



การวิเคราะห์ต้นทุนและการลดความร้อนของสวนแนวตั้งแบบ Living Wall
Cost Analysis and Thermal Temperature for Vertical Garden
by Living Wall

นางสาวกุลธิดา โพธิ์แก้ว

ปีการศึกษา 2564

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การวิเคราะห์ต้นทุนและการลดความร้อนของสวนแนวตั้งแบบ Living Wall

Cost Analysis and Thermal Temperature for Vertical Garden
by Living Wall

นางสาวกุลธิดา โพธิ์แก้ว

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีภูมิทัศน์

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชและภูมิทัศน์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ปีการศึกษา 2564

ใบรับรองปัญหาพิเศษ



หัวข้อปัญหาพิเศษ : การวิเคราะห์ต้นทุนและการลดความร้อนของสวนแนวตั้งแบบ Living Wall
ผู้จัดทำ : นางสาวกุลธิดา โพธิ์แก้ว
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไตรภพ บุญธรรม
ปีการศึกษา : 2564

คณะกรรมการสอบปัญหาพิเศษ

..... อาจารย์ที่ปรึกษา (ประธานกรรมการ)
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไตรภพ บุญธรรม)

..... กรรมการ
(อาจารย์دنุพล มากผ่อง)

..... กรรมการ
(อาจารย์ชนกันันท์ ปันตบแต่ง)

..... หัวหน้าสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชและภูมิทัศน์
(อาจารย์เยาวรัตน์ วงศ์ศรีสกุลแก้ว)

ลิขสิทธิ์ของคณะเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อปัญหาพิเศษ : การวิเคราะห์ต้นทุนและการลดความร้อนของสวนแนวตั้งแบบ Living Wall
ผู้จัดทำ : นางสาวกุลธิตา โพธิ์แก้ว
สาขา : เทคโนโลยีภูมิทัศน์
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไตรภพ บุญธรรม
ปีการศึกษา : 2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการวิเคราะห์ต้นทุน และการลดความร้อนของสวนแนวตั้งแบบ Living Wall ด้วยการทดสอบความสามารถในการลดความร้อนของสวนแนวตั้งและวิเคราะห์ต้นทุนในการก่อสร้างสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) และ Living Wall (Planter Box) เพื่อเปรียบเทียบค่าการลดความร้อนต่อต้นทุนการก่อสร้างสวนแนวตั้ง

โดยทำการสร้างกล่องทดลอง ขนาด $0.90 \times 0.90 \times 0.90$ เมตร จำนวน 3 กล่อง คือ กล่องที่ 1 ไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้ง กล่องที่ 2 ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) กล่องที่ 3 ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) และทำการเก็บข้อมูลต่าง ๆ โดยเลือกใช้การบันทึกข้อมูล (Data Logger) ด้วยเครื่องมือวัดอุณหภูมิยี่ห้อ HOBO รุ่น TMC6-HE พร้อมสาย External เพื่อวัดอุณหภูมิ โดยเป็นการวัดอุณหภูมิผนังภายในและบริเวณกลางกล่องทดลอง และทำการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 5 วัน จำนวน 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 วันที่ 7 - 11 พฤษภาคม 2565 และครั้งที่ 2 วันที่ 13 - 17 พฤษภาคม 2565 เป็นการเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 นาที และแบ่งการเก็บข้อมูลเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงกลางวัน (Day Time) 06.00 - 18.00 น. และช่วงกลางคืน (Night Time) 18.00 - 06.00 น.

ผลการวิจัยพบว่าเมื่อเปรียบเทียบค่าการลดความร้อนของกล่องที่ 1 ที่ไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้ง กล่องที่ 2 ที่ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) และกล่องที่ 3 ที่ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) สรุปได้ดังต่อไปนี้ คือ เมื่อทำการเปรียบเทียบการลดความร้อนกับกล่องที่ 1 ที่ไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้ง พบว่ากล่องที่ 3 ซึ่งมีการติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) สามารถลดอุณหภูมิได้เป็นอันดับหนึ่ง คือ 2 องศาเซลเซียส ส่วนกล่องที่ 2 ซึ่งมีการติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) สามารถลดอุณหภูมิได้เป็นอันดับสอง คือ 1.2 องศาเซลเซียส และผลของการเปรียบเทียบต้นทุนการก่อสร้างสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) และ Living Wall (Felt Layer) ขนาดพื้นที่ 1 ตารางเมตร ที่มีผลต่อการลดการถ่ายเทความร้อน พบว่ากล่องที่ 3 ซึ่งมีการติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) มีต้นทุนการก่อสร้างถูกกว่า คือ 2,889.93 บาท รองลงมาคือ กล่องที่ 2 ที่มีการติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) เนื่องจากต้นทุนวัสดุและอุปกรณ์การติดตั้งที่แตกต่างกัน จึงส่งผลต่อต้นทุนการก่อสร้างสวนแนวตั้ง ดังนั้น สวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) จึงเหมาะสมที่จะติดตั้งมากกว่าสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) เนื่องจากมีต้นทุนการก่อสร้างน้อยกว่า และสามารถลดอุณหภูมิได้มากกว่า 0.8 องศาเซลเซียส

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำปัญหาพิเศษหัวข้อวิจัยเรื่องการวิเคราะห์ต้นทุนและการลดความร้อนของสวนแนวตั้งแบบ Living Wall ฉบับนี้สำเร็จล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ด้วยคำแนะนำและความกรุณาเป็นอย่างสูงจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไตรภพ บุญธรรม ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษหัวข้อวิจัยฉบับนี้ ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำแนะนำ และติดตามการทำวิจัยครั้งนี้อย่างใกล้ชิดตลอดมานับตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง

นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนด้านงบประมาณในระหว่างการทำวิจัยในครั้งนี้ และอาจารย์ทุกท่านในสาขาเทคโนโลยีภูมิทัศน์ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้ ให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำและให้ข้อคิดที่ดีต่าง ๆ รวมถึงเพื่อนๆ พี่ๆ ที่ช่วยเหลือในด้านงานต่าง ๆ เป็นทั้งกำลังใจที่ดีต่อกันเสมอมา และเป็นแรงผลักดันให้ข้าพเจ้ามีความตั้งใจในการศึกษาในการทำปัญหาพิเศษหัวข้อวิจัยฉบับนี้จนสำเร็จล่วงตามวัตถุประสงค์จนถึงวันวันที่ข้าพเจ้าสำเร็จการศึกษาครั้งนี้ และรวมถึงผู้ที่ไม่ได้กล่าวมา ดังนั้น จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

สุดท้ายนี้หากงานวิจัยฉบับนี้มีข้อบกพร่องประการใด ข้าพเจ้าขออภัยมา ณ โอกาสนี้ด้วย และผู้วิจัยจะขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

กุลธิดา โพธิ์แก้ว
มิถุนายน 2565

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญภาพ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญแผนภูมิ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
1.3 ขอบเขตการวิจัย	1
1.4 นิยามศัพท์	1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 วิธีการดำเนินงาน	3
1.7 ลำดับขั้นตอนการศึกษา	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 สวนแนวตั้ง (Vertical Garden)	4
2.2 พรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้ง (Planting for Vertical Garden)	7
2.3 การถ่ายเทความร้อน (Heat transfer)	9
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
2.5 กรอบแนวความคิด	15
2.6 สมมุติฐานในงานวิจัย	15
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	
3.1 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย	16
3.2 การเตรียมการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล	16
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล	35
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล	
4.1 ต้นทุนการก่อสร้างสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) และ Living Wall (Planter Box)	36
4.2 การลดการถ่ายเทความร้อนของสวนแนวตั้ง	39
4.3 เปรียบเทียบต้นทุนการก่อสร้างสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) และ Living Wall (Planter Box) ที่มีผลต่อการลดการถ่ายเทความร้อน	42

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	44
5.2 ข้อเสนอแนะ	44
บรรณานุกรม	46
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก การทำกล่องทดลอง	
ภาคผนวก ข การทำสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box)	
ภาคผนวก ค การทำสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer)	
ภาคผนวก ง การติดตั้งกล่องทดลอง แผงสวนแนวตั้ง และระบบน้ำ	
ภาคผนวก จ การติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิ	
ภาคผนวก ฉ ตารางอุณหภูมิกล่องที่ 1 ที่ไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้ง	
ภาคผนวก ช ตารางอุณหภูมิกล่องที่ 2 ที่ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box)	
ภาคผนวก ซ ตารางอุณหภูมิกล่องที่ 3 ที่ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer)	
ประวัติผู้จัดทำ	

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 สวนแนวตั้ง (Vertical Garden) ประเภทต่าง ๆ	4
ภาพที่ 2.2 สวนแนวตั้งแบบ Direct Green Facade และ Indirect Green Facade	5
ภาพที่ 2.3 การติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Direct Green Facade และ Indirect Green Facade	5
ภาพที่ 2.4 สวนแนวตั้ง Living Wall (Felt Layer) และ Living Wall (Planter Box)	6
ภาพที่ 2.5 การติดตั้งสวนแนวตั้ง Living Wall (Felt Layer) และ Living Wall (Planter Box)	6
ภาพที่ 2.6 พรรณไม้เลื้อยสำหรับสวนแนวตั้ง	8
ภาพที่ 2.7 พรรณไม้พุ่มสำหรับสวนแนวตั้ง	8
ภาพที่ 2.8 พรรณไม้คลุมดินสำหรับสวนแนวตั้ง	8
ภาพที่ 2.9 การถ่ายเทความร้อนสู่อาคาร	9
ภาพที่ 2.10 รูปแบบการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นโดยการนำ การแผ่รังสี และการพาความร้อน	10
ภาพที่ 3.1 รูปแบบและวิธีการติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer)	17
ภาพที่ 3.2 การติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) บริเวณพื้นที่ทดลอง	17
ภาพที่ 3.3 รูปแบบและวิธีการติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box)	18
ภาพที่ 3.4 การติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) บริเวณพื้นที่ทดลอง	18
ภาพที่ 3.5 สถานที่ทำการทดลอง	31
ภาพที่ 3.6 กล่องทดลองที่ 1 ที่ไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้ง	32
ภาพที่ 3.7 กล่องทดลองที่ 2 ที่มีการติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box)	32
ภาพที่ 3.8 กล่องทดลองที่ 3 ที่มีการติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer)	33
ภาพที่ 3.9 เครื่องวัดอุณหภูมิ ยี่ห้อ HOB0 รุ่น TMC6-HE พร้อมสาย External	34
ภาพที่ 3.10 ติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิภายในกล่องทดลอง	34
ภาพที่ 3.11 ทดลองและเก็บข้อมูล	34

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงค่าการนำความร้อนของสารบางชนิด	11
ตารางที่ 3.1 แสดงค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer)	19
ตารางที่ 3.2 แสดงค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box)	20
ตารางที่ 3.3 แสดงพรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้ง	21
ตารางที่ 3.4 แสดงพรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้งแบบ Living Wall	25
ตารางที่ 3.5 แสดงพรรณไม้อายุยืนและดูแลรักษาง่าย	26
ตารางที่ 3.6 แสดงพรรณไม้ที่สามารถทนต่อการได้รับแสงแดดตลอดทั้งวัน	29
ตารางที่ 3.7 แสดงพรรณไม้ที่หาซื้อได้ง่ายในท้องตลาด	30
ตารางที่ 4.1 รายการการประมาณราคาต้นทุนการก่อสร้างสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer)	36
ตารางที่ 4.2 แสดงต้นทุนการก่อสร้างสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box)	38
ตารางที่ 4.3 แสดงผลการเปรียบเทียบต้นทุนการก่อสร้างสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) และ Living Wall (Felt Layer)	42

สารบัญแผนภูมิ

	หน้า
แผนภูมิที่ 1.1 แสดงลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย	3
แผนภูมิที่ 2.1 แสดงกรอบแนวความคิด	15
แผนภูมิที่ 4.1 แสดงผลการวัดอุณหภูมิของกล่องที่ 1 ที่ไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้ง	39
แผนภูมิที่ 4.2 แสดงผลการวัดอุณหภูมิของกล่องที่ 2 ซึ่งมีการติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box)	40
แผนภูมิที่ 4.3 แสดงผลการวัดอุณหภูมิของกล่องที่ 3 ซึ่งมีการติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer)	41
แผนภูมิที่ 4.4 แสดงผลการเปรียบเทียบการลดการถ่ายเทความร้อนของกล่องที่ 1 กล่องที่ 2 และกล่องที่ 3	42
แผนภูมิที่ 4.5 แสดงผลการเปรียบเทียบต้นทุนและการลดการถ่ายเทความร้อนของสวน แนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) และ Living Wall (Felt Layer)	43

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันนี้ที่อยู่อาศัยหรืออาคารสำนักงานต่าง ๆ มักจะมีข้อจำกัดเรื่องของราคาที่ดินและสิ่งก่อสร้างซึ่งทำให้เรามีพื้นที่ที่จำกัด เมื่อมีพื้นที่ที่จำกัดจึงไม่สามารถปลูกต้นไม้ใหญ่เพื่อช่วยให้ร่มเงาได้ แต่เพื่อความสวยงามให้ร่มเงาและเป็นอุปกรณ์บังแสงแดด จึงมีหลายท่านประยุกต์การปลูกพืชแบบไร้ดินและใช้พื้นที่ในปริมาณที่น้อยแต่สามารถปลูกพืชได้มาก การปลูกพืชแนวตั้งจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการปลูกเพื่อใช้เป็นอุปกรณ์บังแสงแดด เพราะอาคารได้รับผลกระทบจากความร้อนของแสงแดด ซึ่งส่งผลต่ออุณหภูมิภายในอาคารต่าง ๆ โดยปัจจุบันได้มีการนำสวนแนวตั้งมาเป็นส่วนประกอบของอาคารเพื่อช่วยลดความร้อนจากภายนอกอาคารมาสู่ภายในอาคารกันอย่างมาก โดยสวนแนวตั้ง (Vertical Garden) แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ 1) Green Facade เป็นรูปแบบผนังสีเขียวแบบหนึ่ง โดยพรรณไม้สามารถเติบโตขึ้นไปบนพื้นผิวในแนวตั้งหรือเลื้อยทอดลงมา 2) Living Walls เป็นการใช้กระถางต้นไม้ ถูกระสอบ หรือวัสดุซึมซับน้ำ เช่น ผ้าใยสังเคราะห์ Geotextile มาทำการปลูกต้นไม้แนวตั้ง (พาสินี สุนากร และทิพาพรรณ ศิริเวชฐารักษ์, 2555) ซึ่งเรานำตัว Living Wall (Planter Box) และ Living Wall (Felt Layer) มาใช้ เพราะเป็นที่นิยมแพร่หลายในการใช้งานของสวนแนวตั้ง และมีหลากหลายโครงการที่นำสวนแนวตั้งประเภท Living Wall มาใช้ เช่น โครงการคอนโดมิเนียมดีคอนโดธาร ตลิ่งชัน โครงการเซ็นทรัลพลาซ่า เวสต์เกต โครงการ BHV HOMME โครงการ AVEDA และ บริษัท CHANINTR เป็นต้น

ดังนั้น การทำวิจัยชิ้นนี้จึงได้เลือกการศึกษาต้นทุนการติดตั้งสวนแนวตั้งประเภท Living Wall (Felt Layer) และ Living Wall (Planter Box) เพื่อนำมาเปรียบเทียบค่าการลดความร้อนที่เกิดขึ้น โดยเมื่องานวิจัยชิ้นนี้แล้วเสร็จจะก่อให้เกิดองค์ความรู้สำหรับนักออกแบบภูมิทัศน์ ภูมิสถาปนิก หรือผู้ที่เกี่ยวข้องในออกแบบต่าง ๆ สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบและก่อสร้างสวนแนวตั้งได้เป็นอย่างมาก

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.2.1 เพื่อศึกษาพรรณไม้ รูปแบบ และต้นทุนการติดตั้งสำหรับสวนแนวตั้ง
- 1.2.2 เพื่อทดสอบการถ่ายเทความร้อนของสวนแนวตั้ง
- 1.2.3 เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนและเปรียบเทียบการช่วยลดความร้อนของสวนแนวตั้ง

1.3 ขอบเขตการวิจัย

- 1.3.1 ศึกษาแบบสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) และ Living Wall (Planter Box)
- 1.3.2 เปรียบเทียบต้นทุนและการลดความร้อนของสวนแนวตั้งภายนอกอาคาร

1.4 นิยามศัพท์

สวนแนวตั้ง (Vertical Garden) คือ การจัดตกแต่งสวนในลักษณะที่ไม่ได้ราบหรือปลูกบนพื้นดิน ซึ่งสวนแนวตั้งแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ แบบ Green Facade และแบบ Living Wall โดยสวน

แนวตั้งเป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการจัดสวน และปัจจุบันมีการนิยมจัดสวนแนวตั้งกันมาก โดยข้อดีของสวนแนวตั้ง คือ ไม่มีข้อกำหนดของขนาดพื้นที่ และเหมาะกับผู้ที่ไม่มีพื้นที่จำกัดในการปลูกต้นไม้

การถ่ายเทความร้อน (Heat transfer) คือ การส่งผ่านพลังงานความร้อนซึ่งเกิดขึ้นจากความแตกต่างของอุณหภูมิ ดังนั้นเมื่อใดก็ตามที่มีความแตกต่างของอุณหภูมิเกิดขึ้นในตัวกลางหรือระหว่างตัวกลาง การถ่ายเทความร้อนมักจะเกิดขึ้นได้

ต้นทุน (Cost) คือ มูลค่าของทรัพยากรที่สูญเสียไปเพื่อให้ได้สินค้าหรือบริการ โดยมูลค่านั้นจะต้องสามารถวัดได้เป็นหน่วยเงินตรา ซึ่งเป็นลักษณะของการลดลงในสินทรัพย์หรือเพิ่มขึ้นในหนี้สิน ต้นทุนที่เกิดขึ้นอาจจะให้ประโยชน์ในปัจจุบันหรือในอนาคตก็ได้ เมื่อต้นทุนใดที่เกิดขึ้นแล้วและกิจการได้ใช้ประโยชน์ไปทั้งสิ้นแล้ว ต้นทุนนั้นก็จะถือเป็น ค่าใช้จ่าย ดังนั้น ค่าใช้จ่ายจึงหมายถึงต้นทุนที่ได้ให้ประโยชน์และกิจการได้ใช้ประโยชน์ทั้งหมดไปแล้วในขณะนั้น และสำหรับต้นทุนที่กิจการสูญเสียไปแต่จะให้ประโยชน์แก่กิจการในอนาคตเรียกว่า สินทรัพย์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 ทราบพรรณไม้ รูปแบบ และต้นทุนการติดตั้งสำหรับสวนแนวตั้ง
- 1.5.2 ทราบค่าการถ่ายเทความร้อนของสวนแนวตั้ง
- 1.5.3 เปรียบเทียบและวิเคราะห์ต้นทุนต่อการช่วยลดความร้อนของสวนแนวตั้ง

1.6 วิธีการดำเนินงาน

- 1.6.1 คัดเลือกพรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้ง
- 1.6.2 ศึกษารูปแบบ และวิธีการติดตั้งของสวนแนวตั้ง
- 1.6.3 ศึกษาต้นทุนของการก่อสร้างสวนแนวตั้งประเภทต่าง ๆ
- 1.6.4 ทดสอบการถ่ายเทความร้อนของสวนแนวตั้งประเภทต่าง ๆ

1.6.4.1 คัดเลือกสถานที่เพื่อทำการทดลอง

1.6.4.2 สร้างกล่องทดลอง เพื่อจำลองสภาพผนังอาคาร ขนาด $0.90 \times 0.90 \times 0.90$ เมตร จำนวน 3 กล่อง คือ กล่องที่ 1 ไม่มีการติดตั้งผนังสีเขียว กล่องที่ 2 ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) กล่องที่ 3 ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) ซึ่งวัสดุที่ใช้ทำกล่อง คือ โฟม EPS หนา 2 นิ้ว ความหนาแน่น 1 ปอนด์ เพื่อจำลองสภาพผนังอาคาร และในส่วนด้านที่ใช้ในการทดลองใช้เป็นผนังทึบ โดยการก่ออิฐมวลเบาฉาบเรียบ ความหนา 0.10 เมตร (คอนกรีตมวลเบา 7 เซนติเมตร ปูนฉาบสองด้าน หนาแต่ละ 1 เซนติเมตร)

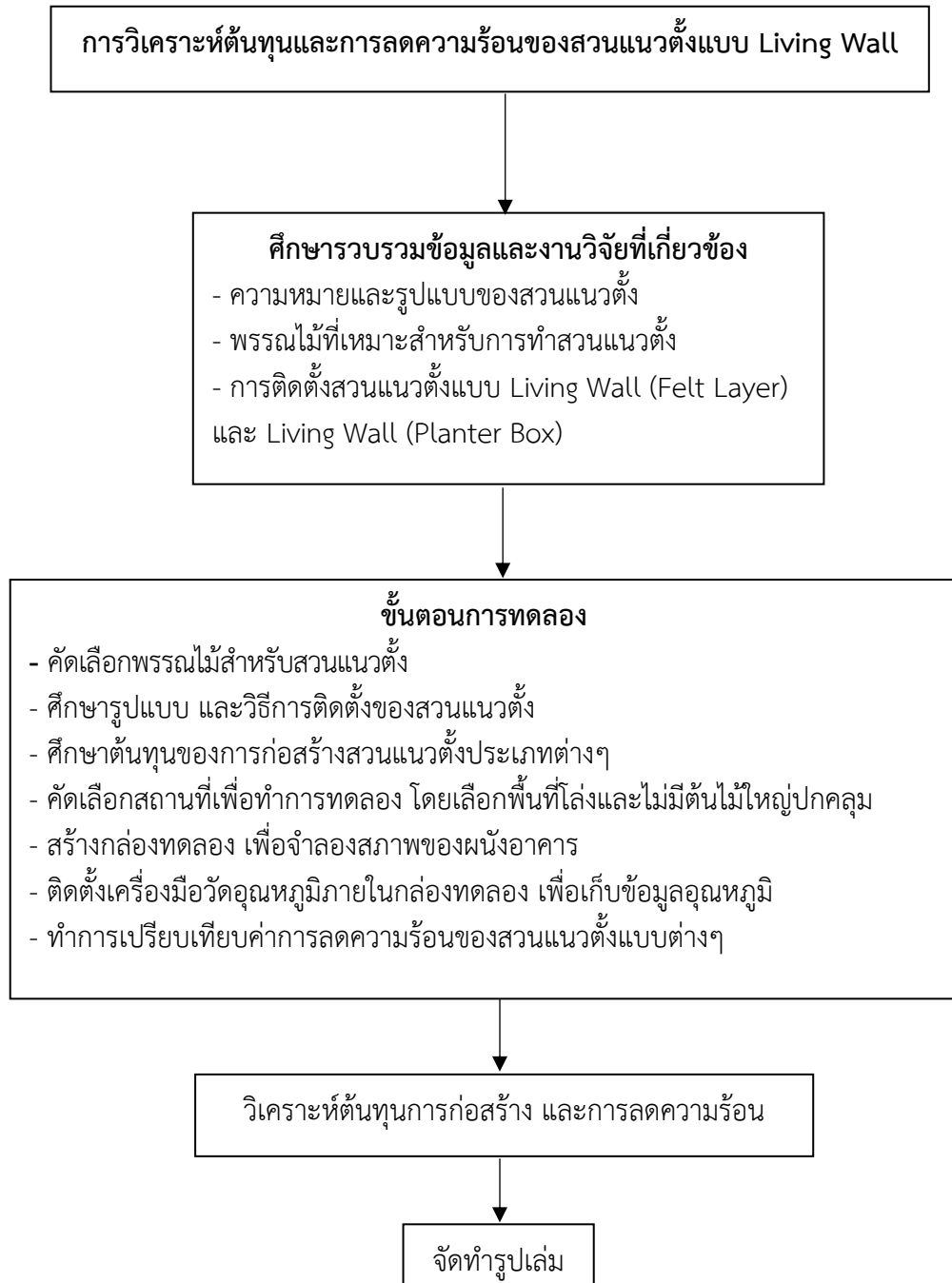
1.6.4.3 ทำการติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) สำหรับกล่องที่ 2 และติดตั้งผนังสีเขียวแบบ Living Wall (Felt Layer) สำหรับกล่องที่ 3

1.6.4.3 ติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิภายในกล่องทดลอง โดยเลือกใช้การบันทึกข้อมูล (Data Logger) ยี่ห้อ HOBO รุ่น U12-012 พร้อมสาย External เพื่อวัดอุณหภูมิ เครื่องมือวัดอุณหภูมิ ยี่ห้อ HOBO รุ่น TMC6-HE มีค่าความคลาดเคลื่อน ± 0.25 องศาเซลเซียส โดยเป็นการวัดอุณหภูมิภายในและผนังภายในกล่องทดลอง และทำการเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 นาที และแบ่งการเก็บข้อมูลเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงกลางวัน (Day Time) 06.00 - 18.00 และช่วงกลางคืน (Night Time) 18.00 - 06.00 น.

1.6.4.5 ทำการเปรียบเทียบค่าการลดความร้อนของสวนแนวตั้งแบบต่าง ๆ โดยทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิ โดยเก็บเป็นระยะเวลา 5 วัน จำนวน 2 ชั่วโมง

- 1.6.4.6 ทำการวิเคราะห์ค่าการลดการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา
- 1.6.5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ
- 1.6.6 จัดทำรูปเล่ม

1.7 ลำดับขั้นตอนการศึกษา



แผนภูมิที่ 1.1 แสดงลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

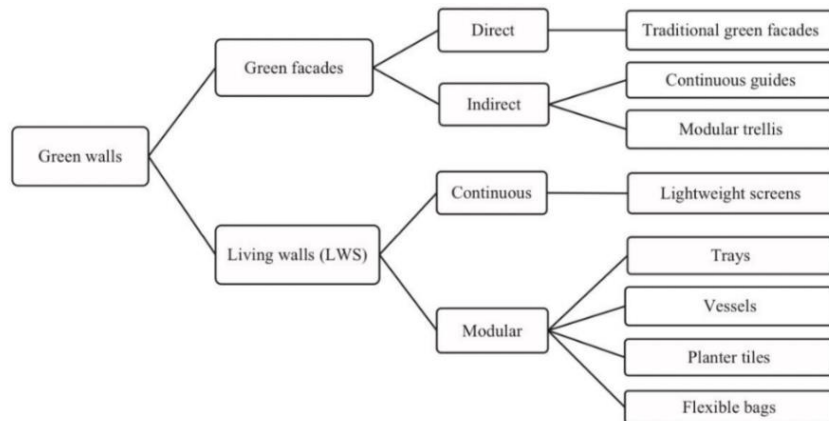
การวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ต้นทุนและการลดความร้อนของสวนแนวตั้งแบบ Living Wall ได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยแบ่งเนื้อหาได้ดังต่อไปนี้

- 1) สวนแนวตั้ง (Vertical Garden)
- 2) พรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้ง (Planting for Vertical Garden)
- 3) การถ่ายเทความร้อน (Heat transfer)
- 4) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 5) กรอบแนวความคิดในงานวิจัย
- 6) สมมุติฐานในงานวิจัย

2.1 สวนแนวตั้ง (Vertical Garden)

2.1.1 ความหมายและประเภทของสวนแนวตั้ง

สวนแนวตั้ง หมายถึง การจัดสวนลักษณะหนึ่งโดยใช้โครงสร้างในแนวตั้งเพื่อปลูกพืช โดยให้พืชพรรณเกิดและเติบโตไปตามแนวตั้งของโครงสร้างที่มารองรับ แทนที่จะปลูกพืชบนพื้นดินหรือตามแนวราบแบบการทำสวนโดยทั่วไป โดยการจัดสวนแนวตั้งนั้นมีการใช้วัสดุปลูกทั้งแบบที่ใช้ดินและไม่ใช้ดิน และอาจมีการติดตั้งควบคู่กับระบบรดน้ำ การจัดสวนแบบแนวตั้งในลักษณะนี้จะมีหลายชื่อเรียก ไม่ว่าจะเป็น Green Facades หรือ Living Wall เป็นต้น (ดังภาพที่ 2.1)



ภาพที่ 2.1 สวนแนวตั้ง (Vertical Garden) ประเภทต่างๆ

ที่มา : <https://www.sciencedirect.com>

โดยการจัดสวนแบบแนวตั้งสามารถจัดเพื่อเป็นการประดับตกแต่งทั้งภายนอกและภายในอาคาร หรือใช้สำหรับปลูกเป็นสวนพืชผักไม้ผลก็ได้เช่นกัน โดยสามารถแบ่งได้ดังต่อไปนี้

2.1.1.1 Green Facades คือ ผนังสีเขียวแบบหนึ่ง โดยเป็นการปลูกพรรณไม้ให้เจริญเติบโตเลื้อยทอดลงไปเพื่อปกคลุมผนังอาคารในแนวตั้งโดยตรง หรืออาจจะใช้วิธีปลูกพรรณไม้ลงในกระถางแล้วปล่อยให้ต้นเติบโต เลื้อยทอดลงไปตามโครงสร้างเพื่อยึดเกาะ เช่น โครงเหล็ก โครงไม้ ลวดสลิง นั่งร้าน

เป็นต้น โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ Direct Green Facades และ Indirect Green Facades โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) Direct Green Facades คือ รูปแบบผนังสีเขียวที่ให้พรรณไม้เลื้อยยึดติดกับผนังอาคารตามธรรมชาติ โดยทำการเตรียมพรรณไม้เลื้อยและดินให้พร้อมปลูกเท่านั้นแล้วปล่อยให้เติบโตแล้วเลื้อยลงไปปกคลุมผนังตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นวิธีที่ง่าย

2) Indirect Green Facades คือ รูปแบบผนังสีเขียวที่ให้พรรณไม้เติบโตแล้วเลื้อยลงไปตาม โครงสร้างนั่งร้านแบบสำเร็จรูป แทนการยึดกับผนังอาคารโดยตรง โดยวัสดุในการทำนั้นมีหลายประเภท เช่น โครงเหล็ก โครงไม้ ลวดสลิง เป็นต้น ส่วนพรรณไม้เลื้อยที่ใช้เถาหรือลำต้นยึดเกาะโครงนั่งร้านได้ก็จะมี ตีนตุ๊กแก สร้อยอินทนิล อมรเบ็กฟ้า ลีควนยู พวงแสด เป็นต้น

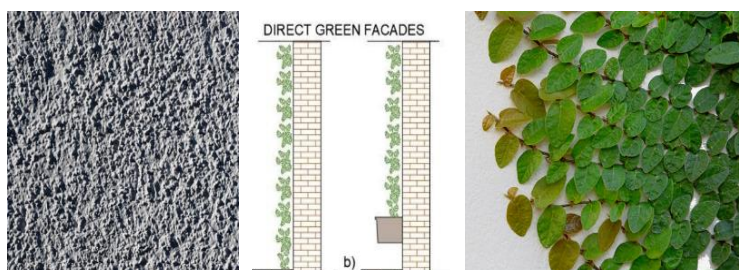


Direct Green Facade

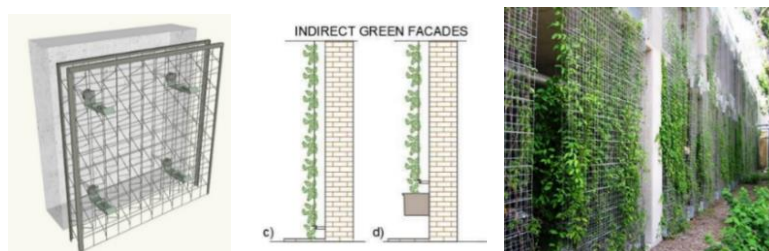


Indirect Green Facade

ภาพที่ 2.2 สวนแนวตั้งแบบ Direct Green Facade และ Indirect Green Facade ที่มา : <https://www.sciencedirect.com>



Direct Green Facade



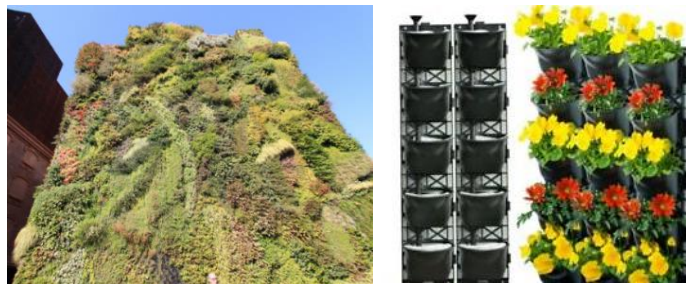
Indirect Green Facade

ภาพที่ 2.3 การติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Direct Green Facade และ Indirect Green Facade ที่มา : <https://www.sciencedirect.com>

