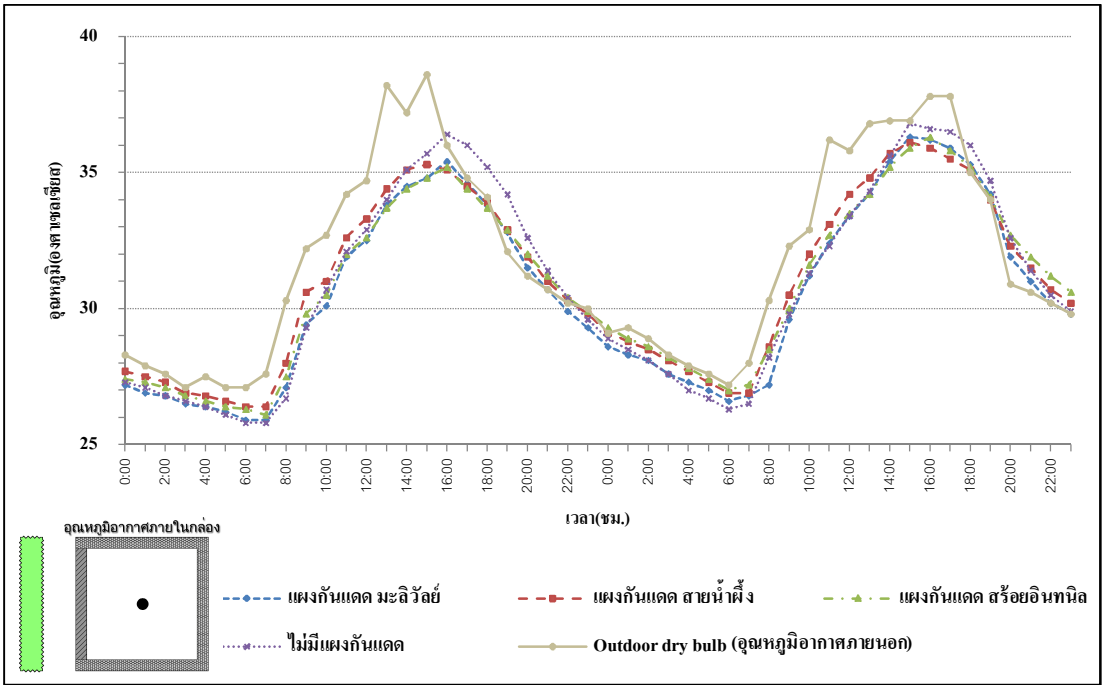
อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองต่ำสุด กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดจะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 25.6 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่แผงกันแดดมะลิวัลย์ (25.8 °C) กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิล (26 °C) และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง(26.1 °C) ตามลำดับซึ่งสังเกตได้ว่าค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องของทั้ง4 กล่องไม่แตกต่างกันมาก โดยที่ค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำสุดของกล่องทดลองทั้งหมด ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเวลาระหว่าง 5.00–7.00 น.

อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองโดยเฉลี่ยช่วงเวลา 8.00 – 18.00 น. กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้งจะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องสูงที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 31.9 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด (31.8 °C) และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิล (31.4 °C) โดยกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์จะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำที่สุดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 31.2 °C โดยน้อยกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดเท่ากับ 0.6 °C หรือลดลงประมาณ 1.8 % โดยช่วงเวลาบ่าย (15.00–17.00 น.) เป็นช่วงเวลาที่กล่องทดลองทั้ง4 กล่อง มีอุณหภูมิอากาศภายในกล่องสูงที่สุด

อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองโดยเฉลี่ยช่วงเวลา 19.00-7.00 น. กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์จะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 27.5 °C รองลงมาคือกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด (27.7 °C) กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิล (27.8 °C) และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง(27.9 °C) ตามลำดับ ซึ่งสังเกตได้ว่า ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยอากาศภายในกล่องของทั้ง4 กล่องไม่แตกต่างกันมาก โดยช่วงเวลาเช้า(5.00–7.00 น.) เป็นช่วงเวลาที่กล่องทดลองทั้ง4 กล่อง มีอุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำที่สุดเนื่องจากอุณหภูมิอากาศภายนอกต่ำที่สุด ทำให้ผิวผนังได้มีการคายความร้อนสู่บรรยากาศได้มากในช่วงเวลานี้



แผนภูมิที่ 12 อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง ฤดูฝน (วันที่20-23 สิงหาคม 2554)



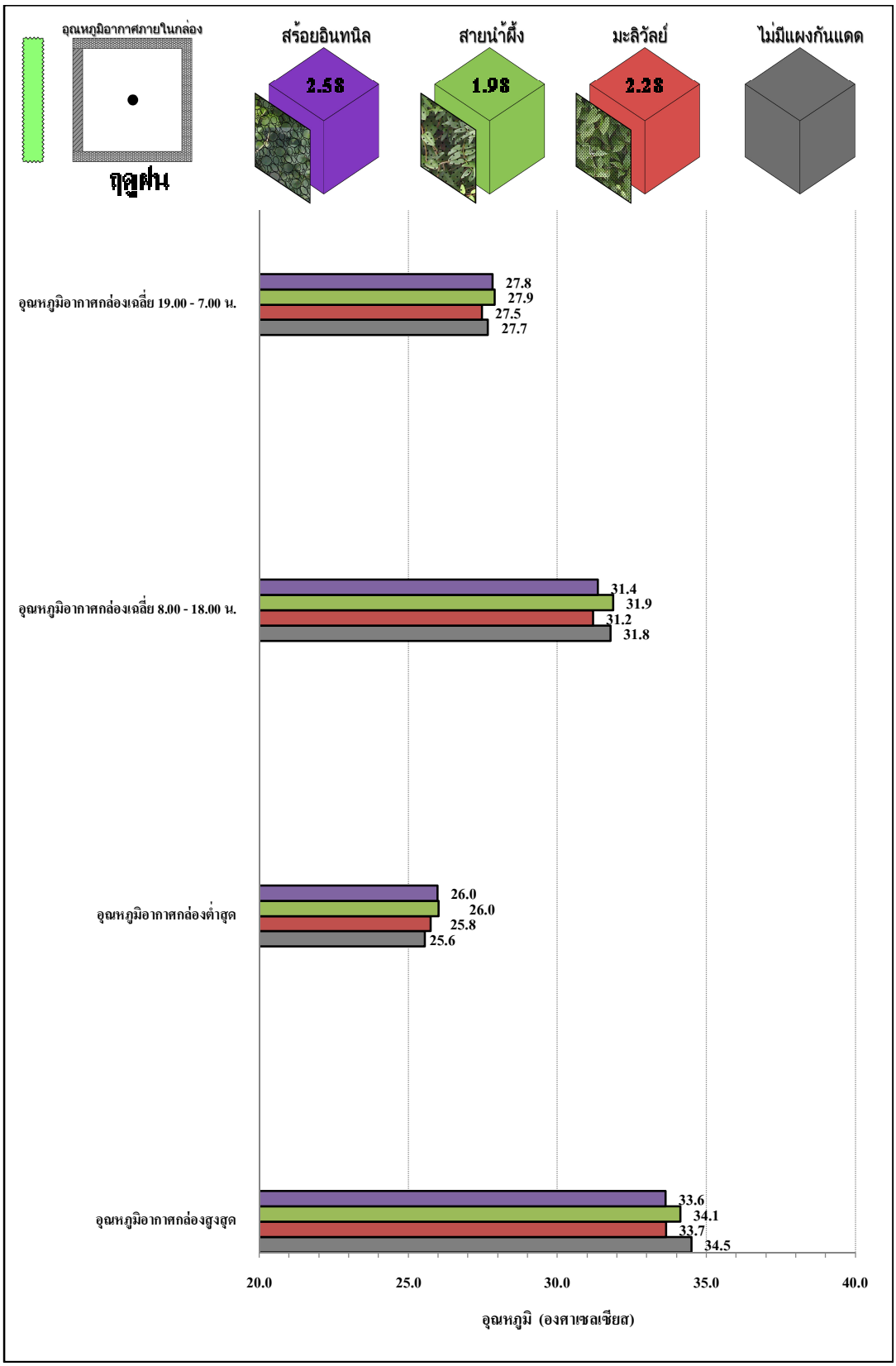
แผนภูมิที่ 13 อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง ฤดูฝน (วันที่22-23 สิงหาคม 2554)

ตารางที่ 23 อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง ฤดูฝน (วันที่ 20-23 ส.ค. 2554)

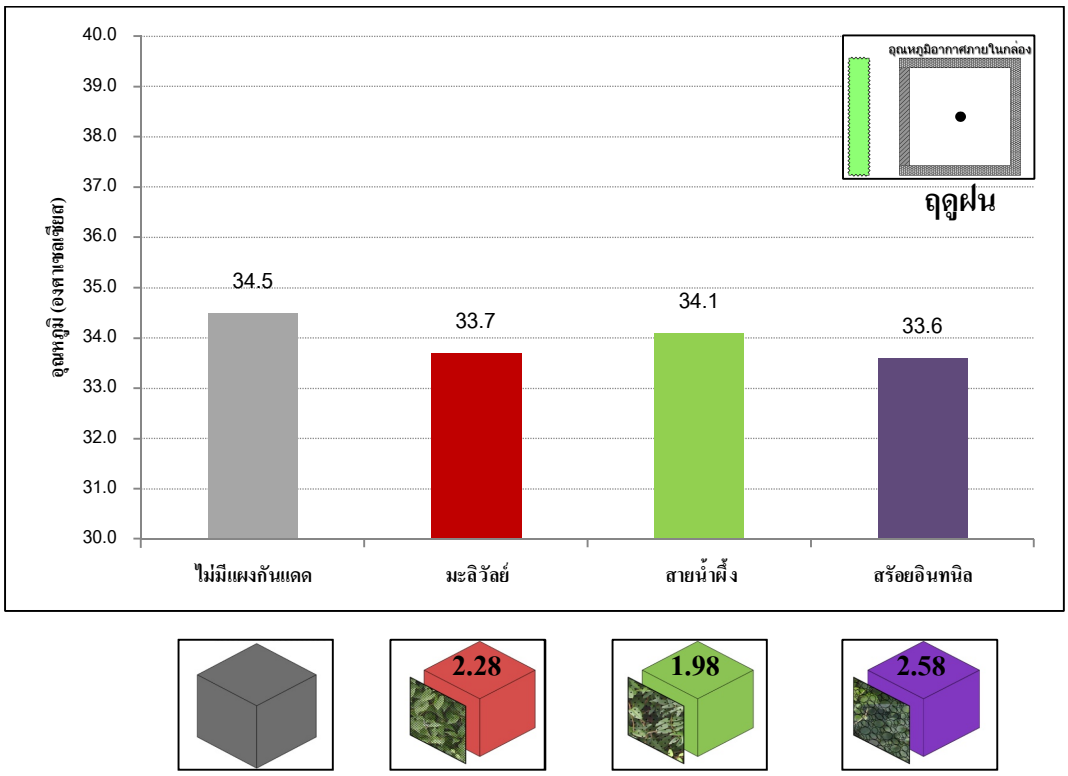
ค่า	อุณหภูมิอากาศภายในกล่องสูงสุด (C°)					อุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำสุด (C°)					อุณหภูมิอากาศภายในกล่องเฉลี่ย 8.00-18.00 น. (C°)					อุณหภูมิอากาศภายในกล่องเฉลี่ย 19.00-7.00 น. (C°)				
วันที่ / แผงกันแดด	20	21	22	23	เฉลี่ย 4 วัน	20	21	22	23	เฉลี่ย 4 วัน	20	21	22	23	เฉลี่ย 4 วัน	20	21	22	23	เฉลี่ย 4 วัน
ไม่มีแผงกันแดด	31.4	33.4	36.4	36.8	34.5	24.7	25.4	25.8	26.3	25.6	29.7	30.7	33.1	33.7	31.8	26.1	27	28.5	29.1	27.7
มะลิวัลย์	30.4	32.5	35.4	36.3	33.7	24.9	25.6	25.9	26.6	25.8	29	29.9	32.5	33.4	31.2	25.9	26.8	28.2	29	27.5
ผลต่าง	1	0.9	1	0.5	0.9	-0.2	-0.2	-0.1	-0.3	-0.2	0.7	0.8	0.6	0.3	0.6	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2
ผลต่างเป็น %	3.2	2.7	2.7	1.4	2.5	-0.8	-0.8	-0.4	-1.1	-0.8	2.3	2.5	1.7	1	1.8	0.5	0.9	1.1	0.3	0.7
สายน้ำผึ้ง	31.7	33.4	35.3	36.1	34.1	25	25.8	26.4	26.9	26	29.9	30.8	33.1	33.8	31.9	26.3	27.3	28.6	29.4	27.9
ผลต่าง	0.3	0	1.1	0.7	0.4	-0.3	-0.4	-0.6	-0.6	-0.5	-0.2	-0.1	0	0	0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.3	-0.2
ผลต่างเป็น %	1	0	3	1.9	1.1	-1.2	-1.6	-2.3	-2.3	-1.9	-0.6	-0.4	0.1	0	-0.3	-0.9	-1	-0.4	-0.9	-0.8
สร้อยอินทนิล	30.7	32.3	35.2	36.3	33.6	25	25.8	27	27	26	29.2	30	32.6	33.5	31.4	26.2	27	28.5	29.6	27.8
ผลต่าง	0.7	1.1	1.2	0.5	0.9	-0.3	-0.4	-0.7	-0.7	-0.4	0.4	0.6	0.5	0.2	0.4	-0.1	0	0	-0.5	-0.2
ผลต่างเป็น %	2.2	3.3	3.3	1.4	2.5	-1.2	-1.6	-2.7	-2.7	-1.7	1.5	2	1.5	0.5	1.4	-0.4	0	-0.1	-1.6	-0.6

* **หมายเหตุ**

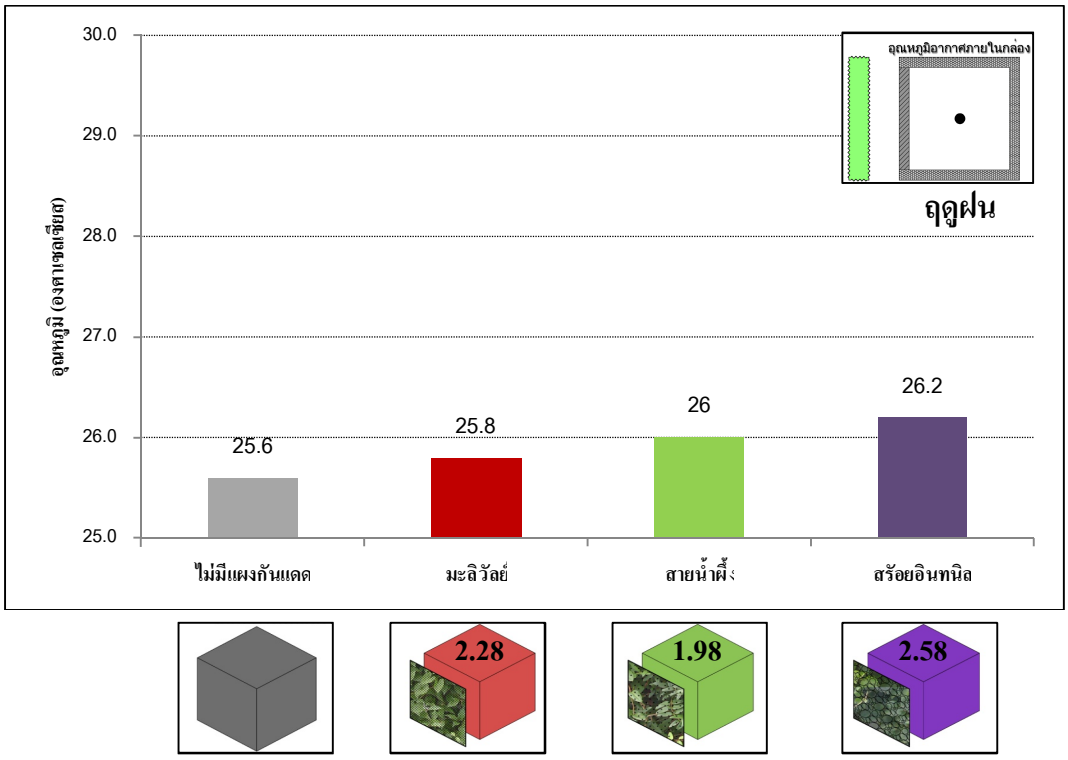
- ค่าอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุด คิดจากช่วงเวลาตลอด24 ชม. รวมทั้ง 4 วัน
- ค่าผลต่าง คิดจากค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด ลบด้วยค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยแต่ละชนิด ในกรณีที่ค่าติดลบ แสดงว่าค่าอุณหภูมิของกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยชนิดนั้น สูงกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด
- ผลต่างเป็น % คิดได้จากสูตร ค่าผลต่าง x 100 หารด้วยค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด



แผนภูมิที่ 14 อุณหภูมิอากาศภายในกล่องเฉลี่ย 4 วัน (วันที่20-23 สิงหาคม 2554)



แผนภูมิที่ 15 อุณหภูมิอากาศภายในกล่องสูงสุดเฉลี่ย 4 วัน ฤดูฝน (วันที่20-23 สิงหาคม 2554)



แผนภูมิที่ 16 อุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำสุดเฉลี่ย4 วัน ฤดูฝน (วันที่20-23 สิงหาคม 2554)

1.4 สรุปผลการทดลองที่ 1

ในช่วงฤดูฝน ไม้เลื้อยทั้ง 3 ชนิดที่นำติดตั้งกับแผงกันแดดมีความหนาแน่นของพุ่มใบที่ต่างกัน โดยค่าความหนาแน่นพุ่มใบของไม้เลื้อยทั้ง 3 ชนิดมีดังนี้ สร้อยอินทนิล (2.58) มะลิวัลย์ (2.28) สายน้ำผึ้ง (1.98) แสดงให้เห็นว่าสร้อยอินทนิลมีค่าความหนาแน่นของพุ่มใบมากที่สุด

จากการทดลองเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิต่างๆ ระหว่างกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยกับกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยชนิดต่างๆในช่วงฤดูฝน (20-23 ส.ค. 2554) พบว่า

ในช่วงเวลา 8.00-18.00 น. เมื่อเปรียบเทียบกับกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิลจะมีค่าอุณหภูมิผิวภายนอก ผิวภายใน และอากาศภายในกล่องทดลองโดยเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์ และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง ตามลำดับ ซึ่งค่าอุณหภูมิโดยเฉลี่ยไม่แตกต่างกันมาก

ในช่วงเวลา 19.00-7.00 น. เมื่อเปรียบเทียบกับกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์จะมีมีค่าอุณหภูมิผิวภายนอก ผิวภายใน และอากาศภายในกล่องทดลองโดยเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิล ซึ่งค่าอุณหภูมิโดยเฉลี่ยไม่แตกต่างกันมาก

สรุปได้ว่า ในช่วงฤดูฝนค่าอุณหภูมิของกล่องทดลองทั้ง 4 กล่องไม่แตกต่างกันมาก ทั้งนี้น่าจะมาจากสภาพอากาศในฤดูฝน ที่ไม่ค่อยมีปริมาณแสงแดด ซึ่งกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิลซึ่งมีความหนาแน่นของพุ่มใบมากที่สุดมีความสามารถลดอุณหภูมิได้ดีสุด และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้งซึ่งมีความหนาแน่นของพุ่มใบน้อยที่สุดมีความสามารถในการลดอุณหภูมิได้น้อยสุด

ดังนั้นเพื่อให้เห็นประสิทธภาพของแผงกันแดดไม้เลื้อยได้อย่างชัดเจน จึงทำการทดลองในช่วงฤดูหนาว และทำการเก็บข้อมูลทางอุณหภูมิปรียบเทียบผล

2. ผลการทดลองที่ 2 การศึกษาประสิทธิผลในการลดความร้อนให้กับผนังอาคาร โดยการใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยต่างชนิดในช่วงฤดูหนาว (21-24 ธ.ค. 2554)

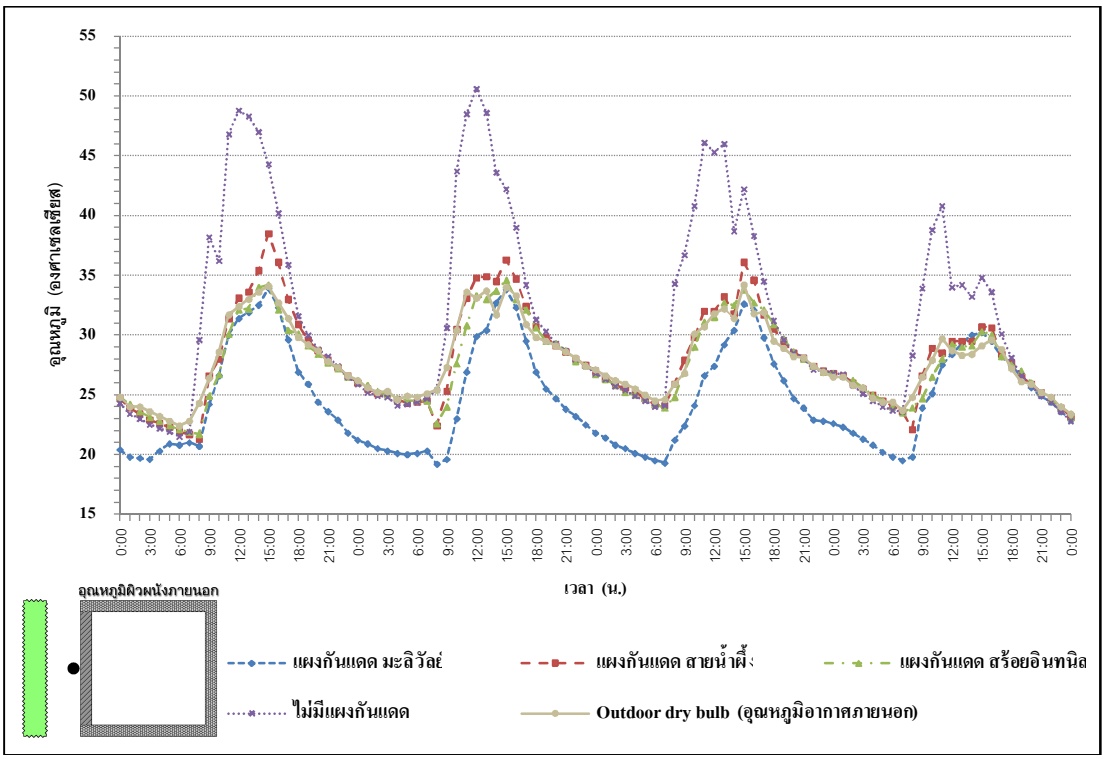
2.1 อุณหภูมิผิวผนังภายนอก

อุณหภูมิผิวผนังภายนอกสูงสุด กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดจะมีค่าอุณหภูมิผิวภายนอกสูงที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 46.6 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง (35.4 °C) และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิล (33.2 °C) โดยกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์จะมีค่าอุณหภูมิผิวภายนอกต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ32.6 °C โดยน้อยกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดเท่ากับ 14 °C หรือลดลงประมาณ 30 % โดยที่ค่าอุณหภูมิผิวภายนอกสูงสุด ของกล่องทดลองทั้งหมด ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเวลาระหว่าง15.00 – 16.00 น.

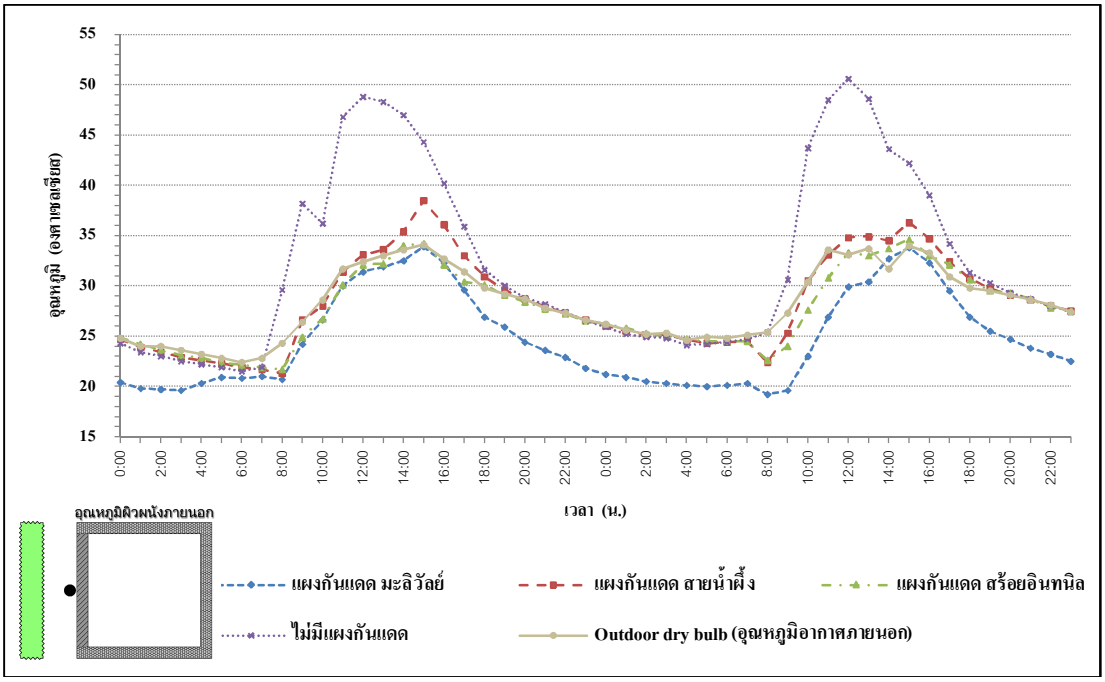
อุณหภูมิผิวผนังภายนอกต่ำสุด กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์จะมีค่าอุณหภูมิผิวภายนอกต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ19.4 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง (22.5 °C) กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิล (22.9 °C) และกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด (23.3 °C) ตามลำดับ โดยที่ค่าอุณหภูมิผิวภายนอกต่ำสุดของกล่องทดลองทั้งหมด ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเวลาระหว่าง 6.00–8.00 น.

อุณหภูมิผิวผนังภายนอกโดยเฉลี่ยช่วงเวลา 8.00 – 18.00 น. กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดจะมีค่าอุณหภูมิผิวภายนอกสูงที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 38.4 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง (30.8 °C) และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิล(29.7 °C) โดยกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์จะมีค่าอุณหภูมิผิวภายนอกต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ27.9 °C โดยน้อยกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดเท่ากับ 10.5 °C หรือลดลงประมาณ 27.3 % โดยช่วงเวลาบ่าย (15.00–16.00 น.) เป็นช่วงเวลาที่กล่องทดลองทั้ง4 กล่อง มีอุณหภูมิผิวภายนอกสูงที่สุด

อุณหภูมิผิวผนังภายนอกโดยเฉลี่ยช่วงเวลา 19.00-7.00 น. กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์จะมีค่าอุณหภูมิผิวภายนอกต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ21.9 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด (25.6 °C) กล่องทดลองทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิล (25.7 °C) และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง (25.7 °C) ตามลำดับโดยช่วงเวลาเช้า (6.00–8.00 น.) เป็นช่วงเวลาที่กล่องทดลองทั้ง4 กล่อง มีอุณหภูมิผิวภายนอกต่ำที่สุดเนื่องจากอุณหภูมิอากาศภายนอกต่ำที่สุดทำให้ผิวผนังได้มีการคายความร้อนสู่บรรยากาศได้มากในช่วงเวลานี้



แผนภูมิที่ 17 อุณหภูมิผิวผนังภายนอก ฤดูหนาว (วันที่21-24 ธันวาคม 2554)



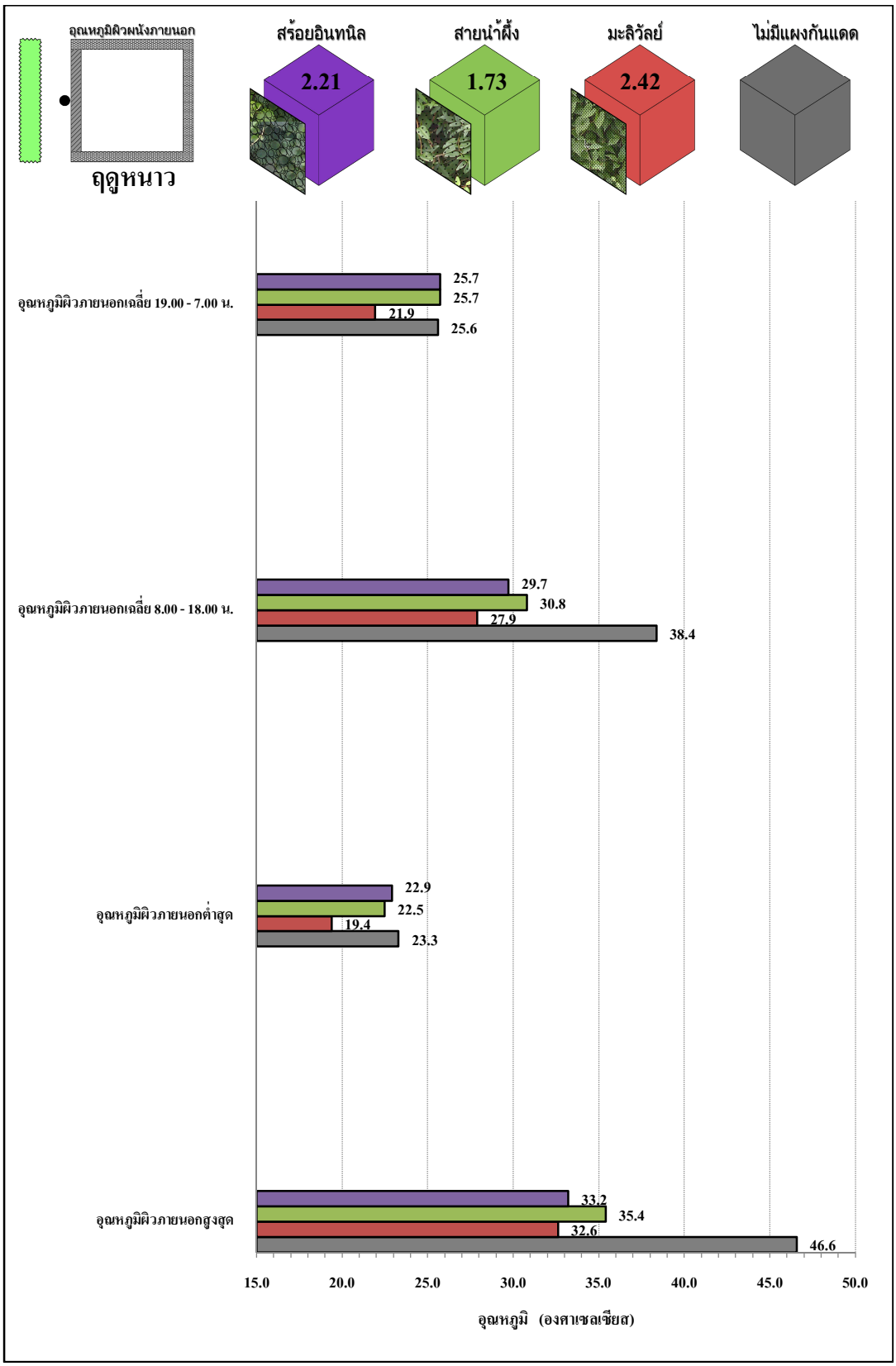
แผนภูมิที่ 18 อุณหภูมิผิวผนังภายนอก ฤดูหนาว (วันที่21-22 ธันวาคม 2554)

ตารางที่ 24 อุณหภูมิผิวผนังภายนอก ฤดูหนาว (วันที่21-24 ธ.ค. 2554)

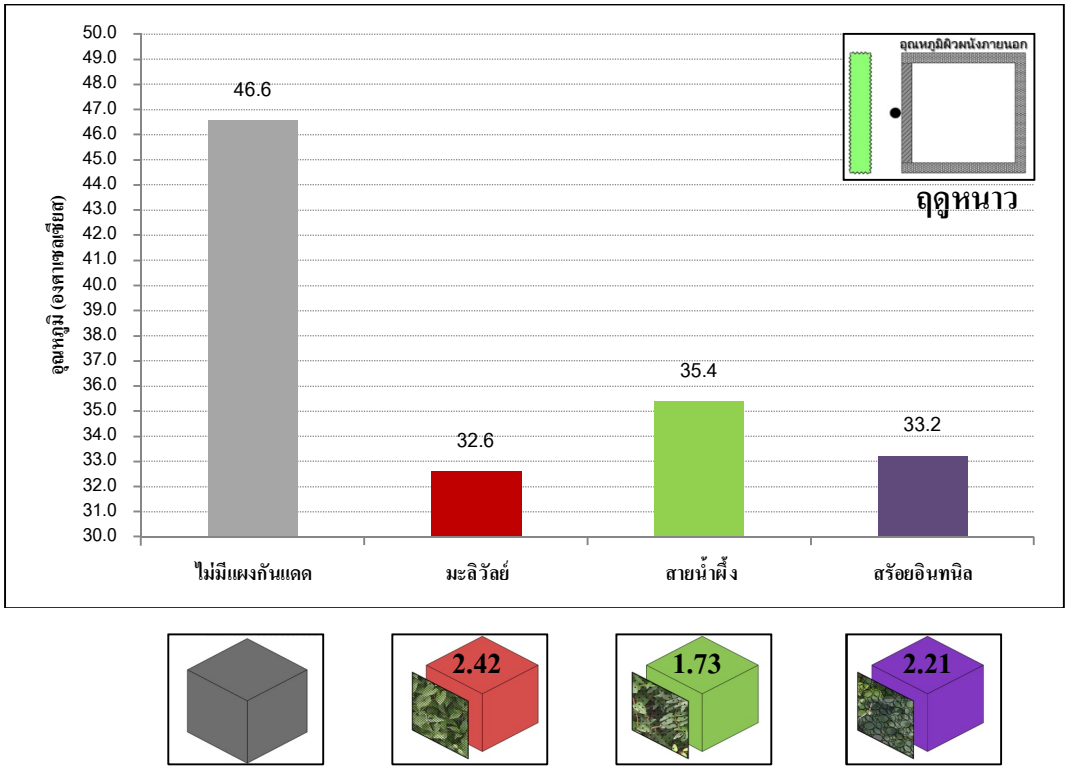
ค่า	อุณหภูมิผิวภายนอกสูงสุด (C°)					อุณหภูมิผิวภายนอกต่ำสุด (C°)					อุณหภูมิผิวภายนอกเฉลี่ย 8.00-18.00 น. (C°)					อุณหภูมิผิวภายนอกเฉลี่ย 19.00-7.00 น. (C°)				
วันที่ / แผงกันแดด	21	22	23	24	เฉลี่ย 4 วัน	21	22	23	24	เฉลี่ย 4 วัน	21	22	23	24	เฉลี่ย 4 วัน	21	22	23	24	เฉลี่ย 4 วัน
ไม่มีแผงกันแดด	48.8	50.6	46.1	40.8	46.6	21.5	24.1	24	23.6	23.3	40.6	39.8	39.5	33.6	38.4	24.7	26.3	26.3	25	25.6
มะลิวัลย์	33.9	33.8	32.6	30.2	32.6	19.6	19.2	19.3	19.5	19.4	29.1	27.7	27.6	27.2	27.9	21.6	21.8	21.8	22.6	21.9
ผลต่าง	14.9	16.8	13.5	10.6	14	1.9	4.9	4.7	4.1	3.9	11.5	12.1	11.9	6.4	10.5	3.1	4.5	4.5	2.5	3.7
ผลต่างเป็น %	30.5	33.2	29.3	26	30	8.8	20.3	19.6	17.4	16.7	28.4	30.5	30.1	19	27.3	12.6	17.2	17	9.9	14.2
สายน้ำผึ้ง	38.5	36.3	36.1	30.7	35.4	21.3	22.4	24.1	22.1	22.5	31.6	31.8	31.4	28.4	30.8	24.9	26.3	26.4	25.3	25.7
ผลต่าง	10.3	14.3	10	10.1	11.2	0.2	1.7	-0.1	1.5	0.8	9	8	8.1	5.3	7.6	-0.1	9	-0.1	-0.2	-0.1
ผลต่างเป็น %	21.1	28.3	21.7	24.8	24	0.9	7.1	-0.4	6.4	3.5	22.2	20.1	20.4	15.6	19.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.9	-0.5
สร้อยอินทนิล	34.2	34.6	33.8	30.3	33.2	21.7	22.6	23.9	23.5	22.9	29.9	30.5	30.7	27.9	29.7	24.9	26.4	26.3	25.3	25.7
ผลต่าง	14.6	16	12.3	10.5	13.4	-0.2	1.5	0.1	0.1	0.4	10.8	9.3	8.7	5.8	8.6	-0.2	-0.1	0	-0.3	-0.1
ผลต่างเป็น %	29.9	31.6	26.7	25.7	28.7	-0.9	6.2	0.4	0.4	1.6	26.5	23.4	22.1	17.1	22.5	-0.7	-0.4	-0.1	-1.1	-0.6

* <u>หมายเหตุ</u>

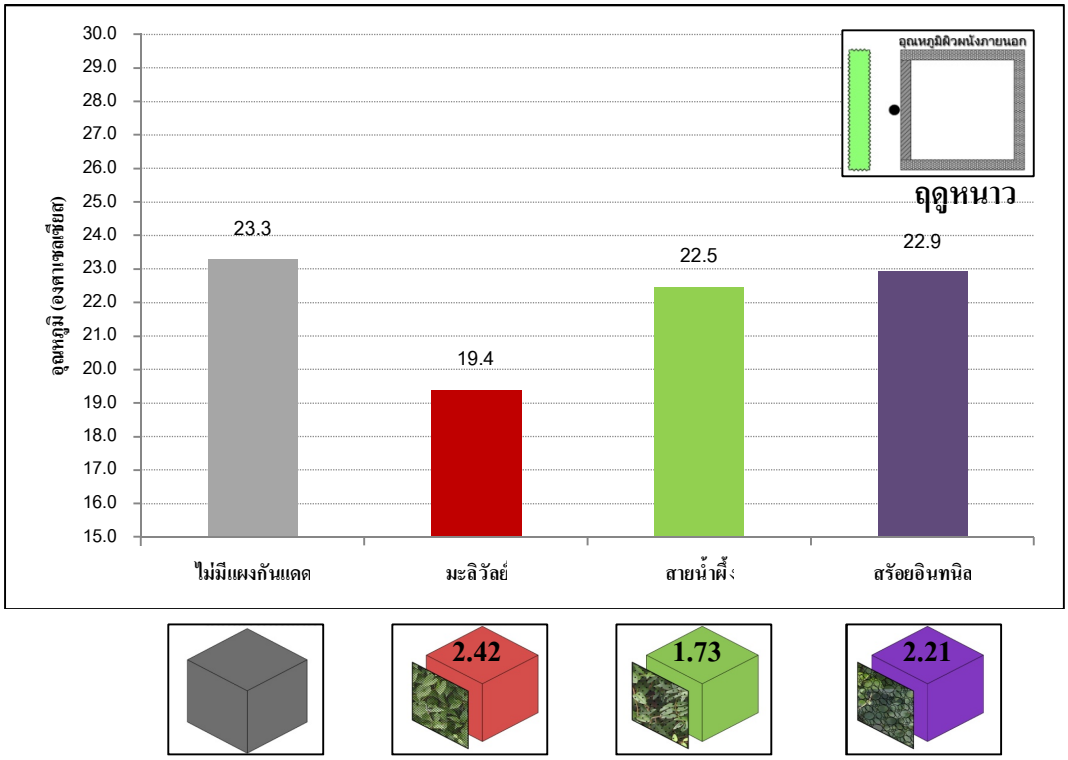
- ค่าอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุด คิดจากช่วงเวลาตลอด 24 ชม. รวมทั้ง 4 วัน
- ค่าผลต่าง คิดจากค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด ลบด้วยค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยแต่ละชนิด ในกรณีที่ค่าติดลบ แสดงว่าค่าอุณหภูมิของกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยชนิดนั้น สูงกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด
- ผลต่างเป็น % คิดได้จากสูตร ค่าผลต่าง x 100 หารด้วยค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด



แผนภูมิที่ 19 อุณหภูมิผิวผนังภายนอกเฉลี่ย 4 วัน ฤดูหนาว (วันที่ 21-24 ธันวาคม 2554)



แผนภูมิที่ 20 อุณหภูมิผิวผนังภายนอกสูงสุดเฉลี่ย 4 วัน ฤดูหนาว(วันที่21-24 ธันวาคม 2554)



แผนภูมิที่ 21 อุณหภูมิผิวผนังภายนอกต่ำสุดเฉลี่ย4 วัน ฤดูหนาว(วันที่21-24 ธันวาคม 2554)

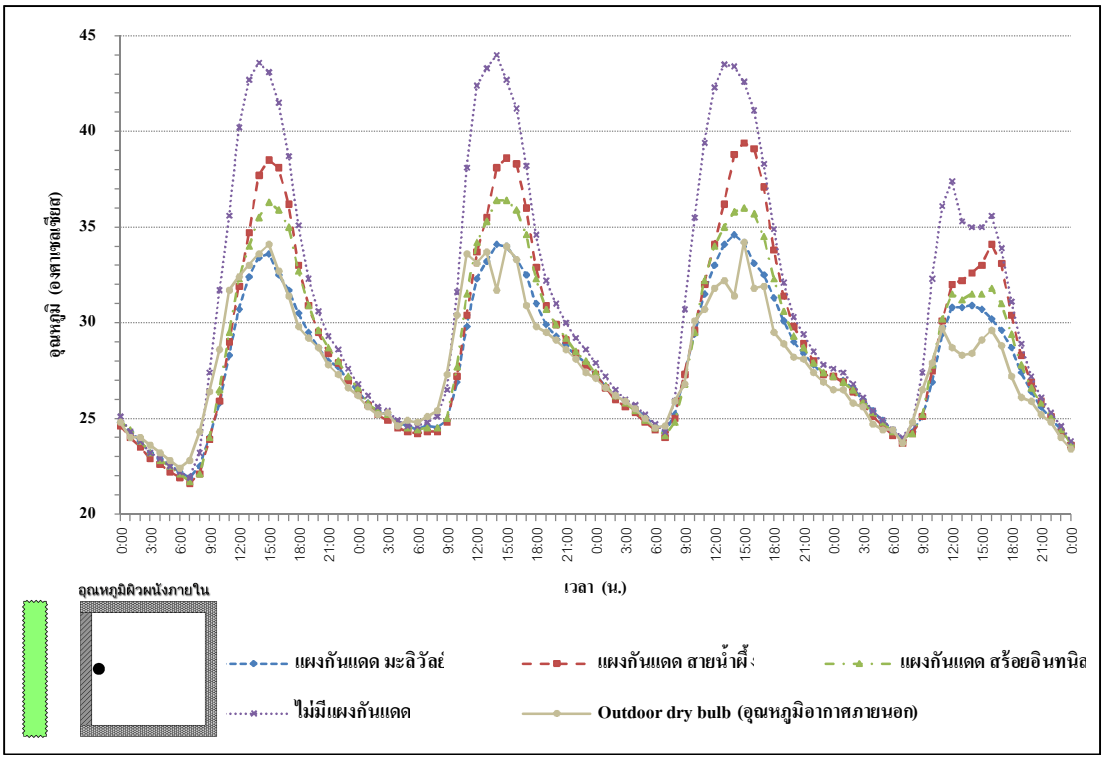
2.2 อุณหภูมิผิวผนังภายใน

อุณหภูมิผิวผนังภายในสูงสุด กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดจะมีค่าอุณหภูมิผิวภายในสูงที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 43.7 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง (37.7 °C) และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิล (35.1 °C) โดยกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์จะมีค่าอุณหภูมิผิวภายในต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 33.3 °C โดยน้อยกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดเท่ากับ 10.4 °C หรือลดลงประมาณ 23.7 % โดยที่ค่าอุณหภูมิผิวภายในสูงสุดของกล่องทดลองทั้งหมด ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเวลาระหว่าง 15.00 – 16.00 น.

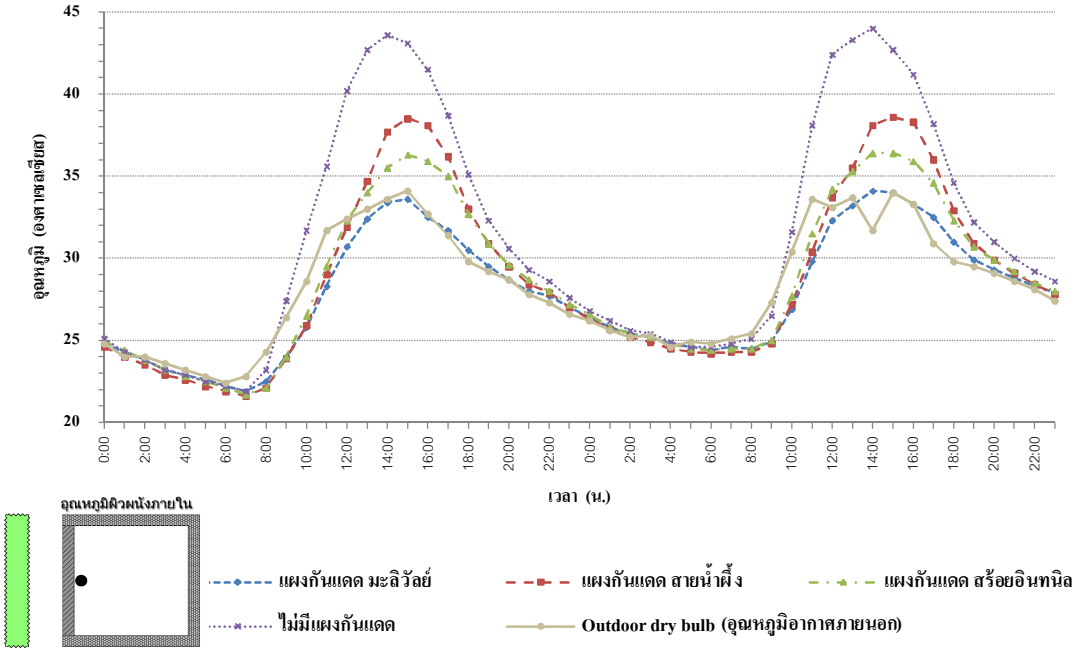
อุณหภูมิผิวผนังภายในต่ำสุด กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้งจะมีค่าอุณหภูมิผิวภายในต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 23.4 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิล (23.5 °C) กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์ (23.6 °C) และกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด (23.7 °C) ตามลำดับซึ่งสังเกตได้ว่า ค่าอุณหภูมิผิวภายในของทั้ง 4 กล่องไม่แตกต่างกันมาก โดยที่ค่าอุณหภูมิผิวภายในต่ำสุดของกล่องทดลองทั้งหมด ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเวลาระหว่าง 6.00–8.00 น.

อุณหภูมิผิวผนังภายในโดยเฉลี่ยช่วงเวลา 8.00 – 18.00 น. กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด จะมีค่าอุณหภูมิผิวภายในสูงที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 36.2 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง (32.2 °C) และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิล (31.4 °C) โดยกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์จะมีค่าอุณหภูมิผิวภายในต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 30.1 °C โดยน้อยกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดเท่ากับ 6.1 °C หรือลดลงประมาณ 16.7 % โดยช่วงเวลาบ่าย (15.00–16.00 น.) เป็นช่วงเวลาที่กล่องทดลองทั้ง 4 กล่อง มีอุณหภูมิผิวภายในสูงที่สุด

อุณหภูมิผิวผนังภายในโดยเฉลี่ยช่วงเวลา 19.00-7.00 น. กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์จะมีค่าอุณหภูมิผิวภายในต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 26 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง (26.1 °C) กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิล (26.2 °C) และกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด (26.6 °C) ตามลำดับซึ่งสังเกตได้ว่า ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยผิวภายในของทั้ง 4 กล่องไม่แตกต่างกันมาก โดยช่วงเวลาเช้า (6.00–8.00 น.) เป็นช่วงเวลาที่กล่องทดลองทั้ง 4 กล่อง มีอุณหภูมิผิวภายในต่ำที่สุดเนื่องจากอุณหภูมิอากาศภายนอกต่ำที่สุด ทำให้ผิวผนังได้มีการคายความร้อนสู่บรรยากาศได้มากในช่วงเวลานี้



แผนภูมิที่ 22 อุณหภูมิผิวผนังภายใน ฤดูหนาว (วันที่21-24 ธันวาคม 2554)



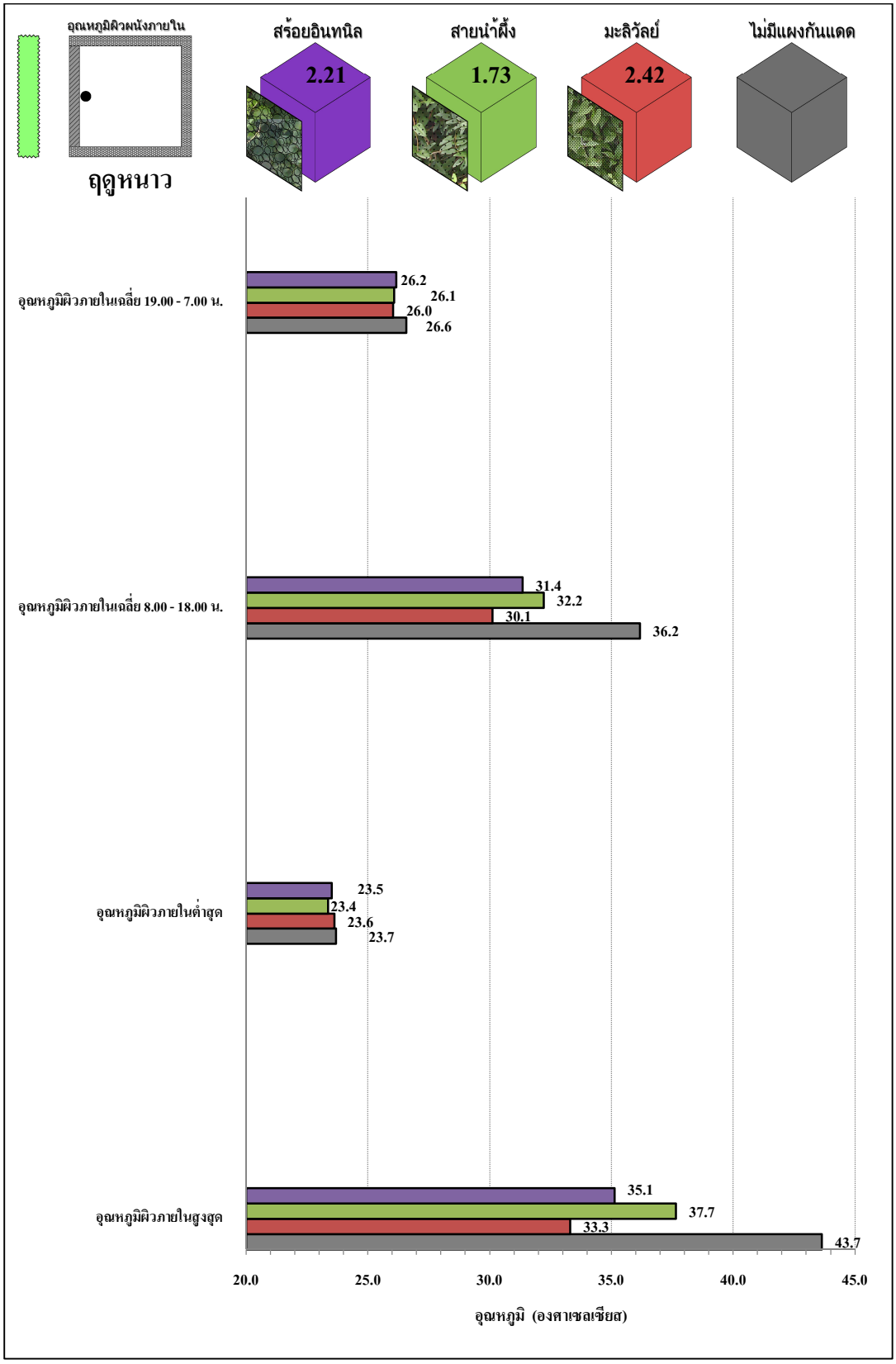
แผนภูมิที่ 23 อุณหภูมิผิวผนังภายใน ฤดูหนาว (วันที่21-22 ธันวาคม 2554)

ตารางที่ 25 อุณหภูมิผิวผนังภายใน ฤดูหนาว (วันที่21-24 ธ.ค. 2554)

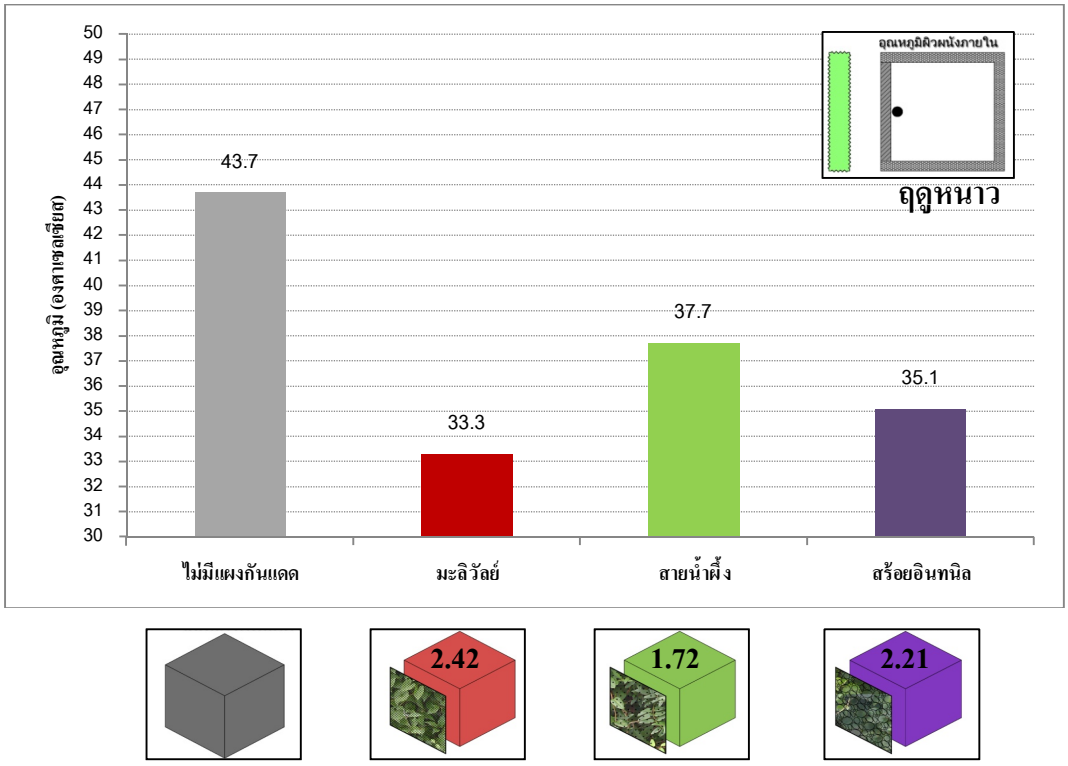
ค่า	อุณหภูมิผิวภายในสูงสุด (C°)					อุณหภูมิผิวภายในต่ำสุด (C°)					อุณหภูมิผิวภายในเฉลี่ย 8.00-18.00 น. (C°)					อุณหภูมิผิวภายในเฉลี่ย 19.00-7.00 น. (C°)				
วันที่ / แผงกันแดด	21	22	23	24	เฉลี่ย 4 วัน	21	22	23	24	เฉลี่ย 4 วัน	21	22	23	24	เฉลี่ย 4 วัน	21	22	23	24	เฉลี่ย 4 วัน
ไม่มีแผงกันแดด	43.6	44	43.5	43.5	43.7	21.9	24.6	24.3	24	23.7	36.6	37.1	38	33.1	36.2	25.7	27.2	27.4	26.1	26
มะลิวัลย์	33.6	34.1	34.6	30.9	33.3	21.9	24.4	24.3	23.9	23.6	29.6	30.6	31.5	28.9	30.1	25.1	26.6	26.8	25.7	26
ผลต่าง	10	9.9	8.9	12.6	10.4	0	0.2	0	0.1	0.1	7	6.5	6.5	4.2	6.1	0.6	0.7	0.6	0.3	0.5
ผลต่างเป็น %	22.9	22.5	20.5	29	23.7	0	0.8	0	0.4	0.3	19.2	17.5	17.1	12.8	16.7	2.3	2.4	2.1	1.3	2
สายน้ำผึ้ง	38.5	38.6	39.4	34.1	37.7	21.6	24.2	24	23.7	23.4	31.9	32.7	33.9	30.4	32.2	25.2	26.6	26.9	25.7	26.1
ผลต่าง	5.1	5.4	4.1	9.4	6	-0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	4.7	4.4	4.1	2.7	4	0.6	0.6	0.5	0.3	0.5
ผลต่างเป็น %	11.7	12.3	9.4	21.6	13.7	-1.4	1.6	1.2	1.3	1.4	12.9	11.7	10.8	8.1	11	2.2	2.4	1.7	1.3	1.9
สร้อยอินทนิล	36.3	36.4	36	31.8	35.1	21.7	24.4	24.1	23.9	23.5	31.3	32.2	32.4	29.6	31.4	25.4	26.7	26.8	25.7	26.2
ผลต่าง	7.3	7.6	7.5	11.7	8.5	-0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	5.4	4.9	5.5	3.5	4.8	0.3	0.5	0.5	0.3	0.4
ผลต่างเป็น %	16.7	17.3	17.2	26.9	19.5	-0.9	0.8	0.8	0.4	0.8	14.6	13.2	14.6	10.6	13.3	1.3	1.8	1.9	1.2	1.6

* **หมายเหตุ**

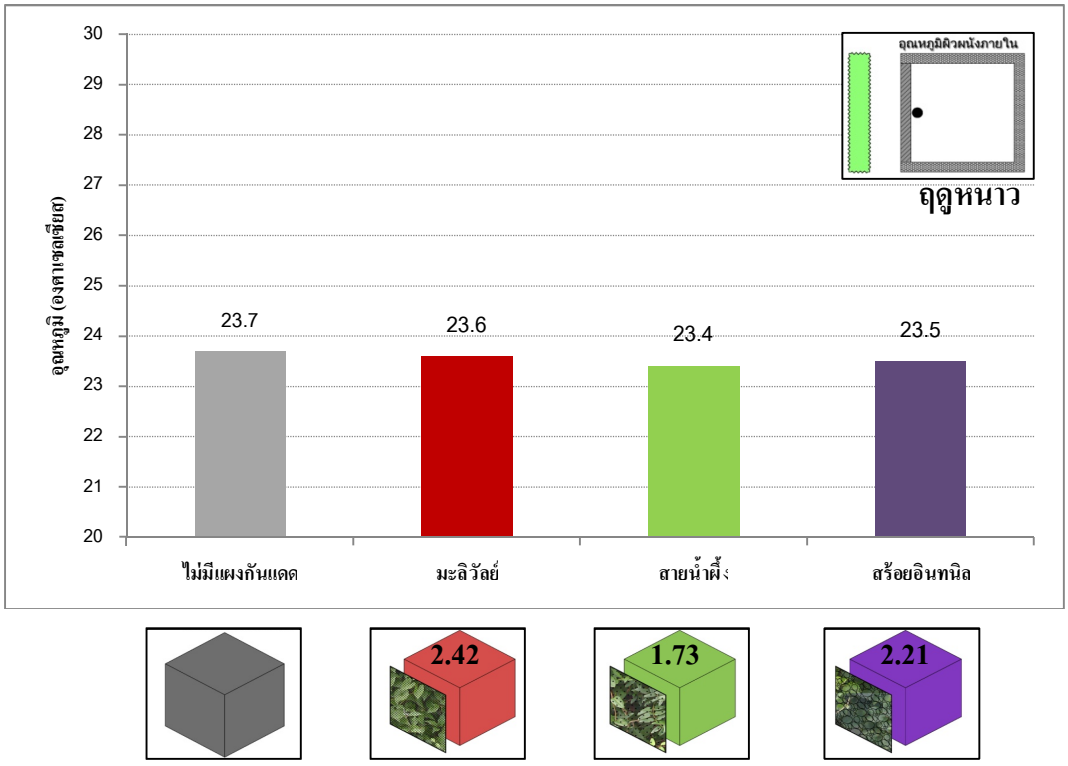
- ค่าอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุด คิดจากช่วงเวลาตลอด24 ชม. รวมทั้ง 4 วัน
- ค่าผลต่าง คิดจากค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด ลบด้วยค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยแต่ชนิด ในกรณีที่ค่าติดลบ แสดงว่าค่าอุณหภูมิของกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยชนิดนั้น สูงกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด
- ผลต่างเป็น % คิดได้จากสูตร ค่าผลต่าง x 100 หารด้วยค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด



แผนภูมิที่ 24 อุณหภูมิผิวผนังภายในเฉลี่ย 4 วัน ฤดูหนาว (วันที่ 21-24 ธันวาคม 2554)



แผนภูมิที่ 25 อุณหภูมิผิวผนังภายในสูงสุดเฉลี่ย4 วัน ฤดูหนาว(วันที่21-24 ธันวาคม 2554)



แผนภูมิที่ 26 อุณหภูมิผิวผนังภายในต่ำสุดเฉลี่ย4 วัน ฤดูหนาว(วันที่21-24 ธันวาคม 2554)

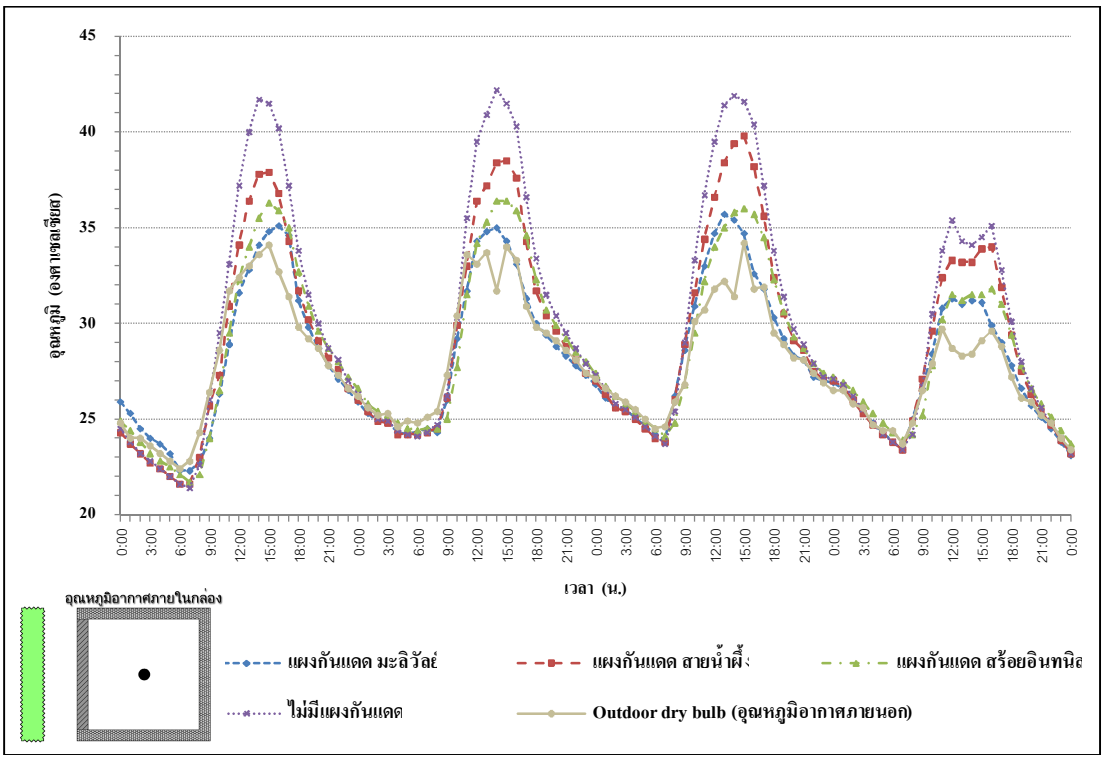
2.3 อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลอง

อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองสูงสุด กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดจะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องสูงที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 40.3 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง (37.6 °C) และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิล (35.1 °C) โดยกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์จะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 34.3 °C โดยน้อยกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดเท่ากับ 6 °C หรือลดลงประมาณ 15 % โดยที่ค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องสูงสุดของกล่องทดลองทั้งหมด ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเวลาระหว่าง 15.00 – 16.00 น.

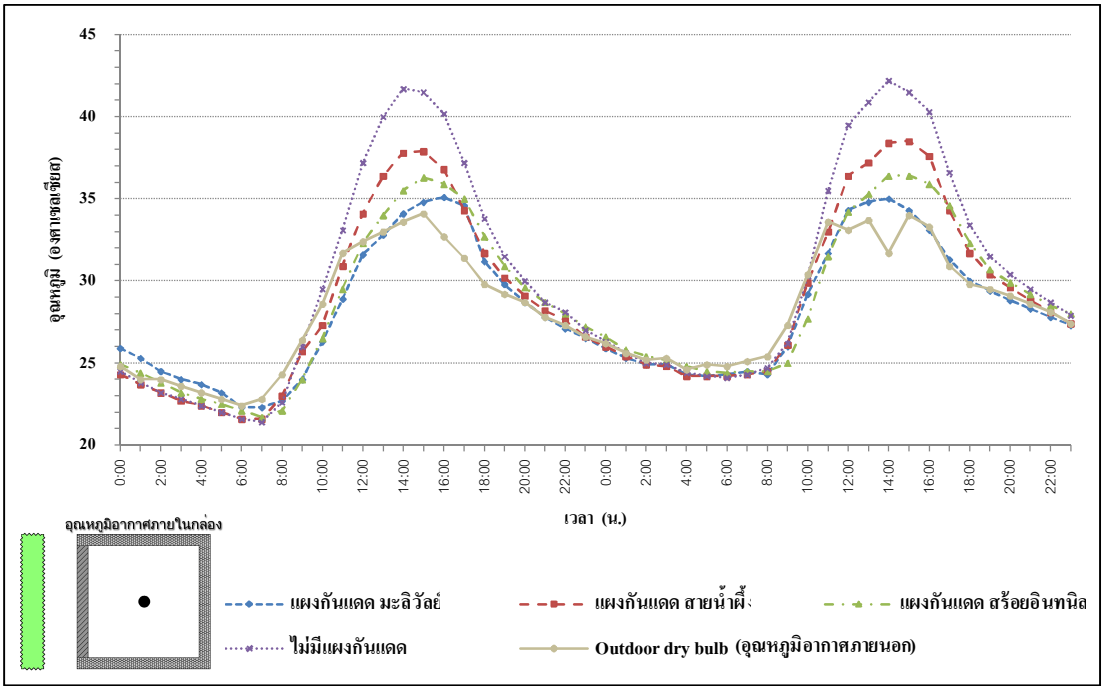
อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองต่ำสุด กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด จะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 23.2 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่แผงกันแดดมะลิวัลย์ (23.5 °C) กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิล (23.5 °C) และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง (23.3 °C) ตามลำดับซึ่งสังเกตได้ว่าค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องของทั้ง 4 กล่องไม่แตกต่างกันมาก โดยที่ค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำสุดของกล่องทดลองทั้งหมด ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเวลาระหว่าง 6.00–8.00 น.

อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองโดยเฉลี่ยช่วงเวลา 8.00 – 18.00 น. กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดจะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องสูงที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 34.7 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง (32.9 °C) และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิล (31.4 °C) โดยกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์จะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 30.8 °C โดยน้อยกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดเท่ากับ 3.9 °C หรือลดลงประมาณ 11.1 % โดยช่วงเวลาบ่าย (15.00–16.00 น.) เป็นช่วงเวลาที่กล่องทดลองทั้ง 4 กล่อง มีอุณหภูมิอากาศภายในกล่องสูงที่สุด

อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองโดยเฉลี่ยช่วงเวลา 19.00-7.00 น. กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์ จะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 25.7 °C รองลงมาคือกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง (25.8 °C) กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด (26 °C) และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิล (26.2 °C) ตามลำดับ ซึ่งสังเกตได้ว่า ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยอากาศภายในกล่องของทั้ง 4 กล่องไม่แตกต่างกันมาก โดยช่วงเวลาเช้า (6.00–8.00 น.) เป็นช่วงเวลาที่กล่องทดลองทั้ง 4 กล่อง มีอุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำที่สุดเนื่องจากอุณหภูมิอากาศภายนอกต่ำที่สุด ทำให้ผิวผนังได้มีการคายความร้อนสู่บรรยากาศได้มากในช่วงเวลานี้



แผนภูมิที่ 27 อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง ฤดูหนาว (วันที่21-24 ธันวาคม 2554)



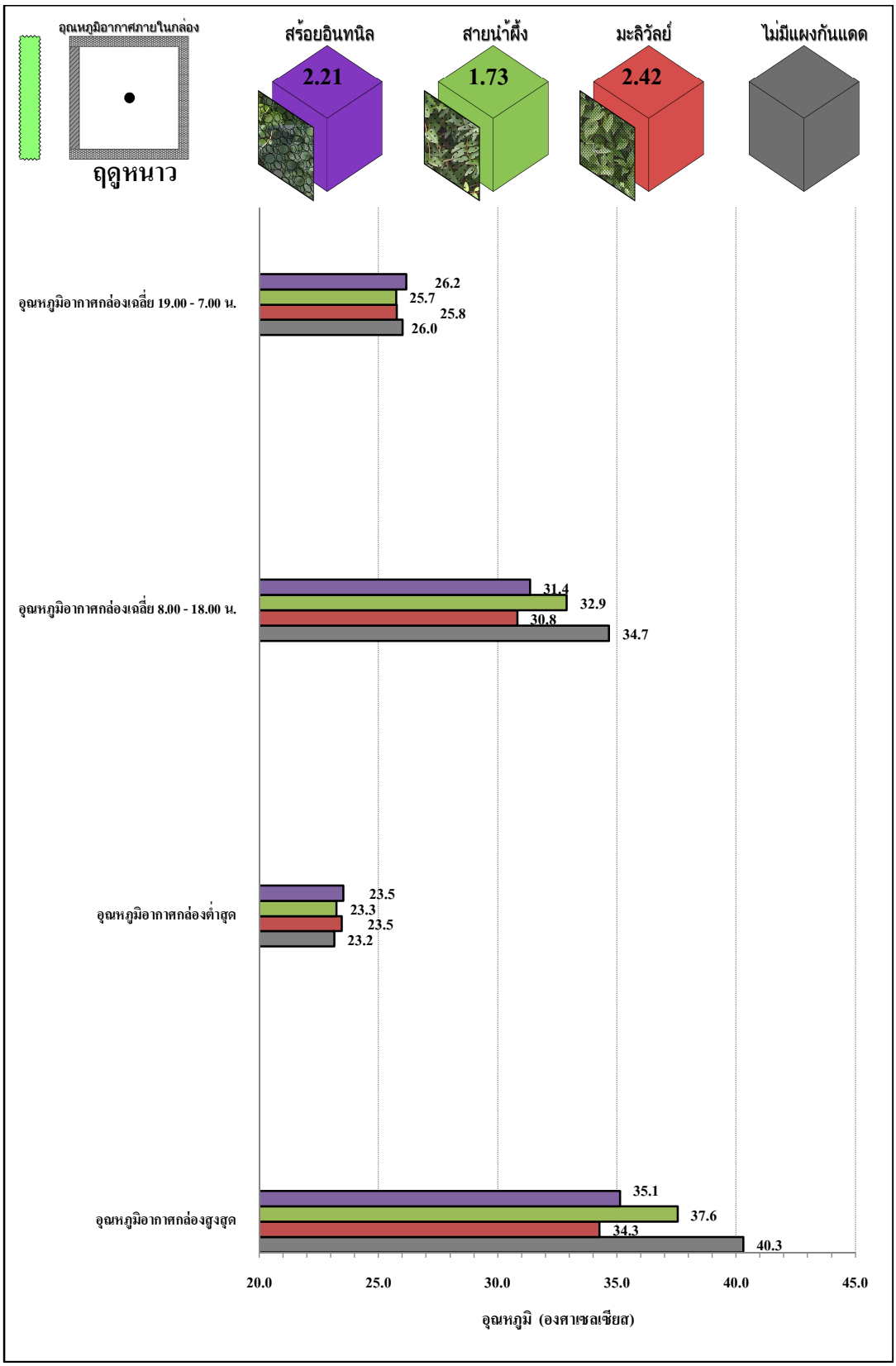
แผนภูมิที่ 28 อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง ฤดูหนาว (วันที่21-22 ธันวาคม 2554)

ตารางที่ 26 อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง ฤดูหนาว (วันที่21-24 ธ.ค. 2554)

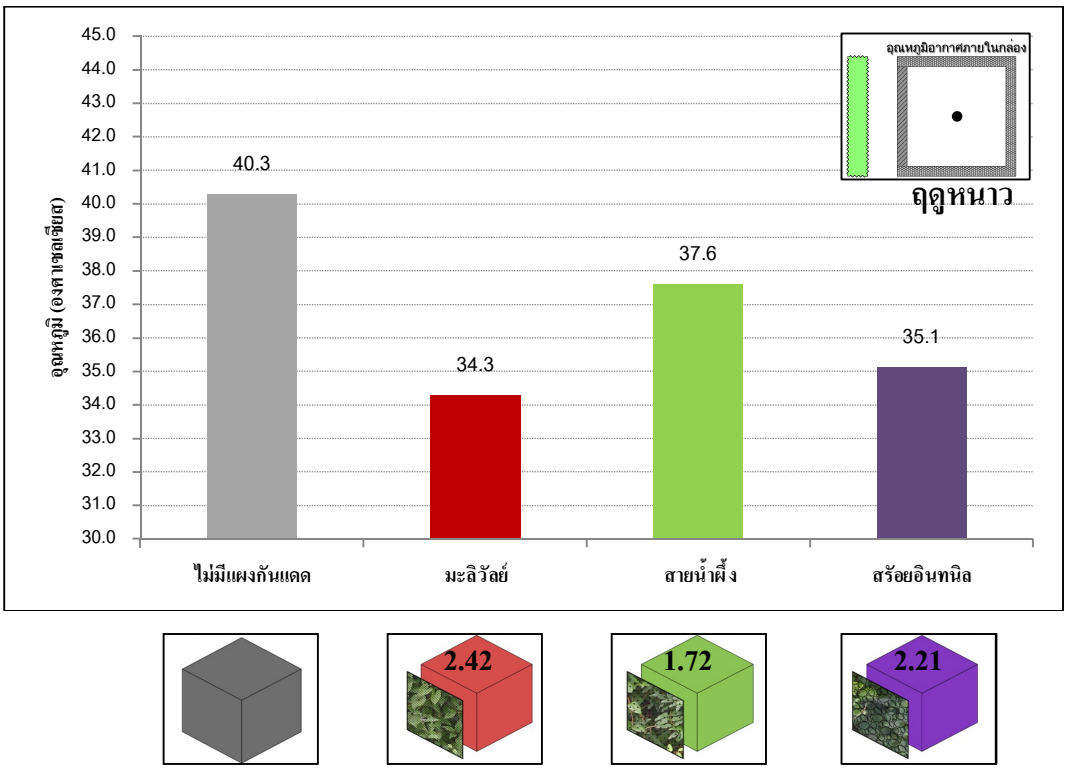
ค่า	อุณหภูมิอากาศภายในกล่องสูงสุด (Cº)					อุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำสุด (Cº)					อุณหภูมิอากาศภายในกล่องเฉลี่ย8.00-18.00 น. (Cº)					อุณหภูมิอากาศภายในกล่องเฉลี่ย 19.00-7.00 น. (Cº)				
วันที่ / แผงกันแดด	21	22	23	24	เฉลี่ย 4 วัน	21	22	23	24	เฉลี่ย 4 วัน	21	22	23	24	เฉลี่ย 4 วัน	21	22	23	24	เฉลี่ย 4 วัน
ไม่มีแผงกันแดด	41.7	42.2	41.9	35.4	40.3	21.4	24.1	23.7	23.4	23.2	34.8	35.6	36.4	32	34.7	25.2	26.7	26.8	25.4	26
มะลิวัลย์	35.1	35	35.7	31.3	34.3	22.3	24.2	23.9	23.4	23.5	30.6	31.3	32.2	29.3	30.8	25.5	26.1	26.3	25.1	25.8
ผลต่าง	6.6	7.2	6.2	4.1	6	0.9	-0.1	-0.2	0	-0.3	4.2	4.3	4.2	2.7	3.9	-0.3	0.5	0.5	0.3	0.2
ผลต่างเป็น %	15.8	17.1	14.8	11.6	15	4.2	-0.4	-0.8	0	-1.3	12.2	12	11.6	8.4	11.1	-1.3	2	1.8	1.2	1
สายน้ำผึ้ง	37.9	38.5	39.8	34	37.6	21.6	24.2	23.8	23.4	23.3	32.4	33.4	34.7	31.2	32.9	24.9	26.3	26.5	25.3	25.7
ผลต่าง	3.8	3.7	2.1	1.4	2.8	0.2	-0.1	-0.1	0	-0.1	2.4	2.1	1.7	1	2	0.3	0.3	0.3	0.1	0.3
ผลต่างเป็น %	9.1	8.8	5	4	6.8	0.9	-0.4	-0.4	0	-0.4	7	6	4.7	2	5.1	1.2	1.3	1	0.6	1
สร้อยอินทนิล	36.3	36.4	36	31.8	35.1	21.7	24.4	24.1	23.9	23.5	31.3	32.2	32.4	29.6	31.4	25.4	26.7	26.8	25.7	26.2
ผลต่าง	5.4	5.8	5.9	3.6	5.2	0.3	-0.3	-0.4	0.5	-0.4	3.5	3.4	4	2.4	3.3	0.2	-0.1	-0.1	-0.3	-0.2
ผลต่างเป็น %	12.9	13.7	14.1	10.2	12.8	1.4	-1.2	-1.7	-2.1	-1.6	10.2	9.5	10.9	7.5	9.6	-0.9	-0.2	-0.3	-1.1	-0.6

* **หมายเหตุ**

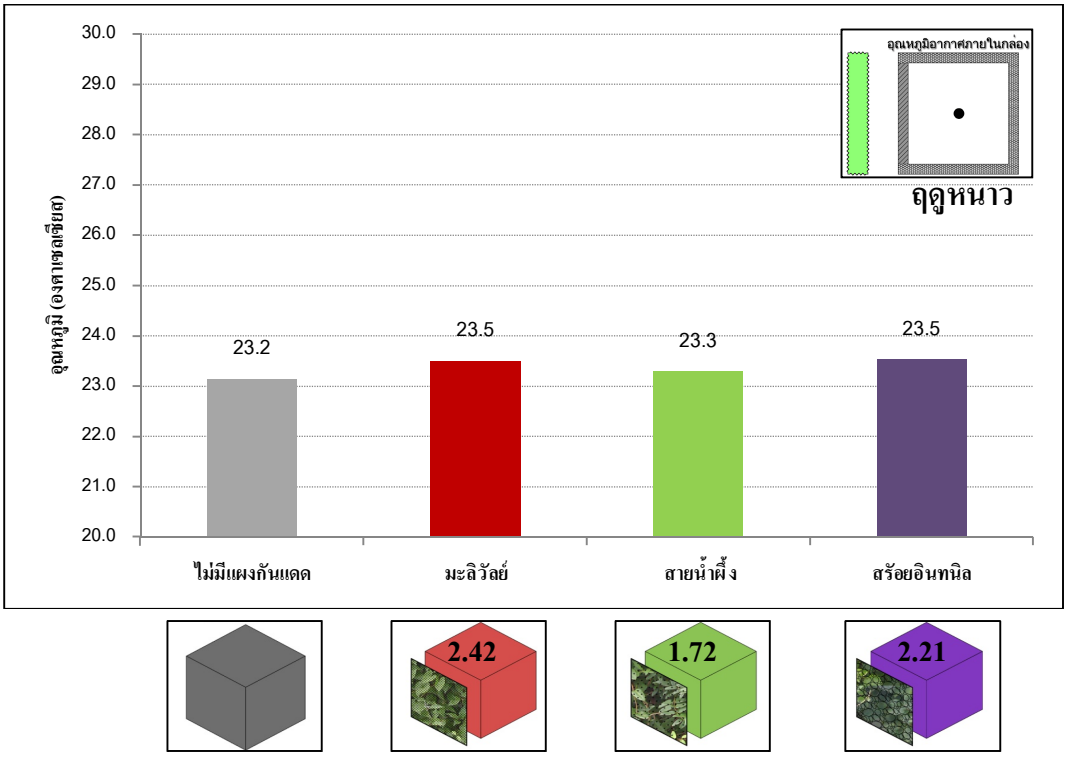
- ค่าอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุด คิดจากช่วงเวลาตลอด24 ชม. รวมทั้ง 4 วัน
- ค่าผลต่าง คิดจากค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด ลบด้วยค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยแต่ละชนิด ในกรณีที่ค่าติดลบ แสดงว่าค่าอุณหภูมิของกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยชนิดนั้น สูงกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด
- ผลต่างเป็น % คิดได้จากสูตร ค่าผลต่าง x 100 หารด้วยค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด



แผนภูมิที่ 29 อุณหภูมิอากาศภายในกล่องเฉลี่ย 4 วัน ฤดูหนาว (วันที่ 21-24 ธันวาคม 2554)



แผนภูมิที่ 30 อุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดกล่องเฉลี่ย 4 วัน ฤดูหนาว(วันที่21-24 ธันวาคม 2554)



แผนภูมิที่ 31 อุณหภูมิอากาศภายในต่ำสุดกล่องเฉลี่ย4 วัน ฤดูหนาว(วันที่21-24 ธันวาคม 2554)

2.4 สรุปผลการทดลองที่ 2

ในช่วงฤดูหนาวไม้เลื้อยทั้ง 3 ชนิดจะมีการผลัดใบออกไปบ้าง จึงทำให้ความหนาแน่นของพุ่มใบลดลง ดังนั้นค่าความหนาแน่นของพุ่มใบจึงเปลี่ยนไปดังนี้ มะลิวัลย์ (2.42) สร้อยอินทนิล (2.21) สายน้ำผึ้ง (1.73) (โดยวันที่คำนวณความหนาแน่นของพุ่มใบ คือ 12 ธ.ค. 2554) แสดงให้เห็นว่ามะลิวัลย์ในช่วงฤดูหนาวมีค่าความหนาแน่นพุ่มใบมากที่สุด ดังนั้นจึงมีความหนาแน่นของพุ่มใบมากที่สุด ซึ่งแตกต่างจากฤดูฝน

ตารางที่ 27 แสดงการเปรียบเทียบของแผงกันแดดไม้เลื้อย3 ชนิด ในช่วงฤดูที่ต่างกัน

ไม้เลื้อย	ฤดูฝน (20 ส.ค. 2554)	ฤดูหนาว (21 ธ.ค. 2554)
สร้อยอินทนิล		
	2.58 (อันดับ1)	2.21 (อันดับ2)
มะลิวัลย์		
	2.28 (อันดับ2)	2.42 (อันดับ1)
สายน้ำผึ้ง		
	1.98 (อันดับ3)	1.73 (อันดับ3)

จากการทดลองเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิต่างๆ ระหว่างกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยกับกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยชนิดต่างๆในช่วงฤดูหนาว (21-24 ธ.ค. 2554) พบว่า ในช่วงเวลา 8.00-18.00 น. เมื่อเปรียบเทียบกับกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์จะมีค่าอุณหภูมิผิวภายนอก ผิวภายใน และอากาศภายในกล่องทดลองโดยเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิล และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง ตามลำดับ

ในช่วงเวลา 19.00-7.00 น. เมื่อเปรียบเทียบกับกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์จะมีค่าอุณหภูมิผิวภายนอก ผิวภายใน และอากาศภายในกล่องทดลองโดยเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิล ซึ่งค่าอุณหภูมิโดยเฉลี่ยไม่แตกต่างกันมาก

สรุปได้ว่า ในช่วงฤดูหนาวค่าอุณหภูมิของกล่องทดลองทั้ง 4 กล่องจะมีความแตกต่างมากกว่าในช่วงฤดูฝน ทั้งนี้มาจากสภาพอากาศในฤดูนี้ที่มีปริมาณแสงแดดที่มาก ทำให้เห็นค่าความแตกต่างของอุณหภูมิของกล่องทดลองทั้ง 4 ได้อย่างชัดเจน ซึ่งแผงกันแดดมะลิวัลย์มีความสามารถลดอุณหภูมิได้มากที่สุด เพราะมีการผลัดใบที่น้อยกว่าไม้เลื้อยทั้ง 2 ชนิด ทำให้มีความหนาแน่นพุ่มใบที่มากกว่า และแผงกันแดดสายน้ำผึ้งซึ่งมีความหนาแน่นพุ่มใบน้อยที่สุดสามารถลดอุณหภูมิได้น้อยที่สุด

ดังนั้นจากผลการทดลองที่ 2 จึงทำการเลือกแผงกันแดดมะลิวัลย์ ซึ่งสามารถลดอุณหภูมิได้มากที่สุด กับแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง ซึ่งลดอุณหภูมิได้น้อยที่สุด มาทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในลดความร้อนเข้าสู่อาคาร กับแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ ซึ่งเป็นวัสดุที่นิยมใช้กันมากกับอาคารในประเทศไทย ในการทดลองที่ 3 ต่อไป

3. ผลการทดลองที่ 3 การศึกษาประสิทธิผลในการลดความร้อนให้กับผนังอาคาร ระหว่างการใช้แผงกันแดดไม้เลื้อย กับแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์

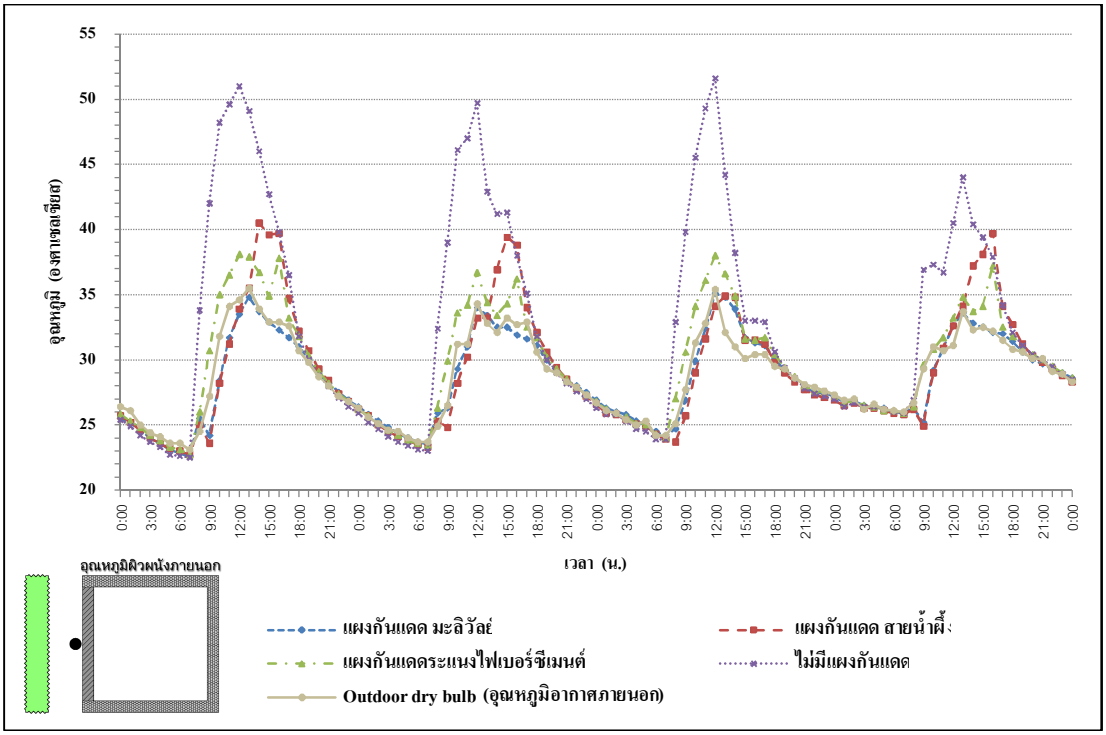
3.1 อุณหภูมิผิวผนังภายนอก

อุณหภูมิผิวผนังภายนอกสูงสุด กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดจะมีค่าอุณหภูมิผิวภายนอกสูงที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 49.1 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง (38.4 °C) และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ (37.5 °C) โดยกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์ จะมีค่าอุณหภูมิผิวภายนอกต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 34.4 °C โดยน้อยกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดเท่ากับ 14.7 °C หรือลดลงประมาณ 30 % โดยที่ค่าอุณหภูมิผิวภายนอกสูงสุด ของกล่องทดลองทั้งหมด ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเวลาระหว่าง13.00 – 17.00 น.

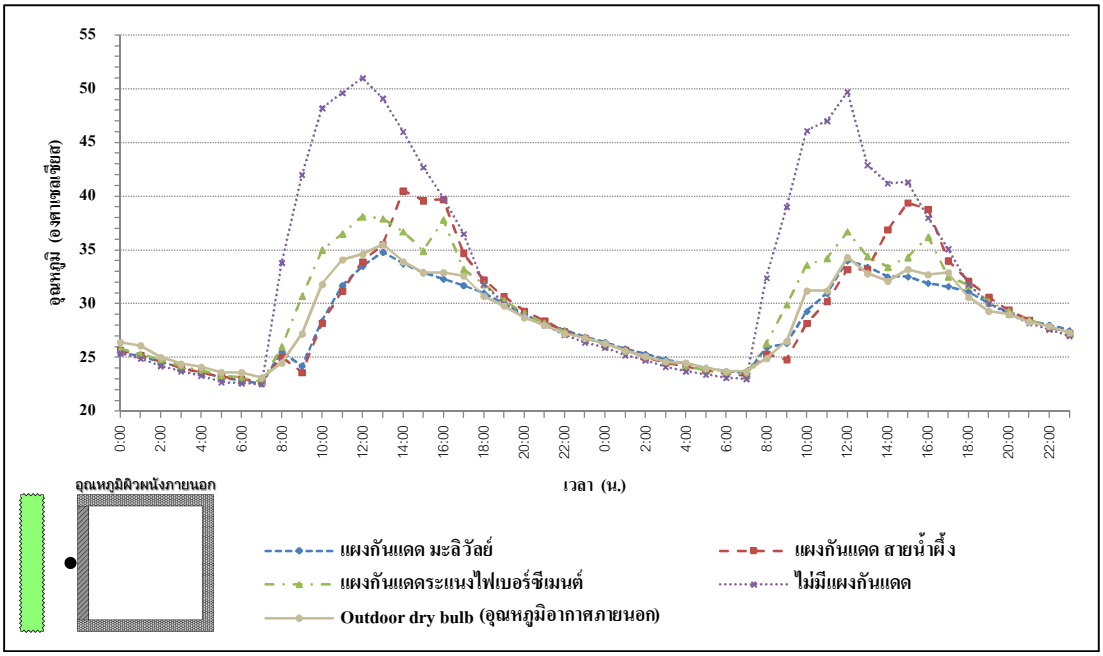
อุณหภูมิผิวผนังภายนอกต่ำสุด กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้งจะมีค่าอุณหภูมิผิวภายนอกต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 23.7 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์ (23.9 °C) กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด (23.9 °C) และกล่องทดลองมีแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ (24 °C) ตามลำดับซึ่งสังเกตได้ว่า ค่าอุณหภูมิผิวภายนอกของทั้ง 4 กล่องไม่แตกต่างกันมาก โดยที่ค่าอุณหภูมิผิวภายนอกต่ำสุดของกล่องทดลองทั้งหมด ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเวลาระหว่าง 6.00–8.00 น.

อุณหภูมิผิวผนังภายนอกโดยเฉลี่ยช่วงเวลา 8.00 – 18.00 น. กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดจะมีค่าอุณหภูมิผิวภายนอกสูงที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 39.8 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ (33.2 °C) และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง (32.2 °C) โดยกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์จะมีค่าอุณหภูมิผิวภายนอกต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 30.9 °C โดยน้อยกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดเท่ากับ 8.9 °C หรือลดลงประมาณ 22.4 % โดยช่วงเวลาบ่าย (13.00–17.00 น.) เป็นช่วงเวลาที่กล่องทดลองทั้ง 4 กล่อง มีอุณหภูมิผิวภายนอกสูงที่สุด

อุณหภูมิผิวผนังภายนอกโดยเฉลี่ยช่วงเวลา 19.00-7.00 น. กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดจะมีค่าอุณหภูมิผิวภายนอกต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 26.3 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง (26.5 °C) กล่องทดลองทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง (26.5 °C) และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ (26.6 °C) ตามลำดับ ซึ่งสังเกตได้ว่า ค่าอุณหภูมิผิวภายนอกโดยเฉลี่ยของทั้ง 4 กล่องไม่แตกต่างกันมาก โดยช่วงเวลาเช้า (6.00–8.00 น.) เป็นช่วงเวลาที่กล่องทดลองทั้ง 4 กล่อง มีอุณหภูมิผิวภายนอกต่ำที่สุดเนื่องจากอุณหภูมิอากาศภายนอกต่ำที่สุด ทำให้ผิวผนังได้มีการคายความร้อนสู่บรรยากาศได้มากในช่วงเวลานี้



แผนภูมิที่ 32 อุณหภูมิผิวผนังภายนอก (วันที่30 ธันวาคม 2554 – 2 มกราคม 2555)



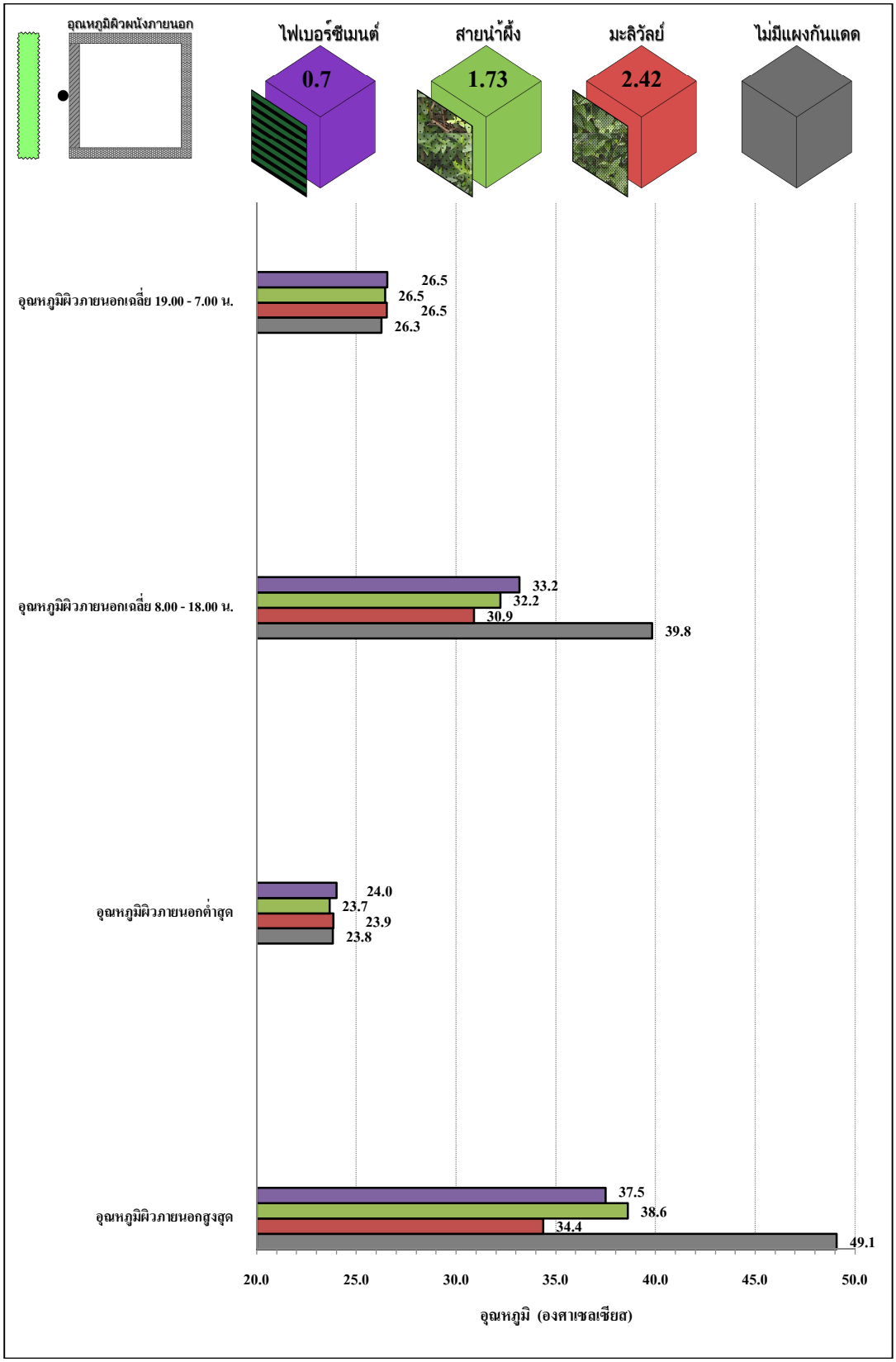
แผนภูมิที่ 33 อุณหภูมิผิวผนังภายนอก (วันที่30-31 ธันวาคม 2554)

ตารางที่ 28 อุณหภูมิผิวผนังภายนอก (วันที่30 ธ.ค. 2554-2 ม.ค. 2555)

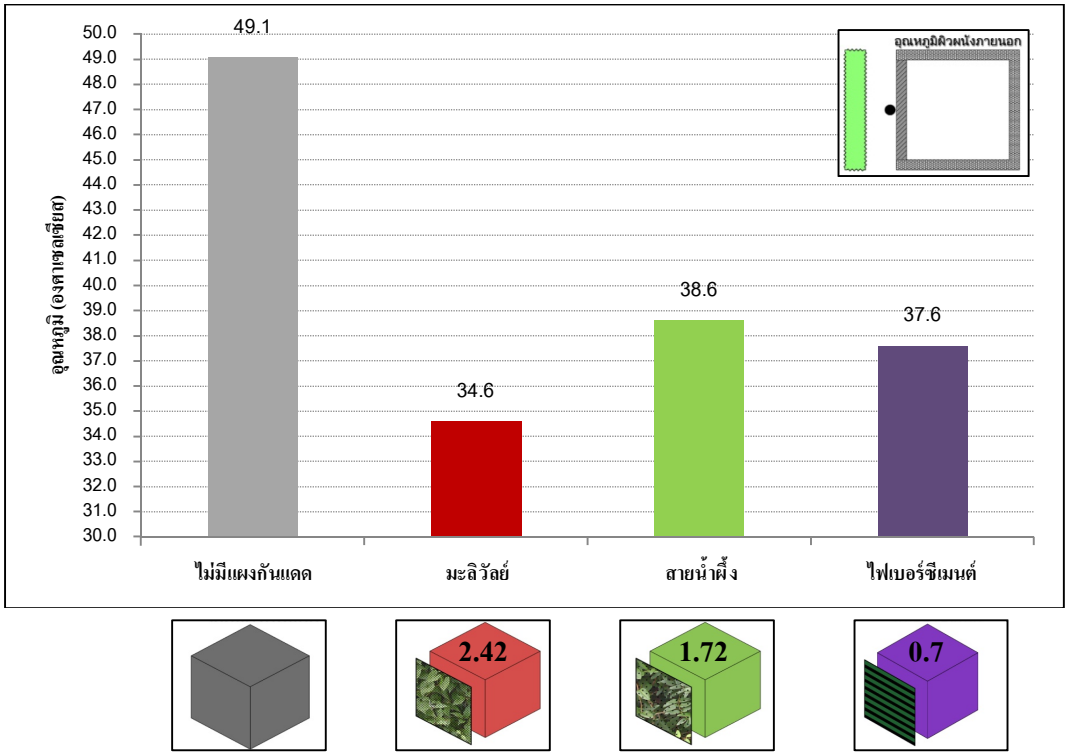
ค่า	อุณหภูมิผิวภายนอกสูงสุด (C°)					อุณหภูมิผิวภายนอกต่ำสุด (C°)					อุณหภูมิผิวภายนอกเฉลี่ย 8.00-18.00 น. (C°)					อุณหภูมิผิวภายนอกเฉลี่ย 19.00-7.00 น. (C°)				
วันที่ / แผงกันแดด	30	31	1	2	เฉลี่ย 4 วัน	30	31	1	2	เฉลี่ย 4 วัน	30	31	1	2	เฉลี่ย 4 วัน	30	31	1	2	เฉลี่ย 4 วัน
ไม่มีแผงกันแดด	51	49.7	51.6	44	49.1	22.5	23	23.9	25.9	23.8	42.8	40.4	39.2	36.9	36.9	25.4	25.8	26.2	27.8	26.3
มะลิวัลย์	34.8	34	35.1	34.4	34.4	22.6	23.5	24.1	25.2	23.9	30.9	30.9	31.1	30.8	30.9	25.6	26.2	26.5	27.7	26.5
ผลต่าง	16.2	15.7	16.5	14.7	14.7	-0.1	-0.5	-0.2	0.7	0	11.9	9.5	8.1	6.2	8.9	-0.3	-0.5	-0.3	0	-0.2
ผลต่างเป็น %	31.8	31.6	32	30	30	-0.4	-2.2	-0.8	2.7	-0.1	27.8	23.6	20.7	16.7	22.4	-1	-1.8	-1.1	0.1	-1
สายน้ำผึ้ง	40.5	39.4	34.9	38.6	38.6	22.7	23.3	23.7	24.9	23.7	33.1	32.4	30.7	32.7	32.2	25.7	26.1	26.3	27.7	26.5
ผลต่าง	10.5	10.3	16.7	10.5	10.5	-0.2	-0.3	0.2	1	0.2	9.7	8	8.5	4.3	7.6	-0.4	-0.4	-0.1	0.1	-0.2
ผลต่างเป็น %	20.6	20.7	32.4	21.3	21.3	-0.9	-1.3	0.8	3.9	0.7	22.6	19	21.6	11.5	19.1	-1.5	-1.4	-0.2	0.3	-0.7
ไฟเบอร์ซีเมนต์	38.1	36.7	38	37.5	37.5	22.7	23.4	24	25.9	24	34.4	33	33	32.3	33.2	25.8	26.1	26.5	27.8	26.5
ผลต่าง	12.9	13	13.6	11.6	11.6	-0.2	-0.4	-0.1	0	-0.2	8.4	6.2	6.2	4.6	6.6	-0.4	-0.4	-0.3	-0.1	-0.3
ผลต่างเป็น %	25.3	26.2	26.4	23.6	23.6	-0.9	-1.7	-0.4	0	-0.7	19.5	15.9	15.9	12.4	16.7	-1.6	-1.5	-1	-0.2	-1.1

* **หมายเหตุ**

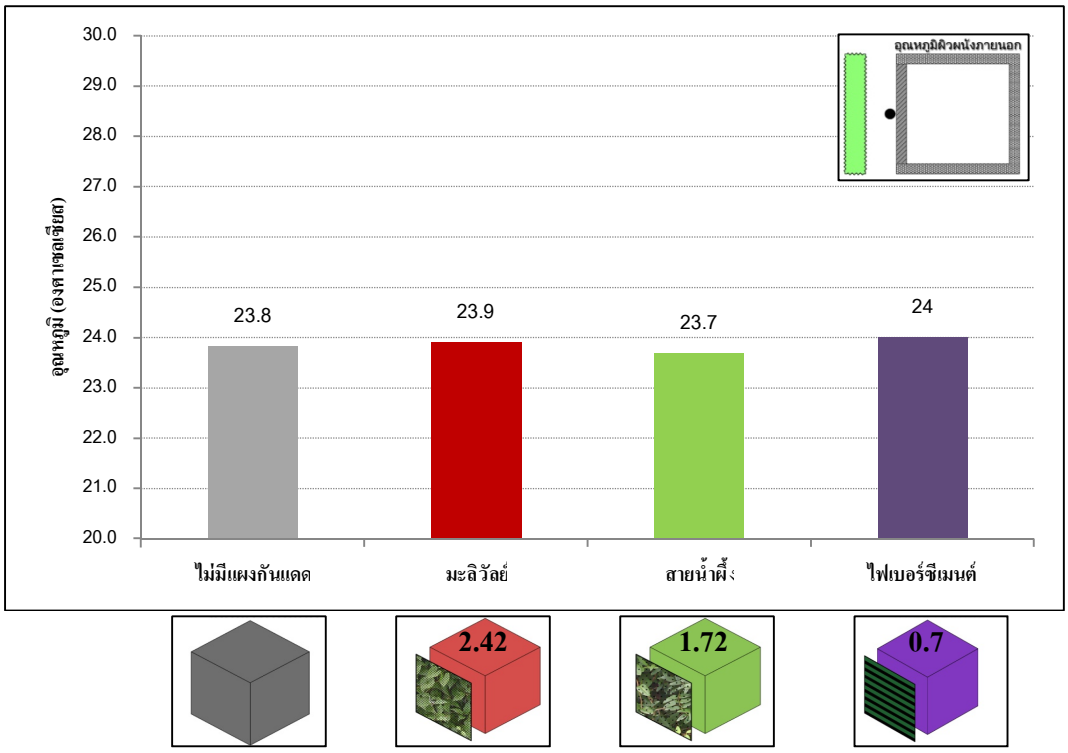
- ค่าอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุด คิดจากช่วงเวลาตลอด24 ชม. รวมทั้ง 4 วัน
- ค่าผลต่าง คิดจากค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด ลบด้วยค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยแต่ละชนิด ในกรณีที่ค่าติดลบ แสดงว่าค่าอุณหภูมิของกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยชนิดนั้น สูงกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด
- ผลต่างเป็น % คิดได้จากสูตร ค่าผลต่าง x 100 หารด้วยค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด



แผนภูมิที่ 34 อุณหภูมิผิวผนังภายนอกเฉลี่ย 4 วัน (วันที่30 ธันวาคม 2554 – 2 มกราคม 2555)



แผนภูมิที่ 35 อุณหภูมิผิวผนังภายนอกสูงสุดเฉลี่ย 4 วัน (วันที่30 ธันวาคม 2554 – 2 มกราคม 2555)



แผนภูมิที่ 36 อุณหภูมิผิวผนังภายนอกต่ำสุดเฉลี่ย 4 วัน (วันที่30 ธันวาคม 2554 – 2 มกราคม 2555)

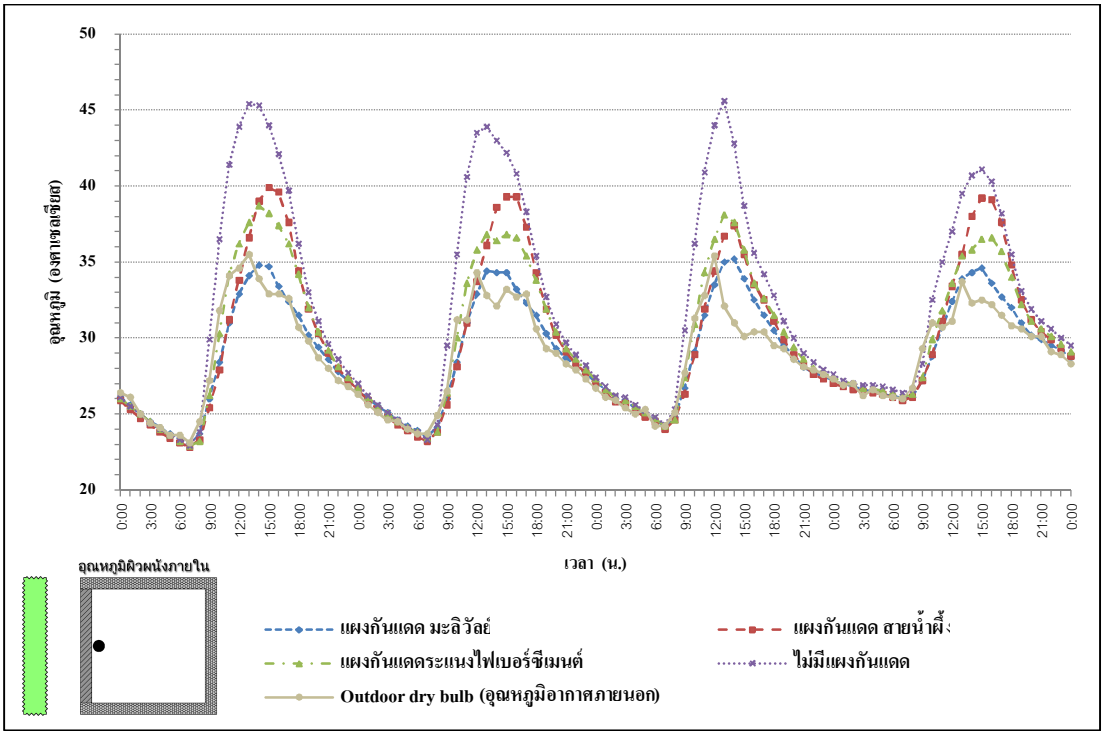
3.2 อุณหภูมิผิวผนังภายใน

อุณหภูมิผิวผนังภายในสูงสุด กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดจะมีค่าอุณหภูมิผิวภายในสูงที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 45.1 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง (39 °C) และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ (37.6 °C) โดยกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์จะมีค่าอุณหภูมิผิวภายในต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 34.8 °C โดยน้อยกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดเท่ากับ 10.4 °C หรือลดลงประมาณ 23 % โดยที่ค่าอุณหภูมิผิวภายในสูงสุดของกล่องทดลองทั้งหมด ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเวลาระหว่าง 13.00 – 17.00 น.

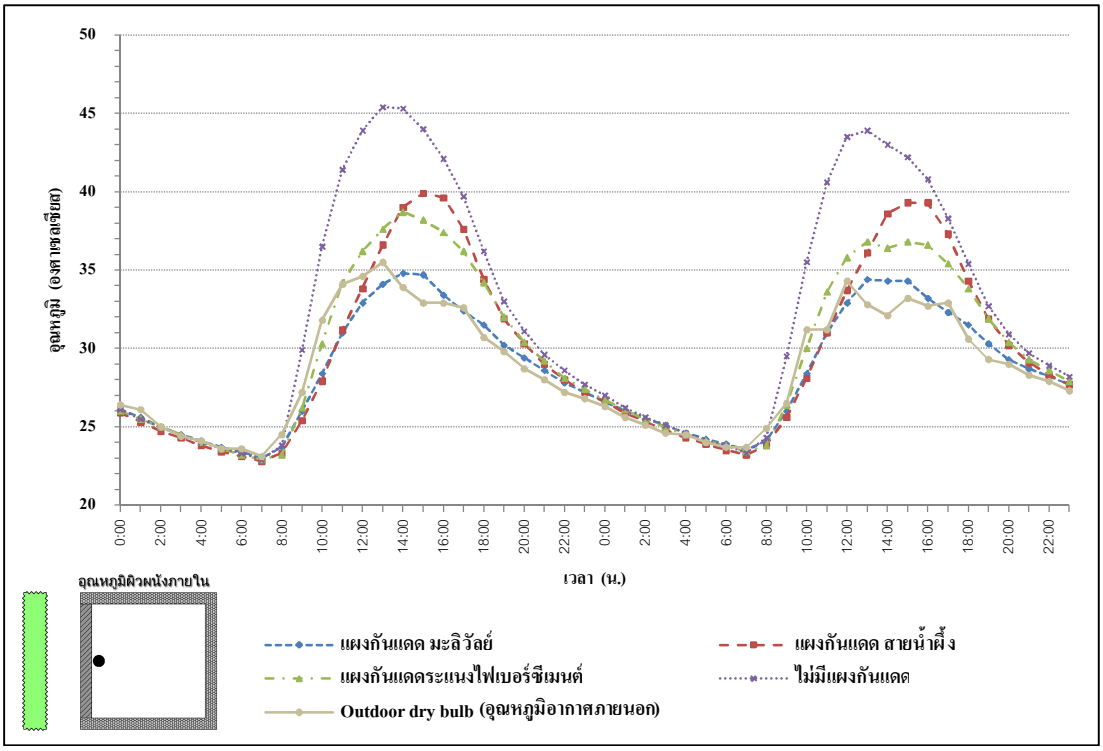
อุณหภูมิผิวผนังภายในต่ำสุด กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์จะมีค่าอุณหภูมิผิวภายในต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 24.2 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง (24.4 °C) กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ (24.4 °C) และกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด (24.4 °C) โดย 3 กล่องทดลองหลังมีค่าอุณหภูมิผิวภายในโดยเฉลี่ยเท่ากัน ซึ่งสังเกตได้ว่า ค่าอุณหภูมิผิวภายในของทั้ง 4 กล่องไม่แตกต่างกันมาก โดยที่ค่าอุณหภูมิผิวภายในต่ำสุดของกล่องทดลองทั้งหมด ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเวลาระหว่าง 6.00–8.00 น.

อุณหภูมิผิวผนังภายในโดยเฉลี่ยช่วงเวลา 8.00 – 18.00 น. กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด จะมีค่าอุณหภูมิผิวภายในสูงที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 37.4 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ (33.3 °C) และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง (33.2 °C) โดยกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์ จะมีค่าอุณหภูมิผิวภายในต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 31.3 °C โดยน้อยกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดเท่ากับ 6.2 °C หรือลดลงประมาณ 16.4 % โดยช่วงเวลาบ่าย (13.00–17.00 น.) เป็นช่วงเวลาที่กล่องทดลองทั้ง 4 กล่อง มีอุณหภูมิผิวภายในสูงที่สุด

อุณหภูมิผิวผนังภายในโดยเฉลี่ยช่วงเวลา 19.00-7.00 น. กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์ และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง จะมีค่าอุณหภูมิผิวภายในต่ำที่สุดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 26.8 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ (27 °C) และกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด (27.3 °C) ตามลำดับซึ่งสังเกตได้ว่า ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยผิวภายในของทั้ง 4 กล่องไม่แตกต่างกันมาก โดยช่วงเวลาเช้า (6.00–8.00 น.) เป็นช่วงเวลาที่กล่องทดลองทั้ง 4 กล่อง มีอุณหภูมิผิวภายในต่ำที่สุดเนื่องจากอุณหภูมิอากาศภายนอกต่ำที่สุด ทำให้ผิวผนังได้มีการคายความร้อนสู่บรรยากาศได้มากในช่วงเวลานี้



แผนภูมิที่ 37 อุณหภูมิผิวผนังภายใน (วันที่ 30 ธันวาคม 2554 – 2 มกราคม 2555)



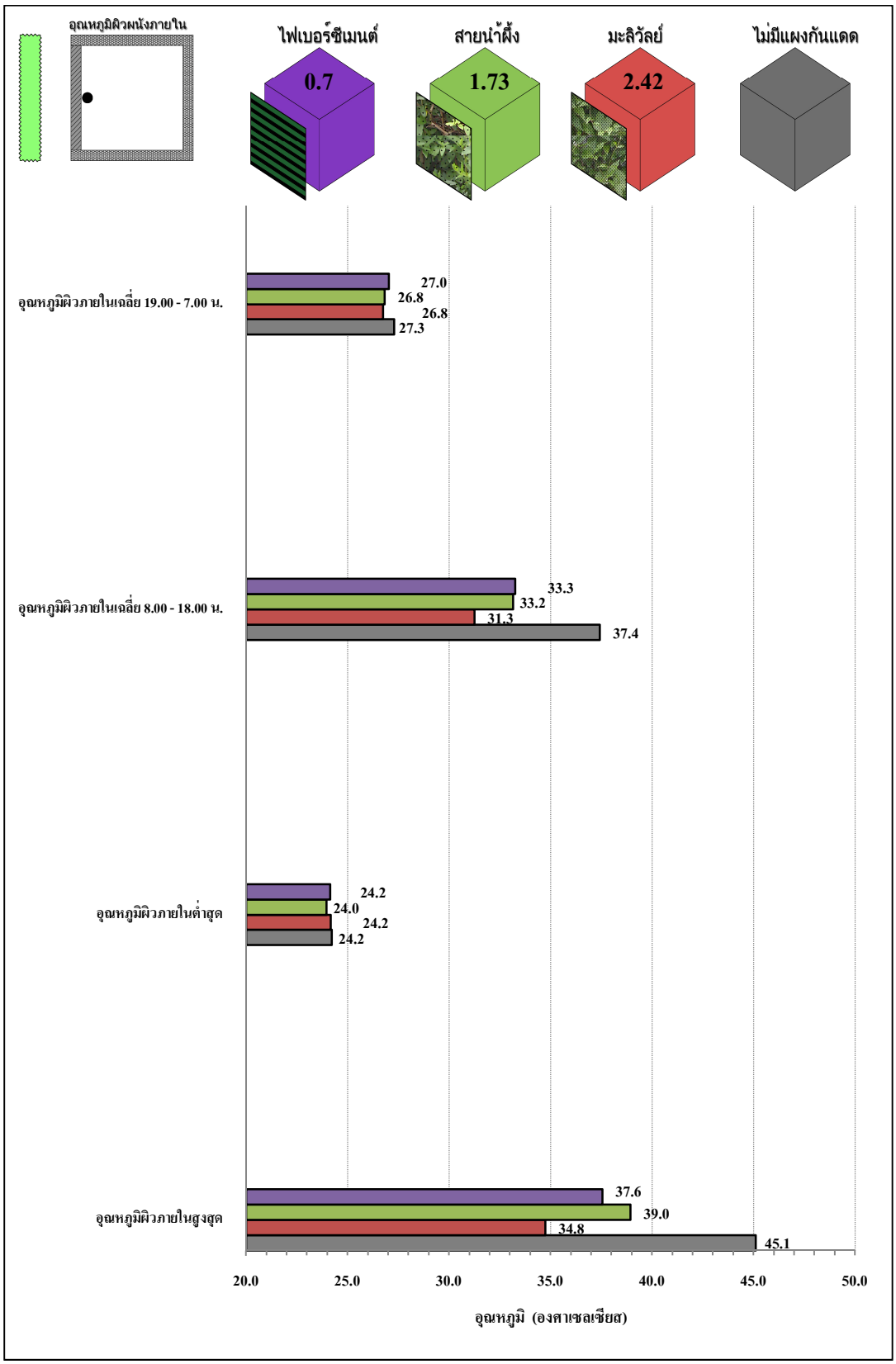
แผนภูมิที่ 38 อุณหภูมิผิวผนังภายใน (วันที่ 30-31 ธันวาคม 2554)

ตารางที่ 29 อุณหภูมิผิวผนังภายใน (วันที่30 ธ.ค. 2554-2 ม.ค. 2555)

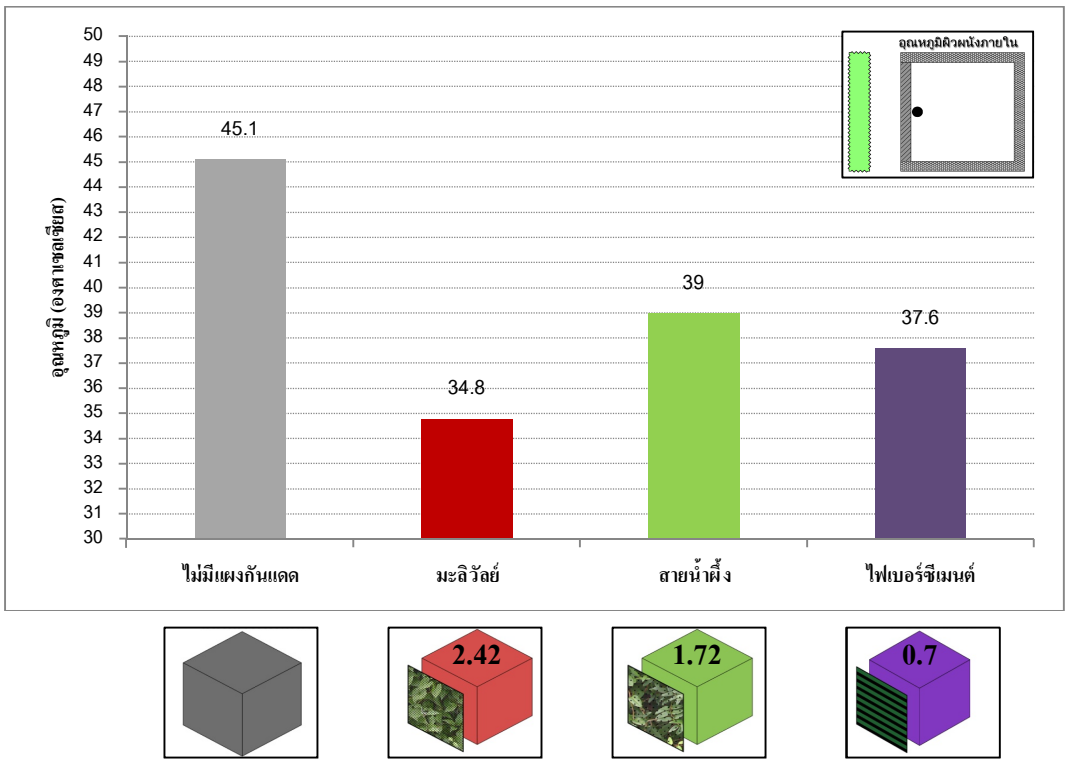
ค่า	อุณหภูมิผิวภายในสูงสุด (C°)					อุณหภูมิผิวภายในต่ำสุด (C°)					อุณหภูมิผิวภายในเฉลี่ย 8.00-18.00 น. (C°)					อุณหภูมิผิวภายในเฉลี่ย 19.00-7.00 น. (C°)				
วันที่ / แผงกันแดด	30	31	1	2	เฉลี่ย 4 วัน	30	31	1	2	เฉลี่ย 4 วัน	30	31	1	2	เฉลี่ย 4 วัน	30	31	1	2	เฉลี่ย 4 วัน
ไม่มีแผงกันแดด	45.4	43.9	45.6	45.6	45.1	22.9	23.3	24.3	26.4	24.2	38.9	37.9	37	35.9	37.4	26.5	26.9	27.1	28.6	27.3
มะลิวัลย์	34.8	34.4	35.2	34.6	34.8	23	23.5	24.2	26	24.2	31.2	31.1	31.3	31.5	31.3	26	26.4	26.7	27.9	26.8
ผลต่าง	10.6	9.5	10.4	11	10.4	-0.1	-0.2	0.1	0.4	0.1	7.8	6.8	5.7	4.4	6.2	0.5	0.5	0.5	0.7	0.6
ผลต่างเป็น %	23.3	21.6	22.8	24.1	23	-0.4	-0.9	0.4	1.5	0.2	19.9	17.9	15.3	12.3	16.4	1.8	1.9	1.8	2.6	2
สายน้ำผึ้ง	39.9	39.3	37.4	39.2	39	22.8	23.2	24	25.9	24	33.5	33.4	32.1	33.7	33.2	26.1	26.5	26.6	28.1	26.8
ผลต่าง	5.5	4.6	8.2	6.4	6.2	0.1	0.1	0.3	0.5	0.3	5.4	4.5	4.9	2.2	4.3	0.4	0.4	0.6	0.6	0.5
ผลต่างเป็น %	12.1	10.5	18	14	13.7	0.4	0.4	1.2	1.9	1	13.9	12	13.2	6	11.4	1.5	1.5	2.1	1.9	1.8
ไฟเบอร์ซีเมนต์	38.7	36.8	38.1	36.6	37.6	22.9	23.4	24.2	26.1	24.2	33.9	33.2	33	33	33.3	26.3	26.7	26.9	28.3	27
ผลต่าง	6.7	7.1	7.5	9	7.6	0	0	0.1	0.3	0	5.1	4.7	4	2.9	4.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.3
ผลต่างเป็น %	14.8	16.2	16.4	19.7	16.8	0	-0.4	0.4	1.1	0	13	12.4	10.7	8	11.1	0.9	0.8	0.9	1.2	1

* **หมายเหตุ**

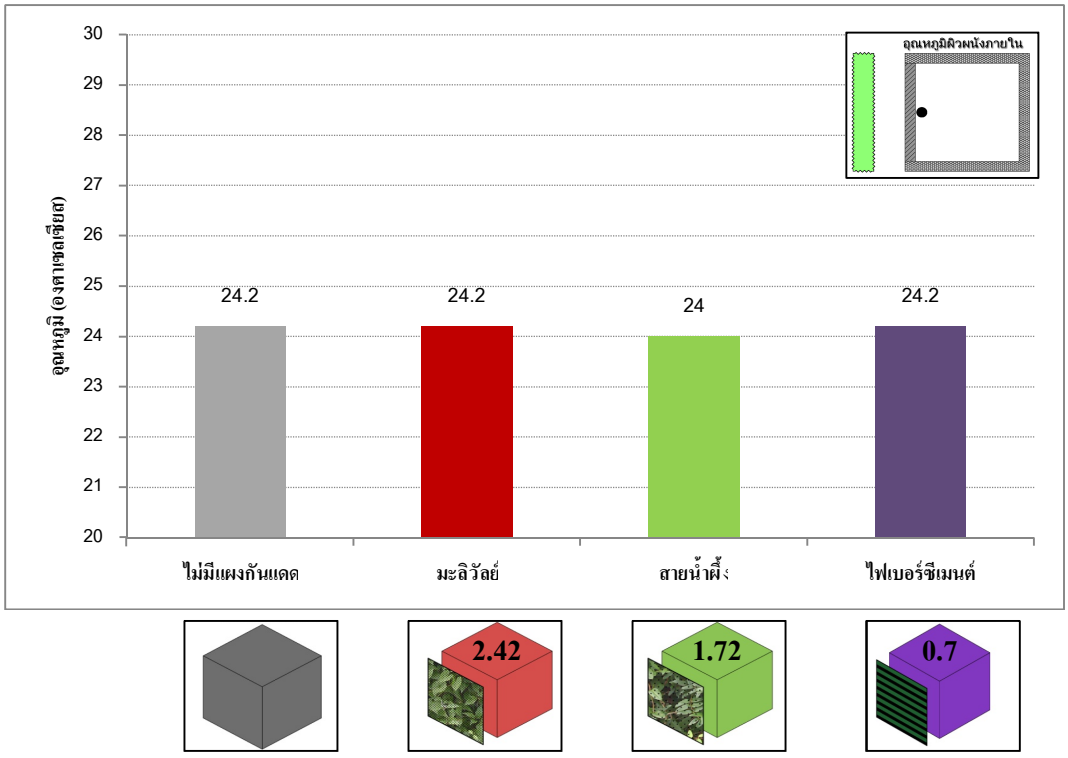
- ค่าอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุด คิดจากช่วงเวลาตลอด24 ชม. รวมทั้ง4 วัน
- ค่าผลต่าง คิดจากค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด ลบด้วยค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดไม้ชนิดแต่ละชนิด ในกรณีที่ค่าติดลบ แสดงว่าค่าอุณหภูมิของกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยชนิดนั้น สูงกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด
- ผลต่างเป็น % คิดได้จากสูตร ค่าผลต่าง x 100 หารด้วยค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด



แผนภูมิที่ 39 อุณหภูมิผิวผนังภายในเฉลี่ย 4 วัน (วันที่30 ธันวาคม 2554 – 2 มกราคม 2555)



แผนภูมิที่ 40 อุณหภูมิผิวผนังภายในสูงสุดเฉลี่ย 4 วัน (วันที่ 30 ธันวาคม 2554 – 2 มกราคม 2555)



แผนภูมิที่ 41 อุณหภูมิผิวผนังภายในต่ำสุดเฉลี่ย 4 วัน (วันที่ 30 ธันวาคม 2554 – 2 มกราคม 2555)

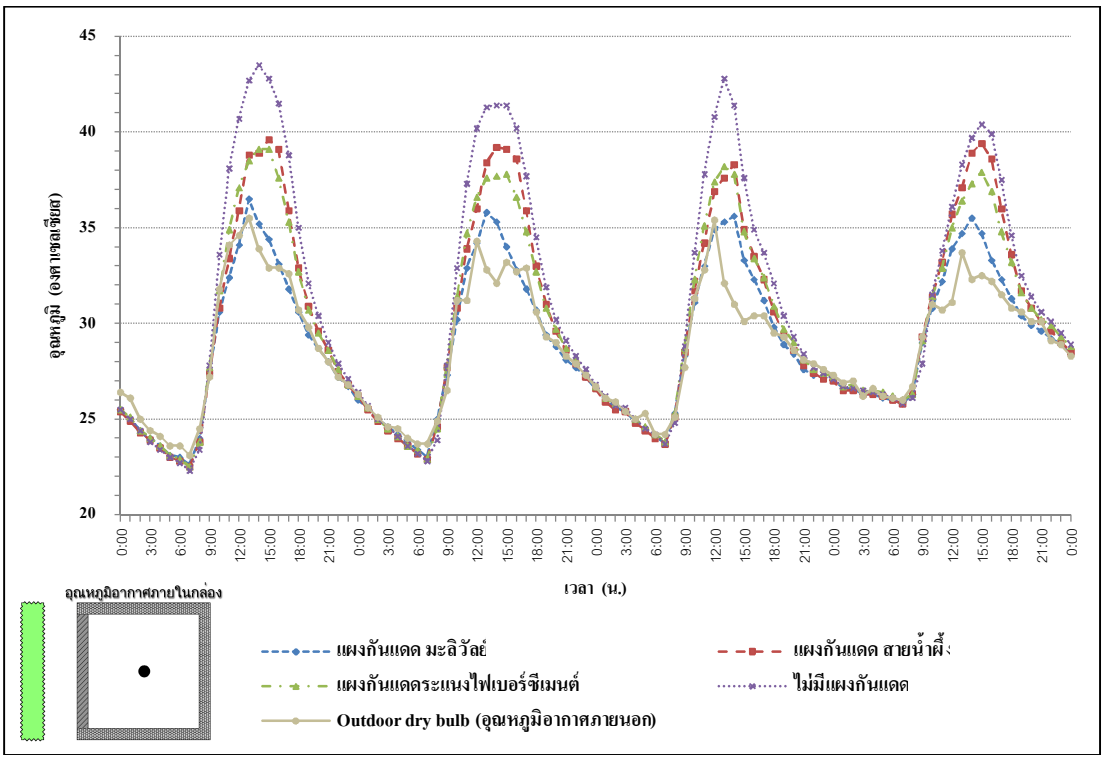
3.3 อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลอง

อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองสูงสุด กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดจะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องสูงที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 42 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง (39.1 °C) และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ (38.3 °C) โดยกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์จะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 35.9 °C โดยน้อยกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดเท่ากับ6.2 °C หรือลดลงประมาณ 14.7 % โดยที่ค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องสูงสุดของกล่องทดลองทั้งหมด ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเวลาระหว่าง 13.00 – 17.00 น.

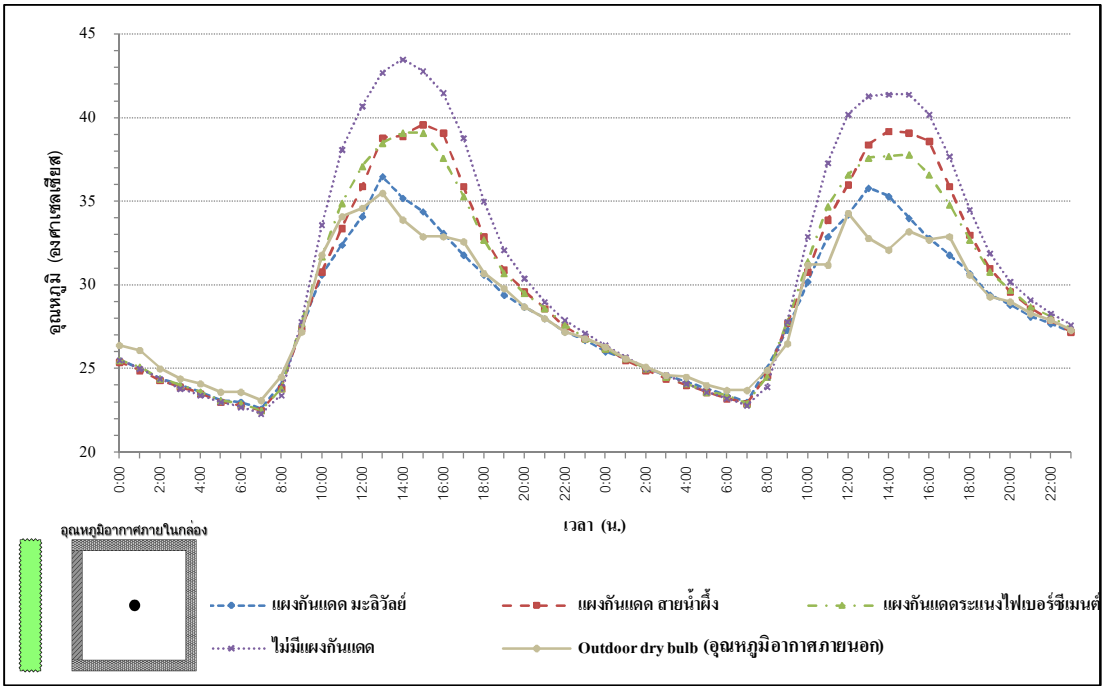
อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองต่ำสุด กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้งจะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 23.7 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่แผงกันแดดมะลิวัลย์(23.6 °C) กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ (23.6 °C) ตามลำดับซึ่งสังเกตได้ว่าค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องของทั้ง4 กล่องไม่แตกต่างกันมาก โดยที่ค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำสุดของกล่องทดลองทั้งหมด ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเวลาระหว่าง 6.00–8.00 น.

อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองโดยเฉลี่ยช่วงเวลา 8.00 – 18.00 น. กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดจะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องสูงที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 35.9 °C รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง (34 °C) และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ (33.8 °C) โดยกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์จะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 31.9 °C โดยน้อยกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดเท่ากับ 4 °C หรือลดลงประมาณ 11.2 % โดยช่วงเวลาบ่าย (13.00–17.00 น.) เป็นช่วงเวลาที่กล่องทดลองทั้ง4 กล่อง มีอุณหภูมิอากาศภายในกล่องสูงที่สุด

อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองโดยเฉลี่ยช่วงเวลา 19.00-7.00 น. กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์ จะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำที่สุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ26.3 °C รองลงมาคือกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง (26.4 °C) กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ (26.5 °C) และกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด (26.7 °C) ตามลำดับ ซึ่งสังเกตได้ว่า ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยอากาศภายในกล่องของทั้ง4 กล่องไม่แตกต่างกันมาก โดยช่วงเวลาเช้า (6.00–8.00 น.) เป็นช่วงเวลาที่กล่องทดลองทั้ง4 กล่อง มีอุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำที่สุดเนื่องจากอุณหภูมิอากาศภายนอกต่ำที่สุด ทำให้ผิวผนังได้มีการคายความร้อนสู่บรรยากาศได้มากในช่วงเวลานี้



แผนภูมิที่ 42 อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง (วันที่30 ธันวาคม 2554 – 2 มกราคม 2555)



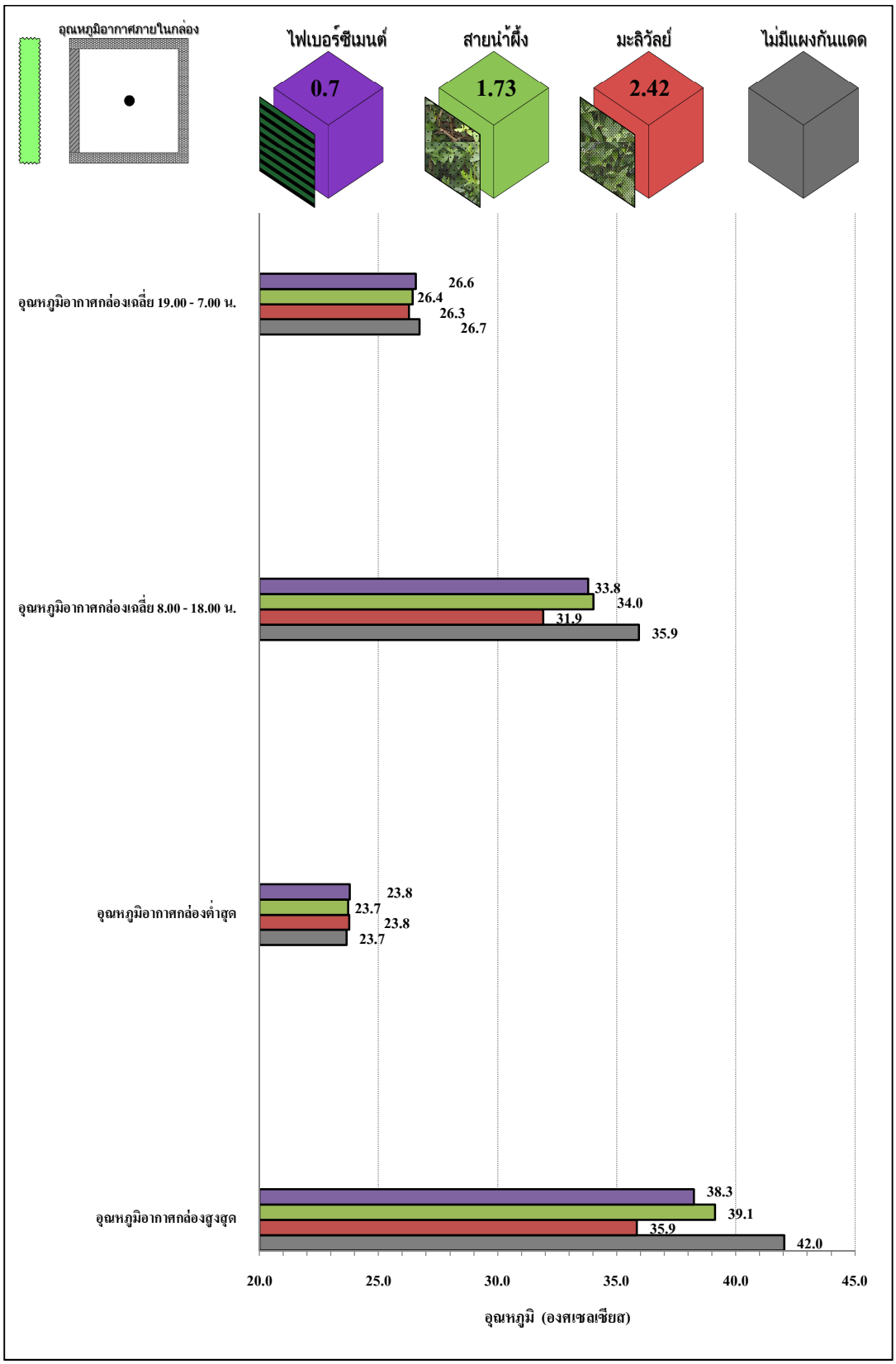
แผนภูมิที่ 43 อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง (วันที่30-31 ธันวาคม 2554)

ตารางที่ 30 อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง (วันที่30 ธ.ค. 2554-2 ม.ค. 2555)

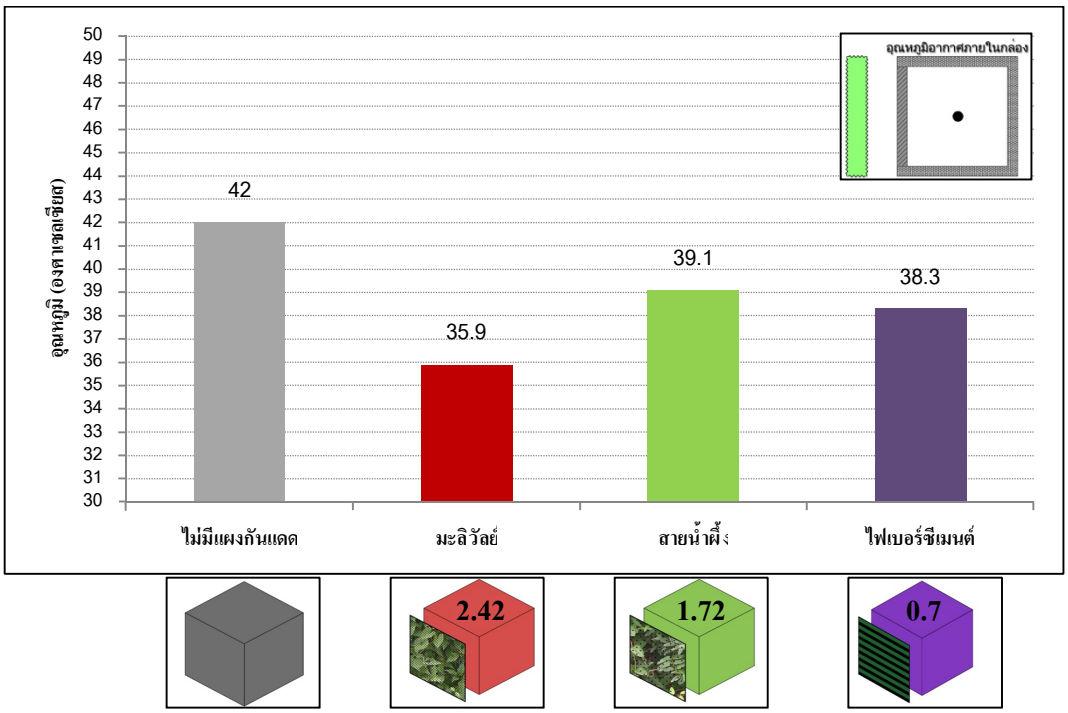
ค่า	อุณหภูมิอากาศภายในกล่องสูงสุด (Cº)					อุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำสุด (Cº)					อุณหภูมิอากาศภายในกล่องเฉลี่ย8.00-18.00 น. (Cº)					อุณหภูมิอากาศภายในกล่องเฉลี่ย 19.00-7.00 น. (Cº)				
วันที่ / แผงกันแดด	30	31	1	2	เฉลี่ย 4 วัน	30	31	1	2	เฉลี่ย 4 วัน	30	31	1	2	เฉลี่ย 4 วัน	30	31	1	2	เฉลี่ย 4 วัน
ไม่มีแผงกันแดด	43.5	41.4	42.8	40.4	42	22.3	22.8	23.7	25.8	23.7	37.1	36.2	35.3	35.1	35.9	25.9	26.3	26.5	28.1	26.7
มะลิวัลย์	36.5	35.8	35.6	35.5	35.9	22.6	23	23.7	25.8	23.8	31.8	31.8	31.8	32.2	31.9	25.5	25.9	26.2	27.6	26.3
ผลต่าง	7	5.6	7.2	4.9	6.2	-0.3	-0.2	0	0	-0.1	5.3	4.4	3.5	2.9	4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4
ผลต่างเป็น %	16.1	13.5	16.8	12.1	14.7	-1.3	-0.9	0	0	-0.5	14.2	12.2	9.9	8.2	11.2	1.6	1.7	1.4	1.9	1.6
สายน้ำผึ้ง	39.6	39.2	38.3	39.4	39.1	22.5	22.9	23.7	25.8	23.7	34.2	34.3	33.1	34.5	34	25.7	26.1	26.2	27.8	26.4
ผลต่าง	3.9	2.2	4.5	1	2.9	-0.2	-0.1	0	0	-0.1	2.9	1.9	2.3	1	2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
ผลต่างเป็น %	9	5.3	10.5	2.5	6.9	-0.9	-0.4	0	0	-0.3	7.7	5.4	6.4	2	5.3	0.9	1	1.2	1	1
ไฟเบอร์ซีเมนต์	39.1	37.8	38.2	37.9	38.3	22.5	22.9	23.8	26	23.8	34.3	33.8	33.3	33.7	33.8	25.7	26.2	26.4	28	26.6
ผลต่าง	4.4	3.6	4.6	2.5	3.8	-0.2	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2	2.8	2.4	2	2.1	2.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
ผลต่างเป็น %	10.1	8.7	10.7	6.2	9	-0.9	-0.4	-0.4	-0.8	-0.6	7.5	6.6	5.7	5.9	5.9	0.7	0.7	0.4	0.4	0.6

* **หมายเหตุ**

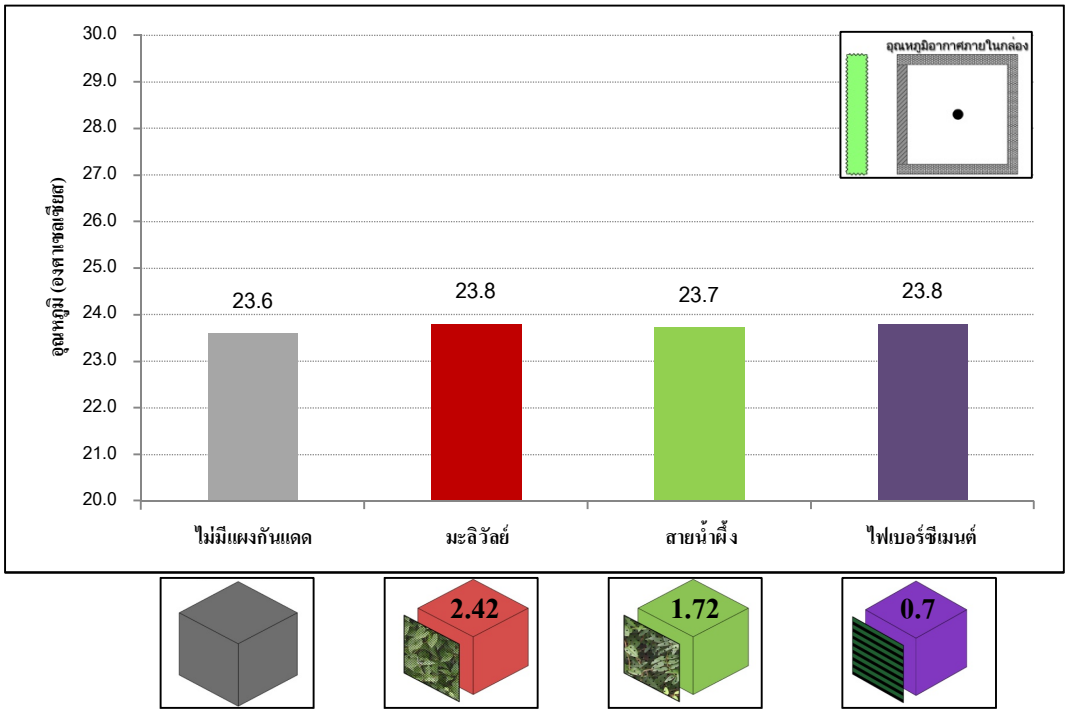
- ค่าอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุด คิดจากช่วงเวลาตลอด24 ชม. รวมทั้ง 4 วัน
- ค่าผลต่าง คิดจากค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด ลบด้วยค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยแต่ละชนิด ในกรณีที่ค่าติดลบ แสดงว่าค่าอุณหภูมิของกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยชนิดนั้น สูงกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด
- ผลต่างเป็น % คิดได้จากสูตร ค่าผลต่าง x 100 หารด้วยค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด



แผนภูมิที่ 44 อุณหภูมิอากาศภายในกล่องเฉลี่ย 4 วัน (วันที่30 ธันวาคม 2554 – 2 มกราคม 2555)



แผนภูมิที่ 45 อุณหภูมิอากาศภายในกล่องสูงสุดเฉลี่ย 4 วัน (วันที่ 30 ธันวาคม 2554 – 2 มกราคม 2555)



แผนภูมิที่ 46 อุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำสุดเฉลี่ย4 วัน (วันที่ 30 ธันวาคม 2554 – 2 มกราคม 2555)

3.4 สรุปผลการทดลองที่ 3

จากผลการทดลองที่ 2 ได้ทำการเลือกแผงกันแดดมะลิวัลย์ ซึ่งลดอุณหภูมิได้มากที่สุด กับแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง ซึ่งลดอุณหภูมิได้น้อยที่สุด เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในลดอุณหภูมิ กับแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์

จากการทดลองเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิต่างๆ ระหว่างกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยชนิดต่างๆ กับกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ (30 ธ.ค. 2554-2 ม.ค. 2555)

ในช่วงเวลา 8.00-18.00 น. เมื่อเปรียบเทียบกับกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์จะมีค่าอุณหภูมิผิวภายนอก ผิวภายใน และอากาศภายในกล่องทดลองโดยเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง ตามลำดับ ซึ่งแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ และแผงกันแดดสายน้ำผึ้งมีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันมาก

ในช่วงเวลา 19.00-7.00 น. เมื่อเปรียบเทียบกับกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์จะมีมีค่าอุณหภูมิผิวภายนอก ผิวภายใน และอากาศภายในกล่องทดลองโดยเฉลี่ยต่ำที่สุด รองลงมาคือ กล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ ซึ่งค่าอุณหภูมิโดยเฉลี่ยไม่แตกต่างกันมาก

สรุปได้ว่ากล่องทดลองที่มีแผงกันแดดมะลิวัลย์มีความสามารถลดอุณหภูมิได้มากที่สุด และสามารถลดอุณหภูมิได้ดีกว่าแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ โดยแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ซึ่งสามารถลดความร้อนได้ใกล้เคียงกับแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง

4. อภิปรายผล

ในชุดการทดลองที่ 1 ซึ่งทำการทดลองในช่วงฤดูฝน ไม้เลื้อยทั้ง3 ชนิดที่ติดตั้งกับแผงกันแดดมีความหนาแน่นของพุ่มใบที่ต่างกัน โดยสร้อยอินทนิล (2.58) มีความหนาแน่นของพุ่มใบมากที่สุด รองลงมาคือ มะลิวัลย์ (2.28) และสายน้ำผึ้ง(1.98) ตามลำดับ โดยแผงกันแดดสร้อยอินทนิลสามารถลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดีที่สุด แต่อุณหภูมิไม่แตกต่างกันมากเมื่อเทียบกับแผงกันแดดไม้เลื้อย2 ชนิด

ในชุดการทดลองที่ 2 ซึ่งทำการทดลองในช่วงฤดูหนาว ไม้เลื้อยทั้ง3 ชนิด มีการผลัดใบออกไปบ้าง จึงทำให้ความหนาแน่นของพุ่มใบลดลง ดังนั้นค่าความหนาแน่นของพุ่มใบจึงเปลี่ยนไปดังนี้ มะลิวัลย์ (2.42) สร้อยอินทนิล (2.21) และสายน้ำผึ้ง(1.73) ตามลำดับ โดยแผงกันแดดมะลิวัลย์ซึ่งมีความหนาแน่นของพุ่มใบมากที่สุด สามารถลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดีที่สุด เนื่องจากในช่วงฤดูหนาวนั้น จะมีปริมาณแสงแดดที่มากกว่าในช่วงฤดูฝน จึงทำให้อุณหภูมิภายในกล่องทดลองทั้ง4 กล่อง ในช่วงฤดูหนาว มีค่าความแตกต่างกันมากกว่าในช่วงฤดูฝน

ในชุดการทดลองที่ 3 ซึ่งเป็นการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารระหว่างแผงกันแดดไม้เลื้อย และแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ โดยแผงกันแดดมะลิวัลย์สามารถลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดีกว่าแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ แต่แผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์สามารถลดอุณหภูมิภายในกล่องได้ใกล้เคียงกันกับแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง เนื่องจากการติดตั้งระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ในอาคารทั่วไป มีการติดตั้งได้หลายรูปแบบ เช่น การติดตั้งในลักษณะแนวนอนหรือแนวตั้งและมีขนาดความกว้างของระแนงและระยะห่างระหว่างระแนง ที่อาจแตกต่างจากงานวิจัยนี้ ดังนั้นประสิทธิภาพในการลดความร้อนเมื่อเทียบกับแผงกันแดดไม้เลื้อย อาจแตกต่างไปจากผลการทดลองที่ได้ในงานวิจัยนี้

ในส่วนของการวัดความหนาแน่นของพุ่มใบนั้น เนื่องจากต้องมีการคำนวณความหนาแน่นของพุ่มใบก่อนที่จะทำการทดลองจริง ดังนั้นความหนาแน่นของพุ่มใบในช่วงเวลาที่คำนวณอาจจะแตกต่างกับช่วงที่ทำการทดลองไปบ้าง เนื่องจากพืชมีการเจริญเติบโต หรือมีการผลัดใบ แต่จากการสังเกตนั้น ลำดับความหนาแน่นพุ่มใบของพันธุ์ไม้เลื้อยทั้ง3 ชนิด ยังสอดคล้องกับผลการคำนวณของความหนาแน่นของพุ่มใบ ดังนั้นในการทำวิจัยต่อไป ช่วงเวลาที่คำนวณค่าความหนาแน่นของพุ่มใบ กับช่วงเวลาที่ทำการทดลองไม่ควรห่างกันมากเพื่อให้ค่าความหนาแน่นของพุ่มใบที่คำนวณได้ กับสภาพจริงในช่วงที่วัดผลการทดลองมีค่าที่ใกล้เคียงกัน

ในการเตรียมการทดลองนั้น ได้กำหนดขนาดขนาดพื้นที่ของไม้เลื้อย ให้ยื่นเลยออกไปด้านข้าง และด้านบนของโครงแผงกันแดด เพื่อให้สามารถบังแสงแดดที่ส่องผ่านมาด้าน และด้านบน แต่จากการสังเกตแผงกันแดดไม้เลื้อยแต่ละชนิด จะมีการเลื้อยแผ่ขยายออกที่ไม่เท่ากัน ทำ

ให้อาจมีความแตกต่างในการบังแดดของแผงกันแดดไม้เลื้อยแต่ละชนิดดังนั้นในการทำวิจัยต่อไป จึงควรเพิ่มระยะความกว้าง และความสูงของแผงกันแดดไม้เลื้อย เพื่อลดปัญหานี้

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

1. บทสรุป

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการลดความร้อนให้กับผนังอาคาร โดยการใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยแนวตั้งในช่วงฤดูฝน และช่วงฤดูหนาว โดยใช้พันธุ์ไม้เลื้อย 3 ชนิด ที่มีความแน่นของพุ่มใบที่ต่างกัน ได้แก่ สร้อยอินทนิล มะลิวัลย์และสายน้ำผึ้ง เปรียบเทียบว่าพันธุ์ใดมีประสิทธิภาพในการลดการความร้อนได้ดีที่สุด และทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดความร้อนระหว่างแผงกันแดดไม้เลื้อยกับแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ ซึ่งเป็นวัสดุที่นิยมใช้กับอาคารทั่วไป

วิธีการศึกษาใช้กล่องทดลอง ขนาด 1.20 x 1.20 x 1.20 ม. วัสดุที่ใช้ทำกล่องเป็นฉนวนโฟมโพลีสไตลีน ความหนา 2 นิ้ว ใช้ทำเป็นผนังโดยรอบของกล่องทดลอง และในส่วนของผนังด้านที่ติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อย จะใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาฉาบปูน ความหนารวม 10 ซม. ทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิที่ผิวผนังภายนอก-ภายใน และอุณหภูมิอากาศภายในกล่อง โดยใช้ Data Logger และ Type-T (Thermal-couple) บันทึกข้อมูล สถานที่ในการทดลองอยู่ในแถบชานเมืองกรุงเทพมหานคร

จากผลการทดลองสรุปผลได้ดังนี้

1.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาประสิทธิผลในการใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยต่างชนิดในการลดความร้อนให้กับผนังอาคาร ในช่วงฤดูฝน (20-23 ส.ค. 2554)

ในช่วงฤดูฝน สภาพภูมิอากาศค่อนข้างชื้นและมีปริมาณแสงแดดไม่มากนัก ไม้เลื้อยทั้ง 3 ชนิด มีความหนาแน่นของพุ่มใบที่ต่างกัน โดยมีค่าความหนาแน่นพุ่มใบดังนี้ สร้อยอินทนิล (2.58) มะลิวัลย์(2.28) สายน้ำผึ้ง(1.98) โดยในช่วงฤดูฝน สร้อยอินทนิลมีค่าความหนาแน่นพุ่มใบสูงที่สุด

จากการศึกษาพบว่า ในช่วงเวลากลางวันเมื่อเปรียบเทียบกับกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด การใช้แผงกันแดดสร้อยอินทนิลสามารถช่วยลดอุณหภูมิอากาศภายในกล่องสูงที่สุดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.9 ºC รองลงมาคือ แผงกันแดดมะลิวัลย์(0.8 ºC) ซึ่งสามารถลดอุณหภูมิได้ใกล้เคียงกับแผง

กันแดดสร้อยอินทนิล และแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง (0.4 ºC) ตามลำดับ ทั้งนี้กล่องทดลองทั้ง 4 กล่องมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องไม่แตกต่างกันมากนัก

ส่วนในเวลากลางคืนแผงกันไม้เลื้อยทั้ง 3 ชนิด จะมีอุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำสุดโดยเฉลี่ย ใกล้เคียงกับกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด สาเหตุอาจเป็นเพราะความชื้นของฤดูกาลนี้ที่มีผลต่อการทดลอง โดยกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำที่สุด และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดสายน้ำผึ้งมีค่าอุณหภูมิภายในกล่องสูงที่สุด

ดังนั้นผลการทดลองนี้สรุปได้ว่า ช่วงฤดูฝน ในช่วงเวลากลางวัน การใช้แผงกันแดดสร้อยอินทนิล จะช่วยลดความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารได้ดีที่สุด รองลงมาคือ แผงกันแดดมะลิวัลย์ ซึ่งมีความสามารถลดความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารที่ใกล้เคียงกัน และแผงกันแดดสายน้ำผึ้งซึ่งสามารถลดความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารได้น้อยที่สุด โดยแผงกันแดดไม้เลื้อยทั้ง 3 ชนิดมีประสิทธิภาพในการลดความร้อนที่ใกล้เคียง เนื่องจากมีอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกัน

ตัวแปรที่สำคัญที่มีผลต่อการลดความร้อนเข้าสู่อาคารคือ ความหนาแน่นของพุ่มใบ โดย สร้อยอินทนิลจะมีความหนาแน่นของพุ่มใบมากที่สุด รองมาคือ มะลิวัลย์ และสายน้ำผึ้ง ตามลำดับ แต่เนื่องจากช่วงฤดูฝน มีปริมาณแสงแดดที่ไม่มากนัก จึงทำให้ผลอุณหภูมิของกล่องทดลองทั้ง 4 กล่องมีค่าอุณหภูมิที่ไม่แตกต่างกันมาก

1.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาประสิทธิผลในการลดความร้อนให้กับผนังอาคาร โดยการใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยต่างชนิด ในช่วงฤดูหนาว (21-24 ธ.ค. 2554)

ในช่วงฤดูหนาว ปริมาณแสงแดดค่อนข้างมาก และไม้เลื้อยทั้ง 3 ชนิดจะมีการผลัดใบออกไปบ้าง ทำให้ความหนาแน่นของพุ่มใบลดลง ดังนั้นค่าความหนาแน่นของพุ่มใบของไม้เลื้อยทั้ง 3 ชนิด จึงเปลี่ยนไป ดังนี้ มะลิวัลย์ (2.42) สร้อยอินทนิล (2.21) สายน้ำผึ้ง (1.73) โดยมะลิวัลย์ในช่วงฤดูหนาวมีค่าความหนาแน่นของพุ่มใบสูงที่สุด ซึ่งแตกต่างจากฤดูฝน

จากการศึกษาพบว่า ในช่วงเวลากลางวันเมื่อเปรียบเทียบกับกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด การใช้แผงกันแดดมะลิวัลย์สามารถช่วยลดอุณหภูมิอากาศภายในกล่องสูงที่สุดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 6 ºC รองลงมาคือ แผงกันแดดสร้อยอินทนิล (5.2 ºC) และแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง (2.7 ºC) ตามลำดับ

ส่วนในเวลากลางคืนแผงกันแดดไม้เลื้อยทั้ง 3 ชนิด จะมีอุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำสุดโดยเฉลี่ย ใกล้เคียงกับกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด โดยกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดมีอุณหภูมิที่ต่ำที่สุด อันเนื่องจากแผงกันแดดไม้เลื้อยเป็นตัวปิดกั้นการถ่ายเทความร้อนของผนังอาคารในเวลากลางคืน

ดังนั้นผลการทดลองนี้สรุปได้ว่า ช่วงฤดูหนาว ในช่วงเวลากลางวัน ผลต่างอุณหภูมิอากาศภายในกล่องที่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยจะต่ำกว่ากล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด มากกว่าในช่วงฤดูฝน ทั้งนี้เพราะมีปริมาณแสงแดดค่อนข้างมาก ทำให้แผงกันแดดไม้เลื้อยรับแสงแดดโดยตรงซึ่งการใช้แผงกันแดดมะลิวัลย์สามารถลดความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารได้ดีที่สุดเนื่องจากมีการผลัดใบที่น้อยที่สุด รองลงมาเป็นแผงกันแดดสร้อยอินทนิล และแผงกันแดดสายน้ำผึ้งตามลำดับ โดยทั้งสองชนิดมีการผลัดใบที่มากกว่ามะลิวัลย์ เป็นผลทำให้ประสิทธิภาพในการลดความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารได้น้อยกว่า

ในการทดลองที่ 3 จึงได้เลือก แผงกันแดดมะลิวัลย์ ที่มีคุณสมบัติในการลดความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดีที่สุด กับแผงกันแดดสายน้ำผึ้ง ที่มีคุณสมบัติในการลดความร้อนเข้าสู่อาคารได้น้อยที่สุด นำไปทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดความร้อนเข้าสู่อาคาร กับแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ ซึ่งมีขนาด กว้าง3 นิ้ว หนา 12 มม. โดยติดตั้งเว้นระยะห่าง1 นิ้ว เพื่อให้มีช่องในการระบายอากาศ และทาสีเขียวให้เหมือนกับสีของใบไม้เลื้อย

1.3 การทดลองที่ 3 การศึกษาประสิทธิผลในการลดความร้อนให้กับผนังอาคาร ระหว่างการใช้แผงกันแดดไม้เลื้อย กับแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ (30 ธ.ค. 2554-2 ม.ค. 2555)

จากการศึกษาพบว่า ในช่วงเวลากลางวัน เมื่อเปรียบเทียบกับกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด การใช้แผงกันแดดมะลิวัลย์สามารถช่วยลดอุณหภูมิอากาศภายในกล่องสูงที่สุดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 6.2 ºC รองลงมาคือ แผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ (3.8 ºC) และ แผงกันแดดสายน้ำผึ้ง (2.9 ºC) ตามลำดับ

ส่วนในเวลากลางคืนแผงกันไม้เลื้อยทั้ง2 ชนิด และแผงกันแดดไฟเบอร์ซีเมนต์จะมีอุณหภูมิอากาศภายในกล่องต่ำสุดโดยเฉลี่ย ใกล้เคียงกับกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด โดยกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดมีอุณหภูมิที่ต่ำที่สุด อันเนื่องมาจากแผงกันแดดไม้เลื้อย และแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์เป็นตัวปิดกั้นการถ่ายเทความร้อนของผนังอาคารในเวลากลางคืน

ดังนั้นผลการทดลองนี้ สรุปได้ว่า การใช้แผงกันแดดมะลิวัลย์ซึ่งมีความหนาแน่นของพุ่มใบที่มาก สามารถลดความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารได้ดีที่สุดรองลงมาเป็นแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ ที่มีอัตราส่วนพื้นที่ไฟเบอร์ซีเมนต์ และ พื้นที่โครงแผงกันแดด= 0.7 และแผงกันแดดสายน้ำผึ้งตามลำดับ

ภาพที่ 50 แผงกันแดดสร้อยอินทนิล (ซ้าย) และมะลิวัลย์(ขวา) ที่มีประสิทธิภาพในการลดความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดีสุดในช่วงฤดูฝน และฤดูหนาว ตามลำดับ

จากผลการทดลองดังกล่าว เมื่อนำมาเปรียบกับสมมติฐานพบว่า

1. แผงกันแดดไม้เลื้อยที่มีความหนาแน่นของพุ่มใบที่มากจะสามารถลดความร้อนเข้าสู่ ภายในอาคารได้ดีกว่าแผงกันแดดไม้เลื้อยที่มีความหนาแน่นของพุ่มใบที่น้อยกว่า ในช่วงเวลากลางวัน พบว่าเป็นดังที่ตั้งไว้ เมื่อแผงกันแดดไม้เลื้อยชนิดนั้นมีความหนาแน่นของพุ่มใบที่มากสามารถช่วยลดความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารได้มากเช่นกัน ซึ่งงานวิจัยที่ผ่านมาได้ทำการศึกษาเรื่องนี้เช่นกัน โดยใช้ต้นม่านบาหลีที่มีความหนาแน่นของพุ่มใบที่แตกต่างกันมาติดตั้งกับกล่องทดลอง ซึ่งแผงกันแดดม่านบาหลีที่มีความหนาแน่นพุ่มใบ 87.5 % สามารถลดอุณหภูมิอากาศภายในกล่องได้สูงที่สุด โดยสามารถลดอุณหภูมิอากาศภายในกล่องได้สูงสุด 5.2 ºC เมื่อเทียบกับกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด[1] ในขณะที่งานวิจัยนี้ แผงกันแดดมะลิวัลย์ซึ่งมีความหนาแน่นของพุ่มใบมากที่สุดสามารถลดอุณหภูมิอากาศภายในกล่องได้สูงสุด 6.2 ºC ซึ่งผลการทดลองมีค่าที่ใกล้เคียงกัน

2. ในช่วงฤดูหนาว ที่มีปริมาณแสงแดดที่มาก จะมีผลต่างของอุณหภูมิอากาศภายในกล่องระหว่าง กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด และกล่องทดลองที่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยชนิดต่างๆ ที่แตกต่างมากกว่า ในช่วงฤดูฝน ที่มีปริมาณแสงแดดที่น้อย ในช่วงเวลากลางวัน พบว่าเป็นดังที่ตั้งไว้ โดยในช่วงฤดูฝน เมื่อเทียบกับกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด แผงกันแดดสร้อยอินทนิลซึ่งมีประสิทธิภาพในการลดความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารได้ดีที่สุด มีผลต่างของอุณหภูมิอากาศ

ภายในกล่องสูงสุดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.9 ºC ส่วนในช่วงฤดูหนาว เมื่อเทียบกับกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด แผงกันแดดมะลิวัลย์ซึ่งมีประสิทธิภาพในการลดความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารได้ดีที่สุด มีผลต่างของอุณหภูมิที่แตกต่าง และชัดเจนมากกว่า โดยมีผลต่างของอุณหภูมิอากาศภายในกล่องสูงสุดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 6 ºC

3. **กล่องทดลองที่ใช้แผงกันแดดไม้เลื้อย จะสามารถลดความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารได้ดีกว่าแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์** พบว่า เมื่อเทียบกับกล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดด แผงกันแดดมะลิวัลย์สามารถลดอุณหภูมิอากาศภายในกล่องสูงที่สุดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 6.2 ºC รองลงมาคือ แผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ (3.8 ºC) และ แผงกันแดดสายน้ำผึ้ง (2.9 ºC) ตามลำดับซึ่งแผงกันแดดสายน้ำผึ้งสามารถลดความความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารได้น้อยกว่าแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ ในสมมติฐานนี้จึงเป็นดังที่ตั้งไว้บางส่วน

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า แผงกันแดดสร้อยอินทนิลที่มีความหนาแน่นพุ่มใบมากที่สุดในช่วงฤดูฝนสามารถลดความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดีที่สุดในช่วงฤดูฝน และแผงกันแดดมะลิวัลย์ที่มีความหนาแน่นพุ่มใบมากที่สุดในช่วงฤดูหนาว สามารถลดความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดีที่สุดในช่วงฤดูหนาว และสามารถลดความร้อนได้ดีกว่าแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ ที่มีอัตราส่วนพื้นที่ไฟเบอร์ซีเมนต์ และ พื้นที่โครงแผงกันแดด เท่ากับ0.7 ติดตั้งเว้นระยะห่างกัน1 นิ้ว และติดตั้งโดยใช้ด้านความกว้างของแผ่นไฟเบอร์ติดตั้งขนานกับโครงแผงกันแดด โดยแผงกันแดดสายน้ำผึ้งสามารถลดความร้อนเข้าสู่อาคารได้ต่ำที่สุด

การนำแผงกันแดดไม้เลื้อยไปประยุกต์ใช้กับอาคารนั้น ต้องพิจารณาเรื่องความหนาแน่นของพุ่มใบเป็นหลัก ยิ่งความหนาแน่นของพุ่มใบมาก จะส่งผลทำให้อุณหภูมิภายในอาคารลดลง โดยสามารถเลือกใช้พันธุ์ไม้เลื้อยที่ความหนาแน่นพุ่มใบที่มาก เช่น สร้อยอินทนิล กับ มะลิวัลย์ ในการลดปริมาณความร้อนที่เข้าสู่ในอาคารได้เนื่องจากมีคุณสมบัติในการลดความร้อนเข้าสู่อาคารได้ใกล้เคียงกัน ทั้งในช่วงฤดูฝน และฤดูหนาว

---

[1]วิชัยเหล่าพาณิชย์กุล และ อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ, “ประสิทธิภาพของผนังไม้เลื้อยในการลดการ ถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคาร,” **Journal of Architectural/Planning Research and Studies** 5, 1 (2007): 171-183.

2. ข้อเสนอแนะในการนำไปประยุกต์ใช้

1. ในการเลือกพันธุ์ไม้เลื้อยไปประกอบแผงกันแดด ควรเลือกพันธุ์ไม้เลื้อยที่มีความหนาแน่นพุ่มใบที่เหมาะสม เช่น สร้อยอินทนิล และมะลิวัลย์ที่มีอัตราส่วน ระหว่างพื้นที่ใบทั้งหมดต่อพื้นที่โครงแผงกันแดด ประมาณ 2.4

2. ในการเลือกวัสดุในการติดตั้งกับโครงแผงกันแดดถ้าพิจารณาในด้านการส่งเสริมสิ่งแวดล้อมโดยการเพิ่มพื้นที่สีเขียวให้กับเมืองควรเลือกใช้พันธุ์ไม้เลื้อยแทนวัสดุสังเคราะห์

3. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย

1. ควรทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 1 ปี เพื่อให้เห็นประสิทธิภาพของแผงกันแดดไม้เลื้อยในการลดความร้อนให้กับผนังอาคารได้ครบทุกฤดู

2. ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องการใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยในด้านประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานที่ใช้ในการปรับอากาศภายในอาคาร

3. ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมการเปรียบเทียบประสิทธิผลในการลดการถ่ายความร้อนเข้าสู่อาคาร ระหว่าง แผงกันแดดไม้เลื้อย และแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ ในลักษณะที่มีการติดตั้งระแนงไฟเบอร์กับโครงแผงกันแดดที่แตกต่างออกไปในงานวิจัยนี้

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

พาสินี สุนากร และ ชนิกานต์ ยิ้มประยูร, "สมรรถนะการป้องกันความร้อนของแผงกันแดดไม้เลื้อยในสภาพแวดล้อมเขตร้อนชื้น," **วารสารพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**7, (2551): 50-64.

วิชัยเหล่าพาณิชย์กุลและ อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ, "ประสิทธิภาพของผนังไม้เลื้อยในการลดการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคาร," **Journal of Architectural/Planning Research and Studies** 5, 1 (2007): 171-183.

พาสินี สุนากร และ ชนิกานต์ ยิ้มประยูร, **ผนังสีเขียว (Biofacade)**. กรุงเทพมหานคร: สาขาเทคโนโลยีอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์2551.

พาสินี สุนากร และ ทิพาพรรณ ศิริเวชฎา, **Vertical & Roof Garden**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์อมรินทร์, 2554.

ตรึงใจ บูรณสมภพ, **การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย**. กรุงเทพมหานคร: นำอักษรการพิมพ์, 2521.

สุดสวาสดิ์ ศรีสถาปัตย์, **การออกแบบวัสดุพืชพันธุ์และการประหยัดพลังงาน** กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

พาสินี สุนากร และพูนพิภพ เกษมทรัพย์, "สมรรถนะการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ของผนังไม้เลื้อย," **Journal of Architectural/Planning Research and Studies** 7, 2 (2010): 5-17.

เศรษฐมันตร์ กาญจนกุล, **ร้อยพรรณไม้เลื้อยแสนสวย**. กรุงเทพมหานคร: เศรษฐศิลป์, 2552.

อฤชร พงษ์ไสว, "ไม้เลื้อยประดับ," **บ้านและสวน**, 3 (มิถุนายน 2544): 20-47.

วราภรณ์ เผือกเล็ก, **ไม้เลื้อยประดับ**, หนังสือชุดไม้เลื้อยประดับ กรุงเทพมหานคร: ชมรมเด็ก, 2546.

จุฑามาศ อ่อนวิมล, **ไม้ประดับ**, หนังสือชุดไม้ประดับ กรุงเทพมหานคร: ชมรมไม้ประดับสวนจตุจักร, 2546.

สุธรรม อารีกุล, **องค์ความรู้เรื่องพืชป่าที่ใช้ประโยชน์ทางภาคเหนือของประเทศไทย** เชียงใหม่: มูลนิธิโครงการหลวง, 2552.

กระทรวงพลังงาน, "แนวทางการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างและฉนวนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน," 25 ธันวาคม 2551.

ภาษาอังกฤษ

Wines James, and Jodidio, Philip, **Green Architecture**. Köln: London: Taschen, 2008.

Johnston, Jacklyn, and Newton, John, **Building Green A guide to using plants on roofs, walls and pavements.** London: Publishing Greater London Authority, 2004.

C.Tsoumarakis, V.D., Assimakopoulos, I., Tsiros, M., Hoffman, and A. Chronopoulou, "Thermal Performance of Vegetated Wall during Hot and Cold Weather Conditions," PLEA 2008-25th Conference on Passive and Low Energy Architecture, Dublin, October 22nd to 24th, 2008.

Lam, Martha, Ip, Keneth, and Miller, Andrew, **Bioshaders for Office Building in The United Kingdom**. United Kingdom: University of Brighton School of the Environment ,2005.

Sandifer, Steven and Givoni, Baruch, **Thermal Effect of Vines on Wall Temperature Comparing Laboratory and Field Collected Data**. USA: Department of Architecture and Urban Design UCLA, 2000.

Valesan, Mariene, and Aloysio Sattier, Miguel, "Green Walls and their Contribution to Environmental Comfort: Environmental Perception in a Residential Building," PLEA 2008-25th Conference on Passive and Low Energy Architecture, Dublin, 22nd to 24th October, 2008.

Hoyano Akira, **Climatological Use of Plants for Solar Control and the Effects on the Thermal Environment of a Building**. Japan: Energy and Buildings, 1988.

Stec, W.J., and et al, **Modelling the double skin façade with plants**. USA: Energy and Buildings 37419-427, Elsevier publishing, 2005.

Wolverton, B.C., Johnson, A., and Bounds, K., **Interior Landscape Plants for Indoor Air Pollution Abatement** (1989)

Ong, B., "Green plot ratio: an ecological measure for architecture and urban planning," **Landscape and Urban Planning** 4, 63 (19th June 2009): 124-127.

Cook, Jeffery, ed., **Passive Cooling**. USA: MIT Press, 1989.

Chen, J.M., and T.A. Black., "Defining leaf area index for non-flat leaves," **Plant, Cell and Environment** 5, (1992): 23-35.

The American Society of Heating Refrigerating and Air-condition Engineers, **ASHRAE Handbook Fundamentals (SI): Air Contaminants**. Atlanta: GA ASHRAE, 2001.

H. F. Di, and D. N. Wang, "Cooling Effect of Ivy on a Wall," Beijing: Thermal Engineering Department Tsinghua University, 1999.

Perez, Gabriel, Vila, Anna, Castell Albert, and F. CABEZA, Y. LUISA, **Experimental measurement of the contribution of green roofs and green façades to energy saving in buildings in Spain**. Spain: the Ministry of Science and Innovation, 2010.

Blanco, Flávio F., and Folegatti, Marcos V., **A new method for estimating the leaf area index of cucumber and tomato plants**. Brazil: The Brazilian Society for Horticultural Science, 2002.

Website

American Geophysical Union, **Africa's glaciers gone by 2025** [online], accessed April 7, 2011, available from http://news.mongabay.com/2006/0515-agu.html

The Grow Spot.com [online], accessed April 7, 2011, available from http://thegrowspot.com/know/5/vertical-gardens-living-walls-53838-3.html

Jakob Inox, **Green Solutions G1 catalogue** [online], accessed April 8, 2011, available from http://inoxdesign.eu/pdf/inoxdesign-webnet-eng.pdf

landscaping.about.com [online], accessed April 10, 2011, available from http://landscaping.about.com/od/galleryoflandscapephotos/ig/Pictures-of-Poison-Ivy/poison_ivy_look_alike_15.htm

Greenscreen.com [online], Accessed April 12, 2011, available from http://greenscreen.com/home.html

Green Roofs [online], accessed May 12, 2011, available from http://greenroofs.com

NASA and Indoor Air Pollution [online], accessed June 12, 2011, available from http://wolvertonenvironmental.com/air.htm

Despommier, Dickson D., **The Vertical Farm Project: Agriculture for the 21st Century and beyond**, accessed October 18, 2011, available from http://verticalfarm.com/

The Vertical Farm [online], Accessed April 8, 2011, available from http://verticalfarm.com/

asknature.org [online], accessed April 12, 2011, available from http://asknature.org/product/f0efe88ff818b542a13f35826cfd3273

Leaf Area index [online], accessed May 3, 2011, available from http://gardenwithinsight.com/help100/00000424.htm

Conwood [online], accessed September 26, 2011, available from http://www.conwood.co.th/

Siamfibrecement [online], accessed December 15, 2011, available from http://siamfibrecement.com/smw-dataproduct.php

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	อภินันท์ เกียรติวาทีรัตนะ
ที่อยู่	195/2 ม.ปรีชา ราม 1 ถ.ราษฎร์พัฒนา แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2544	สำเร็จการศึกษามัธยมตอนปลาย โรงเรียนสาธิต มศว. ประสานมิตร
พ.ศ. 2548	สำเร็จการศึกษาปริญญาศึกษา สาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร
พ.ศ. 2551	ศึกษาต่อระดับปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร