การปรับสภาพแวดล้อมรอบอาคารด้วยวัสดุพืชพรรณธรรมชาติเพื่อสร้างสภาวะน่าสบาย

COMFORT DEVELOPMENT FOR A BUILDING ENVIRONMENT BY MEAN OF PLANTING ELEMENTS

ประวีวรรณ อมรพงศ์

PRAWEEWAN AMORNPONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2544

ISBN 974-648-514-8

การปรับสภาพแวดล้อมรอบอาคารด้วยวัสดุพืชพรรณธรรมชาติเพื่อสร้างสภาวะน่าสบาย

COMFORT DEVELOPMENT FOR A BUILDING ENVIRONMENT BY MEAN OF PLANTING ELEMENTS

T041487

ประวีวรรณ อมรพงศ์

PRAWEEWAN AMORNPONG

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 41487
วัน, เดือน, ปี 19 ก.พ. 2545

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2544

ISBN 974-648-514-8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

COMFORT DEVELOPMENT FOR A BUILDING ENVIRONMENT BY MEAN OF PLANTING ELEMENTS

PRAWEEWAN AMORNPONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF TROPICAL ARCHITECTURE

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2001

ISBN 974-648-514-8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



COPYRIGHT 2001

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การปรับสภาพแวดล้อมรอบอาคารด้วยวัสดุพืชพรรณธรรมชาติเพื่อสร้างสภาวะน่าสบาย

COMFORT DEVELOPMENT FOR A BUILDING ENVIRONMENT BY MEAN OF PLANTING ELEMENTS

ชื่อนักศึกษา นางสาวประวีวรรณ อมรพงศ์

รหัสประจำตัว 42063120

ปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สถาปัตยกรรมเขตร้อน

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ.ธีรมน ไวโรจนกิจ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ธีรมน	ไวโรจนกิจ	
อาจารย์ชัยยุทธ	ศรีเผด็จ	
ดร.สมชาย	ศรีสมพงษ์	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 20 พฤศจิกายน 2544 **เวลา** 10.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ภาควิชาสถาปัตยกรรม

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.บุญวัฒน์ อัตชู)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 12 **เดือน** ธันวาคม **พ.ศ.** 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การปรับสภาพแวดล้อมรอบอาคารด้วยวัสดุพืชพรรณธรรมชาติเพื่อสร้างสภาวะน่าสบาย

นักศึกษา นางสาวประวีวรรณ อมรพงศ์

รหัสประจำตัว 42063120

ปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชา สถาปัตยกรรมเขตร้อน

พ.ศ. 2544

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ. ธีรมน ไวโรจนกิจ

บทคัดย่อ

สภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศกรุงเทพฯเปลี่ยนแปลงไปตามวิวัฒนาการสิ่งก่อสร้างในเมืองซึ่งปัจจัยเหล่านี้ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเฉพาะที่ โดยเฉพาะการเกิดช่วงความร้อนวิกฤตอันเป็นผลมาจาก ภาวะเกาะความร้อนในเมือง ซึ่งในวิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้นำเสนอข้อมูลพื้นฐานของพืชพรรณ วงจรชีวิต ลักษณะทางกายภาพและคุณสมบัติในการลดความรุนแรงภูมิอากาศ โดยเฉพาะ ไม้ยืนต้น ซึ่งจะส่งผลต่อสภาวะน่าสบายด้วยคุณสมบัติของการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ การระเหยการคายน้ำ การควบคุมกระแสลม ซึ่งตัวแปรต่างๆเหล่านี้จะให้ผลต่อเนื่องในการเหนี่ยวนำความเย็นไปสู่สภาพแวดล้อมใกล้เคียง ตลอดจนศึกษาแนวความคิดในการป้องกันความร้อนเบื้องต้นเพื่อลดความรุนแรงของสภาพภูมิอากาศในสภาพแวดล้อมทั่วไปและสภาพแวดล้อมรอบอาคาร

ในการวิจัยได้ตั้งสมมติฐานถึงตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้องเพื่อศึกษาอิทธิพลและประสิทธิภาพในการปรับสภาพภูมิอากาศเบื้องต้น โดยออกแบบการทดลอง บันทึกผล ตรวจสอบด้วยตัวแปรภูมิอากาศได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม การแผ่รังสีดวงอาทิตย์และการเปล่งรังสีกลับของพื้นผิววัสดุ ซึ่งตัวแปรในสมมติฐานประกอบด้วย

- ลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ขนาดและรูปทรงพุ่ม
- กลุ่มต้นไม้ ได้แก่ จำนวน ระยะห่างระหว่างต้นและรูปแบบการจัดกลุ่ม
- สัดส่วนความเหมาะสมของต้นไม้กับสภาพแวดล้อมชนิดอื่น

ผลที่ได้จากการตรวจสอบสามารถสรุปได้ว่า การควบคุมตัวแปรภูมิอากาศโดยพืชพรรณธรรมชาตินั้น ตัวแปรหลักได้แก่ พื้นที่การให้ร่มเงา ซึ่งเป็นผลมาจากรูปทรง ขนาดและความหนาแน่นของทรงพุ่ม ส่วนรูปแบบการจัดวางกลุ่มของต้นไม้นอกจากจะต้องคำนึงถึงการป้องกันความร้อนแล้ว จะต้องพิจารณารูปแบบที่เอื้อให้เกิดการถ่ายเทความร้อนออกสู่ภายนอกได้อย่างรวดเร็ว เพื่อลดการสะสมความร้อนภายใต้พุ่มและควบคุมให้รักษาและกระจายอุณหภูมิได้ต่ำและคงที่ตลอดทั้งวัน รูปแบบที่ให้ผลดีที่สุดสำหรับงานวิจัยนี้คือการเลือกปลูกไม้ยืนต้นที่มี รูปทรงแผ่กว้าง ขนาดใหญ่ ขนาดทรงพุ่ม20.00ม. พื้นที่ใต้พุ่มสูง 8.00ม.จัดเป็นกลุ่มโดยให้เกิดเป็นเพดานพุ่มขนาดใหญ่ และพื้นที่ใต้พุ่มมากพอที่จะไม่ขัดขวางลมและระบายความร้อนออกได้สะดวก ระยะห่างจากอาคารที่ยังได้รับอิทธิพลความเย็นจากต้นไม้ในช่วงที่ลมสงบ อยู่ในระยะไม่เกิน 5.00 ม. และช่วงที่มีลมแรงไม่เกิน 7.50 ม. โดยในการนำมาประยุกต์ใช้จะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมอื่นๆและข้อจำกัดทางด้านพื้นที่ประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Thesis Title	Comfort Development for a Building Environment by Mean of Planting Elements
Student	Miss Praweewan Amornpong
Student ID	42063120
Degree	Master of Architecture
Programme	Tropical Architecture Design
Year	2001
Thesis Advisor	Assoc.Prof. Teeramon Virojjanakit

ABSTRACT

The changes in environmental conditions and urban climate of Bangkok have been resulted from rapid urbanization , which will inevitably cause overheat period , especially to heat island condition within microclimate. The purpose of this research is, firstly, to provide the fundamental information regarding the performance of passive cooling of trees, focusing on shading, evapotranspiration and wind control. All mentioned factors will further influence the cooling induction to the surrounding area. Secondly, to study the stressful climate reduction for developing comfort zones in open spaces or around building.

The assumptions of this research include many related parameters in order to evaluate its cooling effectiveness of microclimate control. The dependent variations, to inspect performance in different microclimatic factors, are temperature, radiation, relative humidity, wind velocity, emission of each parameter . The parameters are consisted of:

- Physical feature such as tree size, canopy form
- Plant grouping such as quantity, distance and pattern
- Environmental ratio (Hardscape and Softscape)

From the study, it can be summarized that the key parameter of cooling effect is shading area which is resulted from canopy form, size and density. In addition to radiation attenuation, we need to concern more, Emphasis of plant-grouping pattern, on how to improve external heat exchange system in order to reduce heat accumulation and to control scattering daily temperature.

In conclusion, the large wide spread with 20.00 m. , high canopy trees with 8.00m. ,grouped into the wider canopy ceiling, the distance between building and tree is not exceed 5.00 meters in steady state and not exceed 7.50 meters in windy period . These are the most recommended pattern for Bangkok area. However, it is necessary to further consider about other conditions such as environmentally external factors and specified constraints in that area.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาเกี่ยวกับการปรับสภาพแวดล้อมด้วยพืชพรรณธรรมชาติ รวมทั้งได้รับการตรวจสอบจาก ร.ศ. ธีรมน ไวโรจนกิจ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยได้รับความนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ดร.สมชาย ศรีสมพงษ์ และ อ.ชัยยุทธ์ ศรีเผด็จ สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน ที่ช่วยเหลือแก้ไขและให้คำแนะนำในบางจุดที่ผู้วิจัยติดปัญหาบางอย่าง ซึ่งมีส่วนช่วยให้ผู้วิจัยเข้าในในปัญหานั้นรวมถึงรูปแบบในการทำวิจัยที่เหมาะสม

ขอขอบคุณ สิริลักษณ์ แสงสงวนและไพบูลย์ วังรุ่งเรืองกิจ สำหรับการเป็นผู้ช่วยวิจัยที่ดีและเป็นเพื่อนที่ดี พร้อมทั้งช่วยเหลือและให้คำแนะนำต่างๆ จนสำเร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้นและยังให้กำลังใจต่อผู้วิจัยอย่างใกล้ชิดตลอดมา

สุดท้ายขอขอบคุณสำนักนโยบายพลังงานแห่งชาติที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ประวีวรรณ อมรพงศ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญภาพ XI

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาของปัญหาและความสำคัญในการทำวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5

1.3 ระเบียบวิธีวิจัย 5

1.4 กรอบแนวความคิดในการวิจัย 8

1.5 ขอบเขตและข้อจำกัดในการวิจัย 9

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 9

1.7 ระยะเวลาแผนการดำเนินการ 10

1.8 องค์ประกอบขั้นตอนการทำวิจัย 11

บทที่ 2 คุณสมบัติของพืชพรรณในการควบคุมสภาพภูมิอากาศเฉพาะที่ 12

2.1 การควบคุมรังสีดวงอาทิตย์ 12

2.1.1 การดูดซับ 13

2.1.2 การสะท้อน 14

2.1.3 การส่งผ่านความร้อน 15

2.1.4 การเปล่งรังสีกลับ 16

2.2 การควบคุมปริมาณไอน้ำในอากาศและความชื้น 17

2.3 การควบคุมรูปแบบปริมาณและความเร็วลม 17

2.4 การควบคุมอุณหภูมิ 21

บทที่ 3 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 26

1. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างไม้ยืนต้นกับการกระจายอุณหภูมิอากาศ 27

2. ไม้ยืนต้นในการปรับสภาพแวดล้อมเพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร 32

3. การประเมินผลการทำความเย็นโดยวิธี Passive Cooling ของต้นมะม่วง 34

4. การวิเคราะห์ประโยชน์ที่ได้รับจากพืชพรรณในการปรับสภาพภูมิอากาศในเมือง 37

5. การปรับสภาพภูมิอากาศด้วยการใช้พืชพรรณเพื่อควบคุมรังสีดวงอาทิตย์ในสภาพแวดล้อมรอบอาคารและผลกระทบต่อปริมาณความร้อน 38

6. การศึกษาการปรับสภาพแวดล้อมด้วยไม้เลื้อยในรูปแบบต่างๆ 41

7. กลยุทธ์ในการจัดภูมิสถาปัตยกรรมและการประหยัดพลังงานในการปรับอากาศ 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

8. การประยุกต์ออกแบบพืชพรรณชนิดต่างๆรอบอาคาร 50

บทที่4 ลักษณะทางกายภาพและวงจรชีวิตตามธรรมชาติ 55
4.1 ประเภทของพืชพรรณ 55
4.2 คุณสมบัติของพืชพรรณประเภทต่างๆในการใช้งานและปรับสภาพภูมิอากาศ 56
4.3 ข้อพิจารณาในการนำไม้ยืนต้นไปใช้งาน 61
4.4 ข้อพิจารณาของต้นไม้ในการควบคุมสภาพภูมิอากาศเฉพาะที่ 66

บทที่ 5รังสีดวงอาทิตย์และการถ่ายเทความร้อน 69
5.1 การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ 69
5.2 รังสีดวงอาทิตย์และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิประจำวัน 72
5.3 รังสีดวงอาทิตย์ในจังหวัดกรุงเทพฯ 73
5.4 การพิจารณาช่วงเวลาที่ควรป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ในทิศต่างๆ 77
5.5 กระบวนการถ่ายเทความร้อน 91
5.6 สมดุลยพลังงาน 92

บทที่ 6 องค์ประกอบภูมิสถาปัตยกรรมและแนวทางการออกแบบ 93
6.1 องค์ประกอบภูมิสถาปัตยกรรม 93
6.1.1 วัสดุ Hardscape 93
6.1.2 วัสดุ Softscape 94
6.2 การออกแบบพืชพรรณเพื่อการควบคุมรังสีดวงอาทิตย์ 96
6.2.1 ช่วงเวลาในการบังเงา 99
6.2.2 ตำแหน่งที่ต้องการบังเงา 102
6.3 การออกแบบพืชพรรณเพื่อควบคุมกระแสลม 111
6.4 ความสัมพันธ์ของพืชพรรณกับพื้นดิน 114
6.5 ความสัมพันธ์ของพืชพรรณกับสระน้ำ 119

บทที่ 7 การศึกษาสภาพภูมิอากาศและความสบายทางอุณหภูมิ 124
7.1 การเปลี่ยนแปลงความร้อนในร่างกายมนุษย์ 124
7.2 เกณฑ์สภาวะน่าสบาย 126
7.3 สภาพภูมิอากาศกรุงเทพฯ 132
7.4 การวิเคราะห์ตัวแปรสภาพภูมิอากาศของกรุงเทพฯ 135
7.4.1 มาตรฐาน ECI เพื่อใช้ตรวจสอบสภาวะอุณหภูมิอากาศ 139
7.4.2 รังสีดวงอาทิตย์ 145
7.4.3 ปริมาณทิศทางและความเร็วลม 150
7.5 สรุปมาตรฐานวัดความสบายทางอุณหภูมิของกรุงเทพฯ 153

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 8 สมมติฐานการวิจัยและการดำเนินการวิจัย 157
8.1 สมมติฐานในการวิจัย 157
วิธีการดำเนินการวิจัย 160
การทดลองที่ 1.1 168
การทดลองที่ 1.2 190
การทดลองที่ 2.1 202
การทดลองที่ 2.2 213
การทดลองที่ 2.3 226
การทดลองที่ 3 238
8.3 สรุปผลการทดลอง 259

บทที่ 9 ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ 262
9.1 การจำแนกประสิทธิภาพของไม้ยืนต้นตามลักษณะตัวแปรภูมิอากาศ 262
9.2 ข้อสรุปในการคัดเลือกรูปแบบเสนอแนะ 266
9.2.1 รูปแบบเสนอแนะที่ 1 268
9.2.2 รูปแบบเสนอแนะที่ 2 271
9.3 ผลสรุปการตรวจสอบข้อเสนอแนะการจัดกลุ่มไม้ยืนต้น 274
9.3.1 บทวิเคราะห์การตรวจสอบแบบเสนอแนะที่ 1 274
9.3.2 บทวิเคราะห์การตรวจสอบแบบเสนอแนะที่ 2 279
9.4 ข้อสรุปที่ได้จากการทดลองและแนวทางการพิจารณาการใช้ไม้ยืนต้น 292
9.5 สรุปข้อเสนอแนะ 301

บรรณานุกรม 304
ภาคผนวก 306
ประวัติผู้เขียน 311

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แสดงระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย 10
2.1 ความเร็วลม ณ.ระดับความสูงต่างๆ 20
2.2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของป่าชนิดต่างๆ 25
3.1 อุณหภูมิต่ำสุด สูงสุด ของต้นไม้กลุ่มและต้นไม้เดี่ยว 27
3.2 ตารางเปรียบเทียบค่าความต่างความร้อนที่เข้าสู่อาคารของต้นพิกุลและจามจุรี 32
3.3 สัดส่วนการส่งผ่านรังสีดวงอาทิตย์ที่ผนังทิศใต้ 38
3.4 อุณหภูมิที่ความสูงต่างๆภายใต้ระแนงไม้เลื้อย 41
3.5 การเปรียบเทียบการลดอุณหภูมิพื้นผิวจากการจัดภูมิสถาปัตยกรรม 49
3.6 การเปรียบเทียบการลดการใช่พลังงานไฟฟ้าจากการจัดภูมิสถาปัตยกรรม 49
4.1 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของไม้พุ่ม 56
4.2 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของไม้ยืนต้น 57
4.3 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของไม้เลื้อย 58
4.4 การเปรียบเทียบคุณสมบัติไม้คลุมดิน 59
4.5 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของหญ้า 59
4.6 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของพืชพรรณชนิดต่างๆ 60
4.7 ข้อพิจารณาคุณสมบัติของพืชพรรณเพื่อการใช้งานและปรับสภาพ Micro Climate 61
4.8 การเปรียบเทียบขนาดของพืชพรรณประเภทต่างๆ 64
4.9 ลักษณะที่เหมาะสมของไม้ยืนต้นในการใช้งาน 65
5.1 แสดงการทำมุมโคจรของดวงอาทิตย์ของจังหวัดกรุงเทพฯ ละติจูดที่14องศาเหนือ 77
5.2 แสดงค่าเฉลี่ยรังสีดวงอาทิตย์แบบตรงและกระจายในทิศต่างๆ 81
6.1 การเปรียบเทียบค่าการสะท้อน การนำ การเปล่งรังสีของวัสดุในงานภูมิสถาปัตยกรรม 95
6.2 แสดงมุม อะซิมุทและอัลติจูดของแต่ละช่วงเวลาตามระบบสุริยะของกรุงเทพฯ 101
6.3 ตัวอย่างการแสดงความสัมพันธ์ความต้องการใช้งานของอาคารพักอาศัยในกรุงเทพฯ 104
7.1 แสดงอุณหภูมิอากาศกรุงเทพฯปี 2533-2542 132
7.2 แสดงอุณหภูมิอากาศกรุงเทพฯปี 2542 133
7.3 แสดงอุณหภูมิอากาศกรุงเทพฯสถานีเกษตรปี 2532-2542 134
7.4 แสดงอุณหภูมิกระเปาะแห้งรายชั่วโมง 139
7.5 แสดงอุณหภูมิกระเปาะเปียกรายชั่วโมง 140
7.6 แสดงอุณหภูมิ ECIรายชั่วโมง 141
7.7 แสดงจำนวนช่วงเวลาที่ไม่อยู่ในสภาวะน่าสบายทาง ECI 141
7.8 แสดงค่าเฉลี่ยการแผ่รังสีดวงอาทิตย์รวม (Globe Radiation) 146
7.9 แสดงค่าเฉลี่ยการแผ่รังสีดวงอาทิตย์แบบกระจาย (Diffuse Radiation) 147
7.10 แสดงค่าเฉลี่ยการแผ่รังสีดวงอาทิตย์แบบตรง (Beam Radiation) 148
7.11 แสดงทิศทางและความเร็วลมจังหวัดกรุงเทพฯปี 1999 149
7.12 แสดงความสัมพันธ์ความเร็วลมเฉลี่ยรายชั่วโมงปี 1999 150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

8.1 ตารางแสดงมุม Azimuth และ Altitude ในวันที่ทำการทดลอง 160
8.2 ผลการทดลองตัวแปรสภาพภูมิอากาศของต้นไม้ทรงพุ่มกลม 173
8.3 ตารางแสดงค่า สูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนภูมิอากาศระหว่างวันของ ต้นไม้ทรงพุ่มกลม 173
8.4 ผลการทดลองตัวแปรสภาพภูมิอากาศของต้นไม้ทรงพุ่มแผ่กว้าง 174
8.5 ตารางแสดงค่า สูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนภูมิอากาศระหว่างวันของ ต้นไม้ทรงพุ่มแผ่กว้าง 174
8.6 ผลการทดลองตัวแปรสภาพภูมิอากาศของต้นไม้ทรงพุ่มรูปไข่ 175
8.7 แสดงค่า สูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนภูมิอากาศระหว่างวันของต้นไม้ ทรงพุ่มรูปไข่ 175
8.8 แสดงผลการทดลองตัวแปรสภาพภูมิอากาศของต้นไม้ทรงพุ่มปาล์ม 176
8.9 แสดงค่า สูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนภูมิอากาศระหว่างวันของต้นไม้ ทรงพุ่มปาล์ม 176
8.10 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของต้นไม้ทุกทรงพุ่มในการทดลองที่ 1.1 181
8.11 แสดงค่าความต่างตัวแปรภูมิอากาศในการทดลองที่ 1.1 181
8.12 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิ CET ของทุกทรงพุ่ม 187
8.13 แสดงคุณสมบัติในการควบคุมสภาพภูมิอากาศเฉพาะที่ 189
8.14 แสดงผลการทดลองตัวแปรภูมิอากาศต้นไม้ขนาดเล็ก 192
8.15 แสดงค่า สูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนภูมิอากาศระหว่างวันต้นไม้ขนาดเล็ก 192
8.16 แสดงผลการทดลองตัวแปรภูมิอากาศต้นไม้ขนาดกลาง 193
8.17 แสดงค่า สูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนภูมิอากาศระหว่างวันต้นไม้ขนาดกลาง 193
8.18 แสดงผลการทดลองตัวแปรภูมิอากาศต้นไม้ขนาดใหญ่ 194
8.19 แสดงค่า สูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนภูมิอากาศระหว่างวันต้นไม้ขนาดใหญ่ 194
8.20 แสดงค่าเฉลี่ยตัวแปรภูมิอากาศการทดลองที่ 1.2 จากขนาดต้นไม้ 195
8.21 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิ CET ของต้นไม้ขนาดต่างๆ 196
8.22 แสดงการบันทึกค่าการทดลองที่ 2.1 (จำนวนต้นไม้) 204
8.23 แสดงค่า สูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนภูมิอากาศระหว่างวันของต้นไม้ จำนวน5 ต้น 205
8.24 แสดงค่า สูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนภูมิอากาศระหว่างวันของต้นไม้ จำนวน10 ต้น 205
8.25 แสดงค่า สูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนภูมิอากาศระหว่างวัน ของต้นไม้ จำนวน 18 ต้น 205
8.26 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของต้นไม้ทุกจำนวนในการทดลองที่ 2.1 208
8.27 แสดงค่าความต่างตัวแปรภูมิอากาศในการทดลองที่ 2.1 208
8.28 การเปรียบเทียบอุณหภูมิ CET ของทุกจำนวนต้นไม้ 211
8.29 การบันทึกค่าการทดลองที่ 2.2 (ระยะห่างต้นไม้) 216

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

8.30 แสดงค่า สูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนภูมิอากาศระหว่างวันของต้นไม้ระยะห่าง 2.00 ม. 217

8.31 แสดงค่า สูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนภูมิอากาศระหว่างวันของต้นไม้ระยะห่าง 4.00 ม. 217

8.32 แสดงค่า สูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนภูมิอากาศระหว่างวันของต้นไม้ระยะห่าง 6.00 ม. 217

8.33 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของต้นไม้ทุกระยะห่างในการทดลองที่ 2.2 220

8.34 แสดงค่าความต่างตัวแปรภูมิอากาศในการทดลองที่ 2.2 220

8.35 การเปรียบเทียบอุณหภูมิ CET ของต้นไม้ระยะห่างต่างๆ 224

8.36 แสดงการบันทึกค่าการทดลองที่ 2.3 (รูปแบบการจัดกลุ่ม) 229

8.37 แสดงค่า สูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนภูมิอากาศระหว่างวันของต้นไม้ที่มีการจัดกลุ่มแบบกลุ่มก้อน 232

8.38 แสดงค่า สูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนภูมิอากาศระหว่างวันของต้นไม้ที่มีการจัดกลุ่มแบบคอขวด 232

8.39 แสดงค่า สูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนภูมิอากาศระหว่างวันของต้นไม้ที่มีการจัดแบบ เว้นที่โล่งกลาง 232

8.40 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของต้นไม้ทุกรูปแบบการจัดกลุ่มในการทดลองที่ 2.3 232

8.41 แสดงค่าความต่างตัวแปรภูมิอากาศในการทดลองที่ 2.3 233

8.42 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิ CET ของต้นไม้ที่มีการจัดกลุ่มรูปแบบต่างๆ 237

8.43 แสดงการบันทึกค่าการทดลองที่ 3 ภายใต้สภาพแวดล้อมพื้นที่ดินโล่ง 242

8.44 แสดงค่า สูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนภูมิอากาศระหว่างวันของพื้นที่โล่ง 242

8.45 แสดงการบันทึกค่าการทดลองที่ 3 ภายใต้สภาพแวดล้อมพื้นคอนกรีต 243

8.46 ตารางแสดงค่า สูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนภูมิอากาศระหว่างวันภายใต้สภาพแวดล้อมพื้นคอนกรีต 243

8.47 แสดงการบันทึกค่าการทดลองที่ 3 ภายใต้สภาพแวดล้อมพื้น Turf Block 244

8.48 ตารางแสดงค่า สูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนภูมิอากาศระหว่างวันภายใต้สภาพแวดล้อมพื้น Turf Block 244

8.49 แสดงการบันทึกค่าการทดลองที่ 3 ภายใต้สภาพแวดล้อมพื้นหญ้า 245

8.50 ตารางแสดงค่า สูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนภูมิอากาศระหว่างวันภายใต้สภาพแวดล้อมพื้นหญ้า 245

8.51 แสดงการบันทึกค่าการทดลองที่ 3 ภายใต้สภาพแวดล้อมพื้นหญ้าและไม้พุ่ม 246

8.52 ตารางแสดงค่า สูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนภูมิอากาศระหว่างวันภายใต้สภาพแวดล้อมพื้นหญ้า ไม้พุ่ม 246

8.53 แสดงการบันทึกค่าการทดลองที่ 3 ภายใต้สภาพแวดล้อมพื้นหญ้า ไม้พุ่ม ไม้คลุมดิน 247

8.54 ตารางแสดงค่า สูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนภูมิอากาศระหว่างวันภายใต้สภาพแวดล้อมพื้นหญ้า ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน 247

8.55 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรภูมิอากาศภายใต้สภาพแวดล้อมต่างๆ 248

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

8.56 แสดงค่าความต่างตัวแปรภูมิอากาศในการทดลองที่ 3 248

9.1 (ก) แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติในการควบคุมอุณหภูมิอากาศของต้นไม้ลักษณะต่างๆ..... 262

9.1 (ข) แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติในการควบคุมความชื้นของต้นไม้ลักษณะต่างๆ..... 263

9.1 (ค) แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติในการควบคุมรังสีดวงอาทิตย์ของต้นไม้ลักษณะต่างๆ..... 263

9.1 (ง) แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติในการควบคุมการเปล่งรังสีกลับของต้นไม้ลักษณะต่างๆ..... 264

9.1 (จ) แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติในการควบคุมความเร็วลมของต้นไม้ลักษณะต่างๆ..... 265

9.1 (ฉ) แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติในการการะจายอุณหภูมิของต้นไม้ลักษณะต่างๆ..... 265

9.2 แสดงการบันทึกค่าการตรวจสอบตัวแปรภูมิอากาศแนวทางเสนอแนะที่ 1 270

9.3 แสดงการกระจายอุณหภูมิต้นลมและภายใต้บริเวณแบบเสนอแนะที่1 ณ.ระยะห่างต่างๆ..... 270

9.4 แสดงการบันทึกค่าการตรวจสอบตัวแปรภูมิอากาศแนวทางเสนอแนะที่ 2 273

9.3 แสดงการกระจายอุณหภูมิต้นลมและภายใต้บริเวณแบบเสนอแนะที่2 ณ.ระยะห่างต่างๆ..... 273

9.6 การตรวจสอบตัวแปรภูมิอากาศตำแหน่งท้ายลมที่ระยะห่างต่างๆของแบบเสนอแนะที่1..... 277

9.7 การตรวจสอบตัวแปรภูมิอากาศตำแหน่งท้ายลมที่ระยะห่างต่างๆของแบบเสนอแนะที่2..... 282

9.8 แสดงการตรวจสอบอุณหภูมิด้วย มาตรฐาน CETของแบบเสนอแนะที่1และ2..... 284

1 แสดงรังสีดวงอาทิตย์ที่ทำกับผนังในทิศเหนือ..... 307

2 แสดงรังสีดวงอาทิตย์ที่ทำกับผนังในทิศใต้..... 307

3 แสดงรังสีดวงอาทิตย์ที่ทำกับผนังในทิศตะวันตก..... 308

4 แสดงรังสีดวงอาทิตย์ที่ทำกับผนังในทิศตะวันออก..... 308

5 แสดงรังสีดวงอาทิตย์ที่ทำกับผนังในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ..... 309

6 แสดงรังสีดวงอาทิตย์ที่ทำกับผนังในทิศตะวันตกเฉียงใต้..... 309

7 แสดงรังสีดวงอาทิตย์ที่ทำกับผนังในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ..... 310

8 แสดงรังสีดวงอาทิตย์ที่ทำกับผนังในทิศตะวันออกเฉียงใต้..... 310

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1.1 แผนภูมิความแตกต่างของอุณหภูมิภายนอกและภายใต้ต้นไม้ Juniper ในเดือน สิงหาคม....3
1.2 แผนภูมิเปรียบเทียบอุณหภูมิพื้นผิวตามสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน....4
1.3 แผนภูมิผังแสดงกรอบแนวความคิดในการวิจัย....8
1.4 แผนภูมิผังแสดงองค์ประกอบและขั้นตอนในการทำวิจัย....11
2.1 สัดส่วนการรับรังสีดวงอาทิตย์ของป่าไม้โดยเฉลี่ย....12
2.1 สัดส่วนการรับรังสีดวงอาทิตย์ของป่าไม้โดยเฉลี่ย....12
2.2 การดูดซับรังสีดวงอาทิตย์....13
2.3 การกระจายพลังงานที่ดูดซับจากรังสีดวงอาทิตย์ของใบไม้....13
2.4 การสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ของต้นไม้และพื้นผิวโลก....14
2.1 แผนภูมิแสดงค่าการสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ในสภาพแวดล้อมต่างๆ....15
2.5 การเปล่งรังสีกลับหรือการคายความร้อนของสภาพแวดล้อม....16
2.6 การระเหยไอน้ำของพืชพรรณในลักษณะต่างๆ....17
2.7 ตำแหน่งของพืชพรรณที่มีผลต่อการพัดพาของลม....19
2.8 ลักษณะการพัดพาของลมผ่านกลุ่มใบต้นไม้....20
2.9 รูปแบบของตัวต้านลมที่มีผลต่อกระแสลม....21
2.10 การควบคุมอุณหภูมิในลักษณะต่างๆของต้นไม้....21
2.11 ผลของการควบคุมทิศทางลมของพืชพรรณ....23
2.12 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับลม และอุณหภูมิกับความชื้น....24
2.13 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ ความชื้นกับระดับความสูง....24
3.1 การกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศรอบไม้ยืนต้นเดี่ยวในช่วงเวลาต่างๆ....28
3.2 การกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศรอบกลุ่มไม้ยืนต้นในช่วงเวลาต่างๆ....30
3.3 รายละเอียดและขอบเขตการทดลองไม้ยืนต้นบังเงาผนังอาคารทิศตะวันตก....38
3.1 แผนภูมิปริมาณการส่องสว่างภายใต้ร่มเงาและภายนอกของต้นไม้แต่ละชนิด....33
3.2 แผนภูมิการเปรียบเทียบอุณหภูมิ Sol Air ที่ผิวผนังทิศใต้....33
3.3 แผนภูมิการเปรียบเทียบ อุณหภูมิและความชื้นที่ระดับความสูงต่างๆของต้นมะม่วง....34
3.4 แผนภูมิการเปรียบเทียบ อุณหภูมิและความชื้นที่ระยะห่างจากลำต้นต่างๆของต้นมะม่วง....35
3.5 แผนภูมิการเปรียบเทียบ อุณหภูมิและความชื้นๆของต้นมะม่วงขนาดต่างๆ....35
3.6 แผนภูมิการเปรียบเทียบ อุณหภูมิและความชื้นของต้นไม้ชนิดต่างๆ....36
3.7 แผนภูมิการกระจายการส่งผ่านรังสีดวงอาทิตย์ในแนวตั้งของต้นไม้....39
3.8 แผนภูมิการกระจายการส่งผ่านรังสีดวงอาทิตย์ในแนวระนาบของต้นไม้....40
3.9 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศระหว่างช่องว่างใต้ต้นไม้และผนังทิศตะวันตก....40
3.10 แผนภูมิการเปลี่ยนแปลงการไหลของความร้อนที่พื้นผิวผนังที่บังด้วยไม้ยืนต้น....41
3.4 รายละเอียดและขอบเขตการทดลอง ไม้เลื้อยในลักษณะ Overhang....41
3.11 แผนภูมิการเปรียบเทียบการกระจายการแผ่รังสีในแนวราบที่ตกกระทบบริเวณพื้นผิว ระหว่างภายนอกและภายในระแนงไม้เลื้อย....41
3.12 แผนภูมิการกระจายอุณหภูมิในแนวตั้งของระแนงไม้เลื้อยเปรียบเทียบกับพื้นที่โล่ง....42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

3.13 แผนภูมิการเปลี่ยนแปลง Globe Temperature ที่ระดับความสูง 1.00 ม. ภายนอก และภายใต้ระแนงไม้เลื้อย 42

3.5 รายละเอียดและขอบเขตการทดลองไม้เลื้อยบังเงาเฉลียงทิศตะวันตกเฉียงใต้ 42

3.14 แผนภูมิปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบเฉลียงที่มีและไม่มีไม้เลื้อยปกคลุม และการกระจายอุณหภูมิผิวของใบไม้ของกันสาดแนวระนาบและแนวเอียง 43

3.15 แผนภูมิแสดงปริมาณลมบริเวณหน้าต่างเมื่อเปรียบเทียบระหว่างมีกันสาดและไม่มีกันสาดไม้เลื้อย 43

3.16 แผนภูมิการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจากการส่งผ่านความร้อนผ่านผนังคอนกรีตระหว่างผนังที่มีและไม่มีไม้เลื้อยปกคลุม 44

3.6 รายละเอียดและขอบเขตการทดลองไม้เลื้อยบนผนังทิศใต้ของอาคาร 44

3.17 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของการไหลความร้อนที่เข้าสู่อาคารและอุณหภูมิพื้นผิวของผนังที่ไม่มีและปกคลุมด้วยไม้เลื้อยในปี 1979 และปี 1980 45

3.18 แผนภูมิสัดส่วนการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารที่เกิดจาก รังสีคลื่นยาว การพา และการดูดซับ 45

3.19 แผนภูมิการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศและการใช้พลังงานไฟฟ้าภายใต้สภาพที่โล่งและสภาพแวดล้อมที่จัดภูมิสถาปัตยกรรม 47

3.20 แผนภูมิการลดอุณหภูมิพื้นผิวจากการจัดภูมิสถาปัตยกรรมรอบอาคาร 47

3.21 แผนภูมิการลดพลังงานไฟฟ้าจากการจัดภูมิสถาปัตยกรรมรอบอาคาร 48

3.22 แผนภูมิการเปรียบเทียบการใช้พลังงานที่ลดลงจากต้นไม้เดี่ยวและต้นไม้ 3 ต้น 50

3.7 การปลูกไม้พุ่มเพื่อบังเงาหน้าต่างทางด้านทิศตะวันตกและตะวันออก 51

3.8 การผสมผสานไม้ยืนต้นและไม้พุ่มเพื่อควบคุมลมรอบอาคาร 51

3.9 การปลูกสวนหลังคาเพื่อควบคุมอากาศที่เขตร้อนและเขตหนาว 53

3.23 แผนภูมิการเปรียบเทียบอุณหภูมิหลังคาที่มีและไม่มีการปลูกพืชพรรณ 53

3.24 แผนภูมิการลดอุณหภูมิพื้นผิวหญ้าที่มีการให้น้ำในระดับต่างกัน 54

4.1 ลักษณะพืชพรรณประเภทต่างๆ 55

4.2 ลักษณะในการควบคุมสภาพภูมิอากาศของไม้พุ่ม 56

4.3 ลักษณะในการควบคุมสภาพภูมิอากาศของไม้ยืนต้น 57

4.4 ลักษณะในการควบคุมสภาพภูมิอากาศของไม้เลื้อย 58

4.5 ลักษณะในการควบคุมสภาพภูมิอากาศของไม้คลุมดิน หญ้า 59

4.6 รูปทรงพุ่มไม้ยืนต้นชนิดต่างๆ 62

4.7 ภาพแสดงวิธีการหาความหนาแน่นของกลุ่มใบด้วยวิธี Visual Density 67

5.1 ภาพแสดงการเปรียบเทียบองค์ประกอบรังสีคลื่นสั้นและคลื่นยาว 69

5.2 การรับรังสีดวงอาทิตย์แบบกระจาย 70

5.3 การรับรังสีดวงอาทิตย์แบบดูดซับ 70

5.4 การรับรังสีดวงอาทิตย์แบบสะท้อน 71

5.5 การแลกเปลี่ยนความร้อนกับสภาพแวดล้อม 71

5.6 ความลาดเอียงของพื้นดินที่มีผลต่อความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ 72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

5.7 การแผ่รังสีดวงอาทิตย์กับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิประจำวัน....72
5.8 วิธีการหาปริมาณรังสีดวงอาทิตย์กับผังการโคจรดวงอาทิตย์ของ กรุงเทพฯ....73
5.9 แสดงช่วงเวลาระหว่างวันที่ต้องการบังแดดให้อาคาร....77
5.10 แสดงความสัมพันธ์ของมุม อัลติจูด อะซิมุท มุมตัด....78
5.11 แสดงผังเงา(Shadow Mapping) ของต้นไม้ในช่วงเดือนต่างๆ....79
5.12 แสดงช่วงเวลาในรอบปีที่ต้องการบังแดดให้อาคาร....80
5.13 แสดงปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ในแนวตั้งสูงสุดในช่วงเวลาต่างๆในทิศทางต่างๆ....80
5.14(ก) แสดงความสัมพันธ์ของรังสีดวงอาทิตย์กับพืชพรรณในทิศเหนือ....82
(ข) แสดงความสัมพันธ์ของรังสีดวงอาทิตย์กับพืชพรรณในทิศใต้....83
(ค) แสดงความสัมพันธ์ของรังสีดวงอาทิตย์กับพืชพรรณในทิศตะวันออก....84
(ง) แสดงความสัมพันธ์ของรังสีดวงอาทิตย์กับพืชพรรณในทิศตะวันตก....85
(จ) แสดงความสัมพันธ์ของรังสีดวงอาทิตย์กับพืชพรรณในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ....86
(ฉ) แสดงความสัมพันธ์ของรังสีดวงอาทิตย์กับพืชพรรณในทิศตะวันตกเฉียงใต้....87
(ช) แสดงความสัมพันธ์ของรังสีดวงอาทิตย์กับพืชพรรณในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ....88
(ซ) แสดงความสัมพันธ์ของรังสีดวงอาทิตย์กับพืชพรรณในทิศตะวันออกเฉียงใต้....89
5.15 รูปทรงไม้ยืนต้นที่เหมาะสมกับทิศต่างๆ....90
5.16 สมดุลยพลังงานกับสภาพแวดล้อม....92
6.1 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุพื้นผิวดาดแข็ง และ พืชพรรณในการสมดุลยพลังงาน....94
6.1 แผนภูมิการเปรียบเทียบอุณหภูมิพื้นผิวของวัสดุปูพื้นชนิดต่างๆทั้ง Hardscape และ Softscape....95
6.2 แผนภูมิปริมาณรังสีดวงอาทิตย์บนผนังในทิศต่างๆของอาคารที่ละติจูด 40องศาเหนือ....97
6.2 การเปรียบเทียบองค์ประกอบของความร้อนรวม(Sol Air Impact)....98
6.3 ตัวอย่าง การหาพื้นที่เงาโดยวิธี ผังเงา (Shadow Mapping)....100
6.4 แสดงความสัมพันธ์ของการทำมุมการโคจรดวงอาทิตย์กรุงเทพฯ....100
6.5 ความแตกต่างของชนิดพืชพรรณที่เกิดจากละติจูดและมุมอะซิมุทที่ต่างกัน....101
6.6 แสดงการสะท้อนพื้นผิวของวัสดุ....103
6.7 การวิเคราะห์ความร้อนผ่านโครงสร้างอาคาร....103
6.8 การวิเคราะห์การใช้พื้นที่ของโครงสร้างอาคาร....104
6.9 การวิเคราะห์ส่วนของโครงสร้างอาคารที่ต้องการบังเงา....105
6.10 การวิเคราะห์ บริเวณ(Zoning)รอบอาคารตัวอย่าง....105
6.11 การวางผังบริเวณเบื้องต้นรอบอาคารตัวอย่าง....105
6.12 Shadow Mappingรอบอาคารตัวอย่างเดือนธันวาคม....106
6.13 ระยะห่างระหว่างต้นไม้กับอาคารที่มีผลต่อการเกิดร่มเงา....107
6.14 ระยะห่างระหว่างต้นไม้กับอาคารที่มีผลต่อการบังเงาหน้าต่าง....107
6.15 การปลูกต้นไม้ยืนต้นในแนวเขตทิศตะวันออกและทิศตะวันตก....108
6.16 การเกิดบริเวณถ่ายเทความร้อน (Heat Sink) รอบอาคาร....108
6.17 การปลูกไม้พุ่มเพื่อบังเงาหน้าต่าง....109

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

6.18 การตัดแต่งไม้พุ่มบริเวณหน้าต่างในฤดูร้อนและฤดูหนาว....110
6.19 การปลูกไม้เลื้อยบนผนังในลักษณะต่างๆ....110
6.20 การจัดวางตำแหน่งพืชพรรณและสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการควบคุมทิศทางลม....111
6.21 ความสูงของต้นไม้ในระดับต่างๆที่สัมพันธ์กับการพัดของกระแสลม....112
6.22 ความสัมพันธ์ของความหนาแน่นพุ่มกับลม....112
6.23 (ก)ความสัมพันธ์ของรูปทรงพุ่มพืชพรรณกับลม....112
(ข)ความสัมพันธ์ของรูปทรงพุ่มพืชพรรณกับลม....113
6.24 แนวกันลมที่ประกอบไปด้วยต้นไม้ต่างชนิด....113
6.25 ความสัมพันธ์ของพื้นที่ใต้พุ่มกับกระแสลม....113
6.26 การประยุกต์สร้างแนวต้นไม้ให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมเพื่อนำความเย็นเข้าสู่อาคาร....113
6.27 การปลูกหญ้าปกคลุมผิวดินใกล้อาคารช่วยกันการสะท้อนความร้อนเข้าอาคาร....116
6.28 ความสัมพันธ์ของทิศทางความลาดเอียงของพื้นดินกับความเข้มดวงอาทิตย์....117
6.29 การเพิ่มและลดปริมาณเงาที่เกิดจากการรวมของต้นไม้กับเนินดิน....118
6.30 การลดการสะท้อนของพื้นผิวน้ำด้วยพืชพรรณในลักษณะต่างๆ....119
6.31 การลดการสะท้อนของพื้นผิวน้ำด้วยการเร่งความเร็วลม....120
6.32 การบังเงาให้สระน้ำขนาดเล็กด้วยการแผ่กิ่งก้านของต้นไม้....121
6.33 การขุดสระน้ำทางด้านทิศใต้เพื่อลดอุณหภูมิโดยรอบ....121
6.34 แสดงการเพิ่มอัตราการสะท้อนแสงจากสภาพแวดล้อมเพื่อให้พืชพรรณได้รับอย่างเพียงพอ....122
6.35 การเพิ่มความเร็วลมใกล้แหล่งความร้อนให้กับบริเวณพักผ่อน....122
7.1 การแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม....126
7.2 รูปแบบแผนภูมิมาตรฐานความสบายแบบ CET....128
7.3 รูปแบบแผนภูมิมาตรฐานความสบายแบบ ECI....129
7.4 รูปแบบแผนภูมิมาตรฐานความสบายแบบ Boiclimatic Chart....130
7.5 องค์ประกอบและการประเมินผลของแผนภูมิ Psychrometric Chart....131
7.1 แผนภูมิแสดงสภาพภูมิอากาศสถานีดอนเมืองและสถานีเกษตร(ก)....137
แผนภูมิแสดงสภาพภูมิอากาศสถานีดอนเมืองและสถานีเกษตร(ข)....138
7.5 การหาอุณหภูมิกระเปาะเปียกด้วยแผนภูมิ Psychrometric Chart....140
7.6 แสดงสภาพอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงกรุงเทพฯ ด้วยมาตรฐาน ECI ที่ความเร็วลม 0m/s....142
7.2 (ก) แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์รายชั่วโมง ปี2541ตรวจสอบ....
โดยแผนภูมิ Bioclimatic Chart....143
(ข) แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์รายชั่วโมง ปี2541ตรวจสอบ....
โดยแผนภูมิ Bioclimatic Chart....144
7.3 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยการแผ่รังสีดวงอาทิตย์รวม (Globe Radiation)....146
7.4 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยการแผ่รังสีดวงอาทิตย์แบบกระจาย (Diffuse Radiation)....147
7.5 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยการแผ่รังสีดวงอาทิตย์แบบตรง (Beam Radiation)....148
7.6 แผนภูมิแสดงทิศทางลมเฉลี่ยปี 1970 -1999....150
7.7 (ก) แผนภูมิแสดงทิศทาง ความถี่ ความเร็วลมเฉลี่ยปี 2542 (มกราคม-มิถุนายน)....151

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

(ข) แผนภูมิแสดงทิศทาง ความถี่ ความเร็วลมเฉลี่ยปี 2542 (กรกฎาคม – ธันวาคม) 152

7.7 ความชันของเส้น ET Line Slope (Effective Temperature) 153

7.8 สรุปมาตรฐานภาวะน่าสบายด้วยแผนภูมิ Psychrometric Chart.....155

7.9 แสดงการแก้ปัญหาสภาพภูมิอากาศกรุงเทพฯด้วยวิธีต่างๆ.....156

8.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....159

8.2 แสดงช่วงเวลาในการทดลองด้วยแผนภาพ Solar Chart.....160

8.3 รายละเอียด ตำแหน่งการเก็บข้อมูลการทดลองที่ 1.1.....161

8.4 รายละเอียด ตำแหน่งการเก็บข้อมูลการทดลองที่ 1.2.....162

8.5 รายละเอียด ตำแหน่งการเก็บข้อมูลการทดลองที่ 2.1.....163

8.6 รายละเอียด ตำแหน่งการเก็บข้อมูลการทดลองที่ 2.2.....164

8.7 รายละเอียด ตำแหน่งการเก็บข้อมูลการทดลองที่ 2.3.....165

8.8 รายละเอียด ตำแหน่งการเก็บข้อมูลการทดลองที่ 3.....167

8.9 รายละเอียดต้นไม้ที่ใช้ในการทดลองที่ 1.1ทรงพุ่มกลม.....168

8.10 Shadow Mapping ต้นไม้ที่ใช้ในการทดลองที่ 1.1ทรงพุ่มกลม.....168

8.11 รายละเอียดต้นไม้ที่ใช้ในการทดลองที่ 1.1ทรงพุ่มแผ่กว้าง.....169

8.12 Shadow Mapping ต้นไม้ที่ใช้ในการทดลองที่ 1.1ทรงพุ่มแผ่กว้าง.....169

8.13 รายละเอียดต้นไม้ที่ใช้ในการทดลองที่ 1.1ทรงพุ่มไข่.....170

8.14 Shadow Mapping ต้นไม้ที่ใช้ในการทดลองที่ 1ทรงพุ่มไข่.....170

8.15 รายละเอียดต้นไม้ที่ใช้ในการทดลองที่1.1 ทรงพุ่มปาล์ม.....171

8.16 Shadow Mapping ต้นไม้ที่ใช้ในการทดลองที่ ทรงพุ่มปาล์ม.....171

8.17แสดงผังบริเวณและรายละเอียดตำแหน่งในการทดลองที่ 1.1.....172

8.1 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศภายใต้ต้นไม้ทรงพุ่มต่างๆที่ระดับความสูง+1.50ม.....176

8.2 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศภายใต้ต้นไม้ทรงพุ่มต่างๆที่ระดับความสูง+0.10ม.....176

8.3 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ภายใต้ต้นไม้ทรงพุ่มต่างๆที่ระดับความสูง1.50ม.....179

8.4 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ภายใต้ต้นไม้ทรงพุ่มต่างๆที่ระดับความสูง+0.10ม.....179

8.5 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายใต้ต้นไม้ทรงพุ่มต่างๆ.....180

8.6 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าความเร็วลมภายใต้ต้นไม้ทรงพุ่มต่างๆ.....180

8.7 แผนภูมิแสดงค่าการตรวจสอบตัวแปรภูมิอากาศการทดลองที่ 1.1โดยแผนภูมิ Psychrometric Chart.....181

8.17 แสดงลักษณะการถ่ายเทความร้อนของต้นไม้ทรงพุ่มต่างๆ.....185

8.18 แสดงแบบการทดลอง1.2 ต้นไม้ขนาดเล็ก.....190

8.19 แสดงแบบการทดลอง1.2 ต้นไม้ขนาดกลาง.....190

8.20 แสดงแบบการทดลอง1.2 ต้นไม้ขนาดใหญ่.....191

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

8.21 แสดงผังบริเวณและและรายละเอียดตำแหน่งในการทดลองที่ 1.2 191

8.8 แผนภูมิแสดงค่าการตรวจสอบตัวแปรภูมิอากาศการทดลองที่ 1.2โดยแผนภูมิ Psychrometric Chart 196

8.9 แผนภูมิแสดงการกระจายอุณหภูมิภายใต้ต้นไม้ขนาดเล็ก 197

8.10 แผนภูมิแสดงการกระจายอุณหภูมิภายใต้ต้นไม้ขนาดกลาง 197

8.11 แผนภูมิแสดงการกระจายอุณหภูมิภายใต้ต้นไม้ขนาดใหญ่ 197

8.12 แผนภูมิแสดงการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ภายนอกและภายใต้ต้นไม้ขนาดต่าง ๆ 198

8.13 แผนภูมิแสดงอุณหภูมิภายภายนอกและภายใต้ต้นไม้บริเวณโคนต้นขนาดต่าง ๆ 198

8.22 แสดงการเปลี่ยนแปลงและกระจายอุณหภูมิภายใต้ต้นไม้ขนาดต่าง ๆ 201

8.23 รายละเอียดการทดลองที่ 2.1 ต้นไม้จำนวน 5 ต้น 202

8.24 รายละเอียดการทดลองที่ 2.1 ต้นไม้จำนวน 10 ต้น 202

8.25 รายละเอียดการทดลองที่ 2.1 ต้นไม้จำนวน 18 ต้น 203

8.26 ผังบริเวณแสดงตำแหน่งการทดลองที่ 2.1 203

8.14 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศภายใต้ต้นไม้จำนวนต่าง ๆ 206

8.15 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ภายใต้ต้นไม้จำนวนต่าง ๆ 206

8.16 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าความเร็วลมภายใต้ต้นไม้จำนวนต่าง ๆ 207

8.17 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายใต้ต้นไม้จำนวนต่าง ๆ 207

8.18 แผนภูมิแสดงค่าการตรวจสอบตัวแปรภูมิอากาศการทดลองที่ 2.1โดยแผนภูมิ Psychrometric Chart 208

8.27 การระเหยความร้อนและความชื้นภายใต้จำนวนต้นไม้ที่ต่างกัน 210

8.28 รายละเอียดการทดลองที่ 2.2 ระยะห่างต้นไม้ 2.00 ม 213

8.29 รายละเอียดการทดลองที่ 2.2 ระยะห่างต้นไม้ 4.00 ม 214

8.30 รายละเอียดการทดลองที่ 2.2 ระยะห่างต้นไม้ 6.00 ม 214

8.31 ผังบริเวณและรายละเอียดตำแหน่งการทดลองที่ 2.2 215

8.19 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศภายใต้ต้นไม้ระยะห่างต่าง ๆ 218

8.20 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ภายใต้ต้นไม้ระยะห่างต่าง ๆ 218

8.21 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าความเร็วลมภายใต้ต้นไม้ระยะห่างต่าง ๆ 219

8.22 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายใต้ต้นไม้ระยะห่างต่าง ๆ 219

8.23 แผนภูมิแสดงค่าการตรวจสอบตัวแปรภูมิอากาศการทดลองที่ 2.2โดยแผนภูมิ Psychrometric Chart 220

8.32 เปรียบเทียบการพาความร้อนผ่านกลุ่มต้นไม้แบบกลุ่มและแบบเว้นทางลม 221

8.33 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่เกิดจากการพาความร้อนจากแหล่งความร้อน 222

8.34 รายละเอียดการทดลองที่ 2.3 รูปแบบเว้นโล่ง 226

8.35 รายละเอียดการทดลองที่ 2.3 รูปแบบคอขวด 227

8.36 รายละเอียดการทดลองที่ 2.3 รูปแบบการจัดกลุ่มก้อนหนาแน่น 227

8.37 แสดงผังบริเวณและรายละเอียดตำแหน่งการทดลองที่ 2.3 228

8.24 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศภายใต้ต้นไม้ที่มีการจัดกลุ่มรูปแบบต่าง ๆ 230

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

8.25 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ภายใต้ต้นไม้ที่มีการจัดกลุ่มรูปแบบต่าง ๆ. 231

8.26 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าความเร็วลมภายใต้ต้นไม้ที่มีการจัดกลุ่มรูปแบบต่าง ๆ 231

8.27 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายใต้ต้นไม้ที่มีการจัดกลุ่มรูปแบบต่าง ๆ 231

8.28 แผนภูมิแสดงค่าการตรวจสอบตัวแปรภูมิอากาศการทดลองที่ 2.3โดยแผนภูมิ Psychrometric Chart 232

8.38 ความสัมพันธ์ในการควบคุมตัวแปรภูมิอากาศในการจัดรูปแบบต้นไม้ชนิดต่าง ๆ 238

8.39 รายละเอียดการทดลองที่ 3 ภายใต้สภาพแวดล้อม คอนกรีต 239

8.40 รายละเอียดการทดลองที่ 3 ภายใต้สภาพแวดล้อม Turf Block 239

8.41 รายละเอียดการทดลองที่ 3 ภายใต้สภาพแวดล้อม พื้นหญ้า 240

8.42 รายละเอียดการทดลองที่ 3 ภายใต้สภาพแวดล้อม พื้นหญ้าและไม้พุ่ม 240

8.43 รายละเอียดการทดลองที่ 3 ภายใต้สภาพแวดล้อม ไม้คลุมดิน 240

8.44 แสดงผังบริเวณและรายละเอียดตำแหน่งการทดลองที่ 3 241

8.29 แผนภูมิแสดงผลการทดลองภายใต้สภาพแวดล้อมคอนกรีต 249

8.30 แผนภูมิแสดงผลการทดลองภายใต้สภาพแวดล้อม Turf Block 250

8.31 แผนภูมิแสดงผลการทดลองภายใต้สภาพแวดล้อมพื้นหญ้า 251

8.32 แผนภูมิแสดงผลการทดลองภายใต้สภาพแวดล้อมพื้นหญ้า ไม้พุ่ม 252

8.33 แผนภูมิแสดงผลการทดลองภายใต้สภาพแวดล้อมพื้นหญ้า ไม้พุ่ม ไม้คลุมดิน 253

8.34 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศภายใต้สภาพแวดล้อมต่าง ๆ 254

8.35 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าการอุณหภูมิการเปล่งรังสีภายใต้สภาพแวดล้อมต่าง ๆ 254

8.36 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายใต้สภาพแวดล้อมต่าง ๆ 255

8.37 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าการเปล่งรังสีภายใต้สภาพแวดล้อมต่าง ๆ 255

8.45 แสดงการเปรียบเทียบการเปล่งรังสีกลับของพื้นคอนกรีตและ Turf Block 257

8.46 แสดงการสะท้อนความร้อนของพื้นหญ้าเปรียบเทียบกับคอนกรีต 258

9.1 แสดงรูปแบบเสนอแนะที่ 1 267

9.2 แสดงรูปแบบเสนอแนะที่ 2 267

9.3 แสดงผังบริเวณที่ทำการตรวจสอบแบบเสนอแนะที่ 1 269

9.4 แสดงผังบริเวณที่ทำการตรวจสอบแบบเสนอแนะที่ 2 272

9.1 แผนภูมิแสดงอุณหภูมิอากาศบริเวณต้นลมกับแบบเสนอแนะที่ 1 274

9.2 แผนภูมิแสดงความเร็วลมบริเวณบริเวณต้นลมกับแบบเสนอแนะที่ 1 275

9.3 แผนภูมิแสดงค่าความต่างอุณหภูมิที่ระยะห่างต่าง ๆเปรียบเทียบกับบริเวณต้นลมของแบบเสนอแนะที่1 276

9.5 แผนภูมิแสดงการตรวจสอบด้วย Psychrometric Chartของแบบเสนอแนะที่ 1 276

9.6 ตำแหน่งในการตรวจสอบตัวแปรภูมิอากาศที่ระยะท้ายของแบบเสนอแนะที่ 1 277

9.5 แผนภูมิอุณหภูมิอากาศบริเวณต้นลมกับแบบเสนอแนะที่1 278

9.6 แผนภูมิแสดงอุณหภูมิอากาศบริเวณต้นลมกับแบบเสนอแนะที่ 2 279

9.7 แผนภูมิแสดงความเร็วลมบริเวณบริเวณต้นลมกับแบบเสนอแนะที่ 2 280

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

9.8 แผนภูมิแสดงค่าความต่างอุณหภูมิที่ระยะห่างต่างๆเปรียบเทียบกับบริเวณต้นลมของแบบเสนอแนะที่2 281

9.9 แผนภูมิแสดงการตรวจสอบด้วย Psychrometric Chartของแบบเสนอแนะที่ 2 281

9.10 แผนภูมิอุณหภูมิอากาศบริเวณต้นลมกับแบบเสนอแนะที่2 281

9.7 ตำแหน่งในการตรวจสอบตัวแปรภูมิอากาศที่ระยะท้ายของแบบเสนอแนะที่ 2 282

9.8 การเปลี่ยนแปลงความเร็วลมภายใต้รูปแบบเสนอแนะที่ 1 286

9.9 การเปลี่ยนแปลงความเร็วลมภายใต้รูปแบบเสนอแนะที่ 2 286

9.10 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิลมภายใต้รูปแบบเสนอแนะที่ 1 287

9.11 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิลมภายใต้รูปแบบเสนอแนะที่ 2 287

9.12 ความสัมพันธ์ของภูมิอากาศกับการปรับสภาพแวดล้อมด้วยไม้ยืนต้น 290

9.13 การเสนอแนะการจัดZoning รอบอาคารตัวอย่าง 291

9.14 การเสนอแนะการวางผังบริเวณรอบอาคารตัวอย่าง 289

9.15 ข้อสรุปที่ได้จากการทดลองทรงพุ่มต้นไม้ 291

9.16 ข้อสรุปที่ได้จากการทดลองขนาดต้นไม้ 292

9.17 ข้อสรุปที่ได้จากการทดลองจำนวนต้นไม้ 293

9.18 การปรับสภาพภูมิอากาศในระดับ Micro Climate 293

9.19 การปรับสภาพภูมิอากาศในระดับ Macro Climate 293

9.20 ข้อสรุปที่ได้จากการทดลองระยะห่างระหว่างต้นไม้ 294

9.21 ข้อสรุปที่ได้จากการทดลองการจัดกลุ่มรูปแบบไม้ 295

9.22 ข้อสรุปที่ได้จากการทดลองการจัดสภาพแวดล้อม 297

9.23 การผสมผสานลักษณะของสภาพแวดล้อมเพื่อควบคุม Micro Climate 298

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

1.1 ที่มาของปัญหา และความสำคัญที่ทำการทำวิจัย

แนวทางการแก้ปัญหาจากสภาพภูมิอากาศเพื่อให้เกิดภาวะน่าสบายภายในอาคารถูกคิดค้นขึ้นหลากหลายรูปแบบตั้งแต่วิธีการเลือกใช้วัสดุป้องกันความร้อนให้กรอบอาคาร , การเลือกใช้อุปกรณ์บังแดดตลอดจนการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศเพื่อให้สูญเสียพลังงานน้อยลง สิ่งต่างๆเหล่านี้เป็นเพียงกระบวนการหนึ่งของการแก้ปัญหาที่เกิดจากสภาพรวมภูมิอากาศ (Macro Climate) ในภายหลังหากได้มีการออกแบบเพื่อปรับสภาพแวดล้อมเฉพาะ(Micro Climate) ที่ที่เริ่มจากที่ตั้งนั้นๆ ตั้งแต่เบื้องต้นก็ย่อมจะส่งผลดีในการลดการใช้พลังงานในอาคารเพื่อปรับให้เกิดภาวะน่าสบาย ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

วิธีการออกแบบงานสถาปัตยกรรมเพื่อให้เกิดความสบายให้ได้ผลและทรงประสิทธิภาพทางเลือกหนึ่งก็คือ การออกแบบโดยคำนึงถึงสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติโดยรอบอาคาร ธรรมชาติสร้างทรัพยากรที่มีศักยภาพสูงในตัวเอง หากมนุษย์เรียนรู้เพื่อจะอยู่ร่วมเป็นส่วนหนึ่งของธรรมชาติและเรียนรู้ประโยชน์อันทรงคุณค่าของธรรมชาติ มนุษย์ก็จะสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างสะดวกสบาย การศึกษาคุณสมบัติขององค์ประกอบในธรรมชาติโดยรอบอาคาร อันได้แก่ วัสดุพืชพรรณธรรมชาติ จะช่วยในการควบคุมสภาวะโดยรอบอาคารให้มีความใกล้เคียงกับสภาวะน่าสบายซึ่งจะส่งผลดีในการลดพลังงานเพื่อการปรับอากาศในอาคารลงด้วย ซึ่งสถาปนิกควรจะศึกษาและเรียนรู้การออกแบบโดยใช้องค์ประกอบของตัวแปรธรรมชาติให้ได้ผลสูงสุด โดยที่นอกจากจะช่วยให้ประหยัดการใช้พลังงานในอาคารแล้วยังก่อให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ดีแก่ผู้ใช้สอยภายในอาคารอีกด้วย

สภาพแวดล้อมได้ถูกทำลายและมีโครงสร้างที่ถูกปรับเปลี่ยนจากธรรมชาติ โดยไม่ได้คำนึงลักษณะพื้นฐานของสภาพแวดล้อมและที่ตั้งอาคารรวมถึงสภาพภูมิอากาศเฉพาะที่ (Micro Climate) สภาพปัญหามักเกิดจากในปัจจุบันการจัดภูมิสถาปัตยกรรมมักให้ความสำคัญกับเรื่องความสวยงาม ที่ไม่ได้คำนึงถึงความเหมาะสมกับ สภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ,รูปแบบ สัดส่วนการผสมผสานระหว่างพื้นผิวดาดแข็ง (Hardscape) และวัสดุพืชพรรณ (Softscape) ที่ไม่เหมาะสม การเลือกพรรณไม้ที่ไม่เหมาะกับพื้นถิ่น และลักษณะการใช้สอย ซึ่งจะส่งผลรบกวนภาวะน่าสบายและเป็นปัญหาต่อการดูแลรักษา และปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ การจัดพื้นที่ส่วนใหญ่และการจัดภูมิสถาปัตยกรรมในเมือง มักเกิดจากความจำเป็นในการใช้พื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด พื้นที่ส่วนใหญ่ของเมืองจึงประกอบไปด้วยวัสดุก่อสร้างอาคารชนิดแข็ง (Hardscape) และองค์ประกอบภูมิทัศน์ที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น ซึ่งมักมีค่าการจุความร้อนสูงและไม่ได้คำนึงถึงความเหมาะสมและให้ความสำคัญในการนำพืชพรรณธรรมชาติเข้ามาใช้ ส่งผลให้สภาพภูมิอากาศในเมืองทั่วไปมีอุณหภูมิสูง ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว การมีพื้นที่สีเขียวขนาดเล็กกระจายอยู่หลายแห่งในเมืองจะให้ผลในการควบคุมสภาพภูมิอากาศได้ดีกว่าการที่มีสวนสาธารณะขนาดใหญ่เพียงไม่กี่แห่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุพืชพรรณธรรมชาติ ถือเป็นองค์ประกอบชนิดหนึ่งที่สามารถเอื้อประโยชน์ในการปรับสภาพแวดล้อม และเป็นปัจจัยในการกำหนดองค์ประกอบทางด้านภูมิอากาศที่มีผลต่อ Thermal comfort ผลที่ชัดเจนที่สุดของต้นไม้ที่มีผลต่อ Micro Climate คือ ร่มเงา ที่ให้คุณสมบัติที่เกิดจากพุ่มใบในการควบคุมรังสีดวงอาทิตย์ โดยคุณสมบัติของพืชพรรณธรรมชาติที่มีในการควบคุมสภาพภูมิอากาศเฉพาะถิ่นมีดังนี้[1]

คุณสมบัติในการควบคุมการแผ่รังสีดวงอาทิตย์

มีหน้าที่ในการกรองรังสีดวงอาทิตย์คลื่นสั้นซึ่งเปลี่ยนรูปเป็นรังสีคลื่นยาวในลักษณะของพลังงานความร้อนให้น้อยลง โดยอัตราการส่งผ่านความร้อนเหล่านี้ จะแปรตามคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น ลักษณะทรงพุ่ม ความหนาแน่นใบ ฯลฯ ซึ่งต้นไม้จะมีผลจากการรับรังสีดวงอาทิตย์ใน 4 ลักษณะคือ

- การดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ (Absorption)
- การสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ (Reflection)
- การส่งผ่านรังสีคลื่นยาว.ในรูปของความร้อน (Transmission)
- การเปล่งรังสี (Emission)ซึ่งจะส่งพลังงานความร้อนออกไปทุกทิศทาง

อัตราส่วนองค์ประกอบเหล่านี้เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างของความสามารถในการควบคุมอุณหภูมิอากาศ

คุณสมบัติในการควบคุมหยาดน้ำฟ้า (Precipitation)และความชื้น

โครงสร้างหน้าที่ของพืชพรรณ คือ ต้นไม้สามารถดูดน้ำจากรากแล้วส่งผ่านไปยังใบเพื่อสังเคราะห์แสงและเกิดการคายน้ำ (Transpiration)ผ่านทางรูใบซึ่งในการระเหยของน้ำต้องการความร้อนแฝงจากสภาพแวดล้อมภายนอก และเมื่อน้ำระเหยกลายเป็นไอน้ำในอากาศ (Evapotranspiration)ก็จะทำให้อุณหภูมิภายนอกลดลง ผลที่ได้คือทำให้อากาศรอบๆต้นไม้เย็นลงอุณหภูมิรอบๆต้นไม้จึงเย็นลงตามไปด้วย ไม่ว่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศจะมีค่าสูงขึ้นเพียงใดการ Transpiration ของต้นไม้ก็จะเกิดขึ้นได้เสมอ แต่ความชื้นในอากาศก็จะเพิ่มขึ้นด้วย

คุณสมบัติในการควบคุมอุณหภูมิ

เป็นการรักษาอุณหภูมิให้คงที่และเป็นตัวแปรหนึ่งที่ทำให้เกิดสมดุลย์พลังงาน ซึ่งความสมดุลของพลังงานซึ่งแสดงให้เห็นหลายทาง เราต้องการร่มเงาในยามอากาศร้อน และต้องการดวงอาทิตย์ในยามอากาศหนาว ต้นไม้ที่เขียวทั้งปีให้ร่มเงาได้ตลอดทั้งปี ต้นไม้ที่ผลัดใบจึงแปรเปลี่ยนไปตามฤดูกาลโดยให้ร่มเงาในเวลาฤดูร้อนและผลัดใบในฤดูหนาว คุณสมบัติในการควบคุมอุณหภูมิของต้นไม้ได้แก่

- ควบคุมค่าความต่างอุณหภูมิในช่วงวัน (Diurnal Variation) ระหว่างกลางวันและกลางคืนให้คงที่
- ควบคุมค่าความต่างอุณหภูมิระหว่างฤดูกาล (Seasonal Variation)
- ควบคุมอุณหภูมิที่เกิดจากการเจริญเติบโตของต้นไม้ในรอบปี(Annual Variation)

คุณสมบัติในการควบคุมปริมาณ ทิศทางและความเร็วลม

การปลูกต้นไม้เป็นกลุ่มเป็นแนวเป็นผลให้เกิดความแตกต่างของความกดอากาศบริเวณใกล้เคียงและรวมถึงความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างภายใต้พุ่มใบและภายนอกพุ่มใบ ซึ่งเป็นไปตามกฎของการ

---

[1] American Society of Landscspe Architects Foundation , "Landscape planning for energy conservation"

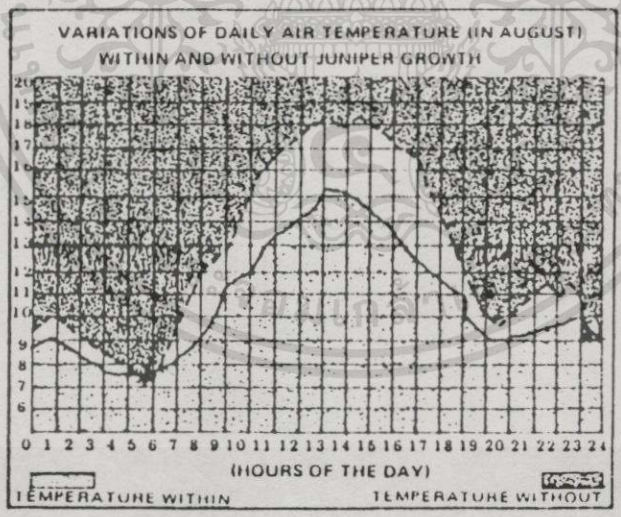
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลื่อนที่ของอากาศที่ทำให้เกิดลม คืออากาศจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงไปสู่บริเวณความกดอากาศต่ำ หรืออากาศจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำไปสู่อุณหภูมิสูงและพัดพาความร้อนให้ลอยขึ้น และผลจากคุณสมบัติดังกล่าวสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อเป็น แนวกันลม ในฤดูหนาว แนวดักและนำทิศทางลมในฤดูร้อน,แนวกรองและลดความเร็วลม ตลอดจนเบี่ยงเบนทิศทางลม แต่จะให้ผลที่ไม่ชัดเจนนัก ทั้งนี้การนำมาใช้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของชนิด และรูปทรงต้นไม้ด้วย

คุณสมบัติต่างๆของตัวแปรเหล่านี้มีความสัมพันธ์ต่อกันและจะส่งผลกระทบต่ออีกตัวแปรหนึ่งเสมอ หากมีการเลือกควบคุมตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง รวมถึงวัสดุพืชพรรณธรรมชาติประเภทอื่น องค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรมที่มนุษย์สร้างขึ้น ก็มีคุณสมบัติเฉพาะตัว ซึ่งจำเป็นจะต้องทำการศึกษาการเลือกองค์ประกอบและรูปแบบการปรับสภาพแวดล้อม เพื่อให้ได้สัดส่วนที่พอเหมาะและสอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศกับบริเวณนั้นๆด้วย

เช่นต้นไม้ ที่มีความหนาแน่นกลุ่มใบสูง จะมีคุณสมบัติในการกรองรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงได้ดี หากนำมาปลูกรวมกันเป็นกลุ่มในระยะที่ชิดกันเกินไปอาจทำให้เกิดความชื้นภายใต้พุ่มใบสูง รวมถึงการแผ่รังสีคลื่นยาวในรูปแบบของพลังงานความร้อนไม่สามารถสะท้อนกลับสู่ท้องฟ้าได้ทำให้เกิดการสะสมอุณหภูมิ ในบริเวณพุ่มใบ ประกอบกับความหนาแน่นใบทำให้ความเร็วและอัตราการระบายอากาศภายใต้พุ่มใบลดลงตามไปด้วยและจะส่งผลให้ความชื้นและอุณหภูมิสูงเกินภาวะน่าสบาย สิ่งเหล่านี้เป็นผลมาจากการออกแบบจัดกลุ่มที่ไม่เหมาะสม

ผลที่เกิดจากการควบคุมสภาพภูมิอากาศเฉพาะที่ด้วยต้นไม้ เมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณที่โล่งที่ ไม่มีต้นไม้จะทำให้เห็นความแตกต่างทางอุณหภูมิอย่างชัดเจน จากการทดลองวัดอุณหภูมิภายใต้ต้นไม้ในสหรัฐอเมริกา แสดงการเปรียบเทียบ ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิภายใน 1 วัน (ของเดือนสิงหาคม) ระหว่างบริเวณภายใต้ร่มเงาของต้น Juniper และบริเวณที่โล่งภายนอก



แผนภูมิที่ 1.1 แสดงความแตกต่างของอุณหภูมิภายนอกและภายใต้ต้น Juniperในเดือนสิงหาคม[2]

---

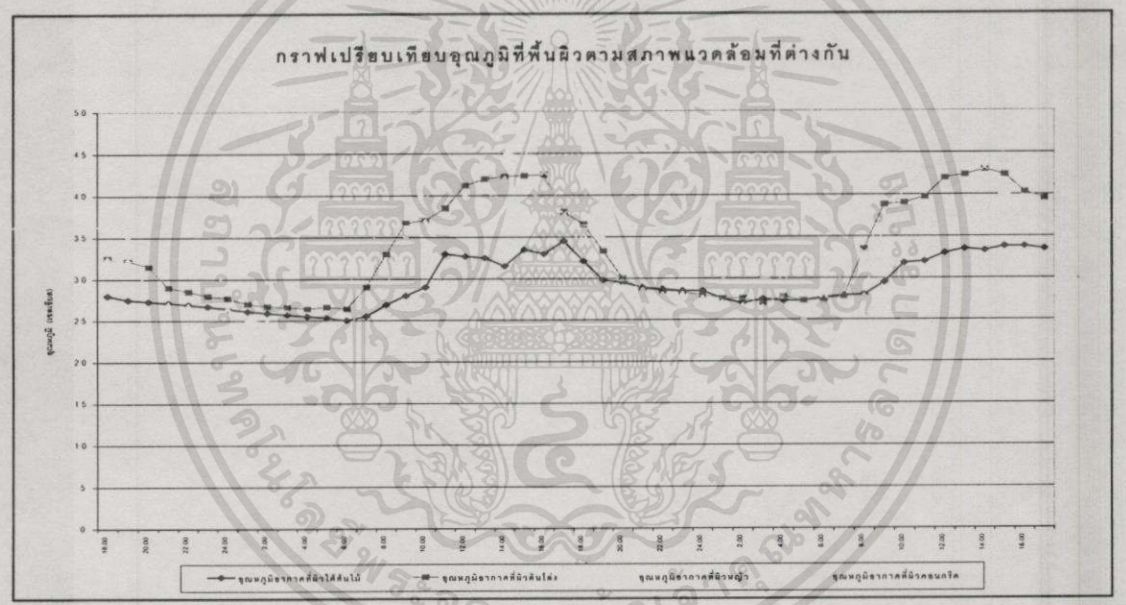
[2] (American society of landscape Architects Foundation, Landscape Planning for energy conservation, 1977)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆที่ผ่านมา ได้กล่าวถึงการปรับสภาพแวดล้อมจากองค์ประกอบทางธรรมชาติหลากหลายประเภท เช่น ต้นไม้ ดิน บ่อน้ำ ในแง่คุณสมบัติของวัสดุ อันได้แก่ ความสามารถในการควบคุม ดูดซับ หรือกรองรังสีดวงอาทิตย์ที่แผ่ความร้อนเข้ามาในอาคาร ขององค์ประกอบแต่ละชนิด แต่ยังขาดในเรื่องของการพัฒนารูปแบบและแนวทางการนำวัสดุต่างๆเหล่านี้มารวบรวม ผสมผสานและประยุกต์ใช้ในการออกแบบภูมิสถาปัตยกรรม เพื่อปรับให้เกิดสภาวะน่าสบายได้ดียิ่งขึ้น

ในการศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้น การนำวัสดุพืชพรรณหลากหลายชนิด โดยเฉพาะไม้ยืนต้นมาทำการศึกษา ทดลองและประยุกต์ใช้ เนื่องจากไม้ยืนต้น มีคุณสมบัติในการปรับแต่งสภาพแวดล้อม และสภาพภูมิอากาศเฉพาะที่ (Micro Climate)ได้อย่างชัดเจนที่จะทำให้เกิดภาวะน่าสบายเชิงอุณหภาพ เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุพืชพรรณในลักษณะอื่นๆได้แก่

1. รูปทรงลักษณะภายนอกจะมีการแผ่กิ่งก้านสาขาสามารถให้ร่มเงาได้
2. ภายใต้พุ่มใบเป็นแนวทางให้เกิดการระบายอากาศ และความชื้นระหว่างสภาพแวดล้อม
3. ความสวยงามด้วยรูปทรงธรรมชาติที่มักใช้ในการตกแต่งภูมิสถาปัตยกรรม
4. การลงทุนต่ำหากมีการคัดเลือกพันธุ์ไม้ที่เหมาะสมแก่พื้นที่ และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาก็ไม่มาก



แผนภูมิที่ 1.2 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิพื้นผิวตามสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน[3]

เป็นการนำเสนอแนวทางในการออกแบบภูมิสถาปัตยกรรมให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งจะทำการศึกษาภายนอกอาคารที่มีความสูงไม่มากนัก ทั้งนี้เพื่อให้พุ่มใบของต้นไม้ สามารถให้ร่มเงาอาคาร และลดพื้นที่ผิวนอกอาคารที่สัมผัสความร้อนโดยตรง รวมถึงลดปริมาณการแผ่รังสีความร้อนเข้าสู่อาคาร การควบคุมสภาพภูมิอากาศให้คงที่ตลอดจนเป็นการปรับสภาพแวดล้อมเพื่อให้สภาวะทางร่างกายมีการปรับตัวทางอุณหภูมิก่อนเข้าสู่อาคาร โดยใช้ไม้ยืนต้นขนาดกลางที่สามารถปลูกในบริเวณที่มีพื้นที่จำกัดได้ และในการศึกษาครั้งนี้จะรวมความถึงการจัดองค์ประกอบภูมิสถาปัตยกรรมอื่นบางชนิดที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยน

---

[3] วิชัย อิทธิวิศวกุล. "อิทธิพลสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่มีผลต่ออุณหภูมิบริเวณอาคาร" (กรุงเทพฯ ,2537)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปลงของสภาพภูมิอากาศด้วย วิทยา (Ecology System) เพื่อสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีและส่งเสริมให้เกิดความสมดุลของระบบนิเวศ

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศเฉพาะที่ของพืชพรรณธรรมชาติรอบอาคาร โดยเฉพาะไม้ยืนต้นตามลักษณะของพุ่มใบ ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตัวแปรทางภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ แบบสะท้อนและกระจายภายใต้ร่มเงา เปรียบเทียบกับ ค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ภายนอกพุ่มใบที่ส่วนใหญ่เป็นลักษณะของรังสีตรง
2. เพื่อศึกษาหาสัดส่วนที่พอเหมาะ ของวัสดุพืชพรรณธรรมชาติประเภทต่างๆในการจัดภูมิสถาปัตยกรรมได้แก่ ระยะห่าง รูปแบบการจัดกลุ่ม รวมถึงการใช้องค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรมร่วม อันได้แก่ Hardscape และ Softscapeในสภาพแวดล้อมต่างๆ
3. เพื่อศึกษาให้ทราบถึงผลของการประยุกต์พืชพรรณธรรมชาติรอบอาคาร รวมถึงวิเคราะห์ความเหมาะสมและไม่เหมาะสมในการเลือกใช้พืชพรรณธรรมชาติสภาพแวดล้อมต่างๆในเขตร้อนชื้น
4. เพื่อหาแนวทางประยุกต์ใช้ข้อมูลที่ได้ทำการศึกษามาทำการออกแบบสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคาร เพื่อลดความต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคาร (ΔT) เพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ และเพื่อเป็นการปรับสภาวะทางร่างกายให้มีการปรับตัวในเชิงอุณหภูมิ

1.3 ระเบียบวิธีการวิจัย

1. การออกแบบการวิจัยและวิธีการเก็บข้อมูล

เป็นงานวิจัยประยุกต์(Applied Research) เชิงปริมาณ(Quantitative Research) ในการวิจัยจะทำการวัดค่าองค์ประกอบภูมิอากาศโดยทำการวัดและบันทึกผลจากสถานที่จริงเพื่อทำการเปรียบเทียบ โดยสถานที่ดังกล่าวจะต้องมีสภาพแวดล้อม ลักษณะทางกายภาพที่ใกล้เคียงกัน มีตัวแปรอิสระที่เกี่ยวข้องชนิดเดียวกัน จากนั้นนำผลที่ได้มาทำการเปรียบเทียบกับ Psychrometric chart

2. ขั้นตอนศึกษาการวิจัย

งานวิจัยนี้แบ่งขั้นตอนของการศึกษาวิจัยออกเป็น 8 ขั้นตอนใหญ่ๆ คือ

2.1. การสำรวจและการศึกษาปัญหาเบื้องต้น

ขั้นตอนนี้เริ่มจากการค้นคว้าและสำรวจข้อมูลเบื้องต้นในภาคเอกสาร โดยการศึกษารายงานวิจัย บทความทางวิชาการ และเอกสารที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องในการพิจารณาการออกแบบ เพื่อศึกษาความเป็นมาและตั้งประเด็นปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น โดยเน้นในเรื่องของการแก้ปัญหาการนำพืชพรรณมาใช้ในการออกแบบภูมิสถาปัตยกรรมที่ไม่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ โดยทำการศึกษา

1. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อ เปรียบเทียบอาคารตัวอย่างที่มีและไม่มีการปรับสภาพแวดล้อมรอบอาคาร
2. วิเคราะห์สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจากการออกแบบภูมิสถาปัตยกรรมที่ทำให้รบกวนสภาวะน่าสบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2. การวางแผนการดำเนินงานวิจัย

มองภาพรวมของปัญหาและแนวทางในการแก้ปัญหาเบื้องต้น โดยกำหนดแผนการดำเนินการวิจัยเบื้องต้น เพื่อดูความเป็นไปได้ของการวิจัยดังต่อไปนี้

- การกำหนดสมมติฐานในการวิจัย
- การวิเคราะห์เบื้องต้นเพื่อหาตัวแปร
- การกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย
- การศึกษาทฤษฎีและแนวทางในการแก้ปัญหาตัวแปร
- การค้นหาวิธีทดสอบเพื่อสรุปผลในขั้นสุดท้าย

เมื่อกำหนดแผนการดำเนินการวิจัยเบื้องต้น และได้ผลสรุปว่าสามารถดำเนินการวิจัยให้บรรลุวัตถุประสงค์ได้ จึงจัดทำ "แผนการดำเนินการวิจัย" และเริ่มทำการศึกษาต่อไป

2.3. การกำหนดสมมติฐานในการวิจัย

1. ทรงพุ่มใบ ขนาดของไม้ยืนต้น มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ภายใต้ทรงพุ่ม
2. ปริมาณต้นไม้ ลักษณะการจัดกลุ่ม และระยะห่างในการจัดกลุ่มมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยรอบได้ดี โดยเฉพาะการเคลื่อนที่และปริมาณของลม
3. การผสมผสานและการเลือกใช้ต้นไม้ประเดียวกันในสภาพแวดล้อมต่างกัน จะให้ผลในการควบคุมสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน

2.4. การศึกษาทฤษฎีและรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย

ศึกษาข้อมูลทางทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวกับข้องกับมาตรฐานที่นำมาใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าภาวะน่าสบายในเขตภูมิอากาศกรุงเทพฯ รูปพรรณสัณฐาน วงจรชีวิต สภาวะแวดล้อมของพืชพรรณธรรมชาติและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องคุณสมบัติของไม้ยืนต้น พืชพรรณชนิดอื่นและสภาพแวดล้อมชนิดต่างๆที่มีผลต่อการควบคุม Micro Climate

1. การจำแนกประเภทของต้นไม้ด้วยลักษณะต่างๆ
2. ค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับพืชพรรณธรรมชาติประเภทต่างๆ เพื่อนำมาประกอบเป็นข้อมูลเฉพาะทางด้านคุณสมบัติของวัสดุพืชพรรณ
3. ศึกษาคุณสมบัติของวัสดุพืชพรรณธรรมชาติและการจัดสภาพแวดล้อมที่ทำให้เกิดภาวะน่าสบายได้
4. ศึกษาคุณลักษณะและคุณสมบัติของไม้ยืนต้นตามลักษณะของทรงพุ่ม ชนิดต่างๆ
5. ทำการคัดเลือกชนิดของไม้ยืนต้นที่เหมาะสมเพื่อนำมาทำการทดลองเปรียบเทียบภายใต้เงื่อนไข
   - เป็นต้นไม้ยืนต้นที่มีการปลูกไว้แล้ว มีอายุ ขนาดที่โตเต็มที่หรือใกล้เคียง
   - เป็นต้นที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ภูมิอากาศพื้นถิ่น โดยมีคุณสมบัติทางธรรมชาติที่แข็งแรง เจริญเติบโตง่าย ทนทาน และปลูกได้ง่าย
6. ทำการศึกษารูปแบบและหลักการจัดภูมิสถาปัตยกรรมเพื่อให้สอดคล้องกับ Micro Climate
7. ศึกษาสภาวะน่าสบายและทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้อง
8. ศึกษาตัวแปรอื่นที่มีผลต่อการควบคุม Micro Climate และสภาวะน่าสบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5. การวิเคราะห์ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

ค้นหาปัจจัยและตัวแปรที่เกี่ยวข้องทั้งหมดในเรื่องภาวะองค์ประกอบของภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ความต้องการในการออกแบบภูมิสถาปัตยกรรม และรวมทั้งอิทธิพลต่างๆที่มีผลกระทบต่อน่าสบายเชิงอุณหภูมิ โดยแบ่งเป็นตัวแปร 3 ชนิด

- **ตัวแปรอิสระ** ได้แก่รูปทรงพุ่ม การจัดกลุ่มของพืชพรรณ สภาพแวดล้อม
- **ตัวแปรตาม** ได้แก่ สภาวะน่าสบายที่เกิดจากการปรับสภาพแวดล้อมรอบอาคารด้วยพืชพรรณ
- **ตัวแปรควบคุม** ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบทุกขั้นตอนจะต้องอยู่ในภาวะแวดล้อมเดียวกัน ได้แก่ สภาพภูมิอากาศ สภาพที่ตั้งแวดล้อมและช่วงเวลาที่ทำการวัดต้องเป็นช่วงเดียวกัน

และนำมาพิจารณาเพื่อหา แนวทางในการแก้ไขด้วยวิธีและเทคนิคต่างๆ โดยใช้หลักเกณฑ์ด้านการออกแบบภูมิสถาปัตยกรรมเป็นหลัก

2.6. ทำการทดลอง

รวบรวม ศึกษาข้อมูลตัวแปรภูมิอากาศเฉพาะที่ เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของต้นไม้ประเภทต่างๆและทำการวัดภาคสนาม และทำการบันทึกค่าความเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศด้วยเครื่องมือวัดสภาพภูมิอากาศได้แก่

1. ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Radiation)
2. ระดับอุณหภูมิอากาศ (Air Temperature)
3. ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)
4. ความเร็วลมและทิศทางของกระแสลม (Wind Speed)

โดยจะต้องทำการเปรียบเทียบระหว่างภายนอกและภายในพุ่มใบต้นไม้ โดยทำการศึกษาแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ

1. การศึกษาเปรียบเทียบต้นไม้เดี่ยว โดยจำแนกตามลักษณะของทรงพุ่มชนิดต่างๆ และขนาดต่างๆ โดยมีลักษณะทางคุณสมบัติอื่นๆที่ใกล้เคียงกัน เช่นความหนาแน่นใบ โดยที่ทำการวัดภายใต้พุ่มใบในแนวราบ หลายตำแหน่ง ภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกันเพื่อให้ทราบคุณสมบัติของทรงพุ่มแต่ละชนิด
2. การศึกษาเปรียบเทียบกลุ่มไม้ยืนต้นชนิดเดียวกันที่มีลักษณะการจัดกลุ่มที่ต่างกัน โดยมีตัวแปรควบคุมชนิดเดียวกัน เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของสภาพภูมิอากาศของการจัดกลุ่มกับต้นไม้เดี่ยว และความแตกต่างที่เกิดจากลักษณะการจัดกลุ่ม
3. การศึกษาเปรียบเทียบกลุ่มไม้ยืนต้นชนิดเดียวกันในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันโดยมีตัวแปรควบคุมชนิดเดียวกัน เช่น ในพื้นที่ดิน โล่ง พื้นที่ที่มีการจัดHardscape สนามหญ้า หรือบริเวณสระน้ำ

2.7. การสรุปผลการทดลอง

เมื่อทำการออกแบบด้วยวิธีการต่างๆเรียบร้อยแล้ว นำผลที่ได้มาสรุปผลวิเคราะห์เปรียบเทียบกับงานวิจัย ข้อมูลและทฤษฎีต่างๆที่ได้ศึกษามาในเบื้องต้น เพื่อเป็นแนวทางในการนำผลการทดลองมาเป็นข้อเสนอแนะ

1. หาค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของตัวแปรภูมิอากาศที่เกิดจากลักษณะที่แตกต่างกันของต้นไม้ทั้งแบบเดี่ยวและแบบจัดกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิเคราะห์ผลในการปรับอุณหภูมิ ความชื้น การควบคุมการแผ่รังสีและความเร็วลมจากรูปแบบของต้นไม้ชนิดต่างๆ
3. วิเคราะห์ผลที่วัดได้แล้วนำมาเปรียบเทียบ กับสภาวะน่าสบายด้วย Psychromatic Chart
4. วิเคราะห์ความเหมาะสมของการเลือกปลูกต้นไม้ในสภาพแวดล้อมต่างๆ

2.8. ข้อเสนอแนะการดำเนินการออกแบบ

เป็นการนำผลที่ได้จากการนำเสนอวิเคราะห์ข้อมูลพืชพรรณธรรมชาติข้างต้นมาใช้ในการออกแบบ โดยนำเสนอกการออกแบบ การจัดกลุ่มพืชพรรณธรรมชาติรอบอาคาร ผสมผสานกับกับองค์ประอบภูมิสถาปัตยกรรมชนิดอื่น ที่เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเฉพาะถิ่นทำให้เกิดสภาวะน่าสบายเชิงอุณหภูมิ

1. ออกแบบแนวทางการปรับปรุงสภาพภูมิอากาศ Micro Climate รอบอาคารด้วยการผสมผสานเลือกใช้ไม้ยืนต้นชนิดต่างๆ
2. ออกแบบแนวทางการปรับปรุงรูปแบบการจัดภูมิสถาปัตยกรรมรอบอาคารด้วยการจัดกลุ่มของไม้ยืนต้น
3. ออกแบบแนวทางการปรับปรุงสภาพแวดล้อม รอบอาคารด้วยการผสมผสานระหว่างพืชพรรณประเภทต่างๆ

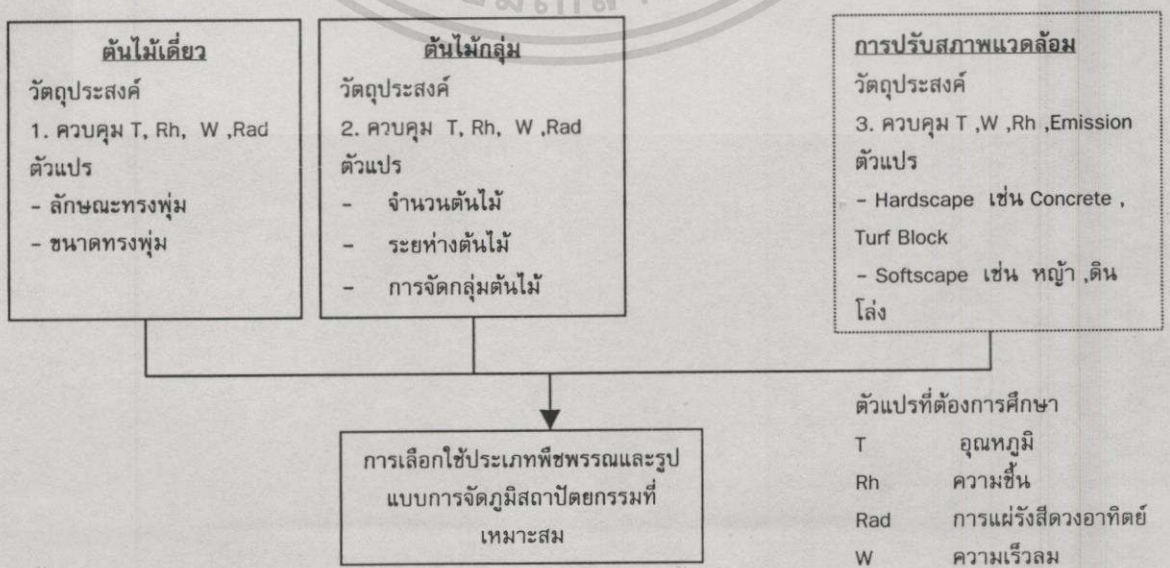
1.4 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

เนื่องจากพืชพรรณธรรมชาติ มีคุณสมบัติหลากหลายในการควบคุม สภาพภูมิอากาศ ดังนั้นในการทำการศึกษาทดลอง จึงเลือกศึกษาตัวแปรที่เป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลในการควบคุม ภูมิอากาศบริเวณนั้นได้ชัดเจนที่สุด เพื่อให้สามารถระบุตัวแปรและวิเคราะห์ผลการทดลองได้ถูกต้องมากขึ้นได้แก่

1. ลักษณะของพุ่มใบ ได้แก่รูปทรงและขนาด
2. ลักษณะการจัดกลุ่มของต้นไม้
3. ลักษณะสภาพแวดล้อมโดยรอบ

ซึ่งนอกจาก 3 ตัวแปรหลักที่ได้กล่าวนี้ ปัจจัยอื่นๆที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจะต้องมีชนิดเดียวกัน

ภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกัน **ในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน**



แผนภูมิที่ 1.3 แสดงกรอบแนวความคิดในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขอบเขตและข้อจำกัดในการวิจัย

1. พืชพรรณธรรมชาติจะให้ผลที่ชัดเจนที่สุด คือการบังเงา (ป้องกัน Direct Solar Radiation) และด้วยความสูงที่จำกัดของต้นไม้ที่ปลูกในเมือง การทำการศึกษาที่จะทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด จึงเจาะจงเฉพาะอาคารในแนวราบที่มีความสูงไม่มากนัก เพื่อให้ต้นไม้สามารถบังเงาได้
2. ในการทำการศึกษา จะศึกษาเฉพาะตัวแปรที่ทำให้เกิดภาวะน่าสบายเชิงอุณหภูมิเท่านั้น ไม่รวมถึงสภาวะทางเสียงและแสง
3. ในการทำการทดลอง จะวัดค่าองค์ประกอบภูมิอากาศ (อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม การแผ่รังสีดวงอาทิตย์) เฉพาะภายนอกอาคารเท่านั้น เนื่องจากการวัดภายในอาคาร จะเป็นการเพิ่มตัวแปรอื่นที่ทำให้การวิเคราะห์ผลการทดลองคลาดเคลื่อนและไม่ได้ผลที่เกิดจากตัวแปรที่ต้องการทดลองจริง อันอาจเกิดจากการออกแบบตัวอาคาร เช่น การออกแบบอุปกรณ์บังแดดเปลือกอาคาร
4. ต้นไม้ที่นำมาใช้ในการทดลอง เป็นต้นไม้ในพื้นถิ่น เนื่องจากสามารถหาได้ง่าย มีความทนทาน บำรุงรักษาได้ง่ายและเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นของประเทศไทย
5. ข้อมูลภูมิอากาศภาคกลางเป็นภาพรวมเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์คัดเลือกต้นไม้ที่ใช้ในการทดลองเบื้องต้นเท่านั้น ซึ่งในการนำมาออกแบบจริงนอกจากจะต้องพิจารณาถึงสภาพภูมิอากาศโดยรวมแล้ว ยังต้องคำนึงถึง สภาพภูมิอากาศในพื้นที่ ลักษณะภูมิประเทศ และที่ตั้งนั้นด้วย
6. ต้นไม้ที่นำมาใช้ในการทดลอง อาจไม่ใช่ชนิดที่เหมาะสมที่สุด ทั้งนี้ยังต้องขึ้นอยู่กับตัวแปร และคุณสมบัติชนิดอื่นของต้นไม้ด้วย เช่น ขนาด ความหนาแน่นใบ อัตราการคายน้ำ
7. การทำการทดลองจะวัดค่าเฉพาะช่วงกลางวันเท่านั้น เนื่องจากเป็นช่วงที่เกิดปัญหา Overheat Period อย่างชัดเจน โดยจะทำการวัดตั้งแต่ 9.00 - 17.00 น. และเป็นช่วงเวลาที่อาคารมีการใช้งานเป็นส่วนใหญ่
8. เนื่องจากมีระยะเวลาในการทำวิจัยจำกัดดังนั้นจึงไม่สามารถเก็บข้อมูลและทำการทดลองทั้งปีได้

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ออกแบบการจัดภูมิสถาปัตยกรรมและการปรับสภาพแวดล้อมรอบอาคารเพื่อให้เกิดภาวะน่าสบาย
2. เข้าใจถึงคุณสมบัติของวัสดุพืชพันธุ์ธรรมชาติ เพื่อให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ ในการเลือกปลูกให้เหมาะสมกับลักษณะภูมิอากาศเฉพาะถิ่น และทราบถึงสัดส่วนการผสมผสานระหว่างวัสดุประดิษฐ์และวัสดุธรรมชาติ
3. เป็นแนวทางในการเลือกชนิดของต้นไม้ยืนต้นที่เหมาะสมในสภาพแวดล้อมต่างๆ และการใช้สอยที่ต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 ระยะเวลาและแผนการดำเนินการ

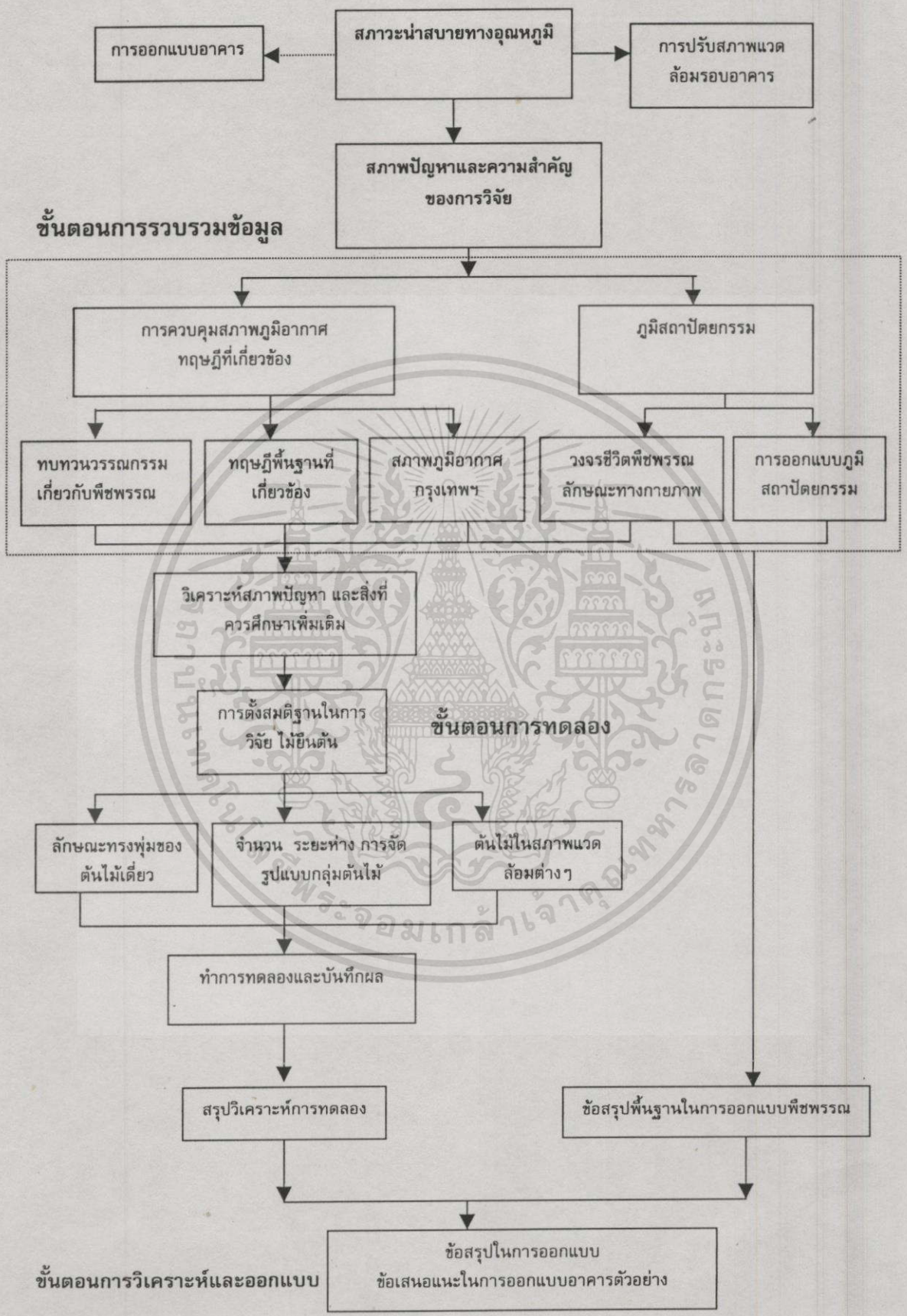
ช่วงที่ 1 ศึกษาลักษณะทางกายภาพและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
ช่วงที่ 2 ศึกษาสภาพของปัญหาที่เกิดขึ้นกับอาคารที่ไม่มีการปรับสภาพแวดล้อม
ช่วงที่ 3 รวบรวม ศึกษา เปรียบเทียบเก็บข้อมูลตัวแปรอนุภูมิอากาศ
ช่วงที่ 4 สรุปผลการทดลอง และวิเคราะห์
ช่วงที่ 5 หาข้อสรุปและรูปแบบเสนอแนะให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศกรุงเทพฯ

ตารางที่ 1.1 แสดงระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

การดำเนินงาน	ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย(เดือน)												หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
ช่วงที่1													
ช่วงที่2													
ช่วงที่3													
ช่วงที่4													
ช่วงที่5													

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภูมิที่ 1.4 ผังแสดงองค์ประกอบและขั้นตอนในการทำวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
คุณสมบัติของพืชพรรณในการควบคุมสภาพภูมิอากาศเฉพาะที่(Micro Climate)

2.1 คุณสมบัติของพืชพรรณในการควบคุมการแผ่รังสีดวงอาทิตย์

พืชพรรณช่วยในการควบคุม สภาพภูมิอากาศเฉพาะที่ (Micro Climate) ด้วยคุณสมบัติที่สำคัญ คือผลจากการให้ร่มเงา ซึ่งช่วยในการควบคุมรังสีดวงอาทิตย์ โดยการกรองรังสีดวงอาทิตย์ในลักษณะคลื่นสั้น ผ่านพุ่มใบ กิ่งก้านและลำต้น และเปลี่ยนเป็นรังสีคลื่นยาวในรูปของพลังงานความร้อนในปริมาณที่น้อยลง ในส่วนพุ่มใบสามารถดูดซับและลด รังสีคลื่นสั้นที่จะไปกระทบกับพื้นดินและสภาพแวดล้อมได้ดี และในขณะเดียวกันก็ส่งผ่านรังสีอินฟราเรด (Near Infrared) ในรูปของพลังงานความร้อนสู่สภาพแวดล้อมเพียงเล็กน้อย ซึ่งปริมาณการส่งผ่านรังสีอินฟราเรด (Near Infrared) นี้ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางด้านคลื่นแสง (Spectrum) ของชนิดใบ และผลที่ได้จากการลด รังสีคลื่นสั้นนี้ จะทำให้อุณหภูมิพื้นผิวและอากาศโดยรอบลดลง เนื่องจากรังสีคลื่นสั้นจะให้พลังงานความร้อนได้มากกว่ารังสีคลื่นยาว

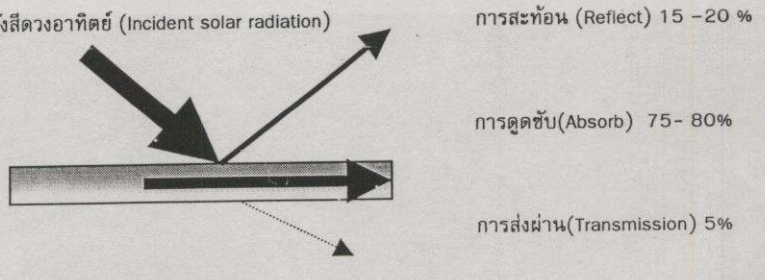
ในการควบคุมการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ ทำได้โดยการให้ร่มเงาซึ่งส่งผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อม ดังนี้

- **ทางตรงโดยการสกัดกั้น (Interception)** ความสามารถสกัดกั้นการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ขึ้นอยู่กับ ความหนาแน่นของใบ ชั้นพุ่มของใบ และทรงพุ่มของใบ รังสีดวงอาทิตย์จะถูกดูดซับสะท้อนและส่งผ่านความร้อนไปยังใบไม้เหล่านั้น
- **ทางอ้อมโดยการลดการสะท้อน (Reflection Reduction)** เป็นการลดการะสะท้อนความร้อนสู่สภาพแวดล้อมและลดการสะท้อนความร้อนจากสภาพแวดล้อมสู่บริเวณใกล้เคียง

ซึ่งต้นไม้จะให้ผลต่อการรับรังสีดวงอาทิตย์[1] ใน 3 ลักษณะดังต่อไปนี้

1. การดูดซับ (Absorption)
2. การสะท้อน (Reflection)
3. การส่งผ่านความร้อน (Transmission)

ในบริเวณป่าไม้ ซึ่งประกอบไปด้วยต้นไม้จำนวนมาก จะมีสัดส่วนของการรับรังสีดวงอาทิตย์ โดยเฉลี่ยดังนี้



ภาพที่ 2.1 แสดงสัดส่วนการรับรังสีดวงอาทิตย์ของป่าไม้โดยเฉลี่ย

---

[1] สุดสวาท ศรีสถาปัตย์. ผศ,"การออกแบบวัสดุพืชพรรณเพื่อการประหยัดพลังงาน." (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2531)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมื่อพืชพรรณได้รับรังสีดวงอาทิตย์ในลักษณะต่างๆแล้วจะเกิดความร้อนที่บริเวณพื้นผิว และเปล่งรังสีความร้อนที่เป็นคลื่นยาวออกโดยรอบบริเวณ ซึ่งเรียกว่า การแผ่รังสีกลับ หรือการคายความร้อน (Emission)

2.1.1การดูดซับ (Absorption)

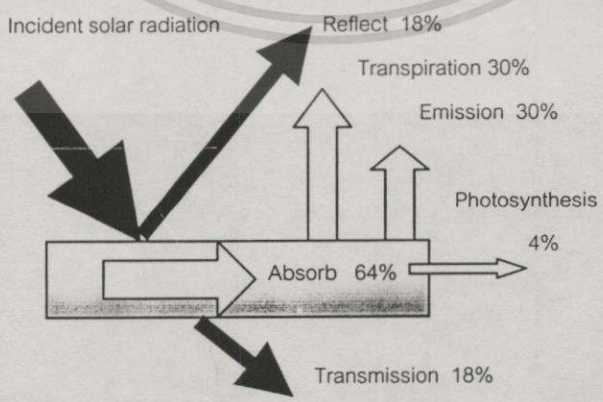
ต้นไม้จะดูดซับพลังงานจากรังสีดวงอาทิตย์เกือบทั้งหมด และเปลี่ยนเป็นพลังงานในรูปความร้อนสัมผัส ความร้อนจะเก็บไว้ในส่วนใบ และบางส่วนถูกดูดซึมโดยมวลสารในบริเวณช่องว่างระหว่างใบ ระหว่างกิ่งก้านสาขาต่างๆและระหว่างลำต้น โดยต้นไม้จะใช้พลังงานความร้อนนี้ไปกับ

1. การขับถ่ายความชื้นจากรูใบและการระเหย (Evapotranspiration) เพื่อเพิ่มความชื้นกับดินและอากาศ
2. นำไปใช้ในการสังเคราะห์แสง แปรรูปพลังงานความร้อนเป็นพลังงานเคมี(Photosynthesis)
3. นำไปใช้ในการพาความร้อน ประมาณ 1/3 ของรังสีดวงอาทิตย์ที่รับมา (Convection)
4. จะเก็บความร้อนเอาไว้ภายในตัวเองและพื้นดินเพียงเล็กน้อย



ภาพที่ 2.2 แสดงการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ของพืชพรรณ

ในช่วงเวลากลางคืน กลุ่มใบจะคายความร้อนกลับสู่ท้องฟ้าออกโดยรอบทุกทิศทางในรูปของรังสีคลื่นยาว ซึ่งมีความถี่ต่ำและทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยโดยใบไม้จะมีสัดส่วนการกระจายพลังงานที่ดูดซับจากรังสีดวงอาทิตย์ไว้ดังนี้



ภาพที่ 2.3 แสดงการกระจายพลังงานที่ดูดซับจากรังสีดวงอาทิตย์ของใบไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกระบวนการดังกล่าวนี้ ทำให้ภายใน 1 วันต้นไม้จะใช้ความร้อนในการหมุนเวียนไปจนหมดพอดี หากต้นไม้มีจำนวนมากขึ้น ความสามารถในการดูดซึมความร้อนก็จะมีมากขึ้นไปด้วยและส่งผลให้ อุณหภูมิโดยรอบลดลง โดยความสามารถในการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ของต้นไม้ชนิดเดียวกัน จะมีปริมาณแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆดังต่อไปนี้

1. ความหนาแน่นของมวลกลุ่มใบ
2. ตำแหน่งของใบไม้บนต้น
3. มุมที่ใบไม้ทำกับดวงอาทิตย์
4. ตำแหน่งการโคจรของดวงอาทิตย์ ณ. ช่วงเวลาต่างๆ

2.1.2 การสะท้อน (Reflection)

เมื่อพิจารณาส่วนต่างๆของต้นไม้ ส่วนลำต้นจะมีความสามารถในการสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ได้น้อยกว่าส่วนใบ เนื่องจากสภาพทางกายภาพที่ส่วนใบมักได้รับรังสีดวงอาทิตย์ก่อนส่วนอื่นๆเสมอ เมื่อเกิดการแผ่รังสีมายังกลุ่มใบไม้ จะเกิดการสะท้อนรังสีนั้นไปมา เนื่องจากการเคลื่อนไหวและจากทิศทางที่ใบไม้ทรงสภาพอยู่อย่างแตกต่างกัน ในขณะนั้นใบไม้จะดูดซึมความร้อนตามปกติดังกล่าวมาแล้ว ซึ่งจะทำให้รังสีต่างๆลดลงได้ครึ่งหนึ่ง หรือมากกว่านั้น

ปัจจัยที่มีผลต่อการสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ได้แก่

1. ตำแหน่งของต้นไม้ที่ทำมุมกับการสะท้อน
2. ความเข้มจากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์
3. ค่าอัลบิโด (Albedo) ของพื้นผิวสะท้อน
4. ความหนาแน่นของกลุ่มใบ



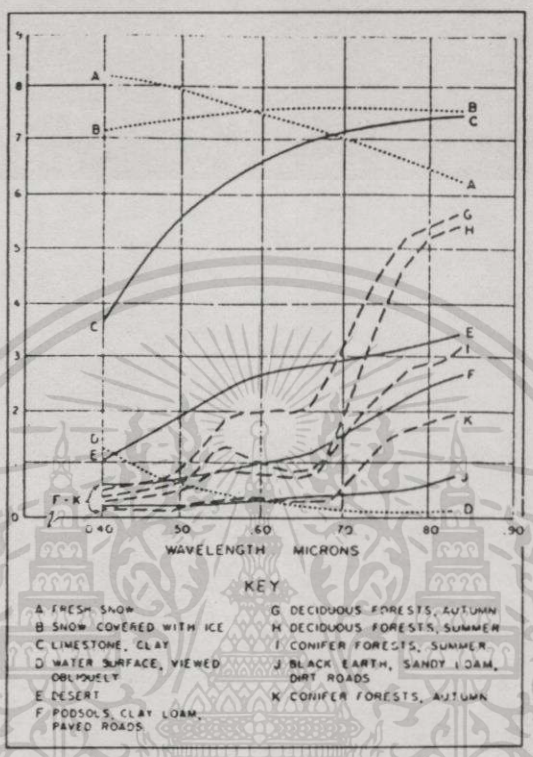
ภาพที่ 2.4 แสดงการสะท้อนรังสีของต้นไม้และพื้นผิวโลก

การสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์โดยใบไม้ จะมีปริมาณมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับความยาวของชนิดคลื่นแสง ชนิดของใบไม้ อายุของใบไม้ ระดับความสูง ต่ำของใบไม้ ความสมบูรณ์ของสถานที่ตั้งอยู่ ฤดูกาล และระดับดินทั่วไป ความสามารถในการสะท้อนแสงของวัสดุต่างๆยังขึ้นอยู่กับลักษณะของผิวหรือสีของวัสดุนั้นด้วย วัสดุที่มีลักษณะผิวหยาบ เปียกและมีสีเข้ม จะมีความสามารถในการสะท้อนแสงได้ ต่ำกว่าวัสดุที่มีผิวเรียบ แห้งและมีสีอ่อนกว่าเสมอ

หน่วยของการสะท้อนแสง คือ อัลบิโด (Albedo) เมื่อวัตถุใดก็ตามมีความสามารถในการสะท้อนแสงที่ส่องไปยังวัตถุนั้นกลับออกไปได้ทั้งหมด นับได้ว่าวัตถุนั้นมีอำนาจในการสะท้อนรังสี เท่ากับ 1 ในทางตรงกันข้าม เมื่อวัตถุใดก็ตามมีอำนาจในการดูดซึมรังสีที่ส่องไปยังวัตถุนั้นเอาไว้ได้ทั้งหมด ก็จะนับว่าวัตถุนั้นมีอำนาจในการสะท้อนแสงเท่ากับ 0 หรือดูดซับได้ทั้งหมด วัสดุพืชพรรณต่างๆมีค่าการสะท้อนดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดพืชพรรณ	Albedo%	ชนิดพืชพรรณ	Albedo%
หญ้า	20-30	ทุ่งหญ้า	10-30
สนามหญ้า	3-15	ทุ่งนา	15-25
ทุ่งหญ้าแห้ง	25-30	ป่าไม้ไม่ผลัดใบ	5-20
ป่าไม้ผลัดใบ	10-20	ป่าสน	5-16



แผนภูมิที่ 2.1 แสดงค่าการสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์(Albedo) ในสภาพแวดล้อมต่างๆ

จากตารางดังกล่าว จะสามารถช่วยในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการสะท้อนรังสีของวัสดุที่มีลักษณะผิวแตกต่างกัน จะเห็นได้ว่าต้นไม้และป่าไม้มีประสิทธิภาพในการสะท้อนรังสีได้ต่ำ เนื่องจากส่วนต่างๆของต้นไม้ดูดซึมรังสีดวงอาทิตย์เอาไว้เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งช่วยในการลดอุณหภูมิได้เป็นอย่างดี ซึ่งในการออกแบบสภาพแวดล้อมด้วยวัสดุที่ทำให้เกิดการสะท้อนรังสี ควรมีการควบคุมการสะท้อนที่เหมาะสม เพื่อไม่ให้ก่อให้เกิดผลเสียหายต่อวัสดุพืชพรรณได้ อีกทั้งปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้นนั้นควรได้รับแบบแผ่กระจายไปโดยทั่ว ไม่ใช่เพิ่มเป็นบริเวณเฉพาะ เพราะอาจทำให้วัสดุพืชพรรณไหม้เสียหายได้

รังสีของการสะท้อนจะไม่เพิ่มความร้อนให้กับส่วนอากาศที่รังสีนั้นส่องผ่านไป จะเป็นเพียงแต่เพิ่มความร้อนให้จุดหมายปลายทางนั้นเพิ่มขึ้นได้ทีละน้อย โดยการแผ่และการพาความร้อนออกมาในภายหลัง

2.1.3 การส่งผ่าน (Transmission)

การส่งผ่านความร้อนเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับความร้อนโดยสัมพันธ์กับปัจจัยการดูดซึม การสะท้อน และการแผ่รังสีความร้อนกลับหรือการคายความร้อน

มวลสารใดที่ยอมให้ความร้อนส่งผ่านไปง่ายและรวดเร็ว ย่อมเป็นตัวฉนวนความร้อนที่เลว เช่น เหล็ก เมฆ เป็นฉนวนความร้อนที่เลว ในทางตรงกันข้าม วัสดุพืชพรรณนับเป็นฉนวนความร้อนที่ดี เนื่อง

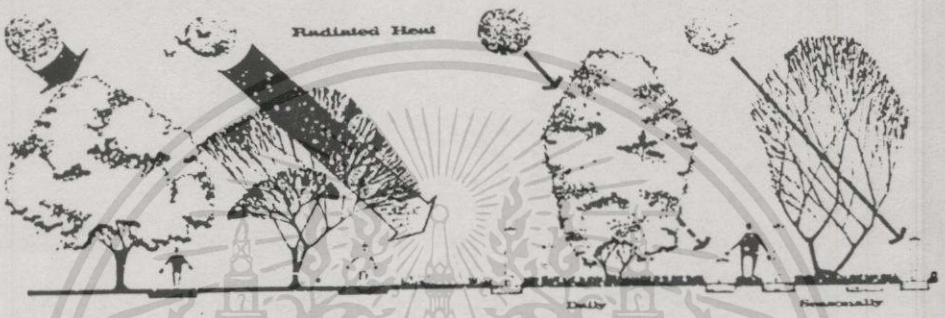
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากมีความสามารถในการดูดซึมและสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ได้เป็นอย่างดี เช่น ส่วนผิวนอกสุดของกลุ่มใบทั่วไป จะเป็นส่วนที่สามารถส่งกระจายความร้อนออกไปในท้องฟ้าได้มากที่สุด และให้ผลดีที่สุด

ความสามารถในการส่งผ่านรังสีดวงอาทิตย์จะขึ้นอยู่กับชนิดของต้นไม้ ลักษณะกิ่งก้าน ความหนาแน่นของใบ พัฒนาการผลิใบ คุณสมบัติทางด้าน Spectrum ของใบไม้

2.1.4การเปล่งรังสีกลับ หรือการคายความร้อน (Emission)

เป็นผลจากการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ ที่จะทำให้อุณหภูมิใบไม้สูงขึ้น และเมื่ออุณหภูมิใบไม้สูงกว่าอุณหภูมิอากาศโดยรอบ หรือมากกว่า 0 องศาเคลวิน จะทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนหรือการคายความร้อนกลับสู่ท้องฟ้า หรือสภาพแวดล้อมที่เย็นกว่า



ภาพที่ 2.5 แสดงการเปล่งรังสีกลับของสภาพแวดล้อม

ในช่วงเวลากลางวันต้นไม้ที่ได้รับการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์จะมีอุณหภูมิสูงขึ้น และการแผ่รังสีกลับของส่วนกลุ่มใบจะส่งพลังงานออกไปโดยรอบทุกทิศทุกทางแบบคลื่นยาวซึ่งมีความถี่ต่ำ จึงสามารถเกิดขึ้นได้อย่างช้าๆ ทีละน้อย ทำให้อุณหภูมิโดยรอบไม่เพิ่มขึ้นมาก

ต้นไม้ส่วนใหญ่จะดูดซึมความร้อนเอาไว้ในช่วงเวลากลางวัน และช่วงกลางคืนต้นไม้จะส่งความร้อนออกจากส่วนกลุ่มใบ โดยเฉพาะส่วนบนของกลุ่มใบซึ่งเป็นบริเวณที่ติดต่อกับอากาศภายนอกและถ่ายเทได้สะดวก ทำให้อุณหภูมิลดต่ำลงกว่าอุณหภูมิโดยรอบมากเมื่อเทียบกับส่วนล่างของกลุ่มใบซึ่งอุณหภูมิจะลดลงน้อยกว่า เนื่องจากได้รับการคายความร้อนกลับจากพื้นดิน (จากการศึกษาพบว่า ส่วนกลุ่มใบด้านบนจะลดได้ถึง 2.5 องศาเซลเซียส ในขณะที่กลุ่มด้านล่าง อุณหภูมิจะลดลงประมาณ 0.4 องศาเซลเซียส) ในคืนที่ท้องฟ้าโปร่ง การคายความร้อนจากวัตถุบนพื้นผิวโลกจะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและทำให้อุณหภูมิโดยรอบลดลง และในทางตรงกันข้าม ในคืนที่ท้องฟ้ามีเมฆหนาทึบ จะทำให้เป็นตัวสกัดกั้นการคายความร้อน (รังสีคลื่นยาว) กลับสู่ท้องฟ้า ส่งผลให้มีสภาพอากาศที่อบอ้าว

จะเห็นได้ว่าความหนาทึบของกลุ่มเมฆจะส่งผลต่อปริมาณการแผ่รังสีกลับไปยังท้องฟ้าเวลากลางคืน ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งในการลดอุณหภูมิ และปริมาณความร้อนที่สะสมไว้ ได้ถูกใช้ให้หมดไปใน 3 วิธี คือ

- การเพิ่มอุณหภูมิอากาศ
- การเพิ่มอุณหภูมิดิน และวัสดุพืชพรรณ
- การทำให้น้ำระเหยกลายเป็นไอ

โดยปกติการให้ร่มเงาจากต้นไม้จะเป็นการป้องกันพื้นที่บริเวณที่อยู่ระดับต่ำกว่าส่วนพุ่มใบ เช่น ส่วนพื้นดิน เพื่อไม่ให้ได้รับการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์โดยตรง ดังนั้นความร้อนที่ได้รับและทำให้อุณหภูมิอากาศสูงขึ้นจึงมักเกิดจากการแผ่รังสีสะท้อนจากสภาพแวดล้อมภายนอกร่มเงาเป็นส่วนใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การควบคุมปริมาณน้ำและความชื้นในอากาศ

ต้นไม้สามารถดูดน้ำจากรากแล้วส่งผ่านไปยังใบเพื่อสังเคราะห์แสงโดยเปลี่ยนรูปจากพลังงานความร้อนเป็นพลังงานเคมีโดยใช้ความร้อนที่ใบไม้ดูดซับเข้ามา และเกิดการคายน้ำ (Transpiration)ผ่านทางรูใบ และจะระเหยกลายเป็นไอน้ำในอากาศซึ่งในการระเหยของน้ำต้องการความร้อนแฝงจากสภาพแวดล้อมภายนอก และเมื่อน้ำระเหยกลายเป็นไอน้ำในอากาศ (Evapotranspiration)ก็จะทำให้อุณหภูมิผิวใบและอากาศภายนอกลดลง ผลที่ได้คือทำให้อากาศรอบๆต้นไม้เย็นลง อุณหภูมิรอบๆต้นไม้จึงลดลงตามไปด้วย ไม่ว่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศจะมีค่าสูงขึ้นเพียงใดการ Transpiration ของต้นไม้ก็จะเกิดขึ้นได้เสมอ

ภายใต้สภาพแวดล้อมเปิด ต้นไม้สามารถคายน้ำออกมาได้ 50 – 70 % ของน้ำที่ส่งผ่านมาจากราก (Water Supply) ซึ่งคิดเป็นค่าเฉลี่ยประมาณ 5 เ ท่าของน้ำหนักใบไม้ ต้นไม้สามารถคายน้ำได้ 378. 54 ลิตร ต่อวัน และจากการทดลองพบว่าจะการ Evapotranspiration ของต้นไม้เดี่ยวจะให้ผลทางด้าน Cooling Capacity แก่พื้นที่ร้อนแห่งในช่วงฤดูร้อนเทียบเท่าได้กับเครื่องปรับอากาศ 5 เครื่องที่ทำงานติดต่อกัน 20 ชั่วโมง (Federer 196)



ภาพที่ 2.6 การระเหยไอน้ำของพืชพรรณลักษณะต่างๆ

อัตราการทำความเย็นจะขึ้นอยู่กับปริมาณของพื้นผิวใบในการคายน้ำ รวมไปถึงการระเหยการคายน้ำ Evapotranspiration จากความชื้นในดินด้วยเช่นกัน แต่อย่างไรก็ตามการทำความเย็นด้วยการระเหยเป็นไอน้ำในอากาศนี้จะทำให้เพิ่มความชื้นในอากาศ จึงเป็นสิ่งที่ต้องหลีกเลี่ยงสำหรับพื้นที่ร้อนชื้น เนื่องจากไม่สามารถแก้ปัญหาสภาวะน่าบาย(Human Comfort) ได้ และในขณะเดียวกันในพื้นที่ร้อนแห้ง การใช้ต้นไม้ในการปรับสภาพแวดล้อมก็อาจไม่เหมาะสมนักเนื่องจาก ในเขตแห้ง น้ำจะมีราคาแพง ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสำหรับการให้น้ำและการขนส่งลำเลียงน้ำในการบำรุงรักษาต้นไม้ การเปลี่ยนแปลงของความชื้นที่วัดได้จะมีมากในช่วงฤดูร้อน ซึ่งเป็นช่วงที่มีอัตราการคายน้ำ(Transpiration) สูง

2.3 การควบคุมปริมาณ ความเร็วและทิศทางลมด้วยพืชพรรณ

ลม คือการเคลื่อนที่ไปในทางนอนของอากาศ เพื่อให้เกิดสภาพความสมดุลยในเชิงอุณหภูมิและความกดดันของอากาศ ลมมีส่วนช่วยในการลดอุณหภูมิอากาศ เมื่อลมมีความเร็วมากเท่าใดก็จะสามารถลดอุณหภูมิลงได้เร็วเท่านั้น นับเป็นการช่วยบรรเทาความร้อนที่เกิดขึ้นในบริเวณนั้นได้เป็นอย่างดี การลดอุณหภูมิโดยวิธีการผ่านของลมจะบังเกิดผล เมื่ออุณหภูมิของอากาศมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิที่ผิวร่างกาย (95-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
41487

67องศาฟาเรนไฮต์) ถึงแม้ว่าลมจะเร่งให้เกิดการระเหยกลายเป็นไอ ก็ไม่สามารถจะสมดุลยกับความร้อนที่ได้รับจากอุณหภูมิสูงได้ แรงที่ทำให้เกิดการพัดผ่านอาคารของกระแสลมได้มี 2 ชนิด

1. เกิดจากความแตกต่างกันของความกดดันอากาศ
2. เกิดจากความแตกต่างกันของอุณหภูมิ

แรงทั้ง 2 นี้ แรงใดแรงหนึ่งก็สามารถทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศได้ หรืออาจช่วยกันทำให้เกิดการพัดผ่าน หรืออาจขัดแย้งกันก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพบรรยากาศของท้องถิ่นและการออกแบบอาคาร

ลมที่เกิดจากความแตกต่างกันของอุณหภูมิเป็นผลที่เกิดจากความไม่สม่ำเสมอของความร้อนอากาศที่ได้รับ ทำให้อุณหภูมิอากาศในระดับเดียวกัน แตกต่างกัน ลมเย็นที่หนักกว่าจะผลักดันให้ลมร้อนที่เบากว่าลอยตัวขึ้น การเคลื่อนที่ไปในทางนอนของอากาศหรือลมนี้ จะเกิดนานเท่าที่อากาศยังคงรับความร้อนที่ไม่สม่ำเสมอกันอยู่ จากคุณสมบัติของอากาศดังกล่าว ซึ่งเราสามารถใช้เป็นตัวเกณฑ์สำคัญในการออกแบบเพื่อให้เกิดลมที่จะพัดผ่านในบริเวณที่ต้องการได้

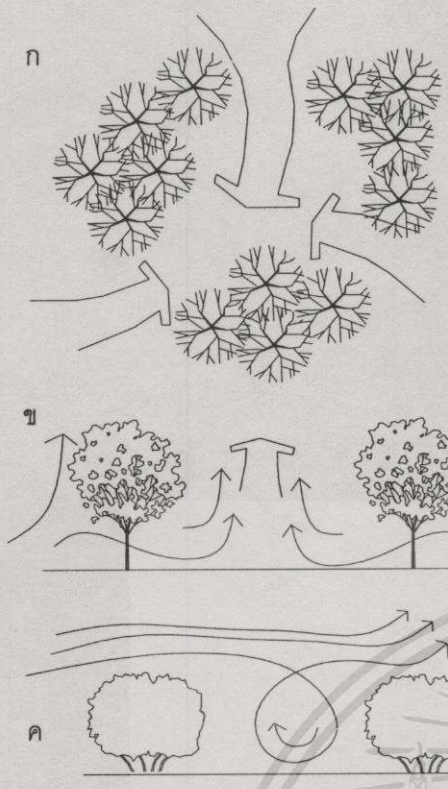
จากการทดลองโดยภูมิสถาปนิก Robert P. White (Texas Engineering Experiment Station) ได้พบว่า วัสดุพืชพรรณมีผลต่อการพาของพัดลมและทำให้ทิศทางการพัดแตกต่างกันออกไป เมื่อตำแหน่งของวัสดุพืชพรรณเปลี่ยนไปจากการทดลองได้ แสดงให้เห็นถึงตำแหน่งต่างๆของวัสดุพืชพรรณที่เกี่ยวข้องกับอาคารทางสถาปัตยกรรม ได้ผลสรุปดังต่อไปนี้

1. พืชให้ผลกับกระแสลมที่ผ่านและรอบๆอาคาร
2. ตำแหน่งของพืช อาจทำให้เกิดการลดหรือเพิ่มการไหลของอากาศผ่านอาคาร
3. พืช ทำให้เกิดการเปลี่ยนทิศทางในการพัดผ่านภายในอาคาร
4. พืชทางด้านใต้ลม ให้ผลน้อยหรือไม่ให้ผลเลยกับการพัดผ่านของกระแสลม นอกจากจะอุดอยู่ปากทางกระแสลมออกของอาคารเท่านั้น

แนวต้นไม้ที่มีความหนาแน่นสูงจะทำหน้าที่เหมือนเป็นผนังทึบ เมื่อมีกระแสลมพัดผ่านจะกรองและทำให้ความเร็วลมลดลง และทำให้การปะทะคั่งตัวกันของกระแสลมทางด้านปะทะลม ทำให้เกิดบริเวณความกดสูง (ความดันอากาศสูง) และทำให้เกิดบริเวณความกดอากาศต่ำ ขึ้นทางด้านประชิดของด้านปะทะลม ในขณะเดียวกันทางด้านใต้ลมจะเกิดบริเวณความกดต่ำเนื่องจากลมไหลข้ามไป ซึ่งบริเวณความกดต่ำจะมีเนื้อที่ค่อยๆน้อยลงตามระยะห่าง อันเกิดจากการที่อากาศค่อยๆเข้ามาแทนที่ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่า ระยะความห่างของช่วงความกดต่ำนี้ จนถึงบริเวณที่อากาศเริ่มเข้ามาแทนที่ จะใช้ระยะประมาณ 2 เท่าของความสูงและลมจะมีความเร็วเท่ากับความเร็วเดิมก่อนถึงแนวต้นไม้ จะใช้ระยะประมาณ 7 เท่าของความสูง หรือคิดระยะของการอับลมด้านหลังแนวต้นไม้เป็น ทำมุม 8 –15 องศากับแนวต้นไม้

พื้นดินในที่กลางแจ้งทั่วไป จะดูดซึมความร้อนจากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์มายังบริเวณพื้นดินตลอดช่วงวัน ดังนั้นในเวลาเย็นหรือค่ำ พื้นดินจะคายความร้อนไปยังอากาศบริเวณเหนือพื้นดินที่เย็นกว่า ทำให้เกิดลมร้อนลอยตัวขึ้น การจัดสรรให้เกิดบริเวณที่ส่างกลางแจ้ง และบริเวณที่ปกคลุมไปด้วยวัสดุพืชพรรณไม้ทึบโดยรอบ จะสามารถทำให้เกิดลมตามที่ต้องการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จากภาพ ก. แสดงให้เห็นถึงบริเวณกลางแจ้งที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์ตลอดทั้งวัน ทำให้บริเวณกลางแจ้งนั้นดูดเ ่อนจากรังสีดวงอาทิตย์เต็มที่ ในช่วงที่ดวงอาท ไปแล้ว ก็จะเกิดการพัดพาของลมในที่เย็นกว่าเข้ามาแทนที่

จากภาพ ข. แสดงให้เห็นถึงลมร้อนที่ลอยตัวสูงขึ้นในเวลาเย็นและลมเย็นจากบริเวณที่ร่มใต้ต้นไม้พัดพาเข้าแทนที่

จากภาพ ค. แสดงให้เห็นถึงลมร้อนที่ลอยตัวขึ้นในสภาพที่เกิดแรงดึงดูดจากลมที่พัดผ่านมาบริเวณส่วนเหนือกลุ่มใบของต้นไม้ ซึ่งก็เป็นการทำให้อุณหภูมิของบริเวณกลางแจ้งลดลงได้

ภาพที่ 2.7แสดงตำแหน่งของพืชพรรณที่มีผลต่อการพัดพาของลม

ปัจจัยที่มีผลต่อรูปแบบ ปริมาณและความเร็วลม

การระบายอากาศ การถ่ายเทอากาศ หรือการเคลื่อนไหลของอากาศ มีความสำคัญต่อวัสดุพืชพรรณเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้วัสดุพืชพรรณได้คาร์บอนไดออกไซด์ในการปรุงอาหารเพื่อการเจริญเติบโต อย่างไรก็ตามวัสดุพืชพรรณก็มีส่วนสำคัญต่อทิศทางการเคลื่อนไหว หรือการพัดของลมเช่นกัน ซึ่งเกิดจากปัจจัยของสภาพแวดล้อมภายนอก และคุณสมบัติของพืชพรรณเอง เช่น ตำแหน่งที่ตั้ง ขนาด ความสูง ความยาวของแนว ลักษณะกิ่งก้าน ลักษณะใบ ความหนาแน่นของใบ และระยะห่างของวัสดุพืชพรรณนั้นๆ

ตัวต้านลม

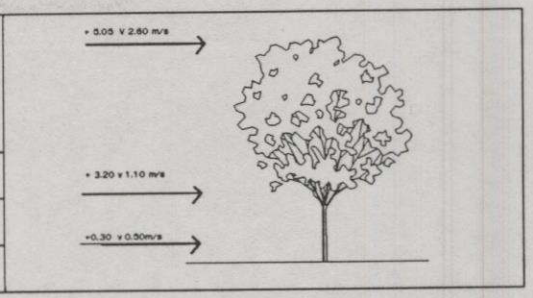
ตัวต้านลมสำคัญที่ทำให้ลมไม่สามารถพัดได้เต็มที่ และเกิดการอับลมขึ้น จึงควรศึกษาถึงลักษณะต่างๆของตัวต้านลม เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงการก่อให้เกิดบริเวณอับลมขึ้นในการพิจารณาการออกแบบ

วัสดุพืชพรรณสามารถเป็นตัวต้านลมที่สำคัญ เมื่ออยู่ในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมและขาดการพิจารณาในขั้นต้นนั้น นอกจากนี้ยังพบว่าลมที่พัดผ่านใต้ต้นไม้บริเวณใต้กลุ่มใบ จะมีความเร็วลมสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับความเร็วลมที่พัดในบริเวณก่อนและหลังจากบริเวณนี้ ที่ระดับเท่ากันจากระดับพื้นดิน (Robert P White) จากการทดลองวัดอัตราความเร็วลม ที่พัดผ่านต้นมะพร้าวที่มีความสูง 4.50 เมตร ที่ระดับความสูงจากพื้นดินแตกต่างกัน 3 ระดับ ที่ระดับเหนือกลุ่มใบ ใต้กลุ่มใบ และที่โคนลำต้น ได้ผลการทดลองดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงความเร็วลม ณ. ระดับความสูงต่างๆ

ระดับตำแหน่ง	ความสูงจากพื้นดิน (เมตร)	อัตราความเร็วลมที่วัดได้ (กม. / วินาที)
เหนือกลุ่มใบ	5.05	2.60
ใต้กลุ่มใบ	3.20	1.10
โคนลำต้น	0.30	0.50



พอสรุปผลได้ว่าลมที่พัดผ่านบริเวณเหนือกลุ่มใบ วัดได้ความเร็วลมที่เร็วที่สุดและที่บริเวณโคนต้นวัดได้ความเร็วลมที่ช้าที่สุด จากผลการทดลองดังกล่าว พอสรุปอธิบายได้ดังนี้ คือ เมื่อลมพัดผ่านมวลใดๆ ก็ตาม (ได้แก่ กลุ่มใบและลำต้น เป็นต้น) ลมนั้นจะมีความเร็วลมปกติ (ที่พัดผ่านระยะ ก-ข) เมื่อลมพัดผ่านบริเวณที่ลดลงเนื่องจากมีมวลใดๆเข้ามาแทนที่ (ที่พัดผ่านระยะ ค-ง) ทำให้กระแสลมต้องเร่งความเร็วลมขึ้น เมื่อเร่งระยะ ค-ง จึงทำให้เกิดความเร็วลมขึ้นดังกล่าว



ภาพที่ 2.8 ลักษณะการพัดพาของลมผ่านกลุ่มใบต้นไม้

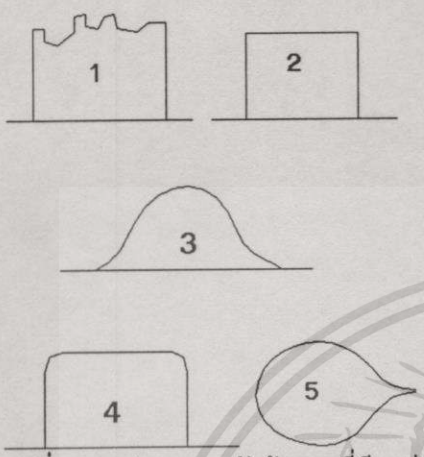
ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดการต้านลม ได้แก่

- **ชนิดและรูปทรง**
- **ทิศทางและตำแหน่งของตัวต้านลม** มีผลต่อการลดอัตราความเร็วของลมซึ่งควรได้รับการพิจารณาหลีกเลี่ยง การวางแนวของต้นไม้ในทิศทางตั้งฉากกับทิศทางของการพัดของลมประจำถิ่น จะทำให้อัตราความเร็วลมลดลงถึงร้อยละ 50 ที่ระยะใต้ลม ซึ่งจากต้นไม้ที่ระยะ 10 –20 เท่าของความสูงของต้นไม้
- **ความหนาแน่น** ความหนาแน่นที่แตกต่างกันของตัวต้านลม นับเป็นสาเหตุที่สำคัญในการลดอัตราความเร็วลม ตัวต้านลมที่มีความทึบมาก ทำให้เกิดผลของคลื่นลมที่มีความเร็วแรงมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อลมมีความเร็วสูงพัดผ่านกำแพงทึบตัน จะก่อให้เกิดการหวนกลับของลมอย่างแรงที่บริเวณด้านหลังกำแพง จะทำให้ความเร็วลมลดลงอย่างรวดเร็วมาก สิ่งก่อสร้างที่มีความโปร่ง จะไม่สามารถลดความเร็วลมลงอย่างฉับพลันเช่นเดียวกับกำแพงตันทึบ แต่จะทำให้ความเร็วลมค่อยๆลดลง และจะยังยอมให้ลมพัดทะลุผ่านได้บ้าง อย่างไรก็ตาม บริเวณอับลมที่เกิดขึ้น (ที่ตำแหน่งด้านหลังแนวต้นไม้) จะมีบริเวณกว้างไกลมากยิ่งขึ้นกว่าบริเวณอับลมด้านหลังกำแพงทึบตัน นอกจากนี้ลักษณะการพัดพาของลมที่พัดผ่านแนวต้นไม้ จะมีลักษณะการพัดแบบเป็นแนวเส้นตรง (Laminar Air Flow) ในขณะที่ลมลดความเร็วลงแทนการเกิดลมแบบหมุนวน (Turbulence) ที่ด้านหลังแนวกันลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในบริเวณที่มีปริมาณของต้นไม้รวมกันอยู่อย่างหนาแน่น เช่นบริเวณป่าไม้ จะมีความสามารถในการลดความเร็วลมที่พัดผ่านบริเวณป่าลงได้ประมาณร้อยละ 20 –60 ของความเร็วลมที่พัดตามปกติในที่โล่งแจ้ง

รูปร่างของตัวต้านลม ลักษณะรูปร่างของผิวส่วนบนของตัวต้านลมในบริเวณที่ลมพัดผ่าน มีความสำคัญต่อการลดความเร็วลมลงได้อีกประการหนึ่ง ส่วนบนของตัวต้านลมที่มีแนวไม่สม่ำเสมอกัน



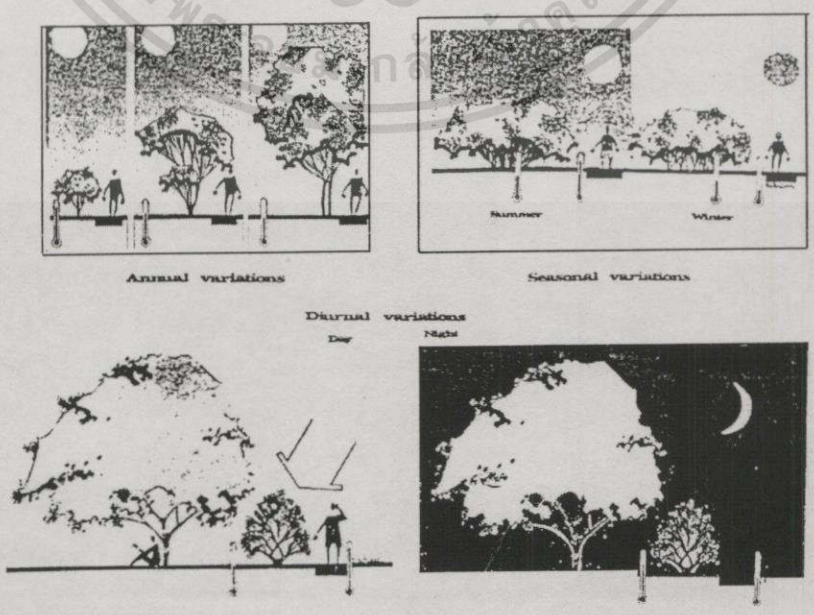
- รูป 1 จะสามารถทำให้ลดความเร็วลมที่พัดผ่านได้มากกว่า แนวต้านลมที่ส่วนบนสม่ำเสมอกันจนเกือบราบเรียบเมื่อเปรียบเทียบกับ (รูปที่ 2)
- แนวต้านลมที่มีแนวส่วนบนเรียบเป็นส่วนใหญ่ ก็ยังสามารถลดความเร็วลมที่พัดผ่านได้ดีกว่าตัวต้านลมที่ให่มุมค่อนข้างแหลมที่ส่วนบน(รูปที่ 3)
- รูปร่างลักษณะของตัวต้านลมใดๆที่มีความโค้งมนและมีผิวค่อนข้างเรียบตามมุมต่างๆ จะเป็นลักษณะที่สามารถหลีกเลี่ยงการทำให้ความเร็วลมลดลงได้เป็นอย่างดี เช่นรูปตัดของ รูปที่ 4 และแปลนรูปที่5

ภาพที่ 2.9 รูปแบบของตัวต้านลมที่มีผลต่อกระแสลม

2.4 การควบคุมอุณหภูมิ

การลดอุณหภูมิจากพืชพรรณธรรมชาติ เป็นผลต่อเนื่องมาจาก ผลจากการควบคุมการแผ่รังสีดวงอาทิตย์; การเคลื่อนที่ของลม,อัตราของความชื้นในบรรยากาศซึ่งจะส่งผลต่ออุณหภูมิใกล้พื้นผิวดินและทำให้ลดการแผ่รังสีคลื่นยาวกลับสู่บรรยากาศ และเป็นตัวแปรหนึ่งที่ทำให้เกิดสมดุลยพลังงาน ลักษณะในการควบคุมอุณหภูมิภายใต้ต้นไม้ให้คงที่ ได้แก่

- ควบคุมค่าความต่างอุณหภูมิในช่วงวัน (Diurnal Variation) ระหว่างกลางวันและกลางคืน
- ควบคุมค่าความต่างอุณหภูมิระหว่างฤดูกาล (Seasonal Variation)
- ควบคุมอุณหภูมิตามลักษณะการเจริญเติบโตของต้นไม้ (Annual Variation)



ภาพที่ 2.10 การควบคุมอุณหภูมิลักษณะต่างๆของต้นไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้นไม้เป็น Thermal Storage (ความสามารถในการจุความร้อน) ที่ไม่ดีนัก ซึ่งโดยปกติมวลสารที่มีคุณสมบัติเก็บความร้อนได้ดีประมาณ 1.5 g/cm^2 ซึ่งต้นไม้และป่าไม้จะมีความร้อนจำเพาะเพียง 0. 3 g/cm^2 เมื่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิจากช่วงกลางวันและกลางคืนที่มีความต่างอุณหภูมิประมาณ 15 $^\circ$ C ซึ่งโดยปกติการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ทั้งหมดจะมีค่าประมาณ 600 แลงลีย์ส่วนต้นไม้จะสามารถเก็บความร้อนไว้ได้เพียง 7 แลงลีย์เท่านั้น

จากการทำการวัดการแผ่รังสีทั้งหมดที่ป่าไม้ได้รับคิดเป็นประมาณ 586 แลงลีย์ ต้นไม้นำไปใช้ในการ ระเหยการคายน้ำ และการพา และจะเหลือเพียงประมาณ 5 แลงลีย์ที่เก็บไว้ในต้นไม้และดิน

ดินที่อยู่ภายใต้พืชที่คลุมดิน จะมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิบ้าง แต่จะน้อยกว่าดินในที่โล่ง เพราะดินจะแห้งและทำให้เกิดความร้อนเพิ่มขึ้นในดิน และจะแผ่รังสีกลับในช่วงเวลากลางคืนอย่างรวดเร็ว ทำให้อากาศอุ่นขึ้นและอุณหภูมิผิวดินเย็นลง ในขณะที่ดินที่อยู่ภายใต้พืชคลุมดินจะดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ได้น้อยในช่วงระหว่างวัน และจะแผ่ความร้อนที่ ดูดซับเพียงเล็กน้อยนี้กลับออกมาทีละน้อยในช่วงกลางคืนและความร้อนที่แผ่ออกมานี้จะกลับมาทำความร้อนให้อากาศที่อยู่เหนือพื้นดินภายใต้พืชพรรณที่อยู่ระดับใกล้พื้น ซึ่งความร้อนนี้จะถูกนำมาใช้ในการระเหยการคายบริเวณพุ่มใบในภายหลัง ทำให้อุณหภูมิคงที่ตลอดทั้งวัน

2.4.1การควบคุมอุณหภูมิจากการแผ่รังสี

วัสดุพืชพรรณจะดูดซับการแผ่รังสีดวงอาทิตย์และคายความร้อนอย่างช้า ๆจึงทำให้อุณหภูมิสามารถลดลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุก่อสร้างที่มนุษย์สร้างขึ้น ส่วนใหญ่มักมีผิวสามารถดูดซึมความร้อนได้มากและในขณะเดียวกันก็จะสามารถคายความร้อนรวดเร็วเช่นกัน ในทางตรงกันข้าม วัสดุพืชพรรณดูดซึมความร้อนจากการแผ่รังสีจำนวนมากในเวลากลางวัน และคายความร้อนอย่างช้า ๆในช่วงเวลากลางคืน ซึ่งทำให้ความแตกต่างของอุณหภูมิในรอบ 1 วัน จากจุดอุณหภูมิสูงสุดถึงจุดต่ำสุด ลดลงได้เป็นอย่างดี ปริมาณความร้อนที่ลดลงนั้นไม่เพียงแต่เกิดขึ้นในบริเวณที่วัสดุพืชพรรณนั้นให้ร่มเงาอยู่เท่านั้น แต่ยังสามารถลดอุณหภูมิของบริเวณข้างเคียงได้อีกด้วย

ในบริเวณร่มเงา ทั้งที่เกิดขึ้นหลังการแผ่รังสีความร้อนหรือที่เกิดขึ้นหลังการสะท้อนแสงก็ตามจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิของด้านที่รับรังสีดวงอาทิตย์เสมอ อุณหภูมิในบริเวณที่มีวัสดุพืชพรรณมักต่ำกว่าอุณหภูมิบริเวณอื่น ๆที่ปราศจากวัสดุพืชพรรณเสมอ ไม่ว่าวัสดุพืชพรรณนั้นจะมีขนาดใดก็ตาม ได้มีการทดลองอุณหภูมิเหนือพื้นหญ้าในวันที่มีแดดดีได้ประมาณ 10-14° F ต่ำกว่าบริเวณพื้นดินทั่วไป

อุณหภูมิที่วัดได้ภายใต้ต้นไม้จะแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์ไม้นั้น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากความแตกต่างกันของกลุ่มใบ ลักษณะใบ และลักษณะของกิ่งก้านสาขา เป็นต้น แต่จากการผลการทดลองอุณหภูมิที่วัดได้จะไม่แตกต่างกันมากนัก อีกทั้งยังพบว่าในเวลากลางวัน อุณหภูมิเหนือพื้นดินก็การเปลี่ยนแปลงไม่ต่างกันกับอุณหภูมิบริเวณใต้กลุ่มใบมากนักเช่นเดียวกัน แต่ในบางครั้ง เมื่ออากาศมีอุณหภูมิต่ำมาก และมีน้ำหนักมากจนสามารถซึมลงไปในดินและทำให้อุณหภูมิของพื้นดินต่ำลงด้วย เช่นในบริเวณป่าไม้ในเวลากลางคืน จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของพื้นดินมากนัก

ในทางตรงกันข้าม อุณหภูมิของพื้นดินกลางแจ้งกับอุณหภูมิของอากาศเหนือพื้นดินจะมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันมาก เนื่องจากพื้นดินคายความร้อนในช่วงเวลากลางคืน ทำให้อุณหภูมิเหนือพื้นดินอุ่นขึ้น และในขณะเดียวกันก็จะทำให้อุณหภูมิของพื้นดินเย็นลงตามลำดับจากการทดลองทำการวัดเปรียบเทียบ อุณหภูมิระหว่างดินโล่งกับใต้พุ่มใบของป่าสน Coniferous ในประเทศ Canada ได้ผลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

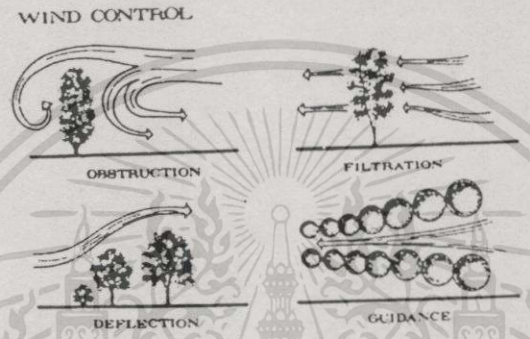
อุณหภูมิสูงสุดของดินโล่ง 50 –70 °C

อุณหภูมิสูงสุดภายใต้พุ่มใบของต้นไม้ 9 –13 °C

จากผลการทดลองดังกล่าวจะเห็นได้ว่าอิทธิพลจากการให้ร่มเงาจากพืชพรรณธรรมชาติจะช่วยในการลดอุณหภูมิพื้นผิวของสภาพแวดล้อมจากการป้องกัน Direct Solar Radiation ได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะบริเวณพื้นดินซึ่งจะส่งผลให้อุณหภูมิอากาศลดต่ำลง

2.4.2 การควบคุมอุณหภูมิจากอิทธิพลของลม[2]

จากการควบคุมกระแสลมด้วยลักษณะที่ได้กล่าวมาแล้วคือเกิดจาก การสกัดกั้น, การกรองและแทรกซึมอากาศผ่านพุ่มใบ, การเบี่ยงเบนทิศทาง และการสร้างแนวทางเพื่อดักลม



ภาพที่ 2.11 ผลของการควบคุมทิศทางลมของพืชพรรณลักษณะต่างๆ

การพาความร้อนบริเวณ พืชพรรณจะให้ผลใน 3 ลักษณะคือ

- การพาความร้อนที่เกิดจากอุณหภูมิพื้นผิวใบไม้ออกจากกลุ่มใบ
- การป้องกันการพาความร้อนจากแหล่งความร้อนภายนอกภายนอกเข้าสู่พื้นที่ภายใต้พุ่มใบ
- เมื่อภายใต้กลุ่มใบที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าภายนอกมาก จะทำให้เกิดกระแสลมและเหนี่ยวนำความเย็นไปสู่บริเวณภายนอกกลุ่มใบ

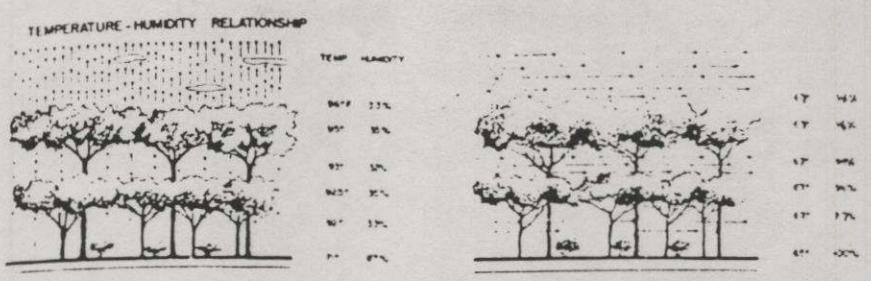
การลดอุณหภูมิอากาศที่เกิดจากต้นไม้มาจากการลดการส่งผ่านความร้อนจากการแผ่รังสีจากพื้นผิวดินและการพา ได้มีการเปรียบเทียบอุณหภูมิเหนือพื้นดินบริเวณกลางแจ้งทั่วไป กับอุณหภูมิเหนือพื้นดินในบริเวณป่าไม้นั้นโดยทั่วไปจะต่ำกว่า เนื่องจากการพาความร้อนของอากาศร้อนภายนอกเกิดขึ้นน้อยมาก อุณหภูมิบริเวณในร่มเหนือพื้นดินจะต่ำกว่าบริเวณใต้กลุ่มใบ โดยทำหน้าที่เปรียบเสมือนเป็น ฉนวนความร้อน และอาจได้รับความร้อนบางส่วนที่ผ่านเข้ามาโดยการพาความร้อนจากกลุ่มใบ และจากการศึกษาพบว่า Cooling Effect ที่เกิดจากทั้ง 2 ตัวแปรนี้จะช่วยลดอุณหภูมิพื้นผิวดินในบริเวณป่าไม้ลงได้ 24 °C และบริเวณพื้นป่าที่ระดับดินลึก 3 ซม. อุณหภูมิดินจะลดลงได้ 6 °C เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นดินโล่ง และในฤดูร้อนการให้ร่มเงาของพื้นที่ป่าจะลดอุณหภูมิอากาศได้ 10°C

ใบไม้มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศโดยรอบ อุณหภูมิที่ใบไม้สามารถวัดได้ในขณะที่ไม่มีลมพัดและจำกัดการพาความร้อนไปจากใบไม้ จะสามารถวัดอุณหภูมิของใบไม้ได้สูงกว่าอุณหภูมิโดยรอบเสมอ โดยมีอุณหภูมิสูงกว่าถึง 13° เซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดที่วัดได้คือบริเวณต้นไม้ที่มีระดับดูดซับรังสีดวงอาทิตย์มากที่สุด (F.L. Waterhouse)

---

[2] ASLAF."Landscape Planning for energy conservation." (The environmental Design,1997)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.12แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับลม และอุณหภูมิกับความชื้น

2.4.3 การควบคุมอุณหภูมิจากความชื้น

วัสดุพืชพรรณมีส่วนสำคัญในการช่วยระบายความชื้นโดยผ่านทางรูใบ การกลายเป็นไอของน้ำไปในอากาศนั้น ต้องการความร้อนเป็นตัวทำให้เกิดการกลายเป็นไอขึ้น จึงทำให้อุณหภูมิของอากาศโดยรอบนั้นลดลงได้ จากการทดลองของ Dr. John Carew, Michigan State University ซึ่งได้ทำการวัดปริมาณของน้ำที่ต้องใช้ในการทำให้สนามหญ้าได้หายใจและระบายความชื้น ภายในเวลา 1 วันของฤดูร้อน สนามหญ้าขนาดกว้าง 1 เอเคอร์ จะสูญเสียน้ำโดยปริมาณทั้งสิ้น 2,400 แกลลอน

ในขณะที่ต้นไม้ได้รับการรดน้ำจนชุ่ม บริเวณส่วนต่างๆของใบไม้จะทำการระบายความชื้นออก ซึ่งนับเป็นการช่วยลดอุณหภูมิโดยธรรมชาติ จากการทดลองวัดอุณหภูมิในขณะที่ต้นไม้ได้รับการรดน้ำอย่างพอเหมาะ อุณหภูมิที่ลดลงวัดได้ประมาณ 3.5 ^{o}C ต่ำกว่าอุณหภูมิก่อนรดน้ำ

ในช่วงที่มีฝนตก น้ำจะปะทะกับพื้นที่ผิวภายนอกของป่า และน้ำจะดูดซับความร้อนจากพื้นผิวใบซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่า ทำให้พื้นผิวใบเย็นลง และส่งผลให้เกิดการส่งผ่านความร้อนน้อยลงด้วย การแลกเปลี่ยนความร้อนนี้จะปรับและกระจายให้อุณหภูมิเท่าๆกัน อยู่ในภาวะสมดุลยและจะคงที่ตั้งแต่ด้านล่างของพุ่มถึงระดับพื้นดิน



ภาพที่ 2.13 แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิความชื้นกับระดับความสูง

ลักษณะการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในบริเวณป่าไม้ที่มีต้นไม้ต่างระดับนั้น ความร้อนจะผ่รังสีกลับจากระดับชั้นของป่าที่ต่ำกว่าและลอยตัวสูงขึ้นและจะจะถูกดักไว้ด้วยชั้นกลุ่มใบที่สูงกว่า ทำให้ การแผ่รังสีกลับ (Heat Loss)จากบริเวณด้านล่างของป่าจะน้อยลง และเนื่องจากส่วนบนของพุ่มใบจะสูญเสียความร้อนได้อย่างรวดเร็ว ในส่วนนี้จึงกลายเป็นส่วนที่เย็นที่สุดของป่า และเมื่ออากาศในพุ่มใบเย็นลงจะมีมวลมากและอากาศในสวนนี้จะถูกกดต่ำลงไปที่ระดับดิน ในบริเวณนั้นอากาศจะถูกทำให้อุ่นขึ้นเล็กน้อย (จากการต้านกับแผ่รังสีกลับของดิน) ทำให้บริเวณใกล้เคียงนั้นมีอุณหภูมิที่ค่อนข้างคงที่ระหว่างความต่างของอุณหภูมิสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุดและอุณหภูมิต่ำสุดภายใต้ต้นไม้ ซึ่งช่วงความต่างนี้จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับอากาศโดยรอบ โดยรอบจะมีช่วงการเปลี่ยนแปลงระหว่างกลางวัน – กลางคืนมากกว่าระหว่างวันจากระดับใต้พุ่มถึงระดับดิน

ตารางที่ 2.2 แสดงความแตกต่างของอุณหภูมิของป่าชนิดต่างๆในฤดูร้อนและใบไม้ร่วง

INFLUENCES OF FOREST ON AIR TEMPERATURES

Forest type and location	Departures, forest from open, °F				Ref.
	Mean maximum		Mean minimum		
	Jan.	July	July	Jan.	
Beech climax, N. Y.	.....	−8.3	+4.5	.....	(258)
W. white pine climax, Idaho	.....	−6.0	+7.0	.....	(187)
Hemlock, N. Y.	.....	−4.9	+3.9	.....	(258)
White pine, N. H.	.....	−4.8	+3.2	.....	(220)
W. white pine, two-thirds cut, Idaho		−2.3	+5.2	.....	(187)
Douglas fir, 9,000 ft, Colo.	−3.1	−2.2	+2.5	+2.1	(34)
Jeffrey pine, 6,000 ft, S. Calif.	+0.7	−1.4	+6.7	+3.6	Munns
Jack pine, 25 yr, Neb.	+0.1	−1.3	−2.8	+1.1	(275)
Aspen-Engelmann spruce, 9,000 ft, Colo.	−1.8	−1.0	−1.0	−0.1	(37)
Douglas fir, three-quarters cut, 9,000 ft, Co.	−1.0	−0.9	+1.1	+1.2	(34)
Ponderosa pine, 7,250 ft, Ariz.	−1.0	0	+5.0	+6.0	(282)
Chaparral, 6,0(0 ft, S. Calif.	+1.4	+5.0	−2.1	−1.6	Munns

In a summary of the effect of vegetation on air temperatures he makes the following statements:

ความแตกต่างของอุณหภูมิของป่าชนิดต่างๆในฤดูร้อนและใบไม้ร่วงของป่า Cecina Pinewood ที่ระดับความลึกดิน 20 ซม. แสดงให้เห็นว่าในฤดูร้อนอุณหภูมิจะต่ำกว่าในที่โล่ง และในฤดูหนาวอุณหภูมิจะสูงกว่าในที่โล่ง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงลักษณะในการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ทั้งระหว่างวันและระหว่างฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาการปรับสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารประกอบไปด้วยตัวแปรจำนวนมากที่เป็นปัจจัยทำให้เกิดความแตกต่างสภาพภูมิอากาศและนอกจากนี้สภาพภูมิอากาศในแต่ละวัน มีความแปรปรวนสูง การนำมาประเมินด้วยการคำนวณที่เป็นสูตรตายตัวนั้น อาจให้ผลที่คลาดเคลื่อน ดังนั้นเพื่อให้การศึกษาเกิดประสิทธิภาพสูงสุด จึงจำเป็นต้องศึกษาในรายละเอียด องค์ประกอบในงานวิจัย ช่วงเวลา สถานที่ในการทำวิจัย ขั้นตอนการทำวิจัย และข้อจำกัดในการวิจัย ตลอดจนผลที่ได้รับจากการวิจัยเพื่อให้ผู้ที่นำผลการวิจัยไปศึกษาต่อสามารถทำความเข้าใจได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาในรายละเอียดของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

ลำดับที่ 1 การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างไม้ยืนต้นกับการกระจายอุณหภูมิอากาศ

ลำดับที่ 2 การใช้ไม้ยืนต้นในการปรับสภาพแวดล้อมเพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร

ลำดับที่ 3 Analysis of the Cooling Potential of a tree canopy with special reference of the mango tree
(การประเมินผลการทำความเย็นโดยวิธีธรรมชาติจากทรงพุ่มของต้นไม้ กรณีศึกษา : ต้นมะม่วง)

ลำดับที่ 4 Vegetation in the Urban Environment Micro – Climatic analysis and benefit
(การศึกษาพืชพรรณในการปรับสภาพภูมิอากาศเฉพาะที่ภายใต้สภาพแวดล้อมเมืองและการนำมาใช้ประโยชน์)

ลำดับที่ 5 Climatological Use of Plants for Solar Control and Effect on Thermal Environment of a Building
(การปรับสภาพภูมิอากาศด้วยการใช้พืชพรรณเพื่อควบคุมรังสีดวงอาทิตย์และผลกระทบของความร้อนในสภาพแวดล้อมรอบอาคาร)

ลำดับที่ 6 การศึกษาการปรับสภาพแวดล้อมด้วยไม้เลื้อยในรูปแบบต่างๆ

ลำดับที่ 7 Strategic Landscaping and Air conditioned Saving
(กลยุทธ์ในการจัดภูมิสถาปัตยกรรมและการประหยัดพลังงานในการปรับอากาศ)

ลำดับที่ 8 การประยุกต์ออกแบบพืชพรรณบริเวณรอบอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่ 1

ประเภท การวิจัยปัญหาพิเศษ (ปริญญาตรี)

ชื่อเรื่อง การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างไม้ยืนต้นกับการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศ

ผู้วิจัย นส. ศิริทรัพย์ เถาปฐม

เจ้าของ ภาควิชา พืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2540

ลักษณะ เป็นวิจัยพื้นฐาน โดยทำการทดลองวัดค่าอุณหภูมิของต้นไม้ทั้งชนิดเดี่ยวและกลุ่ม ในช่วงเวลาต่างๆเพื่อศึกษาถึงลักษณะการกระจายตัวของอุณหภูมิ โดยรอบ และศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศ ณ. ช่วงเวลาต่างๆตั้งแต่ 8.00 น. – 17.00 น.
ได้ผลการศึกษาดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าสูงสุด – ต่ำสุดและความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)ของต้นไม้กลุ่มและต้นไม้เดี่ยว ในแต่ละช่วงเวลา ของวันที่ 16 สิงหาคม 2539

ช่วงเวลา	ต้นไม้เดี่ยว			ต้นไม้กลุ่ม		
	Tmax	Tmin	Tmax-Tmin	Tmax	Tmin	Tmax-Tmin
8.00-9.00 น.	29	28	1	29	27.5	1.5
10.00-11.00 น.	32.5	30	2.5	30	29.5	0.5
12.00-13.00 น.	35.5	31.5	4	32.5	31	1.5
14.00-15.00 น.	35.5	33	2.5	34.5	32.5	2
16.00-17.00 น.	34	33	1	34.5	33.5	1

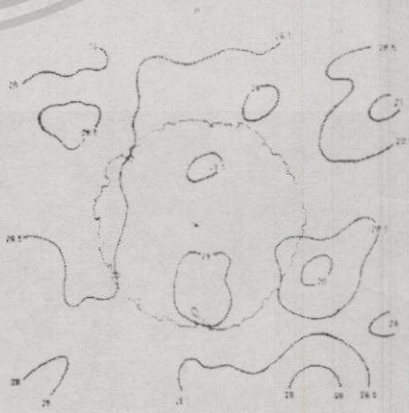
Tmax อุณหภูมิอากาศสูงสุดที่วัดได้ในแต่ละช่วงเวลา

Tmin อุณหภูมิอากาศต่ำสุดที่วัดได้ในแต่ละช่วงเวลา

Tmax – Tmin ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุดในแต่ละช่วงเวลา

ผลการทดลองการวัดอุณหภูมิอากาศของต้นไม้เดี่ยว ของวันที่ 16 สิงหาคม 2539 มีดังนี้

ช่วงเวลา 8.00 –9.00 น. อุณหภูมิอากาศมีการกระจายตัวค่อนข้างสม่ำเสมอ เส้นอุณหภูมิอากาศแต่ละเส้นมีการกระจายตัวอยู่ห่างกันมาก อุณหภูมิอากาศภายใต้ทรงพุ่มและนอกทรงพุ่มมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย

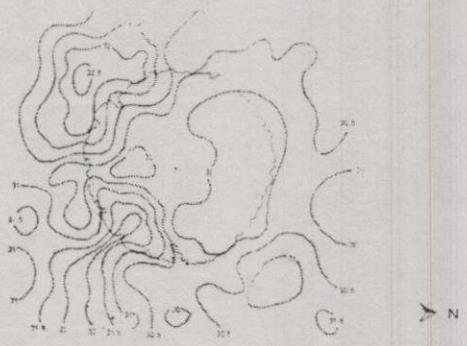


ภาพที่ : แสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศรอบไม้ยืนต้น : ต้น ในช่วงเวลา 8.00 – 9.00 น. วันที่ 16 สิงหาคม 2539

ภาพที่ 3.1 แสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศรอบไม้ยืนต้นเดี่ยวในช่วงเวลาต่างๆ

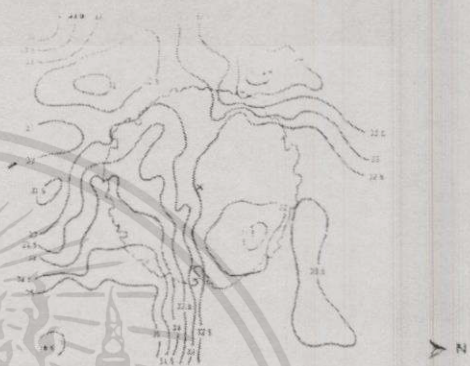
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงเวลา 10.00 – 11.00 น. อุณหภูมิอากาศเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงมากขึ้น เส้นอุณหภูมิอากาศเริ่มมีความถี่มากขึ้น มีการสะสมความเย็นบริเวณในและรอบๆทรงพุ่ม ด้านทิศใต้ของทรงพุ่มจะมีอุณหภูมิอากาศค่อนข้างสูงกว่าด้านอื่น



ภาพที่ 2 แสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศรอบไม้ยืนต้น 1 ต้น ในช่วงเวลา 10.00 -11.00 น. วันที่ 16 สิงหาคม 2539

ช่วงเวลา12.00 –13.00 น. อุณหภูมิอากาศมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เส้นอุณหภูมิอากาศมีความถี่มาก พบว่าบริเวณที่มีอุณหภูมิอากาศต่ำอยู่ในทรงพุ่มของต้นไม้ รอบๆทรงพุ่มทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ



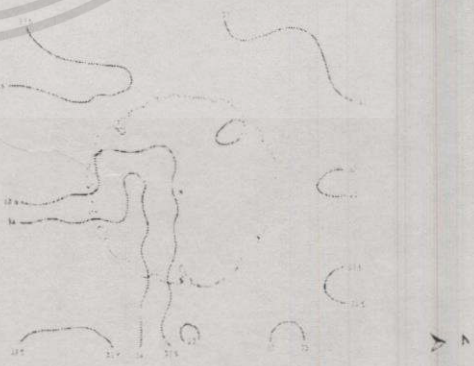
ภาพที่ 3 แสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศรอบไม้ยืนต้น 1 ต้น ในช่วงเวลา 12.00 -13.00 น. วันที่ 16 สิงหาคม 2539

ช่วงเวลา 14.00 –15.00 น. อุณหภูมิอากาศยังคงมีการเปลี่ยนแปลง พบว่าบริเวณที่มีอุณหภูมิอากาศต่ำอยู่รอบๆทรงพุ่มทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ และทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ซึ่งมีร่มเงาของต้นไม้อยู่ด้วย



ภาพที่ 4 แสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศรอบไม้ยืนต้น 1 ต้น ในช่วงเวลา 14.00 -15.00 น. วันที่ 16 สิงหาคม 2539

ช่วงเวลา 16.00 –17.00 น. เส้นอุณหภูมิอากาศมีความถี่ลดลงคล้ายกับช่วงเวลา 8.00 –9.00 น. แต่อุณหภูมิอากาศมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย อุณหภูมิอากาศลดต่ำลงจากช่วง 14.00 –15.00 น. แต่ยังคงสูงกว่าอุณหภูมิในช่วง 8.00-9.00น. อุณหภูมิอากาศภายในทรงพุ่มกับภายนอกทรงพุ่มมีความแตกต่างกันน้อยมาก แต่มีแนวโน้มว่าทางทิศเหนือจะมีอุณหภูมิอากาศต่ำกว่าทางทิศตะวันตก



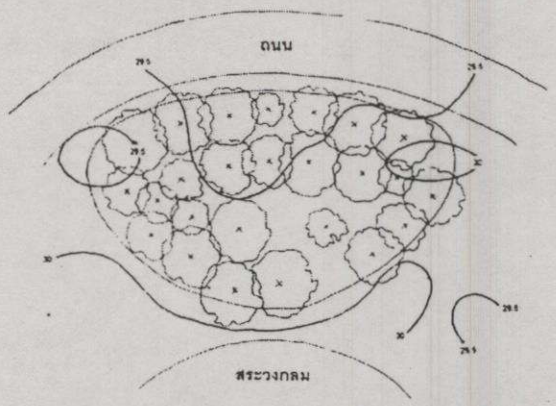
ภาพที่ 5 แสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศรอบไม้ยืนต้น 1 ต้น ในช่วงเวลา 16.00 -17.00 น. วันที่ 16 สิงหาคม 2539

ภาพที่ 3.1 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

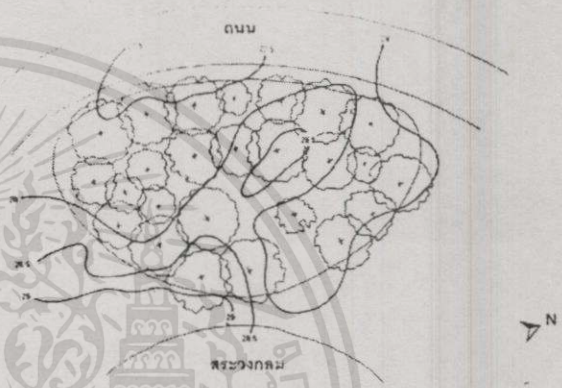
กรณีต้นไม้เป็นกลุ่ม

ช่วงเวลา 8.00 –9.00 น. อุณหภูมิอากาศภายใต้ทรงพุ่มของกลุ่มต้นไม้มีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศรอบนอก เส้นอุณหภูมิอากาศมีการกระจายตัวอยู่ห่างกันมีการสะสมความเย็นภายในกลุ่มต้นไม้ และแผ่กระจายตัวออกไปทางด้านทิศตะวันตกของกลุ่มต้นไม้



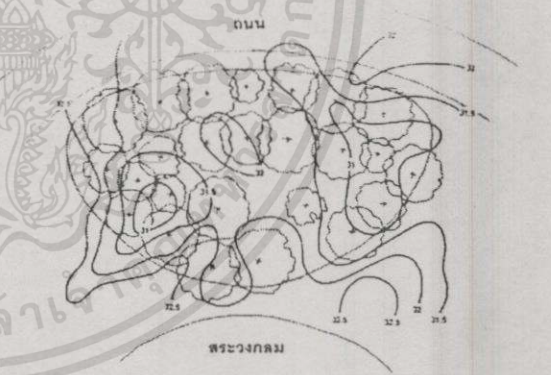
ภาพที่ 7 แสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศรอบกลุ่มไม้ยืนต้น ในช่วงเวลา 10.00 - 11.00 น. วันที่ 16 สิงหาคม 2539

ช่วงเวลา 10.00 – 11.00 น. อุณหภูมิอากาศเริ่มมีการเปลี่ยนแปลง ความเย็นมีการแผ่กระจายไปทางทิศตะวันตก โดยครอบคลุมไปทางด้านทิศเหนือ และพบว่าบางส่วนในทรงพุ่มทางด้านทิศเหนือมีอุณหภูมิอากาศสูงถึง 30 °C



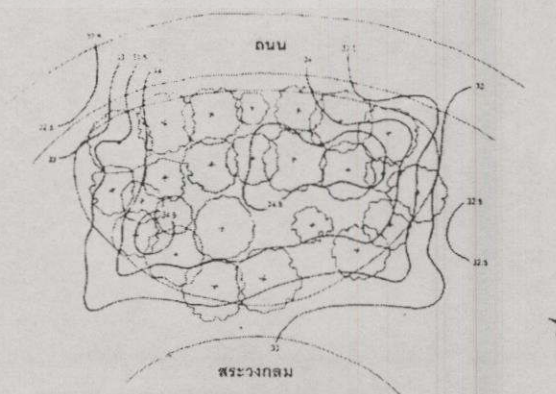
ภาพที่ 6 แสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศรอบกลุ่มไม้ยืนต้น ในช่วงเวลา 8.00 - 9.00 น. วันที่ 16 สิงหาคม 2539

ช่วงเวลา 12.00 – 13.00 น. เส้นอุณหภูมิอากาศมีความถี่มากขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศอย่างรวดเร็ว พบว่ามีการสะสมความร้อนภายในทรงพุ่มบางบริเวณมากขึ้น ความเย็นจะแผ่กระจายอยู่บริเวณชายทรงพุ่มของกลุ่มต้นไม้ทางทิศเหนือ และจะแผ่กระจายออกทางด้านทิศตะวันออกของกลุ่มต้นไม้



ภาพที่ 8 แสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศรอบกลุ่มไม้ยืนต้น ในช่วงเวลา 12.00 - 13.00 น.

