

การใช้พืชพรรณในการลดความร้อนให้กับสภาพแวดล้อม
รอบอาคารบ้านพักอาศัย

REDUCTION OF HEAT GAIN ON THE DWELLING ENVIRONMENT
BY MEANS OF VEGETATION

คำรพ สิริเฉลิมลาภ
KHAMROP SIRICHALERMLAP

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546

ISBN 074-324-020-6

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การใช้พืชพรรณในการลดความร้อนให้กับสภาพแวดล้อม
รอบอาคารบ้านพักอาศัย

REDUCTION OF HEAT GAIN ON THE DWELLING ENVIRONMENT
BY MEANS OF VEGETATION



คำรพ สิริเฉลิมลาภ

KHAMROP SIRICHALERMLAP

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 49404
วัน, เดือน, ปี 20 ก.พ. 2547

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-920-6

**REDUCTION OF HEAT GAIN ON THE DWELLING
ENVIRONMENT BY MEANS OF VEGETATION**

KHAMROP SIRICHALERMLAP

**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**

2003

ISBN 974-324-920-6

COPYRIGHT 2003

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การใช้พืชพรรณในการลดความร้อนให้กับสภาพแวดล้อมรอบอาคารบ้านพักอาศัย
REDUCTION OF HEAT-GAIN ON THE DWELLING ENVIRONMENT BY
MEANS OF VEGETATION

ชื่อนักศึกษา นายคำรพ สิริเฉลิมลาภ

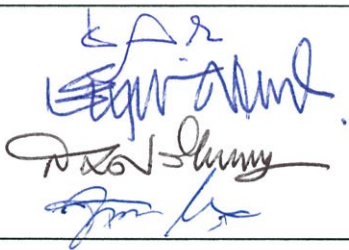
รหัสประจำตัว 43063103

ปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สถาปัตยกรรมเขตร้อน

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ.ธีรมน ไวโรจนกิจ

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม อาจารย์ชัยยุทธ ศรีเผด็จ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ธีรมน	ไวโรจนกิจ	
อาจารย์ชัยยุทธ	ศรีเผด็จ	
ผศ.ดร.สมชาย	ศรีสมพงษ์	
ผศ.ชนินทร์	ทิพย์โยภาส	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 31 ตุลาคม 2546 เวลา 10.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ภาควิชาสถาปัตยกรรม


บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว
(รศ.ดร.บุญวัฒน์ อัครชู)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....18.....เดือน.....ธันวาคม.....พ.ศ.....2546

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การใช้พืชพรรณในการลดความร้อนให้กับสภาพแวดล้อมรอบอาคารบ้านพักอาศัย
นักศึกษา	นาย คำรพ สิริเฉลิมลาภ
รหัสประจำตัว	44063103
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรมเขตร้อน
พ.ศ.	2546
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ธีรมน ไวโรจนกิจ
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	อ. ชัยยุทธ ศรีเผด็จ

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์หลักเพื่อ 1) ศึกษาผลของการปรับสภาพอุณหภูมิโดยคุณสมบัติของการลดปริมาณรังสีรวมภายใต้ร่มเงา และการลดความร้อนโดยกระบวนการของการระเหยจากการคายน้ำ 2) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างต้นไม้ ดวงอาทิตย์ และสภาพแวดล้อมอาคารที่เกิดขึ้นภายนอกอาคารบ้านพักอาศัยที่มีพื้นที่ภายนอกขนาดเล็ก แถบชานเมืองกรุงเทพมหานคร ในการทดลองได้ทำการเก็บค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์และตัวแปรสภาพอากาศอื่น ๆ ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม แล้วทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างบริเวณใต้ร่มเงาด้านไม้ใกล้อาคาร กับบริเวณกลางแจ้งรอบอาคาร 4 ทิศทางอย่างต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง

ผลการทดลองชี้ชัดว่า พืชพรรณมีประสิทธิภาพในการสร้างความสบายให้กับสภาพอากาศเฉพาะที่ภายใต้ร่มเงารอบอาคารบ้านพักอาศัยโดยค่าของ 1) ความหนาแน่นของพุ่มใบ ด้วยคุณสมบัติของการป้องกันรังสีความร้อนที่ตกกระทบและจะเกิดการสะสมในเนื้อวัสดุ 2) ขนาดพุ่มใบและความสูงพุ่มใบสามารถป้องกันรังสีจากด้านข้างที่จะเข้าสู่บริเวณใต้ร่มเงา พบว่า ต้นไม้ที่มีความหนาแน่นสูงมีแนวโน้มในการเก็บสะสมความร้อนและความชื้นในพุ่มใบได้มากกว่าต้นไม้ที่มีความหนาแน่นต่ำกว่า ต้นมะม่วงซึ่งมีความหนาแน่นใบมากกว่าต้นมะขามเทศ มีความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างกลางวันและกลางคืนมาก อุณหภูมิต่ำสุดในตอนกลางคืนมีค่าต่ำกว่าบริเวณใต้ต้นมะขามเทศแต่ให้ค่าอุณหภูมิสูงกว่าในตอนกลางวัน ในขณะที่ระยะห่างระหว่างพุ่มใบกับผนังอาคาร มีผลต่อการป้องกันรังสีสะท้อนจากดวงอาทิตย์จากผนังอาคารช่วงที่ดวงอาทิตย์ทำมุมสูง และส่งผลต่อประสิทธิภาพการลดความชื้นและความร้อนด้วยการระบายอากาศโดยกระแสลมธรรมชาติ ระยะห่างที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 เมตร ถึงแม้ว่าอุณหภูมิอากาศเฉพาะที่ใต้ร่มเงาด้านมะม่วงที่มีขนาดต่างกัน (6.00 และ 8.00 เมตร) ให้ผลใกล้เคียงกัน แต่ภายใต้ร่มเงาที่มีขนาดใหญ่กว่า ย่อมมีประสิทธิภาพในการป้องกันรังสีให้กับพื้นผิวอาคารได้มากกว่าร่มเงาที่มีขนาดเล็ก ดังนั้น เพื่อประสิทธิภาพของสภาพอากาศเฉพาะที่ที่ดีควรใส่ใจตั้งแต่เริ่มขึ้นตอนการออกแบบ ควรให้ร่มเงาจากไม้ยืนต้นแก่สภาพแวดล้อมอาคารและเพิ่มการระบายอาคารธรรมชาติที่เพียงพอ เพื่อลดความร้อนและการประหยัดพลังงานในการปรับอากาศให้กับอาคารในอนาคต

Thesis Title	Reduction of Heat Gain on the Dwelling Environment by Means of Vegetation
Student	Mr. Khamrop Sirichalermlap
Student ID	44063103
Degree	Master of Architecture
Program	Tropical Architecture
Thesis Advisor	Assoc.Prof Teeramom Wairochanakich
Thesis Co-Advisor	Mr. Chaiyutt Sripadech

ABSTRACT

The main objectives of this work are 1) to investigate the thermal effects of vegetation as a mean of reducing global radiation and evapotranspiration, 2) to study the relationship of tree-sun-building environment of a single 2-storey house, which has a small planting space, in suburban area of Bangkok. Attenuation of solar radiation and other environmental parameters; dry bulb temperature, relative humidity, and wind velocity, were 24 hours continuously collected on four sides of the house and analyzed by the relative values in the shade as compared to the correspondent ones in sunlight.

The results obtained confirm the positive interference of vegetation in creating a more comfortable microclimate on dwelling environment through shading as 1) density of bushery as direct solar radiation reduction, 2) canopy size and tree ceiling height as a side solar radiation attenuation protection, which reduce the amount of solar heat-gain or radiation energy absorbed and stored by built surfaces. It was found that air temperatures beneath Mango tree crown next to the building skin, with higher density than Tamarind pod tree, had varied different greatly between daytime and night-time. The minimum temperature beneath Mango tree was lower than Tamarind Pod tree on the night-time but higher on the daytime. The effective distance between building skin and tree shrub is a protection of reflect solar radiation from building wall when solar angle is high, and improve humid and heat reduction by natural ventilation. Although the air temperature measured beneath the different sized of Mango tree was quite similar but the more shade the greater solar radiation protection on building environment.

Consequently, the design for better environmental climatic for housing aspects should be considered at an early stage. Effort should be put on developing an adequate tree shading on the building surfaces and improved natural ventilation for both the reduction of heat-gain and building cooling load in the future.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำและการให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิดจากอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ร.ศ. ธีรมน ไวโรจนกิจ และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อ.ชัยยุทธ ศรีเผด็จ ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบคุณ ดร.สมชาย ศรีสมพงษ์ และ ผ.ศ.ชรินทร์ ทิพโยภาส ที่ช่วยเหลือแก้ไขและให้คำแนะนำสำหรับผู้วิจัยอย่างเป็นกันเอง และร.ศ.สุภาวดี รัตนมาศ ผู้ให้คำแนะนำเรื่องการจัดลำดับความคิดและแนวทางในการเขียนการวิจัยซึ่งมีส่วนผลักดันให้งานวิจัยนี้มีรูปแบบที่น่าอ่านขึ้น

กราบขอบพระคุณบิดาและมารดาและครอบครัว ซึ่งมีส่วนช่วยให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยมาตลอดรวมทั้งผู้ช่วยวิจัยทุกท่าน ที่ช่วยเหลือในขั้นตอนการทดลอง จนเสร็จสิ้นสมบูรณ์

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

คำรพ สิริเฉลิมลาภ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญภาพ	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาของปัญหาและความสำคัญของการทำวิจัย	1
1.2 สมมติฐานการวิจัย	3
1.3 วิธีดำเนินการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตและข้อจำกัดของการวิจัย	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	13
2.2.1 พี่ชพรรณ ไม่กับคุณสมบัติในการควบคุมสภาพอากาศ	13
2.2.2 ลักษณะทางกายภาพและวงจรชีวิตตามธรรมชาติของพี่ชพรรณ	17
2.2.3 การเลือกพี่ชพรรณให้เหมาะสมในการควบคุมสภาพอากาศเฉพาะที่	20
2.2.4 ผลกระทบจากพี่ชพรรณกับการใช้พลังงานในเขตเมือง	23
2.2.5 ผลกระทบของการใช้พี่ชพรรณกับปริมาณการใช้พลังงานในอาคาร	23
2.2.6 รังสีดวงอาทิตย์	25
2.2.7 วัฏจักรของอุณหภูมิอากาศ	27
2.2.8 การถ่ายเทความร้อน	28
บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย	30
3.1 ขั้นตอนเตรียมการวิจัย	30
3.1.1 การตั้งข้อสมมติฐานการวิจัย	30
3.1.2 การเตรียมชุดการทดลอง	30
3.1.3 การเลือกตัวอย่างกรณีศึกษา	31
3.1.4 การกำหนดตัวแปร	32
3.1.5 เครื่องมือในการเก็บผล	32
3.2 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล	33

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล	43
4.1 การวิเคราะห์ผลการทดลองที่ 1	43
4.1.1 การเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นการแผ่รังสีดวงอาทิตย์บริเวณรอบ อาคาร 4 ทิศทาง	43
4.1.2 การคำนวณประสิทธิภาพในการลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ของคั่นมะม่วง ..	46
4.1.3 การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศรอบอาคาร	48
4.1.4 การเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์บริเวณรอบอาคาร	56
4.1.5 การวิเคราะห์สภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคาร โดยใช้แผนภาพ ไซโครเมตริก	58
4.1.6 สรุปผลการทดลองที่ 1	59
4.2 การวิเคราะห์ผลการทดลองที่ 2	62
4.2.1 การวิเคราะห์สภาพอากาศบริเวณรอบอาคารที่มีสภาพแวดล้อม แตกต่างกัน	62
4.2.2 การเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณรอบอาคารที่มี สภาพแวดล้อมต่างกัน	67
4.2.3 การเปรียบเทียบสภาพอากาศบริเวณที่มีคั่นมะม่วงแตกต่างกัน	69
4.2.4 การวิเคราะห์สภาพอากาศเฉพาะที่โดยใช้แผนภาพไซโครเมตริก	70
4.2.5 สรุปผลการทดลองที่ 2	71
4.3 การวิเคราะห์ผลการทดลองที่ 3	73
4.3.1 การวิเคราะห์อุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์แยกทิศทาง	76
4.3.2 เปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณรอบอาคารที่มี พืชพรรณต่างชนิดกัน	79
4.3.3 การวิเคราะห์สภาพอากาศเฉพาะที่โดยใช้แผนภาพไซโครเมตริก	81
4.3.4 สรุปผลการทดลองที่ 3	82
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	84
5.1 บทสรุป	84
5.2 ผลของการใช้พืชพรรณในสภาพแวดล้อมรอบอาคาร	89
5.3 อิทธิพลที่ส่งผลต่อสภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคาร	90
5.4 สรุปข้อเสนอแนะในการใช้พืชพรรณประกอบอาคาร	92
5.5 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป	94

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม	96
ภาคผนวก	101
ประวัติผู้เขียน	111

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงข้อมูลจำเพาะของคั่นมะม่วงของชุดการทดลองที่ 1	34
3.2 แสดงข้อมูลจำเพาะของพืชพรรณของชุดการทดลองที่ 2	39
3.3 แสดงข้อมูลจำเพาะของคั่นมะม่วงของชุดการทดลองที่ 3	42
4.1 แสดงค่าการแผ่รังสีบริเวณที่ได้รับแสง โดยตรงและบริเวณภายใต้ร่มเงาคั่นมะม่วง	44
4.2 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดรังสีดวงอาทิตย์ภายใต้ร่มเงาคั่นมะม่วง	46
4.3 แสดงอุณหภูมิบริเวณรอบอาคารที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง	48
4.4 แสดงค่าอุณหภูมิบริเวณรอบอาคารที่ได้รับอิทธิพลของร่มเงาคั่นมะม่วง	49
4.5 แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์บริเวณรอบอาคารที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง	50
4.6 แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์บริเวณรอบอาคารที่ได้รับอิทธิพลของร่มเงาคั่นมะม่วง	51
4.7 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณรอบอาคารที่มีสภาพแวดล้อมต่างกัน	62
4.8 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ใน 3 ช่วงเวลา	71
4.9 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณด้านทิศเหนือ	73
4.10 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณด้านทิศใต้	74
4.11 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตก	75
4.12 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ปริมาณรังสีได้ฟุ่มไบ ได้คั่น และความเร็วลมได้ฟุ่มไบ	76
5.1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายใต้ร่มเงาของพืชพรรณแต่ละชนิด	87

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงสเปกตรัมของรังสีดวงอาทิตย์ที่พื้นผิวโลก	25
2.2 แสดงการแลกเปลี่ยนความร้อนกับสภาพแวดล้อม	26
2.3 แสดงการแผ่รังสีดวงอาทิตย์กับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิประจำวัน	27
3.1 แสดงภาพถ่ายทางอากาศโครงการหมู่บ้านรุ่งอรุณ 1 เขตลาดกระบัง	30
3.2 แสดงขนาดผังพื้นที่บ้านกรณีศึกษาหมู่บ้านรุ่งอรุณ 1	32
3.3 แสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์เก็บข้อมูลสภาพอากาศในทิศทางต่าง ๆ	33
3.4 แสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์เก็บข้อมูลด้านที่ได้รับเงาและที่ได้รับแดด	34
3.5 แสดงระยะการติดตั้งอุปกรณ์เก็บข้อมูล	34
3.6 แสดงตำแหน่งอุปกรณ์เก็บค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์รอบอาคาร ในชุดทดลอง 2	35
3.7 ผังพื้นที่แสดงการติดตั้งชุดเก็บข้อมูลการทดลองที่ 2 บริเวณพื้นผิวดาดแข็ง	36
3.8 แสดงภาพกรณีศึกษาชุดการทดลองที่ 2 บริเวณพื้นผิวดาดแข็ง(ลานคอนกรีต)	36
3.9 ผังพื้นที่แสดงการติดตั้งชุดเก็บข้อมูลการทดลองที่ 2 บริเวณสนามหญ้า	37
3.10 แสดงภาพกรณีศึกษาชุดการทดลองที่ 2 บริเวณสนามหญ้า	37
3.11 ผังพื้นที่แสดงการติดตั้งชุดเก็บข้อมูลการทดลองที่ 2 บริเวณที่มีต้นมะม่วงขนาดเล็ก	37
3.12 แสดงภาพกรณีศึกษาชุดการทดลองที่ 2 บริเวณที่มีต้นมะม่วงขนาดเล็ก	37
3.13 ผังพื้นที่แสดงการติดตั้งชุดเก็บข้อมูลการทดลองที่ 2 บริเวณที่มีต้นมะม่วงขนาดกลาง	38
3.14 แสดงภาพกรณีศึกษาชุดการทดลองที่ 2 บริเวณที่มีต้นมะม่วงขนาดกลาง	38
3.15 ผังพื้นที่แสดงการติดตั้งชุดเก็บข้อมูลการทดลองที่ 2 บริเวณที่มีต้นมะม่วงหลายต้น	38
3.16 แสดงภาพกรณีศึกษาชุดการทดลองที่ 2 บริเวณที่มีต้นมะม่วงหลายต้น	38
3.17 ผังพื้นที่แสดงการติดตั้งชุดเก็บข้อมูลการทดลองที่ 2 บริเวณที่มีการจัดสวน	39
3.18 แสดงภาพกรณีศึกษาชุดการทดลองที่ 2 บริเวณที่มีการจัดสวน	39
3.19 ผังพื้นที่แสดงการติดตั้งชุดเก็บข้อมูลชุดที่ 3 บริเวณรอบอาคารด้านทิศเหนือ	40
3.20 แสดงภาพกรณีศึกษาชุดการทดลองที่ 3 บริเวณรอบอาคารด้านทิศเหนือ	40
3.21 ผังพื้นที่แสดงการติดตั้งชุดเก็บข้อมูลชุดที่ 3 บริเวณรอบอาคารด้านทิศใต้	41
3.22 แสดงภาพกรณีศึกษาชุดการทดลองที่ 3 บริเวณรอบอาคารด้านทิศใต้	41
3.23 ผังพื้นที่แสดงการติดตั้งชุดเก็บข้อมูลชุดที่ 3 บริเวณรอบอาคารด้านทิศตะวันออก	41
3.24 แสดงภาพกรณีศึกษาชุดการทดลองที่ 3 บริเวณรอบอาคารด้านทิศตะวันออก	41
3.25 ผังพื้นที่และภาพแสดงการติดตั้งชุดเก็บข้อมูลชุดที่ 3 บริเวณรอบอาคารด้านทิศตะวันตก	42
4.1 กราฟแสดงค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์บริเวณที่ได้รับรังสีและบริเวณภายใต้ร่มเงาต้นมะม่วง แยก 4 ทิศทาง	43
4.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบการแผ่รังสีดวงอาทิตย์บริเวณที่ได้รับรังสีตรงและบริเวณใต้ ร่มเงาต้นมะม่วงรอบอาคารแยก 4 ทิศทาง	45

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.3 แสดงอิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์ขณะที่ทำมุม Altitude คำนวณทิศทางตะวันออก	46
4.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าการแผ่รังสีรอบอาคารที่ได้รับแสง โดยตรง ในร่ม และ ค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์กรุงเทพมหานครเฉลี่ยเดือน พฤษภาคม (AIT,2542)	47
4.5 กราฟแสดงอุณหภูมิอากาศบริเวณรอบอาคารที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง	52
4.6 กราฟแสดงอุณหภูมิอากาศบริเวณรอบอาคารภายใต้ร่มเงาของต้นไม้	54
4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์สัมพัทธ์บริเวณรอบอาคารที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง	56
4.8 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์สัมพัทธ์บริเวณรอบอาคารภายใต้ร่มเงาของต้นไม้	57
4.9 แสดงการวิเคราะห์สภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคารบริเวณที่ได้รับรังสีตรงและบริเวณ รอบอาคารภายใต้ร่มเงาต้นไม้	58
4.10 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ย 4 ทิศทางที่ระยะ 0.10,1.00 และ 2.00 เมตร	59
4.11 แสดงการเปรียบเทียบขนาดพื้นที่ร่มเงาพืชพรรณที่เพิ่มขึ้นกับการลดพลังงานความร้อน ในช่วงเวลาวิกฤต	60
4.12 กราฟแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยรอบอาคาร 4 ทิศทาง 3 ระยะของบริเวณที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์ และบริเวณที่มีร่มเงาของต้นไม้	60
4.13 ภาพแสดงการสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ในมุมสูงระหว่างผนังกับพุ่มไม้	61
4.14 การขยายขอบเขตความสบายใต้ร่มเงาต้นไม้ โดยการเพิ่มปัจจัยของกระแสลม	61
4.15 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณลานคอนกรีต	63
4.16 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณสนามหญ้า	64
4.17 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณใต้ร่มเงาต้นไม้ขนาดเล็ก	64
4.18 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณใต้ร่มเงาต้นไม้ขนาดกลาง	65
4.19 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณใต้ร่มเงาต้นไม้หลายต้น	66
4.20 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณที่มีการจัดสวน	67
4.21 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิบริเวณรอบอาคารที่มีสภาพแวดล้อมต่างๆ	68
4.22 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์สัมพัทธ์ บริเวณรอบอาคารที่มีสภาพแวดล้อมต่างๆ	68
4.23 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณรอบอาคารที่มีต้น ไม้ต่างชนิดกัน	69
4.24 แสดงการวิเคราะห์สภาพอากาศเฉพาะที่โดยใช้แผนภาพไซโครเมตริก	70
4.25 แสดงแผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณรอบอาคาร 3 ช่วงเวลา	72
4.26 แสดงสภาพอากาศบริเวณที่มีพืชพรรณเปรียบเทียบกับบริเวณลานคอนกรีต	72
4.27 แสดงการเพิ่มปัจจัยของกระแสลมเพื่อขยายขอบเขตสภาพที่น่าสบายร่วมกับการ ใช้พืชพรรณ	72

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.28 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเครื่องวัดค่าการแผ่รังสีและเครื่องตรวจวัดความเร็วลม	76
4.29 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณด้านทิศเหนือ	77
4.30 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ บริเวณด้านทิศใต้	77
4.31 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ บริเวณด้านทิศตะวันออก	78
4.32 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ บริเวณด้านทิศตะวันตก	79
4.33 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิบริเวณรอบอาคารที่มีต้นไม้แต่ละชนิด	79
4.34 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์บริเวณรอบอาคารที่มีต้นไม้แต่ละชนิด	80
4.35 แสดงการวิเคราะห์สภาพอากาศเฉพาะที่บริเวณที่มีพืชพรรณต่างชนิดโดยใช้แผนภาพ ไซโครเมตริก	81
4.36 แสดงความสามารถในการป้องกันรังสีตรงและรังสีสะท้อนจากสิ่งแวดล้อมของพืชพรรณ	82
4.37 แสดงลักษณะการส่งเสริมและขัดขวางการพัดพาของกระแสลมและบริเวณที่มีความร้อน สะสมได้รวมเงา.....	83
4.38 แสดงการเพิ่มปัจจัยของกระแสลมเพื่อขยายขอบเขตความสบายร่วมกับการใช้พืชพรรณ	83
5.1 แสดงระยะห่างระหว่างพุ่มใบและผนังอาคารที่เหมาะสม	88
5.2 แผนภูมิแท่งแสดงการลดค่าการแผ่รังสีภายใต้ร่มเงาต้นไม้ในช่วงเวลาวิกฤต	89
5.3 แสดงการเพิ่มปัจจัยของกระแสลมเพื่อขยายขอบเขตความสบายร่วมกับการใช้พืชพรรณ	90
5.4 แสดงผลที่เทียบเท่ากันของสภาพอากาศเฉพาะที่ได้ร่มเงาระหว่างต้นไม้และผนังอาคาร	92
5.5 แสดงลักษณะพุ่มใบของไม้ยืนต้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกบนพื้นที่ขนาดเล็กที่รอบอาคาร	94

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาของปัญหาและความสำคัญของการทำวิจัย

การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมส่งผลกระทบต่อสถานะน้ำสลายทางอุณหภูมิของผู้ใช้อาคารทั้งภายในและภายนอก ตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการเพิ่มของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมมีอยู่หลายสาเหตุ แต่ปัจจัยหนึ่งคือสภาพอากาศจุลภาคหรือสภาพอากาศเฉพาะที่ซึ่งได้รับอิทธิพลจากสภาพอากาศมหภาคหรือภูมิอากาศโลก กล่าวคือ เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศจุลภาคจะส่งผลกระทบต่อสภาพอากาศโลก ผลจากสภาพอากาศของโลกที่เปลี่ยนไปส่งผลย้อนกลับที่รุนแรงขึ้นต่อสภาพอากาศจุลภาค เกิดผลกระทบแบบลูกโซ่ต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิต แนวทางการแก้ปัญหาจากสภาพอากาศในเบื้องต้นโดยใช้พืชพรรณ ซึ่งมีคุณสมบัติในการคือการปรับปรุงสภาพอากาศเฉพาะที่ได้ย่อมมีประสิทธิภาพจะส่งผลดีต่อสภาพอากาศรวมและสภาพอากาศโลก ช่วยลดอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม สร้างสถานะน้ำสลายให้กับผู้ใช้อาคารทั้งภายในและภายนอก ท้ายสุดส่งผลในด้านการลดพลังงานเพื่อการปรับอากาศในอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศโลกที่พอจะสรุปได้ในปัจจุบันเกิดจากเหตุ 2 ประการ คือ 1) การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ และ 2) เกิดจากการกระทำของมนุษย์ มีทฤษฎีที่กล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมมากมาย จากทฤษฎีของ Milankovitch กล่าวว่าสภาพอากาศโลกเปลี่ยนแปลงเนื่องจาก การเปลี่ยนรูปร่างวงโคจรของโลกและการเปลี่ยนมุมของแกนโลก เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวต้องใช้เวลานานอย่างน้อย 11,000-100,000 ปี แต่จากการวิจัยของ IPCC (International Panel Climate Change) ชี้ชัดว่า การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศโลกที่เกิดขึ้นในรอบกึ่งศตวรรษที่ผ่านมาเกิดจากการกระทำของมนุษย์เป็นสำคัญ³⁸ ส่งผลกระทบต่อสภาพอากาศโลกและมีผลสะท้อนกลับสู่สภาพอากาศจุลภาคอันส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมคือ การลดลงของพื้นที่สีเขียวและการเพิ่มขึ้นของพื้นผิวลาดแข็ง ซึ่งมีต้นเหตุจากความต้องการที่อยู่อาศัยของประชากรมนุษย์ที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เกิดการขยายตัวชุมชนเมือง เปลี่ยนพื้นผิวดินและบริเวณที่มีพืชพรรณเป็นอาคารบ้านเรือน เปลี่ยนแปลงรูปแบบอาคารจากบ้านเรือนเดี่ยวเป็นกลุ่มชุมชนขนาดใหญ่และอาคารสูง เกิดการสะสมความร้อนในกลุ่มอาคาร รวมถึงปัจจัยความร้อนที่เกิดจากขบวนการพาหะ การใช้เครื่องจักร โรงงาน อุตสาหกรรม เป็นต้น ก่อให้เกิดปัญหาการสะสมความร้อนในเขตเมืองมากกว่าชนบท (Heat Urban Island) นอกจากนี้ ในเขตเมืองมีอัตราการสะสมของมลภาวะ ฝุ่นละออง คิวโนนที่เกิดจากเผาไหม้ของน้ำมันและถ่านหิน เป็นต้น ทำให้บรรยากาศเหนือเขตเมืองเต็มไปด้วยมลภาวะ

มากกว่าเขตชนบท ก่อให้เกิดสภาวะเรือนกระจก เป็นสาเหตุของการสกัดกั้นการสะท้อนกลับของรังสีคลื่นยาวจากพื้นโลกกลับสู่อวกาศ ส่งผลให้รังสีความร้อนไม่สามารถระบายออกสู่อวกาศได้นอกจากนี้มลภาวะดังกล่าวยังเป็นตัวแปรสำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหาภาวะที่ขึ้นบรรยากาศ ลดความสามารถในการสกัดกั้นรังสีดวงอาทิตย์จากนอกอวกาศ โลกจึงได้รับปริมาณรังสีเพิ่มมากขึ้น ก่อให้เกิดการสะสมความร้อนในเขตเมืองมากยิ่งขึ้น

ปัจจุบันการแก้ปัญหาความร้อน โดยการใช้เทคโนโลยีการปรับอากาศ ซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ตามที่ต้องการในเวลาอันรวดเร็ว แต่การใช้เครื่องปรับอากาศกลับเป็นการเพิ่มปัจจัยความร้อนให้กับสิ่งแวดล้อม อันเนื่องมาจากการระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศนั่นเอง ส่งผลสะท้อนกลับต่ออัตราความร้อนที่เพิ่มขึ้นในอาคารบ้านเรือน เป็นภาระให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักยิ่งขึ้น ท้ายสุดก่อให้เกิดปัญหาการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นอย่างมหาศาล ปัจจุบันมีการวิจัยเพื่อหาวิธีบรรเทาความรุนแรงของสภาพอากาศในเขตเมืองในหลายประเทศ โดยการใช้พืชพรรณ พบว่า พืชพรรณมีประสิทธิภาพในการสกัดกั้นรังสีดวงอาทิตย์ได้ดี สามารถควบคุมไม่ให้อุณหภูมิอากาศเพิ่มขึ้นและลดลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังช่วยลดมลภาวะทางอากาศได้เป็นอย่างดี พื้นที่ที่ปกคลุมด้วยพืชพรรณจึงแสดงลักษณะของเกาะแห่งความเย็น (Cool Island) ส่งผลต่อบริเวณนั้น ๆ และบริเวณพื้นที่โดยรอบ เมื่อเพิ่มปริมาณพืชจะส่งผลต่อเนื่องในการลดความร้อนให้กับสภาพอากาศเฉพาะที่ สภาพอากาศมหภาคและสภาพอากาศโลกต่อไป

ในเขตร้อนชื้นอย่างประเทศไทย การใช้พืชพรรณในการควบคุมปริมาณรังสีดวงอาทิตย์โดยใช้ไม้ยืนต้นมีประโยชน์ในด้านการควบคุมสภาพอากาศเฉพาะที่ร่วมกับกระบวนการคายน้ำ ส่งผลให้อุณหภูมิได้ร่มไม้ลดลงและค่าความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มสูงขึ้น การนำพืชพรรณไปใช้ประกอบอาคารจึงมีความจำเป็นที่ต้องศึกษาถึงข้อได้เปรียบเสียเปรียบ ของการนำพืชพรรณแต่ละชนิดไปใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์อย่างแท้จริง เพื่อการลดการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศโดยไม่เพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ให้กับสภาพแวดล้อมรอบอาคาร จากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า พืชพรรณมีประสิทธิภาพในการปรับปรุงสภาพอากาศเฉพาะที่ได้เมื่อใช้ให้เหมาะสมและมีปริมาณมากพอ กล่าวคือ หากต้องการผลในการปรับสภาพอากาศของพืชพรรณมากควรมีพื้นที่สำหรับปลูกพืชพรรณที่กว้างพอ แต่ปัจจุบัน เนื่องจากที่ดินมีราคาสูงขึ้นอาคารประเภทบ้านพักอาศัยในเขตชุมชนจึงมีลักษณะเปลี่ยนไป มีการสร้างบ้านชิดติดกันบนพื้นที่ขนาดเล็ก ทำให้พื้นที่ว่างเพื่อปลูกพืชรอบอาคารลดลงตามไปด้วย

การวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาสภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคารที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกันที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่าง ต้นไม้-ดวงอาทิตย์-สภาพแวดล้อมรอบอาคารและหาแนวทางในการเลือกใช้พืชพรรณที่เหมาะสม ในการลดความรุนแรงของสภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคารประเภทหมู่บ้านเดี่ยวที่อยู่บนพื้นที่จำกัด โดยใช้คุณสมบัติของการลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ได้ร่วมเงา ในการลดพลังงานความร้อนที่จะสะสมในเนื้อวัสดุรอบอาคารที่เกิดจากการรับรังสี ซึ่งช่วยลดปัจจัยความร้อนที่เพิ่มขึ้นในสภาพแวดล้อม อันจะส่งผลกระทบต่อการถ่ายเทความร้อนให้กับ

อาคารพักอาศัย ร่วมกับกระบวนการคายน้ำของพืชพรรณ การดำเนินการวิจัยโดยการเก็บข้อมูลจากกรณีศึกษาบนพื้นที่จริง ซึ่งมีลักษณะสภาพแวดล้อมรอบอาคารที่มีพืชพรรณต่างชนิดกัน โดยเก็บค่าตัวแปรของอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ และความเร็วลม เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการทำนายผลการลดอุณหภูมิความร้อนให้กับสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้เกิดการลดอุณหภูมิในระดับหมู่บ้าน ระดับเมือง และในระดับสูงต่อไป สิ่งที่ได้คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้ นอกจากการสร้างสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิให้กับผู้อยู่อาศัย และบริเวณสิ่งแวดล้อมรอบอาคารพักอาศัยแล้ว ยังส่งเสริมให้เกิดการประหยัดพลังงานเพื่อการปรับอากาศในระดับล่างขยายผลสู่ระดับสูงต่อไป

1.2 สมมติฐานการวิจัย

1. ประสิทธิภาพในการปรับปรุงสภาพอากาศเฉพาะที่บริเวณรอบอาคารของพืชพรรณ อาจเกิดจากปัจจัยด้านลักษณะทางกายภาพของพืชพรรณ เช่น ความสูง ขนาดพุ่ม ความหนาแน่นพุ่มใบ เป็นต้น และปัจจัยอื่น ๆ ได้แก่ ชนิด (Species) ขนาดร่มเงา (Spread) จำนวน (Quantity) ระยะห่าง (Distance) ระหว่างร่มเงากับอาคาร ตำแหน่ง (Position) หรือทิศทาง (Direction) ของพืชพรรณ

2. ลักษณะทางกายภาพของสิ่งแวดล้อมบริเวณรอบอาคาร อาจเป็นปัจจัยสำคัญของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคาร และอาจเป็นตัวแปรสำคัญที่เพิ่มความรุนแรงของสภาพอากาศเฉพาะที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์

1.3 วิธีดำเนินการวิจัย

1. การออกแบบการวิจัยและวิธีการเก็บข้อมูล

เป็นงานวิจัยประยุกต์ (Applied Research) เชิงปริมาณ (Quantitative Research) ในการวิจัยเป็นการตรวจวัดองค์ประกอบทางสภาพอากาศจากสถานที่จริงที่มีสภาพแวดล้อมตามที่ได้ตั้งไว้

2. ขั้นตอนการศึกษาการวิจัย

2.1 การสำรวจและศึกษาปัญหาเบื้องต้น

- ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เปรียบเทียบกับกรณีศึกษา
- วิเคราะห์สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจากสภาพแวดล้อมจริงของกรณีศึกษา
- ศึกษาทฤษฎีและแนวทางในการดำเนินการวิจัย

2.2 การวางแผนการดำเนินงานวิจัย

- กำหนดสมมติฐานในการวิจัย กำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการวิจัย
- กำหนดวิธีทดสอบเพื่อสรุปผล

3. ขั้นตอนการทดลอง

ทำการทดลองเพื่อทดสอบตามสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ โดยศึกษาตัวแปรของสภาพอากาศ เฉพาะที่ที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมแตกต่างกัน บันทึกผลและเปรียบเทียบเพื่อหาข้อสรุป ตัวแปรสภาพอากาศที่ทำการบันทึกได้แก่

- ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Radiation)
- อุณหภูมิอากาศ (Air Temperature)
- ค่าความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)
- ความเร็วลมได้พุ่มใบและนอกพุ่มใบ (Wind Velocity)

4. การสรุปผลการทดลอง

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ เปรียบเทียบ หาข้อสรุป ให้ข้อสังเกตและเสนอแนะเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการนำผลที่ได้ไปใช้ในออกแบบและการวิจัยในลำดับต่อไป

1.4 ขอบเขตและข้อจำกัดของการวิจัย

1. ระยะเวลาในการวิจัย เก็บข้อมูลในช่วงวันที่ 14 พฤษภาคม ถึง 31 พฤษภาคม พ.ศ. 2547 โดยเก็บข้อมูลแต่ละชุดข้อมูลเป็นเวลา 2 วัน เนื่องจากเวลาที่จำกัดไม่สามารถทำการเก็บข้อมูลในช่วงเวลานานได้

2. สถานที่ เก็บข้อมูลจากบ้านกรณีศึกษา หมู่บ้านรุ่งอรุณ 1 เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ เพื่อต้องการให้แต่ละกรณีศึกษาอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด และต้องการลดตัวแปรที่อาจเกี่ยวข้องอื่น ๆ ที่จะส่งผลต่อการทดลองในแต่ละกรณีศึกษา

3. ชนิดของพืชพรรณ พืชพรรณที่ใช้ในการวิจัยนี้มี 5 ชนิด ได้แก่ มะขามเทศ มะม่วงหิมพานต์ กัลย และมะยม เนื่องจากจากเป็นพืชพรรณที่นิยมปลูกมากที่สุด และมีจำนวนชุดข้อมูลที่เพียงพอที่จะเปรียบเทียบได้ในกลุ่มบ้านกรณีศึกษา

4. อุปกรณ์ เนื่องจากอุปกรณ์เก็บข้อมูลมีจำนวนจำกัด ในบางชุดการทดลองจึงมีการแบ่งชุดข้อมูลเป็น 2 ส่วน การวิเคราะห์จะทำการเลือกข้อมูลโดยอ้างอิงค่าการแผ่รังสีที่ใกล้เคียงกัน และอยู่ในช่วงวันที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด เพราะป้องกันความคลาดเคลื่อนของข้อมูล

5. กรณีศึกษา ตัวอย่างกรณีศึกษาที่เป็นไปตามชุดของการทดลองที่ตั้งไว้มีข้อจำกัด เช่น ชนิดพืชพรรณ ขนาด จำนวนพืชพรรณ และสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ซึ่งสภาพแวดล้อมจริงไม่สามารถควบคุมตัวแปรได้ครบทุกกรณี เช่น ปัจจัยของกระแสลมธรรมชาติ การพาความร้อนเนื่องจากกระแสลม ระยะห่างจากต้นไม้ถึงอาคาร ลักษณะทางกายภาพของพืชพรรณ (ความหนาแน่นใบ ความสูง) และเนื่องจากกรณีศึกษาที่มีลักษณะใกล้เคียงกันมีจำกัดในบางการทดลองจึงไม่สามารถเปรียบเทียบได้ครบทุกกรณี

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อให้เข้าใจพฤติกรรมสภาพอากาศเฉพาะที่ ที่เกิดจากอิทธิพลของความสัมพันธ์ระหว่าง ต้นไม้ ควางอาทิตย์และสภาพแวดล้อมรอบอาคาร
2. เข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่าง พืชพรรณ-ควางอาทิตย์-สภาพแวดล้อมรอบอาคาร ได้ดียิ่งขึ้น เป็นแนวทางในการเลือกชนิดพืชพรรณที่เหมาะสมในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ กัน
3. หาแนวทางในการเลือกใช้พืชพรรณที่เหมาะสม สำหรับพื้นที่รอบอาคารพักอาศัยที่มีขนาดเล็ก เพื่อช่วยควบคุมอุณหภูมิอากาศเฉพาะที่และความชื้นอันเป็นตัวแปรหลักที่สร้างความไม่สบาย (Discomfort) ให้กับผู้ใช้งานทั้งภายในและภายนอกอาคาร
4. เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ในการออกแบบการจัดภูมิสถาปัตยกรรม สำหรับบริเวณรอบอาคารที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อการปรับปรุงสภาพแวดล้อมในขอบเขตที่กว้างขึ้น ก่อให้เกิดประโยชน์ในการออกแบบสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับ ชุมชนอยู่อาศัย
5. ผลที่ได้จากการลดความรุนแรงของสภาพแวดล้อมจะช่วยลดพลังงานการใช้เครื่องปรับอากาศให้กับอาคาร ส่งผลในภาพรวมให้เกิดการประหยัดพลังงาน

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

[1] VU THANH CA et al. “ ทำการศึกษาผลกระทบของสวนสาธารณะในเขตเมืองซึ่งได้รับผลจากสภาวะความร้อนของสิ่งแวดล้อมของบริเวณโดยรอบของเมือง Tama new town ประเทศญี่ปุ่น เพื่อหาความเป็นไปได้ในการใช้สวนสาธารณะ เพื่อลดการใช้พลังงานการใช้เครื่องปรับอากาศ ทำการเก็บข้อมูลจากสภาพอากาศในท้องที่โดยแบ่งกลุ่มการเก็บข้อมูลเป็น 6 สถานีตลอด 24 ชั่วโมงแบ่งโซนข้อมูลเป็นเขตใหญ่ ๆ ได้แก่ บริเวณโดยรอบสวนสาธารณะ ใจกลางสวนสาธารณะ บริเวณถนนโดยรอบภายในสวนสาธารณะ ถนนโดยรอบภายในตัวเมือง ตัวแปรที่ทำการศึกษา ประกอบ ด้วย Air temperature, Relative Humidity, Wind direction and Velocity, Temperature of the sunlit and shade ground surface, tree foliage, grass surfaces, Relative Humidity atmospheric pressure, downward longwave radiation, Albedo, Net radiation, Solar radiation, Ground temperature at surface 5 and 10 cm. Depth, และ Water temperature in the nearby pond.

บทสรุป (Conclusion)

ทำการเก็บข้อมูลในฤดูร้อนบนพื้นที่สวนสาธารณะขนาด 0.6 km² จากการสำรวจชี้ชัดว่าพืชพรรณมีผลในการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศในตัวเมืองอย่างมีนัยสำคัญ ตอนกลางวันอุณหภูมิผิวพื้นหญ้าในสวนสาธารณะอยู่ที่ 40.3 องศาเซลเซียส ซึ่งต่ำกว่าผิว Asphalt 19 องศาเซลเซียส และต่ำกว่าผิวคอนกรีตบริเวณที่จอดรถ 15 องศาเซลเซียส และเมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ระดับ 1.20 เมตร ระหว่างพื้นผิวหญ้ากับพื้นผิวคอนกรีตพบว่าอุณหภูมิต่ำกว่า 2 องศาเซลเซียส หลังจากดวงอาทิตย์ตกดินอุณหภูมิมิวนิวมีบริเวณผิวหญ้าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ ภายในสวนสาธารณะกลายเป็นเกาะแห่งความเย็น (Cool Island) ในขณะที่อุณหภูมิผิวแอสฟัลท์ (Asphalt) และคอนกรีต ยังคงสูงกว่าอุณหภูมิอากาศแม้ในตอนดึกแล้วก็ตาม พบว่าเมื่อได้รับอิทธิพลของลมแรงจากทางทิศใต้ในตอนกลางวัน อากาศเย็นจากสวนสาธารณะเคลื่อนที่สู่บริเวณเมืองช่วยลดความรุนแรงของความร้อนช่วยลดอุณหภูมิอากาศในบริเวณที่มีธุรกิจคับคั่ง (Busy commercial) ในรัศมี 1 กิโลเมตรได้ 1.5 องศาเซลเซียส ซึ่งนำไปสู่การลดค่าพลังงานในการใช้เครื่องปรับอากาศได้ ลดการทำความร้อนถึง 4000 kW หรือคิดเป็น \$ 650 ต่อชั่วโมงในช่วง 13.00 – 14.00 น. ของวันในฤดูร้อน

[2] G.A.C. CANTURIA²⁸ ทำการวิจัยเบื้องต้นเพื่อศึกษาศักยภาพของการลดความร้อนด้วยระบบธรรมชาติ (Passive) ของคันทันมะม่วง มุ่งเน้นเรื่องการให้ร่มเงาและการคายน้ำ (Shading

and Evapotranspiration) โดยเก็บข้อมูล 4 จุดทดลอง ในฤดูร้อนและฤดูฝนในเขตเมือง Brasilia ประเทศ Brazil ตัวแปรที่ทำการตรวจวัดได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น โดยใช้เครื่องบันทึกข้อมูล (Data logger) แบ่งชุดการทดลอง 4 แบบประกอบด้วย

- Vertical Variation ทำการเก็บข้อมูลระดับต่าง ๆ กัน ที่ระดับความสูง 1.50 เมตรและ 3.00 เมตรตามลำดับ
- Horizontal Variation ทำการเก็บข้อมูลจากกึ่งกลางต้น 1.50 เมตร และ 5.00 เมตร
- Tree canopy Maturity ทดสอบค่าจากต้นไม้ที่มีขนาดต่าง ๆ กัน
- Tree spices ทดสอบผลที่ได้จากต้นไม้ต่างชนิดกัน 3 ชนิด

ผลจากการเก็บข้อมูล (Result)

- การวัดค่าในแกนตั้ง (Vertical Measurements) ที่ระดับความสูงกึ่งกลางลำต้นมีอุณหภูมิต่ำที่สุดในช่วง Peak ของวัน ที่ระดับ 3.00 เมตรวัดอุณหภูมิได้ 31.5 องศาเซลเซียส และที่ระดับ 1.50 เมตรวัดอุณหภูมิได้ 32.5 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่ายิ่งใกล้พุ่มใบยิ่งได้รับการป้องกันรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้มาก และได้รับผลของความเย็นจากการคายน้ำ และร่มเงามากยิ่งขึ้น

- การวัดค่าในแกนนอน (Horizontal Measurements) ทำการเก็บข้อมูล 3 จุดที่ระยะกึ่งกลาง, 3.00, และ 5.00 เมตรจากกึ่งกลางลำต้น พบว่ายิ่งใกล้กึ่งกลางลำต้นยิ่งมีอุณหภูมิต่ำ ซึ่งวัดค่าได้ 31.0, 33.0, 33.0 ตามลำดับ ในช่วงเวลา 15.00 น. ที่ระยะ 5.00 เมตรวัดอุณหภูมิสูงถึง 34.0 องศาเซลเซียส และวัดค่าสูงสุดวัดได้ 35.0 องศาเซลเซียส

- ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) มีค่าแตกต่างกันที่ระยะห่างต่าง ๆ กัน คือยิ่งใกล้ลำต้นยิ่งมีความชื้นสูง วัดจากกึ่งกลางต้นห่างออกไป 3.00 และ 5.00 เมตรวัดค่าได้ 17% 16% และ 14% ตามลำดับ ที่ระยะ 5.00 เมตร วัดค่าต่ำสุดได้ประมาณ 12%

- ผลจากต้นไม้ที่มีขนาดต่างกัน (Tree Canopy Maturity Studies) ทำการวัดค่าความแตกต่างของอุณหภูมิและความชื้น ระหว่างต้นไม้อายุต่าง ๆ กัน โดยใช้ต้นที่มีความสูง 10 ม. 8 ม. และ 6 ม. พบว่าอุณหภูมิมิบริเวณต้น 10 ม. ต่ำกว่า 8.0 ม. และ 6.0 เมตร ตามลำดับ

- พืชพรรณที่ต่างกัน (Difference spices) ทำการวัดค่า อุณหภูมิและความชื้นภายใต้ร่มของต้นไม้ 3 ชนิดที่มีขนาดและความสูงใกล้เคียงกัน ที่ระดับ 1.50 เมตร พบว่าอุณหภูมิและความชื้นแปรผันตามความหนาแน่น (Density) และ ขนาดพุ่ม ต้นที่มีความหนาแน่นของใบมากที่สุดให้ค่าอุณหภูมิต่ำที่สุดแต่ให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเรียงตามลำดับ

บทสรุป (Result & Conclusion) ร่มเงาของต้นไม้ให้ผลเลิศในด้าน การควบคุมสภาพอากาศเฉพาะที่ เมื่ออยู่ใกล้เหมือนใช้เครื่องปรับอากาศ จากการทดสอบเห็นได้ชัดว่า สักยภาพการลดอุณหภูมิของต้นไม้แตกต่างกันขึ้นอยู่กับ ชนิดของพืชพรรณ ขนาดพุ่ม ความโปร่งทึบของพุ่มใบ

[3] G.A.C. CANTURIA²⁷ ได้ทำการวิจัยเรื่องผลกระทบของต้นไม้ที่มีต่อสภาพอากาศเฉพาะที่ (Microclimate) โดยใช้ต้นไม้มะม่วง ในพื้นที่ชานเมืองของ Brasilia (เมือง Brazlandia) ประเทศ Brazil ซึ่งมีสภาพอากาศแบบร้อนแห้ง (มี 2 ฤดูกาล/ 6 เดือน) โดยเก็บข้อมูลเปรียบเทียบทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน จุดประสงค์เพื่อหาอิทธิพลของการใช้พืชพรรณที่มีผลกระทบต่อความสบายของภูมิอากาศภายนอกอาคาร (Comfortable Outdoor microclimate) วิธีดำเนินการวิจัย โดยเปรียบเทียบกรณีศึกษา 3 แห่งที่มีการจัดวางอาคารเหมือนกัน และมีขนาดเท่ากัน โดยมุ่งประเด็นความต่างของ 1. สนามหญ้า 2. สนามหญ้ากับที่มีต้นไม้มะม่วง 1 ต้น 3. สนามที่มีต้นไม้มะม่วงหลายต้น เก็บข้อมูลเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน

ตัวแปรที่ทำการเก็บข้อมูลได้แก่ อุณหภูมิและความชื้น โดยใช้ Datalogger ติดตั้งตัวเก็บข้อมูลที่ระดับความสูง 1.50 เมตรติดตั้งตัวเก็บอุณหภูมิและความชื้น เป็น 3 จุด 1. ติดตั้งไว้ใต้ร่มเงาของต้นไม้มะม่วง 2. ติดตั้งท่ามกลางกลุ่มต้นไม้ 3. ติดตั้งไว้ในสนามที่ว่างเปล่า ที่ระยะห่างจากบ้านเท่ากันทั้ง 3 กรณี โดยป้องกันตัว Sensor จากการแผ่รังสีความร้อนตรงจากแสงอาทิตย์และป้องกันฝนโดยใช้ Perforated polyurethane case

ผลการทดสอบ (Result)

1. ผลทดสอบในฤดูร้อน (Hot-dry investigation)

ผลด้านอุณหภูมิ (Temperature Result) อุณหภูมิของจุด 1 และ 2 มีอุณหภูมิใกล้เคียงกันต่างกัน 1-2 องศาเซลเซียส ต้นมะม่วงต้นเดี่ยวและหลายต้นให้ผลด้านการปรับสภาพอากาศเฉพาะที่ใกล้เคียงกัน ผลด้านความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) พบว่าบริเวณที่มีต้นไม้มะม่วง 1 ต้นมีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าบริเวณสนามหญ้าโล่ง และที่มีต้นไม้มะม่วงหลายต้นมีความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด ในช่วงร้อนสุดของวันจุดที่ไม่มีต้นไม้มะม่วงมีความชื้นสัมพัทธ์ 10% ในขณะที่บริเวณที่มีต้นไม้มะม่วงต้นเดี่ยวมีความชื้นสัมพัทธ์ 18%

2. ผลการเก็บข้อมูลในฤดูฝน (Hot-Humid investigation)

ผลด้านอุณหภูมิ (Temperature Result) ทำการเก็บข้อมูลในเดือนมกราคม พบว่า บริเวณที่มีต้นไม้มะม่วงต้นเดียวกับที่มีต้นไม้มะม่วงหลายต้นมีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน และมีอุณหภูมิแตกต่างกันกับบริเวณที่ไม่มีต้นไม้มะม่วงถึง 10 องศาเซลเซียส ผลด้านความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) ค่าความต่างของความชื้นของบริเวณที่ไม่มีต้นไม้ ในช่วงวิกฤต บริเวณที่ไม่มีต้นไม้อ่านค่าได้ 2-10% ในขณะที่บริเวณที่มีต้นไม้มะม่วงต้นเดี่ยวอ่านค่าได้ 30% ในขณะที่บริเวณที่มีต้นไม้มะม่วงหลายต้นอ่านค่าได้ 60% กล่าวคือยังมีต้นไม้ไม่มากยังมีความชื้นสูง

บทสรุป (Result & Conclusion) ผลจากการเก็บข้อมูลในฤดูร้อน ชี้ให้เห็นว่าความต่างอุณหภูมิไม่ได้มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่สีเขียว ความสบายภายนอกอาคารของเมือง Brazlandia สามารถบรรลุโดยใช้ต้นไม้มะม่วงเพียงต้นเดี่ยวเทียบเท่ากับการใช้ต้นไม้มะม่วงหลายต้น แต่

ในฤดูฝนมีค่าความแตกต่างของอุณหภูมิและความชื้นของบริเวณที่ไม่มีต้นไม้และมีต้นไม้ต่างกัน
อย่างเห็นได้ชัด กล่าวคือ ยังมีต้นไม้มากยังมีอุณหภูมิต่ำและมีความชื้นสูง

ชนิดและขนาดของร่มเงามีผลต่อการป้องกันรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ ซึ่งลักษณะ
พุ่มโปร่งสามารถสกัดกันได้ 60-80% ส่วนต้นไม้ที่ใบทึบสามารถป้องกันได้ถึง 98% ต้นไม้ดูดกลืน
รังสีแสงอาทิตย์มากแต่สะท้อนได้น้อย (10-25%) เพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสง ในกระบวนการมี
การคายน้ำซึ่งมีผลในการลดอุณหภูมิให้กับบรรยากาศ

การวิจัยนี้แสดงแนวความคิด 2 ข้อในเรื่องของพืชพรรณ โดยกล่าวถึงเรื่อง ร่มเงา
(Shading) และ การคายน้ำของต้นไม้ (Evapotranspiration) ในการลดอุณหภูมิอากาศและป้องกัน
อุณหภูมิอากาศในเวลากลางวันไม่ได้ลดต่ำลงมาก เห็นได้ชัดว่าต้นไม้มีศักยภาพในการทำให้เกิด
สภาพที่น่าสบาย (Comfort) ให้กับสภาพอากาศเฉพาะที่ได้แม้ในสภาพอากาศแบบร้อนแห้งอย่าง
Brasilia

[4] DULCE MARQUES DE ALMEIDA³⁶ ทำการศึกษาอิทธิพลของผิวน้ำที่มีผลต่อ
สภาพแวดล้อมในเขตตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ Portugal โดยการใช้ต้นไม้และผิวน้ำเป็น
ส่วนสำคัญในการควบคุมสภาพอากาศจุลภาคภายนอกอาคาร มีจุดประสงค์หลักเพื่อหากกลยุทธ์ใน
การขยายขอบเขตสภาพน่าสบายภายนอกอาคาร โดยใช้น้ำพุและหาที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับผู้สัญจร
เดินเท้า ซึ่งเขตนี้มีฤดูหนาว 9 เดือน ฤดูร้อน 3 เดือน (ร้อนจัด) อุณหภูมิอยู่ที่ -5 ถึง 40 องศา
เซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำถึง 20% ซึ่งอยู่ห่างจากเขตความสบายมาก สภาพอากาศในเขตนี้การใช้
ต้นไม้และน้ำ มีความสำคัญต่อการควบคุมสภาพอากาศจุลภาคของภายนอกอาคารในเขตเมือง
(Outdoor urban microclimate) ได้เป็นอย่างดีสำหรับคนเดินเท้าเมื่อต้นไม้และน้ำตั้งอยู่ในตำแหน่ง
ที่เหมาะสม

ซึ่งการวิจัยนี้เป็นการศึกษาอิทธิพลของน้ำพุในพลาซ่าของเมือง Braganca ที่มีขนาด
55x75 เมตรขนาดด้วยไม้ใหญ่ตลอดแนว ด้านยาวหันไปทางทิศเหนือ พื้นที่กึ่งหนึ่งถูกแดดตลอดทั้ง
วันและอีกกึ่งหนึ่งอยู่กลางแดดมีน้ำพุอยู่ปลายด้านทิศตะวันตกใกล้กับถนน ขั้นตอนการวิจัย ทำการ
เก็บ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ เก็บข้อมูลพร้อมกันโดยแบ่งเป็น 4 จุดรอบน้ำพุดังนี้ 1) ใกล้น้ำอยู่
ในร่มเงา 2) ใกล้น้ำอยู่กลางแดด 3) ห่างจากน้ำพุ 30 เมตรจากด้านที่มีร่มเงา 4) ห่างจากน้ำพุ 30
เมตรจากด้านที่โดนแสงแดด

บทสรุป (Result & Conclusion) จุดที่ใกล้น้ำพุ (1,2) มีอุณหภูมิใกล้เคียงกันมาก
แตกต่างกันสูงสุด 0.5 องศาเซลเซียส ในขณะที่จุด 3 และ 4 มีอุณหภูมิต่างกันเห็นได้ชัดคือ
ประมาณ 2 องศาเซลเซียสในตอนเช้า และ 3 องศาเซลเซียสในตอนเที่ยง และตอนบ่ายมีอุณหภูมิ
ใกล้เคียงกันมากความชื้นสัมพัทธ์แปรผันตามระยะทางห่างจากตัวน้ำพุแต่ค่าความต่างไม่เกิน 7%

[5] CAROLINA LOTUFO BUENO-BARTHOLOMEI et al.²⁴ ทำการศึกษาการใช้พืชพรรณในการควบคุมรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ เพื่อใช้สร้างความสบายภายนอกอาคารในเขตเมือง แบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ได้แก่ 1) การเก็บต้นไม้เดี่ยว และ 2) การเก็บข้อมูลจากสวนสาธารณะกลางชุมชน ในเมือง Campinas, Sao. Paulo

โดยทำการศึกษาแยกพืช 5 ชนิดในสวนสาธารณะ ขั้นตอนการทำวิจัยโดยการเก็บข้อมูลอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม และอุณหภูมิการแผ่รังสีทั้งกลางแดดและในร่ม และค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (Solar radiation) โดยทำการเปรียบเทียบค่าปริมาณรังสีที่ลดลงได้จากในร่มไม้กับที่รับรังสีตรงจากแสงอาทิตย์ เก็บค่าอุณหภูมิและปริมาณรังสีจากสวนสาธารณะ 3 แห่งที่มีลักษณะต่างต่างกันได้แก่ 1) บริเวณที่มีความหนาแน่นของต้นไม้และมีความแตกต่างของพืชพรรณ 2) บริเวณความหนาแน่นของต้นไม้ต่ำและมีพืชพรรณน้อย 3) บริเวณที่มีต้นไม้บางตาและมีพืชพรรณน้อยมาก วัดค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์โดยใช้ Tube Solarimeter (model TSL from DELTA-T devices) เครื่องบันทึกผล (Data logger), เครื่องวัดอุณหภูมิแผ่รังสี (Globe thermometer) 2 เครื่อง, และ Natural ventilation Psychrometer ทำการวัดอุณหภูมิสภาพอากาศ ในช่วงเดือน กพ.-พค. 1998 โดยเก็บข้อมูลแยกประเภทต้นไม้ในช่วงเดือน มีค.-เมย. และ เก็บข้อมูลจากสวนในเดือน สค. และ ตค. ซึ่งมีสภาพอากาศท้องฟ้าแจ่มใส มีเมฆบางส่วนถึงมีเมฆมาก ตัวเก็บข้อมูลอยู่ที่ระดับความสูง 1.30 เมตร โดยเก็บค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ทุกๆ 10 นาที ตั้งแต่ 7.10-17.30 น. และเก็บอุณหภูมิการแผ่รังสี (Globe temperature) ทั้งในร่มและกลางแดดตั้งแต่เวลา 07.15-17.15 น. เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบที่เกิดจากรังสีดวงอาทิตย์กับค่าในร่ม

