การสร้างสภาพแวดล้อมเพื่อการประหยัดพลังงานของบ้านพักอาศัย กรณีศึกษา บ้านพอเพียง มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ วิทยาเขตบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

นายศุภฤกษ์ แก้วสิงห์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2552
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Environmental Modification for Residential Building

Case Study: Sufficient House Rajabhat Rajanagarindra University, Bangkla, Chachoengsao Province

Mr. Supharuak Keawsing

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Architecture
Department of Architecture
Faculty of Architecture
Chulalongkorn University
Academic Year 2009

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การสร้างสภาพแวดล้อมเพื่อการประหยัดพลังงานของบ้านพักอาศัยกรณีศึกษา บ้านพอเพียง มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ วิทยาเขตบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา
โดย	นาย ศุภฤกษ์ แก้วสิงห์
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต จุลาสัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ อวยชัย วุฒิโฆสิต)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ นพรัตน์ รุ่งอุทัยศิริ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศุภฤกษ์ แก้วสิงห์ : การสร้างสภาพแวดล้อมเพื่อการประหยัดพลังงานของบ้านพักอาศัย กรณีศึกษา บ้านพอเพียง มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ วิทยาเขตบางคล้าจังหวัดฉะเชิงเทรา (Environmental Modification for Residential Building Case Study : Sufficient House Rajabhath Rajanagarindra University, Bangkla,Chachoengsao Province) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ ,75 หน้า.

สภาพแวดล้อมมีส่วนสำคัญอย่างมากกับการประหยัดพลังงานโดยเฉพาะอย่างยิ่งบ้านพักอาศัย ผลการศึกษาพบว่าการสร้างสภาพแวดล้อมเพื่อลดการใช้พลังงานของบ้านมีปัจจัยหลัก 3 ปัจจัยได้แก่ 1) แหล่งน้ำและการระเหยของน้ำ 2) อุณหภูมิพื้นผิวของสภาพแวดล้อมตลอดวัน 3) พื้นที่รับแดดและการสร้างร่มเงา

ผลการวิจัยจากข้อมูลสภาพแวดล้อมกรณีศึกษาบ้านพอเพียงมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ วิทยาเขตบางคล้า พบว่าการสร้างแหล่งน้ำเพื่อลดอุณหภูมิควรมีร่มเงาเหนือแหล่งน้ำตลอดวัน การลดอุณหภูมิพื้นผิวของสภาพแวดล้อมของผิวถนนใช้ร่มเงาต้นไม้ตลอดทั้งวัน ส่วนอุณหภูมิพื้นผิวของพืชคลุมดินควรอยู่ใต้ร่มเงาและใช้เทคนิคการระเหยของน้ำ ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดพื้นผิวถนนโดนแดด (62.5 องศาเซลเซียส)และต่ำสุดพื้นผิวถนนไม่โดนแดด (27 องศาเซลเซียส) เท่ากับ 35.5 องศาเซลเซียส ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดผิวดินโดนแดด (62.85 องศาเซลเซียส)และต่ำสุดผิวดินไม่โดนแดด (27.5 องศาเซลเซียส) เท่ากับ 35.35 องศาเซลเซียส ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดผิวหญ้าโดนแดด (45.7 องศาเซลเซียส)และต่ำสุดผิวหญ้าไม่โดนแดด (26.3 องศาเซลเซียส) เท่ากับ 19.4 องศาเซลเซียส ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดผิวน้ำโดนแดด (36.15 องศาเซลเซียส)และต่ำสุดผิวน้ำไม่โดนแดด (28.9 องศาเซลเซียส) เท่ากับ 7.25 องศาเซลเซียส

ผลการวิจัยสรุปว่า กรณีสภาพแวดล้อมภายนอกที่มีความร้อนสูง ได้แก่ พื้นผิวดินแห้งโดนแดดหรือพื้นผิวถนนคอนกรีตโดนแดด จะทำให้อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารสูงถึง 42 องศาเซลเซียส กรณีปรับสภาพแวดล้อมภายนอกให้เย็นลง ได้แก่การใช้ร่มเงาจากต้นไม้ทรงสูงการใช้พืชคลุมดินและเพิ่มการระเหยของน้ำ และเพิ่มแหล่งน้ำในร่มมีความลึก 1.50 เมตร ทำให้อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารลดลงเหลือ 30 องศาเซลเซียส ซึ่งทำให้ปริมาณพลังงานที่ใช้ในการปรับอากาศภายในอาคารแตกต่างกัน กรณีสภาพแวดล้อมที่มีความร้อนสูงจะมีค่าความแตกต่างอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคาร (ΔT) เท่ากับ 17 องศาเซลเซียส (42-25 องศาเซลเซียส) กรณีสภาพแวดล้อมเย็นมีค่า ΔT เท่ากับ 5 องศาเซลเซียส (30-25 องศาเซลเซียส) ข้อมูลจากการวิจัยสามารถนำไปขยายผลเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมของเมืองให้มีความเย็นและเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นของประเทศไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ภาควิชา.....สถาปัตยกรรมศาสตร์.... ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา.....สถาปัตยกรรม..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา.....2552.....

5174167925 :MAJOR ARCHITECTURE

Keywords: sufficient house/ energy conservation/ shaded surface/ evaporation

SUPHARUEK KEAWSING: Environmental Modification for Residential Building Case Study: Sufficient House Rajabhath Rajanagarindra University,Bangkla, Chachoengsao Province. Thesis Advisor. Prof.Soontorn Boonyatikarn, Ph.D. 75 pp.

Outside environment around building is an important factor to energy efficiency. It is found that to reduce energy consumption in house has 3 major factors as 1) pond and its evaporation, 2) surface temperature of environment, and 3) shade and non-shade surface.

Data from case study sufficient house at Rajabhath Rajanagarindra University, Bangkla campus shown that shaded pond, shaded hard cape surface, and evaporated ground covering surface. The temperature difference of shaded concrete surface (27 Celsius) and non-shaded (62.5 Celsius) was 35.5 Celsius. The temperature difference of shaded ground surface (27.5 Celsius) and non-shaded (62.85 Celsius) was 35.35 Celsius. The temperature difference of shaded ground-covering plants surface (26.3 Celsius) and non-shaded (45.7 Celsius) was 19.4 Celsius. Then, temperature difference of shaded water surface (28.9 Celsius) and non-shaded (36.15 Celsius) was 7.25 Celsius.

It can be concluded that surface temperature of outside environment such as non-shaded bare ground or non-shaded concrete surfaces will reach as high as 42 Celsius. Using shaded tree, ground cover plant and water pond with 1.50 meter depth, can reduce outside air temperature to 30 Celsius. In case of high surface temperature condition, temperature different between outside and inside building is 17 Celsius while cool surface temperature condition approach has only 5 Celsius different. Cool environment and surfaces can create better environment in hot-humid climate, effectively.

Department: Architecture Student's Signature .....

Field of Study: Architecture Advisor's Signature .....

Academic Year: 2009

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดีด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากคณาจารย์และบุคคลหลาย ๆ ท่าน บุคคลแรกที่ต้องกล่าวขอบคุณ คือ ศาสตราจารย์ ดร. สุนทร บุญญาธิการ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้สละเวลาอันมีค่า ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็น ต่าง ๆ อันมีประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิจัยฉบับนี้

นอกจากนี้ยังได้รับความกรุณาเป็นอย่างสูงจากรองศาสตราจารย์ ดร.วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์ ในการให้คำแนะนำและปูความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับทำวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ อวยชัย วุฒิโฆสิต ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ดร. วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์ และ รองศาสตราจารย์ นพรัตน์ รุ่งอุทัยศิริ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูง สำหรับ บิดา มารดา พี่น้อง เพื่อนร่วมงานและบุคคลใกล้ชิดที่ได้ให้กำลังใจข้าพเจ้าตลอดมา

ท้ายสุดนี้ขอขอบคุณความช่วยเหลือจากเพื่อนร่วมชั้นเรียน รุ่นพี่ รุ่นน้อง และบุคลากรของศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีอาคารและสิ่งแวดล้อม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่านรวมถึงบุคคลอื่นๆที่ช่วยสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

สารบัญแผนภูมิ ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....6

1.3 ขอบเขตการวิจัย.....7

1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....7

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ.....8

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....9

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกสบายของมนุษย์.....9

2.2 การปรุงแต่งสภาพแวดล้อมให้เอื้ออำนวยต่อการประหยัดพลังงาน
และเพื่อสร้างสภาวะสบายให้กับผู้ใช้อาคารโดยปัจจัยที่ทำให้อุณหภูมิลดลง.....16

2.2.1 ต้นไม้ และพืชคลุมดิน.....18

2.2.2 แหล่งน้ำ.....21

2.2.3 ลม.....24

2.2.4 พื้นดิน และเนินดิน.....26

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....29

2.3.1 การลดอุณหภูมิวัสดุปูพื้นภายนอกอาคารโดยวิธีการระเหย.....29

2.3.2 การทำความเย็นอาคารโดยการใช้ผิวสัมผัสพื้นดิน 30

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....31

3.1 ศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อบ้านพอเพียง.....31

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2 วิเคราะห์และเปรียบเทียบตัวแปรสภาพแวดล้อมมาจากข้อมูลจริง……..……....31
3.3 สรุปผลและเสนอแนะแนวทางใช้ปัจจัยสภาพแวดล้อมภายนอก……...32
บทที่ 4 ผลการวิจัย……..……..33
4.1 ข้อมูลของสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารบ้านพอเพียง……....33
4.1.1 การบันทึกข้อมูล……...……36
4.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวต่างๆ ของสภาพแวดล้อม……....56
4.3 อิทธิพลอุณหภูมิและความรู้สึกเสมือนจากอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT)……..……..60
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ……..63
สรุปผลวิจัย……63
การอภิปรายผล……....64
ข้อเสนอแนะ……66
รายการอ้างอิง……68
ภาคผนวก……...70
ภาคผนวก ก……71
ประวัติผู้เขียน……75

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4–1 แสดงอุณหภูมิท้องฟ้า ผิวถนนกลางแจ้ง ผิวถนนในที่ร่ม ผิวดินแห้งในที่ร่ม และผิวดินแห้งกลางแจ้ง วันที่ 6 พฤษภาคม 2553 เวลา 0.00 น.ถึง วันที่ 7 พฤษภาคม 2553 เวลา 23.00 น.……..…….40

ตารางที่ 4–1 (ต่อ) แสดงอุณหภูมิท้องฟ้า ผิวถนนกลางแจ้ง ผิวถนนในที่ร่ม ผิวดินแห้งในที่ร่ม และผิวดินแห้งกลางแจ้ง วันที่ 6 พฤษภาคม 2553 เวลา 0.00 น.ถึง วันที่ 7 พฤษภาคม 2553 เวลา 23.00 น.……..…….41

ตารางที่ 4–1 (ต่อ) แสดงอุณหภูมิท้องฟ้า ผิวถนนกลางแจ้ง ผิวถนนในที่ร่ม ผิวดินแห้งในที่ร่ม และผิวดินแห้งกลางแจ้ง วันที่ 6 พฤษภาคม 2553 เวลา 0.00 น.ถึง วันที่ 7 พฤษภาคม 2553 เวลา 23.00 น.……..…….42

ตารางที่ 4–2 แสดงอุณหภูมิผิวหญ้ากลางแจ้ง ผิวหญ้าในที่ร่ม ผิวน้ำในที่ร่ม ผิวน้ำกลางแจ้ง และความชื้นสัมพัทธ์นอกบ้าน วันที่ 6 พฤษภาคม 2553 เวลา 00.00 น. ถึง วันที่ 7 พฤษภาคม 2553 เวลา 23.00 น.……..……...42

ตารางที่ 4–2 (ต่อ) แสดงอุณหภูมิผิวหญ้ากลางแจ้ง ผิวหญ้าในที่ร่ม ผิวน้ำในที่ร่ม ผิวน้ำกลางแจ้ง และความชื้นสัมพัทธ์นอกบ้าน วันที่ 6 พฤษภาคม 2553 เวลา 00.00 น. ถึง วันที่ 7 พฤษภาคม 2553 เวลา 23.00 น.……..……..…….....43

ตารางที่ 4–2 (ต่อ) แสดงอุณหภูมิผิวหญ้ากลางแจ้ง ผิวหญ้าในที่ร่ม ผิวน้ำในที่ร่ม ผิวน้ำกลางแจ้ง และความชื้นสัมพัทธ์นอกบ้าน วันที่ 6 พฤษภาคม 2553 เวลา 00.00 น. ถึง วันที่ 7 พฤษภาคม 2553 เวลา 23.00 น..... ……..…….....44

ตารางที่ 4–2 (ต่อ) แสดงอุณหภูมิผิวหญ้ากลางแจ้ง ผิวหญ้าในที่ร่ม ผิวน้ำในที่ร่ม ผิวน้ำกลางแจ้ง และความชื้นสัมพัทธ์นอกบ้าน วันที่ 6 พฤษภาคม 2553 เวลา 00.00 น. ถึง วันที่ 7 พฤษภาคม 2553 เวลา 23.00 น.……..……...45

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4-3 แสดงอุณหภูมิอากาศบริเวณที่ปรับภูมิทัศน์ อุณหภูมิอากาศบริเวณที่ไม่ได้ปรับภูมิทัศน์ และความชื้น สัมพัทธ์บริเวณกลางแจ้ง วันที่ 6 พฤษภาคม 2553 เวลา 0.00 น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม 2553 เวลา 23.00 น.……..……45

ตารางที่ 4-3 (ต่อ) แสดงอุณหภูมิอากาศบริเวณที่ปรับภูมิทัศน์ อุณหภูมิอากาศบริเวณที่ไม่ได้ปรับภูมิทัศน์ และความชื้น สัมพัทธ์บริเวณกลางแจ้ง วันที่ 6 พฤษภาคม 2553 เวลา 0.00 น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม 2553 เวลา 23.00 น.……...…...46

ตารางที่ 4-3 (ต่อ) แสดงอุณหภูมิอากาศบริเวณที่ปรับภูมิทัศน์ อุณหภูมิอากาศบริเวณที่ไม่ได้ปรับภูมิทัศน์ และความชื้น สัมพัทธ์บริเวณกลางแจ้ง วันที่ 6 พฤษภาคม 2553 เวลา 0.00 น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม 2553 เวลา 23.00 น.……...……47

ตารางที่ 4-4 เปรียบเทียบอุณหภูมิสภาพแวดล้อมกลางแจ้ง…..……..…....58

ตารางที่ 4-5 เปรียบเทียบอุณหภูมิสภาพแวดล้อมในที่ร่ม……58

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1-1 แสดงแนวคิดการนำธรรมชาติเข้ามาปรุงแต่งสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม ในแต่ละเขตภูมิภาค…….…… 1

ภาพที่ 1-2 แผนที่ สถานที่ก่อสร้างบ้านพอเพียง มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ วิทยาเขตบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา……..……7

ภาพที่ 2-1 ความสัมพันธ์ของการปรับสภาพแวดล้อมภายในอาคารและตัวแปร ที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานในอาคาร……..12

ภาพที่ 2-2 ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกร้อนหนาว (Thermal Comfort) ของร่างกายมนุษย์ในสภาวะร่างกายปกติ…….....12

ภาพที่ 2-3 แสดงการดูดน้ำขึ้นมาใช้ในการสังเคราะห์แสงและคายน้ำออกมาทางปากใบ พบว่าการคายน้ำที่ใบทำให้ใต้พุ่มใบเย็นกว่าเหนือพุ่มใบมาก……18

ภาพที่ 2-4 แสดงการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมของบ้านซีวาทิยต์ด้วยต้นไม้ใหญ่ และพืชคลุมดิน……19

ภาพที่ 2-5 ภาพแสดงการสูญเสียความร้อนให้กับแหล่งน้ำโดยการแผ่รังสีโดยรอบของพื้นผิวที่เย็น (MRT) ร่างกายจึงรู้สึกเย็นลง……21

ภาพที่ 2–6 แสดงการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำขนาดใหญ่ที่มีความลึกตั้งแต่ 1.50 เมตรขึ้นไปสามารถใช้เป็นแหล่งสร้างความเย็นให้กับสภาพแวดล้อมได้……..23

ภาพที่ 2-7 ภาพแสดงการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ นอกจากจะช่วยเรื่องความสวยงามยังช่วยเรื่องการทำความเย็นให้กับสภาพแวดล้อมอีกด้วย……..24

ภาพที่ 2-8 แสดงการใช้ร้ัวทึบ ซึ่งเปรียบเสมือนอ่างกักเก็บความร้อน เมื่อแสงอาทิตย์ส่องมากระทบวัตถุทึบแสงทำให้ผิวนั้นร้อนขึ้น แต่กระแสลมภายนอกไม่สามารถระบายความร้อนออกไปได้ จึงเกิดการสะสมความร้อนบริเวณผิวดิน……25

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 2-9 แสดงการใช้รั้วโปร่งช่วยให้กระแสลมสามารถพัดผ่านพื้นที่ภายใน ช่วยระบายความร้อนที่สะสมที่ผิวดินได้.....25

ภาพที่ 2-10 แสดงการใช้รั้วโปร่ง ลมสามารถพัดผ่านบริเวณบ้าน อากาศบริเวณรอบบ้านไหลเวียนได้ดี ทำให้ระบายความร้อนบริเวณรอบบ้านออกไปได้.....26

ภาพที่ 2-11 แสดงความร้อนที่ตกกระทบเนินดินบริเวณจุดต่าง ๆ จุด A เป็นเนินดินที่ลาดเอียงไปทางทิศเหนือเอียงขนานกับแนวแสงอาทิตย์ เป็นด้านที่เย็นที่สุด เนื่องจากจะได้รับปริมาณแสงจากมุมตกกระทบ น้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับจุด C ซึ่งเป็นมุมตกกระทบโดยตรงของแสงทางทิศใต้ แนวตั้งฉากกับมุมแสงอาทิตย์ ผิวดินจึงร้อนที่สุด ควรหลีกเลี่ยงเนินดินทางทิศใต้ หากเลี่ยงไม่ได้อาจใช้ต้นไม้สูงเพื่อบดบังแสงแดด.....28

ภาพที่ 2-12 แสดงการออกแบบเนินดินเพื่อบังคับทิศทางลม โดยผสมผสานกับการปลูกต้นไม้ใหญ่.....29

ภาพที่ 3-1 ผังบริเวณสภาพแวดล้อมของบ้านพอเพียง มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ วิทยาเขตบางคล้า.....32

ภาพที่ 3-2 ผังภูมิสถาปัตยกรรมภายนอกบ้านพอเพียง แสดงตำแหน่งต้นไม้ใหญ่ แหล่งน้ำ ผิวดิน แนวทิศทางลม และตำแหน่งบ้านพอเพียง.....33

ภาพที่ 3-3 เครื่องมือวัดอุณหภูมิผิววัสดุแบบอินฟาเรด.....33

ภาพที่ 3-4 เครื่องมือวัดอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิกระเปาะเปียกและความชื้นสัมพัทธ์.....34

ภาพที่ 3-5 แบบฟอร์มและอุปกรณ์สำหรับบันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร....34

ภาพที่ 4-1 การบันทึกข้อมูลผิวถนนกลางแจ้ง เวลา 14.00 น. วันที่ 7 พฤษภาคม 2553 อุณหภูมิผิวถนนกลางแจ้ง 62.5 °C.....36

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4-2 การบันทึกข้อมูลผิวถนนในที่ร่ม เวลา 14.00 น. วันที่ 7 พฤษภาคม 2553 อุณหภูมิผิวถนนในที่ร่มไม่โดนแดด 40 °C……..……..…..…..36

ภาพที่ 4-3 การบันทึกข้อมูลผิวดินกลางแจ้ง เวลา 14.00 น. วันที่ 7 พฤษภาคม 2553 อุณหภูมิผิวดินกลางแจ้ง 62.85 °C……..…...37

ภาพที่ 4-4 การบันทึกข้อมูลผิวดินในที่ร่ม เวลา 14.00 น. วันที่ 7 พฤษภาคม 2553 อุณหภูมิผิวดินในที่ร่มไม่โดนแดด 34.4 °C……..……..……...37

ภาพที่ 4-5 การบันทึกข้อมูลผิวหญ้ากลางแจ้ง เวลา 14.00 น. วันที่ 7 พฤษภาคม 2553 อุณหภูมิผิวหญ้ากลางแจ้ง 45.7 °C……..……..38

ภาพที่ 4-6 การบันทึกข้อมูลผิวหญ้าในที่ร่ม เวลา 14.00 น. วันที่ 7 พฤษภาคม 2553 อุณหภูมิผิวหญ้าในที่ร่มไม่โดนแดด 32.3 °C……..…38

ภาพที่ 4-7 การบันทึกข้อมูลผิวน้ำกลางแจ้ง เวลา 14.00 น. วันที่ 7 พฤษภาคม 2553 อุณหภูมิผิวน้ำกลางแจ้ง 36.15 °C…..……..39

ภาพที่ 4-8 การบันทึกข้อมูลผิวน้ำในที่ร่ม เวลา 14.00 น. วันที่ 7 พฤษภาคม 2553 อุณหภูมิผิวน้ำในที่ร่มไม่โดนแดด 34.35 °C……..……...39

ภาพที่ 5-1 แสดงการเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้พลังงานเพื่อการอยู่อาศัยสำหรับสภาพแวดล้อมที่ไม่มีการปรุงแต่งกับสภาพแวดล้อมที่มีการปรุงแต่ง……..…66

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 1-1 อุณหภูมิอากาศในเขตสบายของยุครัตนโกสินทร์ในอดีต (พ.ศ.2383-2390)……..2

แผนภูมิที่ 1-2 อุณหภูมิอากาศในเขตสบายของปัจจุบัน พ.ศ.2543-2550……..……3

แผนภูมิที่ 1-3 อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยของยุครัตนโกสินทร์ (พ.ศ. 2383-2390)……..….3

แผนภูมิที่ 1-4 อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยของปัจจุบัน พ.ศ.2543-2550……..4

แผนภูมิที่ 1-5 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดในอดีตกับปัจจุบัน……....4

แผนภูมิที่ 1-6 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยในอดีตกับปัจจุบัน พ.ศ.2383-2390 และ 2543-2550 ……5

แผนภูมิที่ 1-7 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทย (พ.ศ.2547-2551)……..……6

แผนภูมิที่ 2-1 ค่าความร้อนและความชื้นในเดือนเมษายนของประเทศไทย……..……13

แผนภูมิที่ 2-2 ค่าความร้อนและความชื้นในแต่ละเดือนตลอดปีของประเทศไทย……...14

แผนภูมิที่ 2-3 แผนภูมิไบโอไคลเมติก ที่ปรับปรุงจากแผนภูมิของ Olgyay (1992)……..…15

แผนภูมิที่ 2-4 แสดงอุณหภูมิของอากาศที่เพิ่มขึ้นจาก 34 °C เป็น 39 °C เนื่องจากการใช้พื้นผิวคอนกรีตและโดนแสงแดด……..……..……...…....20

แผนภูมิที่ 2-5 แสดงอุณหภูมิของอากาศที่ลดลง 34 °C เป็น 32 °C เนื่องจากการใช้พื้นผิวหญ้าเปียกในร่ม……..……..20

แผนภูมิที่ 2-6 แสดงอุณหภูมิของน้ำที่ลึกประมาณ 1.50 เมตร ……..…22

แผนภูมิที่ 2-7 แสดงอุณหภูมิผิวดินหญ้าเปียกในร่ม เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิกระเปาะเปียก ในช่วงเวลากลางวัน อุณหภูมิของผิวหญ้าเปียกเย็นกว่าอุณหภูมิอากาศมาก……27

สารบัญแผนภูมิ (ต่อ)

หน้า

แผนภูมิที่ 4-1 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวถนนกลางแจ้ง อุณหภูมิผิวถนนในที่ร่มและอุณหภูมิอากาศ วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 00.00 น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 23.00 น. ภายนอกบ้านพอเพียง มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ วิทยาเขตบางคล้า.....49

แผนภูมิที่ 4-2 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวดินกลางแจ้ง อุณหภูมิผิวดินในที่ร่ม และ อุณหภูมิอากาศ วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ. 2553 เวลา 00.00 น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 23.00 น. ภายนอกบ้านพอเพียง มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ วิทยาเขตบางคล้า.....51

แผนภูมิที่ 4-3 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหญ้ากลางแจ้ง อุณหภูมิผิวหญ้าในที่ร่ม และ อุณหภูมิอากาศ วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ. 2553 เวลา 00.00 น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ. 2553 เวลา 23.00 น. ภายนอกบ้านพอเพียง มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ วิทยาเขตบางคล้า.....53

แผนภูมิที่ 4-4 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวน้ำกลางแจ้ง อุณหภูมิผิวน้ำในที่ร่ม และ อุณหภูมิอากาศ วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ. 2553 เวลา 00.00 น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ. 2553 เวลา 23.00 น. ภายนอกบ้านพอเพียง มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ วิทยาเขตบางคล้า.....55

แผนภูมิที่ 4-5 แสดงอุณหภูมิผิวสูงสุด - ต่ำสุด ของวัสดุต่างๆบริเวณสภาพแวดล้อมกลางแจ้งโดนแดดภายนอกบ้านพอเพียง มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ วิทยาเขตบางคล้า วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ. 2553 เวลา 00.00 น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ. 2553 เวลา 23.00 น. 56

สารบัญแผนภูมิ (ต่อ)

หน้า

แผนภูมิที่ 4 – 6 แสดงอุณหภูมิผิวสูงสุด - ต่ำสุด ของวัสดุต่างๆบริเวณสภาพแวดล้อมในที่ร่มภายนอกบ้านพอเพียง มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ วิทยาเขตบางคล้า วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ. 2553 เวลา 00.00 น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ. 2553 เวลา 23.00 น. 57

แผนภูมิที่ 4 - 7 แสดงระดับอุณหภูมิผิวสูงสุดเมื่อโดนแดด และต่ำสุดเมื่อไม่โดนแดดของแต่ละสภาพแวดล้อมภายนอกบ้านพอเพียง มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ วิทยาเขตบางคล้า วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ. 2553 เวลา 00.00 น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ. 2553 เวลา 23.00 น.....59

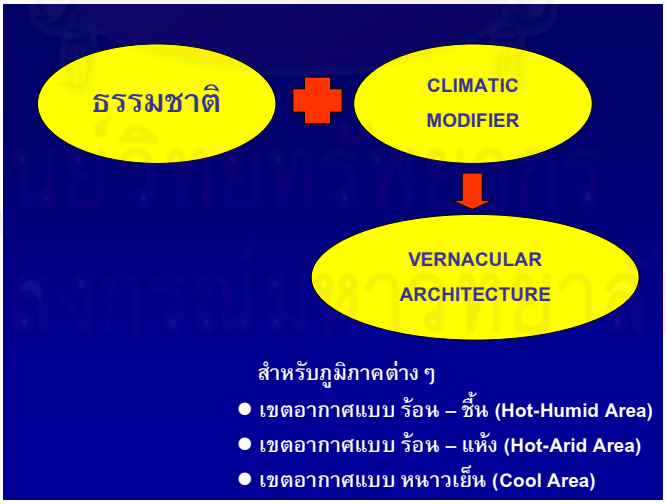
แผนภูมิที่ 5-1 แสดงระดับอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดของแต่ละสภาพแวดล้อม.....65

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

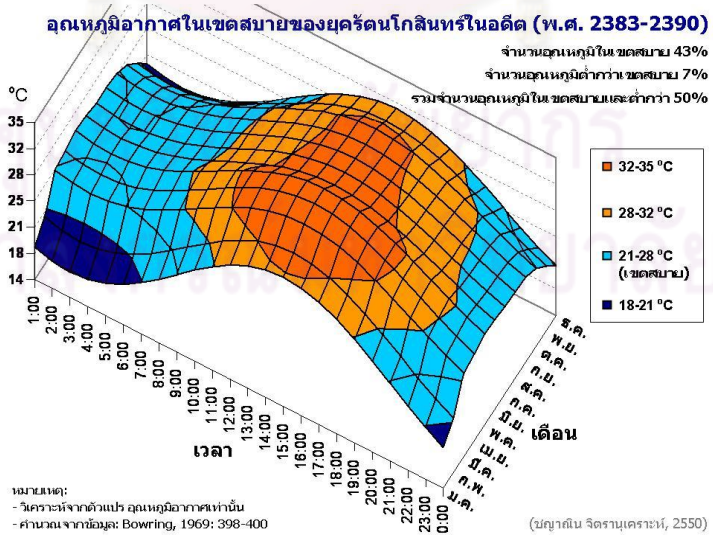
สืบเนื่องจากปัจจุบันสภาพแวดล้อมของโลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทำให้ระดับอุณหภูมิโดยรวมสูงขึ้นตามการเปลี่ยนแปลง ประกอบกับประเทศไทยเป็นประเทศที่ตั้งอยู่ ในเขตอ ากาศร้อนชื้น จึงทำให้มีสภาพอากาศมีความร้อนและความชื้นมากขึ้น จากสาเหตุดังกล่าวจึงนำไปสู่การใช้พลังงานเพื่อการอยู่อาศัยเพิ่มมากขึ้น จนทำให้ปัจจุบันเกิดปัญหาการขาดแคลนพลังงาน ซึ่งในที่สุดมนุษย์จึงจำเป็นต้องหาวิธีในการสร้างพลังงานทดแทนหรือลดการใช้พลังงา นเพื่อการอยู่อาศัยและการดำรงชีพ ที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่าแนวคิดในการออกแบบที่อยู่อาศัยของมนุษย์จะเน้นการใช้ระบบธรรมชาติในการออกแบบผสมผสานกับการปรุงแต่งสภาพแวดล้อม (Climate Modifier) ที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมนั้นๆ ซึ่งสิ่งที่แสดงให้เห็นได้ชัดเจน คือ การ ออกแบบอาค ารที่มีลักษณะสถาปัตยกรรมพื้นถิ่น (Vernacular Architecture) เช่น บ้านทรงไทย ถือว่าเป็นความฉลาดของคนในอดีตที่สามารถอยู่ได้อย่างสบายภายใต้สภาพแวดล้อมที่ยังมีความสมบูรณ์แต่ในปัจจุบันลักษณะที่อยู่อาศัยได้เปลี่ยนแปลงไปจากอดีตจนเห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน



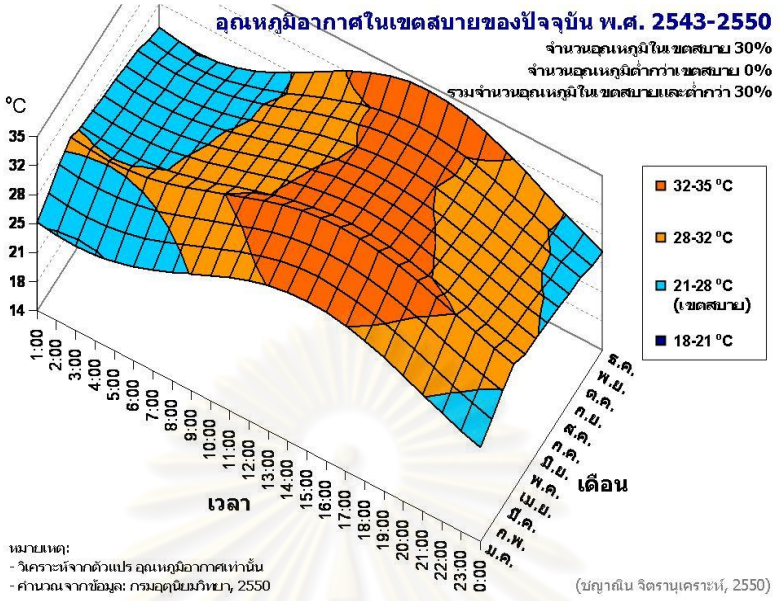
ภาพที่ 1-1 **แสดงแนวคิดการนำธรรมชาติเข้ามาปรุงแต่งสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมในแต่ละเขตภูมิภาค** (วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์, 2552)

ปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะของที่อยู่อาศัยในบ้านเรามากที่สุด คือ ความร้อน เพราะแม้แต่ในอดีต อุณหภูมิปกติในเวลากลางวันในบ้านเ ราก็สูงกว่าเขตสบายอยู่แล้ว ในสภาวะปัจจุบันอุณหภูมิโดยเฉลี่ยในบ้านเราก็ยิ่งเพิ่มสูงมากขึ้นเรื่อยๆ สาเหตุของการเกิดความร้อนเพิ่มสูงขึ้นกว่าในอดีตมีหลายประการ ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของป่าคอนกรีตที่เข้ามาแทนที่ต้นไม้ไม่ว่าจะเป็นตึกสูง อาคารบ้านเรือน หรื อพื้นผิวการจราจร เมื่อผิวอาคารหรือถนนโดนแสงแดดตลอดเวลากลางวัน ทำให้เกิดการสะสมความร้อนและคายความร้อนนั้นสู่อากาศ ทำให้เมืองร้อนขึ้นทั้งกลางวันและกลางคืน

ความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่มีปริมาณมหาศาลโดยไม่มีต้นไม้และสภาพแวดล้อมมาช่วยลดความรุนแรงอีกต่อไป ใ นขณะเดียวกัน มลภาวะที่อยู่เหนืออาคาร จะเกิดการสะสมความร้อนบริเวณผิวโลกมากยิ่งขึ้น เพราะคลื่นความร้อนไม่สามารถกระจายออกสู่ชั้นบรรยากาศเบื้องบนได้ง่ายเหมือนสมัยก่อน จึงเกิดเป็นปัญหาที่เรียกว่า สภาวะเรือนกระจก (Green house effect) ความร้อนที่เกิดจากคนและอื่ นๆ หมายความว่า ในเมืองที่มีความหนาแน่นของประชากรสูงจะมีปริมาณความร้อนเกิดขึ้นมากกว่าในเขตชนบทที่มีความหนาแน่นของประชากรต่ำ เมื่อสภาพแวดล้อมปัจจุบันมีความร้อนที่เพิ่มมากขึ้นจากแหล่งต่างๆ ขณะเดียวกันก็ปราศจากต้นไม้ ซึ่งเป็นตัวช่วยให้เกิดความสมดุลของความร้อนตามธรรมชาติ แนวโน้มของปัญหาด้านความร้อนก็นับวันมีแต่จะทวีความรุนแรงมากขึ้น ซึ่งสามารถสังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในเขตสบายของอดีตกับปัจจุบันดังแสดงในแผนภูมิที่ 1-1 ถึง 1-6

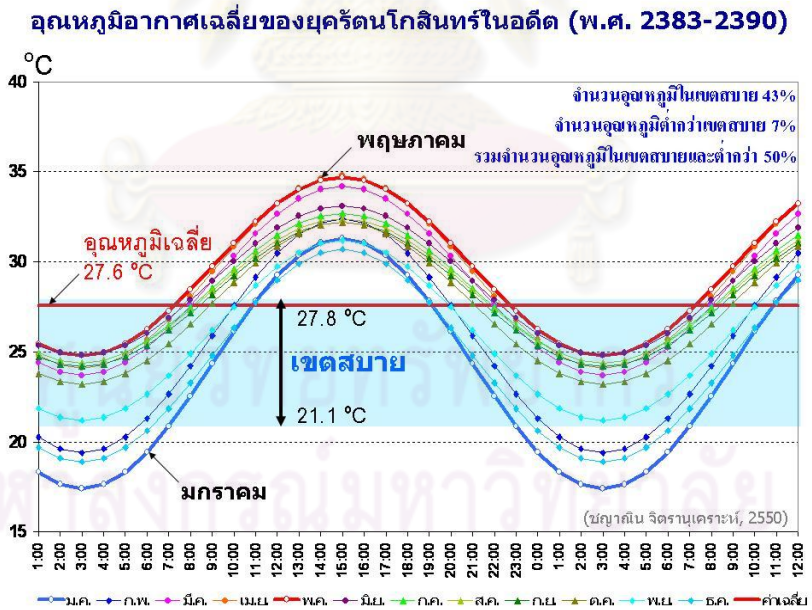


แผนภูมิที่ 1-1 อุณหภูมิอากาศในเขตสบายของยุครัตนโกสินทร์ในอดีต (พ.ศ.2383-2390)
(ชญาณิน จิตรานุเคราะห์, 2550)



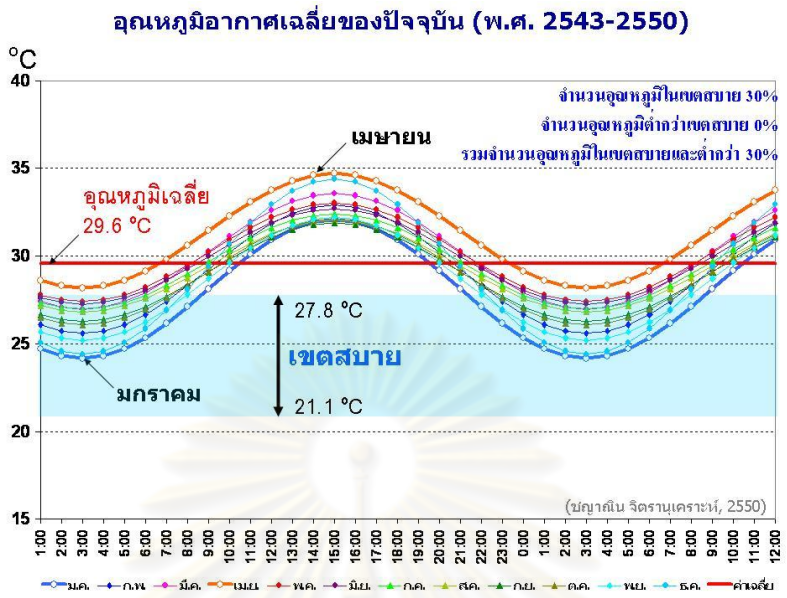
แผนภูมิที่ 1-2 อุณหภูมิอากาศในเขตสบายของปัจจุบัน พ.ศ.2543-2550

(ชญาณิน จิตรานุเคราะห์, 2550)

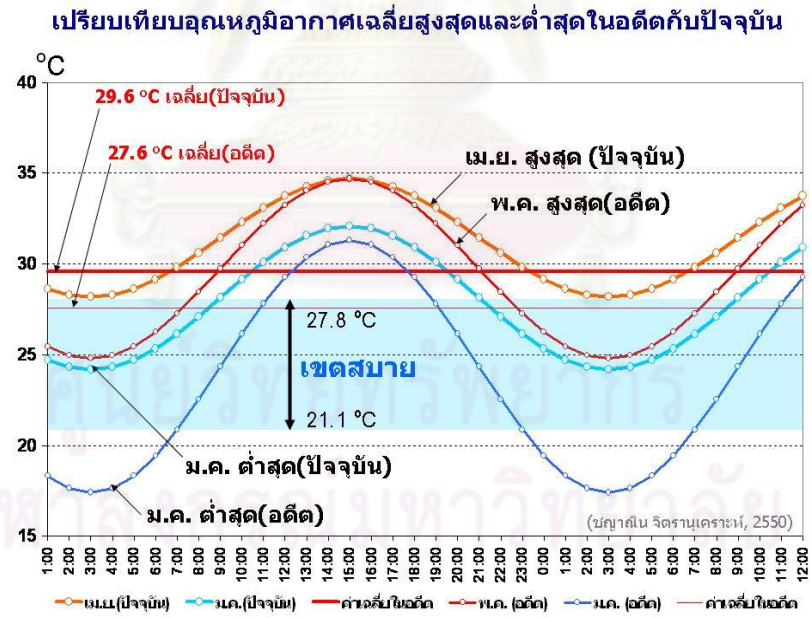


แผนภูมิที่ 1-3 อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยของยุครัตนโกสินทร์ (พ.ศ. 2383-2390)

(ชญาณิน จิตรานุเคราะห์, 2550)

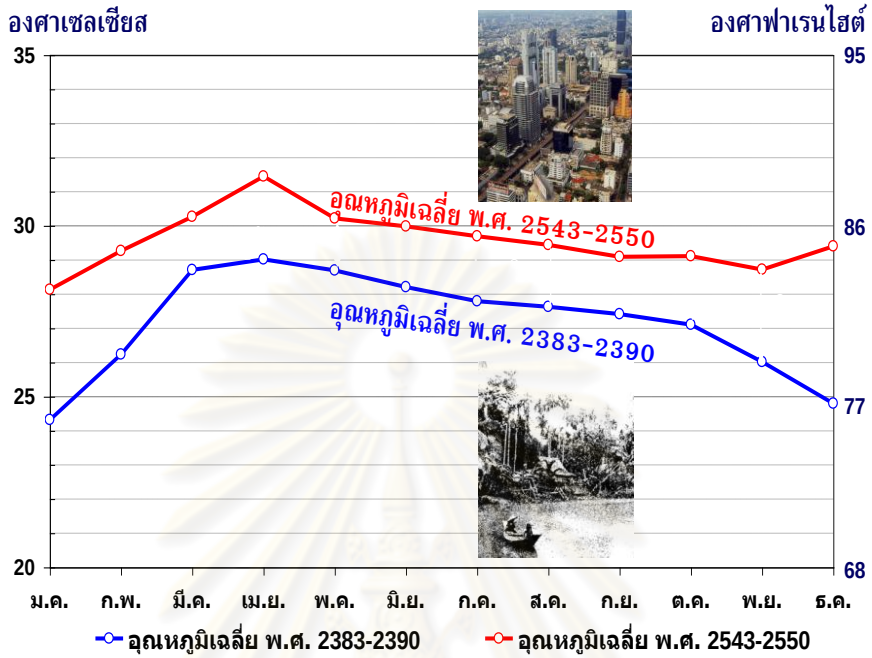


แผนภูมิที่ 1-4 อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยของปัจจุบัน พ.ศ.2543-2550
(ชญาณิน จิตรานุเคราะห์, 2550)



แผนภูมิที่ 1-5 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดในอดีตกับปัจจุบัน (ชญาณิน จิตรานุเคราะห์, 2550)

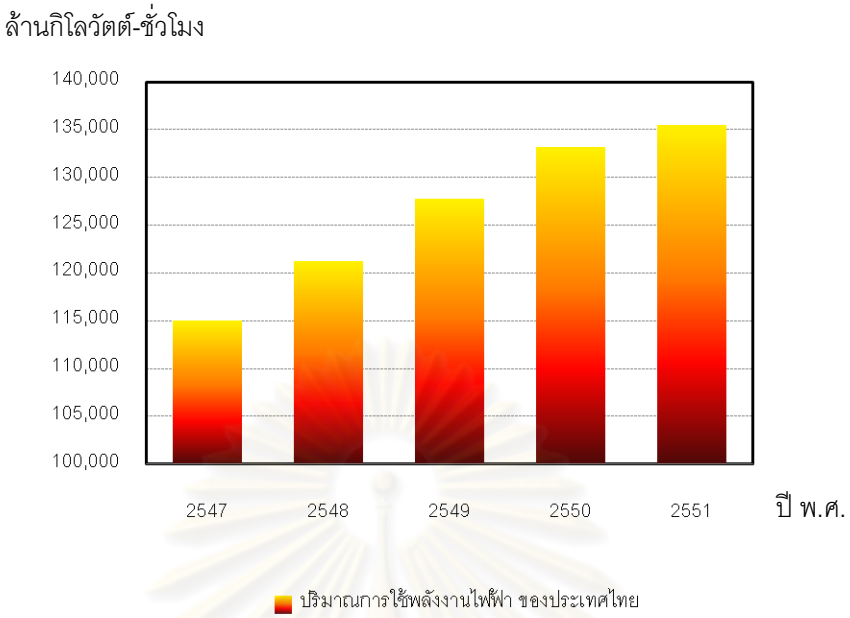
เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยในอดีตกับปัจจุบัน



แผนภูมิที่ 1-6 **เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยในอดีตกับปัจจุบัน พ.ศ.**2383-2390 **และ** 2543-2550 (ชญาณิน จิตรานุเคราะห์, 2550)

จากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ อากาศของประเทศไทยในช่วง 150 ปี จะเห็นได้ว่าในปัจจุบันอุณหภูมิอากาศโดยเฉลี่ยประมาณ 29.6 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิในเขตสบาย (Comfort Zone) อุณหภูมิในเขตสบายอยู่ที่ระหว่าง 22 - 27 องศาเซลเซียส ทำให้มนุษย์ ต้องใช้พลังงาน ในอาคาร เพื่อ ปรับสภาพอากาศให้อยู่ในเขตสบาย จะเห็นได้จากรายงานสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าของกระทรวงพลังงานซึ่งมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นทุกปี ดังแสดงในแผนภูมิที่ 1 – 7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 1-7 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทย (พ.ศ. 2547-2551)

(กระทรวงพลังงาน, 2552)

ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้น ทำให้ต้องตระหนักและต้องหาวิธีเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ในเมื่อปัญหาเกิดจากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงส่งผลมาสู่การเปลี่ยนวิถีชีวิตของมนุษย์ มนุษย์จึงจำเป็นต้อง เรียนรู้ในการสร้างสภาพแวดล้อมเพื่อการอยู่อาศัย จึงจะสามารถแก้ปัญหาต่างๆที่ได้กล่าวมาแล้วแต่ตอนต้น

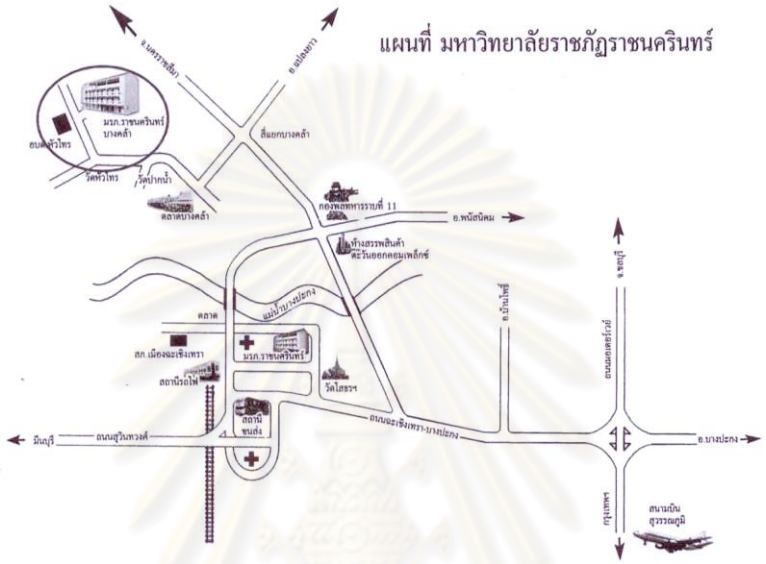
การวิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษา การสร้างสภาพแวดล้อมเพื่อการประหยัดพลังงานของบ้านพักอาศัย โดยใช้กรณีศึกษาของสภาพแวดล้อมภายนอกของบ้านพอเพียง ซึ่งได้มีก ารก่อสร้างภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ วิทยาเขตบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. ศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมภายนอกที่มีอิทธิพลต่อบ้านพอเพียง
2. วิเคราะห์ตัวแปรของปัจจัยสภาพแวดล้อมภายนอกและแนวทางการใช้งานจริง
3. สรุปผลและเสนอแนวทางการใช้ปัจจัยสภาพแวดล้อมภายนอกเพื่อการประหยัดพลังงาน

1.3 ขอบเขตการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะทำการศึกษาสภาพแวดล้อมภายนอกของบ้านพอเพียงที่ก่อสร้างที่มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ วิทยาเขตบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา



ภาพที่ 1-2 แผนที่ สถานที่ก่อสร้างบ้านพอเพียง มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ วิทยาเขตบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

สภาพแวดล้อม (Environment) หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่มีลักษณะทางกายกายและชีวภาพที่อยู่รอบตัวมนุษย์ ซึ่งเกิดขึ้นโดยธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์ได้ทำขึ้น สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดสภาพแวดล้อม ภายนอกอาคารเป็นพื้นที่ที่ทำการศึกษา

บ้านพอเพียง (Sufficient House) คือ บ้านพักอาศัยที่ออกแบบ เพื่อแก้ปัญหาโลกร้อน โดยมีแนวคิดหลักได้แก่ การออกแบบที่เหมาะสมกับภูมิอากาศร้อนชื้น ประหยัดพลังงาน ใช้เทคนิคการก่อสร้างที่ลดความยุ่งยาก ก่อสร้าง เสร็จเร็ว โดย ใช้เทคนิค การปรุงแต่งสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับภูมิอากาศร้อนชื้น

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ทราบ ปัจจัย ที่มีอิทธิพลต่อการสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการประหยัดพลังงานของอาคาร
2. ทราบคุณสมบัติของตัวแปรสภาพแวดล้อมภายนอก
3. ประยุกต์แนวทางการใช้ปัจจัยสภาพแวดล้อมภายนอกเพื่อการประหยัดพลังงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกสบายของมนุษย์

ความรู้สึกสบาย หรือความรู้สึกร้อน-หนาวที่พอเหมาะของมนุษย์เกิดจากการรักษาสมดุลของร่างกายที่เหมาะสม โดยระบายความร้อนสู่สภาพแวดล้อมรอบ ๆ ตัว ซึ่งความรู้สึกสบายดังกล่าวเป็นหนึ่งในความต้องการพื้นฐานที่เหมือนกันของมนุษย์ทุกยุคทุกสมัย ดังนั้นจึงทำการศึกษาเกี่ยวกับความสมดุลความร้อนของมนุษย์ ความสบายพื้นฐานของมนุษย์ และความรู้สึกสบายของมนุษย์ ดังนี้

1. ความสมดุลความร้อนของมนุษย์

การผลิตพลังงานในการดำรงชีวิต ทำให้เกิดความร้อนในร่างกายมนุษย์ โดยมนุษย์นำพลังงานจากการเผาผลาญอาหารมาใช้ในการทำงานเพียง 20 เปอร์เซ็นต์ พลังงานความร้อนที่เหลือจึงถูกขับออกมาถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นธรรมชาติของมนุษย์ในสภาวะปกติจึงมีขบวนการรักษาสมดุลของความร้อนในร่างกายด้วยกา ระระบายความร้อนออกสู่สภาพแวดล้อม เพื่อรักษาอุณหภูมิภายในให้คงที่ ประมาณ 37.5 องศาเซลเซียส (98.6 องศาฟาเรนไฮต์) และผิวกายจะมีอุณหภูมิประมาณ 32 องศาเซลเซียส (92 องศาฟาเรนไฮต์)

การรักษาอัตราการผลิตความร้อนของร่างกายให้ เท่ากับอัตราการระบายความร้อนเพื่อให้เกิดสมดุลของความร้อน ภายในร่างกาย โดยเกิดจากการสูญเสียความร้อน จากการระเหยของน้ำและเหงื่อผ่านผิวหนัง การสูญเสียความร้อนแฝงโดยการหายใจ การสูญเสียความร้อนโดยการหายใจ การสูญเสียความร้อนโดยการนำความร้อน การแผ่รังสีความร้อน และการพาความร้อนผ่านเสื้อผ้า (Fanger, 1970)

2. ความสบายของมนุษย์

ความสบายของมนุษย์มีหลายประเภทเนื่องจาก "... *ความรู้สึกสบาย หรือแม้แต่ความรู้สึก*ไม่สบาย ขึ้นอยู่กับการทำงานร่วมกันของอวัยวะรับความรู้สึก เช่น ตา หู จมูก การรู้สึกจากสัมผัส การรู้สึกจากความร้อน และสมอง ..." (Bradshaw, 1993: 10)

ผลการศึกษาของ Chitranukroh และ Buranakarn (2007) พบว่า ***การรับรู้*** (perception) ***ความสุขหรือทุกข์*** ที่เกิดจากประสาทสัมผัส ตรงกับ ***ความรู้สึกสบายหรือความรู้สึกไม่สบาย***

ที่เกิดจากความต้องการพื้นฐาน (basic needs) ได้แก่ การมีแสงสว่างที่เหมาะสมและพอเพียง ความต้องการทัศ นวิสัยที่สบาย การมีคุณภาพเสียงที่เหมาะสม การมีคุณภาพอากาศที่ดี ความรู้สึกร้อน -หนาวที่พอเหมาะ การมีความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน เนื่องจากมีการใช้อวัยวะในการรับรู้เช่นเดียวกัน อาทิ เรือนไทยที่ถูกออกแบบและปรุงแต่งให้ได้รับทั้งความสุขและความสบายผ่านประ สาทสัมผัสทางกายทั้งห้าอย่างบริบูรณ์ เช่น การใช้แสงสว่างที่เหมาะสมกับพฤติกรรมภายในเรือน การแยกเรือนเพื่อลดเสียงรบกวน การปลูกต้นไม้ที่มีกลิ่นหอม เป็นต้น

สุนทร บุญญาธิการ (2542) ศึกษาว่าปรัชญาของการอยู่อาศัยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อจะให้บ้านเป็นคำตอบสำหรับความต้องการที่ครบถ้วนของการใช้ชีวิตโดยเฉพาะการมีคุณภาพชีวิตที่ดี ความสบายของมนุษย์ประกอบไปด้วย

1) <u>ความรู้สึกร้อน -หนาวที่พอเหมาะ</u> (Thermal comfort) หมายถึง ความต้องกา ร ความรู้สึกร้อน-หนาวที่พอเหมาะต่อการอาศัยอยู่ในเรือน หรือการสร้างสภาพแวดล้อมภายในเรือนให้ผู้ อยู่อาศัยอยู่ในสภาวะที่ไม่รู้สึกร้อนหรือหนาวจนเกินไป เรียกว่า ***สภาวะน่าสบาย*** (Fanger, 1970)

2) <u>การมีแสงสว่างที่เหมาะสมและพอเพียง</u> (Lighting comfort) หมายถึง ความต้องการอยู่อาศัยภายในเรือนโดยใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติเป็นหลักในเวลากลางวัน โดยมี รูปแบบที่เน้นระดับความแตกต่างของแสง (contrast) ที่ไม่ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อสายตาเมื่ออาศัยอยู่ในเรือน

3) <u>การมีคุณภาพเสียงที่เหมาะสม</u> (Acoustic comfort) หมายถึง ความต้องการให้คุณภาพเสียงที่ได้ยินและพูดคุยอยู่ในระดับที่สามารถกันเสียงรบกวนจากภายนอก ในขณะเดียวกันก็สามารถควบคุมระดับและคุณภาพของเสียงภายในเรือนในระดับที่เหมาะสม กล่าวคือ ค่าการดูดซับเสียงต้องไม่มากเกินไปเพราะจะทำให้คนในอาคารเกิดความรู้สึกซึมเศร้า และค่าการดูดซับเสียงต้องไม่น้อยเกินไปเพราะจะทำให้รู้สึกอึกทึกครึกโครม

4) <u>ความต้องการทัศนวิสัยที่สบายตา</u> (Visual comfort) หมายถึง ความต้องการในเรื่องทัศนวิสัยที่เน้นความรู้สึกสบายตาและสดชื่นแจ่มใส โดยการควบคุมระดับความจ้าและการสะท้อนแสงของสภาพแวดล้อมไว้ในระดับที่ความแตกต่างระหว่างจุดที่มืดที่สุดและจุดที่สว่างที่สุด (brightness contrast) ไม่มากเกินไปสำหรับสายตามนุษย์ ทำให้รู้สึกสบายตา มองแล้วไม่ระคายเคือง

5) <u>การมีคุณภาพอากาศที่ดี</u> (Air quality) หมายถึง ความต้องการมีคุณภาพอากาศ ที่สะอาดปราศจากมลภาวะ

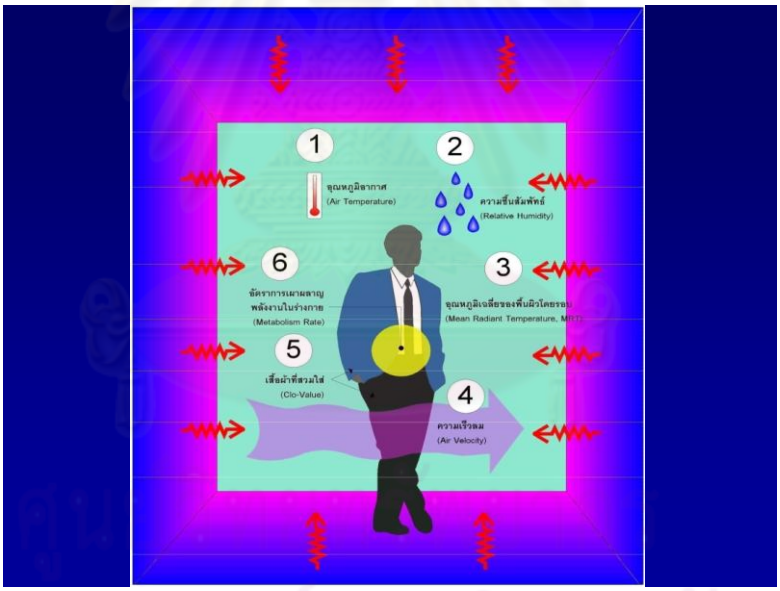
6) การมีความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน (Safety and security) หมายถึง ความต้องการ ให้รู้สึกว่าการออกแบบเรือนได้สร้างสรรค์ให้สามารถป้องกันภัยอันตรายจากธรรมชาติ สัตว์ร้ายหรือผู้ร้าย ทั้งภายนอกและภายในอาคารปราศจากมุมที่อับสายตาและหลีกเลี่ยงจุดอ่อนที่เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน

ความสบายของมนุษย์ในอดีตกับ ปัจจุบัน ในหั วข้อดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกัน นอกจากความสบายของมนุษย์ในปัจจุบันมีความต้องการเพิ่มเติมของคุณภาพชีวิตที่ดี การมีเทคโนโลยีสารสนเทศหรือความสามารถในการติดต่อสื่อสาร นอกจากนี้ยังมีปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของการออกแบบสถ าปัตยกรรมในยุคปัจจุบันอีก 6 ประการ ได้แก่ เสถียรภาพทางการเงินและสภาพทางเศรษฐกิจ เทคโนโลยีสมัยใหม่ การประหยัดพลังงาน การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การมีคุณภาพชีวิตที่สูงกว่าในอดีต ค่านิยมของสังคมและความต้องการสร้างสรรค์สภา วะแวดล้อมให้ได้ดังจินตนาการรวมถึงการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติ (สุนทร บุญญาธิการ, 2542)

3. สภาวะน่าสบาย

สภาวะน่าสบาย หรือสภาวะที่มนุษย์ไม่สามารถระบุได้ว่าร้อนหรือหนาว เนื่องจากมนุษย์มีความรู้สึกร้อน-หนาวที่พอเหมาะ ผลการสำรวจจากชนชาติต่าง ๆ ไ ด้ข้อสรุปซึ่งเป็นที่ยอมรับว่าสภาวะน่าสบายของมนุษย์มีค่าใกล้เคียงกันแม้จะอาศัยอยู่ในเขตภูมิอากาศแตกต่างกัน การหาความสัมพันธ์ของตัวแปรเพื่อกำหนดมาตรฐานของสภาวะน่าสบายสามารถกำหนดช่วงหรือขอบเขตของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายของมนุษย์ ไว้เป็นมาตรฐาน เรียกว่า ***เขตสบาย*** (Comfort zone) จากการศึกษา (Fanger, 1970) พบว่า ตัวแปรที่มีผลต่อสภาวะน่าสบายด้านอุณหภูมิเมื่อร่างกายอยู่ในภาวะปกติ ประกอบด้วย 6 ตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ ความเร็วลม เสื้อผ้าที่สวมใส่ และอัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย ซึ่งสามารถแบ่งเป็นตัวแปรด้านสภาพแวดล้อมและตัวแปรด้านบุคคล

ภาพที่ 2-1 ความสัมพันธ์ของการปรับสภาพแวดล้อมภายในอาคารและตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการใช้ พลังงานในอาคาร (วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์, 2552)



ภาพที่ 2-2 ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกร้อนหนาว (Thermal Comfort) ของร่างกายมนุษย์ในสภาวะร่างกายปกติ (สุนทร บุญญาธิการ, 2545)

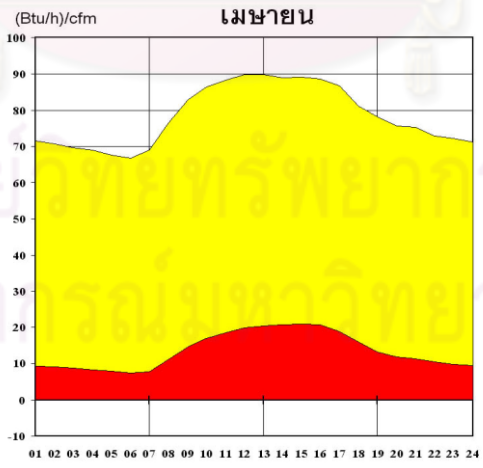
ตัวแปรที่มีผลต่อสภาวะ น่าสบายด้านอุณหภูมิเมื่อร่างกายอยู่ในภาวะปกติหรือ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกร้อนหนาว (Thermal Comfort) ของมนุษย์ในสภาวะร่างกายปกติมี 6 ตัวแปร ซึ่งสามารถแบ่งเป็นตัวแปรด้านสภาพแวดล้อมและตัวแปรด้านบุคคล ได้แก่

ตัวแปรด้านสภาพแวดล้อม 4 ตัวแปร ได้แก่

1. อุณหภูมิอากาศ (Air Temperature) เป็นตัวแปรหลักในการบ่งบอกถึงความรู้สึกร้อนหนาวโดยอุณหภูมิอากาศในเขตสบายอยู่ระหว่าง 21.1-27.8 องศาเซลเซียส (70-82 องศาฟาเรนไฮต์) ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่สูงหรือต่ำกว่าช่วงนี้ การทำความร้อนหรือการทำความเย็นก็มีความจำเป็นเพื่อปรับสภาพให้เข้าอยู่ในเขตสบาย (Olgyay, 1992)

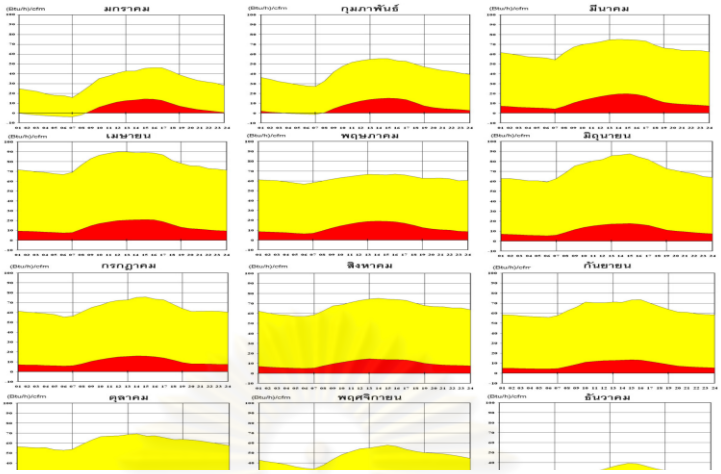
2. ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) คือ สัดส่วนของความชื้นในอากาศเมื่อเทียบกับปริมาณสูงสุดที่อากาศมีความชื้นได้โดยไม่กลั่นตัวเป็นหยดน้ำ ความชื้นสัมพัทธ์อาจอยู่ในช่วง 20–75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าอยู่ในเขตสบาย และร่างกายมนุษย์จะรู้สึกถึงผลกระทบของความชื้นสัมพัทธ์ เมื่ออุณหภูมิอากาศไม่ต่ำกว่า 19.8 องศาเซลเซียส หรือมากกว่า 24.75 องศาเซลเซียส

อย่างไรก็ตาม อุณหภูมิ ความร้อน และความชื้นเป็นปัจจัยหรือตัวแปรที่สำคัญอย่างมากต่อความรู้สึกของมนุษย์ โดยเฉพาะการออกแบบอาคารที่พักอ าศัยในประเทศไทย ที่อยู่ในสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคมมีภูมิอากาศเหมาะสมใกล้เขตสบายของร่างกาย เอื้ออำนวยต่อการประหยัดพลังงานมากที่สุดส่วนนำระบบธรรมชาติมาใช้ได้บางช่วงเวลา สำหรับในช่วงเดือนอื่นๆของปีนั้น สภาพอากาศโดยทั่ว ไปมีความชื้นค่อนข้างสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเดือนเมษายนจะมีความร้อน และความชื้นเฉลี่ยสูง



Total Heat (Yellow Area) And Humidity (Red Area) in April

แผนภูมิที่ 2-1 ค่าความร้อนและความชื้นในเดือนเมษายนของประเทศไทย
(สุนทร บุญญาธิการ, 2542)



แผนภูมิที่ 2-2 ค่าความร้อนและความชื้นในแต่ละเดือนตลอดปีของประเทศไทย

(สุนทร บุญญาธิการ, 2542)

3. อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (Mean Radiant Temperature: MRT) หมายถึง อุณหภูมิที่เกิดจากค่าเฉลี่ยของรังสีความร้อนที่มีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมนั้น ๆ สามารถคำนวณจากค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่เกิดจากรังสีความร้อนในพื้นผิวด้านต่าง ๆ ที่ได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมรวมถึงแสงอาทิตย์ที่ส่องลงมาโดยตรง และมุมกระทำ (solid angel) ที่เกิดขึ้นระหว่างตำแหน่งที่วัดกับอุณหภูมิที่เกิดจากค่าเฉลี่ย

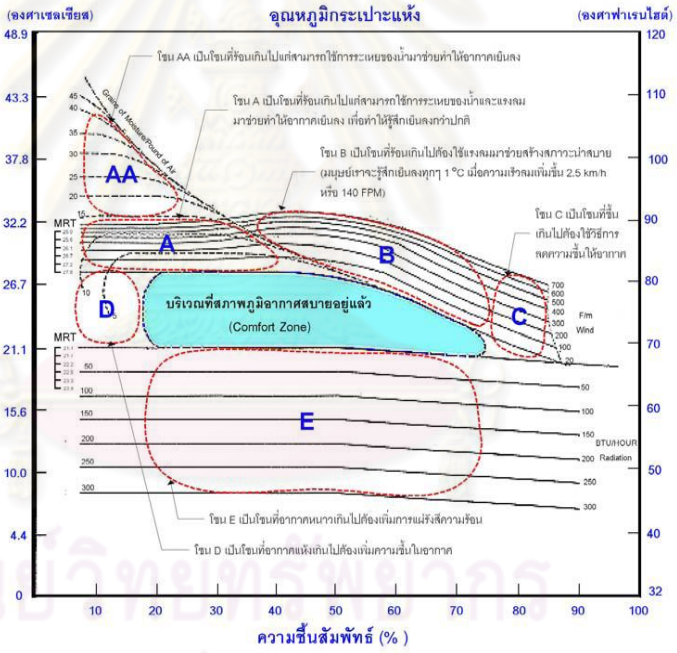
4. ความเร็วลม (Air Velocity) การเคลื่อนที่ของกระแสลมจะช่วยพัดพาความร้อนรอบ ๆ ตัวออกไป และช่วยเพิ่มขอบเขตของความสบายเนื่องจากความเร็วลมที่พัดผ่านผิวกายมนุษย์ช่วยเพิ่มอัตราการระเหยของเหงื่อ ทำให้ร่างกายสูญเสียความร้อนได้ดีจึงรู้สึกเย็นเร็วขึ้น ดังนั้นกระแสลมภายในและภายนอกอาคารจึงมีค วามสำคัญต่อความรู้สึกสบายของมนุษย์ กระแสลมอ่อน ๆ ภายนอกอาคารสามารถควบคุม โดยใช้ประโยชน์จากความเร็วลมและทิศทางที่กระแสลมพัดผ่าน (Foster, 1994) การใช้ประโยชน์จากลมได้มากที่สุด ต้องทำให้ลมร้อนจากสภาพแวดล้อมพัดผ่านบริเวณที่เย็นรอบ ๆ อาคารก่อนที่จะพัดเข้ าสู่ภายในอาคาร เช่น ใต้ร่มไม้ หรือใกล้ระดับผิวดิน จึงจะทำให้ภายในอาคารอยู่ใกล้เขตสบาย (สุนทร บุญญาธิการ, 2542)

ตัวแปรด้านมนุษย์บุคคล 2 ตัวแปร ได้แก่

5. เสื้อผ้าสวมใส่ (Clo-value) ทำหน้าที่ป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์กระทบผิวกาย ป้องกันความหนาวเย็นจาก สภาพแวดล้อม ขณะเดียวกันก็เป็นสิ่งกีดขวางการระเหยกลายเป็นไอของเหงื่อ และขัดขวางการพาความร้อนออกจากร่างกายสู่สภาพแวดล้อมภายนอก การใส่เสื้อผ้าที่มีความหนา หรือมีเสื้อผ้าหลายชั้นในสภาพอากาศแบบร้อนชื้นจะยิ่งทำให้รู้สึกร้อนในเขตที่มีภูมิอากาศร้อน จึงควรใส่เสื้อผ้าที่ระบายเหงื่อได้ดี และไม่หนาจนเกินไป

6. <u>อัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย</u> (Metabolism Rate: MET) เป็นปฏิกิริยาทางกายภาพของมนุษย์ เมื่อร่างกายต้องการความเย็นเพิ่มขึ้น ระดับของการเผาผลาญพลังงานก็จะเพิ่มขึ้น เกิดการสูญเสียความร้อนจากร่างกายไปสู่สภาพแวดล้อม มมากขึ้น ทำให้ร่างกายรู้สึกเย็นเร็วขึ้น เมื่อร่างกายไม่ต้องการความเย็นก็ไม่จำเป็นต้องมีการเผาผลาญพลังงานเพิ่มขึ้น จึงไม่มีการสูญเสียความร้อนให้แก่สภาพแวดล้อม (Fanger, 1970) การเผาผลาญพลังงานของร่างกายจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับระดับกิจกรรมประจำวันของมนุษย์

ดัชนีวัดความสบายของมนุษย์เกิดจากองค์ประกอบทั้ง 4 ประการ (Olgyay, 1992) ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น อิทธิพลของความเร็วลม และอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ใน ***แผนภูมิไบโอไคลเมติก*** (bioclimatic chart) ที่รวบรวมองค์ประกอบทั้งหมดขึ้น



แผนภูมิที่ 2-3 แผนภูมิไบโอไคลเมติก ที่ปรับปรุงจากแผนภูมิของ Olgyay (1992)
(สุนทร บุญญาธิการ, 2542)

แผนภูมิไบโอไคลเมติก กำหนดให้แกน Xเป็นอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Drybulb temperature) และแกน Y เป็นความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) โดยมีเขตสบายที่ถูกกำหนดขอบเขตไว้ตรงกลางแผนภูมิ เส้นที่ระดับของความสบายจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อมการแผ่รังสี

ของอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ ร่างกายมนุษย์จะรู้สึกสบายเมื่ออุณหภูมิอากาศระหว่าง 21.1-27.8 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศระหว่าง 20-75 เปอร์เซ็นต์

สุนทร บุญญาธิการ (2542) ได้ทำการปรับปรุงโดยเพิ่มคำอธิบายเพื่อให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น โดยแดงเขตสบายและเทคนิคการปรับแต่งสภาพภูมิอากาศนอกเขตสบาย โดยที่โซน A, B, C, D และ E เป็นบริเวณที่อยู่นอกขอบเขตสบาย โดยที่โซน A, AA และ B มีสภาพภูมิอากาศร้อนเกินไป โซน C ชื้นเกินไป โซน D แห้งเกินไป และโซน E หนาวเกินไป ผลการศึกษาของ สุนทร บุญญาธิการ และบัณฑิต เอื้ออาภรณ์ (2539) พบว่า สภาพภูมิอากาศของประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในโซน B และ C ซึ่งมีลักษณะค่อนข้างร้อนเกินไปและมีความชื้นมากเกินไป

การเปลี่ยนแนวความคิดการออกแบบสถาปัตยกรรมด้านพลังงาน (Paradigm Shift in Architectural Design for Sustainable Solution) เป็นการผสมผสานการลดการใช้พลังงานร่วมกับการสร้างพลังงานจากพลังงานทดแทนเพื่อให้ได้อาคาร บ้านที่สามารถอยู่ได้ด้วยตัวเองและยั่งยืนอย่างแท้จริง (Buranakarn, 2009)

- ออกแบบในลักษณะองค์รวม
- ออกแบบจากฐานความรู้ด้านอนุรักษ์พลังงาน
- พัฒนาการใช้พลังงานทดแทนในอาคาร/บ้าน

2.2 การปรุงแต่งสภาพแวดล้อมให้เอื้ออำนวยต่อการประหยัดพลังงาน และเพื่อสร้างสภาวะสบายให้กับผู้ใช้อาคารโดยปัจจัยที่ทำให้อุณหภูมิลดลง

การออกแบบเพื่อทำ ให้เกิดการประหยั ดพลังงานอย่างสูงสุดและอยู่สบาย เริ่มต้นจากความเข้าใน ทุก ๆ ตัวปัจจัยของสภาพแวดล้อม เช่น ดิน ฟ้า อากาศ ต้นไม้ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และ การแผ่รังสีความร้อนความเย็นจากสภาพแวดล้อม เป็นต้น จากการผสมผสาน (Integration) การออกแบบอย่างเหมาะสม จะสามารถลดอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมลงได้มาก ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้เกิดการประหยัดพลังงาน ทั้งนี้มีการคำนึงถึงการสร้างความรู้สึกสบายและเกิดสุนทรียภาพต่อผู้อยู่อาศัย (Thermal Sensation) การออกแบบภูมิทัศ น์ที่ดี จะทำให้สัมผัสธรรมชาติ ดอกไม้สวย มุมของแสงอาทิตย์ที่สาดส่องกระทบเนินดิน เงาสะท้อนน้ำเงาต้นไม้ มีลีลาเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา กลิ่นละอองฟ้า ละอองดิน ทำให้เ กิดแรงกระตุ้นอย่างแอบแฝง ให้อยากออกมาใช้พื้นที่ ด้วยความเพลิดเพลิน ทำให้เกิดประโยชน์ต่อสุขภาพทั้งทางร่างกายและจิตใจ

ความร้อน จากดวงอาทิตย์ในเวลากลางวัน เมื่อแสงแดดส่องกระทบพื้นผิวโลกที่เป็นวัตถุทึบแสง รังสีคลื่นสั้นจะถูกเปลี่ยนเป็นรังสีคลื่นยาว ซึ่งเป็นคลื่นความร้อน และกลับออกไปไม่ได้ จึงแผ่กระจายทั่วไปตามพื้นผิวโลก

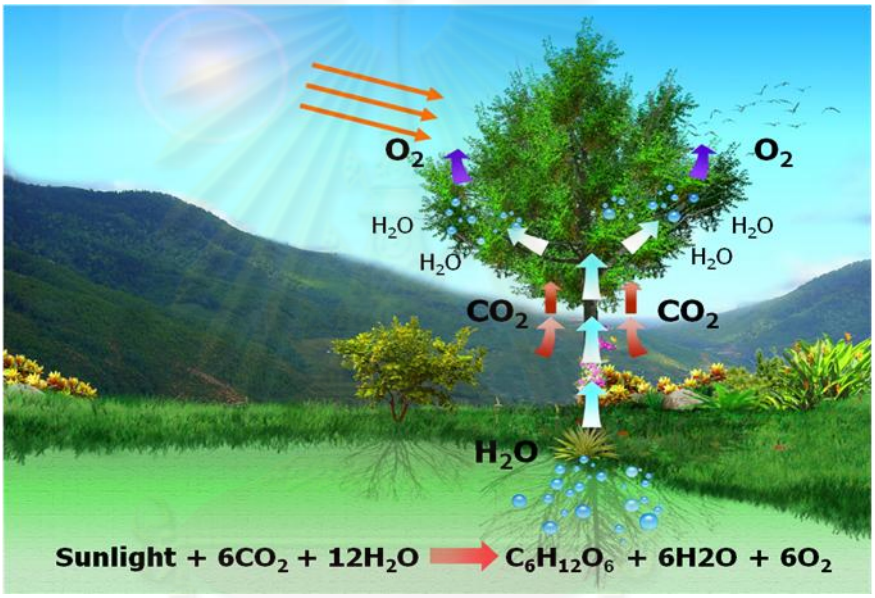
ความเย็น จากท้องฟ้าที่ มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0 °C ความเย็นจึงมาจากท้อง ฟ้า ในเวลากลางคืนพื้นดินจะสูญเสียความร้อนให้กับท้องฟ้า โดยเฉลี่ยประมาณ 7 Btu/ h.ft^2 (ในขณะที่คนจะผลิตความร้อนประมาณ 220 Btu/ h.ft^2) การสูญเสียความร้อนให้กับท้องฟ้า (หรือได้ความเย็นจากท้องฟ้า) จะเกิดเฉพาะเวลากลางคืน จะมีประสิทธิผลเมื่อพื้นที่บนพื้นโลก เปิดสู่ท้องฟ้า จะเห็นว่าที่ผิวหญ้า ทุ่งหญ้า เมื่ออุณหภูมิเย็ นถึงจุดหนึ่งจะมีน้ำค้างไปเกาะ โดยเฉพาะผิวหญ้า จากการสังเกตการณ์อุณหภูมิผิวหญ้าโดยทั่ว ๆ ไป ถ้าเย็นกว่าอุณหภูมิอากาศ ขณะนั้นประมาณสัก 2-3 °C ก็จะเริ่มมีน้ำค้าง หรือความชื้นสัมพัทธ์ก็จะเป็น 100 % ทั้งนี้เพราะกลางคืนความชื้นสัมพัทธ์สูง ขณะที่เวลากลางวันอิทธิพลของแสงแดดในช่วงอุณหภูมิสูงสุดของวัน อาจจะสูงถึง 250 Btu/ h.ft^2 ซึ่งมากกว่ากลางคืน 35 เท่า ฉะนั้นการที่จะทำให้สภาพแวดล้อมเย็นต้องหาทางเก็บกักความเย็นจากท้องฟ้าในช่วงเวลากลางคืนมาใช้ในช่วงเวลากลางวัน และ จากการระเหยของน้ำ จากข้อมูลสภาพอากาศของประเทศไทย ช่วงบ่ายมีอุณหภูมิอากาศโดยประมาณ 35 °C ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 35-40 % หากนำผ้าชุบน้ำหรือพ่นละอองน้ำบนผิวหญ้า จะวัดอุณหภูมิได้ต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 6-7 °C หมายความว่า ถ้าอุณหภูมิอากาศ 35 °C อุณหภูมิที่น้ำระเหยจะประมาณ 28-29 °C

ฉะนั้นหลักในการสร้างความเย็น เราต้องหาทางเก็บกักความเย็นจากกลางคืนและใช้การระเหยของน้ำมาช่วย จะส่งผลให้สภาพแวดล้อมเย็นลงได้

ปัจจุบันการประหยัดพลังงาน ได้กลายมาเป็นตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบสถาปัตยกรรม การสร้างสรรค์สภาพแวดล้อมให้เย็นสามารถลดภาระในการทำความเย็นได้ (Cooling load) ขั้นตอนเริ่มต้นของการออกแบบ ถ้าผู้ออกแบบมีความเข้าใจ สามารถวิเคราะห์ได้ว่าบริเวณที่ตั้งของบ้านหรืออาคารมีปัจจัยทางธรรมชาติอะไรบ้างที่เป็นประโยชน์ในการออกแบบ จะเป็นความได้เปรียบของการออกแบบสถาปัตยกรรม ทั้งนี้เพราะเป็นสิ่งที่ได้มาโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย การปรุงแต่งสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการประหยัดพลังงาน จากการลดอุณหภูมิภายนอกอาคาร หากอาคารตั้งอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เย็น จะสามารถประหยัดพลังงานในอาคา รได้มากกว่า ปัจจัยทางธรรมชาติที่ควรคำนึงถึง ได้แก่ ต้นไม้ และพืชคลุมดิน แหล่งน้ำ ลมและทิศทางลม พื้นดินและเนินดิน ดังอธิบายได้ ดังนี้

2.2.1 **ต้นไม้ และพืชคลุมดิน**

แสงอาทิตย์เป็นแหล่งความร้อน จำเป็นต้องหาทางสกัดกั้นความร้อนไม่ให้มาสะสมอยู่ในระดับพื้นดิน โดยใช้วิธีปลูกต้นไม้ใหญ่เพื่อให้ร่มเงา เมื่อแสงอาทิตย์ไม่ส่องกระทบพื้นโดยตรง บริเวณพื้นดินจะเย็น ประกอบกับการสร้างความเย็นโดยการระเหยของน้ำ จะทำให้สภาพแวดล้อมเย็นลง นอกจากนี้ ต้นไม้ใหญ่ จะมี รากหยั่งลึก ในฤดูร้อนรากที่หยั่งลึกหาความชื้นจากพื้นดินหรือดึงน้ำใต้ดินมาใช้ในการสังเคราะห์แสงและเกิดการคายน้ำที่ปากใบ ทำให้สภาพแวดล้อมเย็นลงได้



ภาพที่ 2-3 แสดงการดูดน้ำขึ้นมาใช้ในการสังเคราะห์แสงและคายน้ำออกมาทางปากใบ พบว่าการคายน้ำที่ใบทำให้ใต้พุ่มใบเย็นกว่าเหนือพุ่มใบมาก
(ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีอาคารและสิ่งแวดล้อม, 2551)

ด้วยเหตุนี้ต้นไม้จึง กลายเป็นแหล่งที่จะช่วยเพิ่มความเย็นให้สภาพแวดล้อมหรือเปรีย บเสมือนเป็นเครื่องปรับอากาศธรรมชาติ นอกจากนี้ยังผลิตออกซิเจนให้กับสภาพแวดล้อม ในขณะที่ตั วเนื้อไม้ หรือเปลือกไม้ ยังมีองค์ประกอบของ Cellulose หรือเก็บกักคาร์บอนไว้เยอะเปรียบเสมือนแหล่งเก็บคาร์บอน (Carbon Sink) ถ้ามีต้นไม้เยอะโดยไม่เผาหรือทำลายต้นไม้ จะเกิดการเก็บกัก คาร์บอนไว้มาก เป็นการลดปริมาณ คาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ ช่วยแก้ปัญหาโลกร้อนได้อีกด้วย

เมื่อสภาพแวดล้อมเย็น จะทำให้บ้านเย็น จึงควรสร้างสภาพแวดล้อมเบื้องบนอา คาร ให้ปกคลุมไปด้วยต้นไม้ใหญ่ และเลือกใช้ต้นไม้ประเภทต่างๆ อย่างเข้าใจ เช่น การเลือกใช้ต้นไม้ทรงสูงเพื่อกรองแดดหรือสกัดกั้นแสงแดดจากด้านบน โดยมีพุ่มใบข องต้นไม้เพิ่มร่มเงา ลดการส่องของแสงแดด ประกอบกับการใช้พืชคลุมดิน จะช่วยทำให้ดิ นเย็นขึ้นมากจากการคาย น้ำระเหย อุณหภูมิระดับผิวดินจะต่ำกว่าอากาศมาก ทำให้ดินในบริเวณนั้นส่งผ่านความเย็นต่อเนื่องกันไปถึงพื้นใต้อาคาร เมื่อลมพัดผ่านที่เย็นทำให้ ลมกลายเป็นลมเย็น ประกอบกับการแลกเปลี่ยนความร้อนจากผิวกายให้กับความเย็นจากดิน เป็นผลให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกเย็นสบาย เทคนิคนี้เป็นเอกลักษณ์ของสถาปัตยกรรมไทยในการสร้างสภาวะแวดล้อมบริเวณใต้ถุนบ้านให้เย็นสบาย

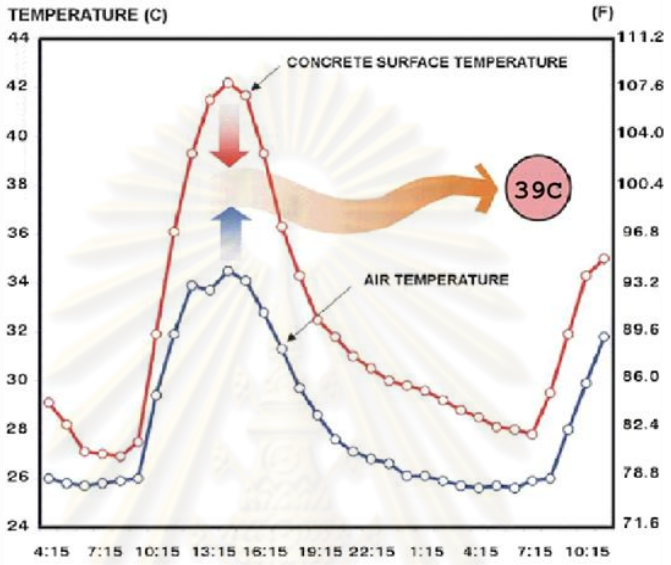
นอกเหนือจากนั้นแล้วการปลูกหญ้าหรือพืชคลุมดินยัง เป็นการเสริมสร้างบรรยากาศที่ร่มรื่นต่อสายตาและป้องกันการสะท้อนของแสง ที่อาจทำให้เกิดความจ้า (Glare) ของสายตา และป้องกันฝุ่นที่เกิดจากดินแห้งได้อีกด้วย

ภาพที่ 2-4 แสดงการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมของบ้านซีวาทิยต์ด้วยต้นไม้ใหญ่ และพืชคลุมดิน (สุนทร บุญญาธิการ, 2547)

การปลูกหญ้า แทนวัสดุปูผิวดินอื่น ๆ นับว่ามีความเหมาะสมในช่วยให้สภาพแวดล้อมเย็นลงได้ เมื่อมีการระเหยของน้ำจึงมีการสร้างความเย็น ในทางตรงกันข้ามถ้าบริเวณนั้นเต็มไปด้วยพื้นคอนกรีต พื้นยางมะตอย หรือที่เรียกว่า Hard Top Surface หรือ Hard scape เมื่อโดนแดดจะร้อนมาก อุณหภูมิที่ผิวคอนกรีตจะสูงถึง 45 °C เมื่อลมพัดผ่านจะพาความร้อนเข้ามาบริเวณบ้าน และกระจายความร้อนไปที่ต่าง ๆ ทำให้สภาพแวดล้อมร้อนขึ้นกว่าปกติ

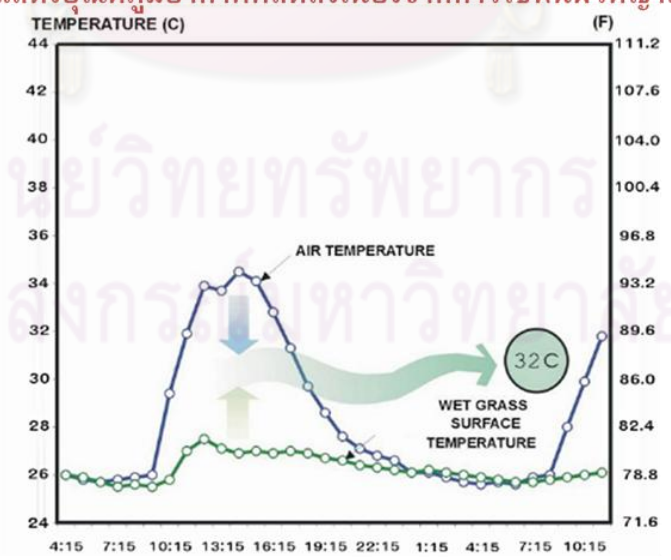
ดังนั้นการออกแบบต้องหลีกเลี่ยงพื้นที่ดูดซับความร้อน ควรสร้างเป็นสวนที่ลมพัดผ่านได้สะดวก หากจำเป็นต้องใช้วัสดุปูผิวดินโดยควรเลือกใช้วัสดุที่มีค่าการดูดซับความร้อนต่ำและออกแบบให้มีพื้นที่ให้น้อยกว่าพืชคลุมดิน

กราฟแสดงอุณหภูมิอากาศที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้พื้นผิวคอนกรีต



แผนภูมิที่ 2-4 แสดงอุณหภูมิของอากาศที่เพิ่มขึ้นจาก 34 °C เป็น 39 °C เนื่องจากการใช้พื้นผิวคอนกรีตและโดนแสงแดด (สุนทร บุญญาธิการ, 2542)

กราฟแสดงอุณหภูมิอากาศที่ลดลงเนื่องจากการใช้พื้นผิวหญ้าเปียก

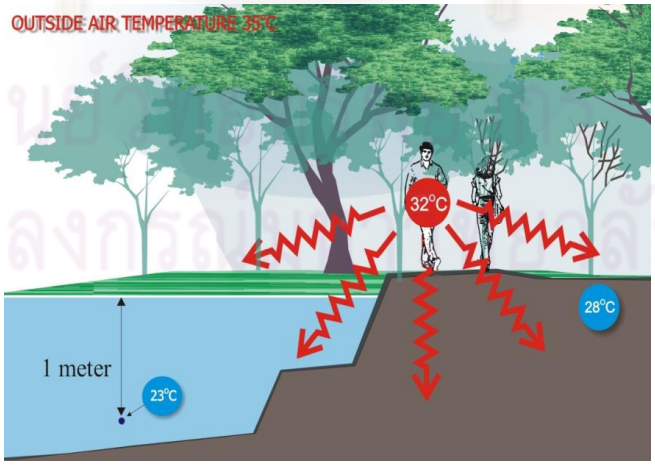


แผนภูมิที่ 2-5 แสดงอุณหภูมิของอากาศที่ลดลง 34 °C เป็น 32 °C เนื่องจากการใช้พื้นผิวหญ้าเปียกในร่ม (สุนทร บุญญาธิการ, 2542)