ช่วงเวลา 14.00 –15.00 น. อุณหภูมิอากาศยังคงมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เส้นอุณหภูมิอากาศมีความถี่มาก พบว่ามีการสะสมความร้อนภายใต้ทรงพุ่มกลุ่มต้นไม้ มากที่สุดถึง 34.5 °C ความเย็นแผ่กระจายอยู่บริเวณชายทรงพุ่มของกลุ่มต้นไม้ และมีการแผ่กระจายตัวออกทางด้านทิศตะวันออก ครอบคลุมไปทางด้านทิศเหนือและทิศใต้

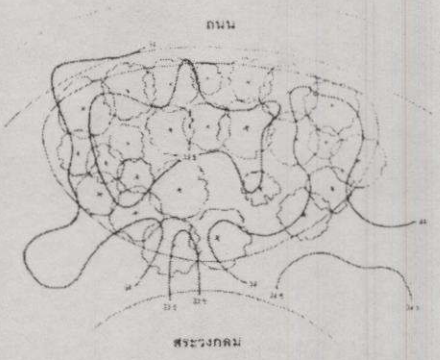


ภาพที่ 9 แสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศรอบกลุ่มไม้ยืนต้น ในช่วงเวลา 14.00 - 15.00 น. วันที่ 16 สิงหาคม 2539

ภาพที่ 3.2 แสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศรอบกลุ่มไม้ยืนต้นในช่วงเวลาต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงเวลา 16.00 –17.00 น. อุณหภูมิอากาศลดต่ำลงจากช่วงเวลา 14.00 –15.00 น. เพียงเล็กน้อย อุณหภูมิอากาศภายในทรงพุ่มมีค่าต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศนอกทรงพุ่ม



ภาพที่ 10 แสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศรอบกลุ่มไม้ยืนต้น ในช่วงเวลา 16.00 - 17.00 น. วันที่ 18 สิงหาคม 2539

ภาพที่ 3.2 (ต่อ)

อุณหภูมิอากาศสูงสุดที่วัดได้ในต้นไม้ต้นเดี่ยวจะอยู่ในช่วงเวลา 12.00 –13.00 น. และ 14.00 – 15.00 น. มีค่า 35.5 °C ซึ่งมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศสูงสุดที่วัดได้ในต้นไม้เป็นกลุ่มในช่วงเวลา 12.00 –13.00 น. และ 14.00-15.00 น. ซึ่งมีค่า 32.5 และ 34.5 °Cตามลำดับ ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุดของต้นเดี่ยวในช่วงเวลา 12.00 –13.00 น. มีค่า 4 °C ซึ่งมากกว่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุดของต้นไม้เป็นกลุ่มในช่วงเวลา14.00 –15.00 น. ซึ่งมีค่าความแตกต่างมากที่สุดคือ 2°C

บทวิเคราะห์

กรณีต้นไม้เดี่ยว บริเวณพื้นที่ที่แสงอาทิตย์สามารถส่องถึงใต้ทรงพุ่มต้นไม้เป็นบริเวณที่มีอุณหภูมิอากาศสูง เนื่องจากได้รับรังสีความร้อนโดยตรงจากดวงอาทิตย์ ส่วนความเย็นมีการสะสมอยู่บริเวณทางด้านที่แสงอาทิตย์ส่องไม่ถึงและเกิดบริเวณที่เกิดร่มเงานอกทรงพุ่ม นอกจากนี้ยังพบว่าการปลูกต้นไม้เพียงต้นเดียวกลางพื้นที่โล่ง จะมีการระบายอากาศดี ไม่มีการสะสมความร้อนใต้ทรงพุ่มทั้งนี้กระแสลมน่าจะมีส่วนช่วยพัดพาเอาความร้อนที่สะสมภายใต้ทรงพุ่มออกไปนอกทรงพุ่ม

สำหรับอุณหภูมิอากาศในช่วงเช้าที่มีค่าต่ำนั้นน่าจะเกิดจากในช่วงเวลากลางคืนมีการสะสมปริมาณไอน้ำในบรรยากาศภายใต้ทรงพุ่มต้นไม้เป็นปริมาณมาก จากการระเหยน้ำของดิน และการคายน้ำของพืชทั้งจากต้นชมพูพันธุ์ทิพย์ และหญ้าซึ่งขึ้นปกคลุมพื้นดิน ความเย็นที่สะสมนี้ส่งผลต่อเนื่องไปยังอุณหภูมิอากาศในช่วงเช้าซึ่งทำให้มีค่าต่ำกว่าช่วงเวลาอื่นๆในรอบวัน ส่วนช่วงเวลาสายอุณหภูมิอากาศเริ่มสูงขึ้น มีการสะสมความเย็นทางด้านทิศตะวันตก ซึ่งเป็นด้านตรงข้ามกับทิศของดวงอาทิตย์ อุณหภูมิอากาศเพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วงเที่ยงวันและช่วงบ่าย เป็นช่วงที่รังสีดวงอาทิตย์มีความเข้มแสงมากที่สุด ทำให้อุณหภูมิอากาศในช่วงนี้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว จะเห็นได้ว่าในพื้นที่ที่อยู่ห่างกันเล็กน้อยสามารถมีอุณหภูมิอากาศต่างกันได้ถึง 4°C ส่วนช่วงเวลาเย็นอุณหภูมิอากาศจะลดต่ำลง ภายในและภายนอกพุ่มมีความต่างของอุณหภูมิอากาศเพียง 1°C เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่รังสีดวงอาทิตย์มีความเข้มแสงน้อย ความร้อนที่อากาศได้รับโดยตรงจากดวงอาทิตย์จึงลดต่ำลง และความร้อนที่ได้รับทางอ้อม คือจากการคายความร้อนของพื้นดินที่มีการคายความร้อนอย่างช้าๆ อยู่ตลอดเวลา เนื่องจากพื้นดินมีหญ้าขึ้นปกคลุมทำให้ความร้อนที่ได้รับโดยตรงจากดวงอาทิตย์มีปริมาณน้อยลง ประกอบกับพื้นที่โดยรอบเป็นพื้นที่โล่ง ส่งผลให้การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบายถ่ายเทอากาศดี จึงไม่มีการสะสมความร้อน อุณหภูมิอากาศจึงลดต่ำลง แต่กระนั้นก็ยังคงสูงกว่าในช่วงเช้า

กรณีต้นไม้ที่ปลูกเป็นกลุ่ม มีความหนาแน่นของทรงพุ่มมากทำให้ลมที่พัดผ่านเข้ามาในทรงพุ่มมีน้อย การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศภายใต้ทรงพุ่มมีน้อย การระบายถ่ายเทความร้อนและอากาศจึงมีน้อยตามไปด้วย การรับเอาพลังงานความร้อนโดยตรงจากดวงอาทิตย์ โดยเฉพาะช่วงเวลาเที่ยงวัน และช่วงเวลาบ่าย อุณหภูมิอากาศเพิ่มขึ้นสูงสุด ทั้งนี้เนื่องจากช่วงเวลานี้เป็นช่วงที่แสงมีความเข้มสูงสุดคือมีความร้อนสูง และมีการสะสมความร้อนในอากาศ เมื่อแผ่รังสีลงมายังพื้นผิวโลก ทั้งพื้นดินและต้นไม้ใบไม้มีการดูดซับความร้อนเอาไว้บางส่วน และมีบางส่วนที่สะท้อนกลับขึ้นไปแต่ถูกต้นไม้ดักเอาไว้เช่นกัน

ความร้อนที่ได้จากหลายๆทางนี้มีการสะสมมากขึ้นเรื่อยๆ และเพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วงเวลา 12.00-13.00น. และ 14.00-15.00 น.คือ 32°Cและ 34°Cตามลำดับ ส่วนในช่วงเย็นความร้อนที่สะสมภายในทรงพุ่มมีปริมาณลดต่ำลงมากกว่าการลดต่ำลงของอุณหภูมิภายนอกทรงพุ่ม จากช่วงเวลา 14.00-15.00 น. จนถึง 16.00-17.00 น. เนื่องจากความเข้มแสงของรังสีดวงอาทิตย์ที่ลดต่ำลงมาก ทำให้ความร้อนที่อากาศได้รับนั้นมีน้อยลงด้วย

อุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุดที่วัดได้ของแต่ละช่วงเวลาในต้นไม้เดี่ยวมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศในต้นไม้ที่ปลูกเป็นกลุ่มเสมอ ทั้งนี้เนื่องจากต้นไม้มีการคายน้ำอยู่ตลอดเวลา และเมื่อปลูกรวมกันเป็นจำนวนมาก จะเกิดการสะสมไอน้ำทำให้อุณหภูมิอากาศลดต่ำลง และแผ่กระจายออกโดยรอบ จากค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุด สรุปได้ว่าต้นไม้เดี่ยวมีประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิอากาศลงได้มากคือ 4°C ส่วนต้นไม้ที่ปลูกเป็นกลุ่มลดอุณหภูมิอากาศลงได้เพียง2 °C ทั้งนี้อาจเนื่องจากการปลูกต้นไม้เป็นกลุ่ม ต้นไม้มีความหนาแน่นมากเกินไปทำให้เกิดการสะสมความร้อน และการระบายถ่ายเทอากาศออกนอกทรงพุ่มน้อย ทำให้ประสิทธิภาพการลดอุณหภูมิไม่ดีเท่าที่ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่ 2

ประเภท วิทยานิพนธ์ (ปริญญาโท)

ชื่อเรื่อง การใช้ไม้ยืนต้นในการปรับสภาพแวดล้อมเพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร

เจ้าของ ภาควิชาเทคโนโลยีอาคาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2540

ผู้วิจัย กาญจนา สิริภัทรวณิช

ลักษณะ

เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการลดความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร โดยใช้ไม้ยืนต้นในการปรับสภาพแวดล้อม เป็นแนวทางที่สามารถลดการใช้พลังงานในอาคารได้ เป็นวิธีการที่ป้องกันการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ และลดปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นแก่ผนังอาคาร โดยไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายและส่งผลดีในระยะยาว

ในการวิจัยได้ทำการศึกษาคุณสมบัติของของเงาและพุ่มใบตัวแปรที่สำคัญของไม้ยืนต้นในการควบคุมการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ และปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคาร สามารถแบ่งประเภทของไม้ยืนต้นตามลักษณะการเกิดพลังงานความร้อนภายใต้ร่มเงา และนำไปเลือกใช้ในการลดความร้อนให้แก่ผนังอาคารที่รับรังสีจากดวงอาทิตย์ทั้ง 8 ทิศ ประเมินผลการประหยัดพลังงานในการปรับอากาศ เปรียบเทียบกับผนังอาคารที่ไม่ได้บังเงา

แนวทางการวิจัยต้นไม้แต่ละชนิด ทำโดยการวัดปริมาณการแผ่รังสีแนวตั้งภายใต้ร่มเงาต้นมะม่วง ซึ่งเสมือนเกิดที่ผนังอาคารทั้ง 8 ทิศ เปรียบเทียบกับกลางแจ้ง ทำให้ทราบถึงความสำคัญของร่มเงา และพุ่มใบที่สามารถลดปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร โดยการลดอุณหภูมิ Sol Air ประสิทธิภาพของพุ่มใบต้นไม้จึงขึ้นอยู่กับทรงพุ่มและความหนาแน่น รวมทั้งขึ้นอยู่กับปริมาณการแผ่รังสีที่ผ่านลงมา ซึ่งมีความสัมพันธ์สำคัญกับช่วงเวลาและสัดส่วนสภาพท้องฟ้า โดยถ้าสัดส่วนสูง ต้นไม้ยืนต้นจะมีประสิทธิภาพในการสกัดกั้นรังสีดวงอาทิตย์ได้มาก จากการวิจัยพบว่า ต้นพิกุลสามารถลดปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดีกว่าต้นจามจุรี ณ. ผิวผนังทางด้านทิศต่างๆดังนี้

ตารางที่ 3.2 เปรียบเทียบค่าความต่างความร้อนเข้าอาคารของต้นพิกุลและจามจุรี

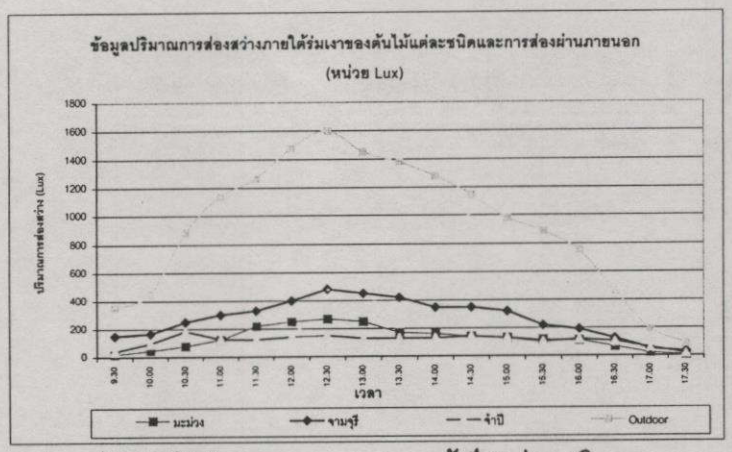
ทิศ	E	S	W	N	SE	WE	NW	NE
การลดปริมาณความร้อน (%)	0.8	0.9	4.7	0	0.3	3.5	0.5	0.6

สำหรับในเดือนที่มีการใช้พลังงานสูง พบว่าต้นจามจุรีและต้นพิกุล สามารถลดภาระการปรับอากาศลงได้ 11.88% และ 13.52 % และการใช้ค่าพลังงานในอาคารลดลงได้ 13.85 % และ 15.63 % ต่อปี โดยเปรียบเทียบกับผนังที่ไม่มีการบังเงา

ผลการวิจัยของต้นไม้ 3 ชนิดพบว่า สามารถลดปริมาณการแผ่รังสีได้ดี และสามารถลดอุณหภูมิให้แก่ผิวผนังภายนอกอาคารได้แตกต่างกัน เนื่องจากลักษณะทรงพุ่มและความหนาแน่น และผลการวิจัยเปรียบเทียบต้นพิกุล สามารถสกัดกั้นรังสีดวงอาทิตย์ได้ดีกว่าต้นจามจุรีทั้งรังสีตรง รังสีกระจาย และรังสีสะท้อน เนื่องจากพุ่มใบมีความหนาแน่น และลักษณะทรงพุ่มกลม โดยต้นไม้ทั้ง 2 ชนิดนี้สามารถสกัดกั้นรังสีดวงอาทิตย์ได้ดีในทิศที่มีการแผ่รังสีตรงจากดวงอาทิตย์เป็นช่วงเวลานาน และทิศที่สกัดกั้นได้น้อยคือทิศเหนือ ซึ่งเป็นทิศที่ส่วนใหญ่ของปีเป็นรังสีกระจายและรังสีสะท้อน

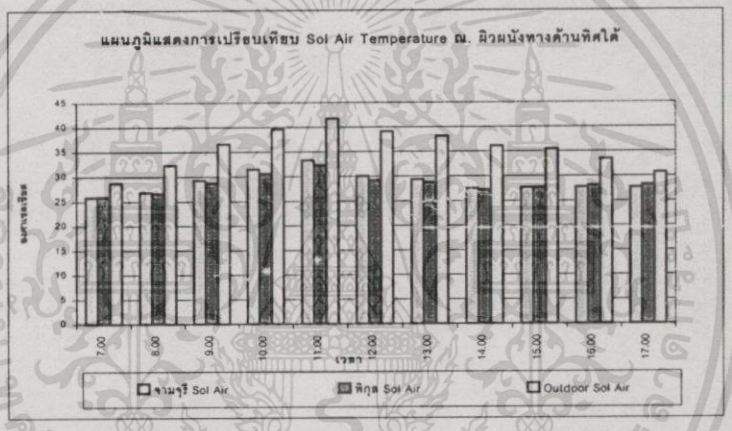
- ร่มเงาจากไม้ยืนต้นต่างชนิดกัน จะส่งผลทำให้ปริมาณพลังงานในการแผ่รังสีต่างกัน เนื่องจากค่าความหนาแน่น และลักษณะของพุ่มใบที่แตกต่างกัน ดังแผนภูมิต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภูมิที่ 3.1 แสดงการส่องสว่างภายใต้ร่มเงาและภายนอกของต้นไม้แต่ละชนิด

- พลังงานการแผ่รังสีที่ผ่านการสกัดกั้นของพุ่มใบต้นไม้ยืนต้นจะเกิดในปริมาณที่ลดลงจากการแผ่รังสีภายนอก ส่งผลให้ผนังอาคารเกิดความร้อนน้อยกว่าในส่วนที่รับการแผ่รังสีโดยตรง อันเนื่องมาจากอุณหภูมิ Sol Air ที่ลดลง ดังแผนภูมิต่อไปนี้



แผนภูมิที่ 3.2 เปรียบเทียบอุณหภูมิ Sol Air ที่ผิวผนังทิศใต้

- ปริมาณการแผ่รังสีจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับช่วงเวลาสถานที่และสภาพท้องฟ้า โดยที่จะสามารถหาความสัมพันธ์ของตัวแปรเพื่อใช้ในการคาดการณ์ ปริมาณรังสีที่เกิดขึ้น ณ. ผนังแนวตั้งที่หันไปในทิศทางต่าง ๆได้โดยตัวแปรที่มีความสำคัญคือ
  - มุมดวงอาทิตย์ที่อยู่เหนือระนาบนอน
  - มุมดวงอาทิตย์ในแนวระนาบจากทิศใต้ทำมุมกับผนัง (Surface Solar Azimuth)
  - สัดส่วนเปรียบเทียบระหว่าง

$$\frac{\text{ปริมาณการแผ่รังสีทั้งหมดในแนวระนาบนอนในช่วงเวลานั้น}}{\text{ปริมาณการแผ่รังสีทั้งหมดในแนวระนาบนอนในสภาพท้องฟ้าแจ่มใส}}$$

- สัดส่วนของปริมาณการแผ่รังสีภายใต้ร่มเงาไม้ยืนต้นส่วนใหญ่เกิดจากการแผ่รังสีกระจาย (Diffuse) และการแผ่รังสีสะท้อน (Reflect) ดังนั้นการที่ใช้ต้นไม้ยืนต้นในการกรองการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งช่วยลดปริมาณการแผ่รังสีตรง (Direct) โดยผ่านการกรองของพุ่มใบได้ในปริมาณมาก แต่ก็ต้องขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของพุ่มใบ ถึงแม้จะเป็นต้นไม้ต้นเดียวกันแต่ปริมาณรังสีที่วัดได้ใต้พุ่มใบในแต่ละทิศก็จะมีสัดส่วนระหว่างปริมาณการแผ่รังสีแนวตั้งภายนอกและปริมาณการแผ่รังสีแนวตั้งภายในพุ่มใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่ 3

ชื่อเรื่อง **Analysis of the Cooling Potential of a tree canopy with special reference to the mango tree**

ผู้วิจัย G.A.C Cantuaria

เจ้าของ Environment and Energy Studies Programme Architectural Association

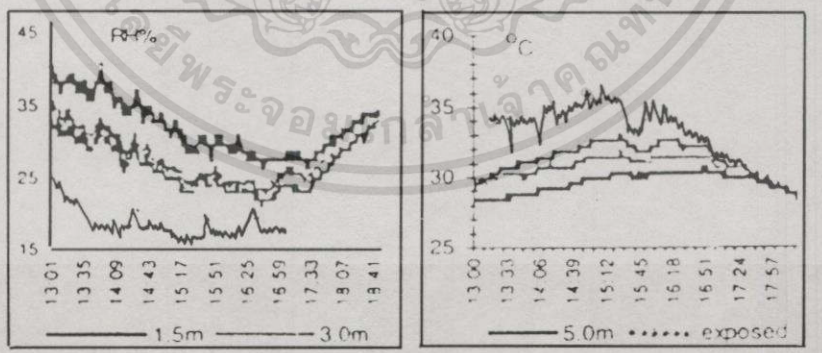
ลักษณะ

เป็นการศึกษาการประเมินผลจากการทำความเย็นโดยวิธีธรรมชาติ (Passive Cooling) ของต้นมะม่วงเดี่ยวด้วยคุณสมบัติของการบังเงาและการระเหยการคายน้ำ โดยทำการศึกษาประเมินผลประสิทธิภาพในช่วงฤดูร้อนและแห้งของ Brasilia ประกอบด้วย 4 การทดลองหลักได้แก่

1. การวัดความความแปรปรวนในแนวตั้ง โดยทำการวัดค่าความต่างของอุณหภูมิและความชื้นจากระดับ 1.50 ม. ถึงบริเวณส่วนกลางของพุ่มใบ
2. การวัดค่าในแนวระดับ โดยทำการวัดการบังเงา จากต้นมะม่วงที่ระดับ 1.50 ม . ในแนวราบ
3. การเจริญเติบโตของทรงพุ่มต้นมะม่วง ประกอบด้วยความแตกต่างของอุณหภูมิและความชื้นภายใต้พุ่มใบของต้นมะม่วงต่างขนาด
4. เปรียบเทียบต้นไม้ที่มีขนาดและความหนาแน่น และคุณสมบัติในการบังเงาใกล้เคียงกัน 3 ชนิด เพื่อให้ทราบถึงผลของรูปทรงพุ่มใบต่อ Micro Climate

1. ทำการทดสอบโดยพื้นที่ใต้ร่มเงาและนอกร่มเงา ของทุกๆความสูงได้ผลสรุปคือ
   - ที่ระยะความสูง 5.00 ม. อุณหภูมิสูงสุด ที่ 30°C
   - ที่ระยะความสูง 3.00 ม. อุณหภูมิสูงสุด ที่ 31.5°C
   - ที่ระยะความสูง 1.50 ม. อุณหภูมิสูงสุด ที่ 32.5°C

บริเวณที่เย็นที่สุดถูกล้อมรอบไปด้วยกลุ่มใบ จากผลของ Cooling Effect จากการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ และ การระเหยการคายน้ำ ส่วนของความชื้นสัมพัทธ์พบว่า ความชื้นจะสูงขึ้นเมื่ออยู่ใกล้บริเวณกลุ่มใบ ดังนั้นค่าความชื้นที่วัดได้จากมากไปหาน้อยได้แก่ ระยะ 1.50, 3.00,5.00 ม. ตามลำดับ



แผนภูมิที่ 3.3 แสดงอุณหภูมิและความชื้นของต้นมะม่วงที่ระดับความสูงต่างๆ

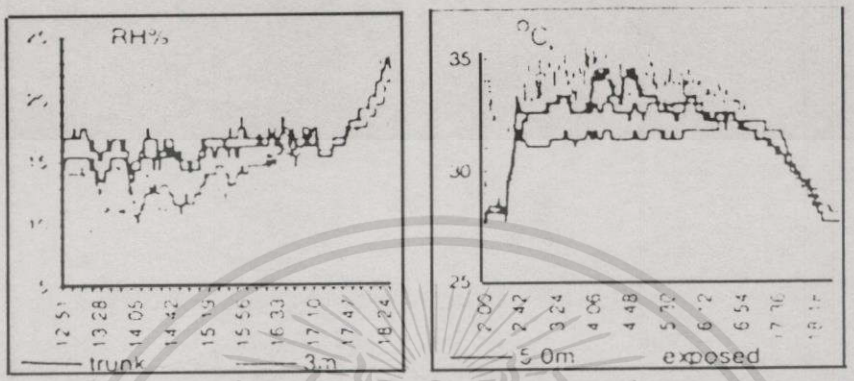
2. ทำการวัดการตัวแปรภูมิอากาศในแนวระนาบ ที่ระดับความสูง 1.50 ม. เท่ากันทุกระยะในแนวราบ ผลที่วัดได้มีดังนี้

   - ที่ระยะโคนต้น อุณหภูมิเฉลี่ยที่ 31 °C ความชื้น 17%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

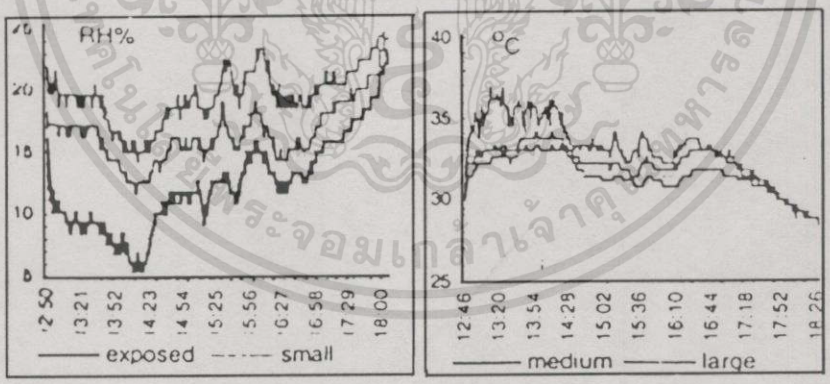
- ที่ระยะห่างจากโคนต้น 3.00 ม. อุณหภูมิเฉลี่ย ที่ 33 °C ความชื้น 16%
- ที่ระยะห่างจากโคนต้น 5.00 ม. อุณหภูมิเฉลี่ยที่ 34°C ความชื้น 14%
- ที่ด้านนอกพุ่มใบ อุณหภูมิเฉลี่ยที่ 35°C ความชื้น 12%

ระยะที่ห่างจากลำต้นยิ่งมากขึ้น ยิ่งเพิ่มอุณหภูมิแต่ในขณะเดียวกันความชื้นจะลดลงเรื่อยๆ จากผลการทดลอง ความต่างของอุณหภูมิไม่รุนแรงนัก เนื่องจากเป็นวันที่ลมสงบ ซึ่งไม่ทำให้เกิดการกระจายตัวของ Shading Effect มากนัก



แผนภูมิที่ 3.4 แสดงอุณหภูมิและความชื้นของต้นมะม่วงณ. ระยะในแนวราบต่างๆ

3. ทำการวัดค่าความต่างของอุณหภูมิภายใต้ต้นมะม่วงที่ความต่างของขนาด โดยทำการวัด ณ. ระดับความสูง 1.50 เมตรที่บริเวณลำต้น โดยใช้ต้นไม้ที่มีขนาดความสูง 6.00 ม. , 8.00 ม. 10.00 ม. ผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า อุณหภูมิแปรผกผันขนาดของต้นไม้ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแปรตามขนาดของต้นไม้ ต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่จะทำให้อุณหภูมิต่ำลงและความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้น ดังแสดงในแผนภูมิ

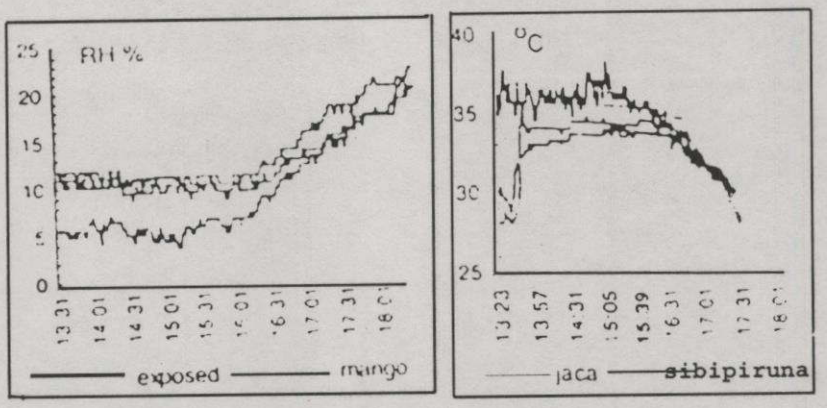


แผนภูมิที่ 3.5 แสดงอุณหภูมิและความชื้นของต้นมะม่วงที่มีขนาดต่างๆ

4. ทำการวัดค่าความต่างของอุณหภูมิและความชื้นเปรียบเทียบกันระหว่างต้นไม้ต่างชนิดและต่างรูปทรงพุ่มใบ ที่มีขนาดเดียวกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ต้นมะม่วง	รูปทรงกลมทึบ (Round)
ต้นJaca	รูปทรงกรวยสูง (Conical) (ไม้ผลพื้นเมือง)
ต้นSibipiruna	รูปทรงแผ่กว้างแต่มีความหนาแน่นน้อย (Light Spread)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภูมิที่ 3.6 แสดงความชื้นและอุณหภูมิของต้นไม้ชนิดต่างๆ

จากการทดลอง พบว่าต้นไม้ 2 ชนิดแรก มีค่าอุณหภูมิและความชื้นใกล้เคียงกัน แต่จะสูงกว่าต้น Sibipiruna ซึ่งมีความโปร่งกว่า ผลสรุปอาจกล่าวได้ว่ารูปทรงพุ่มมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพียงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับความหนาแน่นของพุ่มใบ

กราฟของความชื้น จะเริ่มสูงขึ้นในช่วง 16.00 น. และช่วงตั้งแต่ 13.31 – 15.31น. ค่าความชื้นจะมีความคงที่ทั้ง 3 ต้น

กราฟของอุณหภูมิ ก็มีลักษณะแปรผกผันกันคือ อุณหภูมิจะเริ่มลดลงเมื่อเวลาประมาณ 15.39 – 16.31 น. ต้น Sibipiruna มีคุณสมบัติในการควบคุมรังสีดวงอาทิตย์น้อยกว่า ซึ่งถ้าดูจากกราฟในช่วง 15.05 กราฟค่อนข้างคงที่ในขณะที่ อีก 2 ต้นจะมีอัตราการเปลี่ยนแปลงที่สูงกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่ 4

ชื่อเรื่อง Vegetation in the urban Environment micro climatic analysis and benefit

ผู้วิจัย ARGIRO DIMOUDI

ต้นไม้มีผลต่อการปรับสภาพภูมิอากาศย่อย (Microclimatic Effect) ลดผลกระทบที่เกิดจากภาวะความเป็นเกาะความร้อน (Heat Island) ซึ่งภายในเมืองมักมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณชานเมืองหรือชนบท พืชพรรณธรรมชาติจะช่วยลดอุณหภูมิโดยการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงให้กับพื้นผิว และดึงเอาความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ นี้มาใช้ในกระบวนการ Evapotranspiration โดยทำการเปลี่ยนรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบให้เป็นพลังงานความร้อนสัมผัส ผลที่เกิดขึ้นคือทำให้อุณหภูมิบริเวณใกล้พื้นดินเย็นลง และส่งผลให้การแผ่รังสีคลื่นยาวกลับจากพื้นดินและใบไม้น้อยลง ซึ่งต่างจากสภาพแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้นซึ่งต้องพึ่งพามนุษย์ในการลดความร้อน ผลกระทบจากพืชพรรณนี้เกิดขึ้นได้ในหลายลักษณะดังนี้

- การลด ความร้อนจากดวงอาทิตย์(Solar Heat Gain) บริเวณหน้าต่าง ผนังและหลังคาด้วยเงา
- การลด แลกเปลี่ยนรังสีคลื่นยาวระหว่างอาคารกับท้องฟ้า เมื่ออุณหภูมิพื้นผิวของอาคารถูกลดลงด้วยการบังเงา
- ทำให้เกิดการลดลงของการนำและการพา Heat Gain จากการลดลงอุณหภูมิกระเปาะแห้งโดยการระเหยเป็นไอน้ำในอากาศ
- ทำความเย็นจากการระเหยไอน้ำสู่อากาศด้วยความร้อนแฝง (Latent Cooling)

ตัวแปรของพืชพรรณที่เกี่ยวข้อง

- **การระเหยการคายน้ำ (Evapotranspiration)** ซึ่งสามารถหาได้โดยใช้ข้อมูลอัตราการระเหยสูงสุดของพืชชนิดต่างๆ และปริมาตรของอากาศที่ถูกนำมาลดอุณหภูมิ ต่อหนึ่งหน่วยเวลา หรือใช้สูตร

$$ET_c = K_c \times ET_o$$

ในขณะที่ ET_c อัตราการระเหยการคายน้ำของพืชชนิดนั้น

K_c Crop Coefficient (สำหรับพืชเมืองร้อน ประมาณ 1.2)

ET_o อัตราการระเหยไอน้ำในอากาศภายใต้สภาพภูมิอากาศนั้นๆ

- **ค่าสัมประสิทธิ์ในการบังแดด (Shading Coefficient)** หรือS.Cซึ่งเป็นการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานกระจกใสหนา 3 มม. ซึ่งมีค่า = 1 โดยค่าของต้นไม้ทั่วไปมีดังนี้
  - ต้นไม้เจริญเติบโตเต็มที่ มีพุ่มใบหนาแน่น 0.25 – 0.20
  - ต้นไม้ที่มีอายุน้อยและให้ร่มเงาได้น้อย 0.60 –0.50
- **ค่าการส่งผ่าน (Transmission)** เป็นผลกระทบต่อเนื่องมาจากค่า S.C เป็นตัวแปรที่กล่าวถึงผลกระทบของพืชพรรณจากการรับรังสีดวงอาทิตย์และแสงอาทิตย์ซึ่งค่าเหล่านี้จะแปรตามแต่ละฤดูกาล โดยเฉพาะฤดูที่ไม้ผลัดใบ ค่าเฉลี่ยโดยทั่วไปของไม้ผลัดใบในฤดูร้อน คือ ประมาณ 0.15 และ ในฤดูหนาวประมาณ 0.8 และ 0.15 สำหรับไม้ไม่ผลัดใบ
- **ค่าการสะท้อน(Albedo)** นี้เป็นค่าของการสะท้อนของวัตถุ มีค่าตั้งแต่ 0 – 1 โดยทั่วไปจะอยู่ในช่วง 0.20 –0.25 สำหรับต้นไม้ ค่าเฉลี่ยของไม้ไม่ผลัดใบประมาณ 0.30 และ ไม้ผลัดใบประมาณ 0.25
- **ความสามารถในการทะลุผ่าน Permeability** ตัวแปรนี้คือความสามารถของอากาศในการทะลุผ่านต้นไม้ ซึ่งโดยทั่วไปต้นไม้จะมีค่าเฉลี่ย คือ 0.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่ 5

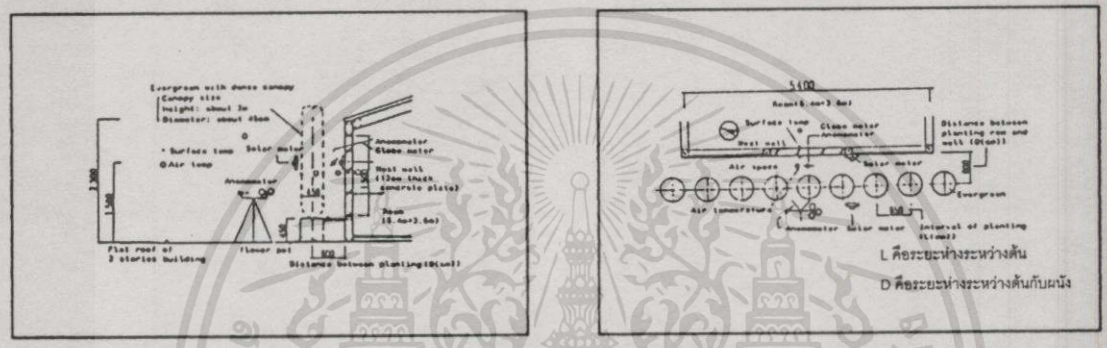
งานวิจัย Climatological Use of Plants for Solar Control and effect on thermal Environment of a building

การปรับสภาพภูมิอากาศด้วยการใช้พืชพรรณเพื่อควบคุมรังสีดวงอาทิตย์และผลกระทบของความร้อนในสภาพแวดล้อมรอบอาคาร

ผู้วิจัย Arika Hoyano

ลักษณะการวิจัย

ผลกระทบจากการบังเงารังสีดวงอาทิตย์โดยใช้แนวต้นไม้ไม่ผลัดใบที่อยู่ในระยะห่างจากผนังทางด้านทิศตะวันตกในระยะต่างๆ โดยทำการทดลองกับผนังอาคารสูง 1 ชั้นและทดสอบโดยใช้การจัดรูปแบบของต้นไม้ในลักษณะต่างๆ โดยมีรายละเอียดดังในตาราง



ภาพที่ 3.3 แสดงรายละเอียดและขอบเขตการทดลองไม้ยืนต้นบังผนังทิศใต้

ตารางที่ 3.3แสดงสัดส่วนการส่งผ่านรังสีดวงอาทิตย์ที่ผนังทิศใต้

การจัดวางแนวต้นไม้	ค่าการส่งผ่านรังสีดวงอาทิตย์(%)		
	6.00-11.00	11.00-13.00	13.00-18.00
L 45 D 20	6.0	9.5	3.3
L 65 D 20	13.6	13.8	7.5
L 45 D 60	34.8	26.5	6.4
L 65 D 60	35.8	27.0	8.1

ในการทดลองใช้ต้น Kaizuka Hort ที่มีลักษณะทรงพุ่มหนาแน่น ซึ่งแต่ละต้นจะบรรจุอยู่ในตู้ Container ซึ่งสามารถเคลื่อนและปรับเปลี่ยนตำแหน่งได้ โดยอาคารที่ทำการบังเงาเป็นห้องเดี่ยวที่มีขนาด 20ตร.ม. ซึ่งเป็นห้องไม่ปรับอากาศ ผนังด้านทิศตะวันตกเป็นวัสดุคอนกรีต หนา 12.00 ซม. สูง 2.3 ม. และกว้าง 5.4 ม. รูปแบบของเงาต้นไม้จะขึ้นอยู่กับลักษณะการจัดวางรูปแบบ ซึ่งพื้นที่ที่ถูกบังเงาของผนังจากแนวต้นไม้คิดเป็น 70%

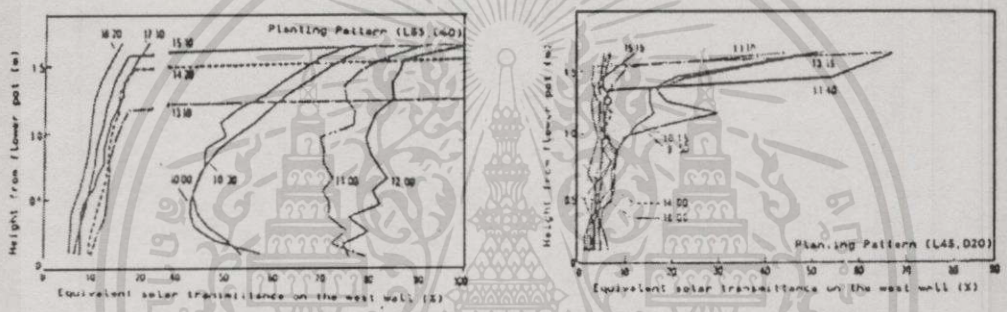
การส่งผ่านรังสีดวงอาทิตย์จากต้นไม้

อัตราของการกระจายรังสีดวงอาทิตย์บนผนังทางด้านทิศตะวันตกผ่านแนวต้นไม้ในแนวตั้งถูกนำมาเปรียบเทียบกัน เช่น เมื่อดูจากกราฟจะเห็นความแตกต่างใน 2 ลักษณะอย่างชัดเจน ซึ่งกราฟจะมีลักษณะไม่คงที่ตั้งแต่เช้าจนถึงช่วงประมาณ 10.30 น. (ซึ่งเป็นช่วงที่รังสีดวงอาทิตย์ไม่ตกกระทบผนังทิศตะวันตก) ด้วยรูปแบบ (L65 D60) รังสีดวงอาทิตย์จะถูกส่งผ่านเข้าสู่ที่ว่างระหว่างแนวต้นไม้กับ ผนัง

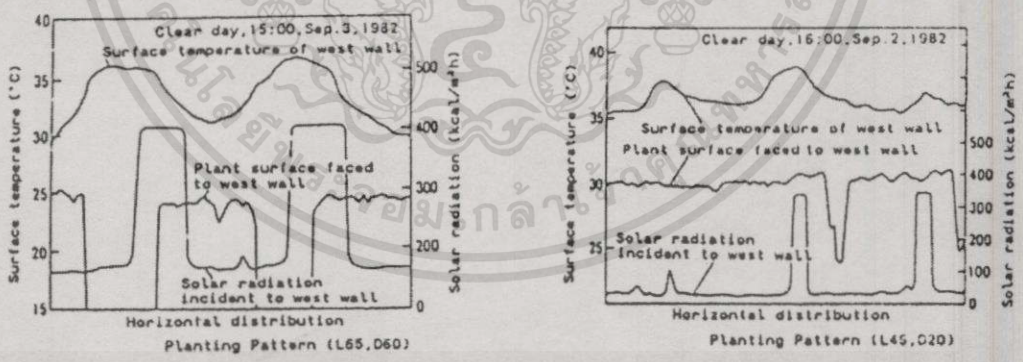
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคารและเข้าถึงผนังในช่วงเที่ยงวัน ซึ่งจะเพิ่มปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนผนัง ตั้งแต่ช่วงบ่ายเป็นต้นไป ซึ่งเป็นช่วงที่เริ่มมีความต้องการป้องกันแสงอาทิตย์ทางด้านผนังทิศตะวันตกขึ้น และในช่วงนั้นจะทำให้การกระจายรังสีในแนวตั้งค่อนข้างคงที่

ผลจากการวัดการกระจายการส่งผ่านรังสีดวงอาทิตย์บนผนัง มีค่าเฉลี่ยดังแสดงในตาราง จะเห็นได้ว่ามากกว่า 95 % ของรังสีดวงอาทิตย์บนผนังถูกสกัดกั้นด้วยต้นไม้ (L45 D20) เมื่อการเว้นระยะระหว่างต้นไม้กว้าง ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ผนังก็จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากรังสีโดยตรงทะลุผ่านช่องว่างอากาศระหว่างต้นไม้ อย่างไรก็ตาม ผนังด้านนอกที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงจะมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปตลอดการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ ช่วงของการกระจายอุณหภูมิพื้นผิวบนผนังก็จะไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก (จากการสะสมความร้อนในผนัง) จากกราฟ แสดงรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนผนังและอุณหภูมิพื้นผิวที่กระจายบนระนาบผนัง ซึ่งจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิพื้นผิวของผนังด้านนอกที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์จะสูงกว่าบริเวณอื่นๆ ประมาณ 3 °C



แผนภูมิที่3.7 แสดงการกระจายการส่งผ่านรังสีดวงอาทิตย์ในแนวตั้งของต้นไม้ (L65,D60) (L45,D20)



แผนภูมิที่3.8 แสดงการกระจายการส่งผ่านรังสีในแนวระนาบของต้นไม้(L65,D60) (L45,D20)

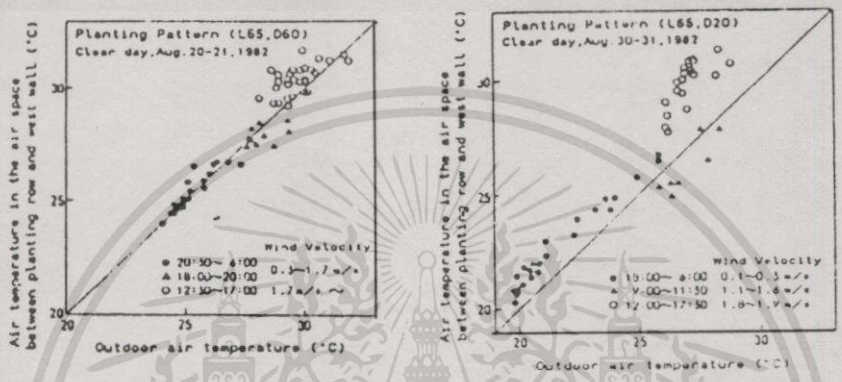
การกระจายอุณหภูมิรอบแนวต้นไม้

อุณหภูมิใบไม้ที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์เพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามด้านที่ได้รับการบังแดดก็มีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน ซึ่งเป็นผลมาจากการแผ่รังสีความร้อนกลับโดยผนังที่มีแนวต้นไม้บังนั้นจะต่ำกว่าผนังโล่งที่ไม่ได้รับการบังแดด(Dead Air Space) และอุณหภูมิอากาศจะสูงขึ้นกว่าอุณหภูมิภายนอกเป็นปริมาณมากในช่วงบ่าย (เนื่องจากถูกจำกัดการพาความร้อน) จะสังเกตเห็นว่า อุณหภูมิช่องว่างอากาศจะต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกเล็กน้อยในช่วงเช้าเนื่องมาจากอากาศเย็นจากเวลากลางคืนจะยังคงค้างอยู่ในช่องว่างนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

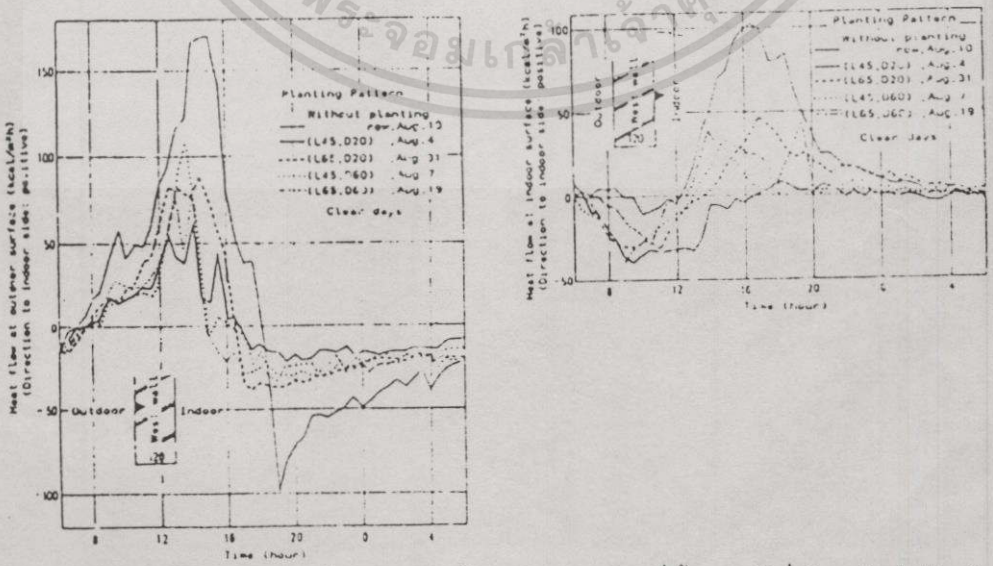
แม้ว่าสภาพอากาศแต่ละวันจะแตกต่างกันและการเคลื่อนของความร้อนจะไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้โดยตรง แต่ผลกระทบจากจากกปลูกต้นไม้ก็สามารถนำมาทดสอบได้ การเคลื่อนความร้อนเข้าสู่ผนังภายใน (เมื่อไม่มีต้นไม้) จะสูงสุดที่ประมาณ 100 Kcal/m ^{2}hที่ช่วง 16.00น. เนื่องจากรังสีดวงอาทิตย์จากด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ มันจะสามารถลดลงได้ถึง 50 Kcal/m ^{2}h ได้โดยตัวแปรสำคัญคือต้นไม้

โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รูปแบบการจัดต้นไม้แบบ (L45 D20) เกือบจะไม่ได้รับอิทธิพลจากการเหนี่ยวนำความร้อนโดยรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงบ่าย ในช่วงเช้าช่องว่างระหว่างผนังและต้นไม้ที่แคบกว่าจะทำให้เกิดการปล่อยความร้อนออกมาจากผนังภายในสู่ผนังภายนอก ในปริมาณมากกว่า (เนื่องจากอุณหภูมิอากาศภายนอกจะต่ำกว่า) ซึ่งจะทำให้เกิด Passive Cooling Effect ขึ้นได้



แผนภูมิที่ 3.9แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศระหว่างช่องว่างของต้นไม้และผนังทิศตะวันตกกับอุณหภูมิอากาศภายนอก

ผลกระทบจากการบังเงารังสีดวงอาทิตย์ จะมากขึ้นเมื่อระยะห่างระหว่างผนังกับต้นไม้แคบลง (จากการลดการเหนี่ยวนำความร้อน) อย่างไรก็ตามการบำรุงรักษาและความคงทนของอาคารก็ควรนำมาพิจารณาด้วย นอกจากนี้หากมีหน้าต่างหลายบานบนผนังทางด้านทิศตะวันตก มันจะให้ผลดีจากการรับรังสีดวงอาทิตย์แบบกระจายจากท้องฟ้าเพื่อนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ ในขณะที่รังสีดวงอาทิตย์จากทางด้านทิศตะวันตกจะสามารถสกัดกั้นได้ด้วยระยะการปลูกต้นไม้ระหว่างผนังที่เหมาะสม



แผนภูมิ3.10 แสดงการเปลี่ยนแปลงการไหลของความร้อนที่พื้นผิวผนังที่บังเงาด้วยไม้ยืนต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่ 6

งานวิจัย การปรับสภาพภูมิอากาศด้วยไม้เลื้อยในลักษณะต่าง ๆ

ผู้วิจัย Arika Hoyano

ลักษณะการวิจัย

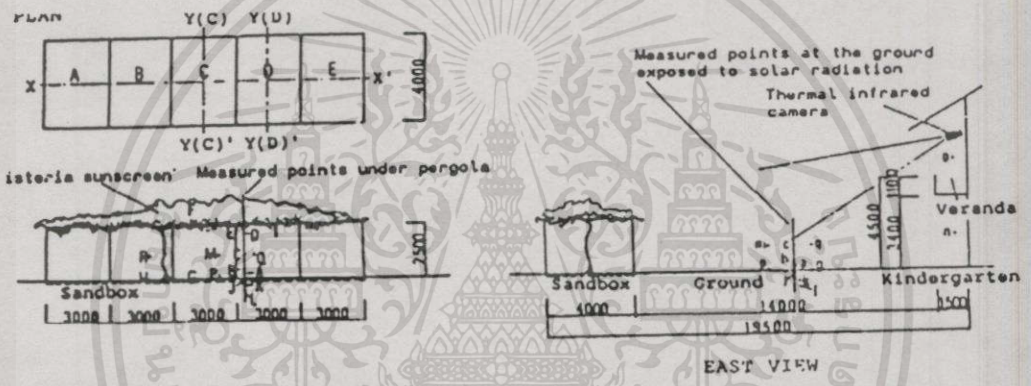
ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการใช้ไม้เลื้อยตามการใช้งานในหลายลักษณะดังนี้

- การป้องกันแสงแดดด้วยระแนงไม้เลื้อยในลักษณะ Overhang
- การป้องกันแสงแดดด้วยไม้เลื้อยเพื่อบังเงาให้เฉลียงทางด้านทิศใต้
- การป้องกันแสงแดดด้วยไม้เลื้อยบนผนังทางด้านทิศตะวันตก

ซึ่งผลการทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้

การป้องกันแสงแดดด้วยระแนงไม้เลื้อยในลักษณะ Overhang

ลักษณะการทดลอง ทดลองณ. สนามเด็กเล่น โดยใช้ไม้เลื้อยเกาะบนระแนงโครงสร้างดังภาพ



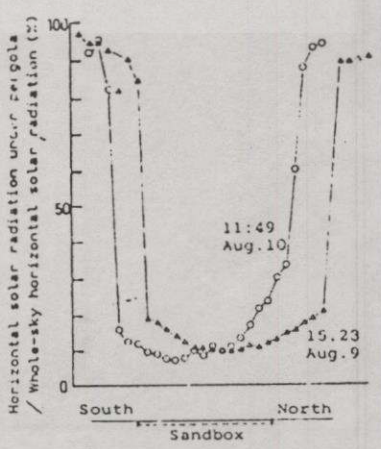
ภาพที่ 3.4รายละเอียดขอบเขตการทดลองไม้เลื้อยในลักษณะ Overhang

ตารางที่ 3.4 แสดงอุณหภูมิอากาศที่ความสูงต่าง ๆภายใต้ระแนงไม้เลื้อย

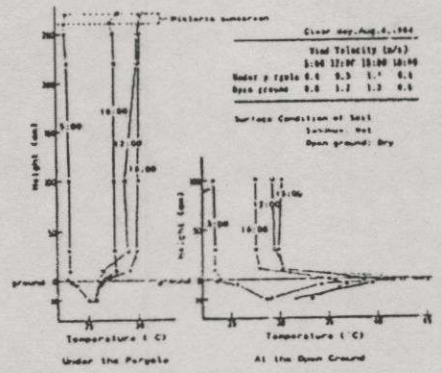
อุณหภูมิอากาศ/เวลา	5.00	12.00	15.00	18.00	หมายเหตุ
อุณหภูมิภายใต้ระแนงไม้เลื้อย	22	28	30	27	ความสูงไม่มีผลมากนัก
อุณหภูมิที่พื้นที่เปิดโล่ง	22	29	30	28	ที่ระดับใกล้พื้นดิน จะมีผลต่อ
อุณหภูมิสูงสุดที่ระดับพื้นดิน	22	38	45	35	อุณหภูมิมาก

แผนภูมิที่3.11แสดงการกระจายการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ในแนวราบที่ตกกระทบบริเวณผิวพื้นระหว่างภายนอกและภายในระแนงไม้เลื้อย

โดยสามารถลดการแผ่รังสีดวงอาทิตย์โดยตรงได้เมื่อเทียบกับภายนอก จาก 250 K cal/m^2h เหลือเพียง 60 K cal/m^2h

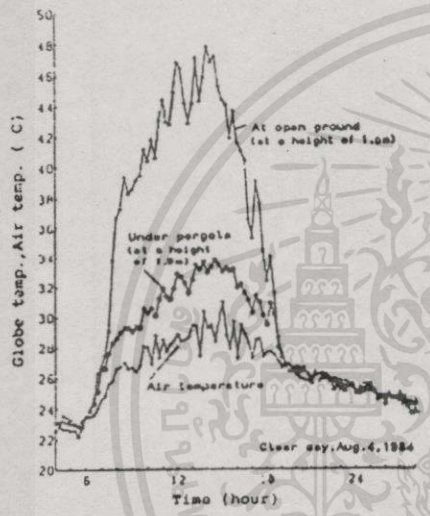


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิอากาศภายใต้ระแนงไม้ไม่ต่างกับอุณหภูมิอากาศในที่โล่งมากนักแต่ อุณหภูมิในที่โล่งที่ระดับความสูงต่าง ๆจะมีความแตกต่างมากโดยเฉพาะบริเวณอากาศใกล้ผิวดิน

แผนภูมิที่ 3.12 แสดงการเปรียบเทียบการกระจายอุณหภูมิอากาศในแนวตั้ง ณ. จุดกึ่งกลางของระแนงไม้เลื้อยเปรียบเทียบกับพื้นที่โล่ง



จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิผิวพื้นที่โล่งจะสูงถึง 48°cในขณะที่อุณหภูมิภายใต้ระแนงไม้สูงสุดจะอยู่ที่ประมาณ 34°c และอุณหภูมิอากาศจะอยู่ในช่วง 31 °c ซึ่งแสดงว่าการแผ่รังสีมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมาก

ระแนงไม้เลื้อยนี้จะช่วยลดการเกิดรังสีคลื่นยาวที่แผ่กลับได้ดี เนื่องจากให้ผลชัดเจนในการลดอุณหภูมิพื้นผิวของสภาพแวดล้อม ซึ่งจะส่งผลให้อุณหภูมิโดยรอบลดลงด้วย

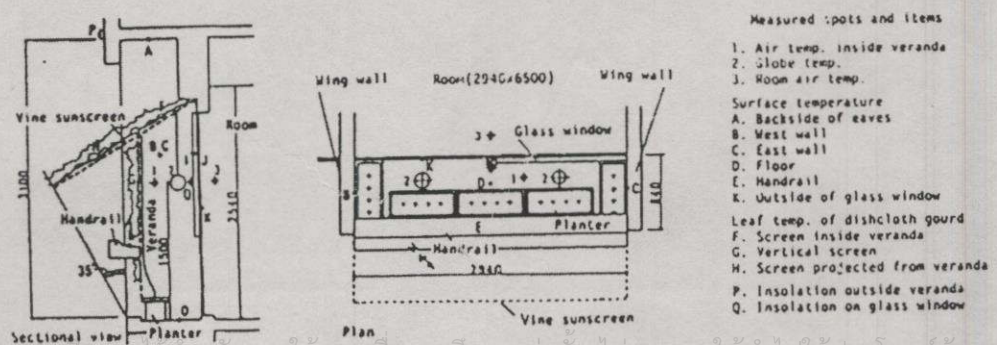
แผนภูมิที่ 3.13 แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิจากการแผ่รังสี (Globe Temperature) ภายใต้ระแนงไม้เลื้อยเปรียบเทียบกับพื้นที่โล่งที่ระดับสูง 1.00 ม.

การป้องกันแสงแดดด้วยไม้เลื้อยเพื่อบังเงาให้เฉลียงทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้

ลักษณะการทดลอง ใช้ไม้เลื้อยในลักษณะอุปกรณ์บังแดด 2 ส่วนคือ

1. ไม้เลื้อยในแนวตั้งขึงบนผ้าซึ่งมีช่องว่างระบายอากาศ
2. ไม้เลื้อยเอียงทำมุมในลักษณะอุปกรณ์บังแดดแนวนอน (Overhang)

โดยในการทดลองจะทำการเปรียบเทียบกับเฉลียงที่อยู่บนด้านเดียวกันที่ไม่ได้มีการบังเงา

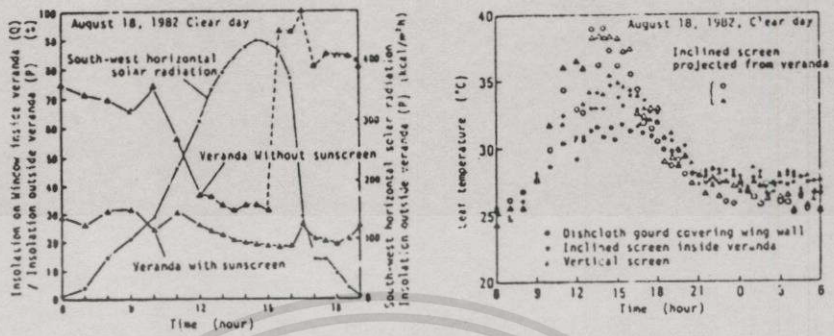


ภาพที่ 3.5 แสดงรายละเอียดและขอบเขตการทดลองไม้เลื้อยที่บังเงาเฉลียงด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

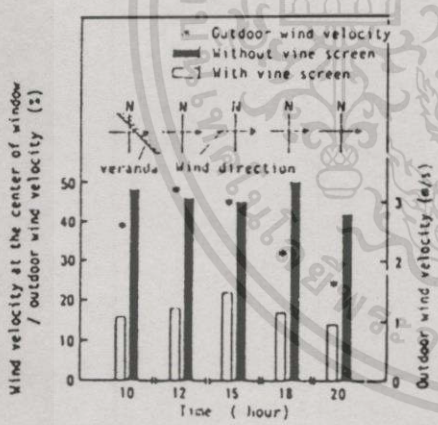
ซึ่งผลการทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้

- การเปลี่ยนแปลงการตกกระทบของรังสีดวงอาทิตย์เปรียบเทียบระหว่างบริเวณเฉลียงที่มีและไม่มีไม้เลื้อยปกคลุมในช่วงเวลา 1 วัน พบว่าเฉลียงที่ไม่มีการบังเงาจะได้รับรังสีดวงอาทิตย์ประมาณ 40% ในช่วงเช้า และสูงถึง 60 -70 % ในช่วงบ่าย ในขณะที่เฉลียงที่ได้รับการบังเงาจะได้รับรังสีดวงอาทิตย์ค่อนข้างคงที่ประมาณ 25%



แผนภูมิที่3.14 แสดงปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบเฉลียงที่มีและไม่มีไม้เลื้อยปกคลุม และการกระจายอุณหภูมิพื้นผิวของใบไม้ของกันสาดแนวตั้งและแนวเอียง

- ผลจากการลดการตกกระทบของรังสีดวงอาทิตย์เข้าสู่อาคารนั้น ทำให้อุณหภูมิพื้นผิวลดลง โดยอุณหภูมิใบไม้จะเพิ่มขึ้นจนถึงสูงสุดประมาณ 40°C และอุณหภูมิของไม้เลื้อยแนวตั้ง จะประมาณ30 -32°C เมื่อเปรียบเทียบกับเฉลียงที่ไม่มีการบังแดดแล้วพบว่า อุณหภูมิพื้นเฉลียงจะสูงกว่า 45°C ขึ้นไป



Effect of vine sunscreen on cross ventilation.

ผลกระทบในเรื่องของลมที่เกิดจากการปลูกไม้เลื้อยปกคลุมพบว่า เฉลียงที่ไม่มีการบังแดด จะมีความเร็วลมประมาณ 45% ของภายนอก ในขณะที่เฉลียงที่มีการบังเงาจะมีความเร็วลมเพียง 17 %ของภายนอก ณ. บริเวณกึ่งกลางหน้าต่าง

แผนภูมิที่3.15 แสดงปริมาณลมบริเวณหน้าต่างเมื่อเปรียบเทียบระหว่างมีกันสาดและไม่มีกันสาดไม้เลื้อย

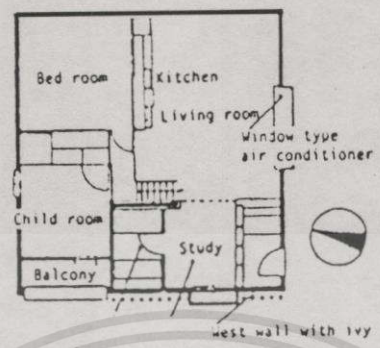
การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิการแผ่รังสีระหว่างเฉลียงที่มีและไม่มีไม้เลื้อยปกคลุมในช่วงเวลา 1 วัน พบว่าอุณหภูมิภายในเฉลียงที่มีการปกคลุม จะต่ำกว่าอุณหภูมิที่ไม่มีการปกคลุม แต่จะสูงกว่าอุณหภูมิอากาศโดยรอบ ดังนั้นความร้อนที่เกิดขึ้นสามารถสรุปได้ว่าเกิดจากปริมาณการระบายอากาศที่ลดลงบริเวณเฉลียงซึ่งให้ผลมากกว่าผลจากการบังเงา ทำให้อุณหภูมิภายในเฉลียงสูงขึ้น

ผลที่เกิดขึ้นนี้มาจากไม้เลื้อยในแนวตั้ง ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญในการลดความเร็วลมที่ทะลุผ่านหน้าต่างให้กับบริเวณเฉลียง ดังนั้นสามารถสรุปในเบื้องต้นได้ว่าผลจากการบังแดดด้วยไม้เลื้อยจะไม่เหมาะกับพื้นที่ร้อนชื้นเนื่องจาก พื้นที่ชื้นต้องการการระบายอากาศสูง

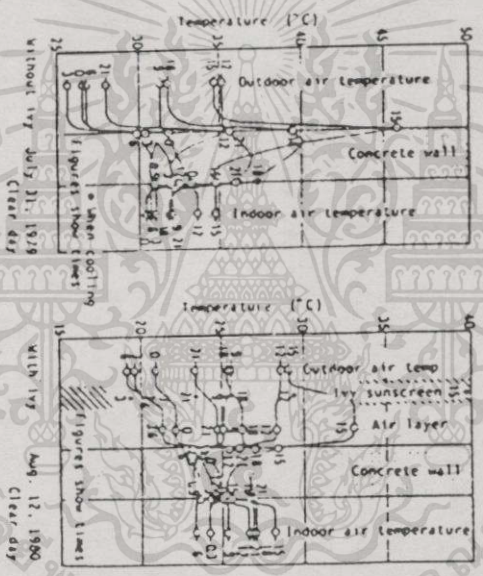
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การป้องกันแสงแดดด้วยไม้เลื้อยบนผนังทางด้านทิศตะวันตก

ลักษณะในการทดลอง ศึกษาไม้เลื้อยบนผนังทางด้านทิศใต้ของอาคาร โดยทำการวัด ตัวแปรต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิการแผ่รังสีภายใน,อุณหภูมิอากาศโดยรอบ, อุณหภูมิพื้นผิวภายนอกและภายใน,อัตราการไหลของอากาศ



ภาพที่3.6 รายละเอียดในการทดลองไม้เลื้อยบนผนังด้านทิศใต้ของอาคาร

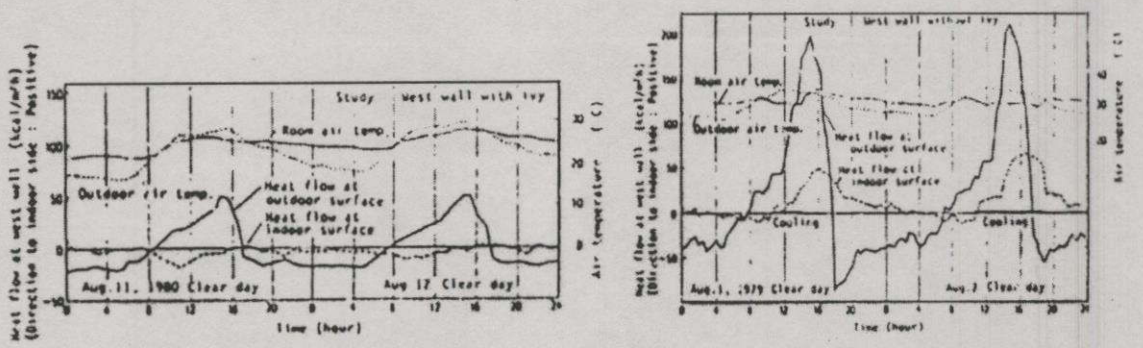


แผนภูมิที่ 3.16 แสดงการเปลี่ยนอุณหภูมิจากการส่งผ่านความร้อนผ่านผนังคอนกรีตระหว่างผนังที่มีและไม่มีไม้เลื้อยปกคลุม

จากการบังเงาของไม้เลื้อยบนผนัง ทำให้อุณหภูมิพื้นผิวสูงสุดน้อยกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ1 °C ในขณะที่อุณหภูมิพื้นผิวที่ไม่ได้บังเงาจะสูงกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 10 °C จากการบังเงานี้จะทำให้อุณหภูมิพื้นผิวค่อนข้างคงที่ตลอดทั้งวัน ในขณะที่ผนังที่ไม่มีการบังเงาอุณหภูมิพื้นผิวจะสูงขึ้นเรื่อยๆ ตั้งแต่ 15 .00 น. ไปจนถึงช่วงกลางคืน

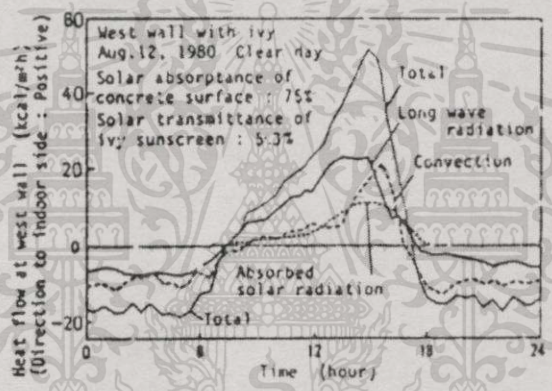
สัมประสิทธิ์ในการบังแดดของไม้เลื้อย คำนวณได้จากการตกกระทบรังสีดวงอาทิตย์ของผนังและการไหลของความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายใน พบว่ามีการส่งผ่านรังสีดวงอาทิตย์ประมาณ 5% และค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาที่วัดได้คิดเป็น 12 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภูมิที่ 3.17 แสดง แสดงการไหลของความร้อนเข้าสู่อาคาร และอุณหภูมิพื้นผิวของผนังในปี 1979และ 1980

ความร้อนจำเพาะของคอนกรีตจะประมาณ 481 K Cal/m^2hในขณะที่ผนังที่ไม่ได้รับการบังแดด จะรับความร้อนได้ 200 K Cal/m^2h และผนังที่ได้รับการบังแดดจะเข้าใกล้ 0



แผนภูมิที่ 3.18 แสดงสัดส่วนการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารที่เกิดจากรังสีคลื่นยาว การพาและการดูดซับ

การถ่ายเทความร้อนจากอุณหภูมิอากาศภายนอกสู่อุณหภูมิพื้นผิวจะเกิดใน 2 ลักษณะคือการคายความร้อนหรือรังสีคลื่นยาวและการพา โดยการพาจะเกิดขึ้นน้อยกว่าคือพบเพียงประมาณ 4 K Cal/m^2h เนื่องจากใบไม้ช่วยลดการพาและทำให้เกิดภาวะอากาศนิ่ง ซึ่งจะช่วยป้องกันความร้อนที่ไม่ต้องการเข้าอาคารได้

ไม้เลื้อยมีความสามารถในการดูดซับได้สูงและรักษาอุณหภูมิให้คงที่ และป้องกันอุณหภูมิจากภายนอกด้วยการลดการพา โดยทำให้เกิดอากาศนิ่ง ซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดในการระบายอากาศ และการลดการแผ่รังสีคลื่นยาวกลับซึ่งจะส่งผลสำคัญทำให้ลดอุณหภูมิพื้นผิวลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่ 7

ชื่อเรื่อง **Strategic Landscaping and Air Conditioned Saving**
(กลยุทธ์ในการจัดภูมิสถาปัตยกรรมและการประหยัดพลังงานในการปรับอากาศ)

ผู้วิจัย ALAN K MEIER

การควบคุม เส้นทางในการนำความร้อนเข้าอาคาร โดยการจัดภูมิสถาปัตยกรรม ประกอบด้วย

- การรับรังสีความร้อนโดยตรงผ่านช่องเปิดอาคาร
- การนำความร้อนผ่านผนังทึบ
- การแทรกซึมของอากาศ
- การส่งผ่านความร้อนแฝง

แนวทางในการควบคุมวิธีการนำความร้อนเข้าอาคารเหล่านี้ขึ้นอยู่กับ พืชพรรณที่นำมาใช้ สภาพภูมิอากาศ โครงสร้างอาคาร ทิศทางการวางอาคาร ซึ่งตัวแปรที่มีอิทธิพลมากและต้องคำนึงถึง คือ การป้องกันรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง ในพื้นที่ที่มีความชื้น การสกัดกั้นการแทรกซึมของอากาศอาจช่วยลดภาระการทำความเย็นสูงสุดลงได้ถึง 50 % ดังนั้น การป้องกันการแทรกซึมอากาศ จึงควรนำมาเป็นข้อพิจารณาหลักในการนำมาแก้ปัญหา

ในขั้นตอนการออกแบบจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. คุณลักษณะและคุณสมบัติเฉพาะของพืชพรรณ
2. โครงสร้างการทำงานของพืชพรรณในการปรับสภาพภูมิอากาศย่อย รอบอาคาร

ซึ่งในการปรับสภาพภูมิอากาศย่อยเหล่านี้ จะช่วยลดอุณหภูมิพื้นผิวของอาคาร และเหนี่ยวนำให้เกิดการพาความร้อนของอากาศและจะช่วยในการป้องกันความร้อนเข้าสู่เปลือกอาคาร ด้วยหลักการของการลดอัตราการแทรกซึมของอากาศโดยการป้องกันลม โดยการใช้พืชพรรณธรรมชาติเพื่อสร้างแนวดักลม ซึ่งจะช่วยลดความแตกต่างของความกดอากาศบนพื้นผิวอาคารซึ่งผลกระทบต่างๆเหล่านี้จะเกิดขึ้นได้ขึ้นอยู่กับลักษณะการออกแบบ การจัดวางตำแหน่ง ทิศทางและความเร็วลม

ผู้วิจัยจึงได้รวบรวมข้อมูลการทำการศึกษาเปรียบเทียบเกี่ยวกับประสิทธิภาพของพืชพรรณชนิดต่างๆซึ่งในการวิจัยมีแนวคิดในการออกแบบการวิจัยดังนี้

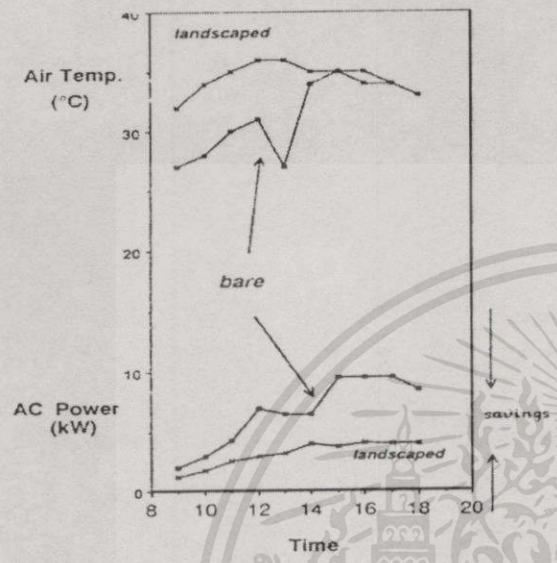
1. สร้างสภาพแวดล้อมชั่วคราวรอบอาคาร ในลักษณะคล้ายคลึงกัน (ให้ตัวแปรควบคุมมีชนิดเดียวกัน) ขนย้ายไม้ที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้วเข้ามาในพื้นที่เพื่อทำการทดลองเพื่อลดระยะเวลาในการทำการทดลอง
2. มุ่งประเด็นไปที่พืชที่เจริญเติบโตเร็ว เช่น ไม้เลื้อยชนิดต่างๆ
3. จัดกลุ่มเปรียบเทียบผลประโยชน์จากพืชพรรณชนิดต่างๆ เช่น การเปรียบเทียบการใช้พลังงานในอาคารที่โดยรอบมีการจัดLandscape และไม่มี

กรณีศึกษาที่ 1

Parker ได้ทำการทดลองการลดภาระการปรับอากาศโดยการจัด Landscape รอบโรงเรียนใน Florida ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่โล่ง ในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น ซึ่งมีภาระในการปรับอากาศสูงมากกว่า 6 เดือน จึงได้ทำการออกแบบจัดต้นไม้ที่มีเรือนยอดหลายชั้น ประกอบด้วย ไม้พุ่มโตเต็มที่, ต้นไม้เล็กสูง 2-8 เมตร ,รอบอาคาร เพื่อบังเงาให้บริเวณหน้าต่างและผนัง เพื่อสร้างภูมิอากาศย่อยบริเวณผนังให้เย็นขึ้นและป้องกันอาคารจากลมร้อนในตอนบ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ภาพที่ 1) เปรียบเทียบการใช้พลังงานสำหรับการปรับอากาศก่อน- หลังจัดภูมิสถาปัตยกรรม 2 วัน ในสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกัน ค่าการใช้พลังงานปรับอากาศที่วัดได้ จะลดลงถึง 50% ในวันที่อากาศร้อนมาก แต่ในระยะยาวแล้วจะประหยัดได้เพียง 25 % ซึ่งในความเป็นจริงแล้วสามารถประหยัดได้กว่านี้เนื่องจาก ค่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ของเครื่องปรับอากาศค่อนข้างต่ำและ ขนาดของเครื่องปรับอากาศเล็กเกินไป ดังนั้นพลังงานบางส่วนจึงถูกนำมาเพิ่มเพื่อปรับอากาศในฤดูร้อน ที่มีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ



จากแผนภูมิ แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายนอกอาคารขณะที่เป็นที่โล่ง กับขณะจัด ภูมิสถาปัตยกรรม (Landscape) แล้ว ซึ่งในการทำการวัดเป็นคนละวันกัน และอุณหภูมิอากาศวันที่ทำการวัดแตกต่างกัน วันที่มีการจัดภูมิสถาปัตยกรรม แล้วมีอุณหภูมิอากาศที่สูงกว่าที่ดินโล่ง แต่เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานในอาคารแล้วพบว่า วันที่มีการจัดภูมิสถาปัตยกรรม (Landscape) กลับใช้พลังงานในการปรับอากาศน้อยกว่า

แผนภูมิที่ 3.19 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิและการใช้พลังงานไฟฟ้าภายใต้สภาพแวดล้อมที่โล่ง และที่จัดภูมิสถาปัตยกรรม

กรณีศึกษาที่ 2 (Mcpherson et al)

ได้ทำการสร้างหุ่นจำลองอัตราส่วน ¼ ของอาคารจริงเพื่อวัดการใช้พลังงานจากลักษณะการจัด Landscape ที่แตกต่างกัน โดยทำการทดลองใน Arizona ที่มีภูมิอากาศเป็นแบบทะเลทราย ซึ่งเป็นที่ที่น้ำมีราคาแพงดังนั้น ประเด็นหลักที่ต้องการคือ การจัดภูมิสถาปัตยกรรม (Landscape) เพื่อให้ใช้น้ำน้อยที่สุด โดยได้ทำการทดลองเปรียบเทียบพื้นที่รอบอาคาร ซึ่งปูฐานด้วยวัสดุชนิดเดียวกันคือการใช้เศษหินแกรนิตที่แตกหักแล้วรองพื้นดินก่อนด้วยความลึก 5 ซม. ระหว่างสนามหญ้าโล่งกับการใช้ไม้พุ่มที่ต้องการน้ำต่ำ ผลการทดลองปรากฏว่า สนามหญ้าสามารถลดการใช้พลังงานในการปรับอากาศอาคารลงได้ 25% โดยไม่มีผลจากการบังเงาอาคาร

ในขณะที่อีกผลการทดลองหนึ่งซึ่งใช้ไม้พุ่ม โดยการปลูกต้น Judicious รอบอาคารจะให้ผลได้มากกว่า เนื่องจากให้ผลในการประหยัดพลังงานที่แตกต่างกัน ไม้พุ่มลดการใช้พลังงานได้ด้วยการบังเงา (Shading Effect) และช่วยในการสร้างปรับภูมิอากาศเฉพาะที่ (Micro Climate) เล็กน้อย (น้อยกว่าระยะ 2.00 ม.) ส่วนสนามหญ้าจะสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์และลดรังสีคลื่นยาว สนามหญ้าต้องใช้น้ำในปริมาณมากกว่าไม้พุ่มถึง 10 เท่า เพื่อการทำความเย็นด้วยการระเหยเพื่อลดอุณหภูมิอากาศเหนือบริเวณสนามและโดยรอบอาคาร จะช่วยลดภาระในการปรับอากาศ (Cooling Load) แต่ผลนี้อาจไม่เป็นจริงเสมอไปเนื่องจากหุ่นจำลองมีขนาดไม่เท่าอาคารจริง ค่าที่วัดได้อาจไม่สูงเท่านี้

การลดอุณหภูมิ ซึ่งเป็นผลมาจากการจัด Landscape

ผลที่ได้รับโดยตรงในการจัดภูมิสถาปัตยกรรม คือจะช่วยลดอุณหภูมิพื้นผิวของอาคาร ซึ่งในการลดอุณหภูมินี้จะส่งผลถึงการลดลงของอัตราการใช้พลังงานในการปรับอากาศของอาคาร แต่อุณหภูมิที่ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

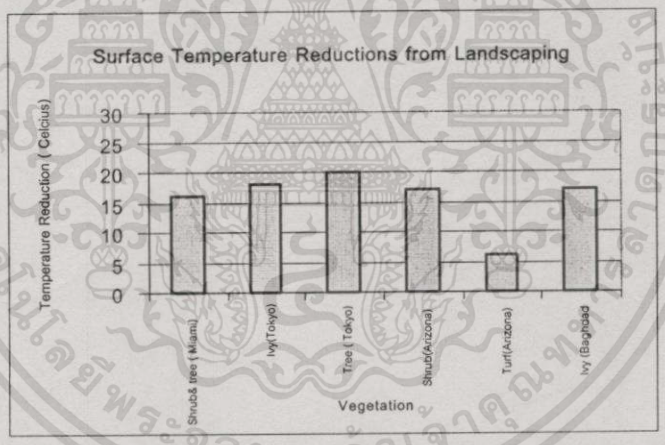
ไม่ได้รวมความไปถึงผลของการแทรกซึมของอากาศ จึงเป็นเพียงบางส่วนในการปรับสภาพ Micro Climate เท่านั้น นอกจากข้อมูลของอุณหภูมิพื้นผิวภายนอกจะเป็นประโยชน์ในการคำนวณการประหยัดพลังงานไว้ล่วงหน้า แล้วยังสามารถนำมาใช้ในการเป็นข้อมูลดิบเพื่อหาค่าความต้านทานความร้อนของพืชพรรณได้อีกด้วย

เป็นการยากที่จะหาค่าคงตัวหรือค่ามาตรฐานสำหรับเรื่องของสภาพแวดล้อมเนื่องจากนักวิจัยมีรายละเอียดในขั้นตอนการทำการทดลอง และวัตถุประสงค์ที่ต่างกัน ดังนั้นค่าที่ได้อาจไม่เป็นค่าที่เป็นจริง เช่น

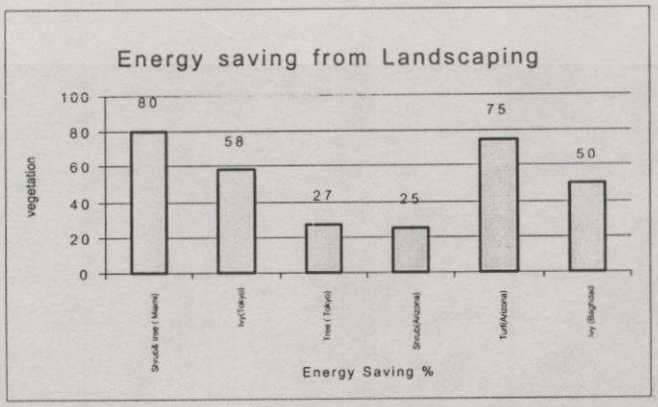
ในการทดลองวัดอุณหภูมิพื้นผิวผนังที่มีพืชพรรณบังแดดสามารถลดอุณหภูมิได้ 17°Cแต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชพรรณด้วย ไม้เลื้อย ไม้พุ่ม ไม้ยืนต้น ก็มีศักยภาพในการลดอุณหภูมิไม่เท่ากัน เช่น สนามหญ้าสามารถลดอุณหภูมิผนังได้เพียง 6°Cเท่านั้น นอกจากนี้ผลที่เกิดขึ้นยังขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศอีกด้วย ซึ่งในเขตร้อนแห้ง และร้อนชื้นก็จะให้ผลที่ต่างกัน ซึ่งในเขตร้อนชื้นกรณีนี้จะให้ผลในการลดอุณหภูมิมากกว่า

นอกเหนือจากนี้ยังมีผลการทดลองชนิดอื่นๆอีก เกี่ยวกับพืชพรรณและการประหยัดพลังงาน Hoyano ได้ทำการทดลองปลูกไม้เลื้อยที่มีความหนาบนผนัง ซึ่งสามารถลด Heat Gain ที่ผ่านเข้าผนังได้ 75% รวมถึงการจัดวางไม้ยืนต้น เพื่อบังเงาให้ผนังอาคารทางด้านทิศตะวันตก สามารถลดการใช้พลังงานในการปรับอากาศได้ 50 %

ผลจากการรวบรวมข้อมูลในการทดลองสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ดังกราฟที่แสดงต่อไปนี้



แผนภูมิที่ 3.20 แสดงการลดอุณหภูมิพื้นผิวจากการจัดภูมิสถาปัตยกรรมรอบอาคาร



แผนภูมิที่ 3.21 แสดงการลดพลังงานไฟฟ้าจากการจัดภูมิสถาปัตยกรรมรอบอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 แสดงการลดอุณหภูมิพื้นผิวจาก การจัด Landscape

ผู้วิจัย	ที่ตั้งและภูมิอากาศ	ลักษณะการจัด Landscape	ระยะห่างจากผนัง	ลักษณะการวัด	ΔT	หมายเหตุ
Parker	Miami, Florida ร้อนชื้น	ไม้พุ่มและไม้ยืนต้น	ไม้พุ่ม<1ม. ต้นไม้<10 ม.	เปรียบเทียบผนังที่มีต้นไม้และไม่มีต้นไม้	16	ผนังทิศตะวันตก อุณหภูมิสูงสุด ที่ 5.00P.M ระยะเวลาทำการทดลอง 1 เดือน
Hoyano	Tokyo, Japan ร้อนชื้น	ผนังปกคลุมด้วยไม้เลื้อย	ติดผนัง	ผนังที่มีไม้เลื้อย	18	ผนังทิศตะวันตก อุณหภูมิสูงสุด ที่ 3.00P.M ระยะเวลาทำการทดลอง 1 ปี
Hoyano	Tokyo, Japan ร้อนชื้น	ทรงพุ่มไม้ยืนต้นผลัดใบที่มีความหนาแน่น	0.2 -0.6ม.	อุณหภูมิพื้นผิวผนังและภายในอาคาร	5-20	ผนังทิศตะวันตก อุณหภูมิสูงสุด ที่ 3.00P.M วัดไปพร้อมๆกัน
Mcpherson	Ariaona ทะเลทราย	ไม้พุ่ม 18 ต้น	0.5ม.	เปรียบเทียบผนังที่มีและไม่มีไม้พุ่ม	17	ผนังทิศตะวันตก อุณหภูมิสูงสุด ที่ 3.00P.M อาคารต่างกัน
Mcpherson	Ariaona ทะเลทราย	สนามหญ้าห่างจากอาคาร 5ม.	รอบอาคาร	ผิวผนังและเหนือสนามหญ้า	6	ผนังทิศตะวันตก อุณหภูมิสูงสุด ที่ 3.00P.M อาคารต่างกัน
Makhozumi &Jaff	Baghdad ทะเลทราย	ไม้เลื้อยบนระแนงไม้	0.1-0.4ม.	เปรียบเทียบผนังที่มีและไม่มีไม้เลื้อย	17	ผนังทิศตะวันตกเฉียงใต้ อุณหภูมิสูงสุด ที่ 3.00P.M อาคารต่างกัน

ตารางที่ 3.6 แสดงการลดการใช้พลังงานจากการจัด Landscape

ผู้วิจัย	ที่ตั้งและภูมิอากาศ	ลักษณะการจัด Landscape	การวัดพลังงาน	E การใช้พลังงาน (วัตต์)	Δ E(%)	หมายเหตุ
Air- Conditioned						
De Welle et al	Pensylvania กลาง เขตอบอุ่น	ป่าและที่โล่ง	พลังงานไฟฟ้า เครื่องปรับอากาศใน Mobile Home	230	80	37วัน
Parker	Miami, Florida ร้อนชื้น	ไม้พุ่มและไม้ยืนต้น	พลังงานไฟฟ้า เครื่องปรับอากาศแบบที่มีและไม่มี Landscape	5000	58	6ชั่วโมง
Mcpherson	Ariaona ทะเลทราย	ไม้พุ่มรอบหุ่นจำลอง	พลังงานไฟฟ้า เครื่องปรับอากาศแบบที่มีและไม่มีไม้พุ่ม	104	24	10วัน
Mcpherson	Ariaona ทะเลทราย	สนามหญ้ารอบหุ่นจำลอง	พลังงานไฟฟ้า เครื่องปรับอากาศแบบที่มีและไม่มีสนามหญ้า	100	27	2สัปดาห์
Heat Gain						
Hoyano	Tokyo, Japan ร้อนชื้น	ไม้เลื้อยปกคลุมผนัง	Heat Gain แบบที่มีและไม่มีไม้เลื้อย	175/ตร.ม.	25	Peakที่ 4.00P.M.
Hoyano	Tokyo, Japan ร้อนชื้น	แนวไม้ยืนต้นไม้ผลัดใบให้ร่มเงาผนัง	Heat Gain ผ่านหนัง	>60/ตร.ม.	50	Peakที่ 4.00P.M.(ในแต่ละระยะห่างของต้นไม้)

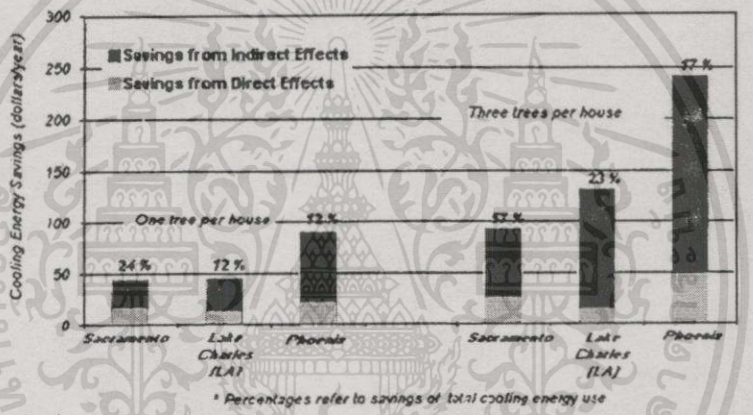
ลำดับที่ 8

ชื่อเรื่อง **การประยุกต์ออกแบบพืชพรรณบริเวณรอบอาคาร**

แหล่งข้อมูล **Passive Cooling of Building (Urban Design)**

รายละเอียดการวิจัย

Cooling Effect ที่ได้มาจากการบังเงาและการระเหยจากการคายน้ำ ในบริเวณที่ได้มีการจัด Landscape จะช่วยให้อุณหภูมิโดยรอบลดลงประมาณ 5.5 – 8.5 °Cในพื้นที่ร้อนแห้ง ถ้าเพิ่มพื้นที่ของพืชพรรณขึ้นอีกประมาณ 30% (ด้วยลักษณะการจัดวางที่เหมาะสมจะช่วยลดการใช้พลังงานเพื่อการปรับอากาศลงได้ถึง 50% จากการลดความเร็วลม (ที่จะทำให้เกิดการพาความร้อน) ซึ่งเป็นผลกระทบโดยตรงและ การระเหยไอน้ำจากการคายน้ำ ซึ่งเป็นผลกระทบทางอ้อม รวมถึงปริมาณของพืชพรรณที่นำมาใช้รอบอาคารก็ล้วนมีผลต่อประสิทธิภาพในการลดความร้อนทั้งสิ้น ดังแสดงในกราฟดังนี้



แผนภูมิที่ 3.22 แสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานที่ลดลงจากการทำความเย็นระหว่างต้นไม้เดี่ยวและต้นไม้ 3ต้น

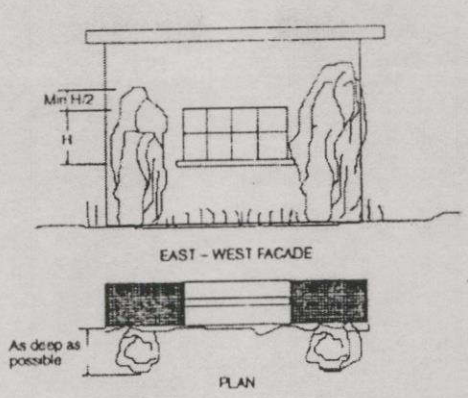
ตำแหน่งของการปลูกพืชพรรณเป็นสิ่งที่ควรต้องนำมาพิจารณาเพื่อให้สอดคล้องกับช่วงเวลาและจำนวนชั่วโมงที่ต้องป้องกันแสงแดด การบังเงาให้กับส่วนเปลือกอาคารด้วยต้นไม้จะให้ผลประโยชน์สูงสุดได้ในหลายลักษณะ เช่น

การปลูกไม้ยืนต้น

ในการปลูกไม้ยืนต้นทางด้านทิศตะวันออก ตะวันออกเฉียงใต้ และทิศตะวันตกเฉียงใต้ จะให้ผลดีเมื่อดวงอาทิตย์ทำมุม(Altitude)ต่ำในช่วงเวลาเช้าและ บ่ายเกือบเย็น รังสีดวงอาทิตย์จะทำมุมต่ำทอดเงายาว ผลการทดลองกับอาคารทดลองชั่วคราว (Mobile home) จะลดอุณหภูมิลงได้ถึง 13°Cเมื่อบังเงาด้วยไม้ยืนต้น

- **การปลูกไม้พุ่ม**สามารถบังเงาหน้าต่างทางด้าน ตะวันออกและตะวันตกและในขณะเดียวกันกำหน้าเหมือนเป็น Wing Wall ในแนวตั้งเพื่อดักลมเข้าอาคารได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.7 แสดงการปลูกไม้พุ่มเพื่อบังเงาหน้าต่างทิศตะวันออกและตะวันตก

- **ไม้ยืนต้นและไม้พุ่ม** สามารถออกแบบจัดวางตำแหน่งเพื่อปรับปรุงลักษณะการระบายอากาศในอาคารได้ โดยใช้เป็นแนวดักลมเย็น ถ้าไม้พุ่มถูกนำมาใช้เพื่อดักลม ควรอยู่ในตำแหน่งที่มีระยะห่างจากอาคาร เพื่อไม่ให้เกิดการเบี่ยงเบนทิศทางลมขึ้นสู่เหนืออาคาร และในขณะเดียวกันก็สามารถทำหน้าที่เป็นตัวต้านลมสำหรับลมร้อนได้ ถ้าอยู่ในตำแหน่งที่ขวางลมปะทะอาคาร สำหรับอาคารที่ใช้การระบายอากาศโดยเครื่องจักร (Active system) ต้นไม้ก็สามารถช่วยลดภาระการทำความเย็น(Cooling Load) ของอาคารได้ โดยพุ่มใบที่มีความหนาแน่นสูงจะช่วยกรองอากาศและลดความต้นลมและความเร็วลมลงได้ถึง 75- 85% ซึ่งจะช่วยลดความร้อน (Heat gain)ที่มาจากการพาและการแทรกซึมของอากาศได้โดยการปรับสภาพความกดอากาศ พืชพรรณจะทำหน้าที่ต้านลมทางด้านต้นลม ซึ่งควรจะอยู่ในตำแหน่งที่มีระยะห่างไม่เกิน 1 – 1.5 เท่าของความสูงอาคาร กลุ่มไม้ยืนต้น ไม้พุ่มจะทำให้เกิด บริเวณที่อากาศไม่สามารถถ่ายเทได้หรือเป็นจุดอับ (dead Air Space) ในบริเวณโดยรอบ ซึ่งจะทำให้ลดความเร็วลมประมาณ 5 เท่าของทางด้านต้นลม 25 เท่าของด้านใต้ลม

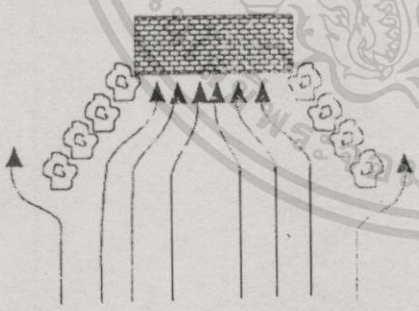


Figure 5.22 Planting to guide breeze through a building

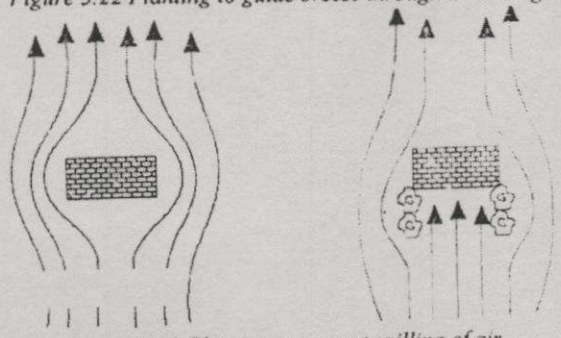
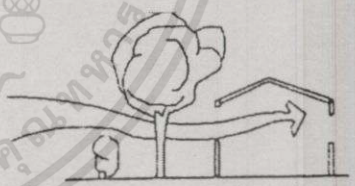
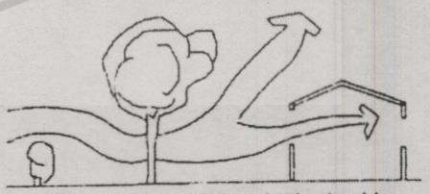


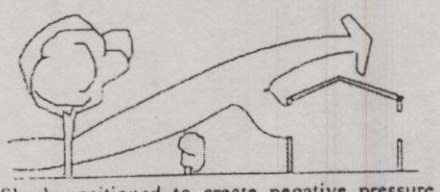
Figure 5.23 Planting to prevent spilling of air



Shrub close to a tree in order to promote ventilation



The location of the shrub should not deflect the wind over the building



Shrub positioned to create negative pressure and draw air from inside the building

ภาพที่ 3.8 แสดงการผสมผสานไม้ยืนต้นและไม้พุ่มเพื่อควบคุมลมรอบอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปลูกไม้เลื้อย

การนำองค์ประกอบพืชพรรณในลักษณะอื่นๆมาใช้ เช่น ระแนงร้านไม้ ที่ทำหน้าที่เหมือนแผงบังแดดแนวนอน (Overhang) ซึ่งจะเหมาะสมกับผนังทางด้านทิศใต้ในช่วงที่ดวงอาทิตย์ทำมุมสูง ระแนงไม้เลื้อยในแนวตั้ง จะให้ผลดีกับผนังภายนอกทางด้านทิศตะวันออกและตะวันตก ซึ่งเป็นบริเวณที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์อย่างเต็มที่ตลอดทั้งวัน ส่วนลักษณะของไม้เลื้อยที่เกาะอยู่ตามผนังจะให้ผลในการลดความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Heat Gain) ที่จะทะลุผ่านเปลือกอาคารได้ (ผลการทดลองที่ Florida ผนังและหน้าต่างที่ได้รับการบังเงาด้วยพืชพรรณสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ถึง 60% และ การใช้ไม้เลื้อยคลุมผนังทางด้านทิศตะวันตกประมาณ 80 %ของพื้นที่ หนา 7.5 ซม. จะช่วยลดอุณหภูมิผนังเฉลี่ยลงได้ 7.5°C เมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณที่ไม่ได้บังเงาในช่วงบ่าย) และจากผลงานการวิจัยการทดลองของ Hoyano ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการใช้ไม้เลื้อยในหลายลักษณะและให้ผลดังนี้ (ดูรายละเอียดในทบกวนวรรณกรรมลำดับที่ 7)

- การป้องกันแสงแดดด้วยระแนงไม้เลื้อยในลักษณะ Overhang
  สามารถลดการแผ่รังสีดวงอาทิตย์โดยตรงและลดการเปล่งรังสีกลับได้ดี ค่าความแตกต่างของอุหภูมิที่เห็นชัดที่สุดคือบริเวณพื้นผิวดิน โดยที่ดินโล่งอุณหภูมิสูงถึง 48 °Cในขณะที่ภายใต้ร่มเงาอุณหภูมิ 34°C
- การป้องกันแสงแดดด้วยไม้เลื้อยเพื่อบังเงาให้เฉลียงทางด้านทิศใต้
  สามารถกรองการรับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงได้ดี โดยเฉลียงในบริเวณที่โล่ง จะได้รับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดเฉลี่ย 60 – 70% ของรังสีดวงอาทิตย์ภายนอกในขณะที่เฉลี่ยงที่ได้รับการบังแดด จะได้รับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดเฉลี่ย 25% และสามารถลดอุณหภูมิพื้นผิวเฉลียงลงได้ ในขณะที่ไม้เลื้อยในแนวตั้งจะรับความร้อนที่เกิดจากรังสีดวงอาทิตย์น้อยกว่า ไม้เลื้อยในแนวทำมุมเฉียง แต่การนำมาใช้ประเภทนี้จำเป็นต้องได้รับการระบายอากาศที่เพียงพอ เนื่องจากเมื่อบริเวณไม้เลื้อยถูกจำกัดการพาความร้อน อุณหภูมิที่พื้นผิวของไม้เลื้อยเองจะสูงขึ้น และจะแผ่รังสีดวามร้อนออกโดยรอบ ผลการทดลอง สรุปได้ดังนี้

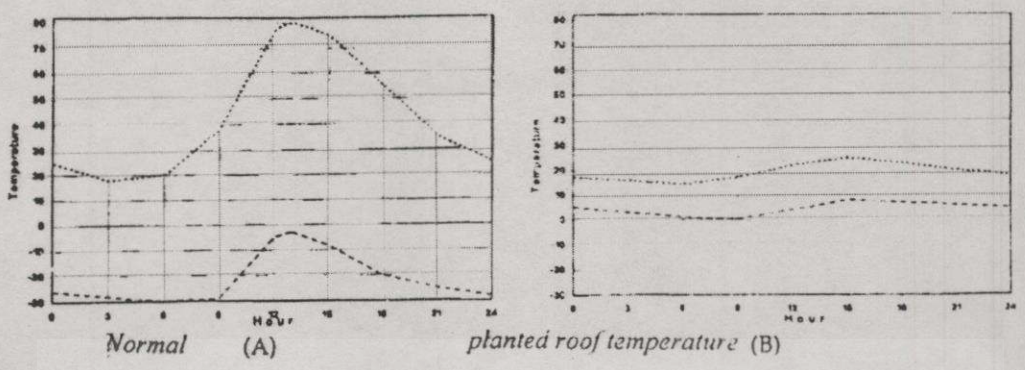
  อุณหภูมิอากาศภายนอก < อุณหภูมิเฉลียงที่มีไม้เลื้อยปกคลุม < อุณหภูมิเฉลียงที่ไม่มีไม้เลื้อยปกคลุม

- การป้องกันแสงแดดด้วยไม้เลื้อยบนผนังทางด้านทิศตะวันตก
  ส่งผ่านความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ได้น้อยกยกว่าและจะรักษาอุณหภูมิพื้นผิวได้คงที่ตลอดทั้งวัน ในขณะที่บริเวณที่ไม่มีการบังเงาอุณหภูมิจะสูงขึ้นเรื่อยๆในช่วงบ่ายไปจนถึงช่วงเวลากลางคืน

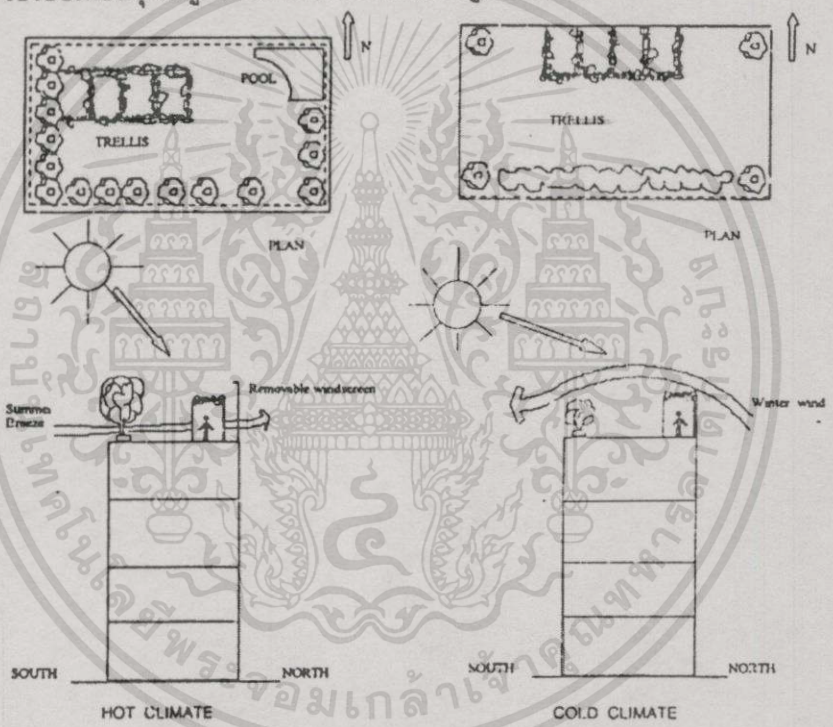
สวนหลังคา (Roof Garden)

หลังคาเป็นส่วนหนึ่งของอาคารที่ดูดซับรังสีดวงอาทิตย์มากที่สุดในช่วงฤดูร้อน การปลูกหญ้าบนหลังคาจะช่วยลดความรุนแรงของอุณหภูมิพื้นผิว ซึ่งจะส่งผลถึงอุณหภูมิอากาศพื้นที่ภายใต้หลังคาได้ Ohlwein รายงานว่า การปลูกพืชพรรณบนหลังคาทั่วไปจะลดอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุดจาก 80°C ลงเหลือเพียง 25°C การพัฒนารูปแบบของสวนหลังคา (Roof Garden) จะช่วยลดอุณหภูมิหลังคาลงได้ และความเร็วลมที่บริเวณระดับสูงก็จะสูงกว่าระดับพื้นดินด้วย ดังแผนภูมิที่ 3.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



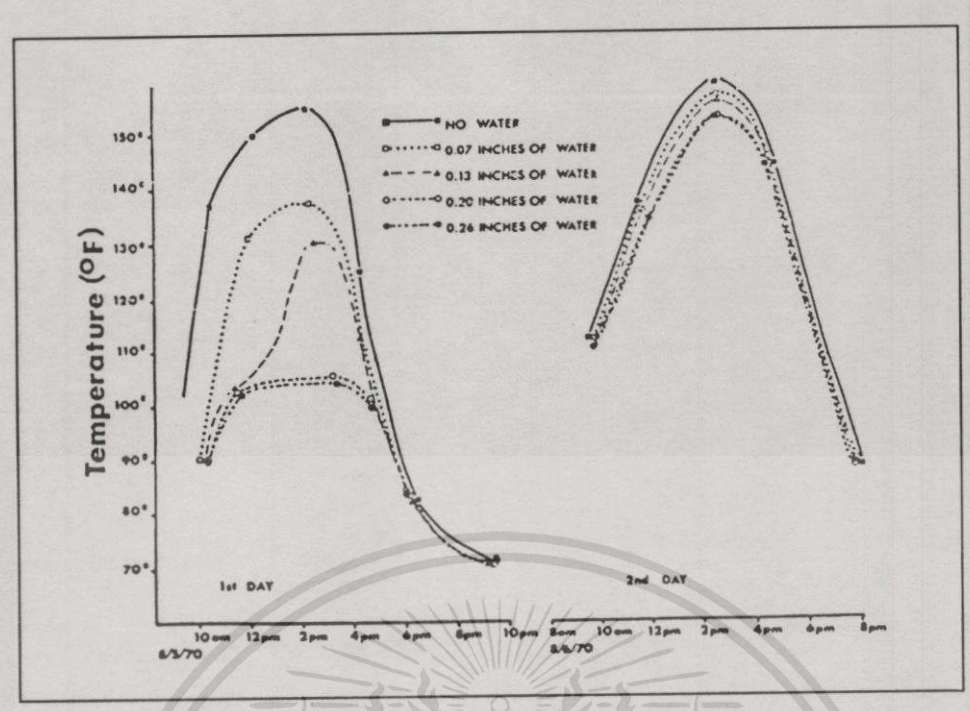
แผนภูมิที่ 3.23 เปรียบเทียบอุณหภูมิหลังคาที่มีและไม่มีการปลูกพืชพรรณ



ภาพที่ 3.9 การปลูกสวนหลังคาเพื่อควบคุมอากาศในเขตร้อนและเขตหนาว

หญ้าและวัสดุปกคลุมพื้นดิน โดยรอบอาคารจะให้ผลในการควบคุมอุณหภูมิอากาศ และจะส่งผลให้ลดภาระการทำความเย็นน้อยกว่าอาคารที่ล้อมรอบไปด้วย แอสฟัลท์หรือคอนกรีต มีการค้นพบว่าอุณหภูมิดินภายใต้ผิวหญ้าที่มีความชุมชื้นที่ความลึกประมาณ 7.6 ซม. อุณหภูมิจะต่ำลง 2.2 °C และเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ดินที่มีวัชพืชปกคลุมประมาณ 50% จากการทดลองพบว่า Flower Bed (กระบะต้นไม้)และสนามหญ้า จะช่วยในการลดอุณหภูมิได้ประมาณ 5.5 - 8°Cเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่โล่ง และสนามหญ้าที่มีขนาด 1,047 ตร.ม. ในวันที่มีแดดแรงในช่วงฤดูร้อน สามารถจะส่งผ่านพลังงานได้ 13,770 Kwh ซึ่งเพียงพอสำหรับการระเหยน้ำในปริมาณ 25,740 ลิตร ของสนาม (ความสามารถในการระเหยนี้จะขึ้นอยู่กับปริมาณการให้น้ำที่สนามหญ้า) ดังนั้นจึงจะเหมาะสมกับเขตร้อนชื้นมากกว่าร้อนแห้ง เนื่องจากร้อนแห้งมีความต้องการในการใช้ปริมาณน้ำและราคาน้ำต่อหน่วยสูงกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภูมิที่ 3.24 แสดงการเปรียบเทียบการลดอุณหภูมิของพื้นหญ้าที่มีการให้น้ำในระดับต่างๆกัน

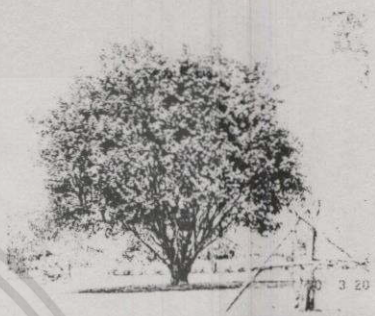
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่4

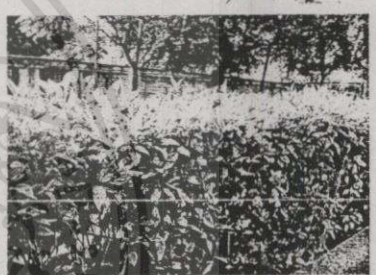
ลักษณะทางกายภาพและวงจรชีวิตตามธรรมชาติของพืชพรรณ

การแบ่งประเภทของพืชพรรณมีได้หลายแบบขึ้นอยู่กับประเด็นที่จะอ้างอิง แต่การแจกแจงที่น่าจะใกล้เคียงกับสภาพในการจัดภูมิสถาปัตยกรรมก็คือการจำแนกโดยอาศัยรูปลักษณ์ของมันที่มีผลต่อการออกแบบ ได้แก่การแยกตามลักษณะโครงสร้าง โดยพิจารณาจากภายนอก รูปทรง ขนาด ลักษณะการเจริญเติบโต ลักษณะของกิ่ง ก้าน ใบ ลำต้น เพื่อนำไปเลือกใช้ตามคุณสมบัติต่างๆที่เหมาะสม โดยการแบ่งประเภทตามลักษณะกายภาพที่สำคัญสามารถแบ่งได้ดังนี้

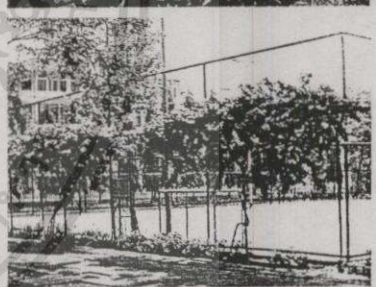
4.1 ประเภทของพืชพรรณ (Life Form)



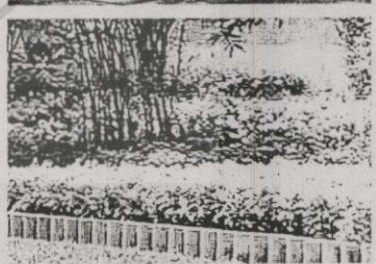
ไม้ยืนต้น (Tree) พืชที่มีเนื้อไม้มาก เป็นไม้เนื้อแข็ง (Woody Plants) มีลำต้นเจริญจากตายอดเป็นลำดับเดี่ยวตรงขึ้นไปจากพื้นดินระยะหนึ่งแล้วจึงแตกกิ่งก้านสาขาออกเป็นทรงพุ่มที่เจริญอยู่ปลายยอด อาจแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ไม้ประเภทผลัดใบ และไม่ผลัดใบ ซึ่งมักนิยมปลูกเพื่อใช้ประโยชน์ในการให้ร่มเงา ช่วยบังตา และปลูกเพื่อกันลม



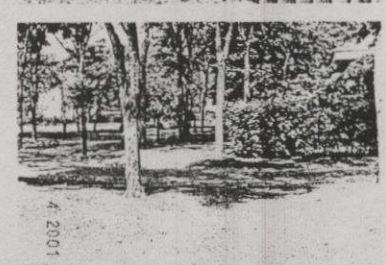
ไม้พุ่ม (Shrub) พืชที่มีเนื้อไม้แต่ขนาดเล็กกว่าไม้ยืนต้น และแตกกิ่งก้านสาขาในระดับผิวดินทำให้ดูเป็นกอหรือเป็นพุ่ม มีอายุนานหลายปี นิยมปลูกเป็นแนวเพื่อใช้ประโยชน์เป็นรั้วหรือเพื่อแสดงอาณาเขต ไม้พุ่มบางชนิดสามารถตัดแต่งรูปทรงของพุ่มใบได้ให้เป็นระเบียบที่เรียกว่า Hedge



ไม้เลื้อย (Vines) พืชที่ต้องการสิ่งค้ำจุน อาจมีเนื้อไม้หรือไม่มีเนื้อไม้ โดยทั่วไปจะอาศัยเลื้อยพันตามต้นไม้ใหญ่ อาจใช้ลำต้น กิ่งก้าน หรือมือเกาะพันรอบสิ่งที่ยึดเหนี่ยวค้ำจุนเพื่อการเจริญเติบโต นิยมปลูกกับระแนงหรือโครงไม้ เพื่อใช้ประโยชน์เป็นรั้วบังเกิดให้ความร่มเงาหรือให้ความเป็นส่วนตัว



ไม้คลุมดิน (Ground Cover)พืชที่มีลำต้นเตี้ย มีการเจริญเติบโตทางแนวราบและเลื้อยปกคลุมดินมักจะใช้ปลูกเพื่อคลุมหรือตกแต่งพื้นที่ให้สวยงาม ช่วยลดการกัดเซาะพังทลายของหน้าดิน โดยเฉพาะบริเวณที่มีความลาดชันสูง อีกทั้งช่วยคลุมดินเพื่อรักษาความอุดมสมบูรณ์ของหน้าดินไว้

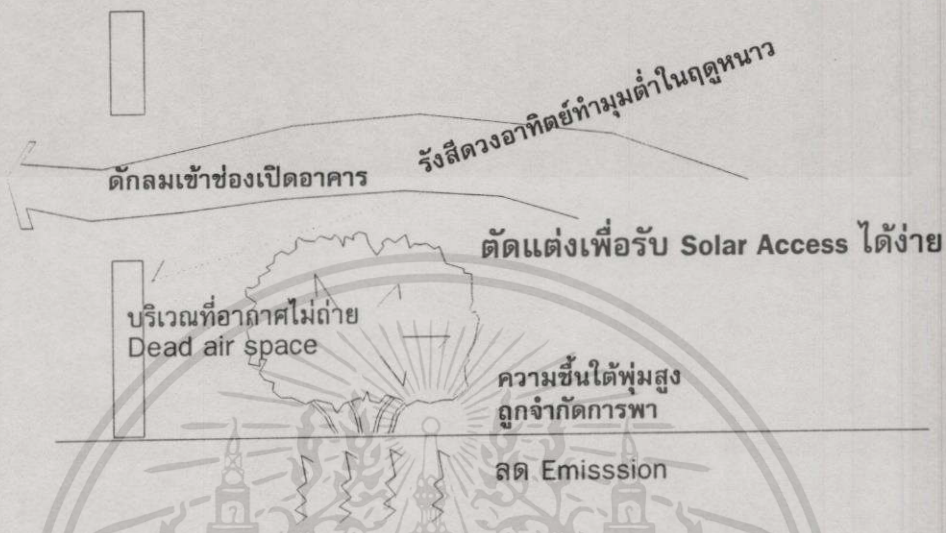


หญ้า พืชที่อยู่ระดับเหนือพื้นดิน มักใช้ในการปูพื้นสนาม สำหรับบริเวณพักผ่อนหย่อนใจ เพื่อให้ปกคลุมผิวดิน แต่ไม่จัดอยู่ในประเภทพืชคลุมดิน

ภาพที่ 4.1 แสดงพืชพรรณประเภทต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ข้อพิจารณาในการเลือกตามคุณสมบัติของต้นไม้ชนิดต่าง ๆและการนำพืชพรรณชนิดต่าง ๆมาใช้ประโยชน์ในการใช้งาน[1]และในการปรับสภาพภูมิอากาศเฉพาะที่ (Micro Climate)[2]



ภาพที่ 4.2 แสดงลักษณะการควบคุมสภาพภูมิอากาศของไม้พุ่ม

ตารางที่ 4.1 แสดงคุณสมบัติของไม้พุ่ม

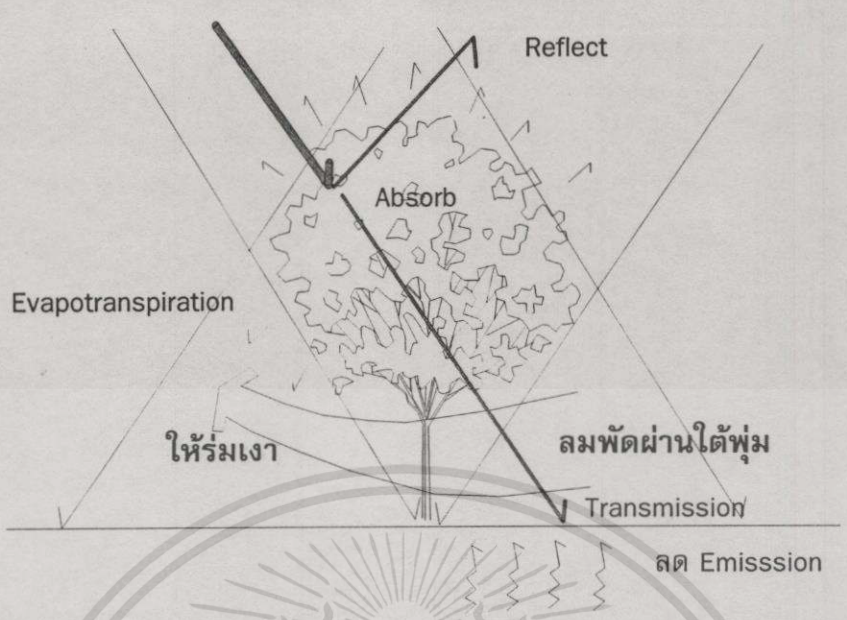
ประโยชน์การใช้งาน	ลักษณะในการปรับสภาพ Micro Climate
- ตัดแต่งได้ง่าย - เคลื่อนย้ายได้สะดวก เนื่องจากมีขนาดเล็ก สามารถอยู่ได้ทั้งภายนอกและภายในอาคาร ใช้พื้นที่น้อยกว่าไม้ยืนต้น - รากไม่ชอนไชมาก ทำให้ปลูกชิดอาคารได้ - ปลูกได้รวดเร็ว โตเร็วกว่าไม้ยืนต้น ดูแลรักษาง่าย ราคาถูก - **ไม้พุ่มสูง** ใช้ออกแบบในลักษณะผนัง เป็นฉากบังในแนวดิ่ง สร้างมุมมองในงาน - **พุ่มกลาง** เหมาะกับการนำมาใช้เป็นรั้วต้นไม้ปลูกควบคุมทรง สร้างมุมมองระดับสายตา - **พุ่มเตี้ย** แบ่งแยกพื้นที่ ไม่สกัดกั้นมุมมอง	- ถ้าปลูกใกล้ผนัง จะให้ผลในการบังเงา (Shading Effect) และทำให้บริเวณโดยรอบเกิดบริเวณอากาศไม่ถ่ายเท (Dead Air Space) ที่ทำให้เกิดความต้านทานความร้อนสูง (Insulation Effect) การปลูกลักษณะนี้มักทำให้เกิดการจำกัดการพาความร้อน และสะสมความร้อนในพุ่มใบ - เหมาะกับเขตร้อนแห้งที่มีระยะความร้อนวิกฤต (Overheat Period) 5 เดือนขึ้นไป - เหมาะกับการบังเงาให้อาคารมากกว่าที่โล่ง เนื่องจากพื้นที่เงามีน้อย

[1]สมจิต โยธะคง. "วัสดุพืชพรรณในการจัดภูมิทัศน์" (กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2540)

[2] ASLAF. "Landscape Planning for energy conservation." (The Environmental Design Press , 1977)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม้ยืนต้น



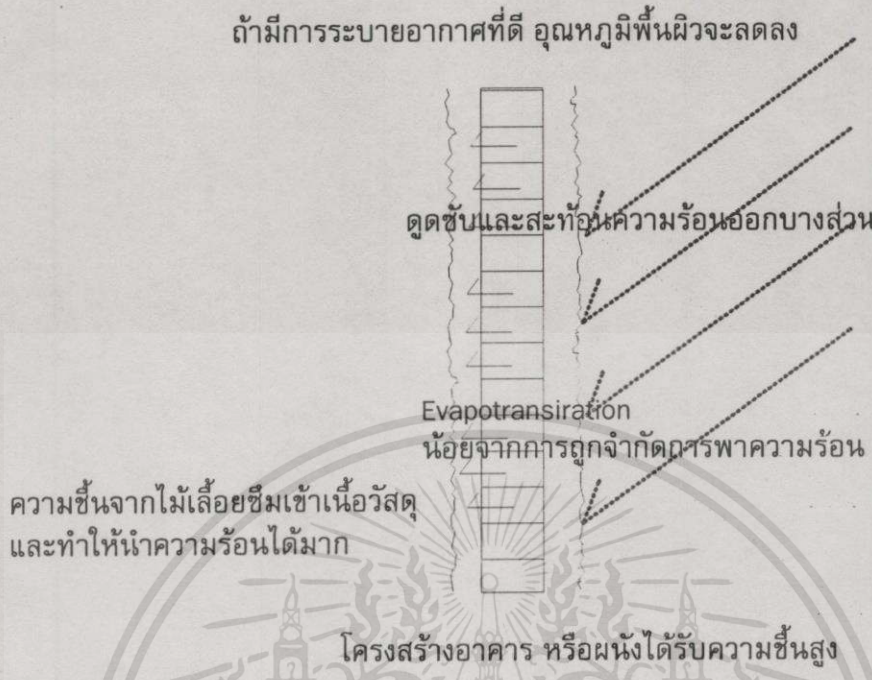
ภาพที่ 4.3แสดงลักษณะการควบคุมภูมิสภาพอากาศของไม้ยืนต้น

ตารางที่ 4.2 แสดงคุณสมบัติของไม้ยืนต้น

ประโยชน์การใช้งาน	ลักษณะในการปรับสภาพ Micro Climate
- ปลูกเพื่อกันฝุ่นและกรองเสียง - ปลูกเพื่อให้ดินยึดเกาะ - หากเป็นพันธุ์ไม้ที่เติบโตเร็ว ต้องขยายพันธุ์ด้วยการตอนและปักชำ ซึ่งจะทำให้ลำต้นผอมชะลูด มีกิ่งก้านน้อยไม่ได้รูปลักษณ์ที่ต้องการ ต้องใช้เวลานานกว่าจะได้รูปทรงสวย เหมาะกับโครงการที่ใช้เวลานานเช่น บ้านจัดสรร - ปลูกชิดอาคารไม่ได้ อาจเกิดปัญหารากทำลายโครงสร้างอาคาร - **ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่** เป็นไม้ประธาน ให้ความเด่น ถ้าปลูกรวมกันเป็นกลุ่มใหญ่ จะเปรียบเสมือนเพดานให้ร่มเงา เช่น ตามถนน ที่จอดรถ สถานที่พักผ่อน - **ไม้ยืนต้นขนาดกลาง** คล้ายกับไม้ใหญ่ เหมาะกับการปลูกเพื่อป้องกัน หรือเปลี่ยนทิศทางลม ใช้พื้นที่ปลูกน้อยกว่า	- ควบคุมความเร็วและทิศทางลม เป็นทั้งแนวต้านลมเพื่อลดการพาความร้อนและเป็นแนวดักลมเพื่อการระบายอากาศเข้าสู่อาคาร - ลดความร้อนวิกฤต (Overheat period)โดยการบังเงาช่องเปิด รวมถึงเพิ่มอุณหภูมิในช่วงอุณหภูมิต่ำกว่าเกณฑ์ (Underheat Period) เพื่อให้สภาพแวดล้อมได้รับรังสีดวงอาทิตย์ จาก มุมอัลติจูด ที่ทอดต่ำและจากการร่วงของใบ - การบังเงาจะช่วยป้องกันรังสีโดยตรง ให้กับสภาพแวดล้อมภายนอก,ลดอุณหภูมิพื้นผิว ทำให้การแผ่รังสีคลื่นยาวกลับน้อยลง - ลดรังสีสะท้อนของจากสภาพแวดล้อม เช่นจากเปลือกอาคารและลดการส่งผ่านความร้อน - มีพื้นที่ใต้พุ่มใบทำให้เกิดการระบายอากาศ ระบายความชื้นและเพิ่มความเร็วลม - การบังเงาให้สภาพแวดล้อมยูนิตจะช่วยลดภาระการปรับอากาศภายในอาคาร - รักษาสภาพอุณหภูมิให้คงที่ในช่วงระหว่างวันและฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม้เลื้อย



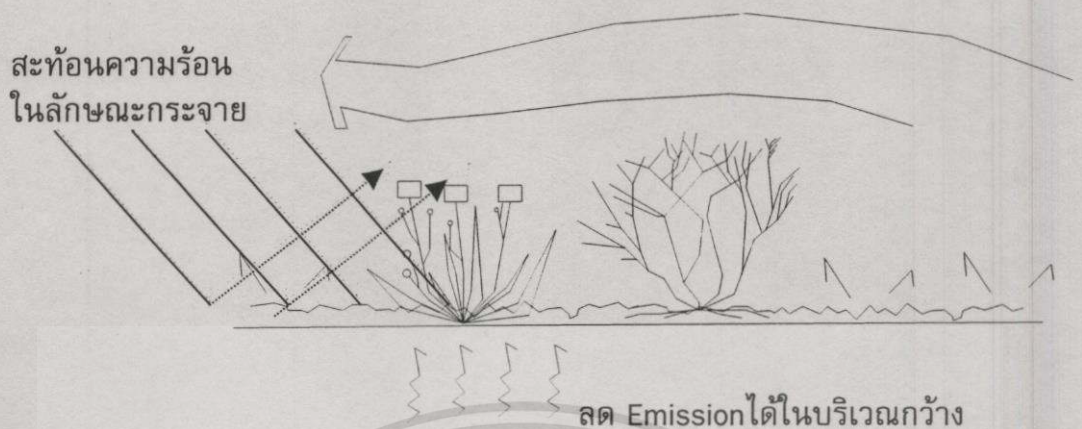
ภาพที่ 4.4 แสดงลักษณะการควบคุมภูมิอากาศของไม้เลื้อย

ตารางที่ 4.3 แสดงคุณสมบัติของไม้เลื้อย

ประโยชน์การใช้งาน	ลักษณะในการปรับสภาพ Micro Climate
- ยึดเกาะกับสิ่งค้ำจุน หรือโครงสร้างอาคาร อยู่ด้วยตัวเองไม่ได้ - ใช้สำหรับบังเงาและสร้างบรรยากาศให้กับพื้นที่ส่วนพักผ่อน เช่นซุ้มศาลา ทางเดิน (Cover way) เฉลียง ซึ่งสามารถดูแลรักษา ตัดแต่งได้ง่าย	- ใช้เป็นอุปกรณ์บังแดด (Shading Device) กรองรังสีดวงอาทิตย์ในลักษณะแผงบังแดดทั้งแนวตั้งและแนวนอน ให้กับพื้นที่ส่วนนอกอาคารเช่น เฉลียง หรือบังเงาบริเวณช่องเปิด ทั้งทางด้านทิศตะวันออก ใต้ ตะวันตก - ปลูกในกระบะต้นไม้ริมหน้าต่างเพื่อลดการสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ - ผนังไม้เลื้อย เกาะติดกับโครงสร้างอาคารป้องกันรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงและการเพิ่มอุณหภูมิอากาศ แต่หากไม่มีการระบายอากาศและความชื้นจะกลายเป็นตัวนำความร้อนเข้าสู่โครงสร้างอาคาร - ความชื้นที่ได้รับโดยตรงจากไม้เลื้อยอาจทำให้โครงสร้างอาคารเสียหายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม้คลุมดินและหญ้า



ภาพที่ 4.5แสดงลักษณะการควบคุมภูมิอากาศของไม้คลุมดินและหญ้า

ตารางที่ 4.4 แสดงคุณสมบัติของไม้คลุมดิน

ไม้คลุมดิน

ประโยชน์การใช้งาน	ลักษณะในการปรับสภาพ Micro Climate
- ป้องกันการพังทลายของดิน การระเหยน้ำจากดิน อันเกิดจากการไหลบ่าของน้ำ - ทดแทนสนามหญ้าในพื้นที่วิกฤต เช่นใต้ร่มเงาไม้ใหญ่ที่ลาดชันสูงๆ ตัดหญ้าได้ยุ่งยาก - จัดแบ่งพื้นที่อย่างกลายๆ - กำหนดเขตทางเดินเตี้ยๆเพื่อชี้นำทางเดิน - ให้สีสัน สัมผัสต่างจากพื้นแนวราบ - ดูแลรักษาง่าย ต่ำกว่าสนามหญ้าในพื้นที่ขนาดเดียวกัน - เชื่อมโยงจุดนำสายตาไม่บังทิวทัศน์ในระดับผิวพื้น	- ดูดซับความร้อนมากกว่าพื้นหญ้า และรักษาความชื้นและความเย็นบริเวณช่องว่างระหว่างกลุ่มใบเหนือพื้นดิน ทำให้ลดอุณหภูมิพื้นผิวดิน ทำหน้าที่เหมือนเป็นฉนวนความร้อนให้ดิน - ลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นมากกว่าผิวหญ้า แต่อาจทำให้ความชื้นสูงเกินภาวะน่าสบายที่ระดับใกล้พื้นดิน - ไม่ขัดขวางการระบายอากาศเนื่องจากอยู่ในระดับต่ำ

ตารางที่ 4.5 แสดงคุณสมบัติของหญ้า

หญ้า

ประโยชน์การใช้งาน	ลักษณะในการปรับสภาพ Micro Climate
- ใช้ปูสนาม จัดเป็นเสมือนพื้นพรม - เพิ่มความสมบูรณ์ภูมิทัศน์รอบอาคาร (ความสมบูรณ์จะต้องมีพื้นที่หญ้าอย่างน้อย30%) - เป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ - ป้องกันการฟุ้งกระจายของฝุ่นละออง	- สะท้อนความร้อนเหนือพื้นดินได้ดีกว่าไม้คลุมดิน กักความชื้นได้น้อยกว่าพืชคลุมดิน - ใช้ในการทำสวนหลังคา (Roof Garden) จะช่วยลดอุณหภูมิพื้นผิวหลังคาและพื้นที่ใต้หลังคา - ไม่ขัดขวางลม ไม่เพิ่มแรงเสียดทานที่จะทำให้ความเร็วลมลดลง - เป็นอุปกรณ์บังแดดให้กับดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติพืชพรรณชนิดต่างๆ

ชนิดต้นไม้	การบังเงา	ความชื้น	ลด T อากาศ	Ventilation	ป้องกันรังสีสะท้อนจากรอบข้าง	การนำมาใช้งาน
ไม้ยืนต้น	บังเงาผนังและหลังคาอาคารไม่สูงมาก	สูงบริเวณ พุ่มใบเหนือระดับการใช้งาน	- บังเงา - คายน้ำ -ระบายอากาศ	ระบายอากาศบริเวณใต้พุ่มใบ	ป้องกันได้ดี ตามขนาดและความหนาแน่นของพุ่ม	- ใช้ปลูกเพื่อบังเงาให้อาคาร ลดความต่างอุณหภูมิอากาศ - ใช้ปลูกเป็นแนวกันและดักลมรอบอาคาร
ไม้พุ่ม	พุ่มสูงใช้บังเงาด้านข้างช่องเปิดอาคาร	สูงโดยเฉพาะบริเวณโคนต้นที่ติดกับดิน	พื้นที่ร้อนชื้นไม่มีผลมากนักและอาจเป็นตัวนำความร้อนได้	ขัดขวางการระบายอากาศ	ป้องกันบริเวณโดยรอบช่องเปิดได้เล็กน้อย	-พุ่มสูงใช้บังเงาด้านข้างช่องเปิดอาคาร -พุ่มเตี้ยใช้ลดการสะท้อนแสงจากรอบข้าง
ไม้เลื้อย	บังเงาได้โดยอาศัยโครงสร้างอาคาร เช่นระแนงไม้ ผนัง	สูง ถ้าไม่มีการระบายอากาศซึ่งอาจทำลายโครงสร้างอาคาร	จะได้ผลดีถ้ามีการระบายอากาศสม่ำเสมอ	ลดความเร็วลม	- ป้องกันได้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งช่องเปิดและความหนาของพืช	- ยึดกับโครงสร้างอาคารเพื่อเป็นรั้ว , อุปกรณ์บังแดดในลักษณะโปร่งให้แสงลอดเข้ามาได้บางส่วน
ไม้คลุมดิน	บังเงาในระดับพื้นดิน	สูง	ดูดซับความร้อนไม่ให้สัมผัสกับดินโดยตรง	ลดการพาคลื่นความร้อนด้วยการดูดซับ	ป้องกันการสะท้อนเข้าสู่ผนังอาคารได้จากการดูดซับ	-ใช้ปลูกเพื่อป้องกันการทลายหน้าดิน - ลดการสะท้อนที่ระดับการใช้งาน
หญ้า	บังเงาให้กับพื้นดินได้น้อยกว่าพืชคลุมดิน	ปานกลาง	ลดอุณหภูมิผิวดินจากการสะท้อนของหญ้า	ไม่มีผลต่อการเพิ่ม/ลดอัตราการระบายอากาศ	การสะท้อนรังสีความร้อนกลับสู่ท้องฟ้าได้ในปริมาณความเข้มต่ำลงกว่าพื้นดินโล่ง	-ปลูกเพื่อลดอุณหภูมิผิวดิน (จากค่าการสะท้อนรังสีของหญ้าต่ำกว่าที่ดินโล่งและความชื้นจากใบ) - เพื่อความสวยงาม

จากการเปรียบเทียบคุณลักษณะในการปรับสภาพแวดล้อมของพืชพรรณชนิดต่างๆ จะเห็นได้ว่า ไม้ยืนต้นและไม้เลื้อยมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการปรับสภาพแวดล้อม และสภาพภูมิอากาศได้ค่อนข้างใกล้เคียงกัน แต่โดยลักษณะทางธรรมชาติแล้ว ไม้เลื้อยมักมีข้อจำกัดในการปลูก คือต้องอาศัยโครงสร้างอาคารเพื่อค้ำจุน และทำให้เกิดการจำกัดการระบายอากาศ ซึ่งสำหรับเมืองไทยแล้วการระบายอากาศเป็นปัจจัยสำคัญในการลดอุณหภูมิและความชื้น ซึ่งอาจทำให้ไม่เหมาะสมกับสภาพแบบร้อนชื้นนัก ดังนั้นประเภทของพืชที่เหมาะสมที่สุดจึงควรจะเป็นไม้ยืนต้น ซึ่งมีศักยภาพในการควบคุมรังสีดวงอาทิตย์ได้ในพื้นที่กว้างกว่า พืชพรรณประเภทอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 แสดงข้อพิจารณาในการเลือกใช้พืชพรรณ

ข้อพิจารณาในการใช้งาน	ข้อพิจารณาในการปรับสภาพภูมิอากาศย่อย
ชนิด ลักษณะ รูปทรง ความสูง ขนาดทรงพุ่ม ผิวสัมผัส ลักษณะลำต้น ใบ การผลัดใบ ช่วงเวลาการผลัดใบ ดอก และช่วงเวลาการมีดอก นิสัย ดิน ความชื้น แสงแดด โรค/ แมลง อัตราการเจริญเติบโต ระยะปลูกที่ใช้ในการจัดจริง วัตถุประสงค์ในการใช้งาน การดูแลรักษา ความสวยงาม ความสอดคล้องกับภูมิอากาศและภูมิประเทศ	คุณสมบัติในการควบคุมการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ - ชนิดของพืชพรรณ - ช่วงเวลามีใบปกคลุม - ความหนาแน่นของมวล, กลุ่มใบ - ระยะความสูงจากโคนต้นถึงใต้พุ่ม - รูปทรง ขนาด - การเจริญเติบโตเต็มที่ของต้น - ช่วงอายุของต้นไม้ คุณสมบัติในการควบคุมปริมาณและทิศทางลม - รูปทรงของต้นไม้ - รูปแบบการจัดกลุ่ม และระยะในการจัดกลุ่ม

4.3 ข้อพิจารณาในการใช้งาน

ชนิด

ในการเลือกชนิดของต้นไม้ ควรนำลักษณะตามธรรมชาติของพันธุ์ไม้ชนิดนั้นๆ เมื่อโตเต็มที่แล้วมาประกอบการพิจารณาดังนี้

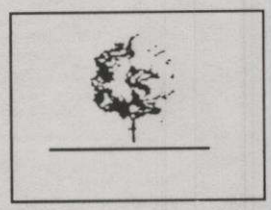
- ไม้ยืนต้นประเภทที่โตเร็วและมีพุ่มใบใหญ่ เช่นจามจุรี ชมพูพันธุ์ทิพย์ ไม่ควรปลูกใกล้อาคารบ้านเรือนหรือริมถนนบนทางเท้าซึ่งมีสายไฟฟ้าพาดผ่าน เพราะจะต้องตัดแต่งกิ่งเพื่อไม่ให้รบกวนสิ่งก่อสร้างและสายไฟฟ้าบ่อยๆ
- ไม้ยืนต้นประเภทที่ลำต้นและกิ่งก้านเปราะ ฉีกขาดหักล้มง่าย เช่นจามจุรี ชมพูพันธุ์ทิพย์ ทองกวาว ทองหลาง ซึ่งมีเรือนยอดแผ่กว้าง เมื่อถูกลมพายุพัดผ่านแรงๆ กิ่งก้านอาจฉีกหักหรือโค่นล้มทั้งต้น ไม่ควรนำมาปลูกใกล้เคียงกับสิ่งก่อสร้าง
- ไม้ยืนต้นประเภทที่มีระบบรากรุนแรง เช่นจามจุรี ชมพูพันธุ์ทิพย์ หางนกยูงฝรั่ง ไทร กร่าง ไม่สมควรปลูกใกล้กับสิ่งก่อสร้างมากนัก เพราะรากที่มีขนาดใหญ่และเข็งแรงอาจแทรกซอน หากปลูกไว้ก่อนแล้ว ก็ควรแก้ไขโดยตัดแต่งพุ่มใบให้เล็กลง แคบลงเป็นการบังคับการแผ่ขยายของส่วนราก
- ไม้ยืนต้น ประเภทที่มีรากลอย คือมีลักษณะเลื้อยไปบนผิวดิน เช่น ไทร ยางอินเดีย อาจทำให้สนามไม่สวย ตัดหญ้าลำบาก และอาจทำให้พื้นซีเมนต์บริเวณใกล้เคียงแตกร้าวหรือนูนขึ้นไม่ได้ระดับ จึงไม่สมควรนำมาปลูกใกล้เคียงกับสนามและพื้นซีเมนต์
- ไม้ยืนต้นประเภทที่มีใบร่วงมากๆไม่สมควรนำมาปลูกใกล้บ่อน้ำหรือในสระน้ำที่ไม่มีการถ่ายเท เพราะอาจทำให้น้ำเน่าได้ ไม้ที่เหมาะกับการปลูกบริเวณนี้คือ ปาล์มเพราะใบไม่ร่วงบ่อยนัก
- ไม้ยืนต้นประเภทที่ผลัดใบหมดต้นแล้วจึงออกดอก เช่นทองกวาว เสลา ไม่สมควรปลุกใกล้บ่อน้ำ เพราะรากจะได้รับน้ำจากบ่อน้ำตลอดปี แม้กระทั่งในฤดูแล้งทำให้ต้นไม้เหล่านี้ผลัดใบในฤดูกาลไม่หมดต้น เวลาต้นไม้ออกดอกก็จะยังมีใบบางส่วนเหลือปะปนอยู่ ทำให้ช่อดอกมีลักษณะไม่เด่นสง่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

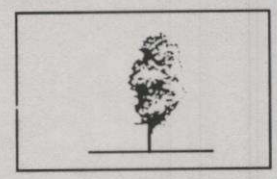
รูปทรงพุ่ม สามารถจำแนกได้ดังนี้

1. **รูปทรงของพุ่มใบ (Form)**

- รูปทรงพุ่มกลม (Globular Round) แกนทางตั้งและทางนอนเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน



- รูปทรงยาวรี (Oblong or Oval) รูปร่างของลำต้นจะออกทางสูงมากกว่าทางกว้าง



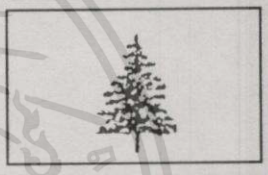
- รูปทรงแผ่กว้าง หรือทรงร่ม (Spreading or Umbrella shape)



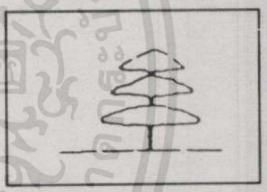
- รูปทรงกระบอก (Cylindrical or Columnar)ลักษณะลำต้นสูงขึ้นในแนวตั้งมากกว่าขยายออกทางแนวนอน



- รูปทรงปิรามิด (Pyramid or Conical) มีลักษณะการเจริญเติบโตทางสูงเป็นลักษณะคล้ายปิรามิด และบางชนิดมีลักษณะผอมสูง ส่วนใหญ่ได้แก่พืชจำพวกสน



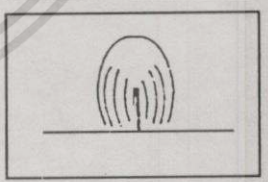
- รูปทรงแผ่เป็นชั้น (Spreading in Layer) มีลักษณะเรือนยอดแตกเป็นชั้นๆ เกิดช่องว่างระหว่างชั้น



- รูปทรงแผ่เห็นกิ่งก้าน (Open Headed) ลักษณะกิ่งก้านสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ไม่เหมาะกับการนำมาใช้เป็นไม้ให้ร่มเงา

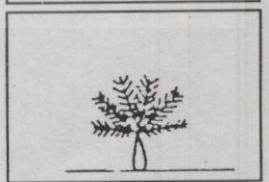


- รูปทรงลู่ห้อยลง (weeping with drooping twinges) ลักษณะกิ่งก้าน จะห้อยลู่ลงหาพื้น กิ่งก้านมักจะยาวและอ่อนช้อย



- รูปทรงคล้ายปาล์ม (Palm like) มีลำต้นตั้งสูงตรงโดยมีพุ่มใบเจริญอยู่ตรงปลายยอด

- รูปทรงแตกกอ (Clump) มีลำต้นรูปทรงคล้ายปาล์ม เจริญเติบโตโดยแตกหน่อเป็นหลายต้นในกลุ่มเดียว



ภาพที่ 4.6แสดงรูปทรงพุ่มไม้ยืนต้นชนิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปร่างของเรือนยอดต้นไม้ทั้งหมดนี้มีประโยชน์มากต่อการออกแบบเลือกชั้พันธุ์ไม้ให้เหมาะสมกับการใช้สอยเป็นหลัก อีกทั้งยังสร้างให้เกิดความแตกต่างหรือให้เกิดจุดเด่นกับบริเวณได้ เช่นรูปทรงกระบอกและรูปทรงยาวรี เหมาะสมที่จะปลูกในพื้นที่แคบหรือใช้ใกล้กับอาคาร ส่วนรูปทรงร่มและรูปทรงกลมเหมาะสำหรับการใช้เป็นร่มเงาในที่ที่มีบริเวณกว้าง เป็นต้น ผลของการเลือกใช้พันธุ์ไม้ที่เหมาะสมจะช่วยลดการตัดแต่งต้นไม้ได้มาก นอกจากนั้นยังมีอีกประการหนึ่งที่ต้องพิจารณาประกอบคือ ความสูงต่ำของพุ่มใบ เพราะจะเป็นสิ่งที่บ่งบอกว่าจะใช้งานบริเวณโคนต้นได้หรือไม่ จะปิดบังการมองเห็นได้ระดับไหน หรือจะสามารถบังลมได้มากน้อยเท่าใด

ความแผ่กว้างของพุ่มใบ (Spread) [3]

ความแผ่กว้างของพุ่มใบ (Crown) ความกว้างนี้จะเป็นสิ่งช่วยบอกระยะห่างของการปลูกต้นไม้แต่ละต้นเพื่อให้ได้รูปทรงเพื่อให้ได้รูปทรงและขนาดเต็มที่ อีกทั้งยังช่วยบอกระยะห่างของการปลูกต้นไม้จากอาคารหรือสิ่งก่อสร้างข้างเคียงด้วย ดังนั้นต้นไม้ที่แผ่กว้างมาก ควรปลูกให้มีระยะห่าง (Spacing) ประมาณ 10.00 เมตร ส่วนต้นไม้ที่แผ่ปานกลาง เช่นชมพูพันธ์ทิพย์ ควรปลูกให้มีระยะห่างประมาณ 6.00 เมตร เป็นต้น ความแผ่กว้างของพุ่มใบนี้จะเป็นระยะที่ใกล้เคียงกันกับความแผ่กว้างของรากที่อยู่ใต้ดิน หรือเรียกว่าแนวน้ำหยด (Drip Line) ดังนั้นระยะดังกล่าวจะมีผลดังกล่าวจะมีผลต่อระยะห่างของการปลูกต้นไม้ให้ห่างจากฐานรากของอาคาร สิ่งก่อสร้างและแนวสาธารณูปโภคต่างๆด้วย ความแผ่กว้างของพุ่มใบนี้อาจแบ่งออกได้เป็น 4 จำพวก คือ

- แผ่กว้างมาก มีความกว้างประมาณ 22 เมตร หรือมากกว่านั้น เช่น หูกวาง หางนกยูง จามจุรี โพธิ์ กระถินรงค์ ซึ่งจะให้ร่มเงาแก่บริเวณโคนต้นได้
- แผ่กว้าง มีความกว้าง 15 -22 เมตร
- ปานกลางมีความกว้าง 10-15 เมตร
- แคบ มีความกว้าง 6 -10 เมตร หรือต่ำกว่า เช่นสนทะเล โศกอินเดีย

ความหนาแน่นของพุ่มใบ (Mass)

หมายถึง การรวมกลุ่มของใบและกิ่งก้าน ความหนาแน่นอาจดูได้จากอัตราของความทึบและความโปร่งแสง ความทึบ หมายถึงส่วนที่เป็นใบ กิ่งก้าน และความโปร่งแสงหมายถึง พื้นที่ระหว่างใบและกิ่งก้านที่เราสามารถมองผ่านไปเห็นท้องฟ้าได้ ความหนาแน่นของพุ่มใบนี้แบ่งออกได้เป็น 3 พวกคือ

1. หนาทึบ (Dense) มีใบและกิ่งก้านที่แน่นหนาทึบจนไม่สามารถมองทะลุไปได้ เช่น ไทรย้อยขี้เหล็ก พิกุล ประดู่ ต้นไม้พวกที่ใบหนาทึบนี้จะทำให้เกิดร่มเงาได้ดี ทั้งยังเป็นฉากหลัง (background) ช่วยปิดบังสายตา บังการมองเห็น

2. ปานกลาง (Moderate) มีใบและกิ่งก้านทึบแต่ยังสามารถมองทะลุไปได้บ้าง มีอัตราส่วนความทึบและความโปร่งแสงประมาณ ประมาณ 2:1 หรือ 1:1 เช่น มะขาม กระถินณรงค์

3. โปร่ง (Open) กิ่งก้านแผ่นกระจายออก มีใบเป็นจำนวนน้อย มีบริเวณโปร่งที่องเห็นพื้นที่ด้านหลังได้มาก เช่น รัตมา หางนกยูง ปีบ ศรีตรัง ในการใช้ไม้ยืนต้นในบริเวณที่เป็นสนามหญ้าซึ่งต้องซึ่งต้องการแสงสว่างให้ส่องลงพื้นหญ้าเพื่อให้หญ้าเจริญเติบโตได้สวยงามควรใช้ไม้โปร่งกว่า เพราะพื้นที่ด้านล่างจะได้รับแสงสว่างเพียงพอ

---

[3] กาญจนา สิริภัทรวณิช. "การใช้ไม้ยืนต้นในการปรับสภาพแวดล้อมเพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร". (กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้นไม้ผลัดใบบางชนิดในเวลาที่ใบเต็มต้นก็จะเป็นไม้ใบหนาทึบ แต่ในบางช่วงที่ร่วงออกหมดก็จะกลายเป็นไม้ที่โปร่งได้

ขนาด (Size)

จากลักษณะรูปทรงของพืชพรรณแต่ละประเภทจะสามารถแบ่งออกได้อีกตามขนาด ความสูงเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบขนาดของพืชพรรณประเภทต่างๆ

ขนาด	ไม้ยืนต้น	ไม้พุ่ม	ไม้คลุมดิน
ขนาดสูงใหญ่	<25 เมตร	2-3 เมตร	มีความสูงมากที่สุดระหว่าง 0.15 - 0.30 เมตร
ขนาดกลาง	10-25 เมตร	0.5-2 เมตร	
ขนาดเล็ก	8-10 เมตร	<0.5 เมตร	

ระยะห่าง

ระยะห่างนี้ยากที่จะกำหนดเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบซึ่งควรพิจารณาในเรื่องของ การนำไปใช้งาน ขนาดของลำต้น พุ่มใบ ความรุนแรงของระบบรากเมื่อโตเต็มที่ หรือผลสุดท้ายที่เราต้องการ โดยปกติไม้ยืนต้นที่นิยมปลูกกันในปัจจุบัน จะมีขนาดของพุ่มใบเมื่อโตขึ้นเต็มที่แล้วประมาณ 7 – 8 เมตรก่อนจะวางระยะปลูกควรคำนึงถึงเรื่องนี้ ตัวอย่างเช่น

- ถ้าต้องการปลูกสนทะเลเป็นแถวเป็นแนวและให้เห็นรูปทรง แต่ละต้นชัดเจน ระยะห่างที่เหมาะสมจะเป็น 4 –5 เมตร แต่ถ้าเราต้องการปลูกให้ทึบเพื่อปิดบังการมองเห็นและต้องการให้ได้ผลอย่างรวดเร็ว ระยะห่างอาจลดลงเหลือ 2- 3 เมตร
- สำหรับต้นไม้ที่ปลูกเพื่อบังแดดให้อาคาร ควรปลูกให้ห่างจากอาคารประมาณ 5 เมตร หากต้นไม้ที่มีระบบรากรุนแรง ควรห่างมากกว่า 5 เมตร หรือถ้าปลูกริมรั้วควรห่างอย่างน้อยประมาณ 2 เมตร

นิสัย

ลักษณะเฉพาะที่ทำให้เกิดสภาพที่เหมาะสมในการปลูกต้นไม้ชนิดต่างๆที่ทำให้ต้นไม้เจริญเติบโตได้ดี หรือข้อจำกัดของต้นไม้ชนิดนั้นๆ ชนิดของต้นไม้เป็นตัวกำหนดลักษณะนิสัยที่ต่างๆกัน ซึ่งประกอบไปด้วย ความเหมาะสมต่อสภาพดิน ความชื้น แสง หรือโรคพืช

- **ดิน** ความเหมาะสมของดินกับชนิดของต้นไม้ จะต้องประกอบไปด้วย
  - การระบายน้ำที่ดี
  - อากาศถ่ายเทสะดวก รากมีอากาศเพื่อการหายใจอย่างเพียงพอเพื่อให้มีพลังในการดูดน้ำและอาหารจากดินส่งไปเลี้ยงส่วนที่อยู่เหนือดิน
  - ความสามารถในการอุ้มน้ำ
  - สภาพความเป็นกรด ด่างและแร่ธาตุอาหารในดิน
- **ความชื้น** ความสามารถในการทนทานต่อสภาพอากาศ สภาพความชื้นได้ต่างกัน ทำให้มีการจำแนกประเภทย่อยๆ ของต้นไม้ตามลักษณะความชื้นได้อีก เช่น ไม้น้ำ ไม้ปลูกริมน้ำ ไม้อวบน้ำ
- **แสง** ต้นไม้แต่ละชนิดมีความต้องการแสงเพื่อนำมาปรุงอาหารไม่เท่ากัน จึงได้มีการจำแนกประเภทย่อยๆตามลักษณะของความต้องการแสงของต้นไม้อีก เช่น ไม้แดดจัด ไม้ดอกในร่มรำไร ไม้กึ่งแดดกึ่งร่ม ไม้ในร่ม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลัดใบ

1. ไม้ผลัดใบ (Deciduous Plant) พืชพรรณชนิดนี้จะทิ้งใบร่วงในเวลาที่อากาศไม่เหมาะสมซึ่งอาจเป็นอากาศที่ร้อนหรือหนาวเย็นจนเกินไป และจะคงสภาพเช่นนั้นไปจนกว่าจะมีความพอเหมาะกับการเจริญเติบโต เช่นหูกวางจะเปลี่ยนใบเป็นสีแสดก่อนผลัดใบในฤดูร้อน นนทรีทิ้งใบร่วงในฤดูหนาว การใช้ต้นไม้ทิ้งใบร่วงอาจมีปัญหาในการดูแลรักษา โดยเฉพาะถ้าใช้งานบริเวณ ริมสระว่ายน้ำ บ่อน้ำ จะทำให้เน่า สกปรกหรือท่ออุดตันได้ พืชพรรณชนิดนี้ทิ้งใบร่วงถึงฤดูที่ผลัดใบหมดแล้วจะมองเห็นแต่รูปทรงของกิ่งก้าน ลำต้น จะให้ความสวยงามได้เช่นกัน แต่ถ้าใช้งานในบริเวณที่ต้องการร่มเงาแล้ว การผลัดใบในช่วงเวลานั้นก็จะไม่สามารถใช้งานให้ร่มเงาได้ผลตามที่ต้องการ สำหรับพื้นที่สภาพภูมิอากาศรุนแรง หรือมีความต่างในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อนชัดเจน ก็นับว่าเหมาะสมเนื่องจากโดยส่วนใหญ่ ต้นไม้มักผลัดใบในฤดูหนาว ทำให้รังสีดวงอาทิตย์สามารถทะลุผ่านกิ่งก้านลงมาทำความอบอุ่นให้สภาพแวดล้อมได้ ในขณะเดียวกันในฤดูร้อนก็สามารถให้ร่มเงาได้

2. ไม้ที่มีสีเขียวตลอดปี (Evergreen Plants) พืชพรรณที่มีสีเขียวตลอดปี ในบางกรณีจะมีการหยุดชะงักการเจริญเติบโตในช่วงอากาศหนาวจัดหรือเกิดความแห้งแล้งแต่มิใช่การทิ้งใบร่วง โดยทั่วไปแล้วจะสามารถเจริญเติบโตได้โดยตลอดปีโดยไม่มีการผลัดใบโดยเฉพาะในประเทศไทย ซึ่งภูมิอากาศฤดูร้อนและฤดูหนาวไม่ต่างกันมากนัก และมีช่วง Overheat Period ยาวนานจึงเหมาะสมที่จะปลูกไม้ผลัดใบเพื่อให้ร่มเงา

3. ไม้กึ่งผลัดใบ (Semi deciduous Plants) พืชพรรณที่มีการผลัดใบเป็นช่วงระยะเวลา โดยมิได้ขึ้นฤดูกาลหรือสภาพอากาศ

วัตถุประสงค์ในการใช้งาน (อริยา,2540)

ในการพิจารณาเลือกใช้ต้นไม้เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานอาจแบ่งออกได้เป็นประเภทต่างๆดังนี้

ตารางที่ 4.9 แสดงลักษณะที่เหมาะสมของไม้ยืนต้นในการใช้งาน

การใช้งาน	ลักษณะที่เหมาะสม
ไม้ปลูกตามถนน	ควรเป็นไม้ให้ร่มเงา ทรงพุ่มที่ดูเรียบร้อยไม่เกะกะ ห้อยระย้า ระบบรากแข็งแรงไม่งัดพื้น ไม่แผ่ขยายออกทางด้านข้างมากนัก มีรากแก้วที่แทงลึกในแนวดิ่ง โรคและแมลงรบกวนน้อย ทนไอร้อนจากท่อไอเสียของยานพาหนะได้ มีขนาดใบเล็ก พุ่มใบหนาทึบพอสมควร ไม่ผลัดใบหมดต้นในฤดูร้อน อัตราการเจริญเติบโตปานกลาง มีอายุยืนนาน ลำต้นและกิ่งก้านเหนียว
ไม้บริเวณที่จอดรถ	ควรให้ร่มเงามาก คือทรงพุ่มแผ่กว้าง ใบดก ไม่เป็นไม้ผลัดใบที่ทิ้งใบเป็นเวลานานในฤดูแล้ง เนื้อไม้ไม่เปราะ ไม่มียาง ดอก ผลที่ร่วงหล่นเป็นอันราย หรือเป็นต้นไม้ที่นกชอบอาศัย รากไม่งัดพื้น ทนไอร้อนจากท่อไอเสียได้ดี
ไม้บริเวณที่พักผ่อน	ควรเป็นไม้ให้ร่มเงา ผลัดใบบ้างแต่ควรเป็นช่วงสั้นๆเพื่อสร้างบรรยากาศ ต้องเป็นพันธุ์ไม้ที่ไม่มีขน หนาม ยางที่มีพิษ ถ้ามีกลิ่นหอมหรือดอกสวยสะดุดตาจะช่วยให้บรรยากาศดูสดชื่นและน่าพักผ่อน
ไม้เพื่อเป็นกำแพงกันลม	ควรเป็นไม้ที่มีลำต้น กิ่งก้านแข็งแรงและเหนียวอ่อน ลู่ลม ไม่หักโค่นง่ายๆ ควรมีใบมากตั้งแต่โคนจนถึงยอด เพื่อให้มีพื้นที่บังลมมาก ไม้บังลมที่ปลูกใกล้ทะเลต้องเป็นไม้ที่ทนความเค็มได้ ไม้บังลมไม่เน้นความสวยงามของดอกแต่จะเน้นที่ใบหนาแน่น และรูปทรงเป็นระเบียบเป็นแนวต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งาน	ลักษณะที่เหมาะสม
ไม้เพื่อเพิ่มอัตราการระบายอากาศ	มีลักษณะที่สำคัญคล้ายไม้เพื่อเป็นกำแพงกันลม แต่ปลูกในแนวขนานกับทิศทางลม และควรเป็นไม้ที่มีความละเอียด และปลูกเป็นแนวต่อกัน เพื่อให้เกิดแรงเสียดทานลมน้อยที่สุด และให้ได้รับปริมาณและความเร็วลมสูงสุดและคงที่ หรืออาจเป็นไม้ที่มีทรงแผ่กว้างและมีระยะจากโคนต้นถึงใต้พุ่มใบมากเพื่อให้ลมพัดผ่านใต้พุ่มใบ ซึ่งจะทำให้ได้รับลมแรงขึ้นบริเวณใต้พุ่มใบ
ไม้กันฝุ่น กรองเสียง	ต้องเป็นไม้ที่แน่นทึบและยอมให้ลม เสียงผ่านได้บ้าง การเจริญเติบโตเร็ว ไม่ผลัดใบจะดีมาก ใบมีความสวยงามเข้ากับไม้ชนิดอื่นได้
ไม้เพื่อยึดดิน	ป้องกันดินพังทลาย ต้องมีรากเป็นเครือข่ายที่กว้างและลึก ทนต่อสภาพดินเลวได้ดี ถ้าเป็นไม้ที่ช่วยปรับปรุงคุณภาพดินให้ดีขึ้นด้วยยิ่งดี ควรเป็นไม้ที่ชอบแสงแดดจัดเพราะพื้นที่ปลูกเป็นที่โล่งแจ้ง

การปลูกบำรุงรักษาและความเหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศ

ส่วนที่ต้องปลูกต้นไม้เป็นจำนวนมาก ในลักษณะซ้ำกัน เช่น ไม้ริมถนน ไม้ในสวนสาธารณะ ควรเลือกพรรณไม้ที่หาได้ง่ายและราคาถูก และต้องมีความทนทานในสภาพแวดล้อมนั้นๆ ซึ่งโดยหลักแล้วจะต้องพิจารณาใช้ไม้พื้นเมืองเป็นประการแรก เพราะจะทนต่อสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศของสภาพที่นั้นได้ดี แต่บางครั้งจำเป็นต้องใช้ไม่ต่างถิ่นเข้ามาปลูก แต่ก็ควรคำนึงถึงความเหมาะสมและอนุรักษ์ให้คงสภาพธรรมชาติมากที่สุด

ความสวยงาม

การกำหนดพันธุ์ไม้ ตำแหน่งและปริมาณการปลูกควรให้เหมาะสมกับพื้นที่และสร้างเสริมบรรยากาศที่ดีซึ่งจะต้องประกอบด้วยความเหมาะสมทางด้านต่างๆเช่น ความสูงของต้น , ขนาดทรงพุ่ม สีของใบ, กลิ่นหอม, ผิวสัมผัสที่ละเอียดหรือหยาบ โดยลักษณะดังกล่าวนี้จะใช้สายตาเป็นตัวกำหนด

4.4 ข้อพิจารณาของต้นไม้ในการควบคุมสภาพภูมิอากาศแบบ Micro Climate

ความหนาแน่นของพุ่มใบ[4]

ความหนาแน่นของพุ่มใบเป็นตัวแปรที่สำคัญในการเลือกเพื่อควบคุมการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ และความโปร่งของทรงพุ่มที่มีแต่กิ่งก้านและลำต้น ก็เป็นสิ่งสำคัญสำหรับปริมาณ Solar Access (การรับรังสีดวงอาทิตย์) ปริมาณทั้ง 2 รูปแบบนี้จึงขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของการบังเงา ซึ่งแสดงด้วยค่า S.C. (Shading Coefficient) หรือค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาซึ่งเป็นค่าของความสามารถในการส่งผ่านรังสีดวงอาทิตย์ทะลุผ่านพุ่มใบ โดยทั่วไปจะมีค่าตั้งแต่ 1 – 0 (1 คือสามารถส่งผ่านรังสีดวงอาทิตย์ได้ทั้งหมด และ 0 คือไม่มีรังสีดวงอาทิตย์ที่ถูกส่งผ่าน) หรือบางครั้งก็คิดเป็น% ของการสกัดกั้นหรือการส่งผ่าน

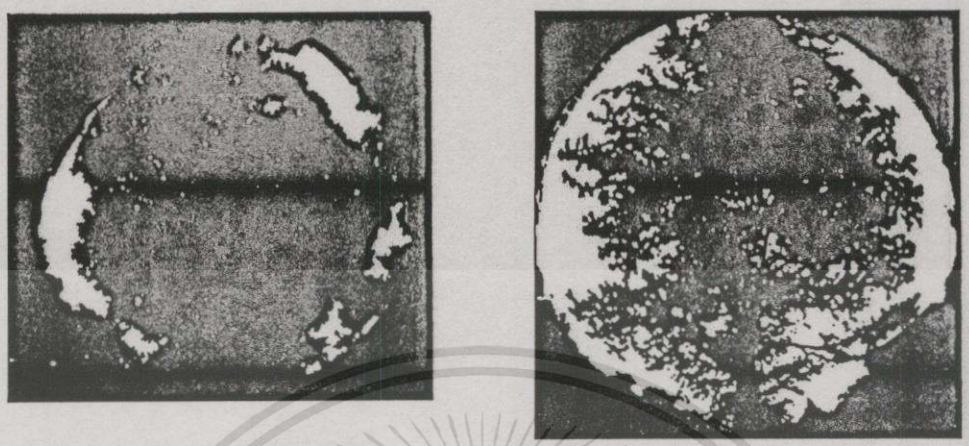
ค่านี้ไม่คงที่เสมอไป เนื่องจากมีตัวแปรควบคุมชนิดอื่นๆและขั้นตอน เทคนิคที่แตกต่างกันขณะทำการวัด ทำให้ค่าเหล่านี้สามารถคลาดเคลื่อนได้ง่าย และเป็นเพียงค่าประมาณ ในการนำมาเปรียบเทียบกันจึงทำได้ยาก (Schiler 1979) ได้ทำการวัดด้วยวิธีการ Visual Density เพื่อหาความหนาแน่นของต้นไม้ในช่วงผลิใบและรวบรวมข้อมูลความหนาแน่นไว้เพียงบางชนิด ซึ่งเป็นการคำนวณโดยผ่านวิธี Optical

---

[4] E.Gregory Mcpherson . "Energy conservation Site Design ." (ASLAF,1984)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Scanning ผ่านรูปภาพ โดยดูจากความหนาแน่นของเงาดำ ซึ่งนำมาเป็นสัดส่วนโดยตรงเปรียบเทียบกับพื้นที่ทั้งหมดของภาพ ดังแสดงในภาพ



ภาพที่4.7แสดงการคำนวณความหนาแน่นกลุ่มไปโดยวิธี Visual Density

การวัดค่า S.C. เป็นเรื่องที่ซับซ้อน แม้ปัจจุบันจะยังไม่สามารถสรุปเป็นค่าที่ตายตัวได้ แต่ค่าS.C. นี้ก็สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการออกแบบเพื่อให้ทราบถึงความสามารถในการบังเงา ในขณะที่มีใบ และใบร่วง หรือช่วงอายุต่างๆจนถึงต้นไม้ที่โตเต็มที่ ซึ่งโดยปกติแล้วสถาปนิกมักวางผังไว้รองรับต้นไม้เมื่อโตเต็มที่แล้วแต่ขณะที่นำมาปลูกนั้นต้นไม้ยังมีอายุน้อยทำให้ไม่ได้ขนาดตามที่ต้องการ และทำให้การบังเงาไม่ได้ประสิทธิภาพเท่าที่ควร

ความหนาแน่นของพุ่มใบก็ยังแปรตามฤดูกาล และความชื้นด้วย สำหรับต้นไม้ผลัดใบบางชนิดจะสูญเสียใบเกือบทั้งหมดในช่วงฤดูร้อน ส่วนต้นไม้บางชนิดใน Arizona จะโปร่งขึ้น (ความหนาแน่นน้อยลง) เมื่อเข้าสู่ภาวะแห้งแล้ง ใบจะร่วงและมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของใบไปจากเดิม เช่นการพับงอของใบซึ่งจะลดพื้นที่ผิวภายนอกของมัน รวมไปถึงการตัดแต่งทรงพุ่มเพื่อให้ได้รูปที่สวยงามก็อาจส่งผลให้เกิดS.C.ที่ลดลง

สัมประสิทธิ์การบังแดดนี้ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของใบ ลำต้น กิ่งก้านด้วย จากการทำการวัดการดูดซับแสงอาทิตย์ของป่าไม้พบว่า สามารถดูดซับได้ 75 –90 % ของแสงอาทิตย์รวมทั้งหมด และส่วนใบสามารถลดได้ 25% ของการดูดซับ ส่วนกิ่งก้านสามารถดูดซับได้ถึง 2/3 ของการดูดซับทั้งหมด สำหรับพื้นที่ที่ต้องการทั้งการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงและ รับรังสีเข้าสู่อาคาร ต้องพิจารณาไปถึง การผลัดใบ (ค่า S.C.ควรจะสูงในฤดูหนาวและควรจะต่ำในฤดูร้อน) ระยะเวลาในการเจริญเติบโตให้เพียงพอที่จะบังแดดหรือตัดแต่งกิ่งได้ เนื่องจากพุ่มใบจะหนาแน่นขึ้นตามอายุของต้นไม้

ระยะความสูงจากโคนต้นถึงใต้ทรงพุ่ม

ต้นไม้ที่มีกิ่งก้านเริ่มจากระดับต่ำ (ใกล้พื้นดิน) อาจเป็นตัวสกัดกั้นรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงฤดูหนาว โดยเฉพาะต้นไม้ที่ปลูกทางด้านทิศใต้ของอาคาร ส่วนต้นที่แตกกิ่งก้านสูงจะช่วยขัดขวางรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงฤดูร้อน ซึ่งเป็นผลมาจากการทำ มุมอัลติจูด (Altitude) และ อะซิมุท (Azimuth) ของดวงอาทิตย์ การตัดแต่งต้นไม้อาจไม่จำเป็นนักหากได้มีการเลือกชนิดของต้นไม้ที่มีระยะความสูงจากโคนถึงใต้พุ่มเพื่อบังเงาให้สอดคล้องกับความต้องการในการควบคุมรังสีดวงอาทิตย์ทั้ง ป้องกันDirect Gainและรับ Solar access เช่นหากต้องการการบังเงาให้พื้นที่ชั้น 2 ของอาคาร ทรงพุ่มควรอยู่ในระดับสูง ซึ่งโดยปกติแล้วไม้ยืนต้นมักให้ผลกับอาคารสูง 2 ชั้นมากกว่าอาคารชั้นเดียวอันเป็นผลมาจากการทอดตัวของเงา นอกจากนี้พื้นที่ใต้พุ่มใบยังช่วยในการควบคุมกระแสลมภายใต้ทรงพุ่มได้อีกด้วยหากได้มีการจัดกลุ่มและระยะอย่างพอเหมาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดและรูปทรงของทรงพุ่ม

ขนาดและรูปทรงของทรงพุ่มมีผลต่อการครอบคลุมพื้นที่ด้วยลักษณะของการทอดเงาต้นไม้ที่มีรูปทรงกลม แผ่กว้างจะให้พื้นที่เงามากในการควบคุมรังสีดวงอาทิตย์ และในทางกลับกัน ต้นไม้ทรงแคบสูงจะให้เงาเพียงเล็กน้อยในฤดูร้อน และจะทอดเงายาวในฤดูหนาว ซึ่งจะขัดแย้งกับความต้องการรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Access) สิ่งสำคัญในการปรับอุณหภูมิ (Cooling Effect) จากต้นไม้คือปริมาณของพื้นที่ที่ได้รับการบังเงา ขนาดและรูปทรงมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับลักษณะการโคจรของดวงอาทิตย์รายวันและระหว่างฤดูกาล สำหรับการป้องกันความร้อนควรจะพิจารณาถึงวิธีการที่จะทำให้มีพื้นที่เงามากที่สุด ณ. ช่วงเวลาใด ตำแหน่งใด ที่ควรจะป้องกันเพื่อลดช่วงความร้อนวิกฤต (Overheat Period) ที่จะทำให้เกิดภาวะไม่น่าสบาย

อัตราการเจริญเติบโต

1. ต้นไม้ที่มีอัตราการเจริญเติบโตเร็ว จะทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการบังเงาได้เร็ว และทำให้ได้รับผลตอบแทนที่เร็วกว่า แต่มักมีข้อเสียคือ ต้นไม้ลักษณะนี้มักเป็นต้นไม้ที่ไม่แข็งแรง อาจเป็นอันตรายต่อคน และต่อพื้นที่ ต้นไม้ที่รากซอนไซและมักต้องการน้ำมาก ซึ่งอาจทำลายโครงสร้างฐานรากได้ อย่างไรก็ตามมีไม้บางชนิดที่โตเร็วเมื่ออายุยังน้อยและจะมีอัตราค่อยๆลดลงเพื่อให้ไม้แข็งแรงขึ้น

2. ต้นไม้ใหญ่ที่มีอัตราการเจริญเติบโตปานกลาง คุณสมบัติต่างๆเหล่านี้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นควบคู่ไปกับ ช่วงอายุของโครงสร้างอาคาร และความคุ้มค่าในการลงทุนก็เป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงก่อน โดยทั่วไปโครงสร้างอาคารจะมีอายุการใช้งานประมาณ 50 ปี ในขณะที่ต้นไม้มีอายุที่เจริญเติบโตเต็มที่ 30 – 50 ปี ดังนั้นต้นไม้ที่ปลูกเพื่อให้ร่มเงาให้กับโครงสร้างอาคารใหม่ จะมีศักยภาพเต็มที่เมื่ออาคารใกล้หมดอายุพอดี ส่วนใหญ่ในงานภูมิสถาปัตยกรรมมักมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งมักเริ่มด้วยการปลูกต้นไม้ที่มีอายุยังน้อย ทำให้ไม่เคยมีต้นไม้ที่เจริญเติบโตเต็มที่เลย

3. การผสมผสานกันระหว่างต้นไม้ใหญ่ที่โตช้าและต้นไม้ที่โตเร็วเพื่อลดช่วงระยะเวลาได้รับผลตอบแทน (Payback Period) ต้นไม้ที่โตเร็วเริ่มที่จะให้เงาในช่วงปีแรกๆ ในขณะที่ดูแลต้นไม้ที่แข็งแรงและเจริญเติบโตช้ากว่าไปพร้อมๆกัน ในช่วงระยะเวลาประมาณ 10 ปี เมื่อต้นที่โตช้ากว่าจะเริ่มมีขนาดเพียงพอที่จะให้ร่มเงาในขณะที่ไม้โตเร็วจะเริ่มหมดช่วงอายุ ซึ่งจะช่วยให้เกิดประสิทธิภาพในการบังเงาอย่างรวดเร็วและยั่งยืน โดยปราศจากอันตรายและค่าบำรุงรักษาที่สูง (อาจสูงเฉพาะช่วงแรกสำหรับต้นไม้ใหญ่)

ช่วงอายุต้นไม้

ช่วงอายุนี้จะสัมพันธ์อัตราการเจริญเติบโต โดยทั่วต้นไม้โตเร็วจะมีอายุสั้น ส่วนไม้ที่เจริญเติบโตช้าจะมีอายุยืนกว่า ช่วงอายุนี้ยังควรสัมพันธ์กับโครงสร้างของอาคารที่จะบังเงาด้วยดังที่ได้กล่าวมาแล้ว สำหรับอาคารทีมีอายุการใช้งานสั้นหรือไม่ถาวรก็ควรใช้ต้นไม้ให้ร่มเงาเร็วและช่วงอายุสั้น และต้นไม้ที่มีช่วงอายุยาวนานก็ควรอยู่ใกล้กับอาคารที่มีลักษณะถาวรมากกว่า

ด้วยลักษณะทางกายภาพ เช่นรูปทรง ขนาด ชนิด ฯลฯ ล้วนเป็นตัวแปรในการควบคุมอุณหภูมิซึ่งปัจจัยหลักจะมาจากพื้นที่ที่ทำให้เกิดเงา ซึ่งในทางปฏิบัติในการเลือกใช้ต้นไม้ ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมในการใช้งาน ความสวยงามและข้อจำกัดทางด้านสภาพแวดล้อม และตัวแปรอื่นๆที่ทำให้เกิดภาวะน่าสบายนอกเหนือไปจากอุณหภูมิ จึงได้เลือกศึกษาทรงพุ่มของต้นไม้ เพื่อให้ทราบคุณสมบัติของต้นไม้แต่ละชนิดและหาสัดส่วนที่เหมาะสมในการผสมผสานต้นไม้หลายชนิด หลายทรงพุ่มเข้าด้วยกันเพื่อใช้ในงานภูมิสถาปัตยกรรม เช่นการทำให้เกิดลมภายใต้พุ่มใบ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
รังสีดวงอาทิตย์และการถ่ายเทความร้อน

5.1 การแผ่รังสีดวงอาทิตย์

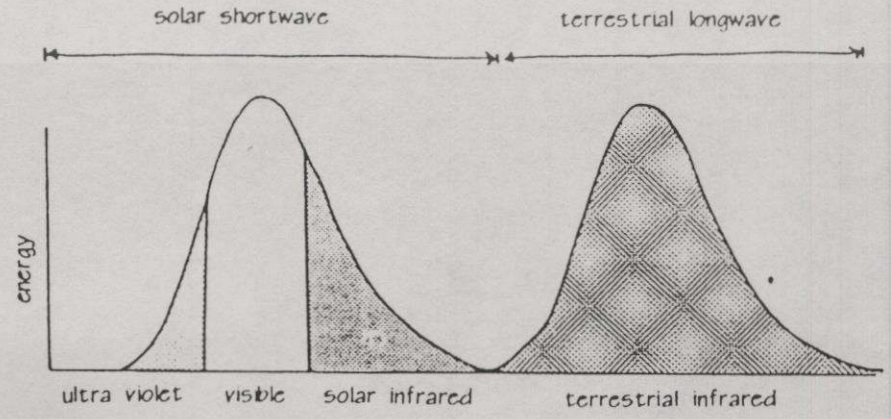
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (Solar Radiation) เป็นการถ่ายเทพลังงานผ่านบรรยากาศโลกในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnatic wave) ซึ่งก็คือการแลกเปลี่ยนอุณหภูมิระหว่างวัตถุโดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง เป็นการแผ่รังสีใน 2 ลักษณะคือ

1. การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์นอกบรรยากาศโลก (Solar Radiation) เป็นการคายรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จากพื้นผิวที่มีอุณหภูมิสูงของดวงอาทิตย์แลกเปลี่ยนกับบรรยากาศของวัตถุอื่นๆในจักรวาล และมีการแลกเปลี่ยนกับบรรยากาศโลก ณ. ระยะห่างของโลกกับดวงอาทิตย์ การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์เป็นไปในการแผ่รังสีทั้งคลื่นยาวและ คลื่นสั้น
2. การแผ่รังสีดวงอาทิตย์บนพื้นโลก (Terrestrial Radiation) เป็นการแผ่รังสีที่เกิดจากการแลกเปลี่ยนระหว่างบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกกับวัตถุบนพื้นผิวโลกที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเป็นการแผ่รังสีคลื่นยาว (Long-wave Radiation) ในช่วงคลื่น อินฟราเรด ความร้อนที่เกิดขึ้นแก่อาคารจากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์บนพื้นโลกมีจำนวนน้อยมาก เนื่องจากปริมาณที่รับและส่งออกมาจากผิวพื้นที่มีค่าใกล้เคียงกันมาก ส่วนมากที่เกิดขึ้นมักมาจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ผ่านบรรยากาศโลกมาแทบทั้งสิ้น

ลักษณะช่วงคลื่นของรังสีดวงอาทิตย์

1. รังสีคลื่นสั้น (Short Wave) ประกอบด้วยรังสีบางส่วนที่ตามนุษย์สามารถมองเห็นได้ อยู่ในความยาวคลื่นระหว่าง 0.4 – 0.7 ไมโครเมตร มีอยู่ถึงร้อยละ 44 ของรังสีทั้งหมดประกอบด้วยรังสีช่วงคลื่นอุลตร้าไวโอเลต (Ultraviolet)ช่วงแสงสว่าง (Visible Region) และช่วงอินฟราเรด (Infrared Region) คิดเป็นสัดส่วนพลังงานเท่ากับ 7%,39%,52% ตามลำดับ (ASHRAE 1993)
2. รังสีคลื่นยาว (Long Wave)เป็นรังสีที่มนุษย์ไม่สามารถมองเห็นได้ รังสีคลื่นยาวอยู่ในช่วงคลื่นระหว่าง 0.7 – 1.5 ไมโครเมตร มีอยู่ถึงร้อยละ 37 ของรังสีทั้งหมด เมื่อดวงอาทิตย์ส่องแสงผ่านวัตถุ ทำให้เกิดความร้อน

ส่วนรังสีอินฟราเรด (Infrared) จะมีความยาวคลื่นมากกว่า 1.5 ไมโครเมตร มีอยู่ร้อยละ 12ของรังสีทั้งหมด



ภาพที่ 5.1แสดงการเปรียบเทียบองค์ประกอบรังสีคลื่นสั้นและรังสีคลื่นยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

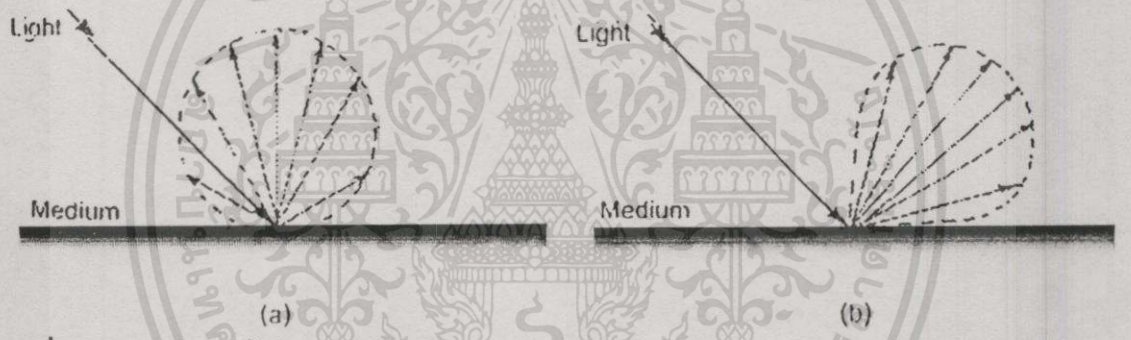
การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ประกอบด้วย

1. การแผ่รังสีดวงอาทิตย์แบบตรง (Direct Solar Radiation) คือพลังงานที่ได้โดยตรงจากดวงอาทิตย์ ซึ่งมีทิศทางของพลังงานจากดวงอาทิตย์ถึงหน่วยรับบนโลกไม่เปลี่ยนแปลงนั่นก็คือระยะขจัดจากดวงอาทิตย์มายังพื้นโลก
2. การแผ่รังสีดวงอาทิตย์แบบกระจาย (Diffuse Solar Radiation) คือพลังงานที่ไม่ได้รับโดยตรงจากดวงอาทิตย์ แต่รับจากตัวกลางที่ขวางกั้นรังสีดวงอาทิตย์ไว้ หรือเป็นพลังงานที่ได้มาจากท้องฟ้าทั้งหมด โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณพลังงานที่เกิดขึ้นอยู่กับสภาพท้องฟ้า ถ้าท้องฟ้าแจ่มใส จะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 100W/m^2 แต่ในสภาพที่ท้องฟ้ามีเมฆมาก จะมีค่าอยู่ระหว่าง 300-600W/m^2

ลักษณะของรังสีที่รับจากดวงอาทิตย์

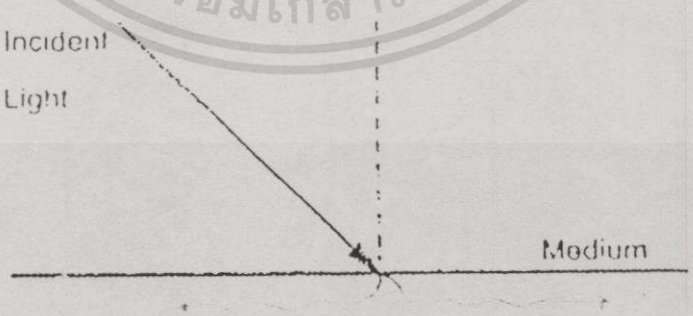
รังสีดวงอาทิตย์เมื่อกระทบกับพื้นดิน วัสดุ บรรยากาศจะถูกเปลี่ยนรูปด้วยกระบวนการต่างๆ ดังนี้

1. การกระจาย (Scattering) เป็นกระบวนการที่อนุภาคเล็กๆและโมเลกุลของกาซในอากาศแพร่กระจายในส่วนมีการแผ่รังสีตกกระทบทุกทิศทาง การกระจายเกิดขึ้นโดยที่ไม่ต้องเปลี่ยนรูปพลังงาน หรือเป็นรังสีที่เกิดจากการสะท้อนของวัตถุที่มีลักษณะสม่ำเสมอ โดยการสะท้อนนี้แบ่งออกเป็น การสะท้อนแบบกึ่งกระจาย และการสะท้อนแบบกระจายสมบูรณ์ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัตถุ



ภาพที่ 5.2 แสดงการรับรังสีดวงอาทิตย์แบบกระจาย

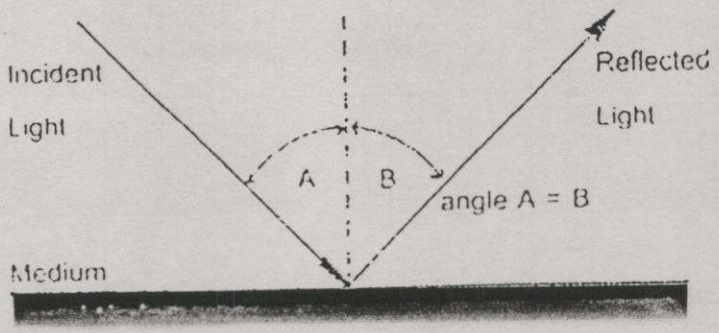
2. การดูดกลืน (Absorption) กระบวนการแผ่รังสีที่ตกกระทบไปยังสสารส่วนหนึ่งยังคงอยู่ในสสารและเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานรูปอื่น



ภาพที่ 5.3 แสดงการรับรังสีดวงอาทิตย์แบบดูดซับ

3. การสะท้อน (Reflection) การสะท้อนเกิดขึ้นเมื่อรังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบกับวัตถุและถูกสะท้อนจากผิวพื้นกลับสู่ท้องฟ้า การสะท้อนแตกต่างกันไปตามพื้นผิวต่างๆ เมฆเป็นตัวการที่สำคัญที่สุดในการสะท้อนรังสีของดวงอาทิตย์

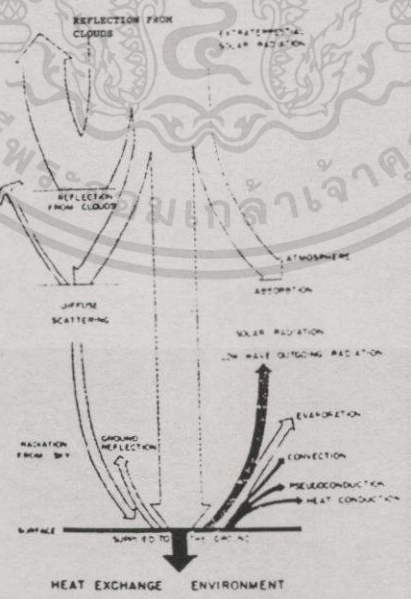
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.4 แสดงการรับรังสีดวงอาทิตย์แบบสะท้อน

รังสีที่ได้รับจากดวงอาทิตย์สามารถแบ่งออกตามลักษณะที่ได้รับจากสภาพแวดล้อมต่าง ๆ[1] ดังนี้

1. รังสีคลื่นสั้นที่แผ่ลงมาโดยตรง (Direct Solar short wave radiation)
2. รังสีคลื่นสั้นที่กระจายผ่านเมฆหมอกออกมา (Diffuse short wave red sky fault)เมื่อรวมตัวกับรังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์ จะเรียกว่าคลื่นรังสีรวมซึ่งมีความสำคัญในการนำไปพิจารณาในเรื่องการรับความร้อนด้านต่างๆของอาคาร
3. รังสีคลื่นสั้นที่สะท้อนออกมาจากพื้นดินและสิ่งใกล้เคียง (Short wave reflected from ground) ปกติพื้นที่แนวนอนจะได้รับรังสีเป็น 2 เท่าของทางแนวตั้ง
4. รังสีคลื่นยาวจากพื้นดินและวัตถุที่ร้อน (Long Wave radiation from heated ground & object)
5. รังสีคลื่นยาวเกิดจากการแลกเปลี่ยนระหว่างวัตถุและท้องฟ้า (Outgoing long wave radiation exchange between object & sky)ซึ่งเกิดจากการสมดุลยของรังสีดวงอาทิตย์ หมายถึงการสมดุลยระหว่างรังสีที่พื้นผิวโลกได้ และรังสีที่ส่งออกไป จะไม่ค่อยมีความเข้มนักแปรเปลี่ยนไปตามฤดูกาลและตำแหน่งของละติจูด



ภาพที่ 5.5 แสดงการแลกเปลี่ยนความร้อนกับสภาพแวดล้อม

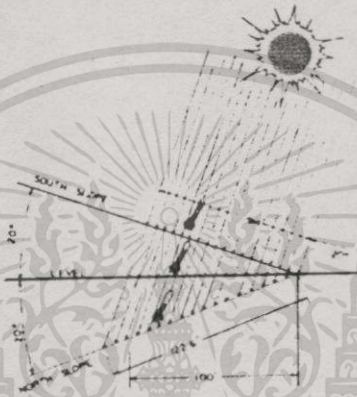
---

[1] สมสิทธิ์ นิตยะ. "การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น" (กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2541) หน้า35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

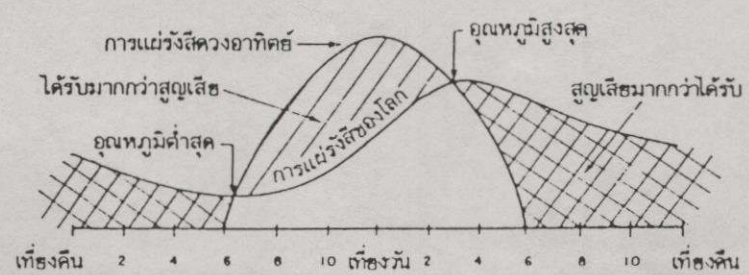
5.2รังสีดวงอาทิตย์กับการแผ่รังสีความร้อนและเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิประจำวัน

ดวงอาทิตย์แผ่รังสีความร้อนและแสงสว่างให้กับโลก ทั้งนี้โลกได้รับรังสีความร้อนน้อยกว่าที่ควรจะเป็นมาก เนื่องจากมีบรรยากาศของโลกกรองเอาไว้ ส่วนหนึ่งของรังสีถูกดูดซับไว้ในบรรยากาศ บางส่วนต้องกระจายออกเพราะกระทบของโมเลกุลบรรยากาศ และแผ่กลับให้อากาศชิดผิว และสิ่งที่อยู่ใกล้เคียงทำให้อุณหภูมิของอากาศและสิ่งใกล้เคียงมีอุณหภูมิสูงขึ้น พื้นผิวโลก มีความสูงจากระดับน้ำทะเลมากเท่าไร รังสีความร้อนที่ได้รับก็เพิ่มขึ้นตามความสูงเนื่องจากมีการกรองจากบรรยากาศน้อยลง ปริมาณการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นโลกจะเปลี่ยนแปลงไปตาม Latitude , Solar time การทำมุมเอียงลาดของพื้นดิน, ตำแหน่งของพื้นผิว ทางซีกโลกเหนือ พื้นดินที่ลาดไปทางด้านทิใต้จะได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงมากกว่าและจะร้อนกว่าทางด้านทิศเหนือ และจะได้รับรังสีดวงอาทิตย์ในฤดูหนาวแรงกว่าในฤดูร้อนเมื่อเปรียบเทียบกับแนวระนาบเดียวกัน ลักษณะการเอียงลาดของพื้นดินก็ทำให้การได้รับรังสีดวงอาทิตย์เกิดขึ้นไม่พร้อมกัน



ภาพที่ 5.6 แสดงความลาดเอียงของระนาบที่มีผลต่อความเข้มรังสีดวงอาทิตย์

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิประจำวัน (Mean Daily March) หรือวัฏจักรของอุณหภูมิเกิดขึ้นจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ที่โลกได้รับ การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์เริ่มขึ้นเวลาประมาณ 6.00 น . และปริมาณรังสีที่โลกได้รับจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆจนถึงเวลา 12.00 น. ซึ่งเป็นเวลาที่โลกได้รับจากรังสีดวงอาทิตย์มากที่สุด เนื่องจากความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูงสุด จากนั้นปริมาณรังสีจะลดน้อยลงตามลำดับ ขณะที่พื้นโลกได้รับรังสีดวงอาทิตย์พื้นโลกจะแผ่รังสีออกไปด้วย รังสีที่โลกส่งกลับเป็นรังสีคลื่นยาวทำให้เกิดพลังงานความร้อน ดังนั้นความร้อนส่วนใหญ่ที่บรรยากาศชั้นล่างได้รับเนื่องมาจากการแผ่รังสีของโลกอย่างไรก็ตามขีดสูงสุดของอุณหภูมิประจำวันไม่ใช่เป็นขีดสูงสุดที่โลกได้รับจากดวงอาทิตย์ (เที่ยงวัน) แต่เป็นระยะเวลาระหว่าง 14.00-16.00น. ที่เป็นเช่นนี้เพราะในระหว่างเวลา12.00 -14.00น. โลกยังคงได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์อยู่ แม้ว่าปริมาณที่ได้รับจะไม่เท่าเดิม ในช่วงเวลานี้กล่าวได้ว่า โลกได้รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์มากกว่าพลังงานความร้อนที่โลกสูญเสียไป แต่หลังจากเวลา 15.00 น. โลกจะสูญเสียพลังงานความร้อนมากกว่าพลังงานความร้อนที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ อุณหภูมิจะลดลงตามลำดับจนถึงขีดต่ำสุด เวลา 6.00 น.



ภาพที่ 5.7 แสดงการแผ่รังสีดวงอาทิตย์กับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิประจำวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

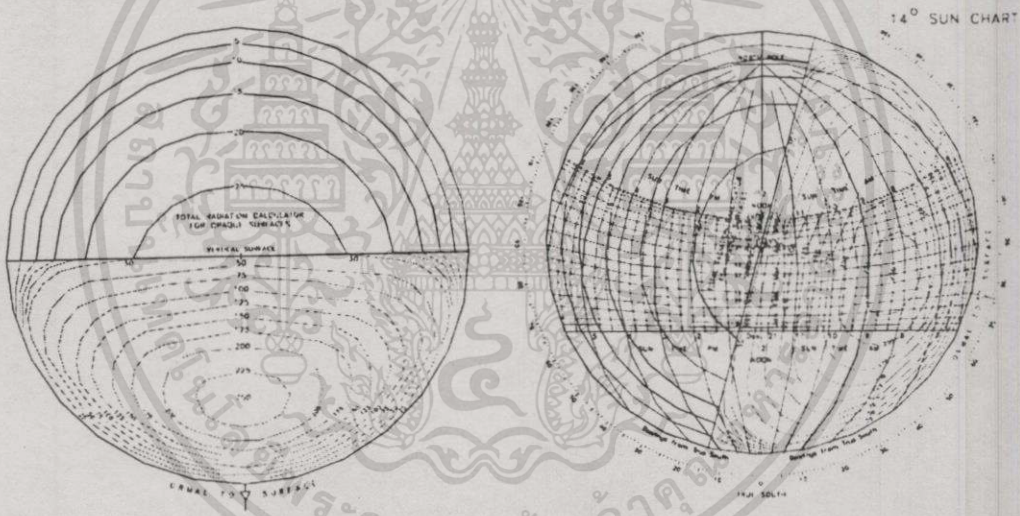
5.3 รังสีดวงอาทิตย์ในจังหวัดกรุงเทพฯ

ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับในกรุงเทพฯจะสูงตลอดปี โดยประมาณ40% ของรังสีดวงอาทิตย์ทั้งหมดเป็นรังสีกระจาย โดยเฉพาะช่วงที่มีความชื้นสูง เช่น ฤดูร้อนและฤดูฝน เนื่องจากมีปริมาณไอน้ำในอากาศสูง

ปริมาณความร้อนที่กระทำต่อด้านต่าง ๆของอาคารในกรุงเทพฯ [1]

การคำนวณหาค่าการแผ่รังสีโดยการใช้ข้อมูลทางสถิติเป็นเรื่องที่ยาก Prof. Olgyay จึงได้คิดแผนภูมิการหาค่าการแผ่รังสีความร้อน ซึ่งสามารถที่จะวิเคราะห์ได้ทุกตำแหน่งที่ตั้ง และลักษณะการวางอาคาร อ่านค่าได้ทั้งค่าการแผ่รังสีตรง รังสีกระจาย และการแผ่รังสีรวมที่กระทำบนผนังทึบ (Opaque Surface) และ กระจก

ตารางคำนวณรังสีความร้อน ใช้วิธีลากโยง (Projection) ในแบบ Equidstant Method ค่าของพลังงานที่อ่านได้ ได้จากวันที่ท้องฟ้าโปร่ง และสามารถปรับให้เข้ากับวันที่มีเมฆมากได้ ค่าการแผ่รังสีโดยตรงอ่านได้จากครึ่งล่างของวงกลม ส่วนครึ่งบนของวงกลมใช้อ่านค่าของการแผ่รังสีตามแนวนอน ค่าการแผ่รังสีรวมสามารถทราบได้จากการบวกค่าการแผ่รังสีกระจายจากครึ่งบน และล่างของแผนภูมิวงกลม ซึ่งจะต้องใช้ร่วมกับตารางโคจรของดวงอาทิตย์



ภาพที่5.8 แสดงวิธีการหาค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์

การอ่านค่าการแผ่รังสีความร้อนเป็นรายเดือน ทำให้สามารถนำค่ามาเปรียบเทียบใช้ในการออกแบบ ในการเจาะช่องเปิด การใช้วัสดุทำกำแพง การวางตำแหน่งห้องต่างๆ ตลอดจนการเลือกใช้วัสดุและสีต่างๆ ซึ่งจากการทดลองพบว่าในบริเวณที่อยู่เส้นรุ้งทางเหนือ ทางใต้ของอาคารจะได้รับความร้อนเกือบ 2 เท่าของก้านเหนือของอาคารทั้งในฤดูร้อนและฤดูหนาว เทียบกับอาคารในเส้นรุ้งต่ำลงมาจะมีความแตกต่างกันถึง 1:4 และด้านทิศตะวันตกและตะวันออกจะได้รับความร้อนในฤดูร้อนแตกต่างกับฤดูหนาวน้อยมาก ปกตินั้น ด้านทิศเหนือของอาคารจะได้รับความร้อนจากการแผ่รังสีน้อยมาก และส่วนใหญ่ที่ได้รับก็จะเป็นฤดูร้อน แต่ในเส้นรุ้งที่ต่ำลงมา ด้านทิศเหนือของอาคารจะได้รับการแผ่รังสีในฤดูร้อนเกือบ 2 เท่าของทิศใต้

สำหรับกรุงเทพมหานคร (14องศาเหนือ) นั้นในฤดูร้อนทิศเหนือได้รับการแผ่รังสีความร้อนมากกว่าทิศใต้ ประมาณ ½ เท่า ในฤดูหนาว ทิศใต้จะได้รับรังสีความร้อนมากกว่าทิศเหนือประมาณ 8 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์รังสีดวงอาทิตย์ในจังหวัดกรุงเทพฯ

ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับในกรุงเทพฯจะสูงตลอดปี โดยมากกว่า 60% ของรังสีดวงอาทิตย์ทั้งหมดเป็นรังสีกระจาย โดยเฉพาะช่วงที่มีความชื้นสูง เช่น ฤดูร้อนและฤดูฝน เนื่องจากมีปริมาณไอน้ำในอากาศสูง

ในการนำข้อมูลมาพิจารณาปริมาณกำลังรังสีดวงอาทิตย์วัน เดือนที่นำมาพิจารณามีดังนี้

- วันที่เวลาเป็นสมดุลย์(Equinox) ที่มีเวลากลางวันและกลางคืนเท่ากัน คือ วันที่ 21 มีนาคม และ 23 กันยายน
- วันที่มีเวลากลางวันยาวนานกว่ากลางคืน (Summer Solstice) ในฤดูร้อนคือ วันที่ 21 มิถุนายน
- วันที่มีเวลากลางคืนยาวนานกว่ากลางวัน (Winter Solstice) ในฤดูหนาวคือ วันที่ 22 ธันวาคม

ค่าเฉลี่ยของการแผ่รังสีตลอดทั้งปีจะไม่แตกต่างกันมากในฤดูฝนจะไม่ลดลงอย่างชัดเจน (กรกฎาคม – ตุลาคม) แม้จะเป็นช่วงที่มีเมฆหมอกสูงเนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวนี้จะมีช่วงเวลากลางวันที่ยาวนาน และมีช่วงที่ฟ้าเปิด(Clear Sky)บ้างซึ่งไม่มีเมฆปกคลุม ทำให้ได้รับทั้งรังสีตรงและรังสีกระจายในปริมาณที่สูง แต่เมื่อถึงช่วงฤดูหนาว ช่วงเวลากลางวันจะสั้นลง ทำให้ปริมาณรังสีที่ได้รับไม่มากนักและส่วนใหญ่เป็นรังสีตรง

การพิจารณาช่วงเวลาที่ควรป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ในทิศทางต่าง ๆ

ทิศเหนือ

จะได้รับรังสีตรงจากดวงอาทิตย์น้อยที่สุด ซึ่งส่วนใหญ่จะได้รับรังสีกระจายจากดวงอาทิตย์ประมาณ 70% ของรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ ซึ่งเดือนที่มีปริมาณรังสีรวมจากดวงอาทิตย์มากคือเดือนมิถุนายน ซึ่งในการออกแบบอาคารทิศเหนือนั้นเหมาะสมกับ การออกแบบช่องเปิดเพื่อรับแสงสว่างจากธรรมชาติมากสุด เนื่องจากปริมาณแสงค่อนข้างสม่ำเสมอ เนื่องจากเป็นแสงกระจายจากดวงอาทิตย์ เวลาที่ปริมาณรังสีรวมสูงในช่วงเวลา 13.00น. ในทิศนี้ต้องการการบังเงาน้อยกว่าทิศอื่นๆ

ช่วงเวลาที่ควรป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์คือ 8.00 –17.00 น.

ทิศใต้

มีปริมาณรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ปริมาณมากถึง 74% ของรังสีกระจายจากดวงอาทิตย์ ซึ่งมีปริมาณมากในเดือน ธันวาคม ในทิศใต้นี้ในส่วนของช่องเปิดควรได้รับการบังเงาเพื่อป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ที่ส่งผลให้ความร้อนเพิ่มขึ้น และเป็นการป้องกันน้ำฝนได้ด้วย เวลาที่ปริมาณรังสีตรงจากดวงอาทิตย์สูงสุด 12.00 น.

ช่วงเวลาที่ควรป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์คือ 8.00 –17.00 น.

ทิศตะวันออก

จะได้รับรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ตลอดทั้งปี แต่ในเฉพาะช่วงเวลาเช้าถึงช่วงเวลาเที่ยง ซึ่งปริมาณรังสีดวงอาทิตย์จะมีมากในเดือน มีนาคม ซึ่งควรมีการป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ในช่วงเวลาเช้าถึงเที่ยงให้กับช่องเปิด ซึ่งในช่วงเวลาเที่ยงไปแล้วจะได้รับรังสีตรงดวงอาทิตย์ เฉลี่ยประมาณ 56% ของปริมาณรังสีตรงดวงอาทิตย์ จะสูงในช่วงเวลา 9.00 –10.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงเวลาที่ควรป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์คือ 8.00 –12.00 น.

ทิศตะวันตก

จะได้รับรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ทั้งปีในช่วงเวลาเที่ยง ถึงเวลาเย็น ซึ่งช่วงเวลาเย็น ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดที่เวลา 16.00 น. ซึ่งเป็นเวลาที่สภาพอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในรอบเวลากลางวัน ดังนั้นในการออกแบบช่องเปิดในทิศตะวันตกจึงเป็นสิ่งที่ควรหลีกเลี่ยง ซึ่งจะเป็นการเพิ่มความร้อนให้กับภายในอาคาร

ช่วงเวลาที่ควรป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์คือ 12.00 –17.00 น.

ทิศตะวันออกเฉียงใต้

ในช่วงเวลาเช้าถึงช่วงเวลาบ่าย จะได้รับรังสีดวงอาทิตย์ตลอดทั้งปี ซึ่งปริมาณรังสีตรงจากดวงอาทิตย์จะส่งผลถึง 71% ของรังสีกระจาย ดังนั้นในทิศนี้ ควรได้รับการบังเงาเป็นอย่างยิ่งเพื่อป้องกันปริมาณความร้อนที่จะเข้าอาคารที่เพิ่มขึ้นจากรังสีตรงดวงอาทิตย์ ซึ่งเดือนที่ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์มากที่สุด คือ เดือน ธันวาคม ซึ่งเป็นเดือนที่มีอุณหภูมิค่อนข้างต่ำ เนื่องจากเป็นฤดูหนาว

ช่วงเวลาที่ควรป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์คือ 8.00 –13.00 น.

ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

จะได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์จากช่วงเวลาเช้าถึงช่วงเวลาบ่ายตลอดทั้งปี สภาพปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ 59% เป็นรังสีกระจายเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งช่วงเวลาที่ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์มากที่สุดเวลา 9.00น.

ช่วงเวลาที่ควรป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์คือ 8.00 –11.00 น.

ทิศตะวันตกเฉียงใต้

จะได้รับรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ตลอดทั้งปี ในช่วงเวลาก่อนเที่ยงถึงเวลาเย็น ซึ่งปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ส่วนใหญ่ 65% เป็นรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ ดังนั้นทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ เมื่อมีการเปิดช่องเปิดเพื่อรับกระแสลม ระบายอากาศ จึงควรมีการออกแบบเพื่อบังเงาให้กับช่องเปิดเป็นอย่างยิ่งช่วงเวลาที่ปริมาณรังสีตรงจากดวงอาทิตย์สูงสุดที่เวลาประมาณ 15.00 น.

ช่วงเวลาที่ควรป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์คือ 11.00 –17.00 น.

ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

จะได้รับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ตลอดทั้งปีในช่วงเวลาก่อนเที่ยง ถึงเวลาเย็น ซึ่งปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ส่วนใหญ่ 78% จะเป็นรังสีกระจายดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นเวลาที่สภาพทางอุณหภูมิสูงในเวลากลางวัน ดังนั้นจึงควรมีการป้องกันความร้อนที่มาจากรังสีตรงโดยการออกแบบเพื่อบังเงาให้ช่องเปิดด้วย

ช่วงเวลาที่ควรป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์คือ 12.00 –17.00 น.

รังสีจากดวงอาทิตย์ที่ส่งผลกระทบต่ออาคารนั้น จะมีรังสีตรงที่ส่องมาจากดวงอาทิตย์จะมีปริมาณความร้อนที่มากับแสงด้วยเป็นปริมาณมาก ส่วนรังสีกระจายจากดวงอาทิตย์จะสะท้อนจากสภาพแวดล้อมโดยรอบ ซึ่งปริมาณความร้อนที่มากับแสงจะน้อยกว่ารังสีตรงจากดวงอาทิตย์ ดังนั้นในการออกแบบอาคารในเขตกรุงเทพมหานคร จึงมีควรมีการลดความร้อนที่เกิดจากรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ ซึ่งปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ในทิศต่างๆจะมีไม่เท่ากัน ในการเลือกวางอาคารให้เหมาะสมควรพิจารณาปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ของทิศนั้นๆด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ยรังสีรวมดวงอาทิตย์ทิศต่างๆ ในเดือนมิถุนายน มีนาคม กันยายน และธันวาคม จะมีปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยต่อชั่วโมงที่ผลกระทบกับอาคารมากน้อยตามทิศต่างๆตามลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้

1. ทิศตะวันออกเฉียงใต้ 168.13 วัตต์/ ตารางเมตร
2. ทิศตะวันออก 167.17 วัตต์/ ตารางเมตร
3. ทิศใต้ 165.78 วัตต์/ ตารางเมตร
4. ทิศตะวันตกเฉียงใต้ 158.23 วัตต์/ ตารางเมตร
5. ทิศตะวันตก 152.55 วัตต์/ ตารางเมตร
6. ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ 130.36 วัตต์/ ตารางเมตร
7. ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ 108.60 วัตต์/ ตารางเมตร
8. ทิศเหนือ 102.94 วัตต์/ ตารางเมตร



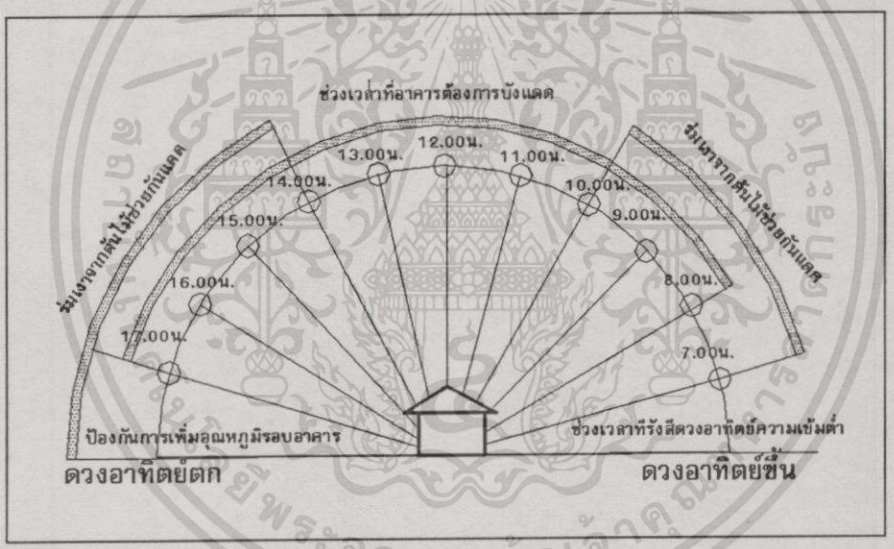
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ขั้นตอนการพิจารณาการออกแบบพืชพรรณรอบอาคารสำหรับสภาพภูมิอากาศของกรุงเทพฯ

ช่วงเวลาระหว่างวันที่ต้องการร่มเงาของกรุงเทพฯ

เมื่อพิจารณา ช่วงเวลาที่ต้องการร่มเงาของกรุงเทพฯจะเริ่มอยู่ในช่วงเวลา 8.00-9.00น. จนถึงเวลาดวงอาทิตย์ตก ซึ่งจะเห็นได้ว่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์จะเริ่มมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงเวลาประมาณ7.30-8.30 น. และค่อยๆเพิ่มขึ้นจนมีค่าสูงสุดในช่วงเวลาประมาณ11.00น.- 13.00น. และค่อยๆลดลงและลดลงอย่างรวดเร็ว ตั้งแต่เวลาประมาณ 16.00น. เป็นต้นไป การหาร่มเงาให้อาคารจึงน่าเริ่มที่ 8.00น . – 17.00น. ซึ่งเป็นช่วงที่มุมอัลติจูด (Altitude) ต่ำ และอุปกรณ์บังแดดของอาคารไม่สามารถทำได้ครอบคลุม ทั้งนี้ในการออกแบบต้องคำนึงปริมาณแสงที่ต้องการที่สัมพันธ์กับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ให้เหมาะสมด้วย

จากความสัมพันธ์ของทิศทางรังสีดวงอาทิตย์และปริมาณความเข้มรังสีดวงอาทิตย์แล้วนั้นสามารถสรุปเป็นช่วงเวลาที่จำเป็นต้องป้องกันแดดได้ดังนี้



ภาพที่5.9 แสดงช่วงเวลาระหว่างวันที่ต้องการบังแดดให้อาคาร

ช่วงเวลาในรอบปีที่ต้องการร่มเงาของกรุงเทพฯ

ก่อนที่จะทำการออกแบบควรพิจารณาถึงลักษณะและพื้นที่ในการบังเงาณ. ช่วงเวลาต่างๆซึ่ง ลักษณะของเงาจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่างๆดังต่อไปนี้

เวลาตามระบบสุริยะ (Solar Time) คือเวลาซึ่งเกิดจากการแบ่งการโคจรของดวงอาทิตย์เป็นเวลาที่เป็นจริงแต่ไม่ตรงกับเวลาท้องถิ่น เนื่องจากเวลาของท้องถิ่นมักจะเป็นเวลาอนุโลมเพื่อให้มีมาตรฐานเดียวกันทั้งประเทศ เวลาที่ใช้ในการออกแบบที่กันแดดเป็นเวลาตามระบบสุริยะ

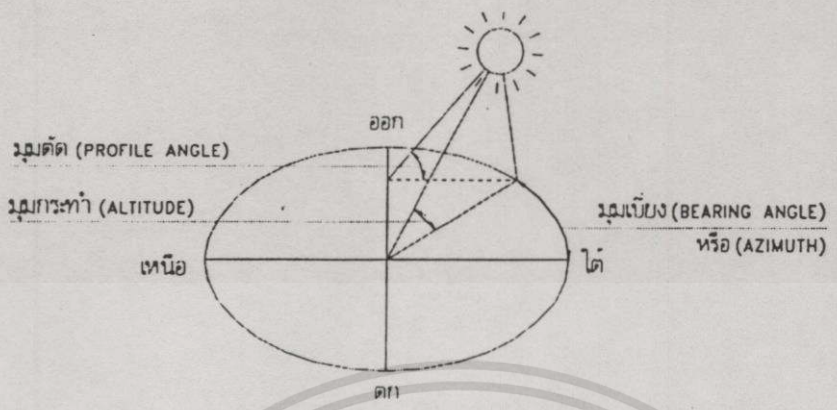
มุมอัลติจูด (Altitude) มุมกระทำ คือมุมที่ดวงอาทิตย์กระทำจริงทางแนวตั้งกับระนาบของฟ้า อ่านค่าได้ด้วยมุมตัด (Profile angle) และอะซิมุท (Azimuth)

มุมอะซิมุท (Azimuth) มุมเบี่ยง คือมุมตามแนวระดับที่ดวงอาทิตย์ทำกับทิศใต้ ซึ่งในตอนเช้าจะหมุนทางด้านทิศตะวันออกและตอนบ่ายจะหมุนทางด้านทิศตะวันตก มุม Azimuth ในซีกโลกเหนือ คือมุมที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาทิตย์หมุนตามแนวระดับเบี่ยงกับทิศใต้ มุม Azimuth ในซีกโลกใต้ คือมุมที่ดวงอาทิตย์หมุนตามแนวระดับเบี่ยงกับทิศเหนือ ดังรูป

Profile angle เป็นมุมตัดที่กระทำต่อผนังด้านต่างๆ



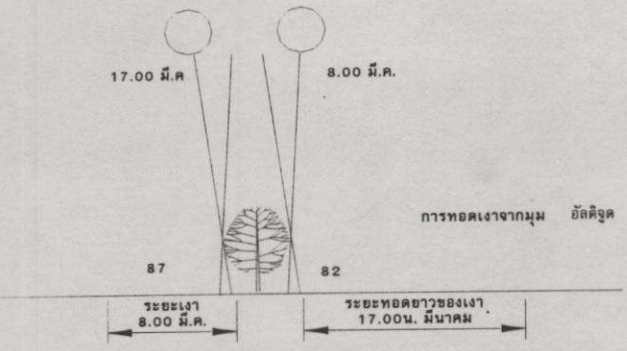
ภาพที่5.10 แสดงความสัมพันธ์ของมุม Altitude และ Profile Angle

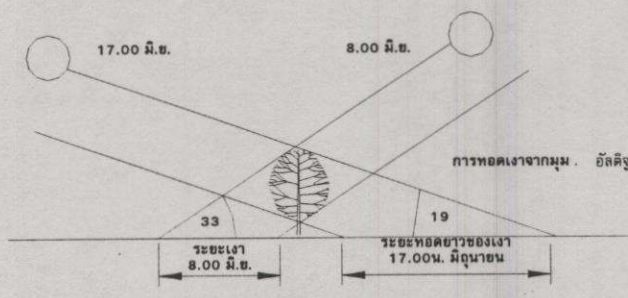
ตารางที่ 5.1 แสดงมุม Azimuth และ Altitude ของแต่ละช่วงเวลาตามระบบสุริยะของกรุงเทพฯ (Latitude 14 N)

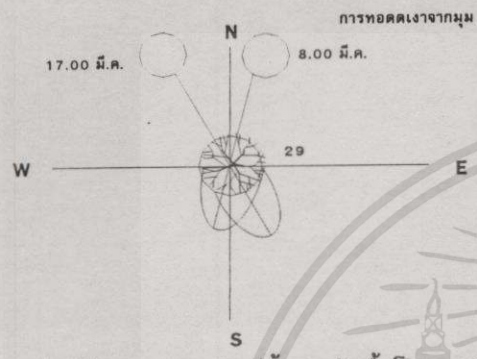
เดือน	ตำแหน่งดวงอาทิตย์	เวลา (Solar Time)										
		7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	18.00
ธันวาคม	Azimuth	63	58	50	38	22	0	22	38	50	58	63
	Altitude	8	20	32	43	50	53	50	43	32	20	8
มกราคม	Azimuth	67	62	53	42	24	0	24	42	53	62	67
พฤศจิกายน	Altitude	9	22	34	45	53	56	53	45	34	22	9
กุมภาพันธ์	Azimuth	76	71	64	52	32	0	32	52	64	71	76
ตุลาคม	Altitude	12	26	39	51	61	65	61	51	39	26	12
มีนาคม	Azimuth	87	82	77	67	49	0	49	67	77	82	87
กันยายน	Altitude	14	29	43	57	69	76	69	57	43	29	14
เมษายน	Azimuth	98	95	92	89	83	0	83	89	92	95	98
สิงหาคม	Altitude	17	32	46	61	75	86	75	61	46	32	17
พฤษภาคม	Azimuth	107	105	104	106	114	180	114	106	104	105	107
กรกฎาคม	Altitude	19	33	47	61	74	84	74	61	47	33	19
มิถุนายน	Azimuth	111	109	109	113	125	180	125	113	109	109	111
	Altitude	19	33	46	60	73	81	73	60	46	33	19

ช่วงเวลาการโคจรของดวงอาทิตย์มีผลต่อการทอดเงาและพื้นที่เงาของไม้ยืนต้นในลักษณะต่างๆ ซึ่งสามารถนำมาคำนวณระยะห่างของการบังเงาให้กับอาคารได้ แสดงโดย Shadow Mapping ได้ดังนี้

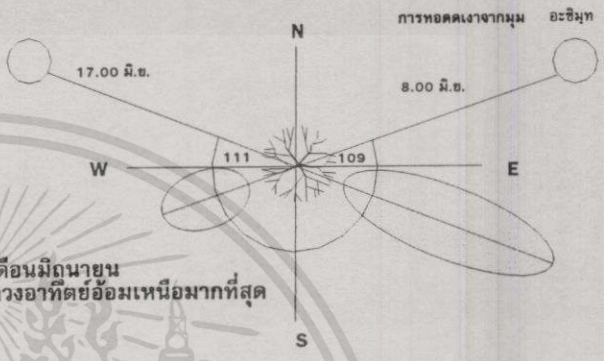
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



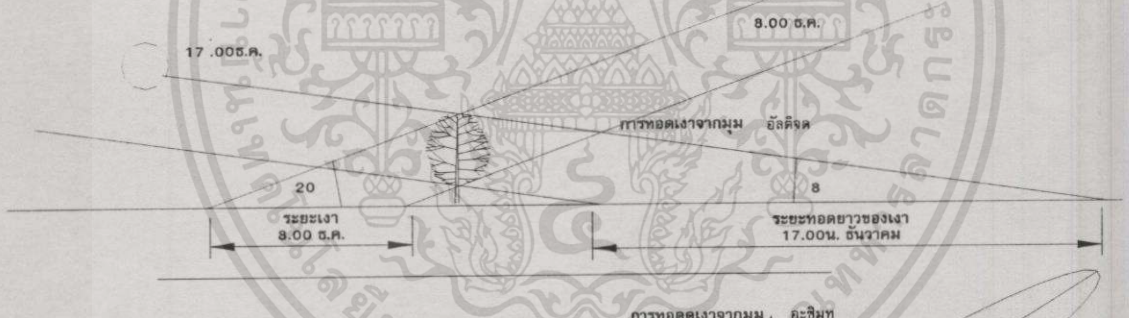




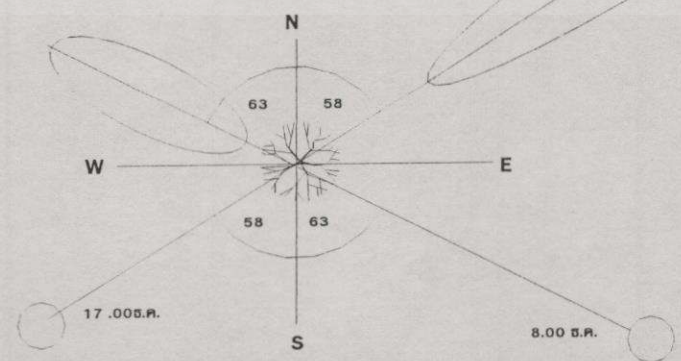
เดือนมีนาคมดวงอาทิตย์ตั้งฉากกับพื้นโลกมากที่สุด



เดือนมิถุนายน
ดวงอาทิตย์อ้อมเหนือมากที่สุด



เดือนธันวาคมดวงอาทิตย์อ้อมใต้มากที่สุด

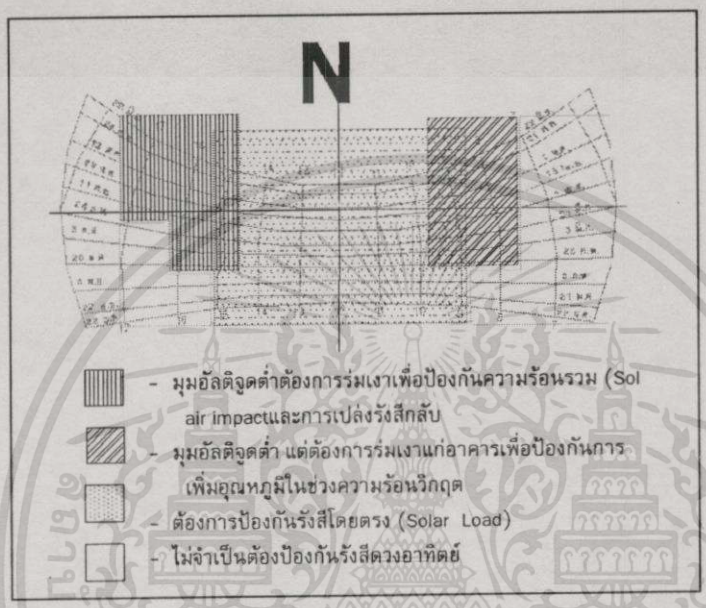


ภาพที่ 5.11 แสดงผังเงา (Shadow Mapping) ของต้นไม้ในช่วงเวลาต่าง ๆของจังหวัดกรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

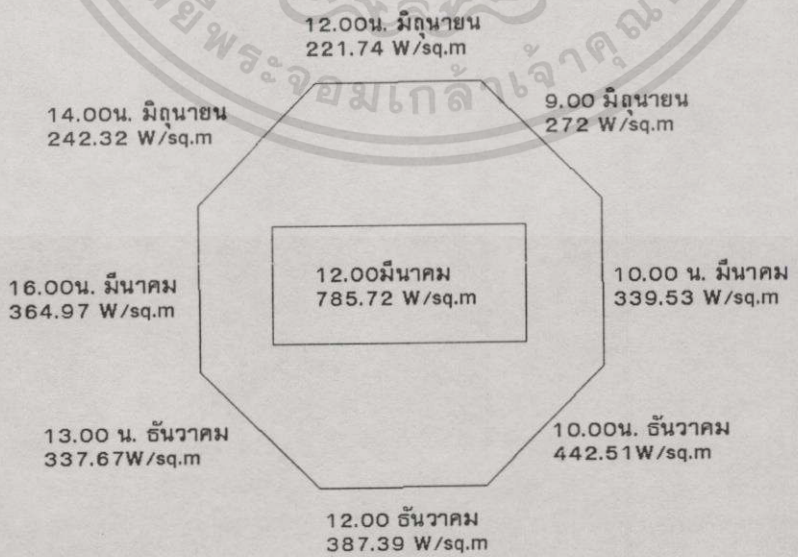
ตำแหน่งที่ต้องการร่มเงาของกรุงเทพฯ

ตำแหน่งของต้นไม้ให้ร่มเงาขึ้นอยู่กับค่ามุมอะซิมุท (Azimuth) ในช่วงเวลาที่ต้องการร่มเงา เพราะดวงอาทิตย์เปลี่ยนตำแหน่งขึ้นลง ทุกวันตำแหน่งที่เหมาะสมก็คือสามารถให้ร่มเงาแก่อาคารได้ในช่วงเวลาที่อาคารมีปัญหาด้านภาระความร้อน คือช่วงเวลาตั้งแต่เดือน เมษายนถึงกันยายน ซึ่งมีค่าอุณหภูมิเกินภาวะน่าสบายค่อนข้างมาก ส่วนช่วงที่มีปัญหาน้อยที่สุดคือ ช่วงเดือนตุลาคม- เดือนมกราคม เนื่องจากเป็นช่วงฤดูฝน ปริมาณแสงแดดน้อย ความยาวนานของช่วงเวลาที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์น้อย การต้องการร่มเงาในช่วงเวลานี้จึงไม่จำเป็นมาก



ภาพที่5.12 แสดงช่วงเวลาในรอบปีที่ต้องการบังแดดให้อาคาร

ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ในแนวตั้งสูงสุดในทิศทางต่างๆ ณ.ช่วงเวลาต่างๆ



ภาพที่ 5.13 แสดงปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ในแนวตั้งสูงสุดในทิศทางต่างๆ (หน่วย วัตต์ต่อตารางเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำมุมการโคจรของดวงอาทิตย์กับพื้นโลกส่งผลต่อปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับ ณ. ระนาบต่างๆดังนี้

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าเฉลี่ยรังสีดวงอาทิตย์แบบตรงและแบบกระจายในทิศต่างๆ

ทิศ	เฉลี่ย ธันวาคม	รังสีตรง รังสีกระจาย	เฉลี่ย มีนาคม	รังสีตรง รังสีกระจาย	เฉลี่ย มิถุนายน	รังสีตรง รังสีกระจาย
ทิศเหนือ	67.92	ID -	107.19	ID -	154.89	ID 47.07
		Id 67.92		Id 107.19		Id 107.82
ทิศตะวันตก เฉียงเหนือ	77.26	ID 9.34	107.19	ID 0	137.83	ID 30.01
		Id 67.92		Id 107.19		Id 107.82
ทิศตะวันตก	135.03	ID 67.12	195.98	ID 88.79	133.50	ID 25.69
		Id 67.92		Id 107.19		Id 107.82
ทิศตะวันออก เฉียงเหนือ	83.85	ID 15.94	149.77	ID 42.57	182.54	ID 74.72
		Id 67.92		Id 107.19		Id 107.82
ทิศใต้	263.07	ID 195.15	168.48	ID 61.29	107.82	ID -
		Id 67.92		Id 107.19		Id 107.82
ทิศตะวันตก เฉียงใต้	233.26	ID 165.34	187.20	ID 80.01	137.30	ID 29.48
		Id 67.92		Id 107.19		Id 107.82
ทิศตะวันออก เฉียงใต้	233.26	ID 165.34	170.63	ID 84.49	137.30	ID 29.48
		Id 67.92		Id 170.63		Id 107.82
ทิศตะวันออก	165.67	ID 67.92	192.74	ID 85.55	179.86	ID 72.04
		Id 165.67		Id 107.19		Id 107.82

หมายเหตุ ID รังสีดวงอาทิตย์โดยตรง Id รังสีดวงอาทิตย์แบบกระจาย

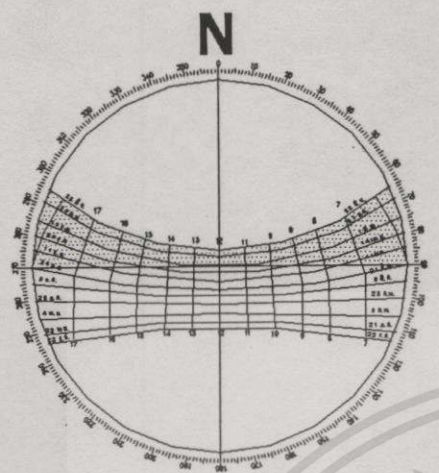
ความสัมพันธ์ของพืชพรรณที่ใช้ในการบังเงาให้โครงสร้างอาคารแต่ละด้านนั้น ต้องคำนึงถึงชนิดของพืชพรรณ ลักษณะทางกายภาพได้แก่ ขนาด ความสูง เพื่อนำมาหาระยะห่างที่เหมาะสมระหว่างอาคาร และระยะระหว่างต้น โดยต้องคำนึงถึงหลักการพื้นฐานดังนี้

- ไม้ยืนต้นที่อยู่รอบอาคารพักอาศัย ระยะห่างโดยเฉลี่ยจากโคนต้นถึงตัวอาคารจะอยู่ในระยะ 5.00 ม. ซึ่งเป็นระยะแนวริมนอก (Drip Line) โดยประมาณ ซึ่งเป็นริมของรากและพุ่มใบเพื่อป้องกันการทำลายโครงสร้างอาคาร และป้องกันไม่ให้อาคารส่งผลต่อการเสียรูปทรงของต้นไม้ ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว
- ระยะห่างที่เหมาะสมในแง่ของการปรับสภาวะทางอุณหภูมิ ต้องคำนึงถึง
- ตำแหน่งที่ทำให้การบังเงาให้อาคารครอบคลุมได้มากที่สุด โดยเฉพาะบริเวณช่องเปิด
- การส่งเสริมอัตราการระเหยการคายน้ำ (Evapotranspiration) เพื่อลดความร้อนที่ระเหยพร้อมกับไอน้ำและเหนี่ยวนำความเย็นไปทั่วบริเวณโดยการพา ซึ่งเกิดจากการระบายอากาศบริเวณกลุ่มใบโดยให้มีพื้นที่สัมผัสอากาศภายนอกมากเพียงพอที่จะระบายความร้อนออก ในขณะที่ยังคงต้องรักษาสภาพการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ให้ได้มากที่สุด
- ช่วงเวลาตามการโคจรของดวงอาทิตย์ และฤดูกาล
- ระยะห่างขั้นต่ำระหว่างต้น ซึ่งแต่ละชนิดจะมีเกณฑ์ระยะห่างแตกต่างกัน โดยผลจากการทำความเย็น (Cooling Effect) รอบต้นจะอยู่ในระยะ ไม่เกิน 2.00 ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ของรังสีดวงอาทิตย์กับพืชพรรณในทิศต่าง ๆ

ภาพแสดงการโคจรของดวงอาทิตย์ทิศเหนือ

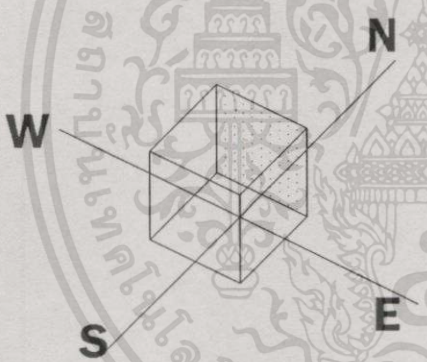


แสดงผลรังสีดวงอาทิตย์ที่กระทบกับทิศเหนือ

เดือน / เวลา	6.0-7.0	7.0-8.0	8.0-9.0	9.0-10.0	10.0-11.0	11.0-12.0	12.0-13.0	13.0-14.0	14.0-15.0	15.0-16.0	16.0-17.0	17.0-18.0
22 มิ.ย.												
21 พค และ 24 กค.												
1พ.ค. และ 13 ส.ค.												
15 เม.ย. และ 28 ส.ค.												
3 เม.ย. และ 11ก.ย.												
21มี.ค. และ 24 ก.ย.												
8 มี.ค. และ 6 ต.ค.												
23 ก.พ. และ 4 พ.ย.												
8 ก.พ. และ 4 พ.ย.												
21 มค. และ 22 พ.ย.												
22 ธ.ค.												

เวลาตั้งแต่ดวงอาทิตย์ขึ้นจนตก	100	%ต่อปี
เวลาที่ดวงอาทิตย์ส่องกระทบโดยตรง	33.3	%ต่อปี

รังสีดวงอาทิตย์บนระนาบทิศเหนือ



ผลของรังสีที่กระทบกับทิศ

- ช่วงเวลาที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์ตลอดทั้งวันคือ พฤษภาคม-สิงหาคม
- ช่วงความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดคือ 221.74 W/sq.m ซึ่งนับว่าได้รับน้อยกว่าทิศอื่น และระยะเวลาสั้นกว่า
- ช่วงเวลาที่ไม่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงเป็นเวลา 9 เดือน ทำให้ช่วงเวลานี้มีความชื้นสูงและอุณหภูมิต่ำ ทำให้บริเวณนี้เหมาะเป็นพื้นที่พักผ่อน

Profile Angle

เดือน	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00
มีนาคม	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
มิถุนายน	45	63	72	77	80	81	80	77	72	63	45
ธันวาคม	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

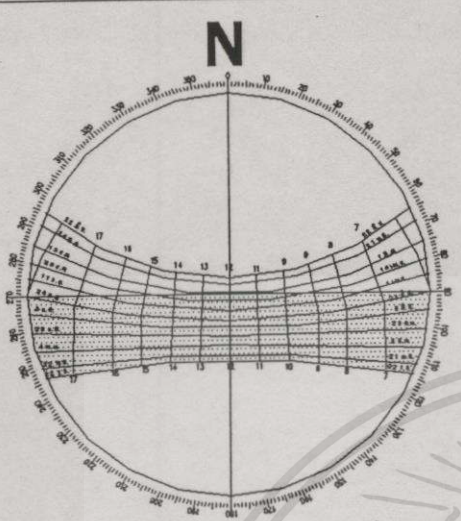
พืชพรรณ ที่เหมาะสมกับทิศ

ไม้ยืนต้นที่ต้องการความชื้นสูง ในขณะที่มีอัตราการคายน้ำต่ำ กลุ่มใบสูง มีพื้นที่ใต้พุ่มมาก เพื่อให้แสงเข้าอาคารได้บางส่วน อัตราการเจริญเติบโตปานกลาง-ช้า ความหนาแน่นใบน้อย หรือต้องเป็นไม้ที่ต้องการแสงน้อยหรือแสงรำไร สำหรับไม้พุ่มอาจใช้ไม้สีอ่อน ในกรณีที่แสงสว่างด้านนั้นไม่เพียงพอ ซึ่งไม้พุ่มจะช่วยดูดซับและสะท้อนแสงบางส่วนเข้าสู่อาคาร สามารถลด Glare ได้ดี ไม้ที่ควรปลูกควรเป็นทรงแจกัน หรือรูปทรงที่แตกพุ่มตรงยอด ได้แก่ ไทรอิเรกูล่า ปาล์ม ปาล์มน้ำมัน ปาล์มหางหระรอก ปีบ ปีบทอง สาละลังกา หูกวางแคระ พะยอม หรือเป็นไม้ที่แผ่กิ่งก้านสวยงาม เนื่องจากความร้อนส่วนนี้น้อย ได้แก่ รัตมา จันทน์ผา หลิวทอง หมากเลย

ภาพที่ 5.14(ก) แสดงความสัมพันธ์ของรังสีดวงอาทิตย์กับพืชพรรณในทิศเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงการโคจรของดวงอาทิตย์ทิศใต้

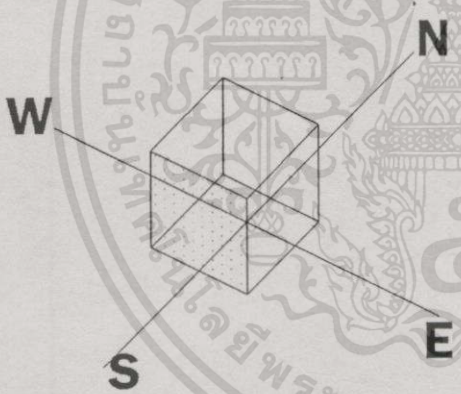


แสดงผลรังสีดวงอาทิตย์ที่กระทบกับทิศ

เดือน / เวลา	6.0-7.0	7.0-8.0	8.0-9.0	9.0-10.0	10.0-11.0	11.0-12.0	12.0-13.0	13.0-14.0	14.0-15.0	15.0-16.0	16.0-17.0	17.0-18.0
22 มิ.ย.												
21 พค และ 24 กค.												
1พ.ค. และ 13 ส.ค.												
15 เม.ย. และ 28 ส.ค.					■	■	■	■	■			
3 เม.ย. และ 11ก.ย.		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
21มี.ค. และ 24 ก.ย.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
8 มี.ค. และ 6 ต.ค.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
23 ก.พ. และ 4 พ.ย.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
8 ก.พ. และ 4 พ.ย.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
21 มค. และ 22 พ.ย.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
22 ธ.ค.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

เวลาตั้งแต่ดวงอาทิตย์ขึ้นจนตก	100	%ต่อปี
เวลาที่ดวงอาทิตย์ส่องกระทบโดยตรง	66.7	%ต่อปี

รังสีดวงอาทิตย์บนระนาบทิศใต้



ผลของรังสีที่กระทบกับทิศ

- ช่วงเวลาที่ได้รับรังสีดวอาทิตย์นยาวน่นเป็นเวลา 9เดือน ตลอดทั้งวัน ตั้งแต่ช่วงเมษายน - ธันวาคม
- ช่วงที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์ความเข้มสูงสุดคือ 12.00น. ของเดือนธันวาคมอยู่ที่ประมาณ 387.39 W/ m^2
- ความชื้น ปานกลาง- ต่ำ

Profile Angle

เดือน	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00
มีนาคม	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76
มิถุนายน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ธันวาคม	17	35	44	49	52	53	52	49	44	35	17

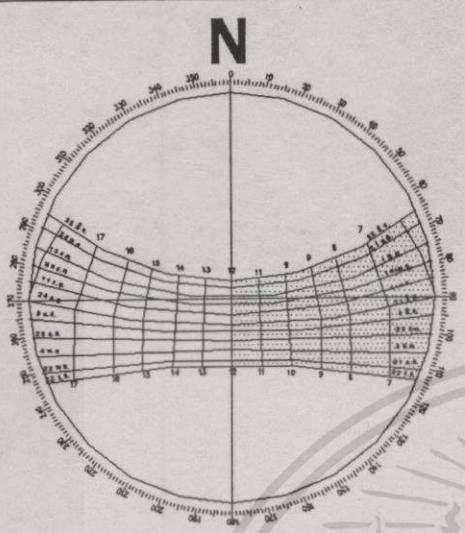
พืชพรรณ ที่เหมาะสมกับทิศ

ควรมีทรงพุ่มสูงและมีพื้นที่ใต้พุ่มมาก แผ่กว้างหรือทรงกลม อัตราการเจริญเติบโตเร็วเพื่อให้ได้รับร่มเงาได้เร็ว ควรเป็นไม้ไม่ผลัดใบเพื่อให้ร่มเงาได้ตลอดและ ไม่ยุ่งยากในการทำความสะอาดบำรุงรักษา เนื่องจากเป็นทิศลมประจำ อาจทำให้ใบไม้ที่ร่วงปลิวเข้าสู่อาคารได้ ควรมีความหนาแน่นพุ่มใบสูงเพื่อลดการสะท้อนและการเปล่งรังสีกลับ ที่พื้นดินเนื่องจากได้รับความร้อนเกือบตลอดทั้งปี มีอัตราการคายน้ำหรือความชื้น ปานกลาง - ต่ำ และต้องมีการจัดวางเพื่อให้เกิดการระบายอากาศเข้าสู่อาคารที่ดี ได้แก่ต้น โสกเหลือง หูกวาง หางนกยูง อินทผลัม ปาล์มที่มีความหนาแน่นสูง กระถินณรงค์ ชี้เหล็กอเมริกัน ตีนเป็ด

ภาพที่ 5.14(ข) แสดงความสัมพันธ์ของรังสีดวงอาทิตย์กับพืชพรรณในทิศใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงการโคจรของดวงอาทิตย์ทิศตะวันออก

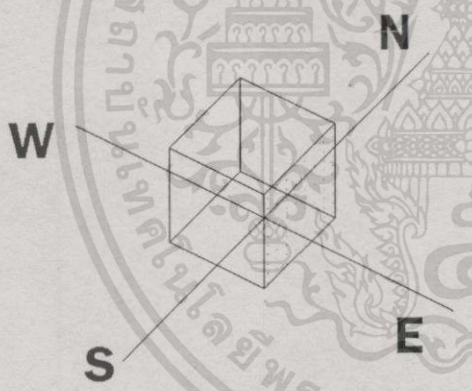


แสดงผลรังสีดวงอาทิตย์ที่กระทบกับทิศ

เดือน / เวลา	6.0-7.0	7.0-8.0	8.0-9.0	9.0-10.0	10.0-11.0	11.0-12.0	12.0-13.0	13.0-14.0	14.0-15.0	15.0-16.0	16.0-17.0	17.0-18.0
22 มิ.ย.												
21 พค และ 24 กค.												
1พ.ค. และ 13 ส.ค.												
15 เม.ย. และ 28 ส.ค.												
3 เม.ย. และ 11ก.ย.												
21มี.ค. และ 24 ก.ย.												
8 มี.ค. และ 6 ต.ค.												
23 ก.พ. และ 4 พ.ย.												
8 ก.พ. และ 4 พ.ย.												
21 มค. และ 22 พ.ย.												
22 ธ.ค.												

เวลาตั้งแต่ดวงอาทิตย์ขึ้นจนตก	100	%ต่อปี
เวลาที่ดวงอาทิตย์ส่องกระทบโดยตรง	50	%ต่อปี

รังสีดวงอาทิตย์บนระนาบทิศตะวันออก



Profile Angle

เดือน	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00
มีนาคม	9	24	39	56	73	90	-	-	-	-	-
มิถุนายน	14	29	44	59	74	90	-	-	-	-	-
ธันวาคม	20	35	49	62	76	90	-	-	-	-	-

ผลของรังสีที่กระทบกับทิศ

- ช่วงเวลาที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์คือตั้งแต่ดวงอาทิตย์ขึ้น- 12.00น. ตลอดทั้งปี ในช่วงเช้าดวงอาทิตย์ทำมุม Altitude ต่ำและความเข้มไม่สูง
- ช่วงที่รังสีดวงอาทิตย์มีความเข้มสูงสุดได้แก่10.00น. ของเดือนมีนาคม ประมาณ 339.5W/ m^2 ซึ่งเป็นช่วงที่รังสีทำมุมใกล้เคียงตั้งฉากกับผนัง
- ความชื้นต่ำ- ปานกลาง และจะสูงขึ้นในช่วงเย็น

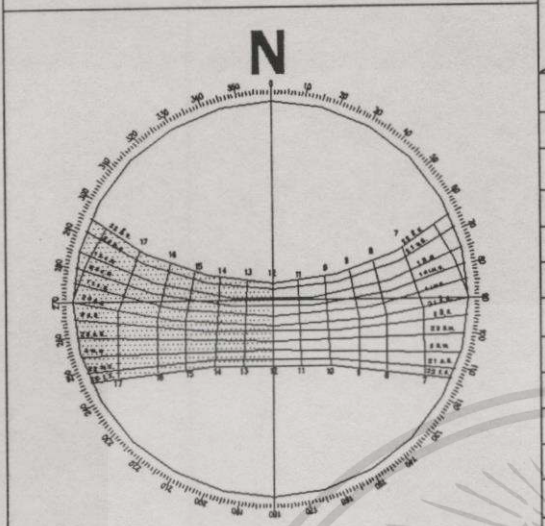
พืชพรรณ ที่เหมาะสมกับทิศ

ทรงพุ่มใบต่ำเพื่อป้องกันการทำมุมอะซิมุทของดวงอาทิตย์ต่ำในช่วงเช้า ทรงพุ่มใบต่ำและควรมีช่องว่างใต้กลุ่มใบหรือเว้นระยะห่างเพื่อระบายอากาศ โดยปลูกสามารถได้ทั้งในแนวแน่นทึบ ในกรณีที่พื้นที่รอบอาคารมีน้อยควรใช้รูปทรงสูงชลูด ประเภท สนชนิดต่างๆ หรือบริเวณพื้นที่กว้าง ใช้รูปทรงกลม ไข่ เพื่อป้องกันความร้อนเข้าทางด้านข้างอาคาร กรณีที่กลุ่มใบอยู่สูง อาจปลูกไม้พุ่มช่วยเพื่อบังแดดในช่วงมุมอัลติจูดต่ำได้ดี ความหนาแน่นทรงพุ่มควรอยู่ระดับปานกลาง – ทึบ เช่น จำปา ทองกวาว แตรชมพู บุนนาค มะม่วง ราชพฤกษ์ สนดินสอ สนมังกร เหลืองอินเดีย โมก จำปี

ภาพที่ 5.14(ค) แสดงความสัมพันธ์ของรังสีดวงอาทิตย์กับพืชพรรณในทิศตะวันออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงการโคจรของดวงอาทิตย์ทิศตะวันตก

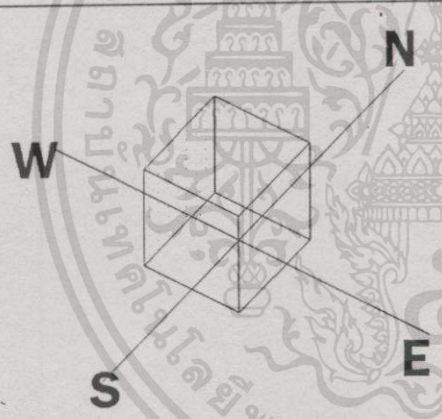


แสดงผลรังสีดวงอาทิตย์ที่กระทบกับทิศ

เดือน / เวลา	6.0-7.0	7.0-8.0	8.0-9.0	9.0-10.0	10.0-11.0	11.0-12.0	12.0-13.0	13.0-14.0	14.0-15.0	15.0-16.0	16.0-17.0	17.0-18.0
22 มิ.ย.												
21 พค และ 24 กค.												
1พ.ค. และ 13 ส.ค.												
15 เม.ย. และ 28 ส.ค.												
3 เม.ย. และ 11ก.ย.												
21มี.ค. และ 24 ก.ย.												
8 มี.ค. และ 6 ต.ค.												
23 ก.พ. และ 4 พ.ย.												
8 ก.พ. และ 4 พ.ย.												
21 มค. และ 22 พ.ย.												
22 ธ.ค.												

เวลาตั้งแต่ดวงอาทิตย์ขึ้นจนตก	100	%ต่อปี
เวลาที่ดวงอาทิตย์ส่องกระทบโดยตรง	50	%ต่อปี

รังสีดวงอาทิตย์บนระนาบทิศตะวันตก



ผลของรังสีที่กระทบกับทิศ

- ช่วงเวลาที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์คือตั้งแต่12.00น.- ควงอาทิตย์ตกทุกวันตลอดทั้งปี
- ช่วงที่ความเข้มดวงอาทิตย์สูงสุดอยู่ที่ 16.00น.ของเดือนมีนาคม คือประมาณ 364.97W/sq.m
- ความชื้นสูงในช่วงเช้าเป็นผลต่อเนื่องมาจากช่วงกลางคืน และทิศนี้ไม่ได้รับแดดในช่วงเช้า ทำให้การกักตัวของความชื้นยังสูงอยู่และค่อยๆลดลงในช่วงบ่าย

Profile Angle

เดือน	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00
มีนาคม	-	-	-	-	-	-	74	59	44	29	14
มิถุนายน	-	-	-	-	-	86	73	60	46	33	19
ธันวาคม	-	-	-	-	-	-	73	56	39	24	9

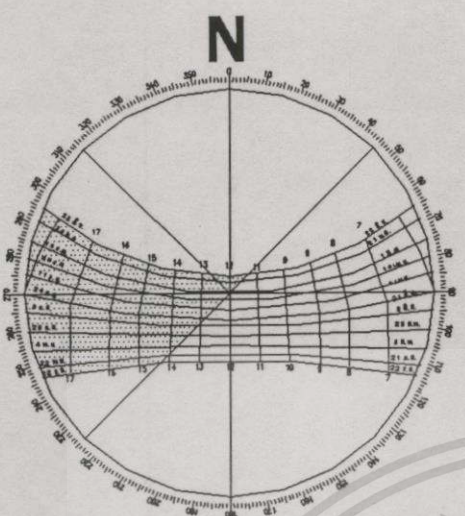
พืชพรรณ ที่เหมาะสมกับทิศ

ควรปลูกเป็นแนวแน่นทึบหากบริเวณนั้นเป็นผนังทึบไม่มีช่องเปิด หรือหากบริเวณนั้นๆมีช่องเปิด ต้นไม้ควรมีพื้นที่ใต้พุ่มเพื่อให้ลมสามารถพัดผ่านได้ รูปทรงของต้นไม้ มีลักษณะเช่นเดียวกันกับทิศตะวันออก แต่ควรมีกิ่งก้านเริ่มที่ระดับต่ำกว่าเพื่อป้องกันช่วงเย็นที่มุมอัลติจูดต่ำมาก อย่างไรก็ตามควรเว้นระยะห่างระหว่างต้นกับอาคารเพื่อให้ระบายความร้อนได้สะดวกเพื่อลด ภาวะอากาศไม่ถ่ายเท ระหว่างช่องว่างอากาศที่จะแทรกซึมความร้อนเข้าสู่อาคารด้วย ความเหมาะสมของอัตราการคายความชื้นขึ้นอยู่กับการจัดวางระยะห่างต้นไม้ นอกจากนี้ควรเป็นไม้ที่มีความหนาแน่นใบสูงและไม่ผลัดใบ ทรงพุ่มกลมทึบ หรือแผ่กว้างเรือนยอดต่ำ เช่นคอเดีย จำปี บุนนาค ประดู่อังศนา พิกุล มะม่วง ยางอินเดีย ลำดวน เสลา อินทนินบก โมก เหลืองออสเตรเลีย

ภาพที่ 5.14(ง) แสดงความสัมพันธ์ของรังสีดวงอาทิตย์กับพืชพรรณในทิศตะวันตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงการโคจรของดวงอาทิตย์ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ



แสดงผลรังสีดวงอาทิตย์ที่กระทบกับทิศ

เดือน / เวลา	6.0-7.0	7.0-8.0	8.0-9.0	9.0-10.0	10.0-11.0	11.0-12.0	12.0-13.0	13.0-14.0	14.0-15.0	15.0-16.0	16.0-17.0	17.0-18.0
22 มิ.ย.						■	■	■	■	■	■	■
21 พค และ 24 กค.							■	■	■	■	■	■
1พ.ค. และ 13 ส.ค.							■	■	■	■	■	■
15 เม.ย. และ 28 ส.ค.							■	■	■	■	■	■
3 เม.ย. และ 11ก.ย.							■	■	■	■	■	■
21มี.ค. และ 24 ก.ย.							■	■	■	■	■	■
8 มี.ค. และ 6 ต.ค.								■	■	■	■	■
23 ก.พ. และ 4 พ.ย.								■	■	■	■	■
8 ก.พ. และ 4 พ.ย.								■	■	■	■	■
21 มค. และ 22 พ.ย.								■	■	■	■	■
22 ธ.ค.								■	■	■	■	■

เวลาตั้งแต่ดวงอาทิตย์ขึ้นจนตก	100	%ต่อปี
เวลาที่ดวงอาทิตย์ส่องกระทบโดยตรง	43.9	%ต่อปี

รังสีดวงอาทิตย์บนระนาบทิศตะวันตกเฉียงเหนือ



Profile Angle

เดือน	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00
มีนาคม	-	-	-	-	-	-	-	76	61	43	21
มิถุนายน	-	-	-	-	-	84	74	62	50	36	21
ธันวาคม	-	-	-	-	-	-	-	-	82	59	23

ผลของรังสีที่กระทบกับทิศ

- ช่วงเวลาที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์คือช่วงบ่ายเกือบตลอดทั้งปี ตั้งแต่เดือนมีนาคม- ธันวาคม ช่วงเวลาในการรับรังสีดวงอาทิตย์จะน้อยลงตามลำดับ ในช่วง 12.00 น.-14.00น.
- ช่วงที่ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดคือ 14.00น. ในช่วงเดือนมิถุนายน ประมาณ 242.32W/sq.m
- ความชื้น ปานกลาง - สูง

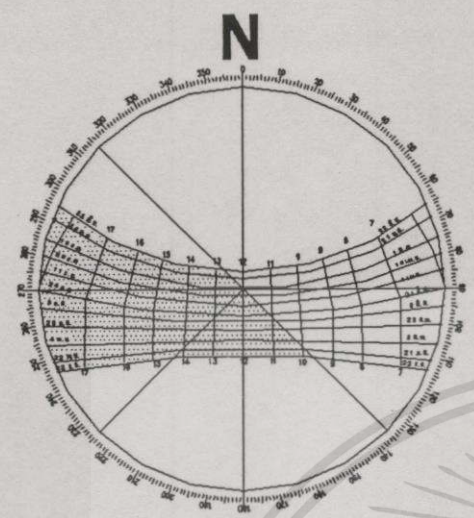
พืชพรรณ ที่เหมาะสมกับทิศ

ความร้อนสะสมทางด้านทิศนี้ไม่สูงมาก เนื่องจากมุม Profile angle โดยเฉลี่ยสูง ทำให้ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์น้อย ต้นไม้ที่ใช้ควรมีพุ่มใบสูงปานกลาง และมีความโปร่ง ไม่จำเป็นต้องแผ่กว้างมาก ควรเป็นต้นที่ให้แสงส่องลงมาได้รำไร เพื่อให้ความสว่างแก่อาคาร และสามารถปลูกต้นไม้ที่ผลัดใบได้บ้าง ลักษณะโดยทั่วไปคล้ายทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ควรป้องกันการทอดมุม Altitudeต่ำในช่วงเย็นประมาณ 17.00น. ต้นไม้ควรเริ่มแตกกิ่งก้านที่ระยะไม่สูงมากนัก ๆได้แก่ บุนนาค ประดู่อังสนา แปรงล้างขวด ไผ่สร้าง พิกุล ยางอินเดีย ลำดวน โสกน้ำ อินทนินน้ำ

ภาพที่ 5.14(จ) แสดงความสัมพันธ์ของรังสีดวงอาทิตย์กับพืชพรรณในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงการโคจรของดวงอาทิตย์ ทิศตะวันตกเฉียงใต้



แสดงผลรังสีดวงอาทิตย์ที่กระทบกับทิศ

เดือน / เวลา	6.0–7.0	7.0–8.0	8.0–9.0	9.0–10.0	10.0–11.0	11.0–12.0	12.0–13.0	13.0–14.0	14.0–15.0	15.0–16.0	16.0–17.0	17.0–18.0
22 มิ.ย.							■	■	■	■	■	■
21 พค และ 24 กค.							■	■	■	■	■	■
1พ.ค. และ 13 ส.ค.							■	■	■	■	■	■
15 เม.ย. และ 28 ส.ค.						■	■	■	■	■	■	■
3 เม.ย. และ 11ก.ย.						■	■	■	■	■	■	■
21มี.ค. และ 24 ก.ย.						■	■	■	■	■	■	■
8 มี.ค. และ 6 ต.ค.					■	■	■	■	■	■	■	■
23 ก.พ. และ 4 พ.ย.					■	■	■	■	■	■	■	■
8 ก.พ. และ 4 พ.ย.					■	■	■	■	■	■	■	■
21 มค. และ 22 พ.ย.					■	■	■	■	■	■	■	■
22 ธ.ค.					■	■	■	■	■	■	■	■

เวลาตั้งแต่ดวงอาทิตย์ขึ้นจนตก	100	%ต่อปี
เวลาที่ดวงอาทิตย์ส่องกระทบโดยตรง	56.8	%ต่อปี

รังสีดวงอาทิตย์บนระนาบทิศตะวันตกเฉียงใต้



ผลของรังสีที่กระทบกับทิศ

- ช่วงเวลาที่ต้องการบังแดด ช่วงบ่ายเกือบตลอดทั้งปี และครอบคลุมไปถึงช่วงบ่ายบางส่วนตั้งแต่เดือนมีนาคม – ธันวาคมเวลา 12.00–14.00น. ช่วงที่รับรังสีสูงสุด คือ คือ 13.00น.ของเดือนธันวาคม ประมาณ 337.67%
- ความชื้นสัมพัทธ์ ต่ำ แห้งแล้งมากในช่วงบ่าย

Profile Angle

เดือน	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00
มีนาคม	-	-	-	83	72	62	53	43	32	21	8
มิถุนายน	-	-	-	-	-	80	70	59	48	35	19
ธันวาคม	-	-	-	-	-	-	-	78	68	56	40

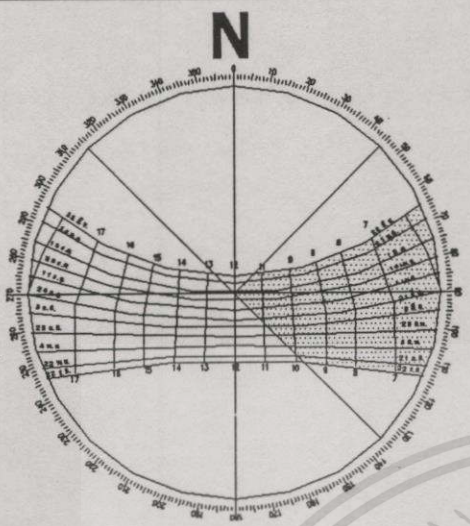
พืชพรรณ ที่เหมาะสมกับทิศ

ต้องมีพื้นที่ใต้พุ่มบ้างเพื่อให้กระแสลมประจำพัดผ่านได้สะดวก และเพื่อเป็นการลดการกักขังความร้อนรอบอาคาร อย่างไรก็ตามควรเว้นระยะห่างระหว่างต้นกับอาคารเพื่อให้ระบายความร้อนได้สะดวก รูปทรงของต้นควรเป็นลักษณะแผ่กว้าง บน เพื่อให้ลดการต้านลมให้มากที่สุดและกระจายลมให้มากที่สุด และเป็นไม้ไม่ผลัดใบ เนื่องจากลมพัดประจำหากมีใบไม้ร่วงจะดูแลรักษายาก ต้นไม้ที่เหมาะสมได้แก่ ทองหลางด่าง เสี้ยน ปีบ สะเดาบ้าน หูกวางแคระ

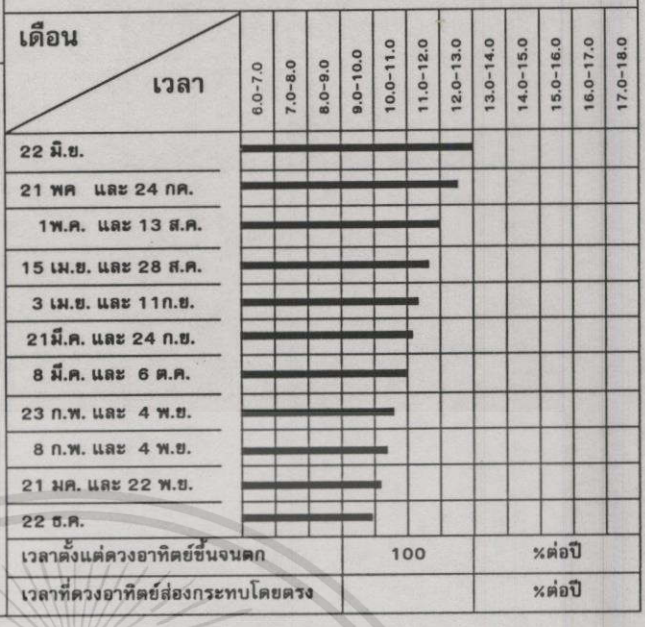
ภาพที่ 5.14(ฉ) แสดงความสัมพันธ์ของรังสีดวงอาทิตย์กับพืชพรรณในทิศตะวันตกเฉียงใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงการโคจรของดวงอาทิตย์ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ



แสดงผลรังสีดวงอาทิตย์ที่กระทบกับทิศ



รังสีดวงอาทิตย์บนระนาบทิศตะวันออกเฉียงเหนือ



Profile Angle

เดือน	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00
มีนาคม	21	43	61	76	-	-	-	-	-	-	-
มิถุนายน	21	36	50	62	74	84	-	-	-	-	-
ธันวาคม	23	59	82	-	-	-	-	-	-	-	-

ผลของรังสีที่กระทบกับทิศ

- ช่วงเวลาที่รับรังสีดวงอาทิตย์ คือ ช่วงเช้าเกือบตลอดทั้งปี ตั้งแต่เดือนเมษายนประมาณ 10.00-12.00 น. จะเป็นช่วงที่ไม่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์ มุม Profile Angle สูงและช่วงที่รับรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดคือ 9.00น. ของเดือนมิถุนายน ประมาณ 272W/sq.m
- ความชื้นสัมพัทธ์สูง

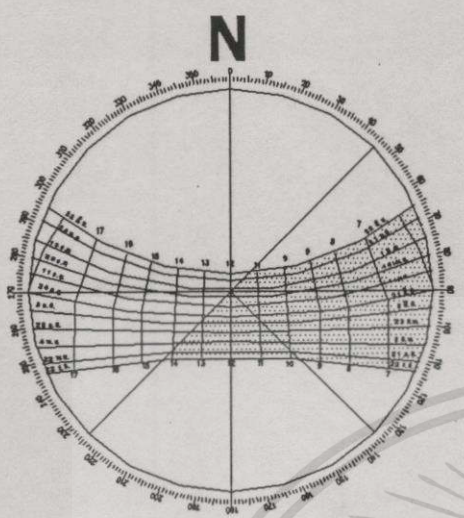
พืชพรรณ ที่เหมาะสมกับทิศ

ความร้อนสะสมทางด้านทิศนี้ไม่สูงมาก เนื่องจากการทำมุม Profile angle สูง ทำให้ความเข้มรังสีน้อย ต้นไม้ที่ใช้ควรมีพุ่มใบสูง โปร่งทรงร่ม ไม่จำเป็นต้องแผ่กว้าง ควรเป็นต้นไม้ที่ให้แสงส่องลงมาได้รำไร เพื่อให้ความสว่างในทิศนี้ และสามารถปลูกต้นไม้ที่มีการผลัดใบได้บ้าง เพื่อให้มีความโปร่งสำหรับระบายความชื้นออก และทนความชื้นได้สูงช่วงเช้าที่ทำมุมต่ำมีความเข้มไม่สูงมากนัก ดังนั้นไม่จำเป็นต้องปลูกไม้พุ่มบริเวณโคนต้นเพื่อป้องกันความร้อนทางด้านข้างของอาคาร เนื่องจากจะทำให้ความชื้นเพิ่มขึ้น ควรมีอัตราการเจริญเติบโต ปานกลาง- ช้า หรือไม้ปลูกเพื่อความสวยงามเพื่อให้สามารถควบคุมรูปทรงได้นานไม่ต้องตัดแต่งบ่อย เช่น กุ่มน้ำ ชี้เหล็ก ชงโค ชัยพฤกษ์ ตาเบเหลือง ตีนเป็ด หรือต้นไม้ที่มีดอกสวย

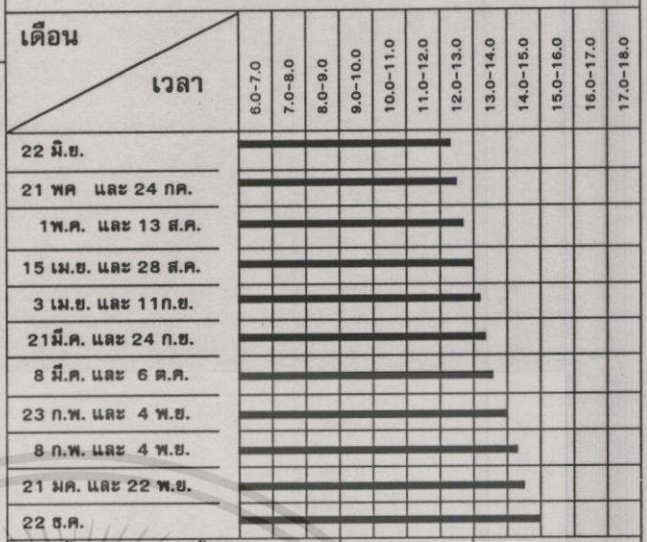
ภาพที่ 5.14(ช) แสดงความสัมพันธ์ของรังสีดวงอาทิตย์กับพืชพรรณในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงการโคจรของดวงอาทิตย์ทิศตะวันออกเฉียงใต้



แสดงผลรังสีดวงอาทิตย์ที่กระทบกับทิศ



เวลาตั้งแต่ดวงอาทิตย์ขึ้นจนตก	100	%ต่อปี
เวลาที่ดวงอาทิตย์ส่องกระทบโดยตรง	55.7	%ต่อปี

รังสีดวงอาทิตย์บนระนาบทิศตะวันออกเฉียงใต้



Profile Angle

เดือน	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00
มีนาคม	-	-	-	-	-	80	70	59	48	35	19
มิถุนายน	-	-	-	-	-	-	-	78	68	56	40
ธันวาคม	-	-	-	83	72	62	53	43	32	21	8

ผลของรังสีที่กระทบกับทิศ

- ช่วงเวลาที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์จะได้รับรังสีดในช่วงเช้าเกือบตลอดทั้งปี ยกเว้นช่วงเวลา 11.00-12.00น.ของเดือนมิถุนายน และตั้งแต่เดือนมีนาคม – ธันวาคมจะได้รับรังสีดวงอาทิตย์ในช่วง13.00-14.00น และจะมีช่วงเวลาที่รับรังสีสูงสุดคือ 442.51 W/sq.m. ซึ่งนับว่าสูงมาก
- ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ

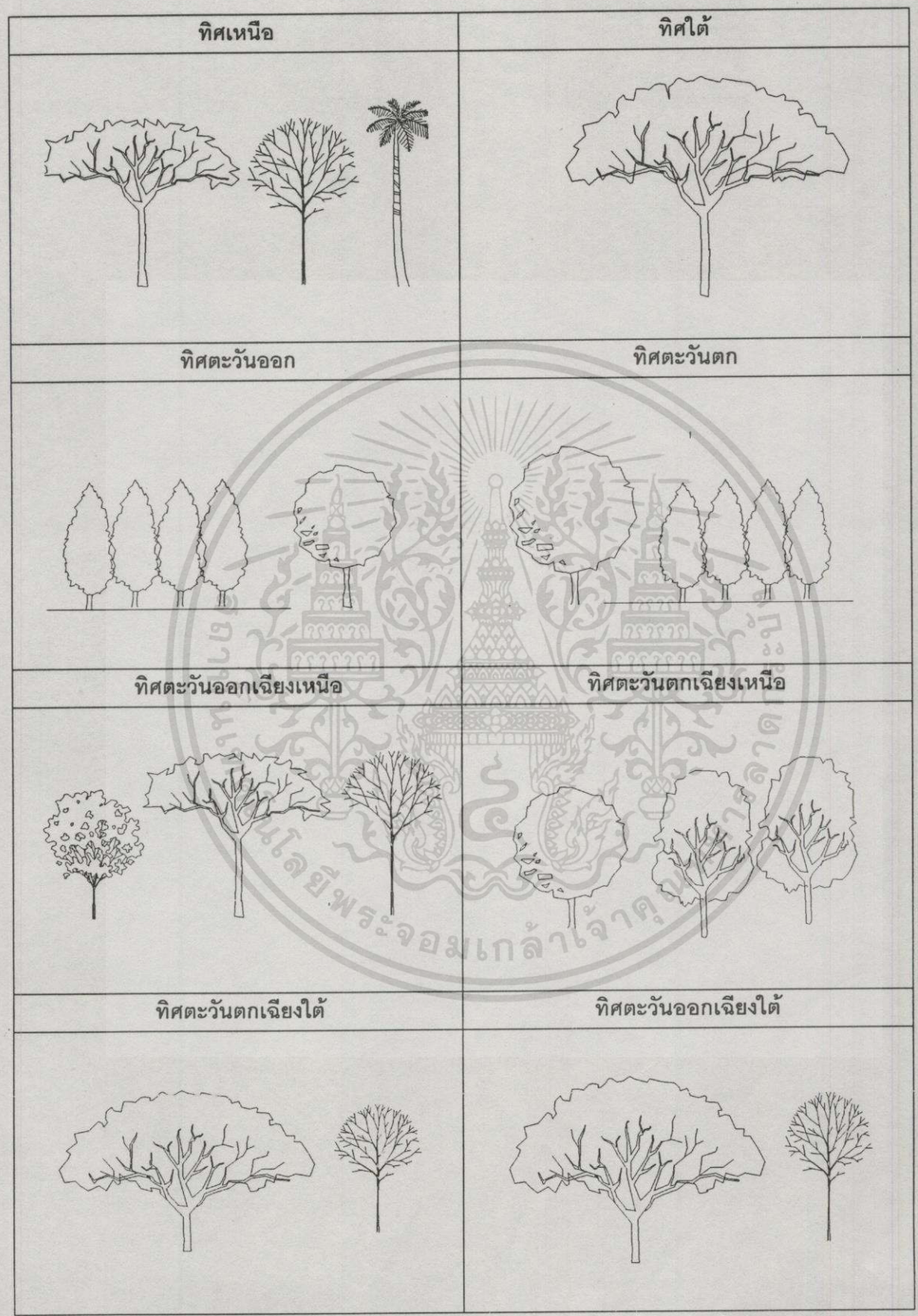
พืชพรรณ ที่เหมาะสมกับทิศ

ควรเป็นต้นไม้ที่มีทรงพุ่มกลมหรือแผ่กว้างหนาทึบ และเป็นไม้ไม่ผลัดใบ และไม่ควรเปิดพื้นที่โล่งใต้พุ่มมากนัก แต่ควรเว้นระยะระหว่างต้นหรือระหว่างต้นกับอาคารเพื่อให้เกิดพื้นที่สำหรับถ่ายเทอากาศ และจะให้ผลดียิ่งขึ้นถ้าสามารถบังเงาให้ส่วนหลังคาของอาคารได้ และควรให้ความชื้นปานกลาง หากใช้ต้นไม้ทรงพุ่มแผ่กว้างสูงควรปลูกไม้พุ่มเสริมเพื่อลดความร้อนผิวอาคาร หรือข้างช่องเปิด ต้นไม้ที่เหมาะสมกับทิศนี้ได้แก่ ทองหลางด่าง สะเดาบ้าน สาละลังกา เหลืองอินเดีย รำเพย โมก เหลืองออสเตรเลีย สาเก

ภาพที่ 5.14(ช) แสดงความสัมพันธ์ของรังสีดวงอาทิตย์กับพืชพรรณในทิศตะวันออกเฉียงใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปทรงไม้ยืนต้นที่เหมาะสมกับทิศต่าง ๆ



ภาพที่ 5.15 แสดงรูปทรงของไม้ยืนต้นที่เหมาะสมกับทิศต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 กระบวนการถ่ายเทความร้อน

เป็นการถ่ายเทพลังงานของสสารจากจุดที่มีพลังงานสูงกว่าไปยังจุดที่มีพลังงานต่ำกว่า กระบวนการถ่ายเทพลังงานความร้อนนี้เกิดขึ้นเมื่อมีความแตกต่างของอุณหภูมิ โดยการถ่ายเทจะเป็นไปจากจุดที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังบริเวณที่อุณหภูมิต่ำกว่าเสมอ ซึ่งกระบวนการนี้จะดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งอุณหภูมิของทั้ง 2 สสารเท่ากัน หรืออยู่ในสภาวะที่สมดุลยของอุณหภูมิ อัตราของการถ่ายเทความร้อนจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบดังนี้

1. ความแตกต่างของอุณหภูมิ
2. พื้นที่ของผิวสัมผัส
3. ความต้านทานความร้อนของสสารที่เป็นตัวกลางการถ่ายเทความร้อน

ซึ่งจะเกิดขึ้นใน 3 ลักษณะดังนี้

1. **การนำความร้อน** เป็นกระบวนการถ่ายเทความร้อนของสสารที่มีสถานะเป็นของแข็ง เกิดขึ้นเนื่องจากการที่สสารทุกชนิดประกอบด้วยอนุภาคเล็กๆที่มีการเคลื่อนที่ (สั่น) ตามสภาพอุณหภูมิของสสารนั้นๆ อนุภาคของสสารที่มีพลังงาน (อุณหภูมิ) สูงกว่าจะเคลื่อนที่มากกว่า การถ่ายเทความร้อนจะเกิดขึ้นเมื่อ มีการกระทบกันของอนุภาคที่มีอุณหภูมิสูงกว่ากับกนุภาคที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ที่อยู่ใกล้เคียงกัน และถ่ายเทพลังงาน (อุณหภูมิ)ของสสารก็จะเกิดขึ้นไปพร้อมกับกระบวนการนี้ ปริมาณการถ่ายเทพลังงานในรูปแบบนี้จะขึ้นอยู่กับความแตกต่างกันของอุณหภูมิ พื้นที่ผิวสัมผัส และค่าการนำความร้อนของวัตถุ(Thermal Conductance) ซึ่งจะเป็นตัวแสดงให้เห็นความสามารถในการนำความร้อนของวัตถุนั้นๆว่ามีค่ามากหรือน้อยเพียงใด ถ้ามีค่ามากแสดงว่าวัตถุนั้นมีความสามารถในการนำความร้อนสูง หรือมีความเป็นฉนวนน้อย

2. **การพาความร้อน** มักเป็นการถ่ายเทความร้อนที่พบมากในวัตถุหรือสสารที่มีสถานภาพเป็นของไหล เช่นของเหลว กาซ หรืออากาศ จากการที่เมื่ออากาศได้รับความร้อนจะเปลี่ยนแปลงสภาพของตัวเองให้มีความหนาแน่นน้อยและมีน้ำหนักน้อยลง อากาศที่มีอุณหภูมิสูงกว่า ซึ่งมีความหนาแน่นและน้ำหนักมากกว่าจะเคลื่อนตัวสู่เบื้องล่างตามแรงโน้มถ่วงของโลก การเคลื่อนไหวในรูปของการแทนที่กันของอากาศนี้ก็คือลักษณะของการพาความร้อน อย่างไรก็ตาม การเคลื่อนที่ของอากาศในลักษณะนี้ก็อาจเกิดจากการมีแรงกระทำจากภายนอก เช่นการใช้พัดลมเป็นตัวให้อากาศเคลื่อนที่ได้ การพาความร้อนนี้นับว่าเป็นแนวทางสำคัญในการระบายความร้อนจากจุดที่ไม่ต้องการออกไปได้

3. **การแผ่รังสีความร้อน** การแผ่รังสีความร้อนเป็นการถ่ายเทความร้อนในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านที่ว่าง โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการถ่ายเทความร้อน การแผ่รังสีความร้อนเกิดจากการที่อนุภาคที่ผิวหน้าของวัตถุสั่นจะเกิดการคายความร้อนในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ของคลื่นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของวัตถุที่ถ่ายความร้อนออกมา การถ่ายเทความร้อนจะเกิดขึ้นในลักษณะเดียวกันกับการนำความร้อนที่เกิดจากวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ถูกส่งออกมาจะกระทบกับผิวหน้าของอีกสสารหนึ่งและดูดซับพลังงานจากการแผ่รังสีนี้ และเปลี่ยนพลังงานความร้อนที่มีผลต่อการเพิ่มอัตราการสั่นของโมเลกุลและทำให้อุณหภูมิผิวนั้นสูงขึ้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าปัจจัยที่มีผลต่อการแผ่รังสีความร้อนของสสารหรือวัตถุดๆจะขึ้นอยู่กับ ค่าการคายความร้อนโดยการแผ่รังสี (Emissivity) ของวัตถุและอุณหภูมิของผิววัตถุเป็นสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6 สมดุลยพลังงาน (Energy Balance)

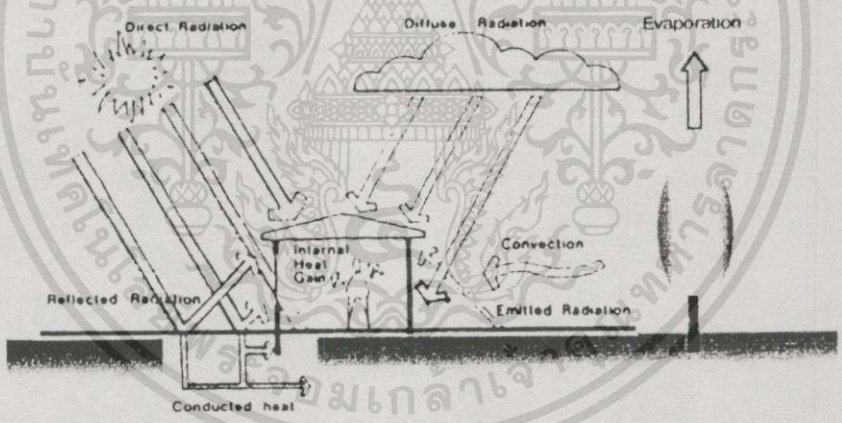
เป็นกระบวนการหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศวิทยา โดยเฉพาะภูมิอากาศเฉพาะที่ (Micro Climate) ซึ่งจะถูกปรับจนกว่าจะอยู่ในสภาวะที่สมดุลยระหว่าง พลังงานการแผ่รังสีที่ได้รับ(Energy Supply)และพลังงานที่ปล่อยออกมาจากพื้นโลกจากการนำไปใช้ในลักษณะต่างๆ (Energy Consume) โดยพลังงานที่ถูกปล่อยกลับคืนมาสู่สภาพแวดล้อมประกอบไปด้วย

1. รังสีคลื่นยาวจากวัตถุและสภาพแวดล้อมโดยรอบ
2. การนำความร้อนของวัสดุ
3. การระเหยของน้ำ
4. การพาความร้อนจากวัตถุไปสู่อากาศโดยกระแสลม

แหล่งพลังงานการแผ่รังสีที่ได้รับในช่วงเวลากลางวัน ส่วนใหญ่จะได้รับมาจากดวงอาทิตย์และจากท้องฟ้า ในช่วงเวลากลางคืนพลังงานที่ได้รับจะมาจากการแผ่รังสีคลื่นยาวจากท้องฟ้าเท่านั้น ซึ่งการแผ่รังสีเหล่านี้จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในสภาพแวดล้อม กระบวนการเหล่านี้จะสมดุลยเมื่อ

Energy Supply – Energy Consumed = 0 หรือ

Energy Balance = Radiant Energy Supply – Long wave emission – Conduction – Evaporation –Convection=0



ภาพที่ 5.16 แสดงการสมดุลยพลังงานกับสภาพแวดล้อม

ในงานภูมิสถาปัตยกรรม องค์ประกอบต่างๆจะมีการถ่ายเทความร้อนกับสภาพแวดล้อมตลอดเวลาในลักษณะต่างๆ ซึ่งโดยส่วนใหญ่ลักษณะการถ่ายเทความร้อนจะเป็นไปตามคุณลักษณะของวัสดุ เช่น

สำหรับพื้นผิวดาดแข็ง (Hardscape) ซึ่งจะมีความหนาแน่นมวลสารมาก การถ่ายเทความร้อนจึงเป็นไปในลักษณะ การนำความร้อน และการแผ่รังสีกลับ (Emission)

สำหรับพืชพรรณธรรมชาติ (Softscape) จะเกิดขึ้นในลักษณะของการแผ่รังสี ซึ่งไม่จำเป็นต้องมีตัวกลาง และการพาความร้อนที่มาจากการเคลื่อนที่ของอากาศ และอีกส่วนหนึ่งที่สำคัญคือจากการระเหยการคายน้ำ ซึ่งไม่พบบ่อยนักในวัสดุประเภทพื้นผิวดาดแข็ง ในงานภูมิสถาปัตยกรรมเพื่อสร้างสภาวะสมดุลยทางพลังงาน จึงควรออกแบบเพื่อผสมผสานทั้งสองส่วนนี้เข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดสัดส่วนที่เหมาะสม ซึ่งสัดส่วนดังกล่าวจะได้นำมาศึกษารายละเอียดในบทต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
องค์ประกอบในงานภูมิสถาปัตยกรรมกับการออกแบบเพื่อปรับสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศเฉพาะที่

6.1องค์ประกอบในงานภูมิสถาปัตยกรรม

ในองค์ประกอบของสภาพแวดล้อมโดยรอบ คุณสมบัติเฉพาะของวัสดุแต่ละชนิดจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการสมดุลยพลังงานในลักษณะต่างๆ ทั้งนี้ตัวแปรหนึ่งของวัสดุที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อสภาพภูมิอากาศดังกล่าวได้แก่ ลักษณะของพื้นผิว โดยปกติในงานภูมิสถาปัตยกรรมจะจำแนกประเภทของพื้นผิวที่สำคัญในสภาพแวดล้อมไว้ 2 ประเภท คือ

1. พื้นผิวดาดแข็ง (Hard Landscaping)
2. วัสดุพืชพรรณ (Soft Landscaping)

6.1.1 พื้นผิวดาดแข็ง (Hard Landscaping)

หรือพื้นผิวดาดแข็ง ลักษณะที่เห็นได้ชัดเจนโดยทั่วไปคือ จะอยู่ในรูปของโครงสร้างต่างๆ เช่น พื้นคอนกรีต พื้นทรายล้าง หรือพื้นผิวชนิดอื่นๆที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อใช้งาน โดยทั่วไปจะเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นและจะพบเห็นได้มากในพื้นที่ในเมืองเพื่อตอบสนองการใช้สอยให้คุ้มค่ากับการลงทุน เนื่องจากเป็นพื้นผิวที่มีความทนทาน ใช้งานได้ยาวนาน ถาวร และไม่ค่อยเกิดผลจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ โดยทั่วไปมีวัตถุประสงค์ในการใช้งานดังนี้

1. ใช้เป็นองค์ประกอบของโครงสร้าง เพื่อใช้ในการรับน้ำหนัก ซึ่งพื้นผิวลักษณะนี้ต้องการการบำรุงรักษาต่ำ
2. โดยทั่วไปใช้สำหรับเป็นเส้นทางการสัญจร เช่นทางเดินเท้า ทางจักรยาน
3. ใช้เพื่อเป็นแหล่งรวมกิจกรรมที่สำคัญ สำหรับคนจำนวนมาก

สิ่งเหล่านี้ส่งผลให้เกิดเป็นลักษณะภูมิอากาศเฉพาะของเมือง (Urban Climate) ซึ่งแตกต่างอย่างชัดเจนกับบริเวณชนบท ขณะภายในเมืองจะมีอุณหภูมิที่สูงกว่าบริเวณโดยรอบ หรือที่เรียกว่า "ปรากฏการณ์เกาะความร้อน" (Urban Heat Island) โดยความแตกต่างทางด้านอุณหภูมินี้เกิดจากลักษณะของการรองรับรังสีดวงอาทิตย์ โดยทั่วไปพื้นที่ชานเมืองหรือชนบทจะมีพื้นที่สีเขียวมาก ทำให้สัดส่วนของรังสีดวงอาทิตย์จำนวนมากตกลงบนพืชพรรณ ซึ่งมีค่าการดูดซับได้สูง และคายความร้อนออกอย่างช้าๆ และความร้อนเหล่านี้ถูกนำไปใช้เพื่อการระเหยไอน้ำในอากาศ และความชื้นในดิน ในขณะที่ในเมืองมีพื้นที่สีเขียวน้อย วัสดุก่อสร้างโดยทั่วไป จะมีคุณสมบัติในการดูดซับและค่าความจุความร้อนสูง ซึ่งการดูดซับในปริมาณมากจะทำให้อุณหภูมิภายในเนื้อวัสดุสูงขึ้น และทำให้เกิดการพาความร้อนและคายความร้อนได้อย่างรวดเร็ว รวมทั้งการระเหยความชื้นไปในอากาศเป็นไปได้น้อยมาก จึงเป็นสาเหตุให้ภายในเมืองมีอุณหภูมิที่สูงกว่า สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปภายในเมืองส่วนใหญ่จะเกิดจากคุณสมบัติของวัสดุโดยจะส่งผลต่อสภาพภูมิอากาศเฉพาะที่ดังนี้

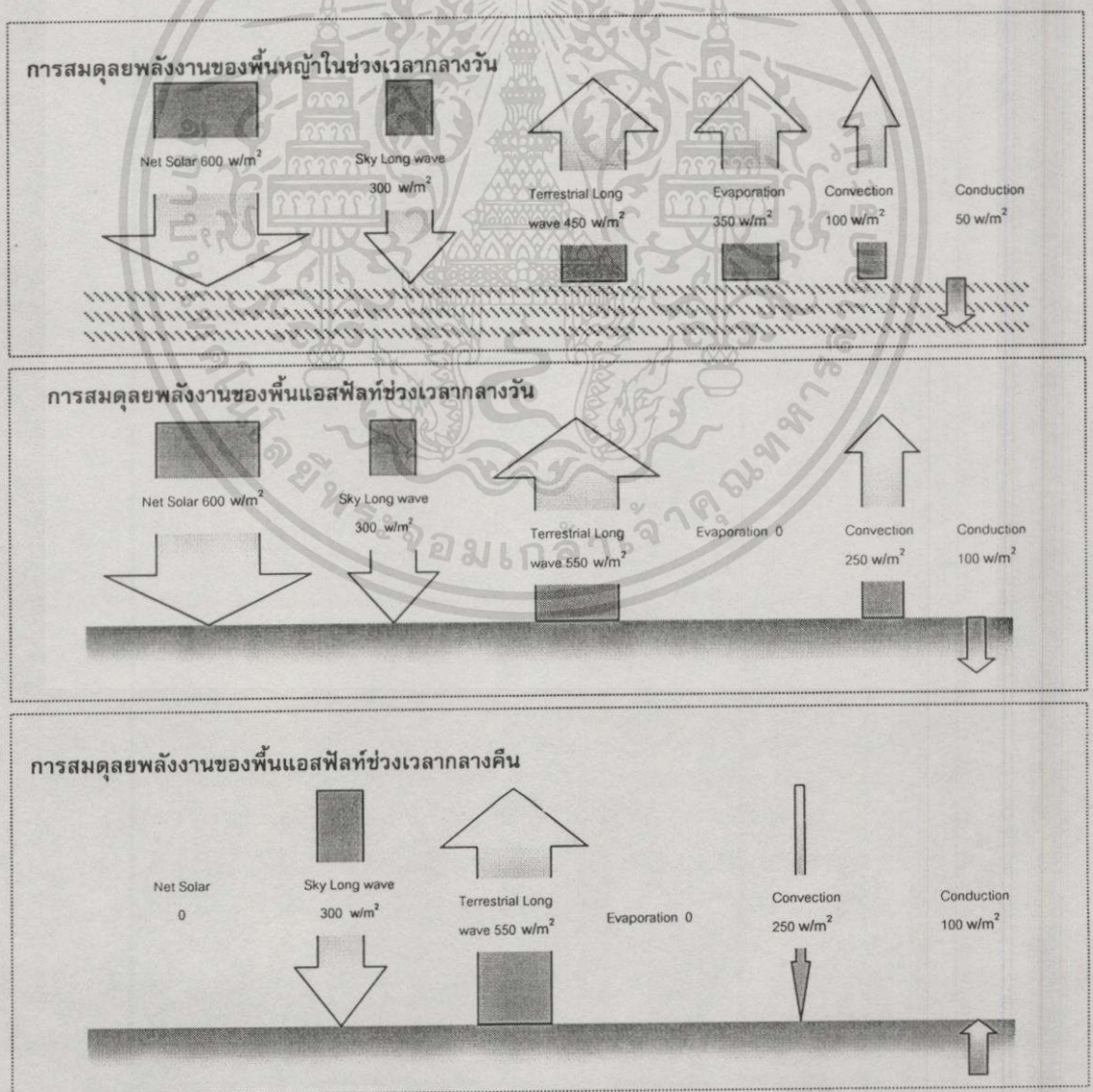
- ทำให้อุณหภูมิอากาศโดยรอบสูงมากในช่วงบ่าย
- ความชื้นสัมพัทธ์ลดลงเนื่องจากอุณหภูมิอากาศสูงขึ้นและขาดแหล่งความชื้น
- ขัดขวางการพัดพาของลม ซึ่งจะทำให้ความเร็วลมลดลง และทำให้เกิดมลภาวะ
- ลด การแผ่รังสีดวงอาทิตย์โดยตรงและทำให้เกิดการเพิ่มรังสีแบบกระจาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิการแผ่รังสีภายใต้ต้นไม้จะต่ำกว่า บริเวณที่เป็นพื้นผิวดาดแข็ง (Hard Surface) ในงานภูมิสถาปัตยกรรม และองค์ประกอบชนิดอื่นๆ เช่น รั้วต้นไม้เตี้ย ระแนงไม้เลื้อย ก็สามารถนำมาใช้ประกอบกัน และสามารถช่วยลดอุณหภูมิในช่วงความร้อนวิกฤต (Overheat Period) ได้ถึง 11.5°C และจากการศึกษาพบว่าพื้นที่สีเขียวเล็กๆหลายแผ่งที่กระจายอยู่ในตัวเมืองจะให้ผลในการลดอุณหภูมิได้ดีกว่าสวนสาธารณะที่มีขนาดใหญ่เพียงไม่กี่แห่ง ซึ่งผลของการกระจายตัวนี้จะทำให้เกิดปรากฏการณ์ "เกาะความเย็น" แทนปรากฏการณ์ "เกาะความร้อน" ในตัวเมืองได้

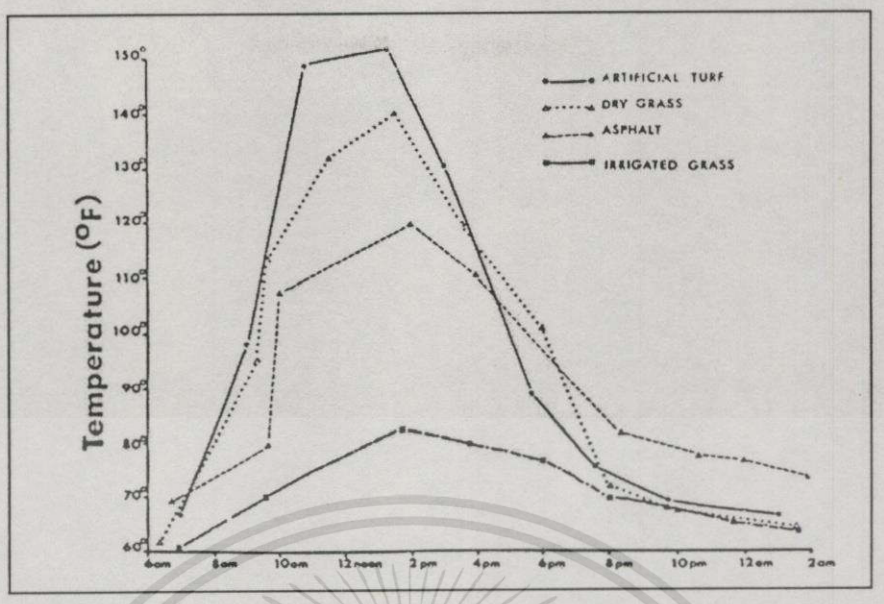
6.1.2 วัสดุพืชพรรณ (Soft Landscaping)

องค์ประกอบของ วัสดุพืชพรรณ (Soft Landscape) นี้ จะมีลักษณะเฉพาะ แตกต่างไปจากพื้นผิวดาดแข็ง ซึ่งจะมีลักษณะพื้นผิวที่อ่อนกว่าและโดยส่วนใหญ่เป็นองค์ประกอบที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เช่น พื้นหญ้า ต้นไม้ ดินซึ่งจะมีผลต่อสภาพภูมิอากาศแตกต่างไปจากพื้นผิวดาดแข็ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชพรรณ ซึ่งในการออกแบบ จะต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติเฉพาะของวัสดุพืชพรรณธรรมชาติ แล้วจึงนำแต่ละองค์ประกอบมาผสมผสานกันในงานภูมิสถาปัตยกรรม



ภาพที่ 6.1 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างคุณสมบัติของวัสดุพื้นผิวดาดแข็ง(Hard Landscaping) และวัสดุพืชพรรณ(Soft Landscaping) ในการสมดุลยพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภูมิที่6.1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิพื้นผิวของวัสดุปูพื้นชนิดต่างๆ ทั้งที่เป็น พื้นผิวดาดแข็ง (Hardscape) และวัสดุพืชพรรณ (Softscape)

ตารางที่6.1 การเปรียบเทียบค่าการสะท้อน การเปล่งรังสีความร้อน และการนำความร้อนของวัสดุ พื้นผิวดาดแข็ง(Hardscape) และวัสดุพืชพรรณ (Softscape)

วัสดุ	Albedo (%)	Emissivity (%)	Thermal Conductivities	วัสดุ	Albedo (%)	Emissivity (%)	C J/m2s1/2 K
				น้ำ (มุมตวงอาทิตย์สูง)	5	92-97	
ดิน	5-75	90-98		น้ำ (มุมตวงอาทิตย์ต่ำ)	95	92-97	
ดินในพื้นที่เกษตรกรรม	5-15			หิมะ (ใหม่)	70-95	99	130
ดินทรายแห้ง	25-35	84-91		หิมะ (เก่า)	40-70	82	600
ดินทรายชื้น	20-30			พื้นผิววัสดุก่อสร้างในเมือง			
เนินทราย	30-75			แอสฟัลท์	5-15	95	
ดินแห้ง			600	คอนกรีต	10-50	71-90	
ดินชื้น			2500	อิฐ	20-50	90-92	950
พืชพรรณ	5-30	90-99		หิน	20-35	85-95	
หญ้า	20-30	90-95		หลังคาทำจากยางมะตอย	8-18	92	
สนามหญ้า	3-15			หลังคากระเบื้อง	10-35	90	
ทุ่งนา	15-25			หลังคาหินชนวน	10	90	
ทุ่งหญ้า	10-30			หลังคาใบจาก หญ้าแฝก	15-20		
ไม้พุ่ม	15-20			เหล็กรีดลอน	10-16	13-28	
ทุ่งหญ้าแห้ง	25-30			ทาสีขาว	50-90	85-95	
ป่าไม้ไม่ผลัดใบ	5-20			ทาสี แดง น้ำตาล เขียว	20-35	85-95	
ป่าไม้ผลัดใบ	10-20			ทาสีดำ	2-15	90-98	
ป่าสน	5-16	97-98		อากาศ			
ป่าชายเลน	12	97-99		อากาศนิ่ง			5
น้ำ	5-95	92-97	1500	อากาศลมหมุนวน			400

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 การออกแบบพืชพรรณเพื่อการควบคุมรังสีดวงอาทิตย์[1]

ความร้อนที่เข้าอาคาร (Heat Gain)

การแผ่รังสีดวงอาทิตย์โดยตรง จะให้ความร้อนในปริมาณมากมากว่ารังสีแบบกระจายที่มาจากท้องฟ้า ซึ่งปริมาณจะแปรตามพื้นที่ปกคลุมของกลุ่มเมฆ รังสีที่ตกกระทบบนหลังคาและผนังในแต่ละช่วงเวลาจะมีผลต่อภายนอกมากกว่าภายในอาคาร โดยการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นเกิดจากคุณสมบัติในการควบคุมส่งผ่านความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารของวัสดุเปลือกอาคาร และค่าการสะท้อน (Albedo)และการทำมุม ของพื้นผิวสะท้อน

การแทรกซึมของHeat Gain ที่มาพร้อมอากาศ (Infiltration) อาจเป็นผลมาจากขณะอุณหภูมิอากาศภายนอกสูงกว่าภายใน และเมื่อมีอากาศเคลื่อนที่ปะทะพื้นผิวอาคาร ความกดอากาศบริเวณนั้นจะค่อยๆเปลี่ยนแปลง และทำให้อากาศภายในที่เย็นกว่าซึ่งได้รับความเย็นจากพื้น จะเคลื่อนออกสู่ภายนอก และในขณะเดียวกันอากาศที่ร้อนกว่าจากภายนอกจะทะลุผ่านช่องเปิดเข้ามาสู่ภายในอาคารบริเวณเพดาน (เนื่องจากอากาศร้อนจะลอยตัวสูงขึ้น) ทำให้เกิดวงจรการพาความร้อน (Convective Loop) การส่งผ่านความร้อนโดยการพา ในบริเวณผนังที่ได้รับการบังเงาสามารถเกิดขึ้นได้และจะส่งผลให้อากาศบริเวณนั้นเย็นกว่าอากาศโดยรอบ ถ้าบริเวณใกล้กับผิวพื้นปราศจากพืชพรรณและการบังเงา อากาศเหนือพื้นดินจะร้อนกว่าอุณหภูมิพื้นผิวผนังที่ได้รับการบังแดด เนื่องจากการเปล่งรังสีคลื่นยาวกลับมีมากกว่า การถ่ายเทความร้อนที่ผนังเกิดจาก **การพาที่มากับอากาศ และการนำความร้อนของวัสดุ** ซึ่งจะส่งความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร เมื่ออุณหภูมิพื้นโลกสูงกว่าผนังภายนอกหรือแผ่นพื้นจะทำให้เกิดการนำความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร และปัจจัยสุดท้ายที่ทำให้เกิดความร้อนภายในอาคารได้แก่ เครื่องใช้ไฟฟ้า ระบบแสงสว่าง และคนโดยเฉพาะอาคารที่มีกิจกรรมมาก

ก่อนการพิจารณาในการปลูกต้นไม้รอบอาคารเพื่อควบคุมรังสีดวงอาทิตย์ ควรพิจารณาถึงความสัมพันธ์ในเรื่องของความร้อน (Heat Gain) กับโครงสร้างอาคาร เช่นหน้าต่างจะมีคุณสมบัติโปร่งสำหรับการส่งผ่านรังสีดวงอาทิตย์แต่จะทึบสำหรับรังสีคลื่นยาว(คือไม่ยอมให้รังสีคลื่นยาวผ่าน) , การนำความร้อนที่สำคัญจะมาจาก หลังคามากกว่าผนัง ตำแหน่งของต้นไม้ที่ปลูกเพื่อบังเงาหน้าต่าง,หลังคา,ผนังที่เหมาะสมจะให้ผลในการลดความร้อนเข้าสู่อาคารได้ นอกจากนี้คุณสมบัติของวัสดุโครงสร้างก็ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการลดความร้อนด้วย รวมถึงเป็นตัวกำหนดความสำคัญของพื้นที่ที่ต้องการบังเงา เช่นในกรณีที่ผนังอาคารที่มีค่าความต้านทานความร้อนต่ำ แต่มีช่องว่างใต้หลังคาที่ติดฉนวนและมีการระบายอากาศที่ดี กรณีนี้การบังเงาที่ผนังก็จะให้ผลดีกว่าการบังเงาที่หลังคา

การสูญเสียความร้อน (Heat Loss)เป็นผลมาจากการควบคุมรังสีดวงอาทิตย์ ด้วยการคายความร้อนและการพา อาคารจะเย็นลงเมื่อความร้อนแผ่ออกไปสู่วัตถุหรือบริเวณที่เย็นกว่าโดยรอบ ผลกระทบจากการคายความร้อนจะเห็นผลได้ชัดเจน ในช่วงเวลาเย็นที่ไม่มีเมฆปกคลุมซึ่งจะทำให้เกิดการสูญเสียความร้อนในปริมาณมากโดยการคายความร้อนกลับสู่ท้องฟ้าในเวลากลางคืนที่อากาศเย็นกว่า พืชพรรณจะสูญเสียความร้อนโดยการพาในช่วงเวลากลางคืนได้น้อยกว่าเนื่องจาก การคายความร้อนเกิดขึ้นอย่างช้าๆ หรือบางครั้งเกิดจากการเบี่ยงเบนทิศทางลมที่ปะทะอาคาร

---

[1] E.Gregory Mcpherson "Energy conservation Site Design ."(ASLAF,1984)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแผ่รังสีที่มีผลต่ออากาศ (Sol Air Impact)

การแผ่รังสีดวงอาทิตย์และอุณหภูมิเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นควบคู่กันไป ผลกระทบจากความสัมพันธ์ของ 2 ตัวแปรนี้จะแปรเปลี่ยนไปตาม เวลาระหว่างช่วงวันและระหว่างฤดูกาล ซึ่งก่อนที่จะทำการออกแบบการใช้พืชพรรณ ควรจะทำความเข้าใจก่อนว่าตัวแปรทั้ง 2 นี้จะให้ผลอย่างไรกับเปลือกอาคาร

การรับรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Load)

คือปริมาณการตกกระทบของรังสีดวงอาทิตย์ ณ. ช่วงเวลาหนึ่งๆ ซึ่งจะให้ปริมาณต่างๆกันขึ้นอยู่กับทิศทางของระนาบต่างๆของอาคาร และการการทำมุมโคจรของดวงอาทิตย์และ ตำแหน่งละติจูด ซึ่งทางด้านทิศตะวันตกและทิศตะวันออกจะเท่ากันทั้ง 2 ข้าง เช่น ถ้าดูจากตารางโคจรดวงอาทิตย์ (Solar Chart) จะพบว่าการับรังสีดวงอาทิตย์ของช่วงเวลา 8.00น. จะเท่ากับเวลา 16.00น. หรือ 10.00 จะเท่ากับ 14.00น. เป็นต้น ช่วงระหว่างการเปลี่ยนฤดูกาล ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์บนระนาบทางด้านทิศใต้ค่อนข้างจะมากกว่าทางด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตก เนื่องจากการโคจรของดวงอาทิตย์ค่อนไปทางทิศใต้มากกว่า ช่วงฤดูร้อนในพื้นที่ที่มีช่วงความร้อนวิกฤต (Overheat Period)ยาวนาน การบังเงาด้วยต้นไม้ของผนังทางด้านทิศใต้น่าจะแก้ปัญหาได้ดีที่สุด เนื่องจาก Overhang (อุปกรณ์บังแดดแนวนอน) ไม่สามารถครอบคลุมช่วงเวลาที่ทำมุมต่ำของดวงอาทิตย์ได้ทั้งหมด

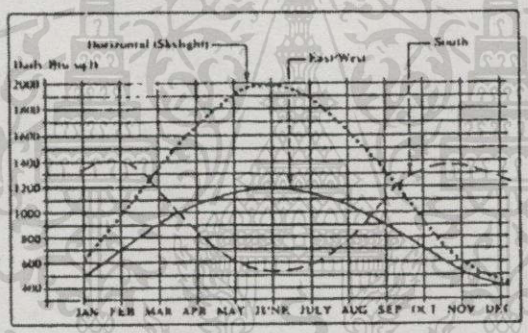


Figure 8-2. Daily solar heat gain for different orientation of window exposures at 40° north latitude. North orientation is not shown since the quantities are relatively small

แผนภูมิที่ 6.2 แสดงปริมาณรังสีดวงอาทิตย์บนผนังทิศต่างๆของอาคารที่ตั้งละติจูด 40องศาเหนือ

ตัวอย่างในกราฟแสดงปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Load) ระหว่างวันของผนังในทิศทางต่างๆของอาคารที่ตั้งอยู่ที่ละติจูด 40 องศาเหนือ ซึ่งผนังทางด้านทิศตะวันตกและทิศตะวันออกจะได้รับรังสีดวงอาทิตย์มากใกล้เคียงกับทิศใต้ ส่วนพื้นผิวในแนวราบจะได้รับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์มากที่สุด ดังนั้นตำแหน่งในการปลูกต้นไม้ควรจะบังเงาทั้งผนังทางด้านทิศใต้ ตะวันออก ตะวันตกและหลังคา อย่างไรก็ตามในละติจูดที่อยู่ต่ำกว่า (ซีกโลกใต้) ผนังที่หันไปทางด้านทิศเหนือจะได้รับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบผนังมากกว่าทิศใต้ (ปริมาณรังสีตกกระทบของระนาบทิศเหนือและทิศใต้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของละติจูด)

ความร้อนของอากาศโดยรอบ (Ambient Load)

แม้ว่าความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Load) ของทิศตะวันตกและทิศตะวันออกจะเท่ากันทั้ง 2 ด้าน ในช่วงเวลากลางวันค่าอุณหภูมิอากาศโดยรอบ (Ambient Load) จะมีค่าสูงสุดที่ประมาณ15.00 น. ความล่าช้าที่เกิดขึ้นนี้เป็นผลมาจากการหน่วงความร้อน (Heat Lag) ของพื้นโลก ซึ่งด้วยสาเหตุนี้ทำให้ช่วงอุณหภูมิสูงสุดในรอบปีจะเกิดขึ้นประมาณ 1 เดือนหลังจาก ช่วงที่ดวงอาทิตย์ทำมุมต่ำสุดของฤดูร้อน (Summer solstice) หรือวันที่ 22 มิถุนายน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มี ปริมาณการแผ่รังสีดวงอาทิตย์สูงสุด ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Load) และความร้อนจากอากาศภายนอก (Ambient Load) นี้จึงมีความต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันในช่วงเวลาต่างๆกันในแต่ละระนาบ ความร้อนจากอากาศภายนอก (Ambient Load)จะเพิ่มขึ้นบนผนังทุกด้านจนถึงสูงสุดในช่วง ประมาณ 15.00 น. (เป็นช่วงเวลาในการประมาณค่า) ผลของการหน่วงความร้อนในอาคารที่เป็น Thermal Mass อุณหภูมิ ณ. จุดสูงสุดภายในอาคารจะเพิ่มขึ้นหลายชั่วโมงหลังจากนั้นถึงแม้ว่าอุณหภูมิภายนอกจะลดลงแล้ว

ผิวผนังอาคารไม่สามารถแยกระหว่าง ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Load) และความร้อนจากอากาศภายนอก (Ambient Load) ได้ ดังนั้นจะได้ "ความร้อนสุทธิ" (Thermal Load) ซึ่งเป็นผลรวมจากองค์ประกอบทั้ง 2 นี้ นอกจากนี้อุณหภูมิภายในอาคารยังขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุมวลหนัก (Thermal mass) และ ค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุอีกด้วย

ต้นไม้ที่ปลูกเพื่อบังเงาให้ผนังทางด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันออกเฉียงใต้ จะทำให้ผนังเย็นลงในช่วงเวลากลางคืนจากการที่ต้นไม้ดูดซับความร้อนไว้มากในระหว่างวัน ซึ่งต้นไม้จะช่วยรักษาอุณหภูมิในช่วงวันให้คงที่โดย โดยป้องกันความร้อนภายในอาคารไม่ให้สูงเกินสภาวะน่าสบายและยังคงรักษาความเย็นที่สะสมเอาไว้ในช่วงที่ความร้อนรวมเพิ่มขึ้น ส่วนการบังเงาให้หลังคา ผนังและหน้าต่างทางด้าน ทิศตะวันตกเฉียงใต้, ทิศตะวันตกจะช่วยลดอุณหภูมิสูงสุดภายในอาคารลงได้ ซึ่งความแตกต่างและผลรวมของความร้อนรวม (Sol air Impact) แสดงในภาพดังต่อไปนี้

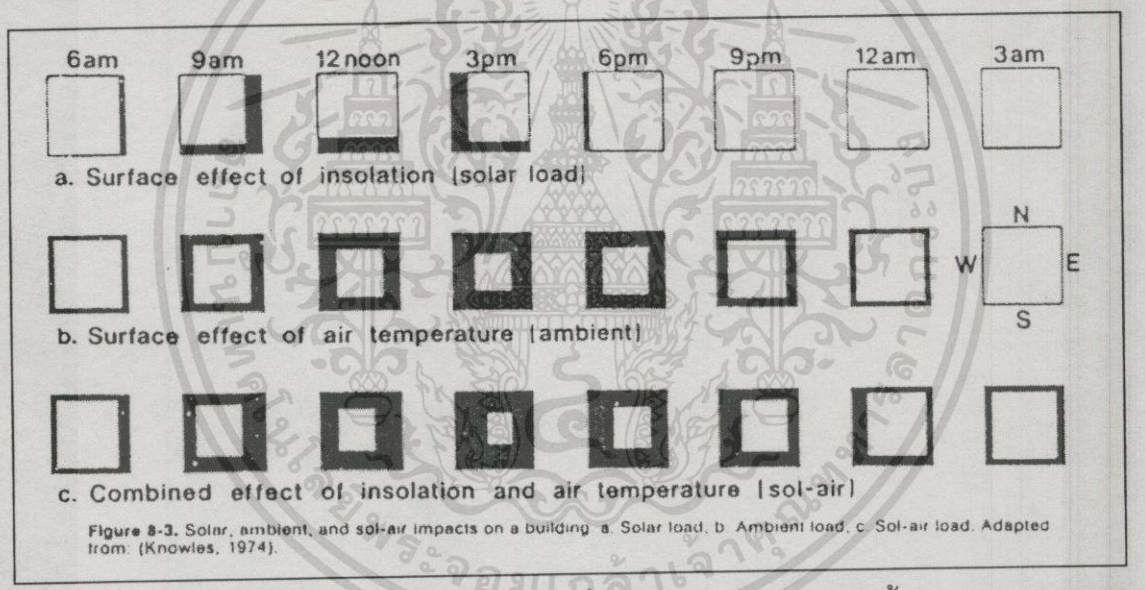


Figure 8-3. Solar, ambient, and sol-air impacts on a building a. Solar load, b. Ambient load, c. Sol-air load. Adapted from: (Knowles, 1974).

ภาพที่ 6.2 การเปรียบเทียบปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Load) และความร้อนจากอากาศภายนอก (Ambient Load)

การแผ่รังสีดวงอาทิตย์กับพืชพรรณธรรมชาติ

ปริมาณของรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบจะถูกดูดซับโดยกลุ่มใบ มวลของลำต้นและกิ่งก้าน ซึ่งปริมาณของรังสีดวงอาทิตย์นี้ขึ้นอยู่กับ

1. ความหนาแน่นของมวลกลุ่มใบ กิ่งก้านและลำต้น
2. ตำแหน่งของใบไม้บนต้น ทิศทางที่ทำกับดวงอาทิตย์ พื้นที่ส่วนนอกสุดของพุ่มใบ
3. มุมที่ใบไม้ทำกับดวงอาทิตย์
4. ตำแหน่งของดวงอาทิตย์

การลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ (Attenuation of Solar Radiation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบโครงสร้างอาคารที่รวมกันเป็นระบบเปลือกอาคารจะช่วยลดอุณหภูมิภายในโครงสร้างอาคารโดยการป้องกันสภาพภูมิอากาศภายนอก ซึ่งพืชพรรณทำหน้าที่เหมือนเป็นเปลือกอาคารลำดับที่ 2 ในการสกัดกั้นรังสีตรง รังสีสะท้อนและรังสีกระจาย พืชพรรณจะดูดซับความร้อนก่อนที่จะเข้าสู่เปลือกอาคาร และพร้อมที่จะสูญเสียความร้อนออกไปสู่อากาศโดยรอบ ผลที่ได้รับจากการบังเงา คือการลดความร้อน (Heat Gain) โดยการนำความร้อนผ่านผนัง เพดาน และหน้าต่าง และไม่เพียงแต่การบังเงาจะช่วยลดอุณหภูมิสูงสุดภายในอาคาร นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการหน่วงความร้อนภายในอาคารอีกด้วย

จากการทดลองของ Deering 1990 และ Mcpherson 1981 มีรายงานว่าอุณหภูมิสูงสุดภายในอาคารที่ใช้วัสดุมวลหนัก (Thermal mass) ที่ได้รับการบังเงาจากต้นไม้รอบอาคาร สามารถลดอุณหภูมิลงได้ 4.8 - 11°C ต่ำกว่าอาคารที่ไม่ได้รับการบังเงา และพบว่าอุณหภูมิสูงสุดจะพบในช่วง1 ½ - 3 ½ ชั่วโมงหลังจากนั้น ในโครงสร้างที่ได้รับการบังเงาเวลาที่หน่วงนี้เป็นผลของอุณหภูมิภายในที่ได้รับจากความร้อนของอากาศโดยรอบ (Ambient Load) ในเบื้องต้น และการบังเงานี้เองจะช่วยลดการรับรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Load) ให้เหลือน้อยที่สุด และในทางกลับกัน โครงสร้างที่ไม่ได้รับการบังเงา จะได้รับผลกระทบจากทั้ง ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Load) และความร้อนจากอากาศภายนอก (Ambient Load) ประโยชน์ที่ได้รับจากการหน่วงเวลานี้คือ การนำมาใช้เพื่อหน่วงระยะเวลาความต้องการใช้พลังงานสูงสุดในการทำความเย็นให้อยู่ในช่วง ช่วงใช้พลังงานนอกเหนือจากช่วงสูงสุด(Off Peak) และจะช่วยลดพลังงานในการทำความเย็นอีกด้วย เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่อุณหภูมิภายนอกลดลงแล้ว

การจัดวางตำแหน่งของพืชพรรณ

ในการออกแบบเพื่อจัดสภาพแวดล้อมรอบอาคารด้วยพืชพรรณธรรมชาติ ในเบื้องต้นจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่อไปนี้

6.2.1ช่วงเวลาในการบังเงา

ในเบื้องต้นต้องพิจารณาตำแหน่งของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้า และต้องกำหนดว่าต้องการบังเงาในช่วงเวลาใด เมื่อรู้ตำแหน่งของดวงอาทิตย์แล้วจึงจะสามารถเลือกปลูกต้นไม้ในทิศทางที่เหมาะสมได้ เพื่อให้ทรงพุ่มสามารถสกัดกั้นรังสีตกกระทบ ณ. ช่วงเวลานั้นๆในช่วงที่ต้องการทำความเย็น หรือช่วงที่อุณหภูมิอยู่นอกขอบเขตบนสุดของสภาวะน่าสบาย เป็นเส้นพื้นฐานใน Bioclimatic Chart ซึ่งแสดงว่าอุณหภูมิสูงเกินสภาวะน่าสบายและเข้าสู่ช่วงความร้อนวิกฤต (Overheat Zone) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ต้องการบังแดด ซึ่งนอกจากอุณหภูมิแล้วยังคงต้องพิจารณาถึงความชื้นด้วย ซึ่งเป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่กำหนดสภาวะน่าสบายด้วย เช่น ช่วงความร้อนวิกฤต (Overheat Zone) ของ Olgyay ใช้อุณหภูมิพื้นฐานที่ 21°C ในขณะที่เมือง Touczon จะใช้อุณหภูมิพื้นฐานที่ 24°C เนื่องจากพื้นที่นี้มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ

เมื่อได้ช่วงอุณหภูมิสูงสุดที่ต้องการการบังเงาแล้วจากในขั้นตอนแรกจะพบปัญหาที่ตามมาคือ ในการออกแบบไม่สามารถทำได้ครอบคลุมช่วงความร้อนวิกฤต (Overheat Period)ได้ทั้งหมด ดังนั้นสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาในขั้นตอนต่อไปคือ ควรออกแบบณ. ช่วงเวลาใดเพื่อบังเงาให้โครงสร้างอาคารได้อย่างเหมาะสมกับ ให้ได้ประสิทธิภาพในการทำความเย็นสูงสุดและการประหยัดพลังงาน

วันที่ทำการออกแบบ พืชพรรณที่ปลูกอยู่ในตำแหน่งระหว่างอาคารและดวงอาทิตย์ในช่วงที่มีอุณหภูมิสูงสุดจะให้ผลสูงสุด ซึ่งช่วงเวลาของแต่ละพื้นที่ที่ต้องการการทำความเย็นจะแตกต่างกัน โดยทั่วไปวันที่มีอุณหภูมิสูงสุดที่ผู้ออกแบบทั่วไปมักจะใช้คือ วันที่ 22 มิถุนายน แต่ในความเป็นจริงแล้วช่วงที่

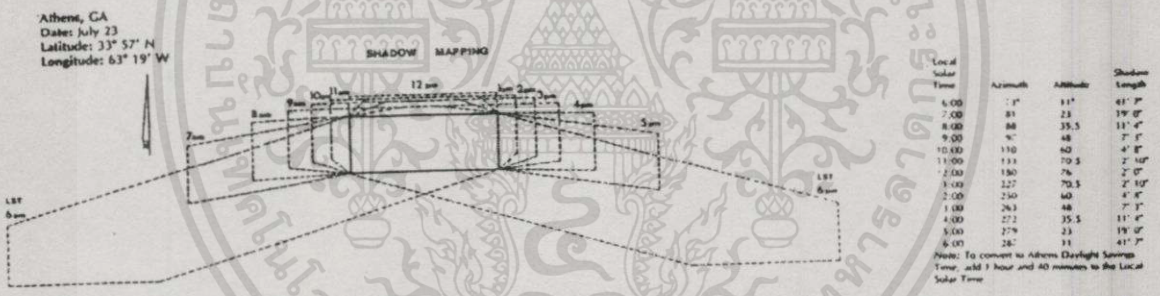
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิสูงสุดจริงจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาหลังจากนั้น เช่น ที่ Miami อุณหภูมิภายนอกสูงสุดจะอยู่ที่ ช่วงวันที่6 สิงหาคม และ ความต้องการในการใช้พลังงานสูงสุดสำหรับ ระบบปรับอากาศจะเป็นวันที่ 5 สิงหาคม

ชั่วโมงที่ใช้ในการออกแบบ ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดจะเกิดขึ้นในช่วงเวลา 17.30 น. เนื่องจากความร้อนที่เข้าสู่อาคาร (Heat Gain) จะสูงขึ้นในช่วงบ่ายและเครื่องปรับอากาศจะเริ่มทำงานเมื่อผู้ใช้อาคารกลับจากทำงาน
ถูกกำหนดโดยการประมาณค่าความจุความร้อนหรือค่าการหน่วงความร้อนของอาคารพักอาศัย ซึ่งโดยทั่วไปอาคารจะหน่วงความร้อนเอาไว้ประมาณ 2 – 3 ชั่วโมงก่อนที่พลังงานความร้อนจากภายนอกจะเข้ามาถึงภายในอาคาร ดังนั้นในการออกแบบชั่วโมงที่จำเป็นต้องป้องกันความร้อน คือ 15.00 น . ซึ่งสอดคล้องและใกล้เคียงกับอุณหภูมิสูงสุดในช่วงวัน

เมื่อทราบถึงช่วงเวลารายวันและรายปีที่ต้องการร่มเงาแล้ว ขั้นตอนต่อไปในการออกแบบจะต้องพิจารณาถึงการระยะทอดตัวของเงา พื้นที่ร่มเงา ของอาคาร สภาพแวดล้อม รวมถึงพืชพรรณที่จะนำมาปลูกในพื้นที่ในแต่ละช่วงเวลาด้วย โดยวิธีการหาพื้นที่ร่มเงาสามารถคำนวณได้จากความสัมพันธ์ของมุม อะซิมุท(Azimuth)และอัลติจูด(Altitude) ดังนี้

ตัวอย่างในการหาพื้นที่เงาในแต่ละช่วงเวลาโดยใช้วิธีผังเงา (Shadow Mapping) ของวันที่ 23 มิถุนายนของเมือง Athens ตะวันออกเฉียงใต้ของสหรัฐอเมริกา



ภาพที่ 6.3 แสดงตัวอย่างการหาพื้นที่เงาโดยผังเงา (Shadow Mapping)

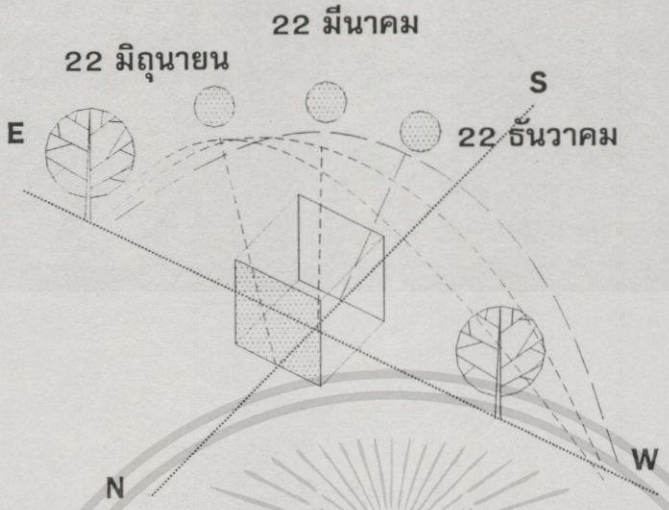
โดยการทำมุมโคจรของดวงอาทิตย์จะแสดงด้วยมุม อะซิมุท (Azimuth) และ อัลติจูด (Altitude) ของกรุงเทพฯ ในช่วงเดือนที่สามารถป้องกันได้ครอบคลุม แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่6.2 แสดงการทำมุมโคจรของดวงอาทิตย์จะแสดงด้วยมุม อะซิมุท (Azimuth) และ อัลติจูด (Altitude)ของกรุงเทพฯในเดือน มิถุนายน, ธันวาคม,มีนาคมและมิถุนายน

เดือน	มุม	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00
มิถุนายน	Azimuth	109	109	113	125	180	125	113	109	109	111
	Altitude	33	46	60	73	81	73	60	46	33	19
ธันวาคม	Azimuth	58	50	38	22	0	22	38	50	58	63
	Altitude	20	32	43	50	53	50	43	32	20	8
มีนาคม กันยายน	Azimuth	82	77	67	49	0	49	67	77	82	87
	Altitude	29	43	57	69	76	69	57	43	29	14

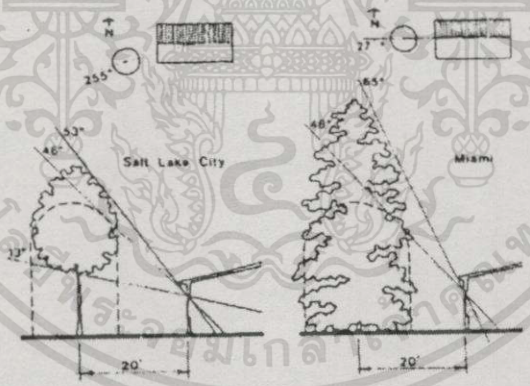
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ของมุม อะซิมุท (Azimuth) และ อัลติจูด (Altitude) กับอาคารในช่วงเวลาต่างๆในรอบปี



ภาพที่ 6.4 แสดงความสัมพันธ์ของมุม อะซิมุท (Azimuth) และ อัลติจูด (Altitude) ของจังหวัดกรุงเทพฯ

การหาตำแหน่งของพืชพรรณที่เหมาะสมกับ ช่วงอุณหภูมิสูงสุดเป็นเรื่องที่ซับซ้อน โดยเฉพาะถ้าต้องออกแบบเพื่อตอบสนองการรับรังสีดวงอาทิตย์(Solar Access)ในฤดูหนาวด้วย



ภาพที่ 6.5 แสดงความแตกต่างของพืชพรรณที่เกิดจากมุม ละติจูดและอะซิมุท ที่แตกต่างกัน

จากภาพ แสดงแนวการทำมุมอะซิมุท (Azimuth) ที่จะต้องปลูกต้นไม้เพื่อบังรังสีดวงอาทิตย์เปรียบเทียบระหว่างบ้านชั้นเดียวใน Salt Lake City และ Miami ที่เวลา 15 .00 น . วันที่ 1 สิงหาคม ด้วยความต่างของละติจูดของที่ตั้งทั้ง 2 ทำให้ตำแหน่งต้นไม้ที่ใช้อยู่ต่างกัน ความต้องการพื้นที่บังเงาของแต่ละอาคารเป็นปัจจัยในการกำหนดความสูงของทรงพุ่มที่จำเป็นให้กับช่วงเวลานั้น อย่างไรก็ตาม ตามสภาพที่เป็นจริงต้นไม้ควรจะมีความสูงมากกว่านี้ ถ้าต้องการเงาพื้นที่เงาในช่วง 22 มิถุนายน – 1 สิงหาคม เมื่อมุม อัลติจูดเพิ่มเป็น 53° - 65° ตามลำดับ ที่ Salt Lake มักมีอุณหภูมิโดยทั่วไปไม่เกิน 21°C และมุม อัลติจูด ต่ำสุดคือ 13° ในช่วงฤดูหนาวดังนั้นเพื่อตอบสนองการรับรังสีดวงอาทิตย์ระหว่างช่วงอุณหภูมิต่ำกว่าเกณฑ์ (Underheat Period) พื้นที่ภายใต้เส้น 13°จากยอดของหน้าต่างไม่ควรมีกลุ่มใบไม้บัง จึงควรใช้ต้นไม้ที่มีกลุ่มใบอยู่สูง ในขณะที่ Miami อุณหภูมิมักสูงกว่า 21°C ลักษณะของต้นไม้ที่เหมาะสมจึงควรเป็นลักษณะที่แตกกิ่งก้านตั้งแต่พื้น เนื่องจากไม่จำเป็นต้องรับรังสีดวงอาทิตย์เข้าสู่อาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.2 ตำแหน่งที่ต้องการบังเงา

สำหรับการออกแบบเพื่อลดอุณหภูมิอากาศในช่วงความร้อนวิกฤต (Overheat Period) ควรวิเคราะห์ถึงโครงสร้างอาคารเป็นอันดับแรก เพื่อกำหนดส่วนของอาคารที่จะทำให้เกิดความร้อน (Heat Gain) มากที่สุด และในกรณีนี้ การบังเงาจะเป็นที่ต้องการมากที่สุดเพื่อรองรับโครงสร้างส่วนที่จะเกิดความร้อนเข้าสู่อาคารมาก และจะทำให้ประหยัดพลังงานด้วยจำนวนต้นไม้ที่พอเหมาะ

การวิเคราะห์โครงสร้าง : ความร้อนที่เข้าสู่อาคาร (Heat Gain)

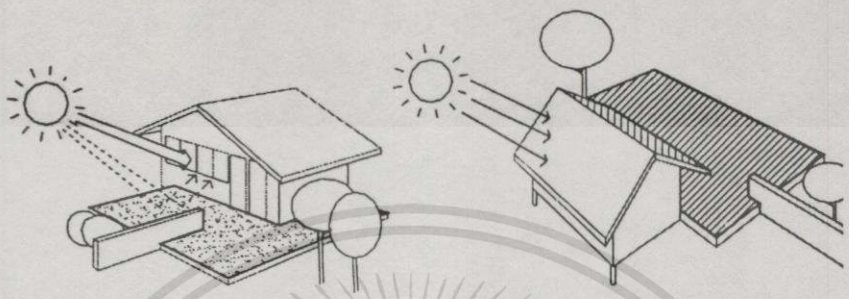
ความสัมพันธ์ระหว่างผลกระทบจากความร้อนรวม (Sol Air Impact) และ คุณสมบัติทางกายภาพในการป้องกันความร้อนของวัสดุเปลือกอาคารเป็นปัจจัยในการกำหนดปริมาณความร้อน (Heat Gain) ที่จะส่งผ่านเข้าสู่ส่วนโครงสร้างอาคาร โดยนำมาพิจารณาเป็นหัวข้อได้ดังต่อไปนี้

1. ทิศทาง (Orientation)
   ทิศทางของอาคารมีอิทธิพลต่อปริมาณ รังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นที่ผิวภายนอกของอาคาร ณ. ช่วงเวลาต่างๆ และมุมที่รังสีดวงอาทิตย์กระทำกับผนัง หน้าต่างและหลังคา ทิศทางต่างๆของอาคารจะส่งผลต่อ การเพิ่มความร้อน (Heat Gain), และการสูญเสียความร้อน (Heat Loss) ที่แตกต่างกัน ผนังทางด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตกที่มีพื้นที่มากและติดตั้งกระจกเพื่อรองรับรังสีดวงอาทิตย์ที่ทำมุมต่ำในช่วงเวลาเช้าตรู่และเย็น ถ้าพื้นผิวเหล่านี้ไม่ได้รับการบังเงา โครงสร้างก็จะถูกทำให้ร้อนขึ้นในช่วงเวลาเช้าตรู่ และส่งผลให้ร้อนไปจนถึงช่วงเวลาเย็นและส่งผลให้ความร้อนเพิ่มขึ้น
2. ตำแหน่งของหน้าต่าง เมื่อความร้อนที่ผ่านเข้าหน้าต่างในปริมาณ $^{3}/_{4}$ ของความร้อนทั้งหมดในตำแหน่งนั้นจะต้องคำนึงถึงมุมตกกระทบของรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงที่ต้องการการบังเงา
3. ความจุและการนำความร้อนของผนังและหลังคา โครงสร้างของอาคารที่ใช้วัสดุที่เก็บความร้อนได้มากแต่ไม่ส่งผ่านความร้อน จำเป็นน้อยกว่าสำหรับการบังเงาเมื่อเปรียบเทียบกับอาคารโครงสร้างที่เกิด การเพิ่มความร้อน(Heat Gain), และการสูญเสียความร้อน (Heat Loss) ได้อย่างฉับพลัน
4. สีและลักษณะพื้นผิว วัสดุที่มีสีเข้มและหยาบจะสามารถดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ได้ดีกว่า วัสดุที่มีสีสว่างและพื้นผิวเรียบ พื้นผิวที่มีการสะท้อนต่ำ จำเป็นสำหรับการบังเงามากกว่าพื้นผิวที่มี ค่าการสะท้อน (Albedo) สูง

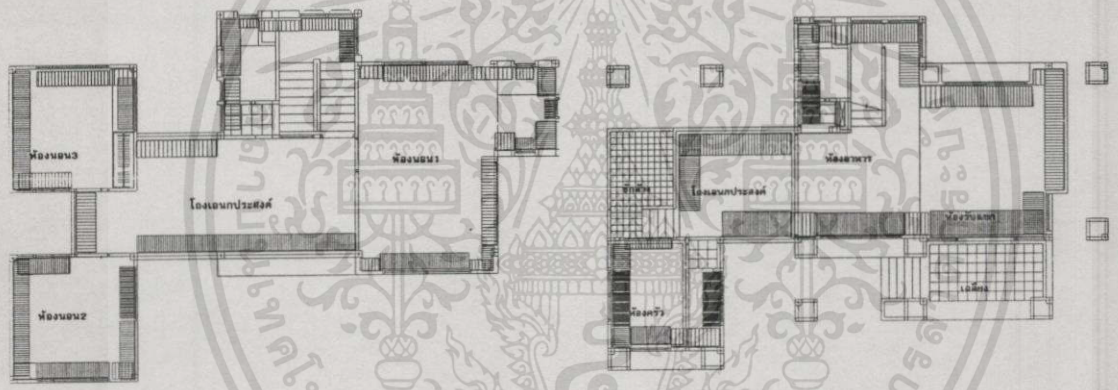
- **ความสามารถในการนำของวัสดุ (Capacitive)** สภาพการนำขึ้นอยู่กับความหนาแน่นมวลสารของวัสดุ ซึ่งจะให้ผลในเรื่องของการหน่วงเวลา (Time Lag) ในการนำความร้อนเข้าสู่อาคาร หากได้มีการปลูกต้นเพื่อป้องกันรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงแล้วจะทำให้ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารลดลงและเกิดในระยะเวลาสั้นๆ
- **ความต้านทานของวัสดุ (Resistive)** เป็นสัดส่วนที่แปรผกผันกับการนำความร้อนเข้าสู่อาคาร วัสดุที่มีค่าความต้านทานความร้อนมากๆมักเป็นวัสดุที่มีความโปร่ง พรุน เช่นฉนวน หรือช่องว่างอากาศ ซึ่งช่องว่างอากาศนี้เมื่ออยู่ในภาวะนิ่งจะมีความเป็นฉนวนสูง และสภาวะความเป็นฉนวนนี้จะเสื่อมลงเมื่อได้รับความชื้นหรือไอน้ำที่เข้าไปแทนที่ในช่องว่างอากาศ ซึ่งจะกลายเป็นตัวนำความร้อนที่ดี ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพลดลง ซึ่งฉนวนโดยส่วนใหญ่ไม่ทนทานต่อการเปียกน้ำ ความชื้น ดังนั้นต้นไม้ที่ควรปลูกในบริเวณนั้นจึงควรมีคุณสมบัติในการให้ร่มเงา เพื่อลดความหนาของฉนวนที่จำเป็นต้องใช้ และมีอัตราการคายน้ำต่ำ หรือปลูกให้ห่างจากอาคารมากขึ้น เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาจากความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **การสะท้อนของวัสดุ (Reflective)** ต้นไม้จะช่วยดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ที่สะท้อนจากสิ่งก่อสร้างได้ แต่ลักษณะของรังสีนั้นควรอยู่ในรูปของรังสีกระจาย ไม่ควรอยู่ในรูปของการสะท้อนเฉพาะบริเวณ เนื่องจากจะทำให้วัสดุพืชพรรณชนิดอื่นไหม้ เสียหายได้ นอกจากนี้การหลีกเลี่ยงรังสีสะท้อนจากภายนอกเข้าสู่อาคารทำได้โดยวางแนวอาคารเพื่อบังแดดให้ลานหรือสภาพแวดล้อมนั้นๆและปลูกพืชพรรณเพื่อลดการสะท้อนโดยรอบ



ภาพที่ 6.6 แสดงการสะท้อนพื้นผิวของวัสดุ



ภาพที่ 6.7 แสดงการวิเคราะห์ความร้อน (Heat Gain) ผ่านโครงสร้างอาคารตัวอย่าง[2]

การวิเคราะห์โครงสร้าง : การใช้พื้นที่

นอกจากที่ได้กล่าวมากแล้ว พื้นที่การใช้งานที่แตกต่างกันก็ต้องการการลดอุณหภูมิในระดับที่ต่างกันด้วย โดยความต้องการขึ้นอยู่กับตัวแปรดังต่อไปนี้

1. ความถี่ในการใช้งานห้องต่างๆ เช่นห้องนั่งเล่น ย่อมต้องการการทำความเย็นมากกว่าห้องที่ใช้งานน้อยกว่า

2. ช่วงเวลาการใช้งาน พื้นที่กิจกรรมที่ใช้งานมากในช่วงเวลาที่เกิดความร้อนรวม (Sol Air Impact) ในปริมาณมาก ซึ่งจะส่งผลให้ต้องการการทำความเย็นมากกว่าพื้นที่ที่มีกิจกรรมน้อยกว่า เช่นห้องนั่งเล่นมักจะถูกใช้งานบ่อยในช่วงบ่าย- เย็น ซึ่งจะเป็นช่วงที่ต้องการการทำความเย็นมากที่สุด

3. ตำแหน่ง ข้อพิจารณาควรคำนึงถึง ความร้อนรวม (Sol Air Impact) ของผนังของห้องนั้นๆ เช่น ห้องนอนที่อยู่ทางด้านทิศตะวันตกของบ้านจะต้องการการทำความเย็นมากว่าอีกห้องที่อยู่ทางด้านทิศตะวันออกถ้าไม่ได้รับการบังเงา ผนังห้องทางด้านทิศตะวันตกจะแผ่รังสีความร้อนเข้ามาในช่วงเวลากลาง

---

[2] สำนักนโยบายพลังงานแห่งชาติ. "บ้านต้นแบบที่ 4." ม.ป.ส.,ม.ป.ป.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

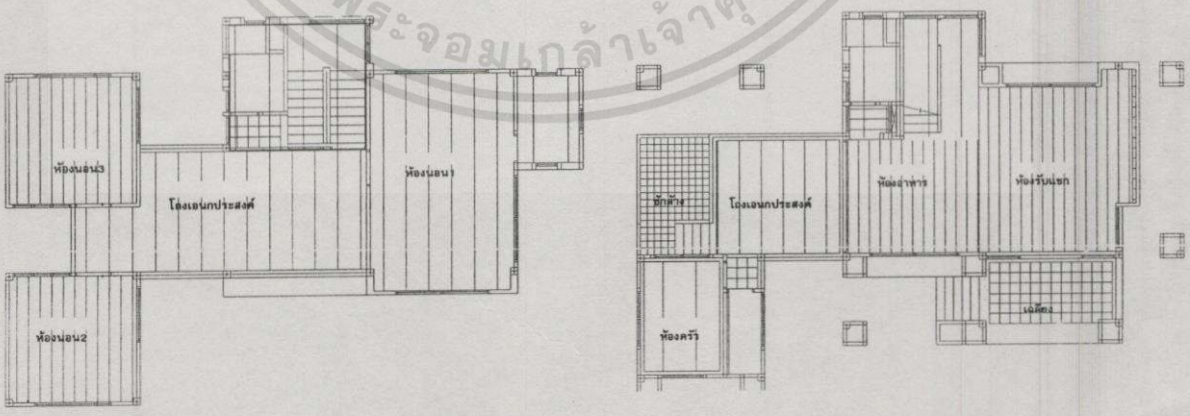
คืน ทำให้เกินสภาวะน่าสบายในขณะที่ห้องนอนทางด้านทิศตะวันออก เมื่อไม่ได้บังเงาจะร้อนขึ้นที่สุดในช่วงสาย ซึ่งเป็นช่วงที่ไม่ได้ใช้งาน และจะไม่มีความร้อนต่อเนื่องจากรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Load) ต่อไปในวันนั้น

ตารางที่6.3 แสดงตัวอย่างความสัมพันธ์ความต้องการใช้งานของอาคารพักอาศัยในเขตกรุงเทพฯ

พื้นที่ใช้สอย	ความถี่การใช้งาน	ช่วงเวลาในการใช้งาน	ตำแหน่ง (ทิศ)	ระยะเวลาการใช้งาน	ความต้องการแสงสว่าง	การระบายอากาศ
จอดรถ	*	18.00-7.00น.	-	13 ชั่วโมง	_	*
ห้องนอน	***	20.00-6.00น.	-	10ชั่วโมง	*	**
ห้องน้ำ	ไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับจำนวนสมาชิก	6.00-7.00น. 19.00-20.00น.	-	ไม่แน่นอน	**	***
ห้องนั่งเล่น ห้องรับแขก	วันธรรมดา ** วันหยุด ***	วันธรรมดา 19.30-22.30น. วันหยุด 10.00-22.30น.	-	3-4 ชั่วโมง	*	**
ห้องอาหาร	**	6.30- 7.30น. 16.00-18.00น. วันหยุด 12.00-13.00น.	-	2-3 ชั่วโมง	*	**
ห้องครัว	**		-	1 ½ ชั่วโมง	**	***
ระเบียง	วันธรรมดา * วันหยุด **	8.00-10.00น. 17.00-18.00น.	-	3-4 ชั่วโมง	**	***

หมายเหตุ

* ความต้องการน้อย
** ความต้องการปานกลาง
*** ความต้องการมาก

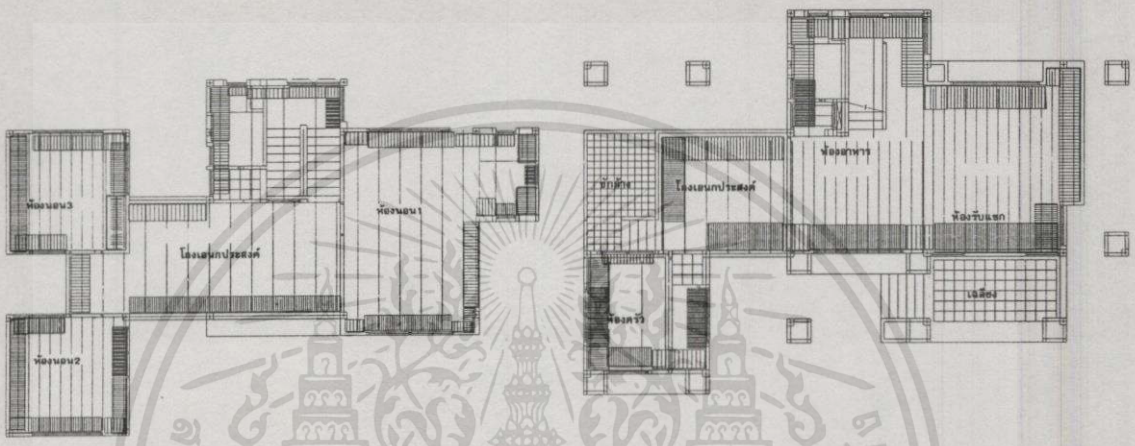


ภาพที่ 6.8 แสดงตำแหน่งการใช้พื้นที่ในโครงสร้างอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

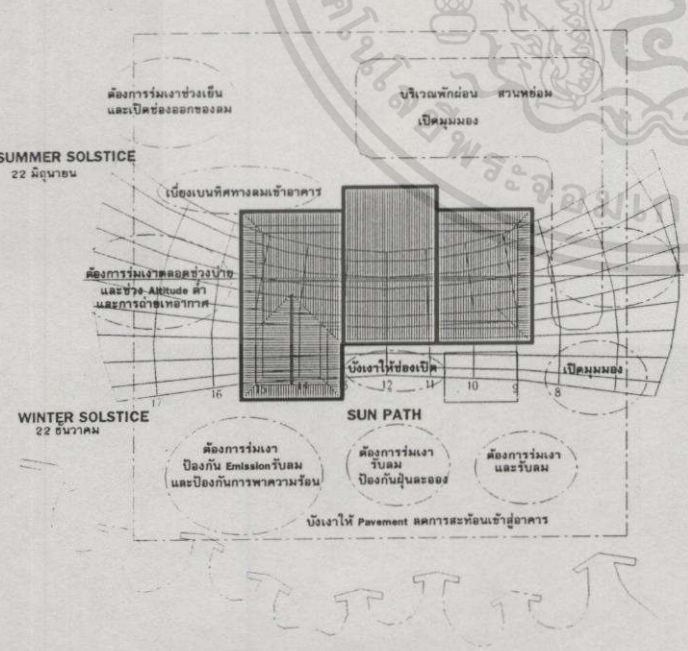
การวิเคราะห์โครงสร้าง : การบังเงาองค์ประกอบโครงสร้างอาคาร

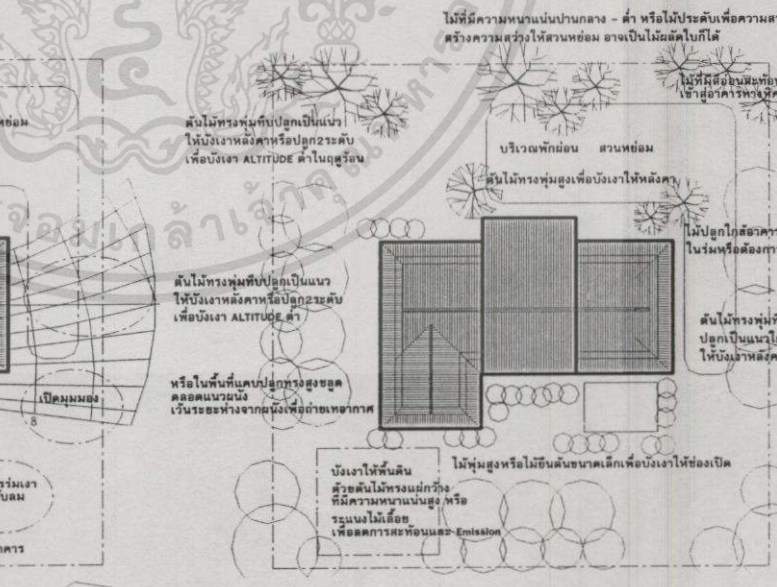
เป็นการรวมระหว่างบริเวณพื้นที่การใช้งานและความร้อน (Heat Gain) จากภายนอกและภายในโครงสร้างมีความสัมพันธ์ต่อความต้องการการทำความเย็น และจากการวิเคราะห์ดังกล่าวจะเป็นตัวแปรในการอธิบายความต้องการในการบังเงากับทุกส่วนของเปลือกอาคาร ซึ่งแต่ละโครงสร้างจะมีความต้องการในการบังเงาแตกต่างกัน และเมื่อมีการลำดับขั้นความสำคัญของพื้นที่ในการบังเงาแล้ว ก็จะช่วยให้ง่ายขึ้นในการออกแบบควบคุมรังสีดวงอาทิตย์อย่างมีประสิทธิภาพในขั้นตอนการออกแบบวัสดุพืชพรรณรอบอาคาร



ภาพที่ 6.9 การวิเคราะห์ส่วนโครงสร้างอาคารที่ต้องการบังเงา

ตัวอย่างการวิเคราะห์บริเวณ (Zoning) และวางผังบริเวณเบื้องต้น



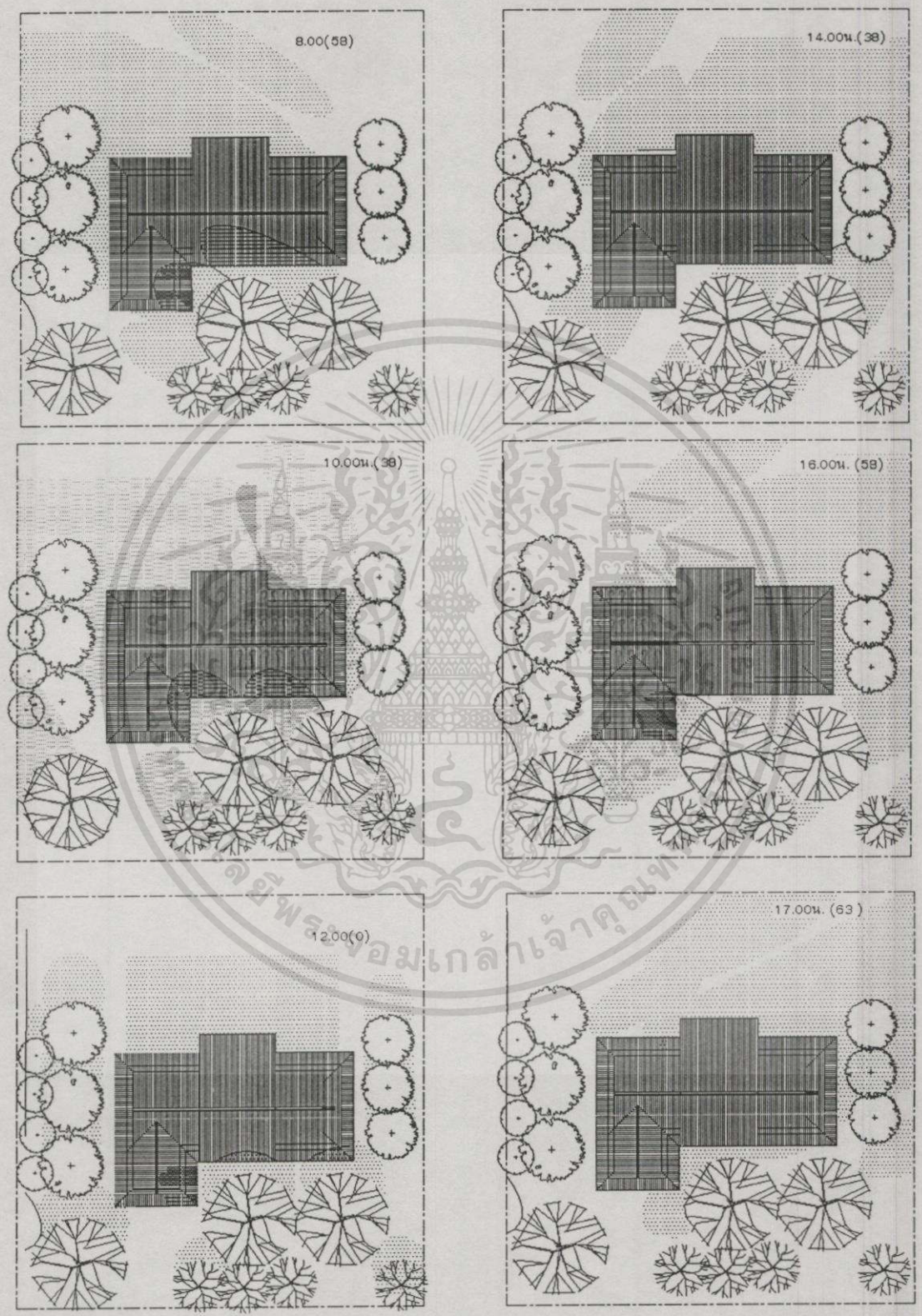


ภาพที่ 6.10 แสดงการวิเคราะห์ Zoning รอบอาคารตัวอย่าง

ภาพที่ 6.11 แสดงการวางผังบริเวณ รอบอาคารตัวอย่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังเงา(Shadow Mapping) ในช่วงเวลาต่างๆ ของอาคารตัวอย่างในเดือนธันวาคม

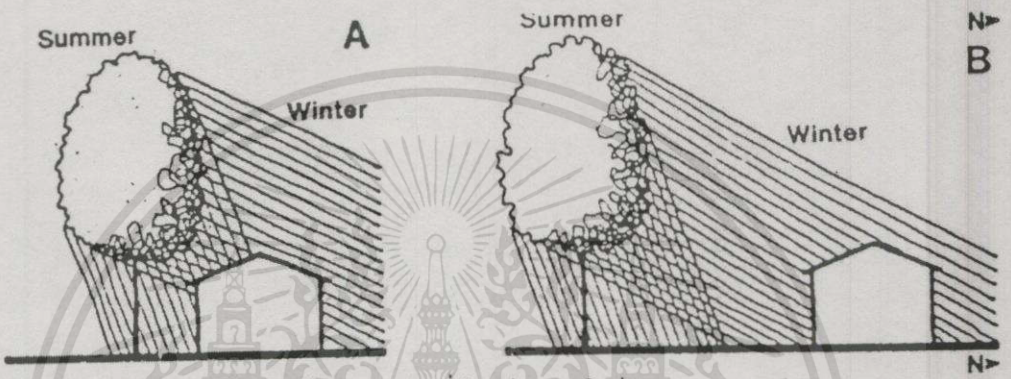


ภาพที่ 6.12 แสดงผังเงา (Shadow Mapping) ของอาคารตัวอย่างในเดือนธันวาคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

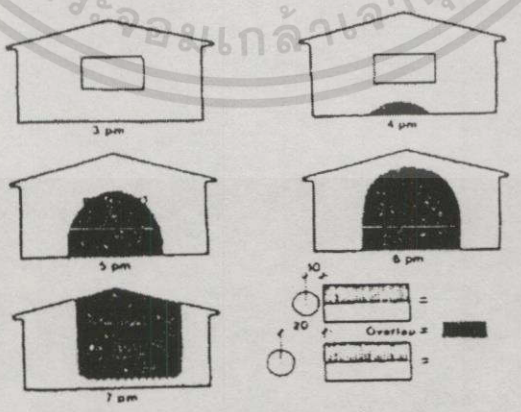
ตำแหน่งการปลูกไม้ยืนต้น

การปลูกไม้ยืนต้นใกล้โครงสร้าง ไม้ยืนต้นที่บังเงาให้ผนังด้านทิศใต้จะให้ผลมากที่สุด โดยต้องอยู่ในระยะที่เหมาะสม ต้นไม้ที่อยู่ห่างจากอาคารมากเกินไปจะไม่ทำให้เกิดเงาในช่วงความร้อนวิกฤต (Overheat Period) และในช่วงฤดูหนาวเมื่อดวงอาทิตย์ทำมุมต่ำ ไม้ยืนต้นจะบังเงาผนังด้านทิศใต้ซึ่งไม่สอดคล้องกับความต้องการในการรับรังสีดวงอาทิตย์เพื่อทำความอบอุ่นให้อาคาร ต้นไม้ที่อยู่ทางด้านทิศใต้ควรอยู่ใกล้กับโครงสร้างอาคาร สำหรับพื้นที่ที่มีช่วงอุณหภูมิต่ำกว่าเกณฑ์ (Underheat Period) ยาวนาน ควรตัดแต่งไม้ยืนต้นให้มีความสูงเพียงพอที่จะยอมให้รับรังสีดวงอาทิตย์(Solar Access)ได้ และประโยชน์จากการปลูกต้นไม้ทางด้านทิศใต้อีกประการหนึ่งคือ หลังคาทางด้านทิศใต้จะได้รับการบังเงาก่อนส่วนอื่นๆ



ภาพที่ 6.13 แสดงระยะห่างระหว่างต้นไม้กับอาคารที่มีผลต่อการเกิดร่มเงา

ส่วนไม้ยืนต้นที่บังเงาให้ผนังทางด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตก จะทำให้เกิดเงายาวนานขึ้นเมื่ออยู่ใกล้ผนังมากขึ้น จากภาพ แสดง ต้นไม้ที่มีความสูง 7.6 ม. และ 4.6 ม. ที่ห่างจากอาคารในระยะ 3.00 ม. จากผนังทางด้านทิศตะวันตกจะบังเงาได้ 47% ของผนังภายนอกในช่วง 15.00 –17.00 น. ส่วนต้นไม้ที่ความสูงเดียวกัน อยู่ห่างจากอาคาร 6.1 ม. จะมีพื้นที่บังเงาได้เพียง 27% ของผนัง ณ. ช่วงเวลาเดียวกัน แต่ในขณะเดียวกันระยะห่างจากอาคารต้องคำนึงระยะของราก และลักษณะของดินที่ปลูกด้วย ดินที่มีความยืดหยุ่นสูง (จากการรับน้ำและการสูญเสียน้ำมาก) ดินจะมีการขยายตัวได้สูงส่งจะส่งผลในการทำลายฐานรากและผนังอาคาร



ภาพที่ 6.14 แสดงระยะห่างระหว่างต้นไม้กับอาคารที่มีผลต่อการบังเงาหน้าต่าง

การใช้ต้นไม้เพื่อบังเงาช่องเปิด หน้าต่าง

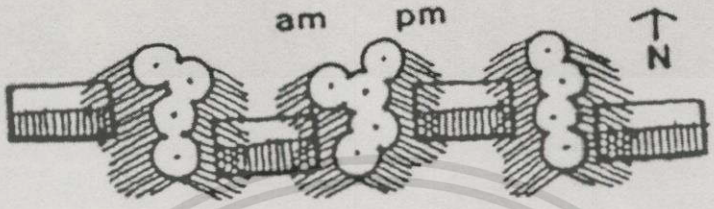
การบังเงาให้หน้าต่างและช่องเปิดจะให้ผลดีจากการที่ไม้ยืนต้นทำหน้าที่เป็นทั้งเป็นตัวสกัดกั้นรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงในขณะที่ทำให้สามารถมองเห็นทิวทัศน์ภายนอกอาคารได้เช่นเดียวกัน แม้ว่ากลุ่มใบจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหนาแน่นใบสูงเนื่องจากไม้ยืนต้นมีพื้นที่ว่างบริเวณใต้กลุ่มใบ ซึ่งจะให้ผลดีที่สุดหากบังเงาให้ผนังทางด้านทิศตะวันตกและตะวันออก

การปลูกไม้ยืนต้นตลอดแนวเขตพื้นที่ตะวันตกและตะวันออก

สำหรับกลุ่มอาคารที่วางแนวเรียงกัน ควรพิจารณาการบังเงาให้กับบริเวณข้างเคียง โดยเฉพาะไม้ยืนต้นที่ตั้งอยู่ในแนวขอบเขตที่ดินด้านตะวันตกและตะวันออกของอาคาร จะช่วยในการบังเงาผนังตะวันออกในช่วงเวลาเช้าและบังเงาผนังตะวันตกในช่วงเวลาบ่าย



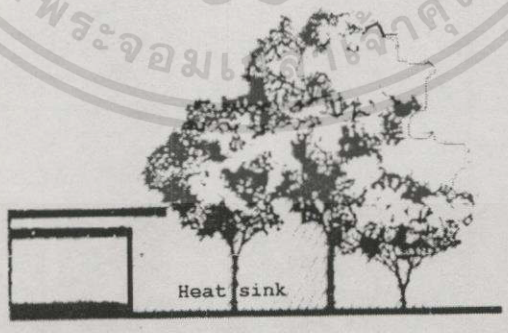
ภาพที่ 6.15 การปลูกไม้ยืนต้นในแนวเขตทิศตะวันออกและตะวันตก

การปลูกไม้ยืนต้นเพื่อบังเงาให้ Air Conditioned Unit

การให้ร่มเงาและผลจากการคายน้ำของต้นไม้จะเป็นตัวลดอุณหภูมิที่สำคัญของ อุปกรณ์เครื่องปรับอากาศ และควรให้ร่มเงาตลอดช่วงที่ต้องการทำความเย็น (Cooling Season) สำหรับช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์ทำมุมต่ำ การใช้ไม้พุ่มที่แตกกิ่งก้านตั้งแต่โคนต้นจะให้ผลที่เหมาะสมกว่า และทรงพุ่มควรตัดแต่งเพื่อไม่ให้ขัดขวางการระบายอากาศบริเวณเครื่องระบายความร้อนของระบบปรับอากาศ

การปลูกไม้ยืนต้นเพื่อบังเงาให้บริเวณที่เป็น Heat Sink ภายนอกอาคาร

วัสดุในการก่อสร้างทั่วไป เช่นคอนกรีต แอสฟัลท์ และวัสดุพื้นผิวแข็งชนิดอื่นสามารถดูดซับและคายความร้อนออกมาได้ในปริมาณมาก การบังเงาให้กับวัสดุโครงสร้างเหล่านี้จะช่วยลดความร้อนโดยรอบโครงสร้างนั้นๆจากการลดอัตราการเปล่งรังสีคลื่นยาวกลับได้ และจะส่งเสริมให้พื้นที่ภายนอกอาคารสามารถใช้งานได้ เช่น เฉลียง ลานบ้านเป็นต้น



ภาพที่ 6.16 แสดงการเกิด Heat Sink รอบอาคาร

การปรับสภาวะทางร่างกายจากไม้ยืนต้นรอบอาคาร

ไม้ยืนต้นที่ปลูกเป็นจำนวนมากโดยรอบอาคารจะส่งผลให้เกิดการปรับสภาวะทางร่างกายของผู้ใช้อาคารก่อนเข้าถึงตัวอาคาร ได้แก่ การปรับสภาวะทางด้านอุณหภูมิให้ลดลงจากภายนอกที่ร้อนจัดเพื่อให้ร่างกายสามารถระบายความร้อนได้ทันและในขณะเดียวกัน ยังส่งผลในเรื่องการปรับสภาวะทางสายตา(Eye Adaptation)จากที่สว่างและแดดจ้าเข้าสู่อาคารที่มืดกว่า เนื่องจากม่านตาปรับสภาพไม่ทัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

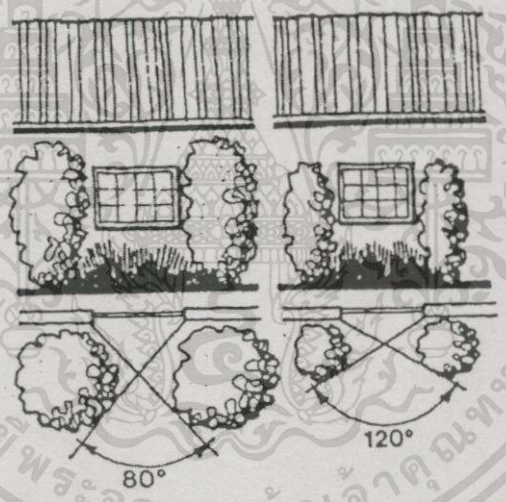
ตำแหน่งการปลูกไม้พุ่ม

จากการทดลองของ Parker 1981 พบว่าไม้พุ่มเดี่ยวที่มีความสูง 5 ฟุตจะบังเงาผนังทางด้านทิศตะวันออกได้ระหว่าง 9.00- 12.00 น. ซึ่งจะช่วยลดอุณหภูมิเฉลี่ยของผนังที่อยู่ด้านหลังได้ 13.5 °C และอัตราการลดลงนี้เทียบเท่าได้กับฉนวนที่มีค่าความต้านทานความร้อน (R Value) 14 ที่บังเงาให้โครงสร้างอาคารที่ทำด้วยคอนกรีตบลอค คุสมบัติและประโยชน์ที่ได้จากไม้พุ่มคือ

1. ช่วยในการลดความร้อน (Heat Gain) ผ่านผนังและหน้าต่างจะได้ผลดี เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการปรับสภาพให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมหลังจากนำมาปลูกน้อยกว่าไม้ยืนต้น
2. ค่าใช้จ่ายน้อยกว่าไม้ยืนต้นและปลูก บำรุงรักษาได้ง่ายกว่า
3. รากของต้นไม้จะไม่ทำลายฐานราก เนื่องจากการแตกแขนงของรากมีน้อยกว่า
4. ต้องการพื้นที่น้อยกว่าไม้ยืนต้น

การปลูกไม้พุ่มเพื่อบังเงาให้ผนังและหน้าต่างทิศตะวันตกและตะวันออก

การนำมาใช้เพื่อบังเงาผนังทางด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตก ควรใช้ในพื้นที่ที่มีช่วงความร้อนวิกฤต (Overheat Period) ยาวนาน 5 เดือน ขึ้นไป ซึ่งควรเป็นไม้พุ่มไม่ผลัดใบปลูกตลอดแนวของผนังทางด้านทิศตะวันตก ทั้งนี้ประสิทธิภาพในการบังเงาจะขึ้นอยู่กับขนาดของไม้พุ่มเป็นหลัก

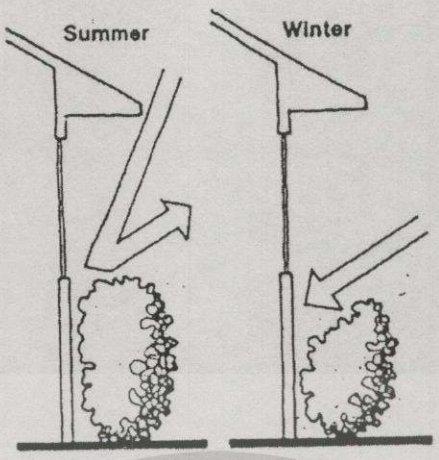


ภาพที่ 6.17 แสดงการปลูกไม้พุ่มเพื่อบังเงาหน้าต่าง

การปลูกไม้พุ่มเพื่อบังเงาให้ผนังทางด้านทิศใต้

ไม้พุ่มจะเหมาะกับพื้นที่ที่ต้องการทั้ง การลดความร้อนเข้าสู่อาคาร (Heat Gain) ในช่วงความร้อนวิกฤต (Overheat Period) เข้าสู่อาคาร และรับรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Access) ในช่วง อุณหภูมิต่ำกว่าเกณฑ์ (Underheat Period) เนื่องจากสามารถตัดแต่งได้ง่ายเพื่อหลีกเลี่ยงการบังเงาให้ช่องเปิดอาคารในฤดูหนาวได้ Parker ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการตัดแต่งไม้พุ่มและรั้วต้นไม้เตี้ยบริเวณด้านหน้าผนังอาคาร ซึ่งทำให้เกิดบริเวณอับอากาศ ที่ไม่มีการถ่ายเทอากาศ(Dead Air Space) ด้านหลังไม้พุ่มที่ถูกตัดแต่ง ซึ่งบริเวณนี้จะเป็นบริเวณที่ได้รับความร้อนและอาจเพิ่มอุณหภูมิผนังในช่วงเดือนที่อากาศหนาว และไม้ส่วนที่เพิ่งขึ้นใหม่จะค่อยๆลด การสะสมรังสีดวงอาทิตย์ (Sun Pocket) และเพิ่มพื้นที่บังเงาให้กับอาคารในช่วงที่อากาศเริ่มร้อนขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.18 แสดงการตัดแต่งไม้พุ่มบริเวณหน้าต่างในฤดูร้อน ฤดูหนาว

การปลูกไม้พุ่มเพื่อควบคุมกระแสลม

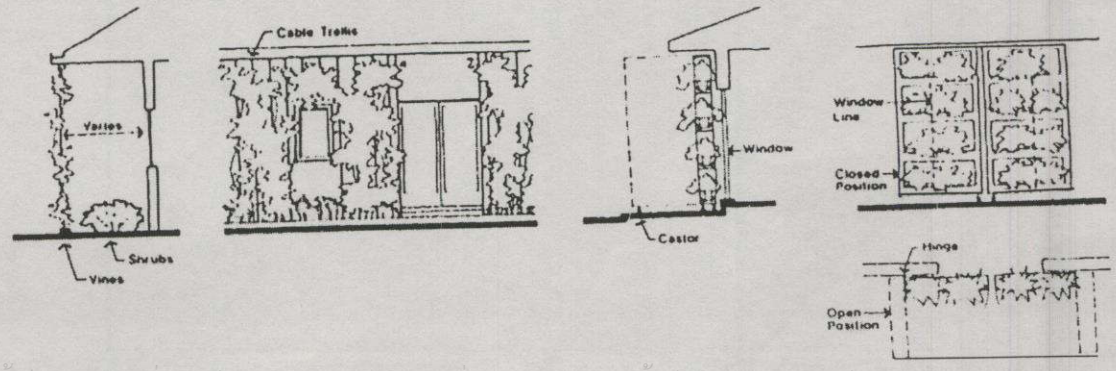
ในการควบคุมรังรังสีดวงอาทิตย์ สิ่งที่ต้องระวังคือ การขัดขวางและสกัดกั้นการพัดพาของลมหากอยู่ในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม แต่ในขณะเดียวกันหากได้มีการจัดวางที่เหมาะสมแล้วไม้พุ่มจะช่วยให้เกิดการไหลของลมเย็นได้ดีขึ้น และจะกระจาย ลด หรือเบี่ยงเบนลมร้อนออกจากอาคารได้

ตำแหน่งการปลูกไม้เลื้อย

การปลูกไม้เลื้อยเพื่อบังเงาผนัง หน้าต่าง และพื้นที่ภายนอกอาคาร

สำหรับพื้นที่ที่มีช่วงอุณหภูมิต่ำกว่าเกณฑ์ (Underheat Period) ยาวนานไม้เลื้อยผลัดใบจะให้ผลดีที่สุดบนผนังทางด้านทิศใต้และตะวันออก เพื่อรับ Heat Gain ในฤดูหนาวเนื่องจากใบจะร่วงและยอมให้รังสีดวงอาทิตย์เข้ามาได้บางส่วน ส่วนไม้เลื้อยที่ไม่ผลัดใบจะเหมาะกับพื้นที่ที่มีช่วงความร้อนวิกฤต (Overheat Period) ยาวนาน จะให้ร่มเงาตลอดทั้งปีสำหรับผนังทิศเหนือและทิศตะวันตกในพื้นที่ละติจูดเหนือ

ระแนงไม้เลื้อยควรอยู่ในทิศตะวันออก ใต้ และตะวันตก จะช่วยป้องกันแสงจากรังสีตกกระทบในฤดูร้อนและสร้างให้เกิดความเย็น ในขณะเดียวกันข้อควรระวังคือในช่วงฤดูหนาวระแนงไม้เลื้อยอาจเป็นตัวสกัดกั้นการเข้าถึงของรังสีดวงอาทิตย์ถ้าโครงสร้างที่รองรับมีขนาดใหญ่และใบไม้หนาทึบ ไม้เลื้อยสามารถปลูกอยู่ได้หลายลักษณะ เช่นเกาะอยู่กับไม้ระแนงหรือลวดในลักษณะของอุปกรณ์บังแดดแนวนอน ซึ่งระแนงนี้อาจอาจนำมาติดตั้งบริเวณด้านหน้าของผนังและหน้าต่าง ,ไม้เลื้อยที่เกาะผนัง จะสามารถเกาะอยู่ได้โดยไม่ต้องมีโครงสร้างรองรับ โดยผนังนั้นจะต้องมพื้นผิวขรุขระ และไม้เลื้อยจะต้องไม่ทำให้โครงสร้างอาคารเสียหาย ,กระบะไม้เลื้อยริมหน้าต่างก็สามารถช่วยในการลดรังสีสะท้อนของดวงอาทิตย์ ดังรูป



ภาพที่ 6.19 แสดงการปลูกไม้เลื้อยในลักษณะต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 การออกแบบพืชพรรณเพื่อการควบคุมกระแสลม

ลักษณะการจัดกลุ่มของต้นไม้

ลักษณะการจัดกลุ่มของมวลต้นไม้ต่างๆที่มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น นอกจากการจัดแนวแถวและความหนาแน่นของตัวต้านลมแล้ว ก็มีผลในการลดความเร็วลมเช่นกัน ดังนั้นจึงได้มีผู้ทำการศึกษาวิธีในการจัดกลุ่มเพื่อก่อให้เกิดช่องว่างระหว่างกลุ่มที่สามารถเพิ่มความเร็วลมขึ้นได้ โดยการดูด อัด ดันที่เกิดขึ้นเมื่อมีการพัดของลม

จากการทดลองของ J Van Elmern ได้วัดความเร็วลมบริเวณช่องว่างระหว่างกลุ่มต้นไม้ของแนวต้านลม วัดความเร็วลมได้ 4.50 เมตรต่อวินาที ซึ่งเมื่อเทียบกับความเร็วลมที่วัดได้ในที่โล่งแจ้ง ได้ 3.60 เมตร / วินาที ซึ่งนับว่าอัตราความเร็วลมที่บริเวณช่องว่างระหว่างกลุ่มต้นไม้ของแนวต้านลม มีความเร็วลมที่พัดแรงกว่า 0.90 เมตร/ วินาที และมีการค้นพบว่า ระยะช่องว่างระหว่างแนวต้านลมต่างๆควรมีระยะห่างกันประมาณ 12 เมตร ระยะห่างที่เว้นว่างของมวลแนวต้านลม โดยมีช่องว่างชนิดขนานกันไป และมีความกว้างห่างจากกันมากจะไม่เกิดผลใดๆต่อการลดหรือเพิ่มความเร็วลม

การจัดวางกลุ่มของสิ่งก่อสร้างหรือแนวต้นไม้ ในลักษณะที่ก่อให้เกิดช่องว่างเป็นมุมแหลม เช่น (1) การจัดผังกลุ่มแนวต้นไม้เป็นจำนวนมาก ในลักษณะราวสะพาน สามารถทำให้เกิดการเร่งความเร็วลมที่พัดผ่านมา โดยอาศัยหลักการเช่นเดียวกับความเร็วลมที่เพิ่มขึ้นรอบลำต้น ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว นอกจากนี้การวางผังของกลุ่มต้นไม้ในลักษณะสลับสับหว่างกัน หรือในลักษณะรูพรุน(2) ก็สามารถทำให้เกิดลมที่พัดผ่านมา เกิดการกระจายตัวออกไปได้ทั่วถึงกัน ซึ่งทำให้อุณหภูมิของอากาศโดยรอบบริเวณนั้น ลดลงได้โดยการพาความร้อนของลม

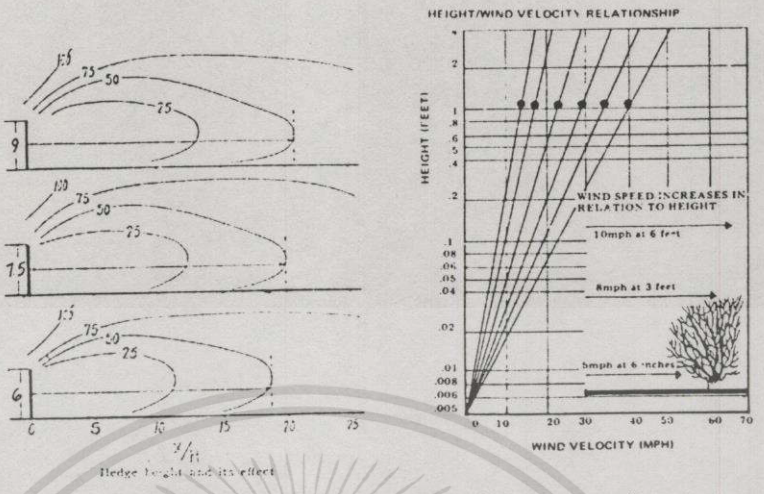


ภาพที่ 6.20แสดงการจัดวางตำแหน่งพืชพรรณและสภาพแวดล้อมที่มีปลต่อการควบคุมทิศทางลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

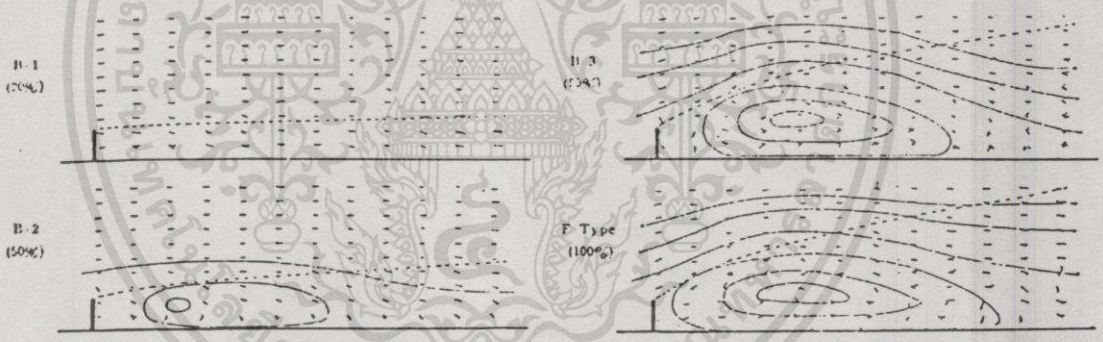
ปัจจัยที่มีผลต่อรูปแบบ ปริมาณ และความเร็วลม

- **ความสูง** มีผลเกี่ยวข้องกับระยะ Wind Shadow (แนวอับลม) ความสูงที่เพิ่มมากขึ้นจะยิ่งเพิ่มระยะ Wind Shadow ที่อยู่ทางด้านใต้ลม



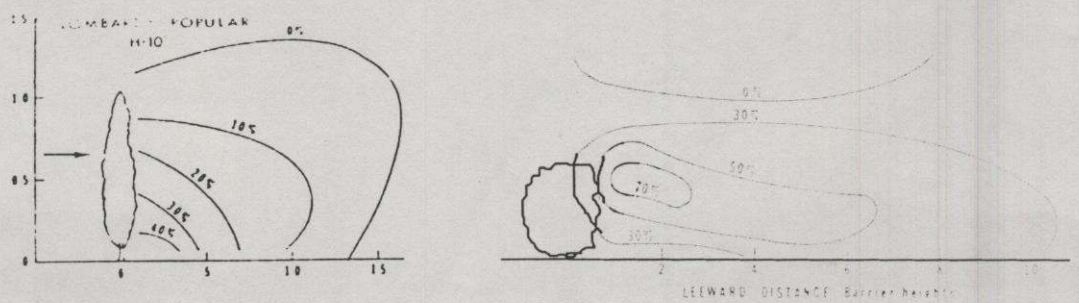
ภาพที่ 6.21 แสดงความหนาแน่นของต้นไม้ในระดับต่าง ๆที่มีผลต่อรูปแบบการพัดพาและหมุนวนของลม

- **ความหนาแน่น** หากแนวต้นไม้มีความหนาแน่นน้อย รูปแบบการพัดของลมด้านใต้ลมจะเป็นแนวเส้นตรงในขณะที่ แนวต้นไม้ที่มีความหนาทึบลมส่วนใหญ่จะถูกดันขึ้นสูงข้ามแนวต้นไม้ และลมจะพัดแบบหมุนวน



ภาพที่ 6.22 แสดงความสัมพันธ์ของความหนาแน่นพุ่มกับลม

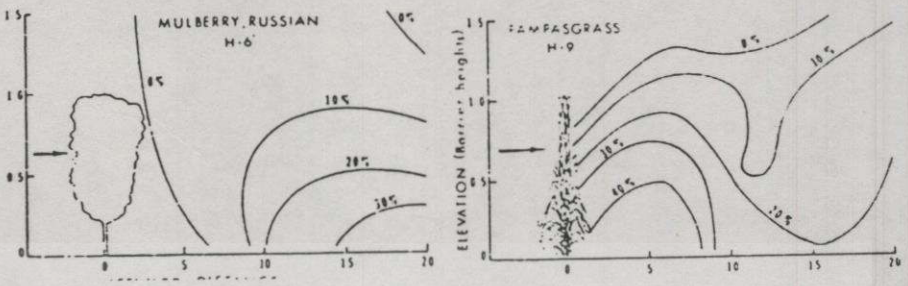
- **ชนิดของทรงพุ่มที่แตกต่างกัน**
  - ต้นไม้ที่มีพื้นที่ใต้พุ่มสูง ความเร็วลมที่ลดลงจะอยู่ในระยะไกลจากต้นไม้
  - ต้นไม้ที่ลำต้นอ่อน ลู่ลมง่าย ลักษณะลมที่พัดจะไม่คงที่ และพัดแบบหมุนวน



ภาพที่ 6.23 (ก) แสดงความสัมพันธ์ของรูปทรงพุ่มกับลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ต้นไม้ที่มีทรงพุ่มแคบยาว พื้นที่ใต้พุ่มน้อย จะมีอัตราการลดความเร็วลมค่อยๆลดลงไปตามระยะห่างจากต้นไม้
- ต้นไม้พุ่มทีมีความหนาแน่นสูง จะลดอัตราความเร็วลมทางด้านหลังพุ่มได้มาก เกิดเป็นพื้นที่ Wind Shadow ได้ชัดเจน



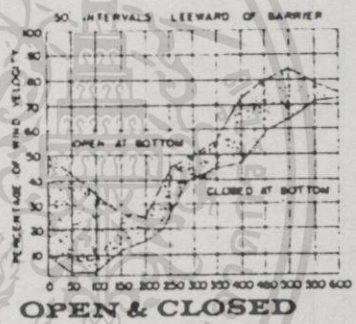
ภาพที่ 6.23 (ข) แสดงความสัมพันธ์ของรูปทรงพุ่มกับลม

แนวกันลมที่ประกอบไปด้วยต้นไม้ต่างชนิด ไม่สม่ำเสมอกันจะทำให้เกิดลมหมุนวนมากกว่าแนวต้นไม้ที่มีการปลูกชนิดและขนาดเดียวกัน

พื้นที่ใต้พุ่ม ในลักษณะปิด จะช่วยลดความรุนแรงของลม ในขณะที่พื้นที่ใต้พุ่มในลักษณะเปิด จะทำให้ลมถูกกดลงมาและเพิ่มความเร็วลม

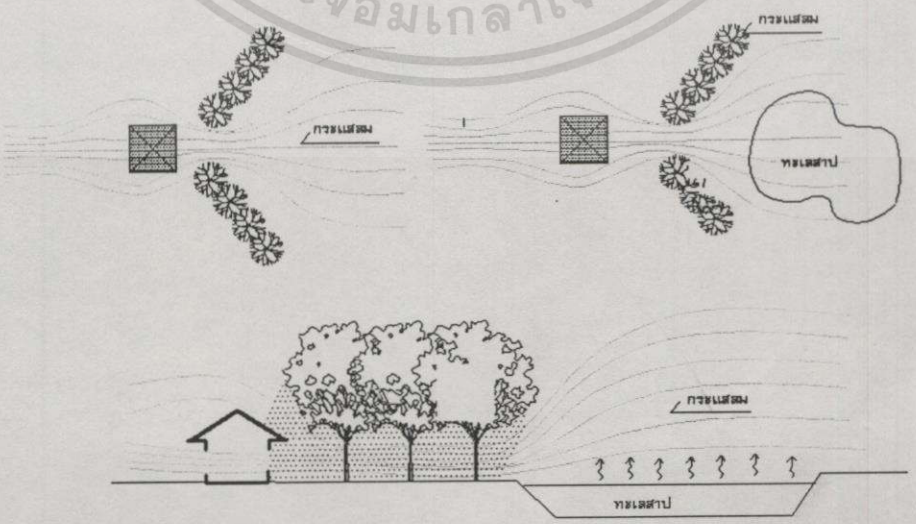


ภาพที่ 6.24 แสดงแนวต้นไม้กันลมต่างชนิด



ภาพที่ 6.25 แสดงพื้นที่ใต้พุ่มที่มีผลต่อความเร็วลม

พืชพรรณที่มีผลต่อรูปแบบการพัดพาของกระแสลม



ภาพที่6.26 แสดงการประยุกต์สร้างแนวต้นไม้ให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อม เพื่อนำความเย็นเข้าสู่อาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4 ความสัมพันธ์ของพืชพรรณกับพื้นดินและสภาพภูมิประเทศ

คุณสมบัติของดินที่มีผลต่อสภาพภูมิอากาศ

ในการควบคุมอุณหภูมิอากาศภายนอกส่วนนึงมาจากการการควบคุมปริมาณการแผ่รังสีดวงอาทิตย์โดยตรง ซึ่งส่งผลต่อการเปล่งรังสีกลับของพื้นดิน ในการควบคุมการแผ่รังสีกลับของพื้นดินให้ได้ประสิทธิภาพนั้นจำเป็นจะต้องเข้าใจถึงกระบวนการในการควบคุมอุณหภูมิผิวดินในลักษณะต่างๆ เพื่อสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในสภาวะน่าสบายได้ โดยทั่วไปการปรับอุณหภูมิดินจะแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะคือ

การใช้ประโยชน์จากอุณหภูมิดินเพื่อสร้างอุณหภูมิให้ใกล้เคียงกับสภาวะน่าสบาย โดยทั่วไปมี 2 ลักษณะคือ

1. **Surface Cooling** หมายถึง การใช้ประโยชน์จากอุณหภูมิบริเวณผิวดิน โดยทั่วไปดินที่มีวัสดุปกคลุมผิวดินไม่ว่าจะเป็นพืชคลุมดิน หญ้า หรือก้อนกรวดที่เปียกชื้น จะช่วยให้อุณหภูมิอากาศเหนือผิวดินเย็นกว่าอุณหภูมิทั่วไป เมื่อกระแสลมพัดผ่านบริเวณนี้เข้าสู่อาคาร จึงเป็นแนวทางหนึ่งซึ่งช่วยลดอุณหภูมิภายในอาคารในช่วงฤดูร้อนได้เป็นอย่างดี
2. **Direct Cooling** หมายถึง การใช้ประโยชน์โดยตรงจากอุณหภูมิมวลสารใต้ดิน ที่ความลึกระดับหนึ่งดินจะมีอุณหภูมิค่อนข้างคงที่ และอยู่ใกล้สภาวะน่าสบาย ไม่แปรปรวนตามสภาพอากาศภายนอก จึงมีความเป็นไปได้ที่จะใช้ประโยชน์จากอุณหภูมิดินทั้งในฤดูร้อนและฤดูหนาว เป็นวิธีสำหรับการนำมาใช้กับการทำความเย็นให้พื้นผิวอาคารที่สัมผัสมวลสารใต้ดินโดยตรง

การใช้ประโยชน์จากอุณหภูมิดินเพื่อสร้างสภาวะน่าสบายภายนอกอาคาร โดยทั่วจะอยู่ในระดับของ Surface Coolingโดยที่ การใช้ประโยชน์จากพื้นผิวดิน ซึ่งตัวแปรที่มีอิทธิพลคือการระเหยของน้ำจากผิวดินและพืชคลุมดิน

ความเย็นที่ได้จากการระเหยของน้ำผิวดิน (Evaporative Heat Loss From Soil)

ความสามารถในการระเหยของน้ำผิวดิน (Evaporative Coefficient) เกิดจากความแตกต่างระหว่างความชื้นในอากาศกับความชื้นของผิวดิน รวมทั้งสัมประสิทธิ์การพาความร้อน และความเร็วลม กล่าวคือ หากมีความเร็วลมน้อย การพาความร้อนและการระเหยของน้ำจะน้อยตาม ถ้าความเร็วลมมากจะให้ผลตรงกันข้าม เช่นเดียวกันกับการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ หากมีความเข้มสูง น้ำที่ผิวดินจะระเหยมากเช่นกัน

ในภูมิภาคร้อนชื้น เช่นประเทศไทย ในหน้าร้อนเป็นฤดูที่หน้าดินมีความชื้นต่ำกว่าฤดูอื่น ทำให้การใช้ Indirect Cooling จากผิวดินไม่ได้ผลเท่าที่ควร วิธีการลดการระเหยของน้ำหน้าดิน คือการปลูกพืชคลุมดินหรือปกคลุมด้วยวัสดุอื่น ๆ เช่น ก้อนกรวด เปลือกไม้ เป็นวิธีรักษาความชื้นให้กับดินได้ดีวิธีหนึ่ง

วัสดุปกคลุมดิน (Cooling the Soil Surface Treatments)

สำหรับสภาพภูมิอากาศของกรุงเทพฯในช่วงฤดูร้อน วิธีการปรุงแต่งพื้นผิวดินด้วยการบังแดดให้กับดินเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอ อุณหภูมิดินยังคงสูงเกินไปสำหรับการใช้ประโยชน์ จำเป็นต้องใช้พืชคลุมดินและการระเหยของน้ำเข้าช่วย เนื่องจากน้ำที่ระเหยจากผิวดินซึ่งมีพืชปกคลุม จะไม่สูญเสียให้กับอากาศโดยทันทีเพราะพืชที่ผิวดินช่วยลดรังสีจากดวงอาทิตย์ที่จะกระทบผิวดิน ทำให้อุณหภูมิอากาศเหนือผิวดินต่ำกว่าบริเวณทั่วไป ซึ่งส่งผลให้อุณหภูมิใต้ดินต่ำกว่าปกติด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลดอุณหภูมิดิน โดยใช้วัสดุปกคลุมดิน (Shading the Soil) อาจใช้การปลูกพืชคลุมดิน หรือหญ้า แต่ถ้าบริเวณนั้นมีอากาศแบบร้อนแห้งอาจคลุมดินด้วยเศษไม้หรือวัสดุคลุมดินเช่น ฟาง กรวดเป็นชั้น หนาอย่างน้อย 10 เซนติเมตร และรดน้ำให้ชุ่ม รังสีดวงอาทิตย์จะถูกสกัดกั้นและดูดกลืนไว้ที่ระยะ 3-5 เซนติเมตร ทำให้ช่วยลดความร้อนจากผิวดินลงสู่ที่ลึกกว่าได้ แต่วิธีนี้ไม่เหมาะสมกับพื้นที่ซึ่งมีความชื้นสูงอยู่แล้ว เนื่องจากจะยิ่งเป็นการเพิ่มความชื้น และทำให้เกิดภาวะไม่สบายตัวกับผู้ใช้อาคาร

โดยทั่วไปในการปกคลุมผิวดินในงานภูมิสถาปัตยกรรมนั้น สามารถใช้วัสดุทั้งที่เป็นวัสดุดาดแข็ง (Hardscape)และพืชพรรณ (Softscape)ได้ซึ่งในลักษณะของพื้นผิวดาดแข็ง มักจะถูกนำมาใช้ในลักษณะที่พื้นผิวต้องการความทนทานแต่ด้วยคุณสมบัติทางวัสดุแล้ว พื้นผิวดาดแข็งมักจะมีส่วนในการเพิ่มอุณหภูมิที่เกิดจากการเปล่งรังสีกลับของวัสดุ ดังนั้นการนำมาใช้เพื่อปรับสภาพภูมิอากาศจึงควรใช้ในปริมาณที่จำเป็นและสัดส่วนน้อยกว่าเมื่อเทียบกับพืชพรรณกระบวนการในการควบคุมอุณหภูมิโดยวัสดุปกคลุมดิน โดยทั่วไปมี 3 ประการคือ

1. **Radiant Balance**

ดังที่กล่าวข้างต้น รังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์จะถูกลดทอนโดยพืชคลุมดิน ซึ่งมีค่าการนำความร้อนต่ำกว่ามวลสารดิน รวมถึงเป็นอุปกรณ์บังแดดให้กับผิวดิน วิธีนี้จะให้ผลที่ไม่เท่ากันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างฤดูร้อนและฤดูหนาว กล่าวคือ ในฤดูร้อนดินที่มีสิ่งปกคลุมจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าดินที่ปราศจากสิ่งปกคลุมอย่างชัดเจน ส่วนในฤดูหนาวมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย เนื่องจากฤดูร้อนการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์มีความเข้มสูง ในขณะที่ฤดูหนาวมีความเข้มน้อยกว่า

2. **Convection Exchange**

สิ่งปกคลุมบางชนิด เช่นกรวดหรือหิน ถึงแม้กระแสลมจะพัดผ่านไม่ได้ แต่ก็ช่วยลดการพาความร้อนระหว่างอุณหภูมิอากาศกับอุณหภูมิของดินได้ โดยเฉพาะในฤดูร้อน

3. **Evaporative Cooling of Soil**

การใช้การระเหยของน้ำจากผิวดินช่วยลดความร้อนวิธีนี้จะช่วยให้อากาศเหนือผิวดินมีอุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณโดยรอบ เมื่อลมพัดผ่านผิวดินหรือยอดหญ้าที่คลุมดิน จะช่วยนำความเย็นเข้าสู่อาคาร แนวทางนี้จัดเป็นการทำความเย็นผ่านพื้นผิวรูปแบบหนึ่ง

ในกรณีของภูมิภาคที่มีฝนตก ดินมีความชื้นสูง การระเหยจากดินโล่งมีมากกว่าดินที่ถูกปกคลุม เนื่องจากดินที่ปราศจากสิ่งปกคลุมจะมีอุณหภูมิสูงกว่า และได้รับอิทธิพลจากกระแสลมบริเวณหน้าดินมากกว่า แต่ผิวดินที่มีสิ่งปกคลุมซึ่งมีการระเหยต่ำกว่ากลับมีอุณหภูมิใต้ดิน ต่ำกว่าดินที่ปราศจากสิ่งปกคลุมที่มีการระเหยสูง เนื่องจากอิทธิพลจากตัวแปรอื่น ๆ

การใช้ประโยชน์จากวัสดุปูผิวดิน

การเลือกใช้วัสดุปูผิวดินที่เหมาะสมจะช่วยให้สภาพแวดล้อมเย็นลงได้ โดยการเลือกใช้วัสดุที่มีค่าการดูดซับความร้อนต่ำและกระจายความร้อนสูงหรือวัสดุที่สามารถนำน้ำใต้ดินมาระเหยเป็นไอน้ำได้ดี และควรหลีกเลี่ยง วัสดุที่มีสีเข้มและค่าการดูดซับความร้อนสูง โดยเฉพาะที่มีลมพัดผ่าน และควรมีการสะท้อนความร้อนได้ดี

การปรับปรุงให้สภาพผิวดินเย็นขึ้นอยู่กับ

1. ปริมาณและขนาดของต้นไม้ที่จะทำให้ดินชื้น
2. กระแสลมที่พัดผ่านเพื่อให้เกิดการระเหยของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ความสามารถในการกระจายความร้อนของผิวดินให้กับท้องฟ้า(การแลกเปลี่ยนสภาพแวดล้อมกับสภาพแวดล้อม)

สภาพภูมิอากาศกรุงเทพฯค่อนข้างร้อนชื้น กรณีนี้ต้องใช้ความเร็วลมและอิทธิพลของพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบมาใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด หรือนำมาใช้ในการปรับสภาพแวดล้อมบริเวณผิวดินให้มีลมพัดผ่านผิวดินที่เปียกชื้น เพื่อทำให้เกิดการระเหยของน้ำ ส่งผลให้พื้นผิวดินมีอุณหภูมิเย็นลง ใกล้เคียงกับอุณหภูมิกระเปาะเปียก เกิดการเหนี่ยวนำความเย็นไปทั่วบริเวณ การปกคลุมดินที่นิยมเพื่อลดอุณหภูมิพื้นผิวดินดังกล่าวได้แก่

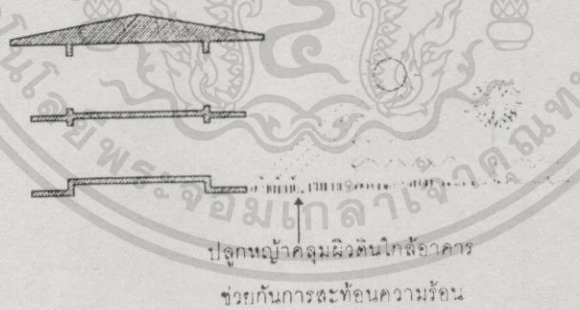
พืชคลุมดิน

การปรุงแต่งสภาพแวดล้อมในระดับที่ต่ำลงมาจากพุ่มใบต้นไม้ใหญ่คือ การใช้พืชคลุมดินที่ทำหน้าที่ดูดซับน้ำจากใต้ดินมาระเหย ทำให้ผิวดินมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศมาก บางกรณีอุณหภูมิดินภายใต้พุ่มใบอาจมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิกระเปาะเปียก ซึ่งจะทำให้ดินบริเวณนั้นเย็น และความเย็นจะถูกดูดซึมเข้าสู่ผิวดินจนทำให้ดินบริเวณนั้นส่งผ่านความเย็นต่อเนื่องไปยังบริเวณโดยรอบ หรือพื้นผิวที่มาสัมผัสได้

หญ้า

อุณหภูมิบริเวณสนามหญ้าจะเย็นกว่าอุณหภูมิอากาศ แต่ไม่เท่าภายใต้พืชคลุมดิน อันเกิดจากความหนาแน่นของกลุ่มใบที่จะกักเก็บความเย็นที่ติดเหนือผิวดินน้อยกว่า แต่การถ่ายเทแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอากาศกับพื้นหญ้าจะเกิดขึ้นมาก

การปลูกหญ้าหรือพืชคลุมดินนั้นเป็นเสมือนฉนวนป้องกันความร้อนให้ดินและเหนี่ยวนำความเย็นลงสู่ดิน ซึ่งจะมีผลทางด้านการแลกเปลี่ยนความร้อนสู่ผิวดินที่เย็นกว่า และการที่จะทำให้สภาพแวดล้อมเย็นได้นั้น จะต้องทำให้อุณหภูมิผิวดินเย็นลงเสียก่อนเพราะนอกจากจะทำให้ลมที่พัดผ่านมาเย็นลงแล้ว ยังทำให้พื้นผิวของสภาพแวดล้อมที่เย็นเป็นผลให้ร่างกายรู้สึกสบายเนื่องจากมีการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผิวกายกับสภาพแวดล้อมที่เย็นกว่า



ภาพที่ 6.27 การปลูกหญ้าคลุมผิวดินใกล้อาคารช่วยกันการสะท้อนความร้อนเข้าอาคาร

ลักษณะที่ดิน (Landform) ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

นอกจากคุณสมบัติของดินและวัสดุปกคลุมดินแล้ว การนำลักษณะรูปร่างของพื้นดิน ลักษณะภูมิประเทศ มาผสมสานใช้กับพืชพรรณธรรมชาติก็สามารถเป็นส่วนหนึ่งในการช่วยควบคุมการกระจายตัวของอุณหภูมิ และกระแสลมได้ ซึ่งลักษณะความสัมพันธ์เกิดจากลักษณะต่างๆดังนี้

บริเวณภูเขาต่างๆมักมีอุณหภูมิที่ค่อนข้างต่ำกว่าในบริเวณที่ราบทั่วไป อากาศเย็นซึ่งหนักกว่าปกติจะหนักกว่าอากาศร้อน จะมีคุณสมบัติไหลไปตามที่ลาดที่ต่ำกว่าเสมอในบริเวณภูเขาและหุบเขานั้นๆเมื่ออากาศเย็นไม่สามารถไหลต่อไปได้ เนื่องจากสภาพลักษณะของภูมิประเทศหรือมวลใดๆที่มาสกัดกั้นเอาไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

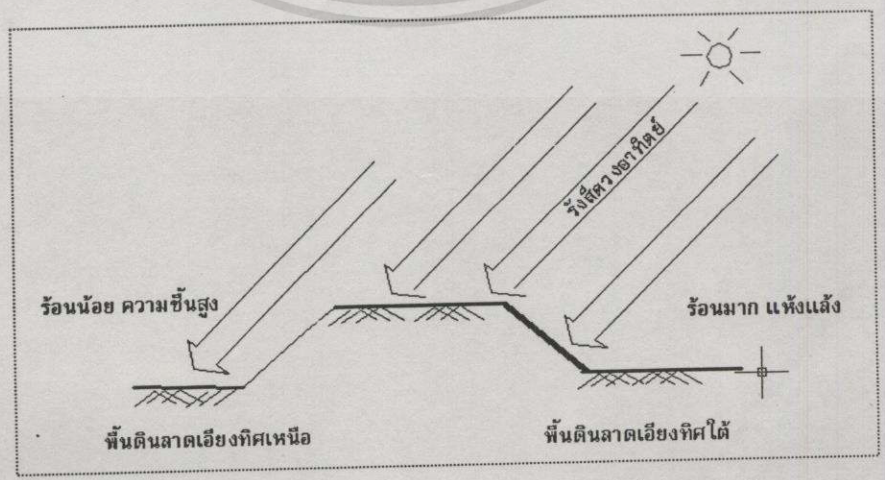
จะก่อให้เกิดเป็นแหล่งสะสมของอากาศเย็นโดยทั่วไป ดังนั้น บริเวณต่ำสุด(เหมือนแอ่งน้ำ)ของหุบเขาทั่วไป จึงมีอุณหภูมิต่ำมากในเวลากลางคืนในลักษระแหล่งสะสมความเย็น (Cool Air Pocket)

การปลูกพืชพรรณบริเวณดังกล่าวที่ปลูกชิดกันแนวเป็นทิวแถว จำพวกไม้ไม่ผลัดใบ ซึ่งมีลักษณะกิ่งก้านที่แน่นทึบตลอดจนถึงพื้นดิน จะสามารถสกัดกั้นเอากาอากาศเย็นไว้ได้เป็นอย่างดี ทำให้เกิดเป็นแหล่งสะสมของอากาศเย็นขึ้น ทั้งนี้จึงควรพิจารณาเลือกปลูกไม้ผลัดใบแทน เพราะมีลักษณะลำต้นและกิ่งก้านสาขาที่โปร่งกว่า และจะยอมให้อากาศเย็นไหลผ่านต่อไป ตามที่ลาดเอียงลงเนินได้อย่างสะดวกและไม่ก่อให้เกิดเป็นที่สะสมของอากาศเย็นจัดขึ้นได้

สำหรับปริมาณของการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ในที่ลาดเอียง จะสามารถรับได้นั้น จะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับองศาของความลาดเอียงและทิศทางที่ลาดเอียงนั้นหันรับ ส่วนปริมาณการแผ่รังสีดวงอาทิตย์นั้นจะมากหรือน้อยขึ้นอย่กับฤดูกาลและปริมาณของเมฆในท้องฟ้า ตามปกติที่ลาดเอียงที่หันรับทิศใต้ (บริเวณละติจูดเหนือ) จะได้รับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์มากกว่าในที่ราบเสมอ เนื่องจากที่ลาดเอียงจะหันรับรังสีดวงอาทิตย์ในองศาใกล้เคียงหรือเกือบตั้งฉากกับทิศทางรังสีดวงอาทิตย์ ส่วนที่ลาดเอียงทางด้านทิศเหนือจะได้รับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์น้อยกว่าที่ราบ ทำให้มีความชุ่มชื้นมากกว่า

ลักษณะความเอียงลาดของพื้นดิน

- พื้นลาดเอียงทางทิศใต้ซึ่งเป็นด้านที่ได้รับความร้อนสูง และสะท้อนความร้อนได้สูงแต่ข้อควรระวังคือ อาจสะท้อนความร้อนเข้าสู่อาคาร ดังนั้นการแก้ปัญหาควรบังแดดให้พื้นผิวดินด้วยการให้ร่มเงาจากไม้ยืนต้นและพืชคลุมดิน หรือพื้นหญ้า เพื่อรักษาอุณหภูมิผิวดินด้วยอิทธิพลของ การทำความเย็นจากการให้ร่มเงาและการระเหยการคายน้ำ (Shading effect and Evaporative Cooling) จะสามารถช่วยลดปริมาณการเปล่งรังสีกลับของพื้นดินให้น้อยลงได้
- ส่วนความลาดเอียงของพื้นดินที่หันไปทางทิศเหนือ จะช่วยให้เกิดการสะสมความร้อนในเนื้อดินน้อยที่สุด และจะให้ผลดีกับอาคารที่รับความเย็นจากอุณหภูมิใต้ผิวดินในลักษณะที่พื้นผิวอาคารสัมผัสกับดินโดยตรง(Earth Contact)
- ความลาดเอียงที่หันไปทางด้านปะทะลม (Windward) เมื่อมีลมพัดผ่านจะทำให้ความเร็วบริเวณนั้นเพิ่มขึ้น (ต้องพิจารณาทิศทางลมหลักและ แหล่งความร้อนบริเวณต้นลมด้วย เพื่อป้องกันการพาความร้อนเข้าสู่อาคาร



ภาพที่ 6.28 แสดงความสัมพันธ์ของความลาดเอียงของดินกับความเข้มรังสีดวงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับลักษณะภูมิประเทศที่เป็นที่ราบสูง หรือหุบเขานั้นจะเป็นบริเวณที่ได้รับอิทธิพลความรุนแรงสภาพภูมิอากาศจากความลาดเอียงพื้นดินมากกว่าพื้นที่ราบลุ่ม และบริเวณที่ได้รับปริมาณการแผ่รังสีดวงอาทิตย์สูงนั้น การใช้วัสดุพืชพรรณเพื่อช่วยแก้ปัญหาในด้านการให้ร่มเงานั้น สามารถกระทำได้โดยการจัดเลือกชนิดวัสดุพืชพรรณที่ทนทานต่อแสงแดดในที่แจ้งและไม่ต้องการปริมาณน้ำมาก อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่ตามมาได้แก่ การดูแลรักษา ซึ่งได้แก่การจัดการให้วัสดุพืชพรรณได้รับปริมาณความชื้นในระดับที่เหมาะสม เนื่องจากในบริเวณที่ลาดเอียงมีคุณสมบัติในการช่วยเร่งให้ปริมาณน้ำที่รดไหลไปตามความลาดเอียงอย่างเร็ว ในขณะที่ผิวหน้าของดินยังไม่ทันได้ซับน้ำเอาไว้ได้ ทำให้สิ้นเปลืองปริมาณน้ำที่ใช้ในการรดมากกว่าปริมาณน้ำปกติ ทั้งนี้จำเป็นต้องมีพืชคลุมดินปกคลุมอยู่ทั่วไป เพื่อรักษาผิวดินให้มีปริมาณความชื้น

- **ที่ลาดทางด้านทิศใต้** ต้นไม้สำหรับที่ลาดทางด้านทิศใต้ ต้องมีคุณสมบัติที่ทนทานต่อแสงแดด ทนทานต่อสภาพแห้งแล้ง และมีรากเป็นเส้นใยเกาะยึดแน่น ที่ลาดนี้จะรับลมในฤดูร้อนอย่างเต็มที่ จึงควรจัดการให้ลมที่พัด ผ่านบริเวณร่มเงาก่อน เพื่อลดอุณหภูมิเข้าสู่อาคาร และในทางตรงข้ามลมหนาวจะไม่สามารถพัดเข้าสู่อาคารได้เต็มที่
- **ที่ลาดทางด้านทิศเหนือ** จะร่มเย็นและมีความชื้นมากกว่าที่ราบโดยทั่วไป ในฤดูร้อนจะเย็นสบาย แต่ในฤดูหนาวบริเวณนี้จะได้รับลมหนาวเต็มที่ ต้นไม้ที่ไม่ผลัดใบจะช่วยต้านลมไว้ได้ถ้าปลูกเป็นแนวแน่นทึบ

การปรับระดับดินจะช่วยในการลดและเพิ่มปริมาณเงาและเป็นกำบังลม



ช่วยเพิ่มปริมาณเงาในขณะที่ต้นไม้นั้นอายุยังน้อย ยังไม่โตเต็มที่

ลดพื้นที่เงาให้น้อยลงในกรณีที่ต้องการใช้พื้นที่สนามหญ้ามากกว่า

ภาพที่ 6.29 การเพิ่มและลดปริมาณเงาที่เกิดจากการรวมตัวของต้นไม้กับเนินดิน

การปรับระดับดินเพื่อลดความเร็วลมลงควรใช้ควบคู่ไปกับวัสดุพืชพรรณที่มีความทนทานต่อลมแรง มีลักษณะรากที่เป็นเส้นใยเกาะยึดแน่น วัสดุพืชพรรณไม้ชนิดไม่ผลัดใบซึ่งมีลักษณะใบที่ทนทานสามารถตอบสนองประโยชน์ได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.5 ความสัมพันธ์ของพืชพรรณกับแหล่งน้ำ

บริเวณพื้นน้ำที่กว้างใหญ่ มีส่วนในการช่วยรักษาระดับอุณหภูมิในบริเวณนั้นให้คงที่และไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงมาก เนื่องจากผิวน้ำสามารถดูดซึมรังสีดวงอาทิตย์อย่างช้าๆในเวลากลางวัน และจะคายความร้อนอย่างช้าๆในเวลากลางคืน ในทางตรงกันข้าม พื้นดินดูดซึมรังสีดวงอาทิตย์ไว้อย่างรวดเร็วในเวลากลางวันและคายความร้อนออกอย่างมากในเวลากลางคืน ผิวน้ำจะรักษาอุณหภูมิได้คงที่ตลอดทั้งวัน อุณหภูมิเหนือผิวน้ำจึงมักเย็นกว่าผิวดินในเวลากลางวันและจะอุ่นกว่าผิวดินในเวลากลางคืน

เมื่อทิศทางที่ลมพัดอยู่ประจำพัดผ่านที่ว่างที่มีผิวน้ำเป็นบริเวณกว้าง ส่วนใหญ่มักจะก่อให้เกิดปริมาณ เมฆ หมอกและฝนอยู่เสมอ เมื่ออากาศเย็นพัดผ่านเหนือผิวน้ำที่มีอุณหภูมิสูง จะทำให้มีความร้อนเพิ่มขึ้นในอากาศและมีปริมาณไอน้ำที่ระเหยเพิ่มขึ้นในอากาศด้วย ก่อให้เกิดฝนขึ้นได้ในบริเวณด้านใต้ลมของผิวน้ำ ในทางตรงกันข้าม ถ้าลมที่พดผ่านมาเป็นลมที่มีอุณหภูมิสูงกว่าผิวน้ำ ลมที่พัดมาจะเกิดการอิ่มตัว โดยปริมาณไอน้ำที่ระเหยจากผิวน้ำซึ่งเย็นกว่า ที่บริเวณส่วนล่างใกล้ผิวน้ำและมักจะทำให้เกิดหมอก ขึ้นทางด้านใต้ลมของผิวน้ำ การกลายเป็นไอของน้ำ (Evaporation)ไปในอากาศนั้นต้องการความร้อนในการกลายเป็นไอขึ้น จึงทำให้อุณหภูมิของอากาศโดยรอบนั้นลดลงได้

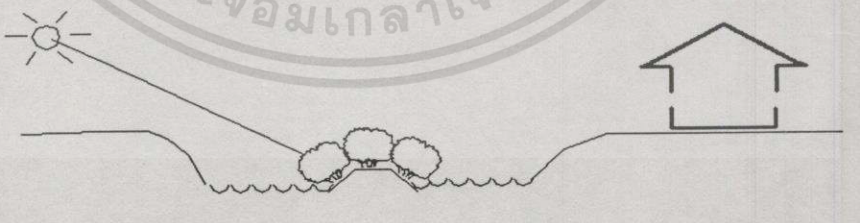
วัสดุพืชพรรณสามารถช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้น้ำในการออกแบบได้ เนื่องจากน้ำมีคุณสมบัติในการสะท้อนแสงได้เป็นอย่างดี เมื่อเกิดการสะท้อนแสงขึ้นในตำแหน่งหรือบริเวณที่ไม่ต้องให้เกิดการสะท้อนแสงขึ้น ก็จะก่อให้เกิดการเพิ่มอุณหภูมิขึ้นในตำแหน่งหรือบริเวณที่แสงสะท้อนไปถึงได้ และยังเป็นการรบกวนต่อสายตาอีกด้วย เช่น การมีผิวน้ำที่สามารถสะท้อนแสงแดดเข้าสู่บริเวณนั่งเล่น หรือบริเวณที่พักอาศัย ซึ่งส่วนใหญ่มักจะเกิดขึ้นในตอนเย็น

ลักษณะการแก้ไขโดยใช้วัสดุพืชพรรณนั้นสามารถทำได้หลายแนวทางดังนี้

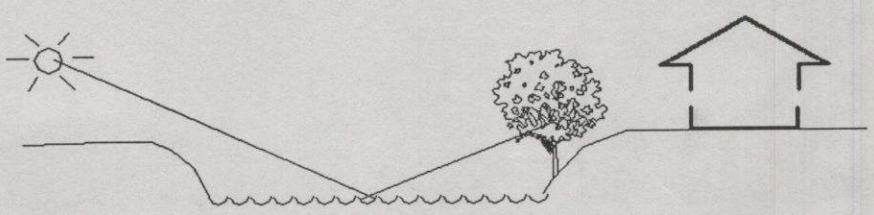
- เป็นตัวลดความจ้าของแสงแดดลงได้บ้างก่อนการส่องแสงไปถึงพื้นน้ำ



- การก่อให้เกิดเกาะกลางน้ำขึ้น แล้วปลูกพืชพรรณในบริเวณนั้น



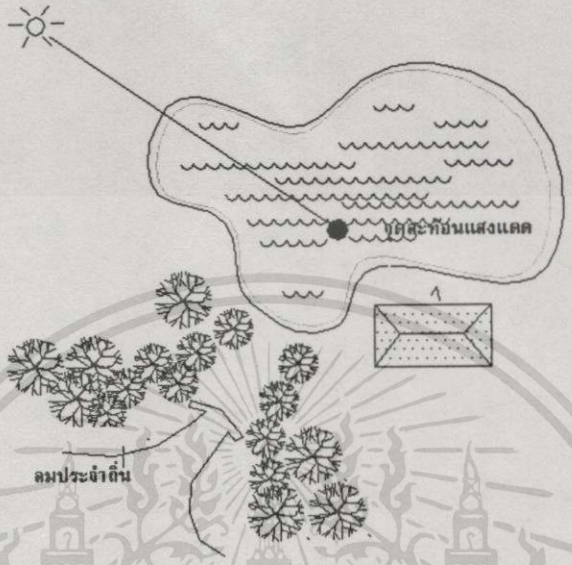
- ในบางกรณีที่พื้นน้ำมีบริเวณกว้างมาก วิธีดังกล่าวอาจให้ผลไม่เต็มที่นัก จึงควรใช้วัสดุพืชพรรณไม้ในการลดหรือบังการสะท้อนที่ตำแหน่งหรือบริเวณใกล้กับตัวอาคาร



ภาพที่ 6.30 แสดงการลดการสะท้อนของผิวน้ำด้วยพืชพรรณในลักษณะต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้การใช้วัสดุพืชพรรณในการก่อให้เกิดการเร่งความเร็วลมขึ้น สามารถแก้ปัญหาของการสะท้อนแสงจากผิวน้ำลงได้โดยการเร่งให้เกิดความเร็วลมเพิ่มขึ้น และมุ่งพัดไปยังตำแหน่งหรือบริเวณที่เป็นจุดสะท้อนแสงนั้น ทั้งนี้จะก่อให้เกิดระลอกคลื่นโดยทั่วไป ทำให้การสะท้อนแสงเกิดขึ้นได้ไม่เต็มที่ ทั้งนี้การพิจารณาเลือกชนิดและลักษณะของวัสดุพืชพรรณที่เหมาะสมและถูกต้องตามหลักวิชาการ ปลูกอยู่ในตำแหน่งที่ที่ถูกต้อง เพื่อป้องกันปัญหาที่พืชพรรณกลายเป็นตัวต้านลมและเพิ่มขึ้นให้กับบริเวณนั้นๆด้วย



ภาพที่ 6.31 แสดงการลดการสะท้อนพื้นผิวน้ำการเร่งความเร็วลม

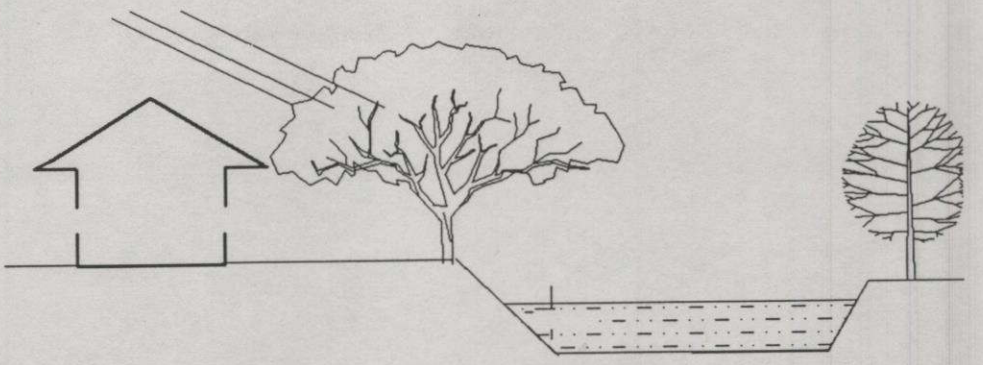
การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ

แหล่งน้ำขนาดใหญ่ที่มีความลึกตั้งแต่ 1.50 เมตรขึ้นไป สามารถใช้เป็นแหล่งสร้างความเย็นให้กับสภาพแวดล้อมได้ โดยการให้กระแสลมที่พัดผ่านบริเวณผิวหน้าของน้ำที่เย็น และแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศนั้นนำเข้ามาภายในอาคาร แต่มีข้อควรระวังในเรื่องของความชื้นที่มากับลมด้วย จะพบว่าเมื่อลมพัดผ่านผิวน้ำที่มีระยะทางที่ยาวเพียงพอ อุณหภูมิอากาศจะค่อยๆเย็นลงไปพร้อมๆกับความชื้นที่เพิ่มขึ้น ในเชิงปฏิบัติแล้วถ้านำเอาอากาศดังกล่าวมาใช้ในอาคาร จะไม่เป็นการช่วยให้เกิดสภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิได้ เนื่องจากอากาศนั้นมีความชื้นมากขึ้นกว่าเดิม แต่ในสภาพทั่วไปที่มีลมพัดหรือมีอากาศถ่ายเทสะดวกความชื้นก็จะไม่สะสมมากนัก แต่จะเป็นการสร้างความร่มเย็นให้กับสภาพแวดล้อม และช่วยลดความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมภายนอกและภายในอาคาร สำหรับอาคารที่ปรับอากาศจะทำให้ลดภาระในการทำความเย็นลง

แนวความคิดในการออกแบบผสมผสานระหว่างบ่อน้ำและพืชพรรณ

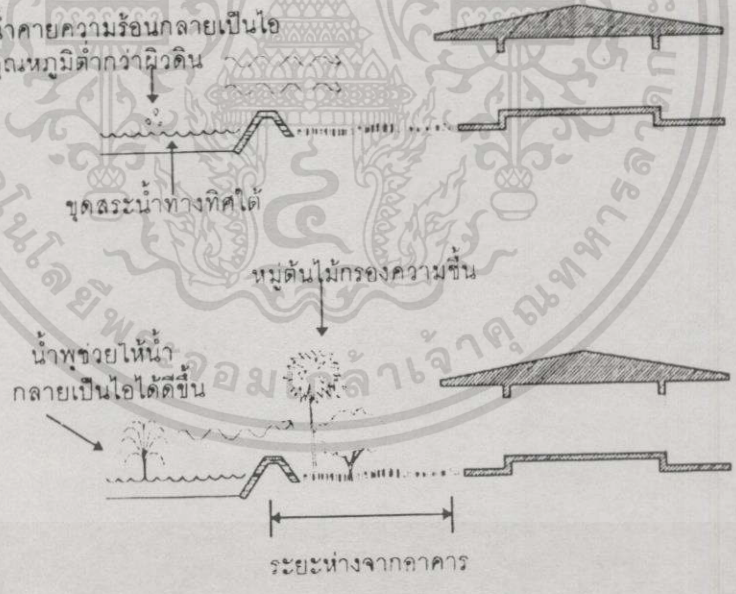
การบังเงาให้สระน้ำ จะช่วยลดการสะท้อนความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดี และจะช่วยลดอุณหภูมิบริเวณพื้นผิวน้ำ และปริมาณความร้อนที่คายออกเหนือผิวน้ำจะน้อยลง เมื่อกระแสลมพัดผ่านการเหนี่ยวนำการกระจายความร้อนจะน้อยลง สำหรับไม้ที่ใช้ในการให้ร่มเงาแก่พื้นผิวน้ำที่จะให้ประสิทธิผลนั้นควรเป็นไม้ยืนต้นที่มีลักษณะให้ร่มเงาแผ่เป็นบริเวณกว้าง (จะให้ผลสำหรับบ่อน้ำที่มีขนาดเล็ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.32 แสดงการบังเงาให้สระน้ำด้วยต้นไม้ที่มีทรงพุ่มแผ่กว้าง

- การขุดสระทางด้านทิศใต้ จะช่วยลดอุณหภูมิของอากาศลงได้ เนื่องจากน้ำจะคายความร้อนด้วยการกลายเป็นไอ และมีอุณหภูมิต่ำกว่าผิวดิน ซึ่งในการออกแบบอาจจะใช้น้ำตกหรือน้ำพุ ช่วยให้น้ำกลายเป็นไอได้ดีขึ้น รวมทั้งการพ่นน้ำเย็นขึ้นไปเป็นน้ำพุเพื่อลดอุณหภูมิอากาศลง โดยมีข้อแม้ว่าจะต้องมีระยะห่างจากอาคารมากพอ แล้วกรองความชื้นด้วยหมู่ต้นไม้ ทั้งนี้เนื่องจากในเขตนี้ความชื้นในอากาศมีมากอยู่แล้ว การออกแบบสามารถจะใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งประยุกต์เข้าด้วยกันให้เกิดผลที่ต้องการ



ภาพที่ 6.33 แสดงการขุดสระทางด้านทิศใต้ เพื่อลดอุณหภูมิอากาศโดยรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

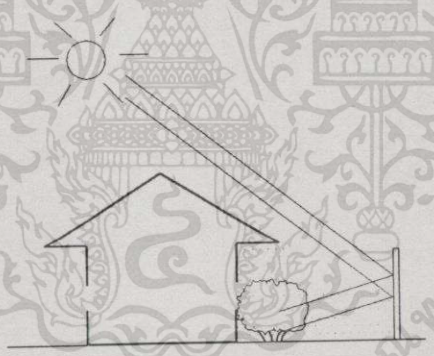
หลักการจัดภูมิสถาปัตยกรรมกับองค์ประกอบพื้นผิวดาดแข็ง (Hardscape)

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือการให้ร่มเงาแก่สิ่งก่อสร้างและทางเดิน ในปริมาณที่เหมาะสม โดยไม้ยืนต้นสามารถควบคุมพื้นที่ได้ครอบคลุม ในบริเวณกว้าง ดังนั้นพื้นที่ที่เป็นพื้นผิวดาดแข็ง (Hardscape) หรือวัสดุที่มีค่าการนำความร้อนสูง ควรใช้ในปริมาณน้อยเท่าที่จำเป็น หรือหลีกเลี่ยงการปูพื้นผิวดาดแข็งขนาดใหญ่ในผืนเดียว ควรปลูกพืชพรรณชนิดอื่นสลับเช่นปูหญ้าบนพื้น บลอคปูหญ้า (Turf Block) ซึ่งนอกจากจะช่วยลดความร้อนลงแล้ว ยังช่วยเสริมทัศนียภาพอีกด้วย

การประยุกต์ใช้ในลักษณะต่าง ๆ

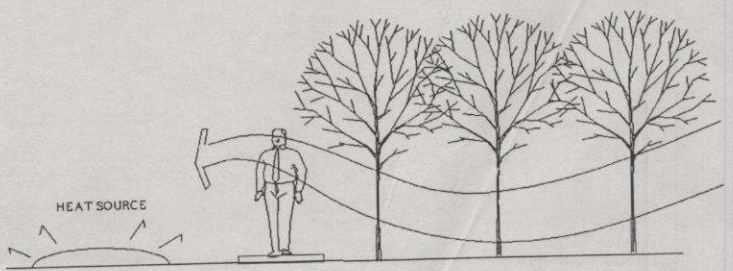
การลดการสะท้อนของพื้นผิว

การสะท้อนแสงมีส่วนในการเพิ่มความสว่างให้แก่บริเวณด้านทิศเหนือของอาคาร หรือในส่วนที่ได้รับแสงแดดไม่เพียงพอ บริเวณนี้ควรเลือกปลูกพืชพรรณที่ต้องการแสงน้อย หรือต้องการแสงรำไรบริเวณทิศเหนือของอาคารหรือส่วนที่ได้รับแสงน้อย ในกรณีที่พืชพรรณได้รับแสงไม่เพียงพอสามารถวางตำแหน่งของพื้นผิวที่มีการสะท้อนได้ดีเช่นพื้นผิวของสิ่งก่อสร้าง เพื่อสะท้อนแสงสู่บริเวณที่ปลูกพืชพรรณนั้น จะช่วยแก้ปัญหาในการเพิ่มปริมาณและแสงสว่างในภายหลังได้ แต่อย่างไรก็ตามควรระวังรังสีสะท้อนที่จะทำให้เกิดการรวมแสงเป็นจุดเดียวซึ่งจะทำให้พืชพรรณไหม้ หรือเสียหายได้



ภาพที่ 6.34 แสดงการเพิ่มอัตราการสะท้อนแสงเพื่อให้พืชพรรณได้รับอย่างเพียงพอ

- บริเวณพักผ่อน หรือทางเดินที่อยู่ในตำแหน่งใกล้กับต้นไม้ที่มีพื้นที่ใต้พุ่ม และตั้งอยู่ถัดจากแหล่งกำเนิดความร้อน จะทำให้ความเร็วลมเพิ่มขึ้นเนื่องจากลมที่เย็นกว่าจะพัดผ่านเข้าไปแทนที่ความร้อนให้ลอยตัวสูงขึ้น (แต่ทั้งนี้ต้องพิจารณาทิศทางลมประจำด้วย เนื่องจากลมอาจพาความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อนเข้าสู่พื้นที่ได้)



ภาพที่ 6.35 การเพิ่มความเร็วลมใกล้แหล่งความร้อนให้กับบริเวณพักผ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบภูมิสถาปัตยกรรม ที่มีผลต่อตัวแปรภูมิอากาศ

ตัวแปรที่เป็นองค์ประกอบของภูมิอากาศได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม และการแผ่รังสี ที่จะส่งผลกระทบต่อภาวะน่าสบายซึ่งในแต่ละตัวแปรนี้จะมีลักษณะในการควบคุมภูมิอากาศที่แตกต่างกันไป แต่ยังคงมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน เช่น การออกแบบเพื่อควบคุมกระแสลม จะช่วยในการลดความชื้นได้ และการสกัดกั้นการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ซึ่งทำให้อุหภูมิพื้นผิวบนโลกลดลง เป็นต้น โดยที่

อุณหภูมิและความชื้นเป็นสิ่งที่ควบคุมได้ยากและมีผลที่ไม่ชัดเจน เนื่องจากความชื้น จะแผ่กระจายไปในบริเวณโดยรอบค่อนข้างใกล้เคียงกัน หากจะควบคุมต้องควบคุมเป็นพื้นที่กว้าง ควบคุมยากในเขตร้อนชื้น **ส่วนการแผ่รังสีและลม** เป็นสิ่งที่สามารถควบคุมได้ง่ายกว่า โดยทั่วไปอุณหภูมิที่ลดลงเป็นเพียงผลที่เกิดขึ้นจากการควบคุมการแผ่รังสี ไม่ได้มาจากความเย็นของพืชพรรณเอง ทั้งนี้ตัวแปรทั้ง 4 จะมีผลต่อการแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อนระหว่างร่างกายมนุษย์กับสภาพแวดล้อมเพื่อให้เกิดภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิ

ในการศึกษาเพื่อทำการออกแบบพืชพรรณรอบอาคารจะเน้นเฉพาะ การควบคุมรังสีดวงอาทิตย์และการควบคุมลม ซึ่งจะให้ผลที่ชัดเจนกว่า สำหรับสภาพอากาศกรุงเทพฯนั้นการออกแบบพืชพรรณธรรมชาติเพื่อควบคุมสภาพภูมิอากาศที่สำคัญนั้น แบ่งได้เป็นสองประเด็นหลักคือ

- **การออกแบบพืชพรรณเพื่อการควบคุมรังสีดวงอาทิตย์**
- **การออกแบบพืชพรรณเพื่อการควบคุมกระแสลม**

เนื่องจากกรุงเทพฯ เป็นเขตร้อนชื้น และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระหว่างฤดูกาลไม่รุนแรงเท่ากับพื้นที่ที่มีสภาพภูมิประเทศเป็นที่ราบสูง เนินเขา ดังนั้นในการออกแบบภูมิสถาปัตยกรรมนั้นควรคำนึงถึงผลกระทบจาก 2 ตัวแปรนี้เป็นสำคัญเป็นหลักสำคัญ

การตั้งสมมติฐานในการทดลอง

จากการศึกษาคุณสมบัติขององค์ประกอบในงานภูมิสถาปัตยกรรมแต่ละประเภทที่ส่งผลต่อการควบคุมสภาพภูมิอากาศเฉพาะที่นั้น ทำให้ทราบถึง ลักษณะเฉพาะในการควบคุมการถ่ายเทความร้อนของแต่ละองค์ประกอบ หากแต่ยังขาดการรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์รูปแบบเพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับสภาพแวดล้อมและภูมิอากาศร้อนชื้นแบบกรุงเทพฯ ในสัดส่วนที่เหมาะสม ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะได้รวบรวมสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น และตั้งเป็นสมมติฐานเพื่อศึกษาในรายละเอียดของต้นไม้แต่ละประเภท แต่ละทรงพุ่ม ลักษณะการจัดกลุ่มระหว่างพืชพรรณและระหว่างองค์ประกอบในงานภูมิสถาปัตยกรรมชนิดอื่น โดยจะจัดทำการทดลองไม้ยืนต้น (จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าให้ประสิทธิภาพสูงสุดและเหมาะสมกับภูมิอากาศกรุงเทพฯมากที่สุด) เพื่อหาข้อสรุปดังสมมติฐานต่อไปนี้

1. การทดลองต้นไม้เดี่ยว
   - รูปทรงพุ่มมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
   - ขนาดต้นและทรงพุ่มมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
2. การทดลองต้นไม้กลุ่ม
   - จำนวนต้นไม้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
   - ระยะห่างต้นไม้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
   - รูปแบบการจัดวางต้นไม้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
3. การผสมผสานกับองค์ประกอบภูมิอากาศชนิดอื่นทั้ง Hardscape และ Softscape เพื่อหาสัดส่วนที่เหมาะสมในการรวมองค์ประกอบเข้าด้วยกัน
   - สภาพแวดล้อมมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

การศึกษาสภาพภูมิอากาศและความสบายทางอุณหภูมิ

7.1 การเปลี่ยนแปลงความร้อนในร่างกายมนุษย์

โดยปกติร่างกายมนุษย์จะมีการเปลี่ยนแปลงความร้อนระหว่างร่างกายและสภาพแวดล้อมอยู่ตลอดเวลา ทั้งนี้เพื่อรักษาสภาวะสมดุลยทางด้านอุณหภูมิ เมื่อร่างกายมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศจะเกิดการถ่ายเทความร้อนออกสู่สภาพแวดล้อมและในทางตรงกันข้ามเมื่อร่างกายมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าสภาพแวดล้อม ความร้อนจากสภาพแวดล้อมจะถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ร่างกาย การเพิ่มและการลดความร้อนในร่างกายมนุษย์นี้จะเกิดจากปัจจัยทั้งภายนอกและภายในร่างกายดังต่อไปนี้

การเพิ่มความร้อนในร่างกายมนุษย์

1. จากการทำงานหรือ ออกกำลังกาย (การทำงานของกล้ามเนื้อ) ดังตารางต่อไปนี้ ตารางแสดงปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ ของร่างกาย [1] (Body Heat Production as a Function of Activity)

Activity	Heat produced Per hour(Btu/hour)	Heat Equivalent To (Watt)
Sleeping	300	100
Light work	600	200
Walking	900	300
Jogging	2400	800

2. จากการย่อย
3. จากการตึงเครียดของกล้ามเนื้อ หรือการหดรัดของเลือดที่ไหลมาสู่ผิวเนื้อ
4. จากการดูดซึมพลังงานรังสี
   - จากดวงอาทิตย์ หรือการสะท้อนจากดวงอาทิตย์
   - จากวัสดุที่ร้อน
   - จากไฟฟ้า หรือรังสีความร้อนอื่น ๆ
5. การนำความร้อนสู่ร่างกาย
   - จากอากาศที่ร้อนกว่าอุณหภูมิที่ผิวหนัง
   - จากการสัมผัสวัสดุที่ร้อนกว่า
6. จากอากาศอับชื้น

---

1 Norbert Lechner. "Heating, Cooling, Lighting Design Methods for Architects." (Canada : A Wile Interscience Publication, 1991) P.27.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลดความร้อนในร่างกายมนุษย์

1. โดยการแผ่รังสีออกไปสู่อากาศ หรือสิ่งแวดล้อมที่เย็นกว่า
2. การถ่ายเทความร้อนออกมาด้วยการนำ
   - เมื่ออุณหภูมิในอากาศต่ำกว่าอุณหภูมิที่ผิวหนัง (ประมาณ 36°C)
   - ด้วยการสัมผัสวัสดุที่เย็นกว่า
3. การระเหย
   - การระเหยจากผิวหนังได้แก่ การระเหยของน้ำในร่างกาย ซึ่งทำให้ร่างกายเย็นลง การระเหยจะเพิ่มขึ้นเมื่ออยู่ในที่ ๆ มีอากาศแห้ง ทำให้รู้สึกสบายกว่าอากาศชื้น แต่ถ้าแห้งเกินไปจะทำให้แสบจมูก ลมจะมีส่วนช่วยในการระเหยพา เอาความร้อนในร่างกายออกไป
   - จากการหายใจเข้าออก เมื่ออุณหภูมิในอากาศสูงกว่าอุณหภูมิในร่างกาย ร่างกายจะถ่ายเทความร้อนโดยการระเหยอย่างเดียว ในที่ซึ่งอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ร่างกายจะถ่ายเทความร้อนได้เร็ว ทำให้รู้สึกสบาย ถ้าความชื้นสัมพัทธ์สูงถึง 80 – 90 % เหงื่อจะไม่สามารถระเหยได้ทำให้ร่างกายไม่สามารถถ่ายเทความร้อนได้เร็ว รู้สึกไม่สบายเหนื่อยง่ายเหนียวตัว ชื้นอับ แต่ในขณะเดียวกันความชื้นก็จะช่วยลดอุณหภูมิในอากาศทำให้เย็นลง ในที่ซึ่งมีทั้งอุณหภูมิสูง และความชื้นสัมพัทธ์สูงด้วยร่างกายจะถ่ายเทความร้อนได้น้อยทำให้รู้สึกร้อนมาก

ร่างกายจะได้รับรังสีความร้อนโดยตรงจากดวงอาทิตย์ โดยการสะท้อนและการคายความร้อนจากพื้นดิน และเมฆ ไม่มีการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างร่างกายกับอากาศโดยการนำความร้อน ตามปกติร่างกายจะถ่ายเทความร้อนโดยการระเหยได้ยาก แต่ถ้ามีลมมาช่วยจะถ่ายเทได้ดีขึ้น

ร่างกายมนุษย์กับอุณหภูมิ

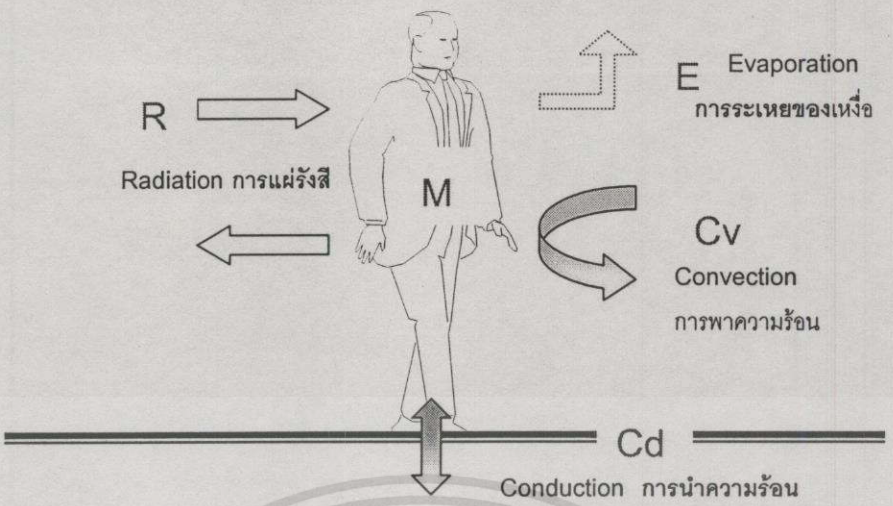
โดยปกติร่างกายมนุษย์จะมีการถ่ายเทความร้อนกับสิ่งแวดล้อมอยู่ตลอดเวลาทั้งนี้เพื่อรักษาอุณหภูมิของร่างกาย ให้อยู่ที่ 37 องศาเซลเซียส การผลิตพลังงานของร่างกายมนุษย์ได้มาจากขบวนการเผาผลาญอาหาร (Metabolism)โดยตรง พลังงานที่ได้นี้ประมาณ 20% เท่านั้นที่ถูกนำไปใช้ที่เหลือจะถ่ายเทกับสิ่งแวดล้อมโดยการพา (Convection) การแผ่รังสี (Radiation) การระเหย (Evaporation) และการนำ (Conduction) ซึ่งสามารถแสดงเป็นสูตร "ความสมดุลย์ความร้อนของร่างกาย (The Body's Heat Balance) ได้ดังนี้

$$M + Ct + Cv + R - E = Q \qquad (2.1)$$

เมื่อ

M	=	ความร้อนที่ผลิตได้จากขบวนการ Metabolism
Ct	=	การเพิ่มหรือการระบายความร้อนโดยการนำ
Cv	=	การเพิ่มหรือการระบายความร้อนโดยการพา
R	=	การเพิ่มหรือการระบายความร้อนโดยการแผ่รังสี
E	=	การระบายความร้อนโดยการระเหย
Q	=	การเปลี่ยนความร้อนภายในร่างกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่8.1 แสดงการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมในเขตอากาศร้อนชื้น

นอกจากนี้อัตราการผลิตความร้อนของร่างกายมนุษย์ และการถ่ายเทความร้อนกับสิ่งแวดล้อมยังขึ้นอยู่กับกิจกรรมของแต่ละบุคคล, พื้นที่ผิวหนังของร่างกาย, สภาพความสมบูรณ์ของร่างกาย, เพศ, อายุ, อุณหภูมิของอากาศรอบ ๆ และสภาพของบรรยากาศอีกด้วย กลไกที่ซับซ้อนต่าง ๆ ภายในร่างกายมนุษย์สามารถช่วยให้มนุษย์ปรับตัวเข้ากับสภาพอากาศที่แตกต่างกันได้ในระดับหนึ่ง กลไกต่าง ๆ ดังกล่าวจะสัมพันธ์กับผิวหนังของร่างกายซึ่งผิวหนังทำหน้าที่ถ่ายเทความร้อนกับสิ่งแวดล้อม ทำให้มนุษย์เกิดความรู้สึกหนาวหรือร้อน

7.2 เกณฑ์สภาวะน่าสบาย

โดยทั่วไปมนุษย์มีความคิดว่าสภาวะอากาศที่เรียกว่าเกณฑ์สบายนั้น คือไม่ทำให้รู้สึกหนาว, ร้อน, แห้งหรือชื้นเกินไป อุณหภูมิของอากาศที่สมบูรณ์น่าจะอยู่ตรงจุดกึ่งกลางระหว่างพิกัดต่ำ และ สูง ดังนั้น **เขตความสบายคือ** ช่วงสภาวะแวดล้อมที่ซึ่งไม่มีความรู้สึกไม่สบายหรืออย่างน้อย 80% ของผู้คนจะรู้สึกสบาย การพิจารณาเขตความสบายโดยการบันทึกความรู้สึกของผู้คนภายในห้องภายใต้รูปแบบของสภาวะแวดล้อมของอากาศต่าง ๆ กัน ที่สร้างขึ้นภายในห้องเป็นวิธีที่นำมาใช้ ในความพยายามที่จะประเมินความสบายในหลาย ๆ ส่วนของโลก

ฉะนั้น การออกแบบอาคารมีสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงในการออกแบบอาคาร นั่นคือ การสร้างสรรค์หาความสบายให้แก่ผู้ที่ใช้อาคาร ในการจัดหาความสบายให้แก่ผู้ใช้นั้น ไม่สามารถจะวัดได้ว่าระยะนั้นสบาย ระยะนี้สบาย แต่เมื่อได้ทำการทดลองในสภาพ และสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน ก็สามารถจะทราบได้ว่าสภาพอากาศที่ทำความรู้สึกให้มนุษย์สบายนั้นเรียกเป็นเกณฑ์สบาย (Comfort zone)[1]

องค์ที่มีส่วนประกอบต่าง ๆ ของสภาพแวดล้อม ที่ทำให้เกิดความสบายแก่ผู้ใช้อาคาร พอจะแบ่งออกได้ดังนี้

1. สภาพแวดล้อมเกี่ยวกับอุณหภูมิในอากาศ (Air temperature)
2. การเคลื่อนไหวของอากาศ (Air movement)

---

[1] พาศนา ตัณทลักษณ์, **ภาวะภูมิอากาศกับการออกแบบอาคาร**, กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิทักษ์อักษร, (ปีที่พิมพ์ไม่ปรากฏ).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สภาพแวดล้อมเกี่ยวกับความชื้น (Humidity)

4. สภาพแวดล้อมเกี่ยวกับอุณหภูมิเฉลี่ยของรังสีความร้อน (Radiation)

5. สภาพแวดล้อมเกี่ยวกับแสงสว่าง (Light)

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิของมนุษย์

นอกจากปัจจัยหลักของภูมิอากาศอันได้แก่ อุณหภูมิของอากาศ ความชื้น ลมและการแผ่รังสีจากบริเวณโดยรอบ เป็นตัวพิจารณาเบื้องต้นเกี่ยวกับความสบายและความไม่สบายของมนุษย์อีก ได้แก่

1. ปัจจัยทางด้านตัวบุคคล ได้แก่ อัตราการเผาผลาญอาหารของร่างกาย, เสื้อผ้าที่สวมใส่ อายุ เพศ รูปร่าง สีผิว สุขภาพร่างกาย

2. ปัจจัยทางด้านจิตวิทยา ได้แก่ สี, พื้นผิว, แสง เป็นต้น

3. ปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิของอากาศ, ความชื้นของอากาศ, การเคลื่อนไหวของอากาศ และการแผ่รังสีจากบริเวณรอบ ๆ

จากปัจจัยที่กล่าวมา ในงานวิจัยนี้จะศึกษาปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมซึ่งมีผลโดยตรงต่อความสามารถตรวจสอบได้ และเกี่ยวข้องกับงานทางด้านสถาปัตยกรรมด้วย ส่วนปัจจัยด้านบุคคลนั้น กำหนดหรือปรับเปลี่ยนลำบาก ปัจจัยทางด้านจิตวิทยานั้นทำการตรวจสอบลำบาก

เป้าหมายของการออกแบบทางสถาปัตยกรรม ควรจะอยู่ที่การสร้างหรือการก่อให้เกิดภาวะความสุขสบายสูงสุดแก่ผู้ใช้อาคาร ดังนั้นสิ่งที่ควรพิจารณาเป็นประการแรกก็คือ องค์ประกอบที่สำคัญอันจะมีผลกระทบต่อระดับของภาวะสบายภายในบรรยากาศที่ถูกปิดล้อมเอาไว้ ซึ่งได้แก่ อุณหภูมิของอากาศ ความชื้น อุณหภูมิเฉลี่ยของการแผ่รังสีจากผนังและเพดาน การเคลื่อนไหวของอากาศ ปริมาณโดยทั่วไปของความสว่าง และการกระจายแสงสว่างภายใต้อาณาเขตของการมอง

มาตรฐานวัดความสบายทางอุณหภูมิ (Thermal Comfort Scale)

มีนักวิชาการหลายท่าน ได้พยายามค้นหาขนาดมาตรฐานวัดความสบายทางอุณหภูมิขึ้นมา โดยการทดลองวัดความรู้สึกของบุคคล และจะถูกประเมินค่าออกมาโดยระเบียบวิธีทางสถิติมาตรฐาน ที่ชี้ถึงขนาดของอุณหภูมิเท่าที่มีการค้นคว้ากันมานั้นมีมากมาย สำหรับงานวิจัยนี้จะยกมาเฉพาะ มาตรฐานที่เหมาะสม นิยมใช้กันทั่วไปกับสภาพภูมิอากาศของจังหวัดกรุงเทพฯเป็นเกณฑ์

1. The Effective Temperature Index (ET)

โดย : Haughten, Yaglou และ Miller

ปี ค.ศ. : 1923 - 1925

ที่สมาคมวิศวกรการปรับอากาศ การทำความเย็นและการทำความร้อน แห่งสหรัฐอเมริกา (American Society of Heating and Ventilating Engineers) โดยผลการทดลองวัดความรู้สึกได้ถูกจดบันทึก ซึ่งทำให้เกิดเส้น "Equal Comfort Line" บนแผนภาพมาตรฐานนี้ได้ถูกสร้างขึ้น 2 แบบ แบบหนึ่งสำหรับผู้ชายที่สวมเสื้อผ้าธรรมดา และอีกแบบสำหรับผู้ที่สวมเสื้อกล้าม (เสื้อผ้าสำหรับฤดูร้อน) โดยองค์ประกอบของสภาวะอากาศที่นำมารวมกัน ได้แก่ อุณหภูมิของอากาศ, ความชื้น และการเคลื่อนไหวของอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. The Corrected Effective Temperature Index (CET)

โดย : Vernon

ปี ค.ศ. : 1962

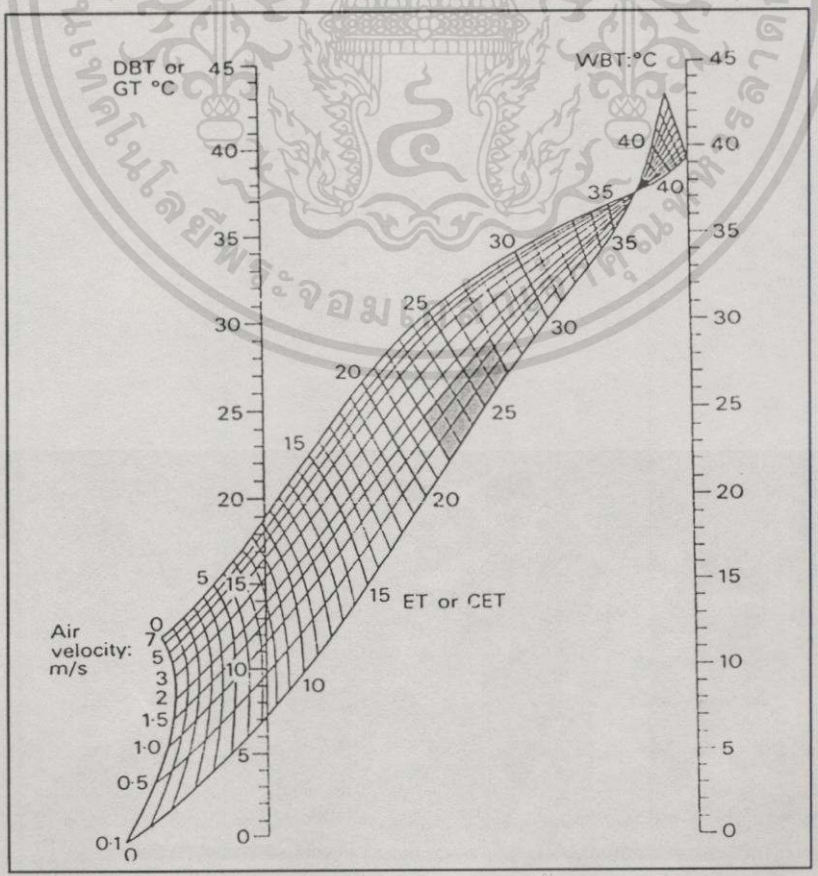
มาตรฐานนี้ถูกพัฒนามาจาก มาตรฐาน ET. โดยรวมเอาผลกระทบของการแผ่รังสีเข้ามาประกอบ Vernon ได้เสนอแนะวิธีการแก้ไขคือ การใช้อุณหภูมิจาก Globe Thermometer มาใช้ใน Nomogram แทนที่อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb Temperature)

วิธีการหาค่า CET จะต้องบันทึกค่าข้อมูลตัวแปรภูมิอากาศที่สำคัญ 4 ตัวแปรดังนี้

1. อุณหภูมิกระเปาะแห้ง(Dry bulb Temperature) หรืออุณหภูมิการแผ่รังสี (Globe Temperature) หากไม่ทราบ GT โดยทั่วไปก็นำค่า DBT ไปแทนได้เลย ในกรณีที่บริเวณนั้นๆคิดว่าจะมีค่าการแผ่รังสีความร้อนเกิดขึ้นมากให้ประมาณค่า GT สูงกว่า DBT ทุก 1 องศาเซลเซียสต่อความเข้มการแผ่รังสี 90 วัตต์ต่อตารางเมตร
2. อุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet Bulb Temperature) หากไม่ทราบค่า ให้ใช้ความชื้นสัมพัทธ์นำไปหาค่าใน Psychrometric Chart ได้
3. ความเร็วลม (m/s)

ขั้นตอนการหาค่า CET

1. ให้ GT เป็นแกนอยู่ทางซ้ายมือของ Nomogram และ ให้ WBT เป็นแกนอยู่ทางขวามือ
2. ลากเส้นเชื่อมระหว่างจุด 2 จุด
3. เลือกเส้นโค้งแทนค่าความเร็วลม (ตัวเลขความเร็วลมจะเขียนไว้ซ้ายมือ)
4. Plot จุดที่ความเร็วลม (เส้นโค้ง) ตัดกับเส้นและเส้นเอียงที่สั้นๆนั้นจะเป็นค่า CET



ภาพที่ 7.2 แสดงแผนภูมิมาตรฐานความสบาย CET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

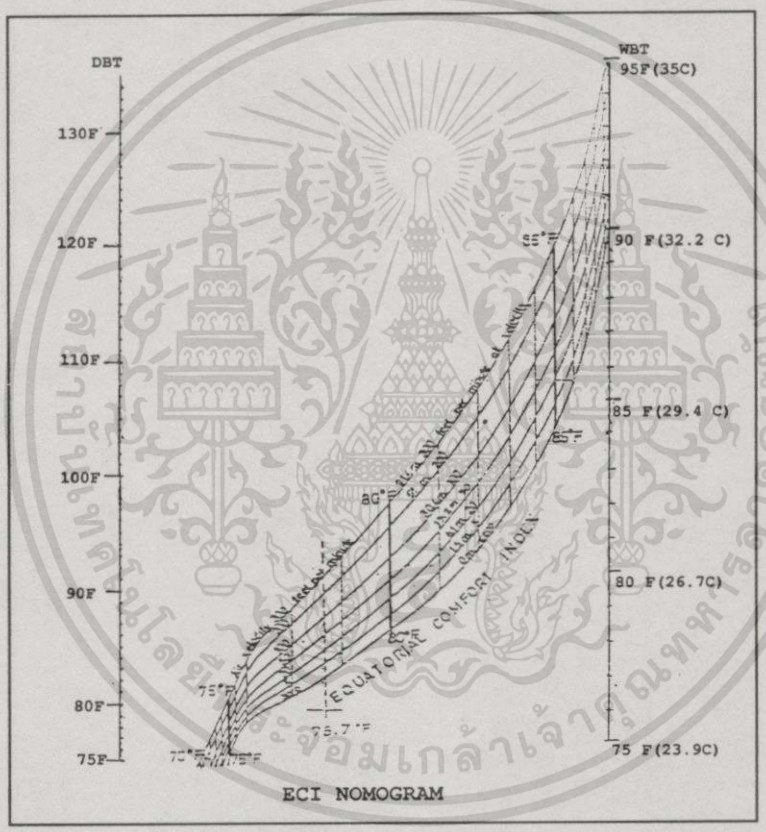
3. The Equatorial Comfort Index (ECI)

โดย : Webb, C.G.

ปี ค.ศ. : 1960

ที่ประเทศสิงคโปร์ จากการจดบันทึกการตอบสนองความเคยชินของอากาศ พร้อมกับการวัดอุณหภูมิของอากาศ, ความชื้น และการเคลื่อนไหวของอากาศ Webb พบว่าความสัมพันธ์สามารถเขียนออกมาเป็นสูตรได้ มาตรฐาน ECI นี้เมื่อเขียนเป็น Nomogram ออกมาจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับ Nomogram ของมาตรฐาน ET สิ่งที่แตกต่างกัน คือ Nomogram ET จะมีตารางเปิดออก ส่วน Nomogram ECI ตารางจะมาบรรจบเข้าหากัน สำหรับค่าอุณหภูมิสูง ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ผิวหนังที่เปียกชื้นจะมีความรู้สึกมากขึ้นต่อการเคลื่อนไหวของอากาศในสภาพดังกล่าว Webb พบว่าปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมต่างๆ นั้นมีความสัมพันธ์กันในรูปแบบที่สามารถจัดเป็นสูตรสมการ คือ

$$ECI = t_w + 0.447\,(t - t_w) - 0.231\sqrt{v}$$



ภาพที่ 7.3 แสดงแผนภูมิมาตรฐานความสบาย ECI

4. The Bioclimatic Chart

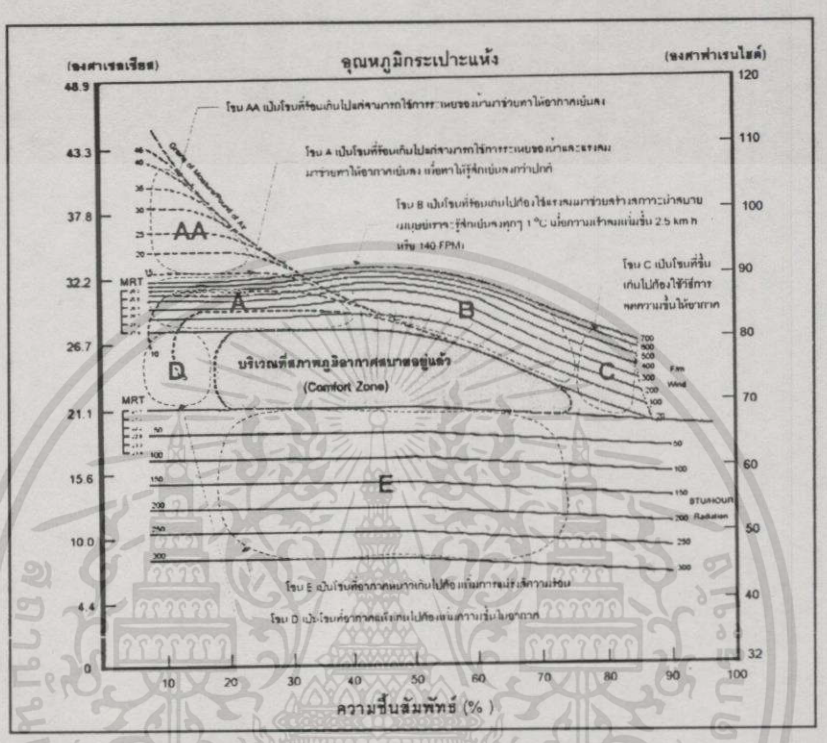
โดย : Olgray , V.

ปี ค.ศ. : 1963

Olgray มีแนวความคิดว่า ไม่มีจุดหนึ่งจุดใดเพียงจุดเดียวในความพยายามที่จะสร้างมาตรฐาน ซึ่งมีรูปลักษณ์แบบเดียว ทั้งนี้เนื่องมาจากตัวแปรของปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมแต่ละตัวนั้น ถูกควบคุมได้ด้วยวิธีทางที่แตกต่างกัน ดังนั้น Olgray จึงได้สร้างแผนภาพซึ่งเรียกว่า "Bioclimatic Chart" ขึ้นเป็นมาตรฐาน แผนภาพดังกล่าวแสดงให้เห็นความต้องการตัวแปรเพิ่มเติม เมื่ออยู่นอกเขตภาวะสบาย (Comfort Zone)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายใต้สภาวะความร้อนสูงมากๆ และอัตราผลิตของ Metabolism ที่จะมีน้อยนั้นย่อมจะเป็นตัวชี้บอกถึงสภาพอึดอัดไม่สบายได้ และในสภาพเช่นนี้ค่า DBT จะเป็นตัวตัดสินได้ดีกว่า ET ดังนั้นแผนภูมิจึงไม่จำเป็นที่จะต้องเกิดจาก 4 ตัวแปรนั้น และได้สร้างแผนภูมิขึ้นมาในลักษณะของ Bioclimatic Chart ซึ่งใช้ DBT และ Rh เป็นหลัก และเพิ่มเติมการแผ่รังสีและลมเข้าไป เพื่อเป็นแนวทางในการสรุปแก้ไขปัญหาเบื้องต้นดังแสดงในแผนภูมิ



ภาพที่ 7.4 แสดงมาตรฐานความสบาย Bio Climatic Chart

5. Psychrometric Chart

องค์ประกอบของ Psychrometric Chart

อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (DBT) เป็นตัววัดความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) หรือความร้อนที่ร่างกายรู้สึกและทำให้อุณหภูมิเปลี่ยน (องศาเซลเซียส)

ความชื้นสัมบูรณ์ (AH) คือ จำนวนไอน้ำในอากาศว่ามีน้ำหนักเท่าใดในอากาศหนึ่งหน่วยน้ำหนัก หน่วยเป็น g/kg

ความชื้นสัมพัทธ์ (Rh) ปริมาณไอน้ำในอากาศเปรียบเทียบเป็นร้อยละกับความสามารถในการจุไอน้ำของอากาศทั้งหมด หน่วยวัดเป็น %

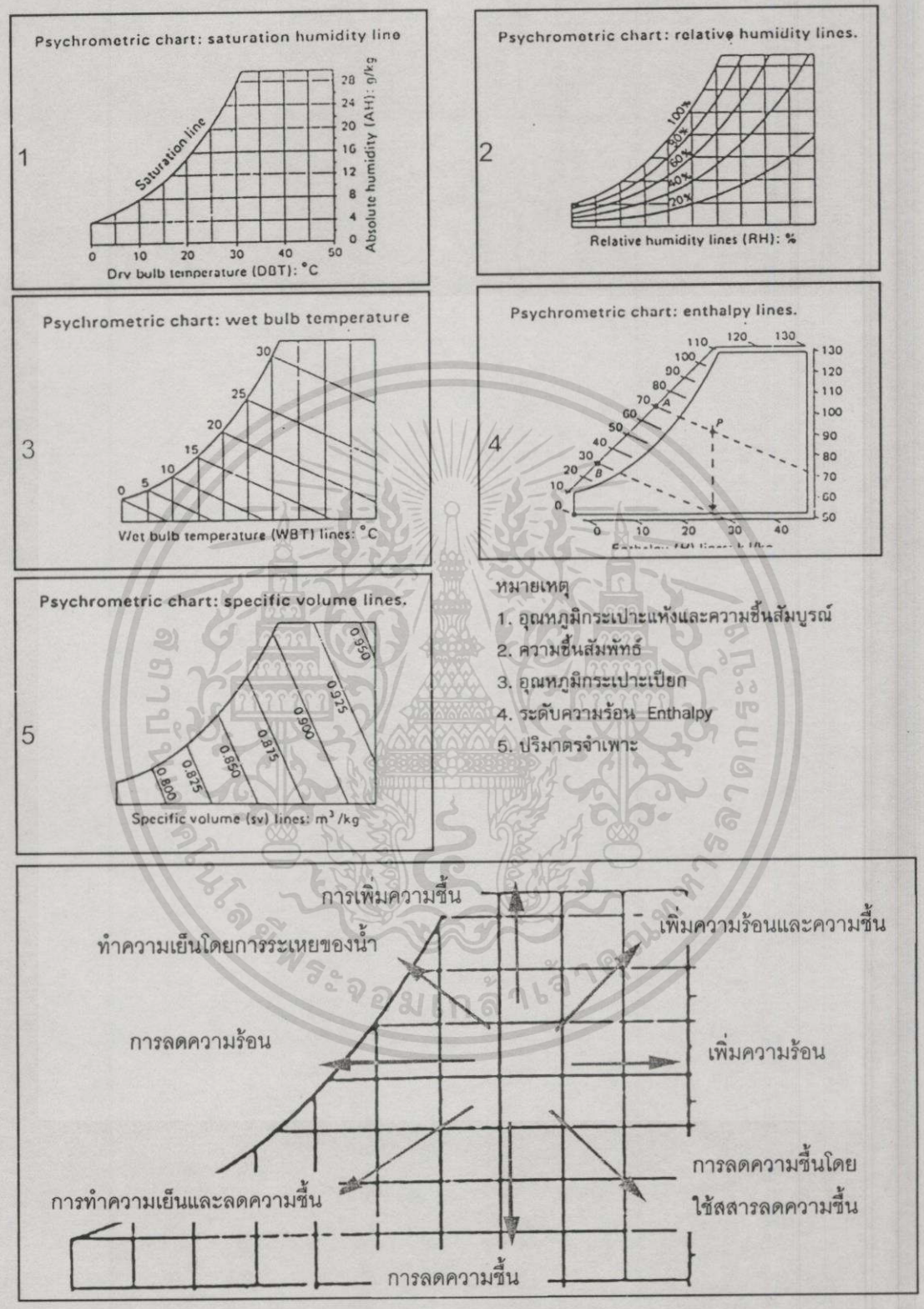
อุณหภูมิกระเปาะเปียก (WBT) อุณหภูมิที่น้ำระเหย โดยปกติจะต่ำกว่าDBT เพราะน้ำที่อยู่ที่กระเปาะจะระเหยและดึงความร้อนออกไปและทำให้กระเปาะเย็นลง อุณหภูมิกระเปาะเปียกจะเป็นตัววัดความร้อนรวม (Enthalpy)หรือความร้อนแผงและความร้อนสัมผัส (องศาเซลเซียส)

เส้นแสดงอุณหภูมิจุดน้ำค้าง (Saturation Line) เป็นอุณหภูมิจุดที่ไอน้ำในอากาศกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ อยู่บนเส้นสุดท้ายของความชื้นสัมพัทธ์ (องศาเซลเซียส)

ระดับ Enthalpy เส้นบ่งบอกระดับพลังงานผสมสานความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง ซึ่งเป็นผลมาจากอุณหภูมิกระเปาะแห้งและอุณหภูมิกระเปาะเปียก (kJ/kg)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบของแผนภูมิ Psychrometric Chart



ภาพที่ 7.5 แสดงองค์ประกอบและการประเมินค่าของแผนภูมิ Psychrometric Chart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3 สภาพภูมิอากาศกรุงเทพฯ[1]

ตารางที่ 7.1 แสดงสภาพภูมิอากาศกรุงเทพฯ ปี 2531-2542

CLIMATOLOGICAL DATA FOR THE PERIOD 1990-1999
Station DON MUANG AIRPORT
Elevation of station above MSL 4 Meters
Index station 48456
Height of barometer above MSL 12 Meters
Latitude 13 55 N **Longitude** 100 36 E
Height of thermometer above ground 8.75 Meters
Height of wind vane above ground 5.00 Meters
Height of raingauge 2.50 Meters

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
Pressure (Hectopascal)													
Mean	1012.48	1011.78	1010.13	1008.67	1007.61	1006.78	1006.77	1007.43	1008.27	1010.38	1011.78	1013.44	1009.63
Ext. max.	1021.33	1021.33	1018.96	1017.27	1013.55	1012.53	1012.87	1013.21	1015.58	1017.61	1020.66	1023.37	1023.37
Ext. min.	1005.08	1004.74	1001.36	1000.00	1001.36	1000.34	1000.34	999.66	1000.34	1003.05	1003.39	1006.43	999.66
Mean daily range	4.85	5.00	4.57	4.52	4.53	3.49	3.83	4.02	4.70	4.61	4.53	4.69	4.45
Temperature (Celsius)													
Mean	27.4	28.4	29.7	30.5	30.2	29.7	29.2	28.8	28.4	28.2	27.9	26.7	28.8
Mean max.	32.9	34.0	35.5	36.2	35.5	34.5	33.9	33.5	33.4	32.7	32.5	31.8	33.9
Mean min.	22.8	23.7	25.2	26.1	26.2	26.3	25.8	25.6	25.1	24.9	24.1	22.2	24.8
Ext. max.	36.6	38.5	40.0	39.8	40.5	40.0	38.2	38.1	39.4	37.2	36.9	36.7	40.5
Ext. min.	14.9	18.1	21.0	21.7	22.4	22.3	21.5	22.5	22.6	20.8	18.6	11.7	11.7
Relative Humidity (%)													
Mean	65	67	69	69	71	70	70	74	79	76	68	62	70
Mean max.	85	88	90	87	88	85	85	88	92	91	85	80	87
Mean min.	43	42	45	46	50	52	53	57	60	58	50	43	50
Ext. min.	23	16	14	22	24	27	30	35	33	30	25	25	14
Dew Point (Celsius)													
Mean	19.5	20.8	22.7	23.5	23.7	23.1	22.8	23.4	24.0	23.3	21.0	18.2	22.2
Visibility (km.)													
0700 L.S.T.	3.6	3.9	5.0	6.4	8.1	8.4	8.5	8.2	7.6	6.4	5.9	5.8	6.5
Mean	6.7	7.3	8.0	8.5	9.1	9.4	9.4	9.1	8.8	8.2	8.2	7.8	8.4
Wind (Knots)													
Mean wind speed	4.2	5.7	6.6	6.8	6.4	7.5	7.5	6.4	5.4	4.2	4.0	4.0	-
Prevailing wind	S	S	S	S	S	SW	SW	S,SW	SW	N	N	N	-
Max. wind speed	18	23	27	28	53	35	48	30	38	40	24	23	53
Rainfall (mm.)													
Mean	5.9	8.3	24.0	58.9	212.8	128.0	183.5	181.8	302.4	219.1	37.1	2.7	1364.5
Mean rainy day	1.3	1.1	2.9	5.9	12.8	12.6	15.2	17.5	20.1	14.9	4.0	1.0	109.3
Daily maximum	33.8	32.8	27.6	48.1	210.7	106.7	99.4	124.0	144.6	207.7	56.1	6.1	210.7
Number of days with													
Haze	29.8	25.3	25.4	21.1	12.7	10.8	8.5	8.2	4.9	12.8	20.7	27.4	207.6
Fog	2.7	2.1	.3	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.5	.7	6.6
Hail	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
Thunderstorm	.3	.4	2.7	5.1	10.6	4.9	6.3	5.9	11.1	8.4	.7	.1	56.5
Squall	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0

(n) n is number of days with same occurrence
- is missing data or no observation

DATA PROCESSING SUB-DIVISION, CLIMATOLOGY DIVISION
METEOROLOGICAL DEPARTMENT

[1] กรมอุตุนิยมวิทยา . "ข้อมูลสภาพภูมิอากาศกรุงเทพฯปี 1989-1999." 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่7.2 แสดงสภาพภูมิอากาศ กรุงเทพฯปี 2542

STATION : BANGKOK METROPOLIS
CLIMATOLOGICAL DATA FOR THE YEAR 1999
ELEVATION OF STATION ABOVE MSL. 2 METERS

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ANNUAL
PRESSURE (HPA)													
Mean	1010.60	1012.21	1006.68	1007.18	1007.56	1006.83	1005.63	1007.66	1007.78	1009.40	1010.46	1013.30	1008.77
Mean max.	1012.96	1014.78	1009.25	1009.47	1009.39	1008.43	1007.27	1009.44	1009.69	1011.53	1012.76	1015.79	1010.89
Mean min.	1008.42	1009.99	1004.38	1004.52	1005.21	1004.84	1003.64	1005.49	1005.21	1006.85	1008.14	1010.86	1006.46
Ext. Max.	1017.12	1018.19	1013.49	1011.94	1011.39	1011.33	1010.32	1012.12	1012.00	1014.32	1016.97	1022.20	1022.20
Ext. Min.	1005.01	1007.14	1001.66	999.82	1002.90	1002.24	1001.37	1001.46	1002.52	1003.99	1005.50	1006.58	999.82
TEMPERATURE (CELSIUS)													
Mean	27.8	28.4	30.3	29.7	28.6	29.1	29.6	28.9	28.6	28.0	27.7	24.5	28.4
Mean max.	33.0	33.1	35. 4	33.9	32.7	32.9	33.3	32.6	33.0	32.3	32.0	29.3	32.8
Mean min.	23.7	24.5	26.5	26.2	25.4	26.3	26.6	25.7	25.5	25.0	24.4	20.4	25.0
Ext. Max.	37.6	35.6	37.6	36.3	34.4	35.2	35.1	35.0	35.0	35.1	35.2	35.0	37.6
Ext. Min.	20.8	19.5	22.7	23.5	23.6	25.1	24.4	23.9	24.2	23.4	21.3	13.2	13.2
RELATIVE HUMIDITY (%)													
Mean	71	76	70	77	81	77	72	75	78	80	72	59	74
Mean max.	83	90	87	91	93	90	84	89	91	92	85	70	87
Mean min.	58	60	48	61	66	62	59	61	62	63	56	47	59
Ext. Min.	40	52	21	49	54	50	50	50	52	48	41	33	21
DEW POINT (CELSIUS)													
Mean	21.8	23.5	23.5	24.9	24.9	24.5	23.9	23.8	24.2	23.9	22.0	15.6	23.0
EVAPORATION (MM.)													
Monthly totals	114.7	109.2	154.1	120.4	94.3	120.1	133.6	115.3	114.7	99.3	101.4	114.9	1392.0
CLOUDINESS (0-10)													
Mean	5.9	5.1	5.2	7.5	8.5	8.1	7.8	8.4	8.0	7.8	6.7	5.3	7.0
SUNSHINE DURATION (HR.)													
Monthly totals	193.7	218.5	254.2	137.9	-	140.8	181.4	136.7	159.7	156.2	166.4	192.6	-
VISIBILITY (KM.)													
Mean	8.3	7.7	9.4	10.2	10.8	12.2	12.6	12.1	11.1	10.2	10.1	9.3	10.3
WIND (KNOTS)													
Mean wind speed	1.8	2.2	3.2	2.3	2.0	2.3	3.0	2.3	1.9	2.1	1.7	1.9	2.2
Prevailing wind	E	E	S	S	S	SW	SW	SW	W	E	NE	NE	
Max. wind speed	16	18	25	28	25	23	28	20	22	16	13	14	28
Direction	S	E	E	W	S,SW	W	W,NW	W,SW	ESE,W	S,E	N	E	
RAINFALL (MM.)													
Monthly totals	35.1	52.3	50.9	189.6	409.6	104.1	72.3	158.7	211.2	383.8	88.1	.5	1756.2
Number of rainy days	4	3	4	15	18	14	15	19	16	17	8	1	134
Daily maximum	17.3	33.5	44.0	43.6	114.5	24.1	13.5	48.2	51.8	96.4	28.2	.5	114.5
NUMBER OF DAYS WITH													
Fog	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Haze	20	19	16	6	0	0	2	0	1	2	8	23	97
Hail	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thunderstorm	0	1	2	1	13	11	5	7	11	14	5	0	70
Squall	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(n) n is number of days with same occurrence
- is missing data or no observation

DATA PROCESSING SUB-DIVISION, CLIMATOLOGY DIVISION
METEOROLOGICAL DEPARTMENT
18-Dec-2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.3 แสดงสภาพภูมิอากาศสถานีเกษตรปี2532-2542

AGROCLIMATOLOGICAL FOR 1989–1999
Station BANG NA
Elevation of station above MSL 3.00 m
Latitude 13.6 N **Longitude** 100.6 E
Height of thermometer above ground 1.25 m
Height of wind vane above ground 10.00 m
Height of rain gauge 1.00 m

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
temperature (celsius)													
Extreme maximum	35.9	37.0	37.6	40.0	39.2	37.5	36.8	36.6	35.6	35.2	35.5	35.1	40.0
Mean maximum	32.4	33.0	34.2	35.4	35.0	34.0	33.3	33.1	32.9	32.1	31.8	31.0	33.0
Mean	27.2	28.2	29.8	30.9	30.6	29.8	29.3	29.1	28.7	28.2	27.5	26.2	28.0
Mean minimum	22.1	23.4	25.4	26.5	26.2	25.7	25.4	25.2	24.7	24.3	23.3	21.3	24.5
Extreme minimum	14.0	16.1	19.5	21.4	22.0	22.2	22.3	21.6	22.2	18.3	18.0	11.7	11.0
ss minimum temperature (celsius)													
Mean minimum	18.6	20.6	23.4	25.2	24.9	24.4	24.2	24.0	23.8	23.0	20.7	18.0	22.6
Extreme minimum	8.5	10.0	12.2	19.0	22.2	20.0	21.8	21.0	22.0	14.0	14.2	3.7	3.7
ter temperature (celcius)													
Mean maximum	29.8	31.3	33.1	34.4	33.9	32.9	32.4	32.0	32.1	31.7	30.7	28.9	31.9
Mean	24.6	26.1	27.9	29.2	28.9	28.1	27.9	27.5	27.5	27.0	25.5	23.6	27.0
Mean minimum	19.5	20.8	22.9	23.9	23.9	23.5	23.3	23.1	23.0	22.4	20.6	18.3	22.1
lative humidity (%)													
Extreme maximum	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Mean maximum	91	91	92	90	91	89	90	90	93	91	86	86	90
Mean	67	69	69	70	72	72	72	73	74	73	68	65	70
Mean minimum	44	47	50	50	53	54	57	57	57	57	50	46	52
Extreme minimum	23	15	17	14	32	34	39	39	40	38	29	31	14
l temperature (celcius)													
Mean at surface	28.6	29.7	31.7	32.5	31.7	30.9	30.3	29.6	29.1	28.6	28.4	27.9	29.9
Mean at 5 cm	29.5	30.7	32.7	33.7	32.7	31.5	31.0	30.1	29.4	29.0	29.3	28.6	30.7
Mean at 10 cm	29.1	30.3	32.4	33.4	32.5	31.3	30.7	30.1	29.6	29.1	29.0	28.2	30.5
Mean at 20 cm	29.6	30.7	32.7	33.8	33.0	32.0	31.4	30.5	29.9	29.6	29.6	28.9	31.0
Mean at 50 cm	29.5	28.1	0.0	0.0	0.0	0.0	36.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8
Mean at 100 cm	42.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3
ainfall (mm)													
Total amount	17.7	17.4	34.2	82.7	201.6	154.5	160.5	227.1	347.1	267.6	37.3	2.2	1549.9
Number of rainy day	3	3	4	7	14	15	17	19	22	17	5	1	127
Greatest in 24 hr	64.1	37.5	62.3	75.6	185.9	128.4	79.2	82.3	126.2	126.3	84.1	7.6	185.9
vaporation (mm)													
Mean	4.1	4.7	5.5	5.8	5.2	4.7	4.5	4.3	4.0	4.1	4.3	4.5	4.6
ind													
Prevailing direction	NE	S	S	S	S	SW	SW	SW	SW	NE	NE	NE	
Mean speed (m/s)	0.8	1.2	1.5	1.4	0.9	1.1	1.1	1.0	0.7	0.9	1.0	1.1	
nshine duration (hr)													
Extreme maximum	9.9	10.5	10.8	11.3	11.6	11.7	11.8	11.0	10.3	10.5	10.4	9.8	11.8
Mean	7.8	8.9	8.7	8.7	6.8	5.7	5.4	4.6	4.8	5.8	7.4	8.1	6.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.4 การวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศกรุงเทพมหานคร

กรุงเทพมหานคร ตั้งอยู่ที่ละติจูด 13 องศา 44 ลิบดาเหนือ และลองติจูด 100 องศา 34 ลิปดาตะวันออก มีสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น (hot humid) โดยการวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศของกรุงเทพฯในงานวิจัยนี้ จะจัดทำข้อมูลจากสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยในปี 2542เพื่อให้ทราบค่าความแตกต่างของสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนไป และยังทำให้ผู้ที่มาศึกษาวิจัยเล่มนี้ต่อ ทราบถึงข้อมูลภูมิอากาศในอดีตได้

ในการวิเคราะห์ข้อมูลภูมิอากาศของกรุงเทพฯในงานวิจัยนี้จะจัดทำข้อมูลจาก

- ข้อมูลสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยในปี 2542
- ข้อมูลสภาพภูมิอากาศเฉลี่ย10ปี ระหว่าง พ.ศ. 2533 -2542
- ข้อมูลสภาพภูมิอากาศสถานีเกษตร

ซึ่งได้แสดงเป็นแผนภูมิตัวแปรสภาพภูมิอากาศที่สำคัญได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม และการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ เพื่อให้ทราบถึงสภาพปัญหาและกลุ่มช่วงเวลาที่เกินขอบเขตภาวะน่าสบาย เพื่อวิเคราะห์หาแนวทางในการป้องกันและลดความรุนแรงของสภาพภูมิอากาศ ดังต่อไปนี้

- **อุณหภูมิอากาศ** โดยใช้มาตรฐาน ECI ที่รวมตัวแปร อุณหภูมิกระเปาะแห้ง ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม เพื่อให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงอุณหภูมิที่รู้สึกจริงและนำไปเปรียบเทียบกับเขตความสบาย
- **ทิศทางและความเร็วลมเฉลี่ย** และผลในการลดอุณหภูมิอากาศ ณ. ความเร็วลมระดับต่างๆ
- **การแผ่รังสีดวงอาทิตย์** เพื่อให้ทราบถึงมุมการโคจรของดวงอาทิตย์ทั้ง Azimuth และ Altitude ณ. ช่วงเวลาต่างๆ ปริมาณความร้อนจากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ที่กระทำต่อผนังทิศต่างๆ รวมถึงลักษณะและสัดส่วนของการแผ่รังสีทั้งแบบรวม ตรงและกระจาย

จากการที่กรมอุตุนิยมวิทยากระทรวงคมนาคมได้เก็บสถิติภูมิอากาศของประเทศ สามารถสรุปสภาพภูมิอากาศของกรุงเทพมหานครได้ดังนี้

1. **อุณหภูมิเฉลี่ยประจำเดือนแปรระหว่าง** 27.7 ถึง 30.3 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี

อยู่ที่ 28.4 องศาเซลเซียส

2. **ความชื้นสัมพัทธ์**เฉลี่ยประจำเดือนแปรระหว่าง 59 ถึง 81 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นเฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ 74 เปอร์เซ็นต์ ช่วงเดือนธันวาคม เป็นเดือนที่อากาศแห้งที่สุดอยู่ในระหว่าง 59 –71 % เมื่อเข้าสู่ฤดูร้อนในเดือนมีนาคมและเดือนเมษายนลมเริ่มเปลี่ยนทิศเป็นตะวันออกเฉียงใต้ แลทิศใต้ ความชื้นในอากาศเริ่มสูงขึ้น แต่เนื่องจากอุณหภูมิอากาศอยู่ในระดับสูง ความชื้นสัมพัทธ์จึงไม่สูงมากในระยะนี้ ช่วงที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงได้แก่ เดือนสิงหาคม – ตุลาคม ประมาณ 78-80 %

3. **ความเร็วลม**เฉลี่ยประจำเดือนแปรระหว่าง 1.7 ถึง 3.2 นอต และความเร็วลมเฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ 2.0 เมตรต่อวินาที โดยจะมีทิศทางลมประจำพัดผ่าน 2 ทิศทาง

   - ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จะพัดเข้ามาในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และทิศเหนือในช่วงเดือนตุลาคม ถึง เดือนมกราคม
   - ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จะพัดเข้ามาทางตะวันออกเฉียงใต้ ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน และพัดเข้ามาทางทิศใต้ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงพฤษภาคม

4. **อุณหภูมิน้ำ**เฉลี่ยประจำเดือนแปรระหว่าง 23.6 ถึง 29.2 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิน้ำเฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ 27 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. **ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยประจำเดือนแปรระหว่าง** 2.2 ถึง 347.1 มิลลิเมตร และ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งปีอยู่ที่ 1756.2 มิลลิเมตร กรุงเทพฯฝนที่ตกส่วนใหญ่เป็นฝนตกหนัก ในระยะเวลาสั้นๆ และจะเกิดขึ้นในเวลาเย็นหรือเช้าตรู่ เดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือ เดือนกันยายน เดือนที่มีฝนตกน้อยที่สุด คือ เดือนในช่วงฤดูหนาว และฤดูร้อน ระหว่างเดือนธันวาคม-เมษายน ฝนจะเริ่มตกตั้งแต่พฤษภาคม เป็นต้นไปถึงเดือน ตุลาคม แต่ช่วงกลางเดือนมิถุนายนไปจนถึง เดือนกรกฎาคมจะเป็นช่วงที่ฝนทิ้งช่วงทำให้มีฝนตกน้อย และฝนตกชุกอีกครั้งในเดือนสิงหาคมถึงกันยายน เฉลี่ยตลอดทั้งปีมีฝนตกประมาณ 134 วัน เดือนที่มีปริมาณฝนส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคม- ตุลาคม รวมเป็นเวลา 6เดือน

6. **ปริมาณการระเหยของน้ำเฉลี่ยประจำเดือนแปรระหว่าง** 4.1 ถึง 5.8 มิลลิเมตร และ ปริมาณการระเหยของน้ำเฉลี่ยตลอดทั้งปีอยู่ที่ 4.6 มิลลิเมตร

7. **ปริมาณแสงแดดเฉลี่ยประจำเดือนแปรระหว่าง** 4.8 ถึง 8.9 ชั่วโมง และปริมาณแสงแดดเฉลี่ยตลอดทั้งปีอยู่ที่ 6.9ชั่วโมง

8. **ปริมาณการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์เฉลี่ยประจำเดือนแปรระหว่าง** 1517 ถึง 2059 และ ปริมาณการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดทั้งปีอยู่ที่ 1686.91เมกะจูลต่อตารางเมตร

ฤดูกาลและสภาพดินฟ้าอากาศโดยทั่วไป

1. ฤดูหนาว ระหว่างเดือน พฤศจิกายน – กุมภาพันธ์ มีมรสุมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (มาจากประเทศจีน) ในระหว่างช่วงนี้อากาศค่อนข้างเย็นและแห้ง ความชื้นสัมพัทธ์อากาศน้อย

2. ฤดูร้อน ระหว่างเดือนมีนาคม – เมษายน มีกระแสลมพัดจากทะเลจีนใต้เข้าสู่อ่าวไทย และประเทศไทยทางด้านทิศใต้ อากาศโดยทั่วไปร้อนและแห้งแล้ง จะร้อนสุดในเดือนเมษายน

3. ฤดูฝน ระหว่างเดือน พฤษภาคม – ตุลาคม มีลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้อ่าวเบงกอล ทะเลอันดามันและมหาสมุทรอินเดีย พัดเอาเมฆฝนเข้าสู่ประเทศไทยทำให้มีฝนตกทั่วไปในทุกภาคของประเทศ อากาศช่วงนี้มีความชื้นสัมพัทธ์สูง โดยทั่วไปจะตกมากที่สุดเดือนกันยายน

ในช่วงเดือนตุลาคม จะเป็นช่วงเปลี่ยนมรสุม จากมรสุมตะวันตกเฉียงเหนือ เป็นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ระยะนี้เป็นระยะที่ลมเปลี่ยนจากตะวันตกเฉียงใต้ เป็นตะวันออกเฉียงเหนือ ฝนจะเริ่มน้อยตอนปลายเดือนโดยจะขาดจากภาคเหนือ และตะวันออกเฉียงเหนือก่อน

ทิศทางลมผิวพื้นของประเทศไทย

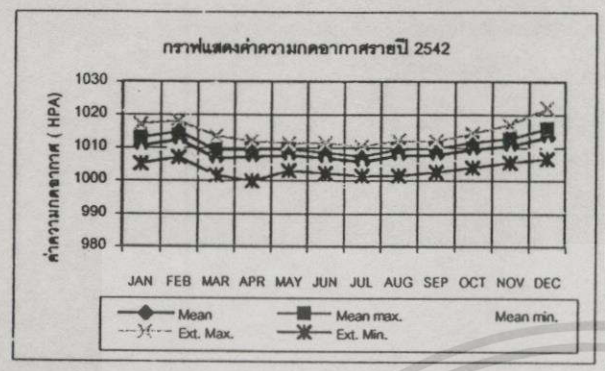
1. ช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (พฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์) บริเวณตั้งแต่กันอ่าวไทยขึ้นไป ลมจะมาจากทิศเหนือ หรือตะวันออกเฉียงเหนือ และจะค่อยๆเปลี่ยนเป็นทิศใต้ในเดือนกุมภาพันธ์ ส่วนภาคใต้ ลมจะมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือหรือทิศตะวันออก

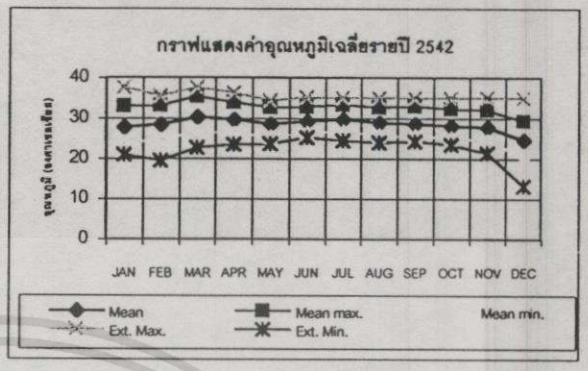
2. ช่วงเปลี่ยนมรสุม (มีนาคมถึงเมษายน) ซึ่งเป็นฤดูร้อน ส่วนใหญ่ลมจะมาจากทิศใต้ ในตอนบ่ายและเย็นส่วนในตอนเช้าลมจะแปรปรวน ภาคใต้ลมมาจากทิศใต้และตะวันออกเฉียงใต้ แต่ในเดือนพฤษภาคมจะค่อยๆเปลี่ยนเป็นลมตะวันตกเฉียงใต้

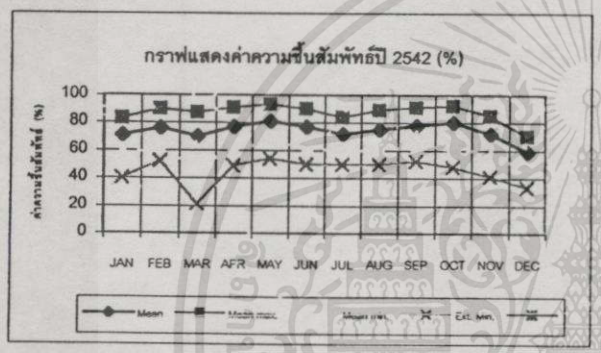
3. ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (พฤษภาคมถึงกันยายน) ลมประจำจะเป็นทิศตะวันตกเฉียงใต้เกือบทั่วไป ในบางคราวอาจเปลี่ยนเป็นทิศตะวันตกเฉียงใต้

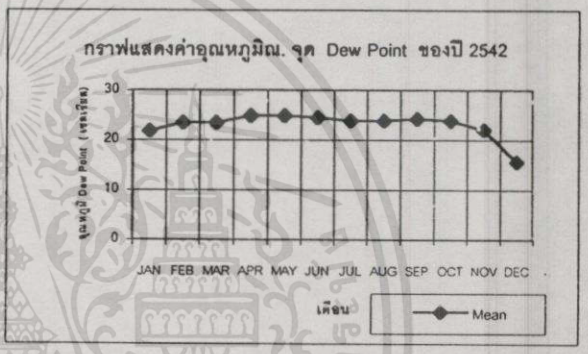
4. ช่วงหลังมรสุม (ตุลาคม) เป็นเดือนที่ลมมรสุมเปลี่ยนจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ เป็นตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีกำลังแรงขึ้นทำให้ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ถอยลงไปทางใต้ ลมส่วนมากจึงเป็นลมจากทิศเหนือและตะวันออก

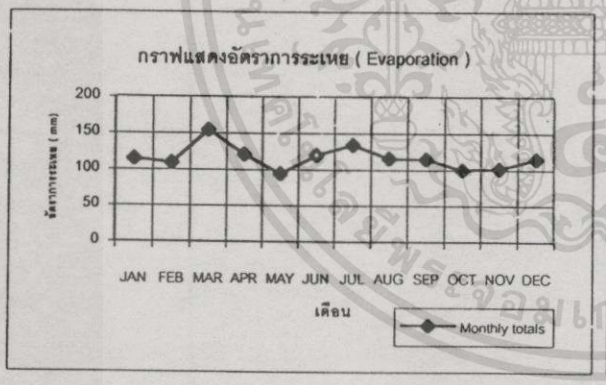
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

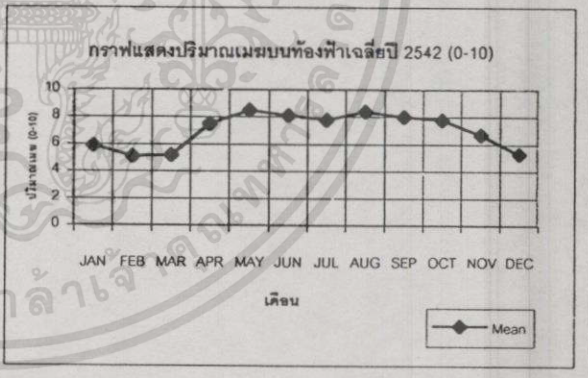


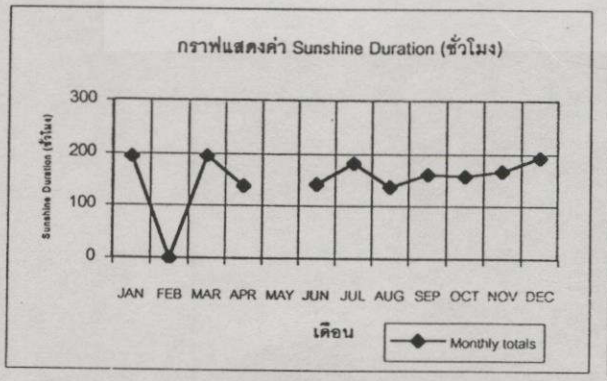


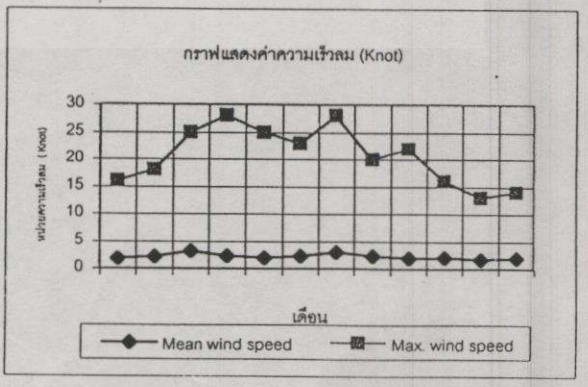






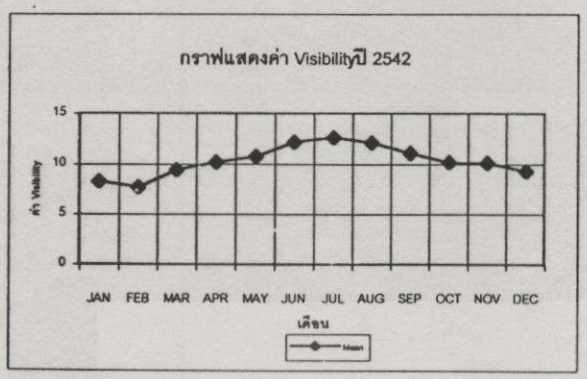


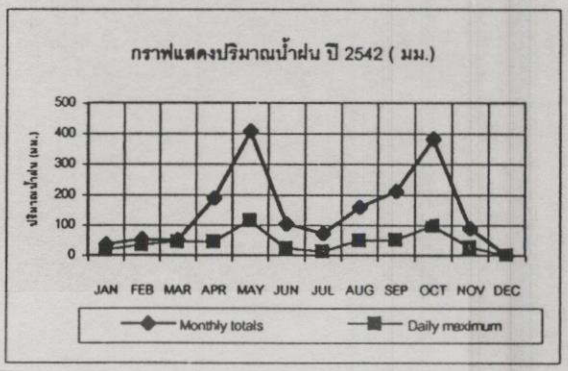


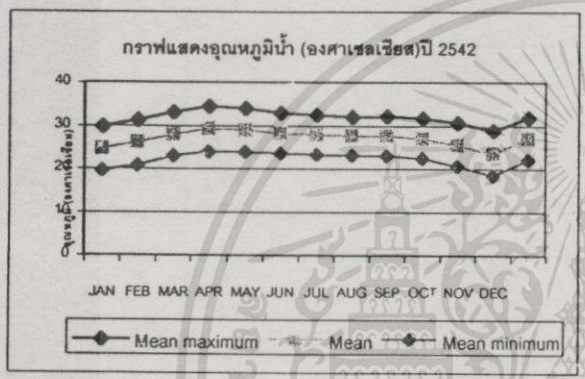


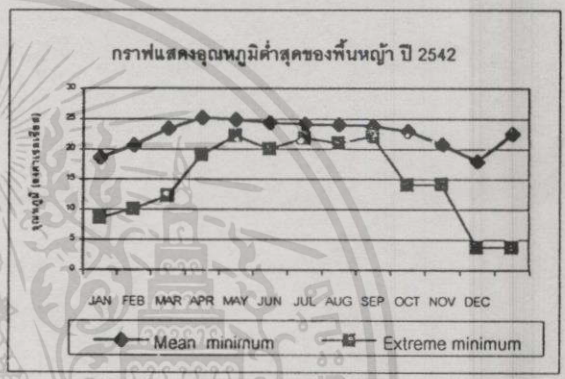
แผนภูมิที่ 7.1 (ก) แสดงสภาพภูมิอากาศกรุงเทพฯปี2542สถานีดอนเมืองและสถานีเกษตร

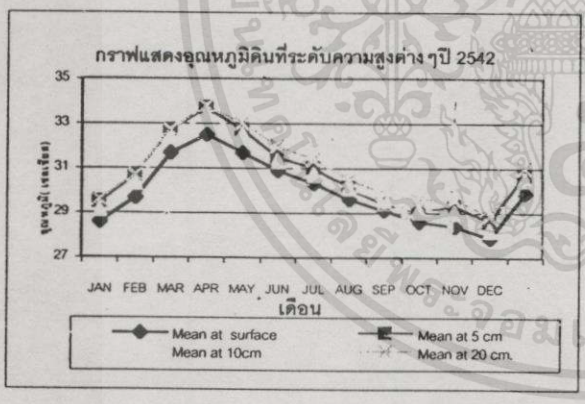
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

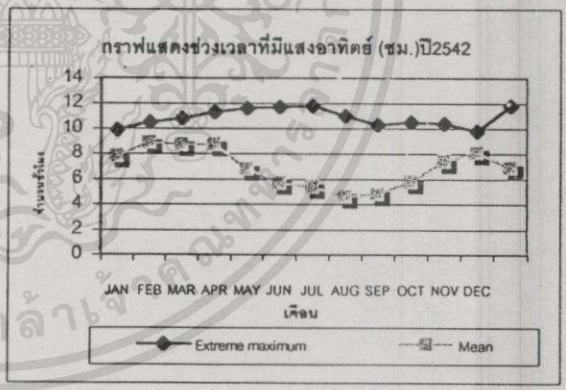


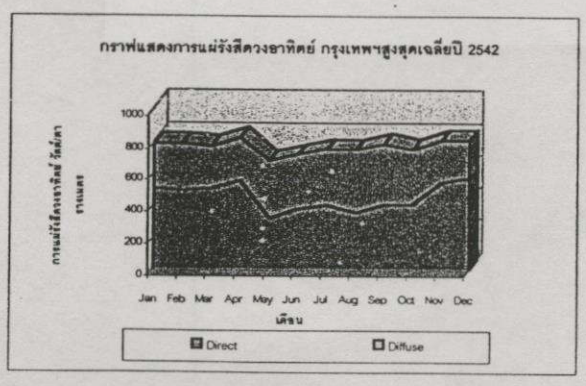


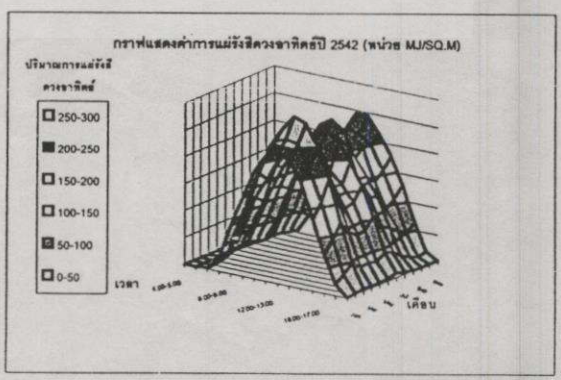












แผนภูมิที่ 7.1 (ข) แสดงสภาพภูมิอากาศกรุงเทพฯปี2542สถานีดอนเมืองและสถานีเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.4.1 อุณหภูมิอากาศของจังหวัดกรุงเทพฯ

มาตรฐาน ECI เพื่อใช้ตรวจสอบสภาวะอุณหภูมิอากาศ

ในปี ค.ศ. 1959 Webb , C.G. ได้ทำการทดลองวัดความรู้สึกทางสภาพสภาวะอากาศของคนสิงคโปร์ โดยใช้มาตราฐาน CET ต่อมาในปี ค.ศ. 1960 Webb ได้พัฒนามาตราฐาน ECI (Equatorial Comfort Index) ขึ้นลักษณะของ Nomogram ของมาตรฐานทั้งสอง มีลักษณะคล้ายคลึงกัน จะแตกต่างกันตรงที่ Nomogram CET จะมีลักษณะตารางเปิดออก ส่วน Nomogram ECI ตารางจะมีลักษณะตารางวิ่งเข้ามาบรรจบกัน สำหรับค่าอุณหภูมิสูง (แสดงให้เห็นว่าผิวหนังที่เปียกชื้นจะมีความรู้สึกมากขึ้นต่อการเคลื่อนไหวของอากาศในสภาพอุณหภูมิดังกล่าว) Webb พบว่าปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมต่างๆ นั้นมีความสัมพันธ์กันในรูปแบบที่สามารถจัดเป็นสูตรสมการ คือ

$$ECI = t_w + 0.447 (t - t_w) - 0.231 \sqrt{v}$$

โดยที่

ECI = ค่าอุณหภูมิบ่งบอกความสบายในหน่วยองศาฟาเรนไฮล์

t_w = อุณหภูมิกระเปาะเปียก (WBT) หน่วยองศาฟาเรนไฮล์

t = อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (DBT) หน่วยองศาฟาเรนไฮล์

v = ความเร็วของการเคลื่อนไหวของอากาศ (ฟุตต่อนาที) (ความเร็วลม)

ขั้นตอนในการหาค่าอุณหภูมิ ECI

1. นำอุณหภูมิกระเปาะแห้งและความชื้นสัมพัทธ์รายชั่วโมง เพื่อนำมาเทียบค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียก ด้วยแผนภูมิPsychrometric Chart

ตารางที่ 7.4 แสดงอุณหภูมิ Dry bulb รายชั่วโมงที่สัมพันธ์กับเดือนในปี พ.ศ. 2542

Dry bulb temperature (Celsius)

		1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
COOL SEASON	Jan	25.9	25.5	25.2	24.9	24.7	24.3	24.2	25.0	26.9	28.7	29.8	30.8	31.3	31.8	32.1	31.9	30.9	29.8	28.8	27.7	27.1	26.9	26.8
	Feb	26.4	26.1	25.8	25.6	25.3	25.1	24.9	25.9	27.6	28.9	30.1	31.2	31.8	32.4	32.6	32.5	31.8	30.7	29.4	28.3	27.8	27.4	27.2
HOT SEASON	Mar	28.3	28.1	27.9	27.7	27.4	27.2	27.0	28.5	30.1	31.6	33.0	33.8	34.3	34.5	34.8	34.4	33.4	31.8	30.2	29.4	29.0	28.9	28.7
	Apr	27.8	27.7	27.5	27.3	27.1	26.9	27.1	28.3	29.7	30.9	31.6	32.1	32.9	33.1	33.1	32.8	32.1	30.9	30.0	29.5	28.8	28.3	28.0
	May	27.1	26.9	26.5	26.3	26.2	26.2	26.7	27.9	29.4	30.5	31.3	31.4	31.2	31.3	31.3	31.1	30.3	29.4	28.6	28.1	27.8	27.5	27.3
RAINY SEASON	Jun	27.6	27.3	27.2	27.0	26.9	26.9	27.4	28.6	29.8	30.7	31.4	31.7	31.8	31.9	31.8	31.5	30.9	29.6	28.7	28.4	28.2	28.1	28.0
	Jul	28.1	27.9	27.7	27.8	27.3	27.0	27.6	29.0	30.3	31.2	31.8	32.2	32.4	32.5	32.4	32.0	31.3	30.1	29.4	29.0	28.8	28.6	28.5
	Aug	27.4	27.2	26.9	26.7	26.6	26.4	26.7	27.8	29.3	30.2	30.9	31.4	31.8	31.6	31.5	31.4	30.9	30.0	29.2	28.4	27.9	27.6	27.6
	Sep	26.9	26.6	26.5	26.3	26.1	26.0	26.3	27.5	29.5	30.6	31.7	31.7	31.8	31.5	31.4	31.1	30.1	29.1	28.5	27.9	27.6	27.4	27.3
	Oct	26.4	26.2	26.0	25.7	25.5	25.4	25.7	26.8	28.3	29.6	30.5	30.8	31.1	30.8	30.7	30.4	29.6	29.0	28.1	27.5	27.3	27.2	26.9
COOL SEASON	Nov	26.0	25.7	25.6	25.3	25.1	24.7	25.1	26.4	28.0	29.1	30.0	30.7	31.0	31.0	30.6	30.3	29.4	28.3	28	27.7	27.4	27.0	26.5
	Dec	22.8	22.4	22.1	21.7	21.3	20.8	20.9	21.7	23.4	24.8	26.1	26.8	27.8	28.3	28.3	28.1	27.3	26.3	25.5	25.1	24.5	24.1	23.6

ข้อมูล : อุณหภูมิกระเปาะแห้ง หน่วยเป็นองศาเซลเซียส รายชั่วโมงของกรุงเทพฯ (กรมอุตุนิยมวิทยา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

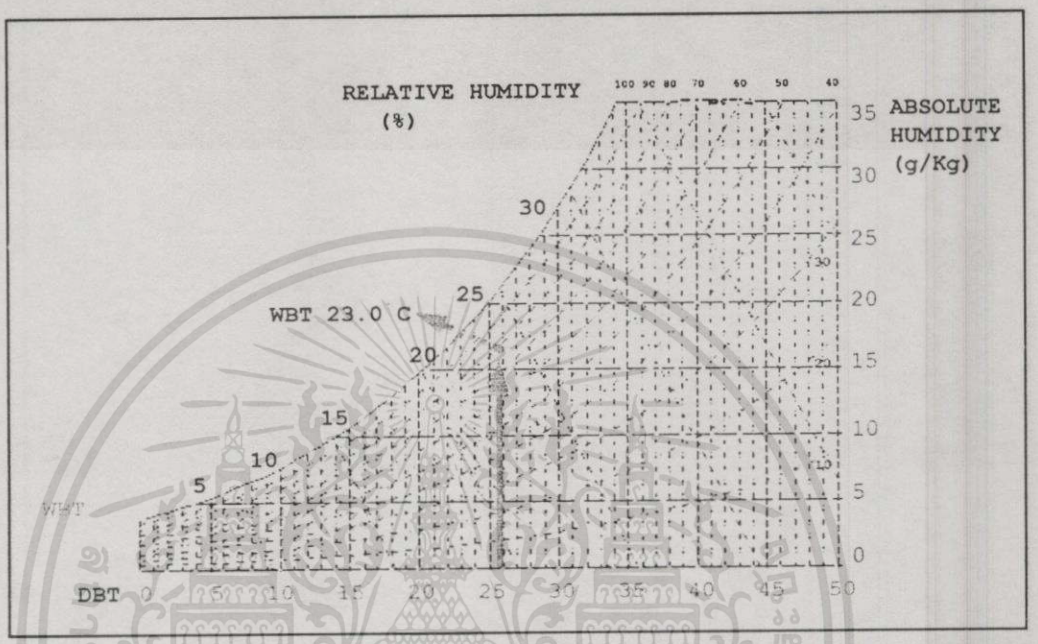
ตัวอย่างเช่น

อุณหภูมิเวลา 1.00 น. = 25.9 องศาเซลเซียส

ในเดือนมกราคม ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ = 78.8 %

จะได้ค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียก(WBT) = 22.9 องศาเซลเซียส

ดังแสดงในแผนภูมิ Psychrometric Chart



ภาพที่ 7.6 แสดงการหาอุณหภูมิกระเปาะเปียกด้วยแผนภูมิ Psychrometric Chart

ตารางแสดงอุณหภูมิกระเปาะเปียก(Wet bulb) รายชั่วโมงที่สัมพันธ์กับเดือนต่าง ๆในปี พ.ศ. 2542

Wet bulb temperature (Celsius)

ตารางที่ 7.5 แสดงอุณหภูมิกระเปาะเปียกรายชั่วโมงปี 2542

		1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
COOL SEASON	Jan	22.9	22.8	22.5	22.3	22.2	22.0	21.9	22.3	23.1	23.8	24.5	25.0	25.2	25.5	25.6	25.5	25.2	24.7	24.5	24.3	24.1	23.7	23.4
	Feb	24.5	24.3	24.2	24.3	23.9	23.7	23.5	24.0	24.4	24.8	25.3	25.8	26.1	26.3	26.4	26.4	26.1	25.6	25.5	25.3	25.2	25.1	24.9
HOT SEASON	Mar	25.9	25.8	25.6	25.5	25.4	25.3	25.2	25.6	25.9	26.0	26.0	26.4	26.2	26.0	25.9	25.7	25.5	25.3	25.4	25.7	25.8	25.8	25.8
	Apr	26.0	25.9	25.7	25.6	25.5	25.3	25.5	25.7	26.3	26.6	26.8	27	27.2	27.2	27.2	27.0	27.0	26.5	26.4	26.2	26.2	26.0	26.0
	May	25.5	25.4	25.2	25.1	25.0	25.0	25.3	25.8	26.3	26.5	26.9	26.7	26.6	26.8	26.9	26.8	26.6	26.4	26.2	26.0	25.9	25.7	25.7
RAINY SEASON	Jun	25.4	25.3	25.3	25.2	25.1	25.0	25.4	25.6	25.9	26.1	26.4	26.4	26.5	26.6	26.8	26.6	26.5	26.1	25.9	25.7	25.7	25.7	25.7
	Jul	25.1	25.2	25.0	24.9	24.9	24.7	24.9	25.4	25.6	25.8	26.0	26.3	26.3	26.5	26.5	26.4	26.2	25.9	25.7	25.8	25.9	25.6	25.5
	Aug	24.8	24.8	24.6	24.5	24.5	24.4	24.6	25.2	25.4	25.6	25.8	25.9	26.1	26.1	26.2	26.2	26.1	25.8	25.6	25.6	25.4	25.3	25.3
	Sep	25.1	24.9	24.8	24.7	24.7	24.4	24.6	25.0	25.8	25.9	26.2	26.3	26.3	26.3	26.2	26.3	26.1	25.8	25.6	25.6	25.4	25.4	25.3
	Oct	24.7	24.6	24.5	24.3	24.3	24.2	24.4	25.0	25.3	25.8	25.9	25.8	26.0	25.9	25.8	25.6	25.4	25.4	25.4	25.1	25.0	25.1	25.0
COOL SEASON	Nov	23.6	23.5	23.4	23.2	23.1	22.8	22.9	23.3	23.8	24.2	24.3	24.5	24.7	24.6	24.4	24.2	24.2	24.1	24.1	24.1	24.0	23.9	23.7
	Dec	18.3	18.3	18.1	17.8	17.6	17.3	17.2	17.6	18.2	18.8	19.4	19.9	20.4	20.7	20.8	20.7	20.4	20.2	19.9	19.8	19.5	19.3	19.1

จากข้อมูล Wet Bulb และ Dry Bulb Temperature สามารถนำไปหาค่าอุณหภูมิ ECI ณ. เวลาต่าง ๆ(ณ. สภาพอากาศนิ่ง) ได้ดังตาราง ECI ต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.6 แสดงอุณหภูมิECI รายชั่วโมงที่สัมพันธ์กับเดือนต่างๆในปี พ.ศ. 2542 (Celsius)

		1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	24
COOL SEASON	Jan	24.3	24.0	23.7	23.5	23.4	23.1	23.0	23.5	24.8	26.0	26.9	27.6	28.0	28.4	28.5	28.4	28.4	27.8	26.5	25.9	25.5	25.2	25.0	
	Feb	25.4	25.1	24.9	24.9	24.6	24.4	24.2	24.9	25.9	26.7	27.5	28.3	28.7	29.1	29.2	29.2	29.2	28.7	27.3	26.7	26.4	26.2	26.0	
HOT SEASON	Mar	27.0	26.9	26.7	26.5	26.3	26.2	26.0	26.9	27.8	28.5	29.2	29.7	29.9	29.8	29.9	29.6	29.6	29.1	27.6	27.4	27.3	27.2	27.1	
	Apr	26.8	26.7	26.5	26.4	26.3	26.1	26.3	26.9	27.9	28.6	29.0	29.3	29.8	29.9	29.9	29.6	29.6	29.3	28.0	27.7	27.4	27.1	26.9	
	May	26.3	26.1	25.8	25.7	25.6	25.6	26.0	26.8	27.7	28.3	28.9	28.8	28.7	28.9	28.9	28.8	28.8	28.3	27.3	27.0	26.8	26.5	26.5	
RAINY SEASON	Jun	25.4	26.2	26.2	26.0	25.9	25.9	26.3	27.0	27.7	28.2	28.7	28.8	28.9	29.0	29.1	28.8	28.8	28.5	27.2	26.9	26.9	26.8	26.8	
	Jul	26.5	26.4	26.2	26.2	26.0	25.8	26.1	27.0	27.7	28.3	28.6	29.0	29.1	29.2	29.2	28.9	28.9	28.5	27.4	27.3	27.2	27.0	26.9	
	Aug	26.0	25.9	25.7	25.5	25.5	25.3	25.6	26.4	27.2	27.7	28.1	28.4	28.7	28.6	28.6	28.6	28.6	28.3	27.2	26.9	26.6	26.4	26.4	
	Sep	25.9	25.7	25.6	25.4	25.4	25.1	25.4	26.2	27.5	28.0	28.7	28.8	28.8	28.7	28.6	28.5	28.5	27.9	26.9	26.7	26.4	26.3	26.2	
	Oct	25.5	25.3	25.2	25.0	24.9	24.8	25.0	25.8	26.7	27.5	28.0	28.1	28.3	28.1	28.0	27.8	27.8	27.3	26.6	26.2	26.1	26.1	25.9	
COOL SEASON	Nov	24.7	24.5	24.4	24.2	24.0	23.7	24.0	24.7	25.7	26.4	26.9	27.3	27.6	27.5	27.2	27.0	27.0	26.6	25.9	25.7	25.6	25.3	25.0	
	Dec	20.3	20.2	19.9	19.6	19.3	18.9	18.9	19.5	20.6	21.5	22.4	23.0	23.7	24.1	24.2	24.0	24.0	23.5	22.4	22.2	21.8	21.5	21.1	

เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่าค่ามาตรฐานอุณหภูมิสบายของคนในแต่ละประเทศนั้นแตกต่างกันอยู่บ้าง อันเนื่องมาจากตัวแปรต่างๆ ซึ่งจะต้องมีการทดลองวัดค่าความเคยชินของอากาศและการใช้การประมวลค่าสถิติ เพื่อกำหนดค่าที่ใกล้เคียงความจริงที่สุดออกมาเนื่องมาจากประเทศสิงคโปร์อยู่ในเขตร้อนชื้นมีภูมิอากาศคล้ายคลึงกับประเทศไทย จากเกณฑ์การหาค่ามาตรฐาน ECI (Webb:1960) กำหนดเกณฑ์ที่น่าสบายอยู่ที่ 22.00 -26.00 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 77% และสามารถสรุปจำนวนเดือน เวลาที่ไม่อยู่ในสภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิได้ดังนี้

ตารางที่7.7 แสดงจำนวนเดือนเวลาที่อุณหภูมิไม่อยู่ในสภาวะที่น่าสบายทางอุณหภูมิ ECI

ช่วงเดือน	ช่วงเวลาที่อุณหภูมิเกินขีดสภาวะน่าสบาย(น.)	จำนวนชั่วโมงที่อุณหภูมิเกินขีดสภาวะน่าสบาย(น.)	อุณหภูมิที่สูงที่สุด
มกราคม	11.00-19.00	9	28.5
กุมภาพันธ์	11.00-22.00	13	29.2
มีนาคม	ตลอดทั้งวัน	23	29.9
เมษายน	ตลอดทั้งวัน	24	29.9
พฤษภาคม	1.00-2.00, 8.00-24.00	19	28.9
มิถุนายน	2.00-3.00,7.00-24.00	20	29.1
กรกฎาคม	1.00-4.00,7.00-24.00	22	29.2
สิงหาคม	8.00-24.00	17	28.7
กันยายน	8.00-24.00	17	28.8
ตุลาคม	9.00-22.00	16	28.3
พฤศจิกายน	10.00-18.00	15	27.6
ธันวาคม	-	-	-

ตามมาตรฐาน ECI จะเห็นได้ว่าเขตสภาวะทางอุณหภูมิที่เกินความสบายส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเวลา 7.00 -24.00น . และเกือบตลอดทั้งวันของทุกวันในรอบปี ซึ่งในการออกแบบควรจะทำการหาวิธีการลดอุณหภูมิในเวลานี้เพื่อให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกสบายทางด้านอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:
COOL SEASON	Jan	24.3	24.0	23.7	23.5	23.4	23.1	23.0	23.5	24.8	26.0	26.9	27.6	28.0	28.4	28.5	28.4	28.4	27.8	26.5	25.9	25.5	25.2	25
	Feb	25.4	25.1	24.9	24.9	24.6	24.4	24.2	24.9	25.9	26.7	27.5	28.3	28.7	29.1	29.2	29.2	29.2	28.7	27.3	26.7	26.4	26.2	26
HOT SEASON	Mar	27.0	26.9	26.7	26.5	26.3	26.2	26.0	26.9	27.8	28.5	29.2	29.7	29.9	29.8	29.9	29.6	29.6	29.1	27.6	27.4	27.3	27.2	27
	Apr	26.8	26.7	26.5	26.4	26.3	26.1	26.3	26.9	27.9	28.6	29.0	29.3	29.8	29.9	29.9	29.6	29.6	29.3	28.0	27.7	27.4	27.1	26
	May	26.3	26.1	25.8	25.7	25.6	25.6	26.0	26.8	27.7	28.3	28.9	28.8	28.7	28.9	28.9	28.8	28.8	28.3	27.3	27.0	26.8	26.5	26
RAINY SEASON	Jun	25.4	26.2	26.2	26.0	25.9	25.9	26.3	27.0	27.7	28.2	28.7	28.8	28.9	29.0	29.1	28.8	28.8	28.5	27.2	26.9	26.9	26.8	26
	Jul	26.5	26.4	26.2	26.2	26.0	25.8	26.1	27.0	27.7	28.3	28.6	29.0	29.1	29.2	29.2	28.9	28.9	28.5	27.4	27.3	27.2	27.0	26
	Aug	26.0	25.9	25.7	25.5	25.5	25.3	25.6	26.4	27.2	27.7	28.1	28.4	28.7	28.6	28.6	28.6	28.6	28.3	27.2	26.9	26.6	26.4	26
	Sep	25.9	25.7	25.6	25.4	25.4	25.1	25.4	26.2	27.5	28.0	28.7	28.8	28.8	28.7	28.6	28.5	28.5	27.9	26.9	26.7	26.4	26.3	26
	Oct	25.5	25.3	25.2	25.0	24.9	24.8	25.0	25.8	26.7	27.5	28.0	28.1	28.3	28.1	28.0	27.8	27.8	27.3	26.6	26.2	26.1	26.1	25
COOL SEASON	Nov	24.7	24.5	24.4	24.2	24.0	23.7	24.0	24.7	25.7	26.4	26.9	27.3	27.6	27.5	27.3	27.0	27.0	26.6	25.9	25.7	25.6	25.3	25
	Dec											22.4	23.0	23.7	24.1	24.2	24.0	24.0	23.5	22.4	22.2			

ภาพที่ 7.7 แสดงสภาพอุณหภูมิกรุงเทพฯ ด้วยมาตรฐานสบาย ECIที่ความเร็วลม0m/s

ค่าอุณหภูมิบ่งบอกความสบายของเขตกรุงเทพฯ ตามมาตรฐาน ECI จะเห็นได้ว่าเมื่อสภาพอากาศหยุดนิ่ง อุณหภูมิส่วนใหญ่ในช่วงเวลากลางวัน ตั้งแต่ 09.00- 19.00น. จะพบได้ว่าอุณหภูมิอยู่ในช่วงไม่สบายต่อผู้อาศัยในอาคารบ้านเรือน ซึ่งถ้ามีปริมาณกระแสลมจากธรรมชาติเข้ามาช่วยก็สามารถลดอุณหภูมิในช่วงไม่เกินความสบายได้เป็นส่วนน้อย ถ้ามีกระแสลมมากกว่า 1.50 เมตร / วินาที ทำให้อุณหภูมิลดลง แต่กระแสลมทำความรบกวนผู้อยู่อาศัยและกิจกรรมนั้นๆ

กระแสลมและการระบายอากาศ ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งของสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิซึ่งมีเหตุผล 3 ประการคือ

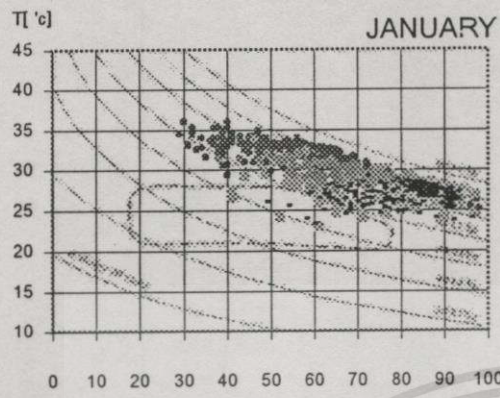
1. อากาศที่เคลื่อนไหวจะพัดพาเอาความร้อนรอบตัวไป
2. อากาศที่เคลื่อนไหวจะพัดพาความชื้น และทำให้เกิดสภาวะที่เหมาะสมขึ้น สำหรับร่างกายที่จะระบายความร้อนโดยการระเหยของน้ำด้วยตัวของมันเองในรูปเหงื่อ
3. อากาศที่เคลื่อนไหวช่วยไม่ให้เกิดการสะสมของมลภาวะ

ปริมาณของอากาศที่เคลื่อนที่ เพื่อสร้างสภาวะที่เหมาะสมต้องการอยู่ระหว่างความเร็ว 0.051 – 0.077เมตรต่อวินาที ถ้าความเร็วของอากาศที่ต่ำกว่านี้ มีผลทำให้รู้สึกอากาศไม่ถ่ายเท ถ้าอากาศในห้องมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิน่าสบาย แต่กระแสลมที่มีความเร็ว 0.255 –1.02 เมตรต่อวินาที และพัดเข้ามาอย่างสม่ำเสมอก็สามารถทำให้เรารู้สึกสบายอยู่ได้ อากาศที่เคลื่อนที่เร็วมากกว่า 1.02 เมตรต่อวินาที จะทำให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกลมแรงรบกวนการทำงานและกิจกรรมต่างๆ

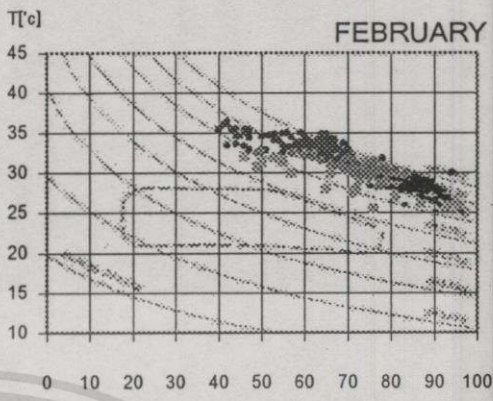
แนวทางการปรับสภาวะความสบายทางอุณหภูมิ ซึ่งแสดงบนแผนภูมิ Psychrometric Chart ที่สภาพอากาศที่อยู่นอกกรอบสภาวะน่าสบาย ชี้ให้เห็นว่ามีความจำเป็นต้องมีการปรับ ซึ่งบริเวณที่สภาพอากาศไปตกอยู่จะเป็นตัวกำหนดแนวทางในการออกแบบแต่ละประเภท เพื่อให้สภาพแวดล้อมกลับเข้าไปสู่สภาวะน่าสบาย ซึ่งกรอบนี้สามารถขยายไปได้เล็กน้อยและครอบคลุมสภาพอากาศที่ปรากฏบนแผนภูมิบางส่วน

ซึ่งการออกแบบโดยอาศัยวิธีธรรมชาติโดยการใช้พืชพรรณธรรมชาติ (Passive Design) ก็เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยปรับแต่งสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารให้ใกล้เคียงหรือกลับเข้าสู่สภาวะน่าสบายได้ในระดับหนึ่ง และเมื่อสภาพอากาศภายนอก มีความรุนแรงมากและเกินขอบเขตน่าสบายที่ธรรมชาติจะปรับได้ การใช้วิธีธรรมชาติเพียงอย่างเดียวอาจไม่ครอบคลุมได้ทั้งหมด ซึ่งเป็นเรื่องที่จะต้องนำมาพิจารณารายละเอียดต่อไปในขั้นต่อนการออกแบบอาคาร

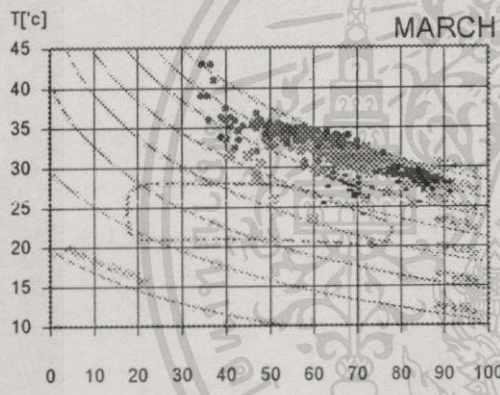
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



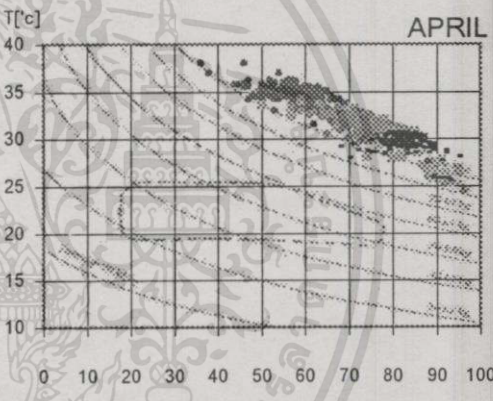
Actual data
Number of hour in comfort zone 2.0 %
Number of hour below comfort zone 0.0 %
Total 2.0 %



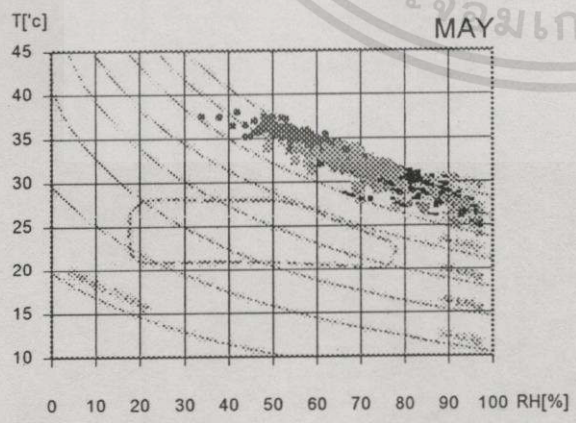
Actual data
Number of hour in comfort zone 0.0 %
Number of hour below comfort zone 0.0 %
Total 0.0 %

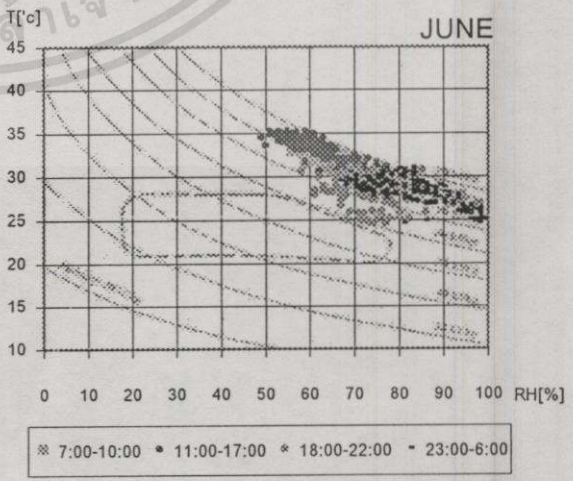


Actual data
Number of hour in comfort zone 0.4 %
Number of hour below comfort zone 0.0 %
Total 0.4 %



Actual data
Number of hour in comfort zone 0.0 %
Number of hour below comfort zone 0.0 %
Total 0.0 %



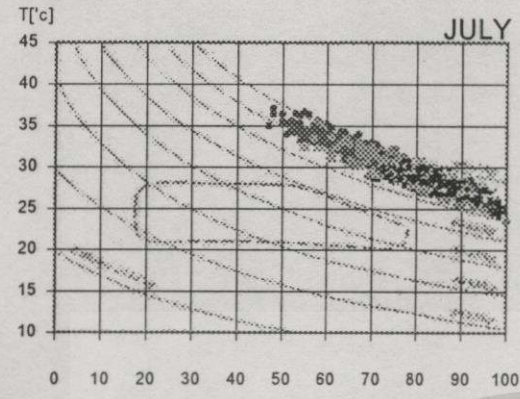


Actual data
Number of hour in comfort zone 0.0 %
Number of hour below comfort zone 0.0 %
Total 0.0 %

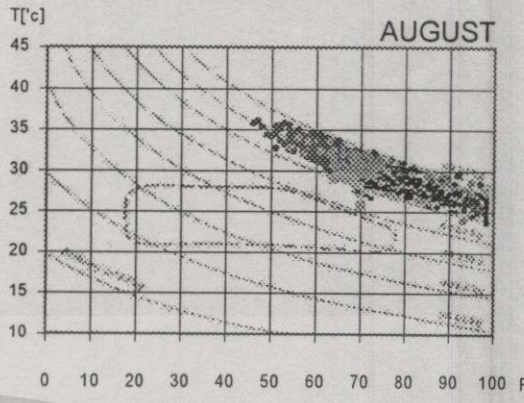
Actual data
Number of hour in comfort zone 0.0 %
Number of hour below comfort zone 0.0 %
Total 0.0 %

แผนภูมิที่7.2(ก) แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและความชื้นรายชั่วโมงพศ. 2541แสดงโดยแผนภูมิ Bioclimatic Chart

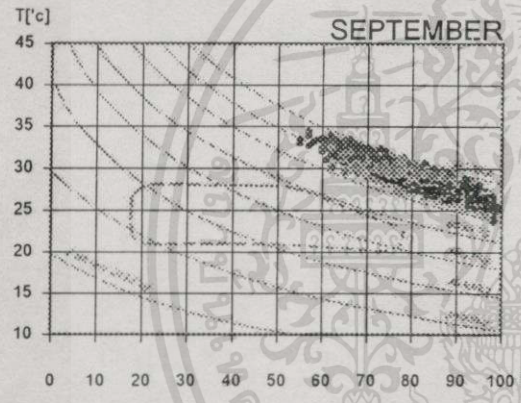
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



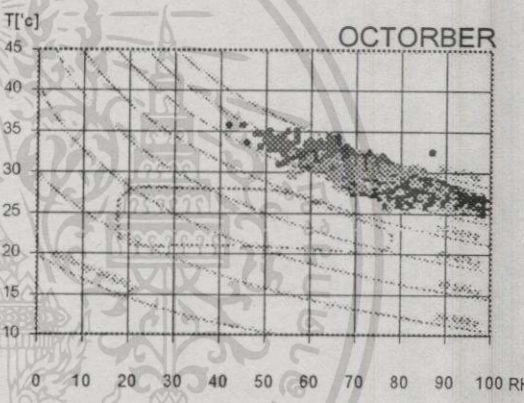
Actual data
Number of hour in comfort zone 0.0 %
Number of hour below comfort zone 0.0 %
Total 0.0 %



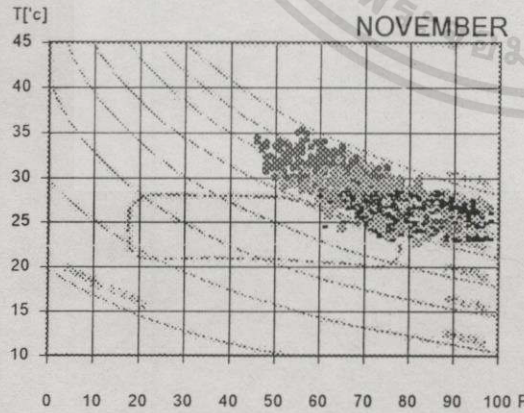
Actual data
Number of hour in comfort zone 0.0 %
Number of hour below comfort zone 0.0 %
Total 0.0 %



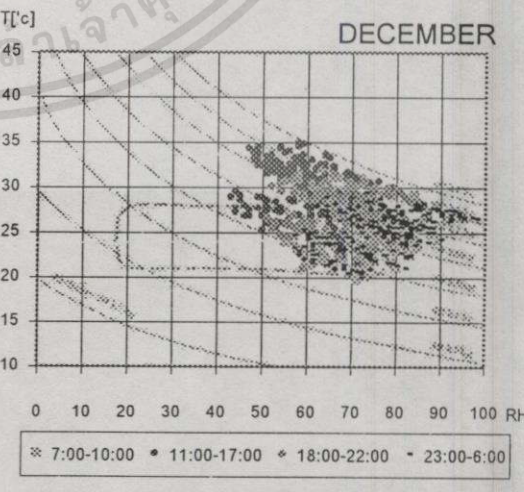
Actual data
Number of hour in comfort zone 0.0 %
Number of hour below comfort zone 0.0 %
Total 0.0 %



Actual data
Number of hour in comfort zone 0.0 %
Number of hour below comfort zone 0.0 %
Total 0.0 %



Actual data
Number of hour in comfort zone 1.5 %
Number of hour below comfort zone 0.0 %
Total 1.5 %



Actual data
Number of hour in comfort zone 20.0 %
Number of hour below comfort zone 0.4 %
Total 20.4 %

แผนภูมิที่ 7.2(ข) แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและความชื้นรายชั่วโมงพศ. 2541 แสดงโดยแผนภูมิ Bioclimatic Chart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.4.2 รังสีดวงอาทิตย์ในจังหวัดกรุงเทพฯ

ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับในกรุงเทพฯจะสูงตลอดปี โดยมากกว่า 60% ของรังสีดวงอาทิตย์ทั้งหมดเป็นรังสีกระจาย โดยเฉพาะช่วงที่มีความชื้นสูง เช่น ฤดูร้อนและฤดูฝน เนื่องจากมีปริมาณไอน้ำในอากาศสูง ค่าเฉลี่ยของการแผ่รังสีตลอดทั้งปีจะไม่แตกต่างกันมากในฤดูฝนจะไม่ลดลงอย่างชัดเจน (กรกฎาคม – ตุลาคม) แม้จะเป็นช่วงที่มีเมฆหมอกสูงเนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวนี้จะมีช่วงเวลากลางวันที่ยาวนาน และมีช่วงที่ฟ้าเปิด(Clear Sky)บ้างซึ่งไม่มีเมฆปกคลุม ทำให้ได้รับทั้งรังสีตรงและรังสีกระจายในปริมาณที่สูง แต่เมื่อถึงช่วงฤดูหนาว ช่วงเวลากลางวันจะสั้นลง ทำให้ปริมาณรังสีที่ได้รับไม่มากนักและส่วนใหญ่เป็นรังสีตรง

การแผ่รังสีรวม

ปริมาณรังสีรวมทั้งแบบกระจายและตรงจะมีปริมาณสูงสุดในช่วง 11.00-13.00น. แบ่งออกเป็น 3 ช่วงได้แก่

-ในช่วงฤดูหนาว ประมาณเดือนธันวาคม ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สูงสุด คือ 742 วัตต์/ ตารางเมตร ส่วนใหญ่เป็นผลมาจากการแผ่รังสีตรง

- ในช่วงฤดูร้อน ประมาณเดือน เมษายน ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สูงสุด คือ 800 วัตต์/ ตารางเมตร เป็นผลมาจากตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่ทำมุมเกือบตั้งฉากกับพื้นดิน ทำให้เกิดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูง
- ในช่วงฤดูฝน ประมาณเดือน มิถุนายน-กันยายน ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สูงสุด คือ 750 วัตต์/ ตารางเมตร ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผลมาจากรังสีกระจาย

การแผ่รังสีตรง

ปริมาณรังสีตรงนั้นโดยปกติแล้วจะให้ความเข้มที่สูงกว่าแบบกระจาย ซึ่งเป็นผลและสัดส่วนโดยตรงต่อการเกิดความร้อนบนพื้นโลก ช่วงเวลาที่เกิดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดได้แก่ช่วง 11.00 – 12.00 น.ของทั้งปี ช่วงการแผ่รังสีสูงสุดของแต่ละเดือนมีดังนี้

มีปริมาณต่ำสุด (Extreme Min)ประมาณ 313.36 วัตต์/ ตารางเมตรในเดือนพฤษภาคม
และจะมีปริมาณสูงสุด (Extreme Max)ประมาณ 567.64 วัตต์/ ตารางเมตรในเดือนธันวาคม

การแผ่รังสีกระจาย

ปริมาณรังสีชนิดนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณไอน้ำในอากาศและสภาพท้องฟ้า ซึ่งจะให้ปริมาณความร้อนที่น้อยกว่าแบบตรง ช่วงเวลาที่เกิดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดได้แก่ช่วง 11.00 – 13.00 น.ของทั้งปี ช่วงการแผ่รังสีสูงสุดของแต่ละเดือนมีดังนี้

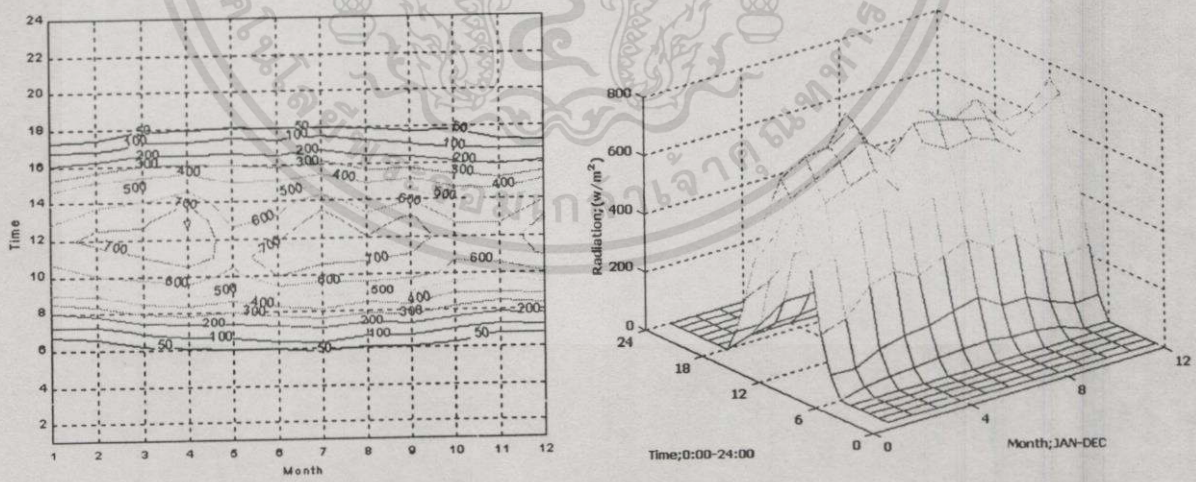
มีปริมาณต่ำสุด (Extreme Min)ประมาณ 243.21 วัตต์/ ตารางเมตรในเดือนธันวาคม
และจะมีปริมาณสูงสุด (Extreme Max)ประมาณ 400.00 วัตต์/ ตารางเมตรในเดือนสิงหาคม

ซึ่งนำมาแสดงเป็นแผนภูมิเพื่อเปรียบเทียบรังสีรวม รังสีตรงและรังสีกระจายได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่7.8 แสดงค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์กรุงเทพฯรวม (w/m^2) (AIT,2542)

Solar Time	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	24.2	36.04	41.69	48.73	52.04	57.82	45.21	42.19	30.82	0	0
7	73.02	73.61	113.05	134.84	144.21	169.29	190.3	140.21	140.33	104.4	74.25	76.94
8	196.14	225.63	316.42	336.87	299.08	342.02	373.33	321.06	342.1	264.94	221.38	235.58
9	405.76	419	518.47	533.75	485.72	536.65	524.53	508.99	501.23	418.72	417.73	427.49
10	558.6	595.99	627.34	662.07	563.13	703.62	657.19	668.68	640.74	573.62	535.83	594.6
11	619.99	659.59	698.26	743.84	666.73	752.98	739.7	719.63	696.42	614.56	660.65	710.68
12	675.82	723.9	734.31	785.72	647.35	695.54	755.75	705.94	747.9	649.34	659.91	742.71
13	583.28	676.07	676.53	809.08	564.68	618.97	740.97	636.8	720.21	577.87	568.88	707.41
14	494.3	575.68	602.21	693.29	511.84	557.01	663.73	525.73	593.6	494.58	511.24	592.99
15	342.38	428.1	470.54	547.94	409.25	424.36	478.36	392.47	429.35	362.21	337.99	414.3
16	203.51	239.03	302.77	307.58	298.75	275.33	325.42	259.75	260.48	211.48	188.41	218.22
17	75.3	73.36	128.65	126.89	152.02	137.34	171.34	129.25	106.68	80.48	72.01	69.64
18	0	23.67	39.52	44.41	53.79	48.12	50.7	43.26	31.68	41.90	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

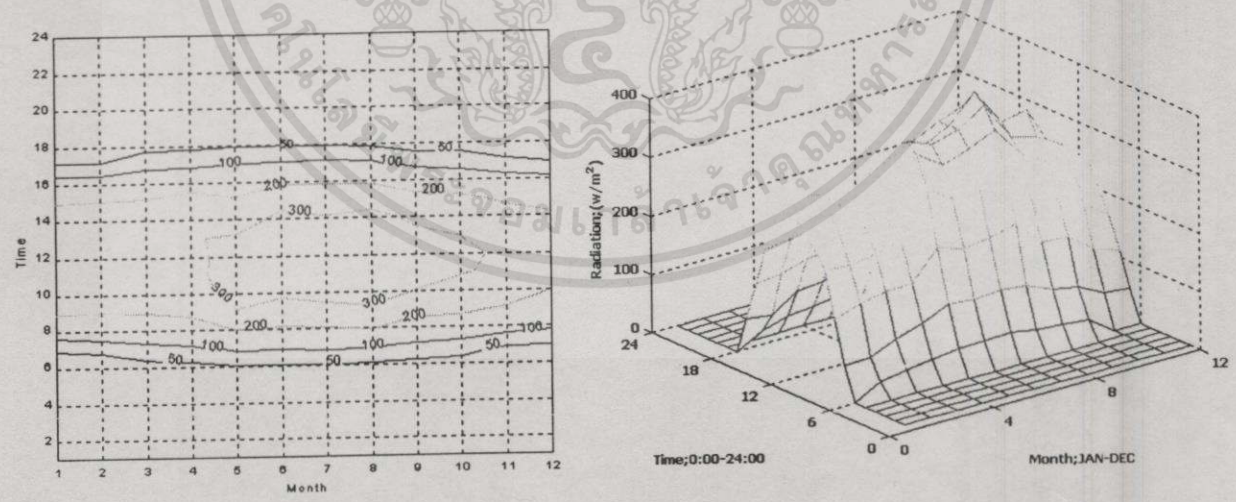


แผนภูมิที่7.3แสดงค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์กรุงเทพฯรวม (w/m^2) (AIT,2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่7.9แสดงค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์แบบกระจายกรุงเทพฯ (w/m^2) (AIT,2542)

Solar Time	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	23.6	31.65	37.27	43.71	45.2	47.73	39.36	35.34	30.47	0	0
7	57.36	59.79	78.16	92.32	112.06	106.99	112.45	107.56	88.74	79.67	57.7	52.56
8	127.84	142.79	150.35	153.22	201.3	188.15	194.28	207.4	161.91	159.39	125.48	111.27
9	206.36	200.82	207.93	219.15	295.06	265.78	273.87	287.84	228.09	223.85	196.44	163.71
10	235.74	245.23	248.28	237.66	346.38	315.17	330.97	351.26	297.96	273.36	251.16	200.14
11	246.91	280.84	264.26	262.47	361.09	342.78	357.34	384.82	319.85	307.59	280.66	237.46
12	285.32	299.66	264.96	276.54	334.81	332.92	355.6	400.45	338.63	346.01	264.26	243.21
13	281.42	292.97	261.36	294.1	312	334.06	355.3	371.59	322.52	297.52	255.83	233.43
14	258.98	252	261.17	270.2	249.96	323.66	308.34	327.09	280.88	255.09	238.5	210.07
15	197.61	203.39	208.92	242.01	210.72	264.23	258.79	257.49	226.65	215.85	180.43	169.67
16	131.74	135.95	147.5	154.52	165.42	190.51	187.02	186.36	155.21	149.24	117.89	111.68
17	62.91	56.47	86.12	89.13	103.31	106.92	112.64	108	77.63	67.39	63.27	50.12
18	0	22.77	35.89	40.21	45.91	45.51	43.26	41.88	29.84	39.1	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

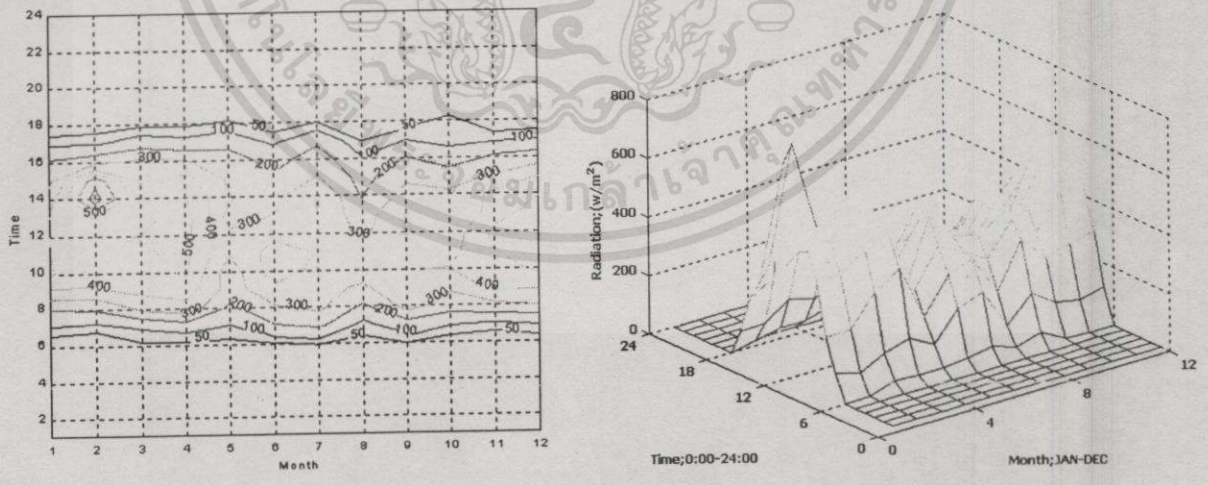


แผนภูมิที่7.4แสดงค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์แบบกระจายกรุงเทพฯ (w/m^2) (AIT,2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่7.10 แสดงค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์โดยตรงกรุงเทพฯ (w/m^2) (AIT,2542)

Solar Time	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	1.5	32.78	28.13	26.96	36.58	52.77	25.25	52	5.2	0	0
7	93.54	67.66	111.94	139.39	94.84	190.47	222.64	81.83	171.02	113.29	96.83	117.92
8	199.52	205.2	306.1	362.5	175.39	289.87	322.31	183.78	339.46	252.95	278.32	294.11
9	384.04	378.71	435.85	455.62	254.34	373.99	331.99	283.84	394.72	322.13	437.03	420.87
10	502.89	475.67	455.85	512.14	239.84	457.59	370.48	346.91	397.13	403.09	436.43	532.35
11	501.91	451.3	486.63	521.31	313.36	437.16	393.88	328.85	377.55	365.96	506.16	543.59
12	500.15	485.24	503.27	533.23	312.74	372.85	393.94	279.27	407.28	342.97	524.33	555.37
13	400.73	458.49	463.14	549.04	261.63	301.21	396.63	238.85	404.43	331.37	427.72	567.64
14	357.71	749.8	424.35	505.36	307.48	267.72	411.08	193.98	342.06	323.79	423.98	498.47
15	276.7	662.11	390.85	437.05	282.04	224.63	305.45	161.55	277.43	247.38	309.75	396.86
16	216.43	263.65	324.48	306.3	258.09	155.89	257.98	102.75	204.22	148.56	211.95	251.88
17	87.91	93.81	148.85	125.39	155.46	87.25	173.04	48.48	95.26	66.11	78.48	100.36
18	0	16.47	36.94	38.25	59.68	13.98	45.48	4.1	20.49	68	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



แผนภูมิที่7. 5 แสดงค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์โดยตรงกรุงเทพฯ (w/m^2) (AIT,2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.4.3 ความเร็วลมของจังหวัดกรุงเทพฯ

ตารางที่ 7.11แสดงทิศและความเร็วลมเฉลี่ยรายเดือนของกรุงเทพมหานคร

January	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calm	Total
Calm									397	397
1-3	31	26	48	8	17	16	10	19		175
4-16	13	31	45	16	32	14	9	12		172
17-27	0	0	0	0	0	0	0	0		0
>27	0	0	0	0	0	0	0	0		0
Total										

February	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calm	Total
Calm									301	301
1-3	22	13	48	12	46	12	4	9		166
4-16	9	25	58	17	64	23	6	3		205
17-27	0	0	0	0	0	0	0	0		0
>27	0	0	0	0	0	0	0	0		0
Total										

March	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calm	Total
Calm									192	192
1-3	0	5	18	34	148	31	19	5		260
4-16	1	0	10	6	191	55	18	11		292
17-27	0	0	0	0	0	0	0	0		0
>27	0	0	0	0	0	0	0	0		0
Total										

April	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calm	Total
Calm									331	331
1-3	5	9	24	25	90	21	24	15		213
4-16	7	4	14	14	67	26	38	6		176
17-27	0	0	0	0	0	0	0	0		0
>27	0	0	0	0	0	0	0	0		0
Total										

May	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calm	Total
Calm									381	381
1-3	6	17	28	28	45	43	30	4		201
4-16	2	0	3	18	79	34	19	5		160
17-27	0	0	0	0	1	0	0	0		1
>27	1	0	0	0	0	0	0	0		1
Total										

June	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calm	Total
Calm									295	295
1-3	0	1	4	16	50	74	48	13		206
4-16	3	0	3	7	72	80	42	12		219
17-27	0	0	0	0	0	0	0	0		0
>27	0	0	0	0	0	0	0	0		0
Total										

July	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calm	Total
Calm									262	262
1-3	0	1	0	6	41	82	74	9		213
4-16	0	0	0	12	92	84	72	8		268
17-27	0	0	0	0	0	0	1	0		1
>27	0	0	0	0	0	0	0	0		0
Total										

August	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calm	Total
Calm									323	323
1-3	1	1	2	14	45	76	43	13		195
4-16	1	1	0	17	69	95	37	6		226
17-27	0	0	0	0	0	0	0	0		0
>27	0	0	0	0	0	0	0	0		0
Total										

September	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calm	Total
Calm									346	346
1-3	4	8	14	26	37	58	46	16		209
4-16	6	3	6	22	40	43	37	8		165
17-27	0	0	0	0	0	0	0	0		0
>27	0	0	0	0	0	0	0	0		0
Total										

October	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calm	Total
Calm									336	336
1-3	31	36	51	31	25	10	25	21		230
4-16	19	27	44	27	24	11	11	15		178
17-27	0	0	0	0	0	0	0	0		0
>27	0	0	0	0	0	0	0	0		0
Total										

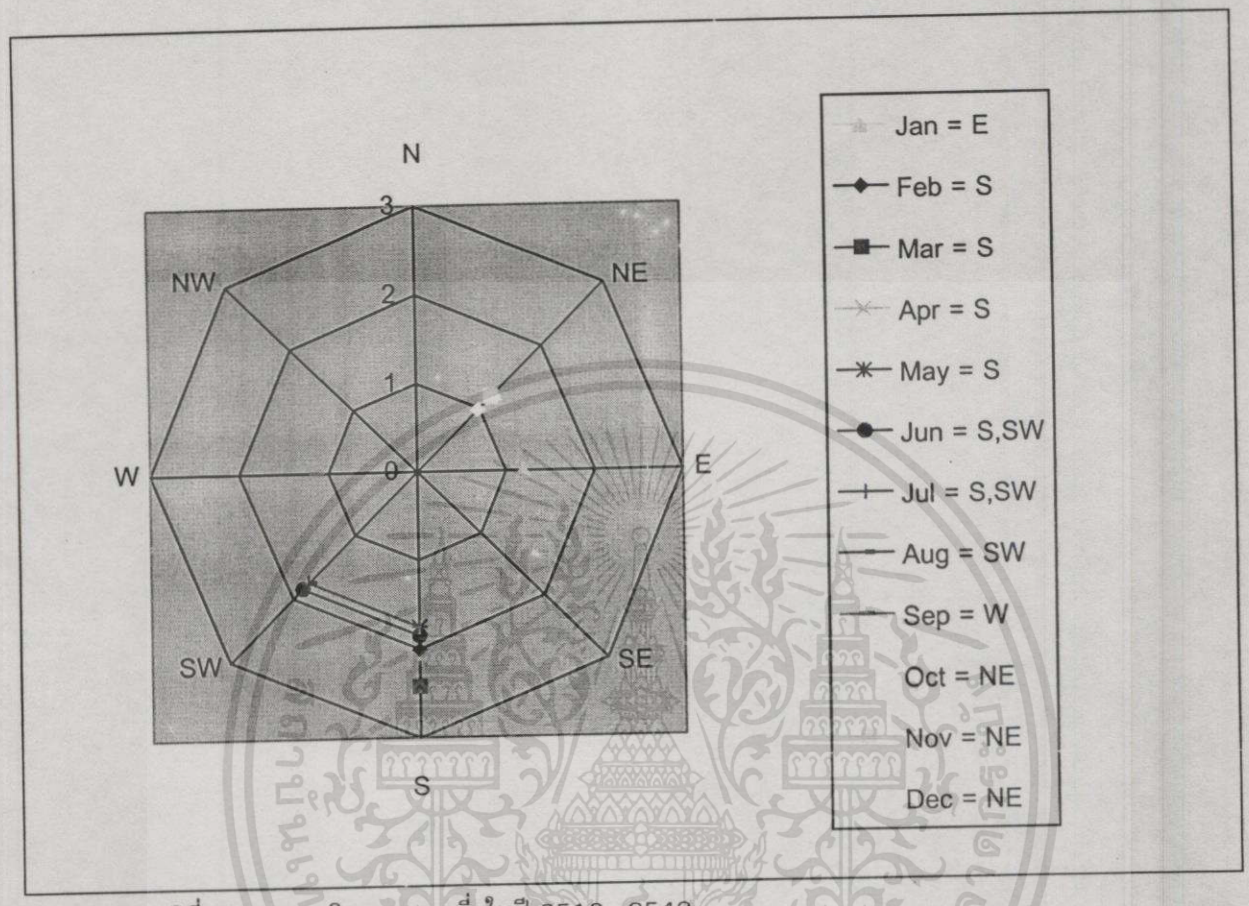
November	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calm	Total
Calm									358	358
1-3	63	57	39	8	3	4	17	48		239
4-16	20	36	31	11	0	2	4	19		123
17-27	0	0	0	0	0	0	0	0		0
>27	0	0	0	0	0	0	0	0		0
Total										

December	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calm	Total
Calm									312	312
1-3	59	64	18	7	0	0	32	84		264
4-16	49	58	17	7	0	0	7	30		168
17-27	0	0	0	0	0	0	0	0		0
>27	0	0	0	0	0	0	0	0		0
Total										

Remark : kts = KNOTS 1 kts = 1.853 km/h = 1.151 m/h = 0.515 m/s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทิศทางลมประจำเฉลี่ยในปี 2513-2542



แผนภูมิที่ 7.6 แสดงทิศทางลมเฉลี่ยในปี 2513- 2542

ตารางที่ 7.12 แสดงความสัมพันธ์ความเร็วลมเฉลี่ยรายชั่วโมง 1999

		1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	24:00	
COOL SEASON	Jan	0.7	0.1	0.2	0.7	0.7	1.0	1.4	1.2	2.0	2.7	3.3	3.5	3.6	3.2	3.5	2.9	2.8	2.3	1.5	1.5	1.1	1.0	0.8	0.7	1.8
	Feb	1.3	1.1	0.6	0.7	0.9	1.0	1.3	1.9	2.6	3.5	3.9	3.5	4.1	4.0	3.3	3.6	3.1	2.4	1.8	1.6	1.8	1.2	1.4	1.1	2.2
HOT SEASON	Mar	3.1	1.6	1.9	2.1	1.4	1.1	1.6	2.2	3.5	3.5	3.7	4.1	4.3	4.3	4.5	4.0	4.0	3.5	4.0	2.7	2.8	3.2	2.7	2.7	3.0
	Apr	1.0	0.2	0.2	0.7	0.5	0.3	1.0	1.6	2.4	3.4	3.7	3.4	3.5	3.7	3.4	3.8	3.6	3.5	3.6	3.4	2.3	1.2	1.3	1.0	2.2
	May	1.0	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.7	4.2	1.5	2.4	2.9	3.5	3.8	2.7	2.9	3.7	3.5	2.8	3.1	1.4	1.7	1.2	1.1	0.6	1.9
RAINY SEASON	Jun	1.2	0.6	0.2	0.4	0.3	0.5	1.0	2.0	3.0	3.7	4.4	4.2	4.2	4.2	4.5	3.7	3.8	3.6	2.3	2.0	1.8	1.9	1.3	1.4	2.3
	Jul	2.1	0.9	0.6	1.1	0.5	0.5	1.2	2.2	3.5	4.2	4.4	4.3	5.2	4.4	5.2	4.3	4.2	4.6	3.3	3.3	2.2	2.3	1.3	1.1	2.8
	Aug	1.0	0.2	0.1	0.6	0.6	0.3	0.9	1.7	2.5	3.5	3.5	3.7	4.0	4.7	3.5	3.1	4.0	3.6	3.3	3.1	2.2	1.6	1.2	0.9	2.2
	Sep	0.6	0.5	0.4	0.7	0.8	0.5	1.1	1.3	2.0	2.9	3.4	3.0	3.5	3.4	3.5	3.1	3.6	2.9	2.6	1.8	1.5	1.7	0.7	0.5	1.9
	Oct	1.2	1.5	1.0	1.1	0.6	1.4	2.0	2.1	2.3	2.7	3.6	3.1	2.9	2.9	2.6	3.5	2.5	1.9	1.5	1.3	1.5	2.0	1.4	1.0	2.0
COOL SEASON	Nov	0.7	0.3	0.3	1.0	0.5	0.4	0.8	1.5	2.6	2.3	2.8	3.5	3.4	3.4	2.7	3.0	1.7	1.8	1.1	1.4	1.0	1.0	1.0	0.5	1.6
	Dec	1.1	0.5	0.7	0.8	0.9	1.2	1.7	1.9	3.1	3.6	2.8	3.3	2.7	3.4	3.1	2.8	2.2	2.0	1.5	1.9	2.5	1.2	1.3	0.6	2.0

ความเร็วลมสูงที่สุด

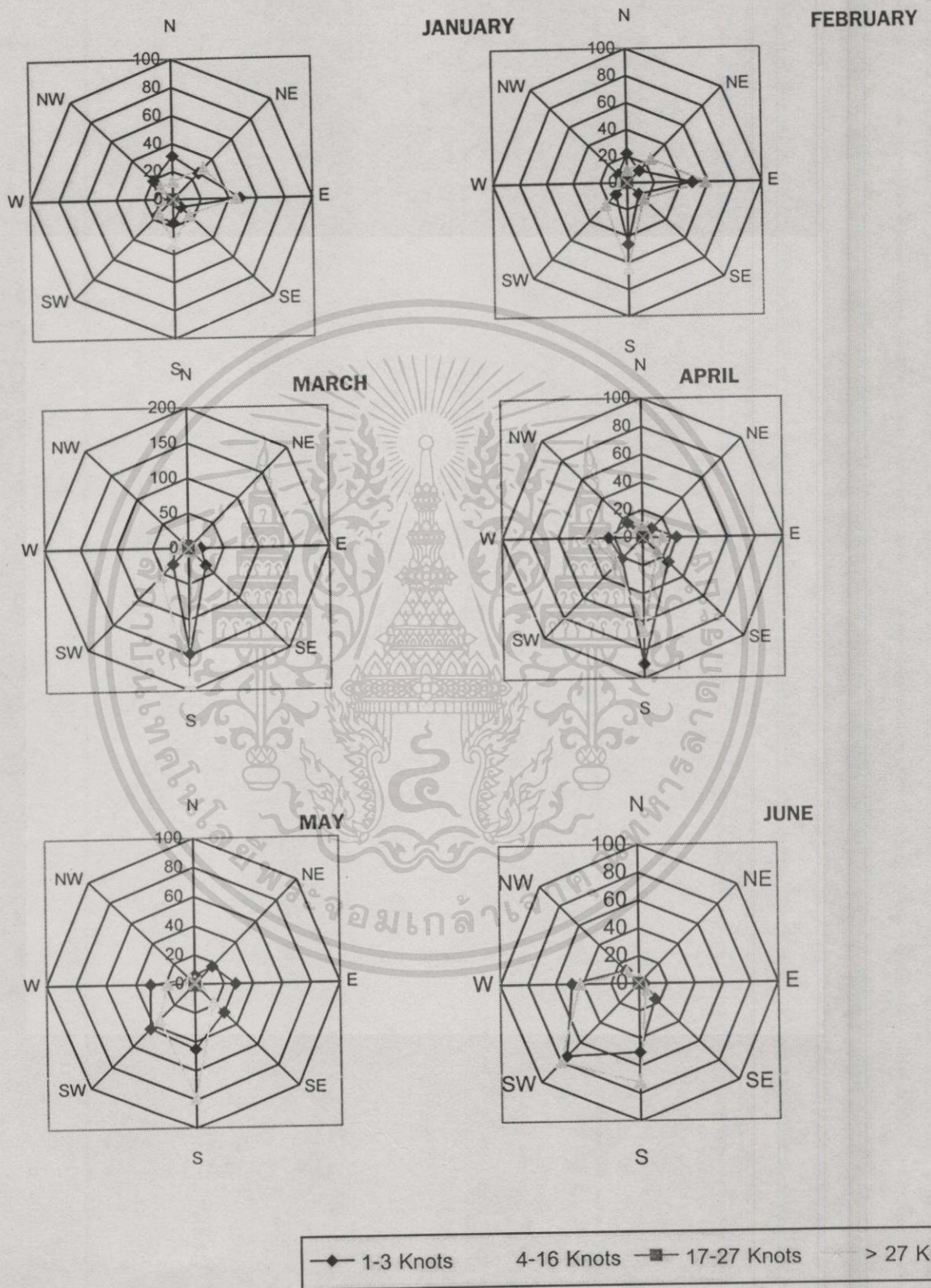
ความเร็วลม 0.0-2.0 Knots
ความเร็วลม 3.1-4.0 Knots

ความเร็วลม 2.1-3.0Knots
ความเร็วลม 4.1 Knots ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงทิศ ความถี่ และความเร็วลมรายเดือนของกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2542

Monthly frequency distribution of wind in each speed and direction 1999

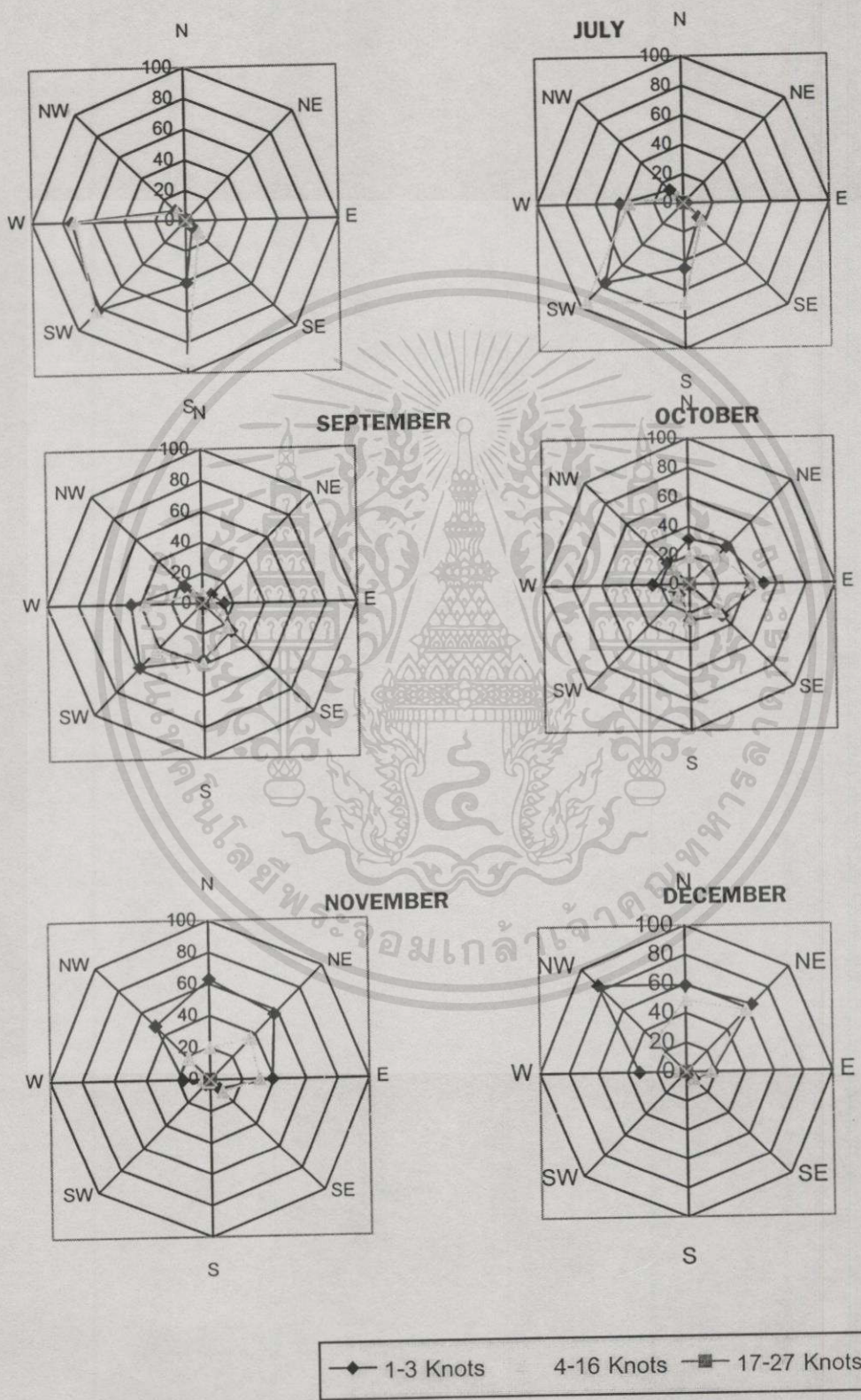


แผนภูมิที่ 7.7(ก) แสดงทิศทาง ความเร็ว ความถี่กระแสลมรายเดือนในปี 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงทิศ ความถี่ และความเร็วลมรายเดือนของกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2542

Monthly frequency distribution of wind in each speed and direction 1999



แผนภูมิที่ 7.7(ข) แสดงทิศทาง ความเร็ว ความถี่กระแสลมรายเดือนในปี 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.5 สรุปมาตรฐานวัดความสบายทางอุณหภูมิของกรุงเทพมหานคร

มาตราฐานความสบายที่มีอยู่ต่างก็มีข้อจำกัดของการปรับใช้ในทางปฏิบัติ และมีประโยชน์ก็แต่เฉพาะภายใต้สภาวะที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นในการศึกษาวิจัยนี้ผู้วิจัยขอเสนอใช้มาตราฐานดัชนีวัดความสบายของ PROFESSOR. S.V.SZOKOLAY & AULICIEMS,1981 เพราะได้มีการทำการวิจัยสภาพภูมิอากาศในเขตร้อน
จึงสมควรใช้ดัชนีวัดความสบายนี้ในการวิจัย

COMFORT ZONE LIMIT

องค์ประกอบของ COMFORT ZONE LIMIT (PRO. S.V.SZOKOLAY & AULICIEMS,1981)

ADAPTIVE MODEL

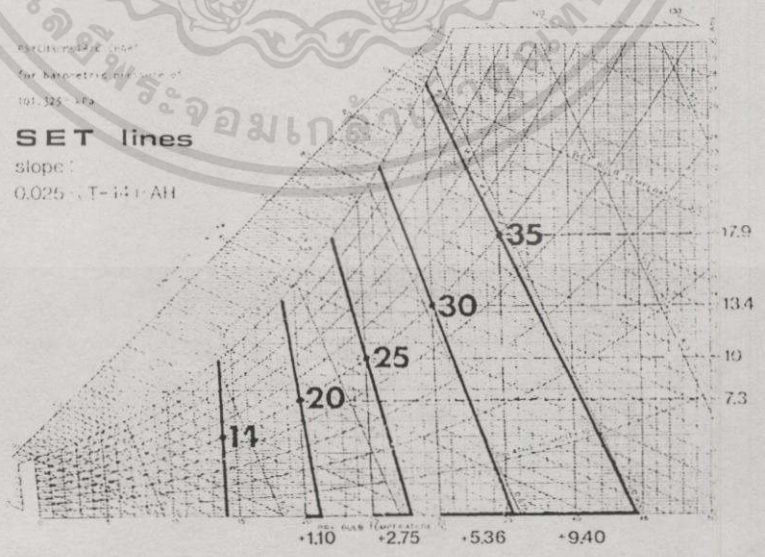
Tn คือค่ากลางของอุณหภูมิเฉลี่ย ณ. พื้นที่นั้นๆที่จะนำมาหาขอบเขตของ Comfort Zoneดังสูตร

$$Tn = 17.6+0.310XTm \quad (Tn=+/-\ 2\ COMFORT\ SCALE\ MAX\ \&\ MIN)$$

ET LINE เป็นเส้นที่แสดงความสัมพันธ์ของ DBT และ Rh ซึ่งเป็นไปได้ว่า อากาศ ณ. จุดหนึ่งที่มีความชื้นสูงและอุณภูมิต่ำจะให้ความรู้สึกในการรับรู้อุณหภูมิ (Thermal Sensation) เท่ากันกับ อุณหภูมิที่สูงกว่าและความชื้นที่สูงกว่า ซึ่งแนวจุดดังกล่าวจะต้องใช้วิธีการในการหาความชันของเส้น ET Line ดังสูตร

$$ET\ LINE\ SLOPE = 0.025X\ (Tn-14)XAH$$

Tn = อุณหภูมิที่เหมาะสม (NEUTRALITY TEMPERATURE)
Tm = อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปี (MEAN TEMPERATURE)
AH = ความชื้นสุทธิ (ABSOLUTE HUMIDITY)



ภาพที่ 7.8 แสดง ET Line slope

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนของการหาขอบเขตของ Comfort Zone

1. หาค่า Tn จากสูตร โดยใช้ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศของทั้งปี หรือแบ่งเป็นฤดูหนาวและฤดูร้อน เมื่อได้ค่ากลางแล้ว จะนำมาหาขอบเขตสูงสุด และต่ำสุด โดยการ + 2 ,- 2 องศาเซลเซียส
1. นำค่าที่ได้มาหา SET Line โดยใช้สูตร SET จะได้ขอบเขตของช่วงอุณหภูมิ
2. ขอบเขต บน – ล่างของ Comfort Zone ใช้ค่ามาตรฐาน AH 4- 12 g/kg ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการเก็บข้อมูลในเชิงปฏิบัติ ซึ่งสรุปได้ว่าเป็นความชื้นที่เหมาะสมที่สุด

สภาวะความสบายทางอุณหภูมิของกรุงเทพมหานคร

ในการวิจัยนี้ค่าสถิติสภาพภูมิอากาศในการหาค่า COMFORT SCALE จะใช้สภาพภูมิอากาศของกรุงเทพมหานครเฉลี่ยปี พ.ศ. 2542(1999) ในการวิจัย

Tn = 17.6+0.310XTm (Tn=+/-2)

AGROCLIMATOLOGICAL FOR 1990-1999 (BANGKOK)

AIR TEMPERATURE (CELCUIS)

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	YEAR
Mean	27.4	28.4	29.7	30.5	30.2	29.7	29.2	28.8	28.4	28.2	27.9	26.7	28.8
Mean max.	32.9	34.0	35.5	36.2	35.5	34.5	33.9	33.5	33.4	32.7	32.5	31.8	33.9
Mean min.	22.8	23.7	25.2	26.1	26.2	26.3	25.8	25.6	25.1	24.9	24.1	22.2	24.8
Ext. max.	36.6	38.5	40.0	39.8	40.5	40.0	38.2	38.1	39.4	37.2	36.9	36.7	40.5
Ext. min.	14.9	18.1	21.0	21.7	22.4	22.3	21.5	22.5	22.6	20.8	18.6	11.7	11.7

* Pro.s.v.szokolay , การบรรยายพิเศษทางสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรม สจล.

1 กรมอุตุนิยมวิทยา.กทม.

COMFORT ZONE IN BANGKOK

Tn = 17.6+0.31X28.8 = 26.7 (+/-2)

MEAN = TEMP. 26.5 (C) RH. 50 %

MAXIMUM = TEMP. 28.5 (C) RH. 50 %

MINIMUM = TEMP. 24.5 (C) RH. 50 %

SET LINE SLOPE

MAXIMUM : 0.025X(28.5-14)X12.6 = 4.6 ET* (AH/ PSYCHROMETRIC CHART)

MINIMUM : 0.025X(24.5-14)X9.7 = 2.6 ET* (AH/ PSYCHROMETRIC CHART)

COMFORT ZONE SUMMER & WINTER IN BANGKOK

MEAN AIR TEMPERATURE (BANGKOK)

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	MEAN
SUMMER 6 MONTH	-	-	-	30.5	30.2	29.7	29.2	29.2	28.8	-	-	-	29.4
WINTER 6 MONTH	27.4	28.8	29.7	-	-	-	-	-	-	28.2	27.9	26.7	28.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SUMMER.

Tn = 17.6+0.31X29.4 = 26.9 (+/-2) summer

MEAN = TEMP. 26.7 (C) RH. 50 %

MAXIMUM = TEMP. 28.7 (C) RH. 50 %

MINIMUM = TEMP. 24.7 (C) RH. 50 %

SET LINE SLOPE

MAXIMUM : 0.025X(28.7-14)X12.8 = 4.7 ET* (AH/ PSYCHROMETRIC CHART)

MINIMUM : 0.025X(24.7-14)X9.9 = 2.6 ET* (AH/ PSYCHROMETRIC CHART)

WINTER.

Tn = 17.6+0.31X28.05 = 26.5 (+/-2) winter

MEAN = TEMP. 26.2 (C) RH. 50 %

MAXIMUM = TEMP. 28.2 (C) RH. 50 %

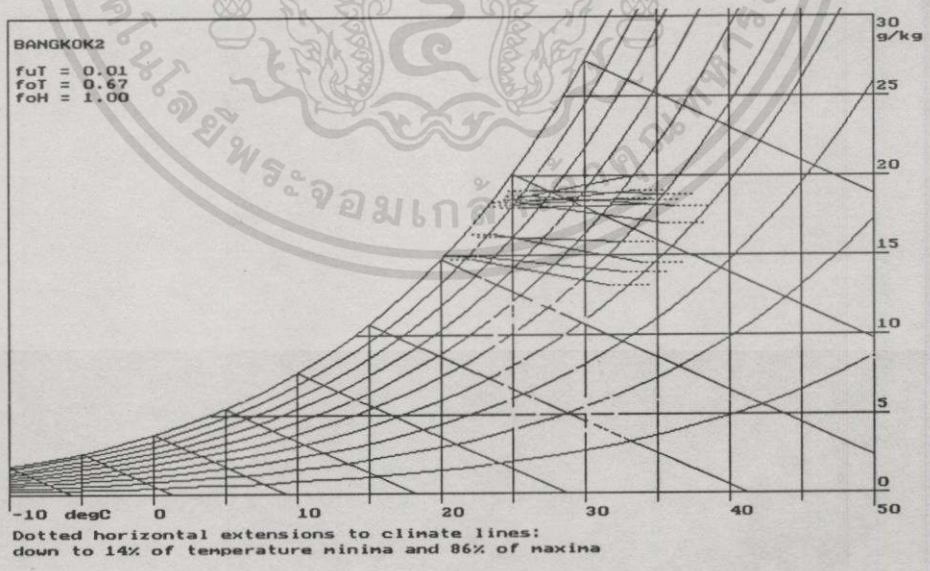
MINIMUM = TEMP. 24.2 (C) RH. 50 %

SET LINE SLOPE

MAXIMUM : 0.025X(28.2-14)X12.4 = 4.4 ET* (AH/ PSYCHROMETRIC CHART)

MINIMUM : 0.025X(24.2-14)X9.5 = 2.4 ET* (AH/ PSYCHROMETRIC CHART)

แสดงเปรียบเทียบกับช่วง Comfort Zone โดยแผนภูมิ Psychrometric ได้ดังนี้

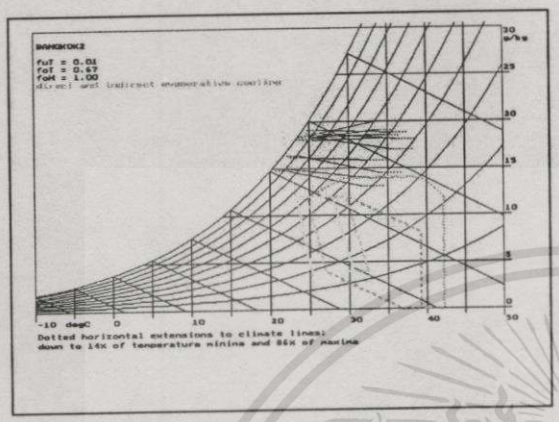


ภาพที่ 7.9 แสดงสภาพภูมิอากาศกรุงเทพฯ เปรียบเทียบกับ Comfort Zone ด้วยโปรแกรม Archipak

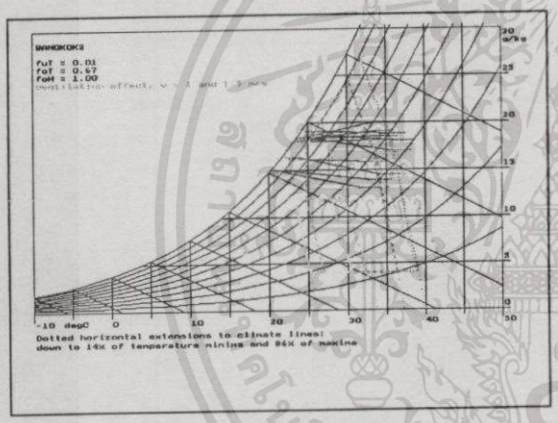
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการแก้ปัญหาสภาพภูมิอากาศของกรุงเทพฯ

แนวทางการแก้ปัญหาสภาพภูมิอากาศสำหรับสภาพอากาศร้อน (Overheat Period Condition) โดยการคำนวณโดยประมาณด้วยโปรแกรมArchipak เพื่อขยายขอบเขตของสภาวะน่าสบาย (Comfort Zone)



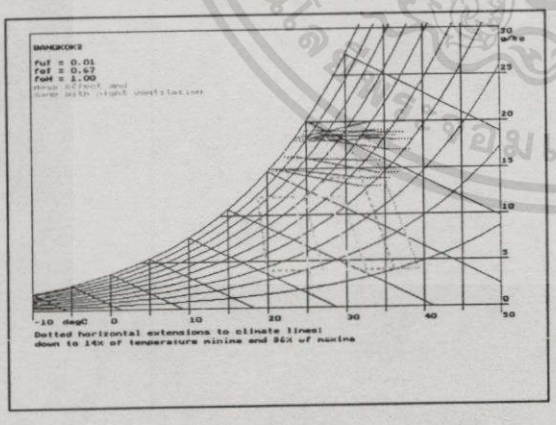
1. การทำความเย็นด้วยการระเหย (Evaporative cooling) เป็นการเพิ่มปริมาณไอน้ำในอากาศ เพื่อลดอุณหภูมิ แต่เนื่องจากสภาพอากาศกรุงเทพฯมีทั้งอุณหภูมิและความชื้นสูงเกินเขตความสบายอยู่แล้ว จึงไม่เหมาะสมที่จะนำวิธีการนี้มาใช้



2.การเคลื่อนที่ของอากาศ (ventilative Cooling) ในการคำนวณจะใช้ความเร็วลมเฉลี่ย 1 และ1.5 m/s ซึ่งเป็นระดับความเร็วลมที่เหมาะสม จะช่วยในการขยายขอบเขต สภาวะน่าสบายจากสูตร

$dT=6 (v-0.2)-(v-0.2)^2$ (V ไม่เกิน2.0m/s)

dT คือ อุณหภูมิกระเปาะแห้งที่เพิ่มขึ้นของขอบเขตความสบาย



3. การใช้ผลจากมวลสาร (Mass Effect) อิทธิพลของมวลสารในการเก็บความเย็น ด้วยหลักการของการหน่วงความร้อน (Time Lag) จะหน่วงเวลาความร้อนเข้าสู่อาคารในช่วงเวลากลางวัน และคายความร้อนในช่วงเวลากลางคืนซึ่งเป็นเวลาที่อุณหภูมิอากาศภายนอกลดลงแล้ว มวลสารจะเก็บความเย็นจากช่วงเวลากลางคืนซึ่งจะช่วยรักษาอุณหภูมิภายในอาคารช่วงเวลากลางวัน วิธีนี้จะเหมาะสมกับพื้นที่ที่มีความแตกต่างอุณหภูมิช่วงกลางวันและกลางคืนมาก

ภาพที่ 7.10 แสดงการแก้ปัญหาสภาพภูมิอากาศกรุงเทพฯด้วยวิธีต่างๆ

ผลจากการ คำนวณพบว่าวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม คือ การระบายอากาศด้วยลมและผลจากการขยายขอบเขตแสดงให้เห็นว่า กระแสลมช่วยปรับให้สภาพภูมิอากาศตกอยู่ในช่วงภาวะน่าสบาย(Comfort Zone) ประมาณ 67 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8
สมมติฐานการวิจัยและการดำเนินการวิจัย

8.1 สมมติฐานการวิจัย

การทำวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ไม้ยืนต้นเพื่อสร้างสภาวะน่าสบาย โดยการควบคุมตัวแปรภูมิอากาศทั้ง 4 ได้แก่ อุณหภูมิ, ความชื้น ,ความเร็วลม, การแผ่รังสี โดยทำการศึกษาความแตกต่างของอุณหภูมิซึ่งเกิดจากการควบคุมการแผ่รังสีดวงอาทิตย์เป็นหลัก เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่ไม่ได้รับร่มเงาของไม้ยืนต้น ตลอดจนอิทธิพลจากตัวแปรต่างๆที่มีผลกระทบต่อความแตกต่างของสภาพภูมิอากาศ โดยรอบอาคาร อันเกิดจากอิทธิพลของรูปทรงพุ่ม ลักษณะการจัดวางตำแหน่งของต้นไม้ และสภาพแวดล้อมโดยรอบต้นไม้ เพื่อที่จะทำการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรและผลสรุปเสนอแนวทางในการปรับปรุงสภาพแวดล้อมรอบอาคาร โดยกำหนดสมมติฐานการวิจัยไว้ดังนี้

1. ลักษณะทางกายภาพมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงและการกระจายสภาพภูมิอากาศเฉพาะที่ ที่แตกต่างกัน
   - ทรงพุ่ม
   - ขนาด
2. การจัดวางรูปแบบของกลุ่มไม้ยืนต้น มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงและการกระจายสภาพภูมิอากาศเฉพาะที่ ที่แตกต่างกัน โดยทำการศึกษา 3 ตัวแปรที่คาดว่าจะมีผลดังนี้
   - จำนวนต้นไม้
   - ระยะห่างระหว่างกลุ่มต้นไม้
   - รูปแบบการจัดวางตำแหน่งกลุ่มต้นไม้
3. การผสมผสานระหว่างไม้ยืนต้นและองค์ประกอบของภูมิสถาปัตยกรรมทั้งชนิด Hard- scape และ Soft –Scape มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงและการกระจายสภาพภูมิอากาศเฉพาะถิ่นที่แตกต่างกัน

ซึ่งอิทธิพลจากองค์ประกอบเหล่านี้นอกจากจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแล้ว ยังส่งผลถึงสภาวะน่าสบาย (Human Comfort) ในเชิงอุณหภูมิได้

8.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเฉพาะที่ (Micro Climate) โดยทำการเก็บข้อมูลจากสถานที่กรณีศึกษา ได้แก่ สวนสาธารณะ ซึ่งเป็นพื้นที่เปิดโล่งและมีพรรณไม้ที่มีลักษณะสอดคล้องในการนำมาทดลองได้แก่ สวนสาธารณะ ดังนี้

- สวนหลวง ร.9
- ส่วนรมณีนาถ
- อุทยานเบญจสิริ

โดยกำหนดขั้นตอนการวิจัยดังนี้

1. ขั้นตอนเตรียมการวิจัย
2. ขั้นตอนการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.2.1ขั้นตอนเตรียมการวิจัย

ตัวแปรที่ถูกคัดเลือกเพื่อทำการวิจัย

การคัดเลือกตัวแปรเพื่อทำการทดสอบอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิพื้นผิวของสภาพแวดล้อมที่ได้รับการบังเงา โดยกำหนดตัวแปรไว้ 3 ชนิด ได้แก่

ตัวแปรอิสระ คือตัวแปรที่ต้องการทราบและนำมาตั้งเป็นสมมติฐานที่มีความสัมพันธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม ได้แก่ รูปทรงพุ่ม จำนวนต้นไม้ ระยะห่างระหว่างต้นไม้ เป็นต้น

ตัวแปรตาม คือตัวแปรที่เก็บข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ (องค์ประกอบภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม การแผ่รังสีดวงอาทิตย์) ซึ่งเป็นผลมาจากตัวแปรอิสระ

ตัวแปรควบคุม คือตัวแปรที่ต้องควบคุมให้มีลักษณะเดียวกันในทุกการทดลอง นอกเหนือไปจากตัวแปรอิสระ เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่เกิดจากตัวแปรอิสระได้ชัดเจนและมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด เช่น ขนาดต้นไม้ สภาพแวดล้อมในการทดลอง

ตัวแปรอิสระ ที่นำมาศึกษาพฤติกรรมในการปรับสภาพ Micro Climate ได้แก่

1. ไม้ยืนต้น (ต้นเดี่ยว)
   - ทรงพุ่ม
   - ขนาด
2. รูปแบบของกลุ่มไม้ยืนต้น
   - จำนวนไม้ยืนต้น
   - ระยะห่างระหว่างไม้ยืนต้น
   - รูปแบบการจัดวางไม้ยืนต้น
3. สภาพแวดล้อมรอบไม้ยืนต้น
   - พืชพรรณ (Softscape) ได้แก่ พื้นหญ้า, ไม้พุ่ม , ไม้คลุมดินหรือไม้ล้มลุก
   - พื้นผิวดาดแข็ง (HardScape) ได้แก่ พื้นคอนกรีตปูหญ้า (Turf Block), คอนกรีต

ตัวแปรตาม ที่นำมาเก็บข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์

1. อุณหภูมิอากาศภายในร่มเงา (Inshade Air Temperature) อุณหภูมิอากาศภายนอกร่มเงา (Out shade Air Temperature) และ ซึ่งการวัดอุณหภูมิทั้ง 2 นี้ประกอบด้วย
   - อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb Temperature)วัดที่ระดับเหนือพื้นดิน 1.50ม. เพื่อวัดอุณหภูมิอากาศที่ระดับการใช้งานปกติ (Working Plane)
2. ความเร็วลมและทิศทางลม ที่ระดับการใช้งานปกติ (Working Plane)
3. ปริมาณการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์
4. ความชื้นสัมพัทธ์

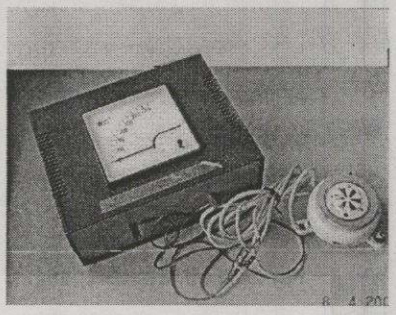
เครื่องมือในการเก็บค่าในการทดลอง

1. เครื่องบันทึกค่าตัวแปรภูมิอากาศ (Data Logger) รุ่น Hobo ขนาด 4 Channel ที่ประกอบด้วย sensorรับสัญญาณความชื้นและอุณหภูมิได้ในตัว 2 ช่องสัญญาณและ อุปกรณ์ตรวจวัดภายนอก 2 ช่องสัญญาณ จำนวน 4 เครื่อง
3. เครื่องวัดอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลม 2 ชุด
4. เครื่องวัดค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (Pyranometer) และเครื่องแสดงผล (Solarimeter)
5. เครื่องวัดการแผ่รังสีและอุณหภูมิพื้นผิววัสดุ
6. ขาตั้งกล้องเพื่อติดตั้งเครื่อง Data Logger
7. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง และโปรแกรม Box Car Pro สำหรับตั้งค่าและถ่ายข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. **เครื่องวัดค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (Pyranometer)** เป็นตัวรับสัญญาณ ค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ มีหน่วยวัดเป็น W/SQ.M ใช้ตรวจวัดค่าพลังงานในแนวระนาบ และแสดงผลผ่านอุปกรณ์ Solarimeter



2. **อุปกรณ์แสดงผลค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (Solarimeter)**



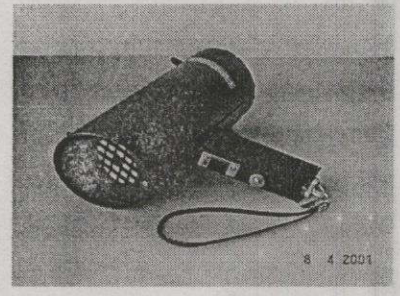
3. **เครื่องบันทึกข้อมูล ตัวแปรสภาพภูมิอากาศ Data Logger รุ่น Hobo 4 ช่องสัญญาณ** โดยแบ่งเป็น
   2 ช่องภายในที่รับสัญญาณความชื้นและอุณหภูมิอากาศในตัว
   2 ช่องสัญญาณสำหรับเชื่อมกับอุปกรณ์ตรวจวัดภายนอก
   โดยก่อนทำการทดลองจะต้องปรับค่ามาตรฐาน และตั้งค่าการบันทึกข้อมูลผ่านโปรแกรม Box CarPro



4. **เครื่องวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม** เป็นอุปกรณ์ระบบตัวเลข (Digital) ที่ใช้วัดตัวแปรซึ่งต้องต่อเชื่อมกับ Sensor ตรวจจับโดยแบ่งเป็น 2 ช่องสัญญาณ
   ช่องที่ 1 ตรวจอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) และความชื้นสัมพัทธ์ (%)
   ช่องที่ 2 ตรวจวัดความเร็วลม (m/s)



5. **เครื่องตรวจวัดการแผ่รังสีวัสดุ** เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดการแผ่รังสีโดยการยิงเลเซอร์ตรวจจับความร้อนที่พื้นผิววัสดุ โดยก่อนการวัดค่าความร้อนจะต้องตั้งค่าวัสดุ ตามหมายเลขที่แสดงดในคู่มือ เพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสมที่สุด (W/m^2)



ภาพที่ 8.1 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการวิจัยและการกำหนดจุดติดตั้งอุปกรณ์สัญญาณ

การทดลองที่ 1.1

สมมติฐาน : **รูปทรงพุ่มมีผลต่อการควบคุมรังสีดวงอาทิตย์และ Micro Climate**

ตัวแปรในการทดลอง

ตัวแปรอิสระ : รูปทรงพุ่ม ได้แก่ ทรงกลม ทรงไข่ ทรงคล้ายปาล์มและทรงแผ่กว้าง

ตัวแปรตาม : การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ที่ระดับความสูง +1.50 อุณหภูมิอากาศเหนือผิวดิน 0.10 ทั้งหมดทั้งในร่มเงาและภายนอก

ตัวแปรควบคุม : ขนาดความสูงต้นไม้ สภาพแวดล้อมเป็นที่โล่ง ความหนาแน่น สภาพภูมิอากาศในวันทำการทดลอง (ใกล้เคียงกัน) ขนาดทรงพุ่ม

ขั้นตอนการทดลอง

1. คัดเลือกไม้ยืนต้นที่มีความแตกต่างของลักษณะทางกายภาพชัดเจน ได้แก่ รูปทรงพุ่ม ซึ่งหาได้ง่าย และทนทานต่อสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นของประเทศไทย ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกันเพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนจากตัวแปรควบคุมน้อยที่สุด ดังนี้

   ขนาด ความสูง ระยะจากโคนต้นถึงใต้ทรงพุ่ม ใช้อุปกรณ์ในการวัดระยะ ตลับเมตร

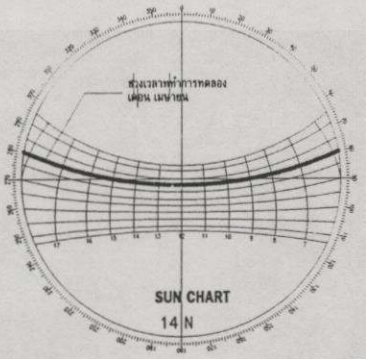
   ความหนาแน่น ใช้การเปรียบเทียบจากวิธีการประมาณความหนาแน่น (Visual Density) โดยทำการถ่ายภาพต้นไม้ที่ใช้ในการทดลองโดยการหาพื้นที่เงาดำ และหาความหนาแน่นกลุ่มใบจากพื้นที่เงาดำคิดเป็นเปอร์เซนต์

   คำนวณพื้นที่เงาเบื้องต้น โดยวิธีผังเงา (Shadow Mapping)

2. ขั้นตอนเตรียมการทดลอง
   - ศึกษาทิศทางการโคจร และการทำมุมของดวงอาทิตย์ของดวงอาทิตย์จาก ตารางการโคจรดวงอาทิตย์ (Sun chart) เพื่อศึกษาทิศทางและพื้นที่เงา

ตารางที่ 8.1 แสดงมุม Azimuth และ Altitudeในวันที่ทำการทดลอง

เดือน	ตำแหน่งดวงอาทิตย์	เวลา (Solar Time)										
		7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	18.00
เมษายน	Azimuth	98	95	92	89	83	0	83	89	92	95	98
	Altitude	17	32	46	61	75	86	75	61	46	32	17

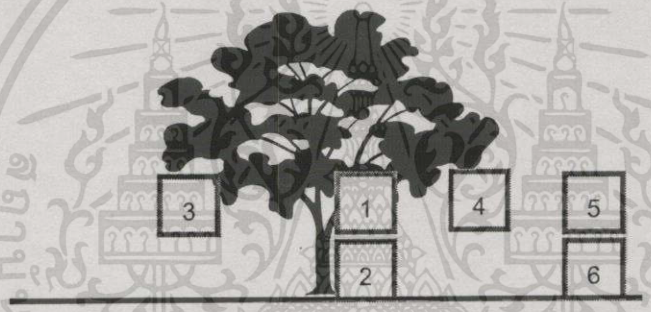


ภาพที่ 8.2 แสดงช่วงเวลา ที่ทำการทดลองด้วย Sun Chart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- บันทึกรายละเอียด ชนิด ลักษณะทางกายภาพของต้นไม้ สภาพที่ตั้ง
- ตั้งเวลาในการทำการบันทึกค่าเครื่องบันทึกสัญญาณและ ปรับเครื่องให้มีมาตรฐานเดียวกันทั้ง 6 เครื่อง โดยในแต่ละตำแหน่งที่ทำการบันทึกค่า ประกอบด้วย อุณหภูมิอากาศ, ความชื้นสัมพัทธ์, การแผ่รังสีดวงอาทิตย์,ความเร็วลม
- กำหนดตำแหน่งที่ทำการบันทึกค่า ติดตั้งเครื่องบนขาตั้งกล้องที่ระดับความสูง1.50 ม . จากพื้นดิน ในบริเวณต่างๆดังนี้

1. บริเวณภายใต้ร่มเงาส่วนโคนต้น
2. บริเวณภายใต้ร่มเงาส่วนโคนต้นที่ระดับ0.10 ม.
3. บริเวณภายใต้ร่มเงาส่วนแนวขอบริมพุ่มใบ หรือแนวน้ำหยด ทิศตะวันออก
4. บริเวณภายใต้ร่มเงาส่วนแนวขอบริมพุ่มใบ หรือแนวน้ำหยด ทิศตะวันตก
5. บริเวณที่โล่งภายนอกร่มเงา ที่ระดับความสูง 1.50 ม.
6. บริเวณที่โล่งภายนอกร่มเงาที่ระดับ 0.10ม.



ภาพที่ 8.3 แสดงการกำหนดตำแหน่งติดตั้งสายรับสัญญาณการทดลองที่ 1.1

3. ทำการบันทึกค่า อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม และค่าการแผ่รังสี โดยในการวัดค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์จะทำการวัดในแนวราบทั้งพื้นที่ภายใต้ร่มเงา และภายนอกร่มเงา เพื่อนำมาเปรียบเทียบการแผ่รังสีดวงอาทิตย์รวม (Global Radiation) จากภายนอกร่มเงา และความสามารถในการป้องกันรังสีตรง (Direct Radiation)ด้วยร่มเงา ตั้งแต่ช่วงเวลา 9.45 –17.15 น. ซึ่งจะทำการบันทึกค่าทุกๆ 30 นาที เป็นเวลา 1 ซึ่งในแต่ละช่วงจะทำการบันทึกสภาพท้องฟ้าและทิศทางลมเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ผลการทดลองได้ชัดเจนขึ้น โดยแต่ละตำแหน่งที่ทำการวัด จะบันทึกค่าตัวแปรภูมิอากาศดังนี้

ตำแหน่งที่ 1,5 ติดตั้งสายสัญญาณอุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม และค่าการแผ่รังสี เพื่อศึกษาความสามารถในการควบคุมภูมิอากาศเฉพาะที่ (Micro Climate)

ตำแหน่งที่ 3,4 ติดตั้งสายสัญญาณอุณหภูมิ และค่าการแผ่รังสี เพื่อทำการเปรียบเทียบการกระจายอุณหภูมิในช่วงเวลา เช้า – บ่ายซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงทิศทางของดวงอาทิตย์

ตำแหน่งที่ 2,6 ติดตั้งสายสัญญาณอุณหภูมิ และค่าการแผ่รังสี เพื่อทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศเหนือพื้นผิวดิน ซึ่งเป็นผลมาจากการคายความร้อนจากสภาพแวดล้อมและพื้นผิวดิน

4. นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ เปรียบเทียบผลในการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเฉพาะที่ ที่เกิดจากทรงพุ่ม ของไม้ยืนต้นทั้ง 4 และนำไปเปรียบเทียบกับสภาวะน่าสบายใน Psychrometric Chart และมาตรฐานความสบาย CET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 1.2

สมมติฐาน : **ขนาดต้นไม้มีผลต่อการควบคุมรังสีดวงอาทิตย์และ Micro Climate**

ตัวแปรในการทดลอง

ตัวแปรอิสระ : ขนาดทรงพุ่ม เล็ก(8.00ม.) กลาง (14.00) ใหญ่ (19.85)

ตัวแปรตาม : การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ทั้งในร่มเงาและภายนอกที่ระยะ โคนต้น ระยะ 2.00,4.00ม,6.00ม.

ตัวแปรควบคุม : สภาพแวดล้อมเป็นที่โล่ง ความหนาแน่น สภาพภูมิอากาศในวันทำการทดลอง (ใกล้เคียงกัน)

ขั้นตอนการทดลอง

1. คัดเลือกไม้ยืนต้นที่มีลักษณะทางกายภาพและสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกัน เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.1โดยเปรียบเทียบระหว่างต้นไม้เดี่ยวที่ มีขนาดต่างกัน
2. ขั้นตอนเตรียมการทดลอง
   - บันทึกรายละเอียด ชนิด ลักษณะทางกายภาพของต้นไม้ สภาพที่ตั้ง
   - ตั้งเวลาในการทำการวัดเครื่องบันทึกสัญญาณ และ ปรับเครื่องให้มีมาตรฐานเดียวกันทั้ง 4 เครื่อง โดยในแต่ละตำแหน่งจะทำการวัด อุณหภูมิอากาศ, ความชื้นสัมพัทธ์, การแผ่รังสีดวงอาทิตย์, ความเร็วลม
   - ติดตั้งเครื่องบนขาตั้งกล้องที่ระดับความสูง1.50 ม . จากพื้นดิน ในบริเวณต่างๆดังนี้
     1. บริเวณที่โล่งภายนอกร่มเงา
     2. บริเวณใต้ร่มเงากลุ่มไม้ยืนต้นขนาดสูง 8.30ม. กว้าง 8.00ม.
     3. บริเวณใต้ร่มเงากลุ่มไม้ยืนต้นขนาดสูง 13.50 ม. กว้าง 14.00ม.
     4. บริเวณใต้ร่มเงากลุ่มไม้ยืนต้นขนาดสูง 17.00ม. กว้าง 19.85 ม.



ภาพที่ 8.4 แสดงการกำหนดตำแหน่งติดตั้งเครื่องรับสัญญาณการทดลองที่ 2.1

3. ทำการวัดและบันทึกค่า อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม และค่าการแผ่รังสีในทุกๆจุดติดตั้งเครื่องบันทึกสัญญาณโดยในการวัดค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์จะทำการวัดในแนวราบทั้งพื้นที่ภายใต้ร่มเงา และภายนอกร่มเงา ตั้งแต่ช่วงเวลา 9.30 –17.00 น. ซึ่งจะทำการวัดทุกๆ 15 นาที เป็นเวลา 1 วัน ซึ่งในแต่ละช่วงจะทำการบันทึกสภาพท้องฟ้าเพื่อให้ทราบสภาพการแผ่รังสีได้ใกล้เคียงมากขึ้น
4. นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ เปรียบเทียบผลในการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเฉพาะที่ (Micro Climate) ที่เกิดจาก รูปแบบการจัดวางของไม้ยืนต้นทั้ง 3แบบ และนำไปเปรียบเทียบกับสภาวะน่าสบายใน Psychrometric Chart

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2.1

สมมติฐาน : **จำนวนต้นไม้มีผลต่อการควบคุมรังสีดวงอาทิตย์และ Micro Climate**

ตัวแปรในการทดลอง

ตัวแปรอิสระ : จำนวนต้นไม้ 5 ต้น, 10 ต้น, 18 ต้น

ตัวแปรตาม : การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ที่ระดับความสูง +1.50 ทั้งหมดทั้งในร่มเงาและภายนอก

ตัวแปรควบคุม : ขนาดความสูงต้นไม้ สภาพแวดล้อมเป็นที่โล่ง ความหนาแน่น สภาพภูมิอากาศในวันทำการทดลอง (ใกล้เคียงกัน) ระยะห่างระหว่างต้น ขนาดทรงพุ่ม

ขั้นตอนการทดลอง

1. คัดเลือกไม้ยืนต้นที่มีลักษณะทางกายภาพและสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกัน เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1โดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มต้นไม้ที่มีจำนวนต้นไม่เท่ากัน
2. ขั้นตอนเตรียมการทดลอง
   - บันทึกรายละเอียด ชนิด ลักษณะทางกายภาพของต้นไม้ สภาพที่ตั้ง
   - ตั้งเวลาในการทำการบันทึกข้อมูลเครื่องบันทึกสัญญาณและปรับเครื่องให้มีมาตรฐานเดียวกันทั้ง 4 เครื่อง โดยในแต่ละตำแหน่งจะทำการวัด อุณหภูมิอากาศ, ความชื้นสัมพัทธ์, การแผ่รังสีดวงอาทิตย์, ความเร็วลม
   - ติดตั้งเครื่องบนขาตั้งกล้องที่ระดับความสูง1.50 ม . จากพื้นดิน ในบริเวณต่างๆดังนี้
     1. บริเวณที่โล่งภายนอกร่มเงา
     2. บริเวณใต้ร่มเงากลุ่มไม้ยืนต้นจำนวน 5 ต้น
     3. บริเวณใต้ร่มเงากลุ่มไม้ยืนต้นจำนวน 10 ต้น
     4. บริเวณใต้ร่มเงากลุ่มไม้ยืนต้นจำนวน 18 ต้น



ภาพที่ 8.5 แสดงการกำหนดตำแหน่งติดตั้งเครื่องรับสัญญาณการทดลองที่ 2.1

3. ทำการบันทึกค่า อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม และค่าการแผ่รังสีในทุกๆจุดติดตั้งเครื่องบันทึกสัญญาณ โดยในการวัดค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์จะทำการวัดในแนวราบทั้งพื้นที่ภายใต้ร่มเงา และภายนอกร่มเงา ตั้งแต่ช่วงเวลา 9.30 –17.00 น. ซึ่งจะทำการวัดทุกๆ 15 นาที เป็นเวลา 1 วัน ซึ่งในแต่ละช่วงจะทำการบันทึกสภาพท้องฟ้าเพื่อให้ทราบสภาพการแผ่รังสีได้ใกล้เคียงมากขึ้น
4. นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ เปรียบเทียบผลในการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเฉพาะที่ (Micro Climate) ที่เกิดจากรูปแบบการจัดวางของไม้ยืนต้นทั้ง 3แบบ และนำไปเปรียบเทียบกับสภาวะน่าสบายใน Psychrometric Chart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2.2

สมมติฐาน : **ระยะห่างระหว่างต้นของกลุ่มไม้ยืนต้นมีผลต่อการควบคุม Micro Climate**

ตัวแปรในการทดลอง

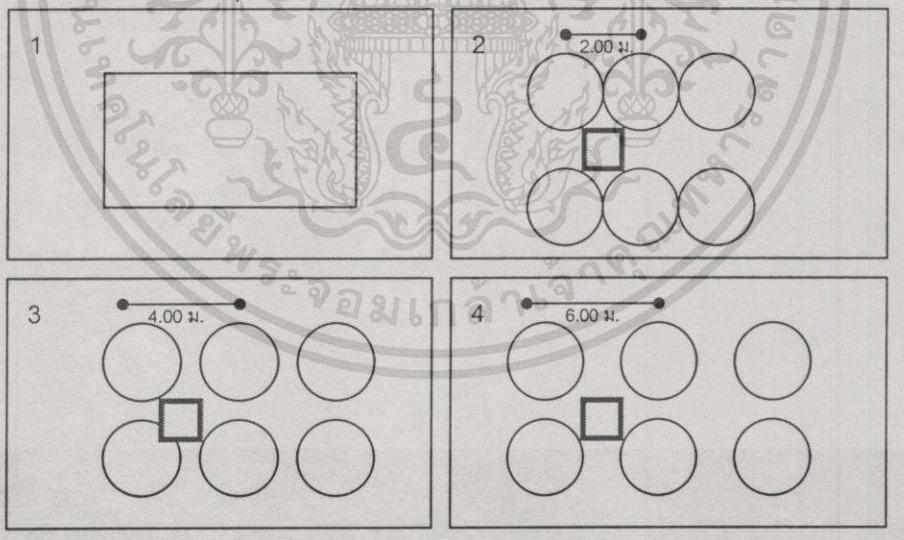
ตัวแปรอิสระ : ระยะห่างต้นไม้ 2.00, 4.00, 6.00 ม.

ตัวแปรตาม : การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ที่ระดับความสูง +1.50 ทั้งหมดทั้งในร่มเงาและภายนอก

ตัวแปรควบคุม : ขนาดความสูงต้นไม้ สภาพแวดล้อมเป็นที่โล่ง ความหนาแน่น สภาพภูมิอากาศในวันทำการทดลอง (ใกล้เคียงกัน) จำนวนต้น ขนาดทรงพุ่ม

ขั้นตอนการทดลอง

1. คัดเลือกไม้ยืนต้นที่มีลักษณะทางกายภาพและสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกัน ระหว่างกลุ่มต้นไม้ที่มีระยะห่างแตกต่างกัน เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1
3. ขั้นตอนเตรียมการทดลอง
   - บันทึกรายละเอียด ชนิด ลักษณะทางกายภาพของต้นไม้ สภาพที่ตั้ง
   - ตั้งเวลาในการทำการบันทึกเครื่องบันทึกสัญญาณ (Data Logger) โดยแต่ละตำแหน่งที่ทำการวัดจะประกอบด้วย อุณหภูมิอากาศ, ความชื้นสัมพัทธ์, การแผ่รังสีดวงอาทิตย์,ความเร็วลม
   - ติดตั้งเครื่องบนขาตั้งกล้องที่ระดับความสูง1.50 ม . จากพื้นดิน ในบริเวณต่างๆดังนี้
     1. บริเวณที่โล่งภายนอกร่มเงา
     2. บริเวณใต้ร่มเงากลุ่มไม้ยืนต้นระยะห่างระหว่างต้น 2.00 เมตร
     3. บริเวณใต้ร่มเงากลุ่มไม้ยืนต้นระยะห่างระหว่างต้น 4.00 เมตร
     4. บริเวณใต้ร่มเงากลุ่มไม้ยืนต้นระยะห่างระหว่างต้น 6.00 เมตร



ภาพที่8.6 แสดงการกำหนดตำแหน่งติดตั้งเครื่องรับสัญญาณการทดลองที่ 2.2

3. ทำการบันทึกค่า อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม และค่าการแผ่รังสีในทุกๆจุดติดตั้งเครื่องบันทึกสัญญาณ (Data Logger) ในลักษณะเดียวกันกับขั้นตอนที่ 2.1
4. นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ เปรียบเทียบผลในการเปลี่ยนแปลง Micro Climate ที่เกิดจากระยะห่าง ของไม้ยืนต้นทั้ง 3ระยะ เพื่อให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของ อิทธิพลในการจำกัดการพาความร้อน และอิทธิพลจาการให้ร่มเงาจากพุ่มใบ และนำมาเปรียบเทียบกับแผนภูมิแสดงภาวะน่าสบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2.3

สมมติฐาน : รูปแบบการจัดวางกลุ่มของต้นไม้ มีผลต่อการควบคุม Micro Climate

ตัวแปรในการทดลอง

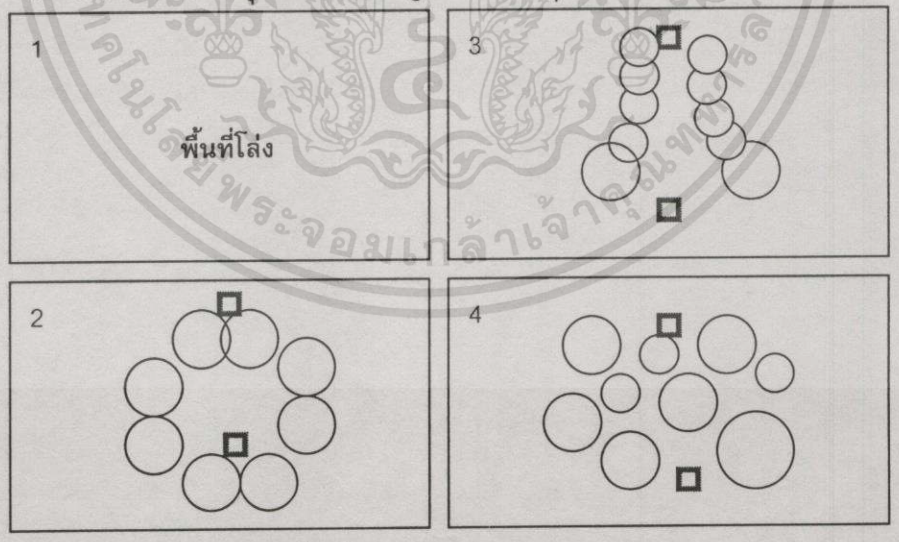
ตัวแปรอิสระ : การจัดวางตำแหน่งต้นไม้รูปแบบต่างๆ

ตัวแปรตาม : ความเร็วลม การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ที่ระดับความสูง +1.50 ทั้งหมดทั้งในร่มเงาและภายนอก

ตัวแปรควบคุม : สภาพแวดล้อมเป็นที่โล่ง สภาพภูมิอากาศในวันทำการทดลอง (ใกล้เคียงกัน) จำนวนต้น ขนาดทรงพุ่ม

ขั้นตอนการทดลอง

1. คัดเลือกไม้ยืนต้นที่มีลักษณะทางกายภาพและสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกัน ระหว่างกลุ่มต้นไม้ที่มีการจัดวางตำแหน่งแตกต่างกัน เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1
2. ขั้นตอนเตรียมการทดลอง
   - บันทึกรายละเอียด ชนิด ลักษณะทางกายภาพของต้นไม้ สภาพที่ตั้ง
   - ตั้งเวลาในการทำการบันทึกค่าเครื่องบันทึกสัญญาณ และปรับเครื่องให้มีมาตรฐานเดียวกันทุก เครื่อง โดย ในแต่ละตำแหน่งที่ทำการบันทึกค่าจะประกอบด้วย อุณหภูมิอากาศ, ความชื้นสัมพัทธ์, การแผ่รังสีดวงอาทิตย์,ความเร็วลม
   - ติดตั้งเครื่องบนขาตั้งกล้องที่ระดับความสูง1.50 ม . จากพื้นดิน ในบริเวณต่างๆดังนี้
     1. บริเวณที่โล่งภายนอกร่มเงา
     2. บริเวณใต้ร่มเงากลุ่มไม้ยืนต้นที่จัดรูปแบบในลักษณะคอขวดในลักษณะขนานกับทิศทางลม
     3. บริเวณใต้ร่มเงากลุ่มไม้ยืนต้นในลักษณะเป็นวงและมีพื้นที่โล่งตรงกลาง
     4. บริเวณใต้ร่มเงากลุ่มไม้ยืนต้นที่จัดรูปแบบเป็นกลุ่มก้อนไม้มีระเบียบ



ภาพที่ 8.7 แสดงการกำหนดตำแหน่งติดตั้งเครื่องรับสัญญาณการทดลองที่ 2.3

3. ทำการวัดและบันทึกค่า อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม และค่าการแผ่รังสีในทุกๆจุดติดตั้งเครื่องบันทึกสัญญาณ ในลักษณะเดียวกันกับขั้นตอนที่ 2.1 เปรียบเทียบกันระหว่างพื้นที่กลางแจ้งและภายใต้ร่มเงา
4. นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ เปรียบเทียบผลในการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเฉพาะที่ Micro Climate ที่เกิดจากการจัดกลุ่มของไม้ยืนต้นทั้ง 4รูปแบบเพื่อให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของ ตัวแปรภูมิอากาศชนิดต่างๆที่ส่งผลกระทบต่อสภาวะน่าสบาย

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 3

สมมติฐาน : การเปรียบเทียบต้นไม้ที่ให้ร่มเงาในสภาพแวดล้อมต่าง ๆมีผลต่อการเปลี่ยนแปลง Micro Climate (การผสมผสานไม้ยืนต้นกับองค์ประกอบในงานภูมิสถาปัตยกรรมอื่น)

ตัวแปรในการทดลอง

ตัวแปรอิสระ : องค์ประกอบในงานภูมิสถาปัตยกรรมชนิดต่างๆที่มักนิยมใช้ ได้แก่
Soft-scape ได้แก่ หญ้า , ไม้พุ่มเตี้ย, ไม้คลุมดิน
Hard –scape ได้แก่ ดินโล่ง, พื้นคอนกรีต , พื้นคอนกรีตสลับปูหญ้า

ตัวแปรตาม : ความเร็วลม การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ที่ระดับความสูง +1.50 ทั้งหมดทั้งในร่มเงาและภายนอก

ตัวแปรควบคุม : ขนาดความสูงต้นไม้ สภาพแวดล้อมเป็นที่โล่ง ความหนาแน่น สภาพภูมิอากาศในวันทำการทดลอง (ใกล้เคียงกัน) จำนวนต้น ขนาดทรงพุ่ม

ขั้นตอนการทดลอง

1. การคัดเลือกวัสดุที่มักเป็นองค์ประกอบในงานภูมิสถาปัตยกรรมทั้งพื้นผิวดาดแข็งและพืชพรรณดังนี้
พืชพรรณ (Softscape) ในงานภูมิสถาปัตยกรรมมักใช้ไม้ยืนต้นไม้ประธาน และมีมักจัดรวมกับไม้ชนิดอื่นเป็นไม้เสริม โดยแบ่งแยกตามระดับความสูง ดังนั้นในการทดลองจึงได้นำวัสดุพืชพรรณชนิดอื่นมาผสมผสานด้วยดังนี้
– ไม้ระดับพื้น เลือกใช้วัสดุ พื้นหญ้า
– ไม้ระดับพื้นและระดับกลาง เลือกใช้วัสดุ ไม้พุ่มเตี้ย และพืชคลุมดินหรือพืชล้มลุก
พื้นผิวดาดแข็ง (Hardscape) วัสดุที่นำมาใช้จะต้องมีลักษณะแข็งแรง ทนทาน รับน้ำหนักได้ เช่น วัสดุปูพื้น วัสดุปูทางจึงได้ทำการคัดเลือกวัสดุ ที่มักนำมาใช้ในงานภูมิสถาปัตยกรรมที่สำคัญดังนี้
   - พื้นดินโล่ง
   - พื้นคอนกรีต
   - คอนกรีตบล็อคปูหญ้า (Turf Block)

2. ขั้นตอนเตรียมการทดลอง
   - บันทึกรายละเอียด ชนิด ลักษณะทางกายภาพของต้นไม้ สภาพที่ตั้ง
   - ตั้งเวลาในการทำการบันทึกค่าเครื่องบันทึกสัญญาณและ ปรับเครื่องให้มีมาตรฐานเดียวกันทุก เครื่อง โดยในแต่ละตำแหน่งจะทำการบันทึกค่าต่างๆประกอบด้วย อุณหภูมิอากาศ, ความชื้นสัมพัทธ์, การแผ่รังสีดวงอาทิตย์,ความเร็วลม
   - ติดตั้งเครื่องบนขาตั้งกล้องที่ระดับความสูง1.50 ม . จากพื้นดิน ในบริเวณต่างๆดังนี้
     1. บริเวณใต้ร่มเงากลุ่มไม้ยืนต้น สภาพแวดล้อมเป็นพื้นดินโล่ง
     2. บริเวณใต้ร่มเงากลุ่มไม้ยืนต้น สภาพแวดล้อมเป็นพื้นคอนกรีต
     3. บริเวณใต้ร่มเงากลุ่มไม้ยืนต้น สภาพแวดล้อมเป็นพื้นคอนกรีตสลับปูพื้นหญ้า
     4. บริเวณใต้ร่มเงากลุ่มไม้ยืนต้น สภาพแวดล้อมเป็นพื้นหญ้า
     5. บริเวณใต้ร่มเงากลุ่มไม้ยืนต้น สภาพแวดล้อมเป็นไม้พุ่มเตี้ย
     6. บริเวณใต้ร่มเงากลุ่มไม้ยืนต้น สภาพแวดล้อมเป็นไม้พุ่มเตี้ยและพืชคลุมดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hardscape



Softscape



ภาพที่ 8.8 แสดงการกำหนดตำแหน่งติดตั้งเครื่องรับสัญญาณการทดลองที่ 3

3. ทำการวัดและบันทึกค่า อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม และค่าการแผ่รังสีในทุกๆจุดติดตั้ง Data Logger ในลักษณะเดียวกันกับขั้นตอนที่ 2.1 เปรียบเทียบกันระหว่างพื้นที่ในร่มและพื้นที่โล่ง นอกจากนี้ในทุกการทดลองจะทำการวัดการแผ่รังสีกลับ (Emission) ของพื้นผิววัสดุเปรียบเทียบทั้งภายนอกและภายใต้พุ่มใบด้วย

4. นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ เปรียบเทียบผลในการเปลี่ยนแปลง Micro Climate ที่เกิดจากสภาพแวดล้อมทั้ง 6 รูปแบบ เพื่อหาแนวทางในการออกแบบปรับสภาพแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บข้อมูลในการทดลอง

การทดลองที่ 1.1 **สมมติฐาน** ทรงพุ่มของต้นไม้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ทรงพุ่มต้นไม้ กลม

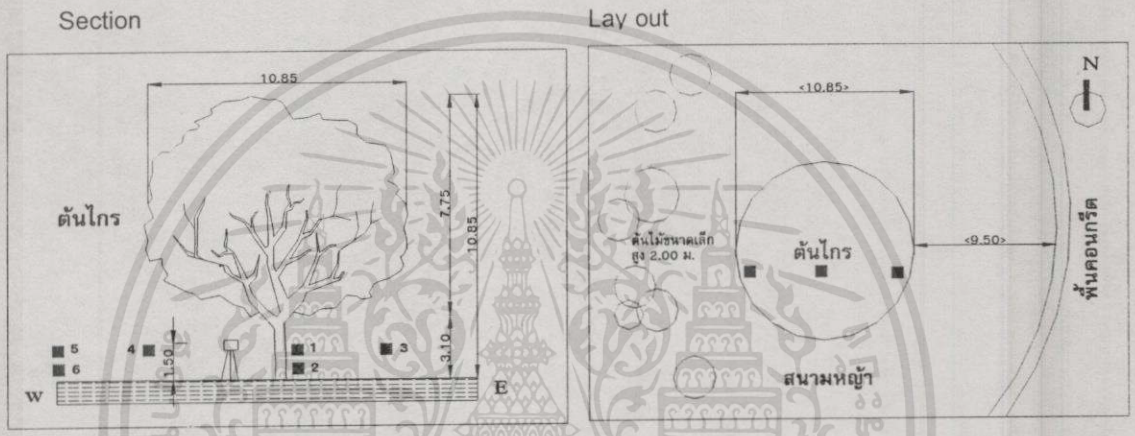
ชนิดต้นไม้ ต้น ไกร

รายละเอียดต้นไม้ ความสูง 10.85 ม. ระยะจากโคนต้นถึงพุ่มใบ 3.10 ม.

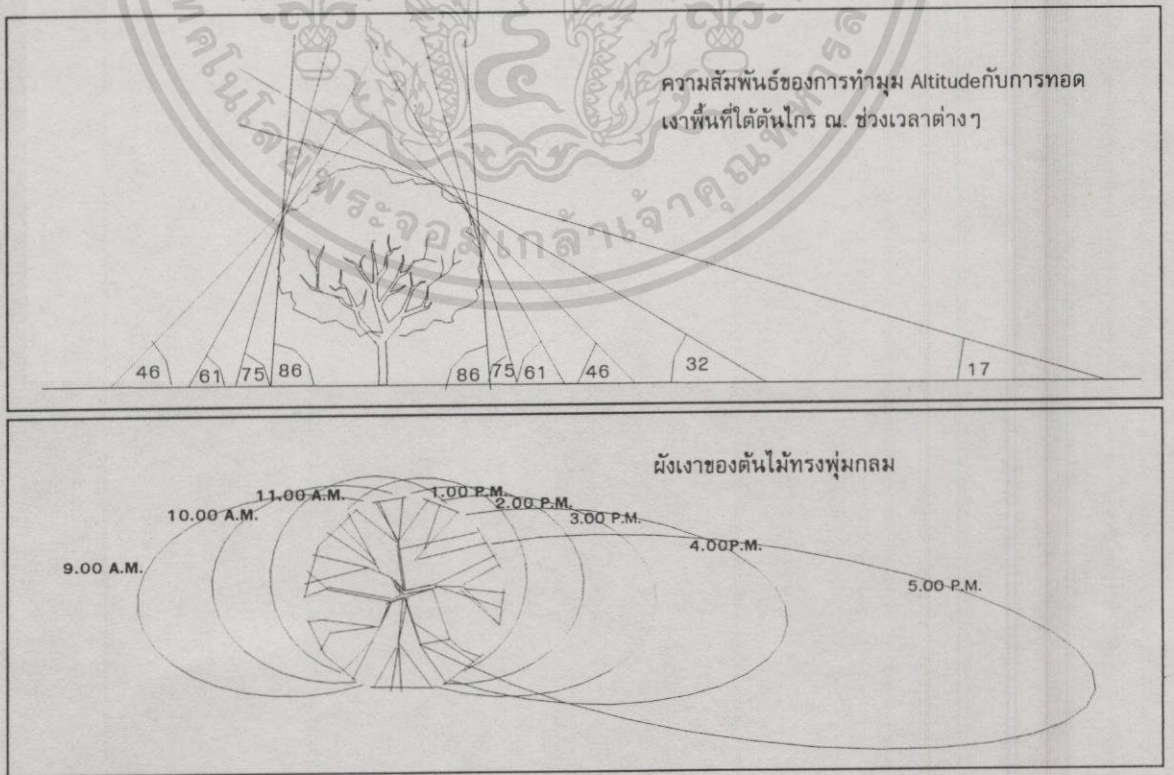
ขนาดทรงพุ่ม 10.85 ม. รูปทรงพุ่ม กลมทึบ

วันที่ทำการทดลอง วันที่ 2 เมษายน 2544

สถานที่ บริเวณรอบจีโอเดสิคโดม สวนหลวง ร . 9



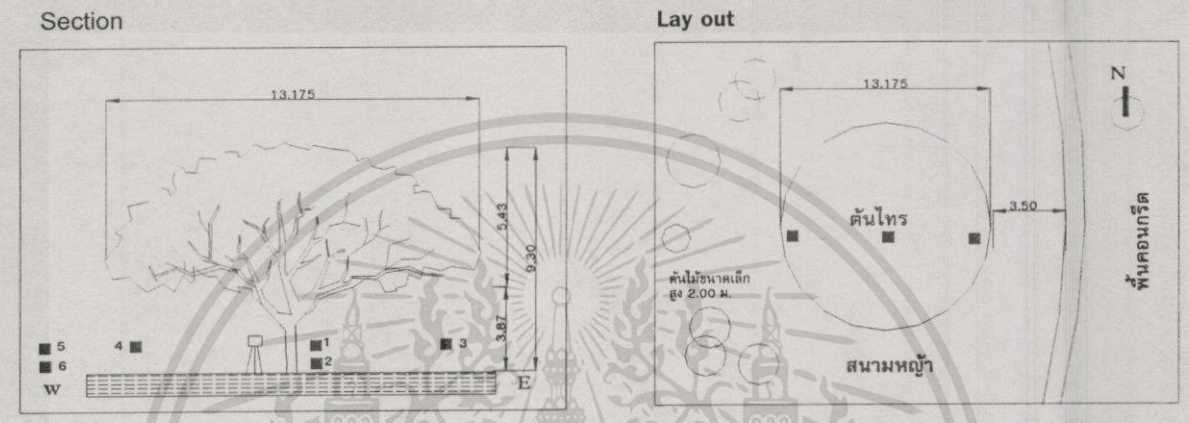
ภาพที่ 8.9 แสดงรายละเอียดการทดลองไม้ยืนต้นทรงพุ่มกลม



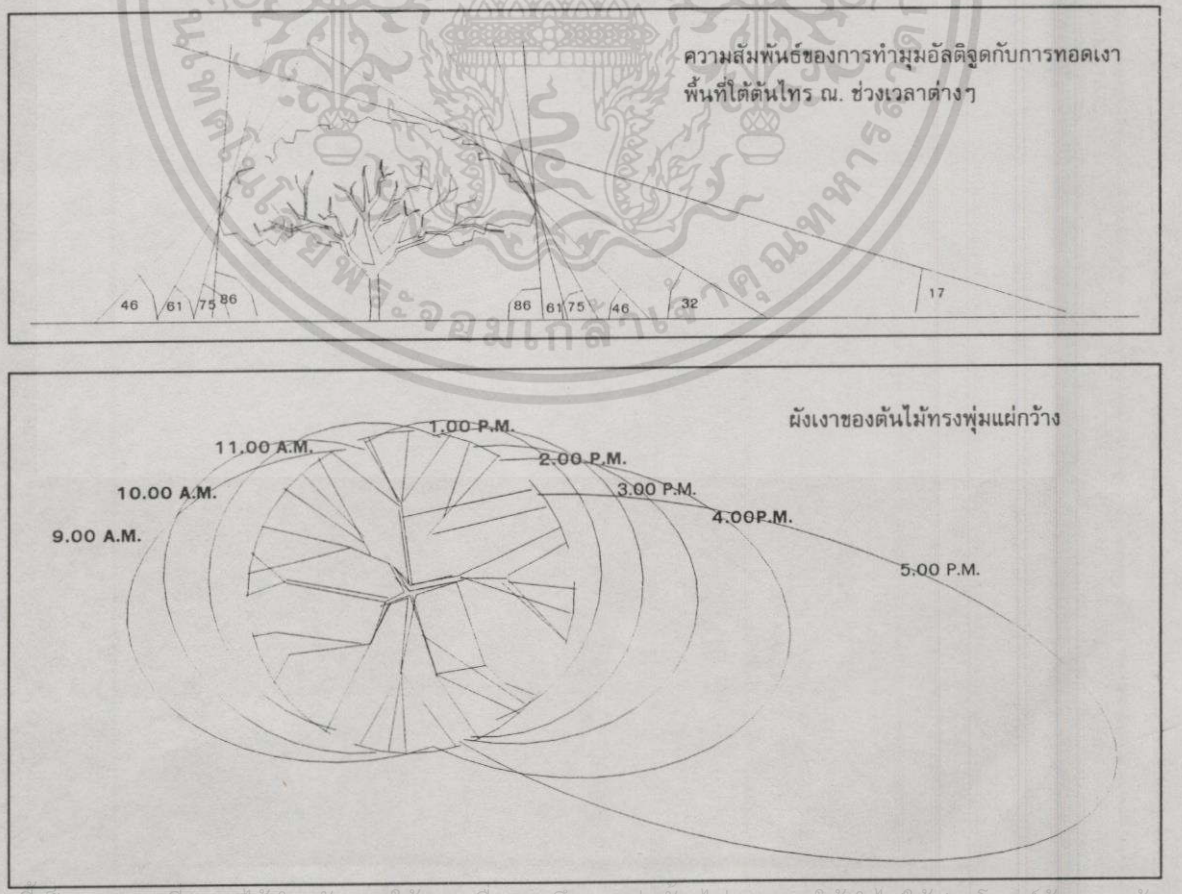
ภาพที่ 8.10 แสดงผังเงา (Shadow Mapping) การทดลองไม้ยืนต้นทรงพุ่มกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรงพุ่มต้นไม้	แผ่กว้าง
ชนิดต้นไม้	ต้น ไทร
รายละเอียดต้นไม้	ความสูง 9.30 ม. ระยะจากโคนต้นถึงพุ่มใบ 3.87 ม.
	ขนาดทรงพุ่ม 13.175 ม. รูปทรงพุ่ม แผ่กว้างแบน
วันที่ทำการทดลอง	วันที่ 2 เมษายน 2544
สถานที่	บริเวณรอบจีโอเดสิคโดม สวนหลวง ร . 9



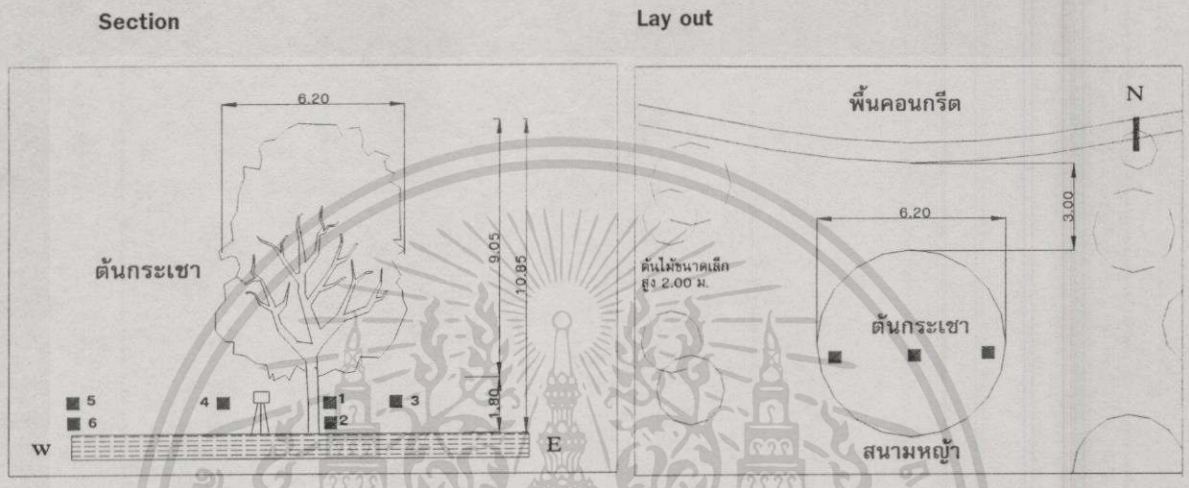
ภาพที่ 8.11 แสดงรายละเอียดการทดลองไม้ยืนต้นทรงพุ่มแผ่กว้าง



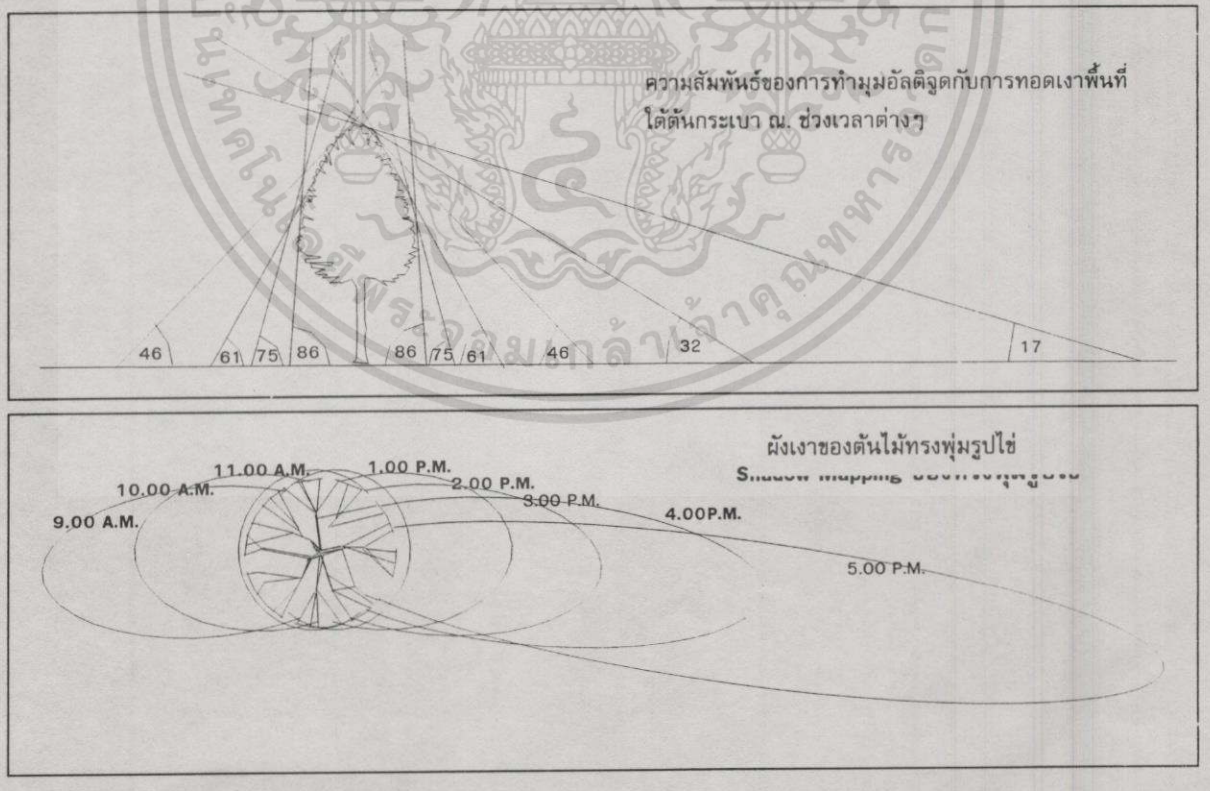
ภาพที่ 8.12 แสดงผังเงา(Shadow Mapping) การทดลองไม้ยืนต้นทรงพุ่มแผ่กว้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรงพุ่มต้นไม้ รูปไข่
ชนิดต้นไม้ ต้น กระเบา
รายละเอียดต้นไม้ ความสูง 10.85 ม. ระยะจากโคนต้นถึงพุ่มใบ 1.80 ม.
ขนาดทรงพุ่ม 6.20 ม. รูปทรงพุ่ม รูปไข่
วันที่ทำการทดลอง วันที่ 2 เมษายน 2544
สถานที่ บริเวณรอบจีโอเดสิคโดม สวนหลวง ร . 9



ภาพที่ 8.12 แสดงรายละเอียดการทดลองไม้ยืนต้นทรงพุ่มรูปไข่

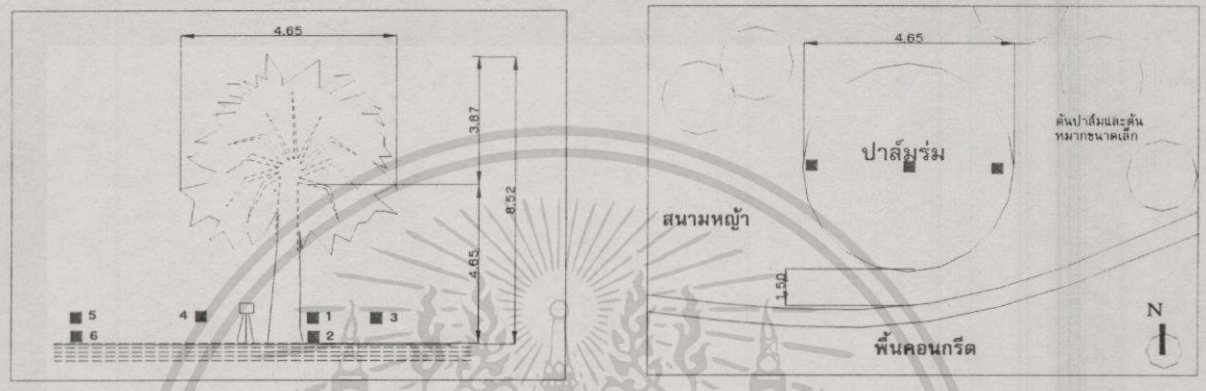


ภาพที่ 8.14 แสดงผังเงา (Shadow Mapping)การทดลองไม้ยืนต้นทรงพุ่มแผ่กว้าง

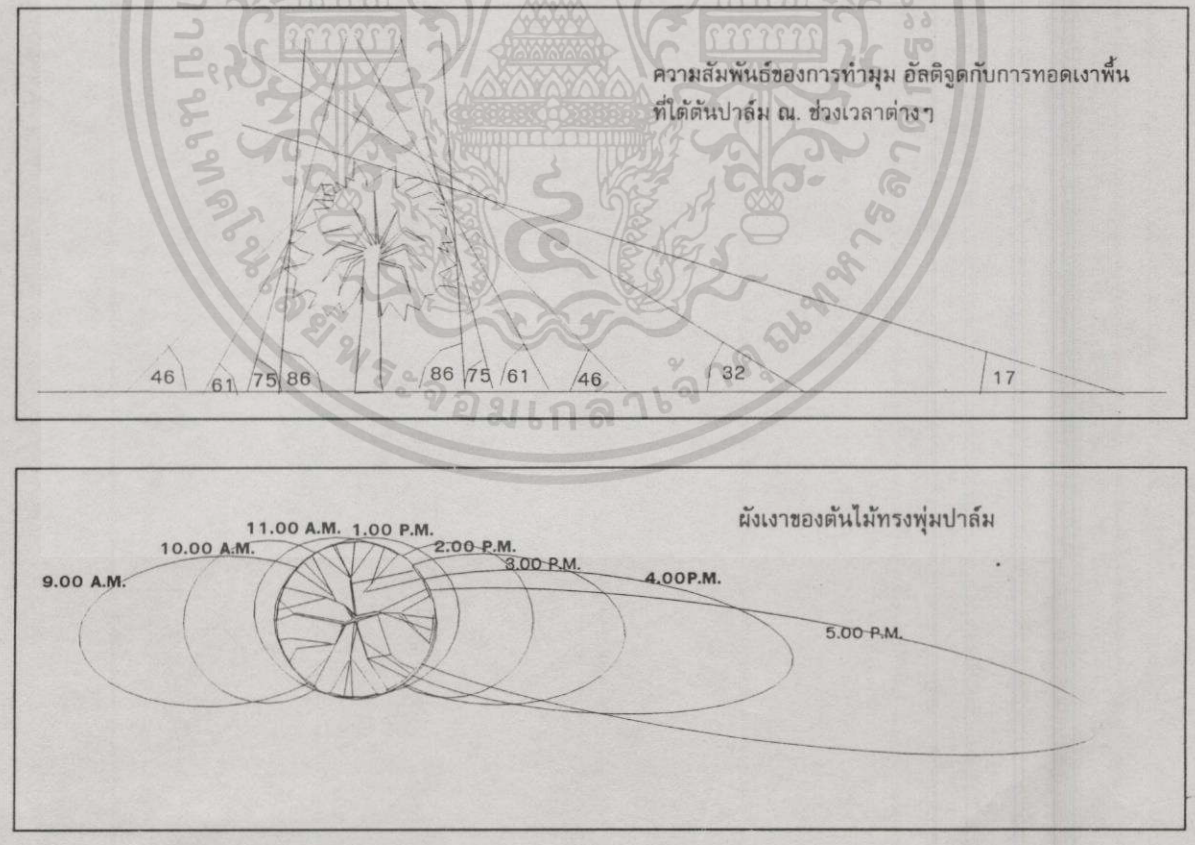
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรงพุ่มต้นไม้	คล้ายปาล์ม
ชนิดต้นไม้	ต้น ปาล์มร่ม
รายละเอียดต้นไม้	ความสูง 8.52 ม. ระยะจากโคนต้นถึงพุ่มใบ 4.65 ม.
	ขนาดทรงพุ่ม 4.65 ม. รูปทรงพุ่ม ทรงปาล์มใบห้อยลู่ลง หนาทึบ หยาบ
วันที่ทำการทดลอง	วันที่ 2 เมษายน 2544
สถานที่	บริเวณรอบจีโอเดสิคโดม สวนหลวง ร . 9

Section **Lay out**



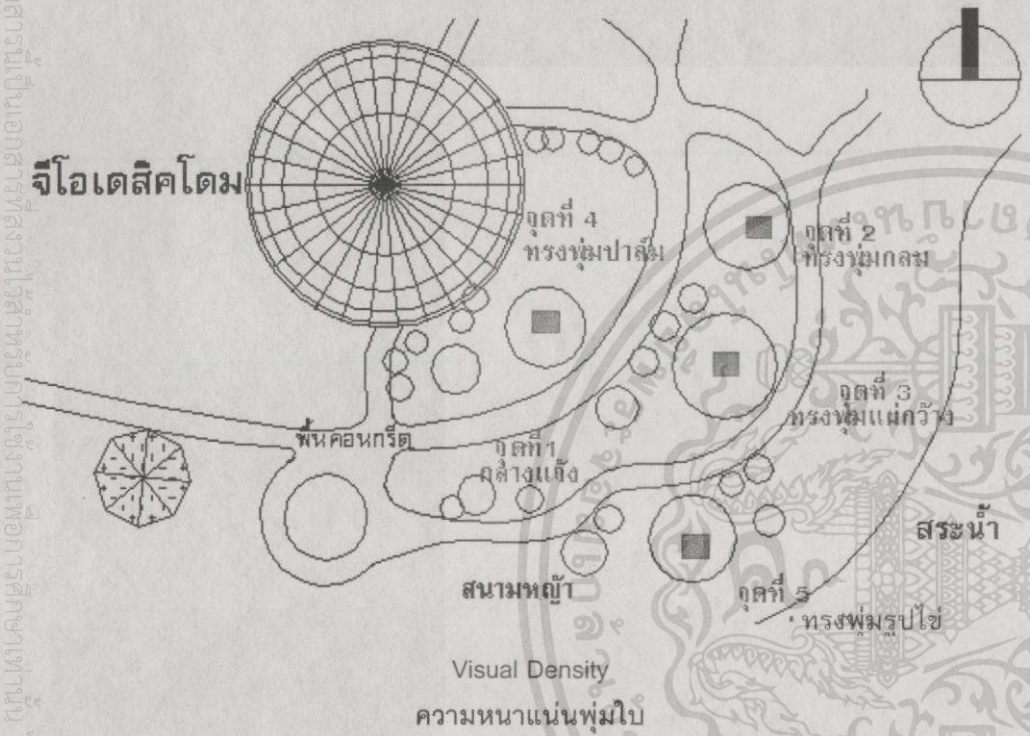
ภาพที่ 8.15 แสดงรายละเอียดการทดลองไม้ยืนต้นทรงพุ่มรูปปาล์ม



ภาพที่ 8.16 แสดงผังเงา (Shadow Mapping) การทดลองไม้ยืนต้นทรงพุ่มปาล์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังบริเวณแสดงตำแหน่งในการทำการทดลองที่ 1.1 (ทรงพุ่มของต้นไม้)



ภาพถ่ายต้นไม้ในการทดลอง

จุดที่ 2 ทรงพุ่มกลม



จุดที่ 3 ทรงพุ่มแผ่กว้าง



จุดที่ 4 ทรงพุ่มปาล์ม



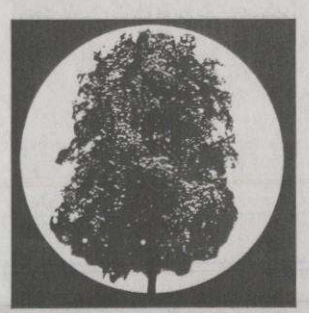
จุดที่ 5 ทรงพุ่มรูปไข่











ภาพที่ 8.17 แสดงผังบริเวณและรายละเอียดแสดงตำแหน่งในการทำการทดลองที่ 1.1 (ทรงพุ่มของต้นไม้)

ตารางที่8.2 แสดงผลการทดลองทรงพุ่มกลม

เวลา 9.30-17.00น.	ภายนอกร่มเงา						ภายใต้ร่มเงา							
	ตัวแปรภูมิอากาศ +1.50				การแผ่รังสีกลับ+0.10		ตัวแปรภูมิอากาศ +1.50				การแผ่รังสีกลับ+0.10		การกระจายภูมิอากาศ	
	T	Rh	Rad	W	T	Rad	T	Rh	Rad	W	T	Rad	T (E)	T(W)
9.45	32.9	57.4	450	0.3	31.2	320	31.4	58.6	40	0.4	31.4	80	31.2	31.1
10.15	31.3	56	365	1.4	31.2	320	30	57.7	80	1	30.9	75	32.1	31.5
10.45	33	51.6	420	0.4	32.4	480	32.2	55.7	55	0.9	32.3	70	31.7	31.2
11.15	34.9	49.6	710	1.3	41.4	800	33.1	49.3	100	0.3	33.8	80	33.9	33.2
11.45	34.6	45.8	820	0.9	38.1	840	33.7	46.6	80	0.8	33.7	90	33.4	33.1
12.15	34.9	47.6	640	1.3	38.4	845	33.8	43	100	0.7	33.6	80	34.2	33.6
12.45	35.1	43	820	0.5	39.4	820	34.7	47.5	100	1.4	35.1	70	34.5	34.3
13.15	36.1	38	810	0.3	38.5	825	34.6	44.1	60	0.4	34.5	75	34.7	34.6
13.45	35.4	41.4	800	2.8	36.6	740	34.8	40.5	80	0.7	34.7	75	34.8	34.6
14.15	34.8	59	560	3.3	33.7	560	34	47.1	80	0.5	34.4	75	34.3	33.6
14.45	34.6	60.5	600	1.8	34.7	580	33.4	53.2	80	0.5	33.9	60	34.2	34.1
15.15	34.2	57.3	480	0.6	33.9	430	32.9	57.7	57	0.7	33.7	75	33.8	33.7
15.45	34	59.4	400	0.6	34	380	33	57.2	40	1.3	32.9	48	32.6	32.7
16.15	34.5	59.1	380	0.6	34.7	300	32.8	59.8	30	2.1	32.3	40	32.1	32.2
16.45	32.9	60.1	240	0.9	32.6	180	31.9	62.5	38	0.4	31.7	30	31.5	31.8
17.15	32.5	63.7	95	2.4	31.5	95	31.5	64.6	35	0.2	31.7	30	31.6	31.5

ตารางที่ 8.3 แสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของตัวแปรภูมิอากาศต้นไม้ทรงพุ่มกลม

ตัวแปรภูมิอากาศของทรงพุ่มกลม	Maximum		Minimum		Daily Variation		ค่าเฉลี่ย	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ตัวแปรภูมิอากาศที่ระดับความสูง +1.50 ม.								
อุณหภูมิ	36.1	34.8	31.3	31.4	4.8	3.4	33.6	32.98
เวลา	13.15	12.45	10.15	10.15				
ความชื้นสัมพัทธ์	63.7	64.6	38	40.5	25.7	24.1	53.09	54.05
เวลา	17.15	17.15	13.15	13.45				
ความเร็วลม	3.3	2.1	0.3	0.2	3	1.9	1.21	0.768
เวลา	14.15	17.15	13.15	17.15				
การแผ่รังสี	840	100	95	20	745	80	549.38	65.93
เวลา	12.15	12.15	17.15	17.15				
ตัวแปรภูมิอากาศที่ระดับความสูง +0.10 ม.								
การแผ่รังสี	845	90.0	95	30.0	750	60	532.19	65.81
เวลา	12.15	11.45	17.15	9.45				
อุณหภูมิ	39.4	35.1	31.2	31.4	8.2	3.7	35.14	33.16
เวลา	12.45	12.45	9.45	17.45				
การกระจายอุณหภูมิทิศตะวันตกและทิศตะวันออก								
ทิศตะวันออก	-	34.8	-	31.2	-	3.6	-	33.16
เวลา	-	13.45	-	9.45				
ทิศตะวันตก	-	34.6	-	31.1	-	3.5	-	32.92
เวลา	-	13.45	-	9.45				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่8.4 แสดงผลการทดลองทรงพุ่มแผ่กว้าง

เวลา 9.30-17.00น.	ภายนอกร่มเงา						ภายใต้ร่มเงา							
	ตัวแปรภูมิอากาศ +1.50				การแผ่รังสี กลับ+0.10		ตัวแปรภูมิอากาศ +1.50				การแผ่รังสี กลับ+0.10		การกระจายภูมิอากาศ	
	T	Rh	Rad	W	T	Rad	T	Rh	Rad	W	T	Rad	T (E)	T(W)
9.45	32.9	57.4	450	0.3	31.2	320	30.8	56.5	60	0.3	31.3	60	31	31.1
10.15	31.3	56	365	1.4	31.2	320	31.8	55.8	40	0.7	32.3	70	31.6	31.5
10.45	33	51.6	420	0.4	32.4	480	31.6	55	60	0.9	31.4	60	32.5	31.6
11.15	34.9	49.6	710	1.3	41.4	800	32.4	51.3	80	1.1	33.9	80	36.3	33.9
11.45	34.6	45.8	820	0.9	38.1	840	33.3	50	80	0.4	33.3	75	34.7	33.2
12.15	34.9	47.6	840	1.3	38.4	845	33.6	48.3	90	0.8	33.6	100	33.3	33.5
12.45	35.1	43	820	0.5	39.4	820	34.1	41.5	95	0.6	34.7	100	35.3	35.2
13.15	36.1	38	810	0.3	38.5	825	34.4	45.6	65	0.5	34.5	80	34.9	35
13.45	35.4	41.4	800	2.8	36.6	740	34.8	45.5	85	0.2	35	120	35.1	34.6
14.15	34.8	59	560	3.3	33.7	560	33.7	58.6	85	2.3	34	100	33.5	32.7
14.45	34.6	60.5	600	1.8	34.7	580	33.2	59.1	85	2.7	33.9	85	33.1	32.5
15.15	34.2	57.3	480	0.6	33.9	430	32.7	59.3	75	2.1	33.4	95	32.7	32.8
15.45	34	59.4	400	0.6	34	380	32.7	58.3	55	1.1	33	82	32.8	33.1
16.15	34.5	59.1	380	0.6	34.7	300	32.4	63	60	1.3	32.5	80	32.6	33
16.45	32.9	60.1	240	0.9	32.6	180	31.7	62.6	55	0.9	31.9	60	32.1	32.9
17.15	32.5	63.7	95	2.4	31.5	95	31.4	65.7	35	1.1	31.6	40	31.3	31.6

ตารางที่8.5 แสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของตัวแปรภูมิอากาศต้นไม้ทรงพุ่มแผ่กว้าง

ตัวแปรภูมิอากาศของทรงแผ่กว้าง	Maximum		Minimum		Daily Variation		ค่าเฉลี่ย	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ตัวแปรภูมิอากาศที่ระดับความสูง +1.50 ม.								
อุณหภูมิ	36.1	34.8	31.3	30.8	4.8	4.0	33.6	32.70
เวลา	13.15	13.45	10.15	9.45				
ความชื้นสัมพัทธ์	63.7	65.7	38	41.5	25.7	24.2	53.09	54.75
เวลา	17.15	17.15	13.15	12.45				
ความเร็วลม	3.3	2.3	0.3	0.2	3	2.1	1.21	0.62
เวลา	14.15	14.15	13.15	13.45				
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์	840	110	95	35	745	75	549.38	69.06
เวลา	12.15	12.45	17.15	17.15				
ตัวแปรภูมิอากาศที่ระดับความสูง +0.10 ม.								
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์	845	120	95	40	750	80	532.19	80.43
เวลา	12.15	13.45	17.15	9.45				
อุณหภูมิ	39.4	35	31.2	31.3	8.2	3.7	35.14	33.14
เวลา	12.45	13.45	9.45	17.15				
การกระจายสภาพภูมิอากาศทิศตะวันตกและทิศตะวันออก								
ทิศตะวันออก	-	35.3	-	31	-	4.3	-	33.3
เวลา	-	12.45	-	9.45				
ทิศตะวันตก	-	35.2	-	31.1	-	4.1	-	33.01
เวลา	-	12.45	-	9.45				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่8.6 แสดงผลการทดลองทรงพุ่มรูปไข่

เวลา 9.30-17.00น.	ภายนอกร่มเงา						ภายใต้ร่มเงา							
	ตัวแปรภูมิอากาศ +1.50				การแผ่รังสี กลับ+0.10		ตัวแปรภูมิอากาศ +1.50				การแผ่รังสี กลับ+0.10		การกระจายภูมิอากาศ	
	T	Rh	Rad	W	T	Rad	T	Rh	Rad	W	T	Rad	T (E)	T(W)
9.45	32.9	57.4	450	0.3	31.2	320	31.7	60.5	65	1.1	31.9	100	31.6	31.4
10.15	31.3	56	365	1.4	31.2	320	31.4	55.3	90	1.6	31.4	120	33.2	32.4
10.45	33	51.6	420	0.4	32.4	480	32.8	52.4	80	0.2	32.5	100	32.9	32.1
11.15	34.9	49.6	710	1.3	41.4	800	33.3	51.5	90	0.4	32.9	85	34.3	33.6
11.45	34.6	45.8	820	0.9	38.1	840	33.7	45.4	105	1.5	33.9	140	34.1	33.8
12.15	34.9	47.6	840	1.3	38.4	845	33.9	44.9	100	1.2	33.6	110	33.4	33.3
12.45	35.1	43	820	0.5	39.4	820	34.4	47.3	100	0.9	33.9	100	33.9	34.8
13.15	36.1	38	810	0.3	38.5	825	34.7	43.8	80	0.4	34.3	90	34.1	34.3
13.45	35.4	41.4	800	2.8	36.6	740	34.9	43.6	100	1.9	34.2	140	34.2	34.3
14.15	34.8	59	560	3.3	33.7	560	34.2	49	110	3.7	33.1	100	32.2	32.4
14.45	34.6	60.5	600	1.8	34.7	580	33.9	54.7	95	0.9	33.2	110	33	32.6
15.15	34.2	57.3	480	0.6	33.9	430	33.5	57.6	90	0.6	33.1	118	33.4	33.9
15.45	34	59.4	400	0.6	34	380	33.2	55.8	65	0.7	33.6	80	33.2	32.6
16.15	34.5	59.1	380	0.6	34.7	300	32.4	58.4	60	1.9	32.5	70	32.7	32.1
16.45	32.9	60.1	240	0.9	32.6	180	31.8	55.8	60	0.9	31.4	60	31.4	31.5
17.15	32.5	63.7	95	2.4	31.5	95	31.3	67.7	25	0.8	31.1	35	31.1	31.1

ตารางที่8.7 แสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของตัวแปรภูมิอากาศต้นไม้ทรงพุ่มแผ่มรูปไข่

ตัวแปรภูมิอากาศของทรงพุ่มไข่	Maximum		Minimum		Daily Variation		ค่าเฉลี่ย	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ตัวแปรภูมิอากาศที่ระดับความสูง +1.50 ม.								
อุณหภูมิ	36.1	34.9	31.3	31.4	4.8	3.5	33.6	33.19
เวลา	13.15	13.45	10.15	17.15				
ความชื้นสัมพัทธ์	63.7	67.7	38	43.6	25.7	24.1	53.09	53.85
เวลา	17.15	17.15	13.15	13.45				
ความเร็วลม	3.3	3.7	0.3	0.2	3	3.5	1.21	1.17
เวลา	14.15	14.15	13.15	10.45				
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์	840	110	95	25	745	85	549.38	82.18
เวลา	12.15	14.15	17.15	17.15				
ตัวแปรภูมิอากาศที่ระดับความสูง +0.10 ม.								
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์	845	140	95	35	750	105	532.19	97.37
เวลา	12.15	13.45	17.15	17.15				
อุณหภูมิ	39.4	34.3	31.2	31.1	8.2	3.2	35.14	32.91
เวลา	12.45	13.15	9.45	17.15				
การกระจายสภาพภูมิอากาศทิศตะวันตกและทิศตะวันออก								
ทิศตะวันออก	-	34.2	-	31.1	-	3.1	-	33.04
เวลา	-	13.45	-	12.15				
ทิศตะวันตก	-	34.8	-	31.1	-	3.7	-	32.88
เวลา	-	12.45	-	12.15				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่8.8 แสดงผลการทดลองทรงพุ่มปาล์ม

เวลา 9.30-17.00น.	ภายนอกร่มเงา						ภายใต้ร่มเงา							
	ตัวแปรภูมิอากาศ +1.50				การแผ่รังสี กลับ+0.10		ตัวแปรภูมิอากาศ +1.50				การแผ่รังสี กลับ+0.10		การกระจายภูมิอากาศ	
	T	Rh	Rad	W	T	Rad	T	Rh	Rad	W	T	Rad	T (E)	T(W)
9.45	32.9	57.4	450	0.3	31.2	320	31.2	57.4	70	0.3	31.7	100	32.4	31.7
10.15	31.3	56	365	1.4	31.2	320	31.3	55.3	40	0.4	32.1	60	31.8	32.1
10.45	33	51.6	420	0.4	32.4	480	31.5	56.3	80	1.1	31.4	95	32.4	32.6
11.15	34.9	49.6	710	1.3	41.4	800	32.3	49	90	0.6	33.1	65	33.7	34.3
11.45	34.6	45.8	820	0.9	38.1	840	33.2	48.5	80	1.3	34.1	110	33.5	33.1
12.15	34.9	47.6	840	1.3	38.4	845	33.4	44.1	75	2.4	34.5	83	34.1	34
12.45	35.1	43	820	0.5	39.4	820	34	43.9	95	0.9	35.3	75	34.5	34.4
13.15	36.1	38	810	0.3	38.5	825	34.2	44.4	55	0.2	35	60	35.9	35.2
13.45	35.4	41.4	800	2.8	36.6	740	34.6	43.0	75	0.4	35.5	90	35.4	35.2
14.15	34.8	59	560	3.3	33.7	560	33.6	48.2	58	2.1	33.1	65	32.3	32.2
14.45	34.6	60.5	600	1.8	34.7	580	33.5	51.1	45	1.4	33	60	32.9	32.5
15.15	34.2	57.3	480	0.6	33.9	430	33.3	57.3	70	1.3	33.1	80	32.8	32.9
15.45	34	59.4	400	0.6	34	380	32.9	57.4	60	0.6	32.7	75	32.7	34.2
16.15	34.5	59.1	380	0.6	34.7	300	32.3	62.1	40	2.4	32.3	50	31.9	32.6
16.45	32.9	60.1	240	0.9	32.6	180	32	65.5	50	1.5	31.9	30	31.7	31.7
17.15	32.5	63.7	95	2.4	31.5	95	31.6	65.6	20	0.4	31.4	25	31.3	31.2

ตารางที่8.9 แสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของตัวแปรภูมิอากาศต้นไม้ทรงพุ่มปาล์ม

ตัวแปรภูมิอากาศของทรงพุ่มปาล์ม	Maximum		Minimum		Daily Variation		ค่าเฉลี่ย	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ตัวแปรภูมิอากาศที่ระดับความสูง +1.50 ม.								
อุณหภูมิ	36.1	34.6	31.3	31.2	4.8	3.4	33.6	32.80
เวลา	13.15	13.15	10.15	10.15				
ความชื้นสัมพัทธ์	63.7	65.6	38	39.6	25.7	26	53.09	54.28
เวลา	17.15	17.15	13.15	13.45				
ความเร็วลม	3.3	2.1	0.3	0.2	3	1.9	1.21	1.08
เวลา	14.15	12.45	13.15	13.15				
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์	840	95	95	20	745	75	549.38	62.688
เวลา	12.15	12.45	17.15	17.15				
ตัวแปรภูมิอากาศที่ระดับความสูง +0.10 ม.								
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์	845	110	95	25	750	85	532.19	70.18
เวลา	12.15	12.15	17.15	17.15				
อุณหภูมิ	39.4	35	31.2	31.4	8.2	3.6	35.14	33.13
เวลา	12.45	12.45	9.45	17.15				
การกระจายสภาพภูมิอากาศทิศตะวันตกและทิศตะวันออก								
ทิศตะวันออก	-	35.9	-	31.3	-	4.6	-	33.08
เวลา	-	13.15	-	17.15				
ทิศตะวันตก	-	35.2	-	31.2	-	4	-	33.12
เวลา	-	13.15	-	17.15				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

* T อุณหภูมิอากาศ (^{o}C)

Rh ความชื้นสัมพัทธ์ (%)

W ความเร็วลม (m/s)

Rad การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (W/m^2)

T(E) อุณหภูมิใต้ร่มเงาแนวริมนอกพุ่มทางด้านทิศตะวันออก (^{o}C)

T(W) อุณหภูมิใต้ร่มเงาแนวริมนอกพุ่มทางด้านทิศตะวันตก (^{o}C)

หมายเหตุ

** สภาพท้องฟ้าของการทดลองที่ 1ณ.วันที่ทำการวัด

ท้องฟ้าโปร่งเกือบตลอดทั้งวัน ปริมาณเมฆเฉลี่ย 20%ของสภาพท้องฟ้า

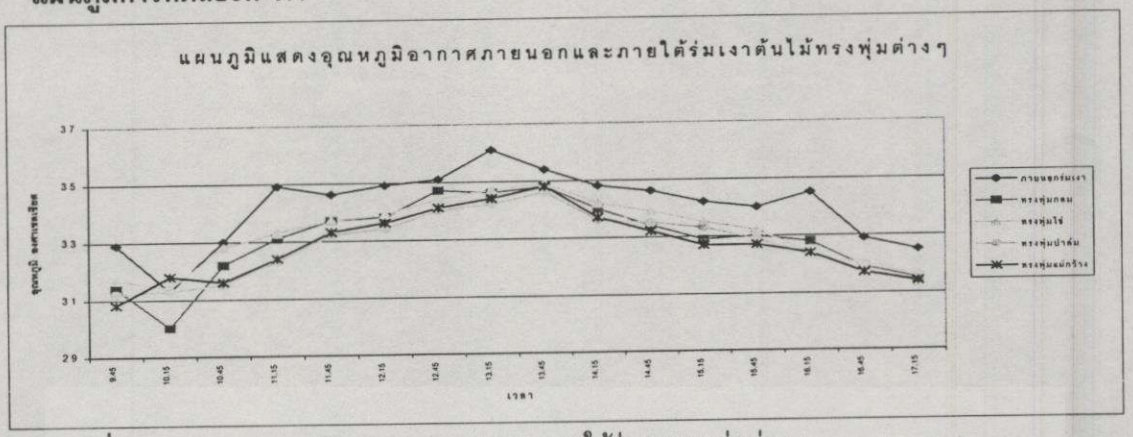
- เวลา 9.45 – 14.00น. สภาพท้องฟ้าโปร่ง ปริมาณเมฆ 10-20 %
- เวลา 14.00 – 15.00 น. มีเมฆปกคลุมบางส่วนประมาณ 40%
- เวลา 15.00น. เป็นต้นไป ปริมาณเมฆลดลงและมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

*** สภาพลมของการทดลองที่ 1ณ.วันที่ทำการวัด

- ช่วงเช้าลมพัดมาจากเกือบทุกทิศทาง
- ช่วงบ่ายส่วนใหญ่ลมพัดมาจากทิศใต้ บริเวณที่เป็นสระน้ำและมีความเร็วเพิ่มขึ้นเกือบตลอดช่วงบ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิการทดลองที่ 1.1

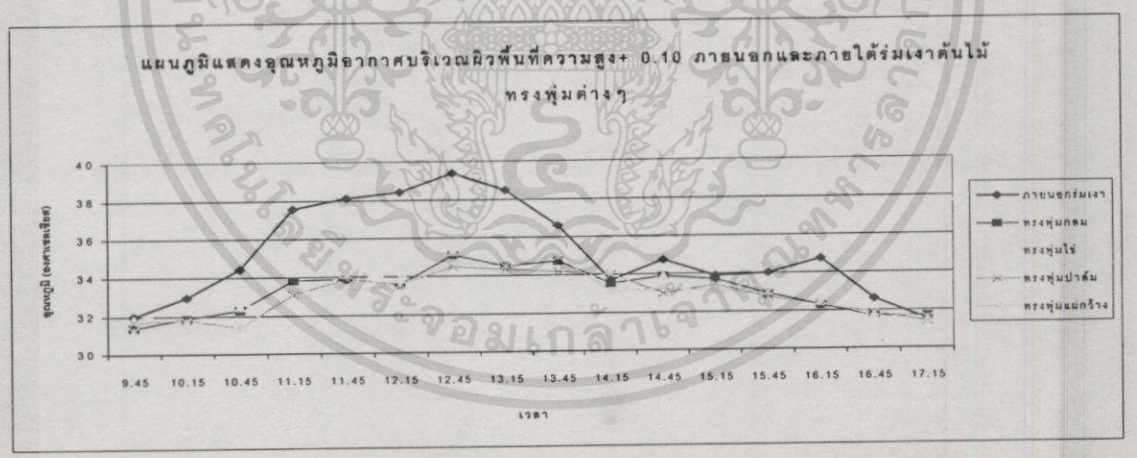


แผนภูมิที่ 8.1 แสดงอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายใต้ร่มเงาทรงพุ่มต่างๆ

อุณหภูมิอากาศที่ระดับ +1.50ม.

อุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ช่วงเวลาประมาณ 13.15- 13.45 น. และลดลงอย่างต่อเนื่องในเวลาถัดมาทุกการทดลองโดยเฉลี่ยแล้วภายนอก อุณหภูมิอยู่ที่ 32-36 °C และภายใต้ต้นไม้ค่อนข้างใกล้เคียงกันคือช่วงประมาณ 31 -35 °C

- ทรงพุ่มรูปไข่มีความแปรปรวนระหว่างวันไม่มากนักเนื่องจากทรงพุ่มเล็ก
- ทรงพุ่มปาล์ม ช่วงเช้าอุณหภูมิต่ำกว่าทรงพุ่มอื่นเพียงเล็กน้อยและในช่วงบ่าย ปรับตัวสูงขึ้นเล็กน้อย
- ทรงพุ่มแผ่กว้าง อุณหภูมิต่ำสุดตลอดทั้งวัน เนื่องจากพื้นเงามากกว่าทรงพุ่มอื่น



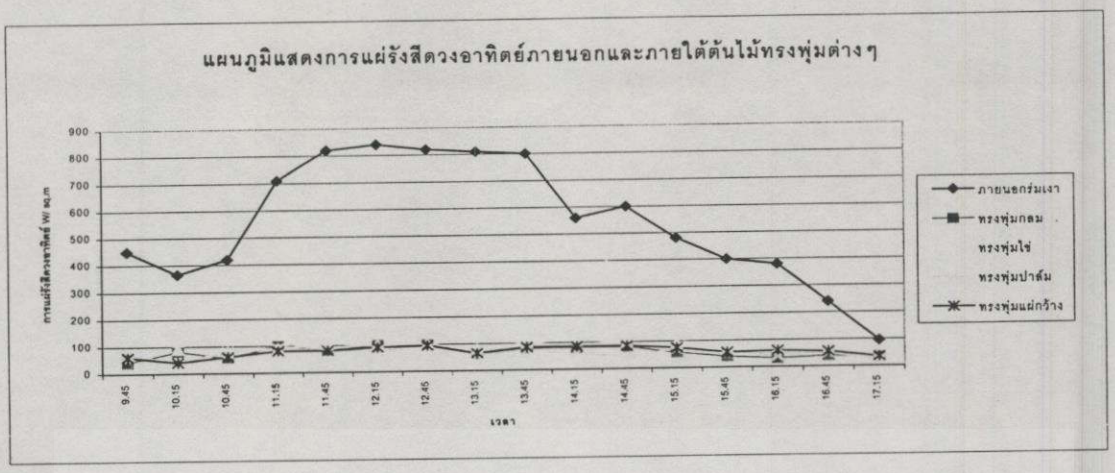
แผนภูมิที่ 8.2แสดงอุณหภูมิอากาศที่ระดับความสูง+0.10ม.ภายนอกและภายใต้ร่มเงาทรงพุ่มต่างๆ

อุณหภูมิอากาศที่ระดับ+0.10ม.

อุณหภูมิอากาศภายนอกสูงว่าอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งได้รับอิทธิพลมาจากการเปล่งรังสีกลับของพื้นดินตั้งแต่ช่วงเวลา 10.45 น. -13.45 ช่วงอุณหภูมิระหว่างวัน ประมาณ 32 -42 °Cและเริ่มคงที่หลังจากช่วง 14.45 เป็นต้นไป

ภายใต้ต้นไม้ทรงพุ่มต่างๆ อุณหภูมิจะใกล้เคียงกันมาก คืออยู่ในช่วงประมาณ 32-35 °C ช่วงเวลาอุณหภูมิสูงสุดจะเหลื่อมกันเล็กน้อย โดยประมาณ 12.45 - 13.45 ซึ่งอาจเกิดจากอิทธิพล Time Lag ในการคายความร้อนของดิน อุณหภูมิค่อนข้างคงที่ตลอดทั้งวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

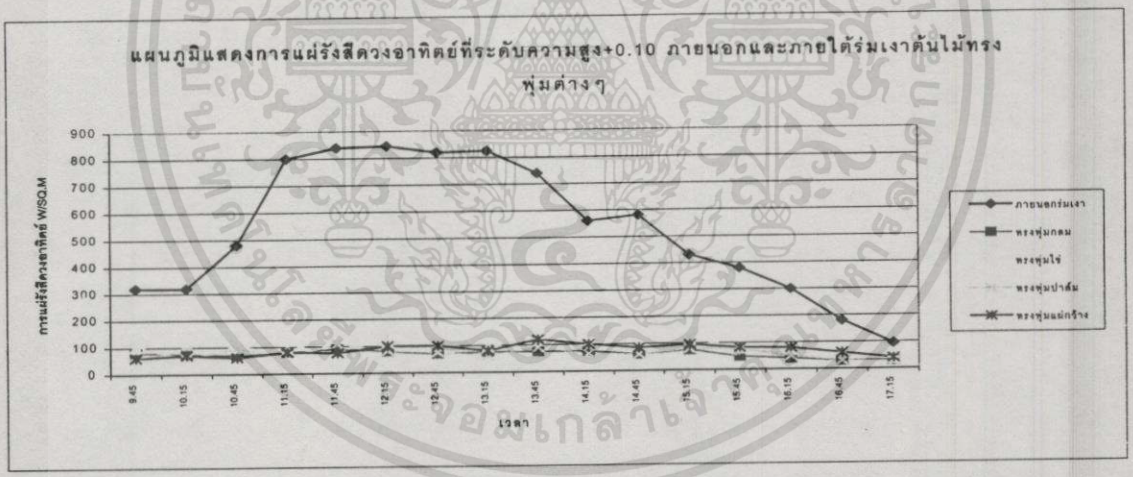


แผนภูมิที่ 8.3 แสดงการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ภายนอกและภายใต้ร่มเงาทรงพุ่มต่าง ๆ

การแผ่รังสีดวงอาทิตย์

เมื่อเปรียบเทียบกับที่ระดับความสูง +0.10 ม. สัดส่วนของการเปลี่ยนแปลงกราฟไม่ต่างกันมากนัก โดยที่ภายนอกจะแตกต่างชัดเจนกว่าภายใน ภายนอกสูงสุดจะอยู่ที่ช่วงประมาณ 840 W/m^2

ค่าการแผ่รังสีภายใน เฉลี่ยเท่ากันทั้งวัน ไม่มีช่วงเวลาสูงสุด และค่าการแผ่รังสีโดยรวมใกล้เคียงกันโดยที่ค่าการแผ่รังสีที่ระดับ +1.50 จะต่ำกว่าที่ระดับ +0.10 เล็กน้อย ความต่างเพียงเล็กน้อยภายใต้ทรงพุ่มไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมากนัก



แผนภูมิที่ 8.4แสดงอุณหภูมิอากาศที่ระดับความสูง+1.10ม.ภายนอกและภายใต้ร่มเงาทรงพุ่มต่าง ๆ

การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ที่ระดับ +0.10 ม.

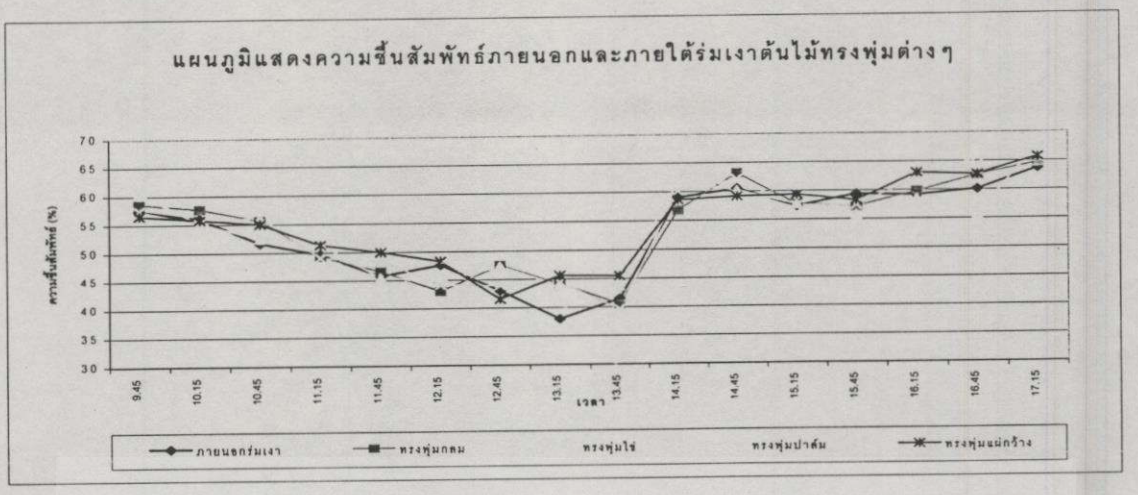
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ภายนอกทรงพุ่มจะแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยแบ่งเป็น 3 ช่วงที่แตกต่างกัน ช่วงที่ 1 คือ 9.45 น. –11.45น. ซึ่งมีระดับการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน รวดเร็ว 300-800W/m^2

ช่วงที่ 2 จะเริ่มคงที่ไปจนถึงช่วง 13.45 น. 800-850 W/m^2

ช่วงที่3 เริ่มลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงเวลา 17.00น.ลงมาใกล้เคียงกับการแผ่รังสีพื้นที่ใต้พุ่ม

การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ภายใต้ทรงพุ่มต่าง ๆ ใกล้กันมากและส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้อยมาก ค่าความต่างไม่เกิน 30W/m^2โดยเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 13.45 น. เวลาจะเหลื่อมกันเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับภายนอก ค่าเฉลี่ยภายใต้ร่มเงาตอลดทั้งวันค่อนข้างคงที่อยู่ที่ 80 –120 30W/m^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

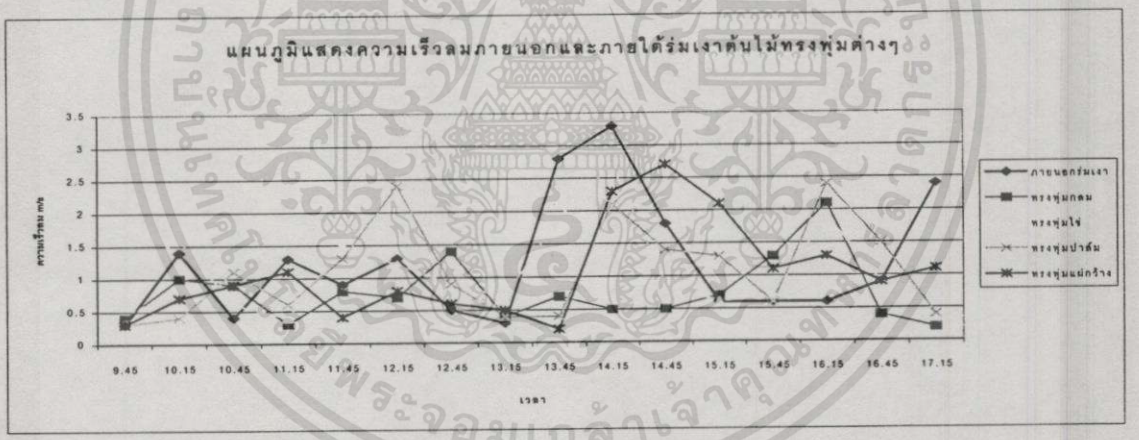


แผนภูมิที่ 8.5แสดงความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกและภายใต้ร่มเงาทรงพุ่มต่างๆ

ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์โดยเฉลี่ยภายนอกจะต่ำสุด เนื่องจากได้รับอิทธิพลความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงอยู่ในช่วง 38 -60%

ช่วงความชื้นค่อนข้างเกาะกลุ่มกัน โดยเฉลี่ย 42-63% ภายใต้ทรงพุ่มแผ่กว้างจะมีความชื้นกว่าเพียงเล็กน้อย ความชื้นทั้งภายนอกและภายในไม่ต่างกันมาก เนื่องจากการถ่ายเทความร้อนผ่านอากาศในระบบเปิดทำได้สะดวก



แผนภูมิที่ 8.6แสดงความเร็วลมภายนอกและภายใต้ร่มเงาทรงพุ่มต่างๆ

ความเร็วลม

โดยภาพรวมแล้ว ค่อนข้างใกล้เคียงกัน ความเร็วลมค่อนข้างคงที่ในช่วงเช้า คือประมาณ 0.2-1 m/s และในช่วงบ่ายปรับตัวสูงขึ้น0.6 -2.6 m/s

- ความเร็วลมสูงสุดคือภายใต้ทรงพุ่มรูปไข่คือ 3.6 m/s โดยเฉลี่ยแล้ว ภายใต้ทรงพุ่มแผ่กว้าง ในช่วงเช้าจะคงที่ และในช่วงบ่ายจะแปรผันเฉลี่ยสูงสุด
- ทรงพุ่มกลมจะมีลักษณะต้านลมมากที่สุด ความเร็วลมจะลดมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

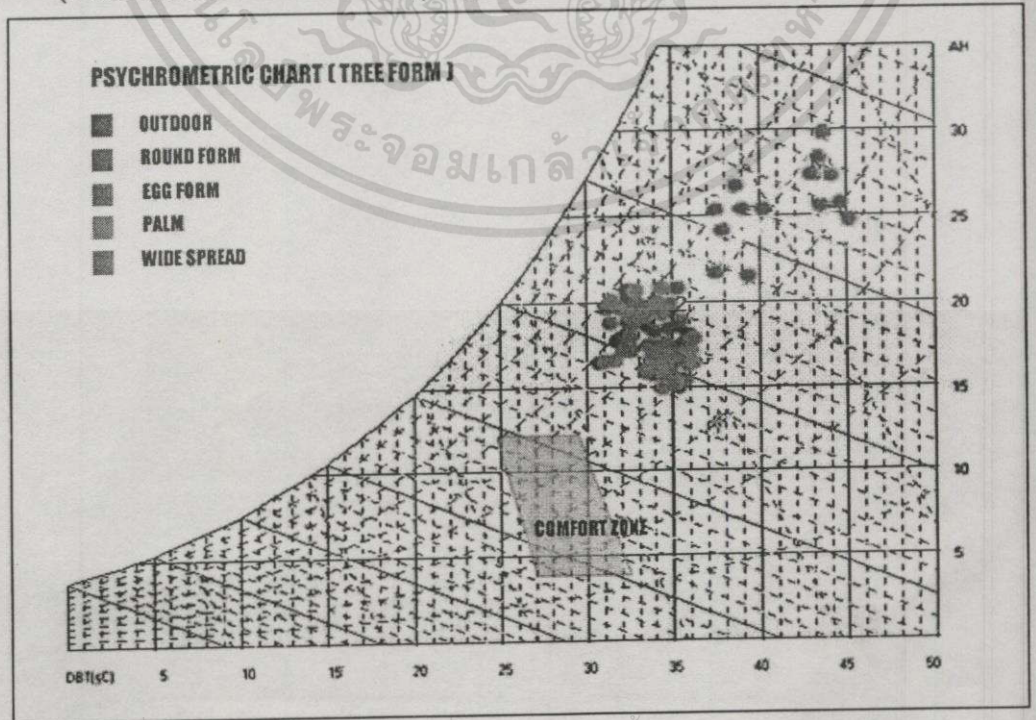
ตารางที่8.10 แสดงค่าเฉลี่ยการทดลองของตัวแปรสภาพภูมิอากาศจากรูปทรงต้นไม้

ผลสรุปการทดลองที่ 1 (รูปทรงพุ่ม)	ค่าเฉลี่ยผลการทดลอง							
	T	Rad	W	Rh	T +0.10	Rad + 0.10	TE	TW
ภายนอกร่มเงา	34.40	549.38	1.21	53.09	35.14	532.19	-	-
ทรงกลม	33.06	65.93	0.76	54.05	33.16	65.81	32.98	32.92
รูปไข่	32.98	82.18	1.16	53.86	32.91	97.37	33.19	32.88
ปาล์ม	32.97	62.68	1.08	54.28	33.13	70.188	32.80	33.11
แผ่กว้าง	32.85	69.06	0.62	54.75	33.14	80.43	32.70	33.01

ตารางที่8.11แสดงค่าเฉลี่ยความแตกต่างของตัวแปรสภาพภูมิอากาศจากรูปทรงพุ่มของต้นไม้ (ภายนอก – ภายใน) ณ. วันที่ทำการทดลองตั้งแต่ช่วงเวลา 9.45 – 17.15 น.

ค่าความแตกต่างเฉลี่ย รูปทรงต้นไม้	T	rad	w	Rh	T +0.10	Rad +0.10
กลม	1.42	483.44	0.44	-0.956	1.98	471
ไข่	1.21	467.19	0.44	0.775	2.23	453
ปาล์ม	1.60	486.69	0.13	-1.194	2.01	462
แผ่กว้าง	1.70	477.19	0.15	-1.663	2.00	452

แผนภูมิ Psychrometric Chart แสดงผลการทดลองที่ 1
(ตัวแปรที่ใช้ในการแสดงผลได้แก่ อุณหภูมิอากาศ การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ และความชื้นสัมพัทธ์)



แผนภูมิที่ 8.7 แสดงตำแหน่งสภาพภูมิอากาศการทดลองที่1.1 ด้วย Psychrometric Chart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทวิเคราะห์การทดลองที่ 1

ผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลในการควบคุมตัวแปรภูมิอากาศเฉลี่ย โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้

ความเร็วลม ได้แก่ ทรงพุ่มไข่ ทรงพุ่มปาล์ม ทรงพุ่มกลม และทรงพุ่มแผ่กว้าง

อุณหภูมิอากาศ ได้แก่ ทรงพุ่มกลม ทรงพุ่มไข่ ทรงพุ่มปาล์ม และทรงพุ่มแผ่กว้าง

ความชื้นสัมพัทธ์ ได้แก่ ทรงพุ่มแผ่กว้าง และทรงพุ่มกลม ทรงพุ่มปาล์ม ทรงพุ่มไข่

การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ได้แก่ ทรงพุ่มไข่ ทรงพุ่มแผ่กว้าง ทรงพุ่มกลม และทรงพุ่มปาล์ม

การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ที่ระดับ + 0.10 ม. ได้แก่ ทรงพุ่มไข่ ทรงพุ่มแผ่กว้าง ทรงพุ่มปาล์ม และทรง พุ่มกลม

อุณหภูมิอากาศที่ระดับ + 0.10 ม. ได้แก่ทรงพุ่มกลม ทรงพุ่มแผ่กว้าง ทรงพุ่มปาล์ม และทรงพุ่มไข่

จากค่าตัวแปรภูมิอากาศสามารถสรุปความสัมพันธ์ได้ดังต่อไปนี้

การแผ่รังสี

จากตารางจะเห็นได้ว่า ค่าอุณหภูมิและการแผ่รังสี สูงสุด ต่ำสุด ภายนอกจะมีความแปรปรวนอุณหภูมิและการแผ่รังสีดวงอาทิตย์มากกว่า ทั้งนี้เนื่องจากภายนอกจะได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์โดยตรง ในขณะที่ต้นไม้จะทำหน้าที่เป็นตัวสกัดกั้นรังสีดวงอาทิตย์(Radiation) ซึ่งจะส่งผลต่อเนื่องถึงอุณหภูมิ อัตราการระเหยการคายน้ำในอากาศ (Evapotranspiration) ในระหว่างวัน การแผ่รังสีดวงอาทิตย์จากภายนอกจะมีความแปรปรวนมากโดยเฉลี่ยสูงสุดประมาณ 840 W/m^2 และต่ำสุด 95 W/m^2 ในขณะที่ภายใต้ร่มเงาต้นไม้ เฉลี่ยสูงสุดประมาณ 100 W/m^2 และต่ำสุด 20 W/m^2

การนำ

จากค่าความแตกต่างการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ที่ชัดเจน ส่งผลถึงปริมาณการแผ่รังสีกลับ (Emission) ของพื้นผิวดิน ที่มีค่าการนำและค่าความจุความร้อนสูง ซึ่งปริมาณการแผ่รังสีกลับนี้ขึ้นอยู่กับพลังงานความร้อนที่ได้รับ จึงส่งผลให้อุณหภูมิอากาศที่บริเวณใกล้พื้นผิวดินสูงตามไปด้วย โดยปกติต้นไม้มีคุณสมบัติในการนำ เก็บความร้อนได้ต่ำ ดังนั้นอุณหภูมิอากาศที่สูงขึ้นจึงไม่ได้มาจากต้นไม้

การพา

ความเร็วลมที่วัดได้เปรียบเทียบระหว่างภายนอกและภายใน โดยเฉลี่ยแล้วบริเวณภายใต้พุ่มจะมีความเร็วลมลดลงเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากศักยภาพของต้นไม้เดี่ยวมีผลต่อความต่างศักยของความกดอากาศเพียงเล็กน้อย ซึ่งอาจไม่เพียงพอที่จะเหนี่ยวนำให้เกิดลมได้ และลมเป็นตัวแปรที่มีความแปรเปลี่ยนตลอดเวลา ทั้งความเร็วและทิศทาง ดังนั้นจึงไม่สามารถสรุปได้แน่ชัดว่าต้นไม้เดี่ยว มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของลมมากน้อยเพียงใด

ต้นไม้ ไม่ได้ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของลมภายใต้พุ่มมากขึ้นหรือน้อยลงอย่างชัดเจน แต่จะส่งผลต่อปริมาณการพาความร้อนระหว่างต้นไม้กับอากาศ การพาความร้อนบริเวณต้นไม้เป็นการแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศภายนอกเพื่อรักษาสมดุลย ความร้อนบางส่วนเกิดขึ้นบริเวณกลุ่มใบ มักเกิดขึ้นบริเวณด้านในของกลุ่มใบ และทำให้การพาความร้อนถูกจำกัดลง โดยใบไม้จะดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ เมื่อไอน้ำที่เกิดจากการคายน้ำบริเวณกลุ่มใบดูดซับความร้อนไว้แต่ไม่สามารถระเหยความร้อนออกได้ ประกอบกับน้ำมีคุณสมบัติในการจุและนำความร้อนได้ดี ทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น การถ่ายเทความร้อนจึงเป็นไปในลักษณะของการแผ่รังสีมากกว่าการพา โดยมีลักษณะกระจายออกในทุกทิศทางและกระจายออกแบบช้า ๆ ในปริมาณน้อย จึงมีความร้อนบางส่วนแผ่ออกมาบริเวณใต้พุ่ม และทำให้บริเวณใต้พุ่มมีอุณหภูมิสูงขึ้นเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้อยเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องมาจากความร้อนมีมวลสารเบา ทำให้ส่วนใหญ่ลอยตัวขึ้นสูงเหนือกลุ่มใบ จากกระบวนการเหล่านี้จะทำให้เป็นข้อได้เปรียบของต้นไม้ประเภท กลุ่มใบสูง เช่นต้นปาล์ม

ผลทางด้านสภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิที่เกิดขึ้น จะให้ผลที่ใกล้เคียงกัน แต่แต่ละรูปแบบของทรงพุ่มจะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงตัวแปรที่ต่างกัน โดยตัวแปรที่สำคัญเกิดจากความหนาแน่นของกลุ่มใบและปริมาณพื้นที่เงาภายใต้กลุ่มใบเป็นสำคัญ ซึ่งจะช่วยป้องกันการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์และการเผล่งรังสีกลับของพื้นดิน

รูปทรงพุ่มปาล์ม

โดยรูปพรรณสัณฐานแล้ว ใบมีลักษณะทึบ แข็งและมีขนาดใหญ่ ทำให้ความคงที่ในการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์จึงมากกว่าต้นไม้ชนิดที่มีกลุ่มใบขนาดเล็ก และสามารถเปลี่ยนทิศทาง ตำแหน่งในกลุ่มใบไปตามกระแสลมได้ ซึ่งทำให้รังสีดวงอาทิตย์ที่ทะลุผ่านช่องว่างระหว่างกลุ่มใบส่งผ่านลงมาถึงพื้นดินได้ และป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ได้ไม่สม่ำเสมอ รูปทรงพุ่มปาล์ม มีความหนาแน่นใบไม่มากและเป็นแบบแผ่ ลักษณะกลุ่มใบไม่ซับซ้อน ลักษณะของใบเรียว ยาว ทำให้มีพื้นที่มากและส่งผลให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสอากาศภายนอกมาก ดูดซับได้มากและถ่ายเทความร้อนออกได้มาก และต้นไม้ที่กลุ่มใบอยู่ในระดับสูงทำให้มีพื้นว่างใต้กลุ่มมาก ทำให้ความร้อนที่ลอยตัวสูงขึ้นอยู่เหนือระดับการใช้งานทั่วไป ทำให้ไม่ส่งผลต่อระดับการใช้งานมากนัก

ข้อเสียสำหรับต้นไม้รูปทรงที่มีพื้นที่ใต้พุ่มสูง คือ เงาที่เปลี่ยนแปลงไปตามการโคจรของดวงอาทิตย์มีลักษณะไม่คงที่และทำให้พื้นที่ใต้พุ่มมีโอกาสได้รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงสูง โดยเฉพาะช่วงเช้าและเย็นที่ดวงอาทิตย์ทำมุมอัลติจูดต่ำ และทำให้เงาทอดลึก ซึ่งจะส่งผลถึงการควบคุมปริมาณการเปล่งรังสีกลับใต้กลุ่มใบ และพื้นที่เงาน้อยทำให้การกระจายอุณหภูมิอยู่ในวงแคบ

รูปทรงพุ่มกลม

ในแง่ของการแลกเปลี่ยนความร้อนกับสภาพแวดล้อมนั้น พื้นที่เส้นรอบนอกของทรงพุ่มกลม เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาตรของกลุ่มใบ พื้นที่ผิวสัมผัสกับอากาศภายนอกนั้นมีน้อยกว่ารูปทรงอื่น และทำให้ปริมาณการพาความร้อนถูกจำกัด ทำให้เกิดขึ้นได้ทีละน้อยและเป็นไปอย่างช้าๆ ความสามารถในการกรองรังสีดวงอาทิตย์ อยู่ในระดับปานกลาง คือ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มใบแบบแผ่แบนแล้ว ชั้นความหนาแบบกลมจะมีมากกว่าและกรองรังสีได้ดีกว่า แต่เมื่อเปรียบเทียบกับทรงพุ่มในแนวสูง ชั้นของกลุ่มใบจะหนาน้อยกว่าทำให้การกรองรังสีดวงอาทิตย์ของทรงพุ่ม อยู่ในลักษณะก้ำกึ่งระหว่าง ทรงพุ่มรูปไข่และทรงพุ่มแผ่กว้าง เนื่องจากกลุ่มชั้นใบที่หนาจะกลั่นกรองการส่งผ่านรังสีคลื่นยาวได้มากกว่า

การกระจายอุณหภูมิ อยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากอยู่ในลักษณะก้ำกึ่งของรูปทรงดังที่กล่าวมาแล้ว การกระจายของอุณหภูมิภายใต้กลุ่มใบจึงขึ้นอยู่กับ ขนาดต้น และปริมาณพื้นที่ในแนวระนาบ

รูปทรงพุ่มแผ่กว้าง

รูปทรงนี้จะให้ผลในเรื่องของพื้นที่เงาในแนวราบ และพื้นที่ในการกระจายอุณหภูมิได้มากกว่ารูปทรงอื่นที่มีขนาดหรือความสูงใกล้เคียงกัน ปริมาณความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ต่อหน่วยพื้นที่ขึ้นอยู่กับความหนาของชั้นกลุ่มใบ ดังนั้นรูปทรงที่แผ่กว้างจะให้ผลทางด้านการลดพื้นที่บริเวณพื้นดินที่จะรับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงมากกว่าการลดความเข้มรังสีต่อหน่วยพื้นที่

ปริมาณความชื้นในอากาศขึ้นอยู่กับอัตราการคายน้ำของต้นไม้แต่ละชนิด ส่วนการระเหยและการพาความร้อนขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวรอบนอกของต้นไม้ซึ่งรูปแบบแผ่กว้างจะทำให้มีพื้นที่สัมผัสอากาศมากกว่าพื้นที่ทรงกลม และความร้อนจะถูกถ่ายเทออกไปพร้อมกับการระเหยได้มากกว่าด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

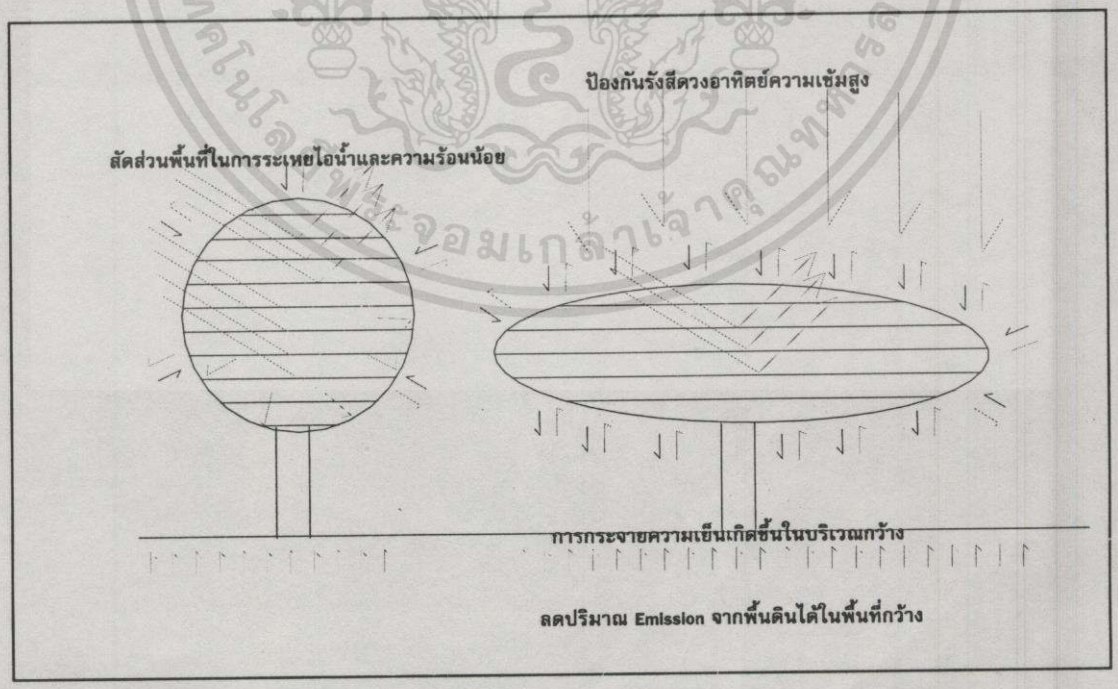
การกระจายอุณหภูมิ จะเห็นผลได้ชัดเจนว่าทรงพุ่มชนิดอื่น จากการโคจรของดวงอาทิตย์ ทำให้พื้นที่เงาบริเวณใต้ต้นไม้เปลี่ยนแปลงตลอดทั้งวัน ทำให้รูปทรงพุ่มแผ่กว้างสามารถรักษา พื้นที่เงาบริเวณใต้ต้นไม้ได้คงที่ตลอดทั้งวันและครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้างกว่ารูปทรงพุ่มชนิดอื่น โดยเฉพาะ ต้นแผ่กว้างที่มีความสูงน้อย ซึ่งจะทำให้การสะสมความร้อนของพื้นดินน้อยและ Emission น้อย โดยเฉพาะบริเวณใกล้โคนต้น

รูปทรงรูปไข่

ให้ผลทางด้านการกระจายอุณหภูมิในแนวตั้งมากกว่า เนื่องจากสามารถกรองรังสีดวงอาทิตย์ที่มีความเข้มสูงในแนวตั้งได้มากกว่า แต่โดยเฉลี่ยแล้วการกระจายอุณหภูมิในแนวตั้งมักไม่ค่อยได้นำมาใช้ประโยชน์มากนัก เนื่องจากเป็นระดับความสูงที่อยู่เหนือระดับการใช้งานปกติ แต่ด้วยรูปทรงทำให้มีลักษณะต้านลมน้อยกว่าทรงพุ่มที่มีพื้นที่แผ่ มีส่วนในการลดความเร็วลมน้อย ดังนั้นการลดอุณหภูมิของทรงพุ่มนี้จะได้ผลดีกับบริเวณที่มีความเร็วลมมากและสม่ำเสมอ และสภาพพื้นผิวโดยรอบไม่สะสมความร้อนมากนัก

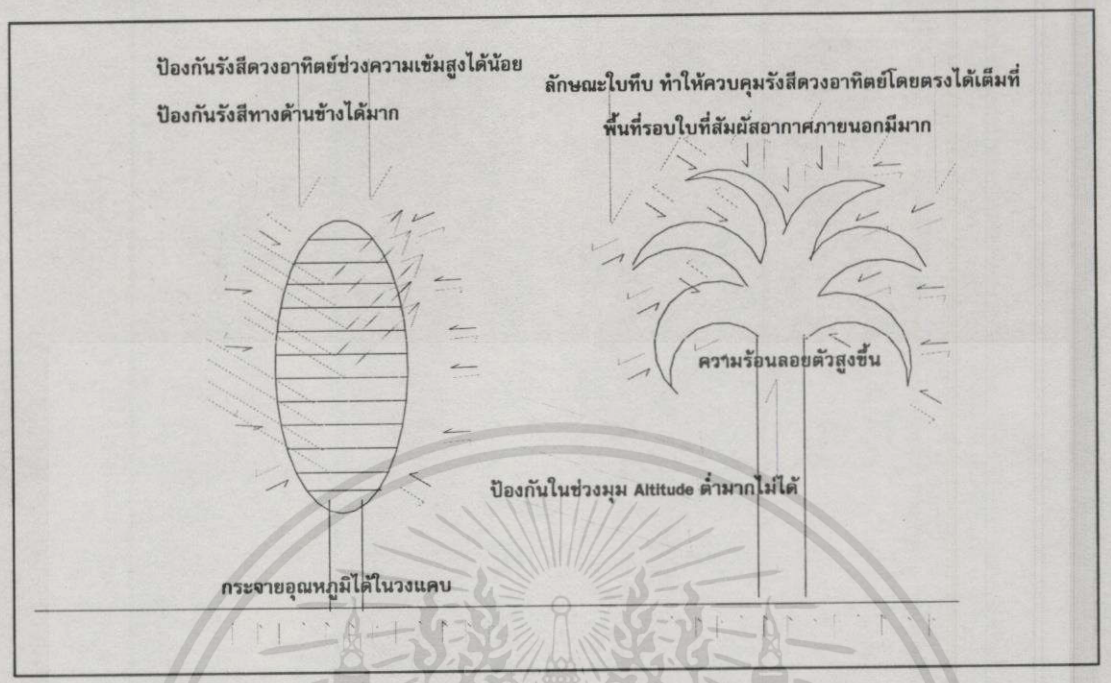
การกระจายอุณหภูมิเป็นไปในวงแคบทั้งในแนวดิ่งและแนวราบ (พื้นที่ภายใต้พุ่ม) ความแตกต่างจากอากาศภายนอกมีน้อย โดยเฉพาะช่วงอากาศไม่นิ่งอาจเกิดการพัดพาความร้อนจากแหล่งอื่นเข้ามาทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นได้ เมื่อเปรียบเทียบค่าความต่างอุณหภูมิอากาศที่ระดับ1.50 และ0.10 ม. เหนือพื้นดิน จะแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการลด Emission ที่น้อยกว่ารูปทรงที่มีการกระจายในแนวราบ ซึ่งสังเกตได้จากอุณหภูมิที่ค่อนข้างสูงและจะคงที่ตลอดวัน และมีลักษณะค่อนข้างแปรตามอุณหภูมิอากาศภายนอก ซึ่งเกิดจากพื้นที่ใต้พุ่มที่น้อยทำให้การเหนี่ยวนำความเย็นสู่บริเวณใกล้เคียงน้อยตามไปด้วย

รูปทรงชลูด พื้นที่ในการสัมผัสอากาศภายนอกมีมาก ใกล้เคียงกับรูปแบบแผ่กว้าง แต่ด้วยรูปแบบการกระจายในแนวดิ่งทำให้การทำมุมกับดวงอาทิตย์ในช่วงเวลากลางวันซึ่งค่อนข้างตั้งฉาก จะทำให้ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์มาก ดังนั้นการป้องกันที่ดีควรมีพื้นที่ในแนวราบมาก เพื่อป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงเวลาที่ตั้งฉากกับพื้นโลก



ภาพที่ 8.18(ก) แสดงการถ่ายเทความร้อนกับสภาพแวดล้อมของต้นไม้ทรงพุ่มต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8.18(ข) แสดงการถ่ายเทความร้อนกับสภาพแวดล้อมของต้นไม้ทรงพุ่มต่างๆ

ลักษณะของทรงพุ่มที่มีการกระจายในแนวราบจะเอื้อประโยชน์ต่อสภาพภูมิอากาศของกรุงเทพฯดังนี้

1. เพิ่มพื้นที่ในการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง ทำให้พื้นที่ใต้ทรงพุ่มจะได้รับเพียงรังสีสะท้อนและกระจายจากสภาพแวดล้อมเท่านั้น (โดยเฉพาะช่วงเที่ยงวันซึ่งเป็นช่วงที่มีความเข้มรังสีสูง) เมื่อมีลมพัดหรือมีการพา จะเกิดการเหนี่ยวนำบริเวณใต้กลุ่มใบทรงแผ่กว้างจึงมีมากกว่า ทำให้สามารถสังเกตเห็นความแตกต่างของอุณหภูมิบริเวณรอบนอกทรงพุ่มกับบริเวณโคนต้นได้อย่างชัดเจน มากกว่าทรงแคบสูง

2. ลดความร้อนโดยการเพิ่มปริมาณการระเหยไอน้ำในอากาศ เมื่อทรงพุ่มดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ที่มีความเข้มสูงได้ในปริมาณมาก ไอน้ำบริเวณกลุ่มใบก็จะสามารถระเหยออกสู่สภาพแวดล้อมได้มาก เมื่อความชื้นและการถ่ายเทความร้อนจากการระเหยสูง อุณหภูมิบริเวณพื้นผิวของกลุ่มใบที่ดูดซับความร้อนเข้ามาจะลดลง และทำให้อุณหภูมิอากาศภายนอกลดลง

รูปทรงแคบสูงจะมีพื้นที่ในการรับรังสีแบบตั้งฉากได้น้อยกว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ที่รับรังสีดวงอาทิตย์จะเป็นด้านข้าง ซึ่งทำมุมเฉียงกับดวงอาทิตย์ ซึ่งมีค่าความเข้มน้อยกว่า การลดภาระในการปรับอุณหภูมิสภาพแวดล้อมจึงทำได้น้อยกว่า นอกจากนี้ยังส่งผลให้อัตราการระเหยการคายน้ำและการถ่ายเทความร้อนผ่านการระเหยของกลุ่มใบเกิดขึ้นน้อย แต่อย่างไรก็ตามรูปทรงแคบสูงจะให้ผลจากการพามากกว่าการป้องกันการแผ่รังสี

ต้นไม้ส่วนมากจะปลูกอยู่บริเวณภายนอกอาคาร ดังนั้นการถ่ายเทความร้อนกับสภาพแวดล้อมจึงเกิดขึ้นได้มากและตลอดเวลา ดังนั้นหากจะพิจารณาประสิทธิภาพในการควบคุมสภาพภูมิอากาศของต้นไม้จึงไม่ควรพิจารณาเพียง อุณหภูมิอากาศกระเปาะแห้งเท่านั้น เนื่องจากยังคงมีตัวแปรอื่นๆที่สำคัญและส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะเหล่านี้อีก โดยเฉพาะ จากตัวแปร การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดความร้อน โดยที่ความร้อนภายนอกอาคารมักจะเกิดจากกระบวนการที่สำคัญดังนี้

1. Direct Radiation ความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์จะเกิดขึ้นเมื่อมีวัตถุปลายทางรองรับ จะไม่ทำความร้อนให้กับอากาศโดยตรง แต่เมื่อพื้นผิววัตถุหรือร่างกายได้รับ อุณหภูมิที่พื้นผิวจะสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และส่งผลให้แผ่รังสีกระจายความร้อนออกสู่สภาพแวดล้อม รังสีคลื่นสั้นถูกเปลี่ยนเป็นรังสีคลื่นยาวในรูปของความร้อน ระหว่างพื้นที่เงาและภายนอกเงา ปริมาณความร้อนจึงแตกต่างกันมาก แม้ว่าอุณหภูมิอากาศกระเปาะแห้งจะแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย

2. การเปล่งรังสีกลับ (Emission) การเปล่งรังสีคลื่นยาวกลับสู่บรรยากาศทำให้อุณหภูมิบริเวณพื้นผิวที่รังสีตกกระทบจะร้อนขึ้นและแผ่ความร้อนสู่สภาพแวดล้อม โดยปริมาณความร้อนขึ้นอยู่กับความสามารถในการดูดซับ หรือนำความร้อน
3. อุณหภูมิอากาศ (Air Temperature)
4. การพาความร้อน จะเกิดขึ้นมากช่วงที่อากาศไม่อยู่ในสภาวะนิ่ง หรือมีกระแสลม โดยความร้อนที่อยู่ในระดับต่ำจะถูกแทนที่ด้วยอากาศที่เย็นกว่า และความร้อนจะลอยตัวสูงขึ้น

จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิอากาศไม่ใช่ปัจจัยเดียวที่จะทำให้รู้สึกร้อน ซึ่งต้นไม้มีส่วนในการควบคุมสภาวะเหล่านี้ได้ดี จากผลการทดลองที่ได้เก็บบันทึก ตัวแปรภูมิอากาศ อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม และการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ จึงได้นำตัวแปรเหล่านี้มาแสดงความสัมพันธ์ในการหาอุณหภูมิ CET และนำไปเปรียบเทียบกับสภาวะน่าสบาย เพื่อให้ทราบถึงอิทธิพลของต้นไม้ในการปรับสภาพแวดล้อม

เนื่องจากลมเป็นตัวแปรที่ค่อนข้างแปรปรวน ไม่คงที่ ดังนั้นในการนำมาแสดงผล เพื่อให้เห็นสภาพความเป็นจริงและสภาวะอากาศนิ่ง จึงได้แสดงใน 2 รูปแบบคือ

- **CET** รวมทุกตัวแปร ได้แก่ อากาศ อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม และการแผ่รังสีดวงอาทิตย์
- **Psychrometric Chart** ที่รวม อุณหภูมิอากาศ การแผ่รังสีดวงอาทิตย์และความชื้นสัมพัทธ์ ภายใต้สภาวะอากาศนิ่ง

แผนภูมิ Psycrometric Chart

เมื่อพิจารณาแผนภูมิ Psycrometric Chart แล้ว ผลการทดลองที่แตกต่างอย่างเห็นได้ชัดคือ อุณหภูมิการแผ่รังสีดวงอาทิตย์รวม (Globe Temperature) ของภายนอกและภายใต้ร่มเงา อันเป็นผลสืบเนื่องมาจาก การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ จะเห็นได้ชัดจากเส้นเอนทัลปี ที่รวมความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง

ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ใกล้เคียงกันทั้งภายนอกและภายใต้ร่มเงา เนื่องจากการกระจายสภาพภูมิอากาศของภายนอกโดยเฉพาะความชื้นเกิดขึ้นได้ง่าย ทั้งนี้เพื่อรักษาสมดุลยทางธรรมชาติ

	อุณหภูมิการแผ่รังสี (W/m^2)	Rh (%)
ภายนอก	37 –45	37 –70
ภายใต้ทรงพุ่ม	30 –36	40 –70

โดยเฉลี่ยประมาณ 40 % ของช่วงอุณหภูมิที่สามารถอยู่ในภาวะน่าสบายได้ แต่จากแผนภูมิจะเห็นได้ว่า ไม่มีความชื้นส่วนใดอยู่ในช่วงสภาพวะน่าสบายเลย ทั้งนี้เนื่องจาก ปริมาณไอน้ำในอากาศสูงเกินไป ดังนั้น การปรับเข้าสู่สภาวะน่าสบายได้นั้น จะต้องอาศัยความเร็วลมเข้ามาช่วยลดปริมาณความชื้นในอากาศลง และเมื่อนำตัวแปรที่วัดได้ทั้ง 4ตัวแปรมาประมวลผล โดยใช้มาตรฐานความสบาย CETแล้วจะได้ผลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8.12 แสดงช่วงอุณหภูมิ CETเปรียบเทียบกลางแจ้งและภายใต้ทรงพุ่มต่างๆ

CET ทรงพุ่มต่าง ๆ	กลางแจ้ง	ทรงพุ่มกลม	ทรงพุ่มรูปไข่	ทรงพุ่มปาล์ม	ทรงพุ่มแผ่กว้าง
9.45น.	33.63	28.02	28.63	28.39	27.32
10.15น.	30.85	26.96	28.12	27.59	28.10
10.45 น.	32.42	28.55	29.26	28.27	28.08
11.15น.	37.94	29.27	29.56	29.48	28.58
11.45น.	37.35	29.04	29.24	29.25	29.18
12.15น.	37.31	29.19	29.09	28.58	29.36
12.45น.	37.37	29.61	30.09	30.26	29.69
13.15น.	37.56	30.40	29.56	30.32	28.81
13.45น.	36.94	29.77	29.74	30.37	30.10
14.15น.	34.80	29.07	28.82	28.82	29.53
14.45น.	33.72	29.54	29.60	28.53	30.03
15.15น.	34.23	29.94	30.09	28.85	29.97
15.45น.	33.73	29.62	29.32	29.66	29.69
16.15น.	34.00	29.02	29.45	28.64	29.11
16.45น.	32.68	28.96	28.89	28.58	29.21
17.15น.	28.96	28.96	28.26	28.48	28.57

ช่วงอุณหภูมิใกล้เคียง Comfort Zone

24.9 – 26.9 °C ช่วงขอบเขตล่าง 27.0 – 28.9 °C ช่วงขอบเขตบน

ช่วงอุณหภูมิเหนือขอบเขตความความสบาย (Comfort Zone)

29.0 – 30.9 °C

31.0 – 32.9 °C

33.0 – 34.9 °C

35.0 – 36.9 °C

37.0 °C เป็นต้นไป

หมายเหตุ ค่าอุณหภูมิ CET เป็น ค่าที่คิดรวมตัวแปรอุณหภูมิการแผ่รังสีรวม ,อุณหภูมิกระเปาะเปียก, และความเร็วลม

ค่าอุณหภูมิการแผ่รังสีคิดมาจาก อุณหภูมิกระเปาะแห้ง+ ค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ โดยทุกๆ 90 W/ m^2อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียสโดยประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาวะน่าสบาย (Comfort Zone) ภายนอกอาคาร

สำหรับสภาวะน่าสบายในวันที่ทำการทดลองของ ภายนอก จะอยู่ในช่วงเวลา 17.15 น.เป็นต้นไป และภายใต้ทรงพุ่มต้นไม้ ช่วงอุณหภูมิสภาวะน่าสบายจะอยู่ที่ 9.45 น.- 10.15 น. และ 16.45 – 17.15 น. แม้ว่าต้นไม้จะช่วยให้เข้าสู่สภาวะน่าสบายได้ไม่ครอบคลุมตลอดทั้งวัน แต่ก็สามารถลดอุณหภูมิในเบื้องต้นลงได้ ประมาณ 5- 6 องศาเซลเซียส ทรงพุ่มที่ให้ผลทางอุณหภูมิ CET มากที่สุดคือ ทรงพุ่มปาล์ม ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับแผนภูมิ Psychrometric Chart แล้วพบว่าตำแหน่งภูมิอากาศค่อนข้างเกาะกลุ่มใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า นอกจากอิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์แล้ว กระแสลมยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิด้วย โดยช่วงเวลาที่ใกล้เคียงภาวะน่าสบายของแต่ละทรงพุ่มสามารถแจกแจงได้ดังนี้

ทรงพุ่มปาล์ม	56.26 %
ทรงพุ่มกลม	31.00%
ทรงพุ่มรูปไข่	31.00%
ทรงพุ่มแผ่กว้าง	37.00%

ช่วงที่ไม่สามารถป้องกันได้ครอบคลุมคือ 10.15 –16.15น. ซึ่งต้นไม้จะสามารถช่วยควบคุมได้ในเบื้อต้นเท่านั้น การควบคุมเพื่อให้ทรงประสิทธิภาพยิ่งขึ้นจะต้องนำมาพิจารณาในช่วง ของการออกแบบอาคารต่อไป

ทรงพุ่มปาล์มอาจไม่ใช่ข้อสรุปที่ชัดเจนที่สุดเนื่องจาก CETได้รวมตัวแปรลมเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นตัวแปรที่มีความแปรปรวนสูงมาก ในแต่ละวันความเร็วลมมีค่าไม่แน่นอนดังนั้นในการพิจารณาทรงพุ่มเพื่อนำไปใช้ควรคำนึงถึงสภาพภูมิอากาศ สภาพลมของที่ตั้งนั้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

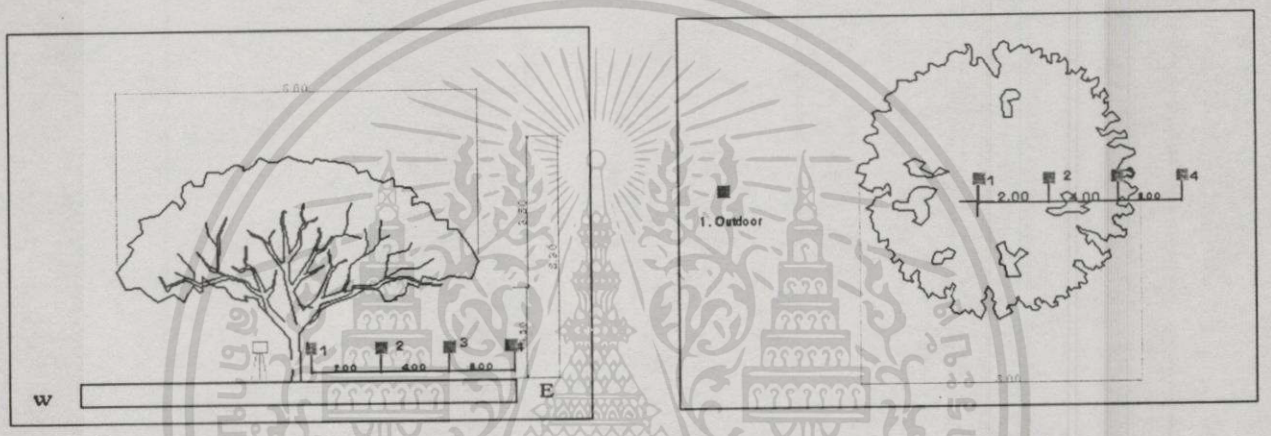
ตารางที่ 8.13 แสดงคุณสมบัติในการควบคุมสภาพภูมิอากาศ Micro Climate ของต้นไม้ทรงพุ่มต่างๆ

รูปทรงพุ่ม	การป้องกัน Radiation	การระเหย	การพาความร้อน	การลด Emission	การกระจายอุณหภูมิ	การดูดซับ การสะท้อน การส่งผ่าน
รูปทรงรูปไข่	- พื้นที่เงาน้อย - ป้องกันทางด้านข้างได้ดี	เกิดจากการพามากกว่าความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์	รูปทรงไม่ต้านลม การพาจึงทำได้มากกว่ารูปทรงทึบตัน	ลด Emissionได้น้อยจากพื้นที่เงาน้อย และการเกิดเงาไม่คงที่	เกิดในพื้นที่แคบ และส่วนใหญ่จะแปรตามสภาพอากาศภายนอก ทั้งแนวระนาบและแนวดิ่ง	จำนวนชั้นในการกรองรังสีดวงอาทิตย์มีมากกว่า การดูดซับจะเกิดมากบริเวณช่วงบนของกลุ่มใบ
รูปทรงแผ่กว้าง	-ป้องกันรังสีโดยตรงในช่วงเวลาที่มีความเข้มสูงได้มาก -พื้นที่เงามาก	พื้นที่ผิวสัมผัสอากาศภายนอกมาก ทำให้อัตราการระเหยมากตามด้วย	พื้นที่ผิวสัมผัสอากาศมาก ทำให้การถ่ายเทความร้อนกับการพามาก	ลดความเข้มต่อหน่วยพื้นที่ได้น้อยกว่าทรงอื่นเล็กน้อย แต่ลดได้บริเวณกว้าง	การลดอุณหภูมิกระจายได้ในบริเวณกว้าง การเหนี่ยวนำอากาศเย็น เกิดขึ้นมาก	กรองรังสีดวงอาทิตย์ได้น้อย การส่งผ่านมาก พื้นที่ในการดูดซับแนวราบมีมาก
รูปทรงกลม	ปานกลาง- มาก ขึ้นความหนาของกลุ่มใบมีมาก	ปริมาตรมากแต่พื้นที่รอบนอกสัมผัสอากาศน้อย การระเหย การพาและแลกเปลี่ยนความร้อนเกิดเฉพาะภายนอก ส่วนกลุ่มใบชั้นในจะถูกจำกัด		อยู่ในระดับปานกลาง ขึ้นอยู่กับพื้นที่ร่มเงาบนพื้นดิน	-ทิศตะวันตกจะต่ำในช่วงเช้าและสูงช่วงบ่ายชัดเจน - ทิศตะวันออก ได้รับอิทธิพลจาก Emission จากช่วงเช้า ทำให้อุณหภูมิสูงโดยตลอดทั้งวัน	การส่งผ่านรังสีดวงอาทิตย์ลงมาถึงบริเวณใต้กลุ่มใบน้อย แต่ความร้อนที่ถูกจำกัดบริเวณกลุ่มใบด้านในจะแผ่รังสีออกมาทุกทิศทางโดยรอบเล็กน้อย
รูปทรงปาล์ม	ป้องกันได้มาก จากลักษณะใบทึบ ใหญ่ แข็ง ทำให้อัตราการแผ่รังสีดวงอาทิตย์คงที่	พื้นที่ใบไม่เป็นกลุ่มก้อน การระเหยจึงทำได้มากรอบทิศทาง ซึ่งเกิดขึ้นได้ทั้งจากการพาและการแผ่รังสี	การพาเกิดขึ้นได้มาก และความร้อนที่เกิดขึ้นจะลอยตัวสูง เหนือระดับ Working Plane	ลดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ต่อหน่วยพื้นที่ได้มากแต่ เนื่องจากพื้นที่ใต้พุ่มสูง ทำให้พื้นที่เงาแปรตามการโคจรดวงอาทิตย์ ทำให้การลด Emission มีประสิทธิภาพน้อยลง	- การกระจายในแนวราบอยู่ในวงแคบ เป็นผลมาจากพื้นที่เงาไม่คงที่ - การกระจายอุณหภูมิภายใต้กลุ่มใบแบ่งตามระดับความสูงมากกว่า	ดูดซับได้มาก การส่งผ่านความร้อนมายังใต้กลุ่มใบน้อย เป็นผลมาจากรูปพรรณสัณฐานของใบ

การเก็บข้อมูลในการทดลอง

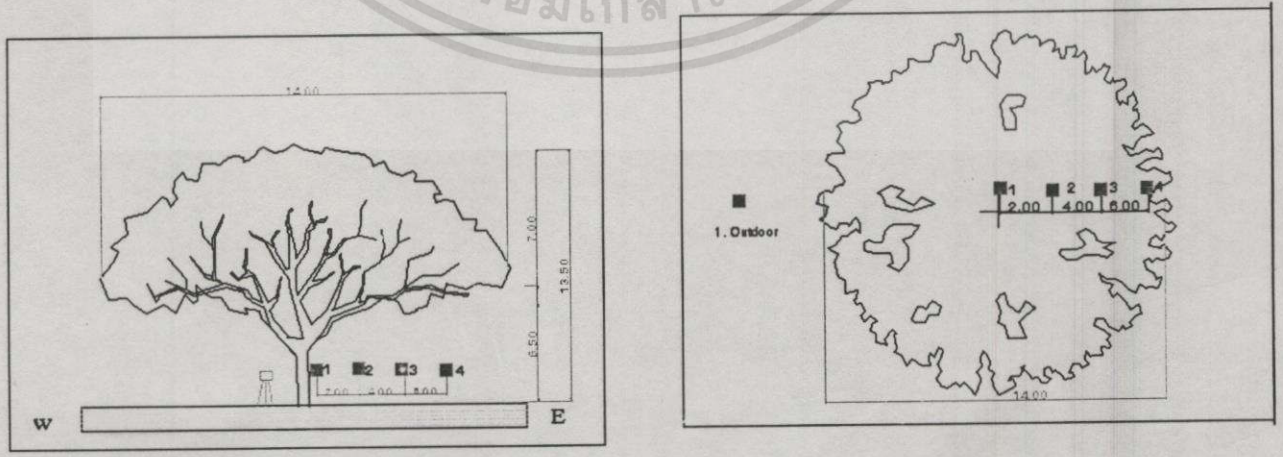
การทดลองที่ 1.2 สมมติฐาน ขนาดต้นไม้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
วันที่ทำการทดลอง 13 กันยายน 2544
สถานที่ บริเวณ ริมสระน้ำหลัก

แบบทดลองที่ 1 ต้นไม้ขนาดเล็ก
ชนิดต้นไม้ ต้น ไทรย้อยใบแหลม
รายละเอียดต้นไม้ ความสูง 8.30 ม. ระยะจากโคนต้นถึงพุ่มใบ 4.50 ม.
ขนาดทรงพุ่ม 8.00 ม. รูปทรงพุ่ม แผ่กว้าง



ภาพที่ 8.19 แสดงการทดลองที่1.2 ต้นไม้ขนาดเล็ก

แบบทดลองที่ 2 ต้นไม้ขนาดกลาง
ชนิดต้นไม้ ต้นไทรเลียบ
รายละเอียดต้นไม้ ความสูง 13.50 ม. ระยะจากโคนต้นถึงพุ่มใบ 6.50 ม.
ขนาดทรงพุ่ม 14.00 ม. รูปทรงพุ่ม แผ่กว้าง



ภาพที่ 8.20 แสดงการทดลองที่1.2 ต้นไม้ขนาดกลาง

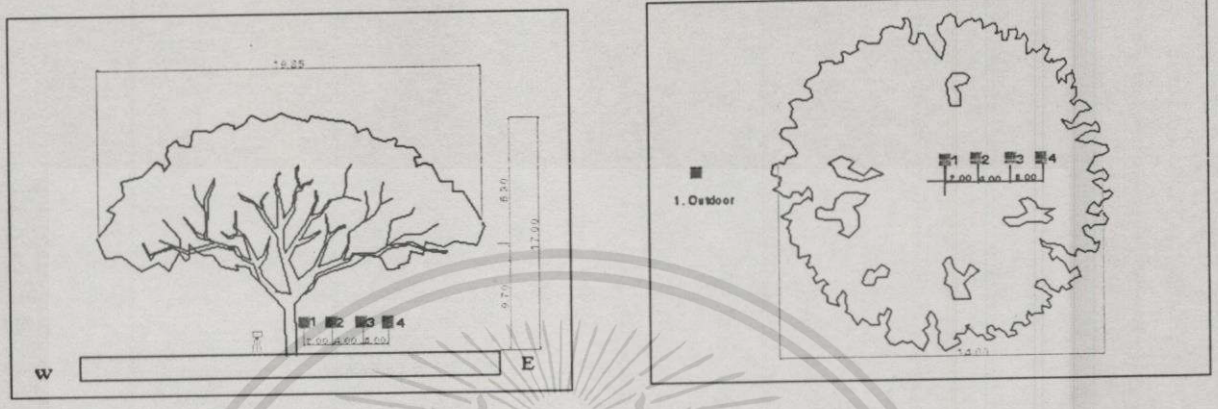
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดลองที่ 3 **ต้นไม้ขนาดใหญ่**

ชนิดต้นไม้ ต้นไทรย้อยใบแหลม

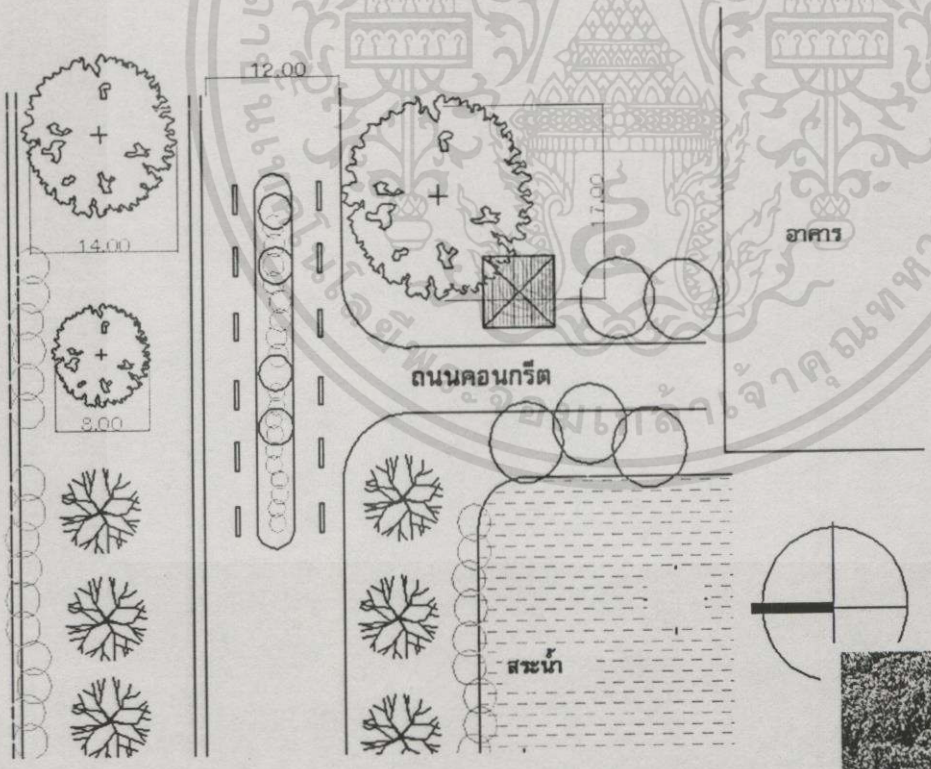
รายละเอียดต้นไม้ ความสูง 17.0 ม. ระยะจากโคนต้นถึงพุ่มใบ 9.70 ม.

ขนาดทรงพุ่ม 19.85 ม. รูปทรงพุ่ม แผ่กว้าง



ภาพที่ 8.21 แสดงการทดลองที่1.2 ต้นไม้ขนาดกลาง

ผังบริเวณ การทดลองที่ 1.2



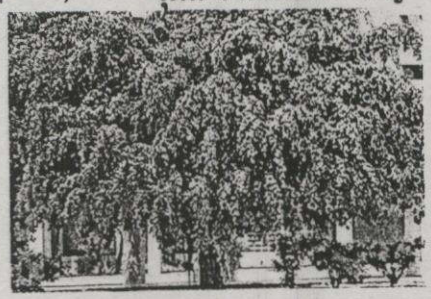
จุดที่ 2 ต้นไม้ขนาดเล็ก



จุดที่ 3 ต้นไม้ขนาดกลาง



จุดที่ 4 ต้นไม้ขนาดใหญ่



ภาพที่ 8.22 แสดงผังบริเวณการทดลองที่ 1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่8.14 แสดงค่าตัวแปรภูมิอากาศการทดลองต้นไม้ขนาดเล็ก

เวลา	ตัวแปรภูมิอากาศภายนอกร่มเงา				ตัวแปรภูมิอากาศภายใต้ร่มเงา					
	Rad	W	Rh	T	Rad	Rh	T0	T2.00	T4.00	T6.00
9.45	240	0.2	55.2	32.1	70	61.2	30.6	30.8	31	31.3
10.15	295	0.3	50.1	33.7	75	61.5	30.8	30.9	31.2	31.7
10.45	375	0.4	49.6	34.5	80	61.7	31.2	31.3	31.5	31.9
11.15	405	0.1	48.3	34.7	76	61.3	31.9	32.1	32.3	32.4
11.45	465	0.2	49.1	35	82	58	32	32.3	32.9	33.5
12.15	553	0.2	47	35.9	102	55.4	32.5	32.7	33.5	34.9
12.45	576	0.3	46.1	35.7	95	54.2	32.8	32.9	34	35.3
13.15	560	0.1	42	36	110	54.9	33.4	33.7	34.1	35.2
13.45	510	0.6	43	36.7	108	53.9	32.8	33.2	34	34.7
14.15	495	0.4	47.6	35.3	104	53.3	32.5	32.9	33.1	34.3
14.45	476	0.3	47.8	36	95	54	32.7	33.2	33.8	34.1
15.15	450	0.6	49	35.5	90	54.1	33	33.4	33.9	34.2
15.45	420	0.2	49.9	35	90	54.3	33.6	33.7	34	34.2
16.15	320	0.6	50.1	35.1	87	54.2	32.9	33.1	33.2	33.3
16.45	260	0.7	51.6	34.6	75	55.2	32.6	32.9	33	33.1
17.15	106	0.3	52.1	34.2	60	56	32.5	32.6	32.6	32.8

ตารางที่ 8.15 แสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของตัวแปรภูมิอากาศต้นไม้ขนาดเล็ก

ตัวแปรภูมิอากาศของทรงพุ่มกลม	Maximum		Minimum		Daily Variation		ค่าเฉลี่ย	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ตัวแปรภูมิอากาศที่ระดับความสูง +1.50 ม.								
ความชื้นสัมพัทธ์	55.2	61.7	42	53.3	13.2	7.4	48.65	56.45
เวลา	9.45	10.45	13.15	14.15				
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์	576	110	106	60	470	50	406.63	87.4
เวลา	9.45	10.45	13.15	14.15				
ตัวแปรอุณหภูมิอากาศที่ระดับความสูง +1.50 ม.								
อุณหภูมิโคนต้น	36.7	33.6	32.1	30.6	4.6	3	35	32.3
เวลา	13.45	15.45	9.45	9.45				
อุณหภูมิระยะ2.00ม.	36.7	33.7	32.1	30.8	4.6	2.9	35	32.6
เวลา	13.45	15.45	9.45	9.45				
อุณหภูมิระยะ4.00ม.	36.7	34.1	32.1	31	4.6	3.1	35	33
เวลา	13.45	13.15	9.45	9.45				
อุณหภูมิระยะ6.00ม.	36.7	35.3	32.1	31.3	4.6	4.0	35	33.5
เวลา	13.45	12.45	9.45	9.45				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่8.16 แสดงผลการทดลองต้นไม้ขนาดกลาง

เวลา	ตัวแปรภูมิอากาศภายนอกร่มเงา				ตัวแปรภูมิอากาศภายใต้ร่มเงา					
	Rad	W	Rh	T	Rad	Rh	T0	T2.00	T4.00	T6.00
9.45	240	0.2	55.2	32.1	75	60.8	30.2	30.3	30.5	31.4
10.15	295	0.3	50.1	33.7	70	62	30.6	31.1	31.2	31.6
10.45	375	0.4	49.6	34.5	80	60.9	30.9	31.2	31.3	31.6
11.15	405	0.1	48.3	34.7	76	61.5	31.3	31.4	31.9	32.4
11.45	465	0.2	49.1	35	77	60.5	31.9	31.9	32.2	32.9
12.15	553	0.2	47	35.9	90	60.1	32.3	32.4	33.1	34
12.45	576	0.3	46.1	35.7	97	59.7	32.7	32.9	33.8	34.7
13.15	560	0.1	42	36	102	58	33.2	33.4	33.9	34.9
13.45	510	0.6	43	36.7	100	57.4	32.6	33.2	33.9	34.2
14.15	495	0.4	47.6	35.3	98	56.3	32.4	33.1	33.2	33.6
14.45	476	0.3	47.8	36	97	54.1	32.6	33.1	33.3	33.5
15.15	450	0.6	49	35.5	85	54.6	32.9	33.5	33.7	34
15.45	420	0.2	49.9	35	86	53.7	33.2	33.2	33.3	33.4
16.15	320	0.6	50.1	35.1	75	54	32.6	32.9	33	33.2
16.45	260	0.7	51.6	34.6	66	56.3	32.2	32.5	32.6	32.8
17.15	106	0.3	52.1	34.2	54	57.2	32	32.2	32.4	32.6

ตารางที่ 8.17 แสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของตัวแปรภูมิอากาศต้นไม้ขนาดกลาง

ตัวแปรภูมิอากาศ	Maximum		Minimum		Daily Variation		ค่าเฉลี่ย	
ของทรงพุ่มกลม	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ตัวแปรภูมิอากาศที่ระดับความสูง +1.50 ม.								
ความชื้นสัมพัทธ์	55.2	62	42	53.7	13.2	4.3	48.65	57.94
เวลา	9.45	10.15	13.15	15.45				
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์	576	102	106	54	470	48	406.63	83
เวลา	9.45	13.15	13.15	17.15				
ตัวแปรอุณหภูมิอากาศที่ระดับความสูง +1.50 ม.								
อุณหภูมิโคนต้น	36.7	33.2	32.1	30.2	4.6	3	35	32.1
เวลา	13.45	13.15	9.45	9.45				
อุณหภูมิระยะ2.00ม.	36.7	33.5	32.1	30.3	4.6	3.2	35	32
เวลา	13.45	15.15	9.45	9.45				
อุณหภูมิระยะ4.00ม.	36.7	33.9	32.1	30.5	4.6	3.4	35	32.7
เวลา	13.45	13.15	9.45	9.45				
อุณหภูมิระยะ6.00ม.	36.7	34.9	32.1	31.4	4.6	3.5	35	33.1
เวลา	13.45	13.15	9.45	9.45				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่8.18 แสดงผลการทดลองต้นไม้ขนาดใหญ่

เวลา	ตัวแปรภูมิอากาศภายนอกร่มเงา				ตัวแปรภูมิอากาศภายใต้ร่มเงา					
	Rad	W	Rh	T	Rad	Rh	T0	T2.00	T4.00	T6.00
9.45	240	0.2	55.2	32.1	59	61.3	29.9	30.1	30.3	30.4
10.15	295	0.3	50.1	33.7	66	62.2	30.1	30.3	30.4	30.6
10.45	375	0.4	49.6	34.5	86	61.9	30.7	31.1	31.1	31.2
11.15	405	0.1	48.3	34.7	80	61.5	31	31.3	31.3	31.3
11.45	465	0.2	49.1	35	82	59.1	31.2	31.2	31.4	31.5
12.15	553	0.2	47	35.9	89	58.3	31.5	31.7	31.8	32.6
12.45	576	0.3	46.1	35.7	94	55.9	32.2	32.4	33	33.7
13.15	560	0.1	42	36	95	56.1	32.8	33.3	33.5	33.8
13.45	510	0.6	43	36.7	100	55.4	32.6	32.6	32.8	33.4
14.15	495	0.4	47.6	35.3	97	56.1	32.2	32.2	32.4	32.9
14.45	476	0.3	47.8	36	95	55.7	32.5	33.2	33.5	33.7
15.15	450	0.6	49	35.5	83	53.2	32.7	33.3	33.4	33.4
15.45	420	0.2	49.9	35	85	54.2	33	33.2	33.4	33.5
16.15	320	0.6	50.1	35.1	70	57.4	32.4	33	33.2	33.3
16.45	260	0.7	51.6	34.6	64	60.1	31.9	32.3	32.4	32.6
17.15	106	0.3	52.1	34.2	42	61.3	31.8	31.8	32	32.3

ตารางที่ 8.19 แสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด ความต่าง และค่าเฉลี่ยของตัวแปรภูมิอากาศต้นไม้ขนาดใหญ่

ตัวแปรภูมิอากาศของทรงพุ่มกลม	Maximum		Minimum		Daily Variation		ค่าเฉลี่ย	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
ตัวแปรภูมิอากาศที่ระดับความสูง +1.50 ม.								
ความชื้นสัมพัทธ์	55.2	62.2	42	42	13.2	6.8	48.65	58.10
เวลา	9.45	10.15	13.15	17.15				
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์	576	100	106	55.4	470	58	406.63	80.3
เวลา	9.45	13.45	13.15	13.45				
ตัวแปรอุณหภูมิอากาศที่ระดับความสูง +1.50 ม.								
อุณหภูมิโคนต้น	36.7	33	32.1	29.9	4.6	3.1	35	31.7
เวลา	13.45	15.45	9.45	9.45				
อุณหภูมิระยะ2.00ม.	36.7	33.3	32.1	30.1	4.6	3.2	35	32.06
เวลา	13.45	15.15	9.45	9.45				
อุณหภูมิระยะ4.00ม.	36.7	33.5	32.1	30.3	4.6	3.2	35	32.24
เวลา	13.45	14.45	9.45	9.45				
อุณหภูมิระยะ6.00ม.	36.7	33.8	32.1	30.4	4.6	3.4	35	32.5
เวลา	13.45	13.15	9.45	9.45				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

T0 อุณหภูมิอากาศที่โคนต้น (°C)

T2.00 อุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างจากโคนต้น 2.00ม. (°C)

T4.00 อุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างจากโคนต้น 4.00ม. (°C)

T6.00 อุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างจากโคนต้น 6.00ม. (°C)

Rh ความชื้นสัมพัทธ์ %

W ความเร็วลม m/s

Rad การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ W/m^2

หมายเหตุ

- ต้นไม้ขนาดเล็ก กลาง ใหญ่ เป็นการจำแนกสำหรับงานวิจัยนี้เท่านั้น
- สภาพท้องฟ้าของการทดลองที่ 1.2ณ.วันที่ทำการวัด

ท้องฟ้ามีเมฆมากเกือบตลอดทั้งวัน ปริมาณเมฆเฉลี่ย 40-60%ของสภาพท้องฟ้า

- ช่วงเช้า สภาพท้องฟ้ามีเมฆมาก ปริมาณเมฆ 60 %
- ช่วงกลางวัน มีเมฆปกคลุมบางส่วนประมาณ 40%
- ช่วงบ่าย ปริมาณเมฆมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยประมาณ 40-50%
- ช่วงเย็น สภาพท้องฟ้ามีเมฆมาก ปริมาณเมฆ 60 %

สภาพลมของการทดลองที่ 1.2ณ.วันที่ทำการวัด

- ช่วงเช้าลมสงบ เนื่องจากทิศใต้ ถูกบังด้วยอาคารบางส่วน
- ช่วงบ่าย และเย็นส่วนใหญ่ลมพัดมาจากรอบทิศ ความเร็วลม สูงขึ้น

ตารางที่8.20 แสดงค่าเฉลี่ยการทดลองของตัวแปรสภาพภูมิอากาศจากขนาดต้นไม้

ผลสรุปการทดลองที่1.2	ค่าเฉลี่ยผลการทดลอง					
	T0	T2.00	T4.00	T6.00	Rad	Rh
ภายนอกร่มเงา	35	-	-	-	406.63	48.65
ต้นไม้ขนาดเล็ก	32.3	32.6	33	33.5	87.4	56.45
ต้นไม้ขนาดกลาง	32.1	32	32.7	33.1	83	57.94
ต้นไม้ขนาดใหญ่	31.7	32.06	32.24	32.5	80.3	58.10

T0 อุณหภูมิอากาศที่โคนต้น (°C)

T2.00 อุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างจากโคนต้น 2.00ม. (°C)

T4.00 อุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างจากโคนต้น 4.00ม. (°C)

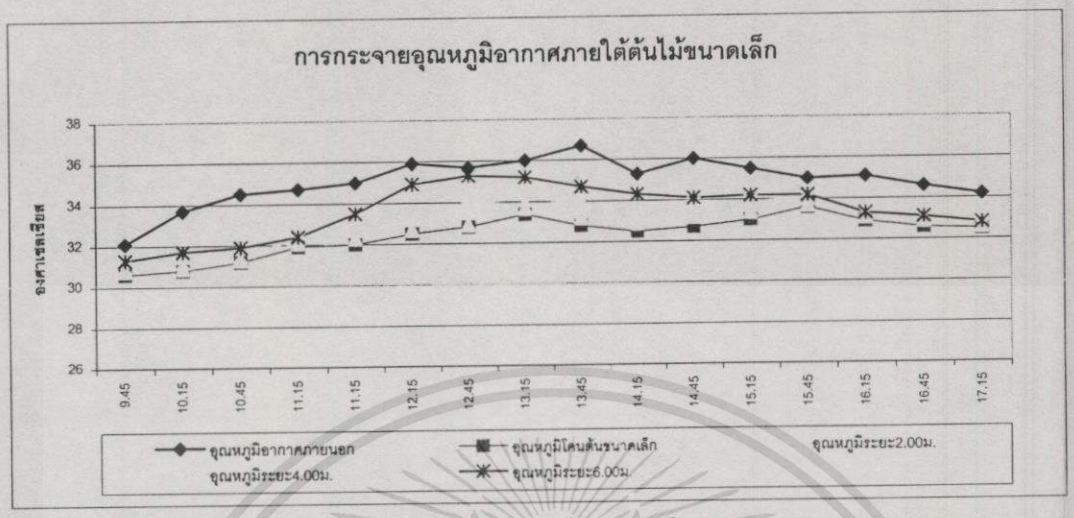
T6.00 อุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างจากโคนต้น 6.00ม. (°C)

Rh ความชื้นสัมพัทธ์โคนต้น %

Rad การแผ่รังสีดวงอาทิตย์โคนต้น W/m^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

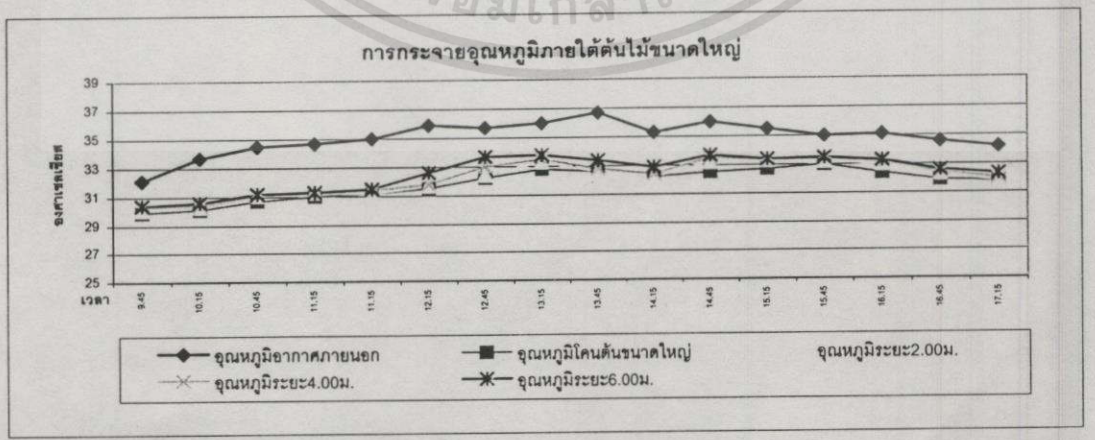
การเปรียบเทียบการกระจายอุณหภูมิภายใต้ต้นไม้ขนาดต่าง



แผนภูมิที่ 8.9 แสดงการกระจายอุณหภูมิภายใต้ต้นไม้ขนาดเล็ก

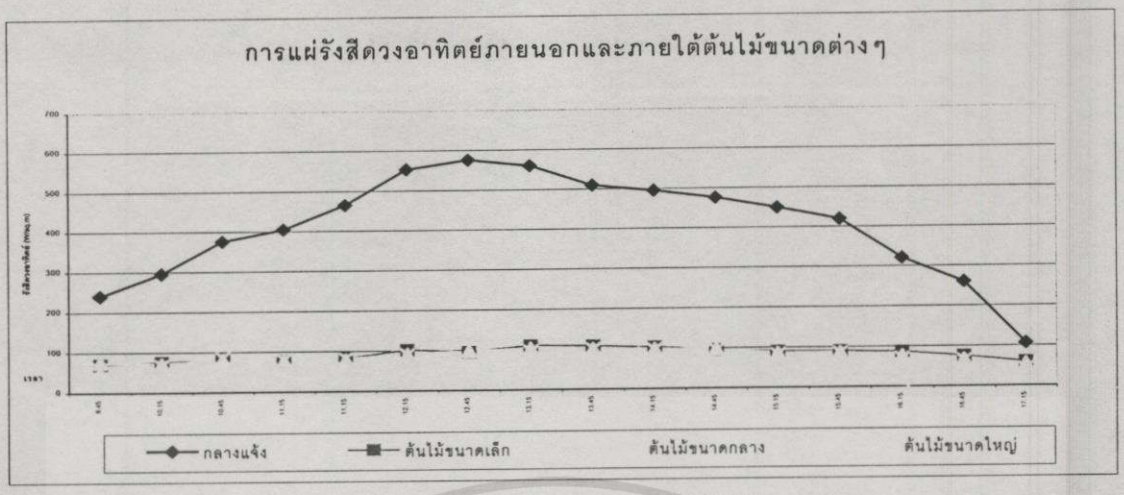


แผนภูมิที่ 8.10 แสดงการกระจายอุณหภูมิภายใต้ต้นไม้ขนาดกลาง



แผนภูมิที่ 8.11 แสดงการกระจายอุณหภูมิภายใต้ต้นไม้ขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภูมิที่ 8.12 แสดงการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ภายนอกและภายใต้ต้นไม้ขนาดต่าง ๆ

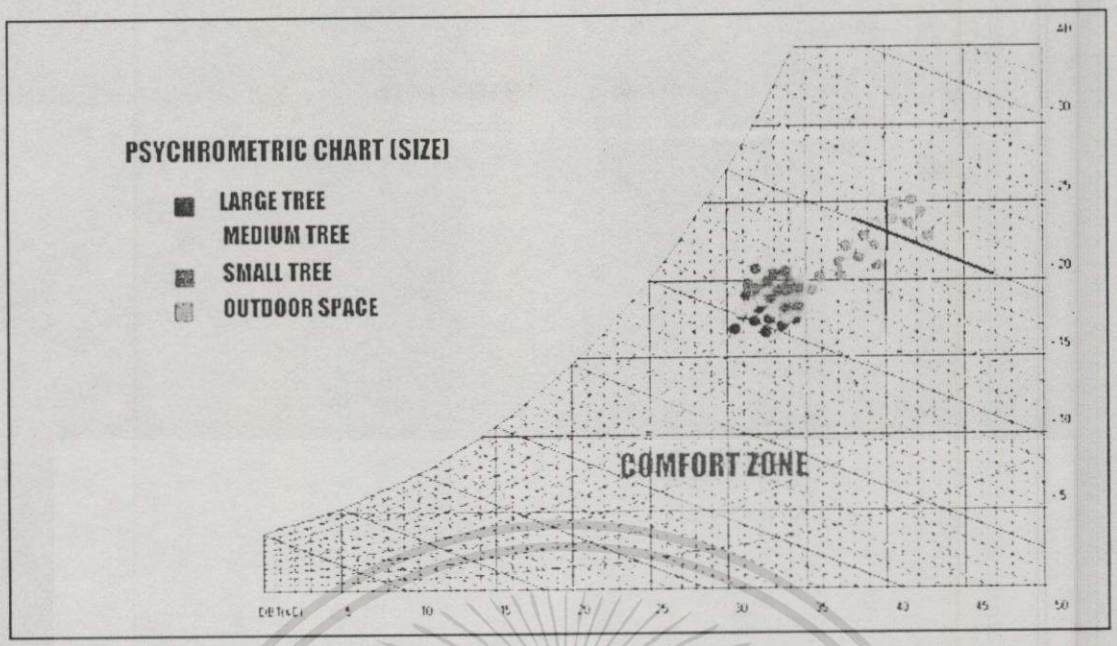


แผนภูมิที่ 8.13 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายใต้ต้นไม้ขนาดต่าง ๆ

หมายเหตุ

เมื่อนำค่าอุณหภูมิมาเปรียบเทียบกันระหว่างกลางแจ้งและภายใต้ร่มเงาของต้นไม้ขนาดต่าง ๆพบว่าค่าเฉลี่ยความต่างอุณหภูมิ และการลดหลั่นอุณหภูมิเป็นไปในลักษณะคงที่ แตกต่างไปจากการทดลองอื่น เนื่องจาก ทำการทดลองต่างช่วงเวลา ต่างฤดูกาลและโดยสภาพแวดล้อมของสถานที่ สภาพภูมิอากาศเฉพาะที่ โดยเฉพาะบริเวณที่ทำการทดลองเป็นบริเวณที่ลมสงบ (ความเร็วลมต่ำและไม่ได้เกิดขึ้นตอลดเวลา) จึงไม่สามารถนำผลการทดลองข้ามการทดลองมาเปรียบเทียบกันได้โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภูมิที่ 8.8 แสดงPsychrometric Chart ผลการทดลองที่ 1.2

ตารางที่ 8.21 แสดงช่วงอุณหภูมิ CETเปรียบเทียบกลางแจ้งและภายใต้ต้นไม้ขนาดต่างๆ

CET ทรงพุ่มต่าง ๆ	กลางแจ้ง	ต้นไม้เล็ก	ต้นไม้กลาง	ต้นไม้ใหญ่
9.45น.	30.5	28.02	27.6	27.3
10.15น.	32.0	28.30	28.1	27.6
10.45 น.	33.5	28.72	28.4	28.4
11.15น.	33.8	29.24	28.7	28.5
11.45น.	34.8	29.09	29.2	28.5
12.15น.	36.2	29.47	29.7	28.8
12.45น.	36.2	29.62	30.1	29.2
13.15น.	35.7	30.35	30.4	29.8
13.45น.	36.0	29.69	29.8	29.6
14.15น.	35.2	29.31	29.5	29.3
14.45น.	35.7	29.47	29.4	29.5
15.15น.	35.1	29.69	29.6	29.2
15.45น.	34.5	30.29	29.8	29.7
16.15น.	33.6	29.63	29.2	29.0
16.45น.	32.6	29.27	28.9	29.0
17.15น.	30.7	29.15	28.7	28.9

หมายเหตุ **ช่วงอุณหภูมิใกล้ Comfort Zone**

ช่วงอุณหภูมิใกล้ Comfort Zone

☐ 24.9 – 26.9 °C ช่วงขอบเขตล่าง ☐ 27.0 – 28.9 °C ช่วงขอบเขตบน

ช่วงอุณหภูมิเหนือขอบเขตความความสบาย (Comfort Zone)

☐ 29.0 – 30.9 °C ☐ 31.0 – 32.9 °C

☐ 33.0 – 34.9 °C ▩ 35.0 – 36.9 °C

▩ 37.0 °C เป็นต้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทวิเคราะห์การทดลองที่ 1.2

ในช่วงเวลาเช้า การกระจายอุณหภูมิไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจนและจะเห็นได้ว่าขนาดของต้นไม้มีผลต่อการกระจายอุณหภูมิและความชื้นชัดเจน (เนื่องจากได้รับความเย็นสะสมและความชื้นจากช่วงกลางคืน) โดยต้นไม้ขนาดใหญ่สามารถควบคุมการกระจายอุณหภูมิได้ดีกว่า โดยอัตราส่วนของการเพิ่มอุณหภูมิจากระยะโคนต้นถึงริมนอกพุ่มค่อนข้างคงที่ เปลี่ยนแปลงในอัตราส่วนใกล้เคียงกัน ส่วนต้นไม้ที่มีขนาดกลางและขนาดเล็กจะมีการกระจายอุณหภูมิที่มีความแปรปรวนมากกว่า โดยเฉพาะบริเวณห่างออกจากโคนต้น การกระจุกตัวของอุณหภูมิที่ต่ำกว่าจะอยู่บริเวณโคนต้น จะสังเกตได้จากสัดส่วนอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นอย่างไม่คงที่ โดยต้นไม้ขนาดเล็กจะมีอุณหภูมิสูงสุดเริ่มที่ระยะ4.00ม. และต้นไม้ขนาดกลางจะมีอุณหภูมิสูงสุดเริ่มที่ระยะ6.00ม. ซึ่งเป็นระยะริมนอกพุ่ม

ในช่วงเวลากลางวัน ลักษณะการกระจายอุณหภูมิอยู่ในทิศทางเดิมคือ จะมีอุณหภูมิต่ำที่สุดบริเวณโคนต้น ที่เห็นได้ชัดที่สุดคือ ต้นไม้ขนาดใหญ่ที่ได้รับอิทธิพลจากภายนอกน้อย การกระจายตัวของอุณหภูมิต่างกันมากขึ้นโดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณกลางแจ้ง บริเวณโคนต้นยังคงมีอุณหภูมิต่ำต่อเนื่องมาจากช่วงเช้า ช่วงกลางวันเป็นช่วงที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์ที่มีความเข้มสูงซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญที่จะเพิ่มอุณหภูมิอากาศ ณ. ช่วงเวลานี้ความหนาแน่นของกลุ่มใบและพื้นที่ที่มีเงาของกลุ่มใบครอบคลุม จะส่งผลต่อการเพิ่มของอุณหภูมิมากที่สุด เนื่องจากความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ที่สูงนอกจากจะเพิ่มอุณหภูมิอากาศแล้ว ยังทำให้อุณหภูมิสภาพแวดล้อมหรือพื้นผิวที่ไม่ได้รับการบังแดดสูงตามไปด้วย และจะเปล่งรังสีกลับในปริมาณมากขึ้นด้วย ความหนาแน่นและการกระจายของกลุ่มใบจะช่วยกรองและลดการส่งผ่านรังสีความร้อนได้ดีด้วยการสะท้อนรังสีกลับไปกลับมาบริเวณกลุ่มใบทำให้รังสีความร้อนที่เกิดขึ้นลดลง ส่งผลให้ต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่ให้ผลดีกว่ารวมทั้งความสูงของกลุ่มใบจะทำให้ความร้อนที่ลอยตัวบริเวณกลุ่มใบหรือใต้กลุ่มใบอยู่สูงเหนือระดับใช้งานปกติ (Working Plane) ต้นไม้ขนาดใหญ่จะให้ผลดีกว่าทั้งในแง่ของการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์และการพาความร้อน

ในช่วงเวลาเย็น การทดลองต้นไม้ทั้ง 3 ต้นเริ่มจะมีความต่างอุณหภูมิน้อย ทั้งในแง่ของการกระจายในแนวราบเปรียบเทียบภายใต้ต้น ความต่างขนาดของต้นไม้ และเปรียบเทียบกับสภาพแวดล้อมภายนอก อัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงนี้ลดลงมาในระดับใกล้เคียงกัน การกระจายอุณหภูมิในระยะทุกๆ 2 เมตรจะมีความต่างอุณหภูมิไม่เกิน 0.1- 0.3 องศาเซลเซียสเท่านั้น เนื่องจากภายนอกมีอุณหภูมิที่ลดลงและอัตราการเปล่งรังสีกลับมากกว่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับซึ่งเกิดขึ้นบริเวณใต้พุ่มใบ และความร้อนจะไม่ถูกระบายออกทันที การถ่ายเทความร้อนจะเกิดขึ้นตลอดเวลาอย่างช้าๆ ซึ่งผลดังกล่าวจะทำให้อุณหภูมิใต้ต้นไม้คงที่ตลอดทั้งวัน มีความแปรปรวนน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับสภาพแวดล้อมที่โล่งภายนอกที่รับความร้อนมากและคายความร้อนออกได้เร็ว

การเปรียบเทียบความสามารถในการกระจายอุณหภูมิของต้นไม้ต่างชนิด

ต้นไม้ขนาดใหญ่จะควบคุมได้ชัดเจนในระยะ 0.00 –6.00ม. เนื่องจากแนวที่ทำการวัดอยู่ในแนวริมขอบพุ่ม
ต้นไม้ขนาดกลางจะควบคุมได้ชัดเจนในระยะ 0.00 –4.00ม. ซึ่งเป็นระยะด้านในขอบพุ่มและจะเริ่มมีความแปรปรวนสูงในช่วงตั้งแต่ 4.00-6.00ม. ซึ่งเป็นระยะแนวริมขอบพุ่ม
ต้นไม้ขนาดเล็กจะควบคุมได้ในระยะไม่เกิน4.00ม. ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรัศมีความกว้างของกลุ่มใบ

ต้นไม้ใหญ่ จะมีการกระจายตัวของอุณหภูมิอย่างคงที่ คือประมาณ 0.1 –0.3 องศาเซลเซียส ในทุกๆระยะ 2.00ม. ที่เพิ่มขึ้น และอุณหภูมิเกือบตลอดเวลาจะต่ำกว่าต้นไม้ขนาดกลางและขนาดเล็ก อุณหภูมิเฉลี่ยภายใต้ต้นไม้ขนาดใหญ่จะต่ำกว่าขนาดกลางและเล็กชัดเจนกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเฉลี่ยที่ระยะT0-T2.00ม. ความต่างอุณหภูมิแปรปรวนอยู่ที่ 0.1-0.2 องศาเซลเซียส
โดยเฉลี่ยที่ระยะT2.00-T4.00ม. ความต่างอุณหภูมิแปรปรวนอยู่ที่ 0.1-0.2 องศาเซลเซียส
โดยเฉลี่ยที่ระยะT4.00-T6.00ม. ช่วงความแตกต่างอุณหภูมิจะแบ่งเป็น 3 ช่วงดังนี้
9.45 – 11.45น. ความต่างอุณหภูมิแปรปรวนอยู่ที่ 0.4- 1.0 องศาเซลเซียส
11.45 – 14.45น. ความต่างอุณหภูมิแปรปรวนอยู่ที่ 0.4-0.6 องศาเซลเซียส
14.45- 17.15น. ความต่างอุณหภูมิแปรปรวนอยู่ที่ 0.1-0.2องศาเซลเซียส

ต้นไม้ขนาดกลาง ที่ระยะ 6.00ม.เป็นระยะที่ใกล้เคียงกับระยะ Drip Line หรือ เส้นแนวน้ำหยดริมนอกพุ่ม ทำให้ที่ระยะ 6.00ม. มีความแปรปรวนสูงมากโดยแตกต่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับการเพิ่มที่ระยะโคนต้น ระยะ2.00 ม. และ4.00ม. ซึ่งจะมีความแปรปรวนระหว่าง0.1-0.2องศาเซลเซียส ในขณะที่ระยะ6.00ม. ความแปรปรวนจะอยู่ที่ 0.2- 1.0 องศาเซลเซียส เนื่องจากบางช่วงที่การโคจรของดวงอาทิตย์ทำมุมต่ำ พื้นที่บริเวณริมนอกพุ่มจะได้รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงและได้รับอิทธิพลจากการแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศภายนอก ทำให้อัตราส่วนความแตกต่างอุณหภูมิที่ระยะ 6.00 ม. เริ่มลดลงในช่วงเย็น เมื่ออุณหภูมิอากาศภายนอกลดลงแล้วและบริเวณใกล้เคียงเริ่มเกิดการคายความร้อน ทำให้ระยะต่างๆมีอุณหภูมิต่างกันไม่เกิน 1องศาเซลเซียส การกระจายอุณหภูมิในระยะเวลาต่างๆ ณ.ช่วงเวลาต่างๆมีดังนี้

โดยเฉลี่ยที่ระยะT.0 –T2 .00 ม. ความแตกต่างอุณหภูมิจะอยู่ในช่วง 0.2-.0.4 องศาเซลเซียส
โดยเฉลี่ยที่ระยะT4.00-T6.00ม. ช่วงความแตกต่างอุณหภูมิจะแบ่งเป็น 2 ช่วงดังนี้
9.45 – 14.15น. ความต่างอุณหภูมิแปรปรวนอยู่ที่ 0.4-1.0 องศาเซลเซียส
14.15- 17.15น. ความต่างอุณหภูมิแปรปรวนอยู่ที่ 0.2-0.3 องศาเซลเซียส

ต้นไม้ขนาดเล็ก การกระจายอุณหภูมิจะอยู่ในวงแคบ เนื่องจากรัศมีทรงพุ่มอยู่ในระยะเพียง 4.00 ม. ทำให้มีพื้นที่บางส่วนภายนอกทรงพุ่มได้รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง ดังนั้นอุณหภูมิจะเริ่มแปรปรวนมากตั้งแต่ที่ระยะ 4.00 ม. แต่อย่างไรก็ตามที่ระยะ6.00ม. จากโคนต้นก็ยังได้รับอิทธิพลการเหนี่ยวนำความเย็นจากต้น ทำให้บริเวณนั้นยังคงมีอุณหภูมิต่ำกว่ากลางแจ้งประมาณ1-2 องศาเซลเซียส

โดยเฉลี่ยที่ระยะT.0 –T2 .00 ม. ความแตกต่างอุณหภูมิจะอยู่ในช่วง 0.2-.0.4 องศาเซลเซียส
โดยเฉลี่ยที่ระยะT4.00-T6.00ม. ช่วงความแตกต่างอุณหภูมิจะแบ่งเป็น 3 ช่วงดังนี้
9.45 – 11.15น. ความต่างอุณหภูมิแปรปรวนอยู่ที่ 0.4-1.0 องศาเซลเซียส
9.45 – 14.455น. ความต่างอุณหภูมิแปรปรวนอยู่ที่ 0.6-1.3 องศาเซลเซียส
14.45- 17.15น. ความต่างอุณหภูมิแปรปรวนอยู่ที่ 0.2-0.3 องศาเซลเซียส

สรุปการวิเคราะห์การทดลองที่ 1.2

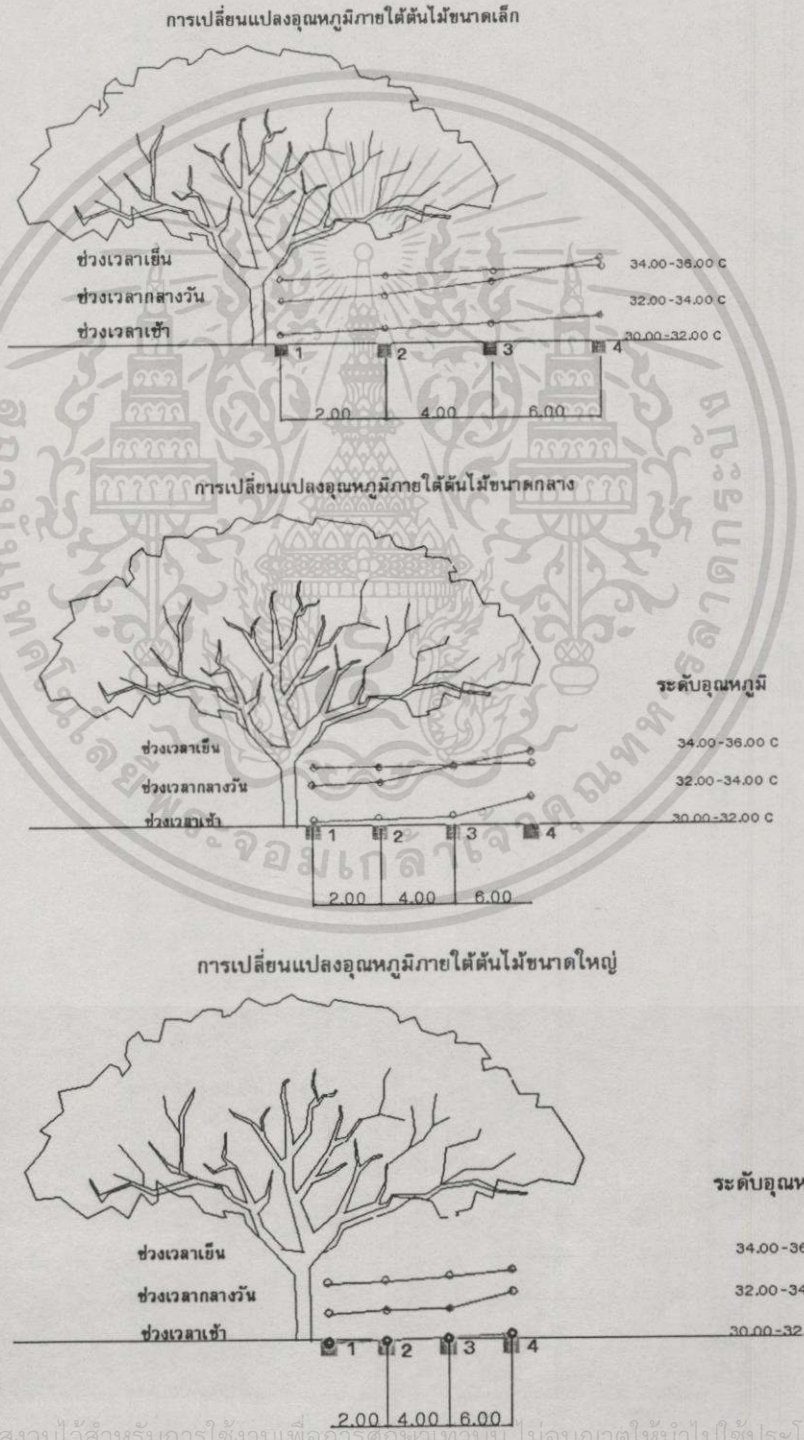
การกระจายอุณหภูมิภายใต้ต้นไม้เดียวกัน

ภาพรวมของการกระจายอุณหภูมิจะพบว่า ระยะใกล้โคนต้นจะมีอุณหภูมิต่ำและความชื้นสูง(ภายใต้ทรงพุ่ม)และบริเวณริมนอกอุณหภูมิจะสูงขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากโดยธรรมชาติของต้นไม้จะมีความหนาแน่นของกลุ่มใบกระจุกตัวมากที่สุดบริเวณจุดศูนย์กลางของต้นและอัตราส่วนความหนาแน่นจะลดลงตามระยะจากจุดศูนย์กลางตามลำดับ รวมถึงบริเวณใกล้ภายนอกทรงพุ่ม การแลกเปลี่ยนความร้อนกับสภาพแวดล้อมเกิดขึ้นได้มากกว่าทั้งจากการพาความร้อนและ Evapotranspiration ผลจากอุณหภูมิบริเวณกลุ่มใบที่ต่ำลงนี้จะส่งผลในการเหนี่ยวนำไปในบริเวณใกล้เคียงได้เล็กน้อย ทำให้อุณหภูมิยังคงต่ำลงกว่ากลางแจ้งแม้จะเป็นบริเวณภายนอกทรงพุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลในการควบคุมอุณหภูมิอากาศที่เป็นผลมาจากขนาดของต้นไม้

ต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่จะรักษาอุณภูมิได้คงที่ตลอดทั้งวันมากกว่าต้นขนาดเล็กและอุณหภูมิต่ำกว่าด้วยเนื่องจากต้นไม้ขนาดใหญ่จะครอบคลุมพื้นที่ได้ในบริเวณกว้าง ป้องกันรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงได้มากและลดอัตราการเกิดการเปล่งรังสีกลับของสภาพแวดล้อม (Emission)ได้ในบริเวณกว้าง ทำให้อุณหภูมิต่ำโดยตลอดเมื่อเปรียบเทียบกับต้นไม้ต่างขนาดหรือบริเวณกลางแจ้ง โดยเฉพาะในช่วงเวลากลางวัน-บ่ายที่สภาพแวดล้อมได้รับทั้ง Solar Load และ Ambient Load ในปริมาณมากจะทำให้เห็นความต่างอุณหภูมิชัดเจน เช่นที่บริเวณโคนต้นไม้ใหญ่ในช่วง 13.15- 13.45 น. จะมีค่าความต่างอุณหภูมิประมาณ 3-4 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 8.23 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายใต้ต้นไม้ขนาดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บข้อมูลในการทดลอง

การทดลองที่ 2.1 สมมติฐาน จำนวนต้นไม้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

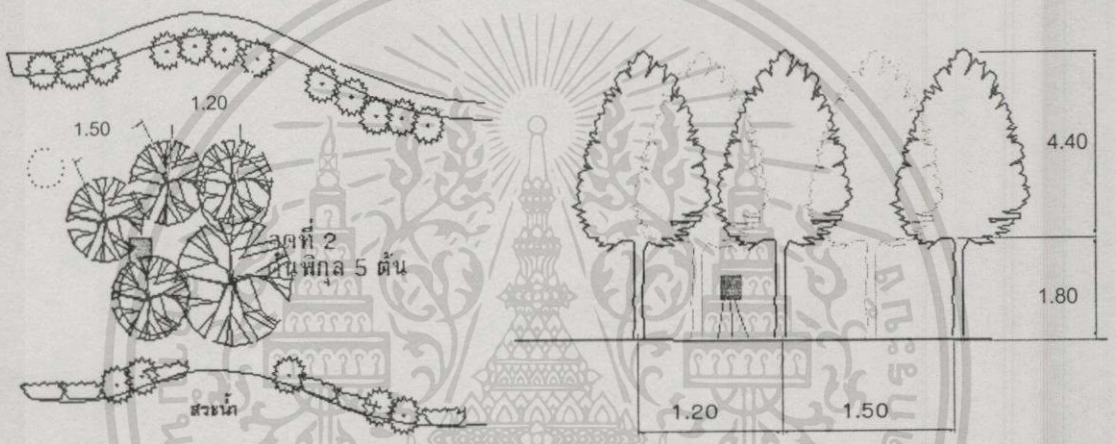
ชนิดต้นไม้ ต้น พิกุล

รายละเอียดต้นไม้ ความสูง 6.20 ม. ระยะจากโคนต้นถึงพุ่มใบ 1.80 ม.
ขนาดทรงพุ่ม 6.975 ม. รูปทรงพุ่ม กลม
ระยะห่างระหว่างต้น 2.00ม.

วันที่ทำการทดลอง 3 เมษายน 2544

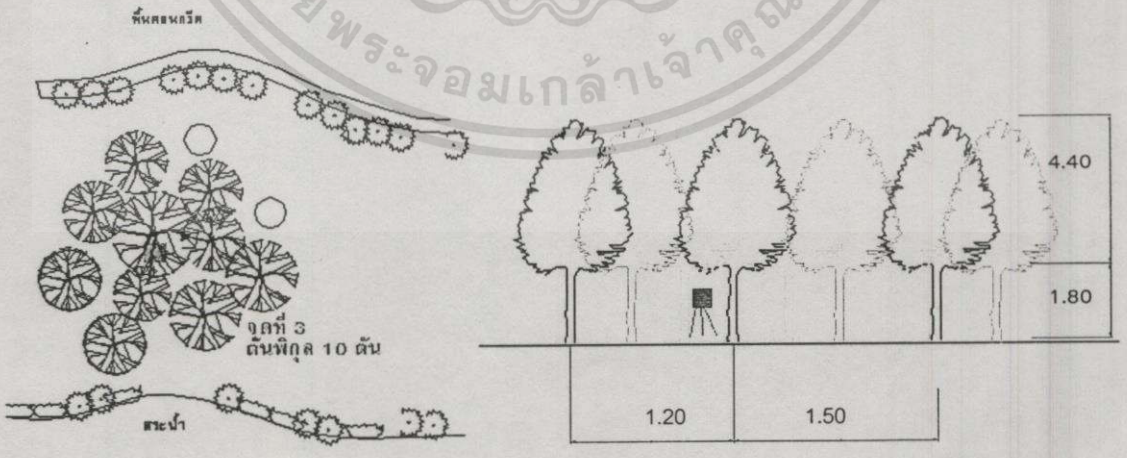
สถานที่ บริเวณ ริมสระน้ำ ด้านหน้า หอรัชมงคล

แบบทดลองที่ 1 ต้นไม้ 5ต้น



ภาพที่ 8.24 แสดงรายละเอียดการทดลองต้นไม้จำนวน 5ต้น

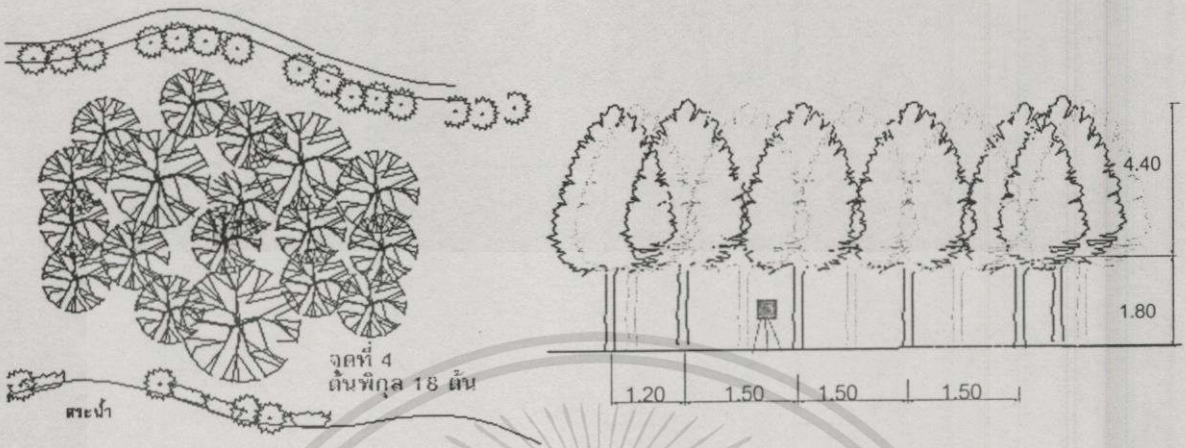
แบบทดลองที่ 2 ต้นไม้ 10 ต้น



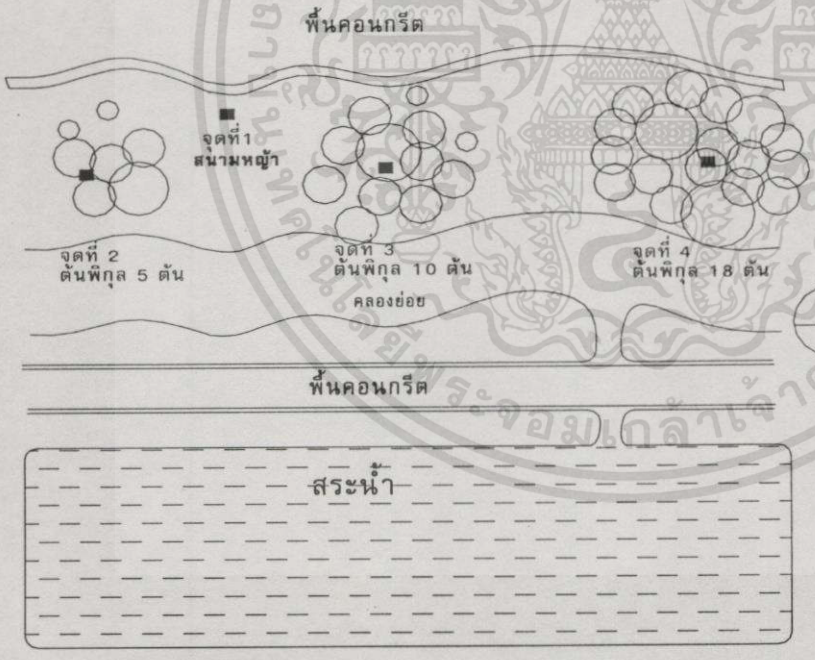
ภาพที่ 8.25 แสดงรายละเอียดการทดลองต้นไม้จำนวน 10ต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดลองที่ 3 ต้นไม้ 18 ต้น



ภาพที่ 8.26 แสดงรายละเอียดการทดลองต้นไม้จำนวน 18ต้น



ภาพถ่ายต้นไม้ในการทดลอง

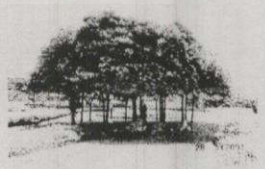
จุดที่ 2 ต้นไม้ 5 ต้น



จุดที่ 3 ต้นไม้ 10 ต้น



จุดที่ 4 ต้นไม้ 18 ต้น



ภาพที่ 8.27แสดงผังบริเวณแสดงตำแหน่งในการทำการทดลองที่ 2.1 (จำนวนของต้นไม้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่8.22 แสดงผลการบันทึกค่าตัวแปรภูมิอากาศจำนวนต้นไม้

เวลา	ภายนอกร่มเงา				ต้นไม้ 5 ต้น				ต้นไม้ 10ต้น				ต้นไม้ 18 ต้น			
	T	Rad	W	Rh	T	Rad	W	Rh	T	Rad	W	Rh	T	Rad	W	Rh
9.30	31.2	620	1.1	60.8	30.9	60	0.8	62.6	30.3	35	0.8	63.4	30.3	25	0.5	65.2
9.45	31.3	640	2.5	60.7	31.3	80	0.4	62.4	30.5	40	1.3	63.1	30.7	22	1.3	64.5
10.00	32.5	720	1.1	58.1	31.2	120	0.5	57.9	31.2	62	0.6	58.4	30.8	30	0.8	61.1
10.15	32.6	700	2.3	58.7	31.3	100	0.6	60	31.8	60	1.1	60.5	31.2	30	0.5	58.2
10.30	32.9	700	0.6	55.2	32.1	100	0.4	55.9	32	60	0.3	58.8	30.8	48	1.2	59
10.45	33	695	0.9	57.6	32.1	90	1.1	58.6	31.9	60	1.1	56.9	31.1	42	1.3	62.4
11.00	33.4	700	1	60.8	32.7	110	0.6	58.3	32.5	50	1.3	56.5	32.2	50	0.7	58.1
11.15	33.5	710	0.2	55.6	32.3	95	1.1	55.5	32.8	50	0.6	59.4	32.4	40	0.2	56.2
11.30	34.8	810	1.8	55.6	33.8	80	0.9	53.2	33.7	59	0.3	54.5	32.6	45	0.3	55.5
11.45	35.4	868	0.8	50.7	33.5	85	0.8	51.7	32.9	65	1	53.1	33.1	40	1	52
12.00	35.8	863	0.5	47.9	34.2	72	0.6	52.2	34	60	0.6	48.7	32.8	43	0.4	51
12.15	37.6	855	0.3	48	35.9	80	1.3	53.6	35.6	55	0.3	44.9	33.1	43	0.9	50.8
12.30	36.7	810	1.8	47.4	34.1	100	2.1	51	34.3	55	0.4	50.5	34	40	1.3	48.5
12.45	36.1	840	1.1	45.5	34.2	80	0.4	46	34.9	58	0.8	49.8	34.2	50	1	47.8
13.00	35.9	850	0.6	42.4	34.7	65	0.3	45.2	34.3	70	0.3	45.8	34.1	58	0.8	47.4
13.15	35.7	860	0.5	44.9	34.3	70	2.1	43.3	34.3	70	1.4	44.3	34.1	55	0.8	45.5
13.30	35.5	800	0.8	44.3	34.8	78	0.6	43.8	35.2	40	0.7	42.2	34.8	45	0.5	45.3
13.45	36.9	725	0.9	40.4	35	80	1.7	44.1	34.2	50	0.4	45	34	42	1.6	51.7
14.00	35.6	700	0.5	47.8	35.1	70	0.9	42.5	35.2	59	0.7	43.8	34.4	60	0.3	56.3
14.15	34.6	745	1.1	59.2	34.3	63	0.4	57.3	34.3	75	1.1	57.6	34.1	56	1.2	57.6
14.30	34.2	735	0.8	59.2	33.2	85	2.4	59.8	33.6	60	1.9	59.6	33.6	70	0.8	59.3
14.45	33.8	650	2.3	60.1	33.6	75	0.9	62.2	33.2	40	0.6	57.7	33.2	60	1.4	59.4
15.00	34.3	600	2.1	57.1	33.6	42	0.5	58.2	33.8	38	0.8	55.9	33.8	65	0.5	60.4
15.15	35.7	583	0.4	48.1	34.2	43	1.7	56.8	33.7	42	1.1	54.6	33.6	42	0.9	57.5
15.30	34	400	1.7	59.2	32.7	39	1.3	61.3	32.8	39	0.9	59.3	33	41	0.4	56.5
15.45	34.1	380	1.1	58.3	33.4	40	1.7	58.3	33.5	39	0.6	58.4	33.4	38	1.6	58.6
16.00	33.6	340	0.7	59.9	33.4	39	0.8	62.4	33.3	37	0.6	60.4	33.4	43	0.6	59.7
16.15	33.7	300	0.7	59.9	33	39	0.8	62.4	33.3	37	0.6	60.4	33	43	0.8	62.4
16.30	34	300	0.5	59.1	33.9	43	0.6	60.3	33.4	40	0.9	59.2	33.2	43	1.6	59.4
16.45	33.6	195	1.5	59.6	32.7	28	0.6	62.2	32.8	30	1.5	61.6	32.9	41	1.5	63.5
17.00	33.5	210	1.3	61.5	33.7	25	0.5	61.1	33.1	23	2.3	62.1	32.9	41	2	61.3

*** หมายเหตุ** T อุณหภูมิอากาศ ^{o}C Rh ความชื้นสัมพัทธ์ %

W ความเร็วลม m/s Rad การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ W/m^2

**** สภาพท้องฟ้าของการทดลองที่ 2.1ณ.วันที่ทำการวัด**

- **ในช่วงเช้า 9.30 – 11.30 น. ค่อนข้างคงที่ ปริมาณเมฆประมาณ 30 % ฟ้าค่อนข้างโปร่ง**
- **ในช่วง 11.30 – 13.30 น. ท้องฟ้าโปรงมากขึ้น ปริมาณเมฆ 20 %**
- **ในช่วง 13.30 – 17.00 น. สภาพท้องฟ้าแปรปรวนมากขึ้น ปริมาณเมฆ 40 –60%**

***** สภาพลมของการทดลองที่ 2.1ณ.วันที่ทำการวัดแปรปรวนตลอดทั้งวัน ทิศทางโดยส่วนใหญ่มาจาก สระน้ำทางด้านทิศใต้ โดยเฉพาะในช่วงบ่าย ช่วงเช้ามาจากทางด้านทิศเหนือและตะวันออก**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลสรุปค่าสูงสุด – ต่ำสุด ค่าความต่างและค่าเฉลี่ยของตัวแปรภูมิอากาศในการทดลองที่2.1

ตารางที่8.23แสดงค่าสูงสุด – ต่ำสุด ค่าความต่างและค่าเฉลี่ยของตัวแปรภูมิอากาศของต้นไม้ 5 ต้น

ต้นไม้ 5 ต้น	Maximum		Minimum		Daily Variation		ค่าเฉลี่ยรายวัน	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
อุณหภูมิ (°C)	37.6	35.1	31.2	30.9	6.4	4.2	34.15	33.40
เวลา	12.15	14.00	9.30	9.30				
ความชื้นสัมพัทธ์(%)	60.8	62.6	39.4	42.5	21.4	19.9	54.31	55.49
เวลา	9.30	9.30	13.45	14.00				
ความเร็วลม (m/s)	2.5	2.4	0.2	0.3	2.3	2.1	1.08	0.94
เวลา	9.45	14.30	11.15	13.00				
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (W/m^2)	868	110	195	25	673	85	642.1	70.19
เวลา	11.45	11.00	16.45	17.00				

ตารางที่8.24แสดงค่าสูงสุด – ต่ำสุด ค่าความต่างและค่าเฉลี่ยของตัวแปรภูมิอากาศของต้นไม้ 10 ต้น

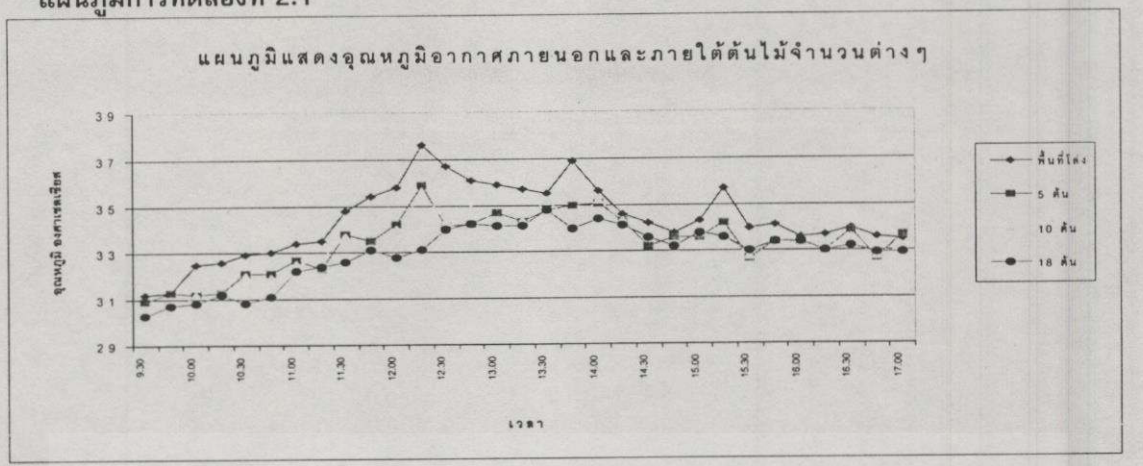
ต้นไม้ 10 ต้น	Maximum		Minimum		Daily Variation		ค่าเฉลี่ยรายวัน	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายนอก	ภายใน	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
อุณหภูมิ (°C)	37.6	35.2	31.2	30.3	6.4	4.9	34.15	33.30
เวลา	12.15	14.00	9.30	9.30				
ความชื้นสัมพัทธ์(%)	60.8	63.4	39.4	42.2	21.4	21.2	54.31	54.77
เวลา	9.30	9.30	13.45	13.30				
ความเร็วลม (m/s)	2.5	1.9	0.2	0.3	2.3	1.6	1.08	0.86
เวลา	14.45	14.30	11.15	11.30				
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (W/m^2)	868	75	195	23	673	52	642.1	50.26
เวลา	11.45	14.15	16.45	17.00				

ตารางที่8.25แสดงค่าสูงสุด – ต่ำสุด ค่าความต่างและค่าเฉลี่ยของตัวแปรภูมิอากาศของต้นไม้ 18 ต้น

ต้นไม้ 18 ต้น	Maximum		Minimum		Daily Variation		ค่าเฉลี่ยรายวัน	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายนอก	ภายใน	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
อุณหภูมิ (°C)	37.6	35	31.2	30.3	6.4	4.7	34.15	32.9
เวลา	12.15	13.45	9.30	9.30				
ความชื้นสัมพัทธ์(%)	60.8	65.2	39.4	45.3	21.4	19.9	54.31	56.52
เวลา	9.30	9.30	13.45	13.30				
ความเร็วลม (m/s)	2.5	1.6	0.2	0.2	2.3	1.4	1.08	0.926
เวลา	14.45	13.45	11.15	11.30				
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (W/m^2)	868	70	195	22	673	48	642.1	44.87
เวลา	11.45	14.30	16.45	9.45				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิการทดลองที่ 2.1



แผนภูมิที่ 8.14แสดงภายนอกและภายใต้ต้นไม้จำนวนต่างๆ

อุณหภูมิอากาศ

อุณหภูมิภายนอกและภายใน ใกล้เคียงกันในช่วงเช้าและ เริ่มมีความแตกต่างมากขึ้น ในช่วง 11.30 – 14.00 น. หลังจากนั้น อุณหภูมิภายนอกและภายในกลับมาใกล้เคียงกันอีกครั้งหนึ่ง ผลการทดลองต่างกันดังนี้ 5 ต้น ในช่วงเช้าอุณหภูมิสูงกว่าภายใต้ต้นไม้จำนวนอื่นเล็กน้อย

10 ต้น ในช่วงเช้าอุณหภูมิเกาะกลุ่ม ใกล้เคียงกับจำนวน5ต้น

18 ต้น อุณหภูมิต่ำโดยตลอดทั้งวันโดยเฉพาะในช่วงเช้า

ทั้ง 3 กลุ่มอัตราเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงเวลา 12.30 น และเริ่มลดลงเล็กน้อย ในช่วงบ่ายหลังจากนั้นอุณหภูมิจะเกาะกลุ่มและคงที่ไปจนถึงช่วง 17.00น. ในระดับ 34 °C มีบางช่วงเวลาที่อุณหภูมิกลุ่ม 18 ต้นสูงกว่า 10 ต้นเล็กน้อย ซึ่งอาจเกิดจากความร้อนสะสมในกลุ่มใบ

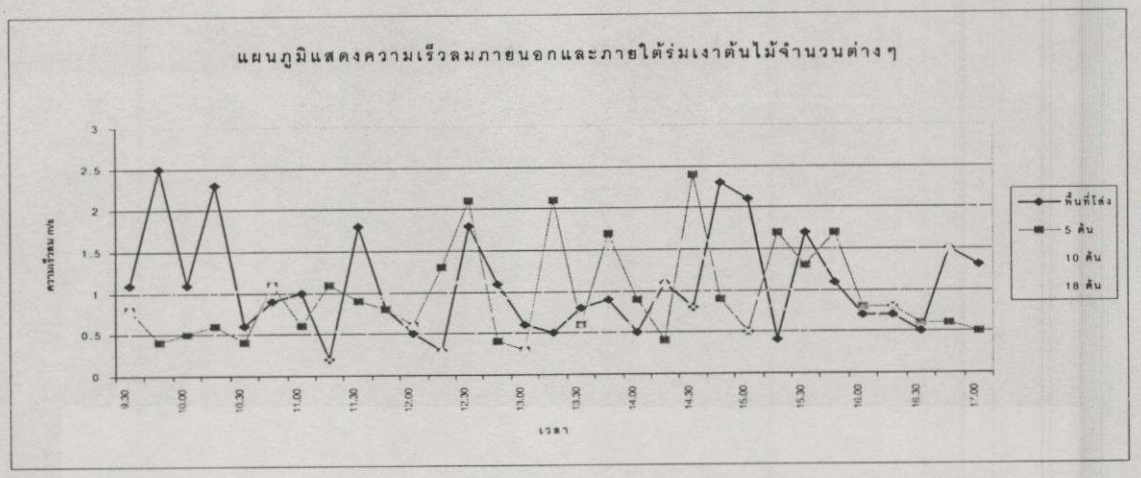


แผนภูมิที่ 8.15แสดงการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ของกลุ่มต้นไม้จำนวนต่างๆ

การแผ่รังสีดวงอาทิตย์

ปริมาณการแผ่รังสีดวงอาทิตย์แปรผกผันกับจำนวนต้นไม้ เมื่อจำนวนต้นไม้มากขึ้น รังสีดวงอาทิตย์ที่ส่องผ่านลงมาก็น้อยลง แต่โดยรวมแล้วภายใต้กลุ่มใบค่อนข่างใกล้เคียงกันแต่จะแตกต่างกันกับการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ภายนอก เนื่องจากภายนอกจะได้รับรังสีดวงอาทิตย์ทั้งแบบโดยตรงและแบบกระจายดังซึ่งมีความเข้มสูง ในขณะที่ภายในได้รับรังสีกระจายและสะท้อนจากสภาพแวดบล้อมและไอน้ำในอากาศ ดังนั้นในช่วงเช้าที่ความชื้นสูง ปริมาณการแผ่รังสีแบบกระจายภายใต้พุ่มจึงสูง และเริ่มลดลงในช่วงบ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภูมิที่ 8.16แสดงความเร็วลมภายนอกและภายใต้ต้นไม้จำนวนต่างๆ

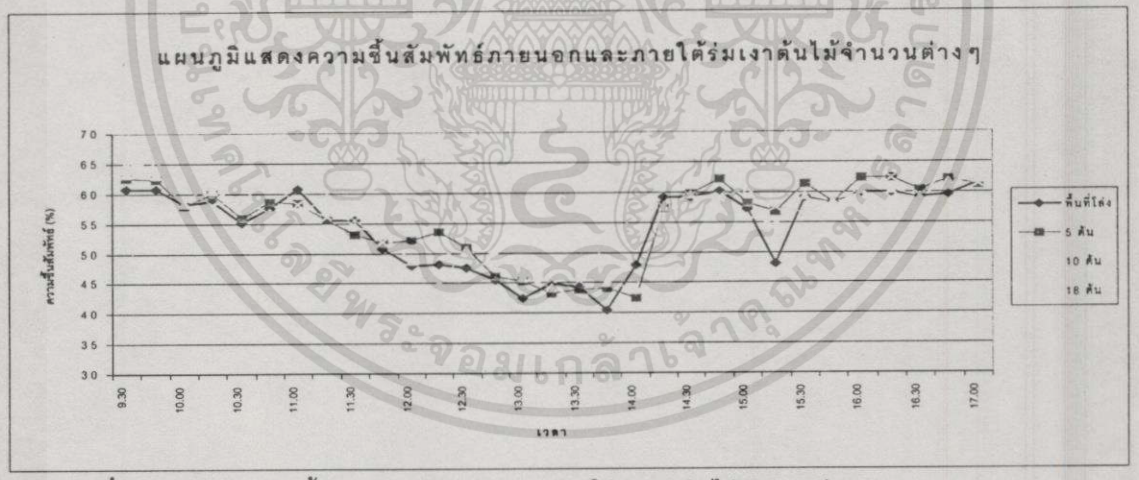
ความเร็วลม

สภาพลมภายนอกแปรปรวนตลอดทั้งวัน สภาพลมภายใต้กลุ่มใบค่อนข้างคงที่ในช่วงเช้า และในช่วงเวลาบ่ายประมาณ 14.00-16.00น. จะมีการเปลี่ยนแปลงในอัตราสูง อัตราเร็วลมเฉลี่ยมีดังนี้

จำนวน 18 ต้น ค่าความเร็วลมเฉลี่ย 0.5-1.5m/s

จำนวน 10 ต้น ค่าความเร็วลมเฉลี่ย 0.5-1.8m/s

จำนวน 5 ต้น ค่าความเร็วลมเฉลี่ย 0.5-2.4m/s



แผนภูมิที่ 8.17แสดงความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกและภายใต้ร่มเงาต้นไม้จำนวนต่างๆ

ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างเกาะกลุ่ม เนื่องจากความชื้นจะกระจายในบริเวณกว้าง เพื่อปรับให้สภาพอากาศสมดุลย ในพื้นที่โล่ง ความชื้นจะต่ำกว่าเล็กน้อย ในช่วงเวลา 9.30 น. -13.00น. จะลดลงอย่างต่อเนื่อง จาก 65% จะลดลงเหลือ 40-45% ไปจนถึง 14.00น. แล้วเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 14.00-14.30 น. หลังจากนั้นค่อนข้างจะคงที่ไปจนถึง 17.00 น. โดยจะอยู่ที่ระดับ 60- 65%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่8.26แสดงค่าเฉลี่ยการทดลองของตัวแปรสภาพภูมิอากาศจากจำนวนต้นไม้

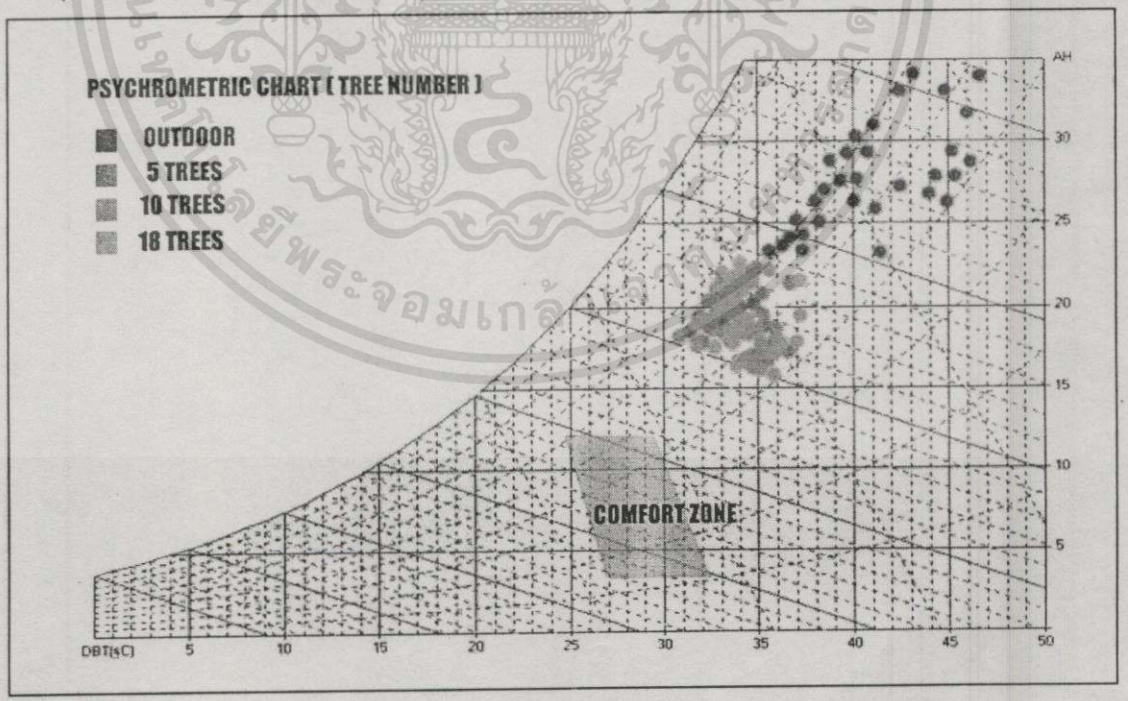
การทดลองที่ 2.1 จำนวนต้นไม้	ค่าเฉลี่ยการทดลอง			
	T	Rad	W	Rh
ภายนอกร่มเงา	34.30	642.1	1.08	54.31
ต้นไม้ 5 ต้น	33.40	70.19	0.94	55.49
ต้นไม้ 10 ต้น	33.30	50.26	0.868	54.77
ต้นไม้ 18 ต้น	32.90	44.87	0.926	56.52

ตารางที่8.27 แสดงค่าเฉลี่ยความแตกต่างของตัวแปรสภาพภูมิอากาศจากจำนวนต้นไม้ (ภายนอก – ภายใน) ณ. วันที่ทำการทดลองตั้งแต่ช่วงเวลา 9.30 – 17.00 น.

ค่าความแตกต่างตัวแปรภูมิอากาศ จำนวนต้นไม้	T	rad	w	rh
ต้นไม้ 5ต้น	0.9	591.8	0.213	-0.68
ต้นไม้10ต้น	1.0	571.9	0.132	-1.5
ต้นไม้18ต้น	1.4	597.2	0.155	-2.17

แผนภูมิ Psychrometric Chart แสดงผลการทดลองที่ 2.1

(ตัวแปรที่ใช้ในการแสดงผลได้แก่ อุณหภูมิอากาศ การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ และความชื้นสัมพัทธ์)



แผนภูมิที่ 8.18 แสดงตำแหน่งสภาพภูมิอากาศการทดลองที่2.1 ด้วย Psychrometric Chart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทวิเคราะห์การทดลองที่ 2.1

จากผลการทดลองพบว่าปริมาณการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ต่อหน่วยพื้นที่จะใกล้เคียงกันโดยพื้นที่ที่มีจำนวนต้นมากกว่า จะได้รับรังสีดวงอาทิตย์น้อยกว่าเล็กน้อยแต่เมื่อเปรียบเทียบเป็นสัดส่วนกับการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ภายนอกจะแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์นี้จะอยู่ในช่วงดังนี้

การแผ่รังสีภายนอก 300 – 870 W/ m^2

การแผ่รังสีภายใต้ร่มเงา 20 – 120 W/ m^2

จากค่าการแผ่รังสีจะเห็นได้ว่า ภูมิอากาศภายนอกจะมีความแปรปรวนระหว่างวัน (Daily Variation) สูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบด้วยพื้นที่ของการลดการแผ่รังสีจากต้นไม้ แน่นอนว่าจำนวนต้นไม้ที่มากย่อมให้พื้นที่เงามากกว่า ดังนั้นกลุ่มต้นไม้ที่มากจะให้ผลในการกระจายอุณหภูมิเฉพาะพื้นที่ในแนวราบได้มากกว่าซึ่งเป็นผลมาจากการกรองการส่งผ่านความร้อน และการส่งผ่านนี้จะทำให้เกิดผลในปริมาณการเปล่งรังสีกลับของพื้นดิน (Emission) กลับสู่บรรยากาศน้อยลงตามไปด้วย

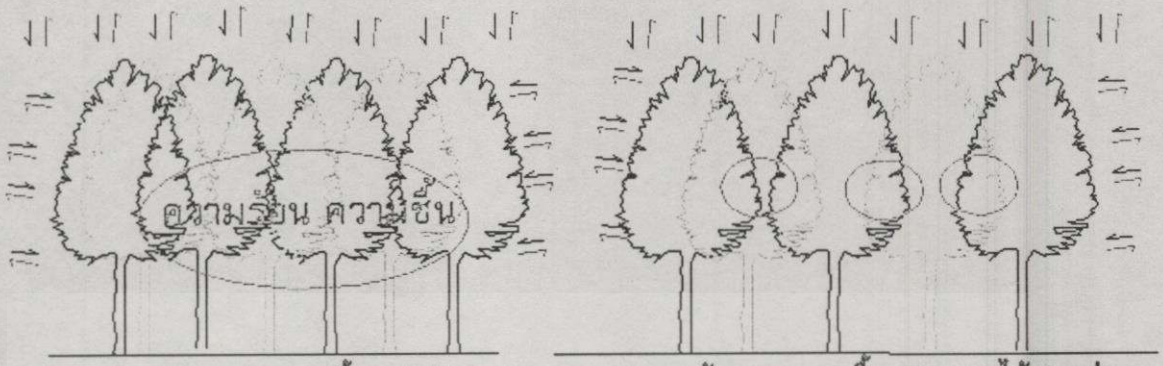
นอกจากปัจจัยในการควบคุมรังสีดวงอาทิตย์แล้ว การถ่ายเทความร้อนด้วยการพาก็มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้วยเช่นกัน

จากแผนภูมิแสดงอุณหภูมิจะเห็นได้ว่า จำนวนต้นไม้มีผลต่อการควบคุมอุณหภูมิเป็นไปตามที่ตั้งสมมติฐานไว้ โดยเฉพาะในช่วงเช้าประมาณ 9.30 น.- 12.00น. จะมีอัตราการเพิ่มอุณหภูมิในระดับสูง ในขณะที่อุณหภูมิช่วงบ่ายค่อนข้างสูงแต่ยังคงอยู่ในระดับคงที่ ตั้งแต่หลังจากช่วงเที่ยงวันไปแล้วอุณหภูมิจะรักษาระดับช่วงอุณหภูมิประมาณ32 –33 ^{o}Cไปตลอด ซึ่งในช่วงอุณหภูมินี้จะมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงเล็กน้อยตลอดเวลาสลับไปมาระหว่างกลุ่ม ทั้งนี้เกิดจากอิทธิพลของกระแสลม ซึ่งเมื่อพิจารณาแผนภูมิความเร็วลมประกอบจะเห็นได้ว่าช่วงเวลาหลัง 12.30 น. กระแสลมจะเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเกือบตลอดเวลา ในการทดลองพบว่ามีบางช่วงเวลาที่กลุ่มต้นไม้ที่มีจำนวนมากจะมีอุณหภูมิสูงกว่าทั้งนี้เนื่องจากปริมาณลมที่พัดผ่านพื้นที่ใต้พุ่มมีน้อย และความร้อนภายในกลุ่มใบไม่สามารถถ่ายเทออกมากับการพาได้ การดูดซับความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์มีมาก แต่การถ่ายเทออกทำได้เพียงพื้นที่ผิวสัมผัสภายนอกเท่านั้น เป็นผลมาจากลักษณะการจัดกลุ่มของต้นไม้ ซึ่งหนาแน่นและมีระยะห่างที่น้อยเกินไป คือ ประมาณ1.20 – 1.50 เมตร แต่โดยเฉลี่ยแล้วจำนวนต้นไม้ที่มากอุณหภูมิค่อนข้างจะต่ำตลอดทั้งวัน ซึ่งสามารถเปรียบเทียบการควบคุมสภาพภูมิอากาศภายใต้กลุ่มต้นไม้ทั้ง 3 ได้ดังนี้

	อุณหภูมิ	การแผ่รังสีดวงอาทิตย์	ความชื้นสัมพัทธ์	ความเร็วลม
5ต้น	สูงที่สุด	น้อยที่สุด	น้อยที่สุด	สูงที่สุด
10ต้น	คงที่ ต่ำสุดในช่วงบ่าย	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
18ต้น	ต่ำที่สุด ค่อนข้างคงที่ ช่วงบ่ายสูงเล็กน้อย	น้อยที่สุด	สูงที่สุด	ต่ำที่สุด

ในภาพรวมของการควบคุมตัวแปรภูมิอากาศ สรุปได้ว่ากลุ่มต้นไม้จำนวนต่างๆนี้ จะสามารถรักษาระดับอุณหภูมิและการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ให้คงที่ ในขณะที่ความเร็วลมยังคงมีความแปรปรวนอยู่มาก และความชื้นสัมพัทธ์มีลักษณะกระจาย ความชื้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อยโดยแปรตามจำนวนต้นไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8.28 แสดงการระเหยความร้อนและความชื้นภายใต้จำนวนต้นไม้ที่ต่างกัน

จำนวนต้นไม้มาก สามารถควบคุมตัวแปรภูมิอากาศได้ดังแสดงในแผนภูมิ Psychrometric Chartซึ่งสามารถสรุปเป็นช่วงอุณหภูมิและความชื้นได้ดังนี้

	อุณหภูมิการแผ่รังสี (องศาเซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
5 ต้น	31-37	40- 70
10 ต้น	31-36	40- 70
18 ต้น	32-35	45- 70

ผลจากค่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศ จะสังเกตได้ว่า ความแตกต่างของอุณหภูมิแต่ละจำนวนต้นไม้ไม่ต่างกันมากนักโดยจำนวนต้นไม้มากจะทำให้อุณหภูมิต่ำกว่าเล็กน้อย แต่จะแตกต่างกันที่การกระจายช่วงอุณหภูมิตลอดวัน และจำนวนต้นไม้มากจะทำให้อุณหภูมิค่อนข้างคงที่ และเมื่อพิจารณาจากแผนภูมิ Psychrometric Chart แล้วหากพิจารณาอุณหภูมิอากาศเพียงอย่างเดียว สภาพอุณหภูมิของต้นไม้จะอยู่ในช่วงภาวะน่าสบาย 30% แต่หากพิจารณารวมถึงความชื้นแล้วพบว่า ความชื้นอยู่เกินขอบเขตของสภาวะน่าสบายไปมาก ซึ่งโดยพื้นฐานสภาพภูมิอากาศกรุงเทพฯ มีความชื้นสูงอยู่แล้ว และเมื่อเพิ่มจำนวนต้นไม้มากขึ้นก็จะส่งเสริมให้ ปริมาณไอน้ำในอากาศเพิ่มขึ้น ดังนั้นวิธีหนึ่งในการแก้ไขปัญหาความชื้นประการหนึ่งคือ การเพิ่มความเร็วลม และเมื่อพิจารณาถึง 4 ตัวแปรภูมิอากาศที่ได้ทำการบันทึกค่ารวมทั้งหมดแล้วจะให้ผลดังแสดงในตาราง CET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่8.28 แสดงช่วงอุณหภูมิ CETเปรียบเทียบกลางแจ้งและภายใต้ร่มเงาต้นไม้จำนวนต่างๆ

CET	กลางแจ้ง	จำนวน 5 ต้น	จำนวน10 ต้น	จำนวน 18 ต้น
9.30น.	34.04	28.11	27.34	27.49
9.45น.	34.06	28.67	27.39	27.72
10.00น.	35.22	28.59	28.01	27.59
10.15น.	35.34	28.69	28.20	27.76
10.30น.	35.26	29.02	28.85	27.52
10.45น.	35.15	29.10	28.64	28.06
11.00น.	35.57	29.86	28.61	28.77
11.15น.	36.76	28.99	29.94	28.79
11.30น.	35.97	30.05	29.99	28.94
11.45น.	39.39	29.62	29.51	28.86
12.00น.	39.37	30.23	29.53	28.61
12.15น.	40.67	31.94	30.27	27.67
12.30น.	39.42	30.11	29.89	29.48
12.45น.	38.92	29.58	30.22	29.80
13.00น.	38.39	29.86	29.65	29.42
13.15น.	38.37	29.22	29.34	29.19
13.30น.	38.27	29.86	29.62	29.66
13.45น.	38.01	29.95	29.32	29.21
14.00น.	36.72	30.53	29.66	29.98
14.15น.	36.73	30.15	29.78	30.53
14.30น.	38.20	29.78	29.43	30.15
14.45น.	37.23	30.05	29.85	30.07
15.00น.	36.61	30.60	29.80	30.25
15.15น.	36.96	30.13	29.79	30.44
15.30น.	34.08	29.64	29.23	29.68
15.45น.	33.63	29.65	29.64	29.31
16.00น.	33.48	29.79	29.82	30.39
16.15น.	32.99	30.00	29.93	29.80
16.30น.	32.86	30.23	29.84	29.86
16.45น.	32.12	30.00	29.35	29.50
17.00น.	31.96	30.23	29.54	29.51

หมายเหตุ **ช่วงอุณหภูมิใกล้ Comfort Zone**

ช่วงอุณหภูมิใกล้ Comfort Zone

☐ 24.9 – 26.9 °C ช่วงขอบเขตล่าง ☐ 27.0 – 28.9 °C ช่วงขอบเขตบน

ช่วงอุณหภูมิเหนือขอบเขตความความสบาย (Comfort Zone)

☐ 29.0 – 30.9 °C ☐ 31.0 – 32.9 °C

☐ 33.0 – 34.9 °C ☐ 35.0 – 36.9 °C

☐ 37.0 °C เป็นต้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแสดงผลโดยใช้มาตรฐานอุณหภูมิ CET

ในช่วงเวลา Overheat Period หรือช่วงความร้อนสูงเกินภาวะสบาย จะตกในช่วงเวลาประมาณ 11.45 – 14.45 น. โดย

ต้นไม้ 5 ต้น จัดอยู่ในช่วงใกล้เคียง Comfort Zoneประมาณ16 % ของช่วงเวลาที่ทำการทดลอง

ต้นไม้ 10 ต้น จัดอยู่ในช่วงใกล้เคียง Comfort Zoneประมาณ 22.5 % ของช่วงเวลาที่ทำการทดลอง

ต้นไม้ 18 ต้น จัดอยู่ในช่วงใกล้เคียง Comfort Zoneประมาณ 38.7% ของช่วงเวลาที่ทำการทดลองโดยเฉพาะช่วงเวลาเช้า

การพาที่เกิดขึ้นพร้อมกับกระแสลมจะช่วยลดความชื้นและนำเข้าสู่สภาวะน่าสบายได้ ในช่วงที่อุณหภูมิอากาศไม่รุนแรงตั้งแต่ช่วงเช้า ในช่วงบ่าย เมื่อต้นไม้ดูดซับความร้อนไว้ได้ในปริมาณหนึ่งจะเปล่งรังสีความร้อนออก (เนื่องจากต้นไม้มี Heat Capacity น้อย) และทำให้อุณหภูมิในช่วงบ่ายโดยเฉลี่ยของต้นไม้ 18 ต้นสูงขึ้น ถึงแม้ว่าจะสามารถกรองรังสีดวงอาทิตย์ได้ดี แต่ความร้อนที่ได้รับมาจะถูกกักและสะสมภายในกลุ่มใบ เนื่องจากพื้นที่ภายใต้เพดานพุ่มเป็นบริเวณกว้างและระยะห่างระหว่างต้นน้อย ทำให้พื้นที่ที่ถูกจำกัดการพาความร้อนมีมาก ทำให้ความร้อนถูกถ่ายเทออกด้วยการเปล่งรังสีออกโดยรอบ และความร้อนบางส่วนถูกกักอยู่บริเวณใต้กลุ่มใบนอกจากนี้ในช่วงบ่ายที่พื้นดินมีการเปล่งรังสีความร้อน (Emission) และลอยขึ้นสู่ด้านบน แต่ความร้อนไม่สามารถถ่ายเทออกได้ทันทีเนื่องจากการแทรกตัวผ่านกลุ่มใบที่หนาแน่นทำได้ยาก ดังนั้นต้นไม้ที่จำนวนน้อยกว่า จะถ่ายเทความร้อนออกได้มากกว่าและเร็วกว่า และผลในการควบคุมอุณหภูมิรวมการแผ่รังสีภายใต้ต้นไม้ เมื่อเปรียบเทียบกับภายในช่วงความร้อนสูงสุด จะสามารถลดอุณหภูมิลงได้ถึง 9 –10 องศาเซลเซียส

สรุปการทดลองที่2 .1

จำนวนต้นไม้จะมีผลต่อการควบคุมสภาพภูมิอากาศและลดอุณหภูมิลงได้แต่ยังมีปัญหาในเรื่องของความชื้นสูงเกินสภาวะน่าสบาย ซึ่งสาเหตุหลักมาจาก ลักษณะการจัดกลุ่มต้นไม้และระยะห่างที่ยังไม่เหมาะสม ซึ่งส่งผลต่อการจำกัดของปริมาณการพาความร้อนออกจากกลุ่มใบ ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้จำเป็นที่จะต้องหาระยะและรูปแบบการจัดกลุ่มที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดความสะดวกในการถ่ายเทความร้อนและให้ร่มเงาได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บข้อมูลในการทดลอง

การทดลองที่ 2.2 สมมติฐาน ระยะห่างต้นไม้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ชนิดต้นไม้ ต้น

รายละเอียดต้นไม้ ความสูง 6.98ม. ระยะจากโคนต้นถึงพุ่มใบ 2.00 ม.

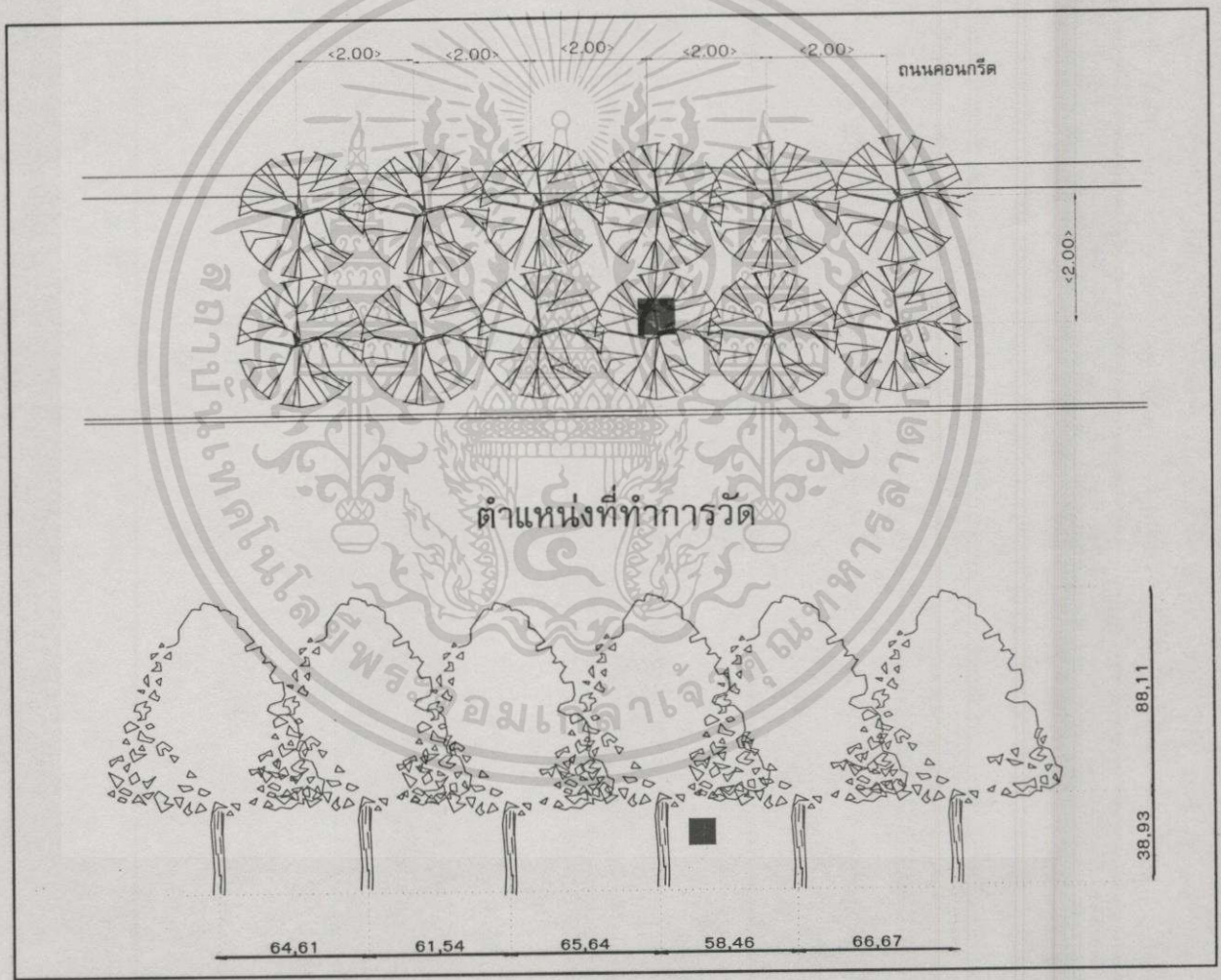
ขนาดทรงพุ่ม 4.96ม. รูปทรงพุ่ม ทรงกลม

วันที่ทำการทดลอง 5 เมษายน 2544

สถานที่ บริเวณริมถนนหลัก และลานจอดรถข้างอาคารชายชล สวนหลวง ร. 9

ภาพแสดง ต้นไม้ที่ใช้ในการทดลอง

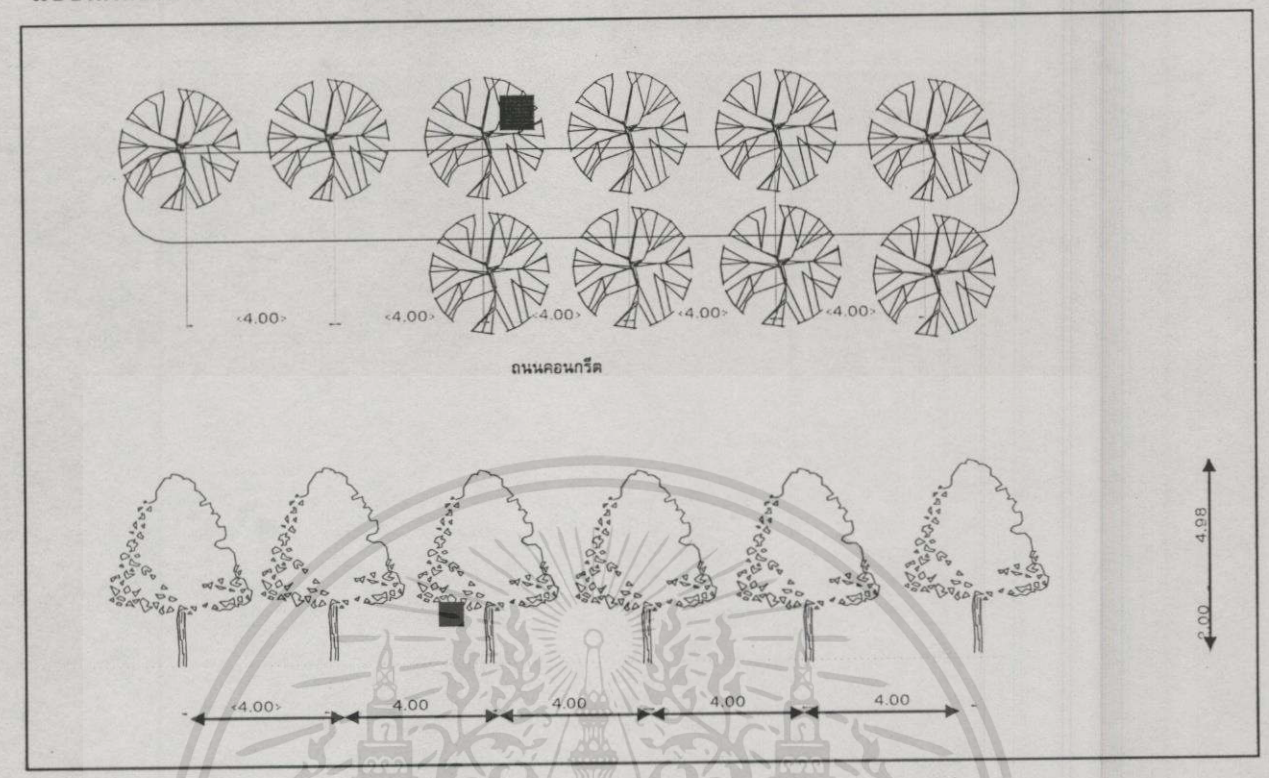
แบบทดลองที่ 1 **ระยะห่าง 4.00 ม.**



ภาพที่ 8.29 แสดงรายละเอียดในการทดลองระยะห่างต้นไม้ 2.00 ม.

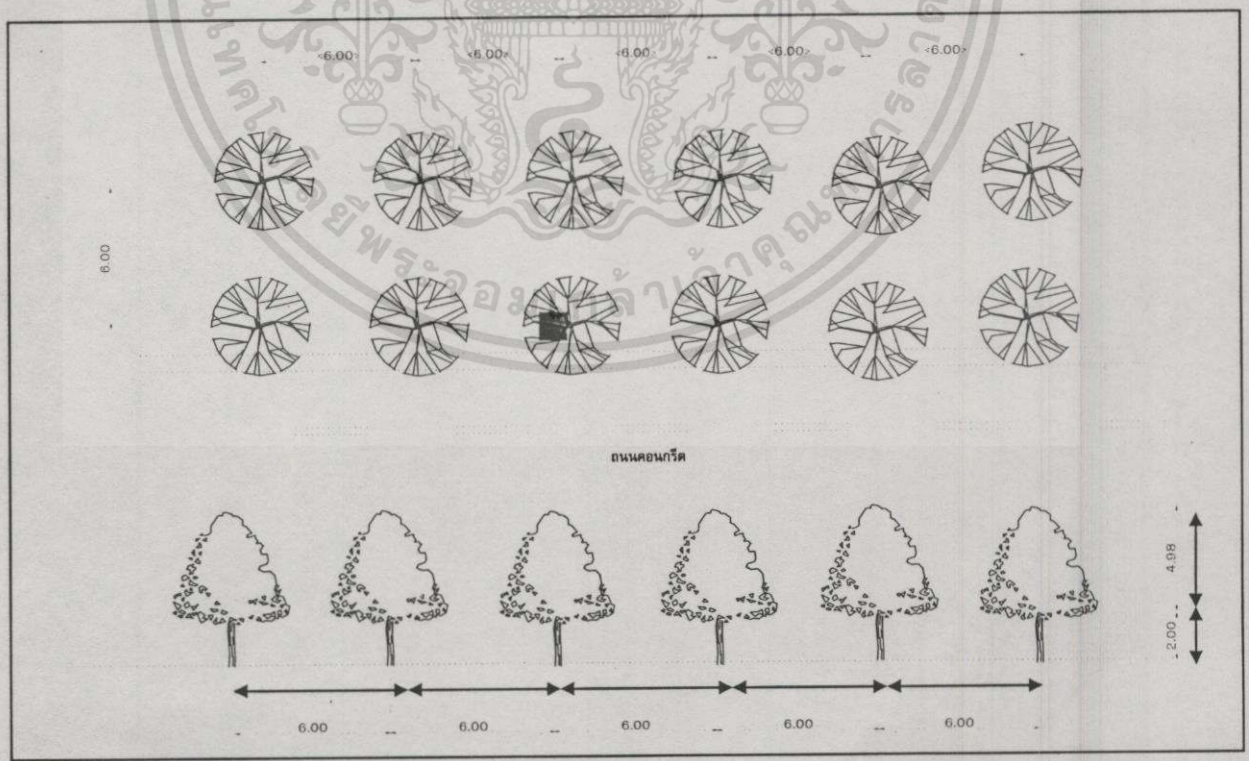
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดลองที่ 2 ระยะห่าง 6.00ม.



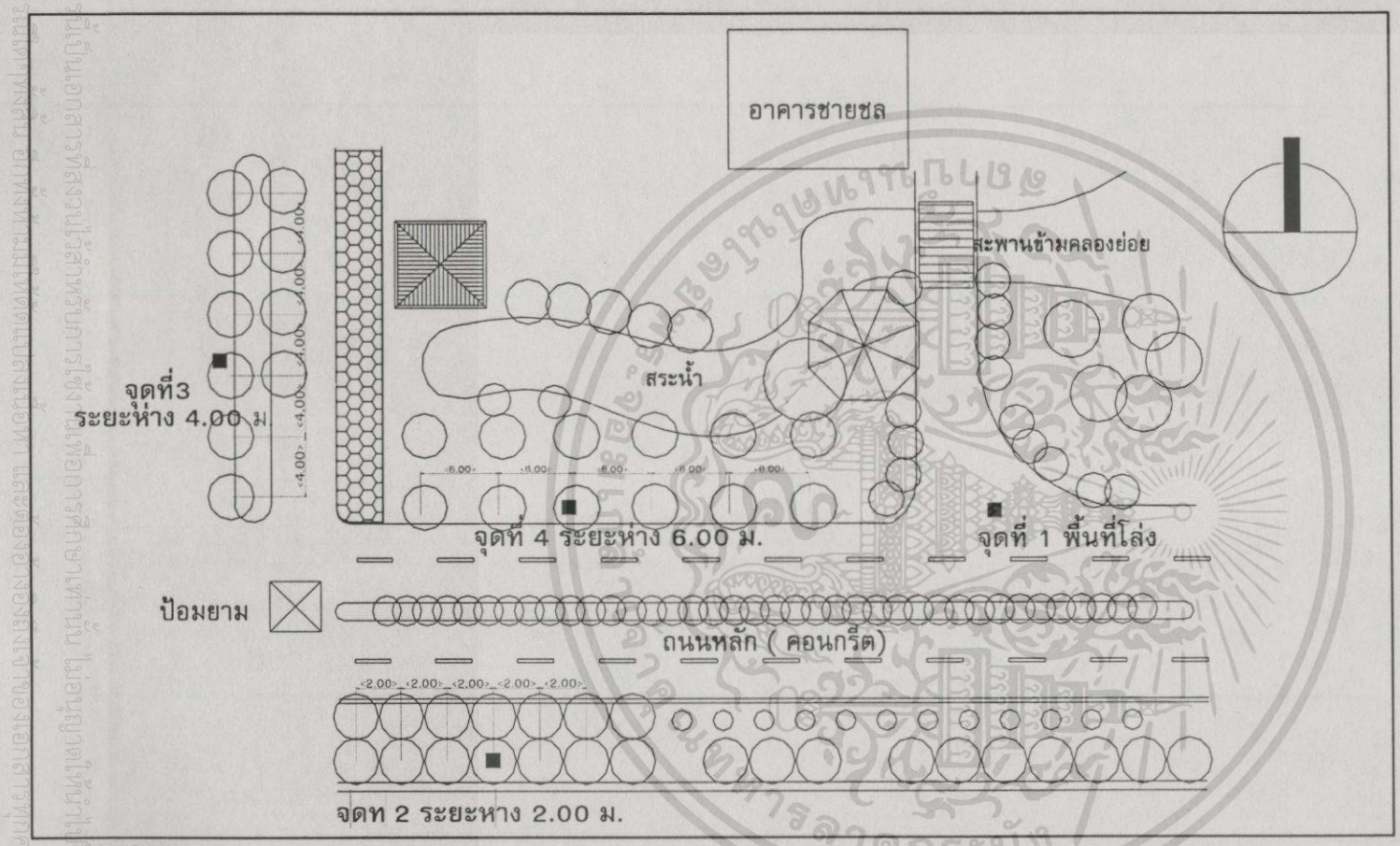
ภาพที่ 8.30 แสดงรายละเอียดในการทดลองระยะห่างต้นไม้ 4.00 ม.

แบบทดลองที่ 3 ระยะห่าง 8.00 ม.



ภาพที่ 8.31 แสดงรายละเอียดในการทดลองระยะห่างต้นไม้ 6.00 ม.

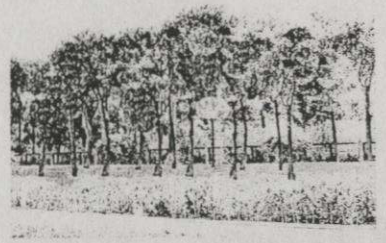
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



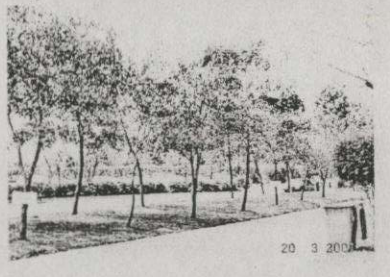
ภาพที่ 8.32 แสดงผังบริเวณแสดงตำแหน่งในการทำการทดลองที่ 2.2 (ระยะห่างของต้นไม้)

ภาพถ่ายต้นไม้ในการทดลอง

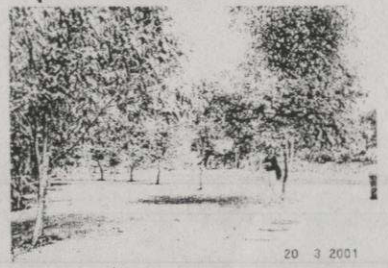
จุดที่ 2 ระยะห่าง 2.00 ม.



จุดที่ 3 ระยะห่าง 4.00ม.



จุดที่ 4 ระยะห่าง 6.00ม.



ตารางที่8.29 แสดงผลการบันทึกค่าตัวแปรภูมิอากาศจากระยะห่างต้นไม้

เวลา	ภายนอกร่มเงา				ระยะ 6.00 ม				ระยะ 4.00 ม				ระยะ 2.00 ม			
	T	Rad	W	Rh	T	Rad	W	Rh	T	Rad	W	Rh	T	Rad	W	Rh
9.30	31.7	742	1.2	69.1	30.9	100	0.6	73.3	31.4	124	0.7	74.2	30.3	65	1.4	73.5
9.45	31.9	742	1.5	68.8	31.1	100	1.3	71.5	30.7	124	2	71.1	30.3	65	2.8	71.4
10.00	31.7	742	1	63.2	31.4	100	0.8	67.5	31.2	124	0.7	68.7	30.7	65	1.6	71.4
10.15	32.1	742	1.7	63.4	31.7	100	1.2	68.1	31.2	124	1.3	68.7	30.5	65	1.8	73.1
10.30	33	742	3.2	62.4	32.9	100	2.3	68.1	32.9	124	1	66	31.4	65	1	69.9
10.45	33.2	780	0.6	60.9	32.1	155	0.7	64.8	31.7	145	1.4	63.5	31.5	107	1.5	70.3
11.00	32.7	780	0.8	60.4	32.4	155	1.3	62.7	32.1	145	1	59.7	31.3	107	4	68.3
11.15	33	780	0.7	60.4	32.8	155	1.5	62	32.6	145	0.2	63.6	31.8	107	0.5	61.6
11.30	33.2	780	12	63.3	33.5	155	0.5	63.3	33.2	145	0.2	61	31.5	107	2.7	65.5
11.45	33.2	675	1.3	58.9	32.8	180	1.3	60.5	32.8	160	1.3	60.9	32.5	108	0.7	63.5
12.00	34	675	1.3	59.9	33.7	180	0.6	57.7	33.5	160	1.3	54.3	32.6	108	0.7	64.4
12.15	34.8	675	0.5	57.7	34.5	180	0.9	57.3	34.4	160	1.7	57.7	32	108	0.8	61.2
12.30	34.6	675	2.5	60	33.9	180	0.4	56	33.6	160	0.3	61.2	32.3	108	1.1	65.6
12.45	34.2	510	0.6	59.3	34	130	0.7	57	33.9	105	0.2	58.7	32.2	95	1.9	66.2
13.00	35.6	510	0.4	58.3	35.5	130	0.4	56.8	35.1	105	1.4	57.7	33.2	95	0.2	58.7
13.15	35.9	510	1.2	57.6	35.5	130	0.3	56.2	34.3	105	0.2	58.4	33.5	95	0.4	59.3
13.30	36.2	510	0.4	54.9	35.5	130	0.4	54.3	34.5	105	0.6	55.9	33.9	95	0.4	56.4
13.45	37.3	700	1.4	49.2	36.6	180	0.9	50.7	34.6	170	0.4	49.2	33.7	125	0.2	59.7
14.00	36.7	700	0.8	49	36.4	180	0.3	47.3	35.9	170	0.6	48.8	33.8	125	1.8	58.9
14.15	36.9	700	0.8	51.4	35	180	1	50	34.9	170	0.6	53.7	33.9	125	0.5	54
14.30	36.5	700	0.4	53.5	34.6	180	0.8	53.5	34.6	170	0.7	53.6	33.5	125	2.2	55.2
14.45	37.6	545	1.1	49.3	35.8	160	0.6	54.7	35.3	125	0.7	51.7	34.5	110	0.8	50.7
15.00	35.2	545	0.8	53.3	34.7	160	1.1	53.3	34.2	125	1.1	52.6	34.4	110	0.2	52.6
15.15	35.8	545	1.2	50.3	35.6	160	0.2	48.5	34.3	125	0.6	52.1	33.5	110	3	57.3
15.30	35.4	545	0.6	50.9	35.1	160	0.3	53.2	34.4	125	1.1	53.6	34	110	2	56.2
15.45	35.5	340	0.8	52.7	35	92	0.2	55.1	34.8	58	0.6	50.7	34.7	50	0.6	50.6
16.00	35	340	1.1	51.3	34.6	92	0.2	55.5	34.5	58	0.2	53.2	34.4	50	0.6	52.3
16.15	35.3	340	0.8	54.2	35.1	92	0.9	51.3	34.6	58	0.5	51.7	34.3	50	0.6	56.6
16.30	34.6	340	0.8	55.2	34.4	92	0.4	51.6	34.1	58	0.2	54.8	33.9	50	2.1	56.4
16.45	34.4	160	0.7	56.8	34.1	60	0.5	54.1	33.9	55	0.4	55.6	33.7	42	0.9	57.6
17.00	34.3	160	1.2	55.1	34	60	0.8	56.4	33.9	55	0.6	58.3	33.5	42	1.1	59.2

* **หมายเหตุ** T อุณหภูมิอากาศ ^{o}C Rh ความชื้นสัมพัทธ์ %
W ความเร็วลม m/s Rad การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ W/m^2

** **สภาพท้องฟ้าของการทดลองที่ 2.2ณ.วันที่ทำการวัด**
ในช่วงเช้า 9.30 – 11.00น. ปริมาณเมฆประมาณ 10% และช่วง 11.45 – 13.30น. ท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมประมาณ 40% และตั้งแต่ 13.45 น.เป็นต้นไป ท้องฟ้าโปร่งอีกครั้ง ปริมาณเมฆประมาณ 10- 20% และในช่วงเย็นปริมาณเมฆเพิ่มขึ้นเล็กน้อยอย่างต่อเนื่อง ความโปร่งของท้องฟ้าลดลง

*** **สภาพลมของการทดลองที่ 2.2 ณ.วันที่ทำการวัด**
ช่วงเช้าและเย็น มีความแปรปรวนสูง ในช่วงเช้านั้นลมจะพัดมาจากรอบทิศโดยเฉพาะทิศตะวันออก ส่วนช่วงบ่าย พัดมาจากทิศตะวันตกและทิศใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลสรุปค่าสูงสุด – ต่ำสุด ค่าความต่างและค่าเฉลี่ยของตัวแปรภูมิอากาศในการทดลองที่2.2

ตารางที่8.30แสดงค่าสูงสุด – ต่ำสุด ค่าความต่างและค่าเฉลี่ยของตัวแปรภูมิอากาศของต้นไม้ระยะห่าง 2.00 ม.

ระยะห่าง 2.00ม.	Maximum		Minimum		Daily Variation		ค่าเฉลี่ย	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
อุณหภูมิ (°C)	37.6	34.9	31.1	30.3	6.5	4.6	34.13	32.80
เวลา	14.45	14.15	10.30	9.30				
ความชื้นสัมพัทธ์(%)	73.4	73.5	49	50.7	24.4	22.8	57.11	61.21
เวลา	10.15	9.30	14.45	14.45				
ความเร็วลม (m/s)	3.2	1.9	0.4	0.2	2.8	1.7	1.4	1.29
เวลา	10.30	12.45	13.00	13.45				
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (W/m^2)	780	125	340	50	440	75	556.5	61.02
เวลา	10.45	13.45	17.00	17.00				

ตารางที่8.31แสดงค่าสูงสุด – ต่ำสุด ค่าความต่างและค่าเฉลี่ยของตัวแปรภูมิอากาศของต้นไม้ระยะห่าง 4.00 ม.

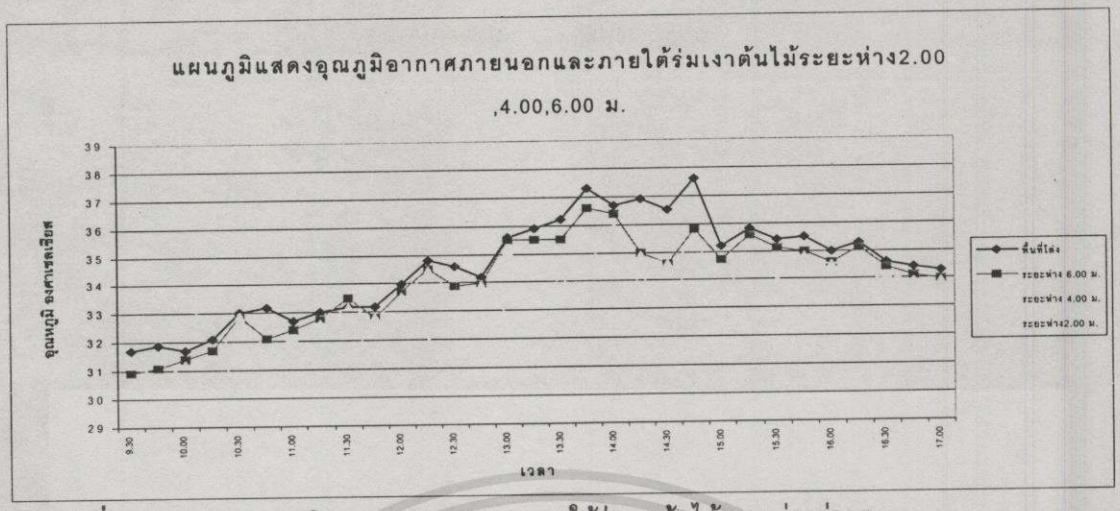
ระยะห่าง 4.00ม.	Maximum		Minimum		Daily Variation		ค่าเฉลี่ย	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
อุณหภูมิ (°C)	37.6	35.9	31.1	31.2	6.5	4.7	34.13	33.6
เวลา	14.45	14.00	10.30	10.15				
ความชื้นสัมพัทธ์(%)	73.4	50.7	49	48.2	24.4	2.5	57.11	58.09
เวลา	10.15	9.30	14.45	13.15				
ความเร็วลม (m/s)	3.2	1.4	0.4	0.2	2.8	1.2	1.4	0.76
เวลา	10.30	13.00	13.00	13.15				
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (W/m^2)	780	170	340	55	440	110	556.5	122.8
เวลา	10.45	13.45	17.00	17.00				

ตารางที่8.32แสดงค่าสูงสุด – ต่ำสุด ค่าความต่างและค่าเฉลี่ยของตัวแปรภูมิอากาศของต้นไม้ระยะห่าง 2.00 ม.

ระยะห่าง 6.00ม.	Maximum		Minimum		Daily Variation		ค่าเฉลี่ย	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
อุณหภูมิ (°C)	37.6	36.6	31.1	31.7	6.5	4.9	34.13	33.8
เวลา	14.45	13.45	10.30	9.30				
ความชื้นสัมพัทธ์(%)	73.4	74.1	49	47.3	24.4	26.8	57.11	57.82
เวลา	10.15	10.15	14.45	14.00				
ความเร็วลม (m/s)	3.2	2.3	0.4	0.2	2.8	2.1	1.4	0.755
เวลา	10.30	10.30	13.00	15.15				
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (W/m^2)	780	180	340	92	440	88	556.5	132.1
เวลา	10.45	13.45	17.00	17.00				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

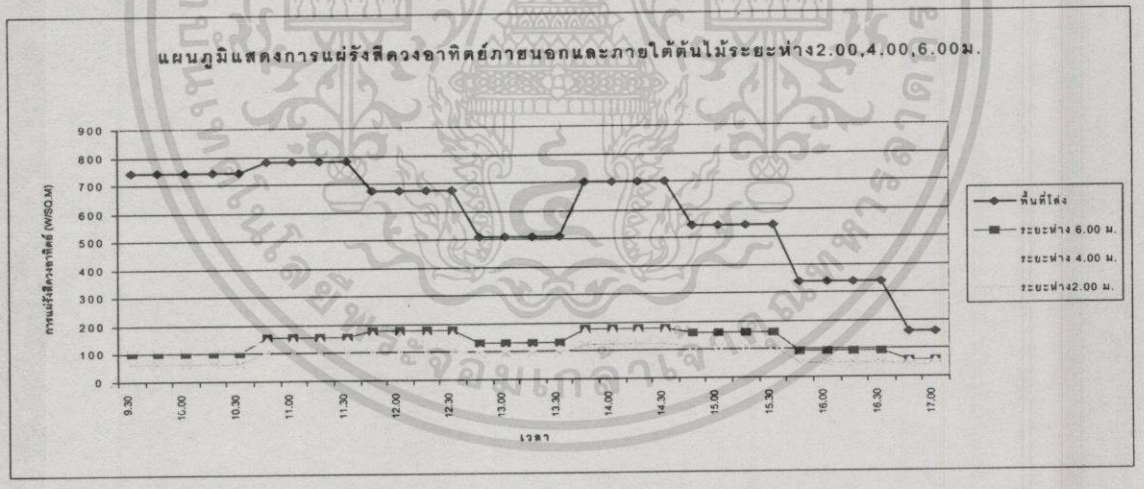
แผนภูมิการทดลองที่ 2.2



แผนภูมิที่ 8.19แสดงอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายใต้ร่มเงาต้นไม้ระยะห่างต่างๆ

อุณหภูมิ

ที่ระยะห่าง 2.00 ม. จะต่ำกว่าอย่างเห็นได้ชัด โดยตลอด ส่วนในระยะห่าง 4.00 ,6.00ม. อุณหภูมิจะเกาะกลุ่มกันและใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอก โดยที่ระยะ4.00ม. จะต่ำกว่าเพียงเล็กน้อย และมีบางช่วงเวลาที่อุณหภูมิภายในสูงกว่าภายนอก อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยอย่างต่อเนื่อง จาก 9.30 – 13.30 น. ที่ระดับ 30-35 $^{\circ}$Cและจะสูงสุดที่เวลา 14.00 -15.00น. อยู่ที่ประมาณ 37°Cและจะลดลงมาอยู่ที่ 35°Cไปจนถึง17.00น.



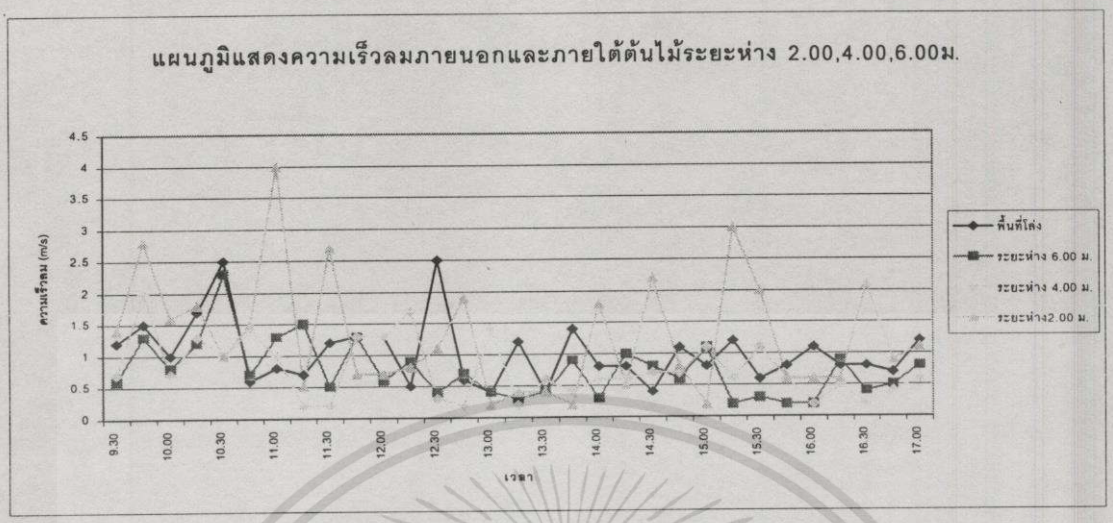
แผนภูมิที่ 8.20 แสดงภายนอกและภายใต้ร่มเงาต้นไม้ระยะห่างต่างๆ

การแผ่รังสีดวงอาทิตย์

การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ภายในร่มเงาจะมีสัดส่วนแปรตามภายนอก โดยเฉลี่ยแล้วอยู่ที่ 80-160 W/m^2 ตลอดทั้งวัน ในขณะที่ภายนอก จะแปรปรวนเป็น 3 ช่วงเวลา

ช่วงเช้า อยู่ที่ระดับ 700-800 W/m^2 ช่วงเวลากลางวัน 500-700 W/m^2 และช่วงเย็น 700-200 W/m^2 สาเหตุที่ช่วงเวลากลางวัน(12.30-13.30) การแผ่รังสีดวงอาทิตย์น้อย เนื่องจากท้องฟ้ามีปริมาณเมฆมาก ทำให้การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ลดลง รังสีดวงอาทิตย์ในช่วงบ่ายส่วนมากเป็นรังสีกระจาย ซึ่งเป็นผลจากสัดส่วนของท้องฟ้า ระยะห่าง 2.00 ม. ป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ได้มากที่สุด

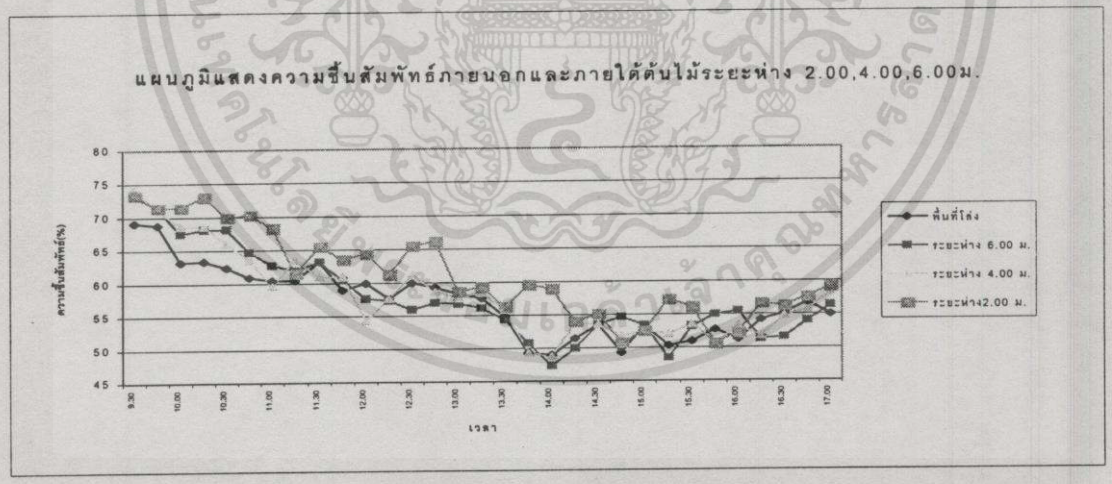
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภูมิที่ 8.21 แสดงความเร็วลมภายนอกและภายใต้ต้นไม้ระยะห่างต่างๆ

ความเร็วลม

โดยเฉลี่ยความเร็วลมที่กลุ่ม 2.00 ม. จะมากที่สุดแต่จะมีความแปรปรวน ตั้งแต่ 0.2 – 3.8 m/s รองลงมาคือ ความเร็วลมภายนอก คือ .050 –2.50 m/s ในระยะ 4.00,6.00ม. จะมีความใกล้เคียงกัน คือประมาณ 0.2 –2.3 m/s โดยเฉลี่ยแล้วจากภายนอกลมจะเปลี่ยนแปลงในช่วงเช้า ประมาณ 1.0–2.5 m/s ช่วงบ่ายค่อนข้างคงที่ในระดับ 0.4 – 1.0 m/s



แผนภูมิที่ 8.22 แสดงความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกและภายใต้ต้นไม้ระยะห่างต่างๆ

ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างไม่มีอะไรแตกต่าง ลักษณะการเปลี่ยนแปลงเป็นไปในทิศทางเดียวกันอยู่ระหว่าง 50-70% ที่ระยะห่าง 2.00ม. จะมีความชื้นสูงกว่าโดยเฉลี่ยเล็กน้อย และ ที่ระยะ4.00 ,6.00ม. จะใกล้เคียงกันแต่จะน้อยกว่าในช่วงเช้า เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากการพัดพาของกระแสลมตลอดทั้งวัน ทำให้ความชื้นบริเวณ 4.00,6.00ม. ใกล้เคียงกันไปตลอดจนถึง 17.00น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

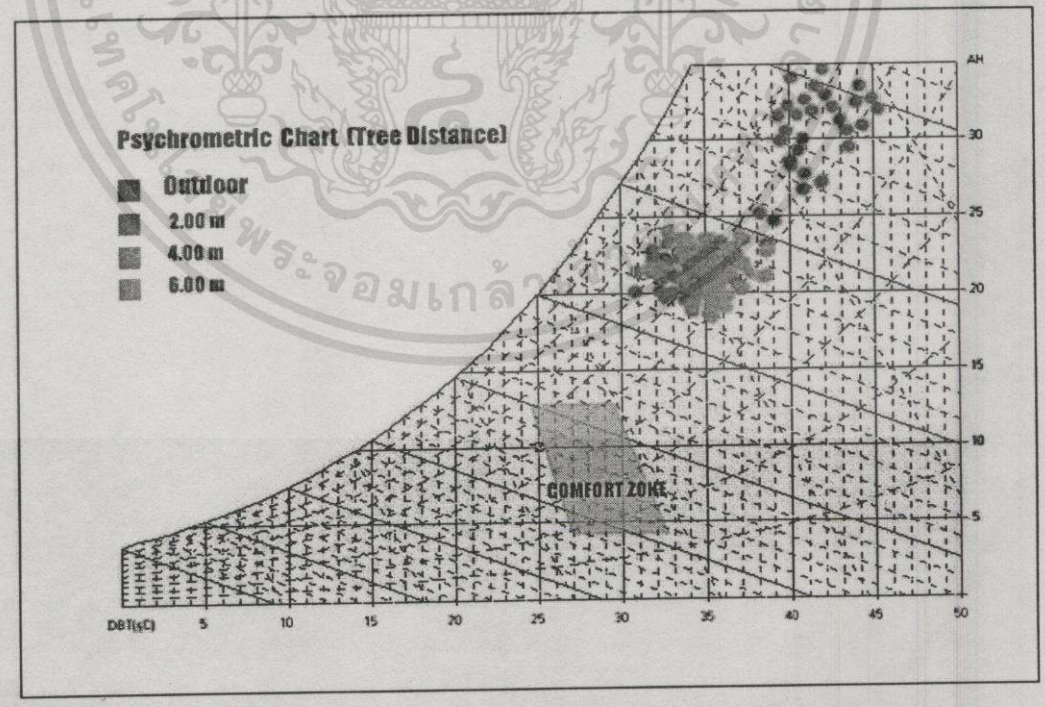
ตารางที่8.33 แสดงค่าเฉลี่ยการทดลองของตัวแปรสภาพภูมิอากาศจากระยะห่างต้นไม้

การทดลองที่ 2.2 ระยะห่าง	ค่าเฉลี่ยการทดลอง			
	T	Rad	W	Rh
ภายนอกร่มเงา	34.50	556.5	1.4	57.11
ระยะห่าง 6.00 ม.	33.80	132.1	0.755	57.82
ระยะห่าง 4.00 ม.	33.60	122.8	0.768	58.09
ระยะห่าง 2.00 ม.	32.80	87.75	1.294	61.213

ตารางที่8.34แสดงค่าเฉลี่ยความแตกต่างของตัวแปรสภาพภูมิอากาศจากระยะห่างต้นไม้ (ภายนอก – ภายใน) ณ. วันที่ทำการทดลองตั้งแต่ช่วงเวลา 9.30 – 17.00 น.

ค่าความแตกต่างตัวแปรภูมิอากาศ ระยะห่างต้นไม้	T	Rad	W	Rh
ระยะห่างต้นไม้ 6.00 m	0.7	461	0.63	-0.97
ระยะห่างต้นไม้ 4.00 m	1.7	446	0.64	-0.69
ระยะห่างต้นไม้ 2.00 m	0.9	492.13	0.10	-04.0

แผนภูมิ Psychrometric Chart แสดงผลการทดลองที่ 2.2
(ตัวแปรที่ใช้ในการแสดงผลได้แก่ อุณหภูมิอากาศ การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ และความชื้นสัมพัทธ์)



แผนภูมิที่ 8.23 แสดงตำแหน่งสภาพภูมิอากาศการทดลองที่2.2 ด้วย Psychrometric Chart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทวิเคราะห์การทดลองที่ 2.2

ผลสรุปสภาพภูมิอากาศณ. ช่วงเวลาต่างๆภายใต้การทดลองระยะห่างของต้นไม้ 2.00 ม.,4.00ม., 6.00ม. ดังนี้

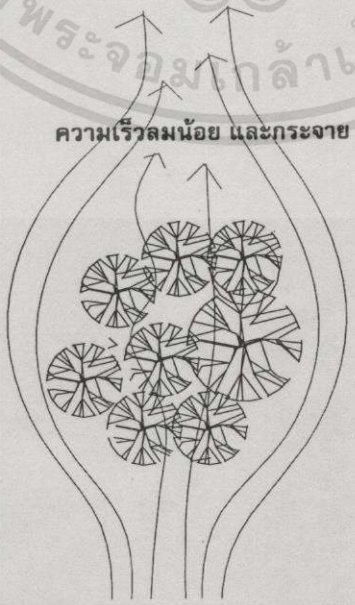
- ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศที่เกิดจากระยะห่างจะเห็นได้ว่า ในระยะ 2.00 ม. จะมีอุณหภูมิต่ำสุดประมาณ 32.85 °C ในขณะที่ระยะห่าง 4.00 – 6.00 ม. โดยรวมจะมีค่าใกล้เคียงกันคือประมาณ 33.7 –33.9 °C ห่างกันประมาณ 1 °Cและเมื่อเปรียบเทียบกับสภาพภายนอกอุณหภูมิจะต่างกันประมาณ 1.2-2.0 °C
- ค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ ระยะห่างระหว่างต้น 2.00 ม. จะมีความชื้นสูงที่สุดอยู่ที่ 61.02% และระยะห่าง 4.00 – 6.00 ม. จะใกล้เคียงกันโดยประมาณ 57.58%
- ค่าเฉลี่ยของความเร็วลม ณ. ระยะห่าง 2.00ม. คือ 1.299 m/s ในขณะที่ ระยะห่าง 4.00,6.00 ม. จะมีค่าประมาณ 0.7 m/s
- ค่าเฉลี่ยของการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ที่ระยะห่าง 2.00 ม . จะลดรังสีได้ชัดเจนที่สุด คือ 61 w/m^2 ในขณะที่ระยะห่าง4.00, 6.00 ม. มีค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ 122-132 w/m^2

ผลการทดลองสามารถนำมาเปรียบเทียบได้ดังนี้

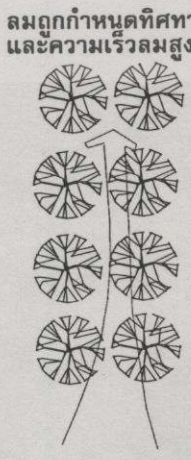
	2.00ม.	4.00ม.	6.00ม.
อุณหภูมิ	ต่ำสุดและคงที่ตลอดวัน	ปานกลางใกล้เคียงระยะ 6.00ม.	สูงที่สุด
การแผ่รังสี	น้อยที่สุด	ปานกลาง	สูงที่สุด
ความเร็วลม	สูงสุดโดยเฉลี่ย	ปานกลาง	น้อยที่สุด
ความชื้นสัมพัทธ์	สูงที่สุด	ปานกลาง	น้อยที่สุด

การพาความร้อน

เมื่อนำผลการทดลอง 2.1 เข้ามาเปรียบเทียบ จะเห็นค่าความเร็วลมที่ขัดแย้งกันอยู่นั่นคือ บริเวณที่มีการกระจุกตัวของต้นไม้มากจะลดความเร็วลม แต่ในการทดลองนี้ บริเวณที่มีการจัดระยะห่างระหว่างต้นน้อยกลับมีความเร็วลมที่เพิ่มขึ้น จากความแตกต่างนี้ เมื่อพิจารณาถึงความแตกต่างของรูปแบบในการทดลองแล้ว พบว่าลักษณะของการจัดรูปแบบของกลุ่มต้นไม้จะมีผลต่อลักษณะกระแสลมและการพาความร้อนดังนี้



ภาพที่2.1



ภาพที่2.2

ภาพที่8.33 แสดงการเปรียบเทียบการพาความร้อนผ่านกลุ่มต้นไม้แบบกลุ่มและแบบเว้นทางลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่ารูปแบบการจัดวางกลุ่มต้นไม้มีผลต่อปริมาณและทิศทางลม

2.1 จะกดกระแสลมให้ลดต่ำลง โดยบริเวณภายใต้กลุ่มใบจะเกิด จุดอับลม(Wind Shadow)ใกล้พื้นผิวด้านล่างใบ หากมีระดับพื้นที่ใต้กลุ่มใบที่ต่ำเกินไป จะทำให้เป็นพื้นที่ไม่ถ่ายเทอากาศ (Dead Air Space) การไหลของลมจะเป็นแบบกระจาย

2.2 ลักษณะการวางเป็นแนวอย่างต่อเนื่องและมีพื้นที่เว้นว่างเล็กน้อยสำหรับการถ่ายเทความร้อนระหว่างต้นไม้แต่ละต้นจะทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างต้นไม้กับอากาศได้มาก และยังสามารถช่วยกำหนดทิศทางของลมให้เป็นไปแบบทางเดียว ดังนั้นจากการควบคุมทิศทางของลมนี้ทำให้สามารถรักษาความเร็วลมได้มากกว่าแบบกระจาย

นอกจากการพาที่เกิดจากการสร้างแนวกระแสลมแล้ว การพาความร้อนจากอากาศภายนอกเข้ามาบริเวณใต้ทรงพุ่มต้นไม้จะมีบางช่วงเวลาที่อุณหภูมิภายในสูงกว่าภายนอกซึ่งสาเหตุหนึ่งอาจเกิดจาก กระแสลมพัดพาเอาความร้อนบางส่วน จากบริเวณถนนคอนกรีตซึ่งมีค่าการเปล่งรังสีกลับ (Emission) สูงเข้ามาสู่บริเวณใต้ต้นไม้ เพื่อรักษาสภาพสมดุลยทางพลังงานความร้อน ผนวกกับบริเวณภายใต้ทรงพุ่มเป็นลักษณะทึบความร้อนจึงลอยตัวขึ้นบริเวณใต้กลุ่มใบ ความร้อนจึงไม่สามารถถ่ายเทออกสู่บรรยากาศได้ในทันที การถ่ายเทจึงเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไป

การแผ่รังสี

ระยะห่างที่มากจนเกินไปไม่สามารถควบคุมการเปล่งรังสีกลับได้มากนัก การควบคุมจึงกระจายอยู่ในรัศมีของพื้นที่เงาใต้ต้น ณ. บางช่วงเวลาเท่านั้น

จากผลการทดลองนี้ไม่สามารถสรุปได้ว่าระยะห่าง 2.00 เมตร เป็นระยะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับในทุกกรณี แต่เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 3 ระยะ 2.00 เมตร จะให้ผลดีที่สุด ในการออกแบบยังต้องคำนึงถึงการจัดวางกลุ่มต้นไม้ ชนิดของต้นไม้และคุณสมบัติทางกายภาพ อัตราการคายน้ำของต้นไม้ ขนาดราก และขนาดทรงพุ่มเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว โดยยึดระยะห่างขั้นต่ำสุดเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา

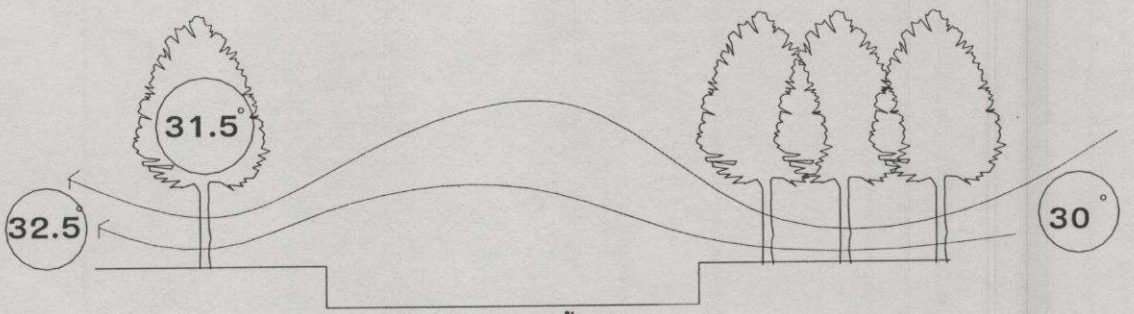
ผลของความแตกต่างของสภาพภูมิอากาศ จะเห็นความแตกต่างชัดเจนว่า ที่ระยะ 2.00 เมตร จะให้ผลต่อสภาวะน่าสบายได้ดีที่สุด เนื่องจากระยะห่าง 4.00 ม. ,6.00 เมตร นั้นจะให้ผลในลักษณะของต้นไม้เดี่ยวที่กระจายอุณหภูมิได้ในจุดเล็กๆ ในหลายตำแหน่งมากกว่าผลของการจัดเป็นกลุ่มก้อน เป็นระยะที่เกินศักยภาพในการเหนี่ยวนำความเย็นและการกระจายอุณหภูมิสู่บริเวณใกล้เคียง ยิ่งมีระยะห่างมาก การกระจายความเย็นหรือการลดอุณหภูมิจะยิ่งเบาบางลง ซึ่งจะส่งผลต่อกระบวนการที่สำคัญได้แก่

ความผันแปรของอุณหภูมิระหว่างวัน จะเห็นได้ว่าค่าความต่างตลอดช่วงเวลากลางวันภายใต้ต้นไม้จะทำให้อุณหภูมิค่อนข้างคงที่ เฉลี่ย 4.6-4.9 °C ในขณะที่อุณหภูมิระหว่างวันภายนอก จะมีค่าความต่างประมาณ 6.5 °C ต่อวัน เนื่องจากภายนอกสามารถรับรังสีดวงอาทิตย์ที่มีความเข้มสูงได้โดยตรง และรวดเร็ว และบริเวณพื้นที่โล่งจะทำให้คายความร้อนกลับสู่บรรยากาศได้สะดวก โดยที่

การแผ่รังสีระหว่างวันภายนอกมีค่าความแปรปรวน 440 w/m^2

การแผ่รังสีระหว่างวันภายใต้ร่มเงามีค่าความแปรปรวน 75-110w/m^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่8.34 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่เกิดจากการพาความร้อนจากแหล่งความร้อน

การแสดงผลโดยแผนภูมิ Psychrometric Chart

จากPsychrometric Chart พบว่า ช่วงอุณหภูมิที่รวมการแผ่รังสี(Globe Temperature)และความชื้นมีดังนี้

	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
ภายนอก	39-46	50-70
6.00ม.	35-37	50-60
4.00ม.	35-37	50- 70
2.00ม.	32-36	50-80 (เข้าใกล้ภาวะน่าสบายมากที่สุด)

จะเห็นได้ว่าค่าความต่างของอุณหภูมิภายนอกและภายในจะต่างกันมากอยู่ในช่วง 7 –10 °C ระยะห่างของต้นไม้ 2.00 ม. สามารถลดอุณหภูมิได้มากที่สุด ส่วนระยะ4.00 ,6.00จะค่อนข้างเกาะกลุ่ม และมีค่าความต่างน้อย แต่อย่างไรก็ตาม ความชื้นที่สูงยังคงเป็นปัญหาที่ทำให้เกิดภาวะที่ไม่สบาย

เมื่อพิจารณาแผนภูมิ Psycrometric Chart แล้ว ผลการทดลองที่แตกต่างอย่างเห็นได้ชัดคือ อุณหภูมิ Globe Temperature ของภายนอกและภายใต้ร่มเงา อันเป็นผลสืบเนื่องมาจาก การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ใกล้เคียงกันทั้งภายนอกและภายใต้ร่มเงา เนื่องจากการกระจายสภาพภูมิอากาศของภายนอกโดยเฉพาะความชื้นเกิดขึ้นได้ง่าย ทั้งนี้เพื่อรักษาสมดุลยทางธรรมชาติ และสภาพโดยรวมความชื้นจะสูงทั้งภายนอกและภายใต้พุ่มในการที่จะการปรับเข้าสู่สภาวะน่าสบายได้นั้น จะต้องอาศัยความเร็วลมเข้ามาช่วยลดปริมาณความชื้นในอากาศบริเวณใต้พุ่มลงลง และเมื่อนำตัวแปรที่วัดได้ทั้ง 4ตัวแปรมาประมวลผล โดยใช้มาตรฐาน CETแล้วจะได้ผลดังตารางCET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่8.35แสดงช่วงอุณหภูมิ CETเปรียบเทียบกลางแจ้งและภายใต้ร่มเงาต้นไม้ระยะห่างต่างๆ

CET	out	6m	4m	2m
9.30น.	36.73	29.56	30.33	28.52
9.45น.	36.79	29.11	30.51	28.19
10.00น.	36.81	29.41	30.74	28.68
10.15น.	36.15	29.73	30.06	28.63
10.30น.	36.70	30.83	30.30	29.28
10.45น.	37.56	30.46	30.49	29.76
11.00น.	37.42	29.97	30.12	29.21
11.15น.	37.29	30.54	30.37	29.35
11.30น.	37.43	31.67	31.16	29.22
11.45น.	37.39	30.89	30.84	30.19
12.00น.	36.59	31.47	30.59	30.40
12.15น.	37.60	31.99	30.57	29.51
12.30น.	37.47	31.89	31.72	30.16
12.45น.	36.83	31.13	31.50	29.92
13.00น.	35.72	32.23	32.32	30.31
13.15น.	36.01	32.93	32.65	30.56
13.30น.	35.64	31.25	32.00	30.63
13.45น.	39.12	33.35	31.54	31.18
14.00น.	38.53	32.80	33.03	30.96
14.15น.	39.12	30.99	31.76	31.60
14.30น.	39.06	31.80	31.16	30.85
14.45น.	37.80	30.99	31.86	30.75
15.00น.	35.95	31.60	30.93	31.47
15.15น.	36.26	31.98	31.31	30.22
15.30น.	35.75	32.36	31.13	30.57
15.45น.	34.22	31.29	31.49	30.23
16.00น.	33.57	30.95	30.90	30.76
16.15น.	33.94	31.08	30.85	30.11
16.30น.	33.87	30.56	30.58	30.22
16.45น.	31.59	30.20	30.16	29.98
17.00น.	31.27	30.33	30.29	29.93

หมายเหตุ **ช่วงอุณหภูมิใกล้ Comfort Zone**

ช่วงอุณหภูมิใกล้ Comfort Zone

☐ 24.9 – 26.9 °C ช่วงขอบเขตล่าง ☐ 27.0 – 28.9 °C ช่วงขอบเขตบน

ช่วงอุณหภูมิเหนือขอบเขตความความสบาย (Comfort Zone)

☐ 29.0 – 30.9 °C ☐ 31.0 – 32.9 °C

☐ 33.0 – 34.9 °C ☐ 35.0 - 36.9 °C

☐ 37.0 °C เป็นต้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแสดงผลโดยใช้มาตรฐานอุณหภูมิ CET

ในช่วงเวลา Overheat Period หรือช่วงความร้อนสูงเกินภาวะสบาย จะตกในช่วงเวลาประมาณ 10.45 – 16.30 น. โดย

ภายนอก ไม่จัดอยู่ในช่วง สภาวะน่าสบายโดยเฉลี่ย ประมาณ 35 –37 °C

ระยะห่าง 2.00ม. จัดอยู่ในช่วง สภาวะน่าสบายประมาณ 12 % ของช่วงเวลาที่ทำการทดลอง โดยส่วนมากจะเกาะกลุ่มอยู่ในช่วงเช้า

ระยะห่าง 4.00ม. ไม่จัดอยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายเฉลี่ยอยู่ในช่วง 31-32.9 °C คิดเป็น33%

ระยะห่าง 6.00ม. ไม่จัดอยู่ในช่วง สภาวะน่าสบายเฉลี่ยอยู่ในช่วง 31-32.9 °Cคิดเป็น33%

แม้ว่าโดยส่วนใหญ่ต้นไม้จะช่วยให้เข้าสู่สภาวะน่าสบายได้ไม่ครอบคลุมตลอดทั้งวัน แต่ก็สามารถลดอุณหภูมิในเบื้องต้นลงได้ ประมาณ 6-7 °C ระยะที่ให้ผลทางอุณหภูมิ CET มากที่สุดคือ 2.00ม. เมื่อเปรียบเทียบกับแผนภูมิ Psychrometric chart แล้วพบว่า ที่ระยะห่าง2.00 ม. ให้ผลในการควบคุมอุณหภูมิได้ดีกว่าระยะ4.00และ6.00เมตร ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า **ระยะห่างต้นไม้จะให้ผลในการควบคุมรังสีดวงอาทิตย์และลดอุณหภูมิจากสภาพแวดล้อมได้ดี** นอกจากนี้ระยะการให้ความเย็น (Cooling Effect)ของต้นไม้ จะแปรตามขนาดของต้นไม้ด้วย ต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่ จะให้ผลทางด้านการกระจายความเย็นได้ในรัศมีที่ไกลกว่าถึงแม้ว่าจะเป็นบริเวณนอกทรงพุ่มก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บข้อมูลในการทดลอง

การทดลองที่ 2.3 รูปแบบการจัดต้นไม้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ชนิดต้นไม้ (รูปแบบทดลอง1) ต้นจามจุรี

รายละเอียดต้นไม้ ความสูง 10.85 ม. ระยะจากโคนต้นถึงพุ่มใบ 4.50 ม.
ขนาดทรงพุ่ม 15.00 ม. รูปทรงพุ่ม แผ่กว้าง

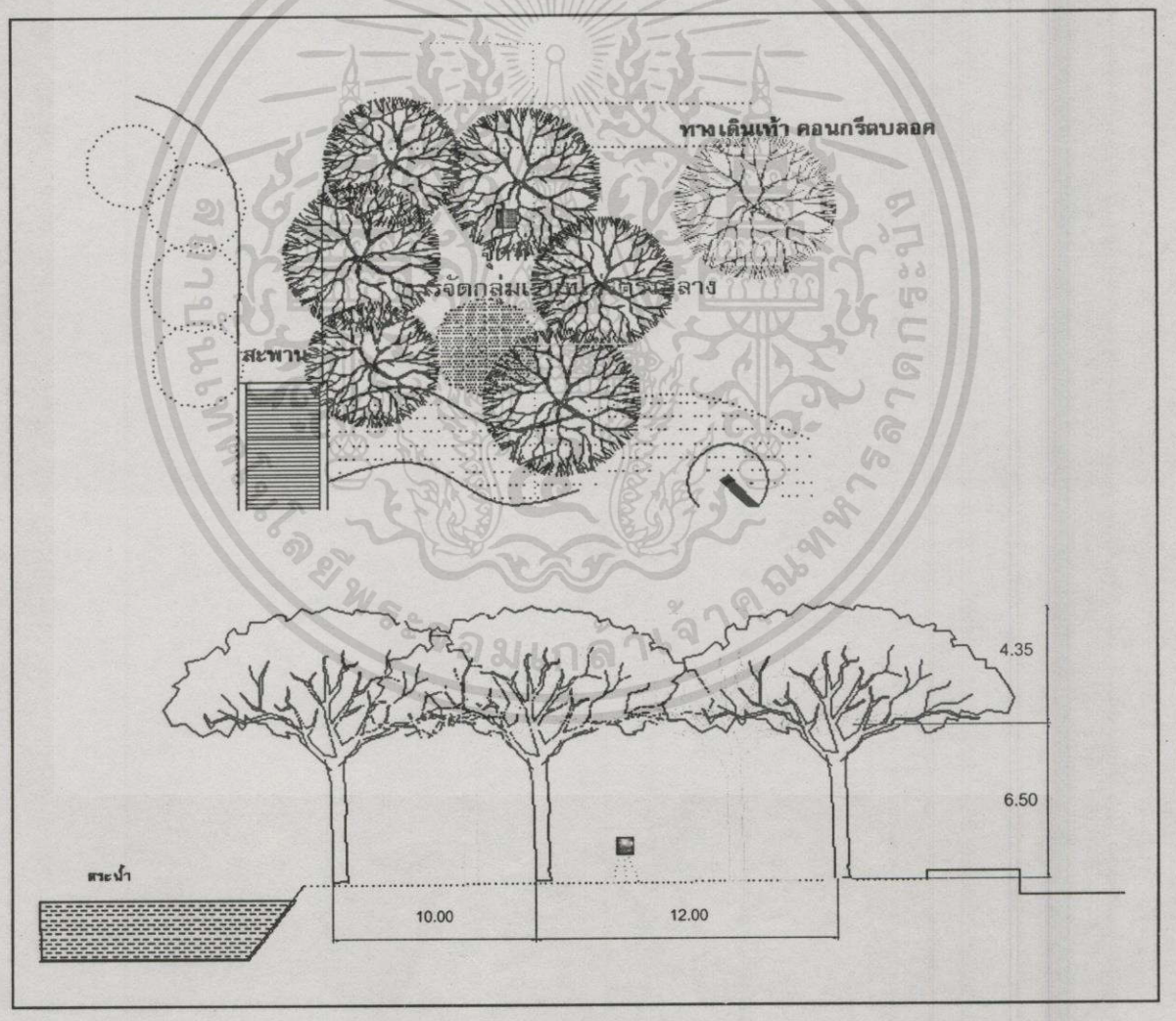
ชนิดต้นไม้ (รูปแบบทดลองที่ 2,3) ต้นเสลา

รายละเอียดต้นไม้ ความสูง 9.30ม. ระยะจากโคนต้นถึงพุ่มใบ 2.50ม.
ขนาดทรงพุ่ม 6.20ม. รูปทรงพุ่ม รูปทรงไข่ กลม

วันที่ทำการทดลอง 6 เมษายน 2544

สถานที่ บริเวณสนามราษฎร์ สวนหลวง ร.9

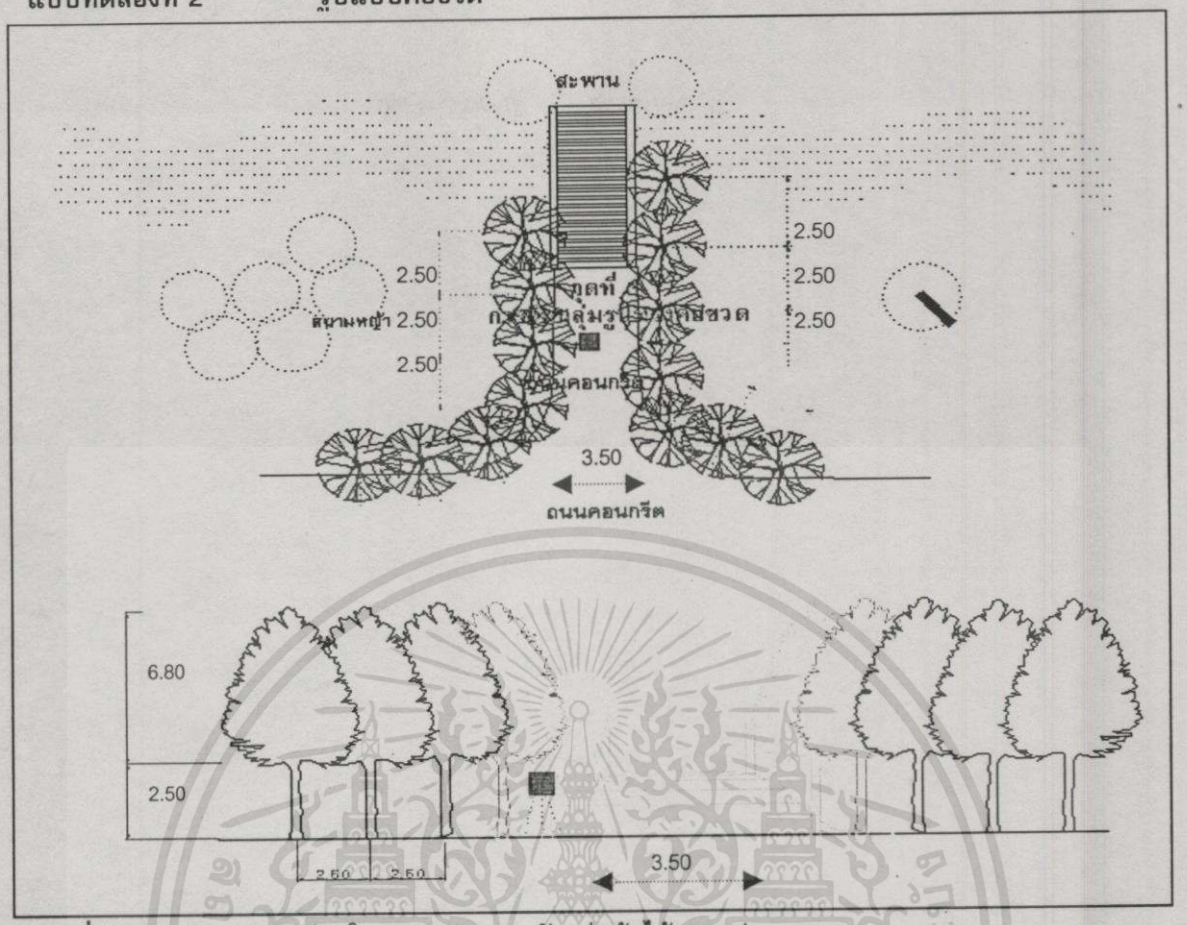
แบบทดลองที่ 1 **รูปแบบ เว้นที่โล่งตรงกลาง**



ภาพที่ 8.35 แสดงรายละเอียดในการทดลองการจัดกลุ่มต้นไม้แบบเว้นที่โล่งกลาง

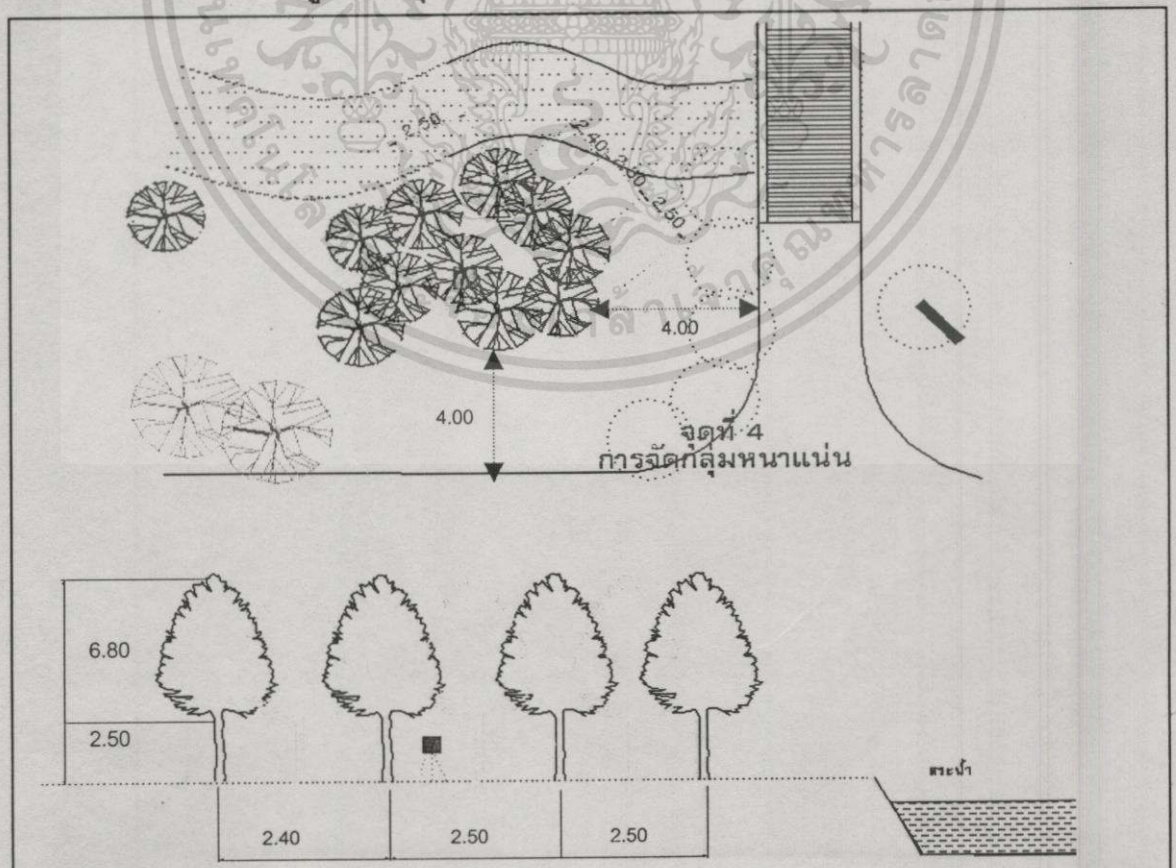
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดลองที่ 2 **รูปแบบคอขวด**



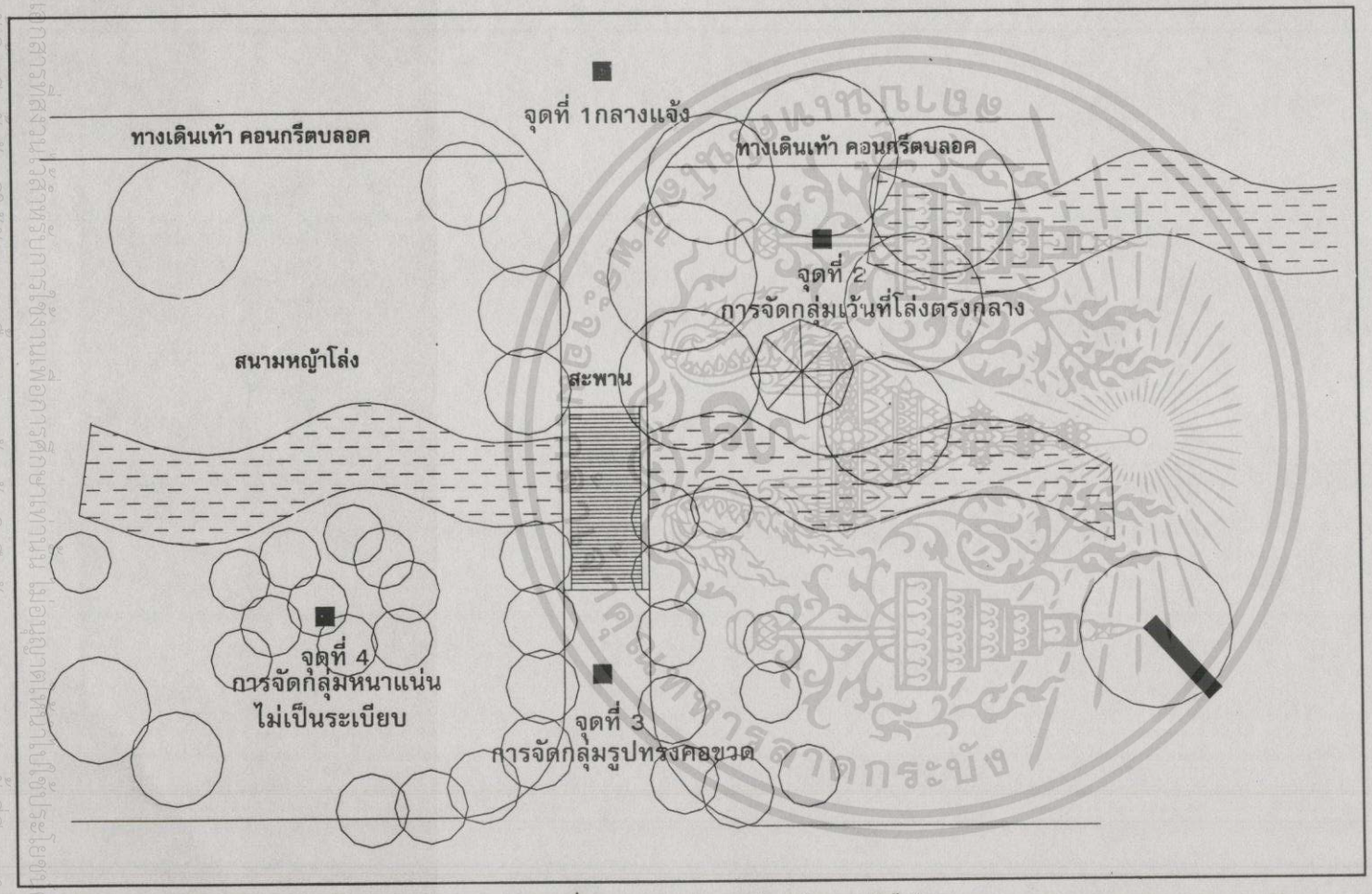
ภาพที่ 8.36 แสดงรายละเอียดในการทดลองการจัดกลุ่มต้นไม้แบบรูปทรงคอขวด

แบบทดลองที่ 3 **รูปแบบกลุ่มก้อน**



ภาพที่ 8.37 แสดงรายละเอียดในการทดลองการจัดกลุ่มต้นไม้แบบกลุ่มก้อน

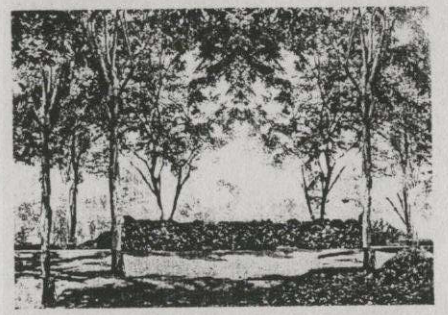
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่8.38 ผังบริเวณแสดงตำแหน่งในการทำการทดลองที่ 2.3 (รูปแบบการจัดกลุ่มของต้นไม้)

ภาพถ่ายต้นไม้ในการทดลอง

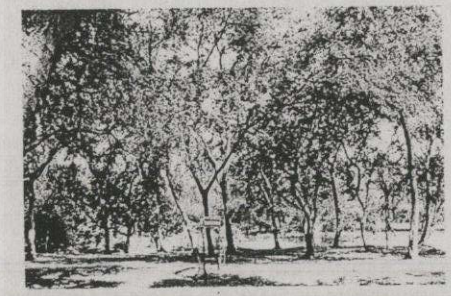
จุดที่ 2 จัดกลุ่มเว้นที่โล่งตรงกลาง



จุดที่ 3 การจัดกลุ่มก้อน หนาแน่น



จุดที่ 4 การจัดกลุ่มรูปทรงคอขวด



ตารางที่8.36 แสดงผลการบันทึกค่าตัวแปรภูมิอากาศจากรูปแบบการจัดกลุ่มต้นไม้

เวลา	ตำแหน่งกลางแจ้ง				รูปแบบกลุ่มก้อน				รูปแบบคอขวด				รูปแบบเว้นที่โล่ง			
	T	Rad	W	Rh	T	Rad	W	Rh	T	Rad	W	Rh	T	Rad	W	Rh
9.30	32.9	630	0.8	56.8	30.6	65	0.2	62.3	31.3	70	0.3	59.5	30.3	95	0.4	60.4
9.45	33.2	630	1.4	55.6	30.9	65	0.7	55.7	31.2	70	0.3	57.4	30.7	95	1.3	56
10.00	32	630	1.8	53.6	31.3	65	0.4	57.6	31.6	70	0.7	56.7	31.2	95	0.2	61.6
10.15	33	665	0.7	50.7	32.3	78	0.6	51.6	32.8	85	0.2	56.8	31.8	105	0.6	53.5
10.30	33.2	665	1	52.8	32.6	78	0.2	51.1	32.5	85	1.5	53.9	32	105	1	52.4
10.45	32.9	665	1	54	32.6	78	0.6	51.4	32.8	85	1	51.5	32.1	105	1.7	51.8
11.00	33.3	665	1.8	50.1	32.7	78	0.7	49.4	32.7	85	0.8	51.5	32.2	105	1.3	50.4
11.15	33.8	775	0.2	47.4	33.1	118	0.5	48.9	33.3	105	0.2	48.3	32.9	95	1.1	51.4
11.30	34	775	1.4	49.2	33.7	118	1.1	49	33.4	105	2.1	49.8	32.9	95	0.7	48.3
11.45	35.4	775	0.9	50.2	33.9	118	0.7	47.5	34.1	105	0.6	46.9	33.3	95	1.2	48.2
12.00	34.6	775	1.4	48.5	34.3	118	1.5	45.4	34.2	105	0.5	50.4	33.8	95	1.2	45.9
12.15	35.1	780	0.6	44.1	34.6	85	0.4	47.3	34.1	110	0.7	49.4	33.8	92	0.8	45.5
12.30	35.1	780	0.6	43.8	34.6	85	0.6	43.7	34.9	110	0.8	46.6	34.3	92	0.5	44.6
12.45	35	780	0.3	44.3	34.8	85	0.5	49.4	34.9	110	0.5	49.4	33.8	92	1.8	47.5
13.00	34.8	780	0.7	52.1	34.5	85	0.4	45.4	34.5	110	0.8	47	33.9	92	1.6	46.4
13.15	35.8	660	0.7	44.8	35.3	125	0.3	43	35.5	115	0.4	45.1	35.2	122	0.7	43.7
13.30	37.5	660	0.2	41.9	36.5	125	0.6	46.2	35.8	115	0.2	47.1	35.3	122	1.2	45.3
13.45	37	660	0.5	41	35.6	125	0.3	46.6	35.1	115	0.9	42.3	35.3	122	0.5	50.3
14.00	36.0	660	1	41.9	35.4	125	0.5	43.3	34.7	115	1.2	50	34.7	122	1.3	43.8
14.15	35.2	640	3.3	50.4	34.3	110	2.7	58.5	34	70	1.2	55.1	33.6	96	2.3	55.4
14.30	35.2	640	3.7	54.1	34	110	2.6	59.4	33.8	70	3.4	55.6	33.5	96	2.6	61.3
14.45	34.5	640	2.7	57.5	34.3	110	3.7	58.7	34.1	70	3.3	57.1	33.4	96	2.5	61.8
15.00	33.8	640	3.5	60.9	33.4	110	1.4	61.9	33.2	70	2.5	59.9	33	96	1.9	63.4
15.15	34.1	480	3.1	56.1	33.5	65	1.6	63.6	33.3	80	2.2	61.2	33.1	80	1.1	63.7
15.30	33.6	480	3.3	59.7	33	65	3.2	62.4	33	80	3.5	62.4	32.9	80	2.2	63.6
15.45	33.4	480	3.6	58.7	33.2	65	1.8	64.5	33.3	80	2.8	61.9	33.1	80	2.2	63.2
16.00	33.3	480	1.5	61.3	32.8	65	3.3	61.5	32.9	80	3.5	61.6	32.7	80	1.5	62.8
16.15	33.6	295	3.2	60.1	32.8	60	1.5	62.4	32.7	70	3	62.8	32.7	58	1.5	63.1
16.30	33.4	295	1.2	60.8	32.9	60	1.1	64.3	32.6	70	2.8	63.2	32.6	58	1.3	64
16.45	32.9	295	1.6	61.8	32.8	60	2	63.2	32.7	70	2.3	63.2	32.5	58	0.9	64.5
17.00	32.5	295	3.3	62.9	32.4	60	2.1	64.9	32.2	70	2.6	63.3	32.1	58	0.8	67.3

*** หมายเหตุ** T อุณหภูมิอากาศ (^{o}C) Rh ความชื้นสัมพัทธ์ (%)

W ความเร็วลม (m/s) Rad การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (W/m^2)

**** สภาพท้องฟ้า** ของการทดลองที่ 2.3 ณ.วันที่ทำการวัด

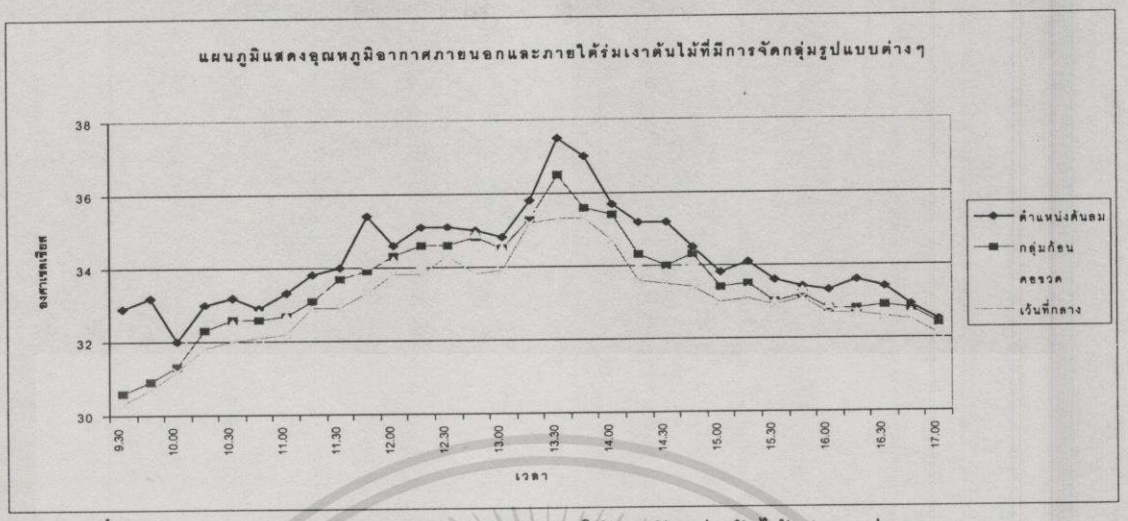
ท้องฟ้าโปร่งเกือบตลอดทั้งวัน ปริมาณเมฆ 20-35%ในขณะที่ บางช่วงเวลามีเมฆปกคลุมมากได้แก่ ช่วง 13.00- 14.30 น. ปริมาณเมฆ 40% และในช่วงเย็นปรับตัวลงเล็กน้อย ประมาณ 30%

***** สภาพลม** ของการทดลองที่ 2.3 ณ.วันที่ทำการวัด

- ในช่วงเช้าลมค่อนข้างคงที่ และลมมาจากทิศตะวันออกเฉียงใต้ และตะวันออก ในช่วงกลางวัน ลมมาจากทิศใต้และตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงบ่ายถึงเย็น ลมจะมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้และทิศใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิการทดลองที่ 2.3



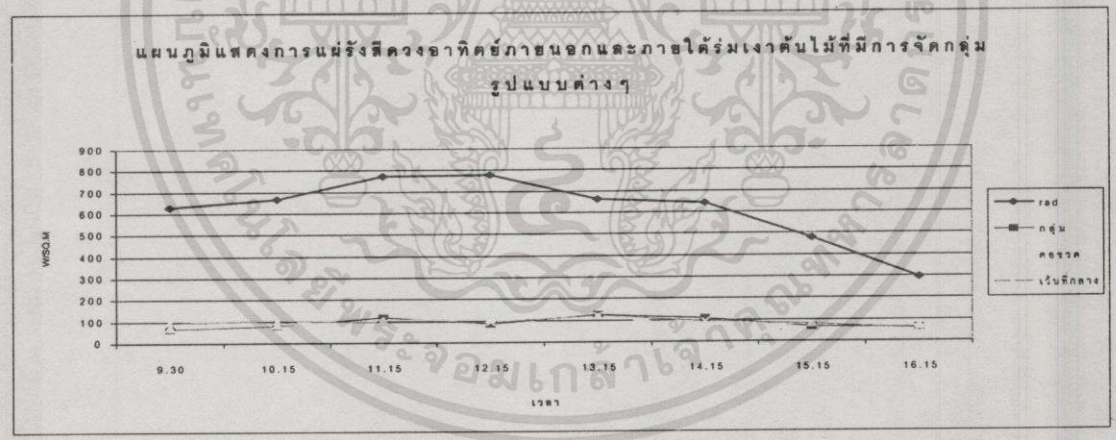
แผนภูมิที่ 8.24 แสดงอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายใต้การจัดกลุ่มต้นไม้รูปแบบต่างๆ

อุณหภูมิ

รูปแบบเว้นที่กลางจะต่ำกว่าเล็กน้อย ตลอดทั้งวัน โดยเฉลี่ยใกล้กันทุกการทดลอง โดยที่ อุณหภูมิภายนอกจะสูงกว่าเพียงเล็กน้อย โดยเฉพาะในช่วงบ่าย

โดยเฉลี่ย ภายนอกในช่วงเช้า 33-37°C และช่วงเย็น 37 -32 °C

ภายใต้ร่มเงาในช่วงเช้า 30- 36°C และช่วงเย็น 35 -32°C



แผนภูมิที่ 8.25 แสดงการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ภายนอกและภายใต้การจัดกลุ่มต้นไม้รูปแบบต่างๆ

การแผ่รังสีดวงอาทิตย์

การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ใกล้เคียงกันมาก ภายใต้ทรงพุ่ม โดยภายนอกจะแบ่งเป็น 3 ช่วงที่มีการแผ่รังสีแตกต่างกันอย่างชัดเจน คือช่วงที่1 9.30 – 11.15 น. อยู่ในระดับ 650 –780 W/m^2

ช่วงที่2 11.15 –12.15 อยู่ในระดับ 780 W/m^2

ช่วงที่ 3 หลังจากช่วงที่ 2 อยู่ในระดับ 780และลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึง 300 W/m^2 ในช่วงเวลา 17.00น. โดยรับอิทธิพลรังสีตรง

อุณหภูมิภายในสูงสุดอยู่ที่ 13.15 – 14.15 น. แปรปรวนระหว่าง 80 –120 W/m^2ตลอดทั้งวัน จากอิทธิพลรังสีดวงอาทิตย์แบบกระจาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภูมิที่ 8.26แสดงความเร็วลมภายนอกและภายใต้ร่มเงาต้นไม้ที่มีการจัดกลุ่มรูปแบบต่างๆ

ความเร็วลม

ความเร็วลมในช่วงเช้า 0.5-1.5 m/s และ ความเร็วลมสูงสุดในช่วงเวลาบ่าย คือประมาณ 2.5 – 3.6 m/s ภายใต้รูปแบบเว้นที่กลางจะคงที่ตลอด และปริมาณลมน้อยที่สุด และภายใต้รูปแบบคอขวดจะมีความเร็วลมใกล้เคียงกับภายนอก



แผนภูมิที่ 8.27 แสดงความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกและภายใต้ต้นไม้ที่มีการจัดรูปแบบต่างๆ

ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นจะสูงในช่วงเวลาเช้าและลดลงอย่างต่อเนื่อง อยู่ที่ระดับ 50 –60 % ส่วนในช่วงเวลาบ่ายความชื้นจะสูงขึ้นมาเล็กน้อยเนื่องจาก มีการจ่ายน้ำผ่าน Sprinkler ทำให้ความชื้นกระจายทั่วบริเวณ ทำให้ความแตกต่างเกิดขึ้นไม่มากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลสรุปค่าสูงสุด – ต่ำสุด ค่าความต่างและค่าเฉลี่ยของตัวแปรภูมิอากาศในการทดลองที่2.3

ตารางที่8.37แสดงค่าสูงสุด – ต่ำสุด ค่าความต่างและค่าเฉลี่ยของตัวแปรภูมิอากาศของต้นไม้แบบกลุ่ม

ต้นไม้ แบบกลุ่ม	Maximum		Minimum		Daily Variation		ค่าเฉลี่ยรายวัน	
	ต้นลม	ท้ายลม	ต้นลม	ท้ายลม	ต้นลม	ท้ายลม	ต้นลม	ท้ายลม
อุณหภูมิ (°C)	37.5	35.7	31.2	31.8	6.3	3.9	34.02	33.5
เวลา	13.45	14.00	10.00	10.00				
ความชื้นสัมพัทธ์(%)	62.9	64.9	41	43	21.9	21.9	52.49	54.2
เวลา	17.00	17.00	13.45	13.15				
ความเร็วลม (m/s)	3.7	3.7	0.2	0.2	3.5	3.5	1.238	1.238
เวลา	14.30	14.45	13.15	9.30				
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (W/m^2)	780	125	60	60	485	65	615.5	88.25
เวลา	12.15	13.15	16.15	16.15				

ตารางที่8.38แสดงค่าสูงสุด – ต่ำสุด ค่าความต่างและค่าเฉลี่ยของตัวแปรภูมิอากาศของต้นไม้แบบคอขวด

ต้นไม้ แบบคอขวด	Maximum		Minimum		Daily Variation		ค่าเฉลี่ยรายวัน	
	ต้นลม	ท้ายลม	ต้นลม	ท้ายลม	ต้นลม	ท้ายลม	ต้นลม	ท้ายลม
อุณหภูมิ (°C)	37.5	35.8	31.2	31.1	6.3	4.7	34.02	33.4
เวลา	13.45	12.45	10.00	10.00				
ความชื้นสัมพัทธ์(%)	62.9	63.3	41	42.3	21.9	21	52.49	54.42
เวลา	17.00	17.00	13.45	13.45				
ความเร็วลม (m/s)	3.7	3.5	0.2	0.2	3.5	3.3	1.238	1.477
เวลา	14.30	15.30	13.15	13.30				
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (W/m^2)	780	115	295	70	485	45	615.5	81.25
เวลา	12.15	13.15	16.15	9.30				

ตารางที่8.39แสดงค่าสูงสุด – ต่ำสุด ค่าความต่างและค่าเฉลี่ยของตัวแปรภูมิอากาศของต้นไม้แบบเว้นกลาง

ต้นไม้ แบบเว้นที่กลาง	Maximum		Minimum		Daily Variation		ค่าเฉลี่ยรายวัน	
	ต้นลม	ท้ายลม	ต้นลม	ท้ายลม	ต้นลม	ท้ายลม	ต้นลม	ท้ายลม
อุณหภูมิ (°C)	37.5	36.2	30.3	31.2	6.3	5.9	34.02	33.00
เวลา	13.45	13.30	10.00	10.00				
ความชื้นสัมพัทธ์(%)	62.9	67.3	41	43.7	21.9	23.6	52.49	54.87
เวลา	17.00	17.00	13.45	13.15				
ความเร็วลม (m/s)	3.7	2.6	0.2	0.2	3.5	2.4	1.238	1.261
เวลา	14.30	14.30	13.15	13.45				
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (W/m^2)	780	122	60	58	485	64	615.5	92.88
เวลา	12.15	13.15	16.15	17.00				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่8.40 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรภูมิอากาศจากรูปแบบการจัดกลุ่มต้นไม้

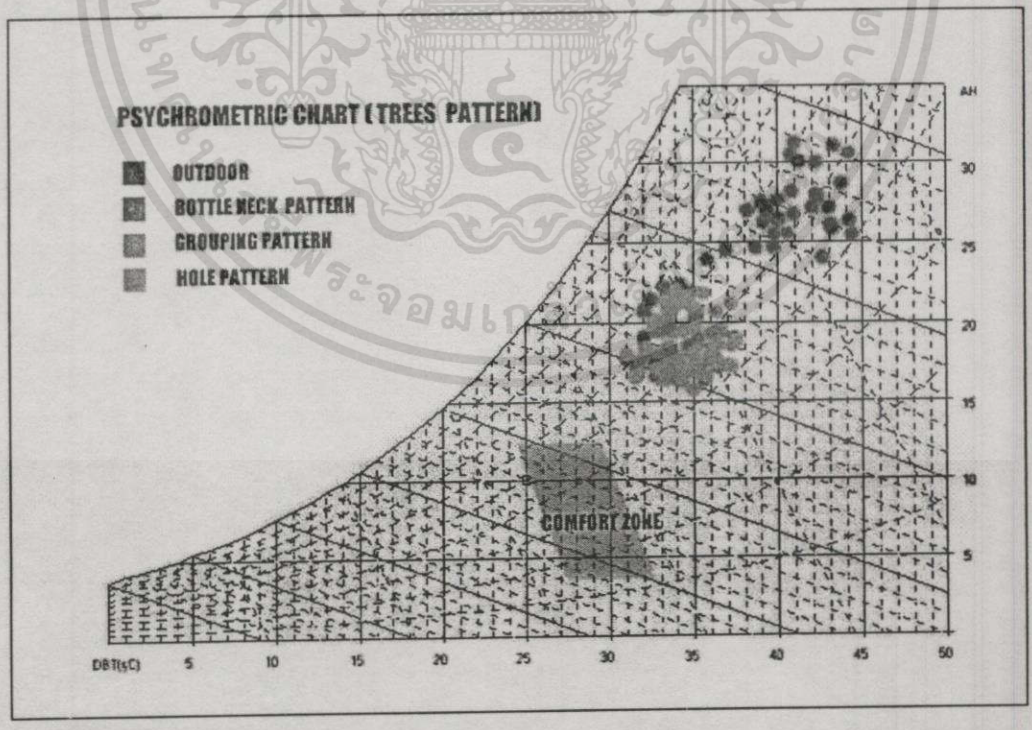
การทดลองที่ 2.3 การจัดกลุ่ม	ค่าเฉลี่ยการทดลอง			
	T	Rh	W	Rad
พื้นที่โล่ง	34.10	52.48	1.645	615.5
แบบกลุ่มก้อน	33.50	54.19	1.238	88.25
แบบคอขวด	33.40	54.41	1.477	81.25
แบบเว้นที่กลาง	33.00	54.87	1.261	92.88

ตารางที่8.41 แสดงค่าเฉลี่ยความแตกต่างของตัวแปรสภาพภูมิอากาศจากรูปแบบการจัดกลุ่มต้นไม้ (ภายนอก – ภายใน) ณ. วันที่ทำการทดลองตั้งแต่ช่วงเวลา 9.30 – 17.00 น.

ค่าความแตกต่างตัวแปรภูมิอากาศ รูปแบบการจัดต้นไม้	T	Rad	W	Rh
จัดแบบกลุ่มก้อน	0.68	527.5	0.168	-1.929
จัดแบบคอขวด	0.78	522.75	0.406	-1.71
จัดแบบเว้นที่กลาง	1.10	527.37	0.384	-2.387

แผนภูมิ Psychrometric Chart แสดงผลการทดลองที่ 2.3

(ตัวแปรที่ใช้ในการแสดงผลได้แก่ อุณหภูมิอากาศ การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ และความชื้นสัมพัทธ์)



แผนภูมิที่ 8.28 แสดงตำแหน่งสภาพภูมิอากาศการทดลองที่2.3 ด้วย Psychrometric Chart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่8.42แสดงช่วงอุณหภูมิ CETเปรียบเทียบกลางแจ้งและภายใต้ร่มเงาต้นไม้รูปแบบต่างๆ

CET	กลางแจ้ง	กลุ่มก้อน	คอขวด	เว้นที่โล่ง
9.30น.	35.27	27.94	28.37	27.80
9.45น.	35.34	27.49	28.05	27.87
10.00น.	33.99	28.55	27.82	27.97
10.15น.	35.00	28.53	29.63	28.99
10.30น.	35.39	28.79	28.83	28.81
10.45น.	35.25	28.72	28.95	28.86
11.00น.	35.07	28.63	28.88	28.87
11.15น.	35.91	29.37	29.85	28.93
11.30น.	36.80	29.84	28.99	29.42
11.45น.	38.31	29.32	29.85	29.25
12.00น.	36.69	30.15	30.35	29.32
12.15น.	36.75	29.14	29.89	30.43
12.30น.	37.13	29.31	30.54	30.03
12.45น.	37.00	30.07	30.91	29.41
13.00น.	38.04	29.86	30.25	29.42
13.15น.	36.73	30.95	31.00	30.58
13.30น.	37.58	31.59	31.47	31.63
13.45น.	37.40	30.50	30.90	30.77
14.00น.	35.90	32.12	30.11	31.04
14.15น.	36.13	29.84	30.22	30.62
14.30น.	36.49	30.82	30.10	30.76
14.45น.	36.56	30.99	30.48	30.52
15.00น.	36.27	30.55	29.86	30.79
15.15น.	35.91	30.40	30.30	30.38
15.30น.	34.35	29.87	29.88	30.18
15.45น.	34.40	30.39	30.12	30.42
16.00น.	34.11	29.60	29.62	30.14
16.15น.	33.43	29.57	29.66	29.72
16.30น.	32.73	29.78	29.93	29.75
16.45น.	32.47	29.69	29.95	29.82
17.00น.	31.88	29.60	29.30	29.64

หมายเหตุ **ช่วงอุณหภูมิใกล้ Comfort Zone**

ช่วงอุณหภูมิใกล้ Comfort Zone

☐ 24.9 – 26.9 °C ช่วงขอบเขตล่าง ☐ 27.0 – 28.9 °C ช่วงขอบเขตบน

ช่วงอุณหภูมิเหนือขอบเขตความความสบาย (Comfort Zone)

☐ 29.0 – 30.9 °C ☐ 31.0 – 32.9 °C

☐ 33.0 – 34.9 °C ☐ 35.0 – 36.9 °C

☐ 37.0 °C เป็นต้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทวิเคราะห์การทดลองที่ 2.3

การจัดกลุ่มของไม้ยืนต้นที่มีคุณลักษณะในการควบคุมภูมิอากาศต่างกันระหว่าง

- รูปทรงแผ่กว้าง ที่มีความหนาแน่นใบน้อย และมีพื้นที่ระบายอากาศใต้พุ่มสูง
- รูปทรงกลมหรือไข่ ที่มีความหนาแน่นปานกลางรวมกันเป็นกลุ่มเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่
- รูปทรงกลมหรือไข่ที่มีการเรียงตัวเหมือนแนวผนังทึบและมีพื้นที่เว้นโล่งเพื่อถ่ายเทอากาศและความร้อนได้สะดวก

จากลักษณะในการทดลองดังกล่าวได้ผลสรุปความสามารถในการควบคุมสภาพภูมิอากาศณ. ช่วงเวลาต่างๆ ภายใต้จัดรูปแบบกลุ่มต้นไม้รูปแบบต่างๆ เรียงลำดับจากน้อยไปมากได้แก่ รูปแบบกลุ่มก้อนไม่เป็นระเบียบ รูปแบบคอขวด รูปแบบเว้นที่โล่งตรงกลาง

- ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศที่เกิดจากการจัดกลุ่มจะเห็นได้ว่า แบบที่ดีที่สุดคือแบบเว้นที่กลาง คือประมาณ 33.25°Cรองลงมาเป็นรูปแบบอขวดและรูปแบบกลุ่ม โดยเฉลี่ยแล้วอุณหภูมิไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจน แต่แตกต่างกันในรายละเอียดของช่วงเวลา ในช่วงเช้าอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิจะสูงขึ้นอย่างสม่ำเสมอ แต่ในช่วงบ่าย รูปแบบการจัดแบบกลุ่มก้อนและคอขวดจะแปรปรวนสลับขึ้น ลง เล็กน้อย แต่โดยเฉลี่ยแล้วอุณหภูมิค่อนข้างคงที่ตลอดทั้งวัน ต่างจากอุณหภูมิภายนอก
- ค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ รูปแบบกลุ่มก้อนและเว้นที่กลางจะใกล้เคียงกัน ส่วนรูปแบบคอขวด ความชื้นจะต่ำกว่ารูปแบบอื่นเกือบตลอดทั้งวันโดยเฉพาะช่วงบ่าย ซึ่งเป็นช่วงที่กระแสลมมีความเร็วสูง (ในช่วงบ่ายปกติ ความชื้นจะต่ำ แต่ในพื้นที่ทำการทดลอง มีการจ่ายน้ำผ่าน Sprinkler เพื่อรดน้ำต้นไม้ทั่วบริเวณ ทำให้ความชื้นสูง)
- ค่าเฉลี่ยของความเร็วลม กระแสลมเป็นตัวแปรที่มีค่าไม่สม่ำเสมอ จึงไม่สามารถสรุปเป็นประเด็นสำคัญได้ว่า การจัดกลุ่มต้นไม้จะช่วยสร้างให้เกิดลม ในการทดลอง จึงศึกษาเพียงว่าการจัดกลุ่มมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกระแสลมจากภายนอกมากน้อยเพียงใด ภาพรวมความเร็วลมช่วงเช้าค่อนข้างคงที่ แต่ในช่วงบ่ายความเร็วลมสูงขึ้นและพัดมาจากหลายทิศทาง โดยสามารถสรุปเป็นค่าเฉลี่ยได้ดังนี้

	เช้า	บ่าย
เว้นที่กลาง	0.6-1.6	1-2.5
กลุ่มก้อน	0.2-0.7	1.4- 3.5
คอขวด	0.2-0.7	2.2 -3.5

- ค่าเฉลี่ยของการแผ่รังสีดวงอาทิตย์

  ภายนอก เฉลี่ย 700 -800 w/m^2 และสูงสุดอยู่ในช่วง 11.15 -12.15 น.

  ภายใน เฉลี่ย100 -120 w/m^2 และสูงสุดอยู่ในช่วง 13.15 -14.15 น.

สามารถสรุปได้ดังนี้

	กลุ่มก้อน	คอขวด	เว้นที่โล่งกลาง
อุณหภูมิ	สูงสุด	ปานกลาง	ต่ำสุด
การแผ่รังสี	ปานกลาง	สูงสุด	ต่ำสุด
ความเร็วลม	ต่ำสุด	สูงสุด	ปานกลาง
ความชื้นสัมพัทธ์	ความชื้นใกล้เคียงกันในทุกการทดลอง		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของความแตกต่างของสภาพภูมิอากาศ ในแต่ละตัวแปรที่สำคัญมีดังนี้

อุณหภูมิ รูปแบบที่ให้ค่าความแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับภายนอกสูงในระหว่างวันคือ รูปแบบเว้นที่กลาง

ความเร็วลม รูปแบบกลุ่มก้อนและรูปแบบคอขวด จะลดความเร็วลมลงจากภายนอกน้อยที่สุด แต่จะมีความแปรปรวนสูงกว่ารูปแบบพื้นที่เว้นโล่ง รูปแบบคอขวดจะให้ความเร็วลมสูงที่สุด

ความชื้นสัมพัทธ์ การเหนี่ยวนำความชื้นกระจายเป็นบริเวณกว้างดังนั้น โดยเฉลี่ยจะอยู่ในระดับที่เท่ากัน

การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ บริเวณภายนอกร่มเงา จะได้รับทั้งรังสีตรงและรังสีกระจายมากที่สุดในช่วงเที่ยงวันในขณะที่การแผ่รังสีภายใต้ทรงพุ่มจะได้รับเพียงรังสีกระจาย ความเข้มสูงสุดจะอยู่ในช่วงบ่าย เนื่องจากรังสีกระจายที่ได้รับอิทธิพลจากความชื้นในอากาศช่วงบ่ายที่สูงและปริมาณเมฆมาก

จากผลการทดลองจะสังเกตเห็นได้ว่า มีไม่มากนักที่บางช่วงเวลา ความเร็วลมบริเวณใต้กลุ่มต้นไม้จะสูงกว่าบริเวณที่โล่ง ในการทดลองนี้เป็นการทดสอบสมมติฐานเพื่อเน้นหาแนวทางในการสร้างสภาวะน่าสบายด้วยไม้ยืนต้น มากกว่าการนำประโยชน์จากลมมาใช้โดยตรง เนื่องจากลมเป็นตัวแปรภูมิอากาศหนึ่งที่มีความแปรปรวน ไม่สม่ำเสมอทั้งในเรื่องของความเร็วลม แหล่งกำเนิดและทิศทางลม จากความไม่แน่นอนของค่าตัวแปรนี้จึงไม่นำมาเป็นแนวความคิดหลักสำหรับสร้างแนวดักลมเพื่อให้ได้ความเร็วลมที่เพิ่มขึ้น หากแต่หาแนวทางการจัดรูปแบบต้นไม้เพื่อนำไปออกแบบในการลดความเร็วลมให้น้อยที่สุดและมีลักษณะที่คงที่ แม้จะทราบว่าลมประจำถิ่นจะมาจากทางทิศใต้ และตะวันตกเฉียงใต้แต่กระแสลมไม่ได้เกิดขึ้นตลอดเวลา และเกิดขึ้นจริงในทุกทิศทาง การเกิดลมส่วนใหญ่มักเป็นลมที่เกิดขึ้น ณ. สภาวะหนึ่งๆ ที่มีอุณหภูมิและความกดอากาศเหมาะสม ของบริเวณนั้นๆ และโดยเฉลี่ยไม่สูงนัก การออกแบบเพื่อสร้างแนวดักลมอาจให้ผลดีในบางช่วงเวลา แต่ในบางช่วงเวลาที่ลมมาจากทิศทางอื่นๆ แนวดักลมนี้อาจกลายเป็นแนวกันลมและทำให้สูญเสียสภาวะน่าสบายได้ ตัวแปรลมที่ได้จากการทดลองนี้จึงไม่ใช่นัยสำคัญ หรือเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลที่สุดในการลดอุณหภูมิ หากแต่เป็นปัจจัยเสริม ที่เป็นผลจากการจัดกลุ่มต้นไม้รองลงมาจาก อุณหภูมิ การแผ่รังสี และความชื้นอากาศ

การแสดงผลโดยแผนภูมิ Psychrometric Chart

จากแผนภูมิ Psychrometric Chart จะสังเกตเห็นว่า ตำแหน่งที่สภาพภูมิอากาศตกอยู่ จะแบ่งเป็น 2 ส่วนชัดเจน ได้แก่ พื้นที่ภายนอกร่มเงาและภายในร่มเงา ซึ่งส่วนภายในจะให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจนหากแต่แตกต่างกันในเรื่องของอิทธิพลตัวแปรภูมิอากาศแต่ละชนิด ในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วจะได้ผลเฉลี่ยดังนี้

	อุณหภูมิการแผ่รังสี (^{o}C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
ภายนอก	38-45	40-60
ภายใต้ร่มเงา	31-37	40-70

ผลของสภาพภูมิอากาศนี้เกิดจากอิทธิพลการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ที่ทำให้อุณหภูมิภายใต้ต้นไม้ลดลงและทำให้ความชื้นบริเวณนั้นเพิ่มขึ้นประมาณ 15%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองกับอุณหภูมิ CET แล้วช่วงอุณหภูมิสูงสุด (Overheat Period) จะอยู่ในช่วงเวลา 11.45 – 13.45 น.และช่วงเวลาที่เกิดสภาวะน่าสบายเฉลี่ยใกล้เคียงกันดังนี้

สัดส่วนของเวลา ณ. ช่วงอุณหภูมิต่างๆ (%)

	ช่วง27-28.9°C	ช่วง29 – 30.9 °C	ช่วง31 °Cขึ้นไป
รูปแบบกลุ่มก้อน	23%	70%	7%
รูปแบบคอขวด	23%	70%	7%
รูปแบบเว้นที่โล่ง	26%	67%	7%

ในช่วงเวลาเช้า การจัดรูปแบบเว้นที่โล่งจะให้อุณหภูมิต่ำที่สุด ในช่วงเวลาเย็น อุณหภูมิอากาศจะใกล้เคียงกันทั้งหมด และจะมีความเร็วลมสูง รูปแบบคอขวดจะได้รับอิทธิพลจากกระแสลมมากที่สุด แต่ก็ไม่ได้เป็นผลให้อุณหภูมิลดต่ำลงนัก

โดยปกติการเลือกใช้รูปแบบจะขึ้นอยู่กับความต้องการใช้งาน ซึ่งภูมิอากาศกรุงเทพฯจะได้รับอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์มากกว่ากระแสลม ดังนั้นวิธีที่เหมาะสมและช่วยสร้างสภาวะน่าสบายได้ดี จึงน่าจะเป็นแบบพื้นที่เว้นโล่งมากกว่า เนื่องจากสามารถป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ได้บางส่วน ความร้อนสะสมบริเวณกลุ่มใบน้อย แม้ชั้นของกลุ่มใบจะหนาแน่นน้อยกว่าและกรองรังสีดวงอาทิตย์ได้เพียงบางส่วน แต่ความแตกต่างของรังสีดวงอาทิตย์ภายใต้ร่มเงาทั้ง3 การทดลองพบว่ามีความต่างเพียงเล็กน้อยประมาณ 10 –15 w/m^2

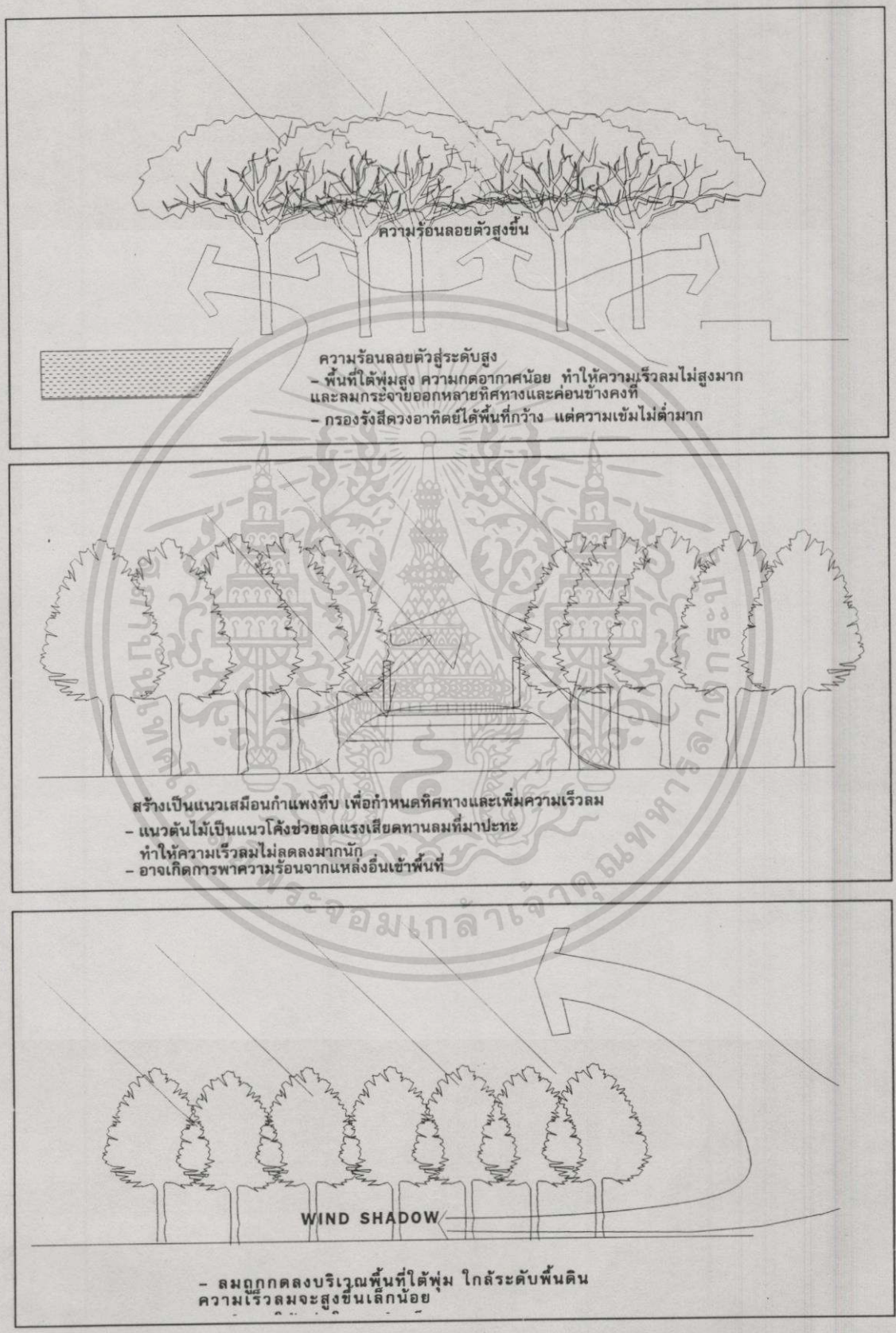
ซึ่งมีผลทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนแปลง เพียง 0.16 –0.11 °Cเท่านั้นแต่ก็นับว่าภาพรวมการเว้นพื้นที่โล่งโดยเลือกใช้ต้นไม้ประเภทแผ่กว้าง พื้นที่ใต้พุ่มสูง จะเอื้อประโยชน์มากที่สุด ด้วยผลในการควบคุมตัวแปรภูมิอากาศคือ

- ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ได้ เนื่องจากการกักขังความชื้นบริเวณกลุ่มใบมีน้อยกว่า
- ควบคุมอุณหภูมิและการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ได้ต่ำกว่า
- การพาความร้อนเกิดขึ้นในปริมาณมาก
- กระแสลมอยู่ในระดับปานกลาง ไม่สูงมากหรือต่ำ แต่คงที่ตลอดวัน
- ควบคุมการเปล่งรังสีกลับ(Emission) ให้มีปริมาณน้อยกว่าที่โล่ง เนื่องจากรูปทรงแผ่กว้างจะครอบคลุมพื้นที่ได้มากกว่า การเหนี่ยวนำความเย็นภายใต้กลุ่มใบร่มเงา จึงแผ่ไปได้ในบริเวณที่กว้างกว่า

เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบคอขวดที่สร้างเป็นแนวกันลมขนาบทั้ง2 ข้างพื้นที่ส่วนกลางซึ่งมีโอกาสที่จะพัดพาความร้อนจากการเปล่งรังสีกลับของพื้นดินเข้าสู่บริเวณที่ต้องการป้องกันด้วย ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบกลุ่มก้อน ซึ่งเป็นรูปแบบที่ต้องการพื้นที่โดยรอบโล่ง เพื่อให้ลมสามารถพัดผ่านภายใต้พุ่มได้เต็มที่ เนื่องจากรูปแบบนี้จะทำให้สภาพความกดอากาศเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลาและเกิดภาวะ Wind Shadow ได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการถ่ายเทความร้อนบริเวณพื้นที่ทำการทดลอง



ภาพที่ 8.39 ความสัมพันธ์ในการควบคุมตัวแปรภูมิอากาศภายใต้การจัดรูปแบบต้นไม้ชนิดต่างๆดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บข้อมูลในการทดลอง

การทดลองที่ 3 ต้นไม้ในสภาพแวดล้อมต่างๆให้ผลในการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน

ชนิดต้นไม้ ต้นทองหลางด่าง

รายละเอียดต้นไม้ ความสูง 12.30ม. ระยะจากโคนต้นถึงพุ่มใบ 7.80ม.
ขนาดทรงพุ่ม 10.85ม. รูปทรงพุ่ม พื้นที่ใต้พุ่มสูง

วันที่ทำการทดลอง 7 เมษายน 2544

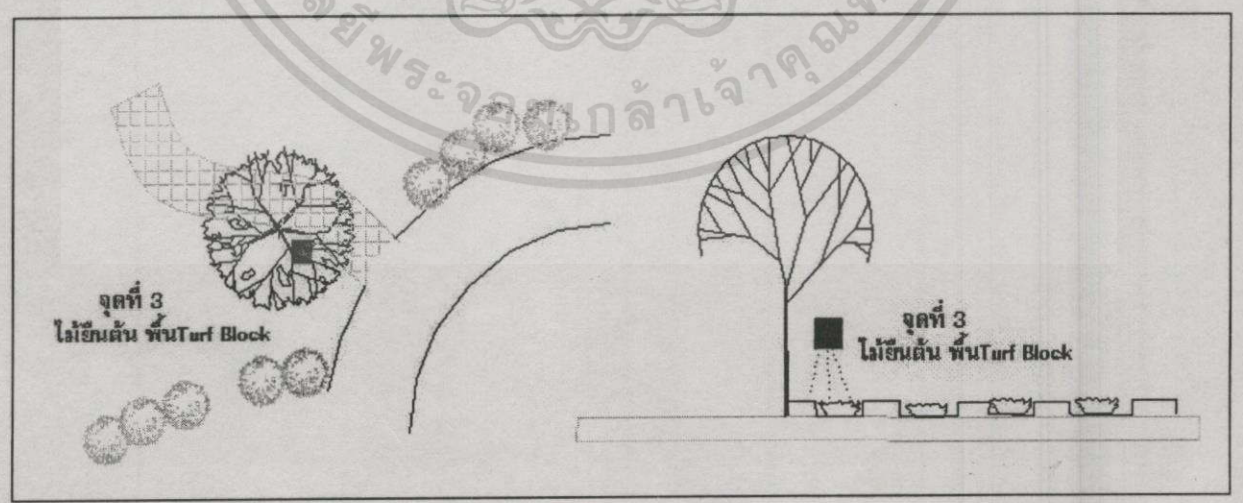
สถานที่ สวนรมณีนาถ

แบบทดลองที่ 2 พื้นคอนกรีต



ภาพที่ 8.40 แสดงรายละเอียดการทดลองภายใต้สภาพแวดล้อมคอนกรีต

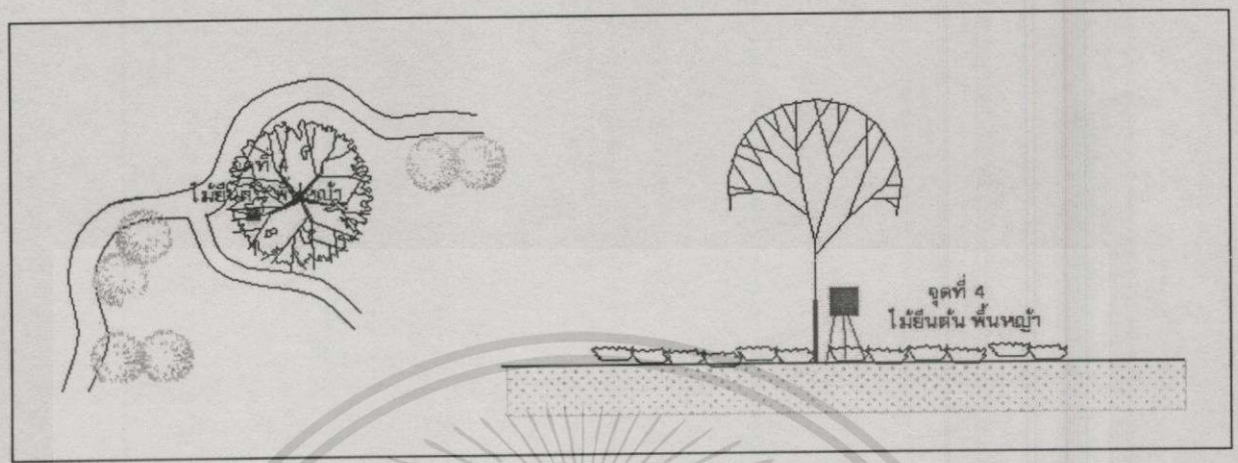
แบบทดลองที่ 3 คอนกรีตสลับหญ้า Turf Block



ภาพที่ 8.41 แสดงรายละเอียดการทดลองภายใต้สภาพแวดล้อม Turf Block

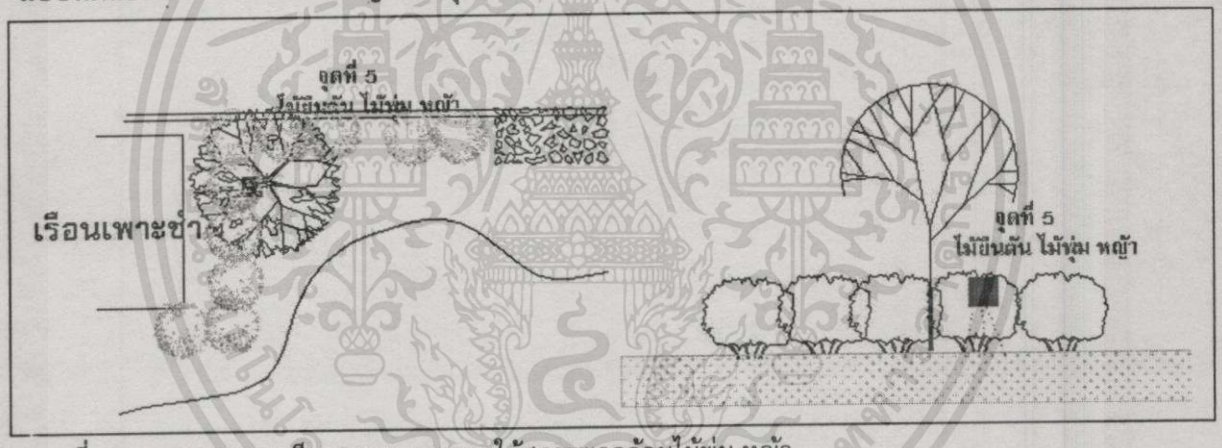
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดลองที่ 4 พื้นหญ้า



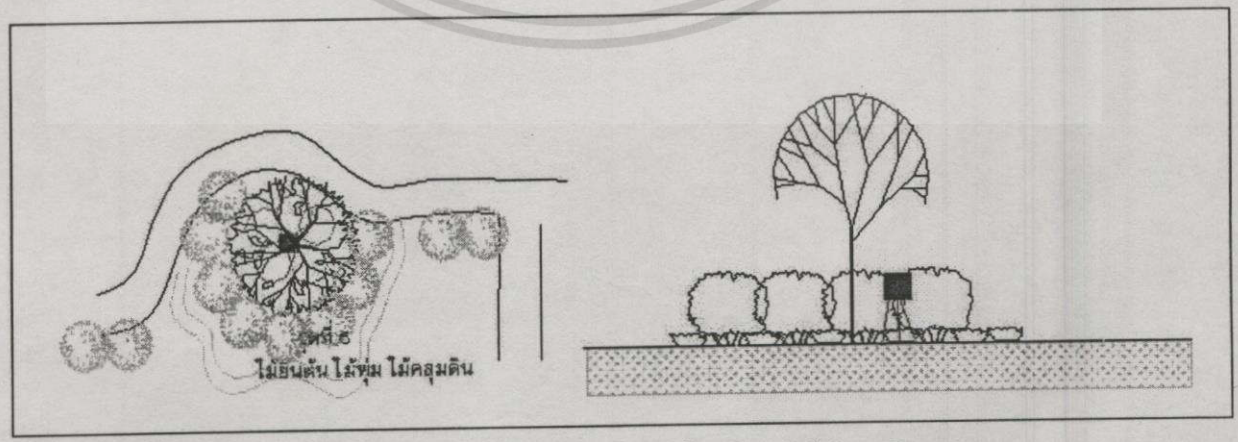
ภาพที่ 8.42 แสดงรายละเอียดการทดลองภายใต้สภาพแวดล้อมพื้นหญ้า

แบบทดลองที่ 5 พื้นหญ้า ไม้พุ่มเตี้ย



ภาพที่ 8.43แสดงรายละเอียดการทดลองภายใต้สภาพแวดล้อมไม้พุ่ม หญ้า

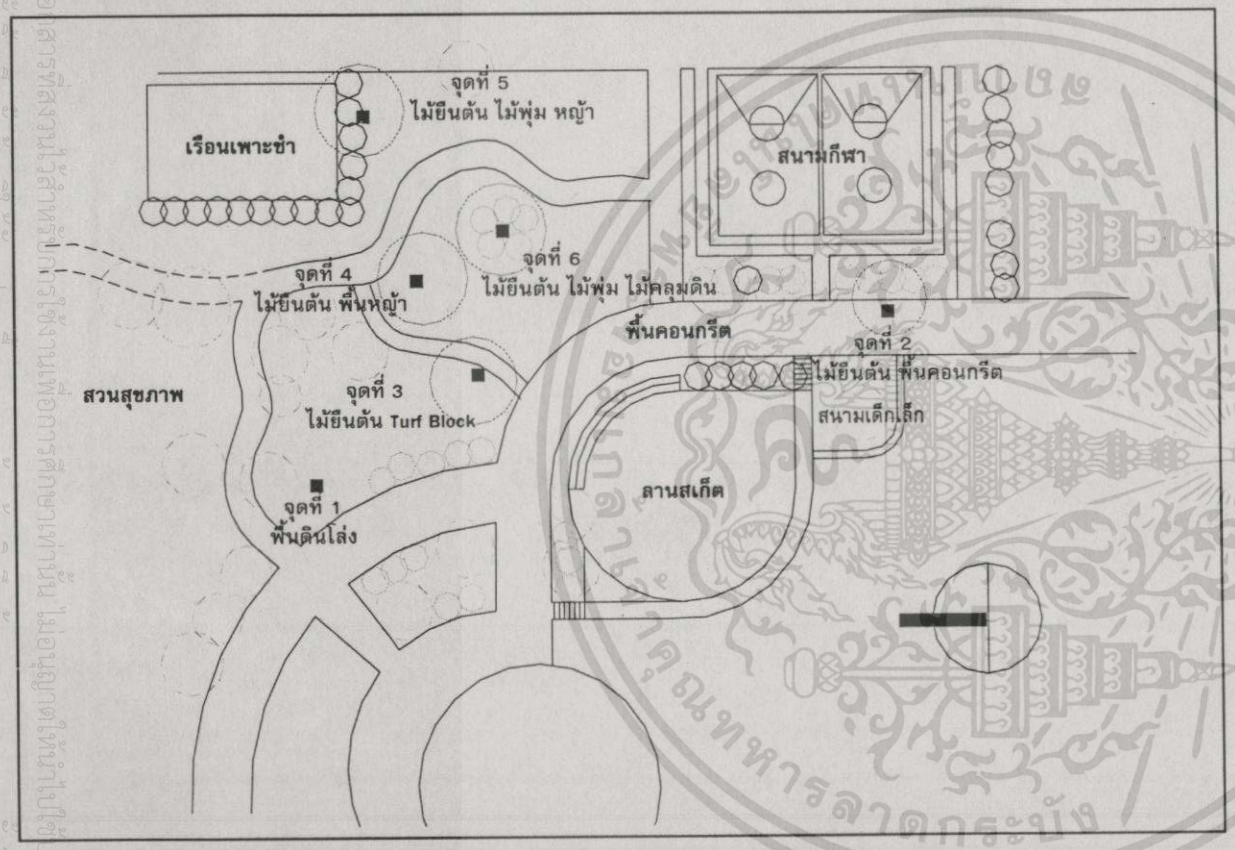
แบบทดลองที่ 6 พื้นหญ้า ไม้คลุมดิน ไม้พุ่มเตี้ย



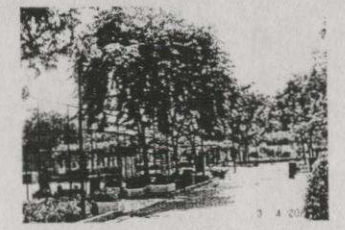
ภาพที่ 8.44 แสดงรายละเอียดการทดลองภายใต้สภาพแวดล้อมไม้พุ่ม หญ้า ไม้คลุมดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังบริเวณแสดงตำแหน่งในการทำการทดลองที่ 3 (สภาพแวดล้อมรอบต้นไม้)



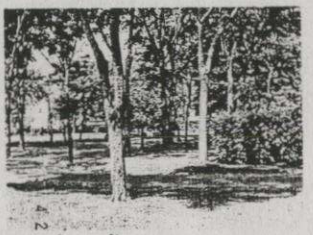
ภาพถ่ายต้นไม้ในการทดลอง



จุดที่ 2 พื้นคอนกรีต



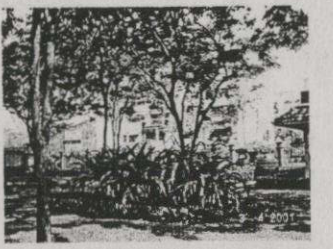
จุดที่ 3 พื้น Turf Block



จุดที่ 4 พื้นหญ้า



จุดที่ 5 พื้นหญ้า ไม้พุ่ม



จุดที่ 6 พื้นหญ้า ไม่พุ่ม ไม้คลุมดิน

ภาพที่ 8.45 แสดงผังบริเวณแสดงตำแหน่งในการทำการทดลองที่ 3 (สภาพแวดล้อมรอบต้นไม้)

ผลการทดลองภายใต้สภาพแวดล้อมชนิดต่าง ๆ

ตารางที่ 8.51 แสดงผลการทดลองภายใต้สภาพแวดล้อมหญ้า และไม้พุ่ม

สภาพแวดล้อมเป็นสนามหญ้า และไม้พุ่มเตี้ย								
เวลา	ภายนอกร่มเงา				ภายใต้ร่มเงา			
	T	Rh	Em	Te	T	Rh	Em	Te
9.30	32.5	67.2	492	32	32.5	67.4	495	32
10.00	33	62.9	506	34	33	60.2	500	33
10.30	33.5	60.2	501	33	34	59.6	501	33
11.00	34.8	58	504	33	34.5	54.2	500	33
11.30	35.1	56.6	505	34	35.1	57.6	504	34
12.00	35.7	51.2	511	34	35.6	50.3	510	34
12.30	34.4	53.6	518	34	34.4	54.3	505	34
13.00	34.5	56.4	517	34	34.5	56.1	500	34
13.30	34.1	55.5	513	34	34.4	56.3	505	34
14.00	34.3	55.4	515	35	35.2	54.9	504	33
14.30	34	55	506	34	34.2	56.4	505	33
15.00	34.8	56.6	523	35	34	59.8	502	33
15.30	34	58.6	511	34	33.8	59.3	498	33
16.00	34.8	56.1	502	35	34	59.8	502	33
16.30	34.2	60.3	499	32	33.7	59.8	499	33
17.00	34.4	61.4	496	32	33.8	60.6	496	33

ตารางที่8.52 แสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่างเฉลี่ย (สูงสุด – ต่ำสุด) และค่าเฉลี่ยของตัวแปรภูมิอากาศ ในการทดลองภายใต้สภาพแวดล้อมหญ้า และไม้พุ่ม

สภาพแวดล้อมหญ้า ไม้พุ่ม	Maximum		Minimum		Daily Variation		ค่าเฉลี่ย	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
อุณหภูมิ (°C)	35.7	35.6	32.5	32.5	3.2	2.7	34.3	34.2
เวลา	13.00	12.00	9.30	9.30				
ความชื้นสัมพัทธ์(%)	67.2	67.4	51.2	50.3	16	17.1	57.81	57.9
เวลา	9.30	9.30	12.00	12.00				
การแผ่รังสีกลับวัสดุ (W/m^2)	523	510	492	495	31	15	507	500
เวลา	15.00	12.00	9.30	9.30				
อุณหภูมิพื้นผิว	35	34	32	32	3	2	33.7	32.6
เวลา	15.00	12.00	9.30	9.30				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8.49 แสดงผลการทดลองภายใต้สภาพแวดล้อมหญ้า

สภาพแวดล้อมเป็นพื้นหญ้า								
เวลา	ภายนอกร่มเงา				ภายใต้ร่มเงา			
	T	Rh	Em	Te	T	Rh	Em	Te
9.30	32.2	65.6	528	37	33.2	67.4	497	32
10.00	33.9	61.6	523	37	33.8	60.7	498	32
10.30	33.5	63.2	523	37	33.8	60.7	498	32
11.00	34.3	57.3	551	39	32.4	57	503	33
11.30	34.9	57.5	528	37	35.4	56.5	498	33
12.00	35.9	48.7	583	43	35.2	51.9	513	34
12.30	35.5	50.8	534	37	35.3	54.3	515	35
13.00	36	54.4	548	40	35.3	55.7	504	33
13.30	34.9	53.1	543	39	34.4	54.4	500	33
14.00	34.9	54.5	553	41	35.2	54	509	34
14.30	35.9	51.8	565	42	35.1	52.9	500	33
15.00	34	57.8	520	36	33.4	57.2	496	32
15.30	33.6	58	525	36	33.4	57.2	496	32
16.00	33.9	58.3	505	34	34.3	56.4	499	33
16.30	34.1	58.7	495	31	34.6	58.6	489	31
17.00	33.9	61.2	492	31	33.9	59.6	486	30

ตารางที่8.50 แสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่างเฉลี่ย (สูงสุด – ต่ำสุด) และค่าเฉลี่ยของตัวแปรภูมิอากาศ ในการทดลองภายใต้สภาพแวดล้อมหญ้า

สภาพแวดล้อมหญ้า	Maximum		Minimum		Daily Variation		ค่าเฉลี่ย	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
อุณหภูมิ (°C)	36.8	35.4	32.2	33.2	4.6	2.2	34.5	34.3
เวลา	12.00	11.30	9.30	9.30				
ความชื้นสัมพัทธ์(%)	65.6	67.4	48.7	51.9	16.9	15.5	57.03	57.2
เวลา	9.30	9.30	12.00	12.00				
การแผ่รังสีกลับวัสดุ (W/m^2)	583	515	492	486	91	29	532	500
เวลา	12.00	12.30	17.00	17.00				
อุณหภูมิพื้นผิว	43	35	31	30	12	5	37.3	32.6
เวลา	12.00	12.30	16.30	17.00				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8.47 แสดงผลการทดลองภายใต้สภาพแวดล้อมพื้นคอนกรีตบลอคปูหญ้า (Turf block)

สาภพแวดล้อมเป็น Turf Block								
เวลา	ภายนอกร่มเงา				ภายใต้ร่มเงา			
	T	Rh	Em	Te	T	Rh	Em	Te
9.30	34.2	63.4	564	40	32.2	67.3	501	34
10.00	34.5	60.4	550	40	32.7	64.5	511	34
10.30	33.8	64.5	536	39	33.5	65.9	498	33
11.00	34.2	55.8	535	38	34	55	511	35
11.30	36	48.9	593	44	36.2	50.1	535	39
12.00	35.5	56.2	628	51	34.8	57.9	550	40
12.30	36.5	57.5	605	48	35.9	52.1	535	37
13.00	35	54.1	607	48	34.7	55.9	522	37
13.30	35.5	55.7	595	47	34.6	56.2	534	36
14.00	35.1	52.6	550	43	34.3	55.3	511	35
14.30	35.6	49.9	591	46	35.6	53	517	36
15.00	34.8	55.1	540	41	34.6	56.4	519	40
15.30	35.1	56.5	526	37	34.7	57.6	511	35
16.00	35	57	530	38	35.7	55	522	34
16.30	33.8	60.7	497	33	34.2	58.6	496	32
17.00	34.2	58.8	496	33	34	59.6	497	32

ตารางที่8.48 แสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่างเฉลี่ย (สูงสุด – ต่ำสุด) และค่าเฉลี่ยของตัวแปรภูมิอากาศในการทดลองภายใต้สภาพแวดล้อม Turf block

สภาพแวดล้อม Turf Block	Maximum		Minimum		Daily Variation		ค่าเฉลี่ย	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
อุณหภูมิ (°C)	37.2	36.2	33.8	32.2	3.4	4	35	34.5
เวลา	14.30	11.30	16.30	9.30				
ความชื้นสัมพัทธ์(%)	63.4	67.3	48.9	53	14.5	14.3	56.69	57.5
เวลา	10.30	9.30	14.30	14.30				
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (W/m^2)	628	550	496	496	132	54	558.93	524
เวลา	12.00	12.00	17.00	16.30				
อุณหภูมิพื้นผิว	51	40	33	32	18	8	41.62	35.6
เวลา	12.00	12.00	16.30	16.30				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8.45 แสดงผลการทดลองภายใต้สภาพแวดล้อมพื้น คอนกรีต

สภาพแวดล้อมเป็นพื้นคอนกรีต								
เวลา	ภายนอกร่มเงา				ภายใต้ร่มเงา			
	T	Rh	Em	Te	T	Rh	Em	Te
9.30	33.5	68.5	562	42	32.6	65.3	502	33
10.00	34.3	60.4	560	42	34.5	60	509	34
10.30	35.5	60.7	602	48	34	59.9	516	35
11.00	35.9	53.2	616	49	33.7	56.2	526	37
11.30	36	55.2	576	44	34.8	56.1	515	35
12.00	35.5	49	655	45	35.1	49.7	562	42
12.30	36.5	51	655	54	35.8	56	524	36
13.00	35	55.1	654	54	35.8	54.1	571	43
13.30	35.5	52.3	648	53	34.7	54.1	532	38
14.00	36.4	51.6	652	54	34	52.7	578	44
14.30	36.2	51.5	647	54	35.2	51.6	543	40
15.00	36	55.4	615	49	35	55.2	584	45
15.30	34.6	56.1	614	49	34	56	564	42
16.00	34.4	57	578	40	33.8	58.2	550	40
16.30	34.7	58.3	575	44	34	61.6	563	42
17.00	34.1	59	538	39	33.6	61.2	570	42

ตารางที่8.46 แสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่างเฉลี่ย (สูงสุด – ต่ำสุด) และค่าเฉลี่ยของตัวแปรภูมิอากาศ ในการทดลองภายใต้สภาพแวดล้อมพื้น คอนกรีต

สภาพแวดล้อมพื้น คอนกรีต	Maximum		Minimum		Daily Variation		ค่าเฉลี่ย	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
อุณหภูมิ (°C)	37.5	36.9	32.5	32.6	5	4.3	35.4	34.8
เวลา	12.30	12.00	9.30	9.30				
ความชื้นสัมพัทธ์(%)	68.5	65.3	49	51.60	19.5	13.7	55.89	56.7
เวลา	9.30	9.30	12.000	14.30				
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (W/m^2)	655	584	538	502	117	82	609	544
เวลา	12.30	15.00	17.00	9.30				
อุณหภูมิพื้นผิว	54	45	39	33	15	12	47.5	39.3
เวลา	12.30	15.00	17.00	9.30				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8.53 แสดงผลการทดลองภายใต้สภาพแวดล้อมหญ้า และไม้พุ่มและพืชคลุมดิน

สภาพแวดล้อมเป็นพื้นหญ้า ไม้พุ่มเตี้ย และพืชคลุมดิน								
เวลา	ภายนอกร่มเงา				ภายใต้ร่มเงา			
	T	Rh	Em	Te	T	Rh	Em	Te
9.30	33	61.3	492	32	32.9	66.7	490	32
10.00	33	61.2	504	35	32.8	68	488	31
10.30	33.7	62.4	530	38	34	61.8	499	33
11.00	33.9	56	505	34	33.7	58	500	33
11.30	35.3	54.1	523	37	34.8	57.7	493	32
12.00	36	51.7	537	38	35.1	52.6	503	33
12.30	36.2	52.3	542	38	35.8	50.9	503	33
13.00	35.3	59.3	513	34	34.7	58.4	506	34
13.30	34.5	56.6	517	35	34	59.3	513	34
14.00	35	55.6	558	35	35.2	57.4	506	33
14.30	34.4	54.5	555	39	35	53.5	503	32
15.00	34.2	54.8	559	38	34	58.1	499	33
15.30	35.2	55.6	505	35	33.8	61.6	489	31
16.00	34.3	58.3	506	33	34	59.3	479	30
16.30	34.3	58.3	506	33	34	59.3	479	30
17.00	33.1	60	492	32	33.6	59.2	481	31

ตารางที่8.54 แสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่างเฉลี่ย (สูงสุด – ต่ำสุด) และค่าเฉลี่ยของตัวแปรภูมิอากาศ ในการทดลองภายใต้สภาพแวดล้อมหญ้า และไม้พุ่มและพืชคลุมดิน

สภาพแวดล้อมหญ้า ไม้พุ่ม พืชคลุมดิน	Maximum		Minimum		Daily Variation		ค่าเฉลี่ย	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
อุณหภูมิ (°C)	36.2	35.8	33	32.8	3.2	3	34.51	34.2
เวลา	12.30	12.30	9.30	10.00				
ความชื้นสัมพัทธ์(%)	62.4	68	51.7	50.9	10.7	17.1	57	58.9
เวลา	10.30	10.00	12.00	12.30				
การแผ่รังสีกลับวัสดุ (W/m^2)	542	513	492	481	50	32	522	496
เวลา	12.30	13.30	9.30	17.00				
อุณหภูมิพื้นผิว	41	34	32	30	9	4	35.6	32.2
เวลา	12.30	13.30	9.30	16.00				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8.43 แสดงผลการทดลองภายใต้สภาพแวดล้อมพื้นที่โล่ง

สภาพแวดล้อมเป็นพื้นที่โล่ง								
เวลา	ภายนอกร่มเงา				ภายใต้ร่มเงา			
	T	Rh	Em	Te	T	Rh	Em	Te
9.30	33.2	65.7	568	43	-	-	-	-
10.00	33.2	63	531	38	-	-	-	-
10.30	34.8	58.4	586	45	-	-	-	-
11.00	35.8	54.2	617	45	-	-	-	-
11.30	36.2	57.8	590	48	-	-	-	-
12.00	35.7	48.3	563	42	-	-	-	-
12.30	35.7	51.4	564	43	-	-	-	-
13.00	35	57	541	40	-	-	-	-
13.30	35.5	53.4	571	43	-	-	-	-
14.00	36.2	54.5	571	43	-	-	-	-
14.30	35	54.8	585	45	-	-	-	-
15.00	35.2	55.9	578	44	-	-	-	-
15.30	34.6	54.6	553	41	-	-	-	-
16.00	33.9	57.9	501	36	-	-	-	-
16.30	33.9	57.9	501	36	-	-	-	-
17.00	33.7	57	502	36	-	-	-	-

ตารางที่ 8.44 แสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าความต่างเฉลี่ย (สูงสุด – ต่ำสุด) และค่าเฉลี่ยของตัวแปรภูมิอากาศในการทดลองภายใต้สภาพแวดล้อมพื้นที่โล่ง

สภาพแวดล้อมดิน โล่ง	Maximum		Minimum		Daily Variation		ค่าเฉลี่ย	
	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
อุณหภูมิ (°C)	36.2	-	33.2	-	3	-	34.7	-
เวลา	11.30	-	9.30	-				
ความชื้นสัมพัทธ์(%)	65.7	-	48.3	-	17.4	-	56.36	-
เวลา	9.30	-	12.00	-				
การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (W/m^2)	617	-	501	-	116	-	558	-
เวลา	11.00	-	16.00	-				
อุณหภูมิพื้นผิว	45	-	36	-	9	-	41.8	-
เวลา	14.30	-	16.00	-				

* หมายเหตุ

- สภาพท้องฟ้าในช่วงเช้าโปร่ง ประมาณ 10-20%
- ในช่วงเวลา 12.30 – 13.35 มีเมฆเคลื่อนปกคลุมประมาณ 30% และมีความแปรปรวนเล็กน้อย
- ในช่วงบ่าย- เย็น ปริมาณเมฆประมาณ 30-40%ของสภาพท้องฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่8.55 สรุปค่าเฉลี่ยตัวแปรภูมิอากาศภายใต้ไม้ยืนต้นในสภาพแวดล้อมต่างๆ

การทดลองที่3	ค่าเฉลี่ยผลการทดลอง							
	ภายนอกร่มเงา				ภายในร่มเงา			
	T	Rh	E	Te	T	Rh	E	Te
พื้นที่โล่ง	34.73	56.36	557.6	41.75	-	-	-	-
พื้นคอนกรีต	35.41	55.89	609.2	47.50	34.77	56.74	544.3	39.25
Turf Block	35.02	56.69	558.9	41.63	34.48	57.53	516.9	35.56
พื้นหญ้า	34.51	57.03	532.3	37.31	34.29	57.16	500.1	32.63
ไม้พุ่มเตี้ย	34.34	57.81	507.4	33.69	34.17	57.91	501.6	33.25
พืชคลุมดินและไม้พุ่มเตี้ย	34.51	57.00	521.5	35.56	34.21	58.86	495.7	32.19

ตารางที่8.56 แสดงค่าเฉลี่ยความแตกต่างของตัวแปรสภาพภูมิอากาศจากสภาพแวดล้อมต่างๆ (ภายนอก – ภายใน) ณ. วันที่ทำการทดลองตั้งแต่ช่วงเวลา 9.30 – 17.00 น.

ค่าความแตกต่างตัวแปรภูมิอากาศสภาพแวดล้อมต่างๆ	T	Rh	E	Te
คอนกรีต	0.64	-0.9	64.9	8.81
Turf Block	0.54	-0.8	39.5	5.25
พื้นหญ้า	0.22	-0.3	32.2	4.69
ไม้พุ่ม	0.17	-0.1	5.81	0.44
หลายระดับ	0.30	-1.4	25.8	3.38

หมายเหตุ

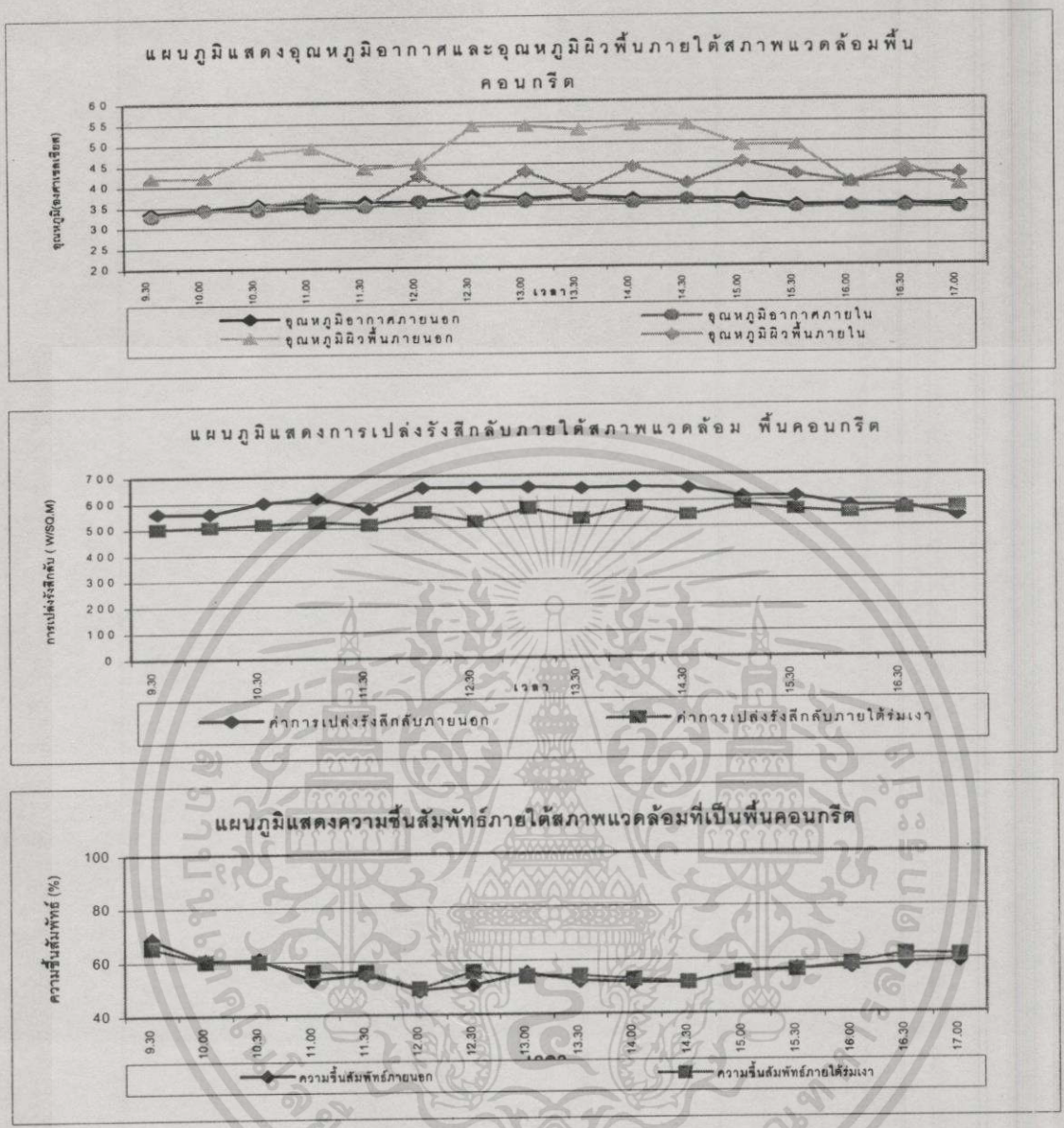
T อุณหภูมิอากาศ (^{o}C)

Rh ความชื้นสัมพัทธ์ (%)

E การเผล่งรังสีกลับ (W/m^2)

Te อุณหภูมิการเปล่งรังสีกลับ (^{o}C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



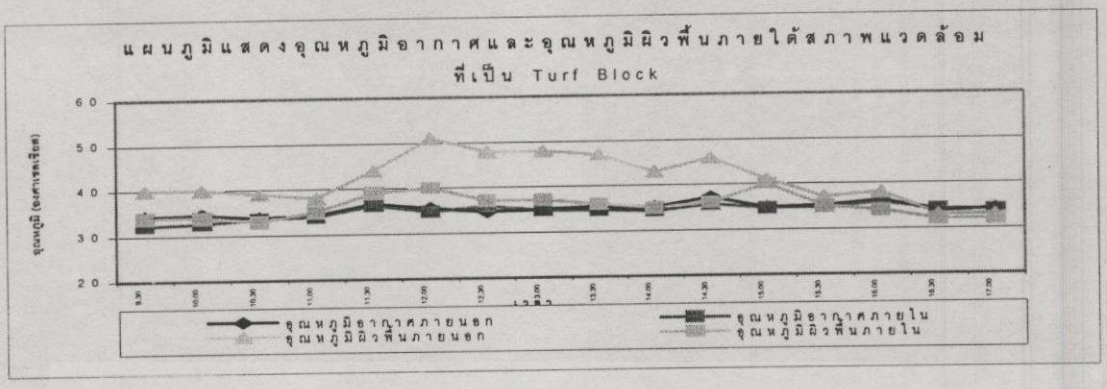
แผนภูมิที่ 8.29 แสดงผลการทดลองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เป็นพื้นคอนกรีต

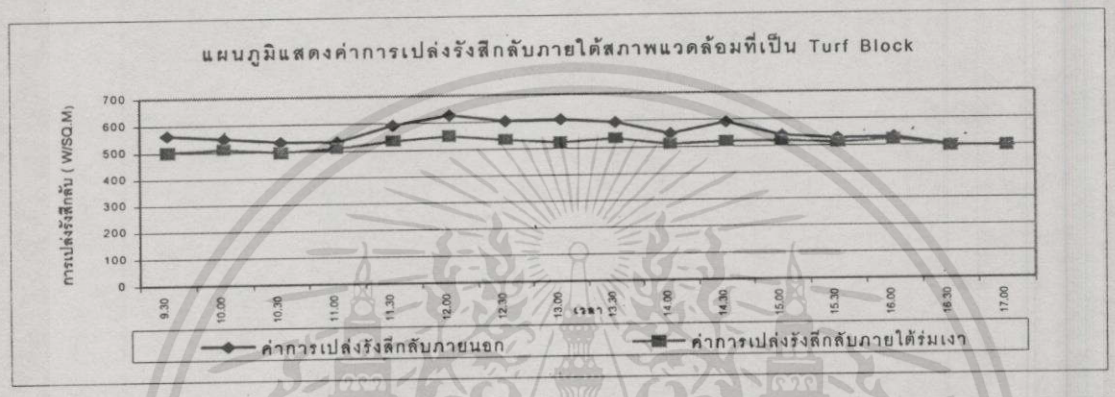
- จากแผนภูมิแสดงอุณหภูมิจะเห็นได้ว่า อุณหภูมิพื้นผิวภายนอกสูงสุดจะอยู่ในช่วงความร้อนวิกฤต (Overheat period) ประมาณ 53 –55 $^{\circ}$ C และพื้นผิวคอนกรีตส่วนในร่มเงาจะลดน้อยลงมา โดยมีค่าความแปรปรวนค่อนข้างชัดเจนในช่วงบ่าย ซึ่งเป็นช่วงหลังจากได้รับความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดของวัน และร่มเงาต้นไม้เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทำให้อัตราการแผ่รังสีไม่คงที่ และส่งผลให้อุณหภูมิพื้นผิวไม่คงที่ด้วยเช่นกัน ในขณะที่อุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในค่อนข้างใกล้เคียงกัน ต่างกันเล็กน้อยในช่วง 12.30 – 16.00น. ทั้งนี้เนื่องจาก เป็นอุณหภูมิที่ยังไม่รวมค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์และการเปล่งรังสี

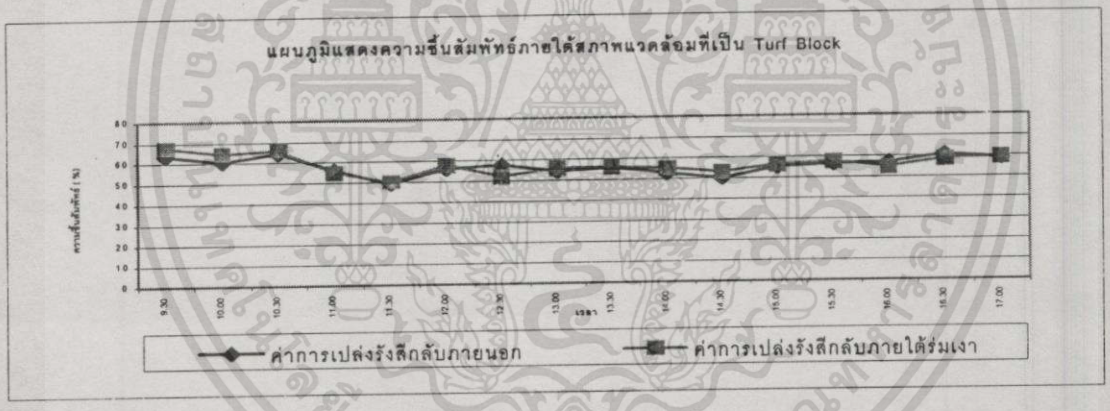
- ค่า การเปล่งรังสีกลับ (Emission) ภายนอกรับความร้อนจากดวงอาทิตย์มามากกว่า ความร้อนสูงสุดจึงคงที่อยู่ในช่วง 650W/m^2 ในขณะที่ภายใต้ร่มเงา จะสะสมรังสีดวงอาทิตย์ที่มีความเข้มน้อยกว่าจึงอยู่ในช่วง 570 –590 W/m^2

- ความชื้นเป็นอัตราส่วนแปรผกผันกับอุณหภูมิและการแผ่รังสี คือในช่วงที่ความร้อนสูงสุด ค่าความชื้นสัมพัทธ์จะต่ำสุด ตั้งแต่ช่วงเวลา 12.00 – 14.30 น. ประมาณ50 –55% โดยสูงสุดในช่วงเช้าประมาณ 70 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



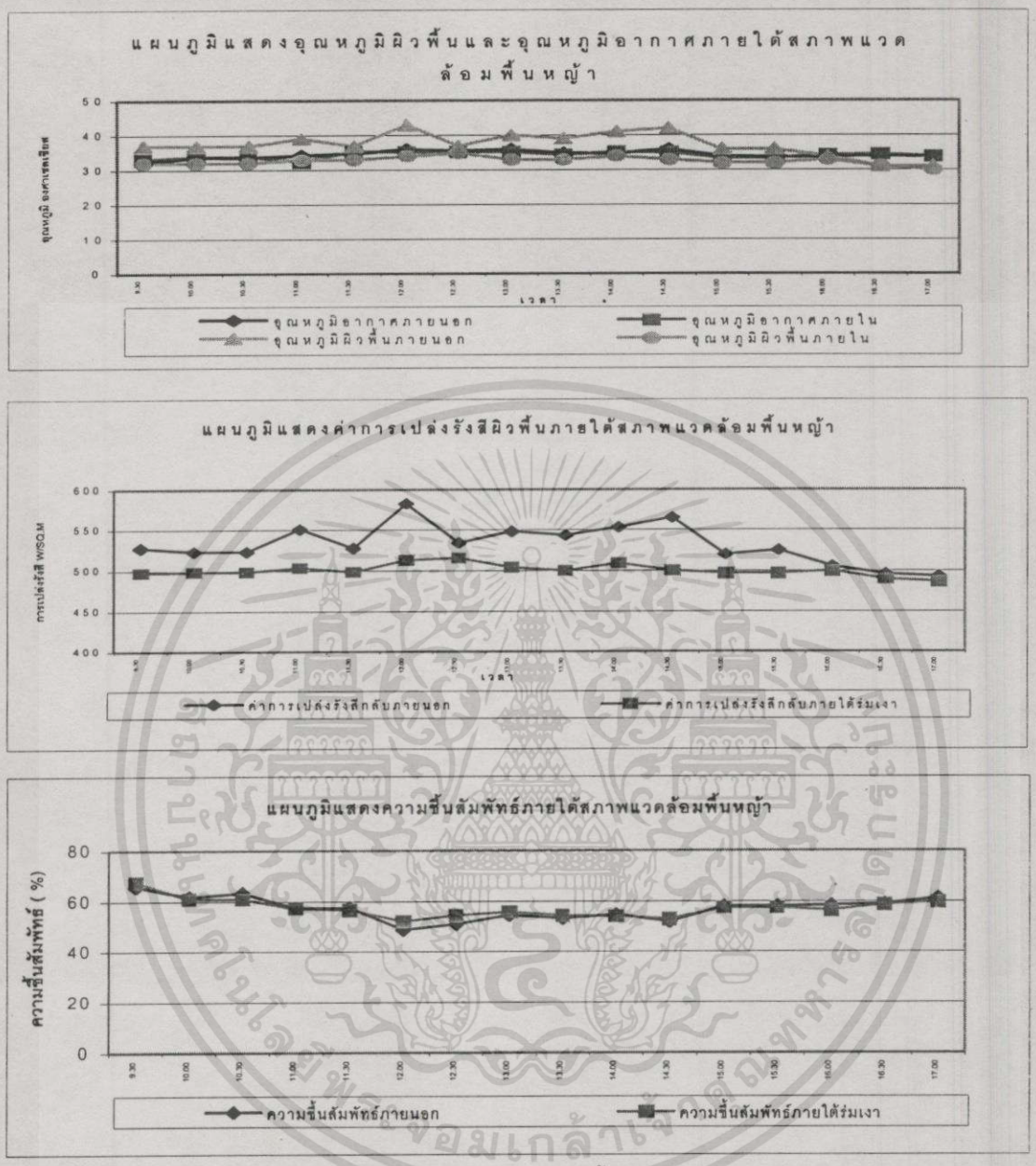




แผนภูมิที่ 8.30 แสดงผลการทดลองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เป็นพื้นTurf Block

- พื้นผิวของบลอคปูหญ้า (Turf Block) ในช่วงเช้ายังคงได้รับอิทธิพลความชื้นจากพื้นหญ้าทำให้อุณหภูมิช่วงเช้าต่ำ อยู่ในช่วง 40 $^{\circ}$ C และสูงสุดที่ 50 $^{\circ}$ C ในขณะที่ บลอคปูหญ้า (Turf Block) ภายในร่มจะต่างกับภายนอก น้อยกว่าประมาณ 5 $^{\circ}$ Cในช่วงเช้า และเริ่มมีความแตกต่างมากในช่วง 12.00 –14.30 น . คือต่างกันประมาณ 10 $^{\circ}$ C
- อุณหภูมิอากาศภายนอกในช่วงเช้า จะสูงกว่าพื้นผิวเล็กน้อยซึ่งเป็นช่วงที่พื้นผิวยังคงได้รับความชื้น ทั้งอุณหภูมิพื้นผิวภายใน อุณหภูมิอากาศภายนอกและอุณหภูมิอากาศภายใน จะใกล้เคียงไปจนถึง 11.00 น. ซึ่งเริ่มเข้าสู่ช่วงอุณหภูมิสูงสุด ที่รังดวงอาทิตย์มีความเข้มสูง อุณหภูมิอากาศโดยทั่วไปค่อนข้างคงที่ ที่ 34-36° C แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย
- อัตราการเปล่งรังสีกลับจะแปรตามรังสีดวงอาทิตย์โดยภายนอกและภายในจะต่างกันประมาณ 60 –76 W/m^2 และกลับมาใกล้เคียงกันในช่วง 15.00 น .
- ความชื้นจะต่างกันเพียงเล็กน้อยด้วยอิทธิพลการพาความร้อนทำให้บางช่วงเวลาภายนอกจึงงกว่าภายใน โดยค่าสูงสุดอยู่ที่ 70% และต่ำสุดอยู่ที่ 53%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภูมิที่ 8.31 แสดงผลในการทดลองภายใต้สภาพแวดล้อมพื้นหญ้า

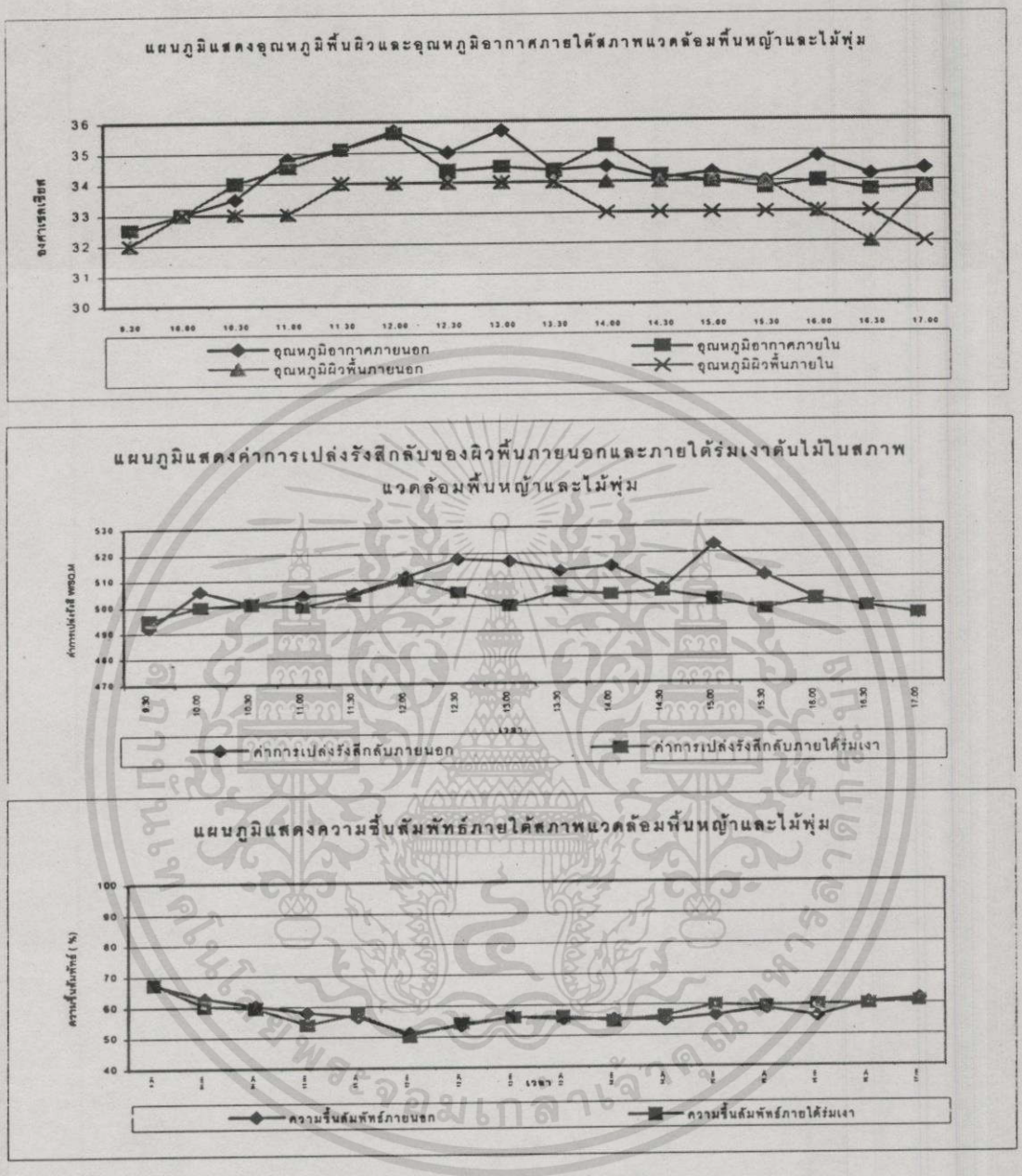
- ภายใต้สภาพแวดล้อมพื้นหญ้า อุณหภูมิพื้นผิวสูงกว่าโดยเฉลี่ย ค่าความต่างอุณหภูมิระหว่างวันอยู่ประมาณ 5 $^{\circ}$ Cและลดลงอย่างเห็นได้ชัดในช่วงเวลา 15.00 –17.00น. ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่แปรตามการเปล่งรังสีกลับ (Emission) อุณหภูมิพื้นผิวจะลดลงอย่างที่สุด ในช่วง 16.30 – 17.00 น. ซึ่งเกิดจากการคายความร้อนในที่โล่งทำได้เร็วเนื่องจากรับและสะสมความร้อนน้อยกว่าพื้นคอนกรีต

- การเปล่งรังสีกลับภายนอกเฉลี่ยอยู่ที่ 532 W/m^2 ตลอดทั้งวัน ในขณะที่ภายในร่มเงาประมาณ 500 W/m^2 โดยค่าความต่างการเปล่งรังสีสูงสุดคือ 70 W/m^2

- ความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศตลอดทั้งวันค่อนข้างน้อย ทั้งนี้บางส่วนได้รับอิทธิพลความชื้นจากพื้นหญ้า

- ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 55 –67% สูงกว่าพื้นคอนกรีตเล็กน้อย

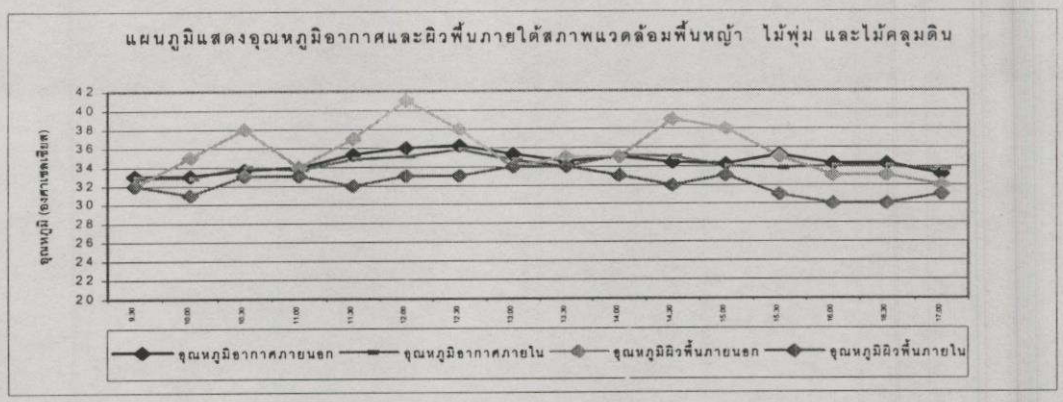
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

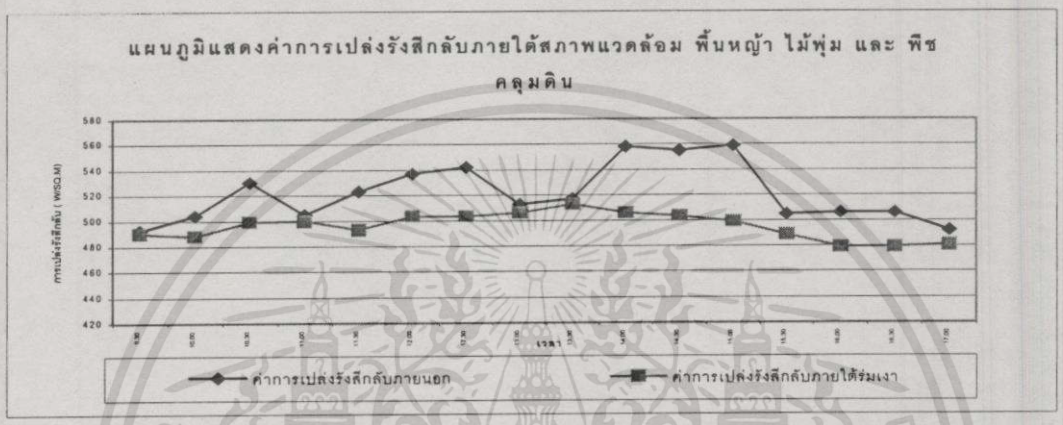


แผนภูมิที่ 8.32 แสดงผลในการทดลองภายใต้สภาพแวดล้อมพื้นหญ้าและไม้พุ่ม

- อุณหภูมิอากาศในช่วงเช้า ของภายนอกและภายในจะใกล้เคียงกันมากเป็นผลมาจากการทำความเย็น (Cooling Efeect) ที่ต่อเนื่องมาจากช่วงเวลากลางคืน และเป็นผลมาจากการเหนี่ยวนำความเย็นไปทั่วบริเวณที่อยู่ใกล้เคียงทำให้เกิดการกระจายอุณหภูมิโดยรอบ และเริ่มมีความแตกต่างมากขึ้นในช่วงบ่ายเพียงเล็กน้อยหลังช่วงเวลา 15.00น.
- อัตราการเปล่งรังสีกลับมากขึ้นในช่วงหลัง12.00น.ซึ่งทำให้ภายนอกและภายใต้ร่มเงามีความแตกต่างชัดเจนขึ้นเล็กน้อย โดยบริเวณภายใต้ร่มเงารักษาระดับคงที่ตลอดทั้งวัน ในขณะที่ภายนอกช่วง 14.00-16.00 น. มีการแปรปรวนสูงมากและลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงเวลา 16.00-17.00น.
- ความชื้นภายใต้ร่มเงาสูงกว่าเล็กน้อย ในช่วงประมาณ 50 -68%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



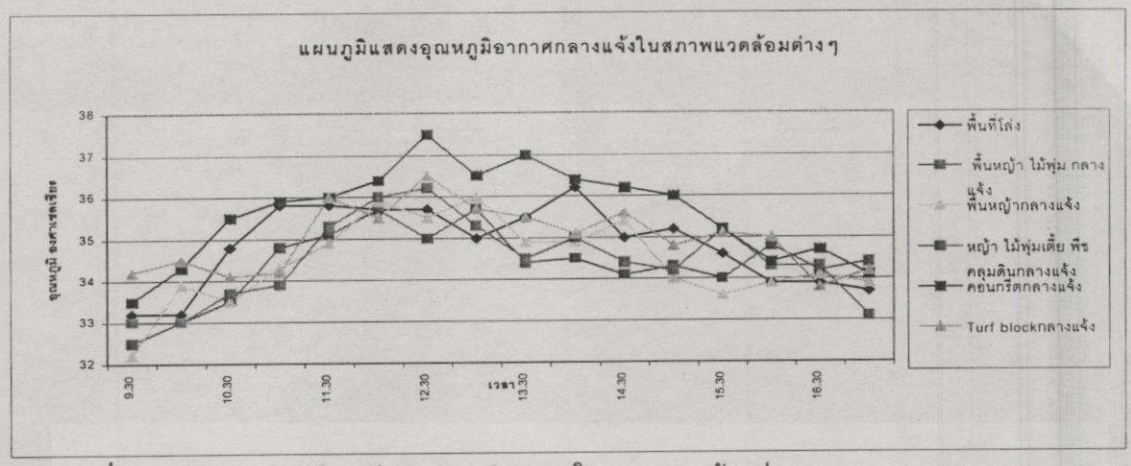




แผนภูมิที่ 8.33 แสดงผลในการทดลองภายใต้สภาพแวดล้อมพื้นหญ้าและไม้พุ่มและพืชคลุมดิน

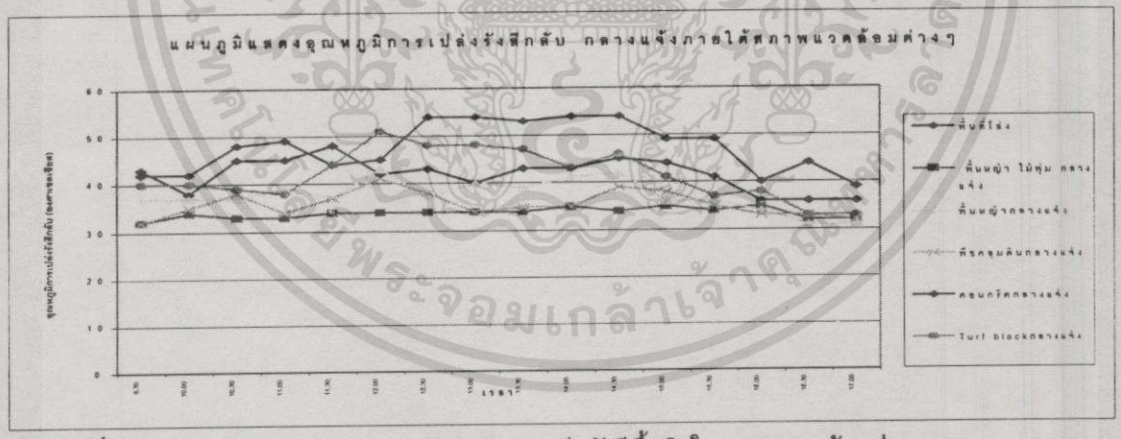
- อุณหภูมิพื้นผิวภายนอกมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เนื่องจากทิศทางการโคจรของดวงอาทิตย์ ทำให้ ณ. ตำแหน่งที่ทำการวัดเดิมมีค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับไม่คงที่ ในขณะที่อุณหภูมิพื้นผิวภายในต่ำที่สุดอย่างเห็นได้ชัด และค่อนข้างคงที่เกือบตลอดทั้งวันอยู่ในช่วง 32 –34 $^{\circ}$ C ในขณะที่ภายนอกจะอยู่ในช่วง 34- 39° C ส่วนอุณหภูมิอากาศทั้งภายในและภายนอกใกล้เคียงกันตลอดทั้งวัน มีความแปรปรวนน้อยคืออยู่ในช่วง 35 - 36° C
- ค่า Emission แปรปรวนมากในภายนอก โดยแบ่งเป็น 2 ช่วงคือ 11.30 –12.30 น. และสูงสุดที่ 14.00-15.00 น. หลังจากนั้นค่า Emission จะลดลงอย่างรวดเร็วทั้งภายนอกและภายใน และค่อนข้างคงที่ ตั้งแต่ช่วงเวลา 15.30 – 17.00น. ซึ่งค่า Emission ภายนอกอยู่ที่ 510 W/m^2 และภายใต้ร่มเงาอยู่ที่ 480 W/m^2 ส่งผลไปถึงอุณหภูมิพื้นผิวทั้งภายนอกและภายในด้วย ณ.ช่วงเวลาเดียวกัน
- ความชื้นสัมพัทธ์ อยู่ในช่วง 53 – 67.1 % ความชื้นภายนอกและภายในไม่แตกต่างกันมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภูมิที่ 8.34 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศในสภาพแวดล้อมต่างๆ

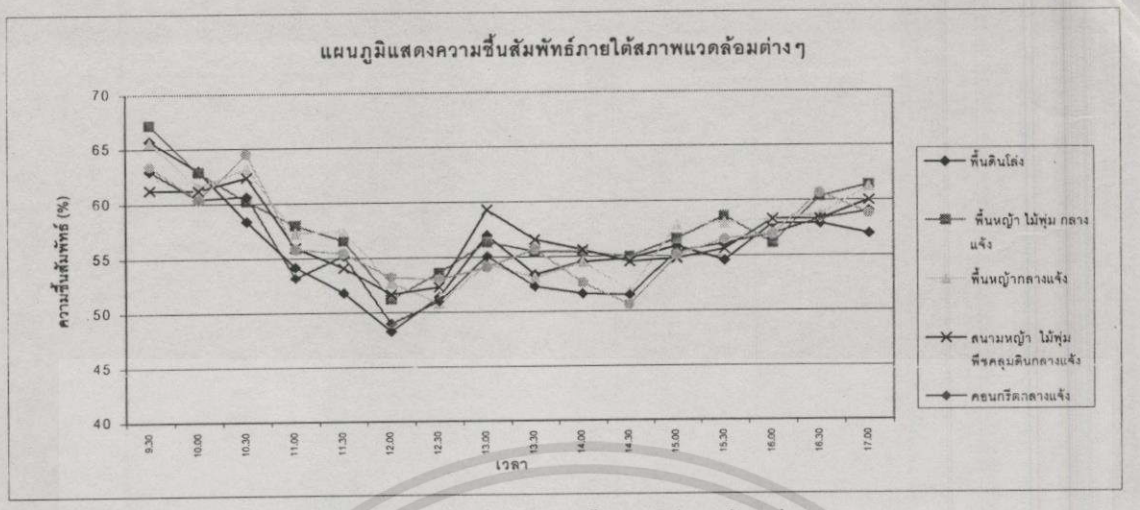
- อุณหภูมิอากาศภายนอกบริเวณคอนกรีตค่อนข้างแปรปวรและสูงสุดตลอดทั้งวันที่ประมาณ 33.5 – 37.5 ° C โดยสูงสุดที่ 12.30 น. จากอิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงและเนื้อวัสดุสะสมความร้อนได้สูง
- บริเวณพื้นดินโล่งและTurf Block มีอุณหภูมิสูงรองลงมา อุณหภูมิไม่คงที่อย่างเห็นได้ชัด ค่าความต่างของอุณหภูมิดินโล่งจะสูงถึง 33.2 – 36.2 ° C แต่ บลอคปูหญ้า (Turf Block) ซึ่งมีพื้นหญ้าสลับอยู่จะมีค่าความต่างน้อยกว่า อยู่ในช่วง 34.2-36.2 ° C
- ส่วนบริเวณที่เป็นพืชพรรณ (Softscape) ทั้งหมด อุณหภูมิจะเกาะกลุ่มกัน แตกต่างกันที่ช่วงเวลาเท่านั้น แม้บริเวณที่มีพืชพรรณคลุมดินอยู่มาก แต่ก็ทำให้อุณหภูมิบางช่วงสูงขึ้นได้จากการถูกจำกัดการพา โดยพื้นหญ้าจะคายความร้อนเร็วตั้งแต่15.00น.



แผนภูมิที่ 8.35 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิการเปล่งรังสีพื้นผิวในสภาพแวดล้อมต่างๆ

- พื้นคอนกรีตมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 55 ° C ซึ่งเป็นผลจากคุสมบัติในการจุความร้อนของวัสดุ
- บลอคปูหญ้า (Turf Block) เริ่มสูงตั้งแต่ช่วงเวลา 12.00 –14.30 น. ในช่วงเช้า จะได้รับอิทธิพลจากความชื้น ส่วนช่วงเย็นความร้อนคายออกได้เร็วกว่า อุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 50° C
- ดินโล่ง อุณหภูมิสูงสุดอยู่ในช่วง 44-46° C
- พื้นหญ้า อุณหภูมิสูงสุดอยู่ในช่วง 41-42° C
- บริเวณพื้นหญ้าและไม้พุ่ม อุณหภูมิสูงสุดอยู่ในช่วง 41° C
- บริเวณพื้นหญ้าและไม้พุ่ม อุณหภูมิสูงสุดอยู่ในช่วง 31-34° C

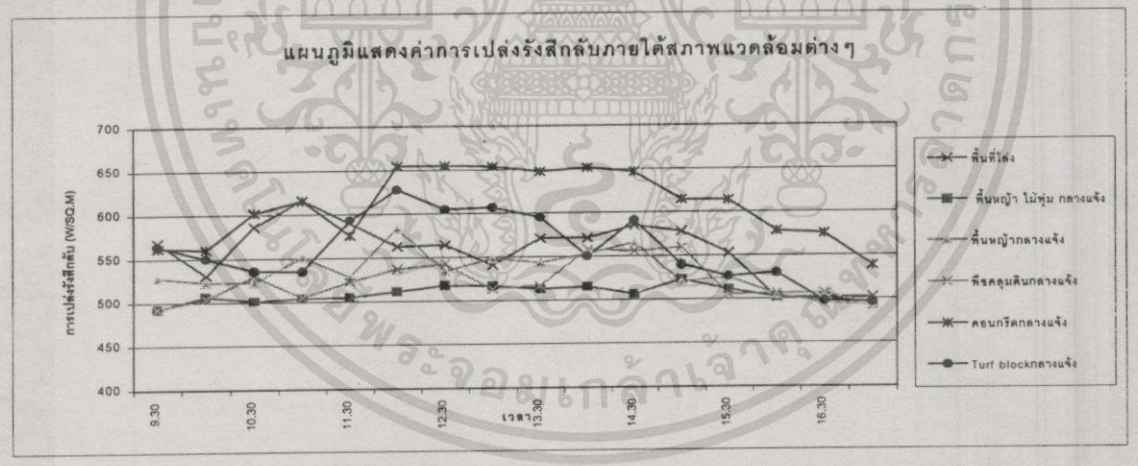
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภูมิที่ 8.36 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ในสภาพแวดล้อมต่างๆ

- ปริมาณความชื้นค่อนข้างใกล้เคียงกันในทุกการทดลอง สำหรับการทดลองพืชคลุมดิน และไม้พุ่มจะใกล้เคียงกันมาก ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดอยู่ที่ 67% บริเวณ บลอคปูหญ้า (Turf Block) จะไม่คงที่ตลอดทั้งวัน พื้นที่ดินโล่ง ความชื้นจะมีความชื้นต่ำที่สุดในช่วงเช้า และเริ่มปรับตัวสูงขึ้นในช่วงบ่าย แต่โดยเฉลี่ยทั้งวันแล้ว พื้นคอนกรีตจะต่ำที่สุด

ค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงเช้าอยู่ที่ 62-67% กลางวันต่ำที่สุดอยู่ที่ 48-53.5% ช่วงบ่าย จะอยู่ในช่วง 52 -55 % และในช่วงเย็นปรับตัวสูงขึ้นอยู่ที่ระดับ 58- 62 %



แผนภูมิที่ 8.37 แสดงการเปรียบเทียบการเปล่งรังสีกลับในสภาพแวดล้อมต่างๆ

ค่า Emission บริเวณสภาพแวดล้อมต่างๆ มีดังนี้

1. สภาพแวดล้อมพื้นหญ้า ไม้พุ่ม คงที่ที่ระดับ 490 – 510 W/m^2
2. สภาพแวดล้อมพื้นหญ้า ไม้พุ่ม พืชคลุมดิน ค่อนข้างแปรปรวนในทุกตัวแปรสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์ และความชื้น การเปล่งรังสีกลับ (Emission) อยู่ในช่วง 560 W/m^2
3. พื้นหญ้ากลางแจ้ง การเปล่งรังสีกลับ (Emission) อยู่ในช่วง 565 W/m^2
4. พื้นที่ดินการเปล่งรังสีกลับ (Emission) อยู่ในช่วง 580 W/m^2
5. บลอคปูหญ้า (Turf Block) การเปล่งรังสีกลับ (Emission) อยู่ในช่วง 635 W/m^2
6. คอนกรีต การเปล่งรังสีกลับ (Emission) อยู่ในช่วง 660 W/m^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทวิเคราะห์การทดลองที่ 3

ในการทดลองเรื่องของสภาพแวดล้อมที่เป็นส่วนหนึ่งของปัจจัยภายนอกที่มีอิทธิพลต่อการควบคุมสภาพภูมิอากาศทั้งที่เป็น วัสดุดาดแข็ง (Hardscape) และ พืชพรรณ(Softscape) ตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้แก่ อุณหภูมิอากาศ การเปล่งรังสีกลับของวัสดุ อุณหภูมิพื้นผิววัสดุและ ความชื้นสัมพัทธ์

สำหรับวัสดุที่ใช้ในงานภูมิทัศน์ประเภท วัสดุดาดแข็ง (Hardscape) นั้น ต้องคำนึงถึง อุณหภูมิพื้นผิว อุณหภูมิอากาศปละค่าการเปล่งรังสีกลับของวัสดุเป็นสำคัญ ซึ่งปัจจัยดังกล่าวนี้ล้วนเป็นตัวแปรที่แปรผันตามกันและสำหรับวัสดุพืชพรรณธรรมชาติซึ่งเป็นองค์ประกอบของ พืชพรรณ(Softscape) นั้นตัวแปรที่สำคัญได้แก่ความชื้น ดังนั้นในการเรียงลำดับความสามารถในการควบคุมสภาพภูมิอากาศจึงแบ่งเป็น 2 ส่วนดังนี้

1. อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิพื้นผิว ค่าการเปล่งรังสีกลับของวัสดุ ณ. ช่วงเวลาต่างๆภายใต้การทดลองสภาพแวดล้อมชนิดต่างๆสามารถสรุปและเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้ดังต่อไปนี้

1. สภาพแวดล้อมพื้นคอนกรีต
2. สภาพแวดล้อม บลอคปูหญ้า (Turf Block)
3. สภาพแวดล้อมพื้นหญ้า
4. สภาพแวดล้อมพื้นหญ้า ไม้พุ่ม และพืชคลุมดิน
5. สภาพแวดล้อมพื้นหญ้า ไม้พุ่ม

2. ความชื้นสัมพัทธ์ ณ. ช่วงเวลาต่างๆภายใต้การทดลองสภาพแวดล้อมชนิดต่างๆค่อนข้างใกล้เคียงกัน สามารถสรุปและเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้ดังต่อไปนี้

1. สภาพแวดล้อมพื้นหญ้า ไม้พุ่ม และพืชคลุมดิน
2. สภาพแวดล้อมพื้นหญ้า ไม้พุ่ม
3. สภาพแวดล้อมพื้นหญ้า
4. สภาพแวดล้อม บลอคปูหญ้า (Turf Block)
5. สภาพแวดล้อมพื้นคอนกรีต

พื้นดินโล่ง

มีความหนาแน่นน้อยกว่าเนื้อคอนกรีต ถ่ายทอดความร้อนลงสู่ดินที่ระดับต่ำกว่าในช่วงเวลากลางวันและถ่ายเทออกในช่วงเวลากลางคืน อุณหภูมิของดินจะเพิ่มขึ้นในอัตราคงที่ในช่วงเช้าถึง11.00น. และคงที่ไปจนถึง 12.30 น. ด้วยอิทธิพลของการหน่วงความร้อน (Time Lag) ทำให้รักษาระดับการคายความร้อนอย่างช้าๆและปรับตัวในระดับที่ไม่สม่ำเสมอไปจนถึงช่วงอุณหภูมิสูงสุดคือ14.30 น. หลังจากช่วงนี้อุณหภูมิลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงเวลา17.00น. ที่อุณหภูมิ33.7 °C

สภาพแวดล้อมพื้นคอนกรีต

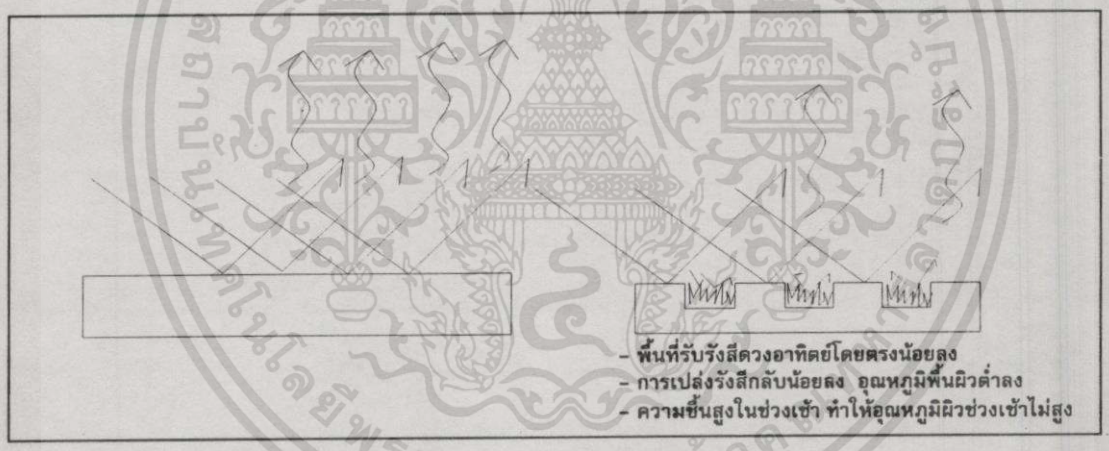
อุณหภูมิพื้นผิวของพื้นคอนกรีตสูงกว่าชนิดอื่น โดยเฉพาะในช่วงเวลา ความร้อนวิกฤต(Overheat) ได้แก่ช่วงหลังเที่ยงวันเป็นต้นไปเนื่องจากได้รับอิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์ที่มีความเข้มสูงจากการทำมุมของการโคจรดวงอาทิตย์ และคุณสมบัติเฉพาะของวัสดุ ซึ่งสามารถนำความร้อน และมีความจุความร้อน (Heat Capicity)สูง เนื่องมาจากมีมวลสารมาก ความหนาแน่นสูง ลักษณะพื้นผิวที่สะท้อนความร้อนได้มาก ล้วนเป็นปัจจัยที่ทำให้อุณหภูมิพื้นผิวของวัสดุสูง และผลของความจุความร้อน (Heat Capacity) นี้ทำให้เกิดการเปล่งรังสีความร้อนออกในปริมาณมากตลอดช่วงบ่าย ซึ่งเป็นผลมาจากอิทธิพลของการหน่วงความร้อน(Time

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lag) ซึ่งได้รับความร้อนมาตั้งแต่ช่วงเช้าและสะสมในเนื้อวัสดุและคายออกในช่วงบ่าย และอุณหภูมิพื้นผิวจึงลดลงใกล้เคียงอุณหภูมิอากาศในช่วงเวลาเย็นประมาณ 17.00น. และบริเวณพื้นผิวนี้ทำให้เกิดความชื้นต่ำ การที่ความชื้นบริเวณพื้นคอนกรีตต่ำเนื่องจากความชื้นจากใต้ผิวดินไม่สามารถแทรกตัวผ่านเนื้อคอนกรีตได้สะดวก และส่งผลให้ความร้อนที่อยู่ใต้ดินส่วนหนึ่งที่จะระเหยออกมาพร้อมกับความชื้นจึงแทรกตัวออกมาได้ยากด้วยเช่นกัน

สภาพแวดล้อมพื้นบลอคคอนกรีตปูหญ้า (Turf Block)

เป็นวัสดุที่ประกอบไปด้วยพื้นคอนกรีตบลอคและแบ่งซอยพื้นที่ย่อยในการปูพื้นหญ้า ทำให้อุณหภูมิพื้นผิวโดยเฉลี่ยลดลง จากคุณสมบัติของคอนกรีตซึ่งได้อธิบายไปแล้วประกอบกับพื้นหญ้า จึงส่งผลให้อุณหภูมิพื้นผิวลดลงเล็กน้อยในขณะที่ความชื้นในเนื้อวัสดุสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากหญ้าซึ่งเป็นวัสดุพืชพรรณธรรมชาติ ที่มักใช้เพื่อปกคลุมผิวดิน ซึ่งมีคุณสมบัติในการดูดซับความร้อนได้บางส่วนและสะท้อนความร้อนออกได้มาก เมื่อ2 วัสดุนี้มารวมกันทำให้ความชื้นจากหญ้าจะถ่ายทอดเข้าสู่พื้นผิวคอนกรีตและเมื่อได้รับรังสีดวงอาทิตย์ ความชื้นในเนื้อคอนกรีตจะระเหยออกไปพร้อมกับความร้อน อุณหภูมิพื้นผิวจึงลดลงเล็กน้อยในช่วงเช้าส่วนในช่วงบ่ายเมื่อความชื้นส่วนใหญ่ระเหยแล้ว ความชื้นบริเวณนั้นจึงลดต่ำลง นอกจากนั้นเกิดจากพื้นที่ผิวในการสัมผัสอากาศภายนอกมากขึ้นแต่พื้นที่ที่จะได้รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง (Direct Radiation) จะลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นผิวคอนกรีตขนาดใหญ่ ทำให้อุณหภูมิผิวลดลงและ ส่งผลต่อเนื่องถึงอุณหภูมิอากาศ



ภาพที่ 8.46 แสดงการเปรียบเทียบการเปล่งรังสีของพื้นคอนกรีตและ Turf Block

วัสดุพืชพรรณ (Softscape)

พื้นหญ้า ไม้พุ่ม และพืชคลุมดิน

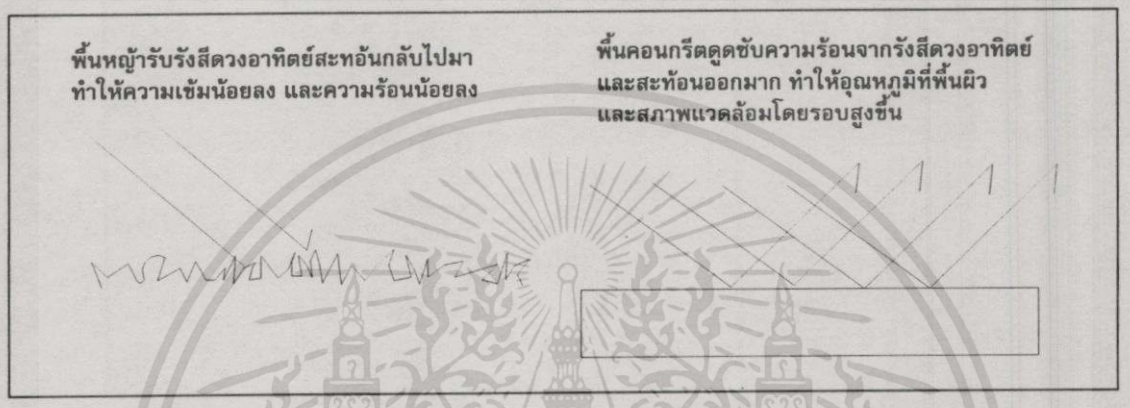
รังสีดวงอาทิตย์ที่ตกลงกับพื้นหญ้า พื้นหญ้าจะดูดซับความร้อนไว้บางส่วนและด้วยพื้นที่ผิวที่มากทำให้รังสีสะท้อนกลับไปกลับมาหลายรอบจนความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ลดลง และส่งผลให้อุณหภูมิที่พื้นผิวหญ้าลดลง รวมถึงคุณสมบัติในการสะสมความร้อนของพื้นผิวหญ้า หรือใบไม้นั้นน้อยกว่าวัสดุพื้นผิวดาดแข็งมาก บริเวณที่ประกอบด้วย พืชพรรณจึงมักมีอุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณโดยทั่วไป พื้นหญ้าและวัสดุพืชพรรณธรรมชาติทำหน้าที่เป็นวัสดุเพื่อปกคลุมพื้นผิวดินที่สามารถควบคุมสภาพภูมิอากาศได้ดีด้วยคุณสมบัติต่าง ๆดังนี้

1. การสมดุลยการแผ่รังสี (Radiant Balance) รังสีโดยตรงจะถูกลดทอนโดยพืชคลุมดินซึ่งมีค่าการนำต่ำกว่าดิน นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็น Shading Device ให้กับดินด้วย
2. การแลกเปลี่ยนการพาความร้อน (Convection Exchange) ลดการพาอากาศที่ร้อนลงสู่ดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ระเหยน้ำ (Evaporative Cooling) จากผิวดินช่วยให้อากาศเหนือผิวดินมีอุณหภูมิต่ำ อัตราการระเหยของน้ำจากพื้นดินโล่งจะมีมากกว่าพืชคลุมดิน ดินที่ไม่มีการปกคลุมผิวหน้าจะทำให้อุณหภูมิสูง

ในช่วงเวลาเช้าความชื้นบริเวณใบไม้จะสูง เนื่องจากอุณหภูมิจะลดลง และอุณหภูมิผิวหญ้าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ ทำให้เกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ (Saturation) เมื่อมีลมพัดผ่านและเกิดการพาจะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำความเย็นพลังงานความร้อนที่มากับการพาจึงถูกใช้ในการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำ เนื่องจากน้ำค้างบริเวณพื้นผิวใบไม้ระเหยกลายเป็นไอและทำให้อุณหภูมิพื้นผิวสนามหญ้าลดลง



ภาพที่ 8.47 แสดงลักษณะการสะท้อนความร้อนของพื้นหญ้าและคอนกรีต

วัสดุปกคลุมผิวดินที่ไม่ให้ผลเท่าที่ควรเกิดจาก

- ต้นไม้ดูดความชื้นทางราก ทำให้อุณหภูมิอากาศลด และอุณหภูมิดินไม่ลดตาม
- การปลูกที่หนาแน่นเกินไปทำให้เกิดการจำกัดการพา การระเหย อากาศที่ระดับใกล้พื้นผิวดินจึงความชื้นสูงมาก แต่ไม่สามารถระเหยทั้งไอน้ำและความร้อนที่ดูดซับเข้ามาออกได้ บริเวณนั้นๆจึงอาจเกิดเป็นภาวะที่อากาศไม่สามารถถ่ายเทได้ ในกรณีที่สภาพแวดล้อมเป็นพื้นหญ้าไม้พุ่มและพืชคลุมดิน จะพบปัญหานี้ เนื่องจากพืชพรรณในระดับต่ำปกคลุมพื้นผิวดินหนาแน่นเกินไป ไม่มีทางระบายอากาศออก ดังนั้นจึงเกิดการสะสมความร้อนขึ้นเล็กน้อย แต่อย่างไรก็ตามพืชพรรณธรรมชาติเหล่านี้ก็ให้ผลในการควบคุมอุณหภูมิได้ดีกว่าวัสดุ Hardscape

วัสดุปกคลุมพื้นผิวดินภายนอกและภายใต้ร่มเงาจะส่งผลต่อปริมาณการเปล่งรังสีกลับ (Emission) ต่างกันโดยเฉพาะบริเวณที่เป็นพื้นผิวดาดแข็ง (Hardscape) ความสามาถในการแก้ไขสภาพภูมิอากาศของวัสดุที่มักใช้ในงานภูมิทัศน์จะต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติของวัสดุด้วยดังนี้

วัสดุพื้นผิวดาดแข็ง (Hardscape) ต้องคำนึงถึง ความสามารถในการดูดซับ สะสมความร้อน การสะท้อนและการเปล่งรังสีความร้อนของวัสดุ

วัสดุพืชพรรณ (Softscape) ต้องคำนึงถึงปริมาณที่เหมาะสม ลักษณะ ความหนาแน่นในการปลูกที่จะไม่ก่อให้เกิดความชื้นและการกักขังความร้อนสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.3 สรุปผลการทดลอง

การทดลองที่ 1.1 รูปทรงพุ่ม

ผลในการควบคุมตัวแปรภูมิอากาศ

ตัวแปรที่สำคัญในการเลือกปลูกต้นไม้ได้แก่ ความหนาแน่นกลุ่มใบและพื้นที่ที่เกิดเงา และการนำไปใช้งานประกอบด้วย

ทรงพุ่มกลม การกักขังความร้อนเกิดจากการถูกจำกัดการพา ด้วยพื้นที่รอบนอกกลุ่มใบน้อย ความแปรปรวนระหว่างวันมาก

ทรงพุ่มรูปไข่ ควบคุมอุณหภูมิได้คงที่ตลอดทั้งวัน เฉพาะบริเวณใกล้โคนต้น และกรองรังสีดวงอาทิตย์ช่วงที่ความเข้มสูงได้น้อย

ทรงพุ่มปาล์ม อยู่ในช่วงน่าสบายมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของกลุ่มใบทำให้การกรองรังสีดวงอาทิตย์ค่อนข้างคงที่แต่ควบคุมได้ในพื้นที่วงแคบ ควรปลูกไม้ในระดับต่ำประกอบด้วย

ทรงพุ่มแผ่กว้าง ให้ผลในการควบคุมอุณหภูมิได้ในพื้นที่มาก การกระจายอุณหภูมิและการเหนี่ยวนำความเย็นเกิดขึ้นมาก และสามารถป้องกันการเปล่งรังสีกลับ (Emission) ได้ในพื้นที่กว้าง กรองรังสีดวงอาทิตย์ช่วงที่ความเข้มสูงได้มาก

ผลในการควบคุมสภาวะน่าสบาย

1. **ทรงพุ่มปาล์ม** ควบคุมภาวะน่าสบายได้ยาวนานที่สุด โดยเฉพาะช่วงเช้า
2. **ทรงพุ่มแผ่กว้าง** ควบคุมภาวะน่าสบายได้ได้รองลงมา แต่เป็นพื้นที่กว้าง
3. **ทรงพุ่มกลม** ควบคุมภาวะน่าสบายได้ได้รองลงมาจากแผ่กว้าง ใกล้เคียงกับรูปไข่
4. **ทรงพุ่มรูปไข่** ควบคุมภาวะน่าสบายได้ได้รองลงมาจากทรงกลม แต่พื้นที่แคบกว่า

การทดลองที่ 1.2 (ขนาดต้น)

ผลในการควบคุมตัวแปรภูมิอากาศ

ขนาดต้นไม้มีผลต่อการลดอุณหภูมิและรักษาอุณหภูมิให้ต่ำและคงที่ตลอดทั้งวัน ทั้งนี้เป็นผลโดยรวมมาจากพื้นที่ร่มเงา ปริมาณการคายน้ำของพื้นที่ผิวใบ และการป้องกันการเกิดการเปล่งรังสีกลับ (Emission) ของสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะพื้นดิน ซึ่งผลจากการทำความเย็น (Cooling Effect) นี้จะให้ผลต่อเนื่องไปถึงบริเวณริมนอกทรงพุ่มในระยะใกล้เคียงอีกด้วย

ต้นไม้ขนาดเล็ก จะให้ผลในการลดอุณหภูมิได้น้อยที่สุด และมีความแปรปรวนอุณหภูมิสูง จากระยะโคนต้นถึงระยะริมนอกทรงพุ่ม ค่าความแตกต่างอุณหภูมิทุกระยะ2.00ม. เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และแปรปรวนมากที่ระยะใกล้ริมนอกพุ่ม แต่อย่างไรก็ตามโดยเฉลี่ยอุณหภูมิจะต่ำกว่าตลอดทั้งวัน

ต้นไม้ขนาดกลาง จะมีความแปรปรวนอุณหภูมิระหว่างวันน้อยลง และแปรปรวนมากที่ระยะ 6.00ม. เนื่องจากเป็นระยะใกล้ริมนอกพุ่ม การลดอุณหภูมิและการกระจายอุณหภูมิเมื่อเปรียบเทียบกับขนาดอื่น อยู่ในระดับกลาง

ต้นไม้ขนาดใหญ่ จะให้ผลในการลดอุณหภูมิต่ำตลอดทั้งวัน ความแปรปรวนของอุณหภูมิในช่วงวันและที่ระยะต่างๆอยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากทุกระยะที่ทำการบันทึกค่า อยู่ด้านในของทรงพุ่ม จึงได้รับผลจากการทำความเย็น (Cooling Effect) คงที่ตลอดทั้งวัน ในช่วงบ่ายประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิลดลงเล็กน้อย เนื่องจากการคายความร้อนจากพื้นดินลอยตัวสูงขึ้นและระบายออกได้อย่างช้าๆ ทำให้อุณหภูมิช่วงบ่ายปรับสูงขึ้นเล็กน้อยแต่คงที่โดยตลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต่างอุณหภูมิจะเห็นได้ชัดในช่วงกลางวันที่รังสีดวงอาทิตย์มีความเข้มสูงสุด ซึ่งเป็นช่วงที่มีความร้อนสูงเกินสภาวะน่าสบาย และเริ่มมีการกระจายอุณหภูมิใกล้เคียงกันในช่วงเย็นที่อุณหภูมิอากาศภายนอกลดลง

การทดลองที่2.1 จำนวนต้นไม้

ผลในการควบคุมตัวแปรภูมิอากาศ

ต้นไม้จำนวน 5 ต้น พื้นที่ในการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์น้อยกว่า การเหนี่ยวนำความเย็นจึงน้อย แม้ว่าการพาไม่ถูกจำกัด แต่ก็ยังมีอิทธิพลน้อยกว่าการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ในบริเวณกว้าง

ต้นไม้จำนวน 10 ต้น ควบคุมอุณหภูมิได้ดีที่สุดตลอดทั้งวัน ช่วงเช้าอยู่ในช่วงภาวะน่าสบาย

ต้นไม้จำนวน 18 ต้น สามารถควบคุมรังสีดวงอาทิตย์และการเปล่งรังสีกลับ (Emission) ได้มาก แต่ถูกจำกัดการพาจากรูปแบบการจัดกลุ่มที่ไม่เหมาะสม

ผลในการควบคุมสภาวะน่าสบาย

1. ต้นไม้จำนวน 18 ต้น สามารถควบคุมช่วงเวลาน่าสบายได้มากที่สุด โดยเฉพาะในช่วงเช้า ส่วนในช่วงบ่าย ความร้อนจากการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นกว่า จำนวน 10 ต้นเล็กน้อย

2. ต้นไม้จำนวน 10 ต้น ควบคุมอุณหภูมิได้ดีที่สุด ตลอดทั้งวันแม้ในช่วงเช้า ช่วงภาวะน่าสบายจะน้อยกว่า แต่อุณหภูมิค่อนข้างจะคงที่ตลอดทั้งวัน เนื่องจากการพาถูกจำกัดน้อยกว่า

3. ต้นไม้จำนวน 5 ต้น ควบคุมสภาวะน่าสบายได้น้อยที่สุด การเหนี่ยวนำความเย็นทำได้ในบริเวณแคบ

การทดลองที่ 2.2 ระยะห่างต้นไม้

ผลในการควบคุมตัวแปรภูมิอากาศ

1. ระยะห่าง 2.00 ม. ควบคุมอุณหภูมิได้ดีที่สุด รวมถึงตัวแปรอื่นได้แก่ การแผ่รังสีดวงอาทิตย์และความเร็วลม แต่จะทำให้ความชื้นสูง ผลการทดลองค่อนข้างแตกต่างจาก ระยะ4.00 และ 6.00 ม.

2. ระยะห่าง 4.00 ม. และระยะห่าง 6.00 ม. ผลการทดลองค่อนข้างใกล้เคียงกันในทุกตัวแปรภูมิอากาศ ข้อดีคือการระเหยความชื้นทำได้มากกว่า

ผลในการควบคุมสภาวะน่าสบาย

1. ระยะห่าง 2.00 ม. มีช่วงอยู่ในภาวะน่าสบายเล็กน้อย คือในช่วงเช้า และช่วงบ่าย จะอยู่นอกเหนือ ภาวะน่าสบายโดยตลอดแต่ก็นับว่าควบคุมอุณหภูมิได้คงที่เกือบตลอดทั้งวัน ค่าความตางอุณหภูมิเมื่อเปรียบเทียบกับภายนอกเฉลี่ยประมาณ 6-7^{o}C

2. ระยะห่าง 4.00 ม. และระยะห่าง 6.00 ม. ไม่อยู่ในช่วง ภาวะน่าสบายเลย ค่าความตางอุณหภูมิเมื่อเปรียบเทียบกับภายนอกเฉลี่ยประมาณ 4-5^{o}C ให้ผลใกล้เคียงกับต้นไม้ต้นเดี่ยว

หมายเหตุ แต่ละสมมติฐานการไม่สามารถข้ามการทดลองนำมาเปรียบเทียบกันได้ เนื่องจากสภาพแวดล้อม ปัจจัยภายนอก และสภาพภูมิอากาศของแต่ละวันและแต่ละพื้นที่มีสภาพต่างกัน การเปรียบเทียบจึงทำได้เฉพาะภายในการทดลองเดียวกันเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2.3 การจัดรูปแบบกลุ่มต้นไม้

ผลในการควบคุมตัวแปรภูมิอากาศ

1. รูปแบบกลุ่มก้อน ควบคุมภูมิอากาศได้ปานกลาง กระแสลมที่พัดผ่านใต้พุ่มไม่คงที่ และมีข้อจำกัดคือ ควรอยู่ในบริเวณพื้นที่โล่งเพื่อให้สามารถรับกระแสลมได้เต็มที่

2. รูปแบบคอขวด ให้ผลดีในเรื่องของกระแสลม เมื่อพัดมาในทิศทางที่เหมาะสม อุณหภูมิช่วงเช้าจะสูงสุด เพราะอากาศค่อนข้างนิ่ง อาจเกิดข้อเสียบ้างคือ กรแสลมที่พัดเข้ามาอาจพัดพาความร้อนที่จากที่โล่งรอบนอกเข้ามาด้วย

3. รูปแบบเว้นที่โล่งกลาง สภาพลมคงที่เกือบตลอดแต่ไม่แรงนัก สามารถควบคุมอุณหภูมิได้มากที่สุด โดยค่าความต่างอุณหภูมิเปรียบเทียบกับภายนอกประมาณ 7-8°C

ผลในการควบคุมสภาวะน่าสบาย

ให้ผลใกล้เคียงกันตลอดในทุกการทดลอง คือสามารถป้องกันได้ในช่วงเช้าประมาณ 9.30 –11.15 น. อุณหภูมิค่อนข้างคงที่ตลอดทั้งวัน

การทดลองที่ 3 สภาพแวดล้อม

ผลในการควบคุมตัวแปรภูมิอากาศ สามารถเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้

1. สภาพแวดล้อมพื้นหญ้า ไม้พุ่ม
2. สภาพแวดล้อมพื้นหญ้า ไม้พุ่ม พืชคลุมดิน
3. สภาพแวดล้อมพื้นหญ้า
4. สภาพแวดล้อมพื้นดินโล่ง
5. สภาพแวดล้อมพื้นบลอคคอนกรีตปูหญ้า (Turf Block)
6. สภาพแวดล้อมพื้นคอนกรีต

ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติในการสะสมความร้อนของวัสดุแตกต่างกันวัสดุพื้นผิวดาดแข็ง(Hardscape) จะมีคุณสมบัติในการเก็บและคายความร้อนได้มากกว่า ในขณะที่วัสดุพืชพรรณ (Softscape)สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ดีกว่า แต่ในการเลือกใช้พืชพรรณต้องคำนึงถึงสัดส่วนและปริมาณที่เหมาะสมด้วย เนื่องจากอาจก่อให้เกิดความร้อนสะสม และความชื้นสูงที่ทำให้เกินภาวะน่าสบายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 9

ข้อเสนอแนะแนวทางการปรับสภาพแวดล้อมด้วยไม้ยืนต้น

9.1 การจำแนกประสิทธิภาพของไม้ยืนต้นตามลักษณะตัวแปรภูมิอากาศ

จากการทดลองในบทที่8 สามารถสรุปคุณสมบัติในการควบคุมสภาพภูมิอากาศของแต่ละตัวแปรได้ดังนี้

การควบคุมอุณหภูมิ

ประสิทธิภาพในการควบคุมอุณหภูมิ หมายถึง ความสามารถในการลดอุณหภูมิให้ต่ำที่สุดและคงที่โดยตลอด(ช่วงความต่างอุณหภูมิระหว่างวันน้อย) ซึ่งเป็นผลจากความสามารถในการควบคุมตัวแปรภูมิอากาศชนิดอื่นทั้งหมดซึ่งสามารถแสดง และลำดับความสำคัญได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 9.1 (ก) แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติในการควบคุมอุณหภูมิจากการทดลอง

การทดลอง	ดี	ปานกลาง	น้อย-ไม่มีผล	หมายเหตุ
1.1 ทรงพุ่มปาล์ม	o			ควบคุมอุณหภูมิได้คงที่ ยกเว้นช่วงเย็นที่มุมอัลติจูดต่ำ
ทรงพุ่มไข่		o		-
ทรงพุ่มกลม		o		-
ทรงพุ่มแผ่กว้าง	o			พื้นที่กว้างป้องกันการแผ่รังสี และการเปล่งรังสีกลับ
1.2 ขนาดใหญ่	o			ขนาดพื้นที่กลุ่มใบมีผลต่อการควบคุมอุณหภูมิโดยตรง ซึ่งเป็นผลมาจากความสามารถในการป้องกัน การแผ่รังสีและการเปล่งรังสีกลับ
ขนาดกลาง		o		
ขนาดเล็ก		o		
2.1 จำนวน 5ต้น		o		ขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่ให้ร่มเงาเป็นหลัก
จำนวน 10 ต้น		o		
จำนวน 18 ต้น	o			
2.2 ระยะห่าง2.00ม.	o			พื้นที่ร่มเงาที่มีการกระจุกตัวอยู่ในบริเวณเดียวกันจะให้ผลทางด้านการทำความเย็น ได้ในบริเวณกว้างและประสิทธิภาพสูงกว่า ระยะห่างที่ให้ผลแบบต้นเดี่ยว
ระยะห่าง 4.00ม.			o	
ระยะห่าง 6.00ม.			o	
2.3 รูปแบบเว้นที่โล่งกลาง	o			- คงที่ตลอดทั้งวัน
รูปแบบคอขวด		o		แปรปรวนบางช่วงเวลา ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม
รูปแบบกลุ่มก้อน		o		แปรปรวนบางช่วงเวลา ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม
3 พื้นคอนกรีต			o	วัสดุที่มีค่าการนำความร้อนสูงจะให้อุณหภูมิสูง
พื้น Turf Block			o	
พื้นหญ้า	o			วัสดุพืชพรรณจะให้ผลในการลดอุณหภูมิได้ดี ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่สามารถระบายอากาศได้ดี
พื้นหญ้า ไม้พุ่ม	o			
พื้นหญ้า ไม้พุ่ม คลุมดิน		o		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมความชื้น

โดยทั่วไปความชื้นเป็นตัวแปรที่ควบคุมได้ยาก เนื่องจากความชื้นสามารถกระจายได้ทั่วบริเวณ เนื่องจากความชื้นมักจะปรับให้อยู่ในสภาพที่สมดุลยอยู่เสมอโดยเฉพาะเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่เป็นระบบเปิด ที่ทำให้สามารถถ่ายเทอากาศได้ตลอดเวลา จากการทดลองต้นไม้จะให้ผลในการเพิ่มความชื้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้นเนื่องจากสภาพแวดล้อมเป็นที่โล่ง ซึ่งนอกจากปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมแล้ว ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณความชื้นนั้นยังขึ้นอยู่กับอัตราคายน้ำของต้นไม้แต่ละชนิดด้วย ดังนั้นในการพิจารณาเลือกปลูกต้นไม้ต้องคำนึงถึงคุณสมบัติเฉพาะในข้อนี้ของต้นไม้แต่ละชนิดประกอบด้วย จากการสรุปผลได้ดังนี้

ตารางที่ 9.1 (ข) แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติในการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์จากการทดลอง

การทดลอง	สูง	ปานกลาง	น้อย-ไม่มีผล	หมายเหตุ
1.1 ทรงพุ่มปาล์ม	o			ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติเฉพาะ นิสัยของต้นไม้ชนิดนั้นๆ และปริมาตรของกลุ่มใบ จำนวนใบ และพื้นที่ใบ เช่น ต้นปาล์มจะมีอัตราการคายน้ำสูง ต้องการดินที่มีความชุ่มชื้นสูง ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์สูงตามไปด้วย
ทรงพุ่มไข่		o		
ทรงพุ่มกลม	o			
ทรงพุ่มแผ่กว้าง	o			
1.2 ขนาดใหญ่	o			ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติเฉพาะ นิสัยของต้นไม้ชนิดนั้นๆ และปริมาตรของกลุ่มใบ จำนวนใบ และพื้นที่ใบ จึงทำให้ขนาดต้นไม้ใหญ่ มีความชื้นสูง
ขนาดกลาง		o		
ขนาดเล็ก		o		
2.1 จำนวน 5ต้น			o	ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติเฉพาะ นิสัยของต้นไม้ชนิดนั้นๆ และปริมาตรของกลุ่มใบ จำนวนใบ และพื้นที่ใบ จึงทำให้บริเวณที่มีจำนวนต้นไม้มากมีความชื้นสูง
จำนวน 10 ต้น		o		
จำนวน 18 ต้น	o			
2.2 ระยะห่าง2.00ม.	o			การกักขังความชื้นที่กลุ่มใบและอัตราการระเหยหารคายน้ำสู่บริเวณใกล้เคียงแปรตามความสามารถในการพาความร้อน ทำให้บริเวณที่มีการกระจุกตัวของความหนาแน่นกลุ่มใบมากกว่า สามารถกักความชื้นได้มากกว่า และกระจายความชื้นออกสู่ภายนอกได้ช้ากว่า ส่วนต้นไม้ที่มีระยะห่างมากเกินขอบทรงพุ่ม มักให้ผลในลักษณะต้นไม้เดี่ยวมากกว่า ความชื้นจะน้อยลงแปรผกผันกับระยะห่าง
ระยะห่าง 4.00ม.			o	
ระยะห่าง 6.00ม.			o	
2.3 รูปแบบเว้นที่โล่งกลาง		o		ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของกลุ่มใบ และความสามารถในการระเหยออกสู่สภาพแวดล้อม
รูปแบบคอขวด		o		
รูปแบบกลุ่มก้อน		o		
3 พื้นคอนกรีต			o	วัสดุที่เป็น พื้นผิวดาดแข็ง (Hardscape) จะให้ผลต่อการเพิ่มความชื้นน้อยหรือเกือบไม่มีผลเลย
พื้น บลอคปูหญ้า			o	
พื้นหญ้า		o		อัตราความชื้นเพิ่มขึ้นตามความหนาแน่นของกลุ่มใบ
พื้นหญ้า ไม้พุ่ม	o			
พื้นหญ้า ไม้พุ่ม คลุมดิน	o			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9.1 (ค) แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติในการควบคุมรังสีดวงอาทิตย์จากการทดลอง

การทดลอง	ดี	ปานกลาง	น้อย-ไม่มีผล	หมายเหตุ
1.1 ทรงพุ่มปาล์ม	o			- ความทึบแข็งของกลุ่มใบให้ร่มเงาคงที่ พื้นที่เงาแคบ
ทรงพุ่มไข่			o	- ป้องกันรังสีดวงอาทิตย์จากด้านข้างที่มีความเข้มต่ำ
ทรงพุ่มกลม		o		-
ทรงพุ่มแผ่กว้าง	o			- ป้องกันรังสีได้ในพื้นที่กว้างกว่า ความเข้มแปรตามความหนาแน่นกลุ่มใบ
1.2 ขนาดใหญ่	o			- ป้องกันรังสีได้ในพื้นที่กว้าง ให้พื้นที่ร่มเงามาก
ขนาดกลาง		o		-
ขนาดเล็ก			o	- ป้องกันได้ในระยะแคบ ต้องปลูกร่วมกันหลายต้น
2.1 จำนวน 5ต้น	o			การควบคุมรังสีดวงอาทิตย์แปรตามพื้นที่ร่มเงา พื้นที่เงากว้างสามารถป้องกันทั้งรังสีดวงอาทิตย์ตรงและรังสีกระจายได้มากกว่า
จำนวน 10 ต้น		o		
จำนวน 18 ต้น			o	
2.2 ระยะห่าง2.00ม.	o			ระยะห่างมีผลต่อการเพิ่มทั้งรังสีตรงและกระจาย ทำให้พื้นที่เงาที่กระจุกตัวเป็นบริเวณกว้างจะให้ผลมากกว่ากลุ่มต้นไม้ที่มีระยะห่างระหว่างต้นมาก
ระยะห่าง 4.00ม.		o		
ระยะห่าง 6.00ม.			o	
2.3 รูปแบบเว้นที่โล่งกลาง	o			แปรตามพื้นที่ร่มเงาเป็นอันดับแรก และความหนาแน่นของกลุ่มใบดังนั้นแบบเว้นที่โล่งกลางจะให้ผลมากที่สุด เนื่องจากมีพื้นที่กว้าง
รูปแบบคอขวด		o		
รูปแบบกลุ่มก้อน		o		

ตารางที่ 9.1 (ง) แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติในการควบคุมอุณหภูมิพื้นผิวจากการทดลอง

การทดลอง	ดี	ปานกลาง	น้อย-ไม่มีผล	หมายเหตุ
1.1 ทรงพุ่มปาล์ม	o			พื้นที่เงาคงที่เกือบตลอดทั้งวัน ความเข้มรังสีต่ำทำให้ การเปล่งรังสีกลับ น้อย และแปรปรวนมากขึ้นในช่วงบ่าย
ทรงพุ่มไข่		o		-
ทรงพุ่มกลม		o		-
ทรงพุ่มแผ่กว้าง	o			ความเข้มต่อหน่วยพื้นที่ปานกลางแต่ให้บริเวณกว้าง
2.3 รูปแบบเว้นที่โล่งกลาง	o			ความเข้มต่อหน่วยพื้นที่ปานกลางแต่ให้บริเวณกว้าง
รูปแบบคอขวด		o		แปรปรวนไม่แน่นอน พื้นที่มีโอกาสรับรังสีโดยตรงได้สูง
รูปแบบกลุ่มก้อน	o			ความเข้มต่อหน่วยพื้นที่ต่ำ - ปานกลาง
3 พื้นคอนกรีต			o	ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติการนำความร้อนของวัสดุและรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับ
พื้น บลอคปูหญ้า			o	
พื้นหญ้า	o			ต่ำโดยตลอด การปกคลุมพื้นผิวดินโดยตรงทำให้ลดการรับรังสีดวงอาทิตย์และเพิ่มความชื้นให้ผิวดิน ทำให้อุณหภูมิรักษาระดับต่ำอย่างคงที่ตลอดทั้งวัน
พื้นหญ้า ไม้พุ่ม	o			
พื้นหญ้า ไม้พุ่ม คลุมดิน	o			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9.1 (จ) แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติในการควบคุมกระแสลมจากการทดลอง

การทดลอง	ดี	ปานกลาง	น้อย-ไม่มีผล	หมายเหตุ
2.1 จำนวน 5ต้น	o			ขนาดพื้นที่ใต้พุ่มหากมีระดับต่ำโอกาสเกิดการอับลมสูง กรณีนี้พื้นที่รอบนอกกลุ่มใบที่น้อยกว่าจะทำให้เกิดการต้านลมน้อยกว่า การพาความร้อนเกิดขึ้นได้ง่ายกว่า
จำนวน 10 ต้น		o		
จำนวน 18 ต้น			o	
2.2 ระยะห่าง2.00ม.		o		ความเร็วลมระหว่างช่องว่างต้นไม้ขึ้นอยู่กับลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างการจัดวางต้นไม้กับทิศทางลม
ระยะห่าง 4.00ม.			o	
ระยะห่าง 6.00ม.			o	
2.3 รูปแบบเว้นที่โล่งกลาง		o		ความเร็วลมไม่สูงมากแต่อยู่ในระดับคงที่ตลอด
รูปแบบคอขวด	o			จะให้ผลเฉพาะทิศทางเท่านั้น มีโอกาสต้านลมสูงหาก ทิศทางลมไม่แน่นอน
รูปแบบกลุ่มก้อน		o		ความเร็วลมแปรปรวนมาก

ตารางที่ 9.1(ฉ) แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติในการควบคุมการกระจายอุณหภูมิของต้นไม้ลักษณะต่างๆ

การทดลอง	ดี	ปานกลาง	น้อย-ไม่มีผล	หมายเหตุ
1.1 ทรงพุ่มปาล์ม			o	ขึ้นอยู่กับพื้นที่ร่มเงา ใกล้เคียงกับภายนอกทรงพุ่มช่วงเย็น
ทรงพุ่มไข่			o	พื้นที่เงาไม่แน่นอน ให้ผลในแนวตั้งบริเวณพุ่มใบมากกว่า
ทรงพุ่มกลม		o		-
ทรงพุ่มแผ่กว้าง	o			ป้องกันการแผ่รังสี และการเปล่งรังสีกลับได้ในบริเวณกว้าง
1.2 ขนาดใหญ่	o			ป้องกันทั้ง การแผ่รังสี และการเปล่งรังสีกลับได้ในบริเวณกว้าง ต้นไม้ขนาดใหญ่จะมีอุณหภูมิคงที่ และความแปรปรวนเกิดขึ้นบริเวณภายนอกทรงพุ่ม
ขนาดกลาง		o		
ขนาดเล็ก			o	
2.1 จำนวน 5ต้น			o	แปรตามพื้นที่เงา พื้นทีมากการกระจายอุณหภูมิคงที่เกิดขึ้นได้ในบริเวณกว้าง และค่อนข้างคงที่ตลอดทั้งวัน
จำนวน 10 ต้น		o		
จำนวน 18 ต้น	o			
2.2 ระยะห่าง2.00ม.	o			กระจายอุณหภูมิได้อย่างต่อเนื่อง ในบริเวณกว้าง
ระยะห่าง 4.00ม.			o	ระยะห่างที่มากเกินรัศมีทรงพุ่มมักจะให้ผลในลักษณะต้นไม้เดี่ยว
ระยะห่าง 6.00ม.			o	
2.3 รูปแบบเว้นที่โล่งกลาง	o			พื้นที่ใต้พุ่มสูง พื้นที่ร่มเงามาก การกระจายอุณหภูมิคงที่และต่ำต่อเนื่องตลอดทั้งวัน
รูปแบบคอขวด			o	มีความแปรปรวนสูง
รูปแบบกลุ่มก้อน			o	มีความแปรปรวนสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.2 ข้อสรุปในการคัดเลือกรูปแบบเสนอแนะ

สำหรับภูมิอากาศกรุงเทพฯ ต้องการการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงเป็นอันดับแรกโดยเฉพาะช่วงเวลาที่รังสีดวงอาทิตย์ตั้งฉากกับพื้นโลกและในขณะเดียวกันก็ต้องการการระบายความร้อนและความชื้นออกได้สะดวก หรือต้องการพื้นที่ในแนวดิ่งเพื่อให้ความร้อนสามารถลอยตัวขึ้นได้สะดวกเหนือระดับการใช้งานปกติ จากข้อพิจารณาดังกล่าว ลักษณะรูปทรงพุ่มพื้นฐานที่เหมาะสมได้แก่ รูปทรงที่มีพื้นที่ใต้พุ่มสูงและแผ่กว้าง เพื่อให้เกิดพื้นที่เงามาก ลักษณะต้นไม้ดังกล่าวนี้เหมาะสำหรับพื้นที่บริเวณกว้างที่สามารถปลูกต้นไม้ขนาดใหญ่ได้ หรือในอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งต้องการพื้นที่ในการปลูกน้อยกว่า คือทรงพุ่มที่มีใบขนาดใหญ่ แข็งทึบ ขนาดทรงพุ่มไม่กว้างมากนัก และเป็นไม้ไม่ผลัดใบที่มีความหนาแน่นกลุ่มใบสูง ซึ่งจะให้ร่มเงาในลักษณะคงที่ และกลุ่มใบอยู่สูง สามารถระบายความร้อนและความชื้นออกได้สะดวก เช่นไม้ประเภทปาล์ม ซึ่งหากนำมาปลูกจะให้ร่มเงาได้ในวงแคบ ในการนำมาปลูกสามารถปลูกได้หลายต้น เพื่อให้เกิดร่มเงาเป็นพื้นที่กว้าง ด้วยลักษณะของต้นปาล์มที่จะให้ผลสูงสุดในการควบคุมรังสีดวงอาทิตย์ พุ่มใบสูงแต่ต้องอยู่ในระยะที่จำกัด เนื่องจากกลุ่มใบที่อยู่สูงมาก จะส่งผลให้เกิดการทอดมุมต่ำของดวงอาทิตย์ผ่านเข้ามาภายใต้ทรงพุ่ม ดังนั้นในการออกแบบโดยนำต้นไม้ประเภทนี้มาใช้จะต้องประกอบด้วยการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์จากด้านข้างด้วย แต่อย่างไรก็ตามด้วยคุณสมบัติของต้นปาล์มแล้วทำให้ต้องใช้จำนวนต้นมาก ดังนั้นอาจทำให้สูญเสียพื้นที่ใต้พุ่มในการนำไปใช้งาน ทำให้ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้เต็มที่ ดังนั้น ต้นไม้ที่ควรนำมาปลูกบริเวณศูนย์กลางของพื้นที่ควรเป็นไม้ที่มีขนาดใหญ่ ทรงพุ่มแผ่กว้างเช่นกัน และใช้จำนวนต้นน้อย หรืออาจใช้เพียงต้นเดียวเพื่อให้สูญเสียพื้นที่ใช้งานภายใต้พุ่มน้อยที่สุด ทั้งนี้ชนิดต้นไม้ที่นำมาปลูกควรพิจารณาถึงความเหมาะสมในการนำมาใช้งานด้วยเช่น หากนำมาใช้ในพื้นที่ส่วนพักผ่อน ไม่ควรปลูกต้นไม้ที่มีพิษหรือมียาง เป็นต้น

การจัดกลุ่มไม้ยืนต้น

รูปแบบเว้นที่โล่งกลางของไม้ยืนต้นทรงแผ่กว้าง ใต้พุ่มสูงเป็นรูปแบบที่ให้ผลในการแลกเปลี่ยนถ่ายเทความร้อนกับสภาพแวดล้อมได้ดีที่สุด สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ดีที่สุดและมีลักษณะค่อนข้างคงที่ตลอดทั้งวัน เนื่องจากลักษณะดังกล่าวไม่ขัดขวางต่อการพัดพาของลมและอากาศ โดยการเว้นระยะห่างควรให้ระยะริมนอกพุ่มอยู่ติดกันเพื่อให้สามารถกรองรังสีดวงอาทิตย์ได้อย่างต่อเนื่องและลดปริมาณรังสีโดยตรงให้มากที่สุด และจะทำให้เกิดเพดานพุ่มในบริเวณกว้าง

สำหรับพื้นที่ที่ใช้ต้นไม้ทรงพุ่มแคบสูงจะทำให้พื้นที่เว้นว่างระหว่างต้นลดลง ส่งผลให้การใช้ประโยชน์พื้นที่ใต้พุ่มลดลง ส่วนทรงพุ่มสูงจะส่งผลต่อปัญหาการเข้าถึงของรังสีดวงอาทิตย์ทางด้านข้างในช่วงที่ทำมุม อัลติจูดต่ำ การป้องกันพื้นที่รอบนอกของกลุ่มต้นไม้ที่ให้ร่มเงาควรเป็นไม้ที่มีขนาดเล็กรองลงมาหรือไม้ที่เริ่มแผ่ทรงพุ่มที่ระดับต่ำกว่าเป็นไม้ประกอบ แต่ไม่ควรเป็นไม้พุ่มสูงหรือเป็นไม้ที่เริ่มแตกกิ่งก้านที่ระดับใกล้พื้นดินเพื่อให้ลดการเกิดภาวะอากาศไม่ถ่ายเท (Dead Air Space) ที่จะกักขังความร้อนและความชื้นให้สูงเกินไป

สภาพแวดล้อม

บริเวณที่เป็นพื้นดิน ควรมีวัสดุปกคลุมดินเพื่อเป็นอุปกรณ์บังแดด (Shading Device) อีกชั้นหนึ่งให้กับพื้นดินซึ่งมีค่าการนำความร้อนและความจุความร้อน (Heat Capacity) สูง รวมถึงควรมีลักษณะเก็บกักความชุ่มชื้นให้กับผิวดินที่สูงเกินสภาวะน่าสบาย วัสดุที่ควรเลือกใช้ได้แก่ พื้นหญ้า

จากข้อพิจารณาคุณสมบัติที่เหมาะสมดังกล่าวจึงนำมาสรุปเป็นรูปแบบเสนอแนะในการปรับสภาพแวดล้อมได้ใน 2 ลักษณะ เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศกรุงเทพฯและข้อจำกัดทางด้านพื้นที่โดยแบ่งเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. พื้นที่ขนาดใหญ่ (1,800-1,900 ม^2.) เป็นรูปแบบเว้นที่โล่งกลาง โดยประกอบด้วยต้นไม้ขนาดใหญ่รูปทรงแผ่กิ่งก้าน พื้นที่ใต้พุ่มสูง ภายใต้สภาพแวดล้อมเป็นสนามหญ้า โดยรอบเป็นพื้นที่โล่ง โดยที่พื้นที่ริมนอกพุ่มจะติดกันเป็นผืนเพดานพุ่มเดียวกัน



ภาพที่ 9.1 แสดงรูปแบบเสนอแนะที่ 1

2. พื้นที่ขนาดกลาง (550 ม^2.) โดยอาศัยรูปแบบไม้ยืนต้น รูปทรงแผ่กว้างพื้นที่ใต้พุ่มสูงเป็นจุดศูนย์กลาง 1 ต้น และล้อมรอบด้วยไม้ขนาดเล็ก กว่า พื้นที่ใต้พุ่มอยู่ในระดับต่ำกว่าเล็กน้อย เพื่อป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ทางด้านข้าง ภายใต้สภาพแวดล้อมเป็นพื้นหญ้าโดยรอบเป็นพื้นที่โล่ง



ภาพที่ 9. 2 แสดงรูปแบบเสนอแนะที่ 2

หมายเหตุ ในการนำรูปแบบดังกล่าวมาใช้ ไม้ขนาดใหญ่อาจใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตเต็มที่ยาวนาน ดังนั้นในช่วงที่เริ่มปลูก นั้นอาจปลูกผสมกับพรรณไม้ที่มีอัตราการเจริญเติบโตเร็วและช่วงอายุสั้นกว่าควบคู่กันไป เพื่อให้สามารถควบคุมรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงเวลาที่ต้นไม้ใหญ่ยังเจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่ จนกว่าต้นไม้ใหญ่จะสามารถให้ร่มเงาได้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.2.1 รูปแบบเสนอแนะที่ 1

รายละเอียดต้นไม้หลัก **ต้น** จามจุรี **สูง** 13.50 ม.
ความกว้างทรงพุ่ม 22.00ม. **ความสูงพื้นที่ใต้ทรงพุ่ม** 8.0ม.
รูปทรงพุ่ม แผ่กว้าง พื้นที่ใต้พุ่มสูง **ระยะห่างระหว่างต้น** 20 ม.
จำนวนต้น 8 ต้น

สถานที่ สวนหลวง ร.9 **วันที่ทำการตรวจสอบ** 2 ตุลาคม 2544
พื้นที่ 1800-1900 ตารางเมตร

ตัวแปรภูมิอากาศที่ทำการตรวจสอบบันทึกค่าบริเวณต้นลมและภายใต้ร่มเงา

จุดที่ 1 เป็นการบันทึกค่าตัวแปรภูมิอากาศกลางแจ้ง ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ความเร็วลม ที่ระดับ สูงจากพื้นดิน 1.50ม.

จุดที่ 2 เป็นการบันทึกค่าตัวแปรภูมิอากาศที่จุดศูนย์กลางพื้นที่ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ความเร็วลม ที่ระดับ สูงจากพื้นดิน 1.50ม.

จุดที่3 บันทึกค่าตัวแปรภูมิอากาศที่บริเวณระยะห่างจากศูนย์กลาง5.00ม. ได้แก่ อุณหภูมิ ความเร็วลม ที่ระดับ สูงจากพื้นดิน 1.50ม.

จุดที่4 บันทึกค่าตัวแปรภูมิอากาศที่บริเวณระยะห่างจากศูนย์กลาง10.00ม. ได้แก่ อุณหภูมิ ความเร็วลม ที่ระดับ สูงจากพื้นดิน 1.50ม.

จุดที่5 บันทึกค่าตัวแปรภูมิอากาศที่บริเวณระยะห่างจากศูนย์กลาง15.00ม.ซึ่งเป็นบริเวณ ใกล้ริมนอกพุ่ม ได้แก่ อุณหภูมิ ความเร็วลม ที่ระดับ สูงจากพื้นดิน 1.50ม.

โดยในการตรวจสอบจะแบ่งรูปแบบการบันทึกค่าเป็น 3 ส่วนด้วยกันประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 เปรียบเทียบตัวแปรภูมิอากาศทุกชนิดได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม และการแผ่รังสีดวงอาทิตย์เพื่อเปรียบเทียบกับสภาพแวดล้อมภายนอก ถึงผลในการควบคุมภูมิอากาศกับช่วงอุณหภูมิมาตรฐานน่าสบาย

ส่วนที่ 2 เปรียบเทียบตัวแปรภูมิอากาศที่ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของพื้นที่ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเร็วลม เพื่อตรวจสอบการกระจายอุณหภูมิ ภายใต้ทรงพุ่ม และอิทธิพลของการควบคุมการพัดพาของกระแสลม และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่เกิดจากกระแสลม

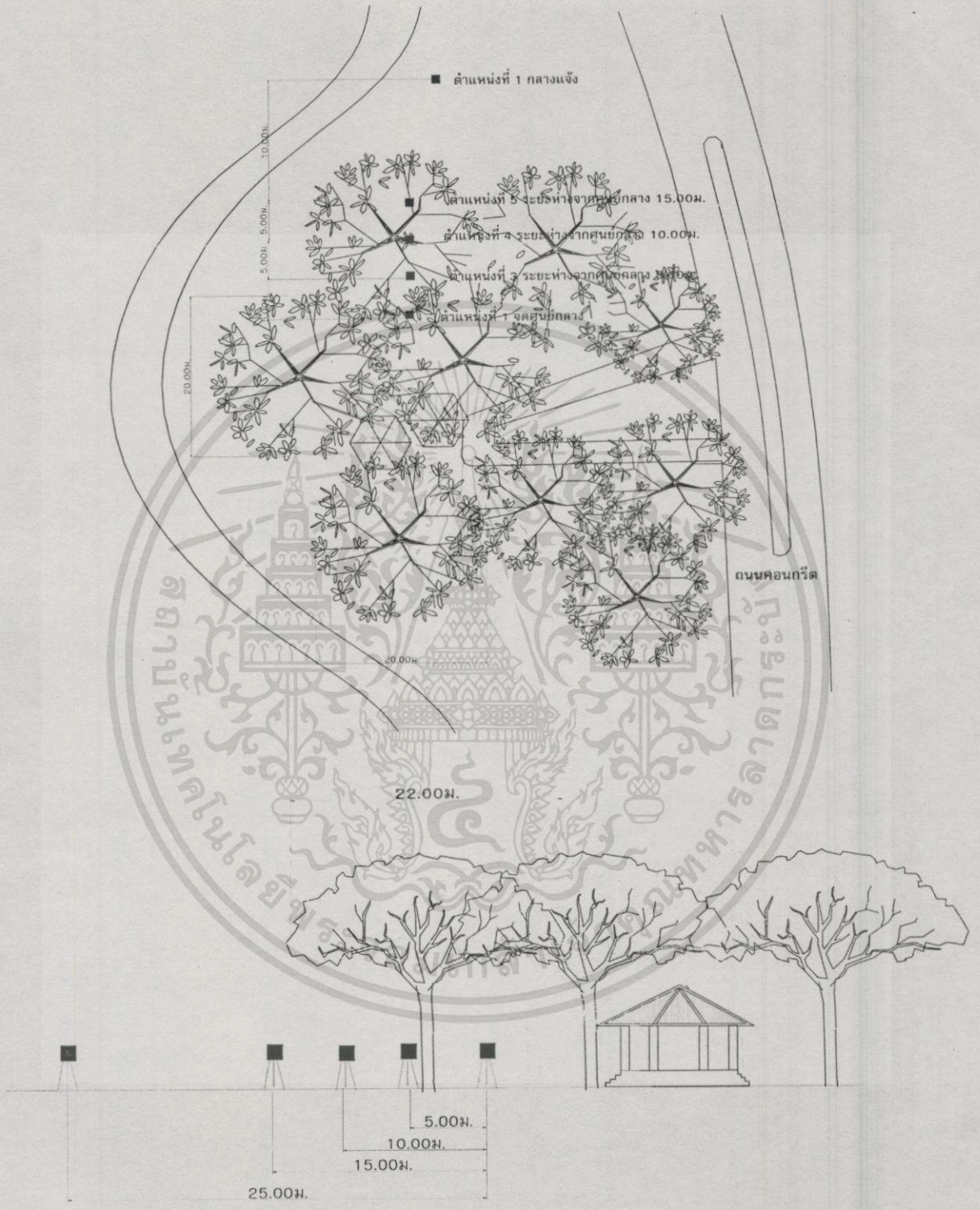
ส่วนที่ 3 เปรียบเทียบค่าความต่างของอุณหภูมิที่บริเวณต่างๆของพื้นที่และค่าความแปรปรวน (อุณหภูมิภายนอก- อุณหภูมิภายใต้ร่มเงา) ตั้งแต่ใกล้ริมนอกทรงพุ่มจนถึงศูนย์กลางของพื้นที่

หมายเหตุ

- สภาพท้องฟ้าในช่วงเช้า ปริมาณเมฆ น้อย 10-20%
  ช่วง 11.30 – 14.30 น. ท้องฟ้าแปรปรวนมาก มีแดดสลับมีเมฆมืดครึ้ม ปริมาณเมฆ 20-60%
  ช่วงหลัง 14.30 น. ปริมาณเมฆอยู่ในช่วง 60-80%
- กระแสลมไม่คงที่ช่วงเช้า โดยเฉลี่ยต่ำและมาจากทุกทิศทาง และกระแสลมเริ่มสูงขึ้นในช่วงบ่าย พัดมาจากทิศใต้และตะวันออกเฉียงใต้ และลักษณะคงที่ ประมาณ2-2.5m/s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังบริเวณที่ทำการตรวจสอบแบบเสนอแนะที่ 1



ภาพที่ 9.3 แสดงผังบริเวณที่ทำการตรวจสอบแบบเสนอแนะที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่9.2 แสดงการบันทึกค่าการตรวจสอบตัวแปรภูมิอากาศรูปแบบเสนอแนะที่ 1

	ภายนอกร่มเงา				ภายใต้ร่มเงา			
เวลา	T	Rad	Rh	W	T	Rad	Rh	W
9.30	30.3	320	79	0.9	28.2	65	82.1	0.7
10.30	31.4	330	78	1.7	29.3	74	82	1.8
11.30	33	466	75.9	0.8	30.2	82	79.5	0.9
12.30	34.5	463	76	1.6	31.6	85	79.6	1.3
13.30	34.9	440	74	2.1	31.7	72	80	1.8
14.30	33.4	540	73.8	2.3	31.3	80	79.4	2.2
15.30	32.9	490	74	2.6	31.1	78	78.7	2.4
16.30	31.9	260	76.2	2.2	30	65	81.2	2.3
17.30	31.1	80	78	2.4	29	40	83	2.4

ตารางที่ 9.3 แสดงการกระจายอุณหภูมิบริเวณภายนอกและภายใต้แบบเสนอแนะที่1 ณ.ระยะห่างต่างๆ

	กลางแจ้ง		จุดศูนย์กลาง		ระยะห่าง5.00ม.		ระยะห่าง10.00ม.		ระยะห่าง15.00ม.	
เวลา	T0	W	To	W	T5	W	T10	W	T15	W
9.30	30.3	0.9	28.2	0.7	29	0.6	29.1	0.7	29.4	0.6
10.30	31.4	1.7	29.3	0.8	29.4	1.3	29.4	1.4	29.7	1.3
11.30	33	0.8	30.2	0.6	30.3	0.5	30.4	0.8	30.3	1.2
12.30	34.5	1.6	31.6	1.3	31.7	1.4	31.9	1.1	32	1.2
13.30	34.9	2.1	31.7	1.8	32	1.9	32.2	1.3	32.3	1.6
14.30	33.4	1.8	31.3	2.2	31.5	1.7	31.6	1.9	31.5	2.1
15.30	32.9	2.6	31.1	2.4	31.3	2.4	31.5	2.2	31.6	2.3
16.30	31.9	2.2	30	2.3	30.1	2	30.5	2.1	30.6	1.9
17.30	31.1	2.4	29	2.4	29.6	2.3	30	1.9	30.1	2.1

หมายเหตุ

T อุณหภูมิอากาศที่ระดับความสูง 1.50 ม. (องศาเซลเซียส)

Rh ความชื้นสัมพัทธ์ (%)

Rad การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (W/sq.m)

W ความเร็วลม (m/s)

T0 อุณหภูมิอากาศที่จุดศูนย์กลางพื้นที่

T5 อุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างจากศูนย์กลาง5.00 ม. (องศาเซลเซียส)

T10 อุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างจากศูนย์กลาง 10.00ม. (องศาเซลเซียส)

T15 อุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างจากศูนย์กลาง 15.00ม. (องศาเซลเซียส)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.3.2 รูปแบบเสนอแนะที่ 2

รายละเอียดต้นไม้หลัก **ต้น** จามจุรี **สูง** 13.50ม.
ความกว้างทรงพุ่ม 21 เมตร **ความสูงพื้นที่ใต้ทรงพุ่ม** 7.9 ม.
รูปทรงพุ่ม แผ่กว้าง **ระยะห่างระหว่างต้น** 10ม.
จำนวนต้น 1 ต้น

รายละเอียดต้นไม้ประกอบ **ต้น** ไม่แน่นอน **สูง** 6 ม.
ความกว้างทรงพุ่ม 4-5 ม. **ความสูงพื้นที่ใต้ทรงพุ่ม** 5-6 ม.
รูปทรงพุ่ม ทรงกลม **ระยะห่างระหว่างต้น** 5 -6 ม.

สถานที่ สวนหลวง ร.9 **วันที่** 3 ตุลาคม 2544
จำนวนต้น 9 ต้น

พื้นที่ 550 ตารางเมตร

ตัวแปรภูมิอากาศที่ทำการตรวจสอบบันทึกค่าบริเวณต้นลมและภายใต้ร่มเงา

จุดที่ 1 บันทึกค่าตัวแปรภูมิอากาศกลางแจ้ง ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ความเร็วลม ที่ระดับ สูงจากพื้นดิน 1.50ม.

จุดที่ 2 บันทึกค่าตัวแปรภูมิอากาศที่จุดศูนย์กลางพื้นที่ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ความเร็วลม ที่ระดับ สูงจากพื้นดิน 1.50ม.

จุดที่3 บันทึกค่าตัวแปรภูมิอากาศที่บริเวณระยะห่างจากศูนย์กลาง5.00ม. ได้แก่ อุณหภูมิ ความเร็วลม ที่ระดับ สูงจากพื้นดิน 1.50ม.

จุดที่4 บันทึกค่าตัวแปรภูมิอากาศที่บริเวณระยะห่างจากศูนย์กลาง10.00ม. ได้แก่ อุณหภูมิ ความเร็วลม ที่ระดับ สูงจากพื้นดิน 1.50ม.

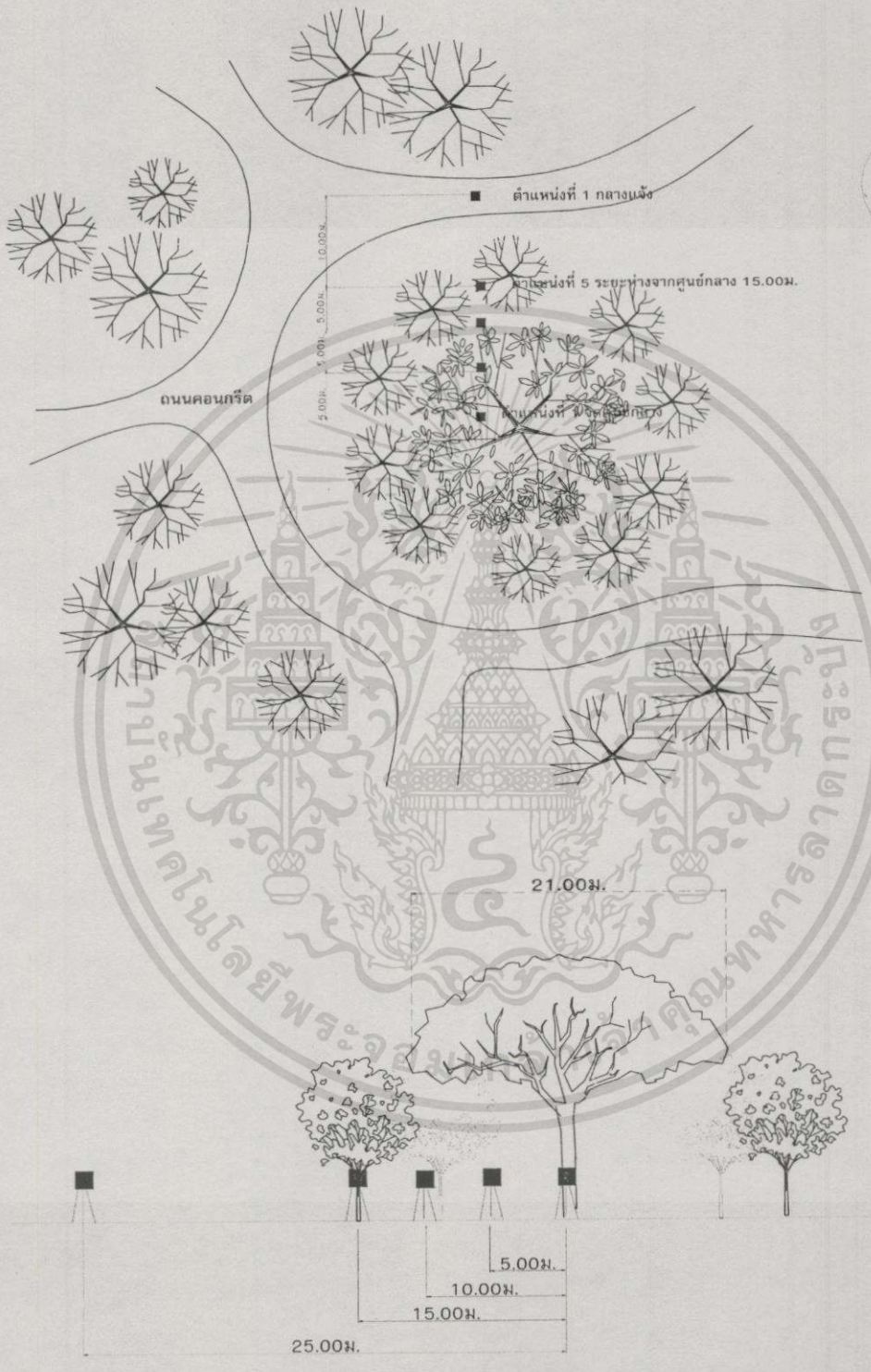
จุดที่5 บันทึกค่าตัวแปรภูมิอากาศที่บริเวณระยะห่างจากศูนย์กลาง12.00ม.ซึ่งเป็นบริเวณ ใกล้ริมนอกพุ่ม ได้แก่ อุณหภูมิ ความเร็วลม ที่ระดับ สูงจากพื้นดิน 1.50ม.

หมายเหตุ

- สภาพท้องฟ้าในช่วงเช้า ปริมาณเมฆ น้อย 10-20%
  ช่วง 11.30 – 14.30 น. ท้องฟ้าแปรปรวนมาก มีแดดสลับมีเมฆมืดครึ้ม ปริมาณเมฆ 20-60%
  ช่วงหลัง 14.30 น. ปริมาณเมฆอยู่ในช่วง 60-80%
- กระแสลมไม่คงที่ช่วงเช้า โดยเฉลี่ยต่ำและมาจากทุกทิศทาง และกระแสลมเริ่มสูงขึ้นในช่วงบ่าย พัดมาจากทิศใต้และตะวันออกเฉียงใต้ และลักษณะคงที่ ประมาณ2-2.5m/s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังบริเวณที่ทำการตรวจสอบข้อเสนอแนะที่



ภาพที่ 9.4 แสดงผังบริเวณที่ทำการตรวจสอบแบบเสนอแนะที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่9.4 แสดงการบันทึกค่าการตรวจสอบตัวแปรสภาพภูมิอากาศรูปแบบเสนอแนะที่ 2

	ภายนอกร่มเงา				ภายใต้ร่มเงา			
เวลา	T	Rad	Rh	W	T	Rad	Rh	W
9.30	30.5	310	74	0.6	29.8	75	78	0.3
10.30	33	412	76	1.3	30.6	85	76.5	0.9
11.30	33.9	440	73.2	0.9	32.2	92	74.3	1.1
12.30	34.6	470	71.1	1.2	32.6	100	72.2	0.7
13.30	34	390	69	1.7	32.7	98	72	1.2
14.30	33.7	407	71.1	1.4	32.2	80	71.9	1.3
15.30	33.8	342	73	1.8	32.1	84	74	1.6
16.30	32.9	221	74.9	2.1	31.7	66	75.8	1.8
17.30	31.8	105	75	1.9	31	52	79.1	1.6

ตารางที่9.5 แสดงการกระจายอุณหภูมิบริเวณภายนอกและภายใต้แบบเสนอแนะที่2 ณ.ระยะห่างต่างๆ

	กลางแจ้ง		จุดศูนย์กลาง		ระยะห่าง5.00ม.		ระยะห่าง10.00ม.		ระยะห่าง12.00ม.	
เวลา	T0	W	To	W	T5	W	T10	W	T12	W
9.30	30.5	0.6	29.8	0.3	30	0.4	30.2	0.4	30.2	0.2
10.30	33	1.3	30.6	0.9	31	0.7	31.4	0.6	31.9	0.6
11.30	33.9	0.9	32.2	1.1	32.4	0.8	32.4	0.6	32.9	0.4
12.30	34.6	1.2	32.6	0.7	32.9	0.6	33	0.9	33.4	0.9
13.30	34	1.7	32.7	1.4	32.9	1.1	33	1	33.1	1.2
14.30	33.7	1.4	32.2	1.3	32.3	1.2	32.6	1.1	33	1
15.30	33.8	1.8	32.1	1.6	32.3	1.4	32.7	1.2	33.2	1.3
16.30	32.9	2.1	31.7	1.8	32.2	1.7	32.6	1.5	33	1.4
17.30	31.8	1.9	31	1.6	31.2	1.7	31.5	1.3	31.7	0.8

หมายเหตุ

T อุณหภูมิอากาศที่ระดับความสูง 1.50 ม. (องศาเซลเซียส)

Rh ความชื้นสัมพัทธ์ (%)

Rad การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (W/sq.m)

W ความเร็วลม (m/s)

T0 อุณหภูมิอากาศที่จุดศูนย์กลางพื้นที่

T5 อุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างจากศูนย์กลาง5.00 ม. (องศาเซลเซียส)

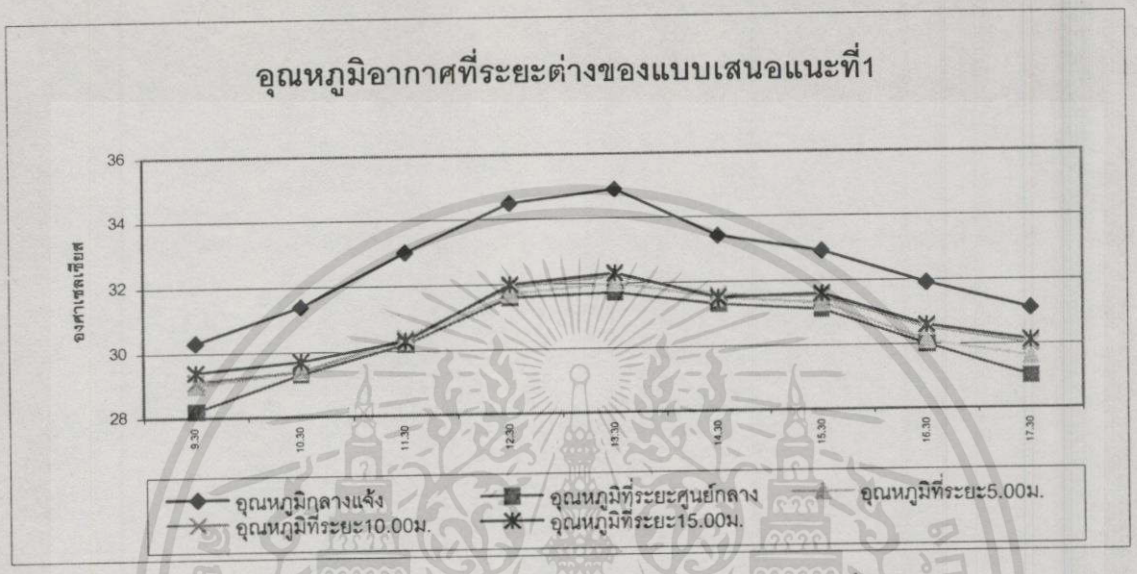
T10 อุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างจากศูนย์กลาง 10.00ม. (องศาเซลเซียส)

T15 อุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างจากศูนย์กลาง 15.00ม. (องศาเซลเซียส)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.3 ผลสรุปการตรวจสอบข้อเสนอแนะการจัดกลุ่มไม้ยืนต้น

9.3.1บทวิเคราะห์ตรวจสอบแบบเสนอแนะที่ 1



แผนภูมิที่ 9.1 แสดงอุณหภูมิอากาศต้นลมเปรียบเทียบกับบริเวณแบบเสนอแนะที่ 1

การกระจายอุณหภูมิ

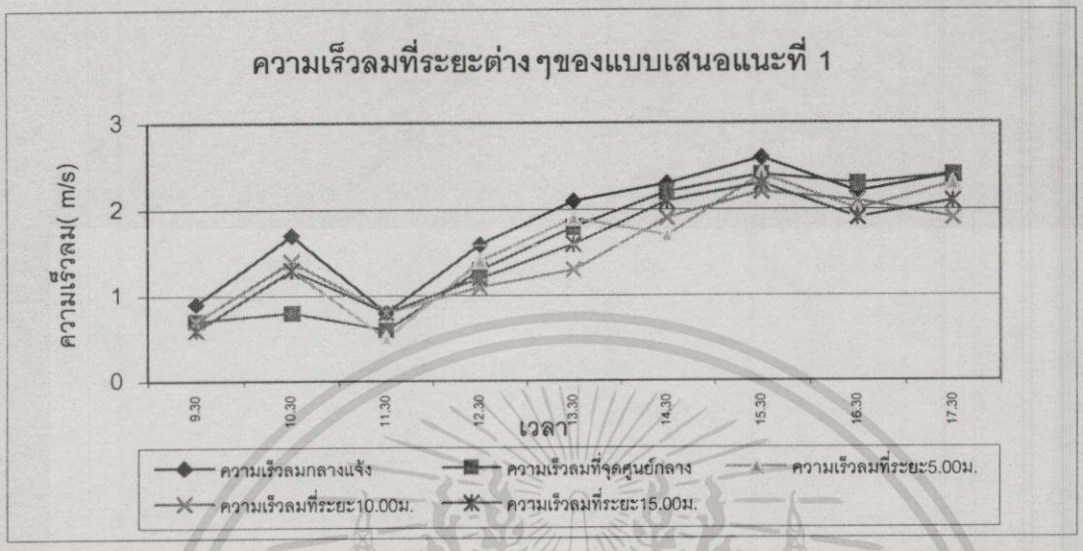
ลักษณะการจัดกลุ่มดังกล่าว จะให้ผลในด้านการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงเช้า และในช่วงบ่ายจะได้รับอิทธิพลจากลมสูง อุณหภูมิที่จุดกึ่งกลางของพื้นที่คงที่ตลอดทั้งวัน อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในอัตราส่วนคงที่ในช่วง 0.1-0.3°C เมื่ออยู่ใกล้ระยะริมนอกพุ่ม การกระจายอุณหภูมิอยู่ในบริเวณกว้าง โดยพื้นที่ขั้นต่ำ ประมาณ 1,800-1,900 $ม^2$ (โดยเฉลี่ย 400$ม^2$ ต่อต้น)ซึ่งจะให้ผลดีที่สุดในบริเวณที่โล่ง ทั้งนี้เนื่องจากความเร็วลมจะคงที่ ลมเป็นตัวแปรหนึ่งที่มีอิทธิพลมาก ต่อการถ่ายเทความร้อนออกสู่ภายนอกและการพาความร้อนลอยขึ้นสู่เพดานพุ่ม

เมื่อเปรียบเทียบในช่วงลมสงบ (เช้า)และช่วงที่ลมแรง (บ่าย) ในช่วงเช้าความเร็วลมจะน้อยกว่าและพัดมาจากหลายทิศทาง การจัดกลุ่มดังกล่าวมีผลต่อการขัดขวางของลมน้อยและสามารถรับลมได้จากหลายทิศทางทำให้การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิแต่ละระยะเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และเกือบจะคงที่ในระยะที่ต่างกัน ความแปรปรวนจะสูงขึ้นที่ระยะใกล้ริมนอกพุ่ม คือประมาณ0.3 °C รวมทั้งได้รับอิทธิพลจาก Ambient Load น้อย ,ป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ได้ในบริเวณกว้าง อิทธิพลต่างๆเหล่านี้ส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยแตกต่างกันเพียงประมาณ 0.1 °Cในช่วงเวลาเดียวกัน ความแปรปรวนอุณหภูมิระหว่างวันสูงสุดจะอยู่ในช่วง 3- 3.5 °C ซึ่งนับว่าน้อยเมื่อเปรียบเทียบขณะที่ภายนอกประมาณ4.6 °C

ในช่วงบ่ายที่อุณหภูมิอากาศภายนอก(Ambient Load) เพิ่มสูงขึ้น และได้รับอิทธิพลจากลมแรงขึ้นทำให้อุณหภูมิจึงคงที่อยู่โดยสัดส่วนการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิยังคงที่ ซึ่งอาจสรุปได้ว่าต้นไม้มีผลต่อตัวแปรภูมิอากาศทุกชนิด ได้แก่ การเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ ที่ส่งผลต่อการลดอุณหภูมิ , ลดการสะสมความร้อนจากการลดการเปล่งรังสีกลับ ได้ในบริเวณกว้าง,สามารถป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ได้ตลอดทั้งวัน และไม่ขัดขวางต่อทิศทางของลมและสะดวกต่อการถ่ายเทอากาศความร้อน ความชื้น สู่บริเวณใกล้เคียงได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมกระแสลม



แผนภูมิที่ 9.2 แสดงความเร็วลมต้นลมเปรียบเทียบกับบริเวณแบบเสนอแนะที่ 1

การกระจายกระแสลม

การกระจายกระแสลม มีความหลากหลาย แต่อยู่ในระดับสูงโดยตลอด คือประมาณใกล้เคียงกับความเร็วลมต้น ไม่สามารถสรุปได้แน่ชัดว่า ณ. ตำแหน่งใดที่มีความเร็วลมสูงสุด

ในช่วงเช้า ที่ระยะริมนอก ความเร็วลมจะสูงที่สุด โดยลมจะมีความไม่คงที่ทั้งปริมาณและทิศทาง และในช่วงบ่ายที่ระยะใกล้ศูนย์กลาง จะมีความเร็วลมสูงสุด และปริมาณลมคงที่ เนื่องจากในช่วงเช้าอุณหภูมิโดยรอบต่ำ ความต่างอุณหภูมิภายนอกและภายในไม่ต่างกันมากการเหนี่ยวนำลมจึงเกิดขึ้นได้น้อย เนื่องจากลมมาจากทิศทางที่ไม่ชัดเจนและไม่ต่อเนื่อง ทำให้แรงเฉื่อยของลมจากต้นลมน้อย ส่งผลให้ลมพัดพาเข้ามาถึงพื้นที่ส่วนกลางเพียงเล็กน้อย และความเร็วลมต่ำ ส่วนที่ความเร็วลมสูงสุดคือส่วนริมนอกทรงพุ่มด้านที่ปะทะลม

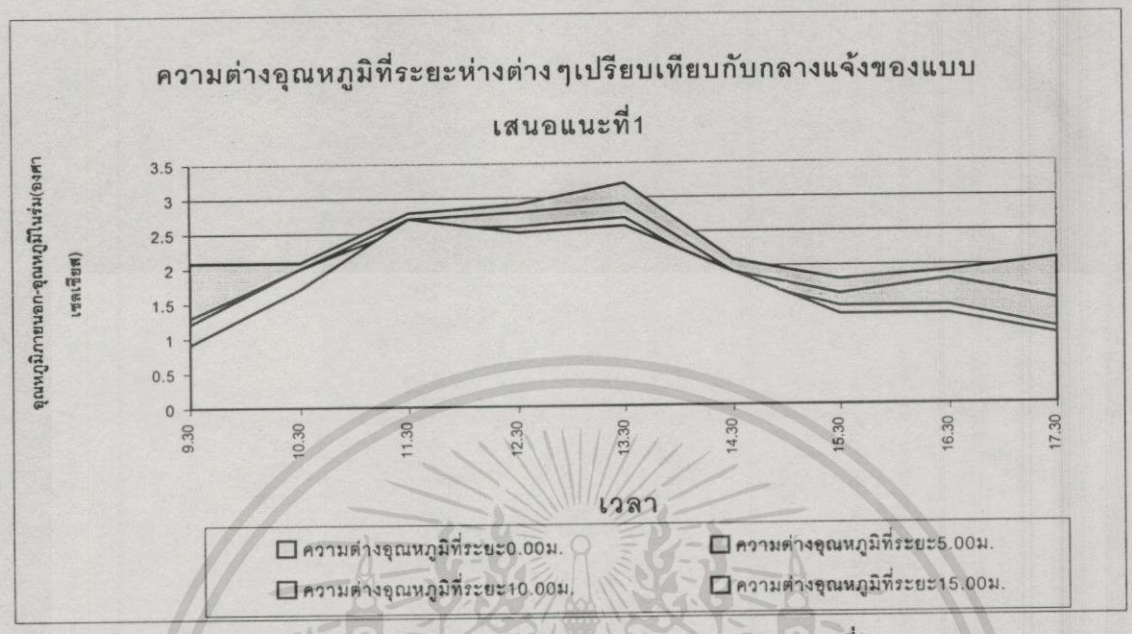
ส่วนในช่วงบ่าย ความเร็วลมต้นสูงและคงที่โดยตลอด และ อุณหภูมิโดยรอบสูง ดังนั้นค่าความต่างอุณหภูมิภายนอกและภายในจึงชัดเจน การเหนี่ยวนำความเย็นจึงเกิดขึ้นได้ง่ายกว่า ดังนั้นความเร็วลมจึงสูงกว่าและคงที่โดยตลอด ซึ่งเป็นไปได้ว่าจะเกิดลมพัดจากส่วนพื้นที่ใต้พุ่มออกสู่พื้นที่ภายนอกเนื่องจากโดยปกติเมื่อมีความต่างอุณหภูมิมาก ลมจะพัดจากบริเวณที่อุณหภูมิต่ำกว่าไปสู่บริเวณที่อุณหภูมิสูงกว่าทำให้บริเวณส่วนกลางซึ่งเป็นบริเวณที่เย็นที่สุด เป็นส่วนที่มีความเร็วลมสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับระยะห่างต่างๆ รอบทรงพุ่ม รวมถึงพื้นที่ใต้พุ่มสูงทำให้ห่างไกลบริเวณจุดอับลม (Wind Shadow) ของพื้นที่ใต้พุ่ม

ความต่างอุณหภูมิ

ความต่างอุณหภูมิที่จุดศูนย์กลางของพื้นที่เมื่อเปรียบเทียบกับภายนอก จะมีความต่างประมาณ 2.9°C ในเวลาเดียวกัน โดยความต่างอุณภูมิเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณริมนอกจะอยู่ในช่วงประมาณ 2.6 °C ซึ่งนับได้ว่าสามารถป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ได้ดีตลอดทั้งวันและทั่วบริเวณ โดยที่อุณหภูมินี้ยังไม่รวมถึงอุณหภูมิจากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งเมื่อนำการแผ่รังสีดวงอาทิตย์เข้ามาพิจารณาแล้ว ช่วงที่มีความเข้มสูงสุดอยู่ที่ 466 W/m^2 เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ภายใต้พุ่มสูงสุดอยู่ที่ 85 W/m^2 จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิรวมการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (Globe Temperature) ที่ภายนอกจะเท่ากับ 39.6 °Cและภายใต้พุ่ม 32.7°C เนื่องจาก

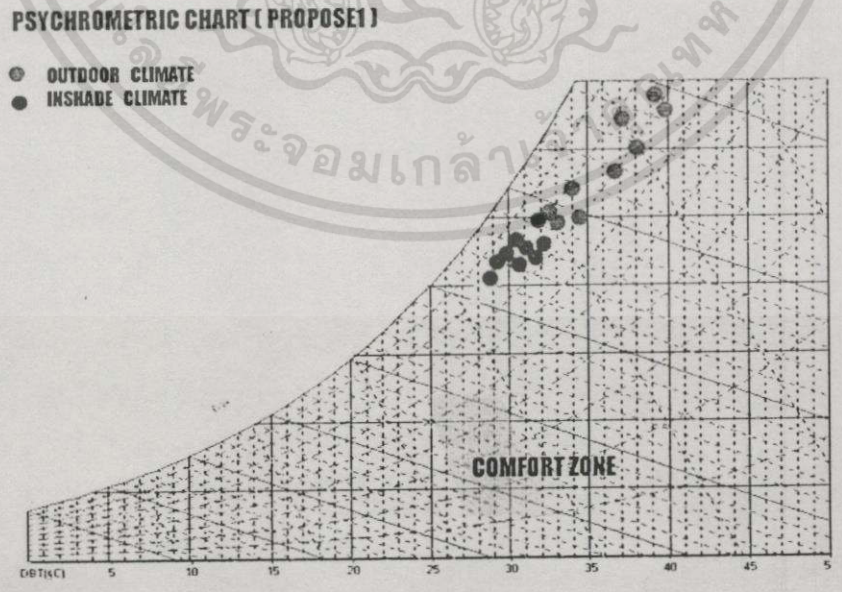
เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C เนื่องจากคุณสมบัติในการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงได้ดี อย่างไรก็ตามอุณหภูมิที่ปรากฏนี้ ยังไม่ใช่อุณหภูมิที่มนุษย์รู้สึกจริงเนื่องจากยังไม่ได้รวมความชื้นในอากาศ และความเร็วลม



แผนภูมิที่ 9.3 แสดงค่าความต่างอุณหภูมิอากาศต้นลมกับบริเวณแบบเสนอแนะที่ 1

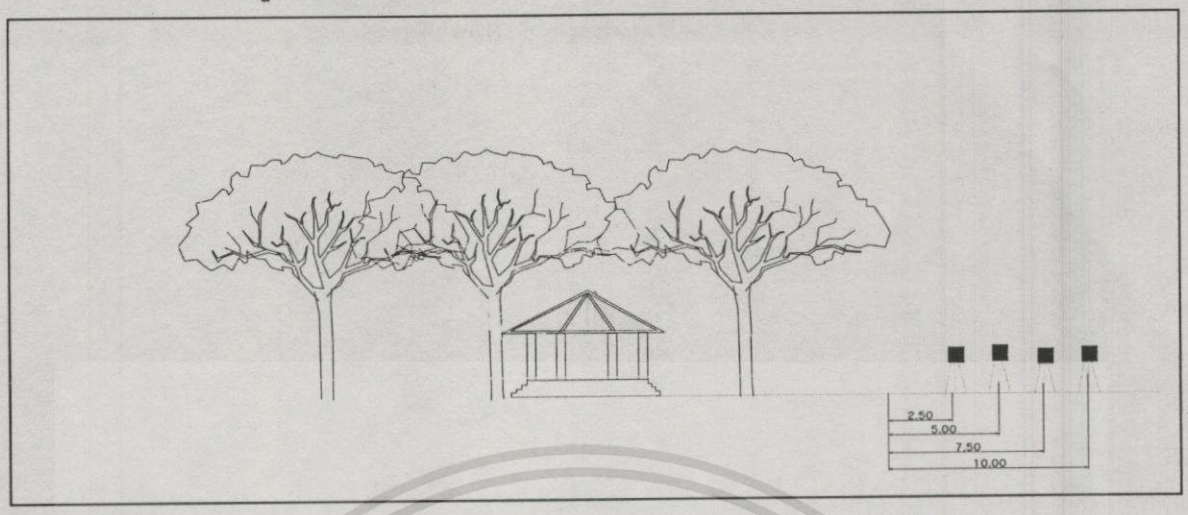
เนื่องจากวันที่ทำการตรวจสอบเป็นช่วงฤดูฝน ทำให้ความชื้นในอากาศสูงมากส่งผลให้อุณหภูมิที่ร่างกายรู้สึกจริงน้อยลงกว่าอุณหภูมิรวมการแผ่รังสี (Globe Temperature) เนื่องจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับส่วนใหญ่เป็นรังสีกระจาย ทำให้ส่งผลต่อการเพิ่มอุณหภูมิน้อยลง ดังแสดงในแผนภูมิ Psychrometric Chart ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าการจัดลุ่มต้นไม้ดังกล่าวจะให้ประสิทธิภาพสูงสุด ในช่วงที่อุณหภูมิอากาศสูงและความชื้นอากาศต่ำ



แผนภูมิที่ 9.4 แสดงการตรวจสอบด้วย Psychrometric Chartของแบบเสนอแนะที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบตัวแปรภูมิอากาศที่ระยะท้ายลมแบบเสนอแนะที่ 1



ภาพที่ 9. 5 แสดงตำแหน่งในการตรวจสอบตัวแปรภูมิอากาศที่ระยะท้ายลมของแบบเสนอแนะที่1

ตารางที่ 9.6 การตรวจสอบตัวแปรภูมิอากาศตำแหน่งท้ายลมที่ระยะห่างต่างๆ

	ต้นลม		ระยะห่าง2.50ม.		ระยะห่าง5.00ม.		ระยะห่าง7.50ม.		ระยะห่าง10.00ม.	
เวลา	T0	W	T2.5	W	T5	W	T7.5	W	T10	W
9.30	30.3	0.9	29.8	0.6	30	0.7	30.3	1.1	30.4	1.2
10.30	31.4	1.7	30.6	0.8	30.8	0.8	31.2	0.9	31.2	1.3
11.30	33	0.8	31.7	0.9	32	1.2	32.4	1.5	32.8	1.6
12.30	34.5	1.6	32.9	1.7	33	1.9	33.2	1.9	33.6	2.3
13.30	34.9	2.1	33.7	2.6	34.1	2.5	34	2.7	34.5	2.9
14.30	33.4	1.8	33.4	2.3	33.5	2.4	33.6	2.8	34	3.2
15.30	32.9	2.6	32.7	1.9	32.8	2.2	32.9	2.3	33.3	2.7
16.30	31.9	2.2	31.3	2.3	31.4	2.5	31.5	2.8	31.8	3
17.30	31.1	2.4	30.5	1.8	30.8	1.9	30.9	2.1	31	2.4

หมายเหตุ

W ความเร็วลม (m/s)

T0 อุณหภูมิอากาศที่จุดศูนย์กลางพื้นที่ ที่ระดับความสูง 1.50 ม. (องศาเซลเซียส)

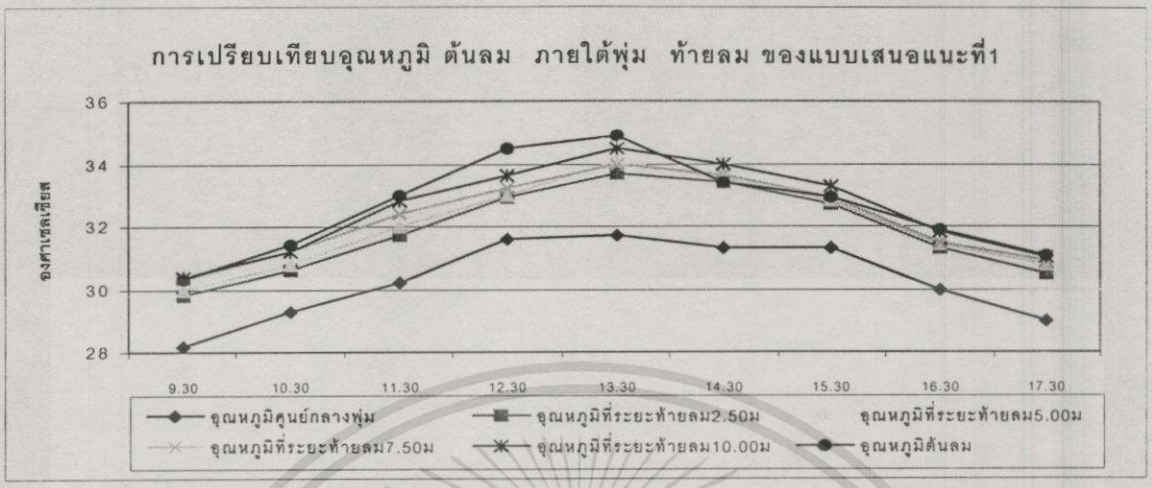
T2.5 อุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างจากศูนย์กลาง5.00 ม. (องศาเซลเซียส)

T5.0 อุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างจากศูนย์กลาง 10.00ม. (องศาเซลเซียส)

T7.5 อุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างจากศูนย์กลาง 15.00ม. (องศาเซลเซียส)

T10 อุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างจากศูนย์กลาง 15.00ม. (องศาเซลเซียส)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภูมิที่ 9.5 แสดงอุณหภูมิอากาศที่ระยะท้ายลมเปรียบเทียบกับ ที่ระยะศูนย์กลางพื้นที่ของแบบเสนอแนะที่1

ผลการตรวจสอบการตรวจสอบตัวแปรภูมิอากาศที่ระยะท้ายลม

แบบเสนอแนะที่ 1

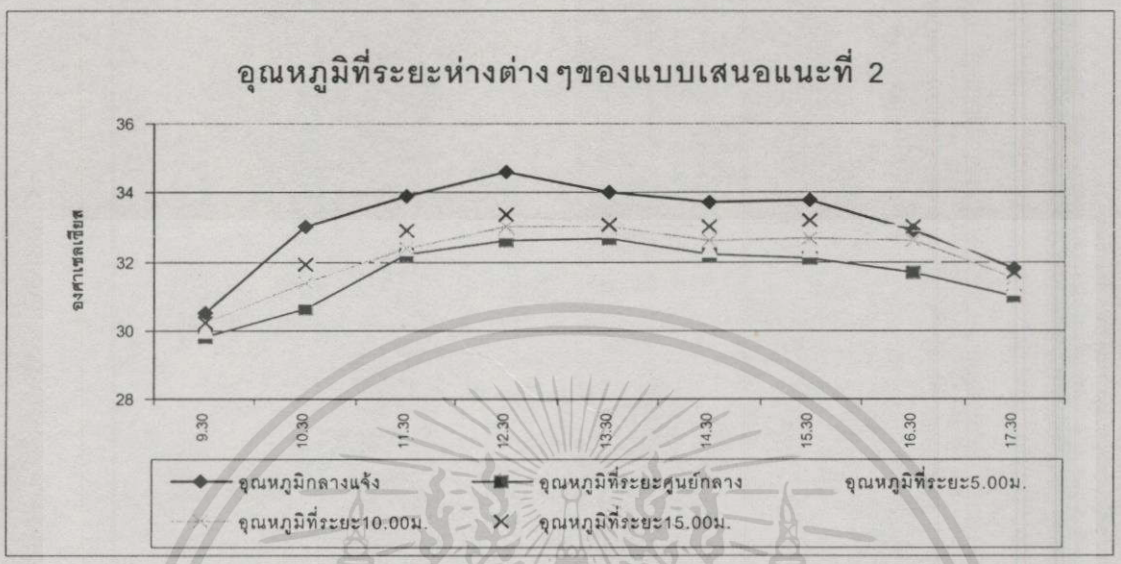
ความสัมพันธ์ของกระแสลมกับอุณหภูมิพบว่าที่ระยะริมนอกทรงพุ่ม โดยรวมจะได้รับการทำความเย็น (Cooling Effect) ในช่วง 2.50 ม.-5.00ม. ชัดเจน โดยเฉลี่ยค่าความต่างอุณหภูมิที่ระยะนี้ประมาณ 0.2 -0.5°C (ตลอดทั้งวัน) และห่างจากศูนย์กลางพุ่มประมาณ 1°Cและเริ่มแปรปรวนมากประมาณ1.5-2°C ที่ระยะ7.50ม. และกลับมาใกล้เคียงกับต้นลมที่ระยะ10.00ม.

ในช่วงเช้า เป็นช่วงที่ลมสงบ ความเร็วลมต่ำและไม่คงที่ ค่าความต่างอุณหภูมิจะมากขึ้นในทุกระยะที่เพิ่มขึ้น ในสัดส่วนที่สูงและเริ่มแปรปรวนมากตั้งแต่ที่ระยะ5.00ม. บางช่วงเวลาที่ลมสงบ ที่ระยะ 5.00 ม.จะมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับต้นลม เมื่อเปรียบเทียบกับต้นลมและศูนย์กลางพุ่มแล้ว ความเร็วลมในส่วนนี้จะต่ำกว่าเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับศูนย์กลางพุ่มพบว่า ค่าความต่างกระแสลมเฉลี่ยประมาณ0.3-0.7 m/s (ทั้งนี้ลมเป็นตัวแปรที่มีความไม่แน่นอนสูง) หากจะนำมาหาข้อสรุปจากอิทธิพลของลม ควรพิจารณาในช่วงที่ความเร็วลมสูงและคงที่

ในช่วงบ่าย เป็นช่วงที่ความเร็วลมสูงและคงที่ การขยายช่วงการทำความเย็น (Cooling Effect) จากการเหนี่ยวนำความเย็นและการพาให้ประสิทธิภาพมากขึ้นส่งผลให้ขยายขอบเขตไปถึงระยะ7.50 ม. อุณหภูมิโดยรวมสูงจากผลของการหน่วงความร้อน (Time Lag) ของสภาพแวดล้อม แต่อย่างไรก็ตามอุณหภูมิยังคงต่ำกว่าต้นลม และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในช่วงนี้ค่อนข้างน้อย การทำความเย็น (Cooling Effect) จะแปรตามระยะทาง โดยอุณหภูมิต่ำสุดจะอยู่ที่ระยะ 2.50 ม. ส่วนความเร็วลมจะใกล้เคียงกับบริเวณจุดศูนย์กลางของพื้นที่ใต้พุ่ม และที่ระยะห่าง7.50-10.00ม. ความเร็วลมจะปรับตัวสูงขึ้นประมาณ 2.5 -3 m/s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.3.2 การวิเคราะห์การตรวจสอบแบบเสนอแนะที่ 2



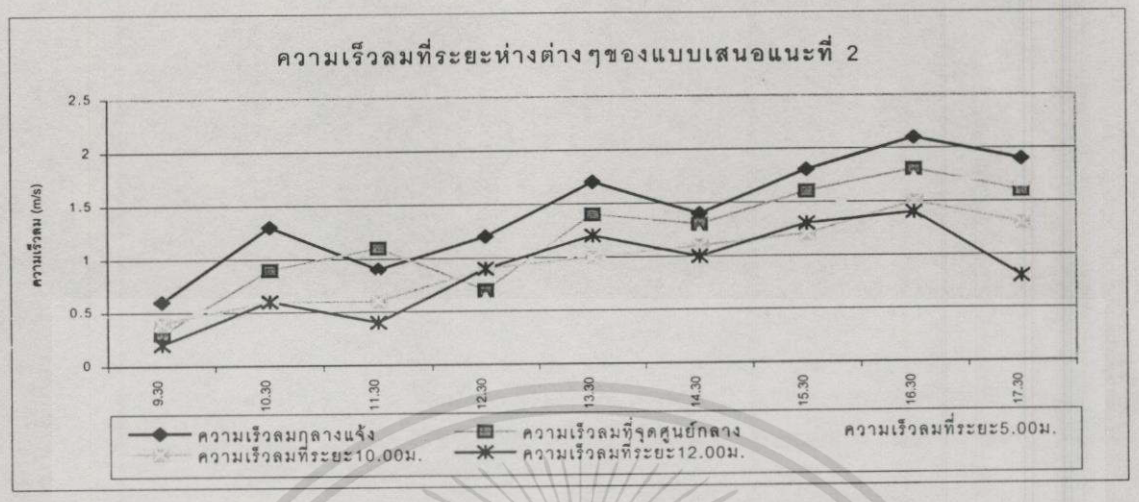
แผนภูมิที่ 9.6 แสดงอุณหภูมิอากาศต้นลมเปรียบเทียบกับบริเวณแบบเสนอแนะที่ 2

การกระจายอุณหภูมิ

ผลการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในช่วงเช้าไม่ต่างกับแบบเสนอแนะที่1มากนัก แนวโน้มการเพิ่มอุณหภูมิแปรตามอุณหภูมิอากาศภายนอกซึ่งสูงกว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกัน การบันทึกค่าอุณหภูมิที่ระยะต่าง ๆในช่วงเริ่มต้นจะใกล้เคียงกันมาก แต่สัดส่วนความแปรปรวนอุณหภูมิ ณ. ระยะต่าง ๆจะเริ่มสูงขึ้นในเวลาถัดมา และจากระยะห่างจากศูนย์กลางทุก ๆ 5.00ม. อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้น ประมาณ 0.2 -0.3 °C โดยเฉพาะบริเวณริมนอกพุ่มใบจะแปรปรวนมากขึ้นคือประมาณ 0.3 -0.6°C ความเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิด้านในพุ่มจะสูงขึ้นในช่วงบ่ายจะอยู่ที่ 0.3- 0.5 °C โดยแปรปรวนมากที่สุดบริเวณริมนอกพุ่มใบอีกเช่นกัน

ในช่วงเช้าอัตราการเพิ่มอุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ ช่วงบ่ายอุณหภูมิยังคงรักษาระดับคงที่ แต่อยู่ในระดับสูงเกือบตลอดช่วงบ่ายในทุก ๆระยะที่ทำการบันทึกค่า ในช่วงเย็นอุณหภูมิอากาศบางส่วนจะใกล้เคียงหรือบางครั้งจะสูงกว่าภายนอก เนื่องจากช่วงเวลาเย็นเมื่ออุณหภูมิอากาศภายนอก(Ambient Load) ลดลงแล้ว แต่การสะสมความร้อนที่กลุ่มใบระดับล่างยังคงอยู่ทำให้ต้องใช้เวลาในการถ่ายเทความร้อนนานขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภูมิที่ 9.7 แสดงอุณหภูมิอากาศต้นลมเปรียบเทียบกับบริเวณแบบเสนอแนะที่ 2

ความเร็วลมจะแปรปรวนมากกว่าโดยตลอดทั้งวัน อาจเกิดจากระยะห่างระหว่างต้นขนาดเล็กแคบเกินไป ทำให้กลายเป็นส่วนที่ขัดขวางลม ทำให้ลมไม่สามารถพัดพาได้สะดวกในบางช่วงเวลา

การเปลี่ยนแปลงความเร็วลมที่ระยะต่างๆบริเวณใกล้ศูนย์กลางพื้นที่ จะมีความเร็วลมสูงสุด โดยความเร็วลมจะปรับตัวสูงขึ้น หลังจากที่กระแสลมถูกจำกัดด้วยพื้นที่ที่แคบลง เมื่อพ้นระยะริมนอกพุ่มเข้ามาภายใน ความเร็วลมจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วใกล้เคียงความเร็วลมต้น ส่วนบริเวณใกล้ริมขอบพุ่มด้านในความเร็วลมจะต่ำ แลไม่มีความคงที่โดยตลอดทั้งวัน ซึ่งสามารถสรุปได้เบื้องต้นว่า การจัดกลุ่มต้นไม้จะให้ผลดีที่สุดเมื่อมีพื้นที่ใต้พุ่มมากพอที่จะระบายความร้อน ความชื้น ณ.ระดับพื้นที่ใช้งานออกได้มากที่สุด

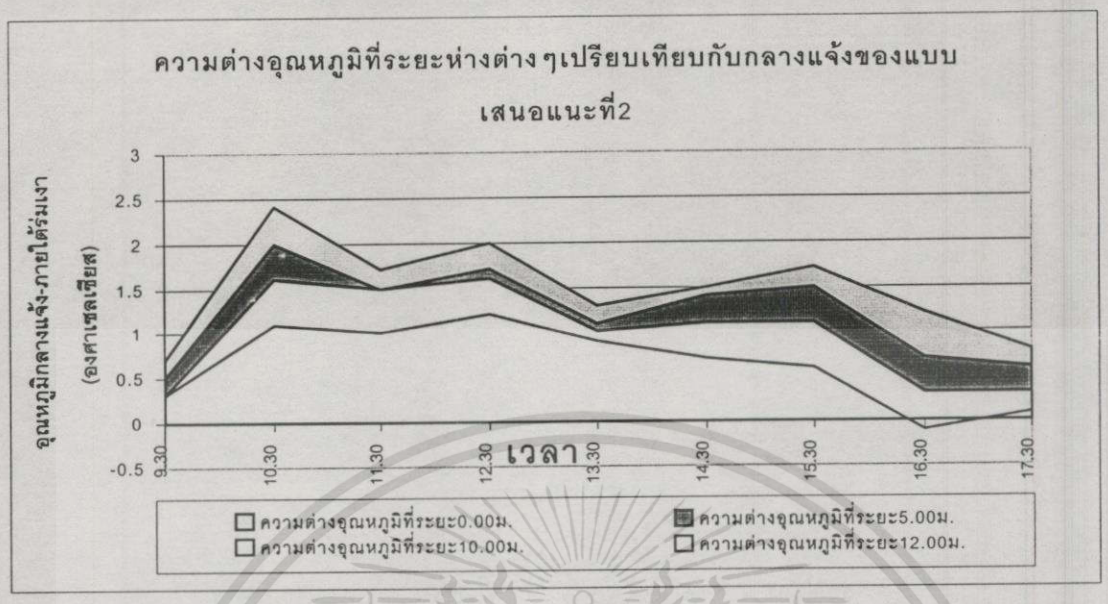
กระแสลมที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

ในช่วงเช้าเป็นช่วงที่ลมสงบ ลมมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้อย ในช่วงบ่ายความเร็วลมสูงขึ้น ลมมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมากขึ้น สังเกตได้จากการกระจายอุณหภูมิจากศูนย์กลางที่มีความเร็วลมสูงออกมาทุกระยะ5.00ม.สู่ริมนอกพุ่ม จะมีค่าความต่างอุณหภูมิมากขึ้นโดยประมาณ 0.4 – 0.5 °Cในทุกๆระยะบันทึกค่าที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ

ความต่างอุณหภูมิ

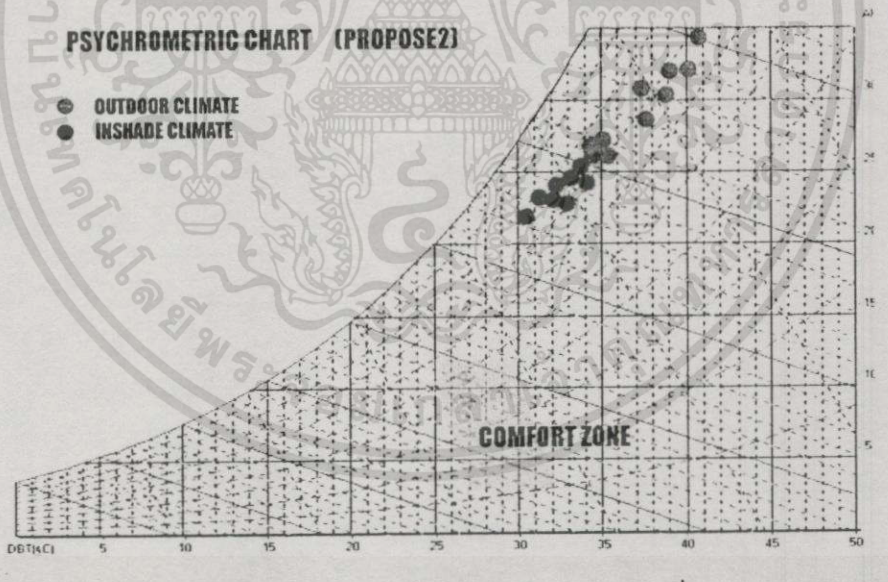
ความต่างอุณหภูมิที่จุดศูนย์กลางของพื้นที่เมื่อเปรียบเทียบกับภายนอก จะมีความต่างประมาณ2 °C ในเวลาเดียวกัน ซึ่งนับได้ว่าสามารถป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ได้ดีตลอดทั้งวันและทั่วบริเวณ โดยที่อุณหภูมินี้ยังไม่รวมถึงอุณหภูมิจากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งเมื่อนำการแผ่รังสีดวงอาทิตย์เข้ามาพิจารณาแล้ว ช่วงที่มีความเข้มสูงสุดอยู่ที่ 470 W/m^2 เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ภายใต้พุ่มสูงสุดอยู่ที่ 100 W/m^2 จะเห็นได้ว่า Globe Temperature หรืออุณหภูมิรวมการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ที่ภายนอกจะเท่ากับ 39.8 °Cและภายใต้พุ่ม 33.7°C เนื่องจากคุณสมบัติในการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงได้ดี อย่างไรก็ตามอุณหภูมิที่ปรากฏนี้ ยังไม่ใช่อุณหภูมิที่มนุษย์รู้สึกจริงเนื่องจากยังไม่ได้รวมความชื้นในอากาศ และความเร็วลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภูมิที่ 9.8 แสดงค่าความต่างอุณหภูมิอากาศบริเวณแบบเสนอแนะที่ 2

การตรวจสอบผลในการควบคุมภูมิอากาศเฉพาะที่ของแบบเสนอแนะที่ 2 ด้วยแผนภูมิ Psychrometric Chart

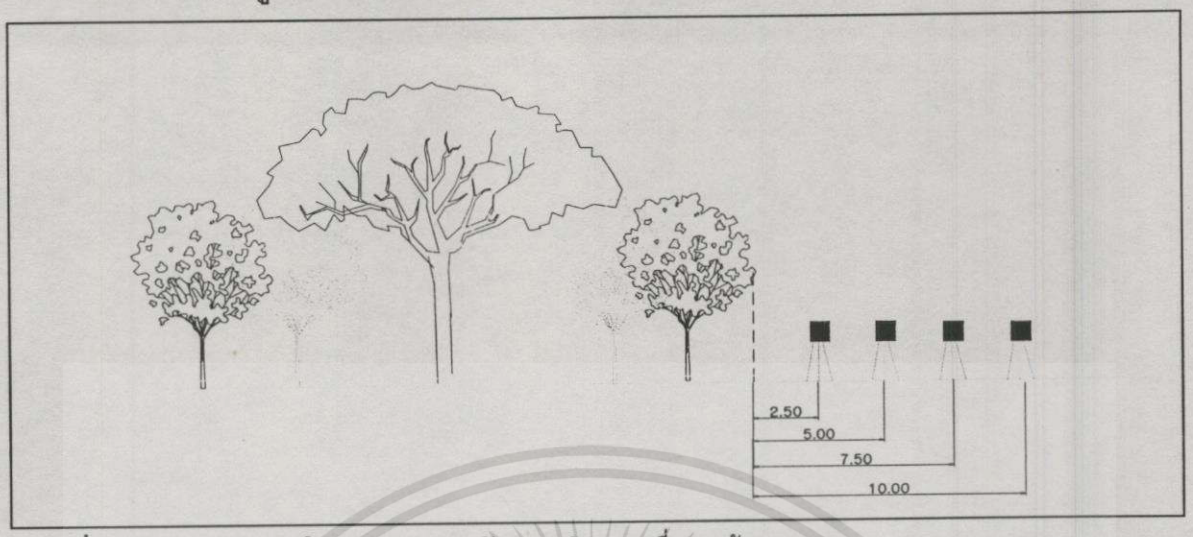


แผนภูมิที่ 9.9 แสดงการตรวจสอบด้วย Psychrometric Chartของแบบเสนอแนะที่ 1

จากการเปรียบเทียบกับช่วงอุณหภูมิสภาวะน่าสบาย ด้วยแผนภูมิ Psychrometric Chartพบว่าสามารถปรับให้อุณหภูมิลดลงมาอยู่ในช่วงที่สบายได้ แต่เนื่องจากวันที่ทำการตรวจสอบอยู่ในช่วงฤดูฝน ซึ่งเป็นช่วงที่มีความชื้นในอากาศสูงมาก ทำให้ยังคงเกินภาวะน่าสบายอยู่มาก ดังนั้นในการพิจารณาถึงประสิทธิภาพของแบบเสนอแนะนั้น จะต้องรวมถึงคุณสมบัติในการรักษาอัตราการระบายอากาศภายใต้ทรงพุ่มด้วย ซึ่งแสดงด้วยมาตรฐานอุณหภูมิ CET ซึ่งรวมถึงอิทธิพลของตัวแปรกระแสลมด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบตัวแปรภูมิอากาศที่ระยะท้ายลมแบบเสนอแนะที่ 2



ภาพที่ 9.6 แสดงตำแหน่งในการตรวจสอบตัวแปรภูมิอากาศที่ระยะท้ายลม

ตารางที่ 9.7 การตรวจสอบตัวแปรภูมิอากาศตำแหน่งท้ายลมที่ระยะห่างต่างๆ

	ต้นลม		ระยะห่าง2.50ม.		ระยะห่าง5.00ม.		ระยะห่าง7.50ม.		ระยะห่าง10.00ม.	
เวลา	T0	W	T2.5	W	T5	W	T7.5	W	T10	W
9.30	30.5	0.6	30.1	0.7	30.4	0.9	30.4	1.1	30.5	1.2
10.30	33	1.3	31.4	0.6	32.2	1.1	32.7	1.2	32.9	1.6
11.30	33.9	0.9	32.9	0.7	33.7	1.2	34	1.1	33.8	2.1
12.30	34.6	1.2	33.2	0.8	33.4	1	34.1	1.4	34.2	2.3
13.30	34	1.7	33.9	1	34.2	1.2	34.7	1.4	35	2.7
14.30	33.7	1.4	33.6	1.4	33.5	1.4	34	2.1	34.1	2.9
15.30	33.8	1.8	33	1.5	33.1	1.6	33.4	2.4	33.5	3.1
16.30	32.9	2.1	31.9	1.3	31.8	1.9	32	2.3	32.2	2.2
17.30	31.8	1.9	31.5	1.2	31.7	1.3	31.7	1.6	31.8	2.4

หมายเหตุ

W ความเร็วลม (m/s)

T0 อุณหภูมิอากาศที่จุดศูนย์กลางพื้นที่ ที่ระดับความสูง 1.50 ม. (องศาเซลเซียส)

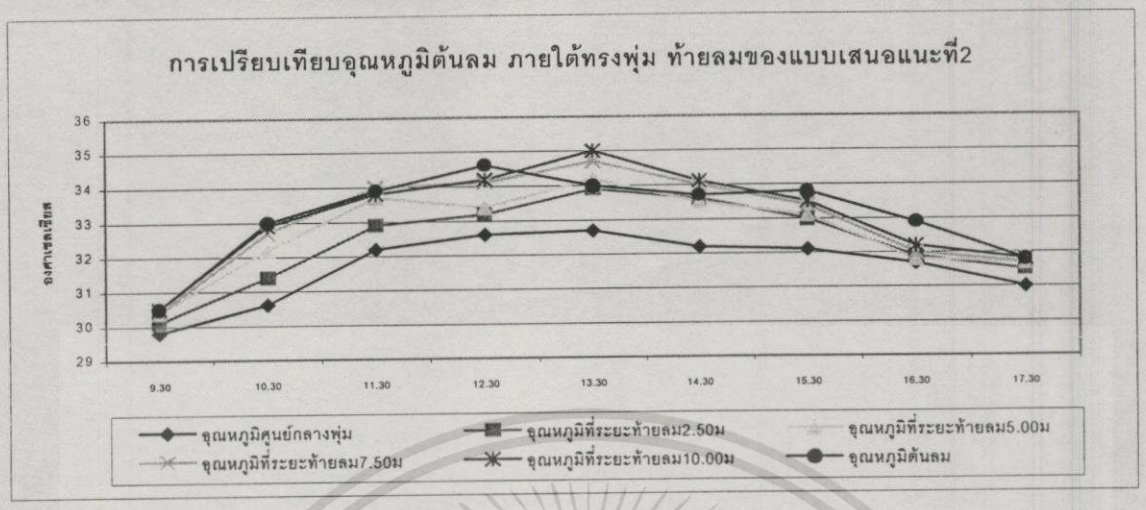
T2.5 อุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างจากศูนย์กลาง5.00 ม. (องศาเซลเซียส)

T5.0 อุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างจากศูนย์กลาง 10.00ม. (องศาเซลเซียส)

T7.5 อุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างจากศูนย์กลาง 15.00ม. (องศาเซลเซียส)

T10 อุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างจากศูนย์กลาง 15.00ม. (องศาเซลเซียส)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภูมิที่ 9.10 แสดงอุณหภูมิอากาศที่ระยะท้ายลมเปรียบเทียบกับ ที่ระยะศูนย์กลางพื้นที่ของแบบเสนอแนะที่2

ผลการตรวจสอบการตรวจสอบตัวแปรภูมิอากาศที่ระยะท้ายลม

แบบเสนอแนะที่ 2

ความสัมพันธ์ของกระแสลมกับอุณหภูมิพบว่าที่ระยะท้ายลมโดยรวมจะได้รับผลจากการทำความเย็น (Cooling Effect) ที่ระยะ2.50-5.00ม. โดยตลอด ที่ระยะ 5.00ม. จะมีความแปรปรวนบ้างแต่ที่ระยะ 7.50และ10.00ม. อุณหภูมิค่อนข้างใกล้เคียงกัน และที่ระยะ10.00ม. ความเร็วลมจะปรับตัวสูงกว่าเล็กน้อย เนื่องจากสภาพแวดล้อมเป็นที่โล่ง ไม่มีสิ่งกีดขวางลมทำให้สามารถเร่งความเร็วลมให้กลับมาใกล้เคียงความเร็วลมต้นได้สะดวก ลมจะแปรปรวนตลอดทั้งวันและปรับตัวสูงขึ้นในช่วงบ่ายและเริ่มคงที่มากขึ้น ที่ระยะ 2.50ม. ความเร็วลมจะแปรปรวนและหมุนวนสูงสุดในบางช่วงเวลา และเริ่มแปรปรวนน้อยลงที่ระยะ 5.00ม. พร้อมกับความเร็วลมสูงขึ้นตามระยะที่ห่างออกมาตามลำดับ

ในช่วงเช้า ลมสงบ ความเร็วลมต่ำ โดยเฉพาะที่บริเวณ 2.50ม. ความเร็วลมต่ำโดยตลอด และการปรับความเร็วลมเริ่มเห็นชัดขึ้นที่ระยะ 7.50 ม. อุณหภูมิช่วงเช้าที่ระยะ2.50 ม.ต่ำที่สุดและที่ระยะ5.00-10.00ม. สูงขึ้นใกล้เคียงกัน ความเร็วลมเริ่มคงที่มากขึ้นที่ระยะ10.00ม. ที่ระยะ2.50 ม. -7.50ม. ค่าความต่างอุณหภูมิจากจุดศูนย์กลางประมาณ1.2--1.4 °Cและที่ระยะ10.00ม. ความต่างอุณหภูมิอยู่ที่ 2°C แม้ว่าที่ระยะ2.50 ม.-7.50 ม. อุณหภูมิจะใกล้เคียงกัน แต่ประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิจะน้อยกว่าแบบเสนอแนะที่ 1

ในช่วงบ่าย ความเร็วลมสูงขึ้นผลจากการทำความเย็น (Cooling Effect) แบ่งเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงที่ 1 ให้ผลในระยะ2.50 -5.00ม. ซึ่งมีอุณหภูมิและความเร็วลมต่ำ และช่วงที่2 ที่ระยะ7.50 -10.00 ม. อุณหภูมิและความเร็วลมจะสูงขึ้นกว่าเดิมเล็กน้อย ความต่างอุณหภูมิประมาณ0.4 °C การพัดของกระแสลมจะเริ่มคงที่ที่ระยะ7.50ม. เมื่อลมจากสภาพแวดล้อมเริ่มปรับตัวกลับสู่สภาวะต้นลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์เปรียบเทียบด้วยการตรวจสอบอุณหภูมิด้วย มาตรฐาน CETของแบบเสนอแนะที่1และ2

ตารางที่ 9.8 แสดงการตรวจสอบอุณหภูมิด้วย มาตรฐาน CETของแบบเสนอแนะที่1และ2

CET	แบบเสนอแนะที่ 1		แบบเสนอแนะที่ 2	
เวลา	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
9.30	31.8	27.3	31.4	28.7
10.30	33.8	28.3	33.7	29.9
11.30	35.2	29.2	35.5	30.8
12.30	36.3	30.5	36.3	32.1
13.30	35.6	30.5	34.6	32.1
14.30	34.7	30.1	35.9	31.4
15.30	33.6	29.9	34.2	30.9
16.30	31.5	28.8	32.3	30.1
17.30	29.4	27.7	30.2	29.2

จากตารางแสดงอุณหภูมิ CETและตารางแสดงการกระจายอุณหภูมิ เมื่อนำอุณหภูมิกลางแจ้งมาเปรียบเทียบพบว่า แบบที่1 จะให้ผลในการรักษาและกระจายอุณหภูมิได้ต่ำและคงที่มากกว่า แม้จะไม่สามารถควบคุมให้อยู่ในช่วงภาวะใกล้สบายได้ตลอดทั้งวัน แต่อย่างไรก็ตามก็นับเป็นการปรับสภาพแวดล้อมเบื้องต้นที่ให้ผลทั้งการป้องกันการรับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงและป้องกันการเพิ่มอุณหภูมิพื้นผิวของสภาพแวดล้อมได้ดี นอกจากนี้ยังพบว่า การให้ร่มเงาในช่วงเวลาที่จำเป็นและการระบายอากาศในช่วงบ่าย- เย็นจะให้ผลมากกว่าการให้ร่มเงาการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ตลอดทั้งวัน (รวมถึงช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์ทำมุมต่ำด้วย) เนื่องจากในช่วงเวลากลางวัน จะได้รับรังสีดวงอาทิตย์มากกว่าปริมาณการคายความร้อนซึ่งส่งผลต่อการเพิ่มอุณหภูมิอากาศสูง ในขณะที่ช่วงเวลาเย็น จะคายปริมาณความร้อนมากกว่าได้รับ และอุณหภูมิอากาศภายนอกลดลงแล้ว จึงมีส่วนในการเพิ่มความร้อนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น การถ่ายเทและการแลกเปลี่ยนความร้อนออกสู่ภายนอกจะรักษาอุณหภูมิได้ต่ำตลอดทั้งวัน นอกจากนี้พื้นที่ร่มเงาขนาดใหญ่ยังสามารถลดและเหนี่ยวนำอุณหภูมิได้มากกว่าพื้นที่ร่มเงาขนาดเล็ก ในการนำต้นไม้มาพิจารณาเพื่อปลูกปรับแวดล้อมนั้นจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงขนาดของพื้นที่เป็นปัจจัยสำคัญอีกด้วย

สรุปแบบเสนอแนะ

รูปแบบที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุด ได้แก่ การนำรูปแบบเสนอที่1 มาประยุกต์ใช้ซึ่งประกอบด้วยต้นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ รูปทรงพุ่มแผ่กว้าง พื้นที่ใต้พุ่มสูง เช่นต้นจามจุรี ปลูกเป็นกลุ่มในลักษณะที่สร้างให้เกิดเพดานพุ่มขนาดใหญ่ หรือแบบมีพื้นที่เว้นโล่งตรงกลางเพื่อให้สะดวกต่อการถ่ายเทอากาศ โดยในการนำมาปลูกรอบอาคารนั้น ระยะที่จะได้รับอิทธิพล(Cooling Effect)สูงสุดได้แก่บริเวณที่อยู่ใกล้ทรงพุ่มมากที่สุด หรือบริเวณที่ได้รับร่มเงา และให้ผลได้ในระยะไม่เกิน 5.00-7.00ม. และจะให้ประสิทธิภาพดีในสภาพแวดล้อมที่เป็นที่โล่งและพื้นดินปกคลุมด้วยหญ้า ซึ่งเป็นการป้องกันการเพิ่มอุณหภูมิพื้นผิวรองจากการบังเงาด้วยไม้ยืนต้น เมื่อเกิดการพัดพาของกระแสลมจะเหนี่ยวนำความเย็นจากองค์ประกอบดังกล่าวไปสู่บริเวณใกล้เคียงและส่งผลต่อการลดอุณหภูมิอากาศโดยรอบได้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพในการควบคุมตัวแปรภูมิอากาศของรูปแบบเสนอแนะที่ 1และ2

การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ประสิทธิภาพในการลดการแผ่รังสีดวงอาทิตย์โดยรวมจะมีผลมากต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศ จะเห็นผลได้ชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ใต้ร่มเงาและพื้นที่กลางแจ้งซึ่งเป็นผลมาจากการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง แต่เมื่อนำค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ภายใต้ร่มเงาของแบบเสนอแนะทั้ง2 มาเปรียบเทียบกันพบว่า แบบเสนอแนะที่ 1 จะลดรังสีดวงอาทิตย์ได้มากกว่า แต่ยังคงเป็นสัดส่วนที่น้อยที่จะทำให้เกิดการเพิ่มอุณหภูมิอากาศ มีผลความต่างเพียง 0.2-0.3 องศาเซลเซียสเท่านั้น

ความชื้น โดยเฉลี่ยแล้วความชื้นจะกระจายตัวในบริเวณกว้าง ในการตรวจสอบพบว่าความแตกต่างระหว่างรูปแบบเสนอแนะ และความต่างเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณกลางแจ้งใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีกระแสลมพัดผ่านตลอดเวลา เนื่องจากจะทำให้เกิดการกระจายและปรับเข้าสู่สภาวะสมดุลยได้สะดวก

ความเร็วลม เป็นตัวแปรที่มีความแปรปรวนมาก แต่อย่างไรก็ตาม ก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและภาวะน่าสบายได้มากขึ้นเช่นเดียวกัน โดยเมื่อเปรียบเทียบความเร็วลมที่ระยะต่างๆจากต้นลมจนถึง ท้ายลมของทั้ง2 แบบเสนอแนะนั้นสามารถสรุปเบื้องต้นได้ดังนี้

ช่วงเข้าที่ลมสงบ (Cooling Effect)จะกระจายตัวในวงแคบ อุณหภูมิเพิ่มขึ้นในอัตราสูง แปรปรวน

ช่วงบ่ายที่ลมมีความเร็วสูงและคงที่ มีการกระจายอุณหภูมิต่ำในวงที่กว้างกว่า ซึ่งอัตราการลดอุณหภูมิแปรตามความเร็วลมในพื้นที่ โดยสามารถจำแนกเป็นช่วงเวลาต่างๆได้ดังนี้

ภาพรวมความเร็วลมแบบเสนอแนะที่ 1

จากระยะต้นลมถึงจุดศูนย์กลางของพื้นที่ (ความเร็วลมน้อยกว่าต้นลมเพียงเล็กน้อยและคงที่)

- ช่วงลมสงบ ความเร็วลมที่ระยะใกล้ริมนอกพุ่มจะสูงสุด และลดหลั่นตามระยะทาง ความเร็วลมไม่แน่นอนเนื่องจากมาจากหลายทิศทาง
- ช่วงกระแสลมแรงและคงที่ ความเร็วลมที่ระยะศูนย์กลางพื้นที่จะสูงสุด และคงที่ และลดหลั่นตามระยะทาง

จากระยะจุดศูนย์กลางของพื้นที่ถึงท้ายลม ในระยะต่างๆ (ความเร็วลมน้อยกว่าต้นลมเป็นส่วนใหญ่)

- ช่วงลมสงบ แบ่งเป็น2 ช่วงที่ระยะ 2.50 -5.00ม. ความเร็วลมจะต่ำกว่าอยู่ในช่วง 0.6-1.2 m/s และที่ระยะ7.50-10.00 ม. ความเร็วลมจะเริ่มเพิ่มขึ้น อยู่ในช่วง 1.1-2.3 m/s
- ช่วงกระแสลมแรงและคงที่ แบ่งเป็น2 ช่วงที่ระยะ 2.50 -7.50ม. ความเร็วลมปรับตัวสูงขึ้นและใกล้เคียงกันมากขึ้นอยู่ในช่วง 1.9-2.8 m/s และที่ระยะ10.00 ม. ความเร็วลมจะเริ่มเพิ่มขึ้น อยู่ในช่วง 2.4-3.2 m/s

ภาพรวมความเร็วลมแบบเสนอแนะที่ 2

จากระยะต้นลมถึงจุดศูนย์กลางของพื้นที่ (ความเร็วลมน้อยกว่าต้นลมในลักษณะคงที่)

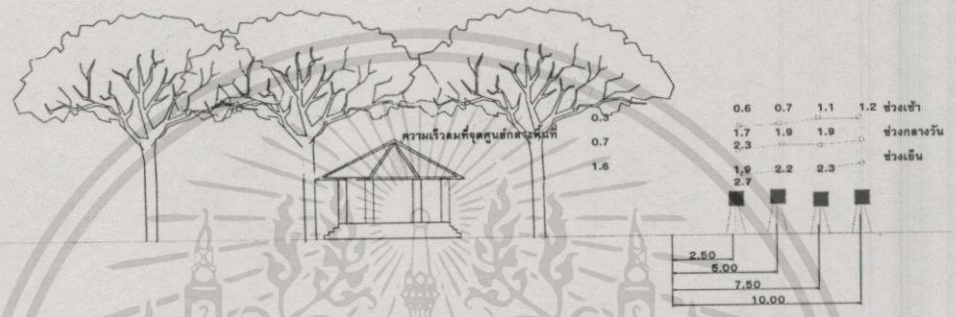
- ทั้งช่วงลมสงบและ ช่วงกระแสลมแรงและคงที่ ความเร็วลมจะสูงที่สุด ที่จุดศูนย์กลางพื้นที่และแปรปรวนสูงที่สุดที่ระยะริมนอก แต่ความเร็วลมจะมีลักษณะไม่คงที่โดยตลอด และต่ำกว่าต้นลมโดยตลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

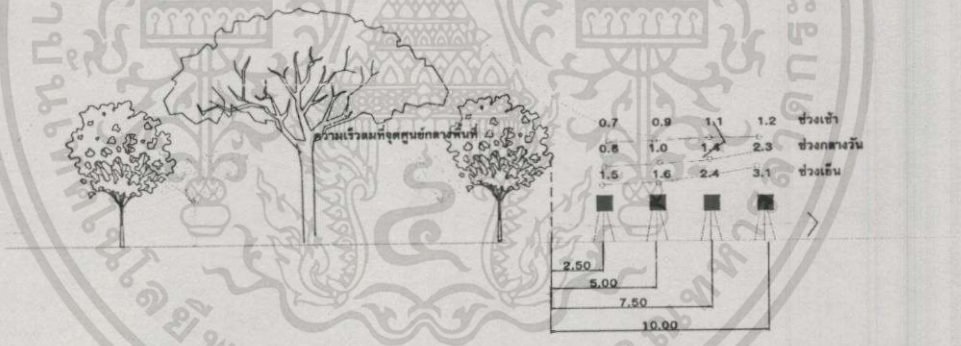
จากระยะจุดศูนย์กลางของพื้นที่ถึงท้ายลมในระยะต่าง ๆ

- ช่วงลมสงบ แบ่งเป็น 3 ช่วงที่ระยะ 2.50 ความเร็วลมจะต่ำกว่าอยู่ในช่วง 0.6-0.8 m/s และที่ระยะ5.00-7.50ม. ความเร็วลมจะเริ่มเพิ่มขึ้น อยู่ในช่วง 0.9-1.4m/sและที่ระยะ10.00 ม. อยู่ในช่วง 1.2-2.3 m/s

ช่วงกระแสลมแรงและคงที่ แบ่งเป็น2 ช่วงที่ระยะ 2.50 -5.00ม. ความเร็วลมจะต่ำกว่าอยู่ในช่วง 1.0-1.9 m/s และที่ระยะ7.50-10.00 ม. ความเร็วลมจะเริ่มเพิ่มขึ้น อยู่ในช่วง 1.4-3.1 m/s
ซึ่งสามารถแสดงถึงความเปลี่ยนแปลงได้ดังนี้



ภาพที่ 9.7 แสดงการเปลี่ยนแปลงความเร็วลมภายใต้รูปแบบเสนอแนะที่ 1



ภาพที่ 9.8 แสดงการเปลี่ยนแปลงความเร็วลมภายใต้รูปแบบเสนอแนะที่ 2

อุณหภูมิ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเกิดจากหลายปัจจัย โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบระหว่างแบบเสนอแนะที่ 1และ2 ซึ่งตัวแปรที่มีผลมากที่สุดได้แก่ ความเร็วลม ซึ่งในการวิเคราะห์จะจำแนกการเปรียบเทียบเป็น 2 ช่วงคือช่วงที่ลมสงาบและช่วงที่มีกระแสลมเพื่อศึกษาอิทธิพลของกระแสลม

ภาพรวมอุณหภูมิอากาศแบบเสนอแนะที่ 1
จากระยะต้นลมถึงจุดศูนย์กลางของพื้นที่

- ช่วงลมสงบ ใกล้เคียงกันในทุกระยะ อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 28.2 -30.3 °C
- ช่วงกระแสลมแรงและคงที่ ปรับตัวสูงขึ้นเล็กน้อยในลักษณะคงที่ อยู่มนช่วง 31.6- 32.3°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากระยะจุดศูนย์กลางของพื้นที่ถึงท้ายลมในระยะต่าง ๆ

- ช่วงลมสงบ ต่ำสุดอยู่ที่ระยะ2.50 –5.00ม. ซึ่งที่ระยะ5.00ม. ค่อนข้างแปรปรวน และอุณหภูมิจะเริ่มปรับตัวสูงที่ระยะ 7.50- 10.00ม. โดยอุณหภูมิจะเริ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง
- ช่วงกระแสลมแรงและคงที่ ผลจากการทำความเย็น (Cooling Effect) กระจายได้ถึงในระยะ 7.50 ม. อุณหภูมิโดยรวมปรับตัวสูงขึ้นจากช่วงเช้าที่เป็นผลมาจากการเพิ่มอุณหภูมิโดยรอบ (Ambient Load) และที่ระยะ10.00 ม. จะสูงสุดใกล้เคียงกับต้นลม

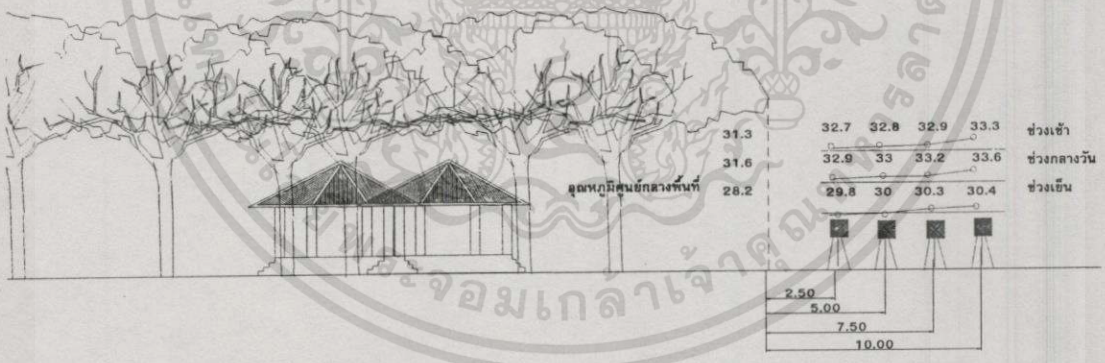
ภาพรวมอุณหภูมิอากาศแบบเสนอแนะที่ 2

จากระยะต้นลมถึงจุดศูนย์กลางของพื้นที่

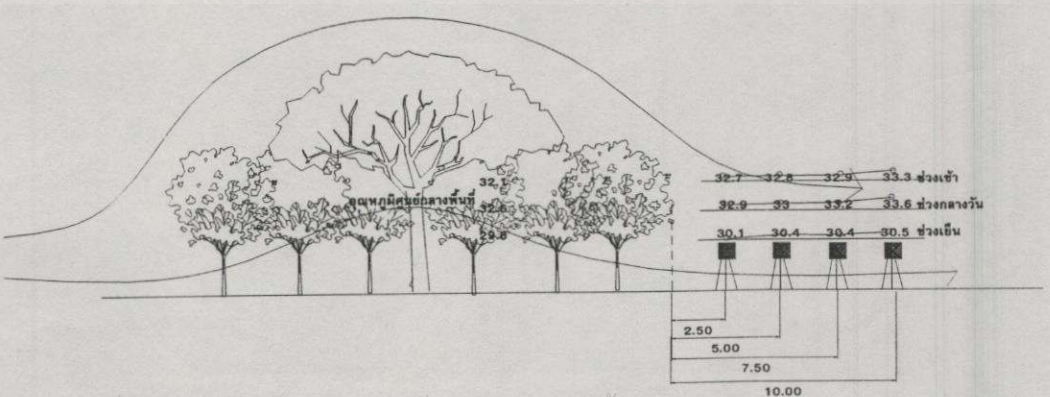
- ช่วงลมสงบ ค่าความต่างอุณหภูมิจะขึ้นทุกระยะ 0.2-0.4 °Cค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 30-33°C
- ช่วงกระแสลมแรงและคงที่ ค่าความต่างอุณหภูมิจะคงที่ อยู่ในช่วง33-33.3 และลดลงในช่วงเย็น

จากระยะจุดศูนย์กลางของพื้นที่ถึงท้ายลมในระยะต่าง ๆ

- ช่วงลมสงบ ค่าความต่างอุณหภูมิเพิ่มขึ้นตามระยะที่ห่างจากริมนอกพุ่มเป็นสัดส่วนที่คงที่ ที่ระยะ2.50 ม. จะให้ผลในการทำความเย็น (Cooling Effect) มากที่สุด ความต่างเมื่อเปรียบเทียบกับศูนย์กลางพื้นที่ ประมาร0.3-0.7 และที่ระยะ10.00ม. ความต่างจะอยู่ในช่วง 0.7-1.6 m/s
- ช่วงกระแสลมแรงและคงที่ ที่ระยะ 2.50-5.00 ม. ความต่างอุณหภูมิอยู่ในช่วง 1-1.5 °C และที่ระยะ 7.50 ม. จะมีความต่างสูงขึ้น1.4-2.3 °C ซึ่งสามารถแสดงถึงความเปลี่ยนแปลงได้ดังนี้



ภาพที่9.9 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายใต้รูปแบบเสนอแนะที่ 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่9.10 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายใต้รูปแบบเสนอแนะที่ 2

จากข้อสรุปอิทธิพลของตัวแปรดังกล่าวเมื่อนำมาประยุกต์ในการออกแบบสภาพแวดล้อมรอบอาคาร นั้นจะต้องพิจารณาถึงสภาพแวดล้อม ปัจจัยภายนอก และองค์ประกอบอาคารประกอบกันซึ่งนำมาสรุปเป็นข้อพิจารณาได้ดังนี้

- ช่วงเวลาที่ต้องการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ทั้งระหว่างวันและภายในรอบปี และช่วงเวลาที่เกิดความร้อนสูงสุด เพื่อลดการเพิ่มอุณหภูมิโดยรอบ (Ambient Load)
- ตำแหน่งที่ต้องป้องกัน โดยพิจารณาจากทิศทางของอาคาร และปริมาณความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบระนาบในทิศต่างๆของอาคาร
- ทิศทางลมประจำของพื้นที่ (ในงานวิจัยนี้ได้นำภูมิอากาศของกรุงเทพฯเป็นกรณีศึกษา)

นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาถึงลักษณะของอาคารเช่น การใช้งาน ตำแหน่งช่องเปิด รวมถึงลักษณะโครงสร้างของอาคารประกอบด้วย

ช่วงเวลาที่ต้องการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ ควรเป็นช่วงเวลาที่รังสีดวงอาทิตย์มีความเข้มสูงและช่วงที่เกิดความร้อนวิกฤตสูง ดังนั้นช่วงที่เหมาะสมที่ควรป้องกันคือ 9.00-16.00 น.

ตำแหน่งและทิศทางรอบอาคารที่ต้องป้องกัน

ทิศเหนือของอาคาร มีปัญหาทางด้านความร้อนน้อยที่สุด เนื่องจากดวงอาทิตย์ทำมุมสูงในช่วงเวลาสั้น ความต้องการในการป้องกันความร้อนให้อาคารจึงจำเป็นน้อยที่สุด สามารถปลูกเป็นไม้ประดับที่มีลักษณะแผ่กิ่งก้านสวยงามได้

ทิศตะวันออกของอาคาร รับแสงแดดในช่วงเช้า ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูงตลอดทั้งปี

ทิศตะวันตกของอาคาร ได้รับแสงแดดตลอดปีในช่วงบ่าย แม้ว่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์จะลดลงน้อยกว่าช่วงเช้า แต่ อุณหภูมิอากาศภายนอกยังสูงขึ้นซึ่งเป็นผลมาจากการเปล่งรังสีความร้อนของสภาพแวดล้อม ทำให้ช่วงเวลานี้เป็นช่วงที่ยังคงต้องการป้องกันความร้อนต่อเนื่องไปถึงช่วงเย็น เพื่อป้องกันการเพิ่มความร้อนให้กับแหล่งความร้อนหรือสภาพแวดล้อม

ทิศใต้ของอาคาร เป็นทิศที่ได้รับความร้อนตลอดทั้งวันและยาวนานถึง 9 เดือน และเป็นทิศทางลมประจำ ดังนั้นจึงต้องพิจารณาการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารและการระบายอากาศไปพร้อมกันด้วย

ทิศทางลมประจำของพื้นที่ ในฤดูร้อน ทิศทางลมประจำจะมาจากทิศตะวันตกและตะวันตกเฉียงใต้ ดังนั้นในการนำมาประยุกต์ใช้รอบอาคาร กลุ่มต้นไม้ควรอยู่ในตำแหน่งต้นลมและหลีกเลี่ยงต้นลมที่เป็นแหล่งความร้อน ซึ่งควรป้องกันด้วยการปรับสภาพพื้นผิวพื้นที่ด้านต้นลมให้ปกคลุมด้วยวัสดุพืชพรรณที่มีอัตราการเปล่งรังสีกลับต่ำ ซึ่งเป็นการเพิ่มผลจากการทำความเย็น (Cooling Effect) ในการปรับอุณหภูมิพื้นผิวสภาพแวดล้อม และเหนี่ยวนำความเย็นด้วยกระแสลมให้อุณหภูมิอากาศลดลงก่อนเข้าสู่อาคาร วัสดุปกคลุมควรมีคุณสมบัติป้องกันอุณหภูมิผิวหน้าดิน และระบายความร้อนและความชื้นออกได้สะดวก วัสดุที่ควรเลือกใช้ได้แก่ พื้นหญ้า

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นดังกล่าวแล้ว จะสามารถนำมาพิจารณาประยุกต์ใช้ ประกอบกับลักษณะแบบเสนอแนะเพื่อหา ระยะห่างระหว่างอาคารที่เหมาะสม ตำแหน่ง ลักษณะต้นไม้และการจัดกลุ่ม เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศได้ ซึ่งสามารถสรุปเป็นแนวความคิดเบื้องต้นได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวความคิดในการประยุกต์ออกแบบปรับสภาพแวดล้อมเบื้องต้น

- **ทิศตะวันตกเฉียงใต้ของอาคาร**

ลักษณะการจัดกลุ่มที่เหมาะสม นำรูปแบบแบบเสนอแนะที่ 1มาประยุกต์ใช่ซึ่งมีลักษณะให้พื้นที่ร่มเงาและเป็นเพดานพุ่มขนาดใหญ่

ขนาดทรงพุ่ม 20.00ม. **ความสูงพื้นที่ใต้พุ่ม** 8.00 ม.

รูปทรงพุ่ม แผ่กว่างพื้นที่ใต้พุ่มสูง **ความสูงต้น** 14.00ม.

ระยะห่างระหว่างอาคารกับริมนอกพุ่ม 5.00ม. ในพื้นที่ความเร็วลม0.1-1.0m/s และที่ระยะห่างจากอาคาร 7.50ม.ในพื้นที่ความเร็วลมมากกว่า1m/s

สภาพแวดล้อม เป็นพื้นหญ้า และสภาพโดยรอบเป็นที่โล่ง และอาจปลูกไม้พุ่มเตี้ยบริเวณด้านล่างช่องเปิดหน้าต่างอาคาร เพื่อเบี่ยงเบนทิศทางลมเข้าสู่อาคาร

ระยะห่างระหว่างต้น ขึ้นอยู่กับขนาดทรงพุ่ม คือประมาณ 20.00ม.

- **ทิศตะวันตกของอาคาร**

ลักษณะการจัดกลุ่ม ปลูกเป็นแนวบังเงาให้อาคาร โดยเว้นระยะห่างให้ลมสามารถพัดผ่านได้สะดวก ต้นไม้ที่ควรนำมาปลูกควรมีลักษณะทรงพุ่มทึบ กลม พื้นที่ใต้พุ่มไม่สูงมาก ความหนาแน่นสูง ไม่ควรปลูกเป็นกลุ่มเพราะจะทำให้อากาศระบายออกได้ยากระยะห่างจากอาคารไม่เกิน4.00ม.

ขนาดทรงพุ่ม 4.00-6.00ม. **ความสูงพื้นที่ใต้พุ่ม** 3.00ม.

รูปทรงพุ่ม กลมทึบ **ความสูงต้น** 5.00-6.00ม.

สภาพแวดล้อม เป็นพื้นหญ้า และสภาพโดยรอบเป็นที่โล่ง

ระยะห่างระหว่างต้น 5.00ม.

- **ทิศตะวันออกเฉียงใต้ของอาคาร**

ลักษณะการจัดกลุ่ม เลือกใช้รูปแบบเสนอแนะที่ 2 คือปลูกเป็นต้นไม้ขนาดใหญ่1ต้นและล้อมรอบด้วยต้นไม้ที่มีขนาดเล็ก เพื่อให้สามารถป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงที่ Altitude ต่ำโดยปลูกใกล้อาคารเพื่อป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ทางด้านข้าง ระยะห่างจากอาคารไม่เกิน5.00ม.

ต้นไม้ใหญ่

ขนาดทรงพุ่ม 20.00ม. **ความสูงพื้นที่ใต้พุ่ม** 8.00 ม.

รูปทรงพุ่ม แผ่กว้าง **ความสูงต้น** 14.00ม.

สภาพแวดล้อม เป็นพื้นหญ้า และสภาพโดยรอบเป็นที่โล่ง

ต้นไม้ประกอบ

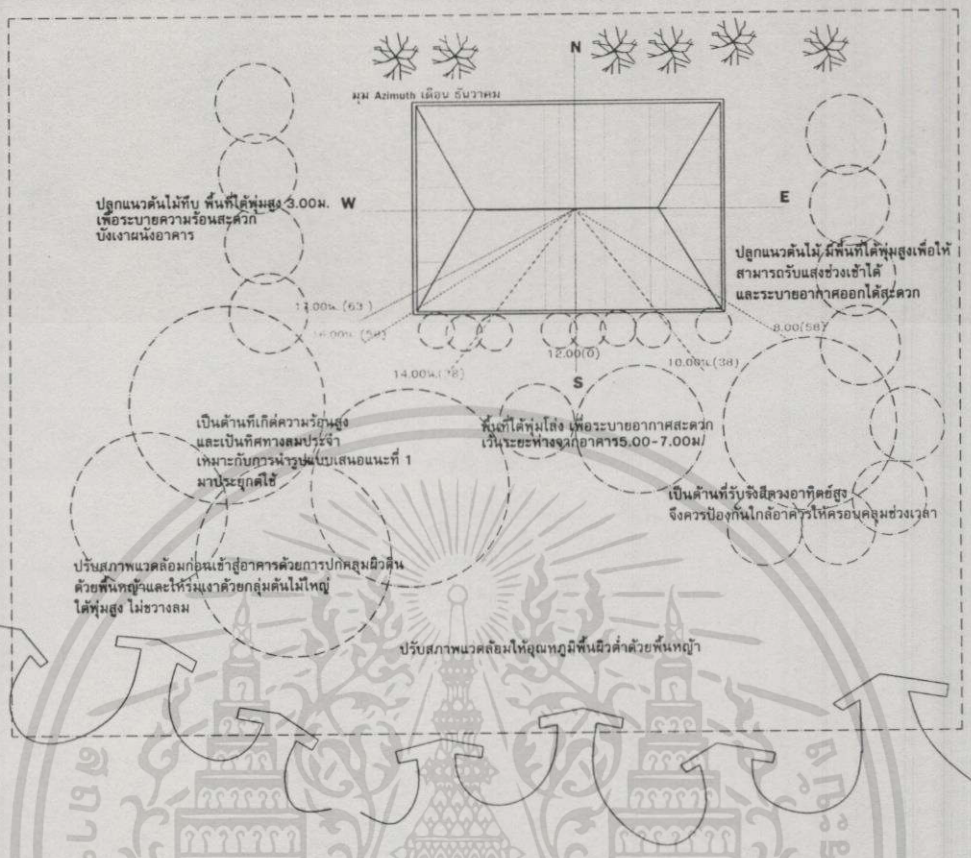
ขนาดทรงพุ่ม 4.00-5.00ม. **ความสูงพื้นที่ใต้พุ่ม** 3.00ม.

รูปทรงพุ่ม แผ่กว้างหรือทรงกลม **ความสูงต้น** 6.00-7.00ม.

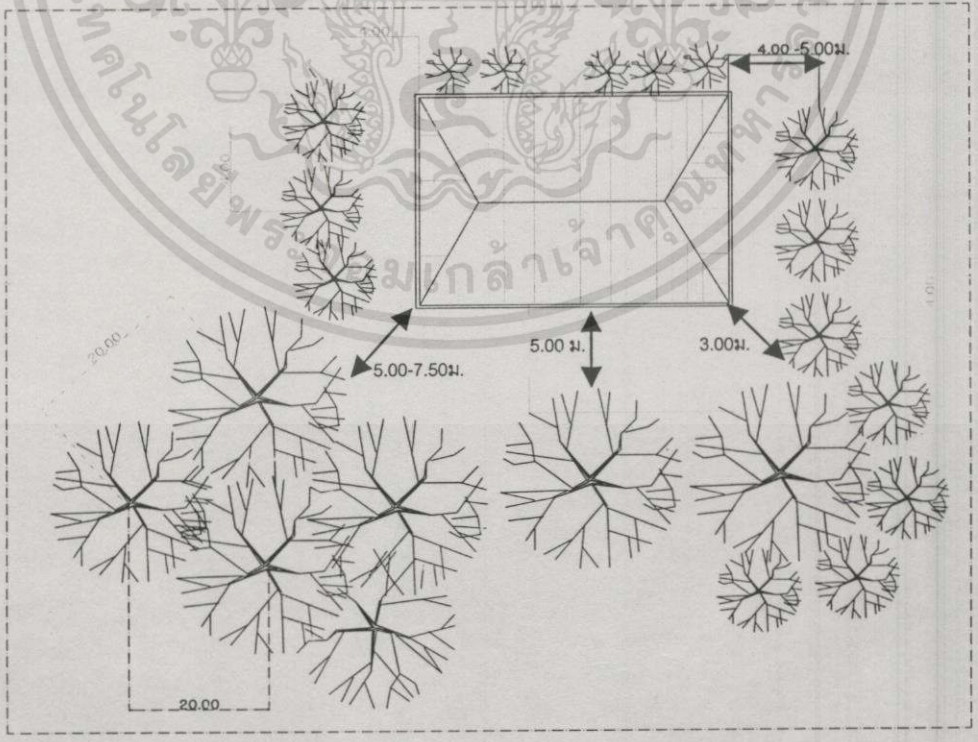
จากการวิเคราะห์รูปแบบต้นไม้ที่เหมาะสมกับการปรับสภาพแวดล้อมรอบอาคารสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ดังรูปแบบต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์Zoning และการประยุกต์ใช้แบบเสนอแนะในการวางผังบริเวณรอบอาคาร



ภาพที่ 9.12 แสดงข้อเสนอแนะการจัด Zoning รอบอาคารเบื้องต้น

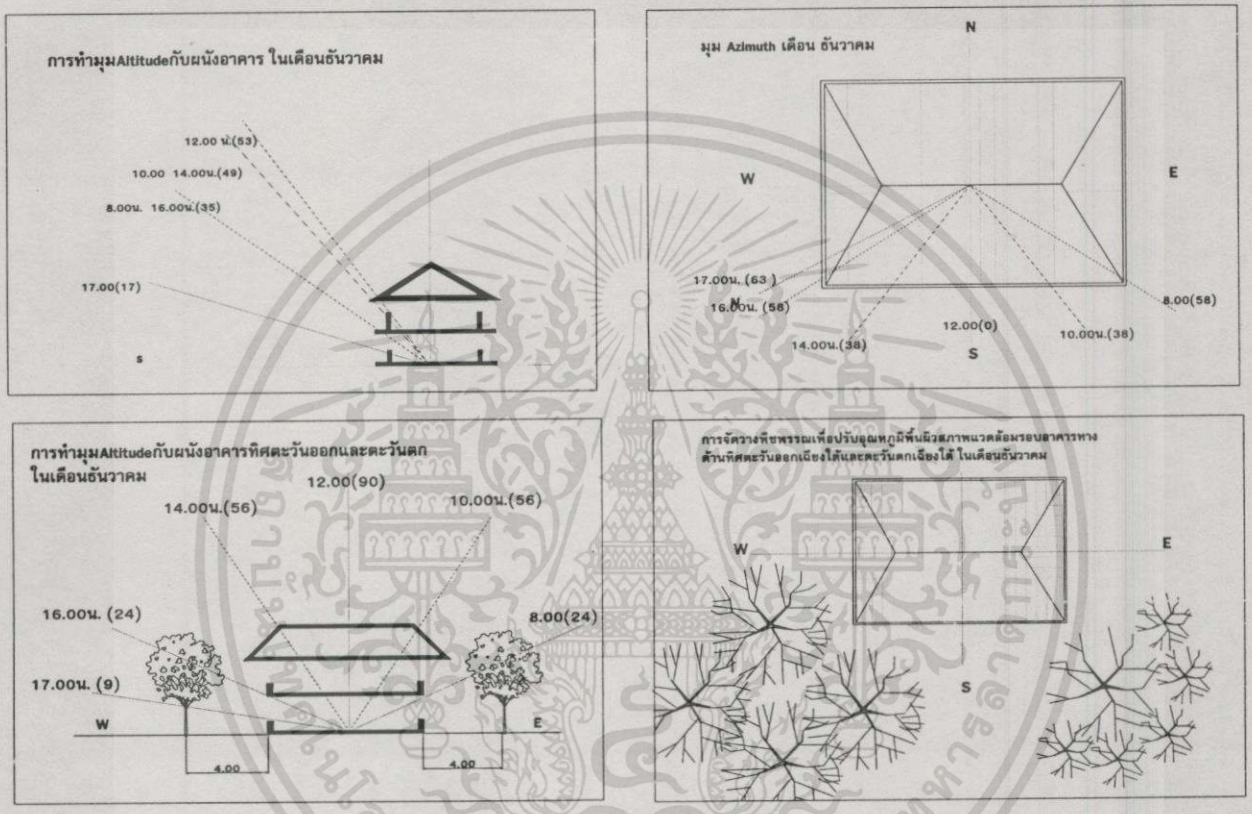


ภาพที่ 9.13 แสดงข้อเสนอแนะการวางผังบริเวณรอบอาคารตัวอย่าง

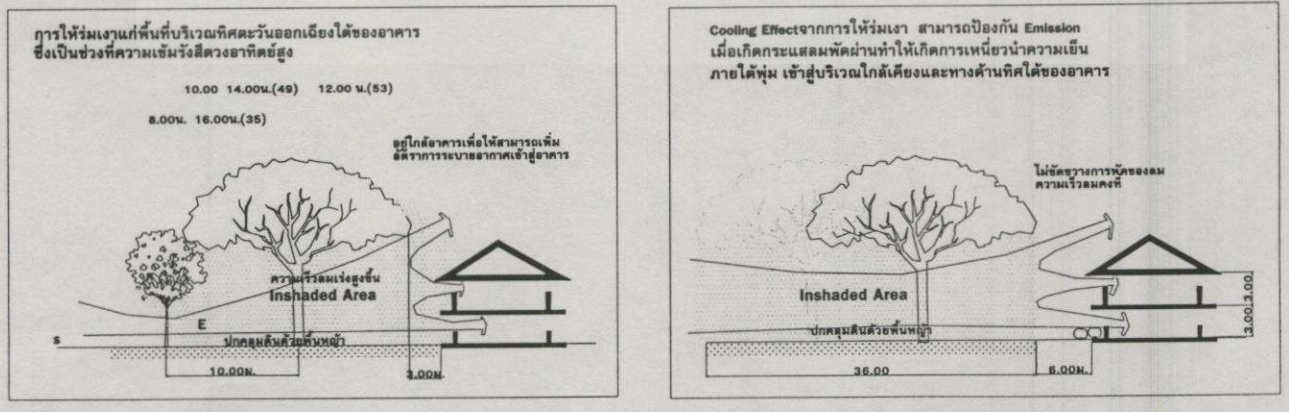
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวความคิดในการจัดวางกลุ่มต้นไม้เพื่อป้องกันรังสีดวงอาทิตย์

การควบคุมรังสีดวงอาทิตย์ เนื่องจากต้นไม้ขนาดใหญ่ไม่สามารถปลูกใกล้อาคารได้ ดังนั้นในการออกแบบเพื่อให้ๆได้รับผลจากการทำความเย็นจากการจัดกลุ่มไม้ยืนต้นสูงสุดจึงควรออกแบบในลักษณะปรับอุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบได้แก่ พื้นดิน ทางเดินรอบอาคาร มากกว่าเพื่อบังเงาให้อาคาร จากการให้ร่มเงาจากด้วยทรงพุ่ม และปลูกพืชเพื่อปกคลุมผิวดิน เช่น พื้นหญ้า ซึ่งเมื่อมีกระแสลมพัดผ่านจะเกิดการเหนี่ยวนำความเย็นจากการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์และความชื้นไปทั่วบริเวณ



จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์และการระบายอากาศเข้าสู่อาคาร ในการนำมาออกแบบรอบอาคารจึงสามารถกำหนดระยะห่างที่เหมาะสมในทิศตะวันตกเฉียงใต้และตะวันออกเฉียงใต้ได้ดังนี้



ภาพที่ 9. 11 แสดงความสัมพันธ์ของภูมิอากาศกับการปรับสภาพแวดล้อมด้วยไม้ยืนต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.4 ข้อสรุปที่ได้จากการทดลองและแนวทางการพิจารณาการใช้ประโยชน์จากไม้ยืนต้น

9.4.1รูปทรงพุ่ม

ลักษณะทรงพุ่มมีผลต่อการควบคุมตัวแปรภูมิอากาศในลักษณะแตกต่างกัน ได้แก่ อุณหภูมิ การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ความชื้น รวมถึงความเร็วลม ดังนั้นในการออกแบบจึงควรเลือกเหมาะสมกับการนำไปใช้งานได้ แต่อย่างไรก็ตามนอกจากลักษณะทรงพุ่มแล้วต้องคำนึงถึง ขนาด ความหนาแน่นของต้นไม้ และลักษณะทางกายภาพของกลุ่มใบซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญและมีผลต่อการควบคุมรังสีดวงอาทิตย์ เนื่องจากในบางครั้งการดูแลรักษาต้นไม้และข้อจำกัดในพื้นที่หลายประการจะส่งผลให้รูปทรงมีลักษณะที่ไม่แน่นอน เช่น ต้นไม้ที่มีรูปทรงแผ่กว้าง เมื่อปลูกอยู่ใกล้อาคารที่มีพื้นที่จำกัดจะทำให้ต้นไม้เจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่ นอกจากจะทำให้รูปทรงต้นไม้เสียไป ยังส่งผลถึงประสิทธิภาพในการควบคุมรังสีดวงอาทิตย์ควบคู่ไปด้วย

ลักษณะทางกายภาพของต้นไม้ที่มีผลต่อตัวแปรภูมิอากาศ ที่รวบรวมข้อมูลจากการทดลองและทฤษฎีรวมถึงงานวิจัยอื่นๆประกอบ

รูปทรงพุ่มปาล์ม ลักษณะของกลุ่มใบที่มีขนาดใหญ่ แข็ง ทึบทำให้จะทำให้สามารถควบคุมรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงช่วงที่มีความเข้มสูงได้ดีและคงที่ แต่ด้วยลักษณะ พื้นที่กลุ่มใบแคบ ทรงพุ่มที่สูงทำให้พื้นที่ภายใต้ทรงพุ่มเกิดความแปรปรวนสูงในช่วงที่ดวงอาทิตย์ทำมุม Altitude ต่ำซึ่งทำให้การทอดยาวของเงาอยู่นอกบริเวณพื้นที่ใต้พุ่ม อุณหภูมิบริเวณนั้นจึงสูงขึ้น ดังนั้นในการนำมาใช้ควรปลูกไม้ระดับล่างประกอบด้วยเพื่อบังเงาในด้านข้าง

รูปทรงพุ่มชลูด หรือรูปไข่ จะให้ผลในการควบคุมรังสีดวงอาทิตย์ในด้านข้าง ซึ่งเป็นช่วงที่ความเข้มดวงอาทิตย์ไม่สูงมากนัก ในการนำมาปลูกเพื่อลดรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงควรปลูกเป็นแนวหลายต้นในลักษณะกำแพงทึบ จะสามารถป้องกันได้ดีในทิศตะวันออกและตะวันตก การควบคุมอุณหภูมิภายใต้ทรงพุ่มในทิศตั้งฉากกับพื้นดิน ให้ผลน้อยเนื่องจากพื้นที่เงาในแนวราบน้อย มีลักษณะต้านลมน้อย นอกจากจะนำมาปลูกเป็นแนวทึบเพื่อกันหรือดักลม ให้ผลในการเบี่ยงเบน ลดและควบคุมทิศทางลมได้ดี

รูปทรงกลม ลักษณะทรงพุ่มจะมีพื้นผิวที่สัมผัสกับอากาศภายนอกน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาตรของทรงพุ่ม ทำให้การถ่ายเทความร้อนกับอากาศภายนอกทำได้น้อย และหากทรงพุ่มมีความหนาแน่นสูงจะทำให้มีโอกาสเกิดการสะสมความร้อนภายในกลุ่มใบ และเปล่งรังสีความร้อนออกโดยรอบได้มาก ดังนั้นในการปลูกต้นไม้ที่มีรูปทรงพุ่มกลมควรอยู่ในบริเวณที่มีการถ่ายเทอากาศได้ดี ความสามารถในการกรองรังสีดวงอาทิตย์จะมาก โดยแปรตามขนาดของทรงพุ่มเป็นหลัก ทรงพุ่มใหญ่จะทำให้เกิดชั้นการกรองรังสีดวงอาทิตย์มากขึ้น และส่งผลต่อการส่งผ่านความร้อนน้อยลง

รูปทรงแผ่กว้าง รูปทรงนี้จะให้ผลในการควบคุมรังสีดวงอาทิตย์ในแนวราบได้มาก เนื่องจากครอบคลุมพื้นที่กว้าง ทำให้อุณหภูมิพื้นที่ใต้ทรงพุ่มนี้รักษาได้คงที่ นอกจากนี้ยังสามารถป้องกันการเปล่งรังสีกลับของพื้นดินและสภาพแวดล้อมได้มากอีกด้วย แต่ข้อจำกัด คือต้องการพื้นที่ปลูกในบริเวณกว้างและโดยทั่วไปต้นไม้ที่รูปทรงพุ่มแผ่กว้างมักเป็นต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่มาก ไม่เหมาะสมกับการนำมาปลูกรอบอาคาร รวมถึงลักษณะนิสัยของต้นที่อาจมีผลต่อโครงสร้างอาคาร เช่นจามจุรี ไทร

รูปทรงใต้พุ่มสูง ด้วยลักษณะของทรงพุ่มที่สูงนี้ทำให้การความร้อนลอยตัวขึ้นสูง ไม่รบกวนต่ออุณหภูมิของภาวะสบายภายใต้ทรงพุ่ม และทำให้การระบายอากาศภายใต้พื้นที่พุ่มเกิดขึ้นมาก เนื่องจากขัดขวางต่อการพัดพาของลมน้อย ลักษณะทรงพุ่มนี้จะเหมาะกับอาคารที่อยู่ใพื้นที่ที่ช่วงอากาศหนาวต้องการรับแสงหรืออุณหภูมิ (Solar Access)เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปทรงใต้พุ่มต่ำ หรือไม่มีพื้นที่ใต้โคนต้น เหมาะกับพื้นที่ที่มีอากาศร้อนแห้ง และต้องการร่มเงาตลอดทั้งปี ทรงพุ่มชนิดนี้จะทำให้ความชื้นเหนือบริเวณพื้นดินเกิดขึ้นสูง และหากมีการระบายอากาศที่ไม่มากพอ การกักขังความร้อนภายใต้ทรงพุ่มจะมากขึ้นด้วย ต้นไม้บางประเภทสามารถตัดแต่งเพื่อให้เกิดพื้นที่ใต้พุ่มและรับรังสีดวงอาทิตย์ได้ตามต้องการ แต่ชนิดของต้นไม้ประเภทนี้จะต้องมีอัตราการเจริญเติบโตช้า เพื่อที่จะไม่ต้องตัดแต่งกิ่งบ่อยเกินไป

รูปทรงพุ่มแผ่กิ่งก้าน รูปทรงชนิดนี้มักมีความหนาแน่นกลุ่มใบน้อย จึงเหมาะกับการนำมาใช้ในพื้นที่ที่ได้รับแสงน้อย หรือใช้เพื่อสร้างให้เกิดความสวยงามด้วยลักษณะกิ่งก้าน ควบคุมรังสีดวงอาทิตย์ได้น้อย แต่อย่างไรก็ตามในการนำมาใช้งานนั้นต้องพิจารณาลักษณะนิสัยด้วย เนื่องจากต้นไม้หลายชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ที่ต้องการแสงแดดมาก



ภาพที่ 9.14 แสดงข้อสรุปที่ได้จากการทดลองของทรงพุ่มต้นไม้

นอกจากนี้นอกจากการนำต้นไม้มาใช้นอกอาคารแล้ว จะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของการนำไปใช้งาน รวมไปถึงตำแหน่งต่างรอบอาคารด้วยเนื่องจากการโคจรของดวงอาทิตย์และปริมาณรังสีความร้อนเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ดังนั้นในการเลือกใช้จึงควรพิจารณาทุกตัวแปรประกอบกันด้วย

9.4.2 ขนาดของต้นไม้

ในการควบคุมรังสีดวงอาทิตย์ให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด ต้องคำนึงถึงขนาดเมื่อโตเต็มที่ และช่วงเวลาที่ใช้ในการเจริญเติบโต ด้วยลักษณะทางกายภาพขนาดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างมาก โดยต้นไม้ใหญ่จะให้ผลในการควบคุมได้ดีกว่าต้นไม้ขนาดเล็ก ด้วยคุณสมบัติของ

- การเพิ่มพื้นที่ในการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์แก่บริเวณพื้นที่ใต้พุ่ม
- การเพิ่มพื้นที่ในการลดปริมาณ(Emission)จากสภาพแวดล้อมและพื้นดิน
- การรักษาสภาพอุณหภูมิให้คงที่ตลอดทั้งวัน
- การรักษาสภาพอุณหภูมิให้คงที่ได้ในบริเวณกว้าง(การกระจายอุณหภูมิคงที่)และจะให้ผลมากขึ้นเมื่ออยู่ในระยะใกล้โคนต้น นอกจากนี้พื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำในบริเวณกว้างจะทำให้อุณหภูมิพื้นผิวดินต่ำลงด้วยและเกิดการเหนี่ยวนำความเย็นไปทั่วบริเวณรวมถึงระยะใกล้เคียงรอบนอกทรงพุ่มด้วย

สำหรับการนำไปใช้ และต้นไม้ที่ต้องการนำมาใช้เป็นต้นไม้ที่โตช้า ควรปลูกไม้โตเร็วประกอบไปด้วย ในการเลือกขนาดของต้นไม้นั้นต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมกับลักษณะประเภทอาคาร ขนาดอาคารด้วย เช่น

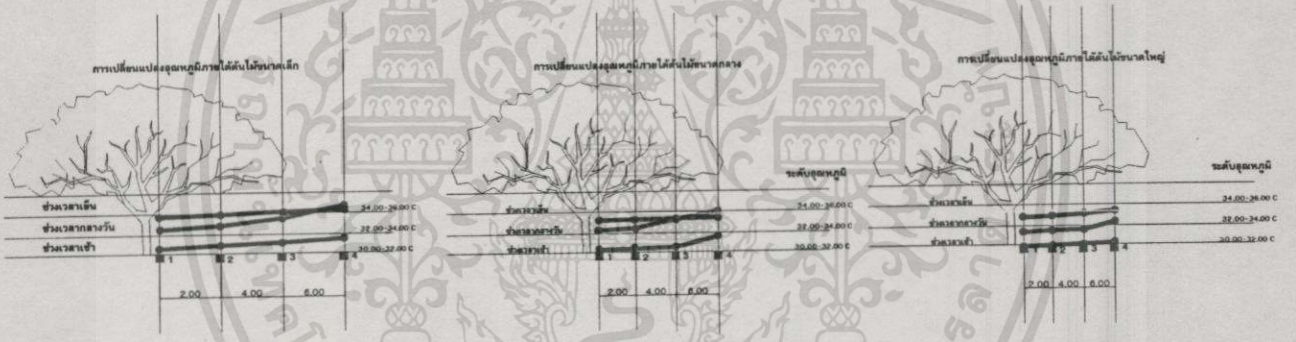
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **อาคารสาธารณะหรืออาคารขนาดใหญ่** สามารถใช้ต้นไม้ใหญ่เป็นไม้ประธานประกอบกับต้นไม้ขนาดกลางและเล็ก เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมได้ในบริเวณกว้าง
- **อาคารบ้านพักอาศัยที่มีพื้นที่กว้าง** อาจใช้เป็นไม้ระดับกลางและเล็กประกอบกัน ไม่ควรใช้ไม้ใหญ่เนื่องจากไม้ใหญ่จะมีรากชอนไช ทำลายโครงสร้างอาคาร หรือหากจะใช้ต้องมีการตัดแต่ง ให้สามารถบังเงาอาคารให้ครอบคลุมมากที่สุดและใช้เป็นพื้นที่พักผ่อน

  ควรปลูกไม้ยืนต้นที่มีความสูง 4.00 –10.00 ม. เพื่อบังเงาหลังคา

  ควรปลูกไม้พุ่มที่มีความสูง 1.00 - 3 .00 ม. เพื่อบังเงาผนัง

  ควรปลูกไม้พุ่มขนาดเล็กที่มีความสูง 0.30 –0.90 ม. เพื่อลดความร้อนที่ผิวดินใกล้ตัวอาคารและลดรังสีสะท้อนจากพื้นดินและรอบข้าง
- **ตึกแถวทาวน์เฮาส์** ข้อจำกัดพื้นที่มีมาก ดังนั้นต้นไม้ที่สามารถนำมาใช้ได้จึงเป็นรูปทรงสูงชลูดเพื่อบังเงาให้ผนังอาคารส่วนที่จำเป็นได้เท่านั้น เช่นช่องเปิด นอกเหนือจากนั้น ปลูกไม้เล็กและคลุมดินประกอบเพื่อลดอุณหภูมิพื้นผิวในบริเวณ ให้เกิดการเหนี่ยวนำความเย็นโดยรอบ ด้วยพื้นที่จำกัดควรใช้ไม้ยืนต้นที่มีรากแคบ เพื่อไม่ทำให้โครงสร้างเสียหาย เช่นต้นสน ต้นทรงบาดาล

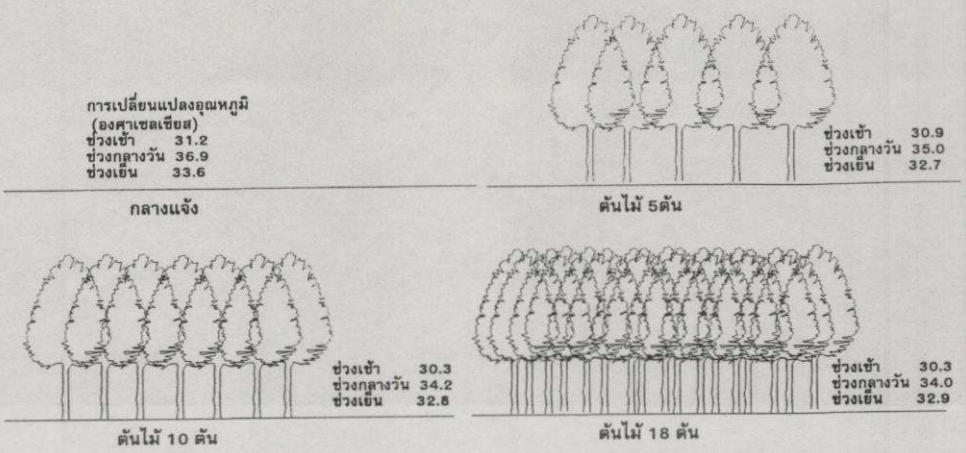


ภาพที่ 9.15 แสดงข้อสรุปที่ได้จากการทดลองของขนาดต้นไม้

9.4.3 จำนวนต้นไม้

จำนวนต้นไม้ยิ่งเพิ่มขึ้นก็จะยิ่งช่วยลดอุณหภูมิอากาศได้มากขึ้น ทั้งด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ และการเพิ่มพื้นที่ร่มเงาให้การเปล่งรังสีกลับลดลง และจำนวนต้นไม้ที่เพิ่มขึ้นก็ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของความชื้นด้วย ผลที่ได้จากการลดอุณหภูมินั้น จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วงเช้า ที่การสะสมความร้อนยังมีไม่มากนัก และในช่วงบ่ายความร้อนที่ได้รับจะเริ่มคายความร้อนออกทีละน้อย ทำให้อุณหภูมิทั้งวันมีความแปรปรวนน้อยและอุณหภูมิสูงขึ้นเล็กน้อยในช่วงบ่าย ความคงที่ของอุณหภูมินี้อาจส่งผลต่อการเพิ่มอุณหภูมิอากาศหากไม่ได้มีการจัดวางกลุ่มต้นไม้และระยะห่างที่ไม่มากพอ การปลูกต้นไม้เป็นกลุ่มหนาแน่นและทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสอากาศภายนอกน้อยก็เป็นตัวแปรหนึ่งที่จะทำให้อัตราการลดอุณหภูมิลดลง เนื่องจากความร้อนที่สะสมที่กลุ่มใบเกิดจากความหนาแน่นของทรงพุ่มต้นที่มากเกินไป และทำให้การระบายความร้อนที่ใต้เพดานพุ่มที่เกิดจากกลุ่มใบและ การเปล่งรังสีกลับของพื้นดินทำได้ช้า เนื่องจากการระบายอากาศด้วยลมถูกจำกัดลงทำให้การพาความร้อนเกิดขึ้นได้น้อยด้วย ซึ่งนอกจากจะลดอัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนแล้ว อัตราการระเหยการคายน้ำก็ลดลงด้วย การเลือกพิจารณาต้นไม้จึงขึ้นอยู่กับ ความต้องการในการบังแดดเป็นประเด็นสำคัญ หากพื้นที่บริเวณนั้นเป็นพื้นที่อับลมหรือเป็นบริเวณที่มีสิ่งกีดขวางลมมาก ก็ไม่ควรปลูกต้นไม้เป็นกลุ่มก้อนที่ใหญ่มากนัก

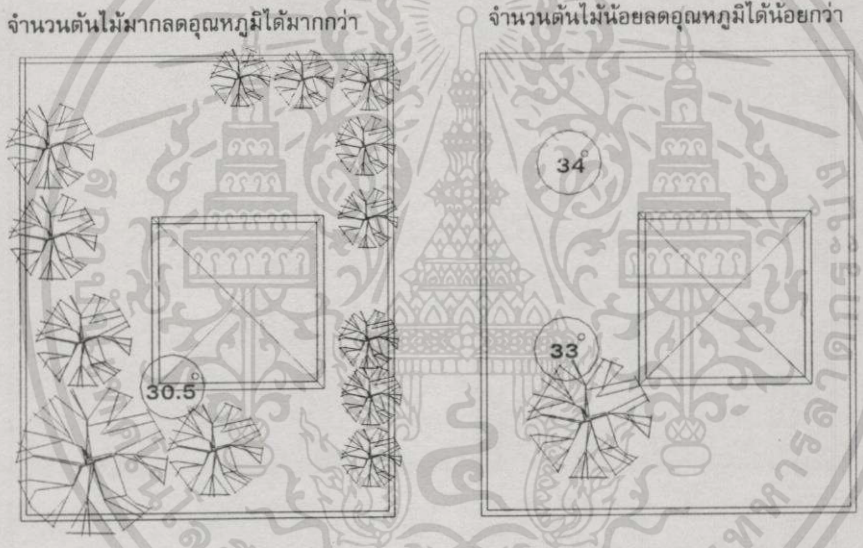
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



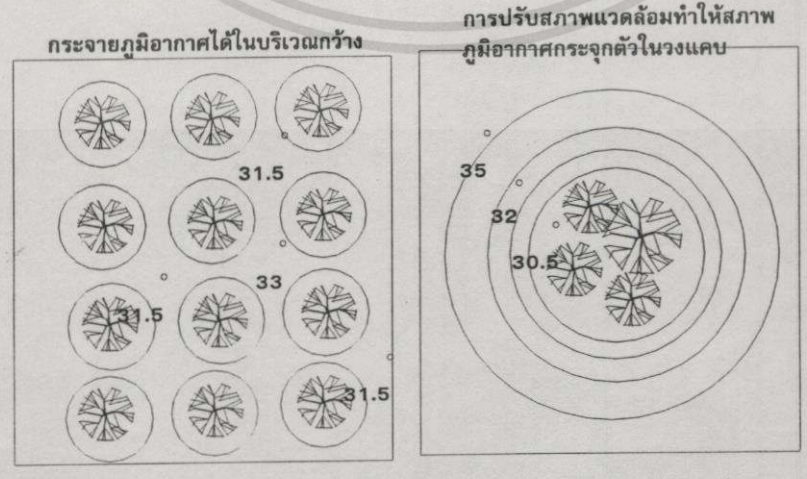
ภาพที่ 9.16 แสดงข้อสรุปที่ได้จากการทดลองของจำนวนต้นไม้

ความสัมพันธ์ของจำนวนต้นไม้ กับการกระจายอุณหภูมิในระดับ Micro Climate **และ** Macro Climate

หมายเหตุ การปลูกต้นไม้เป็นกลุ่มจะให้ผลมากกว่าต้นเดี่ยวสำหรับเฉพาะบริเวณ (Micro Climate)



ภาพที่9.17 การปลูกต้นไม้เป็นกลุ่มจะให้ผลมากกว่าต้นเดี่ยวสำหรับเฉพาะบริเวณ (Micro Climate)



ภาพที่ 9.18 การปลูกต้นไม้เป็นกลุ่มใหญ่เพียงกลุ่มเดียวจะให้ผลน้อยกว่าต้นเดี่ยวที่กระจายอยู่ทั่วบริเวณ (Macro Climate)

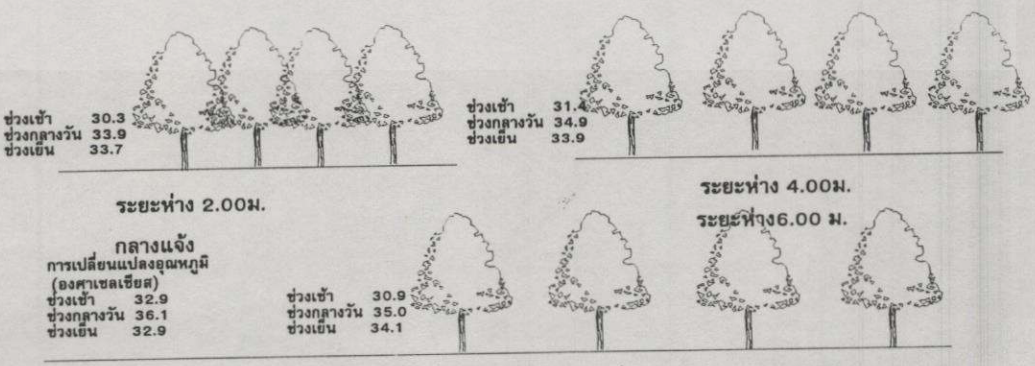
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.4.4 ระยะห่างและการจัดกลุ่มของต้นไม้

ระยะห่างของต้นไม้แต่ละชนิดขึ้นอยู่กับขนาดของต้นไม้เมื่อโตเต็มที่แต่ละชนิด โดยปกติต้นไม้จะให้ผลในการทำความเย็น(Cooling Effect) ในรัศมีบริเวณใกล้เคียงภายนอกทรงพุ่มในระยะไม่เกิน2.00ม. โดยที่ต้นไม้ยิ่งเพิ่มจำนวนมากรัศมีของการเพิ่มผลจากการทำความเย็น ก็จะยิ่งเพิ่มขึ้นอีกด้วย สำหรับอาคารขนาดเล็กและอาคารพักอาศัย การจัดกลุ่มต้นไม้จะมีข้อจำกัดในเรื่องของพื้นที่ ทำให้ไม่สามารถจัดให้ได้ประสิทธิภาพเต็มที่ ดังนั้นการพิจารณาเพื่อความเหมาะสม จึงต้องคำนึงถึงตำแหน่งที่จำเป็นต้องการบังแดดเป็นหลัก ผลจากการทำความเย็นจากการจัดกลุ่มไม้ยืนต้นจึงมักได้ผลกับอาคารที่มีความสูงไม่เกิน 3 ชั้น และมีขนาดพื้นที่ใหญ่มากกว่า ทั้งนี้การจัดกลุ่มก็ขึ้นอยู่กับความต้องการในการแก้ปัญหาในพื้นที่ด้วย

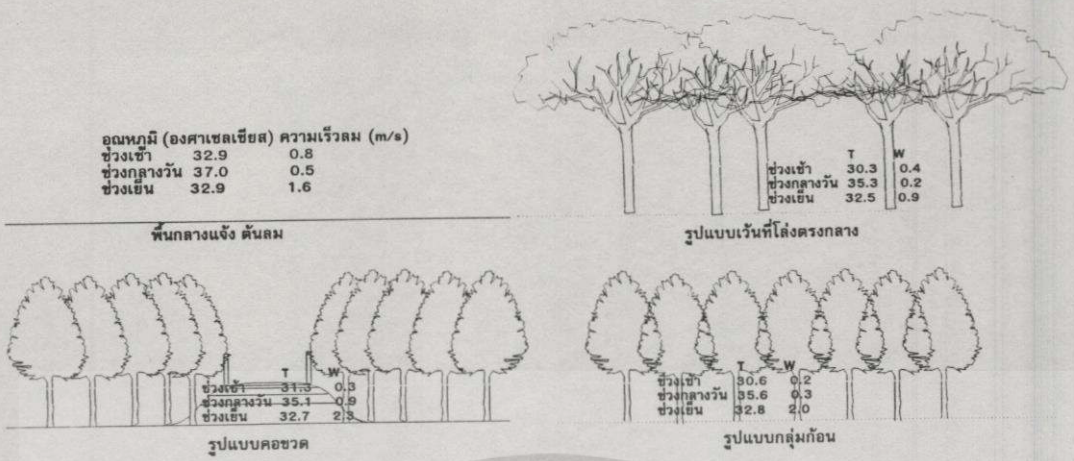
- **พื้นที่ที่อยู่ใกล้แหล่งความร้อนมาก** ควรจัดกลุ่มด้วยไม้ยืนต้นที่มีขนาดใหญ่มีความแผ่กว้างและทรงพุ่มอยู่ในระดับสูง พื้นที่ใต้พุ่มโปร่ง เพื่อให้ความร้อนลอยตัวสูงขึ้น และปกคลุมพื้นที่ได้ในบริเวณกว้างซึ่งจะลด Emission ได้ดี การเลือกการจัดกลุ่มประเภทนี้จะให้ผลได้ดีกว่าต้นไม้ขนาดเล็กรวมกันเป็นกลุ่มที่มีพื้นที่ใต้พุ่มน้อย การจัดกลุ่มในลักษณะนี้ควรอยู่ในบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก โล่ง ไม่อับชื้น เนื่องจากจะให้ความชื้นสูง ความแปรปรวนของกระแสลมไม่คงที่ หากถูกสภาพแวดล้อมอื่นกีดขวาง บริเวณใต้พุ่มก็จะมีโอกาสสูงที่จะถูกจำกัดการพาความร้อน นอกจากนี้ควรพิจารณาทิศทางที่จะวางตำแหน่งต้นไม้รอบอาคารประกอบด้วย

- **การสร้างแนวต้นไม้เพื่อเป็นแนวดักและกันลม** จะเหมาะสมกับบริเวณที่มีสภาพภูมิประเทศที่เป็นภูเขาหรือที่ราบสูง เนื่องจากปริมาณความเร็วลมจะสูง(Wind Gradient Effect)และเกิดขึ้นตลอดเวลาและมีทิศทางที่ค่อนข้างแน่นอน ความสามารถในการดักหรือกันลมทำได้แน่นอนกว่า และเนื่องจากลมเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ยากและมีสภาพไม่คงที่ โดยเฉพาะพื้นที่ในเมืองที่มีความเร็วลมต่ำเนื่องจากมีสิ่งก็ดขวางมาก และมาจากทุกทิศทางทำให้เกิดภาวะความต่างความกดอากาศและความต่างอุณหภูมิได้ง่าย ทำให้ได้รับอิทธิพลจาก ภูมิอากาศเฉพาะที่ (Micro Climate)มากกว่าภูมิอากาศรวม (Macro Climate) จากสภาพความไม่แน่นอนดังกล่าว การวางตำแหน่งต้นไม้แบบสร้างทิศทางเพื่อดักลมจะให้ประสิทธิภาพที่ไม่สูงนักเมื่อลมมาจากหลายทิศทางการสร้างแนวดักลมในบางครั้งจึงกลายเป็นแนวกันลมและลดภาวะน่าสบายลง และตำแหน่งของการจัดรูปแบบต้นไม้ในลักษณะนี้ ที่ตำแหน่งต้นลมจะต้องไม่เป็นแหล่งกำเนิดหรือสะสมความร้อน เพราะอาจพาความร้อนเข้าสู่พื้นที่ได้ สำหรับพื้นที่ในเมือง การจัดกลุ่มต้นไม้ไม่ได้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเพิ่มความเร็วลมมากขึ้น แต่เป็นการหารูปแบบเพื่อลดความเร็วลมให้น้อยที่สุด และอาจมีส่วนส่งเสริมในการเพิ่มอัตราการพาความร้อน การถ่ายเทความร้อนกับสภาพแวดล้อมมากขึ้น



ภาพที่ 9.19 แสดงข้อสรุปที่ได้จากการทดลองของระยะห่างของต้นไม้

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

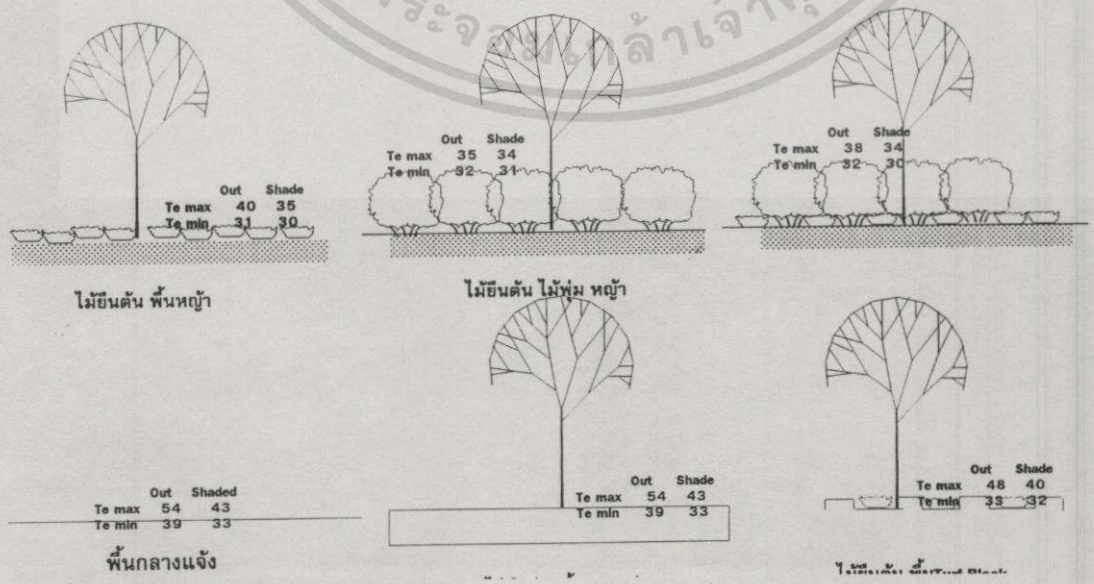


ภาพที่ 9.20 แสดงข้อสรุปที่ได้จากการทดลองการจัดกลุ่มต้นไม้

สำหรับภูมิอากาศของกรุงเทพนั้นควรได้รับการป้องกันจากรังสีดวงอาทิตย์มากกว่าสร้างกระแสลม เนื่องจากรังสีดวงอาทิตย์เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลมากและค่อนข้างให้ผลคงที่ และควบคุมได้ง่ายกว่า การจัดกลุ่มที่เหมาะสมจึงน่าจะมาจากรูปแบบการขยายพื้นที่ร่มเงาให้ได้ในบริเวณกว้างที่สุดและความโปร่งโล่งของพื้นที่ใต้พุ่ม เมื่อการระบายอากาศและความร้อนเป็นประเด็นหลัก ส่วนเรื่องของลมที่จะเกิดขึ้นสำหรับพื้นที่ในเมืองเป็นเพียงผลพลอยได้ที่ตามมาเท่านั้น

9.4.5 ความสัมพันธ์ของพืชพรรณกับลักษณะสภาพแวดล้อม

โดยทั่วไป พื้นผิวในเมืองจะใช้วัสดุที่เป็น Hardscape มากซึ่งมีการนำและเปล่งรังสีความร้อนได้สูง ในกรณีที่บางบริเวณหลีกเลี่ยงไม่ได้ก็ควรป้องกันโดยการให้ร่มเงา เพราะจะช่วยให้ลดปริมาณการเปล่งรังสีกลับ (Emission) ได้ดี พื้นผิวใดๆที่มีความชื้นสูง เช่นเนินดินที่มีการปกคลุมด้วยพืชคลุมดินจะลดปริมาณ Emission ได้มากด้วย Surface Cooling Effect และเหนี่ยวนำความเย็นสู่บริเวณโดยรอบได้ แต่อย่างไรก็ตามปริมาณที่มากเกินไปก็ไม่ส่งผลดี ที่นอกจากจะเพิ่มความชื้นแล้ว พืชคลุมดินยังดูดซับและสะสมความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ การพาจากอากาศภายนอก รวมถึงจากเหนือพื้นผิวดิน ที่บริเวณช่องว่างของกลุ่มใบด้วย



ภาพที่ 9.21 แสดงข้อสรุปที่ได้จากการทดลองสภาพแวดล้อมต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางในการปกคลุมดินเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนกับสภาพแวดล้อมให้ได้ประสิทธิภาพมากขึ้นประกอบด้วย

1. การปกคลุมพื้นผิวที่มีค่าการนำความร้อนสูง หรือการบังแดดให้พื้นผิวนั้นๆ เพื่อลดอัตราการคายความร้อน
2. การนำลักษณะของพื้นดิน (Landform) เข้ามาใช้ผสมผสานกับวัสดุปกคลุมผิวดิน เช่นการเพิ่มความชันของพื้นที่เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการรับอากาศภายนอก ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดังต่อไปนี้
   - การกักขังความร้อนน้อยลงและเพิ่มการถ่ายเทความร้อนมากขึ้น
   - การเพิ่มพื้นที่ในการสะท้อนความร้อน
   - ผลักดันให้ความร้อนลอยตัวสูงขึ้น
   - ลดอัตราการคายความร้อนผิวดิน ที่จะส่งผลต่อการเพิ่มอุณหภูมิอากาศ
3. การบังเงาด้วยไม้ยืนต้น ซึ่งจะทำให้เกิดพื้นที่ว่างระหว่างพื้นดินกับใต้พุ่มใบ จะทำให้เกิดผลดังนี้

- ความชื้นระเหยพัดพาความเย็นไปทั่วบริเวณ
- เพิ่มอัตราการระเหยการคายน้ำ จากการที่ลมพัดพาได้สะดวก
- การบังเงาให้พื้นที่ 2ชั้นจะเพิ่มชั้นการกรองรังสีดวงอาทิตย์ และลดอุณหภูมิพื้นผิวได้มากขึ้น



ภาพที่ 9.22 แสดงการผสมผสานกับลักษณะของสภาพแวดล้อมเพื่อควบคุมภูมิอากาศเฉพาะที่ (Micro Climate)

ในการออกแบบสภาพแวดล้อมหากไม่สามารถหลีกเลี่ยงวัสดุที่เป็นพื้นผิวดาดแข็ง (Hardscape) ได้ เนื่องจากต้องการพื้นที่ในการรับน้ำหนักหรือต้องการการบำรุงรักษาต่ำ อาจใช้การปลูกพืชพรรณสลับกับวัสดุพื้นผิวดาดแข็งประกอบกันเช่น การปูด้วย บลอคปูหญ้า (Turf Block) การปูพื้นผิวด้วยวัสดุดาดแข็งที่เป็นผืนใหญ่ควรหลีกเลี่ยง เนื่องจากจะเป็นแหล่งสะสมความร้อนทวีคูณขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปประสิทธิภาพในการควบคุมอุณหภูมิอากาศ

ประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่โล่งกลางแจ้งโดยเฉลี่ย

สมมติฐานการทดลอง	อุณหภูมิเฉลี่ย(°C)	ความต่างอุณหภูมิ(°C) (ภายนอก- ภายใต้ร่มเงา)
รูปทรงพุ่ม		
- ทรงพุ่มแผ่กว้าง	32.7	1.7
- ทรงพุ่มรูปปาล์ม	32.8	1.6
- ทรงพุ่มรูปไข่	33.1	1.2
- ทรงพุ่มกลม	32.9	1.4
ขนาดต้น		
- ขนาดเล็ก	32.3	2.7
- ขนาดกลาง	32.1	2.9
- ขนาดใหญ่	31.7	3.3
จำนวนไม้ยืนต้น		
- 5 ต้น	33.4	0.9
- 10ต้น	33.3	1.0
- 18 ต้น	32.9	1.4
ระยะห่างระหว่างต้น		
- 2.00 ม.	32.8	1.7
- 4.00 ม.	33.6	0.9
- 6.00 ม.	32.8	0.7
รูปแบบการจัดกลุ่ม		
- รูปแบบเว้นที่โล่งกลาง	33.0	1.1
- รูปแบบคอขวด	33.4	0.8
- รูปแบบกลุ่มก้อนไม่เป็นระเบียบ	33.5	0.7
สัดส่วนของสภาพแวดล้อม	อุณหภูมิพื้นผิว(°C)	(เปรียบเทียบกับพื้นดินโล่ง)
- พื้นดินโล่ง	41.75	
- พื้นคอนกรีต	47.50	- 5.7
- พื้น Turf Block	41.63	- 0.1
- พื้นหญ้า	37.31	4.4
- พื้นหญ้า ไม้พุ่ม	33.69	8.0
- พื้นหญ้า ไม้พุ่ม ไม้คลุมดิน	35.56	6.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทสรุปแบบเสนอแนะที่ 1 และ2

แบบเสนอแนะที่ 1

ค่าความต่างอุณหภูมิเฉลี่ย ณ.ตำแหน่งต้นลม ถึงจุดศูนย์กลางพื้นที่ 2.2 °C

ค่าความต่างอุณหภูมิที่ระหว่างระยะต้นลมและท้ายลม ระยะต่างๆจากริมนอกทรงพุ่ม

- ที่ระยะห่าง 2.50 ม. อุณหภูมิเฉลี่ย 31.8°C ความต่างอุณหภูมิประมาณ 0.8 °C
- ที่ระยะห่าง 5.00ม. อุณหภูมิเฉลี่ย 32.0°C ความต่างอุณหภูมิประมาณ 0.6 °C
- ที่ระยะห่าง 7.50ม. อุณหภูมิเฉลี่ย 32.2°C ความต่างอุณหภูมิประมาณ 0.4 °C
- ที่ระยะห่าง 10.00ม. อุณหภูมิเฉลี่ย 32.5°C ความต่างอุณหภูมิประมาณ 0.1 °C

ระยะห่างท้ายลม จากบริเวณแบบเสนอแนะที่เหมาะสม

- ช่วงที่ลมสงบประมาณ 0.1- 1.0 m/s จะให้ประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิในระยะไม่เกิน 5.00 ม. (เป็นช่วงที่ให้อุณหภูมิโดยตลอดทั้งวันต่ำกว่าตำแหน่งต้นลม)
- ช่วงที่ลมแรงประมาณ 1m/s ขึ้นไป จะให้ประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิในระยะไม่เกิน 7.5 0 ม. (เป็นช่วงที่ให้อุณหภูมิโดยตลอดทั้งวันต่ำกว่าตำแหน่งต้นลม)

แบบเสนอแนะที่ 2

ค่าความต่างอุณหภูมิเฉลี่ย ณ.ตำแหน่งต้นลม ถึงจุดศูนย์กลางพื้นที่ 1.4 °C

ค่าความต่างอุณหภูมิที่ระหว่างระยะต้นลม และท้ายลม ระยะต่างๆจากริมนอกทรงพุ่ม

- ที่ระยะห่าง 2.50 ม. อุณหภูมิเฉลี่ย 31.8°C ความต่างอุณหภูมิประมาณ 0.8 °C
- ที่ระยะห่าง 5.00ม. อุณหภูมิเฉลี่ย 32.0°C ความต่างอุณหภูมิประมาณ 0.5 °C
- ที่ระยะห่าง 7.50ม. อุณหภูมิเฉลี่ย 32.2°C ความต่างอุณหภูมิประมาณ 0.1 °C
- ที่ระยะห่าง 10.00ม. อุณหภูมิเฉลี่ย 32.5°C ความต่างอุณหภูมิประมาณ 0.0 °C

ระยะห่างท้ายลม จากบริเวณแบบเสนอแนะที่เหมาะสม

- ช่วงที่ลมสงบประมาณ 0.1- 1.0 m/s จะให้ประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิในระยะไม่เกิน 2.50 ม. (เป็นช่วงที่ให้อุณหภูมิโดยตลอดทั้งวันต่ำกว่าตำแหน่งต้นลม)
- ช่วงที่ลมแรงประมาณ 1m/s ขึ้นไป จะให้ประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิในระยะไม่เกิน 5.00 ม. (เป็นช่วงที่ให้อุณหภูมิโดยตลอดทั้งวันต่ำกว่าหรือเท่ากับตำแหน่งต้นลม)

หมายเหตุ ค่าอุณหภูมิที่แสดงนี้เป็นค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งยังไม่รวมถึงตัวแปร การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ความชื้น และความเร็วลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.5 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับสภาพแวดล้อม

จากการออกแบบจัดกลุ่มต้นไม้เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศกรุงเทพฯ ซึ่งต้องการป้องกันอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์และในขณะเดียวกันก็ต้องการความเร็วลมสูงเพื่อการระบายอากาศ แนวทางสำหรับเป็นข้อพิจารณาเบื้องต้นสามารถสรุปเป็นหัวข้อได้ดังนี้

1. การเพิ่มพื้นที่ร่มเงาในแนวราบให้ได้บริเวณกว้างที่สุด เพื่อให้ต้นไม้สามารถดูดซับความร้อนบางส่วนไว้บริเวณกลุ่มใบและส่งผ่านความร้อนลงมาน้อยที่สุด ยาวนานที่สุด และป้องกันการเพิ่มอุณหภูมิพื้นผิว สภาพแวดล้อมและการเปล่งรังสีความร้อนจากพื้นผิวนั้นๆ แม้ว่าคุณสมบัติในการส่งผ่านความร้อนของต้นไม้แต่ละชนิดจะไม่เท่ากัน แต่คุณสมบัติเฉพาะนี้ก็จะให้ผลในสัดส่วนที่น้อยกว่าการเพิ่มพื้นที่ร่มเงา (รวมถึงยังไม่มีงานวิจัยในส่วนนี้ที่ชัดเจนและนำมาอ้างอิงได้) ซึ่งในการเพิ่มพื้นที่ร่มเง่านั้นจะต้องพิจารณาถึงสัดส่วนสภาพแวดล้อมใกล้เคียงประกอบด้วย สัดส่วนของพืชพรรณที่มากเกินไปจะส่งผลต่อตัวแปรภูมิอากาศชนิดอื่น เช่น เพิ่มความชื้น หรือการบังเงาที่หนาทึบเกิดนไปก็จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชพรรณชนิดอื่นที่อยู่ใกล้เคียงด้วย การเพิ่มพื้นที่ร่มเงาที่ดี ควรปลูกให้ระยะห่างระหว่างต้นพอดีกับระยะริมนอกทรงพุ่มโดยปลูกทรงพุ่มแผ่กว้าง เพื่อให้เกิดระนาบเพดานพุ่มเดียวกันเป็นขนาดใหญ่
2. การลดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ต่อหน่วยพื้นที่ให้ได้มากที่สุดสำหรับพื้นที่ที่ได้รับความร้อนสูงหรือช่วงเวลาที่เกิดความร้อนวิกฤต (Overheat Period) ตัวแปรหนึ่งที่ส่งผลต่อการควบคุมดังกล่าวได้แก่ ความหนาแน่นกลุ่มใบ ซึ่งตัวแปรถัดมาที่ต้องคำนึงถึงได้แก่ทิศทาง ตำแหน่งที่ตั้งต้นไม้ ช่วงเวลา เนื่องจากแต่ละพื้นที่ มีความต้องการในการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ไม่เท่ากัน ดังนั้นในการเลือกปลูกควรพิจารณาลำดับความสำคัญของพื้นที่ด้วย เนื่องจากพื้นที่บางส่วนอาจต้องการรับแสงธรรมชาติ ดังนั้น ในส่วนนี้จึงควรเลือกพรรณไม้ที่ความหนาแน่นน้อย หรือไม้ผลัดใบตามฤดูกาล
3. การเพิ่มอัตราการถ่ายเทความร้อนและระบายอากาศกับสภาพแวดล้อม
การจัดกลุ่มต้นไม้ที่เหมาะสมจะต้องมีคุณสมบัติในการต้านลมน้อยที่สุด จึงควรเลือกรูปแบบที่สะดวกต่อการพัดพาของลมที่มาจากทิศทางต่างๆรอบด้านมากกว่าทิศใดทิศหนึ่ง เพื่อลดการสะสมความร้อนภายใต้กลุ่มใบให้สามารถถ่ายเทอากาศออกได้รอบทิศทาง และสภาพลมกรุงเทพฯ เกิดขึ้นโดยรอบทิศทาง ทั้งเป็นผลมาจากลมประจำและลมเฉพาะที่ ประกอบกัน ดังนั้น ดังนั้นการเปิดพื้นที่ใต้พุ่มโล่ง พื้นที่ใต้พุ่มสูงจะให้ผลดีที่สุด โดยวัตถุประสงค์หลักไม่ใช่เพื่อเพิ่มความเร็วลม และให้เกิดการลดความเร็วลมน้อยที่สุด เพื่อให้การพาความร้อนมีประสิทธิภาพที่สูงสุด
4. รูปแบบการจัดกลุ่มไม้ยืนต้น และการจัดกลุ่มรวมกับองค์ประกอบสภาพแวดล้อม

รูปแบบเสนอแนะที่ 1

สำหรับพื้นที่ที่ต้องการการพักผ่อนในบริเวณกว้าง ควรใช้ไม้ใหญ่ที่มีทรงพุ่มแผ่กว้าง ประมาณ20.00ม. พื้นที่ใต้พุ่มสูง เมื่อพิจารณาประกอบกับอาคารควรมีระยะห่าง ไม่เกิน5.00ม. ในช่วงลม0.1-1.0m/s และไม่เกิน 7.50ม. ในช่วงที่กระแสลมแรงกว่า1.0m/sแต่อย่างไรก็ตามปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ลดลงส่งผลต่อการลดอุณหภูมิอากาศน้อยมาก และอาจส่งผลให้เกิดการะสะสมความร้อนในช่องว่างระหว่างกลุ่มใบมากขึ้นอีกด้วย การกระจายพื้นที่กลุ่มใบในแนวราบจึงจะให้ผลดีที่สุด รวมถึงควรมีพื้นที่ใต้พุ่มสูงเพื่อให้ขัดขวางทิศทางลมน้อยที่สุด เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากพื้นที่ใต้พุ่มได้เต็มที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี

- กระจายอุณหภูมิได้ดี ทั้งภายใต้พุ่มและบริเวณใกล้เคียง สามารถปลูกได้กว้างเท่าที่ต้องการไม่เกิดปัญหาอับลมหรือเกิดความชื้นสูงเกินไป

- แม้ว่าจะป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ช่วงที่มุมอัลติจูดต่ำไม่ได้ แต่หากปลูกเป็นบริเวณกว้างมากๆ การเหนี่ยวนำความเย็นจะเกิดขึ้นในบริเวณกว้างทำให้ริมนอกพุ่มได้รับอิทธิพลนี้ตามไปด้วย ทำให้อุณหภูมิภายนอกจะสูงกว่าใต้พุ่มด้านในไม่มากนักเนื่องจากพื้นที่ริมนอกพุ่มเป็นสัดส่วนน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ร่มเงาทั้งหมด และประกอบกับในช่วงที่ดวงอาทิตย์ทำมุมต่ำ ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์จะน้อย ทำให้อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นในช่วงเย็นไม่สูงมากนัก

ข้อเสีย

- ต้องใช้พื้นที่มากและไม่ควรปลูกใกล้อาคาร เนื่องจากอาจส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของต้นและส่งผลต่อโครงสร้างฐานรากอาคาร

- ไม่สามารถบังคับลมให้เบี่ยงเบนไปในทิศทางที่ต้องการได้ เพราะลมจะเป็นลักษณะกระจายและให้ความเร็วลมไม่สูงมากนัก

รูปแบบเสนอแนะที่2

สำหรับพื้นที่ที่ต้องการการพักผ่อนในบริเวณพื้นที่ปานกลาง –เล็ก ควรใช้ไม้ใหญ่ที่มีทรงพุ่มแผ่กว้าง1 ต้น และล้อมรอบด้วยไม้ยืนต้นขนาดเล็กเพื่อป้องกันรังสีดวงอาทิตย์จากทางด้านข้าง จะช่วยลดข้อจำกัดทางด้านพื้นที่ลง และสามารถป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ช่วงที่ทำมุมต่ำได้ และสามารถลดรังสีดวงอาทิตย์ภายใต้พุ่มได้คงที่ตลอดทั้งวัน ให้พื้นที่เงาคงที่ การกระจายอุณหภูมิแปรปรวนมากกว่าแบบเสนอแนะที่ 1 เล็กน้อย ซึ่งเป็นผลมาจากสัดส่วนพื้นที่ในแนวราบที่ได้รับการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์น้อยกว่า การเหนี่ยวนำความเย็นน้อยกว่าส่วนหนึ่งมาจากประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิ (Cooling Effect) แปรตามขนาดของเมื่อพิจารณาประกอบกับอาคารควรมีระยะห่าง ไม่เกิน2.50ม. ในช่วงลม0.1-1.0m/s และไม่เกิน 5.00ม. ในช่วงที่กระแสลมแรงกว่า1.0m/s

ข้อดี

- สามารถดูดซับและกรองรังสีดวงอาทิตย์ได้รอบทิศทาง ความแปรปรวนอุณหภูมิระหว่างวันอยู่ในระดับปานกลาง และน้อยกว่าแบบเสนอแนะที่ 1 เล็กน้อย

- ในช่วงเย็นที่พื้นโลกได้รับอิทธิพลจากการคายความร้อนของพื้นดิน การกระจายออกของความร้อนเกิดขึ้นได้น้อยกว่า การกักขังความร้อนเกิดขึ้นได้มากกว่าและคายความร้อนออกได้อย่างช้าๆ จึงทำให้บางช่วงในเวลาเย็น บริเวณริมนอกพุ่มจะมีอุณหภูมิใกล้เคียงภายนอกหรือมากกว่า (ด้านที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง) และจากทรงพุ่มที่อยู่ต่ำกว่า ทำให้ความร้อนบางส่วนส่งผลมาถึงอากาศบริเวณส่วนกลางพื้นที่ใต้พุ่ม ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นเล็กน้อยแต่อย่างไรก็ตาม ณ. ช่วงเวลานั้นเป็นช่วงที่อุณหภูมิภายนอกเย็นลงแล้ว ทำให้ไม่ส่งผลรบกวนต่อสภาวะน่าสบายมากนัก

ข้อเสีย

- การพัดพาของลมจะมีความไม่แน่นอน และความเร็วลมโดยเฉลี่ยต่ำกว่าโดยตลอด ทั้งนี้เนื่องจากการจัดวาง ระยะห่าง ของตำแหน่งต้นไม้ขนาดเล็กโดยรอบ ที่อยู่ในระดับต่ำกว่าอาจขัดขวางการพัดพาความร้อน และการถ่ายเทอากาศได้ ดังนั้นต้นไม้ขนาดเล็กล้อมรอบที่ดีจึงควรมีความหนาแน่นกลุ่มใบไม่สูงนัก และมีทรงพุ่มสูงเช่นกัน เพื่อการแลกเปลี่ยนอากาศระหว่างภายนอกและภายใต้ทรงพุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อสรุปดังกล่าวเป็นเพียงข้อพิจารณาเบื้องต้นเท่านั้น สำหรับการนำมาใช้จริงในพื้นที่ที่จำกัด เช่นรอบอาคารพักอาศัย สามารถลดทอนขนาดของต้นไม้ลงได้เพื่อความเหมาะสม ทั้งนี้ประสิทธิภาพ อาจลดลงแปรตามพื้นที่ของร่มเงา ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงเป็นอันดับแรกได้แก่ ขนาดของต้น และปริมาณต้นไม้ที่นำมาปลูก

ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับสภาพแวดล้อมรอบอาคาร

1. ช่วงเวลาและตำแหน่งที่ต้องการร่มเงา เพื่อทำการวิเคราะห์ กลุ่มบริเวณ (Zoning) ความสำคัญในการบังเงาให้อาคาร ควรป้องกันในช่วงที่มีความเข้มรังสดวงอาทิตย์สูง และมีอุณหภูมิอากาศโดยรอบสูง ซึ่งได้แก่ช่วง 10.00- 15.00น. โดยทิศตะวันตกและตะวันออก จะต้องสามารถป้องกันแดดได้ตลอดทั้งปี แม้ในฤดูหนาว(ซึ่งความต่างอุณหภูมิไม่รุนแรงมากนัก) การให้ร่มเงาอาคารยังคงเป็นที่ต้องการ ซึ่งนอกจากจะต้องพิจารณาถึงลักษณะทางกายภาพที่ต้องการป้องกันแดดแล้ว จะต้องคำนึงถึงลักษณะนิสัยของต้นไม้ด้วยเช่น
   - ต้นไม้บางชนิด ต้องการแสงแดดในตอนเช้า ดังนั้นตำแหน่งของต้นไม้จึงควรอยู่ทางด้านทิศตะวันออก
   - ต้นปาล์ม ให้ความชื้นสูง ควรปลูกในช่วงเวลากลางวันที่ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูงที่อากาศร้อนและความชื้นต่ำ
2. การลดรังสีดวงอาทิตย์บนระนาบผนังในทิศต่างๆ หากจะนำมาพิจารณาเพื่อบังเงาให้อาคารนั้น จะต้องคำนึงถึงปริมาณการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบณ. ผนังระนาบต่างๆ เพื่อลำดับความสำคัญในการป้องกัน และคัดเลือกพรรณไม้ เช่น ทิศตะวันออกเฉียงใต้ได้รับรังสีดวงอาทิตย์สูงสุด รองลงมาได้แก่ ทิศใต้ ซึ่งเป็นทิศทางเดียวกันกับลมประจำดังนั้นนอกจากจะต้องมีความหนาแน่นที่ค่อนข้างสูงแล้ว ควรมีระดับกลุ่มใบที่อยู่สูงด้วย ทั้งนี้ในการนำมาบังเงาให้อาคารต้องพิจารณาถึง ตำแหน่ง ความสูงของหน้าต่าง ของอาคารด้วย เพื่อให้ต้นไม้สามารถให้ผลจากการทความเย็น Cooling Effect ทั้งจากการให้ร่มเงา และการเอื้อให้เกิดการระบายอากาศที่ดีด้วย
3. ความสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและหลักการจัดภูมิสถาปัตยกรรมในพื้นที่ขนาดใหญ่และการจัดสวนหย่อมหรือพื้นที่พักผ่อนในพื้นที่ขนาดเล็ก ในบางครั้งหลักการออกแบบภูมิสถาปัตยกรรม หรือการจัดสวนมักเกิดข้อขัดแย้งกับความต้องการร่มเงา หรือความต้องการในการควบคุมภูมิอากาศ จึงควรพิจารณาถึงความเหมาะสมและความจำเป็นในการเลือกปลูกต้นไม้ชนิดต่างๆ เช่น

   การจัดสวนหย่อมต้องการรับแสงแดดลงสู่พื้นที่ในปริมาณมาก และควรหลีกเลี่ยงไม้ใหญ่ที่ให้ร่มเงา จึงควรพิจารณาว่า ตำแหน่งที่จะทำการปลูกเป็นสวนหย่อมนั้นเป็นตำแหน่งที่จะไม่สะท้อนความร้อนเข้าสู่อาคาร และตำแหน่งนั้นต้องเป็นบริเวณที่มีปัญหาทางด้านความร้อนน้อยที่สุด เพื่อลดภาระการทำความเย็นให้กับอาคาร ดังนั้นตำแหน่งของสวนหย่อม หรือบริเวณพักผ่อน นี้ควรจอยู่ทางด้านทิศเหนือหรือทิศตะวันออกเฉียงเหนือเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กองอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน "คู่มือการอนุกรักษ์พลังงานในอาคาร." กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ . พิมพ์ครั้งที่ 2 , 2538

กาญจนา สิริภัทรวณิช . "การใช้ไม้ยืนต้นในการปรับสภาพแวดล้อมเพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร." จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541

คณะกรรมการฝ่ายหาทุนมูลนิธิสวนหลวงร . 9 "พรรณไม้ในสวนหลวง ร.9" กรุงเทพฯ : ด่านสุทธาการพิมพ์ ,2539

ชัยวัฒน์ แก้วพวง. "การวิเคราะห์การเจริญเติบโตของต้นไม้ที่เป็นองค์ประกอบของแนวกันลม." กรุงเทพฯ: คณะวนวัฒนวิทยา ,2540

ไพศาล จันเตยูร . "Climate design in tropical housing and building." เชียงใหม่ : ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ , 2539

วรวิทย์ อังสุหัสต์ . "ต้นไม้ใช้จัดสวน." สวนในบ้าน . กรุงเทพฯ : บริษัทอมรินร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน) 2541

วิชัย อิทธิวิศวกุล . "อิทธิพลสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่มีผลต่ออุณหภูมิบริเวณอาคาร." จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2537

วิเชียร สุวรรณรัตน์ "ภูมิอากาศและการออกแบบสถาปัตยกรรม." มปส. พิมพ์ครั้งที่2 , 2538

สุดสวาท ศรีสถาปัตย์ . "การออกแบบวัสดุพืชพรรณและการประหยัดพลังงาน." กรุงเทพฯ: ,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2531

สมจิต โยธะคง. "การวางผังตกแต่งบริเวณ." กรุงเทพฯ : บริษัทรวมสาส์น จำกัด , พิมพ์ครั้งที่3 ,2538

สมจิต โยธะคง . "วัสดุพืชพรรณในการจัดภูมิทัศน์." .กรุงเทพฯ : บริษัทรวมสาส์นจำกัด (1977),2540

สมสิทธิ์ นิตยะ. "การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น." กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. พิมพ์ครั้งที่ 1 , 2541

สมาคมภูมิสถาปนิกประเทศไทย "พรรณไม้ในงานภูมิสถาปัตยกรรม." กรุงเทพฯ : บริษัทอมรินทร์บุ๊คเซนเตอร์ จำกัด , 2542

สลิลทิพย์ ฝอยทับทิม. "การศึกษาลักษณะไม้ยืนต้นบางชนิดในจังหวัดสกลนครเพื่อใช้ในงานภูมิทัศน์." .

ปัญหาพิเศษ (ปริญญาโท) ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541

สำนักนโยบายและพลังงานแห่งชาติ . "โครงการบ้านประหยัดพลังงาน" มปส. มปป.

เอื้อมพร ธีระวุฒิชัย . "สวนหย่อม" กรุงเทพฯ : ป. สัมพันธ์พาณิชย์ . มปป.

เอื้อมพร วีสมหมาย. "หลักการจัดสวนเบื้องต้น." กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์อักษรพิทยา . พิมพ์ครั้งที่ 3 ,2527

Olgyay Victor. "Design with Climate New Jersey." Princeton University Press, 1967

American Society of Landscspe Architects Foundation , "Landscape planning for energy conservation." The Environmental Design Press , 1977

Givoni, B. "Man, Climate and Architecture." London : 2nd Ed. Pub, 1976

Givoni, B. "Passive and low energy cooling of Building" . New York : Van Nostrand Reinhold Company, 1994

Givoni, B. "Impact of Planted Area on Urban Environmental Quality." Atmospheric Environment ,1991

Meier A.K. "Measure Cooling Saving from vegetative Landscaping." Summer study on energy Efficiency in buildings Journal . Washington D.C. : Proc. A CEEE, , 1990

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Parker , J.H. "The Effectiveness of vegetation on residential cooling." Passive Solar Journal, 1983 ,

Parker , J.H. "The use of Shrubs in Energy Conservation Planting." Landscape Journal. V-6,1987

Parker , J.H. "The Impact of Vegetation on Air Condition Consumption." Proceedings, Conf, on Controlling the Summer Heat Island. California : Lawrence Berkeley Laboratory Berkely, ,1989

Steven A. Sandifer and Baruch Givoni "The Thermal effects of vines on wall surfaces." UK : International Conference for Teacher of Architecture Oxford .3rd ,2000.

Tokyo Institute of Technology, Takashi Asawa, "Passive methods for creating good Thermal environments in Outdoor space" PLEA2000 . Cambridge UK : James & James (Science Publishers) Ltd ,2000

Moffat. AS, and M Schiller "Landscape design that saves energy." New York : William Morrow and Company 1981

Steven V. Szokolay . "Climatic Analysis." Passive and low energy Architecture international design tool and techniques. Australia : University of Queensland Department of Architecture ,1999

E Gregory Mcpherson. "Energy Conservation site Design." Publication of the American sosiety of Landscape Architect , 1984

Akira Hoyano . "Climatological uses of Plants for Solar Control and the effect on the thermal environment of a building" . Energy and Builing , 1998

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Givoni, B. "Impact of Planted Area on Urban Environmental Quality." Atmospheric Environment ,1991

Meier A.K. "Measure Cooling Saving from vegetative Landscaping." Summer study on energy Efficiency in buildings Journal . Washington D.C. : Proc. A CEEE, , 1990

Parker , J.H. "The Effectiveness of vegetation on residential cooling." Passive Solar Journal, 1983 ,

Parker , J.H. "The use of Shrubs in Energy Conservation Planting." Landscape Journal. V-6,1987

Parker , J.H. "The Impact of Vegetation on Air Condition Consumption." Proceedings, Conf, on Controlling the Summer Heat Island. California : Lawrence Berkeley Laboratory Berkely, ,1989

Steven A. Sandifer and Baruch Givoni "The Thermal effects of vines on wall surfaces." UK : International Conference for Teacher of Architecture Oxford .3rd ,2000.

Tokyo Institute of Technology, Takashi Asawa, "Passive methods for creating good Thermal environments in Outdoor space" PLEA2000 . Cambridge UK : James & James (Science Publishers) Ltd ,2000

Moffat. AS, and M Schiller "Landscape design that saves energy." New York : William Morrow and Company 1981

Steven V. Szokolay . "Climatic Analysis." Passive and low energy Architecture international design tool and techniques. Australia : University of Queensland Department of Architecture ,1999

E Gregory Mcpherson. "Energy Conservation site Design." Publication of the American sosiety of Landscape Architect , 1984

Akira Hoyano . "Climatological uses of Plants for Solar Control and the effect on the thermal environment of a building" . Energy and Builing , 1998

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่1 แสดงรังสีดวงอาทิตย์ที่ทำกับผนังในทิศเหนือ

NORTH ORIENTATION

Azimuth = 180 Tilt angle = 90

	21 March					22 June			
Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d	Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d
07:00	0.00	0.00	0.00	22.70	07:00	35.69	68.90	43.58	28.85
08:00	0.00	0.00	0.00	60.80	08:00	58.06	70.50	60.15	58.65
09:00	0.00	0.00	0.00	101.05	09:00	69.76	70.66	69.07	84.15
10:00	0.00	0.00	0.00	128.05	10:00	75.85	68.39	69.71	107.37
11:00	0.00	0.00	0.00	145.08	11:00	78.96	59.82	63.25	138.03
12:00	0.00	0.00	0.00	151.70	12:00	80.20	24.92	60.36	161.38
13:00	0.00	0.00	0.00	148.39	13:00	79.96	-42.98	57.11	164.30
14:00	0.00	0.00	0.00	142.63	14:00	78.14	-64.04	44.31	151.27
15:00	0.00	0.00	0.00	124.96	15:00	74.18	-69.58	25.07	130.85
16:00	0.00	0.00	0.00	95.33	16:00	66.58	-70.80	13.18	102.13
17:00	0.00	0.00	0.00	58.39	17:00	51.89	-70.09	12.01	59.00

	23 Sep					22 Dec			
Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d	Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d
07:00	0.00	0.00	0.00	24.90	07:00	0.00	0.00	0.00	15.95
08:00	0.00	0.00	0.00	66.65	08:00	0.00	0.00	0.00	43.77
09:00	0.00	0.00	0.00	95.72	09:00	0.00	0.00	0.00	65.45
10:00	0.00	0.00	0.00	114.72	10:00	0.00	0.00	0.00	71.72
11:00	0.00	0.00	0.00	126.59	11:00	0.00	0.00	0.00	78.52
12:00	0.00	0.00	0.00	132.48	12:00	0.00	0.00	0.00	92.02
13:00	0.00	0.00	0.00	114.25	13:00	0.00	0.00	0.00	101.69
14:00	0.00	0.00	0.00	80.97	14:00	0.00	0.00	0.00	101.01
15:00	0.00	0.00	0.00	68.03	15:00	0.00	0.00	0.00	86.56
16:00	0.00	0.00	0.00	49.88	16:00	0.00	0.00	0.00	60.80
17:00	0.00	0.00	0.00	24.98	17:00	0.00	0.00	0.00	29.58

ตารางที่2 แสดงรังสีดวงอาทิตย์ที่ทำกับผนังในทิศใต้

SOUTH ORIENTATION

Azimuth = 0 Tilt angle = 90

	21 March					22 June			
Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d	Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d
07:00	73.55	-87.56	5.81	22.70	07:00	0.00	0.00	0.00	28.85
08:00	75.26	-83.67	20.14	60.85	08:00	0.00	0.00	0.00	58.65
09:00	75.62	-78.81	42.66	101.05	09:00	0.00	0.00	0.00	84.15
10:00	75.77	-71.60	70.37	128.05	10:00	0.00	0.00	0.00	107.37
11:00	75.84	-58.10	92.07	145.08	11:00	0.00	0.00	0.00	138.03
12:00	75.86	-24.88	102.97	151.70	12:00	0.00	0.00	0.00	161.38
13:00	75.86	31.58	102.14	148.39	13:00	0.00	0.00	0.00	164.30
14:00	75.83	60.67	90.89	142.63	14:00	0.00	0.00	0.00	151.27
15:00	75.75	72.83	72.60	124.96	15:00	0.00	0.00	0.00	130.85
16:00	75.59	79.58	49.58	95.33	16:00	0.00	0.00	0.00	102.13
17:00	75.17	84.25	24.92	58.39	17:00	0.00	0.00	0.00	59.00

	23 Sep					22 Dec			
Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d	Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d
07:00	71.67	-85.95	6.58	24.90	07:00	9.33	-64.68	82.65	15.95
08:00	74.10	-81.82	13.75	66.65	08:00	31.21	-59.83	144.95	43.77
09:00	74.78	-76.40	36.10	95.72	09:00	42.61	-52.81	203.42	65.45
10:00	75.08	-67.86	50.11	114.72	10:00	48.56	-42.44	273.91	71.72
11:00	75.21	-50.74	51.90	126.59	11:00	51.58	-27.19	302.27	78.52
12:00	75.26	-9.14	68.37	132.48	12:00	52.76	-6.59	295.37	92.02
13:00	75.24	41.38	74.97	114.25	13:00	52.46	15.75	260.30	101.69
14:00	75.13	63.90	62.65	80.97	14:00	50.58	34.26	202.17	101.01
15:00	74.90	74.21	52.22	68.03	15:00	46.52	47.28	171.90	86.56
16:00	74.39	80.32	34.18	49.88	16:00	38.73	56.08	136.71	60.80
17:00	72.89	84.74	11.44	24.98	17:00	23.67	62.08	73.00	29.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่3 แสดงรังสีดวงอาทิตย์ที่ทำกับผนังในทิศตะวันตก

EAST ORIENTATION

Azimuth = -90 Tilt angle = 90

	21 March					22 June			
Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d	Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d
07:00	8.20	2.44	136.61	22.70	07:00	15.49	-21.09	112.97	28.85
08:00	22.85	6.33	181.65	60.80	08:00	29.60	-19.50	169.84	58.65
09:00	37.66	11.19	215.65	101.05	09:00	43.58	-19.34	196.81	84.15
10:00	52.68	18.40	211.48	128.05	10:00	57.52	-21.60	176.01	107.37
11:00	67.93	31.90	147.91	145.08	11:00	71.46	-30.18	108.77	138.03
12:00	83.34	65.12	47.74	151.70	12:00	85.41	-65.08	28.04	161.38
13:00	0.00	0.00	0.00	148.39	13:00	0.00	0.00	0.00	164.30
14:00	0.00	0.00	0.00	142.63	14:00	0.00	0.00	0.00	151.27
15:00	0.00	0.00	0.00	124.96	15:00	0.00	0.00	0.00	130.85
16:00	0.00	0.00	0.00	95.33	16:00	0.00	0.00	0.00	102.13
17:00	0.00	0.00	0.00	58.39	17:00	0.00	0.00	0.00	59.00

	23 Sep					22 Dec			
Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d	Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d
07:00	12.07	4.05	92.91	24.90	07:00	4.45	25.33	120.97	15.95
08:00	26.76	8.18	95.67	66.65	08:00	19.40	30.17	249.39	43.77
09:00	41.65	13.60	149.22	95.72	09:00	34.92	37.19	268.05	65.45
10:00	56.76	22.14	123.19	114.72	10:00	51.08	47.56	250.47	71.72
11:00	72.10	39.26	63.50	126.59	11:00	67.83	62.81	155.31	78.52
12:00	87.57	80.86	11.01	132.48	12:00	84.98	83.41	34.13	92.02
13:00	0.00	0.00	0.00	114.25	13:00	0.00	0.00	0.00	101.70
14:00	0.00	0.00	0.00	80.97	14:00	0.00	0.00	0.00	101.01
15:00	0.00	0.00	0.00	68.03	15:00	0.00	0.00	0.00	86.56
16:00	0.00	0.00	0.00	49.88	16:00	0.00	0.00	0.00	60.80
17:00	0.00	0.00	0.00	24.98	17:00	0.00	0.00	0.00	29.58

ตารางที่4 แสดงรังสีดวงอาทิตย์ที่ทำกับผนังในทิศตะวันออก

WEST ORIENTATION

Azimuth = 90 Tilt angle = 90

	21 March					22 June			
Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d	Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d
07:00	0.00	0.00	0.00	22.70	07:00	0.00	0.00	0.00	28.85
08:00	0.00	0.00	0.00	60.80	08:00	0.00	0.00	0.00	58.65
09:00	0.00	0.00	0.00	101.05	09:00	0.00	0.00	0.00	84.15
10:00	0.00	0.00	0.00	128.05	10:00	0.00	0.00	0.00	107.37
11:00	0.00	0.00	0.00	145.08	11:00	0.00	0.00	0.00	138.03
12:00	0.00	0.00	0.00	151.70	12:00	0.00	0.00	0.00	161.38
13:00	81.20	-58.42	62.78	148.39	13:00	80.63	47.02	53.23	164.30
14:00	65.81	-29.33	161.71	142.63	14:00	66.68	25.97	90.99	151.27
15:00	50.59	-17.17	234.99	124.96	15:00	52.74	20.42	67.31	130.85
16:00	35.59	-10.42	269.64	95.33	16:00	38.80	19.20	37.87	102.13
17:00	20.81	-5.75	247.53	58.39	17:00	24.78	19.91	33.16	59.00

	23 Sep					22 Dec			
Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d	Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d
07:00	0.00	0.00	0.00	24.90	07:00	0.00	0.00	0.00	15.95
08:00	0.00	0.00	0.00	66.65	08:00	0.00	0.00	0.00	43.77
09:00	0.00	0.00	0.00	95.72	09:00	0.00	0.00	0.00	65.45
10:00	0.00	0.00	0.00	114.72	10:00	0.00	0.00	0.00	71.72
11:00	0.00	0.00	0.00	126.59	11:00	0.00	0.00	0.00	78.52
12:00	0.00	0.00	0.00	132.48	12:00	0.00	0.00	0.00	92.02
13:00	76.93	-48.62	66.04	114.25	13:00	77.77	-74.25	73.43	101.69
14:00	61.54	-26.10	127.91	80.97	14:00	60.76	-55.74	137.71	101.01
15:00	46.35	-15.79	184.60	68.03	15:00	44.24	-42.72	186.17	86.56
16:00	31.39	-9.68	200.40	49.88	16:00	28.35	-33.92	203.25	60.80
17:00	16.65	-5.26	124.24	24.98	17:00	13.07	-27.92	137.75	29.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่5 แสดงรังสีดวงอาทิตย์ที่ทำกับผนังในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

NORTH-WEST ORIENTATION

Azimuth = 135 Tilt angle = 90

	21 March					22 June			
Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d	Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d
07:00	0.00	0.00	0.00	22.70	07:00	0.00	0.00	0.00	28.85
08:00	0.00	0.00	0.00	60.85	08:00	0.00	0.00	0.00	58.65
09:00	0.00	0.00	0.00	101.05	09:00	0.00	0.00	0.00	84.15
10:00	0.00	0.00	0.00	128.05	10:00	0.00	0.00	0.00	107.37
11:00	0.00	0.00	0.00	145.08	11:00	0.00	0.00	0.00	138.03
12:00	0.00	0.00	0.00	151.70	12:00	86.26	69.92	22.85	161.38
13:00	0.00	0.00	0.00	148.39	13:00	76.40	2.02	78.02	164.30
14:00	82.08	-74.33	50.10	142.63	14:00	65.61	-19.03	95.68	151.27
15:00	68.12	-62.17	114.83	124.96	15:00	53.57	-24.58	65.32	130.85
16:00	51.12	-55.42	155.60	95.33	16:00	40.14	-25.80	36.10	102.13
17:00	30.87	-50.75	157.41	58.39	17:00	25.61	-25.09	31.94	59.00

	23 Sep					22 Dec			
Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d	Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d
07:00	0.00	0.00	0.00	24.90	07:00	0.00	0.00	0.00	15.95
08:00	0.00	0.00	0.00	66.65	08:00	0.00	0.00	0.00	43.77
09:00	0.00	0.00	0.00	95.72	09:00	0.00	0.00	0.00	65.45
10:00	0.00	0.00	0.00	114.72	10:00	0.00	0.00	0.00	71.72
11:00	0.00	0.00	0.00	126.59	11:00	0.00	0.00	0.00	78.52
12:00	0.00	0.00	0.00	132.48	12:00	0.00	0.00	0.00	92.02
13:00	0.00	0.00	0.00	114.25	13:00	0.00	0.00	0.00	101.69
14:00	78.94	-71.10	46.15	80.97	14:00	0.00	0.00	0.00	101.01
15:00	64.18	-60.79	93.61	68.03	15:00	86.81	-87.72	10.03	86.56
16:00	46.14	-54.68	117.54	49.88	16:00	66.77	-78.93	47.06	60.80
17:00	24.98	-50.26	79.76	24.98	17:00	34.94	-72.92	45.70	29.58

ตารางที่6 แสดงรังสีดวงอาทิตย์ที่ทำกับผนังในทิศตะวันตกเฉียงใต้

SOUTH-WEST ORIENTATION

Azimuth = -45 Tilt angle = 90

	21 March					22 June			
Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d	Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d
07:00	0.00	0.00	0.00	22.70	07:00	0.00	0.00	0.00	28.85
08:00	0.00	0.00	0.00	60.85	08:00	0.00	0.00	0.00	58.65
09:00	0.00	0.00	0.00	101.05	09:00	0.00	0.00	0.00	84.15
10:00	0.00	0.00	0.00	128.05	10:00	0.00	0.00	0.00	107.37
11:00	0.00	0.00	0.00	145.08	11:00	0.00	0.00	0.00	138.03
12:00	84.54	-69.88	39.05	151.70	12:00	0.00	0.00	0.00	161.38
13:00	73.96	-13.42	116.62	148.39	13:00	0.00	0.00	0.00	164.30
14:00	63.61	15.66	178.64	142.63	14:00	81.11	70.96	33.01	151.27
15:00	52.74	27.83	217.50	124.96	15:00	71.35	65.42	29.87	130.85
16:00	40.53	34.58	225.72	95.33	16:00	60.17	64.20	117.15	102.13
17:00	26.03	39.25	102.65	58.39	17:00	45.67	64.91	14.95	59.00

	23 Sep					22 Dec			
Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d	Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d
07:00	0.00	0.00	0.00	24.90	07:00	0.00	0.00	0.00	15.95
08:00	0.00	0.00	0.00	66.65	08:00	0.00	0.00	0.00	43.77
09:00	0.00	0.00	0.00	95.72	09:00	0.00	0.00	0.00	65.45
10:00	0.00	0.00	0.00	114.72	10:00	86.94	-87.44	16.57	71.72
11:00	0.00	0.00	0.00	126.59	11:00	74.75	-72.19	103.92	78.52
12:00	81.13	-54.14	40.57	132.48	12:00	64.58	-51.59	181.72	92.02
13:00	69.68	-3.62	99.71	114.25	13:00	55.14	-29.25	235.98	101.69
14:00	60.27	18.90	134.75	80.97	14:00	45.66	-10.74	210.33	101.01
15:00	49.13	29.21	107.45	68.03	15:00	35.60	2.28	253.20	86.56
16:00	36.40	35.32	105.87	49.88	16:00	24.52	11.07	240.39	60.80
17:00	21.17	39.74	95.94	24.98	17:00	12.12	17.06	149.02	29.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่7 แสดงรังสีดวงอาทิตย์ที่ทำกับผนังในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

NORTH-EAST ORIENTATION

Azimuth = -135 Tilt angle = 90

	21 March					22 June			
Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d	Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d
07:00	12.02	47.44	92.48	22.70	07:00	15.79	23.91	110.69	28.85
08:00	33.83	51.33	114.21	60.85	08:00	30.68	25.50	162.63	58.65
09:00	53.68	56.19	122.33	101.05	09:00	44.89	25.66	188.00	84.15
10:00	70.22	63.40	99.78	128.05	10:00	57.85	23.40	173.75	107.37
11:00	83.82	76.90	39.49	145.08	11:00	69.44	14.82	121.64	138.03
12:00	0.00	0.00	0.00	151.70	12:00	79.86	-20.08	62.51	161.38
13:00	0.00	0.00	0.00	148.39	13:00	82.51	-82.89	2.75	164.30
14:00	0.00	0.00	0.00	142.63	14:00	0.00	0.00	0.00	151.27
15:00	0.00	0.00	0.00	124.96	15:00	0.00	0.00	0.00	130.85
16:00	0.00	0.00	0.00	95.33	16:00	0.00	0.00	0.00	102.13
17:00	0.00	0.00	0.00	58.30	17:00	0.00	0.00	0.00	59.00

	23 Sep					22 Dec			
Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d	Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d
07:00	18.03	49.05	61.04	24.90	07:00	11.79	70.32	55.77	15.95
08:00	39.79	53.18	57.93	66.65	08:00	49.93	75.17	73.85	43.77
09:00	58.92	58.60	79.99	95.72	09:00	76.28	82.19	45.70	65.45
10:00	74.63	67.14	51.67	114.72	10:00	0.00	0.00	0.00	71.72
11:00	87.61	84.26	8.20	126.59	11:00	0.00	0.00	0.00	78.52
12:00	0.00	0.00	0.00	132.48	12:00	0.00	0.00	0.00	92.02
13:00	0.00	0.00	0.00	114.25	13:00	0.00	0.00	0.00	101.69
14:00	0.00	0.00	0.00	80.97	14:00	0.00	0.00	0.00	101.01
15:00	0.00	0.00	0.00	68.03	15:00	0.00	0.00	0.00	86.56
16:00	0.00	0.00	0.00	49.88	16:00	0.00	0.00	0.00	60.80
17:00	0.00	0.00	0.00	24.98	17:00	0.00	0.00	0.00	29.58

ตารางที่8 แสดงรังสีดวงอาทิตย์ที่ทำกับผนังในทิศตะวันออกเฉียงใต้

SOUTH-EAST ORIENTATION

Azimuth = -45 Tilt angle = 90

	21 March					22 June			
Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d	Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d
07:00	11.06	-42.56	100.71	22.70	07:00	32.54	-66.10	49.06	28.85
08:00	28.21	-38.67	142.69	60.85	08:00	51.21	-64.50	77.57	58.65
09:00	42.34	-33.81	182.65	101.05	09:00	64.25	-64.34	90.32	84.15
10:00	54.31	-26.60	199.30	128.05	10:00	74.79	-66.61	75.17	107.37
11:00	65.06	-13.10	169.69	145.08	11:00	84.33	-75.18	32.19	138.03
12:00	75.39	20.12	106.57	151.70	12:00	0.00	0.00	0.00	161.38
13:00	86.07	76.58	27.83	114.25	13:00	0.00	0.00	0.00	164.30
14:00	0.00	0.00	0.00	80.97	14:00	0.00	0.00	0.00	151.27
15:00	0.00	0.00	0.00	68.03	15:00	0.00	0.00	0.00	130.85
16:00	0.00	0.00	0.00	49.88	16:00	0.00	0.00	0.00	102.13
17:00	0.00	0.00	0.00	24.98	17:00	0.00	0.00	0.00	59.00

	23 Sep					22 Dec			
Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d	Time	θ_1	θ_2	I_D	I_d
07:00	15.77	-40.95	70.35	24.90	07:00	4.27	-19.67	102.08	15.95
08:00	31.95	-36.82	77.37	66.65	08:00	17.48	-14.84	278.81	43.77
09:00	45.36	-31.40	131.04	95.72	09:00	29.31	-7.81	333.38	65.45
10:00	56.90	-22.86	122.54	114.72	10:00	39.92	2.56	370.79	71.72
11:00	67.46	-5.74	81.59	126.59	11:00	49.67	17.81	323.56	78.52
12:00	77.81	35.86	56.13	132.48	12:00	59.06	38.41	232.99	92.02
13:00	88.73	83.68	6.31	114.25	13:00	68.69	60.75	132.14	101.70
14:00	0.00	0.00	0.00	80.97	14:00	79.50	79.26	45.00	101.01
15:00	0.00	0.00	0.00	68.03	15:00	0.00	0.00	0.00	86.56
16:00	0.00	0.00	0.00	49.88	16:00	0.00	0.00	0.00	60.80
17:00	0.00	0.00	0.00	24.98	17:00	0.00	0.00	0.00	29.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวประวีวรรณ อมรพงศ์ เกิดเมื่อวันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2521 ที่จังหวัดกรุงเทพฯ สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี จากคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาสถาปัตยกรรมหลัก จากมหาวิทยาลัยรังสิต ในปีการศึกษา 2541 และสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท จากคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2544

โดยได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักนโยบายพลังงานแห่งชาติในปี พ.ศ. 2543 รอบที่ 1 สำหรับงานวิจัยในหัวข้อ การปรับสภาพแวดล้อมรอบอาคารด้วยพืชพรรณธรรมชาติเพื่อสร้างสภาวะน่าสบาย เป็นจำนวนเงิน80,000 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้