

แสงสว่างธรรมชาติที่ส่งผลต่อการจัดวางตำแหน่งชนิดพืชพรรณ
บนสวนแนวตั้ง

กรณีศึกษา: ร้านนอกชาน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

NATURAL LIGHTING THAT AFFECTS THE POSITION OF PLANTS
ON VERTICAL GARDENS
CASE STUDY: NOKCHAN COFFEE SHOP KING MONGKUT'S INSTITUTE
OF TECHNOLOGY LADKRABANG



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2561

KMITL-2018-AR-M-002-053

แสงสว่างธรรมชาติที่ส่งผลต่อการจัดวางตำแหน่งชนิดพืชพรรณ
บนสวนแนวตั้ง

กรณีศึกษา: ร้านนอกชาน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

NATURAL LIGHTING THAT AFFECTS THE POSITION OF PLANTS
ON VERTICAL GARDENS

CASE STUDY: NOKCHAN COFFEE SHOP KING MONGKUT'S INSTITUTE
OF TECHNOLOGY LADKRABANG



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2561

KMITL--2018-AR-M-002-053

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NATURAL LIGHTING THAT AFFECTS THE POSITION OF PLANTS
ON VERTICAL GARDENS
CASE STUDY: NOKCHAN COFFEE SHOP KING MONGKUT'S INSTITUTE
OF TECHNOLOGY LADKRABANG



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ARCHITECTURE PROGRAM IN TROPICAL ARCHITECTURE
FACULTY OF ARCHITECTURE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพียงการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ยืมได้ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2018

FACULTY OF ARCHITECTURE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ แสงสว่างธรรมชาติที่ส่งผลต่อการจัดวางตำแหน่งชนิดพืชพรรณบนสวนแนวตั้ง
กรณีศึกษา : ร้านนอกชาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
NATURAL LIGHTING THAT AFFECTS THE POSITION OF PLANTS ON
VERTICAL GARDENS CASE STUDY: NOKCHAN COFFEE SHOP KING
MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

นักศึกษา นางสาวศุภาพิชญ์ จันทร
รหัสประจำตัว 59602025
ปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา สถาปัตยกรรมเขตร้อน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ สุพัฒน์ บุญยฤทธิ์กิจ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีชญา รังสิรักษ์	
รองศาสตราจารย์ สุพัฒน์ บุญยฤทธิ์กิจ	
รองศาสตราจารย์ ศุทธา ศรีเผด็จ	
รองศาสตราจารย์ ชรินทร์ ทิพย์โยภาส	
ดร.รวิช ควรประเสริฐ	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 13 ธันวาคม 2561
สถานที่สอบ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์รับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อันธิกา สวัสดิ์ศรี)

คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

วันที่.....10.....เดือน.....มกราคม.....พ.ศ.....2562.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

แสงธรรมชาติที่ส่งผลต่อการจัดวางตำแหน่งชนิดพืชพรรณบน
สวนแนวตั้ง กรณีศึกษา: ร้านนอกชาน สถาบันเทคโนโลยี-
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นักศึกษา

นางสาวศุภาพิชญ์ จันทร์

รหัสประจำตัว

59602025

ปริญญา

สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

สถาปัตยกรรมเขตร้อน

พ.ศ.

2561

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ.สุวัฒน์ บุญยฤทธิกิจ

บทคัดย่อ

สวนแนวตั้ง หรือ VERTICAL GARDEN เป็นทางเลือกในการสร้างพื้นที่สีเขียวให้กับอาคารหรือสถาปัตยกรรมที่มีพื้นที่จำกัด เพื่อให้เกิดความสวยงาม ช่วยลดอุณหภูมิ ลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารบ้านเรือน ซึ่งร้านนอกชาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เป็นหนึ่งในร้านที่ได้จัดสวนแนวตั้งแต่ประสบปัญหาพืชพรรณตายหลังจากที่ได้มีการจัดมาสักระยะเวลาหนึ่ง โดยสวนแนวตั้งกรณีศึกษานี้มีพืชพรรณทั้งหมด 16 ชนิด 288 ต้น ตายไป 123 ต้น หรือคิดเป็น 42.70 เปอร์เซ็นต์ จากการสำรวจพบว่าพืชพรรณส่วนใหญ่เป็นพืชใบประดับต้องการแสงสว่างแบบรำไร จึงได้ทำการทดลองด้วยการตรวจสอบปริมาณแสงสว่างธรรมชาติที่มีผลต่อการจัดวางตำแหน่งชนิดพืชพรรณ โดยมีกระบวนการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ 1) หาค่าปริมาณแสงสว่างรำไร จากการวัดผ่านตาข่ายพรางแสงที่ 50, 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยแสงรำไรที่วัดได้อยู่ระหว่าง 6,382.56 – 1,161.68 ลักซ์ 2) ตรวจสอบวัดปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้งของร้านนอกชาน ค่าที่วัดได้นำไปเปรียบเทียบกับปริมาณแสงสว่างรำไร พบว่า ที่แผง C ระดับความสูง 1.1 เมตร และ 0.5 เมตร ได้รับแสงสว่างธรรมชาติน้อยที่สุด เฉลี่ยอยู่ที่ 1,141.69 ลักซ์และ 826.82 ลักซ์ ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าความต้องการของพืชพรรณบนสวนแนวตั้ง ที่ต้องการแสงสว่างเฉลี่ยอยู่ที่ 6,382.56 – 1,161.68 ลักซ์ เป็นผลให้พืชได้แก่ต้น เฟินใบมะขาม, ออมเงิน, พรหมญี่ปุ่น, ปรักน้ำค้าง, พลูอินโดนีเซีย, ก้ามปูหลุด, เปปเปอร์โรเมียต่าง, เฟินฮาวาย, เฟินข้าหลวง, เฟินเงิน และสับปะรดสี ตาย แสดงให้เห็นได้ชัดว่า แสงสว่างธรรมชาติมีผลต่อการดำรงชีวิตของพืชบนสวนแนวตั้ง เป็นผลให้พืชพรรณบริเวณดังกล่าวตายมากที่สุด

คำสำคัญ: ความเข้มแสง สวนแนวตั้ง พืชพันธุ์

Thesis	Natural Lighting that Affects the Position of Plants on Vertical Gardens Case Study: Nokchan Coffee Shop King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Student	Miss. Supapit Junthon
Student ID	59602025
Degree	Master of Architecture
Program	Tropical Architecture
Year	2018
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Suphat Bunyarittikit

ABSTRAT

Green walls also known as vertical gardens have become a rising new trend to create green spaces for tiny spaces or the buildings have limited space available in recent years. Green walls are a surefire way to enhance a building's visuals, can reduce the temperature and reduce heat transfer through the building. Nokchan Coffee Shop, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang is one of coffee shops that have arranged a vertical garden. But still having problems of dead plants. This vertical garden has 16 plants. Out of a total of 288 trees, there are 123 trees that had been dead or 42.70 percent. Because plants in vertical gardens from most case studies, require partial sun light. By examining the amount of natural light that affects the position of plant species on the vertical garden. The study process is divided into 2 steps: 1) Find out the amount of partial sun light that the plants on the vertical garden require. From light metering through the camouflage netting at 50, 60 and 70 percent. Average partial sun light measured between 6,382.56 to 1,161.68 Lux 2) Measuring the amount of natural light on the vertical garden of Nokchan coffee shop. After measuring the amount of natural light, it was found panel C, at an altitude of 1.1 meters and 0.5 meters, received the lowest light. The average is 1,141.69 Lux and 826.82 Lux respectively. Because the plants require average lighting at 6,382.56 - 1,161.68 Lux. For this reason, resulting in plants such as *Nephrolepis cordifolia* (L.) Presl, *Syngonium* hybrid, *Episcia* ssp. & Hybrid, *Asparagus densiflorus* (Kunth) Jessop., *Piper* sp., *Tradescantia zebrina* Bosse, *Peperomia scandens* Ruiz & Pav., *Phymatosorus scolopendria* (Burm.f.) Pic.Serm., *Asplenium nidus* L., *Pteris ensiformis* Burm. f., and *Schefflera arboricola* is dead. Therefore, natural lighting affects plant life on vertical gardens. As a result, the plants in the area are most dead.

Keyword: Light Intensity, Vertical Garden, Plant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์สุพัฒน์ บุญยฤทธิ์กิจ ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ถ่ายทอดความรู้ ประสบการณ์ สละเวลาส่วนตัวของท่าน เพื่อให้คำปรึกษา และให้การช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ข้าพเจ้าตระหนักถึงความตั้งใจจริง และความทุ่มเทของอาจารย์ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ท่านคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.ปรีชญา รังสิรักษ์ ดร.รวิช วรรณประเสริฐ รศ.ศุภธา ศรีเผด็จ และ รศ.ชรินทร์ ทิพย์โยภาส ผู้ให้คำแนะนำ ข้อคิด แนวทางการแก้ไขปัญหา ตลอดจนรูปแบบการเขียน และเอกสารที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำวิทยานิพนธ์ จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ อ.วนิดา ดวงกั้งแสน และ อ.บุญลือ กล้าหาญ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร ที่ได้ให้คำปรึกษาคำแนะนำรวมทั้งให้ความอนุเคราะห์ด้านสถานที่ทำการทดลอง

ขอกราบขอบพระคุณ คุณกิตติพนธ์ วัฒนมันคง เจ้าของร้านกาแฟนอกชาน และผู้เกี่ยวข้อง ในการเอื้อเฟื้อสถานที่สำหรับเป็นกรณีศึกษา และให้ความร่วมมือช่วยเหลือด้านข้อมูลเป็นอย่างดี ตลอดการทำวิทยานิพนธ์

และขอกราบขอบพระคุณครอบครัวบิดามารดาคนสนิทที่รักยิ่งของข้าพเจ้า รวมทั้งพี่น้องสถาปัตยกรรมเขตร้อนทุกคน ผู้ให้การสนับสนุนทั้งด้านกำลังใจกำลังสติปัญญาจนทำให้ การศึกษาและการทำวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

สำหรับคุณประโยชน์และคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบ ให้แต่บิดามารดาผู้เป็นที่รักและเคารพยิ่งตลอดจนครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ให้แก่ข้าพเจ้ามาตลอดจนถึงทุกวันนี้

ศุภาพิชญ์ จันทร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VIII
สารบัญแผนภูมิ.....	XII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	8
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	8
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	8
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
1.6 แผนการดำเนินงาน.....	9
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมและกรอบแนวคิด.....	10
2.1 ปัญหาพืชพรรณบนสวนแนวตั้ง ร้านนอกชาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า คุณทหารลาดกระบัง.....	10
2.1.1 สวนแนวตั้ง (Vertical Garden).....	10
2.1.2 สวนแนวตั้งร้านนอกชาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.....	31
2.1.3 พืชพรรณบนสวนแนวตั้งร้านนอกชาน.....	37
2.1.4 แสงสว่างธรรมชาติ.....	50
2.1.5 หน่วยการวัดแสง.....	56
2.1.6 แสงสว่างธรรมชาติกับผังโครงการ.....	58
2.2 กรอบแนวคิด.....	60
บทที่ 3 การเตรียมวัสดุ สร้างเครื่องมือ และวิธีการทดลอง.....	62
3.1 ตรวจสอบปริมาณแสงสว่างธรรมชาติที่ส่งผลต่อการจัดวางตำแหน่งชนิดพืช พรรณบนสวนแนวตั้ง.....	62
3.1.1 หาค่าปริมาณแสงสว่างรำไร.....	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.1.2 สร้างเครื่องมือเพื่อทำการตรวจวัดปริมาณแสงธรรมชาติบนสวนแนวตั้ง จากการศึกษา สำรวจระบบสวนแนวตั้ง โครงสร้าง ความสูง และพืชพรรณ.....	65
3.1.3 เปรียบเทียบผลจากการตรวจสอบปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้งที่ ส่งผลต่อการจัดวางตำแหน่งพืชพรรณบนสวนแนวตั้ง ของร้านนอกชาน.....	71
บทที่ 4 การทดลอง.....	72
4.1 ตรวจสอบปริมาณความต้องการแสงธรรมชาติของพืชพรรณบนสวนแนวตั้ง ร้านนอกชาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.....	72
4.1.1 ผลการตรวจวัดแสงสว่างธรรมชาติผ่านตาข่ายพรางแสงเพื่อหาปริมาณแสงรำไร.....	72
4.1.2 การสำรวจและการวัดแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้ง ร้านกาแฟนอกชาน.....	78
4.1.3 เปรียบเทียบผลต่างของปริมาณแสงสว่างที่พืชบนสวนแนวตั้งต้องการ และ ปริมาณแสงสว่างที่พืชได้รับบนตำแหน่งต่าง ๆ ของสวนแนวตั้ง.....	94
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....	97
5.1 สรุปผลการตรวจสอบปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้ง ร้านนอกชาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.....	97
5.2 เสนอแนะ.....	97
บรรณานุกรม.....	98
ประวัติผู้เขียน.....	103

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 พีชพรรณบนสวนแนวตั้งทั้ง 16 ชนิด.....	41
3.1 ตารางบันทึกผลของตาข่ายพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์.....	64
3.2 ตารางบันทึกผลของตาข่ายพรางแสง 60 เปอร์เซ็นต์.....	65
3.3 ตารางบันทึกผลของตาข่ายพรางแสง 70 เปอร์เซ็นต์.....	65
3.4 ตารางบันทึกผลของค่าเฉลี่ยการพรางแสง 3 ระดับ.....	65
3.5 ตารางบันทึกผลการจัดตำแหน่งพีชพรรณบนสวนแนวตั้งแผง A.....	67
3.6 ตารางบันทึกผลการจัดตำแหน่งพีชพรรณบนสวนแนวตั้งแผง B.....	67
3.7 ตารางบันทึกผลการจัดตำแหน่งพีชพรรณบนสวนแนวตั้งแผง C.....	68
3.8 ตารางบันทึกผลของปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้ง บนแผง A B และ C ที่ระดับ ความสูง 1.7 เมตร ของร้านนอกชาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.....	69
3.9 ตารางบันทึกผลของปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้ง บนแผง A B และ C ที่ระดับ ความสูง 1.1 เมตร ของร้านนอกชาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.....	70
3.10 ตารางบันทึกผลของปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้ง บนแผง A B และ C ที่ ระดับความสูง 0.5 เมตร ของร้านนอกชาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.....	70
3.11 ตารางบันทึกผลของค่าเฉลี่ยการวัดแสงบนสวนแนวตั้งที่ระดับความสูงต่าง ๆ.....	71
3.12 ตารางบันทึกผลของการตรวจสอบปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้งที่ส่งผลต่อ การจัดวางตำแหน่งพีชพรรณบนสวนแนวตั้ง ของร้านนอกชาน.....	71
4.1 ค่าปริมาณแสงรำไร ผ่านตาข่ายพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์.....	73
4.2 ค่าปริมาณแสงรำไร ผ่านตาข่ายพรางแสง 60 เปอร์เซ็นต์.....	75
4.3 ค่าปริมาณแสงรำไร ผ่านตาข่ายพรางแสง 70 เปอร์เซ็นต์.....	77
4.4 ค่าเฉลี่ยการพรางแสง 3 ระดับ.....	78
4.5 แสดงผลการวัดปริมาณแสงสว่างธรรมชาติ บนสวนแนวตั้ง แผง A, B และ C ที่ระดับความ สูง 1.7 เมตร.....	85
4.6 แสดงผลการวัดปริมาณแสงสว่างธรรมชาติ บนสวนแนวตั้ง แผง A, B และ C ที่ระดับความ สูง 1.1 เมตร.....	88
4.7 แสดงผลการวัดปริมาณแสงสว่างธรรมชาติ บนสวนแนวตั้ง แผง A, B และ C ที่ระดับความ สูง 0.5 เมตร.....	91
4.8 ค่าเฉลี่ยการวัดแสงบนสวนแนวตั้งที่ระดับความสูงต่าง ๆ.....	93

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.7 แสดงผลการวัดปริมาณแสงสว่างธรรมชาติ บนสวนแนวตั้ง แผง A, B และ C ที่ระดับความสูง 0.5 เมตร.....	91
4.8 ค่าเฉลี่ยการวัดแสงบนสวนแนวตั้งที่ระดับความสูงต่าง ๆ.....	93
4.9 ผลจากการตรวจสอบปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้งที่ส่งผลต่อการจัดวางตำแหน่งพืชพรรณบนสวนแนวตั้ง ของร้านนอกชาน.....	94
4.10 แสดงการแบ่งกลุ่มพืชที่ได้รับแสงสว่างธรรมชาติเพียงพอต่อความต้องการ.....	95
4.11 แสดงการแบ่งกลุ่มพืชที่ได้รับแสงสว่างธรรมชาติไม่เพียงพอต่อความต้องการ.....	96



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 สวนลอยบาบิโลนที่มีชื่อเสียง กับพื้นที่หลังที่เป็นหอคอยอันสูงใหญ่.....	1
1.2 สวนแนวตั้งของอาคารสนามบินนานาชาติเอดมอนด์ รัฐแอลเบอร์ตา ประเทศแคนาดา.....	2
1.3 สวนแนวตั้งห้างสรรพสินค้าสยามพารากอน กรุงเทพมหานคร.....	3
1.4 แผงสวนแนวตั้งพื้นที่ภายในอาคาร.....	4
1.5 แผงสวนแนวตั้งพื้นที่ร่มรำไร.....	4
1.6 แผงสวนแนวตั้งพื้นที่กลางแจ้ง.....	5
1.7 ที่ตั้งสวนแนวตั้งกรณีศึกษา.....	6
1.8 ร้านกาแฟนอกชาน ถ่ายเมื่อวันที่ 16 มกราคม 2561.....	7
1.9 แผนการดำเนินงานวิจัย.....	9
2.1 กรีนฟาซาด (Green Facade).....	11
2.2 การเลือกเกาะของพรรณไม้ของกรีนฟาซาด.....	12
2.3 ตัวอย่างของระบบฟาซาดระแนงติดผนัง.....	13
2.4 ตัวอย่างของระบบแผงระแนงแบบโมดูลาร์ (Modular trellis panel system).....	14
2.5 ส่วนประกอบของโครงสร้างแบบ Cable and wire-rope net system.....	15
2.6 ตัวอย่างของระบบตาข่ายลวดสลิงและตาข่ายเคเบิล (Cable and wire-rope net system).....	15
2.7 กรีนฟาซาดในระบบ Climbing or Hanging system with Trellis.....	16
2.8 Green Facade ของอาคาร Building 21 มหาวิทยาลัย RMIT.....	18
2.9 ก่อนการก่อสร้าง Green Façade.....	19
2.10 Green Face 8 เดือนหลังจากการติดตั้ง.....	19
2.11 Green Face 26 เดือนหลังจากการติดตั้ง.....	20
2.12 ระบบ Living wall แบบ Modular Green Wall.....	21
2.13 ภาพประกอบของระบบกล่องของสวนแนวตั้งแบบโมดูลาร์.....	22
2.14 ภาพประกอบของระบบกำแพงแผ่นขึ้นพีช.....	22
2.15 โครงสร้างสวนแนวตั้ง Living wall แบบ Paving system.....	23
2.16 สวนแนวตั้งระบบ Living wall แบบ แบบ Paving system.....	23
2.17 รายละเอียดสวนแนวตั้ง Living wall แบบ Flower pot system.....	24
2.18 สวนแนวตั้งระบบ Living wall แบบ Flower pot system.....	24
2.19 รายละเอียดสวนแนวตั้ง Living wall แบบ Bag or felt system.....	25
2.20 สวนแนวตั้งระบบ Living wall แบบ Bag or felt system.....	26
2.21 รายละเอียดสวนแนวตั้ง Living wall แบบ Through system.....	26
2.22 สวนแนวตั้งระบบ Living wall แบบ Through system.....	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนสำหรับโครงการงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้งานด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ VIII

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.23 ระบบผนังโปรวอลล์ (Pro Wall system).....	28
2.24 ระบบผนังเวอร์ซาวอลล์ (Versa Wall system) ที่จัดสำหรับพื้นที่ในอาคาร.....	29
2.25 สวนแนวตั้ง Living wall ภายในห้างสรรพสินค้าสยามพารากอน กรุงเทพมหานคร.....	30
2.26 ขั้นตอนการติดตั้งโครงสร้างเพื่อรองรับสวนแนวตั้ง.....	31
2.27 ขั้นตอนการติดตั้งโครงสร้างเพื่อรองรับสวนแนวตั้ง.....	32
2.28 ขนาดของสวนแนวตั้งร้านกาแฟนอกชาน.....	32
2.29 ติดตั้งแผงวัสดุปลูก (1).....	33
2.30 ติดตั้งแผงวัสดุปลูก (2).....	33
2.31 ตัวตั้งเวลาการให้น้ำอัตโนมัติ หรือ Timer.....	34
2.32 แบบจำลองสวนแนวตั้งร้านนอกชาน.....	34
2.33 สวนแนวตั้งร้านนอกชาน หลังจากจัดเสร็จทันที ถ่ายเมื่อ 21 มกราคม 2560.....	35
2.34 สวนแนวตั้ง ร้านนอกชาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถ่ายไว้ วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2561.....	36
2.35 บริเวณที่ต้นไม้ส่วนใหญ่บนสวนแนวตั้งตาย ถ่ายเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2561.....	36
2.36 เฟิร์นใบมะขาม.....	41
2.37 พรหมกำมะหยี่.....	42
2.38 ออมเงิน.....	42
2.39 ปริกน้ำค้าง.....	43
2.40 พลูดินเดี่ยเซีย.....	43
2.41 ก้ามปูหลุด.....	44
2.42 เปปเปอร์โรเมียเลี้ยงต่าง.....	44
2.43 เฟินฮาวาย.....	45
2.44 เฟินข้าหลวงหลังลาย.....	45
2.45 เดปไบรี.....	46
2.46 ไม้เงิน.....	46
2.47 เดปไบต่าง.....	47
2.48 เฟินเงิน.....	47
2.49 สับประตีสี ทิฟฟานี.....	48
2.50 หนวดปลาหมึกแคระ.....	48
2.51 บีโกเนีย.....	49
2.52 การลดลงของรังสีอาทิตย์ที่เดินทางผ่านบรรยากาศ โดย $i_{0n\lambda}$ คือรังสีนอกบรรยากาศโลก $i_n\lambda$ คือรังสีตรงของดวงอาทิตย์ที่พื้นผิวโลก.....	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อสาธารณะ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.53 แผนภูมิแสดงการถ่ายเทรังสีกระจายในบรรยากาศจากกระบวนการต่าง ๆ.....	52
2.54 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างในแนวระนาบ และแนวตั้งของสภาพท้องฟ้า แบบท้องฟ้าโปร่ง (Clear Sky).....	54
2.55 ท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมเต็มท้องฟ้า (Overcast Sky).....	55
2.56 สภาพท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมบางส่วน (Partly Cloudy Sky).....	56
2.57 แคนเดลา (Candela, cd) ความเข้มของการส่องสว่าง เป็นแสงทิศทางเดียว.....	57
2.58 ลูเมน (Lumen, lm) คือผลรวมความเข้มของการส่องสว่าง.....	57
2.59 ลักซ์ (Lux, lx) หน่วยที่ใช้วัดความสว่าง.....	58
2.60 ที่ตั้งของสวนแนวตั้งร้านนอกชาน.....	59
2.61 สวนแนวตั้งร้านนอกชาน กับทิศทางการโคจรของดวงอาทิตย์.....	60
2.62 การตรวจสอบปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้งที่ส่งผลต่อการจัดวางตำแหน่งพืช พรรณบนสวนแนวตั้ง ของร้านนอกชาน.....	61
3.1 แสดงลักษณะอุปกรณ์ในการวัดแสง ลักซ์มิเตอร์.....	63
3.2 เครื่องมือวัดแสง HOBO.....	64
3.3 ตลับเมตร, สมุดจดบันทึก ตารางบันทึกผล และกล้องถ่ายภาพ.....	66
3.4 ส่วนประกอบของสวนแนวตั้งกรณีศึกษา.....	66
3.5 แผงย่อยการเก็บข้อมูลของสวนแนวตั้งกรณีศึกษา.....	67
3.6 ภาพรวมระดับการติดตั้งเครื่องวัดแสงในแต่ละแผง.....	68
3.7 ระดับการติดตั้งเครื่องวัดแสง HOBO บนแผง A B และ C ที่ระดับความสูง 1.7 เมตร.....	69
3.8 ระดับการติดตั้งเครื่องวัดแสง HOBO บนแผง A B และ C ที่ระดับความสูง 1.1 เมตร.....	69
3.9 ระดับการติดตั้งเครื่องวัดแสง HOBO บนแผง A B และ C ที่ระดับความสูง 1.1 เมตร.....	70
4.1 ตาข่ายพรางแสง ที่ 50 เปอร์เซ็นต์.....	72
4.2 ตาข่ายพรางแสง ที่ 60 เปอร์เซ็นต์.....	74
4.3 ตาข่ายพรางแสง ที่ 70 เปอร์เซ็นต์.....	76
4.4 ขนาดของสวนแนวตั้งกรณีศึกษา.....	78
4.5 ส่วนประกอบของสวนแนวตั้งกรณีศึกษา.....	79
4.6 แสดงตำแหน่งพรรณไม้บนแผง A.....	80
4.7 แสดงตำแหน่งพรรณไม้บนแผง B.....	81
4.8 แสดงตำแหน่งพรรณไม้บนแผง C.....	82
4.9 ติดตั้งเครื่องมือ HOBO เพื่อวัดปริมาณแสงสว่าง ในแนวเดียวกับสวนแนวตั้ง.....	83
4.10 ภาพรวมการติดตั้งเครื่องมือ HOBO เพื่อวัดปริมาณแสงสว่าง ในแนวเดียวกับสวนแนวตั้ง.....	83

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.11 ติดตั้งเครื่องมือ HOBO วัดปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้ง บนแผง A, B และ C ที่ระดับความสูง 1.7 เมตร.....	84
4.12 ติดตั้งเครื่องมือ HOBO วัดปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้ง บนแผง A, B และ C ที่ระดับความสูง 1.1 เมตร.....	87
4.13 ติดตั้งเครื่องมือ HOBO วัดปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้ง บนแผง A, B และ C ที่ระดับความสูง 0.5 เมตร.....	90



สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่	หน้า
4.1 แสดงแผนภูมิการเปรียบเทียบการวัดแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้ง บนแผง A, B และ C ที่ระดับความสูง 1.7 เมตร.....	86
4.2 แสดงแผนภูมิการเปรียบเทียบการวัดแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้ง บนแผง A, B และ C ที่ระดับความสูง 1.1 เมตร.....	89
4.3 แสดงแผนภูมิการเปรียบเทียบการวัดแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้ง บนแผง A, B และ C ที่ระดับความสูง 0.5 เมตร.....	92



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สวนแนวตั้ง หรือ Green wall เป็นที่รู้จักกันในชื่อ Living walls หรือ Vertical Garden หรือ Vertical Vegetated Complex Wall (VCW) คือการจัดเรียงหรือปลูกพืชตามแนวตั้งให้กลายเป็นส่วนหนึ่งของอาคาร¹ โดยให้คุณสมบัติที่ดีในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ และดูดซับความร้อนจากดวงอาทิตย์ ดังนั้นจึงช่วยป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร ลดการสะท้อนและแผ่รังสีออกสู่อากาศภายนอก อันเป็นสาเหตุของการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง (Urban Heat Island) อีกหนึ่งผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในอนาคตจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ออกสู่ชั้นบรรยากาศของโลก²

ในประวัติศาสตร์พบว่าการปลูกพืชบนอาคารครั้งแรกตั้งแต่สมัยบาบิโลน ซึ่งเป็น 1 ใน 7 สิ่งมหัศจรรย์ของโลก พบเมื่อประมาณ 600 ปีก่อนคริสตศักราช ตั้งอยู่บนฝั่งตะวันออกของแม่น้ำยูเฟรติส โดยบริเวณที่มีสวนแนวตั้ง และสวนแขวน ถือเป็นแหล่งแห่งความภาคภูมิใจของผู้คน พวกเขาเชื่อว่าพืชพรรณในธรรมชาติ คือ สิ่งรับใช้แผ่นดิน ที่เป็นทั้งผู้ให้ที่อยู่อาศัย เป็นแหล่งอาหารสำคัญ และเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม³



ภาพที่ 1.1 สวนลอยบาบิโลนที่มีชื่อเสียง กับพื้นที่ที่เป็นหอคอยอันสูงใหญ่

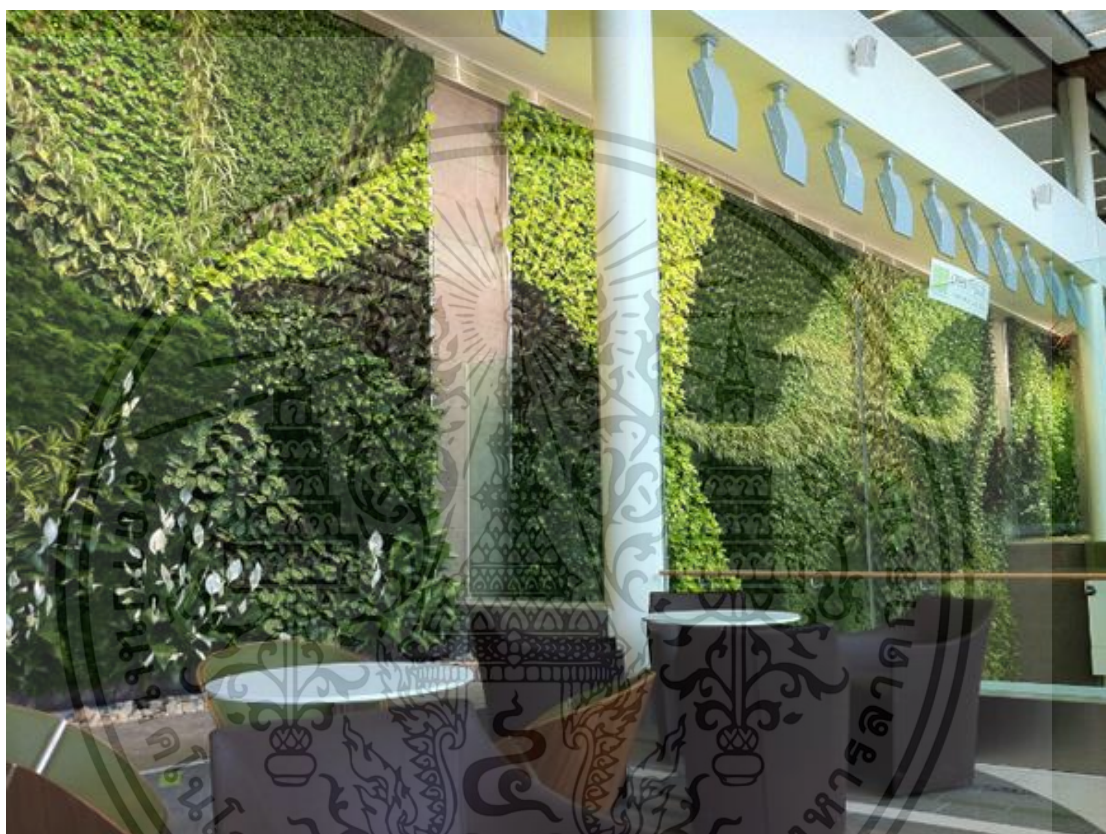
ที่มา: <https://bit.ly/2DPMN9o>

¹ Tautvydas Maslauskas. GREEN WALLS “The Vertical Planting Systems”. VIA University College, Aarhus, Denmark 2015

² สุรพล ดำรงกิตติกุล. ลดโลกร้อนด้วยสวนแนวตั้ง (Vertical Garden) [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา http://www.technologymedia.co.th/PDF/CP2010/Jul_AU/p.63-64_Green_life_living.pdf สืบค้นข้อมูลเมื่อ 4 สิงหาคม 2561

³ Tautvydas Maslauskas. GREEN WALLS “The Vertical Planting Systems”. VIA University College, Aarhus, Denmark 2015

สวนแนวตั้งที่พบเห็นในปัจจุบันเช่น สวนแนวตั้งในอาคารสนามบินนานาชาติเอดมอนตัน รัฐแอลเบอร์ตา ประเทศแคนาดาออกแบบโดยบริษัท Green over gray ผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบและจัดสวนแนวตั้ง ด้วยการปลูกต้นไม้กว่า 8,000 ต้นทั้งหมด 32 สายพันธุ์ เพิ่มสีสันให้แก่ผู้ที่มาใช้บริการอาคารสนามบินได้อย่างมาก ต้นไม้ทุกต้นปลูกและเลี้ยงดูด้วยการควบคุมปริมาณน้ำ หรือที่เรียกว่ากรรมวิธีไฮโดรπονิกส์ (Hydroponics) สายพันธุ์ของต้นไม้ที่นำมาปลูกส่วนใหญ่ได้รับการรับรองจากองค์การนาซา ว่ามีความสามารถในการช่วยลดมลพิษมลภาวะภายในอาคารได้เป็นอย่างดี⁴

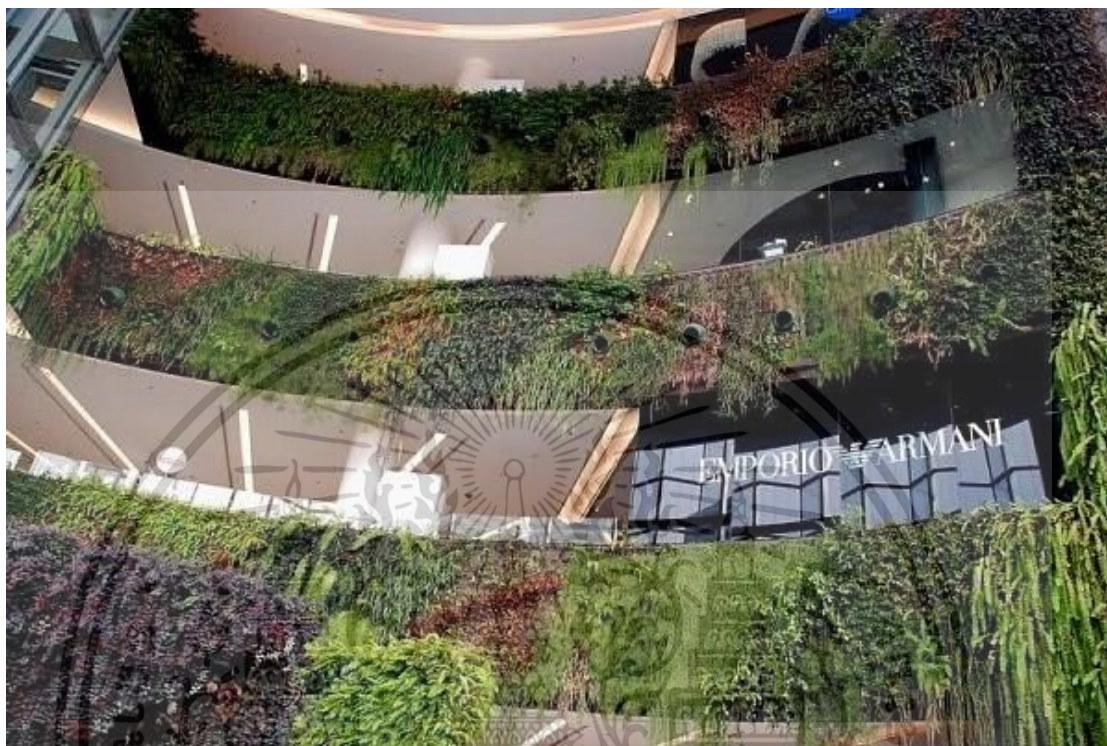


ภาพที่ 1.2 สวนแนวตั้งของอาคารสนามบินนานาชาติเอดมอนตัน รัฐแอลเบอร์ตา ประเทศแคนาดา ที่มา: <https://www.creativemove.com/design/edmonton-airport/>