2.1.1.2 Living Wall คือ การใช้กระถางต้นไม้ ถังกระสอบ หรือวัสดุซึมซับน้ำ เช่น ฝ้ายสังเคราะห์ มาทำการปลูกต้นไม้เป็นแนวตั้งโดยใช้วัสดุที่ใช้ในการปลูกเป็นตัวยึดกับผนัง โดยพรรณไม้ที่ใช้ปลูกจะเป็นกลุ่มพรรณไม้พุ่มเตี้ย ไม้ดอก และไม้คลุมดิน เช่น ฟิซตระกูลเฟิร์น และพลูด่าง เป็นต้น (เอกราช ลักษณะสัมฤทธิ์, 2559)

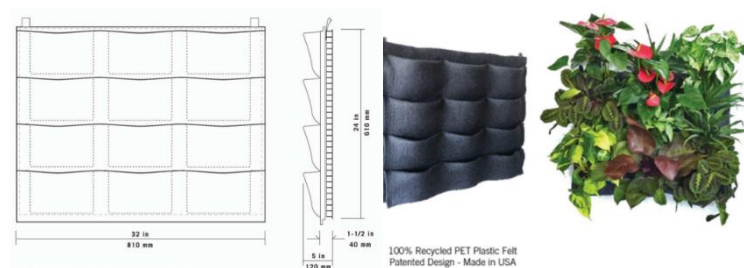
1) Living Wall (Felt Layer) คือ การติดตั้งผนังสีเขียวโดยติดตั้งพรรณไม้ลงไปในแผ่น Felt

2) Living Wall (Planter Box) คือ การติดตั้งผนังสีเขียวโดยการติดตั้งพรรณไม้ลงในกระถางปลูกที่เป็นบล็อก



Living Wall (Felt Layer) Living Wall (Planter Box)

ภาพที่ 2.4 สวนแนวตั้ง Living Wall (Felt Layer) และ Living Wall (Planter Box)
ที่มา : <https://www.pinterest.com>



Living Wall (Felt Layer)



Living Wall (Planter Box)

ภาพที่ 2.5 การติดตั้งสวนแนวตั้ง Living Wall (Felt Layer) และ Living Wall (Planter Box)
ที่มา : <https://florafelt.com>

2.1.2 การติดตั้งและส่วนประกอบของสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) และ Living Wall (Planter Box)

2.1.2.1 Living Wall (Felt Layer) ประกอบด้วยโครงสร้างหลัก 3 อย่าง คือ โครงเหล็กสำหรับรับน้ำหนักของสวนแนวตั้งทั้งหมด โฟม EPS เพื่อยึดติดกับโครงเหล็กจำลองเป็นสภาพของผนังอาคาร และแผ่น Felt ทำหน้าที่เป็นภาชนะปลูกอาจทำจากวัสดุผ้าใยสังเคราะห์ที่นิยมใช้กันมาก เพราะทนทาน ดูดซับน้ำและสารละลายได้ดี รากพืชสามารถยึดเกาะได้ แล้วใช้ลวดเย็บยึดติดกับผนัง เว้นระยะของถุงผ้าเพื่อระบายอากาศเป็นช่วง ๆ แล้วเดินระบบน้ำหยดไปตามโครงสร้างเพื่อให้น้ำและสารอาหารแก่พืชพรรณ วัสดุปลูก ดิน ขุยมะพร้าว พรอนไม้ เลือกใช้พรอนไม้พุ่มหรือไม้คลุมดินตามปริมาณแสงแดดที่ได้รับ เน้นพรอนไม้โตช้าเพราะจะดูแลรักษาง่ายในส่วนของการตัดแต่ง และเน้นพรอนไม้ที่ดูแลรักษาง่าย

2.1.2.2 Living Wall (Planter Box) ประกอบด้วยโครงสร้างหลัก 3 อย่าง คือ โครงเหล็กสำหรับรับน้ำหนักของสวนแนวตั้งทั้งหมด โฟม EPS เพื่อยึดติดกับโครงเหล็กจำลองเป็นสภาพของผนังอาคาร และกระถางปลูก (Planter Box) ทำหน้าที่เป็นภาชนะปลูก ส่วนมากจะนิยมใช้กระถางพลาสติกที่มีรูระบายน้ำ เพราะมีน้ำหนักเบาและทนทานวัสดุปลูก ดิน ขุยมะพร้าว พรอนไม้ ควรเป็นชนิดที่ทอดเลื้อยหรือห้อยลงเป็นระยะ เพื่อให้บังกระถาง และเลือกพรอนไม้ที่มีระบบรากต้น เนื่องจากระบบนี้มีพื้นที่ใส่วัสดุปลูกน้อย พวกไม้คลุมดินขนาดเล็ก เช่น พลูด่าง หนวดปลาชุก ผักเป็ดเขียว ผักเป็ดแดง ก้ามปูหลุด เป็นต้น

2.1.3 ประโยชน์ของสวนแนวตั้ง

สวนแนวตั้ง เป็นการจัดสวนชนิดหนึ่ง เพื่อช่วยลดมลพิษและความร้อนจากภายนอกที่เข้าสู่ตัวอาคาร ให้ความสวยงามแก่พื้นที่ สร้างจุดเด่นหรือจุดดึงดูดสายตา ทำให้ผนังที่ว่างเปล่าดูมีชีวิตชีวาและเป็นฉากหลังที่สวยงาม บดบังสิ่งไม่พึงประสงค์ ให้ความเป็นส่วนตัวและสร้างบรรยากาศผ่อนคลายในมุมสงบ (เอกราช ลักษณะสัมฤทธิ์, 2559)

2.2 พรอนไม้สำหรับสวนแนวตั้ง (Planting for Vertical Garden)

ซึ่งสวนแนวตั้งควรเป็นพรอนไม้ที่ปลูกในที่ร่ม การเจริญเติบโตของต้นไม้ต้องไม่เร็วจนเกินไป เพราะจะทำให้ดูแลลำบาก และขนาดต้องไม่ใหญ่จนเกินไป เพราะถ้าขนาดใหญ่เกินไป และรวมกับน้ำหนักกระถางแล้ว โครงสร้างอาจรับน้ำหนักไม่ไหว

2.2.1 ไม้เลื้อย เหมาะกับการปลูกพรอนไม้ลงดินในกระบะหรือกระถาง แล้วปล่อยให้พืชเติบโตเลื้อยทอดลงไปตามผนังหรือโครงสร้างเพื่อยึดเกาะ และควรมีโครงเหล็ก ลวด ไม้ ตาข่าย หรืออุปกรณ์เสริมมาช่วยกำหนดทิศทางในการเติบโตของต้นไม้ และเลือกไม้เลื้อยตามปริมาณแสงในบริเวณที่ปลูกต้นไม้ โดยต้นไม้ที่ใช้ปลูกควรเป็นต้นที่น้ำหนักไม่มาก เช่น ม่านบาหลี่ ตีนตุ๊กแก เดฟกระดุม บานบุรี เลื้อยเหลือง เป็นต้น



ตีนตุ๊กแก

ม่านบาหลี่

เดฟกระดุม

ภาพที่ 2.6 พรรณไม้เลื้อยสำหรับสวนแนวตั้ง

ที่มา : <https://www.baanlaesuan.com>

2.2.2 ไม้พุ่ม เป็นไม้ที่สามารถปลูกแบบเป็นกระถางแขวน เป็นการปลูกสวนแนวตั้งที่สร้างบรรยากาศให้ดูน่าสนใจไปอีกแบบไม้พุ่มที่เหมาะสมกับการปลูกสวนแนวตั้ง ได้แก่ เฟิร์นเกล็ดหอย เฟิร์นใบมะขาม เฟิร์นบอสตัน สับปะรดสี เป็นต้น ซึ่งพืชตระกูลเฟิร์นเหมาะมากที่จะนำมาจัดสวนแนวตั้งแบบนี้ เนื่องจากเป็นพืชที่ทนทาน และเลี้ยงง่าย



เฟิร์นเกล็ดหอย

เฟิร์นใบมะขาม

เฟิร์นบอสตัน

ภาพที่ 2.7 พรรณไม้พุ่มสำหรับสวนแนวตั้ง

ที่มา : <https://data.addrun.org>

2.2.3 ไม้คลุมดิน พรรณไม้ในกลุ่มนี้ สามารถนำมาจัดสวนแนวตั้งแบบที่เป็นกระถางติดผนัง ทั้งถาดปลูกแบบกระถางแขวน แบบผ้า หรือแบบอื่น ๆ ซึ่งพรรณไม้คลุมดินที่เหมาะสมกับการทำสวนแนวตั้ง ได้แก่ พรหมญี่ปุ่น พรหมออสเตรเลีย พลูด่าง เป็นต้น



พรหมญี่ปุ่น

พรหมออสเตรเลีย

พลูด่าง

ภาพที่ 2.8 พรรณไม้คลุมดินสำหรับสวนแนวตั้ง

ที่มา : <https://data.addrun.org>

2.3 การถ่ายเทความร้อน (Heat transfer)

ความร้อนที่อยู่ภายในอาคารมาจากแหล่งกำเนิดความร้อน 2 ส่วน หลัก ๆ คือ ความร้อนจากภายนอก และความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารเอง โดยทั่วไปส่วนมากแล้ว ความร้อนรวมในอาคารจะมาจากภายนอกมากกว่าและเป็นความร้อนที่ได้รับอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์ โดยการส่งผ่านความร้อนจะมาจากตัวกลางหลายชนิดมาสู่อาคาร และความร้อนเหล่านั้นก็จะส่งผ่านทางเปลือกอาคารจากภายนอกสู่ภายในอีกชั้นหนึ่ง ซึ่งในเรื่องของการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร จะมีการกล่าวถึงประเด็นหัวข้อที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

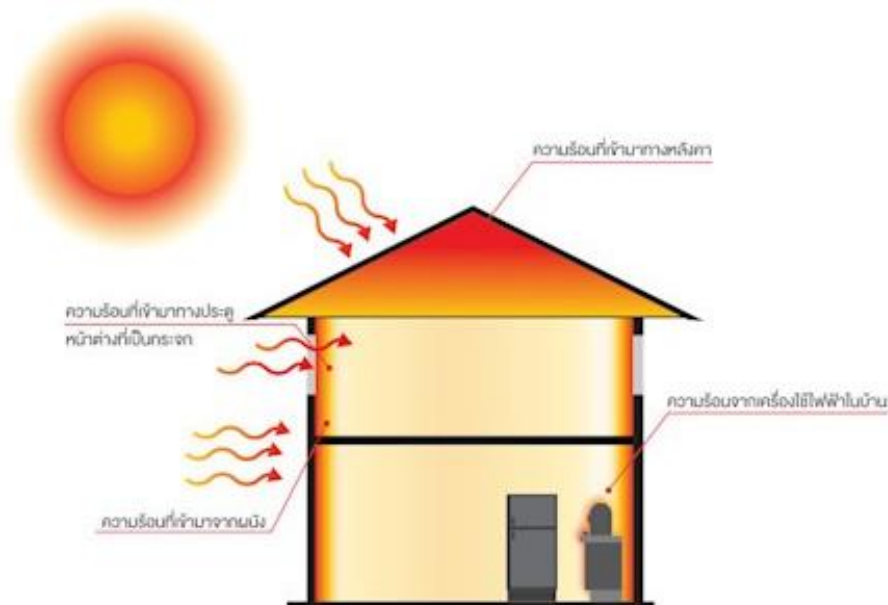
2.3.1 ความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร เป็นความร้อนที่อาจเกิดได้ทั้งจากคน หรือมาจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่อยู่ภายในอาคาร เช่น ความร้อนจากหลอดไฟฟ้า ตู้เย็น เป็นต้น

2.3.2 ความร้อนที่เกิดขึ้นภายนอกอาคาร เป็นความร้อนที่จะเกิดจากอิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์ รังสีของดวงอาทิตย์ที่ผ่านเข้ามายังชั้นบรรยากาศ จะประกอบไปด้วยรังสีความร้อน และแสงสว่างที่อาคารได้รับ รังสีดวงอาทิตย์ เมื่อแสงอาทิตย์เดินทางโดยการแผ่รังสีของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามาตกกระทบชั้นบรรยากาศของโลก ทำให้รังสีของดวงอาทิตย์ส่วนหนึ่งถูกสะท้อนกลับออกไปนอกบรรยากาศ ส่วนที่เหลือจะผ่านเข้ามาในบรรยากาศ โดยมีบางส่วนถูกกระเจิงหรือเปลี่ยนทิศทาง และดูดกลืน จึงสามารถจำแนกรังสีดวงอาทิตย์ที่ผ่านชั้นบรรยากาศมายังผิวโลกได้ดังนี้

2.3.2.1 รังสีตรง เป็นรังสีดวงอาทิตย์ซึ่งเคลื่อนที่ผ่านชั้นบรรยากาศมายังผิวโลกโดยตรง โดยปรากฏเงาขึ้นเมื่อมีการบังแสง

2.3.2.2 รังสีกระจาย เป็นรังสีดวงอาทิตย์ซึ่งถูกกระเจิงโดยโมเลกุลของอากาศ ไอน้ำและฝุ่นละอองในบรรยากาศ จึงมีทิศทางที่กระจัดกระจายไม่แน่นอน สังเกตได้จากการรับรู้ถึงความร้อนขึ้นจะมีรังสีกระจาย

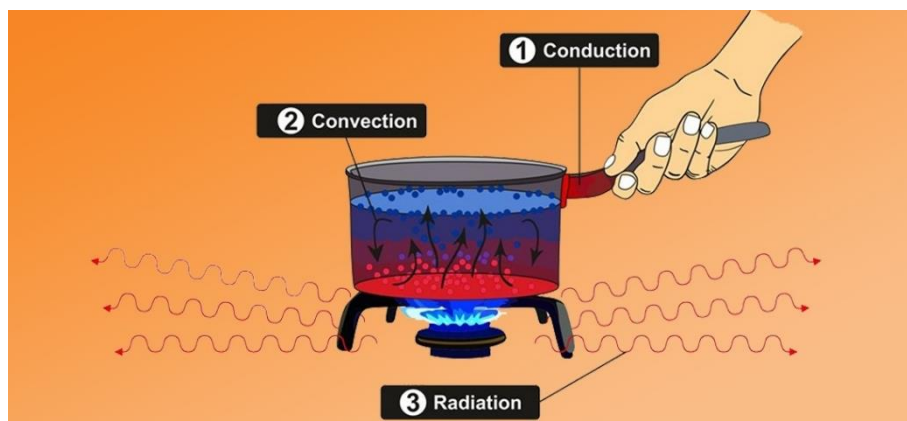
2.3.2.3 รังสีสะท้อน เป็นรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นผิวข้างเคียงของอาคารแล้วสะท้อนเข้าสู่อาคาร



ภาพที่ 2.9 การถ่ายเทความร้อนสู่อาคาร

ที่มา : <http://fusionfiresafety.com>

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องสำหรับหลักการถ่ายเทความร้อน (Principle of Heat Transfer) การถ่ายเทความร้อน คือ การส่งผ่านพลังงานความร้อนซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ ดังนั้น เมื่อใดก็ตามที่มีความแตกต่างของอุณหภูมิเกิดขึ้นในตัวกลางหรือระหว่าง ตัวกลางการถ่ายเทความร้อนมักจะเกิดขึ้นได้ ดังนั้น พื้นฐานของการถ่ายเทความร้อน คือ ความแตกต่างของอุณหภูมิ (Temperature Different) ถ้าตัวกลางสองตัวมีอุณหภูมิเท่ากันจะไม่เกิดการถ่ายเทความร้อน ดังนั้น ความแตกต่างของอุณหภูมิจึงเป็นแรงขับเคลื่อน (Driving Force) เพื่อให้เกิดการถ่ายเทความร้อนเอง อัตราการถ่ายเทความร้อนขึ้นอยู่กับความลาดชันของอุณหภูมิ (Temperature Gradient) ความลาดชันของอุณหภูมิ หมายถึง ความแตกต่างของอุณหภูมิต่อหน่วยความยาว หรืออัตราการลดลงของอุณหภูมินั่นเอง แสดงการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นในแบบต่าง ๆ เมื่อมีเกรเดียนต์อุณหภูมิ (Temperature Gradient) เกิดขึ้นในตัวกลางที่อยู่นิ่ง เช่น ของแข็ง หรือของเหลว ของการนำความร้อน (Conduction) จะเป็นการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นผ่านตัวกลาง ในขณะที่การพาความร้อน (Convection) จะเป็นการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นระหว่างพื้นผิวและของเหลวที่เคลื่อนที่เมื่อมีอุณหภูมิแตกต่างกัน ส่วนการแผ่รังสีความร้อน (Radiation) จะเป็นการที่ทุกพื้นที่ผิวที่มีอุณหภูมิหนึ่งจะปล่อยพลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมา ดังนั้น ในสภาวะที่ปราศจากตัวกลางใด ๆ จะมีการถ่ายเทความร้อนสุทธิที่เกิดขึ้นเนื่องจากการแผ่รังสีระหว่างพื้นผิวสอง พื้นผิวที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันได้ ดังนั้น การวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อนที่สมบูรณ์แบบ จำเป็นจะต้องทราบถึงกลไกการถ่ายเทความร้อนทั้งสามแบบที่กล่าวไปแล้วข้างต้น ซึ่งจะกล่าวในรายละเอียดในลำดับต่อไป



ภาพที่ 2.10 รูปแบบการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นโดยการนำ การแผ่รังสีและ การพาความร้อน
ที่มา : <https://www.trueplookpanya.com>

1) การนำความร้อน (Conduction Heat Transfer) การถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อน เป็นการถ่ายเทความร้อนเพียงวิธีเดียวที่เกิดขึ้นในตัวกลางที่บีบอัดได้ เมื่อมีความลาดชันของอุณหภูมิสามารถเกิดได้ทั้งในของแข็ง ของเหลว และแก๊ส แต่เนื่องจากการไหลหมุนเวียนเกิดขึ้นในของเหลวและแก๊ส แต่สำหรับในของแข็งที่บีบอัดได้ จะไม่มีการเคลื่อนที่ของมวลภายในวัสดุ จะมีแต่การถ่ายเทความร้อนด้วยการนำเพียงอย่างเดียว อัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนจะเป็นสัดส่วนกับค่าความลาดชันของอุณหภูมิ (Temperature Gradient) $\times$ กับพื้นที่ A ที่ความร้อนไหลผ่าน ดังสมการ

Rate of Conduction $\propto$ (Area) (Temperature Difference)
Thickness

$$q_{\text{cond}} = \frac{\alpha A dT}{dx}$$

เมื่อ q_{cond} = อัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อน (Wall or J/s)
 A = พื้นที่ที่ความร้อนไหลผ่าน (m²)
 T = อุณหภูมิ (K)
 X = ระยะทางการเคลื่อนที่ของความร้อน

ความสามารถในการนำความร้อนของสารวัดด้วยปริมาณที่เรียกว่า ค่าการนำความร้อน (Thermal Conductivity) หรือใช้ตัวอักษรย่อว่า k มีหน่วยเป็น W/m K ซึ่งเป็นคุณสมบัติทางกายภาพของตัวกลางที่มีความร้อนเคลื่อนที่ผ่านอัตราการถ่ายเทความร้อนจึงมีค่าเป็น

$$q_{\text{cond}} = -kA \frac{dT}{dx}$$

ค่าการนำความร้อน k เป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งของวัสดุการนำความร้อนเป็นการถ่ายเทพลังงานจากอนุภาคที่มีพลังงานสูงไปยังอนุภาคที่มีพลังงานต่ำกว่า สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในของเหลว ของแข็ง และแก๊ส ค่าการนำความร้อนที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของแก๊สไม่สามารถหาได้จากการวิเคราะห์ดังนั้นข้อมูลเกี่ยวกับการนำความร้อนส่วนใหญ่ของวัสดุจึงได้มาจากการวัดและการทดสอบ โดยทั่วไปแล้วค่าการนำความร้อนของวัสดุจะแปรตามอุณหภูมิแต่การนำไปใช้งานในด้านการปฏิบัตินั้นส่วนใหญ่แล้วจะใช้ค่าการนำความร้อนคงที่ที่หาจากอุณหภูมิเฉลี่ยสารที่มีความสามารถในการนำความร้อนสูง เช่น โลหะ จะมีค่า k สูง ส่วนสารที่มีความสามารถในการนำความร้อนต่ำ เช่น สารอโลหะก็จะมีค่า k ต่ำ ค่า k จึงเป็นคุณสมบัติประจำตัวของสารที่สำคัญมากในการศึกษาถึงการเคลื่อนที่ของความร้อนในสารนั้นสามารถเปรียบเทียบความสามารถในการนำความร้อนของสารต่าง ๆ โดยการเปรียบเทียบ จากค่า k ของสารเหล่านั้น โดยสารที่มีค่า k สูง จะ เรียกว่าสารตัวนำ (Conductor) และสารที่มีค่า k ต่ำ จะเรียกว่า ฉนวน (Insulator) ตัวอย่างค่า k ของสารบางชนิด แสดงตารางสำหรับค่าการนำความร้อนของวัตถุและของแก๊สอื่น ๆ นั้นสามารถสืบค้นจากหนังสือที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการถ่ายโอนทั่วไป (ดังตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าการนำความร้อนของสารบางชนิด

วัตถุ	วัตถุค่าการนำความร้อน W/MK
โลหะบริสุทธิ์	35-430
โลหะผสม	20-200
โลหะเหลว	9-90
ของเหลว (อโลหะ)	0.2-2.0
ของแข็ง (อโลหะ)	0.02-20
ฉนวน	0.02-0.40
ก๊าซ	0.002-0.2

2) การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) คือ การที่พลังงานถูกปล่อยออกมาจากวัตถุที่มีอุณหภูมิที่แน่นอน โดยวัตถุนั้นอาจเป็น ของแข็ง ของเหลว หรือแก๊สก็ได้พลังงานของสนามการแผ่

รังสีมีการถ่ายเทโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรืออีกในหนึ่งเรียกว่า โฟตอน (Photons) ในขณะที่มีการถ่ายเทพลังงานโดยการนำหรือการพาความร้อนจะต้องอาศัยตัวกลางในการถ่ายเท การถ่ายเทโดยการแผ่รังสีไม่ต้องอาศัยตัวกลางใด ๆ และจะเกิดการถ่ายเทได้อย่างมีประสิทธิภาพในสภาวะที่เป็นสุญญากาศ

3) การพาความร้อน (Convection) การถ่ายเทความร้อนโดยการพาประกอบด้วยกลไก 2 อย่าง คือ พลังงานเกิดการถ่ายเทอันมีผลเนื่องมาจากการเคลื่อนที่ หรือการแพร่แบบสุ่มของโมเลกุล และผลเนื่องมาจากการเคลื่อนที่ของของเหลวการถ่ายเทลักษณะนี้เกิดขึ้นได้ เช่น ในระบบที่มีเกรเดียนท์อุณหภูมิจะมีการถ่ายเทความร้อนได้และเนื่องจากโมเลกุลในกลุ่มของเหลวจะมีการเคลื่อนที่แบบสุ่มอยู่ด้วย ดังนั้นการถ่ายเทความร้อนทั้งหมดที่เกิดขึ้นจึงเกิดขึ้นเนื่องจากการเคลื่อนที่แบบสุ่มของโมเลกุลและการเคลื่อนที่ของของเหลวส่วนใหญ่การถ่ายเทความร้อนโดยการพา การถ่ายเทความร้อนโดยการพาแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะคือ

(1) การพาความร้อนแบบธรรมชาติ (Natural or Free Convection) คือ การเคลื่อนที่ของความร้อนระหว่างผิวของของแข็งและ ของเหลวโดยที่ของเหลวไม่ถูกทำให้เคลื่อนไหวโดยกลไกภายนอก วัตถุซึ่งมีผิวเรียบอยู่ในของเหลวซึ่งอยู่นิ่งถ้าอุณหภูมิของผิวสูงกว่า อุณหภูมิของของเหลวความร้อนจะเริ่มเคลื่อนที่มายังของเหลวที่ชิดกับผนังทำให้ความหนาแน่นของของเหลวที่อยู่ชิดผนังต่ำลงซึ่งทำให้เกิดแรงผลักดัน ให้ของเหลวลอยตัวขึ้นของเหลวที่อยู่ต่ำวาก็จะเคลื่อนเข้ามาแทนที่ และทำให้เกิดการหมุนเวียนของของเหลว

(2) การพาโดยการบังคับ (Forced Convection) ซึ่งเกิดขึ้น เมื่อของเหลวมีความเร็วอยู่แล้วด้วยกลไกภายนอก เช่น พัดลมหรือสูบน้ำเมื่อของเหลวมีความเร็ว เราจะต้องทราบกลไกในการเคลื่อนที่ของของเหลวก่อน โดยปกติเราจะแบ่งการไหลของของเหลวเป็นสองแบบ คือ การไหลแบบราบเรียบ (Laminar Flow) และการไหลแบบปั่นป่วน (Turbulent Flow) ในการไหลแบบราบเรียบ ซึ่งของเหลวไหลเป็นชั้น ๆ ขนานกับความร้อนจะถ่ายเทจากผิวของของแข็ง โดยการนำและถ่ายเทต่อ ๆ กันไปในของเหลวโดยการนำผ่านชั้นของของเหลว ในกรณีของการไหลแบบปั่นป่วน ซึ่งของเหลวเคลื่อนที่อย่างไม่มีระเบียบ มีการเคลื่อนที่ตัดฉากกับทิศทางของการไหลด้วยการเคลื่อนที่ของความร้อนส่วนใหญ่จะเกิดจากอนุภาคของของเหลวที่ได้รับความร้อนมาแล้วเคลื่อนที่นำความร้อนไปยังที่อื่น (อภิรักษ์ เกียรติวาทิรัตน์, 2554)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พจณิชา ยลประเวส และกุสกาณา กุบาฮา (2560) ได้ทำการศึกษาเรื่อง สมรรถนะของผนังไม้เลื้อยในการลดภาระการทำความเย็น งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสมรรถนะของผนังไม้เลื้อยในการลดภาระการทำความเย็นจากผนังอาคาร ในการศึกษานี้ได้ทำการทดลองโดยการวัดอุณหภูมิและปริมาณการถ่ายเทความร้อนบนผนังทดลองที่มีไม้เลื้อยเปรียบเทียบกับกรณีผนังเปล่า เพื่อวิเคราะห์ความเป็นฉนวนของผนังไม้เลื้อยทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ ในช่วงเวลา 12.00 - 17.00 น. ผลทดลองพบว่า ผนังไม้เลื้อยสามารถลดอุณหภูมิที่ผิวผนังภายนอกได้ 0.07 - 4.1 องศาเซลเซียส มีค่าความต้านความร้อน 0.01 - 0.51 ตารางเมตร - องศาเซลเซียส/วัตต์ ในช่วงที่ทำการทดลองค่าเฉลี่ยของค่าต้านความร้อนจากการทดลอง เท่ากับ 0.16 ตารางเมตร - องศาเซลเซียส/วัตต์ สำหรับหาสมรรถนะของผนังไม้เลื้อยในการลดภาระการทำความเย็นในกรณีการติดตั้งบนผนังภายนอกพื้นที่ 12 ตารางเมตร พบว่า ผนังไม้เลื้อยสามารถลดภาระการทำความเย็นได้ประมาณ 406.7 BTU/ชั่วโมง นอกจากนี้เพื่อส่งเสริมการใช้ผนังไม้เลื้อย งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาถึงปัญหาความไม่เป็นที่นิยมของการใช้ผนังไม้เลื้อยแนวตั้งประกอบอาคาร จากแบบสอบถามบุคคลทั่วไปพบว่าสาเหตุสำคัญที่สุดของปัญหาความไม่เป็นที่นิยม

ของผนังไม้เลื้อย เป็นผลมาจากการติดตั้งผนังไม้เลื้อย ทำให้จำเป็นต้องมีการดูแลรักษาสถานที่มากกว่าปกติ ส่วนแรงจูงใจในการนำผนังไม้เลื้อยมาใช้ของบุคคลทั่วไปส่วนใหญ่คือประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อมจากการใช้ผนังไม้เลื้อย

อภิรักษ์ เกียรติวาทิรัตน์ (2554) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ประสิทธิภาพในการลดความร้อนให้กับผนังอาคารโดยใช้แผงกันแดดไม้เลื้อย งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพการใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยแนวตั้งในการลดความร้อนให้กับผนังอาคารโดยใช้พันธุ์ไม้เลื้อย 3 ชนิดที่มีความแน่นของพุ่มใบที่แตกต่างกัน ได้แก่ สร้อยอินทนิล มะลิวัลย์ และสายน้ำผึ้ง ในช่วงฤดู และฤดูหนาว เปรียบเทียบว่าพันธุ์ใดมีประสิทธิภาพในการลดการลดการความร้อนดีที่สุด และศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดความร้อนให้กับผนังอาคาร กับแผงกันแดดระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ ผลวิจัยพบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกล่องที่ไม่มีแผงกันแดด กล่องที่มีแผงกันแดดสร้อยอินทนิลซึ่งมีความหนาแน่นของพุ่มใบมากที่สุดพบว่ามีค่าอุณหภูมิภายในกล่องต่ำที่สุด

ลัคนัสริ ตรีธารรัตน์ และธนันท์ ชูบุปการ (2555) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบต้นทุนรวมและระยะเวลาในกระบวนการก่อสร้างแบบหล่อในที่และแบบขึ้นส่วนสำเร็จรูปในอาคารพาณิชย์ขนาดเล็ก ผลการวิจัยของกรณีศึกษากระบวนการก่อสร้างอาคารพาณิชย์ทั่วไป เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนรวมของกระบวนการก่อสร้างทั้งแบบหล่อในที่และแบบขึ้นส่วนสำเร็จรูปแล้วนอกจากต้นทุนของวัสดุพบว่าต้นทุนที่มีความแตกต่างกันของทั้งสองกระบวนการ คือ ต้นทุนของค่าแรง และต้นทุนของการติดตั้ง ซึ่งในกระบวนการก่อสร้างแบบหล่อในที่จะมีต้นทุนค่าแรงสูงกว่าต้นทุนค่าติดตั้งอยู่ 45% สำหรับกระบวนการก่อสร้างแบบขึ้นส่วนสำเร็จรูปมีต้นทุนการติดตั้งสูงกว่าต้นทุนค่าแรงอยู่ 10% และทั้งสองกระบวนการก่อสร้างมีขั้นตอนงานแผ่นพื้นห้องสำเร็จมีต้นทุนรวมสูงที่สุด ซึ่งกระบวนการก่อสร้างแบบขึ้นส่วนสำเร็จรูปใช้ระยะเวลาในการก่อสร้าง 73 วัน ลดลงจากแบบหล่อในที่ซึ่งใช้ระยะเวลาในการก่อสร้าง 106 วัน สามารถลดระยะเวลาจากเดิม 31% และต้นทุนรวมลดลง 1% จากกระบวนการหล่อแบบเดิมจากการวิเคราะห์ผลการวิจัยดังกล่าวได้เก็บข้อมูลจากบริษัท เอ็มอีซีอินดัสตรี จำกัด พ.ศ. 2553 ซึ่งเป็นผลของการวิเคราะห์กรณีศึกษาดังกล่าวเท่านั้น

วิชัย เหล่าพาณิชย์กุล และอวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ (2550) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ประสิทธิภาพของผนังไม้เลื้อยในการลดการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคาร จากผลการทดลองสามารถสรุปผลได้ดังนี้ 1) ผนังไม้เลื้อยมีศักยภาพในการลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารผ่านผนังอาคาร 2) พื้นที่ใบปกคลุมมีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร โดยที่ผนังไม้เลื้อยที่มีพื้นที่ใบปกคลุมมากขึ้นจะทำให้ความร้อนถ่ายเทเข้าสู่อาคารน้อยลง จากการทดลองจะเห็นว่ากล่องทดลองที่มีผนังไม้เลื้อยที่มีพื้นที่ใบปกคลุม 87.5% สามารถลดอุณหภูมิผิวภายนอกสูงสุดได้ดีกว่าผนังไม้เลื้อยที่มีพื้นที่ใบปกคลุม 37% ถึง 5.2 องศาเซลเซียส 3) ระยะห่างระหว่างผนังไม้เลื้อย และผนังอาคารมีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร โดยผนังไม้เลื้อยที่มีระยะห่างจากผนังอาคารน้อยจะให้การถ่ายเทความร้อนน้อยลงตามไปด้วย จากผลการทดลองจะเห็นว่ากล่องทดลองที่มีผนังไม้เลื้อยติดตั้งชิดกับกล่องสามารถลดอุณหภูมิผิวภายนอกสูงสุดได้ดีกว่ากล่องทดลองที่มีระยะห่างระหว่างผนังไม้เลื้อย และกล่องทดลอง 30 เซนติเมตร ถึง 2 องศาเซลเซียส ทดลองดำเนินการโดยใช้กล่องทดลองขนาด 0.90 x 0.90 x 0.90 เมตร ที่ทำด้วยระบบฉนวนป้องกันความร้อนภายนอก (Exterior Insulation and Finish Systems: EIFS) ความหนา 6 นิ้ว เพื่อจำลองสภาพของผนังอาคาร ความหนาแน่น 1 ปอนด์ต่อตารางฟุต

