



การลดอุณหภูมิผนังอาคารทึบโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคาร  
The reduction of temperature on opaque wall by arranging surface – covered  
plant beside the building

พัทจารี เพชรสลัปศรี

Patjaree Petchsalubsri

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา  
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of  
Master of Science in Environmental Management  
Prince of Songkla University

2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์



การลดอุณหภูมิผนังอาคารทึบโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคาร  
The reduction of temperature on opaque wall by arranging surface – covered  
plant beside the building

พัทจารี เพชรสลัปศรี

Patjaree Petchsalubsri

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา  
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of  
Master of Science in Environmental Management  
Prince of Songkla University

2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

**ชื่อวิทยานิพนธ์** การลดอุณหภูมิผนังอาคารที่เปียกโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นที่ข้างอาคาร  
**ผู้เขียน** นางสาวพัทจารี เพชรสลัปศรี  
**สาขาวิชา** การจัดการสิ่งแวดล้อม

---

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก**

**คณะกรรมการสอบ**

..... ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา จุติดำรงค์พันธ์) (ดร.สุธินี สีนุชก)

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม**

..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกื้ออนันต์ เตชะโต) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา จุติดำรงค์พันธ์)

..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกื้ออนันต์ เตชะโต)

..... กรรมการ  
(ดร.จักรัตน์ อโณทัย)

..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.อรรจน์ เศรษฐบุษต)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้  
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

.....  
(ศาสตราจารย์ ดร.ดำรงศักดิ์ ฟ้ารุ่งแสง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยชิ้นนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา จุติดำรงพันธ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ .....

(นางสาวพัทจารี เพชรสลัศจรรย์)

นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่างานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และ  
ไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ .....

(นางสาวพัทจารี เพชรสลับศรี)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์	การลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคาร
ผู้เขียน	นางสาวพัทจารี เพชรสลัปศรี
สาขาวิชา	การจัดการสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา	2560

### บทคัดย่อ

งานวิจัย เรื่อง การลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคาร มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอุณหภูมิผนังอาคารที่บที่เกิดจากการสะท้อนความร้อนจากผิวพื้นข้างอาคาร และเพื่อศึกษาการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคาร โดยทำการทดลองบริเวณผนังอาคารที่บทางด้านทิศตะวันตก คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ โดยใช้พืชสายพันธุ์พุ่มต่างจัดเรียงคลุมผิวพื้นข้างอาคารห้องทดลอง และกำหนดให้อีกห้องหนึ่งเป็นห้องควบคุมอ้างอิง ทำการวัดอุณหภูมิผนังอาคารที่บด้วยเทอร์โมคัปเปิลชนิด K ตั้งแต่เวลา 07.00 น. – 17.00 น. ทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 กันยายน 2558 – 30 สิงหาคม 2559 เป็นระยะเวลา 1 ปี ผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิผนังอาคารที่บตลอดทั้งปีมีค่าเฉลี่ย 30.6 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไปเฉลี่ย 2.8 องศาเซลเซียส โดยการจัดเรียงต้นพุ่มต่างคลุมผิวพื้นข้างอาคารสามารถลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บได้เฉลี่ย 2.0 องศาเซลเซียส และสามารถลดอุณหภูมิได้อย่างมีประสิทธิภาพในช่วงฤดูร้อนโดยสามารถลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บได้เฉลี่ย 3.2 องศาเซลเซียส

<b>Thesis Title</b>	The reduction of temperature on opaque wall by arranging surface – covered plant beside the building
<b>Author</b>	Miss Patjaree Petchsalubsri
<b>Major Program</b>	Environmental Management
<b>Academic Year</b>	2017

### Abstract

This research aims to study the use of plant as a wall to cover all of building in order to reduce the heat accumulation and the interior room temperature. The Golden Pothos (*Epipremnum aureum*) were planted along the two adjacent laboratory room walls on the west side of the Faculty of Environmental Management building (at The Prince of Songkla University) where each has similar spaces and utility. The first testing room was designed to be the control study, while the second room was used for the case study with wall – covered plants outside the building. The temperature of wall surface close to the building and the temperatures of the wall outside the building of the two rooms were recorded using a type K thermocouple and a data logger. The data was collected during a period of one year starting from 1<sup>st</sup> September 2015 to 30 August 2016, 7 am to 5 pm every day. From the experiment, it was found that the average wall temperature was 30.9 degree Celsius, which was 2.88 degree Celsius higher than the average ambient temperature. The wall-covered plants were able to reduce to room wall temperature by an average temperature of 2.0 degree Celsius and become more efficient as it can reduce as much as 3.2 degree Celsius in the summer.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีได้ด้วยความกรุณาช่วยเหลือจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา จุติดำรงพันธ์ ในฐานะอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกื้ออนันต์ เตชะโต ในฐานะอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้กรุณาถ่ายทอดความรู้ ให้คำแนะนำ และกำลังใจใน การทำวิทยานิพนธ์ซึ่งเป็นสิ่งที่มีค่าอย่างยิ่ง ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง และกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.สุธินี สีนุชก, ดร.จักรรัตน์ อโณทัย และรองศาสตราจารย์ ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร ในฐานะผู้เชี่ยวชาญที่กรุณาเสียสละเวลามาให้คำแนะนำเพิ่มเติมและข้อเสนอแนะในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ ศูนย์อุตุนิยมหาวิทยาลัยได้ฝังตะวันออก จังหวัดสงขลา และขอขอบคุณ นายศุภศักดิ์ หนูมาก ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณ คุณศศิพัชร พูลสวัสดิ์ และบุคลากรคณะการจัดการสิ่งแวดล้อมทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือ และให้คำแนะนำตลอดการศึกษา

ขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่มอบทุนวิจัย ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และสมาชิกในครอบครัวทุกท่าน ที่ได้สนับสนุนและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัย เป็นอย่างดี

คุณความดีหรือประโยชน์ที่ได้รับจากวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่บุพการี ผู้มีพระคุณทุกท่านและครูอาจารย์ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัยมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

พัทจารี เพชรสลัปศรี



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(5)
Abstract	(6)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
สารบัญตาราง	(10)
สารบัญรูป	(11)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 บทนำต้นเรื่อง	1
1.2 การตรวจเอกสาร	3
1.3 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20
1.4 วัตถุประสงค์งานวิจัย	22
1.5 สมมติฐานของงานวิจัย	22
1.6 ขอบเขตการวิจัย	22
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	22
บทที่ 2 วิธีการวิจัย	23
2.1 เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย	23
2.2 วิธีดำเนินการ	26
บทที่ 3 ผลการทดลอง	37
3.1 การศึกษาอุณหภูมิผนังอาคารที่บดณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่	41
3.2 การศึกษาอุณหภูมิผนังอาคารที่บดณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่	49
3.3 การเปรียบเทียบการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บดณะการจัดการสิ่งแวดล้อม พื้นที่ข้างอาคารตามฤดูกาล	57
3.4 การศึกษาความสัมพันธ์ของการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บดณะการจัดการสิ่งแวดล้อม พื้นที่ข้างอาคารกับปัจจัยต่างๆ	58

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 วิจัยผลการศึกษา	60
3.1 การศึกษาอุณหภูมิผนังอาคารที่บดเคาะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่	60
3.2 การศึกษาอุณหภูมิผนังอาคารที่บดเคาะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่	61
3.3 การเปรียบเทียบการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บดเคาะโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิว พื้นที่ข้างอาคารตามฤดูกาล	62
3.4 การศึกษาความสัมพันธ์ของการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บดเคาะโดยการจัดเรียง พืชคลุมผิวพื้นที่ข้างอาคารกับปัจจัยต่างๆ	63
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	65
5.1 บทสรุป	65
5.2 ข้อเสนอแนะในการประยุกต์ใช้และแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อม	65
5.3 ข้อเสนอแนะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในอนาคต	65
เอกสารอ้างอิง	67
ภาคผนวก	75
ประวัติผู้เขียน	95

**สารบัญตาราง**

ตารางที่ 1	ชนิดของวัสดุตัวนำและย่านการวัดคุณสมบัติของเทอร์โมคัปเปิลแบบมาตรฐาน	19
ตารางที่ 2	การวัดคุณสมบัติของเครื่องบันทึกคุณสมบัติผนังอาคาร ยี่ห้อ DIGICON รุ่น DL-TC-USB	24
ตารางที่ 3	การคัดเลือกพืชที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย	28
ตารางที่ 4	การตรวจสอบคุณสมบัติผนังอาคารที่บ คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์	32

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 แสดงแหล่งความร้อนต่างๆ ของภาวะปรับอากาศ	2
รูปที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มรังสีรวมของประเทศไทยกับของประเทศอื่นๆ	4
รูปที่ 3 แสดงแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย	5
รูปที่ 4 แสดงแผนที่แสดงความเข้มรังสีรวมรายวันเฉลี่ยต่อเดือนของเดือนต่างๆ	6
รูปที่ 5 แสดงการถ่ายเทความร้อนในรูปแบบต่างๆ	7
รูปที่ 6 แสดงการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทึบ	9
รูปที่ 7 แสดงการถ่ายเทความร้อนผ่านกระจก	10
รูปที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผนังอาคารภายในแต่ละทิศ	11
รูปที่ 9 แสดงแผนที่อุณหภูมิสูงสุดของประเทศไทยวันที่ 28 เมษายน 2559	13
รูปที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยเดือนเมษายนของประเทศไทย	14
รูปที่ 11 ภาพแสดงตัวอย่างค่า Leaf Area Index	17
รูปที่ 12 วงจรของเทอร์โมคัปเปิล	18
รูปที่ 13 เครื่องบันทึกอุณหภูมิเยื่อ DIGICON รุ่น DL-TC-USB	23
รูปที่ 14 เครื่องบันทึกอุณหภูมิเยื่อ DIGICON รุ่น DL-TH-USB	23
รูปที่ 15 สายเทอร์โมคัปเปิลชนิด K	23
รูปที่ 16 แสดงการตรวจสอบการวัดอุณหภูมิเครื่องบันทึกอุณหภูมิเยื่อ DIGICON รุ่น DL-TC-USB	25
รูปที่ 17 แสดงลักษณะการเลี้ยวของต้นพลูต่าง	29
รูปที่ 18 แสดงอาคารคณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ทางทิศเหนือ	30
รูปที่ 19 แสดงอาคารคณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ทางทิศตะวันตก	31
รูปที่ 20 แสดงการตรวจสอบอุณหภูมิผนังอาคารทึบ คณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	33
รูปที่ 21 แสดงการจัดเรียงต้นพลูต่างที่ใช้ในการทดลอง	34

### สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 22 แสดงพื้นที่การดำเนินการวิจัยทางทิศตะวันตก อาคารคณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	35
รูปที่ 23 แสดงพื้นที่จำลองการวิจัยทางทิศตะวันตก อาคารคณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	36
รูปที่ 24 แสดงพื้นที่จำลองการวิจัยทางทิศตะวันตก อาคารคณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	36
รูปที่ 25 กราฟแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยผั่งอาคารที่บห้องควบคุม (ไม่ปลูกพืช) ทางด้านทิศตะวันตก คณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	38
รูปที่ 26 กราฟแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยผั่งอาคารที่บห้องทดลอง (ปลูกพืช) ทางด้านทิศตะวันตก คณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	39
รูปที่ 27 กราฟแสดงอุณหภูมิอากาศทั่วไป บริเวณทิศตะวันตก คณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	40
รูปที่ 28 กราฟแสดงอุณหภูมิผั่งอาคารที่บเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป เดือนกันยายน 2558	42
รูปที่ 29 กราฟแสดงอุณหภูมิผั่งอาคารที่บเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป เดือนตุลาคม 2558	42
รูปที่ 30 กราฟแสดงอุณหภูมิผั่งอาคารที่บเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป เดือนพฤศจิกายน 2558	43
รูปที่ 31 กราฟแสดงอุณหภูมิผั่งอาคารที่บเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป เดือนธันวาคม 2558	43
รูปที่ 32 กราฟแสดงอุณหภูมิผั่งอาคารที่บเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป เดือนมกราคม 2559	44
รูปที่ 33 กราฟแสดงอุณหภูมิผั่งอาคารที่บเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป เดือนกุมภาพันธ์ 2559	44
รูปที่ 34 กราฟแสดงอุณหภูมิผั่งอาคารที่บเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป เดือนมีนาคม 2559	45

### สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 35 กราฟแสดงอุณหภูมิผิวน้ำผิวน้ำอากาศที่บเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป เดือนเมษายน 2559	45
รูปที่ 36 กราฟแสดงอุณหภูมิผิวน้ำผิวน้ำอากาศที่บเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป เดือนพฤษภาคม 2559	46
รูปที่ 37 กราฟแสดงอุณหภูมิผิวน้ำผิวน้ำอากาศที่บเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป เดือนมิถุนายน 2559	46
รูปที่ 38 กราฟแสดงอุณหภูมิผิวน้ำผิวน้ำอากาศที่บเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป เดือนกรกฎาคม 2559	47
รูปที่ 39 กราฟแสดงอุณหภูมิผิวน้ำผิวน้ำอากาศที่บเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป เดือนสิงหาคม 2559	47
รูปที่ 40 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวน้ำผิวน้ำอากาศที่บกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป ตั้งแต่เดือน กันยายน 2558 – สิงหาคม 2559	48
รูปที่ 41 กราฟแสดงความแตกต่างของอุณหภูมิผิวน้ำผิวน้ำอากาศที่บห้องควบคุมกับ อุณหภูมิอากาศทั่วไป	48
รูปที่ 42 กราฟแสดงอุณหภูมิผิวน้ำผิวน้ำอากาศที่บเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป เดือนกันยายน 2558	50
รูปที่ 43 กราฟแสดงอุณหภูมิผิวน้ำผิวน้ำอากาศที่บเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป เดือนตุลาคม 2558	50
รูปที่ 44 กราฟแสดงอุณหภูมิผิวน้ำผิวน้ำอากาศที่บเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป เดือนพฤศจิกายน 2558	51
รูปที่ 45 กราฟแสดงอุณหภูมิผิวน้ำผิวน้ำอากาศที่บเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป เดือนธันวาคม 2558	51
รูปที่ 46 กราฟแสดงอุณหภูมิผิวน้ำผิวน้ำอากาศที่บเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป เดือนมกราคม 2559	52
รูปที่ 47 กราฟแสดงอุณหภูมิผิวน้ำผิวน้ำอากาศที่บเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป เดือนกุมภาพันธ์ 2559	52

## สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 48 กราฟแสดงอุณหภูมิผิวน้ำอากาศที่บเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป เดือนมีนาคม 2559	53
รูปที่ 49 กราฟแสดงอุณหภูมิผิวน้ำอากาศที่บเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป เดือนเมษายน 2559	53
รูปที่ 50 กราฟแสดงอุณหภูมิผิวน้ำอากาศที่บเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป เดือนพฤษภาคม 2559	54
รูปที่ 51 กราฟแสดงอุณหภูมิผิวน้ำอากาศที่บเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป เดือนมิถุนายน 2559	54
รูปที่ 52 กราฟแสดงอุณหภูมิผิวน้ำอากาศที่บเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป เดือนกรกฎาคม 2559	55
รูปที่ 53 กราฟแสดงอุณหภูมิผิวน้ำอากาศที่บเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป เดือนสิงหาคม 2559	55
รูปที่ 54 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวน้ำอากาศที่บห้องควบคุมและห้องทดลอง ตั้งแต่เดือนกันยายน 2558 – สิงหาคม 2559	56
รูปที่ 55 กราฟแสดงความแตกต่างของอุณหภูมิผิวน้ำอากาศที่บห้องควบคุมกับอุณหภูมิ ผิวน้ำอากาศที่บห้องทดลอง	56
รูปที่ 56 กราฟเปรียบเทียบการลดอุณหภูมิผิวน้ำอากาศที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิว พื้นข้างอาคารตามฤดูกาล	57
รูปที่ 57 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของการลดอุณหภูมิผิวน้ำอากาศที่บโดยการจัดเรียง พืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารกับปริมาณรังสีอาทิตย์	58
รูปที่ 58 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของการลดอุณหภูมิผิวน้ำอากาศที่บโดยการจัดเรียง พืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารกับปริมาณรังสีอาทิตย์	59
รูปที่ 59 แสดงอัตราการคายน้ำของต้นพลูด่าง	62

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 บทนำต้นเรื่อง

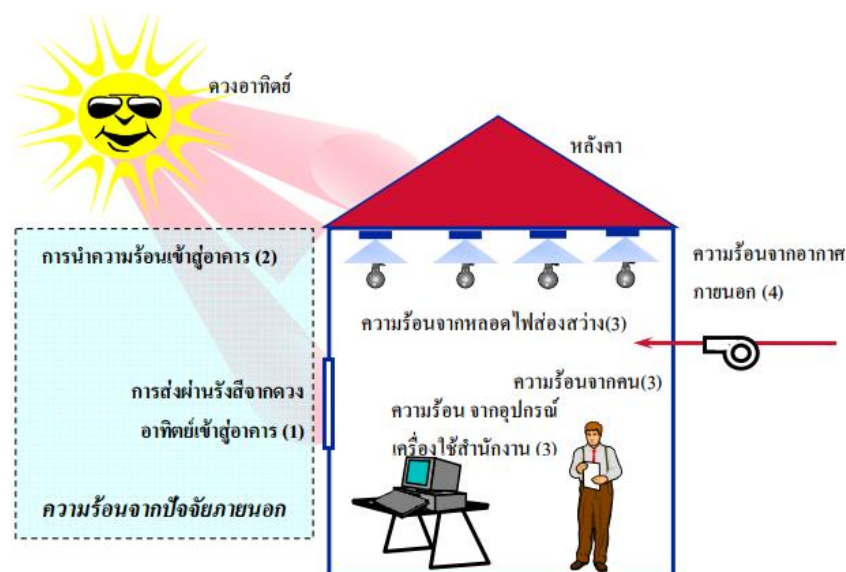
การใช้ทรัพยากรธรรมชาติและพลังงานที่มากเกินไปจนความจำเป็นเป็นสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์ภาวะโลกร้อนในปัจจุบัน ส่งผลทำให้เกิดความแปรปรวนของสภาพอากาศสังเกตได้จากอุณหภูมิโลกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง มนุษย์จึงได้พยายามหาวิธีการเพื่อลดอุณหภูมิให้อยู่ในสภาวะสบาย หนึ่งในวิธีการ คือ การใช้เครื่องปรับอากาศ แต่กลับกลายเป็นการเพิ่มภาวะให้กับสิ่งแวดล้อม เนื่องจากระบบปรับอากาศจะส่งผลกระทบต่ออากาศภายนอก โดยทำให้อากาศภายนอกบริเวณนั้นร้อนขึ้นจากการระบายความร้อนของระบบปรับอากาศนั่นเอง นอกจากนี้การใช้เครื่องปรับอากาศยังเป็นอีกหนึ่งสาเหตุสำคัญที่ส่งผลต่อ ปรากฏการณ์ภาวะโลกร้อน เนื่องจากระบบปรับอากาศมีการปล่อยก๊าซคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFCs) สู่ชั้นบรรยากาศเป็นจำนวนมาก (Lu, 2010; Lu, 2015) อีกทั้งยังเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดความสับสนในการใช้พลังงาน โดยปริมาณการใช้พลังงานที่ใช้ภายในอาคารบ้านเรือนมากกว่าครึ่งถูกใช้ในระบบปรับอากาศ ดังแสดงในรูปที่ 1 (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2556; Givoni, 1998)

เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตเส้นศูนย์สูตรทำให้ได้รับรังสีอาทิตย์อย่างต่อเนื่องและคงที่ตลอดทั้งปี ความร้อนจากรังสีอาทิตย์จึงเป็นอีกหนึ่งสาเหตุสำคัญที่ส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิภายในอาคาร โดยรังสีอาทิตย์ที่แผ่มายังโลกจะมีค่าพลังงานเท่ากับ  $3.854 \times 10^{26}$  วัตต์ (Lang, 2001) เมื่อรังสีอาทิตย์ตกกระทบมายังพื้นผิวรอบๆ อาคารจะเกิดการสะท้อนความร้อนไปยังผนังอาคาร และเกิดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารทำให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงขึ้น โดยปกติภาวะการปรับอากาศเกิดขึ้นจากการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ตัวอาคารมากกว่าความร้อนที่เกิดขึ้นภายในตัวอาคารเอง (Stein and Reynolds, 2001) จึงเกิดแนวคิดที่จะลดความร้อนที่ผนังอาคาร เพื่อลดภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ

การใช้พืชเพื่อลดความร้อนที่ผนังอาคารเป็นวิธีการหนึ่งที่ได้รับคามนิยม เนื่องจากในปัจจุบันประชาชนได้หันมาให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ทำให้เกิดความเคลื่อนไหวของสถาปัตยกรรมที่มีจุดมุ่งหมายสร้างงานให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ตามกระแสการสร้างอาคารสีเขียว เพราะนอกจากพืชจะช่วยบดบังรังสีอาทิตย์ทำให้เกิดความร้อนแก่อาคารและสถานที่แล้ว ยังช่วยลดชั้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการเกิดปรากฏการณ์ภาวะโลกร้อน อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มพื้นที่สีเขียวให้กับอาคารสถานที่ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะมีการใช้พืชบดบังอาคารเพื่อลด



ความร้อนที่ผนังอาคารเป็นระยะเวลาานแล้ว แต่ยังไม่ปรากฏการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บโดยการจัดเรียงพีชคลุมพื้นผิวข้างอาคารที่เกิดจากการสะท้อนและการคายความร้อนจากผิวพื้นข้างอาคาร ซึ่งมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิภายในอาคารเช่นกัน (สุวีพรรณ สุพรรณสมบุญ, 2544; วินัย หมั่นอดิธรรม, 2556) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจจะลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บโดยการจัดเรียงพีชคลุมพื้นผิวข้างอาคาร เพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมต่อไป



### รูปที่ 1 แสดงแหล่งความร้อนต่างๆ ของภาวะปรับอากาศ

ที่มา: คู่มือผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (อาคาร) สำนักพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน  
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2553

## 1.2 การตรวจเอกสาร

### 1.2.1 ความร้อนจากการแผ่รังสีอาทิตย์

รังสีอาทิตย์ (solar radiation) หรือที่คนทั่วไปเรียกว่า แสงอาทิตย์ เป็นแหล่งพลังงานที่มีความสำคัญอย่างยิ่งของโลก และสิ่งมีชีวิตต่างๆ มีจุดกำเนิดมาจากดวงอาทิตย์ โดยจะแผ่ออกสู่อวกาศโดยรอบในรูปแบบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นต่างๆ ซึ่งมีทั้งรูปรังสีและแสงสว่าง พลังงานรวมของรังสีทั้งหมดที่แผ่จากดวงอาทิตย์มีค่าเท่ากับ  $3.84 \times 10^{26}$  วัตต์ (Lang, 2001)

#### รังสีอาทิตย์จำแนกออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1.2.1.1 รังสีตรง (Direct radiation) คือ รังสีอาทิตย์ที่มาจากการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์โดยตรง ในทิศทางของพลังงานที่มาจากดวงอาทิตย์มายังพื้นโลกไม่เปลี่ยนแปลง

1.2.1.2 รังสีกระจาย (Diffuse radiation) คือ การแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์มายังชั้นบรรยากาศแล้วถูกกระเจิงด้วยองค์ประกอบต่างๆ ในบรรยากาศ เช่น เมฆ, ไอน้ำ, ฝุ่นละออง รังสีกระจายมีประมาณร้อยละ 10-90 ของปริมาณการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ทั้งหมด

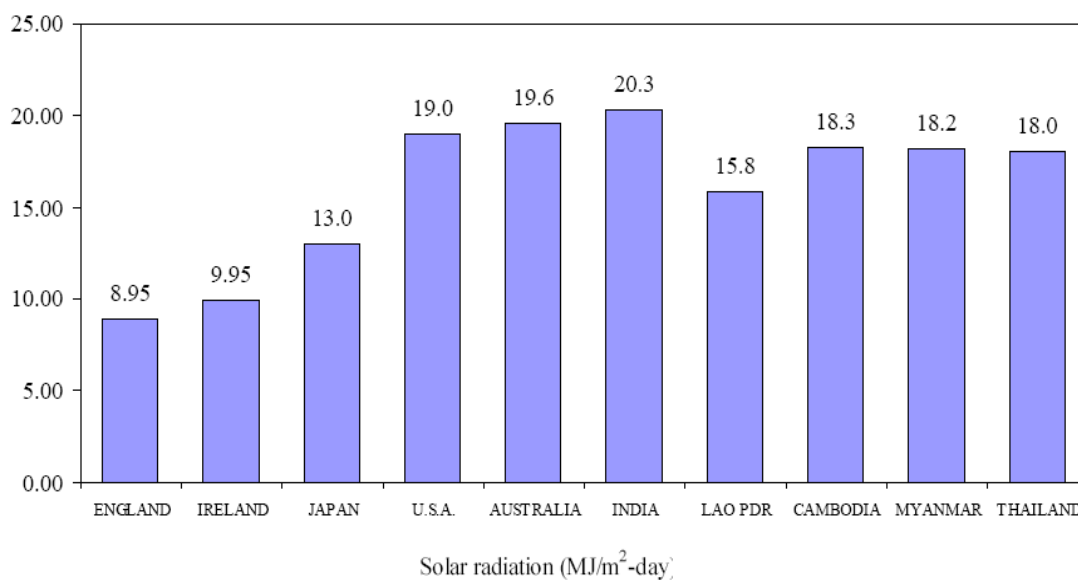
1.2.1.3 รังสีสะท้อน (Reflected radiation) คือ รังสีอาทิตย์ที่เกิดจากการสะท้อนจากผิวพื้นต่างๆ ซึ่งจะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของพื้นผิวนั้นๆ

### 1.2.2 ศักยภาพรังสีอาทิตย์ของประเทศไทย

ศักยภาพรังสีอาทิตย์ของประเทศไทย (เสริม จันทร์ฉาย, 2557) ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตเส้นศูนย์สูตรทำให้ได้รับแสงอาทิตย์อย่างต่อเนื่องและคงที่ตลอดทั้งปี กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานได้ทำการคำนวณรังสีอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปีของพื้นที่ทั่วประเทศมีค่าเท่ากับ  $18.0 \text{ MJ/m}^2\text{-day}$  ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับหลายๆ ประเทศ ดังแสดงในรูปที่ 2 และเมื่อพิจารณาแผนที่ศักยภาพรังสีอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปี พบว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้รับรังสีอาทิตย์สูงสุด ได้แก่ บางส่วนของจังหวัดนครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ ร้อยเอ็ด ยโสธร อุบลราชธานี อุตรดิตถ์ และบางส่วนของภาคกลางที่จังหวัดสุพรรณบุรี ชัยนาท อัญญาและลพบุรี โดยได้รับรังสีอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปี  $19\text{-}20 \text{ MJ/m}^2\text{-day}$  ดังแสดงในรูปที่ 3

การกระจายของความเข้มรังสีอาทิตย์มาจากการเปลี่ยนตำแหน่ง และการเดินทางของดวงอาทิตย์ตามเวลาในรอบปีและภูมิประเทศ โดยความเข้มรังสีอาทิตย์จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นตั้งแต่เดือนมกราคมและสูงสุดในเดือนเมษายน แล้วค่อยๆ ลดต่ำลงสุดในเดือนธันวาคม ดัง

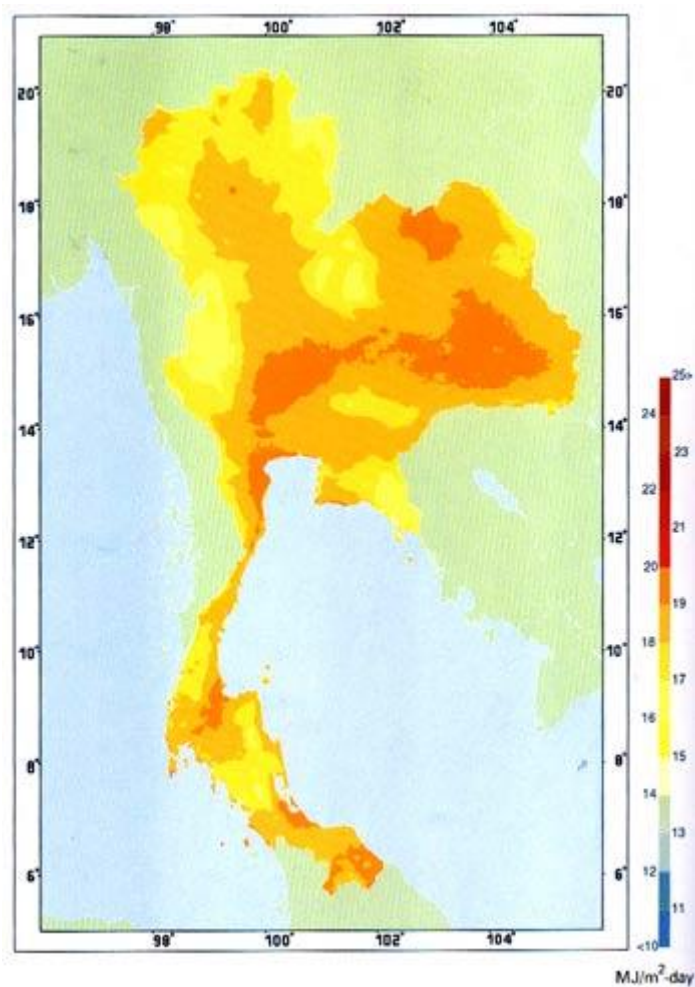
แสดงในรูปที่ 4 จากการคำนวณรังสีอาทิตย์จะแปรค่าในรอบปีอยู่ระหว่าง 16-22 MJ/m<sup>2</sup>-day ซึ่งถือว่าการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก



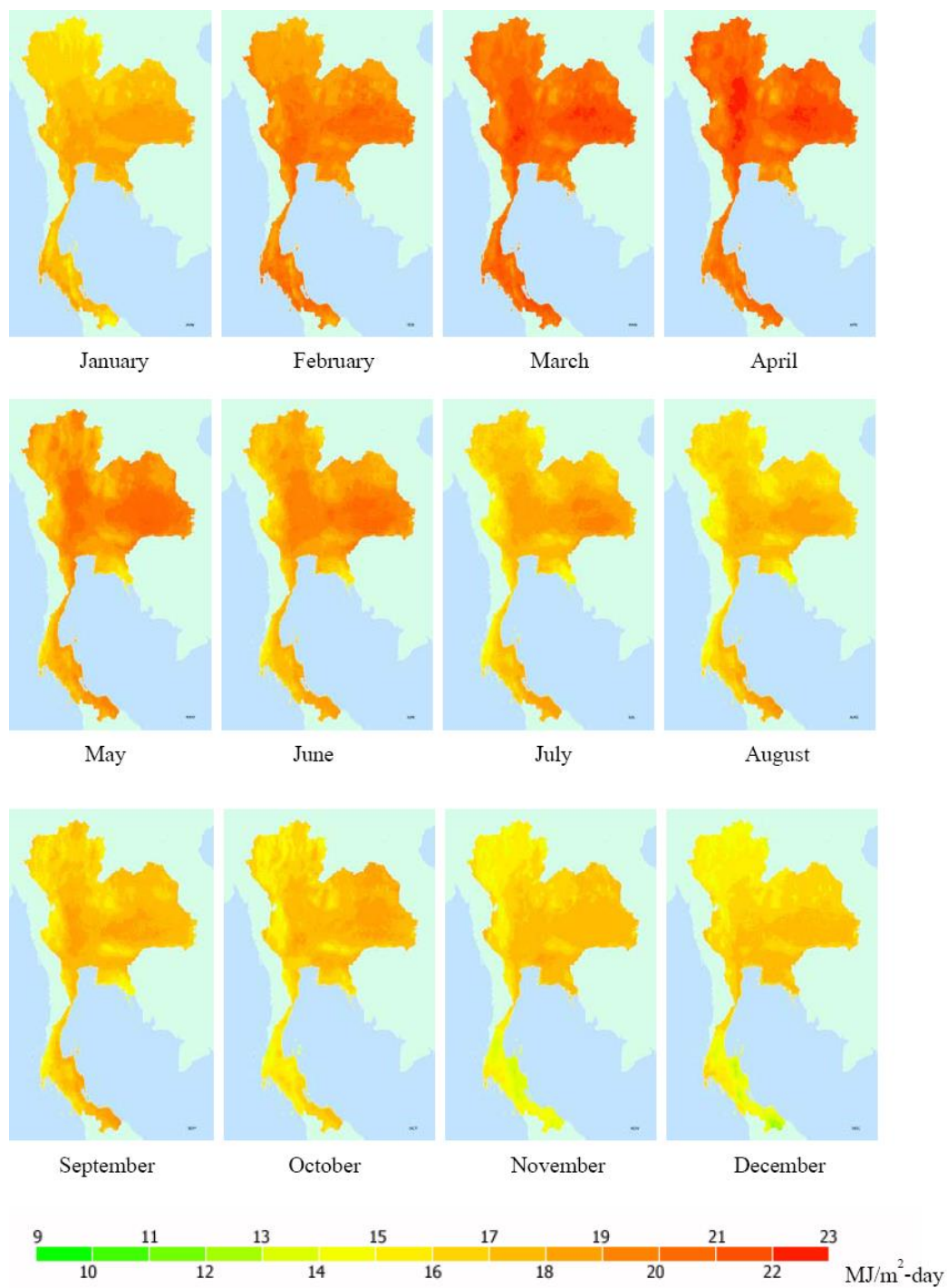
รูปที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มรังสีรวมของประเทศไทยกับของประเทศอื่น ๆ  
ที่มา: รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการปรับปรุงแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์จากภาพถ่าย

ดาวเทียมสำหรับประเทศไทย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

กระทรวงพลังงาน, 2554



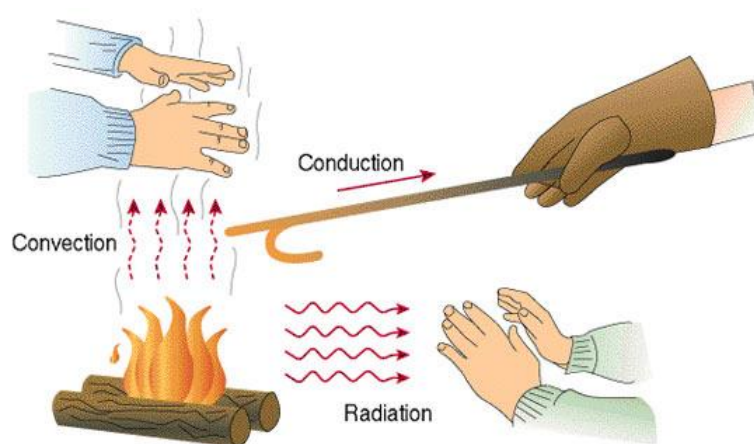
**รูปที่ 3 แสดงแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย**  
 ที่มา: รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการปรับปรุงแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์จากภาพถ่ายดาวเทียมสำหรับประเทศไทย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน  
 กระทรวงพลังงาน, 2554



รูปที่ 4 แสดงแผนที่แสดงความเข้มรังสีรวมรายวันเฉลี่ยต่อเดือนของเดือนต่างๆ  
ที่มา: รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการปรับปรุงแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์จากภาพถ่าย  
ดาวเทียมสำหรับประเทศไทย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน  
กระทรวงพลังงาน, 2554

### 1.2.3 การถ่ายเทความร้อน

การถ่ายเทความร้อน หมายถึง การส่งผ่านพลังงานความร้อนซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิ (Temperature difference) ดังนั้น เมื่อใดก็ตามที่มีความแตกต่างของอุณหภูมิเกิดขึ้นในตัวกลางหรือระหว่างตัวกลางการถ่ายเทความร้อนมักจะเกิดขึ้นได้ โดยการถ่ายเทความร้อนจะถ่ายเทจากที่มีอุณหภูมิสูงไปที่มีอุณหภูมิต่ำเสมอ ดังนั้นความแตกต่างของอุณหภูมิจึงเป็นแรงขับเคลื่อน (Driving force) เพื่อให้เกิดการถ่ายเทนั่นเอง



#### รูปที่ 5 แสดงการถ่ายเทความร้อนในรูปแบบต่างๆ

ที่มา: <http://www.roasterproject.com/2010/01/heat-transfer-the-basics/>

(เมื่อวันที่ 1 กรกฎาคม 2558)

การถ่ายเทความร้อนจำแนกออกเป็น 3 รูปแบบ (รูปที่ 5) ดังนี้

#### 1.2.3.1 การนำความร้อน (Conduction heat transfer)

การนำความร้อน เป็นการถ่ายเทพลังงานความร้อนผ่านตัวกลางที่เป็นวัตถุ หรือระหว่างวัตถุสองชิ้นที่สัมผัสกัน โดยมีทิศทางของการเคลื่อนที่ของพลังงานความร้อนจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า โดยที่ตัวกลางไม่มีการเคลื่อนที่

#### 1.2.3.2 การพาความร้อน (Convection heat transfer)

การพาความร้อน เป็นการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของของไหล ซึ่งของไหลที่กล่าวถึงจะอยู่ในสองสถานะ คือ ของเหลวและก๊าซ เมื่อของไหลสัมผัสกับผิวของวัตถุใดๆ ที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันจะเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนขึ้น ในสภาพธรรมชาติของไหลเมื่อถูกความร้อนจะเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งทำให้เกิดการไหลเวียนพาความร้อน

โมเลกุลที่อุณหภูมิต่ำกว่า และมีความหนาแน่นสูงกว่าจะตกลงข้างล่าง ส่วนโมเลกุลที่ร้อนกว่าจะลอยตัวขึ้นด้านบน

การพาความร้อนมี 2 ประเภท ดังนี้

**1.2.3.2.1 การพาความร้อนแบบอิสระ (Free Convection) หรือการพาความร้อนแบบธรรมชาติ (Natural convection)** เป็นการถ่ายเทความร้อนระหว่างผิวของวัตถุและของไหล โดยไม่มีกลไกใดๆ แต่ของไหลจะเคลื่อนที่ได้ โดยแรงลอยตัวที่เกิดจากความแตกต่างของความหนาแน่นของของไหลเมื่อเกิดความแตกต่างของอุณหภูมิ

**1.2.3.2.2 การพาความร้อนแบบบังคับ (Forced Convection)** เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยที่ของไหลถูกบังคับให้เคลื่อนที่ไปสัมผัสกับผิววัตถุด้วยกลไกภายนอก เช่น พัดลม เครื่องสูบลม เป็นต้น

### 1.2.3.3 การแผ่รังสีความร้อน (Radiation Heat Transfer)

การถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีความร้อน เป็นการปล่อยพลังงานความร้อนในรูปแม่เหล็กไฟฟ้าในทุกทิศทาง โดยไม่อาศัยตัวกลางใดๆ ในการส่งถ่ายพลังงาน ซึ่งต่างจากการนำความร้อนและการพาความร้อนที่ต้องอาศัยตัวกลางในการส่งถ่ายพลังงาน แต่ถ้าการแผ่รังสีความร้อนนั้นมีตัวกลางที่ยอมให้รังสีผ่านได้ การแผ่รังสีความร้อนก็จะเกิดขึ้นได้ การแผ่ความร้อนจะเกิดขึ้นได้ดีในสภาวะสุญญากาศ

## 1.2.4 การถ่ายเทความร้อนของผนังอาคาร

การถ่ายเทความร้อนของผนังอาคารเกิดจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิผนังอาคารภายนอกและผนังอาคารภายใน เมื่ออุณหภูมิผนังอาคารภายนอกเปลี่ยนแปลงไปจากอิทธิพลของรังสีอาทิตย์จึงเกิดความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในองค์ประกอบของผนังอาคาร ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนจากผนังภายนอกเข้าสู่ผนังภายในอาคาร

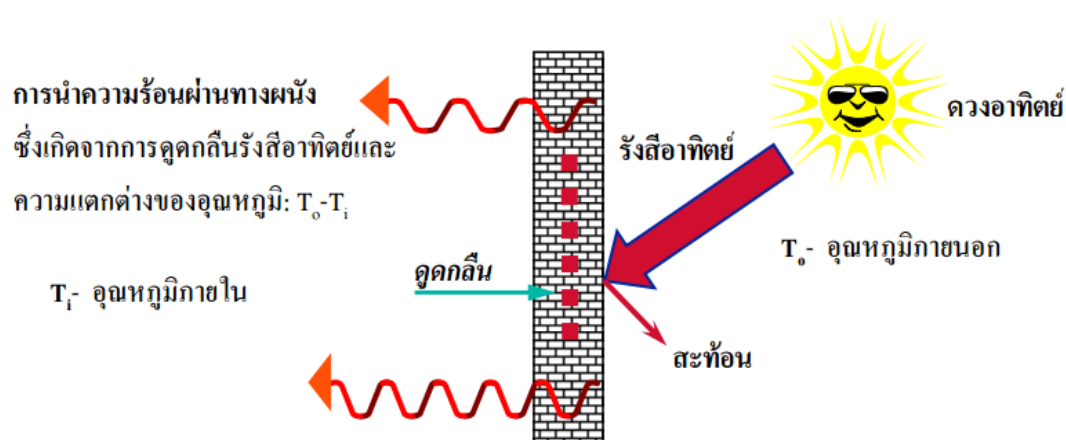
ผนังอาคารโดยทั่วไปสามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ ผนังทึบและผนังกระจก ซึ่งผนังทั้งสองนี้มีการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นแตกต่างกัน

### 1.2.4.1 การถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทึบ

รังสีอาทิตย์เมื่อตกกระทบบนผนังทึบ ส่วนหนึ่งจะสะท้อนออกไป อีกส่วนหนึ่งจะถูกดูดกลืนและสะสมไว้ ทำให้อุณหภูมิของผิวอาคารสูงขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 6 ในกรณีของของผนังอิฐฉาบปูน ในวันที่แดดจัดอุณหภูมิอากาศอยู่ในช่วง 38-40 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่ผนังผิวด้านนอกอาจสูงขึ้นได้ถึง 45 องศาเซลเซียส ซึ่งการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนของผนังเป็นผลมาจาก

- พลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ผนังถูกดูดกลืนไว้  
 - ผลต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกและภายในของอาคาร

ในช่วงเวลากลางคืน เมื่ออุณหภูมิภายนอกต่ำลง ผนังทึบจะมีการถ่ายเทความร้อนจากตัวผนังสู่สิ่งแวดล้อม การถ่ายเทความร้อนเหล่านี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น อุณหภูมิภายนอก อุณหภูมิผนัง ค่าสภาพการนำความร้อน (Conductivity) สภาพการแผ่รังสี (Emissivity)



### รูปที่ 6 แสดงการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทึบ

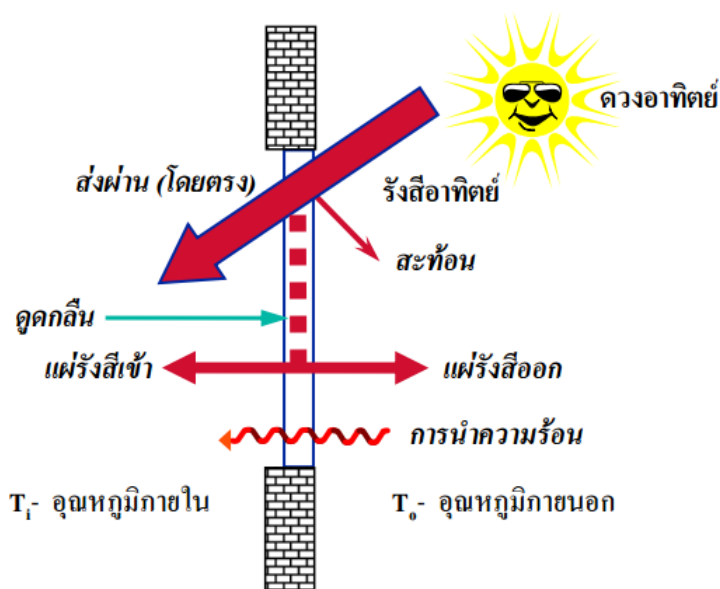
ที่มา: คู่มือผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (อาคาร) สำนักพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน  
 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2553

#### 1.2.4.2 การถ่ายเทความร้อนผ่านกระจก

รังสีอาทิตย์เมื่อตกกระทบกระจก ส่วนหนึ่งสามารถส่งผ่านชั้นกระจกเข้าสู่อาคารได้โดยตรง อีกส่วนหนึ่งจะถูกสะท้อนออกไปสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก ดังแสดงในรูปที่ 7 นอกจากนี้ยังมีการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อน อันเป็นผลมาจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคาร

ในกลางคืน กระจกสามารถถ่ายเทความร้อนไปยังสิ่งแวดล้อมได้เช่นเดียวกับกรณีของผนังทึบ



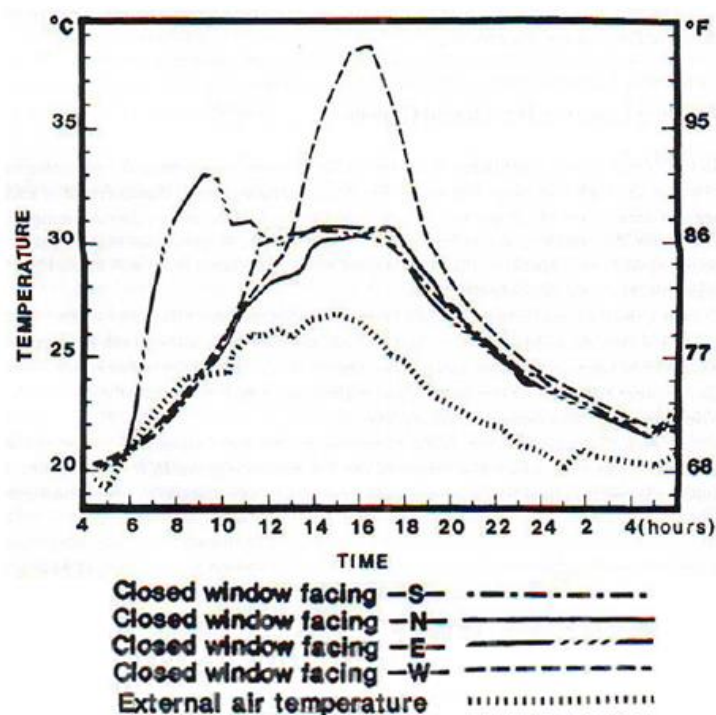


รูปที่ 7 แสดงการถ่ายเทความร้อนผ่านกระจก

ที่มา:คู่มือผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (อาคาร) สำนักพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน  
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2553

นอกจากนี้ ทิศทางของผนังอาคารยังมีต่ออุณหภูมิของผนังอาคารด้วยเช่นกัน จากการศึกษาของ Baruch Givoni (1994) แสดงในรูปที่ 8 พบว่าที่อุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุดประมาณ 26 องศาเซลเซียส ผนังอาคารทั้ง 4 ทิศ ที่ไม่มีลมพัด และไม่มีการบังแดด จะมีอุณหภูมิผนังอาคารภายในแตกต่างกัน ดังนี้

- ผนังอาคารภายในด้านทิศตะวันออก อุณหภูมิสูงสุดประมาณ 33 องศาเซลเซียสในช่วงเช้า ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก 9 องศาเซลเซียส เนื่องจากเป็นที่ได้รับปริมาณรังสีอาทิตย์สูงสุดในช่วงเช้า
- ผนังอาคารภายในด้านทิศตะวันตก อุณหภูมิสูงสุดประมาณ 38 องศาเซลเซียสในช่วงบ่าย ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก 12 องศาเซลเซียส เนื่องจากเป็นที่ได้รับปริมาณรังสีอาทิตย์สูงสุดในช่วงบ่าย
- ผนังอาคารภายในด้านทิศใต้และทิศเหนืออุณหภูมิเฉลี่ยไม่ต่างกันมากตลอดทั้งวัน สูงสุดประมาณ 30 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก 4 องศาเซลเซียส



รูปที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผนังอาคารภายในแต่ละทิศ

ที่มา: Baruch Givoni, 1994

**สรุป** ความร้อนจากดวงอาทิตย์ผ่านสุญญากาศมายังโลก โดยการแผ่ความร้อน เมื่อรังสีอาทิตย์ตกกระทบมายังพื้นผิวรอบๆ อาคารจะเกิดการสะท้อนความร้อนไปยังผนังอาคาร และเมื่อผนังอาคารได้รับความร้อนจะเกิดการถ่ายเทความร้อนแล้วสะสมไว้ในตัวผนังอาคาร โดยการนำความร้อนผ่านมวลสารของวัตถุ ความร้อนที่ถูกสะสมในวัตถุของผนังอาคารจะถูกถ่ายเทความร้อนเข้าผนังอาคารด้านในโดยการนำความร้อนทำให้ผิวภายในอาคารร้อนขึ้น อากาศร้อนที่ร้อนขึ้นซึ่งมีความหนาแน่นต่ำและน้ำหนักเบา ก็จะลอยตัวขึ้น อากาศภายในห้องที่อุณหภูมิต่ำกว่าจึงหมุนเวียนไปแทนที่ เกิดการถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อนทำให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงขึ้น ซึ่งผนังอาคารที่ได้รับปริมาณความร้อนจากรังสีอาทิตย์สูงที่สุด คือ ผนังอาคารทางด้านทิศตะวันตก

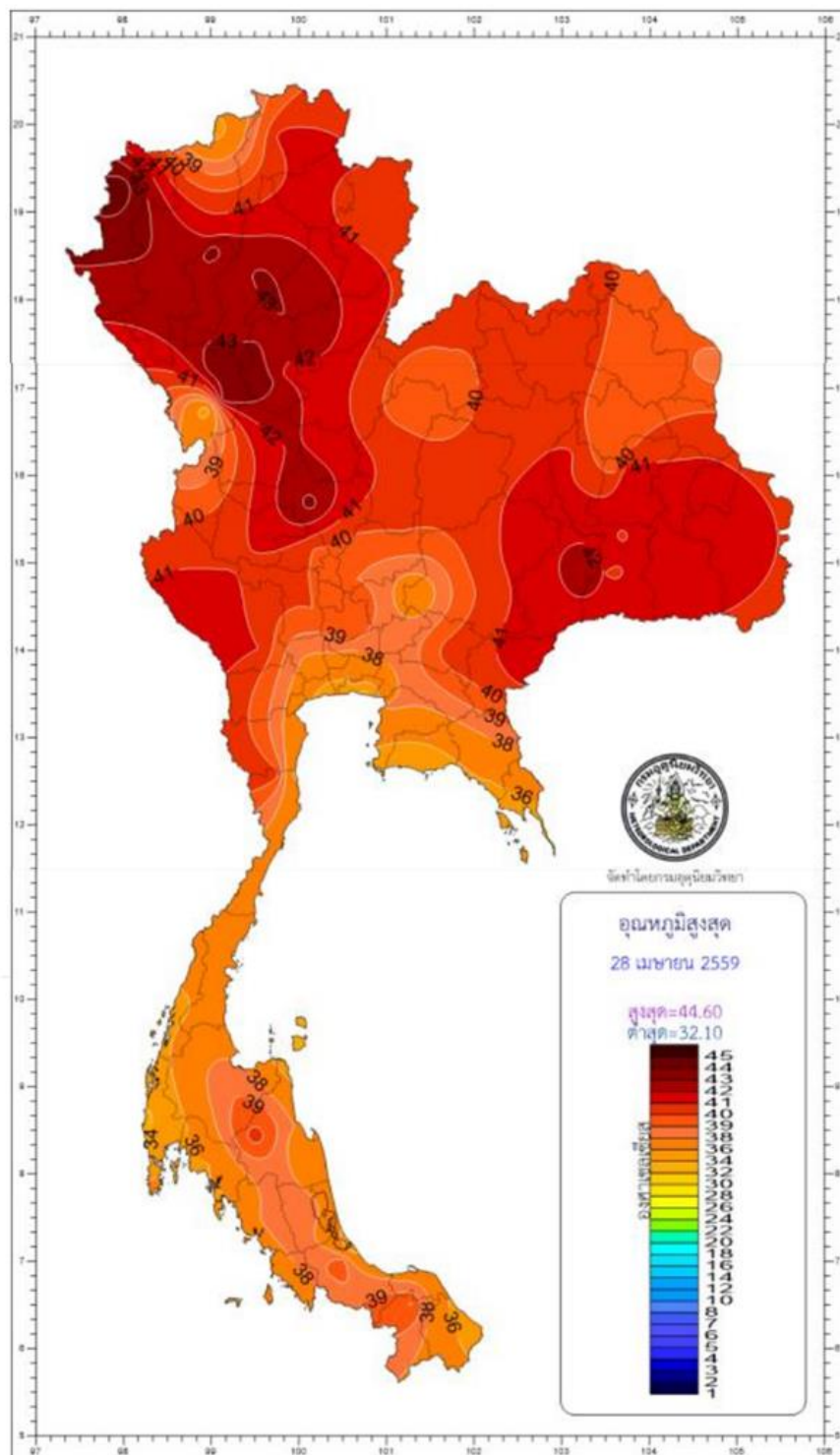
### 1.2.5 อุณหภูมิอากาศในประเทศไทย

อุณหภูมิอากาศเกิดจากการแผ่รังสีอาทิตย์ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลา เช่น ปี ฤดูกาล เดือน วัน หรือแม้กระทั่งรายชั่วโมง การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในรอบวัน เกิดจากการหมุนรอบตัวของโลกทำให้มุมตกกระทบของรังสีอาทิตย์เปลี่ยนแปลงไป ในช่วง

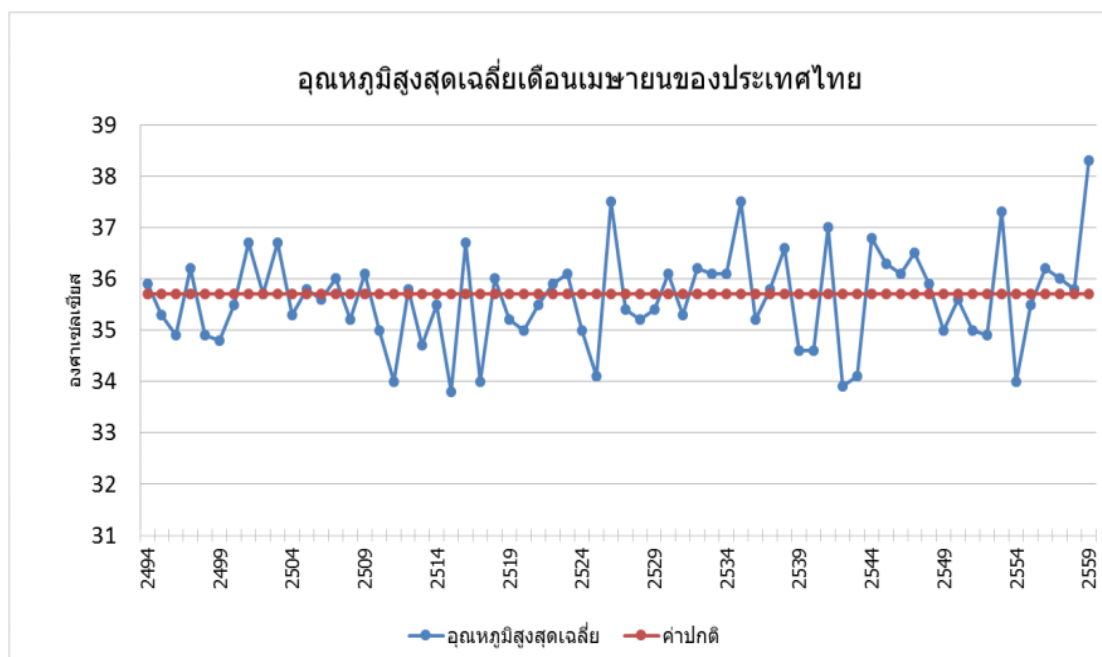
เวลาเที่ยงวันดวงอาทิตย์จะอยู่สูงเหนือขอบฟ้ามากที่สุด รังสีอาทิตย์จะตกกระทบผิวโลกเป็นมุมฉาก จึงมีความเข้มของแสงสูง ทำให้เวลาเที่ยงมีอุณหภูมิอากาศสูง เวลาเช้าและเย็นรังสีอาทิตย์จะอยู่ใกล้ขอบฟ้า แสงตกกระทบเป็นมุมเฉียง ความเข้มของแสงน้อยกว่าเวลาเที่ยงวัน การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในรอบเดือน เกิดจากการเคลื่อนที่ของโลกรอบดวงอาทิตย์ เนื่องจากโลกทำมุม 23.5 องศา กับแนวระนาบการหมุนของโลก จึงทำให้แต่ละในช่วงเวลาของปีได้รับปริมาณรังสีอาทิตย์ไม่เท่ากัน จึงเกิดเป็นฤดูกาลต่างๆ

ในช่วงฤดูร้อนปี 2559 ตั้งแต่วันที่ 2 มีนาคม 2559 ประเทศไทยมีอากาศร้อนอบอ้าวหลายพื้นที่ โดยเฉพาะในเดือนเมษายน 2559 มีสภาพอากาศร้อนจัดต่อเนื่องตลอดทั้งเดือน และร้อนจัดทางตอนบนและบางพื้นที่ในภาคใต้ สาเหตุมาจากหย่อมความกดอากาศต่อเนื่องจากความร้อนปกคลุมประเทศไทยตอนบนและบางพื้นที่ในภาคใต้ เมื่อวันที่ 26 - 27 เมษายน 2559 ส่งผลทำให้วันที่ 28 เมษายน 2559 อุณหภูมิอากาศร้อนสูงสุด 44.6 องศาเซลเซียสทางตอนเหนือของประเทศไทย ดังแสดงในรูปที่ 9 ซึ่งสูงกว่าสถิติเดิมของไทยที่เคยวัดได้ 44.5 เมื่อวันที่ 27 เมษายน 2503 ตั้งแต่เริ่มมีการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิในปี 2494

เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยเดือนเมษายนตั้งแต่เริ่มมีการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิในปี 2494 ดังแสดงในรูปที่ 10 พบว่าในเดือนเมษายน 2559 พบอุณหภูมิเฉลี่ยสูงที่สุดในประเทศไทยในรอบทศวรรษเฉลี่ยสูงสุดถึง 38.3 องศาเซลเซียส รองลงมาคือปี 2526 และ 2535 เฉลี่ย 37.5 องศาเซลเซียส ปี 2553 เฉลี่ย 37.3 และปี 2541 ซึ่งเป็นปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญรุนแรงที่สุดเป็นประวัติการณ์เฉลี่ย 37.0 องศาเซลเซียส ตามลำดับ



รูปที่ 9 แสดงแผนที่อุณหภูมิสูงสุดของประเทศไทยวันที่ 28 เมษายน 2559  
 ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา, 2559



รูปที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยเดือนเมษายนของประเทศไทย  
ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา, 2559

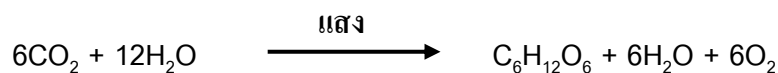
### 1.2.6 คุณสมบัติของพืชพรรณที่มีผลต่อการลดอุณหภูมิ

พืชมีความสำคัญในสิ่งแวดล้อมทำหน้าที่ลดมลพิษทางอากาศโดยการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) และปล่อยออกซิเจน (O<sub>2</sub>) ทำให้คุณภาพอากาศดีขึ้น อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มพื้นที่สีเขียวทำให้บรรยากาศบริเวณนั้นเกิดความร่มรื่น ร่มเงา สบายตาแก่ผู้พบเห็น นอกจากนี้พืชยังมีหน้าที่ช่วยปรับอุณหภูมิสภาพแวดล้อมได้อีกด้วย

พืชโดยทั่วไปมีค่าการสะท้อนรังสีร้อยละ 10-20 (สุดสวาท ศรีสถาปัตยกรรม, 2545) และมีค่าการดูดซับรังสีถึงร้อยละ 40-80 (Bermejo et al., 2010; Givoni, 1998) ซึ่งรังสีอาทิตย์ที่พืชดูดซับไปนั้นจะถูกใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ส่วนความร้อนส่วนเกินจะถูกระบายออกพร้อมการคายน้ำ

#### 1.2.6.1 การสังเคราะห์แสงของพืช

การสังเคราะห์ของพืชเป็นกระบวนการทางชีวเคมีที่มีความสำคัญ ของพืชที่มีสีเขียว โดยมีรงควัตถุพวกคลอโรฟิลล์เป็นตัวนำพลังงานจากรังสีอาทิตย์ (photosynthetically active radiation หรือ PAR) เปลี่ยนเป็นพลังงานเคมี โดยมีน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์เป็นวัตถุดิบ ซึ่งสามารถสรุปสมการได้ดังนี้



ผลของการสังเคราะห์ด้วยแสงพืชจะได้รับ ออกซิเจน คาร์โบไฮเดรต ที่มีคาร์บอน 6 อะตอมหรือน้ำตาลกลูโคส น้ำ และพลังงานที่สะสมในรูปสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งจะนำไปใช้ในกระบวนการสร้างสารประกอบชนิดอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญของพืช

### ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสังเคราะห์แสงของพืช

1. **แสงสว่าง** เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการสังเคราะห์แสง การใช้พลังงานจากแสงมาสร้างเป็นอาหาร และเก็บสะสมพลังงานนั้นไว้ในอาหารที่สร้างขึ้น พืชแต่ละชนิดมีความต้องการความเข้มของแสงไม่เท่ากัน ถ้าความเข้มของแสงมากเกินไปจนจุดอิ่มตัวแสง อาจทำให้ใบไหม้เกรียมตายได้ ถ้าปริมาณความเข้มของแสงต่ำ พืชก็จะมีอัตราการสังเคราะห์แสงต่ำ แต่พืชไม่สามารถลดอัตราการหายใจให้ต่ำลงไปด้วย จะทำให้พืชไม่เจริญและตายได้ในที่สุด

2. **อุณหภูมิของอากาศ** พืชแต่ละชนิดมีช่วงอุณหภูมิในการสังเคราะห์ที่ต่างกันตั้งแต่ 5-40 องศาเซลเซียส พืชเขตร้อนอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วงที่ค่อนข้างสูง ส่วนพืชเขตอบอุ่นหรือเขตหนาวจะทำการสังเคราะห์แสงได้ดีในอุณหภูมิต่ำกว่า ถ้าอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไปมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ในปฏิกิริยา

3. **ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>)** เป็นก๊าซที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง ในสภาพที่มีแสงและอุณหภูมิพอเหมาะ อัตราการสังเคราะห์แสงจะขึ้นกับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ถ้าเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ให้สูงขึ้น จะมีผลทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นจนถึงจุดอิ่มตัว พืชจะไม่เพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสงอีก

4. **ธาตุอาหาร** การขาดธาตุอาหารมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงทั้งทางตรงและทางอ้อม แมกนีเซียมและไนโตรเจน เป็นธาตุที่มีความสำคัญในองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ ดังนั้น การขาดธาตุอาหารเหล่านี้จะทำให้พืชเกิดอาการใบเหลืองซีด เนื่องจากใบขาดคลอโรฟิลล์ และเกิดการสังเคราะห์แสงลดลง

5. **ปริมาณน้ำที่พืชได้รับ** น้ำเป็นแหล่งของอิเล็กตรอนที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงเมื่อพืชขาดน้ำอัตราการสังเคราะห์แสงจะลดลง นอกจากนี้น้ำมีผลต่อการเปิดปิดของปากใบ ซึ่งมีผลกระทบต่อการแพร่กระจายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปในใบ ถ้าสภาพขาดน้ำปากใบจะปิดเพื่อลดการคายน้ำ ทำให้ขาดแคลนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์แสง

### 1.2.6.2 การคายน้ำของพืช

การคายน้ำเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญต่อพืชในการควบคุมการเคลื่อนที่ของน้ำ น้ำที่พืชดูดขึ้นไปจะใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพียงร้อยละ 1 – 2 เท่านั้น น้ำส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 98 – 99 จะสูญเสียบไปในรูปของการคายน้ำ

การคายน้ำของพืช แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. Stomatal transpiration เป็นการคายน้ำที่ทางปากใบ ซึ่งการคายน้ำส่วนใหญ่จะขึ้นทางปากใบร้อยละ 90

2. Cuticular transpiration เป็นการคายน้ำทางผิวใบ บริเวณผิวใบจะมี cuticle หนาอยู่ข้างนอกสุดของ epidermis ซึ่งประกอบด้วยสาร cutin จึงเกิดการคายน้ำได้ยาก ดังนี้จึงเกิดการคายน้ำทางผิวใบได้เพียงร้อยละ 10 เท่านั้น

3. Lenticular transpiration เป็นการคายน้ำที่กำจัดไอน้ำออกมาทาง lenticel ซึ่งเป็นรอยแตกตามลำต้นและกิ่ง ซึ่งการคายน้ำประเภทนี้จะเกิดขึ้นน้อยมาก

#### ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการคายน้ำของพืช

1. **ชนิดของพืช** ส่วนประกอบและโครงสร้างของใบที่ไม่เหมือนกัน ทำให้การคายน้ำแตกต่างกัน โดยพืชที่มีปากใบมากก็จะคายน้ำน้ำมาก แต่ถ้าพืชบางชนิดมีปากใบน้อย ก็จะมีการคายน้ำน้อย

2. **อุณหภูมิของอากาศ** ถ้าอุณหภูมิของบรรยากาศสูง จะทำให้ใบคายน้ำได้มากและรวดเร็วขึ้น เพราะ เมื่ออุณหภูมิบรรยากาศสูง อุณหภูมิของน้ำภายในใบก็จะสูงขึ้น ทำให้น้ำระเหยเป็นไอได้ง่าย จึงระเหยออกไปจากใบได้มากและเร็วขึ้น

3. **ความชื้นของอากาศ** ถ้าหากความชื้นในบรรยากาศมีน้อย อาทิเช่น ในฤดูร้อนหรือกลางวัน ความชื้นในบรรยากาศจึงแตกต่างกับความชื้นในช่องว่างที่อากาศในใบมาก ซึ่งถ้าความชื้นในบรรยากาศมีมากขึ้น อาทิเช่น ในฤดูฝนหรือตอนก่อนและหลังฝนตกใหม่ ๆ ใบจะคายน้ำได้น้อยและช้าลง

4. **ความอุดมสมบูรณ์ของน้ำในดิน** ถ้าในดินมีน้ำมากหรือดินแฉะ และสภาพอื่น ๆ ก็เหมาะสมกับการคายน้ำ น้ำในดินจะถูกดูดและลำเลียงไปยังใบได้มากและตลอดเวลาจะทำให้ใบคายน้ำได้มาก แต่ถ้าน้ำในดินน้อยหรือดินแห้ง แม้ว่าสภาพอื่น ๆ จะเหมาะสมกับการคายน้ำมาก อย่างไรก็ตามการคายน้ำก็เกิดขึ้นได้น้อย

5. **ลม** ช่วยพัดพาไอน้ำที่ระเหยออกมาจากใบและอยู่บริเวณรอบ ๆ ทำให้พืชเกิดการคายน้ำได้มากขึ้น

6. **ความอุดมสมบูรณ์ของน้ำในดิน** ถ้าในดินมีน้ำมากหรือดินแฉะ และสภาพอื่น ๆ ก็เหมาะสมกับการคายน้ำ น้ำในดินจะถูกดูดและลำเลียงไปยังใบได้มากและตลอดเวลาจะทำให้ใบคายน้ำได้มาก แต่ถ้าในดินน้อยหรือดินแห้ง แม้ว่าสภาพอื่น ๆ จะเหมาะสมกับการคายน้ำมาก อย่างไรก็ตามการคายน้ำก็เกิดขึ้นได้น้อย เพราะเมื่อดินแห้งก็ไม่มีน้ำที่จะลำเลียงขึ้นไปยังใบ ใบจึงขาดน้ำที่จะระเหยออกไปได้

7. **แสงสว่าง** เป็นตัวกระตุ้นการเปิดของปากใบ ถ้ามีแสงสว่างมากจะทำให้มีการคายน้ำมากขึ้น

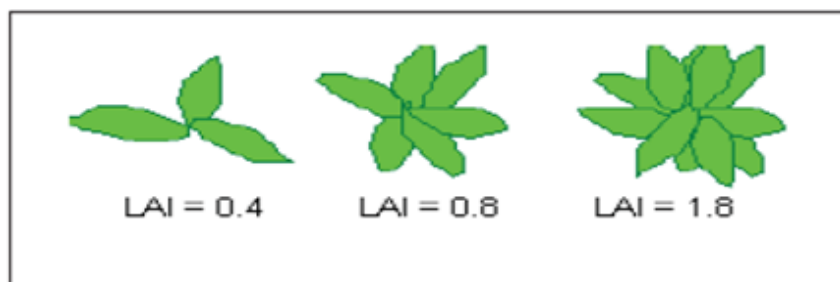
### 1.2.6.3 ความหนาแน่นของพุ่มใบ (ศุภศักดิ์ หนูมาก, 2559)

ความหนาแน่นของพุ่มใบของพืชมีผลต่อการลดปริมาณความร้อนได้ พืชที่มีใบหนาแน่นมากก็จะสามารถลดการถ่ายเทความร้อนผ่านชั้นพืชได้ดีกว่าพืชที่มีความหนาแน่นของใบน้อย

ค่า “ดัชนีพื้นที่ใบ” หรือ Leaf Area Index (LAI) หมายถึง สัดส่วนของพื้นที่ใบต่อพื้นที่ปลูก โดยคำนวณจากสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{ดัชนีพื้นที่ใบ (LAI)} = \frac{\text{พื้นที่ใบ (ตารางเมตร)} \times \text{จำนวนใบ}}{\text{พื้นที่ปลูก (ตารางเมตร)}}$$

นอกจากนั้น ดัชนีพื้นที่ใบสามารถคำนวณได้จากเครื่อง Licor LAI 2200 โดยใช้หลักการ ส่องผ่านของแสงจากยอดทรงพุ่มเข้าสู่ sensor ที่มีลักษณะคล้าย fisheyes สามารถปรับมุมของการรับแสงได้หลาย ๆ มุม เพื่อคำนวณค่า LAI ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ดังแสดงในรูปที่ 11



รูปที่ 11 ภาพแสดงตัวอย่างค่า Leaf Area Index

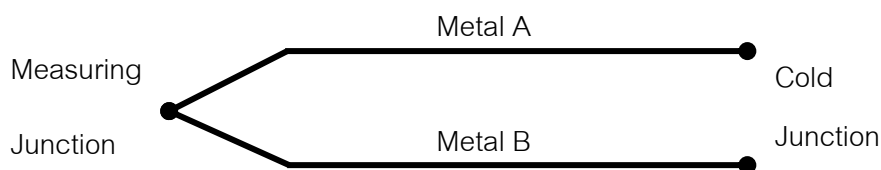
ที่มา: <https://www.kurtz-fernhout.com/help100/00000424.htm> (สืบค้นเมื่อ 30 มิถุนายน 2561)



### 1.2.7 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ

#### เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple)

เป็นอุปกรณ์วัดอุณหภูมิโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิให้เป็นแรงเคลื่อนทางไฟฟ้า ซึ่งถูกค้นพบเมื่อปี ค.ศ. 1821 โดย Thomus Seebeck นักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน เทอร์โมคัปเปิล ประกอบด้วย ลวดโลหะตัวนำที่แตกต่างกันทางโครงสร้างของอะตอม 2 ชนิด มาเชื่อมต่อกันทั้งสองเข้าด้วยกันเป็นจุดวัดอุณหภูมิหรือรอยต่อร้อน (measuring junction หรือ hot junction) ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งนำไปต่อกับมิเตอร์หรือวงจรรีเลย์ เพื่อแสดงผลเรียก รอยต่อเย็น (cold junction) ใช้สำหรับเป็นจุดอ้างอิง (reference junction) ดังแสดงในรูปที่ 12 ซึ่งหลักการทำงานเมื่อจุดวัดอุณหภูมิและจุดอ้างอิงมีอุณหภูมิแตกต่างกันจะทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าขึ้น ค่ากระแสไฟฟ้าหรือแรงดัน ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นสามารถวัดค่าและปรับให้อยู่ในหน่วยของอุณหภูมิได้ โดยการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงดันไฟฟ้าขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะตัวนำของเทอร์โมคัปเปิลและอุณหภูมิที่จุดวัด



รูปที่ 12 วงจรของเทอร์โมคัปเปิล

ที่มา: ผู้วิจัย 2560

เทอร์โมคัปเปิลแบบมาตรฐานแบ่งออกเป็น 7 ชนิด ตามมาตรฐานของ ANSI (American National Standards Institute) และ ASTM (American Society for Testing and Materials) โดยจำแนกประเภทตามโลหะตัวนำของเทอร์โมคัปเปิล ซึ่งเทอร์โมคัปเปิลแต่ละชนิดจะมีย่านวัดอุณหภูมิต่างกัน ดังนี้

ตารางที่ 1 ชนิดของวัสดุตัวนำและย่านการวัดอุณหภูมิของเทอร์โมคัปเปิลแบบมาตรฐาน

มาตรฐาน	โลหะขั้วลบ	โลหะขั้วบวก	ย่านวัดอุณหภูมิ (°C)
Type K	Nickel Chromium	Nickel Aluminium	-270 to +1372
Type J	Constantan	Iron	-210 to +1200
Type N	Nisil	Nicrosil	-270 to + 1300
Type S	Platinum 10 %	Rhodium	+50 to +1768
Type T	Constantan	Copper	-270 to +400
Type E	Constantan	Nickel Chromium	-270 to +1000
Type R	Platinum 13 %	Rhodium	-50 to +1768

**เทอร์โมคัปเปิล แบบ K** เริ่มมีใช้งานเป็นมาตรฐานตั้งแต่ปี ค.ศ. 1916 โดยวัสดุที่ใช้เป็นลวดตัวนำด้านหนึ่งจะเป็นนิกเกิลที่เจือปนด้วยอะลูมิเนียม ส่วนอีกด้านเจือปนด้วยโครเมียม เพราะว่าในปี ค.ศ. 1916 ยังไม่สามารถสร้างนิกเกิลบริสุทธิ์ได้ จึงได้เติมสารไม่บริสุทธิ์ต่างๆ ในส่วนผสม แต่ในปัจจุบันได้มีการระมัดระวังส่วนผสมที่จะทำให้เกิดความไม่บริสุทธิ์ดังกล่าวเพื่อการบำรุง เทอร์โมคัปเปิลชนิด K ที่เป็นมาตรฐานจึงไม่ใช่โลหะผสม แต่โดยทั่วไปจะผสมธาตุพิเศษเข้าไปแทน เพื่อปรับปรุงคุณภาพของแรงเคลื่อนและอุณหภูมิของจุดหลอมละลายที่กำหนด

#### ข้อดีของเทอร์โมคัปเปิลแบบ K

- เหมาะสำหรับวัดอุณหภูมิช่วงสั้นๆ เป็นแบบที่นิยมใช้กันแพร่หลายมากที่สุด
- สามารถใช้วัดในงานที่มีปฏิกิริยาออกซิไดซิง หรือสภาวะแบบเฉื่อย ได้ดีกว่าแบบอื่นๆ
- สามารถใช้กับสภาพงานที่มีการแผ่รังสีความร้อนได้ดี
- ให้อัตราการเปลี่ยนแปลงเคลื่อนไฟฟ้าต่ออุณหภูมิดีกว่าแบบอื่นๆ (ความชันเกือบเป็น 1) และมีความเป็นเชิงเส้นมากที่สุดเมื่อเทียบกับเทอร์โมคัปเปิลแบบอื่นๆ

#### ข้อเสียของเทอร์โมคัปเปิลแบบ K

- ไม่เหมาะกับการวัดที่ต้องสัมผัสกับปฏิกิริยารีดิวซิงและออกซิไดซิงโดยตรง
- ไม่เหมาะกับการงานที่มีไอซัลเฟอร์

- ไม่เหมาะกับสภาพงานที่เป็นสุญญากาศยกเว้นใช้ในช่วงเวลาสั้นๆ
- หลังจากใช้งานไป 30 ปี ทำให้ส่วนผสมทางเคมีเปลี่ยนไป เป็นผลทำให้คุณสมบัติของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเปลี่ยนไป

### 1.3 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้พืชประกอบอาคารเพื่อลดความร้อนเข้าสู่อาคารเป็นที่ได้รับความนิยม เนื่องจากมีผู้ให้ความสำคัญกับการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมมากขึ้น แต่ผู้วิจัยยังไม่พบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมพื้นผิวข้างอาคารโดยตรง จึงได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากการศึกษาวิจัยส่วนใหญ่จะพบการใช้ประกอบอาคารในลักษณะการจัดสวนเป็นแนวตั้ง โดยการใช้พืชพรรณชนิดไม้เลื้อยเป็นแผงกันความร้อนเพื่อลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร (Hoelscher, M. *et al.*, 2015; Mazzali, U. *et al.*, 2013; Hien Wong, N. *et al.*, 2010) ซึ่งส่วนใหญ่พบการใช้ไม้เลื้อยประกอบอาคาร 3 รูปแบบ คือ การใช้ไม้เลื้อยเกาะคลุมผนังอาคาร, การใช้แผงไม้เลื้อยในแนวตั้งบังผนังอาคารและการใช้แผงไม้เลื้อยในแนวราบผนังอาคาร (อัศวิน ไทรศาสตร์, 2545) จากงานวิจัยของพาสินี สุนากร และ ชนิกันต์ ยิ้มประยูร (2551) และ Sandifer, S. and Givoni, B. (2000) พบว่าการใช้สรั้อยอินทนิลเป็นแผงกันความร้อน สามารถลดอุณหภูมิผนังอาคารด้านในได้ถึง 6.84-7 องศาเซลเซียส และพบว่าถ้ามีการระบายอากาศร่วมด้วยสามารถลดอุณหภูมิผนังอาคารด้านในได้สูงสุดถึง 9.93 องศาเซลเซียส (พาสินี สุนากร และชนิกันต์ ยิ้มประยูร, 2554) การใช้เถาต้นขาเป็นแผงกันความร้อนสามารถลดอุณหภูมิได้สูงสุด 5.6 องศาเซลเซียส (Lam, M.*et al.*, 2005) ส่วนการจัดสวนในแนวตั้งโดยใช้พืชที่เป็นรากอากาศ เช่น เดฟ, พิไลเดนตรอน, มอนสเตอร์, สับปะรดสี, เฟิน, หนวดปลาหมึกแคระ, ปีกแมลงสาบ, นมตาเลีย สามารถช่วยลดอุณหภูมิภายในอาคารได้ 2.8-3.6 องศาเซลเซียส (จุฬาลักษณ์ ไพบูลย์ฟุ้งเฟื่อง, 2557)

ทั้งนี้ประสิทธิภาพในการใช้พืชเป็นแผงกันความร้อนเพื่อลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารจะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของใบและพื้นที่การปกคลุมอาคาร โดยพืชที่มีความหนาแน่นสูงจะมีประสิทธิภาพการลดการถ่ายเทความร้อนได้มากกว่าพืชที่มีความหนาแน่นต่ำ (วรวรรณ เนตรพระ, 2552; อภินันท์ เกียรติวาทิรัตน์, 2554; คำพร สิริเฉลิมลาภ, 2546) และผนังไม้เลื้อยที่มีพื้นที่ใบปกคลุมอาคารมากก็จะลดการถ่ายเทความร้อนได้มากเช่นกัน (วิชัย เหล่าพานิชย์กุล และ อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรณ, 2550) นอกจากนี้ทิศทางของผนังอาคารก็มีผลต่ออุณหภูมิของผนังอาคารอีกด้วย จากงานวิจัยของ Susorova, I. *et al.* (2014) พบว่าผนังอาคารทางด้านทิศตะวันออกเป็นผนังอาคาร

ที่ได้รับปริมาณความร้อนจากรังสีอาทิตย์สูงสุดในช่วงเช้า ส่วนผนังอาคารทางด้านทิศตะวันตกเป็นผนังอาคารที่ได้รับปริมาณความร้อนจากรังสีอาทิตย์สูงสุดในช่วงบ่าย

การใช้พืชประกอบอาคารในลักษณะอื่นๆ ก็สามารถลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ผนังอาคารได้เช่นกัน อาทิเช่น งานวิจัยของกาญจนา สิริภักทรวณิช (2541) ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติของร่มเงาและพุ่มไม้ต้นจามจุรีและต้นพิทูลในการลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร พบว่าการปลูกต้นพิทูลประกอบอาคารสามารถลดปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดีกว่าต้นจามจุรี เนื่องจากต้นไม้ที่มีพุ่มไม้ใหญ่กว่าสามารถลดปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดีกว่าต้นไม้ที่มีพุ่มไม้ขนาดเล็ก (Berry R. *et al.*, 2013; Nadia, S. *et al.* 2013) ซึ่งระยะห่างของพุ่มไม้กับผนังอาคารก็มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารเช่นกัน โดยระยะห่างระหว่างอาคารกับพุ่มไม้จะมีผลต่อการป้องกันรังสีอาทิตย์ในช่วงที่ดวงอาทิตย์ทำมุมสูง ระยะห่างที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 เมตร (คำรพ สิริเฉลิมลาภ, 2546) นอกจากนี้การศึกษาใช้หลังคาสีเขียวเพื่อลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร โดยพรหมพรต รุจิชัย (2551) พบว่าการปลูกหญ้าปกคลุมหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็กสามารถลดอุณหภูมิห้องทดลองลงได้ 2.24-2.66 องศาเซลเซียส และมีอัตราการประหยัดค่าไฟฟ้าแต่ละปีถึงร้อยละ 3.16 - 4.19

ดังนั้นจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องจึงสรุปได้ว่าพืชมีความสามารถในการลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารซึ่งพืชแต่ละชนิดมีประสิทธิภาพในการลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารแตกต่างกันแต่ยังไม่มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมพื้นผิวข้างอาคารซึ่งเป็นมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผนังอาคารเช่นกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะลดอุณหภูมิผนังอาคารในรูปแบบอื่นๆ เพื่อลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารและลดภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ เพื่อเป็นการอนุรักษ์การใช้พลังงานและสิ่งแวดล้อมต่อไป

#### 1.4 วัตถุประสงค์งานวิจัย

1.4.1 เพื่อศึกษาอุณหภูมิผนังอาคารที่บที่เกิดจากการสะท้อนความร้อนจากผิวพื้นข้างอาคาร

1.4.2 เพื่อศึกษาการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมพื้นผิวพื้นข้างอาคาร

## 1.5 สมมติฐานของงานวิจัย

การจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นที่ข้างอาคารสามารถลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บได้

## 1.6 ขอบเขตการวิจัย

### 1.6.1 ขอบเขตด้านพื้นที่

กำหนดขอบเขตด้านพื้นที่การดำเนินการวิจัยบริเวณอาคาร คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

### 1.6.2 ขอบเขตด้านเวลา

กำหนดขอบเขตด้านเวลาโดยเลือกทำการทดลอง ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2558 – กันยายน 2559 เป็นระยะเวลา 12 เดือน

### 1.6.3 ขอบเขตด้านเนื้อหา

การวิจัยนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลจากสภาพอากาศจริง ผลการทดลองจึงสอดคล้องกับสภาพอากาศในช่วงที่ทำการทดลองเท่านั้น

## 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ทราบอุณหภูมิผนังอาคารที่บที่เกิดจากการสะท้อนความร้อนจากผิวพื้นที่ข้างอาคาร

1.7.2 ทราบแนวทางการจัดเรียงพืชคลุมพื้นที่ข้างอาคาร

1.7.3 สามารถเสนอแนวทางการประยุกต์ใช้ในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม

## บทที่ 2 วิธีการวิจัย

### 2.1 เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

#### 2.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

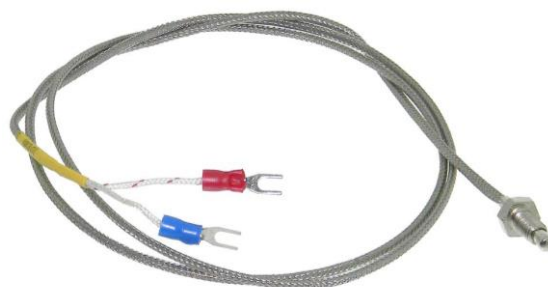
1. เครื่องบันทึกอุณหภูมิผนังอาคาร (Data Logger) ยี่ห้อ DIGICON รุ่น DL-TC-USB จำนวน 2 เครื่อง
2. เครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Data Logger) ยี่ห้อ DIGICON รุ่น DL-TH-USB จำนวน 2 เครื่อง
3. สายเทอร์โมคัปเปิล ชนิด K ความยาว 2 เมตร จำนวน 2 คู่สาย



รูปที่ 13 เครื่องบันทึกอุณหภูมิยี่ห้อ  
DIGICON รุ่น DL-TC-USB



รูปที่ 14 เครื่องบันทึกอุณหภูมิยี่ห้อ  
DIGICON รุ่น DL-TH-USB



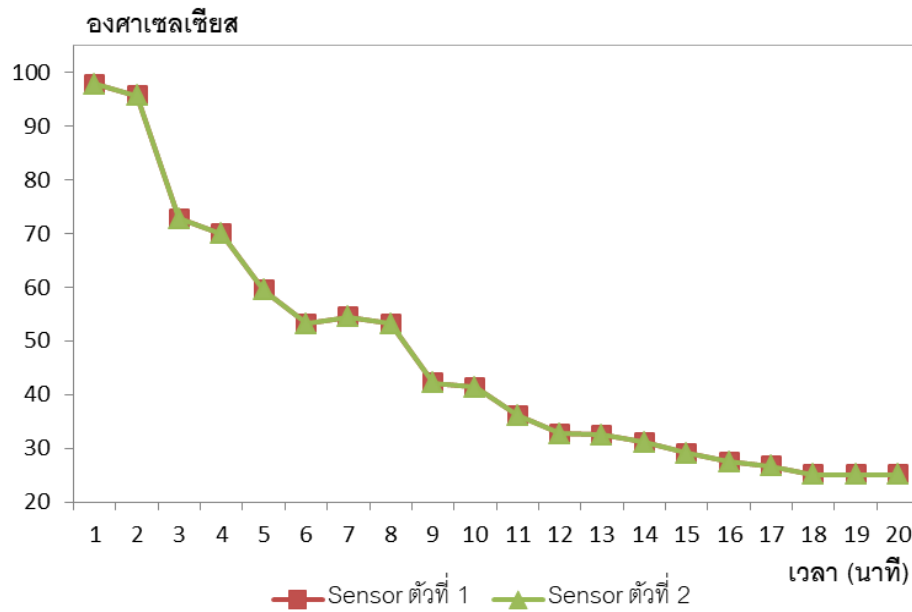
รูปที่ 15 สายเทอร์โมคัปเปิลชนิด K

การตรวจสอบการวัดอุณหภูมิของหัว Sensor (อัษฎนา สังฆะกุล, 2553)

ทำการตรวจสอบโดยนำเครื่องบันทึกอุณหภูมิผนังอาคาร (Data Logger) ยี่ห้อ DIGICON รุ่น DL-TC-USB ต่อกับสายเทอร์โมคัปเปิลชนิด K จากนั้นนำหัว Sensor จุ่มลงในน้ำร้อนที่จัดเตรียมไว้ แล้วทำการวัดค่าอุณหภูมิที่ลดลงทุกๆ 1 นาที เป็นระยะเวลา 20 นาที

ตารางที่ 2 การวัดอุณหภูมิของเครื่องบันทึกอุณหภูมิผนังอาคาร ยี่ห้อ DIGICON รุ่น DL-TC-USB

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	
	Sensor ตัวที่ 1	Sensor ตัวที่ 1
1.00	97.8	97.8
2.00	95.7	95.7
3.00	72.8	72.8
4.00	69.9	69.9
5.00	59.5	59.5
6.00	53.2	53.2
7.00	54.5	54.5
8.00	53.2	53.2
9.00	42.1	42.1
10.00	41.4	41.4
11.00	36.1	36.1
12.00	32.7	32.7
13.00	32.5	32.5
14.00	31.1	31.1
15.00	29.1	29.1
16.00	27.5	27.5
17.00	26.7	26.7
18.00	25.1	25.1
19.00	25.1	25.1
20.00	25.1	25.1



รูปที่ 16 แสดงการตรวจสอบการวัดอุณหภูมิเครื่องบันทึกอุณหภูมิยี่ห้อ DIGICON รุ่น DL-TC-USB

### 2.2.1 วัสดุที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

1. ต้นพลูด่าง เพาะพันธุ์เองด้วยวิธีการปักชำ
2. วัสดุปลูก ได้แก่ ดินร่วน ขุยมะพร้าว
3. กระถางต้นไม้ ขนาด กว้าง 7.7 เซนติเมตร สูง 6.3 เซนติเมตร จำนวน

300 กระถาง

4. ถาดหลุมกล้วยไม้ขนาด 15 หลุม จำนวน 20 ถาด





### เกณฑ์การคัดเลือกที่ 3 ทนต่อสภาพแวดล้อม

พืชแต่ละชนิดมีลักษณะการทนต่อสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน เพื่อให้สอดคล้องกับการทดลองซึ่งเป็นระยะเวลานาน พืชที่เหมาะสมที่จะใช้ในการทดลองจะต้องพืชที่ทนต่อการแปรปรวนของสภาพแวดล้อมได้ดี สามารถเจริญเติบโตได้ทั้งในฤดูร้อนที่มีแสงแดดจัด และฤดูฝนที่มีแสงแดดน้อย เนื่องจากถ้าสภาพอากาศแปรปรวนพืชอาจจะตายได้

- |                               |                     |
|-------------------------------|---------------------|
| 1. ทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี      | ระดับคะแนน 10 คะแนน |
| 2. ทนต่อสภาพแวดล้อมได้ปานกลาง | ระดับคะแนน 5 คะแนน  |
| 3. ทนต่อสภาพแวดล้อมได้น้อย    | ระดับคะแนน 5 คะแนน  |

### เกณฑ์การคัดเลือกที่ 4 การผลัดใบและเสื่อมสภาพของใบ

ใบ พืชที่เหมาะสมในการลดการถ่ายเทความร้อนที่ผนังอาคารควรเป็นพืชที่มีการผลัดใบไม่บ่อยจนเกินไป เพราะถ้าพืชมีการผลัดใบจำนวนมากจะยากต่อการดูแลรักษา

- |                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| 1. เสื่อมสภาพน้อย    | ระดับคะแนน 10 คะแนน |
| 2. เสื่อมสภาพปานกลาง | ระดับคะแนน 5 คะแนน  |
| 3. เสื่อมสภาพมาก     | ระดับคะแนน 5 คะแนน  |

### เกณฑ์การคัดเลือกที่ 5 การดูแลรักษา

การคัดเลือกพืชพรรณที่ดูแลรักษาง่ายจะช่วยประหยัดค่าเวลา และค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาต้นพืชได้

- |   |                      |
|---|----------------------|
| 1. ดูแลรักษาง่าย รดน้ำ ให้อยู่ตามปกติ       | ระดับคะแนน 10 คะแนน  |
| 2. ดูแลรักษาปานกลาง รดน้ำ ให้อยู่สม่ำเสมอ   | ระดับคะแนน 7.5 คะแนน |
| 3. ดูแลรักษายาก ต้องระวังโรคพืช และศัตรูพืช | ระดับคะแนน 5 คะแนน   |

ตารางที่ 3 การคัดเลือกพืชที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

ชนิดของพืช	เกณฑ์การคัดเลือก					
	การขยายพันธุ์พืช	อัตรา การเจริญเติบโต	ทนต่อสภาพแวดล้อม	การผลิตใบ	การดูแลรักษา	รวมคะแนน
หมากผู้หมากเมีย	10	7.5	10	10	10	47.5
เศรษฐีเรือนนอก	10	7.5	7.5	10	10	45
เศรษฐีเรือนใน	10	7.5	7.5	10	10	45
วาสนา	10	7.5	7.5	10	10	45
กาบหอยแครง	10	10	7.5	10	10	47.5
ชบา	10	10	5	10	10	45
เข็มญี่ปุ่น	10	5	5	10	10	40
กระดุมทองไม้เลื้อย	10	10	7.5	10	10	47.5
พุดซ้อน	10	5	5	10	10	40
พุดต่าง	10	10	10	10	10	50
หนวดปลาหมึกแคระ	10	5	7.5	10	10	42.5
หุปลาซ้อน	10	10	5	10	10	45

จากผลการคัดเลือก พบว่าต้นพุดต่างมีคะแนนรวมสูงสุด จึงเหมาะสมที่จะใช้ในการทดลองมากที่สุด

ต้นพลูด่าง

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Epipremnum aureum*

ชื่อสามัญ : Devil, silvy, Golden Pothos, Hunter's robe



### รูปที่ 17 แสดงลักษณะการเลี้ยงของต้นพลูด่าง

ที่มา: [http://www.niyommit.org/botanic/index.php?option=com\\_wrapper  
&view=wrapper&Itemid=90](http://www.niyommit.org/botanic/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=90) (เมื่อวันที่ 10 กันยายน 2558)

พลูด่างจัดเป็นไม้ดอกไม้ประดับประเภทไม้เลื้อยที่นิยมปลูกมากชนิดหนึ่ง ทั้งปลูกในแปลงจัดสวน ปลูกในกระถาง และปลูกในแจกัน เนื่องจากให้ใบดก ใบมีสีสันทสวยงาม เติบโตได้ดีในทุกสภาพ ดูแลง่าย และทนต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดี ลำต้นเป็นไม้เนื้ออ่อน อายุหลายปี ลำต้นเลื้อยไปตามพื้นหรือมีรากเกาะพันกับต้นไม้ใหญ่หรือเสาหลักอื่นๆ เมื่อแก่มีเนื้อไม้ กิ่งก้านสีเขียวถึงสีเขียวอ่อนอมเหลืองมักมีขีดตามยาวสีเหลืองหรือสีขาว ใบเดี่ยว เรียงสลับ รูปไข่แกมหัวใจ กว้าง 5-30 เซนติเมตร ยาว 7-45 เซนติเมตร ปลายใบแหลม โคนใบเว้า ขอบใบเรียบ แผ่นใบหนาอวบน้ำ ผิวใบด้านบนด่างสีเขียวปนเหลือง ดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ ออกเป็นช่อ มักไม่ออกดอกให้เห็นจนกระทั่งต้นสมบูรณ์เต็มที่ มีพฤติกรรมต้องการแสงชอบแสงปานกลาง-มาก ถ้าขาดแสงใบจะซีด ไม่สวยงาม

#### 2.1.2 กำหนดพื้นที่ในการดำเนินงานวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดพื้นที่ในการดำเนินงานวิจัยบริเวณคณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เนื่องจากในฐานะที่เป็นผู้นำด้านการศึกษา วิจัย

และบริการทางวิชาการด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมในเชิงบูรณาการของภาคีได้ อีกทั้งมีความพร้อมสำหรับการทำการทดลองและมีความสะดวกในการติดตั้งเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

คณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ มีลักษณะอาคารเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า สูง 8 ชั้น มีความกว้างประมาณ 27 เมตร และความยาวประมาณ 45 เมตร เป็นผนังก่ออิฐ ฉาบปูน มีพื้นที่รอบอาคารเป็นพื้นคอนกรีต



**รูปที่ 18 แสดงอาคารคณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์  
ทางทิศเหนือ**

ที่มา: ถ่ายจากสถานที่จริงของอาคาร คณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์  
(เมื่อวันที่ 15 พฤษภาคม 2558)

ผู้วิจัยได้พิจารณาดำเนินงานที่ดำเนินการดำเนินงานวิจัย คือ ผนังอาคารทางด้านทิศตะวันตก เนื่องจากเป็นทิศที่ได้รับปริมาณความร้อนจากรังสีอาทิตย์สูงที่สุด (Baruch Givoni, 1994) บริเวณผนังอาคารชั้น 1 ห้องอเนกประสงค์ ซึ่งไม่มีระบบปรับอากาศ มีความเหมาะสมที่จะใช้ในการทดลอง โดยพิจารณาเลือกห้องทดลองจำนวน 2 ห้อง คือ ห้อง E101 และ E102 เนื่องจากมีขนาดและพื้นที่การใช้ประโยชน์ใกล้เคียงกัน และมีพื้นที่ข้างอาคารเพียงพอเหมาะสมในการดำเนินการวิจัยชิ้นนี้



**รูปที่ 19 แสดงอาคารคณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์  
ทางทิศตะวันตก**

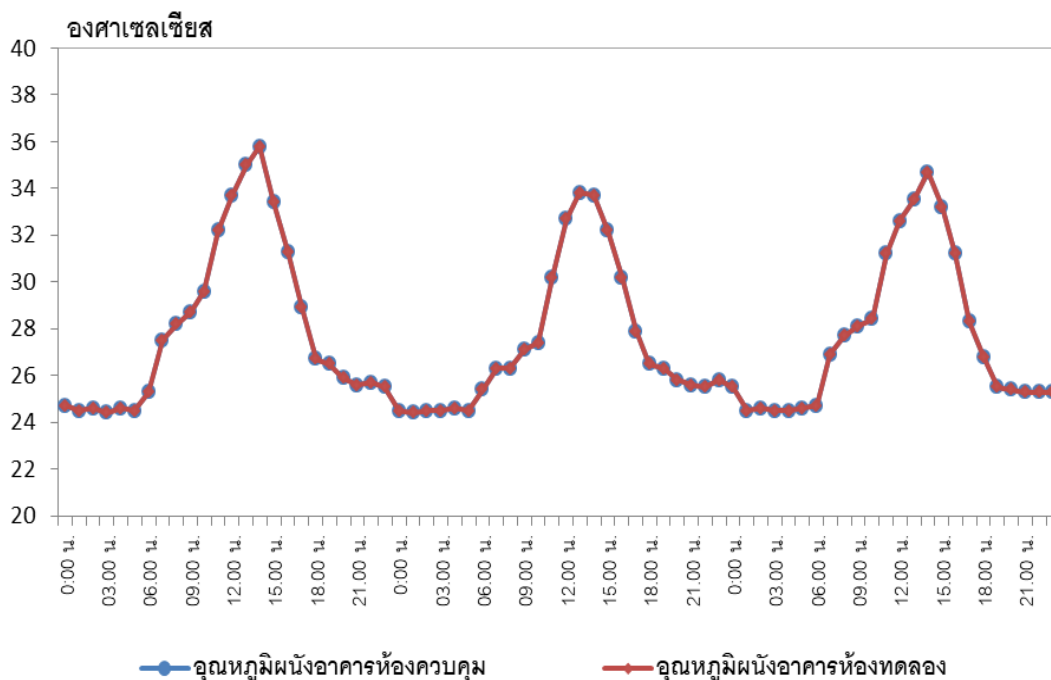
ที่มา: ถ่ายจากสถานที่จริงของอาคารคณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์  
(เมื่อวันที่ 15 พฤษภาคม 2558)

**การตรวจสอบอุณหภูมิห้องทดลอง (ัญชนา สังชะกุล, 2553)**

ทำการวัดอุณหภูมิผนังห้องควบคุมและห้องทดลองก่อนทำการทดลองจริงโดยใช้  
เครื่องบันทึกอุณหภูมิผนังอาคาร ยี่ห้อ DIGICON รุ่น DL-TC-USB ต่อกับสายเทอร์โมคัปเปิล ชนิด  
K ทุกๆ 1 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 3 วัน ตั้งแต่วันที่ 27 สิงหาคม 2558 – 29 สิงหาคม 2558

ตารางที่ 4 การตรวจสอบอุณหภูมิผนังอาคารทึบ คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เวลา	อุณหภูมิผนังอาคาร (องศาเซลเซียส)					
	วันที่ 27 สิงหาคม 2558		วันที่ 28 สิงหาคม 2558		วันที่ 29 สิงหาคม 2558	
	ห้องควบคุม	ห้องทดลอง	ห้องควบคุม	ห้องทดลอง	ห้องควบคุม	ห้องทดลอง
0:00 น.	24.7	24.7	24.5	24.5	25.5	25.5
01.00 น.	24.5	24.5	24.4	24.4	24.5	24.5
02.00 น.	24.6	24.6	24.5	24.5	24.6	24.6
03.00 น.	24.4	24.4	24.5	24.5	24.5	24.5
04.00 น.	24.6	24.6	24.6	24.6	24.5	24.5
05.00 น.	24.5	24.5	24.5	24.5	24.6	24.6
06.00 น.	25.3	25.3	25.4	25.4	24.7	24.7
07.00 น.	27.5	27.5	26.3	26.3	26.9	26.9
08.00 น.	28.2	28.2	26.3	26.3	27.7	27.7
09.00 น.	28.7	28.7	27.1	27.1	28.1	28.1
10.00 น.	29.6	29.6	27.4	27.4	28.4	28.4
11.00 น.	32.2	32.2	30.2	30.2	31.2	31.2
12.00 น.	33.7	33.7	32.7	32.7	32.6	32.6
13.00 น.	35.0	35.0	33.8	33.8	33.5	33.5
14.00 น.	35.8	35.8	33.7	33.7	34.7	34.7
15.00 น.	33.4	33.4	32.2	32.2	33.2	33.2
16.00 น.	31.3	31.3	30.2	30.2	31.2	31.2
17.00 น.	28.9	28.9	27.9	27.9	28.3	28.3
18.00 น.	26.7	26.7	26.5	26.5	26.8	26.8
19.00 น.	26.5	26.5	26.3	26.3	25.5	25.5
20.00 น.	25.9	25.9	25.8	25.8	25.4	25.4
21.00 น.	25.6	25.6	25.6	25.6	25.3	25.3
22.00 น.	25.7	25.7	25.5	25.5	25.3	25.3
23.00 น.	25.5	25.5	25.8	25.8	25.3	25.3



รูปที่ 20 แสดงการตรวจสอบอุณหภูมิผนังอาคารทึบ คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

### 2.1.3 การเตรียมพืชที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

นำต้นพลูด่างที่มีความยาวประมาณ 10 เซนติเมตรปลูกลงใส่กระถางที่จัดเตรียมไว้ในอัตราส่วนดิน และขุยมะพร้าว 1:1 กระถางละ 5 ต้น เป็นจำนวน 300 กระถาง นำมาจัดเรียงใส่ถาดหลุมใส่กล้วยไม้ ถาดละ 15 กระถาง เป็นจำนวน 15 ถาด แล้วนำมาจัดเรียงบริเวณผิวพื้นที่ข้างอาคารห้องทดลองขนาดพื้นที่ 4.5 ตารางเมตร

$$\begin{aligned}
 \text{ดัชนีพื้นที่ใบ (LAI)} &= \frac{\text{พื้นที่ใบ (ตารางเมตร)} \times \text{จำนวนใบ}}{\text{พื้นที่ปลูก (ตารางเมตร)}} \\
 &= \frac{0.006 \text{ ตารางเมตร} \times 2,250 \text{ ใบ}}{4.5 \text{ ตารางเมตร}} \\
 &= 3
 \end{aligned}$$



การดูแลรักษาต้นพลูด่าง รดน้ำวันละ 1 ครั้ง เวลา 9.00 น. ยกเว้นเสาร์  
,อาทิตย์ ให้น้ำปุ๋ย 15-15-15 อย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง ตัดแต่งต้นพลูด่างอย่างสม่ำเสมอ 1 เดือน

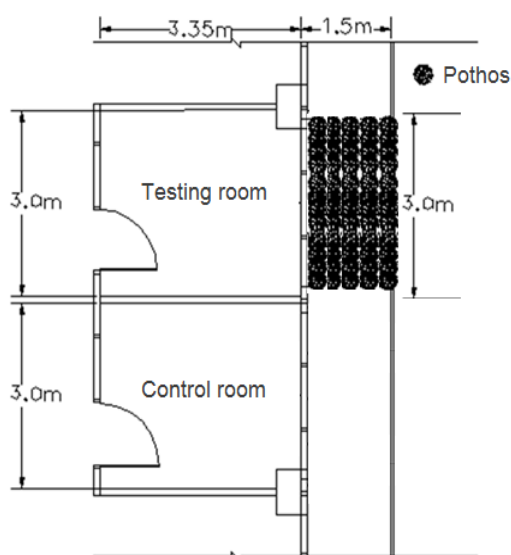


รูปที่ 21 แสดงการจัดเรียงต้นพลูด่างที่ใช้ในการทดลอง  
ที่มา: ผู้วิจัย  
(เมื่อวันที่ 15 พฤษภาคม 2558)

### 2.1.4 การเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือในการเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลอุณหภูมิจะใช้สายเทอร์โมคัปเปิลชนิด K (Type-K thermal-couple) ร่วมกับเครื่องบันทึกอุณหภูมิ (Data Logger) ยี่ห้อ DIGICON รุ่น DL-TC-USB และเก็บข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ด้วยเครื่องบันทึกความชื้นสัมพัทธ์ (Data Logger) ยี่ห้อ DIGICON รุ่น DL-TH-USB โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์สูงจากพื้น 0.5 เมตร บริเวณกึ่งกลางของผนังอาคารที่บ

ทำการวัดอุณหภูมิผนังอาคารที่บ อุณหภูมิอากาศทั่วไป และความชื้นสัมพัทธ์ ทุกๆ 1 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 07.00 – 17.00 น. (ธนาบดีนทร์ สีปป์ภากุล และอรรรจน์ เศรษฐบุตตร, 2560; บุญเรือง หนูแดง, 2559; อัญชญา สังข์กะกุล, 2553) เพื่อศึกษาอุณหภูมิผนังอาคารที่บที่เกิดจากการสะท้อนความร้อนจากพื้นผิวข้างอาคาร เก็บข้อมูลทุกวันเป็นระยะเวลา 12 เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 กันยายน 2558 ถึง 31 สิงหาคม 2559



รูปที่ 22 แสดงพื้นที่การดำเนินการวิจัยทางทิศตะวันตก อาคารคณะกรรมการจัดการ

สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ที่มา: ผู้วิจัย



รูปที่ 23 แสดงพื้นที่จำลองการวิจัยทางทิศตะวันตก อาคารคณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์  
ที่มา: ผู้วิจัย



รูปที่ 24 แสดงพื้นที่จำลองการวิจัยทางทิศตะวันตก อาคารคณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์  
ที่มา: ผู้วิจัย

### บทที่ 3

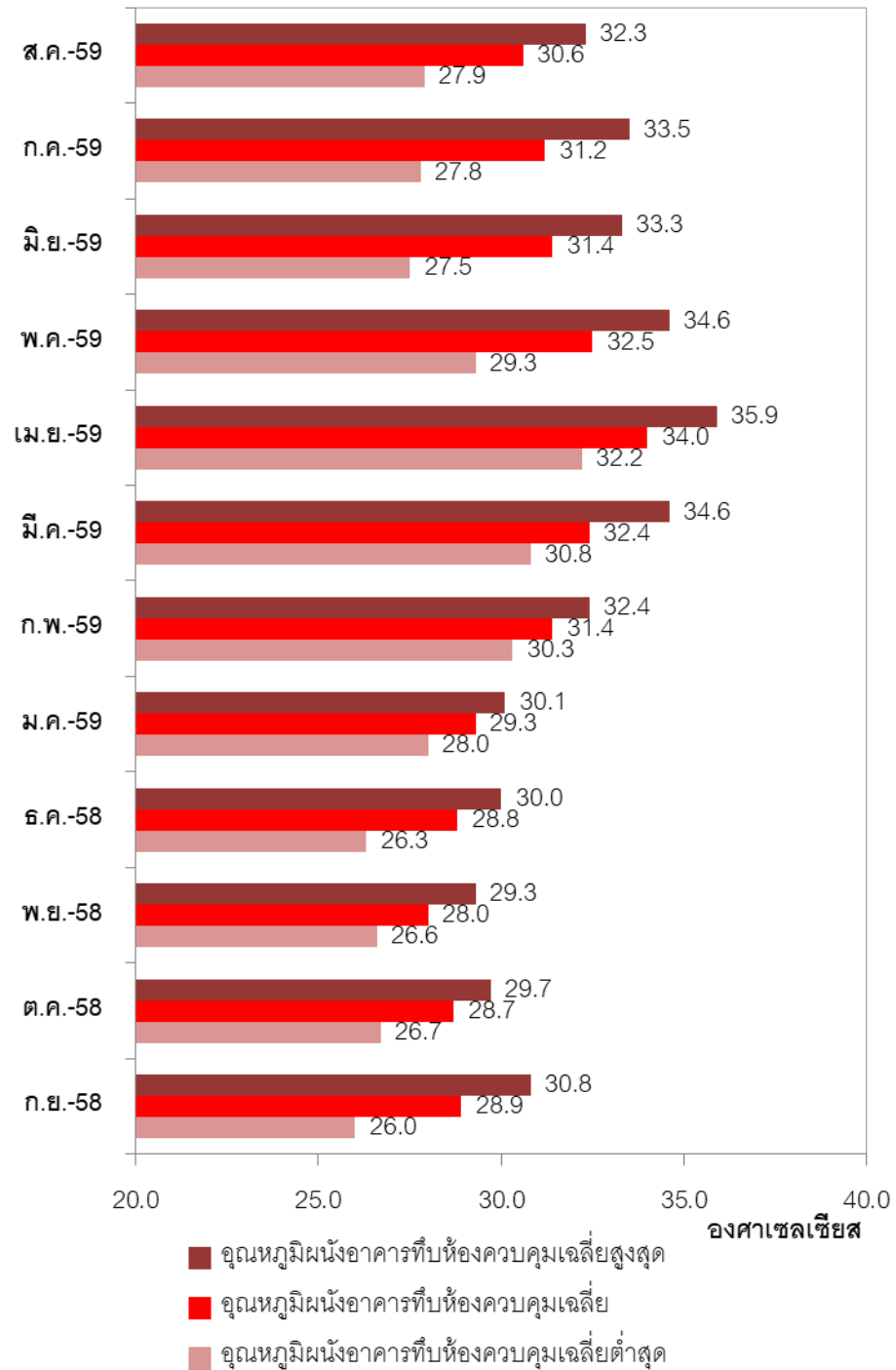
#### ผลการทดลอง

การศึกษารลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคาร ทางด้านทิศตะวันตก คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ทำการวัดค่าอุณหภูมิผนังอาคารที่บ และอุณหภูมิอากาศทั่วไป ตั้งแต่เวลา 07.00 น. – 17.00 น. ทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 กันยายน 2558 – 30 สิงหาคม 2559 เป็นระยะเวลา 1 ปี

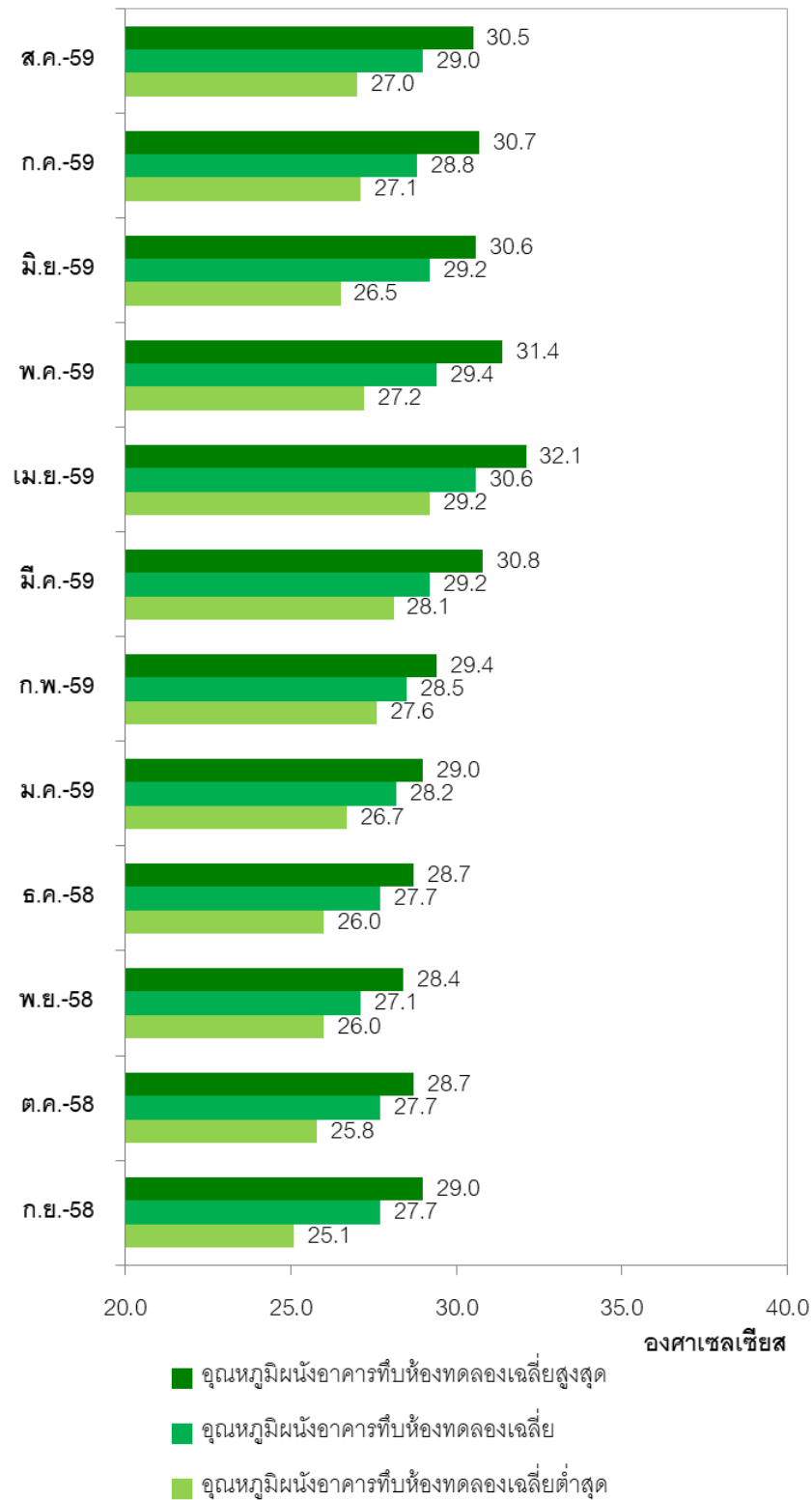
ผลการศึกษาอุณหภูมิผนังอาคารที่บห้องควบคุมที่ไม่มีการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้น ข้างอาคาร ดังแสดงในรูปที่ 25 พบว่า อุณหภูมิผนังอาคารที่บห้องควบคุมเฉลี่ย 30.6 องศาเซลเซียส โดยพบว่าเดือนเมษายน มีค่าอุณหภูมิผนังอาคารที่บเฉลี่ยสูงสุด 34.0 องศาเซลเซียส และพบว่า เดือนพฤศจิกายนมีค่าอุณหภูมิผนังอาคารที่บเฉลี่ยต่ำสุด 28.0 องศาเซลเซียส

ผลการศึกษาอุณหภูมิผนังอาคารที่บห้องทดลองที่ไม่มีการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้น ข้างอาคาร ดังแสดงในรูปที่ 26 พบว่า อุณหภูมิผนังอาคารที่บห้องทดลองเฉลี่ย 28.6 องศาเซลเซียส โดยพบว่าเดือน เมษายน มีค่าอุณหภูมิผนังอาคารที่บเฉลี่ยสูงสุด 30.6 องศาเซลเซียส และพบว่า เดือน พฤศจิกายนมีค่าอุณหภูมิผนังอาคารที่บต่ำสุด 27.1 องศาเซลเซียส

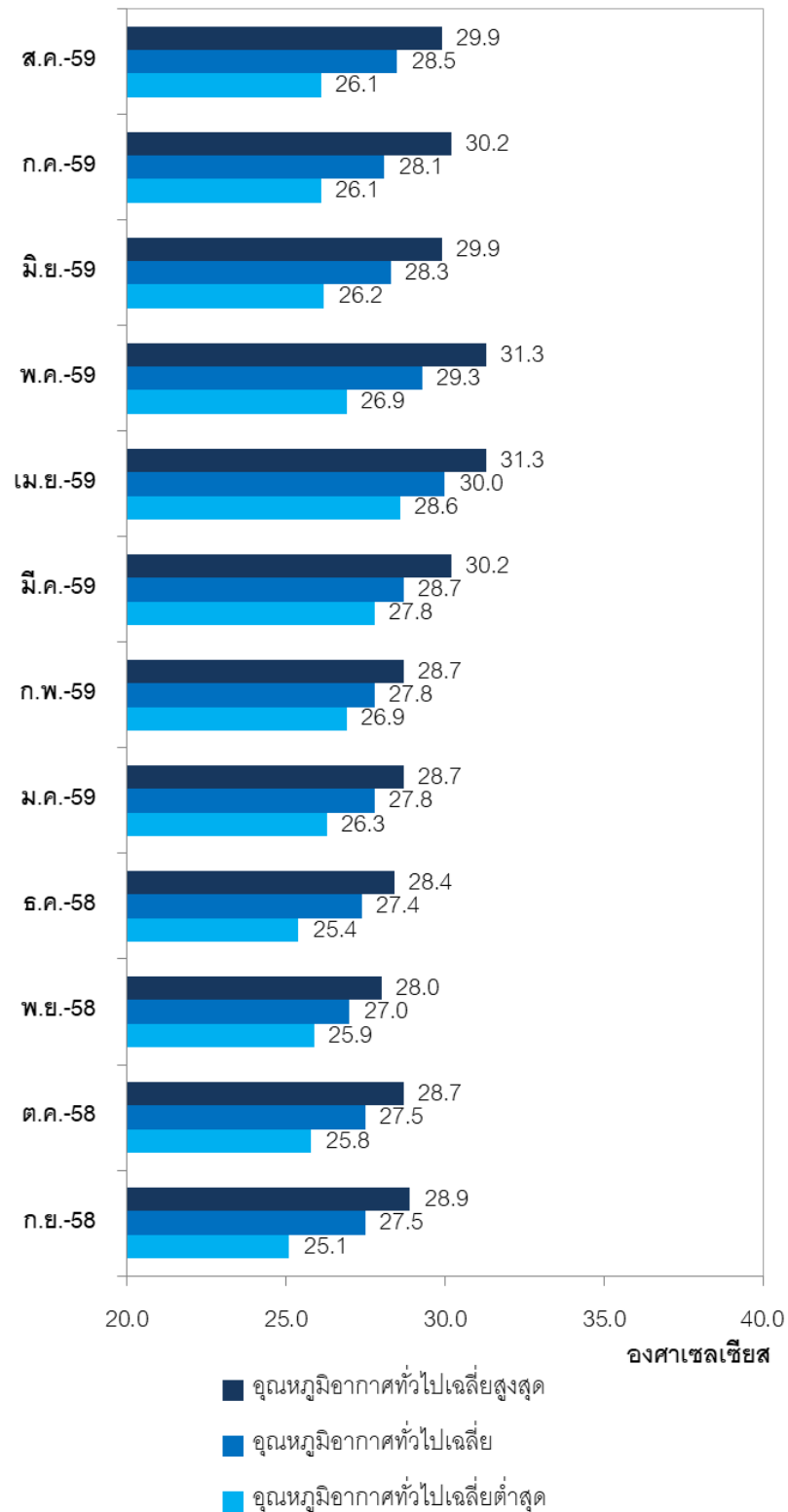
ผลการศึกษาอุณหภูมิอากาศทั่วไป ทางทิศตะวันตก คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ดังแสดงในรูปที่ 27 พบว่า อุณหภูมิอากาศทั่วไป เฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 28.2 องศาเซลเซียส โดยพบว่าเดือนเมษายน มีค่าอุณหภูมิอากาศทั่วไปเฉลี่ย สูงสุด 30.0 องศาเซลเซียส และพบว่าเดือนพฤศจิกายน มีค่าอุณหภูมิอากาศทั่วไปต่ำสุด 27.0 องศาเซลเซียส



รูปที่ 25 กราฟแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยผนังอาคารที่บ้ห้องควบคุม (ไม่ปลูกพืช) ทางด้านทิศตะวันตก คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์



รูปที่ 26 กราฟแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยผนังอาคารที่ห้องทดลอง (ปลูกพืช) ทางด้านทิศตะวันตก คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์



รูปที่ 27 กราฟแสดงอุณหภูมิอากาศทั่วไป บริเวณทิศตะวันตก คณะการจัดการ  
สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

### 3.1 การศึกษาอุณหภูมิผิวน้ำอาคารทึบ คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

การศึกษาอุณหภูมิผิวน้ำอาคารทึบ คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ทางด้านทิศตะวันตก บริเวณห้อง E101 โดยการวัดอุณหภูมิผิวน้ำอาคารด้วยเทอร์โมคัปเปิลชนิด K เทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป ตั้งแต่เวลา 07.00 น. – 17.00 น. ทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 กันยายน 2558 – 30 สิงหาคม 2559 เป็นระยะเวลา 1 ปี

ผลการศึกษา พบว่าอุณหภูมิผิวน้ำอาคารทึบเฉลี่ยในแต่ละเดือนมีค่าแตกต่างกัน และมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไป (รูปที่ 40 และ 41) ดังนี้

เดือนกันยายน 2558 พบอุณหภูมิผิวน้ำอาคารทึบเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 28.9 องศาเซลเซียสซึ่งอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไป 1.3 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 28

เดือนตุลาคม 2558 พบอุณหภูมิผิวน้ำอาคารทึบเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 28.7 องศาเซลเซียสเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไป 1.2 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 29

เดือนพฤศจิกายน 2558 พบอุณหภูมิผิวน้ำอาคารทึบเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 28.0 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไป 1.0 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 30

เดือนธันวาคม 2558 พบอุณหภูมิผิวน้ำอาคารทึบเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 28.8 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไป 1.4 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 31

เดือนมกราคม 2559 พบอุณหภูมิผิวน้ำอาคารทึบเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 29.3 องศาเซลเซียสซึ่งอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไป 1.5 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 32

เดือนกุมภาพันธ์ 2559 พบอุณหภูมิผิวน้ำอาคารทึบเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 31.4 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไป 3.9 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 33

เดือนมีนาคม 2559 พบอุณหภูมิผิวน้ำอาคารทึบเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 32.4 องศาเซลเซียสซึ่งอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไป 3.7 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 34

เดือนเมษายน 2559 พบอุณหภูมิผิวน้ำอาคารทึบเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 34.0 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไป 4.0 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 35

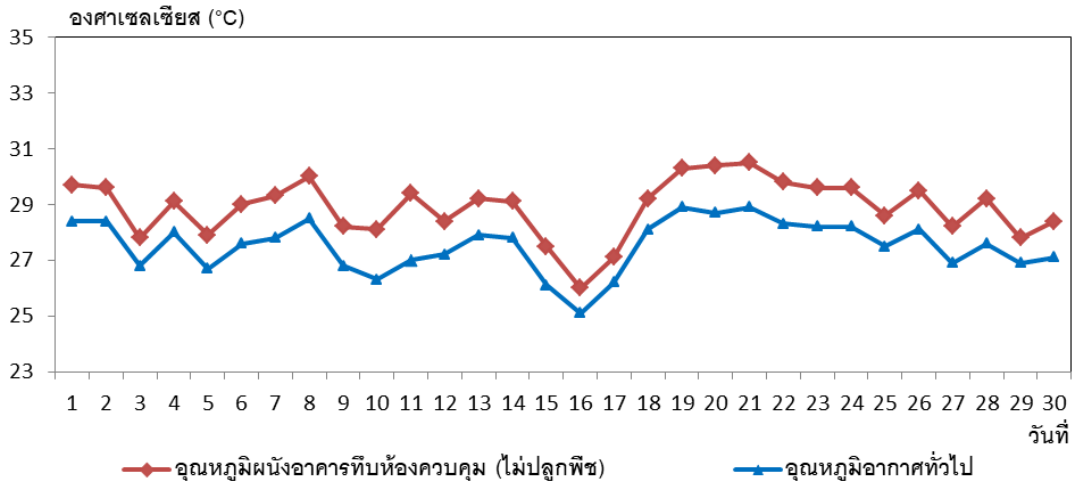
เดือนพฤษภาคม 2559 พบอุณหภูมิผิวน้ำอาคารทึบเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 32.5 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไป 3.1 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 36

เดือนมิถุนายน 2559 พบอุณหภูมิผิวน้ำอาคารทึบเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 31.4 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไป 3.5 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 37

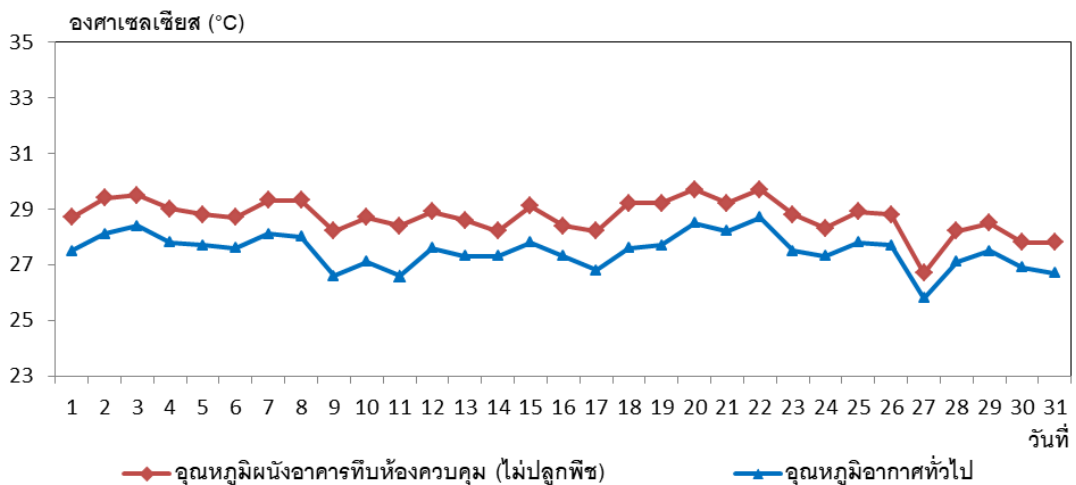


เดือนกรกฎาคม 2559 พบอุณหภูมิผนังอาคารที่บเฉลี่มีค่าเท่ากับ 31.2 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไป 3.2 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 38