ประเทศไทย Patrick Blanc นักพฤกษศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ได้ออกแบบสวนแนวตั้งให้กับห้างเอมโพเรียม โดยร่วมกับบริษัทซีเซเวน จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทจัดสวนขนาดใหญ่ของประเทศไทย เป็นผู้จัดหาต้นไม้ทั้งหมด ซึ่งต่อมาสวนแนวตั้งเริ่มเป็นที่รู้จักมากขึ้น จึงได้นำไปตกแต่งสถานที่กันอย่าง

⁴ Focus The World. **ลดมลภาวะด้วยกำแพงต้นไม้ 3 มิติ** [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มาเอกสารนี้ <https://bit.ly/2T8NH54> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 11 มิถุนายน 2561 อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรรมใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แพร่หลาย เช่น สวนแนวตั้งที่ห้างสรรพสินค้า Esplanade รัชดาภิเษก, Nawamin City Avenue⁵ หรือ ที่ห้างสรรพสินค้าสยามพารากอน ที่จัดเป็นสวนแนวตั้งพื้นที่ขนาดใหญ่ มีทั้งแบบที่จัดสวนภายในและสวนภายนอกอาคาร⁶



ภาพที่ 1.3 สวนแนวตั้งห้างสรรพสินค้าสยามพารากอน กรุงเทพมหานคร
ที่มา: <https://www.iurban.in.th/inspiration/living-wall-and-sky-farm/>

โดยปกติทั่วไปการจัดสวนเรามักทำกันในแนวราบ บนพื้นดิน ด้วยการเลือกพรรณไม้ที่ขึ้นอยู่กับความต้องการปริมาณแสงสว่างในการเจริญเติบโต⁷ กล่าวคือ สวนอยู่ในร่ม หรือในที่ที่มีแสงน้อย พันธุ์ไม้ที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติที่ต้องการแสงน้อย เป็นพืชในร่ม (Indoor Plant) หากเป็นบริเวณกลางแจ้ง รำไร พรรณไม้ที่เลือกใช้จะเป็นไม้ร่มรำไร (Partial sun light, Dappled Sun) และหากเป็นสวนบริเวณกลางแจ้ง หรือบริเวณรอบนอกบ้าน การใช้พันธุ์ไม้อยู่กลางแจ้งต้องเป็นไม้ที่ชอบแดด (Full-day sun

⁵ อนุรักษ์ ลักยานันท์. การให้บริการรับจัดสวนแนวตั้ง (Vertical Garden) [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <http://digi.library.tu.ac.th/thesis/ac/0782/03chapter2.pdf> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 15 กรกฎาคม 2561

⁶ Akanek. รู้จักสวนแนวตั้ง ความร่มรื่นของบ้านยุคใหม่ [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://bit.ly/2Pm4FyS> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 15 กรกฎาคม 2561

⁷ พิชญ์สินี ตรีนุสรณ์ การพัฒนาระบบสวนแนวตั้งเพื่อประกอบภายในและภายนอกอาคาร 2557
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

light) ทนทานแล้งได้ดีเช่นกัน เมื่อไหร่ก็ตาม ที่เลือกใช้ได้อย่างถูกต้อง พรรณไม้จะสามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ โดยอาจไม่ต้องมีการเปลี่ยนพืชพรรณใด ๆ⁸

ซึ่งต่อมา สายฟ้า วิรานุช และสุจิตรา จันทรสม ได้เริ่มทำการทดลอง ในปีพ.ศ. 2558 เพื่อคัดเลือกพรรณพืชที่เหมาะสมมาใช้จัดสวนแนวตั้งในระดับความเข้มแสงที่ต่างกัน คือ ในร่ม รำไร และ กลางแจ้ง ภายใต้ระบบ The selection of modular green hive plant for Vertical Garden in Modular Green Hive System ด้วยการแบ่งแผนการทดลองเป็น 3 แผน คัดเลือกพรรณไม้แผนละ 12 ชนิด ควบคุมระบบการให้น้ำ ปูย แบบตั้งเวลาอัตโนมัติ รวมทั้งวัสดุปลูกที่เหมือนกัน และทำการวัดค่าความเข้มแสงในตำแหน่งเหนือทรงพุ่มของต้น เป็นระยะเวลาทั้งหมด 3 เดือน

แผนที่ 1) ตั้งในสภาพแสงในร่ม ภายในอาคาร กับพรรณไม้ในร่ม 12 ชนิด ทำการวัดค่าความเข้มแสงทุก 1 เดือน โดยเปรียบเทียบแสงในต้นเช้า กลางวัน และเย็น ทั้งหมด 9 จุด ตำแหน่งบน 3 จุด ตำแหน่งกลาง 3 จุด และตำแหน่งล่าง 3 จุด พบว่าพืช มีอัตราการรอดชีวิตของพรรณไม้ 100%



ภาพที่ 1.4 แผงสวนแนวตั้งพื้นที่ภายในอาคาร

ที่มา: การคัดเลือกพรรณพืชที่เหมาะสมมาใช้ในการจัดสวนแนวตั้ง

แผนที่ 2) ตั้งภายในสภาพแสงรำไร บริเวณโรงเรือน หลังตึกวิจัย เอสซีจี กับพรรณไม้ในร่ม รำไร 12 ชนิด ทำการวัดค่าความเข้มแสงทุก 1 เดือน โดยเปรียบเทียบแสงในต้นเช้า กลางวัน และเย็น ทั้งหมด 9 จุด ตำแหน่งบน 3 จุด ตำแหน่งกลาง 3 จุด และตำแหน่งล่าง 3 จุด พบว่า พืชที่มีอัตราการรอดชีวิต เท่ากับ 0% (ต้นไม้ตาย) 1 ชนิด ได้แก่ พิโลหยกใบเล็ก



ภาพที่ 1.5 แผงสวนแนวตั้งพื้นที่ร่มรำไร

ที่มา: การคัดเลือกพรรณพืชที่เหมาะสมมาใช้ในการจัดสวนแนวตั้ง

⁸ ดารณี ด้านวันดี และคณะ. **โครงการวิจัย และความท้าทายในการเพิ่มพื้นที่สีเขียวแนวตั้ง ในเมืองเชียงใหม่**. มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่: 2556 เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และแผงที่ 3) ตั้งภายในสภาพแสงกลางแจ้ง บนดาดฟ้า ตึกวิจัย เอสซีจี กับพรรณไม้กลางแจ้ง 12 ชนิด ทำการวัดค่าความเข้มแสงทุก 1 เดือน โดยเปรียบเทียบแสงในต้นเช้า กลางวัน และเย็น ทั้งหมด 9 จุด ตำแหน่งบน 3 จุด ตำแหน่งกลาง 3 จุด และตำแหน่งล่าง 3 จุด พบว่า พืชที่มีอัตราการรอดชีวิต เท่ากับ 0% (ต้นไม้ตาย) 1 ชนิด ได้แก่ ต้นหลิวเลี้ยง



ภาพที่ 1.6 แผงสวนแนวตั้งพื้นที่กลางแจ้ง
ที่มา: การคัดเลือกพรรณพืชที่เหมาะสมมาใช้ในการจัดสวนแนวตั้ง

ความเข้มแสง หรือ Intensity ของแสงคือการแผ่รังสีของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าคิดเป็นพลังงานต่อหน่วยพื้นที่⁹ ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช มีอิทธิพลกับอัตราของกิจกรรมการสังเคราะห์แสง และมีผลต่างกันไปในแต่ละชนิดพืช พืชบางชนิดต้องการความเข้มของแสงสูงจึงจะเจริญเติบโตได้ดี พืชบางชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในความเข้มของแสงสูง¹⁰

ร้านนอกชาน เป็นหนึ่งในร้านที่ได้มีการประดับตกแต่งด้วยการจัดสวนแนวตั้งท่ามกลางแสงธรรมชาติที่แปรเปลี่ยนอยู่ตลอดเวลา โดยสวนแนวตั้งนี้ ตั้งอยู่บริเวณห้วมถนนติดกับเส้นที่มุ่งตรงสู่ ตึกวิจัยศิลปะ ตรงข้ามกับอาคารเรียนรวมคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง เขตลาดกระบัง 10520 ละติจูดที่ 13°43'31.1"N ลองจูดจุด 100°46'28.3"E¹¹

⁹ สุทธิพร อนันต์สุชาติกุลม. **สรวิทยาการผลิตพืช**. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร: 2524

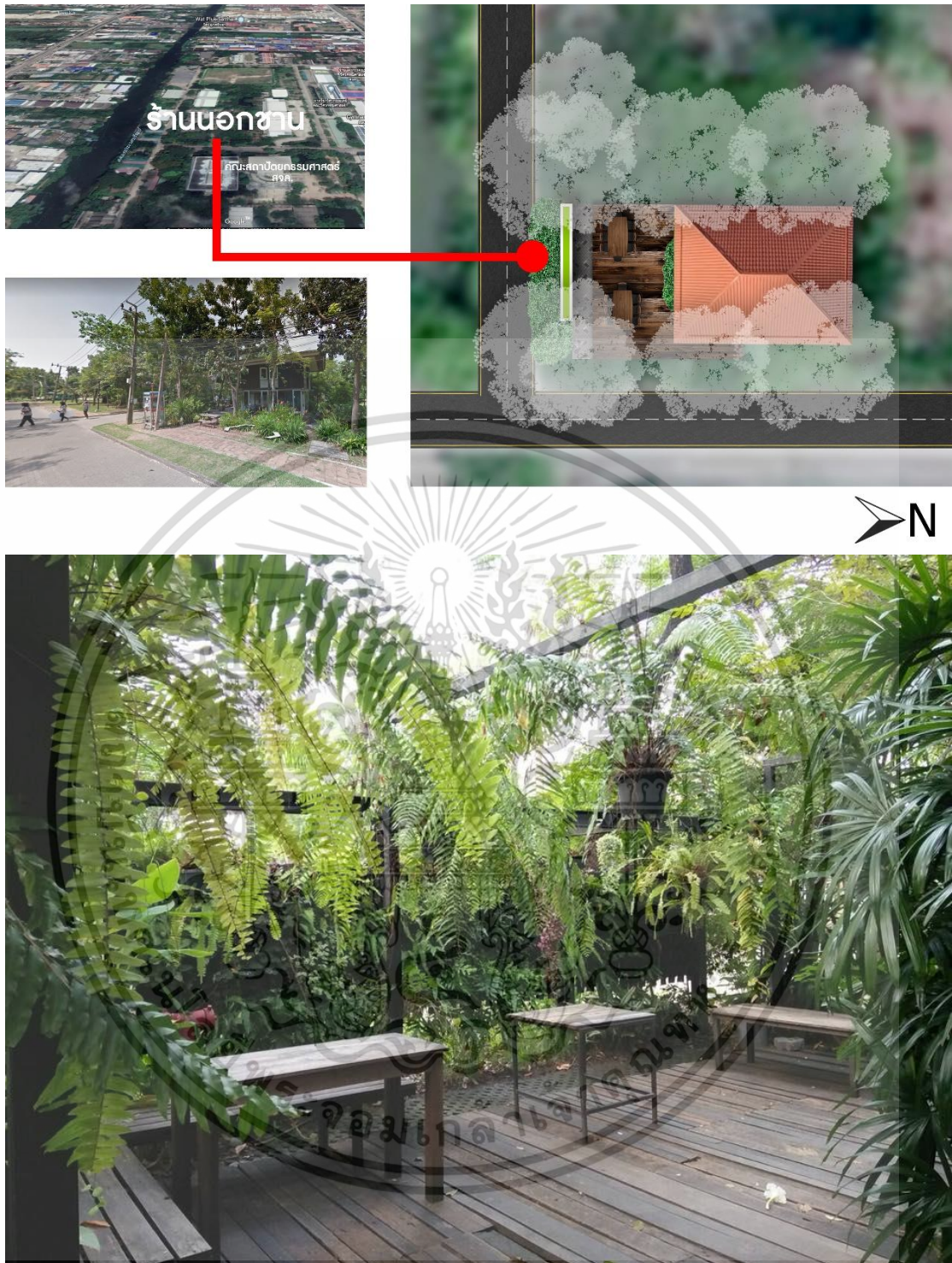
¹⁰ ศูนย์ศึกษาเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลนสิรินาถราชินี. **ความเข้มของแสง (Light Intensity) ต่อการเจริญเติบโตของพืช**. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา

https://web.facebook.com/SirinartCenter/posts/1655720107843146?_rdc=1&_rdr

สืบค้นข้อมูลเมื่อ 3 เมษายน 2561

¹¹ แผนที่ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา www.google.com/maps ก้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1.7 ที่ตั้งสวนแนวตั้งกรณีศึกษา
ที่มา: ผู้วิจัย 2561

ประกอบไปด้วยพรรณไม้ทั้งหมด 16 ชนิด จากการสัมภาษณ์คุณกิตติพจน์ วัฒนมันคง วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2561 ผู้เป็นเจ้าของร้านกาแฟนอกชาน และได้เป็นผู้ออกแบบและจัดสวนแนวตั้งนี้ขึ้นมาด้วยตนเอง ได้กล่าวไว้ว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

“.....สวนแนวตั้งนี้ ในขั้นตอนของการออกแบบ ได้เลือกใช้พรรณไม้ที่มีความสวยงามเป็นอันดับแรก และพยายามเลือกตามประเภทของพรรณไม้ที่ติดตั้งแฉด ระบบการให้น้ำ เป็นการให้แบบตั้งเวลาอัตโนมัติ ช่วงเวลา 16:00 น. – 16:20 น. ของทุกวัน มีการหยดปุ๋ย สูตร 13-13-13 ซึ่งละลายช้า 3 เดือนครั้ง.....”



ภาพที่ 1.8 ร้านกาแฟนอกชาน ถ่ายเมื่อวันที่ 16 มกราคม 2561
ที่มา: ผู้วิจัย 2561

ถึงแม้ว่าจะมีการจัดการระบบน้ำ ปุ๋ย และยาแบบอัตโนมัติแล้ว ก็ยังประสบปัญหาด้านพรรณไม้ที่ปลูกลงตาย จึงจำเป็นต้องมีการทดลองเพื่อหาสาเหตุ โดยเฉพาะส่วนล่างและด้านข้างของแผง จากปัญหาดังกล่าว จึงเป็นที่มาของการศึกษา “แสงสว่างธรรมชาติที่ส่งผลด้านการจัดวางตำแหน่งชนิดพืชพรรณบนสวนแนวตั้ง”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ตรวจสอบปริมาณแสงสว่างธรรมชาติที่มีผลต่อตำแหน่งพืชพรรณบนสวนแนวตั้งของร้านนอกชาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของพืช ในด้านปริมาณแสงสว่างธรรมชาติเท่านั้น

1.3.2 เนื่องจากเครื่องมือในการทดลองและระยะเวลาที่จำกัด จึงได้ทำการทดลองวัดปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้ง ช่วงเวลา 08:30 น. – 17:30 น. เป็นระยะเวลา 3 วัน ระหว่างวันที่ 23-25 กรกฎาคม 2561 ณ ร้านนอกชาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เท่านั้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ทราบถึงปริมาณความต้องการ ผลกระทบด้านปริมาณแสงสว่างธรรมชาติที่มีต่อพืชแต่ละชนิดที่นำมาจัดสวนแนวตั้ง

1.4.2 จากการหาปริมาณแสงสว่างธรรมชาติที่มีผลต่อพืชที่นำมาจัดสวนแนวตั้ง จะเป็นข้อมูลในการเลือกชนิดพืชพรรณ และสภาพแสงที่เหมาะสมกับพืชในระบบสวนแนวตั้งต่อไป

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

แสงสว่างธรรมชาติ, ความเข้มแสง, สวนแนวตั้ง

1.6 แผนการดำเนินงาน



ภาพที่ 1.9 แผนการดำเนินงานวิจัย

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรมและกรอบแนวคิด

2.1 ปัญหาพืชพรรณบนสวนแนวตั้ง ร้านนอกชาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2.1.1 สวนแนวตั้ง (Vertical Garden)

สวนแนวตั้งเป็นการบรรจุหรือปลูกพืชในระบบแนวตั้ง ซึ่งโดยทั่วไปจะยึดติดไว้กับผนังภายในหรือภายนอกอาคาร คล้ายกับสวนบนหลังคาต่อกัน (Green Roof) สวนแนวตั้งเป็นระบบที่ประกอบด้วยพันธุ์ไม้ วัสดุปลูก การจัดสรรและระบบการให้น้ำ¹ เน้นการใช้ต้นไม้ที่มีความคงทนสูง ต้นไม้ที่เป็นต้นไม้พื้นเมืองทำให้ทนต่อสภาพแวดล้อมที่แปรปรวนและวัสดุจัดสวนอันหลากหลาย ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อหน่วยพื้นที่ที่จำกัด บนสถานที่ซึ่งเป็นโครงสร้างถาวรที่มีอยู่เดิมแล้วอันได้แก่ กำแพง เสา ผนังตึก หรืออาจหมายถึงวัสดุโครงสร้างที่มีการสร้างขึ้นชั่วคราว²

สวนแนวตั้งถูกออกแบบมาให้มีเส้นที่ดึงดูดที่เป็นลักษณะเฉพาะตัว ทั้งยังเพิ่มการสร้างวัสดุที่เป็นฉนวน ช่วยลดภาระแก่สภาพแวดล้อม เกิดภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิ (Thermal Comfort) จากการลดการถ่ายเทความร้อน³ ด้วยการทำหน้าที่บังแดดที่ได้รับโดยตรงจากดวงอาทิตย์ ให้กับพื้นผิวผนังอาคาร ซึ่งสร้างภูมิอากาศเฉพาะที่ (Microclimate) ให้เย็นขึ้น และช่วยปรับปรุงคุณภาพอากาศในพื้นที่นั้น ๆ⁴

สวนแนวตั้งที่ได้รับการออกแบบมาอย่างดี จะเติมเต็มในส่วนของการออกแบบและเป้าหมายของการใช้งานได้ทั้งคู่ กล่าวคือ การเลือกพืชพรรณที่เหมาะสมกับสวนแนวตั้งย่อมทำให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้เต็มที่ มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ลดการเปลี่ยนพืชพรรณ และง่ายต่อการบำรุงรักษา⁵การจัดสวนแนวตั้ง ถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักคือ สวนแนวตั้ง Green Facades และสวนแนวตั้ง Living Walls⁶

¹ Sidonie Carpenter. *Growing Green Guide*. 2014

² AKANEK.COM. รู้จักสวนแนวตั้ง ความร่มรื่นของบ้านยุคใหม่.[ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://bit.ly/2Pm4FyS> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 18 มกราคม 2561

³ พาสินี สุนากร *พืชพรรณประกอบอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์* กรุงเทพมหานคร: 2558

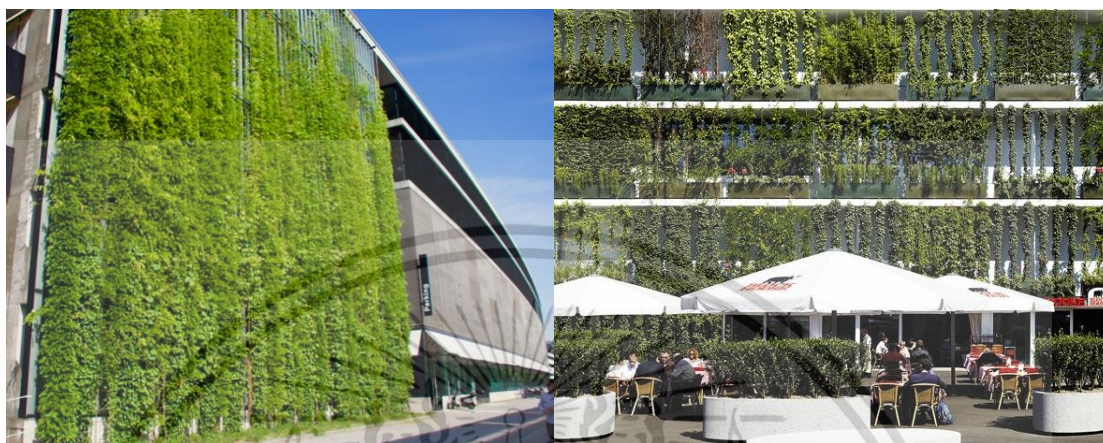
⁴ Sidonie Carpenter. *Growing Green Guide*. 2014

⁵ Sidonie Carpenter. *Growing Green Guide*. 2014

⁶ Tautvydas Maslauskas. *GREEN WALLS “The Vertical Planting Systems”*. VIA

2.1.1.1 กรีนฟาซาด (Green Facade)

สร้างขึ้นโดยการเจริญเติบโตของไม้เลื้อยที่ไต่ขึ้นและไขว้กับด้านหน้าของอาคาร ทั้งจากการงอกของพืชที่ปลูกในแปลง (Garden Bed) หรือโดยการปลูกด้วยระดับที่ต่างกันโดยการวางกระถางไว้ตรงข้ามกันในแต่ละชั้นของอาคาร⁷



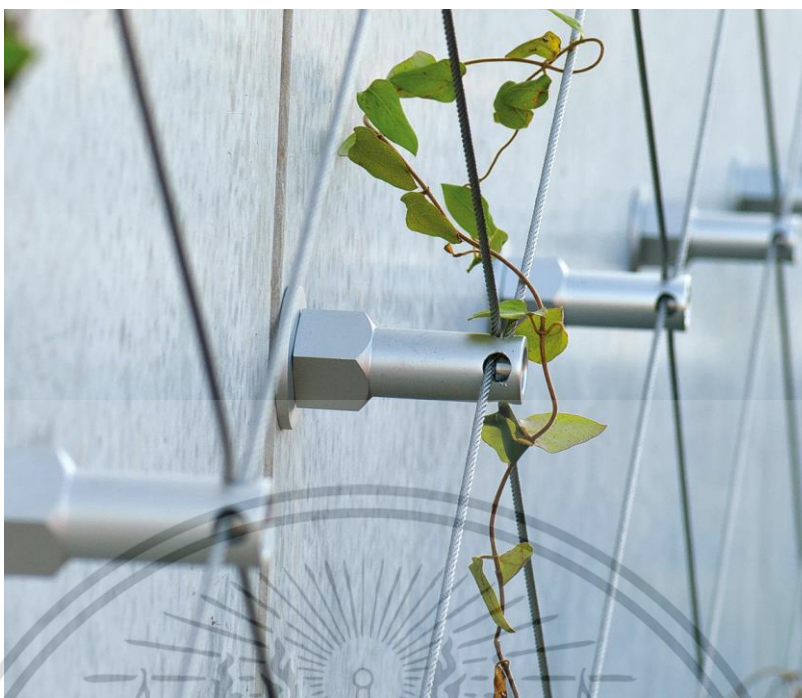
ภาพที่ 2.1 กรีนฟาซาด (Green Facade)

ที่มา: <https://livingroofs.org/green-walls/>

ไม้เลื้อยสามารถเกาะติดกับพื้นผิวของอาคารได้โดยตรง ตามโครงสร้างอิสระของตัวอาคาร ตัวเถาของพรรณไม้เลื้อยยึดกับโครงสร้างด้วยการพันเกลียว (Twining Stem) หรือมือเกาะพันเกลียวกันไว้ได้บน Green Facade เป็นการสร้างผนังกันเป็นฉาก (Partition) เพิ่มความเป็นส่วนตัวหรือม่านบังแดด ระดับความหนาแน่นของการหุ้มแผงบังแดด สามารถจัดการเพื่อให้เข้ากับการใช้งานที่ต้องการได้ ตัวอย่างเช่น แผงบังแดดที่ถูกออกแบบมาเพื่อบังผนังอาคารที่มีคุณสมบัติสมบัติสมบูรณ์ที่สุด มีความหนาแน่นของใบไม้ขนาดใหญ่กว่าฉากที่ติดตั้งใกล้กับหน้าต่าง ที่ออกแบบมาเพื่อยอมรับให้เป็นทิวทัศน์ส่วนหนึ่งของสิ่งแวดล้อมนอกเหนือจากแผงบังแดด⁸

⁷ Sidonie Carpenter. **Growing Green Guide**. 2014

⁸ Sidonie Carpenter. **Growing Green Guide**. 2014. ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.2 การเลื้อยเกาะของพรรณไม้ของกรีนฟาซาด
ที่มา: <https://bit.ly/2QsuEEt>

Green Facade ถูกติดตั้งบ่อยเพราะทำให้ผนังอาคารมีรูปลักษณะที่น่ามอง ใช้เพื่อปิดกั้นทิวทัศน์ที่ไม่น่ามอง หรือเพื่อให้ร่มเงาสำหรับอาคาร Green Facade สามารถสร้างภูมิอากาศเฉพาะที่ (Microclimate) ให้เย็นขึ้นได้อย่างเฉียบพลันทันทีที่ติดกับตัวอาคาร ช่วยบังแสงโดยตรงให้กับแผงบังแดดของอาคาร ช่วยเพิ่มความเย็น จากการคายน้ำของใบของพืช และจากการระเหยของน้ำจากวัสดุปลูก ไม้เลื้อยช่วยดักจับฝุ่นละออง (PM) และสารมลพิษทางอากาศที่เป็นก๊าซระเหย คุณประโยชน์เหล่านี้จะเป็นประโยชน์มากขึ้นหากพืชที่ปลูกเป็นพืชที่ไม่ผลัดใบ (Evergreen) ยิ่งช่วยยืดอายุการปกคลุมและรักษาอาคารได้นานตลอดทั้งปี⁹

โครงสร้างและระบบกรีนฟาซาด สร้างขึ้นจากการให้พืชเจริญเติบโตด้วยการเลื้อยบนผนังโดยไม่มีโครงสร้างพื้นฐาน หรือด้วยการใช้ลวดสแตนเลส โครงไม้ระแนง ตาข่าย หรือสายเคเบิลเป็นตัวพุง ซึ่งกรีนฟาซาดสามารถแยกออกเป็นหมวดหมู่ย่อยดังนี้¹⁰

1) ระบบระแนง (Trellis System) ชุตลวดหรือสายเคเบิลที่ถูกติดตั้งไว้กับสิ่งก่อสร้างเป็นวัสดุที่พืชใช้ปีนป่ายในการเจริญเติบโต เพื่อสร้างเป็นฉากหรือผนังจากพืช สามารถเกาะติดกับตัวอาคาร กรอบอาคาร หรือสามารถตั้งวางอย่างอิสระได้¹¹

⁹ Sidonie Carpenter. *Growing Green Guide*. 2014

¹⁰ Tautvydas Maslauskas. *GREEN WALLS “The Vertical Planting Systems”*. VIA University College, Aarhus, Denmark 2015

¹¹ Tautvydas Maslauskas. *GREEN WALLS “The Vertical Planting Systems”*. VIA University College, Aarhus, Denmark 2015



ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างของระบบฟาซาดระแนงติดผนัง
ที่มา : <https://bit.ly/2DV1Aiv>

2) ระบบโครงสร้างไม้เลื้อยแบบโมดูลาร์ (Modular Trellis Panel System) มีความแข็งแรง น้ำหนักเบา และแผงเป็นรูปแบบ 3 มิติ ทำจากการเชื่อมลวดเหล็กเพื่อพยุงพืชทั้งภายนอกเปลือกอาคารหรือโครงสร้างกรงเหล็กเช่นเดียวกับความลึกของแผง ระบบนี้ได้รับการออกแบบมาเพื่อให้ตัวกรีนฟาซาดห่างออกจากตัวผนัง ดังนั้นพืชจะไม่สามารถเกาะติดกับตัวอาคารได้¹²

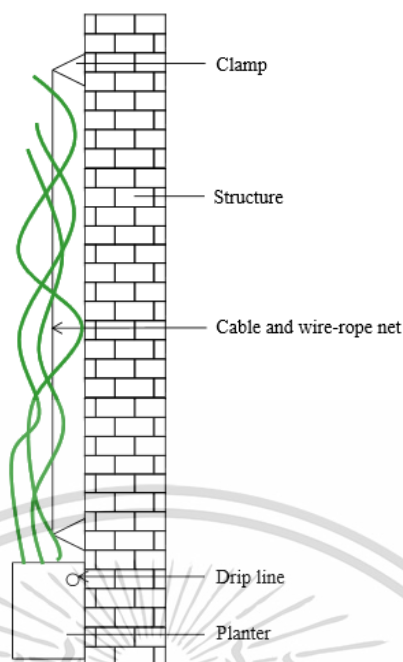
¹² Tautvydas Maslauskas. GREEN WALLS “The Vertical Planting Systems”. VIA เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยอาารุสเดนมาร์ก ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างของระบบแผงระแนงแบบโมดูลาร์ (Modular trellis panel system)
ที่มา : <https://i.pinimg.com/564x/49/87/58/498758c89d90d9c87047022321440c2d.jpg>

3) ระบบตาข่ายลวดสลิ้งและตาข่ายเคเบิล (Cable and Wire-Rope Net System) ใช้สายเคเบิลหรือลวดตาข่ายอย่างใดอย่างหนึ่ง สายเคเบิลมักจะได้รับการออกแบบเพื่อให้พืชได้เลื้อยเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ตาข่ายลวดสลิ้งใช้สำหรับพวงให้พืชเจริญเติบโตอย่างช้า ๆ ซึ่งต้องการการดูแลในช่วงใกล้ชิด ทั้ง 2 ระบบใช้สายเหล็กแรงดึงสูง ที่ยึด และอุปกรณ์เสริม¹³

¹³ Tautvydas Maslauskas. GREEN WALLS “The Vertical Planting Systems”. VIA เอกสารนี้เป็นการเผยแพร่ของมหาวิทยาลัย Aarhus, Denmark 2015 เขาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5 ส่วนประกอบของโครงสร้างแบบ Cable and wire-rope net system
ที่มา: GREEN WALLS “The Vertical Planting Systems”

ตัวอย่างของการจัดสวนกรีนฟาซาดแบบตาข่ายลวดสลิงและตาข่ายเคเบิล Cable and wire-rope net system¹⁴

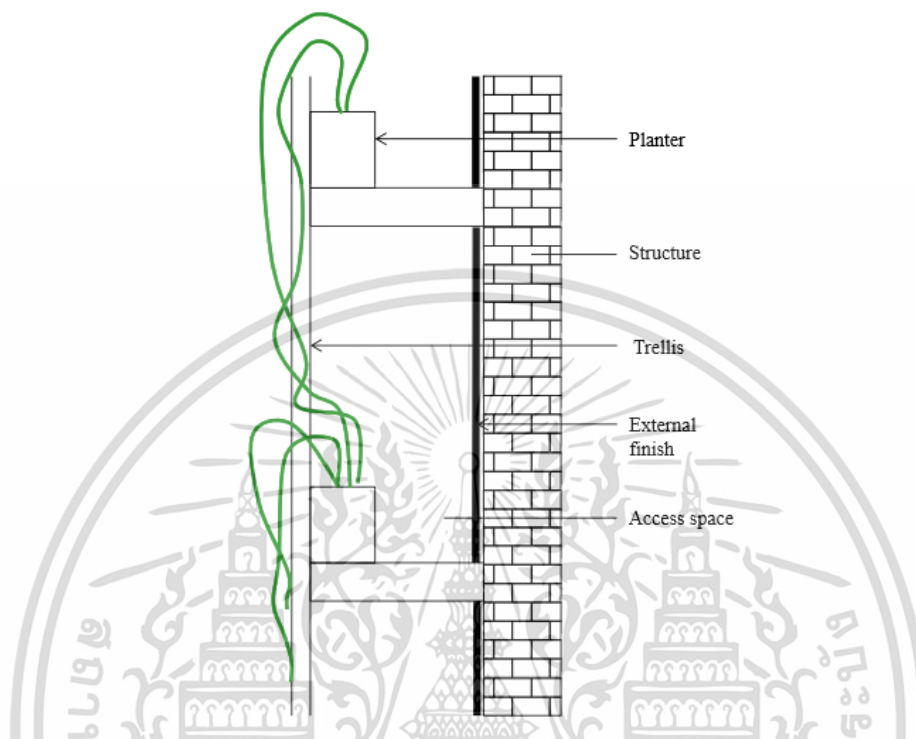


ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างของระบบตาข่ายลวดสลิงและตาข่ายเคเบิล (Cable and wire-rope net system)

ที่มา: <https://www.pinterest.co.uk/pin/163748136436045076/>

¹⁴Tautvydas Maslauskas. GREEN WALLS “The Vertical Planting Systems”. VIA เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัย Aarhus, Denmark 2015. หากท่านนั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ระบบแผงไม้เลื้อยแบบแขวน (Climbing or Hanging system with Trellis) คือระบบกรีนฟาซาดที่มีโครงสร้างสำหรับปลูกไม้เลื้อยโดยปลูกในระดัที่ต่างกัน จากการวางกระถางต้นไม้ไว้ในแต่ละชั้นของอาคาร¹⁵



ภาพที่ 2.7 กรีนฟาซาดในระบบ Climbing or Hanging system with Trellis
ที่มา: ที่มา: GREEN WALLS “The Vertical Planting Systems”

Sidonie Carpenter ผู้ร่วมก่อตั้งหลังคาสีเขียว (Green Roof) ในประเทศออสเตรเลีย ซึ่งเป็นประธานสมาคมสูงสุด 4 ปี ในอุตสาหกรรมหลังคาหลังคาและผนังสีเขียวในปีพ. ศ. 2550 ปัจจุบันเป็นกรรมการของรัฐควีนส์แลนด์ ดูแลด้านภูมิสถาปัตยกรรมในเมืองบริสเบน ได้ยกตัวอย่างอาคารที่ได้ทำการติดตั้ง Green Façade ที่มีการออกแบบเลือกพืชพรรณมาอย่างดีแล้วโดยมีรายละเอียดการออกแบบดังนี้

“... The RMIT University city campus in Melbourne is a publicly accessible space made up of historical and modern buildings, interspersed with functional open areas. With the completion of University Lawn Precinct and the refurbishment of all of the surrounding buildings, Building 21 needed a facelift as the last piece in the precinct. A green facade was constructed on the rear of the building.

¹⁵ Tautvydas Maslauskas. GREEN WALLS “The Vertical Planting Systems”. VIA เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยอาฮูสเดนมาร์ก ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The Building 21 green facade was a joint project between RMIT University, Peter Elliot Architecture and Urban Design, engineers BHS Consultants, landscape architects Rush Wright Associates and TJS Services. The specific facade structure was provided by Ronstan Tensile Architecture.

The facade includes the following elements:

- a Ronstan X-TEND mesh trellis system in a diamond-shaped pattern. The trellis system is secured in place by steel framing at the top, bottom and sides of the wall. There is a 40 cm gap between the trellis system and the brick facade of the building so no root barrier or waterproofing layers were needed
- planter boxes, which are mounted to the existing brick facade using a galvanised steel frame which encases the entire planter box. Zinc sheet vertical cladding covers the front of the boxes and extends down to hide the drainage system below

The sides and base of each planter box are lined with Atlantis® 30 mm Flo-Cell™ drainage cell and slotted Agridrain Pipe, and then covered with 2 mm geotextile Bidim® A14G membrane. The bases are lined with a 40 mm sheet of Hyrdocell hydro foam.

A drip irrigation system is used, with a slotted drainage pipe running along inside the base of the planter boxes to provide drainage.

Hydro cell 40 extensive media, a lightweight soil mix, was chosen to reduce stress on the existing brick wall. The substrate was topped with a 45 mm thick stone mulch layer to provide protection from the elements

Results and reflections

The architect believes that the building now sits comfortably as a backdrop to the University Lawn Precinct, with the creeper-covered walls meshing into the urban landscape. He notes the appearance of the building has been successfully transformed through the softening effect of the creeper-covered wall. Initial plant growth has exceeded expectations but will need to be monitored to be maintained into the future.

The ongoing level of required maintenance can be carried out as part of general RMIT landscaping. RMIT reports that no plants have been removed or replaced to date, due to adequate facade coverage.

...

แปลโดยผู้วิจัย 2561

“...Green Facade ของอาคาร Building 21 มหาวิทยาลัย RMIT ถูกสร้างขึ้นบนผนังชั้นพื้นผิวภายนอกของอาคาร Building 21 ด้วยการปลูกไม้เลื้อยไต่อยู่บนโครงตาข่ายระแนง ตามระดับความสูงของผนัง การบำรุงรักษา สามารถดำเนินการให้เป็นส่วนหนึ่งในการจัดภูมิทัศน์ทั่วไปของมหาวิทยาลัยได้ ซึ่ง RMIT รายงานว่าไม่มีพืชชนิดไหนเลยที่ตายแล้วถูกนำออกหรือปลูกใหม่ เนื่องจากการหุ้มท่อฟาซาดนั้นมีความเหมาะสมแล้ว¹⁶...”



ภาพที่ 2.8 Green Facade ของอาคาร Building 21 มหาวิทยาลัย RMIT

ที่มา: Growing Green Guide

¹⁶Sidonie Carpenter, **Growing Green Guide**, 2014. ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ก่อนการก่อสร้าง Green Facade



ภาพที่ 2.9 ก่อนการก่อสร้าง Green Façade
ที่มา: Sidonie Carpenter. *Growing Green Guide*. 2014

2) Green Face 8 เดือนหลังจากการติดตั้ง



ภาพที่ 2.10 Green Face 8 เดือนหลังจากการติดตั้ง
ที่มา: Sidonie Carpenter. *Growing Green Guide*. 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) Green Face 26 เดือนหลังจากการติดตั้ง



ภาพที่ 2.11 Green Face 26 เดือนหลังจากการติดตั้ง
ที่มา: Sidonie Carpenter. *Growing Green Guide*. 2014

2.1.1.2 Living Walls

Living Walls ได้รับการพัฒนาเมื่อไม่นานมานี้ ใช้หน่วยการปลูกแบบต่อเนื่องหรือแบบแยกส่วนที่สามารถรวมกันได้ ซึ่งสร้างจากแผง โมดูล หรือแผ่นชั้นพืช (Vegetated Mat Wall) ที่ยึดติดไว้กับกรอบโครงสร้างหรือผนัง¹⁷ Living Walls ในปัจจุบันจึงไม่ได้มีแต่ไม้สี่เหลี่ยม แต่ยังมี ความงดงาม เรียกว่าเป็น Art Form ไปด้วยในตัว ศิลปินผู้บุกเบิกคนหนึ่งในการทำสวนแนวตั้ง ลักษณะนี้ คือ Patrick Blanc ที่ได้ใช้เวลาศึกษาและสังเกตต้นไม้ในป่าถึงการเติบโตในแนวตั้งโดยปราศจากดิน หลังจากนั้นจึงได้พัฒนาระบบ และวิธีปลูกต้นไม้บนผนังในแนวศิลปะ โดยระบบนี้ จะต้องมีน้ำหนักที่เบา และต้องการการดูแลเพียงน้อยนิด ซึ่งผนังทุกชนิดสามารถรับน้ำหนักของสวนแนวตั้งได้อย่างสบายด้วยน้ำหนักต่อพื้นที่เพียง 30 กิโลกรัม หรือน้อยกว่า ต่อตารางเมตร¹⁸ ซึ่ง Living Wall สามารถจัดได้หลายรูปแบบ ดังนี้

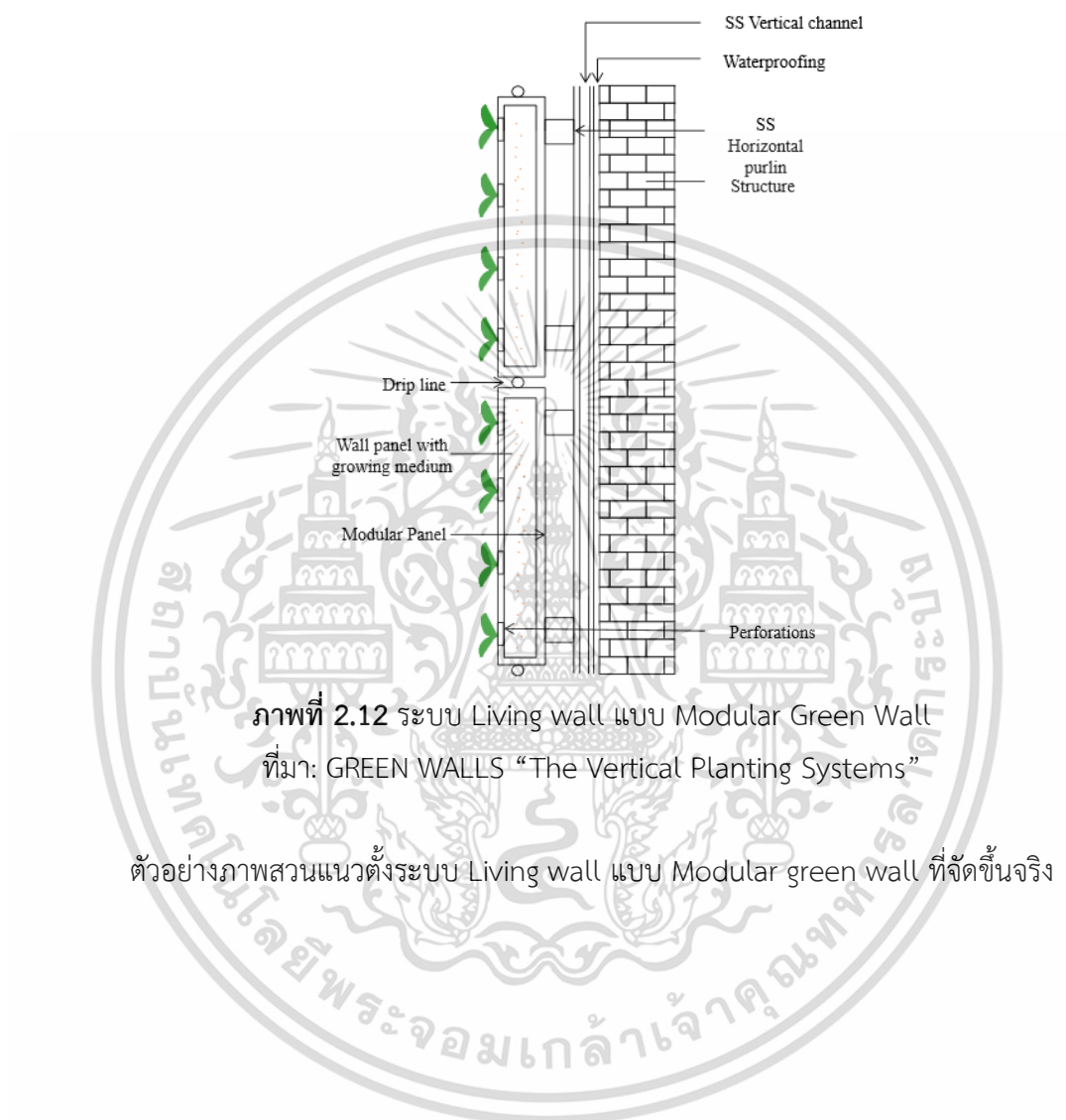
¹⁷ Tautvydas Maslauskas. *GREEN WALLS “The Vertical Planting Systems”*. VIA University College, Aarhus, Denmark 2015

¹⁸ IURBAN. *Living wall*. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา

<https://www.iurban.in.th/inspiration/living-wall-and-sky-farm/> สืบค้น ข้อมูลเมื่อ 8 ก.พ. 2561
สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ส่วนแนวตั้งแบบโมดูลาร์ (Modular green wall) ประกอบด้วยตะแกรงของ กระจกยางแยกที่ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อในการควบคุมการเติบโตของพืชตั้งแต่เริ่มเจริญเติบโต ซึ่งให้ผลทันที หลังการติดตั้ง¹⁹

ระบบ Living wall แบบ Modular green wall²⁰



ภาพที่ 2.12 ระบบ Living wall แบบ Modular Green Wall
ที่มา: GREEN WALLS “The Vertical Planting Systems”

ตัวอย่างภาพสวนแนวตั้งระบบ Living wall แบบ Modular green wall ที่จัดขึ้นจริง

¹⁹ Tautvydas Maslauskas. GREEN WALLS “ The Vertical Planting Systems” . VIA University College, Aarhus, Denmark 2015

²⁰ Tautvydas Maslauskas. GREEN WALLS “ The Vertical Planting Systems” . VIA University College, Aarhus, Denmark 2015



ภาพที่ 2.13 ภาพประกอบของระบบกล่องของสวนแนวตั้งแบบโมดูลาร์

ที่มา : <https://bit.ly/2QmM9TU>

2) กำแพงแผ่นชั้นพืช (Vegetated mat wall) ระบบนี้ถูกริเริ่มโดย Patrick Blanc ประกอบด้วยผ้าสังเคราะห์สองชั้นด้วยช่องที่เต็มไปด้วยพืช และเติบโตด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ²¹

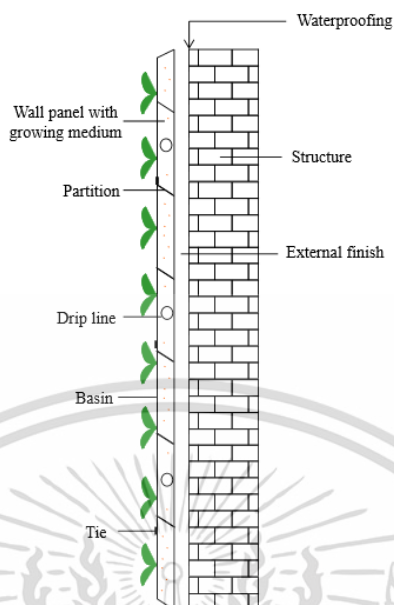


ภาพที่ 2.14 ภาพประกอบของระบบกำแพงแผ่นชั้นพืช

ที่มา : <https://bit.ly/2QjKM8t>

²¹ Tautvydas Maslauskas. GREEN WALLS “The Vertical Planting Systems”. VIA เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี หากท่านนั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) สวนแนวตั้ง Living wall แบบ Paving system²²



ภาพที่ 2.15 โครงสร้างสวนแนวตั้ง Living wall แบบ Paving system.
ที่มา: GREEN WALLS “The Vertical Planting Systems”

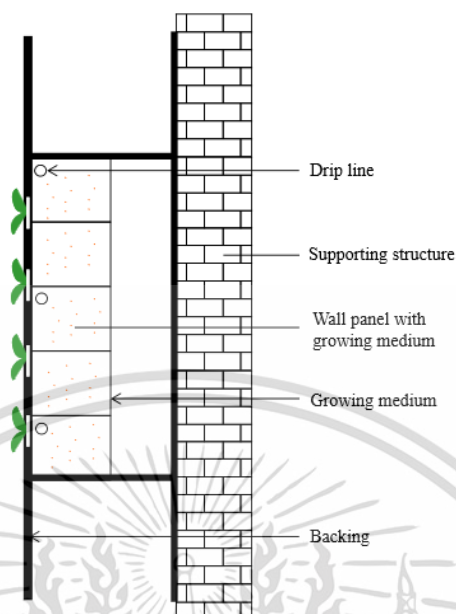
ตัวอย่างภาพสวนแนวตั้งระบบ Living wall แบบ Paving system ที่จัดขึ้นจริง



ภาพที่ 2.16 สวนแนวตั้งระบบ Living wall แบบ Paving system
ที่มา: <https://www.florafelt.com/pro-system-guide/>

²² Tautvydas Maslauskas. GREEN WALLS “The Vertical Planting Systems”. VIA เอกสารนี้เป็นการเผยแพร่โดยไม่หวังผลตอบแทนจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย Aarhus, Denmark 2015 วิชาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) สวนแนวตั้ง Living wall แบบ Flower pot system.²³



ภาพที่ 2.17 รายละเอียดสวนแนวตั้ง Living wall แบบ Flower pot system.
ที่มา: GREEN WALLS “The Vertical Planting Systems”

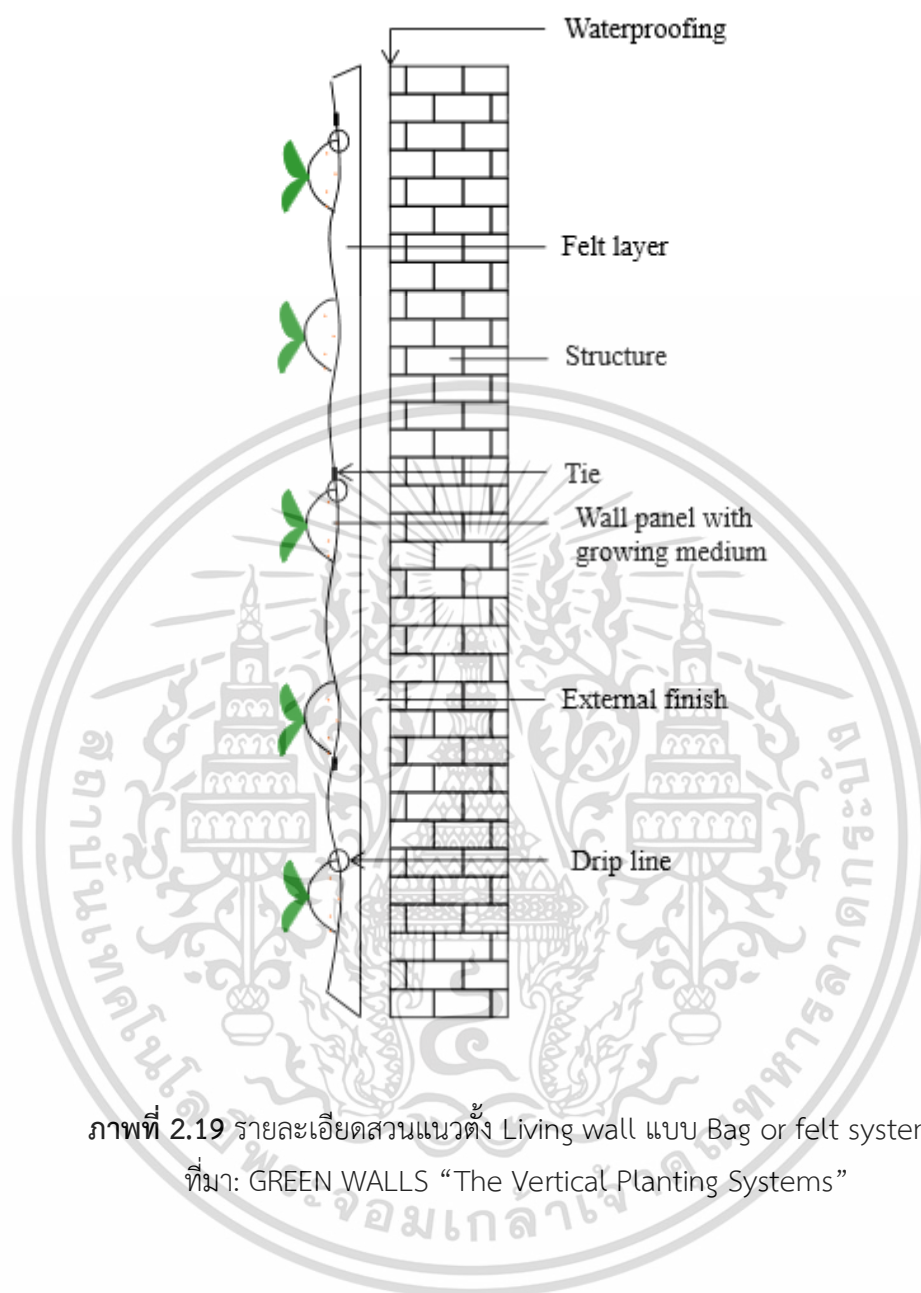
ตัวอย่างภาพสวนแนวตั้งระบบ Living wall แบบ Flower pot system



ภาพที่ 2.18 สวนแนวตั้งระบบ Living wall แบบ Flower pot system

ที่มา: <http://wellmake.co/editor/>

²³ Tautvydas Maslauskas. GREEN WALLS “The Vertical Planting Systems”. VIA เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่โดยมหาวิทยาลัย Aarhus, Denmark 2015 วิชาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

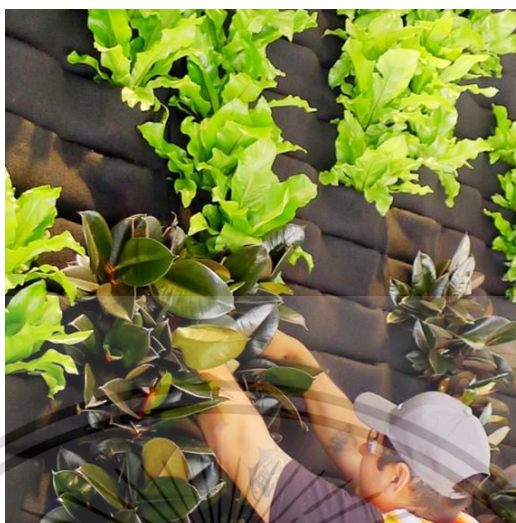
5) สวนแนวตั้ง Living wall แบบ Bag or felt system.²⁴

ภาพที่ 2.19 รายละเอียดสวนแนวตั้ง Living wall แบบ Bag or felt system.

ที่มา: GREEN WALLS “The Vertical Planting Systems”

²⁴ Tautvydas Maslauskas. GREEN WALLS “The Vertical Planting Systems”. VIA เอกสารนี้ เป็นเอกสารที่เผยแพร่โดยมหาวิทยาลัย Aarhus, Denmark 2015. ข้าพชานี้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

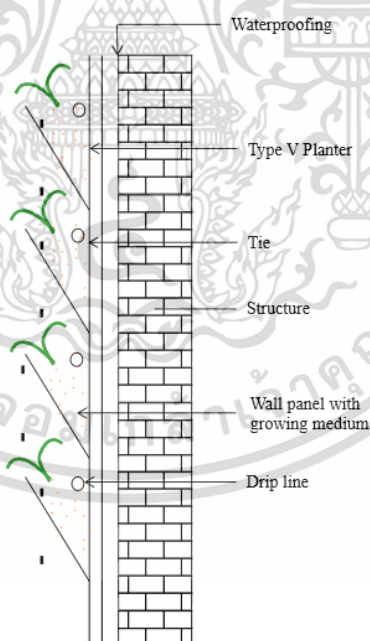
ตัวอย่างภาพสวนแนวตั้งระบบ Living wall แบบ Bag or felt system.



ภาพที่ 2.20 สวนแนวตั้งระบบ Living wall แบบ Bag or felt system.

ที่มา: <https://www.florafelt.com/>

6) สวนแนวตั้ง Living wall แบบ Through system.²⁵



ภาพที่ 2.21 รายละเอียดสวนแนวตั้ง Living wall แบบ Through system.

ที่มา: GREEN WALLS “The Vertical Planting Systems”

²⁵ Tautvydas Maslauskas. GREEN WALLS “The Vertical Planting Systems”. VIA เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างภาพสวนแนวตั้งระบบ Living wall แบบ Through system.



ภาพที่ 2.22 สวนแนวตั้งระบบ Living wall แบบ Through system.

ที่มา: <https://www.urbanplanters.co.uk/blog/products/turn-a-vertical-space-into-an-edible-living-wall/>

การจัดสวนแนวตั้งแบบ Living Wall นั้น มีระบบการชั้นของสวนแนวตั้ง เพื่อลดความชื้นของและลดปริมาณวัสดุลง Tautvydas Maslauskas จึงได้มีการจัดระบบชั้นเป็น 3 ระบบดังนี้

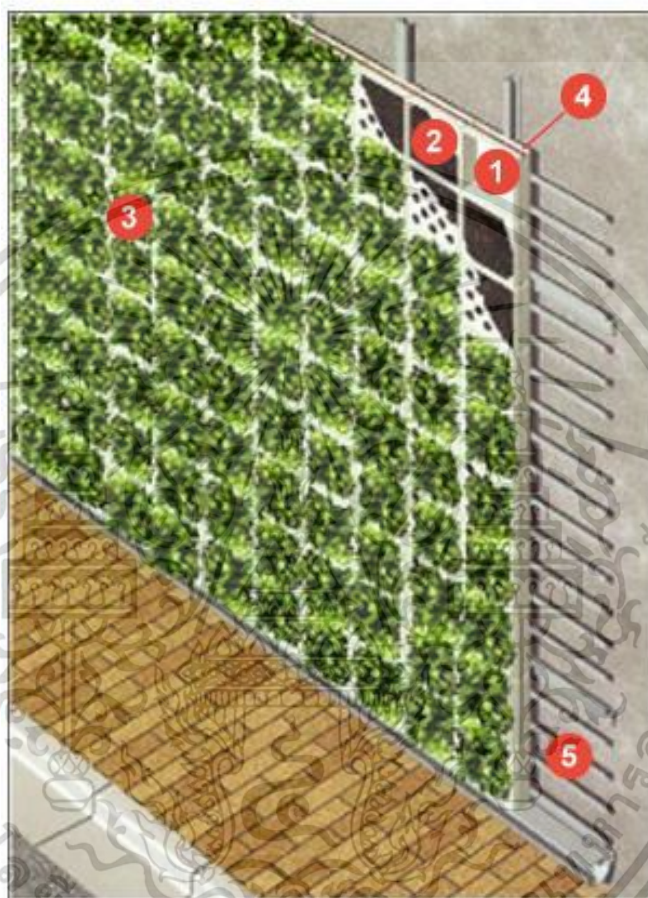
1) ระบบผนังโปรวอลล์ (Pro Wall system)

เป็นระบบสวนแนวตั้งที่ได้รับความนิยมมากที่สุด ใช้กันอย่างแพร่หลายในการก่อสร้างในพื้นที่กลางแจ้งเพื่อใช้ประโยชน์ได้นาน มีความยืดหยุ่น และระบบโมดูลาร์อย่างง่ายสามารถติดตั้งได้ในทุกที่บนพื้นผิวผนังภายนอก ทนต่อสภาพภูมิอากาศไม่ว่าเย็นหรือร้อน และทนต่อแรงลม ฝน และแม้กระทั่งแผ่นดินไหว ซึ่งในระบบนี้มี 5 องค์ประกอบหลักในการก่อสร้าง คือ

- **แผง (Panels)** เป็นองค์ประกอบหลักในการก่อสร้าง ที่ทำหน้าที่เป็นภาชนะและเก็ต่อบล็อกของอาหารเลี้ยงเชื้อ
- **Growth medium** เป็นประเภทของอาหารเลี้ยงเชื้อ ที่เป็นบล็อกหลวมๆ หรือเกาะติดกันเป็นแผง ซึ่งสามารถสร้างรูปทรงและขนาดที่แตกต่างกันได้
- **พืช (Plants)** หนึ่งในส่วนที่สำคัญที่สุดของสวนแนวตั้ง ที่เป็นโถ่บ่งฝน เครื่องฟอกอากาศและอื่นๆ อีกมากมาย ซึ่งต้องปลูกลงในแผงในพื้นที่ที่จัดสรรไว้หรือก่อนที่จะลำเลียง (แผงสำเร็จรูป)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ระบบรดน้ำ** (Watering system) การติดตั้งทั่วไปสำหรับพื้นที่ในร่มจะใช้ระบบน้ำหยดที่ความเร็ว 24/7 ซึ่งคำนวณด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ มีเซ็นเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิ ระบบนี้สามารถรดน้ำต้นไม้ในเวลาที่ไม่ต้องการน้ำมากที่สุดได้
- **Stainless steel frame** โครงสร้างสแตนเลสที่สามารถติดตั้งลงบนคอนกรีต วัสดุที่ทำด้วยไม้ หรือผนัง Steel Stud Wall ได้



ภาพที่ 2.23 ระบบผนังโปรวอลล์ (Pro Wall system)
ที่มา: GREEN WALLS “The Vertical Planting Systems”

2) ระบบผนังเวอร์ซาวอลล์ (Versa Wall system)

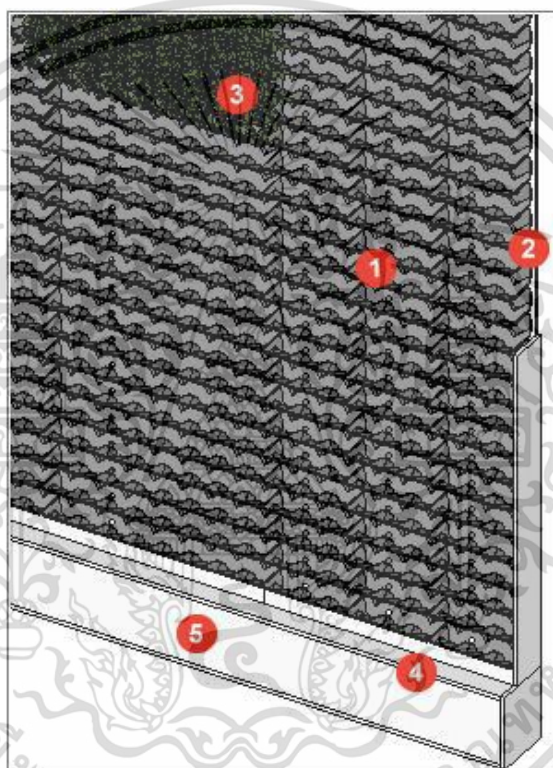
เป็นระบบสวนแนวตั้งที่เป็นสากลที่สุดในระบบอุตสาหกรรม ที่สามารถใช้งานได้ทั้งกลางแจ้งและในร่ม เก็บน้ำได้ 100% ซึ่งเพียงพอและสมบูรณ์อยู่ในตัวเอง เป็นระบบเดียวในอุตสาหกรรมที่ไม่มีน้ำหก รั่วไหล หรือรั่วซึมที่ด้านหน้าของใบพืชและผนังด้านหน้า

- **ถาด** (Tray) เป็นการรีไซเคิลโพลีโพรไพลีน (polypropylene) มีความยืดหยุ่น ทำหน้าที่เป็นภาชนะสำหรับบรรจุ
- **ชั้นกันน้ำ** (Waterproof layer) เป็นชั้นป้องกันการรั่วซึมของน้ำที่อยู่ติดกับผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **พืช** (Plants) ด้วยชนิดที่แตกต่างของพืชจึงต้องเลือกสำหรับการใช้งานภายในอาคาร ระบุภาตถาวรเพื่อการใช้งานในระยะยาว
- **ระบบรดน้ำ** (Watering system) เป็นการควบคุมระบบน้ำระยะไกลด้วยรีโมท สามารถเปิดปิดได้ตลอดเวลาตลอดวัน พืชสามารถใช้น้ำได้อย่างเต็มที่ 100%
- **ถังหมุนเวียน** (Recirculation tanks) ใช้สำหรับการจัดเก็บน้ำด้านล่างหรือด้านหลังกำแพง

ระบบผนังเวอร์ชาวอลล์ (Versa Wall system)



ภาพที่ 2.24 ระบบผนังเวอร์ชาวอลล์ (Versa Wall system) ที่จัดสำหรับพื้นที่ในอาคาร
ที่มา: GREEN WALLS “The Vertical Planting Systems”

โดยสรุปคือ ในทุกระบบของการจัดสวนแนวตั้งจะมี 6 ส่วนหลักๆ (จากภายนอกสู่ภายใน) คือ

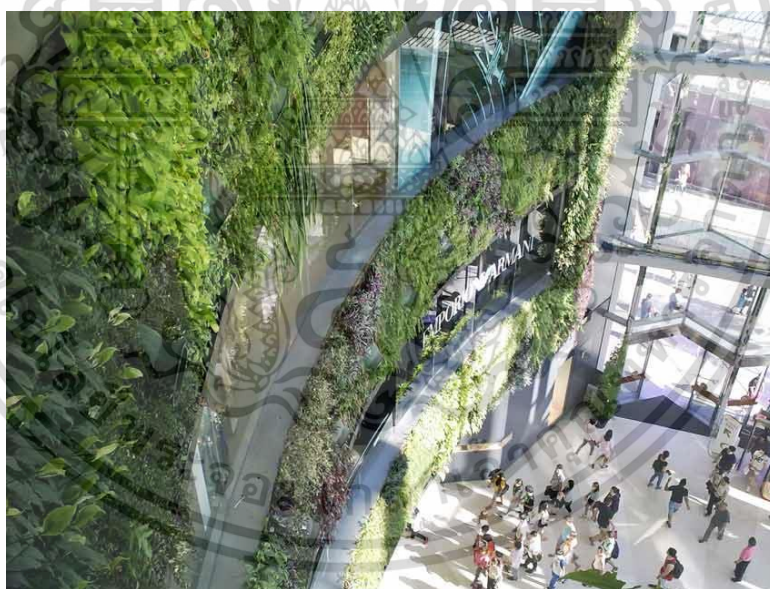
- ระบบภาชนะสำหรับพืช
- ดิน โครงสร้าง หรืออาหารเลี้ยงเชื้อ
- ชั้นกันการรั่วซึมของน้ำ
- โครงดัดที่ใช้ยึดสำหรับการติดตั้ง ซึ่งโดยปกติจะทำจากเหล็ก
- ส่วนใหญ่จะใช้ระบบรดน้ำด้วยถัง (tank) สำหรับสวนแนวตั้งภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผนังรับน้ำหนัก (Load-bearing walls) ได้แก่ อิฐ คอนกรีต เหล็ก หรือการสร้างแกนไม้²⁶

การปลูกพืชในแนวตั้ง หรือ Vertical Garden นั้นเริ่มเป็นที่ยอมรับในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา แคนาดา ฝรั่งเศส ญี่ปุ่น และค่อยแพร่เข้ามาในประเทศไทย รูปแบบการนำเอาต้นไม้แขวนไว้บนกำแพง หรือการนำต้นไม้จัดวางบนชั้นวางหรือบนรางน้ำเท่านั้น ตัวอย่างสวนแนวตั้งแบบเดิมโดยพบเห็นได้จากงานของกรุงเทพมหานคร ซึ่งดำเนินการติดตั้งโครงไม้ไว้เพื่อแขวนต้นไม้บริเวณป้ายรถประจำทางโดยในปี 2550 ติดตั้งได้ 837 จุดทั่วกรุงเทพฯ แบ่งเป็นสวนแนวตั้งตามป้ายรถเมล์ 753 จุด และบริเวณเสาตอม่อ 84 จุด ได้แก่ ถนนพระราม 1 ถนนเพลินจิต ถนนสุขุมวิท ถนนพญาไท ถนนสีลม ถนนพระราม 4 ถนนพระราม 9 เป็นต้น²⁷

สวนแนวตั้ง แบบ Living wall เริ่มเป็นที่รู้จักและพบเห็นในประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ. 2550 โดย Patrick Blanc นักพฤกษศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ที่มีชื่อเสียงด้านการจัดสวนแนวตั้ง ได้เข้ามาออกแบบและติดตั้งสวนแนวตั้งให้กับห้างสรรพสินค้าเอ็มโพเรียม ซึ่งก่อให้เกิดกระแสความสนใจของนักออกแบบสวนทั่วไป นอกจากนั้น Patrick Blanc ยังได้ออกแบบสวนแนวตั้งให้กับห้างสรรพสินค้าสยามพารากอน ในเวลาต่อมา โดยร่วมกับบริษัท ซีเซเวน จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทจัด Landscape ขนาดใหญ่ของประเทศไทยเป็นผู้จัดหาต้นไม้ทั้งหมด²⁸



ภาพที่ 2.25 สวนแนวตั้ง Living wall ภายในห้างสรรพสินค้าสยามพารากอน กรุงเทพมหานคร

ที่มา: <https://www.plantingplanner.com/blog/living-walls/>

²⁶ Tautvydas Maslauskas. GREEN WALLS “ The Vertical Planting Systems” . VIA University College, Aarhus, Denmark 2015

²⁷ อนุรักษ์ ลัภยานันท์และคณะ การให้บริการรับจัดสวนแนวตั้ง (Vertical Garden) คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 2554

²⁸ อนุรักษ์ ลัภยานันท์และคณะ การให้บริการรับจัดสวนแนวตั้ง (Vertical Garden) คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 2554

2.1.2 สวนแนวตั้งร้านนอกชาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

จัดในรูปแบบของ Living wall กับระบบ Bag or felt system. อยู่บริเวณด้านข้างของตัวร้านนอกชาน ท่ามกลางสภาพแสงสว่างธรรมชาติ ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยสวนนี้ได้เริ่มดำเนินการติดตั้ง ระหว่างวันที่ 27 ธันวาคม 2559 – 8 มกราคม 2560 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้²⁹

- 1) ติดตั้งโครงสร้างเหล็กสำหรับรองรับน้ำหนักการปลูกพืชทางตั้ง โดยมีขนาด 2.00 x 6.25 เมตร (ยาว x สูง) หรือ 12.5 ตารางเมตร

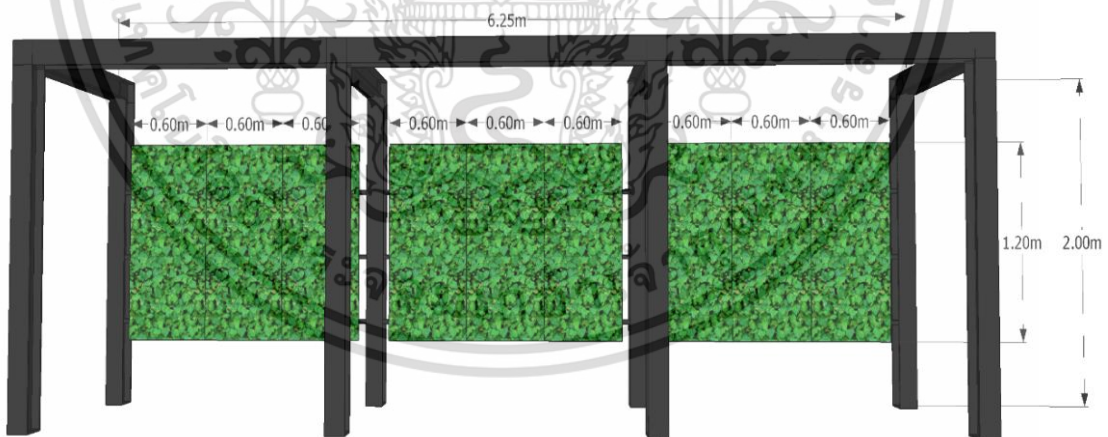


ภาพที่ 2.26 ขั้นตอนการติดตั้งโครงสร้างเพื่อรองรับสวนแนวตั้ง
ที่มา: Facebook คุณกิตติพงษ์ วัฒนมั่นคง

²⁹ สัมภาษณ์ นายกิตติพงษ์ วัฒนมั่นคง เจ้าของร้านนอกชาน. สวนแนวตั้งร้านนอกชาน. สัมภาษณ์เอกสารนี้เมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2561 รับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.27 ขั้นตอนการติดตั้งโครงสร้างเพื่อรองรับสวนแนวตั้ง
ที่มา: Facebook คุณกิตติพจน์ วัฒนมนคง
ขนาดของสวนแนวตั้งร้านนอกชาน