อรุณศักดิ์ ด่อนดี (2555) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบวัสดุและสีของอุปกรณ์บังแดดที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร จากการศึกษาพบว่ากล่องที่ติดตั้งแผงกันแดดที่มีสีขาวมีค่าอุณหภูมิสูงสุดที่เฉลี่ยทั้ง 3 วันนั้นต่ำกว่ากล่องที่ติดตั้งแผงกันแดดที่มีผิวด้านในสีน้ำเงินเท่ากับ 0.04 องศาเซลเซียส แต่กล่องที่ติดตั้งแผงกันแดดที่มีสีขาวมีอุณหภูมิผิวกระจกภายใน และอุณหภูมิอากาศภายในกล่องจะมีค่า

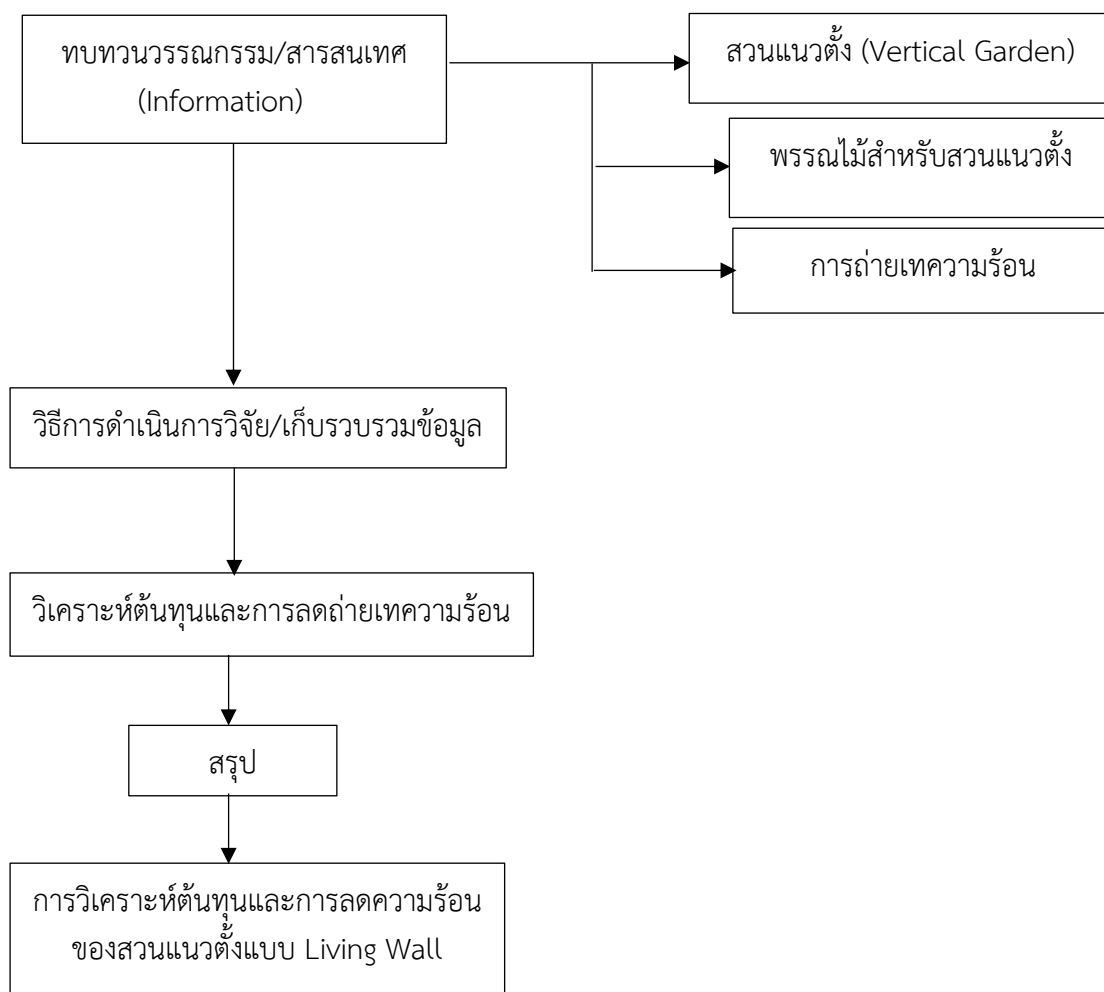
อุณหภูมิสูงสุดที่เฉลี่ยทั้ง 3 วันนั้นสูงกว่ากล่องที่ติดตั้งแผงกันแดดที่มีผิวด้านในสีน้ำเงินเท่ากับ 0.73 และ 1.20 องศาเซลเซียส ตามลำดับจำสามารถสรุปได้ว่าการใช้แผงกันแดดที่มีผิวด้านในสีเข้ม (สีน้ำเงิน) สามารถลดอุณหภูมิอากาศภายในกล่องได้มากกว่าการใช้แผงกันแดดที่มีผิวด้านในสีอ่อน (สีขาว) แผงกันแดดที่มีผิวด้านในสีเข้มจะทำให้อุณหภูมิอากาศภายในอาคารต่ำกว่าแผงกันแดดที่มีผิวสีอ่อน เนื่องจากแผงกันแดดด้านในที่มีสีอ่อนนั้นมีการสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ได้ดี

ไตรภพ บุญธรรม (2560) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ประสิทธิภาพของพรรณไม้เลื้อยแบบผนังสีเขียวต่อการลดการถ่ายเทความร้อน งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของพรรณไม้เลื้อยแบบผนังสีเขียวต่อการลดการถ่ายเทความร้อน โดยทำการคัดเลือกพรรณไม้เลื้อย 6 ชนิด ด้วยการทดสอบความสามารถในการเจริญเติบโตเป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่าพวงชมพูดอกขาว (*Antigonon leptopus*) มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด รองลงมาคือ ลีทวนยู (*Vernonia elliptica*) และเหลืองชัชวาล (*Macfadyena unguis - cati*) ตามลำดับจากนั้นการศึกษาประสิทธิภาพของพรรณไม้เลื้อยบนกำแพงจำลอง 4 กำแพง โดยกำหนดให้กำแพงที่ 1 เป็นกำแพงควบคุม (ทิศตะวันตก) และกำแพงที่ 2-4 ปกคลุมด้วยพรรณไม้เลื้อย ด้านหน้ากำแพง (ทิศตะวันตก) ได้แก่ ลีทวนยู พวงชมพูดอกขาว และเหลืองชัชวาล ตามลำดับ เก็บบันทึกอุณหภูมิเป็นระยะเวลา 5 วัน โดยแบ่งการเก็บข้อมูลเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงกลางวัน (6.00 - 18.00 น.) และช่วงกลางคืน (18.00 - 6.00 น.) ด้วยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าอุณหภูมิด้านหน้ากำแพงที่ 1 ในช่วงเวลา 10.00 - 12.00 น. และ 16.00 - 20.00 น. ให้ค่าสูงกว่ากำแพงอื่น ๆ ที่มีการปลูกพรรณไม้เลื้อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในเวลา 14.00 น. กำแพงที่ปกคลุมด้วยลีทวนยูให้ค่าอุณหภูมิด้านหน้ากำแพงต่ำที่สุดและน้อยกว่ากำแพงที่ปกคลุมด้วยพวงชมพูดอกขาว เหลืองชัชวาล และกำแพงควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อย่างไรก็ตาม ในช่วงเวลาที่ 12.00 - 21.00 น. พบว่าอุณหภูมิด้านหลังของกำแพงควบคุม (ทิศตะวันออก) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับอุณหภูมิหลังกำแพงที่มีการปลูกพรรณไม้เลื้อย โดยผลที่ได้จากงานวิจัยชิ้นนี้จะสามารถใช้ลีทวนยูเป็นแนวทางในการลดอุณหภูมิด้านหน้ากำแพงเพื่อช่วยลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ผนังอาคารอีกทางหนึ่ง

ศรีสุตา ภูแย้ม (2553) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การคำนวณค่าประสิทธิภาพการส่งผ่านความร้อนจากรังสีอาทิตย์ของแผงกันแดดไม้เลื้อยโดยใช้การประมวลภาพ งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนจากแสงอาทิตย์ของแผงกันแดดไม้เลื้อย และเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความรู้เพื่อสร้างชุดคำสั่งในการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนของแผงกันแดดไม้เลื้อย พบว่าค่าประสิทธิภาพของไม้เลื้อยทั้ง 3 ชนิด มีความแตกต่างกันโดยขึ้นอยู่กับลักษณะของใบ ปริมาณการปกคลุม และจำนวนของชั้นใบ โดยเปรียบเทียบค่าโดยเฉลี่ยของแผงและค่าของแต่ละชั้นใบ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการสร้างโปรแกรมในการคำนวณค่าประสิทธิภาพจากภาพถ่ายแผงกันแดดสร้อยอินทนิล

Charoenkit S & Yiemwattana S (2017) ได้ทำการศึกษาเรื่อง Role of specific plant characteristics on thermal and carbon sequestration properties of living walls in tropical climate งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดและลักษณะของพรรณไม้ในเขตร้อนชื้นสำหรับการติดตั้งในสวนแนวตั้งที่มีผลต่อการลดการถ่ายเทความร้อน โดยการทดลองดังกล่าวใช้พรรณไม้ที่มีขนาดใบที่มีความแตกต่างกันจำนวน 3 ชนิด คือ หลิวไต้หวัน โคลงเคลง ลั่นกระบือ พบว่าสามารถลดความร้อนได้มากที่สุดในช่วงกลางวัน คือ 3.3 องศาเซลเซียส และ ช่วงกลางคืน คือ 7.2 องศาเซลเซียส

2.5 กรอบแนวความคิด



แผนภูมิที่ 2.1 แสดงกรอบแนวความคิด

2.6 สมมุติฐานในงานวิจัย

ต้นทุนในการทำสวนแนวตั้ง และประสิทธิภาพในการลดการถ่ายเทความร้อนของสวนแนวตั้งแบบ Living Wall ชนิดต่าง ๆ มีต้นทุนในการทำและให้ผลการลดการถ่ายเทความร้อนที่แตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ต้นทุนและการลดความร้อนของสวนแนวตั้งแบบ Living Wall เป็นการศึกษาแบบการติดตั้งสวนแนวตั้ง และเปรียบเทียบต้นทุนการก่อสร้างสวนแนวตั้งต่อการลดการถ่ายเทความร้อน โดยวิธีการทดลองมีดังต่อไปนี้

- 1) ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย
- 2) การเตรียมการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3) การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

งานวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ต้นทุนและการลดความร้อนของสวนแนวตั้งได้มีการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ เพื่อเป็นกรอบการทำงานวิจัยดังต่อไปนี้

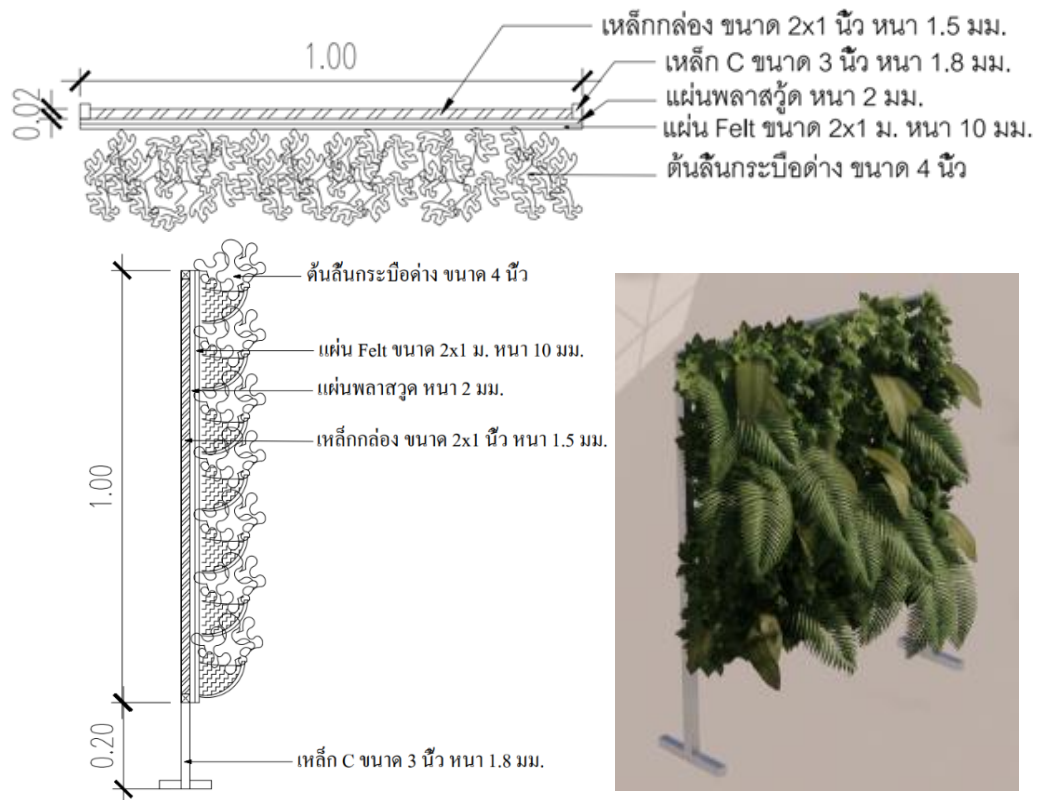
- 3.1.1 ตัวแปรต้น คือ ชนิดของสวนแนวตั้ง
- 3.1.2 ตัวแปรตาม คือ ต้นทุนการก่อสร้างและการลดการถ่ายเทความร้อนของสวนแนวตั้ง
- 3.1.3 ตัวแปรควบคุม คือ
 - 3.1.3.1 สถานที่ตั้งและสภาพแวดล้อม
 - 3.1.3.2 รูปแบบวัสดุและขนาดกล่องทดลอง
 - 3.1.3.3 ทิศทางด้านที่ได้รับแสงแดด
 - 3.1.3.4 ชนิดพรรณไม้
 - 3.1.3.5 การให้น้ำและการดูแลรักษา

3.2 การเตรียมการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยขั้นนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับ การวิเคราะห์ต้นทุนและการลดความร้อนของสวนแนวตั้ง โดยการสร้างกล่องทดลองเพื่อจำลองสภาพของผนังอาคาร และติดตั้งผนังสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) และ Living Wall (Planter Box) โดยมีวิธีการทดลองดังต่อไปนี้

3.2.1 ศึกษาแบบ และวิธีการติดตั้งของสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) และ Living Wall (Planter Box)

3.2.1.1 สวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) มีรูปแบบและวิธีการติดตั้ง เชื่อมเหล็กกล่องขนาด 2 x 1 นิ้ว หนา 1.5 มิลลิเมตร เป็นสี่เหลี่ยมขนาด 1.00 x 1.00 x 1.00 มิลลิเมตร เข้ากับเหล็กตัว C ขนาด 3 นิ้ว หนา 1.8 มิลลิเมตร ยาวขนาด 1.20 เมตร เพื่อทำเป็นขาตั้ง จากนั้นนำแผ่นพลาสติกหนา 2 มิลลิเมตร ขนาด 1.00 x 1.00 เมตร มาติดเข้ากับโครงเหล็กที่เตรียมไว้โดยใช้นอตสกรูเพื่อติดแผ่นพลาสติกเข้ากับเหล็ก และนำแผ่นเฟลท์ขนาด 2.00 x 1.00 เมตร มาพับครึ่งเป็น 2 ทบมาแปะทับบนแผ่นพลาสติกยึดเข้ากับแผ่นพลาสติกด้วยนอตสกรู จากนั้นกีดแผ่นเฟลท์เป็นช่อง ช่องละ 5 เซนติเมตร จะได้ 64 ช่อง และใส่ต้นไม้ลงในช่อง (ดังภาพที่ 3.1 และ 3.2)

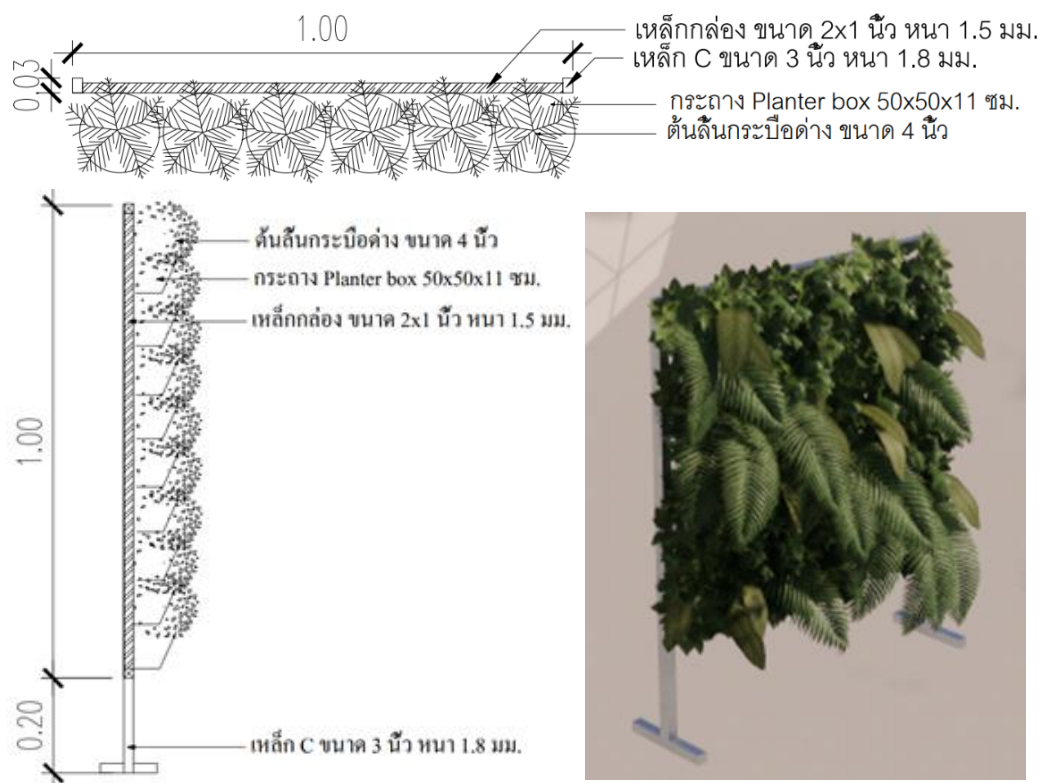


ภาพที่ 3.1 รูปแบบและวิธีการติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer)

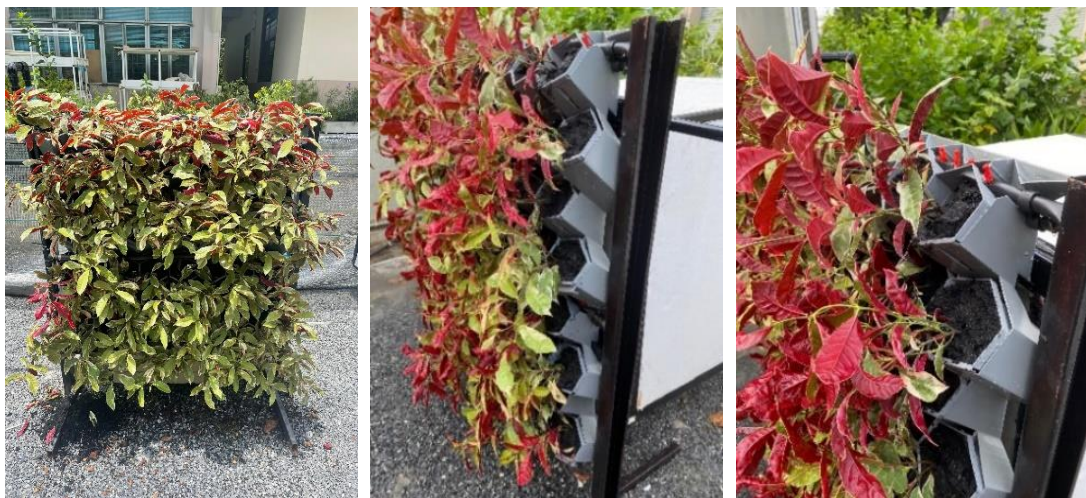


ภาพที่ 3.2 การติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) บริเวณพื้นที่ทดลอง

3.2.1.2 สวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) มีรูปแบบและวิธีการติดตั้ง เชื่อมเหล็กกล่องขนาด 2 x 1 นิ้ว หนา 1.5 มิลลิเมตร เป็นสี่เหลี่ยมขนาด 1.00 x 1.00 x 1.00 เมตร เข้ากับเหล็กตัว C ขนาด 3 นิ้ว หนา 1.8 มิลลิเมตร ยาวขนาด 1.20 เมตร เพื่อทำเป็นขาตั้ง นำเหล็กแผ่นที่มากับชุดกระถาง SCG รุ่น Modular Green Hive ชุด DIY ขนาด 50 x 50 เซนติเมตร สูง 11 เซนติเมตร จำนวน 4 ชุด มาติดเข้ากับเหล็กด้วย น็อตสกรูแล้วแขวนกระถาง SCG ลงไปบนเหล็กแผ่นเหล็กที่ติดกับเหล็กกล่องไว้ กระถาง SCG มี 64 ช่อง ช่องละ 5 เซนติเมตร (ดังภาพที่ 3.3 และ 3.4)



ภาพที่ 3.3 รูปแบบและวิธีการติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box)



ภาพที่ 3.4 การติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) บริเวณพื้นที่ทดลอง

3.2.2 ศึกษาต้นทุนของการก่อสร้างสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) และ Living Wall (Planter Box)

3.2.2.1 ต้นทุนการก่อสร้างสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) คือ การทำโครงสร้างของแผงสวนแนวตั้งและการทำวัสดุเพื่อใช้ในการปลูกพรรณไม้และระบบให้น้ำของสวนแนวตั้ง (ดังตารางที่ 3.1)

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer)

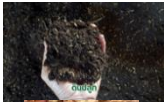
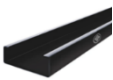
ลำดับ	รายการ	ราคา	รูปภาพ
1	ลึนกระป๋องต่าง ถูละ 4 นิ้ว	4 บาท/ถุง	
2	แผ่นปลูก (Felt Layer) กรีนอินสไพร์ด์ ขนาดหนา 5 มิลลิเมตร	1,712 บาท/ม้วน	
3	ไม้แบบ (ฟิล์มดำ) ขนาด 1.20 x 2.40 เมตรหนา 15 มิลลิเมตร	680 บาท/แผ่น	
4	แผ่นพลาสติกภายนอก ขนาด 1.20 x 2.40 เมตร หนา 2 มิลลิเมตร	363 บาท/แผ่น	
5	น็อตสกรู ขนาด 1/4 นิ้ว	39 บาท/แพ็ค	
6	วัสดุปลูก		
	- ดิน	15 บาท/ถุง	
	- กาบมะพร้าวสับ	25 บาท/ถุง	
7	โครงสร้างเหล็ก		
	- เหล็กกล่อง ขนาด 2 x 1 นิ้ว หนา 1.5 มิลลิเมตร	480 บาท/เส้น	
	- เหล็กตัว C ขนาด 3 นิ้ว หนา 1.8 มิลลิเมตร	580 บาท/เส้น	
8	สีทาเหล็ก (สีดำ)	25 บาท/กระปุก	
9	สีน้ำมันเคลือบเหล็ก	25 บาท/กระปุก	
10	สีกันสนิม	25 บาท/กระปุก	
11	ระบบให้น้ำ		
	- ท่อ PE ขนาด 16 มิลลิเมตร ยาว 20 เมตร	109 บาท/ม้วน	
	- เคเบิลไทร์	160 บาท /แพ็ค	
	- ข้อต่อท่อ/ตัวอุดท่อ	49 บาท/แพ็ค	
	- ที่เจาะรูท่อ PE	86 บาท/อัน	
	- ขาปักน้ำกระถาง	64 บาท/แพ็ค	

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	ราคา	รูปภาพ
	- กาวทาท่อ	30 บาท/กระปุก	
	- เครื่องตั้งเวลารดน้ำ Aqua Star รุ่น Smart Digital Water Timer	1,429 บาท/เครื่อง	

3.2.2.2 ต้นทุนการก่อสร้างสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) คือ การทำโครงสร้างของแผงสวนแนวตั้งและการทำวัสดุเพื่อใช้ในการปลูกพรรณไม้และระบบให้น้ำของสวนแนวตั้ง (ดังตารางที่ 3.2)

ตารางที่ 3.2 แสดงค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box)

ลำดับ	รายการ	ราคา	รูปภาพ
1	ลึนกระป๋องต่าง ถูกละ 4 นิ้ว	4 บาท/ถุง	
2	กระถาง SCG รุ่น Modular Green Hive ชุด DIY ขนาด 5 x 5 x 11 เซนติเมตร	750 บาท/ชุด	
3	วัสดุปลูก		
	- ดิน	15 บาท/ถุง	
	- กาบมะพร้าวสับ	25 บาท/ถุง	
4	โครงสร้างหลัก		
	- เหล็กกล่อง ขนาด 2 x 1 นิ้ว หนา 1.5 มิลลิเมตร	480 บาท/เส้น	
	- เหล็กตัว C ขนาด 3 นิ้ว หนา 1.8 มิลลิเมตร	580 บาท/เส้น	
5	สีทาเหล็ก (สีดำ)	25 บาท/กระปุก	
6	สีน้ำมันเคลือบเหล็ก	25 บาท/กระปุก	
7	สีกันสนิม	25 บาท/กระปุก	
8	ระบบให้น้ำ		
	- ท่อ PE ขนาด 16 มิลลิเมตร	109 บาท/ม้วน	
	- ท่อ PE ขนาด 20 มิลลิเมตร	157 บาท/ม้วน	

ตารางที่ 3.2 แสดงค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	ราคา	รูปภาพ
-	เคเบิลไทร์	160 บาท/แพ็ค	
-	ข้อต่อท่อ/ตัวอุดท่อ	49 บาท/แพ็ค	
-	กาวทาท่อ	30 บาท/กระปุก	
-	ที่เจาะรูท่อ PE	86 บาท/อัน	
-	หัวฉีดสเปรย์ 180 องศา	51 บาท/แพ็ค	
-	เครื่องตั้งเวลารดน้ำ Aqua Star รุ่น Smart Digital Water Timer	1,429 บาท/ชิ้น	

3.2.3 คัดเลือกพรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้ง

งานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการคัดเลือกพรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้ง โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกพรรณไม้ดังกล่าวได้ดัดแปลงจาก Charoenkit and Yiemwattana (2017) โดยมี 5 เกณฑ์ ดังนี้

3.2.3.1 พรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้ง ทำการคัดเลือกพรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้ง โดยการใช้ข้อมูลจากงานออกแบบก่อสร้างสวนแนวตั้ง (เอี่ยมพร วิสมหมาย และคณะ, 2551) (จิรัชลักษณ์ บุณนา, 2555) ได้จำนวนทั้งหมด 72 ต้น (ดังตารางที่ 3.3)

ตารางที่ 3.3 แสดงพรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้ง

ลำดับ	ชนิดพรรณไม้	GFS	LWS	ลักษณะ				การเจริญเติบโต
				ขนาดใบ (เซนติเมตร)	ดิน	แสง	น้ำ	
1	กระดังงาจีน	✓		5	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
2	กระเทียมเถา	✓		5	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
3	จันทร์กระจ่างฟ้า	✓		5 - 9	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
4	ขมิ้น	✓		12	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	กลาง
5	ผักกระเฉด		✓	3	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
6	ผักเป็ดเขียว		✓	3 - 4	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
7	พรมกำมะหยี่		✓	3	ร่วน	ร่มรำไร	กลาง	กลาง
8	พรมญี่ปุ่น		✓	5	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
9	หลิวไต้หวัน		✓	1 - 2	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	เร็ว

ตารางที่ 3.3 แสดงพรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้ง (ต่อ)

ลำดับ	ชนิดพรรณไม้	GFS	LWS	ลักษณะ				การเจริญเติบโต
				ขนาดใบ (เซนติเมตร)	ดิน	แสง	น้ำ	
10	โคลงเคลงเลื้อย		✓	5	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
11	พวงแก้ว	✓		5 - 7	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	กลาง
12	พวงคราม	✓		3 - 4	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	ช้า
13	พวงชมพู	✓		5 - 7	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
14	พวงทองเถา	✓		5 - 6	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	กลาง
16	ไฮโปเอสเทส		✓	2 - 3	ร่วน	เต็มวัน	สูง	เร็ว
17	ว่านรางเงิน		✓	17	ร่วน	ร่มรำไร	กลาง	กลาง
18	ว่านสีทศต่าง		✓	20	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	กลาง
19	หลิวญี่ปุ่น		✓	15	ทุกชนิด	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
20	พรมญี่ปุ่น		✓	5	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
21	สร้อยอินทนิล	✓	✓	13	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
22	สะแกวัลย์	✓		5 - 7	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	กลาง
23	สายน้ำผึ้ง	✓		3 - 4	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
24	สายหยุด	✓		5 - 6	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	กลาง
25	อรพิม	✓		1 - 2	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	กลาง
26	อัญชัน	✓		3 - 4	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
27	กาบหอยแครง		✓	20	ทั่วไป	ร่มรำไร	กลาง-น้อย	เร็ว
28	ก้ามปูหลุด		✓	3 - 5	ทั่วไป	ร่มรำไร	กลาง	เร็ว
29	เกล็ดแก้ว		✓	2 - 3	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	กลาง
30	ดาดตะกั่ว		✓	3 - 4	ร่วน	เต็มวัน	สูง	เร็ว
31	ดาดทับทิม		✓	2 - 3	ร่วน	ร่มรำไร	กลาง	กลาง
32	บุษบาฮาวาย		✓	3 - 5	ทุกชนิด	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
33	ปีกแมลงสาบ		✓	5	ร่วน	ร่มรำไร	กลาง	ช้า
34	เปปเปอร์โรเมีย		✓	3-5	อินทรี ยวตฤ	ร่มรำไร	สูง	กลาง
35	แววมยุรา		✓	5 - 6	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง-สูง	เร็ว
36	กระดุมทองเลื้อย		✓	2 - 3	ทุกชนิด	เต็มวัน	กลาง-สูง	เร็ว

ตารางที่ 3.3 แสดงพรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้ง (ต่อ)

ลำดับ	ชนิดพรรณไม้	GFS	LWS	ลักษณะ				การเจริญเติบโต
				ขนาดใบ (เซนติเมตร)	ดิน	แสง	น้ำ	
37	ฟ้าประดิษฐ์		✓	2	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
38	เวอร์บีน่า		✓	1	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	กลาง
39	เศรษฐีเรือนนอก		✓	20	ร่วน	ร่มรำไร	กลาง	กลาง
40	เศรษฐีเรือนใน		✓	15 - 20	ร่วน	ร่มรำไร	กลาง	กลาง
41	หวดปลาหมึก		✓	10	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
	แคระ							
42	หัวใจม่วง		✓	10 - 12	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	กลาง
43	การะเกดหนู		✓	17	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	กลาง
44	กำแพงเงิน		✓	22	ทุกชนิด	เต็มวัน	สูง	เร็ว
45	ตีนตุ๊กแก	✓		3	ร่วน	เต็มวัน	กลาง-สูง	ช้า
46	ถั่วทอง	✓		5	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
47	บานบุรีเลื้อย	✓		3 - 5	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
48	ใบระบด	✓		12	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
49	ผักบุ้งทอง	✓		5	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็วมาก
50	ผักโขมแดง		✓	2 - 3	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
51	ไฟฟิลิปปินส์ต่าง		✓	4 - 6	ร่วน	ร่มรำไร	กลาง-สูง	กลาง
52	พลับพลึงดินเปิด		✓	25	ทุกชนิด	เต็มวัน-รำไร	สูงทนแล้งได้	กลาง
53	พลับพลึงหนู		✓	20	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	กลาง
54	แพงพวยฝรั่ง		✓	1 - 2	ทราย	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
55	เฟิร์นก้างปลา		✓	25	ทั่วไป	ร่มรำไร	กลาง-มาก	กลาง
56	เฟิร์นใบมะขาม		✓	25	ทั่วไป	ร่มรำไร	กลาง-มาก	กลาง
57	เฟิร์นเกล็ดหอย		✓	25	ทั่วไป	ร่มรำไร	กลาง-มาก	กลาง
58	เศรษฐีเรือนนอก		✓	20	ร่วน	ร่มรำไร	กลาง	กลาง
59	เฟิร์นบอสตัน		✓	25	ทั่วไป	ร่มรำไร	กลาง-มาก	กลาง