บทสรุปผล (Result & Conclusion) ลักษณะทางกายภาพ (Characteristic), ชนิด (species), องค์ประกอบของต้นไม้ (Composition), ความหนาแน่นของใบ (densities of tree) ล้วนมีผลต่อ thermal performance และการลดลงของค่าการแผ่รังสี (radiation attenuation)

[6] LI SHASHUA-BAR et al.³⁴ ทำการศึกษาผลการลดความร้อนของการออกแบบถนนโดยใช้ต้นไม้และสวนขนาดเล็ก ซึ่งทำการทดสอบในฤดูร้อนเดือน กรกฎาคม-สิงหาคม ในเมือง Tel-Aviv จุดประสงค์หลักเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสภาพอากาศจุลภาค (Microclimate) โดยพื้นที่สีเขียว (green area) และอิทธิพลของพื้นที่สีเขียวที่มีต่อพื้นที่รอบข้าง เพื่อหาประสิทธิภาพสูงสุดของการลดความร้อนโดยพืชพรรณ โดยตั้งจุดเก็บข้อมูลสภาพอากาศ 714 จุด แบ่งเป็น 11 เขตที่มีลักษณะแตกต่างกันในด้านพืชพรรณ ขนาด รวมทั้งลักษณะของถนนดังนี้

สวนสาธารณะ	2 แห่ง
ถนนใหญ่	4 แห่ง
green square	1 แห่ง
courtyard	2 แห่ง

ถนน

2 แห่ง

ทำการเก็บข้อมูล อุณหภูมิอากาศ (Air temperature) ความชื้น (Humidity) ความเร็วลม (Wind Velocity) การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (Solar radiation) และอุณหภูมิแผ่รังสีของพื้นผิว (Surface radiant temperature) โดยทำการเปรียบเทียบค่าที่วัดได้ในที่ตั้งแต่จุดกับค่าที่วัดได้กับสภาพแวดล้อมใกล้เคียงที่ห่างออกไป 50-100 เมตร เป็นเวลาเฉลี่ย 3 วัน (วันเว้นวัน) เพื่อหาผลการทำความเข้าใจ เปรียบเทียบกับบริเวณที่มีลักษณะต่างออกไป โดยการวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยสมการถดถอยเชิงเส้น (Linear regression models)

บทสรุป (Result & Conclusion) ในขณะที่อุณหภูมิเฉลี่ยภายนอกพื้นที่การสำรวจมีค่าเฉลี่ย 32.7 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศภายในบริเวณที่มีต้นไม้ แปรเปลี่ยนถึง 70% เนื่องจากร่มเงาของต้นไม้ มีค่าเฉลี่ยของ cooling effect เท่ากับ 2.8 K มีค่าเฉลี่ยของผลการทำความเย็นน้อยที่สุดในบริเวณที่มีการจรรจกบั้งมีค่า 1.0 K ค่าเฉลี่ยสูงสุดในบริเวณที่มีสวนเท่ากับ 4.0 K พบว่ารูปทรงและลักษณะของต้นไม้ให้ผลไม่แตกต่างกันมากนักเมื่อทำการวัดภายใต้ร่มเงา ซึ่งมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันเพียง 0.5 K และวัดค่าแตกต่างสูงสุดได้ 3 K ในตอนกลางวัน ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการทำความเย็นได้แก่ 1) ปัจจัยจากสภาพแวดล้อมรอบข้าง (background effect) ซึ่งเป็นค่าเปรียบต่างกับจุดที่ทำการศึกษา ยิ่งสภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิสูงมากก็ยิ่งได้ผลจากการลดความร้อนมาก พบว่าใน Tel-Aviv มีค่า 2.8K 2) ปัจจัยจากร่มเงาของต้นไม้ (Tree shading coverage) ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลมากที่สุด ถึง 70% 3) ปัจจัยของลักษณะที่ตั้ง (Site specific effect) ให้ผลในระดับรองลงมา

[7] ISAAC A. MEIR³⁰ ทำการศึกษาลานกลางบ้าน (Courtyard) ที่มีขนาด 45x10 เมตร ปิดล้อมด้วยอาคารชั้นเดียวตั้งอยู่ใน Negev Lowlands ประเทศ Israel ที่มีภูมิอากาศแบบร้อนแห้ง ทำการทดสอบในฤดูร้อน เก็บข้อมูล 11 จุดบริเวณโดยรอบภายนอกอาคาร แต่ละจุดเก็บข้อมูลที่ระดับความสูง 3 ระดับ พบว่าอุณหภูมิอากาศระหว่างจุดในระดับเดียวกัน มีความแตกต่างถึง 2.5 – 4.5 องศาเซลเซียส และ 4.0 - 4.5 องศาเซลเซียสในตอนบ่าย ในตอนกลางคืนอุณหภูมิในบริเวณลานกลางบ้านต่ำกว่าถึงใกล้เคียงอุณหภูมิอากาศ ในขณะที่อุณหภูมิภายในอาคารบางหลังยังคงสูงกว่าอุณหภูมิอากาศ เนื่องจากอยู่ในเขตร้อนแห้ง มีข้อเสนอแนะให้ป้องกันความร้อนที่จะมากระทบกระแสนมในตอนกลางวันจึงควรให้บริเวณลานที่มีลักษณะปิดล้อม ความแตกต่างของอุณหภูมินี้สัมพันธ์กับระยะทางจากส่วนปิดล้อมของตัวอาคารถึงต้นไม้ ซึ่งช่วยหน่วง (Delay) ผลที่เกิดจากการรับรังสีจากดวงอาทิตย์ ในบริเวณลานกลางบ้านที่ปิดล้อม อุณหภูมิได้ร่มที่ต่ำกว่าและยังช่วยลดผลกระทบที่เกิดจากการพาความร้อนของลมเข้าสู่บริเวณลานได้ ท้ายสุดลานกลางบ้านยังช่วยป้องกันอุณหภูมิภายในบริเวณไม่ให้ลดต่ำลงมากในตอนกลางคืนได้อีกด้วย

[8] ARGIRO DIMOUDI et al.¹⁴ ทำการศึกษาพืชพรรณที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมในเมืองโดยใช้โปรแกรม CFD, PHOENICS มีวัตถุประสงค์หลักคือการศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อสภาพอากาศจุลภาค (Microclimate) และลักษณะที่เกิดกับสภาพแวดล้อม ในเขตเมืองที่มีลักษณะแตกต่างกัน โดยมุ่งประเด็นสู่ตัวแปรของพืชพรรณกับลักษณะพื้นผิว (Texture) ของเมือง เพื่อหาผลกระทบของการใช้พืชพรรณกับผลของอุณหภูมิในสภาพอากาศจุลภาค และผลในการลดรังสีความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยใช้ต้นไม้ รวมทั้งผลกระทบของต้นไม้เดิมกับการใช้พลังงานในอาคาร เช่น การทำความร้อน การทำความเย็น และพลังงานเพื่อแสงสว่างจากร่มเงาของต้นไม้ (Shading) การคายน้ำจากกระบวนการสังเคราะห์แสง (Evapotranspiration) สรุปผลการทดลองได้ดังนี้

- ขนาดของพื้นที่สีเขียว (Green area) เมื่อขยายขนาดของพื้นที่สีเขียวจะให้ผลในการลดอุณหภูมิอากาศ เมื่อขยายขนาดสวนสาธารณะเป็น 2 เท่าลดอุณหภูมิอากาศได้อีก 1K เมื่อขยายพื้นที่มากกว่า 3 เท่าช่วยลดอุณหภูมิอากาศได้ 1.5 K-3K

- ความหนาแน่นของผิวพื้นในเมือง (urban texture) เมื่อขยายขนาดสวนสาธารณะ ในบริเวณที่มีความหนาแน่นสูงจะช่วยลดอุณหภูมิอากาศได้ 1-2 K ให้ผลแตกต่างกันในบริเวณที่รับแดดและบริเวณที่ไคร่มเงา ซึ่งบริเวณที่ไคร่มเงาจะมีอุณหภูมิต่ำกว่า

- การจัดวางทิศทาง Orientation ทำการทดสอบเมื่อลมมาจากทิศ 45 องศา กับทิศ 0 องศา พบว่าที่ตั้งที่มีพัดทำมุม 45 องศาจะมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณที่ลมพัดมาจากทิศ 0 องศา 1-2 K เป็นไปได้ว่าบริเวณที่มีลมพัดทิศ 45 องศา ไม่ได้รับผลจากร่มเงาจากอาคารเหมือนทิศ 0 องศา แสดงว่าผลของร่มเงามีผลต่อการลดอุณหภูมิอากาศร่วมกับทิศทางลม

- ความต่างของพืชพรรณ เมื่อเปลี่ยนชนิดของต้นไม้ซึ่งมีลักษณะของ อัตราการคายน้ำ (Evapotranspiration) ต่างกันให้ผลใกล้เคียงกัน (0.5K)

- ความเร็วลมต่างกัน เมื่อเพิ่มความเร็วลมจาก 1.0 เป็น 1.5 เมตรต่อวินาทีพบว่า ผลของพืชพรรณให้ผลน้อยลง อุณหภูมิแผ่รังสีมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิที่มากับลม

- ผลจากระยะทาง ระยะห่างมีผลต่อการทำความเย็นของพื้นที่สีเขียว โดยเฉพาะบริเวณใต้ลมได้รับผลดีกว่า เนื่องจากการพัดพาความเย็นจากพื้นที่สีเขียว

บทสรุป (Result & Conclusion) พืชพรรณมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิสภาพแวดล้อม (Thermal Microclimate) โดยเฉพาะบริเวณที่อยู่ถัดไปทางใต้ของลม อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศจะลดลง 1 K เมื่อพื้นที่สีเขียวเพิ่มขึ้น 100 m² และอุณหภูมิของพื้นที่ถนนส่งผลต่ออาคารใกล้เคียง มีการคำนวณสัดส่วนของพื้นที่สีเขียวต่อพื้นที่รวมอาคารเพื่อเปรียบเทียบผลพบว่า เมื่อเพิ่มอัตราส่วนพื้นที่สีเขียวอีก 10% จะส่งผลให้อุณหภูมิการแผ่รังสีของอากาศลดลง 0.8 K

[9] ประวีรธร อมรพงศ์⁴ ทำการศึกษาการปรับสภาพแวดล้อมรอบอาคารด้วยวัสดุพืชพรรณธรรมชาติเพื่อสร้างสภาวะน่าสบาย ทำการเก็บข้อมูลสภาพอากาศภายใต้ตัวแปรของพืช

พรรณธรรมชาติ ประกอบด้วยข้อมูล อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม การแผ่รังสีดวงอาทิตย์และการแผ่รังสีกลับของพื้นผิววัสดุ โดยตั้งสมมติฐานการวิจัยที่ตัวแปรของพืชพรรณกับประสิทธิภาพของการลดอุณหภูมิ และการเพิ่มความชื้นให้กับสภาพแวดล้อมเฉพาะที่ โดยทำการเก็บข้อมูลแยกประเภทต้นไม้ ขนาด ลักษณะพุ่ม การจัดรวมกลุ่ม การปลูกเว้นระยะ และลักษณะภูมิสถาปัตยกรรมต่าง ๆ

บทสรุป(Result and Conclusion)

1. อุณหภูมิและปริมาณรังสีได้ร่วมนามีค่าต่ำกว่า วัตต์ค่ารังสีดวงอาทิตย์ได้ร่วมน่าได้ 20-100 W/m² ซึ่งมีค่าค่อนข้างคงที่เมื่อเทียบกับกลางแจ้งมีค่าในช่วง 95-840 W/m² ขึ้นอยู่กับตัวแปรของทรงพุ่ม ความหนาแน่นของกลุ่มใบและขอบเขตร่มเงา ทรงพุ่มให้ผลต่อการป้องกันรังสีต่างกัน ดังนี้ พุ่มปาล์ม 56.26% พุ่มกลม 31.00% พุ่มแผ่กว้าง 37.00% (ใช้มาตรฐาน CET เปรียบเทียบความสบาย) อุณหภูมิใต้ต้นไม้วัดได้ต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 5-6 องศาเซลเซียส
2. ค่าอุณหภูมิใต้ต้นไม้เฉลี่ยอยู่ในเขตความสบาย แต่ช่วงความชื้นอยู่นอกเขตความสบาย ต้องอาศัยลมเพื่อช่วยลดความชื้นลง
3. บริเวณใกล้ลำต้น ให้อุณหภูมิต่ำและความชื้นสูงกว่าบริเวณที่ห่างออกไปด้านชายพุ่ม ต้นไม้ขนาดใหญ่รักษาอุณหภูมิได้คงที่ตลอดวันได้มากกว่าต้นไม้ขนาดเล็ก ในช่วงวิกฤต (Peak) สามารถลดอุณหภูมิอากาศได้ 3-4 องศาเซลเซียสเมื่อเทียบกับขนาดเล็ก
4. จำนวนต้นไม้มีผลต่อการลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ และลดความเร็วลมตามขนาดจากจำนวนต้นไม้มากไปหาน้อยตามลำดับ
5. รูปแบบการจัดภูมิทัศน์ส่งผลต่อการเปลี่ยนทิศทางลมแต่ไม่ช่วยให้อุณหภูมิลดต่ำลงมากนัก ซึ่งรูปคอกขวดส่งผลต่อลมมากที่สุดในการเปลี่ยนทิศทางลม

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 พืชพรรณไม้กับคุณสมบัติในการควบคุมสภาพอากาศ

พืชพรรณช่วยในการควบคุมสภาพภูมิอากาศเฉพาะที่ (Microclimate) มีส่วนในการกำหนดและควบคุมสภาพอากาศที่มีผลต่อสภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิของมนุษย์ เนื่องจากพืชมีความสามารถในการดูดกลืนรังสีแสงอาทิตย์ (Absorption) เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) และปล่อยความชื้นสู่บรรยากาศโดยรอบหรือที่เรียกว่า กระบวนการคายน้ำ (Evapotranspiration) ทำให้มีปริมาณไอน้ำในอากาศเพิ่มสูงขึ้น และผลที่ได้จากร่มเงาของต้นไม้ยังส่งผลให้อุณหภูมิอากาศลดลง พืชพรรณยังมีคุณสมบัติอื่นที่น่าสนใจ เพื่อเป็นความรู้พื้นฐานในการออกแบบสภาพแวดล้อมเพื่อผลทางด้านความสบายต่อผู้ใช้อาคารทั้งภายนอกและภายใน ดังนี้

- คุณสมบัติในการควบคุมการแผ่รังสีดวงอาทิตย์

พืชพรรณมีคุณสมบัติในการสกัดกั้นและกรองรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงคลื่นสั้น (Short Wave Radiation) พืชพรรณสามารถดูดซับและลดรังสีคลื่นสั้นให้เหลือสู่สภาพแวดล้อมได้น้อยลง ต้นไม้ให้ผลต่อการรับรังสีดวงอาทิตย์ใน 3 ลักษณะ⁸ คือการดูดซับ การสะท้อนและการส่งผ่านความร้อน ซึ่งสามารถดูดซับรังสี (Absorption) ได้ถึง 60-98% สะท้อน (Reflection) ได้ 10-25% และการส่งผ่านความร้อน (Transmission) เพียง 5%²⁷ ซึ่งคุณสมบัติการสกัดรังสีความร้อนของพืชพรรณมีค่าไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยของ ความหนาแน่นของพุ่มใบ (Density of Tree) ขนาดของต้นไม้ (Maturity) ชนิดของพืชพรรณชนิด (Species) ลักษณะองค์ประกอบของต้นไม้ (Composition) ถ้วนส่งผลต่อการลดค่าการแผ่รังสี (Radiation attenuation)²⁴

- คุณสมบัติในการสะท้อนรังสี (Reflection)

ส่วนต่าง ๆ ของพืชพรรณมีค่าการสะท้อนความร้อนไม่เท่ากัน ค่าการสะท้อนความร้อนหรือการแผ่รังสี (Emission) ของลำต้นมีค่าน้อยกว่าใบ ปัจจัยที่มีผลต่อการสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์คือ ตำแหน่งของต้นไม้ที่ทำมุมกับการสะท้อน ความหนาแน่นของกลุ่มใบ ความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ และค่า Albedo*

ตอนช่วงวันต้นไม้ ดูดซับรังสีไว้มาก แต่สะท้อนรังสีได้น้อย ทำให้อุณหภูมิในพุ่มใบสูงกว่าอุณหภูมิอากาศโดยรอบตลอดวัน ในตอนกลางคืนพืชจะคายความร้อนกลับสู่ท้องฟ้าและสภาพแวดล้อมที่เย็นกว่าทุกทิศทุกทางในรูปของรังสีคลื่นยาว ทำให้อุณหภูมิจึงสภาพแวดล้อมสูงขึ้นเล็กน้อย ซึ่งบริเวณใบจะคายได้เร็วกว่าบริเวณใต้กลุ่มใบ เนื่องจากการสัมผัสอากาศโดยตรงและได้รับอิทธิพลจากการคายความร้อนของผิวดินน้อยกว่า พบว่า ในคืนฟ้าโปร่งบริเวณกลุ่มด้านบนจะลดอุณหภูมิได้มากถึง 2.5 องศาเซลเซียส ในขณะที่ใต้กลุ่มใบลดลงเพียง 0.4 องศาเซลเซียส แต่ในวันที่ท้องฟ้ามีเมฆหนาที่บจะสกัดกั้นการคายความร้อนกลับสู่ท้องฟ้า เป็นสาเหตุให้สภาพอากาศอบอุ่น วังจรนี้พืชจะหมุนเวียนความร้อนที่เกิดขึ้นใน 1 วันและเริ่มกระบวนการใหม่เมื่อมีรังสีแสงอาทิตย์ในวันต่อไป

- คุณสมบัติในการควบคุมอุณหภูมิ

การควบคุมปริมาณรังสีแสงอาทิตย์ และผลกระบวนการสังเคราะห์แสง ต้นไม้มีส่วนช่วยในการลดอุณหภูมิอากาศและเพิ่มความชื้นให้กับบรรยากาศ ได้แก่ ควบคุมค่าความต่างอุณหภูมิ

* Albedo คือหน่วยการสะท้อนแสง เมื่อวัตถุใดก็ตามมีความสามารถในการสะท้อนแสงที่ส่องไปยังวัตถุนั้นกลับออกไปได้ทั้งหมดจะมีค่า Albedo เท่ากับ 1 เมื่อวัตถุมีอำนาจในการดูดซึมรังสีนั้นไว้ได้ทั้งหมดหรือมีอำนาจในการสะท้อนแสงน้อยที่สุดมีค่า Albedo เท่ากับ 0

ในช่วงวัน (Diurnal Variation) การควบคุมค่าความต่างอุณหภูมิระหว่างฤดูกาล (Seasonal Variation) และควบคุมอุณหภูมิในรอบปี (Annual Variation)

อุณหภูมิในบริเวณร่มเงาของพืชพรรณมีค่าต่ำกว่าบริเวณที่ไม่มีร่มเงาเสมอ ไม่ว่าวัสดุพืชพรรณจะมีขนาดใดก็ตามเนื่องจากผลของการลดการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ พบว่าบริเวณใต้ร่มไม้ไม่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเหนือพื้นหญ้าในวันที่มีแดดจัด จากการทดสอบเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างดินโล่งกับใต้พุ่มไม้ป่าสน Coniferous ในประเทศ Canada พบว่าอุณหภูมิสูงสุดของดินโล่ง 50-70 องศาเซลเซียสในขณะที่อุณหภูมิสูงสุดภายใต้พุ่มไม้มีค่าเพียง 9-13 องศาเซลเซียส เมื่อมีตัวแปรลมเข้ามาเกี่ยวข้อง เกิดการพาความร้อนและช่วยเร่งอัตราการระเหยของไอน้ำได้ดีขึ้น¹⁵ อุณหภูมิเหนือดินที่อยู่ในร่มเงาจะต่ำกว่าอุณหภูมิใต้กลุ่มใบ เนื่องจากการพาความร้อนของกระแสลมเกิดได้ดีกว่าในที่โล่ง และเมื่อมีลมพัดผ่านพุ่มไม้ทำให้อุณหภูมิที่ใบไม่มีค่าลดลงถึง 13 องศาเซลเซียสเทียบกับช่วงที่ลมสงบ (F.L. Waterhouse)

- คุณสมบัติในการควบคุมปริมาณน้ำและความชื้นในอากาศ

กระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช (Photosynthesis) พืชได้รับน้ำที่ส่งตรงจากรากเข้าสู่กระบวนการเปลี่ยนรูปพลังงานความร้อนที่ได้รับทางใบเป็นพลังงานเคมี ส่วนหนึ่งได้ผลผลิตเป็นไอน้ำที่พืชคายออกทางใบ (Transpiration) ผ่านทางรูใบ ซึ่งการระเหยของน้ำต้องการความร้อนแฝงจากสภาพแวดล้อมในการเปลี่ยนสถานะ ซึ่งจะเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนที่ผิวใบกับอากาศโดยรอบทำให้อุณหภูมิอากาศลดลง ภายใต้สภาพแวดล้อมเปิดต้นไม้สามารถคายน้ำได้ 50-70% ของน้ำที่ได้จากราก คิดเป็น 5 เท่าของน้ำหนักใบไม้ ต้นไม้สามารถคายน้ำได้ 378.54 ลิตรต่อวัน พบว่า ในฤดูร้อนการคายน้ำของต้นไม้เดี่ยวมีประสิทธิภาพในการลดความร้อนแก่พื้นที่ ที่เทียบเท่ากับเครื่องปรับอากาศ 5 เครื่องที่ทำงานติดต่อกันตลอด 20 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับตัวแปรของขนาดและชนิดของพืชพรรณ (Federer, 1996) สนามหญ้าที่มีขนาด 1 เฮกเตอร์จะคายน้ำเป็นประมาณ 2,400 แกลลอนต่อวัน เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำให้กับต้นไม้โดยรดน้ำจนชุ่ม อุณหภูมิที่วัดได้มีค่าลดลงประมาณ 3.5 องศาเซลเซียสเมื่อเทียบกับอุณหภูมิก่อนรดน้ำ (Dr. John Carcw, Michigan Statc University)

จากงานวิจัยของ Moffat and Schiller (1981) พบว่าในฤดูร้อนต้นไม้ขนาดกลางคายน้ำ 1,460 kg และถูกระเหยหมดใน 1 วัน ใช้พลังงานในการเปลี่ยนสถานะ 860 MJ ซึ่งเทียบเท่าค่าการทำคามเย็น โดยใช้เครื่องปรับอากาศ 5 เท่า และยังทำการทดสอบการคายน้ำของพื้นหญ้าขนาด 1 เฮกเตอร์ พบว่าช่วยลดอุณหภูมิได้ถึง 6-8 K เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นดินที่ไม่มีหญ้าปกคลุมเมื่อถูกแสงแดดโดยตรง

กระบวนการ Evapotranspiration ช่วยลดอุณหภูมิอากาศในเขตเมืองให้ต่ำลง รู้จักกันในนาม Oasis Phenomenon ซึ่งการลดอุณหภูมิสัมพันธ์กับการสมดุลพลังงานรวมในพื้นที่นั้น ๆ เมื่อ

เปรียบเทียบกับค่า Bowen ratio* พบว่าค่า Bowen ratio ได้ร่วมนามีค่า 0.5-2.0 จากการเก็บข้อมูลของ Taha H.,(1997) ค่า Bowen ratio ของป่าสนในอังกฤษเดือนกรกฎาคมตอนช่วงวันวัดค่าได้เท่ากับ 2 ซึ่งให้ค่า Sensible heat flux และ Latent heat flux เท่ากับ 400 และ 200 w/m^2 ตามลำดับ ในเขตเมือง วัดได้ 5 ส่วนในทะเลทรายวัดได้ 110 และแถบทะเลในเขตร้อนชื้นมีอัตราส่วนเท่ากับ 0.1 เท่านั้น

การคายน้ำที่เกิดจากดินและต้นไม้ไม่สามารถลดอุณหภูมิในเมือง ได้อย่างมีนัยสำคัญ Sailor (1994) ซึ่งว่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ (Evaporative heat flux) ในเขตเมืองที่ลดลง นั้นส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์ Urban heat Island จากการวิจัยของ Duchworth and Sandberg(1954) พบว่าใน San Fransisco's Golden Gate Park ที่มีความหนาแน่นของพืชพรรณมีอุณหภูมิค่าบริเวณ โดยรอบที่มีต้นไม้ไม่น้อยกว่า 8 K ในโตเกียวบริเวณที่มีต้นไม้เย็นกว่าบริเวณที่ปราศจากต้นไม้ 1.6 K ในฤดูร้อน ในสวนสาธารณะที่ Montreal urban park ที่ Mexico City มีอุณหภูมิ ต่ำกว่าบริเวณ โดยรอบ 2-3 K (Jauregui E.,1990/91) จากการศึกษารายชื่อของ Saito et al. พบว่าพื้นที่สีเขียวขนาด 60 x 40 เมตร มีประสิทธิภาพในการลดความร้อนเปรียบเทียบกับบริเวณ โดยรอบถึง 3K

จากการเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศรอบสวนสาธารณะใน Athens, Greece เปรียบเทียบ ค่าที่ได้จากพื้นที่ที่มีต้นไม้จำนวนต่าง ๆ กัน พบว่าอุณหภูมิอากาศเพิ่มขึ้น เกี่ยวข้องกับระยะทางจาก สวนสาธารณะถึงบริเวณที่สำรวจ อุณหภูมิภายในสวนสาธารณะสัมพันธ์กับตัวแปรของร่มเงาของ ต้นไม้ อุณหภูมิแตกต่างสูงสุดระหว่างสวนสาธารณะกับพื้นที่รอบ ๆ ในช่วงวันมีค่าประมาณ 3K อุณหภูมิที่วัดได้เมื่อออกจากสวนสาธารณะไป มีอุณหภูมิสูงขึ้นอีก 1 K อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นของ พื้นที่โดยรอบสวน เกิดจากตัวแปรอื่นอีก เช่น ความหนาแน่นของอาคารบ้านเรือน อัตราการคาย ความร้อนจากคนและรถยนต์ (โดยเฉพาะอย่างยิ่งความร้อนที่มาจากรถ) และร่มเงาของต้นไม้

Huang et al.(1986/1987) ใช้คอมพิวเตอร์คำนวณแนวโน้มการลดอุณหภูมิอากาศโดยใช้ ต้นไม้พบว่า เมื่อเพิ่มต้นไม้ 25% ใน Sacramento and Phoenix, USA จะลดอุณหภูมิในตอน 14.00 น.ของเดือนกรกฎาคมลงได้ 6-10 องศาฟาเรนไฮด์ เป็นต้น

- คุณสมบัติการควบคุมปริมาณความเร็วและทิศทางลม

ลม เกิดจากสภาพความต่างของความกดอากาศ เมื่ออากาศร้อนมีความกดอากาศต่ำกว่า มวลอากาศเบาจะลอยตัวสูงขึ้นในขณะที่อากาศเย็นที่มีมวลและความกดสูงกว่าจะไหลเข้ามาแทนที่ ทำให้เกิดลมตามธรรมชาติ เมื่อมีลมพัดผ่านการพาความร้อนจากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่ง กระแสลม ช่วยเร่งการเกิดการกลายเป็นไอของน้ำที่บริเวณผิวได้ ลมจึงมีส่วนร่วมในการช่วยปรับปรุงสภาพ

* Bowen ratio หมายถึง สัดส่วนของ sensible heat flux ต่อ latent heat flux เมื่อค่า Bowen ratio มีค่ามากแสดงให้เห็นว่ามีความร้อนสัมผัสสูงแต่มีการระเหยกลายเป็นไอได้น้อย หรือมีค่าความร้อนแฝงค่า พบในเขตทะเลทราย และหากค่า Bowen ratio มีค่าต่ำแสดงให้เห็นว่ามีการระเหยเป็น ไอสูง ทำให้มีค่าความร้อนแฝงของการเปลี่ยนแปลงสถานะมาก พบได้ทั่วไปในเขตทะเลหรือบริเวณที่มีความชื้นสูง

อากาศเฉพาะที่ การเคลื่อนที่ของลมจะรักษาทิศทางเนื่องจากแรงเฉื่อย (Inertia) แต่เมื่อปะทะกับสิ่งกีดขวางจะทำให้ลมมีลักษณะการเคลื่อนที่เปลี่ยนไป Robert P.White (Texas Engineering Experiment Station) ได้ทำการวิจัยพบว่า พืชพรรณมีผลต่อการพัดพาของลมและทำให้ทิศทางการพัดแตกต่างกันออกไป เมื่อมีพืชพรรณใกล้บริเวณอาคารจะมีส่วนการเพิ่มหรือลดปริมาณลมได้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งกับทิศทางลม ขนาดต้นไม้ ความหนาแน่นของใบ ลักษณะพุ่ม รูปทรง ไม้พุ่มสูงมีความหนาแน่นน้อยยอมให้ผลในการต้านลมได้น้อยกว่า แต่ส่งผลกระทบต่อใบบริเวณพื้นที่ใต้ลมน้อยกว่าด้านรับลม จากงานวิจัยของ Heisle (1989) พบว่าหากเพิ่มต้นไม้ให้กับบริเวณที่ปกอ้ายอีก 10% จะช่วยลดความเร็วลม 10-20% หากเพิ่มต้นไม้เป็น 30% ความเร็วลมจะลดลง 15-35%

- คุณสมบัติอื่น ๆ ของพืชพรรณ

ในด้านการป้องกันเสียงซึ่งทำการทดลองโดย Akbari และ Taha (1992) พบว่าต้นไม้สามารถดูดซับคลื่นเสียงความถี่สูงที่รบกวนมนุษย์ได้ดี จากการใช้ต้นไม้สูง 15 เมตร กว้าง 33 เมตร ที่อยู่ติดกับถนนทางหลวง พบว่า สามารถลดเสียงได้ 6-10 เดซิเบลหรือ 50% จากงานวิจัยของ Broban (1967) พบว่าการลดลงของเสียงเป็นสมการที่เกี่ยวข้องกับระยะลึกพุ่มหรือความหนาแน่นของพุ่ม หากต้องการลดเสียง 110 dB ต้องใช้พืชที่มีความลึกพุ่มอย่างน้อย 100 เมตร

นอกจากนี้ ต้นไม้ยังมีประโยชน์อีกหลายด้าน เช่น ในด้านอสังหาริมทรัพย์ช่วยส่งเสริมให้ราคาที่ดินมีค่าสูงขึ้น จากการเก็บข้อมูลของ Anderson and Cordell พบว่าราคาที่ดินเพิ่มสูงขึ้น 3-20% เมื่อมีต้นไม้อยู่ด้วย ทำให้ดูน่าสนใจและส่งผลต่อความรู้สึกของผู้ต้องการซื้อ และ Ulrich ยังพบว่าพืชพรรณธรรมชาติยังช่วยในการรักษาผู้ป่วยโรคเครียด พบว่าคนไข้ที่มองเห็นต้นไม้เปรียบเทียบกับเห็นแต่ผนังอิฐ ช่วยลดปฏิบัติการต่อต้านกับนางพยาบาล และยังช่วยฟื้นฟูผู้ป่วยหลังผ่าตัดให้คนไข้ฟื้นตัวเร็วขึ้น

Ulrich (1981) ทำการวิจัยเกี่ยวกับปฏิบัติการตอบสนองของมนุษย์ที่มีต่อสีต้นของสภาพแวดล้อม พบว่ามนุษย์ตอบสนองต่อภาพชนบทได้มากกว่าในเมือง โดยทำการบันทึกคลื่นแอลฟา (higher-amplitude alpha wave) ในสมอง เมื่อเห็นภาพชนบทคลื่นแอลฟาในสมองมีความสัมพันธ์กับความรู้สึกพอใจและการพักผ่อน โดยเขาทำการทดสอบคน 120 คนให้ดูวิดีโอที่ต่างกัน 6 เรื่องที่มีลักษณะระหว่างในเมืองและชนบท พบว่าความเครียดลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเปลี่ยนจากฉากเมืองเป็นธรรมชาติ

2.2.2 ลักษณะทางกายภาพและวงจรชีวิตตามธรรมชาติของพืชพรรณ

การแบ่งประเภทของพืชพรรณมีด้วยกันหลายวิธีขึ้นอยู่กับประเด็นที่ต้องการศึกษา แต่การแจกแจงเพื่อนำพืชพรรณมาใช้ในการออกแบบงานภูมิสถาปัตยกรรม ร่วมกับการออกแบบอาคาร นอกจากประโยชน์ทางด้านความสวยงามและการพักผ่อนหย่อนใจแล้ว พืชพรรณยังให้ผลในการบรรเทาความรุนแรงของสภาพอากาศเฉพาะที่ด้วย การจำแนกประเภทของพืชพรรณในที่นี้

ใช้รูปลักษณะและโครงสร้างภายนอก ได้แก่ รูปทรงและขนาด เพื่อนำไปพิจารณาเลือกใช้พืชพรรณให้เหมาะสมในการออกแบบต่อไป

2.2.2.1 ประเภทของพืชพรรณ

แบ่งพืชพรรณตามลักษณะของรูปทรง ขนาดได้ 5 ลักษณะดังนี้

- **ไม้ยืนต้น (Tree)** เป็นไม้เนื้อแข็ง มีเนื้อไม้มาก ลักษณะการเจริญเติบโตจากตา ยอดขึ้นไปเป็นลำดับ ลำต้นตรงจากพื้นแตกกิ่งก้านสาขาที่ปลายยอด แบ่งเป็น ไม้ประเภทผลัดใบและไม่ผลัดใบ ซึ่งมักนิยมปลูกเพื่อให้ร่มเงา บังตาและกันลม
- **ไม้พุ่ม (Shrub)** มีขนาดเล็กกว่าไม้ยืนต้น แตกกิ่งกอในระดับพืวดินดูเป็นพุ่ม นิยมปลูกเป็นรั้ว บางชนิดตกแต่งพุ่มได้ (Hedge)
- **ไม้เลื้อย (Vines)** เป็นพืชที่ต้องอาศัยสิ่งค้ำจุน หรือเกาะต้นไม้ใหม่ อาจมีหรือไม่มีเนื้อไม้ นิยมปลูกกับไม้ระแนงหรือ โครงไม้
- **ไม้คลุมดิน (Ground Cover)** ลำต้นเตี้ย มีการเติบโตในแนวราบเลื้อยปกคลุมดิน ใช้ประดับตกแต่ง ป้องกันการพังทลายของดินและช่วยรักษาความชุ่มชื้นให้กับหน้าดิน
- **หญ้า** พืชที่อยู่ระดับเหนือดิน มักใช้ปูพื้นสนามปกคลุมพืวดิน แต่ไม่จัดเป็นพืชคลุมดิน

2.2.2.2 ข้อพิจารณาเลือกใช้พืชพรรณ

ต้นไม้แต่ละประเภทมีลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกัน 1) ไม้ใหญ่ที่มีลักษณะพุ่ม กว้างหนาใช้ป้องกันรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ ให้ร่มเงาแก่บริเวณ ป้องกันฝุ่น ควันและเสียง แต่มีข้อเสียคือไม่สามารถปลูกชิดอาคารได้เนื่องจากอาจทำความเสียหายให้กับ โครงสร้าง 2) ไม้พุ่มที่มีขนาดเล็กกว่าให้ผลในเรื่องการบังแดดให้ร่มเงาได้น้อยกว่า แต่มีข้อดีคือสามารถตกแต่งและเคลื่อนย้ายได้ง่ายเนื่องจากมีขนาดเล็ก จึงสามารถปลูกใกล้อาคาร ช่วยลดรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ที่จะกระทบผนังได้ 3) ไม้เลื้อยให้คุณสมบัติในการป้องกันแดด ลม ฝุ่นเหมือนฉากกั้น (Screen) เมื่อใช้ให้เหมาะสม แต่ต้องมีโครงเพื่อใช้เป็นที่ยึดเกาะ สามารถปรับการใช้งานได้หลายลักษณะ เช่น ทำซุ้มหลังคา ทางเดิน หรือทำฉากบังตาให้กับพื้นที่ที่ต้องการ แต่มีข้อเสียคือบังลมไม่ให้เข้าสู่อาคาร หากต้องการคุณสมบัติของการลดการสะท้อนรังสีจากพื้นดินและการเพิ่มความชื้น ป้องกันฝุ่นให้กับบริเวณควรเลือกใช้ 4) พืชคลุมดินและหญ้า การออกแบบอาคารโดยลดพื้นที่ลาดแข็ง (Hardscape) เป็นพื้นที่สีเขียว (Landscape หรือ Softscape) ช่วยลดความร้อนและเพิ่มความชื้นให้กับสภาพแวดล้อมเฉพาะที่ได้เป็นอย่างดี เกณฑ์ในการพิจารณาพืชพรรณเบื้องต้นได้แก่

ความแผ่กว้างของพุ่มใบ (Spread)

ความแผ่กว้างของพุ่มใบเป็นสิ่งที่ช่วยบอกระยะห่างของการปลูกต้นไม้แต่ละชนิด เพื่อให้ได้รูปทรงและขนาดเต็มที่ อีกทั้งยังช่วยบอกระยะห่างของการปลูกต้นไม้จากอาคารหรือสิ่ง

กีดขวางข้างเคียง ต้นไม้ที่มีลักษณะแผ่กว้าง ควรปลูกให้มีระยะห่าง (Spacing) ประมาณ 10.00 เมตร ส่วนต้นไม้ที่แผ่ปานกลางควรปลูกห่างประมาณ 6.00 เมตร ความแผ่กว้างของพุ่มใบนี้จะเป็นระยะที่ใกล้เคียงกับความกว้างของรากที่อยู่ใต้ดินหรือเรียกว่า แนวน้ำหยด (Drip Line)

ความหนาแน่นของพุ่มใบ (Mass)²⁵

หมายถึงความหนาแน่นของใบและกิ่งก้าน พิจารณาได้จากอัตราของความทึบและความโปร่งแสง หรือพื้นที่ระหว่างใบและกิ่งก้านที่สามารถมองผ่านไปเห็นท้องฟ้าได้ ความหนาแน่นของพุ่มใบนี้แบ่งออกได้ 3 ประเภท คือ

1. **หนาทึบ (Dense)** มีใบและกิ่งก้านที่หนาทึบจนไม่สามารถมองทะลุไปได้ เช่น ไทรย้อย จีเหือก พิกุล ประดู่ ต้นไม้จำพวกนี้มีใบหนาให้ร่มเงาได้ดี และบังสายตาได้ดี
2. **ปานกลาง (Moderate)** มีใบและกิ่งก้านที่ทึบแต่ยังสามารถมองทะลุได้บ้าง มีอัตราส่วนความทึบและความโปร่งแสงประมาณ 2:1 หรือ 1:1 เช่น มะขาม กระจินณรงค์
3. **โปร่ง (Open)** กิ่งก้านแผ่กระจายออก มีใบน้อย ใบโปร่ง มองเห็นท้องฟ้าได้มาก เช่น ต้นหางนกยูง ปี่ป ศรีตรง มักใช้ปลูกบริเวณที่เป็นสนามหญ้า ซึ่งต้องการแสงสว่าง

2.2.2.3 ข้อพิจารณาในการเลือกพืชพรรณในการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์

ความหนาแน่นพุ่มใบ

ความหนาแน่นพุ่มใบเป็นตัวแปรสำคัญในการเลือกพืชพรรณเพื่อควบคุมรังสีดวงอาทิตย์ และความโปร่งของทรงพุ่มเป็นตัวแปรที่สัมพันธ์กับปริมาณแสงอาทิตย์ เรียกว่า สัมประสิทธิ์ของการบังเงา (Shading Coefficient: S.C.) เป็นค่าความสามารถในการส่งผ่านรังสีดวงอาทิตย์ทะลุผ่านพุ่มใบมีค่าตั้งแต่ 0-1 (1 สามารถผ่านได้ทั้งหมดและ 0 ไม่มีรังสีดวงอาทิตย์ทะลุผ่าน) หรือบางครั้งคิดเป็นร้อยละของการส่งผ่าน ค่า S.C. มีค่าแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับเทคนิคของการวัดซึ่งเป็นเพียงค่าประมาณในการเปรียบเทียบเท่านั้น (Schilcr 1979) หรือ การวัดด้วยวิธี Visual Density เพื่อหาความหนาแน่นของต้นไม้ผ่านรูปภาพ เปรียบเทียบเงาค่ากับส่วนพื้นที่ทั้งหมดของภาพ ค่า S.C. ยังแปรผันตามฤดูกาล สำหรับต้นไม้ที่มีการผลัดใบจะมีค่า S.C. ที่ไม่คงที่แน่นอน ซึ่งการพิจารณาค่าการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์จึงจำเป็นต้องพิจารณาไปถึงการผลัดใบของต้นไม้ ระยะการเจริญเติบโตเนื่องจากความหนาแน่นพุ่มใบขึ้นอยู่กับอายุของต้นไม้ และการตัดแต่งกิ่งด้วย

ระยะความสูงจากโคนต้นถึงใต้พุ่ม

ต้นไม้ที่มีกิ่งก้านในระดับต่ำ (ใกล้พื้นดิน) สามารถสกัดกั้นรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงที่ดวงอาทิตย์ทำมุมต่ำ ส่วนต้นไม้ที่มีพุ่มสูงสามารถสกัดกั้นรังสีได้เฉพาะช่วงที่แดดทำมุมสูง การเลือกต้นไม้จึงจำเป็นต้องเลือกชนิดให้เหมาะสม เพื่อประโยชน์ในการบังเงาให้สอดคล้องกับความต้องการในการควบคุมรังสีดวงอาทิตย์ และควรคำนึงถึงการบังลมที่จะเข้าสู่อาคารด้วย

ขนาดและรูปทรงของพุ่ม

ขนาดและรูปทรงของพุ่มมีผลต่อพื้นที่ร่มเงาและการทอดเงาด้านไม้ ต้นไม้ทรงกลมแผ่กว้างจะให้ร่มเงามากควบคุมรังสีได้ดี ต้นไม้ทรงแคบสูงจะให้พื้นที่เงาเพียงเล็กน้อยเมื่อดวงอาทิตย์ทำมุมสูงแต่ให้เงาทอดยาวเมื่อดวงอาทิตย์ทำมุมต่ำ สิ่งสำคัญของการเลือกต้นไม้ให้กับพื้นที่รอบอาคารคือการควบคุมปริมาณและประสิทธิภาพของร่มเงาที่ให้กับพื้นที่ที่ต้องการใช้งาน ที่สัมพันธ์กับขนาด รูปทรงและแนวทางการ โจรของดวงอาทิตย์ในแต่ละฤดูกาลด้วย

2.2.3 การเลือกพืชพรรณให้เหมาะสมในการควบคุมสภาพอากาศเฉพาะที่

หลักเบื้องต้นในการเลือกต้นไม้ เพื่อช่วยควบคุมสภาพอากาศให้เหมาะสมกับสภาพอากาศเฉพาะที่ คือ ความหนาแน่นของพุ่มใบ²⁵ ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญในการควบคุมรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการบังเงาซึ่งแสดงด้วยค่า S.C. (Shading Coefficient) ระยะเวลาความสูงของพุ่ม ต้นไม้ใหญ่มีขนาดพุ่มกว้างให้ประสิทธิภาพการบังเงาให้กับพื้นดินและผิวผนังอาคารได้ดี ในขณะที่ต้นไม้ที่มีลักษณะทรงพุ่มสูง ช่วยในเรื่องการพัดพาความร้อนของลมเมื่อปลูกในทิศทางและระยะที่พอเหมาะ

2.2.3.1 พืชพรรณกับทิศทางป้องกันรังสีแสงอาทิตย์⁴

ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับ ในกรุงเทพมหานครจะสูงตลอดทั้งปี เป็นรังสีกระจายมากกว่า 60% ของปริมาณรังสีทั้งหมด พิจารณาปริมาณรังสีดวงอาทิตย์จากตำแหน่งการเคลื่อนที่ตลอดทั้งปีแบ่งเป็น 3 ช่วง ดังนี้

- วันที่ดวงอาทิตย์ทำมุมตรงกับผิวโลกที่ตำแหน่ง 14 องศาเหนือ (Equinox) คือ วันที่ 21 มีนาคมและวันที่ 23 กันยายน
- วันที่เวลากลางวันยาวนานกว่ากลางคืน (Summer Solstice) คือวันที่ 21 มิถุนายน ดวงอาทิตย์อ้อมไปทางทิศเหนือ
- วันที่มีเวลากลางคืนยาวนานกว่ากลางวัน (Winter Solstice) ในฤดูหนาวของวันที่ 22 ธันวาคม ดวงอาทิตย์อ้อมไปทางทิศใต้

ในวันที่ท้องฟ้าโปร่งของฤดูร้อนและฤดูฝน มีค่าเฉลี่ยของการแผ่รังสีใกล้เคียงกัน ในวันที่มีเมฆถึงมีเมฆมาก (Partly or Cloudy Sky) รังสีส่วนใหญ่เป็นรังสีกระจาย (Diffuse Radiation) ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส (Clear Sky) ส่วนใหญ่เป็นรังสีตรง (Direct Radiation) ในฤดูหนาวมีช่วงกลางวันน้อยกว่า มีช่วงเวลากการรับรังสีน้อยลงจึงได้รับปริมาณรังสีไม่มากนัก ส่วนใหญ่เป็นรังสีตรงเนื่องจากเป็นช่วงที่มีท้องฟ้าแจ่มใส เรียงลำดับค่ารังสีดวงอาทิตย์ตลอดทั้งปีเฉลี่ยต่อชั่วโมงจากมากไปหาน้อยตามลำดับทิศได้ดังนี้

- | | |
|------------------------|------------------------|
| 1. ทิศตะวันออกเฉียงใต้ | 168.13 วัตต์/ตารางเมตร |
| 2. ทิศตะวันออก | 167.17 วัตต์/ตารางเมตร |

3. ทิศใต้	165.78 วัดต์/ตารางเมตร
4. ทิศตะวันตกเฉียงใต้	158.23 วัดต์/ตารางเมตร
5. ทิศตะวันตก	152.55 วัดต์/ตารางเมตร
6. ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	130.36 วัดต์/ตารางเมตร
7. ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	108.60 วัดต์/ตารางเมตร
8. ทิศเหนือ	102.94 วัดต์/ตารางเมตร

2.2.3.2 การพิจารณาในการเลือกพืชพรรณรอบอาคารสำหรับสภาพภูมิอากาศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร

การเลือกพืชพรรณให้เหมาะสมแก่การป้องกันรังสีจากดวงอาทิตย์ เป็นสิ่งสำคัญพิจารณาจากช่วงเวลา มุมของดวงอาทิตย์ และค่าการแผ่รังสี ในตอนเช้าและบ่ายถึงเย็นดวงอาทิตย์ทำมุมต่ำแต่การแผ่รังสีไม่แรงนัก แต่ในช่วงเวลา 11.00-13.00 น. เป็นช่วงที่มีการแผ่รังสีสูงสุด การออกแบบเพื่อป้องกันรังสีที่เหมาะสมจึงควรหาร์มเงาให้กับอาคารตั้งแต่เวลา 08.00-17.00 น. แต่ใช้พืชพรรณที่มีคุณสมบัติต่างชนิดกันตามทิศทางดังต่อไปนี้

พืชพรรณที่เหมาะสมสำหรับปลูกในแต่ละทิศเพื่อให้เหมาะสมกับการป้องกันรังสีความร้อน มีข้อพิจารณาในเรื่อง ชนิด ลักษณะพุ่ม ขนาด ทรงพุ่ม และอายุ ดังนี้

ทิศตะวันออกเฉียงใต้ ควรเป็นต้นไม้ที่มีทรงพุ่มกลมหรือแผ่กว้างหนาที่ใบไม่ผลัดใบ และไม่ควรเปิดพื้นที่โล่งใต้พุ่มมากนัก ควรเว้นระยะระหว่างต้นกับอาคารเพื่อให้เกิดพื้นที่สำหรับถ่ายเทอากาศ จะให้ผลดียิ่งหากสามารถบังเงาให้กับหลังคาได้ และควรให้มีความชื้นปานกลาง หากเป็นพุ่มแผ่กว้างสูงควรปลูกไม้พุ่มเสริมเพื่อลดความร้อนผิวอาคาร หรือข้างช่องเปิดต้นไม้ที่เหมาะสมได้แก่ ทองหลวงด่าง สะเดาบ้าน สาละลังกา เหลืองอินเดีย รำเพย โมก เหลืองออสเตรเลีย สาเก

ทิศตะวันออก ควรมีพุ่มใบต่ำเพื่อป้องกันการทำมุมต่ำในช่วงเช้า ทรงพุ่มใบควรมีช่องว่างใต้กลุ่มใบหรือเว้นระยะห่างเพื่อระบายอากาศ โดยปลูกได้ทั้งเป็นแนวและแนวที่ใบในกรณีพื้นที่รอบอาคารน้อยควรใช้รูปทรงชลุค ประเภทสนต่าง ๆ หรือบริเวณพื้นที่กว้างควรใช้รูปทรงกลม ไข่ เพื่อป้องกันความร้อนเข้าทางด้านข้างอาคาร กรณีที่กลุ่มใบสูง อาจปลูกไม้พุ่มเพื่อบังแดดในช่วงมุมอัลติจูดต่ำได้ดี ความหนาแน่นระดับปานกลาง-ที่บ เช่น จำปา จำปี ทองกวาว แครชมพู บุณนาค มะม่วง ราชพฤกษ์ สนดินสอ สนมังกร เหลืองอินเดีย โมก

ทิศใต้ ควรมีทรงพุ่มสูงและมีพื้นที่ใต้พุ่มมาก แผ่กว้างหรือทรงกลม อัตราการเจริญเติบโตเร็วเพื่อให้ได้รับร่มเงาได้เร็ว ควรเป็นไม้ไม่ผลัดใบเพื่อให้ร่มเงาได้ตลอดและไม่ยุ่งยากในการทำความสะอาดบำรุงรักษา เนื่องจากเป็นทิศลมประจำ อาจทำให้ใบไม้ร่วงปลิวเข้าสู่อาคารได้ ควรมีความหนาแน่นพุ่มใบสูงเพื่อลดการสะท้อนและการเปล่งรังสีกลับ บริเวณพื้นดินเนื่องจาก

ได้รับความร้อนเกือบตลอดทั้งปี มีอัตราการคายน้ำหรือความชื้นปานกลาง-ต่ำ และต้องมีการจัดวาง เพื่อให้เกิดการระบายอากาศเข้าสู่อาคารที่ดี พืชพรรณที่เหมาะสมได้แก่ โสภเภลียง หูกวาง หางนกยูง อินทผลัม ปาล์มที่มีความหนาแน่นสูง กระถินณรงค์ จีเห่ล็กอเมริกัน ดินเป็ด

ทิศตะวันตกเฉียงใต้ ต้องมีพื้นที่ได้พุ่มบ้างเพื่อให้กระแสลมประจำพัดผ่านได้สะดวก และเพื่อลดการกักเก็บความร้อนรอบอาคาร ควรเว้นระยะห่างระหว่างต้นกับอาคารเพื่อการระบายความร้อน รูปทรงของต้นควรมีลักษณะแผ่กว้าง เพื่อลดการต้านลมให้มากที่สุดและกระจายลมได้ดีที่สุด และเป็นไม้ไม่ผลัดใบ พืชพรรณที่เหมาะสมได้แก่ ทองหลางดำ เลียน ป๊อป สะเดาบ้าน หูกวางแคระ

ทิศตะวันตก ควรปลูกเป็นแนวแน่นทึบ หากอาคารบริเวณนั้นเป็นผนังทึบไม่มีช่องเปิด และหากมีช่องเปิดควรใช้ต้นไม้ที่มีพุ่มกลมทึบหรือแผ่กว้างเรือนยอดต่ำเพื่อให้ลมสามารถพัดผ่านได้ ควรมีทรงพุ่มต่ำมีช่องว่างใต้กลุ่มใบหรือเว้นระยะห่างเพื่อระบายความร้อนได้สะดวก ควรเป็นไม้ที่มีความหนาแน่นใบมากและไม่ผลัดใบ พืชพรรณที่เหมาะสมได้แก่ คอเดีย จำปี บุนนาค ประดู่อังสนา พิกุล มะม่วง ยางอินเดีย ลำควน เสลา อินทนิลบก โมก เหลืองออสเตรเลีย

ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ควรเลือกต้นไม้ที่มีพุ่มใบสูง โปร่งทรงร่ม ไม่จำเป็นต้องแผ่กว้าง ควรเป็นต้นไม้ที่ให้ความสว่างส่องลงมาได้รำไร และสามารถปลูกต้นไม้ที่มีการผลัดใบได้บ้าง เพื่อให้มีความโปร่งสำหรับระบายความชื้นออก และทนความชื้นได้สูงช่วงเช้าที่ดวงอาทิตย์ทำมุมต่ำ มีความเข้มของรังสีความร้อนไม่สูงนัก ควรเลือกต้นไม้ที่อัตราการเจริญเติบโต ปานกลาง-ช้า หรือไม้ปลูกเพื่อสวยงาม สามารถควบคุมรูปทรงได้นานไม่ต้องตัดแต่งบ่อย พืชพรรณที่เหมาะสมได้แก่ กุ่มน้ำ จีเห่ล็ก ชงโค ชัยพฤกษ์ ตาเบเหลียง ดินเป็น หรือต้นไม้ที่มีดอกสวยงาม

ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ควรเป็นต้นไม้ที่มีทรงพุ่มกลมหรือแผ่กว้างหนาทึบ และเป็นไม้ไม่ผลัดใบ และไม่ควรเปิดพื้นที่โล่งได้พุ่มมากนัก แต่ควรเว้นระยะระหว่างต้นหรือระหว่างต้นกับอาคารเพื่อให้เกิดพื้นที่สำหรับถ่ายเทอากาศ ควรได้รับผลจากการบังเงาให้กับหลังคาจะดียิ่งขึ้น ควรมีความชื้นปานกลาง หากใช้ต้นไม้ทรงพุ่มแผ่กว้างสูงควรปลูกไม้พุ่มเสริมเพื่อลดความร้อนผิวอาคาร หรือบริเวณข้างช่องเปิด ต้นไม้ที่เหมาะสมได้แก่ ทองหลางดำ สะเดาบ้าน สาละลังกา เหลืองอินเดีย ราเพย โมก เหลืองออสเตรเลีย สาเก

ทิศเหนือ ควรเป็นไม้ยืนต้นที่ต้องการความชื้นสูง ในขณะที่มีอัตราการคายน้ำต่ำ กลุ่มใบสูง มีพื้นที่ได้พุ่มมาก เพื่อให้แสงเข้าอาคารได้บางส่วน อัตราการเจริญเติบโตปานกลาง-ช้า ความหนาแน่นใบน้อย หรือต้องเป็นไม้ที่ต้องการแสงสว่างน้อยหรือรำไร สำหรับไม้พุ่มอาจใช้ไม้สีอ่อน ในกรณีที่แสงสว่างด้านนั้นไม่เพียงพอ พุ่มไม้จะช่วงดูดซับและสะท้อนแสงบางส่วนเข้าสู่อาคาร สามารถลดแสงจ้า (Glare) ได้ดี ควรปลูกไม้ทรงแจก้นหรือทรงแตกพุ่มตรงยอด พืชพรรณที่เหมาะสมได้แก่ ปาล์ม ปาล์มน้ำมัน ปาล์มหางกระรอก ป๊อป ป๊อปทอง สาละลังกา หูกวางแคระ

พะยอม หรือเป็นไม้ที่แผ่กิ่งก้านสวยงาม เนื่องจากความร้อนด้านทิศเหนือที่น้อยที่สุดเช่น จันทน์ผา หลิวทอง หนามเกลย

2.2.4 ผลกระทบจากการที่ขีพพรรณกับการใช้พลังงานในเขตเมือง

ในเขตเมืองมีอัตราการใช้พลังงานสูงกว่าในเขตชนเมือง มีการเก็บข้อมูลทางแถบยุโรป เกี่ยวกับการใช้พลังงานพลังงานไฟฟ้าในอาคารเมื่อ 20 ปีที่ผ่านมา พบว่าเมื่อมีประชากรเพิ่มขึ้น 1% จะมีการใช้พลังงานเพิ่ม 2.2% และพลังงานจะถูกใช้มากขึ้นเป็น 2 เท่าเมื่ออยู่ในเขตเมือง เมื่ออุณหภูมิในเมืองสูงขึ้น ส่งผลกระทบโดยตรงกับการใช้พลังงานในอาคารทั้งฤดูร้อนและฤดูหนาว ในฤดูร้อนมีอัตราการเพิ่มการใช้พลังงานเพื่อทำความเย็น ในทางกลับกัน เมื่ออุณหภูมิโดยรวมสูงขึ้นในฤดูหนาวจึงทำให้อัตราการใช้พลังงานในการทำความร้อนลดลง

จากงานของ Akbari และ Taha (1992) ได้ทำการทดสอบผลของร่มเงาด้านไม้ และพุ่มไม้ ที่อยู่ใกล้กับอาคาร สามารถลดการปรับอากาศในฤดูร้อนได้ราว 15-35% และสูงสุดถึง 50% หรือมากกว่านั้น ขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่ตั้ง ร่มเงาของต้นไม้เปรียบได้กับเครื่องปรับอากาศ โดยใช้ต้นไม้หรือปลูกไม้เลื้อยบนไม้ระแนงสามารถลดการใช้พลังงานในการทำความเย็นเฉลี่ยลงได้ราว 10% ตลอดปี

อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาที่แน่ชัดเรื่องผลของการเพิ่มอุณหภูมิอากาศกับการใช้พลังงานเพื่อการปรับอากาศ จากการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลสภาพอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยาและการวิเคราะห์แนวโน้มการใช้พลังงาน ซึ่งได้จากปริมาณการใช้ไฟฟ้าในฤดูกาลต่าง ๆ เพื่อรายงานผลของการใช้เครื่องปรับอากาศเนื่องจากผลกระทบของเกาะแห่งความร้อน

2.2.5 ผลกระทบของการใช้พืชพรรณกับปริมาณการใช้พลังงานในอาคาร

ต้นไม้มีส่วนช่วยในการประหยัดพลังงานในอาคาร จากรายงานของ US National Academy of Sciences ทำการจำลองโดยใช้ Light surfacing program พบว่าเมื่อมีต้นไม้ 100 ต้น ต้นจะช่วยลดการใช้พลังงานลงประมาณ 50,000 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมงต่อปี ซึ่งเท่ากับ 2% ของการใช้พลังงานในประเทศอเมริกา และช่วยลดคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศได้ถึง 35 ล้านตันต่อปี

ร่มเงาของต้นไม้ช่วยลดพลังงานการทำความเย็น เนื่องจากช่วยลดอุณหภูมิอากาศและลดอัตราการส่งผ่านความร้อนโดยการพาความร้อนเข้าสู่อาคาร และยังช่วยลดรังสีความร้อนที่จะส่งผ่านสู่บริเวณผนัง จากการศึกษาโดยการจำลองทางคณิตศาสตร์พบว่า ต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 เมตรจะลดพลังงานการปรับอากาศต่อปีประมาณ 2-8% และการทำความเย็นในช่วงวิกฤตจะลดลง 2-10%

Parker (1983) ศึกษาพบว่าต้นไม้และพุ่มไม้ในเขตทางใต้ของฟลอริดา ช่วยลดพลังงานการปรับอากาศให้กับอาคารพักอาศัยในฤดูร้อนได้ 40% ลดพลังงานในตอนเช้าของฤดูร้อนได้ 59% และในช่วงบ่ายได้ 58% เขายังพบว่าต้นไม้และพุ่มไม้ รวมทั้งระแนงไม้เลื้อย ช่วยลดอุณหภูมิให้กับผนังโดยรวมเงาได้ถึง 13.5-15.5K เมื่อทดสอบโดยใช้ไม้เลื้อยบริเวณผนังสามารถลดอุณหภูมิให้กับผนังได้ 10-12K เป็นต้น

การจัดสวนรอบอาคาร เป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่มีส่งผลในด้านการลดอุณหภูมิรอบอาคาร McPherson et al.(1989) ทำการวัดอุณหภูมิเหนือพื้นหญ้าเปรียบเทียบกับอุณหภูมิเหนือก้อนหิน พบว่าในตอนกลางวันอุณหภูมิเหนือพื้นหญ้านี้ต่ำกว่าอุณหภูมิเหนือก้อนหิน 15K เมื่อไม่ได้รับอิทธิพลของร่มเงาต้นไม้ และอุณหภูมิเหนือขึ้นไปในระดับ 0.5 เมตรมีอุณหภูมิต่ำกว่าเหนือก้อนหิน 2K สรุปได้ว่าก้อนหินใช้พลังงานในการทำมาความเย็นมากกว่าต้นไม้ 20-30% Givoni (1991) รายงานว่าในวันท้องฟ้าแจ่มใสในฤดูร้อน อุณหภูมิอากาศใกล้รั้วพุ่มไม้มีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิเหนือ Pavement ที่โคนแดดถึง 3K

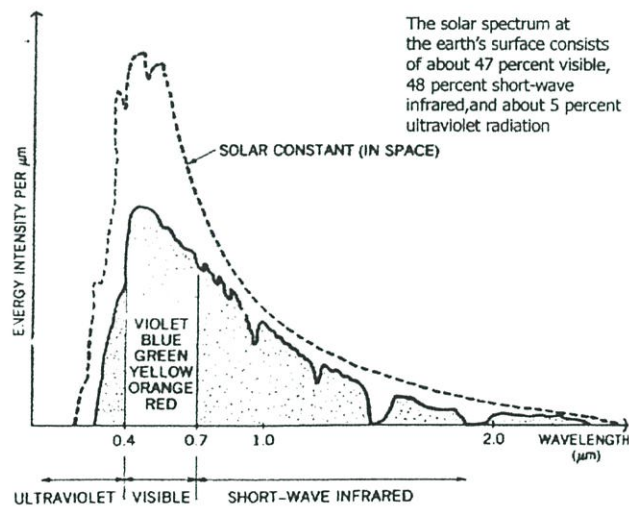
Akbari et al.(1992) แสดงผลของการศึกษาแบบจำลองโดยใช้คอมพิวเตอร์เพื่อรวมผลของการใช้ร่มเงาและการคายน้ำของพืช เพื่อลดการใช้พลังงานในอาคารชั้นเดียวเปรียบเทียบกับหลายรัฐในอเมริกา พบว่าเมื่อเพิ่มต้นไม้ 1 ต้นในแต่ละหลังจะลดพลังงานลงได้ 12-24% ในขณะที่เพิ่มต้นไม้ 3 ต้นต่อหลังช่วยลดพลังงานการทำมาความเย็นได้ 15-57% จากการศึกษาพบว่าอิทธิพลที่ได้จากร่มเงาอยู่ในช่วง 10-35% ของพลังงานที่ลดลงเท่านั้น ปัจจัยหลักที่ช่วยให้อาคารลดการใช้พลังงานลดอยู่ที่ค่าการคายน้ำของพืช (Evapotranspiration)

กล่าวโดยสรุป การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศโลก (Global Climate Change) เป็นผลเนื่องจากสาเหตุหลายประการที่ยังไม่สามารถสรุปหลักการได้อย่างแน่ชัด แต่จากการศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญหลายสาขาที่ผ่านมา สรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศของโลกเกิดขึ้นจริงเป็นผลจากธรรมชาติและการกระทำของมนุษย์ ซึ่งจากสาเหตุที่เกิดจากธรรมชาติต้องใช้เวลาอันมากตามทฤษฎีจึงจะเกิดผลอย่างสมบูรณ์ แต่ในรอบศตวรรษที่ผ่านมาพบว่าการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศโลก เกิดจากการกระทำของมนุษย์เป็นส่วนใหญ่ การเพิ่มของประชากรและการใช้ทรัพยากรธรรมชาติโดยเฉพาะป่าไม้ การปฏิวัติอุตสาหกรรม และการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง น้ำมัน ถ่านหิน หรือก๊าซธรรมชาติในปริมาณมหาศาลก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศทำลายชั้น โอโซน เกิดรูที่ชั้นบรรยากาศเป็นสาเหตุให้ชั้นบรรยากาศกรองรังสีได้น้อยลง และรังสีคลื่นยาวจากโลกไม่สามารถสะท้อนกลับสู่อวกาศได้ เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse effect) เป็นต้น ส่งผลกระทบต่อการเพิ่มของอุณหภูมิอากาศ และค่า Precipitation เป็นสาเหตุของการเกิดเกาะความร้อน (Heat Island) ส่งผลกระทบเป็นแบบลูกโซ่ (Chain reaction) หนทางที่จะช่วยแก้ไขปัญหานี้คือ การหยุดยั้งการสร้างมลภาวะและเพิ่มพื้นที่สีเขียวให้กับโลก

2.2.6 รังสีดวงอาทิตย์

รังสีดวงอาทิตย์ (Solar Radiation) มีลักษณะเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Wave) เดินทางมาถึงโลกด้วยความเร็วแสงโดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง ปริมาณรังสีผ่านเข้าสู่ชั้นบรรยากาศมีค่าเฉลี่ย $1.94 \text{ Cal/cm}^2/\text{min}$ (Solar Constant) ทั้งนี้โลกได้รับรังสีความร้อนน้อยกว่าที่ควรจะเป็นเนื่องจากมีชั้นบรรยากาศมีคุณสมบัติในการกรองรังสี ส่วนที่เหลือต้องผ่านลงสู่พื้นผิวโลก รังสีดวงอาทิตย์ที่ผ่านเข้ามายังชั้นบรรยากาศ มีความยาวคลื่นในช่วง 0.28-3.0 ไมครอน แบ่งเป็น 3 ช่วงคลื่นได้แก่

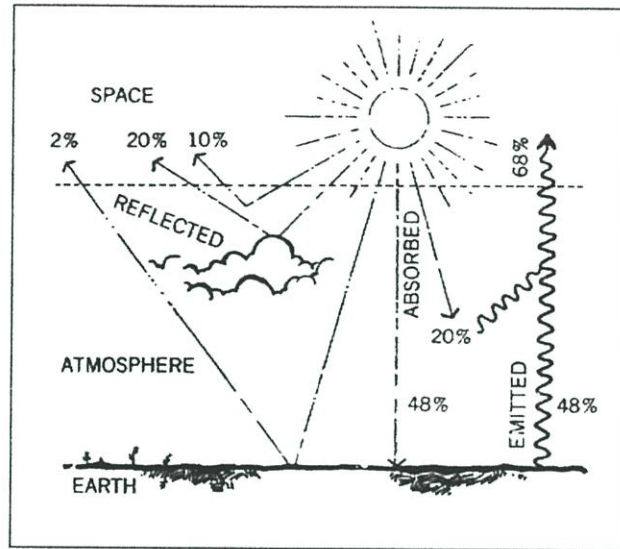
1. รังสีอัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet; UV) หรือรังสีคลื่นสั้น (Short-wave Radiation) มีความยาวคลื่นน้อยกว่า 0.4 ไมครอน
2. รังสีแสงสว่าง (Visible Ray) ช่วงคลื่นตั้งแต่ 0.4-0.76 ไมครอน
3. รังสีอินฟราเรด (Infra-red Radiation) เป็นรังสีคลื่นยาว (Long-wave Radiation) s หรือคลื่นรังสีความร้อน มีความยาวคลื่นมากกว่า 0.76 ไมครอน



ภาพที่ 2.1 แสดงสเปกตรัมของรังสีดวงอาทิตย์ที่พื้นผิวโลก

รังสีบางช่วงคลื่น ได้แก่รังสี UV และช่วงคลื่นประมาณ 0.288 ไมครอนจะถูกดูดกลืนที่บริเวณชั้น Ozone และบางส่วนจะถูกสะท้อนกลับ บางส่วนกระทบอนุภาคในชั้นบรรยากาศเช่น ฝุ่น ไออน้ำ เกิดเป็นรังสีกระจาย รังสีจึงเข้าสู่บรรยากาศโลกในหลายช่วงคลื่น เมื่อรังสีคลื่นสั้นที่มีพลังงานสูงต่อกระทบวัตถุจะเกิดเก็บกักไว้ในวัตถุในรูปความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) และแผ่รังสีคลื่นยาวหรือการแผ่รังสีกลับสู่บรรยากาศและสภาพแวดล้อมข้างเคียง ทำให้สภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น ในพื้นที่ปิดล้อมใด ๆ อุณหภูมิอากาศไม่ได้ขึ้นอยู่กับความร้อนจากการแผ่รังสี

ตรงจากดวงอาทิตย์ และอุณหภูมิที่ร้อนอบอวล (Ambient air temperature) เท่านั้น แต่ยังสามารถแผ่รังสีจากวัสดุที่อยู่รอบ ๆ ด้วย เรียกว่าอุณหภูมิการแผ่รังสี (Mean Radiant Temperature :MRT)



ภาพที่ 2.2 แสดงการแลกเปลี่ยนความร้อนกับสภาพแวดล้อม

รังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบผิวโลกมีปริมาณไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับ ชั้นความหนาของอากาศ (Thick of Air) ระดับความสูง ตำแหน่งและมุมดวงอาทิตย์ที่กระทำต่อผิวโลก (Altitude) หรือช่วงเวลาและฤดูกาลเนื่องจากแกนโลกเอียง โลกหมุนรอบตัวเองและระยะทางจากโลกถึงดวงอาทิตย์ในแต่ละฤดูกาลทำให้ระยะทางจากแหล่งกำเนิดถึงผิวโลกแตกต่างกัน รวมทั้งละติจูดที่ต่างกันทำให้มุมดวงอาทิตย์ตกกระทบผิวโลกต่างกัน จึงมีความเข้มของรังสีต่อพื้นที่ต่างกันไป รังสีที่ได้รับจากดวงอาทิตย์สามารถแบ่งออกตามลักษณะที่ได้รับจากสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ดังนี้⁶

1. รังสีคลื่นสั้นที่แผ่ลงมาโดยตรง (Direct Solar short wave radiation)
2. รังสีคลื่นสั้นที่กระจายผ่านเมฆหมอกออกมา (Diffuse short wave red sky Vault) เมื่อรวมตัวกับรังสีตรง เรียกว่า คลื่นรังสีรวม ซึ่งมีความสำคัญในการนำไปพิจารณาเรื่องการรับความร้อนของผิวอาคาร
3. รังสีคลื่นสั้นที่สะท้อนออกมาจากพื้นดินและสิ่งใกล้เคียง (Short wave reflected from ground) ปกติพื้นที่แนวนอนจะได้รับรังสีเป็น 2 เท่าของแนวตั้ง
4. รังสีคลื่นยาวจากพื้นดินและวัตถุที่ร้อน (Long wave radiation from heated ground & Object)

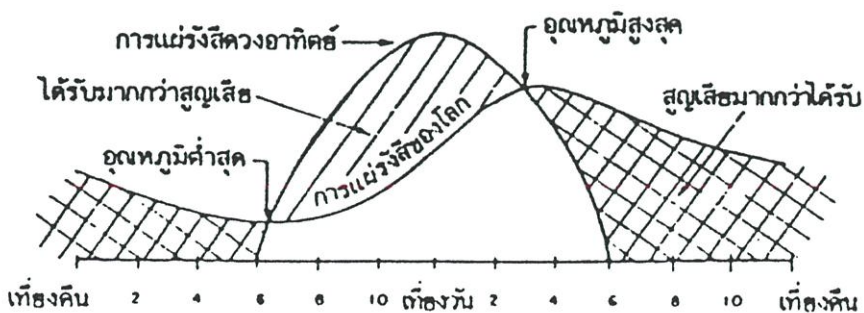
5. รังสีคลื่นยาวเกิดจากการแลกเปลี่ยนระหว่างวัตถุและท้องฟ้า (Outgoing long wave radiation exchange between object & sky) ซึ่งเกิดจากการสมดุลระหว่างรังสีที่พื้นผิวโลกได้ และรังสีที่ส่งออกไป จะไม่ค่อยมีความเข้มข้นแปรเปลี่ยนไปตามฤดูกาลและตำแหน่งของละติจูด

ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส จะมีการแผ่รังสีของพื้นดินกลับสู่ท้องฟ้าและอวกาศได้ดีกว่าวันที่มีเมฆมาก เนื่องรังสีคลื่นยาวจะถูกสกัดกั้นโดยไอน้ำและอนุภาคในอากาศและอัตราการแผ่รังสีคลื่นยาวกลับสู่ท้องฟ้าจะลดลงตามปริมาณเมฆ เช่นในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสจะส่งรังสีกลับได้ทั้งหมด เมื่อมีเมฆครึ่งท้องฟ้า (50%) ปริมาณรังสีส่งกลับได้ 79% ในขณะที่ วันที่ท้องฟ้าปิดจะส่งกลับรังสีได้เพียง 10% เท่านั้น

2.2.7 วัฏจักรของอุณหภูมิอากาศ

อุณหภูมิอากาศรายวันขึ้นอยู่กับสภาพท้องฟ้า ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสรังสีความร้อนผ่านชั้นบรรยากาศโลกและกลับออกไปได้สะดวกทำให้มีความแตกต่าง แต่ในวันที่ท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมจะมีความแตกต่างอุณหภูมิประจำวันน้อย เพราะท้องฟ้าสามารถสกัดกั้นรังสีความร้อนที่จะกลับสู่บรรยากาศทำให้รู้สึกร้อนอบอ้าว

รอบของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิประจำวัน หรือ วัฏจักรของอุณหภูมิเกิดจากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์และการแผ่รังสีคลื่นยาวของโลกกลับสู่บรรยากาศ ดวงอาทิตย์เริ่มแผ่รังสีตั้งแต่ 6.00-18.00 โดยประมาณมีปริมาณรังสีสูงสุดเวลา 12.00 น. แต่เวลานี้อุณหภูมิโลกยังไม่ถึงจุดสูงสุด แต่จะถึงจุดสูงสุด (Peak) ในช่วง 14.00-16.00 น. เนื่องจากอิทธิพลของการแผ่รังสีกลับของผิวโลกในขณะที่รังสีดวงอาทิตย์เริ่มลดปริมาณลงแต่การแผ่รังสีกลับเพิ่มขึ้นสูงสุด ความร้อนเกิดจากการสะสมรังสีจากดวงอาทิตย์ไว้ที่ผิวโลกและค่อย ๆ แผ่รังสีออกมาจนถึงจุดสูงสุดในช่วง 14.00-16.00 น. หลังจากนั้นรังสีดวงอาทิตย์จะค่อย ๆ ลดลง พร้อมกับการลดลงของการแผ่รังสีกลับ รังสีดวงอาทิตย์หมดเวลาประมาณ 18.00 น. ในขณะที่การแผ่รังสีกลับยังคงดำเนินต่อไปและสิ้นสุดในเวลา 6.00 น. ของวันถัดไป และเริ่มวัฏจักรของการรับและคายรังสีของผิวโลกต่อไป



ภาพที่ 2.3 แสดงการแผ่รังสีดวงอาทิตย์กับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิประจำวัน

2.2.8 การถ่ายเทความร้อน

ความร้อน (Heat) คือพลังงาน (Energy) ในการสั่นสะเทือน (Vibration) เฉลี่ยรวมของ โมเลกุลของสสาร หรือพลังงานที่ทำให้โมเลกุลในสสารสั่นสะเทือน สสารที่มีความร้อนมาก (พลังงานมาก) โมเลกุลจะสั่นสะเทือนมากกว่าสสารที่มีความร้อนน้อย (พลังงานน้อย) ส่วน อุณหภูมิ (Temperature) คือหน่วยวัดค่าพลังงานการสั่นสะเทือนเฉลี่ยของแต่ละ โมเลกุลของสสาร ซึ่งโมเลกุลจะหยุดการสั่น สะเทือนก็ต่อเมื่อไม่มีความร้อน หรือมีอุณหภูมิศูนย์สัมบูรณ์ (Absolute Zero) เท่ากับ 0 K , $-237\text{ }^{\circ}\text{C}$ หรือ $-459.69\text{ }^{\circ}\text{F}$ การถ่ายเทความร้อนของสสารเกิดจากบริเวณที่มี พลังงานสูงสู่บริเวณที่มีพลังงานต่ำกว่าเสมอหรือจะเกิดขึ้นเมื่อมีความแตกต่างของอุณหภูมิ เมื่อมี อุณหภูมิเท่ากันการถ่ายเทความร้อนจะสิ้นสุดลง เมื่อหยุดการถ่ายเทความร้อนมิได้หมายถึงไม่มีความร้อน หากแต่ความร้อนจากต้นกำเนิดและจุดปลายมีค่าเท่ากัน หรือ ไม่มีความต่างของอุณหภูมิ ซึ่งเป็นกระบวนการสมดุลทางอุณหภูมิ อัตราการถ่ายเทความร้อนจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของ

- ความแตกต่างของอุณหภูมิ
- พื้นที่ของผิวสัมผัส
- ความต้านทานความร้อนของสสารที่เป็นตัวกลางการถ่ายเทความร้อน

ความร้อนจะไหลผ่าน (Flow) หรือส่งผ่าน (Transfer) จากสสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่า (พลังงานมากกว่า) สู่สสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า (พลังงานน้อยกว่า) เสมอ เกิดขึ้นได้ 3 ลักษณะคือ

1. การนำความร้อน (Conduction) เป็นการส่งผ่านพลังงานการสั่นสะเทือนระหว่าง โมเลกุลที่อยู่ใกล้กัน (หรือ Domino effect) ซึ่งการส่งผ่านความร้อนลักษณะนี้ต้องอาศัยตัวกลางที่มีความหนาแน่นสูง กล่าวคือ คุณสมบัติการนำความร้อนขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของสสาร สสารที่มีความหนาแน่นมากย่อมมีการนำความร้อนได้ดีกว่าที่มีความหนาแน่นน้อย เช่น โลหะนำความร้อนได้ดีกว่าอิฐ เป็นและไม้ ตามลำดับ ฉะนั้น วัสดุที่มีการนำความร้อนที่ดีมีลักษณะความเป็น ฉนวนน้อย การนำความร้อนในสสารสามารถเกิดได้เท่ากันทุกทิศทุกทาง และเป็นอิสระจากแรง โน้มถ่วงของโลก (Gravity)

2. การพาความร้อน (Convection) เป็นการส่งผ่านความร้อนโดยอาศัยของไหล (เช่น อากาศ หรือของเหลว) มีลักษณะร่วมกันระหว่างการพาความร้อนและการแผ่รังสีความร้อน เกิด การแผ่ความร้อนจากสสารสู่บริเวณที่เป็นของไหล ของไหลที่ได้รับความร้อนจะมีพลังงานสูงกว่า และมีความกดดันอากาศต่ำจะลอยตัวขึ้นสู่ที่สูง ทำให้ของไหลที่มีความร้อนน้อยกว่าซึ่งมีความกด อากาศสูงไหลเข้ามาแทนที่ การพาความร้อนไปโดยของไหลเมื่อสัมผัสสสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจะ เกิดการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนจากโมเลกุลของสสารต้นทาง สู่โมเลกุลสสารปลายทาง ซึ่งเป็นอิสระต่อแรง โน้มถ่วงของโลก การพาความร้อนไม่เกิดขึ้นในสุญญากาศ

3. การแผ่รังสี (Radiation) เป็นการส่งผ่านความร้อน (Heat transfer) ในลักษณะคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic wave) เกิดจากสสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าสู่สสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า

โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง เกิดขึ้นได้สมบูรณ์แม้เป็นสุญญากาศ และเป็นอิสระต่อแรงโน้มถ่วงของโลก การสั่นสะเทือนจะเกิดบริเวณผิวของสสาร เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเคลื่อนที่ด้วยความเร็วแสง เมื่อโมเลกุลปลายทางรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จะเกิดการเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนหรือเป็นการกระตุ้นให้เกิดการสั่นสะเทือนในโมเลกุลของสสารปลายทาง

อุณหภูมิอากาศที่เพิ่มสูงขึ้นในสภาพแวดล้อม เกิดจากการพาความร้อนโดยกระแสน้ำ การแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์และการคายความร้อนหรือการเปล่งความร้อนกลับของวัตถุที่พื้นผิวโลก เช่น พื้นดิน วัสดุประกอบอาคารที่มีความหนาแน่นสูงเป็นส่วนใหญ่ การป้องกันปัญหาความร้อนที่กล่าวมานี้โดยวิธีการบังเงาให้กับวัสดุประกอบอาคาร เพื่อลดการสะสมความร้อน ลดพื้นผิวดาดแข็ง (Hardscape) หันมาใช้วัสดุพืชพรรณ เพื่อลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ ลดการสะท้อนและการสะสมความร้อนในเนื้อวัสดุ อันเป็นมาตรการหลักของการเพิ่มอุณหภูมิของสภาพแวดล้อม

บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงเปรียบเทียบเพื่อศึกษาการสร้างสภาวะน่าสบาย ให้กับบริเวณรอบอาคารที่พักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ที่มีพื้นที่รอบอาคารจำกัด โดยใช้ไม้ยืนต้น จุดประสงค์หลักเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการใช้พืชพรรณในการช่วยลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์และการปรับปรุงสภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคาร (Environmental Microclimate) ในการดำเนินการวิจัยทำการเก็บข้อมูลจากสถานที่จริงในช่วงปลายเดือนพฤษภาคม ซึ่งการวิจัยนี้ได้ทำการเลือกกรณีศึกษาที่อยู่ภายในโครงการหมู่บ้านเดียวกันในแถบชานเมืองกรุงเทพมหานคร แบ่งขั้นตอนการวิจัยเป็น 2 ขั้นตอนหลักคือ ขั้นตอนการเตรียมการวิจัย-เก็บข้อมูล และขั้นตอนการวิเคราะห์ สรุปผล และให้ข้อเสนอแนะ ซึ่งจะกล่าวในลำดับต่อไป ในบทนี้จะเป็นการแปรคำนิยามมโนทัศน์ให้เป็นนิยามปฏิบัติการ เพื่อนำไปสู่บทสรุปของการออกแบบชุดทดลอง การเก็บข้อมูล สถานที่เก็บข้อมูล การใช้เครื่องมือ ขั้นตอนและรายละเอียดของการทดลองในลำดับต่อไป

3.1 ขั้นตอนเตรียมการวิจัย

3.1.1 การตั้งข้อสมมติฐานการวิจัย

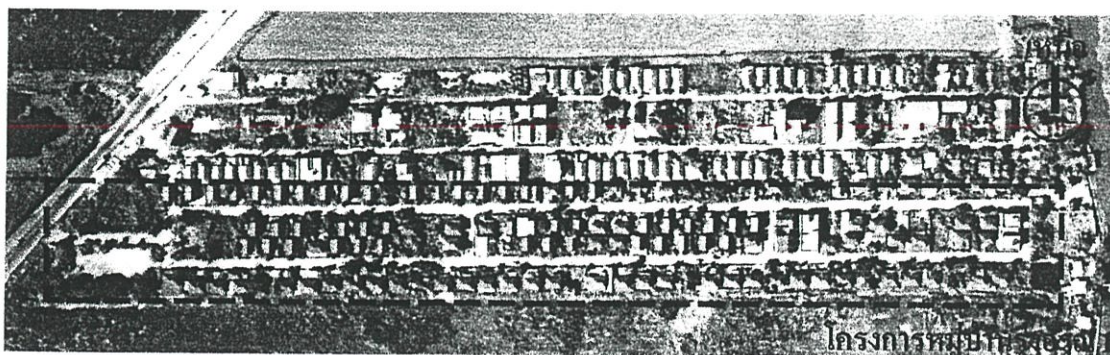
การวิจัยนี้แบ่งการทดลองเป็น 3 กรณี ภายใต้ข้อสมมติฐานหลักของการวิจัยดังนี้
ปัจจัยที่ว่าจะส่งผลต่อสภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคาร ได้แก่

1. ปัจจัยของพืชพรรณ ได้แก่ ชนิดและลักษณะของพืชพรรณ (Species and Characteristics) และปัจจัยอื่น ๆ ได้แก่ ชนิด (Species) ขนาดร่มเงา (Spread) จำนวน (Quantity) ระยะห่าง (Distance) ระหว่างร่มเงากับอาคาร ตำแหน่ง (Position) หรือทิศทาง (Direction)

2. ลักษณะทางกายภาพของสิ่งแวดล้อมบริเวณรอบอาคาร อาจเป็นปัจจัยสำคัญของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคาร และอาจเป็นตัวแปรสำคัญที่เพิ่มความรุนแรงของสภาพอากาศเฉพาะที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์

3.1.2 การเตรียมชุดทดลอง

สถานที่	โครงการหมู่บ้านรุ่งอรุณ 1 ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร
---------	--



ภาพที่ 3.1 แสดงภาพถ่ายทางอากาศโครงการหมู่บ้านรุ่งอรุณ 1 เขตลาดกระบัง

ช่วงเวลากลับข้อมูล	เริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 14 ถึงวันที่ 31 พฤษภาคม พ.ศ. 2546
ลักษณะการเก็บข้อมูล	เวลาที่ทำการเก็บข้อมูลขึ้นอยู่กับแต่ละชุดทดสอบ แบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ คือ เก็บข้อมูลตลอด 24 ชั่วโมงเป็นเวลา 2 วันเก็บข้อมูล เป็นช่วง เวลาตั้งแต่ 06.00 - 18.00 น. เปรียบเทียบ 2 วัน และการเก็บข้อมูลย่อยเพื่อเปรียบเทียบค่าการแผ่รังสีภายนอกและ บริเวณใต้ ต้นไม้แยกประเภท
การวิเคราะห์	การวิเคราะห์ผลในเมืองต้น โดยใช้กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคารกับค่าเฉลี่ย ของสภาพอากาศกรุงเทพฯ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2544 และ การใช้แผนภาพ Psychometric Chart เพื่อวิเคราะห์สภาพอากาศ เฉพาะที่กับสภาวะน่าสบายโดยใช้ทฤษฎี Adaptive Model

3.1.3 การเลือกตัวอย่างกรณีศึกษา

แนวความคิดในการเลือกกรณีศึกษา มุ่งเน้นไปในอาคารประเภทบ้านเดี่ยวที่มีพื้นที่รอบอาคารจำกัดอยู่ในแถบชานเมืองเนื่องจากเหตุผลดังนี้

1. เพื่อลดตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้องที่จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อการศึกษา เนื่องจากในเขตเมืองมีตัวแปรอันเกิดจากสภาพแวดล้อมรอบอาคารที่ยากต่อการควบคุม และแถบชานเมืองได้รับผลกระทบจากตัวแปรของรังสีความร้อนที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าในเขตเมือง

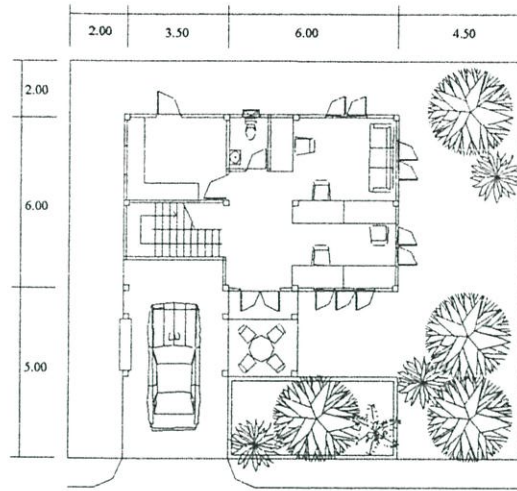
2. เนื่องจากวิจัยต้องใช้ตัวอย่างกรณีศึกษาที่มีลักษณะตรงตามที่ตั้งไว้ในข้อสมมติฐาน เพื่อให้สามารถควบคุมตัวแปรของสภาพแวดล้อมรอบอาคารให้มีลักษณะใกล้เคียงกันมากที่สุด จำเป็นต้องเลือกโครงการหมู่บ้านเดียวกัน มีการจัดวางตามแนวแกนอ้างอิงที่สะดวกต่อการศึกษาและวิเคราะห์ผล

อย่างไรก็ตาม การวิจัยนี้ได้พยายามเลือกตัวอย่างกรณีศึกษาที่มีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด อยู่ในโครงการหมู่บ้านรุ่งอรุณ 1 ซึ่งมีการวางผังตามยาวในแนวตะวันออก-ตะวันตก แบ่งที่ดินเป็น 4 แถว และถนน 2 แถวขนานไปกับความยาวของโครงการ การเลือกกรณีศึกษาแม้ว่าจะเป็นการยากที่จะเลือกสภาพแวดล้อมที่เหมือนกันทุกประการก็ตาม ตัวอย่างกรณีศึกษาสำหรับงานวิจัยนี้ตั้งอยู่บนพื้นฐาน ดังต่อไปนี้

- บ้านทุกหลังต้องมีลักษณะใกล้เคียงกัน คือ เป็นบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ที่มีแบบบ้านเหมือนกัน มีองค์ประกอบตัวอาคารและมีขนาดใกล้เคียงกัน ใช้วัสดุประเภทเดียวกัน

- บ้านทุกหลังต้องมีบริเวณบ้านที่มีขนาดใกล้เคียงกัน อยู่บนพื้นที่ขนาด 14x16 เมตรประกอบด้วยพื้นที่ใช้สอยชั้นล่างประมาณ 79.5 ตารางเมตร ลานซักล้างและทางเดินรอบบ้านประมาณ 18 ตารางเมตร รวมพื้นที่ที่เป็นพื้นคอนกรีตประมาณ 100 ตารางเมตร บริเวณพื้นดินประมาณ 124 ตารางเมตร แต่สามารถใช้ปลูกพืชได้จริง เพียง 65 ตารางเมตร ได้แก่บริเวณด้านหน้าและด้านข้าง

- บ้านทุกหลังต้องมีการจัดวางในทิศทางเดียวกันและมีสภาพแวดล้อมตรงกับประเด็นที่ต้องการศึกษา และอยู่ในละแวกใกล้เคียงกันเท่านั้น



ภาพที่ 3.2 แสดงขนาดผังพื้นบ้านกรณีศึกษาหมู่บ้านรุ่งอรุณ 1

3.1.4 การกำหนดตัวแปร

การกำหนดตัวแปรเพื่อนำมาใช้ในการทดสอบเพื่อหาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อการปรับสภาพแวดล้อมเฉพาะที่รอบอาคาร โดยกำหนดตัวแปรไว้ 3 ชนิด ได้แก่

- | | |
|---------------------|--|
| ตัวแปรอิสระ | เป็นตัวแปรที่ต้องการทราบผลแห่งความสัมพันธ์ต่อข้อสมมติฐานที่ตั้งไว้ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม |
| ตัวแปรตาม | เป็นตัวแปรที่ทำการเก็บข้อมูล เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์ ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากตัวแปรอิสระ |
| ตัวแปรควบคุม | เป็นตัวแปรที่ต้องควบคุมให้มีลักษณะเดียวกันภายในชุดทดสอบ เพื่อให้ได้ผลของการทดลองที่เกิดจากตัวแปรอิสระที่ชัดเจนและมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด |

เนื่องจากการวิจัยนี้มีการทดลอง 3 แบบ ในแต่ละแบบมีข้อสมมติฐานและตัวแปรที่แตกต่างกัน จึงขอกล่าวรายละเอียดของตัวและและข้อสมมติฐานย่อยในแต่ละชุดทดลองในลำดับต่อไป

3.1.5 เครื่องมือในการเก็บผล*

1. เครื่องบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Hobo) จำนวน 15 เครื่อง สายต่อสัญญาณและ โปรแกรม Box CarPro
2. เครื่องเก็บข้อมูล หรือตะกร้าข้อมูล (Hobo Shuttle)
3. เครื่องบันทึกค่าข้อมูล (Data Logger) รุ่น OPUS 200 ชนิด 2 ช่องสัญญาณ จำนวน 4 เครื่อง พร้อมสายส่งสัญญาณ แบตเตอรี่ และ โปรแกรม Smart Control
4. เครื่องวัดค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (Pyranometer) จำนวน 3 ชุด
5. ขาดังเครื่องเก็บข้อมูลปรับระดับได้
6. เครื่องคอมพิวเตอร์
7. เครื่องมือวัดระยะ

* ภาพประกอบในภาคผนวก ค.

3.2 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

จากข้อสมมติฐานการวิจัยในข้อ 4.1.1 ซึ่งเป็นนิยามมโนทัศน์นำไปสู่แนวความคิดในการออกแบบชุดทดสอบในรูปแบบของนิยามปฏิบัติการและรายละเอียดขั้นตอนการเก็บข้อมูลดังนี้

ชุดทดลองที่ 1

จุดประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบสภาพอากาศเฉพาะที่ของบริเวณรอบอาคารที่มีสภาพแวดล้อมต่างกัน ได้แก่ บริเวณที่ได้รับร่มเงาของต้นไม้ร่วมกับบริเวณที่ได้รับแสงแดดโดยตรง

สมมติฐาน

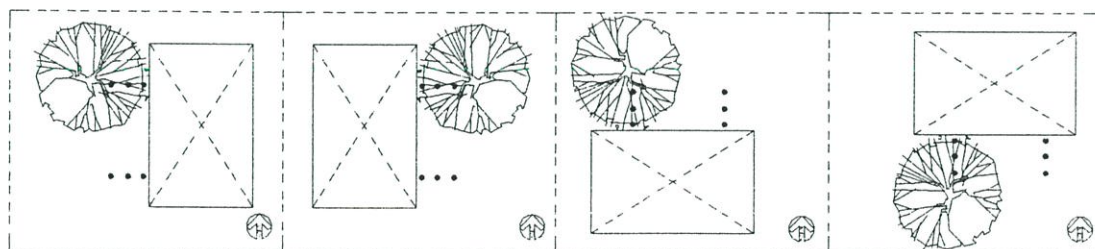
ตัวแปรที่อาจส่งผลกระทบต่อสภาพอากาศเฉพาะที่ (Microclimate) รอบอาคาร ได้แก่

1. อัตราการรับรังสีตรงและรังสีกระจายของดวงอาทิตย์
2. ทิศทางและตำแหน่งการโคจรของดวงอาทิตย์
3. ระยะห่างจากอาคารถึงพืชพรรณ
4. ขนาดและความทึบของร่มเงา

ตัวแปร

ตัวแปรอิสระ	สภาพแวดล้อมของอาคารที่ได้รับร่มเงา และบริเวณที่โดนแดดโดยตรง ระยะห่างของตัวเก็บข้อมูลจากอาคาร
ตัวแปรตาม	ค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และค่าการแผ่รังสี
ตัวแปรควบคุม	ชนิดและขนาดของต้นไม้ ลักษณะบ้านกรณีศึกษา สภาพแวดล้อมรอบอาคารที่รับแดดและได้รับร่มเงา และช่วงเวลาในการเก็บข้อมูล

ภาพแสดงการติดตั้งอุปกรณ์เก็บข้อมูลการทดลองที่ 1



ภาพที่ 3.3 แสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์เก็บข้อมูลสภาพอากาศในทิศทางต่างๆ

ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

1. แบ่งการทดสอบเป็น 2 ประเภทคือ บริเวณรอบอาคารที่ได้รับร่มเงา และบริเวณรอบอาคารที่ได้รับแสงแดดโดยตรง เก็บข้อมูลแยกทิศทางในวันและเวลาเดียวกัน
2. แบ่งการเก็บข้อมูลเป็น 2 ชุด ได้แก่
 - ทิศเหนือและทิศตะวันออก
 - ทิศใต้และทิศตะวันตก

3. เก็บข้อมูลสภาพอากาศรอบอาคาร ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ในร่มและกลางแจ้ง บันทึกข้อมูลทุก 5 นาที ตลอด 24 ชั่วโมงเป็นเวลา 2 วัน/ชุดทดลอง

4. แบ่งชุดเก็บข้อมูลในแต่ละด้านดังนี้

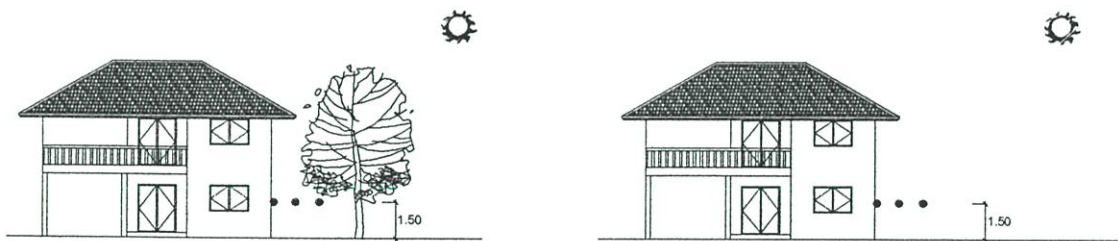
- ติดตั้ง เครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้น (Hobo) ที่ระดับความสูง 1.50 เมตรที่ระยะ 0.10, 1.00 และ 2.00 เมตรห่างจากผนังอาคารตามลำดับ

5. บันทึกผล

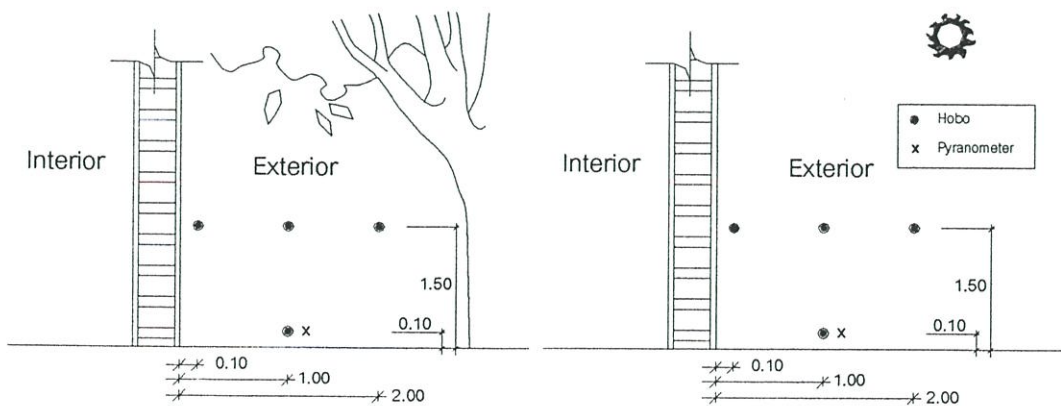
ตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลจำเพาะของคั่นมะม่วงของชุดการทดลองที่ 1

ทิศ	พันธุ์ไม้	ขนาดพุ่ม	ความสูงพุ่ม	ความหนาพุ่ม	ความหนาแน่น
ทิศเหนือ	มะม่วง	6.30 ม.	2.30 ม.	5.70 ม.	96%
ทิศใต้	มะม่วง	6.20 ม.	2.00 ม.	6.00 ม.	94%
ทิศตะวันออก	มะม่วง	6.50 ม.	2.00 ม.	6.50 ม.	89%
ทิศตะวันตก	มะม่วง	6.20 ม.	1.80 ม.	6.00 ม.	92%

หมายเหตุ หลักการประมาณความหนาแน่นของพุ่มใบใช้อ้างอิงเฉพาะที่งานวิจัยนี้เท่านั้น



ภาพที่ 3.4 แสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์เก็บข้อมูลด้านที่ได้รับเงาและที่ได้รับแดด



ภาพที่ 3.5 แสดงระยะการติดตั้งอุปกรณ์เก็บข้อมูล

ชุดการทดลองที่ 2

จุดประสงค์

เพื่อศึกษาสภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคารที่มีสภาพแวดล้อมของพืชพรรณที่แตกต่างกัน แบ่งได้เป็น 6 ประเภทดังนี้

1. บริเวณรอบอาคารที่เป็นพื้นผิวลาดแข็ง (ลานคอนกรีต)
2. บริเวณรอบอาคารที่เป็นสนามหญ้า
3. บริเวณรอบอาคารที่มีต้นมะม่วงขนาดเล็ก (เส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 5 เมตร)
4. บริเวณรอบอาคารที่มีต้นมะม่วงขนาดกลาง (เส้นผ่าศูนย์กลาง 5-10 เมตร)
5. บริเวณรอบอาคารที่มีต้นมะม่วงหลายต้น
6. บริเวณรอบอาคารที่มีการจัดสวน

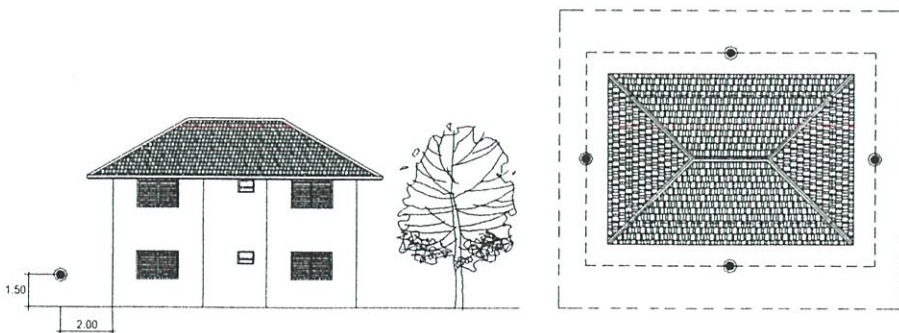
สมมติฐาน

1. สภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคารที่แตกต่างกันน่าจะเกิดจากอิทธิพลขององค์ประกอบของสภาพแวดล้อมรอบอาคารที่แตกต่างกัน
2. ตัวแปรที่สำคัญในการควบคุมสภาพอากาศของพืชพรรณน่าจะมาจากความสามารถในการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบวัสดุสิ่งแวดล้อม
3. อิทธิพลของร่มเงาของพืชพรรณน่าจะเป็นตัวแปรที่สำคัญที่ช่วยลดความรุนแรงให้กับสภาพอากาศได้มากกว่าบริเวณที่ไม่ได้รับร่มเงา
4. บริเวณที่มีพืชพรรณจำนวนมากยอมให้พื้นที่ร่มเงามาก น่าจะให้ประสิทธิภาพในการลดความรุนแรงของสภาพอากาศเฉพาะที่ได้มากกว่าบริเวณที่มีพืชพรรณน้อย และบริเวณที่มีพืชพรรณขนาดเล็กตามลำดับ

ตัวแปร

ตัวแปรอิสระ	องค์ประกอบของสภาพแวดล้อม ทิศทางของการเก็บข้อมูล ขนาดและจำนวนพืชพรรณ
ตัวแปรตาม	ค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และค่าการแผ่รังสี
ตัวแปรควบคุม	ชนิดของพืชพรรณ ลักษณะบ้านกรณีศึกษา ช่วงเวลาการเก็บข้อมูล

ภาพแสดงการติดตั้งชุดอุปกรณ์การเก็บข้อมูลการทดลองที่ 2



ภาพที่ 3.6 แสดงตำแหน่งอุปกรณ์เก็บค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์รอบอาคารในชุดทดลอง 2

ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

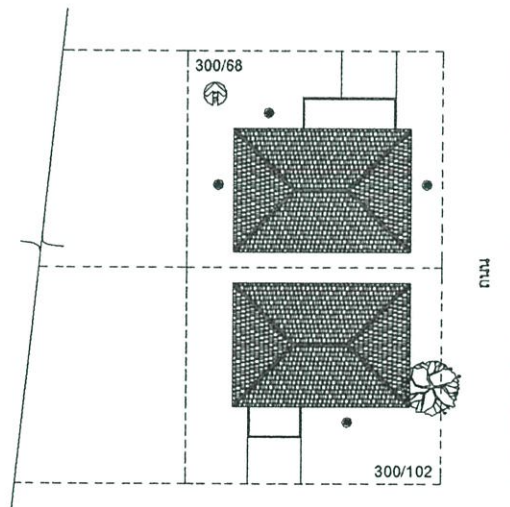
1. แบ่งชุดการเก็บข้อมูลเป็น 6 กรณี แยกเก็บข้อมูลเป็น 2 ช่วง โดยเก็บกรณีเดียวกันในวันและเวลาเดียวกันได้แก่

- | | |
|-----------|--|
| ช่วงที่ 1 | เก็บผลอันเนื่องจาก สภาพแวดล้อมที่เป็นพื้นผิวลาดแข็งและบริเวณที่มีต้นไม้ขนาดกลาง |
| ช่วงที่ 2 | เก็บผลจากสภาพแวดล้อมที่เป็นสนามหญ้า ต้นมะม่วงขนาดเล็ก ต้นมะม่วงขนาดกลาง และ บริเวณที่มีการจัดสวน |

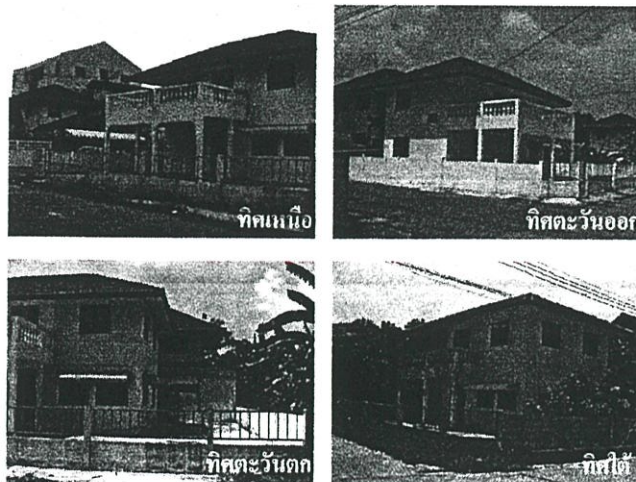
2. การเก็บข้อมูลช่วงที่ 1 ทำการติดตั้งอุปกรณ์เก็บค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Hobo) ที่ระดับ 1.50 เมตร ห่างจากผนัง 2.00 เมตรในบริเวณที่ได้รับผลของร่มเงา ส่วนบริเวณสนามหญ้าและลานคอนกรีตทำการเก็บในที่โล่งที่ ระยะห่างและระดับเดียวกัน

3. ติดตั้งอุปกรณ์เก็บค่าการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์บริเวณกลางแจ้งที่ระดับ 2.00 เมตร
4. บันทึกค่าทุก 5 นาที ตั้งแต่เวลา 06.00 - 18.00 น. เป็นเวลา 2 วัน
5. ทำการเก็บข้อมูลช่วงที่ 2 บันทึกค่าทุก 5 นาทีในเวลาเดียวกัน เป็นเวลา 2 วัน

กรณีที่ 1 บริเวณลานคอนกรีต

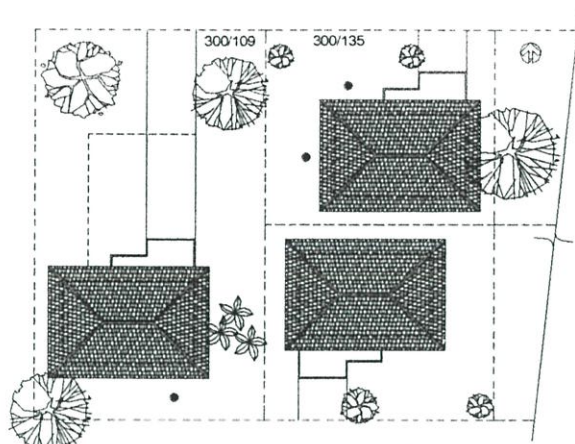


ภาพที่ 3.7 ผังพื้นแสดงการติดตั้งชุดเก็บข้อมูลชุดการทดลองที่ 2 บริเวณพื้นผิวลาดแข็ง



ภาพที่ 3.8 แสดงภาพกรณีศึกษาชุดการทดลองที่ 2 บริเวณพื้นผิวลาดแข็ง (ลานคอนกรีต)

กรณี 2 บริเวณรอบอาคารที่เป็นสนามหญ้า

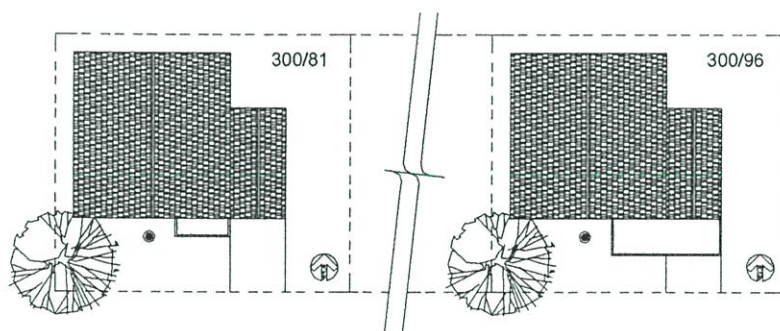


ภาพที่ 3.9 ผังพื้นแสดงตำแหน่งการเก็บข้อมูลชุดทดลองที่ 2 บริเวณสนามหญ้า



ภาพที่ 3.10 แสดงภาพกรณีศึกษาชุดการทดลองที่ 2 บริเวณสนามหญ้า

กรณี 3 บริเวณรอบอาคารได้ร่มเงาต้นไม้มีขนาดเล็ก

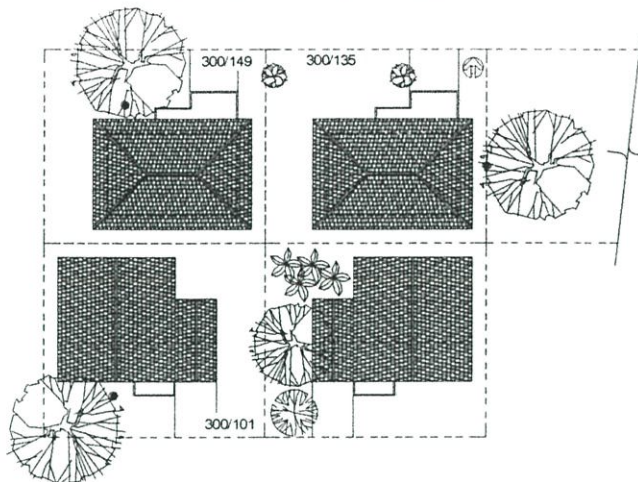


ภาพที่ 3.11 ผังพื้นแสดงตำแหน่งการเก็บข้อมูลชุดทดลองที่ 2 บริเวณที่มีต้นไม้มีขนาดเล็ก



ภาพที่ 3.12 แสดงภาพกรณีศึกษาชุดการทดลองที่ 2 บริเวณที่มีต้นไม้มีขนาดเล็ก

กรณี 4 บริเวณรอบอาคารใต้ร่มเงาต้นไม้ขนาดกลาง

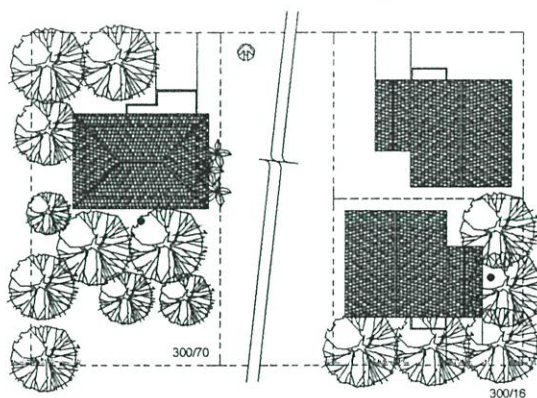


ภาพที่ 3.13 ผังพื้นที่แสดงการติดตั้งชุดเก็บข้อมูลชุดที่ 2 บริเวณที่มีต้นไม้ขนาดกลาง

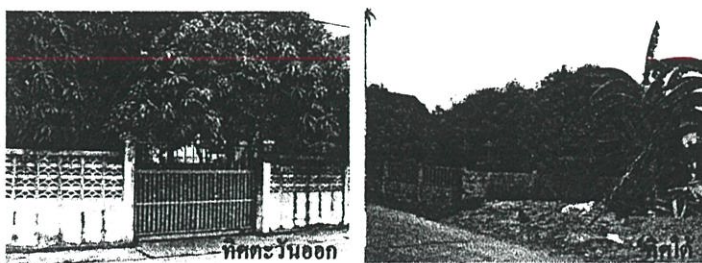


ภาพที่ 3.14 แสดงภาพกรณีศึกษาชุดการทดลองที่ 2 บริเวณที่มีต้นไม้ขนาดกลาง

กรณี 5 บริเวณรอบอาคารใต้ร่มเงาต้นไม้หลายต้น

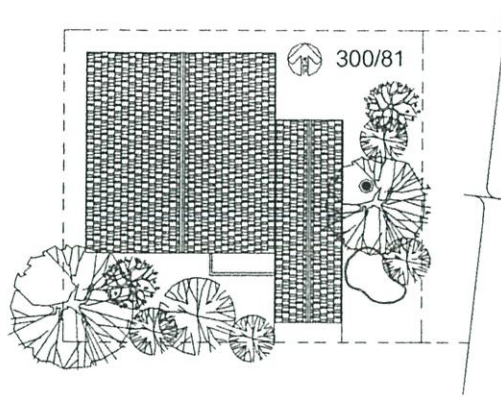


ภาพที่ 3.15 ผังพื้นที่แสดงการติดตั้งชุดเก็บข้อมูลชุดที่ 2 บริเวณที่มีต้นไม้หลายต้น



ภาพที่ 3.16 แสดงภาพกรณีศึกษาชุดการทดลองที่ 2 บริเวณที่มีต้นไม้หลายต้น

กรณี 6 บริเวณที่มีการจัดสวนรอบอาคาร



ภาพที่ 3.17 ผังพื้นแสดงการติดตั้งชุดเก็บข้อมูลชุดที่ 2 บริเวณที่มีการจัดสวน



ภาพที่ 3.18 แสดงภาพกรณีศึกษาชุดการทดลองที่ 2 บริเวณที่มีการจัดสวน

ตารางที่ 3.2 แสดงข้อมูลจำเพาะของพืชพรรณของชุดการทดลองที่ 2

สภาพแวดล้อม	พันธุ์ไม้	ขนาดพุ่ม	ความสูงพุ่ม	ความหนาพุ่ม	ความหนาแน่น
พื้นคอนกรีต	-	-	-	-	-
สนามหญ้า	หญ้า	-	-	-	-
มะม่วงเล็ก	มะม่วง	6.00 ม.	2.00 ม.	6.00 ม.	92%
มะม่วงกลาง	มะม่วง	8.00 ม.	2.50 ม.	7.20 ม.	90%
มะม่วงหลายต้น	มะม่วง	15.00 ม.	2.50 ม.	6.20 ม.	95%
จัดสวน*	-	-	-	-	-

หมายเหตุ หลักการประมาณความหนาแน่นของพุ่มใบใช้อ้างอิงเฉพาะที่งานวิจัยนี้เท่านั้น

* รายละเอียดขนาดและองค์ประกอบบริเวณการจัดสวน ในภาควิเคราะห์การทดลองที่ 4.2

ชุดการทดลองที่ 3

จุดประสงค์

เพื่อศึกษาสภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคารอันเนื่องมาจากอิทธิพลของร่มเงาที่ได้จากการใช้พืชพรรณต่างชนิดกันได้แก่ มะม่วง กัลยัย มะขามเทศ หมาก และมะยม

สมมติฐาน

1. ประสิทธิภาพในการป้องกันรังสีของพืชพรรณ น่าจะเป็นตัวแปรสำคัญในการควบคุมสภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคาร

2. ประสิทธิภาพในการควบคุมสภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคารที่แตกต่างกันของพืชพรรณ น่าจะขึ้นอยู่กับแปรปัจจัยด้านลักษณะทางกายภาพของพืชพรรณแต่ละชนิด

ตัวแปร

ตัวแปรอิสระ

ชนิด และ ขนาดของพืชพรรณ

ตัวแปรตาม

ค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และ ค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์

ตัวแปรควบคุม

ลักษณะทางกายภาพของบ้านกรณีศึกษา ทิศทางในการเก็บข้อมูล ระยะห่างและการติดตั้งอุปกรณ์ วันและเวลาในการเก็บข้อมูล

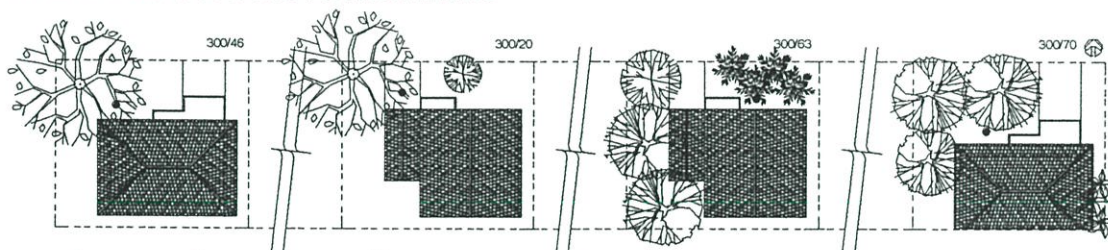
ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

1. ทำการติดตั้งอุปกรณ์เก็บค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Hobo) ที่ระดับ 1.50 เมตร ห่างจากผนัง 2.00 เมตร ในบริเวณที่ได้รับผลของร่มเงาของพืชพรรณ

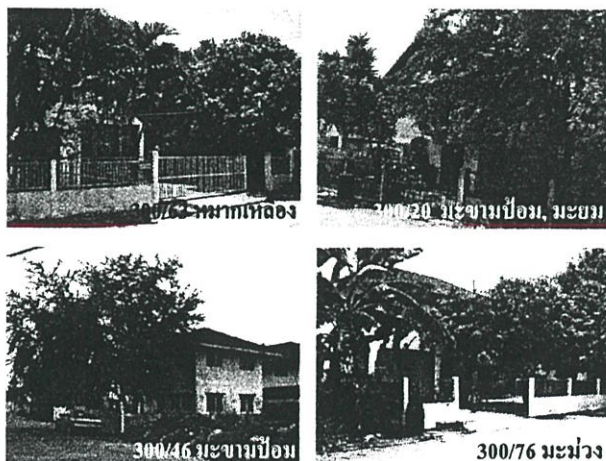
2. ติดตั้งอุปกรณ์เก็บค่าการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์บริเวณกลางแจ้งที่ระดับ 2.00 เมตร

3. บันทึกค่าทุก 5 นาที ตั้งแต่เวลา 06.00 - 18.00 น. เป็นเวลา 2 วัน

กรณี 1 บริเวณรอบอาคารด้านทิศเหนือ

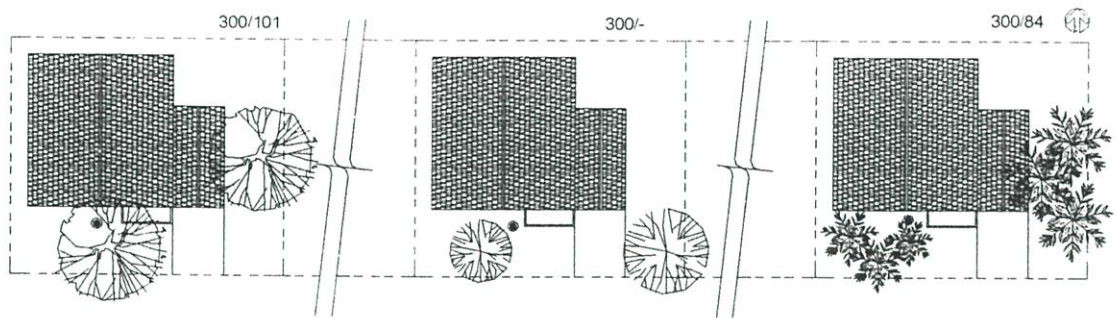


ภาพที่ 3.19 ผังพื้นแสดงการติดตั้งชุดเก็บข้อมูลชุดที่ 3 บริเวณรอบอาคารด้านทิศเหนือ



ภาพที่ 3.20 แสดงภาพกรณีศึกษาชุดการทดลองที่ 3 บริเวณรอบอาคารด้านทิศเหนือ

กรณี 2 บริเวณรอบอาคารด้านทิศใต้

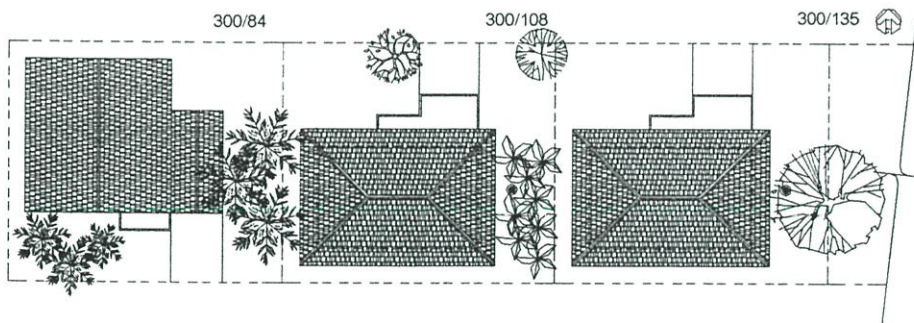


ภาพที่ 3.21 ผังพื้นแสดงการคิดตั้งชุดเก็บข้อมูลชุดที่ 3 บริเวณรอบอาคารด้านทิศใต้



ภาพที่ 3.22 แสดงภาพกรณีศึกษาชุดการทดลองที่ 3 บริเวณรอบอาคารด้านทิศเหนือ

กรณี 3 บริเวณรอบอาคารด้านทิศตะวันออก

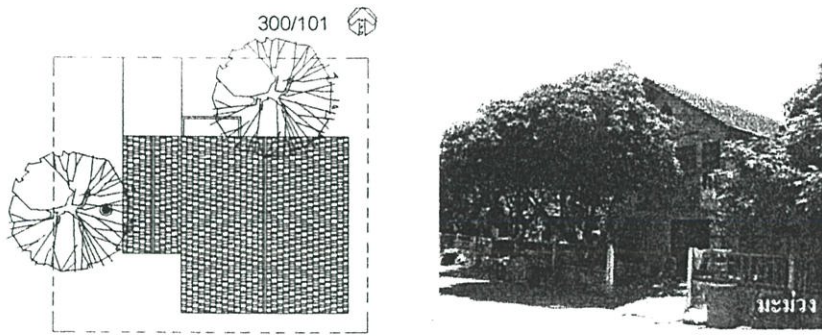


ภาพที่ 3.23 ผังพื้นแสดงการคิดตั้งชุดเก็บข้อมูลชุดที่ 3 บริเวณรอบอาคารด้านทิศตะวันออก



ภาพที่ 3.24 แสดงภาพกรณีศึกษาชุดการทดลองที่ 3 บริเวณรอบอาคารด้านทิศตะวันออก

กรณี 4 บริเวณรอบอาคารด้านทิศตะวันตก



ภาพที่ 3.25 ผังพื้นที่และภาพแสดงการติดตั้งชุดเก็บข้อมูลชุดที่ 3 บริเวณรอบอาคารด้านทิศตะวันตก

ตารางที่ 3.3 แสดงข้อมูลจำเพาะของพืชพรรณของชุดการทดลองที่ 3*

พันธุ์ไม้	ลักษณะพุ่ม	ขนาดพุ่ม	ความสูงพุ่ม	ความหนาพุ่ม	ความหนาแน่น
มะขามเทศ	แผ่กว้าง	10-12 ม.	3.40 ม.	5.00 ม.	85%
มะม่วง	กลมทึบ	6.5-8 ม.	2.30 ม.	6.00 ม.	95%
หมากเหลือง*	โปร่ง	-	2.50 ม.	1.80 ม.	70%
ปาล์ม*	กลมโปร่ง	-	7.00 ม.	3.00 ม.	70%
มะยม	กลมทึบ	2.50 ม.	2.00 ม.	1.50 ม.	75%
กล้วย*	กระจาย	-	2.00 ม.	2.50 ม.	90%

หมายเหตุ หลักการประมาณความหนาแน่นของพุ่มใบใช้อ้างอิงเฉพาะที่งานวิจัยนี้เท่านั้น

* ข้อมูลจำเพาะของพืชพรรณแต่ละชนิดได้จากค่าเฉลี่ยของทุกกรณีศึกษา

หมากเหลือง* มีจำนวน 5 ต้น ขนาดพุ่มรวม 2.50x6.00 ม.

ปาล์ม* มีจำนวน 3 ต้น ขนาดพุ่มรวม 4.00x7.00 ม.

กล้วย* มีจำนวน 7 ต้น ขนาดพุ่มรวม 4.00x5.50 ม.

บทที่ 4

ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

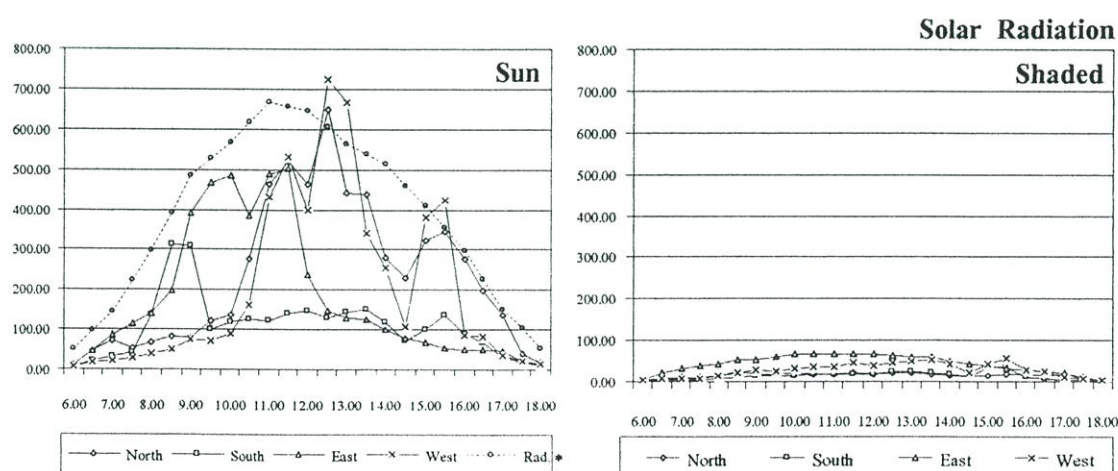
การวิจัยนี้มีจุดประสงค์หลักเพื่อศึกษาสภาพอากาศบริเวณรอบอาคารที่เกิดจากอิทธิพลของพืชพรรณ การเก็บข้อมูลเป็นการเก็บจากตัวอย่างจริงซึ่งเป็นบ้านพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ที่มีพื้นที่ใช้สอยขนาดเล็กบนพื้นที่ประมาณ 56 ตารางวา มีพื้นที่โล่ง รอบอาคารประมาณ 16 ตารางวา ตัวอย่างกรณีศึกษาอยู่ภายใต้กรอบของการวิจัย ประกอบด้วย 3 ชุดการทดลอง ช่วงเวลาที่ใช้เก็บข้อมูลเริ่มตั้งแต่วันที่ 14 ถึง 31 พฤษภาคม พ.ศ. 2546

4.1 การวิเคราะห์ผลการทดลองที่ 1

จุดประสงค์	เพื่อศึกษาปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อสภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคาร ปริมาณรังสีที่ได้รับในแต่ละทิศทาง และประสิทธิภาพในการป้องกันรังสีของพืชพรรณ
วันที่ทำการทดลอง	ชุดที่ 1 ทิศเหนือ และ ทิศตะวันออก วันที่ 14 พ.ค. - วันที่ 16 พ.ค. ชุดที่ 2 ทิศใต้ และ ทิศตะวันตก วันที่ 21 พ.ค. - วันที่ 23 พ.ค.
ชนิดต้นไม้	ต้นมะม่วง - เส้นผ่าศูนย์กลาง 6.00-7.00 เมตร สูงประมาณ 7.00-8.00 เมตร ระยะจากโคนถึงพุ่มประมาณ 2.00 เมตร ความสูงพุ่มประมาณ 6.00 เมตร

4.1.1 การเปรียบเทียบค่าความเข้มการแผ่รังสีดวงอาทิตย์บริเวณรอบอาคาร 4 ทิศทาง

การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ส่งผลกระทบต่อสภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคาร ช่วงเดือน พฤษภาคมเริ่มได้รับ รังสีตั้งแต่เวลา 06.00-18.00 น. รวม 12 ชั่วโมง การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ของบริเวณที่ได้รับรังสี โดยตรงและบริเวณใต้ร่มเงาของต้นมะม่วงเปรียบเทียบ 4 ทิศทาง แสดงใน ตาราง 4.1 และภาพที่ 4.1



*Rad ค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยเดือน พฤษภาคม ของ กรุงเทพมหานคร (AIT,2542)

ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์บริเวณที่ได้รับรังสีและบริเวณใต้ร่มเงาของต้นมะม่วงแยก 4 ทิศทาง

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าการแผ่รังสีบริเวณที่ได้รับแสงโดยตรงและบริเวณภายใต้ร่มเงาต้นไม้

Sun						Shade					
Time	North	South	East	West	Avg.	Time	North	South	East	West	Avg.
6.00	9.27	8.36	10.12	5.83	8.40	6.00	1.45	0.65	4.30	2.04	2.11
	47.01	22.84	47.18	16.18	33.30		6.46	2.44	20.24	5.61	8.69
7.00	70.56	32.94	86.96	19.93	52.60	7.00	9.34	3.78	31.43	6.75	12.83
	55.60	42.57	114.59	26.96	59.93		11.93	4.26	38.20	8.04	15.61
8.00	66.64	135.88	139.80	38.12	95.11	8.00	13.78	7.51	41.79	13.12	19.05
	83.05	313.34	198.11	51.37	161.47		23.61	11.24	50.97	19.33	26.29
9.00	80.40	309.15	392.66	76.79	214.75	9.00	17.34	14.95	50.83	29.04	28.04
	120.54	100.71	467.74	70.54	189.88		18.76	12.61	60.39	24.55	29.08
10.00	136.73	117.94	485.98	90.24	207.72	10.00	20.26	15.09	66.72	30.96	33.26
	277.08	125.58	385.06	159.99	236.93		17.81	16.63	66.39	33.76	33.65
11.00	461.67	121.30	486.34	431.95	375.32	11.00	18.69	16.87	67.02	34.87	34.36
	521.72	140.80	500.61	530.14	423.32		19.64	18.35	67.45	43.83	37.32
12.00	461.86	146.47	236.83	398.72	310.97	12.00	18.50	17.90	66.46	39.57	35.61
	647.66	128.74	146.91	724.18	411.87		20.54	23.41	63.08	44.05	37.77
13.00	442.21	142.49	128.95	666.32	344.99	13.00	19.41	23.13	57.65	49.58	37.44
	438.08	149.92	126.52	341.86	264.09		17.88	19.72	57.26	50.62	36.37
14.00	279.22	118.21	99.58	256.25	188.31	14.00	15.05	15.59	48.03	41.05	29.93
	229.35	71.47	78.40	106.94	121.54		13.51	9.15	43.12	19.83	21.40
15.00	321.63	99.91	66.41	381.84	217.45	15.00	15.37	35.25	38.63	41.01	32.57
	344.58	135.81	53.69	424.64	239.68		16.14	35.97	31.55	53.68	34.34
16.00	275.70	89.31	51.60	86.28	125.72	16.00	16.01	9.83	28.11	29.38	20.83
	197.96	69.40	50.60	83.53	100.37		14.55	8.59	25.20	24.24	18.14
17.00	136.29	32.19	47.92	34.89	62.83	17.00	17.30	3.43	21.84	10.74	13.33
	38.06	19.12	22.11	19.96	24.81		9.54	1.91	10.38	5.96	6.95
18.00	16.42	12.45	10.14	14.50	13.38	18.00	2.02	1.27	4.71	3.96	2.99
Min	9.27	8.36	10.12	5.83	8.40	Min	1.45	0.65	4.30	2.04	2.11
Max	647.66	313.34	500.61	724.18	546.45	Max	23.61	35.97	67.45	53.68	45.18
Mean	230.37	107.48	177.39	202.32	179.39	Mean	14.99	13.18	42.47	26.62	24.32

จากภาพที่ 4.1 แสดงค่าการแผ่รังสีของบริเวณรอบอาคารที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงเทียบกับค่าการแผ่รังสีเฉลี่ยกรุงเทพมหานคร เดือนพฤษภาคม (AIT,2542) และกราฟการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ได้รับเงาของต้นไม้ พบว่า

1. บริเวณที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง

ปริมาณรังสีที่ได้รับบริเวณรอบอาคารในแต่ละทิศทางมีค่าแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ส่งผลให้ ทิศเหนือได้รับปริมาณรังสีสูงสุด มีค่ามากกว่าทิศตะวันตก ทิศตะวันออก และทิศใต้ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่าการแผ่รังสีเฉลี่ยกรุงเทพมหานคร พบว่า ปริมาณรังสีที่ได้รับในแต่ละทิศมีค่า

ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยกรุงเทพฯ มาก แสดงว่าในสภาพอากาศจริง บริเวณรอบอาคารจะได้รับอิทธิพลของการแผ่รังสีของสิ่งแวดล้อมมากกว่าเมื่อเทียบกับผลที่ได้จากการทดลอง

ปริมาณรังสีที่ได้รับในแต่ละทิศทาง ขึ้นอยู่กับความเข้มของการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ช่วงเวลาที่ได้รับรังสี ตำแหน่งการโคจรดวงอาทิตย์ที่เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล แบ่งรูปแบบของการรับการแผ่รังสีของแต่ละทิศทางได้ 2 ช่วง เรียงลำดับจากทิศที่ได้รับรังสีมากที่สุดไปหาน้อยได้ดังนี้

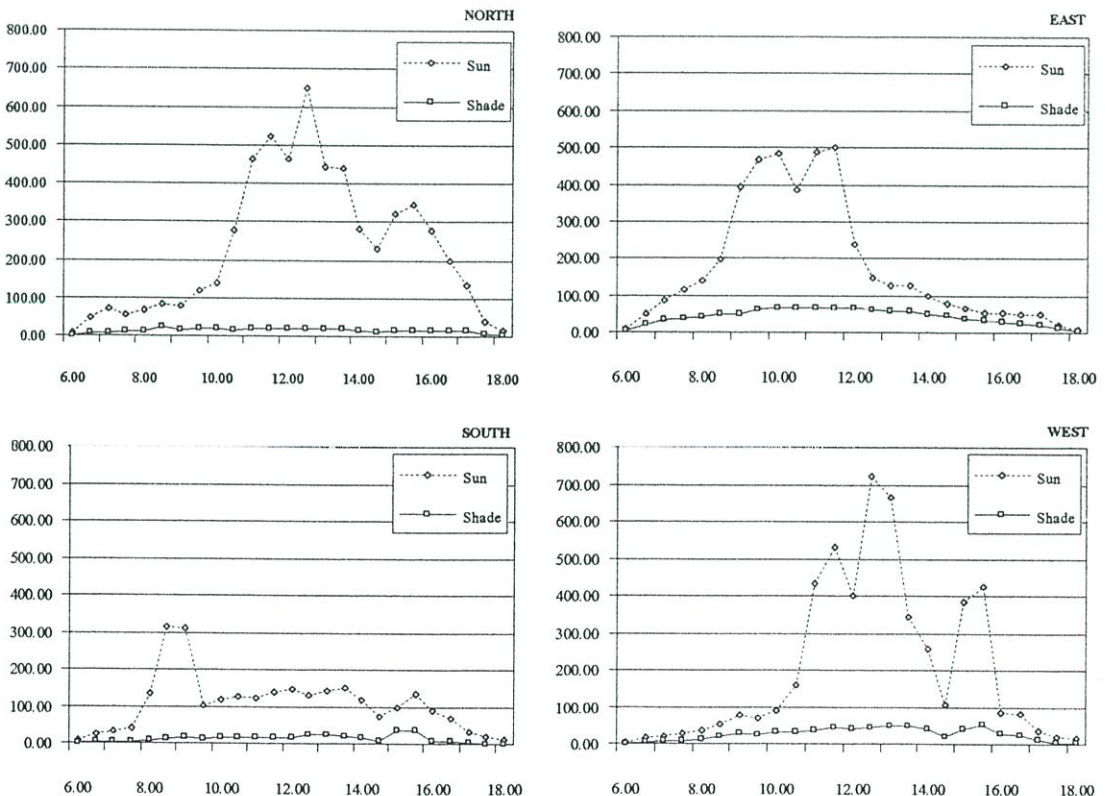
ช่วงเวลา 06.00-12.00 น. ทิศตะวันออก-ทิศเหนือ-ทิศใต้-ทิศตะวันตก

ช่วงเวลา 12.00-18.00 น. ทิศเหนือ-ทิศตะวันตก-ทิศใต้-ทิศตะวันออก

ช่วง 06.00-12.00 น. ทิศตะวันออกได้รับปริมาณรังสีมากกว่าทิศตะวันตก หลัง 12.00 น. ทิศตะวันตกได้รับปริมาณรังสีมากกว่าทิศตะวันออก แต่ทิศเหนือกลับได้รับปริมาณรังสีมากที่สุด เนื่องจากเดือนพฤษภาคมดวงอาทิตย์โคจรอ้อมไปทางทิศเหนือส่งผลให้บริเวณด้านทิศเหนือได้รับรังสีตั้งแต่ 06.00-18.00 น. ในขณะที่ทิศใต้ได้รับรังสีน้อยที่สุด เนื่องจากได้รับ อิทธิพลจากร่มเงาจากอาคาร

2. บริเวณที่ได้รับร่มเงาของคันทันมะม่วง

ปริมาณรังสีได้รับร่มเงาของคันทันมะม่วงมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าบริเวณที่ได้รับรังสีโดยตรง แสดงให้เห็นว่าคันทันมะม่วงมีประสิทธิภาพในการสกัดกั้นการส่งผ่านของรังสีดวงอาทิตย์ได้เป็นอย่างดี เรียงลำดับค่ารังสีที่ส่องผ่านพุ่มใบในแต่ละทิศทางได้ดังนี้ ทิศตะวันออก ทิศตะวันตก ทิศเหนือ และ ทิศใต้ ซึ่งค่าการสกัดกั้นรังสีของแต่ละทิศทางมีค่าไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับ ความหนาแน่นของพุ่มใบ คันทันมะม่วงที่มีความหนาแน่นพุ่มใบมากมีประสิทธิภาพในการสกัดกั้นรังสีได้มากกว่าคันทันมะม่วงที่มีความหนาแน่นน้อย



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบการแผ่รังสีดวงอาทิตย์บริเวณที่ได้รับรังสีตรงและบริเวณใต้ร่มเงาคันทันมะม่วงรอบอาคารแยก 4 ทิศทาง

จากภาพ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณรังสีบริเวณที่ได้รับรังสีตรงและบริเวณที่ได้รับร่มเงาของต้นไม้ช่วงแยก 4 ทิศทาง สรุปปริมาณรังสีรวมที่ได้รับ และ ประสิทธิภาพในการสกัดกั้นรังสีของต้นไม้ช่วงในแต่ละทิศทาง ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดรังสีดวงอาทิตย์ภายใต้ร่มเงาต้นไม้ช่วง

ทิศ	รังสีดวงอาทิตย์ (W/m ²)		ประสิทธิภาพในการลดรังสี (%)	หมายเหตุ
	กลางแจ้ง	ใต้ร่มเงา		
N	647.66	20.54	96.82%	-
S	313.34	11.24	96.41%	-
E	500.61	67.45	86.52%	*อิทธิพลรังสีดวงอาทิตย์มุม Altitude ต่ำ
W	666.32	49.58	92.55%	-

* ข้อสังเกต ค่าร้อยละของการลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ใต้ร่มเงาต้นไม้ช่วงด้านทิศตะวันออกมีค่าต่ำสุดน่าจะเกิดจาก

1. ความหนาแน่นของพุ่มใบน้อยกว่าทิศอื่นส่งผลให้รังสีดวงอาทิตย์ทะลุผ่านพุ่มใบได้มากกว่า
2. อิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์ที่ในขณะที่ทำมุม Altitude ต่ำในช่วงเช้า ในขณะที่ทิศตะวันตกได้รับร่มเงาของอาคารข้างเคียง ส่งผลให้ได้พุ่มใบได้รับรังสี สะท้อนจากสิ่งแวดล้อม ได้มากกว่า



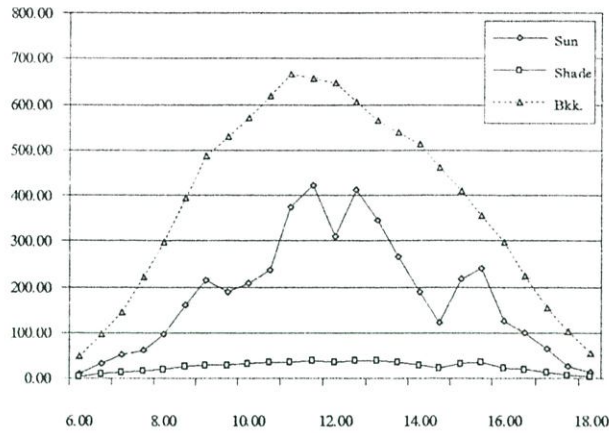
ภาพที่ 4.3 แสดงอิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์ขณะที่ทำมุม Altitude ต่ำด้านทิศตะวันออก

จากตาราง 4.2 แสดงประสิทธิภาพของการลดความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับในแต่ละทิศทางในรูปร้อยละ เปรียบเทียบระหว่างบริเวณที่ได้รับแดดและบริเวณที่ได้รับร่มเงา พบว่าอัตราการลดลงของรังสีดวงอาทิตย์ใต้ร่มเงาของต้นไม้ช่วง ขึ้นอยู่กับปัจจัยของ

- ความหนาแน่นของพุ่มใบ ต้นไม้ช่วงที่มีความหนาแน่นพุ่มมากย่อมมีประสิทธิภาพในการป้องกันรังสีได้มากกว่าต้นไม้ช่วงที่มีความหนาแน่นน้อย

4.1.2 การคำนวณประสิทธิภาพในการลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ของต้นไม้ช่วง

จากการทดลอง 1 ต้นไม้ช่วงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 6.00-7.00 เมตร สามารถป้องกันรังสีได้ประมาณ 92-96% จากภาพที่ 5.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของรังสีภายใต้ร่มเงาต้นไม้ช่วงเฉลี่ย 4 ทิศทางกับปริมาณรังสีเฉลี่ยของบริเวณที่ได้รับรังสีโดยตรงและค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีดวงอาทิตย์กรุงเทพมหานคร พบว่า



ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าการแผ่รังสีรอบอาคารที่ได้รับแสงโดยตรง ในร่ม และค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์กรุงเทพมหานครเฉลี่ยเดือน พฤษภาคม (AIT,2542)

การคำนวณการลดค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ในช่วงเวลาวิกฤต

ช่วง 11.00 น. ความเข้มการแผ่รังสีดวงอาทิตย์สูงสุด วัดได้ 680 W/m^2 วัดค่าการแผ่รังสีเฉลี่ยได้รับเงาด้านมะม่วงในช่วงเวลาเดียวกัน 34.36 W/m^2 พื้นที่ผิวพื้นและผนังเท่ากับ 156 ตารางเมตร ด้านมะม่วงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.00 เมตรมีพื้นที่ร่มเงาประมาณ 28.29 ตามตารางเมตร

ดังนั้นได้รับเงาด้านมะม่วงในช่วงเวลาวิกฤตสามารถลดปริมาณความร้อนที่จะตกกระทบผิวพื้นและผนัง ได้เท่ากับ

$$\begin{aligned}
 &= (156 \times 680) - ((127 \times 680) + (28.29 \times 34.36)) \text{ W} \\
 &= 106,080 - 87,332 \text{ W} \\
 &= 18,748 \text{ W}
 \end{aligned}$$

สรุป

ค่าความเข้มของการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ขึ้นอยู่กับตำแหน่งดวงอาทิตย์ ในแต่ละช่วงเวลา และการโคจรของดวงอาทิตย์ในแต่ละฤดูกาลและสภาพท้องฟ้า ประสิทธิภาพการลดค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ได้รับเงาจากการทดลอง 1 สรุปได้ดังนี้

1. ปริมาณความเข้มเฉลี่ยของค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์มีค่าเท่ากัน แต่ปริมาณรังสีที่วัดได้ในแต่ละทิศทางรอบอาคารมีค่าแตกต่างกัน เนื่องจากสภาพแวดล้อมรอบอาคารที่แตกต่างกันส่งผลให้มีการสะท้อนรังสีสู่บริเวณจุดที่ทำการวัดต่างกัน และผลที่เกิดจากร่มเงาของอาคารสนับสนุนให้บริเวณนั้นได้รับปริมาณรังสีลดลง

2. ปริมาณรังสีได้รับเงาของพืชพรรณมีค่าใกล้เคียงกันถึงแม้จะมีค่าการแผ่รังสีจากสิ่งแวดล้อมแตกต่างกันก็ตาม แสดงให้เห็นว่า ด้านมะม่วงมีประสิทธิภาพในการสกัดกั้นรังสีดวงอาทิตย์ให้กับสภาพแวดล้อมรอบอาคาร มีค่าการป้องกันรังสีประมาณ 92-96 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งประสิทธิภาพในการสกัดกั้นรังสีขึ้นอยู่กับความทึบ(ความหนาแน่นของพุ่มใบ) ของพุ่มใบและความลึกของทรงพุ่ม

3. ร่มเงาของพืชพรรณมีประสิทธิภาพในการลดค่าพลังงานที่จะตกกระทบบริเวณผิวพื้นและผนังอาคารอันจะส่งผลต่อการเพิ่มอุณหภูมิให้กับสิ่งแวดล้อม ปริมาณพลังงานที่ลดลงภายใต้ร่มเงาแปรผัน โดยตรงกับขนาดพื้นที่ร่มเงาของต้นไม้ ต้นไม้ที่มีพื้นที่ร่มเงามากสามารถป้องกันพลังงานความร้อนที่จะตกกระทบผิวพื้นและผนัง ได้มากกว่าต้นไม้ที่มีขนาดร่มเงาน้อย

4.1.3 การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศรอบอาคาร

ตารางที่ 4.3 แสดงอุณหภูมิบริเวณรอบอาคารที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง

Time	North			South			East			West			Ta
	0.10	1.00	2.00	0.10	1.00	2.00	0.10	1.00	2.00	0.10	1.00	2.00	
18.00	33.80	33.38	33.80	30.71	30.71	31.12	34.03	32.14	32.35	30.71	30.71	30.71	30.38
	31.32	30.92	31.12	29.90	29.50	29.90	35.06	30.31	30.72	29.90	29.90	29.90	29.52
	30.92	30.31	30.72	29.90	29.50	29.90	32.14	29.91	30.11	29.90	29.90	29.50	29.15
	30.11	29.70	29.91	29.10	28.70	29.10	30.51	29.50	29.70	29.50	29.10	29.10	28.97
	30.11	29.70	29.50	29.10	28.70	28.70	29.91	29.10	29.30	29.10	28.70	28.70	28.84
	29.70	29.30	29.30	28.70	28.31	28.31	29.50	29.10	29.10	28.70	28.31	28.31	28.70
00.00	29.50	28.90	28.90	28.31	27.91	27.91	29.50	29.10	29.10	28.31	27.91	27.91	28.57
	29.30	28.90	28.70	27.91	27.91	27.91	29.30	28.90	28.90	27.91	27.52	27.52	28.41
	29.10	28.71	28.71	27.52	27.12	27.12	29.10	28.71	28.71	27.52	27.12	27.12	28.24
	28.90	28.31	28.31	27.52	27.12	27.12	29.10	28.31	28.31	27.12	26.73	26.73	28.09
	28.51	28.11	28.11	27.12	26.73	26.73	28.71	28.11	28.11	27.12	26.73	26.34	27.97
	28.31	27.72	27.72	26.73	26.34	26.34	28.51	27.72	27.91	26.34	26.34	26.34	27.54
06.00	27.72	27.32	27.32	26.34	25.95	25.95	28.31	27.32	27.32	25.95	25.56	25.56	27.27
	29.30	29.30	29.70	26.93	26.93	27.12	28.11	30.92	30.11	26.73	26.54	26.34	27.99
	30.51	30.51	31.12	28.11	28.31	29.10	27.52	33.21	32.37	27.91	27.52	27.72	29.15
	32.97	33.38	34.22	31.93	34.64	35.71	32.14	38.78	37.01	30.71	30.31	30.71	30.41
	35.92	37.88	38.33	34.02	35.51	38.36	35.80	41.06	39.68	32.55	34.86	35.72	31.27
	37.22	40.36	41.06	35.07	35.72	39.76	42.73	41.99	40.13	34.43	37.92	38.36	31.74
12.00	39.02	43.04	43.55	36.14	37.56	40.96	44.17	42.48	42.27	38.90	40.96	40.96	32.27
	40.83	44.90	44.90	37.01	38.57	42.94	43.71	39.45	41.52	43.92	44.16	43.18	32.15
	40.83	44.20	44.43	36.79	38.11	40.13	40.36	38.33	38.55	41.54	41.53	40.59	32.30
	38.11	39.45	39.45	35.75	36.41	38.93	39.22	35.70	35.92	41.25	40.93	39.45	32.25
	39.01	40.84	40.15	34.22	34.64	35.28	38.10	35.28	35.28	36.36	36.14	35.49	32.08
	37.24	37.92	37.25	32.35	32.35	32.76	35.92	34.43	34.64	32.97	32.97	32.97	31.31
18.00	32.97	32.56	32.56	30.71	30.51	30.72	35.49	32.35	32.35	30.71	30.71	30.71	30.38
min	27.72	27.32	27.32	26.34	25.95	25.95	27.52	27.32	27.32	25.95	25.56	25.56	27.27
max	40.83	44.90	44.90	37.01	38.57	42.94	44.17	42.48	42.27	43.92	44.16	43.18	32.30
mean	32.85	33.42	33.55	30.71	30.95	31.91	33.48	32.89	32.78	31.44	31.56	31.44	29.8

หมายเหตุ.

Ta อุณหภูมิอากาศกรุงเทพมหานครเฉลี่ย 10 ปี (พ.ศ. 2534-2543) เดือน พฤษภาคม

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าอุณหภูมิบริเวณรอบอาคารที่ได้รับอิทธิพลของร่มเงาคันมะม่วง

Time	North			South			East			West			Ta
	0.10	1.00	2.00	0.10	1.00	2.00	0.10	1.00	2.00	0.10	1.00	2.00	
18.00	31.32	31.12	31.12	30.31	30.31	29.90	30.11	30.11	30.11	30.31	30.31	30.31	30.38
	29.91	29.70	29.91	29.10	29.10	29.10	28.90	28.90	28.90	29.50	29.50	29.50	29.52
	29.50	29.50	29.50	29.10	29.10	29.10	28.51	28.31	28.31	29.50	29.50	29.50	29.15
	29.10	29.10	29.10	28.70	28.70	28.70	27.91	27.91	27.91	29.10	29.10	29.10	28.97
	29.10	28.91	28.71	28.31	28.31	28.31	28.11	27.91	27.91	28.70	28.70	28.70	28.84
	29.10	28.71	28.71	27.91	28.31	28.31	28.11	27.72	27.92	28.31	28.31	28.31	28.70
00.00	28.71	28.71	28.51	27.91	27.91	27.91	28.11	27.91	27.91	28.31	27.91	28.31	28.57
	28.71	28.51	28.51	27.91	27.91	27.91	28.11	27.72	27.72	27.91	27.91	27.91	28.41
	28.51	28.51	28.51	27.52	27.12	27.52	27.91	27.52	27.52	27.52	27.52	27.52	28.24
	28.51	28.31	28.11	26.73	26.73	26.73	27.52	27.12	27.32	27.12	27.12	27.12	28.09
	28.11	28.11	27.91	26.34	26.73	26.73	27.32	26.93	26.93	27.12	27.12	27.12	27.97
	27.91	27.91	27.91	25.95	26.34	26.34	27.32	26.93	26.93	26.73	26.73	26.73	27.54
06.00	27.52	27.32	27.32	25.95	25.95	25.95	26.73	26.54	26.54	26.34	26.34	26.34	27.27
	28.51	28.11	28.11	26.15	26.15	26.15	28.11	28.11	28.31	26.73	26.54	26.54	27.99
	29.50	29.30	29.30	26.93	26.93	26.93	29.10	29.30	29.51	27.32	27.32	27.13	29.15
	31.12	31.12	31.12	28.70	28.90	28.90	30.72	31.54	31.73	29.50	29.50	29.30	30.41
	32.76	32.76	32.55	30.31	30.31	30.31	31.93	32.97	32.76	31.12	31.12	30.92	31.27
	34.86	33.59	33.59	31.32	31.12	31.32	33.18	33.81	33.59	32.35	32.14	32.14	31.74
12.00	37.26	35.07	34.85	32.45	32.45	32.56	33.80	35.54	34.01	34.01	33.80	34.12	32.27
	36.35	35.92	35.49	33.39	33.18	33.18	34.01	34.01	34.22	35.28	35.07	35.51	32.15
	35.70	35.28	35.28	33.39	33.18	33.18	33.38	33.38	33.59	35.28	35.07	35.50	32.30
	33.59	33.38	33.38	33.40	33.40	33.19	31.93	31.93	31.93	34.24	34.03	34.69	32.25
	33.59	33.39	33.39	32.97	32.97	32.97	31.93	31.73	31.93	33.39	33.39	33.60	32.08
	32.97	32.76	32.55	31.53	31.53	31.32	31.53	31.12	31.32	31.73	31.53	31.73	31.31
18.00	31.53	31.12	31.12	30.72	30.72	30.51	30.31	30.31	30.51	30.31	30.31	30.51	30.38
min	27.52	27.32	27.32	25.95	25.95	25.95	26.73	26.54	26.54	26.34	26.34	26.34	27.27
max	37.26	35.92	35.49	33.40	33.40	33.19	34.01	35.54	34.22	35.28	35.07	35.51	32.30
mean	30.95	30.65	30.58	29.32	29.33	29.32	29.78	29.81	29.81	29.91	29.83	29.93	29.8

หมายเหตุ.

Ta อุณหภูมิอากาศกรุงเทพมหานครเฉลี่ย 10 ปี (พ.ศ. 2534-2543) เดือน พฤษภาคม

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์บริเวณรอบอาคารที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง

Time	North			South			East			West			Rh
	0.10	1.00	2.00	0.10	1.00	2.00	0.10	1.00	2.00	0.10	1.00	2.00	
18.00	57.50	51.75	45.45	66.40	67.30	63.10	57.61	66.90	57.43	62.90	69.50	61.30	64.87
	67.20	62.20	55.65	75.50	77.00	74.10	50.35	70.19	60.48	71.20	77.80	70.70	70.81
	70.60	65.80	58.75	78.70	79.60	77.00	58.40	73.59	64.01	74.10	80.50	73.50	73.87
	75.20	70.50	63.70	72.40	74.30	71.30	63.60	77.21	68.03	68.80	75.60	68.40	75.74
	78.00	73.20	68.15	80.60	82.70	80.60	66.94	79.34	71.63	78.70	83.90	78.80	77.03
	80.25	75.15	70.95	85.20	86.60	85.20	70.73	80.85	73.47	82.70	88.10	82.80	78.55
00.00	82.75	78.00	73.35	88.10	91.70	88.10	72.95	82.99	75.88	88.10	91.70	88.10	74.42
	84.60	79.75	75.70	88.10	91.70	89.80	74.64	84.79	77.96	88.10	93.80	88.10	80.94
	86.25	82.25	78.50	93.80	96.30	96.30	76.91	87.19	80.81	93.80	96.30	93.80	81.90
	87.80	83.45	80.10	96.30	99.20	99.20	79.11	88.30	82.69	96.30	99.20	99.20	82.58
	89.50	85.25	81.50	96.30	99.20	99.20	81.75	88.30	82.49	96.30	99.20	99.20	83.48
	91.45	87.25	84.35	86.60	89.80	88.20	83.32	92.01	86.96	85.30	91.70	86.70	84.45
06.00	94.00	90.95	87.85	86.70	89.80	89.80	82.74	93.64	89.13	88.20	91.70	89.90	85.26
	88.10	82.75	75.15	86.75	87.85	85.80	87.33	76.95	72.09	86.35	91.00	86.90	85.10
	80.55	73.20	65.65	81.90	81.60	76.40	88.24	61.69	55.66	82.95	88.20	81.75	79.55
	66.55	58.05	49.60	69.25	59.20	51.30	60.31	41.62	36.94	72.50	78.60	70.00	72.10
	54.30	41.70	34.70	56.00	50.10	39.40	46.21	33.85	29.76	58.45	57.85	45.25	65.81
	50.05	35.50	29.45	48.45	46.30	32.85	28.35	33.61	28.93	47.40	43.20	33.45	61.35
12.00	43.25	29.00	25.10	48.50	43.28	31.95	24.85	33.08	26.61	36.15	36.35	29.28	57.87
	39.75	26.25	22.90	42.90	40.25	27.70	26.85	42.77	32.76	24.55	28.20	24.20	55.87
	41.10	28.70	24.65	42.30	39.75	31.55	31.47	48.10	39.25	26.95	32.10	27.50	55.16
	48.90	38.35	33.30	46.45	45.60	38.20	36.99	52.54	43.49	35.45	39.75	35.20	55.19
	44.65	34.20	30.60	54.50	53.85	47.90	41.28	54.05	45.29	39.55	48.40	41.45	56.03
	48.60	40.10	36.20	62.00	62.30	57.25	45.13	56.89	48.23	55.35	63.05	54.45	59.26
18.00	62.35	56.80	52.20	63.85	65.80	62.10	46.43	66.44	58.08	60.05	67.05	59.95	64.87
min	39.75	26.25	22.90	42.30	39.75	27.70	24.85	33.08	26.61	24.55	28.20	24.20	55.16
max	94.00	90.95	87.85	96.30	99.20	99.20	88.24	93.64	89.13	96.30	99.20	99.20	85.26
mean	68.53	61.2	56.14	71.9	72.04	67.37	59.3	66.68	59.52	68.01	72.51	66.8	71.28

หมายเหตุ.

Rh ความชื้นสัมพัทธ์ของกรุงเทพมหานครเฉลี่ย 10 ปี (พ.ศ. 2534-2543) เดือน พฤษภาคม

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์บริเวณรอบอาคารที่ได้รับอิทธิพลของร่มเงาด้านมะม่วง

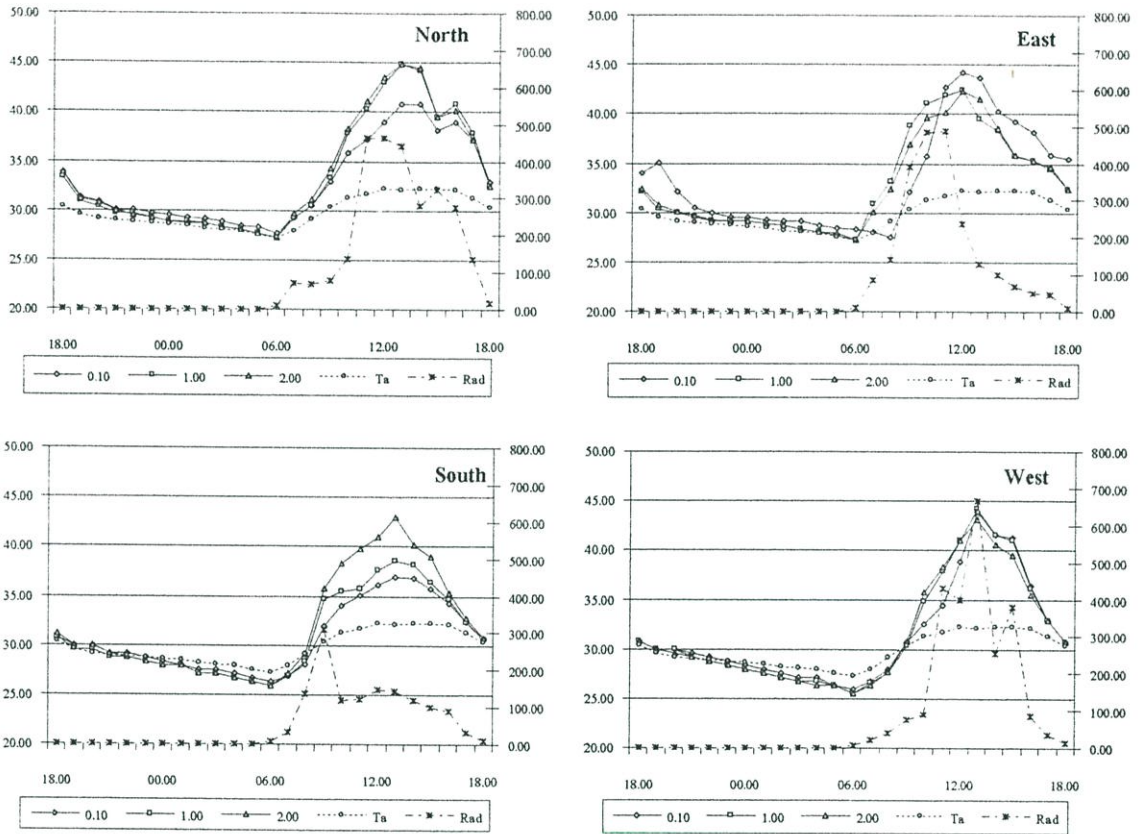
Time	North			South			East			West			Rh
	0.10	1.00	2.00	0.10	1.00	2.00	0.10	1.00	2.00	0.10	1.00	2.00	
18.00	60.10	61.25	62.50	69.59	72.50	71.86	70.60	71.10	71.20	73.40	66.90	62.00	64.87
	66.75	68.05	69.40	72.86	76.04	74.94	78.70	78.70	79.60	81.60	75.50	70.70	70.81
	69.10	70.30	71.80	77.11	79.90	78.64	81.60	81.60	82.70	83.90	77.80	74.20	73.87
	73.30	74.45	75.70	81.15	84.03	82.70	74.90	75.60	76.40	77.90	71.80	67.10	75.74
	76.05	77.05	78.30	82.86	86.01	84.92	83.90	83.90	83.90	86.60	81.60	77.10	77.03
	77.90	79.20	80.50	85.06	87.78	86.20	88.10	88.10	89.80	91.70	85.20	81.70	78.55
00.00	79.95	80.90	82.45	86.01	88.71	87.35	89.80	89.80	91.70	93.80	88.10	85.20	74.42
	81.55	83.15	83.60	88.63	91.29	89.57	89.80	89.80	91.70	93.80	88.10	85.20	80.94
	83.90	85.20	85.70	91.11	93.73	93.05	96.30	93.80	96.30	99.30	91.70	89.80	81.90
	85.70	86.15	87.75	94.72	96.60	95.71	99.20	99.20	99.20	99.20	96.30	93.80	82.58
	85.70	86.15	87.75	93.66	95.23	94.69	99.20	99.20	99.20	99.20	96.30	93.80	83.48
	89.00	89.55	90.10	96.12	96.99	96.43	89.80	89.80	89.80	91.70	85.30	82.90	84.45
06.00	91.45	92.20	94.50	96.67	98.15	98.15	89.80	88.20	89.80	91.70	86.70	82.90	85.26
	89.15	89.90	90.95	89.89	90.46	89.60	92.95	90.80	92.95	93.65	88.35	85.75	85.10
	80.85	81.75	82.85	81.64	82.23	80.76	88.90	88.90	88.90	92.20	86.70	83.90	79.55
	68.55	69.10	69.90	71.15	71.03	70.42	83.45	83.00	83.45	84.75	79.15	76.75	72.10
	57.90	58.35	60.15	62.41	61.84	61.73	72.45	73.10	73.40	71.95	66.00	62.25	65.81
	48.00	52.75	54.80	57.83	58.39	59.27	65.10	66.15	65.55	63.70	57.50	52.95	61.35
12.00	39.65	46.30	49.30	52.14	51.31	54.59	59.88	60.83	60.13	57.85	51.70	46.28	57.87
	43.65	46.35	48.95	55.42	58.23	57.94	56.35	57.35	56.65	53.55	47.40	42.10	55.87
	49.95	52.00	53.50	58.89	62.16	61.84	55.20	55.85	55.60	50.70	45.00	39.55	55.16
	54.85	56.50	57.85	60.62	64.32	64.09	55.65	55.85	55.90	56.00	49.85	43.65	55.19
	55.30	56.95	58.15	61.26	64.90	64.52	61.30	61.85	61.60	63.60	57.25	51.25	56.03
	56.40	57.95	59.85	63.78	67.09	66.74	67.15	67.40	67.45	70.65	64.10	58.70	59.26
18.00	62.25	63.60	65.20	71.12	72.99	72.41	68.90	68.00	68.60	70.60	64.00	59.85	64.87
min	39.65	46.30	48.95	52.14	51.31	54.59	55.20	55.85	55.60	50.70	45.00	39.55	55.16
max	91.45	92.20	94.50	96.67	98.15	98.15	99.20	99.20	99.20	99.30	96.30	93.80	85.26
mean	69.08	70.6	72.06	76.07	78.08	77.52	78.36	78.32	78.86	79.72	73.93	69.98	71.28

หมายเหตุ.

Rh ความชื้นสัมพัทธ์ของกรุงเทพมหานครเฉลี่ย 10 ปี (พ.ศ. 2534-2543) เดือน พฤษภาคม

สภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคารที่จะกล่าวถึงประกอบด้วย อุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งอุณหภูมิอากาศส่งผลโดยตรงต่อค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ขณะที่อุณหภูมิอากาศต่ำจะมีความชื้นในอากาศสูงกว่าในช่วงที่อุณหภูมิอากาศสูง จากการทดลองทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณรอบอาคารที่ได้รับรังสีตรงและบริเวณที่ได้รับร่มเงา ที่ระยะ 0.10, 1.00, และ 2.00 เมตรจากผนังอาคารที่ระดับความสูง 1.50 เมตร รอบอาคาร 4 ทิศทาง ดังแสดงในตารางที่ 4.3 - 4.6

4.1.3.1 อุณหภูมิอากาศบริเวณที่ได้รับแสงแดดโดยตรงที่ระยะ 0.10, 1.00, และ 2.00 เมตร



ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงอุณหภูมิอากาศบริเวณรอบอาคารที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง

ทิศเหนือ

- ช่วงเวลา 18.00-06.00 น. อุณหภูมิอากาศเฉพาะที่มีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 3 ระยะ
- ช่วงวันบริเวณรอบอาคารด้านทิศเหนือได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์ต่อเนื่องตลอดเวลา ส่งผลให้อุณหภูมิรอบอาคารทั้ง 3 ระยะมีแนวโน้มสูงกว่าทิศทางอื่น ๆ และสูงกว่า อุณหภูมิอากาศตลอดทั้งกลางวันและ กลางคืน
- ช่วง 06.00-12.00 น. อุณหภูมิที่ระยะ 1.00 และ 2.00 ม. มีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน และมีค่าสูงกว่า อุณหภูมิที่ระยะ 0.10 ม. ประมาณ 3 ชั่วโมง อุณหภูมิสูงสุดช่วงเวลา 12.00-13.00 น. สูงกว่าที่ระยะ 0.10ม.ประมาณ 4 องศาเซลเซียส
- ช่วง 12.00-17.00 น. อุณหภูมิที่ระยะ 1.00-2.00 ม. ลดต่ำลงเร็วกว่าระยะ 0.10 ม. หลัง 17.00 น. อุณหภูมิทั้ง 3 ระยะเริ่มมีค่าใกล้เคียงกัน

ข้อสังเกต ระยะ 0.10 ม.ได้รับร่มเงา จากกระเบื้องและชายคาในช่วง 08.00-10.30 น. ซึ่งร่มเงาช่วยลด ปริมาณรังสีที่จะตกกระทบน่าจะส่งผลให้อุณหภูมิอากาศที่ระยะ 0.10 ม. มีแนวโน้มต่ำกว่าระยะ 1.00 และ 2.00 เมตรในช่วงวัน

ทิศใต้

- ช่วงวันอุณหภูมิมีการกระจายตัว มีค่าแตกต่างกันทุกระยะอย่างเห็น ได้ชัด พบว่า อุณหภูมิที่ระยะ 2.00 มีค่ามากกว่า 1.00 และ 0.10 ม. ตามลำดับ ช่วง 18.00-06.00น. อุณหภูมิบริเวณรอบอาคารมีแนวโน้มต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ ประมาณ 1-1.3 องศาเซลเซียสในช่วง 06.00 น. จนกระทั่งเวลาประมาณ 09.00 น.อุณหภูมิจึง เริ่มสูงขึ้นอีกครั้ง

ข้อสังเกต ทิศใต้ได้รับรังสีน้อยที่สุด เนื่องจากที่ระยะ 0.10 และ 1.00 ม.ได้รับอิทธิพลจากร่มเงาจากอาคารเกือบตลอดทั้งวัน

ทิศตะวันออก

- อุณหภูมิที่ระยะ 1.00 และ 2.00 ม. มีค่าใกล้เคียงกัน แต่อุณหภูมิที่ระยะ 0.10 ม. เพิ่มสูงขึ้นและลดลงช้ากว่าระยะ 1.00 และ 2.00 ม. ประมาณ 3 ชั่วโมง อุณหภูมิที่ระยะทั้ง 3 ยังคงสูงกว่าอุณหภูมิอากาศตลอดทั้งกลางวัน และกลางคืน

- ช่วงวัน อุณหภูมิที่ระยะ 0.10 ม. ยังคงเพิ่มสูงขึ้นในขณะที่อุณหภูมิที่ระยะ 1.00 และ 2.00 ม.เริ่มลดลงจนมีค่าใกล้เคียงกัน อุณหภูมิสูงสุดช่วง 14.00 น. สูงกว่าระยะ 1.00 และ 2.00 ม.ประมาณ 2 องศาเซลเซียส หลัง 18.00 น.อุณหภูมิที่ระยะ 1.00 และ 2.00 เมตร มีค่าสูงกว่า อุณหภูมิอากาศประมาณ 2 องศาเซลเซียส ในขณะที่ระยะ 0.10 ม. อุณหภูมิยังคงสูงกว่าอุณหภูมิอากาศ ประมาณ 5 องศาเซลเซียส และยังคงสูงกว่าอุณหภูมิ อากาศจนกระทั่ง 00.00 น.

ข้อสังเกต ผนังด้านทิศตะวันออกอยู่ใกล้กำแพงคอนกรีตมากกว่าทิศทางอื่น(ห่างประมาณ 2 เมตร) อิทธิพลของการแผ่รังสีความร้อนจากกำแพงน่าจะส่งผลให้อุณหภูมิที่ระยะ 1.00 และ 2.00 ม. มีอุณหภูมิมิแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเร็วกว่าที่ควร

ทิศตะวันตก

- อุณหภูมิที่ระยะ 0.10, 1.00, และ 2.00 ม. มีค่าใกล้เคียงกันตลอดทั้งกลางวันและกลางคืนแต่อุณหภูมิที่ระยะ 0.10 ม. มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นช้ากว่าที่ระยะ 1.00 และ 2.00 ม. ในช่วง 09.00-12.00 น.

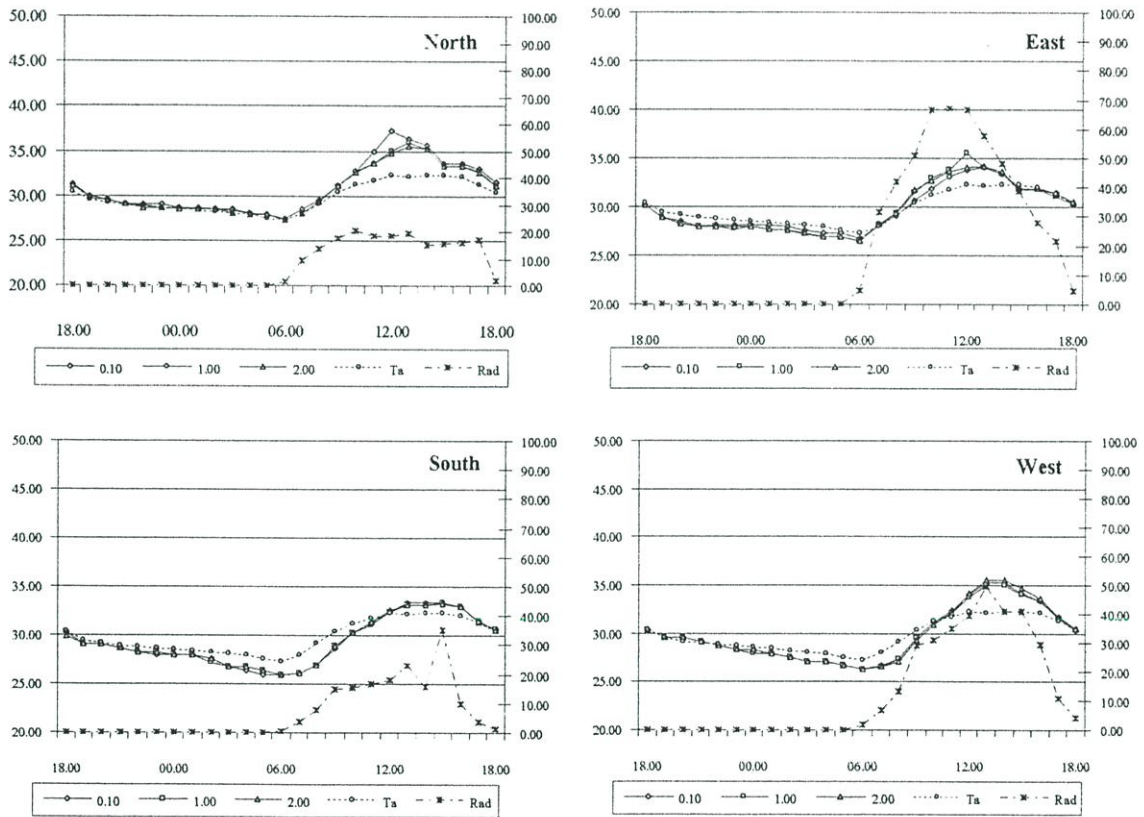
- อุณหภูมิสูงสุดช่วง 12.00-13.00 น. มีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 3 ระยะ สูงกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 10 องศาเซลเซียส หลัง 18.00 -23.00 น. อุณหภูมิลดลงจนเกือบใกล้เคียงอุณหภูมิอากาศจนกระทั่ง 06.00 น. อุณหภูมิลดลงต่ำสุดต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 1.5 องศาเซลเซียส

สรุป

อุณหภูมิบริเวณรอบอาคารที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงมีความแปรปรวน และมีค่าแตกต่างกันทุกระยะห่างในแต่ละทิศทาง อุณหภูมิอากาศรอบอาคารในตอนกลางวัน ตั้งแต่ 06.00-18.00 น.มีแนวโน้มสูงกว่าอุณหภูมิอากาศพบว่า

1. ที่ระยะ 0.10 ม. อุณหภูมิที่วัดได้มีแนวโน้มต่ำกว่าระยะ 1.00 และ 2.00 ม. ในช่วง 08.00-18.00 น. แต่หลังจาก 18.00-06.00 น. อุณหภูมิมีแนวโน้มสูงกว่าที่ระยะ 1.00 และ 2.00 ม. ตามลำดับ
2. บริเวณที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์มากมีแนวโน้มอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณที่ได้รับรังสีน้อยกว่า ส่งผลให้ช่วงเช้าอุณหภูมิด้านทิศตะวันออกมีแนวโน้มสูงกว่าทิศตะวันตก ในขณะที่บริเวณด้านทิศเหนือมีอุณหภูมิสูงสุด ส่วนด้านทิศใต้มีแนวโน้มอุณหภูมิต่ำที่สุดเนื่องจากดวงอาทิตย์โคจรไปทางด้านทิศเหนือในเดือนพฤษภาคม
3. บริเวณรอบอาคารที่ได้รับรังสีโดยตรงมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศ ประมาณ 7.0-11.2 องศาเซลเซียสในช่วงเวลาวิกฤต ในขณะที่ได้รับเงามีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศประมาณ 2-5 องศาเซลเซียส
4. ระยะที่ได้รับผลกระทบจากอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมมากที่สุดคือระยะห่างจากผนังอาคาร 2.00 1.00 ม. และ 0.10 ม. ตามลำดับ

4.1.3.2 อุณหภูมิอากาศบริเวณที่ได้รับร่มเงาจากคันทันมะม่วง ที่ระยะ 0.10, 1.00, และ 2.00 เมตร



ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงอุณหภูมิอากาศบริเวณรอบอาคารภายใต้ร่มเงาของคันทันมะม่วง

บริเวณรอบอาคารที่มีคันทันมะม่วงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 6.00-7.00 เมตร อุณหภูมิเฉลี่ยที่ระยะห่าง 0.10, 1.00, และ 2.00 เมตร มีค่าใกล้เคียงกันและมีค่าใกล้เคียงกับสภาพอากาศทุกทิศทางทิศเหนือ

- อุณหภูมิรอบอาคารทั้ง 3 ระยะ มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศตลอดทั้งกลางวันและกลางคืน
- ช่วง 18.00-08.00 น. มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศเล็กน้อย มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจนถึงช่วงวิกฤตที่เวลาประมาณ 12.00-13.00 น. มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 2.0-2.2 องศาเซลเซียส

ทึศได้

- อุณหภูมิรอบอาคารทั้ง 3 ระยะมีค่าใกล้เคียงกันมาก ช่วง 12.00-18.00 น. อุณหภูมิรอบอาคารมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศเล็กน้อยประมาณ 1 องศาเซลเซียส ช่วงเวลา 18.00-11.00 น. อุณหภูมิรอบอาคารมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 2.0-2.2 องศาเซลเซียส

ทึศตะวันออก

- อุณหภูมิด้านทิศตะวันออกทั้ง 3 ระยะมีค่าใกล้เคียงกัน ช่วงเวลา 06.30-15.00 น. อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศเล็กน้อยประมาณ 2 องศาเซลเซียส

- ในช่วง 12.00 น. ที่ระยะ 0.10 เมตรมีอุณหภูมิสูงกว่าระยะ 1.00 และ 2.00 ม.ประมาณ 1 องศาเซลเซียส ช่วงเวลา 18.00-06.00 น. มีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 0.5 องศาเซลเซียส

ทึศตะวันตก

- อุณหภูมิด้านทิศตะวันตกทั้ง 3 ระยะมีค่าใกล้เคียงกันมาก ช่วงเวลา 11.00-17.00 น. อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 3 องศาเซลเซียส

- ช่วงเวลา 18.00-10.00 น. อุณหภูมิ สูงกว่าอุณหภูมิอากาศเล็กน้อยประมาณ 1 องศาเซลเซียส

ข้อสังเกต อุณหภูมิด้านทิศเหนือและทิศตะวันออกช่วง 12.00-13.00 น. ที่ระยะ 0.10 เมตร สูงกว่าระยะ 1.00 และ 2.00 เมตรประมาณ 2 องศาเซลเซียส น่าจะเกิดจากผลของรังสีดวงอาทิตย์ช่วงทำมุม Altitude สูงกับระยะ ห่างระหว่างพุ่มใบกับผนัง ส่งผลให้เกิดการสะท้อนรังสีที่ผนังคู่บริเวณใต้พุ่มใบมากขึ้น

สรุป

1. ต้นมะม่วงมีประสิทธิภาพในการป้องกัน รังสีดวงอาทิตย์และช่วยลดอุณหภูมิอากาศให้กับสภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคารได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณใต้ร่มเงาต้นไม้

2. อุณหภูมิบริเวณใต้ต้นมะม่วงที่ระยะห่างทั้ง 3 มีค่าใกล้เคียงกันมาก กล่าวคือ ระยะห่างจากอาคารถึงต้นไม้ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ เมื่อบริเวณรอบอาคารยังคงได้รับร่มเงาจากต้นไม้

3. อุณหภูมิบริเวณที่มีต้นมะม่วง มีค่าใกล้เคียงอุณหภูมิอากาศเกือบตลอดทั้งกลางวัน และกลางคืน มีอุณหภูมิสูงอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศในช่วงวันประมาณ 1-3 องศาเซลเซียส ยกเว้นด้านทิศเหนือมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 3-5 องศาเซลเซียสในช่วงเวลาวิกฤต

4. ความหนาแน่นพุ่มใบส่งผลต่อค่าการแผ่รังสีและอุณหภูมิอากาศเฉพาะที่ได้พุ่มใบดังนี้

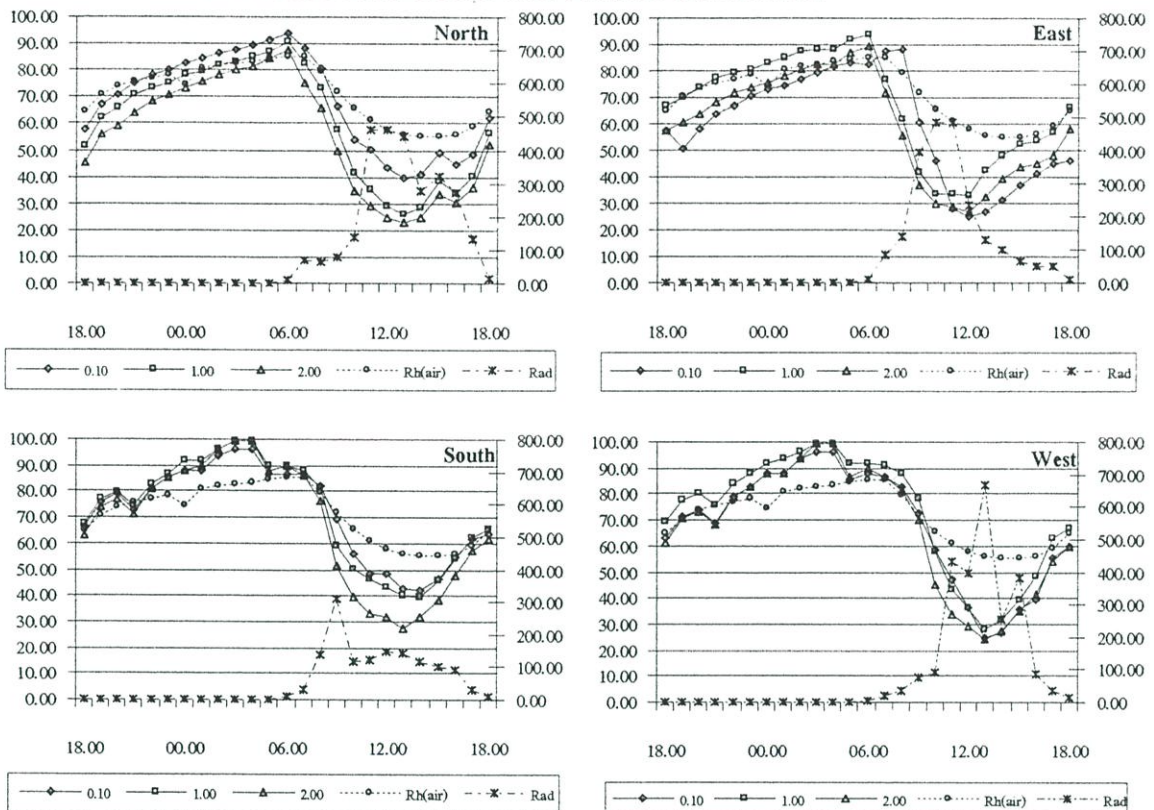
- ความหนาแน่นพุ่มใบที่มากเกินไป ป้องกันรังสีที่จะส่องลงสู่ใต้พุ่มใบได้ดี แต่ไม่ยื่นต้นที่หนาแน่นมากก่อให้เกิดความร้อนสะสมในพุ่มใบและพุ่มใบมาก ส่งผลให้อุณหภูมิใต้ร่มเงาเพิ่มสูงขึ้นในช่วง 12.00-18.00 น.

- ความหนาแน่นพุ่มใบน้อยเกินไป เป็นสาเหตุให้รังสีทะลุผ่านพุ่มสู่เบื้องล่างได้ง่าย ส่งผลให้อุณหภูมิใต้ร่มเงาเพิ่มสูงขึ้น

4.1.4 การเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์บริเวณรอบอาคาร

ความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์โดยตรงกับอุณหภูมิอากาศ เมื่ออุณหภูมิอากาศเพิ่มสูงขึ้นค่าความชื้นสัมพัทธ์มีแนวโน้มลดลง เมื่ออุณหภูมิอากาศลดลงค่าความชื้นสัมพัทธ์มีแนวโน้มสูงขึ้นจากการทดลอง แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์บริเวณที่รับรังสีตรงและบริเวณใต้ร่มเงาต้นไม้ม่วงได้ดังนี้

4.1.4.1 ความชื้นสัมพัทธ์บริเวณที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง



ภาพที่ 4.7 กราฟแสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์บริเวณรอบอาคารที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง

ทิศเหนือ

มีการกระจายตัวของค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ระยะต่างๆ ค่าความชื้นสัมพัทธ์มีค่าต่ำกว่าสภาพอากาศเกือบทั้งกลางวันและกลางคืน ในช่วง 18.00-06.00 น. มีค่าใกล้เคียงสภาพอากาศ ที่ระยะ 0.10 ม. มีค่ามากกว่า 1.00 และ 2.00 ม. ตามลำดับ มีค่าสูงสุดที่เวลา 06.00 น สูงกว่า สภาพอากาศเล็กน้อยทั้ง 3 ระยะ ประมาณ 2.6-8.7 % ในขณะที่ช่วงวันค่าความชื้นสัมพัทธ์ลด ลงต่ำกว่าสภาพอากาศ ที่ระยะ 0.10 มีค่าสูงกว่า 1.00 และ 2.00 ม.ตามลำดับ วัดค่าต่ำสุดในช่วงวิฤต ต่ำกว่าสภาพอากาศ 16.1, 29.6, และ 32.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

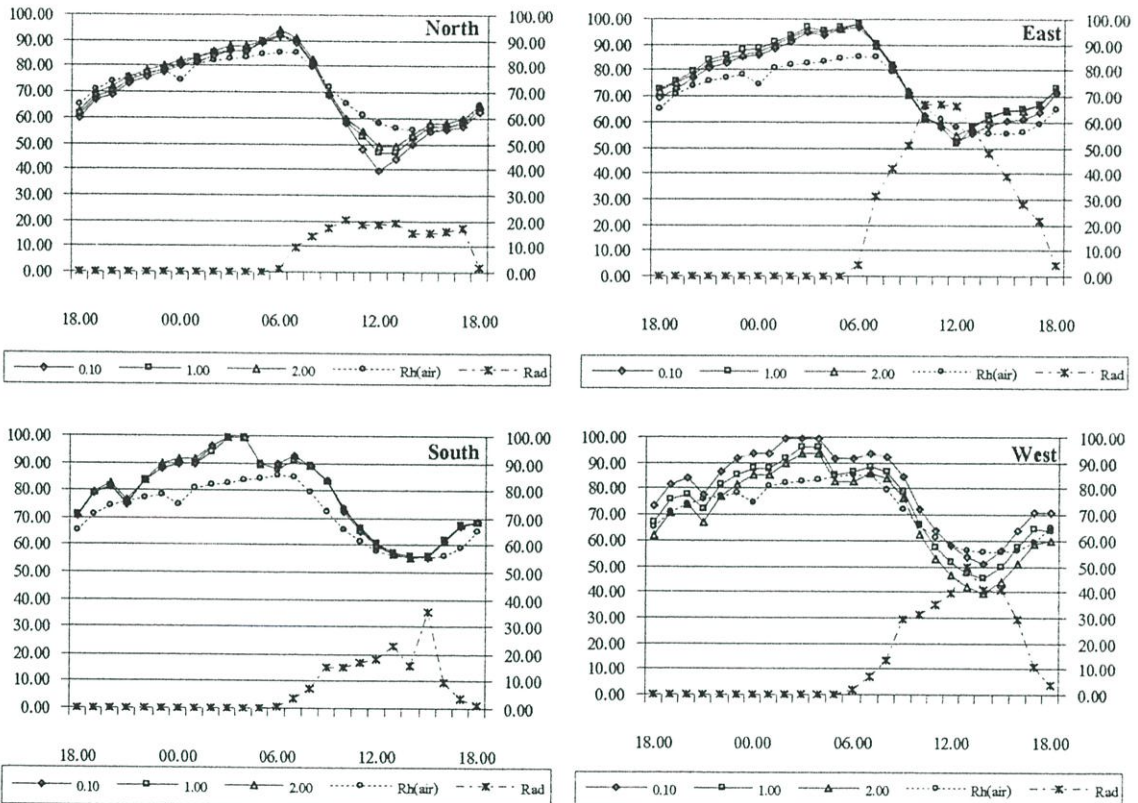
ทิศใต้ และทิศตะวันตก

แนวโน้มค่าความชื้นสัมพัทธ์ใกล้เคียงกัน ช่วงเวลา 18.00-06.00 น. มีค่าสูงกว่าสภาพอากาศทั้ง 3 ระยะ ช่วงเวลา 03.00-04.00 น. มีค่าสูงสุด สูงกว่าอากาศประมาณ 10-13 % ในขณะที่ช่วงวันมีค่าต่ำกว่าสภาพอากาศ ทิศใต้มีการกระจายตัวของค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ระยะต่าง ๆ มากกว่าทิศตะวันตก ที่ระยะ 0.10 ม. มีค่า สูงกว่า 1.00 และ 2.00 ม. ตามลำดับ ในช่วงเวลาวิฤต ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าลดลงต่ำสุด ที่ระยะ 0.10, 1.00 และ 2.00 ม. มีค่าต่ำกว่าสภาพอากาศประมาณ 9.5, 17.6, และ 26.0% ตามลำดับ ในขณะที่ด้านทิศตะวันตก มีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 3 ระยะ ต่ำกว่าสภาพอากาศประมาณ 21.5-29.0%

ทิศตะวันออก

ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ระยะ 0.10 เมตรมีค่าเพิ่มขึ้นและลดลงช้ากว่าที่ ระยะ 1.00 และ 2.00 เมตร ประมาณ 2 ชั่วโมง มีค่าสูงสุดที่เวลาประมาณ 06.00 น. ที่ระยะ 1.00 และ 2.00 เมตร มีค่าสูงกว่าสภาพอากาศเล็กน้อยประมาณ 3.8 -8.5% ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ระยะ 0.10 เมตร มีค่าสูงสุดที่เวลาประมาณ 08.00 น. สูงกว่าสภาพอากาศ 8.7% ค่าความชื้นสัมพัทธ์ลดลงต่ำสุดในช่วงวิกฤตใกล้เคียงกันทั้ง 3 ระยะ ต่ำกว่าสภาพอากาศประมาณ 24.8-33.0%

4.1.4.2 ความชื้นสัมพัทธ์บริเวณที่มีต้นมะม่วง



ภาพที่ 4.8 กราฟแสดงความชื้นสัมพัทธ์บริเวณรอบอาคารภายใต้ร่มเงาต้นมะม่วง

ทิศเหนือ

ช่วง 18.00-08.00 น. ค่าความชื้นสัมพัทธ์มีค่าใกล้เคียงสภาพอากาศมีค่าสูงกว่าเล็กน้อย ค่าสูงสุดช่วง 06.00 น. สูงกว่าอากาศประมาณ 5% ลดต่ำสุดในช่วงวิกฤตลดต่ำกว่าอากาศประมาณ 8.5-18%

ทิศใต้

ค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าอากาศเกือบตลอดวัน สูงสุดช่วง 03.00 น. สูงกว่าอากาศประมาณ 13-15% มีค่าลดลงต่ำสุดในช่วงเวลาวิกฤตใกล้เคียงสภาพอากาศ

ทิศตะวันออก

ช่วง 18.00-08.00 น. ค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าอากาศ สูงสุดในช่วง 06.00 น. ประมาณ 10% ลดต่ำในช่วงวัน ต่ำกว่าอากาศเล็กน้อยที่เวลาประมาณ 12.00 น. หลัง 13.00 น. จึงเริ่มเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้ง

ทิศตะวันตก

สภาพความชื้นสัมพัทธ์แตกต่างกันทั้ง 3 ระยะ ที่ระยะ 0.10 มีค่าสูงกว่าระยะ 1.00 และ 2.00

เมตร ตามลำดับ ค่าสูงสุดอยู่ในช่วง 02.00-04.00 น. สูงกว่าอากาศประมาณ 10-15% ต่ำสุดในช่วง 13.00 น. ต่ำกว่าอากาศประมาณ 3-15%

ข้อสังเกต ความชื้นสัมพัทธ์บริเวณที่มีต้นมะม่วง มีลักษณะใกล้เคียงกันทุกระยะ ทุกทิศทาง ยกเว้นทิศตะวันตกมีลักษณะที่แตกต่างออกไป ซึ่งอาจเกิดจากอิทธิพลของการใช้สอยอาคาร บริเวณดังกล่าวอยู่ใกล้กับผนังห้องน้ำและครัวของอาคาร ส่งผลให้บริเวณที่มีความชื้นสูงสุดคือระยะ 0.10 เมตร 1.00 และ 2.00 เมตรห่างจากผนังอาคารตามลำดับ

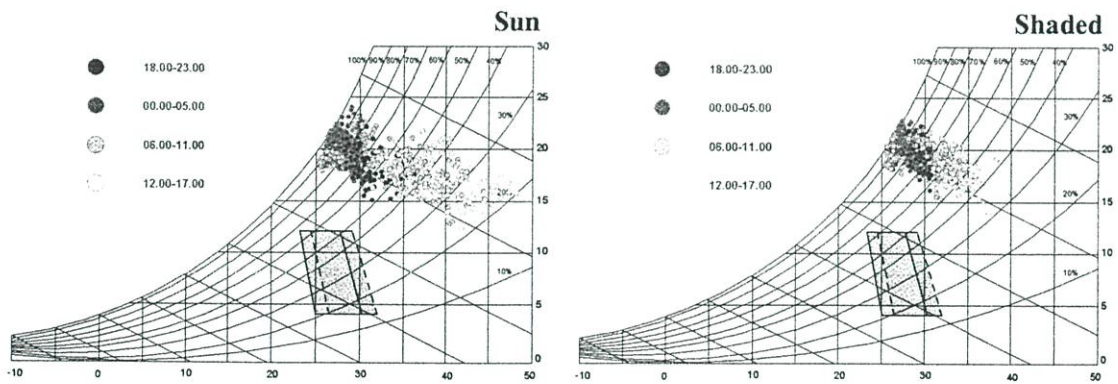
สรุป

1. บริเวณที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์มาก ในช่วงวันความชื้นสัมพัทธ์มีแนวโน้มลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว มีค่าต่ำกว่าสภาพอากาศในช่วงเวลาวิกฤตประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์โดยเฉพาะที่ระยะ 1.00 เมตรและ 2.00 เมตร มีค่าความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มสูงขึ้นใกล้เคียงสภาพอากาศอีกครั้งหลังดวงอาทิตย์ตก ซึ่งมีค่าสูงสุดที่เวลาประมาณ 06.00 น.

2. บริเวณที่มีต้นมะม่วงมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ใกล้เคียงกับสภาพอากาศ ตลอดทั้งกลางวันและกลางคืน ช่วงเวลาประมาณ 13.00 น. มีค่าความชื้นต่ำกว่าสภาพอากาศประมาณ 8% ค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดที่เวลา 06.00 น. สูงกว่าสภาพอากาศประมาณ 12%

4.1.5 การวิเคราะห์สภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคารโดยใช้แผนภาพไซโครเมตริก

วิเคราะห์สภาพอากาศบริเวณรอบอาคารที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงและบริเวณที่มีร่มเงาของต้นมะม่วงโดยใช้แผนภาพไซโครเมตริกได้ดังนี้



ภาพที่ 4.9 แสดงการวิเคราะห์สภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคารบริเวณที่ได้รับรังสีตรงและบริเวณรอบอาคารภายใต้ร่มเงาต้นมะม่วง

- สภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคารที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง มีการกระจายตัวของสภาพอากาศสูง ช่วง 06.00-18.00 น. อุณหภูมิสูงและค่าความชื้นต่ำ ประมาณ 18.00-06.00 น. เป็นช่วงที่อุณหภูมิลดต่ำลงจนอยู่ในเขตสบายแต่ความชื้นสูงกว่าขอบเขตความสบายมาก

- สภาพอากาศบริเวณที่ได้รับร่มเงาของต้นมะม่วงมีลักษณะเกาะกลุ่มอยู่ในช่วงอุณหภูมิความสบายเกือบตลอดทั้งกลางวันและกลางคืน ยกเว้นช่วง 12.00-18.00 น. ในขณะที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเกินกว่าช่วงความสบายตลอดเวลา

4.1.6 สรุปผลการทดลองที่ 1

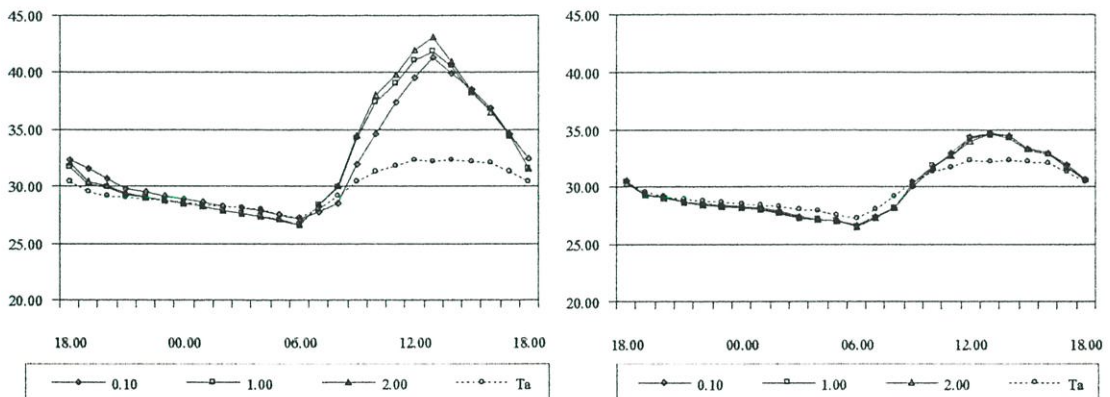
1. สภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคารขึ้นอยู่กับปัจจัยของตัวแปรสภาพอากาศ ได้แก่ การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ตำแหน่งดวงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลาและฤดูกาล ซึ่งแปรเปลี่ยน ไม่คงที่ตลอดปี

2. ความเข้มการแผ่รังสีดวงอาทิตย์มีค่าเท่ากัน แต่ส่งผลกระทบต่อบริเวณรอบอาคารแตกต่างกันขึ้นอยู่กับรังสีสะท้อนจากสภาพแวดล้อมรอบอาคาร ซึ่งค่าการแผ่รังสีส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์รอบอาคาร บริเวณที่ได้รับรังสีตรงและมีความเข้มสูงมีแนวโน้มของสภาพอากาศเฉพาะที่รุนแรงกว่าบริเวณที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์น้อยกว่า

3. แบ่งลักษณะรูปแบบของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นบริเวณที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงที่ระยะ ต่าง ๆ รอบ อาคาร ได้ดังนี้

- อุณหภูมิใกล้ผิวผนัง (0.10ม.) ได้รับอิทธิพลจากอุณหภูมิสภาพแวดล้อมน้อย แนวโน้มของอุณหภูมิมักเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเช้า อุณหภูมิสูงสุดที่เวลาประมาณ 14.00 น. ตอนกลางคืนได้รับอิทธิพลจากการคายความร้อนของผิวผนัง ส่งผลให้อุณหภูมิใกล้ผิวผนังยังคงสูงกว่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและอุณหภูมิอากาศประมาณ 3.5-6.0 องศาเซลเซียส

- อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม (1.00 และ 2.00 ม.) เป็นอุณหภูมิที่เกิดจากการรับรังสีจากดวงอาทิตย์และอุณหภูมิการแผ่รังสีจากสิ่งแวดล้อม ทำให้ช่วงเวลาเช้าอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นเร็วกว่า อุณหภูมิใกล้ผิวผนัง หลังจาก 12.00 น. อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมลดลงอย่างต่อเนื่อง หลังดวงอาทิตย์ตกวัสดุสิ่งแวดล้อมมีการแลกเปลี่ยนความร้อนกับบรรยากาศ เนื่องจากเดือนพฤษภาคม ท้องฟ้าแจ่มใส การแผ่รังสีกลับสู่ท้องฟ้าจึงเป็นไปได้ง่าย ส่งผลให้อุณหภูมิสภาพแวดล้อมรอบอาคารมีค่าลดต่ำกว่าอุณหภูมิใกล้ผิวผนังและต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ ประมาณ 1.0-2.0 องศาเซลเซียส



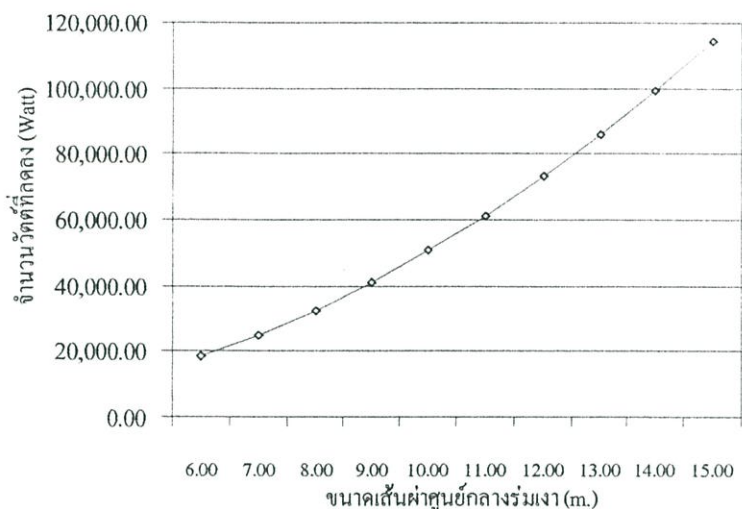
ภาพที่ 4.10 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ย 4 ทิศทางที่ระยะ 0.10, 1.00 และ 2.00 เมตร

4.ภายใต้ร่มเงาต้นไม้ม่วง ให้ผลในการปรับอุณหภูมิอากาศใกล้เคียงกัน กล่าวคือ ระยะห่างระหว่างจุดที่ต้องการได้รับผลของการปรับปรุงสภาพแวดล้อม ได้รับเงา відจากผนังถึงกึ่งกลางพุ่มมีความแตกต่างกันของอุณหภูมิน้อยมาก

5. ประสิทธิภาพของต้นไม้ในการป้องกันรังสีขึ้นอยู่กับ

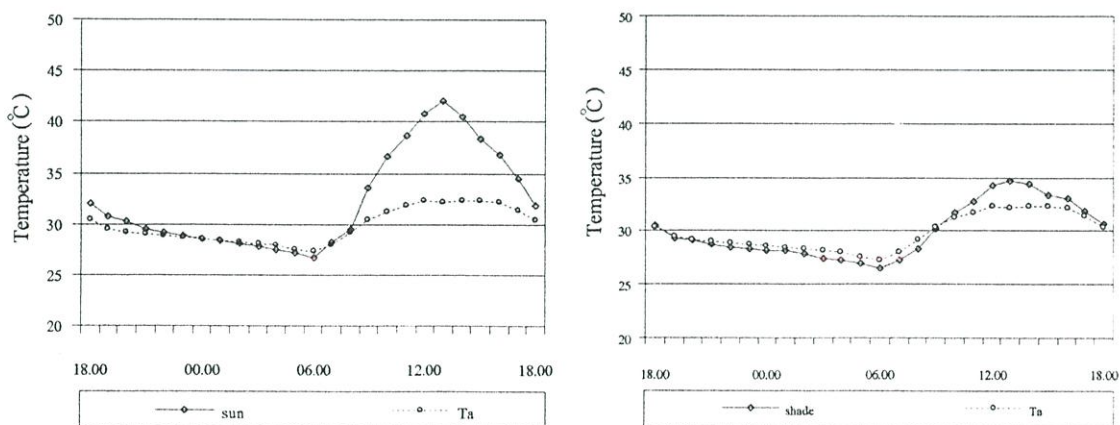
- ความทึบของพุ่ม พุ่มไม้ที่มีความทึบมากสามารถป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ที่จะทะลุพุ่มใบได้มากกว่าต้นไม้ที่มีความทึบของพุ่มใบน้อย

- ขนาดพุ่ม หรือ ขนาดร่มเงา ร่มเงาที่มีขนาดใหญ่สามารถป้องกันรังสีให้กับวัสดุสิ่งแวดล้อมได้มากกว่าร่มเงาขนาดเล็ก ช่วยลดพลังงานที่จะตกกระทบผิวพื้นและผนังอาคารอันเป็นต้นเหตุของการสะสมความร้อนและการเพิ่มของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมรอบอาคารกรณีศึกษา ดังกราฟภาพ 4.12



ภาพที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบขนาดพื้นที่ร่มเงาพืชพรรณที่เพิ่มขึ้นกับการลดพลังงานความร้อนในช่วงเวลาวิกฤต

6. ความทึบของพุ่มใบส่งผลต่ออุณหภูมิ และการป้องกันรังสี อย่างไม่สัมพันธ์กัน พบว่า
 - ต้นมะม่วงที่มีความทึบมาก จะเก็บความร้อนในพุ่มมากและระบายความร้อนได้ช้า ส่งผลให้อุณหภูมิบริเวณใต้ร่มไม้ใกล้อาคารสูงในช่วงบ่ายและอุณหภูมิมิมีแนวโน้มลดลงช้า
 - ต้นมะม่วงที่มีความทึบน้อย จะป้องกันรังสีได้น้อย ส่งผลให้อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นเร็ว
7. ต้นมะม่วงมีประสิทธิภาพในการปรับปรุงสภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคาร อุณหภูมิบริเวณลานคอนกรีตในช่วงเวลาวิกฤตสูงกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 7.0-11.2 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิ บริเวณใต้ร่มเงารอบอาคารสูงกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 2.0-3.5 องศาเซลเซียสเท่านั้น กล่าวคือ ต้นมะม่วงสามารถลดอุณหภูมิในช่วงวันได้เป็นอย่างดี ในตอนกลางคืนอุณหภูมิบริเวณรอบอาคารมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศเล็กน้อย



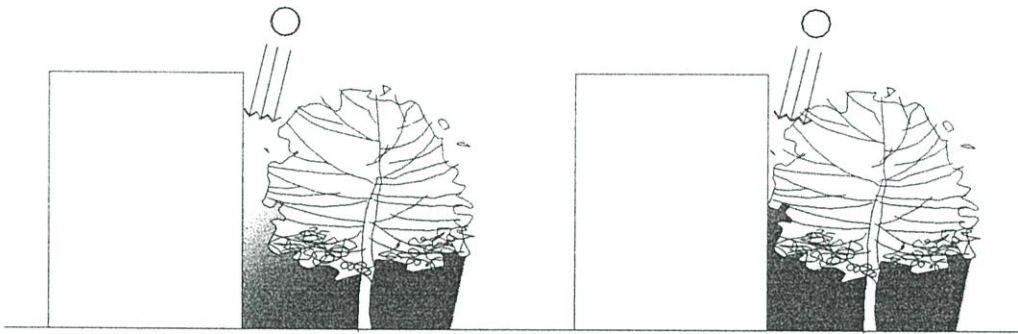
ภาพที่ 4.12 กราฟแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยรอบอาคาร 4 ทิศทาง 3 ระยะ ของบริเวณที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์ และบริเวณที่มีร่มเงาของต้นมะม่วง

8. บริเวณใต้ต้นไม้มีร่มเงา มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ใกล้เคียงกับสภาพอากาศตลอดทั้งกลางวันและกลางคืน มีค่าต่างจากสภาพอากาศประมาณ 8-12 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่บริเวณที่ได้รับรังสีตรงมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าสภาพอากาศสูงสุดในช่วงเวลาวิกฤตมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ต้นไม้มีคุณสมบัติในการเพิ่มความชื้นให้กับบรรยากาศ และป้องกันไม่ให้ความชื้นลดลงในอากาศลดลงอย่างรวดเร็ว

9. ระยะห่างระหว่างพุ่มใบกับอาคาร ส่งผลต่อสภาพอากาศเฉพาะที่ได้รับเงา

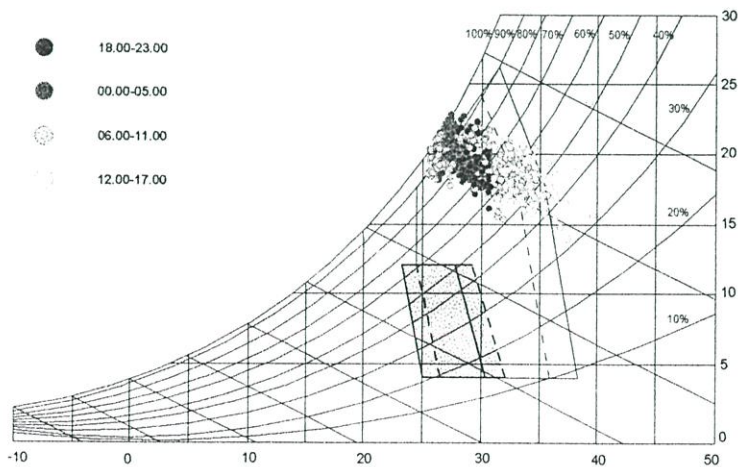
- พุ่มใบที่มีระยะห่างจากชายพุ่มถึงผนังอาคารมากกว่า 1.00 ม. ส่งผลให้บริเวณใต้ร่มเงาใกล้ผนังอาคาร ได้รับรังสีสะท้อนที่เกิดจากผนังในช่วงที่ดวงอาทิตย์ทำมุม (Altitude) สูง

- พุ่มใบที่มีระยะห่างจากชายพุ่มถึงผนังอาคาร 0.60-1.00 เมตร อุณหภูมิใต้ร่มเงามีค่าใกล้เคียงกันมาก



ภาพที่ 4.13 ภาพแสดงการสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ในมุมสูง ระหว่างผนังกับพุ่มใบ

10. บริเวณที่มีต้นไม้ให้ผลด้านความสบายด้านอุณหภูมิได้ดีกว่าบริเวณที่ไม่มีต้นไม้ แต่ไม่ช่วยให้เกิดความสบายในเรื่องของความชื้นในบรรยากาศ การปรับปรุงสภาพแวดล้อมให้เกิดความสบาย (Comfort) จึงควรวหาวิธีอื่นร่วมเพื่อลดความชื้นในลำดับต่อไป พบว่าการเพิ่มปัจจัยของกระแสมสามารถขยายขอบเขตความสบายให้กับสภาพอากาศเฉพาะที่ได้รับเงาต้นไม้ได้เป็นอย่างดี



ภาพที่ 4.14 การขยายขอบเขตความสบายใต้ร่มเงาต้นไม้ด้วยการเพิ่มปัจจัยของกระแสม

4.2 การวิเคราะห์ผลการทดลองที่ 2

การทดลองชุดที่ 2 มีจุดประสงค์หลักเพื่อศึกษาสภาพอากาศเฉพาะที่ (Microclimate) บริเวณรอบอาคารอันเกิดจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน ประกอบด้วยบริเวณลานคอนกรีต บริเวณสนามหญ้า บริเวณรอบอาคารใต้ร่มเงาต้นไม้วงขนาดเล็ก บริเวณใต้ร่มเงาต้นไม้วงขนาดกลาง บริเวณใต้ร่มเงาต้นไม้วงหลาย ต้นและบริเวณที่มีการจัดสวนประกอบอาคาร สรุปผลได้ดังนี้

4.2.1 การวิเคราะห์สภาพอากาศบริเวณรอบอาคารที่มีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณรอบอาคารที่มีสภาพแวดล้อมต่างกัน

Time	Concrete		Mid-tree		Rad.	Grass		Small tree		Trees		Landscape		Rad.	Ta	BKK. Rad
	T	Rh	T	Rh		T	Rh	T	Rh	T	Rh	T	Rh			
6.00	26.37	86.97	27.21	81.80	8.40	28.21	65.32	27.41	74.42	28.80	61.98	28.84	60.56	11.61	27.27	48.73
	26.83	88.08	27.40	83.06	33.30	28.24	67.79	27.21	78.28	28.24	66.84	28.34	65.01	54.01	27.63	96.47
7.00	27.75	82.55	27.90	81.54	52.60	28.87	66.43	27.57	77.45	28.52	66.85	28.37	65.70	117.92	27.99	144.21
	28.31	78.84	28.39	79.60	59.93	29.46	63.38	28.05	75.29	28.87	65.05	28.70	64.39	185.46	28.57	221.65
8.00	29.39	73.89	28.94	77.16	95.11	30.24	60.78	28.57	73.61	29.35	63.90	29.27	63.13	250.98	29.15	299.08
	31.41	66.14	29.63	73.82	161.47	31.21	57.03	29.33	71.52	29.89	61.48	29.81	60.73	291.93	29.78	392.40
9.00	33.78	56.40	30.50	68.44	214.75	32.21	54.85	30.13	68.81	30.38	60.96	30.27	60.08	386.58	30.41	485.72
	35.03	48.86	31.18	63.44	189.88	33.02	53.11	30.57	65.99	30.88	59.89	30.92	58.59	413.37	30.84	526.93
10.00	37.70	38.26	31.98	58.20	207.72	33.92	50.78	31.18	61.88	31.32	59.18	31.46	57.35	452.36	31.27	568.13
	38.57	35.09	32.56	55.65	236.93	34.87	48.98	31.64	59.93	31.78	58.89	32.08	56.46	466.10	31.50	617.43
11.00	40.36	30.68	33.18	53.35	375.32	35.51	47.13	32.18	57.18	32.35	57.08	32.63	54.61	532.77	31.74	666.73
	41.41	28.20	33.72	51.56	423.32	35.77	47.28	32.82	55.65	32.79	56.38	33.15	54.03	481.47	32.01	657.04
12.00	41.77	27.98	34.20	51.67	310.97	36.57	45.95	33.37	54.55	33.37	55.81	33.60	53.23	559.16	32.27	647.35
	43.16	25.71	34.82	49.07	411.87	36.55	46.86	33.82	52.04	33.71	55.50	33.91	53.20	478.11	32.21	606.02
13.00	43.86	24.11	35.27	47.77	344.99	36.43	47.81	34.15	50.15	34.03	55.31	33.91	53.75	505.36	32.15	564.68
	42.66	25.41	34.99	47.54	264.09	37.40	45.90	34.43	48.58	34.64	53.72	34.61	52.74	565.82	32.22	538.26
14.00	40.42	29.09	34.82	49.83	188.31	37.38	46.08	34.37	49.80	34.57	54.06	34.75	51.97	608.45	32.30	511.84
	41.32	29.54	34.34	52.17	121.54	36.54	47.81	34.75	47.88	34.57	53.37	34.82	51.33	455.93	32.27	460.55
15.00	41.93	27.53	34.27	51.81	217.45	35.96	48.25	34.94	45.80	34.50	52.04	34.64	50.08	347.78	32.25	409.25
	41.28	28.75	34.43	51.53	239.68	35.83	48.96	34.96	47.89	34.52	52.15	34.64	50.28	319.80	32.16	354.00
16.00	36.26	43.39	33.50	55.06	125.72	35.44	50.06	34.07	54.94	34.24	53.86	34.47	51.40	218.40	32.08	298.75
	34.73	49.00	33.03	56.59	100.37	34.98	51.32	33.48	57.14	33.98	54.60	34.19	52.28	141.34	31.70	225.39
17.00	34.02	51.47	32.19	60.03	62.83	34.24	51.65	33.01	57.73	33.54	54.22	33.73	51.78	104.11	31.31	152.02
	32.50	56.14	31.41	62.56	24.81	33.37	52.71	32.41	58.74	32.95	54.85	33.35	51.89	63.67	30.85	102.91
18.00	31.17	58.55	30.87	63.88	13.38	32.83	53.73	32.76	49.00	32.56	57.95	32.56	57.95	37.97	30.38	53.79
Min	26.37	24.11	27.21	47.54	8.40	28.21	45.90	27.21	45.80	28.24	52.04	28.34	50.08	11.61	27.27	48.73
Max	43.86	88.08	35.27	83.06	423.32	37.40	67.79	34.96	78.28	34.64	66.85	34.82	65.70	608.45	32.30	666.73
Mean	36.08	47.62	32.03	61.09	179.39	33.80	52.80	31.89	59.77	32.17	57.84	32.28	56.10	322.02	30.89	385.97
Daily Var.	17.49	63.97	8.06	35.52	414.92	9.20	21.89	7.75	32.48	6.40	14.81	6.47	15.63	596.84	5.03	385.97

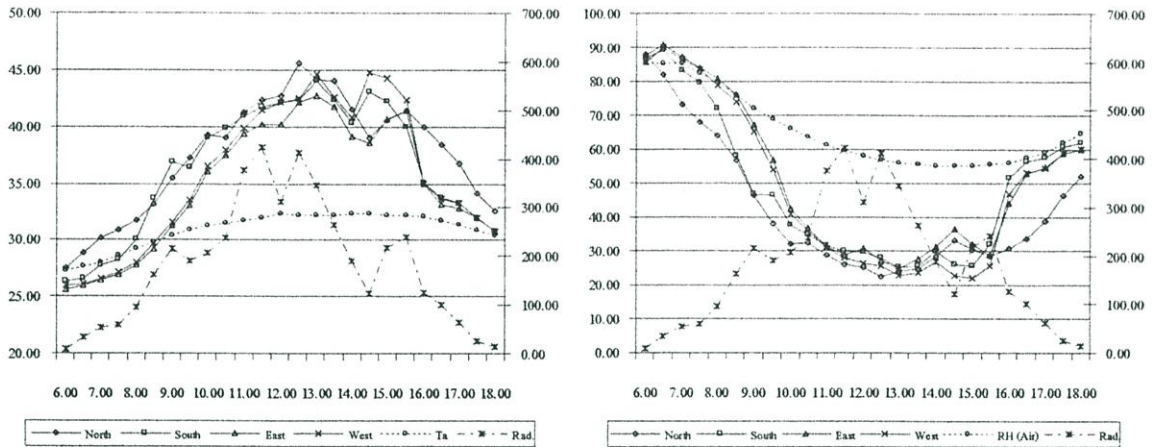
หมายเหตุ

แบ่งการเก็บข้อมูลเป็น 2 ช่วง ช่วงละ 2 วัน ได้แก่

1. บริเวณลานคอนกรีตและบริเวณต้นไม้วงขนาดกลาง
2. บริเวณสนามหญ้า ต้นไม้วงขนาดเล็ก ต้นไม้วงหลายต้น และบริเวณที่มีการจัดสวน

สรุปลักษณะสภาพอากาศเฉพาะที่ที่สัมพันธ์กับค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ได้ดังนี้

1. อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ บริเวณลานคอนกรีต



ภาพที่ 4.15 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณลานคอนกรีต

อุณหภูมิอากาศ

อุณหภูมิเฉพาะที่รอบอาคารบริเวณที่เป็นลานคอนกรีตมีค่าแปรปรวนแตกต่างกันเห็นได้ชัด

- ช่วงเช้า อุณหภูมิบริเวณด้านทิศใต้ ตะวันออก และทิศตะวันตกมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศเล็กน้อย ในขณะที่ทิศเหนือ มีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศ ช่วง 08.00 น. อุณหภูมิอากาศบริเวณด้านทิศใต้เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วจนมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิด้านทิศเหนือ ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเร็วกว่าทิศตะวันออก และทิศตะวันตกประมาณ 1.5-2 ชั่วโมง

- ช่วงเวลา 12.00 น.-15.00 น. พบว่า อุณหภูมิอากาศเฉพาะที่ด้านทิศตะวันออกมีค่าสูงสุดช่วง 13.00 น. สูงกว่าสภาพอากาศประมาณ 11 องศาเซลเซียสและมีแนวโน้มลดลงเร็วกว่าทิศอื่นๆ อุณหภูมิด้านทิศเหนือ และทิศใต้มีค่าสูงสุดช่วง 12.00 น. มีค่าสูงกว่าอากาศประมาณ 7 องศาเซลเซียส และมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่อุณหภูมิทิศตะวันตกเพิ่มสูงสุดช่วง 14.00 น. มากกว่าอากาศประมาณ 13 องศาเซลเซียส

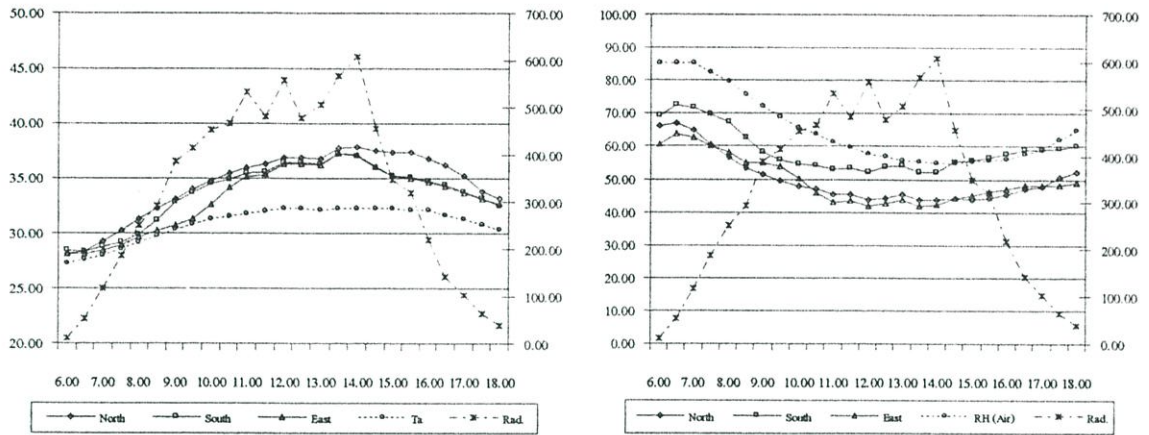
- หลัง 15.00 น. อุณหภูมิด้านทิศเหนือมีแนวโน้มสูงขึ้นในขณะที่ด้านทิศใต้ ตะวันออก และตะวันตกมีค่าลดลงใกล้เคียงกัน อุณหภูมิด้านทิศเหนือมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศ ประมาณ 8-9 องศาเซลเซียสในขณะที่อุณหภูมิด้าน ทิศใต้ ตะวันออก และตะวันตกมีอุณหภูมิสูงกว่า อากาศประมาณ 3 องศาเซลเซียส จนกระทั่ง 18.00 น. อุณหภูมิทิศเหนือยังคงสูงกว่าอากาศประมาณ 3 องศาเซลเซียส อีก 3 ทิศทางมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศมีค่าสูงกว่าประมาณ 1-2 องศาเซลเซียส

ความชื้นสัมพัทธ์

- ความชื้นสัมพัทธ์ด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตกมีค่าใกล้เคียงกันตลอดวัน ช่วงเช้า ความชื้นสัมพัทธ์ด้านทิศเหนือและทิศใต้ลดลงอย่างรวดเร็วในขณะที่ด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตกมีค่าใกล้เคียงสภาพอากาศ ช่วง 10.00-16.00 น. ความชื้นสัมพัทธ์ทุกทิศทางลดลงต่ำสุดใกล้เคียงกัน ต่ำกว่าสภาพอากาศประมาณ 30% และเริ่มเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วหลัง 15.30 น.

- ช่วง 16.00-18.00 น. ค่าความชื้นสัมพัทธ์ทิศเหนือยังคงต่ำกว่าสภาพอากาศมาก ในขณะที่ความชื้นรอบอาคารอีก 3 ทิศทางมีค่าใกล้เคียงสภาพอากาศ

2. อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ บริเวณสนามหญ้า



ภาพที่ 4.16 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณสนามหญ้า

อุณหภูมิ

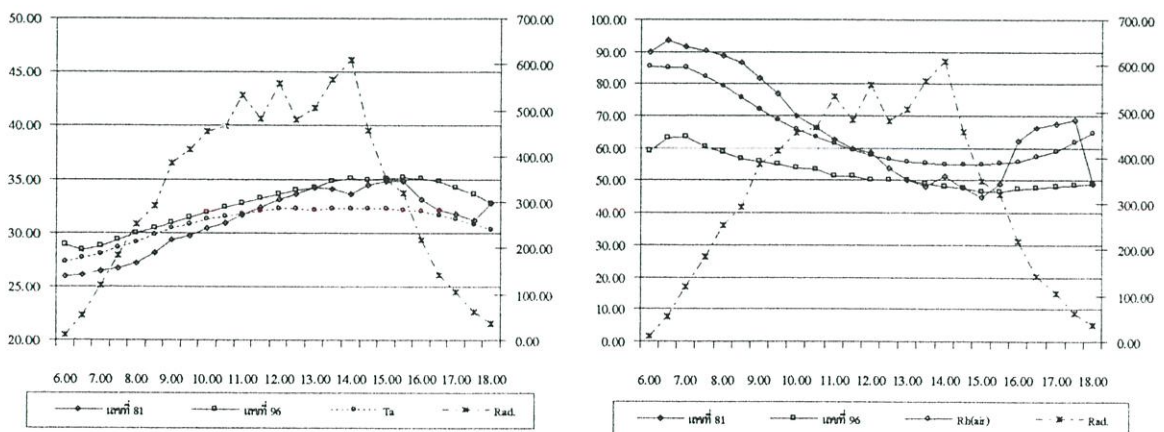
- ในช่วงเช้า อุณหภูมิบริเวณสนามหญ้ารอบอาคารทิศเหนือ ทิศใต้ และทิศตะวันออก มีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิด้านทิศเหนือมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่อุณหภูมิด้านทิศใต้และทิศตะวันออกยังคงมีค่าใกล้เคียงสภาพอากาศ ช่วง 09.30 น. อุณหภูมิด้านทิศใต้เพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับทิศเหนือ ในขณะที่ด้านทิศตะวันออกอุณหภูมิเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ จนกระทั่ง ช่วง 11.00-14.00 น. อุณหภูมิอากาศเฉพาะที่มีแนวโน้มใกล้เคียงกันทุกทิศทาง สูงกว่าอุณหภูมิ อากาศประมาณ 6 องศาเซลเซียส

- ช่วง 14.00-18.00 น. อุณหภูมิด้านทิศใต้และตะวันออก ลดต่ำลง ในขณะที่อุณหภูมิด้านทิศเหนือยังคงสูงกว่า และมีแนวโน้มลดลงอย่างช้าๆ อุณหภูมิทั้ง 3 ทิศทางเริ่มลดลงจนใกล้เคียงอุณหภูมิอากาศที่เวลา ประมาณ 17.30 น. สูงกว่าเล็กน้อยประมาณ 2.5-3 องศาเซลเซียส

ความชื้นสัมพัทธ์

- ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าต่ำกว่าสภาพอากาศตลอดวัน ด้านทิศเหนือ และตะวันออกมีค่าใกล้เคียงกันต่ำกว่าด้านทิศใต้เล็กน้อย หลัง 14.30 น. ความชื้นสัมพัทธ์ด้านทิศใต้มีค่าใกล้เคียงสภาพอากาศ ในขณะที่ทิศเหนือ และทิศตะวันออกมีค่าใกล้เคียงกันต่ำกว่าอากาศประมาณ 10 %

3. อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ บริเวณรอบอาคารใต้ร่มเงาต้นมะม่วงขนาดเล็ก



ภาพที่ 4.17 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณใต้ร่มเงาต้นมะม่วงขนาดเล็ก

อุณหภูมิ

- อุณหภูมิอากาศบริเวณบ้านเลขที่ 96 มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศตลอดวัน เลขที่ 81 มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศในช่วง 06.00-11.00 น. หลังจาก 11.00 -18.00 น. อุณหภูมิเลขที่ 81 เพิ่มสูงขึ้นกว่าอุณหภูมิอากาศ มีค่าใกล้เคียงกับเลขที่ 96 ในช่วงวิกฤต สูงกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 3 องศาเซลเซียส หลังจาก 15.30-18.00 น. อุณหภูมิบ้านเลขที่ 81 ลดต่ำลงอย่างรวดเร็วในขณะที่เลขที่ 96 มีแนวโน้มลดลงอย่างช้า ๆ ช่วง 18.00 น. ยังคงสูงกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 2 องศาเซลเซียส ในขณะที่เลขที่ 81 กลับมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น

ความชื้นสัมพัทธ์

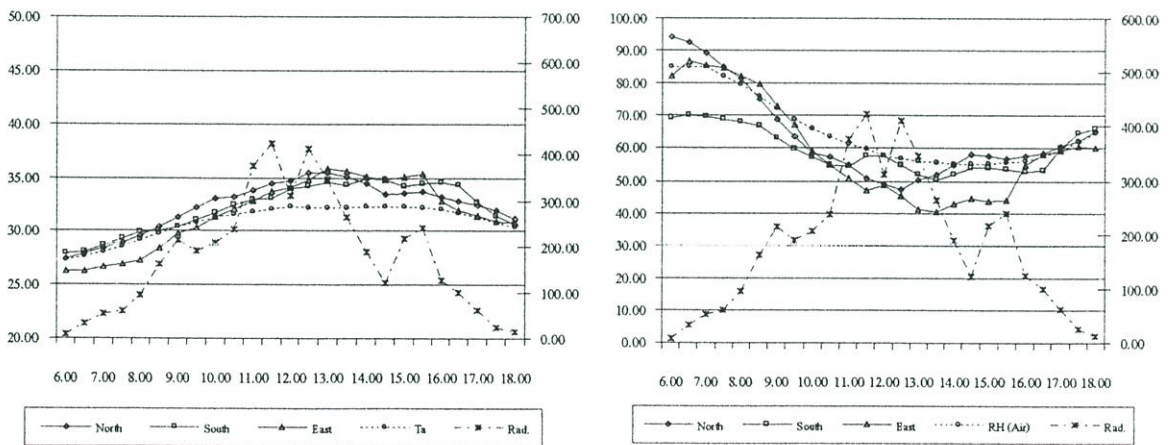
- ค่าความชื้นสัมพัทธ์ทั้ง 2 หลัง มีค่าแตกต่างกัน เลขที่ 81 ค่าความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเพิ่มขึ้นและลดลงอย่างเห็น ได้ชัด ในขณะที่เลขที่ 96 มีค่าค่อนข้างคงที่และต่ำกว่าสภาพอากาศตลอดทั้งวัน เลขที่ 81 มีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าอากาศช่วง 06.00-11.00 น. และลดต่ำสุดในช่วง 15.30 น.

ข้อสังเกต

- เลขที่ 81 และเลขที่ 96 อยู่ทางทิศใต้มีสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกัน ต้นมะม่วงบ้านเลขที่ 81 อยู่ ห่างจากผนังประมาณ 0.60 เมตร ในขณะที่ต้นมะม่วงเลขที่ 96 พุ่มอยู่ห่างจากผนัง ประมาณ 1.20 เมตร กรณีเลขที่ 96 ได้รับอิทธิพลจากกระแสลมธรรมชาติเกือบตลอดวัน ในขณะที่เลขที่ 81 ได้รับผลกระทบของกระแสน้อย

- ระยะห่างระหว่างพุ่มใบกับผนังอาคาร และกระแสลม น่าจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อสภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคาร ส่งผลต่ออุณหภูมิอากาศน้อยแต่ส่งผลต่อค่าความชื้นสัมพัทธ์อย่างชัดเจน พบว่า บริเวณที่พุ่ม ใบอยู่ห่างจากผนัง และ ได้รับกระแสลมจะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าบริเวณที่พุ่ม ใบอยู่ใกล้ผนังและ ได้รับอิทธิพลจากกระแสน้อย

4. อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ บริเวณรอบอาคารได้รับเงาต้นมะม่วงขนาดกลาง



ภาพที่ 4.18 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณได้รับเงาต้นมะม่วงขนาดกลาง

อุณหภูมิ

- อุณหภูมิอากาศบริเวณที่มีต้นมะม่วงขนาดกลางมีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 3 ทิศทาง บริเวณทิศเหนือ และทิศใต้ มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศตลอดวัน ช่วงเวลา 06.00-10.00 น. มีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิ อากาศ ในขณะที่อุณหภูมิติศตะวันตกมีค่าต่ำกว่าประมาณ 2 เซลเซียส

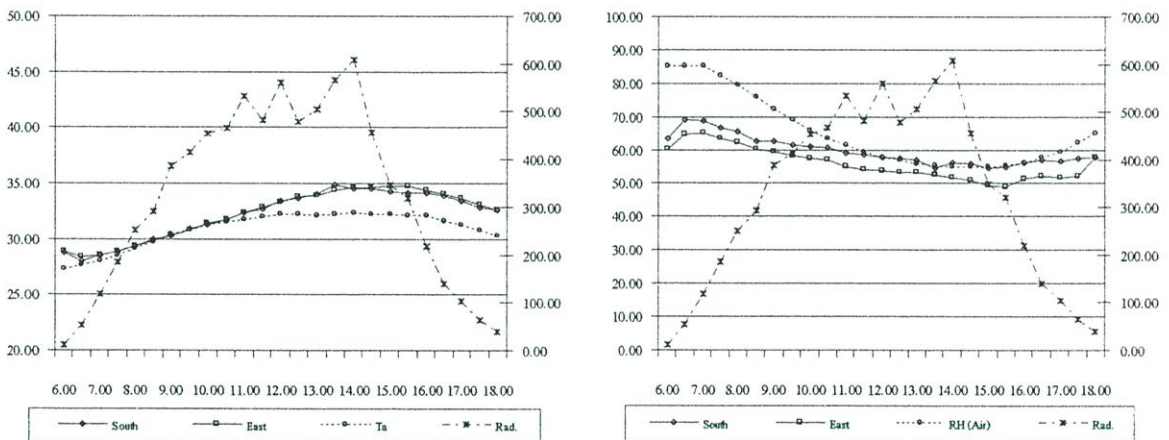
- ช่วง 10.00-18.00 น. อุณหภูมิทุกทิศทางมีค่าใกล้เคียงกัน อุณหภูมิสูงสุด ในช่วงวิกฤตมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 3-3.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิด้านทิศตะวันตกมีแนว ไน้มลคต่ำลงอย่างรวดเร็ว ในขณะที่อุณหภูมิด้านทิศเหนือและทิศใต้ มีแนว ไน้มลคลงอย่างช้า ๆ หลัง 16.00 น. และมีค่าใกล้เคียงอุณหภูมิอากาศอีกครั้งในช่วง 18.00 น.

