

อิทธิพลของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่มีผลต่ออุณหภูมิบริเวณอาคาร

นายวิชัย อธิธิวิศวกุล



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำเนินการตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาสถาปัตยกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2539

ISBN 974-634-963-5

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**THE EFFECTS OF NATURAL SITE ELEMENT TO  
AIR TEMPERATURE AROUND BUILDINGS**

**Mr. Wichai Ittavisawakul**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Architecture**

**Department of Architecture**

**Graduate School**

**Chulalongkorn University**

**1996**

**ISBN 974-634-963-5**

หัวข้อวิทยานิพนธ์

อิทธิพลของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ ที่มีผลต่อ  
อุณหภูมิบริเวณอาคาร

โดย

นายวิรัช อภิทธิวิศวกุล

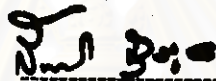
ภาควิชา

สถาปัตยกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร. ชุนทร บุญญาธิการ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาค้นคว้าตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต



.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ถันติ จงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



.....ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ เลอสม สถาปิตานนท์)



.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชุนทร บุญญาธิการ)



.....กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ เศชา บุญคำ)



.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธนิต จินดาวงศ์)



วิจัย อธิวิศวกุล : อิทธิพลของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่มีผลต่ออุณหภูมิบริเวณอาคาร  
(THE EFFECTS OF NATURAL SITE ELEMENT TO AIR TEMPERATURE AROUND BUILDINGS)

อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร.สุนทร บุญญาธิการ 164 หน้า ISBN 974-634-963-5

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาตัวแปรที่มีอยู่ในสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่มีผลต่ออุณหภูมิอากาศ เช่น แสงแดด ทิศทางและความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ ต้นไม้ สระน้ำ พืชคลุมดินกับสภาพแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น พื้นคอนกรีตของลานจอดรถ เพื่อศึกษาหาข้อเปรียบเทียบถึงผลดีและผลเสียที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในทางเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอุณหภูมิบริเวณรอบอาคาร เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคาร เพื่อลดความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารและอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร ( $\Delta T$ )

การวิจัยนี้ดำเนินการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศเป็น 4 ขั้นตอน โดยในขั้นตอนแรก ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศที่ระดับความสูงต่าง ๆ ตามสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่แตกต่างกัน 3 ประเภท เปรียบเทียบกับลานจอดรถคอนกรีตขนาดใหญ่ ขั้นตอนที่ 2 ทำการศึกษาอุณหภูมิของดินและน้ำที่ระดับความลึกต่าง ๆ ตามสภาพแวดล้อมที่อยู่ใต้ต้นไม้ขนาดใหญ่กับสนามหญ้ากลางแจ้ง ขั้นตอนที่ 3 ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศใต้ต้นไม้ขนาดต่าง ๆ ขั้นตอนที่ 4 ทำการศึกษาเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศที่เป็นผลจากการเปลี่ยนทิศทางกระแสลมที่ของลมตามสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน 3 ประเภท โดยทำการเก็บข้อมูลทุก ๆ 1 ชั่วโมง เป็นเวลา 48 ชั่วโมงติดต่อกัน

ผลการวิจัยพบว่า สภาพแวดล้อมในระดับ Micro Climate ที่ประกอบไปด้วย ตัวแปรทางธรรมชาติ เช่น ต้นไม้ พืชคลุมดิน แหล่งน้ำ ลม มีแนวโน้มทำให้อุณหภูมิอากาศลดลง  $3^{\circ}\text{C}$  ถึง  $5^{\circ}\text{C}$  ในช่วงที่อุณหภูมิอากาศมีค่าสูงสุด เมื่อเทียบกับสภาพแวดล้อมในระดับ Micro Climate ที่บริเวณกรมอุตุนิยมวิทยา คอนกรีต และมีแนวโน้มต่ำกว่าบริเวณที่มีสภาพแวดล้อมเป็นลานจอดรถคอนกรีต  $3^{\circ}\text{C}$  ถึง  $10^{\circ}\text{C}$  ซึ่งสามารถนำไปเป็นข้อมูลประยุกต์ใช้ในการออกแบบสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคาร เพื่อช่วยทำให้ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารและภายในอาคาร ( $\Delta T$ ) ลดลง

ภาควิชา ..... สถาปัตยกรรม  
สาขาวิชา ..... เทคโนโลยีอาคาร  
ปีการศึกษา ..... 2539

ลายมือชื่อนิสิต ..... อธิวิศวกุล  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

## C735085 : MAJOR ARCHITECTURE

KEY WORD: AIR TEMPERATURE / BUILDING / NATURAL SITE ELEMENT / EFFECT

WICHAI ITTIVISAWAKUL : THE EFFECTS OF NATURAL SITE ELEMENT TO AIR TEMPERATURE AROUND BUILDINGS.

THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. SOONTORN BOONYATIKARN, Dr. Arch.

164 pp. ISBN 974-634-963-5

This thesis is to study the changes of natural environmental condition that affect the air temperature such as sunlight, wind direction or relative humidity, trees, water body ground covering plants, soil and environmental condition created by human like concrete parking lot, To study and find out the comparison of the advantages and disadvantages. Due to the increasing and decreasing changes of air temperature surrounds the building. As advantages in designing environmental condition around the buildings where as reduce the differences between the air temperature inside and outside the building ( $\Delta T$ ).

This research study is to compare the exactness of natural diversion and things created by human. Specify into 4 stages, Firstly : is to study the transform of air temperature in different high level by natural environmental condition in 3 types, compare with parking space. Secondly : is to study the temperature of the soil and water in different depthness of environmental condition under the big trees and wide field ground. Thirdly : is to study the changes of air temperature under the trees in many sizes. Fourthly : is to study the changes of air temperature that affect the wind direction by different environmental condition. By keeping the data every one hour for consecutive 48 hours.

The outcome found that, environmental condition in micro climate consist of natural diversion like trees, ground covering plants water source, and wind direction have the concept that air temperature will decrease into  $3^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C}$ . While the air temperature have high value compare the environmental condition in macro climate in the surrounding of Department of Meteorology, Don Muang and lower than the surrounding which the environmental condition is a concrete parking area  $3^{\circ}\text{C} - 10^{\circ}\text{C}$ . That able to use in designing environmental condition around the building, in order to reduce the differences value between the temperature inside and outside the building ( $\Delta T$ )

ภาควิชา.....สถาปัตยกรรม  
สาขาวิชา.....เทคโนโลยีอาคาร  
ปีการศึกษา.....2539

ลายมือชื่อนิติ.....วิชัย อธิวิสัย  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....Soonthorn Boonyatikarn  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้สำเร็จลงได้เป็นไปด้วยดี ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รศ. ดร. ศุภทร บุญญาธิการ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ที่มีประโยชน์ต่องานวิจัยด้วยดีตลอดมา ขอกราบขอบคุณนาวาอากาศเอกถนัดกิจ บริสุทธิ์ รองผู้จัดการสนามกอล์ฟปุระเคมีย์ ที่กรุณาอนุญาตให้ใช้สถานที่เพื่อทำการวิจัย สถาบันวิจัยพลังงานจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เอื้อเพื่อการใช้เครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัย คุณนิคม ชูกร ผู้จัดการโครงการโรงแรมเชอราดัน แกรนด์สุขุมวิท ที่ให้การสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณเพื่อนๆ และเจ้าหน้าที่คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญรูป.....	ญ
<b>บทที่</b>	
1. บทนำ.....	1
2. ทฤษฎีที่มีผลต่องานวิจัย.....	8
3. สมมุติฐานงานวิจัยและการดำเนินการวิจัย.....	24
4. รายงานผลและวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	45
4.1 ผลการทดลองในขั้นตอนที่ 1.....	48
4.2 ผลการทดลองในขั้นตอนที่ 2.....	73
4.3 ผลการทดลองในขั้นตอนที่ 3.....	97
4.4 ผลการทดลองในขั้นตอนที่ 4.....	103
4.5 การเปรียบเทียบผลการทดลองที่แตกต่างกัน ในแต่ละช่วงเวลา.....	116
5. สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	125
รายการอ้างอิง.....	141
ภาคผนวก.....	142
ประวัติผู้เขียน.....	164

## สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

2-1	แสดงให้เห็นถึงสัดส่วนของการสะท้อน การดูดซับ การแผ่รังสี และการส่งผ่านของคลื่นชนิดต่างๆ ในช่วงฤดูร้อน.....	16
4-1	แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดในบริเวณสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน.....	48
4-2	แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดที่ระดับความสูง 1 ม. ในบริเวณสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน.....	51
4-3	แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดที่ระดับความสูง 2 ม. ในบริเวณสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน.....	54
4-4	แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดที่ระดับความสูงต่างๆ ของถนนจอครด.....	57
4-5	แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดที่ระดับความสูงต่างๆ ของบริเวณคินโต้ง.....	60
4-6	แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดที่ระดับความสูงต่างๆ ของบริเวณสนามหญ้า.....	65
4-7	แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดที่ระดับความสูงต่างๆ ของบริเวณได้ต้นไม้.....	69
4-8	แสดงค่าอุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 0.50 ม. ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน.....	73
4-9	แสดงค่าอุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 1 ม. ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน.....	76
4-10	แสดงค่าอุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 2 ม. ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน.....	78
4-11	แสดงการเปรียบเทียบ $\Delta T$ ของคินตีก 0.50 เมตรตามสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน.....	81
4-12	แสดงค่าอุณหภูมิดินสูงสุด-ต่ำสุดที่ระดับความลึกต่างๆ บริเวณได้ต้นไม้.....	82
4-13	แสดงค่าอุณหภูมิดินสูงสุด-ต่ำสุดที่ระดับความลึกต่างๆ บริเวณสนามหญ้า กลางแจ้ง.....	84
4-14	แสดงค่าอุณหภูมิดินสูงสุด-ต่ำสุดที่ระดับความลึกต่างๆ บริเวณคินโต้ง กลางแจ้ง.....	86
4-15	แสดงค่าอุณหภูมิน้ำที่ระดับความลึกต่างๆ ในสภาพแวดล้อมได้ต้นไม้.....	91



4-16	แสดงค่าอุณหภูมิน้ำที่ระดับความลึกต่างๆในสภาพแวดล้อมกลางแจ้ง บริเวณสนามหญ้ากลางแจ้ง.....	93
4-17	แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดได้ดั้นไม้.....	100
4-18	แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดบริเวณสระน้ำ.....	104
4-19	แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดบริเวณสนามหญ้า.....	108
4-20	แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดบริเวณลานจอดรถ.....	112
5-1	แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิสูงสุดที่ระดับต่างกันตามสภาพแวดล้อม ที่แตกต่างกัน.....	126
5-2	แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิต่ำสุดที่ระดับต่างกันตามสภาพแวดล้อม ที่แตกต่างกัน.....	126
5-3	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิคืนสูงสุดที่ระดับความลึกต่างๆตามสภาพ แวดล้อมที่แตกต่างกัน.....	128
5-4	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิคืนต่ำสุดที่ระดับความลึกต่างๆตามสภาพ แวดล้อมที่แตกต่างกัน.....	128
5-5	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำสูงสุดที่ระดับความลึกต่างๆตามสภาพ แวดล้อมที่แตกต่างกัน.....	129
5-6	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำต่ำสุดที่ระดับความลึกต่างๆตามสภาพ แวดล้อมที่แตกต่างกัน.....	129
5-7	แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุดบริเวณเหนือลม-ใต้ลม ตามสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน.....	131
5-8	แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศต่ำสุดบริเวณเหนือลม-ใต้ลม ตามสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน.....	132

## สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2-1	แสดงการส่งผ่านความร้อน(HEAT EXCHANGE) มายังผิวโลก ในเวลากลางวัน.....	9
2-2	แสดงการส่งผ่านความร้อนกลับคืนสู่ท้องฟ้าในเวลากลางคืน.....	10
2-3	กรองและดูดซับรังสีความร้อน.....	21
2-4	สะท้อนรังสีความร้อน.....	21
2-5	ให้ร่มเงา.....	21
2-6	คายน้ำ.....	21
2-7	ต้นไม้ช่วยควบคุม Heat Lost ในเวลากลางคืน.....	21
2-8	ต้นไม้ช่วยควบคุมค่าความชื้นสัมพัทธ์.....	21
2-9	ผิวหนังที่หยาบและมีสีทึบ.....	22
2-10	ผิวเรียบของผิวคอนกรีต .....	22
2-11	ลมพัดพาเอาความชื้นที่เกิดจากการระเหยกลายเป็นไอที่ผิวหนัง.....	23
2-12	ต้นไม้ช่วยบังคับทิศทางและความเร็วลม.....	23
3-1	แสดงสภาพแวดล้อมภายในบริเวณที่ทำการวิจัย.....	26
3-2	แสดงการติดตั้งสาย THERMOCOUPLES ตำแหน่งต่างๆ ได้ต้นไม้.....	27
3-3	แสดงการติดตั้งสาย THERMOCOUPLES บริเวณสนามหญ้ากลางแจ้ง.....	28
3-4	แสดงการติดตั้งสาย THERMOCOUPLES บริเวณดิน โถงกลางแจ้ง.....	29
3-5	แสดงการติดตั้งสาย THERMOCOUPLES บริเวณคอนกรีตลานจอดรถ .....	30
3-6	แสดงการติดตั้งสาย THERMOCOUPLES บริเวณสนามหญ้า .....	31
3-7	แสดงการติดตั้งสาย THERMOCOUPLES บริเวณสระน้ำ.....	31
3-8	แสดงการติดตั้งสาย THERMOCOUPLES บริเวณลานจอดรถ.....	32
3-9	แสดงขนาดของต้นไม้ที่ทำการศึกษา.....	32

3-10	สภาพแวดล้อมที่มีต้นไม้ขึ้นอยู่อย่างหนาแน่นและมีสระน้ำที่ใช้ศึกษาเรื่องอุณหภูมิก๊าซ อุณหภูมิดินและน้ำ.....	33
3-11	สภาพแวดล้อมที่อยู่กลางแจ้งและมีสระน้ำที่ใช้ศึกษาเรื่องอุณหภูมิก๊าซ อุณหภูมิดินและน้ำ.....	33
3-12	สภาพแวดล้อมที่เป็นดินโคลนกลางแจ้งและมีสระน้ำที่ใช้ศึกษาเรื่องอุณหภูมิก๊าซ อุณหภูมิดินและน้ำ.....	34
3-13	สภาพแวดล้อมที่เป็นลานคอนกรีตบริเวณลานจอดรถที่ใช้ศึกษาเรื่องอุณหภูมิก๊าซ.....	34
3-14	ต้นไม้ขนาดใหญ่ที่ใช้ศึกษาเรื่องอุณหภูมิก๊าซ .....	35
3-15	ต้นไม้ขนาดกลางที่ใช้ศึกษาเรื่องอุณหภูมิก๊าซ.....	35
3-16	พุ่มไม้ที่ใช้ศึกษาเรื่องอุณหภูมิก๊าซ.....	36
3-17	สภาพแวดล้อมที่เป็นสนามหญ้าขนาดใหญ่ที่ใช้ศึกษาเรื่องลมที่มีผลต่ออุณหภูมิก๊าซ.....	36
3-18	สภาพแวดล้อมที่เป็นสระน้ำขนาดใหญ่ที่ใช้ศึกษาเรื่องลมที่มีผลต่ออุณหภูมิก๊าซ.....	37
3-19	สภาพแวดล้อมที่เป็นลานคอนกรีตบริเวณลานจอดรถที่ใช้ศึกษาเรื่องลมที่มีผลต่ออุณหภูมิก๊าซ.....	37
3-21	แสดงวงจรการติดตั้งสาย THERMOCOUPLES เข้ากับ SWITCHER .....	39
3-22	แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิก๊าซแบบ Manual Thermometer ที่ต่อเข้ากับ Selector Switch ขนาด 16 Channels เข้ากับ Thermocouples.....	39
3-23	แสดงเครื่องมือวัดความเร็วลมชนิดหัววัดเส้นลวด.....	40
3-24	แสดงเครื่องมือวัดอุณหภูมิและวัดความเร็วลมแบบ Manual ของ Testo ชนิดหัวใบพัด.....	40

3-25	แสดงการติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบ Manual Thermometer Model DP 300 ของ RKC.....	41
3-26	แสดงการวัดค่าอุณหภูมิ โดยต่อเครื่อง Manual Thermometer เข้ากับเครื่อง Selector Switch ตามจุดต่างๆที่ติดตั้งสาย Thermocouples.....	41
3-27	แสดงการเตรียมติดตั้งสายสัญญาณ โดยขุดดินลึก 15 ซม. เพื่อติดตั้งแท่นยึดสายสัญญาณ.....	42
3-28	แสดงการติดตั้งแท่นยึดสายสัญญาณ โดยตอกแท่นลงไปในดินเพื่อไม่ให้ดินที่ตกลงไปเปลี่ยนแปลงเนื่องจากสัมผัสอากาศ .....	42
3-29	แสดงสภาพบรรยากาศห้องฟ้าในวันที่ทำการวิจัย.....	43
3-30	แสดงการติดตั้งสายสัญญาณลงไปในน้ำ.....	43
3-31	แสดงการติดตั้งสายสัญญาณวัดค่าอุณหภูมิตามระดับความสูงและป้องกันค่ารังสีแสงอาทิตย์ โดยติดตั้งแผ่นโฟมด้านบนเพื่อป้องกันค่าการแผ่รังสีแสงอาทิตย์.....	44
4-1	แสดงภาพตัดการติดตั้งสายสัญญาณ.....	47
4-2	แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดของอุณหภูมิอากาศในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน.....	49
4-3	การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศที่พื้นผิวตามสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน.....	50
4-4	ค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุด-ต่ำสุดระดับ 1 ม. ตามสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน.....	51
4-5	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศระดับ 1 ม. ตามสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน.....	52
4-6	การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศที่ระดับ 1 ม. ตามสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน.....	53
4-7	ค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุด-ต่ำสุดระดับ 2 ม. ตามสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน.....	54
4-8	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศระดับ 2 ม. ตามสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน.....	55
4-9	การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศระดับ 2 ม. ตามสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน.....	56
4-10	การเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดที่ระดับความสูงต่างๆของถานจอครด.....	58
4-11	การเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศที่ระดับความสูงต่างๆของถานจอครด.....	59
4-12	การเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ระดับต่างๆบริเวณดินโล่ง.....	61

4-13	แสดงค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุด-ต่ำสุดที่ระดับต่างๆบริเวณดินโล่ง.....	62
4-14	การเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศบริเวณดินโล่งที่ระดับต่างๆ.....	63
4-15	การเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศบริเวณสนามหญ้ากลางแจ้งที่ระดับต่างๆ.....	66
4-16	การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศที่ระดับต่างๆ บริเวณสนามหญ้ากลางแจ้ง.....	67
4-17	การเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดที่ระดับต่างๆบริเวณต้นไม้.....	70
4-18	การเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศใต้ต้นไม้ที่ระดับต่างๆ.....	71
4-19	แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดที่ระดับความลึก 0.50 ม.ในสภาพแวดล้อม ที่แตกต่างกัน.....	74
4-20	การเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 0.50 ม.ในสภาพแวดล้อม ที่แตกต่างกัน.....	75
4-21	แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดที่ระดับความลึก 1 ม.ในสภาพแวดล้อม ที่แตกต่างกัน.....	76
4-22	การเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 1 ม.ในสภาพแวดล้อม ที่แตกต่างกัน.....	77
4-23ก.	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดที่ระดับความลึก 2 ม.ใน สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน.....	78
4-23	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิดินสูงสุด-ต่ำสุดที่ระดับความลึก 2 ม.ใน สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน.....	79
4-24	การเปรียบเทียบอุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 2 ม.ตามสภาพแวดล้อมที่ แตกต่างกัน.....	80
4-25	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิดินสูงสุด-ต่ำสุดที่ระดับความลึกต่างๆใต้ต้นไม้.....	82
4-26	การเปรียบเทียบอุณหภูมิดินที่ระดับความลึกต่างๆใต้ต้นไม้.....	83
4-27	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิดินสูงสุด-ต่ำสุดที่ระดับความลึกต่างๆ บริเวณสนามหญ้ากลางแจ้ง.....	84
4-28	การเปรียบเทียบอุณหภูมิดินที่ระดับความลึกต่างๆ บริเวณสนามหญ้ากลางแจ้ง.....	85
4-29	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิดินสูงสุด-ต่ำสุดที่ระดับความลึกต่างๆ บริเวณ ดินโล่งกลางแจ้ง.....	86

4-30	การเปรียบเทียบอุณหภูมิดินที่ระดับความลึกต่างๆ บริเวณดินไถ่กลางแจ้ง.....	87
4-31	การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศที่ระดับความสูง 1 ม.และอุณหภูมิดินลึก 0.50 เมตรได้ต้นไม้.....	89
4-32	การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศบริเวณสนามหญ้ากลางแจ้งที่ระดับความสูง 1 ม.และอุณหภูมิดินลึก 0.50 ม.....	90
4-33	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำสูงสุด-ต่ำสุดที่ระดับความลึกต่างๆ ได้ต้นไม้.....	91
4-34	การเปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำที่ระดับความลึกต่างๆ ได้ต้นไม้.....	92
4-35	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำสูงสุด-ต่ำสุดที่ระดับความลึกต่างๆ บริเวณสนามหญ้ากลางแจ้ง.....	93
4-36	การเปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำที่ระดับความลึกต่างๆกลางแจ้ง.....	94
4-37	การเปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำที่ระดับความลึกต่างๆตามสภาพแวดล้อม ทั้ง 2 ประเภท.....	95
4-39	ต้นไม้ขนาดใหญ่.....	97
4-40	ต้นไม้ขนาดกลาง.....	98
4-41	พุ่มไม้.....	98
4-42	การวัดอุณหภูมิอากาศและความเร็วลมได้ต้นไม้.....	99
4-43	การวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์และค่าปริมาณแสง.....	99
4-44	การเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดได้ต้นไม้ขนาดต่างๆ.....	100
4-45	การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศได้ต้นไม้ขนาดต่างๆ.....	101
4-46	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศเหนือลม-ใต้ลมสระน้ำที่ความสูง 2 เมตร.....	105
4-47	การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศเหนือลม-ใต้ลมสระน้ำ.....	106
4-48	การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศเหนือลม-ใต้ลมสระน้ำที่ระดับต่างๆ.....	107
4-49	การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศเหนือลม-ใต้ลมของสนามหญ้า.....	109
4-50	การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศเหนือลม-ใต้ลมของสนามหญ้า ที่ระดับต่างๆ.....	110
4-51	การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศสูงสุด-ต่ำสุดบริเวณสนามหญ้า.....	111
4-52	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศสูงสุด-ต่ำสุดบริเวณลานจอดรถ.....	113

4-53	การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศเหนือผิวดิน-ใต้ผิวดินของสถานจอครบ.....	114
4-54	การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศสูงสุด-ต่ำสุดบริเวณสถานจอครบ .....	115
4-55	การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศที่ผิวดินตามสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ( 20 - 22 ม.ค. 39 ) .....	116
4-56	การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศที่ผิวดินตามสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ( 4 - 6 พ. ค. 39 ) .....	116
4-57	การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศที่ระดับความสูง 1 ม.ตามสภาพแวดล้อม ที่แตกต่างกัน ( 20 - 22 ม.ค. 39 ).....	117
4-58	การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศที่ระดับความสูง 1 ม.ตามสภาพแวดล้อม ที่แตกต่างกัน ( 4 - 6 พ. ค. 39 ).....	117
4-59	การเปรียบเทียบน้ำลึก 0.50 ม.ตามสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ( 20 - 22 ม.ค. 39 ).....	118
4-60	การเปรียบเทียบน้ำลึก 0.50 ม.ตามสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ( 4 - 6 พ. ค. 39 ).....	118
4-61	การเปรียบเทียบน้ำลึก 1 ม.ตามสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ( 20 - 22 ม.ค. 39 ).....	119
4-62	การเปรียบเทียบน้ำลึก 1 ม.ตามสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ( 4 - 6 พ. ค. 39 ).....	119
4-63	การเปรียบเทียบดินลึก 1 ม.ตามสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ( 20 - 22 ม.ค. 39 ).....	120
4-64	การเปรียบเทียบดินลึก 1 ม.ตามสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ( 4 - 6 พ. ค. 39 ).....	120
4-65	การเปรียบเทียบดินลึก 0.50 ม.ตามสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ( 20 - 22 ม.ค. 39 ).....	121
4-66	การเปรียบเทียบดินลึก 0.50 ม.ตามสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ( 4 - 6 พ. ค. 39 ).....	121

4-67	การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศบริเวณเหนือลม-ใต้ลมของสนามหญ้า ( 15 - 17 มี. ค. 39 ).....	122
4-68	การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศบริเวณเหนือลม-ใต้ลมของสนามหญ้า ( 24 - 26 พ. ค. 39 ).....	122
4-69	การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศบริเวณเหนือลม-ใต้ลมของสระน้ำ ( 15 - 17 มี. ค. 39 ).....	123
4-70	การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศบริเวณเหนือลม-ใต้ลมของสระน้ำ ( 24 - 26 พ. ค. 39 ).....	123
4-71	การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศบริเวณเหนือลม-ใต้ลมของลานจอดรถ ( 15 - 17 มี. ค. 39 ).....	124
4-72	การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศบริเวณเหนือลม-ใต้ลมของลานจอดรถ ( 26 - 29 พ. ค. 39 ).....	124