ตารางที่ 3.3 แสดงพรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้ง (ต่อ)

ลำดับ	ชนิดพรรณไม้	GFS	LWS	ลักษณะ				การเจริญเติบโต
				ขนาดใบ (เซนติเมตร)	ดิน	แสง	น้ำ	
60	เขี้ยวหมื่นปี		✓	14 - 20	ร่วน	ร่มรำไร	กลาง	กลาง
61	คล้า		✓	15	ร่วน	ร่มรำไร	สูง	ช้า
62	เงินไหลมา		✓	5 - 9	ทุกชนิด	ร่มรำไร	สูง	เร็ว
63	ขี้มูกกระต่ายเขี้ยว		✓	20	ร่วน-เหนียว	ร่มรำไร	สูง	กลาง
64	เตยหอม		✓	20	ร่วน-เหนียว	เต็มวัน	สูง	เร็ว
65	พวงแสดเถา	✓		3	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
66	เฟื่องฟ้า	✓		3	ทั่วไป	เต็มวัน	ต่ำ	กลาง
67	มะลิพวง	✓		4 - 5	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	กลาง
68	พลูด่าง	✓	✓	7 - 10	ทั่วไป	ร่มรำไร	กลาง	เร็ว
69	ลิ้นกระบือต่าง		✓	2 - 5	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
70	โคลงเคลงต้น		✓	3	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
71	ฟิลิซานดา		✓	20	ร่วน	ร่มรำไร	กลาง	เร็ว
72	มอนสเตอร์		✓	25	ทั่วไป	ร่มรำไร	กลาง	เร็ว

หมายเหตุ : GFS = หมายถึง สวนแนวตั้งแบบ Green Facade

LWS = หมายถึง สวนแนวตั้งแบบ Living Wall

3.2.3.2 พรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้งแบบ Living Wall ทำการคัดเลือกพรรณไม้อายุยืนและดูแลรักษาง่าย โดยการใช้ข้อมูลจากงานออกแบบก่อสร้างสวนแนวตั้ง (เอื้อมพร วิสมหมาย และคณะ, 2551) (จิวิลักษณ์ บุณนา, 2555) ได้จำนวนทั้งหมด 48 ต้น (ดังตารางที่ 3.4)

ตารางที่ 3.4 แสดงพรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้งแบบ Living Wall

ลำดับ	ชนิดพรรณไม้	GFS	LWS	ลักษณะ				การเจริญเติบโต
				ขนาดใบ (เซนติเมตร)	ดิน	แสง	น้ำ	
1	ผกากรองเลื้อย		✓	3	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
2	ผักเป็ดเขียว		✓	3 - 4	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
3	พรมกำมะหยี่		✓	3	ร่วน	ร่มรำไร	กลาง	กลาง
4	พรมญี่ปุ่น		✓	5	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว

ตารางที่ 3.4 แสดงพรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (ต่อ)

ลำดับ	ชนิดพรรณไม้	GFS	LWS	ลักษณะ				การเจริญเติบโต
				ขนาดใบ (เซนติเมตร)	ดิน	แสง	น้ำ	
5	หลิวไต้หวัน		✓	1 - 2	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
6	โคลงเคลงเลื้อย		✓	5	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
7	ไฮโปเอสเทส		✓	2 - 3	ร่วน	เต็มวัน	สูง	เร็ว
8	ว่านรางเงิน		✓	17	ร่วน	ร่มรำไร	กลาง	กลาง
9	ว่านสีทึดต่าง		✓	20	ร่วน	เต็มวัน	กลาง- สูง	กลาง
10	หลิวญี่ปุ่น		✓	15	ทุก ชนิด	เต็มวัน	กลาง- สูง	เร็ว
11	พรมญี่ปุ่น		✓	5	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
12	กาบหอยแครง		✓	20	ทั่วไป	ร่มรำไร	กลาง- น้อย	เร็ว
13	ก้ามปูหลุด		✓	3 - 5	ทั่วไป	ร่มรำไร	กลาง	เร็ว
14	เกล็ดแก้ว		✓	2 - 3	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	กลาง
15	ดาดตะกั่ว		✓	3 - 4	ร่วน	เต็มวัน	สูง	เร็ว
16	ดาดหับทิม		✓	2 - 3	ร่วน	ร่มรำไร	กลาง	กลาง
17	บุษบาฮาวาย		✓	3 - 5	ทุก ชนิด	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
18	ปีกแมลงสาบ		✓	5	ร่วน	ร่มรำไร	กลาง	ช้า
19	เปปเปอร์โรเมีย		✓	3 - 5	อินทรี ยวตฤ	ร่มรำไร	สูง	กลาง
20	แววมยุรา		✓	5 - 6	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง- สูง	เร็ว
21	กระดุมทองเลื้อย		✓	2 - 3	ทุก ชนิด	เต็มวัน	กลาง- สูง	เร็ว
22	ฟ้าประดิษฐ์		✓	2	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
23	เวอร์บีน่า		✓	1	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	กลาง
24	เศรษฐีเรือนนอก		✓	20	ร่วน	ร่มรำไร	กลาง	กลาง
25	เศรษฐีเรือนใน		✓	15 - 20	ร่วน	ร่มรำไร	กลาง	กลาง
26	หนวดปลาหมึก		✓	10	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
27	ห้วใจม่วง		✓	10 - 12	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	กลาง
28	การะเกดหนู		✓	17	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	กลาง
29	กำแพงเงิน		✓	22	ทุก ชนิด	เต็มวัน	สูง	เร็ว

ตารางที่ 3.4 แสดงพรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (ต่อ)

ลำดับ	ชนิดพรรณไม้	GFS	LWS	ลักษณะ				การเจริญเติบโต
				ขนาดใบ (เซนติเมตร)	ดิน	แสง	น้ำ	
30	ผักโขมแดง		✓	2 - 3	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
31	ไผ่ฟิลิปปินส์ต่าง		✓	4 - 6	ร่วน	ร่มรำไร	กลาง- สูง	กลาง
32	พลับพลึงดินเป็ด		✓	25	ทุก ชนิด	เต็มวัน- รำไร	สูง ทน แล้งได้	กลาง
33	พลับพลึงหนู		✓	20	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	กลาง
34	แพงพวยฝรั่ง		✓	1 - 2	ทราย	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
35	เฟิร์นก้านปลา		✓	25	ทั่วไป	ร่มรำไร	กลาง- มาก	กลาง
36	เฟิร์นใบมะขาม		✓	25	ทั่วไป	ร่มรำไร	กลาง- มาก	กลาง
37	เฟิร์นเกล็ดหอย		✓	25	ทั่วไป	ร่มรำไร	กลาง- มาก	กลาง
38	เศรษฐีเรือนนอก		✓	20	ร่วน	ร่มรำไร	กลาง	กลาง
39	เฟิร์นบอสตัน		✓	25	ทั่วไป	ร่มรำไร	กลาง- มาก	กลาง
40	เขี้ยวหมื่นปี		✓	14 - 20	ร่วน	ร่มรำไร	กลาง	กลาง
41	คล้า		✓	15	ร่วน	ร่มรำไร	สูง	ช้า
42	เงินไหลมา		✓	5 - 9	ทุก ชนิด	ร่มรำไร	สูง	เร็ว
43	ขี้มกระต่ายเขี้ยว		✓	20	ร่วน- เหนียว	ร่มรำไร	สูง	กลาง
44	เตยหอม		✓	20	ร่วน- เหนียว	เต็มวัน	สูง	เร็ว
45	ลิ้นกระบือต่าง		✓	2 - 5	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
46	โคลงเคลงต้น		✓	3	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
47	พิไลชานาดู		✓	20	ร่วน	ร่มรำไร	กลาง	เร็ว
48	มอนสเตอร์รา		✓	25	ทั่วไป	ร่มรำไร	กลาง	เร็ว

หมายเหตุ : GFS = หมายถึง สวนแนวตั้งแบบ Green Facade

LWS = หมายถึง สวนแนวตั้งแบบ Living Wall

3.2.3.3 พรรณไม้อายุยืนและดูแลรักษาง่าย ทำการคัดเลือกพรรณไม้อายุยืนและดูแลรักษาง่าย โดยการใช้ข้อมูลจากงานออกแบบก่อสร้างสวนแนวตั้ง (เอี่ยมพร วิสมหมาย และคณะ, 2551) (จิวิลักษณ์ บุณนา, 2555) ทั้งหมด 40 ต้น (ดังตารางที่ 3.5)

ตารางที่ 3.5 แสดงพรรณไม้อายุยืนและดูแลรักษาง่าย

ลำดับ	ชนิดพรรณไม้	GFS	LWS	ลักษณะ				การเจริญเติบโต
				ขนาดใบ (เซนติเมตร)	ดิน	แสง	น้ำ	
1	ผกากรองเลื้อย		✓	3	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
2	ผักเป็ดเขียว		✓	3 - 4	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
3	พรมกำมะหยี่		✓	3	ร่วน	ร่มรำไร	กลาง	กลาง
4	พรมญี่ปุ่น		✓	5	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
5	หลิวไต้หวัน		✓	1 - 2	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
6	โคลงเคลงเลื้อย		✓	5	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
7	ว่านรางเงิน		✓	17	ร่วน	ร่มรำไร	กลาง	กลาง
8	ว่านสีทศต่าง		✓	20	ร่วน	เต็มวัน	กลาง- สูง	กลาง
9	หลิวญี่ปุ่น		✓	15	ทุก ชนิด	เต็มวัน	กลาง- สูง	เร็ว
10	พรมญี่ปุ่น		✓	5	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
11	กาบหอยแครง		✓	20	ทั่วไป	ร่มรำไร	กลาง- น้อย	เร็ว
12	ก้ามปูหลุด		✓	3 - 5	ทั่วไป	ร่มรำไร	กลาง	เร็ว
13	เกล็ดแก้ว		✓	2 - 3	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	กลาง
14	ดาดพัทธิม		✓	2 - 3	ร่วน	ร่มรำไร	กลาง	กลาง
15	บุษบาฮาวาย		✓	3 - 5	ทุก ชนิด	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
16	ปีกแมลงสาบ		✓	5	ร่วน	ร่มรำไร	กลาง	ช้า
17	แววมยุรา		✓	5 - 6	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง- สูง	เร็ว
18	กระดุมทองเลื้อย		✓	2 - 3	ทุก ชนิด	เต็มวัน	กลาง- สูง	เร็ว
19	ฟ้าประดิษฐ์		✓	2	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
20	เวอร์บีน่า		✓	1	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	กลาง
21	เศรษฐีเรือนนอก		✓	20	ร่วน	ร่มรำไร	กลาง	กลาง
22	เศรษฐีเรือนใน		✓	15 - 20	ร่วน	ร่มรำไร	กลาง	กลาง
23	หนวดปลาหมึก		✓	10	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
แคระ								

ตารางที่ 3.5 แสดงพรรณไม้อายุยืนและดูแลรักษาง่าย (ต่อ)

ลำดับ	ชนิดพรรณไม้	GFS	LWS	ลักษณะ				การเจริญเติบโต
				ขนาดใบ (เซนติเมตร)	ดิน	แสง	น้ำ	
24	หัวใจม่วง		✓	10 - 12	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	กลาง
25	การะเกดหนู		✓	17	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	กลาง
26	ผักโขมแดง		✓	2 - 3	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
27	ไผ่ฟิลิปปินส์ต่าง		✓	4 - 6	ร่วน	ร่มรำไร	กลาง- สูง	กลาง
28	พลับพลึงตีนเป็ด		✓	25	ทุกชนิด	เต็มวัน- รำไร	สูง ทน แล้ง ได้	กลาง
29	พลับพลึงหนู		✓	20	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	กลาง
30	แพงพวยฝรั่ง		✓	1 - 2	ทราย	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
31	เฟิร์นก้างปลา		✓	25	ทั่วไป	ร่มรำไร	กลาง- มาก	กลาง
32	เฟิร์นใบมะขาม		✓	25	ทั่วไป	ร่มรำไร	กลาง- มาก	กลาง
33	เฟิร์นเกล็ดหอย		✓	25	ทั่วไป	ร่มรำไร	กลาง- มาก	กลาง
34	เศรษฐีเรือนนอก		✓	20	ร่วน	ร่มรำไร	กลาง	กลาง
35	เฟิร์นบอสตัน		✓	25	ทั่วไป	ร่มรำไร	กลาง- มาก	กลาง
36	เขียวหมื่นปี		✓	14 - 20	ร่วน	ร่มรำไร	กลาง	กลาง
37	ลิ้นกระบือต่าง		✓	2 - 5	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
38	โคลงเคลงต้น		✓	3	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
39	ฟิลิปปินส์		✓	20	ร่วน	ร่มรำไร	กลาง	เร็ว
40	มอนสเตอร์		✓	25	ทั่วไป	ร่มรำไร	กลาง	เร็ว

หมายเหตุ : GFS = หมายถึง สวนแนวตั้งแบบ Green Facade

LWS = หมายถึง สวนแนวตั้งแบบ Living Wall

3.2.3.4 พรรณไม้ที่สามารถทนต่อการได้รับแสงแดดตลอดทั้งวัน ทำการคัดเลือกพรรณไม้ที่สามารถทนต่อการได้รับแสงแดดตลอดทั้งวัน โดยใช้ข้อมูลจากงานออกแบบก่อสร้างสวนแนวตั้ง (เอี่ยมพร วิสหมาย และคณะ, 2551) (ธีวลักษณ์ บุณาค, 2555) ได้จำนวนทั้งหมด 23 ต้น (ดังตารางที่ 3.6)

ตารางที่ 3.6 แสดงพรรณไม้ที่สามารถทนต่อการได้รับแสงแดดตลอดทั้งวัน

ลำดับ	ชนิดพรรณไม้	GFS	LWS	ลักษณะ				การเจริญเติบโต
				ขนาดใบ (เซนติเมตร)	ดิน	แสง	น้ำ	
1	ผกากรองเลื้อย		✓	3	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
2	ผักเป็ดเขียว		✓	3 – 4	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
3	พรมญี่ปุ่น		✓	5	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
4	หลิวไต้หวัน		✓	1 – 2	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
5	โคลงเคลงเลื้อย		✓	5	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
6	ว่านสีที่แตกต่าง		✓	20	ร่วน	เต็มวัน	กลาง- สูง	กลาง
7	หลิวญี่ปุ่น		✓	15	ทุก ชนิด	เต็มวัน	กลาง- สูง	เร็ว
8	พรมญี่ปุ่น		✓	5	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
9	เกล็ดแก้ว		✓	2 – 3	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	กลาง
10								
11	บุษบาฮาวาย		✓	3 – 5	ทุก ชนิด	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
12	แววมยุรา		✓	5 – 6	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง- สูง	เร็ว
13	กระดุมทองเลื้อย		✓	2 – 3	ทุก ชนิด	เต็มวัน	กลาง- สูง	เร็ว
14	ฟ้าประดิษฐ์		✓	2	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
15	เวอร์บีน่า		✓	1	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	กลาง
16	หนวดปลาหมึก แคระ		✓	10	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
17	หัวใจม่วง		✓	10 – 12	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	กลาง
18	การะเกดหนู		✓	17	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	กลาง
19	ผักโขมแดง		✓	2 – 3	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
20	พลับพลึงหนู		✓	20	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	กลาง
21	แพงพวยฝรั่ง		✓	1 – 2	ทราย	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
22	ลิ้นกระป๋องต่าง		✓	2 - 5	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
23	โคลงเคลงต้น		✓	3	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
19	ผักโขมแดง		✓	2 – 3	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
20	พลับพลึงหนู		✓	20	ร่วน	เต็มวัน	กลาง	กลาง
21	แพงพวยฝรั่ง		✓	1 – 2	ทราย	เต็มวัน	กลาง	เร็ว
22	ลิ้นกระป๋องต่าง		✓	2 - 5	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว

ตารางที่ 3.6 แสดงพรรณไม้ที่สามารถทนต่อการได้รับแสงแดดตลอดทั้งวัน (ต่อ)

ลำดับ	ชนิดพรรณไม้	GFS	LWS	ลักษณะ				การเจริญเติบโต
				ขนาดใบ (เซนติเมตร)	ดิน	แสง	น้ำ	
23	โคลงเคลงต้น		✓	3	ทั่วไป	เต็มวัน	กลาง	เร็ว

หมายเหตุ : GFS = หมายถึง สวนแนวตั้งแบบ Green Facade

LWS = หมายถึง สวนแนวตั้งแบบ Living Wall

3.2.3.5 พรรณไม้ที่สามารถหาซื้อได้ง่ายในท้องตลาด ทำการคัดเลือกพรรณไม้ที่สามารถหาซื้อได้ในท้องตลาด โดยการใช้ข้อมูลจากงานออกแบบก่อสร้างสวนแนวตั้ง (เอี่ยมพร วิสมหมาย และคณะ, 2551) (จิวิลักษณ์ บุณนาค, 2555) ได้จำนวนทั้งหมด 1 ต้น (ดังตารางที่ 3.7)

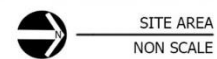
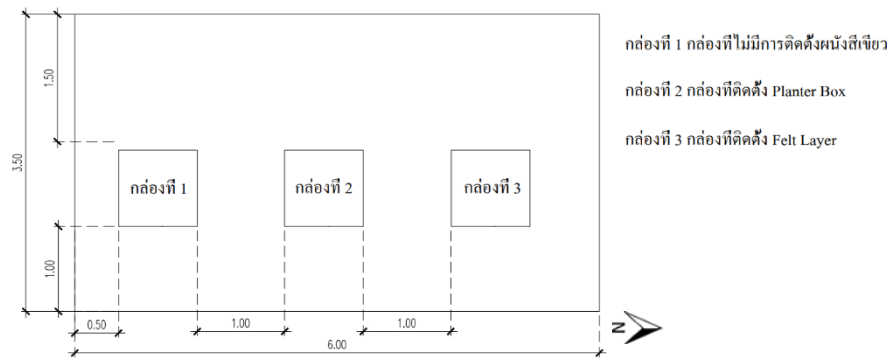
ตารางที่ 3.7 แสดงพรรณไม้ที่หาซื้อได้ง่ายในท้องตลาด

ชนิดพรรณไม้	ลักษณะพรรณไม้	สภาพแวดล้อม	การใช้งาน
ชื่อไทย : ลิ้นกระบือต่าง	ขนาด : ไม้พุ่มขนาดเล็ก	ดิน : ทั่วไป	นิยมปลูกเป็นไม้
ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Excoecaria cochinchinensis</i>	ลำต้น : สีน้ำตาล	น้ำ : ปานกลาง	ประดับ หรือ
	ใบ : ใบเดี่ยว ใบเป็นรูปไข่	แสง : แดดเต็มวัน	พรรณไม้ในสวน
ชื่อสามัญ : Yellow Star	มีสีเขียวต่าง ท้องใบ	ขนาดใบ : 2-5 ซม.	แนวตั้งเพื่อกัน
วงศ์ : EUPHORBIACEAE	เป็นสีแดง	การเจริญเติบโต : เร็ว	แสงแดดและให้
	ดอก : ช่อดอกตัวผู้มี		ความสวยงาม
	ดอกย่อยจำนวนมาก		
	ช่อดอกตัวเมีย มีเพียง 2 - 3 ดอก		



3.2.4 คัดเลือกสถานที่เพื่อทำการทดลอง

สถานที่ทำการทดลอง คือ พื้นที่บริเวณแผนกเพาะพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เนื่องจากเป็นพื้นที่เปิดโล่งไม่มีต้นไม้ปกคลุมและไม่มีอาคารข้างเคียงมาบดบังแสงแดดภายในพื้นที่ทดลอง (ดังภาพที่ 3.5)

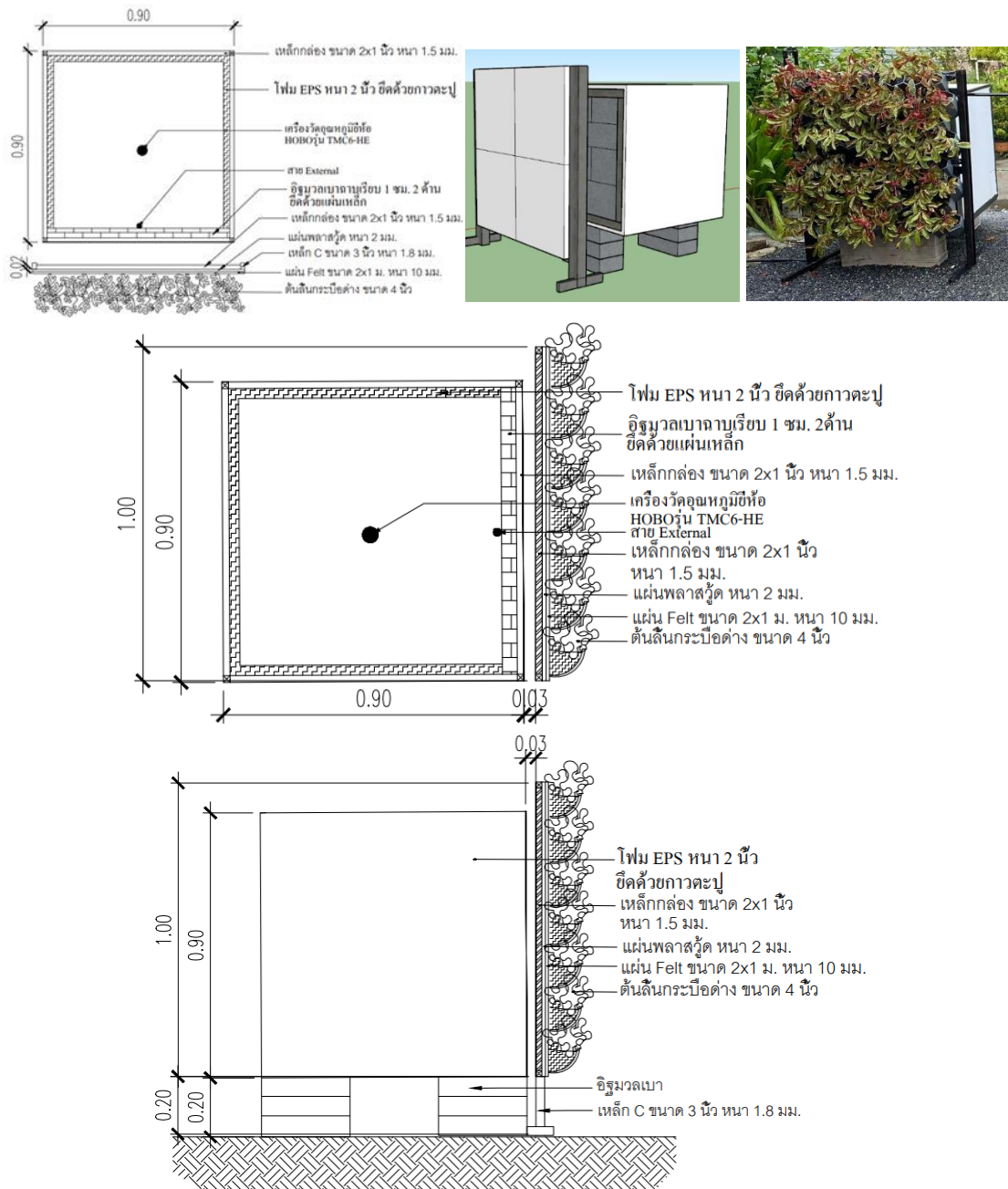


ภาพที่ 3.5 สถานที่ทำการทดลอง

3.2.5 สร้างกล่องทดลอง เพื่อจำลองสภาพของผนังอาคาร

การทดลองนี้ได้ทำการจำลองสภาพของผนังอาคาร โดยทำการสร้างกล่องทดลองขนาด $0.90 \times 0.90 \times 0.90$ เมตร จำนวน 3 กล่อง คือ กล่องที่ 1 ไม่มีการติดตั้งผนังสีเขียว กล่องที่ 2 ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) กล่องที่ 3 ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) ซึ่งวัสดุที่ใช้ทำกล่อง คือ โฟม EPS หนา 2 นิ้ว ความหนาแน่น 1 ปอนด์ ยึดด้วยกาวตะปู เพื่อจำลองสภาพผนังอาคาร และในส่วนด้านที่ใช้ในการทดลองใช้เป็นผนังทึบ โดยการก่ออิฐมวลเบาฉาบเรียบ ความหนา

32



ภาพที่ 3.8 กล่องทดลองที่ 3 ที่มีการติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer)

3.2.6 การเตรียมอุปกรณ์ และเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยชิ้นนี้ทำการเก็บข้อมูลต่าง ๆ โดยเลือกใช้การบันทึกข้อมูล (Data logger) ด้วยเครื่องมือวัดอุณหภูมิ ยี่ห้อ HOBO รุ่น TMC6-HE พร้อมสาย External เพื่อวัดอุณหภูมิ เครื่องมือวัดอุณหภูมิ ยี่ห้อ HOBO รุ่น TMC6-HE มีค่าความคลาดเคลื่อน ± 0.25 องศาเซลเซียส ดังแสดงในภาพที่ 3.8 โดยเป็นการวัดอุณหภูมิผนังภายในและบริเวณกลางกล่องทดลอง และทำการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 5 วัน จำนวน 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 วันที่ 7 - 11 พฤษภาคม 2565 และครั้งที่ 2 วันที่ 13 - 17 พฤษภาคม 2565 ด้วยเครื่องมือวัดอุณหภูมิ ยี่ห้อ HOBO รุ่น TMC6-HE พร้อมสาย External ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อน ± 0.25 องศาเซลเซียส โดยทำการวัดอุณหภูมิผนังภายในและบริเวณกลางกล่องทดลองและเก็บข้อมูลทุก ๆ

30 นาที และแบ่งการเก็บข้อมูลเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงกลางวัน (Day Time) 06.00 - 18.00 น. และช่วงกลางคืน (Night Time) 18.00 - 06.00 น.



ภาพที่ 3.9 เครื่องวัดอุณหภูมิ ยี่ห้อ HOBO รุ่น TMC6-HE พร้อมสาย External

3.2.7 ติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิภายในกล่องทดลองทั้ง 3 กล่อง เพื่อเก็บข้อมูลอุณหภูมิตั้งแต่เวลา 06.00 - 18.00 น. และ 18.00 - 06.00 น.



ภาพที่ 3.10 ติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิภายในกล่องทดลอง

3.2.8 การทดลองและเก็บข้อมูล ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการสร้างกล่องทดลองขึ้นมาเพื่อเก็บข้อมูลอุณหภูมิภายในกล่องทดลอง และทำการวางทิศทางด้านที่ทดสอบอุณหภูมิให้ได้รับแสงแดด (ทิศตะวันตก) มากที่สุด โดยแบ่งชุดการทดลองเป็น 3 ชุดการทดลอง คือ กล่องที่ 1 ไม่มีการติดตั้งผนังสีเขียว กล่องที่ 2 ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) กล่องที่ 3 ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer)



ภาพที่ 3.11 ทดลองและเก็บข้อมูล

3.2.9 วิเคราะห์ต้นทุนการก่อสร้าง และการลดการถ่ายเทความร้อน

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยชิ้นนี้ทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการลดการถ่ายเทความร้อนของสวนแนวตั้ง โดยเป็นการวิเคราะห์ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) มีหน่วยการทดลองทั้งหมด 3 หน่วย 2 ซ้ำ การทดลอง 3 หน่วย คือ จำนวนชุดการทดลองทั้งหมด 3 ชุด ประกอบไปด้วย ชุดที่ 1 คือกล่องที่ไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้ง ชุดที่ 2 กล่องที่มีการติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) ชุดที่ 3 กล่องที่มีการติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) ส่วน 2 ซ้ำ คือ อาทิตย์แรกเราจะเก็บค่าอุณหภูมินับเป็น 1 ครั้ง และอาทิตย์ที่ 2 เราจะเก็บค่าอุณหภูมิอีก 1 ครั้ง เราจึงเรียกว่า 2 ซ้ำ

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ต้นทุนและการลดความร้อนของสวนแนวตั้ง ได้ทำการศึกษาด้านต้นทุนการก่อสร้างและทำการทดสอบการลดการถ่ายเทความร้อนของสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) และ Living Wall (Planter Box) โดยสรุปผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

- 1) ต้นทุนการก่อสร้างสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) และ Living Wall (Planter Box)
- 2) การลดการถ่ายเทความร้อนของสวนแนวตั้ง
- 3) เปรียบเทียบต้นทุนการก่อสร้างสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) และ Living Wall (Planter Box) ที่มีผลต่อการลดการถ่ายเทความร้อน

4.1 ต้นทุนการก่อสร้างสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) และ Living Wall (Planter Box)

4.1.1 สวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer)

ผลของการศึกษาด้านต้นทุนการก่อสร้างสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) ขนาด 1 ตารางเมตร ราคาทั้งหมด 2,889.93 บาท โดยมีรายการวัสดุดังต่อไปนี้ คือ 1) โครงสร้างของแผงสวนแนวตั้ง ราคา 1,055.95 บาท ได้แก่ เหล็กกล่อง ขนาด 2 x 1 นิ้ว หนา 1.5 มิลลิเมตร เหล็กตัว C ขนาด 3 นิ้ว หนา 1.8 มิลลิเมตร ไม้แบบ (ฟิล์มดำ) ขนาด 1.20 x 2.40 เมตร หนา 15 มิลลิเมตร แผ่นพลาสติกภายนอก ขนาด 1.20 x 2.40 เมตร หนา 2 มิลลิเมตร สีทาเหล็ก แผ่นเฟลท์ หนา 5 มิลลิเมตร อุปกรณ์ยึดติดโครงสร้างสวนแนวตั้ง 2) พรรณไม้และวัสดุปลูกพืชของสวนแนวตั้ง ราคา 296.00 บาท ได้แก่ ลี้นกระป๋องต่าง ถู 4 นิ้ว ดิน กาบมะพร้าวสับ 3) ระบบให้น้ำของสวนแนวตั้ง ราคา 1,537.98 บาท ได้แก่ ท่อ PE ขนาด 16 มิลลิเมตร ข้อต่อท่อ PE 3 ทาง เกลียวใน ขนาด 16 มิลลิเมตร ข้อต่อท่อ PE แปลงเกลียวนอก ขนาด 16 มิลลิเมตร ตัวรัดปลายท่อ ขนาด 16 มิลลิเมตร เคเบิลไทร์ ขาปากน้ำหยดกระถาง ข้อต่อสายมินิสปริงเกอร์ กาวทาท่อกระป๋องเล็ก เครื่องตั้งเวลารดน้ำ โดยมีรายละเอียดการก่อสร้าง ดังนี้

ตารางที่ 4.1 รายการการประมาณราคาต้นทุนการก่อสร้างสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer)

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาวัสดุ/ หน่วย (บาท)	รวมค่าวัสดุ (บาท)
1	ลี้นกระป๋องต่าง ถู 4 นิ้ว	64	ถู	4.00	256.00
2	แผ่นปลูก (Felt Layer) ขนาด หนา 5 มิลลิเมตร บริษัท Green inspired	2	ตร.ม.	45.65	91.30
3	แผ่นพลาสติก ภายนอก ขนาด 1.20 x 2.40 เมตร หนา 2 มิลลิเมตร	1	ตร.ม.	126.04	126.04
4	น็อตสกรู ขนาด 1/4 นิ้ว	12	ตัว	8.00	96.00

ตารางที่ 4.1 รายการการประมาณราคาต้นทุนการก่อสร้างแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาวัสดุ/ หน่วย (บาท)	รวมค่าวัสดุ (บาท)
5	ไม้แบบ (ฟิล์มดำ) ขนาด 1.20 x 2.40 มิลลิเมตร หนา 15 มิลลิเมตร	1	ตร.ม.	236.11	236.11
6	ดิน	1	ถุง	15.00	15.00
7	กาบมะพร้าวสับ	1	ถุง	25.00	25.00
8	เหล็กกล่อง ขนาด 2 x 1 นิ้ว หนา 1.5 มิลลิเมตร	1.80	เมตร	80	164.00
9	เหล็กตัว C ขนาด 3 นิ้ว หนา 1.8 มิลลิเมตร	2.40	เมตร	97.67	242.50
10	สีทาเหล็ก (สีดำ)	2	กระปุก	25.00	50.00
11	สีน้ำมันเคลือบเงา	1	กระปุก	25.00	25.00
12	สีกันสนิม	1	กระปุก	25.00	25.00
13	ท่อ PE ขนาด 16 มิลลิเมตร	5	เมตร	5.45	27.25
14	เคเบิลไทร์	14	ชิ้น	1.60	22.40
15	ตัวรัดปลายท่อ ขนาด 16 มิลลิเมตร	5	อัน	3.40	17.00
16	ข้อต่อท่อ PE 3 ทางเกลียวใน ขนาด 16 มิลลิเมตร	4	อัน	11.00	44.00
17	ข้อต่อท่อ PE แปลงเกลียวนอก ขนาด 16 มิลลิเมตร	4	อัน	2.20	8.80
18	ขาปักน้ำหยดกระถาง	64	ตัว	1.00	64.00
19	ข้อต่อสายมินิสปริงเกอร์	64	ตัว	0.49	31.36
20	กาวทาท่อกระปุกเล็ก	1	กระปุก	30.00	30.00
21	เครื่องตั้งเวลารดน้ำ Aqua Star รุ่น Smart Digital Water Timer	1	เครื่อง	1,429.00	1,429.00
ราคารวมทั้งหมด					2,889.93 บาท

4.1.2 สวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box)

ผลของการศึกษาต้นทุนการก่อสร้างสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) ขนาด 1 ตารางเมตร ราคาทั้งหมด 5,331.28 บาท โดยมีรายการวัสดุดังต่อไปนี้ คือ 1) โครงสร้างของแผงสวนแนวตั้งราคา 3,506.50 บาท ได้แก่ เหล็กกล่อง ขนาด 2 x 1 นิ้ว หนา 1.5 มิลลิเมตร เหล็กตัว C ขนาด 3 นิ้ว หนา 1.8 มิลลิเมตร สีทาเหล็ก กระถางปลูก (Planter Box) ของ SCG รุ่น Modular Green Hive ชุด DIY ขนาด 5 x 5 x 11 เซนติเมตร 2) พรรณไม้และวัสดุปลูกพืชของสวนแนวตั้ง ราคา 296.00 บาท ได้แก่ ลิ้นกระบือต่าง ถุง 4 นิ้ว ดิน กาบมะพร้าวสับ 3) ระบบให้น้ำของสวนแนวตั้ง ราคา 1,528.78 บาท ได้แก่ ท่อ PE ขนาด 16 มิลลิเมตร ท่อ PE ขนาด 20 มิลลิเมตร ตัวรัดปลายท่อ ขนาด 16 มิลลิเมตร ข้อต่อท่อ

PE แปลงเกลียวนอก ขนาด 16 มิลลิเมตร ข้อต่อท่อ PE 3 ทาง เกลียวใน ขนาด 16 มิลลิเมตร ตัวอุดท่อ PVC ขนาด 16 มิลลิเมตร กาวทาท่อกะปุกเล็ก หัวฉีดสเปรย์ 180 องศา เครื่องตั้งเวลารดน้ำ โดยมีรายละเอียดการก่อสร้าง ดังนี้

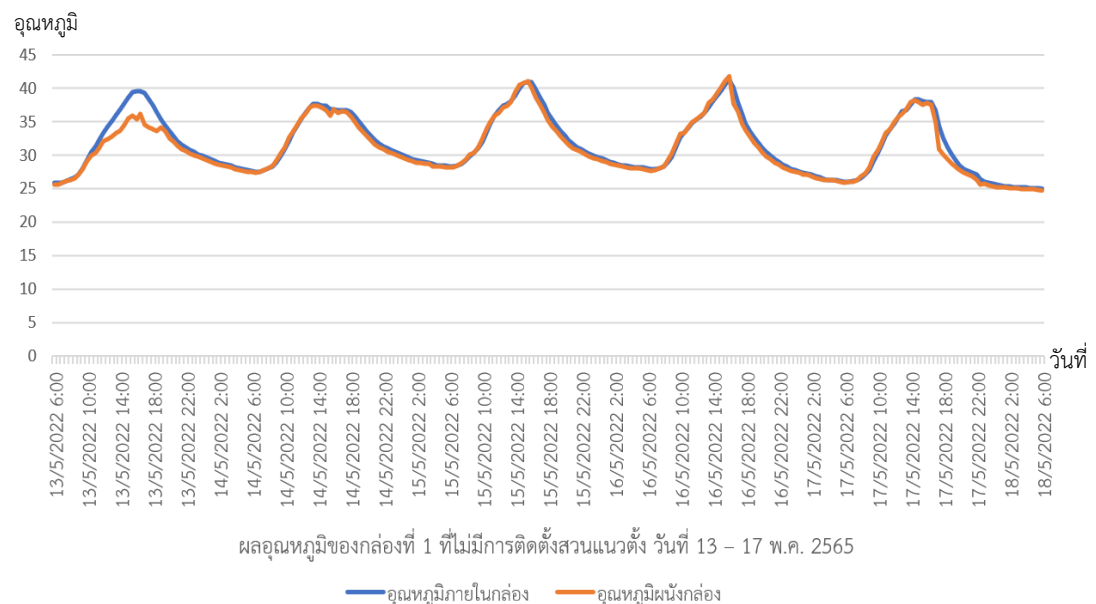
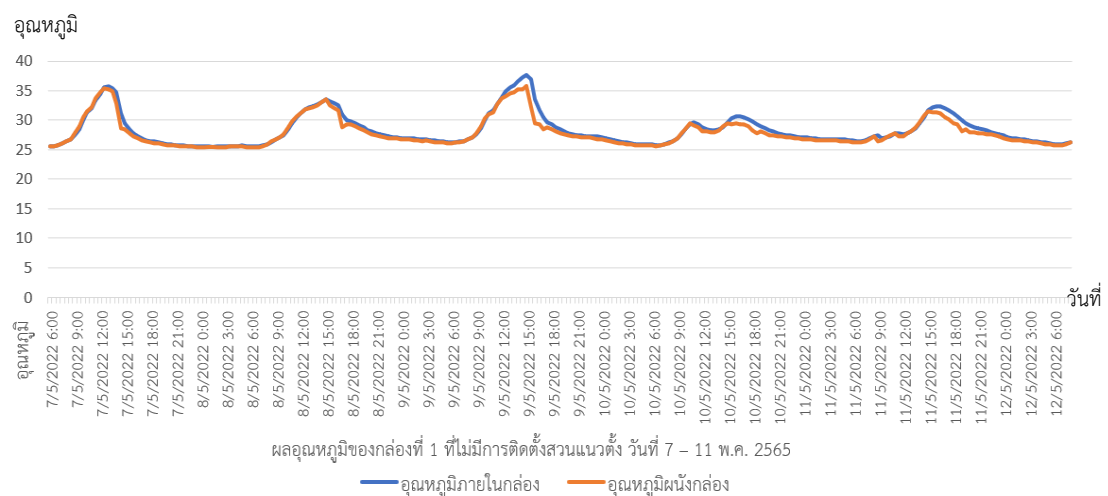
ตารางที่ 4.2 แสดงต้นทุนการก่อสร้างสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box)

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาวัสดุ/ หน่วย (บาท)	รวมค่าวัสดุ (บาท)
1	ลึนกระป๋องต่าง ถู 4 นิ้ว	64	ถู	4.00	256.00
2	กระถางปลูก (Planter Box) ของ SCG รุ่น Modular Green Hive ชุด DIY ขนาด 5 x 5 x 11 เซนติเมตร	4	ชุด	750.00	3,000.00
3	ดินปลูก	1	ถู	15.00	15.00
4	กาบมะพร้าวสับ	1	ถู	25.00	25.00
5	เหล็กกล่อง ขนาด 2 x 1 นิ้ว หนา 1.5 มิลลิเมตร	1.80	เมตร	80	164.00
6	เหล็กตัว C ขนาด ขนาด 3 นิ้ว หนา 1.8 มิลลิเมตร	2.40	เมตร	97.67	242.50
7	สีทาเหล็ก (สีดำ)	2	กระปุก	25.00	50.00
8	สีน้ำมันเคลือบเงา	1	กระปุก	25.00	25.00
9	สีกันสนิม	1	กระปุก	25.00	25.00
10	ท่อ PE ขนาด 16 มิลลิเมตร	1.50	เมตร	5.45	8.17
11	ท่อ PE ขนาด 20 มิลลิเมตร	1.00	เมตร	7.85	7.85
12	เคเบิลไทร์	4	ชิ้น	1.60	6.40
13	ตัวรัดปลายท่อ ขนาด 16 มิลลิเมตร	2	อัน	3.40	6.80
14	ข้อต่อท่อ PE แปลงเกลียวนอก ขนาด 16 มิลลิเมตร	2	อัน	2.20	4.40
15	ข้อต่อท่อ PE 3 ทาง เกลียวใน ขนาด 16 มิลลิเมตร	2	อัน	11.00	22.00
16	ตัวอุดท่อ PVC ขนาด 20 มม.	1	อัน	6.00	6.00
17	กาวทาท่อกะปุกเล็ก	1	กระปุก	30.00	30.00
18	หัวฉีดสเปรย์ 180 องศา	16	ตัว	0.51	8.16
19	เครื่องตั้งเวลารดน้ำ Aqua Star รุ่น Smart Digital Water Timer	1	เครื่อง	1,429.00	1,429.00
ราคารวมทั้งหมด					5,331.28 บาท

4.2 การลดการถ่ายเทความร้อนของสวนแนวตั้ง

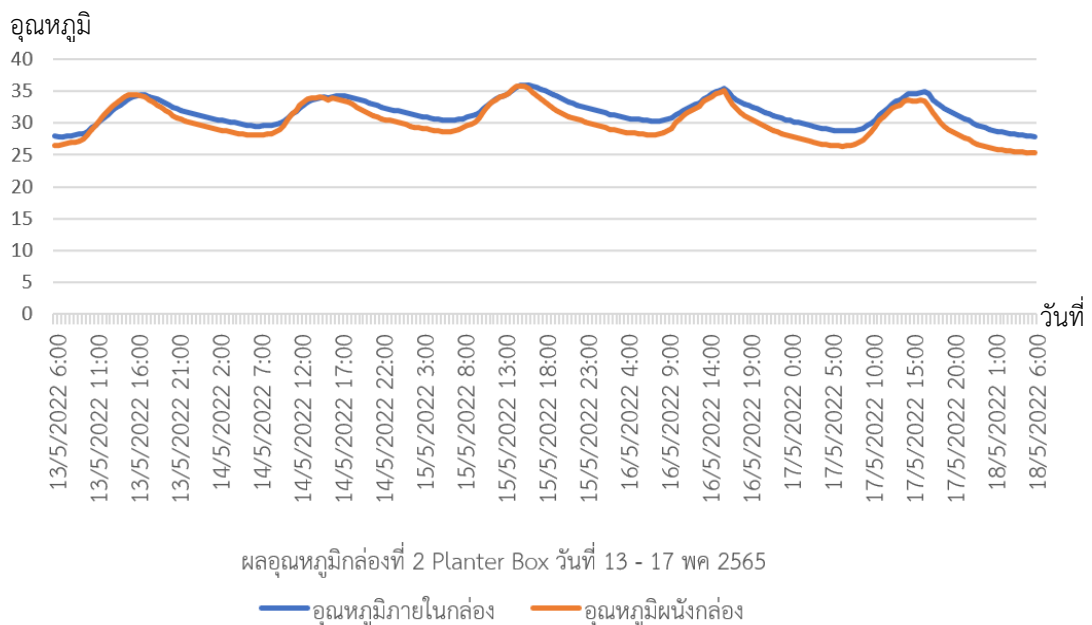
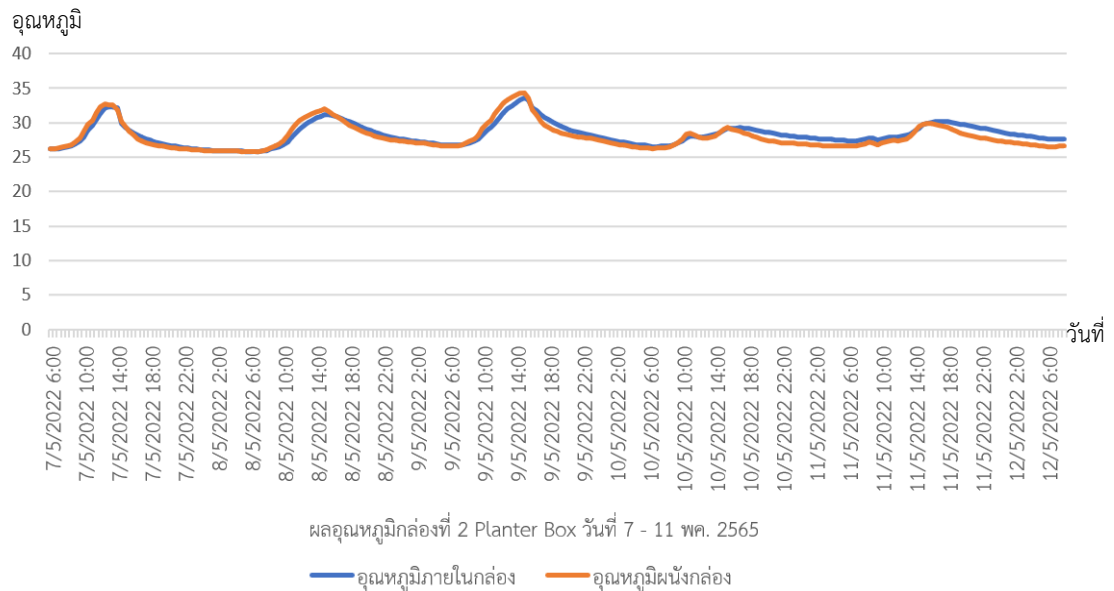
ผลของการทดสอบการลดการถ่ายเทความร้อนของสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) และแบบ Living Wall (Felt Layer) จำนวน 2 ครั้ง ครั้งละ 5 วัน คือ ครั้งที่ 1 วันที่ 7 - 11 พฤษภาคม 2565 และครั้งที่ 2 วันที่ 13 - 17 พฤษภาคม 2565 ด้วยเครื่องมือวัดอุณหภูมิ ยี่ห้อ HOBO รุ่น TMC6 -HE พร้อมสาย External ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อน ± 0.25 องศาเซลเซียส โดยทำการวัดอุณหภูมิผนังภายในกล่องและบริเวณกลางกล่องทดลองและเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 นาที และแบ่งการเก็บข้อมูลเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงกลางวัน (Day Time) 06.00 - 18.00 น. และช่วงกลางคืน (Night Time) 18.00 - 06.00 น. ดังต่อไปนี้

4.2.1 กล่องที่ 1 ซึ่งไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้งมีอุณหภูมิเฉลี่ยช่วง Day Time คือ 31.4 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิเฉลี่ยช่วง Night Time คือ 28.0 องศาเซลเซียส (ดังแผนภูมิที่ 4.1)



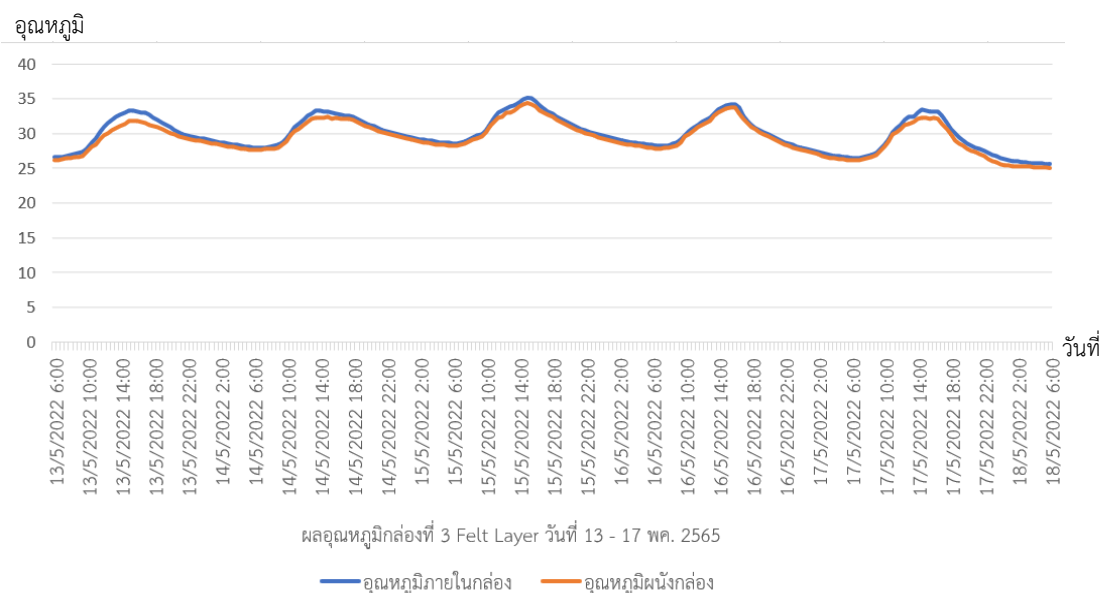
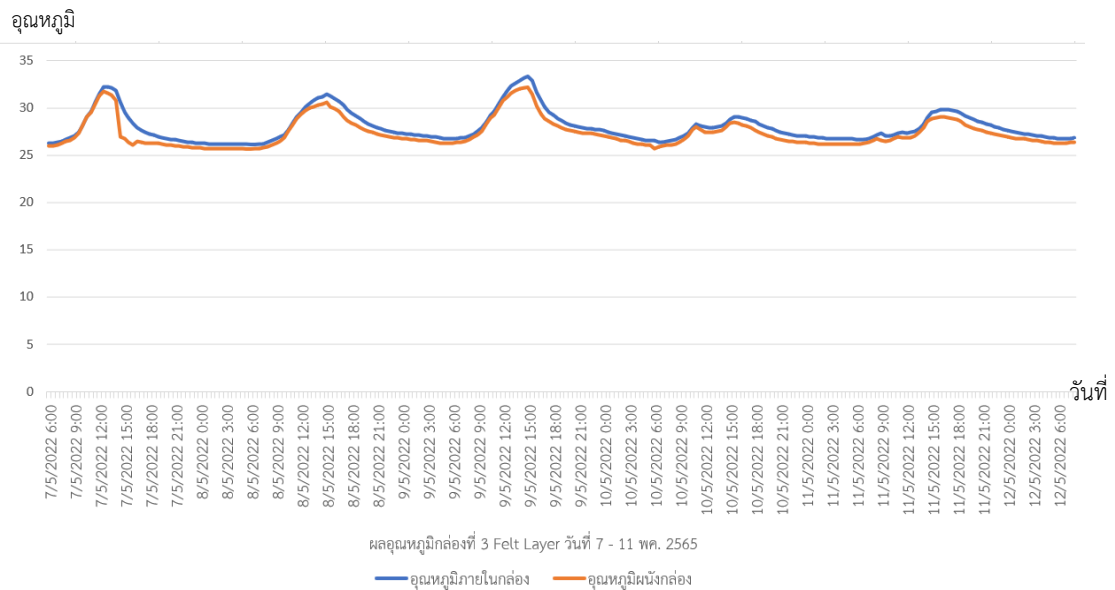
แผนภูมิที่ 4.1 แสดงผลการวัดอุณหภูมิของกล่องที่ 1 ที่ไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้ง

4.2.2 กล่องที่ 2 ซึ่งมีการติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) มีอุณหภูมิเฉลี่ยช่วง Day Time คือ 30.2 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิเฉลี่ยช่วง Night Time คือ 28.8 องศาเซลเซียส (ดังแผนภูมิที่ 4.2)



แผนภูมิที่ 4.2 แสดงผลการวัดอุณหภูมิของกล่องที่ 2 ซึ่งมีการติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box)

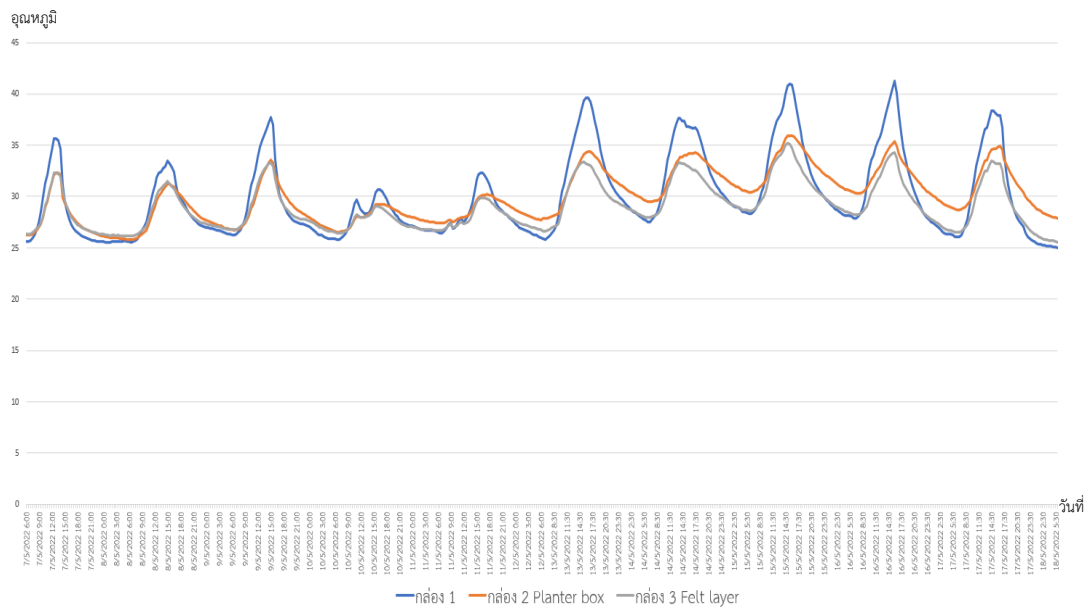
4.2.3 กล่องที่ 3 ซึ่งมีการติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) มีอุณหภูมิเฉลี่ยช่วง Day Time คือ 29.4 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิเฉลี่ยช่วง Night Time คือ 27.8 องศาเซลเซียส (ดังแผนภูมิที่ 4.3)



แผนภูมิที่ 4.3 แสดงผลการวัดอุณหภูมิของกล่องที่ 3 ซึ่งมีการติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer)

4.2.4 การเปรียบเทียบการลดความร้อนทั้ง 3 กล่อง

ผลการเปรียบเทียบการลดการถ่ายเทความร้อนของทั้ง 3 กล่อง เมื่อทำการเปรียบเทียบกับกล่องที่ 1 ซึ่งไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้ง สามารถสรุปได้ว่ากล่องที่ 3 ซึ่งมีการติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) สามารถลดอุณหภูมิได้เป็นอันดับหนึ่ง คือ 2 องศาเซลเซียส ส่วนกล่องที่ 2 ซึ่งมีการติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) สามารถลดอุณหภูมิได้เป็นอันดับสอง คือ 1.2 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อภินันท์ เกียรติวาทิรัตน์ (2554) ที่ได้กล่าวไว้ว่า กล่องทดลองที่ไม่มีแผงกันแดดไม้เลื้อยหรือสวนแนวตั้งจะมีค่าอุณหภูมิภายในกล่องสูงที่สุด ส่วนกล่องที่มีการติดตั้งแผงกันแดดไม้เลื้อยจะสามารถลดอุณหภูมิภายในอาคารได้ (ดังแผนภูมิที่ 4.4)



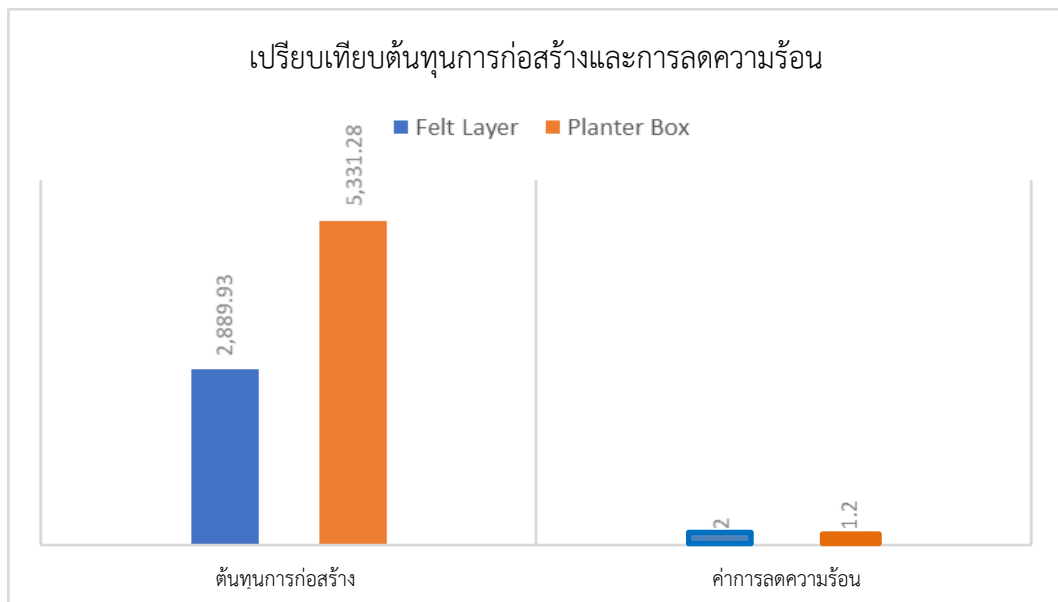
แผนภูมิที่ 4.4 แสดงผลการเปรียบเทียบการลดการถ่ายเทความร้อนของกล่องที่ 1 กล่องที่ 2 และกล่องที่ 3

4.3 เปรียบเทียบต้นทุนการก่อสร้างสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) และ Living Wall (Planter Box) ที่มีผลต่อการลดการถ่ายเทความร้อน

ผลของการเปรียบเทียบต้นทุนการก่อสร้างสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) และ Living Wall (Felt Layer) ที่มีผลต่อการลดการถ่ายเทความร้อน พบว่ากล่องที่ 3 ซึ่งมีการติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) มีต้นทุนในการก่อสร้างต่อ 1 ตารางเมตร คือ 2,889.93 บาท มีความเหมาะสมมากเป็นอันดับหนึ่ง เนื่องจากสามารถลดอุณหภูมิได้ 2 องศาเซลเซียส โดยกล่องทดลองที่ 2 ซึ่งมีการติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) มีต้นทุนในการก่อสร้างต่อ 1 ตารางเมตร คือ 5,331.28 บาท มีความเหมาะสมมากเป็นอันดับสอง สามารถลดอุณหภูมิได้ 1.2 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ลัคณ์สิริ ตรีรานูรัตน์ และธนันท์ ชูอุปการ (2555) ที่ได้กล่าวไว้ว่า เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนรวมของการก่อสร้างพบว่าต้นทุนที่มีความแตกต่างกันในการเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย คือ ต้นทุนของค่าแรง และต้นทุนของการติดตั้ง (ดังตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการเปรียบเทียบต้นทุนการก่อสร้างสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) และ Living Wall (Felt Layer)

ลำดับ	รูปแบบสวนแนวตั้ง Living Wall	ต้นทุนการก่อสร้าง	ค่าการลดความร้อน (C°)
1	Felt Layer	2,889.93 บาท	2
2	Planter Box	5,331.28 บาท	1.2



แผนภูมิที่ 4.5 แสดงผลการเปรียบเทียบต้นทุนและการลดการถ่ายเทความร้อนของสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) และ Living Wall (Felt Layer)

บทที่ 5

สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลของการศึกษาต้นทุนการก่อสร้างสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) และ Living Wall (Planter Box) พบว่าต้นทุนการก่อสร้างของสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) ขนาด 1 ตารางเมตร มีต้นทุนการก่อสร้างสูงเป็นอันดับหนึ่ง ราคารวมทั้งหมด 5,331.28 บาท รองลงมาคือสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) ขนาด 1 ตารางเมตร ซึ่งมีต้นทุนการก่อสร้างทั้งหมด 2,889.93 บาท

ผลของการทดสอบการลดการถ่ายเทความร้อนของสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) และแบบ Living Wall (Felt Layer) สรุปได้ว่ากล่องที่ 3 ที่มีการติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) สามารถลดอุณหภูมิได้เป็นอันดับหนึ่งอยู่ที่ 2 องศาเซลเซียส ส่วนกล่องที่ 2 ซึ่งมีการติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) สามารถลดอุณหภูมิได้เป็นอันดับสองอยู่ที่ 1.2 องศาเซลเซียส

ผลการวิจัยพบว่าเมื่อเปรียบเทียบต้นทุนและค่าการลดความร้อนของกล่องที่ 1 ที่ไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้ง กล่องที่ 2 ที่ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) และกล่องที่ 3 ที่ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) สรุปได้ดังต่อไปนี้ คือ เมื่อทำการเปรียบเทียบการลดความร้อนกับกล่องที่ 1 ที่ไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้ง พบว่ากล่องที่ 3 ซึ่งมีการติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) สามารถลดอุณหภูมิได้เป็นอันดับหนึ่ง คือ 2 องศาเซลเซียส ส่วนกล่องที่ 2 ซึ่งมีการติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) สามารถลดอุณหภูมิได้เป็นอันดับสอง คือ 1.2 องศาเซลเซียส และผลของการเปรียบเทียบต้นทุนการก่อสร้างสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) และ Living Wall (Felt Layer) ขนาดพื้นที่ 1 ตารางเมตร ที่มีผลต่อการลดการถ่ายเทความร้อน พบว่าสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) มีต้นทุนการก่อสร้างถูกกว่า คือ 2,889.93 บาท รองลงมาคือ กล่องที่ 2 ที่มีการติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) เนื่องจากต้นทุนวัสดุและอุปกรณ์การติดตั้งที่แตกต่างกันจึงส่งผลต่อต้นทุนการก่อสร้างสวนแนวตั้ง ดังนั้นสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) จึงเหมาะสมที่จะติดตั้งมากกว่าสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) เนื่องจากมีต้นทุนการก่อสร้างน้อยกว่าและสามารถลดอุณหภูมิได้มากกว่า 0.8 องศาเซลเซียส

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยครั้งนี้สามารถเสนอแนะแนวทางการนำไปประยุกต์การใช้งานได้ดังต่อไปนี้

5.2.1 ในการศึกษาครั้งต่อไปควรทำการทดลองในช่วงระยะเวลาฤดูร้อน เพราะช่วงฤดูดังกล่าวจะสามารถเห็นผลการลดการถ่ายเทความร้อนได้มากที่สุด

5.2.2 ควรทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 1 ปี เพื่อให้เห็นประสิทธิภาพการลดความร้อนของสวนแนวตั้งได้ครบทุกฤดู

5.2.3 ควรมีการดูแลรักษาพรรณไม้สวนแนวตั้งอย่างสม่ำเสมอ และเลือกกระบบรดน้ำที่เหมาะสมสำหรับชนิดพรรณไม้ เพื่อให้พรรณไม้ในระบบสวนแนวตั้งสามารถเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่

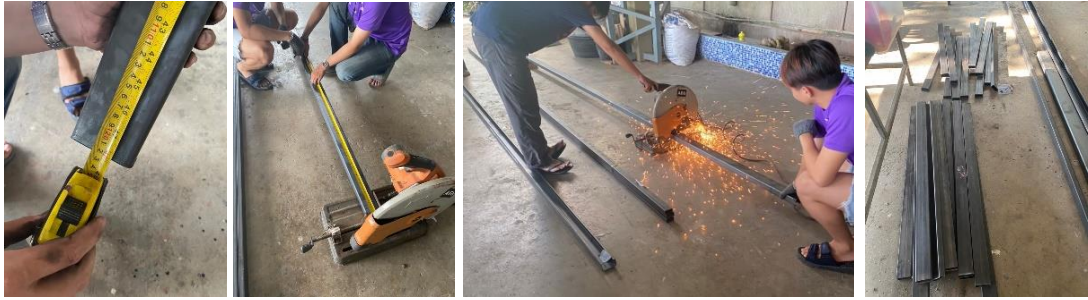
5.2.4 ควรเพิ่มขนาดพื้นที่ในการทดลอง และทดลองกับอาคารจริงเพื่อให้เห็นประสิทธิภาพในการลดความร้อนของสวนแนวตั้งได้ดีที่สุด

5.2.5 ควรศึกษาค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาและอายุการใช้งานของสวนแนวตั้ง เพื่อให้เห็นถึงความคุ้มค่าในการติดตั้งมากที่สุด

บรรณานุกรม

- ไทรภพ บุญธรรม. (2560). **ประสิทธิภาพของพรรณไม้เลื้อยแบบผนังสีเขียวต่อการลดการถ่ายเทความร้อน**. วารสารสิ่งแวดล้อมสรรค์สร้างวิจิณัย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น Vol.19 (2). หน้า 63-78.
- จิวิลักษณ์ บุญนา. (2555). **พรรณไม้สวนแนวตั้ง**. สำนักพิมพ์บ้านและสวน. กรุงเทพฯ.
- นที ภู่ออด. (2546). **การประมาณราคาภูมิทัศน์**. เอกสารประกอบการสอนวิชาการประมาณราคาภูมิทัศน์, ภาควิชาเทคโนโลยีภูมิทัศน์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- พาสินี สุนากร และทิพาพรรณ ศิริเวชฎารักษ์. (2555). **Vertical & Roof Garden จัดสวนสวยบนผนังและหลังคา**. สำนักพิมพ์บ้านและสวน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ
- พจนิช ยลประเวส และกุสภานา กุบาฮา. (2560). **สมรรถนะของผนังไม้เลื้อยในการลดภาระการทำ ความเย็น**. การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 10. หน้า 2,513.
- ลัคน์สิริ ตรีรัตนรัตน์ และธนนท์ ชูอุปการ. (2555). **การเปรียบเทียบต้นทุนรวมและระยะเวลาใน กระบวนการก่อสร้างแบบหล่อในที่และแบบขึ้นส่วนสำเร็จรูปในอาคารพาณิชย์ขนาดเล็ก**. การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. หน้า 2,259.
- วิชัย เหล่าพาณิชย์กุล และอวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ. (2550). **ประสิทธิภาพของผนังไม้เลื้อยในการลด การถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคาร**. Journal of Architectural/Planning Research and Studies. Vol.5 (1). หน้า 171-183.
- ศรีสุตา ภูแย้ม. (2553). **การคำนวณค่าประสิทธิภาพการส่งผ่านความร้อนจากรังสีอาทิตย์ของแผงกันแดดไม้ เลื้อยโดยใช้การประมวลภาพ**. วิทยานิพนธ์คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อภิรักษ์ เกียรติวาทีรัตนะ. (2554). **ประสิทธิภาพในการลดความร้อนให้กับผนังอาคารโดยใช้แผง กันแดดไม้เลื้อย**. วิทยานิพนธ์คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปกร.
- อรุณศักดิ์ ด่อนดี. (2555). **การศึกษาเปรียบเทียบวัสดุและสีของอุปกรณ์บังแดดที่มีผลต่อการถ่ายเท ความร้อนเข้าสู่อาคาร**. วิทยานิพนธ์คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปกร.
- เอี่ยมพร วิสมหมาย ศศิยา ศิริพานิช อลิศรา มีนะกนิษฐ์ และณัฐ พิชกรรม. (2551). **พรรณไม้ใน งานภูมิสถาปัตยกรรม 1**. สำนักพิมพ์ H.N. Group. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ.
- Charoenkit Sasima & Yiemwattana Suthat. (2017). **Role of specific plant characteristics on thermal and carbon sequestration properties of living walls in tropical climate**. Journal Building and Environment. Vol.115. Page 67-79.