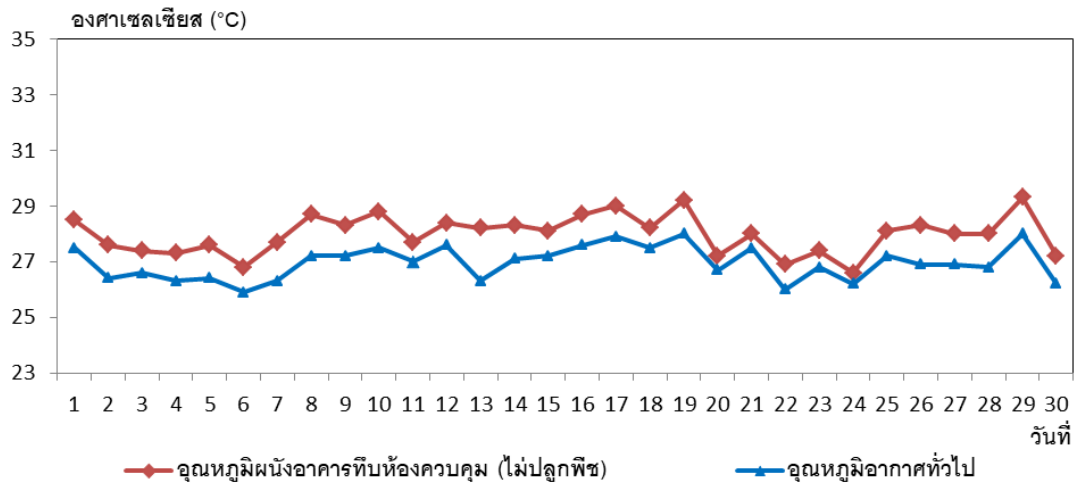
และเดือนสิงหาคม 2559 พบอุณหภูมิผนังอาคารที่บเฉลี่มีค่าเท่ากับ 30.6 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไป 2.1 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 39



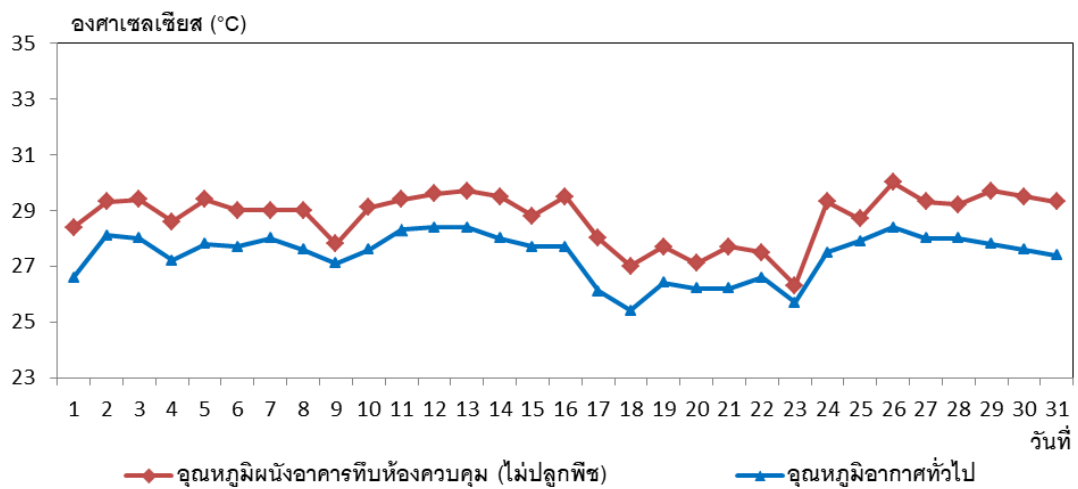
รูปที่ 28 กราฟแสดงอุณหภูมิผนังอาคารที่บเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป เดือนกันยายน 2558



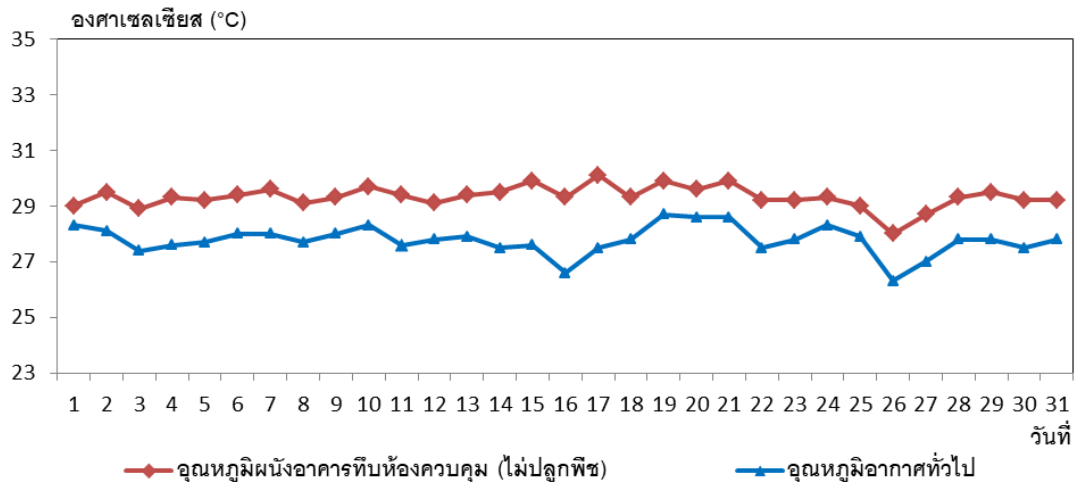
รูปที่ 29 กราฟแสดงอุณหภูมิผนังอาคารที่บเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป เดือนตุลาคม 2558



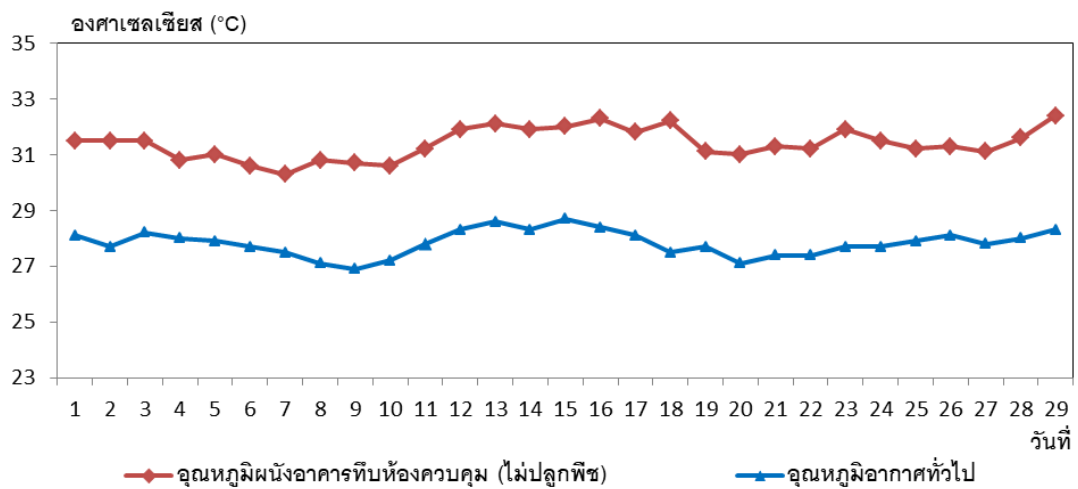
รูปที่ 30 กราฟแสดงอุณหภูมิผนังอาคารที่เทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป  
เดือนพฤศจิกายน 2558



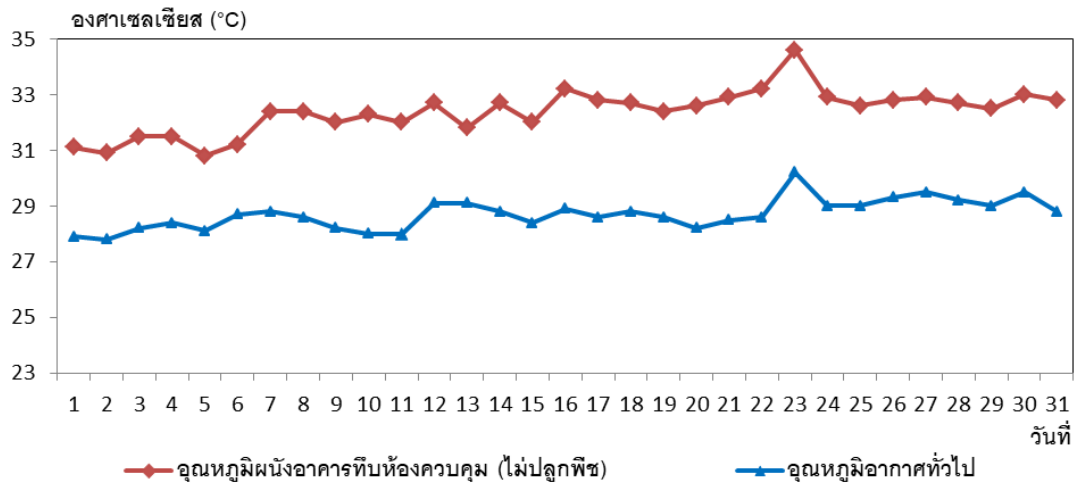
รูปที่ 31 กราฟแสดงอุณหภูมิผนังอาคารที่เทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป  
เดือนธันวาคม 2558



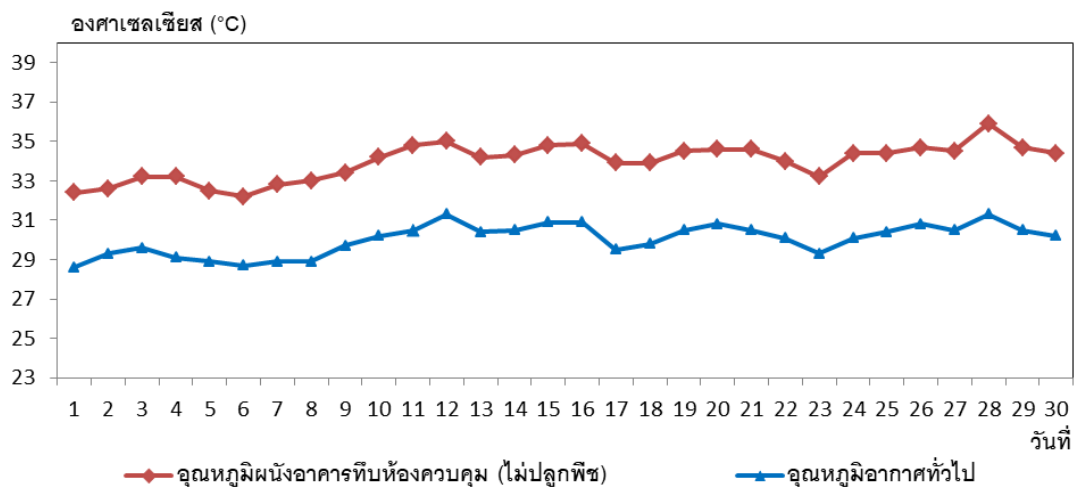
รูปที่ 32 กราฟแสดงอุณหภูมิผนังอาคารที่เทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป  
เดือนมกราคม 2559



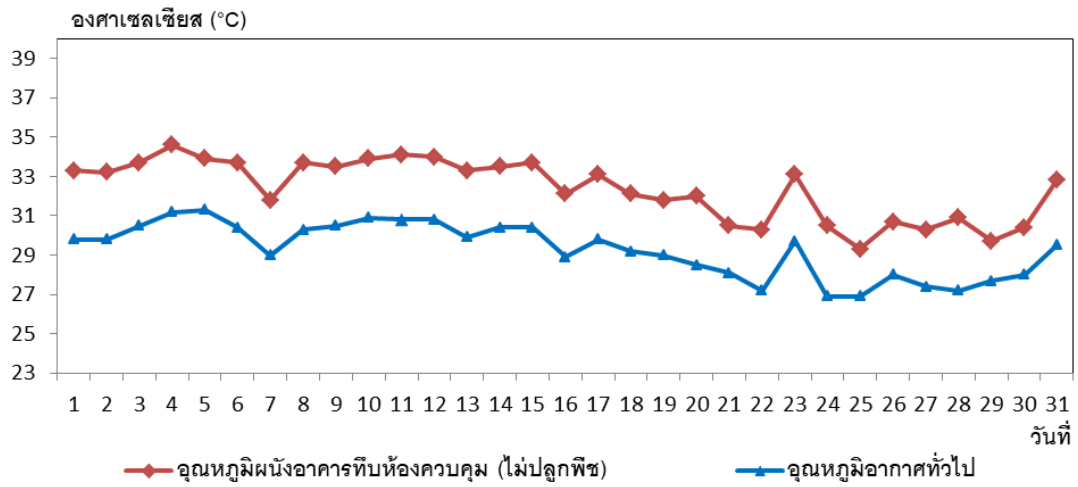
รูปที่ 33 กราฟแสดงอุณหภูมิผนังอาคารที่เทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป  
เดือนกุมภาพันธ์ 2559



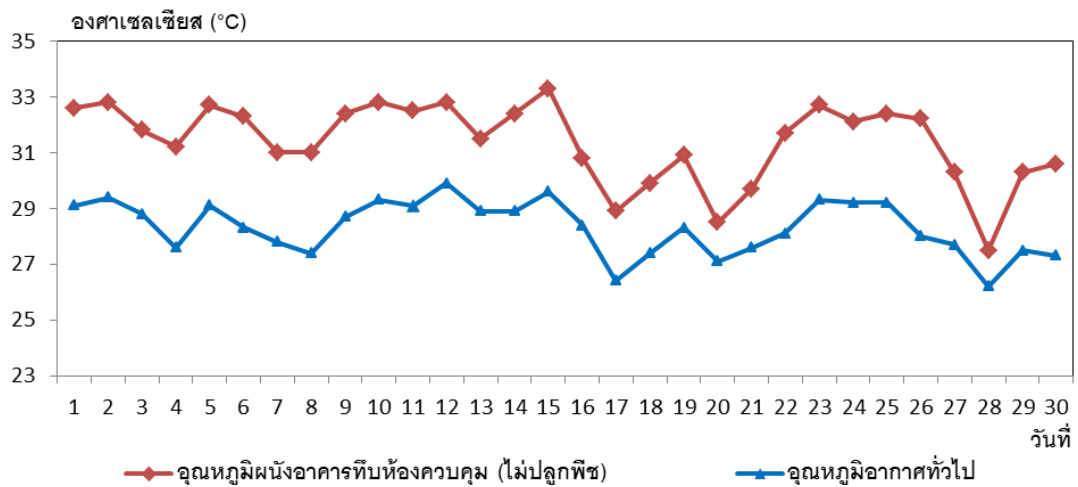
รูปที่ 34 กราฟแสดงอุณหภูมิผนังอาคารที่เทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป  
เดือนมีนาคม 2559



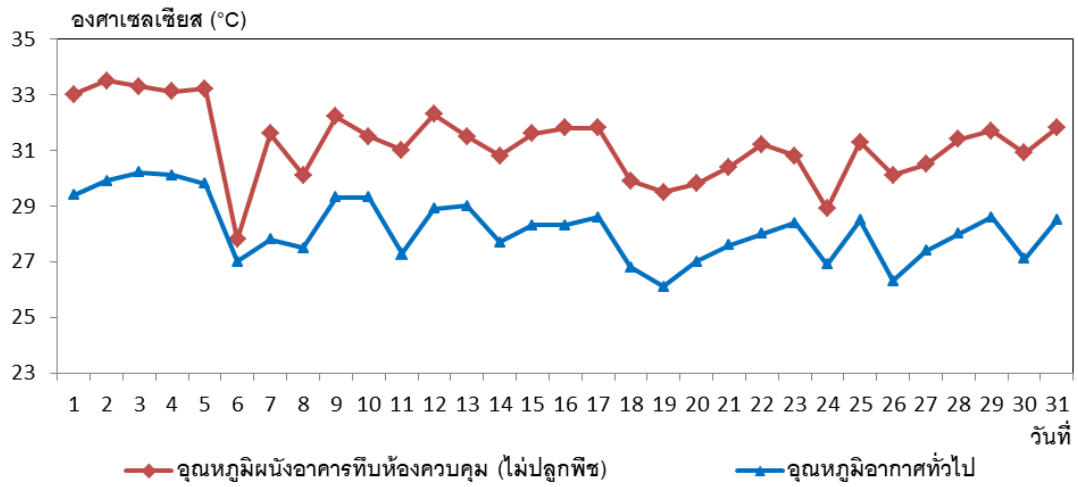
รูปที่ 35 กราฟแสดงอุณหภูมิผนังอาคารที่เทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป  
เดือนเมษายน 2559



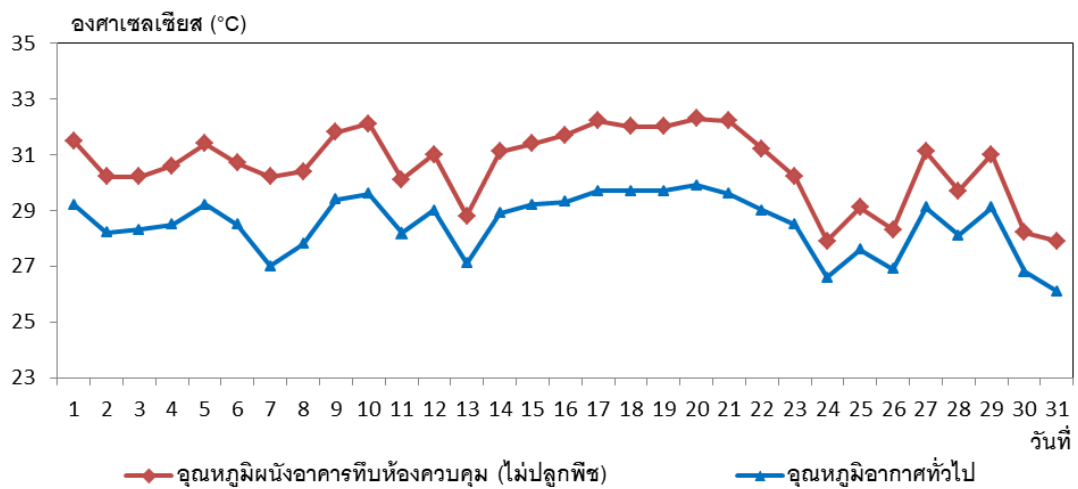
รูปที่ 36 กราฟแสดงอุณหภูมิผนังอาคารที่เทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป  
เดือนพฤษภาคม 2559



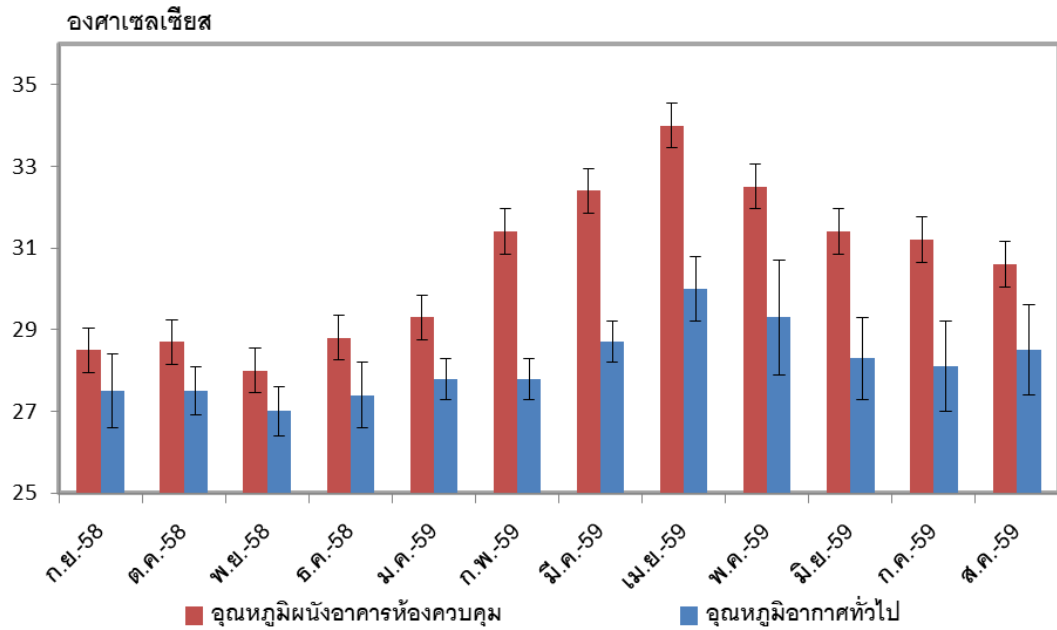
รูปที่ 37 กราฟแสดงอุณหภูมิผนังอาคารที่เทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป  
เดือนมิถุนายน 2559



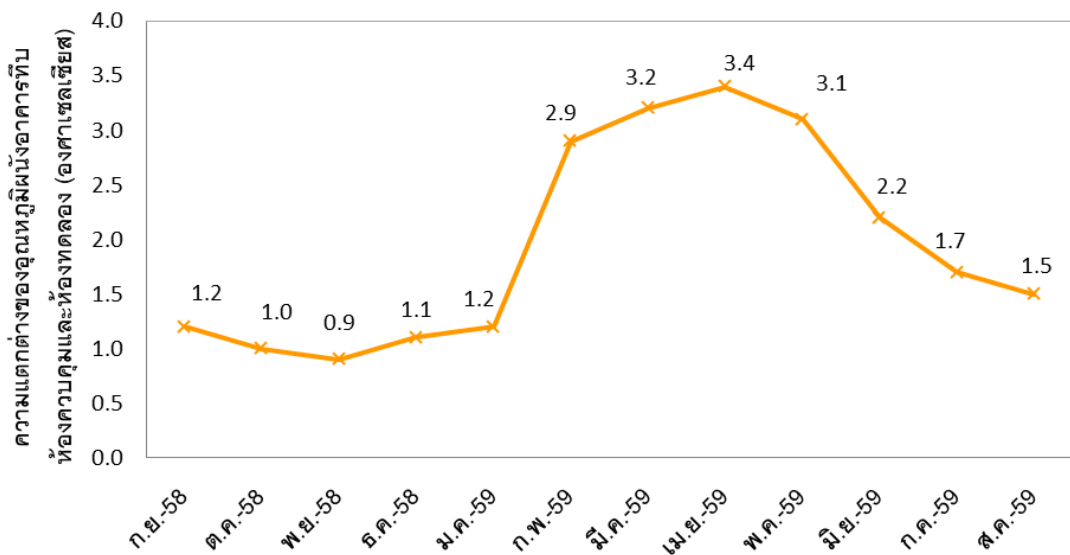
รูปที่ 38 กราฟแสดงอุณหภูมิผนังอาคารที่เทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป  
เดือนกรกฎาคม 2559



รูปที่ 39 กราฟแสดงอุณหภูมิผนังอาคารที่เทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป  
เดือนสิงหาคม 2559



รูปที่ 40 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิผนังอาคารเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป ตั้งแต่เดือน กันยายน 2558 – สิงหาคม 2559



รูปที่ 41 กราฟแสดงความแตกต่างของอุณหภูมิผนังอาคารเทียบกับห้องควบคุมกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป

### 3.2 การศึกษาอุณหภูมิผนังอาคารทึบ คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

การศึกษาลดอุณหภูมิผนังอาคารทึบโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคาร บริเวณผนังอาคารทึบทางด้านทิศตะวันตก คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ โดยทำการใช้พืชสายพันธุ์พลูด่างจัดเรียงคลุมผิวพื้นข้างอาคารห้องทดลอง ขนาด 4.5 ตารางเมตร และกำหนดให้อีกห้องหนึ่งเป็นห้องควบคุมอ้างอิง โดยการวัดอุณหภูมิผนังอาคารทึบด้วยเทอร์โมคัปเปิลชนิด K ตั้งแต่เวลา 07.00 น. – 17.00 น. ทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 กันยายน 2558 – 30 สิงหาคม 2559 เป็นระยะเวลา 1 ปี และควบคุมดัชนีพื้นที่ไปไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงตลอดการทดลอง

ผลการศึกษา พบว่าการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารสามารถลดอุณหภูมิผนังอาคารทึบได้แตกต่างกัน (รูปที่ 54 และ 55) ดังนี้

เดือนกันยายน 2558 การจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารสามารถลดอุณหภูมิผนังอาคารทึบได้ 1.2 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 42

เดือนตุลาคม 2558 การจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารสามารถลดอุณหภูมิผนังอาคารทึบได้ 1.0 องศาเซลเซียสดังแสดงในรูปที่ 43

เดือนพฤศจิกายน 2558 การจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารสามารถลดอุณหภูมิผนังอาคารทึบได้ 0.9 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 44

เดือนธันวาคม 2558 การจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารสามารถลดอุณหภูมิผนังอาคารทึบได้ 1.1 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 45

เดือนมกราคม 2559 การจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารสามารถลดอุณหภูมิผนังอาคารทึบได้ 1.2 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 46

เดือนกุมภาพันธ์ 2559 การจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารสามารถลดอุณหภูมิผนังอาคารทึบได้ 2.9 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 47

เดือนมีนาคม 2559 การจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารสามารถลดอุณหภูมิผนังอาคารทึบได้ 3.2 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 48

เดือนเมษายน 2559 การจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารสามารถลดอุณหภูมิผนังอาคารทึบได้ 3.4 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 49

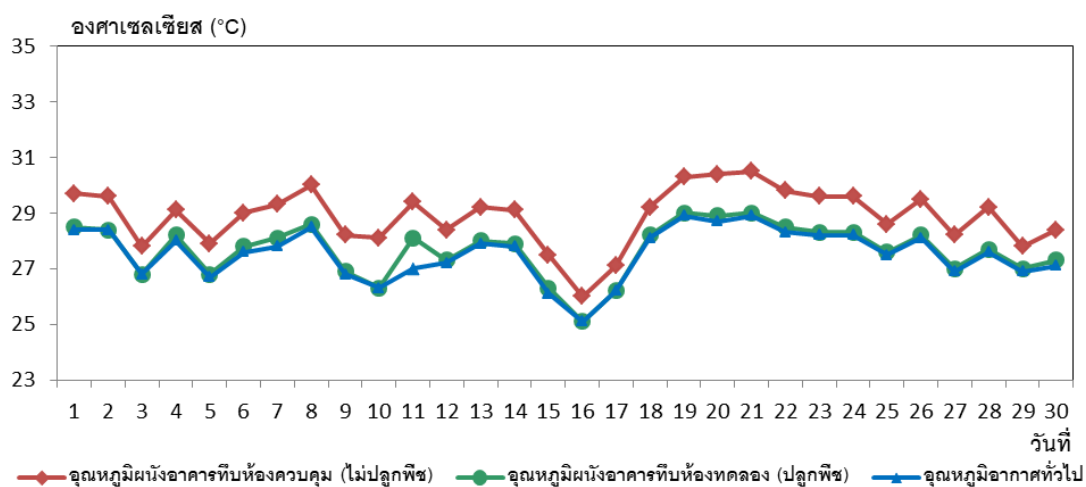
เดือนพฤษภาคม 2559 การจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารสามารถลดอุณหภูมิผนังอาคารทึบได้ 3.1 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 50



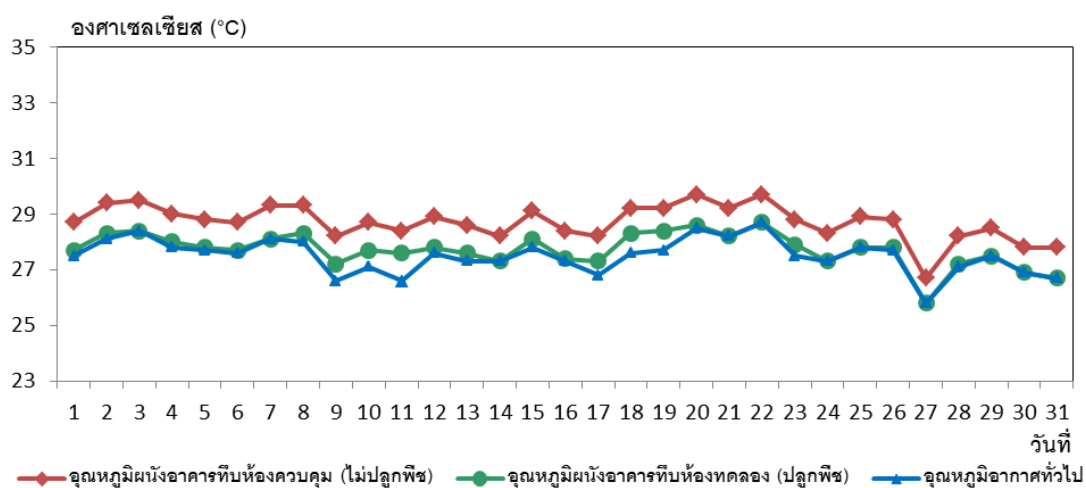
เดือนมิถุนายน 2559 การจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นที่ข้างอาคารสามารถลดอุณหภูมิผนังอาคารที่ปได้ 2.2 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 51

เดือนกรกฎาคม 2559 การจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นที่ข้างอาคารสามารถลดอุณหภูมิผนังอาคารที่ปได้ 1.7 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 52

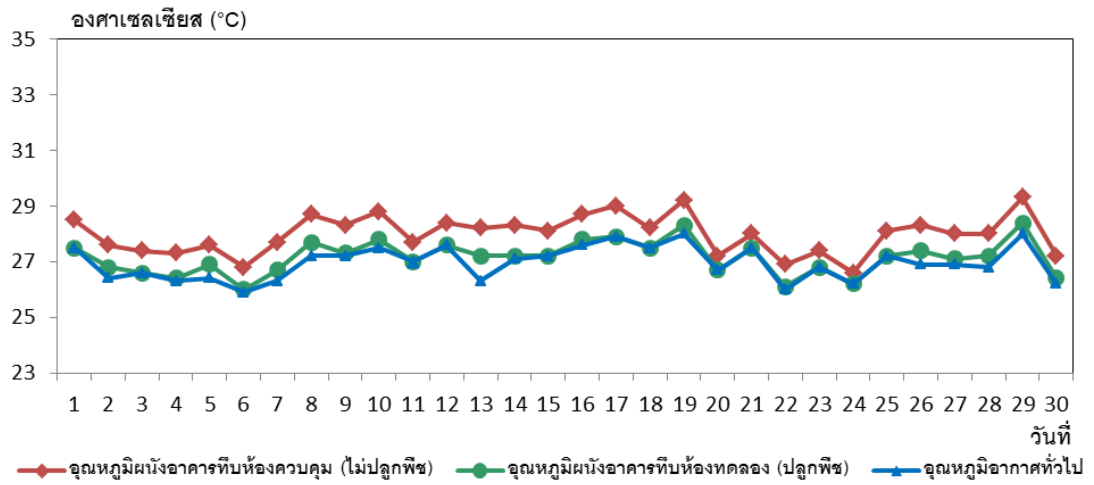
และเดือนสิงหาคม 2559 การจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นที่ข้างอาคารสามารถลดอุณหภูมิผนังอาคารที่ปได้ 1.5 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 53



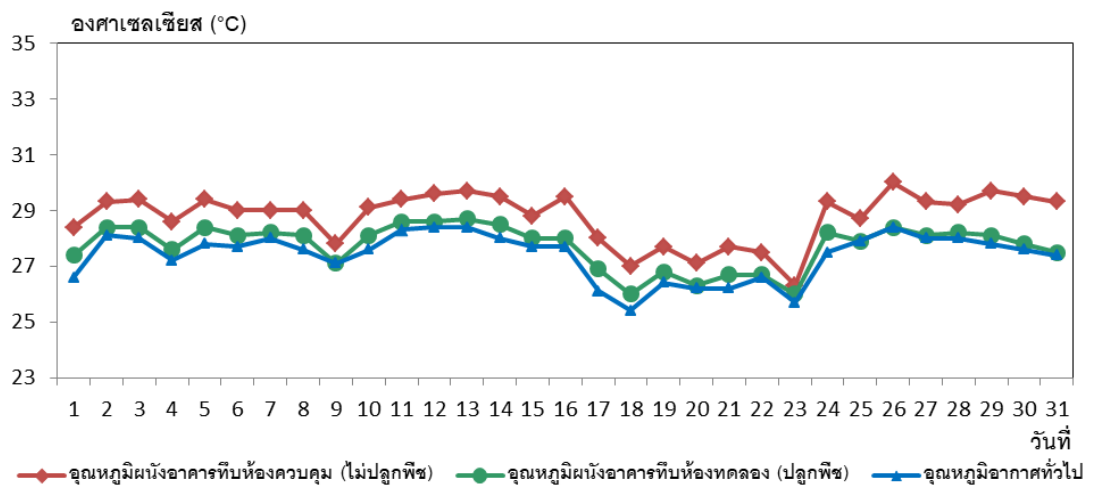
รูปที่ 42 กราฟแสดงอุณหภูมิผนังอาคารที่ปเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป  
เดือนกันยายน 2558