2.2.2 แหล่งน้ำ

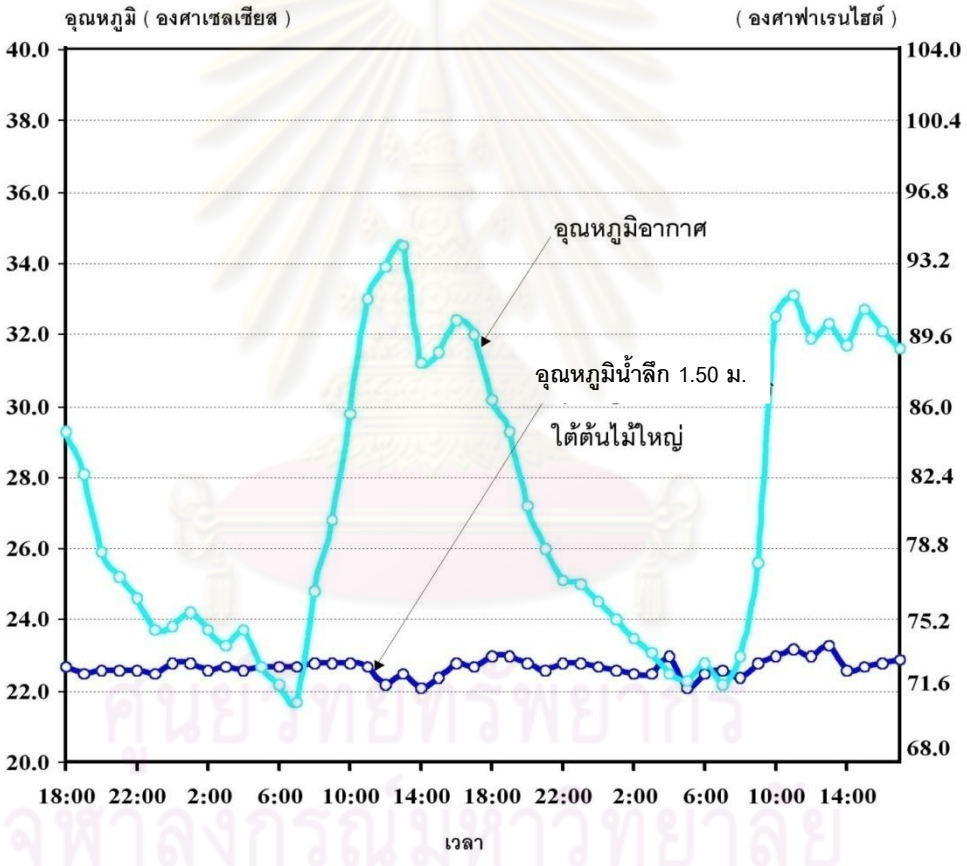
การปรุงแต่งสภาพแวดล้อมโดยการใช้น้ำ สามารถลดอุณหภูมิจากสภาพแวดล้ อมได้ เพราะน้ำมีความสามารถในจุความร้อน สูง (Heat Capacity) เมื่อนำน้ำและดินมาเปรียบเทียบความจุความร้อนที่อุณหภูมิเดียวกัน พบว่าน้ำมีความจุความร้อนสูงกว่า เพราะน้ำมีทั้งความลึกและมีมวลน้อยและกระจายไปทุกทิศทาง ดังนั้นความร้อนที่แผ่เข้ามาเท่าไรก็ไม่เต็ ม จึงทำให้น้ำในเวลากลางวันและเวลากลางคืนมีอุณหภูมิจึงไม่แตกต่างกันมาก เมื่อลมพัดผ่านน้ำ จะทำให้อุณหภูมิลดลงหรือทำให้มนุษย์มีความรู้สึกเย็นลง

ดินมีความจุความร้อนต่ำกว่าน้ำ ในเวลากลางวันและกลางคืนดินจะมีอุณหภูมิแตกต่างกันมาก เมื่อลมพัดผ่านดินที่มีความร้อ นสูงกว่าผิวกายทำให้ร่างกายได้รับความร้อนจากผิวดินจึงทำให้รู้สึกว่าร้อนกว่า จากอิทธิพลของอุณหภูมิการแผ่รังสีโดยรอบ Mean Radiant Temperature (MRT) โดยเมื่ออุณหภูมิของพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบสูงขึ้น 1 °C มนุษย์จะรู้สึกเสมือนหนึ่งว่าอุณหภูมิอากาศ ณ จุดนั้นสูงขึ้น 1.4 °C น้ำช่วยปรับอุณหภูมิของอากาศในเวลากลางวันและกลางคืนให้มีความแตกต่างกันน้อย เนื่องจากการที่น้ำมีคุณสมบัติเกือบคงที่ และเป็นตัวที่เก็บกักความร้อน (Heat Sink) เนื่องจากมวลที่มีขนาดใหญ่ของน้ำ นอกจากนี้น้ำยังมีคุณสมบัติที่ทำให้เกิดความเย็น โดยการระเหยขอ งน้ำในบริเวณผิวน้ำที่สัมผัสกับอากาศ ร่างกายจะสูญเสียความร้อนให้กับอุณหภูมิที่เย็นกว่า

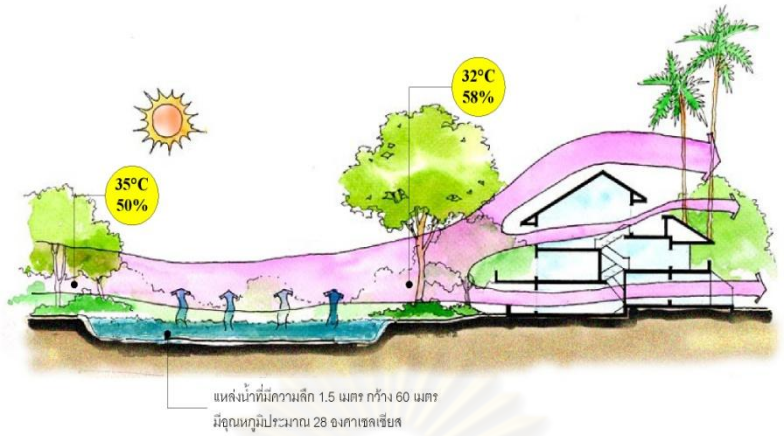


ภาพที่ 2-5 ภาพแสดงการสูญเสียความร้อนให้กับแหล่งน้ำ โดยการแผ่รังสีโดยรอบของพื้นผิวที่เย็น (MRT) ร่างกายจึงรู้สึกเย็นลง

แหล่งน้ำไม่จำเป็นต้องมีขนาดใหญ่มาก แต่ ควรมีแนวนอนขนานกับทิศทางลมประจำ เช่นเอียงไปทางใต้ หรือทางประมาณ 27 °C ตะวันตกเฉียงใต้ ลมที่พัดผ่านมาก็จะเป็นลมที่มีอิทธิพลของการระเหยของน้ำก็จะเย็นกว่าปกติ แต่ผิว น้ำต้องเป็นผิวน้ำที่โดนแดดน้อย ถ้าผิวน้ำโดนแดดมาก น้ำจะกลายเป็นน้ำที่ไม่เย็น ขณะเดียวกัน ความลึกของผิวน้ำก็สำคัญ แหล่งน้ำควรจะมีความลึกอย่างน้อย 1.50 เมตร จะทำให้กลางคืน กลางวัน แหล่งน้ำมีอุณหภูมิที่แตกต่างกันไม่มากประมาณ 1-2 °C ดังแผนภูมิที่ 2-6



แผนภูมิที่ 2-6 แสดงอุณหภูมิของน้ำที่ลึกประมาณ 1.50 เมตร (สุนทร บุญญาธิการ, 2542)



ภาพที่ 2–6 แสดงการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำขนาดใหญ่ที่มีความลึกตั้งแต่ 1.50 เมตร ขึ้นไปสามารถใช้เป็นแหล่งสร้างความเย็นให้กับสภาพแวดล้อมได้
(สุนทร บุญญาธิการ, 2542)

การให้กระแสลมที่พัดผ่านบริเวณผิวหน้า ของน้ำที่เย็น และแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศนั้นนำเข้ามาภายในอาคาร แต่มีข้อควรระวังในเรื่องของความชื้นที่มากับลมด้วย จะพบว่าเมื่อลมพัดผ่านผิวน้ำในระยะทางที่ยาวเพียงพอ อุณหภูมิอากาศจะค่อย ๆ เย็นลงไปพร้อม ๆ กับความชื้นที่เพิ่มขึ้น (Direct Evaporative Cooling Effect) ตัวอย่างเช่น อากาศที่ 35 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 50% เมื่อพัดผ่านพื้นน้ำที่มีอุณหภูมิ 28 °C ในบริเวณกว้าง จะทำให้อุณหภูมิของอากาศที่พัดผ่านแหล่งน้ำนั้นมีอุณหภูมิลดต่ำลงได้ถึง 3 °C ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นจาก 50% เป็น 58 %

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

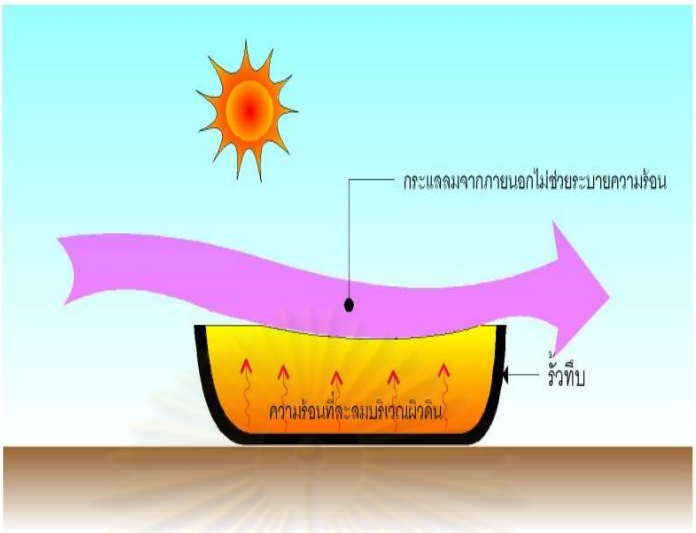
ภาพที่ 2-7 ภาพแสดงการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ นอกจากจะช่วยเรื่องความสวยงาม ยังช่วยเรื่องการทำความเย็นให้กับสภาพแวดล้อมอีกด้วย
(สุนทร บุญญาธิการ, 2547)

นอกจากนี้ การบังแดดให้กับสระน้ำจะส่งผลทำให้ ลดการได้รับความร้อนจากการแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์ในเวลากลางวันและการแผ่รังสีความร้อนสู่ท้องฟ้าในเวลากลางคืนลดลง

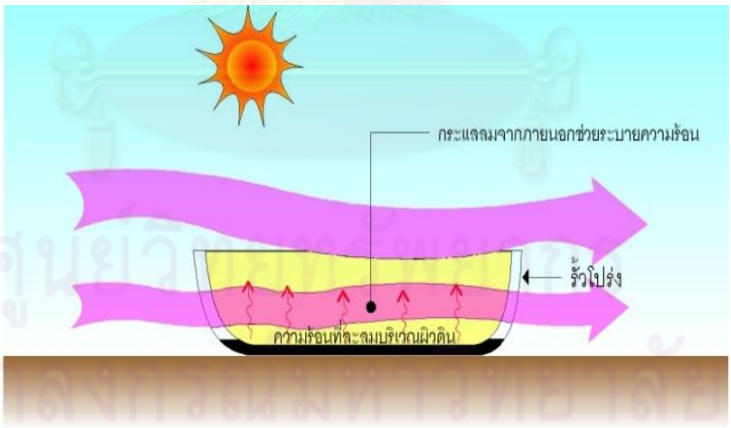
2.2.3 ลม

การใช้ประโยชน์จากลมในการออกแบบบ้าน ส่งผลถึงการจัดวางทิศทางของบ้าน เนื่องจากทิศทางของกระแสลมมาเกือบทุกทิศทางที่กระทำต่อสถานที่ตั้งอาคาร การสร้างความเย็นจากลมนั้น รั้วบ้านควรมีลักษณะโปร่ง ทำให้ลมสามารถพัดผ่านได้ตลอด และนำพาความร้อนออกไปจากภายในบริเวณบ้าน นอกจากนี้การใช้ต้นไม้สูงประกอบกับการใช้เนินดินจะสามารถบังคับทิศทางของลมให้พัดเข้าสู่ตัวบ้านได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 2-8 แสดงการใช้รั้วทึบ ซึ่งเปรียบเสมือนอ่างกักเก็บความร้อน เมื่อแสงอาทิตย์ส่องมากระทบวัตถุทึบแสงทำให้ผิวนั้นร้อนขึ้น แต่กระแสลมภายนอกไม่สามารถระบายความร้อนออกไปได้ จึงเกิดการสะสมความร้อนบริเวณผิวดิน (สุนทร บุญญาธิการ, 2542)



ภาพที่ 2-9 แสดงการใช้รั้วโปร่งช่วยให้ กระแสลมสามารถพัดผ่านพื้นที่ภายในช่วยระบายความร้อนที่สะสมที่ผิวดินได้ (สุนทร บุญญาธิการ, 2542)

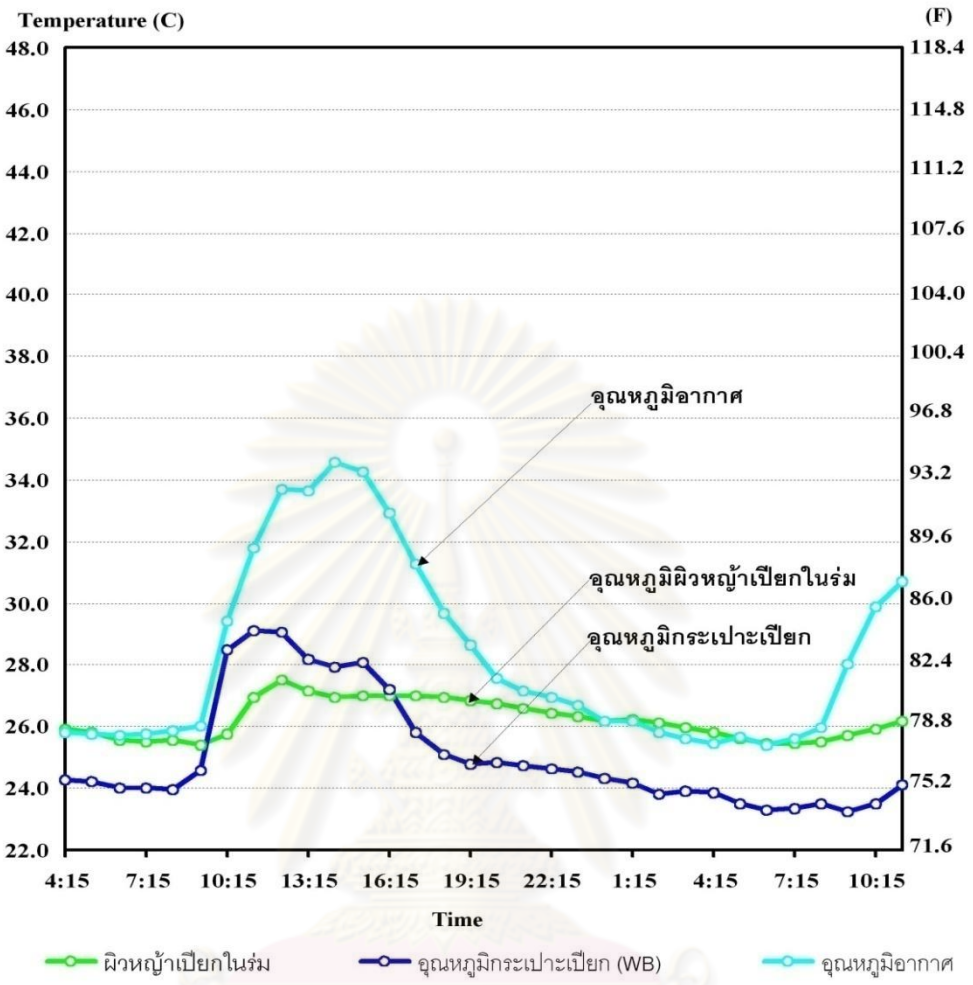
การใช้ประโยชน์จากลมให้ได้มากที่สุดนั้น ต้องทำให้ลมร้อนจากสภาพแวดล้อมพัดผ่านบริเวณที่เย็นก่อนที่จะพัดเข้าสู่ตัวบ้าน เช่น แหล่งน้ำ ใต้ต้นไม้ หรือใกล้ระดับผิวดินเย็น ซึ่งจะทำให้ภายในบริเวณบ้านได้รับอากาศที่มีอุณหภูมิเย็นลงจากสภาพแวดล้อม

ภาพที่ 2-10 แสดงการใช้รั้วโปร่ง ลมสามารถพัดผ่านบริเวณบ้าน อากาศบริเวณรอบบ้านไหลเวียนได้ดีทำให้ระบายความร้อนบริเวณรอบบ้านออกไปได้

(สุนทร บุญญาธิการ, 2547)

2.2.4 พื้นดิน และเนินดิน

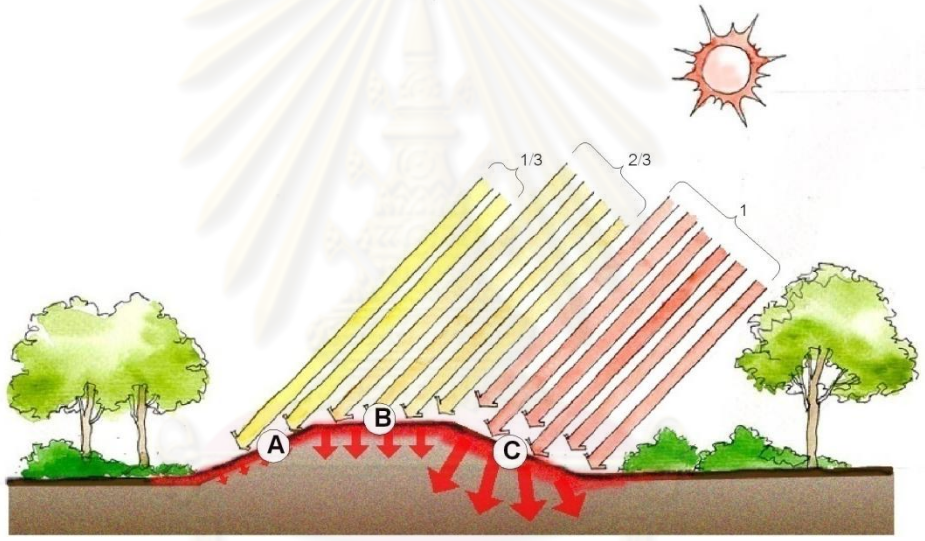
จากการศึกษา (เอนก ธีระวิวัฒน์ชัย, 2539) พบว่ามีอุณหภูมิเฉลี่ยของดินประเทศไทยอยู่ที่ประมาณ 26-27 °C ที่ระดับความลึก 0.60 เมตรจากผิวดิน การใช้ประโยชน์จากดินได้อย่างมีประสิทธิภาพควรปรับปรุงสภาพของดินให้เย็นที่สุด โดยใช้ต้นไม้ประเภทพืชคลุมดิน ผสมผสานกับการทำให้ดินเปียกและมีกระแสลมพัดผ่าน เพื่อทำให้เกิดการระเหยของน้ำ รวมถึงความสามารถของการกระจายความร้อนของผิวดินให้กับท้องฟ้า และใช้ ต้นไม้ใหญ่ให้ร่มเงากับพื้นดินเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่เย็น



แผนภูมิที่ 2-7 **แสดงอุณหภูมิผิวดินหญ้าเปียกในร่ม เปรียบเทียบกับอุณหภูมิ อากาศ และอุณหภูมิกระเปาะเปียก ในช่วงเวลากลางวันอุณหภูมิของผิวหญ้าเปียกต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศมาก** (สุนทร บุญญาธิการ, 2542)

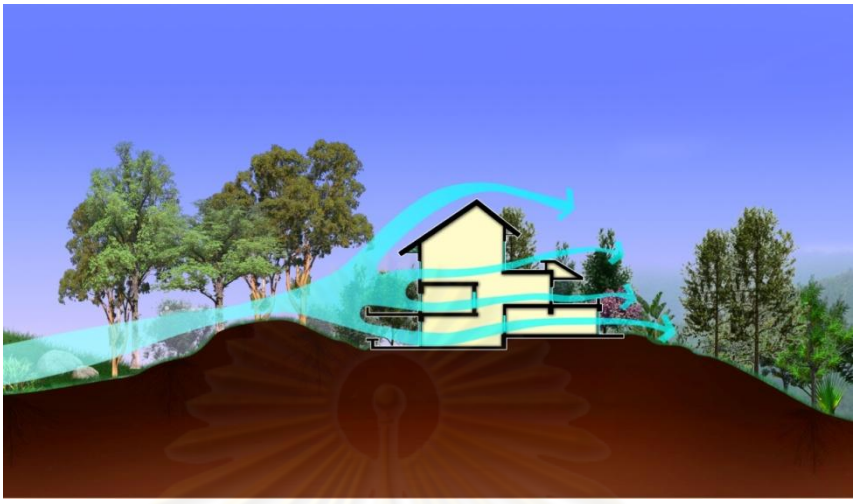
อาคารที่สัมผัสพื้นดินที่ มีอุณหภูมิ ต่ำหรือถมดินรอบอาคาร ความเย็นจากพื้นดินค่อย ๆ แผ่กระจายสู่บริเวณรอบอาคารและใต้อาคาร ทำให้พื้นอาคารชั้นล่างมีความเย็นใกล้เคียงกับอุณหภูมิของดิน ทำให้อุณหภูมิในบ้านต่ำกว่า าอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร พื้นที่บริเวณที่ต้องการให้พื้นดินเย็น หากไม่มีต้นไม้หรือร่มเงาปกคลุม อาจใช้วิธีปรับความลาดเอียงของพื้นดินให้รับแสงแดดน้อยลงในเวลากลางวัน ในภูมิอากาศแบบร้อนชื้นนี้การทำให้พื้นดินเอียงไปทางด้านทิศเหนือจะทำให้รับแสงแด ดเฉลี่ยตลอดปีน้อยลง เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นดินในระนาบปกติและพื้นดินที่เอียงไปทางด้านทิศใต้ แนวความคิดนี้จะตรงกันข้ามกับเมืองหนาว ซึ่งต้องการ

ให้สภาพแวดล้อมรอบอาคารร้อนกว่าปกติ โดยการใช้พื้นผิวดินที่ลาดเอียงไปด้านทิศใต้ (South Slope) ผนวกกับวัสดุที่มีค่าการดูดซับความร้อนสูงเป็นสิ่งที่พึงปรารถนาสำหรับเมืองหนาว แต่ในประเทศไทยต้องการให้สภาพแวดล้อมเย็นที่สุดเท่าที่จะทำได้ ดังนั้น ความลาดเอียงของพื้นดินหากทำได้ควรจะลาดเอียงไปทางด้านทิศเหนือ (North Slope) และควรเลือกใช้วัสดุที่มีค่าการดูดซับความร้อนน้อย การใช้พืชคลุมดินหรือหญ้าและเป็นวัสดุผิวดินจะมีความเหมาะสมมากกว่าใช้คอนกรีต หรือถนนลาดยาง อย่างไรก็ตาม หากไม่สามารถปรับความลาดเอียงของพื้นดินตามความต้องการ ทางออกก็คือการใช้ต้นไม้หรือพืชคลุมดินเพื่อสร้างความร่มเงาให้กับผิวดินให้ได้รับแสงแดดน้อยที่สุด



ภาพที่ 2-11 แสดงความร้อนที่ตกกระทบเนินดินบริเวณจุดต่าง ๆ จุด A เป็นเนินดินที่ลาดเอียงไปทางทิศเหนือมุมเอียงขนานกับแนวแสงอาทิตย์เป็นด้านที่เย็นที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับจุด C ซึ่งเป็นมุมตกกระทบโดยตรงของแสงทางทิศใต้ แนวตั้งฉากกับมุมแสงอาทิตย์ผิวดินจึงร้อนที่สุด จึงควรหลีกเลี่ยงเนินดินทางทิศใต้หากเลี่ยงไม่ได้อาจใช้ต้นไม้สูงเพื่อบดบังแสงแดด
(สุนทร บุญญาธิการ, 2542)

ความลาดเอียงของพื้นดินยังมีประโยชน์ สำคัญที่จะช่วยปรับแต่งเส้นแนวการไหลเวียนของอากาศ (Wind Modificaiton) บังคับทิศทางลม ให้เป็นไปตามที่ต้องการได้และสามารถเพิ่มความเร็วลม ซึ่งจะช่วยให้สภาพแวดล้อมเย็นลงได้



ภาพที่ 2-12 แสดงการออกแบบเนินดินเพื่อบังคับทิศทางลม โดยผสมผสานกับการปลูกต้นไม้ใหญ่ (สุนทร บุญญาธิการ, 2542)

จากภาพที่ 2-12 และ ภาพที่ 2-13 จะเห็นว่า การใช้เนินดินร่วมกับการปลูกต้นไม้ใหญ่ การปลูกต้นไม้ใหญ่ ทางด้านทิศใต้ บนเนินดิน สามารถบังแสงอาทิตย์ตกกระทบตัวอาคารโดยตรง และเป็นประโยชน์ในการบังคับลม สามารถบังคับทิศทางลมที่ปะทะด้านใต้ ของเนินดิน ให้ลอดผ่านต้นไม้ใหญ่ ซึ่งมีพื้นที่แคบกว่า ความเร็วลมจึงสูงขึ้น และไหลผ่านรอบ ๆ อาคารทางด้านทิศเหนือ เป็นการใช้ประโยชน์จากเนินดิน ต้นไม้ใหญ่ ลม แสงอาทิตย์ ในการเอื้อประโยชน์ในการออกแบบได้อย่างถูกต้องความลาดเอียงของเนินดิน ประมาณ 8-10 องศาเซลเซียส

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 การลดอุณหภูมิวัสดุปูพื้นภายนอกอาคารโดยวิธีการระเหย (เลิศลักษณ์ วุฒิสุวรรณ, 2544)

ความร้อนจากสิ่งแวดล้อมรอบอาคาร เกิดจากรังสีของดวงอาทิตย์สะสมที่วัสดุปูพื้นภายนอกอาคาร ส่งผลทำให้อา กาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น การใช้น้ำ มาระเหยผ่านวัสดุ เพื่อให้น้ำทำหน้าที่เป็นตัวกลางดึงความร้อนจากผิววั สดุมาระเหยกลายเป็นไอ จะเป็นผลทำ าให้ผิววัสดุที่สัมผัสกับโมเลกุลของน้ำมีอุณหภูมิต่ำลง เมื่อวิเคราะห์จาก แผนภูมิไซโครเมตริก (Phychromatric Chart) ซึ่งเป็นแผนภูมิที่ใช้แสดงความสั มพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสภาวะอากาศ สรุปว่า เมื่อเกิดการระเหย ของน้ำ อุณหภูมิที่น้ำระเหยจะเท่ากับอุณหภูมิกระเปาะเปียก ดังนั้น

อุณหภูมิผิววัสดุที่มีการระเหยของน้ำ จะมีอุณหภูมิลดลง นำความเย็นที่ได้จากภูมิสถาปัตยกรรมมาใช้ลดอุณหภูมิสภาพแวดล้อม มภายนอกอาคาร โดย วัสดุที่อยู่ในร่ม และมีการระเหยน้ำผ่านผิววัสดุ อุณหภูมิผิววัสดุจะต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศโดยเฉลี่ย 5 องศาเซลเซียส ในช่วง 8.00-17.00 น. วัสดุที่เหมาะสมต่อการใช้งานปูพื้นภายนอกอาคาร ในที่ร่ม และใช้วิธีการระเหยน้ำผ่านผิววัสดุ ควรมีความหนาแน่นน้อย มีคุณสมบัติการดูดซับน้ำที่ดี และส่วนสีของวัสดุที่มีการระเหยน้ำในที่ร่ม พบว่า วัสดุที่มีสีเข้มจะมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับวัสดุสีอ่อน สีผิวจึงเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลน้อยมากต่ออุณหภูมิผิววัสดุสำหรับการทดลองครั้งนี้

2.3.2 **การทำความเย็นอาคารโดยการใช้ผิวสัมผัสพื้นดิน** (เอนก ธีระวิวัฒน์ชัย, 2539)

จากการ ศึกษาการทำความเย็นจากผิวสัมผัสพื้นดิน โด ยดินที่มีความชื้นจะมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิกระเปาะเปียก ทำให้ผิวของอาคารที่สัมผัส ดินเย็นลง อิทธิพลของความเย็นที่ผิวสัมผัสดินที่เย็นก ว่าปกติเป็นการลดอุณหภูมิที่ผิวผนังภายในของอาคาร (MRT) ทำให้ผู้ใช้อาคารสามารถปรับอุณหภูมิห้องให้สูงกว่าปกติได้เป็นการขยายช่วงของอุณหภูมิน่าสบายให้กว้างขึ้น อิทธิพลของความลึกของดิน ลักษณะดิน สภาพผิวดินที่ปกคลุมด้วยพืช และอิทธิพลของทิศที่แตกต่างกันของอาคาร อุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 1.00 เมตร จากผิวดิน มีอุณหภูมิค่อนข้างคงที่จะมีความแตกต่างของค่าอุณหภูมิสูงสุดและค่าอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ระหว่าง $2^{o}C$ ถึง $3^{o}C$ มีความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด มากกว่าทิศอื่น และมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของดินสูงกว่าทิศอื่น ในขณะที่ ทิศเหนือมีความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด น้อยกว่าทิศอื่นและมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของดินต่ำกว่าทิศอื่น ในการเปรียบเทียบชนิดของดิน ระหว่างดินและทราย พบว่าดินมี Time Lag 10-12 ชั่วโมง และทรายมี Time Lag 6 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่าอิทธิพลของอุณหภูมิดินทำให้อุณหภูมิ ที่ผิวอาคารสัมผัสดินจะมีอุณหภูมิลดลง สภาพของผิวดินที่ถูกปกคลุมด้วยพืชจะมีความอุณหภูมิต่ำกว่าสภาพดินที่ปราศจากสิ่งปกคลุม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเพื่อให้ทราบถึงปัจจัยสภาพแวดล้อม โดยได้ศึกษาข้อมูลจากทฤษฎีที่เกี่ยวกับการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมให้ เอื้ออำนวยต่อการประหยัดพลังงาน เพื่อสร้างสภาวะสบายให้กับผู้ใช้อาคาร เทคนิคการออกแบบบ้านประห ยัดพลังงานเพื่อสร้างสภาวะสบายให้กับผู้ใช้อาคาร เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน เพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า โครงการวิจัยแบบบูรณาการต่อยอดองค์ความรู้ประหยัดพลังงานบ้านพอเพียง โดยศึกษาวิเคราะห์แนวความคิดการประยุกต์ใช้สภาพแวดล้อมภายนอก เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งเป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปปรับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม แนะนำไปสู่แนวความคิดแบบยั่งยืน (Sustainable) โดยมีแนวทางดังนี้

- แหล่งน้ำและการระเหยของน้ำ
- พื้นผิวต่างๆของสภาพแวดล้อม ได้แก่ ผิวถนน ผิวดิน ผิวหญ้า ผิวน้ำ
- แสงแดดและการสร้างร่มเงา