ภาคผนวก ก
การทำกล่องทดลอง



ขั้นตอนที่ 1 วัดเหล็กให้ได้ความยาวที่ต้องการและทำการตัดเหล็กกล่องและเหล็กตัว C 3 นิ้ว ขนาด $0.90 \times 0.90 \times 0.90$ เมตร



ขั้นตอนที่ 2 เชื่อมเหล็กกล่องติดกันเพื่อทำโครงสร้างของกล่องทดลอง



ขั้นตอนที่ 3 ทาสีกันสนิม ทิ้งไว้ให้แห้ง 1 ชั่วโมง ทาสีดำ 2 รอบ ทิ้งระยะห่างไว้ 2 ชั่วโมง และทาสีน้ำมันเพื่อเคลือบเงา



ขั้นตอนที่ 4 ด้านที่ใช้ทดลองใช้เหล็กเป็นโครงสร้างและก่ออิฐมวลเบาฉาบด้วยปูนซีเมนต์



ขั้นตอนที่ 5 ใช้การตะปูติดโฟม EPS ทุกด้านให้รอบโครงเหล็ก เว้นด้านหลังกล่องทดลองเพื่อไว้เปิดใส่
เครื่องวัดอุณหภูมิ

ภาคผนวก ข

การทําสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box)



ขั้นตอนที่ 1 ตัดเหล็กกล่อง ให้ได้ขนาด 1.00 เมตร และเหล็กตัว C ให้ได้ขนาด 1.20 เมตร และเชื่อมเข้ากันเพื่อทำแผงสวนแนวตั้ง

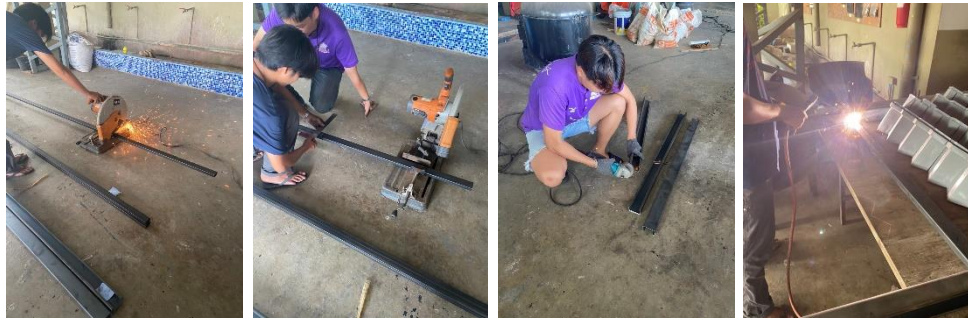


ขั้นตอนที่ 2 ทาสีกันสนิม ทั้งไว้ให้แห้ง 1 ชั่วโมง ทาสีดำ 2 รอบ ทั้งระยะห่างไว้ 2 ชั่วโมง และทาสีน้ำมันเพื่อเคลือบเงา



ขั้นตอนที่ 3 ติดเหล็กที่มาจากชุดกระถางเข้ากับแผงเหล็กสวนแนวตั้ง และนำกระถาง Planter Box มาแขวน

ภาคผนวก ค
การทำสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer)



ขั้นตอนที่ 1 ตัดเหล็กกล่อง ให้ได้ขนาด 1.00 เมตร และเหล็กตัว C ให้ได้ขนาด 1.20 เมตร



ขั้นตอนที่ 2 ทาสีกันสนิม ทั้งไว้ให้แห้ง 1 ชั่วโมง ทาสีดำ 2 รอบ ทั้งระยะห่างไว้ 2 ชั่วโมง และทาสีน้ำมัน เพื่อเคลือบเงา



ขั้นตอนที่ 3 ติดไม้แบบลงบนโครงเหล็ก ติดแผ่นพลาสติกหุ้มบนไม้แบบ และติดแผ่นเฟลท์ลงบนพลาสติก



ขั้นตอนที่ 4 ใช้แม็กเย็บแผ่นเฟลท์เป็นช่องๆ และทำการกีดแผ่นเฟลท์เป็นช่องกระเปาะเพื่อไว้ใส่ต้นไม้

ภาคผนวก ง

การติดตั้งกล่องทดลอง แผงสวิตช์ และระบบน้ำ



ขั้นตอนที่ 1 ปรับพื้นที่ ถอนหญ้า นำทรายมาเท นำพลาสติกมาปูทับทราย เทหินเกล็ดลงบนแผ่นพลาสติกเพื่อปรับระดับ



ขั้นตอนที่ 2 นำกล่องทดลองทั้ง 3 กล่อง และแผงสวนแนวตั้งทั้ง 2 แผง มาวางในพื้นที่ทดลอง



ขั้นตอนที่ 3 ติดระบบน้ำบนแผงสวนแนวตั้ง



ขั้นตอนที่ 4 ใส่ต้นไม้ลงในกระถาง และในแผ่นเพลท

ภาคผนวก จ
การติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิ



ขั้นตอนที่ 1 นำเครื่องเก็บอุณภูมิมาตั้งค่า วันที่ และเวลา ที่จะเริ่มทำการเก็บอุณหภูมิ



ขั้นตอนที่ 2 นำเครื่องเก็บอุณภูมิกับสายวัดอุณภูมิมาติดตั้งไว้ในกล่อง และปิดฝากล่อง

ภาคผนวก จ

ตารางอนุกรมมิกล่องที่ 1 ที่ไม่มีการติดตั้งสวณแนวตั้ง

ตารางที่ 1 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้ง

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
1	7/พ.ค./2565 6:00	25.647	25.525
2	7/พ.ค./2565 6:30	25.623	25.525
3	7/พ.ค./2565 7:00	25.744	25.768
4	7/พ.ค./2565 7:30	26.012	26.061
5	7/พ.ค./2565 8:00	26.329	26.378
6	7/พ.ค./2565 8:30	26.671	26.793
7	7/พ.ค./2565 9:00	27.382	27.825
8	7/พ.ค./2565 9:30	28.518	28.990
9	7/พ.ค./2565 10:00	29.916	30.469
10	7/พ.ค./2565 10:30	31.281	31.484
11	7/พ.ค./2565 11:00	32.073	32.201
12	7/พ.ค./2565 11:30	33.365	33.626
13	7/พ.ค./2565 12:00	34.440	34.757
14	7/พ.ค./2565 12:30	35.636	35.395
15	7/พ.ค./2565 13:00	35.662	35.182
16	7/พ.ค./2565 13:30	35.422	34.916
17	7/พ.ค./2565 14:00	34.651	32.924
18	7/พ.ค./2565 14:30	31.128	28.593
19	7/พ.ค./2565 15:00	29.464	28.419
20	7/พ.ค./2565 15:30	28.518	27.727
21	7/พ.ค./2565 16:00	27.776	27.284
22	7/พ.ค./2565 16:30	27.284	26.867
23	7/พ.ค./2565 17:00	26.916	26.646
24	7/พ.ค./2565 17:30	26.646	26.402
25	7/พ.ค./2565 18:00	26.475	26.256
26	7/พ.ค./2565 18:30	26.329	26.134
27	7/พ.ค./2565 19:00	26.182	26.012
28	7/พ.ค./2565 19:30	26.085	25.914
29	7/พ.ค./2565 20:00	25.987	25.817
30	7/พ.ค./2565 20:30	25.890	25.744
31	7/พ.ค./2565 21:00	25.817	25.671
32	7/พ.ค./2565 21:30	25.744	25.598
33	7/พ.ค./2565 22:00	25.695	25.55
34	7/พ.ค./2565 22:30	25.647	25.525
35	7/พ.ค./2565 23:00	25.647	25.501
36	7/พ.ค./2565 23:30	25.623	25.453
37	8/พ.ค./2565 0:00	25.574	25.428
38	8/พ.ค./2565 0:30	25.550	25.404
39	8/พ.ค./2565 1:00	25.550	25.380
40	8/พ.ค./2565 1:30	25.525	25.38
41	8/พ.ค./2565 2:00	25.574	25.428
42	8/พ.ค./2565 2:30	25.598	25.453
43	8/พ.ค./2565 3:00	25.598	25.477
44	8/พ.ค./2565 3:30	25.647	25.501
45	8/พ.ค./2565 4:00	25.647	25.501
46	8/พ.ค./2565 4:30	25.647	25.525
47	8/พ.ค./2565 5:00	25.671	25.525

ตารางที่ 1 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้ง (ต่อ)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
48	8/พ.ค./2565 5:30	25.598	25.477
49	8/พ.ค./2565 6:00	25.574	25.453
50	8/พ.ค./2565 6:30	25.550	25.428
51	8/พ.ค./2565 7:00	25.574	25.477
52	8/พ.ค./2565 7:30	25.671	25.623
53	8/พ.ค./2565 8:00	25.914	25.939
54	8/พ.ค./2565 8:30	26.304	26.353
55	8/พ.ค./2565 9:00	26.695	26.720
56	8/พ.ค./2565 9:30	27.087	27.087
57	8/พ.ค./2565 10:00	27.505	27.677
58	8/พ.ค./2565 10:30	28.419	28.742
59	8/พ.ค./2565 11:00	29.515	29.740
60	8/พ.ค./2565 11:30	30.419	30.571
61	8/พ.ค./2565 12:00	31.153	31.23
62	8/พ.ค./2565 12:30	31.868	31.791
63	8/พ.ค./2565 13:00	32.253	31.970
64	8/พ.ค./2565 13:30	32.381	32.253
65	8/พ.ค./2565 14:00	32.717	32.587
66	8/พ.ค./2565 14:30	32.949	33.027
67	8/พ.ค./2565 15:00	33.495	33.469
68	8/พ.ค./2565 15:30	33.235	32.587
69	8/พ.ค./2565 16:00	32.872	32.073
70	8/พ.ค./2565 16:30	32.433	31.612
71	8/พ.ค./2565 17:00	31.026	28.841
72	8/พ.ค./2565 17:30	30.016	29.265
73	8/พ.ค./2565 18:00	29.765	29.340
74	8/พ.ค./2565 18:30	29.490	29.015
75	8/พ.ค./2565 19:00	29.140	28.642
76	8/พ.ค./2565 19:30	28.717	28.221
77	8/พ.ค./2565 20:00	28.345	27.924
78	8/พ.ค./2565 20:30	28.023	27.677
79	8/พ.ค./2565 21:00	27.801	27.456
80	8/พ.ค./2565 21:30	27.579	27.235
81	8/พ.ค./2565 22:00	27.382	27.063
82	8/พ.ค./2565 22:30	27.235	26.965
83	8/พ.ค./2565 23:00	27.112	26.867
84	8/พ.ค./2565 23:30	27.038	26.842
85	9/พ.ค./2565 0:00	26.989	26.818
86	9/พ.ค./2565 0:30	26.965	26.769
87	9/พ.ค./2565 1:00	26.891	26.695
88	9/พ.ค./2565 1:30	26.842	26.646
89	9/พ.ค./2565 2:00	26.769	26.524
90	9/พ.ค./2565 2:30	26.671	26.475
91	9/พ.ค./2565 3:00	26.671	26.500
92	9/พ.ค./2565 3:30	26.622	26.402

ตารางที่ 1 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้ง (ต่อ)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
93	9/พ.ค./2565 4:00	26.524	26.280
94	9/พ.ค./2565 4:30	26.402	26.158
95	9/พ.ค./2565 5:00	26.329	26.158
96	9/พ.ค./2565 5:30	26.304	26.109
97	9/พ.ค./2565 6:00	26.280	26.085
98	9/พ.ค./2565 6:30	26.280	26.158
99	9/พ.ค./2565 7:00	26.353	26.182
100	9/พ.ค./2565 7:30	26.475	26.353
101	9/พ.ค./2565 8:00	26.720	26.671
102	9/พ.ค./2565 8:30	27.112	27.161
103	9/พ.ค./2565 9:00	27.653	27.727
104	9/พ.ค./2565 9:30	28.568	28.941
105	9/พ.ค./2565 10:00	29.991	30.268
106	9/พ.ค./2565 10:30	31.103	30.950
107	9/พ.ค./2565 11:00	31.740	31.382
108	9/พ.ค./2565 11:30	32.639	32.665
109	9/พ.ค./2565 12:00	33.835	33.626
110	9/พ.ค./2565 12:30	34.836	33.966
111	9/พ.ค./2565 13:00	35.502	34.572
112	9/พ.ค./2565 13:30	35.958	34.757
113	9/พ.ค./2565 14:00	36.525	35.262
114	9/พ.ค./2565 14:30	37.178	35.182
115	9/พ.ค./2565 15:00	37.700	35.770
116	9/พ.ค./2565 15:30	36.960	32.124
117	9/พ.ค./2565 16:00	33.600	29.439
118	9/พ.ค./2565 16:30	31.740	29.265
119	9/พ.ค./2565 17:00	30.444	28.444
120	9/พ.ค./2565 17:30	29.715	28.766
121	9/พ.ค./2565 18:00	29.215	28.468
122	9/พ.ค./2565 18:30	28.766	28.122
123	9/พ.ค./2565 19:00	28.369	27.751
124	9/พ.ค./2565 19:30	28.048	27.530
125	9/พ.ค./2565 20:00	27.801	27.358
126	9/พ.ค./2565 20:30	27.628	27.259
127	9/พ.ค./2565 21:00	27.505	27.210
128	9/พ.ค./2565 21:30	27.382	27.087
129	9/พ.ค./2565 22:00	27.308	27.063
130	9/พ.ค./2565 22:30	27.308	27.063
131	9/พ.ค./2565 23:00	27.259	26.989
132	9/พ.ค./2565 23:30	27.186	26.818
133	10/พ.ค./2565 0:00	27.038	26.720
134	10/พ.ค./2565 0:30	26.891	26.646
135	10/พ.ค./2565 1:00	26.744	26.378
136	10/พ.ค./2565 1:30	26.549	26.207
137	10/พ.ค./2565 2:00	26.378	26.085
138	10/พ.ค./2565 2:30	26.256	26.061
139	10/พ.ค./2565 3:00	26.207	25.987

ตารางที่ 1 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้ง (ต่อ)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
140	10/พ.ค./2565 3:30	26.085	25.866
141	10/พ.ค./2565 4:00	25.987	25.768
142	10/พ.ค./2565 4:30	25.890	25.695
143	10/พ.ค./2565 5:00	25.890	25.695
144	10/พ.ค./2565 5:30	25.890	25.720
145	10/พ.ค./2565 6:00	25.890	25.695
146	10/พ.ค./2565 6:30	25.768	25.598
147	10/พ.ค./2565 7:00	25.793	25.720
148	10/พ.ค./2565 7:30	25.963	25.890
149	10/พ.ค./2565 8:00	26.158	26.085
150	10/พ.ค./2565 8:30	26.426	26.426
151	10/พ.ค./2565 9:00	26.916	26.989
152	10/พ.ค./2565 9:30	27.677	27.776
153	10/พ.ค./2565 10:00	28.444	28.468
154	10/พ.ค./2565 10:30	29.340	29.414
155	10/พ.ค./2565 11:00	29.665	29.115
156	10/พ.ค./2565 11:30	29.340	28.717
157	10/พ.ค./2565 12:00	28.791	28.147
158	10/พ.ค./2565 12:30	28.468	28.097
159	10/พ.ค./2565 13:00	28.295	27.949
160	10/พ.ค./2565 13:30	28.320	27.974
161	10/พ.ค./2565 14:00	28.444	28.270
162	10/พ.ค./2565 14:30	28.866	28.965
163	10/พ.ค./2565 15:00	29.615	29.414
164	10/พ.ค./2565 15:30	30.394	29.365
165	10/พ.ค./2565 16:00	30.672	29.464
166	10/พ.ค./2565 16:30	30.646	29.290
167	10/พ.ค./2565 17:00	30.495	29.290
168	10/พ.ค./2565 17:30	30.167	28.891
169	10/พ.ค./2565 18:00	29.765	28.295
170	10/พ.ค./2565 18:30	29.265	27.801
171	10/พ.ค./2565 19:00	28.891	28.048
172	10/พ.ค./2565 19:30	28.593	27.751
173	10/พ.ค./2565 20:00	28.270	27.431
174	10/พ.ค./2565 20:30	28.023	27.505
175	10/พ.ค./2565 21:00	27.825	27.308
176	10/พ.ค./2565 21:30	27.628	27.186
177	10/พ.ค./2565 22:00	27.456	27.112
178	10/พ.ค./2565 22:30	27.358	27.038
179	10/พ.ค./2565 23:00	27.235	26.867
180	10/พ.ค./2565 23:30	27.161	26.916
181	11/พ.ค./2565 0:00	27.136	26.818
182	11/พ.ค./2565 0:30	27.063	26.769
183	11/พ.ค./2565 1:00	26.989	26.744
184	11/พ.ค./2565 1:30	26.916	26.598
185	11/พ.ค./2565 2:00	26.793	26.524
186	11/พ.ค./2565 2:30	26.769	26.549

ตารางที่ 1 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้ง (ต่อ)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
187	11/พ.ค./2565 3:00	26.744	26.549
188	11/พ.ค./2565 3:30	26.744	26.524
189	11/พ.ค./2565 4:00	26.720	26.524
190	11/พ.ค./2565 4:30	26.720	26.475
191	11/พ.ค./2565 5:00	26.671	26.426
192	11/พ.ค./2565 5:30	26.622	26.378
193	11/พ.ค./2565 6:00	26.524	26.256
194	11/พ.ค./2565 6:30	26.451	26.207
195	11/พ.ค./2565 7:00	26.426	26.256
196	11/พ.ค./2565 7:30	26.573	26.475
197	11/พ.ค./2565 8:00	26.867	26.818
198	11/พ.ค./2565 8:30	27.284	27.210
199	11/พ.ค./2565 9:00	27.431	26.475
200	11/พ.ค./2565 9:30	26.916	26.646
201	11/พ.ค./2565 10:00	27.014	27.014
202	11/พ.ค./2565 10:30	27.333	27.358
203	11/พ.ค./2565 11:00	27.751	27.801
204	11/พ.ค./2565 11:30	27.825	27.235
205	11/พ.ค./2565 12:00	27.554	27.235
206	11/พ.ค./2565 12:30	27.776	27.850
207	11/พ.ค./2565 13:00	28.122	28.072
208	11/พ.ค./2565 13:30	28.667	28.766
209	11/พ.ค./2565 14:00	29.439	29.565
210	11/พ.ค./2565 14:30	30.495	30.748
211	11/พ.ค./2565 15:00	31.637	31.459
212	11/พ.ค./2565 15:30	32.150	31.408
213	11/พ.ค./2565 16:00	32.330	31.382
214	11/พ.ค./2565 16:30	32.278	31.128
215	11/พ.ค./2565 17:00	31.996	30.520
216	11/พ.ค./2565 17:30	31.637	30.066
217	11/พ.ค./2565 18:00	31.230	29.490
218	11/พ.ค./2565 18:30	30.596	29.215
219	11/พ.ค./2565 19:00	29.991	28.171
220	11/พ.ค./2565 19:30	29.439	28.369
221	11/พ.ค./2565 20:00	29.090	27.949
222	11/พ.ค./2565 20:30	28.816	27.949
223	11/พ.ค./2565 21:00	28.568	27.801
224	11/พ.ค./2565 21:30	28.369	27.751
225	11/พ.ค./2565 22:00	28.196	27.677
226	11/พ.ค./2565 22:30	27.998	27.579
227	11/พ.ค./2565 23:00	27.776	27.358
228	11/พ.ค./2565 23:30	27.579	27.186
229	12/พ.ค./2565 0:00	27.358	26.989
230	12/พ.ค./2565 0:30	27.161	26.818
231	12/พ.ค./2565 1:00	26.965	26.646
232	12/พ.ค./2565 1:30	26.842	26.598
233	12/พ.ค./2565 2:00	26.769	26.524

ตารางที่ 1 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้ง (ต่อ)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
234	12/พ.ค./2565 2:30	26.671	26.426
235	12/พ.ค./2565 3:00	26.598	26.329
236	12/พ.ค./2565 3:30	26.475	26.231
237	12/พ.ค./2565 4:00	26.378	26.158
238	12/พ.ค./2565 4:30	26.280	26.061
239	12/พ.ค./2565 5:00	26.207	25.963
240	12/พ.ค./2565 5:30	26.085	25.841
241	12/พ.ค./2565 6:00	25.987	25.720
289	13/พ.ค./2565 6:00	25.890	25.671
290	13/พ.ค./2565 6:30	25.841	25.647
291	13/พ.ค./2565 7:00	25.939	25.841
292	13/พ.ค./2565 7:30	26.182	26.109
293	13/พ.ค./2565 8:00	26.451	26.304
294	13/พ.ค./2565 8:30	26.695	26.598
295	13/พ.ค./2565 9:00	27.161	27.161
296	13/พ.ค./2565 9:30	28.048	27.974
297	13/พ.ค./2565 10:00	29.265	29.190
298	13/พ.ค./2565 10:30	30.495	29.941
299	13/พ.ค./2565 11:00	31.255	30.318
300	13/พ.ค./2565 11:30	32.253	31.052
301	13/พ.ค./2565 12:00	33.339	32.150
302	13/พ.ค./2565 12:30	34.255	32.433
303	13/พ.ค./2565 13:00	35.102	32.846
304	13/พ.ค./2565 13:30	36.012	33.339
305	13/พ.ค./2565 14:00	36.769	33.600
306	13/พ.ค./2565 14:30	37.590	34.360
307	13/พ.ค./2565 15:00	38.532	35.529
308	13/พ.ค./2565 15:30	39.346	35.931
309	13/พ.ค./2565 16:00	39.573	35.315
310	13/พ.ค./2565 16:30	39.573	36.146
311	13/พ.ค./2565 17:00	39.234	34.492
312	13/พ.ค./2565 17:30	38.393	34.097
313	13/พ.ค./2565 18:00	37.370	33.835
314	13/พ.ค./2565 18:30	36.417	33.626
315	13/พ.ค./2565 19:00	35.368	34.124
316	13/พ.ค./2565 19:30	34.466	33.574
317	13/พ.ค./2565 20:00	33.600	32.562
318	13/พ.ค./2565 20:30	32.794	31.919
319	13/พ.ค./2565 21:00	32.124	31.382
320	13/พ.ค./2565 21:30	31.586	30.925
321	13/พ.ค./2565 22:00	31.103	30.571
322	13/พ.ค./2565 22:30	30.748	30.243
323	13/พ.ค./2565 23:00	30.419	29.991
324	13/พ.ค./2565 23:30	30.142	29.740
325	14/พ.ค./2565 0:00	29.890	29.490
326	14/พ.ค./2565 0:30	29.640	29.265
327	14/พ.ค./2565 1:00	29.389	28.990

ตารางที่ 1 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้ง (ต่อ)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
328	14/พ.ค./2565 1:30	29.140	28.791
329	14/พ.ค./2565 2:00	28.916	28.543
330	14/พ.ค./2565 2:30	28.717	28.419
331	14/พ.ค./2565 3:00	28.543	28.270
332	14/พ.ค./2565 3:30	28.394	28.147
333	14/พ.ค./2565 4:00	28.245	27.974
334	14/พ.ค./2565 4:30	28.072	27.825
335	14/พ.ค./2565 5:00	27.924	27.677
336	14/พ.ค./2565 5:30	27.776	27.554
337	14/พ.ค./2565 6:00	27.677	27.456
338	14/พ.ค./2565 6:30	27.554	27.382
339	14/พ.ค./2565 7:00	27.554	27.456
340	14/พ.ค./2565 7:30	27.751	27.825
341	14/พ.ค./2565 8:00	28.048	28.048
342	14/พ.ค./2565 8:30	28.369	28.493
343	14/พ.ค./2565 9:00	28.916	29.065
344	14/พ.ค./2565 9:30	29.765	30.268
345	14/พ.ค./2565 10:00	30.900	31.128
346	14/พ.ค./2565 10:30	32.124	32.691
347	14/พ.ค./2565 11:00	33.521	33.626
348	14/พ.ค./2565 11:30	34.334	34.387
349	14/พ.ค./2565 12:00	35.368	35.502
350	14/พ.ค./2565 12:30	36.362	36.200
351	14/พ.ค./2565 13:00	37.096	37.151
352	14/พ.ค./2565 13:30	37.618	37.343
353	14/พ.ค./2565 14:00	37.645	37.315
354	14/พ.ค./2565 14:30	37.398	37.042
355	14/พ.ค./2565 15:00	37.343	36.742
356	14/พ.ค./2565 15:30	36.796	35.877
357	14/พ.ค./2565 16:00	36.796	36.824
358	14/พ.ค./2565 16:30	36.742	36.362
359	14/พ.ค./2565 17:00	36.661	36.579
360	14/พ.ค./2565 17:30	36.715	36.498
361	14/พ.ค./2565 18:00	36.471	35.823
362	14/พ.ค./2565 18:30	35.850	35.022
363	14/พ.ค./2565 19:00	35.102	34.071
364	14/พ.ค./2565 19:30	34.281	33.391
365	14/พ.ค./2565 20:00	33.521	32.742
366	14/พ.ค./2565 20:30	32.846	32.073
367	14/พ.ค./2565 21:00	32.227	31.561
368	14/พ.ค./2565 21:30	31.740	31.128
369	14/พ.ค./2565 22:00	31.331	30.824
370	14/พ.ค./2565 22:30	30.976	30.495
371	14/พ.ค./2565 23:00	30.697	30.293
372	14/พ.ค./2565 23:30	30.444	30.041
373	15/พ.ค./2565 0:00	30.192	29.790
374	15/พ.ค./2565 0:30	29.966	29.540

ตารางที่ 1 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้ง (ต่อ)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
375	15/พ.ค./2565 1:00	29.690	29.265
376	15/พ.ค./2565 1:30	29.439	29.090
377	15/พ.ค./2565 2:00	29.240	28.866
378	15/พ.ค./2565 2:30	29.090	28.816
379	15/พ.ค./2565 3:00	28.990	28.742
380	15/พ.ค./2565 3:30	28.916	28.667
381	15/พ.ค./2565 4:00	28.742	28.369
382	15/พ.ค./2565 4:30	28.518	28.270
383	15/พ.ค./2565 5:00	28.493	28.320
384	15/พ.ค./2565 5:30	28.444	28.221
385	15/พ.ค./2565 6:00	28.369	28.147
386	15/พ.ค./2565 6:30	28.345	28.221
387	15/พ.ค./2565 7:00	28.493	28.493
388	15/พ.ค./2565 7:30	28.791	28.841
389	15/พ.ค./2565 8:00	29.240	29.389
390	15/พ.ค./2565 8:30	29.840	30.041
391	15/พ.ค./2565 9:00	30.394	30.394
392	15/พ.ค./2565 9:30	30.976	31.204
393	15/พ.ค./2565 10:00	31.970	32.536
394	15/พ.ค./2565 10:30	33.469	33.992
395	15/พ.ค./2565 11:00	34.704	34.995
396	15/พ.ค./2565 11:30	35.850	35.958
397	15/พ.ค./2565 12:00	36.661	36.308
398	15/พ.ค./2565 12:30	37.315	37.151
399	15/พ.ค./2565 13:00	37.673	37.370
400	15/พ.ค./2565 13:30	38.032	37.921
401	15/พ.ค./2565 14:00	38.840	39.375
402	15/พ.ค./2565 14:30	39.971	40.516
403	15/พ.ค./2565 15:00	40.804	40.746
404	15/พ.ค./2565 15:30	40.949	41.036
405	15/พ.ค./2565 16:00	40.891	40.057
406	15/พ.ค./2565 16:30	39.857	38.616
407	15/พ.ค./2565 17:00	38.588	37.453
408	15/พ.ค./2565 17:30	37.453	36.281
409	15/พ.ค./2565 18:00	36.362	35.262
410	15/พ.ค./2565 18:30	35.368	34.308
411	15/พ.ค./2565 19:00	34.440	33.548
412	15/พ.ค./2565 19:30	33.652	32.820
413	15/พ.ค./2565 20:00	32.898	32.098
414	15/พ.ค./2565 20:30	32.227	31.535
415	15/พ.ค./2565 21:00	31.663	31.052
416	15/พ.ค./2565 21:30	31.204	30.722
417	15/พ.ค./2565 22:00	30.849	30.419
418	15/พ.ค./2565 22:30	30.520	30.117
419	15/พ.ค./2565 23:00	30.243	29.865
420	15/พ.ค./2565 23:30	29.966	29.590
421	16/พ.ค./2565 0:00	29.715	29.365

ตารางที่ 1 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้ง (ต่อ)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
422	16/พ.ค./2565 0:30	29.490	29.165
423	16/พ.ค./2565 1:00	29.265	28.941
424	16/พ.ค./2565 1:30	29.040	28.717
425	16/พ.ค./2565 2:00	28.816	28.543
426	16/พ.ค./2565 2:30	28.642	28.394
427	16/พ.ค./2565 3:00	28.518	28.295
428	16/พ.ค./2565 3:30	28.394	28.171
429	16/พ.ค./2565 4:00	28.270	28.048
430	16/พ.ค./2565 4:30	28.171	28.023
431	16/พ.ค./2565 5:00	28.171	28.023
432	16/พ.ค./2565 5:30	28.147	27.949
433	16/พ.ค./2565 6:00	28.048	27.801
434	16/พ.ค./2565 6:30	27.899	27.702
435	16/พ.ค./2565 7:00	27.875	27.776
436	16/พ.ค./2565 7:30	28.023	27.998
437	16/พ.ค./2565 8:00	28.295	28.369
438	16/พ.ค./2565 8:30	28.841	29.090
439	16/พ.ค./2565 9:00	29.715	30.243
440	16/พ.ค./2565 9:30	31.128	31.765
441	16/พ.ค./2565 10:00	32.639	33.235
442	16/พ.ค./2565 10:30	33.521	33.339
443	16/พ.ค./2565 11:00	34.045	34.097
444	16/พ.ค./2565 11:30	34.783	34.995
445	16/พ.ค./2565 12:00	35.395	35.368
446	16/พ.ค./2565 12:30	35.823	35.904
447	16/พ.ค./2565 13:00	36.308	36.335
448	16/พ.ค./2565 13:30	37.151	37.728
449	16/พ.ค./2565 14:00	38.060	38.309
450	16/พ.ค./2565 14:30	38.868	39.234
451	16/พ.ค./2565 15:00	39.715	40.286
452	16/พ.ค./2565 15:30	40.516	41.007
453	16/พ.ค./2565 16:00	41.298	41.825
454	16/พ.ค./2565 16:30	40.085	37.645
455	16/พ.ค./2565 17:00	37.976	36.633
456	16/พ.ค./2565 17:30	36.146	34.677
457	16/พ.ค./2565 18:00	34.651	33.730
458	16/พ.ค./2565 18:30	33.652	32.820
459	16/พ.ค./2565 19:00	32.691	31.893
460	16/พ.ค./2565 19:30	31.868	31.153
461	16/พ.ค./2565 20:00	31.128	30.444
462	16/พ.ค./2565 20:30	30.495	29.865
463	16/พ.ค./2565 21:00	29.916	29.414
464	16/พ.ค./2565 21:30	29.414	28.916
465	16/พ.ค./2565 22:00	28.965	28.543
466	16/พ.ค./2565 22:30	28.593	28.221
467	16/พ.ค./2565 23:00	28.270	27.924
468	16/พ.ค./2565 23:30	27.974	27.677