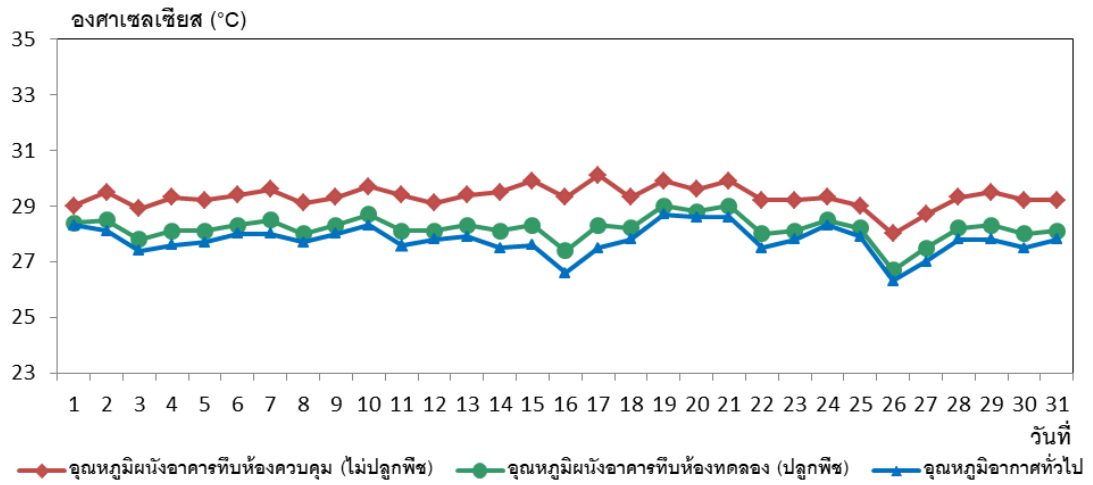
รูปที่ 43 กราฟแสดงอุณหภูมิผนังอาคารที่ปเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป  
เดือนตุลาคม 2558



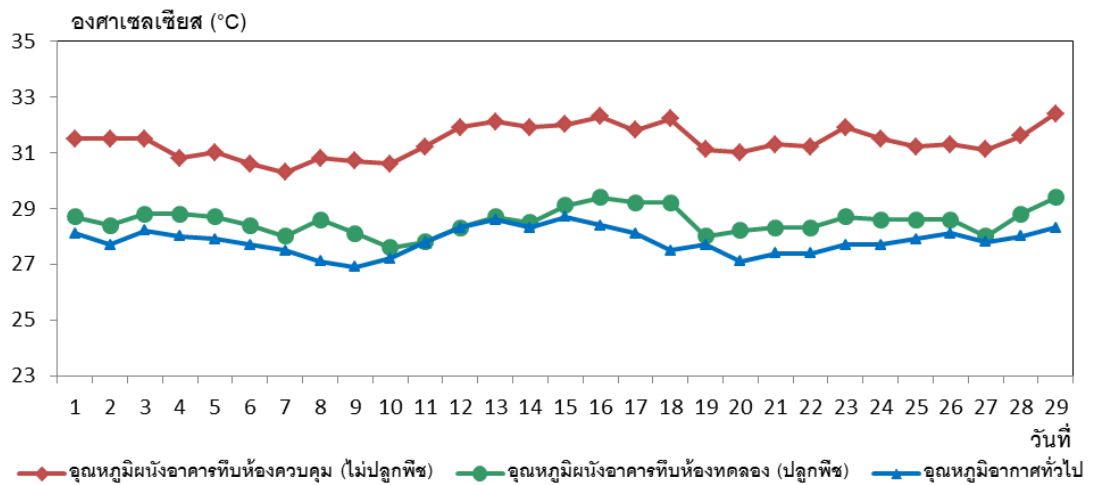
รูปที่ 44 กราฟแสดงอุณหภูมิผนังอาคารที่เทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป  
เดือนพฤศจิกายน 2558



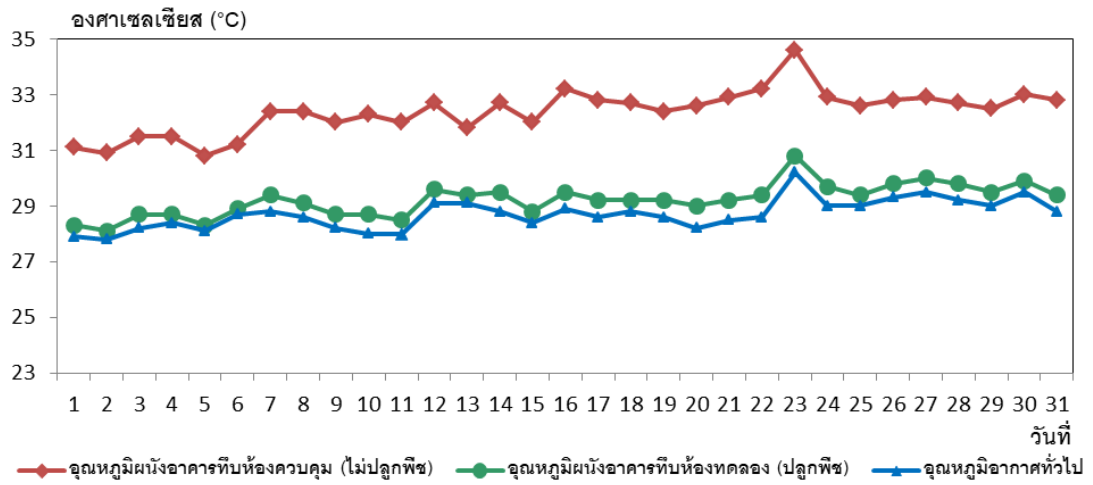
รูปที่ 45 กราฟแสดงอุณหภูมิผนังอาคารที่เทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป  
เดือนธันวาคม 2558



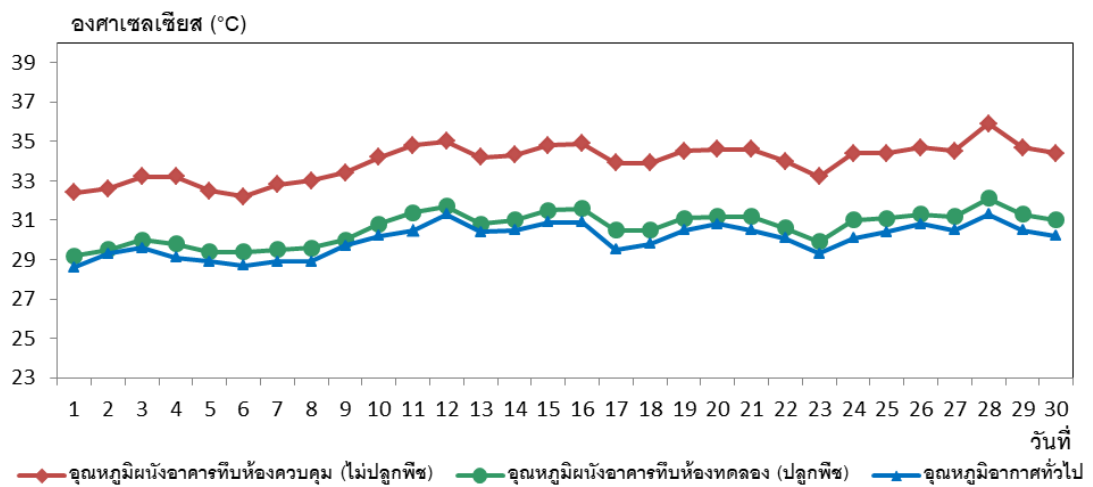
รูปที่ 46 กราฟแสดงอุณหภูมิผนังอาคารที่เทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป  
เดือนมกราคม 2559



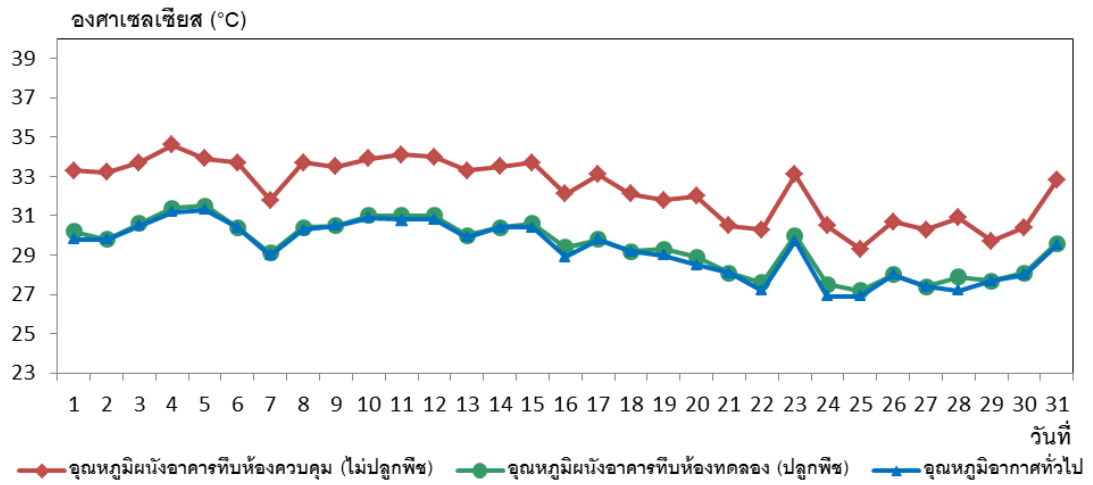
รูปที่ 47 กราฟแสดงอุณหภูมิผนังอาคารที่เทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป  
เดือนกุมภาพันธ์ 2559



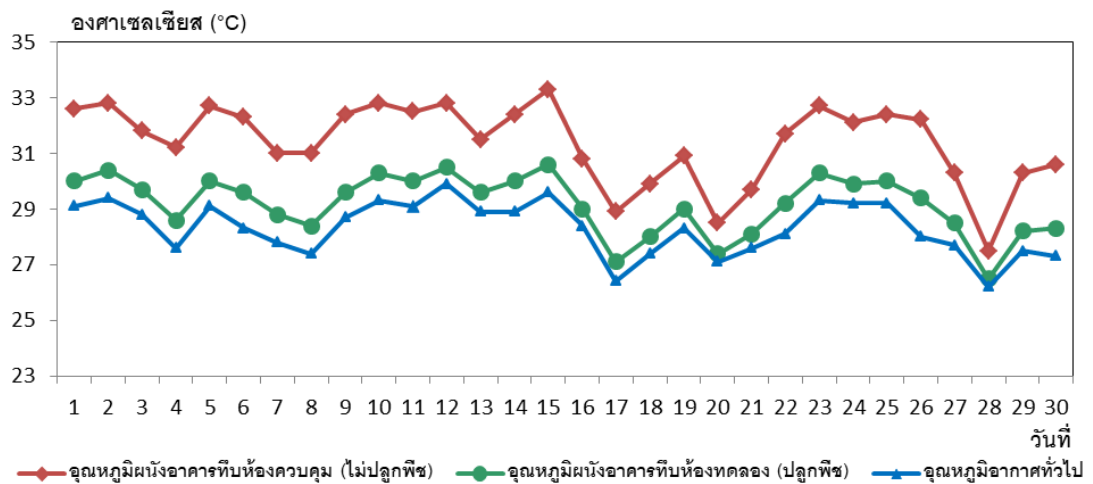
รูปที่ 48 กราฟแสดงอุณหภูมิผนังอาคารที่เทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป  
เดือนมีนาคม 2559



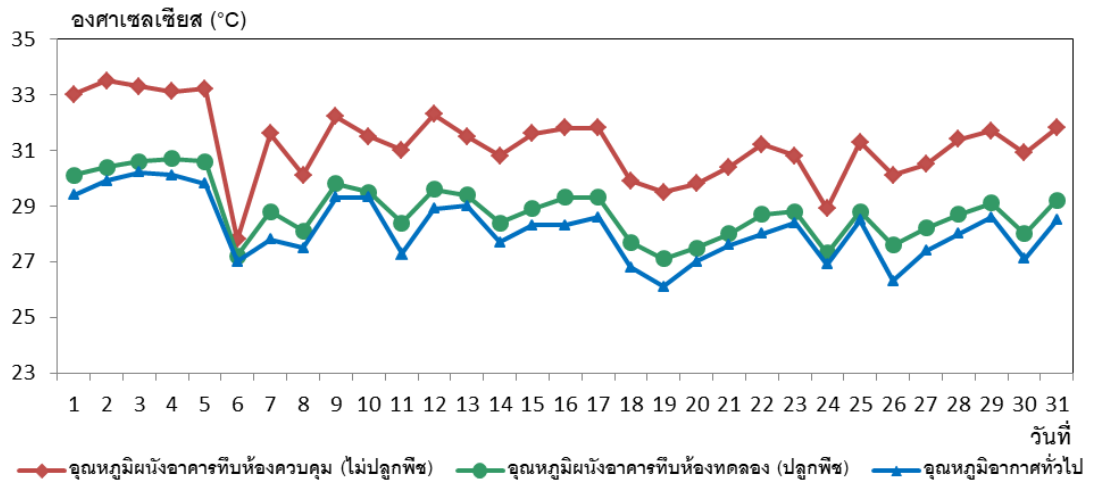
รูปที่ 49 กราฟแสดงอุณหภูมิผนังอาคารที่เทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป  
เดือนเมษายน 2559



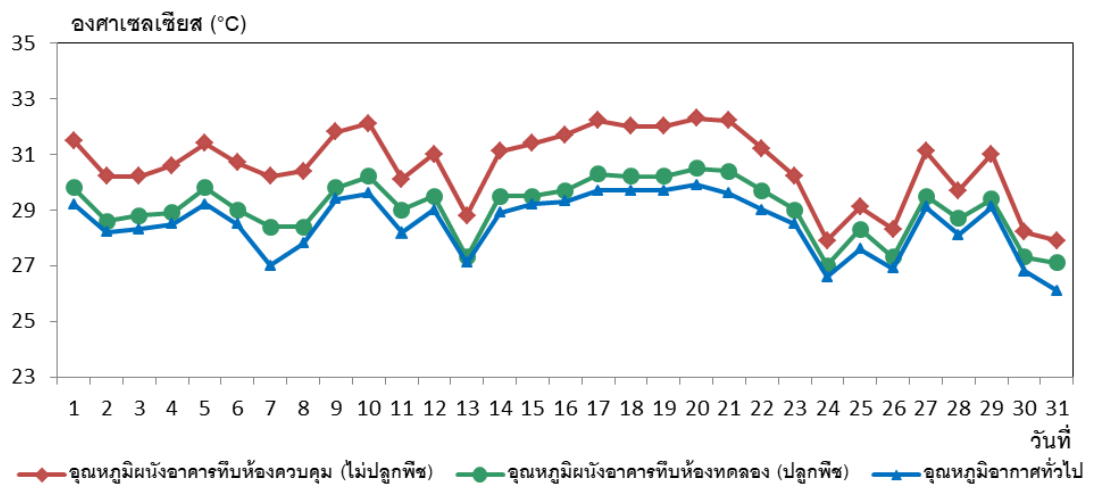
รูปที่ 50 กราฟแสดงอุณหภูมิผนังอาคารที่เทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป  
เดือนพฤษภาคม 2559



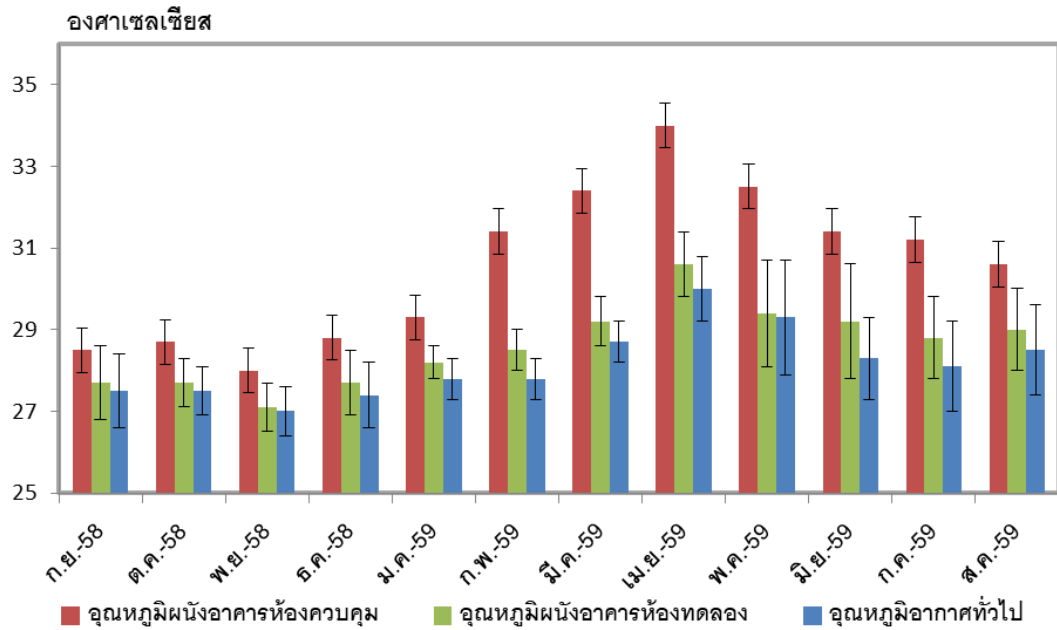
รูปที่ 51 กราฟแสดงอุณหภูมิผนังอาคารที่เทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป  
เดือนมิถุนายน 2559



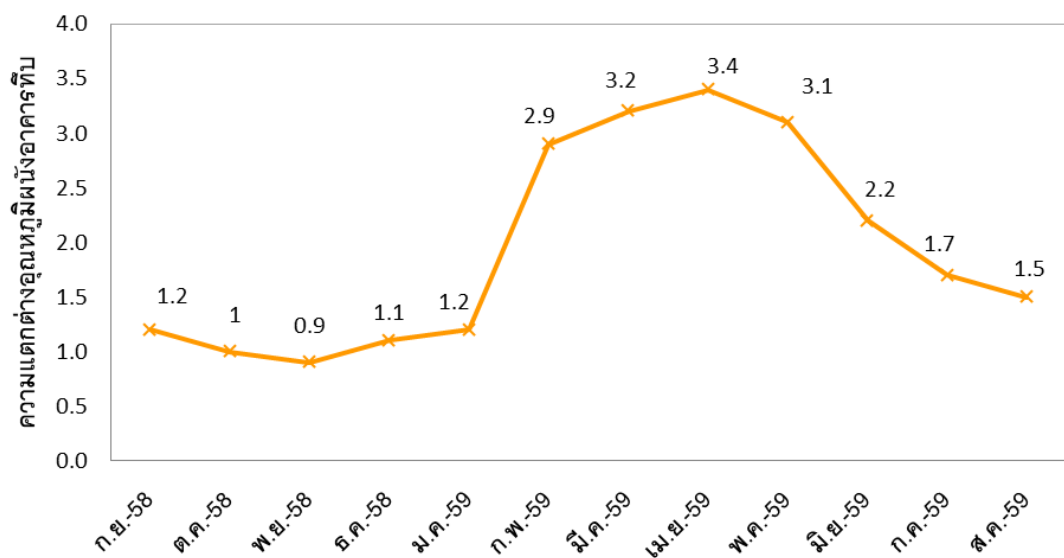
รูปที่ 52 กราฟแสดงอุณหภูมิผนังอาคารที่เทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป  
เดือนกรกฎาคม 2559



รูปที่ 53 กราฟแสดงอุณหภูมิผนังอาคารที่เทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป  
เดือนสิงหาคม 2559



รูปที่ 54 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิผนังอาคารที่ห้องควบคุมและห้องทดลอง ตั้งแต่ เดือนกันยายน 2558 – สิงหาคม 2559

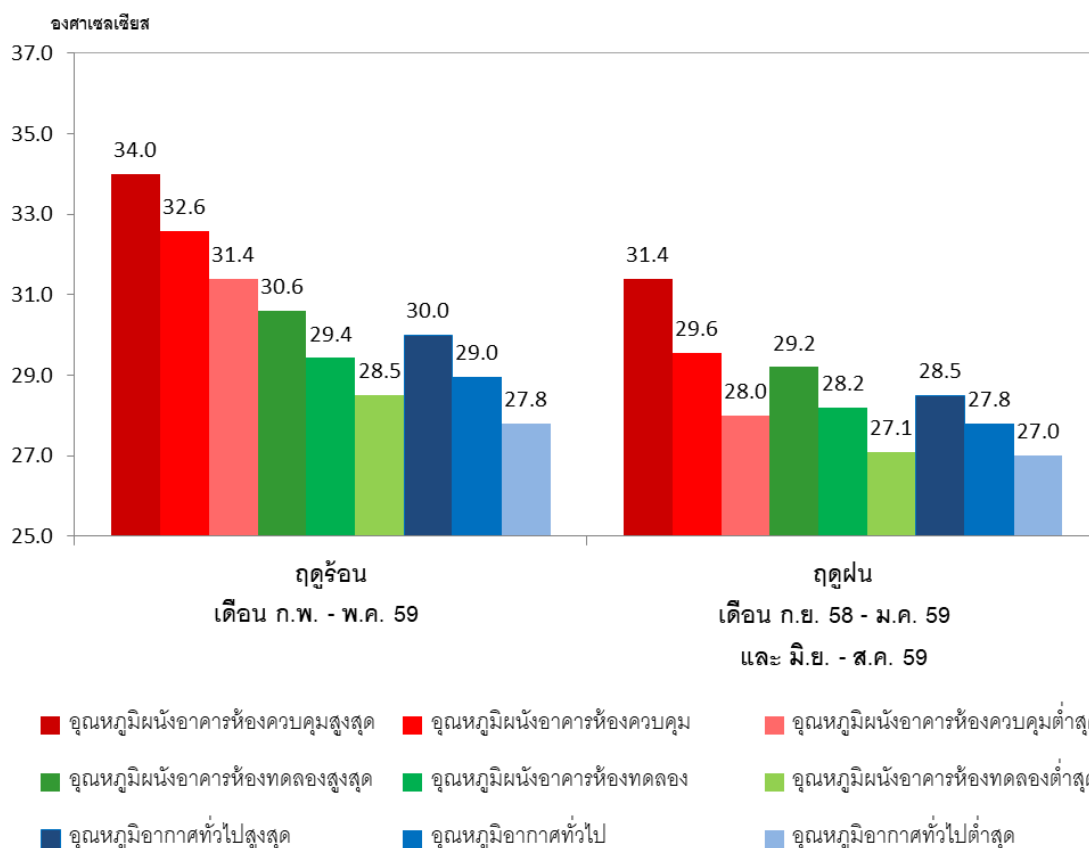


รูปที่ 55 กราฟแสดงความแตกต่างของอุณหภูมิผนังอาคารที่ห้องควบคุมกับอุณหภูมิผนังอาคารที่ห้องทดลอง

### 3.3 การเปรียบเทียบการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารตามฤดูกาล

การเปรียบเทียบการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารตามฤดูกาล เนื่องจากการทดลองได้ทำการบริเวณภาคใต้ของประเทศไทย ซึ่งแบ่งฤดูกาลออกเป็น 2 ฤดูกาล ได้แก่ ฤดูร้อน ตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์ – พฤษภาคม และจะฤดูฝนเดือน มิถุนายน – มกราคม

ผลการศึกษาพบว่าในฤดูร้อนการปลูกพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารสามารถลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บได้เฉลี่ย 3.2 องศาเซลเซียส และในฤดูร้อนการปลูกพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารสามารถลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บได้เฉลี่ย 0.4 องศาเซลเซียส



รูปที่ 56 กราฟเปรียบเทียบการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารตามฤดูกาล

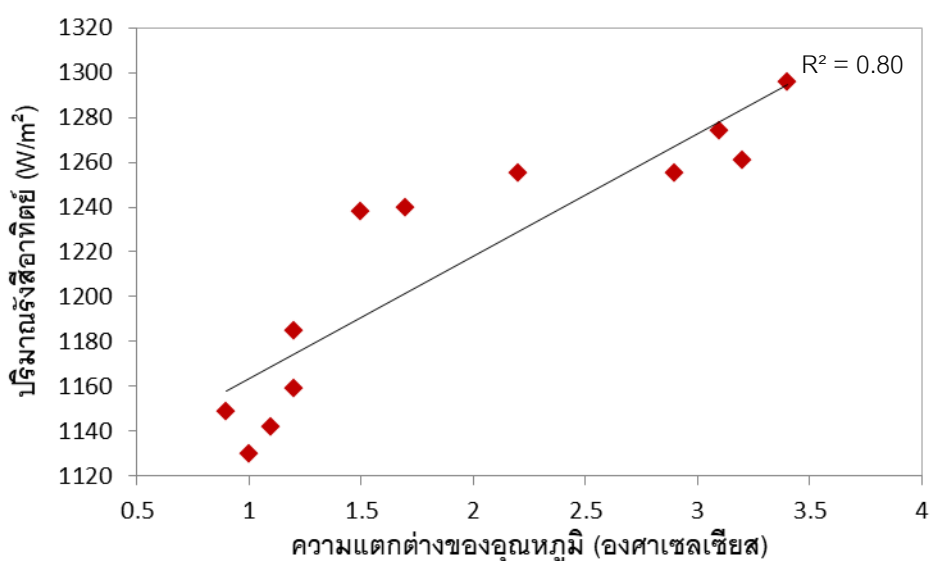


### 3.4 การศึกษาความสัมพันธ์ของการลดอุณหภูมิผนังอาคารทึบโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นที่ข้างอาคารกับปัจจัยต่างๆ

#### 3.4.1 การศึกษาความสัมพันธ์ของการลดอุณหภูมิผนังอาคารทึบโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นที่ข้างอาคารกับปริมาณรังสีอาทิตย์

การศึกษาความสัมพันธ์ของการลดอุณหภูมิผนังอาคารทึบโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นที่ข้างอาคารกับปริมาณรังสีอาทิตย์เฉลี่ยต่อเดือน ตั้งแต่เดือนกันยายน 2558 – เดือนตุลาคม 2559 เป็นระยะเวลา 1 ปี

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการลดอุณหภูมิผนังอาคารทึบโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นที่ข้างอาคารกับปริมาณรังสีอาทิตย์ พบว่าการลดอุณหภูมิผนังอาคารทึบโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นที่ข้างอาคารมีความสัมพันธ์แบบแปรผันตรง (positive correlation) กับปริมาณรังสีอาทิตย์ ดังแสดงในรูปที่ 57 R square เท่ากับ 0.80 โดยพบว่าเมื่อปริมาณรังสีอาทิตย์สูงขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพการลดอุณหภูมิผนังอาคารทึบโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นที่ข้างอาคารสูงขึ้น

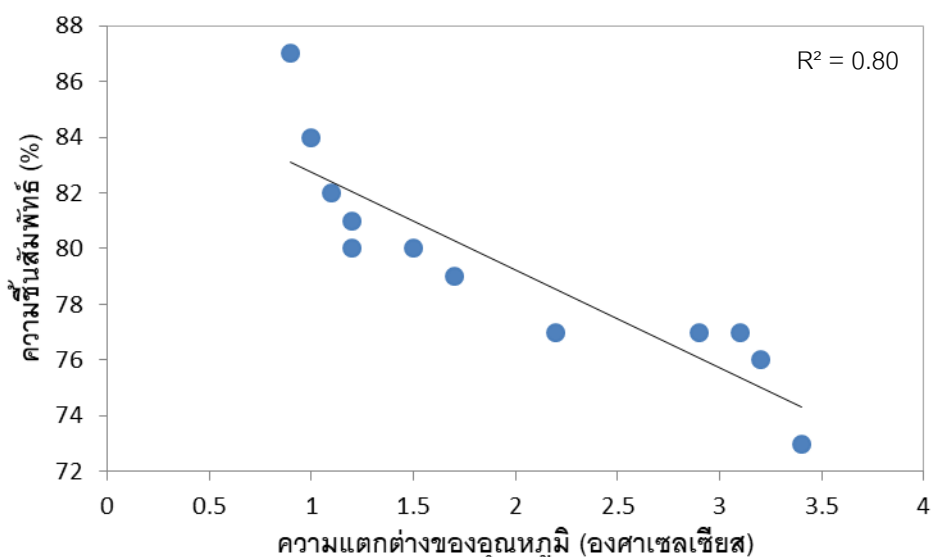


รูปที่ 57 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของการลดอุณหภูมิผนังอาคารทึบโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นที่ข้างอาคารกับปริมาณรังสีอาทิตย์

### 3.4.1 การศึกษาความสัมพันธ์ของการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารกับความชื้นสัมพัทธ์

การศึกษาความสัมพันธ์ของการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารกับความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่อเดือน ตั้งแต่เดือนกันยายน 2558 – เดือนตุลาคม 2559 เป็นระยะเวลา 1 ปี

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารกับความชื้นสัมพัทธ์ พบว่าการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผัน (negative correlation) กับความชื้นสัมพัทธ์ ดังแสดงในรูปที่ 58 R square เท่ากับ 0.80 โดยพบว่าเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ สูงขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารลดลง



รูปที่ 58 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารกับปริมาณรังสีอาทิตย์

## บทที่ 4 วิจารณ์ผลการวิจัย

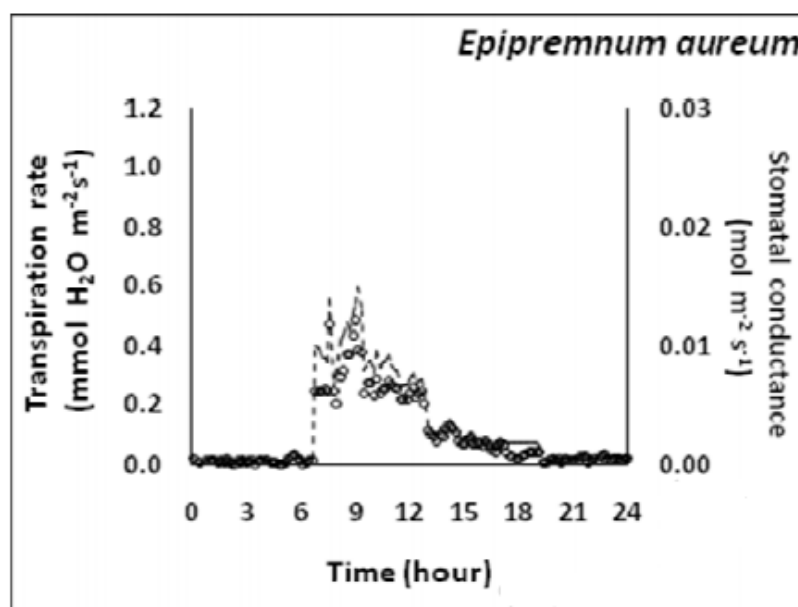
### 4.1 การศึกษาอุณหภูมิผิวน้ำอาคารที่บดเคาะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