ผู้วิจัยได้กำหนดเป้าหมายของการศึกษาเพื่อหาข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมภายนอกของบ้านพอเพียง ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ วิทยาเขตบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งสภาพแวดล้อมที่ผู้ศึกษาได้กำหนดไว้คือ ผิวถนนกลางแจ้ง ผิวถนนในที่ร่ม ผิวดินกลางแจ้ง ผิวดินใน ที่ร่ม ผิวหญ้ากลางแจ้ง ผิวหญ้าในที่ร่ม ผิวน้ำกลางแจ้ง ผิวน้ำในที่ร่ม โดยมีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 ศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อบ้านพอเพียง

ศึกษาและทบทวนวรรณกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรต่างๆ ดังนี้

- แหล่งน้ำและการระเหยของน้ำ
- พื้นผิวต่างๆของสภาพแวดล้อม ได้แก่ ผิวถนน ผิวดิน ผิวหญ้า ผิวน้ำ
- แสงแดดและการสร้างร่มเงา

3.2 วิเคราะห์และเปรียบเทียบตัวแปรสภาพแวดล้อมมาจากข้อมูลจริง

เก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์อุณหภูมิผิว โดยการบันทึกข้อมูลทุกๆ 30 นาที ตลอด 24 ชั่วโมง ของสภาพแวดล้อมภายนอกบ้านพอเพียง โดยการเปรียบเทียบข้อมูลในแต่ละช่วงเวลาที่มีอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด ดังต่อไปนี้

- ผิวถนนกลางแจ้ง กับผิวถนนในที่ร่ม
- ผิวดินกลางแจ้ง กับผิวดินในที่ร่ม
- ผิวหญ้ากลางแจ้ง กับผิวดินในที่ร่ม
- ผิวน้ำกลางแจ้ง กับผิวน้ำในที่ร่ม

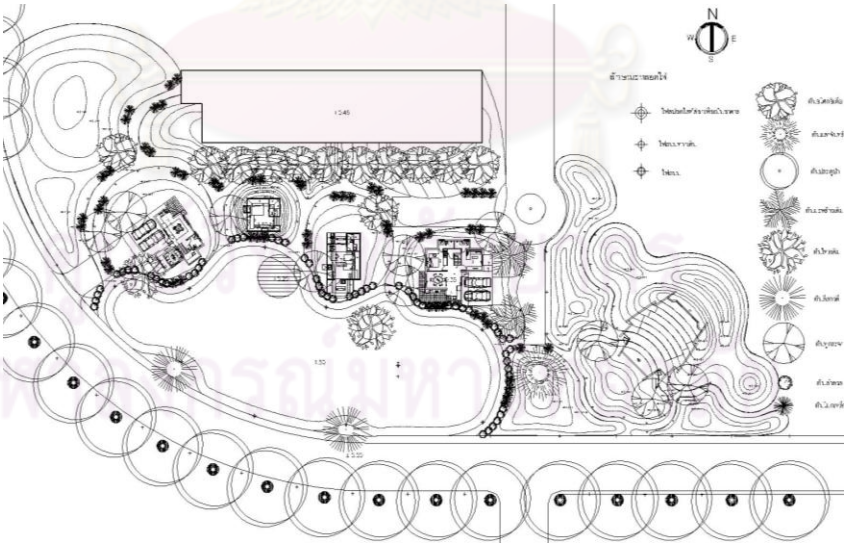
เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล อุณหภูมิผิว Testo Quicktemp 860-T2 (ภาพที่ 3-3)

เครื่องมือวัดอุณหภูมิ อากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ (ภาพที่ 3-4)

3.3 สรุปผลและเสนอแนะแนวทางใช้ปัจจัยสภาพแวดล้อมภายนอก

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ผลจากการเก็บข้อมูลในแต่ละสภาพแวดล้อม โดยใช้แนวคิดและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาสรุปผลและเสนอแนะแนวทางการใช้ปัจจัยสภาพแวดล้อมภายนอกเพื่อการประหยัดพลังงาน

- ประมวลผลโดยใช้กราฟเปรียบเทียบ
- เปรียบเทียบตัวแปรจากทฤษฎีวิทยาศาสตร์ โดยสูตร $Q = UA\Delta T$
- สรุปปัจจัยและองค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรมที่มีผลต่อตัวแปรต่างๆ



ภาพที่ 3-1 ผังบริเวณสภาพแวดล้อมของบ้านพอเพียง มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ วิทยาเขตบางคล้า

ภาพที่ 3-2 ผังภูมิสถาปัตยกรรมภายนอกบ้านพอเพียง แสดงตำแหน่งต้นไม้ใหญ่ แหล่งน้ำ ผิวดิน แนวทิศทางลม และตำแหน่งบ้านพอเพียง

ภาพที่ 3-3 เครื่องมือวัดอุณหภูมิผิววัสดุแบบอินฟาเรด

ภาพที่ 3-4 เครื่องมือวัดอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิกระเปาะเปียกและความชื้นสัมพัทธ์

ภาพที่ 3-5 แบบฟอร์มและอุปกรณ์สำหรับบันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยดังกล่าวได้ผลการวิจัยจากการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารของบ้านพอเพียง ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ วิทยาเขตบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยเริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 00.00 น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 23.00 น. ภายใต้สภาพแวดล้อมดังต่อไปนี้

- ผิวถนนในที่ร่มและกลางแจ้ง
- ผิวดินในที่ร่มและกลางแจ้ง
- ผิวหญ้าในที่ร่มและกลางแจ้ง
- ผิวน้ำในที่ร่มและกลางแจ้ง

4.1 ข้อมูลของสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารบ้านพอเพียง

ผิวถนนในที่ร่ม จากการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมภายนอกอา คารบ้านพอเพียง ตั้งแต่วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 00.00 น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 23.00 น. โดยเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 นาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าผิวถนนในที่ร่มมีอุณหภูมิสูงสุดในช่วงกลางวัน เวลา 14.00 น. โดยมีอุณหภูมิสูงสุด 40 องศาเซลเซียส และค่อยๆ ลดต่ำลงหลังเวลาประมาณ 05.00 น. โดยมีอุณหภูมิต่ำสุด 27 องศาเซลเซียส และค่อย ๆ เริ่มสูงขึ้นตั้งแต่เวลา 07.00 น. เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน พบว่ า อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงกลางวันสูงกว่ากลางคืน อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของผิวถนนในที่ร่มต่างกันประมาณ 13 องศาเซลเซียส

ผิวถนนกลางแจ้ง จากการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารบ้านพอเพียง ตั้งแต่วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 00.00 น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 23.00 น. โดยเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 นาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า ผิวถนนกลางแจ้ง มีอุณหภูมิสูงสุดในเวลา 14.00น. มีอุณหภูมิสูงถึง 62.5 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิต่ำสุดเวลา 05.00 น. มีอุณหภูมิ 31 องศาเซลเซียส ลักษณะอุณหภูมิของผิวถนนกลางแจ้งโดยทั่วไปจะมีอุณหภูมิเริ่มสูงขึ้นตั้งแต่เวลา 08.00 น. และเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ทุก ๆ ชั่วโมงจนถึงจุดสูงสุดและค่อย ๆ ลดต่ำลงอย่างรวดเร็วตั้งแต่เวลา 15.30 น. เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน พบว่า อุณหภูมิ

ผิวในช่วงกลางวันสูงกว่าในช่วงเวลากลางคืนค่อนข้างมาก และอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุ ดของผิวถนนกลางแจ้งต่างกันประมาณ 31.5 องศาเซลเซียส

ผิวดินในที่ร่ม จากการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารบ้านพอเพียง ตั้งแต่วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 00.00 น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 23.00 น. โดยเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 นาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ผิวดินในที่ร่มมีอุณหภูมิสูงสุดในเวลา 13.00 น. มีอุณหภูมิ 34.4 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิต่ำสุดเวลา 05.00 น. มีอุณหภูมิ 27.5 องศาเซลเซียส ลักษณะของผิวดินในที่ร่มโดยทั่วไปค่อนข้างมีอุณหภูมิคงที่ โดยที่อุณหภูมิในช่วงกลางวันจะเริ่มสูงขึ้นในเวลา 09.00 น. และสูงสุดเวลา 13.00 น. หลังจากนั้นค่อย ๆ ลดต่ำลงจนถึงจุดต่ำสุดเวลา 05.00 น. อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของผิวดินในที่ร่มต่างกันประมาณ 6.9 องศาเซลเซียส

ผิวดินกลางแจ้ง จากการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารบ้านพอเพียง ตั้งแต่วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 00.00 น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 23.00 น. โดยเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 นาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า อุณหภูมิผิวดินกลางแจ้งมีอุณหภูมิสูงสุดในเวลา 14.00 น. อุณหภูมิสูงถึง 62.85 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเวลา 05.00 น. มีอุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส ลักษณะผิวดินกลางแจ้งโดยทั่วไปในช่วงกลางวันและกลางคืนมีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก โดยอุณหภูมิในช่วงกลางวันจะเริ่มสูงขึ้นตั้งแต่เวลา 09.00 น. จนถึงจุดสูงสุดในเวลา 14.00น. และค่อย ๆ ลดต่ำลงตั้งแต่เวลา 16.00น. จนถึงจุดต่ำสุดในเวลา 05.00 น. อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของผิวดินกลางแจ้งต่างกันประมาณ 36.85 องศาเซลเซียส

ผิวหญ้าในที่ร่ม จากการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารบ้านพอเพียง ตั้งแต่วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 00.00 น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 23.00 น. โดยเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 นาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า อุณหภูมิผิวหญ้าในที่ร่มอุณหภูมิสูงสุดในเวลา 13.00 น. มีอุณหภูมิ 32.3 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเวลา 05.00 น. มีอุณหภูมิ 26.3 องศาเซลเซียส ลักษณะอุณหภูมิของผิวหญ้าในที่ร่มโดยทั่วไปค่อนข้างมีอุณหภูมิคงที่ โดยที่อุณหภูมิในช่วงเวลากลางวันจะเริ่ มสูงขึ้นตั้งแต่เวลา 09.00น. จนถึงสูงสุดในเวลา 13.00 น. และค่อย ๆ ลดต่ำลงตั้งแต่เวลา 16.00 น. จนถึงจุดต่ำสุดในเวลา 05.00 น. อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของผิวหญ้าในที่ร่มต่างกันประมาณ 6 องศาเซลเซียส

ผิวหญ้ากลางแจ้ง จากการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารบ้านพอเ พียง ตั้งแต่วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 00.00 น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 23.00 น. โดยเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 นาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า อุณหภูมิผิวหญ้ากลางแจ้งมีอุณหภูมิ

สูงสุดในเวลา 14.00น. อุณหภูมิสูงถึง 45.7 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเวล า 05.00น. มีอุณหภูมิ 25.5 องศาเซลเซียส ลักษณะอุณหภูมิของผิวหญ้ากลางแจ้งโดยทั่วไปในช่วงเวลากลางวันและกลางคืนมีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก โดยอุณหภูมิในช่วงกลางวันจะเริ่มสูงตั้งแต่เวลา 09.00.น. จนถึงจุดสูงสุดในเวลา 14.00น. และค่อย ๆ ลดต่ำลงตั้งแต่เวลา 16.00 น. จนถึงจุดต่ำสุดในเวลา 05.00น. อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของผิวหญ้ากลางแจ้งต่างกันประมาณ 20.2 องศาเซลเซียส

ผิวน้ำในที่ร่ม จากการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารบ้านพอเพียง ตั้งแต่วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 00.00 น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 23.00 น. โดยเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 นาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า อุณหภูมิผิวน้ำในที่ร่ม อุณหภูมิสูงสุดเวลา 14.00 น. มีอุณหภูมิ 34.35 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเวลา 05.00 น. มีอุณหภูมิ 28.9 องศาเซลเซียส ลักษณะอุณหภูมิของผิวน้ำในที่ร่มโดยทั่วไปมีอุณหภูมิ ค่อนข้างคงที่ โดยที่อุณหภูมิในช่วงเวลากลางวันจะเริ่มสูงขึ้นตั้งแต่เวลา 09.00 น. จนถึงจุดสูงสุดในเวลา 14.00 น. และค่อยๆลดต่ำลงตั้งแต่เวลา 16.00 น. จนถึงจุดต่ำสุดในเวลา 05.00 น. อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของผิวน้ำในที่ร่มต่างกันประมาณ 5.45 องศาเซลเซียส

ผิวน้ำกลางแจ้ง จากการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารบ้านพอเพียง ตั้งแต่วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 00.00 น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 23.00 น. โดยเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 นาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า อุณหภูมิอุณหภูมิผิวน้ำกลางแจ้ง มีอุณหภูมิสูงสุดในเวลา 14.00 น. อุณหภูมิ 36.15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเวลา 05.00 น. มีอุณหภูมิ 30.1 องศาเซลเซียส ลักษณะอุณหภูมิของผิวน้ำกลางแจ้งโดยทั่วไปมีอุณหภูมิค่อนข้างคงที่ โดยที่อุณหภูมิในช่วงเวลากลางวันจะเริ่มสูงขึ้นตั้งแต่เวลา 09.00 น. จนถึงจุดสูงสุดในเวลา 14.00 น. และค่อยๆลดต่ำลงตั้งแต่เวลา 16.00 น. จนถึงจุดต่ำสุดในเวลา 05.00 น. อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของผิวน้ำกลางแจ้งต่างกันประมาณ 6.05 องศาเซลเซียส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.1 การบันทึกข้อมูล

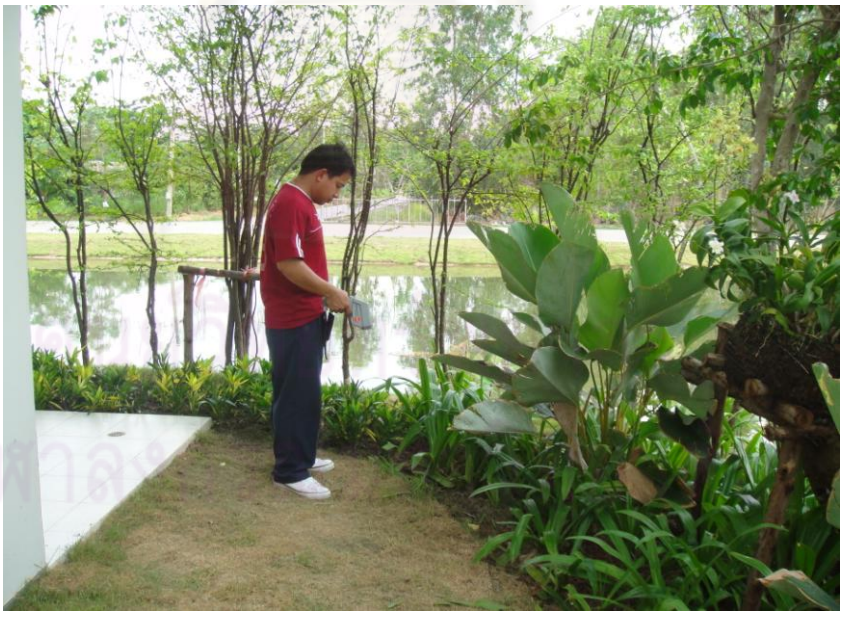
ภาพที่ 4 - 1 การบันทึกข้อมูลผิวถนนกลางแจ้ง เวลา 14.00 น. วันที่ 7 พฤษภาคม 2553 อุณหภูมิผิวถนนกลางแจ้ง 62.5°C

ภาพที่ 4 - 2 การบันทึกข้อมูลผิวถนนในที่ร่ม เวลา 14.00 น. วันที่ 7 พฤษภาคม 2553 อุณหภูมิผิวถนนในที่ร่มไม่โดนแดด 40°C

ภาพที่ 4 - 3 **การบันทึกข้อมูลผิวดินกลางแจ้ง เวลา** 14.00 **น. วันที่** 7 **พฤษภาคม** 2553
อุณหภูมิผิวดินกลางแจ้ง 62.85 °C

ภาพที่ 4 - 4 **การบันทึกข้อมูลผิวดินในที่ร่ม เวลา** 14.00 **น. วันที่** 7 **พฤษภาคม** 2553
อุณหภูมิผิวดินในที่ร่มไม่โดนแดด 34.4 °C

ภาพที่ 4 - 5 การบันทึกข้อมูลผิวหญ้ากลางแจ้ง เวลา 14.00 น. วันที่ 7 พฤษภาคม 2553 อุณหภูมิผิวหญ้ากลางแจ้ง 45.7 ˚C



ภาพที่ 4 - 6 การบันทึกข้อมูลผิวหญ้าในที่ร่ม เวลา 14.00 น. วันที่ 7 พฤษภาคม 2553 อุณหภูมิผิวหญ้าในที่ร่มไม่โดนแดด 32.3 ˚C

ภาพที่ 4- 7 **การบันทึกข้อมูลผิวน้ำกลางแจ้ง เวลา** 14.00 **น. วันที่** 7 **พฤษภาคม** 2553 **อุณหภูมิผิวน้ำกลางแจ้ง** 36.15°C

ภาพที่ 4 - 8 **การบันทึกข้อมูลผิวน้ำในที่ร่ม เวลา** 14.00 **น. วันที่** 7 **พฤษภาคม** 2553 **อุณหภูมิผิวน้ำในที่ร่มไม่โดนแดด** 34.35°C

ตารางที่ 4–1 แสดงอุณหภูมิท้องฟ้า ผิวถนนกลางแจ้ง ผิวถนนในที่ร่ม ผิวดินแห้งในที่ร่ม และผิวดินแห้งกลางแจ้ง วันที่ 6 พฤษภาคม2553 เวลา 00.00 น.ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม 2553 เวลา 23.00 น.

สภาพแวดล้อม / เวลา	ท้องฟ้า °C	ผิวถนนกลางแจ้ง °C	ผิวถนนในที่ร่ม °C	ผิวดินแห้งในที่ร่ม °C	ผิวดินแห้งกลางแจ้ง °C
00:00	-2.4	34	30.8	29.4	27.8
00:30	-3	33.5	30.7	29	27.9
01:00	-2.4	33.3	30.4	29	27.8
01:30	-3	32.2	30.3	29	27.7
02:00	-2.8	32.7	30	28.5	27
02:30	-3	32	29.6	28.7	26.7
03:00	-0.9	33	30.1	28.5	27.1
03:30	-1.9	31.9	30	28.5	27.1
04:00	-0.3	31.4	29.1	28.1	26.4
04:30	-0.3	30.9	28.8	27.8	26.3
05:00	-2.2	31.1	28.8	27.7	26
05:30	-0.4	30.6	28.5	27.4	26.1
06:00	-0.3	31.5	29.5	27.9	27.4
06:30	-2.3	31.7	29.3	27.9	26.8
07:00	-4	3.8	31.1	26.6	29.1
07:30	-4.1	36	33.1	29.2	28.8
08:00	-1.2	42.2	5.2	30	36.4
08:30	-1	42.3	35.2	30.5	35.6
09:00	-1.8	49.3	38.2	30.5	39.7
09:30	-0.9	48.2	37.7	30.5	39.9

ตารางที่ 4–1 (ต่อ) แสดงอุณหภูมิท้องฟ้า ผิวถนน กลางแจ้ง ผิวถนนในที่ร่ม ผิวดินแห้งในที่ร่ม และผิวดินแห้งกลางแจ้ง วันที่ 6 พฤษภาคม2553 เวลา 00.00 น.ถึง วันที่ 7 พฤษภาคม 2553 เวลา 23.00 น.

สภาพแวดล้อม / เวลา	ท้องฟ้า °C	ผิวถนน กลางแจ้ง °C	ผิวถนนใน ที่ร่ม °C	ผิวดินแห้งใน ที่ร่ม °C	ผิวดินแห้ง กลางแจ้ง °C
10:00	0.2	56.7	41.8	31.5	53.7
10:30	1.99	55.5	40.4	31.5	54
11:00	3.7	59.7	40.4	32.4	57
11:30	5.4	58.7	40.5	32.5	57.7
12:00	2.3	62.2	40.2	33.9	59.2
12:30	2.6	63	40.4	32.9	62.6
13:00	5.7	60.5	39.5	34	62.7
13:30	4	61.6	39.4	33.3	63.1
14:00	5.4	62.5	39.8	34.3	62.1
14:30	5.3	62.5	39.4	34.4	6.6
15:00	2.1	60.7	39.6	34.2	56.6
15:30	1.3	58.2	39.5	33.9	56
16:00	-1	57.3	38.9	33.8	2.5
16:30	-1.9	55.4	38.9	33.8	50
17:00	-1.2	49.5	36.5	33.5	45.5
17:30	-1.2	45.3	35.8	33.2	38.7
18:00	-2	43	35	33	35.5
18:30	-2	40.8	34.1	32.1	33.4
19:00	2.7	39.2	33	31.8	32.6
19:30	-1.1	38.5	33.8	31	31.5

ตารางที่ 4–1 (ต่อ) แสดงอุณหภูมิท้องฟ้า ผิวถนน กลางแจ้ง ผิวถนนในที่ร่ม ผิวดินแห้งในที่ร่ม และผิวดินแห้งกลางแจ้ง วันที่ 6 พฤษภาคม2553 เวลา 00.00 น.ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม 2553 เวลา 23.00 น.

สภาพแวดล้อม / เวลา	ท้องฟ้า ˚C	ผิวถนน กลางแจ้ง ˚C	ผิวถนนใน ที่ร่ม ˚C	ผิวดินแห้งใน ที่ร่ม ˚C	ผิวดินแห้ง กลางแจ้ง ˚C
20:00	-1.1	38.232.8	30.6	30.3	29.2
20:30	-1.9	37.3	32.6	31	30.3
21:00	-0.5	37.1	32.3	30.3	30
21:30	-0.7	36.1	31.9	30.3	29.9
22:00	-0.3	35.7	31.8	30.1	29.6
22:30	-0.3	35.3	31.7	30.1	29.2
23:00	-1.9	34.8	31.3	29.5	28.5
23:30	-2.4	34.8	31.3	29.4	28.4

ตารางที่ 4–2 แสดงอุณหภูมิผิวหญ้า กลางแจ้ง ผิวหญ้าในที่ร่ม ผิวน้ำในที่ร่ม ผิวน้ำกลางแจ้ง และความชื้นสัมพัทธ์นอกบ้าน วันที่ 6 พฤษภาคม 2553 เวลา 00.00 น.ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม 2553 เวลา 23.00 น.

สภาพแวดล้อม / เวลา	ผิวหญ้า กลางแจ้ง ˚C	ผิวหญ้าใน ที่ร่ม ˚C	ผิวน้ำใน ที่ร่ม ˚C	ผิวน้ำ กลางแจ้ง ˚C	ความชื้น สัมพัทธ์ นอกบ้าน (%)
00:00	26.7	27.4	30.1	31.7	85
00:30	26.7	27.3	29.8	31.5	85
01:00	26	26.99	29.7	31.4	87
01:30	25.6	27.4	29.6	31.3	87
02:00	25.6	26.8	29.6	31.1	89
02:30	25.7	26.9	29.6	31	89

ตารางที่ 4–2 (ต่อ) แสดงอุณหภูมิผิวหญ้า กลางแจ้ง ผิวหญ้าในที่ร่ม ผิวน้ำในที่ร่ม ผิวน้ำกลางแจ้ง และความชื้นสัมพัทธ์นอกบ้าน วันที่ 6 พฤษภาคม 2553 เวลา 00.00 น.ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม 2553 เวลา 23.00 น.

สภาพแวดล้อม / เวลา	ผิวหญ้ากลางแจ้ง °C	ผิวหญ้าในที่ร่ม °C	ผิวน้ำในที่ร่ม °C	ผิวน้ำกลางแจ้ง °C	ความชื้นสัมพัทธ์นอกบ้าน (%)
03:00	26.4	26.9	29.7	30.7	91
03:30	26	26.9	29.3	30.8	91
04:00	25.5	26.5	29.2	30.6	92
04:30	25.6	26.1	29.2	30.5	92
05:00	25.6	26.3	29.1	30.3	93
05:30	25.6	26.3	29	30.4	93
06:00	26.5	26.6	28.8	30.2	90
06:30	26.3	26.6	29	30	90
07:00	29.8	27.1	29.1	30.6	81
07:30	29.9	26.9	29	30.2	80
08:00	33.2	28	30.1	31.4	72
08:30	33.3	28	31.1	31.4	73
09:00	33.4	30.1	31	32.1	63
09:30	33.8	29.7	31.2	31.8	63
10:00	40.4	31.5	31.9	33.5	62
10:30	40.7	31.5	31.8	33.3	61
11:00	40.44	32.6	33.2	34.1	61
11:30	39.2	315	33	33.5	61
12:00	43.4	33.1	33.8	35.2	59

ตารางที่ 4–2 (ต่อ) แสดงอุณหภูมิผิวหญ้า กลางแจ้ง ผิวหญ้าในที่ร่ม ผิวน้ำในที่ร่ม ผิวน้ำกลางแจ้ง และความชื้นสัมพัทธ์นอกบ้าน วันที่ 6 พฤษภาคม 2553 เวลา 00.00 น.ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม 2553 เวลา 23.00 น.

สภาพแวดล้อม / เวลา	ผิวหญ้ากลางแจ้ง °C	ผิวหญ้าในที่ร่ม °C	ผิวน้ำในที่ร่ม °C	ผิวน้ำกลางแจ้ง °C	ความชื้นสัมพัทธ์นอกบ้าน (%)
12:30	44.2	31.1	33.5	35.3	59
13:00	45	32.4	33.1	35.7	58
13:30	46.5	32.7	33.8	35.4	58
14:00	45.3	33	34.1	36.1	56
14:30	46.1	31.6	34.1	36.2	54
15:00	44	33.5	34.4	36	53
15:30	42.33	31.2	34.3	36.1	53
16:00	39.5	32.4	33.4	35.8	54
17:00	37.2	30	33.4	35	55
17:30	32.4	29.6	32	33.9	60
18:00	30.5	29.6	32	33.9	60
18:30	29.2	29.4	32.1	33.8	67
19:00	29.7	29.3	31.8	33.5	70
19:30	29.2	29	31	33	70
20:00	28.4	30.4	32.9	29.6	74
20:30	28	28.5	31	33	74
21:00	27.4	28.1	30.8	32.5	76
21:30	26.9	28.2	30.8	32.5	76
22:00	27.3	37.8	30.5	32.2	80

ตารางที่ 4–2 (ต่อ) แสดงอุณหภูมิผิวหญ้ากลางแจ้ง ผิวหญ้าในที่ร่ม ผิวน้ำในที่ร่ม ผิวน้ำกลางแจ้ง และความชื้นสัมพัทธ์นอกบ้าน วันที่ 6 พฤษภาคม 2553 เวลา 00.00 น.ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม 2553 เวลา 23.00 น.

สภาพแวดล้อม / เวลา	ผิวหญ้ากลางแจ้ง °C	ผิวหญ้าในที่ร่ม °C	ผิวน้ำในที่ร่ม °C	ผิวน้ำกลางแจ้ง °C	ความชื้นสัมพัทธ์นอกบ้าน (%)
22:30	27.6	28.1	30.4	32.1	80
23:00	26.7	27.7	30	31.8	82
23:30	27.1	27.3	30	31.7	82

ตารางที่ 4–3 แสดงอุณหภูมิอากาศบริเวณที่ปรับภูมิทัศน์ อุณหภูมิอากาศบริเวณที่ไม่ได้ปรับภูมิทัศน์ และความชื้นสัมพัทธ์บริเว ณกลางแจ้ง วันที่ 6 พฤษภาคม 2553 เวลา 0.00 น.ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม 2553 เวลา 23.00 น.

สภาพแวดล้อม / เวลา	อุณหภูมิอากาศบริเวณที่ปรับภูมิทัศน์ °C	อุณหภูมิอากาศบริเวณที่ไม่ได้ปรับภูมิทัศน์ °C	ความชื้นสัมพัทธ์บริเวณกลางแจ้ง (%)
00:00	28.3	28.5	98
00:30	28.2	28.3	99
01:00	27.8	28.3	100
01:30	27.8	28.3	100
02:00	27.9	28.1	100
02:30	27.8	28.1	100
03:00	27.5	28.2	100
03:30	27.5	28.2	100
04:00	27	27.6	100

ตารางที่ 4–3 (ต่อ) แสดงอุณหภูมิอากาศบริเวณที่ปรับภูมิทัศน์ อุณหภูมิอากาศบริเวณที่ไม่ได้ปรับภูมิทัศน์ และ ความชื้นสัมพัทธ์ บริเวณกลางแจ้ง วันที่ 6 พฤษภาคม2553 เวลา 0.00 น.ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม 2553 เวลา 23.00 น.

สภาพแวดล้อม / เวลา	อุณหภูมิอากาศบริเวณที่ปรับภูมิทัศน์ °C	อุณหภูมิอากาศบริเวณที่ไม่ได้ปรับภูมิทัศน์ °C	ความชื้นสัมพัทธ์บริเวณกลางแจ้ง (%)
04:30	26.9	27.6	100
05:00	26.5	27.3	100
05:30	26.6	27.3	100
06:00	27.8	28	100
06:30	27.7	28.2	100
07:00	29.4	31.8	70
07:30	29.5	33.8	63
08:00	31.2	33.8	63
08:30	32.2	34.2	63
09:00	33.4	36.5	61
09:30	34.5	36.2	60
10:00	35.9	36.7	48
10:30	36.5	36.7	52
11:00	38.4	38.3	60
11:30	36.8	37.5	62
12:00	37.4	41.8	58
12:30	39.4	41.8	58
13:00	39.7	43	48
13:30	37.9	42.3	48

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4–3 (ต่อ) แสดงอุณหภูมิอากาศบริเวณที่ปรับภูมิทัศน์ อุณหภูมิอากาศบริเวณที่ไม่ได้ปรับภูมิทัศน์ และความชื้นสัมพัท ธ์บริเวณกลางแจ้ง วันที่ 6 พฤษภาคม 2553 เวลา 0.00 น.ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม 2553 เวลา 23.00 น.