ตารางที่ 1 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้ง (ต่อ)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
469	17/พ.ค./2565 0:00	27.751	27.481
470	17/พ.ค./2565 0:30	27.554	27.308
471	17/พ.ค./2565 1:00	27.382	27.161
472	17/พ.ค./2565 1:30	27.259	27.063
473	17/พ.ค./2565 2:00	27.087	26.842
474	17/พ.ค./2565 2:30	26.867	26.622
475	17/พ.ค./2565 3:00	26.646	26.402
476	17/พ.ค./2565 3:30	26.451	26.231
477	17/พ.ค./2565 4:00	26.329	26.231
478	17/พ.ค./2565 4:30	26.353	26.304
479	17/พ.ค./2565 5:00	26.353	26.182
480	17/พ.ค./2565 5:30	26.207	26.012
481	17/พ.ค./2565 6:00	26.085	25.914
482	17/พ.ค./2565 6:30	26.036	25.963
483	17/พ.ค./2565 7:00	26.109	26.036
484	17/พ.ค./2565 7:30	26.256	26.304
485	17/พ.ค./2565 8:00	26.622	26.818
486	17/พ.ค./2565 8:30	27.112	27.235
487	17/พ.ค./2565 9:00	27.751	28.147
488	17/พ.ค./2565 9:30	29.090	29.790
489	17/พ.ค./2565 10:00	30.318	30.773
490	17/พ.ค./2565 10:30	31.484	31.842
491	17/พ.ค./2565 11:00	32.898	33.287
492	17/พ.ค./2565 11:30	33.809	33.809
493	17/พ.ค./2565 12:00	34.704	34.889
494	17/พ.ค./2565 12:30	35.716	35.823
495	17/พ.ค./2565 13:00	36.552	36.227
496	17/พ.ค./2565 13:30	36.742	36.796
497	17/พ.ค./2565 14:00	37.563	37.921
498	17/พ.ค./2565 14:30	38.337	38.170
499	17/พ.ค./2565 15:00	38.365	37.976
500	17/พ.ค./2565 15:30	38.060	37.535
501	17/พ.ค./2565 16:00	37.921	37.811
502	17/พ.ค./2565 16:30	37.893	37.508
503	17/พ.ค./2565 17:00	36.742	34.889
504	17/พ.ค./2565 17:30	34.440	30.824
505	17/พ.ค./2565 18:00	32.562	30.091
506	17/พ.ค./2565 18:30	31.153	29.340
507	17/พ.ค./2565 19:00	30.016	28.717
508	17/พ.ค./2565 19:30	29.165	28.196
509	17/พ.ค./2565 20:00	28.468	27.727
510	17/พ.ค./2565 20:30	27.974	27.431
511	17/พ.ค./2565 21:00	27.628	27.112
512	17/พ.ค./2565 21:30	27.333	26.891
513	17/พ.ค./2565 22:00	27.038	26.256
514	17/พ.ค./2565 22:30	26.426	25.574
515	17/พ.ค./2565 23:00	26.036	25.695

ตารางที่ 1 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ไม่มีการติดตั้งสวณแนวตั้ง (ต่อ)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
516	17/พ.ค./2565 23:30	25.866	25.525
517	18/พ.ค./2565 0:00	25.720	25.404
518	18/พ.ค./2565 0:30	25.574	25.234
519	18/พ.ค./2565 1:00	25.453	25.234
520	18/พ.ค./2565 1:30	25.380	25.210
521	18/พ.ค./2565 2:00	25.331	25.137
522	18/พ.ค./2565 2:30	25.258	25.089
523	18/พ.ค./2565 3:00	25.210	25.016
524	18/พ.ค./2565 3:30	25.186	24.992
525	18/พ.ค./2565 4:00	25.162	24.992
526	18/พ.ค./2565 4:30	25.137	24.944
527	18/พ.ค./2565 5:00	25.113	24.895
528	18/พ.ค./2565 5:30	25.040	24.823
529	18/พ.ค./2565 6:00	25.016	24.798

ภาคผนวก ข
ตารางอุณหภูมิก่อตั้งที่ 2 ที่ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box)

ตารางที่ 2 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
1	7/พ.ค./2565 6:00	26.256	26.231
2	7/พ.ค./2565 6:30	26.207	26.231
3	7/พ.ค./2565 7:00	26.256	26.280
4	7/พ.ค./2565 7:30	26.353	26.451
5	7/พ.ค./2565 8:00	26.524	26.646
6	7/พ.ค./2565 8:30	26.671	26.842
7	7/พ.ค./2565 9:00	26.940	27.210
8	7/พ.ค./2565 9:30	27.358	27.727
9	7/พ.ค./2565 10:00	27.949	28.692
10	7/พ.ค./2565 10:30	28.941	29.740
11	7/พ.ค./2565 11:00	29.540	30.343
12	7/พ.ค./2565 11:30	30.520	31.408
13	7/พ.ค./2565 12:00	31.306	32.253
14	7/พ.ค./2565 12:30	32.150	32.768
15	7/พ.ค./2565 13:00	32.278	32.639
16	7/พ.ค./2565 13:30	32.278	32.536
17	7/พ.ค./2565 14:00	32.098	31.944
18	7/พ.ค./2565 14:30	29.890	30.117
19	7/พ.ค./2565 15:00	29.290	29.439
20	7/พ.ค./2565 15:30	28.916	28.766
21	7/พ.ค./2565 16:00	28.468	28.147
22	7/พ.ค./2565 16:30	28.122	27.653
23	7/พ.ค./2565 17:00	27.850	27.308
24	7/พ.ค./2565 17:30	27.628	27.063
25	7/พ.ค./2565 18:00	27.431	26.916
26	7/พ.ค./2565 18:30	27.235	26.793
27	7/พ.ค./2565 19:00	27.063	26.671
28	7/พ.ค./2565 19:30	26.916	26.573
29	7/พ.ค./2565 20:00	26.769	26.475
30	7/พ.ค./2565 20:30	26.671	26.402
31	7/พ.ค./2565 21:00	26.573	26.329
32	7/พ.ค./2565 21:30	26.475	26.256
33	7/พ.ค./2565 22:00	26.402	26.207
34	7/พ.ค./2565 22:30	26.329	26.158
35	7/พ.ค./2565 23:00	26.256	26.109
36	7/พ.ค./2565 23:30	26.182	26.061
37	8/พ.ค./2565 0:00	26.134	26.012
38	8/พ.ค./2565 0:30	26.085	25.987
39	8/พ.ค./2565 1:00	26.036	25.939
40	8/พ.ค./2565 1:30	25.987	25.914
41	8/พ.ค./2565 2:00	25.963	25.914
42	8/พ.ค./2565 2:30	25.963	25.890
43	8/พ.ค./2565 3:00	25.939	25.890
44	8/พ.ค./2565 3:30	25.939	25.890
45	8/พ.ค./2565 4:00	25.914	25.866
46	8/พ.ค./2565 4:30	25.890	25.866

ตารางที่ 2 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) (ต่อ)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
47	8/พ.ค./2565 5:00	25.890	25.841
48	8/พ.ค./2565 5:30	25.841	25.817
49	8/พ.ค./2565 6:00	25.841	25.817
50	8/พ.ค./2565 6:30	25.817	25.817
51	8/พ.ค./2565 7:00	25.841	25.841
52	8/พ.ค./2565 7:30	25.866	25.914
53	8/พ.ค./2565 8:00	25.987	26.134
54	8/พ.ค./2565 8:30	26.158	26.402
55	8/พ.ค./2565 9:00	26.304	26.598
56	8/พ.ค./2565 9:30	26.500	26.867
57	8/พ.ค./2565 10:00	26.720	27.284
58	8/พ.ค./2565 10:30	27.235	28.171
59	8/พ.ค./2565 11:00	27.899	29.090
60	8/พ.ค./2565 11:30	28.493	29.790
61	8/พ.ค./2565 12:00	29.015	30.293
62	8/พ.ค./2565 12:30	29.565	30.773
63	8/พ.ค./2565 13:00	30.016	31.077
64	8/พ.ค./2565 13:30	30.293	31.331
65	8/พ.ค./2565 14:00	30.697	31.586
66	8/พ.ค./2565 14:30	30.925	31.765
67	8/พ.ค./2565 15:00	31.230	31.996
68	8/พ.ค./2565 15:30	31.179	31.561
69	8/พ.ค./2565 16:00	31.026	31.204
70	8/พ.ค./2565 16:30	30.900	30.874
71	8/พ.ค./2565 17:00	30.621	30.394
72	8/พ.ค./2565 17:30	30.343	29.966
73	8/พ.ค./2565 18:00	30.117	29.590
74	8/พ.ค./2565 18:30	29.865	29.265
75	8/พ.ค./2565 19:00	29.590	29.015
76	8/พ.ค./2565 19:30	29.315	28.717
77	8/พ.ค./2565 20:00	29.065	28.468
78	8/พ.ค./2565 20:30	28.841	28.270
79	8/พ.ค./2565 21:00	28.617	28.072
80	8/พ.ค./2565 21:30	28.419	27.899
81	8/พ.ค./2565 22:00	28.221	27.751
82	8/พ.ค./2565 22:30	28.048	27.628
83	8/พ.ค./2565 23:00	27.899	27.530
84	8/พ.ค./2565 23:30	27.776	27.456
85	9/พ.ค./2565 0:00	27.677	27.407
86	9/พ.ค./2565 0:30	27.604	27.333
87	9/พ.ค./2565 1:00	27.481	27.259
88	9/พ.ค./2565 1:30	27.407	27.186
89	9/พ.ค./2565 2:00	27.308	27.087
90	9/พ.ค./2565 2:30	27.235	27.014
91	9/พ.ค./2565 3:00	27.161	26.989
92	9/พ.ค./2565 3:30	27.112	26.891
93	9/พ.ค./2565 4:00	27.014	26.818

ตารางที่ 2 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) (ต่อ)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
94	9/พ.ค./2565 4:30	26.916	26.720
95	9/พ.ค./2565 5:00	26.842	26.695
96	9/พ.ค./2565 5:30	26.793	26.646
97	9/พ.ค./2565 6:00	26.769	26.646
98	9/พ.ค./2565 6:30	26.744	26.671
99	9/พ.ค./2565 7:00	26.769	26.695
100	9/พ.ค./2565 7:30	26.793	26.793
101	9/พ.ค./2565 8:00	26.916	27.014
102	9/พ.ค./2565 8:30	27.112	27.308
103	9/พ.ค./2565 9:00	27.333	27.653
104	9/พ.ค./2565 9:30	27.677	28.196
105	9/พ.ค./2565 10:00	28.171	29.140
106	9/พ.ค./2565 10:30	28.841	29.890
107	9/พ.ค./2565 11:00	29.265	30.293
108	9/พ.ค./2565 11:30	29.916	31.255
109	9/พ.ค./2565 12:00	30.697	32.201
110	9/พ.ค./2565 12:30	31.408	32.846
111	9/พ.ค./2565 13:00	31.996	33.339
112	9/พ.ค./2565 13:30	32.458	33.678
113	9/พ.ค./2565 14:00	32.872	34.045
114	9/พ.ค./2565 14:30	33.287	34.281
115	9/พ.ค./2565 15:00	33.548	34.360
116	9/พ.ค./2565 15:30	33.313	33.600
117	9/พ.ค./2565 16:00	32.098	31.868
118	9/พ.ค./2565 16:30	31.663	31.001
119	9/พ.ค./2565 17:00	31.179	30.243
120	9/พ.ค./2565 17:30	30.773	29.665
121	9/พ.ค./2565 18:00	30.419	29.265
122	9/พ.ค./2565 18:30	30.066	28.965
123	9/พ.ค./2565 19:00	29.740	28.692
124	9/พ.ค./2565 19:30	29.439	28.444
125	9/พ.ค./2565 20:00	29.190	28.270
126	9/พ.ค./2565 20:30	28.965	28.147
127	9/พ.ค./2565 21:00	28.791	28.023
128	9/พ.ค./2565 21:30	28.617	27.924
129	9/พ.ค./2565 22:00	28.468	27.850
130	9/พ.ค./2565 22:30	28.345	27.801
131	9/พ.ค./2565 23:00	28.245	27.727
132	9/พ.ค./2565 23:30	28.072	27.604
133	10/พ.ค./2565 0:00	27.949	27.481
134	10/พ.ค./2565 0:30	27.825	27.382
135	10/พ.ค./2565 1:00	27.677	27.235
136	10/พ.ค./2565 1:30	27.530	27.063
137	10/พ.ค./2565 2:00	27.382	26.916
138	10/พ.ค./2565 2:30	27.259	26.818
139	10/พ.ค./2565 3:00	27.186	26.720
140	10/พ.ค./2565 3:30	27.063	26.598

ตารางที่ 2 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) (ต่อ)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
141	10/พ.ค./2565 4:00	26.940	26.500
142	10/พ.ค./2565 4:30	26.842	26.426
143	10/พ.ค./2565 5:00	26.769	26.378
144	10/พ.ค./2565 5:30	26.744	26.378
145	10/พ.ค./2565 6:00	26.622	26.304
146	10/พ.ค./2565 6:30	26.524	26.256
147	10/พ.ค./2565 7:00	26.549	26.280
148	10/พ.ค./2565 7:30	26.573	26.304
149	10/พ.ค./2565 8:00	26.622	26.402
150	10/พ.ค./2565 8:30	26.695	26.549
151	10/พ.ค./2565 9:00	26.818	26.769
152	10/พ.ค./2565 9:30	27.014	27.087
153	10/พ.ค./2565 10:00	27.308	27.554
154	10/พ.ค./2565 10:30	27.751	28.369
155	10/พ.ค./2565 11:00	28.048	28.419
156	10/พ.ค./2565 11:30	28.048	28.171
157	10/พ.ค./2565 12:00	27.974	27.875
158	10/พ.ค./2565 12:30	27.974	27.776
159	10/พ.ค./2565 13:00	28.048	27.776
160	10/พ.ค./2565 13:30	28.171	27.949
161	10/พ.ค./2565 14:00	28.295	28.023
162	10/พ.ค./2565 14:30	28.518	28.493
163	10/พ.ค./2565 15:00	28.866	29.015
164	10/พ.ค./2565 15:30	29.190	29.290
165	10/พ.ค./2565 16:00	29.240	29.090
166	10/พ.ค./2565 16:30	29.240	28.941
167	10/พ.ค./2565 17:00	29.265	28.717
168	10/พ.ค./2565 17:30	29.190	28.468
169	10/พ.ค./2565 18:00	29.115	28.270
170	10/พ.ค./2565 18:30	29.040	28.048
171	10/พ.ค./2565 19:00	28.916	27.850
172	10/พ.ค./2565 19:30	28.816	27.677
173	10/พ.ค./2565 20:00	28.667	27.530
174	10/พ.ค./2565 20:30	28.568	27.407
175	10/พ.ค./2565 21:00	28.468	27.308
176	10/พ.ค./2565 21:30	28.345	27.186
177	10/พ.ค./2565 22:00	28.245	27.112
178	10/พ.ค./2565 22:30	28.171	27.038
179	10/พ.ค./2565 23:00	28.072	26.989
180	10/พ.ค./2565 23:30	28.048	26.989
181	11/พ.ค./2565 0:00	27.974	26.965
182	11/พ.ค./2565 0:30	27.924	26.891
183	11/พ.ค./2565 1:00	27.850	26.867
184	11/พ.ค./2565 1:30	27.776	26.793
185	11/พ.ค./2565 2:00	27.702	26.720
186	11/พ.ค./2565 2:30	27.677	26.720
187	11/พ.ค./2565 3:00	27.628	26.695

ตารางที่ 2 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) (ต่อ)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
188	11/พ.ค./2565 3:30	27.604	26.695
189	11/พ.ค./2565 4:00	27.554	26.671
190	11/พ.ค./2565 4:30	27.530	26.671
191	11/พ.ค./2565 5:00	27.481	26.622
192	11/พ.ค./2565 5:30	27.456	26.622
193	11/พ.ค./2565 6:00	27.407	26.598
194	11/พ.ค./2565 6:30	27.382	26.598
195	11/พ.ค./2565 7:00	27.407	26.622
196	11/พ.ค./2565 7:30	27.456	26.744
197	11/พ.ค./2565 8:00	27.554	26.940
198	11/พ.ค./2565 8:30	27.727	27.210
199	11/พ.ค./2565 9:00	27.727	27.038
200	11/พ.ค./2565 9:30	27.481	26.842
201	11/พ.ค./2565 10:00	27.628	26.989
202	11/พ.ค./2565 10:30	27.751	27.161
203	11/พ.ค./2565 11:00	27.875	27.407
204	11/พ.ค./2565 11:30	27.974	27.431
205	11/พ.ค./2565 12:00	27.949	27.333
206	11/พ.ค./2565 12:30	28.023	27.431
207	11/พ.ค./2565 13:00	28.171	27.579
208	11/พ.ค./2565 13:30	28.394	27.998
209	11/พ.ค./2565 14:00	28.766	28.593
210	11/พ.ค./2565 14:30	29.240	29.464
211	11/พ.ค./2565 15:00	29.715	29.815
212	11/พ.ค./2565 15:30	29.890	29.890
213	11/พ.ค./2565 16:00	30.066	29.865
214	11/พ.ค./2565 16:30	30.167	29.790
215	11/พ.ค./2565 17:00	30.167	29.615
216	11/พ.ค./2565 17:30	30.192	29.439
217	11/พ.ค./2565 18:00	30.167	29.315
218	11/พ.ค./2565 18:30	30.091	28.990
219	11/พ.ค./2565 19:00	29.941	28.692
220	11/พ.ค./2565 19:30	29.790	28.468
221	11/พ.ค./2565 20:00	29.690	28.270
222	11/พ.ค./2565 20:30	29.590	28.147
223	11/พ.ค./2565 21:00	29.464	28.023
224	11/พ.ค./2565 21:30	29.365	27.924
225	11/พ.ค./2565 22:00	29.240	27.825
226	11/พ.ค./2565 22:30	29.115	27.727
227	11/พ.ค./2565 23:00	28.990	27.579
228	11/พ.ค./2565 23:30	28.841	27.505
229	12/พ.ค./2565 0:00	28.717	27.382
230	12/พ.ค./2565 0:30	28.568	27.284
231	12/พ.ค./2565 1:00	28.493	27.186
232	12/พ.ค./2565 1:30	28.394	27.136
233	12/พ.ค./2565 2:00	28.320	27.087
234	12/พ.ค./2565 2:30	28.245	27.014

ตารางที่ 2 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) (ต่อ)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
235	12/พ.ค./2565 3:00	28.171	26.940
236	12/พ.ค./2565 3:30	28.072	26.867
237	12/พ.ค./2565 4:00	27.998	26.793
238	12/พ.ค./2565 4:30	27.899	26.720
239	12/พ.ค./2565 5:00	27.825	26.671
240	12/พ.ค./2565 5:30	27.751	26.598
241	12/พ.ค./2565 6:00	27.677	26.549
289	13/พ.ค./2565 6:00	27.899	26.549
290	13/พ.ค./2565 6:30	27.850	26.549
291	13/พ.ค./2565 7:00	27.875	26.598
292	13/พ.ค./2565 7:30	27.924	26.744
293	13/พ.ค./2565 8:00	28.023	26.891
294	13/พ.ค./2565 8:30	28.122	27.038
295	13/พ.ค./2565 9:00	28.270	27.210
296	13/พ.ค./2565 9:30	28.369	27.407
297	13/พ.ค./2565 10:00	28.692	28.122
298	13/พ.ค./2565 10:30	29.265	29.015
299	13/พ.ค./2565 11:00	29.640	29.590
300	13/พ.ค./2565 11:30	30.243	30.469
301	13/พ.ค./2565 12:00	30.824	31.306
302	13/พ.ค./2565 12:30	31.357	31.944
303	13/พ.ค./2565 13:00	31.868	32.562
304	13/พ.ค./2565 13:30	32.407	33.183
305	13/พ.ค./2565 14:00	32.846	33.574
306	13/พ.ค./2565 14:30	33.313	34.019
307	13/พ.ค./2565 15:00	33.783	34.413
308	13/พ.ค./2565 15:30	34.097	34.466
309	13/พ.ค./2565 16:00	34.255	34.387
310	13/พ.ค./2565 16:30	34.360	34.334
311	13/พ.ค./2565 17:00	34.360	34.150
312	13/พ.ค./2565 17:30	34.176	33.678
313	13/พ.ค./2565 18:00	33.940	33.235
314	13/พ.ค./2565 18:30	33.730	32.846
315	13/พ.ค./2565 19:00	33.443	32.407
316	13/พ.ค./2565 19:30	33.183	32.021
317	13/พ.ค./2565 20:00	32.768	31.561
318	13/พ.ค./2565 20:30	32.510	31.179
319	13/พ.ค./2565 21:00	32.253	30.849
320	13/พ.ค./2565 21:30	32.021	30.571
321	13/พ.ค./2565 22:00	31.816	30.318
322	13/พ.ค./2565 22:30	31.612	30.117
323	13/พ.ค./2565 23:00	31.459	29.941
324	13/พ.ค./2565 23:30	31.306	29.765
325	14/พ.ค./2565 0:00	31.153	29.615
326	14/พ.ค./2565 0:30	31.001	29.439
327	14/พ.ค./2565 1:00	30.849	29.290
328	14/พ.ค./2565 1:30	30.697	29.115

ตารางที่ 2 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) (ต่อ)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
329	14/พ.ค./2565 2:00	30.520	28.965
330	14/พ.ค./2565 2:30	30.394	28.841
331	14/พ.ค./2565 3:00	30.268	28.717
332	14/พ.ค./2565 3:30	30.167	28.617
333	14/พ.ค./2565 4:00	30.041	28.468
334	14/พ.ค./2565 4:30	29.916	28.369
335	14/พ.ค./2565 5:00	29.815	28.245
336	14/พ.ค./2565 5:30	29.690	28.171
337	14/พ.ค./2565 6:00	29.590	28.122
338	14/พ.ค./2565 6:30	29.515	28.048
339	14/พ.ค./2565 7:00	29.464	28.048
340	14/พ.ค./2565 7:30	29.540	28.171
341	14/พ.ค./2565 8:00	29.565	28.221
342	14/พ.ค./2565 8:30	29.565	28.320
343	14/พ.ค./2565 9:00	29.715	28.568
344	14/พ.ค./2565 9:30	29.941	29.015
345	14/พ.ค./2565 10:00	30.243	29.590
346	14/พ.ค./2565 10:30	30.798	30.646
347	14/พ.ค./2565 11:00	31.459	31.510
348	14/พ.ค./2565 11:30	31.842	32.021
349	14/พ.ค./2565 12:00	32.355	32.691
350	14/พ.ค./2565 12:30	32.794	33.235
351	14/พ.ค./2565 13:00	33.313	33.835
352	14/พ.ค./2565 13:30	33.600	33.966
353	14/พ.ค./2565 14:00	33.809	33.992
354	14/พ.ค./2565 14:30	33.861	34.019
355	14/พ.ค./2565 15:00	34.019	33.992
356	14/พ.ค./2565 15:30	33.992	33.678
357	14/พ.ค./2565 16:00	34.176	33.940
358	14/พ.ค./2565 16:30	34.229	33.730
359	14/พ.ค./2565 17:00	34.229	33.652
360	14/พ.ค./2565 17:30	34.255	33.495
361	14/พ.ค./2565 18:00	34.176	33.209
362	14/พ.ค./2565 18:30	33.992	32.872
363	14/พ.ค./2565 19:00	33.783	32.484
364	14/พ.ค./2565 19:30	33.574	32.124
365	14/พ.ค./2565 20:00	33.391	31.816
366	14/พ.ค./2565 20:30	33.131	31.510
367	14/พ.ค./2565 21:00	32.898	31.179
368	14/พ.ค./2565 21:30	32.691	30.925
369	14/พ.ค./2565 22:00	32.458	30.697
370	14/พ.ค./2565 22:30	32.330	30.520
371	14/พ.ค./2565 23:00	32.175	30.369
372	14/พ.ค./2565 23:30	32.021	30.217
373	15/พ.ค./2565 0:00	31.893	30.041
374	15/พ.ค./2565 0:30	31.714	29.890
375	15/พ.ค./2565 1:00	31.586	29.715

ตารางที่ 2 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) (ต่อ)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
376	15/พ.ค./2565 1:30	31.408	29.515
377	15/พ.ค./2565 2:00	31.255	29.365
378	15/พ.ค./2565 2:30	31.128	29.240
379	15/พ.ค./2565 3:00	30.976	29.140
380	15/พ.ค./2565 3:30	30.900	29.065
381	15/พ.ค./2565 4:00	30.773	28.891
382	15/พ.ค./2565 4:30	30.621	28.791
383	15/พ.ค./2565 5:00	30.596	28.742
384	15/พ.ค./2565 5:30	30.495	28.667
385	15/พ.ค./2565 6:00	30.444	28.617
386	15/พ.ค./2565 6:30	30.394	28.617
387	15/พ.ค./2565 7:00	30.469	28.742
388	15/พ.ค./2565 7:30	30.545	28.941
389	15/พ.ค./2565 8:00	30.697	29.215
390	15/พ.ค./2565 8:30	30.900	29.540
391	15/พ.ค./2565 9:00	31.052	29.740
392	15/พ.ค./2565 9:30	31.281	30.066
393	15/พ.ค./2565 10:00	31.612	30.773
394	15/พ.ค./2565 10:30	32.278	31.816
395	15/พ.ค./2565 11:00	32.794	32.562
396	15/พ.ค./2565 11:30	33.313	33.235
397	15/พ.ค./2565 12:00	33.757	33.600
398	15/พ.ค./2565 12:30	34.150	34.124
399	15/พ.ค./2565 13:00	34.334	34.281
400	15/พ.ค./2565 13:30	34.598	34.598
401	15/พ.ค./2565 14:00	35.075	35.208
402	15/พ.ค./2565 14:30	35.636	35.689
403	15/พ.ค./2565 15:00	35.931	35.823
404	15/พ.ค./2565 15:30	35.931	35.743
405	15/พ.ค./2565 16:00	35.958	35.342
406	15/พ.ค./2565 16:30	35.797	34.783
407	15/พ.ค./2565 17:00	35.529	34.281
408	15/พ.ค./2565 17:30	35.315	33.757
409	15/พ.ค./2565 18:00	35.049	33.235
410	15/พ.ค./2565 18:30	34.810	32.768
411	15/พ.ค./2565 19:00	34.466	32.355
412	15/พ.ค./2565 19:30	34.202	31.996
413	15/พ.ค./2565 20:00	33.887	31.637
414	15/พ.ค./2565 20:30	33.574	31.281
415	15/พ.ค./2565 21:00	33.287	31.026
416	15/พ.ค./2565 21:30	33.053	30.798
417	15/พ.ค./2565 22:00	32.846	30.596
418	15/พ.ค./2565 22:30	32.639	30.369
419	15/พ.ค./2565 23:00	32.433	30.167
420	15/พ.ค./2565 23:30	32.227	29.966
421	16/พ.ค./2565 0:00	32.047	29.765
422	16/พ.ค./2565 0:30	31.893	29.59

ตารางที่ 2 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) (ต่อ)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
423	16/พ.ค./2565 1:00	31.714	29.389
424	16/พ.ค./2565 1:30	31.535	29.215
425	16/พ.ค./2565 2:00	31.357	29.040
426	16/พ.ค./2565 2:30	31.230	28.916
427	16/พ.ค./2565 3:00	31.077	28.791
428	16/พ.ค./2565 3:30	30.950	28.667
429	16/พ.ค./2565 4:00	30.824	28.543
430	16/พ.ค./2565 4:30	30.697	28.444
431	16/พ.ค./2565 5:00	30.646	28.419
432	16/พ.ค./2565 5:30	30.571	28.320
433	16/พ.ค./2565 6:00	30.495	28.221
434	16/พ.ค./2565 6:30	30.369	28.122
435	16/พ.ค./2565 7:00	30.318	28.097
436	16/พ.ค./2565 7:30	30.343	28.147
437	16/พ.ค./2565 8:00	30.343	28.245
438	16/พ.ค./2565 8:30	30.419	28.419
439	16/พ.ค./2565 9:00	30.571	28.717
440	16/พ.ค./2565 9:30	30.824	29.165
441	16/พ.ค./2565 10:00	31.255	30.066
442	16/พ.ค./2565 10:30	31.663	30.545
443	16/พ.ค./2565 11:00	31.970	31.052
444	16/พ.ค./2565 11:30	32.355	31.637
445	16/พ.ค./2565 12:00	32.665	31.970
446	16/พ.ค./2565 12:30	32.924	32.304
447	16/พ.ค./2565 13:00	33.183	32.639
448	16/พ.ค./2565 13:30	33.704	33.391
449	16/พ.ค./2565 14:00	34.176	33.783
450	16/พ.ค./2565 14:30	34.519	34.150
451	16/พ.ค./2565 15:00	34.916	34.545
452	16/พ.ค./2565 15:30	35.128	34.757
453	16/พ.ค./2565 16:00	35.395	35.049
454	16/พ.ค./2565 16:30	34.889	33.861
455	16/พ.ค./2565 17:00	34.124	33.001
456	16/พ.ค./2565 17:30	33.652	32.278
457	16/พ.ค./2565 18:00	33.313	31.663
458	16/พ.ค./2565 18:30	33.001	31.179
459	16/พ.ค./2565 19:00	32.742	30.773
460	16/พ.ค./2565 19:30	32.484	30.394
461	16/พ.ค./2565 20:00	32.201	30.066
462	16/พ.ค./2565 20:30	31.944	29.740
463	16/พ.ค./2565 21:00	31.663	29.414
464	16/พ.ค./2565 21:30	31.408	29.115
465	16/พ.ค./2565 22:00	31.179	28.841
466	16/พ.ค./2565 22:30	30.976	28.593
467	16/พ.ค./2565 23:00	30.748	28.345
468	16/พ.ค./2565 23:30	30.520	28.147
469	17/พ.ค./2565 0:00	30.369	27.949

ตารางที่ 2 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) (ต่อ)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
470	17/พ.ค./2565 0:30	30.192	27.776
471	17/พ.ค./2565 1:00	30.041	27.604
472	17/พ.ค./2565 1:30	29.941	27.456
473	17/พ.ค./2565 2:00	29.715	27.284
474	17/พ.ค./2565 2:30	29.590	27.112
475	17/พ.ค./2565 3:00	29.414	26.940
476	17/พ.ค./2565 3:30	29.215	26.769
477	17/พ.ค./2565 4:00	29.140	26.671
478	17/พ.ค./2565 4:30	29.090	26.646
479	17/พ.ค./2565 5:00	28.990	26.549
480	17/พ.ค./2565 5:30	28.866	26.475
481	17/พ.ค./2565 6:00	28.791	26.402
482	17/พ.ค./2565 6:30	28.717	26.378
483	17/พ.ค./2565 7:00	28.717	26.402
484	17/พ.ค./2565 7:30	28.742	26.475
485	17/พ.ค./2565 8:00	28.841	26.720
486	17/พ.ค./2565 8:30	28.990	26.916
487	17/พ.ค./2565 9:00	29.190	27.308
488	17/พ.ค./2565 9:30	29.540	27.924
489	17/พ.ค./2565 10:00	29.941	28.593
490	17/พ.ค./2565 10:30	30.520	29.439
491	17/พ.ค./2565 11:00	31.255	30.520
492	17/พ.ค./2565 11:30	31.765	30.950
493	17/พ.ค./2565 12:00	32.304	31.612
494	17/พ.ค./2565 12:30	32.924	32.253
495	17/พ.ค./2565 13:00	33.443	32.562
496	17/พ.ค./2565 13:30	33.600	32.846
497	17/พ.ค./2565 14:00	34.176	33.469
498	17/พ.ค./2565 14:30	34.598	33.600
499	17/พ.ค./2565 15:00	34.624	33.495
500	17/พ.ค./2565 15:30	34.624	33.365
501	17/พ.ค./2565 16:00	34.783	33.574
502	17/พ.ค./2565 16:30	34.916	33.495
503	17/พ.ค./2565 17:00	34.545	32.665
504	17/พ.ค./2565 17:30	33.626	31.535
505	17/พ.ค./2565 18:00	33.157	30.824
506	17/พ.ค./2565 18:30	32.717	30.091
507	17/พ.ค./2565 19:00	32.278	29.464
508	17/พ.ค./2565 19:30	31.919	28.990
509	17/พ.ค./2565 20:00	31.535	28.568
510	17/พ.ค./2565 20:30	31.204	28.221
511	17/พ.ค./2565 21:00	30.950	27.924
512	17/พ.ค./2565 21:30	30.672	27.702
513	17/พ.ค./2565 22:00	30.394	27.407
514	17/พ.ค./2565 22:30	29.966	26.989
515	17/พ.ค./2565 23:00	29.665	26.72
516	17/พ.ค./2565 23:30	29.464	26.500