การศึกษาอุณหภูมิผิวน้ำอาคารที่บดเคาะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ทางด้านทิศตะวันตก ซึ่งมีพื้นที่โดยรอบอาคารเป็นพื้นคอนกรีต โดยการวัดอุณหภูมิผิวน้ำอาคารด้วยเทอร์โมคัปเปิลชนิด K เทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป ตั้งแต่เวลา 07.00 น. – 17.00 น. ทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 กันยายน 2558 – 30 สิงหาคม 2559 เป็นระยะเวลา 1 ปี พบว่าอุณหภูมิผิวน้ำอาคารที่บดเคาะตลอดทั้งปีมีค่าเฉลี่ย 30.6 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไปเฉลี่ย 2.8 องศาเซลเซียส จากงานวิจัยของ ธรรมมา เจียรธรวานิช (2558) พบว่าพื้นคอนกรีตสามารถสะสมความร้อนได้สูงถึง 5.2 องศาเซลเซียส และสามารถสะท้อนความร้อนจากผิวพื้นเข้าสู่ผิวน้ำอาคารได้ (Lechener, 1991) เช่นเดียวกับ อุทัย ศุภิสกุลวงศ์ (2543) อุณหภูมิอากาศผิวน้ำอาคารที่บดเคาะสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไปประมาณ 2.5 องศาเซลเซียส และชารัตน์ ศรีวงศ์ (2549) อุณหภูมิอากาศผิวน้ำอาคารที่บดเคาะสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไปประมาณ 2.12 องศาเซลเซียส เนื่องผิวน้ำอาคารทุกชนิดมีการสะสมความร้อนในเนื้อวัสดุ (อมลวรรณ แสนนวล และคณะ, 2559) โดยเดือนเมษายน 2559 มีอุณหภูมิผิวน้ำอาคารที่บดเคาะสูงสุดในรอบปี ถึง 34.0 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไป 4.0 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับในช่วงฤดูร้อนปี 2559 ประเทศไทยมีอากาศร้อนอบอ้าวหลายพื้นที่ โดยเฉพาะในเดือนเมษายน 2559 มีสภาพอากาศร้อนจัดต่อเนื่องตลอดทั้งเดือน ซึ่งมีสาเหตุมาจากหย่อมความกดอากาศต่อเนื่องจากความร้อนปกคลุมประเทศไทยตอนบนและบางพื้นที่ในภาคใต้ เมื่อวันที่ 26 – 27 เมษายน 2559 ส่งผลทำให้วันที่ 28 เมษายน 2559 พบอุณหภูมิอากาศร้อนสูงสุด 44.6 องศาเซลเซียส ทางตอนเหนือของประเทศไทย ซึ่งสูงกว่าสถิติเดิมของไทยที่เคยวัดได้ 44.5 เมื่อวันที่ 27 เมษายน 2503 ตั้งแต่เริ่มมีการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิในปี 2494 (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2559) และในพบว่าเดือนพฤศจิกายน 2558 มีอุณหภูมิผิวน้ำอาคารที่ต่ำสุดในรอบปี 28.0 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไป 1.0 องศาเซลเซียส

## 4.2 การศึกษาการลดอุณหภูมิผิวน้ำอาคารที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคาร

การศึกษาการลดอุณหภูมิผิวน้ำอาคารที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคาร บริเวณผิวน้ำอาคารที่บทางด้านทิศตะวันตก คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ โดยทำการใช้พืชสายพันธุ์พลูด่างจัดเรียงคลุมผิวพื้นข้างอาคารห้องทดลอง ขนาด 4.5 ตารางเมตร และกำหนดให้อีกห้องหนึ่งเป็นห้องควบคุมอ้างอิง โดยการวัดอุณหภูมิผิวน้ำ อาคารที่บด้วยเทอร์โมคัปเปิลชนิด K ตั้งแต่เวลา 07.00 น. – 17.00 น. ทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 กันยายน 2558 – 30 สิงหาคม 2559 เป็นระยะเวลา 1 ปี พบว่าการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้าง อาคารสามารถลดอุณหภูมิผิวน้ำอาคารที่บได้เฉลี่ย 2.0 องศาเซลเซียส โดยพบว่าเดือนเมษายน 2559 สามารถลดอุณหภูมิผิวน้ำอาคารที่บได้สูงสุด 3.4 องศาเซลเซียส และพบว่าเดือนพฤศจิกายน 2558 สามารถลดอุณหภูมิผิวน้ำอาคารที่บได้ต่ำสุด 0.9 องศาเซลเซียส เนื่องจากการใช้พืชพรรณ เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากในการปรับอุณหภูมิสภาพอากาศโดยรอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการดูดซับความร้อนไว้ใช้ในการสังเคราะห์แสง และคายน้ำออกมาทำให้สภาพอากาศโดยรอบ มีอุณหภูมิต่ำลง (Bansal, 1994) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนิต จินดาวงนิค (2540) พบว่าการ ปลูกพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารสามารถลดอุณหภูมิสภาพอากาศโดยรอบในช่วงที่อากาศร้อนจัดได้ ถึง 3.0 องศาเซลเซียสและยังช่วยลดการสะท้อนความร้อนจากพื้นผิวโดยรอบได้อีกด้วย เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Parker (1966) พบว่า การปลูกพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารสามารถลด อุณหภูมิผิวน้ำอาคารได้ 5.0 องศาเซลเซียส และสามารถลดการสะสมความร้อนบริเวณผิวพื้นข้าง อาคารได้ถึง 10-14 องศาเซลเซียส (ดร.ปรีชญา รังสิรักษ์, 2553) เนื่องจากระบวนการคายน้ำของ พืชช่วยการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารได้ (พุทธิพันธ์ เจริญเวศยงกูร, 2552; ธนิต จินดาวงนิค, 2540) ซึ่งการคายน้ำของพืชเกิดขึ้นได้เมื่อมีการเปิดปากใบเพื่อแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง (พูนพิภพ สืบมา, 2549) โดยค่าการคายน้ำจะมีค่าสูงในช่วงเวลา กลางวัน (06.00-18.00 น.) และลดลงเข้าใกล้ศูนย์ในช่วงเวลากลางคืน (18.00-06.00 น.) จาก งานวิจัยของ อรพรรณ หัสรังค์ และ คณะ (2554) พบว่าต้นพลูด่างมีอัตราการคายน้ำเท่ากับ  $0.145 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$  ดังแสดงในรูปที่ 59 และมีค่าการเปิดปากใบเฉลี่ยเท่ากับ  $0.0053 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$   $0.2 - 14.6 \text{ mol H}_2\text{O}$  โดยมีการคายน้ำในช่วงเวลากลางวันมากถึงร้อยละ 91 ของการคายน้ำตลอด ทั้งวัน นอกจากนี้การใช้ดินและขุยมะพร้าวในการปลูกวัสดุในการปลูกต้นพลูด่าง ซึ่งดินเป็นองค์ ประสงค์สำคัญที่มีอิทธิพลต่อสภาวะแวดล้อม โดยดินมีค่าดูดซับความร้อนสูง เมื่อดินมีอุณหภูมิ สูงขึ้นจะส่งผลเกิดการระเหยน้ำภายในดินที่ถูกสะสมไว้ ทำให้สภาวะแวดล้อมโดยรอบมีอุณหภูมิต่ำลง (ณัฐกานต์ เกษประทุม, 2543) และทำให้มีสามารถช่วยลดการสะท้อนความร้อนได้ (ณัฐ

พงษ์ พวงแก้ว, 2556) และการใช้ขุยมะพร้าวเป็นส่วนหนึ่งของวัสดุปลูกเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการลดอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมมากกว่าการใช้ดินเป็นวัสดุปลูกอย่างเดียวประมาณ 1.14-1.25 เท่า (พุทธิพันธ์ เจริญเวศยางกูร, 2552)



รูปที่ 59 แสดงอัตราการคายน้ำของต้นพลูด่าง

ที่มา: อรพรรณ หัสรังค์, 2554

#### 4.3 การเปรียบเทียบการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารตามฤดูกาล

จากการเปรียบเทียบการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารตามฤดูกาล พบว่าในช่วงฤดูร้อนการปลูกพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารสามารถลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บได้สูงกว่าในช่วงฤดูฝน โดยในช่วงฤดูร้อนการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารสามารถลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บได้เฉลี่ย 3.2 องศาเซลเซียส และในช่วงฤดูฝนการปลูกพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารสามารถลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บได้เฉลี่ย 0.4 องศาเซลเซียส เนื่องจากในช่วงฤดูร้อนเป็นช่วงที่มีปริมาณรังสีอาทิตย์สูงกว่า และมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าในช่วงฤดูฝน ในช่วงฤดูร้อนจึงเกิดการคายน้ำมากกว่าช่วงฤดูฝน (สัจชัย พันธโชติ และคณะ, 2555) ซึ่งสอดคล้องกับรูปที่ 57 ที่พบว่าการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารมีความสัมพันธ์แบบแปรผันตรง (positive correlation) กับปริมาณรังสีอาทิตย์ และรูปที่ 58 พบว่า การลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผัน

(negative correlation) กับความชื้นสัมพัทธ์ ดังนั้น การลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารจะมีประสิทธิภาพในฤดูร้อนมากกว่าฤดูฝน

#### 4.4 การศึกษาความสัมพันธ์ของการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารกับปัจจัยต่างๆ

การศึกษาคือความสัมพันธ์ของการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารกับปัจจัยต่างๆ พบว่าการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารมีความสัมพันธ์แบบแปรผันตรง (positive correlation) กับปริมาณรังสีอาทิตย์ R square เท่ากับ 0.80 ดังแสดงในรูปที่ 57 และมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผัน (negative correlation) กับความชื้นสัมพัทธ์ R square เท่ากับ 0.80 ดังแสดงในรูปที่ 58 เนื่องจากการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารเกิดจากกระบวนการคายน้ำของพืช จากงานวิจัยของ นริศรา พวงจำปา และคณะ (2559) พบว่าอัตราการคายน้ำจะแปรผันตามปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิ และความเร็วลม แต่จะแปรผกผันกับ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pereira *et al.* (2011) พบว่าอัตราการคายน้ำของต้นแอปเปิลแปรผกผันกับความชื้นสัมพัทธ์ R square เท่ากับ 0.98 ดังนั้นเมื่อบรรยากาศมีปริมาณรังสีอาทิตย์สูงขึ้น ความชื้นสัมพัทธ์บรรยากาศต่ำลง ทำให้อัตราการคายน้ำเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้อุณหภูมิในสภาพแวดล้อมลดลง

เมื่อเปรียบเทียบการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารซึ่งสามารถลดอุณหภูมิได้เฉลี่ย 2.0 องศาเซลเซียส และสามารถลดอุณหภูมิได้อย่างมีประสิทธิภาพในช่วงฤดูร้อนโดยสามารถลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บได้เฉลี่ย 3.2 องศาเซลเซียส กับการจัดสวนในแนวตั้งเพื่ออุณหภูมิผนังอาคารที่บซึ่งเป็นที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน อาทิเช่น งานวิจัยของ อภินันท์ เกียรติวาทีรัตนะ (2554) ได้ทำการศึกษาการใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยแนวตั้งในการลดความร้อนให้กับผนังอาคารในช่วงกลางวัน พบว่าแผงกันแดดสายน้ำจิ้มสามารถลดอุณหภูมิผนังอาคารได้ 7.6 องศาเซลเซียส และแผงกันแดดมะลิวัลย์สามารถลดอุณหภูมิผนังอาคารได้ 8.9 องศาเซลเซียส และงานวิจัยของจุฬาลักษณ์ ไพบูลย์ฟุ้งเฟื่อง และคณะ (2559) พบว่าการจัดสวนพืชสวนครัวในแนวตั้งเพื่อลดความร้อนอาคาร สามารถลดอุณหภูมิผนังอาคารได้ 2.8 -3.6 องศาเซลเซียส ซึ่งพบว่าการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารมีประสิทธิภาพการลดอุณหภูมิผนังอาคาร

ที่ต่ำกว่าการจัดสวนในแนวตั้ง แต่อย่างไรก็ตามการจัดเรียงพืชคลุมผิวพืชข้างอาคารก็เป็นทางเลือกหนึ่งในการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บ่มีประสิทธิภาพอย่างหนึ่ง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิชาญญ์ ลีทองอิน (2559) ที่พบว่าการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นอาคารสามารถลดปริมาณการใช้ไฟฟ้ามากกว่าพื้นอาคารที่เป็นกระเบื้องเซรามิก โดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นอาคารสามารถช่วยประหยัดต้นทุนในการติดตั้งแผงกันความร้อนในแนวตั้ง และยังดูแลรักษาได้ง่ายกว่าการติดตั้งแผงกันแดดอีกด้วย

นอกจากนี้การจัดเรียงต้นพุ่มต่างคลุมผิวพื้นข้างอาคารยังสามารถลดปริมาณมลพิษอากาศได้อีกด้วย โดยพุ่มต่างสามารถในการดูดซับคาร์บอนมอนอกไซด์ และฟอร์มาลดีไฮด์ภายในอากาศได้อีกด้วย (กรมควบคุมมลพิษ, 2554; กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2552; ArosemenaOtt and Mustapich 2017; Kil, M.J., *et al.*, 2008a; Kil, M.J., *et al.*, 2008b; Xu. Z, *et al.*, 2011)

## บทที่ 5

### บทสรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 บทสรุป

การศึกษากการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคาร บริเวณผนังอาคารที่บทางด้านทิศตะวันตก คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ โดยทำการใช้พืชสายพันธุ์พุด่างจัดเรียงคลุมผิวพื้นข้างอาคารห้องทดลอง ขนาด 4.5 ตารางเมตร และกำหนดให้อีกห้องหนึ่งเป็นห้องควบคุมอ้างอิง โดยการวัดอุณหภูมิผนังอาคารที่บด้วยเทอร์โมคัปเปิลชนิด K ตั้งแต่เวลา 07.00 น. – 17.00 น. ทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 กันยายน 2558 – 30 สิงหาคม 2559 เป็นระยะเวลา 1 ปี พบว่าอุณหภูมิผนังอาคารที่บตลอดทั้งปีมีค่าเฉลี่ย 30.6 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไปเฉลี่ย 2.8 องศาเซลเซียส โดยการจัดเรียงต้นพุด่างคลุมผิวพื้นข้างอาคารสามารถลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บได้เฉลี่ย 2.0 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถลดอุณหภูมิได้อย่างมีประสิทธิภาพในช่วงฤดูร้อนโดยสามารถลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บได้เฉลี่ย 3.2 องศาเซลเซียส เนื่องจากการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บโดยการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารมีความสัมพันธ์แบบแปรผันตรง(positive correlation) กับปริมาณรังสีอาทิตย์ R square เท่ากับ 0.83 และมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผัน (negative correlation) กับความชื้นสัมพัทธ์ R square เท่ากับ 0.91

#### 5.2 ข้อเสนอแนะในการประยุกต์ใช้และแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อม

การปลูกพืชคลุมผิวพื้นข้างอาคารเพื่อลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บที่เกิดจากการสะท้อนความร้อนจากผิวพื้นข้างอาคาร เป็นการเพิ่มทางเลือกในการประหยัดพลังงานในอาคาร โดยพบว่าสามารถลดอุณหภูมิได้สูงสุดในช่วงฤดูร้อน และเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บควรมีการดูแลรักษาพืชพันธุ์อย่างสม่ำเสมอ และควรนำไปประยุกต์ ใช้โดยการ จัดเรียงพืชพันธุ์สายพันธุ์อื่นๆ เพิ่มเติมเพื่อทำให้เกิดความสวยงามแก่ตัวอาคารด้วย



### 5.3 ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในอนาคต

5.3.1 ควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับพื้นที่ใช้ในการจัดเรียงพืชคลุมผิวพื้นที่ข้างอาคารเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บสูงสุด

5.3.2 ควรศึกษาการใช้พืชพรรณชนิดอื่นๆเพิ่มเติมในการจัดเรียงคลุมผิวพื้นที่ข้างอาคารเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการลดอุณหภูมิผนังอาคารที่บสูงสุด

## เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2553. *คู่มือผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (อาคาร)*  
สำนักพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.
- กรมอุตุนิยมวิทยา. มปป. หนังสืออุตุนิยมวิทยา. <https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=56>. (สืบค้นเมื่อ 18 ตุลาคม 2560).
- กรมอุตุนิยมวิทยา. 2559. อุณหภูมิเดือนเมษายน 2559 ทำลายสถิติของประเทศไทย. <https://www.tmd.go.th/programs/uploads/weatherclimate/aprilbreakrecord.pdf>. (สืบค้นเมื่อ 18 ตุลาคม 2560).
- กาญจนา สิริภักทวณิช. 2541. การใช้ต้นไม้ยืนต้นในการปรับแต่งสภาพแวดล้อมเพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- คำพร สิริเฉลิมลาภ. 2546. การใช้พืชพรรณในการลดความร้อนให้กับสภาพแวดล้อมรอบอาคารบ้านพักอาศัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- จุฬาลักษณ์ ไพบูลย์ฟุ้งเฟื่อง. 2557. *โครงการการจัดสวนแนวตั้งเพื่อการลดความร้อนในอาคาร*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์.
- จุฬาลักษณ์ ไพบูลย์ฟุ้งเฟื่อง, กชกนก สุทัศน์ ณ อยุธยา, พรชัย จิตติวิสุรัตน์, ชีษชติภัช เดชจิรมณี และพรชัย ชันทะวงศ์. 2559. การจัดสวนแนวตั้งเพื่อลดความร้อนในอาคาร. *การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ครั้งที่ 1*. 10-11 สิงหาคม 2559: 149-155
- ณัฐกานต์ เกษประทุม, 2543. พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังอาคารที่มีมวลสารมาก. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธนาบดีดิษฐ์ สิบปภากุล และอรรจน์ เศรษฐบุต. 2560. ประสิทธิภาพด้านความร้อนของผนังฉนวนที่มีการบังแดดด้วยตัวเอง. *การประชุมวิชาการเทคโนโลยีอาคารด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 4* ณ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 14 กรกฎาคม 2560, 73-84

- ธนิต จินดาวณิก. 2542. *สถาปัตยกรรมและเทคโนโลยี*. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : กรุงเทพฯ.
- ธนิต จินดาวณิก. 2540. *สถาปัตยกรรมและเทคโนโลยี*. กรุงเทพฯ; โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธรรมมา เจียรธรวานิช. 2558. การพัฒนาระบบสะสมความร้อนของคอนกรีตบล็อก. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ* ปีที่ 25 (1).
- นริศรา พวงจำปา, F.C. Do, สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา, เจษฎา ภัทรเลอพงศ์ และ รัชนี รัตนวงศ์ 2559. อัตราการคายน้ำของยางพาราพันธุ์ RRIM600 อายุ 3 ปี และความสัมพันธ์กับสภาพอากาศ. *แก่นเกษตร* 44(1): 212-218.
- นัฐพงษ์ พวงแก้ว, 2556. การประเมินการใช้น้ำเพื่อการเกษตรในเขตจังหวัดภูเก็ต. *วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*.
- บุญเรือง หนูแดง. 2559. ประสิทธิภาพด้านความร้อนของผนังอิฐที่มีการบังแดดด้วยตัวเอง. การประชุมวิชาการระดับชาติสถาปัตยกรรมศาสตร์ และระดับนานาชาติสถาปัตยกรรมศาสตร์ ศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร ตลิ่งชัน กรุงเทพฯ. 19-20 ธันวาคม 2560, 13-30
- ปรีชญา รังสิรักษ์. 2553. *วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย* (59): 151-160.
- พาสินี สุนากร และชนิกานต์ ยิ้มประยูร. 2551. สมรรถนะการป้องกันความร้อนของแผงกันแดดไม้เลื้อย ในสภาพแวดล้อมเขตร้อนชื้น. *วารสารพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย* ปีที่ 9:50-64
- พาสินี สุนากร และ ชนิกานต์ ยิ้มประยูร. 2554. การเพิ่มสมรรถนะในการลดการถ่ายเทความร้อนของแผงกันแดดไม้เลื้อยด้วยการระบายอากาศ. *วารสารพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย* ปีที่ 8 (1):38-53
- พิชามญชุ์ ลีทองอิน. 2559. อิทธิพลของพื้นที่สีเขียวและวัสดุผิวภายนอกที่ส่งผลต่อการประหยัดพลังงาน ภายในบ้านพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยว. *วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*.
- พุทธิพันธ์ เจริญเวศยางกูร. 2552. ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหลังคาเขียวที่ใช้วัสดุธรรมชาติเป็นวัสดุปลูกทดแทนดิน. *วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*.

- พูนทรัพย์ สืบมา, พูนพิภพ เกษมทรัพย์, รุ่งตะวัน ศรีพฤกษ์, โอบาส พุ่มพันธ์วงศ์ และสุมาลี สื่อสวัสดิ์วินิชย์. 2549. การแลกเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิทั้งทรงพุ่มของเฟิร์นบอสตัน สาวน้อยประดับจันทร์กระจ่าง วาสนาอธิษฐาน พลุต่าง และเดหลีใบมัน. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ คณะเกษตรศาสตร์ ภาควิชาพืชสวน.
- พูนทรัพย์ สืบมา และคณะ. 2549. การแลกเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิทั้งทรงพุ่มของเฟิร์นบอสตัน สาวน้อยประดับจันทร์กระจ่าง วาสนาอธิษฐาน พลุต่าง และเดหลีใบมัน. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ คณะเกษตรศาสตร์ ภาควิชาพืชสวน.
- พูนพิภพ เกษมทรัพย์. 2559. *ชีววิทยา 2. โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์* มูลินนิธิสวน. บริษัท ด้านสุทธากการพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพฯ.
- วรวรรณ เนตรพระ. 2552. ประสิทธิภาพของไม้เลื้อยที่มีผลต่อการลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ผนังอาคาร. *วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*
- วิชัย เหล่าพานิชย์กุล และอวิรุทธ์ ศรีสุธาพรพน. 2550. ประสิทธิภาพของผนังไม้เลื้อยในการลด (1), 171 - 184.
- วินัย หมั่นอดิธรรม. 2556. *การศึกษาพืชคลุมดินเพื่อลดการสะสมความร้อนบนผิวดินสำหรับการปรับปรุงภูมิทัศน์.* สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- ศุภศักดิ์ หนูมาก. 2559. การลดรังสีอาทิตย์รวมที่ส่งผ่านหลังคาสีเขียว. *วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.*
- ศูนย์ความรู้ด้านเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ม.ป.ป. การจัดทำฐานข้อมูลพรรณไม้ที่ใช้ในงานภูมิสถาปัตยกรรม. <http://agkc.lib.ku.ac.th/plantwebsite/webpage/Home/SelectTypeSearch.html>. (สืบค้นเมื่อ 1 กรกฎาคม 2558).
- ชารัตน์ ศรีวงศ์. 2549. การประเมินประสิทธิภาพของผนังภายในอาคารปรับอากาศในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น. *วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*
- สัญญาชัย พันธโชติ, ชิติ ศรีตันทิพย์, สันติ ช่างเจรจา, อภินันท์ เมฆบังวัน, สภาวิตร มีจุ้ย, จำนง ชูด้วง, อรุณ ไสตฤกุล. 2555. *รายงานการวิจัยและพัฒนาประสิทธิภาพการใช้น้ำต่อระบบการผลิตยางพาราในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน.* มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2556. *รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย 2556.* กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.

สำนักพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงานร่วมกับหน่วยวิจัยพลังงานแสงอาทิตย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. 2554. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการปรับปรุงแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์จากภาพถ่ายดาวเทียมสำหรับประเทศไทย. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.

สุจิตวาที ศรีสถาปัตยกรรม. 2545. การออกแบบวัสดุพืชพันธุ์และการประหยัดพลังงาน. (โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).

สุวีพรรณ สุพรรณสมบุญ. 2544. อิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อการนำแสงธรรมชาติด้านข้างเข้ามาใช้ภายในอาคาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เสริม จันทร์ฉาย. 2557. รั้งสีอาทิตย์. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

อัญชญา สังข์กุล. 2553. อิทธิพลของมวลสารผนังภายนอกและทิศทางที่มีผลต่อการประหยัดพลังงานและสภาวะ น่าสบายของอาคารพักอาศัยในภูมิอากาศร้อนชื้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อภิรักษ์ เกียรติวาทีรัตนะ. 2554. ประสิทธิภาพในการลดความร้อนให้กับผนังอาคารโดยการใช้แผงกันแดดไม้เลื้อย. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

อนุสรณ์ ศรีสรवल. 2545. การศึกษาวัสดุผิวเคลือบสะท้อนความร้อน. กรุงเทพฯ: สาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุ, คณะพลังงานสิ่งแวดล้อม และวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

อมลวรรณ แสนนวล, ศุภธา ศรีเมตต์ และชนินทร์ ทิพย์ภาส. 2559. การศึกษาการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคาร กรณีศึกษา วัสดุไม่ประกอบพลาสติก. วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปีที่ 15: 161-173

อรพรรณ หัสรงค์, พัชรียา บุญกอบแก้ว และพูนพิภพ เกษมทรัพย์ (2554). การศึกษาอัตราการคายน้ำของไม้ประดับกระถางภายในอาคาร. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49. 1-4 กุมภาพันธ์ 2554, 73-84

อรพรรณ หัสรงค์, พัชรียา บุญกอบแก้ว และพูนพิภพ เกษมทรัพย์ 2554. การศึกษาอัตราการคายน้ำของไม้ประดับกระถางภายในอาคาร. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49. 1-4 กุมภาพันธ์ 2554, 73-84

- อัศวิน ไทรสาคร. 2545. การศึกษาการใช้พืชพรรณไม้ประกอบอาคารเพื่อลดความร้อนที่เข้าสู่อาคาร กรณีศึกษา : อาคารพักอาศัยในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- อุทัย ศุภิสกุลวงศ์. 2543. การศึกษาพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังวัสดุก่อของอาคารพักอาศัยในเขตร้อนชื้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- André Belmont Pereira, Nilson Augusto Villa Nova, Luiz Fernando Pires, Adriane Theodoro Alfaro. 2011. Transpiration of irrigated apple trees and citrus from a water potential gradient approach in the leaf-atmosphere system. *Revista Brasileira de Meteorologia* 26:181 – 188
- ArosemenaOtt, G.W., Mustapich. T.L., 2017. Disruption of Photochemical Co<sub>2</sub> Metabolism during Foliar Purification of Formaldehyde in *Epipremnum Aureum*, *Biophysical Journal*, 112, 279.
- Bermejo P., Francisco Javier Pino and Rosa F. 2010. Solar absorption cooling plant in Seville. *Solar Energy* 84: 1503–1512.
- Berry, R., Livesley, S. J. and Aye, L. 2013. Tree canopy shade impacts on solar irradiance received by building walls and their surface temperature. *Building and Environment* 69, 91-100.
- Dunnett, N. 2004. *Planting green roofs and living walls*. Portland, OR: Timber Press.
- Givoni, B. 1994. *Passive and low energy cooling of buildings*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Givoni, B. 1998. *Climate consideration in building and urban design*. New York: John Wiley & Sons.
- Hien Wong, N., Yong Kwang Tan, A., Chen, Y., Sekar, K., Yok Tan, P., Chan, D., Chiang, K. and Chung Wong, N. 2010. Thermal evaluation of vertical greenery systems for building walls. *Building and Environment* 45, 663–672

- Hoelscher, M., Nehls, T., Janicke, B. and Wessolek, G. 2015. *Quantifying cooling effects of facade greening: Shading, transpiration and insulation*. Energy and Buildings.
- Kil, M.J., K.J. Kim, C.H. Pak, H.H. Kim, and Y.W. Lim. 2008a. Effects of growing media and exposure frequency on the volatile formaldehyde removal in potted *Epipremnum aureum*. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 26: 325–330.
- Kil, M.J., K.J. Kim, C.H. Pak, H.H. Kim, and Y.W. Lim. 2008b. Formaldehyde gas removal effects and physiological responses of *Fatsia japonica* and *Epipremnum aureum* according to various light intensity. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 26: 189-196.
- Lam, M., Ip, K. and Miler, A. 2005. *Bioshaders for office Building on The United Kingdom*. United Kingdom: University of Brighton School of the Environment
- Lang, K.R., 2001. *The Cambridge Encyclopedia of the Sun*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Lechener, N. 1991. *Heating, Cooling, lighting: design methods for architects*. USA: A Wiley-Interscience publication.
- Lu, Q.B., 2010. Cosmic-ray-driven electron-induced reactions of halogenated molecules adsorbed on ice surfaces: implications for atmospheric ozone depletion and global climate change. *Phys. Rep.* 487 (5): 141–167.
- Lu, Q.B., May 2015. *New Theories and Predictions of Ozone Hole and Climate Change*. World Scientific Publishing Company Incorporated, pp. 150 pages, ISBN: 9814619442, 9789814619448.
- Mazzali, U., Peron, F., Romagnoni, P., Pulselli R.M. and Bastianoni, S. 2013. Experimental investigation on the energy performance of Living Walls in a temperate climate. *Building and Environment* 64: 57-66.
- Nadia, S., Noureddine, S., Hichem, N. and Djamilia, D. 2013. Experimental study of thermal performance and the contribution of plant-covered walls to the thermal behavior of building. *Energy Procedia* 36: 995 – 1001.
- Parker, J.H. 1966. The Effectiveness of Vegetation on Residential Cooling, *Passive Solar Journal*.143: 143-149.

- Sandifer, S. and Givoni, B. 2000. *Thermal Effect of Vines on wall Temperature Comparing Laboratory and Field Collect Data*. USA: Department of Architecture and Urban Design UCLA.
- Stein B. and J Reynolds. 2001. *Mechanical and electrical equipment for buildings*. New York: John Wiley & Sons.
- Susorova, I., Azimi, P. and Stephens, B. 2014. The effects of climbing vegetation on the local microclimate, thermal performance, and air infiltration of four building facade orientations. *Building and Environment* 76: 113-124.
- Xu, Z., Wang, L. and Hou, H. 2011. Formaldehyde Removal by Potted Plant-Soil Systems. *Journal of Hazardous Materials* 192: 314-318.



ภาคผนวก

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผนังอาคารทึบ และอุณหภูมิอากาศทั่วไป ตั้งแต่เวลา 07.00 – 17.00 น. เดือนกันยายน 2558

วันที่	อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องควบคุม		อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องทดลอง		อุณหภูมิอากาศทั่วไป	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
1	29.7	2.0	28.5	1.3	28.4	1.2
2	29.6	2.2	28.4	1.6	28.4	1.4
3	27.8	2.1	26.8	1.6	26.8	1.6
4	29.1	1.9	28.2	1.0	28.0	1.1
5	27.9	2.2	26.8	1.6	26.7	1.4
6	29.0	2.0	27.8	1.4	27.6	1.3
7	29.3	2.0	28.1	1.5	27.8	1.5
8	30.0	2.0	28.6	1.5	28.5	1.1
9	28.2	2.1	26.9	1.6	26.8	1.5
10	28.1	2.2	26.3	1.7	26.3	1.6
11	29.4	2.0	28.1	1.4	27.0	1.3
12	28.4	2.0	27.3	1.3	27.2	1.2
13	29.2	2.0	28.0	1.5	27.9	1.3
14	29.1	2.3	27.9	1.8	27.8	1.4
15	27.5	2.2	26.3	1.3	26.1	1.2
16	26.0	2.0	25.1	1.5	25.1	1.5
17	27.1	1.9	26.2	1.0	26.2	1.1
18	29.2	2.0	28.2	1.3	28.1	1.2
19	30.3	1.9	29.0	1.0	28.9	1.1
20	30.4	2.1	28.9	1.6	28.7	1.5
21	30.5	2.0	29.0	1.5	28.9	1.3
22	29.8	2.2	28.5	1.8	28.3	1.5
23	29.6	2.0	28.3	1.5	28.2	1.3
24	29.6	2.0	28.3	1.4	28.2	1.3

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผนังอาคารทึบ และอุณหภูมิอากาศทั่วไป ตั้งแต่เวลา 07.00 – 17.00 น. เดือนกันยายน 2558 (ต่อ)

วันที่	อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องควบคุม		อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องทดลอง		อุณหภูมิอากาศทั่วไป	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
25	28.6	2.1	27.6	1.6	27.5	1.5
26	29.5	2.0	28.2	1.4	28.1	1.2
27	28.2	2.0	27.0	1.4	26.9	1.3
28	29.2	2.1	27.7	1.7	27.6	1.6
29	27.8	1.9	27.0	1.4	26.9	1.2
30	28.4	1.8	27.3	1.4	27.1	1.3
ค่าเฉลี่ย	28.9	1.0	26.7	0.9	27.5	0.9

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผนังอาคารทึบ และอุณหภูมิอากาศทั่วไป ตั้งแต่เวลา 07.00 – 17.00 น. เดือนตุลาคม 2559

วันที่	อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องควบคุม		อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องทดลอง		อุณหภูมิอากาศทั่วไป	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
1	28.7	1.7	27.7	1.4	27.5	1.0
2	29.4	1.9	28.3	1.2	28.1	1.1
3	29.5	1.7	28.4	1.4	28.4	1.2
4	29.0	1.6	28.0	1.3	27.8	1.2
5	28.8	1.6	27.8	1.3	27.7	1.2
6	28.7	1.5	27.7	1.4	27.6	1.3
7	29.3	1.5	28.1	1.4	28.1	1.4
8	29.3	1.5	28.3	1.4	28.0	1.2
9	28.2	1.5	27.2	1.4	26.6	1.0
10	28.7	1.7	27.7	1.2	27.1	1.1
11	28.4	1.6	27.6	1.5	26.6	1.5

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผืนน้ําอาคารทึบ ตั้งแต่เวลา 06.00 – 18.00 น.  
เดือนตุลาคม 2559 (ต่อ)

วันที่	อุณหภูมิผืนน้ําอาคารทึบ ห้องควบคุม		อุณหภูมิผืนน้ําอาคารทึบ ห้องทดลอง		อุณหภูมิอากาศทั่วไป	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	$\bar{x}$	S.D.	
12	28.9	1.5	27.8	1.4	27.6	1.2
13	28.6	1.5	27.6	1.3	27.3	1.2
14	28.2	1.7	27.3	1.6	27.3	1.6
15	29.1	1.6	28.1	1.3	27.8	1.1
16	28.4	1.5	27.4	1.4	27.3	1.4
17	28.2	1.8	27.3	1.7	26.8	1.3
18	29.2	1.5	28.3	1.2	27.6	1.1
19	29.2	1.5	28.4	1.3	27.7	1.1
20	29.7	1.6	28.6	1.3	28.5	1.1
21	29.2	1.6	28.2	1.5	28.2	1.5
22	29.7	1.8	28.7	1.5	28.7	1.4
23	28.8	1.5	27.9	1.4	27.5	1.2
24	28.3	1.5	27.3	1.3	27.3	1.2
25	28.9	1.5	27.8	1.4	27.8	1.4
26	28.8	1.6	27.8	1.6	27.7	1.5
27	26.7	1.3	25.8	1.1	25.8	1.0
28	28.2	1.3	27.2	1.2	27.1	1.0
29	28.5	1.2	27.5	1.0	27.5	0.9
30	27.8	1.3	26.9	1.3	26.9	1.1
31	27.8	1.3	26.7	1.1	26.7	1.0
ค่าเฉลี่ย	28.9	0.6	27.8	0.6	27.6	0.6

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผนังอาคารทึบ และอุณหภูมิอากาศทั่วไป ตั้งแต่เวลา  
07.00 – 17.00 น. เดือนพฤศจิกายน 2558

วันที่	อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องควบคุม		อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องทดลอง		อุณหภูมิอากาศทั่วไป	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
1	28.5	1.3	27.5	1.2	27.5	1.0
2	27.6	1.2	26.8	1.0	26.4	0.8
3	27.4	1.1	26.6	1.0	26.6	0.9
4	27.3	1.1	26.4	1.1	26.3	0.7
5	27.6	1.1	26.9	1.1	26.4	0.9
6	26.8	1.3	26.0	1.3	25.9	1.2
7	27.7	1.4	26.7	1.4	26.3	1.0
8	28.7	1.2	27.7	1.2	27.2	1.2
9	28.3	1.1	27.3	1.1	27.2	1.1
10	28.8	1.2	27.8	1.2	27.5	1.0
11	27.7	1.3	27.0	1.3	27.0	1.3
12	28.4	1.1	27.6	1.1	27.6	0.9
13	28.2	1.2	27.2	1.2	26.3	1.2
14	28.3	1.1	27.2	1.1	27.1	1.1
15	28.1	1.2	27.2	1.2	27.2	1.1
16	28.7	1.3	27.8	1.4	27.6	1.1
17	29.0	1.1	27.9	0.9	27.9	0.8
18	28.2	1.0	27.5	0.6	27.5	0.7
19	29.2	1.1	28.3	1.0	28.0	0.9
20	27.2	1.1	26.7	1.1	26.7	1.0
21	28.0	1.2	27.5	1.0	27.5	0.9
22	26.9	1.1	26.1	1.0	26.0	0.9
23	27.4	1.1	26.8	1.0	26.8	0.8
24	26.6	1.2	26.2	1.0	26.2	0.8

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผนังอาคารทึบ และอุณหภูมิอากาศทั่วไป ตั้งแต่เวลา 07.00 – 17.00 น. เดือนพฤศจิกายน 2558 (ต่อ)

วันที่	อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องควบคุม		อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องทดลอง		อุณหภูมิอากาศทั่วไป	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
25	28.1	1.1	27.2	1.0	27.2	1.0
26	28.3	1.4	27.4	1.2	26.9	1.1
27	28.0	1.1	27.1	1.1	26.9	0.9
28	28.0	1.1	27.2	1.0	26.8	0.9
29	29.3	1.3	28.4	0.9	28.0	0.8
30	27.2	1.1	26.4	0.9	26.2	0.8
ค่าเฉลี่ย	28.0	0.7	27.1	0.6	27.0	0.6

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผนังอาคารทึบ และอุณหภูมิอากาศทั่วไป ตั้งแต่เวลา 07.00 – 17.00 น. เดือนธันวาคม 2559

วันที่	อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องควบคุม		อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องทดลอง		อุณหภูมิอากาศทั่วไป	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
1	28.4	1.2	27.4	1.1	26.6	1.0
2	29.3	1.2	28.4	0.7	28.1	0.8
3	29.4	1.5	28.4	1.4	28.0	1.2
4	28.6	1.6	27.6	1.4	27.2	1.2
5	29.4	1.4	28.4	1.4	27.8	1.1
6	29.0	1.6	28.1	1.5	27.7	1.5
7	29.0	1.5	28.2	1.3	28.0	1.2
8	29.0	1.6	28.1	1.5	27.6	1.4
9	27.8	1.6	27.1	1.4	27.1	1.2
10	29.1	1.9	28.1	1.6	27.6	1.3
11	29.4	2.0	28.6	1.8	28.3	1.3

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผืนน้ําอาคารทึบ ตั้งแต่เวลา 06.00 – 18.00 น.

เดือนธันวาคม 2559 (ต่อ)

วันที่	อุณหภูมิผืนน้ําอาคารทึบ ห้องควบคุม		อุณหภูมิผืนน้ําอาคารทึบ ห้องทดลอง		อุณหภูมิอากาศทั่วไป	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
12	29.6	1.8	28.6	1.4	28.4	1.2
13	29.7	1.7	28.7	1.3	28.4	1.1
14	29.5	1.7	28.5	1.4	28.0	1.2
15	28.8	1.8	28.0	1.6	27.7	1.5
16	29.5	1.9	28.0	1.7	27.7	1.5
17	28.0	1.8	26.9	1.6	26.1	1.4
18	27.0	1.9	26.0	1.7	25.4	1.5
19	27.7	1.7	26.8	1.4	26.4	1.3
20	27.1	1.7	26.3	1.5	26.2	1.0
21	27.7	1.8	26.7	1.6	26.2	1.5
22	27.5	1.9	26.7	1.7	26.6	1.6
23	26.3	1.9	26.0	1.3	25.7	1.1
24	29.3	1.7	28.2	1.3	27.5	1.1
25	28.7	1.7	27.9	1.4	27.9	1.1
26	30.0	2.0	28.4	1.8	28.4	1.4
27	29.3	2.0	28.1	1.4	28.0	1.1
28	29.2	2.2	28.2	1.9	28.0	1.4
29	29.7	2.0	28.1	1.5	27.8	1.3
30	29.5	2.1	27.8	1.8	27.6	1.4
31	29.3	2.1	27.5	1.6	27.4	1.4
ค่าเฉลี่ย	28.8	0.9	27.7	0.8	27.4	0.8

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผนังอาคารทึบ และอุณหภูมิอากาศทั่วไป ตั้งแต่เวลา 07.00 – 17.00 น. เดือนมกราคม 2559

วันที่	อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องควบคุม		อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องทดลอง		อุณหภูมิอากาศทั่วไป	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
1	29.0	2.1	28.4	1.7	28.3	1.5
2	29.5	2.4	28.5	1.9	28.1	1.9
3	28.9	2.5	27.8	2.0	27.4	2.0
4	29.3	2.3	28.1	1.7	27.6	1.6
5	29.2	2.6	28.1	2.0	27.7	2.0
6	29.4	2.6	28.3	2.0	28.0	2.0
7	29.6	2.6	28.5	1.9	28.0	1.7
8	29.1	2.4	28.0	1.7	27.7	1.6
9	29.3	2.4	28.3	1.8	28.0	1.6
10	29.7	2.6	28.7	1.6	28.3	1.5
11	29.4	2.4	28.1	1.8	27.6	1.8
12	29.1	2.5	28.1	1.9	27.8	1.9
13	29.4	2.5	28.3	1.7	27.9	1.5
14	29.5	2.4	28.1	1.8	27.5	1.8
15	29.9	2.4	28.3	1.8	27.6	1.6
16	29.3	2.5	27.4	1.7	26.6	1.6
17	30.1	2.4	28.3	1.8	27.5	1.8
18	29.3	2.5	28.2	1.9	27.8	1.7
19	29.9	2.4	29.0	1.8	28.7	1.6
20	29.6	2.7	28.8	2.1	28.6	1.7
21	29.9	2.6	29.0	2.0	28.6	2.0
22	29.2	2.4	28.0	1.6	27.5	1.5
23	29.2	2.7	28.1	1.9	27.8	1.8
24	29.3	2.3	28.5	1.3	28.3	1.4



ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผนังอาคารทึบ และอุณหภูมิอากาศทั่วไป ตั้งแต่เวลา 07.00 – 17.00 น. เดือนมกราคม 2558 (ต่อ)

วันที่	อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องควบคุม		อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องทดลอง		อุณหภูมิอากาศทั่วไป	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
25	29.0	2.5	28.2	1.9	27.9	1.8
26	28.0	2.4	26.7	1.8	26.3	1.7
27	28.7	2.7	27.5	1.9	27.0	1.8
28	29.3	2.4	28.2	1.8	27.8	1.6
29	29.5	2.8	28.3	2.1	27.8	1.7
30	29.2	2.6	28.0	1.8	27.5	1.5
31	29.2	2.6	28.1	1.8	27.8	1.8
ค่าเฉลี่ย	29.3	0.4	28.2	0.4	27.8	0.5

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผนังอาคารทึบ และอุณหภูมิอากาศทั่วไป ตั้งแต่เวลา 07.00 – 17.00 น. เดือนกุมภาพันธ์ 2559

วันที่	อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องควบคุม		อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องทดลอง		อุณหภูมิอากาศทั่วไป	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
1	31.5	2.7	28.7	1.7	28.1	1.6
2	31.5	2.8	28.4	1.9	27.7	1.7
3	31.5	2.7	28.8	1.9	28.2	1.7
4	30.8	2.7	28.8	2.0	28.0	2.0
5	31.0	2.7	28.7	2.1	27.9	2.0
6	30.6	3.1	28.4	2.4	27.7	2.0
7	30.3	2.9	28.0	2.0	27.5	1.9
8	30.8	2.8	28.6	1.9	27.1	1.8
9	30.7	2.9	28.1	2.2	26.9	2.1
10	30.6	2.9	27.6	2.2	27.2	2.2

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผืนนังอาคารทึบ ตั้งแต่เวลา 06.00 – 18.00 น.  
เดือนกุมภาพันธ์ 2559 (ต่อ)

วันที่	อุณหภูมิผืนนังอาคารทึบ ห้องควบคุม		อุณหภูมิผืนนังอาคารทึบ ห้องทดลอง		อุณหภูมิอากาศทั่วไป	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
11	31.2	2.8	27.8	2.1	27.8	1.9
12	31.9	3.0	28.3	2.3	28.3	2.2
13	32.1	2.8	28.7	2.1	28.6	1.9
14	31.9	2.8	28.5	1.9	28.3	1.8
15	32.0	2.8	29.1	2.0	28.7	1.8
16	32.3	2.8	29.4	2.0	28.4	1.9
17	31.8	3.1	29.2	2.4	28.1	2.0
18	32.2	2.8	29.2	2.0	27.5	1.9
19	31.1	2.9	28.0	2.0	27.7	1.8
20	31.0	3.0	28.2	2.3	27.1	2.2
21	31.3	2.8	28.3	2.0	27.4	1.9
22	31.2	2.9	28.3	2.2	27.4	2.2
23	31.9	2.8	28.7	2.0	27.7	1.9
24	31.5	2.9	28.6	2.2	27.7	2.2
25	31.2	3.0	28.6	2.2	27.9	2.0
26	31.3	3.0	28.6	2.4	28.1	2.1
27	31.1	2.8	28.0	2.0	27.8	1.8
28	31.6	3.0	28.8	1.9	28.0	1.8
29	32.4	2.9	29.4	2.1	28.3	1.9
ค่าเฉลี่ย	31.4	0.6	28.5	0.5	27.8	0.5

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผนังอาคารทึบ และอุณหภูมิอากาศทั่วไป ตั้งแต่เวลา  
07.00 – 17.00 น. เดือนมีนาคม 2559

วันที่	อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องควบคุม		อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องทดลอง		อุณหภูมิอากาศทั่วไป	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
1	31.1	3.1	28.3	2.3	27.9	2.2
2	30.9	3.0	28.1	2.1	27.8	1.9
3	31.5	2.9	28.7	1.9	28.2	1.8
4	31.5	3.2	28.7	2.3	28.4	2.2
5	30.8	3.0	28.3	2.0	28.1	1.9
6	31.2	3.1	28.9	2.0	28.7	1.9
7	32.4	3.1	29.4	2.0	28.8	1.9
8	32.4	3.2	29.1	2.2	28.6	2.2
9	32.0	3.2	28.7	2.0	28.2	1.8
10	32.3	3.1	28.7	2.1	28.0	1.9
11	32.0	3.1	28.5	2.0	28.0	1.9
12	32.7	3.3	29.6	2.2	29.1	2.0
13	31.8	3.1	29.4	1.9	29.1	1.8
14	32.7	3.2	29.5	2.2	28.8	2.2
15	32.0	3.1	28.8	2.0	28.4	1.8
16	33.2	3.1	29.5	2.0	28.9	1.9
17	32.8	3.1	29.2	2.1	28.6	1.7
18	32.7	3.1	29.2	2.1	28.8	2.0
19	32.4	3.3	29.2	2.4	28.6	2.1
20	32.6	3.1	29.0	2.1	28.2	2.1
21	32.9	3.1	29.2	1.9	28.5	1.8
22	33.2	3.4	29.4	2.2	28.6	2.1
23	34.6	3.1	30.8	2.1	30.2	1.7
24	32.9	3.3	29.7	2.3	29.0	2.2

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผนังอาคารทึบ และอุณหภูมิอากาศทั่วไป ตั้งแต่เวลา 07.00 – 17.00 น. เดือนมีนาคม 2559 (ต่อ)

วันที่	อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องควบคุม		อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องทดลอง		อุณหภูมิอากาศทั่วไป	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
25	32.6	3.1	29.4	2.0	29.0	1.8
26	32.8	3.1	29.8	2.1	29.3	1.9
27	32.9	3.1	30.0	2.1	29.5	2.1
28	32.7	3.1	29.8	2.1	29.2	1.7
29	32.5	3.1	29.5	2.1	29.0	1.9
30	33.0	3.1	29.9	2.1	29.5	2.1
31	32.8	3.2	29.4	2.0	28.8	1.8
ค่าเฉลี่ย	32.4	0.8	29.2	0.6	28.7	0.5

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผนังอาคารทึบ และอุณหภูมิอากาศทั่วไป ตั้งแต่เวลา 07.00 – 17.00 น. เดือนเมษายน 2559

วันที่	อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องควบคุม		อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องทดลอง		อุณหภูมิอากาศทั่วไป	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
1	32.4	4.4	29.2	2.8	28.6	2.1
2	32.6	4.6	29.5	2.7	29.3	2.0
3	33.2	4.7	30.0	3.0	29.6	2.3
4	33.2	4.6	29.8	3.1	29.1	2.5
5	32.5	4.7	29.4	3.0	28.9	2.3
6	32.2	4.7	29.4	3.2	28.7	2.2
7	32.8	4.4	29.5	2.8	28.9	2.1
8	33.0	4.5	29.6	2.8	28.9	2.0
9	33.4	4.5	30.0	3.0	29.7	2.2
10	34.2	4.5	30.8	3.0	30.2	2.4

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผืนน้ําอาคารทึบ ตั้งแต่เวลา 06.00 – 18.00 น.  
เดือนเมษายน 2559 (ต่อ)

วันที่	อุณหภูมิผืนน้ําอาคารทึบ ห้องควบคุม		อุณหภูมิผืนน้ําอาคารทึบ ห้องทดลอง		อุณหภูมิอากาศทั่วไป	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
11	34.8	4.4	31.4	2.9	30.5	2.1
12	35.0	4.4	31.7	2.8	31.3	2.1
13	34.2	4.6	30.8	3.1	30.4	2.5
14	34.3	4.7	31.0	3.0	30.5	2.3
15	34.8	4.6	31.5	3.2	30.9	2.3
16	34.9	4.4	31.6	2.7	30.9	2.0
17	33.9	4.5	30.5	2.8	29.5	2.0
18	33.9	4.4	30.5	2.9	29.8	2.2
19	34.5	4.4	31.1	2.9	30.5	2.3
20	34.6	4.5	31.2	3.0	30.8	2.4
21	34.6	4.3	31.2	2.4	30.5	1.9
22	34.0	4.5	30.6	2.8	30.1	2.0
23	33.2	4.4	29.9	2.8	29.3	2.2
24	34.4	4.6	31.0	2.8	30.1	2.2
25	34.4	4.6	31.1	2.9	30.4	2.4
26	34.7	4.7	31.3	3.0	30.8	2.3
27	34.5	4.7	31.2	2.8	30.5	2.2
28	35.9	5.2	32.1	2.9	31.3	2.2
29	34.7	4.8	31.3	3.0	30.5	2.3
30	34.4	4.5	31.0	3.0	30.2	2.4
ค่าเฉลี่ย	34.0	0.9	30.0	0.8	30.6	0.8

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผนังอาคารทึบ และอุณหภูมิอากาศทั่วไป ตั้งแต่เวลา  
07.00 – 17.00 น. เดือนพฤษภาคม 2559

วันที่	อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องควบคุม		อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องทดลอง		อุณหภูมิอากาศทั่วไป	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
1	33.3	4.4	30.2	2.9	29.8	2.2
2	33.2	4.4	29.8	2.9	29.8	2.3
3	33.7	4.6	30.6	2.7	30.5	2.0
4	34.6	4.2	31.4	2.7	31.2	2.1
5	33.9	4.2	31.5	2.7	31.3	2.2
6	33.7	4.3	30.4	2.6	30.4	2.1
7	31.8	4.1	29.1	2.6	29.0	2.0
8	33.7	4.2	30.4	2.8	30.3	2.3
9	33.5	4.0	30.5	2.7	30.5	2.3
10	33.9	4.0	31.0	2.7	30.9	2.1
11	34.1	3.9	31.0	2.8	30.8	2.2
12	34.0	3.9	31.0	2.8	30.8	2.4
13	33.3	3.5	30.0	2.0	29.9	1.9
14	33.5	3.6	30.4	2.4	30.4	2.1
15	33.7	3.7	30.6	2.6	30.4	2.2
16	32.1	3.4	29.4	2.2	28.9	2.0
17	33.1	3.4	29.8	2.2	29.8	2.1
18	32.1	3.4	29.2	2.2	29.2	2.0
19	31.8	3.0	29.3	1.6	29.0	1.7
20	32.0	3.3	28.9	2.4	28.5	2.1
21	30.5	3.0	28.1	1.6	28.1	1.7
22	30.3	3.1	27.6	2.0	27.2	1.9
23	33.1	3.4	30.0	2.2	29.7	2.1
24	30.5	3.3	27.5	2.2	26.9	2.0

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผนังอาคารทึบ และอุณหภูมิอากาศทั่วไป ตั้งแต่เวลา 07.00 – 17.00 น. เดือนพฤษภาคม 2559 (ต่อ)

วันที่	อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องควบคุม		อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องทดลอง		อุณหภูมิอากาศทั่วไป	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
25	29.3	3.4	27.2	2.4	26.9	2.0
26	30.7	3.2	28.0	2.0	28.0	1.9
27	30.3	3.1	27.4	1.9	27.4	1.8
28	30.9	3.0	27.9	2.0	27.2	1.8
29	29.7	3.1	27.7	2.3	27.7	2.0
30	30.4	3.2	28.1	2.1	28.0	2.0
31	32.8	2.8	29.6	2.0	29.5	1.6
ค่าเฉลี่ย	32.5	1.5	29.4	1.3	29.3	1.4

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผนังอาคารทึบ และอุณหภูมิอากาศทั่วไป ตั้งแต่เวลา 07.00 – 17.00 น. เดือนมิถุนายน 2559

วันที่	อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องควบคุม		อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องทดลอง		อุณหภูมิอากาศทั่วไป	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
1	32.6	2.7	30.0	1.8	29.1	1.7
2	32.8	2.6	30.4	1.4	29.4	1.5
3	31.8	2.8	29.7	2.0	28.8	1.8
4	31.2	2.8	28.6	1.7	27.6	1.6
5	32.7	2.7	30.0	1.8	29.1	1.6
6	32.3	2.8	29.6	2.0	28.3	1.8
7	31.0	2.6	28.8	1.9	27.8	1.8
8	31.0	2.6	28.4	1.9	27.4	1.8
9	32.4	2.7	29.6	1.8	28.7	1.6
10	32.8	2.6	30.3	1.8	29.3	1.8

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผืนน้ําอาคารทึบ ตั้งแต่เวลา 06.00 – 18.00 น.  
เดือนมิถุนายน 2559 (ต่อ)

วันที่	อุณหภูมิผืนน้ําอาคารทึบ ห้องควบคุม		อุณหภูมิผืนน้ําอาคารทึบ ห้องทดลอง		อุณหภูมิอากาศทั่วไป	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
11	32.5	2.6	30.0	1.9	29.1	1.7
12	32.8	2.6	30.5	1.8	29.9	1.7
13	31.5	2.7	29.6	1.8	28.9	1.7
14	32.4	2.6	30.0	1.8	28.9	1.8
15	33.3	2.6	30.6	1.8	29.6	1.7
16	30.8	2.6	29.0	1.9	28.4	1.7
17	28.9	2.8	27.1	1.7	26.4	1.6
18	29.9	2.6	28.0	1.9	27.4	1.7
19	30.9	2.7	29.0	2.0	28.3	1.8
20	28.5	2.7	27.4	1.8	27.1	1.6
21	29.7	2.8	28.1	2.2	27.6	1.9
22	31.7	2.6	29.2	1.9	28.1	1.8
23	32.7	2.8	30.3	2.1	29.3	2.1
24	32.1	2.8	29.9	2.1	29.2	2.1
25	32.4	2.7	30.0	2.0	29.2	2.0
26	32.2	2.6	29.4	1.8	28.0	1.7
27	30.3	2.6	28.5	1.7	27.7	1.6
28	27.5	2.6	26.5	1.8	26.2	1.7
29	30.3	2.6	28.2	1.9	27.5	1.7
30	30.6	2.6	28.3	1.9	27.3	1.9
ค่าเฉลี่ย	31.4	1.4	29.2	1.1	28.3	1.0



ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผนังอาคารทึบ และอุณหภูมิอากาศทั่วไป ตั้งแต่เวลา 07.00 – 17.00 น. เดือนกรกฎาคม 2559

วันที่	อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องควบคุม		อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องทดลอง		อุณหภูมิอากาศทั่วไป	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
1	33.0	2.8	30.1	1.7	29.4	1.6
2	33.5	2.6	30.4	1.7	29.9	1.6
3	33.3	2.6	30.6	1.8	30.2	1.6
4	33.1	2.6	30.7	1.9	30.1	1.8
5	33.2	2.8	30.6	2.2	29.8	1.9
6	27.8	2.6	27.2	1.9	27.0	1.8
7	31.6	2.7	28.8	2.0	27.8	1.8
8	30.1	2.7	28.1	2.0	27.5	2.0
9	32.2	2.7	29.8	2.0	29.3	2.0
10	31.5	2.8	29.5	2.2	29.3	1.9
11	31.0	2.7	28.4	1.8	27.3	1.6
12	32.3	2.7	29.6	1.8	28.9	1.6
13	31.5	2.6	29.4	1.9	29.0	1.9
14	30.8	2.7	28.4	2.0	27.7	1.9
15	31.6	2.7	28.9	1.8	28.3	1.6
16	31.8	2.6	29.3	1.9	28.3	1.5
17	31.8	2.6	29.3	1.8	28.6	1.8
18	29.9	2.6	27.7	1.7	26.8	1.6
19	29.5	2.6	27.1	1.8	26.1	1.6
20	29.8	2.7	27.5	1.8	27.0	1.6
21	30.4	2.8	28.0	2.2	27.6	1.9
22	31.2	2.7	28.7	2.0	28.0	2.0
23	30.8	2.6	28.8	1.8	28.4	1.8
24	28.9	2.6	27.3	1.9	26.9	1.7

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผนังอาคารทึบ และอุณหภูมิอากาศทั่วไป ตั้งแต่เวลา 07.00 – 17.00 น. เดือนกรกฎาคม 2559(ต่อ)

วันที่	อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องควบคุม		อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องทดลอง		อุณหภูมิอากาศทั่วไป	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
25	31.3	2.6	28.8	1.9	28.5	1.5
26	30.1	2.7	27.6	2.0	26.3	2.0
27	30.5	2.6	28.2	1.8	27.4	1.7
28	31.4	2.7	28.7	1.8	28.0	1.7
29	31.7	2.6	29.1	1.7	28.6	1.6
30	30.9	2.7	28.0	2.0	27.1	1.8
31	31.8	2.7	29.2	2.0	28.5	2.0
ค่าเฉลี่ย	31.2	1.3	29.5	1.0	28.1	1.1

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผนังอาคารทึบ และอุณหภูมิอากาศทั่วไป ตั้งแต่เวลา 07.00 – 17.00 น. เดือนสิงหาคม 2559

วันที่	อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องควบคุม		อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องทดลอง		อุณหภูมิอากาศทั่วไป	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
1	31.5	2.6	29.8	1.7	29.2	1.6
2	30.2	2.6	28.6	1.8	28.2	1.7
3	30.2	2.6	28.8	1.9	28.3	1.9
4	30.6	2.6	28.9	1.9	28.5	1.7
5	31.4	2.7	29.8	1.8	29.2	1.6
6	30.7	2.8	29.0	2.1	28.5	2.0
7	30.2	2.6	28.4	1.7	27.0	1.6
8	30.4	2.6	28.4	1.9	27.8	1.7
9	31.8	2.6	29.8	1.8	29.4	1.8
10	32.1	2.6	30.2	1.9	29.6	1.8

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผนังอาคารทึบ ตั้งแต่เวลา 06.00 – 18.00 น.

เดือนสิงหาคม 2559 (ต่อ)

วันที่	อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องควบคุม		อุณหภูมิผนังอาคารทึบ ห้องทดลอง		อุณหภูมิอากาศทั่วไป	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
11	30.1	2.9	29.0	2.0	28.2	1.9
12	31.0	2.7	29.5	2.0	29.0	1.9
13	28.8	2.6	27.3	1.8	27.1	1.7
14	31.1	2.6	29.5	1.8	28.9	1.8
15	31.4	2.8	29.5	2.1	29.2	2.0
16	31.7	2.9	29.7	2.2	29.3	1.8
17	32.2	2.9	30.3	2.0	29.7	1.9
18	32.0	2.6	30.2	1.8	29.7	1.7
19	32.0	2.6	30.2	1.9	29.7	1.5
20	32.3	2.6	30.5	1.8	29.9	1.7
21	32.2	2.7	30.4	2.0	29.6	1.9
22	31.2	2.6	29.7	1.9	29.0	1.7
23	30.2	2.5	29.0	1.4	28.5	1.5
24	27.9	2.7	27.0	2.0	26.6	1.8
25	29.1	2.7	28.3	1.8	27.6	1.6
26	28.3	2.6	27.3	1.7	26.9	1.6
27	31.1	2.6	29.5	1.9	29.1	1.9
28	29.7	2.7	28.7	1.8	28.1	1.6
29	31.0	2.6	29.4	1.9	29.1	1.7
30	28.2	2.8	27.3	2.2	26.8	1.9
ค่าเฉลี่ย	27.9	1.3	27.1	1.0	26.1	1.1

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณรังสีอาทิตย์เฉลี่ย ตั้งแต่กันยายน 2558 – เดือนสิงหาคม 2559  
จากงานวิจัย ศุภศักดิ์ หนูมาก, 2559

เดือน/ปี	ปริมาณรังสีอาทิตย์เฉลี่ย (W/m <sup>2</sup> )
กันยายน 2558	1185
ตุลาคม 2558	1130
พฤศจิกายน 2558	1149
ธันวาคม 2558	1142
มกราคม 2559	1159
กุมภาพันธ์ 2559	1165
มีนาคม 2559	1261
เมษายน 2559	1296
พฤษภาคม 2559	1274
มิถุนายน 2559	1255
กรกฎาคม 2559	1244
สิงหาคม 2559	1264

ตารางที่ 2 แสดงความชื้นสัมพัทธ์ ตั้งแต่เดือนกันยายน 2558 – เดือนสิงหาคม 2559

เดือน/ปี	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	
	$\bar{x}$	S.D.
กันยายน 2558	80	0.0
ตุลาคม 2558	84	0.0
พฤศจิกายน 2558	87	0.0
ธันวาคม 2558	82	0.0
มกราคม 2559	81	0.0
กุมภาพันธ์ 2559	77	0.0
มีนาคม 2559	76	0.0
เมษายน 2559	73	0.0
พฤษภาคม 2559	77	0.0
มิถุนายน 2559	77	0.0
กรกฎาคม 2559	79	0.0
สิงหาคม 2559	80	0.0

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล	นางสาวพัทจารี เพชรสลัปศรี		
รหัสประจำตัวนักศึกษา	5610920011		
วุฒิการศึกษา			
วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา	
วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์ประยุกต์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2555	

## ทุนการศึกษา

ทุนอุดหนุนวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ของบัณฑิตวิทยาลัย ปีงบประมาณ 2559

## การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

Petchsalubsri, P. and Techato. K. 2016. The reduction of temperature on opaque wall by arranging surface – covered plant beside the building. *FCAL*. Suratthani Rajabhat University, Suratthani, Thailand. 27-18 October 2016:85-89

Petchsalubsri, P. and Techato. K. 2016. The reduction of temperature on opaque wall by arranging surface – covered plant beside the building. *AECE-2016*. Kuala Lumpur, Malaysia. 5-6 Jan 2016:60-62