ภาพที่ 2.28 ขนาดของสวนแนวตั้งร้านกาแฟนอกชาน
ที่มา: ผู้วิจัย 2561

2) ติดตั้งแผงวัสดุปลูกที่เป็นตัวمان์ทำจากวัสดุ PVC แผ่นคล้ายกระสอบปุ๋ยประกบกับผ้าสักหลาด กว้าง 1.2 เมตร ยาว 1.8 เมตร จำนวน 3 ชั้น ตามการแบ่งช่องโครงสร้างเหล็ก เพื่อใช้เป็นวัสดุนำความชื้น แต่ละชั้นทำการเย็บเป็นช่องสี่เหลี่ยมคล้ายตารางหมากรุก เพื่อใช้ปลูกต้นไม้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.29 ติดตั้งแผงวัสดุปลูก (1)
ที่มา: Facebook คุณกิตติพจน์ วัฒนมนันคง



ภาพที่ 2.30 ติดตั้งแผงวัสดุปลูก (2)
ที่มา: Facebook คุณกิตติพจน์ วัฒนมนันคง

- 3) ใส่วัสดุปลูกที่เป็นดินร่วน เนื้อละเอียดร่วนซุย สีเข้ม ผสมอินทรียัดตุ
- 4) ติดตั้งระบบการให้น้ำในปริมาณตามที่พืชและระบบปลูกต้องการทีละน้อย เป็นครั้งๆ ผ่านเครื่องตั้งเวลา (Timer) แบบอัตโนมัติ ขึ้นไปด้านบนของแผงสวนแนวตั้ง จากนั้นปล่อยน้ำผ่านท่อ Micro tube ขนาด 3 มิลลิเมตร เพื่อให้น้ำไหลลงแผ่นปลูกทุกช่องของทุกวัน เวลา 16:00 น. – 16:20 น. รวม 20 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.31 ตัวตั้งเวลาการให้น้ำอัตโนมัติ หรือ Timer
ที่มา: <https://bit.ly/2DMN5x2>

5) ติดตั้งพรรณไม้บนสวนแนวตั้งตามแบบจำลองที่ทำการออกแบบไว้ด้วยโปรแกรม SketchUp



ภาพที่ 2.32 แบบจำลองสวนแนวตั้งร้านนอกชาน
ที่มา: Facebook คุณกิตติพจน์ วัฒนมันคง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวนแนวตั้งร้านนอกชาน หลังจากจัดเสร็จทันที ถ่ายเมื่อ 21 มกราคม 2560



ภาพที่ 2.33 สวนแนวตั้งร้านนอกชาน หลังจากจัดเสร็จทันที ถ่ายเมื่อ 21 มกราคม 2560
ที่มา: Facebook คุณกิตติพจน์ วัฒนมั่นคง

หลังจากที่ได้มีการจัดสวนแนวตั้งมาสักกระยะหนึ่ง ก็ประสบปัญหาพืชพรรณบนสวนแนวตั้งตายในบางตำแหน่งของสวน เป็นผลให้ต้องมีการเปลี่ยนพืชพรรณอยู่บ่อยครั้ง ดังภาพต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.34 สวนแนวตั้ง ร้านอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถ่ายไว้วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2561

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

สวนแนวตั้งร้านอาหาร ประสบปัญหาต้นไม้ตายโดยเฉพาะแผงที่มีการแขวนประดับด้วยไม้
กระถางเฟินสโบนาง



ภาพที่ 2.35 บริเวณที่ต้นไม้ส่วนใหญ่บนสวนแนวตั้งตาย ถ่ายเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2561

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 พืชพรรณบนสวนแนวตั้งร้านนอกชาน

พืชพรรณเป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มใหญ่ประเภทหนึ่งอยู่ในอาณาจักรพืช (Kingdom Plantae) ประกอบด้วย ไม้ยืนต้น ไม้ดอก พืชล้มลุก และเฟิร์น พบได้ทั้งบนบกและในน้ำ เป็นสิ่งมีชีวิตที่เนื้อเยื่อส่วนใหญ่ประกอบด้วยหลายเซลล์ นิวเคลียสมีผนังเซลล์ ห่อหุ้ม เคลื่อนที่ไม่ได้ ได้แก่เอียงตัว จะสามารถเห็นได้ชัดเจน.เมื่อมีแดดส่อง พืชจะเอียงตัวไปที่แดด ไม่มีอวัยวะเกี่ยวกับความรู้สึก มีคลอโรพิลล์ซึ่งเป็นสารสีเขียว ช่วยในการสังเคราะห์และเจริญเติบโต. นอกจากนี้ยังมีลักษณะพิเศษที่ต่างไปจากสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นก็คือการสังเคราะห์ด้วยแสง แต่มีพืชจำพวกปรสิตประมาณ 300 สปีชีส์ที่ไม่สังเคราะห์ด้วยแสงเอง แต่เกาะดูดอาหารจากพืชชนิดอื่น³⁰ โดยสามารถแบ่งตามการใช้งานได้ดังนี้คือ

2.1.3.1 ไม้ดอก (Flowering plant)

หมายถึง พรรณไม้ที่ออกดอกมีสีสวยงาม หรือมีกลิ่นหอม อาจจำแนกไม้ดอกออกได้เป็น 2 วิธี คือ วิธีแรกเป็นการจำแนกตามลักษณะของพรรณไม้ และวิธีที่ 2 เป็นการจำแนกตามประโยชน์ใช้สอย³¹

1) การจำแนกตามลักษณะของพรรณไม้

แบ่งออกเป็น ไม้ดอกที่เป็นไม้ล้มลุก ไม้ดอกที่เป็นไม้พุ่ม ไม้ดอกที่เป็นไม้เถาหรือไม้เลื้อย ไม้ดอกที่เป็นไม้ต้นหรือไม้ใหญ่ยืนต้น

(1) ไม้ดอกที่เป็นไม้ล้มลุก (Flowering herb)

หมายถึง ไม้ดอกประเภทที่มีวงจรชีวิตสั้น ส่วนใหญ่เมื่อเกิดมาแล้ว จะเจริญเติบโตให้ดอก จนครบวงจรชีวิต แล้วตายภายในฤดูเดียวหรือปีเดียว จัดเป็นไม้ดอกฤดูเดียว เป็นไม้ดอกที่นิยมนำมาปลูกเป็นไม้ประดับมากที่สุด เพราะปลูกและตกแต่งได้ง่าย มีการเจริญเติบโตเร็ว นอกจากนี้ไม้ดอกล้มลุกที่มีอายุปีเดียวแล้ว มีไม้ดอกล้มลุกบางชนิด ที่มีอายุมากกว่า 1 ปี ซึ่งจัดเป็นไม้ดอกล้มลุกสองฤดู หรือไม้ดอกล้มลุกหลายฤดู

ไม้ดอกล้มลุกที่เป็นไม้ดอกฤดูเดียวจะมีอายุสั้นมาก นับจากวันที่เริ่มเพาะเมล็ด จนถึงออกดอกใช้เวลาเพียง 60-120 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ดอก จากนั้น จะออกดอกสวยงามอยู่เพียงชั่วระยะเวลาหนึ่ง คือ ประมาณ 30-60 วัน แล้วก็เริ่มเหี่ยว ร่วงโรยไป โดยมีเมล็ดเกิดขึ้นภายในดอก ซึ่งเมื่อเมล็ดแก่จัด ก็สามารถนำไปปลูกให้เป็นไม้ดอกรุ่นใหม่ได้

ส่วนไม้ดอกที่มีอายุอยู่ได้นานหลายปี เช่น เวอร์บีนา แพร่เชียงใหม่ ผกากรอง สร้อยทอง พยับหมอก บานเช้า บานบุรี กระดุมทอง แพงพวย ไม่จำเป็นต้องปลูกต้นใหม่ทดแทน เพียงแต่ตัดแต่งกิ่งที่แห้งเหี่ยว กิ่งแก่ และกิ่งที่เป็นโรคออก พร้อมทั้งตัดแต่งต้นให้สั้นลง ตลอดจนปรับปรุงดิน ใส่ปุ๋ยเพิ่มเติม เพื่อให้ต้นเก่าแตกกิ่งก้าน และออกดอกชุดใหม่ที่สวยงามต่อไป การตัดแต่งกิ่งแต่งต้นนี้จะกระทำต่อเนื่องไป จนกว่าต้นจะทรุดโทรม และแก่ตายไปในที่สุด

(2) ไม้ดอกที่เป็นไม้พุ่ม (Flowering shrub)

³⁰ วิกีพีเดีย สารานุกรมเสรี. พืช [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://bit.ly/2RuZs8f> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 3 พฤษภาคม 2561

³¹ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ. ความหมายของไม้ดอกไม้ประดับ และการจำแนกประเภทเอกสารนี้ [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://bit.ly/2b3CNtl> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 3 พฤษภาคม 2561 ด้านการค้าไม่ว่ากรรมใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายถึง ไม้ดอกที่มีเนื้อไม้แข็ง ลำต้นตั้งตรงเป็นอิสระได้โดยไม่ต้องอาศัยต้นไม้อื่นหรือวัสดุอื่น ยึดเหนี่ยวพาดพิง มีอายุอยู่ได้นานหลายปี มีความสูงไม่มากนัก และมีการแตกกิ่งก้าน ไม่สูงจากพื้นดิน เช่น เข็ม พุดลำโพง คริสต์มาส ขบา ขวนชม ดอนญ่า พยับหมอก ราชาวดี และยี่เข่ง

(3) ไม้ดอกที่เป็นไม้เถา หรือไม้เลื้อย (Flowering climber)

หมายถึง ไม้ดอกที่ไม่สามารถทรงตัวอยู่ได้ด้วยตนเอง จำเป็นต้องอาศัยยึดเหนี่ยวพาดพิงต้นไม้อื่นหรือวัสดุอื่น ในการทรงตัว หากไม่มีสิ่งใดให้พาดพิง ก็จะเลื้อยไปตามพื้นดิน เช่น เล็บมือนาง กระเทียมเถา ชำมะนาด อัญชัน กุมากริกา ถ้ามีอายุอยู่ได้หลายปี เราเรียกไม้ดอกดังกล่าวนี้ว่า ไม้เถายืนต้น แต่ถ้าเป็นไม้เถาที่มีอายุสั้น มีลักษณะล้มลุก เช่น รกฟ้า ผักบุ้งฝรั่ง เรียกว่า ไม้เถาล้มลุก

(4) ไม้ดอกที่เป็นไม้ต้นหรือไม้ใหญ่ยืนต้น (Flowering tree)

หมายถึง ไม้ดอกที่มีเนื้อไม้แข็ง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นใหญ่กว่าไม้พุ่ม และมีความสูงเกิน 6 เมตร สามารถทรงตัวอยู่ได้ด้วยตนเอง มีอายุอยู่ได้นานปี เช่น เสลา ตะแบก อินทนิล นนทรี พิกุล ฝ้ายคำ ทองกวาว จามจุรี ประดู่ ประดู่แดง ราชพฤกษ์ ชัยพฤกษ์ กัลปพฤกษ์ แคนแสด รัตมา แคนฝรั่ง ไส้กอินเดีย ปิบ เหลืองอินเดีย และหางนกยูงฝรั่ง

2) การจำแนกตามประโยชน์ใช้สอย

เนื่องจากไม้ดอกมีอยู่มากมายหลายพันชนิด แต่ละชนิดมีประโยชน์ใช้สอยต่างกัน เพื่อความสะดวก และความคุ้มค่าในการนำไปตกแต่ง จึงมีการจำแนกประเภทไม้ดอกตามประโยชน์ใช้สอยดังนี้

(1) ไม้ตัดดอก (Cut flower plant)

หมายถึง ไม้ดอกที่ปลูก ณ สถานที่ที่มีภูมิประเทศ ภูมิอากาศ สภาพแวดล้อม เช่น สายลม แสงแดด อุณหภูมิ ดิน น้ำ ความชื้นสัมพัทธ์ การคมนาคม และระยะทางที่เหมาะสม เพื่อตัดเฉพาะส่วนดอกหรือช่อดอก ไปใช้ประโยชน์ หรือจำหน่าย เช่น แกลดิโอลัส เบญจมาศ เยอร์บีรา หน้าวัว กุหลาบ ดาวเรือง คาร์เนชัน และบัวหลวง ไม้ดอกดังกล่าวนี้ จะถูกตัดออกจากต้นไปใช้ประโยชน์ พร้อมทั้งก้านดอกด้วย ทั้งนี้เพราะก้านดอกเป็นแหล่งสะสมอาหาร เมื่อดอกถูกตัดจากต้นเพื่อนำไปปักแจกัน หรือจัดกระเช้า อาหารที่เก็บสะสมไว้ที่ก้านดอกจะถูกนำมาใช้ ช่วยให้ดอกไม้มีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น ดังนั้นคุณลักษณะสำคัญของไม้ตัดดอก นอกจากดอกจะต้องสวยสดแล้ว ก้านดอกก็ต้องใหญ่ ยาว และแข็งแรง แต่ไม่เกะกะกึ่งก้าง บรรจุหีบห่อได้ง่าย ขนส่งสะดวก มีน้ำหนักไม่มากนัก และเก็บรักษาได้นาน

ยังมีไม้ดอกอีกหลายชนิดที่มีก้านดอกสั้น ก้านดอกกลางและเปราะหักง่าย แต่ดอกสวยหรือมีกลิ่นหอม อายุการใช้งานทนนาน สามารถใช้ประโยชน์ได้ดีในวิถีชีวิตของคนไทย โดยการนำเฉพาะส่วนดอกไปร้อยมาลัย ทำอุบะ จัดพานพุ่ม หรือนำไปจัดแจกัน โดยใช้ก้านเทียมแทน เช่น รัก มะลิ พุด จำปี จำปา แวนดาโจคิม บานไม่รู้โรย

(2) ไม้ดอกกระถาง (Flowering pot plant)

หมายถึง ไม้ดอกที่ปลูกเลี้ยงในกระถางตั้งแต่เริ่มเพาะเมล็ดหรือย้ายต้นกล้า โดยการเปลี่ยนกระถาง ให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเป็นลำดับ ให้เหมาะสมกับความสูงและการเจริญเติบโตของต้น เมื่อออกดอก จะนำไปใช้ประโยชน์ในการประดับทั้งต้นทั้งดอก พร้อมทั้งกระถาง ทำให้อายุการใช้งานทนนานกว่าไม้ตัดดอก เช่น บีโกเนีย แพนซี แอฟริกันไวโอเลต กลีอกซิเนีย อิมเพเซียน พิทูเนีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม้ดอกที่นำมาปลูกเป็นไม้กระถางจึงต้องมีทรงพุ่มต้นกะทัดรัด ไม่เกะกะแก้งก้าง หรือมีต้นสูงใหญ่ เกินกว่าที่จะนำมาปลูกเลี้ยงได้ในกระถางขนาดเล็กพอประมาณ ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการขนย้าย ที่สำคัญคือ ควรจะออกดอกบานพร้อมเพรียงกันเกือบทั้งต้น เพื่อความสวยงามในการใช้ประดับ ปัจจุบัน วิทยาการเจริญก้าวหน้าอย่างมาก มนุษย์สามารถปลูกเลี้ยงไม้ดอกหลายๆ ชนิด แม้จะมีขนาดต้นสูงใหญ่ ในกระถางขนาดเล็ก โดยการใช้สารเคมีที่เรียกว่า สารชะลอการเจริญเติบโต หรือพ่น เพื่อให้ไม้ดอกเหล่านั้น มีขนาดต้นเตี้ยลงตามความต้องการ ตลอดจนใช้เทคนิคบางประการในระหว่างการปลูกเลี้ยง เพื่อบังคับให้ไม้ดอกออกดอกพร้อมเพรียงกันทั้งต้นได้ โดยคงจำนวนขนาด และสี ตลอดจนความสวยงามของดอก ให้ใกล้เคียงกับของเดิมทุกประการ

(3) ไม้ดอกประดับแปลง (Bedding plant)

หมายถึง ไม้ดอกที่ปลูกลงแปลง ณ บริเวณที่ต้องการปลูกตกแต่ง เพื่อประดับบ้านเรือน อาคารสถานที่ ตลอดจนสวนสาธารณะ โดยไม่ตัดดอกหรือส่วนใดส่วนหนึ่งไปใช้ประโยชน์ แต่ปล่อยให้ ออกดอกบานสะพรั่งสวยงาม ติดอยู่กับต้นภายในแปลงปลูก เพื่อประโยชน์ในการประดับ จนกว่าจะร่วงโรยไป³²

2.1.3.2 ไม้ประดับ (Ornamental plant)

หมายถึง พันธุ์ไม้ที่มีความมุ่งหมายและต้องการใช้พันธุ์ไม้เหล่านี้เพื่อประดับอาคาร และสถานที่ต่าง ๆ โดยมีต้องคำนึงถึงดอก แต่คำนึงถึงรูปร่าง ความสวยงามของทรงพุ่ม ลำต้น ใบ เป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งบางชนิดอาจไม่มีดอก แต่ใบ และรูปร่างของลำต้นนั้น มีความสวยงามน่าดู และมีรูปทรงคงที่อยู่นาน ซึ่งการแบ่งพันธุ์ไม้ประดับตามวัตถุประสงค์ที่ใช้ มีความเหมาะสมตรงตามลักษณะของพืชอยู่แล้วที่จะใช้เป็นพันธุ์ไม้ประดับ³³ แบ่งเป็น

1) ไม้ใบประดับ หมายถึง พันธุ์ไม้ที่ปลูกเพื่อประโยชน์ในด้านความสวยงามหรือความเป็นสิริมงคล โดยมีลักษณะของใบที่โดดเด่น สวยงาม และมีเอกลักษณ์

2) ไม้ต้นประดับ หมายถึง พันธุ์ไม้ที่ปลูกเพื่อประโยชน์ในด้านความสวยงามหรือความเป็นสิริมงคล โดยมีลักษณะของลำต้นที่โดดเด่น สวยงาม และมีเอกลักษณ์³⁴

โดยไม้ดอกไม้ประดับสามารถแบ่งตามความต้องการแสงในการเจริญเติบโตได้ ดังนี้³⁵

1) พรรณไม้ในร่ม (Indoor Plant, Full Sun)

พันธุ์ไม้พวกส่วนใหญ่มีใบหรือดอกที่บอบบาง ไม่สามารถทนทานต่อแสงแดดที่ร้อนหรือแสงสว่างที่มากเกินไป บางชนิดมีการระเหยน้ำได้สูงมาก ถ้าหากอยู่ในที่มีแสงแดดรุนแรง อุณหภูมิสูง การระเหยน้ำก็จะมีมากจนไม่สามารถทนอยู่ได้ พันธุ์ไม้พวกนี้ บางชนิดจะเจริญเติบโตได้ดีในที่ที่มีแสงแดดอ่อนๆ หรือในที่ที่มีความชื้นสูง มีลมสงบ จึงเหมาะที่จะนำมาปลูกในอาคารหรือในร่ม เพื่อ

³² สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ. ความหมายของไม้ดอกไม้ประดับ และการจำแนกประเภท [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://bit.ly/2b3CNtI> 3 พฤษภาคม 2561

³³ เศรษฐมนต์ กาญจนกุล. 2551

³⁴ พีชเกษตร.คอม. ไม้ดอกไม้ประดับ [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://bit.ly/2RhS8NZ> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 3 พฤษภาคม 2561

³⁵ OK nation. ความหมาย ความสำคัญและประเภทของไม้ดอกไม้ประดับ [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <http://oknation.nationtv.tv/blog/starcocity/2007/07/22/entry-1> สืบค้นข้อมูล

ใช้ประดับตกแต่งอาคารภายใน นอกจากนี้ ยังมีพันธุ์ไม้อีกหลายชนิดที่ไม่สามารถทนทานกับความหนาวเย็นในอุณหภูมิที่ต่ำ ๆ ได้ เช่น ในเมืองหนาว จึงต้องนำมาปลูกในร่ม ในบ้าน หรือในเรือนต้นไม้ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชชนิดนั้น ๆ³⁶

2) พรรณไม้กลางแจ้ง (Outdoor Plant, Full Shade)

พันธุ์ไม้พวกนี้สามารถเจริญเติบโตได้ดีในที่ที่มีแสงแดดส่องโดยตรงกลางแจ้ง ถ้านำมาปลูกในที่ร่มแล้วจะเจริญเติบโตช้า หรือเจริญเติบโตไม่สมบูรณ์และไม่เหมาะสมตามธรรมชาติ ถ้าปลูกพันธุ์ไม้พวกนี้ในร่มแล้วใบจะมีสีเขียวจัด ต้นสูงชะลูดไม่งาม ถ้าเป็นพันธุ์ไม้ที่มีสีสันทางดอกหรือใบแล้วสีจะเปลี่ยนแปลงเลลง พันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับประเภทนี้ ส่วนมากที่ต้องการแสงแดดโดยตรง³⁷

3) พรรณไม้รำไร (Partial sun light, Dappled Sun)

คือพืชต้องการแสงแดดบ้าง ไม่มากนัก แต่ต้องมีแสงส่องถึงบางส่วน³⁸ เป็นแสงที่ดวงอาทิตย์ส่องทะลุผ่านกิ่งก้านของต้นไม้ พืชพรรณประเภทนี้ชอบแสงแดดที่ได้รับบางส่วนมากกว่าการสัมผัสโดยตรงที่³⁹

คำว่า รำไร พจนานุกรมราชบัณฑิตยสถาน ได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

คำวิเศษณ์

1. เล็กน้อย, ไม่จัด, ไม่แรง. "แดดรำไร แสงรำไร"
2. เห็นไม่ชัด หรือเห็นราง ๆ เพราะอยู่ไกล หรือมีอะไรบังบางส่วน.

รำไร

ยกตัวอย่างเช่น แสงสว่างรำไร แสงแดดรำไร

อาการที่เห็นไม่ชัดเต็มที่เพราะอยู่ในระยะไกลหรือมีอะไรบังเป็นต้น เช่น เห็นกระท่อมรำไรอยู่ในหมอก⁴⁰

³⁶ ภูมิพิชญ์ สุซาวรรณ. 2548; Fred. 2009

³⁷ ภูมิพิชญ์ สุซาวรรณ. 2548; Fred. 2009

³⁸ ประสิทธิ์ สุไลมาน. ไม้ใบ ใบไม้ ใบสวย. สาขาวิชาสถาปัตยกรรมและการวางแผน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร: 2556

³⁹ Marie Iannotti. What Does Full Sun and Partial Shade Mean? [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://www.thespruce.com/what-is-full-sun-partial-shade-1402372> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 20 ธันวาคม 2561

⁴⁰ DICTIONARY. รำไร. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://bit.ly/2rRx6X6> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 7

ซึ่งสวนแนวตั้งร้านนอกخان ประกอบไปด้วยพืชพรรณทั้งหมด 16 ชนิด ดังนี้

ตารางที่ 2.1 พืชพรรณบนสวนแนวตั้งทั้ง 16 ชนิด

พืชพรรณ	ภาพประกอบ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ลักษณะ	ความต้องการ
1) เฟิร์นใบมะขาม, กุศสร้อย (Fishbone Fern/ Sword Fern)	 <p>ภาพที่ 2.36 เฟิร์นใบมะขาม ที่มา: http://book.baanlaesuan.com/ plant-library/fishbone-fern/</p>	<p>ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Nephrolepis cordifolia</i> (L.) Prest ชื่อวงศ์: Nephrolepidaceae ประเภท: เฟินดิน</p>	<p>ลำต้น: เป็นเหง้าสั้น ทุกส่วนมีขนหรือเกล็ดสี น้ำตาลปกคลุม มีไหลเป็นเส้นเล็ก ตูกล้ายเชือก เลื้อยไปตามผิวดิน และเกิดเป็นต้นใหม่ตามไหล ได้ ใบ: ประกอบแบบขนนกปลายคี่ ทางใบยาว 50 – 60 เซนติเมตร ใบย่อยรูปใบหอกแคบ ไม่ มีก้านใบ สปอร์อยู่ใต้ใบ อัตราการเจริญเติบโต: เร็ว</p>	<p>แสงแดด: รำไร ขยายพันธุ์: เพาะสปอร์ และแยกกอ⁴¹</p>

⁴¹ สำนักพิมพ์บ้านและสวน. เฟินใบมะขาม [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <http://book.baanlaesuan.com/plant-library/fishbone-fern/> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561

ตารางที่ 2.1 พืชพรรณบนสวนแนวตั้งทั้ง 16 ชนิด (ต่อ)

พืชพรรณ	ภาพประกอบ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ลักษณะ	ความต้องการ
2) พรหมกำมะหยี่, พรหมญี่ปุ่น (Carpet Plant/ Episcia/ Frame Violet)	 ภาพที่ 2.37 พรหมกำมะหยี่ ที่มา: https://bit.ly/2RcWHIA	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Episcia</i> spp. & hybrid วงศ์: Gesneriaceae	ประเภท: ไม้ล้มลุกอายุหลายปี ลำต้น: ทุกส่วนอวบน้ำและมีขนปกคลุม ทอด เลื้อยในระยะ 30 – 60 เซนติเมตร ใบ: ใบเดี่ยว ออกตรงข้าม ใบรูปไข่แกมรูปรี แผ่นใบหยิกย่น ใบมีสีและลวดลายแตกต่างกันไป ดอก: เป็นช่อกระจุก 2 – 4 ดอก ออกที่ซอกใบ ใกล้ปลายยอด ดอกสมบูรณ์เพศ มีหลายสี เช่น สีแดง ส้ม เหลืองม่วง ม่วงอ่อน ขาว ชมพู	อัตราการเจริญเติบโต: เร็ว แสงแดด: ครึ่งวันเช้าถึง รำไร ⁴²
3) ออมเงิน ,เงิน ไหลมา (Arrowhead Vine/Goosefoot Plant)	 ภาพที่ 2.38 ออมเงิน ที่มา: https://bit.ly/2V7jFzR	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Syngonium</i> hybrid วงศ์: Araceae	ประเภท: ไม้เลื้อย ลำต้น: ลำต้นกลม มีรากออกตามข้อช่วยยึด เกาะ ใบ: ใบเดี่ยว เรียงเวียน พื้นใบสีเขียว มีแถบสี ขาวตามเส้นใบ ดอก: ออกเป็นช่อเชิงลดออก จากกาบใบ ปลีดอกเรียวยาวเป็นแท่ง ผล: รูปรีติดอยู่บนปลีดอก	อัตราการเจริญเติบโต: เร็ว แสงแดด: รำไร ⁴³

⁴² สำนักพิมพ์บ้านและสวน. พรหมกำมะหยี่. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา http://book.baanlaesuan.com/plant-library/carpet_plant/ สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561

⁴³ สำนักพิมพ์บ้านและสวน. เงินไหลมา. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <http://book.baanlaesuan.com/plant-library/arrowhead-vine/> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561

ตารางที่ 2.1 พืชพรรณบนสวนแนวตั้งทั้ง 16 ชนิด (ต่อ)

พืชพรรณ	ภาพประกอบ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ลักษณะ	ความต้องการ
4) ปริกน้ำค้าง (Asparagus fern)	 ภาพที่ 2.39 ปริกน้ำค้าง ที่มา: https://bit.ly/2QjKM8t	ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Asparagus densiflorus</i> (Kunth) Jessop วงศ์ : ASPARAGACEAE	ลักษณะทางพฤกษศาสตร์: ลำต้น ไม้คลุมดิน ลำต้นสั้นแตกกิ่งก้านเป็นพุ่ม กิ่งก้านตั้งตรงหรือโค้งห้อยลง ส่วนที่คล้ายใบเป็นส่วนของลำต้น ลักษณะเป็นรูปแถบถึงรูปเข็มสั้น ปลายแหลม ค่อนข้างแข็ง สีเขียวสดเป็นมัน ออกช่อละ 3 อัน ใบ: ใบจริงเปลี่ยนเป็นหนามเล็ก ๆ ดอก: ดอกสีขาวอมชมพู ดอกขนาดเล็ก	แสงแดด: แสงแดดรำไร การขยายพันธุ์: แยกต้น แบ่งหัว การใช้ประโยชน์: ปลูกประดับสวนหย่อมในพื้นที่แสงรำไรหรือปลูกกลางแจ้ง ฟุ่มใบโปร่งละเอียดดูสวยงาม ⁴⁴
5) พลูอินโดนีเซีย	 ภาพที่ 2.40 พลูอินโดนีเซีย ที่มา: https://bit.ly/2LxCoAa	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Piper</i> sp. วงศ์: PIPERACEAE	ลักษณะทางพฤกษศาสตร์: ต้น ไม้ล้มลุก อายุหลายปี ลำต้นทอดเลื้อย ทรงกระบอก ใบ: ใบเดี่ยว เรียงเวียนถี่ รูปรี ปลายแหลม โคนเว้าเล็กน้อย ขอบเรียบ แผ่นใบด้านบนสีเขียวเข้ม เป็นมัน ด้านล่างสีแดงม่วง ข้อมูลทั่วไป: เป็นพันธุ์ไม้ต่างประเทศ มีถิ่นกำเนิดในประเทศอินโดนีเซีย	แสงแดด: แสงแดดรำไร การขยายพันธุ์: ปักชำ แยกกอ การใช้ประโยชน์: ปลูกเป็นไม้ประดับสวน ไม้กระถาง ⁴⁵

⁴⁴ ข้อมูลพันธุ์ไม้ระบบฐานข้อมูลเกษตรดิจิทัล. ปริกน้ำค้าง. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://data.addrun.org/plant/archives/82-asparagus-densiflorus-kunth-jessop> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561

⁴⁵ ข้อมูลพันธุ์ไม้ระบบฐานข้อมูลเกษตรดิจิทัล. พลูอินโดนีเซีย. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://data.addrun.org/plant/archives/488-piper-sp> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561

ตารางที่ 2.1 พืชพรรณบนสวนแนวตั้งทั้ง 16 ชนิด (ต่อ)

พืชพรรณ	ภาพประกอบ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ลักษณะ	ความต้องการ
6) กำมพูหลอด , พระยาลิตตีนปู (Silver Inch Plant, Silvery Wandering Jew, Wandering Jew)	 ภาพที่ 2.41 กำมพูหลอด ที่มา: https://bit.ly/2LwgzkD	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Tradesantia zebrina</i> Bossé วงศ์: Commelinaceae	ประเภท: ไม้เลื้อย ความสูง: 15 – 20 เซนติเมตร ลำต้น: อวบน้ำและทอดเลื้อยตามผิวดิน ใบ: ใบเดี่ยวเรียงสลับระนาบเดียว รูปไข่ สีเขียว เข้มหรือสีเขียวปนม่วงแดง ดอก: เป็นช่อกระจุกที่ปลายยอด สีชมพูอมม่วง มี 3 กลีบ ผล: ยาวรี ผลแก่แตก มี 1 – 2 เมล็ด	แสงแดด: เต็มวันถึงครึ่งวัน เช้า ขยายพันธุ์: ปักชำกิ่ง ⁴⁶
7) เปปเปอร์โรเมีย เลื้อยต่าง (Peperomia)	 ภาพที่ 2.42 เปปเปอร์โรเมียเลื้อยต่าง ที่มา: https://bit.ly/2RnlxSa	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Peperomia scandens</i> Ruiz & Pav. วงศ์: PIPERACEAE	ต้น: ไม้ล้มลุก อวบน้ำ ลำต้นตั้งตรง กิ่งก้าน ทรงกระบอก สีเขียว ใบ: ใบเดี่ยว เรียงสลับ รูปกลมหรือรูปไข่ กว้าง 2-3 เซนติเมตร ยาว 3-4 เซนติเมตร มีลายต่าง สีขาวนวลที่ขอบใบ เส้นกลางใบเป็นร่องตื้น ดอก: ออกเป็นช่อเชิงลด ชูตั้ง ดอกย่อยเล็ก อัด กันแน่นบนก้านช่อดอก	แสงแดด: ชอบแดดร่มรำไร การขยายพันธุ์: ปักชำกิ่ง การใช้ประโยชน์: ปลูก ประดับสวน ปลูกเป็นไม้ กระถาง ไม้แขวน ปลูกคลุม ดิน ไม้ในอาคาร ⁴⁷

⁴⁶ สำนักพิมพ์บ้านและสวน. กำมพูหลอด. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <http://book.baanlaesuan.com/plant-library/silver-inch-plant/> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561

⁴⁷ ข้อมูลพันธุ์ไม้ระบบฐานข้อมูลเกษตรดิจิทัล. เปปเปอร์โรเมียเลื้อยต่าง. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://data.addrun.org/plant/archives/628-peperomia-scandens-ruiz-pav> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561

ตารางที่ 2.1 พืชพรรณบนสวนแนวตั้งทั้ง 16 ชนิด (ต่อ)

พืชพรรณ	ภาพประกอบ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ลักษณะ	ความต้องการ
8) เฟินฮาวาย (Maile Scented Fern)	 <p>ภาพที่ 2.43 เฟินฮาวาย ที่มา: https://bit.ly/2PZneUM</p>	<p>ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Phymatosorus scolopendria</i> (Burm.f.) Pic.Serm. วงศ์: POLYPODIACEAE</p>	<p>ต้น เฟินดินหรือเฟินอิงอาศัย ลำต้นเป็นเหง้า ยาว ปกคลุมด้วยเกล็ด เกล็ด ขนาดเล็ก ปลายเรียวยาวเป็นหาง ขอบมีขน สีน้ำตาลดำ ใบ ใบประกอบแบบขนนกชั้นเดียว ก้านใบยาว มีเส้นใบในช่องว่างแห เนื้อใบหนาเหนียว กลุ่มอับสปอร์ เรียงไม่สม่ำเสมอ แฉกข้างเส้นกลาง 2 ใบ รูปกลมหรือรี จมฝังในเนื้อใบ</p>	<p>แสง: แสงแดดรำไร การขยายพันธุ์: แบ่งกอ การใช้ประโยชน์: ปลูกประดับเป็นไม้กระถาง⁴⁸</p>
9) เฟินข้าหลวงหลังลาย (Bird's Nest Fern)	 <p>ภาพที่ 2.44 เฟินข้าหลวงหลังลาย ที่มา: https://bit.ly/2GAPMF2</p>	<p>ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Asplenium nidus</i> L. วงศ์: Aspleniaceae</p>	<p>ประเภท: เฟินอิงอาศัย สามารถเติบโตบนดินได้ ใบ: เดี่ยว รูปแถบ ออกเวียนสลับรอบต้น ปลายใบแหลมคล้ายหอก ใบหนาแข็งเป็นมัน เส้นกลางใบสีดำ ใต้ใบมีสปอร์สีน้ำตาลเรียงตามแนวเส้นใบ ปัจจุบันมีหลายพันธุ์ ทั้งเฟินจิบ เฟินข้าหลวงโอซาก้า และเฟินข้าหลวงใบแฉก</p>	<p>แสงแดด: รำไร ความชื้น: สูง ขยายพันธุ์: เพาะสปอร์⁴⁹</p>

⁴⁸ ข้อมูลพันธุ์ไม้ระบบฐานข้อมูลเกษตรดิจิทัล. เฟินฮาวาย. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://data.addrun.org/plant/archives/398-phymatosorus-scolopendria-burm-f-pic-serm> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561

⁴⁹ สำนักพิมพ์บ้านและสวน. เฟินข้าหลวงหลังลาย. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <http://book.baanlaesuan.com/plant-library/birds-nest-fern/> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561

ตารางที่ 2.1 พืชพรรณบนสวนแนวตั้งทั้ง 16 ชนิด (ต่อ)

พืชพรรณ	ภาพประกอบ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ลักษณะ	ความต้องการ
10) เดปใบรี	 <p>ภาพที่ 2.45 เดปใบรี ที่มา: https://bit.ly/2BB8LTD</p>	<p>ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Dischidia</i> sp. วงศ์: Asclepiadaceae</p>	<p>ประเภท: ไม้เลื้อยขนาดเล็กอายุหลายปี ลำต้น: ทอดเลื้อย มีรากพิเศษออกตามข้อ ใบ: เดี่ยว อวบน้ำ รูปรี ดอก: ออกเป็นช่อกระจุกที่ซอกใบ มี 8 – 3 4 – 3 ดอก ดอกสีขาว กลีบดอกรูปถ้วย ขนาด มิลลิเมตร ออกดอกในฤดูหนาว ปัจจุบันมีพันธุ์ ใบต่างที่สวยงามแปลกตา</p>	<p>แสงแดด: รำไร ขยายพันธุ์: ปักชำกิ่ง การใช้งานและอื่น ๆ: เหมาะปลูกเป็นไม้กระถาง แขวนหรือเลื้อยเกาะตามกิ่ง ก้านของไม้ใหญ่⁵⁰</p>
11) ใผ่เงิน	 <p>ภาพที่ 2.46 ใผ่เงิน ที่มา: https://bit.ly/2xUmR82</p>	<p>ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Thyrsostachys</i> <i>siamensis</i> Gamble วงศ์: POACEAE</p>	<p>ต้น: จำพวกใผ่ ขนาดเล็ก ลำต้นสีเขียว ข้อปล้อง ชัดเจน ใบ: ใบเดี่ยว เรียงสลับ รูปใบหอก ปลายแหลม ขอบเรียบ โคนสอบ ผิวสากมือ สีเขียวสลับแถบ ขาว ดอก: ออกดอกเป็นช่อแบบช่อดอกย่อย กลีบ ดอกแข็งเรียงตัวแน่น</p>	<p>แสง: ชอบแดดจัด การขยายพันธุ์: ปักชำ แยก เหง้า ฝังกอ การใช้ประโยชน์: ปลูก ประดับ⁵¹</p>

⁵⁰ สำนักพิมพ์บ้านและสวน. เดปใบรี. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <http://book.baanlaesuan.com/plant-library/dischidia/> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561

⁵¹ ข้อมูลพันธุ์ไม้ระบบฐานข้อมูลเกษตรดิจิทัล. ใผ่เงิน. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://data.addrun.org/plant/archives/552-thyrsostachys-siamensis-gamble> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561

ตารางที่ 2.1 พืชพรรณบนสวนแนวตั้งทั้ง 16 ชนิด (ต่อ)

พืชพรรณ	ภาพประกอบ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ลักษณะ	ความต้องการ
12) เดปใบด่าง	 <p>ภาพที่ 2.47 เดปใบด่าง ที่มา: https://bit.ly/2PZneUM</p>	<p>ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Dischidia</i> 'White Diamond' วงศ์: Apocynaceae</p>	<p>ใบ: ใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม รูปรีแถบ ปลายมน โคนสอบ ขอบเรียบ ใบหนา อวบน้ำ ผิวเกลี้ยง เป็นมัน⁵² ดอก: ช่อดอกเป็นช่อกระจุกออกที่ซอกใบ มี 3 ดอก ดอกสีขาว กลีบดอกเชื่อมติดกัน –</p>	<p>ประเภท: ไม้เลื้อยขนาดกลาง แสงแดด: รำไร การใช้งานและอื่น ๆ: สามารถปรับตัวให้เข้ากับอากาศร้อนได้ดี⁵³</p>
13) เฟินเงิน (Sword brake)	 <p>ภาพที่ 2.48 เฟินเงิน ที่มา: https://bit.ly/2GDWQ3E</p>	<p>ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Pteris ensiformis</i> Burm. f. วงศ์: PTERIDACEAE</p>	<p>ต้น: พืชจำพวกเฟิน แตกกอ มีก้านใบ แทงขึ้นมาจากรากใต้ดิน รากรูปทรงกระบอกลิ้น ใบ: มี ปลายแหลม บริเวณขอบจักฟันเลื่อย 2⁵⁴ ไม่มีกลุ่มอับสปอร์ สีเขียวเข้ม</p>	<p>แสงแดด: ครึ่งวันเข้าถึงรำไร ขยายพันธุ์: เพาะสปอร์และแยกกอ⁵⁵</p>

⁵² ข้อมูลพันธุ์ไม้ระบบฐานข้อมูลเกษตรดิจิทัล. เดปใบด่าง. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://data.addrun.org/plant/archives/300-dischidia-white-diamond> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561

⁵³ สำนักพิมพ์บ้านและสวน. เดปใบด่าง. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <http://book.baanlaesuan.com/plant-library/white-diamond/> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561

⁵⁴ ข้อมูลพันธุ์ไม้ระบบฐานข้อมูลเกษตรดิจิทัล. เฟินเงิน. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://data.addrun.org/plant/archives/88-pteris-ensiformis-burm-f> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561

⁵⁵ สำนักพิมพ์บ้านและสวน. เดปใบด่าง. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <http://book.baanlaesuan.com/plant-library/spider-fern/> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561

ตารางที่ 2.1 พืชพรรณบนสวนแนวตั้งทั้ง 16 ชนิด (ต่อ)

พืชพรรณ	ภาพประกอบ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ลักษณะ	ความต้องการ
14) สับปะรดสี ทิฟฟานี	 ภาพที่ 2.49 สับปะรดสี ทิฟฟานี ที่มา: https://bit.ly/2V8pm0f	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Vriesea</i> 'tiffany' วงศ์: BROMELIACEAE	ต้น: ไม้อิงอาศัย อายุหลายปี สูงประมาณ 20 เซนติเมตร ใบ: ใบเดี่ยว เรียงสลับ รูปแถบบิด ปลายแหลม โคนเป็นกาบหุ้มลำต้น ขอบเรียบ แผ่นใบสีเขียว ดอก: เป็นช่อแบบช่อเชิงลด ออกจากกึ่งกลางลำต้น ช่อดอกแบน กว้างประมาณ 10 เซนติเมตร ดอกสีเหลือง	แสง: ชอบแดดปานกลาง หรือรำไร ⁵⁶ การขยายพันธุ์: เพาะเมล็ด แยกหน่อ เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
15) หนวดปลาหมึกแคระ (Miniature Umbrella Plant, Hawaiian Elf.)	 ภาพที่ 2.50 หนวดปลาหมึกแคระ ที่มา: https://bit.ly/2PZneUM	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Schefflera arboricola</i> วงศ์: ARALIACEAE	ต้น: ไม้พุ่มขนาดเล็กถึงรอเลื้อยอิงอาศัย สูง -50 เซนติเมตร ทรงพุ่มกลม 150 ใบ: ใบประกอบแบบนิ้วมือ เรียงสลับ มีใบย่อย ใบ รูปไข่กลับ ขอบเรียบ แผ่นใบสีเขียวเข้ม เกือบเป็นมัน ก้านใบย่อยสีเขียวอ่อน ดอก: ออกเป็นช่อแบบช่อแยกแขนงเชิงประกอบ ช่อย่อยแบบซี่ร่ม ออกดอกตามปลายกิ่งหรือยอด ช่อดอกตั้ง ดอกสีชมพู มีขนาดเล็ก	แสง: รำไร การขยายพันธุ์: ปักชำกิ่ง การใช้ประโยชน์: นิยมปลูกเป็นไม้ประดับ ⁵⁷

⁵⁶ ข้อมูลพันธุ์ไม้ระบบฐานข้อมูลเกษตรดิจิทัล. สับปะรดสี ทิฟฟานี. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://data.addrun.org/plant/archives/752-vriesea-tiffany> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561

⁵⁷ ข้อมูลพันธุ์ไม้ระบบฐานข้อมูลเกษตรดิจิทัล. หนวดปลาหมึกแคระ. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://data.addrun.org/plant/archives/373-schefflera-arboricola-hayata-merr> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561

ตารางที่ 2.1 พืชพรรณบนสวนแนวตั้งทั้ง 16 ชนิด (ต่อ)

พืชพรรณ	ภาพประกอบ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ลักษณะ	ความต้องการ
16) บีโกเนีย (Begonia)	 <p>ภาพที่ 2.51 บีโกเนีย ที่มา: https://bit.ly/2GCobmF</p>	<p>ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Begonia</i> spp. & hybrid วงศ์: Begoniaceae</p>	<p>ประเภท: ไม้ล้มลุกอายุหลายปี ความสูง: เซนติเมตร 45 – 15 ลำต้น: มีเหง้าอยู่ใต้ดิน เห็นข้อปล้องชัดเจน ใบ: ใบเดี่ยว เรียงเวียนสลับ รูปกลม รูปหัวใจ ถึงรูปไข่ ขนาดและสีสันทกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์ ดอก: เป็นช่อกระจุกออกที่ซอกใบ ดอกแยกเพศ เมล็ด: ขนาดเล็กคล้ายฝุ่น อัตราการเจริญเติบโต: มีทั้งโตเร็วและช้า</p>	<p>แสงแดด: รำไร⁵⁸</p>

⁵⁸ สำนักพิมพ์บ้านและสวน. บีโกเนีย. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <http://book.baanlaesuan.com/standard/begonia-2/> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561

จะเห็นได้ว่าพรรณไม้บนสวนแนวตั้งของนอกชาน ทั้ง 16 ชนิดนี้ ส่วนใหญ่ล้วนแล้วแต่เป็นพืชพรรณไม้ใบประดับ มีรูปร่าง รูปทรง สี สัน ลวดลายของใบที่สวยงาม และในการเจริญเติบโตของพืชพรรณบนสวนแนวตั้งนี้ ต้องการแสงธรรมชาติที่เป็นสภาพแสงแบบรำไร หรือต้องการแสงเพียงบางส่วนเท่านั้น

2.1.4 แสงสว่างธรรมชาติ

แสงสว่างธรรมชาติมีแหล่งกำเนิดจากดวงอาทิตย์ โดยพลังงานที่ถูกปล่อยออกมาจะเรียกว่า รังสีดวงอาทิตย์ (Solar Radiation) โดยจะแผ่รังสีในรูปแบบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามายังโลก ในรูปแบบของความร้อนและแสง ที่เรียกว่า แสงแดดหรือแสงอาทิตย์ รวมไปถึงแสงที่ได้จากการสะท้อนทางอ้อมในเวลากลางวัน⁵⁹ มีการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพอากาศในแต่ละช่วงวัน ซึ่งสัมพันธ์กับทิศทางและตำแหน่งต่าง ๆ ของดวงอาทิตย์ เป็นผลให้แสงธรรมชาติเกิดขึ้นอย่างไม่สม่ำเสมอ ขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น สภาพท้องฟ้า อุณหภูมิ และมลภาวะ แสงสว่างธรรมชาติประกอบไปด้วยคลื่นที่ตามนุษย์สามารถสัมผัส หรือมองเห็นได้ (Visible Light) รังสีดวงอาทิตย์เมื่อตกกระทบกับขอบบรรยากาศเรียกว่า รังสีนอกโลก (Extraterrestrial Solar Radiation) ซึ่งประกอบไปด้วยคลื่นสั้นตั้งแต่ 290 – 300 นาโนเมตร ถึง 97 เพอร์เซ็นต์ ส่วนของรังสีนอกโลกที่ผ่านชั้นบรรยากาศมาถึงผิวโลก จะถูกกระจายและดูดกลืนโดยโมเลกุลของก๊าซต่าง ๆ อนุภาคฝุ่น และเมฆที่อยู่ในชั้นบรรยากาศ ดังนั้น สามารถแบ่งการกระจายของรังสีดวงอาทิตย์ได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

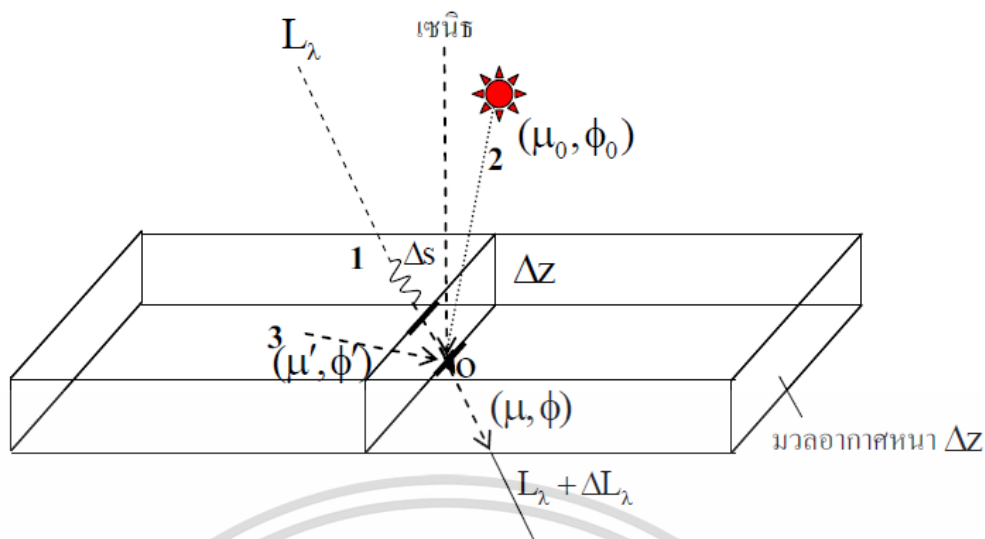
2.1.3.1 รังสีตรง (Direct Radiation)

คือ รังสีที่มาจากดวงอาทิตย์โดยตรงและตกลงบนผิวรับแสง มีทิศทางแน่นอนที่เวลาหนึ่งเวลาใด ทิศทางของรังสีตรงอยู่ในแนวลำแสงอาทิตย์⁶⁰ ซึ่งพิจารณาจากพิกัดของรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบส่วนบนสุดของบรรยากาศ โดยทั่วไปจะพิจารณาที่ระดับความสูงประมาณ 100 กิโลเมตร จากนั้นรังสีอาทิตย์จะผ่าน บรรยากาศและถูกองค์ประกอบต่าง ๆ ของบรรยากาศ ทำให้มีความเข้มลดลงโดยกระบวนการดูดกลืนและการกระเจิงจนถึงพื้นผิวโลก⁶¹ โดยประเทศไทยที่จังหวัดนครปฐม เชียงใหม่ อุบลราชธานี และสงขลา มีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,350 ถึง 1,400 kWh/m²/year ในแนวเอียงตามค่าละติจูด ในขณะที่ค่ารังสีรวมมีค่าเฉลี่ย 1,825 kWh/m²/year

⁵⁹ เสริม จันทร์ฉาย. **รังสีอาทิตย์**. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม: 2557

⁶⁰ ไกรเพชร ผิวทอง และคณะ. **การแผ่รังสีความร้อน** [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://bit.ly/29rQ3aQ> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 5 มิถุนายน 2561

⁶¹ เสริม จันทร์ฉาย. **รังสีอาทิตย์**. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม: 2557 ด้านการคำนวณว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.53 แผนภูมิแสดงการถ่ายเทรังสีกระจายในบรรยากาศจากกระบวนการต่าง ๆ
ที่มา: เสริม จันทร์ฉาย รังสีดวงอาทิตย์ 2557

2.1.3.3 รังสีรวม (Total Radiation)

สำหรับค่ารังสีรวม จะหาได้จากผลรวมของรังสีตรง และรังสีกระจายซึ่งค่าความสว่างหรือปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่เนื่องมาจากแสงสว่างธรรมชาติ มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้⁶³

1) ระยะทางระหว่างโลกและดวงอาทิตย์ เนื่องจากโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นวงรี ระยะทางจากโลกและดวงอาทิตย์ในแต่ละตำแหน่งจึงไม่เท่ากัน

2) ช่วงเวลาในแต่ละวัน ในช่วงเช้าดวงอาทิตย์เพิ่งไพล่ออกมาความเข้มของแสงก็จะน้อยความเข้มของแสงจะค่อยๆเพิ่มขึ้นไปเรื่อย ๆ จนถึงตอนบ่าย ความเข้มของแสงที่สะสมมาตั้งแต่เช้าจะมีมากที่สุดเวลาประมาณบ่าย 15.00 – 16.00 น. หลังจากนั้น ความเข้มของแสงจะค่อยๆลดลงไปจนถึงมืด

3) ฤดูกาล พบว่าในฤดูร้อน จะมีความเข้มของแสงมากกว่าในฤดูฝนและฤดูหนาว ในฤดูหนาวเวลากลางวันจะสั้นกว่าในฤดูร้อน ความยาวนานของวันก็มีผลต่อความเข้มของแสงด้วย ถ้ากลางวันยาวจำนวนแสงที่ได้รับจะมีมากกว่าทำให้ความเข้มของแสงมีมากกว่าความยาวของกลางวันสั้น

4) วันและเดือนตามปีปฏิทิน (Day and month of the year, Julian date) ที่เกิดผลกระทบมากที่สุดในแต่ละฤดูกาลใน 1 ปี

5) เวลาท้องถิ่น (Local time) โดยเวลาท้องถิ่น (Local time) จะแปรเปลี่ยนมาจากเวลาที่แท้จริงของดวงอาทิตย์ (Solar time) การบอกเวลา ในปัจจุบันนี้การบอกเวลาจะแบ่งออกเป็น 24 ชั่วโมง ซึ่งเป็นการบอกเวลาปกติตามแต่ละท้องถิ่น แต่การบอกเวลาตามดวงอาทิตย์

⁶³ ปุณยวีร์ เต็มธนานันท์ การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติสำหรับอาคารพาณิชย์ประเภท

ตึกแถว คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปทุมธานี: 2554

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Solar time) จะสามารถได้จากเวลามาตรฐานมากที่สุด ซึ่งสุภา ขจรฤทธิ์ได้ทำการทดลองและได้ทำการสรุปเพื่อกำหนดระยะเวลาตั้งแต่ 08:30 น. -17:30 น. รวม 10 ชั่วโมงของวัน⁶⁴

6) คุณภาพบรรยากาศ พบว่าในบรรยากาศที่ปลอดโปร่ง แสงแดดสามารถส่งลงมายังโลกได้โดยสะดวก ความเข้มของแสงก็จะมีมาก แต่บรรยากาศที่มีเมฆหมอกเป็นอุปสรรค แสงแดดจึงส่งมายังโลกได้น้อย จึงทำให้บรรยากาศมีความเข้มของแสงน้อยตามไปด้วยโดยสามารถพิจารณาจากเมฆบนท้องฟ้าได้ 3 ลักษณะ ดังนี้⁶⁵

(1) สภาพท้องฟ้าโปร่งไม่มีเมฆปกคลุม (Clear Sky)

เป็นสภาพท้องฟ้าที่มีเมฆปกคลุมไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์ ความส่องสว่างของท้องฟ้า (Sky Luminance) ลักษณะนี้เกิดจาก 2 องค์ประกอบ คือ รังสีกระจายจากท้องฟ้า (Diffuse solar radiation) และรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ (Direct Radiation) ซึ่งปริมาณความสว่างทั้ง 2 องค์ประกอบนี้ จะแปรผันตามตำแหน่งดวงอาทิตย์ หรือ มุมอัลติจูดของดวงอาทิตย์ (Solar Altitude) เป็นหลัก⁶⁶ โดยความสว่างของพื้นผิวในแนวระนาบ เนื่องจากแสงกระจายของท้องฟ้า พิจารณาเพียงครึ่งส่วนของท้องฟ้า โดยจะมีค่าความส่องสว่างระหว่าง 3,000 ลักซ์ ถึง 20,000 ลักซ์ และมีค่าเฉลี่ยประมาณ 10,000 ลักซ์⁶⁷

ความสว่างของพื้นผิวแนวระนาบจากแสงกระจายของท้องฟ้า หากพิจารณาเพียงครึ่งส่วนของท้องฟ้า จะมีค่าความส่องสว่างอยู่ระหว่าง 300 ถึง 2,000 ฟุตแคนเดิล ความส่องสว่างของพื้น ผิวในแนวตั้งขึ้นอยู่กับมุมอะซิมูท (azimuth) และมุมเงย (altitude) ของดวงอาทิตย์ เนื่องจากปริมาณความสว่างที่ไม่สม่ำเสมอของท้องฟ้าลักษณะนี้จะมีค่าความสว่างสูงในทิศทางที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์และลด ลงต่ำเมื่ออยู่ห่างหรือด้านตรงข้ามของดวงอาทิตย์ อย่างไรก็ตามหากมุมเงยมีค่ามากกว่า 90 องศา (ดวงอาทิตย์อยู่ในตำแหน่งด้านหลังของช่องเปิด) จะต้องพิจารณาถึงวัตถุหรือพื้นผิวใด ๆ ที่อาจทำให้เกิดการสะท้อนของแสงส่วนนั้นด้วย⁶⁸

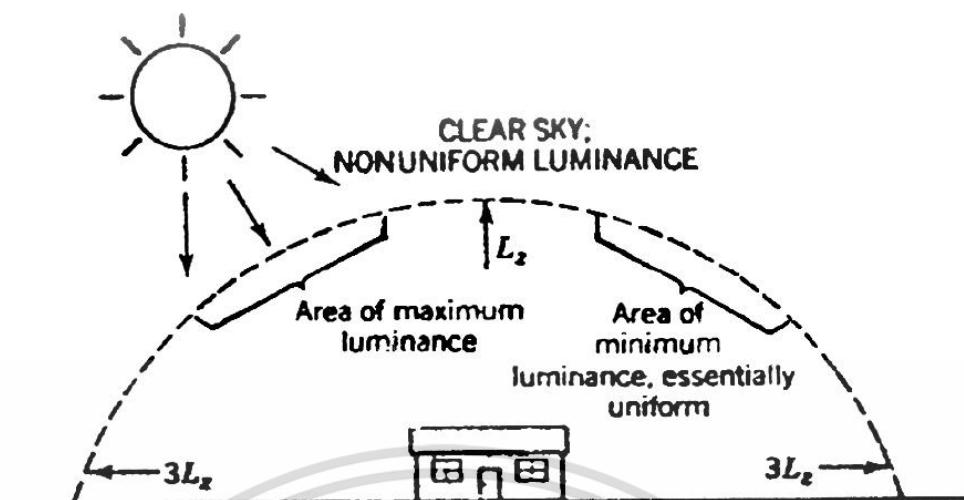
⁶⁴ สุภา ขจรฤทธิ์ แนวทางการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม : การบดบังแดด. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร: 2552

⁶⁵ ปุณยวีร์ เต็มธนานันท์ การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติสำหรับอาคารพาณิชย์ประเภทตึกแถว. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปทุมธานี: 2554

⁶⁶ เสาวณิต ทองมี. การใช้แสงธรรมชาติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพแสงสว่างภายในอาคารห้องสมุด: กรณีศึกษาอาคารห้องสมุดประชาชน “เฉลิมราชกุมารี”. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม: 2550

⁶⁷ ปุณยวีร์ เต็มธนานันท์. การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติสำหรับอาคารพาณิชย์ประเภทตึกแถว. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปทุมธานี: 2554

⁶⁸ พัชราภรณ์ เหมือนศาสตร์. แนวทางการใช้แสงธรรมชาติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพแสงสว่างภายในอาคารห้องสมุด กรณีศึกษาอาคารห้องสมุดโรงเรียนพุลเจริญวิทยาคม. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์



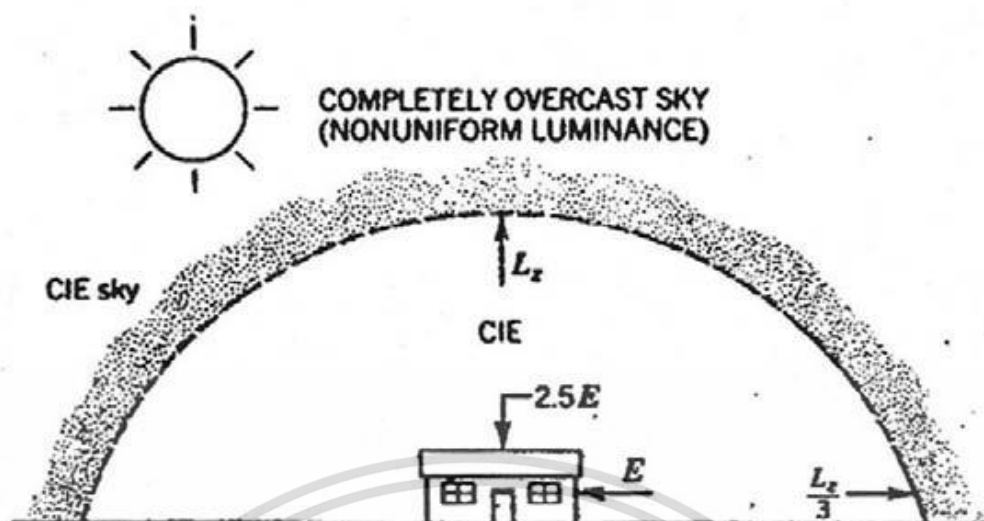
ภาพที่ 2.54 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างในแนวระนาบ และแนวตั้งของสภาพท้องฟ้าแบบท้องฟ้าโปร่ง (Clear Sky)

ที่มา: Stein and Reynolds, 1992

(2) สภาพท้องฟ้าแบบมีเมฆปกคลุมเต็มท้องฟ้า (Overcast Sky)

เป็นสภาพท้องฟ้าที่มีเมฆมากปกคลุมทั่ว ท้องฟ้า มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ท้องฟ้าประเภทนี้จะไม่สามารถเห็นแหล่งกำเนิด คือ ดวงอาทิตย์ สภาพท้องฟ้าแบบมีเมฆมาก แบ่งออกเป็นสภาพท้องฟ้าที่มีความส่องสว่างในปริมาณที่แตกต่างกัน (non-uniform brightness) ซึ่งมีความส่องสว่างในระดับสูงสุด (zenith brightness) ที่ส่องกระทบพื้นผิวในแนวระนาบ มีค่ามากกว่าความส่องสว่างในแนวระนาบ (horizon brightness) ที่ส่องกระทบพื้นผิวในแนวตั้งถึง 3 เท่า⁶⁹

⁶⁹ พัชรภรณ์ เหมือนศาสตร์. แนวทางการใช้แสงธรรมชาติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพแสงสว่างภายในอาคารห้องสมุด กรณีศึกษาอาคารห้องสมุดโรงเรียนพุลเจริญวิทยาคม. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร: 2553



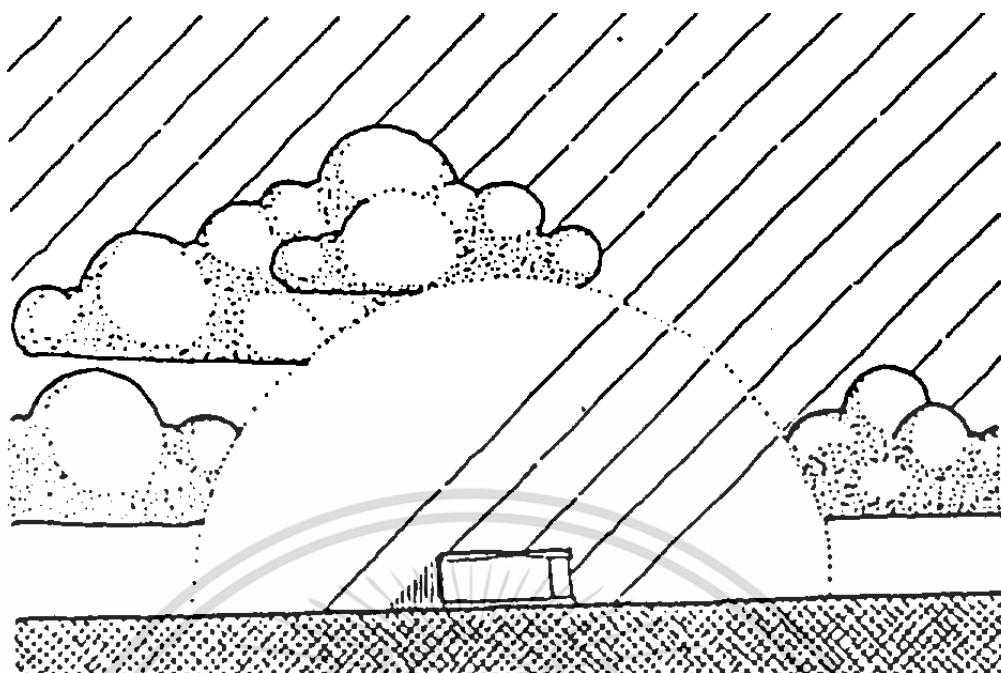
ภาพที่ 2.55 ท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมเต็มท้องฟ้า (Overcast Sky)

ที่มา: Benjamin Stein and John S. Reynold, **Mechanical and Electrical Equipment for Building**. 8th ed. (New York: John Wiley & son Co., 1998), 773

(3) สภาพท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมบางส่วน (Partly Cloudy Sky)

เป็นสภาพท้องฟ้าที่มีเมฆในปริมาณปานกลางปกคลุมประมาณ 30 – 70 เปอร์เซ็นต์ โดยระดับความส่องสว่างจะมีความแปรปรวนสูงเนื่องจากปริมาณของเมฆในท้องฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา (Dynamic)⁷⁰ ในการหาค่าการกระจายแสงของสภาพท้องฟ้านี้ ใช้วิธีเปรียบเทียบกับสภาพท้องฟ้าโปร่งและท้องฟ้าที่มีเมฆปกคลุมเต็มท้องฟ้า

⁷⁰ พัทธกรณ์ เหมือนศาสตร์. แนวทางการใช้แสงธรรมชาติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพแสงสว่างภายในอาคารห้องสมุด กรณีศึกษาอาคารห้องสมุดโรงเรียนพุลเจริญวิทยาาคม. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ เอกสารนี้จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร: 2553 เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.56 สภาพท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมบางส่วน (Partly Cloudy Sky)

ที่มา: <http://personal.cityu.edu.hk/~bsapplec/sky.htm>

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ได้เก็บข้อมูลทางสถิติในช่วงปี พ.ศ.2533 - 2542 และได้ทำการวิจัยเพื่อหาสภาพท้องฟ้าของประเทศไทย ประกอบข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าสภาพท้องฟ้าของประเทศไทยมีลักษณะสภาพท้องฟ้าแบบที่มีเมฆปกคลุมบางส่วน ซึ่งประกอบไปด้วยรังสีตรง และรังสีกระจาย⁷¹

2.1.5 หน่วยการวัดแสง

แสงสว่างเป็นพลังงานอย่างหนึ่งที่สามารถวัดปริมาณได้เหมือนพลังงานอื่น ๆ แต่มีชื่อที่เรียกแตกต่างกันออกไป การวัดปริมาณแสงสว่างอาจจะออกมาในรูปความเข้มของการส่องสว่าง, ปริมาณเส้นแรงของแสงสว่าง หรืออยู่ในรูปปริมาณเส้นแรงของแสงสว่างต่อหน่วยพื้นที่ โดยรูปแบบของหน่วยการวัดที่นิยมใช้กับงานชนิดต่าง ๆ สามารถแยกได้หลายรูปแบบดังนี้⁷²

⁷¹ ปุณยวีร์ เต็มธนานันท์ การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติสำหรับอาคารพาณิชย์ประเภทตึกแถว. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปทุมธานี: 2554

⁷² บริษัท บลู เทคโนโลยี แอลอีดี จำกัด. หน่วยวัดปริมาณแสงในการทำงานจริง [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <http://www.bluetech-led.com/news/candela-lumen-lux/> สืบค้นข้อมูลเมื่อ เอกสารนี้ 27 พฤษภาคม 2561 สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5.1 แคนเดลา (Candela)

แคนเดลา (Candela, cd) คือหน่วยที่ใช้วัดความเข้มของการส่องสว่าง (luminous intensity) ที่ส่องไปยังทิศทางใดทิศทางหนึ่ง หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แรงเทียน (Candle Power)⁷³ หนึ่งแคนเดลาเท่ากับความเข้มส่องสว่างในทิศที่กำหนดของแหล่งกำเนิดที่แผ่รังสีของแสงความถี่เดียวที่มีความถี่ 540×10¹² เฮิรตซ์ และมีความเข้มของการแผ่รังสีในทิศทางนั้นเท่ากับ 1/683 วัตต์ต่อสเตอเรเดียน⁷⁴

Light Source



candela

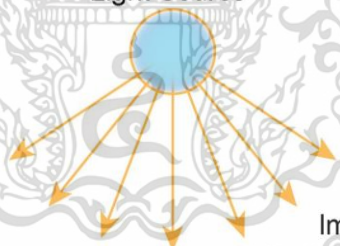
ภาพที่ 2.57 แคนเดลา (Candela, cd) ความเข้มของการส่องสว่าง เป็นแสงทิศทางเดียว

ที่มา: <http://www.bluetech-led.com/news/candela-lumen-lux/>

2.1.5.2 ลูเมน (Lumen)

ลูเมน (Lumen, lm) คือหน่วยที่ใช้ในการวัดกำลังความสว่าง หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ฟลักซ์ส่องสว่าง (luminous Flux) คือค่าใช้วัดความสามารถของอุปกรณ์ส่องสว่าง ส่วนใหญ่จะใช้กับหลอดไฟชนิดต่าง ๆ หลอดไฟแต่ละหลอดจะมีความสว่างมากหรือน้อยก็ให้ดูจากค่านี้⁷⁵

Light Source



lm

ภาพที่ 2.58 ลูเมน (Lumen, lm) คือผลรวมความเข้มของการส่องสว่าง

ที่มา: <http://www.bluetech-led.com/news/candela-lumen-lux/>

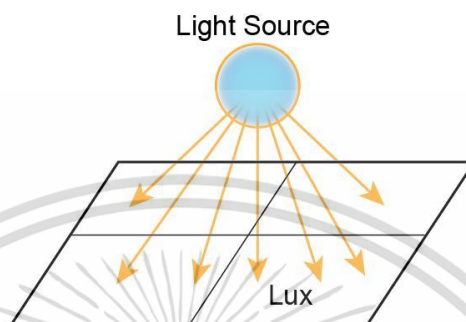
⁷³ บริษัท บลู เทคโนโลยี แอลอีดี จำกัด. หน่วยวัดปริมาณแสงในการใช้งานจริง [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <http://www.bluetech-led.com/news/candela-lumen-lux/> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 27 พฤษภาคม 2561

⁷⁴วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. แคนเดลา [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://bit.ly/2LVCxh6> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 27 พฤษภาคม 2561

⁷⁵ บริษัท บลู เทคโนโลยี แอลอีดี จำกัด. หน่วยวัดปริมาณแสงในการใช้งานจริง [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <http://www.bluetech-led.com/news/candela-lumen-lux/> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 27 พฤษภาคม 2561

2.1.5.3 ลักซ์ (Lux, lx)

ลักซ์ (Lux, lx) คือหน่วยที่ใช้วัดความสว่าง (luminance) ต่อพื้นที่ หรือคิดเป็น ลูเมน/ตารางเมตรโดยในปกติความสว่างตามสถานที่ต่าง ๆ นั้นได้มาจากแหล่งกำเนิดที่แตกต่างกันเช่น จากหลอดไฟ ดวงอาทิตย์หรือแสงจากห้องข้างเคียง เป็นต้น ในทางปฏิบัติ จะมีการกำหนดค่าความสว่างที่เหมาะสม กับการใช้งานในสถานที่นั้น ๆ⁷⁶



ภาพที่ 2.59 ลักซ์ (Lux, lx) หน่วยที่ใช้วัดความสว่าง

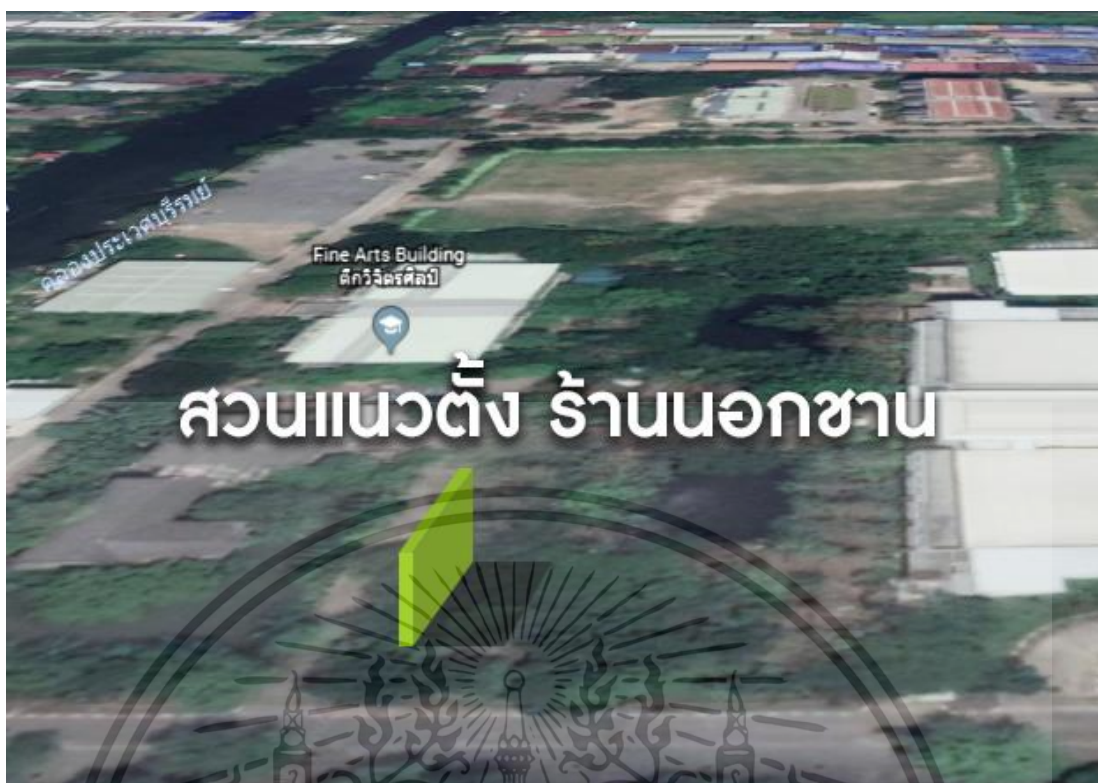
ที่มา: <http://www.bluetech-led.com/news/candela-lumen-lux/>

เนื่องจากการวัดแสงของกรณีศึกษา เป็นการวัดแสงแนวระนาบเดียวกับแผงของสวนแนวตั้ง เพื่อหาค่าความสว่างที่พืชพรรณบนสวนแนวตั้งได้รับ หน่วยที่ใช้จึงเป็นหน่วยที่ใช้วัดความสว่าง (luminance) ต่อพื้นที่ หรือ ลักซ์ (Lux)

2.1.6 แสงสว่างธรรมชาติกับผังโครงการ

สวนแนวตั้งกรณีศึกษา ตั้งอยู่บริเวณห้วมุมถนนติดกับเส้นที่มุ่งตรงสู่ตึกวิจิตรศิลป์ ตรงข้ามกับอาคารเรียนรวมคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภายในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขต ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10520 ละติจูดที่ 13°43'31.1"N ลองจิจูด 100°46'28.3"E

⁷⁶ บริษัท บลู เทคโนโลยี แอลอีดี จำกัด. หน่วยวัดปริมาณแสงในการใช้งานจริง [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <http://www.bluetech-led.com/news/candela-lumen-lux/> สืบค้นข้อมูลเมื่อ เอกสารนี้ 27 พฤษภาคม 2561 สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.60 ที่ตั้งของสวนแนวตั้งร้านนอกชาน

ที่มา: <https://earth.google.com/>

โดยทิศทางการหันหน้าของแผง หันไปทางทิศเหนือ เข้าหาร้านนอกชาน ด้านหลังแผงหันไปทางทิศใต้ มีอาณาเขตดังนี้

ทิศเหนือ: ติดกับรั้วไม้ใหญ่ กระจ่างแขวนเฟินสไบนาง

ทิศตะวันออก: โกลั๊กบ่ออาคารเรียนรวมคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ 5 ชั้น

ทิศใต้: ติดสระน้ำ

ทิศตะวันตก: โกลั๊กบ่ออาคารเรียนวิจิตรศิลป์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

เนื่องจากตำแหน่งของสวนแนวตั้งร้านนอกชาน อยู่ที่ละติจูด 13 องศาเหนือ ดวงอาทิตย์จึงขึ้นเอียงทำมุมกับขอบฟ้า 75 องศา เป็นผลให้ในแต่ละวันดวงอาทิตย์ไม่ขึ้นและตกที่เดิมเสมอไป เนื่องจากแกนหมุนของโลก เอียง 23.5 องศากับระนาบวงโคจรรอบดวงอาทิตย์ ส่งผลให้ในฤดูหนาวเกิดดวงอาทิตย์อ้อมใต้เป็นระยะเวลานานถึง 8 เดือน และจะอ้อมกลับมาয়ังทิศเหนือ เป็นระยะเวลา 4 เดือน ส่งผลให้สวนแนวตั้งได้รับแสงสว่างธรรมชาติไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.61 สวนแนวตั้งร้านนอกชาน กับทิศทางการโคจรของดวงอาทิตย์
ที่มา: ผู้วิจัย 2561

2.2 กรอบแนวคิด

การตรวจสอบปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้งที่ส่งผลต่อการจัดวางตำแหน่งพืชพรรณบนสวนแนวตั้ง ของร้านนอกชาน สถานันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าพืชพรรณบนสวนแนวตั้งเป็นพืชพรรณชนิดไม้ใบประดับ ต้องการแสงสว่างแบบรำไร นำไปสู่การหาสาเหตุการตาย ดังนี้

2.2.1 หาเกณฑ์ปริมาณแสงสว่างธรรมชาติที่เป็นสภาพแสงแบบรำไร

ในวันที่สภาพท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมบางส่วน คือ ในเดือน กรกฎาคม 2561 เนื่องจากระยะเวลาในการทดลองที่จำกัด

จะทำให้ได้ค่าปริมาณแสงสว่างรำไรที่พืชต้องการ

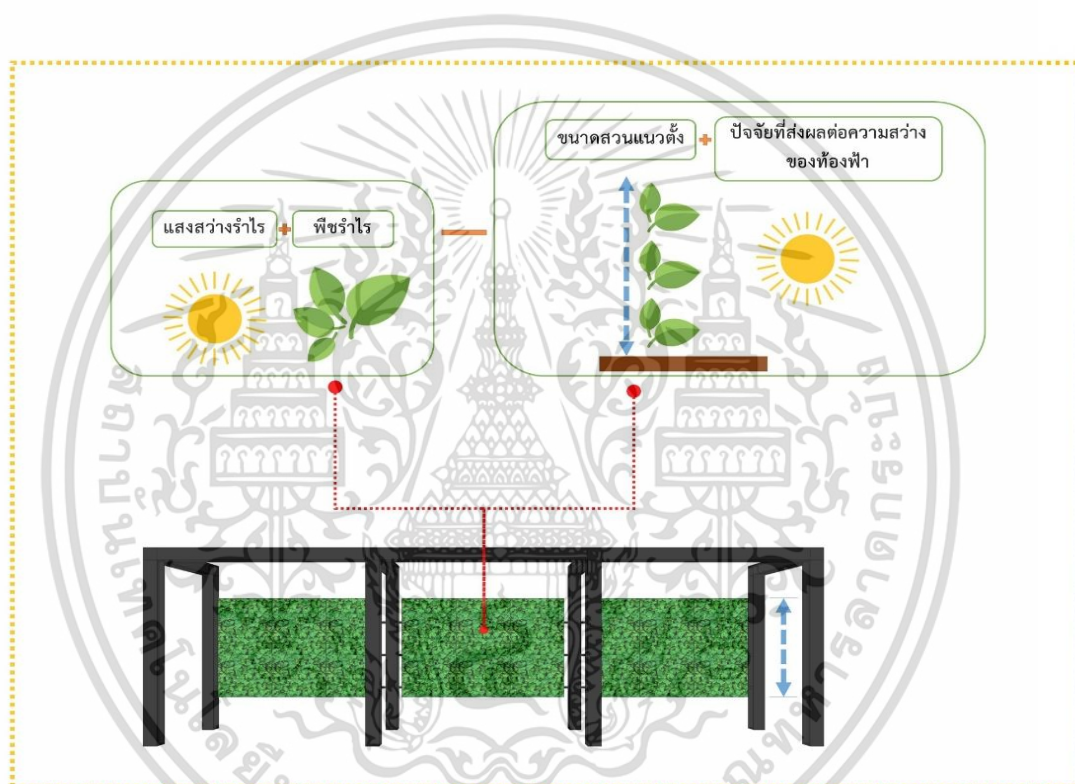
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ตรวจสอบปริมาณแสงสว่างที่พืชได้รับบนตำแหน่งต่าง ๆ ของสวนแนวตั้ง

จากการวัดปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้ง ตำแหน่งบน กลาง ล่างของสวน ในวันที่สภาพท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมบางส่วน คือ ในเดือน กรกฎาคม 2561 เช่นเดียวกับการหาปริมาณแสงสว่างรำไร

จะได้ค่าปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนตำแหน่งต่าง ๆ ของสวนแนวตั้งทั้งหมด

เมื่อได้ค่าปริมาณแสงสว่างรำไร และค่าปริมาณแสงสว่างบนแผงสวนแนวตั้งแล้ว จึงนำมาทำการเปรียบเทียบ ทำให้ทราบถึงตำแหน่งพืชพรรณที่ได้รับผลกระทบจากปริมาณแสงสว่างธรรมชาติ



ภาพที่ 2.62 การตรวจสอบปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้งที่ส่งผลต่อการจัดวางตำแหน่งพืชพรรณบนสวนแนวตั้ง ของร้านนอกชาน

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

บทที่ 3

การเตรียมวัสดุ สร้างเครื่องมือ และวิธีการทดลอง

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้กำหนดแนวทางและรูปแบบการวิจัย โดยมีขั้นตอนดังนี้คือ 1) การกำหนดรูปแบบในการทดลองและตัวแปรที่ต้องการศึกษา 2) กำหนดอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เพื่อให้สอดคล้องกับตัวแปรที่กำหนดไว้ 3) กำหนดขั้นตอนในการเก็บข้อมูล เพื่อให้กระบวนการในการทดลองมีความเรียบร้อย และเกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด

3.1 ตรวจสอบปริมาณแสงสว่างธรรมชาติที่ส่งผลต่อการจัดวางตำแหน่งชนิดพืชพรรณบนสวนแนวตั้ง

3.1.1 หาค่าปริมาณแสงสว่างรำไร

สร้างเครื่องมือตรวจสอบปริมาณแสงสว่างรำไร โดยอ้างอิงจากสถานเพาะชำ ที่มีตาข่ายพรางแสง เพื่อที่ให้ได้แสงรำไร โดยมีเปอร์เซ็นต์การพรางแสงต่างกัน 3 ระดับ คือ การพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ 60 เปอร์เซ็นต์ และ 70 เปอร์เซ็นต์ ของคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง แล้วนำค่าที่ได้ทั้งหมด มาทำการหาค่าเฉลี่ย โดยมีเครื่องมือที่ใช้วัดแสงสว่างดังนี้

3.1.1.1 ลักซ์มิเตอร์

เป็นเครื่องมือ ที่ใช้ในการวัดค่าความส่องสว่างโดยมีหน่วยเป็นลักซ์ (lux) หรือฟุตแคนเดิล (footcandle; fc) โดยมีหลักในการทำงานคือเมื่ออนุภาคของแสง (Flux) ตกกระทบในบริเวณจุดรับแสง จะเกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าขึ้นในบริเวณจุดรับแสง ส่งผลให้เครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดจะอ่านค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้น แล้วแปลข้อมูลดังกล่าวมาเป็นหน่วยความสว่าง ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ใช้ลักซ์มิเตอร์ยี่ห้อ INS รุ่น DX – 200 เป็นเครื่องมือวัดแสงที่มีช่วงในการวัดแสงอยู่ระหว่าง 0 – 200,000 ลักซ์ (ข้อมูลจาก Instruction Manual E Chroma meter xy-1, Minallta Camera co.,Ltd) เป็นการวัดค่าระดับความส่องสว่างภายนอกที่ตกกระทบลงบนระนาบแนวนอน



ภาพที่ 3.1 แสดงลักษณะอุปกรณ์ในการวัดแสง ลักซ์มิเตอร์

ที่มา: <http://bit.ly/2g1jwMF>

3.1.1.2 HOBO H8 data logger

เป็นเครื่องวัดและบันทึกค่าความเข้มแสงแบบพกพา ตัวเครื่องมีขนาดไม่เกินกว่า 68 x 48 x 19 มิลลิเมตร และมีน้ำหนักประมาณ 29 กรัม ประกอบด้วยเซ็นเซอร์ วัดค่าอุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มแสง โดยสามารถวัดได้ตั้งแต่ 0.01 ถึง 30,000 lumens/sf. เก็บบันทึกข้อมูลในการวัดได้ไม่น้อยกว่า 1,800 ข้อมูล โดยเก็บข้อมูลไว้ในหน่วยความจำภายในตัวเครื่อง มีสัญญาณไฟชนิด LED กระพริบเพื่อแสดงสภาวะการทำงานของเครื่อง สามารถเลือกกำหนดให้มีการวัดและบันทึกข้อมูลอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 0.5 วินาที ถึง 4.8 ชั่วโมงต่อครั้ง มีโปรแกรมช่วยในการสั่งงานในการวัดค่าต่าง ๆ และสายนำสัญญาณเพื่อการถ่ายข้อมูลที่วัดได้มายังเครื่องประมวลผล สามารถดูข้อมูลโดยการแสดงข้อมูลเป็นตัวเลขหรือกราฟและแสดงปริมาณแบตเตอรี่ที่เหลืออยู่ภายใต้โปรแกรม เมื่อต่อเข้ากับเครื่องประมวลผล



ภาพที่ 3.2 เครื่องมือวัดแสง HOBO

ที่มา: <http://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/h08-004-02>

3.1.1.3 ทดสอบความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์ในการวัดแสง

อุปกรณ์ในการวัดแสง ในการทดลองนี้ได้เลือกใช้ ดิจิตอล ลักซ์มิเตอร์ ยี่ห้อ INS รุ่น DX – 200 จำนวน 1 เครื่อง ทำการทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือที่นำมาวัดแสง HOBO ทั้งหมด ให้มีค่าเท่ากันทั้งหมด โดยเปรียบเทียบข้อมูลเมื่อวัดในสภาพท้องฟ้าจริง จากนั้นวิเคราะห์ผลที่วัดได้เพื่อทำการปรับค่าก่อนการนำไปใช้

4) ติดตั้งอุปกรณ์วัดแสงสว่างภายใต้ต๋ายพรางแสงที่ 50 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงเวลา 08:30 น. – 17:30 น. โดยมีตารางในการเก็บข้อมูลแสง ดังต่อไปนี้

1) วัดค่าความสว่างจากต๋ายพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 3.1 ตารางบันทึกผลของต๋ายพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์

ต๋ายพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์	
เวลาในการวัด	ลักซ์ (Lux)

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) วัดค่าความสว่างจากตาข่ายพรางแสง 60 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 3.2 ตารางบันทึกผลของตาข่ายพรางแสง 60 เปอร์เซ็นต์

ตาข่ายพรางแสง 60 เปอร์เซ็นต์	
เวลาในการวัด	ลักซ์ (Lux)

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

3) วัดค่าความสว่างจากตาข่ายพรางแสง 70 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 3.3 ตารางบันทึกผลของตาข่ายพรางแสง 70 เปอร์เซ็นต์

ตาข่ายพรางแสง 70 เปอร์เซ็นต์	
เวลาในการวัด	ลักซ์ (Lux)

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

4) เมื่อได้ค่าที่วัดได้ทั้งหมดจะถูกนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ดังนี้

ตารางที่ 3.4 ตารางบันทึกผลของค่าเฉลี่ยการพรางแสง 3 ระดับ

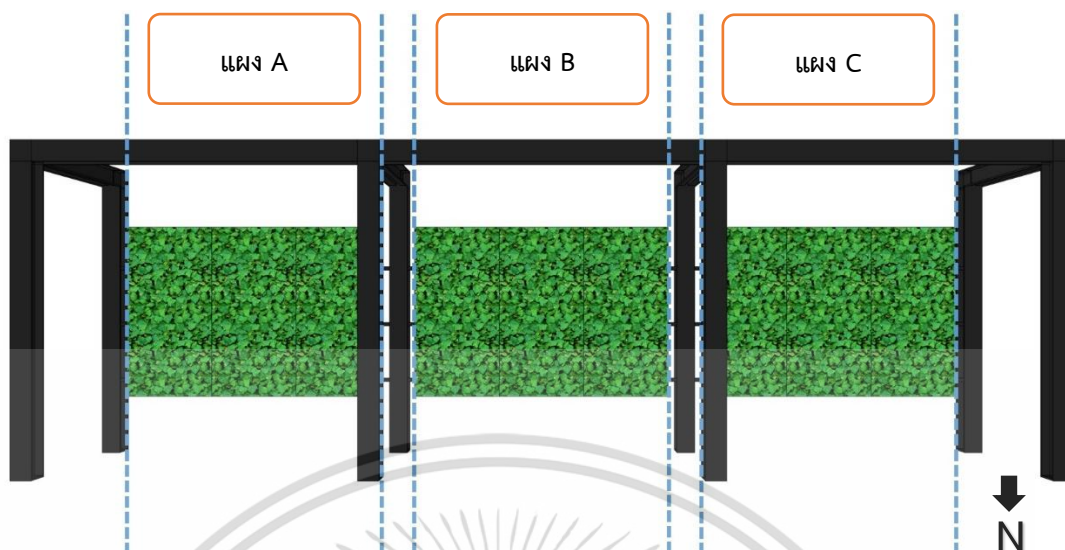
ค่าเฉลี่ยการพรางแสง	ความสว่าง ลักซ์ (Lux)
50 เปอร์เซ็นต์	
60 เปอร์เซ็นต์	
70 เปอร์เซ็นต์	

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

3.1.2 สร้างเครื่องมือเพื่อทำการตรวจวัดปริมาณแสงธรรมชาติบนสวนแนวตั้ง จากการสำรวจระบบสวนแนวตั้ง โครงสร้าง ความสูง และพืชพรรณ

3.1.2.1 เตรียมเครื่องมือในการลงสำรวจสวนแนวตั้ง ประกอบด้วย ตารางจดบันทึกพรรณไม้, ตลับเมตร, สมุดจดบันทึก และกล้องถ่ายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.5 แผงย่อยการเก็บข้อมูลของสวนแนวตั้งกรณีศึกษาฯ

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

3.1.2.3 บันทึกพรรณไม้บนสวนแนวตั้งบนแผง ของร้านนอกชาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1) การจัดตำแหน่งพืชพรรณสวนแนวตั้ง ของร้านนอกชาน บนแผง A

ตารางที่ 3.5 ตารางบันทึกผลการจัดตำแหน่งพืชพรรณบนสวนแนวตั้งแผง A

พืชพรรณสวนแนวตั้ง แผง A					

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

2) การจัดตำแหน่งพืชพรรณบนสวนแนวตั้ง ของร้านนอกชาน บนแผง B

ตารางที่ 3.6 ตารางบันทึกผลการจัดตำแหน่งพืชพรรณบนสวนแนวตั้งแผง B

พืชพรรณสวนแนวตั้ง แผง B					

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การจัดตำแหน่งพืชพรรณบนสวนแนวตั้ง ของร้านนอกชาน บนแผง C

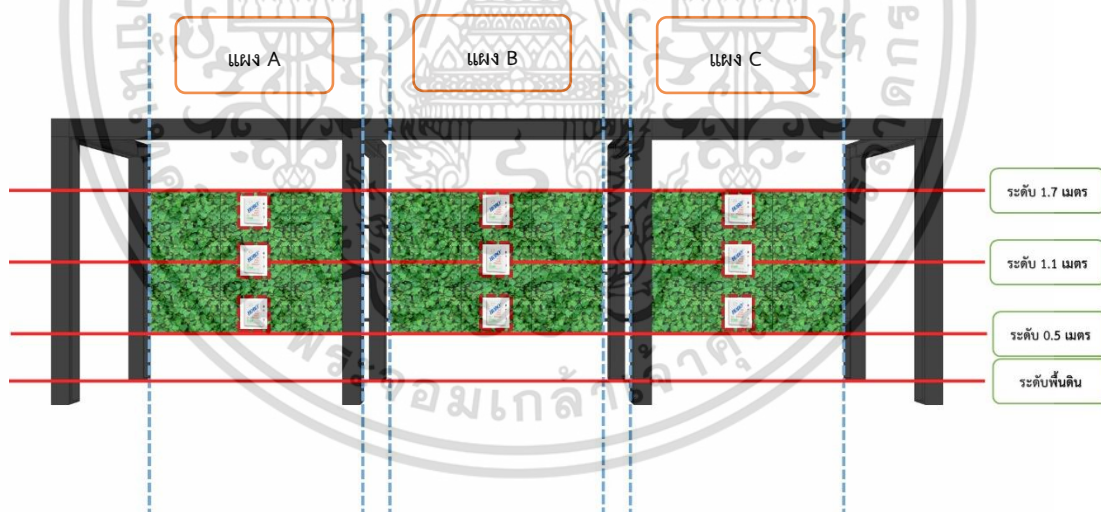
ตารางที่ 3.7 ตารางบันทึกผลการจัดตำแหน่งพืชพรรณบนสวนแนวตั้งแผง C

พืชพรรณสวนแนวตั้ง แผง C					

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

3.1.2.4 กำหนดขั้นตอนในการวัดปริมาณแสงสว่างบนสวนแนวตั้ง

ในงานวิจัยชิ้นนี้ ใช้เครื่องมือวัดแสงหรือ HOBO จำนวน 9 เครื่อง โดยทำการติดตั้งบนผนังสวนแนวตั้ง จำนวน 9 เครื่องตามระยะที่กำหนดไว้ คือ โซน A, B และ C โดยแบ่งระดับการวัดเป็น 3 ระดับตามความสูง มีจุดสูงสุด ต่ำสุด และกึ่งกลาง ได้ดังนี้ คือ 1.7 เมตร 1.1 เมตร และ 0.5 เมตร ตามลำดับและติดตั้งภายนอกผนังสวนแนวตั้งจำนวน 1 เครื่อง สำหรับวัดค่าความส่องสว่างภายนอกเพื่อทำการเปรียบเทียบค่า Daylight Factor โดยให้จุดรับแสงวางบนระนาบเดียวกันกับกรณีศึกษา เพื่อให้ได้รับปริมาณแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ในองศาเดียวกัน โดยในการเก็บข้อมูลนั้น ทำภายใต้สภาพท้องฟ้าจริงแบบ Clear sky

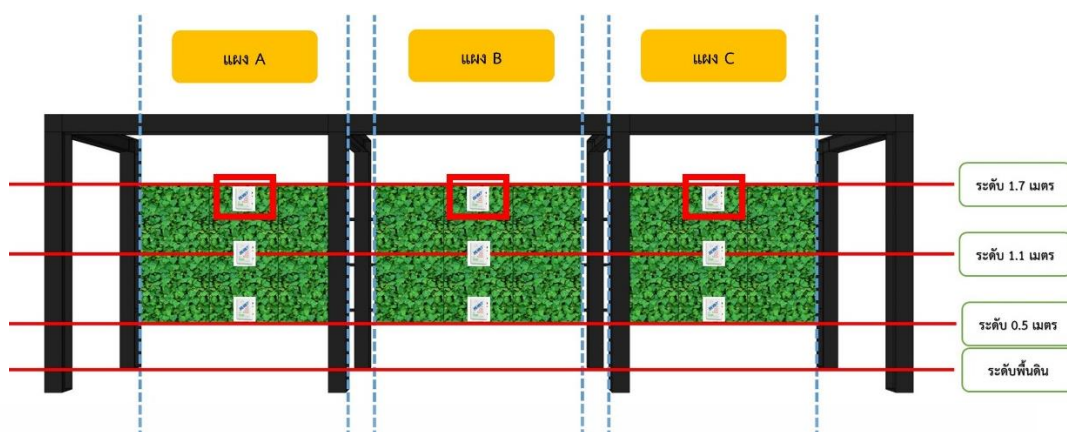


ภาพที่ 3.6 ภาพรวมระดับการติดตั้งเครื่องวัดแสงในแต่ละแผง

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

(1) การติดตั้งเครื่องมือวัดแสง HOBO บนแผง A B และ C ที่ระดับความสูง 1.7 เมตร ของร้านนอกชาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



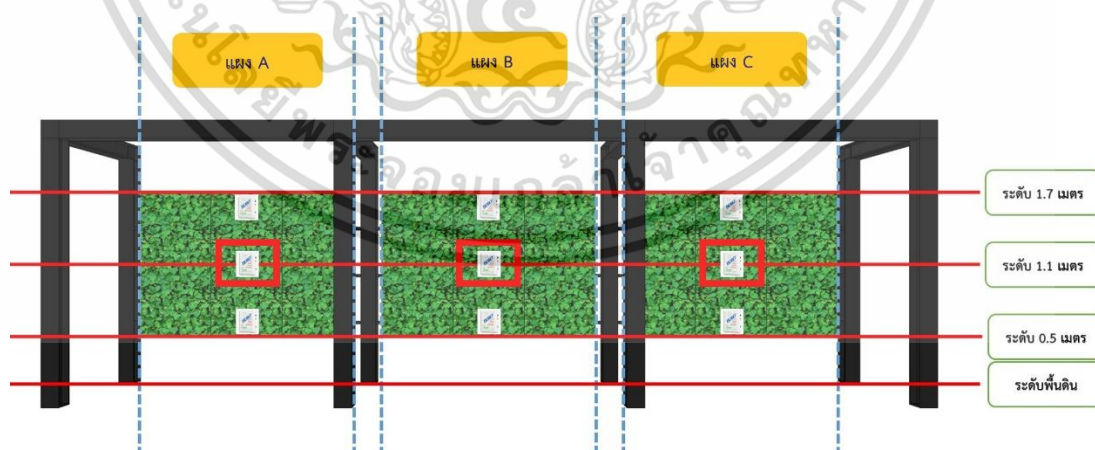
ภาพที่ 3.7 ระดับการติดตั้งเครื่องวัดแสง HOBOLight บนแผง A B และ C ที่ระดับความสูง 1.7 เมตร
ที่มา: ผู้วิจัย 2561

ตารางที่ 3.8 ตารางบันทึกผลของปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้ง บนแผง A B และ C ที่ระดับความสูง 1.7 เมตร ของร้านนอกชาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปริมาณแสงสว่างธรรมชาติ บนสวนแนวตั้งที่ระดับความสูง 1.7 เมตร หน่วยเป็นลักซ์ (Lux)			
เวลา	แผง A	แผง B	แผง C

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

(2) การติดตั้งเครื่องมือ HOBOLight บนแผง A B และ C ที่ระดับความสูง 1.1 เมตร ของร้านนอกชาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



ภาพที่ 3.8 ระดับการติดตั้งเครื่องวัดแสง HOBOLight บนแผง A B และ C ที่ระดับความสูง 1.1 เมตร
ที่มา: ผู้วิจัย 2561

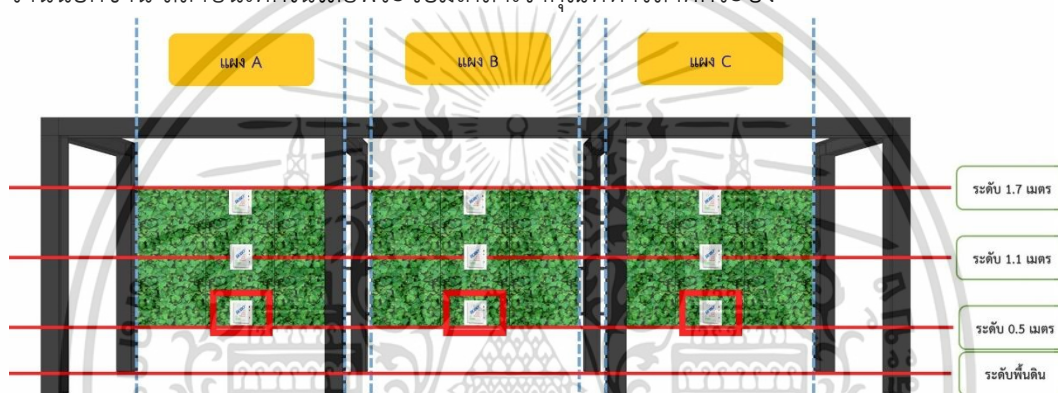
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 ตารางบันทึกผลของปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้ง บนแผง A B และ C ที่ระดับความสูง 1.1 เมตร ของร้านนอกชาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปริมาณแสงสว่างธรรมชาติ บนสวนแนวตั้งที่ระดับความสูง 1.1 เมตร หน่วยเป็นลักซ์ (Lux)			
เวลา	แผง A	แผง B	แผง C

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

(3) การติดตั้งเครื่องมือ HOBO บนแผง A B และ C ที่ระดับความสูง 0.5 เมตร ของร้านนอกชาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



ภาพที่ 3.9 ระดับการติดตั้งเครื่องวัดแสง HOBO บนแผง A B และ C ที่ระดับความสูง 1.1 เมตร

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

ตารางที่ 3.10 ตารางบันทึกผลของปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้ง บนแผง A B และ C ที่ระดับความสูง 0.5 เมตร ของร้านนอกชาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปริมาณแสงสว่างธรรมชาติ บนสวนแนวตั้งที่ระดับความสูง 0.5 เมตร หน่วยเป็นลักซ์ (Lux)			
เวลา	แผง A	แผง B	แผง C

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

(4) นำค่าแสงสว่างธรรมชาติที่วัดได้บนแผง A, B และ C มาหาค่าเฉลี่ยตามลำดับความสูง

ตารางที่ 3.11 ตารางบันทึกผลของค่าเฉลี่ยการวัดแสงบนสวนแนวตั้งที่ระดับความสูงต่าง ๆ

ค่าเฉลี่ยการวัดแสงบนสวนแนวตั้ง	แผง A	แผง B	แผง C
ระดับความสูง 1.7 เมตร			
ระดับความสูง 1.1 เมตร			
ระดับความสูง 0.5 เมตร			

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

3.1.3 เปรียบเทียบผลจากการตรวจสอบปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้งที่ส่งผลต่อการจัดวางตำแหน่งพืชพรรณบนสวนแนวตั้ง ของร้านนอกชาน

นำค่าเฉลี่ยปริมาณแสงสว่างธรรมชาติที่เป็นแสงแบบรำไรจากการวัดการพร่างแสงที่ 50, 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ มาทำการเปรียบเทียบกับค่าแสงสว่างธรรมชาติที่วัดได้บนสวนแนวตั้งของร้านนอกชาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 3.12 ตารางบันทึกผลของการตรวจสอบปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้งที่ส่งผลต่อการจัดวางตำแหน่งพืชพรรณบนสวนแนวตั้ง ของร้านนอกชาน

ปริมาณแสงสว่างรำไรที่พืชต้องการ อยู่ระหว่าง		ค่าเฉลี่ยการวัดแสงบนสวนแนวตั้ง (Lux)			
การพร่างแสง	ปริมาณแสง (Lux)	ที่ระดับความสูง	แผง A	แผง B	แผง C

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

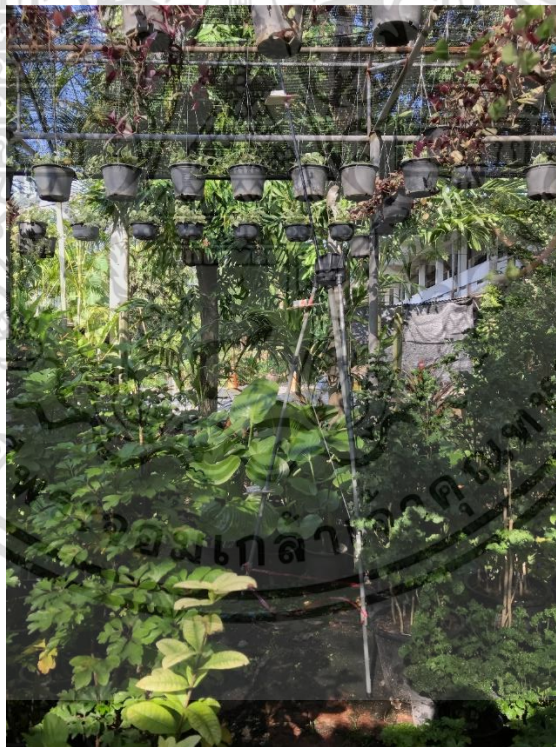
การทดลอง

4.1 ตรวจสอบปริมาณความต้องการแสงธรรมชาติของพืชพรรณบนสวนแนวตั้ง ร้านนอกชาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4.1.1 ผลการตรวจวัดแสงสว่างธรรมชาติผ่านตาข่ายพรางแสงเพื่อหาปริมาณแสงรำไร

ผลการตรวจวัดปริมาณแสงรำไรโดยการวัดผ่านตาข่ายพรางแสง ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ 60 เปอร์เซ็นต์ และ 70 เปอร์เซ็นต์ ณ โรงเรือน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4.1.1.1 ผลการตรวจวัดปริมาณแสงรำไรโดยการวัดผ่านตาข่ายพรางแสง ที่ 50 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 4.1 ตาข่ายพรางแสง ที่ 50 เปอร์เซ็นต์
ที่มา: ผู้วิจัย 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าปริมาณแสงรำไรโดยการวัดผ่านตาข่ายพรางแสง ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ที่วัดได้ ดังตารางต่อไป

ตารางที่ 4.1 ค่าปริมาณแสงรำไร ผ่านตาข่ายพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์

เวลาในการวัด	ความสว่าง ลักซ์ (Lux)
08:30 น.	5,867.78
09:00 น.	6,269.49
09:30 น.	6,484.69
10:00 น.	6,879.22
10:30 น.	6,968.89
11:00 น.	6,445.24
11:30 น.	6,520.56
12:00 น.	6,506.21
12:30 น.	7,069.32
13:00 น.	8,955.90
13:30 น.	8,658.21
14:00 น.	8,572.13
14:30 น.	10,433.61
15:00 น.	6,854.12
15:30 น.	8,783.74
16:00 น.	5,175.56
16:30 น.	2,324.16
17:00 น.	1,398.80
17:30 น.	1,101.10

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.2 ผลการตรวจวัดปริมาณแสงรบกวนโดยการวัดผ่านตาข่ายพรางแสง ที่ 60 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 4.2 ตาข่ายพรางแสง ที่ 60 เปอร์เซ็นต์
ที่มา: ผู้วิจัย 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าปริมาณแสงรำไรโดยการวัดผ่านตาข่ายพรางแสง ที่ 60 เปอร์เซ็นต์ที่วัดได้ ดังตาราง
ต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2 ค่าปริมาณแสงรำไร ผ่านตาข่ายพรางแสง 60 เปอร์เซ็นต์

เวลาในการวัด	ความสว่าง ลักซ์ (Lux)
08:30 น.	2,628.30
09:00 น.	2,568.77
09:30 น.	3,613.92
10:00 น.	3,611.05
10:30 น.	3,603.16
11:00 น.	3,595.99
11:30 น.	3,578.05
12:00 น.	3,590.25
12:30 น.	3,594.55
13:00 น.	3,588.10
13:30 น.	3,592.40
14:00 น.	3,578.05
14:30 น.	3,601.01
15:00 น.	2,202.93
15:30 น.	1,701.51
16:00 น.	1,534.01
16:30 น.	1,369.38
17:00 น.	1,262.50
17:30 น.	1,071.69

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.3 ผลการตรวจวัดปริมาณแสงรบกวนโดยการวัดผ่านตาข่ายพรางแสง ที่ 70 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 4.3 ตาข่ายพรางแสง ที่ 70 เปอร์เซ็นต์

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าปริมาณแสงรำไรโดยการวัดผ่านตาข่ายพรางแสง ที่ 70 เปอร์เซ็นต์ที่วัดได้ ดังตาราง
ต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3 ค่าปริมาณแสงรำไร ผ่านตาข่ายพรางแสง 70 เปอร์เซ็นต์

เวลาในการวัด	ความสว่าง ลักซ์ (Lux)
08:30 น.	509.66
09:00 น.	595.38
09:30 น.	553.42
10:00 น.	592.15
10:30 น.	621.21
11:00 น.	616.54
11:30 น.	618.70
12:00 น.	1,528.27
12:30 น.	810.22
13:00 น.	2,700.76
13:30 น.	2,217.99
14:00 น.	3,750.93
14:30 น.	3,149.09
15:00 น.	871.91
15:30 น.	799.82
16:00 น.	615.47
16:30 น.	557.72
17:00 น.	480.61
17:30 น.	482.04

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำค่าความสว่างของเปอร์เซ็นต์การพร่างแสงทั้ง 3 ระดับ คือ 50, 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ มาหาค่าเฉลี่ย จะได้ดังนี้

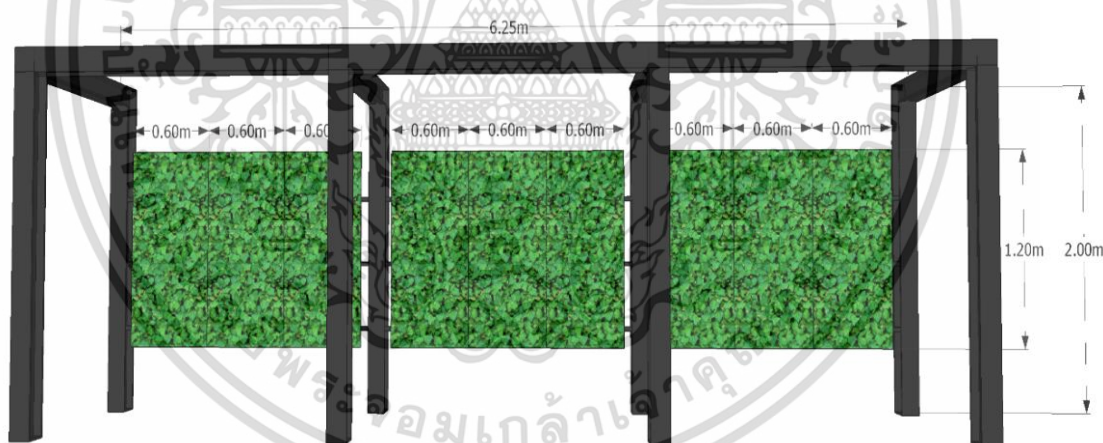
ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยการพร่างแสง 3 ระดับ

ค่าเฉลี่ยการพร่างแสง	ความสว่าง ลักซ์ (Lux)
50 เปอร์เซ็นต์	6,382.56
60 เปอร์เซ็นต์	2,836.09
70 เปอร์เซ็นต์	1,161.68

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

4.1.2 การสำรวจและการวัดแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้ง ร้านกาแฟนอกชาน

4.1.2.1 ผลการลงพื้นที่ เก็บข้อมูล คือ สวนแนวตั้งนี้หันหน้าไปทางทิศเหนือ เข้าหา ร้าน บริเวณรอบสวนแนวตั้ง ประกอบไปด้วยต้นไม้ขนาดใหญ่ และไม้กระถางแขวน ซึ่งแขวนอยู่ ด้านหน้าของสวน ขนาดของสวนแนวตั้งร้านนอกชาน มีขนาด กว้าง 1.2 เมตร ยาว 6.25 เมตร หรือ 7.5 ตารางเมตร แบ่งออกเป็น 3 แผงย่อย ขนาด 1.8 เมตร 1 แผงย่อย ประกอบไปด้วยต้นไม้ และ ช่องใส่ต้นไม้จำนวน 96 ต้น หรือ 96 ช่อง

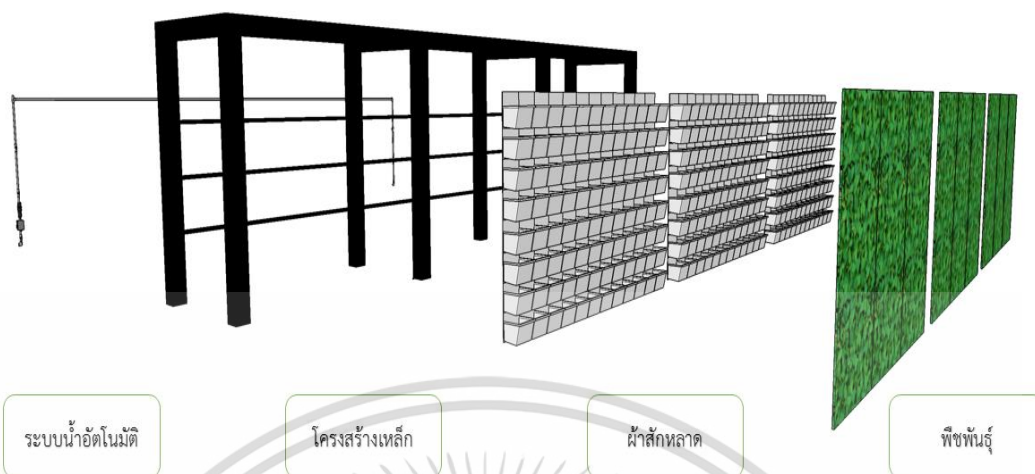


ภาพที่ 4.4 ขนาดของสวนแนวตั้งกรณีศึกษา

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบไปด้วยระบบ 4 ระบบ ดังภาพต่อไปนี้

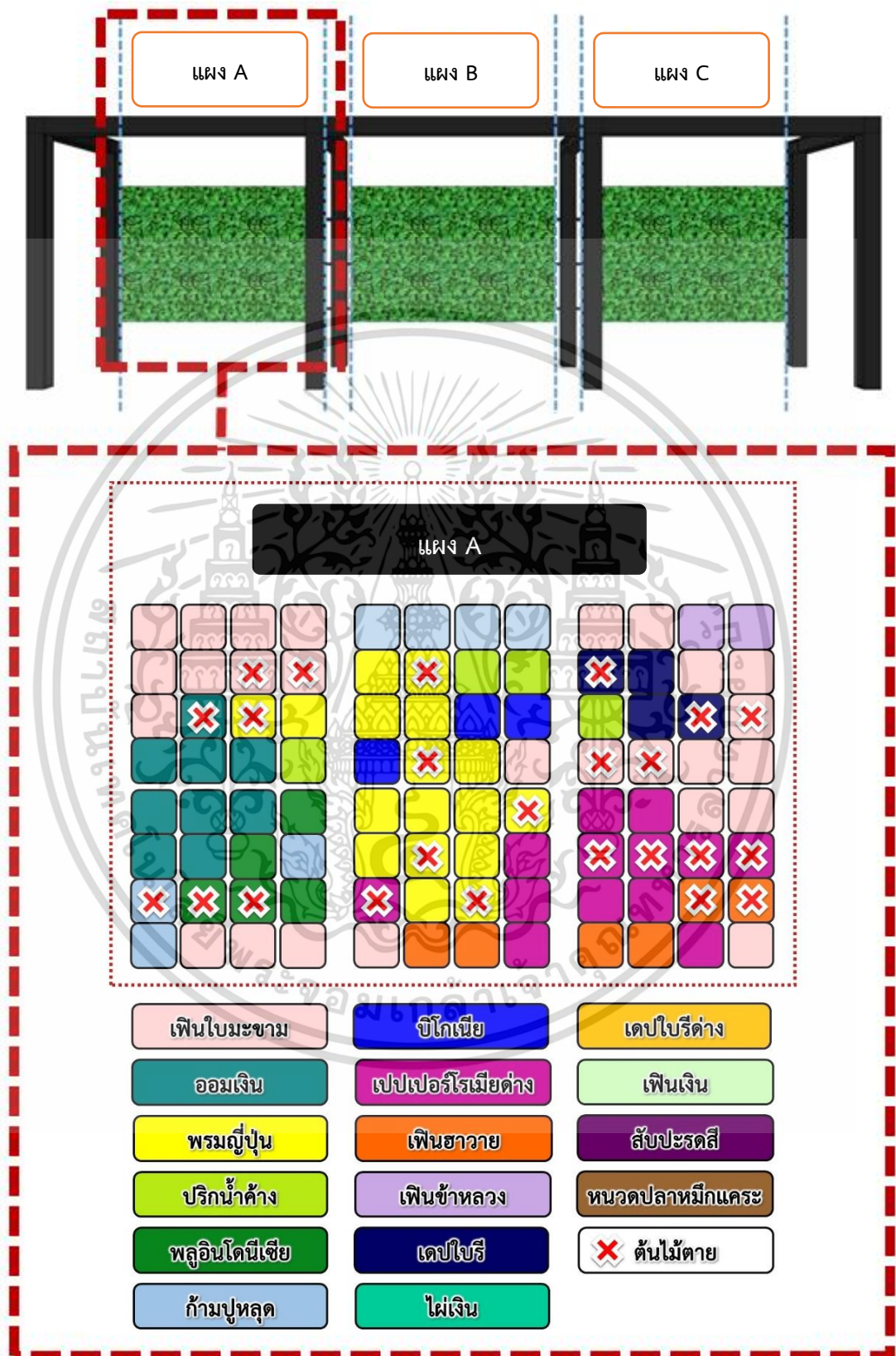


ภาพที่ 4.5 ส่วนประกอบของสวนแนวตั้งกรณีศึกษา
ที่มา: ผู้วิจัย 2561

จากการสำรวจแบ่งพื้นที่การเก็บข้อมูล ผู้วิจัยสันนิษฐานว่า สาเหตุที่ต้นไม้แต่ละบริเวณตาย เกิดจากการบดบังกันของใบที่มีขนาดทรงพุ่มใหญ่กว่าซึ่งอยู่ในตำแหน่งบน ทำให้พืชพรรณบริเวณที่ปลูกอยู่ต่ำลงมา ได้รับแสงสว่างไม่เพียงพอ ซึ่งจะเห็นได้จากข้อมูลดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

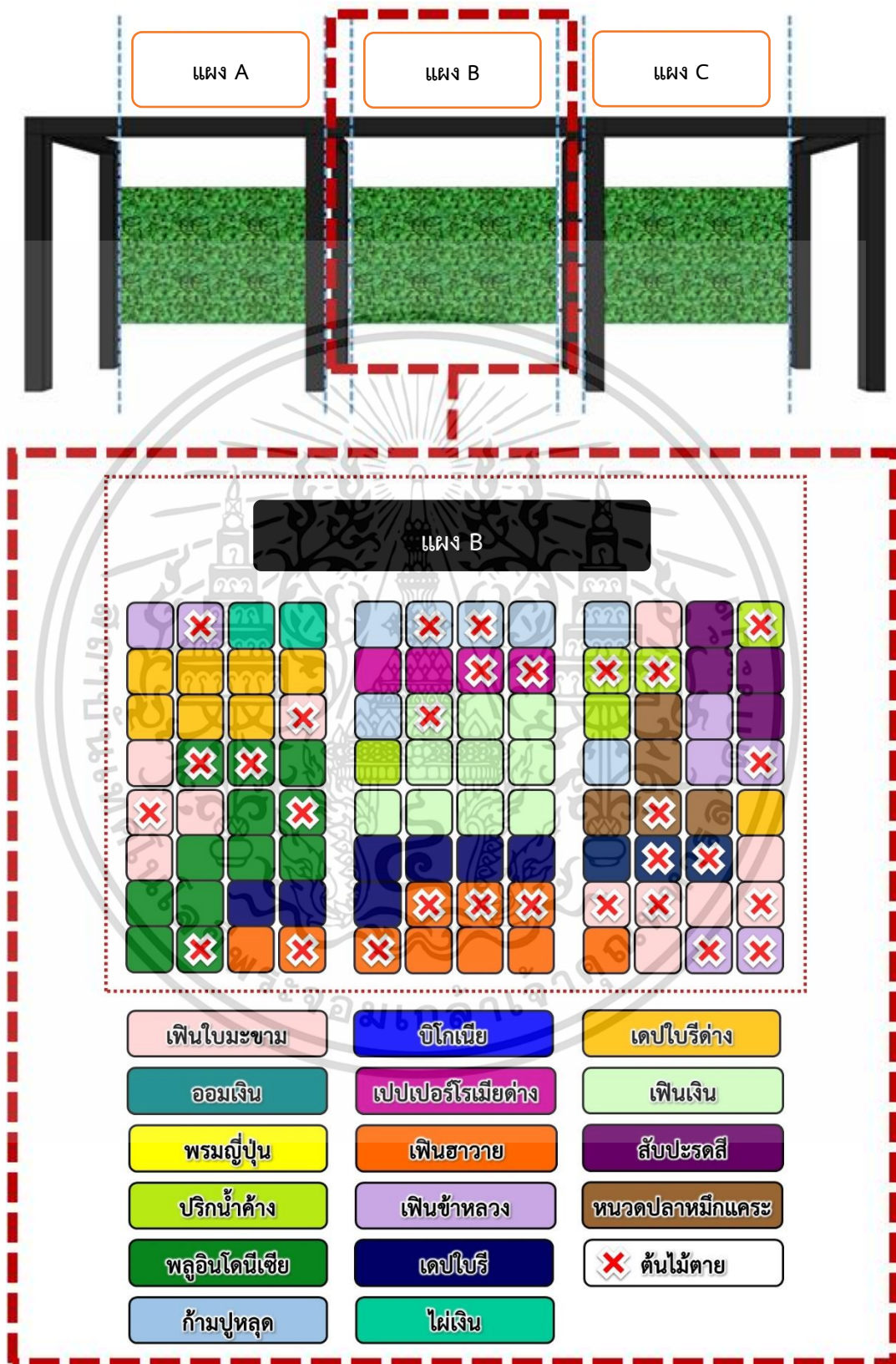
1) แผง A ประกอบไปด้วยพรรณไม้ทั้งหมด 96 ต้น รอด 72 ต้น และตาย 24 ต้น ดังนี้



ภาพที่ 4.6 แสดงตำแหน่งพรรณไม้บนแผง A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อที่มา: ผู้วิจัย 2561 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

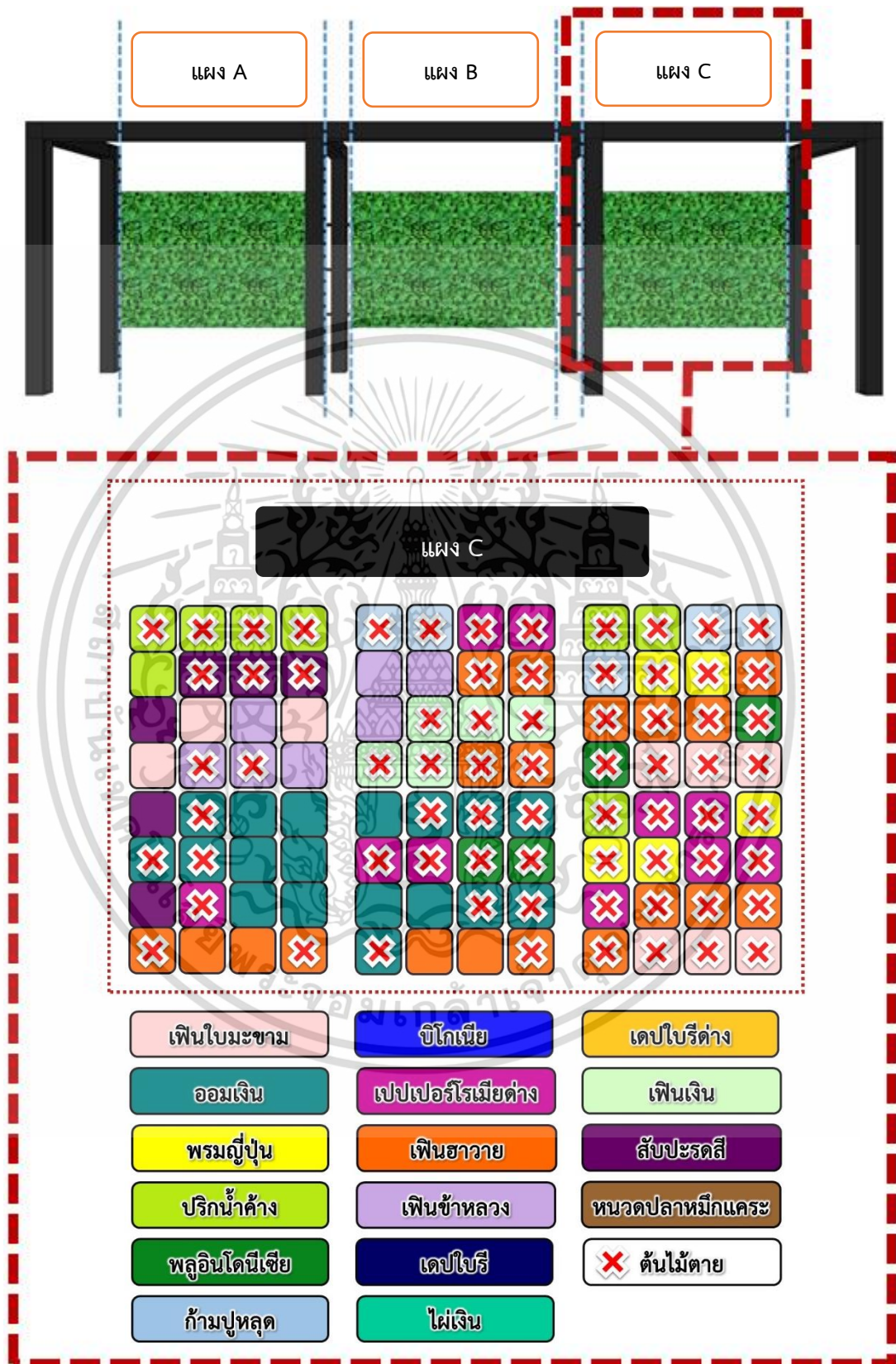
2) แผง B ประกอบไปด้วยพรรณไม้ ทั้งหมด 96 ต้น รอด 67 ต้น และตาย 29 ต้น ดังนี้



ภาพที่ 4.7 แสดงตำแหน่งพรรณไม้บนแผง B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) แผง C ประกอบไปด้วยพรรณไม้ ทั้งหมด 96 ต้น รอด 25 ต้น และตาย 71 ต้น ดังนี้



ภาพที่ 4.8 แสดงตำแหน่งพรรณไม้บนแผง C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.2 ผลการตรวจสอบปริมาณแสงสว่างบนสวนแนวตั้งร้านอาหารนอกชาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ติดตั้งเครื่องมือตามตำแหน่งที่ได้ทำการแบ่งไว้ บนแผงสวนแนวตั้ง (1)



ภาพที่ 4.9 ติดตั้งเครื่องมือ HOBO เพื่อวัดปริมาณแสงสว่าง ในแนวเดียวกับสวนแนวตั้ง
ที่มา: ผู้วิจัย 2561

ติดตั้งเครื่องมือตามตำแหน่งที่ได้ทำการแบ่งไว้ บนแผงสวนแนวตั้ง (2)

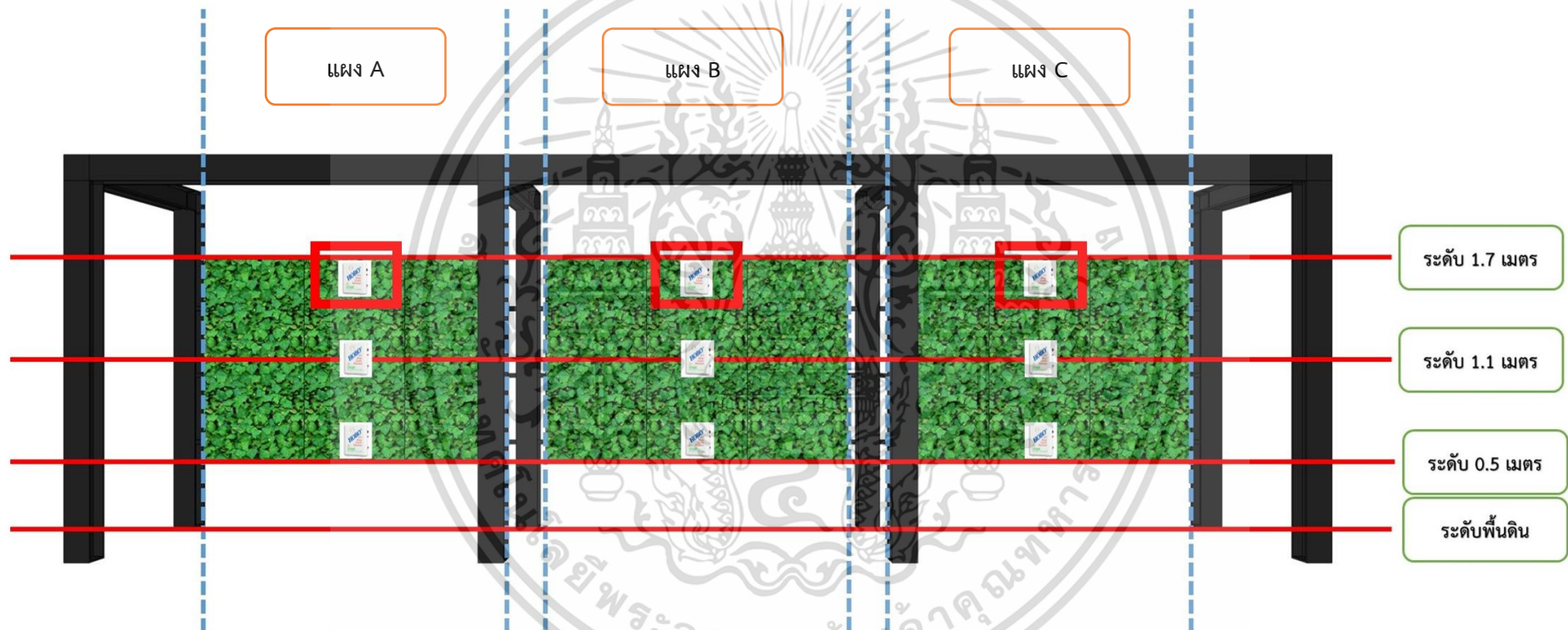


ภาพที่ 4.10 ภาพรวมการติดตั้งเครื่องมือ HOBO เพื่อวัดปริมาณแสงสว่าง ในแนวเดียวกับสวนแนวตั้ง

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ลักษณะการติดตั้งเครื่อง HOBO วัดปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้งบนแผง A, B และ C ที่ระดับความสูง 1.7 เมตร
ของร้านนอกชาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



ภาพที่ 4.11 ติดตั้งเครื่องมือ HOBO วัดปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้ง บนแผง A, B และ C ที่ระดับความสูง 1.7 เมตร

ที่มา ผู้วิจัย 2561

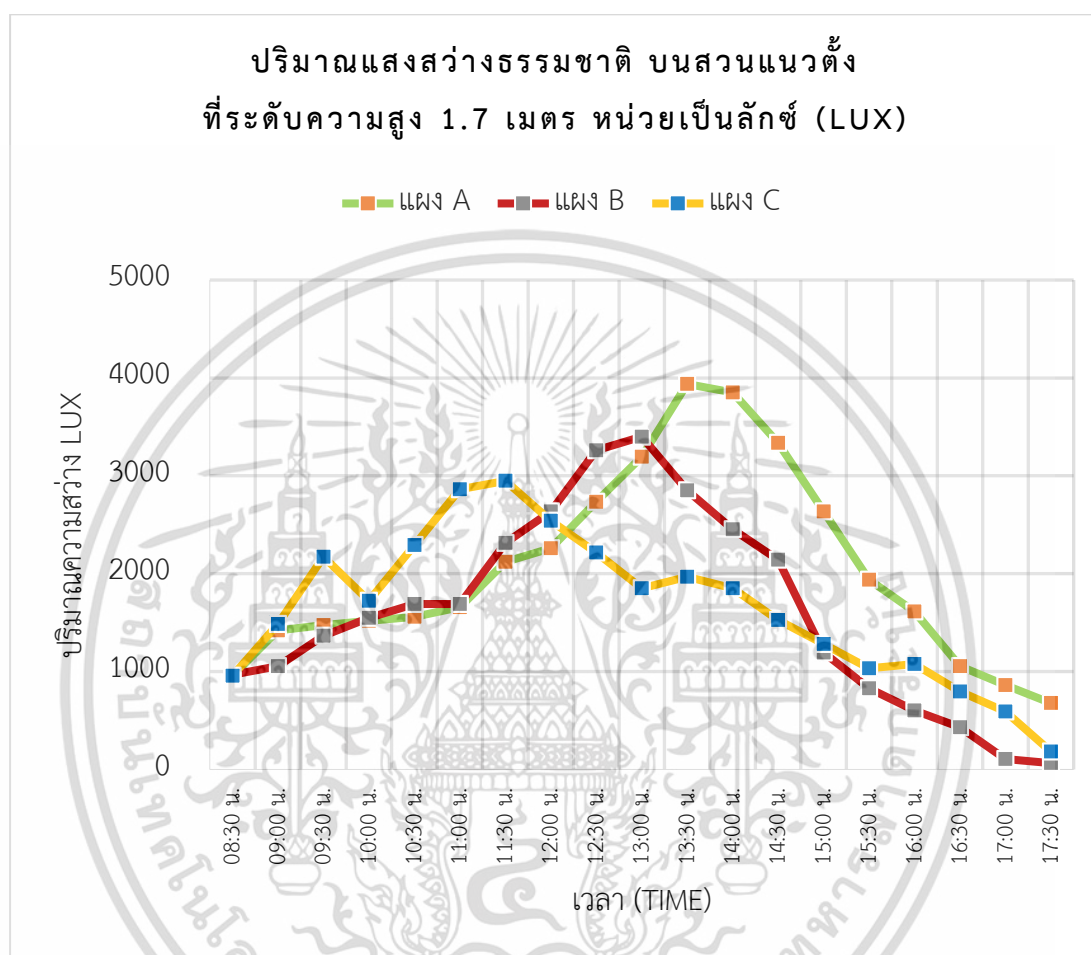
ผลการวัดปริมาณแสงสว่างธรรมชาติ บนสวนแนวตั้ง แผง A, B และ C ที่ระดับความสูง 1.7 เมตร

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการวัดปริมาณแสงสว่างธรรมชาติ บนสวนแนวตั้ง แผง A, B และ C ที่ระดับความสูง 1.7 เมตร

ปริมาณแสงสว่างธรรมชาติ บนสวนแนวตั้งที่ระดับความสูง 1.7 เมตร หน่วยเป็นลักซ์ (Lux)			
เวลา	แผง A	แผง B	แผง C
08:30 น.	957.64	968.40	957.64
09:00 น.	1,420.32	1,054.48	1,484.88
09:30 น.	1,474.12	1,366.52	2,173.52
10:00 น.	1,517.16	1,549.44	1,721.60
10:30 น.	1,560.20	1,689.32	2,291.88
11:00 น.	1,657.04	1,689.32	2,862.16
11:30 น.	2,119.72	2,313.40	2,948.24
12:00 น.	2,259.60	2,636.20	2,539.36
12:30 น.	2,733.04	3,260.28	2,216.56
13:00 น.	3,195.72	3,400.16	1,850.72
13:30 น.	3,938.16	2,851.40	1,969.08
14:00 น.	3,852.08	2,453.28	1,850.72
14:30 น.	3,335.60	2,141.24	1,527.92
15:00 น.	2,636.20	1,194.36	1,280.44
15:30 น.	1,936.80	828.52	1,032.96
16:00 น.	1,614.00	602.56	1,076.00
16:30 น.	1,054.48	430.40	796.24
17:00 น.	860.80	107.60	591.80
17:30 น.	677.88	64.56	182.92

ที่มา: ผู้วิจัย

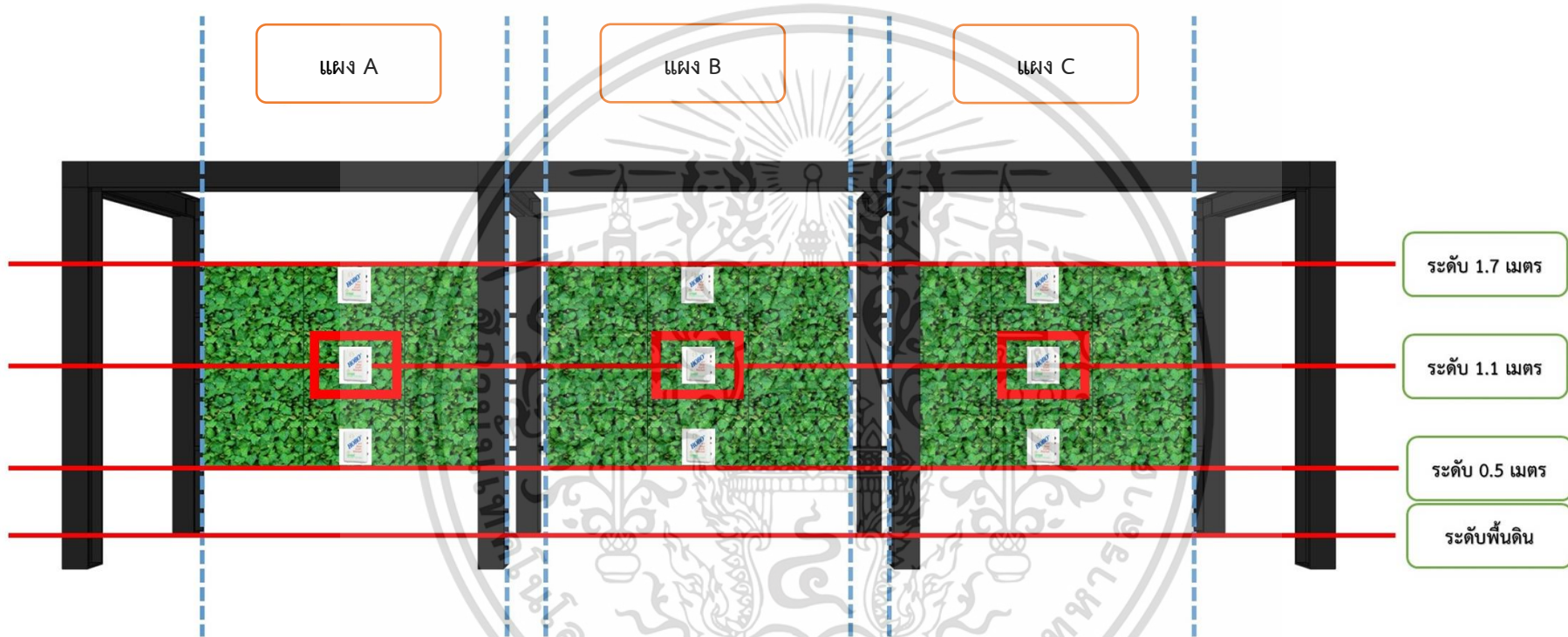
แผนภูมิแสดงผลการตรวจวัดปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้งบนแผง A, B และโซน C ที่ระดับความสูง 1.7 เมตร จากแผนภูมิพบว่า แสงสว่างบนแผง B มีปริมาณแสงสว่างธรรมชาติที่ต่ำที่สุด คือ 64.56 ลักซ์ ที่เวลา 17:30 น. แผง A เป็นแผงที่มีค่าแสงสว่างธรรมชาติสูงสุด คือ 3,938.16 ลักซ์ ที่เวลา 13:30 น.



แผนภูมิที่ 4.1 แสดงแผนภูมิการเปรียบเทียบการวัดแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้ง บนแผง A, B และ C ที่ระดับความสูง 1.7 เมตร
ที่มา: ผู้วิจัย 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ลักษณะการติดตั้งเครื่อง HOBO วัดปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้งบนแผง A, B และ C ที่ระดับความสูง 1.1 เมตร ของร้านนอกชานสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



ภาพที่ 4.12 ติดตั้งเครื่องมือ HOBO วัดปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้ง บนแผง A, B และ C ที่ระดับความสูง 1.1 เมตร

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

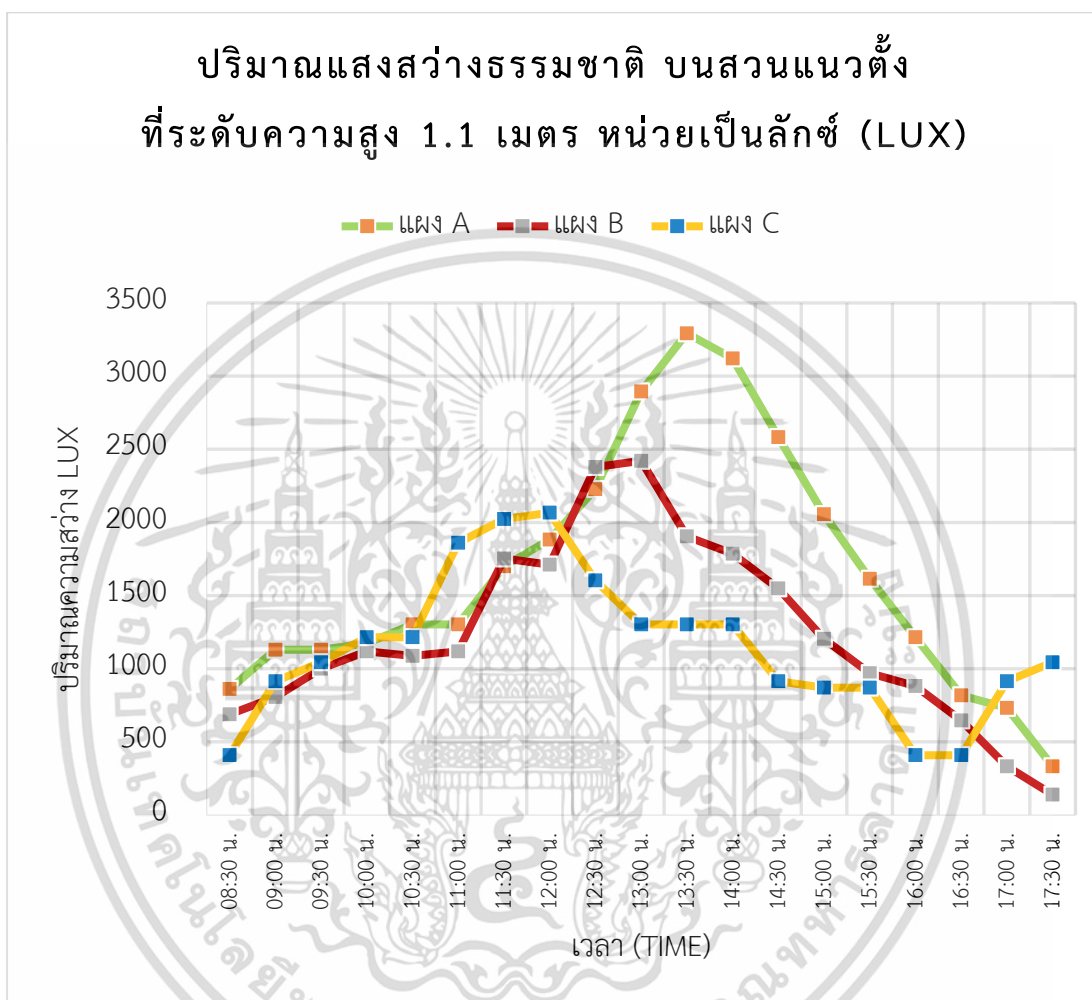
ผลการวัดปริมาณแสงสว่างธรรมชาติ บนสวนแนวตั้ง แผง A, B และ C ที่ระดับความสูง 1.1 เมตร

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการวัดปริมาณแสงสว่างธรรมชาติ บนสวนแนวตั้ง แผง A, B และ C ที่ระดับความสูง 1.1 เมตร

ปริมาณแสงสว่างธรรมชาติ บนสวนแนวตั้งที่ระดับความสูง 1.1 เมตร หน่วยเป็นลักซ์ (Lux)			
เวลา	แผง A	แผง B	แผง C
08:30 น.	860.80	688.64	408.88
09:00 น.	1,129.80	807.00	914.60
09:30 น.	1,129.80	1,000.68	1,043.72
10:00 น.	1,172.84	1,119.04	1,215.88
10:30 น.	1,301.96	1,086.76	1,215.88
11:00 น.	1,301.96	1,119.04	1,861.48
11:30 น.	1,700.08	1,753.88	2,022.88
12:00 น.	1,883.00	1,710.84	2,065.92
12:30 น.	2,227.32	2,377.96	1,603.24
13:00 น.	2,894.44	2,421.00	1,301.96
13:30 น.	3,292.56	1,904.52	1,301.96
14:00 น.	3,120.40	1,786.16	1,301.96
14:30 น.	2,582.40	1,549.44	9,14.60
15:00 น.	2,055.16	1,205.12	8,71.56
15:30 น.	1,614.00	968.40	871.56
16:00 น.	1,215.88	882.32	408.88
16:30 น.	817.76	645.60	408.88
17:00 น.	731.68	333.56	914.60
17:30 น.	333.56	139.88	1,043.72

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

แผนภูมิแสดงผลการตรวจวัดปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้งบนแผง A, B และโชน C ที่ระดับความสูง 1.1 เมตร จากแผนภูมิพบว่า แสงสว่างบนแผง B มีปริมาณแสงสว่างธรรมชาติที่ต่ำที่สุด คือ 139.88 ลักซ์ ที่เวลา 17:30 น. แผง A เป็นแผงที่มีค่าแสงสว่างธรรมชาติสูงสุด คือ 3,292.56 ลักซ์ ที่เวลา 13:30 น.

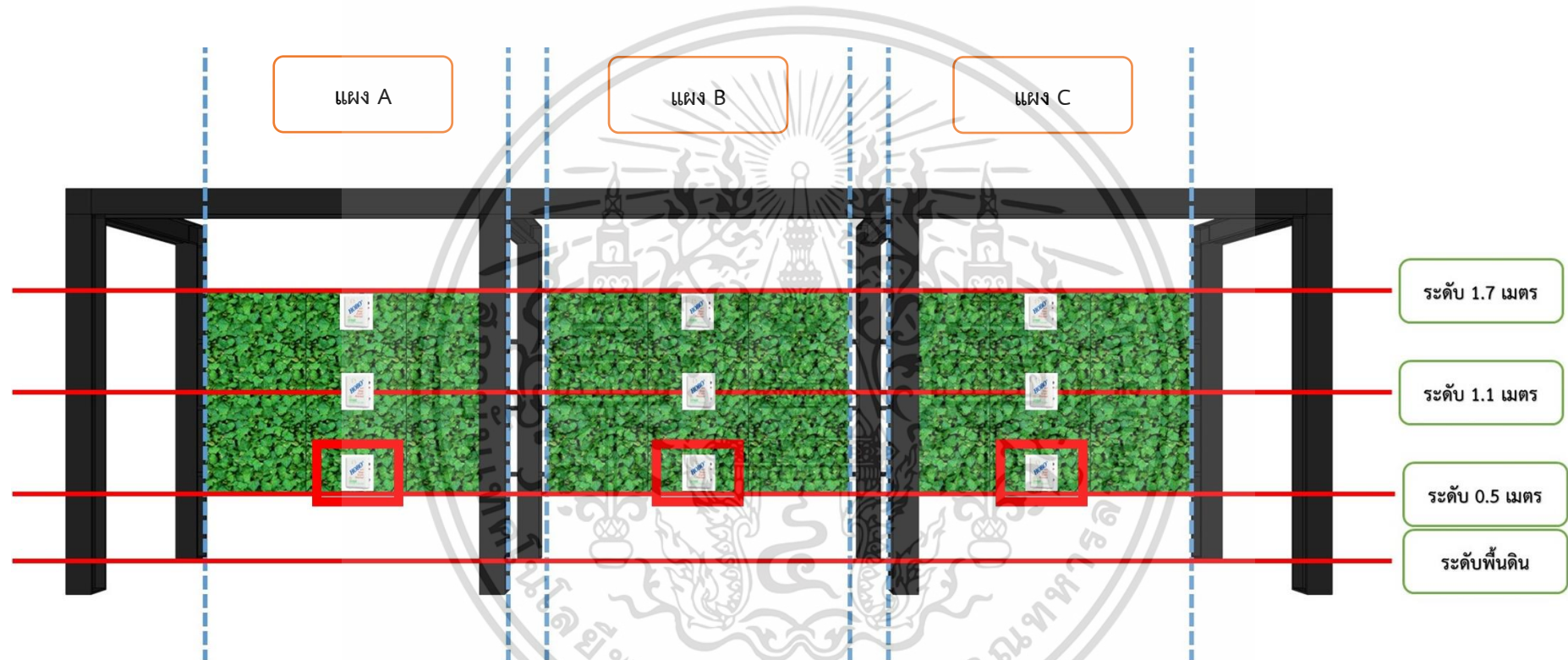


แผนภูมิที่ 4.2 แสดงแผนภูมิการเปรียบเทียบการวัดแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้ง บนแผง A, B และ C ที่ระดับความสูง 1.1 เมตร

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ลักษณะการติดตั้งเครื่อง HOBO วัดปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้งบนแผง A, B และ C ที่ระดับความสูง 0.5 เมตร ของร้านนอกชานสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



ภาพที่ 4.13 ติดตั้งเครื่องมือ HOBO วัดปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้ง บนแผง A, B และ C ที่ระดับความสูง 0.5 เมตร

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

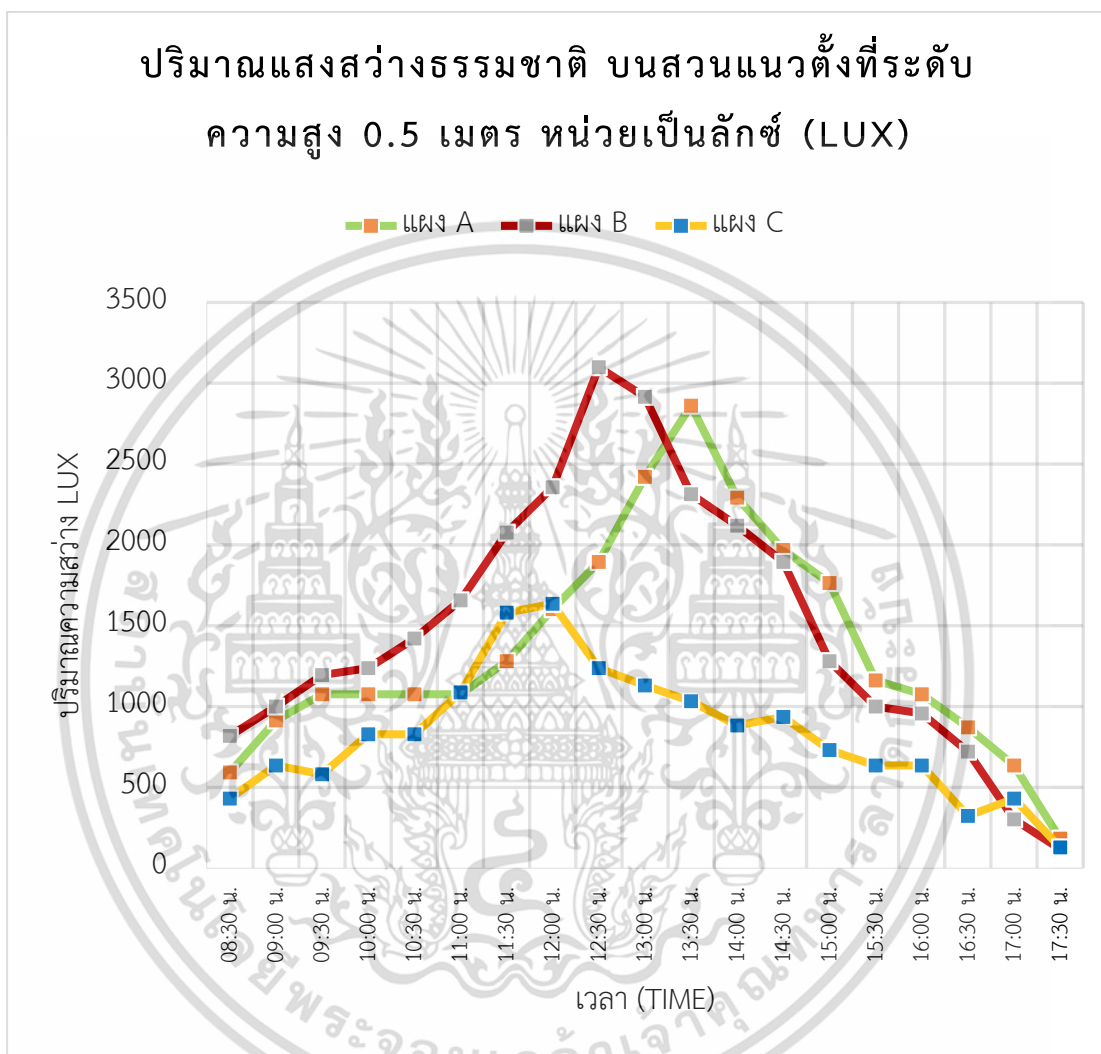
ผลการวัดปริมาณแสงสว่างธรรมชาติ บนสวนแนวตั้ง แผง A, B และ C ที่ระดับความสูง 0.5 เมตร

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการวัดปริมาณแสงสว่างธรรมชาติ บนสวนแนวตั้ง แผง A, B และ C ที่ระดับความสูง 0.5 เมตร

ปริมาณแสงสว่างธรรมชาติ บนสวนแนวตั้งที่ระดับความสูง 0.5 เมตร หน่วยเป็นลักซ์ (Lux)			
เวลา	แผง A	แผง B	แผง C
08:30 น.	591.80	817.76	430.40
09:00 น.	914.60	1,000.68	634.84
09:30 น.	1,076.00	1,194.36	581.04
10:00 น.	1,076.00	1,237.40	828.52
10:30 น.	1,076.00	1,420.32	828.52
11:00 น.	1,076.00	1,657.04	1,086.76
11:30 น.	1,280.44	2,076.68	1,581.72
12:00 น.	1,603.24	2,356.44	1,635.52
12:30 น.	1,893.76	3,098.88	1,237.40
13:00 น.	2,421.00	2,915.96	1,129.80
13:30 น.	2,862.16	2,313.40	1,032.96
14:00 น.	2,291.88	2,119.72	882.32
14:30 น.	1,969.08	1,893.76	936.12
15:00 น.	1,764.64	1,280.44	731.68
15:30 น.	1,162.08	1,000.68	634.84
16:00 น.	1,076.00	957.64	634.84
16:30 น.	871.56	720.92	322.80
17:00 น.	634.84	301.28	430.40
17:30 น.	182.92	118.36	129.12

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

แผนภูมิแสดงผลการตรวจวัดปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้งบนแผง A, B และโซน C ที่ระดับความสูง 0.5 เมตร จากแผนภูมิพบว่า แสงสว่างบนแผง C มีปริมาณแสงสว่างธรรมชาติที่ต่ำที่สุด คือ 129.12 ลักซ์ ที่เวลา 17:30 น. แผง B เป็นแผงที่มีค่าแสงสว่างธรรมชาติสูงสุด คือ 3,098.88 ลักซ์ ที่เวลา 12:30 น.



แผนภูมิที่ 4.3 แสดงแผนภูมิการเปรียบเทียบการวัดแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้ง บนแผง A, B และ C ที่ระดับความสูง 0.5 เมตร

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำค่าแสงสว่างธรรมชาติที่วัดได้บนแผง A, B และ C มาหาค่าเฉลี่ยตามลำดับความสูงจะได้ค่าเฉลี่ยดังนี้

ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยการวัดแสงบนสวนแนวตั้งที่ระดับความสูงต่าง ๆ

ค่าเฉลี่ยการวัดแสงบนสวนแนวตั้ง	แผง A	แผง B	แผง C
ระดับความสูง 1.7 เมตร	2,042.13	1,610.60	1,650.244
ระดับความสูง 1.1 เมตร	1,650.81	1,236.83	1,141.69
ระดับความสูง 0.5 เมตร	1,359.15	1,499.03	826.82

ที่มา: ผู้วิจัย 2561



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 เปรียบเทียบผลต่างของปริมาณแสงสว่างที่พืชบนสวนแนวตั้งต้องการ และปริมาณแสงสว่างที่พืชได้รับบนตำแหน่งต่าง ๆ ของสวนแนวตั้ง

การตรวจสอบปริมาณแสงสว่างธรรมชาติที่ส่งผลต่อการจัดวางตำแหน่งพืชพรรณบนสวนแนวตั้ง ของร้านนอกกาแฟนอกชาน พบว่าที่ตำแหน่งแผง C ที่ระดับความสูง 1.1 เมตร และ 0.5 เมตร ระดับแสงสว่างธรรมชาติ น้อยกว่าปริมาณแสงสว่างรำไรที่พืชต้องการ

ตารางที่ 4.9 ผลจากการตรวจสอบปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้งที่ส่งผลต่อการจัดวางตำแหน่งพืชพรรณบนสวนแนวตั้ง ของร้านนอกชาน

ปริมาณแสงสว่างรำไรที่พืชต้องการ อยู่ระหว่าง		ค่าเฉลี่ยการวัดแสงบนสวนแนวตั้ง (Lux)			
การพร่างแสง	ปริมาณแสง (Lux)	ที่ระดับความสูง	แผง A	แผง B	แผง C
50 - 70เปอร์เซ็นต์	6,382.56 – 1,161.68	1.7 เมตร	2,042.13	1,610.60	1,650.244
		1.1 เมตร	1,650.81	1,236.83	1,141.69
		0.5 เมตร	1,359.15	1,499.03	826.82

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

จากการตรวจสอบทำให้สามารถแบ่งกลุ่มความต้องการแสงสว่างธรรมชาติของพืชบนสวนแนวตั้ง ร้านกาแฟนอกชานสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังได้ ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ตำแหน่งของพืชพรรณบนสวนแนวตั้ง ได้รับแสงสว่างธรรมชาติเพียงพอต่อความต้องการ

ตารางที่ 4.10 แสดงการแบ่งกลุ่มพืชที่ได้รับแสงสว่างธรรมชาติเพียงพอต่อความต้องการ

แผง	ระดับความสูง (เมตร)	ค่าเฉลี่ยแสงสว่าง (ลักซ์)	ประกอบไปด้วยพืชพรรณ
A	1.7	2,042.13	เฟินใบมะขาม, ก้ามปูหลุด, พรมญี่ปุ่น, เฟินข้าหลวง, เดปไบรี และปริกน้ำค้าง
A	1.1	1,650.81	ออมเงิน, พรมญี่ปุ่น, ปริกน้ำค้าง, พลูอินโดนีเซีย, ก้ามปูหลุด, บีโกเนีย, เฟินใบมะขาม, เดปไบรี, และเปปเปอร์โรเมีย
A	0.5	1,359.15	ก้ามปูหลุด, พลูอินโด, เฟินใบมะขาม, เปปเปอร์โรเมีย, พรมญี่ปุ่น, และเฟินฮาวาย
B	1.7	1,610.60	เฟินข้าหลวง, ไม้เงิน, เดปไบรีต่าง, ก้ามปูหลุด, เปปเปอร์โรเมีย, เฟินใบมะขาม, สับปะรดสี และปริกน้ำค้าง
B	1.1	1,650.81	เดปไบรีต่าง, เฟินใบมะขาม, พลูอินโดนีเซีย, ก้ามปูหลุด, เฟินเงิน, ปริกน้ำค้าง, เดปไบรี, หนวดปลาหมึกแคระ, เฟินข้าหลวง และ สับปะรดสี
B	0.5	1,499.03	เดปไบรีต่าง, เฟินใบมะขาม, พลูอินโดนีเซีย, เฟินฮาวาย, เฟินใบมะขาม และเฟินข้าหลวง
C	1.7	1,650.244	ปริกน้ำค้าง, สับปะรดสี, ก้ามปูหลุด, เปปเปอร์โรเมีย, เฟินข้าหลวง, เฟินฮาวาย และพรมญี่ปุ่น

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ตำแหน่งของพืชพรรณบนสวนแนวตั้ง ได้รับแสงสว่างธรรมชาติไม่เพียงพอต่อความต้องการ ได้แก่

ตารางที่ 4.11 แสดงการแบ่งกลุ่มพืชที่ได้รับแสงสว่างธรรมชาติไม่เพียงพอต่อความต้องการ

แผง	ระดับความสูง (เมตร)	ค่าเฉลี่ยแสงสว่าง (ลักซ์)	ประกอบไปด้วยพืชพรรณ
C	1.1	1,141.69	สับปะรดสี, เฟินใบมะขาม, เฟินข้าหลวง, ออมเงิน, เฟินเงิน, เฟินฮาวาย, เปปเปอร์โรเมีย, พลูดินโตนีเซีย, ปริกน้ำค้าง, และพรมญี่ปุ่น
C	0.5	826.82	สับปะรดสี, เปปเปอร์โรเมีย, ออมเงิน, เฟินฮาวาย และเฟินใบมะขาม

ที่มา: ผู้วิจัย 2561

โดยสามารถคิดเป็นร้อยละ ได้ดังนี้

1) เฟินใบมะขาม	47 ต้น	ตาย 16 ต้น	คิดเป็นร้อยละ 34.04 ของต้นไม้ที่ตาย
2) ออมเงิน	27 ต้น	ตาย 10 ต้น	คิดเป็นร้อยละ 37.04 ของต้นไม้ที่ตาย
3) พรมญี่ปุ่น	22 ต้น	ตาย 11 ต้น	คิดเป็นร้อยละ 50.00 ของต้นไม้ที่ตาย
4) ปริกน้ำค้าง	17 ต้น	ตาย 10 ต้น	คิดเป็นร้อยละ 58.82 ของต้นไม้ที่ตาย
5) พลูดินโตนีเซีย	21 ต้น	ตาย 10 ต้น	คิดเป็นร้อยละ 25.05 ของต้นไม้ที่ตาย
6) ก้ามปูหลอด	19 ต้น	ตาย 8 ต้น	คิดเป็นร้อยละ 42.11 ของต้นไม้ที่ตาย
7) บีโกเนีย	3 ต้น	ตาย 0 ต้น	คิดเป็นร้อยละ 0 ของต้นไม้ที่ตาย
8) เปปเปอร์โรเมียต่าง	27 ต้น	ตาย 17 ต้น	คิดเป็นร้อยละ 62.96 ของต้นไม้ที่ตาย
9) เฟินฮาวาย	35 ต้น	ตาย 22 ต้น	คิดเป็นร้อยละ 62.86 ของต้นไม้ที่ตาย
10) เฟินข้าหลวง	16 ต้น	ตาย 6 ต้น	คิดเป็นร้อยละ 9.71 ของต้นไม้ที่ตาย
11) เดปไบรี	14 ต้น	ตาย 4 ต้น	คิดเป็นร้อยละ 28.57 ของต้นไม้ที่ตาย
12) ไม้เงิน	2 ต้น	ตาย 0 ต้น	คิดเป็นร้อยละ 0 ของต้นไม้ที่ตาย
13) เดปไบรีต่าง	8 ต้น	ตาย 0 ต้น	คิดเป็นร้อยละ 0 ของต้นไม้ที่ตาย
14) เฟินเงิน	15 ต้น	ตาย 6 ต้น	คิดเป็นร้อยละ 40.00 ของต้นไม้ที่ตาย
15) สับปะรดสี	10 ต้น	ตาย 3 ต้น	คิดเป็นร้อยละ 30.00 ของต้นไม้ที่ตาย
16) หนวดปลาหมึกแคระ	5 ต้น	ตาย 1 ต้น	คิดเป็นร้อยละ 20.00 ของต้นไม้ที่ตาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการตรวจสอบปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้ง ร้านนอกชาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

จากการสำรวจพืชพรรณบนสวนแนวตั้ง ร้านนอกชาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังมีทั้งหมด 16 ชนิด ทั้งหมด 288 ต้น ตายไป 123 ต้น หรือร้อยละ 42.70 เป็นพืชพรรณที่ต้องการแสงสว่างแบบรำไร ซึ่งจากการหาค่าแสงสว่างรำไรจากการหาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การพร่างแสง 50, 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ คือ 6,382.56 – 1,161.68 ลักซ์

และจากการวัดค่าปริมาณแสงสว่างธรรมชาติบนสวนแนวตั้งพบว่า ที่แผง C ระดับความสูง 1.1 เมตร และ 0.5 เมตรได้รับแสงสว่างน้อยที่สุด เฉลี่ยอยู่ที่ 1,141.69 ลักซ์และ 826.82 ลักซ์ตามลำดับ ซึ่งพืชที่ต้องการแสงสว่างอยู่ที่ 6,382.56 – 1,161.68 ลักซ์ ซึ่งบริเวณดังกล่าวมีการแขวนกระถางแขวนรวมทั้งหมดมีต้นไม้ ซึ่งมีทรงพุ่มขนาดใหญ่บังแสงสว่างที่พืชควรจะได้รับ แสดงให้เห็นได้ชัดว่า แสงสว่างธรรมชาติมีผลต่อการดำรงชีวิตของพืชบนสวนแนวตั้ง เป็นผลให้พืชพรรณบริเวณดังกล่าวตายมากที่สุด

5.2 เสนอแนะ

1) จะเห็นได้ว่า พืชพรรณบนสวนแนวตั้งของร้านนอกชาน ทั้ง 16 ชนิด รอดทุกต้น หากได้มีการวางตำแหน่งพืชพรรณ ได้เหมาะสมกับปริมาณแสงสว่างพืชพรรณก็จะมาสามารถดำรงชีวิตต่อไปได้ เช่น ต้นเดปไบรี เดปไบรีต่าง มีลักษณะเป็นเถาเลื้อย เปีนฮาวาย เปีนโอบมะขาม มีขนาดทรงพุ่มหรือใบที่ใหญ่ อาจจัดวางที่ตำแหน่งด้านล่างของสวน เพื่อไม่ให้บังแสงสว่างของพืชพรรณอื่น ๆ บนสวนแนวตั้ง

2) ในการวัดปริมาณแสงสว่างบนสวนแนวตั้ง เป็นการทดสอบวัดแสงสว่างในช่วงระยะเวลาสั้น หากต้องการให้พืชพรรณสามารถอยู่ได้ตลอดทั้งปี ควรมีการวัดช่วงเวลาที่เกิดผลกระทบสูงสุดที่เกิดขึ้นภายใน 1 ปีนั้น ๆ เลือกชนิดพืชพรรณ ขนาดทรงพุ่ม และตำแหน่งให้เหมาะสมกับสภาพแสงที่ได้รับ

3) ในการศึกษาต่อ ควรมีการตรวจวัดปริมาณแสงสว่างกลางแจ้ง และในร่ม เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบความสว่างที่เป็นตัวเลข ตามประเภทแสงกับพืชพรรณที่ได้แบ่งไว้ได้

บรรณานุกรม

- Tautvydas Maslauskas GREEN WALLS: The Vertical Planting Systems 2015
 สุรพล ดำรงกิตติกุล **ลดโลกร้อนด้วยสวนแนวตั้ง (Vertical Garden)** [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา
http://www.technologymedia.co.th/PDF/CP2010/Jul_AU/p.63-64_Green_life_living.pdf สืบค้นข้อมูลเมื่อ 4 สิงหาคม 2561
- Focus The World. **ลดมลภาวะด้วยกำแพงต้นไม้ 3 มิติ** [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา
<https://bit.ly/2T8NH54> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 11 มิถุนายน 2561
- อนุรักษ์ ลัษยานันท์. **การให้บริการรับจัดสวนแนวตั้ง (Vertical Garden)** [ระบบออนไลน์]
 แหล่งที่มา <http://digi.library.tu.ac.th/thesis/ac/0782/03chapter2.pdf> สืบค้นข้อมูล
 เมื่อ 15 กรกฎาคม 2561
- พิชญ์สินี ตรีนุสรณ์ **การพัฒนาระบบสวนแนวตั้งเพื่อประภายในและภายนอกอาคาร 2557**
 ดารณี ด่านวันดี และคณะ, **โครงข่ายสีเขียว และความท้าทายในการเพิ่มพื้นที่สีเขียวแนวตั้ง ใน
 เมืองเชียงใหม่** มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่: 2556
- สุภาภรณ์ นพเกตุ. (20 ธันวาคม 2560). สัมภาษณ์โดย ศุภาพิชญ์ จันทร์. **การเริ่มต้นจัดสวนแนวตั้ง
 ร้านนอกชานและการดูแลรักษา. ร้านนอกชาน
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**
- สิทธิพงษ์ เพิ่มพิทักษ์. (2558). **การศึกษาประสิทธิภาพในการลดการใช้พลังงานโดยการใช้สวน
 แนวตั้ง, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000**
 วารสารวิชาการอุตสาหกรรม คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีที่ 9
 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2558
- สายฟ้า วิรานุช และสุจิตรา จันท์สม. (2558). **การคัดเลือกพรรณพืชที่เหมาะสมมาใช้ในการจัด
 สวนแนวตั้งในระบบModular Green Hive Plant Selection for Vertical Garden
 in Modular Green Hive System** (วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเกษตรศาสตร์,
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. **พืช** [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://bit.ly/2RuZs8f>
 สืบค้นข้อมูลเมื่อ 3 พฤษภาคม 2561
- สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ. **ความหมายของไม้ดอกไม้ประดับ และการจำแนกประเภท** [ระบบ
 ออนไลน์] แหล่งที่มา <https://bit.ly/2b3CNTl> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 3 พฤษภาคม 2561
- เศรษฐมนต์ กาญจนกุล. 2551
- พืชเกษตร.คอม. **ไม้ดอกไม้ประดับ** [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://bit.ly/2RhS8NZ>
 สืบค้นข้อมูลเมื่อ 3 พฤษภาคม 2561
- OK nation. **ความหมาย ความสำคัญและประเภทของไม้ดอกไม้ประดับ** [ระบบออนไลน์]
 แหล่งที่มา <http://oknation.nationtv.tv/blog/starcocity/2007/07/22/entry-1> สืบค้น
 ข้อมูลเมื่อ 3 พฤษภาคม 2561
- สุทธิพร อนันต์สุชาติกุลม. **สรীরวิทยาการผลิตพืช. คณะเทคโนโลยีการเกษตร
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร: 2524**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

- ศูนย์ศึกษาเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลนสิรินาถราชินี. **ความเข้มของแสง (Light Intensity) ต่อการเจริญเติบโตของพืช**. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา https://web.facebook.com/SirinartCenter/posts/1655720107843146?_rdc=1&_rdr สืบค้นข้อมูลเมื่อ 3 เมษายน 2561
- แผ่นที่. **คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล.** [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา www.google.com/maps สืบค้นข้อมูลเมื่อ 15 กรกฎาคม 2561
- Sidonie Carpenter. **Growing Green Guide**. 2014
- AKANEK.COM. **รู้จักสวนแนวตั้ง ความร่มรื่นของบ้านยุคใหม่**. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://bit.ly/2Pm4FyS> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 18 มกราคม 2561
- พาสินี สุนากร **พืชพรรณประกอบอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์** กรุงเทพมหานคร: 2558
- Sidonie Carpenter. **Growing Green Guide**. 2014
- Tautvydas Maslauskas. **GREEN WALLS “The Vertical Planting Systems”**. VIA University College, Aarhus, Denmark 2015
- IURBAN. **Living wall**. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://www.iurban.in.th/inspiration/living-wall-and-sky-farm/> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 8 ก.พ. 2561
- อนรรักษ์ ลักยานันท์และคณะ **การให้บริการรับจัดสวนแนวตั้ง (Vertical Garden) คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 2554**
- นายกิตติพจน์ วัฒนมันคง. (15 กุมภาพันธ์ 2561). สัมภาษณ์โดย ศุภาพิชญ์ จันท. **ขั้นตอนการออกแบบสวนแนวตั้งร้านนอกชาน. ร้านนอกชาน**
- สำนักพิมพ์บ้านและสวน. **เฟินใบมะขาม** [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <http://book.baanlaesuan.com/plant-library/fishbone-fern/> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561
- สำนักพิมพ์บ้านและสวน. **พรมกำมะหยี่** [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา http://book.baanlaesuan.com/plant-library/carpet_plant/ สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561
- สำนักพิมพ์บ้านและสวน. **เงินไหลมา** [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <http://book.baanlaesuan.com/plant-library/arrowhead-vine/> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561
- ข้อมูลพันธุ์ไม้ระบบฐานข้อมูลเกษตรดิจิทัล. **ปริกน้ำค้าง**. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://data.addrun.org/plant/archives/82-asparagus-densiflorus-kunth-jessop> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

- ข้อมูลพันธุ์ไม้ระบบฐานข้อมูลเกษตรดิจิทัล. **พลูอินโดนีเซีย**. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา
<https://data.addrun.org/plant/archives/488-piper-sp>
 สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561
- สำนักพิมพ์บ้านและสวน. **ก้ามปูหลุด**. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา
<http://book.baanlaesuan.com/plant-library/silver-inch-plant/>
 สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561
- ข้อมูลพันธุ์ไม้ระบบฐานข้อมูลเกษตรดิจิทัล. **เปปเปอร์โรเมียเลื้อยต่าง**. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา
<https://data.addrun.org/plant/archives/628-peperomia-scandens-ruiz-pav>
 สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561
- ข้อมูลพันธุ์ไม้ระบบฐานข้อมูลเกษตรดิจิทัล. **เฟินฮาวาย**. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา
<https://data.addrun.org/plant/archives/398-phymatosorus-scolopendria-burm-f-pic-serm> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561
- สำนักพิมพ์บ้านและสวน. **เฟินข้าหลวงหลังลาย**. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา
<http://book.baanlaesuan.com/plant-library/birds-nest-fern/> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561
- สำนักพิมพ์บ้านและสวน. **เดปไบรี**. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา
<http://book.baanlaesuan.com/plant-library/dischidia/> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561
- ข้อมูลพันธุ์ไม้ระบบฐานข้อมูลเกษตรดิจิทัล. **ไผ่เงิน**. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา
<https://data.addrun.org/plant/archives/552-thyrsostachys-siamensis-gamble>
 สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561
- ข้อมูลพันธุ์ไม้ระบบฐานข้อมูลเกษตรดิจิทัล. **เดปไบต่าง**. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา
<https://data.addrun.org/plant/archives/300-dischidia-white-diamond>
 สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561
- สำนักพิมพ์บ้านและสวน. **เดปไบต่าง**. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา
<http://book.baanlaesuan.com/plant-library/white-diamond/>
 สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561
- ข้อมูลพันธุ์ไม้ระบบฐานข้อมูลเกษตรดิจิทัล. **เฟินเงิน**. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา
<https://data.addrun.org/plant/archives/88-pteris-ensiformis-burm-f>
 สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561
- สำนักพิมพ์บ้านและสวน. **เดปไบต่าง**. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา
<http://book.baanlaesuan.com/plant-library/spider-fern/>
 สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561

บรรณานุกรม (ต่อ)

- ข้อมูลพันธุ์ไม้ระบบฐานข้อมูลเกษตรดิจิทัล. **สับปะรดสี ทิฟฟานี**. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://data.addrun.org/plant/archives/752-vriesea-tiffany>
สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561
- ข้อมูลพันธุ์ไม้ระบบฐานข้อมูลเกษตรดิจิทัล. **หนวดปลาหมึกแคระ**. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://data.addrun.org/plant/archives/373-schefflera-arboricola-hayata-merr>
สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561
- สำนักพิมพ์บ้านและสวน. **บีโกเนีย**. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <http://book.baanlaesuan.com/standard/begonia-2/> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561
- การสังเคราะห์แสง. **การใช้แสงของใบและผิวพืชต่าง**. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://sites.google.com/site/ksnyarang1/home/bth-thi-1-kar-sangkheraah-saeng-khxng-phuch> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 29 พฤษภาคม 2561
- ภูมิพิชญ์ สุชาวรรณ. 2548; Fred. 2009
- ประสิทธิ์ สุไลมาน. **ไม้ใบ ใบไม้ ใบสวย**. สาขาวิชาสถาปัตยกรรมและการวางแผน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร: 2556
- Marie Iannotti. **What Does Full Sun and Partial Shade Mean?** [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://www.thespruce.com/what-is-full-sun-partial-shade-1402372>
สืบค้นข้อมูลเมื่อ 20 ธันวาคม 2561
- DICTIONARY. **รำไร**. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://bit.ly/2rRx6X6>
สืบค้นข้อมูลเมื่อ 7 ตุลาคม 2561
- เสริม จันทร์ฉาย. **รังสีอาทิตย์**. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม: 2557
- ไกรเพชร ผิวทองและคณะ. **การแผ่รังสีความร้อน** [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://bit.ly/29rQ3aQ> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 5 มิถุนายน 2561
- สุลักษณ์ มงคล. **รังสีดวงอาทิตย์และการเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อน** [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://bit.ly/2LwWYkk> สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กันยายน 2561
- ปยุณวีร์ เต็มธนานันท์. **การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติสำหรับอาคารพาณิชย์ประเภท ตึกแถว** คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปทุมธานี: 2554
- สุภา ขจรฤทธิ์. **แนวทางการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม : การบดบังแดด**. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร: 2552
- เสาวณิต ทองมี. **การใช้แสงธรรมชาติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพแสงสว่างภายในอาคารห้องสมุด: กรณีศึกษาอาคารห้องสมุดประชาชน “เฉลิมราชกุมารี”**. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม: 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

พัชราภรณ์ เหมือนศาสตร์ แนวทางการใช้แสงธรรมชาติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพแสงสว่างภายใน
อาคารห้องสมุด กรณีศึกษาอาคารห้องสมุดโรงเรียนพุลเจริญวิทยาคม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร: 2553

บริษัท บลู เทคโนโลยี แอลอีดี จำกัด. หน่วยวัดปริมาณแสงในการใช้งานจริง [ระบบออนไลน์]
แหล่งที่มา <http://www.bluetech-led.com/news/candela-lumen-lux/> สืบค้นข้อมูล
เมื่อ 27 พฤษภาคม 2561

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. แคนเดลา [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <https://bit.ly/2LVCxh6> สืบค้น
ข้อมูลเมื่อ 27 พฤษภาคม 2561



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล นางสาวศุภาพิชญ์ จันทร
 วัน เดือน ปีเกิด 23 ตุลาคม พ.ศ. 2536
 ที่อยู่ บ้านเลขที่ 55 หมู่ที่ 1 ตำบล จอมบึง อำเภอ จอมบึง จังหวัดราชบุรี 70150
 E-mail spd.pun@gmail.com
 โทรศัพท์ 08-7411-5425

ประวัติการศึกษา

2555 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.)
 สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ วิชาเอกภูมิทัศน์
 คณะเทคโนโลยีการเกษตร
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2561 สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (สถ.ม.)
 สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้