ความชื้นสัมพัทธ์

- ความชื้นสัมพัทธ์แต่ละทิศทางมีค่าแตกต่างกัน ในช่วง 06.00-11.00 น. ทิศเหนือ ค่าความชื้นลคต่ำลงอย่างรวดเร็ว ทิศตะวันออกมีค่าใกล้เคียงกับสภาพอากาศ ในขณะที่ด้านทิศใต้มีค่าต่ำกว่าสภาพอากาศ ช่วง 11.00 น. ค่าความชื้นสัมพัทธ์ด้านทิศเหนือ และใต้ มีค่าใกล้เคียงกับสภาพอากาศ ในขณะที่

ข้อสังเกต มะม่วงขนาดกลางด้านทิศตะวันออก ได้รับปริมาณรังสีสะท้อนในขณะที่ยอดอาทิตย์ทำมุม Altitud ต่ำมากกว่าทิศอื่นในช่วงเช้า เนื่องจากด้านทิศตะวันออกเป็นพื้นที่โล่งปราศจากร่มเงาของอาคารข้างเคียง น่าจะส่งผลให้อุณหภูมิอากาศได้รับเงาดันมะม่วงทิศตะวันออกมีแนว ไน้มสูง และในช่วงบ่าย ส่วนค่าความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างต่ำน่าจะได้รับอิทธิพลของการพาความร้อนของกระแสลมมากกว่าทิศทางอื่น

5. อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ บริเวณรอบอาคารได้รับเงาดันมะม่วงหลายต้น



ภาพที่ 4.19 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณใต้ร่มเงาดันมะม่วงหลายต้น

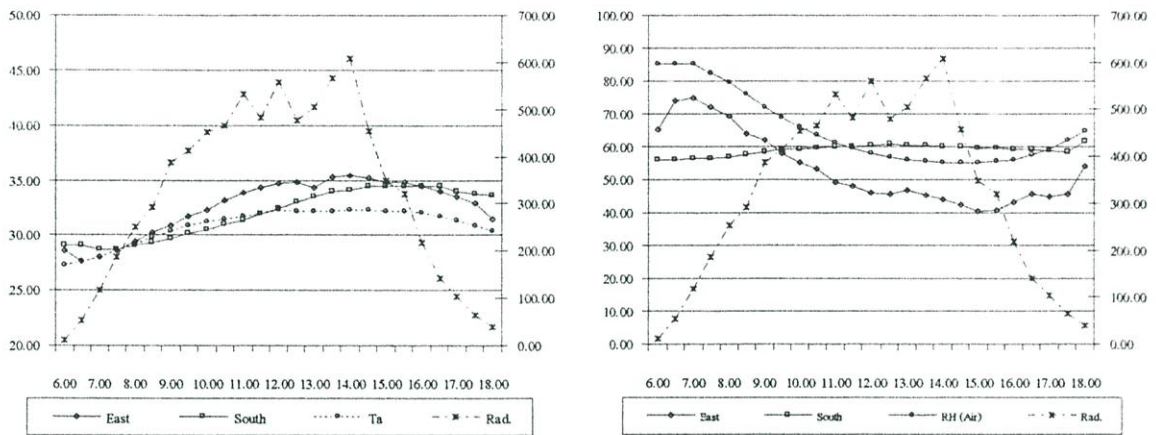
อุณหภูมิ

อุณหภูมิบริเวณใต้ต้นไม้หลายต้นด้านทิศใต้และทิศตะวันออก มีค่าใกล้เคียงกันตลอดวัน ช่วง 06.00 น. มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศเล็กน้อย อุณหภูมิต่ำสุดใกล้เคียงกับสภาพอากาศช่วง 07.30-10.30 น. ในขณะที่ ช่วง 13.00-14.00 น. มีอุณหภูมิได้รับเงาดันสูงสุด สูงกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 2.0-3.0 องศาเซลเซียส หลัง 15.00 น. อุณหภูมิลดต่ำลงเล็กน้อยจนถึง 18.00 น. อุณหภูมิบริเวณใต้ร่มไม้ยังสูงกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 2.5 องศาเซลเซียส

ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์ด้านทิศใต้และทิศตะวันออกมีค่าใกล้เคียง สม่ำเสมอ ตลอดวัน ด้านทิศใต้มีค่าใกล้เคียงสภาพอากาศในช่วง 12.00-16.30 น. ในขณะที่ด้านทิศตะวันออกมีค่าความชื้นต่ำกว่าสภาพอากาศตลอดวัน

6. อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ บริเวณรอบอาคารที่มีการจัดสวน



ภาพที่ 4.20 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณที่มีการจัดสวน

อุณหภูมิ

บริเวณที่มีการจัดสวนบนเนื้อที่ประมาณ 15 ตารางเมตร ประกอบด้วยไม้พุ่มขนาดเล็ก 5 ตารางเมตร ไม้ยืนต้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.00 เมตร 1 ต้น สระน้ำขนาด 2 ตารางเมตร และไม้ประดับเล็กน้อยทั่วบริเวณทั้ง 2 กรณี พบว่า

อุณหภูมิด้านทิศใต้และทิศตะวันออก มีค่าใกล้เคียงกันในช่วงเช้า หลัง 09.00 น. ด้านทิศตะวันออกอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในขณะที่ด้านทิศใต้มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเล็กน้อย มีแนวโน้มสม่ำเสมอตลอดวัน อุณหภูมิสูงสุดใกล้เคียงกันในช่วง 16.00 น. สูงกว่าอากาศประมาณ 2.6-3.0 องศาเซลเซียส ช่วง 18.00 น. อุณหภูมิด้านทิศใต้ลดต่ำลงใกล้เคียงสภาพอากาศ ในขณะที่ด้านทิศตะวันออกยังคงสูงกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 4 องศาเซลเซียส

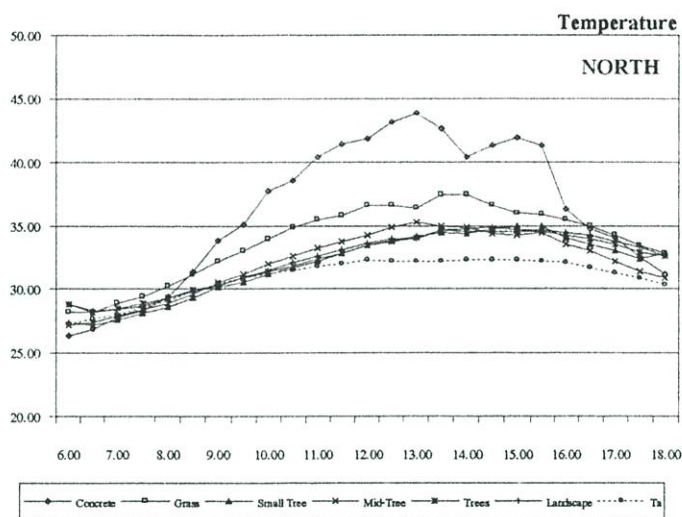
ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์ด้านทิศตะวันออกมีค่าค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดวัน มีค่าสูงสุดในช่วงเช้าสูงกว่าอากาศประมาณ 18 % ลดลงต่ำสุดช่วง 15.30 น. ต่ำกว่าอากาศประมาณ 13% ค่าความชื้นสัมพัทธ์ด้านทิศตะวันตกมีแนวโน้มสูงกว่าสภาพอากาศเกือบตลอดทั้งวัน มีค่าสูงสุดในช่วงเช้า สูงกว่าอากาศประมาณ 25 % ลดลงต่ำสุดในช่วงวิกฤต ต่ำกว่าอากาศประมาณ 5 %

4.2.2 การเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณรอบอาคารที่มีสภาพแวดล้อมต่างกัน

อุณหภูมิอากาศเฉพาะที่

1. บริเวณรอบอาคารที่มีสิ่งแวดล้อมต่างกัน อุณหภูมิอากาศมีสภาพแตกต่างกันอย่างชัดเจน บริเวณลานคอนกรีตมีแนวโน้มอุณหภูมิสูงสุด มากกว่าบริเวณสนามหญ้า ในขณะที่บริเวณที่มีต้นมะม่วงขนาดเล็ก ขนาดกลาง และบริเวณที่มีต้นมะม่วงหลายต้นมีอุณหภูมิใกล้เคียงกันตลอดวัน และมีแนวโน้มต่ำที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 4.22

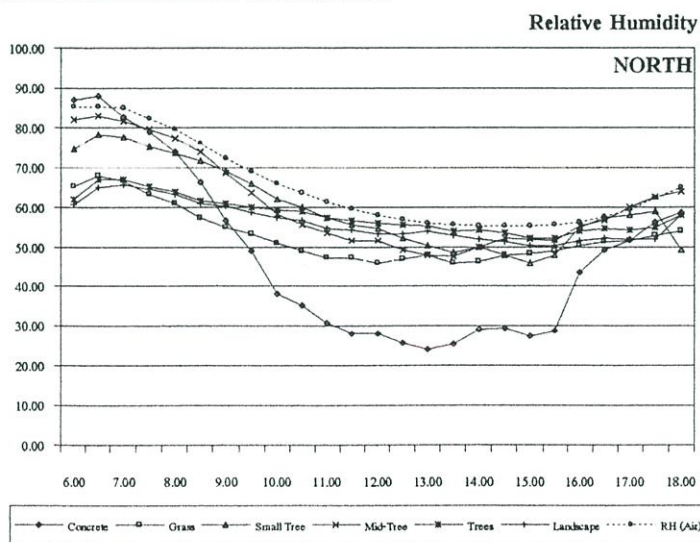


ภาพที่ 4.21 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิบริเวณรอบอาคารที่มีสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

2. ในช่วงวิกฤต เวลาประมาณ 13.00 น. อุณหภูมิอากาศบริเวณลานคอนกรีตมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 11.7 องศาเซลเซียส บริเวณสนามหญ้ามีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศประมาณ 6 องศาเซลเซียส ในขณะที่บริเวณที่มีต้นไม้ร่ม และบริเวณที่มีการจัดสวน มีอุณหภูมิสูงสุดต่ำกว่าประมาณ 1 ชั่วโมง เวลา 14.00-16.00 น. มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 2.0-2.5 องศาเซลเซียส

3. บริเวณที่มีต้นไม้ร่มหลายต้นมีแนวโน้มของอุณหภูมิอากาศสูงกว่าบริเวณที่มีต้นไม้ร่มขนาดเล็ก และขนาดกลางในช่วง 06.00-08.00 น. ประมาณ 1.3 องศาเซลเซียส หลัง 14.00 น. บริเวณที่มีต้นไม้ร่มขนาดเล็กมีอุณหภูมิลดต่ำลงเร็วกว่าบริเวณต้นไม้ร่มขนาดกลาง ในขณะที่บริเวณที่มีต้นไม้ร่มหลายต้นอุณหภูมิมีแนวโน้มลดลงอย่างช้า ๆ ช่วงเวลา 18.00 น. อุณหภูมิบริเวณที่มีต้นไม้ร่มขนาดเล็กมีค่าใกล้เคียงกับอากาศมากที่สุด ในขณะที่บริเวณที่มีต้นไม้ร่มหลายต้นมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศประมาณ 2 องศาเซลเซียส

ความชื้นสัมพัทธ์ของสภาพอากาศเฉพาะที่



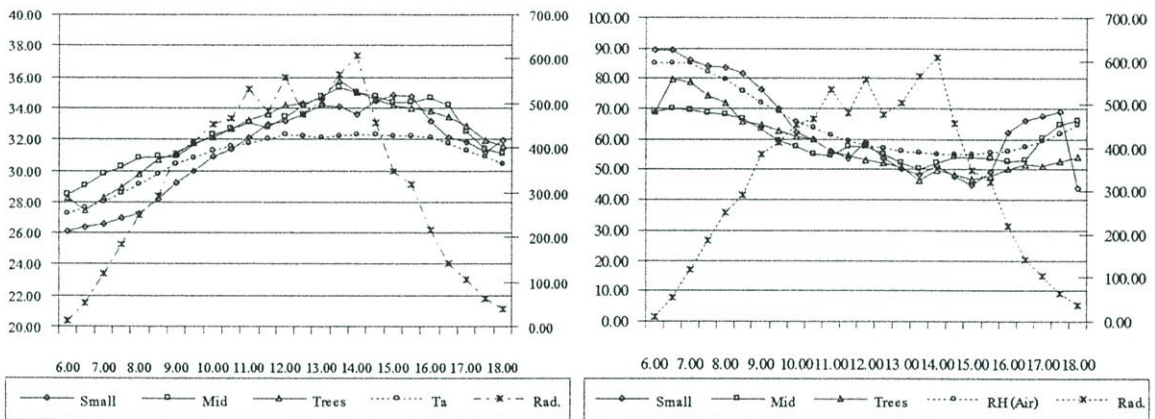
ภาพที่ 4.22 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์บริเวณรอบอาคารที่มีสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

1. ความชื้นสัมพัทธ์แปรผกผันกับค่าอุณหภูมิอากาศ บริเวณที่มีอุณหภูมิสูงจะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ลดต่ำลงมากที่สุดคือ บริเวณลานคอนกรีต บริเวณสนามหญ้า
2. บริเวณที่มีต้นมะม่วงหลายต้นและบริเวณที่มีการจัดสวน มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างคงที่ตลอดวัน ในขณะที่ บริเวณที่มีต้นมะม่วงขนาดเล็กและขนาดกลางมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ใกล้เคียงกับอากาศตลอดวัน

4.2.3 การเปรียบเทียบสภาพอากาศบริเวณที่มีต้นมะม่วงแตกต่างกัน

บริเวณที่มีปัจจัยของพืชพรรณแตกต่างกันแสดงลักษณะสภาพอากาศเฉพาะที่ที่แตกต่างกันเปรียบเทียบ

- 1) กรณีศึกษาที่มีต้นมะม่วงขนาดเล็ก 1 ต้น เส้นผ่าศูนย์กลาง 6.00 เมตร
- 2) กรณีศึกษาที่มีต้นมะม่วงขนาดกลาง 1 ต้น เส้นผ่าศูนย์กลาง 8.00 เมตร
- 3) บริเวณที่มีต้นมะม่วงขนาดกลางหลายต้น (6 ต้น) ขนาดรุ่มเงา ประมาณ 15 x 15 เมตร พบว่า



ภาพที่ 4.23 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณรอบอาคารที่มีต้นมะม่วงต่างกัน

บริเวณต้นมะม่วงขนาดเล็กมีการระบายอากาศเนื่องจากลมธรรมชาติที่น้อยที่สุด บริเวณมะม่วงขนาดกลางและมะม่วงหลายต้นมีการระบายอากาศดี ซึ่งการพัดพาของกระแสลมจะพัดผ่านบริเวณถนนหน้าอาคารเข้าสู่บริเวณใต้พุ่มใบ

จากผลการทดลองจึงตั้งข้อสันนิษฐานผลที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

อุณหภูมิบริเวณใต้ต้นมะม่วงขนาดเล็กซึ่งมีค่าต่ำสุดเกือบตลอดวัน ส่วนต้นมะม่วงขนาดกลางมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่า แต่ต้นมะม่วงหลายต้นมีอุณหภูมิก่อนข้างสูงสุดเกือบตลอดวัน น่าจะเกิดจาก

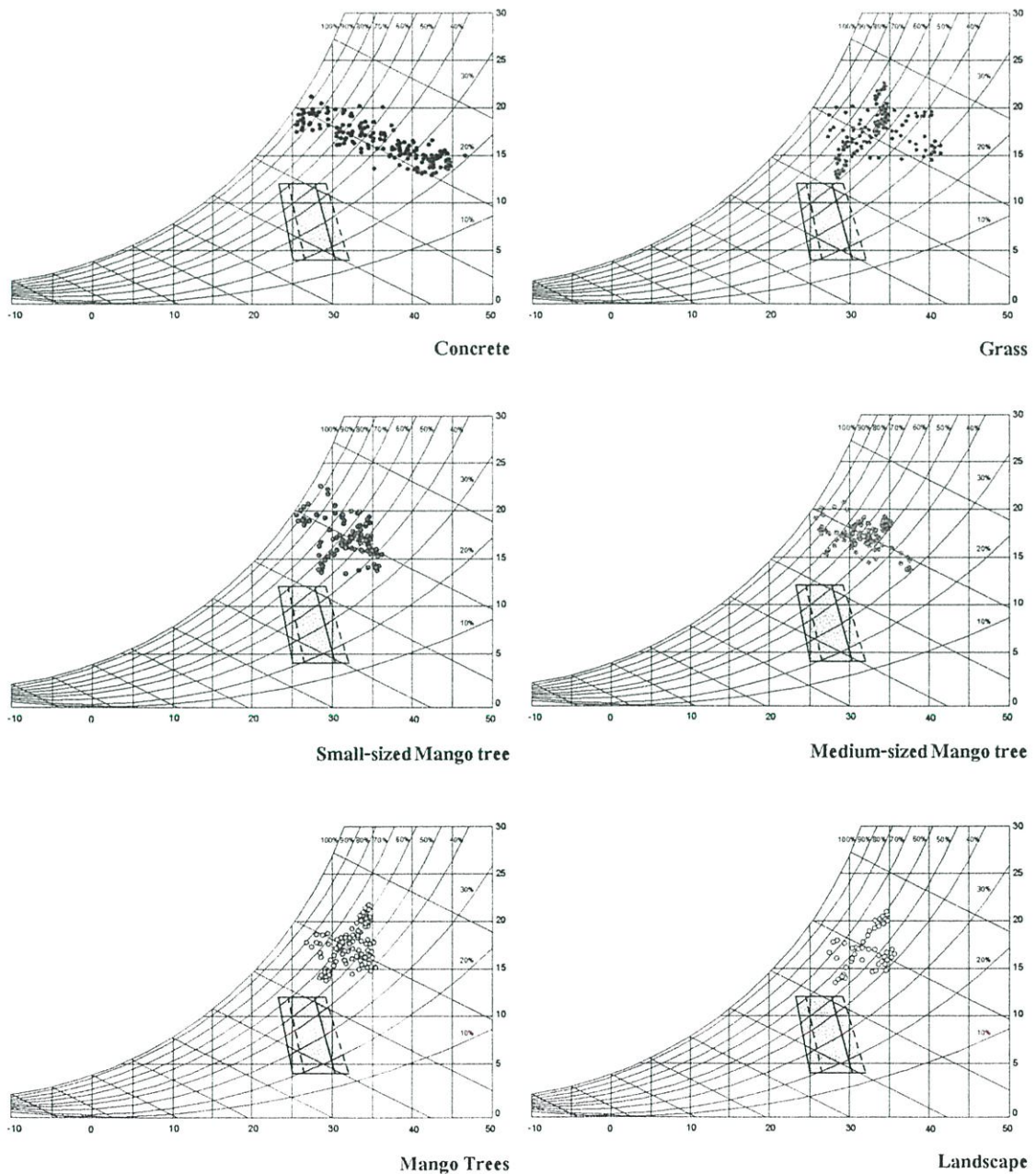
- การพาความร้อนจากกระแสลมสู่บริเวณใต้พุ่มใบของต้นมะม่วงขนาดกลางและต้นมะม่วงหลายต้น ซึ่งบริเวณต้นมะม่วงขนาดกลางได้รับอิทธิพลของการพาความร้อนมากที่สุดเนื่องจากพุ่มใบมีขนาดเล็กกว่ากลุ่มต้นมะม่วงหลายต้น ในขณะที่บริเวณต้นมะม่วงเล็กไม่ได้รับอิทธิพลจากกระแสลม

- การเก็บความร้อนในพุ่มใบ ต้นมะม่วงหลายต้นมีกลุ่มใบขนาดใหญ่ มีการเก็บกักความร้อนในพุ่มใบได้มากกว่าต้นมะม่วงขนาดกลางและขนาดเล็ก การคายความร้อนจึงลงสู่ใต้พุ่มใบได้ยาวนานและมากกว่าต้นมะม่วงขนาดกลางและขนาดเล็ก ถึงแม้จะได้รับอิทธิพลจากการพาความร้อนของกระแสลมก็ตาม

- ต้นมะม่วงหลายต้นแสดงค่าอุณหภูมิอากาศต่ำกว่าในช่วงเวลาวิกฤตซึ่งได้รับอิทธิพลของกระแสน้ำน้อยแสดงว่าขนาดร่มเงาของต้นมะม่วงช่วยสกัดกั้นรังสีและป้องกันการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิได้เป็นอย่างดี แต่หลัง 16.00 น. กลับคายความร้อนออกจากพุ่มใบมากส่งผลให้อุณหภูมิใต้พุ่มสูงกว่าต้นมะม่วงขนาดกลางและขนาดเล็กเกือบตลอดวัน

4.2.4 การวิเคราะห์สภาพอากาศเฉพาะที่ใช้แผนภาพไซโครเมตริก

วิเคราะห์สภาพอากาศเฉพาะที่บริเวณรอบอาคารที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน โดยแทนค่าความสัมพัทธ์ของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในแผนภาพ



ภาพที่ 4.24 แสดงการวิเคราะห์สภาพอากาศเฉพาะที่ใช้แผนภาพไซโครเมตริก

วิเคราะห์สภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคาร โดยใช้ทฤษฎี Adaptive Model ทำการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บนแผนภาพไซโครเมตริก พบว่า สภาพอากาศบริเวณรอบอาคารที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกันทุกกรณีไม่อยู่ในช่วงขอบเขตความสบาย

- บริเวณที่มีพืชพรรณแสดงลักษณะสภาพอากาศที่ค่อนข้างเกาะกลุ่มกันมากกว่าบริเวณสนามหญ้าและลานคอนกรีต ตามลำดับ พืชพรรณช่วยลดอุณหภูมิอากาศให้อยู่ในช่วงขอบเขตความสบายเกือบตลอดวันถึงแม้จะให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าขอบเขตความสบายมาก อย่างไรก็ตาม บริเวณที่มีพืชพรรณถึงแม้จะให้ค่าความชื้นสูงแต่ช่วยลดอุณหภูมิอากาศได้เป็นอย่างดี บริเวณที่มีต้นไม้ร่มเงาหลายต้นมีสภาพอากาศเกาะกลุ่มใกล้เคียงกับขอบเขตความสบายมากที่สุด ต้นไม้ร่มเงาขนาดกลางและเล็กมีสภาพอากาศเกาะกลุ่มใกล้เคียงกัน ในขณะที่บริเวณลานคอนกรีตให้สภาพอากาศแปรปรวนมากที่สุด

4.2.5 สรุปผลการทดลองที่ 2

1. สภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคารได้รับอิทธิพลจากปัจจัยดังต่อไปนี้

- ความเข้มของปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับ ซึ่งขึ้นอยู่กับทิศทางการจัดวางอาคาร แนวทางการโคจรของดวงอาทิตย์ในแต่ละฤดูกาล อิทธิพลของร่มเงาจากสิ่งแวดล้อมร่วมกับร่มเงาของพืชพรรณ เป็นเหตุให้วัสดุสิ่งแวดล้อมได้รับรังสีต่างกันส่งผลให้การแผ่รังสีกลับสู่สิ่งแวดล้อมแตกต่างกัน บริเวณที่ได้รับรังสีตรงมากมีแนวโน้มของอุณหภูมิอากาศในช่วงวันสูงกว่าบริเวณที่ได้รับรังสีน้อยกว่า

- วัสดุสิ่งแวดล้อม บริเวณที่มีวัสดุสิ่งแวดล้อมเป็นพื้นผิวคาดแข็งมาก ได้แก่ บริเวณลานคอนกรีตจะมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณที่มีพืชพรรณ พบว่า ลานคอนกรีตมีอุณหภูมิสูงสุดในช่วงวิกฤตสูงกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 7.0-11.2 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิบริเวณสนามหญ้าสูงกว่าอากาศประมาณ 4-5 องศาเซลเซียส บริเวณต้นไม้ร่มเงาขนาดเล็ก ขนาดกลาง บริเวณที่มีต้นไม้ร่มเงาหลายต้นและบริเวณที่มีการจัดสวนมีค่าสูงกว่าอากาศประมาณ 1-2.7 องศาเซลเซียส ผลที่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีที่ได้รับในแต่ละช่วงเวลา และในแต่ละทิศทางที่ต่างกัน

2. พืชพรรณมีประสิทธิภาพในการปรับปรุงสภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคารที่แตกต่างกัน พบว่า บริเวณรอบอาคารใต้ต้นไม้ร่มเงาขนาดเล็ก ขนาดกลาง บริเวณที่มีต้นไม้ร่มเงาหลายต้น และบริเวณที่มีการจัดสวน มีสภาพอากาศเฉลี่ยใกล้เคียงกัน อุณหภูมิสูงสุดในช่วงวิกฤตสูงกว่าอากาศเล็กน้อยและมีแนวโน้มของอุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณสนามหญ้า และ ลาน คอนกรีต ตามลำดับ

ตารางที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ใน 3 ช่วงเวลา

Time	Concrete		Grass		Small tree		Mid-Trec		Trees		Landscape		Bkk. Climate	
	T	Rh	T	Rh	T	Rh	T	Rh	T	Rh	T	Rh	Ta	RH (Air)
06.00-10.00	29.86	72.72	30.18	61.09	28.60	73.17	28.89	76.11	29.37	63.37	29.31	62.27	28.95	79.28
10.00-14.00	41.19	29.43	35.88	47.58	32.95	55.00	33.84	51.85	33.00	56.48	33.17	54.42	31.92	59.56
14.00-18.00	37.07	41.49	35.17	50.06	33.86	52.10	33.21	55.94	33.94	54.12	34.13	52.10	31.70	57.89
Min	29.86	29.43	30.18	47.58	28.60	52.10	28.89	51.85	29.37	54.12	29.31	52.10	28.95	57.89
Max	41.19	72.72	35.88	61.09	33.86	73.17	33.84	76.11	33.94	63.37	34.13	62.27	31.92	79.28
Mean	36.08	47.62	33.80	52.80	31.89	59.77	32.03	61.09	32.17	57.84	32.28	56.10	30.89	65.27

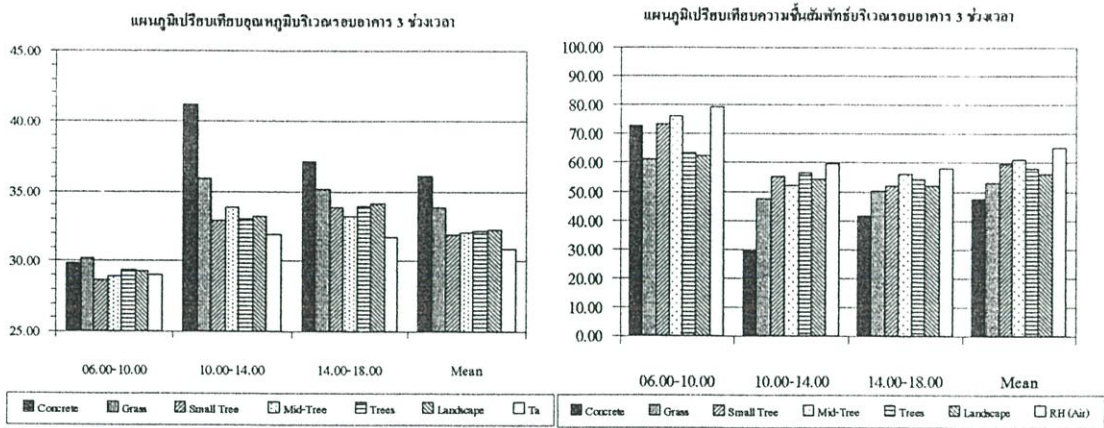
หมายเหตุ

T อุณหภูมิอากาศเฉพาะที่

Rh ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเฉพาะที่

Ta อุณหภูมิอากาศกรุงเทพ

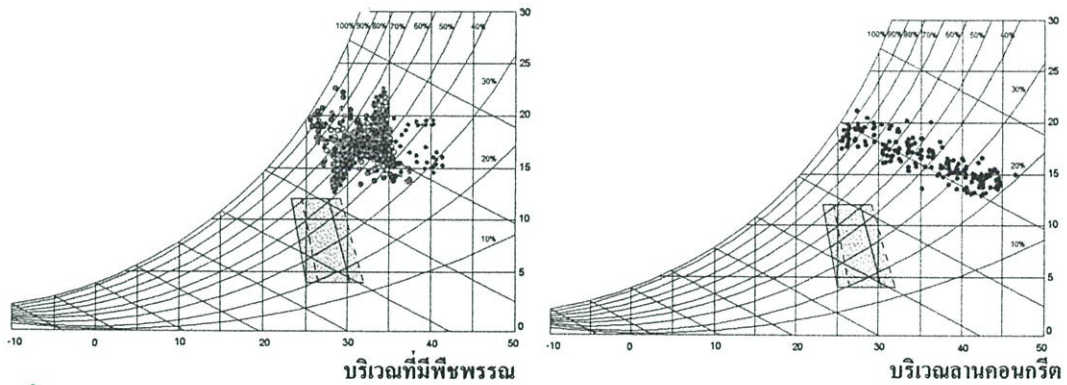
RH(air) ค่าความชื้นสัมพัทธ์กรุงเทพฯ



ภาพที่ 4.25 แสดงแผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณรอบอาคาร 3 ช่วงเวลา

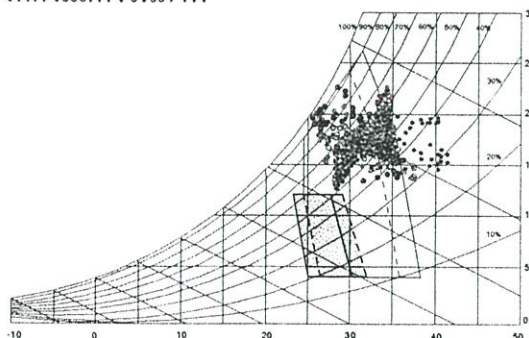
3. ต้นมะม่วงหลายต้นให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างคงที่กว่าบริเวณต้นมะม่วงขนาดกลางและเล็ก ซึ่งมีค่าความชื้นสูงสุดในตอนเช้าและลดลงต่ำสุดใกล้เคียงกับสภาพอากาศในช่วงเวลาวิกฤต

4. บริเวณที่มีพืชพรรณมีแนวโน้มสภาพอากาศดีกว่าบริเวณที่ไม่มีพืชพรรณ ถึงแม้จะเป็นเพียงสนามหญ้าก็ตาม สามารถลดอุณหภูมิอากาศเฉพาะที่ให้อยู่ในขอบเขตความสบายได้เป็นอย่างดีถึงแม้จะให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างสูงตลอดวันก็ตาม



ภาพที่ 4.26 แสดงสภาพอากาศบริเวณที่มีพืชพรรณเปรียบเทียบกับบริเวณลานคอนกรีต

5. การปรับสภาพอากาศเฉพาะที่ให้อยู่ในช่วงความสบายนั้นจำเป็นต้องใช้เทคนิคอื่นร่วมกับการใช้พืชพรรณเพื่อลดค่าความชื้นสัมพัทธ์ โดยการเพิ่มปัจจัยของกระแสลมภายใต้บริเวณร่มเงาของพืชพรรณ ซึ่งนอกจากจะช่วยลดความชื้นให้กับสภาพอากาศได้แล้วยังเพิ่มช่วงขอบเขตสบายให้กับผู้ใช้อาคารได้เป็นอย่างดีดังแสดงในภาพ



ภาพที่ 4.27 แสดงการเพิ่มปัจจัยของกระแสลมเพื่อขยายขอบเขตสภาวะน่าสบายร่วมกับการใช้พืชพรรณ

4.3 การวิเคราะห์ผลการทดลองที่ 3

การทดลองชุดที่ 3 มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาสภาพอากาศเฉพาะที่บริเวณรอบอาคารที่ได้รับอิทธิพลจากพืชพรรณต่างชนิดกัน

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณด้านทิศเหนือ

Date Time	หมากเหลือง63		มะขามเทศ46		มะขามเทศ20		มะขาม 20		มะม่วง 51		Bkk. Climate		
	T	RH	T	RH	T	RH	T	RH	T	Rh(%)	Ta	Rad	RH (Air)
6.00	28.84	63.58	28.44	69.33	28.44	71.78	29.10	66.08	27.12	99.20	27.27	4.03	85.26
	29.70	63.70	29.23	68.58	28.90	72.45	29.77	66.47	27.52	96.30	27.63	13.06	85.18
7.00	30.17	63.58	29.97	67.73	29.30	72.40	30.17	66.00	27.91	93.80	27.99	35.71	85.1
	30.44	63.02	30.38	66.42	29.50	72.00	30.31	65.65	28.7	89.80	28.57	92.23	82.32
8.00	30.71	62.80	30.85	65.22	29.90	72.20	30.38	65.38	29.5	85.10	29.15	175.10	79.55
	31.39	63.12	31.94	64.27	30.92	73.53	30.71	66.55	30.31	77.00	29.78	145.92	75.82
9.00	33.39	54.10	32.62	52.48	34.30	65.17	33.52	57.95	31.52	67.60	30.41	347.83	72.1
	32.83	49.80	32.76	51.05	33.18	57.22	34.22	48.13	31.93	65.10	30.84	375.48	68.95
10.00	33.52	47.20	33.03	50.83	33.66	56.23	34.71	46.65	32.76	58.00	31.27	450.44	65.81
	34.29	42.75	33.03	49.98	33.03	56.40	34.15	47.15	33.17	57.60	31.50	495.38	63.58
11.00	34.99	41.42	33.45	50.30	33.24	56.78	34.57	47.18	33.59	55.00	31.74	359.86	61.35
	34.85	43.92	33.17	51.85	32.97	59.50	34.29	49.32	34.85	48.10	32.01	464.69	59.61
12.00	36.29	41.40	33.45	53.10	33.52	59.52	34.92	48.75	35.27	47.70	32.27	582.27	57.87
	37.30	37.02	34.01	51.67	34.43	57.23	36.13	45.67	35.27	46.60	32.21	642.03	56.87
13.00	38.85	32.62	34.50	49.85	34.78	54.63	36.57	42.55	36.13	44.80	32.15	553.89	55.87
	39.30	31.40	34.78	48.75	34.78	55.02	37.44	40.57	35.27	47.90	32.22	566.81	55.52
14.00	39.07	33.45	35.49	48.07	34.78	56.20	36.06	46.22	35.7	53.10	32.30	583.18	55.16
	38.25	36.03	35.70	46.57	34.29	57.32	35.27	49.42	33.17	57.40	32.27	434.81	55.18
15.00	37.73	37.27	35.63	45.40	33.80	58.78	34.50	51.33	33.59	55.70	32.25	348.45	55.19
	37.96	36.33	36.57	42.80	33.66	58.98	34.22	52.40	34.01	54.10	32.16	410.29	55.61
16.00	36.06	42.40	36.79	42.23	33.38	59.85	33.94	54.13	34.01	56.50	32.08	355.43	56.03
	34.92	46.78	35.41	46.08	32.97	61.40	33.66	55.32	33.59	54.20	31.70	239.09	57.65
17.00	34.01	50.30	34.29	49.48	32.28	63.68	32.90	57.45	33.17	56.40	31.31	162.28	59.26
	32.76	55.03	31.86	60.10	31.05	68.32	31.73	62.08	33.17	58.10	30.85	21.14	62.06
18.00	32.34	58.10	31.12	65.20	30.71	71.60	31.12	65.60	31.52	61.80	30.38	3.81	64.87
Min	28.84	31.40	28.44	42.23	28.44	54.63	29.10	40.57	27.12	44.80	27.27	3.81	55.16
Max	39.30	63.70	36.79	69.33	34.78	73.53	37.44	66.55	36.13	99.20	32.30	642.03	85.26

หมายเหตุ

Ta อุณหภูมิอากาศกรุงเทพมหานคร

Rh ค่าความชื้นสัมพัทธ์

Rad ค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์

Rh(air) ค่าความชื้นสัมพัทธ์กรุงเทพมหานคร

รหัส ชื่อต้นไม้ (บ้านเลขที่)

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณด้านทิศใต้

Time	มะม่วง 101		มะยม 98		ปาล์ม 84		Bkk. Climate		
	T	RH	T	RH	T	RH	Ta	Rad	RH (Air)
6.00	28.44	69.25	28.77	73.95	28.51	69.78	27.27	4.03	85.26
	29.03	69.95	29.50	74.30	28.90	70.72	27.63	13.06	85.18
7.00	29.77	69.70	29.90	74.57	29.37	71.23	27.99	35.71	85.1
	30.24	68.83	29.90	74.22	29.77	71.20	28.57	92.23	82.32
8.00	30.78	68.05	30.24	74.80	30.11	71.15	29.15	175.10	79.55
	30.91	66.75	31.61	71.60	30.85	72.22	29.78	145.92	75.82
9.00	30.92	63.17	38.93	45.05	34.01	65.35	30.41	347.83	72.1
	31.66	59.65	41.44	36.18	32.69	59.60	30.84	375.48	68.95
10.00	32.34	57.38	42.15	34.48	31.79	61.23	31.27	450.44	65.81
	32.69	54.95	40.06	37.97	31.86	61.92	31.50	495.38	63.58
11.00	33.03	54.48	40.13	39.08	31.93	62.00	31.74	359.86	61.35
	32.76	57.52	38.48	43.75	31.93	62.00	32.01	464.69	59.61
12.00	33.38	57.65	40.11	41.90	31.93	62.43	32.27	582.27	57.87
	34.22	54.83	42.70	35.27	33.18	60.03	32.21	642.03	56.87
13.00	34.78	52.07	43.58	33.48	34.92	53.93	32.15	553.89	55.87
	35.27	50.32	43.50	33.67	34.78	54.23	32.22	566.81	55.52
14.00	35.06	51.93	42.46	36.4	34.57	55.42	32.30	583.18	55.16
	34.71	53.95	39.67	40.3	34.22	56.50	32.27	434.81	55.18
15.00	34.36	54.03	37.44	47.5	33.73	57.95	32.25	348.45	55.19
	34.36	53.55	37.88	49.2	33.73	58.17	32.16	410.29	55.61
16.00	34.64	52.82	36.13	53.2	33.38	59.63	32.08	355.43	56.03
	34.22	53.23	33.59	59.9	32.97	60.78	31.70	239.09	57.65
17.00	32.48	60.22	32.76	66.1	32.27	63.35	31.31	162.28	59.26
	31.39	64.87	31.52	71	31.39	66.90	30.85	21.14	62.06
18.00	31.12	66.17	31.19	72.70	31.12	70.00	30.38	3.81	64.87
Min	28.44	50.32	28.77	33.48	28.51	53.93	27.27	3.81	55.16
Max	35.27	69.95	43.58	74.80	34.92	72.22	32.30	642.03	85.26

หมายเหตุ

Ta อุณหภูมิอากาศกรุงเทพมหานคร

Rad ค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์

รหัส ชื่อต้นไม้ (บ้านเลขที่)

Rh ค่าความชื้นสัมพัทธ์

Rh(air) ค่าความชื้นสัมพัทธ์กรุงเทพมหานคร

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตก

Date Time	ทิศตะวันออก						ทิศตะวันตก				Bkk. Climate		
	กล้วย 108		มะม่วง 135		ป่าถ่ม 84		กล้วย 1		กล้วย 2				
	T	RH	T	RH	T	RH	T	RH	T	RH	Ta	Rad	RH (Air)
6.00	28.70	62.00	26.28	82.25	28.51	72.50	28.57	72.12	28.18	80.60	27.27	4.03	85.26
	29.17	63.05	25.95	90.48	29.17	71.90	29.30	72.95	27.32	90.78	27.63	13.06	85.18
7.00	29.50	63.30	26.41	91.70	29.63	71.97	29.97	72.97	27.85	91.70	27.99	35.71	85.10
	29.90	63.05	26.73	91.38	29.90	71.53	30.38	72.80	28.70	87.67	28.57	92.23	82.32
8.00	29.97	63.25	26.99	88.67	30.24	71.30	30.78	72.38	29.50	83.15	29.15	175.10	79.55
	30.72	62.78	28.18	86.65	31.54	71.13	31.46	71.92	29.90	78.12	29.78	145.92	75.82
9.00	32.00	54.45	29.57	80.57	35.63	60.85	32.83	63.07	30.65	75.25	30.41	347.83	72.10
	34.23	45.05	29.77	76.53	33.04	55.93	32.48	61.48	31.19	70.17	30.84	375.48	68.95
10.00	35.34	40.48	30.78	66.85	31.93	59.45	33.59	58.08	32.00	66.67	31.27	450.44	65.81
	35.63	39.27	31.46	62.08	31.93	60.75	34.50	53.92	36.36	52.17	31.50	495.38	63.58
11.00	36.57	37.92	32.21	57.13	31.93	61.10	36.86	47.25	35.92	50.77	31.74	359.86	61.35
	35.78	40.82	32.90	53.07	31.93	61.25	36.86	48.10	37.60	46.70	32.01	464.69	59.61
12.00	35.70	42.82	32.69	54.45	32.00	61.58	38.50	44.98	37.29	46.17	32.27	582.27	57.87
	35.63	44.17	33.38	51.42	33.18	59.07	40.21	40.80	35.92	49.43	32.21	642.03	56.87
13.00	35.49	44.98	34.22	47.82	34.99	51.75	40.67	39.12	35.99	53.52	32.15	553.89	55.87
	35.06	46.47	33.87	47.87	34.99	51.70	41.45	38.30	34.64	56.52	32.22	566.81	55.52
14.00	34.71	48.25	33.59	49.65	35.13	51.30	41.53	38.03	38.37	45.90	32.30	583.18	55.16
	34.08	50.18	32.41	55.30	34.92	51.82	38.77	44.85	39.22	43.10	32.27	434.81	55.18
15.00	33.59	51.25	32.76	55.82	34.43	53.77	37.00	49.93	37.00	49.90	32.25	348.45	55.19
	33.38	52.42	33.52	52.57	34.71	52.37	38.10	48.02	38.32	48.90	32.16	410.29	55.61
16.00	32.90	53.63	32.14	55.80	33.59	56.32	35.92	52.30	36.13	50.50	32.08	355.43	56.03
	32.62	54.98	31.39	58.08	32.83	60.52	34.43	58.02	34.85	55.60	31.70	239.09	57.65
17.00	32.14	56.63	30.78	59.73	32.28	62.85	33.31	62.33	33.59	60.80	31.31	162.28	59.26
	31.39	59.62	30.44	60.20	31.39	66.73	31.93	66.93	31.93	65.90	30.85	21.14	62.06
18.00	31.12	62.50	30.38	60.55	31.12	70.00	31.93	68.40	31.52	68.90	30.38	3.81	64.87
Min	28.70	37.92	25.95	47.82	28.51	51.30	28.57	38.03	27.32	43.10	27.27	3.81	55.16
Max	36.57	63.30	34.22	91.70	35.63	72.50	41.53	72.97	39.22	91.70	32.30	642.03	85.26

หมายเหตุ

Ta อุณหภูมิอากาศกรุงเทพมหานคร

Rad ค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์

รหัด ชื่อต้นไม้ (บ้านเลขที่)

Rh ค่าความชื้นสัมพัทธ์

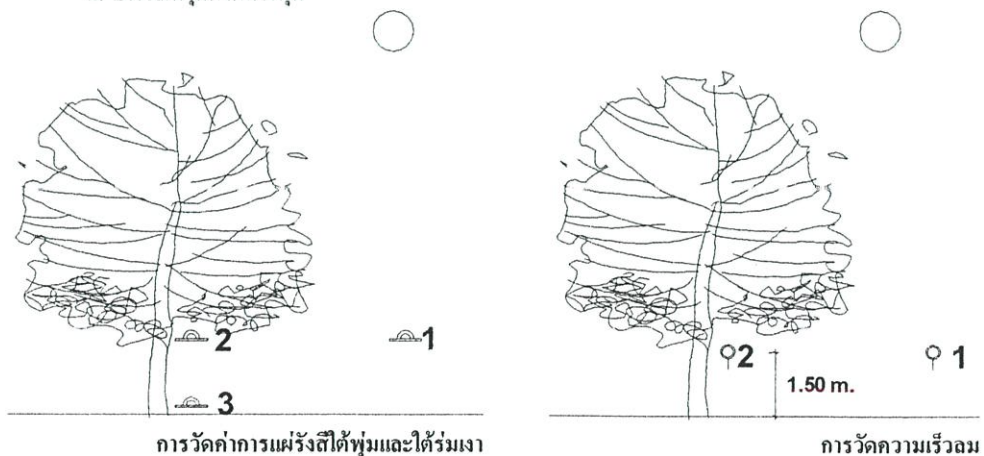
Rh(air) ค่าความชื้นสัมพัทธ์กรุงเทพมหานคร

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ปริมาณรังสีใต้พุ่มใบ ใต้ต้น และความเร็วลมใต้พุ่มใบ

ชนิดพืชพรรณ	กรณีศึกษา	ขนาดพุ่ม (ม.)	ความสูง พุ่ม (ม.)	ความลึก พุ่ม (ม.)	ปริมาณรังสีเฉลี่ย (%)		ความเร็วลม (%) ภายนอกภายใน	หมายเหตุ
					ใต้พุ่มใบ (2)	ใต้ต้น (3)		
มะม่วง								
- มะม่วงเล็ก(S)	300/96	6.50	2.00	6.50	2.89%	5.00%	84-90%	-
- มะม่วงเล็ก(S)	300/64	6.70	1.80	6.80	1.88%	2.48%	4-5%	มีกิ่งกีดขวางทางลม
- มะม่วงกลาง(E)	300/135	8.00	1.80	7.00	1.88%	2.43%	66-75%	-
- มะม่วงกลาง(S)	300/101	8.30	3.20	7.00	3.32%	6.93%	84-90%	-
- มะม่วงหลายต้น(N)	300/76	8.00x15.00	2.30	6.30	5.63%	5.55%	18.00%	มีกิ่งกีดขวางทางลม
- มะม่วงหลายต้น(S)	300/76	11.3x15.00	3.00	7.00	5.66%	4.26%	17.78%	มีกิ่งกีดขวางทางลม
มะขามเทศ								
- มะขามเทศ(N)	300/46	10.00	3.50	8.00	7.91%	6.58%	90.00%	-
- มะขามเทศ(N)	300/20	12.00	4.20	8.40	8.68%	7.00%	31.00%	มีกิ่งกีดขวางทางลม
หมากเหลือง(N)	300/63	2.5x6.0	2.50	4.50	14.99%	20.29%	86.00%	-
ปาล์ม(E)	300/84	4.0x7.0	7.00	3.00	11.00%	16.00%	93.00%	-
กล้วย(E,W)	300/108	4.0x5.5	2.00	2.50	4.37%	3.64%	6.67%	-
มะขม(N)	300/20	3.60	2.00	2.20	4.95%	13.46%	54.00%	-

หมายเหตุ

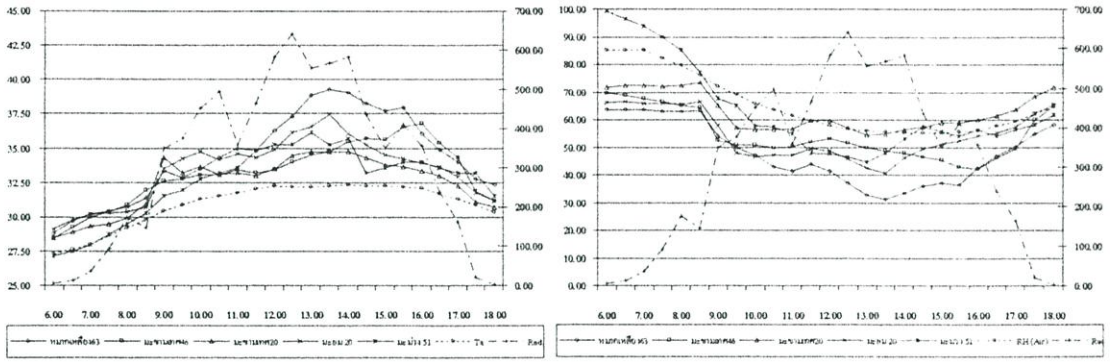
- การเปรียบเทียบค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์บริเวณใต้ร่มเงา ใต้ต้นไม้ กับค่าการแผ่รังสีภายนอก ติดตั้งจุดเก็บข้อมูล 3 จุด ได้แก่
 - บริเวณภายนอกสูงจากพื้น 1.50 เมตร ห่างจากต้นไม้ประมาณ 3 เมตร
 - บริเวณใต้พุ่มใบ สูงจากพื้นถึงบริเวณชิดพุ่มใบ ที่จุดกึ่งกลางต้น
 - บริเวณใต้ต้น สูงจากพื้นประมาณ 0.10 เมตร ที่จุดกึ่งกลางต้น
- การเปรียบเทียบความเร็วลมภายในพุ่มใบของพืชแต่ละชนิดกับความเร็วลมภายนอก โดย ติดตั้งเครื่องตรวจวัดความเร็วลมที่ระดับ 1.50 เมตร 2 จุด ได้แก่
 - บริเวณห่างจากพุ่มไม้ประมาณ 3.00 เมตร
 - บริเวณที่จุดกึ่งกลางพุ่ม



ภาพที่ 4.28 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเครื่องวัดค่าการแผ่รังสีและเครื่องตรวจวัดความเร็วลม

4.3.1 การวิเคราะห์อุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์แยกทิศทาง

1. อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ด้านทิศเหนือ



ภาพที่ 4.29 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณด้านทิศเหนือ

อุณหภูมิ

- ช่วง 06.00-08.00 น. อุณหภูมิได้รับเงาของพืชพรรณแต่ละชนิดมีค่าใกล้เคียงกันสูงกว่าสภาพอากาศประมาณ 1-1.5 องศาเซลเซียส ยกเว้นบริเวณที่มีต้นมะม่วงมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศ หลัง 08.30 น. อุณหภูมิบริเวณได้รับเงามากเหลือ มะยม เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ มะม่วงและมะขามเทศ อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นอย่างช้า ๆ มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศ ประมาณ 2 องศาเซลเซียส

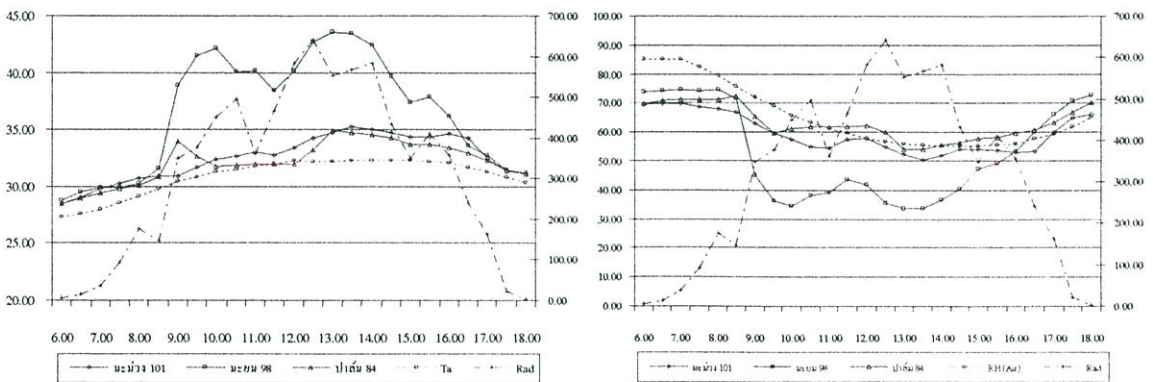
- ช่วงเวลาวิกฤต ประมาณ 13.00-14.00 น. อุณหภูมิได้รับเงามีค่าสูงสุด ได้แก่ หมากขนาดเล็ก มะยม มะม่วง และมะขามเทศมีค่าต่ำสุดใกล้เคียงกัน ซึ่งอุณหภูมิบริเวณใต้ต้นมะม่วงมีค่าสูงกว่าเด็ก น้อยสูงกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 3 องศาเซลเซียส ในขณะที่หมากเหลือมีค่าสูงกว่าประมาณ 8 องศาเซลเซียส และมะยมมีค่าสูงกว่าสภาพอากาศประมาณ 5.5-6 องศาเซลเซียส

- หลัง 14.00 น. อุณหภูมิมีแนวโน้มลดต่ำลง โดยอุณหภูมิใต้ต้นมะขามเทศมีค่าต่ำสุดใกล้เคียง สภาพอากาศ มะม่วงและมะยม มีค่าใกล้เคียงกัน สูงกว่าอุณหภูมิอากาศเล็กน้อย มะขามเทศอีกด้านยังคงมี อากาศมากและมีแนวโน้มลดลงอย่างช้า ๆ ในขณะที่อุณหภูมิใต้ต้นหมากเหลือมีค่าสูงสุด

ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์บริเวณใต้ต้นมะม่วงมีค่าแปรปรวนมากที่สุด ในช่วงเช้ามีค่าสูงกว่าอากาศ ประมาณ 10-12% ในขณะที่บริเวณพืชพรรณชนิดอื่นมีค่าใกล้เคียงกัน ต่ำกว่าสภาพอากาศประมาณ 15% ค่าความชื้นลดต่ำลงในช่วงเวลาวิกฤต หมากเหลือมีค่าต่ำสุด มะยม มะม่วง และมะขามเทศ ตามลำดับ

2. อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ด้านทิศใต้



ภาพที่ 4.30 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณด้านทิศใต้

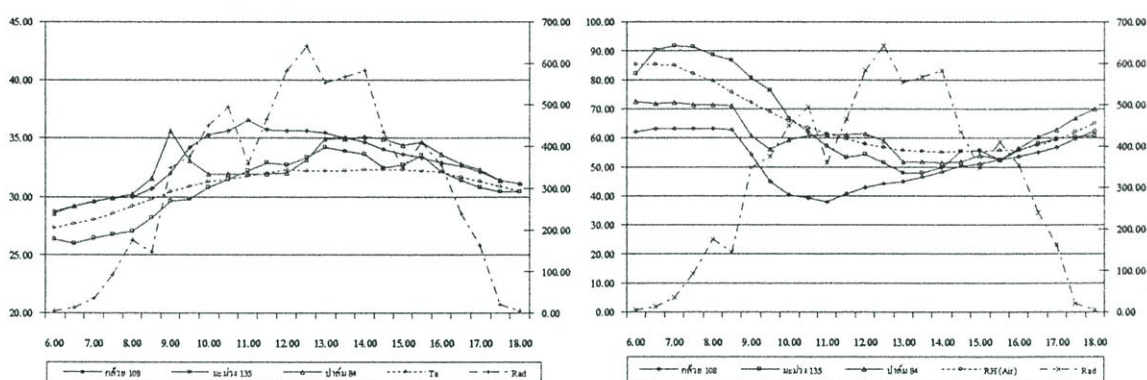
อุณหภูมิ

- อุณหภูมิบริเวณใต้ร่มเงาพืชพรรณด้านทิศใต้มีค่าแตกต่างกันอย่างชัดเจน อุณหภูมิใต้ต้นมะยมมีค่าสูงสุดเกือบตลอดวัน อุณหภูมิในช่วงวิกฤตสูงกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 10 องศาเซลเซียส ในขณะที่ อุณหภูมิใต้ต้นมะม่วงและปาล์มมีค่าใกล้เคียงกัน สูงกว่าอุณหภูมิอากาศเล็กน้อย ตลอดวันมีค่าสูงสุดในช่วงวิกฤตสูงกว่าอากาศประมาณ 2.5-3.0 องศาเซลเซียส

ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์แปรผกผันกับอุณหภูมิอากาศ ซึ่งค่าความชื้นสัมพัทธ์บริเวณต้นมะยมมีค่าลดลงต่ำสุดในช่วงวิกฤต ต่ำกว่าสภาพอากาศประมาณ 20% ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ใต้ต้นมะม่วงและปาล์มมีค่าใกล้เคียงสภาพอากาศมากกว่าเล็กน้อยในตอนเช้าประมาณ 10%

3. อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ด้านทิศตะวันออก



ภาพที่ 4.31 แสดงค่าอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณด้านทิศตะวันออก

อุณหภูมิ

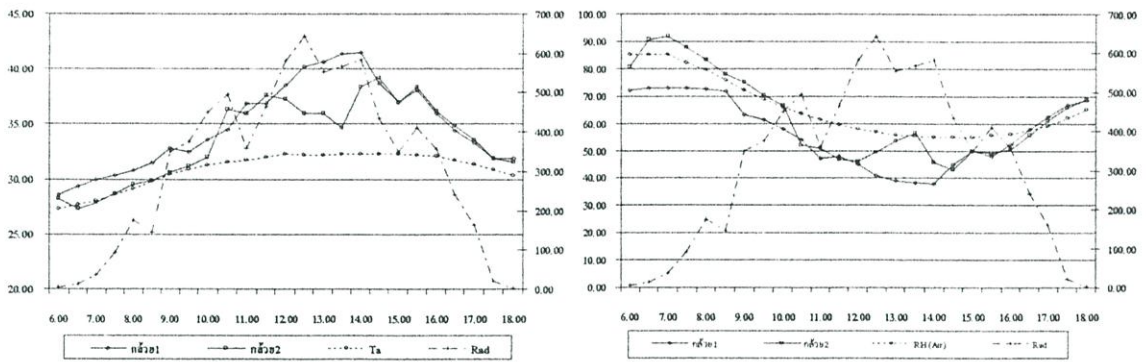
- ช่วง 06.00-11.00 น. อุณหภูมิบริเวณต้นมะม่วงมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ ในขณะที่บริเวณปาล์มและกล้วยอุณหภูมิใกล้เคียงกันสูงกว่าสภาพอากาศเล็กน้อยในช่วง 06.00-08.00 น.

- อุณหภูมิบริเวณที่มีต้นกล้วยประมาณ 7 ต้นมีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจาก 08.00 น. อุณหภูมิมากใหญ่เพิ่มสูงขึ้นและลดต่ำลงอย่างรวดเร็วช่วงดวงอาทิตย์ทำมุมต่ำ ในขณะที่อุณหภูมิบริเวณต้นมะม่วงยังคงใกล้เคียงสภาพอากาศ อุณหภูมิสูงสุดบริเวณใต้ต้นมะม่วงอยู่ในช่วง 13.00-14.00 น. สูงกว่าอากาศประมาณ 2 องศาเซลเซียส ต้นปาล์มมีอุณหภูมิสูงสุดช่วงเวลาเดียวกัน สูงกว่าอากาศประมาณ 3.5 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิสูงสุดบริเวณต้นกล้วยอยู่ที่เวลาประมาณ 11.00 น. มีค่าสูงกว่าอากาศประมาณ 5 องศาเซลเซียส หลังจาก 16.00 น. อุณหภูมิบริเวณต้นหมากและกล้วยลดต่ำลงใกล้เคียงสภาพอากาศ มีค่าสูงกว่าเล็กน้อยในขณะที่บริเวณใต้ต้นมะม่วงมีค่าต่ำกว่าอากาศประมาณ 0.5 องศาเซลเซียส

ความชื้นสัมพัทธ์

- ช่วงเช้าค่าความชื้นสัมพัทธ์บริเวณต้นมะม่วงมีค่าสูงกว่าสภาพอากาศ ประมาณ 10% ในขณะที่ ปาล์มมีค่าความชื้นต่ำกว่าประมาณ 10-12% และ กล้วยมีค่าต่ำกว่าอากาศประมาณ 20-22% ช่วง 11.00-18.00 น. ปาล์มและมะม่วง มีความชื้นสัมพัทธ์ใกล้เคียงกับสภาพอากาศ หลังจาก 14.00 น. บริเวณต้นกล้วย ค่าความชื้นสัมพัทธ์มีแนวโน้มลดลงต่ำกว่าอากาศประมาณ 20% ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสูงขึ้น

4. อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ด้านทิศตะวันตก



ภาพที่ 4.32 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณด้านทิศตะวันตก

อุณหภูมิ

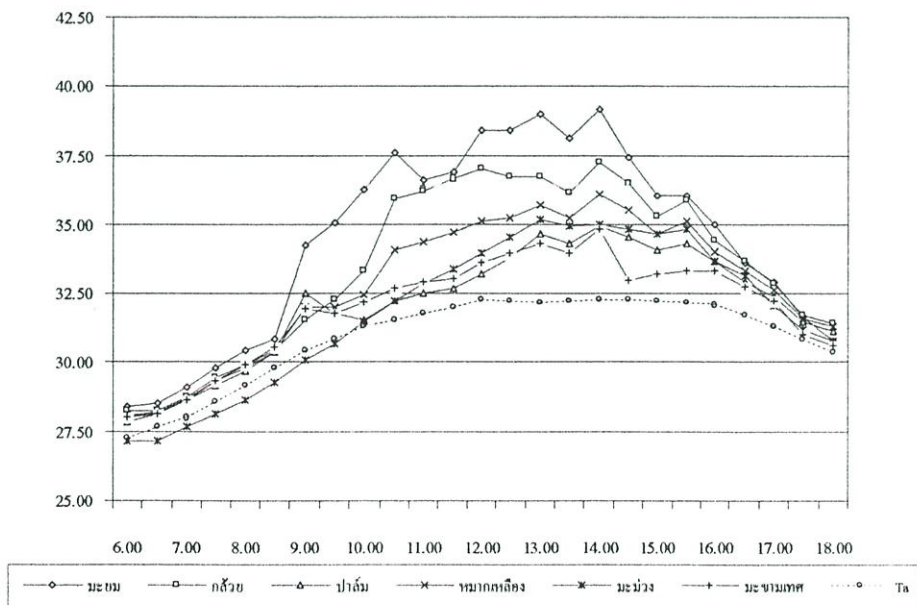
- อุณหภูมิบริเวณต้นกล้วยด้านทิศตะวันตกมีแนวโน้มสูงกว่าสภาพอากาศตลอดทั้งวัน ช่วงเช้ามีอุณหภูมิต่ำสุดใกล้เคียงสภาพอากาศ มีค่าสูงกว่าประมาณ 0.5-2 องศาเซลเซียส ในขณะที่ช่วงเวลาวิกฤตมีค่าอุณหภูมิสูงกว่าอากาศประมาณ 7-10 องศาเซลเซียส หลัง 14.00 น. มีแนวโน้มลดลงจนกระทั่งเวลา 18.00 น. อุณหภูมิลดต่ำลงใกล้เคียงสภาพอากาศ แต่ยังคงมีอุณหภูมิสูงกว่าเล็กน้อย ประมาณ 1-1.2 องศาเซลเซียส

ความชื้นสัมพัทธ์

- ความชื้นสัมพัทธ์บริเวณต้นกล้วย 7 ต้น มีค่าใกล้เคียงกับสภาพอากาศ มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าสภาพอากาศตลอดวัน ลดลงต่ำสุดในช่วงวิกฤตต่ำกว่าอากาศประมาณ 12% หลัง 17.00น. มีค่าสูงกว่าสภาพอากาศเล็กน้อย

4.3.2 เปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณรอบอาคารที่มีพืชพรรณต่างชนิดกัน

1. อุณหภูมิอากาศเฉพาะที่ได้รับเงาพืชพรรณแต่ละชนิด



ภาพที่ 4.33 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิบริเวณรอบอาคารที่มีต้นไม้แต่ละชนิด

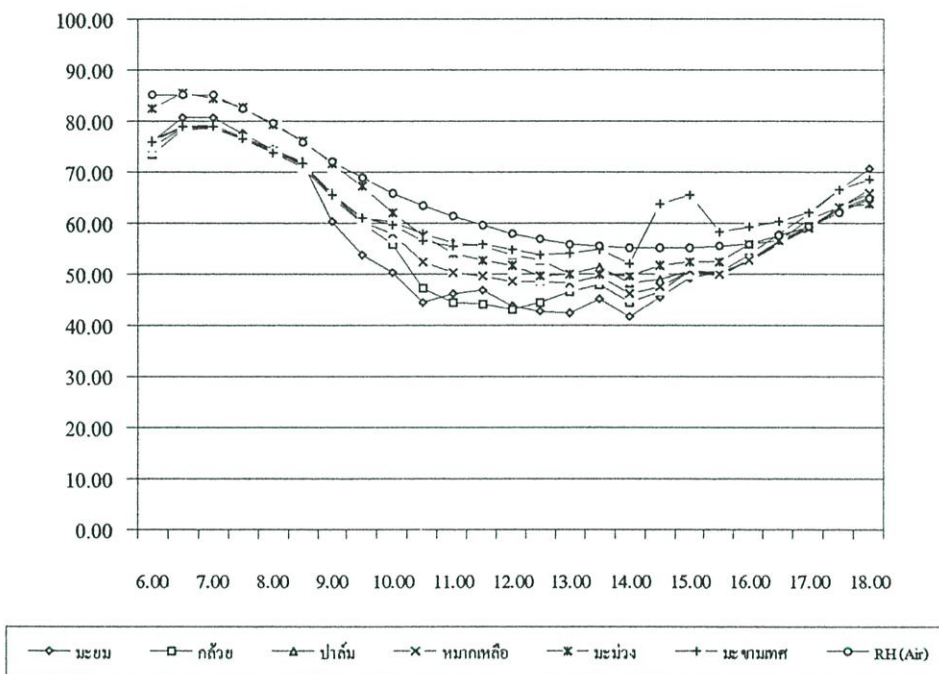
- ช่วง 06.00-08.00 น. อุณหภูมิอากาศบริเวณที่มีพืชพรรณแต่ละชนิดมีค่าใกล้เคียงกัน สูงกว่าอุณหภูมิอากาศเล็กน้อย ยกเว้นบริเวณที่มีต้นมะม่วงมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 0.5 องศาเซลเซียส

- ช่วง 08.00-16.00 น. อุณหภูมิมีค่าแตกต่างกันอย่างชัดเจน พบว่าบริเวณที่มีต้นมะยมมีอุณหภูมิ สูงสุด สูงกว่ากล้วย มาก มะม่วง และ มะขามเทศ ตามลำดับ

- หลังจาก 16.00 น. อุณหภูมิบริเวณร่มเงาของพืชพรรณทุกชนิดมีค่าลดต่ำลงใกล้เคียงกัน แต่ยังคงสูงกว่าอุณหภูมิอากาศเล็กน้อย ในขณะที่บริเวณต้นมะม่วงมีอุณหภูมิต่ำสุด

- พบว่า ปาล์ม มะม่วง และ มะขามเทศ มีอุณหภูมิใกล้เคียงกันตลอดทั้งวัน มีค่าสูงกว่าอากาศในช่วงเวลาประมาณ 13.00-14.00 ประมาณ 2.5-3 องศาเซลเซียส

2. ความชื้นสัมพัทธ์ของสภาพอากาศเฉพาะที่ได้รับเงาพืชพรรณแต่ละชนิด



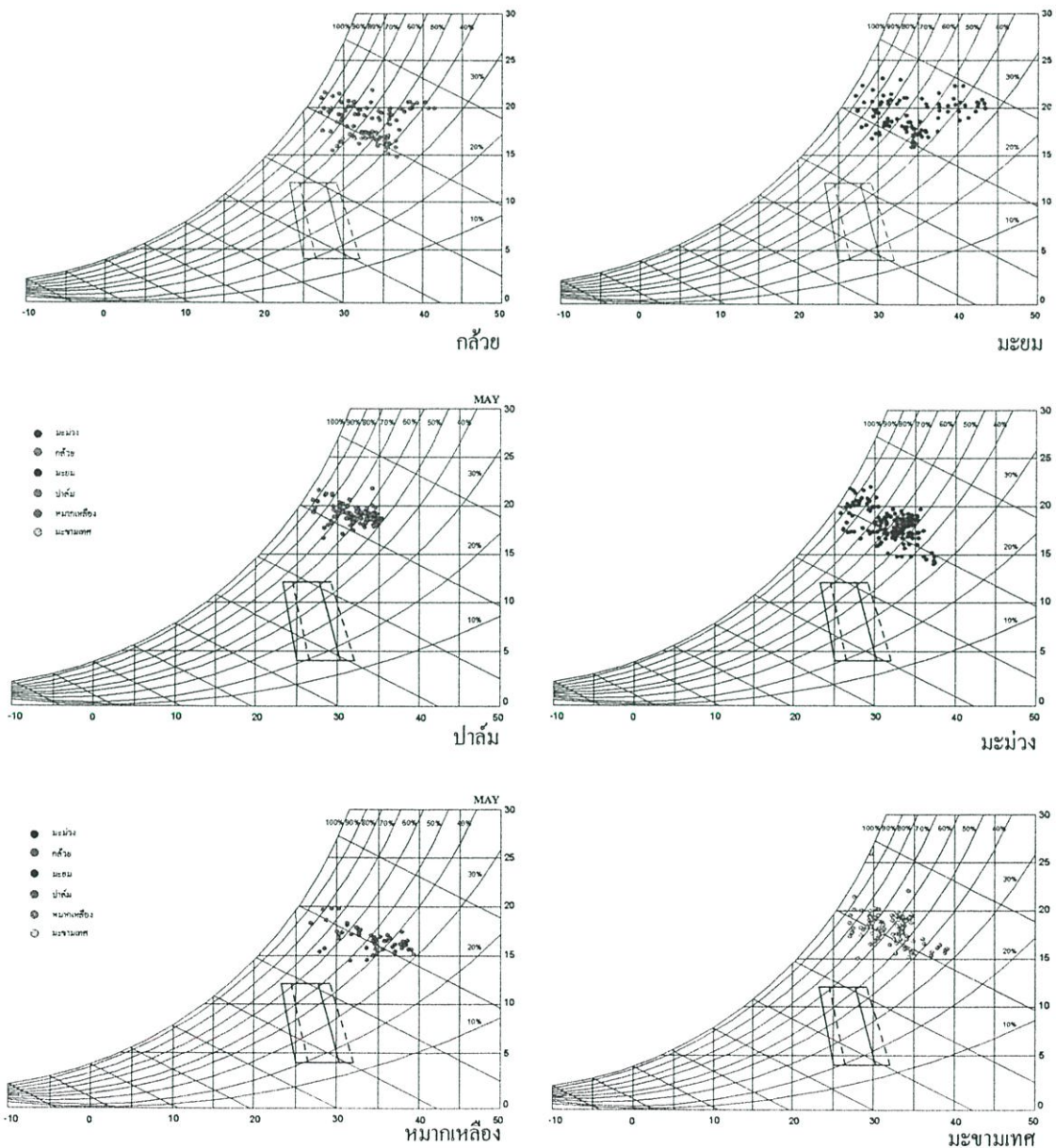
ภาพที่ 4.34 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์บริเวณรอบอาคารที่มีต้นไม้แต่ละชนิด

- ช่วงเช้ามีค่าความชื้นใกล้เคียงกัน ยกเว้นต้นมะม่วง มีค่าสูงกว่าสภาพอากาศเล็กน้อย ค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดอยู่ในช่วง 13.00-14.00 น. และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนใกล้เคียงสภาพอากาศอีกครั้งหลัง 16.00 น.

- ค่าความชื้นสัมพัทธ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและลดลงใกล้เคียงกัน บริเวณที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดคือบริเวณ ต้นมะยม และกล้วย ส่วนบริเวณที่มีต้นปาล์ม มะม่วง และ มะขามเทศมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ใกล้เคียงสภาพอากาศตลอดวัน

4.3.3 การวิเคราะห์สภาพอากาศเฉพาะที่โดยใช้แผนภาพไซโครเมตริก

เมื่อวิเคราะห์ด้วยทฤษฎี Adaptive Model ผลทางด้านสภาวะน่าสบาย ภายใต้พุ่มใบรอบอาคารของพืชพรรณ โดยใช้แผนภาพไซโครเมตริก (Psychrometric Chart) ให้ผลใกล้เคียงกัน อุณหภูมิอากาศไม่ใช่ปัจจัยเดียวที่จะทำให้มนุษย์รู้สึกสบาย จากทฤษฎี Adaptive Model ความรู้สึกของมนุษย์ด้านอุณหภูมิ (Thermal Sensation) จะสัมพันธ์กับค่าอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ กล่าวคือในขณะที่อุณหภูมิอากาศลดต่ำลงแต่ความชื้นอากาศสูงขึ้น มนุษย์จะรู้สึกถึงอุณหภูมิไม่แตกต่างจากขณะที่อุณหภูมิอากาศเพิ่มสูงขึ้นแต่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำลง บนเส้นความชันของเส้นอุณหภูมิสมประสงค์ใหม่ (Slope of ET^* Line ; New Effective Temperature⁴²)



ภาพที่ 4.35 แสดงการวิเคราะห์สภาพอากาศเฉพาะที่บริเวณที่มีพืชพรรณต่างชนิดโดยใช้แผนภาพไซโครเมตริก

4.3.4 สรุปการทดลองที่ 3

1. ประสิทธิภาพของการควบคุมสภาพอากาศของพืชพรรณ ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการควบคุมรังสีตรง รังสีกระจาย และรังสีสะท้อนจากดวงอาทิตย์ รวมถึงการป้องกันวัสดุสิ่งแวดล้อมให้ได้รับรังสีน้อยที่สุดจะช่วยลดการสะสมความร้อนและการแผ่รังสีกลับสู่สภาพแวดล้อมได้เป็นอย่างดี ประสิทธิภาพของการควบคุมสภาพอากาศของพืชพรรณขึ้นอยู่กับ

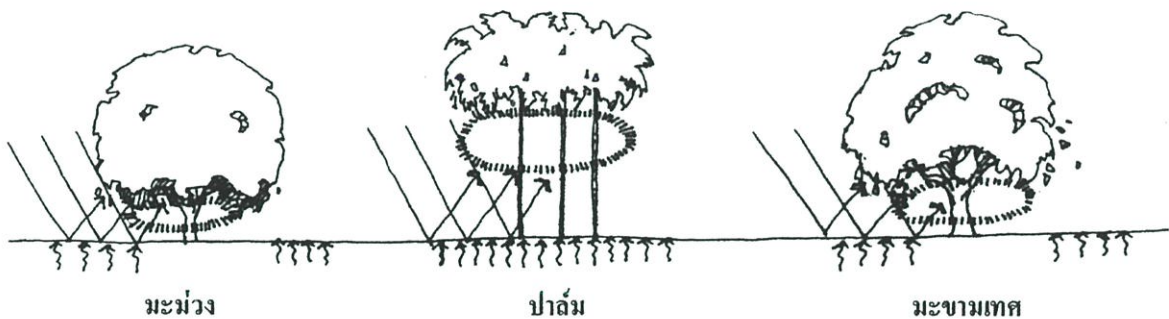
- ขนาดต้นหรือขนาดร่มเงา ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ให้พื้นที่ร่มเงามากกว่าให้ผลในการป้องกันรังสีสะท้อนและรังสีกระจายจากสิ่งแวดล้อมสู่ภายใต้พุ่มได้มากกว่าต้นที่มีร่มเงาเล็ก

- ความหนาแน่นของพุ่มใบ พุ่มใบหนาที่บ มีประสิทธิภาพในการป้องกันรังสีตรงที่จะทะลุผ่านพุ่มใบได้ดีกว่าพืชที่มีพุ่มใบโปร่ง

- ความลึกพุ่มใบ พุ่มใบที่มีปริมาตรมากมีประสิทธิภาพในการกรองรังสีตรงได้มากกว่าพุ่มใบที่มีปริมาตรน้อย พิจารณาร่วมกับความหนาแน่นของพุ่มใบ

- ความสูงของพุ่มใบ ต้นไม้ที่มีพุ่มใบสูงจากพื้นมากสามารถป้องกันรังสีตรงได้เฉพาะในช่วงกลางวัน ในขณะที่ดวงอาทิตย์ทำมุมสูงเท่านั้น เมื่อดวงอาทิตย์ทำมุมต่ำจะไม่สามารถป้องกันรังสีตรงของดวงอาทิตย์ได้ ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการรับรังสีกระจายและรังสีสะท้อนจากสิ่งแวดล้อมได้มากกว่าพืชที่มีทรงพุ่มต่ำ ความสูงของพุ่มใบควรอยู่ที่ระดับ 3.00-5.00 เมตร เพื่อไม่ขัดขวางการพัดผ่านของกระแสลมเข้าสู่อาคาร พบว่าต้นมะขามเทศดีที่สุด

- พืชที่มีความเสี่ยงต่อการรับรังสีกระจายและรังสีสะท้อนจากสิ่งแวดล้อมมากที่สุดคือ ปาล์ม มะขามเทศ และมะม่วงตามลำดับ



ภาพที่ 4.36 แสดงความสามารถในการป้องกันรังสีตรง และรังสีสะท้อนจากสิ่งแวดล้อมของพืชพรรณ

2. พืชพรรณเพียงต้นไม้เดียวมีประสิทธิภาพในการปรับปรุงสภาพอากาศเฉพาะที่บริเวณรอบอาคารน้อย ควรปลูกไม้ยืนต้นขนาดใหญ่จำนวนหลายต้นเพื่อเพิ่มขนาดร่มเงา พืชที่ควรปลูกเพื่อให้ร่มเงา ได้แก่ มะขามเทศ มะม่วงและ หมากขนาดใหญ่ ซึ่งควรปลูก มากกว่า 3 ต้น จึงจะให้ประสิทธิภาพใกล้เคียงกับมะม่วงขนาด กลาง 1 ต้น ควรเลือกหมากที่มีพุ่มหนา ร่มเงากว้าง ส่วนพืชที่ให้ประโยชน์น้อย ไม่สมควรปลูกเพื่อให้ร่มเงาและ ปรับปรุงสภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคารได้แก่ มะยมและกล้วย ซึ่งให้ประสิทธิภาพในการปรับสภาพ อากาศต่ำที่สุด

3. ไม้ยืนต้นที่ให้ค่า อุณหภูมิได้ร่มเงาต่ำที่สุดคือ ต้นมะขามเทศ มีค่าน้อยกว่า ต้นมะม่วง หมากขนาดใหญ่ กล้วย หมาก ขนาดเล็ก และต้นมะยม ตามลำดับ

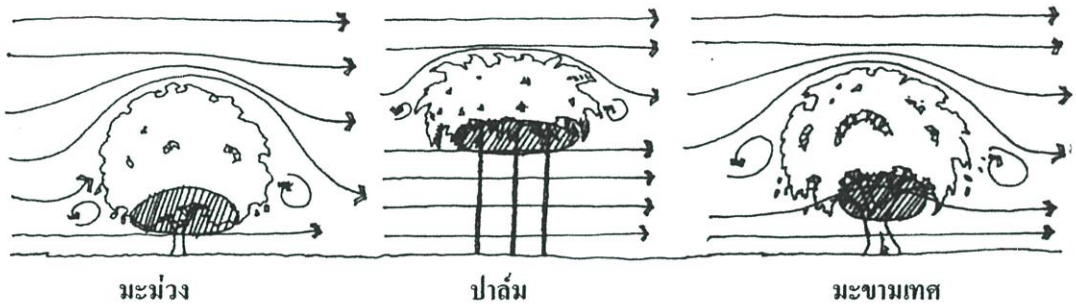
4. คุณสมบัติใน การดูดซับรังสี สะท้อนรังสี และ ส่งผ่านรังสี ของพืชแต่ละชนิดมีค่าแตกต่างกัน

- การดูดซับรังสี พุ่มใบที่มีการดูดซับรังสีมากจะสะสมความร้อนอยู่ในกลุ่มใบ เมื่อความร้อนเพิ่มสูงกว่าสิ่งแวดล้อม จะมีการถ่ายเทความร้อนสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ซึ่งความร้อนที่สะสมในพุ่มใบ จะถ่ายเทลงสู่ใต้พุ่มใบเพราะมีอุณหภูมิต่ำกว่า ส่งผลให้อุณหภูมิใต้ร่มเงาสูงกว่าพืชพรรณที่มีการดูดซับรังสีน้อย

- การสะท้อนรังสี พืชพรรณส่วนใหญ่สะท้อนรังสีได้น้อย
- การส่งผ่านรังสี พืชที่มีใบขนาดเล็ก โปร่ง รังสีดวงอาทิตย์มีโอกาสส่งผ่านสู่เบื้องล่างได้มาก แต่เก็บกักความร้อนในพุ่มใบได้น้อย

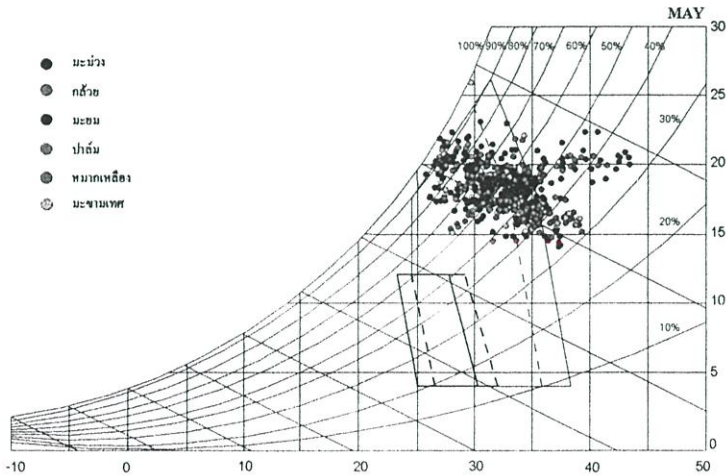
5. กระแสลมจะช่วยระบายความร้อนและส่งเสริมการระเหย ของไอน้ำ (Evapotranspiration) ซึ่งช่วยลดความร้อนและ ความชื้นใน พุ่มใบและบริเวณใต้พุ่มใบ ได้เป็น อย่างดี

- ไม้ยืนต้นที่มีใบหนาทึบ เป็นอุปสรรคต่อการพัดพาของกระแสลมที่จะช่วยถ่ายเทความร้อนและลดความชื้นในพุ่มใบ
- ไม้ยืนต้นที่มีพื้นที่ได้รับเงามากเปิด โอกาสให้มีการพาความร้อนของกระแสลมได้มากกว่า ต้นไม้ที่มีพื้นที่ใต้พุ่มน้อย



ภาพที่ 4.37 แสดงลักษณะการส่งเสริมและขัดขวางการพัดพาของกระแสลม และบริเวณที่มีความร้อนสะสมได้รับเงา

6. พืชพรรณเพียงต้นเดียว ไม่ได้ช่วยให้สภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคารอยู่ในเกณฑ์ความสบาย ถึงแม้พืชพรรณจะช่วยลดอุณหภูมิให้กับสภาพแวดล้อมรอบอาคารด้วย การลดอุณหภูมิอากาศก็ตาม แต่พืชพรรณกลับเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ให้กับบรรยากาศโดยรอบ การเพิ่มปัจจัยของกระแสลมส่งเสริมให้เกิดการพาความร้อนและความชื้น และส่งผลต่อการขยายขอบเขตความสบายให้กับผู้ใช้อาคาร



ภาพที่ 4.38 แสดงการเพิ่มปัจจัยของกระแสลมเพื่อขยายขอบเขตความสบายร่วมกับการใช้พืชพรรณ

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

การทดลองนี้ใช้กรณีศึกษาบ้านพักอาศัย 2 ชั้นบนพื้นที่ 14x16 เมตร มีพื้นที่โล่งรอบอาคาร ประมาณ 65 ตารางเมตรในหมู่บ้านรุ่งอรุณ 1 เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร แต่ละกรณีศึกษามีสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกันอยู่ในแนวเดียวกัน เพื่อศึกษาสภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคารที่เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

ตัวแปรลักษณะทางกายภาพของพืชพรรณมีผลต่อการควบคุมตัวแปรสภาพอากาศเฉพาะที่ที่แตกต่างกันได้แก่ การสกัดกั้นรังสีดวงอาทิตย์ การควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม การเลือกใช้พืชพรรณที่เหมาะสมสำหรับภูมิภาคเขตร้อนชื้น ควรคำนึงถึงการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์เพื่อลดปริมาณความร้อนสะสมและการรับลม เพื่อช่วยระบายความร้อนและความชื้นเป็นหลัก ดังนั้นการเลือกพืชพรรณเพื่อการออกแบบประกอบอาคารจึงควรคำนึงถึงขนาด ความหนาแน่นพุ่ม ใบและลักษณะทางกายภาพที่สัมพันธ์กับพื้นที่อาคารด้วย การวิจัยนี้มุ่งเน้นการใช้ไม้ยืนต้นเพื่อการปรับปรุงสภาพอากาศเฉพาะที่ สำหรับอาคารบ้านพักอาศัยที่มีพื้นที่ขนาดเล็กการเลือกใช้พืชพรรณจึงไม่สามารถเลือกชนิดที่มีขนาดพุ่มใหญ่แผ่กว้างได้ มุ่งเน้นพืชพรรณที่มีขนาดเล็กถึงกลางที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 6.00-10.00 เมตร พืชพรรณที่ทำการทดลองประกอบด้วย กล้าย มะยม หนามเหลียง ปาล์ม มะม่วง และมะขามเทศ เมื่อมีการปลูกต้นไม้ใกล้กับอาคารสภาพอากาศเฉพาะที่ซึ่งเกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ต้นไม้ และสภาพแวดล้อมอาคารร่วมกัน จากการทดลองพืชพรรณมีอิทธิพลต่อสภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคารดังต่อไปนี้

1. สรุปประสิทธิภาพในการควบคุมตัวแปรสภาพอากาศ ของพืชพรรณแต่ละชนิด

1.1 ประสิทธิภาพน้อย

พืชพรรณที่ให้ประสิทธิภาพในการควบคุมตัวแปรสภาพอากาศน้อยที่สุด ได้แก่ มะยม กล้าย และหนามเหลียง ตามลำดับ

มะยม มีลักษณะพุ่มขนาดเล็ก ใบหนาทึบ ขนาดร่มเงาน้อย มีค่าการป้องกันรังสีตรงดวงอาทิตย์ประมาณ 95 % แต่ป้องกันรังสีสะท้อนจากด้านข้างได้น้อยประมาณ 86 % ให้ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงที่สุด ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่ำที่สุดมีค่าต่ำกว่าสภาพอากาศเกือบตลอดวัน เมื่อค่าการแผ่รังสีเพิ่มสูงขึ้น อุณหภูมิได้ร่มเงามีลักษณะเพิ่มสูงขึ้นเร็วที่สุดแต่ลดลงอย่างช้าๆ ข้อเสียของพืชชนิดนี้คือไม่สามารถควบคุมตัวแปรสภาพอากาศได้ ป้องกันรังสีตรงได้น้อย ให้ร่มเงาน้อยจึงป้องกันรังสีให้กับวัสดุถึงแวดล้อมน้อยให้อุณหภูมิได้ร่มเงาสูง ต้องปลูกจำนวนมากจึงจะให้ ประสิทธิภาพในการควบคุมสภาพอากาศที่ดีขึ้น ไม่เหมาะที่จะปลูกเพื่อบังเงาให้กับสภาพแวดล้อมและผนังอาคาร เพราะต้นขนาดเล็กนอกจากให้ร่มเงาน้อยแล้ว ลักษณะทรงพุ่มต่ำขัดขวางการเคลื่อน ที่ของกระแสลมที่จะพัดผ่านเข้าสู่อาคาร

กล้วย มีลักษณะใบขนาดใหญ่ ขึ้นเป็นกลุ่มกอมากกว่า 7 ต้น ให้ร่มเงาน้อย ป้องกันรังสีตรง ได้ดีมีค่าการป้องกันรังสีตรงและรังสีสะท้อนได้ประมาณ 95-96% ทรงพุ่มและลำต้นขึ้นหนาแน่นบังลม ให้อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าต้นมะขมเล็กน้อย ความชื้นสัมพัทธ์ไม่แน่นอน ลักษณะอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์คล้ายต้นมะขม มีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วตามค่าความเข้มการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ และมีแนวโน้มลดลงช้า ไม่ควรปลูกเพื่อบังเงาให้กับอาคารเนื่องจากให้ร่มเงาน้อย มีประสิทธิภาพในการควบคุมตัวแปรสภาพอากาศน้อย และบังทิศทางลมที่จะเข้าสู่อาคาร

หมากเหลือง ลักษณะลำต้นเล็ก สูง พุ่มใบโปร่ง ใบเล็ก ขึ้นเป็นกลุ่มประมาณ 3-5 ต้น ให้ค่าการป้องกันรังสีตรงน้อยที่สุดประมาณ 80-85% มีประสิทธิภาพในการควบคุมตัวแปรสภาพอากาศค่อนข้างน้อย เนื่องจากป้องกันรังสีตรงได้น้อยและลำต้นสูงจึงรับรังสีสะท้อนจากด้านข้างได้มากส่งผลให้บริเวณใต้ร่มเงาได้รับรังสีมาก มีข้อดีคือพุ่มใบสูงสามารถระบายความร้อนและความชื้นได้รวดเร็ว ไม่บังลมที่จะพัดเข้าสู่อาคาร ลักษณะอุณหภูมิจึงมีแนวโน้มต่ำกว่ากล้วยและมะขม ควบคุมความชื้นใต้ร่มเงาได้ดี เหมาะที่จะปลูกเพื่อความสวยงาม ไม่เหมาะที่จะใช้บังเงาให้กับอาคาร ควรปลูกร่วมกับไม้พุ่มขนาดเล็กเพื่อป้องกันรังสีที่ทะลุผ่านพุ่มใบลงสู่เบื้องล่าง

1.2 ประสิทธิภาพปานกลางถึงดี

พืชพรรณที่ให้ประสิทธิภาพปานกลางถึงดี มีลักษณะพุ่มปานกลางมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 6.00-8.00 เมตร ได้แก่ มะม่วง มีค่าการป้องกันรังสีประมาณ 94-96 เปอร์เซ็นต์ และ ต้นปาล์ม จำนวน 3 ต้น มีค่าการป้องกันรังสี ประมาณ 85-90 เปอร์เซ็นต์ มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันดังนี้

มะม่วง ให้ร่มเงากว้าง ใบหนาแน่นมาก จึงป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ได้ดีและสามารถป้องกันรังสีกระจายและรังสีสะท้อนจากสิ่งแวดล้อมได้ดีตลอดทั้งวัน รังสีจากดวงอาทิตย์ส่งผ่านลงสู่ใต้พุ่มใบได้ยากเนื่องจากพุ่มใบเก็บกักรังสี (Absorbion) ความร้อนไว้ในพุ่มใบ ส่งผ่านรังสีน้อย (Transmission) ทำให้อุณหภูมิในพุ่มใบสูงขึ้นเร็วในช่วงที่มีความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์มาก เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนกับสภาพแวดล้อม ความร้อนจึงแผ่ลงสู่บริเวณใต้ร่มเงาที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ส่งผลให้ความร้อนใต้พุ่มของต้นมะม่วงสูงที่สุดในช่วงเวลาวิกฤตมีค่าเฉลี่ยสูงสุดมากกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 1.2-2.6 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ใกล้เคียงสภาพอากาศ มีค่าสูงกว่าเล็กน้อยประมาณ 3-5% ต้นมะม่วงเหมาะที่จะใช้ปลูกเพื่อบังเงาและช่วยปรับสภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคาร อุณหภูมิเฉลี่ยรวมของต้นมะม่วงดีปานกลาง ข้อดีของต้นมะม่วงคือลักษณะพุ่มใบที่หนาทึบ ให้ร่มเงามากจึงป้องกันรังสีตรงและรังสีสะท้อนได้ดีเกือบทั้งวัน แต่ข้อเสียคือการเก็บสะสมความร้อนในพุ่มใบมาก ลักษณะพุ่มต่ำ กีดขวางทางลมและระบายความร้อนในพุ่มและใต้พุ่มได้น้อย อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ใต้พุ่ม จึงสูง แต่ช่วงเช้าอุณหภูมิใต้ต้นมะม่วงจะลดต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 0.8 องศาเซลเซียส ซึ่งต่ำกว่าใต้ร่มเงาของปาล์มและต้นมะขามเทศ มีความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดใกล้เคียงสภาพอากาศ

เหมาะที่จะปลูกเพื่อป้องกันรังสีตรงให้กับบริเวณรอบอาคาร แต่ควรตัดแต่งทรงพุ่มลดความหนาแน่นพุ่มใบ เพื่อลดอัตราการสะสมความร้อนและความชื้นในพุ่มใบ ควรเพิ่มการระบายอาคารโดยการเพิ่มความสูงให้กับเพดานพุ่มใบมากกว่า 2.50 เมตร เพื่อให้ลมพัดผ่านเข้าสู่อาคารได้สะดวก

ต้นปาล์ม ใบแข็ง ขนาดใหญ่ ทรงพุ่มกลม กลุ่มใบหนาที่ใบ ลำต้นสูงมาก มีพื้นที่ได้พุ่มประมาณ 8.00 เมตร มีค่าการป้องกันรังสีประมาณ 84-89 % มีความสามารถในการป้องกันรังสีตรงได้ดีในตอนกลางวัน ส่งผลให้ตอนกลางวัน อุณหภูมิสูงปานกลาง ในช่วงเวลาประมาณ 11.00-13.00 น. มีค่าอุณหภูมิได้ร่มเงาสูงกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 1.8-2.5 องศาเซลเซียส แต่เนื่องจากทรงพุ่มอยู่สูงจากพื้นดิน จึงส่งเสริมการพัดพาของกระแสลม ช่วยลดความร้อนและความชื้นใต้พุ่มใบได้มาก ป้องกันความร้อนสะสมในทรงพุ่มที่จะถ่ายเทลงสู่ได้ร่มเงาได้ดี ระบายความร้อนใต้พุ่มได้รวดเร็ว แต่มีข้อเสียที่ความสูงที่มากเกินไป ส่งผลให้การรับรังสีที่เกิดจากการสะท้อนของสิ่งแวดล้อมมาก เมื่อควงอาทิตย์ทำมุม (Altitude) ต่ำในช่วงเช้าและบ่ายถึงเย็น ไม่สามารถกันรังสีและให้ร่มเงากับวัสดุพื้นผิวรอบอาคารได้เท่าที่ควร ข้อเสียคือมีความเสี่ยงในการรับอิทธิพลจากการพาความร้อนของกระแสลมที่พัดมาจากสิ่งแวดล้อมมากกว่าพืชชนิดอื่นที่มีพุ่มใบต่ำ อุณหภูมิ เฉลี่ยได้ร่มเงาจึงมีแนวโน้มสูงกว่าได้ร่มเงาต้นมะม่วง จากการทดลองต้องปลูกต้นปาล์มจำนวน 3 ต้น จึงจะให้ประสิทธิภาพใกล้เคียงกับมะม่วงขนาดกลางที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.00-7.00 เมตร เพียงต้นเดียว

1.3 ประสิทธิภาพที่ดีที่สุด

พืชพรรณที่ให้ประสิทธิภาพในการควบคุมและปรับปรุงสภาพอากาศเฉพาะที่ดี ได้แก่

มะขามเทศ เป็นไม้ยืนต้นที่มีขนาดใหญ่ ทรงพุ่มแผ่กว้าง ขนาดประมาณ 8.00-10.00 เมตร มีพื้นที่ร่มเงามาก ใบขนาดเล็ก กิ่งที่กิ่ง โปร่ง มีค่าการป้องกันรังสีประมาณ 91-92 % พื้นที่ใต้พุ่มสูง 3.50-5.00 เมตร มีพื้นที่ในการแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศมาก ส่งผลให้ความร้อนสะสมในกลุ่มใบน้อยกว่าต้นมะม่วง แต่เนื่องจากมีใบโปร่งจึงสกัดกั้นรังสีดวงอาทิตย์ที่ส่งผ่านสู่ใต้พุ่มได้น้อยกว่า ทำให้รังสีส่องทะลุพุ่มใบสู่พื้นเบื้องล่างได้มากกว่า จากการทดลองพบว่าต้นมะขามเทศให้ค่าอุณหภูมิใต้พุ่มใบใกล้เคียงอาคารต่ำที่สุดมีค่าใกล้เคียงอุณหภูมิอากาศเล็กน้อยตลอดทั้งวัน ในช่วงเช้ามีอุณหภูมิสูงกว่าได้ร่มเงาต้นมะม่วงเล็กน้อย มีค่าอุณหภูมิขึ้นสูงสุดช้ากว่าไม้ยืนต้นชนิดอื่นประมาณ 1 ชั่วโมง อุณหภูมิสูงสุดของวันมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศ ประมาณ 1.2-2.0 องศาเซลเซียส ช่วงบ่ายถึงเย็นค่าอุณหภูมิใต้พุ่มใบลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากสะสมความร้อนในพุ่มน้อยกว่าและสามารถระบายความร้อนได้อย่างรวดเร็ว วัดค่าอุณหภูมิ สูงกว่าอากาศประมาณ 1.0-1.7 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าประมาณ 2.0-10 %

เนื่องจากพุ่มใบค่อนข้างหนาจึงสามารถป้องกันรังสีตรงได้ดี สามารถหน่วงความร้อนได้นานกว่าไม้ยืนต้นที่มีพุ่มขนาดเล็กและไม้ล้มลุก ถึงแม้จะกันรังสีตรงได้น้อยกว่าต้นมะม่วงก็ตาม แต่ใบที่มีขนาดเล็กมีช่องว่างระหว่างใบมาก สามารถระบายความร้อนในพุ่มได้ดีกว่าต้นมะม่วง พื้นที่ใต้พุ่มสูงจึงเปิดโอกาสให้กระแสลมพาความร้อนออกจากพุ่มใบและใต้พุ่มได้ดี รองจากปาล์มไม่ขัดขวางการเคลื่อนที่ของกระแสลมในระดับการใช้งาน พุ่มใบขนาดใหญ่ให้ร่มเงาแก่พื้นที่รอบอาคารในบริเวณกว้าง จึงป้องกันรังสีให้กับวัสดุสิ่งแวดล้อมได้มาก เหมาะที่จะใช้ปลูกเพื่อบังเงาและช่วยปรับสภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคาร มีข้อเสียคือ เนื่องจากพื้นที่ใต้พุ่ม สูงจึงเป็นการเพิ่มอัตราการรับรังสีสะท้อนจากสิ่งแวดล้อมมากขึ้น จึงไม่ควรให้มีพื้นที่ได้ร่มเงาสูงมากกว่า 5.00 เมตร เพราะจะทำให้พื้นที่ได้ร่มเงารับรังสีจากดวงอาทิตย์จากด้านข้างมากขึ้น ซึ่งจะส่งผล อุณหภูมิได้ร่มเงามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นได้

ตารางที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายใต้ร่มเงาของพืชพรรณแต่ละชนิด

	มะขาม		กล้วย		ปาล์ม		หมากเหลือง		มะม่วง		มะขามเทศ		อากาศ	
	T	Rh	T	Rh	T	Rh	T	Rh	T	Rh	T	Rh	T	Rh
Min	28.42	41.74	28.24	43.27	27.85	48.20	28.04	45.73	27.13	49.48	27.98	51.97	27.27	55.16
Max	39.14	80.54	37.26	78.58	34.94	79.14	36.10	78.86	35.17	85.44	34.80	79.09	32.30	85.26
Mean	34.40	57.39	33.46	57.50	32.09	60.71	32.78	59.10	31.89	62.54	31.96	63.36	30.89	65.27
Daily Var.	10.72	38.80	9.02	35.32	7.09	30.95	8.06	33.13	8.04	35.96	6.82	27.12	5.03	30.10

2. ขนาดของต้นไม้

การเลือกไม้ยืนต้นเพื่อการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์สำหรับพื้นที่อาคารที่มีขนาดเล็ก ควรพิจารณาถึงขนาดเมื่อโตเต็มที่ ช่วงเวลาในการเจริญเติบโต และขนาดพื้นที่สำหรับปลูกพืชพรรณ การเลือกพืชพรรณที่มีทรงพุ่มแผ่ขยายมาก เมื่อโตเต็มที่อาจมีผลต่อโครงสร้างอาคารได้ ควรเลือกทรงพุ่มขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 6.00- 10.00 เมตร ขนาดของพืชพรรณมีผลต่อการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์แตกต่างกันและให้ผลในการควบคุมสภาพอากาศเฉพาะที่แตกต่างกันดังนี้

- เพิ่มพื้นที่ในการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์แก่บริเวณพื้นที่ผิวอาคาร
- ลดการแผ่รังสีกลับของผิวพื้นอาคาร
- ลดอุณหภูมิผิวพื้นและผนังอาคาร

จากการทดลองพบว่า ต้นมะม่วงขนาด 6.00และ8.00 เมตร ให้สภาพอากาศเฉพาะที่ใกล้เคียงกันในช่วงเช้าอุณหภูมิใต้ต้นมะม่วงขนาดเล็กสูงกว่าประมาณ 0.2-0.8 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลาวิกฤตอุณหภูมิใต้ต้นมะม่วงขนาดเล็กมีแนวโน้มอุณหภูมิต่ำกว่าประมาณ 0.8-1.0 องศาเซลเซียส ในขณะที่ช่วงเย็นอุณหภูมิใต้ต้นมะม่วงเล็กมีค่าสูงกว่าประมาณ 1.0-1.9 องศาเซลเซียส แต่ในสภาพความเป็นจริงปริมาณความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ในแต่ละทิศทางไม่เท่ากัน เนื่องจากรังสีกระจายและรังสีสะท้อนจากสภาพแวดล้อมรอบอาคารแตกต่างกัน เช่น เดือนพฤษภาคมดวงอาทิตย์อ้อมไปทางด้านทิศเหนือส่งผลให้ทิศเหนือได้รับปริมาณรังสีรวมสูงสุดตลอดวัน ทิศใต้ได้รับปริมาณรังสีต่ำสุด การเลือกชนิดไม้ยืนต้นจึงควรพิจารณาถึงการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์เป็นหลัก โดยคำนึงถึงชนิดต้นไม้ร่วมกับขนาดร่มเงาให้เหมาะสมกับบริเวณอาคาร ทิศทางในการรับแดด การระบายความร้อนและการรับลมจากทิศทางลมประจำด้วย

อย่างไรก็ตามถึงแม้ต้นไม้ที่มีขนาดต่างกันเล็กน้อยอาจจะให้ผลในการควบคุมสภาพอากาศเฉพาะที่ใต้ร่มเงาใกล้เคียงอาคารใกล้เคียงกัน แต่ต้นไม้ที่มีขนาดร่มเงากว้างกว่าย่อมสามารถป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ให้กับสภาพแวดล้อมรอบอาคารได้มากกว่าต้นไม้ที่มีขนาดทรงพุ่มเล็ก ส่งผลให้สภาพแวดล้อมอาคารได้รับปริมาณรังสีและเปล่งรังสีกลับน้อยกว่า ต้นไม้ขนาดใหญ่จึงมีประสิทธิภาพในการควบคุมสภาพอากาศเฉพาะที่ได้มากกว่า

3. จำนวนต้นไม้

บริเวณที่มีต้นไม้ (มะม่วง) จำนวน 4 ต้นมีสภาพอากาศเฉพาะที่ใต้ร่มเงาใกล้เคียงอาคาร ในช่วงเช้ามีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณต้นไม้เดี่ยวประมาณ 0.6-1.5 องศาเซลเซียส ในช่วงวันมีค่าต่ำกว่าบริเวณ ต้นไม้เดี่ยวประมาณ 0.8-1.25 องศาเซลเซียส บริเวณที่มีต้นไม้มากให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ สม่ำเสมอและค่อนข้าง

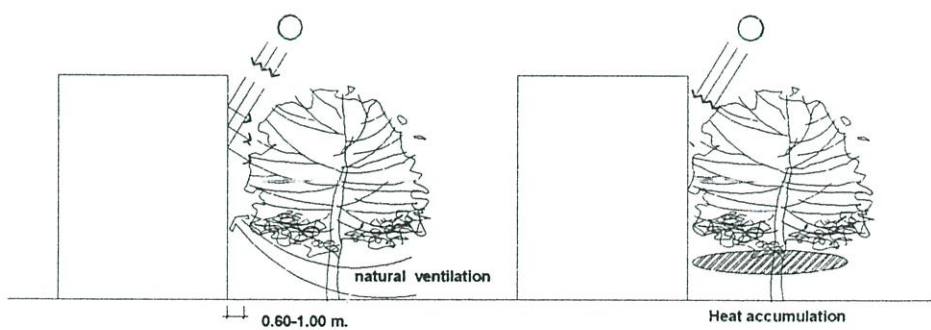
ข้างคงที่ตลอดวัน ในขณะที่บริเวณต้นไม้เดี่ยวกลับให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงมากในตอนเช้าและต่ำสุดในช่วงวิกฤต

ช่วงบ่ายบริเวณที่มีต้นไม้ 4 ต้น มีแนวโน้มของอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณต้นไม้เดี่ยว ประมาณ 0.9-1.6 องศาเซลเซียส เนื่องจากทรงพุ่มมีพื้นที่ผิวในการรับรังสีมากและมีการสะสมความร้อนในพุ่มใบได้มากกว่า บริเวณที่มีต้นไม้ต้นเดี่ยวมีแนวโน้มอุณหภูมิลดลงเร็วกว่าบริเวณต้นไม้มาก แต่ช่วงหลังดวงอาทิตย์ตกถึงเช้าบริเวณที่มีต้นไม้มากมีอุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณต้นไม้เดี่ยวและสภาพอากาศเล็กน้อย การเลือกใช้ต้นไม้จึงควรพิจารณาถึงการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์เป็นสำคัญ บริเวณที่มีจำนวนต้นไม้มาก ถึงแม้จะมีอุณหภูมิอากาศในช่วงบ่ายสูงกว่าบริเวณต้นไม้เดี่ยวก็ตาม แต่ต้นไม้มากให้ร่มเงากับบริเวณรอบอาคารได้มากกว่าต้นไม้เดี่ยว จึงเหมาะสมสำหรับอาคารที่มีพื้นที่เพียงพอ ซึ่งช่วยลดค่าการแผ่รังสีลดอุณหภูมิให้กับสภาพแวดล้อมอาคาร ได้อย่างมีประสิทธิภาพมาก

4. ระยะห่างระหว่างพุ่มใบและผนังอาคาร

ระยะห่างระหว่างผนังอาคารและพุ่มใบที่เหมาะสมควรคำนึงถึงขนาดทรงพุ่มของพืชแต่ละชนิดเมื่อมีขนาดโตเต็มที่ ระยะห่างส่งผลต่อการบังเงาให้กับผนังและผิวพื้นรอบอาคาร พุ่มใบใกล้ผนังอาคารจะช่วงบังเงาให้กับผนังอาคารได้มากกว่าพุ่มใบที่อยู่ห่างผนัง แต่พุ่มใบที่ใกล้กับอาคารมากเกินไปจะส่งผลให้เกิดการกักเก็บความร้อนระหว่างอาคารกับพุ่มใบได้มาก เกิดปัญหาเรื่องการระบายความร้อนและความชื้นในพุ่มและใต้พุ่มใบ ในขณะที่พุ่มใบที่อยู่ห่างจากผนังมากเกินไปจะส่งผลต่อการรับรังสีตรงและรังสีสะท้อนทางผนังในกรณีที่ดวงอาทิตย์ทำมุม (Altitude) สูงสู่บริเวณใต้ร่มเงาได้ง่าย

พื้นที่ระหว่างพุ่มใบและผนัง อาคารช่วยให้เกิดการระบายความร้อนและความชื้นได้ดี ในขณะที่ ระยะห่างระหว่างพุ่มใบกับผนังเกิน 1.00 เมตร จะเกิดการสะท้อนรังสีจากผนังสู่พื้นที่ใต้พุ่มใบในกรณีที่ดวงอาทิตย์ทำมุมสูงได้ง่าย ส่งผลให้บริเวณใกล้อาคารมีอุณหภูมิสูงขึ้นในช่วงวัน ตำแหน่งการปลูกไม้ยืนต้นเพื่อให้ร่มเงาและป้องกัน การสะสมความร้อนที่เหมาะสม พุ่มใบควรอยู่ห่างจากผนังอาคารด้านที่ต้องการผลที่ระยะ 0.60-1.00 เมตร



ภาพที่ 5.1 แสดงระยะห่างระหว่างพุ่มใบและผนังอาคารที่เหมาะสม

5. กระแสลมกับการลดอุณหภูมิและความชื้น

กระแสลมเป็นตัวแปรหนึ่งที่มีอิทธิพลมากต่อการพาความร้อนและความชื้นออกจากพุ่มใบ บริเวณที่มีกระแสลมพัดผ่านตลอดเวลา มีแนวโน้มของอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณที่มีลมพัดผ่านน้อย สภาพอากาศช่วงเช้าและเย็นมีค่าความแตกต่างของอุณหภูมิสูง บริเวณที่มีกระแสลมพัดผ่านมีค่าอุณหภูมิอากาศ สูงกว่าประมาณ 2.5-3.7 องศาเซลเซียส ในขณะที่ช่วงเวลาวิกฤตมีค่าอุณหภูมิแตกต่างกันน้อยมี

ค่าประมาณ 0.7-2.5 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นสัมพัทธ์บริเวณที่มีกระแสลมพัดผ่านจะมีค่าค่อนข้างต่ำคงที่ตลอดวัน ในขณะที่บริเวณที่มีลมพัดผ่านน้อยจะให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงมากในช่วงเช้าและลดลงต่ำในช่วงเวลาวิกฤตใกล้เคียงกับสภาพอากาศ

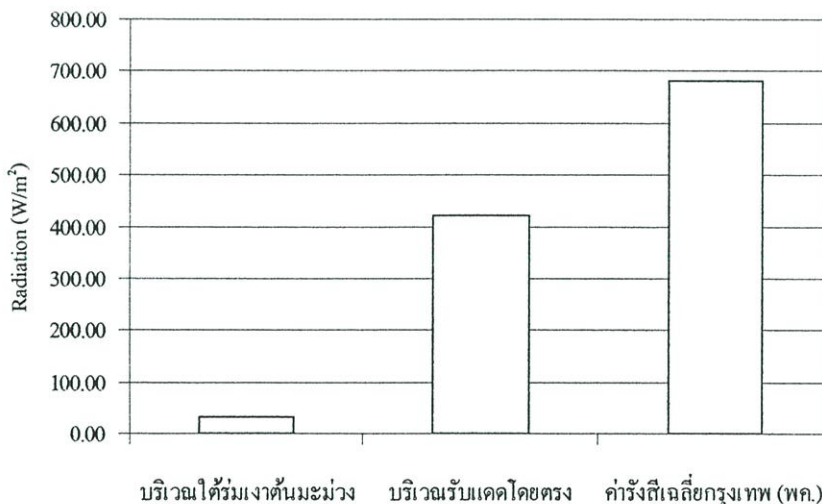
กระแสลมช่วยลดความชื้นสัมพัทธ์และเร่งอัตราการระเหยของน้ำ ส่งผลให้อุณหภูมิอากาศลดลงและค่าความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างคงที่ใกล้เคียงสภาพอากาศ พืชพรรณที่มีทรงพุ่มต่ำเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาความร้อนส่งผลให้ความร้อนอบอู่ภายใต้พุ่มใบได้มากกว่าพืชพรรณที่มีทรงพุ่มสูง และพืชพรรณที่มีความหนาแน่นพุ่มใบน้อยสามารถระบายอากาศในพุ่มใบได้ดี ประสิทธิภาพในการระบายความร้อนและความชื้นในพุ่มใบและใต้พุ่มใบ ขึ้นอยู่กับความหนาแน่น ของพุ่มใบ ความสูงของพุ่ม และสิ่งกีดขวางในแนวการเคลื่อนที่ของ กระแสลม

5.2 ผลของการใช้พืชพรรณในสภาพแวดล้อมรอบอาคาร

1. ลดปริมาณรังสีความร้อนที่จะตกกระทบผิวพื้นและผนังอาคาร

เมื่อใช้ต้นไม้ร่มเงาที่มีค่าการสกัดกั้นรังสี 92-96% ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.00 เมตร พื้นที่ใต้พุ่มประมาณ 2.50 เมตร อยู่ด้านทิศเหนือทรงพุ่มห่างจากผนังอาคารประมาณ 0.60 เมตร ขนาดร่มเงาประมาณ 28.3 ตารางเมตร ผิวผนังและพื้นคอนกรีตประมาณ 156 ตารางเมตร

- ปริมาณรังสีที่ตกกระทบผิวพื้นและผนัง ในช่วงวิกฤตของเดือนพฤษภาคมภายนอกพุ่มวัดได้เฉลี่ย 420 W/m^2 เมื่อเทียบกับ ค่าการแผ่รังสีกรุงเทพฯ 680 W/m^2 (AIT, 2542) แต่ภายใต้ร่มเงาด้านมะม่วงยังคงมีค่าการแผ่รังสีเฉลี่ยเพียง 34.36 W/m^2 เท่านั้น

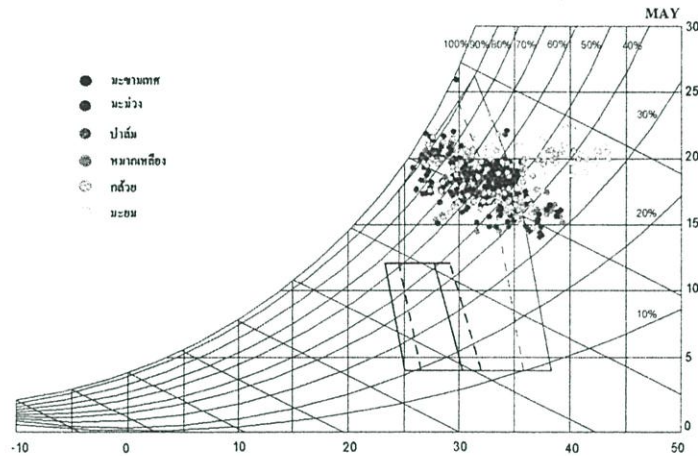


ภาพที่ 5.2 แผนภูมิแท่งแสดงการลดค่าการแผ่รังสีภายใต้ร่มเงาด้านมะม่วงในช่วงเวลาวิกฤต

2. ลดค่าความร้อนที่จะส่งผ่านเข้าสู่ภายในอาคาร อันเป็นสาเหตุของอุณหภูมิความร้อนและความไม่สบาย (Discomfort) ของผู้ใช้อาคาร

3. ลดภาระการทำความเย็น (Cooling Load) ให้กับเครื่องปรับอากาศ ส่งผลให้เกิดการประหยัดพลังงานการปรับอากาศในอาคาร

4. ช่วยให้เกิดสภาพระนาบสายทางอุณหภูมิให้กับผู้ใช้อาคารแต่ไม่ครอบคลุมความสบายด้านความชื้น กล่าวคือ บริเวณที่ไม่เย็นเกินไปไม่ช่วยให้สภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคารอยู่ในขอบเขตความสบายตามทฤษฎี Adaptive Model ได้ ถึงแม้จะมีประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิอากาศให้อยู่ในช่วงอุณหภูมิความสบายก็ตาม แต่พืชพรรณกลับเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงกว่าขอบเขตความสบายมาก วิธีในการปรับปรุงเพื่อลดค่าความชื้นสัมพัทธ์บริเวณที่มีพืชพรรณคือการเพิ่มปัจจัยของการพัดพาความชื้น ของกระแสลม ซึ่งนอกจากจะช่วยลดความชื้นให้กับบริเวณรอบอาคารแล้ว กระแสลมยังช่วยขยายขอบเขตความสบายได้มากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 5.3 แสดงการเพิ่มปัจจัยของกระแสลมเพื่อขยายขอบเขตสภาพระนาบสายทางรวมกับการใช้พืชพรรณ

5.3 อิทธิพลที่ส่งผลต่อสภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคาร

1. การแผ่รังสีดวงอาทิตย์

บริเวณรอบอาคารได้รับปริมาณรังสีตรง รังสีกระจายและรังสีสะท้อนในปริมาณที่แตกต่างกัน ส่งผลให้บริเวณรอบอาคารมีสภาพอากาศเฉพาะที่แตกต่างกัน ซึ่งปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบวัสดุผิวพื้นและผนังเป็นตัวแปรสำคัญ ที่ก่อให้เกิดการสะสมความร้อนในเนื้อวัสดุ และเกิดการแผ่รังสีความร้อนกลับสู่สภาพแวดล้อมรอบอาคาร บริเวณที่ได้รับรังสีมากมีแนวโน้มของอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณที่ได้รับปริมาณรังสีน้อย จากการทดลอง (เดือน พฤษภาคม) ดวงอาทิตย์โคจรไปทางด้านทิศเหนือส่งผลให้ทิศเหนือ ได้รับรังสีสูงสุดตลอดวัน ส่วนด้านทิศใต้ได้รับร่มเงาจากอาคารเกือบตลอดทั้งวัน ในขณะที่ด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตกได้รับปริมาณรังสีเพียงครึ่งวันและยังได้รับอิทธิพลจากร่มเงาอาคารข้างเคียงในช่วงที่ดวงอาทิตย์ทำมุม (Altitude) ต่ำ ส่งผลให้อุณหภูมิด้านทิศเหนือในช่วงเวลาวิกฤตมีแนวโน้มสูงสุด สูงกว่าด้านทิศตะวันตก ทิศตะวันออก และทิศใต้ ตามลำดับ

ประสิทธิภาพในการลดการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ของต้นไม้มีผลมากต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศ เห็นได้ชัดเมื่อเปรียบเทียบค่าการแผ่รังสีบริเวณกลางแจ้งกับพื้นที่ได้ร่มเงาต้นไม้ บริเวณกลางแจ้ง (ลานคอนกรีต) วัดค่าการแผ่รังสีเฉลี่ยสูงสุดได้ประมาณ 420 วัตต์ต่อตารางเมตร ในขณะที่ได้ร่มเงา วัดค่าการแผ่รังสีเฉลี่ยสูงสุดได้เพียง 34.36 วัตต์ต่อตารางเมตรเท่านั้น ส่งผลให้บริเวณลานคอนกรีตมี

อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 7-11.2 องศาเซลเซียสในช่วงเวลาวิกฤต แต่อุณหภูมิภายใต้ร่มเงามีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 2-5 องศาเซลเซียสเท่านั้น (ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชพรรณ) เมื่อเทียบกับค่าการแผ่รังสีเฉลี่ยเดือนพฤษภาคมของกรุงเทพมหานคร (AIT,2542) วัดค่าการแผ่รังสีสูงสุดได้ 680 วัตต์ต่อตารางเมตร อนุมานได้ว่าบริเวณที่ไม่มีร่มเงาจะมีอุณหภูมิอากาศเฉพาะที่สูงกว่าอุณหภูมิอากาศมาก ในขณะที่ภายใต้ร่มเงาจะมีอุณหภูมิอากาศเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากประสิทธิภาพในการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ของพืชพรรณสามารถลดปริมาณความร้อนที่จะตกกระทบผิวพื้นและผนัง อาคาร และลดการเปล่งรังสีกลับของวัสดุสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพของการควบคุมปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ของต้นไม้ คำนวณได้จาก เปรอร์เซ็นต์ผลต่างค่าการแผ่รังสีภายนอกและค่ารังสีที่วัดได้ภายใต้ร่มเงาของพืชพรรณ ค่าการสกัดกั้นรังสีขึ้นอยู่กับตัวแปรทาง สภาพของพืชพรรณดังนี้

- ความหนาแน่นของพุ่มใบ ไม้ยืนต้นที่มีความหนาแน่นพุ่มใบมาก สามารถป้องกันรังสีได้ดีกว่าไม้ยืนต้นที่มีความหนาแน่นพุ่มใบน้อย

- ความหนาของพุ่มใบ (วัดจากยอดพุ่มถึงใต้ทรงพุ่ม) ไม้ยืนต้นที่มีความหนาพุ่มใบมากป้องกันรังสีตรงที่จะต่อทะลุพุ่มใบได้ดี

- ขนาดร่มเงา (เส้นผ่าศูนย์กลางพุ่มใบ) ไม้ยืนต้นที่มีพื้นที่ร่มเงากว้างช่วยป้องกันรังสีสะท้อนและรังสีกระจายจาก สิ่งแวดล้อมสู่ บริเวณใต้ร่มเงาได้ดีกว่าไม้ยืนต้นที่มีพื้นที่ร่มเงาน้อย

- ความสูงของพุ่มใบ พุ่มใบสูงจะมีอัตราเสี่ยงต่อการรับรังสีดวงอาทิตย์ในขณะที่ทำมุม Altitude ต่ำในตอนเช้าและบ่ายได้มากกว่าทรงพุ่มต่ำ

จากการทดลองประสิทธิภาพของการป้องกันรังสีของพืชพรรณแต่ละชนิดสรุปได้ดังนี้

มะม่วงมีค่าการสกัดกั้นรังสีตรงสูงสุด (92-96%) มะขามเทศ (91-92%) ปาล์ม (84-89%) หมากเหลือง (79-85%) กัลย (94-96%) และ มะยม (86-95%)

2. การแผ่รังสีความร้อนจากวัสดุสิ่งแวดล้อมรอบอาคาร

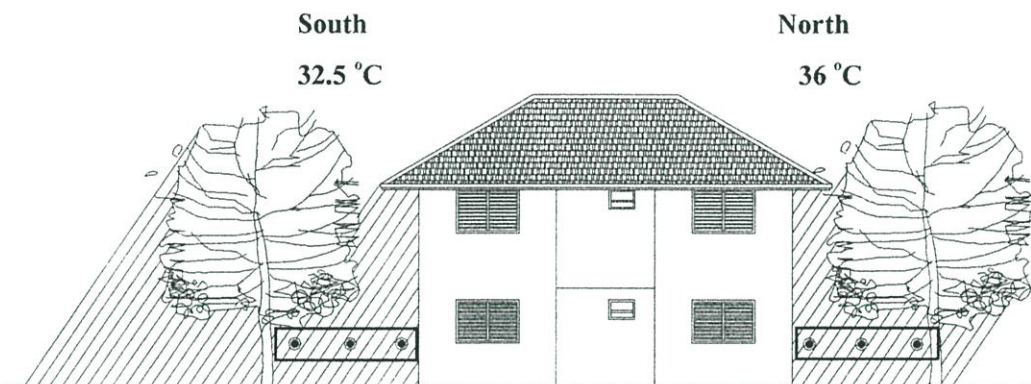
บริเวณที่เป็นพื้นคอนกรีตมีแนว โน้มของ อุณหภูมิสูงสุด รองลงมาได้แก่บริเวณสนามหญ้า ส่วนบริเวณใต้ร่มเงาด้านมะม่วงเล็ก ด้านมะม่วงขนาดกลาง บริเวณที่มีต้นมะม่วงหลายต้นและบริเวณที่มีการจัดสวนมีอุณหภูมิต่ำสุดใกล้เคียงกัน อุณหภูมิสูงสุดในช่วงเวลาวิกฤตของบริเวณลานคอนกรีตวัดได้ 43.86 °C สนามหญ้า 37.40 °C บริเวณใต้ร่มเงาด้านมะม่วงขนาดเล็ก 34.96 °C ใต้ร่มเงาด้านมะม่วงขนาดกลาง 35.27 °C ใต้ร่มเงาด้านมะม่วงหลายต้น 34.64 °C และบริเวณที่มีการจัดสวน 34.82 °C

อุณหภูมิการแผ่รังสีจากสิ่งแวดล้อม ส่งผลกระทบต่อสภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณพื้นผิวคาดแจ้ง สภาพอุณหภูมิอากาศเฉพาะที่แบ่งได้ 2 ลักษณะคือ

- อุณหภูมิใกล้ผิวผนัง (0.10ม.) ได้รับอิทธิพลจากอุณหภูมิสภาพแวดล้อมน้อย แนวโน้มของอุณหภูมิมีค่าเพิ่มสูงขึ้นช้าในช่วงเช้า อุณหภูมิสูงสุดที่เวลาประมาณ 14.00 น. ตอนกลางคืนได้รับอิทธิพลจากการคายความร้อนของผิวผนัง ส่งผลให้อุณหภูมิใกล้ผิวผนังยังคงสูงกว่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและสูงกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 3.5-6.0 องศาเซลเซียส

- อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม (มากกว่า1.00) เป็นอุณหภูมิที่เกิดจากพื้นผิวรอบอาคารและสิ่งแวดล้อมได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์ เกิดการแผ่รังสีกลับสู่สภาพแวดล้อม ส่งผลให้ช่วงเวลาเช้าอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นเร็วกว่าอุณหภูมิใกล้ผิวผนัง หลังจาก 12.00 น. อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมลดลงอย่างต่อเนื่อง หลังดวงอาทิตย์ตกวัสดุสิ่งแวดล้อมมีการแลกเปลี่ยนความร้อนกับบรรยากาศ ส่งผลให้อุณหภูมิสภาพแวดล้อมรอบอาคารมีค่าลดต่ำกว่าอุณหภูมิใกล้ผิวผนัง และต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 1.0-2.0 องศาเซลเซียส

บริเวณที่มีต้นไม้ อุณหภูมิผิวผนังและอุณหภูมิได้ร่มเงามีค่าใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่าต้นไม้มีประสิทธิภาพในการควบคุมอุณหภูมิอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างพุ่มใบและผนังอาคารควรอยู่ที่ระหว่าง 0.60-1.00 เมตร เพื่อประสิทธิภาพในการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ในมุมสูงและการระบายความร้อนและความชื้นได้ร่มเงา



ภาพที่ 5.4 แสดงผลที่เทียบเท่ากันของสภาพอากาศได้ร่มเงาระหว่างต้นไม้และผนังอาคาร

5.4 สรุปข้อเสนอแนะในการใช้พืชพรรณประกอบอาคาร

การออกแบบสภาพแวดล้อมรอบอาคารในภูมิอากาศแบบร้อนชื้นของกรุงเทพมหานคร ควรคำนึงถึงการป้องกันรังสีตรง รังสีกระจายและรังสีสะท้อนเป็นสำคัญ โดยเฉพาะช่วงเวลาที่รังสีมีความเข้มสูงในขณะเดียวกันต้องคำนึงการรับลมธรรมชาติเพื่อการระบายความร้อนและความชื้นได้สะดวก ลักษณะพืชพรรณที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ขนาดเล็กจึงควรควรปลูกพืชประมาณ 1-2 ต้นที่มีขนาดใหญ่ที่มีร่มเงาปานกลาง พุ่มสูง มีความหนาแน่นพุ่มใบมาก ไม่บังลม ควรปลูกใกล้กับอาคาร และควรกำจัดกิ่งกีดขวางทางลมได้พุ่ม การออกแบบโดยนำต้นไม้มาประกอบอาคารจึงควรพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่าง การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ทิศทาง มุมดวงอาทิตย์ ลักษณะต้นไม้ และสภาพแวดล้อมอาคาร การออกแบบควรพิจารณาถึง

1. ช่วงเวลาในการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์

ในระหว่างวันและในรอบปี ช่วงเวลาที่ได้รับ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สูงสุด เพื่อลดปริมาณความเข้มของการแผ่รังสีให้กับสิ่งแวดล้อมรอบอาคาร เนื่องจากอุณหภูมิอากาศมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อมีความเข้มของการแผ่รังสี ดังนั้นการออกแบบเพื่อป้องกันการเพิ่มอุณหภูมิอากาศจึงควรป้องกันปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ตั้งแต่เวลาประมาณ 09.00-16.00 น. เป็นสำคัญ และคำนึงถึงตำแหน่งดวงอาทิตย์ที่ทำมุม (Altitude) กับผิวพื้นและผนังอาคาร

2. ตำแหน่งและทิศทางการปลูกพืชรอบอาคาร

2. ตำแหน่งและทิศทางการปลูกพืชรอบอาคาร

- ทิศเหนือ ได้รับปริมาณรังสีในช่วงสั้นประมาณ 4 เดือน ดวงอาทิตย์ทำมุมสูง ปริมาณความเข้มการแผ่รังสีน้อย ความต้องการในการป้องกันรังสีน้อยที่สุด พืชพรรณควรเป็นพืชที่มีความหนาแน่นพุ่มใบปานกลาง ลักษณะพุ่มใบแผ่กว้าง ได้พุ่มสูงเนื่องจากต้องการรับลมประจำฤดูในการระบายอากาศสามารถปลูกได้ทั้งไม้ใบและไม้ประดับที่มีการแผ่กิ่งก้านสวยงาม

- ทิศตะวันออก รับปริมาณรังสีในช่วงเช้า ความเข้มของการแผ่รังสีสูงตลอดปี ดวงอาทิตย์ทำมุมต่ำถึงสูง พืชพรรณที่ควรปลูกควรมีลักษณะเป็นแนวและแน่นทึบ มีช่องว่างใต้กลุ่มใบเพื่อการระบายอากาศ กรณีพื้นที่อาคารน้อยควรปลูกทรงชลุคประเภทสนต่าง ๆ หรือบริเวณกว้างควรใช้รูปทรงกลม ไข่ เพื่อป้องกันการแผ่รังสีจากด้านข้างอาคาร

- ทิศใต้ ควรมีทรงพุ่มสูงและมีพื้นที่ใต้พุ่มมาก ทรงพุ่มแผ่กว้าง มีความหนาแน่นสูง เนื่องจากได้รับปริมาณรังสีตลอด 8 เดือน ในช่วงที่มีปริมาณความเข้มสูง ควรเป็นไม้ไม่ผลัดใบ มีพื้นที่ใต้พุ่มสูงเพื่อรับลมประจำฤดู

- ทิศตะวันตก ควรปลูกเป็นแนวแน่นทึบ หากอาคารมีช่องเปิดควรเลือกทรงพุ่มกลมทึบ หรือแผ่กว้าง มีพื้นที่ใต้พุ่มเพื่อให้ลมพัดผ่านได้ ควรมีทรงพุ่มต่ำมีความหนาแน่นพุ่มใบมาก ป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงบ่ายถึงเย็น

3. การออกแบบเพื่อรับลมประจำถิ่น

ในฤดูร้อนลมประจำถิ่นพัดมาจากทิศตะวันตก และทิศตะวันตกเฉียงใต้ ฤดูหนาวลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ กลุ่มต้นไม้ในตำแหน่งต้นลมควรเป็นไม้ยืนต้นที่มีพุ่มใบสูง แผ่กว้าง เพื่อป้องกันรังสีที่มีความเข้มสูงและระบายอากาศได้ในเวลาเดียวกัน ควรเป็นไม้ไม่ผลัดใบเพื่อการดูแลรักษาง่าย ไม่ควรเป็นพืชพรรณที่มีพิษหรือมียาง

4. สภาพแวดล้อมประกอบอาคาร

บริเวณที่เป็นผิวพื้นอาคารควรเป็นวัสดุที่มีความจุความร้อนต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณต้นลมควรหลีกเลี่ยงแหล่งความร้อน และควรให้ความชุ่มชื้นกับผิวพื้น โดยการปลูกหญ้า หรือพืชคลุมดิน อย่างไรก็ตามบริเวณที่เป็นสนามหญ้าโล่งเพียงอย่างเดียวยังคงมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศประมาณ 3-6 องศาเซลเซียสซึ่งยังคงมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศมาก ควรป้องกันบริเวณผิวพื้นด้วยร่มเงาจากพืชพรรณขนาดใหญ่ เพื่อลดการสะสมความร้อนและการเปล่งรังสีกลับสู่สภาพแวดล้อม อีกทั้งยังช่วยเหนี่ยวนำความเย็นด้วยกระแสลมสู่พื้นที่ใช้งานในอาคาร

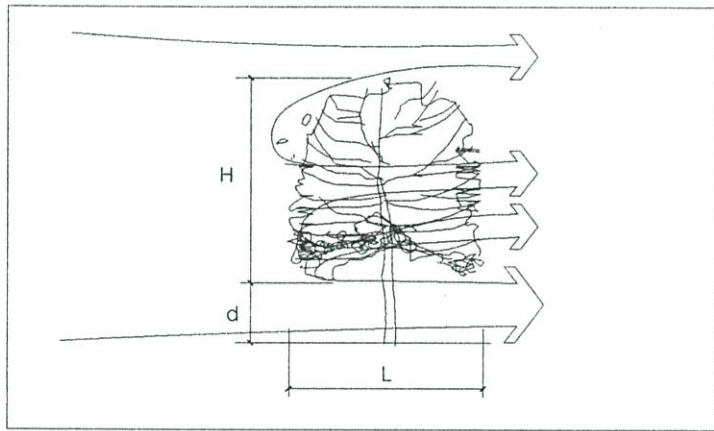
5. ข้อเสนอแนะการออกแบบโดยใช้พืชพรรณที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ขนาดเล็ก

บริเวณรอบอาคารที่มีพื้นที่จำกัดขนาดเล็ก ลักษณะกลุ่มอาคารอยู่ใกล้กันและมีพื้นที่ระหว่างหลังน้อย การเลือกพืชพรรณควรพิจารณาถึงเรื่อง การป้องกันรังสีความร้อนให้กับบริเวณรอบอาคารและการระบายอากาศเป็นหลัก ในขณะที่สามารถ ระบายอากาศในพุ่มและใต้พุ่มใบได้สะดวก ไม่กีดขวางทางลมที่จะพัดเข้าสู่อาคาร ควรปลูกพืชขนาดกลางที่มีขนาดพุ่มเหมาะสมกับพื้นที่อาคารจำนวน 1-2 ต้นสำหรับพื้นที่ขนาดเล็ก และควรเพิ่มจำนวนตามสัดส่วนพื้นที่ที่เพิ่มขึ้น

พืชพรรณที่ควรปลูกสำหรับพื้นที่ขนาดเล็กคือ ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก ทรงพุ่มสูง เช่น ต้นมะม่วง มะขามเทศ ปาล์ม (ปลูกมากกว่า 3 ต้น มีประสิทธิภาพเทียบเท่ามะม่วงขนาดกลาง 1 ต้น) ควรมีลักษณะดังนี้

- ขนาดร่มเงากว้าง (L) อย่างน้อย 6.00-10.00 เมตร ความลึกของพุ่มใบ (H) อย่างน้อย 5.00 เมตร พิจารณาร่วมกับความหนาแน่นของพุ่มใบ

- พื้นที่ใต้พุ่มใบเปิดโล่ง ไม่ควรมีสสิ่งกีดขวางทางลม เพื่อเพิ่มปัจจัยการพัดพาความร้อนและความชื้น โดยกระแสนลม ควรมีทรงพุ่มสูงจากพื้นประมาณ 3.00 (d) ไม่ควรเกิน 5.00 เมตร สำหรับต้นไม้ที่มีพุ่มใบหนาที่ควรตัดแต่งกิ่งให้มีความโปร่งเพิ่มขึ้น เพื่อการระบายอากาศที่ดี



ภาพที่ 5.5 แสดงลักษณะพุ่มใบของไม้ยืนต้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกบนพื้นที่ขนาดเล็กรอบอาคาร

6. ระยะห่างระหว่างพุ่มใบถึงผนังอาคาร

ไม้ยืนต้นควรปลูกให้มีพุ่มใบห่างจากผนังระหว่าง 0.60-1.00 เมตร เพื่อให้สามารถระบายอากาศและความชื้นได้สะดวก และป้องกันรังสีสะท้อนผนังสู่บริเวณใต้พุ่มใบในกรณีดวงอาทิตย์ทำมุม Altitude สูง การปลูกพืชพรรณในบริเวณรอบอาคารที่มีพื้นที่มากขึ้น เพื่อให้ได้ผลของการลดอุณหภูมิ และไม่เพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ได้ร่มเงา ควรปลูกให้พุ่มใบมีระยะห่างประมาณ 0.60-1.00 เมตร เพื่อการระบายความร้อนในพุ่มใบและบริเวณใต้พุ่มใบได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังคงได้รับร่มเงาให้กับ บริเวณพื้นผิวรอบอาคารได้เป็นอย่างดี

7. การเพิ่มปัจจัยกระแสนลม

ควรกำจัดสิ่งกีดขวางทางลม ที่จะเป็นอุปสรรคต่อการพาความร้อนและความชื้นใต้พุ่มใบ นอกจากนี้กระแสนลมยังช่วยเพิ่มอัตราการระเหยของไอน้ำและเหงื่อ ช่วยลดอุณหภูมิและเพิ่มความสบายให้กับผู้ใช้อาคาร บริเวณต้นลมควรเปิดโล่ง รั้วควรมีลักษณะโปร่ง เพื่อประสิทธิภาพในการระบายความร้อนและความชื้นใต้พุ่มใบ เปิดโอกาสให้กระแสนลมพัดผ่านสู่พื้นที่ใช้สอยในอาคารด้วย

5.5 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

การวิจัยโดยการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสภาพอากาศจากสถานที่จริง มีโอกาสที่จะเกิดความคลาดเคลื่อนของการเก็บข้อมูลจากเหตุหลายประการ ได้แก่

1. ตัวแปรสภาพแวดล้อมที่อยู่นอกเหนือจากการควบคุม เช่น วัสดุประกอบอาคาร สภาพอากาศในแต่ละฤดูกาล ปัจจัยความร้อนความชื้นจากการสภาพแวดล้อมเปิดที่พัดพามากับ กระแสนลมการใช้งานของผู้ใช้อาคารที่ส่งผลกระทบต่อการศึกษา เป็นต้น

2. ความจำกัดของเครื่องมือที่ทำการเก็บข้อมูลจำกัดงานวิจัย เช่น เครื่องมือเก็บน้อยเกินไป ไม่สามารถทำการเก็บผลในช่วงเวลาเดียวกันได้พร้อมกันทุกกรณี เครื่องมือมีความคลาดเคลื่อนเมื่อนำไปใช้ในสภาพแวดล้อมจริงและเกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากความผิดพลาดจากการใช้งาน ทั้งนี้อาจเกิดจากผู้ใช้เครื่องมือก่อนหน้าหรือเกิดปัญหาจากผู้เก็บข้อมูลเอง การตั้งค่าเครื่องมือก่อนนำไปใช้ควรมีการทดลองใช้เครื่องมือก่อนนำไปเก็บผลจริงเพื่อปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของข้อมูล

3. ความจำกัดของระยะเวลา การทดลองทำในช่วงเวลาสั้น ผลที่ได้จากการทดลองเกิดจากสภาพอากาศเฉพาะช่วงเท่านั้น ซึ่งเมื่อดวงอาทิตย์เปลี่ยนแนวการโคจรจะส่งผลกระทบต่อ ปริมาณรังสีที่ได้รับในแต่ละทิศทางส่งผลต่อสภาพอากาศเฉพาะที่รอบอาคารต่างกัน จึงควรเก็บในช่วงระยะยาวและทุกฤดู

4. ความจำกัดของชนิดและลักษณะของพืชพรรณที่เป็นกรณีศึกษา เช่น พืชพรรณน้อยชนิดหรือพืชพรรณชนิดเดียวกันแต่ขนาดต่างกัน ความหนาแน่นต่างกัน ตำแหน่งและระยะห่างพุ่ม การวิจัยนี้จึงเลือกกรณีศึกษาจากหมู่บ้านเดียวกันที่มีการจัดวางในทิศทางเหนือ-ใต้ โดยคัดเลือกพืชพรรณจากชนิดที่นิยมปลูกมากที่สุด ขนาด พุ่มที่มีความใกล้เคียงกัน

5. วิธีการประมาณค่าความหีบของพุ่มใบ โดยใช้สายตาและการคิดค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ ใช้ไม่ได้ผลในการทำนายประสิทธิภาพในการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ เหนือที่ใช้ในการเลือกพืชพรรณเพื่อป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ที่น่าเชื่อถือ ควรใช้เครื่องมือเพื่อเปรียบเทียบปริมาณรังสีภายนอกพุ่มและภายในพุ่มหลายจุดและหาค่าเฉลี่ยของค่า การป้องกันรังสีในแต่ละชนิดของพืชพรรณ

6. การเก็บข้อมูลเป็นการเก็บผลเป็นจุด ห่างจากผนังอาคารเข้าสู่พื้นที่ร่มเงาในทิศทาง และระยะต่างๆ กัน ซึ่งผลที่ได้จึงเกิดจากปัจจัยของสิ่งแวดล้อมที่เกิดเฉพาะที่ระหว่างพืชพรรณ ผนังอาคาร และสภาพแวดล้อมบริเวณที่มีพืชพรรณเท่านั้น การนำผลไปใช้ควรพิจารณาเรื่องตำแหน่งของการใช้งานกับผลที่ได้จากการทดลอง

บรรณานุกรม

- (1) กองอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, พิมพ์ครั้งที่ 2, 2538
- (2) คริ่งใจ บุรณสมภพ, การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย, คณะสถาปัตยกรรม
ศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร, พิมพ์ครั้งที่ 2 : 2521
- (3) สุนทร บุญญาธิการ, ดร., เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน : เพื่อคุณภาพชีวิตที่
ดีกว่า, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542
- (4) ประวีรพรรณ อมรพงษ์, การปรับสภาพแวดล้อมรอบอาคารด้วยวัสดุพืชพรรณธรรมชาติเพื่อ
สร้างสภาวะน่าสบาย, วิทยานิพนธ์, หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต, สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2544
- (5) สมจิต โยระคง, วัสดุพืชพรรณในการจัดภูมิทัศน์, (กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรม -
ชิราช 2540)
- (6) สมศักดิ์ นิตยะ, รศ., การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น, คณะสถาปัตยกรรม
ศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541
- (7) ศิริชัย กาญจนวาตี, ดร., การเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมสำหรับการวิจัย, พิมพ์ครั้งที่ 3 : บุญศิริกา
รพิมพ์, 2544
- (8) สุดสวาท ศรีสถาปัตยกรรม, การออกแบบวัสดุพืชพรรณเพื่อการประหยัดพลังงาน, จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2531.
- (9) วิเชียร สุวรรณรัตน์, ภูมิอากาศและการออกแบบสถาปัตยกรรม, มปส. พิมพ์ครั้งที่ 2 , 2538
- (10) อศวิน ไทรสาคร, การศึกษาการใช้พืชพรรณไม้ประกอบอาคารเพื่อลดความร้อนเข้าสู่อาคาร
กรณีศึกษา : อาคารพักอาศัยในกรุงเทพมหานคร, วิทยานิพนธ์ หลักสูตรสถาปัตยกรรม
ศาสตร์มหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2545
- (11) A. Takashi, **Passive methods for creating good Thermal environments in outdoor space**,
Tokyo Institute of Technology, ARCHITECTURE, CITY, ENVIRONMENT,
Proceedings of PLEA 2000 (July)
- (12) A. Hoyano, **Climatological uses of plants for solar control and the effects on the
thermal environment of a building**, Journal of Energy and Buildings 11 (1988)
pp.181-199
- (13) A.H. Rosenfeld et al., **Mitigation of urban heat Island : materials, Utility programs,
updates**, Journal of Energy and Buildings 22 (1995) pp.255-265

- (14) Argiro Dimoudi and Marialena Mikolopoulou, **Vegetation in the urban environment : microclimatic analysis and benefits**, Center for Renewable Energy Sources (CRES), Greece, Paper in ARCHITECTURE, CITY, ENVIRONMENT, Proceedings of PLEA 2000 (July 2000) pp. 489-494
- (15) ASLAF, **Landscape Planning for energy conservation**, The Environmental Design, 1997
- (16) B. Givoni, N. Mikiko, **Issues in outdoor comfort research**, ARCHITECTURE, CITY, ENVIRONMENT, Proceedings of PLEA 2000 (July 2000) pp. 562-564
- (17) B. Givoni, **Impact of planted areas on urban environmental quality review**, Atmospheric Environment 25B (1991) pp. 289-299
- (18) B. Givoni, **Man, Climate and Architecture**, London : 2nd Ed. Pub. 1976
- (19) B. Givoni, **Passive and low energy cooling of Building**, New York : Van Nostrand Reinhold Company, 1994
- (20) B. Givoni, **Impact of Planted Area on Urban Environmental Quality**, Atmospheric Environment, 1991
- (21) B. Givoni, **Climate Consideration in Building and Urban Design**, John Wiley & Sons, Inc. 1998
- (22) B. Vaughn, **Building control systems**, 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc.
- (23) Bulcemarques De Almeida, **The scope of influence of water feature in the environmental quality of the urban space : A case study in the North/East of Portugal**. Environment and Energy Programs, Architectural Association Graduate School, London, ARCHITECTURE, CITY, ENVIRONMENT, Proceedings of PLEA 2000 (July 2000) pp. 541-542
- (24) Carolina Lotufo Bueno-Bartholomel et al., **The Comfort in Outdoor spaces: The role of Vegetation as a means of controlling solar radiation**. School of Civil Engineering. UNICAMP University of Campinas, Campinas, Brazil. ARCHITECTURE, CITY, ENVIRONMENT, Proceedings of PLEA 2000 (July 2000) pp. 501-505
- (25) E. Gregory McPherson, **Energy conservation Site Design**, ASLAF, 1984
- (26) J.F. Dwyer et al., **Assessing the benefits and costs of the urban forest**, Journal of Arboricultural 18 (1998) pp. 227
- (27) G.A.C. CANTURIA, **Microclimatic impact of trees in suburban Brasilia**, Environment and Energy Studies Program, Architectural Association Graduate School, London,

- ARCHITECTURE, CITY, ENVIRONMENT, Proceedings of PLEA 2000 (July 2000)
pp. 539-540
- (28) G.A.C. CANTURIA, **Analysis of the Cooling Potential of a tree canopy : With special references to the mango tree**, Environment and Energy Studies Program, Architectural Association Graduate School, London, ARCHITECTURE, CITY, ENVIRONMENT, Proceedings of PLEA 2000 (July 2000) pp. 537-538
- (29) G.Z. Brown et al., **Sun, Wind & Light : Architectural Design Strategies**, John Wiley & Sons.Inc.,2001
- (30) Isaaca. Meir, **Courtyard microclimate : A hot arid region case study**, Desert Architecture and Urban Planning Unit Dept. For Man in the Desert. Paper in ARCHITECTURE,CITY, ENVIRONMENT, Proceedings of PLEA 2000 (July 2000) pp. 218-223
- (31) J.A. Davies, J.E. Hay, **Calculation of the solar radiation incident on a horizontal surface**. in: J.E.Hay, T.K. Won (Eds.) Proceedings of the First Canadian Solar Radiation Data Workshop.1978.pp.32-58
- (32) J.F. Dwyer, E.G. McPherson, H.W.Schroeder, R.A. Rowntree, **Assessing the benefits and costs of the urban forest**, Journal of Arboricultural 18 (1998) pp.227
- (33) L. Norbert, **Heating, Cooling, Lighting: Design methods for Architects**, 2nd cd. John Wiley & Sons.Inc. 2001
- (34) Li shashua-Bar, M.E. Hoffman, **Vegetation as a Climatic component in the design of an urban street : An empirical model for predicting the cooling effect of urban green area with trees**, Energy and Buildings 31(2000) pp.218-223
- (35) L.Shashua-Bar et al., **Vegetation as a climatic component in the design of an urban street : An empirical model for predicting the cooling effect of urban green area with trees**, Journal of Energy and Buildings 21(2001) pp.221-235
- (36) M. Dulce De Almeida, **The scope of influence of water features in the environmental quality of the urban spaces: A case study in the North/East of Portugal**, Environmental and Energy Studied Programs, Architectural Association Graduate School,

- (37) M. Santamouris, **Modeling the heat Island Phenomenon in urban areas using neural network**, ARCHITECTURE, CITY, ENVIRONMENT, Proceedings of PLEA 2000 (July) pp. 431-435
- (38) M. Santamouris, **Energy and Climate in the Urban Built Environment**, University of Athens, Greece. James & James (Science Publishers), London, (2000) ARCHITECTURE, CITY, ENVIRONMENT, Proceedings of PLEA 2000 (July) pp. 541-542
- (39) ONE BOON LAY et al., **A survey of the thermal effect of plants on the vertical sides of tall buildings in Singapore**, School of Architecture, National University of Singapore, ARCHITECTURE, CITY, ENVIRONMENT, Proceedings of PLEA 2000 (July) pp. 495-500
- (40) Parker J.H., **The Use of shrubs in Energy Conservation Planting**, Landscape Journal v-6, 1987
- (41) Parker J.H., **The Impact of Vegetation on Air Condition Consumption**, Proceedings, Conf, on Controlling the Summer Heat Island. California : Lawrence Berkeley Laboratory Berkeley, 1989
- (42) S. ASWIN, **A Study of plants integrated cooling of buildings: Case study Residential buildings in Bangkok**, Thesis in Tropical Architecture, King Mongkut Institute of Technology Ladkrabang (2002)
- (43) Steven V. Szokolay, **Climatic Analysis**, Passive and Low energy Architecture international design tool and Techniques. Australia : University of Queensland Department of Architecture, 1999
- (44) T. Asaeda, T.C. Vu, **The subsurface transport of heat and moisture and its effects on the environment: a numerical model**, Boundary Layer Meteorol. 65 (1993) pp. 159-179
- (45) T. Honjo et al., **Simulation of thermal effects of urban green area on their surrounding areas**, Journal of Energy and Buildings 15-16 (1991) pp. 435-442
- (46) T.R. Oke, **The energetic basis of urban heat island**, Quart, J. R. Met. Soc. 108 (1982) pp. 1-24
- (47) V. Olgyay, **Design with Climate**, New Jersey, Princeton University Press, 1967.
- (48) Vu Thanh Ca, Takashi Asaeda, Eusuf Mohamad Abu, **Reduction in air conditioning energy caused by a nearby park**, Energy and Building 29 (1998) pp. 83-92

- (49) V.T. Ca et al., **Reductions in air conditioning energy caused by a nearby park.** Energy and Buildings 29 (1998) 83-92
- (50) W. Donal et al., **Energy efficient building principles and practices : Climate Design,** McGraw-Hill.Inc.,1983
- (51) Y. Harazono, S. Teraoka, i. Nakase, H, Ikeda, **Effects of rooftop vegetation using artificial substrates on the urban climate and the thermal load of buildings,** Energy and Buildings 15-16 (1991) pp.443-446

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ตาราง ก.1 แสดงภูมิอากาศกรุงเทพมหานครเฉลี่ย 10 ปี (พ.ศ. 2534-2543)

CLIMATOLOICAL DATA FOR THE PERIOD 1991-2000

STATION : BANGKOK METROPOLIS													ELEVATION OF STATION ABOVE MSL. 2 METERS
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ANNUAL
TEMPERATURE													
Mean	27.2	28.1	29.6	30.4	30.2	29.5	29.2	28.7	28.3	28.0	27.8	26.7	28.6
Mean max.	32.5	33.3	34.6	35.2	34.9	33.8	33.1	32.8	32.7	32.4	32.4	31.6	33.3
Mean min.	22.8	24.0	26.0	26.7	26.3	26.0	25.7	25.3	25.0	24.7	23.9	22.4	24.9
Ext. Max.	37.6	37.0	37.6	39.1	38.7	37.5	37.3	36.3	35.6	36.2	36.0	35.8	39.1
Ext. Min.	14.0	16.1	20.5	22.0	22.3	22.7	22.1	21.6	22.2	18.3	18.0	13.2	13.2
RELATIVE HUMIDITY (%)													
Mean	69	70	72	72	74	74	74	76	79	78	69	67	73
Mean max.	86	86	87	87	88	88	87	89	92	91	83	80	87
Mean min.	50	50	53	54	54	59	60	61	60	61	52	53	56
Ext. Min.	26	21	21	23	34	38	40	47	40	33	32	30	21
SUNSHINE DURATION (HR.)													
Monthly totals	219.4	216.7	239.8	210.5	199.9	149.0	132.0	122.7	118.1	159.0	185.8	208.7	2161.6
WIND (KNOTS)													
Mean	2.1	3.0	3.8	3.1	2.5	2.5	2.7	2.6	1.9	1.9	2.1	2.1	-
Prevailing wind	S	S	S	S	S	S	S	S	S	W	N,NE	N,NE	-
Max. Wind speed	22	25	36	28	35	30	35	29	30	30	22	28	35
Direction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RAINFALL (MM.)													
Monthly totals	9.5	19.8	30.9	100.1	234.4	165.4	170.9	244.7	342.0	271.5	28.0	2.5	1619.7
Mean rainy day	1.8	2.4	3.0	7.0	15.8	16.0	16.9	20.1	21.0	17.3	4.4	0.8	126.5
Daily max.	41.9	39.9	44.0	93.5	185.9	85.7	92.5	128.9	128.1	123.1	40.1	7.6	185.9

(n) n is number of days with same occurrence

DATA PROCESSING SUB-DIVISION, CLIMATOLOGY DIVISION

is missing data or no observation

METEOROLOGICAL DEPARTMENT

1 Knots = 1.853 km/hr

ตาราง ก.2 แสดงภูมิอากาศกรุงเทพมหานคร ปีพ.ศ.2544

CLIMATOLOICAL DATA FOR THE YEAR 2001

STATION : BANGKOK METROPOLIS													ELEVATION OF STATION ABOVE MSL. 2 METERS
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ANNUAL
TEMPERATURE													
Mean	28.6	29.2	29.0	31.6	29.5	29.5	29.7	29.2	29.0	28.2	26.9	27.6	29.0
Mean max.	33.3	33.8	33.1	35.7	33.4	33.2	33.1	32.7	33.5	32.6	31.7	32.1	33.2
Mean min.	25.1	25.4	25.8	28.3	25.9	26.3	26.8	26.4	25.7	25.3	22.9	23.3	25.6
Ext. Max.	35.7	36.9	36.4	37.4	36.2	35.5	35.7	35.5	35.9	35.8	35.6	35.2	37.4
Ext. Min.	22.2	22.0	22.1	26.2	24.0	24.2	24.2	24.5	23.9	24.0	19.4	18.6	18.6
RELATIVE HUMIDITY (%)													
Mean	70	70	77	72	77	73	72	73	79	82	65	65	73
Mean max.	84	85	90	85	90	87	84	84	92	94	79	78	86
Mean min.	52	50	59	55	62	60	59	60	61	65	50	50	57
Ext. Min.	32	29	42	36	39	50	50	51	50	50	32	40	29
SUNSHINE DURATION (HR.)													
Monthly totals	209.6	234.8	197.8	256.8	205.1	158.0	181.3	142.4	166.0	157.9	217.2	219.8	2343.7
WIND (KNOTS)													
Mean	2.1	2.3	2.2	2.6	2.6	2.9	2.8	2.9	1.7	1.1	1.4	1.5	2.2
Prevailing wind	S	S	S	S	S	W	S	W	W	E	NE	NE	
Max. Wind speed	15	15	20	16	22	21	27	18	17	30	15	14	30
Direction	N	NNE	SSE	SSE	W,S	W	wsW	w,wsW	W	W	E	E	
RAINFALL (MM.)													
Monthly totals	10.8	9.4	175.1	28.7	257.2	101.7	61.5	148.9	450.1	479.5	37.3	4.3	1764.5
Number of rainy	4	3	11	5	17	18	10	13	21	26	1	2	131
Daily max.	7.3	3.6	25.8	26.4	48.3	25.5	27.2	44.9	81.3	90.4	37.3	4.0	90.4

(n) n is number of days with same occurrence

DATA PROCESSING SUB-DIVISION, CLIMATOLOGY DIVISION

is missing data or no observation

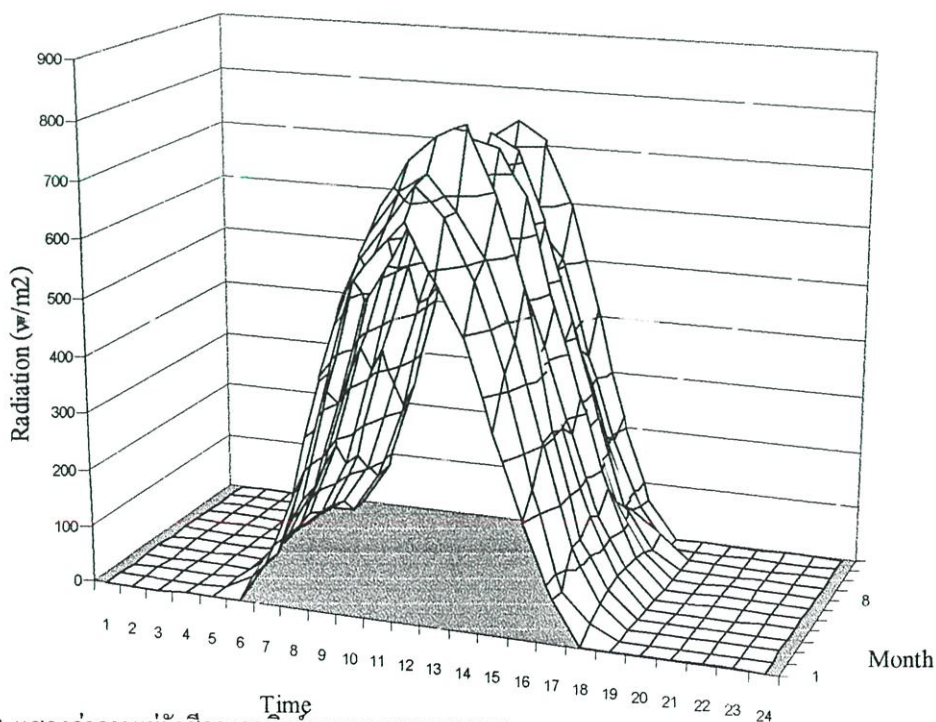
METEOROLOGICAL DEPARTMENT

1 Knots = 1.853 km/hr

ภาคผนวก ข.

ตาราง ข.1 แสดงค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์รวมของกรุงเทพมหานคร (w/m^2) (AIT,2542)

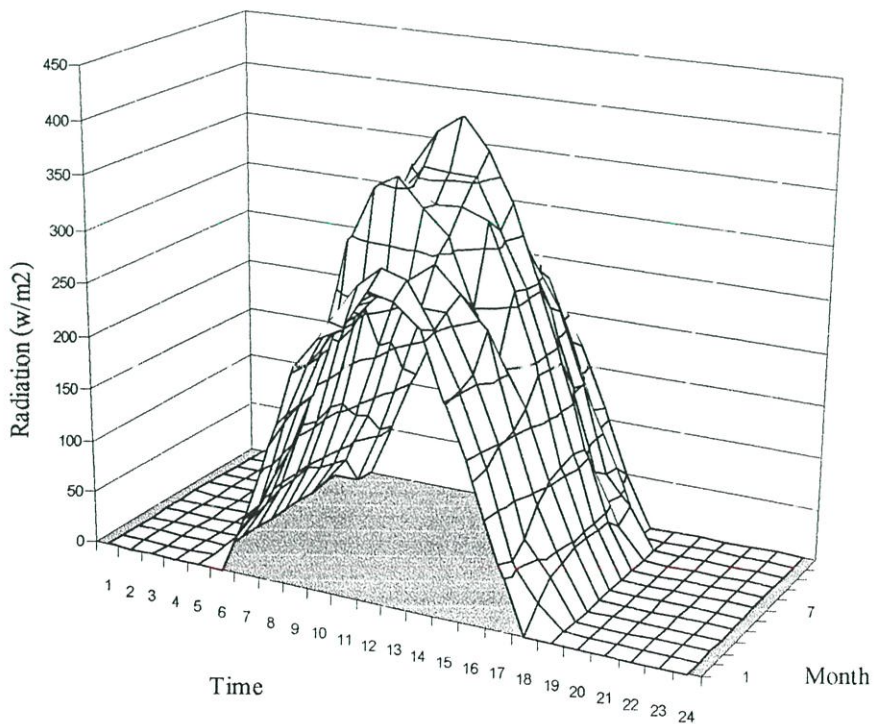
Solar time	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	24.2	36.04	41.69	48.73	52.04	57.82	45.21	42.19	30.82	0	0
7	73.02	73.61	113.06	134.84	144.21	169.29	190.3	140.21	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	211.38	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	568.13	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	735.7	719.63	696.42	614.56	660.65	710.68
12	685.82	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	666.8	720.21	577.87	568.88	707.41
14	494.3	55.68	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	41.9	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



กราฟข.1 แสดงค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์รวมกรุงเทพมหานคร

ตาราง ข.2 แสดงค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์แบบกระจายของกรุงเทพมหานคร (w/m^2) (AIT,2542)

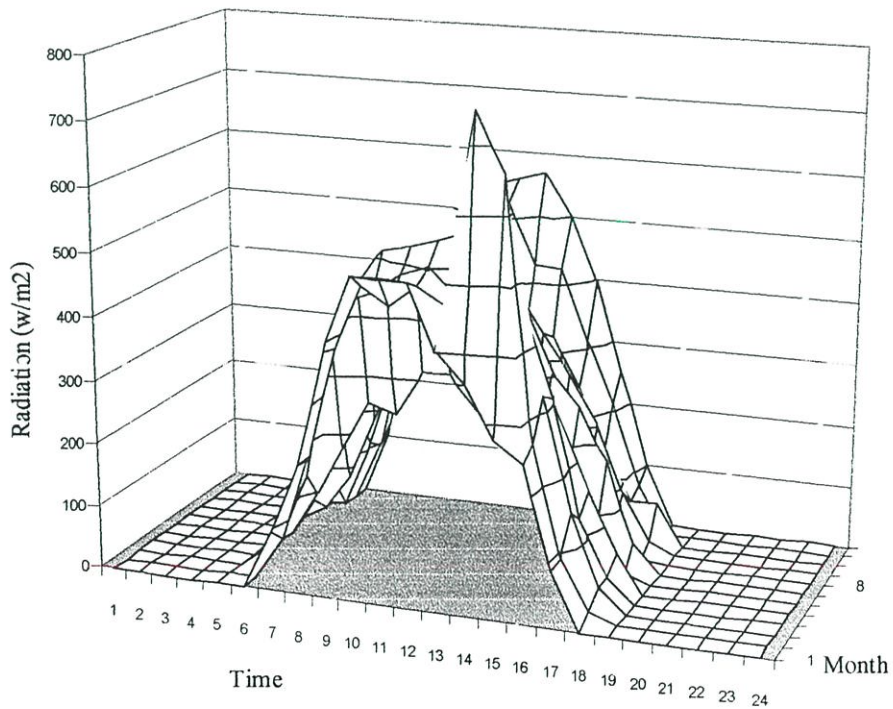
Solar time	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	23.6	31.65	37.27	43.71	45.2	47.73	39.36	35.34	30.47	0	0
7	57.36	59.79	78.16	92.32	112.06	106.99	112.45	107.56	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	248.91	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	255.82	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	66.12	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



กราฟ ข.2 แสดงค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์แบบกระจายกรุงเทพมหานคร

ตาราง ข.3 แสดงค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์โดยตรงของกรุงเทพมหานคร (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	339.4	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	246.43	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	59.58	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



กราฟ ข.3 แสดงค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์โดยตรงกรุงเทพมหานคร

ภาคผนวก ก.

ภาพอุปกรณ์ทดลอง

1. เครื่องวัดค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (Pyranometer) เป็นตัวรับค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ หน่วย W/m^2 ใช้ร่วมกับตัวเก็บค่าข้อมูล OPUS200 พร้อม โปรแกรม Smart Control



2. อุปกรณ์บันทึกค่าข้อมูล (Data Logger) รุ่น OPUS200 ชนิด 2 ช่องรับสัญญาณ ใช้บันทึกข้อมูลที่ได้จากเครื่องวัดการแผ่รังสี ประกอบด้ เครื่องรับ และสายส่งสัญญาณ



3. เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer) หน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s)



4. เครื่องบันทึกข้อมูลตัวแปรสภาพภูมิอากาศ (Hobo) ชนิด 4 ช่องสัญญาณ ใช้สำหรับบันทึกค่า อุณหภูมิอากาศ และ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ ใช้ร่วมกับ โปรแกรม Box CarPro และ ตะกร้าเก็บข้อมูล (Hobo Shuttle)



5. เครื่องคอมพิวเตอร์



6. แบตเตอรี่จักรยานยนต์ พร้อมสายไปสำหรับประกอบชุดอุปกรณ์บันทึกข้อมูล OPUS200



7. เครื่องมือวัดระยะ และ เข็มทิศ

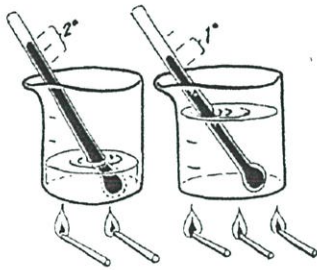
ผนวก ง.

ประมวลศัพท์

ความร้อน (Heat)

พลังงาน (Energy) ของการสั่นสะเทือนของโมเลกุลในสสาร พลังงานมาก จะทำให้โมเลกุลสั่นสะเทือน (Vibrating) มาก กล่าวคือ เมื่อมีความร้อนมาก โมเลกุลในสสารจะสั่นสะเทือนได้มากและเร็วกว่าเมื่อมีความร้อนน้อย

อุณหภูมิ (Temperature)



หน่วยวัดค่าพลังงาน (ความร้อน) ในการสั่นสะเทือนของโมเลกุลในสสาร ตัวอย่าง เข็บอกไบแรกบรรจุน้ำ 1 ปอนด์ ใบที่ 2 บรรจุน้ำ 3 ปอนด์ ให้ความร้อนแก่เข็บอกไบแรก 2 Btu. ทำให้อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น 2 องศาเซลเซียส ในขณะที่ให้ความร้อนแก่เข็บอกไบที่ 2 เท่ากับ 3 Btu. ทำให้อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส แสดงว่าเข็บอกไบแรกมีอุณหภูมิสูงกว่า ส่วนเข็บอกไบที่ 2 ได้รับความร้อนมากกว่า

ศูนย์องศาสัมบูรณ์

(Absolute Zero; 0 K)

องศาเคลวิน (Kelvin-scale Temperature) : โมเลกุลจะหยุดนิ่งเมื่อไม่มีความร้อน หรือค่าความร้อนมีค่าเท่ากับ 0 องศาเคลวิน (0 K, -457.69 °F, -273.15 °C)

การนำความร้อน

(Heat Conduction)

การส่งผ่านความร้อน (Heat transfer) หรือพลังงานในการสั่นสะเทือนของโมเลกุลผ่านทางสูโมเลกุลที่อยู่ใกล้กัน หรือ การถ่ายเทพลังงานความร้อนโดยอาศัยตัวกลางที่มีโมเลกุลอยู่ชิดกันมาก เป็นอิสระต่อแรงโน้มถ่วง (Gravity) และเกิดขึ้นได้ทุกทิศทาง เช่น การส่งผ่านความร้อนจากโลหะที่อยู่ในกองไฟ

การพาความร้อน

(Heat Convection)

การถ่ายเทความร้อนโดยตัวกลางที่เป็นของไหล เช่น น้ำ อากาศ เป็นต้น ซึ่งเป็นอิสระจากแรงโน้มถ่วง จะไม่มีการพาความร้อนเมื่ออยู่ในสภาวะสุญญากาศ

การแผ่รังสีความร้อน

(Heat Radiation)

การถ่ายเทความร้อน โดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic wave) เกิดขึ้นได้โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง เป็นอิสระจากแรงโน้มถ่วง และสามารถเกิดขึ้นได้แม้ในสุญญากาศ

การถ่ายเทความร้อน

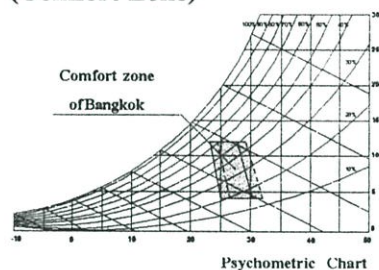
(Heat Transfer)

การแลกเปลี่ยนความร้อนจากโมเลกุลต้นทางที่มีพลังงานสูงกว่า สูโมเลกุลปลายทางที่มีพลังงานต่ำกว่าเสมอ

การหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time Lag)

ระยะเวลาที่ความร้อนเคลื่อนที่จากด้านที่ร้อนกว่าไปยังด้านที่เย็นกว่าของวัสดุมีค่าแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของมวลสารและความจุความร้อนของวัสดุ วัสดุที่มีความจุความร้อนมากจะหน่วงความร้อนได้นานกว่าวัสดุที่มีความจุความร้อนน้อย

เขตสบาย หรือ สภาวะน่าสบาย (Comfort Zone)



สภาวะที่มนุษย์รู้สึกสบาย ไม่รู้สึกร้อนหรือหนาวจนเกินไปมีค่าไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับตัวแปรหลายชนิด เช่น อายุ เพศ ตำแหน่งที่ตั้ง ความเคยชิน อาหาร เสื้อผ้า กิจกรรม สัตว์ เป็นต้น ความสบายของมนุษย์มีค่าเป็นช่วงหรือที่เรียกว่า ขอบเขตความสบาย ขึ้นอยู่กับตัวแปรของสภาพอากาศได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และฤดูกาลของแต่ละที่ตั้งตามเส้นละติจูด (Latitude) เช่น คนที่อาศัยในเขต หนาว มีขอบเขตความสบายของอุณหภูมิที่ต่ำกว่าคนที่อาศัย ในเขตร้อน เป็นต้น

อุณหภูมิกระเปาะเปียก (1) (Wet-bulb Temperature)

ค่าอุณหภูมิที่สามารถบันทึกได้โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ที่บริเวณกระเปาะห่อหุ้มด้วยสำลีหรือผ้าชุบน้ำ และมีความเร็วลมหรืออากาศพัดผ่านจนทำให้เกิดการระเหยของน้ำในบริเวณนั้น อันจะส่งผลให้อุณหภูมิที่อ่านลดลงจนถึงจุดคงที่ อุณหภูมิที่อ่านได้เรียกว่า อุณหภูมิกระเปาะเปียก

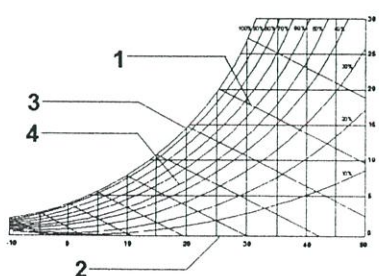
อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (2) (Dry-bulb Temperature)

ค่าอุณหภูมิที่บันทึก โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ทั่วไป

อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (3) (Dew Point Temperature)

อุณหภูมิของอากาศอิ่มตัวหรืออุณหภูมิที่อากาศถูกทำให้เย็นลงก่อนเกิดการควบแน่น (Condensation)

ความชื้นสัมพัทธ์ (4) (Relative Humidity; Rh%)



อัตราส่วนของความชื้นในอากาศในรู้อยู่ละเทียบกับปริมาณน้ำในอากาศที่จุดอิ่มตัว (Saturation point) ที่อุณหภูมินั้น ๆ เช่นที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ที่จุดอิ่มตัวสามารถจุปริมาณน้ำได้ 20 g/kg มีค่า Rh เท่ากับ 100% ที่จุด Rh 50% จะมีปริมาณน้ำในอากาศที่ 10 g/kg

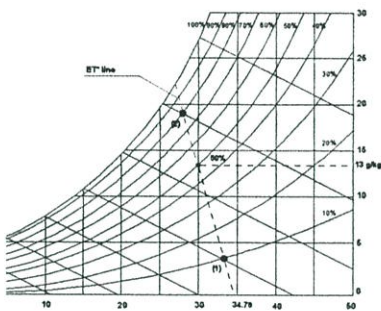
ความร้อนสัมผัส
(Sensible Heat)

ค่าความร้อนสัมผัส หรือความร้อนแห้ง (Dry heat) ในอากาศที่รู้สึกได้และสัมพันธ์กับค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียก

ความร้อนแฝง
(Latent Heat)

ค่าความร้อนเปียก (Wet Heat) ที่สัมพันธ์กับอากาศชื้น หรือพลังงานที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะของน้ำเมื่อน้ำเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวที่อุณหภูมิ 0°C หรือกรณีน้ำที่อุณหภูมิ 100°C เป็นไอน้ำที่ 100°C มีการใช้พลังงานความร้อนในการเปลี่ยนสถานะแต่ไม่เปลี่ยนอุณหภูมิ

อุณหภูมิสมประสงคใหม่
(New Effective Temperature;
ET*)

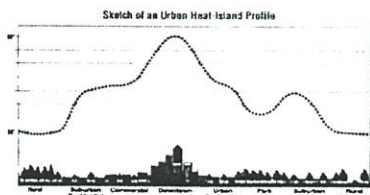


เป็นการวัดอุณหภูมิของสภาพแวดล้อม (Thermal Environment) ซึ่งรวมผลของอุณหภูมิอากาศและความชื้นที่มีผลต่อสภาวะน่าสบาย โดย Prof.S.V.Szokolay (1981) อธิบายโดยใช้แผนภาพไซโคเมตริก (Psychrometric Chart) บนเส้นความชื้นของเส้น ET* มนุษย์จะมี รู้สึก (Sensation) ถึงสภาพอากาศที่ไม่แตกต่างกันเมื่อมีอุณหภูมิสูง แต่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ (1) และสภาพที่อุณหภูมิต่ำ แต่ความชื้นสัมพัทธ์สูง (2) ความชื้นของเส้น ET* หาได้จากค่าอุณหภูมิ แทนที่ (Displacement; dT) ที่ตัดบนแกนอุณหภูมิกระเปาะแห้ง

$$dT = 0.023 * (T - 14) * AH_{T(50\%)}$$

เช่น ที่อุณหภูมิ 30°C : $dT = 0.023 * (30 - 14) * 13 \text{ g/kg} = 4.78$
จุดตัดบนแกนอุณหภูมิกระเปาะแห้ง = $30 + 4.78 = 34.78^\circ\text{C}$
เมื่อ T คืออุณหภูมิที่ต้องการหา, AH คือค่าประมาณน้ำในอากาศที่อุณหภูมิ 30°C บนเส้นความชื้นสัมพัทธ์ 50%

เกาะแห่งความร้อน
(Heat Island)



สภาวะที่อุณหภูมิของสภาพแวดล้อมใน ชุมชนเมืองมีค่าสูงกว่าในเขตชนบทมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะเห็นได้ชัดในเวลากลางคืน

เกาะแห่งความเย็น
(Cool Island)

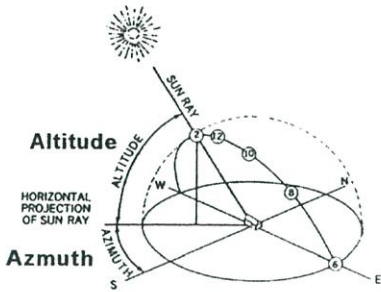
สภาวะที่เกิดจากอิทธิพลของพืชพรรณจำนวนมากที่ช่วยให้ความรุนแรงของสภาพอากาศบรรเทาลง ซึ่งช่วยลดอุณหภูมิอากาศและเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ให้กับบรรยากาศ

**มุมที่สัมพันธ์กับการโคจรของ
ดวงอาทิตย์**

- มุมอัลติจูด (Altitude)

เป็นมุมที่วัดได้ในแกนตั้ง เป็นมุมที่ดวงอาทิตย์ทำมุมกับจุดสังเกตกับเส้นขอบฟ้า ทำมุม 0 องศาในแกนนอน 90 องศาเมื่ออยู่เหนือจุดสังเกต (Zenith)

มุมอะซิมุท (Azimuth)

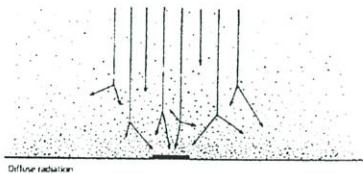


มุมที่วัดในแกนนอนเป็นมุมกวาดเริ่มจากทางทิศใต้ (0 องศา) ไปทางทิศตะวันตก (90 องศา) ทิศเหนือ (180 องศา) สำหรับประเทศไทย

**รังสีตรงดวงอาทิตย์
(Direct Radiation)**

รังสีตรงของดวงอาทิตย์ที่ไม่ได้ถูกดูดกลืน (Absorbition) และสะท้อน(Reflection) เป็นรังสีที่ทะลุผ่าน (Transmission) ชั้นบรรยากาศเข้ามายังโลก

รังสีกระจาย (Diffuse Radiation)



รังสีที่เกิดจากการสะท้อนอนุภาคของฝุ่นละอองและไอน้ำของชั้นบรรยากาศ ส่วนใหญ่ประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากรังสีกระจายมากเนื่องจากความชื้นในอากาศสูงและมีเมฆเกือบตลอดปี

ประวัติผู้เขียน

นายคำรพ สิริเฉลิมลาภ เกิดเมื่อวันที่ 16 มกราคม พ.ศ.2517 ที่จังหวัดภูเก็ต
สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี จากคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาสถาปัตยกรรมหลัก จาก
มหาวิทยาลัยขอนแก่น (เกียรตินิยม) ในปีการศึกษา 2540
ปีพ.ศ. 2542-2544 ทำงานในตำแหน่งสถาปนิก ฝ่ายออกแบบ ในจังหวัดภูเก็ต
สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท จากคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2547