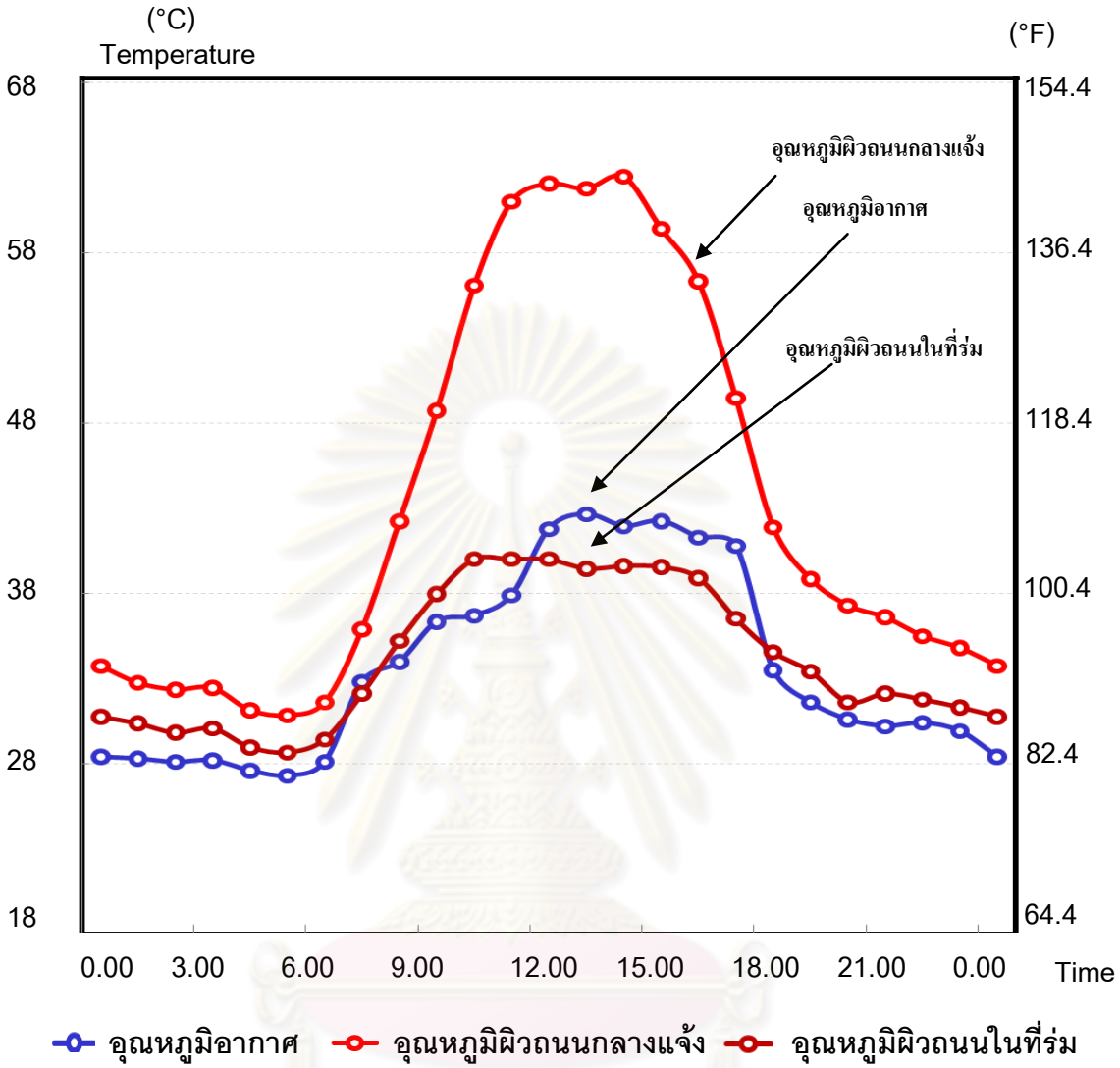
สภาพแวดล้อม / เวลา	อุณหภูมิอากาศบริเวณที่ปรับภูมิทัศน์ °C	อุณหภูมิอากาศบริเวณที่ไม่ได้ปรับภูมิทัศน์ °C	ความชื้นสัมพัทธ์บริเวณกลางแจ้ง (%)
14:00	39.5	41.5	57
14:30	39.1	42.4	57
15:00	36	41.7	58
15:30	36.8	42.8	57
16:00	36.8	41.8	58
17:00	36	40.8	58
17:30	32.5	34.9	58
18:00	30.5	34.6	58
18:30	30.9	32.4	71
19:00	30.5	31.6	73
19:30	30.5	31.6	73
20:00	29.3	30.6	79
20:30	29.1	30.6	79
21:00	29.1	30.2	83
21:30	29.3	30.2	83
22:00	29.4	30.3	83
22:30	29.4	30.5	84
23:00	28.8	29.9	86
23:30	29	29.9	86

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวถนนกลางแจ้ง อุณหภูมิผิวถนนในที่ร่ม และอุณหภูมิอากาศ

จากการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารบ้านพอเพียง ตั้งแต่วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 00.00 น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม 2553 เวลา 23.00 น. โดยเก็บข้อมูลทุกๆ 30 นาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า ผิวถนนกลางแจ้งมีอุณหภูมิสูงสุดในเวลา 14.00 น. มีอุณหภูมิสูงถึง 62.5 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเวลา 05.00 น. มีอุณหภูมิ 31 องศาเซลเซียส ลักษณะอุณหภูมิของผิวถนนกลางแจ้งโดยทั่วไปจะมีอุณหภูมิเริ่มสูงขึ้นตั้งแต่เวลา 08.00 น. และเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ทุกๆ ชั่วโมง จนถึงจุดสูงสุดเวลา 14.00 น. และค่อยๆลดต่ำลงอย่างรวดเร็วตั้งแต่เวลา 16.00 น. เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิในช่วงกลางวันและกลางคืน พบว่า อุณหภูมิในช่วงกลางวันสูงกว่ากลางคืนค่อนข้างมาก ส่วนผิวถนนในที่ร่มมีอุณหภูมิสูงสุด ในช่วงกลางวันประมาณ 40 องศาเซลเซียส และค่อยๆต่ำลง ตั้งแต่เวลาประมาณ 17.00 น. จนถึงจุดต่ำสุดเวลา 05.00 น. โดยมีอุณหภูมิประมาณ 27 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวถนนในที่ร่มในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน พบว่า อุณหภูมิแตกต่างกันไม่มากนัก สำหรับอุณหภูมิอากาศมีลักษณะทั่วไปคือจะสูงในช่วงกลางวัน มีอุณหภูมิสูงสุด 41 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.00 น. และมีอุณหภูมิต่ำสุด 27 องศาเซลเซียส ในเวลา 05.00 น. เมื่อนำข้อมูลเปรียบเทียบ พบว่า อุณหภูมิผิวถนนกลางแจ้งมีอุณหภูมิสูงกว่าผิวถนนในที่ร่มและอุณหภูมิอากาศ เพราะว่าผิวถนนกลางแจ้งได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์และมีการสะสมความร้อนไว้จึงทำให้อุณหภูมิค่อนข้างสูงมาก ส่วนอุณหภูมิผิวถนนในที่ร่มช่วงกลางวันมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ และในช่วงกลางคืนมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศ เป็นเพราะผิวถนนในที่ร่มได้รับอิทธิพลจากการแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์น้อยมาก จึงทำให้อุณหภูมิต่ำ และค่อนข้างคงที่ตลอดทั้งวัน ดังแสดงในแผนภูมิที่ 4 – 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

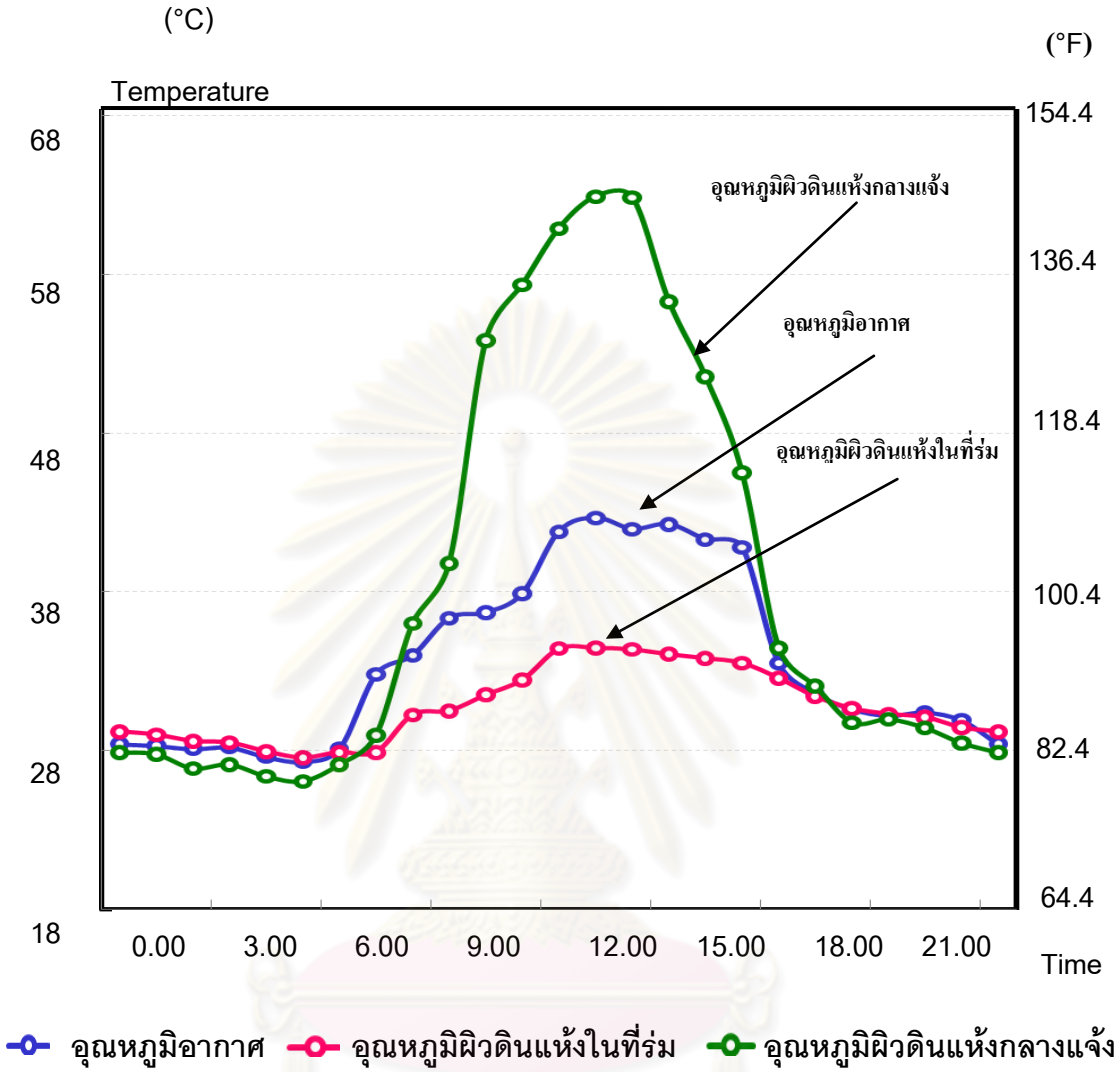


แผนภูมิที่ 4-1 เปรียบเทียบ อุณหภูมิผิวถนนกลางแจ้ง อุณหภูมิผิวถนนในที่ร่ม และอุณหภูมิ อากาศ วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 00.00 น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 23.00 น. ภายนอกบ้านพอเพียง มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ วิทยาเขตบางคล้า

การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวดินกลางแจ้ง อุณหภูมิผิวดินในที่ร่ม และอุณหภูมิอากาศ

จากการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารบ้านพอเพียง ตั้งแต่วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 00.00 น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม 2553 เวลา 23.00 น. โดยเก็บข้อมูลทุกๆ 30 นาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า ผิวดินกลางแจ้งมีอุณหภูมิสูงสุดในเวลา 14.00 น. อุณหภูมิสูงถึง 62.85 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเวลา 05.00 น. มีอุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส ลักษณะอุณหภูมิของผิวดินกลางแจ้งโดยทั่วไปในช่วงเวลากลางวันและกลางคืนมีความแตกต่างค่อนข้างมาก โดยอุณหภูมิในช่วงกลางวันและกลางคืน มีความแตกต่างค่อนข้างมาก โดยอุณหภูมิในช่วงกลางวันเริ่มสูงขึ้นตั้งแต่เวลา 09.00 น. จนถึงสูงสุดเวลา 14.00 น. และค่อยๆลดต่ำลงตังแต่เวลา 16.00 น. จนถึงจุดต่ำสุด ในเวลา 05.00 น. ส่วนผิวดินในที่ร่มมีอุณหภูมิสูงสุดในเวลา 13.00 น. มีอุณหภูมิ 34.4 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิต่ำสุดเวลา 05.00 น. มีอุณหภูมิ 27.5 องศาเซลเซียส ลักษณะอุณหภูมิของผิวดินในที่ร่ มโดยทั่วไปมีอุณหภูมิค่อนข้างคงที่ โดยที่อุณหภูมิในช่วงเวลากลางวันจะเริ่มสูงขึ้นตั้งแต่เวลา 09.00 น. และสูงสุดเวลา 13.00 น. หลังจากนั้นค่อยๆ ลดต่ำลงจนถึงจุดต่ำสุด เวลา 05.00 น. สำหรับอุณหภูมิอากาศมีลักษณะทั่วไปคือจะสูงในช่วงเวลากลางวัน มีอุณหภูมิสูงสุด 41 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.00 น. และมีอุณหภูมิต่ำสุด 27 องศาเซลเซียส ในเวลา 05.00 น. เมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบ พบว่า ในช่วงกลางวันอุณหภูมิผิวถนนดินกลางแจ้งมีอุณหภูมิสูงกว่าผิวดินในที่ร่มและอุณหภูมิอากาศ เพราะว่าผิวดินกลางแจ้งได้รับอิทธิพลการแผ่รังสีความร้อนจาก ดวงอาทิตย์จึงทำให้อุณหภูมิค่อนข้างสูง ในช่วงกลางคืนอุณหภูมิผิวดินกลางแจ้งต่ำกว่าอุณหภูมิผิวดินในที่ร่มและอุณหภูมิอากาศ แสดงว่าผิวดินกลางแจ้งได้รับการถ่ายเทความเย็นจากท้องฟ้า ส่วนอุณหภูมิผิวดินในที่ร่มมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิผิวดินกลางแจ้ง เป็นเพราะว่าผิวดินในที่ร่มได้รับอิทธิพลจากการแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์น้อยมาก จึงทำให้อุณหภูมิต่ำ และค่อนข้างคงที่ตลอดทั้งวัน ดังแสดงในแผนภูมิที่ 4 – 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

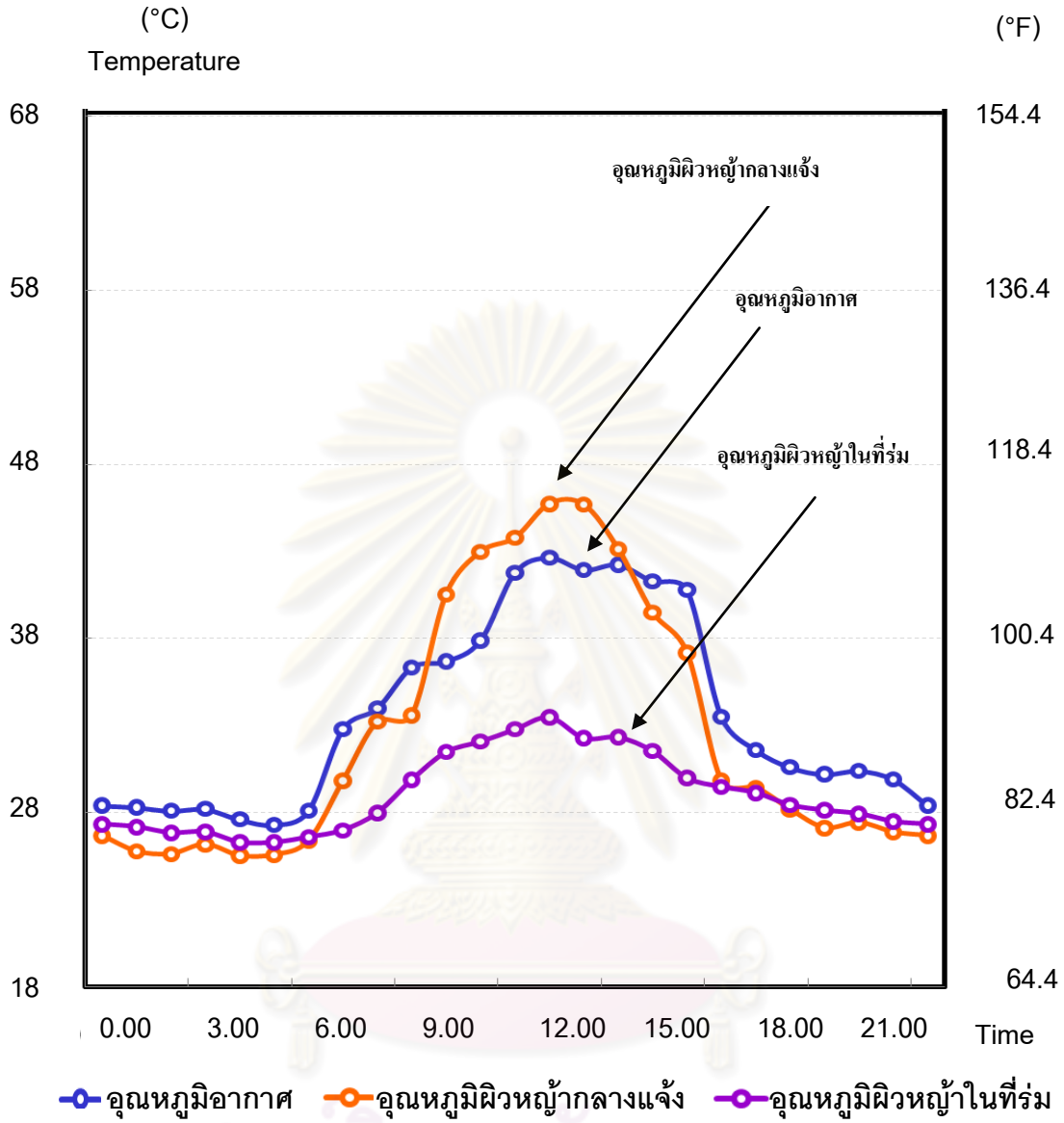


แผนภูมิ 4-2 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวดินกลางแจ้ง อุณหภูมิผิ วดินในที่ร่ม และ อุณหภูมิอากาศ วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 00.00 น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 23.00 น. ภายนอกบ้านพอเพียง มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ วิทยาเขตบางคล้า

การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหญ้ากลางแจ้ง อุณหภูมิผิวหญ้าในที่ร่มและอุณหภูมิอากาศ

จากการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารบ้านพอเพียง ตั้งแต่วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 00.00น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 23.00น. โดยเก็บข้อมูลทุกๆ 30 นาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าผิวหญ้ากลางแจ้งมีอุณหภูมิสูงสุดในเวลา 14.00 น. อุณหภูมิสูงถึง 45.7 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเวลา 05.00 น. มีอุณหภูมิ 25.5 องศาเซลเซียส ลักษณะอุณหภูมิผิวหญ้ากลางแจ้งโดยทั่วไปในช่วงเวลากลางวัน และกลางคืนมีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก โดยอุณหภูมิในช่วงกลางวั นจะเริ่มสูงตั้งแต่เวลา 09.00 น. จนถึงจุดสูงสุดในเวลา 14.00 น.และค่อยๆลดต่ำลงตั้งแต่เวลา 16.00 น. จนถึงจุดต่ำสุดเวลา 05.00 น. ส่วนผิวหญ้าในที่ร่มมีอุณหภูมิสูงสุดในเวลา 13.00 น. มีอุณหภูมิ 32.3 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเวลา 05.00 น. มีอุณหภูมิ 26.3 องศาเซลเซียส ลักษณะอุณหภูมิของผิวหญ้าในที่ร่มโดยทั่วไปค่อนข้างมีอุณหภูมิคงที่ โดยที่อุณหภูมิในช่วงเวลากลางวันจะเริ่มสูงขึ้นตั้งแต่เวลา 09.00 น. จนถึงจุดสูงสุดในเวลา 13.00 น. และค่อยๆลดต่ำลงตั้งแต่เวลา 16.00 น. จนถึงจุดต่ำสุดเวลา 05.00 น. สำหรับอุณหภูมิอากาศมีลักษณะทั่วไป คือ จะสูงในช่วงเวลากลางวัน มีอุณหภูมิสูงสุด 41 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.00 น. และอุณหภูมิต่ำสุด 27 องศาเซลเซียส ในเวลา 05.00 น. เมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบพบว่า ในช่วงกลางวันอุณหภูมิผิวหญ้ากลางแจ้งสูงกว่าอุณหภูมิผิวหญ้าในที่ร่มและอุณหภูมิอากาศ เพราะว่าผิวหญ้ากลางแจ้งได้รับอิทธิพลการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ จึงทำให้อุณหภูมิค่อนข้างสูง ในช่วงเวลากลางคืนอุณหภูมิผิวหญ้ากลางแจ้งต่ำกว่าอุณหภูมิผิวหญ้าในที่ร่มและอุณหภูมิอากาศ แสดงว่าผิวหญ้ากลางแจ้งได้รับการถ่ายเทความเย็นจากท้องฟ้า ส่วนอุณหภูมิผิวดิ นในที่ร่มในช่วงกลางวันจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิผิวหญ้ากลางแจ้งเป็นเพราะว่าผิวหญ้าในที่ร่มได้รับอิทธิพลการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์น้อยมาก จึงทำให้อุณหภูมิต่ำและค่อนข้างคงที่ตลอดทั้งวัน ดังแสดงในแผนภูมิที่ 4-3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

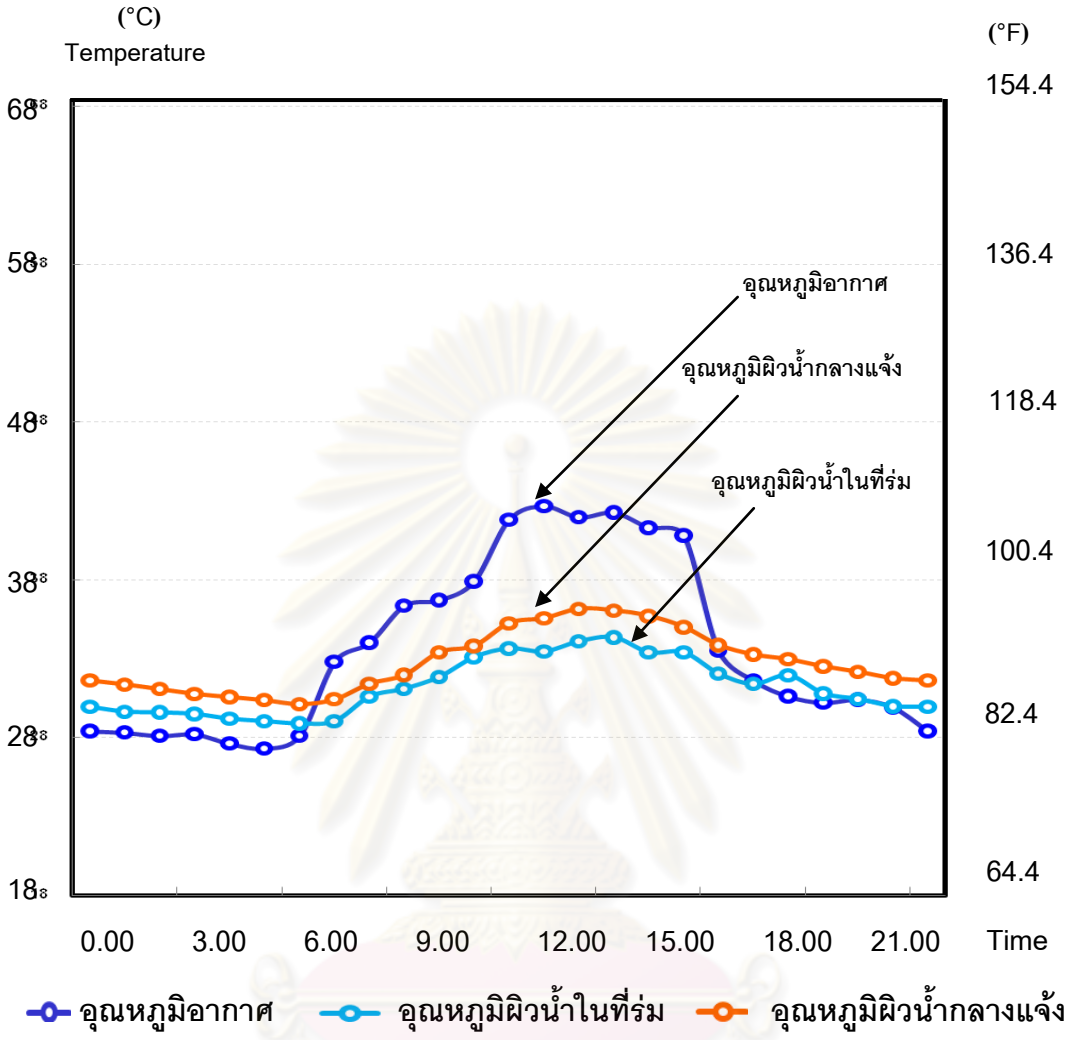


แผนภูมิที่ 4-3 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหญ้ากลางแจ้ง อุณหภูมิผิวหญ้าในที่ร่ม และอุณหภูมิอากาศ วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 00.00 น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 23.00 น. ภายนอกบ้านพอเพียง มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ วิทยาเขตบางคล้า

การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวน้ำกลางแจ้ง อุณหภูมิผิวน้ำในที่ร่มและอุณหภูมิอากาศ

จากการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารบ้านพอเพียง ตั้งแต่วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 00.00น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 23.00น. โดยเก็บข้อมูลทุกๆ 30 นาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า ผิวน้ำกลางแจ้งมีอุณหภูมิสูงสุดในเวลา 14.00 น. อุณหภูมิ 36.15 องศาเซลเซียส และต่ำสุดเวลา 05.00 น. มีอุณหภูมิ 30.10 องศาเซลเซียส ลักษณะของอุณหภูมิของผิวน้ำกลางแจ้งโดยทั่วไปมีอุณหภูมิค่อนข้างคงที่ โดยที่อุณหภูมิในช่วง เวลากลางวันจะเริ่มสูงขึ้นตั้งแต่ 09.00 น. จนถุงจุดสูงสุดในเวลา 14.00 น. และค่อยๆลดต่ำลงตั้งแต่เวลา 16.00 น. จนถึงจุดต่ำสุดในเวลา 05.00 น. ส่วนผิวน้ำในที่ร่มมีอุณหภูมิ สูงสุด 34.35 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.00 น. และอุณหภูมิต่ำสุดในเวลา 05.00 น. มีอุณหภูมิ 28.90 องศาเซลเซียส ลักษณะอุณหภูมิของผิวน้ำในที่ร่มโดยทั่วไปมีอุณหภูมิค่อนข้างคงที่ โดยที่อุณหภูมิในช่วงเวลากลางวันจะเริ่มสูงขึ้นตั้งแต่ 09.00 น. จนถุงจุดสูงสุดในเวลา 14.00 น. และค่อยๆลดต่ำลงตั้งแต่เวลา 16.00 น. จนถึงจุดต่ำสุดในเวลา 05.00 น. สำหรับอุณหภูมิอากาศมีลักษณะทั่วไป คือ จะสูงในช่วงเวลากลางวันมีอุณหภูมิสูงสุด 41 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.00 น. และมีอุณหภูมิต่ำสุด 27 องศาเซลเซียส ในเวลา 05.00 น. เมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบพบว่าในช่วงเวลากลางวันอุณหภูมิผิวน้ำกลางแจ้งโดนแดดต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ ส่ วนในเวลากลางคืนมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศและสูงกว่าอุณหภูมิผิวน้ำในที่ร่ม ไม่โดนแดด ตลอดทั้งวัน สำหรับอุณหภูมิผิวน้ำในที่ร่มในช่วงกลางวันต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ ในช่วงกลางคืนสูงกว่าอุณหภูมิอากาศ จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิของผิวน้ำกลางแจ้ง และอุณหภูมิผิวน้ำในที่ร่ มมีอุณหภูมิไม่แตกต่าง กันมากนัก และมีอุณหภูมิค่อนข้าง คงที่ตลอดทั้งวัน แสดงว่าน้ำมีค่าความจุความร้อนมาก จึงทำให้อุณหภูมิค่อนข้างคงที่ ดังแสดงในแผนภูมิที่ 4-4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

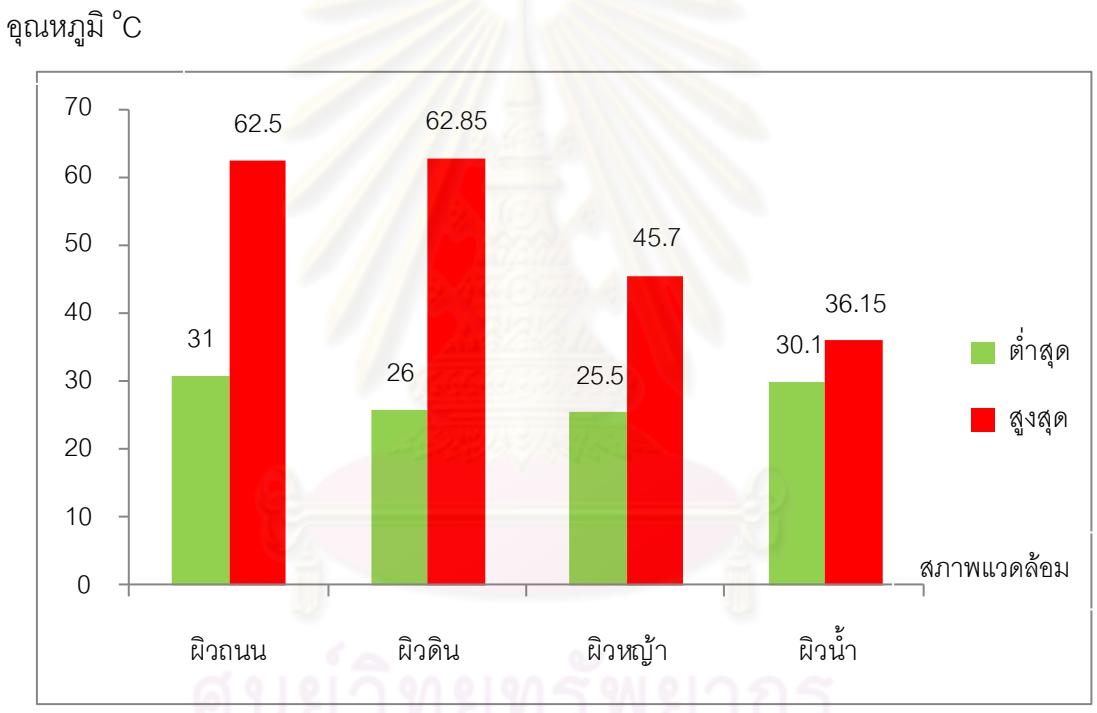


แผนภูมิที่ 4-4 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวน้ำกลางแจ้ง อุณหภูมิผิวน้ำใ นที่ร่ม และ อุณหภูมิอากาศ วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 00.00 น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 23.00 น. ภายนอกบ้านพอเพียง มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ วิทยาเขตบางคล้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

