



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การศึกษาผลของพื้นที่สีเขียวที่มีต่อการลด อุณหภูมิอากาศในกรุงเทพมหานคร”

(Study on the effect of green area to reduce
air temperature in Bangkok)

โดย นายณัฏฐ์ พิชกรรม และคณะ

กรกฎาคม 2543

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การศึกษาผลของพื้นที่สีเขียวที่มีต่อการลด
อุณหภูมิอากาศในกรุงเทพมหานคร”
(Study on the effect of green area to reduce
air temperature in Bangkok)

คณะผู้วิจัย

สังกัด

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| 1. นายณัฐวุฒิ พิชกรรม | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 2. นายเกษม จันทรแก้ว | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

ชุดโครงการ ทุนวิจัยหลังปริญญาเอก

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยโครงการ “การศึกษาผลของพื้นที่สีเขียวที่มีต่อการลดอุณหภูมิอากาศในกรุงเทพมหานคร” ขอขอบพระคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยเป็นอย่างสูง ที่ได้สนับสนุนทุนสำหรับงานวิจัยในเรื่องนี้ ผู้วิจัยคาดว่าข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ในการหาแนวทางเบื้องต้นเพื่อแก้ไขปัญหาสภาพอากาศร้อนในเมืองต่างๆของประเทศไทย โดยเฉพาะการใช้ประโยชน์จากพื้นที่สีเขียวเพื่อลดอุณหภูมิอากาศสูงที่กำลังจะเป็นปัญหาใหญ่ต่อไปในอนาคต อีกทั้งข้อมูลพื้นฐานที่ได้ในครั้งนี้น่าจะนำไปสู่การวิจัยเพิ่มเติม เพื่อการวางแผนออกแบบลักษณะของพื้นที่สีเขียวในเขตเมืองให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ซึ่งสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญในเรื่องนี้ จึงได้อนุมัติทุนสนับสนุนให้การทำวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ศ.เกษม จันทรแก้ว เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าเพื่อเป็นนักวิจัยที่ปรึกษาให้แก่ทางโครงการ ผู้วิจัยได้รับคำแนะนำที่มีประโยชน์ต่อการวิจัยเป็นอย่างยิ่งซึ่งทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

Project Code : PDF/71/2540

Project Title : การศึกษาผลของพื้นที่สีเขียวที่มีต่อการลดอุณหภูมิอากาศในกรุงเทพมหานคร

Investigators : นายณัฐ พิชกรรม หัวหน้าโครงการ สังกัด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
นายเกษม จันทรแก้ว นักวิจัยที่ปรึกษา สังกัด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

E-mail Address : agrat@nontri.ku.ac.th (หัวหน้าโครงการ)

Project Period: สิงหาคม 2540 ถึง กรกฎาคม 2543 (3 ปี)

Objectives : ศึกษาผลของพื้นที่สีเขียวที่มีต่อการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศ และศึกษาปริมาณและประเภทของพื้นที่สีเขียวที่เหมาะสมต่อการลดอุณหภูมิอากาศของเมือง

Methodology : วัดอุณหภูมิอากาศสูงสุดของวันและต่ำสุดของวัน โดยบันทึกข้อมูลทุกเดือนๆละ 4 วัน และคำนวณเป็นข้อมูลอุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยของฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน ตั้งแต่พฤศจิกายน 2540 ถึงตุลาคม 2542 ที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร นำข้อมูลไปเขียนเส้น Isotherm บนแผนที่แสดงการกระจายตัวของพื้นที่ประเภทต่างๆที่ปกคลุมพื้นที่ และคำนวณหาความสัมพันธ์ของปริมาณและประเภทของพื้นที่สีเขียวที่มีต่ออุณหภูมิอากาศโดยวิธี Simple และ Multiple linear regression

Results : ในช่วงบ่ายของทั้งสามฤดู เส้น Isotherm ของอุณหภูมิอากาศสูงสุดมีจำนวนมากพื้นที่ที่มีสิ่งก่อสร้างเป็นองค์ประกอบแสดงค่าอุณหภูมิอากาศสูงประมาณ $37-40^{\circ}\text{C}$ แต่บริเวณที่มีพื้นที่สีเขียวเป็นองค์ประกอบมีค่าอุณหภูมิอากาศต่ำประมาณ $33-35^{\circ}\text{C}$ ซึ่งแตกต่างจากช่วงเช้าตรู่ของทั้ง 3 ฤดู โดยที่เส้น Isotherm ของอุณหภูมิอากาศต่ำสุดมีจำนวนน้อยและมีค่าค่อนข้างสม่ำเสมอประมาณ $25-27^{\circ}\text{C}$ และพบว่าทั้ง 3 ฤดู การเพิ่มพื้นที่สีเขียว 10% ทำให้อุณหภูมิอากาศในช่วงบ่ายและช่วงเช้าตรู่ลดลง $0.62^{\circ}\text{C}-0.94^{\circ}\text{C}$ และ $0.14^{\circ}\text{C}-0.37^{\circ}\text{C}$ ตามลำดับ และการเพิ่มพื้นที่ที่มีต้นไม้ใหญ่ปกคลุมและพื้นที่สนามหญ้าอย่างละ 10% ช่วยลดอุณหภูมิอากาศในช่วงบ่ายลงได้ $0.45-0.93^{\circ}\text{C}$ และ $0.25-0.71^{\circ}\text{C}$ ตามลำดับ ในขณะที่ช่วยลดอุณหภูมิอากาศในช่วงเช้าตรู่ลงได้ $0.16-0.34^{\circ}\text{C}$ และ $0.14-0.38^{\circ}\text{C}$ ตามลำดับ

Discussion Conclusion : การเพิ่มพื้นที่สีเขียวมีแนวโน้มช่วยลดอุณหภูมิอากาศลงได้ทั้งช่วงบ่ายและช่วงเช้าของทั้งสามฤดู โดยที่พื้นที่ที่มีต้นไม้ใหญ่ปกคลุมและพื้นที่สนามหญ้ามียอทธิพลต่อการลดอุณหภูมิอากาศลงได้ชัดเจน

Suggestions / Further Implication / Implementation : แนวทางในการแก้ไขปัญหาสภาพอากาศร้อนของเมือง คือการเพิ่มพื้นที่สีเขียวให้มากขึ้น เช่น การสร้างสวนสาธารณะ การปลูกต้นไม้ริมทางเดินหรือถนน และการดูแลรักษาต้นไม้เดิม และงานวิจัยที่ควรทำในอนาคต เช่น การศึกษาในพื้นที่ขนาดเล็ก เช่น สวนสาธารณะ เพื่อดูว่าสวนสาธารณะสามารถกระจายความเย็นให้กับบริเวณรอบนอกพื้นที่ได้มากน้อยเพียงใดและศึกษาปัจจัยสภาพอากาศอื่น ๆ ร่วมด้วย

Keywords : อุณหภูมิอากาศ, กรุงเทพมหานคร, พื้นที่สีเขียว, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Abstract

Project Code : PDF/71/2540

Project Title : Study on the effect of green area to reduce air temperature in Bangkok

Investigators : Mr.Nath Pichakum (Project Leader) Kasetsart University

Mr. Kasem Chunkao (Mentor) Kasetsart University

E-mail Address : agrat@nontri.ku.ac.th (Project Leader)

Project Period: August 1997 to July 2000 (3 years)

Objectives : Study on the effect of green area to the distribution of air temperature and investigate quantity and a kind of green area to reduce air temperature in urban area.

Methodology : Maximum and minimum air temperature in a day was measured every 4 days in each month. Data were calculated as average maximum and minimum air temperature in winter, summer and rainy season during November 1997 - October 1999 at Kasetsart University, Bangkok. Isotherm pattern was superimposed on the map of distribution of each coverage element. Simple and multiple linear regression showed relationship between quantity of green area, the kind of green area and air temperature.

Results : In the afternoon of 3 seasons, the isotherm pattern showed more densely than in early morning. 37-40°C of air temperature was occurred in densely built-up areas while 33-35°C of air temperature was recorded in green areas. Isotherm in early morning showed calmly pattern with 25-27°C. In all season, when green area was increased 10%, air temperature in the afternoon and early morning was reduced by 0.62-0.94°C and 0.14-0.37°C respectively. When each of tree coverage and grassland were increased 10%, air temperature in the afternoon was reduced 0.45-0.93°C and 0.25-0.71°C respectively. While air temperature in early morning was reduced 0.16-0.34°C and 0.14-0.38°C respectively.

Discussion Conclusion : The effect of increment of green area could reduce air temperature in both times of all season. Tree coverage and grassland showed remarkably effect on the decreasing of air temperature.

Suggestions / Further Implication / Implementation : The increment of green area, such as : park, street planting and maintenance was the suitable method for solving high air temperature in urban area. More investigation in park and other urban meteorological factors, however, should be conduct in order to understand how park could disperse cool air to around area.

Keywords : air temperature, Bangkok, green area, Kasetsart University

Executive Summary

การศึกษาผลของพื้นที่สีเขียวที่มีต่อการลดอุณหภูมิอากาศในกรุงเทพมหานคร มีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางเบื้องต้นในการแก้ไขปัญหาสภาพอากาศร้อนในกรุงเทพมหานครและเมืองต่างๆของประเทศไทย จากการศึกษาสามารถสรุปผลได้ ดังนี้

จากข้อมูลอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดของแต่ละฤดูกาล เมื่อนำไปเขียนเส้นแสดงอุณหภูมิอากาศที่เท่ากัน (Isotherm) บนแผนที่แสดงการกระจายตัวของพื้นที่โดยรวมในมหาวิทยาลัยฯ ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ก่อสร้าง (Built-up area) พื้นที่ที่มีต้นไม้ใหญ่ปกคลุม (Tree coverage) พื้นที่สนามหญ้า (Grassland) พื้นน้ำ (Water surface) และพื้นที่ที่ไม่มีสิ่งใดปกคลุมผิวดิน (Bare ground) พบว่า ในช่วงบ่ายของทั้งสามฤดู เส้น Isotherm ที่แสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศสูงสุดเฉลี่ยมีจำนวนมากและกระจายตัวอยู่ทั่วพื้นที่ศึกษา มีหลายบริเวณในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยฯที่มีสิ่งก่อสร้างเป็นองค์ประกอบอยู่แสดงค่าอุณหภูมิอากาศค่อนข้างสูง และเส้นอุณหภูมิอากาศมีลักษณะเป็นเกาะแห่งความร้อน ความต่างของอุณหภูมิอากาศสูงสุดกับต่ำสุดเฉลี่ยพบว่ามีความต่างกันค่อนข้างมาก แต่บริเวณใจกลางพื้นที่ของมหาวิทยาลัยฯซึ่งมีพื้นที่สีเขียวหลายแห่งเป็นองค์ประกอบอยู่มีค่าอุณหภูมิอากาศต่ำกว่า ซึ่งแตกต่างจากช่วงเช้าตรู่ของทั้งสามฤดู โดยที่เส้นแสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศต่ำสุดเฉลี่ยมีจำนวนน้อยและมีรูปแบบที่ค่อนข้างสม่ำเสมอ และค่าความต่างของอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยสูงสุดกับต่ำสุดพบว่ามีความต่างกันน้อยกว่า

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติระหว่างพื้นที่สีเขียวกับอุณหภูมิอากาศ โดยวิธีวิเคราะห์แบบ Simple linear regression พบว่า มีความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่สีเขียวกับอุณหภูมิอากาศแบบผกผัน กล่าวคือ ในพื้นที่วงกลม ($\varnothing$ 150 ม.) การเพิ่มพื้นที่สีเขียวช่วยลดอุณหภูมิอากาศลงได้ และพบว่าในช่วงบ่ายการเพิ่มพื้นที่สีเขียวจะช่วยลดอุณหภูมิอากาศลงได้มากกว่าในช่วงเช้าตรู่ โดยในช่วงบ่ายของฤดูหนาวเมื่อจำนวนพื้นที่สีเขียวเพิ่มขึ้น 10% จะทำให้อุณหภูมิอากาศลดลง 0.70°C - 0.90°C ในขณะที่ช่วงเช้าตรู่ จะทำให้อุณหภูมิอากาศลดลง 0.14°C - 0.37°C ส่วนช่วงบ่ายของฤดูร้อนเมื่อจำนวนพื้นที่สีเขียวเพิ่มขึ้น 10% จะทำให้อุณหภูมิอากาศลดลง 0.71°C - 0.79°C ในขณะที่ช่วงเช้าตรู่ จะมีผลให้อุณหภูมิอากาศลดลง 0.21°C - 0.33°C และช่วงบ่ายของฤดูฝนเมื่อจำนวนพื้นที่สีเขียวเพิ่มขึ้น 10% จะทำให้อุณหภูมิอากาศลดลง 0.62°C - 0.94°C ในขณะที่ช่วงเช้าตรู่ จะมีผลให้อุณหภูมิอากาศลดลง 0.21°C - 0.36°C

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติระหว่างพื้นที่ประเภทต่างๆที่ปกคลุมพื้นที่กับอุณหภูมิอากาศ โดยวิธีวิเคราะห์แบบ Multiple linear regression พบว่า มีความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ประเภทต่างๆที่ปกคลุมพื้นที่กับอุณหภูมิอากาศแบบผกผันเช่นเดียวกับความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่สีเขียวกับอุณหภูมิอากาศ โดยพบว่า ช่วงบ่ายและช่วงเช้าตรู่ทั้งสามฤดู พื้นที่ประเภทต่างๆที่มีผลต่ออุณหภูมิอากาศมี 2 ประเภท คือ พื้นที่ที่มีต้นไม้ใหญ่ปกคลุมและพื้นที่สนามหญ้า การเพิ่มพื้นที่ทั้งสองประเภทนี้จะช่วยลดอุณหภูมิอากาศลงได้เช่นเดียวกับอิทธิพลของพื้นที่สีเขียว และในช่วงบ่ายการเพิ่มพื้นที่ทั้งสองประเภทจะช่วยลดอุณหภูมิอากาศลงได้มากกว่าในช่วงเช้าตรู่ โดยที่ใน

ช่วงบ่ายของฤดูหนาวเมื่อจำนวนพื้นที่ที่มีต้นไม้ใหญ่ปกคลุมและพื้นที่สนามหญ้าเพิ่มขึ้นอย่างละ 10% จะส่งผลให้อุณหภูมิอากาศลดลงได้ $0.68-0.78^{\circ}\text{C}$ และ $0.27-0.69^{\circ}\text{C}$ ตามลำดับ ในขณะที่ช่วงเช้าตรู่ จะมีผลให้อุณหภูมิอากาศลดลง $0.16-0.34^{\circ}\text{C}$ และ $0.14-0.28^{\circ}\text{C}$ ตามลำดับ สำหรับช่วงบ่ายของฤดูร้อนเมื่อจำนวนพื้นที่ที่มีต้นไม้ใหญ่ปกคลุมและพื้นที่สนามหญ้าเพิ่มขึ้นอย่างละ 10% จะส่งผลให้อุณหภูมิอากาศลดลงได้ $0.70-0.78^{\circ}\text{C}$ และ $0.52-0.55^{\circ}\text{C}$ ตามลำดับ ในขณะที่ช่วงเช้าตรู่ จะมีผลให้อุณหภูมิอากาศลดลง $0.19-0.32^{\circ}\text{C}$ และ $0.19-0.37^{\circ}\text{C}$ ตามลำดับ และช่วงบ่ายของฤดูฝนเมื่อจำนวนพื้นที่ที่มีต้นไม้ใหญ่ปกคลุมและพื้นที่สนามหญ้าเพิ่มขึ้นอย่างละ 10% จะส่งผลให้อุณหภูมิอากาศลดลงได้ $0.45-0.93^{\circ}\text{C}$ และ $0.25-0.71^{\circ}\text{C}$ ตามลำดับ ในขณะที่ช่วงเช้าตรู่ จะมีผลให้อุณหภูมิอากาศลดลง $0.21-0.32^{\circ}\text{C}$ และ $0.23-0.38^{\circ}\text{C}$ ตามลำดับ

สำหรับพื้นที่ประเภทต่างๆที่เหลืออยู่อีก 2 ชนิด คือพื้นที่น้ำและพื้นที่ที่ไม่มีสิ่งใดปกคลุมผิวดินนั้นไม่ได้แสดงผลต่ออุณหภูมิอากาศทั้งสามฤดู

สารบัญเรื่อง

	หน้า
บทนำ	1
วิธีการศึกษา	3
ผลการศึกษา	6
วิจารณ์ผลการศึกษา	28
เอกสารอ้างอิง	33
Output ที่ได้	35
ภาคผนวก	36

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าต่ำสุดและสูงสุดของอุณหภูมิอากาศเฉลี่ย ($^{\circ}\text{C}$) ในแต่ละช่วงเวลาของทั้งสามฤดูในรอบ 2 ปี และจำนวนร้อยละของพื้นที่ประเภทต่างๆซึ่งอยู่ภายในพื้นที่วงกลมตามตำแหน่งของจุดวัดอุณหภูมิอากาศ ($\varnothing$ 150 ม.) จำนวน 56 แห่ง ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร	15
2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยแต่ละเดือนในฤดูหนาวกับพื้นที่สีเขียวภายในพื้นที่วงกลม ($\varnothing$ 150 ม.) ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร โดยวิธีวิเคราะห์แบบ Simple linear regression	16
3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยแต่ละเดือนในฤดูร้อนกับพื้นที่สีเขียวภายในพื้นที่วงกลม ($\varnothing$ 150 ม.) ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร โดยวิธีวิเคราะห์แบบ Simple linear regression	19
4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยแต่ละเดือนในฤดูฝนกับพื้นที่สีเขียวภายในพื้นที่วงกลม ($\varnothing$ 150 ม.) ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร โดยวิธีวิเคราะห์แบบ Simple linear regression	21
5	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยแต่ละเดือนในฤดูหนาวกับพื้นที่ประเภทต่างๆภายในพื้นที่วงกลม ($\varnothing$ 150 ม.) ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร โดยวิธีวิเคราะห์แบบ Multiple linear regression	24
6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยแต่ละเดือนในฤดูร้อนกับพื้นที่ประเภทต่างๆภายในพื้นที่วงกลม ($\varnothing$ 150 ม.) ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร โดยวิธีวิเคราะห์แบบ Multiple linear regression	26
7	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยแต่ละเดือนในฤดูฝนกับพื้นที่ประเภทต่างๆภายในพื้นที่วงกลม ($\varnothing$ 150 ม.) ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร โดยวิธีวิเคราะห์แบบ Multiple linear regression	27

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนที่แสดงการกระจายตัวของพื้นที่ประเภทต่าง ๆ ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ที่มีสิ่งก่อสร้าง (Built-up area) พื้นที่ที่มีต้นไม้ใหญ่ปกคลุม (Tree coverage) พื้นที่สนามหญ้า (Grassland) พื้นน้ำ (Water surface) และพื้นที่ที่ไม่มีสิ่งใดปกคลุมผิวดิน (Bare ground) พร้อมทั้งตำแหน่งติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิอากาศต่ำสุด-สูงสุด จำนวน 56 แห่ง (●)	4
2	เส้นแสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศสูงสุดเฉลี่ย (ช่วงบ่าย) ของฤดูหนาว ปี 2540 (พ.ย.-ธ.ค. 40 และ ม.ค. 41) และปี 2541 (พ.ย.-ธ.ค. 41 และ ม.ค. 42)	7
3	เส้นแสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศต่ำสุดเฉลี่ย (ช่วงเช้าน้ำค้าง) ของฤดูหนาว ปี 2540 (พ.ย.-ธ.ค. 40 และ ม.ค. 41) และปี 2541 (พ.ย.-ธ.ค. 41 และ ม.ค. 42)	8
4	เส้นแสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศสูงสุดเฉลี่ย (ช่วงบ่าย) ของฤดูร้อน ปี 2541 (ก.พ.-เม.ย. 41) และปี 2542 (ก.พ.-เม.ย. 42)	10
5	เส้นแสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศต่ำสุดเฉลี่ย (ช่วงเช้าน้ำค้าง) ของฤดูร้อนปี 2541 (ก.พ.-เม.ย. 41) และปี 2542 (ก.พ.-เม.ย. 42)	11
6	เส้นแสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศสูงสุดเฉลี่ย (ช่วงบ่าย) ของฤดูฝน ปี 2541 (พ.ค.-ต.ค. 41) และปี 2542 (พ.ค.-ต.ค. 42)	12
7	เส้นแสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศต่ำสุดเฉลี่ย (ช่วงเช้าน้ำค้าง) ของฤดูฝน ปี 2541 (พ.ค.-ต.ค. 41) และปี 2542 (พ.ค.-ต.ค. 42)	13
8	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่สีเขียว (X) กับอุณหภูมิอากาศ (Y) ในช่วงบ่าย (◆) และช่วงเช้าน้ำค้าง (■) ของฤดูหนาวปี 2540 และปี 2541	17
9	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่สีเขียว (X) กับอุณหภูมิอากาศ (Y) ในช่วงบ่าย (◆) และช่วงเช้าน้ำค้าง (■) ของฤดูร้อนปี 2541 และปี 2542	20
10	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่สีเขียว (X) กับอุณหภูมิอากาศ (Y) ในช่วงบ่าย (◆) และช่วงเช้าน้ำค้าง (■) ของฤดูฝนปี 2541 และปี 2542	22

บทนำ

ปัญหาเกี่ยวกับมลภาวะทางอากาศกำลังเป็นเรื่องที่ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางโดยเฉพาะในเมืองขนาดใหญ่ทั่วโลก เนื่องจากมีประชากรอยู่รวมกันอย่างหนาแน่น ประกอบกับกิจกรรมต่างๆที่เกิดขึ้น เช่น การจราจรที่หนาแน่น คว้นพิษจากการเผาไหม้และจากโรงงานต่างๆ ก็เป็นปัจจัยที่ช่วยสนับสนุนให้เกิดมลพิษทางอากาศได้ง่ายยิ่งขึ้น และส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของผู้คนในเมืองอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

นอกจากมลพิษทางอากาศที่กำลังเป็นปัญหาใหญ่แล้ว ปัญหาอีกประการหนึ่งที่กำลังก่อตัวขึ้นอย่างช้าๆ ในเมืองขนาดใหญ่ก็คือ การสะสมความร้อนของบรรยากาศที่อยู่เหนือเมือง ทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า “เกาะแห่งความร้อน” หรือ “Urban heat island” (Landsberg, 1981 ; Oke, 1987) ลักษณะที่สำคัญของปรากฏการณ์นี้คือความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศระหว่างบริเวณในเมืองกับบริเวณรอบนอกเมือง โดยที่อุณหภูมิอากาศบริเวณในเมืองจะสูงกว่าบริเวณรอบนอกเมืองอย่างเห็นได้ชัด

ปัจจัยที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้ เป็นผลมาจากการขยายตัวของเมือง โดยเฉพาะการเพิ่มขึ้นของอาคาร บ้านเรือนและสิ่งก่อสร้างต่างๆอย่างไม่มีแบบแผน พื้นผิวของสิ่งก่อสร้างเหล่านี้จะเป็นตัวดูดซับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ และคายพลังงานความร้อนเหล่านั้นสู่บรรยากาศอีกทีหนึ่ง นอกจากนี้ความร้อนจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ถูกปล่อยจากยานพาหนะชนิดต่างๆ และความร้อนที่ระบายจากเครื่องปรับอากาศก็เป็นปัจจัยช่วยส่งเสริมให้ความร้อนในบรรยากาศของเมืองเพิ่มขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ และส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของผู้คนที่อาศัยอยู่ในเมืองด้วย (Fukui, 1969 ; Outcalt, 1972 ; Oke, 1982) ปัญหาที่กล่าวมาเป็นสภาวะที่เมืองขนาดใหญ่ทั่วโลกกำลังประสบอยู่ รวมถึงกรุงเทพมหานครซึ่งเป็นเมืองหลวงของประเทศไทยก็มีแนวโน้มที่กำลังประสบปัญหานี้เช่นเดียวกัน

กรุงเทพมหานครถูกจัดเป็นเมืองที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุดในประเทศไทย มีประชากรมากกว่า 6 ล้านคน มีอัตราการขยายตัวของพื้นที่ก่อสร้างเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่ในขณะเดียวกันพื้นที่สีเขียวซึ่งเปรียบเสมือนปอดของคนกรุงเทพฯที่มีอยู่ในปัจจุบันกลับมีอัตราเพิ่มขึ้นน้อยมาก ผู้คนในเมืองใหญ่เช่นนี้จะมีความรู้สึกห่างเหินต่อธรรมชาติมากกว่าคนในชนบท การเพิ่มขึ้นของความร้อนในบรรยากาศหรืออีกนัยหนึ่งคือการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศ เริ่มกลายเป็นปัญหาที่สะสมและทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นตลอดเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูร้อนความรุนแรงของปัญหายิ่งทวีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นการศึกษาวิจัยเพื่อหาทางป้องกันหรือแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นจึงควรจะได้มีการเริ่มขึ้นก่อนที่จะปล่อยให้เกิดผลกระทบขึ้นเป็นวงกว้าง

การแก้ไขที่เหมาะสมวิธีหนึ่งก็คือ การปรับปรุงสภาพแวดล้อมในเมืองให้ดีขึ้นด้วยการนำต้นไม้มาใช้ให้เป็นประโยชน์ เป็นที่ทราบกันดีว่าต้นไม้ให้ความรู้สึกเป็นธรรมชาติ ให้ร่มเงา ช่วยกรองฝุ่นและเสียง (สุภัทรา, 2525) นอกจากนี้ พูนพิภพ (2541) ได้รายงานไว้ว่าพืชที่ปลูกในที่กลางแจ้งสามารถดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 30-60 กรัมต่อตารางเมตรพื้นที่ดินต่อวัน ซึ่งจะปลด

ปล่อยก๊าซซอกซ์เจนอนออกมาทำให้สภาพอากาศดีขึ้น ในประเทศที่มีการพัฒนาแล้ว เช่น สหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่น ได้มีผลการศึกษาวิจัยที่แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลผลของพื้นที่สีเขียวที่มีต่อการลดอุณหภูมิอากาศเหนือเมืองมาหลายสิบปีแล้ว Johnson *et al.* (1975) ได้เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศในเมืองกับพื้นที่ป่าไม้ พบว่าอุณหภูมิอากาศในเมืองสูงกว่าบริเวณที่เป็นป่าไม้อย่างชัดเจน สำหรับในประเทศไทยได้มีการศึกษาวิจัยในเรื่องนี้เพิ่มเติมมากยิ่งขึ้น จนพบว่าประเภทของต้นไม้ที่มีผลช่วยลดอุณหภูมิอากาศลงได้นั้น คือ ไม้ยืนต้น และหญ้า และยังพบอีกว่าการเพิ่มพื้นที่สีเขียวให้มากขึ้นจะช่วยลดอุณหภูมิอากาศลงได้ระดับหนึ่ง เช่น งานวิจัยที่เขต Suginami ในกรุงโตเกียว (Yamada and Maruta, 1989 ; Yamada *et al.*, 1992)

แต่ในประเทศไทยงานวิจัยเกี่ยวกับด้านนี้ยังได้รับความสนใจน้อยมาก ทำให้ขาดข้อมูลพื้นฐานที่จะใช้ในการวางแผนเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว จึงควรที่จะได้เริ่มต้นศึกษาอย่างจริงจังเพื่อเป็นประโยชน์ในการแก้ไขปัญหาสภาพอากาศร้อนของกรุงเทพมหานคร และเพื่อเป็นการเตรียมการล่วงหน้าสำหรับการแก้ปัญหาที่จะเกิดขึ้นในเมืองอื่นๆของประเทศไทยในอนาคต การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ

1. เพื่อศึกษาผลของพื้นที่สีเขียวที่มีต่อสภาพอากาศร้อนโดยเฉพาะที่เกี่ยวกับการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศของเมือง
2. เพื่อศึกษาปริมาณของพื้นที่สีเขียวที่เหมาะสมต่อการลดอุณหภูมิอากาศของเมือง
3. เพื่อศึกษาประเภทของพื้นที่สีเขียวที่เหมาะสมต่อการลดอุณหภูมิอากาศของเมือง

วิธีการศึกษา

1. การเลือกพื้นที่ศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกพื้นที่ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร เป็นตัวแทนของพื้นที่ในเขตกรุงเทพมหานคร เนื่องจากในอดีตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์จัดเป็นบริเวณที่มีปริมาณพื้นที่สีเขียวอยู่เป็นจำนวนมาก แต่ปัจจุบันมีการก่อสร้างอาคารต่าง ๆ และหน่วยงานอื่นๆ เพิ่มขึ้นมากมาย ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระหว่างปริมาณพื้นที่สีเขียวและปริมาณพื้นที่ที่มีสิ่งก่อสร้าง ซึ่งเป็นตัวอย่างที่ดีที่มีสัดส่วนของพื้นที่สีเขียวต่อพื้นที่ที่มีสิ่งก่อสร้างแตกต่างกันไป

ปัจจุบันพื้นที่ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประกอบด้วย

1. พื้นที่สำหรับการศึกษา ซึ่งมีคณะต่างๆ จำนวน 13 คณะ แต่ละคณะจะประกอบด้วยอาคารเรียนและสิ่งก่อสร้างที่เกี่ยวข้องเนื่องกับการเรียนการสอน โดยส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณตอนกลางของพื้นที่

2. พื้นที่สำหรับการบริการ ประกอบด้วยอาคารบริหารของหน่วยงานส่วนกลางต่างๆ อาคารหอพักนิสิต อาคารสำนักหอสมุด อาคารกีฬา ลานจอดรถ ถนน เป็นต้น

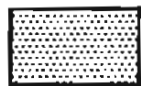
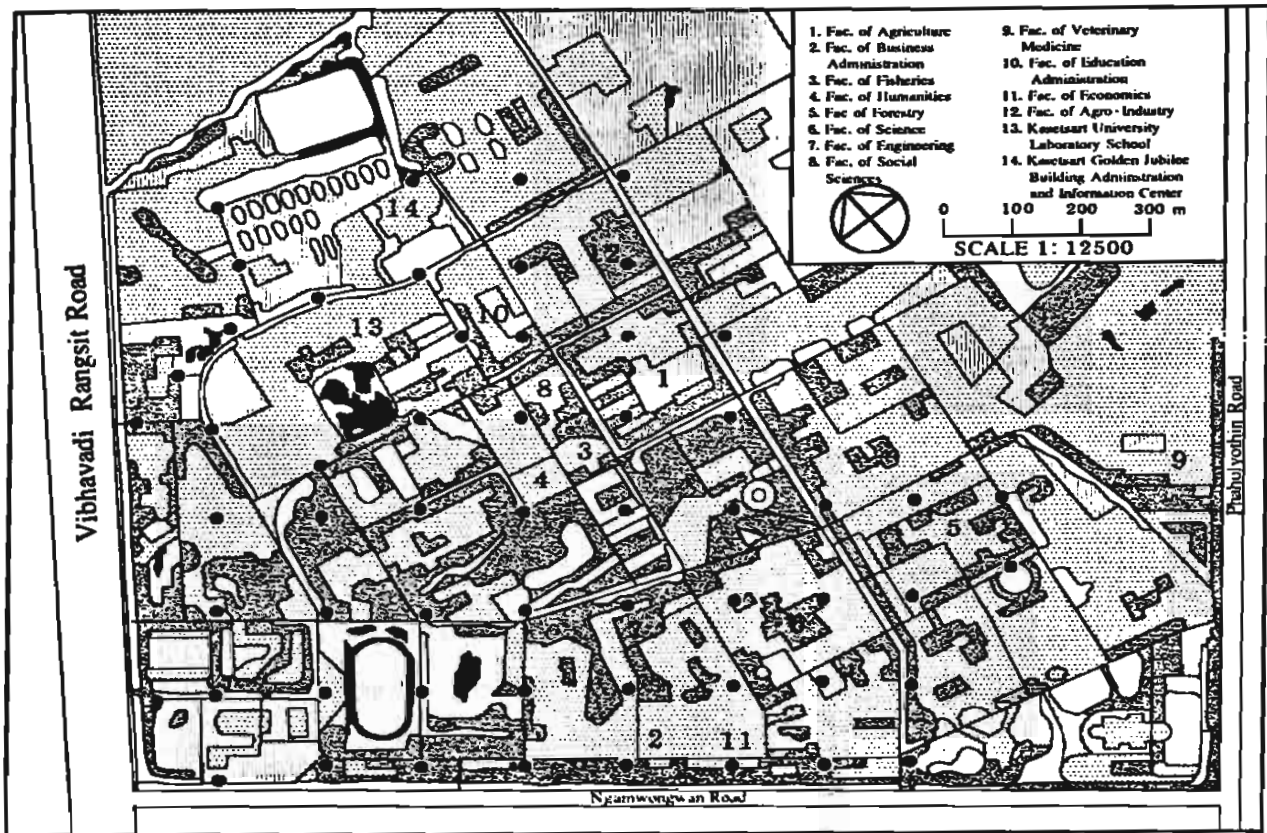
3. พื้นที่สีเขียวทั่วไป เช่น พื้นที่มีต้นไม้เดิม พื้นที่สวนใหม่ สนามกีฬา เป็นต้น จะมีขนาดพื้นที่แตกต่างกันกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ของมหาวิทยาลัยฯ แต่จะอยู่รวมกันเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่และค่อนข้างหนาแน่นบริเวณตอนกลางของพื้นที่

2. การบันทึกข้อมูล

ติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิอากาศต่ำสุด-สูงสุด (Min-max thermometer) ตามจุดต่างๆ ในบริเวณที่ศึกษา จำนวน 56 แห่ง โดยกำหนดให้จุดที่ติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิอากาศมีการกระจายครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดทั้งในพื้นที่สีเขียวและพื้นที่ที่มีสิ่งก่อสร้าง (ภาพที่ 1) เพื่อวัดอุณหภูมิอากาศ ($^{\circ}\text{C}$) ที่เกิดขึ้นและสามารถเขียนเส้นแสดงอุณหภูมิอากาศที่เท่ากัน (Isotherm) บนแผนที่ได้ถูกต้องมากที่สุด เครื่องวัดอุณหภูมิอากาศนี้จะบรรจุอยู่ในวัสดุที่ถูกห่อหุ้มด้วยอลูมิเนียมฟลอยด์เพื่อป้องกันความร้อนและการกระแทกจากแสงอาทิตย์โดยตรง และจุดที่ติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิอากาศจะอยู่สูงจากพื้นดินประมาณ 1.50 เมตรตามหลักการวัดอุณหภูมิอากาศ (ดวงพร, 2536)

บันทึกอุณหภูมิอากาศแต่ละจุดเป็นเวลา 2 ปี ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2540 ถึงเดือนตุลาคม 2542 โดยบันทึกทุกเดือนๆ ละ 2 ครั้งๆ ละ 2 วัน แต่ละครั้งมีระยะเวลาห่างกันประมาณ 2 สัปดาห์ ข้อมูลที่ได้เป็นค่าของอุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุดของวัน และคำนวณเป็นข้อมูลอุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยของแต่ละฤดูกาล โดยแบ่งเป็น 3 ฤดู ดังนี้

1. ฤดูหนาว ประกอบด้วยข้อมูลอุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยของเดือนพฤศจิกายน 2540 ถึงเดือนมกราคม 2541 และเดือนพฤศจิกายน 2541 ถึงเดือนมกราคม 2542



Built-up area



Tree coverage



Grassland



Water surface



Bare ground

ภาพที่ 1 แผนที่แสดงการกระจายตัวของพื้นที่ประเภทต่างๆ ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ที่มีสิ่งก่อสร้าง (Built-up area) พื้นที่ที่มีต้นไม้ใหญ่ปกคลุม (Tree coverage) พื้นที่สนามหญ้า (Grassland) พื้นน้ำ (Water surface) และพื้นที่ที่ไม่มีสิ่งใดปกคลุมผิวดิน (Bare ground) พร้อมทั้งตำแหน่งติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิอากาศต่ำสุด-สูงสุด จำนวน 56 แห่ง (●)

2. ฤดูร้อน ประกอบด้วยข้อมูลอุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยของเดือนกุมภาพันธ์ 2541 ถึงเดือนเมษายน 2541 และเดือนกุมภาพันธ์ 2542 ถึงเดือนเมษายน 2542

3. ฤดูฝน ประกอบด้วยข้อมูลอุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยของเดือนพฤษภาคม 2541 ถึงเดือนตุลาคม 2541 และเดือนพฤษภาคม 2542 ถึงเดือนตุลาคม 2542

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ทำแผนที่แสดงการกระจายตัวของพื้นที่ประเภทต่างๆที่ปกคลุมพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ภาพที่ 1) โดยพิจารณาจากภาพถ่ายทางอากาศของกรมแผนที่ทหาร ซึ่งถ่ายเมื่อปี พ.ศ. 2540 ขนาดมาตราส่วน 1 : 5,500 สามารถจำแนกพื้นที่ประเภทต่างๆได้ ดังนี้

1. พื้นที่ที่มีสิ่งก่อสร้าง (Built-up area)
2. พื้นที่ที่มีต้นไม้ใหญ่ปกคลุม (Tree coverage)
3. พื้นที่สนามหญ้า (Grassland)
4. พื้นน้ำ (Water surface)
5. พื้นที่ที่ไม่มีสิ่งใดปกคลุมผิวดิน (Bare ground)

3.2 ใช้เครื่องวัดพื้นที่ (Area-curvimeter) เพื่อวัดปริมาณร้อยละของพื้นที่ 5 ประเภทที่ปกคลุมพื้นที่ศึกษา โดยวัดภายในพื้นที่วงกลมตามตำแหน่งของจุดวัดอุณหภูมิอากาศ ($\varnothing$ 150 ม.) จำนวน 56 แห่ง (วงกลมแต่ละวงมีพื้นที่ประมาณ 11 ไร่)

3.3 นำข้อมูลของอุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยที่บันทึกได้ของทั้ง 3 ฤดู มาเขียนเส้นแสดงอุณหภูมิอากาศที่เท่ากันบนแผนที่ (Isotherm) ลงบนแผนที่แสดงการกระจายตัวของพื้นที่ประเภทต่างๆที่ปกคลุมพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อแสดงลักษณะการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศในแต่ละฤดูกาล

3.4 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่สีเขียว (ปริมาณพื้นที่ที่มีต้นไม้ใหญ่ปกคลุมรวมกับปริมาณพื้นที่สนามหญ้า) กับอุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยของแต่ละเดือนภายในพื้นที่วงกลมตามตำแหน่งของจุดวัดอุณหภูมิอากาศ ($\varnothing$ 150 ม.) ด้วยวิธีวิเคราะห์แบบ Simple linear regression โดยที่พื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิอากาศเป็นตัวแปรอิสระและตัวแปรตามตามลำดับ

3.5 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ประเภทต่างๆ (พื้นที่ที่มีต้นไม้ใหญ่ปกคลุม พื้นที่สนามหญ้า พื้นน้ำ และพื้นที่ที่ไม่มีสิ่งใดปกคลุมผิวดิน) กับอุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยของแต่ละเดือนภายในพื้นที่วงกลมตามตำแหน่งของจุดวัดอุณหภูมิอากาศ ($\varnothing$ 150 ม.) ด้วยวิธีวิเคราะห์แบบ Multiple linear regression โดยที่พื้นที่ประเภทต่างๆและอุณหภูมิอากาศเป็นตัวแปรอิสระและตัวแปรตามตามลำดับ

นำข้อมูลทั้งหมดมาพิจารณาอิทธิพลของพื้นที่สีเขียวที่มีต่อการลดอุณหภูมิอากาศในกรุงเทพมหานคร พร้อมกับศึกษาแนวทางเบื้องต้นในการแก้ไขปัญหาสภาพอากาศร้อนในเขตเมืองต่างๆของประเทศไทยควบคู่ไปด้วย

ผลการศึกษา

จากการศึกษาอิทธิพลของพื้นที่สีเขียวที่มีต่อการลดอุณหภูมิอากาศในกรุงเทพมหานคร ได้ผลดังนี้

1. ลักษณะการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศในแต่ละฤดูกาล

เมื่อนำข้อมูลของอุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยที่บันทึกได้ของทั้งสามฤดูในรอบ 2 ปีมาเขียนเส้น Isotherm ลงบนแผนที่แสดงการกระจายตัวของพื้นที่ประเภทต่างๆที่ปกคลุมพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบว่าลักษณะการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศในแต่ละฤดูกาลมีดังนี้

1.1 ลักษณะการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยในฤดูหนาว

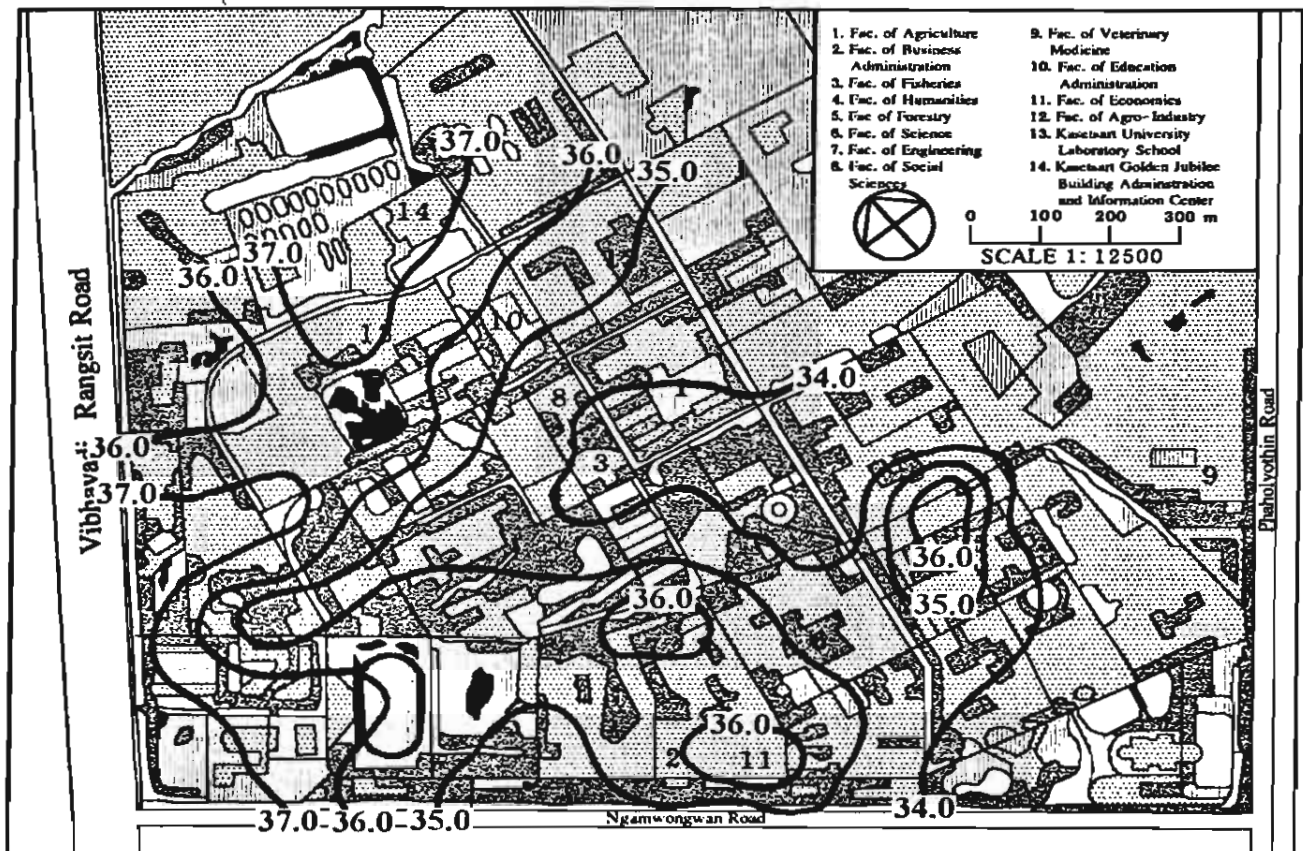
ภาพที่ 2 เป็นแผนที่แสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศสูงสุดเฉลี่ยในช่วงปลายที่เกิดขึ้นในฤดูหนาว พบว่าเส้นแสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศมีการกระจายตัวอยู่ทั่วพื้นที่ของมหาวิทยาลัยฯ สิ่งที่เห็นได้ค่อนข้างชัดเจนคือบริเวณที่มีอุณหภูมิอากาศต่ำประมาณ 34.0°C จะอยู่บริเวณใจกลางพื้นที่ของมหาวิทยาลัยฯซึ่งมีพื้นที่สีเขียวหลายแห่งเป็นองค์ประกอบอยู่ และเริ่มมีอุณหภูมิอากาศสูงขึ้นเมื่อเข้าไปใกล้บริเวณรอบนอกของมหาวิทยาลัยฯ โดยเฉพาะทางด้านทิศเหนือซึ่งประกอบด้วยกลุ่มอาคาร เช่น อาคารศูนย์สารสนเทศ 50 ปี และอาคารของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และทิศตะวันตกของมหาวิทยาลัยฯที่ติดกับถนนวิภาวดีรังสิตจะมีอุณหภูมิอากาศสูงที่สุดประมาณ 37.0°C เพียงแต่ลักษณะเส้นอุณหภูมิอากาศไม่ปรากฏเห็นเด่นชัดเป็นรูปวงกลมซึ่งเป็นรูปแบบที่เรียกว่า "เกาะแห่งความร้อน" เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศสูงสุดกับอุณหภูมิอากาศต่ำสุด พบว่ามีค่าแตกต่างกันประมาณ 3.0°C

แต่ในขณะเดียวกันก็มีหลายบริเวณในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยฯที่มีอุณหภูมิอากาศค่อนข้างสูงประมาณ 36.0°C และเส้นอุณหภูมิอากาศมีลักษณะเป็นเกาะแห่งความร้อน เช่น บริเวณคณะวนศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ และคณะเศรษฐศาสตร์

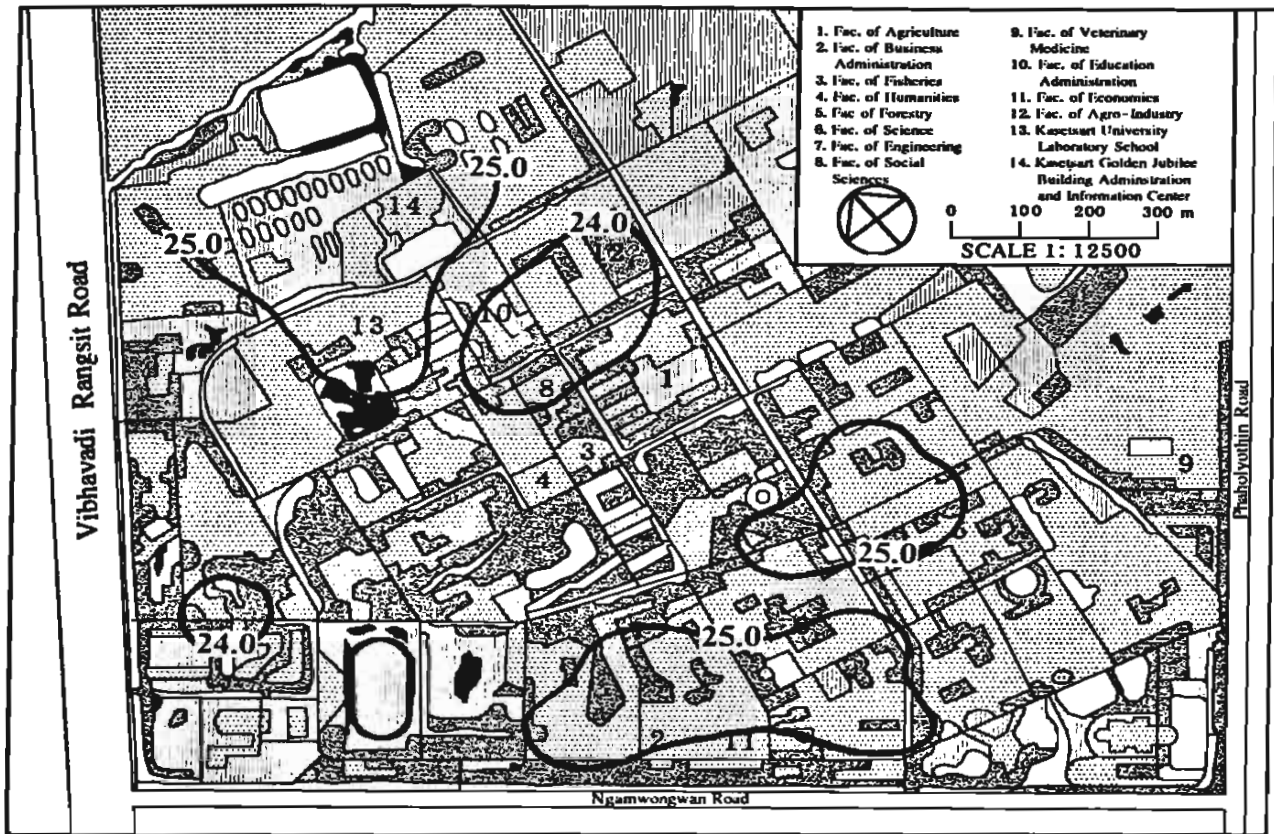
สำหรับแผนที่แสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศต่ำสุดเฉลี่ยในช่วงเช้าตรู่ที่เกิดขึ้นในฤดูหนาวได้แสดงในภาพที่ 3 พบว่าเส้นแสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศมีจำนวนน้อยกว่าในช่วงปลายอย่างเห็นได้ชัด และอุณหภูมิอากาศแสดงค่าค่อนข้างคงที่ประมาณ $24.0\text{--}25.0^{\circ}\text{C}$ ดังนั้นค่าความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศสูงสุดกับอุณหภูมิอากาศต่ำสุดจึงมีน้อยมากประมาณ 1.0°C เท่านั้น

1.2 ลักษณะการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยในฤดูร้อน

แผนที่แสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศสูงสุดเฉลี่ยในช่วงบ่ายได้แสดงในภาพที่ 4 พบว่าลักษณะการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศในฤดูร้อนคล้ายกับลักษณะที่เกิดขึ้นในฤดูหนาว



ภาพที่ 2 เส้นแสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศสูงสุดเฉลี่ย (ช่วงบ่าย) ของฤดูหนาว ปี 2540 (พ.ย.-ธ.ค. 40 และ ม.ค. 41) และปี 2541 (พ.ย.-ธ.ค. 41 และ ม.ค. 42)



ภาพที่ 3 เส้นแสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศต่ำสุดเฉลี่ย (ช่วงเช้าตรู่) ของฤดูหนาว ปี 2540 (พ.ย.-ธ.ค. 40 และ ม.ค. 41) และปี 2541 (พ.ย.-ธ.ค. 41 และ ม.ค. 42)

บริเวณกลางแจ้งพื้นของมหาวิทยาลัยฯ ยังแสดงค่าอุณหภูมิอากาศต่ำประมาณ 36.0°C ในขณะที่พื้นที่รอบนอกจะแสดงค่าอุณหภูมิอากาศสูงกว่า โดยเฉพาะทางด้านทิศเหนือ ซึ่งใกล้กับอาคารของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์จะมีอุณหภูมิอากาศสูงที่สุดประมาณ 40.0°C และเส้นอุณหภูมิอากาศมีลักษณะเป็นเกาะแห่งความร้อน และทิศตะวันตกของมหาวิทยาลัยฯ จะมีอุณหภูมิอากาศที่ค่อนข้างสูง ซึ่งเป็นพื้นที่ใกล้เคียงกับที่แสดงผลในฤดูหนาว นอกจากนี้ยังพบว่าบริเวณคณะวนศาสตร์ยังมีอุณหภูมิอากาศที่ค่อนข้างสูงเช่นกันประมาณ 38.0°C

แต่ที่สังเกตได้ชัดเจนคือ ในฤดูร้อนนี้อุณหภูมิอากาศในช่วงบ่ายจะมีค่าสูงที่สุด คือประมาณ 40.0°C และค่าความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศสูงสุดกับอุณหภูมิอากาศต่ำสุด พบว่ามีค่าแตกต่างกันมากกว่าในฤดูหนาว คือประมาณ 4.0°C

ภาพที่ 5 เป็นแผนที่แสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศต่ำสุดเฉลี่ยในช่วงเช้าตรู่ของฤดูร้อน พบว่ามีลักษณะคล้ายกับผลที่เกิดขึ้นในฤดูหนาว กล่าวคือเส้นแสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศมีจำนวนน้อยกว่าในช่วงบ่าย และอุณหภูมิอากาศแสดงค่าค่อนข้างคงที่ประมาณ $26.0\text{--}27.0^{\circ}\text{C}$ ทำให้ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศสูงสุดกับอุณหภูมิอากาศต่ำสุดมีเพียง 1.0°C เท่านั้น

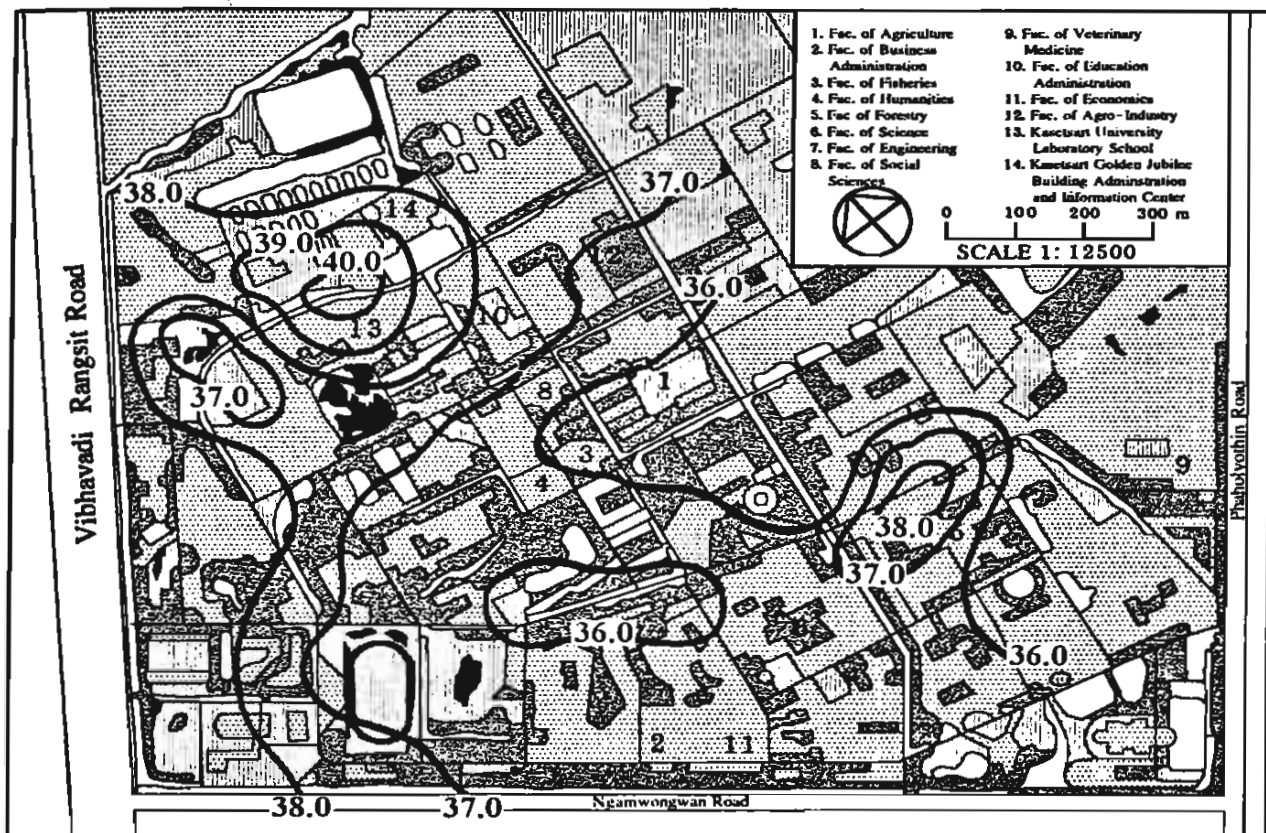
1.3 ลักษณะการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยในฤดูฝน

ภาพที่ 6 เป็นแผนที่แสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศสูงสุดเฉลี่ยในช่วงบ่ายของฤดูฝน ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับแผนที่แสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศสูงสุดเฉลี่ยในช่วงบ่ายของฤดูหนาวและฤดูร้อน ยังคงพบว่าบริเวณที่มีอุณหภูมิอากาศต่ำสุดประมาณ 34.0°C จะอยู่บริเวณพื้นที่ตอนในของมหาวิทยาลัยฯ ใกล้กับคณะอุตสาหกรรมเกษตร และอุณหภูมิอากาศที่สูงขึ้นจะอยู่ใกล้บริเวณรอบนอกของมหาวิทยาลัยฯ ทางทิศตะวันตกที่ติดกับถนนวิภาวดีรังสิต โดยเฉพาะทางด้านทิศเหนือจะมีอุณหภูมิอากาศสูงที่สุดประมาณ 39.0°C และเส้นอุณหภูมิอากาศมีลักษณะเป็นเกาะแห่งความร้อน เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศสูงสุดกับอุณหภูมิอากาศต่ำสุด พบว่ามีค่าแตกต่างกันประมาณ 5.0°C ซึ่งมากกว่าค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นในฤดูหนาวและฤดูร้อน

สำหรับแผนที่แสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศต่ำสุดเฉลี่ยในช่วงเช้าตรู่ที่เกิดขึ้นในฤดูฝนได้แสดงในภาพที่ 7 พบว่ามีลักษณะคล้ายกับผลที่เกิดขึ้นในฤดูหนาวและฤดูร้อน ซึ่งเส้นแสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศมีจำนวนน้อยกว่าในช่วงบ่าย และอุณหภูมิอากาศแสดงค่าค่อนข้างคงที่ประมาณ 26.0°C ทำให้ไม่มีค่าความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศสูงสุดกับอุณหภูมิอากาศต่ำสุด

2. ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่สีเขียวกับอุณหภูมิอากาศในแต่ละฤดูกาล

เมื่อพิจารณาลักษณะของข้อมูลต่าง ๆ ในตารางที่ 1 พบว่าอุณหภูมิอากาศสูงสุดเฉลี่ยในช่วงบ่ายของทั้งสามฤดูมีค่าสูงใกล้เคียงกัน แต่ในฤดูร้อนอุณหภูมิอากาศแสดงค่าสูงกว่าในฤดู



Built-up area



Tree coverage



Grassland

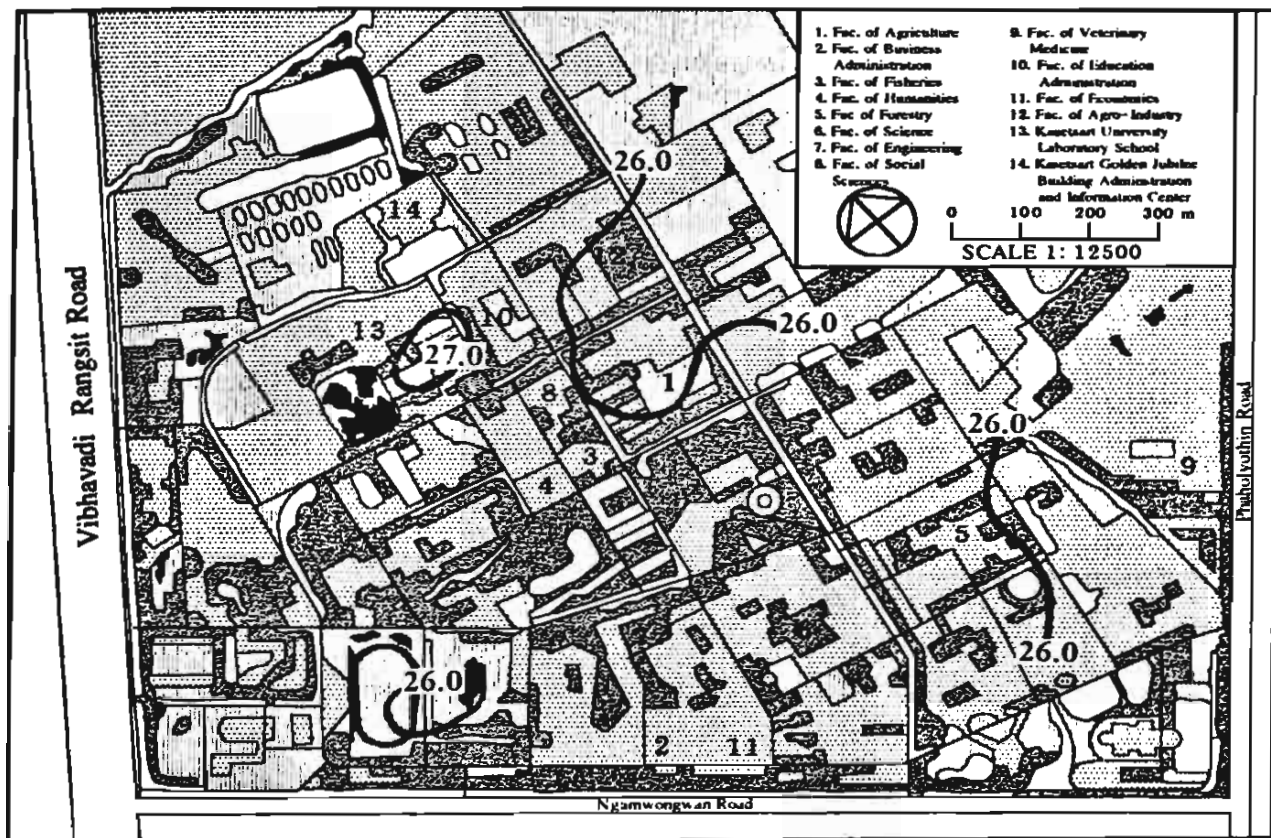


Water surface



Bare ground

ภาพที่ 4 เส้นแสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศสูงสุดเฉลี่ย (ช่วงบ่าย) ของฤดูร้อน ปี 2541 (ก.พ.-เม.ย. 41) และปี 2542 (ก.พ.-เม.ย. 42)



Built-up area



Tree coverage



Grassland

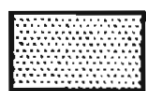
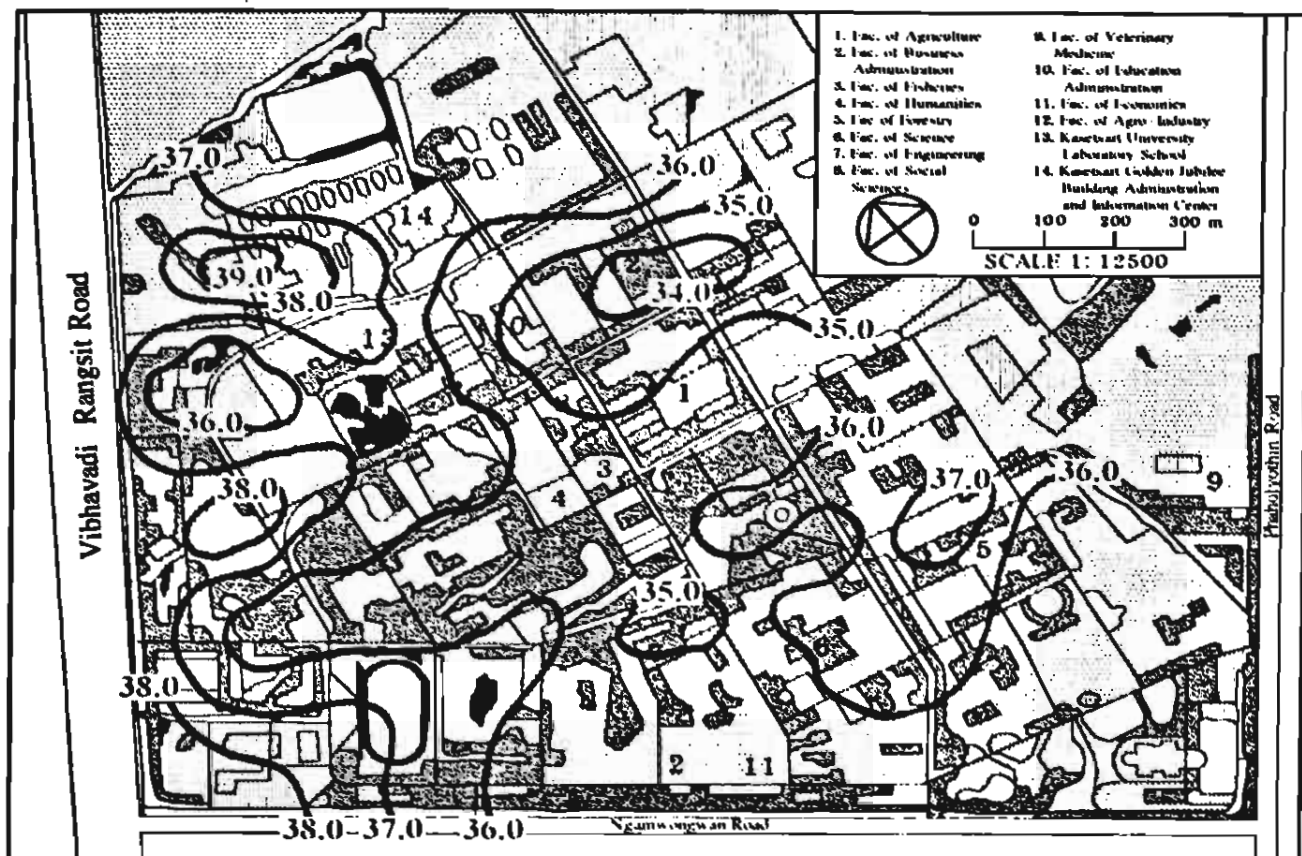


Water surface



Bare ground

ภาพที่ 5 เส้นแสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศต่ำสุดเฉลี่ย (ช่วงเช้าตรู่) ของฤดูร้อน ปี 2541 (ก.พ.-เม.ย. 41) และปี 2542 (ก.พ.-เม.ย. 42)



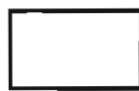
Built-up area



Tree coverage



Grassland

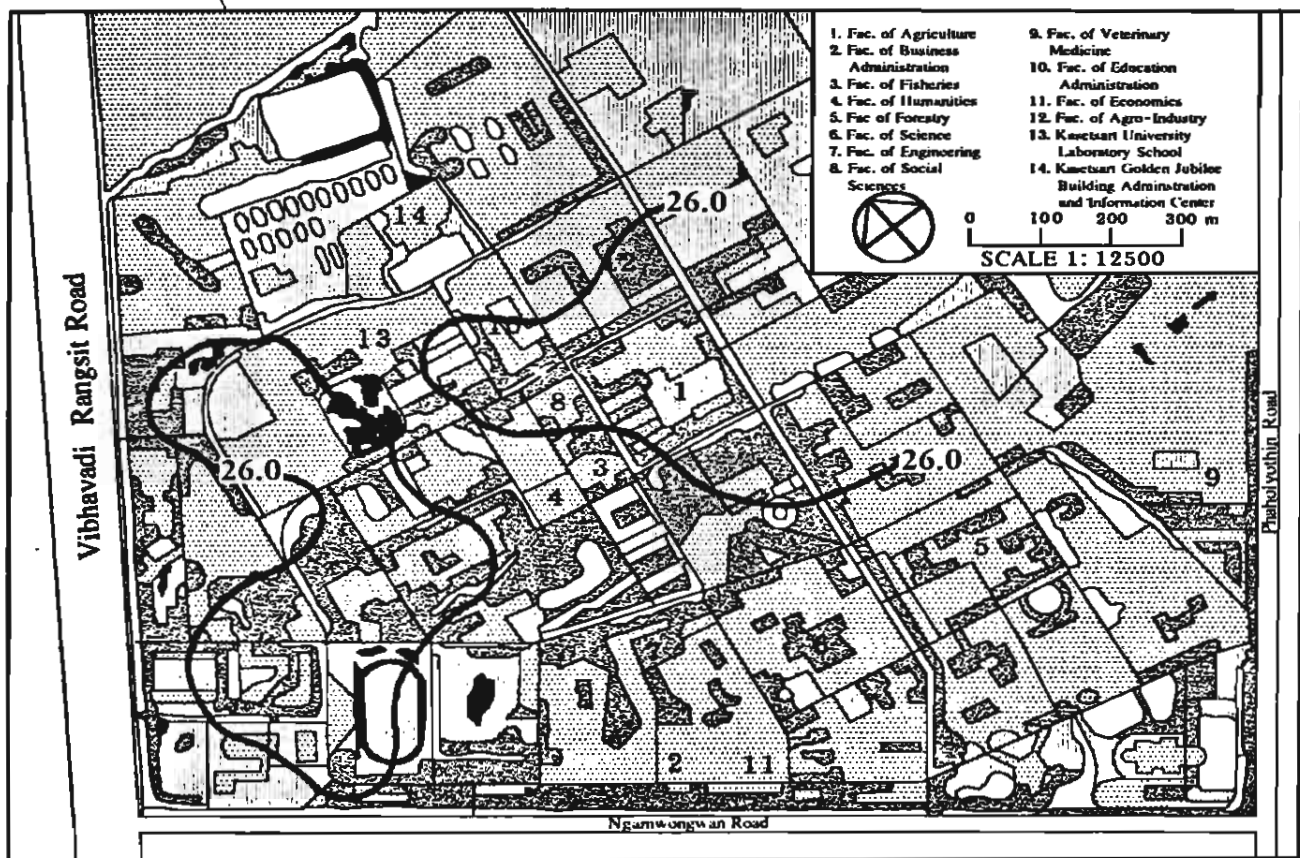


Water surface

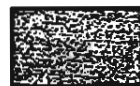


Bare ground

ภาพที่ 6 เส้นแสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศสูงสุดเฉลี่ย (ช่วงบ่าย) ของฤดูฝน ปี 2541 (พ.ศ.-ต.ค. 41) และปี 2542 (พ.ศ.-ต.ค. 42)



Built-up area



Tree coverage



Grassland



Water surface



Bare ground

ภาพที่ 7 เส้นแสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิอากาศต่ำสุดเฉลี่ย (ช่วงเช้าตรู่) ของฤดูฝน ปี 2541 (พ.ค.-ต.ค. 41) และปี 2542 (พ.ค.-ต.ค. 42)

หนาวและฤดูฝนเล็กน้อย ความต่างของอุณหภูมิอากาศระหว่างค่าต่ำสุดและสูงสุดของทั้งสามฤดูมีค่าประมาณ 5.0°C สำหรับอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยต่ำสุดในช่วงเช้าตรู่ของทั้งสามฤดูมีค่าต่ำใกล้เคียงกัน ความต่างของอุณหภูมิอากาศระหว่างค่าต่ำสุดและสูงสุดของทั้งสามฤดูมีค่าน้อย คือประมาณ $1.0\text{-}2.0^{\circ}\text{C}$ เท่านั้น

ส่วนค่าต่ำสุดและสูงสุดของพื้นที่ประเภทต่างๆ ซึ่งอยู่ภายในพื้นที่วงกลมแต่ละแห่งนั้น พบว่า พื้นที่ที่มีต้นไม้ใหญ่ปกคลุม พื้นที่สนามหญ้า และพื้นที่ที่มีสิ่งก่อสร้าง มีพื้นที่สูงสุด 72.8% 80.6% และ 73.9% ตามลำดับ และมีพื้นที่ต่ำสุด 4.9% 0.2% และ 11.8% ตามลำดับ ในขณะที่พื้นที่น้ำและพื้นที่ที่ไม่มีสิ่งใดปกคลุมผิวดิน จะมีพื้นที่สูงสุด เพียง 21.2% และ 38.4% ตามลำดับ และพบว่าในพื้นที่วงกลมบางแห่งไม่มีพื้นที่น้ำและพื้นที่ที่ไม่มีสิ่งใดปกคลุมผิวดินประกอบอยู่เลย (0%) สำหรับพื้นที่สีเขียว จะแสดงค่าพื้นที่สูงสุด มากกว่าพื้นที่ประเภทอื่นๆ คือ 88.2% เนื่องจากพื้นที่สีเขียวเป็นพื้นที่ที่ประกอบด้วยพื้นที่ที่มีต้นไม้ใหญ่ปกคลุมรวมกับพื้นที่สนามหญ้า

การหาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่สีเขียวกับอุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยของแต่ละเดือนทั้งสามฤดู ได้จากการนำค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยที่วัดได้ในช่วงบ่ายและช่วงเช้าตรู่ตามลำดับของแต่ละเดือนและจำนวนร้อยละของพื้นที่สีเขียวซึ่งอยู่ภายในพื้นที่วงกลม ($\varnothing$ 150 ม.) จากตารางที่ 1 มาวิเคราะห์โดยใช้วิธี Simple linear regression ซึ่งแสดงผล ดังนี้

2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่สีเขียวกับอุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยของแต่ละเดือนในฤดูหนาว

จากตารางที่ 2 พบว่าทั้งในช่วงบ่ายและช่วงเช้าตรู่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าค่อนข้างสูง และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ประกอบกับสมการ regression มีค่าเป็นลบ แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันค่อนข้างสูงระหว่างพื้นที่สีเขียวกับอุณหภูมิอากาศ แต่เป็นความสัมพันธ์ในลักษณะผกผัน กล่าวคือ เมื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียวให้มากขึ้น อุณหภูมิอากาศจะมีค่าลดลง

เมื่อพิจารณาจากสมการข้างต้น จะเห็นว่าในช่วงบ่ายของเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม และ มกราคม นั้น เมื่อจำนวนพื้นที่สีเขียวเพิ่มขึ้น 10% อุณหภูมิอากาศจะลดลง 0.70°C 0.90°C และ 0.79°C ตามลำดับ ในขณะที่ช่วงเช้าตรู่ เมื่อจำนวนพื้นที่สีเขียวเพิ่มขึ้น 10% อุณหภูมิอากาศของทั้งสามเดือนจะลดลงเช่นกัน คือ 0.37°C 0.14°C และ 0.35°C ตามลำดับ

นอกจากนี้ยังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่สีเขียวกับอุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยที่วัดได้ในช่วงบ่ายและช่วงเช้าตรู่ของฤดูหนาวได้ชัดเจนยิ่งขึ้น จากภาพที่ 8 จะเห็นลักษณะเส้นแนวโน้มที่ลดลงเมื่อปริมาณพื้นที่สีเขียวเพิ่มขึ้นทั้งในช่วงบ่ายและช่วงเช้าตรู่ แต่จะพบว่าในช่วงบ่ายเส้นแนวโน้มจะลดลงมากกว่าในช่วงเช้าตรู่อย่างชัดเจน เมื่อพิจารณาจากสมการรวมของฤดูหนาว จะเห็นว่าในช่วงบ่าย เมื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียวขึ้น 10% อุณหภูมิอากาศจะลดลง 0.71°C ในขณะที่ช่วงเช้าตรู่ เมื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียวขึ้น 10% อุณหภูมิอากาศจะลดลงเพียง 0.21°C เท่านั้น

ตารางที่ 1 ค่าต่ำสุดและสูงสุดของอุณหภูมิอากาศเฉลี่ย ($^{\circ}\text{C}$) ในแต่ละช่วงเวลาของทั้งสามฤดูในรอบ 2 ปี และจำนวนร้อยละของพื้นที่ประเภทต่างๆซึ่งอยู่ภายในพื้นที่วงกลมตามตำแหน่งของจุดวัดอุณหภูมิอากาศ ($\varnothing$ 150 ม.) จำนวน 56 แห่ง ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

ชนิดของข้อมูล	ค่าต่ำสุด - สูงสุด		
	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
อุณหภูมิอากาศสูงสุดเฉลี่ย (ช่วงบ่าย)	33.2-37.8	35.2-40.1	33.7-39.2
อุณหภูมิอากาศต่ำสุดเฉลี่ย (ช่วงเช้านตรู)	23.3-25.4	25.5-27.0	25.5-26.7
พื้นที่สีเขียว*		16.9-88.2 %	
พื้นที่ที่มีต้นไม้ใหญ่ปกคลุม		4.9-72.8 %	
พื้นที่สนามหญ้า		0.2-80.6 %	
พื้นที่น้ำ		0.0-21.2 %	
พื้นที่ที่ไม่มีสิ่งใดปกคลุมผิวดิน		0.0-38.4 %	
พื้นที่ที่มีสิ่งก่อสร้าง		11.8-73.9 %	

* หมายถึง พื้นที่ที่ประกอบด้วยพื้นที่ที่มีต้นไม้ใหญ่ปกคลุมรวมกับพื้นที่สนามหญ้า