ตารางที่ 2 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Planter Box) (ต่อ)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
517	18/พ.ค./2565 0:00	29.240	26.304
518	18/พ.ค./2565 0:30	29.015	26.134
519	18/พ.ค./2565 1:00	28.816	25.987
520	18/พ.ค./2565 1:30	28.667	25.866
521	18/พ.ค./2565 2:00	28.568	25.768
522	18/พ.ค./2565 2:30	28.444	25.671
523	18/พ.ค./2565 3:00	28.345	25.598
524	18/พ.ค./2565 3:30	28.245	25.525
525	18/พ.ค./2565 4:00	28.171	25.477
526	18/พ.ค./2565 4:30	28.072	25.428
527	18/พ.ค./2565 5:00	27.998	25.380
528	18/พ.ค./2565 5:30	27.924	25.355
529	18/พ.ค./2565 6:00	27.850	25.355

ภาคผนวก ซ
ตารางอุณหภูมิกล่องที่ 3 ที่ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer)

ตารางที่ 3 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
1	7/พ.ค./2565 6:00	26.329	26.036
2	7/พ.ค./2565 6:30	26.304	26.036
3	7/พ.ค./2565 7:00	26.353	26.134
4	7/พ.ค./2565 7:30	26.500	26.280
5	7/พ.ค./2565 8:00	26.671	26.451
6	7/พ.ค./2565 8:30	26.842	26.598
7	7/พ.ค./2565 9:00	27.087	26.891
8	7/พ.ค./2565 9:30	27.456	27.308
9	7/พ.ค./2565 10:00	28.072	28.147
10	7/พ.ค./2565 10:30	29.115	29.065
11	7/พ.ค./2565 11:00	29.690	29.540
12	7/พ.ค./2565 11:30	30.672	30.520
13	7/พ.ค./2565 12:00	31.433	31.255
14	7/พ.ค./2565 12:30	32.253	31.740
15	7/พ.ค./2565 13:00	32.253	31.535
16	7/พ.ค./2565 13:30	32.175	31.408
17	7/พ.ค./2565 14:00	31.893	30.824
18	7/พ.ค./2565 14:30	30.571	26.965
19	7/พ.ค./2565 15:00	29.590	26.769
20	7/พ.ค./2565 15:30	28.965	26.402
21	7/พ.ค./2565 16:00	28.419	26.134
22	7/พ.ค./2565 16:30	27.949	26.451
23	7/พ.ค./2565 17:00	27.653	26.426
24	7/พ.ค./2565 17:30	27.431	26.28
25	7/พ.ค./2565 18:00	27.259	26.329
26	7/พ.ค./2565 18:30	27.112	26.304
27	7/พ.ค./2565 19:00	26.989	26.256
28	7/พ.ค./2565 19:30	26.867	26.182
29	7/พ.ค./2565 20:00	26.769	26.134
30	7/พ.ค./2565 20:30	26.695	26.061
31	7/พ.ค./2565 21:00	26.622	26.012
32	7/พ.ค./2565 21:30	26.549	25.963
33	7/พ.ค./2565 22:00	26.500	25.914
34	7/พ.ค./2565 22:30	26.426	25.866
35	7/พ.ค./2565 23:00	26.378	25.841
36	7/พ.ค./2565 23:30	26.329	25.793
37	8/พ.ค./2565 0:00	26.304	25.768
38	8/พ.ค./2565 0:30	26.256	25.720
39	8/พ.ค./2565 1:00	26.231	25.695
40	8/พ.ค./2565 1:30	26.182	25.695
41	8/พ.ค./2565 2:00	26.207	25.695
42	8/พ.ค./2565 2:30	26.207	25.695
43	8/พ.ค./2565 3:00	26.182	25.695
44	8/พ.ค./2565 3:30	26.207	25.695
45	8/พ.ค./2565 4:00	26.182	25.671
46	8/พ.ค./2565 4:30	26.182	25.671

ตารางที่ 3 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) (ต่อ)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
47	8/พ.ค./2565 5:00	26.182	25.671
48	8/พ.ค./2565 5:30	26.158	25.647
49	8/พ.ค./2565 6:00	26.134	25.647
50	8/พ.ค./2565 6:30	26.134	25.671
51	8/พ.ค./2565 7:00	26.158	25.695
52	8/พ.ค./2565 7:30	26.207	25.768
53	8/พ.ค./2565 8:00	26.353	25.914
54	8/พ.ค./2565 8:30	26.549	26.109
55	8/พ.ค./2565 9:00	26.720	26.280
56	8/พ.ค./2565 9:30	26.916	26.475
57	8/พ.ค./2565 10:00	27.161	26.842
58	8/พ.ค./2565 10:30	27.751	27.579
59	8/พ.ค./2565 11:00	28.493	28.295
60	8/พ.ค./2565 11:30	29.065	28.891
61	8/พ.ค./2565 12:00	29.590	29.340
62	8/พ.ค./2565 12:30	30.167	29.765
63	8/พ.ค./2565 13:00	30.545	29.991
64	8/พ.ค./2565 13:30	30.748	30.167
65	8/พ.ค./2565 14:00	31.077	30.318
66	8/พ.ค./2565 14:30	31.204	30.444
67	8/พ.ค./2565 15:00	31.459	30.571
68	8/พ.ค./2565 15:30	31.255	30.167
69	8/พ.ค./2565 16:00	30.976	29.916
70	8/พ.ค./2565 16:30	30.722	29.615
71	8/พ.ค./2565 17:00	30.293	29.115
72	8/พ.ค./2565 17:30	29.815	28.717
73	8/พ.ค./2565 18:00	29.464	28.419
74	8/พ.ค./2565 18:30	29.165	28.171
75	8/พ.ค./2565 19:00	28.891	27.949
76	8/พ.ค./2565 19:30	28.593	27.727
77	8/พ.ค./2565 20:00	28.345	27.554
78	8/พ.ค./2565 20:30	28.147	27.407
79	8/พ.ค./2565 21:00	27.949	27.259
80	8/พ.ค./2565 21:30	27.801	27.161
81	8/พ.ค./2565 22:00	27.653	27.038
82	8/พ.ค./2565 22:30	27.554	26.940
83	8/พ.ค./2565 23:00	27.456	26.867
84	8/พ.ค./2565 23:30	27.382	26.842
85	9/พ.ค./2565 0:00	27.333	26.793
86	9/พ.ค./2565 0:30	27.284	26.744
87	9/พ.ค./2565 1:00	27.235	26.695
88	9/พ.ค./2565 1:30	27.186	26.646
89	9/พ.ค./2565 2:00	27.112	26.598
90	9/พ.ค./2565 2:30	27.063	26.549
91	9/พ.ค./2565 3:00	27.038	26.524
92	9/พ.ค./2565 3:30	26.989	26.475

ตารางที่ 3 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) (ต่อ)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
93	9/พ.ค./2565 4:00	26.916	26.402
94	9/พ.ค./2565 4:30	26.842	26.329
95	9/พ.ค./2565 5:00	26.793	26.304
96	9/พ.ค./2565 5:30	26.769	26.280
97	9/พ.ค./2565 6:00	26.769	26.280
98	9/พ.ค./2565 6:30	26.769	26.353
99	9/พ.ค./2565 7:00	26.818	26.402
100	9/พ.ค./2565 7:30	26.891	26.475
101	9/พ.ค./2565 8:00	27.038	26.646
102	9/พ.ค./2565 8:30	27.259	26.916
103	9/พ.ค./2565 9:00	27.530	27.186
104	9/พ.ค./2565 9:30	27.875	27.554
105	9/พ.ค./2565 10:00	28.493	28.320
106	9/พ.ค./2565 10:30	29.265	28.941
107	9/พ.ค./2565 11:00	29.690	29.240
108	9/พ.ค./2565 11:30	30.369	30.041
109	9/พ.ค./2565 12:00	31.204	30.773
110	9/พ.ค./2565 12:30	31.868	31.204
111	9/พ.ค./2565 13:00	32.330	31.561
112	9/พ.ค./2565 13:30	32.639	31.816
113	9/พ.ค./2565 14:00	32.924	32.021
114	9/พ.ค./2565 14:30	33.235	32.150
115	9/พ.ค./2565 15:00	33.313	32.201
116	9/พ.ค./2565 15:30	32.898	31.433
117	9/พ.ค./2565 16:00	31.637	30.192
118	9/พ.ค./2565 16:30	30.748	29.389
119	9/พ.ค./2565 17:00	30.117	28.891
120	9/พ.ค./2565 17:30	29.590	28.568
121	9/พ.ค./2565 18:00	29.215	28.320
122	9/พ.ค./2565 18:30	28.891	28.097
123	9/พ.ค./2565 19:00	28.642	27.875
124	9/พ.ค./2565 19:30	28.394	27.727
125	9/พ.ค./2565 20:00	28.221	27.628
126	9/พ.ค./2565 20:30	28.072	27.530
127	9/พ.ค./2565 21:00	27.974	27.456
128	9/พ.ค./2565 21:30	27.899	27.382
129	9/พ.ค./2565 22:00	27.825	27.333
130	9/พ.ค./2565 22:30	27.776	27.308
131	9/พ.ค./2565 23:00	27.751	27.259
132	9/พ.ค./2565 23:30	27.677	27.112
133	10/พ.ค./2565 0:00	27.579	27.063
134	10/พ.ค./2565 0:30	27.481	26.989
135	10/พ.ค./2565 1:00	27.382	26.867
136	10/พ.ค./2565 1:30	27.235	26.720
137	10/พ.ค./2565 2:00	27.112	26.598
138	10/พ.ค./2565 2:30	27.014	26.524
139	10/พ.ค./2565 3:00	26.940	26.451

ตารางที่ 3 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) (ต่อ)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
140	10/พ.ค./2565 3:30	26.818	26.329
141	10/พ.ค./2565 4:00	26.720	26.231
142	10/พ.ค./2565 4:30	26.646	26.158
143	10/พ.ค./2565 5:00	26.598	26.134
144	10/พ.ค./2565 5:30	26.573	26.134
145	10/พ.ค./2565 6:00	26.524	25.671
146	10/พ.ค./2565 6:30	26.426	25.939
147	10/พ.ค./2565 7:00	26.402	26.012
148	10/พ.ค./2565 7:30	26.451	26.061
149	10/พ.ค./2565 8:00	26.549	26.134
150	10/พ.ค./2565 8:30	26.646	26.231
151	10/พ.ค./2565 9:00	26.818	26.402
152	10/พ.ค./2565 9:30	27.038	26.671
153	10/พ.ค./2565 10:00	27.382	27.063
154	10/พ.ค./2565 10:30	27.949	27.751
155	10/พ.ค./2565 11:00	28.270	28.023
156	10/พ.ค./2565 11:30	28.147	27.751
157	10/พ.ค./2565 12:00	27.974	27.456
158	10/พ.ค./2565 12:30	27.924	27.407
159	10/พ.ค./2565 13:00	27.949	27.431
160	10/พ.ค./2565 13:30	28.048	27.53
161	10/พ.ค./2565 14:00	28.147	27.628
162	10/พ.ค./2565 14:30	28.369	28.023
163	10/พ.ค./2565 15:00	28.766	28.394
164	10/พ.ค./2565 15:30	29.065	28.518
165	10/พ.ค./2565 16:00	29.040	28.369
166	10/พ.ค./2565 16:30	28.965	28.245
167	10/พ.ค./2565 17:00	28.841	28.072
168	10/พ.ค./2565 17:30	28.717	27.875
169	10/พ.ค./2565 18:00	28.543	27.653
170	10/พ.ค./2565 18:30	28.320	27.456
171	10/พ.ค./2565 19:00	28.122	27.259
172	10/พ.ค./2565 19:30	27.949	27.087
173	10/พ.ค./2565 20:00	27.776	26.940
174	10/พ.ค./2565 20:30	27.604	26.793
175	10/พ.ค./2565 21:00	27.481	26.695
176	10/พ.ค./2565 21:30	27.358	26.598
177	10/พ.ค./2565 22:00	27.235	26.500
178	10/พ.ค./2565 22:30	27.161	26.451
179	10/พ.ค./2565 23:00	27.087	26.402
180	10/พ.ค./2565 23:30	27.063	26.378
181	11/พ.ค./2565 0:00	27.038	26.353
182	11/พ.ค./2565 0:30	26.989	26.304
183	11/พ.ค./2565 1:00	26.940	26.280
184	11/พ.ค./2565 1:30	26.891	26.231
185	11/พ.ค./2565 2:00	26.818	26.207
186	11/พ.ค./2565 2:30	26.793	26.207

ตารางที่ 3 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) (ต่อ)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
187	11/พ.ค./2565 3:00	26.793	26.182
188	11/พ.ค./2565 3:30	26.793	26.207
189	11/พ.ค./2565 4:00	26.769	26.207
190	11/พ.ค./2565 4:30	26.769	26.182
191	11/พ.ค./2565 5:00	26.744	26.182
192	11/พ.ค./2565 5:30	26.744	26.182
193	11/พ.ค./2565 6:00	26.695	26.207
194	11/พ.ค./2565 6:30	26.695	26.207
195	11/พ.ค./2565 7:00	26.695	26.256
196	11/พ.ค./2565 7:30	26.793	26.378
197	11/พ.ค./2565 8:00	26.965	26.549
198	11/พ.ค./2565 8:30	27.186	26.769
199	11/พ.ค./2565 9:00	27.308	26.549
200	11/พ.ค./2565 9:30	27.014	26.500
201	11/พ.ค./2565 10:00	27.038	26.549
202	11/พ.ค./2565 10:30	27.186	26.720
203	11/พ.ค./2565 11:00	27.382	26.916
204	11/พ.ค./2565 11:30	27.481	26.891
205	11/พ.ค./2565 12:00	27.358	26.818
206	11/พ.ค./2565 12:30	27.407	26.891
207	11/พ.ค./2565 13:00	27.554	27.038
208	11/พ.ค./2565 13:30	27.825	27.431
209	11/พ.ค./2565 14:00	28.345	27.924
210	11/พ.ค./2565 14:30	28.941	28.617
211	11/พ.ค./2565 15:00	29.540	28.916
212	11/พ.ค./2565 15:30	29.665	29.015
213	11/พ.ค./2565 16:00	29.815	29.090
214	11/พ.ค./2565 16:30	29.865	29.065
215	11/พ.ค./2565 17:00	29.840	28.965
216	11/พ.ค./2565 17:30	29.765	28.891
217	11/พ.ค./2565 18:00	29.665	28.816
218	11/พ.ค./2565 18:30	29.439	28.543
219	11/พ.ค./2565 19:00	29.190	28.245
220	11/พ.ค./2565 19:30	28.965	28.023
221	11/พ.ค./2565 20:00	28.791	27.825
222	11/พ.ค./2565 20:30	28.617	27.702
223	11/พ.ค./2565 21:00	28.468	27.579
224	11/พ.ค./2565 21:30	28.320	27.481
225	11/พ.ค./2565 22:00	28.196	27.358
226	11/พ.ค./2565 22:30	28.048	27.259
227	11/พ.ค./2565 23:00	27.875	27.136
228	11/พ.ค./2565 23:30	27.751	27.038
229	12/พ.ค./2565 0:00	27.604	26.940
230	12/พ.ค./2565 0:30	27.505	26.867
231	12/พ.ค./2565 1:00	27.407	26.793
232	12/พ.ค./2565 1:30	27.308	26.744
233	12/พ.ค./2565 2:00	27.259	26.720

ตารางที่ 3 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) (ต่อ)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
234	12/พ.ค./2565 2:30	27.210	26.671
235	12/พ.ค./2565 3:00	27.161	26.598
236	12/พ.ค./2565 3:30	27.087	26.549
237	12/พ.ค./2565 4:00	27.014	26.475
238	12/พ.ค./2565 4:30	26.940	26.402
239	12/พ.ค./2565 5:00	26.891	26.353
240	12/พ.ค./2565 5:30	26.818	26.304
241	12/พ.ค./2565 6:00	26.769	26.256
289	13/พ.ค./2565 6:00	26.646	26.231
290	13/พ.ค./2565 6:30	26.622	26.231
291	13/พ.ค./2565 7:00	26.671	26.353
292	13/พ.ค./2565 7:30	26.793	26.426
293	13/พ.ค./2565 8:00	26.940	26.524
294	13/พ.ค./2565 8:30	27.038	26.598
295	13/พ.ค./2565 9:00	27.161	26.695
296	13/พ.ค./2565 9:30	27.333	26.793
297	13/พ.ค./2565 10:00	27.801	27.382
298	13/พ.ค./2565 10:30	28.717	28.048
299	13/พ.ค./2565 11:00	29.365	28.444
300	13/พ.ค./2565 11:30	30.192	29.090
301	13/พ.ค./2565 12:00	30.900	29.690
302	13/พ.ค./2565 12:30	31.535	30.091
303	13/พ.ค./2565 13:00	31.996	30.444
304	13/พ.ค./2565 13:30	32.458	30.849
305	13/พ.ค./2565 14:00	32.768	31.103
306	13/พ.ค./2565 14:30	33.079	31.459
307	13/พ.ค./2565 15:00	33.313	31.765
308	13/พ.ค./2565 15:30	33.391	31.842
309	13/พ.ค./2565 16:00	33.235	31.765
310	13/พ.ค./2565 16:30	33.079	31.740
311	13/พ.ค./2565 17:00	33.027	31.510
312	13/พ.ค./2565 17:30	32.717	31.230
313	13/พ.ค./2565 18:00	32.304	31.026
314	13/พ.ค./2565 18:30	31.970	30.90
315	13/พ.ค./2565 19:00	31.586	30.646
316	13/พ.ค./2565 19:30	31.23	30.419
317	13/พ.ค./2565 20:00	30.874	30.091
318	13/พ.ค./2565 20:30	30.520	29.84
319	13/พ.ค./2565 21:00	30.217	29.615
320	13/พ.ค./2565 21:30	29.966	29.464
321	13/พ.ค./2565 22:00	29.765	29.34
322	13/พ.ค./2565 22:30	29.615	29.215
323	13/พ.ค./2565 23:00	29.464	29.065
324	13/พ.ค./2565 23:30	29.365	28.990
325	14/พ.ค./2565 0:00	29.240	28.866
326	14/พ.ค./2565 0:30	29.140	28.742
327	14/พ.ค./2565 1:00	29.015	28.617

ตารางที่ 3 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) (ต่อ)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
328	14/พ.ค./2565 1:30	28.891	28.518
329	14/พ.ค./2565 2:00	28.766	28.369
330	14/พ.ค./2565 2:30	28.642	28.270
331	14/พ.ค./2565 3:00	28.568	28.171
332	14/พ.ค./2565 3:30	28.468	28.072
333	14/พ.ค./2565 4:00	28.369	27.949
334	14/พ.ค./2565 4:30	28.270	27.850
335	14/พ.ค./2565 5:00	28.147	27.751
336	14/พ.ค./2565 5:30	28.048	27.702
337	14/พ.ค./2565 6:00	27.998	27.653
338	14/พ.ค./2565 6:30	27.924	27.628
339	14/พ.ค./2565 7:00	27.924	27.677
340	14/พ.ค./2565 7:30	28.023	27.776
341	14/พ.ค./2565 8:00	28.147	27.801
342	14/พ.ค./2565 8:30	28.270	27.825
343	14/พ.ค./2565 9:00	28.444	28.023
344	14/พ.ค./2565 9:30	28.766	28.394
345	14/พ.ค./2565 10:00	29.315	28.841
346	14/พ.ค./2565 10:30	29.991	29.715
347	14/พ.ค./2565 11:00	30.874	30.369
348	14/พ.ค./2565 11:30	31.331	30.697
349	14/พ.ค./2565 12:00	31.996	31.255
350	14/พ.ค./2565 12:30	32.536	31.689
351	14/พ.ค./2565 13:00	32.924	32.201
352	14/พ.ค./2565 13:30	33.287	32.330
353	14/พ.ค./2565 14:00	33.261	32.330
354	14/พ.ค./2565 14:30	33.183	32.330
355	14/พ.ค./2565 15:00	33.235	32.381
356	14/พ.ค./2565 15:30	33.001	32.124
357	14/พ.ค./2565 16:00	32.924	32.330
358	14/พ.ค./2565 16:30	32.794	32.175
359	14/พ.ค./2565 17:00	32.613	32.124
360	14/พ.ค./2565 17:30	32.562	32.098
361	14/พ.ค./2565 18:00	32.407	31.970
362	14/พ.ค./2565 18:30	32.150	31.689
363	14/พ.ค./2565 19:00	31.842	31.408
364	14/พ.ค./2565 19:30	31.561	31.128
365	14/พ.ค./2565 20:00	31.281	30.925
366	14/พ.ค./2565 20:30	31.026	30.672
367	14/พ.ค./2565 21:00	30.773	30.419
368	14/พ.ค./2565 21:30	30.545	30.217
369	14/พ.ค./2565 22:00	30.343	30.041
370	14/พ.ค./2565 22:30	30.192	29.890
371	14/พ.ค./2565 23:00	30.066	29.765
372	14/พ.ค./2565 23:30	29.941	29.615
373	15/พ.ค./2565 0:00	29.815	29.464
374	15/พ.ค./2565 0:30	29.665	29.290

ตารางที่ 3 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) (ต่อ)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
375	15/พ.ค./2565 1:00	29.515	29.115
376	15/พ.ค./2565 1:30	29.340	28.965
377	15/พ.ค./2565 2:00	29.215	28.816
378	15/พ.ค./2565 2:30	29.115	28.717
379	15/พ.ค./2565 3:00	29.015	28.642
380	15/พ.ค./2565 3:30	28.965	28.593
381	15/พ.ค./2565 4:00	28.841	28.444
382	15/พ.ค./2565 4:30	28.717	28.369
383	15/พ.ค./2565 5:00	28.692	28.345
384	15/พ.ค./2565 5:30	28.642	28.295
385	15/พ.ค./2565 6:00	28.617	28.270
386	15/พ.ค./2565 6:30	28.593	28.295
387	15/พ.ค./2565 7:00	28.692	28.444
388	15/พ.ค./2565 7:30	28.866	28.593
389	15/พ.ค./2565 8:00	29.115	28.816
390	15/พ.ค./2565 8:30	29.414	29.090
391	15/พ.ค./2565 9:00	29.690	29.265
392	15/พ.ค./2565 9:30	29.966	29.565
393	15/พ.ค./2565 10:00	30.469	30.167
394	15/พ.ค./2565 10:30	31.433	31.077
395	15/พ.ค./2565 11:00	32.253	31.689
396	15/พ.ค./2565 11:30	32.949	32.227
397	15/พ.ค./2565 12:00	33.339	32.484
398	15/พ.ค./2565 12:30	33.678	32.949
399	15/พ.ค./2565 13:00	33.887	33.079
400	15/พ.ค./2565 13:30	34.097	33.313
401	15/พ.ค./2565 14:00	34.466	33.887
402	15/พ.ค./2565 14:30	34.969	34.281
403	15/พ.ค./2565 15:00	35.208	34.360
404	15/พ.ค./2565 15:30	35.075	34.281
405	15/พ.ค./2565 16:00	34.704	33.914
406	15/พ.ค./2565 16:30	34.097	33.391
407	15/พ.ค./2565 17:00	33.600	33.027
408	15/พ.ค./2565 17:30	33.209	32.691
409	15/พ.ค./2565 18:00	32.820	32.381
410	15/พ.ค./2565 18:30	32.458	32.021
411	15/พ.ค./2565 19:00	32.124	31.714
412	15/พ.ค./2565 19:30	31.816	31.408
413	15/พ.ค./2565 20:00	31.484	31.052
414	15/พ.ค./2565 20:30	31.179	30.773
415	15/พ.ค./2565 21:00	30.900	30.520
416	15/พ.ค./2565 21:30	30.672	30.293
417	15/พ.ค./2565 22:00	30.469	30.091
418	15/พ.ค./2565 22:30	30.268	29.865
419	15/พ.ค./2565 23:00	30.091	29.715
420	15/พ.ค./2565 23:30	29.916	29.515
421	16/พ.ค./2565 0:00	29.740	29.340

ตารางที่ 3 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) (ต่อ)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
422	16/พ.ค./2565 0:30	29.565	29.190
423	16/พ.ค./2565 1:00	29.414	29.015
424	16/พ.ค./2565 1:30	29.265	28.866
425	16/พ.ค./2565 2:00	29.090	28.717
426	16/พ.ค./2565 2:30	28.965	28.568
427	16/พ.ค./2565 3:00	28.841	28.468
428	16/พ.ค./2565 3:30	28.742	28.369
429	16/พ.ค./2565 4:00	28.642	28.270
430	16/พ.ค./2565 4:30	28.543	28.196
431	16/พ.ค./2565 5:00	28.493	28.122
432	16/พ.ค./2565 5:30	28.444	28.023
433	16/พ.ค./2565 6:00	28.369	27.924
434	16/พ.ค./2565 6:30	28.245	27.850
435	16/พ.ค./2565 7:00	28.196	27.850
436	16/พ.ค./2565 7:30	28.245	27.899
437	16/พ.ค./2565 8:00	28.320	27.924
438	16/พ.ค./2565 8:30	28.518	28.072
439	16/พ.ค./2565 9:00	28.766	28.32
440	16/พ.ค./2565 9:30	29.090	28.717
441	16/พ.ค./2565 10:00	29.765	29.590
442	16/พ.ค./2565 10:30	30.419	29.916
443	16/พ.ค./2565 11:00	30.773	30.369
444	16/พ.ค./2565 11:30	31.255	30.925
445	16/พ.ค./2565 12:00	31.689	31.230
446	16/พ.ค./2565 12:30	31.970	31.561
447	16/พ.ค./2565 13:00	32.278	31.868
448	16/พ.ค./2565 13:30	32.872	32.587
449	16/พ.ค./2565 14:00	33.417	32.949
450	16/พ.ค./2565 14:30	33.783	33.339
451	16/พ.ค./2565 15:00	34.045	33.626
452	16/พ.ค./2565 15:30	34.202	33.730
453	16/พ.ค./2565 16:00	34.281	33.809
454	16/พ.ค./2565 16:30	33.704	32.924
455	16/พ.ค./2565 17:00	32.587	32.098
456	16/พ.ค./2565 17:30	31.816	31.484
457	16/พ.ค./2565 18:00	31.230	30.976
458	16/พ.ค./2565 18:30	30.824	30.571
459	16/พ.ค./2565 19:00	30.469	30.217
460	16/พ.ค./2565 19:30	30.142	29.865
461	16/พ.ค./2565 20:00	29.840	29.565
462	16/พ.ค./2565 20:30	29.540	29.265
463	16/พ.ค./2565 21:00	29.290	28.990
464	16/พ.ค./2565 21:30	29.015	28.717
465	16/พ.ค./2565 22:00	28.766	28.444
466	16/พ.ค./2565 22:30	28.543	28.221
467	16/พ.ค./2565 23:00	28.345	27.998
468	16/พ.ค./2565 23:30	28.147	27.801

ตารางที่ 3 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) (ต่อ)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
469	17/พ.ค./2565 0:00	27.974	27.653
470	17/พ.ค./2565 0:30	27.825	27.481
471	17/พ.ค./2565 1:00	27.677	27.333
472	17/พ.ค./2565 1:30	27.554	27.186
473	17/พ.ค./2565 2:00	27.431	27.038
474	17/พ.ค./2565 2:30	27.235	26.842
475	17/พ.ค./2565 3:00	27.063	26.671
476	17/พ.ค./2565 3:30	26.891	26.524
477	17/พ.ค./2565 4:00	26.769	26.426
478	17/พ.ค./2565 4:30	26.744	26.402
479	17/พ.ค./2565 5:00	26.695	26.329
480	17/พ.ค./2565 5:30	26.598	26.231
481	17/พ.ค./2565 6:00	26.500	26.182
482	17/พ.ค./2565 6:30	26.475	26.182
483	17/พ.ค./2565 7:00	26.500	26.207
484	17/พ.ค./2565 7:30	26.573	26.280
485	17/พ.ค./2565 8:00	26.769	26.500
486	17/พ.ค./2565 8:30	26.989	26.671
487	17/พ.ค./2565 9:00	27.284	26.989
488	17/พ.ค./2565 9:30	27.801	27.530
489	17/พ.ค./2565 10:00	28.369	28.147
490	17/พ.ค./2565 10:30	29.190	28.916
491	17/พ.ค./2565 11:00	30.243	29.840
492	17/พ.ค./2565 11:30	30.798	30.142
493	17/พ.ค./2565 12:00	31.306	30.672
494	17/พ.ค./2565 12:30	31.970	31.179
495	17/พ.ค./2565 13:00	32.458	31.382
496	17/พ.ค./2565 13:30	32.484	31.637
497	17/พ.ค./2565 14:00	33.027	32.201
498	17/พ.ค./2565 14:30	33.443	32.330
499	17/พ.ค./2565 15:00	33.365	32.253
500	17/พ.ค./2565 15:30	33.209	32.124
501	17/พ.ค./2565 16:00	33.183	32.253
502	17/พ.ค./2565 16:30	33.183	32.175
503	17/พ.ค./2565 17:00	32.536	31.382
504	17/พ.ค./2565 17:30	31.484	30.571
505	17/พ.ค./2565 18:00	30.646	29.941
506	17/พ.ค./2565 18:30	30.041	28.965
507	17/พ.ค./2565 19:00	29.464	28.568
508	17/พ.ค./2565 19:30	29.015	28.196
509	17/พ.ค./2565 20:00	28.617	27.825
510	17/พ.ค./2565 20:30	28.295	27.579
511	17/พ.ค./2565 21:00	28.023	27.333
512	17/พ.ค./2565 21:30	27.776	27.112
513	17/พ.ค./2565 22:00	27.530	26.744
514	17/พ.ค./2565 22:30	27.235	26.353
515	17/พ.ค./2565 23:00	26.940	26.109

ตารางที่ 3 อุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) (ต่อ)

ลำดับ	วันที่	อุณหภูมิภายในกล่อง	อุณหภูมิผนังกล่อง
516	17/พ.ค./2565 23:30	26.744	25.939
517	18/พ.ค./2565 0:00	26.549	25.647
518	18/พ.ค./2565 0:30	26.378	25.501
519	18/พ.ค./2565 1:00	26.207	25.404
520	18/พ.ค./2565 1:30	26.109	25.258
521	18/พ.ค./2565 2:00	26.012	25.331
522	18/พ.ค./2565 2:30	25.914	25.307
523	18/พ.ค./2565 3:00	25.841	25.258
524	18/พ.ค./2565 3:30	25.793	25.258
525	18/พ.ค./2565 4:00	25.744	25.210
526	18/พ.ค./2565 4:30	25.695	25.210
527	18/พ.ค./2565 5:00	25.671	25.162
528	18/พ.ค./2565 5:30	25.623	25.137
529	18/พ.ค./2565 6:00	25.574	25.113

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ นางสาวกุลธิดา โพธิ์แก้ว

เกิด 21 พฤษภาคม 2542

การศึกษา



ปีการศึกษา 2555	จบการศึกษาระดับประถมศึกษา โรงเรียนอินทรวีรราชูอุปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี
ปีการศึกษา 2558	จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนธัญรัตน์ จังหวัดปทุมธานี
ปีการศึกษา 2560	จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนธัญรัตน์ จังหวัดปทุมธานี
ปีการศึกษา 2564	จบการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีภูมิทัศน์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชและภูมิทัศน์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
สถานที่ติดต่อ	บ้านเลขที่ 9/4 หมู่ 2 ตำบลคลองเจ็ด อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120 โทรศัพท์ : 09 5045 7373 E - mail : aumkulthida42@gmail.com