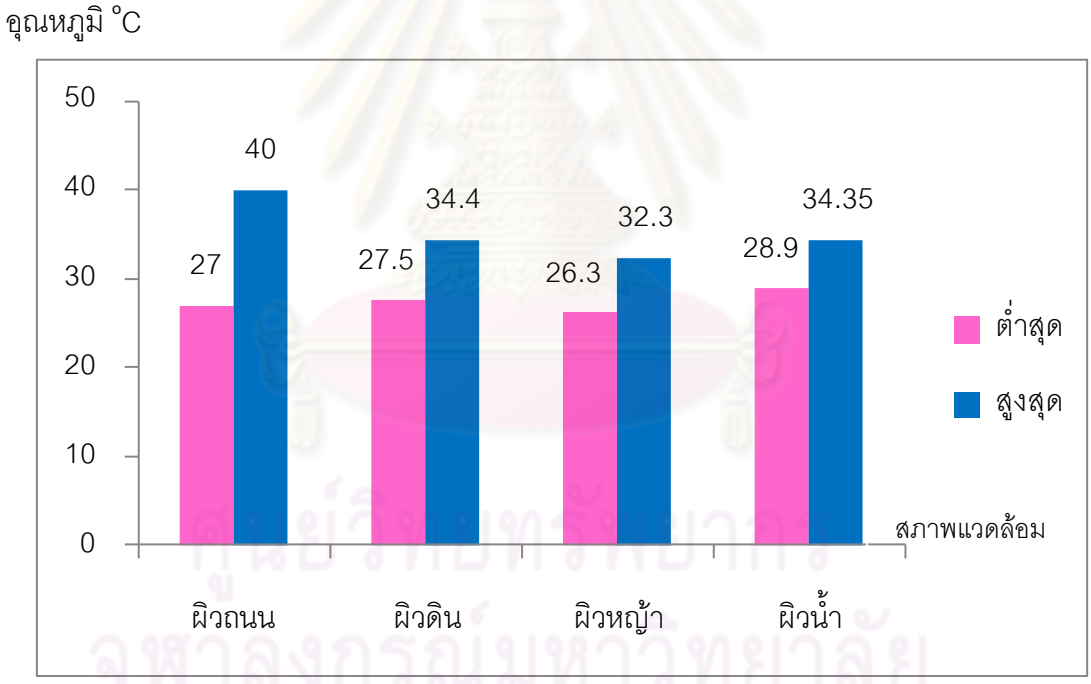
4.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวต่างๆ ของสภาพแวดล้อม

จากการเก็บข้อมูลขอ งผู้วิจัยซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลทั้งในสภาพแวดล้อมกลางแจ้ง และสภาพแวดล้อมในที่ร่ม ได้แก่ ผิวถนนกลางแจ้ง ผิวถนนในที่ร่ม ผิวดินกลางแจ้ง ผิวดินในที่ร่ม ผิวหญ้ากลางแจ้ง ผิวหญ้าในที่ร่ม ผิวน้ำกลางแจ้ง และผิวน้ำในที่ร่ม และได้ทำการเปรียบเทียบข้อมูลในแต่ละช่วงเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยใช้หลักแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อธิบายคุณสมบัติของตัวแปรต่างๆ จึงทำให้ทราบตัวแปรที่มีอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด ดังได้แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้



แผนภูมิที่ 4-5 แสดงอุณหภูมิผิวสูงสุด - ต่ำสุด ของวัสดุต่างๆบริเวณ สภาพแวดล้อมกลางแจ้ง โดนแดดภายนอกบ้านพอเพียง มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ วิทยาเขตบางคล้า วันที่ 6 พฤษภาคม พ .ศ.2553 เวลา 00.00 น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 23.00 น.

จากแผนภูมิที่ 4-5 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุ ดและต่ำสุดของสภาพแวดล้อม กลางแจ้ง โดนแดด ภายนอกบ้านพอเพียง พบว่า อุณหภูมิ ผิวดินมีอุณหภูมิสูงสุด 62.85 องศาเซลเซียส เวลา 14.00 น. และต่ำสุด 26 องศาเซลเซียส เวลา 05.00 น. รองลงมาคือ ผิวถนนมีอุณหภูมิสูงสุด 62.5 องศาเซลเซียส และต่ำสุด 31 องศาเซลเซียส เวลา 05.00 น. อุณหภูมิผิวหญ้าสูงสุด 45.7 องศาเซลเซียส และต่ำสุด 25.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิผิวน้ำสูงสุด 36.15 องศาเซลเซียส และต่ำสุด 30.1 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบช่วงอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดแต่ละสภาพแวดล้อม พบว่า ผิวดิน กลางแจ้งโดนแดด มีอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดต่างกั น 36.85 องศาเซลเซียส ผิวถนนมีอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดต่างกัน 31.5 องศาเซลเซียส ผิวหญ้ามีอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดต่างกัน 20.2 องศาเซลเซียส ผิวน้ำมีอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดต่างกัน 6.05 องศาเซลเซียส



แผนภูมิที่ 4 – 6 แสดงอุณหภูมิผิวสูงสุด - ต่ำสุด ของวัสดุต่าง ๆบริเวณ สภาพแวดล้อมในที่ร่มภายนอกบ้านพอเพียง มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ วิทยาเขตบางคล้า วันที่ 6 พฤษภาคม พ .ศ.2553 เวลา 00.00 น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 23.00 น.

จากแผนภูมิที่ 4- 6 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวสูงสุดและต่ำสุดของสภาพแวดล้อมในที่ร่ม ไม่โดนแดดภายนอกบ้านพอเพียง พบว่า ผิวถนนมีอุณหภูมิสูงสุด 40 องศาเซลเซียส เวลา 14.00 น. และต่ำสุด 27 องศาเซลเซียส เวลา 05.00 น. เวลา 05.00 น. ผิวน้ำมีอุณหภูมิสูงสุด 34.35 องศาเซลเซียส เวลา 14.00 น. และต่ำสุด 28.9 องศาเซลเซียส เวลา 05.00 น. ผิวหญ้ามีอุณหภูมิสูงสุด 32.3 องศาเซลเซียส เวลา 13.00 น. และต่ำสุด 26.3 องศาเซลเซียส เวลา 05.00 น.เมื่อเปรียบเทียบช่วงอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดแต่ละสภาพแวดล้อมพบว่าผิวถนนในที่ร่มไม่โดนแดดมีอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดต่างกัน 13 องศาเซลเซียส ผิวดินมีอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดต่างกัน 6.9 องศาเซลเซียส ผิวน้ำมีอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดต่างกัน 5.45 องศาเซลเซียสผิวหญ้ามีอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดต่างกัน 6 องศาเซลเซียส

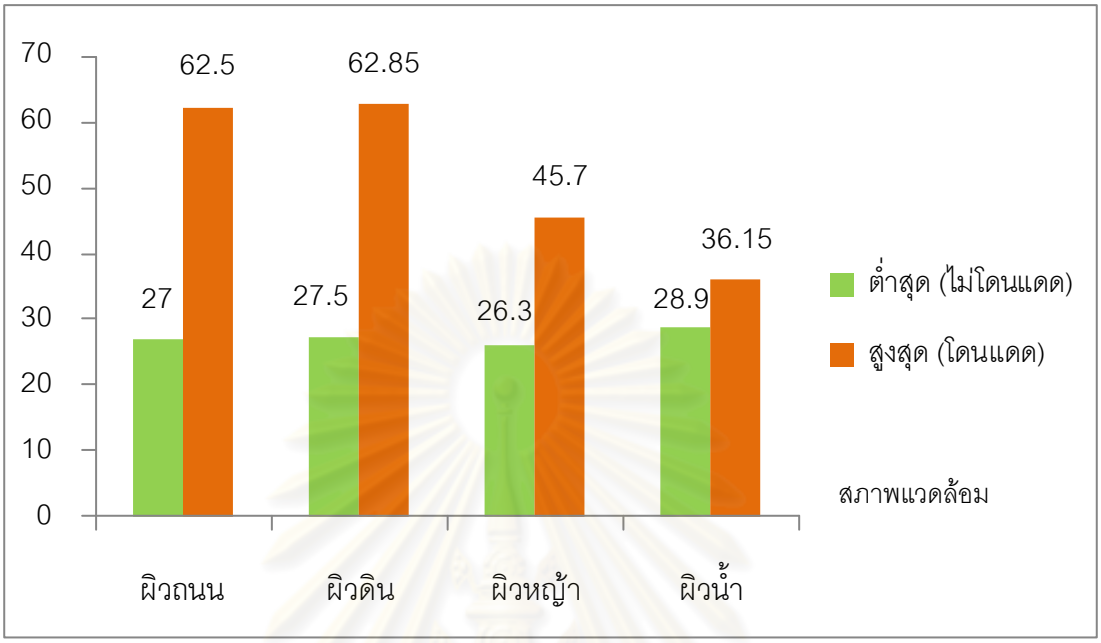
ตารางที่ 4 – 4 เปรียบเทียบอุณหภูมิสภาพแวดล้อมกลางแจ้ง

สภาพแวดล้อม	ต่ำสุด (°c)	สูงสุด(°c)	ผลต่าง(°c)
ผิวถนน	31	62.5	31.5
ผิวดิน	26	62.85	36.85
ผิวหญ้า	25.5	45.7	20.2
ผิวน้ำ	30.1	36.15	6.05

ตารางที่ 4 – 5 เปรียบเทียบอุณหภูมิสภาพแวดล้อมในที่ร่ม

สภาพแวดล้อม(°c)	ต่ำสุด (°c)	สูงสุด(c) (°c)	ผลต่าง(°c)
ผิวถนน	27	40	13
ผิวดิน	27.5	34.4	6.9
ผิวหญ้า	26.3	32.3	6
ผิวน้ำ	28.9	34.35	5.45

จากตารางที่ 4-2 และ 4-3 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิสภาพแวดล้อมกลางแจ้ง โดนแดดและสภาพแวดล้อมในที่ร่ม ไม่โดนแดด พบว่า อุณหภูมิของสภาพแวดล้อมที่อยู่กลางแจ้งแต่ละประเภทมีความแตกต่างค่อนข้างมาก ส่วนอุณหภูมิสภาพแวดล้อมในที่ร่มนั้น มีความแตกต่างกันน้อยมาก เมื่อเทียบกับอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมที่อยู่กลางแจ้ง



แผนภูมิที่ 4-7 แสดงระดับอุณหภูมิ ผิวสูงสุดเมื่อโดนแดด และต่ำสุดเมื่อไม่โดนแดด ของแต่ละสภาพแวดล้อมภายนอกบ้านพอเพียง มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ วิทยาเขตบางคล้า วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 00.00 น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 23.00 น.

จากแผน ภูมิที่ 4-7 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิระดับสูงสุดและต่ำสุดของแต่ละสภาพแวดล้อมภายนอกบ้านพอเพียง พบว่า อุณหภูมิผิวถนนกลางแจ้งมีอุณหภูมิสูงสุด 62.5 องศาเซลเซียส เวลา 14.00 น. อุณหภูมิผิวถนนในที่ร่มต่ำสุด 27 องศาเซลเซียส เวลา 05.00 น. ซึ่งมีระดับอุณหภูมิที่แตกต่างกัน 33.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิผิวดินกลางแจ้งมีอุณหภูมิสูงสุด 62.85 องศาเซลเซียส เวลา 14.00 น. อุณหภูมิผิวดินในที่ร่มต่ำสุด 27.5 องศาเซลเซียส เวลา 05.00 น. ซึ่งมีระดับอุณหภูมิที่แตกต่างกัน 35.35 องศาเซลเซียส อุณหภูมิผิวหญ้ากลางแจ้งมีอุณหภูมิ 45.7 องศาเซลเซียส เวลา 14.00 น.อุณหภูมิผิวหญ้าในที่ร่มต่ำสุด 26.3 องศาเซลเซียส เวลา 05.00 น. ซึ่งมีระดับอุณหภูมิที่แตกต่างกัน 19.4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิผิวน้ำกลางแจ้งมีอุณหภูมิสูงสุด 36.15 องศาเซลเซียส เวลา 14.00 น. อุณหภูมิผิวน้ำในที่ร่มต่ำสุด 28.9 องศาเซลเซียส เวลา 05.00 น. ซึ่งมีระดับอุณหภูมิที่แตกต่างกัน 7.25 องศาเซลเซียส

4.3 อิทธิพลอุณหภูมิผิวและความรู้สึกเสมือนจากอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT)

จากการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมภายนอกบ้านพอเพียง มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ วิทยาเขตบางคล้า วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 00.00 น. ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ.2553 เวลา 23.00 น. โดยเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม ผิวถนนกลางแจ้ง ผิวถนนในที่ร่ม ผิวดินกลางแจ้ง ผิวดินในที่ร่ม ผิวหญ้ากลางแจ้ง ผิวหญ้าในที่ร่ม ผิวน้ำกลางแจ้ง ผิวน้ำใ นที่ร่ม พบว่า สภาพแวดล้อมภายนอกบ้านพอเพียงที่ใช้ปัจจัยที่สร้างความร้อนสูงที่สุดคือ

- ผิวถนนดินแห้งกลางแจ้งโดนแดด มีอุณหภูมิสูงสุด 62.85 องศาเซลเซียส
- ผิวถนนกลางแจ้งโดนแดด มีอุณหภูมิสูงสุด 62.5 องศาเซลเซียส
- ผิวหญ้ากลางแจ้งโดนแดด มีอุณหภูมิสูงสุด 45.7 องศาเซลเซียส
- ผิวน้ำกลางแจ้งโดนแดด มีอุณหภูมิสูงสุด 36.15 องศาเซลเซียส

เมื่อได้มีการปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายนอกบ้านพอเพียงตามปัจจัยจากข้อมูล และผลการวิเคราะห์โดยใช้ปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

- หญ้าเปียกในที่ร่มไม่โดดแดด มีอุณหภูมิต่ำสุด 26.3 องศาเซลเซียส
- ถนนในที่ร่มไม่โดดแดด มีอุณหภูมิต่ำสุด 27 องศาเซลเซียส
- ดินในที่ร่มไม่โดดแดด มีอุณหภูมิต่ำสุด 27.5 องศาเซลเซียส
- น้ำในที่ร่มไม่โดดแดด มีอุณหภูมิต่ำสุด 28.9 องศาเซลเซียส

สภาพแวดล้อมผิวดินแห้งโดนแดดถูกปรับแต่งเป็นผิวดินในที่ร่ม

T ผิวดินกลางแจ้งโดนแดด = 62.85 องศาเซลเซียส

T ผิวดินในที่ร่ม = 27.5 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิต่างกัน 35.35 องศาเซลเซียส

สภาพแวดล้อมผิวถนนโดนแดดถูกปรับแต่งไม่ให้โดนแดด

T ผิวถนนกลางแจ้งโดนแดด = 62.5 องศาเซลเซียส

T ผิวถนนในร่มไม่โดนแดด = 27 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิต่างกัน 35.5 องศาเซลเซียส

สภาพแวดล้อมผิวหญ้าโดนแดดถูกปรับแต่งให้อยู่ในที่ร่ม

T ผิวหญ้ากลางแจ้งโดนแดด = 45.7 องศาเซลเซียส

T ผิวหญ้าในที่ร่มไม่โดนแดด = 26.3 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิต่างกัน 19.4 องศาเซลเซียส

สภาพแวดล้อมผิวน้ำโดนแดดถูกปรับแต่งให้อยู่ในที่ร่ม

T ผิวน้ำกลางแจ้งโดนแดด = 36.15 องศาเซลเซียส

T ผิวน้ำในที่ร่มไม่โดนแดด = 28.9 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิต่างกัน 7.25 องศาเซลเซียส

สภาพแวดล้อมผิวดินแห้งโดนแดดถูกปรับแต่งเป็นผิวหญ้าเปียกในที่ร่ม

T ผิวดินแห้งโดนแดด = 62.85 องศาเซลเซียส

T ผิวหญ้าเปียกในที่ร่ม = 26.3 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิต่างกัน 36.55 องศาเซลเซียส

จากการเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศเวลา 15.30 น.บริเวณกลางแจ้งโดนแดดและยังไม่ได้มีการปรับภูมิทัศ น์อุณหภูมิ 42.8 องศาเซลเซียส บริเวณในที่ร่มไม่โดนแดด อุณหภูมิ 36.8 องศาเซลเซียส เมื่อมีการคำนวณการใช้พลังงานเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายในบ้าน 25 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิผิวสภาพแวดล้อมกลางแจ้งโดนแดด 42.8 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิผิวสภาพแวดล้อมในที่ร่มไม่โดนแดด 36.8 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิภายในบ้าน 25 องศาเซลเซียส

ΔT กลางแจ้งโดนแดด = 42.8 – 25

= 17.8 องศาเซลเซียส

ΔT ในที่ร่มไม่โดนแดด = 36.8 – 25

= 11.8 องศาเซลเซียส

เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวสภาพแวดล้อมเวลา 15.30 น. จากสภาพแวดล้อมกลางแจ้งโดนแดดปรับให้อยู่ในที่ร่มไม่โดนแดด $= \frac{17.8\ ^{\circ}C}{11.8\ ^{\circ}C}$

$= 1.5\ ^{\circ}C$

จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิลดลง 1.5 เท่า

จากการเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศเวลา 05.00 น. บริเวณกลางแจ้งโดนแดดและยังไม่ได้ปรับภูมิทัศน์ 27.3 องศาเซลเซียส บริเวณในที่ร่มไม่โดนแดด อุณหภูมิ 26.5 องศาเซลเซียส เมื่อมีการคำนวณการใช้พลังงานเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายในบ้าน 25 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิอากาศสภาพแวดล้อมกลางแจ้งโดนแดด 27.3 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิอากาศสภาพแวดล้อมในที่ร่มไม่โดนแดด 26.5 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิภายในบ้าน 25 องศาเซลเซียส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ΔT กลางแจ้งโดนแดด = 27.3 – 25

= 2.3 องศาเซลเซียส

ΔT ในที่ร่มไม่โดนแดด = 26.5 – 25

= 1.5 องศาเซลเซียส

เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศ เวลา 05.00 น. จากสภาพแวดล้อมกลางแจ้งโดนปรับให้อยู่ในที่ร่มไม่โดนแดด $= \frac{2.3\ ^{\circ}C}{1.5\ ^{\circ}C}$

$= 1.5\ ^{\circ}C$

จะเห็นได้ว่ามีค่าแตกต่างกัน 1.5 เท่า

จากการเปรียบเทียบสภาพแวดล้อมภายนอกบ้านพอเพียงที่ไม่มีการปรับสภาพกับสภาพแวดล้อมภายนอกบ้านพอเพียงที่ได้มีการปรับสภาพแวดล้อม พบว่า ผิวดินแห้งกลางแจ้งโดนแดดถูกปรับแต่งเป็นผิวดินในที่ร่มไม่โดนแดดทำให้อุณหภูมิผิวลดลง 35.35 องศาเซลเซียส ผิวถนนกลางแจ้งโดนแดดถูกปรับแต่งเป็นผิวถนนในที่ร่มไม่โดนแดด อุณหภูมิผิวลดลง 35.5 องศาเซลเซียส ผิวหญ้ากลางแจ้งโดนแดดถูกปรับแต่งเป็นผิวหญ้าเปียกในที่ร่มไม่โดนแดด อุณหภูมิผิวลดลง 19.4 องศาเซลเซียส ผิวน้ำกลางแจ้งโดนแดดปรับแต่งเป็นผิวน้ำในที่ร่มไม่โดนแดด อุณหภูมิลดลง 28.9 องศาเซลเซียส ผิวดินแห้งกลางแจ้งโดนแดดปรับแต่งเป็นผิวหญ้าเปียกในที่ร่ม อุณหภูมิผิวลดลง 36.65 องศาเซลเซียส ส่วนค่าการใช้พลังงาน พบว่า จากสภาพแวดล้อมภายนอกบ้านพอเพียงที่ไม่ได้ปรับสภาพภูมิทัศน์ เวลา 15.30 น. ผิวสภาพแวดล้อ มภายนอกมีอุณหภูมิ 42.8 องศาเซลเซียส เมื่อมีการปรับสภาพภูมิทัศน์ ผิวสภาพแวดล้อมภายนอกมี อุณหภูมิ 36.8 องศาเซลเซียส ลดลง 11.8 องศาเซลเซียส

ปัจจัยที่ทำให้ ภาระการทำความเย็น ของบ้านจากตัวแปรอุณหภูมิแตกต่างระหว่างภายนอกและภายใน (ΔT) มีอิทธิพลอย่างมากต่อการใช้พลัง งานในอาคาร จากสูตร $Q = UA\Delta T$ ดังนั้นการออกแบบหรือปรับปรุงสภาพแวดล้อมให้มีอุณหภูมิลดลง สามารถช่วยลดภาระการทำความเย็นลงได้ แต่อุณหภูมิ ผิวสภาพแวดล้อม มีอิทธิพลต่อความรู้สึกเสมือน (MRT) ตัวอย่างเช่น กรณีผิวดินแห้งโดนแดด อุณหภูมิสูงถึง 42 $^{\circ}$C ทำให้ผิวร่างกายมีอุณหภูมิ 32 $^{\circ}$C ได้รับการแผ่รังสีความร้อน ทำให้ความรู้สึกเสมือน ของร่างกายรู้สึกอากาศอุณหภูมิ สูงขึ้น แต่กรณีผิวหญ้าเปียกอุณหภูมิผิวประมาณ 26 $^{\circ}$C ทำให้ผิวร่างกายแผ่รังสีความร้อนสู่สภาพแวดล้อม จึงมีความรู้สึกเย็นลง

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ

สรุปผลวิจัย

การศึ กษาวิจัยการสร้างสภาพแวดล้อมเพื่อการประหยัดพลังงานของบ้านพักอาศัย มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1.ศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมภายนอกที่มีอิทธิพลต่อบ้านพอเพียง 2. วิเคราะห์ตัวแ ปรของปัจจัยสภาพแวดล้อมภายนอก และแนวทางการใช้งานจริง 3. สรุปผล และเสนอแนะแนวทางการใช้ปัจจัยสภาพแวดล้อมภายนอกเพื่อประหยัดพลังงาน โดยมีแนวทาง การศึกษา การระเหยของน้ำ การเก็บกักความร้อน การสร้างร่มเงา เพื่อกำหนดเป้าหมายการหา ข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้ อมภายนอกของบ้านพอเพียง ได้แก่ ผิวถนนกลางแจ้ง ผิวถนน ในร่ม ผิวดินกลางแจ้ง ผิวดินในที่ร่ม ผิวหญ้ากลางแจ้ง ผิวหญ้าในที่ร่ม ผิวน้ำกลางแจ้ง ผิวน้ำใน ที่ร่ม การหาข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลอุณหภูมิจากสภาพแวดล้อมจริงเป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง นำมาวิเคราะห์ด้วยทฤษฎีทางวิทย าศาสตร์ เพื่อทราบคุณสมบัติและสามารถนำมาใช้ ให้เกิดประโยชน์กับการอยู่อาศัยเพื่อการประหยัดพลังงาน

การศึกษาการสร้างสภาพแวดล้อมภายนอกเพื่อการประหยัดพลังงานของบ้านพักอาศัย ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจากสภาพแวดล้อมต่าง ๆ และนำมาวิเคราะห์สรุปผลดังนี้

ตัวแปรที่เป็นสาเหตุทำให้สภาพแวดล้อมภายนอกร้อน คือ สภาพแวดล้อมกลางแจ้งที่ โดนแดด ได้แก่ ผิวดินกลางแจ้ง ผิวถนนกลางแจ้ง ผิวหญ้ากลางแจ้ง และผิวน้ำกลางแจ้ง แสดงว่า สภาพแวดล้อมกลางแจ้งได้รับอิทธิพลจากการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิต ย์ ทำให้ผิว สภาพแวดล้อมต่าง ๆ ร้อน ซึ่งมีผลต่ออุณหภูมิอากาศในบริเวณที่มีผิวสภาพแวดล้อมร้อนสูงขึ้น เมื่อลมพัดผ่านสภาพแวดล้อมที่ร้อนทำให้สภาพแวดล้อมบริเวณบ้านได้รับอิทธิพลความร้อนด้วย

ตัวแปรที่เป็นสาเหตุทำให้สภาพแวดล้อมภายนอกเย็น คือ สภาพแวดล้อมในที่ร่มไม่โด น แดด ได้แก่ ผิวดินในที่ร่ม ผิวถนนในที่ร่ม ผิวหญ้าในที่ร่ม ผิวน้ำในที่ร่ม แสดงว่าสภาพแวดล้อมใน ที่ร่มได้รับอิทธิพลจากการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์น้อยมาก ทำให้ผิวสภาพแวดล้อม ต่าง ๆ เย็น ซึ่งมีผล ต่อ อุณหภูมิอากาศในบริ เวณที่มีผิวสภาพแวดล้อมเย็น เมื่อลมพั ดผ่าน สภาพแวดล้อมที่เย็น ทำให้สภาพแวดล้อมบริเวณได้รับอิทธิพลความเย็นด้วย

เมื่อได้มีการปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายนอกบ้านพอเพียง ตามปัจจัยจากข้อมูล และผลการวิเคราะห์ทำให้มีอุณหภูมิภายนอกลดลง ทำให้ลดปริมาณพลังงานที่ใช้ในบ้านพอเพียง

การอภิปรายผล

จากสภาวะน่าสบายของร่างกายมนุษย์ พบว่า มีระดับอุณหภูมิระหว่าง 22 - 27 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 20 – 70 % ผลการศึกษาของผู้วิจัย พบว่า สภาพแวดล้อมภายนอกที่ร้อนได้แก่ ผิวดินกลางแจ้งโดนแดด ผิวถนนกลางแจ้งโดนแดด ผิวหญ้ากลางแจ้งโดนแดด และผิวน้ำกลางแจ้ง โดนแดด ซึ่งมีอุณหภูมิระหว่าง 36.15 – 62.85 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 58 -70 % อยู่สูงกว่าอุณหภูมิสบายของร่างกายเมื่อปรับสภาพแวดล้อมให้มีความเย็น พบว่า สภาพแวดล้อมภายนอกที่เย็นได้แก่ ผิวหญ้าเปียกในที่ร่ม ผิวถนนในที่ร่ม ผิวดินในที่ร่ม และผิวน้ำในที่ร่ม มีอุณหภูมิระหว่าง 26.3 – 28.9 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60 -90% ซึ่งมีอุณหภูมิบางส่วนอยู่ในเขตสภาวะน่าสบายของมนุษย์และบางส่วนใกล้เคียงกับสภาวะน่าสบาย จากข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยมีแนวคิด เพื่อเป็นข้อเสนอแนะในการสร้างสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร เพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงาน โดยการทำให้สภาพแวดล้อมภายนอกบ้านที่ร้อนเป็นสภาพแวดล้อมที่เย็น ดังนี้

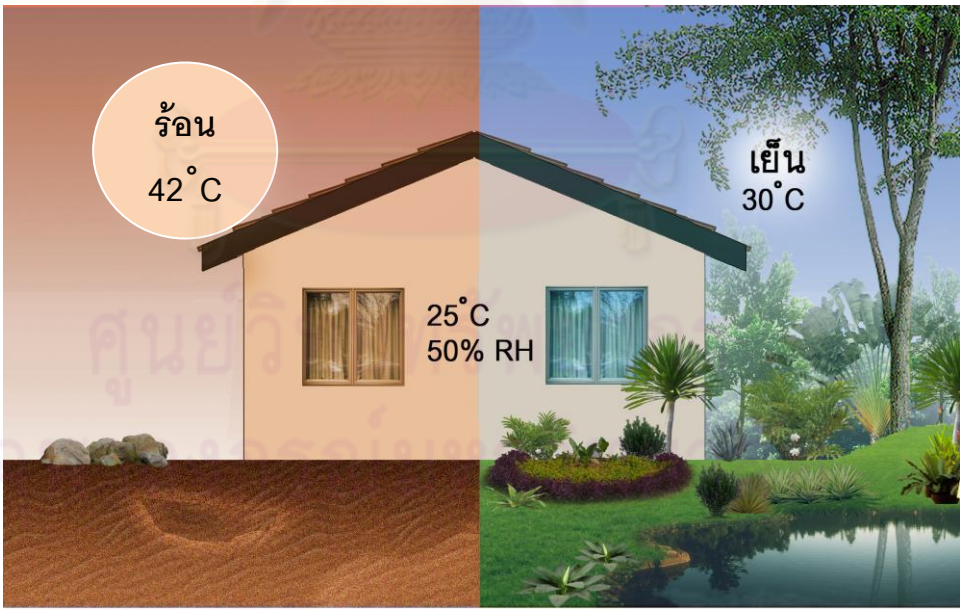
1. ทำให้ผิวหญ้าเป็นผิวหญ้าเปียกในที่ร่ม จากผลการวิจัยพบว่า อุณหภูมิผิวหญ้าในที่ร่มมีอุณหภูมิระดับต่ำสุดประมาณ 26.3 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิซึ่งอยู่ในเขตสภาวะน่าสบาย (Comfort Zone) แต่ในขณะเดียวกันถ้าหากผิวหญ้าอยู่ในบริเวณกลางแจ้งโดนแดดซึ่งได้รับอิทธิพลจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ก็จะทำให้อุณหภูมิอยู่ในระดับสูงประมาณ 45.7 องศาเซลเซียส ถ้าหากต้องให้บริเวณบ้านมีอุณหภูมิต่ำต้องทำให้ผิวหญ้าอยู่ในที่ร่ม ไม่โดนแดด มีการถ่ายเทอากาศได้สะดวก เพื่อให้ลมช่วยพัดนำเอาความเย็นจากพื้นผิวหญ้าเปียกทำให้บริเวณบ้านมีอุณหภูมิต่ำและเป็นบริเวณที่น่าอยู่

2. ทำให้ผิวถนนร่มไม่โดนแดด จากผลการวิจัยพบว่า ผิวถนนในที่ร่มไม่โดนแดดมีอุณหภูมิต่ำสุดประมาณ 27 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดวันของผิวถนนในที่ร่มค่อนข้างคงที่ แสดงว่า ถ้าจะสร้างสภาพแวดล้อมบริเวณภายนอกบ้านที่จำเป็นต้องมีพื้นผิวถนนหรือพื้นผิวอื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับถนน ควรให้มีต้นไม้ทรงสูง พุ่มใบกว้าง เพื่อป้องกันรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ และทำให้บริเวณนั้น นร่มรื่น เพราะคุณสมบัติของถนนสามารถเก็บความร้อนได้ดี ถ้าสภาพแวดล้อมดีมีความร่มรื่น ผิวถนนก็จะไม่ได้รับการแผ่รังสีความร้อน จึงทำให้ไม่เกิดความร้อนบริเวณดังกล่าว ถ้าหากมีการออกแบบที่ดีสามารถทำให้ผิวถนนได้รับการถ่ายเทความเย็นจากท้องฟ้าในช่วงเวลากลางคืนด้วยคุณสมบัติของถนนก็สามารถเก็บกักความเย็นไว้ในตอนกลางวัน ทำให้อุณหภูมิในตอนกลางวันต่ำซึ่งเป็นระดับอุณหภูมิที่ทำให้น่าอยู่น่าอาศัย

3. ทำให้ผิวดินร่มไม่โดนแดดหรือทำให้ไม่มีพื้นที่ผิวดิน เพราะอุณหภูมิของดินจะสูงมากในช่วงกลางวัน จากผลการวิจัยพบว่า า อุณหภูมิผิวดินในช่วงเวลากลางวันสูงถึง 62.85 องศาเซลเซียส แสดงว่าผิวดินกลางแจ้งโดนแดดได้รับอิทธิพลจากรังสีความร้อนของดวงอาทิตย์ทำให้มีสภาพแวดล้อมที่ร้อน ฉะนั้นควรทำสภาพแวดล้อมดังกล่าวให้เย็นโดยการมีผิวหญ้าเปียกหรือพืชคลุมดินช่วยป้องกันความร้อน โดยตรงจากดวงอาทิตย์ก็สามารถทำให้อุณหภูมิดังกล่าวลดต่ำลงได้

4. การใช้ประโยชน์จากน้ำโดยการทำให้อยู่ในบริเวณที่ร่มไม่โดนแดด จากผลการวิจัยพบว่า อุณหภูมิผิวน้ำในร่มต่ำสุดประมาณ 28.9 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของน้ำกลางแจ้งโดนแดดสูงสุดประมาณ 36.15 องศาเซลเซียส ถื อได้ว่าเป็นระดับอุณหภูมิค่อนข้างคงที่เป็นผลมา จากน้ำมีค่าความจุความร้อนสูง เราควรหลีกเลี่ยงไม่ให้ผิวน้ำสัมผัสกับความร้อนต้องทำให้ผิวน้ำอยู่ในบริเวณที่ร่ม และควรมีการวางผังบริเวณเพื่อใช้ประโยชน์จากลมพัดพาการระเหยของน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำและสภาพแวดล้อมที่ดีเข้าสู่บริเวณบ้านก็จะทำให้บ้านเป็นบ้านที่น่าอยู่อาศัย

จากแนวความคิดทั้งหมดที่ผู้วิจัยได้กล่าวข้างต้นสามารถนำไปสู่การลดปริมาณการใช้พลังงานภายในอาคาร ซึ่งผู้วิจัยได้เปรียบเทียบตัวอย่างในภาพที่ 5-1



$$Q = U \times A \times \Delta T$$

ΔT 42˚C – 25 ˚C = 17 ˚C

ΔT 30˚C – 25 ˚C = 5 ˚C

ภาพที่ 5-1 แสดงการเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้พลังงานเพื่อการอยู่ อาศัยสำหรับสภาพแวดล้อมที่ไม่มีการปรุงแต่งกับสภาพแวดล้อมที่มีการปรุงแต่ง

จากภาพที่ 5-1 จะเห็นได้ว่า ผลการใช้ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ดีขึ้น ทำให้อุณห ภูมิผิว ตลอดจนอิทธิพล จากอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ (MRT) ช่วยทำให้ร่างกายมนุษย์รู้สึกสบายขึ้น ดังนั้นการสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งผลให้อุณหภูมิต่ำช่วยลดการใช้พลังงานของ บ้านพอเพียง

ข้อเสนอแนะ

ดังนั้นการนำผลการวิจัย ที่ทำให้สภาพแวดล้อมภายนอกเย็นลง สามารถนำไปขยายผล สู่การจัดการผังบริเวณรอบอาคาร ผังบริเวณชุมชน หรือในระดับเมือง โดยสร้างพื้นผิวที่มีอุณหภูมิต่ำ ได้แก่ หญ้าเปียกในที่ร่มไม่โดนแดด ถนนในที่ร่มไม่โดนแดด ดินในที่ร่มไม่โดนแดด และน้ำในที่ร่มไม่โดนแดด โดยมีแนวทางดังนี้

แนวทางการจัดผังรอบอาคาร สภาพแวดล้อมรอบบริเวณอาคารที่ ดีทำให้ผู้อยู่อาศั ย ได้รับประโยชน์จากพื้นที่ ภายนอก ฉะนั้นควรมี แนวทางในการวางผังภูมิทัศน์ภายนอกที่ดีโดยการให้มีสภาพแวดล้อมในที่ร่มไม่โดนแดด จากผลการศึกษา พบว่า สภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิผิวร้อนนั้นเกิด จาก ความร้อนของดวงอาทิตย์ จำเป็นต้องสกัดกั้นความร้อนไม่ให้มาสะสมอยู่ในผิวดิน ผิวคอนกรีต โ ดยใช้วิธีปลู กต้นไม้ใหญ่เพื่อให้ร่มเงา เมื่อแสงอาทิตย์ไม่ส่องกระทบพื้นผิวโดยตรง บริเวณพื้นผิวจะเย็น นอกจากนี้ต้นไม้ใหญ่มีรากหยั่งลึกในฤดูร้อนรากลึกหาความชื้นจากพื้นดิน หรือดึงน้ำใต้ดินมาช่วยในการสังเคราะห์แสงและเกิดการคายน้ำบริเวณปากใบทำให้ สภาพแวดล้อมเย็นลงได้ ด้วยเห ตุนี้ต้นไม้จึงกลายเป็นแหล่งที่ เพิ่มความเย็นและผลิตออกซิเจน ให้กับสภาพแวดล้อม ในขณะที่ตัวเนื้อไม้หรือเปลือกไม้ยังมีองค์ประกอบของ Cellulose เป็นแหล่งเก็บกักคาร์บอน (Carbon Sink) ถ้ามีต้นไม้เยอะก็จะเป็นแหล่งเก็บกักคาร์บอน ไว้มากเป็นการลดปริมาณคาร์บอนไดอ อกไซด์ในอากาศ ช่วยแก้ปัญหาโลกร้อนได้อีกด้วย นอกจากนี้การปลูกหญ้าหรือพืชคลุมดินยังเป็นการเสริมสร้างบรรยากาศที่ร่มรื่นต่อสายตาและป้องกันการสะท้อนของแสง ที่อาจทำให้เกิดความจ้าของสายตา ช่วยสร้างความเย็นจากการระเหยของน้ำบริเวณผิวหญ้า เมื่อมีพื้นที่บริเว ณบ้านที่เป็นพื้นผิวหญ้าทำให้ลดปริมาณพื้นผิวคอนกรีต พื้นยางมะตอย เมื่อโดนแดดจะร้อนมากอุณหภูมิผิวก็จะสูง เมื่อลมพัดผ่านจะพาความร้อนเข้ามาบริเวณบ้านและกระจายความร้อนไปที่ต่างๆ ทำให้สภาพแวด ล้อมร้อนขึ้นกว่าปกติ จึงควรหลีกเลี่ยงพื้นที่ดูดซับความร้อน ถ้าหากบริเวณบ้ านหรืออาคารมีพื้นที่พอที่จะมีแหล่งน้ำ สามารถนำแหล่งน้ำมาใช้ประโยชน์เพราะน้ำมีความสามารถในการจุความร้อนสูง เมื่อนำน้ำและดินมาเปรียบเทียบความจุความร้อนที่อุณหภูมิเดียวกัน พบว่าน้ำมีความจุความร้อนสูงกว่า เพราะน้ำมีทั้งความลึก มีมวลน้อยและกระจายไปทุกทิศ ความร้ อนที่แผ่เข้ามาก็ไม่เต็ม จึงทำให้น้ำทั้งกลางวันและกลางคืนมีอุณหภูมิไม่แตกต่างกันมาก เมื่อลมพัดผ่านน้ำจะทำให้อุณหภูมิลดลง นอกจากนี้น้ำยังมีคุณสมบัติทำให้เกิด

ความเย็น โดยการระเหยของน้ำในบริเวณผิวของน้ำที่สัมผัสกับอากาศ ร่างกายจะสูญเสียความร้อนให้กับอุณหภูมิที่เย็นกว่า เมื่อได้มีการปรับแต่งสภาพแวดล้อมบริเวณบ้านให้เย็นลมที่ พัดผ่านก็จะนำความเย็นเข้าสู่ตัวบ้าน ทำให้บริวณบ้านได้รับอากาศที่มีอุณหภูมิเย็นลงจากสภาพแวดล้อม อุณหภูมิภายนอกบ้านกับภายในบ้านจึงไม่แตกต่างมากนักทำให้พลังงานที่ใช้ทำความเย็นภายในบ้านน้อยลง ผู้อยู่ อาศัยจึงมีภาระค่าใช้จ่ายด้านพลังงานน้อย ทำให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นเพราะมีสภาพแวดล้อมภายนอกบ้านที่ดี

แนวทางการจัดการผังชุมชนหรือระดังเมือง เมื่อได้มีการปรับภูมิทัศน์ที่ดีบริเวณ รอบอาคารหรือบ้านพักอาศัย ซึ่งเป็นการวางผังในระดับย่อย หากจะให้เกิดประโยชน์สูงสุ ดต่อประเทศโดยรวม ควรจะมีการวางผังชุมชนหรือผังเมืองที่ดีด้วย จากการศึกษ าวิจัยทำให้ทราบตัวแปรคุณสมบัติของตัวแปรต่างๆ ถ้าหา กมิได้นำปัจจัยและคุณสมบัติต่างๆ มาประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ชุมชนหรือเมืองก็เป็นเมืองที่ไม่น่าอยู่อาศัย ปัจจุบันปัญหาโลกร้อนเป็นปัญหาที่ทุ กประเทศต้องตระหนักและมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา การทำให้เป็นชุมชนหรือเมืองน่าอยู่ ควรจะมีพื้นที่สีเขียว (Greening Zone) จำเป็นอย่างยิ่งต้องได้รับความร่วมมือจากทุกภาคส่วนไม่ว่าจะเป็นประชาชนทั่วไป ผู้บริหารซึ่งมีหน้าที่กำหนดเป้าหมาย และเป็นผู้ใช้ประโยชน์ ควรจะ มีความรู้ความเข้าใจในการนำปัจจัยต่างๆมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ในทางกลับกันหากนำปัจจัยต่างๆมาปรับใช้ผิดวิธีหรือไม่มีความรู้ความเข้าใจก็จะทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณหรือใช้งบประมาณไม่ได้เกิ ดประโยชน์สูงสุด การนำต้นไม้ ผิวหญ้า พืชค ลุมดินต่างๆ แหล่งน้ำ ลม ซึ่งเป็ นทุนธรรมชาติ (Natural Capitalism) มาปรุงแต่งนับว่าเป็นอัจฉริยภาพของผู้บริหารหรือผู้กำหนดนโยบาย การกำหนด พื้นที่สีเขียวของเมือง (Greening Zone) นอกจากเป็นพื้นที่เพิ่ม ปริมาณออกซิเจนให้กับสภาพแวดล้อมแล้วชุมชนยังได้รับประโยชน์ในด้านอื่นๆ เช่น เป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจโดยอาศัยร่มเงาจากต้นไม้ เป็นสถานที่ออกกำลังกายโดยใช้ประโยชน์จากผิวถนนในที่ร่ม พื้นที่ผิวหญ้าใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำในกิจกรรมนันทนาการ ช่วยป้องกันน้ำท่วม นอกจากนี้หากภาคภาคธุรกิจเอกชนให้ความสำคัญกับการสร้างพื้นที่สีเขียวและสามารถลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดอ อกไซด์ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก (Greenhouse effect) ก็จะได้ประโยชน์จากการลงทุน จากการซื้อขายคาร์บอนเครดิต ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้ธุรกิจเป็นธุรกิจที่อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

จากที่กล่าวข้างต้น หากผู้บริหารหรือผู้ มีหน้าที่กำหนดนโยบายมีความรู้ความเข้าใ จแบบองค์รวม และสามารถบูรณาการทั้งในภาคประชาชน ภาคธุรกิจ ภาครัฐ พัฒนาเมืองที่ถูกวิธีให้เป็นเมืองสีเขียว ก็จะทำให้เป็นเมืองที่น่าอยู่ ส่งผลต่อ รายจ่ายของประเทศด้านพลังงานซึ่งถือว่าเ ป็นรายจ่ายสูงสุดก็จะลดน้อยลง นำไปสู่การมีคุณภาพชีวิตที่ดีของประชาชนในที่สุด

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ชญาณิน จิตรานุเคราะห์. **การวิเคราะห์สาระสำคัญของเทคโนโลยีเรือนไทยภาคกลาง**. วิทยานิพนธ์ ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

พลังงาน, กระทรวง.พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน,กรม.**รายงานพลังงานของประเทศไทย ปี 2552**. กรุงเทพฯ, 2552.

เลิศลักษณ์ วุฒิสุวรรณ. **การลดอุณหภูมิวัสดุพื้นภายนอกอาคารโดยใช้วิธีการระเหย**. วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์. **โครงการวิจัยแบบบูรณาการต่อยอดองค์ความรู้ประหยัดพลังงานสู่บ้านพอเพียง**.สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.), 2552

ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีอาคารและสิ่งแวดล้อม. **บ้านสู้โลกร้อน** กรุงเทพมหานคร:คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551

สุนทร บุญญาธิการ และคณะ. **พลังงานใกล้ตัว**. กรุงเทพฯ: เฟิสท์ ออฟเซท (1993), 2545.

สุนทร บุญญาธิการ. **เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน เพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

สุนทร บุญญาธิการ. **บ้านชีวาทิตย์ บ้านพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อชีวิตและผลิตพลังงาน**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

เอนก ธีระวิวัฒน์ชัย. **การทำความเย็นอาคารโดยการใช้ผิวสัมผัสพื้นดิน**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

ภาษาอังกฤษ

Brodshaw, V. Building control systems.2nd edition. New York: John Wiley & Sons. 1993

Buranakarn, Vorasun. A New Parading Shift Design for Global Warming Solution World Alternative Energy Sciences Expo (WAESE) 2009, March 5-8th 2009, Thailand.

Fanger, O. P. **Thermal comfort**. New York: McGraw-Hill, 1970.

Foster, R. S. **Landscaping that saves energy and dollars.** Connecticut: The Globe Pequot Press, 1994.

Olgyay, V. **Design with climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992.

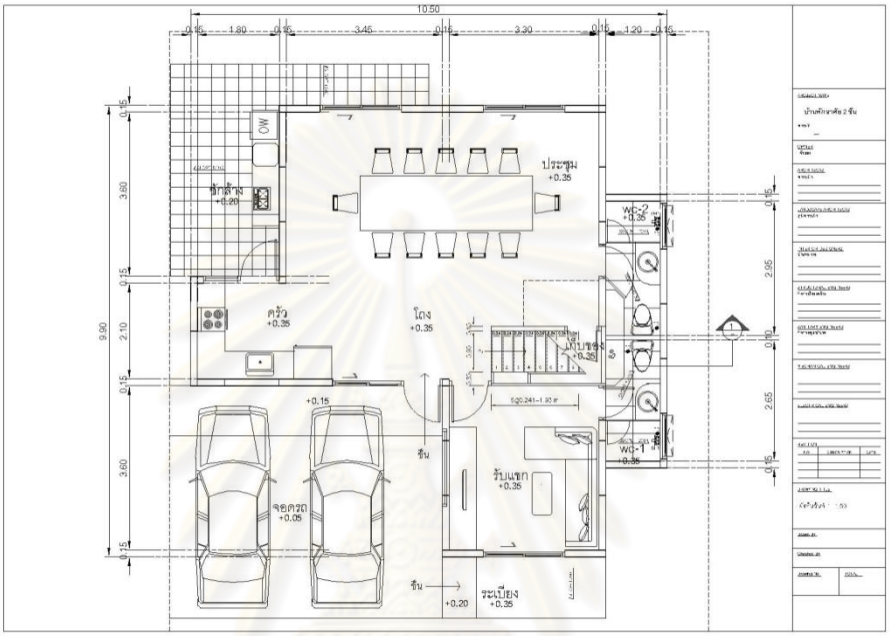
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

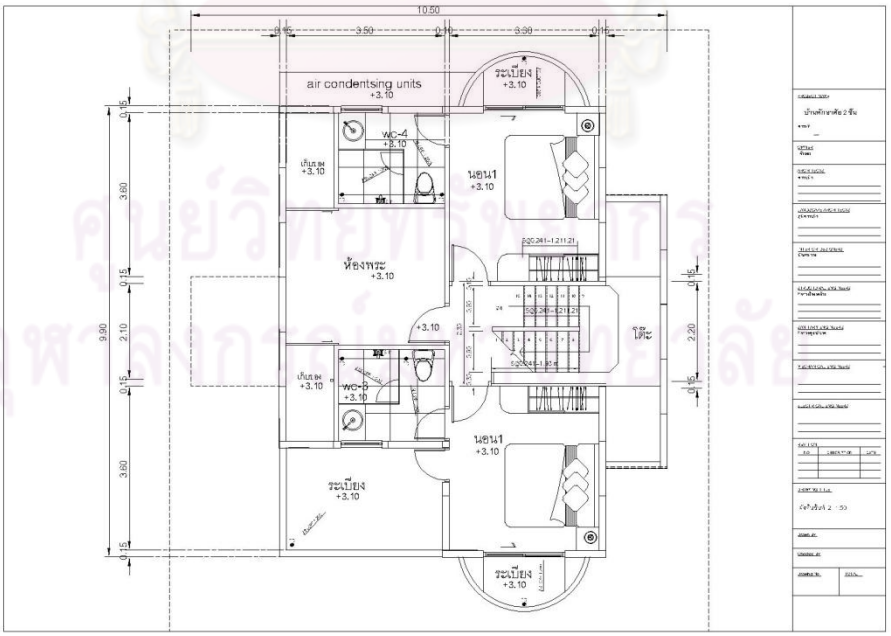
ภาคผนวก

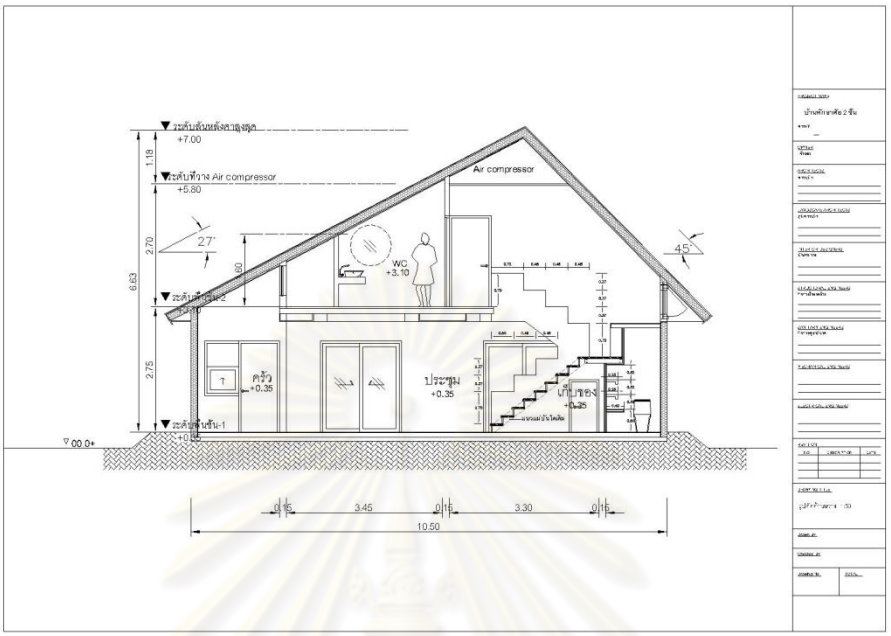
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

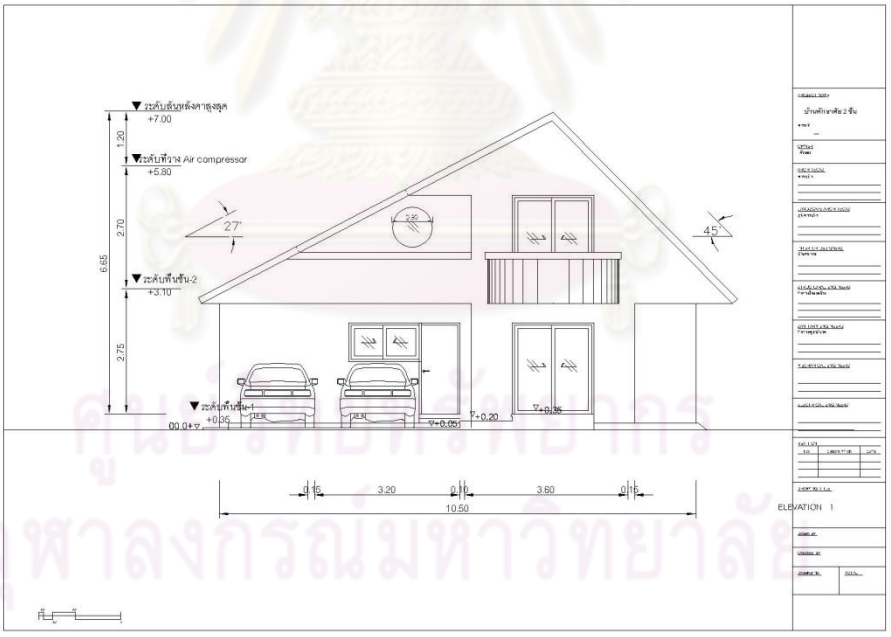
ภาคผนวก ก

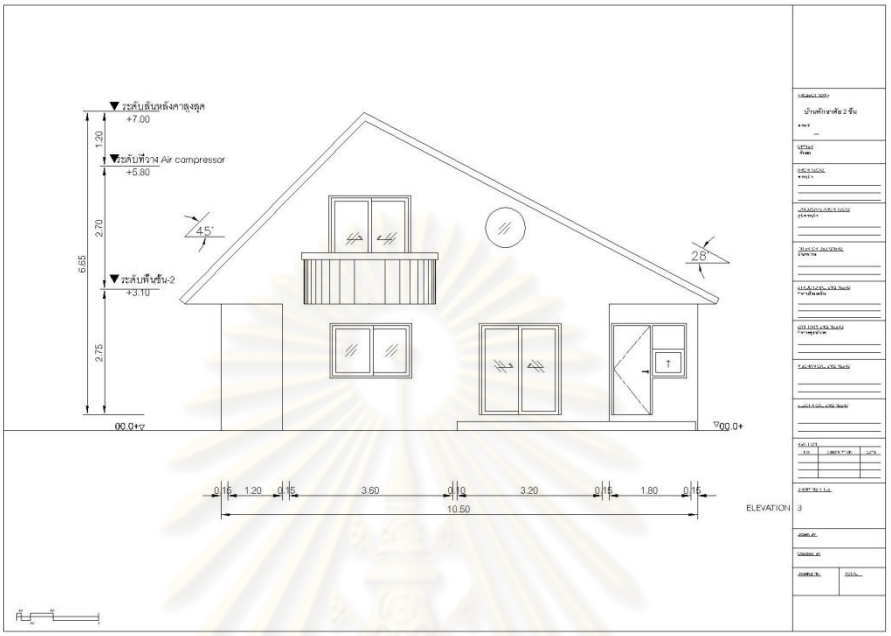
แบบบ้านพอเพียง มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ วิทยาเขตบางคล้า

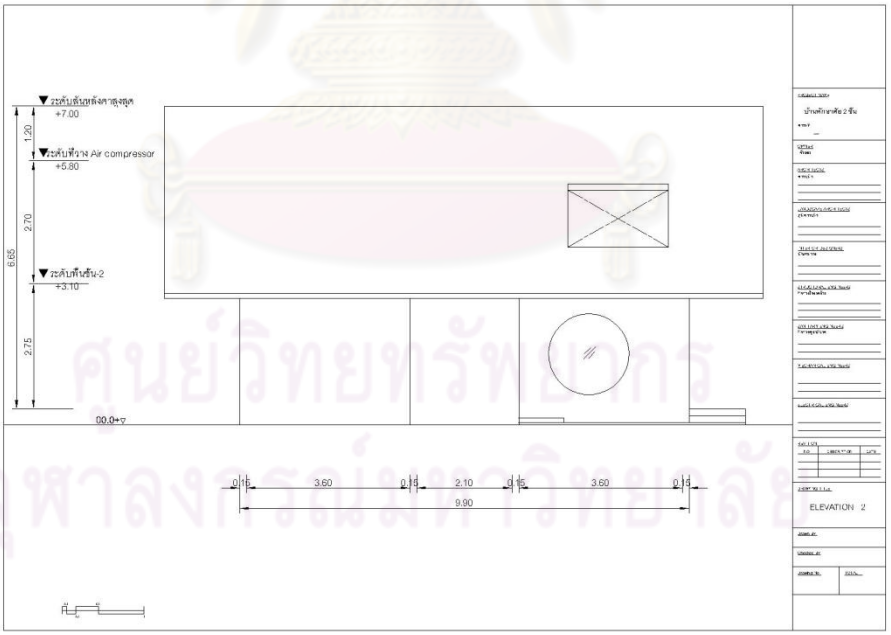




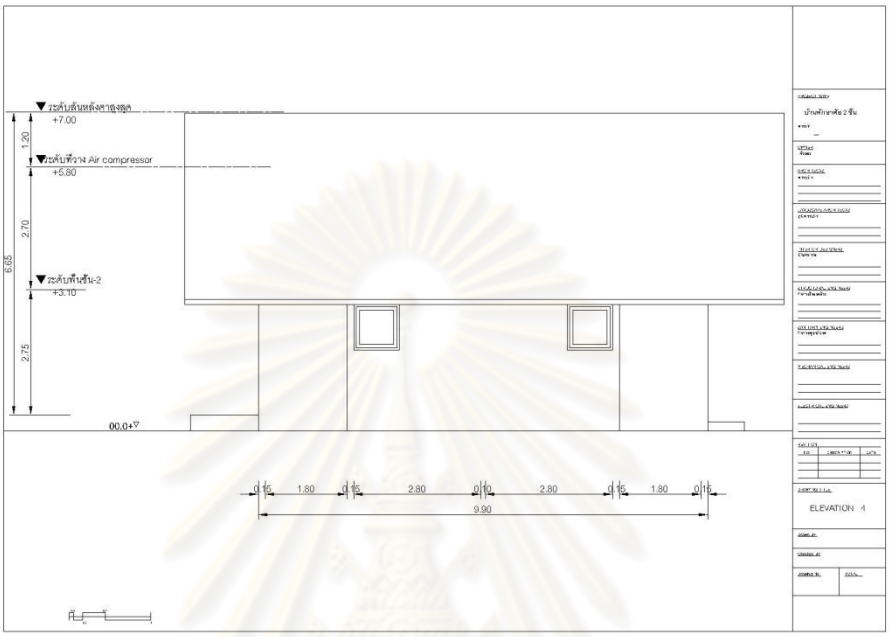

ระดับชั้นหลังคาสูงสุด
+7.00
ระดับที่วาง Air compressor
+5.80
ระดับพื้นชั้น-2
+3.10
ระดับพื้นชั้น-1
+0.35
1.19
2.70
2.80
2.75
6.63
27°
45°
Air compressor
WC
+3.10
ครัว
+0.35
ประตูม
+0.35
บันไดขึ้น
+0.35
0.15
3.45
0.15
3.30
0.15
10.50


ระดับชั้นหลังคาสูงสุด
+7.00
ระดับที่วาง Air compressor
+5.80
ระดับพื้นชั้น-2
+3.10
ระดับพื้นชั้น-1
+0.35
1.20
2.70
2.75
6.65
27°
45°
0.15
3.20
0.10
3.60
0.15
10.50
ELEVATION 1





ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ-สกุล นายศุภฤกษ์ แก้วสิงห์

วัน/เดือน/ปี เกิด 15 มิถุนายน 2515

สถานที่เกิด จังหวัดนครศรีธรรมราช

การศึกษา 2533-2536 ปริญญาบัณฑิต สาขารัฐศาสตร์ คณะรัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

2537-2535 ปริญญามหาบัณฑิต สาขารัฐศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประสบการณ์ 2540-2545 ปลัดองค์การบริหารส่วนตำบลบึงบอน อำเภอหนอง เสือ จังหวัดปทุมธานี

การทำงาน 2545-2550 ปลัดองค์การบริหารส่วนตำบลบางคูวัด อำเภอเมืองปทุม จังหวัดปทุมธานี

2550-ปัจจุบัน ปลัดเทศบาลตำบลบางคูวัด อำเภอเมืองปทุม จังหวัดปทุมธานี

ผลงานทางวิชาการ การประชุมวิชาการ สาระศาสตร์ครั้งที่ 15

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย