



การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมืองและปัจจัยที่มีผลต่อภาวะโลกร้อน
กรณีศึกษาพื้นที่เขตปทุมวัน

โดย
นางสาวปนิษฐา ปฏิเมธา

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม
ภาควิชาการออกแบบและวางผังชุมชนเมือง
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2551
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมืองและปัจจัยที่มีผลต่อภาวะโลกร้อน
กรณีศึกษาพื้นที่เขตปทุมวัน

โดย
นางสาวปนิษฐา ปฏิเมธา

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม
ภาควิชาการออกแบบและวางผังชุมชนเมือง
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2551
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

**A STUDY ON RELATIONSHIP BETWEEN URBAN GREEN SPACE AND GLOBAL
WARMING FACTORS : A CASE STUDY OF PATHUMWAN DISTRICT**

**By
Panitta Patimeta**

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

MASTER OF URBAN AND ENVIRONMENTAL PLANNING

Department of Urban Design and Planning

Graduate School

SILPAKORN UNIVERSITY

2008

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้การค้นคว้าอิสระเรื่อง “ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมืองและปัจจัยที่มีผลต่อภาวะโลกร้อนกรณีศึกษาพื้นที่เขตปทุมวัน ” เสนอโดย นางสาวปณิษฐา ปฏิเมธา เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อมมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ชินะตังกูร)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

อาจารย์ ดร. ธนะ จีระพิวัฒน์

คณะกรรมการตรวจสอบการค้นคว้าอิสระ

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์สิทธิพร ภิรมย์รัตน์)

...../...../.....

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สินีนาถ สุกุลรัตน์เมธี)

...../...../.....

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ธนะ จีระพิวัฒน์)

...../...../.....

50058306 : สาขาวิชาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม

คำสำคัญ : พื้นที่สีเขียว ก๊าซมลพิษ ภาวะโลกร้อน ปรากฏการณ์เรือนกระจก

ปณิธา ปฐิเมธา : การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมือง และปัจจัยที่มีผลต่อภาวะโลกร้อน กรณีศึกษาพื้นที่เขตปทุมวัน. อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ :
อ. ดร.ธนะ จิระพิวัฒน์. 171 หน้า.

ภาวะโลกร้อนได้ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และระบบนิเวศ ผลกระทบที่เกิดขึ้นทำให้หลายฝ่ายต่างร่วมกันหาแนวทางควบคุมและแก้ไข สำหรับงานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นมาของภาวะโลกร้อนและศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวที่มีต่อปัจจัยที่มีผลต่อภาวะโลกร้อน เพื่อสรุปความสัมพันธ์และเสนอแนะลักษณะพื้นที่สีเขียวที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการช่วยลดภาวะโลกร้อนในเขตชุมชนเมือง

วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรใช้ภาพถ่ายดาวเทียมจากดาวเทียม LANDSAT-5 ของพื้นที่เขตปทุมวัน ในปีพ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และพ.ศ.2550 วิเคราะห์ด้วยวิธี Simple Linear Regression พบว่าลักษณะพื้นที่สีเขียวที่ส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิและก๊าซมลพิษได้ดีที่สุดคือการเพิ่มปริมาณและคุณภาพ โดยสมการความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างลักษณะพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิในปี 2544 2547 และ 2550 คือ $y = 21.924 - 2.606x$, $y = 26.355 - 4.013x$ และ $y = 19.918 - 2.054x$ ตามลำดับ ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นที่สีเขียวกับก๊าซมลพิษในปี 2544 2547 และ 2550 คือ $y = 8.861 - 0.206x$, $y = 5.772 - 0.722x$ และ $y = 4.650 - 1.521x$ ตามลำดับ ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อลดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซมลพิษนอกจากการเพิ่มปริมาณและคุณภาพของพื้นที่สีเขียว ยังประกอบด้วยปัจจัยอื่น เช่น ปริมาณการจราจรลดลง และระบบขนส่งมวลชนที่มีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะลักษณะและรูปแบบพื้นที่สีเขียว คือ พื้นที่สีเขียวควรมีค่า NDVI อยู่ในช่วง 0.2-1 โดยการพัฒนาโครงสร้างและโภชนาการของพืชให้สมบูรณ์ขึ้น ควรประกอบด้วยไม้ยืนต้นที่มีใบหนาแน่น เพื่อสร้างร่มเงาและดูดซับก๊าซมลพิษ ส่วนหลังคาและสวนแนวตั้งควรพัฒนาในพื้นที่กลุ่มอาคาร สิ่งก่อสร้าง การสนับสนุนด้านอื่น ๆ ได้แก่ การกำหนดนโยบายและแผนงานที่ชัดเจน การกระจายอำนาจ การอนุรักษ์พื้นที่สีเขียวในเมือง และสร้างการมีส่วนร่วมของชุมชน การวิจัยในครั้งต่อไปควรวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่สีเขียวที่มีต่อพื้นที่ข้างเคียงโดยรอบ และการกำหนดขอบเขตด้านพื้นที่ในระดับมหภาคเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในระดับเมืองต่อไป

ภาควิชาการออกแบบและวางผังชุมชนเมือง บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2551
ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

50058306 : MAJOR : URBAN AND ENVIRONMENTAL PLANNING

KEY WORD : GREEN AREA, AIR POLLUTION, GLOBAL WARMING, GREENHOUSE AFFECT

PANITTA PATIMETA : A STUDY ON RELATIONSHIP BETWEEN URBAN GREEN SPACE AND GLOBAL WARMING FACTORS: A CASE STUDY OF PATHUMWAN DISTRICT
INDEPENDENT STUDY ADVISOR : THANA CHIRAPIWAT, Ph.D., 171 pp.

The awareness of deep effects of global warming on human living and ecosystem has made many global organizations cooperatively searching for solutions to mitigate its effects. The objectives of the study are to investigate global warming and its factors, to study relationship between green space characters and global warming factors, and to eventually summarize appropriate green space characters that will effectively mitigate global warming effects.

The satellite images of Pathumwan District in 2001, 2004 and 2007 derived from LANDSAT-5 were used as the source of data to be analyzed. Simple linear regressions were conducted to investigate causal relationships between green space characters and temperature change, and between green space characters and pollution gas released. The equations of the former relationship in 2001, 2004, and 2007 are $y = 21.924 - 2.606x$, $y = 26.355 - 4.013x$ and $y = 19.918 - 2.054x$, respectively. The equations of the latter relationship are $y = 8.861 - 0.206x$, $y = 5.772 - 0.722x$, and $y = 4.650 - 1.521x$, respectively. The finding is that green space characters correlate to the reduction of temperature and pollution gas of the investigated area. In addition to green space characters, other related factors are quantity of green space, traffic volume, and the effectiveness of mass transit.

The suggestion of an appropriate green space character that will effectively reduce temperature and pollution gas is one that possesses the NDVI index between 0.2 and 1, which characterize by trees with large green and dense leaves to provide shade and absorb pollution gas. Roof garden and vertical garden are also optional solutions for increasing quantity of urban green space. Other supporting issues are a clear policy and plan for urban green space, green space preservation, and public participation. Future research can explore the topic in terms of their spatial relationships and also in a macro scale.

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยรายบุคคลครั้งนี้ เป็นรายวิชาสุดท้ายของการศึกษาในสาขาวิชาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อมมหัพัตต ต้องใช้เวลาในการดำเนินการหลายเดือนและต้องอาศัยการค้นคว้าหาข้อมูลจากหน่วยงาน องค์กรต่างๆ มากมาย ก่อนที่จะสามารถดำเนินการจนสำเร็จลงได้ ในหลายๆ ครั้งที่ได้รับความช่วยเหลือ ความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่และความมีน้ำใจจากหลายๆ ท่าน ซึ่งทำให้ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งและต้องขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้ ได้แก่ ครอบครัวปฐิเมธา สำหรับกำลังใจในการทำงาน สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (สทอภ.) สำหรับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและข้อเสนอแนะในการใช้ข้อมูล สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร สำหรับข้อมูลพื้นที่สีเขียวและสวนสาธารณะ กรมควบคุมมลพิษ สำหรับข้อมูลและเอกสารจำนวนมาก เพื่อนพี่ๆ น้องๆ สำหรับความช่วยเหลือ และขอขอบพระคุณสำหรับความคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่มีประโยชน์อย่างยิ่งของนักวิชาการทั้ง 3 ท่าน ประกอบด้วยอาจารย์ดร.ประพัทธ์ พงษ์เกียรติกุล ผศ.ดร.รุจิโรจน์ อนามัยบุตร และผศ.ดร.ณัฐ พิษกรรม

อย่างไรก็ตามการศึกษาวิจัยรายบุคคลครั้งนี้สามารถสำเร็จได้ตามความประสงค์ของผู้วิจัย ต้องขอกราบขอบพระคุณเป็นพิเศษสำหรับ รศ.สิทธิพร ภิรมย์รัตน์ อ.ดร.ธนะ จิระวัฒน์ และอ.ดร.สินีนารถ สุกรัตน์เมธี ซึ่งได้ให้คำปรึกษาอย่างดียิ่งตลอดจนคำแนะนำที่มีประโยชน์ในการทำงานจนกระทั่งสามารถดำเนินการวิจัยจนลงได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ อีกทั้งสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในอนาคตได้ต่อไป

สุดท้ายนี้ หากมิได้กล่าวขอบคุณได้ครบถ้วน หรือขาดตกบกพร่องประการใด ผู้วิจัยต้องขออภัยไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญภาพ	ญ
สารบัญแผนภูมิ	ฎ
สารบัญตาราง	ฏ
บทที่	
1 บทนำ	1
ความสำคัญของเรื่องที่จะวิจัย	1
ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
สมมติฐานของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	4
กระบวนการวิจัย	6
วิธีการวิจัย	7
ข้อตกลงเบื้องต้นและข้อจำกัดของการวิจัย	8
นิยามคำศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย	8
ผลที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย	9
การนำเสนอผลการวิจัย	9
สรุป	9
2 การศึกษาทฤษฎี แนวคิด เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการลดภาวะโลกร้อน	10
นิเวศวิทยา	10
ที่มา สาเหตุและปัญหาของภาวะโลกร้อน	14
พืชศาสตร์	28
พื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมือง	37
ปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง (Urban Heat Island)	47
นโยบาย มาตรการและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง	52
งานวิจัยเกี่ยวกับการลดภาวะโลกร้อน	62
สรุป	66

บทที่	หน้า
3 การออกแบบการวิจัย.....	67
การกำหนดกรอบทฤษฎีสำหรับการวิจัย.....	67
การเลือกพื้นที่วิจัย	71
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย.....	72
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	74
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	75
กระบวนการวิเคราะห์.....	78
สรุป	82
4 สภาพของพื้นที่วิจัย	84
ประวัติความเป็นมาและความสำคัญของพื้นที่วิจัย	84
ที่ตั้งและอาณาเขตของพื้นที่วิจัย	87
สภาพปัจจุบันของพื้นที่วิจัย.....	88
พื้นที่สีเขียวและต้นไม้ในพื้นที่วิจัย.....	93
ภาพถ่ายดาวเทียมของพื้นที่วิจัย	98
สรุป	101
5 การดำเนินการวิเคราะห์.....	102
ลักษณะอุณหภูมิของเขตปทุมวัน.....	102
ลักษณะพื้นที่สีเขียวของเขตปทุมวัน.....	104
ก๊าซมลพิษของเขตปทุมวัน	109
ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร	115
สรุป	124
6 การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	125
การอภิปรายผล	125
ลักษณะของพื้นที่สีเขียวที่เหมาะสมสำหรับการลดภาวะโลกร้อนในเขตชุมชน เมือง	129
ข้อเสนอแนะของนักวิชาการต่อผลการวิเคราะห์.....	132
การปรับปรุงข้อเสนอแนะ	138
สรุป	139
7 บทสรุป	141

บทที่	หน้า
สรุปสาระสำคัญของการวิจัย	141
ข้อบกพร่องในการวิจัย	144
ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัยขั้นต่อไป	145
บรรณานุกรม	147
ภาคผนวก	152
ประวัติผู้วิจัย	171

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การพยากรณ์ปัญหาภาวะโลกร้อนในปี 2070-2100	2
2	ที่ตั้งเขตปทุมวัน	4
3	พื้นที่เขตปทุมวัน.....	5
4	องค์ประกอบของการถ่ายทอดพลังงาน	11
5	Carbon Cycle.....	12
6	องค์ประกอบของก๊าซเรือนกระจกจำแนกตามแหล่งกำเนิด	16
7	การเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั่วโลก	19
8	ปรากฏการณ์เรือนกระจก	21
9	การเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก	22
10	ส่วนประกอบภายในและภายนอกของพืช	29
11	ส่วนประกอบของพืช.....	30
12	โครงสร้างภายในส่วนต่างๆ ของพืช.....	30
13	การสังเคราะห์แสงของพืช	31
14	การหายใจของพืช	33
15	การคายน้ำของพืช.....	34
16	พื้นที่เกษตรกรรม.....	39
17	พื้นที่สีเขียวเพื่อนันทนาการและความงามทางภูมิทัศน์.....	39
18	พื้นที่สีเขียวอรรถประโยชน์.....	40
19	พื้นที่ธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ.....	40
20	พื้นที่แถบสีเขียว.....	40
21	ประโยชน์ของต้นไม้.....	42
22	รูปตัดตามขวางแสดงอุณหภูมิของเมือง.....	47
23	การเปรียบเทียบอุณหภูมิกลางวันและกลางคืนของเมือง.....	49
24	ภาพอินฟราเรดแสดงอุณหภูมิที่พื้นผิว.....	51
25	Urban Heat Island Effect.....	51
26	สวนหลังคา.....	61
27	ภาพถ่ายดาวเทียมปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550.....	73

ภาพที่		หน้า
28	การวัดค่าดัชนีพืชพรรณ.....	79
29	การสัญจรทางน้ำในสมัยก่อน	85
30	ที่ตั้งและขอบเขตการปกครองของเขตปทุมวัน	87
31	ระบบถนนในเขตปทุมวัน.....	89
32	สถานีรถไฟกรุงเทพฯ.....	90
33	แผนที่เส้นทางรถไฟ.....	91
34	เรือโดยสารในคลองแสนแสบ	92
35	สวนลุมพินี.....	93
36	สนามกีฬาแห่งชาติ.....	94
37	ราชกรีฑาสโมสร	95
38	อุทยานเฉลิมพระเกียรติในหลวง.....	95
39	ต้นไม้ตามแนวทางเท้าริมถนน.....	96
40	พื้นที่สีเขียวบริเวณรอบอาคาร	97
41	ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่กรุงเทพมหานครปีพ.ศ.2544	99
42	ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่กรุงเทพมหานครปีพ.ศ.2547	99
43	ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่กรุงเทพมหานครปีพ.ศ.2550	100
44	การกำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษา.....	101
45	ลักษณะอุณหภูมิในเขตปทุมวันปี พ.ศ.2544	102
46	ลักษณะอุณหภูมิในเขตปทุมวันปี พ.ศ.2547	103
47	ลักษณะอุณหภูมิในเขตปทุมวันปี พ.ศ.2550	103
48	ค่าดัชนีพืชพรรณในเขตปทุมวันปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550	104
49	การเปรียบเทียบค่าดัชนีพืชพรรณในปี พ.ศ.2544.....	105
50	การจำแนกค่าดัชนีพืชพรรณในปี พ.ศ.2547	106
51	การจำแนกค่าดัชนีพืชพรรณในปี พ.ศ.2550	107
52	ตำแหน่งจุดตรวจวัดก๊าซ CO.....	110
53	ระดับของก๊าซ CO ณ จุดตรวจวัดในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550	111
54	ระดับของก๊าซ CO ในปี พ.ศ.2544.....	112
55	ระดับของก๊าซ CO ในปี พ.ศ.2547.....	112
56	ระดับของก๊าซ CO ในปี พ.ศ.2550.....	113

ภาพที่		หน้า
57	ภาพถ่ายดาวเทียมที่จำแนกประเภทตามค่า NDVI.....	130
58	การเปรียบเทียบอุณหภูมิที่พื้นผิวหลังคาและผนังอาคาร.....	131
59	ตัวอย่างสวนหลังคาบนอาคาร.....	137
60	ตัวอย่างสวนแนวตั้งบนอาคาร	137

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
1	อุณหภูมิเฉลี่ยของโลก ตั้งแต่ปี ค.ศ.1860 - 2000	15
2	อัตราการเพิ่มของประชากรโลก	18
3	การเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละกลุ่มประเทศ	18
4	อัตราการเพิ่มของก๊าซเรือนกระจกตั้งแต่ปีค.ศ.1000- ค.ศ.2000.....	20
5	การเปรียบเทียบมูลค่าความเสียหายที่เกิดจากภัยทางธรรมชาติ ตั้งแต่ปี ค.ศ.1950 – 1998	24
6	กรอบการวิจัย	70
7	การเปรียบเทียบจำนวนสถานประกอบการของเขตปทุมวัน กลุ่มลุ่มพินีและ กรุงเทพมหานคร	85
8	การใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตปทุมวัน ปี พ.ศ.2550	88
9	จำนวนพันธุ์ไม้ริมถนนที่มีจำนวนเกิน 100 ต้นในพื้นที่เขตปทุมวัน.....	98
10	การเปรียบเทียบพื้นที่ตามค่าดัชนีพืชพรรณในปี พ.ศ.2544	105
11	การเปรียบเทียบพื้นที่ตามค่าดัชนีพืชพรรณในปี พ.ศ.2547	106
12	การเปรียบเทียบพื้นที่ตามค่าดัชนีพืชพรรณในปี พ.ศ.2550	107
13	การเปรียบเทียบปริมาณพื้นที่ของค่า NDVI ในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550	108
14	สถิติก๊าซ CO ในปี พ.ศ.2544	112
15	สถิติก๊าซ CO ในปี พ.ศ.2547	113
16	สถิติก๊าซ CO ในปี พ.ศ.2550	113
17	สถิติปริมาณก๊าซ CO	114
18	สถิติปริมาณจราจร	114
19	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิในปี พ.ศ.2544.....	115
20	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิในปี พ.ศ.2547.....	116
21	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิในปี พ.ศ.2550.....	117
22	การเปรียบเทียบความแตกต่างของพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิระหว่างปี พ.ศ.2544 กับปี พ.ศ.2547 และปี พ.ศ.2547 กับปี พ.ศ.2550.....	119
23	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่สีเขียวและก๊าซ CO ในปี พ.ศ.2544	120
24	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่สีเขียวและก๊าซ CO ในปี พ.ศ.2547	121

แผนภูมิที่		หน้า
25	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่สีเขียวและก๊าซ CO ₂ ในปี พ.ศ.2550	122
26	สรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวกับอุณหภูมิในปี พ.ศ.2544	125
27	ผลการวิเคราะห์ค่า NDVI และอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงระหว่างปี พ.ศ.2544 กับปี พ.ศ.2547	126
28	ผลการวิเคราะห์ค่า NDVI และอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงระหว่างปี พ.ศ.2547 กับปี พ.ศ.2550	126
29	สรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและก๊าซมลพิษ ในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550.....	128

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก	25
2	บทบาทและหน้าที่ของพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมือง	38
3	มาตรฐานเนื้อที่สวนสาธารณะต่อประชากรในประเทศต่าง ๆ	45
4	ประเภทสวนสาธารณะและเกณฑ์ด้านผังเมือง	46
5	รายละเอียดภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5	72
6	ช่วงคลื่น ความยาวคลื่นและขนาดของข้อมูล	73
7	การจัดเก็บไฟล์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ.2544	75
8	การจัดเก็บไฟล์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ.2547	76
9	การจัดเก็บไฟล์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ.2550	77
10	จำนวนประชากรและจำนวนบ้านในพื้นที่เขตปทุมวัน	92
11	ค่าพิกัดของภาพถ่ายดาวเทียม	100
12	สรุปปริมาณพื้นที่แต่ละประเภทในปี พ.ศ.2544	106
13	สรุปปริมาณพื้นที่แต่ละประเภทในปี พ.ศ.2547	107
14	สรุปปริมาณพื้นที่แต่ละประเภทในปี พ.ศ.2550	108
15	ประเภทดัชนีพืชพรรณ จำแนกพื้นที่ระหว่างปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550	109
16	เปรียบเทียบป่าและต้นไม้ยืนต้นระหว่างปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550	109
17	ปริมาณก๊าซ CO ในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550 ณ จุดตรวจวัด	110
18	ปริมาณการจราจรในพื้นที่เขตปทุมวัน ปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550 ...	114
19	Coefficients ^a ของพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิในปี พ.ศ.2544	116
20	Coefficients ^a ของพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิในปี พ.ศ.2547	116
21	Coefficients ^a ของพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิในปี พ.ศ.2550	117
22	สรุปสมการความสัมพันธ์ของพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิ	117
23	การคาดการณ์อุณหภูมิจากสมการความสัมพันธ์	118
24	การคาดการณ์อุณหภูมิที่ลดลงในแต่ละปี	118
25	Coefficients ^a ของพื้นที่สีเขียวและก๊าซ CO ในปี พ.ศ.2544	120
26	Coefficients ^a ของพื้นที่สีเขียวและก๊าซ CO ในปี พ.ศ.2547	121
27	Coefficients ^a ของพื้นที่สีเขียวและก๊าซ CO ในปี พ.ศ.2550	122

ตารางที่		หน้า
28	สรุปสมการความสัมพันธ์ของพื้นที่สีเขียวและก๊าซ CO	123
29	การคาดการณ์ความเข้มข้นของก๊าซ CO จากสมการความสัมพันธ์	123
30	การคาดการณ์ความเข้มข้นของก๊าซ CO ที่ลดลงในแต่ละปี.....	124
31	การเปรียบเทียบปริมาณพื้นที่จำแนกตามค่า NDVI ในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และพ.ศ.2550	127

บทที่ 1

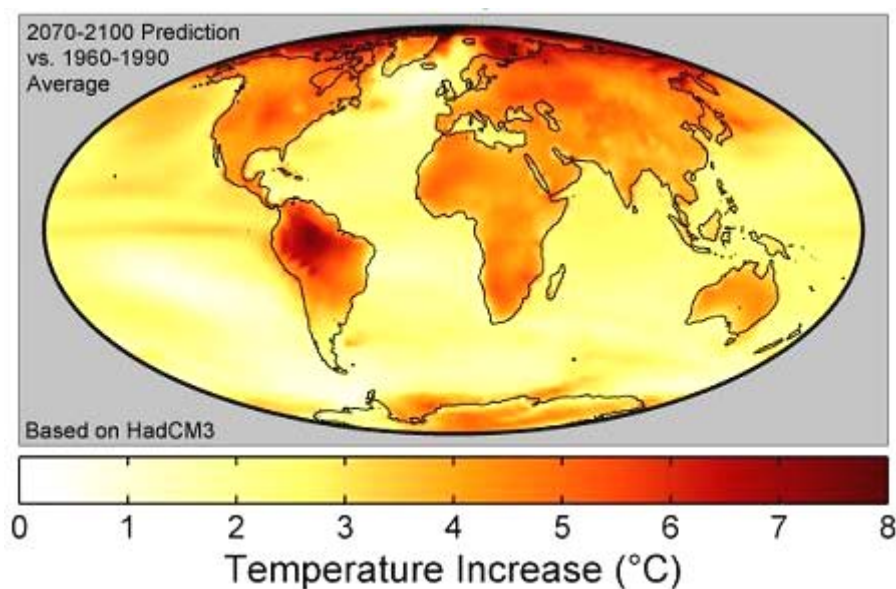
บทนำ

บทที่ 1 บทนำ เป็นการกล่าวถึงเค้าโครงของงานวิจัยเรื่องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมืองและปัจจัยที่มีผลต่อภาวะโลกร้อน ซึ่งประกอบด้วยความสำคัญ ของเรื่องที่จะวิจัย ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการวิจัย สมมติฐานของการวิจัย ขอบเขตของ การวิจัย กระบวนการวิจัย วิธีการวิจัย ข้อตกลงเบื้องต้น นิยามคำศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย ผลที่คาดว่าจะ ได้รับจากการวิจัย และการนำเสนอผลการวิจัย

1. ความสำคัญของเรื่องที่จะวิจัย

การเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมของโลกในปัจจุบันซึ่งกำลังเป็นที่สนใจ เนื่องจาก กำลังส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ และควรมีการวางแผนแก้ไขอย่างยั่งยืนได้แก่ ปัญหา ภาวะโลกร้อน หรือการที่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้นอันเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ ซึ่งก๊าซเหล่านี้เป็นผลมาจากมนุษย์เราไม่ว่าจะเป็นการเผาไหม้ เชื้อเพลิงฟอสซิลและการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรม ส่งผลให้ความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกใน บรรยากาศให้เพิ่มสูงขึ้น จนเกิดสภาวะเรือนกระจก หรือภาวะโลกร้อน (Global warming)

ผลกระทบจากปัญหาภาวะโลกร้อนเกิดขึ้นได้ทั้งในระดับโลกและระดับเมือง โดยส่งผล ในหลายๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้านนิเวศวิทยา ด้านเศรษฐกิจ ด้านสุขภาพของมนุษย์ จากการคาดการณ์ ของนักวิจัยในหลายๆ ประเทศได้มีการคาดการณ์ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในอนาคตไว้ว่า ทางด้าน นิเวศวิทยาจะส่งผลกับการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ ระดับน้ำทะเลขึ้นโลกสูงขึ้น พายุไต้ฝุ่นหรือภัย ธรรมชาติจะมีความรุนแรงมากขึ้น ด้านเศรษฐกิจจะเป็นผลต่อเนื่องจากการที่ระบบนิเวศ เปลี่ยนแปลง วัตถุดิบทางธรรมชาติอาจลดลงหรือขาดแคลน ภัยธรรมชาติจะส่งผลกระทบต่อความเสียหาย ทางด้านเศรษฐกิจการลงทุน ด้านสุขภาพอาจได้รับผลกระทบจากเชื้อโรคที่แพร่กระจายได้รวดเร็ว ตามสภาพแวดล้อมใหม่ และทางด้านผังเมืองยังเป็นปัจจัยที่เสริมให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความ ร้อน (urban heat island) ที่รุนแรงขึ้น เนื่องจากชุมชนเมืองส่วนใหญ่ที่มีความหนาแน่นจะกักเก็บ ความร้อนอยู่แล้ว ผลที่ตามมาคือจะเกิดความต้องการใช้พลังงาน เพื่อทำความเย็นสูงขึ้น



ภาพที่ 1 การพยากรณ์ปัญหาภาวะโลกร้อนในปี 2070-2100

ที่มา : Wikipedia. [Global warming predictions](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Global_Warming_Predictions_Map_2.jpg) [Online], Accessed 1 November 2008.

Available from http://en.wikipedia.org/wiki/File:Global_Warming_Predictions_Map_2.jpg

สำหรับในประเทศไทยเริ่มมีการตื่นตัวและรณรงค์เพื่อร่วมกันลดภาวะโลกร้อนทั้งในภาครัฐและภาคเอกชน ซึ่งวิธีการที่สามารถช่วยลดภาวะโลกร้อนมีหลายวิธีไม่ว่าจะเป็นการลดการใช้พลังงานและเชื้อเพลิง การลดปริมาณขยะ และการใช้พลังงานสะอาด การเพิ่มพื้นที่สีเขียวของเมือง เพื่อดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเป็นวิธีการหนึ่งในการลดปัญหาดังกล่าวและตรงตามนโยบายของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (เกษมสันต์ จิณณวาโส 2550 : 36)

กรุงเทพมหานคร ชุมชนเมืองขนาดใหญ่และมีความหนาแน่นสูง ในฐานะเมืองหลวงของประเทศไทย ได้ตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาภาวะโลกร้อนเช่นกัน ดังจะเห็นได้จากนโยบายทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องได้แก่ การประกาศวาระกรุงเทพฯ สีเขียว (Bangkok Green Agenda 2008) ในส่วนของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้มีแผนปฏิบัติการเชิงนโยบายด้านการจัดการพื้นที่สีเขียวชุมชนเมืองอย่างยั่งยืน เพื่อผลักดันให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและทุกภาคส่วนร่วมกันจัดการพื้นที่สีเขียวอย่างยั่งยืนเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าปัจจุบันจะมีมาตรการส่งเสริมและจูงใจในการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในชุมชนเมืองอย่างกว้างขวาง แต่การลดปัญหาภาวะโลกร้อนด้วยการพัฒนาลักษณะพื้นที่สีเขียวมีความสัมพันธ์กันอย่างไร และส่งผลในเชิงบวกหรือลบมากน้อยเพียงใดนั้น จึงเป็นสิ่งที่ควรทำการศึกษาวิจัย เพื่อให้การเพิ่มพื้นที่สีเขียวของเมืองในอนาคตสามารถเกิดประโยชน์ และมี

ประสิทธิภาพสูงสุดในการช่วยลดปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาภาวะโลกร้อน แนวทางการพัฒนาลักษณะพื้นที่สีเขียวที่เหมาะสมในอนาคตควรจะเป็นอย่างไร จึงจะสามารถดำเนินการให้สอดคล้องกับนโยบายและโครงการพัฒนาเมืองต่อไปในอนาคต

2. ความมุ่งหมาย และวัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 ความมุ่งหมาย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวกับสภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวกับพื้นที่สีเขียว และเสนอแนะลักษณะพื้นที่สีเขียวที่ลดภาวะโลกร้อนในเขตชุมชนเมือง

2.2 วัตถุประสงค์

2.2.1 เพื่อศึกษาภาวะโลกร้อน การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกและผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม

2.2.2 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นที่สีเขียวกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นที่สีเขียวที่มีต่อปริมาณก๊าซมลพิษในพื้นที่เขตปทุมวัน

2.2.3 เพื่อเสนอแนะลักษณะพื้นที่สีเขียวที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการช่วยลดปัจจัยที่มีผลต่อภาวะโลกร้อนในอนาคต

3. สมมติฐานของการวิจัย

ในการกำหนดสมมติฐานของการวิจัยได้กำหนดตัวแปรที่ต้องการศึกษา 2 ตัวแปรคือ ตัวแปรที่ 1 คืออุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงมีความสัมพันธ์กับลักษณะพื้นที่สีเขียว เพื่อเป็นแนวทางในการนำมาประยุกต์ใช้ในการเพิ่มพื้นที่สีเขียวเพื่อลดอุณหภูมิในเมือง ตัวแปรที่ 2 คือปริมาณก๊าซมลพิษมีความสัมพันธ์กับลักษณะพื้นที่สีเขียว โดยก๊าซมลพิษดังกล่าวได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มพื้นที่สีเขียวเพื่อช่วยลดมลพิษทางอากาศของเมือง โดยได้ตั้งสมการความสัมพันธ์ออกเป็น 2 สมการดังนี้

สมการที่ 1	$\Delta T \propto f(G)$	ΔT	คือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง
		G	คือ ลักษณะพื้นที่สีเขียว

โดยกำหนดให้ลักษณะพื้นที่สีเขียวเป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variable) และมีตัวแปรตาม (Dependent Variable) คืออุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง

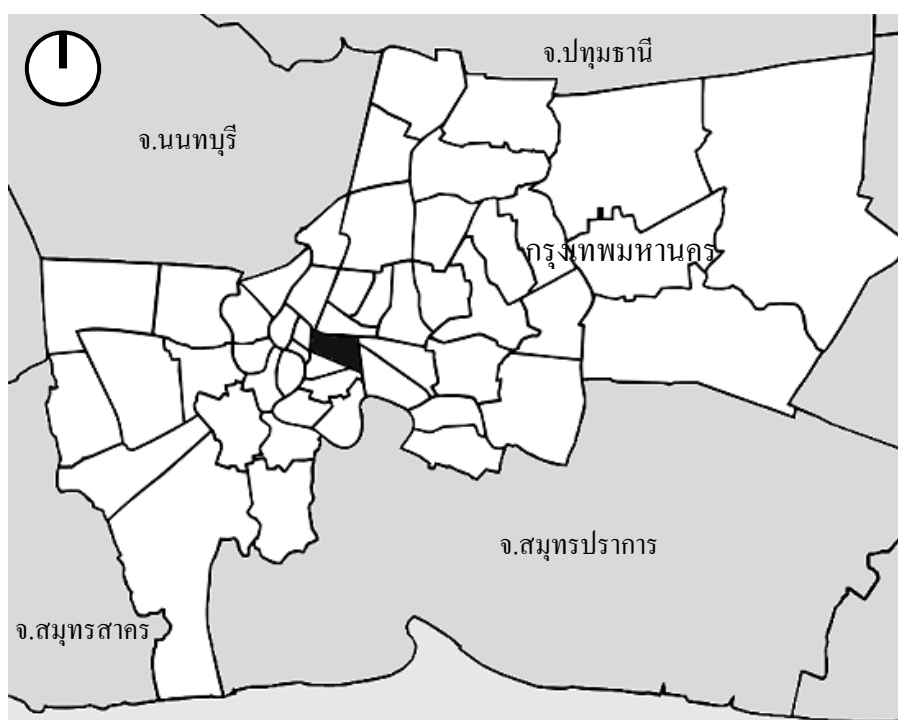
สมการที่ 2	$\Delta CO \propto f(G)$	CO	คือ ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์
------------	--------------------------	------	--------------------------------

โดยกำหนดให้ลักษณะพื้นที่สีเขียวเป็นตัวแปรอิสระ(Independent Variable) และมีตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์
โดยที่ทั้งสองสมการมีตัวแปรควบคุมคือ ช่วงเวลา

4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 ขอบเขตการวิจัยด้านพื้นที่

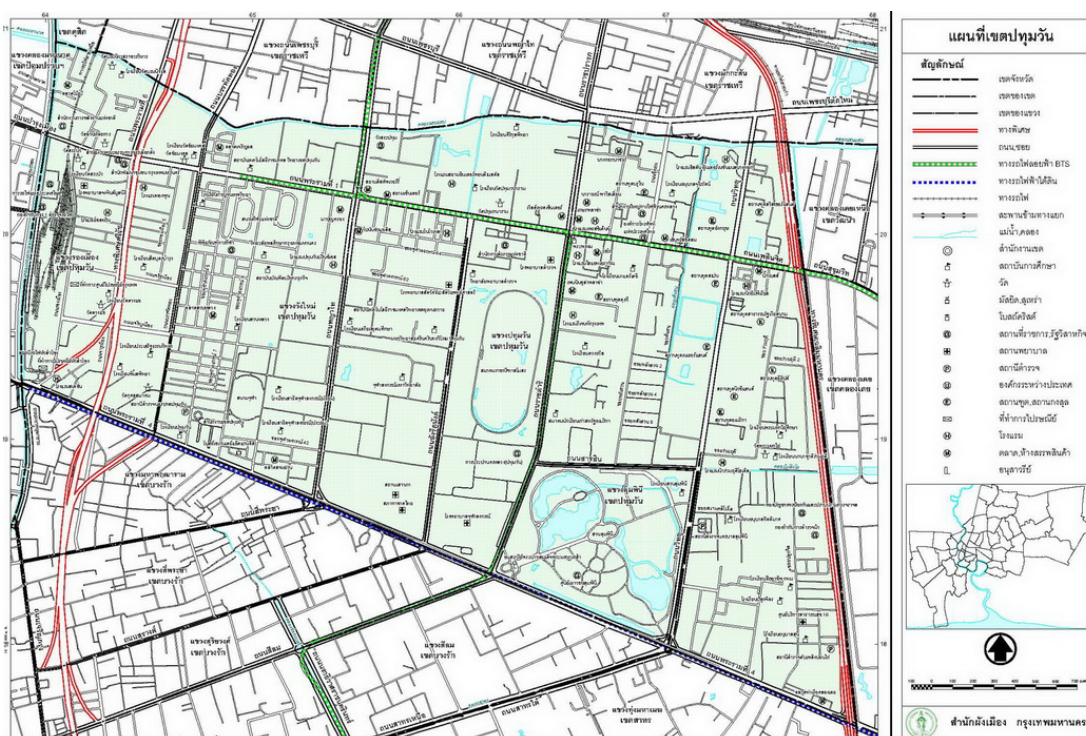
การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร โดยเขตปทุมวัน ตั้งอยู่ในกลุ่ม กท 2 (กลุ่มเขตลุมพินี) มีอาณาเขตติดต่อโดยรอบคือ ด้านทิศเหนือติดต่อกับเขตดุสิตและเขตราชเทวี โดยมีคลองมหานาคและคลองแสนแสบเป็นเส้นแบ่งเขต ทิศตะวันออกติดต่อกับเขตวัฒนาและเขตคลองเตย โดยมีแนวเส้นทางรถไฟสายชองนนทบุรีเป็นเส้นแบ่งเขต ทิศใต้ติดต่อกับเขตสาทรและเขตบางรัก มีถนนพระรามที่ 4 ฝั่งใต้ เป็นเส้นแบ่งเขต และทิศตะวันตกติดต่อกับเขตป้อมปราบศัตรูพ่าย มีคลองผดุงกรุงเกษมเป็นเส้นแบ่งเขต เขตปทุมวันมีเนื้อที่ประมาณ 8.37 ตร.กม. แบ่งหน่วยการปกครองออกเป็น 4 แขวง ได้แก่ ได้แก่ แขวงรองเมือง แขวงวังใหม่ แขวงปทุมวัน และแขวงลุมพินี



ภาพที่ 2 ที่ตั้งเขตปทุมวัน

ที่มา : วิทิพีเดีย สารานุกรมเสรี. เขตปทุมวัน [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 17 ธันวาคม 2551.

เข้าถึงได้จาก http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/91/Amphoe_1007.png



ภาพที่ 3 พื้นที่เขตปทุมวัน

ที่มา : สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร. เขตปทุมวัน [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 17 ธันวาคม 2551.

เข้าถึงได้จาก http://www.bma-cpd.go.th/db/doc/khetmap_A3/prathumwan.pdf

พื้นที่เขตปทุมวันเป็นเขตชุมชนใจกลางเมือง เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีการพัฒนามาก ปัจจุบันจึงมีลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพาณิชยกรรมเป็นหลัก รองลงมาได้แก่ประเภทที่พักอาศัย สถาบันราชการและลักษณะพื้นที่สีเขียวเพื่อการนันทนาการ มีลักษณะอาคารสิ่งก่อสร้างหนาแน่น เป็นศูนย์กลางของย่านการค้า ธุรกิจและบริการจำนวนมาก มีระบบการคมนาคมและขนส่งในพื้นที่ครอบคลุมและมีประสิทธิภาพสูง นอกจากระบบโครงข่ายถนนสายหลัก สายรองและสายย่อย ยังมีระบบขนส่งมวลชนขนาดใหญ่ที่อยู่ในพื้นที่ได้แก่ รถไฟฟ้า BTS และรถไฟฟ้า MRT สำหรับระบบขนส่งมวลชนประเภทอื่น ประกอบด้วยรถไฟรางคู่ ระบบขนส่งมวลชนทางน้ำ

หลักการและเหตุผลในการกำหนดขอบเขตการวิจัยด้านพื้นที่เป็นเขตปทุมวัน เนื่องจากพื้นที่เขตนี้มีข้อมูลที่น่าสนใจสำหรับการวิจัยก่อนข้างสมบูรณ์ ได้แก่ ข้อมูลลักษณะพื้นที่สีเขียวที่มีความหลากหลายทั้งในด้านของปริมาณและคุณภาพ ลักษณะกลุ่มอาคารสิ่งก่อสร้างที่หนาแน่นอาจจะเป็นปัจจัยเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงในพื้นที่ และปริมาณการจราจรที่คับคั่งบนถนนโดยรอบทำให้เป็นแหล่งกำเนิดก๊าซมลพิษที่สำคัญ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นที่สีเขียวต่อปัจจัยเหล่านี้จึงทำให้พื้นที่เขตปทุมวันเหมาะสมในการเป็นพื้นที่วิจัยในครั้งนี้

4.2 ขอบเขตของการวิจัยด้านเนื้อหา

ขอบเขตของการวิจัยด้านเนื้อหาประกอบด้วย 3 หัวข้อ ดังนี้

4.2.1 การศึกษาภาวะโลกร้อน การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกและผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม

4.2.2 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นที่ที่เสี่ยงกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นที่ที่เสี่ยงกับปริมาณก๊าซมลพิษในพื้นที่เขตปทุมวัน จากข้อมูลปี พ.ศ.2544พ.ศ.2547 และพ.ศ.2550 เพื่อเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นโดยการใช้สถิติข้อมูลย้อนหลัง และเป็นช่วงระยะเวลาทุก 3 ปี

4.2.3 การเสนอแนะลักษณะพื้นที่ที่เสี่ยงที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการช่วยลดปัจจัยที่มีผลต่อภาวะโลกร้อนในอนาคต

5. กระบวนการวิจัย

กระบวนการวิจัย ประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินการจำนวน 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเสนอโครงการ/ เค้าโครงการวิจัย

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาทฤษฎี แนวคิด เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

- (1) นิเวศวิทยา
- (2) ปัญหาภาวะโลกร้อน
- (3) พืชศาสตร์
- (4) พื้นที่เสี่ยงในเขตชุมชนเมือง
- (5) ปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง
- (5) นโยบาย มาตรการและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง
- (6) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการลดภาวะโลกร้อน

ขั้นตอนที่ 3 การออกแบบการวิจัย ประกอบด้วย

- (1) การกำหนดกรอบการวิจัย
- (2) การเลือกพื้นที่ศึกษา
- (3) ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการศึกษา
- (4) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- (5) กระบวนการวิจัย
- (6) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนที่ 4 การศึกษาสภาพของพื้นที่วิจัย โดยศึกษารายละเอียดในเรื่อง

- (1) ประวัติความเป็นมาและความสำคัญของพื้นที่วิจัย
- (2) ที่ตั้งและอาณาเขตของพื้นที่วิจัย
- (3) สภาพปัจจุบันของพื้นที่วิจัย
- (4) พื้นที่เขียวและต้นไม้ในพื้นที่วิจัย
- (5) ภาพถ่ายดาวเทียมของพื้นที่วิจัย

ขั้นตอนที่ 5 การดำเนินการวิเคราะห์ เป็นการศึกษาลักษณะพื้นที่สีเขียว อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงและก๊าซมลพิษ และวิเคราะห์ผลจากความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น ดังนี้

- (1) ความเปลี่ยนแปลงของลักษณะพื้นที่สีเขียว อุณหภูมิ และก๊าซมลพิษในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550
- (2) ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นที่สีเขียวกับอุณหภูมิในพื้นที่วิจัยเปรียบเทียบในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550
- (3) ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นที่สีเขียวกับก๊าซมลพิษในพื้นที่วิจัยเปรียบเทียบในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550

ขั้นตอนที่ 6 การอภิปรายผล และเสนอแนะ

การอภิปรายผลเป็นการนำผลจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งหมดมาพิจารณาและดำเนินการสอบถามความคิดเห็นของนักวิชาการ เพื่อนำไปสู่การเสนอแนะลักษณะและรูปแบบของพื้นที่สีเขียวที่มีความเหมาะสมในเขตชุมชนเมือง

ขั้นตอนที่ 7 การสรุปผลการศึกษา

การสรุปผลการศึกษาเป็นการสรุปสิ่งที่ค้นพบจากการวิจัย ประกอบด้วย การสรุปสาระสำคัญของงานวิจัย ข้อบกพร่องในการวิจัยและข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัยขั้นต่อไป

เมื่อดำเนินการตามกระบวนการและขั้นตอนที่กำหนดไว้ จะดำเนินการจัดทำรายงานสรุปผลการศึกษาเพื่อเสนอต่อคณะกรรมการพิจารณาตรวจสอบต่อไป

6. วิธีการวิจัย

6.1 การศึกษาทฤษฎี หลักการ แนวความคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยวิธีการค้นคว้าจากเอกสารทางวิชาการ ตำรา หนังสือ ข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ

6.2 การศึกษาลักษณะทางกายภาพของพื้นที่วิจัย โดยวิธีสำรวจภาคสนาม การสังเกตด้วยตาเปล่า การถ่ายภาพและบันทึกข้อมูล

6.3 การศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียว อุณหภูมิและก๊าซมลพิษ ใช้วิธีการศึกษาจากภาพถ่ายดาวเทียม โดยศึกษาข้อมูลในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550

6.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียว อุณหภูมิและก๊าซมลพิษ ใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมประมวลผล เช่น โปรแกรม Idrisi Andes โปรแกรม Arc View และโปรแกรม SPSS โดยใช้วิธีวิเคราะห์ทางสถิติเชิงเส้น (Simple Linear Regression)

6.5 การสรุปผลการวิจัย ใช้วิธีการนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์มาดำเนินการสรุปเป็นข้อเสนอแนะ และจากการสอบถามความคิดเห็นโดยวิธีการสัมภาษณ์นักวิชาการด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อนำมาประกอบกับข้อเสนอแนะรูปแบบและลักษณะพื้นที่สีเขียวที่เหมาะสมในเขตชุมชนเมือง

7. ข้อตกลงเบื้องต้นและข้อจำกัดของการวิจัย

7.1 ข้อตกลงเบื้องต้น

- 1) การวิเคราะห์ผลจะใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมในการศึกษาวิจัยเป็นหลัก
- 2) การวิจัยครั้งนี้จะดำเนินการศึกษาในขอบเขตพื้นที่เขตปทุมวัน โดยไม่นำปัจจัยหรือตัวแปรจากพื้นที่เขตข้างเคียงมาพิจารณา

7.2 ข้อจำกัดของการวิจัย

- 1) ภาพถ่ายดาวเทียมที่นำมาใช้เป็นข้อมูลจากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (สทอภ.) ซึ่งต้องคัดเลือกจากข้อมูลที่จัดเก็บไว้ ไม่สามารถระบุวัน เดือน ปีที่ต้องการได้
- 2) ปัจจัยที่อาจมีผลกระทบต่อพื้นที่วิจัยและผลการวิเคราะห์ เช่น ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ทิศทางลม ไม่สามารถนำมาพิจารณาในการศึกษาครั้งนี้ จึงกำหนดให้เป็นค่าคงที่

8. นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

8.1 ภาวะโลกร้อน หมายถึง สภาวะของอุณหภูมิเฉลี่ยในบริเวณส่วนหนึ่งส่วนใดของเมืองมีค่าสูงขึ้นกว่าปกติ

8.2 NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) หมายถึง ค่าที่ใช้ในการหาดัชนีพืชพรรณ โดยวัดจากค่าความแตกต่างระหว่างช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ และช่วงคลื่นสีแดง มีค่าอยู่ในระหว่าง -1 ถึง 1

8.3 พื้นที่สีเขียว หมายถึง บริเวณพื้นที่ซึ่งมีพืชพรรณเป็นองค์ประกอบหลัก รวมถึงสนามหญ้า ไม้พุ่ม ไม้ยืนต้น ทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ

8.4 ก๊าซมลพิษ หมายถึง ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

8.5 Regression analysis หมายถึง การหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรตาม (Dependent variable) ซึ่งเป็นตัวแปรที่เปลี่ยนแปลงไปตามการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรอีกตัวหนึ่งที่เรียกว่า ตัวแปรอิสระ (Independent variable) สามารถเขียนสมการถดถอยอยู่ในรูปเส้นตรงได้ว่า $Y = a + \beta X$ โดยที่ Y คือตัวแปรตาม X คือตัวแปรอิสระ a คือค่าคงที่ และ β คือความชันหรือค่าที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อ X เปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย ซึ่งค่าของ β มีค่าได้ทั้ง + และ -

8.6 ภาพถ่ายดาวเทียม หมายถึง ภาพถ่ายที่ได้จากการบันทึกข้อมูลของดาวเทียม LANDSAT-5 โดยเก็บข้อมูลคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสื่อบันทึกข้อมูลในลักษณะของช่วงความยาวของคลื่นรวม 7 ช่วงคลื่น

9. ผลที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

9.1 ที่มาและสาเหตุของการเกิดภาวะโลกร้อน การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกและผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม

9.2 สมการความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นที่สีเขียวกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงและสมการความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นที่สีเขียวที่มีต่อปริมาณก๊าซมลพิษในพื้นที่เขตปทุมวัน

9.3 ข้อเสนอแนะลักษณะพื้นที่สีเขียวที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการช่วยลดปัจจัยที่มีผลต่อภาวะโลกร้อนในอนาคต

10. การนำเสนอผลการวิจัย

10.1 การนำเสนอผลการวิจัยเป็นรายงานฉบับสมบูรณ์ โดยในรายงานจะประกอบด้วยรูปภาพ ภาพถ่าย ภาพถ่ายดาวเทียม แผนที่ แผนภูมิและรายละเอียดของการวิจัย

10.2 การนำเสนอผลการวิจัยต่อคณะกรรมการจะนำเสนอโดยการจัดทำข้อมูล PowerPoint

11. สรุป

การเสนอเค้าโครงของการวิจัย อธิบายถึงความสำคัญของปัญหาภาวะโลกร้อน ซึ่งจำเป็นที่จะต้องทำการวิจัย เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมืองและปัจจัยที่มีผลต่อการลดภาวะโลกร้อน โดยสมมติฐานของการวิจัยดังกล่าวมีลักษณะที่เป็นความสัมพันธ์กันของตัวแปรกล่าวคือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงในเขตชุมชนเมืองมีความสัมพันธ์กับลักษณะพื้นที่สีเขียวและก๊าซมลพิษ ซึ่งในการทดสอบสมมติฐานดังกล่าว จึงต้องทำการกำหนดขอบเขตของเนื้อหาและขอบเขตทางด้านพื้นที่ โดยกำหนดให้เขตปทุมวันเป็นพื้นที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ สำหรับกระบวนการวิจัยและวิธีการวิจัยได้กำหนดขั้นตอนไว้ 7 ขั้นตอน ซึ่งหลังจากการเสนอโครงการ/เค้าโครงการวิจัย ในขั้นตอนที่ 2 จะเป็นการศึกษาทฤษฎี แนวคิด เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 2

การศึกษาทฤษฎี แนวคิด เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการลดภาวะโลกร้อน

การวิจัยเพื่อศึกษาลักษณะพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมืองและปัจจัยที่มีผลต่อการลดภาวะโลกร้อนมีความเกี่ยวข้องในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถพิสูจน์และทดลองค้นคว้าได้ด้วยกระบวนการตามขั้นตอนต่างๆ ในบทนี้เป็นการศึกษาทฤษฎี แนวคิด เอกสาร ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภาวะโลกร้อน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับพื้นที่สีเขียว หัวข้อในการศึกษาประกอบด้วยเรื่องนิเวศวิทยา ปัญหาภาวะโลกร้อน (Global Warming) พืชศาสตร์ พื้นที่สีเขียวในชุมชนเมือง ปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง นโยบาย มาตรการและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาภาวะโลกร้อน

1. นิเวศวิทยา

1.1 ความหมายของนิเวศวิทยา

นิเวศวิทยา (Ecology) คือ การศึกษาสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่อาศัยและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่มีชีวิตและไม่มีชีวิตที่ล้อมรอบสิ่งมีชีวิตนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆ มีหน้าที่และประสานกันอย่างมีระเบียบแบบแผนเกิดผลลัพธ์ ซึ่งทำให้โครงสร้างของกลุ่มสิ่งมีชีวิตและสภาพแวดล้อมดำรงคงอยู่ได้

ระบบนิเวศ (Ecosystem) หมายถึง หน่วยของความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่แหล่งใดแหล่งหนึ่ง มาจากรากศัพท์ในภาษากรีก 2 คำ คือ Oikos แปลว่า บ้าน, ที่อยู่อาศัย Logos แปลว่า เหตุผล, ความคิด โดยมีลักษณะที่ประกอบกันเป็นระบบนิเวศ คือ

1) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกันเองและปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ หมายความว่า การเกิดปฏิสัมพันธ์ในระหว่างสิ่งใดจะเกิดผลที่ตามมา เช่น ถ้าสิ่งหนึ่งถูกรบกวน หรือได้รับการกระทบกระเทือนอีกสิ่งหนึ่งที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องก็จะได้รับการกระทบกระเทือนด้วย ปฏิสัมพันธ์ในระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกันเองสามารถเกิดได้หลายลักษณะเช่น

- การพึ่งพากันทั้งสองฝ่ายได้ประโยชน์ร่วมกันและไม่สามารถแยกจากกันได้
- การได้ประโยชน์ร่วมกันทั้งสองฝ่ายและสามารถแยกจากกันได้
- การเกื้อกูลของสิ่งมีชีวิตคือฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์อีกฝ่ายหนึ่งไม่ได้และไม่เสียประโยชน์
- การเป็นปรสิต คือปฏิสัมพันธ์ที่สิ่งมีชีวิตฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์อีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์

แต่หากฝ่ายที่เสียประโยชน์ตาย ฝ่ายได้ประโยชน์จะตายด้วย

- การล่าเหยื่อ คือปฏิสัมพันธ์ที่สิ่งมีชีวิตฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์ อีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์

- การแก่งแย่ง คือปฏิสัมพันธ์ที่สิ่งมีชีวิตอาจจะเป็นชนิดเดียวกันหรือสองชนิดมีความต้องการปัจจัยอย่างใดอย่างหนึ่งร่วมกันแต่ปัจจัยนั้นมีอยู่อย่างจำกัด ซึ่งทั้งสองฝ่ายต่างแข่งขันกันเพื่อความอยู่รอด

- ภาวะมีการย่อยสลาย คือปฏิสัมพันธ์ที่สิ่งมีชีวิตฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์อีกฝ่ายหนึ่งไม่ได้และไม่เสียประโยชน์

- ภาวะมีการหลั่งสารยับยั้งการเจริญเติบโต คือปฏิสัมพันธ์ที่สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งหลั่งสารออกมาแล้วมีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง

2) การถ่ายทอดพลังงานโดยการกินต่อกันเป็นทอด เป็นคุณลักษณะที่สำคัญที่สุดของสิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองไม่ได้ จุดเริ่มต้นของพลังงานทั้งหมดในระบบนิเวศเกิดจากดวงอาทิตย์ พลังงานแสงถูกถ่ายทอดและเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมีโดยพืช ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มของผู้ผลิต (producers) ต่อจากนั้นสัตว์ชนิดต่างๆ ก็จะจัดลำดับหน้าที่ในการเป็นผู้บริโภค (consumers) และผู้ย่อยสลาย (decomposers) ขึ้นเอง



ภาพที่ 4 องค์ประกอบของการถ่ายทอดพลังงาน

ที่มา : แนวความคิดเกี่ยวกับนิเวศวิทยา [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 10 ธันวาคม 2551.

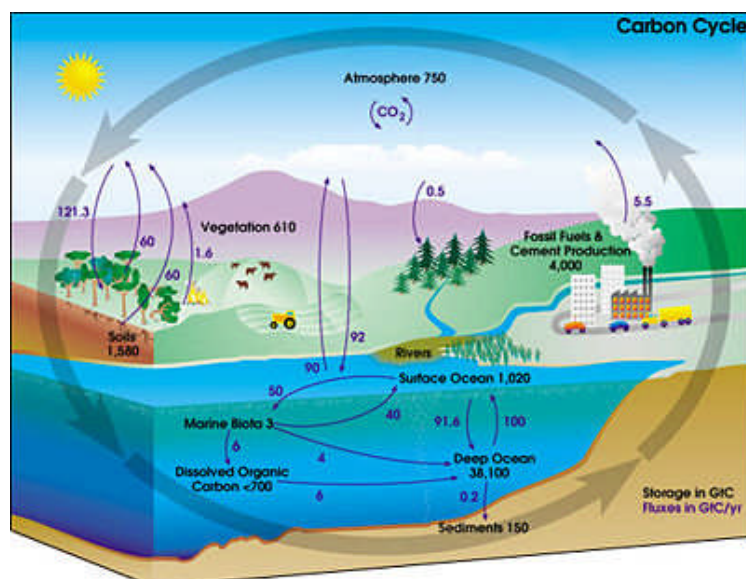
เข้าถึงได้จาก http://online.il.mahidol.ac.th/course/ap_biology2/chapter5/eco1.htm/

ความสัมพันธ์ในลำดับขั้นการกินเรียกว่า ห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหาร ตามความสลับซับซ้อนและบริบทของการกิน ซึ่งการถ่ายทอดในลักษณะของปิรามิดจำนวนและมวลชีวภาพดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงลัทธิบริโภคนิยมที่มีอยู่ตามธรรมชาติ หากมนุษย์ยังไม่ลดปริมาณการกินและไม่เพิ่มปริมาณของผู้ผลิตคือพืชพรรณต่างๆ สมดุลของระบบนิเวศก็จะเสื่อมถอยและสิ้นสุดลงอย่างแน่นอน

3) วัฏจักรของสาร

ในระบบนิเวศทั้งบนบกและในน้ำ สารต่างๆ จะถูกหมุนเวียนและก่อกำเนิดเป็นวัฏจักร โดยหมุนเวียนได้ใน 3 รูปแบบคือ ในดิน (sedimentary cycling) ในน้ำ (hydrologic cycling) และในอากาศ (gaseous cycling) เกิดความเชื่อมโยงเข้าด้วยกันจนเป็นวัฏจักรส่งผลให้เกิดสมดุลของระบบนิเวศขึ้น

วัฏจักรของสารที่มีความสำคัญต่อสมดุลของระบบนิเวศ ได้แก่ วัฏจักรของคาร์บอน วัฏจักรของไนโตรเจน วัฏจักรของฟอสฟอรัส วัฏจักรของกำมะถัน และวัฏจักรของน้ำ ถ้าวัฏจักรของสารถูกรบกวน วงจรชีวิตของสิ่งมีชีวิตจะได้รับผลกระทบไปด้วย



ภาพที่ 5 Carbon Cycle

ที่มา : Wikipedia, [Carbon cycle-cute](https://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_cycle-cute) [Online], Accessed 12 December 2008.

Available from th.itpedia.sflar.com/

วัฏจักรของคาร์บอนเป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศโลก อธิบายการหมุนเวียนของคาร์บอนในรูปคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ ตั้งแต่การเข้าสู่กระบวนการสังเคราะห์แสงในพืช โดยเข้าไปสู่เนื้อเยื่อของพืช เมื่อสัตว์ที่กินพืชเป็นอาหารคือการนำคาร์บอนเข้าสู่ร่างกาย ในกระบวนการหายใจของสัตว์ได้คืนคาร์บอนเข้าสู่บรรยากาศบางส่วนในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์ จะเห็นว่ากระบวนการของวัฏจักร ถ้าพืชยังคงอยู่หรือหลีกเลี่ยงการกินของสัตว์ องค์ประกอบของคาร์บอนยังคงอยู่ในเนื้อเยื่อของพืช เมื่อต้นไม้ล้มตาย คาร์บอนเหล่านี้จะสะสมรวมอยู่เป็นเวลานานกลายเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิลคล้ายถ่านและปิโตรเลียม นอกจากนี้พืชอาจถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียและจะกลับเข้าสู่บรรยากาศในรูปของ

คาร์บอนไดออกไซด์ส่วนคาร์บอนในร่างกายของสัตว์ก็คืนกลับสู่บรรยากาศในทำนองเดียวกันเมื่อสัตว์ตาย คาร์บอนที่จมอยู่ใต้ท้องมหาสมุทรในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายน้ำในทะเลลึก ซึ่งมีคาร์บอนสะสมอยู่มากกว่าที่มีอยู่ในบรรยากาศ ถ้าเชื้อเพลิงฟอสซิลถูกนำออกมาที่ผิวพื้น และเผาเมื่อต้องการพลังงาน เช่นจากถ่านหรือน้ำมัน องค์ประกอบของคาร์บอนก็จะถูกนำออกมาสู่บรรยากาศเช่นกัน

ในภาพรวมของแนวคิด ทฤษฎี และการศึกษาทางนิเวศวิทยา คือ การพิจารณาและการศึกษาระบบทั้งหมดมีความสำคัญมากกว่าผลรวมของแต่ละส่วนย่อยทั้งหมด โดยเน้นให้เห็นถึงความสำคัญของการศึกษาระบบชีวิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบนิเวศควรคำนึงถึงความเชื่อมโยงระหว่างกันของส่วนต่างๆ ในระบบเป็นหนึ่งเดียว เพื่อให้ทราบถึงปัญหาที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหลัก สามารถจัดการแก้ไขปัญหาได้และสามารถกำหนดแผนการในการแก้ไขปัญหาอย่างมีขั้นตอนได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

ระบบนิเวศที่มีขนาดใหญ่ เช่นระดับโลก ถูกห่อหุ้มด้วยบรรยากาศและประกอบด้วยขบวนการต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต หรือระบบนิเวศขนาดเล็กสามารถมีขนาดเท่าบ่อน้ำได้ ชนิดของระบบนิเวศโดยทั่วไป แบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้ ดังนี้

1) ระบบนิเวศทางธรรมชาติและใกล้ธรรมชาติ เป็นระบบที่ต้องพึ่งพลังงานจากดวงอาทิตย์ เพื่อที่จะทำงานได้ ประกอบด้วย

1.1) ระบบนิเวศแหล่งน้ำ (aquatic ecosystems)

- ระบบนิเวศทางทะเล เช่น มหาสมุทร แนวปะการัง ทะเลที่เป็นน้ำเค็ม
- ระบบนิเวศน้ำจืด เช่น แม่น้ำ ลำคลอง บ่อ ลำธาร

1.2) ระบบนิเวศบนบก (terrestrial ecosystems)

- ระบบนิเวศกึ่งบก เช่น ป่าพรุ ป่าชายเลน
- ระบบนิเวศบนบกแท้ เช่น ป่าดิบ ทundra ทะเลทราย

2) ระบบนิเวศเมือง-อุตสาหกรรม เป็นระบบที่ต้องพึ่งแหล่งพลังงานเพิ่มเติม เช่น น้ำมันเชื้อเพลิง พลังนิวเคลียร์ เป็นระบบนิเวศที่มนุษย์สร้างขึ้นมาใหม่

3) ระบบนิเวศเกษตร เป็นระบบที่มนุษย์ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศทางธรรมชาติขึ้นมาใหม่

ระบบนิเวศเป็นระบบที่มีการสมดุลที่ไม่อยู่นิ่ง โดยมีขบวนการรักษาและควบคุมความสมดุลไว้ไม่ว่าจะเกิดความผันแปรจากปัจจัยภายนอก นอกจากนี้ระบบนิเวศมีกลไกในการปรับสภาวะตัวเอง โดยมีรากฐานจากความสามารถของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ซึ่งเป็นองค์ประกอบของระบบนิเวศนั้น ได้แก่ ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลาย โดยในการทำให้เกิดการหมุนเวียนของธาตุอาหารผ่าน

สิ่งมีชีวิต ถ้าระบบนิเวศได้รับพลังงานอย่างพอเพียง และไม่มีอุปสรรคขัดขวางวัฏจักรของธาตุอาหาร ก็จะทำให้เกิดภาวะสมดุล ขึ้นมาในระบบนิเวศ องค์ประกอบและความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ทำให้แร่ธาตุ สารและสิ่งแวดล้อมไม่มีการเปลี่ยนแปลงมาก เพราะการผลิตอาหารสมดุลกับการบริโภคภายในระบบนิเวศ การเพิ่มจำนวนของสิ่งมีชีวิตมีความพอดีกัน

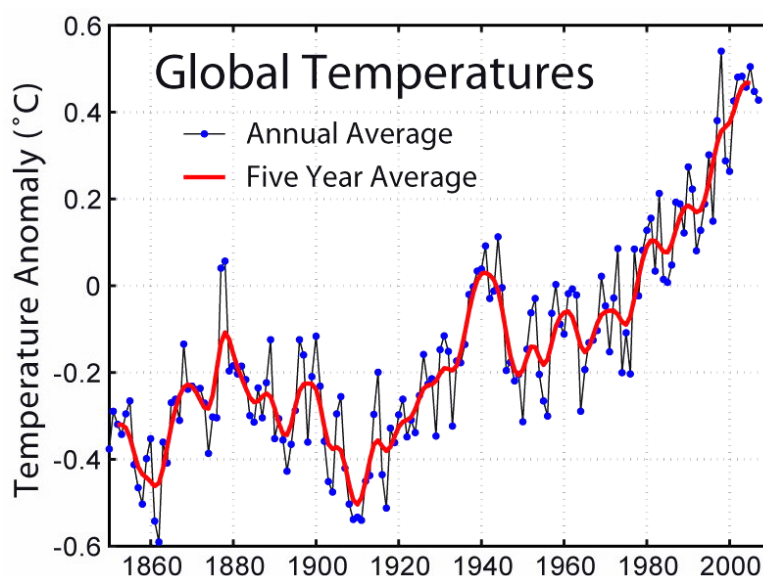
หากสิ่งมีชีวิตบางชนิดในระบบนิเวศถูกทำลายไป จะทำให้ความสมดุลลดลง การเปลี่ยนแปลงจำนวนของสิ่งมีชีวิตในระดับหนึ่งจะมีผลรุนแรงต่อสิ่งมีชีวิตในระดับอื่นด้วย สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในระบบนิเวศที่ไม่ซับซ้อนจะเสียสมดุลได้ง่าย เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงที่เร็ว เหมือนกับการปลูกพืชชนิดเดียว เช่นการเกษตรสมัยปัจจุบัน หากเกิดโรคระบาดจะทำให้เสียหายอย่างมากและรวดเร็ว

2. ที่มา สาเหตุและปัญหาของภาวะโลกร้อน

2.1 ความหมายของภาวะโลกร้อน

ภาวะโลกร้อน (Global Warming) หมายถึง การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศใกล้พื้นผิวโลกและน้ำในมหาสมุทรในช่วงไม่กี่ทศวรรษที่ผ่านมา และคาดการณ์ว่าอุณหภูมิเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในอนาคต โดยในอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change) หรือ UNFCCC ใช้คำว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สำหรับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ หรืออาจขยายความได้ว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gas) ที่ประกอบด้วยก๊าซหลักคือ คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทนและไนตรัสออกไซด์ โดยเมื่อก๊าซเหล่านี้สะสมมากขึ้นในชั้นบรรยากาศรอบผิวโลก จะทำหน้าที่คล้ายเรือนกระจก คือยอมให้รังสีดวงอาทิตย์คลื่นสั้นผ่านได้ แต่เมื่อรังสีดังกล่าวตกกระทบกับพื้นโลกแล้วสะท้อนเป็นรังสีดวงอาทิตย์คลื่นยาว (long-wave radiation) ไม่สามารถแผ่กระจายออกนอกชั้นบรรยากาศได้ ทำให้เกิดการสะสมของความร้อนบริเวณผิวโลก ทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น (นิพนธ์ ตั้งธรรม 2549 : 3)

ภาวะโลกร้อน ยังหมายถึง การที่อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศบนโลกสูงขึ้น ไม่ว่าจะเป็นอากาศบริเวณใกล้ผิวโลก และน้ำในมหาสมุทร ในช่วง 100 ปีที่ผ่านมา อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นถึง 0.74 ± 0.18 องศาเซลเซียส และคาดการณ์ว่าในปี พ.ศ.2544 ถึง พ.ศ.2643 อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกจะสูงขึ้นถึง 1.1 ถึง 6.4 องศาเซลเซียส



แผนภูมิที่ 1 อุณหภูมิเฉลี่ยของโลก ตั้งแต่ปี ค.ศ.1860 - 2000

ที่มา : วิกีพีเดีย สารานุกรมเสรี, ปรากฏการณ์โลกร้อน [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 1 ธันวาคม 2551. เข้าถึงได้จาก [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f4/](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f4/Instrumental_Temperature_Record.png/)

[Instrumental_Temperature_Record.png/](#)

นอกจากนี้ ภาวะที่พื้นผิวโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นเนื่องจากการที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซอื่นๆ เก็บความร้อนจากแสงอาทิตย์ เอาไว้ในชั้นบรรยากาศ และไม่สามารถระบายความร้อนออกไปได้ เพราะถูกปกคลุมด้วยก๊าซเรือนกระจกที่มากเกินไปจนสมดุลของธรรมชาติ ก็ถือเป็นลักษณะของภาวะโลกร้อนเช่นเดียวกัน

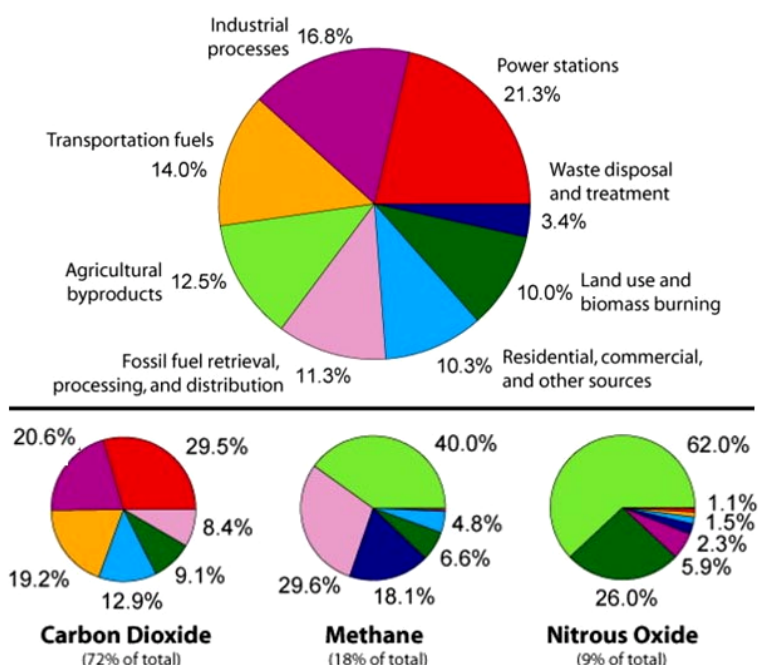
ภาวะเรือนกระจก หมายถึง ภาวะที่แสงอาทิตย์ผ่านลงมา ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซอื่น ๆ ที่พอกพูนอยู่ในบรรยากาศระดับต่ำ จะตัดความร้อนเอาไว้ไม่ให้สะท้อนออกไป ทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก เหมือนกับเรือนกระจกที่ใช้ปลูกต้นไม้ในเมืองหนาว (วิจิตร บุญยะโหดระ 2551 : 1)

ภาวะโลกร้อน หรือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) หมายถึงการเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศ อันเป็นผลจากกิจกรรมของมนุษย์ที่เปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของบรรยากาศโลกโดยตรงหรือโดยอ้อม และที่เพิ่มเติมจากความแปรปรวนของสภาวะอากาศตามธรรมชาติที่สังเกตได้ในช่วงระยะเวลาเดียวกัน ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำฝน ฤดูกาล ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตที่จะต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศในบริเวณที่สิ่งมีชีวิตนั้นอาศัยอยู่ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก 2551 : ไม่ปรากฏเลขหน้า)

ก๊าซเรือนกระจก คือ ก๊าซในชั้นบรรยากาศที่มีคุณสมบัติดูดซับคลื่นรังสีความร้อนได้ดี ก๊าซเหล่านี้ควบคุมอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกให้อยู่ที่ 59 องศาฟาเรนไฮต์ และหากไม่มีก๊าซเรือนกระจก อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกอาจลดต่ำถึงประมาณ 0 องศาฟาเรนไฮต์ (พลอยแสง, ผู้แปล 2550 : 26)

ก๊าซเรือนกระจกเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยก๊าซที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับภาวะโลกร้อนโดยตรง ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เกิดจากการเผาไหม้ เชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น ถ่านหิน น้ำมัน แก๊ส จากการผลิตกระแสไฟฟ้า และควันจากยานพาหนะ มีเทน (CH_4) เกิดจากการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุของแบคทีเรีย มักเกิดในบริเวณที่มีน้ำขัง พื้นที่นา การเผา ฟืนและป่าไม้ ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ส่วนใหญ่ถูกปล่อยออกมาจากปุ๋ย ซึ่งมีไนโตรเจนเป็นส่วนผสม สำคัญ นอกจากนี้ยังเกิดจากการเผาด่านหิน และเชื้อเพลิงที่เป็นฟอสซิลอื่นๆ รวมทั้งน้ำมันเบนซินด้วย โอโซน (O_3) ปรากฏในชั้นบรรยากาศของโลก และมีการใช้ในอุตสาหกรรมและเครื่องใช้ตามบ้านทั่วไป คลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFC) ใช้เป็นน้ำยาทำความเย็นสำหรับเครื่องปรับอากาศ ใช้ทำความ สะอาดและใช้เป็นวัตถุดับในการทำโฟมพลาสติก

ก๊าซเรือนกระจกที่มีอยู่ในบรรยากาศตามธรรมชาติ เมื่อถูกปล่อยในปริมาณมาก บรรยากาศ โลกดูดกลืนความร้อนไว้มากขึ้น จึงส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก หรือภาวะโลกร้อน นำมาสู่ การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศทั่วโลก (มหาวิทยาลัยรามคำแหง, คณะวิทยาศาสตร์ 2551 : 1)



ภาพที่ 6 องค์ประกอบของก๊าซเรือนกระจกจำแนกตามแหล่งกำเนิด

ที่มา : วิกีพีเดีย สารานุกรมเสรี, ก๊าซเรือนกระจก [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 4 ธันวาคม

2551. เข้าถึงได้จาก <http://th.wikipedia.org/wiki/>

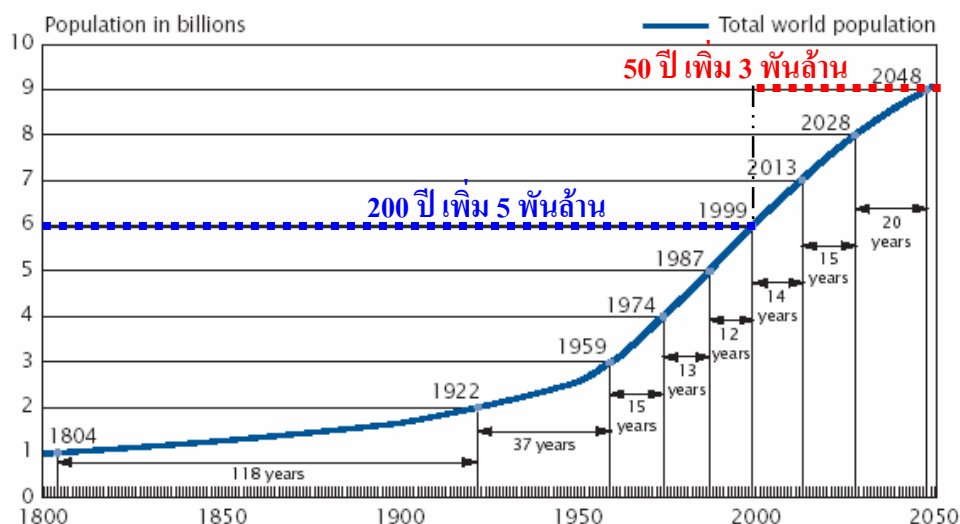
ปรากฏการณ์เรือนกระจก (greenhouse effect) หมายถึง ปรากฏการณ์ที่ความร้อนถูกกักเก็บเนื่องจากเป็นปรากฏการณ์ที่มีลักษณะคล้ายกับสภาพที่เกิดขึ้นภายในเรือนกระจก ที่ใช้สำหรับปลูกพืชในประเทศเขตร้อน โดยแสงแดดสามารถส่องผ่านให้ความอบอุ่นภายในเรือนกระจกได้ แต่กระจกสามารถสะท้อนไม่ให้ความร้อนออกไปจากเรือนกระจกได้ จึงสามารถคงอุณหภูมิภายในเรือนกระจกไม่ให้หนาวเย็นเหมือนภายนอกได้ ก๊าซสำคัญที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และไนตรัสออกไซด์ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก 2551 : ไม่ปรากฏเลขหน้า)

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2542 : ไม่ปรากฏเลขหน้า) ได้อธิบายความหมายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ว่าหมายถึง ชื่อก๊าซชนิดหนึ่ง ไม่มีสี โดยมีสูตรเคมี CO_2 ปรากฏในบรรยากาศเกิดจากการเผาไหม้โดยสมบูรณ์ของธาตุคาร์บอนหรือสารอินทรีย์ เป็นก๊าซหนักกว่าอากาศและไม่ช่วยในการเผาไหม้ จึงใช้ประโยชน์ในการดับเพลิง ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มอัดลม เช่น น้ำโซดา น้ำหวาน ใช้ทำน้ำแข็งแห้งซึ่งเป็นตัวทำความเย็น

2.2 สาเหตุของภาวะโลกร้อน

ภาวะโลกร้อน ที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีสาเหตุและปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายอย่าง ตั้งแต่ความผันแปรของวงโคจรของโลก การระเบิดของภูเขาไฟ ความผันแปรของพลังสุริยะ และความผันแปรของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ หากพิจารณาตัวแปรที่เกี่ยวข้องจะพบว่าสาเหตุส่วนใหญ่เป็นปัจจัยที่เกิดจากธรรมชาติ แต่ปัจจัยสำคัญเกิดขึ้นจากมนุษย์ จากการใช้พลังงานต่างๆ ในภาคอุตสาหกรรม ภาคการผลิต ภาคการคมนาคมขนส่ง ภาคครัวเรือน ภาคธุรกิจ ตลอดจนภาคเกษตรกรรม รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน การตัดไม้ทำลายป่า เป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อนทั้งสิ้น

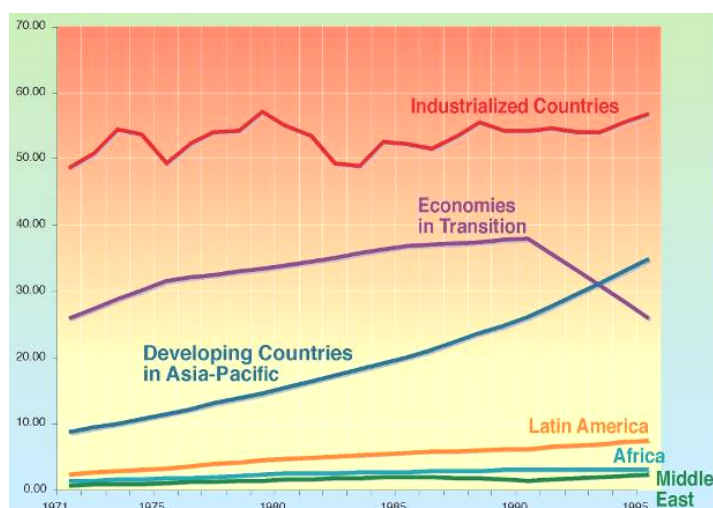
จากสถิติจำนวนประชากรบนโลกไม่สูงเท่าในปัจจุบัน ความต้องการทรัพยากรต่างๆ เพื่อการดำรงชีวิตจึงเพิ่มสูงตามไปด้วย การใช้ทรัพยากรต่างๆ เพื่อการพัฒนาความเป็นอยู่และการดำรงชีวิตเป็นส่วนสำคัญต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของก๊าซเรือนกระจก ไม่ว่าจะเป็นการเผาไหม้เชื้อเพลิง การผลิตกระแสไฟฟ้า หรือการพัฒนาภาคอุตสาหกรรม เป็นต้น



แผนภูมิที่ 2 อัตราการเพิ่มของประชากรโลก

ที่มา : เกษมสันต์ จินฉวาโส, เอกสารประกอบการเสวนาวันสิ่งแวดล้อมโลก [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 4 ธันวาคม 2551. เข้าถึงได้จาก <http://www.thaienvironment.org/>

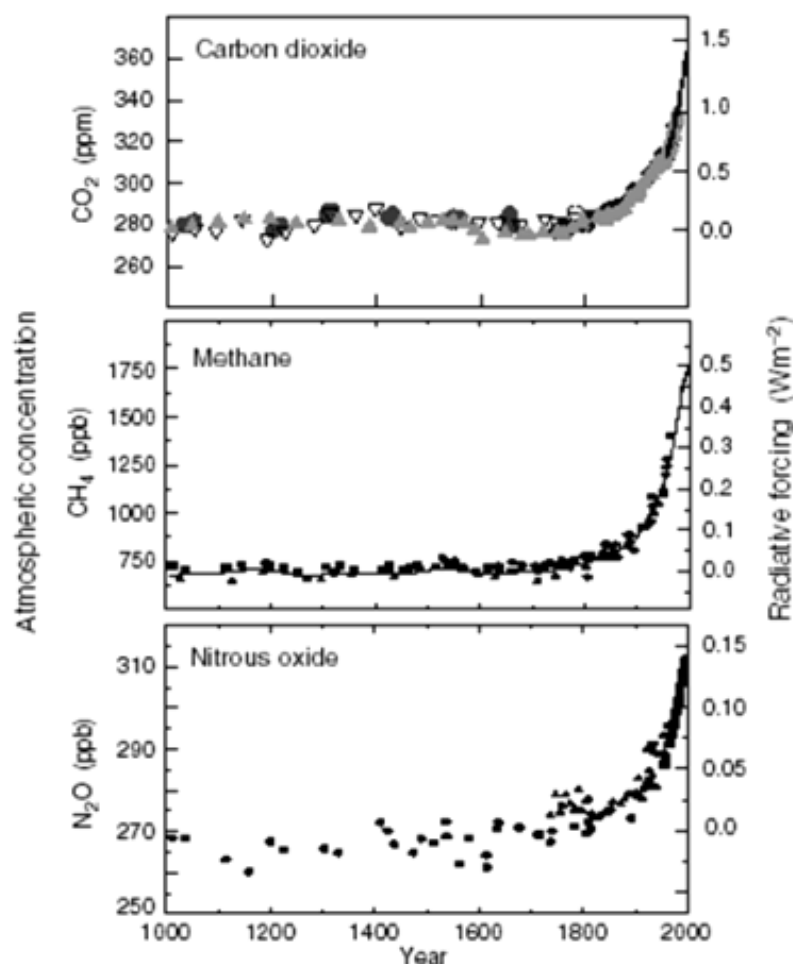
จากแผนภูมิที่ 2 แสดงให้เห็นถึงอัตราการเพิ่มของประชากรโลกตั้งแต่ปี ค.ศ.1800 ถึง ค.ศ.2000 พบว่าในช่วงระยะเวลา 200 ปี ประชากรโลกเพิ่มสูงขึ้นจาก 1 พันล้านคนเป็น 6 พันล้านคน และคาดการณ์ว่าตั้งแต่ปี ค.ศ.2000 ถึง ค.ศ.2050 ประชากรโลกจะเพิ่มสูงขึ้นอีก 3 พันล้านคน ในระยะเวลาเพียง 50 ปี



แผนภูมิที่ 3 การเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละกลุ่มประเทศ

ที่มา : องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, ภาวะโลกร้อน [ออนไลน์] เข้าถึงเมื่อ 5 ธันวาคม 2551. เข้าถึงได้จาก [http://www.esanenvi.com/dmdocuments/84\(earth\)/CDM-BANK.ppt/](http://www.esanenvi.com/dmdocuments/84(earth)/CDM-BANK.ppt/)

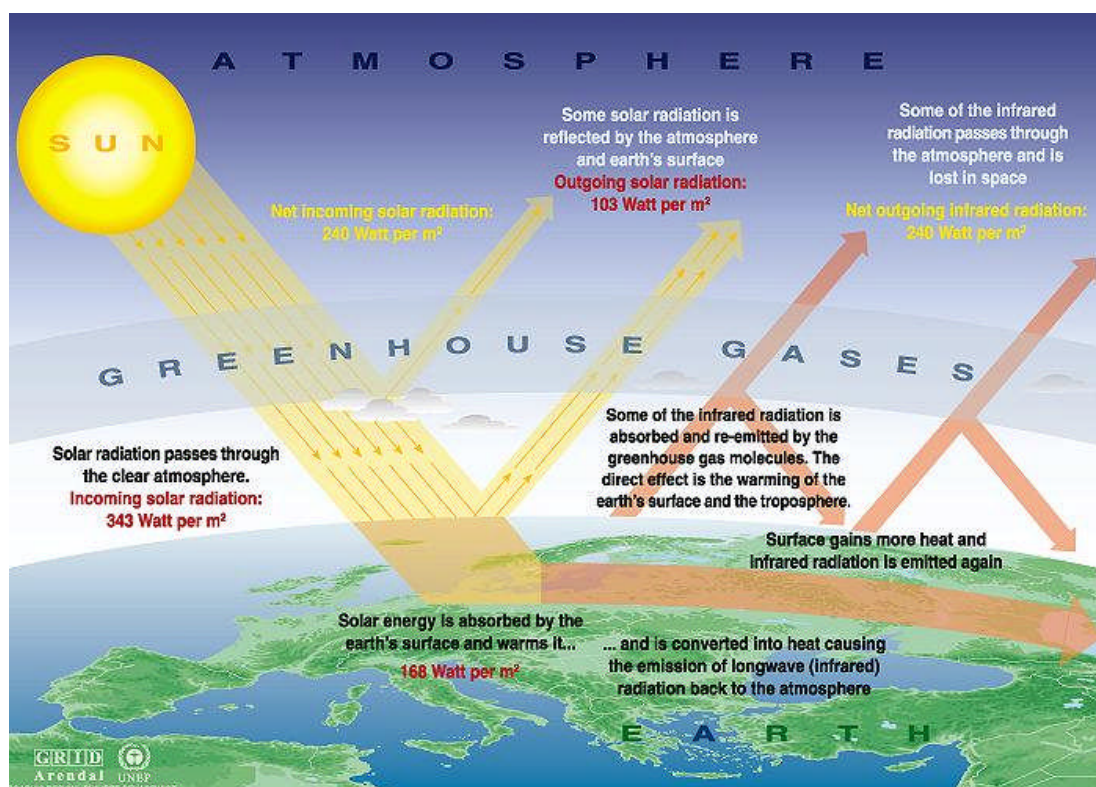
(ppm) ในปี ค.ศ. 1800 เป็น 360 ppm ในปี ค.ศ. 2000 เช่นเดียวกับก๊าซมีเทน ซึ่งเพิ่มขึ้นจาก 750 ส่วนในพันล้านส่วน (ppb) เป็น 1,750 ppb ส่วนก๊าซไนตรัสออกไซด์มีการเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับต่ำ จาก 270 ppm เป็น 310 ppm



แผนภูมิที่ 4 อัตราการเพิ่มของก๊าซเรือนกระจกตั้งแต่ปีค.ศ.1000- ค.ศ.2000

ที่มา : Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization), IPCC Third Assessment Report 2001 [Online], Accessed 6 December 2008. Available from http://www.tgo.or.th/index.php?option=com_content&task=section&id=5&Itemid=28/

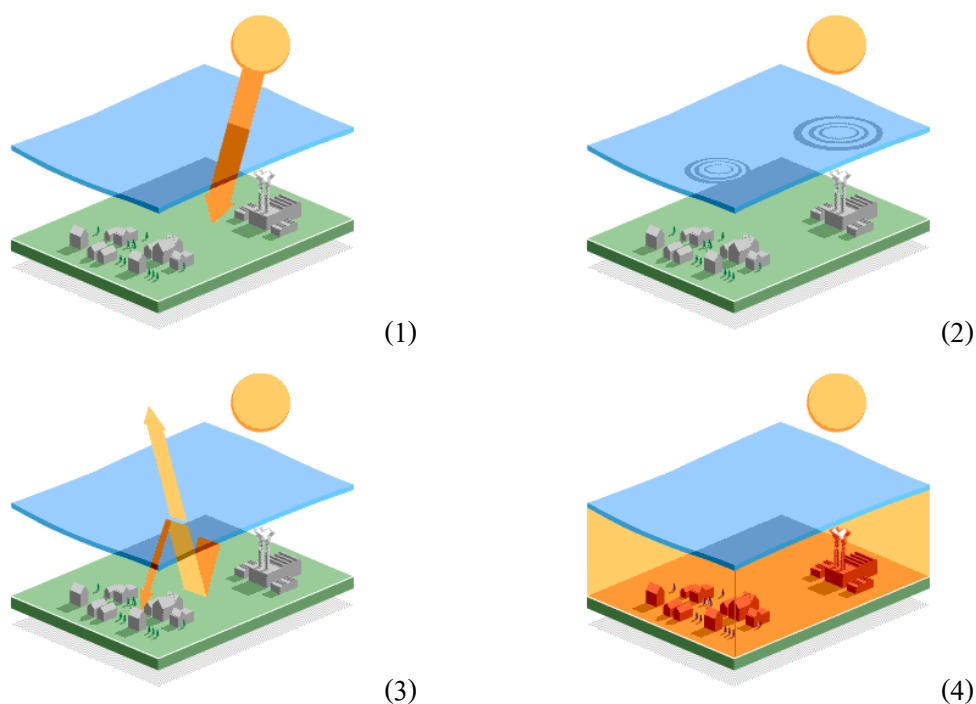
ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลต่อการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก กล่าวคือ จากการสะสมของก๊าซอย่างหนาแน่นในบรรยากาศ ทำให้อัตราการส่งกลับพลังงานไปสู่อวกาศลดลง เกิดการสะสมความร้อนที่ไม่สมดุล จึงทำให้อุณหภูมิของโลกค่อยๆ สูงขึ้นจากเดิม หรือปรากฏการณ์เรือนกระจกหรือ Greenhouse Effect นั่นเอง



ภาพที่ 8 ปรางค์การณ้เรือนกระจก

ที่มา : Md. Golam Rabbani, *UNEP General Consultation Meeting, 25-26 October 2007 Seoul, South Korea* [Online], Accessed 6 December 2008. Available from http://www.unep.org/civil_society/GCSF9/pdfs/climate-change-vulnerability-adapt-pov-red.ppt/

ก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มสูงขึ้นจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลและการทำลายป่าของมนุษย์ เป็นที่มาของการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นสู่บรรยากาศ ในขณะที่ก๊าซอื่นๆ มีปริมาณเกิดขึ้นน้อยกว่า ก๊าซเหล่านี้จะปกคลุมในบรรยากาศ และทำให้ความร้อนถูกกักเก็บมากขึ้น ผลก็คืออุณหภูมิทั่วโลกกำลังเพิ่มขึ้น และทำให้สภาพภูมิอากาศของโลกเสียสมดุล ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ส่วนเกินส่วนมากมาจากภาคการผลิตพลังงานและการขนส่ง การพัฒนาของเมืองทำให้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเพิ่มขึ้น ก็มีส่วนในการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน คุณสมบัติของก๊าซเรือนกระจกมีอายุยาวนานในชั้นบรรยากาศ ดังนั้นการถ่ายความร้อนจากบรรยากาศไปสู่ทะเลลึกนั้นต้องใช้เวลาานเช่นกัน



ภาพที่ 9 การเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก

ที่มา : องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, ภาวะโลกร้อน [ออนไลน์] เข้าถึงเมื่อ 5 ธันวาคม 2551. เข้าถึงได้จาก [http://www.esanenvi.com/dmdocuments/84\(earth\)/CDM-BANK.ppt/](http://www.esanenvi.com/dmdocuments/84(earth)/CDM-BANK.ppt/)

โดยสรุปจากความหมายและคำจำกัดความของภาวะโลกร้อน เป็นปรากฏการณ์ของความเปลี่ยนแปลงของโลก ในด้านที่เกี่ยวข้องกับความสมดุลของบรรยากาศบนโลก ตั้งแต่ระดับก๊าซที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตบนโลก ระดับอุณหภูมิบนโลก ความชื้น ความหนาแน่น ซึ่งก๊าซที่มีความสำคัญที่สุดได้แก่ ก๊าซเรือนกระจกที่เป็นก๊าซที่กักเก็บความร้อน รังสีเพื่อให้เหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก เมื่อก๊าซเรือนกระจกมีปริมาณที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม คือมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว จากการพัฒนาและการใช้ทรัพยากรบนโลกของมนุษย์ จึงทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก ดังภาพที่ 9 เมื่อเกิดการกักเก็บความร้อนในบรรยากาศเพิ่มสูงขึ้น จึงเกิดเป็นภาวะ โลกร้อน ที่จะส่งผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตบนโลก หรือที่เรียกว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หรือ climate change ซึ่งในปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิบนโลกก็ได้ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศอย่างชัดเจนในหลายภูมิภาคของโลก

2.3 ผลกระทบที่เกิดจากภาวะโลกร้อน

จากการศึกษาความเป็นมาและกระบวนการในการเกิดภาวะโลกร้อน อันส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก และปัจจุบันได้ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตบนโลก ผลกระทบดังกล่าวประกอบด้วยผลที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและคาดการณ์ว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตหากภาวะโลกร้อนยังคงเดิม โดยสามารถจำแนกลักษณะของผลกระทบต่างๆ ออกได้ดังนี้

1) ผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศ

สภาพอากาศแปรปรวนมากยิ่งขึ้น ความชื้นในอากาศเพิ่มมากขึ้นเนื่องด้วยการระเหยของน้ำที่มากขึ้น ความไม่มั่นคงของอุณหภูมิ เกิดพายุและภัยธรรมชาติในบางพื้นที่ที่มีความรุนแรงมากขึ้น

2) ผลกระทบต่อทะเลและมหาสมุทร

ธารน้ำแข็งและน้ำแข็งตามทั่วโลกละลาย น้ำทะเลสูงขึ้น อุณหภูมิของน้ำในมหาสมุทรสูงขึ้น การเปลี่ยนสภาวะของน้ำเป็นกรด การหยุดไหลของกระแสน้ำอุ่น

3) ผลกระทบต่อการเกษตร

ฝนไม่ตกตามฤดูกาล เกิดภัยแล้งในหน้าฝน และเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน การรुकกล้าของน้ำเค็ม การเปลี่ยนแปลงของฝนมีผลต่อความชุ่มชื้นในดิน การเกิดโรคระบาดของแมลงศัตรูพืชและโรคพืช ทำให้ผลผลิตตกต่ำหรือไม่ได้ผลผลิตเท่าที่ควร

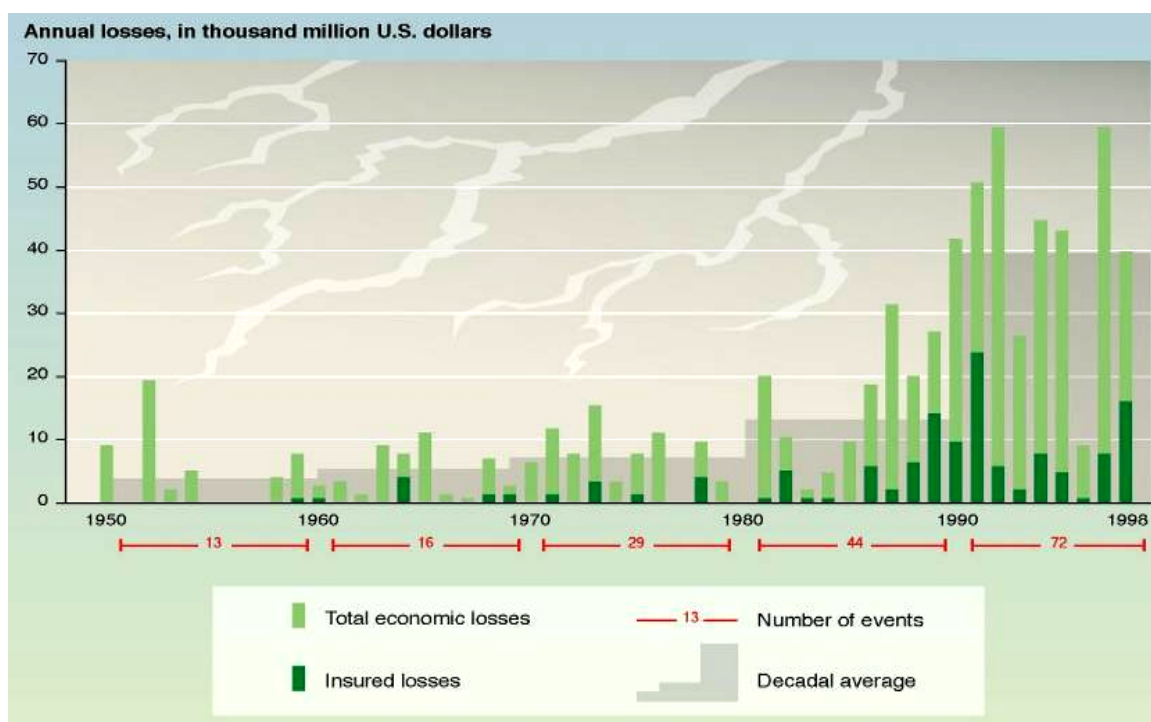
4) ผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ

หากอุณหภูมิเฉลี่ยโลก เพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส พันธุ์ไม้ในป่าถึง 1 ใน 3 ของโลกสูญพันธุ์ (เกษมสันต์ จิณณาโต 2550 : 16)

และเกิดไฟป่าเพิ่มขึ้น สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศจะเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบ และการกระจายตัว เพื่อตอบสนองต่อเงื่อนไขใหม่ พื้นที่ชุ่มน้ำจะลดลงจากอัตราการระเหยที่เร็วขึ้น ส่งผลต่อแหล่งอาศัยของพืชและสัตว์

5) ผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคม

ความเสียหายทางเศรษฐกิจจากเหตุการณ์สภาพอากาศรุนแรง เช่น วาตภัย อุทกภัย ที่มีจำนวนครั้งเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ภาคการผลิตได้รับผลกระทบ เศรษฐกิจโดยรวมของประเทศตกต่ำลง รวมทั้งความสูญเสียจากเหตุการณ์ภัยพิบัติทางธรรมชาติที่ต้องทำการฟื้นฟูและดูแลรักษาให้กลับสู่สภาพเดิม



แผนภูมิที่ 5 การเปรียบเทียบมูลค่าความเสียหายที่เกิดจากภัยทางธรรมชาติ ตั้งแต่ปี ค.ศ.1950 – 1998
ที่มา : เกษมสันต์ จินฉนาโส. เอกสารประกอบการเสวนาวันสิ่งแวดล้อมโลก [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 4
ธันวาคม 2551. เข้าถึงได้จาก <http://www.thaienvironment.org/files/power%20point%20ดร.เกษมสันต์.ppt/>

6) ผลกระทบต่อสุขภาพ

ทางด้านสุขภาพจะเกิดการระบาดของโรคติดต่อ เช่น โรคมาลาเรีย และไข้สมองอักเสบ จะมีความรุนแรงและครอบคลุมเกือบทั่วโลก เนื่องจากอุณหภูมิที่อบอุ่นขึ้นเป็นปัจจัยเหมาะสมสำหรับยุง และแมลงที่เป็นพาหะของโรค การเกิดโรคระบาดสายพันธุ์ใหม่ เช่น ซาร์ส ไข้หวัดนก เอชไอวี มาลาเรีย เป็นต้น

นอกจากนี้คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change) หรือ IPCC ได้คาดการณ์ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก ในช่วงศตวรรษที่ 21 ไว้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก

ความเปลี่ยนแปลงช่วงศตวรรษที่ 21	ตัวอย่างของผลกระทบ
จำนวนวันที่อากาศร้อนเพิ่มมากขึ้น กระแสน้ำความรุนแรงขึ้น	ปัญหาสุขภาพที่รุนแรงขึ้น สัตว์ป่าและสัตว์เลี้ยงเกิดความเครียดจากความร้อน พืชผลเสียหาย
เกิดเหตุการณ์รุนแรงด้านภูมิอากาศมากขึ้น	น้ำท่วม ดินถล่ม การกัดเซาะหน้าดิน
พายุเขตร้อนทวีความรุนแรงขึ้น	เพิ่มความเสี่ยงต่อคุณภาพชีวิต เกิดโรคระบาด
ภัยแล้งและน้ำท่วมรุนแรงขึ้น	ผลิตผลการเกษตรลดลง ศักยภาพด้านการผลิตไฟฟ้าและพลังงานลดลง
ภูมิอากาศในฤดูมรสุมหน้าร้อนเขตเอเชีย แปซิฟิกมากขึ้น	เกิดอุทกภัยและภัยแล้งที่รุนแรงขึ้นในเขตเอเชียและ เขตอบอุ่น

ที่มา: IPCC, *Effect of Global Warming to the World* [Online], Accessed 4 December 2008.

Available from <http://www.tgo.or.th/>

2.4 วิธีการลดภาวะโลกร้อน

การลดภาวะโลกร้อนในปัจจุบันมีหน่วยงานในระดับโลกและระดับประเทศ ต่างให้ความสนใจและพยายามหาแนวทางในการร่วมมือและประสานงานเพื่อลดภาวะโลกร้อน โดยปัจจุบันมีข้อตกลงความร่วมมือระหว่างประเทศที่มีบทบาทสำคัญได้แก่

2.4.1 อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)

อนุสัญญาฯ ได้กำหนดเป้าหมายสำคัญไว้ว่า “เพื่อให้บรรลุถึงการรักษาระดับความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศให้คงที่ อยู่ในระดับที่ปลอดภัยจากการแทรกแซงของมนุษย์ที่เป็นอันตรายต่อระบบภูมิอากาศ การรักษาระดับดังกล่าวต้องดำเนินการในระยะเวลาเพียงพอที่จะให้ระบบนิเวศปรับตัว โดยไม่คุกคามต่อการผลิตอาหารของมนุษย์” ซึ่งประเทศไทยลงนามในอนุสัญญาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change หรือ UNFCCC) เมื่อมีการประชุมสุดยอดสิ่งแวดล้อมโลก

(Earth summit) ที่กรุงริโอเดอจาเนโร ประเทศบราซิล เมื่อ 16 มิถุนายน 2535 และให้สัตยาบันเมื่อ 28 ธันวาคม 2537 โดยมีผลบังคับใช้เมื่อครบ 90 วัน คือวันที่ 28 มีนาคม 2538 ประกอบด้วยหลักการที่สำคัญคือ

- 1) การทำให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกคงที่ (Stabilization of greenhouse gases)
- 2) เพื่อให้ระบบนิเวศสามารถปรับตัว (Ecosystem adaptation)
- 3) การผลิตอาหารมั่นคง (Food security)
- 4) มีการพัฒนาเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน (Sustainable economic development)

พร้อมทั้งแบ่งกลุ่มของประเทศภาคีสมาชิกภายใต้อนุสัญญา จำนวน 190 ประเทศ ออกเป็นกลุ่มประเทศที่มีพันธกรณีในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จำนวน 41 ประเทศ ซึ่งประกอบด้วย (1) ประเทศพัฒนาแล้ว (Annex I) (2) ประเทศอุตสาหกรรม (Annex II) และกลุ่มประเทศที่ไม่มีพันธกรณี จำนวน 149 ประเทศ หรือประเทศกำลังพัฒนา (Non-Annex I)

2.4.2 พิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol)

พิธีสารเกียวโตกำหนดเป้าหมายสำคัญไว้ว่า “ให้ประเทศพัฒนาแล้ว (Annex I) ที่เป็นภาคีสมาชิกดำเนินการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกลง อย่างน้อยร้อยละ 5 ของปริมาณการปลดปล่อยในปี 2533 โดยดำเนินการให้บรรลุเป้าหมาย ในปี 2555” ประเทศไทยได้เข้าร่วมลงนามในพิธีสารเกียวโตเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2542 และให้สัตยาบันเมื่อเดือนสิงหาคม 2545 ให้มีผลบังคับใช้เมื่อ 16 กุมภาพันธ์ 2548 โดยมีหลักการสำคัญเกี่ยวกับการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก หรือที่เรียกว่า คาร์บอนเครดิต และมีลักษณะสำคัญดังนี้

- 1) ผู้ที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกต้องรับผิดชอบในการลดก๊าซเรือนกระจก
- 2) ผู้ที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากกว่าขีดจำกัด สามารถซื้อคาร์บอนเครดิตจากผู้ที่มีขีดจำกัดน้อยกว่าปริมาณก๊าซที่ปล่อยได้
- 3) การลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกสามารถดำเนินการที่ใดก็ได้ในโลก
- 4) ประเทศพัฒนาแล้วมีต้นทุนการดูดซับก๊าซเรือนกระจกมากกว่าประเทศกำลังพัฒนา

- 5) การซื้อขายคาร์บอนเครดิต เรียกว่า คาร์บอนเทรด

การดำเนินงานของประเทศไทยเพื่อให้เป็นไปตามพันธกรณีดังกล่าว ประกอบด้วยกิจกรรมตามพันธกรณีได้แก่ การจัดทำรายงานแห่งชาติเพื่อเสนอต่อประเทศภาคีสมาชิก กิจกรรมและนโยบายที่สนับสนุนและให้ความร่วมมือต่ออนุสัญญา ได้แก่ นโยบายด้านการปรับตัว นโยบายเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก นโยบายด้านการวิจัยและพัฒนา ตลอดจนการให้การศึกษา เสริมสร้างความตระหนักและการเพิ่มศักยภาพของบุคลากร

นโยบายเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญได้แก่

- 1) การเพิ่มแหล่งดูดซับคาร์บอน (Carbon sink) ประกอบด้วย
 - การเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมืองและการปลูกต้นไม้
 - การจัดสร้างสวนสาธารณะ
 - การลดการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน
 - สนับสนุนเกษตรกรรมแบบยั่งยืน เช่น เกษตรผสมผสาน
- 2) การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งกำเนิด (Carbon sources)
 - การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงานในสาขาคมนาคมขนส่ง
 - การจัดการของเสียให้กลับมาใช้ประโยชน์หมุนเวียน การลดและบำบัดของเสีย
 - การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ให้เพิ่มพื้นที่ป่า ป้องกันการตัดไม้ทำลายป่า อนุรักษ์พื้นที่ชุ่มน้ำ อุทยานแห่งชาติ
 - ด้านการเกษตรกรรม ลดการใช้ปุ๋ยและสารเคมี ใช้การฝังกลบแทนการเผา

โดยมีสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเป็นหน่วยงานประสานงานกลางของประเทศไทย ด้านกฎหมายได้มีระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ.2550 และพระราชกฤษฎีกาจัดตั้งองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) พ.ศ.2550 กำหนดให้มีคณะกรรมการองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก โดยมีวัตถุประสงค์และหน้าที่ดังนี้

- วิเคราะห์ และทำความเข้าใจเกี่ยวกับการรับรองโครงการ และติดตามประเมินผล
- ส่งเสริมการพัฒนาโครงการ และตลาดซื้อขายก๊าซเรือนกระจก
- เป็นศูนย์กลางข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ก๊าซเรือนกระจก
- จัดทำฐานข้อมูลเกี่ยวกับโครงการที่ได้คำรับรองและการขายปริมาณก๊าซเรือนกระจก
- พัฒนาศักยภาพหน่วยงานภาครัฐและเอกชนในการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก
- เผยแพร่ประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับก๊าซเรือนกระจก
- ส่งเสริมและสนับสนุนการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

นอกจากวิธีการลดภาวะโลกร้อนตามอนุสัญญาฯ ดังกล่าว วิธีการลดภาวะโลกร้อนซึ่งเกิดจากปรากฏการณ์เรือนกระจก สามารถจำแนกได้ 5 ด้าน ได้แก่

- (1) ด้านการพัฒนาพลังงาน กำหนดให้มีการวางแผนการใช้พลังงานในระดับชาติ เพื่อให้การพัฒนาทางด้านพลังงานไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หรือที่เรียกว่าพลังงานสะอาด

(2) ด้านการคมนาคมขนส่ง ควรเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้พลังงานในการคมนาคมและขนส่ง เพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและใช้พลังงานอย่างประหยัด ลดการใช้รถยนต์ส่วนตัวหันไปพึ่งพาระบบขนส่งมวลชน ส่งเสริมระบบทางเท้าและทางจักรยานในชุมชนให้เกิดเป็นโครงข่าย

(3) ด้านการพัฒนาอุตสาหกรรม ส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างประหยัดและปรับปรุงเทคโนโลยีการผลิต เพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

(4) ด้านการเกษตรและการใช้ที่ดิน ควรอนุรักษ์พื้นที่ป่าไม้ที่มีความสำคัญและยังมีความสมบูรณ์ ลดการเผาทำลายป่าและควรมีการปลูกป่าไม้เพิ่มขึ้นอยู่เสมอ เพื่อให้เป็นแหล่งกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

(5) ด้านการบริโภค ภาครัฐควรกำหนดนโยบายเพื่อยับยั้งการบริโภคที่มากเกินไปและควรมีการกำหนดให้รวมค่าใช้จ่ายในการทำลายสภาพแวดล้อมจากการผลิตสินค้าไว้ในราคาสินค้าด้วย ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ช่วยรักษาสภาพแวดล้อมก็ควรส่งเสริมให้เป็นที่รู้จักมากขึ้นเพื่อปรับเปลี่ยนลักษณะการบริโภคของประชาชนให้ใส่ใจต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

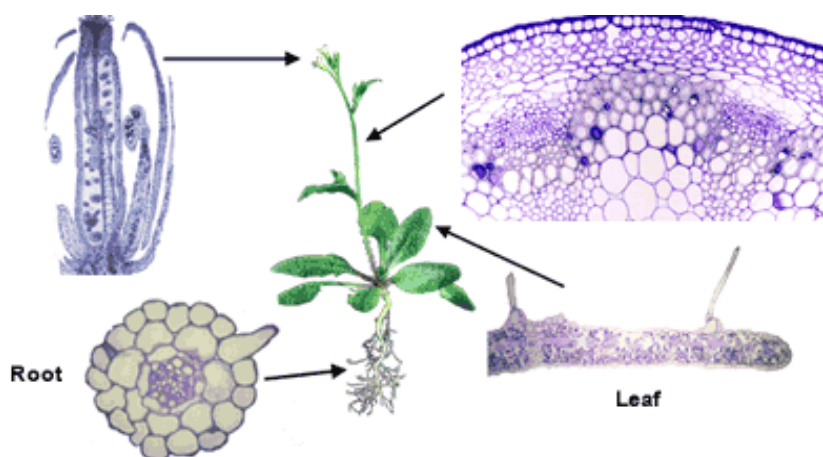
3. พืชศาสตร์

การศึกษาเรื่องพืชศาสตร์ เป็นการศึกษาเพื่อให้ทราบถึงลักษณะ โครงสร้างและโภชนาการของพืช ตลอดจนกระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของพืช เช่น กระบวนการสังเคราะห์แสง กระบวนการคายน้ำ กระบวนการหายใจ ซึ่งเป็นกระบวนการพื้นฐานของพืชโดยทั่วไป จะทำให้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ของพืชที่มีต่อสภาพแวดล้อม และสิ่งสำคัญคือความเกี่ยวข้องในเรื่องการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ รายละเอียดของแต่ละหัวข้อมีดังนี้

3.1 โครงสร้างและโภชนาการของพืช

3.1.1) โครงสร้างของพืช

โครงสร้างของพืชประกอบด้วยส่วนประกอบภายในและภายนอก ส่วนประกอบภายในได้แก่ เซลล์ เนื้อเยื่อและอวัยวะต่าง ๆ ของพืช ส่วนประกอบภายนอก ได้แก่ ราก ลำต้น ใบ ดอก ผล และเมล็ด



ภาพที่ 10 ส่วนประกอบภายในและภายนอกของพืช

ที่มา : University of Georgia. Plant cell wall [Online], Accessed 20 December 2008.

Available from <http://www.crc.uga.edu/~mao/ultrast/Utext.htm/>

ส่วนประกอบภายในและภายนอก มีหน้าที่เฉพาะแตกต่างกันไป ส่วนต่างๆ ของพืชสามารถจำแนกได้เป็น 2 ส่วน คือ 1) ส่วนที่อยู่ใต้ดิน 2) ส่วนที่อยู่เหนือดิน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ส่วนที่อยู่ใต้ดิน ได้แก่ ส่วนของระบบราก รากเป็นส่วนที่ไม่มีสีเขียวของคลอโรฟิลล์ เจริญเติบโตตามแรงโน้มถ่วงของโลกลงสู่ดิน รากมี 3 ชนิดได้แก่ รากแก้ว รากแขนง รากฝอย โดยมีหน้าที่สำคัญคือ ยึดลำต้นให้ติดกับพื้นดิน ช่วยดูดน้ำและเกลือแร่ เพื่อลำเลียงไปยังส่วนต่างๆ ของลำต้น

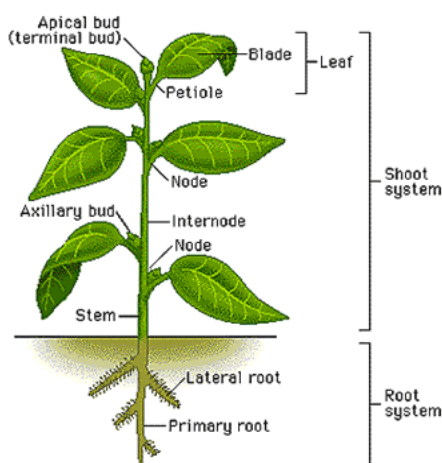
2) ส่วนที่อยู่เหนือดิน ได้แก่ ส่วนของพืชที่เติบโตขึ้นมาเหนือดิน ประกอบด้วย

- ลำต้น ส่วนมากจะเจริญขึ้นมาเหนือดินในทิศทางตรงกันข้ามกับราก เป็นที่เกิดของใบ ประกอบด้วยข้อ และปล้อง ลำต้นมีหน้าที่สำคัญในการช่วยพยุงกิ่ง ใบ ดอก ผลและเมล็ดให้สัมผัสอากาศและรับแสงแดดมากที่สุด เพื่อสังเคราะห์อาหาร โดยช่วยลำเลียงน้ำและเกลือแร่จากรากผ่านไปยังส่วนต่างๆ ของพืช เมื่อใบสังเคราะห์แสงและสร้างอาหารแล้ว ก็จะลำเลียงกลับมาสู่ส่วนอื่นต่อไป

- ใบ ใบเป็นส่วนที่ยื่นออกมาจากลำต้น ส่วนมากมักมีสีเขียวจัดของคลอโรฟิลล์ มีรูปร่างและขนาดแตกต่างกันไป ใบมีหน้าที่สำคัญ คือ ปรุงอาหารโดยการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) การหายใจ (Respiration) และการคายน้ำ (Transpiration) นอกจากนี้ยังช่วยยึดลำต้น แพร่พันธุ์ สะสมอาหารและน้ำ ป้องกันลำต้น ช่วยในการผสมพันธุ์เกสร

- ผล คือรังไข่ที่เติบโตขึ้นหลังจากไข่ภายในรังไข่ได้รับการผสม ผลมีส่วนประกอบ 3 ชั้นคือ ชั้นนอก ชั้นกลางและชั้นใน ความหนาหรือบางแล้วแต่ชนิดของผล ลักษณะของผลมีทั้งผลเดี่ยว ผลกลุ่มและผลรวม

- ดอก ดอกเป็นอวัยวะที่ใช้สำหรับการสืบพันธุ์ของพืช

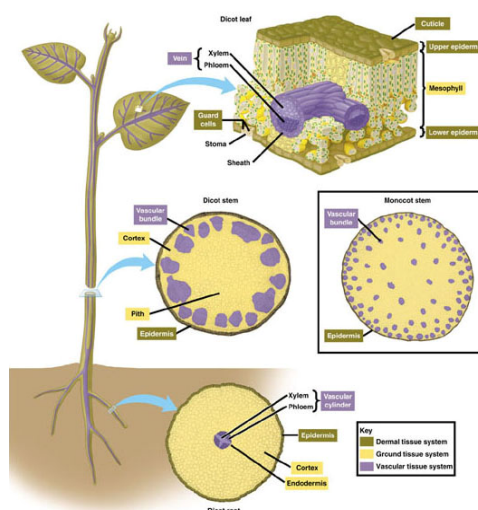


ภาพที่ 11 ส่วนประกอบของพืช

ที่มา : Clayton Smith. Life in the Plant Lane [Online], Accessed 20 December 2008.

Available from <http://www.winterberrygardennews.com/news/6/33/>

โครงสร้างภายในของพืช หรือกายวิภาคของพืช ได้แก่ เซลล์ เนื้อเยื่อ และโครงสร้างในอวัยวะต่าง ๆ ของพืช เซลล์เป็นส่วนที่เล็กที่สุดประกอบด้วย ผนังเซลล์ โปรโตพลาสซึม และสารต่าง ๆ ภายในเซลล์ เนื้อเยื่อของพืชประกอบด้วยเซลล์จำนวนมาก ทั้งเซลล์ชนิดเดียวหรือหลายชนิดก็ได้



ภาพที่ 12 โครงสร้างภายในส่วนต่างๆ ของพืช

ที่มา : Dr. Brian K. Penney. Plant structure [Online], Accessed 20 December 2008. Available

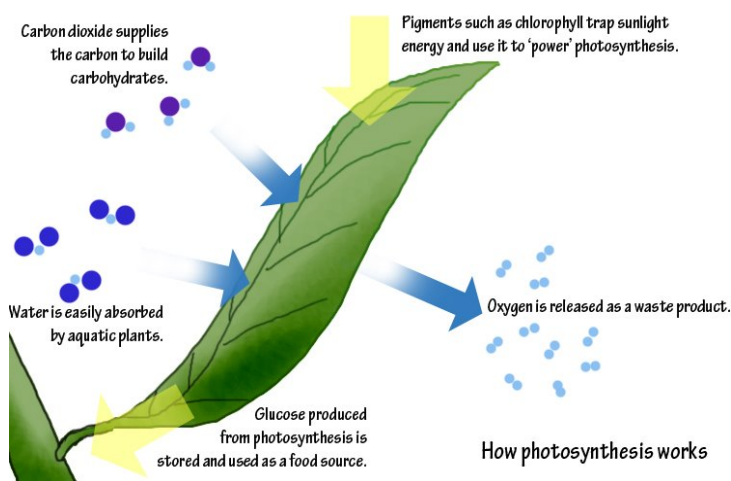
from <http://www.anselm.edu/homepage/bpenney/teaching/BI102/Labs/Plantstructure.html/>

3.1.2) โภชนาการของพืช

พืชมีลักษณะคล้ายกับสิ่งมีชีวิตที่ต้องอาศัยอาหารเพื่อการดำรงชีวิต อาหารของพืช ได้แก่ อาหารจำพวกอินทรีย์ หรือแร่ธาตุต่างๆ อาหารจำพวกอินทรีย์หรือน้ำตาล ตลอดจนอาหารที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ และสุดท้ายได้แก่ น้ำ การเจริญเติบโตของพืชจะมีพัฒนาการที่สมบูรณ์หรือไม่ขึ้นอยู่กับโภชนาการที่เพียงพอตามความต้องการ พืชมีลักษณะดีเหนือสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เพราะพืชสามารถสร้างอาหารจำพวกอินทรีย์ได้ด้วยตนเอง ส่วนสิ่งมีชีวิตอื่นต้องพึ่งอาหารจำพวกนี้จากพืชโดยตรง กระบวนการที่เกี่ยวกับโภชนาการของพืชเพื่อสร้างความเจริญเติบโตได้แก่ การสังเคราะห์แสง การหายใจ การคายน้ำ การดูดน้ำและอาหารธาตุ และการลำเลียงน้ำ แร่ธาตุและอาหารของพืช โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การสังเคราะห์แสง (Photosynthesis)

การสังเคราะห์แสงเป็นกระบวนการทางชีวเคมีที่มีความสำคัญที่สุดในโลก เนื่องจากพืชสร้างอาหารเพื่อตัวเอง ยังมีอาหารเหลือสะสมไว้เพื่อแผ่สิ่งมีชีวิตอื่นๆ ด้วย ในกระบวนการสังเคราะห์แสงพืชส่วนใหญ่ใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเป็นวัตถุดิบ โดยให้ผลผลิตออกมาเป็นน้ำตาล ขณะเดียวกันก็ให้ก๊าซออกซิเจนออกมาด้วย การสังเคราะห์แสงจะเกิดขึ้นบริเวณที่เป็นสีเขียวของพืช โดยเฉพาะใบ เนื่องจากลักษณะใบมีความเหมาะสมต่อการรับแสง นอกจากนี้ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์แสงของพืชประกอบด้วยปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณน้ำ ปริมาณแสง



ภาพที่ 13 การสังเคราะห์แสงของพืช

ที่มา : Plant Biology [Online], Accessed 22 December 2008. Available from <http://my-aquatic-world.blogspot.com/2008/05/plant-biology-part-1.html/>

ความสำคัญของการสังเคราะห์แสงของพืชต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมภายในโลก อาจสรุปได้ว่าการสังเคราะห์แสงเป็นการนำก๊าซออกซิเจนกลับคืนสู่บรรยากาศของโลก ในขณะที่ธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจนถูกนำเข้าสู่วัฏจักรโดยผ่านการสังเคราะห์แสงในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ซึ่งมีความสำคัญต่อการมีชีวิตของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากพืชเป็นอาหารเพื่อใช้เป็นพลังงานในการดำรงชีวิต ขณะเดียวกันการสังเคราะห์แสงยังเป็นการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศให้อยู่ในสภาพสมดุลเหมาะสมแก่การดำรงชีวิต

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราการสังเคราะห์แสง ประกอบด้วย 5 ปัจจัยคือ

(1) แสงสว่าง

แสงสว่างมีบทบาทต่อการสังเคราะห์แสง ซึ่งมีผลไปถึงการเจริญเติบโตของพืชด้วย ความเข้มแสงที่แตกต่างกันส่งผลต่อการสังเคราะห์แสงที่สูงต่ำแตกต่างกัน ส่วนความยาวของช่วงที่ได้รับแสงแต่ละวันจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอัตราการสังเคราะห์แสงของพืช คือถ้าพืชรับแสงช่วงเวลานานอัตราการสังเคราะห์แสงก็จะสูงด้วย

(2) อุณหภูมิ

อุณหภูมิมีผลต่อการสังเคราะห์ของพืชในแต่ละท้องถิ่นไม่เท่ากัน เนื่องจากการปรับตัวของพืชให้อยู่รอดในแต่ละถิ่นแตกต่างกัน

(3) ปริมาณก๊าซชนิดต่างๆ ในบรรยากาศ

ก๊าซในบรรยากาศที่มีสำคัญต่อการสังเคราะห์แสง ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และก๊าซออกซิเจน (O_2) โดยก๊าซทั้งสองจะให้ผลในทางตรงกันข้าม คือหากเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนจะส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์แสงของพืชลดลง ส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศหากมีปริมาณสูงขึ้นจะยิ่งทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงมากยิ่งขึ้น

(4) ปริมาณน้ำที่พืชได้รับ

ปริมาณน้ำมีผลกับการสังเคราะห์แสงของพืชในขบวนการคายน้ำของพืช เมื่อปากใบของพืชรับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก็จะมีไอน้ำแพร่ออกมา หากปริมาณน้ำน้อย พืชจะสูญเสียไอน้ำในขบวนการคายน้ำ เป็นเหตุให้การทำงานของเซลล์ถูกกระทบเป็นเหตุให้ปากใบปิด การแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนเป็นไปได้ยากขึ้น หากการขาดแคลนน้ำของพืชมากกว่าร้อยละ 45 จะเกิดการปิดปากใบหมดและทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง

(5) แร่ธาตุอาหารในดิน

การสังเคราะห์แสงจำเป็นต้องใช้ในโตรเจนและแมกนีเซียมจากดิน หากขาดธาตุอาหารดังกล่าวจะทำให้พืชมีอาการเหลืองที่ใบหรือสภาวะใบขาดคลอโรฟิลล์ ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง

2) การหายใจ (Respiration)

การหายใจของพืชเป็นการออกซิไดส์สารอาหาร โดยอาศัยกิจกรรมของเอนไซม์ชนิดต่างๆ ภายในเซลล์ให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ พร้อมกับปล่อยพลังงานออกมาเพื่อใช้ประโยชน์ในขบวนการเมตาโบลิซึม สารที่พืชใช้ในการหายใจได้แก่ สารจำพวกคาร์โบไฮเดรต เช่น กลูโคส ฟรุคโตส ซูโครส และแป้ง การหายใจของพืชเป็นปฏิกิริยาเคมีที่สำคัญเช่นเดียวกับการสังเคราะห์แสง เพราะการหายใจจะเป็นการเติมออกซิเจนของอาหารในพืช โดยการคายความร้อนและปล่อยพลังงานออกมาในรูปของพลังงานจลน์ ดังนั้นพลังงานจากแสงแดดซึ่งพืชสะสมไว้ใน การสร้างอาหารก็จะเป็นประโยชน์แก่พืชและสัตว์ทุกชนิดต่อไป ปัจจัยที่มีผลต่อการหายใจของพืชได้แก่

- อุณหภูมิ

อุณหภูมิมีผลต่ออัตราการหายใจ หากอุณหภูมิสูงขึ้นอัตราการหายใจจะสูงขึ้น ส่งผลต่อการสะสมอาหารของพืช เพราะการหายใจเป็นขบวนการย่อยแยกสาร

- ความเข้มข้นของออกซิเจน

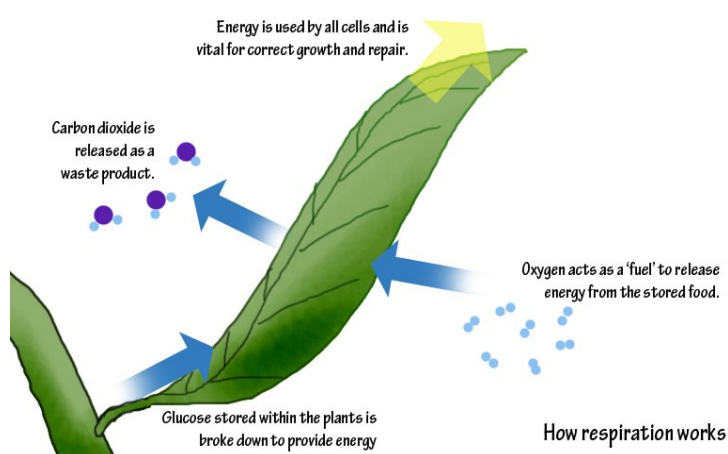
หากออกซิเจนมีความเข้มข้นมาก อัตราการหายใจก็เกิดขึ้นมาก

- สภาพของดิน

สภาพดินแน่นหรือมีน้ำขังจะระบายอากาศไม่ดี ทำให้การหายใจทางรากลดลง

- แสง

ในสถานะที่แสงน้อยหรือความเข้มของแสงต่ำ พืชจะมีอัตราการหายใจต่ำและส่งผลให้ขบวนการสังเคราะห์แสงลดลง ทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ใช้ในการหายใจลดน้อยลง



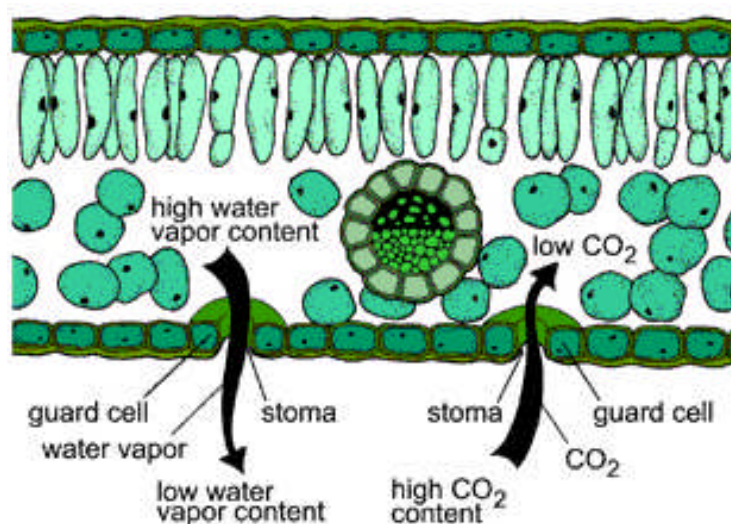
ภาพที่ 14 การหายใจของพืช

ที่มา : Plant Biology [Online], Accessed 22 December 2008. Available from <http://my-aquatic-world.blogspot.com/2008/05/plant-biology-part-1.html/>

3) การคายน้ำ (Transpiration)

การคายน้ำ หมายถึง การที่พืชสูญเสียน้ำออกจากดินในรูปของไอน้ำ น้ำที่ออกจากต้นพืชส่วนใหญ่จะระเหยออกจากปากใบและจะคายน้ำมากเฉพาะส่วนที่อยู่เหนือดิน การคายน้ำเป็นระบบขับถ่ายที่สำคัญอย่างหนึ่งของพืช (สุรพล 2531 : 61)

พืชที่อยู่เหนือดินทำหน้าที่คายน้ำจากปากใบเป็นหลักโดยอัตราการคายน้ำออกจากต้นพืชจะสมดุลกับอัตราการดูดน้ำเข้าสู่ต้นพืช นอกจากนี้ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการคายน้ำของพืชยังประกอบด้วยความชื้นของบรรยากาศถ้าอากาศมีความชื้นสูงจะทำให้พืชมีการคายน้ำน้อยกว่าในที่มีความชื้นต่ำ การเคลื่อนที่ของอากาศหรืออุณหภูมิของอากาศมีมากก็ทำให้พืชคายน้ำได้มากขึ้น



ภาพที่ 15 การคายน้ำของพืช

ที่มา : Knowledge tree. Leaf Gas Exchange [Online], Accessed 24 December 2008.

Available from http://www.progressivegardens.com/knowledge_tree/plantphys.html/

4) การดูดน้ำและอาหารธาตุของพืช

พืชดูดน้ำและอาหารธาตุในรูปของสารละลายผ่านทางรากขนอ่อน โดยขบวนการที่เรียกว่า ออสโมซิส (Osmosis) คือการแพร่ของโมเลกุลจากที่มีความเข้มข้นสูงไปยังที่มีความเข้มข้นต่ำจนกระทั่งมีความเข้มข้นเท่ากัน ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอัตราการดูดน้ำและอาหารธาตุได้แก่ อัตราการสังเคราะห์แสง อัตราการหายใจ และความลึกของรากที่ทำหน้าที่ดูดน้ำและอาหารธาตุ นอกจากนี้ปริมาณและชนิดของน้ำในดินก็มีผลต่ออัตราการดูดน้ำและอาหารธาตุของพืชเช่นกัน

5) การลำเลียงน้ำ แร่ธาตุและอาหารของพืช

การลำเลียงในพืชประกอบด้วยขบวนการสำคัญ 2 ขบวนการคือ การลำเลียงทางท่อน้ำ และการลำเลียงทางท่ออาหาร การลำเลียงทางท่อน้ำใช้ทฤษฎีแรงดันราก แรงเคพิลลาร์และทฤษฎีแรงดึงเนื่องจากการคายน้ำ ส่วนการลำเลียงทางท่อต้องอยู่ในรูปที่ละลายน้ำ มีทฤษฎีที่สนับสนุนคือ ทฤษฎี Mass flow เกิดขึ้นเพราะความแตกต่างของแรงดัน

3.2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช

การที่พืชจะมีการเจริญเติบโตและมีพัฒนาการอย่างสมบูรณ์มีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 2 ประการ ได้แก่ พันธุกรรมของพืชและสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 พันธุกรรมของพืช

พันธุกรรมของพืชเป็นลักษณะเด่นประจำตัวของพืช พันธุกรรมของพืชอาจจำแนกได้เป็นพืชพันธุ์ป่าและพืชพันธุ์ปลูก ส่วนมากเราจะใช้พืชพันธุ์ป่ามาพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ให้ดีขึ้นเป็นพืชพันธุ์ปลูก ลักษณะเด่นของพืชพันธุ์ป่าคือ มีความแปรปรวนสูงมากเนื่องจากโครโมโซมกระจายไม่เป็นระเบียบ นอกจากบางพันธุ์ที่มีการปรับตัวโดยธรรมชาติเพื่อความอยู่รอด ส่วนพืชพันธุ์ปลูกจะมีความคงที่สูงเนื่องจากได้รับการจัดระเบียบโครโมโซมอย่างดี ส่วนมากเพื่อให้เป็นไปตามความต้องการของมนุษย์ คือ

- เพื่อให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้น ขนาดและน้ำหนักมากขึ้น คุณภาพดีขึ้น
- เพื่อให้ต้านทานต่อโรคและแมลงได้ดีขึ้น ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยสูง
- เพื่อให้เหมาะสมต่อเครื่องเก็บเกี่ยว
- เพื่อให้ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี เช่น ทนต่อความแห้งแล้งได้ดี

3.2.2 สภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง

สภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชได้แก่

- ดินและธาตุอาหารของพืช

ดิน ทำหน้าที่ยึดรากและลำต้นของพืชให้ตั้งอยู่ได้ และเป็นแหล่งให้น้ำและธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืช มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตอย่างมาก ดินมีส่วนประกอบที่เป็นอนินทรีย์สารและอินทรีย์วัตถุ น้ำในดินและอากาศในดิน

คุณสมบัติของดินที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้แก่ คุณสมบัติทางกายภาพ เช่น ลักษณะเนื้อดิน ความสามารถในการกักเก็บน้ำ สีของดิน คุณสมบัติทางเคมี เช่น ความเป็นกรด ด่าง ความเค็มของดิน คุณสมบัติทางชีวภาพ เช่น สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในดิน ส่วนธาตุอาหารของพืชที่มีความจำเป็นมี 16 ตัว แบ่งเป็นธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารเสริม โดยธาตุอาหารแต่ละตัวมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป ธาตุอาหารที่ได้จากบรรยากาศ คือ C H O

- ลมฟ้าอากาศ

ลมฟ้าอากาศมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยมีองค์ประกอบดังนี้

(1) **อากาศและลม** อากาศประกอบด้วยออกซิเจน (O_2) ซึ่งเป็นก๊าซที่พืชและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ใช้ในการหายใจ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) นำไปใช้ในการขบวนการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหารขึ้นมาใช้ภายในลำต้นและเหลือสะสมไว้เป็นอาหารของมนุษย์และสัตว์ต่อไปและไนโตรเจน (N_2) จำเป็นต่อการสร้างสารประกอบโปรตีนในพืช ส่วนลมคืออากาศที่เคลื่อนที่ในแนวนอน มีอิทธิพลต่อการคายน้ำ การถ่ายเทความร้อนในลำต้น การผสมเกสรของพืช การกระจายของเมล็ดพืช โดยพืชจะเจริญเติบโตได้ดีที่สุด เมื่อลมมีความเร็วประมาณ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

(2) **น้ำและความชื้น** น้ำเป็นปัจจัยพื้นฐานของพืช ทำหน้าที่เป็นตัวทำละลายแร่ธาตุต่างๆ ที่เป็นอาหารของพืชในดินให้อยู่ในรูปของสารละลาย เพื่อให้ดูดซึมผ่านเข้าไปในลำต้นได้ ช่วยในการขยายตัวของเซลล์ และการสังเคราะห์แสงขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่พืชได้รับ

ส่วนความชื้นของอากาศ หมายถึงปริมาณไอน้ำในอากาศที่คำนวณออกมาเป็นความชื้นสัมพัทธ์ที่เป็นร้อยละที่ทำให้บรรยากาศ ณ อุณหภูมิหนึ่งถึงจุดอิ่มตัว ถ้าพื้นที่ใดมีความชื้นต่ำและอุณหภูมิสูง การสูญเสียไอน้ำจากพืชโดยการคายน้ำทางใบจะมากขึ้น

ฝน คือไอน้ำที่มีอยู่ในบรรยากาศ เมื่อกลั่นตัวเป็นหยดน้ำตกลงมายังพื้นดิน พืชได้รับประโยชน์จากน้ำฝนที่ไหลซึมลงไปในดินแล้วเท่านั้น ฝนจะมีอิทธิพลต่อการปลูกพืชต้องขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ฝนตก ปริมาณน้ำฝนและอัตราความเร็วของการตก และฝนจะมีประโยชน์มากที่สุดถ้าตกในระยะเวลาเจริญเติบโตของพืช ถึงแม้ว่าพืชส่วนมากจะต้องการฝนในระยะใกล้เก็บเกี่ยว แต่จะต้องการฝนมากและสม่ำเสมอในระยะแรกของการเจริญเติบโต

(3) **แสง** แสงเป็นปัจจัยแรกของการเจริญเติบโตของพืชที่ทำให้เกิดการสังเคราะห์แสงได้ พืชจะดูดแสงที่ส่องมากระทบไว้ร้อยละ 80 สะท้อนกลับร้อยละ 15 และทะลุผ่านไประยะ 5 พลังงานแสงแดดที่พืชดูดไปจะนำไปใช้ในการคายน้ำร้อยละ 0.5-3.5 ที่พืชนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ทั้งนี้พืชแต่ละชนิดยังอาจมีการตอบสนองการแสงไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับชนิดของพืชว่าเป็นพืชที่ต้องการแสงมากหรือน้อย สำหรับเมืองไทยไม่ค่อยมีความแตกต่างในเรื่องความยาวของช่วงวัน เพราะความยาวของช่วงวันในแต่ละฤดูไม่มีความแตกต่างกันมากนัก

(4) **อุณหภูมิ** อุณหภูมิคือคุณสมบัติที่แสดงถึงระดับพลังงานความร้อนของสสาร สสารที่อุณหภูมิสูงจะถ่ายเทความร้อนให้กับสสารที่อุณหภูมิต่ำกว่า จนกว่าอุณหภูมิจะเท่ากัน ปฏิกิริยาภายในพืชที่มีผลต่อการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดอยู่ในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 60-90 องศาฟาเรนไฮต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช และความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิในเวลากลางวันและกลางคืนไม่ควรเกิน 8 องศาเซลเซียส

4. พื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมือง

4.1 ความหมายและคำจำกัดความของพื้นที่สีเขียว

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้ความหมายของพื้นที่สีเขียวไว้ในคู่มือการเพิ่มและการจัดการพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมืองอย่างยั่งยืนว่า พื้นที่สีเขียวหมายถึง พื้นที่ที่มีพืชพรรณเป็นองค์ประกอบหลัก ส่วนพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมืองจะต้องเป็นพื้นที่สีเขียวที่เอื้อประโยชน์ต่อการพักผ่อนหย่อนใจ หรือปรับปรุงคุณภาพสิ่งแวดล้อมของชุมชนเมือง พื้นที่สีเขียวที่ไม่ได้เอื้อประโยชน์ต่อชุมชนไม่จัดว่าเป็นพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมือง หากจำแนกประเภทของพื้นที่สีเขียวตามบทบาทหน้าที่ที่จะประกอบด้วย (1) พื้นที่ธรรมชาติ (2) พื้นที่สีเขียวเพื่อบริการ (3) พื้นที่สีเขียวเพื่อสิ่งแวดล้อม (4) พื้นที่สีเขียวริมเส้นทางสัญจร (5) พื้นที่สีเขียวเพื่อเศรษฐกิจชุมชน

พื้นที่สีเขียวที่ยั่งยืน หมายถึง พื้นที่สีเขียวที่สามารถสนองความต้องการของชุมชนในปัจจุบัน โดยไม่ทำให้ความสามารถที่จะสนองต่อความต้องการของชุมชนในอนาคตต้องลดน้อยหรือด้อยลง พื้นที่สีเขียวที่จะมีคุณสมบัติดังกล่าว ควรมีต้นไม้ใหญ่หรือไม้ยืนต้นเป็นองค์ประกอบเนื่องจากมีอายุที่ยืนยาวกว่าไม้พุ่มและไม้ล้มลุก อีกทั้งยังมีความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การเพิ่มออกซิเจน การลดอุณหภูมิความร้อนในเมือง การกรองฝุ่นละอองและเสียง (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, คณะวนศาสตร์ 2547 : 113)

นอกจากนี้ในคู่มือการพัฒนาพื้นที่สีเขียวยังได้ให้ความหมายของพื้นที่สีเขียวไว้ว่า พื้นที่สีเขียว หมายถึง พื้นที่กลางแจ้ง และกึ่งกลางแจ้งที่มีขอบเขตที่ดินทั้งหมดหรือบางส่วนปกคลุมด้วยพืชพรรณที่ปลูกบนดินที่ซึมน้ำได้ โดยที่ดินนั้นอาจมีสิ่งปลูกสร้างหรือพื้นผิวแข็งที่ไม่ซึมน้ำรวมอยู่หรือไม่ก็ได้ หมายรวมถึงพื้นที่สีเขียวในเขตเมืองและนอกเขตเมือง อาจเป็นพื้นที่สาธารณะหรือเอกชนที่สาธารณชนสามารถใช้ประโยชน์ ประกอบด้วยพื้นที่สีเขียวเพื่อนันทนาการและความงามทางภูมิทัศน์ พื้นที่อรรถประโยชน์ เช่น พื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่สาธารณูปการ พื้นที่แนวกันชน พื้นที่สีเขียวในสถาบันต่างๆ พื้นที่ธรรมชาติและกึ่งธรรมชาติอันเป็นถิ่นที่อยู่ของสิ่งมีชีวิต ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ชุ่มน้ำ รวมถึงพื้นที่ชายหาด พื้นที่ริมน้ำ พื้นที่ที่เป็นริ้วยาวตามแนวเส้นทางคมนาคมทางบก ทางน้ำ และแนวสาธารณูปการต่างๆ หรือพื้นที่อื่นๆ เช่น พื้นที่สีเขียวที่ปล่อยกรัง พื้นที่สีเขียวที่ถูกรบกวนสภาพธรรมชาติ และพื้นที่สีเขียวที่มีการใช้ประโยชน์ผสมผสานกัน

สำหรับพื้นที่สีเขียวที่ยั่งยืนควรมีต้นไม้ใหญ่หรือไม้ยืนต้นเป็นองค์ประกอบหลัก และควรเน้นบทบาทหน้าที่และความหลากหลายของชนิดพรรณ ซึ่งควรพิจารณาเลือกไม้ท้องถิ่นมากกว่าไม้ต่างถิ่น โดยสามารถจำแนกตามบทบาทและหน้าที่ได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2 บทบาทและหน้าที่ของพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมือง

ประเภท	คำจำกัดความ	รูปแบบ
พื้นที่ธรรมชาติ	พื้นที่ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ เป็นแหล่งรวมของระบบนิเวศที่จำเป็นต้องอนุรักษ์ให้คงอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ มีการจัดการที่ดี	แม่น้ำ ลำธาร คลอง ทะเลสาบ พรุ ภูเขา และป่าไม้
พื้นที่สีเขียวเพื่อบริการ	พื้นที่สีเขียวที่ประชาชนสามารถเข้าไปใช้บริการเพื่อการพักผ่อนหย่อนใจ ออกกำลังกาย และเสริมสร้างทัศนียภาพที่สวยงามให้กับเมือง	สวนสาธารณะ สวนหย่อม สนามกีฬากลางแจ้ง สนามเด็กเล่น ลานเมือง สวนรุกขชาติ สวนสัตว์ และสวนพฤกษศาสตร์
พื้นที่สีเขียวเพื่อสิ่งแวดล้อม	พื้นที่สีเขียวที่เสริมสร้างคุณค่าด้านสิ่งแวดล้อมเช่น การเพิ่มก๊าซออกซิเจนและลดอุณหภูมิความร้อนในเมือง แม้ประชาชนจะไม่สามารถเข้าไปใช้บริการได้โดยตรง แต่มีคุณค่าด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นเสมือนปอดของชุมชนเมือง	สวนไม้ผลยืนต้น สวนป่า สวนในบ้าน พื้นที่สีเขียวใน โรงเรียน หน่วยงานราชการ ศาสนสถาน และสนามกอล์ฟ ของเอกชน
พื้นที่สีเขียวริมเส้นทางสัญจร	พื้นที่สีเขียวที่อยู่ในแนวเส้นทางสัญจรสาธารณะ ซึ่งมีบทบาททั้งการเสริมสร้างคุณค่าด้านสิ่งแวดล้อม และการบริการ	พื้นที่แนวถนน เกาะกลาง ถนน ทางเดิน แนวถอยร่น ริมแม่น้ำ และริมทางรถไฟ
พื้นที่สีเขียวเพื่อเศรษฐกิจชุมชน	พื้นที่สีเขียวเพื่อสิ่งแวดล้อมที่สร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจให้แก่ผู้เป็นเจ้าของ	สวนไม้ผลยืนต้น สวนป่า เศรษฐกิจพื้นที่ว่างในบริเวณ สถานประกอบการ

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. คู่มือการเพิ่มและการจัดการพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมืองอย่างยั่งยืน (กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., 2547), 3-5.

พื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมือง หมายถึง พื้นที่โล่งว่าง มีพืชพรรณเป็นองค์ประกอบหลัก สามารถพัฒนาเพื่อประโยชน์ในด้านระบบนิเวศ นันทนาการ และสุนทรียภาพให้แก่เมืองได้ (นวนัฐ โอศิริ 2548 : 3) สามารถจำแนกประเภทได้ดังนี้

1) พื้นที่เกษตรกรรม เช่น สวนผลไม้ วนเกษตร พื้นที่เลี้ยงสัตว์



ภาพที่ 16 พื้นที่เกษตรกรรม

ที่มา : นวนัฐ โอศิริ, เอกสารประกอบโครงการฝึกอบรม การบริหารงานผังเมืองในระดับท้องถิ่น (กรุงเทพฯ: ม.ป.ท., 2548), 4.

2) พื้นที่สีเขียวเพื่อนันทนาการและความงามทางภูมิทัศน์ เช่น สวนสาธารณะ สวนหย่อม สนามกีฬา สวนในสถานที่ราชการต่างๆ สวนในพื้นที่เอกชน



ภาพที่ 17 พื้นที่สีเขียวเพื่อนันทนาการและความงามทางภูมิทัศน์

ที่มา : นวนัฐ โอศิริ, เอกสารประกอบโครงการฝึกอบรม การบริหารงานผังเมืองในระดับท้องถิ่น (กรุงเทพฯ: ม.ป.ท., 2548), 5.

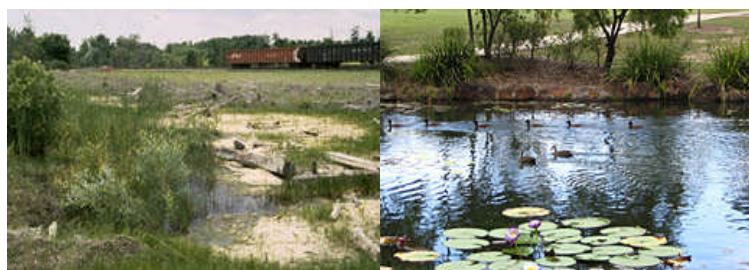
3) พื้นที่สีเขียวหรือประโยชน์ เช่น สุสาน ลานวัด พื้นที่ทิ้งขยะ



ภาพที่ 18 พื้นที่สีเขียวหรือประโยชน์

ที่มา : นวณัฐ โอศิริ, เอกสารประกอบโครงการฝึกอบรม การบริหารงานผังเมืองในระดับท้องถิ่น (กรุงเทพฯ: ม.ป.ท., 2548), 6.

4) พื้นที่ธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ เช่น พื้นที่รับน้ำ ป่า ที่อยู่อาศัยของสัตว์



ภาพที่ 19 พื้นที่ธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ

ที่มา : นวณัฐ โอศิริ, เอกสารประกอบโครงการฝึกอบรม การบริหารงานผังเมืองในระดับท้องถิ่น (กรุงเทพฯ: ม.ป.ท., 2548), 7.

5) พื้นที่แถบสีเขียว เช่น พื้นที่สีเขียวตามแนวถนน แม่น้ำลำคลอง ทางรถไฟ



ภาพที่ 20 พื้นที่แถบสีเขียว

ที่มา : นวณัฐ โอศิริ, เอกสารประกอบโครงการฝึกอบรม การบริหารงานผังเมืองในระดับท้องถิ่น (กรุงเทพฯ: ม.ป.ท., 2548), 8.

พื้นที่สีเขียว หมายถึง พื้นที่กลางแจ้ง และกึ่งกลางแจ้งที่มีขอบเขตที่ดินทั้งหมดหรือบางส่วนปกคลุมด้วยพืชพรรณที่ปลูกบนดินที่ซึมน้ำได้ โดยที่ดินนั้นอาจมีสิ่งปลูกสร้างหรือพื้นผิวแข็งที่ไม่ซึมน้ำรวมอยู่หรือไม่ก็ได้ โดยรวมถึงพื้นที่สีเขียวในเขตเมืองและนอกเขตเมือง ทั้งที่เป็นที่สาธารณะและเอกชน อาจประกอบด้วยพื้นที่สีเขียวเพื่อนันทนาการและความงามทางภูมิทัศน์ พื้นที่อรรถประโยชน์ พื้นที่แนวกันชน พื้นที่สีเขียวในสถาบันต่างๆ พื้นที่ธรรมชาติและกึ่งธรรมชาติ พื้นที่ที่เป็นริ้วตามแนวเส้นทางคมนาคม และพื้นที่ที่ปล่อยรกร้างหรือมีการใช้ประโยชน์ผสมผสานกัน

4.2 ความสำคัญของพื้นที่สีเขียว

จากลักษณะการพัฒนาเมืองในปัจจุบันที่เจริญเติบโตและขยายตัวมากขึ้น การเพิ่มจำนวนของประชากร การใช้ทรัพยากรธรรมชาติเพื่อตอบสนองต่อความต้องการในการดำรงชีวิต การใช้ประโยชน์ที่ดินในเมืองเปลี่ยนแปลงจากสมัยก่อนเพื่อการก่อสร้างที่อยู่อาศัย การเพิ่มขึ้นของยานพาหนะในการสัญจร ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของเมืองทำให้สภาพแวดล้อมได้รับผลกระทบ เกิดปัญหาด้านมลภาวะทางอากาศ เช่น มลพิษทางอากาศ อุณหภูมิของเมืองสูงขึ้น ฝุ่นละอองในอากาศ เป็นต้น การเพิ่มพื้นที่สีเขียวเป็นวิธีการเพื่อช่วยบรรเทาและปรับปรุงสมดุลของสภาพแวดล้อมในเมืองได้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้จำแนกประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากพื้นที่สีเขียวได้ดังนี้ (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2547 : 2-3)

1) ปรับปรุงคุณภาพอากาศในเมือง พื้นที่สีเขียวที่ประกอบด้วยต้นไม้จำนวนมากจะช่วยดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ในขณะที่เดียวกันก็ปลดปล่อยก๊าซออกซิเจนออกมา ต้นไม้ที่มีเนื้อไม้ 1 ต้นสามารถลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ถึง 1.84 ตัน นอกจากนี้ยังดูดสารมลพิษต่างๆ และฝุ่นละอองในอากาศ

2) ลดอุณหภูมิของเมือง การคายน้ำของต้นไม้และร่มเงาของต้นไม้ช่วยป้องกันรังสีและทำให้อุณหภูมิความร้อนของเมืองลดลง

3) ลดการพังทลายของดิน รากต้นไม้ช่วยยึดเกาะและลดการพังทลายของดินริมตลิ่ง

4) ลดความเร็วของลม การปลูกต้นไม้ช่วยลดความเร็วของลมหรือเปลี่ยนทิศทางลม

5) ลดมลภาวะทางเสียง ต้นไม้ที่มีพุ่มหนาแน่นจะดูดซับเสียงและลดการสะท้อนของเสียงได้

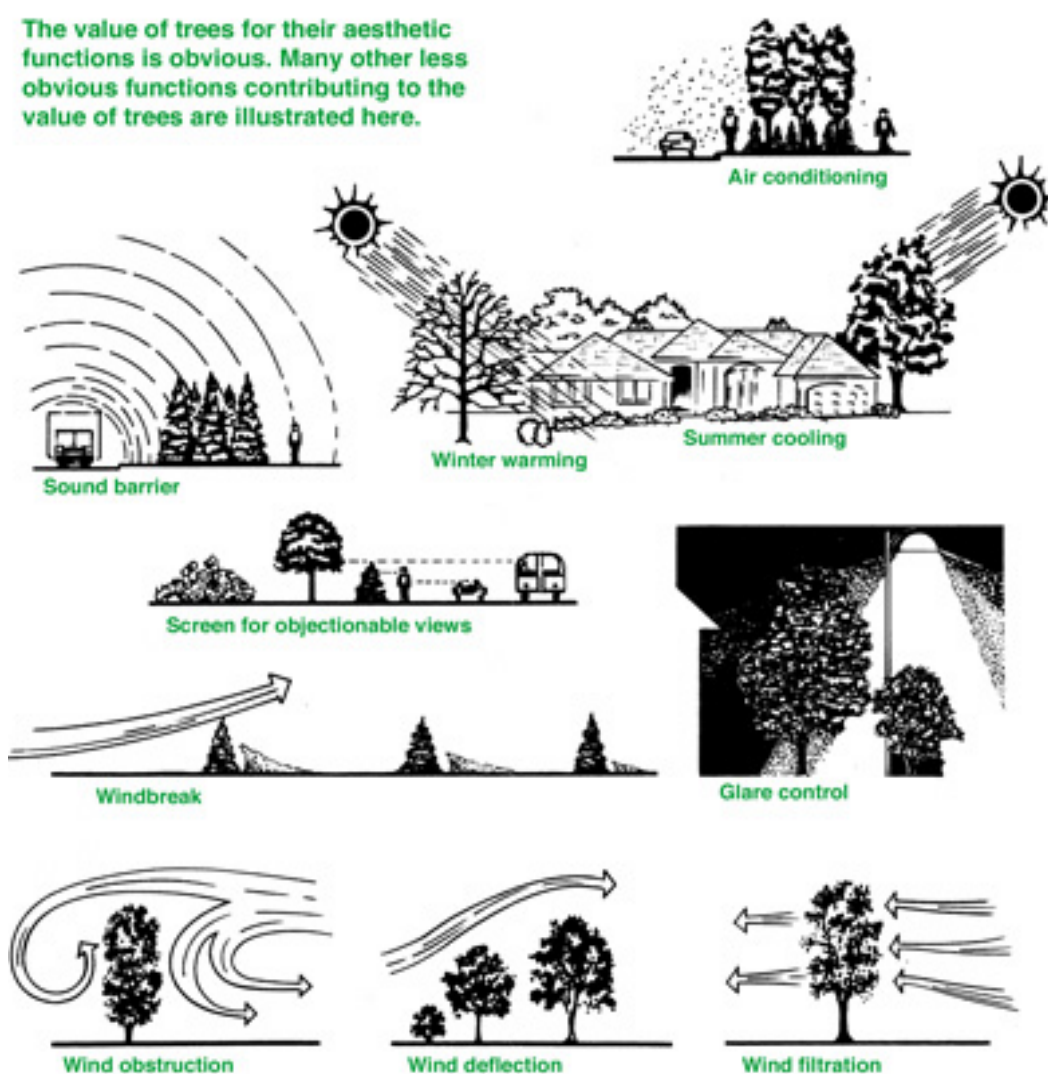
6) ส่งเสริมระบบนิเวศ การปลูกต้นไม้ที่มีความหลากหลาย ช่วยให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพและเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์นานาชนิด

7) คุณค่าทางด้านวิศวกรรม การปลูกต้นไม้ตามแนวถนนในตำแหน่งที่เหมาะสม ช่วยลดการสะท้อนของแสงไฟจากยานบนถนน

8) เพิ่มมูลค่าที่ดินและสิ่งก่อสร้าง ที่ดินหรือสิ่งก่อสร้างที่มีการจัดภูมิทัศน์ด้วยการปลูกต้นไม้ มักจะทำให้มูลค่าที่ดินเพิ่มสูงขึ้น

9) คุณค่าทางด้านสุนทรียภาพ นอกจากสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีขึ้น การปลูกต้นไม้ช่วยเพิ่มความสวยงามและความร่มรื่นให้กับเมือง

10) สร้างพื้นที่นันทนาการให้กับเมือง จัดกิจกรรมและเป็นพื้นที่ออกกำลังกาย



ภาพที่ 21 ประโยชน์ของต้นไม้

ที่มา : International Society of Arboriculture, Tree Values [Online], Accessed 5 December 2008. Available from http://www.treesaregood.com/treecare/tree_values.aspx/

คุณค่าของต้นไม้ใหญ่ยังสามารถจำแนกได้เป็นคุณค่าทางนิเวศวิทยา และคุณค่าทางเศรษฐศาสตร์ คุณค่าทางนิเวศวิทยาที่มีความสำคัญได้แก่ การบรรเทาปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง จากลักษณะทั่วไปของชุมชนขนาดใหญ่ที่มีต้นไม้ปริมาณน้อย จะทำให้บริเวณเมืองสะสมความร้อนจากพลังงานอาทิตย์ไว้ และจะมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณที่ปกคลุมด้วยต้นไม้ประมาณ 4 องศาเซลเซียส การศึกษาปรากฏการณ์ความร้อนในนครใหญ่ของประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่าต้องใช้ไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศมากกว่าชนบทในเวลาเดียวกันถึงร้อยละ 12 และพบว่าการตายจากคลื่นความร้อนในนครใหญ่จะมากกว่าชนบท (เดชา บุญค้ำ 2551 : 2)

ในด้านสิ่งแวดล้อมต้นไม้ยังช่วยในการปรับปรุงคุณภาพของอากาศในเมือง การดูดซับมลพิษทางอากาศ ต้นไม้ขนาดใหญ่ 1 ต้น มีความสามารถดูดซับสารพิษประเภทโลหะหนัก เช่น แคดเมียม นิกเกิล โครเมียมและตะกั่ว ภายใน 1 ปีได้ถึง 60 820 140 และ 5,200 มิลลิกรัมตามลำดับ (เดชา บุญค้ำ 2551 : 5)

นอกจากนี้คุณค่าของต้นไม้ที่เกี่ยวข้องกับเมือง อาจสรุปได้ว่า

1) การคายน้ำในระหว่างการสังเคราะห์แสงของพืชจะดูดความร้อนในอากาศโดยรอบ ต้นไม้ใหญ่ที่คลุมพื้นที่ประมาณ 60 ตารางวา จะดูดความร้อนได้ประมาณ 1.2 ล้านกิโลกรัมแคลอรีต่อวันเทียบได้กับเครื่องปรับอากาศสำหรับบ้านขนาดกลาง 2 หลัง เปิดใช้วันละ 12 ชั่วโมง

2) อุณหภูมิของห้องในบ้านที่โดนแดดส่องผนังโดยตรงจะสูงกว่าในบริเวณอื่น หากปลูกต้นไม้บังอุณหภูมิจะลดลงถึง 11 องศาเซลเซียส

3) พื้นที่ดินที่ถูกแสงแดดโดยตรงจะร้อน 50-67 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับผิวพื้นดินได้ร่มไม้ในบริเวณเดียวกันจะมีอุณหภูมิเพียง 20 องศาเซลเซียส

4) ถนนที่ปราศจากต้นไม้ใหญ่จะตรวจพบฝุ่นละอองถึง 10,000-20,000 อนุภาคต่ออากาศ 1 ลิตร ในขณะที่บริเวณที่มีต้นไม้ร่มรื่นจะพบปริมาณเพียง 3,000 อนุภาค

5) ต้นไม้ที่มีทรงพุ่มและปลูกหนาแน่นเป็นแถบจะช่วยลดเสียงรบกวนจากรถยนต์ได้

6) ต้นไม้ที่มีผิวใบประมาณ 150 ตารางเมตร จะผลิตออกซิเจนเพียงพอสำหรับมนุษย์ 1 คนภายใน 1 ปี

7) ต้นไม้ใหญ่ที่ขึ้นหนาแน่นบนเนื้อที่ประมาณ 6 ไร่ ซึ่งจะมีผิวใบประมาณ 50,000 ตารางเมตร จะดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศได้ 900 กก./ชม.และคายออกซิเจน 600 กก./ชม.

8) ต้นไม้ช่วยให้ร่มเงาแก่คนเดินถนน และยังปิดบังความอูจาดไม่น่าดูของอาคารหรือป้ายโฆษณา ในทางจิตวิทยายังให้ความรู้สึกร่มเย็น สุขใจ

4.3 แนวคิดเกี่ยวกับการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมือง

พื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมือง มีความสำคัญทางด้านผังเมืองโดยมีลักษณะของการใช้ที่ดินประเภทหนึ่งที่มีผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตความเป็นอยู่ของคนในเมือง ไม่ว่าจะเป็นการตอบสนองต่อความต้องการการพักผ่อนหย่อนใจ พื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมืองควรประกอบด้วยพื้นที่สีเขียวที่มีความหลากหลายให้เลือก เช่น สนามเด็กเล่น สนามกีฬา สวนสาธารณะในระดับต่างๆ สวนหย่อม สวนสัตว์ สวนพฤกษศาสตร์ และควรมีการกระจายตัวอยู่ในเมืองโดยใช้ระยะการเดินทางของผู้ใช้บริการเป็นเกณฑ์ในการกำหนดตำแหน่งที่ตั้ง หรือเรียกว่า รัศมีการให้บริการ ในบางครั้งการกำหนดที่ตั้งของพื้นที่สีเขียวตามลักษณะดังกล่าวไม่สามารถทำได้เนื่องจากการพัฒนาพื้นที่สีเขียวจำเป็นต้องใช้พื้นที่ว่างในเมือง ซึ่งพื้นที่เหล่านี้มีมูลค่าสูงเหมาะสมต่อการพัฒนาทางด้านธุรกิจหรือการค้ามากกว่า อย่างไรก็ตามได้มีการกำหนดหลักเกณฑ์ในการกำหนดพื้นที่สีเขียวของเมือง ดังนี้

แนวคิดในการเลือกพื้นที่เพื่อการพัฒนาเป็นพื้นที่สีเขียว อาจพิจารณาจากพื้นที่ได้หลายประเภท เช่น พื้นที่เอกชนซึ่งอาจได้มาโดยการออกพระราชบัญญัติเวนคืนที่ดิน การซื้อ การขอรับบริจาค การทำสัญญาเช่าหรือแลกเปลี่ยนที่ดิน ตลอดจนการสร้างแรงจูงใจด้านภาษี และพื้นที่ของหน่วยงานราชการหรือรัฐวิสาหกิจ พื้นที่ลักษณะนี้จะสามารถพัฒนาเป็นพื้นที่สีเขียวได้ง่ายกว่า โดยใช้ลักษณะของการประสานงาน การขอเข้าดำเนินการ การขอรับบริจาค นอกจากการพิจารณาพื้นที่ประเภทต่างๆ อาจใช้กลยุทธ์ในการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมืองได้หลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นบริเวณพื้นที่นอกอาคาร ด้านในอาคาร สวนบนหลังคา บริเวณช่องว่างระหว่างอาคาร ลานด้านหน้าอาคาร ห้างสรรพสินค้า บริเวณลานจอดรถ บริเวณแนวเส้นทางคมนาคม เป็นต้น ซึ่งขึ้นอยู่กับการบริหารจัดการและกลยุทธ์ด้านการลงทุน

ในการพิจารณาการเพิ่มพื้นที่สีเขียวยังมีปัจจัยที่ควรคำนึงถึงได้แก่

- 1) ลักษณะด้านชีวภาพและกายภาพ สิ่งมีชีวิตในพื้นที่ ที่ตั้งและการเข้าถึง ขนาดพื้นที่
 - 2) ลักษณะทางสังคม เช่น ผู้ที่ใช้ประโยชน์ กิจกรรมการใช้ประโยชน์
 - 3) ลักษณะการจัดการใช้ที่ดิน ถนน เส้นทางสัญจร สิ่งอำนวยความสะดวก
 - 4) ลักษณะทางด้านสิ่งแวดล้อม เช่น รูปแบบของสิ่งแวดล้อมทางน้ำ อากาศและพื้นดิน
- จากปัจจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าว นำไปสู่เงื่อนไขในการคัดเลือกพื้นที่ โดยสรุปได้ดังนี้

1) ที่ตั้งและการเข้าถึง ควรเข้าถึงได้สะดวกสบาย มีความปลอดภัย อยู่ใกล้ชุมชนและเชื่อมโยงกับพื้นที่นันทนาการอื่นๆ ได้ดี

2) ขนาดพื้นที่ การพิจารณาขนาดพื้นที่ควรขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการพัฒนาของเจ้าของพื้นที่เป็นหลัก ทั้งนี้ควรเป็นไปตามเกณฑ์ของชนิดพื้นที่สีเขียวแต่ละประเภท

- 3) สัดส่วนพื้นที่ที่ขีมน้ำต่อพื้นที่ที่ไม่ขีมน้ำ บริเวณพื้นที่ที่น้ำขีมน้ำได้ควรมีสัดส่วนมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 60 ของพื้นที่ทั้งหมด
- 4) พืชพรรณและสัตว์ในพื้นที่ ควรคำนึงถึงจำนวน ชนิดของพืชและสัตว์ ควรมีความหลากหลายและปริมาณที่สมดุลในระบบนิเวศ
- 5) รัศมีและพื้นที่ให้บริการ การเข้าถึงพื้นที่สีเขียวไม่ว่าจะเป็นด้วยระบบขนส่งมวลชนของเมือง การเดินเท้า หรือรถยนต์ส่วนตัว
- 6) สัดส่วนพื้นที่สวนสาธารณะต่อจำนวนประชากร การกำหนดสัดส่วนในแต่ละประเทศมีความแตกต่างกันตามสภาพเศรษฐกิจ สังคม ประชากร วัฒนธรรม การเมือง การปกครอง รวมทั้งกฎหมายข้อกำหนดต่างๆ ของแต่ละประเทศ ดังตาราง

ตารางที่ 3 มาตรฐานเนื้อที่สวนสาธารณะต่อประชากรในประเทศต่าง ๆ

ประเทศ	เนื้อที่สวนสาธารณะต่อประชากร 1,000 คน (หน่วย : ไร่)	เนื้อที่สวนสาธารณะต่อประชากร 1 คน (หน่วย : ตารางเมตร)
มาตรฐานสากล	9.38	15
สหรัฐอเมริกา	25	40
อังกฤษ	17.5	23
เม็กซิโก	9.4	15
โปแลนด์	9.4	15
สิงคโปร์	6.8	10.9
ญี่ปุ่น	3.37	5.4
มาเลเซีย	1.80	2.90
ไทย	0.25	0.40

ที่มา: อาชัญญา รัตนอุบล และคณะ, การจัดการเรียนของแหล่งการเรียนรู้ตลอดชีวิต : สวนสาธารณะ (กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด วี.ที.ซี.คอมมิวนิเคชั่น, 2548), 18.

จากมาตรฐานดังกล่าวพบว่า ประเทศไทยมีเนื้อที่สวนสาธารณะต่อประชากรต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานสากลอย่างมาก ในขณะที่ประเทศตะวันตกมีสัดส่วนตามมาตรฐานสากล ดังนั้นการพิจารณาเพิ่มพื้นที่สวนสาธารณะจึงควรกำหนดประเภทและลำดับชั้นของสวนสาธารณะให้เพียงพอตามมาตรฐานดังกล่าว สวนสาธารณะยังสามารถจำแนกประเภทตามเกณฑ์ด้านผังเมือง ได้ดังนี้

ตารางที่ 4 ประเภทสวนสาธารณะและเกณฑ์ด้านผังเมือง

ประเภท	เกณฑ์ (ไร่/ประชากร 1,000 คน)	พื้นที่ (ไร่)	จำนวน ประชากรที่ ให้บริการ	พื้นที่ให้บริการ
1.สนามเด็กเล่น	0.5	20 ตร.ว.-200 ตร.ว.	500-2,500	ชุมชนระดับหมู่บ้านใน ชนบททุกหมู่บ้านและ ชุมชนที่อยู่อาศัย
2.สวนสาธารณะ ระดับละแวกบ้าน	12.5	25-50	2,000-10,000	300-500 เมตร
3.สวนสาธารณะ ระดับชุมชน	2.5	25-50	10,000-20,000	1-2.5 กิโลเมตรหรือโดย ระบบขนส่งสาธารณะไม่ เกินครึ่งชม.
4.สวนสาธารณะ ระดับย่าน	1.5	30-75	50,000-100,000	3-6 กิโลเมตรหรือโดย ระบบขนส่งสาธารณะไม่ เกิน 1 ชม.
5.สวนระดับเมือง	-	100 ไร่ขึ้นไป	1 แห่งสำหรับ 100,00 คน	โดยระบบขนส่ง สาธารณะไม่เกิน 1 ชม.
6.สวนระดับภาค	-	200 ไร่ขึ้นไป	ประชาชนของ เมืองมากกว่า 1 เมือง	โดยรถยนต์ ไม่เกิน 1 ชม.
พื้นที่สีเขียวอื่นๆ	-	ไม่จำกัด	-	ขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่จัดหาได้ เช่น ห้วยมุดถนน ที่ว่างใน เขตทาง ฯลฯ

ที่มา: กรมโยธาธิการและผังเมือง. เกณฑ์ด้านผังเมือง ควบคุมบริการสังคม เรื่อง สวนสาธารณะ สนามกีฬา ห้องสมุดและพิพิธภัณฑ์ (กรุงเทพฯ : บริษัท ราไทยเพรส จำกัด, 2547), 5.

7) การเชื่อมโยงของพื้นที่ที่เป็นรูปแบบเครือข่ายพื้นที่สีเขียวที่เชื่อมโยงระหว่างพื้นที่ตำบล หรือแขวง เพื่อให้สัมพันธ์กันทางกายภาพของเมือง มีเส้นทางสัญจรรูปแบบต่างๆ เข้าถึงกันได้สะดวกและปลอดภัย

8) ปัญหาสิ่งแวดล้อม/ ความเสื่อมโทรมของพื้นที่ เช่น ระดับเสียง ฝุ่นละออง กลิ่นที่ไม่พึงปรารถนา อาจเกิดขึ้นในพื้นที่หรือบริเวณข้างเคียง

9) กิจกรรมการใช้ประโยชน์

10) ประโยชน์ที่ชุมชนและสังคมจะได้รับ

11) แผนพัฒนา/ยุทธศาสตร์และการพัฒนาของหน่วยงานที่รับผิดชอบ

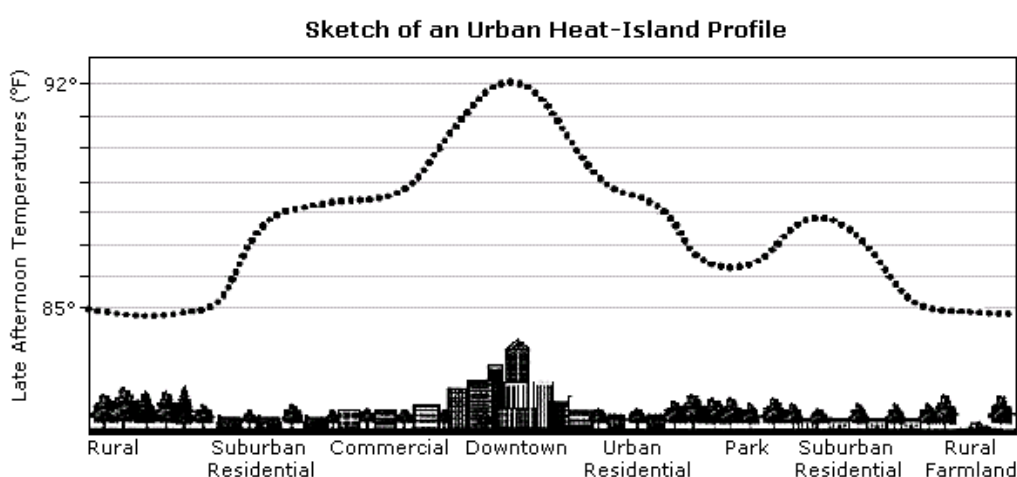
12) การจัดการพื้นที่ในการดูแล บำรุงรักษาเพื่อให้สามารถใช้งานได้ดี สะดวก ปลอดภัย

13) ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เน้นการมีส่วนร่วมของชุมชน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อให้การทำงานเป็นการบูรณาการและสามารถบรรลุผลในทางปฏิบัติได้

5. ปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง (Urban Heat Island)

5.1 ความหมายของปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง (Urban Heat Island)

Urban Heat Island เกิดขึ้นครั้งแรกในประเทศอังกฤษ จากรายงานของ Gordon Monley ในปี 1953 Urban Heat Island หรือเกาะความร้อนเป็นชื่อเรียกลักษณะภูมิอากาศที่มีความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างพื้นที่เมืองกับพื้นที่โดยรอบเมืองบริเวณชนบท มีลักษณะของเส้นอุณหภูมิคล้ายเกาะ คือบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงจะมีเส้นอุณหภูมิสูง ส่วนมากได้แก่บริเวณที่มีกลุ่มอาคารหนาแน่น



ภาพที่ 22 รูปตัดตามขวางแสดงอุณหภูมิของเมือง

ที่มา : Paul R. Baumann. Urban Heat Island [Online], Accessed 15 December 2008. Available from http://employees.oneonta.edu/baumanpr/geosat2/Urban_Heat_Island/Urban_Heat_Island.htm/

ปรากฏการณ์เกาะความร้อน หรือ เกาะความร้อนเมือง (urban heat island) คือ ปรากฏการณ์ที่พื้นที่บริเวณกลางเมืองมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณโดยรอบอย่างมีนัย ความแตกต่างของอุณหภูมิที่สูงกว่าดังกล่าวมีความชัดเจนในตอนกลางคืนมากกว่าตอนกลางวัน และในฤดูหนาวมากกว่าฤดูร้อนและจะชัดเจนมากเมื่อไม่มีลม หรือมีลมพัดอ่อน สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดเกาะความร้อนเมืองได้แก่การเปลี่ยนแปลงพื้นผิวของแผ่นดินจากการพัฒนาเมือง ความร้อนที่ปล่อยออกจากการใช้พลังงานตามอาคารสถานที่ต่างๆ มีส่วนน้อยในการเกิดเกาะความร้อน เมื่อศูนย์กลางประชากรของเมืองเพิ่ม การเปลี่ยนแปลงผิวพื้นแผ่นดินก็ยิ่งเพิ่มมากขึ้นตามไปเรื่อยๆ ซึ่งเป็นสาเหตุของการเพิ่มอุณหภูมิทั่วไปโดยเฉลี่ย ผลของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองทำให้ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนในบริเวณใต้ลมที่ห่างจากใจกลางเมืองออกไปประมาณ 60 กิโลเมตรเพิ่มขึ้นจากปกติประมาณร้อยละ 28 เมื่อเทียบกับบริเวณพื้นที่เหนือลม

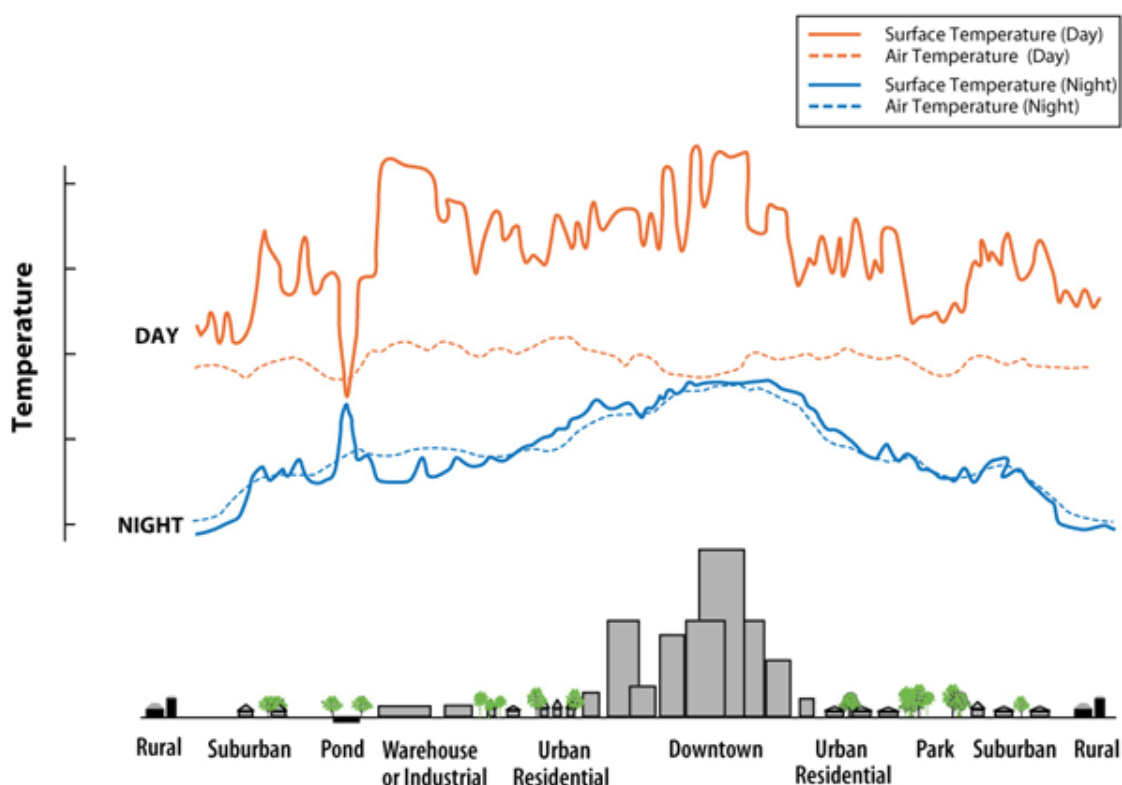
ปรากฏการณ์เกาะความร้อน คือการที่อากาศใกล้พื้นดินในเขตชุมชนเมืองที่มีตึกรามบ้านช่องอยู่เป็นจำนวนมาก มีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณที่เป็นป่าไม้ที่อยู่ถัดออกไปรอบ ๆ อาจทำให้อุณหภูมิในเขตเมืองนั้นสูงขึ้นถึง 2-5 องศาเซลเซียส

ปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากความไม่สมดุลของสิ่งก่อสร้างในเมืองที่มีผลโดยตรงต่อระบบนิเวศเขตเมือง การสะสมและคายอุณหภูมิร้อนออกจากเปลือกผิวอาคาร การปิดกั้นการระเหยของความร้อนในดิน การปล่อยไอความร้อนออกจากอาคารจากการใช้เครื่องจักร และสิ่งอำนวยความสะดวกทั้งหลายทั้งภายในและภายนอกอาคาร การตัดต้นไม้หรือทำลายพื้นที่สีเขียว เสมือนทำลายแหล่งกรองอากาศและแหล่งผลิตออกซิเจน เป็นมูลเหตุช่วยกระตุ้นการเพิ่มของอุณหภูมิร้อนในพื้นที่โดยตรง ทั้งนี้ นอกจากความไม่สมดุลระหว่างพื้นที่ใช้สอยกับพื้นที่ว่างแล้ว ปัจจัยเร่งด้านอื่น ๆ จากเครื่องจักรกลประกอบอาคารก็มีส่วนช่วยเพิ่มอุณหภูมิร้อนโดยตรงอีกด้วย การแก้ปัญหาเกาะความร้อนในเมืองจึงจำเป็นต้องเร่งแก้ไขที่ประเด็นปัญหา คือ การสร้างสมดุลด้านการใช้พื้นที่ให้เกิดความเหมาะสม เพิ่มพื้นที่สีเขียวเพื่อกรองมลพิษและผลิตออกซิเจนให้กับเมือง ลดการใช้พื้นที่กระด้างหรือปิดกั้นการระเหยของความร้อนจากผิวดิน ลดการใช้เครื่องจักรกลในอาคาร เพิ่มช่องว่างระหว่างอาคารให้มากขึ้น เพื่อเติมพื้นที่สีเขียว อันเป็นแหล่งผลิตอากาศบริสุทธิ์ให้กับพื้นที่ ซึ่งจะช่วยแก้สภาพความร้อนในชุมชนเมืองได้ในระดับที่น่าพอใจ และสามารถสร้างสภาพเมืองที่น่าอยู่ขึ้นแทนสภาพเมืองที่แออัดด้วยสิ่งก่อสร้างสูงระฟ้า (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, คณะวนศาสตร์ 2547 : 31)

สำนักงานพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (U.S. Environmental Protection Agency : EPA) ได้อธิบายถึงปรากฏการณ์เกาะความร้อน ว่าคือปรากฏการณ์ในบริเวณเมืองซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณชานเมืองโดยรอบ ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่แตกต่างกันของเมืองที่มีประชากร 1

ล้านหรือมากกว่าสามารถสูงกว่าบริเวณโดยรอบ 1-3 องศาเซลเซียส หากในช่วงบ่ายสามารถสูงถึง 12 องศาเซลเซียส เกาะความร้อนนี้ส่งผลให้เกิดความต้องการด้านพลังงาน การใช้เครื่องปรับอากาศ การเพิ่มขึ้นของมลพิษทางอากาศและก๊าซเรือนกระจก ทำให้ส่งผลต่อสุขภาพและคุณภาพของน้ำ

การพัฒนาเมือง การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเพื่อสร้างอาคาร ถนนและโครงสร้างพื้นฐานของเมือง แทนที่พื้นที่โล่งและพื้นที่สีเขียว พื้นผิวซึ่งเคยดูดซับความร้อนกลายเป็นพื้นที่แข็งและแห้ง ความเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นสาเหตุให้เมืองมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณชานเมืองโดยรอบในลักษณะคล้ายเกาะ อุณหภูมิบนพื้นผิวพบว่าสูงกว่าในบรรยากาศ เช่น บนหลังคา บนพื้นถนน ในขณะที่บริเวณที่เป็นร่มเงาหรือพื้นที่สีเขียวมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับบรรยากาศมากกว่า ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน แต่จะเห็นชัดเจนในเวลากลางวันเมื่อพระอาทิตย์มีแสงแดดจ้า



ภาพที่ 23 การเปรียบเทียบอุณหภูมิกลางวันและกลางคืนของเมือง

ที่มา : U.S. Environmental Protection Agency. Heat Island Effect [Online], Accessed 26 December 2008. Available from <http://www.epa.gov/heatisland/about/index.htm/>

จากคำจำกัดความของปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมืองที่ได้รวบรวมจากการศึกษา พอสรุปใจความได้ว่า ปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง เป็นลักษณะของเมืองที่มีความแตกต่างของอุณหภูมิบริเวณที่มีความหนาแน่นสูงใจกลางเมืองกับบริเวณโดยรอบเมืองที่ความหนาแน่นของเมืองน้อยกว่า ซึ่งลักษณะดังกล่าวสามารถเกิดได้หลายแห่งในเมือง ทั้งนี้ปัจจัยที่เกี่ยวข้องอาจประกอบด้วยลักษณะของกลุ่มอาคาร วัสดุ พื้นผิวของสิ่งก่อสร้าง ตลอดจนความหนาแน่นของมวลอาคารในพื้นที่เมือง

5.2 สาเหตุของการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง

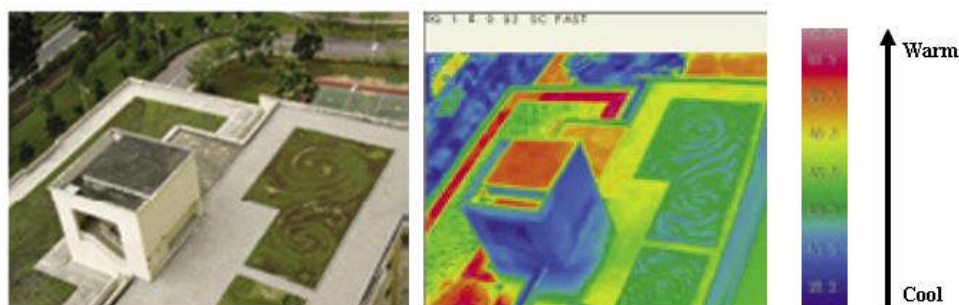
สาเหตุสำคัญของการเกิดปรากฏการณ์ดังกล่าวพบว่าเป็นจากความแตกต่างของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นจากสาเหตุหลายประการ และสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในเวลากลางวัน กลางคืน นอกจากนี้ยังเกิดได้หลายแห่งในเมือง สาเหตุที่ส่งผลให้ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นแตกต่างกันไป สามารถสรุปได้ดังนี้

ในเวลากลางวันที่แสงอาทิตย์ส่องมายังพื้นดิน ความร้อนจะถูกดูดซับไว้ บริเวณพื้นดินในเขตชนบทน้ำบนผิวดินจะระเหยขึ้นไปบนท้องฟ้าได้ง่ายซึ่งจะพาความร้อนไปด้วย ลักษณะเดียวกับเวลาอากาศร้อน ร่างกายจะขับเหงื่อ เมื่อเหงื่อระเหยออกไปพร้อมกับความร้อน ทำให้เรารู้สึกเย็นลง แต่ในบริเวณเขตเมืองถึงพื้นดินถูกแทนที่ด้วยถนนหรือพื้นคอนกรีต ซึ่งเป็นฉนวนกั้นไม่ให้น้ำบนผิวดินระเหยออกมาได้ ความร้อนจึงสะสมอยู่บนพื้นดินมากขึ้นเรื่อยๆ จากพื้นผิวดินหรือหลังคาอาคารส่วนมากมักมีสีเข้มหรือสีดำ ซึ่งตามคุณสมบัติทางฟิสิกส์จะทำให้ดูดซับความร้อนได้มากกว่าวัตถุที่มีสีจางหรือสีอ่อนกว่า จึงเพิ่มการสะสมความร้อนมากขึ้น

สาเหตุอีกประการได้แก่พื้นที่สีเขียวที่ประกอบด้วยต้นไม้หรือพืชพรรณที่ลดจำนวนลงจากการใช้สอยเพื่อประโยชน์ทางเศรษฐกิจ ส่งผลต่อการลดปริมาณการคายน้ำจากใบของพืชซึ่งมีส่วนสำคัญต่อการช่วยลดอุณหภูมิในบรรยากาศบริเวณใกล้ผิวดิน รวมถึงการเพิ่มขึ้นของรถยนต์หรือโรงงานอุตสาหกรรม ความร้อนส่วนเกินจากอาคารก็เป็นตัวเพิ่มอุณหภูมิในเขตเมืองให้สูงขึ้น

นอกจากนี้ตึกสูงจำนวนมากในเมืองเป็นตัวขวางกั้นการเคลื่อนที่ของลม และกั้นไม่ให้รังสีความร้อนจากพื้นดินกระจายออกไปสู่บรรยากาศ ทำให้การระบายความร้อนในเขตเมืองมีน้อยลง

สำหรับการเปลี่ยนคุณสมบัติของความร้อนบนผิววัสดุและการขาดการระเหยคายน้ำ (evapotranspiration) ในบริเวณเมือง วัสดุที่ใช้โดยทั่วไปในเมือง เช่น คอนกรีตและแอสฟัลต์มีคุณสมบัติในการรับความร้อนที่ต่างกันมาก รวมทั้งคุณสมบัติในการจุความร้อน การนำความร้อน อัตราส่วนของรังสีสะท้อน และสภาพการเปล่งรังสี (emissivity) มากกว่าบริเวณโดยรอบเมือง ปัจจัยเหล่านี้ทำให้เกิดการเปลี่ยนความสมดุลของพลังงานในเขตเมือง ซึ่งเป็นเหตุให้อุณหภูมิในเมืองสูงกว่าพื้นที่ชานเมืองหรือชนบท ความสมดุลของพลังงานยังถูกระงับจากการขาดพืชพรรณในพื้นที่ในเมืองที่จะช่วยให้เย็นลงจากการระเหยคายน้ำของต้นไม้

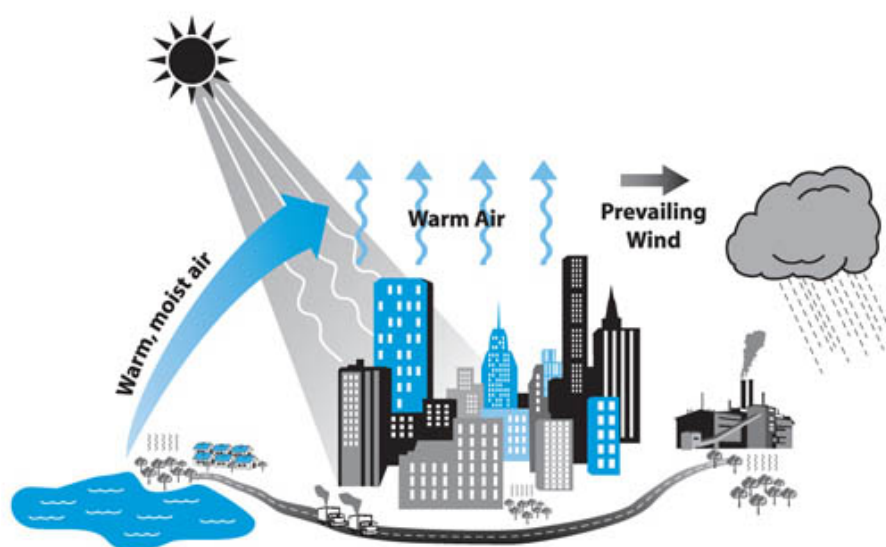


ภาพที่ 24 ภาพอินฟราเรดแสดงอุณหภูมิที่พื้นผิว

ที่มา : Hills and Howland. Green Roofs and the urban heat island affect [Online], Accessed 12 December 2008. Available from <http://www.columbia.edu/~grh2113/pages/data.html/>

จากภาพอินฟราเรดเป็นการเปรียบเทียบภาพถ่ายที่แสดงให้เห็นว่าบริเวณที่มีพืชพรรณปกคลุมจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณที่เป็นพื้นคอนกรีต

สำนักงานพิทักษ์สิ่งแวดล้อมสหรัฐฯ ได้อธิบายปรากฏการณ์ดังกล่าวไว้ว่า เกาะความร้อนหมายถึง บริเวณใดๆ ก็ตาม ไม่ว่าจะมีการอยู่อาศัยหรืออาคารบ้านเรือนหรือไม่ก็ตาม แต่มีการเกิดความร้อนสูงกว่าบริเวณโดยรอบ ในบางเมืองอาจเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองสูงสุดในตอนกลางคืน โดยมีความแตกต่างของอุณหภูมิหลายองศา ระหว่างศูนย์กลางเมืองและบริเวณทุ่งชนเมือง



ภาพที่ 25 Urban Heat Island Effect

ที่มา : David Hosansky, Nicole Gordon. The atmospheres of cities [Online], Accessed 21 December 2008. Available from <http://www.ucar.edu/communications/staffnotes/0603/cities.shtml/>

5.3 วิธีการแก้ไขปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง

จากสาเหตุของการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง พบว่าเกิดจากปัจจัยหลายประการ ซึ่งมีความสัมพันธ์กันในระดับของเมือง ดังนั้นวิธีการแก้ไขปรากฏการณ์ดังกล่าวจึงควรเป็นการร่วมมือกันของผู้ที่อยู่ในเมือง เนื่องจากเป็นผู้ที่ได้รับผลกระทบโดยตรง การแก้ไขปรากฏการณ์ดังกล่าวไม่สามารถแก้ไขได้ทั้งหมด แต่เป็นการช่วยบรรเทาความรุนแรงและผลกระทบที่เกิดขึ้นให้น้อยลง สามารถสรุปแนวทางได้ดังนี้

1) การลดการดูดรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ เช่น การเลือกวัสดุผิวถนนหรืออาคารให้เป็นสีอ่อน สามารถช่วยลดการดูดรังสีความร้อนเข้าสู่อาคาร และลดการใช้พลังงานจากเครื่องปรับอากาศ

2) การเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมือง นอกจากการปลูกต้นไม้จะเป็นการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ สำหรับในเมืองต้นไม้ยังช่วยทำให้เมืองเย็นลงโดยวิธีการคายน้ำจากใบ ซึ่งก็จะมีผลทำให้ปริมาณการใช้เครื่องปรับอากาศลดลง ต้นไม้ใหญ่ๆ ต้นหนึ่งที่มีขนาดของพุ่มใบกว้าง 30 ฟุต สามารถคายน้ำได้ถึง 150 ลิตรต่อวัน ซึ่งเพียงพอที่จะระบายความร้อนได้เท่ากับปริมาณความร้อนที่เกิดจากการเปิดหลอดไฟขนาด 100 วัตต์ จำนวน 100 ดวง ในเวลา 8 ชั่วโมง ส่วนการเลือกพื้นที่และทิศทางปลูกต้นไม้ก็มีความสำคัญ หากปลูกให้ใกล้กับอาคารพอที่จะสามารถบังแสงแดดให้กับอาคารได้และอยู่ในทิศทางที่จะบังกระแสลมร้อนไม่ให้เข้ามาสู่อาคาร อาจช่วยลดปริมาณการใช้เครื่องปรับอากาศได้ถึงร้อยละ 30 (พงศ์เทพ วิจารณ์ะเดช 2551 : ไม่ปรากฏเลขหน้า)

นอกจากนี้การบรรเทาผลกระทบของปรากฏการณ์เกาะความร้อนยังรวมถึงการใช้วัสดุที่มีผิวพื้นสีขาวหรือที่เป็นวัสดุสะท้อนความร้อน ซึ่งเป็นการเพิ่มอัตราส่วนรังสีสะท้อนโดยรวมของเมือง ส่วนการเพิ่มจำนวนของพืชพรรณที่คายน้ำมาก โดยมีการประยุกต์วิธีการดังกล่าวในรูปของหลังคาเขียว หรือสวนหลังคา ซึ่งในด้านของงบประมาณค่าดำเนินการ พบว่าการใช้พื้นผิวสีอ่อน หลังคาสีอ่อนและการปลูกต้นไม้ริมถนนมีค่าใช้จ่ายต่ำสุด

6. นโยบาย มาตรการและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

6.1 นโยบายและแผนการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (พ.ศ. 2540-2559)

นโยบายและแผนการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2540-2559 ได้กำหนดนโยบายและแนวทางในการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในชุมชนเมืองไว้ 6 ประการ สรุปได้ดังนี้

6.1.1 นโยบายกำหนดทิศทางและจัดระเบียบการเจริญเติบโตของชุมชน ทุกระดับ โดยคำนึงถึงศักยภาพของธรรมชาติ ระบบวัฒนธรรม สังคม เศรษฐกิจ ประชากร จิตความสามารถของ

โครงสร้างพื้นฐาน การบริการสาธารณะ เพื่อให้ชุมชนมีบูรณาการทางสังคม สิ่งแวดล้อมที่สงบ สะอาด ร่มรื่น น่าประทับใจอย่างต่อเนื่อง โดยมีแนวทางดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่สีเขียว 2 แนวทางคือ

1) ปรับปรุงการบริหารจัดการด้านพื้นที่สีเขียวของรัฐให้มีเอกภาพ กำหนดนโยบาย แผน และการปฏิบัติการ รวมทั้งสนับสนุนการบริหารงานขององค์กรส่วนท้องถิ่นและการมีส่วนร่วมของประชาชน

2) ส่งเสริมการนำมาตรการทางการเงินและการคลังในรูปของกองทุนสีเขียว โดยระดมทุนจากภาครัฐ และภาคเอกชน และใช้หลักสิทธิในการพัฒนาเพื่อการจัดการพื้นที่สีเขียว

6.1.2 นโยบายส่งเสริมให้มีการปรับปรุงพื้นที่ในชุมชนทุกระดับเพื่อการพัฒนา และควบคุมการใช้ที่ดินให้เป็นระบบและมีประสิทธิภาพ โดยมีแนวทางดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่สีเขียว ได้แก่ โครงการพัฒนาที่ดินขนาดใหญ่จะต้องจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม และดำเนินการด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมชุมชน และพื้นที่สีเขียวให้เหมาะสม

6.1.3 นโยบายอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และสงวนที่ดินเป็นพื้นที่สีเขียว สำหรับเป็นพื้นที่ในการสร้างความสดชื่นและส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้กับชุมชนและประชากร ในอนาคตอย่างเพียงพอ โดยมีแนวทางดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่สีเขียวดังนี้

1) ส่งเสริมการใช้พื้นที่สาธารณะ และที่ราชพัสดุเป็นสวนสาธารณะทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็ก เพื่อเป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ โดยให้มีสัดส่วนตามมาตรฐานของรัฐ และกระจายให้ทั่วถึงทุกชุมชน

2) การควบคุมลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่หรือสงวนไว้ซึ่งพื้นที่รอบขานเมืองให้มีสภาพแวดล้อมเหมาะสมเพื่อเป็นพื้นที่สีเขียวโดยใช้หลักสิทธิในการพัฒนา

6.1.4 นโยบายให้ท้องถิ่นเร่งรัดและดำเนินการสร้างสิ่งแวดล้อมชุมชนที่ดีในชุมชนทุกระดับ โดยมีแนวทางดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่สีเขียวดังนี้

1) กำหนดให้มีพื้นที่สีเขียวโดยรอบบริเวณศาสนสถาน โรงเรียน โบราณสถาน อนุสาวรีย์หรือชุมชนโบราณ เพื่อเป็นเขตกันชน

2) ส่งเสริมการจัดภูมิทัศน์ของถนน พื้นที่โล่งว่างในชุมชน และพื้นที่สีเขียว ให้สวยงามสอดคล้องกลมกลืนกับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมข้างเคียง โดยจำแนกความสำคัญของพื้นที่สีเขียวในระดับประเทศ ภาค จังหวัด อำเภอ เมือง และชุมชน

6.1.5 นโยบายการผสมผสานแผนโครงสร้างบริการพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับชุมชนทุกระดับให้มีประสิทธิภาพ โดยสนับสนุนประชาชน ชุมชนและองค์กรเอกชน เพื่ออาสาาร่วมกัน พัฒนาและดูแลรักษาพื้นที่สีเขียว

6.1.6 นโยบายส่งเสริมและสนับสนุนให้ประชาชนรับทราบข้อมูล และมีอำนาจหน้าที่ในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมชุมชน โดยมีแนวทางดำเนินการเกี่ยวข้องกับพื้นที่สีเขียวดังนี้

- 1) สร้างความรู้ ความเข้าใจ และสร้างจิตสำนึก จิตวิญญาณให้ประชาชน เห็นความสำคัญของพื้นที่สีเขียว
- 2) สนับสนุนการพัฒนาและจัดทำระบบฐานข้อมูลพื้นที่สีเขียวให้มีมาตรฐานเดียวกัน และมีการเชื่อมโยงเครือข่ายของระบบข้อมูลไปในทิศทางเดียวกัน

6.2 แผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2550 – 2554

แผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2550-2554 กำหนดแนวทางการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมเมือง ให้มีความสำคัญด้านการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในชุมชน โดยกำหนดกลยุทธ์ และมาตรการที่เกี่ยวข้องในด้านพื้นที่สีเขียว ดังนี้

6.2.1 การเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของทุกภาคี โดยมีมาตรการและแนวปฏิบัติ ดังนี้

- 1) อนุรักษ์และสงวนที่ดินเพื่อเป็นพื้นที่สีเขียวในอนาคตอย่างพอเพียง โดย
 - ให้ทุกส่วนราชการเร่งรัดนำร่องการเพิ่มพื้นที่สีเขียวให้เป็นตัวอย่างแก่ชุมชน ส่งเสริมการใช้พื้นที่สาธารณะ ที่ราชพัสดุ และที่ดินของเอกชน เพื่อจัดทำพื้นที่สีเขียวให้กระจายทั่วทุกชุมชน และให้ทุกภาคส่วนเข้ามามีส่วนร่วมในการดูแลและบำรุงรักษา
 - ควบคุมการใช้ประโยชน์หรือสงวนไว้ซึ่งพื้นที่โดยรอบชานเมือง เพื่อให้เป็นแถบพื้นที่กันชน (green belt) รอบชุมชนเมือง และระหว่างชุมชนเมืองกับพื้นที่อุตสาหกรรม โดยวางแผนอย่างเป็นระบบสอดคล้องกับผังเมือง
 - ปรับปรุงการบริหารและการจัดการพื้นที่สีเขียวของรัฐให้มีเอกภาพ ทั้งการกำหนดนโยบาย แผนและการปฏิบัติ รวมทั้งสนับสนุนการบริหารงานขององค์กรส่วนท้องถิ่น และการมีส่วนร่วมของประชาชน
 - เพิ่มพื้นที่สีเขียว พื้นที่โล่งและสวนสาธารณะ ในเขตเมืองและในสถานที่ราชการ รวมทั้งปรับปรุงภูมิทัศน์บริเวณพื้นที่สาธารณะริมน้ำ ชายหาด เพื่อให้เป็นแหล่งนันทนาการ
 - สนับสนุนให้ภาคเอกชนเพิ่มและดูแลพื้นที่สีเขียว รวมทั้งสร้างระบบูงใจให้ประชาชนและเอกชนปลูกไม้ยืนต้นในพื้นที่ถือครองของตนเองในเมือง
 - ปรับปรุง เพิ่มเติมกฎหมาย กฎระเบียบ และข้อบังคับที่เกี่ยวข้อง เพื่อส่งเสริมให้มีการพัฒนาพื้นที่สีเขียวในทุกระดับ และผลักดันให้มีการบังคับใช้อย่างเคร่งครัด
- 2) ปรับปรุงพื้นที่ในชุมชนทุกระดับเพื่อการพัฒนาและควบคุมการใช้ที่ดินให้เป็นระบบและมีประสิทธิภาพ โดย

- พัฒนาพื้นที่สีเขียวในพื้นที่ที่เป็นศูนย์กลางกิจกรรมทางสังคมของชุมชน เช่น ศาลาประชาคม ศาสนสถาน และโรงเรียน เป็นต้น

- กำหนดให้โครงการพัฒนาที่ดินขนาดใหญ่ดำเนินการจัดการด้านพื้นที่สีเขียวอย่างเหมาะสม และสามารถเชื่อมโยงกับโครงข่ายพื้นที่สีเขียวของเมือง

3) ใช้มาตรการทางสังคมและเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการพื้นที่สีเขียว โดย

- ยกย่อง เชิดชูองค์กรและผู้ประกอบการที่มีผลงานเกี่ยวข้องกับการจัดการพื้นที่สีเขียวดีเด่น

- ศึกษามาตรการทางเศรษฐศาสตร์ที่ทันสมัยและเหมาะสม เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการกำกับการขยายตัวของเมืองและการเพิ่มพื้นที่สีเขียว

4) ส่งเสริมการจัดภูมิทัศน์ของถนน พื้นที่โล่ง และพื้นที่สีเขียวในชุมชน

6.2.2 การขับเคลื่อนองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเพื่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเชิงรุกในท้องถิ่นโดยมีมาตรการและแนวปฏิบัติ ดังนี้

1) สร้างศักยภาพขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นโดย

- สร้างองค์ความรู้และพัฒนาศักยภาพของบุคลากรในหน่วยงานต่างๆ ในการจัดการพื้นที่สีเขียว

- สนับสนุนการพัฒนาและจัดระบบฐานข้อมูลพื้นที่สีเขียวให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน และมีการเชื่อมโยงโครงข่ายระบบข้อมูลไปในทิศทางเดียวกัน

- สนับสนุนให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นขับเคลื่อนชุมชนในการจัดการพื้นที่สีเขียวให้เป็นไปตามเกณฑ์เมืองน่าอยู่

2) ใช้เครื่องมือทางการเงินและการคลังในการจัดการพื้นที่สีเขียว โดย

- พัฒนาและนำร่องมาตรการ ด้านการเงิน การคลังใหม่ๆ เช่น ภาษีการพัฒนา มาตรการการโอนสิทธิการพัฒนาสำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นใช้ในการจัดการพื้นที่สีเขียว

6.3 แผนปฏิบัติการว่าด้วยการลดปัญหาภาวะโลกร้อน 5 ปี (พ.ศ.2550-2555) ของ กรุงเทพมหานคร

แผนปฏิบัติการว่าด้วยการลดปัญหาภาวะ โลกร้อน 5 ปี เกิดขึ้นเนื่องจากกรุงเทพมหานคร ได้เห็นความสำคัญของปัญหาภาวะโลกร้อน หลังจากการประชุมร่วมกันระหว่างหน่วยงานภาครัฐ และเอกชน เมื่อวันที่ 2-3 พฤษภาคม 2550 ประกอบด้วยกระทรวงพลังงาน กรมการขนส่งทางบก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล การไฟฟ้านครหลวง สถาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย เป็นต้น จึงเกิดความร่วมมือในการร่วมลงนามในปฏิญญากรุงเทพมหานคร

ว่าด้วยความร่วมมือลดปัญหาภาวะโลกร้อน รวม 36 หน่วยงาน โดยกรุงเทพมหานครได้กำหนดแผนปฏิบัติการว่าด้วยการลดปัญหาภาวะโลกร้อน 5 ปี จำแนกออกเป็น 5 ด้าน ดังนี้

- 6.3.1 การพัฒนาระบบขนส่งมวลชน
- 6.3.2 การส่งเสริมการใช้พลังงานทางเลือก
- 6.3.3 การปรับปรุงอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคาร
- 6.3.4 การจัดการขยะ และน้ำเสีย
- 6.3.5 การเพิ่มพื้นที่สีเขียว

โดยกำหนดเป้าหมายของแผน คือการลดปริมาณการเกิดก๊าซเรือนกระจกลง 15% ซึ่งมีนโยบายสำคัญสรุปได้ดังนี้

6.3.1 การพัฒนาระบบขนส่งมวลชน

กำหนดเป้าหมายในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5.53 ล้านตัน ภายในปี พ.ศ. 2555 ประกอบด้วย

- โครงการก่อสร้างส่วนต่อขยายรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานครส่วนต่อขยายสายสีลม ระยะทาง 7.5 กม.
- โครงการรถโดยสารด่วนพิเศษ (BRT)
- ส่งเสริมให้ประชาชนใช้ระบบขนส่งมวลชนมากขึ้น

6.3.2 การส่งเสริมการใช้พลังงานทางเลือก

กำหนดเป้าหมายในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0.61 ล้านตัน ภายในปี พ.ศ. 2555 ประกอบด้วย

- การนำก๊าซ NGV มาใช้กับรถยนต์ส่วนกลางของกรุงเทพมหานคร
- โครงการจัดซื้อรถเก็บขนมูลฝอยแบบอัด ชนิดใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง
- การศึกษาวิจัยและติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนและไฟฟ้าแสงสว่างพลังงานแสงอาทิตย์ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร
- โครงการไบโอดีเซลเพื่อสังคมไทยคู่เศรษฐกิจพอเพียงเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา
- โครงการนำร่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันประกอบการใช้แล้วของกรุงเทพมหานคร
- โครงการส่งเสริมการใช้ถังหมักก๊าซชีวภาพในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร
- โครงการระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับความร้อนเหลือทิ้งจากเครื่องปรับอากาศในโรงพยาบาลสังกัดกรุงเทพมหานคร

6.3.3 การปรับปรุงอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคาร

กำหนดเป้าหมายในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 2.25 ล้านตัน ภายในปี พ.ศ. 2555 ประกอบด้วย

- สนับสนุนแบบบ้านประหยัดพลังงานให้กับประชาชน
- กรุงเทพมหานครร่วมกับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยรณรงค์ให้ใช้หลอดไฟประหยัดพลังงานในตลาดสด
- การตรวจสอบการใช้พลังงานและปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร
- การสร้างจิตสำนึกในการใช้พลังงานสำหรับเยาวชนในสถานศึกษาที่สังกัด กรุงเทพมหานคร
- รณรงค์ให้ประชาชนมีพฤติกรรมในการประหยัดไฟฟ้า

6.3.4 การจัดการขยะ และน้ำเสีย

กำหนดเป้าหมายในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0.46 ล้านตัน ภายในปี พ.ศ. 2555 ประกอบด้วย

- การจัดการขยะรีไซเคิลในสถาบันการศึกษา
- จัดตั้งจุดรองรับขยะที่แบ่งตามประเภทของขยะกับห้างสรรพสินค้า
- ร่วมมือกับร้านสะดวกซื้อในการคัดแยกขยะ
- จัดตั้งศูนย์คัดแยกขยะรีไซเคิลของกลุ่มชาเล้ง
- ส่งเสริมการลดปริมาณมูลฝอยในกรุงเทพมหานครร้อยละ 10 ต่อปี

6.3.5 การเพิ่มพื้นที่สีเขียว

กำหนดเป้าหมายในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1 ล้านตัน ภายในปี พ.ศ. 2555 ประกอบด้วย

- เพิ่มพื้นที่สวนสาธารณะ ริมถนน สวนแนวตั้งและสวนคาเฟ่
- ปรับปรุงภูมิทัศน์เมือง
- ส่งเสริมให้ประชาชนปลูกต้นไม้ และแจกกล้าไม้ให้กับประชาชน

6.4 แผนแม่บทพื้นที่สีเขียวของกรุงเทพมหานคร

แผนแม่บทพื้นที่สีเขียวของกรุงเทพมหานคร มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นกรอบชี้แนะแนวทางการปฏิบัตินโยบายด้านสิ่งแวดล้อมของเมืองโดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการจัดหา จัดสร้างและพัฒนาสวนสาธารณะที่สามารถนำไปพัฒนาอย่างยั่งยืนรวมทั้งการนำเอาศักยภาพของพื้นที่โล่ง เช่น คลอง แม่น้ำ หนอง บึง และสถานที่ที่มีสภาพเสื่อมโทรม มาพัฒนาอย่างเป็นระบบและบูรณาการกับการ

พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานชุมชนเมือง ซึ่งจะประกอบด้วยแผนระยะยาว (25 ปี) ระยะปานกลาง (5 ปี) และแผนประจำปีในลักษณะแผนปฏิบัติการของกรุงเทพมหานคร โดยได้กำหนดโครงการ/กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาพื้นที่สีเขียวในกรุงเทพมหานคร ได้แก่

- (1) การจัดภูมิทัศน์ในเขตเมือง
- (2) การสร้างพื้นที่สีเขียวทั่วกรุงเทพมหานคร
- (3) การจัดทำแผนปฏิบัติการพื้นที่สีเขียวสำหรับกรุงเทพมหานคร
- (4) การกำหนดแนวทางสีเขียวในการวางผังเมืองกรุงเทพมหานคร
- (5) จัดสร้างสวนสาธารณะที่สามารถดำเนินการได้
- (6) จัดทำแนวทาง ข้อกำหนดพื้นที่สีเขียวในโครงการพัฒนาทั้งภาครัฐและเอกชน
- (7) พัฒนาพื้นที่ว่างสาธารณะให้เป็นที่พักผ่อนหย่อนใจ
- (8) จัดสร้างสวนหย่อมสาธารณะ
- (9) พื้นที่สภาพถูกลองให้มีภูมิทัศน์ที่สวยงาม
- (10) ปลูkdต้นไม้มริมถนน
- (11) เชิญชวนให้ประชาชนมีส่วนร่วมสร้างกรุงเทพมหานครให้เป็นเมืองสีเขียว

โดยจำแนกโครงสร้างฐานข้อมูลพื้นที่สีเขียวออกเป็น 11 ประเภท ได้แก่ สวนสาธารณะ สนามกีฬากลางแจ้ง สนามกอล์ฟ แหล่งน้ำ ที่ลุ่ม ที่ว่าง พื้นที่ไม้ยืนต้น พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ พื้นที่พัฒนาแล้ว เช่น อาคาร บ้านเรือน ถนน และพื้นที่อื่นๆ เช่น พื้นที่ริมคลอง พื้นที่ใต้ทางด่วน ทางพิเศษ

6.5 มาตรการทางผังเมืองของสำนักผังเมืองกรุงเทพมหานคร

สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร ได้มีมาตรการทางผังเมืองหลายแนวทางในการออกข้อกำหนดเพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียว ดังนี้

6.5.1 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการจัดสรรที่ดินกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2544 ในข้อ 32 กำหนดให้กันพื้นที่ไว้เพื่อจัดทำสวน สนามเด็กเล่น และหรือสนามกีฬา โดยคำนวณจากพื้นที่จัดจำหน่ายไม่น้อยกว่าร้อยละ 5

6.5.2 กฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2549 ข้อ 10 กำหนดให้มีที่ว่างห่างจากแนวเขตทางไม่น้อยกว่า 2 เมตรเพื่อปลูkdต้นไม้ม และข้อ 11 กำหนดให้ที่ดินที่ตั้งอยู่ริมแหล่งน้ำสาธารณะต้องมีที่ว่างเพื่อปลูkdต้นไม้มดังนี้

- แหล่งน้ำสาธารณะกว้างน้อยกว่า 10 เมตรให้มีที่ว่างสำหรับปลูkdต้นไม้ม 3 เมตรขนานกับเขตแหล่งน้ำสาธารณะ

- แหล่งน้ำสาธารณะกว้างตั้งแต่ 10 เมตรขึ้นไปให้มีที่ว่างสำหรับปลูกต้นไม้ 6 เมตรขนานกับเขตแหล่งน้ำสาธารณะ

- ระบบโบนัสน์เรื่องพื้นที่สีเขียว กำหนดให้ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก และที่ดินประเภทพาณิชยกรรม กรณีเจ้าของหรือผู้ประกอบการจัดให้มีพื้นที่โล่งเพื่อประโยชน์สาธารณะ ให้มีพื้นที่อาคารรวมเพิ่มขึ้นได้ไม่เกิน 5 เท่าของพื้นที่โล่งเพื่อประโยชน์สาธารณะที่จัดให้มีขึ้น และไม่เกินร้อยละ 20 ของอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน

6.5.3 มาตรการในการควบคุมความหนาแน่นของการใช้ประโยชน์ที่ดินตามผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2549 ประกอบด้วย

1) F.A.R. (Floor Area Ratio) หมายความว่า อัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมทุกชั้นของอาคารทุกหลังต่อพื้นที่ดินที่ใช้เป็นที่ตั้งอาคาร (ไม่ใช่บังคับกับบ้านเดี่ยวและบ้านแฝด) ซึ่งเป็นความหมายเดียวกับที่ใช้ในกฎกระทรวงควบคุมอาคาร โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

- เพื่อควบคุมความหนาแน่นในเมืองให้สอดคล้องกับโครงสร้างพื้นฐาน
- เพื่อให้การบริการด้านสาธารณูปโภคและสาธารณูปการได้เหมาะสมและเพียงพอกับจำนวนประชากร

- เพื่อลดปัญหาการจราจรในพื้นที่ที่มีโครงข่ายถนนที่ไม่ได้มาตรฐาน
- เพื่อป้องกันการปลูกสร้างอาคารขนาดใหญ่หรืออาคารสูงที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมที่ดีของบริเวณที่อยู่อาศัย

- เพื่อป้องกันการพัฒนาเมืองที่มีความหนาแน่นในพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ที่มีปัญหาทางกายภาพ

2) O.S.R. (Open Space Ratio) หมายความว่า อัตราส่วนของที่ว่างอันปราศจากสิ่งปกคลุมต่อพื้นที่อาคารรวมทุกชั้นของอาคารทุกหลังที่ก่อสร้างในที่ดินแปลงเดียวกัน (ไม่ใช่บังคับกับบ้านเดี่ยวและบ้านแฝด) โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

- เพื่อกำหนดความเหมาะสมในการใช้ประโยชน์ที่ดินให้สัมพันธ์กับที่โล่ง
- เพื่อให้มีที่โล่งว่างเพียงพอต่อการลำเลียงผู้อยู่ในอาคารลงมายังพื้นที่ดินในกรณีเกิดอุบัติเหตุที่คาดไม่ถึง เช่นเพลิงไหม้

- เพื่อส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่ดีของอาคารเช่น การรับแสงแดดและการไหลเวียนของอากาศ

- เพื่อส่งเสริมให้กรุงเทพมหานครมีภูมิทัศน์และสภาพแวดล้อมที่สวยงาม

6.5.4 ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่อง กำหนดบริเวณห้ามก่อสร้าง ดัดแปลง หรือเปลี่ยนการใช้อาคารบางชนิดหรือบางประเภท ในพื้นที่บางส่วนของท้องที่กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2548

การกำหนดบริเวณในพื้นที่บางส่วนของกรุงเทพมหานคร ได้กำหนดให้อาคารพาณิชย์กรรมประเภทค้าปลีกค้าส่งหมายถึง อาคารที่ใช้ประโยชน์เพื่อการพาณิชย์กรรมในอาคารหลังเดียวหรือหลายหลัง มีพื้นที่ใช้สอยอาคารรวมกันเพื่อประกอบกิจการขายปลีก ขายส่งสินค้าอุปโภคและบริโภคหลากหลายประเภทที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ตั้งแต่ 300 ตารางเมตรขึ้นไป แต่ไม่หมายความรวมถึงตลาดตามกฎหมายว่าด้วยการสาธารณสุขและอาคารที่ใช้เฉพาะเพื่อส่งเสริมหรือจำหน่ายสินค้าซึ่งเป็นผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์ของชุมชน ได้กำหนดพื้นที่บางส่วนของกรุงเทพมหานครออกเป็น 4 บริเวณ และมีข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับที่ว่างและการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ดังนี้

ภายในบริเวณที่ 1 ห้ามบุคคลใดก่อสร้างอาคารพาณิชย์กรรมประเภทค้าปลีกค้าส่ง

ภายในบริเวณที่ 2 ห้ามบุคคลใดก่อสร้างอาคารพาณิชย์กรรมประเภทค้าปลีกค้าส่ง เว้นแต่ อาคารพาณิชย์กรรมค้าปลีกค้าส่งที่มีพื้นที่ใช้สอยอาคารรวมกันเพื่อประกอบกิจการขายปลีก ขายส่งสินค้าอุปโภคและบริโภคหลากหลายประเภทที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ตั้งแต่ 300 ตารางเมตร แต่ไม่เกิน 2,000 ตารางเมตร มีข้อกำหนดดังนี้

(1) มีที่ว่างด้านหน้าอาคารห่างจากเขตที่ดินของผู้อื่นหรือเขตทางของถนนสาธารณะไม่น้อยกว่า 30 เมตร โดยวัดระยะจากขอบนอกสุดของอาคารถึงเขตที่ดินของผู้อื่นหรือริมเขตทางด้านที่ติดกับแปลงที่ดินที่ใช้เป็นที่ตั้งของอาคาร

(2) มีที่ว่างด้านข้างและด้านหลังของอาคารห่างจากเขตที่ดินของผู้อื่นหรือเขตทางของถนนสาธารณะไม่น้อยกว่า 6 เมตร โดยวัดระยะจากขอบนอกสุดของอาคารถึงเขตที่ดินของผู้อื่นหรือริมเขตทางด้านที่ติดกับแปลงที่ดินที่ใช้เป็นที่ตั้งของอาคาร

(3) มีที่ว่างไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของแปลงที่ดินที่ใช้เป็นที่ตั้งของอาคาร โดยมีพื้นที่ที่จัดเป็นสวนหรือปลูกต้นไม้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ว่าง

ภายในบริเวณที่ 3 ห้ามบุคคลใดก่อสร้างอาคารพาณิชย์กรรมประเภทค้าปลีกค้าส่ง เว้นแต่ อาคารพาณิชย์กรรมค้าปลีกค้าส่งที่มีพื้นที่ใช้สอยอาคารรวมกันเพื่อประกอบกิจการขายปลีก ขายส่งสินค้าอุปโภคและบริโภคหลากหลายประเภทที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ตั้งแต่ 300 ตารางเมตร แต่ไม่เกิน 1,000 ตารางเมตร มีข้อกำหนดดังนี้

(1) มีที่ว่างด้านหน้าอาคารห่างจากเขตที่ดินของผู้อื่นหรือเขตทางของถนนสาธารณะไม่น้อยกว่า 50 เมตร โดยวัดระยะจากขอบนอกสุดของอาคารถึงเขตที่ดินของผู้อื่นหรือริมเขตทางด้านที่ติดกับแปลงที่ดินที่ใช้เป็นที่ตั้งของอาคาร

(2) มีที่ว่างด้านข้างและด้านหลังของอาคารห่างจากเขตที่ดินของผู้อื่นหรือเขตทางของถนนสาธารณะไม่น้อยกว่า 6 เมตร โดยวัดระยะจากขอบนอกสุดของอาคารถึงเขตที่ดินของผู้อื่นหรือริมเขตทางด้านที่ติดกับแปลงที่ดินที่ใช้เป็นที่ตั้งของอาคาร

(3) มิที่ว่างไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของแปลงที่ดินที่ใช้เป็นที่ตั้งของอาคาร โดยมีพื้นที่จัดเป็นสวนหรือปลูกต้นไม้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ว่าง

ภายในบริเวณที่ 4 ห้ามบุคคลใดก่อสร้างอาคารพาณิชย์กรรมประเภทค้าปลีกค้าส่งที่มีพื้นที่ใช้สอยอาคารรวมกันเพื่อประกอบกิจการขายปลีกขายส่งสินค้าอุปโภคและบริโภคหลายประเภทที่ใช้ในชีวิตประจำวันเกิน 4,000 ตารางเมตรขึ้นไป เว้นแต่จะดำเนินการให้เป็นไปตามที่กำหนดในบริเวณที่ 2

6.6 แนวคิดโครงการสวนหลังคาของสำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร

เนื่องจากการพัฒนาของเมือง การเพิ่มขึ้นของปริมาณรถยนต์ การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ และการปล่อยอากาศร้อนออกสู่ภายนอก ทำให้อากาศภายนอกร้อนขึ้น ถึงแม้จะพยายามเพิ่มพื้นที่สีเขียวโดยการสร้างสวน รณรงค์ชักชวนให้ปลูกต้นไม้บนถนนและที่ว่างตามที่จะหาได้ แต่ก็ยังไม่เพียงพอที่จะทำให้กรุงเทพมหานครเป็นเมืองน่าอยู่ ปัจจุบันกรุงเทพมหานครมีพื้นที่สวน 1.5 ตารางเมตรต่อประชากร 1 คน ตามมาตรฐานสากลควรจะมี 4 ตารางเมตรต่อประชากร 1 คน

สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานครจึงเสนอแนวคิดในการเพิ่มพื้นที่สีเขียวของเมือง โดยการสร้างสวนหลังคา จากที่ กรุงเทพมหานครมีอาคารเป็นจำนวนมากอยู่ในลักษณะที่กระจายตัว คิดเป็นพื้นที่อาคารปกคลุมดินประมาณ 112,000 ไร่ หากสามารถนำพื้นที่อาคารดังกล่าวบางส่วน เช่น ดาดฟ้าหรือระเบียง มาทำเป็นพื้นที่สีเขียวจะเป็นประโยชน์แก่เมืองอย่างยิ่ง แต่ต้องคำนึงถึงสิ่งสำคัญ 2 ประการ คือ ความแข็งแรงของพื้นดาดฟ้าหรือระเบียง หากออกแบบโดยใช้วัสดุหรือกระถางน้ำหนักเบา ขนาดและชนิดต้นไม้ที่เหมาะสม ก็จะไม่มีปัญหาเกี่ยวกับโครงสร้างอาคาร อีกประการคือการรั่วซึมและการระบายน้ำ ต้องมีเทคนิคในการป้องกันการรั่วซึม เช่น แผ่นยางสังเคราะห์และระบบระบายน้ำที่มีประสิทธิภาพ เพื่อไม่ให้อาคารชำรุดเสียหายและกระทบต่อโครงสร้าง นอกจากเจ้าของอาคารจะได้ใช้เป็นที่พักผ่อน ยังสามารถช่วยลดอุณหภูมิได้ 1-2 องศาเซลเซียส และลดความร้อนที่จะกระทบอาคาร



ภาพที่ 26 สวนหลังคา

ที่มา : สำนักผังเมือง, โครงการสำนักผังเมือง [ออนไลน์] เข้าถึงเมื่อ 23 ธันวาคม 2551. เข้าถึงได้จาก <http://www.bma-cpd.go.th/thai-dcp.html/>

7. งานวิจัยเกี่ยวกับการลดภาวะโลกร้อน

7.1 งานวิจัยเรื่อง ปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับสภาพทางกายภาพของเมือง (Urban Heat Island and Urban Physical Environment) (ชนกฤต เทียนมณี 2545)

ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อน เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงสาเหตุและปัจจัยของการสะสมความร้อน เพื่อนำผลจากการศึกษามาเป็นแนวทางในการออกแบบชุมชนเมือง โดยมุ่งเน้นการศึกษาปัจจัยที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์ดังกล่าว ความรู้ที่ได้จากการศึกษาจะทำให้เข้าใจถึงสาเหตุของปัญหา และเป็นแนวทางในการออกแบบชุมชนเมืองต่อไปในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจากพื้นที่กรุงเทพมหานคร 5 บริเวณ ในระหว่างฤดูฝนและฤดูหนาวปี พ.ศ. 2544 และจัดกลุ่ม พื้นที่เป็น 3 กลุ่มตามความหนาแน่นของพื้นที่ โดยใช้ค่าพื้นที่อาคารต่อพื้นที่ดิน F.A.R. (Floor Area Ratio) เป็นตัวกำหนดค่าความแตกต่างของความหนาแน่นของเมือง และอุณหภูมิของอากาศ

จากการวิจัยสรุปได้ว่าอุณหภูมิอากาศที่สูง และเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนจะพบในบริเวณที่มีสิ่งก่อสร้างอยู่รวมกันอย่างหนาแน่น ซึ่งได้แก่บริเวณที่พักอาศัย บริเวณธุรกิจการค้า และบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่น ส่วนอุณหภูมิอากาศที่ต่ำจะพบในบริเวณของพื้นที่ซึ่งมีค่าความหนาแน่นของอาคารต่ำและพื้นที่ที่มีสวนสาธารณะ และมีพื้นที่สีเขียวเป็นองค์ประกอบหลัก

สำหรับการออกแบบชุมชนเมืองในอนาคต ควรต้องคำนึงถึงทิศทางการพัดของลมประจำถิ่น และควรหลีกเลี่ยงการวางอาคารเป็นแนวยาว เพื่อเปิดทางให้ลมพัดผ่านได้ นอกจากนี้ ควรมีการเปิดพื้นที่โล่งในบริเวณที่มีความหนาแน่นของเมืองสูง เพื่อลดผลกระทบของการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อน

7.2 งานวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำของต้นไม้ และการประยุกต์ใช้ภายนอกอาคารในเขตร้อนชื้น (วุฒิกานต์ ประพรหม 2550)

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำของต้นไม้และการประยุกต์ใช้ภายนอกอาคารนี้ เป็นงานวิจัยที่มุ่งเน้นศึกษาอิทธิพลของต้นไม้ที่มีผลต่อการออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน โดยศึกษาเรื่องการคายน้ำของต้นไม้ ตลอดจนความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารที่มีอิทธิพลต่อปริมาณการคายน้ำของต้นไม้ในการลดอุณหภูมิของอาคาร

ในการศึกษาประกอบด้วยขั้นตอนที่ 1 เก็บข้อมูลตัวแปรจากสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการคายน้ำของต้นไม้ 3 ตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ โดยกำหนดต้นไม้เป็นกลุ่มตัวอย่าง 12 ชนิด ได้แก่ ต้นไทรย้อย ต้นสัตบรรณ ต้นปีบ ต้นอโศก ต้นแสงจันทร์ ต้นจำปี ต้นมะม่วง ต้นขนุน ต้นลิลาวดี ต้นพุท ต้นแก้วและต้นโมก ขั้นตอนที่ 2 ศึกษา

ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ของสภาพแวดล้อมกับปริมาณการคายน้ำของต้นไม้ ทำนายปริมาณการคายน้ำของต้นไม้ ขึ้นตอนที่ 3 วิเคราะห์พลังงานความร้อนที่ลดลงจากการคายน้ำ และเปรียบเทียบพลังงานเทียบเท่าพลังงานจากการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ (ปีที่ยูต่อชั่วโมง)

ผลจากการวิจัยพบว่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อปริมาณการคายน้ำของต้นไม้มากที่สุด คือ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ รองลงมาคืออุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ การเปรียบเทียบพลังงาน ความร้อนที่ลดลงจากสภาพแวดล้อมของกลุ่มต้นไม้ตัวอย่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น 4 นิ้วพบว่า มีพลังงานความร้อนที่ลดลงของต้นไม้ขนาดประมาณ 5,155 ปีที่ยูต่อชั่วโมง ต้นจำปีประมาณ 1,562 ปีที่ยูต่อชั่วโมง ต้นมะม่วงประมาณ 1,413 ปีที่ยูต่อชั่วโมง ต้นลีลาวดีประมาณ 836 ปีที่ยูต่อชั่วโมง ต้นแสลงจันทร์ประมาณ 818 ปีที่ยูต่อชั่วโมง ต้นอโศกประมาณ 566 ปีที่ยูต่อชั่วโมง ต้นพุทประมาณ 506 ปีที่ยูต่อชั่วโมง ต้นปีปประมาณ 491 ปีที่ยูต่อชั่วโมง ต้นไทรช้อยประมาณ 477 ปีที่ยูต่อชั่วโมง ต้นสัตบรรณประมาณ 251 ปีที่ยูต่อชั่วโมง ต้นโมกประมาณ 234 ปีที่ยูต่อชั่วโมง และต้นแก้วประมาณ 217 ปีที่ยูต่อชั่วโมง

การศึกษาวิจัยนี้แสดงความสัมพันธ์ของต้นไม้ตัวอย่างในเงื่อนไขและช่วงเวลาที่ศึกษา เท่านั้น ข้อมูลที่แสดงในการศึกษาอาจปรับเปลี่ยนได้จากอิทธิพลของปัจจัยอื่นที่ไม่อยู่ในขอบเขตการศึกษา

7.3 งานวิจัยเรื่อง การศึกษาผลของพื้นที่สีเขียวที่มีต่อการลดอุณหภูมิอากาศใน กรุงเทพมหานคร (ณัฐ พิชกรรม, เกษม จันทร์แก้ว 2543)

ผู้วิจัยได้พิจารณาจากปัญหาที่เกิดจากการขยายตัวของกรุงเทพมหานคร ความต้องการใช้ที่ดินเพิ่มสูงขึ้นและความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของอุตสาหกรรมและเศรษฐกิจ การแทนที่พื้นที่สีเขียวด้วยสิ่งก่อสร้างทำให้เกิดการสะสมของฝุ่นและมลพิษ อาคารสูงและอาคารที่มีความหนาแน่นภายในเมืองทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ จากการที่พื้นผิวของสิ่งก่อสร้างดูดซับและสะสมความร้อนในเวลากลางวันและคายความร้อนสู่บรรยากาศ นอกจากนี้การจราจรที่คับคั่งและความร้อนจากเครื่องปรับอากาศก็ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเช่นกัน ผลภาวะทางความร้อนที่เกิดจากกิจกรรมมนุษย์จะเกิดในเมืองมากกว่าชนบท หรือที่เรียกว่า ปรากฏการณ์เกาะความร้อน

วิธีการในการวิจัยโดยเลือกพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของเมืองแตกต่างกัน 5 พื้นที่ใน กรุงเทพมหานคร แล้วทำการวัดอุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุดของวัน โดยบันทึกข้อมูลทุกเดือนๆ ละ 4 วัน และคำนวณเป็นข้อมูลอุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยของฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน ตั้งแต่พฤศจิกายน 2540 ถึง ตุลาคม 2542 ที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร นำข้อมูลไปเขียนเส้น Isotherm บนแผนที่แสดงการกระจายตัวของพื้นที่ประเภทต่างๆ ที่ปกคลุมพื้นที่และ

คำนวณหาความสัมพันธ์ของปริมาณและประเภทของพื้นที่สีเขียวที่มีต่ออุณหภูมิอากาศโดยวิธี Simple และ Multiple Linear Regression

จากการทดลองเก็บข้อมูลอุณหภูมิในพื้นที่ทั้ง 5 แห่ง พบว่าการกระจายตัวของอุณหภูมิทั้ง 2 จุดมีลักษณะคล้ายคลึงกัน และมีแนวโน้มของความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของอาคาร (F.A.R.) กับอุณหภูมิอากาศ โดยผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

ในช่วงบ่ายของทั้งสามฤดู เส้น Isotherm ของอุณหภูมิอากาศสูงสุดมีจำนวนมากพื้นที่ที่มีสิ่งก่อสร้างเป็นองค์ประกอบแสดงค่าอุณหภูมิสูงประมาณ 37-40 องศาเซลเซียส แต่บริเวณที่มีพื้นที่สีเขียวเป็นองค์ประกอบมีค่าอุณหภูมิต่ำประมาณ 33-35 องศาเซลเซียส ซึ่งแตกต่างจากช่วงเช้าตรู่ของทั้ง 3 ฤดู โดยที่เส้น Isotherm ของอุณหภูมิอากาศต่ำสุดมีจำนวนน้อยและมีค่าค่อนข้างสม่ำเสมอประมาณ 25-27 องศาเซลเซียส และพบว่าทั้ง 3 ฤดู การเพิ่มขึ้นของพื้นที่สีเขียวร้อยละ 10 ทำให้อุณหภูมิอากาศในช่วงบ่ายและช่วงเช้าตรู่ลดลง 0.62–0.94 องศาเซลเซียส และ 0.14–0.37 องศาเซลเซียสตามลำดับ และการเพิ่มพื้นที่ที่มีต้นไม้ใหญ่ปกคลุมและพื้นที่สนามหญ้าอย่างละร้อยละ 10 ช่วยลดอุณหภูมิอากาศในช่วงบ่ายลงได้ 0.45 – 0.93 องศาเซลเซียส และ 0.25 – 0.71 องศาเซลเซียสตามลำดับ ในขณะที่ช่วยลดอุณหภูมิอากาศในช่วงเช้าตรู่ลงได้ 0.16 -0.34 องศาเซลเซียส และ 0.14 – 0.38 องศาเซลเซียสตามลำดับ การเพิ่มพื้นที่สีเขียวมีแนวโน้มช่วยลดอุณหภูมิอากาศลงได้ทั้งช่วงบ่ายและช่วงเช้าของทั้งสามฤดู โดยที่พื้นที่ที่มีต้นไม้ใหญ่ปกคลุมและพื้นที่สนามหญ้ามามีอิทธิพลต่อการลดอุณหภูมิอากาศลงได้ชัดเจน

ผู้วิจัยได้เสนอแนะแนวทางในการแก้ปัญหาสภาพอากาศร้อนของเมือง โดยการเพิ่มพื้นที่สีเขียวให้มากขึ้น เช่น การสร้างสวนสาธารณะ การปลูกต้นไม้ริมทาง การดูแลรักษาต้นไม้เดิม และควรมีการศึกษาในพื้นที่ขนาดเล็ก เช่น สวนสาธารณะ เพื่อดูว่าสวนสาธารณะสามารถกระจายความเย็นให้แก่บริเวณรอบนอกพื้นที่ได้มากน้อยเพียงใดและศึกษาปัจจัยสภาพอากาศอื่นๆ ร่วมด้วย

7.4 งานวิจัยเรื่อง ผนังสีเขียว (The Biofacade) (พาสินี สุนากร, พูนพิภพ เกษมทรัพย์ และชนิกานต์ ยิ้มประยูร 2550)

การวิจัยเรื่องผนังสีเขียวนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเพื่อเสนอแนวทางในการเพิ่มพื้นที่สีเขียวของเมืองโดยการปลูกต้นไม้บนอาคารเพื่อทดแทนพื้นที่สีเขียวในเมืองที่สูญเสียไปกับการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเพื่อสร้างอาคาร และมีความคิดเห็นว่าการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมืองเพื่อแก้ไขปัญหาโลกร้อนเป็นนโยบายที่เป็นไปได้ยาก ดังนั้นการสร้างผนังสีเขียวเพื่อช่วยลดความร้อนให้แก่อาคารภายนอกอาคารจึงควรนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้มากกว่า นอกจากประหยัด ใช้พื้นที่น้อย ยังช่วยลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ สร้างความหลากหลายทางชีวภาพและสามารถนำไปเป็นอาหารได้

การทดลองโดยใช้ไม้เลื้อยเป็นแผงกันแดดในแนวตั้งให้กับอาคารที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติในประเทศไทย เพื่อศึกษาคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ ที่ทำให้อุณหภูมิภายในอาคารลดลงและคุณสมบัติในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะทำให้คุณภาพอากาศดีขึ้น ในการทดลองได้ทำการเปรียบเทียบอาคารที่ใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยกับอาคารที่ไม่ใช่ โดยการติดตั้งเข้ากับอาคารจริงและทดลองในกล่องทดลอง

ผลของการทดลองสามารถพิสูจน์ว่าแผงกันแดดไม้เลื้อยหรือผนังสีเขียว ได้สร้างสภาพแวดล้อมที่ดีให้แก่การอยู่อาศัยของมนุษย์ ช่วยให้ประหยัดพลังงานและลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ อันนำไปสู่การช่วยแก้ปัญหาภาวะโลกร้อนอันเป็นวิกฤตของโลกร้อนในยุคปัจจุบัน

งานวิจัยนี้ เสนอการออกแบบวิธีการปลูกต้นไม้ประกอบอาคารเป็นแผงกันแดดในแนวตั้งโดยคัดเลือกพันธุ์ไม้ท้องถิ่นที่เหมาะสมกับภูมิอากาศของประเทศไทย คุณลักษณะง่ายและสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดี เพื่อช่วยในการลดการถ่ายเทความร้อนสู่อาคาร โดยเปรียบเทียบกับอาคารที่ไม่ได้ปลูกต้นไม้ ซึ่งพบว่าสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการประหยัดพลังงานแก่อาคารปรับปรุงคุณภาพอากาศ และคืนพื้นที่สีเขียวให้แก่สภาพแวดล้อมในเมืองได้

7.5 งานวิจัยเรื่อง Gis-base greenery evaluation on campus master plan (Wong Nyuk Hien, Steve Kardinal Jusuf 2007)

งานวิจัยนี้ศึกษาปรากฏการณ์การเกาะความร้อนในเมือง โดยเป็นการศึกษาในพื้นที่มหาวิทยาลัยแห่งชาติ ประเทศสิงคโปร์ โดยการนำแผนผังหลักของการปรับปรุงมหาวิทยาลัยมาทำการศึกษายเปรียบเทียบความสัมพันธ์เป็นทางเลือกชนิดต่างๆ จากแผนผังหลักพบว่าจะมีการก่อสร้างอาคารเรียนจำนวนมากบนพื้นที่ ทำให้พื้นที่สีเขียวลดลง ซึ่งแนวคิดในการพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน พื้นที่สีเขียวเพื่อรักษาสีเขียวสิ่งแวดล้อมไม่ควรจะลดลงจากเดิมหรือควรจะเพิ่มมากขึ้น ซึ่งได้นำการเพิ่มพื้นที่สีเขียวแบบสวนหลังคา และสวนแนวตั้งมาพิจารณาในการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงแผนผังหลักของโครงการใหม่

วิธีการในการวิจัย โดยการสร้างภาพพยากรณ์สภาพอุณหภูมิที่จะเกิดขึ้นในกรณีต่างๆ ด้วยโปรแกรม Envi-met

ผลการวิจัยสรุปว่าแผนผังหลักของโครงการจะทำให้บริเวณโดยรอบมีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส การเพิ่มพื้นที่สนามหญ้าโดยการทำสวนบนหลังคาสามารถลดอุณหภูมิลงได้จากกระบวนการคายน้ำ การเพิ่มพืชพรรณในบริเวณโดยรอบอาคารก็มีผลดีต่อการลดปริมาณความร้อนของอากาศ

8.สรุป

จากการศึกษาทฤษฎี แนวคิด เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการลดภาวะโลกร้อน พบว่า ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อม การเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตจะมีผลกระทบต่อกัน ตลอดจนวัฏจักรของสสารในระบบนิเวศมีความเชื่อมโยงและส่งผลให้เกิดความสมดุลขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยครั้งนี้ในด้านการศึกษาความสัมพันธ์ของพื้นที่สีเขียวกับการลดภาวะโลกร้อน สำหรับที่มา สาเหตุและปัญหาของภาวะโลกร้อน เกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ที่สร้างก๊าซเรือนกระจกที่มีผลทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดภาวะโลกร้อน ผลกระทบจากภาวะโลกร้อนก่อให้เกิดความเสียหายต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม วิธีการลดภาวะโลกร้อนโดยการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมืองเป็นวิธีการหนึ่งที่หลายหน่วยงานนำมาใช้ เนื่องจากลักษณะโครงสร้างและโภชนาการของพืชพบว่ากระบวนการเติบโตของพืชช่วยลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และอุณหภูมิในอากาศได้ ดังนั้นการพัฒนาพื้นที่สีเขียวในชุมชนเมืองเพื่อทำหน้าที่ในการช่วยลดภาวะโลกร้อน ต้องมีสัดส่วน รูปแบบและลักษณะที่เหมาะสมกับเมือง เพราะนอกจากจะช่วยในการลดภาวะโลกร้อนยังมีส่วนช่วยลดการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง

ในด้านนโยบาย มาตรการและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง จากการศึกษพบว่าหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้ความสำคัญกับการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก และการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมือง สำหรับมาตรการทางผังเมืองของสำนักผังเมืองกรุงเทพมหานคร มีลักษณะการใช้ข้อกำหนดทางกฎหมาย เรื่องพื้นที่สีเขียว ความหนาแน่นของอาคาร ระยะถอยร่นของอาคารขนาดใหญ่ นอกจากนี้ยังได้เสนอแนวคิดการเพิ่มพื้นที่สีเขียวแบบสวนหลังคาเป็นทางเลือกเพิ่มขึ้นจากการเพิ่มพื้นที่สีเขียวบนพื้นดินทั่วไป ซึ่งแนวคิดดังกล่าวจะนำไปประกอบการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะต่อไป

การศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการลดภาวะโลกร้อนแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มพื้นที่สีเขียวส่งผลต่อการลดอุณหภูมิในเมือง และช่วยลดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง การคายน้ำของต้นไม้ที่จะทำให้พื้นที่สีเขียวมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต้องประกอบด้วยปัจจัยที่เหมาะสม ซึ่งเป็นการช่วยประหยัดพลังงานและเป็นวิธีหนึ่งของการช่วยลดภาวะโลกร้อนได้ นอกจากปัจจัยเหล่านั้นลักษณะพื้นที่สีเขียวที่มีผลต่อการลดอุณหภูมิได้ควรประกอบด้วยสนามหญ้าหรือต้นไม้ใหญ่ปกคลุม โดยนอกจากพื้นที่สีเขียวทั่วไป รูปแบบของสวนแนวตั้งหรือสวนหลังคาแสดงให้เห็นว่าเป็นอีกรูปแบบที่ช่วยลดอุณหภูมิให้กับอาคารและเมืองได้ และในกระบวนการวิเคราะห์พบว่าวิธีการวิเคราะห์จากภาพถ่ายดาวเทียมเป็นวิธีการที่เหมาะสมและสามารถนำมาใช้เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของพื้นที่สีเขียวในเมืองต่อไปได้

บทที่ 3

การออกแบบการวิจัย

การออกแบบการวิจัยเป็นการกำหนดกรอบและแนวทางในการดำเนินการวิจัย ซึ่งจะประกอบด้วย การกำหนดกรอบทฤษฎี และแนวคิดเกี่ยวกับการลดภาวะโลกร้อน การเลือกพื้นที่วิจัย การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย การเลือกเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล กระบวนการวิเคราะห์ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ 6 ขั้นตอน ได้แก่ การกำหนดตัวแปร สมมติฐานและสมการความสัมพันธ์ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปร การสรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสถิติ การอภิปรายผลและเสนอแนะลักษณะพื้นที่สีเขียว การสัมภาษณ์ความคิดเห็นจากนักวิชาการด้านสิ่งแวดล้อม และขั้นตอนสุดท้ายเป็นการสรุปผลการวิจัย

1. การกำหนดกรอบทฤษฎีสำหรับการวิจัย

ปัญหาภาวะโลกร้อนเป็นปัญหาที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศและการดำรงชีวิตของมนุษย์ ที่ส่งผลในระยะยาวนานต่อสิ่งมีชีวิตทั้งมวลบนโลก นับจากยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมเป็นต้นมา ความต้องการเอาชนะธรรมชาติ การแสวงหาความเป็นอยู่อย่างสุขสบาย การใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างสิ้นเปลือง ทำให้สมดุลของโลกเปลี่ยนแปลงไป ภาวะโลกร้อนเริ่มเป็นที่รู้จักในชื่อของปรากฏการณ์เรือนกระจก ถึงแม้จะทำให้มนุษย์เกิดการตระหนักและหันมาสนใจต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม แต่อย่างไรก็ตามเมื่อความเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ และภัยธรรมชาติเริ่มส่งผลกระทบรุนแรงขึ้นในแต่ละปี ภาวะโลกร้อนจึงเป็นคำที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายขึ้น ซึ่งปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศดังกล่าวยังคงส่งผลให้เห็นอย่างต่อเนื่อง เช่น อุณหภูมิสูงขึ้น ฤดูกาลที่เปลี่ยนแปลง ความผิดปกติของสิ่งมีชีวิต ระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้น เป็นต้น

ผลกระทบจากปัญหาภาวะโลกร้อน สามารถจำแนกออกได้หลายด้าน ทั้งด้านนิเวศวิทยา ด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม ด้านสุขภาพ ซึ่งส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เราเกือบทุกด้าน สาเหตุสำคัญสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ปัจจัยกล่าวคือ ปัจจัยแรกเป็นปัจจัยที่เกิดจากธรรมชาติ ได้แก่ ความผันแปรของวงโคจรโลก การระเบิดของภูเขาไฟ ความผันแปรของพลังสุริยะ และปัจจัยที่สองคือปัจจัยที่เกิดจากมนุษย์ ได้แก่ การใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมและการผลิต การคมนาคมขนส่ง ภาคเกษตรกรรม การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและการตัดไม้ทำลายป่า เป็นต้น

จากปัจจัยที่เกิดจากมนุษย์ จะเห็นได้ว่ามนุษย์คือตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาภาวะโลกร้อน เพราะกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นนั้น คือสาเหตุที่ทำให้ก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นที่มาของการกักเก็บพลังงานความร้อนให้สะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศ ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญได้แก่ ก๊าซประเภทคาร์บอน มีเทนและไนตรัสออกไซด์ โดยก๊าซที่มีปริมาณการเพิ่มขึ้นมากที่สุดได้แก่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ที่เพิ่มปริมาณก๊าซเรือนกระจกแล้ว กิจกรรมบางประเภทยังเป็นการลดความสามารถในการสร้างความสมดุลของอากาศ เช่น การตัดไม้ทำลายป่าที่เป็นแหล่งดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สำคัญที่สุด สำหรับประเทศไทยมีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 172 ล้านตันต่อปี นับเป็นปริมาณที่มากหากเปรียบเทียบกับประเทศในกลุ่มเอเชียอาคเนย์ ส่วนกรุงเทพมหานครมีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 44 ล้านตันต่อปี (กรุงเทพมหานคร 2550 : 5)

เมื่อทุกประเทศในโลกต่างประสบปัญหาภาวะโลกร้อนเช่นเดียวกัน จึงนำไปสู่การหาแนวทางในการควบคุมและแก้ไขร่วมกัน วิธีการในการแก้ไขปัญหามุ่งเน้นที่การแก้ปัญหามาจากปัจจัยที่เกิดจากมนุษย์เป็นหลัก เพราะปัจจัยทางด้านธรรมชาติเป็นเรื่องยากเกินกว่าที่จะสามารถควบคุมได้ ดังนั้นจึงได้เกิดการรวมกลุ่มของประเทศที่พัฒนาแล้วเพื่อจัดตั้งองค์การร่วมกันหาวิธีในการลดภาวะโลกร้อน ไม่ว่าจะเป็นการจัดทำอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หรือ UNFCC การลงนามในพิธีสารเกียวโต หรือ Kyoto Protocol สำหรับประเทศไทยได้มีการจัดตั้งองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์และหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการลดปัญหาภาวะโลกร้อน แนวทางในการควบคุมและแก้ไขปัญหภาวะโลกร้อนทั้งหมด พบว่าการเพิ่มพื้นที่สีเขียวเป็นวิธีการหนึ่งที่เป็นนโยบายของทุกหน่วยงานและองค์การกำหนดให้เป็นแนวทางสำคัญในการช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อน

นอกจากปัญหาภาวะโลกร้อนซึ่งเป็นปัญหาที่ส่งผลในระดับโลกแล้ว ยังมีปรากฏการณ์สำคัญที่ส่งผลต่อพื้นที่ชุมชนเมืองในระดับรองลงมา ที่เรียกว่า ปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง หรือ Urban Heat Island ลักษณะของปรากฏการณ์นี้คือการที่ลักษณะอุณหภูมิเฉลี่ยของบริเวณหนึ่งของเมืองสูงกว่าบริเวณโดยรอบ ทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน อุณหภูมิดังกล่าวมักเกิดขึ้นในบริเวณชุมชนเมืองที่มีความหนาแน่นของกลุ่มอาคารสูง สิ่งก่อสร้างปิดกั้นการระเหยของความร้อนจากดวงอาทิตย์ วัสดุก่อสร้างไม่ว่าจะเป็นพื้นผิวคอนกรีตและกระจกดูดซับความร้อนไว้จำนวนมาก ทำให้เกิดการสะสมความร้อนในพื้นที่เมืองสูงกว่าบริเวณชนบทโดยรอบที่มีพื้นที่เกษตรกรรมหรือพื้นที่ว่างมากกว่าสิ่งก่อสร้าง แม้กระทั่งการปล่อยไอความร้อนจากการใช้เครื่องจักร สิ่งอำนวยความสะดวกทั้งภายในและภายนอกอาคาร การตัดต้นไม้และพื้นที่สีเขียวที่ลดลง ก็มีผลกระตุ้นให้อุณหภูมิในเมืองยิ่งสูงขึ้น ดังนั้นปรากฏการณ์ดังกล่าวจึงมีความเกี่ยวข้องกับภาวะโลกร้อนใน

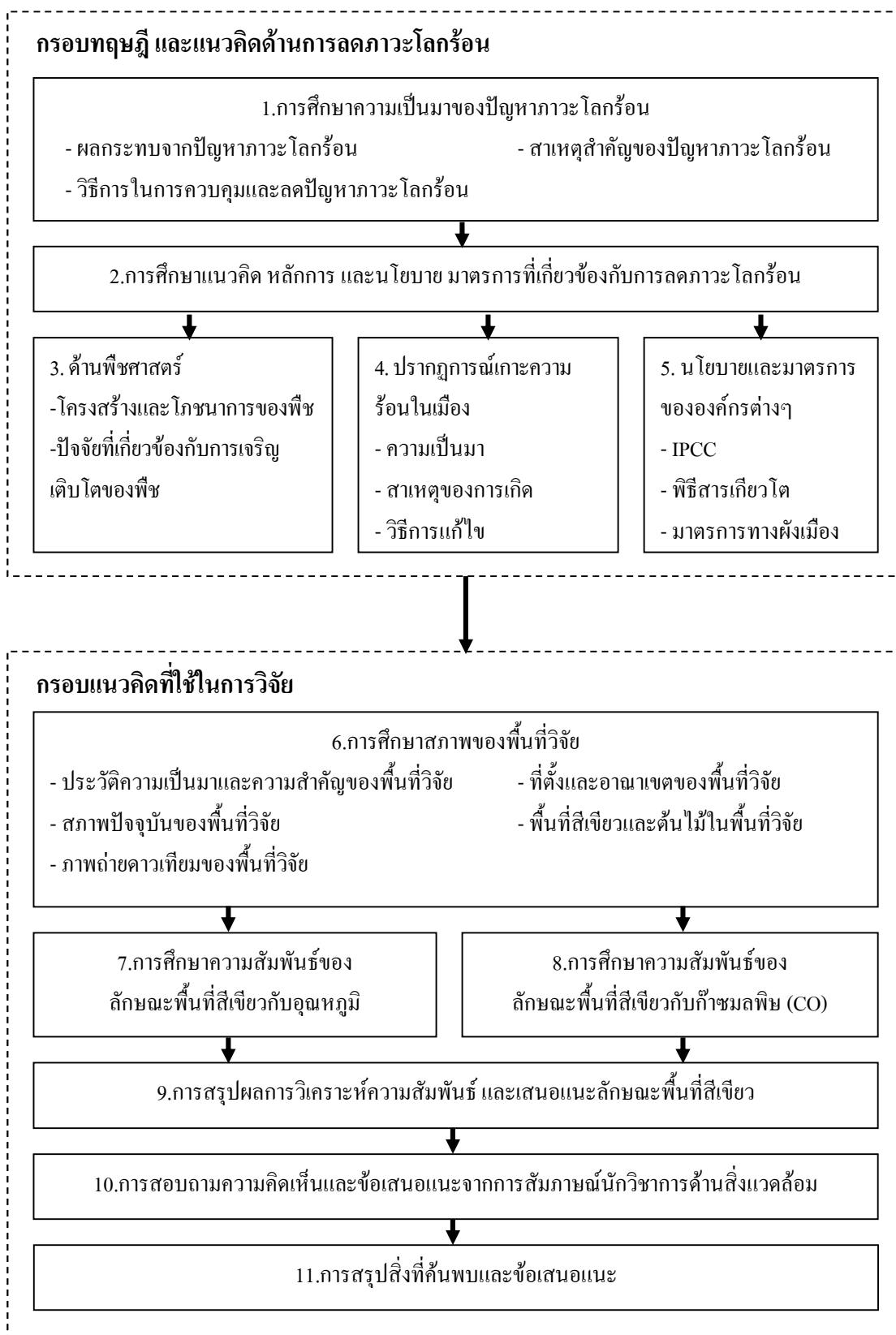
หลายๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นการใช้พลังงานของเมือง เพื่อจัดหาสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น เครื่องปรับอากาศ เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร การใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นส่วนสนับสนุนให้ต้องเพิ่มปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อตอบสนองต่อความต้องการในเมือง ซึ่งเป็นที่มาของการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก นอกจากนี้การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อก่อสร้างอาคารสิ่งก่อสร้างแทนที่พื้นที่สีเขียวหรือพื้นที่ว่างในเมือง ทำให้เมืองขาดแหล่งผลิตก๊าซออกซิเจนและแหล่งดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดภาวะโลกร้อน

ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งทำการศึกษาในเรื่องเกี่ยวกับการเพิ่มพื้นที่สีเขียวเป็นตัวแปรหลัก เนื่องจากพบว่าลักษณะพื้นที่สีเขียวมีความเกี่ยวข้องและสัมพันธ์ต่อการลดภาวะโลกร้อน ตลอดจนปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง อีกทั้งจากการศึกษางานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการลดภาวะโลกร้อน ได้เสนอวิธีการในการจัดการลักษณะพื้นที่สีเขียวหลายรูปแบบ เช่น งานวิจัยเรื่องปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับสภาพทางกายภาพของเมือง ผลการวิจัยพบว่าลักษณะพื้นที่สีเขียวในเมืองช่วยให้อุณหภูมิลดลงได้มากกว่าในบริเวณที่มีสิ่งก่อสร้างและการจราจรที่หนาแน่น และเสนอแนะให้เพิ่มพื้นที่โล่งในเมืองให้มากขึ้น เพื่อช่วยให้ลมสามารถพัดพาความร้อนถ่ายเทอุณหภูมิได้ เช่นเดียวกับการศึกษาผลของพื้นที่สีเขียวที่มีต่อการลดอุณหภูมิก็พบว่าพื้นที่สีเขียวมีผลต่อการลดอุณหภูมิลงได้ชัดเจน โดยลักษณะของพื้นที่สีเขียวหากมีต้นไม้ใหญ่ปกคลุมหรือมีสนามหญ้าปกคลุมจะทำให้การลดอุณหภูมิเกิดผลดียิ่งขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยด้านพืชศาสตร์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำของต้นไม้แสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการลดอุณหภูมิของพืชเกิดจากการคายน้ำ โดยที่มีปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการคายน้ำของพืช ได้แก่ รังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ส่วนการศึกษารูปแบบพื้นที่สีเขียวที่มีลักษณะเป็นผนังสีเขียว หรือ The Biofacade ปรากฏว่ารูปแบบของผนังแนวตั้งสามารถช่วยลดอุณหภูมิภายในอาคารได้ ซึ่งเป็นแนวคิดที่มีความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ให้ใช้กับพื้นที่ของเมืองที่มีความหนาแน่นสูงและมีข้อจำกัดด้านพื้นที่มาก

นอกจากนี้งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่สีเขียวได้นำวิธีการในการศึกษาโดยใช้ระบบข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์หรือ GIS เข้ามาช่วยในการดำเนินการวิจัย เพื่อแก้ไขจุดบกพร่องของขั้นตอนในการสำรวจและเก็บข้อมูล เพราะในบางบริเวณไม่สามารถสำรวจหรือตรวจวัดอุณหภูมิที่แท้จริงได้

โดยสรุปแล้วการกำหนดกรอบทฤษฎีสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ จึงให้ความสำคัญและมุ่งศึกษาลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นที่สีเขียวที่มีผลต่อการลดอุณหภูมิและการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกเป็นหลัก เพื่อให้สามารถนำไปสรุปเป็นข้อเสนอแนะรูปแบบพื้นที่สีเขียวที่เหมาะสมในการช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อนต่อไป โดยสรุปกรอบทฤษฎีได้ดังนี้



แผนภูมิที่ 6 กรอบการวิจัย

2. การเลือกพื้นที่วิจัย

การเลือกพื้นที่วิจัยสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ พิจารณาจากลักษณะขอบเขตด้านเนื้อหาในการวิจัยและลักษณะที่เหมาะสมต่อการทดสอบสมมติฐาน โดยพิจารณาดังนี้

- 1) ลักษณะของพื้นที่วิจัยควรเป็นพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของเมืองค่อนข้างสูงและมีลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินที่หลากหลาย
- 2) พื้นที่สีเขียวในพื้นที่วิจัยควรมีหลายประเภทและมีความแตกต่างของพืชพรรณ
- 3) พื้นที่วิจัยควรมีข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมสำรวจทรัพยากรสำหรับการนำมาวิเคราะห์ โดยมีความละเอียดต่อ 1 Pixel ความกว้างไม่เกิน 25x25 ม. และต้องมีข้อมูลย้อนหลังเพื่อให้สามารถทำการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นได้
- 4) พื้นที่วิจัยควรมีระบบคมนาคมขนส่งที่หลากหลาย เช่น ระบบถนน ระบบราง หรือระบบขนส่งมวลชนขนาดใหญ่ เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ตัวแปรที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ซึ่งอาจมีอิทธิพลต่อผลการวิจัย เช่น ปริมาณการจราจรบนถนนที่หนาแน่นทำให้อัตราการเกิดก๊าซมลพิษสูงกว่าในบริเวณอื่น ระบบขนส่งมวลชนที่มีประสิทธิภาพทำให้อัตราการเกิดก๊าซมลพิษลดลงเนื่องจากการใช้รถยนต์ส่วนตัวลดลง เป็นต้น

จากข้อพิจารณาข้างต้น พื้นที่เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร เป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมเป็นพื้นที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากเขตปทุมวันเป็นเขตชั้นในซึ่งมีความหนาแน่นของเมืองสูง พื้นที่เขตปทุมวันมีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่หลากหลาย เช่น ตลาด สถานศึกษา โรงพยาบาล ย่านศูนย์การค้าและพาณิชยกรรม โรงแรม สนามกีฬา สถานที่ราชการ สถานทูต เขตพระราชฐาน การใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เป็นลักษณะของพาณิชยกรรม รองลงมาได้แก่ที่พักอาศัย ในขณะเดียวกันลักษณะของพื้นที่สีเขียวในพื้นที่เขตปทุมวันก็มีความหลากหลาย ทั้งสวนสาธารณะขนาดใหญ่ สนามม้า สนามกีฬาแห่งชาติ พื้นที่สีเขียวในศาสนสถาน และสถานศึกษา พื้นที่สีเขียวตามแนวถนน ใต้รถไฟฟ้า เป็นต้น

สำหรับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมสำรวจทรัพยากรสำหรับการนำมาวิเคราะห์ จะเป็นข้อมูลจากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ถ่ายโดยดาวเทียม LANDSAT-5 ขนาดความละเอียด 25 ม. โดยทำการถ่ายในเดือนกรกฎาคมของปี พ.ศ.2544 พ.ศ. 2547 และ พ.ศ.2550 รวม 3 ภาพ

ในการสำรวจพื้นที่ศึกษา เขตปทุมวันมีระบบคมนาคมขนส่งที่ครอบคลุมพื้นที่ได้แก่

- โดยรถยนต์ เขตปทุมวันมีถนนสายหลักได้แก่ ถนนพระรามที่ 1 ถนนพระรามที่ 4 ถนนพระรามที่ 6 ถนนราชดำริ ถนนพญาไท ถนนบรรทัดทอง ถนนเพลินจิตและถนนวิฑูรย์ นอกจากนี้ยังมีถนนทางพิเศษที่สามารถเข้าสู่พื้นที่ศึกษาได้ 2 เส้นคือทางพิเศษศรีรัช และทางพิเศษเฉลิมมหานคร

- โดยรถไฟ สามารถเข้าสู่เขตปทุมวันที่สถานีรถไฟหัวลำโพง
- โดยเรือโดยสารในคลองแสนแสบ เทียบท่าที่เขตปทุมวันจำนวน 2 ท่า
- โดยรถไฟฟ้า (BRT) และรถไฟฟ้าใต้ดิน (MRTA)

สำหรับการศึกษาพื้นที่วิจัยจะแบ่งเป็นส่วนของการศึกษาจากเอกสารและการสำรวจจากสถานที่จริง ซึ่งการศึกษาจากเอกสารจะประกอบด้วยประวัติความเป็นมา ความสำคัญ ที่ตั้งและอาณาเขตของเขตปทุมวัน

สำหรับการสำรวจจากสถานที่จริง จะทำการศึกษาสภาพปัจจุบันของพื้นที่ ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน และลักษณะพื้นที่สีเขียวในเขตปทุมวัน

3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยครั้งนี้ มุ่งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นที่สีเขียวต่อปัจจัยที่มีผลต่อภาวะโลกร้อนในเขตชุมชนเมือง โดยจำแนกประชากรออกได้เป็น 2 กลุ่มคือ ภาพถ่ายดาวเทียมของพื้นที่วิจัย และนักวิชาการด้านสิ่งแวดล้อม

3.1 ภาพถ่ายดาวเทียมของพื้นที่วิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมของพื้นที่วิจัยซึ่งไม่ได้มีการสุ่มตัวอย่าง จากการนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมประเภท LANDSAT 5 ขนาดความละเอียด 25x25 ม.ต่อ 1 พิกเซลของพื้นที่วิจัย โดยขอความอนุเคราะห์จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) โดยกลุ่มตัวอย่างที่จะนำมาใช้ในการวิจัยจะใช้ข้อมูลในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550 จำนวน 3 ปี และเป็นภาพถ่ายดาวเทียมซึ่งถ่ายในช่วงเดือนที่ตรงกันหรือใกล้เคียงกันเพื่อให้ข้อมูลของอุณหภูมิอากาศอยู่ในช่วงฤดูกาลเดียวกัน โดยได้ทำการคัดเลือกและรวบรวมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ของปีพ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550 ได้ดังนี้

ตารางที่ 5 รายละเอียดภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5

ที่	ชนิดดาวเทียม	วัน เดือน ปี	รหัสภาพ	ปริมาณเมฆ	Path	Row
1	LANSAT5	2001_07_24	cbs_143943	10%	129	51
2	LANSAT5	2004_07_16	10972	10%	129	51
3	LANSAT5	2007_07_09	15491	8%	129	51

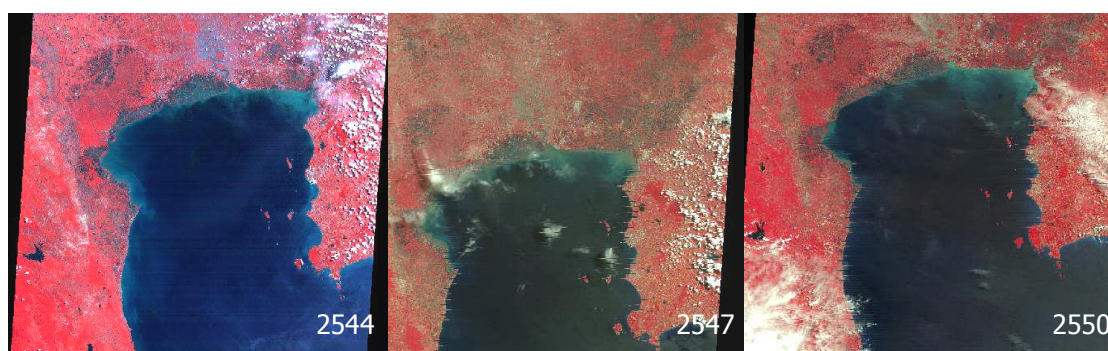
ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมดังกล่าว เป็นภาพถ่ายดาวเทียมในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ. 2550 โดยภาพที่ 1 ณ วันที่ 24 กรกฎาคม ภาพที่ 2 ณ วันที่ 16 กรกฎาคม และภาพที่ 3 ณ วันที่ 9 กรกฎาคม

ปริมาณเมฆอยู่ในระดับต่ำ 8-10% สามารถมองเห็นพื้นที่ศึกษาได้ค่อนข้างชัดเจน ภาพดังกล่าวประกอบด้วยช่วงคลื่นแตกต่างกันจำนวน 7 ช่วงคลื่น ดังตารางที่ 6 เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

ตารางที่ 6 ช่วงคลื่น ความยาวคลื่นและขนาดของข้อมูล

BAND	ช่วงคลื่น	ความยาวคลื่น	ขนาดของข้อมูล (เมตร)
1	สีน้ำเงิน-เขียว	0.45-0.53	30
2	สีเขียว	0.52-0.60	30
3	สีแดง	0.63-0.69	30
4	อินฟราเรดใกล้	0.76-0.90	30
5	อินฟราเรดคลื่นสั้น	1.55-1.75	30
6	อินฟราเรดคลื่นยาว (ความร้อน)	10.40-12.50	120
7	อินฟราเรดคลื่นสั้น	2.08-2.35	-

ที่มา : สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). คุณลักษณะของดาวเทียม LANDSAT-5 [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 10 ธันวาคม 2551. เข้าถึงได้จาก <http://www.gistda.or.th/Gistda/HtmlGistda/Html/HtmITechnic/Html/SatDetail/ThLS5detail.html>



ภาพที่ 27 ภาพถ่ายดาวเทียมปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550

ที่มา : สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). Main Catalogue

[Online], Accessed 10 December 2008. Available from http://netdev.gistda.or.th/l5-5/html/in_search.php/

3.2 นักวิชาการด้านสิ่งแวดล้อม

กำหนดให้เป็นนักวิชาการที่เกี่ยวข้องในด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ด้านพืชศาสตร์ ด้านผังเมือง ซึ่งจะนำผลการวิเคราะห์ไปสอบถามความคิดเห็นจากนักวิชาการ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่

- 1) ดร.ประพัทธ์ พงษ์เกียรติกุล อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- 2) ผศ.ดร.รุจิโรจน์ อนุมบุตร อาจารย์ประจำภาควิชาการออกแบบและวางผังชุมชนเมือง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตวังท่าพระ
- 3) ผศ.ดร.ณัฐ พิษกรรม อาจารย์ประจำภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

การสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจะดำเนินการสัมภาษณ์ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่มีต่อผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปร และข้อเสนอแนะลักษณะเพิ่มพื้นที่สีเขียวในอนาคต เพื่อนำข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากนักวิชาการด้านสิ่งแวดล้อมมาพิจารณาประกอบกับผลการวิจัย และสรุปเป็นข้อเสนอแนะในการเพิ่มพื้นที่สีเขียวของเมืองในอนาคตต่อไป

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.1 กล้องถ่ายรูป

กล้องถ่ายรูปใช้สำหรับการสำรวจภาคสนาม เพื่อเก็บข้อมูลทางด้านกายภาพในปัจจุบัน ลักษณะพื้นที่สีเขียว การใช้ประโยชน์ที่ดิน อาคารสิ่งก่อสร้าง สภาพการจราจร

4.2 คอมพิวเตอร์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์

เครื่องคอมพิวเตอร์ สำหรับการแสดงผลผ่านทางจอภาพ และใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ สำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ ประกอบด้วยโปรแกรมต่าง ๆ คือ

- โปรแกรม Idrisi Andes 15.0 สำหรับการแปลงข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเป็นชนิดไฟล์ในการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ของพื้นที่สีเขียว อุณหภูมิ โดยแสดงข้อมูลเป็นไฟล์ภาพ ข้อมูลแผนภูมิและค่าตัวเลข

- โปรแกรม ArcView GIS 3.3 สำหรับการกรอกค่าข้อมูลต่างๆ การสร้างภาพแผนที่เพื่อนำเข้าสู่การวิเคราะห์ต่อไป

- โปรแกรม SPSS statistics 17.0 สำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้วยวิธีการทางสถิติ Simple Linear Regression

- โปรแกรม PhotoShop cs2 สำหรับการตกแต่งภาพและการปรับขนาดภาพ

- โปรแกรม Microsoft Excel สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและจัดเก็บข้อมูล

- โปรแกรม Microsoft PowerPoint สำหรับใช้ในการนำเสนอทางจอภาพ
- โปรแกรม Microsoft Word สำหรับใช้ในการบันทึกข้อมูลตัวอักษรเพื่อจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยแบ่งออกเป็น การเก็บรวบรวมข้อมูลภาคเอกสารและการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม โดยได้จำแนกออกดังนี้

5.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลภาคเอกสาร

ข้อมูลภาคเอกสารสำหรับการวิจัย ได้แก่ ภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งได้จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง คือ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) จะทำการแบ่งหมวดหมู่ของข้อมูลและการจัดเรียงไฟล์ข้อมูล โดยแยกประเภทข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 7 การจัดเก็บไฟล์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ.2544

ปี พ.ศ.	BAND	ชื่อไฟล์	ความหมาย
2544	B1	B1_2001	ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2544
		B1_2001_pt	กำหนดขอบเขตภาพเป็นพื้นที่เขตปทุมวัน
	B2	B2_2001	ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2544
		B2_2001_pt	กำหนดขอบเขตภาพเป็นพื้นที่เขตปทุมวัน
	B3	B3_2001	ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2544
		B3_2001_pt	กำหนดขอบเขตภาพเป็นพื้นที่เขตปทุมวัน
	B4	B4_2001	ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2544
		B4_2001_pt	กำหนดขอบเขตภาพเป็นพื้นที่เขตปทุมวัน
		B4_2001_pt_ndvi	ค่าดัชนีพืชพรรณพื้นที่เขตปทุมวัน พ.ศ.2544
		B4_2001_pt_ndvi_reclass	จัดกลุ่มค่า NDVI พื้นที่เขตปทุมวัน พ.ศ.2544
	B5	B5_2001	ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2544
		B5_2001_pt	กำหนดขอบเขตภาพเป็นพื้นที่เขตปทุมวัน
	B6	B6_2001	ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2544
		B6_2001_pt	กำหนดขอบเขตภาพเป็นพื้นที่เขตปทุมวัน
		B6_2001_pt_thermal	ภาพแสดงผลค่าอุณหภูมิพื้นที่เขตปทุมวัน

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ปี พ.ศ.	BAND	ชื่อไฟล์	ความหมาย
	B7	B7_2001	ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2544
		B7_2001_pt	กำหนดขอบเขตภาพเป็นพื้นที่เขตปทุมวัน
	CO	Co_2001	ตำแหน่งจุดตรวจวัดก๊าซ CO
		Co_2001_att	ตำแหน่งจุดตรวจวัดก๊าซ CO และค่าปริมาณ CO
		Co_2001_inter	ภาพแสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณ CO ทั้งหมด.
		Co_2001_inter_pt	ภาพแสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณ CO รอบพื้นที่
		Co_01_pt_attri	ภาพแสดงปริมาณ CO ในพื้นที่เขตปทุมวัน

ตารางที่ 8 การจัดเก็บไฟล์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม พ.ศ.2547

ปี	BAND	ชื่อไฟล์	ความหมาย
2547	B1	B1_2004	ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2547
		B1_2004_pt	กำหนดขอบเขตภาพเป็นพื้นที่เขตปทุมวัน
	B2	B2_2004	ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2547
		B2_2004_pt	กำหนดขอบเขตภาพเป็นพื้นที่เขตปทุมวัน
	B3	B3_2004	ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2547
		B3_2004_pt	กำหนดขอบเขตภาพเป็นพื้นที่เขตปทุมวัน
	B4	B4_2004	ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2547
		B4_2004_pt	กำหนดขอบเขตภาพเป็นพื้นที่เขตปทุมวัน
		B4_2004_pt_ndvi	ค่าดัชนีพืชพรรณพื้นที่เขตปทุมวัน พ.ศ.2547
		B4_2004_pt_ndvi_reclass	จัดกลุ่มค่า NDVI พื้นที่เขตปทุมวัน พ.ศ.2547
	B5	B5_2004	ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2547
		B5_2004_pt	กำหนดขอบเขตภาพเป็นพื้นที่เขตปทุมวัน
	B6	B6_2004	ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2547
		B6_2004_pt	กำหนดขอบเขตภาพเป็นพื้นที่เขตปทุมวัน
		B6_2004_pt_thermal	ภาพแสดงผลค่าอุณหภูมิพื้นที่เขตปทุมวัน
	B7	B7_2004	ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2547
		B7_2004_pt	กำหนดขอบเขตภาพเป็นพื้นที่เขตปทุมวัน
	CO	Co_2004	ตำแหน่งจุดตรวจวัดก๊าซ CO

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ปี	BAND	ชื่อไฟล์	ความหมาย
		Co_2004_att	ตำแหน่งจุดตรวจวัดก๊าซ CO และค่าปริมาณ CO
		Co_2004_inter	ภาพแสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณ CO ทั้งหมด.
		Co_2004_inter_pt	ภาพแสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณ CO รอบพื้นที่
		Co_04_pt_attri	ภาพแสดงปริมาณ CO ในพื้นที่เขตปทุมวัน

ตารางที่ 9 การจัดเก็บไฟล์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม พ.ศ.2550

ปี	BAND	ชื่อไฟล์	ความหมาย
2550	B1	B1_2007	ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2550
		B1_2007_pt	กำหนดขอบเขตภาพเป็นพื้นที่เขตปทุมวัน
	B2	B2_2007	ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2550
		B2_2007_pt	กำหนดขอบเขตภาพเป็นพื้นที่เขตปทุมวัน
	B3	B3_2007	ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2550
		B3_2007_pt	กำหนดขอบเขตภาพเป็นพื้นที่เขตปทุมวัน
	B4	B4_2007	ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2550
		B4_2007_pt	กำหนดขอบเขตภาพเป็นพื้นที่เขตปทุมวัน
		B4_2007_pt_ndvi	ค่าดัชนีพืชพรรณพื้นที่เขตปทุมวัน พ.ศ.2550
		B4_2007_pt_ndvi_reclass	จัดกลุ่มค่า NDVI พื้นที่เขตปทุมวัน พ.ศ.2550
	B5	B5_2007	ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2550
		B5_2007_pt	กำหนดขอบเขตภาพเป็นพื้นที่เขตปทุมวัน
	B6	B6_2007	ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2550
		B6_2007_pt	กำหนดขอบเขตภาพเป็นพื้นที่เขตปทุมวัน
		B6_2007_pt_thermal	ภาพแสดงผลค่าอุณหภูมิพื้นที่เขตปทุมวัน
	B7	B7_2007	ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2550
		B7_2007_pt	กำหนดขอบเขตภาพเป็นพื้นที่เขตปทุมวัน
	CO	Co_2007	ตำแหน่งจุดตรวจวัดก๊าซ CO
		Co_2007_att	ตำแหน่งจุดตรวจวัดก๊าซ CO และค่าปริมาณ CO
		Co_2007_inter	ภาพแสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณ CO ทั้งหมด.
		Co_2007_inter_pt	ภาพแสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณ CO รอบพื้นที่
		Co_07_pt_attri	ภาพแสดงปริมาณ CO ในพื้นที่เขตปทุมวัน

5.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม

ข้อมูลภาคสนามของพื้นที่วิจัยจะเก็บรวบรวมในลักษณะของภาพถ่าย การสังเกตและการจดบันทึก โดยแยกประเภทข้อมูลออกเป็นสภาพทั่วไปของพื้นที่ ประเภทของพื้นที่สีเขียวในพื้นที่ศึกษา ถนนสำคัญในพื้นที่ศึกษา ประกอบกับแผนที่เพื่อประกอบการวิเคราะห์ต่อไป โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามจะดำเนินการในระหว่างวันที่ 10 - 20 ธันวาคม 2552 ช่วงเวลาทำการเก็บข้อมูลระหว่างเวลา 9.00 - 16.00 น.

การดำเนินการจะประกอบด้วยการขับรถสำรวจเส้นทางถนนสายหลักและสายรอง ส่วนถนนสายย่อยและสถานที่จะใช้วิธีการเดินสำรวจ สำหรับการเก็บข้อมูลมุมมองด้านสูงจะดำเนินการโดยถ่ายภาพจากอาคารสูงโดยรอบพื้นที่ให้เห็นทัศนียภาพโดยรวมของพื้นที่

6. กระบวนการวิเคราะห์

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดตัวแปร สมมติฐาน และสมการความสัมพันธ์

- การกำหนดตัวแปรของงานวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

ตัวแปรอิสระ คือ ลักษณะพื้นที่สีเขียว (G)

ตัวแปรตาม คือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง (ΔT) และก๊าซมลพิษ (CO)

- สมมติฐานของการวิจัย ประกอบด้วยความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นที่สีเขียวกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงจะมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันต่อกัน และความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นที่สีเขียวกับก๊าซมลพิษจะมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันต่อกัน โดยแบ่งออกเป็น 2 สมการดังนี้

สมการที่ 1 $\Delta T \propto f(G)$ ΔT คือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง

G คือ ลักษณะพื้นที่สีเขียว

โดยกำหนดให้ลักษณะพื้นที่สีเขียวเป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variable) และมีตัวแปรตาม (Dependent Variable) คืออุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง

สมการที่ 2 $\Delta CO \propto f(G)$ CO คือ ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

โดยกำหนดให้ลักษณะพื้นที่สีเขียวเป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variable) และมีตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

โดยที่ทั้งสองสมการมีตัวแปรควบคุมคือช่วงเวลา

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปร

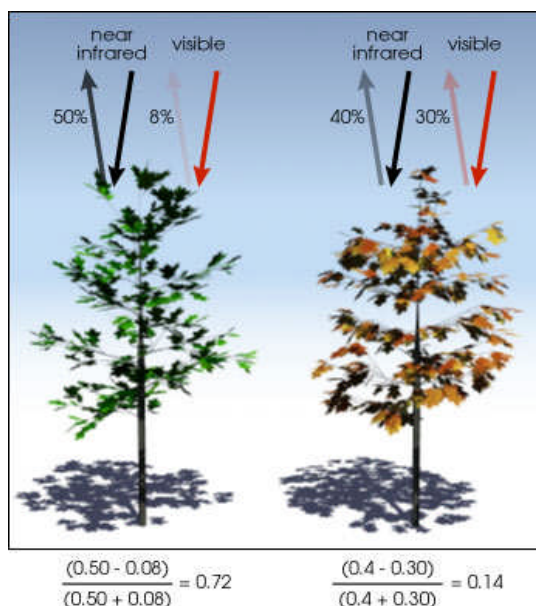
จากตัวแปรที่กำหนดได้แก่ ตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุม ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละประเภท จะสร้างสมการเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรดังนี้

สมการที่ 1 $\Delta T \propto f(G)$ ΔT คือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง

G คือ ลักษณะพื้นที่สีเขียว

สมการที่ 2 $\Delta CO \propto f(G)$ CO คือ ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์

จากสมการที่ 1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียว กับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง โดยจะศึกษาลักษณะพื้นที่สีเขียวจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมสำรวจทรัพยากร LANDSAT-5 ซึ่งเป็นข้อมูลที่สามารถจำแนกวัสดุพื้นผิวที่เป็นพื้นที่สีเขียวและพื้นผิวในลักษณะอื่นหรือที่เรียกว่า Normalised Difference Vegetation Index (NDVI)* โดยมีความหมายแตกต่างกันตามค่าที่แสดงออกมา เช่นค่าใกล้ 1 หมายถึงพื้นที่ซึ่งมีพืชพันธุ์สมบูรณ์มาก เช่น พื้นที่ป่าไม้



ภาพที่ 28 การวัดค่าดัชนีพืชพรรณ

ที่มา : NASA. Measuring Vegetation (NDVI&EVI) [Online], Accessed 5 February 2009. Available from earthobservatory.nasa.gov/

* NDVI เป็นค่าที่ใช้ในการหาดัชนีพืชพรรณว่า ณ ตำแหน่ง Pixel นั้นมีความแตกต่างระหว่างช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ และช่วงคลื่นสีแดง แตกต่างกันก็เปอร์เซ็นต์ มีสูตรเต็มคือ NDVI (Index) = (NIR - Red)/(NIR + Red) ผลลัพธ์ ที่ได้จะมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1 ถ้าเป็นเลข 8 บิต จะมีค่าอยู่ในระหว่าง 0-255 หากค่าสะท้อนสูงแสดงว่าเป็นพื้นที่ที่มีคลอโรฟิลล์สูง

จากสมการความสัมพันธ์ $\Delta T \propto f(G)$ ลักษณะพื้นที่สีเขียวส่งผลต่อค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง โดยความสมบูรณ์ของพื้นที่สีเขียวที่แตกต่างกัน ถ้าหากวัดจากค่า NDVI จะมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิที่แตกต่างกัน กล่าวคือลักษณะทรงพุ่มที่สมบูรณ์และขนาดใหญ่ย่อมส่งผลต่อการลดอุณหภูมิได้มากกว่าลักษณะพืชพรรณที่ขนาดเล็กกว่าหรือขาดความสมบูรณ์ ดังสมการที่ 3

$$\text{สมการที่ 3} \quad \Delta T \propto f(\text{NDVI}) \quad \text{NDVI คือ ค่าดัชนีพืชพรรณ}$$

จากสมการที่ 1 จะทำการทดสอบสมมติฐานโดยใช้ข้อมูลของปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550 ทำการเปรียบเทียบกันทั้ง 3 ปี ดังนี้

1) การกำหนดประเภทของพื้นที่คลุมดินในพื้นที่ศึกษา (Land cover classification) โดยใช้โปรแกรม Idrisi ทำการแบ่งประเภทของพื้นที่คลุมดินออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

- (1) น้ำ กำหนดให้ค่า NDVI อยู่ระหว่าง -1.000 ถึง -0.151
- (2) พื้นที่ปกคลุมด้วยหญ้าหรือที่ว่าง กำหนดให้ค่า NDVI อยู่ระหว่าง -0.150 ถึง -0.001
- (3) อาคารและสิ่งก่อสร้าง กำหนดให้ค่า NDVI อยู่ระหว่าง 0.000 ถึง 0.199
- (4) พื้นที่ปกคลุมด้วยต้นไม้ยืนต้น กำหนดให้ค่า NDVI อยู่ระหว่าง 0.200 ถึง 1.000

2) การเปรียบเทียบปริมาณของพื้นที่แต่ละประเภท ในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550 เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปริมาณพื้นที่สีเขียวที่เปลี่ยนแปลงกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง

3) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิเฉลี่ยจากภาพถ่ายดาวเทียม ระหว่างปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และปี พ.ศ.2550 กับค่า NDVI ของพื้นที่ศึกษา โดยวิธีการทางสถิติ หรือ Simple Linear Regressions

จากสมการที่ 2 $\Delta \text{CO} \propto f(G)$ ลักษณะพื้นที่สีเขียวส่งผลต่อค่าปริมาณความเข้มข้นของก๊าซมลพิษ (CO) โดยลักษณะพื้นที่สีเขียวเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ก๊าซ CO ลดลง

ความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวมีผลต่อปริมาณความเข้มข้นของก๊าซ CO เนื่องจากก๊าซ CO เป็นก๊าซมลพิษซึ่งมีองค์ประกอบของโมเลกุลคาร์บอน ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มของก๊าซเรือนกระจก ซึ่งลักษณะของก๊าซเรือนกระจกโดยทั่วไปเมื่อความเข้มข้นมากขึ้นจะทำให้บรรยากาศหนาขึ้นจนเก็บกักความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ส่องลงมา ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยบนโลกสูงขึ้นลักษณะเช่นเดียวกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ก๊าซ CO ที่สะสมอยู่ในเมือง ส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่สามารถเห็นได้อย่างชัดเจนคือ การเผาไหม้ในเครื่องยนต์จะปล่อยก๊าซต่างๆ ออกมา ปกติแล้วจะพบก๊าซ CO₂ ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ (เชื้อเพลิง + ออกซิเจน -----> คาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำ) และยังพบก๊าซชนิดอื่นได้แก่ ก๊าซไนโตรเจนและไอน้ำ ซึ่งปกติมีในบรรยากาศและไม่เป็นอันตรายกับมนุษย์

ส่วนการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ที่ไม่สมบูรณ์ส่งผลให้เกิดก๊าซที่เป็นมลพิษ ได้แก่

- ก๊าซ CO (เชื้อเพลิง + ออกซิเจน ----> คาร์บอนมอนอกไซด์ + น้ำ) ถ้าการเผาไหม้ได้รับออกซิเจนที่เพียงพอ คาร์บอนมอนอกไซด์จะเปลี่ยนเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

- ไฮโดรคาร์บอน หรือ volatile organic compounds (VOCs) เป็นสาเหตุของการเกิดกลุ่มหมอกควันในเมืองหรือ smog

- ไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) และ ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) หรือ NO_x ก๊าซเหล่านี้ก่อให้เกิด smog และฝนกรด

ดังนั้นปริมาณก๊าซ CO ในเมืองที่เกิดขึ้นเป็นก๊าซที่มีความสำคัญต่อมลภาวะในชุมชนเมืองและต่อปัญหาภาวะโลกร้อนทางอ้อม การทดสอบสมมติฐานเพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองจะทำการวิเคราะห์ดังนี้

1) ศึกษาสภาพปริมาณของก๊าซ CO ด้วยโปรแกรม IDRISI เพื่อคาดการณ์ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซ CO ในพื้นที่เขตปทุมวัน โดยใช้ข้อมูลจากสถิติรายงานคุณภาพอากาศในปี พ.ศ. 2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550 จากจุดตรวจวัดชั่วคราวบริเวณริมถนนในกรุงเทพมหานคร จำนวน 15 จุดโดยรอบพื้นที่วิจัย เพื่อวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้ง 3 ปี

2) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่สีเขียวและปริมาณก๊าซ CO เฉพาะบริเวณภายในพื้นที่วิจัยโดยเปรียบเทียบระหว่างปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550 โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ Simple Linear Regressions

3) สรุปผลการวิเคราะห์โดยแสดงผลเป็นสมการความสัมพันธ์ของตัวแปรและแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่สีเขียวและปริมาณก๊าซ CO

ขั้นตอนที่ 3 การสรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสถิติ

การสรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละประเภท จะสรุปผลโดยการแสดงผลที่ได้ออกมาเป็นสมการความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว ซึ่งจะเป็นสมการความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นที่สีเขียวกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงและลักษณะพื้นที่สีเขียวกับปริมาณความเข้มข้นของก๊าซ CO

ขั้นตอนที่ 4 การอภิปรายผล และเสนอแนะลักษณะพื้นที่สีเขียว

เมื่อทำการสรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง ลักษณะพื้นที่สีเขียวและก๊าซ CO ระหว่างปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550 จะนำผลการวิเคราะห์ดังกล่าวมาทำการอภิปรายเสนอความเห็น เพื่อนำไปสู่การเสนอแนะลักษณะพื้นที่สีเขียวที่เหมาะสมในเขตชุมชนเมือง

ขั้นตอนที่ 5 การสัมภาษณ์ความคิดเห็นจากนักวิชาการด้านสิ่งแวดล้อม

การสัมภาษณ์ความคิดเห็นจากนักวิชาการด้านสิ่งแวดล้อม เป็นการนำผลการวิเคราะห์ทั้งหมดและข้อเสนอแนะลักษณะพื้นที่สีเขียวจากการวิจัยไปสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม โดยวิธีการสัมภาษณ์นักวิชาการ จำนวน 3 ท่าน โดยกำหนดประเด็นของคำถามออกเป็น 2 ประเด็น คือ

ประเด็นคำถามที่ 1 เพื่อให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับผลจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ โดยพิจารณาจากสมการแสดงความสัมพันธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวแปรทั้ง 2 สมการ

ประเด็นคำถามที่ 2 เพื่อให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับรูปแบบและลักษณะของพื้นที่สีเขียวที่จะช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อนในเขตชุมชนเมือง

ขั้นตอนที่ 6 การสรุปผลการวิจัย

การสรุปผลการวิจัยจะทำการนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ทำการสรุปผล ข้อเสนอแนะ ลักษณะพื้นที่สีเขียว รวมทั้งความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากนักวิชาการ รวบรวมสรุปเป็น ข้อเสนอแนะลักษณะพื้นที่สีเขียวที่เหมาะสมในการช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อนสำหรับชุมชนเมือง

7. สรุป

สรุปเนื้อหาสำคัญในบทที่ 3 เป็นการออกแบบการวิจัยตั้งแต่การกำหนดกรอบการวิจัย กระบวนการวิจัยในแต่ละขั้นตอน การเลือกพื้นที่ศึกษา ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อเป็นการกำหนดขอบเขตของการวิจัยและแนวทางในการดำเนินการวิจัยต่อไป ซึ่งในบทต่อไปคือบทที่ 4 จะกล่าวถึงรายละเอียดของสภาพพื้นที่วิจัยซึ่งจะเป็นข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป

การออกแบบกระบวนการทดสอบและวิเคราะห์ในบทนี้ ได้ทำการกำหนดกรอบและแนวทางในการดำเนินการ โดยเริ่มจากกรอบทฤษฎี และแนวคิดด้านการลดภาวะโลกร้อนและทำการกำหนดกรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย การศึกษาสภาพของพื้นที่วิจัย การศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวที่มีต่ออุณหภูมิและก๊าซมลพิษ การสรุปผลจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เพื่อนำผลที่ได้ไปสอบถามความคิดเห็นจากนักวิชาการ และสรุปผลที่ได้เพื่อเสนอแนะเป็นรูปแบบและลักษณะของพื้นที่สีเขียวที่เหมาะสมในการลดภาวะโลกร้อนในชุมชนเมืองต่อไป

การเลือกพื้นที่วิจัย กำหนดให้เขตปทุมวันเป็นพื้นที่วิจัย เนื่องจากลักษณะพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของเมืองสูง มีลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินหลากหลาย อยู่ในพื้นที่ใจกลางเมือง ลักษณะของพื้นที่สีเขียวในเขตปทุมวันมีความหลากหลาย เช่น สวนสาธารณะ สนามกีฬา สนามกอล์ฟ

นอกจากนี้ลักษณะการคมนาคมขนส่งในเขตปทุมวันเป็นตัวแปรที่อาจมีความสัมพันธ์กับการวิจัย ไม่ว่าจะเป็นทางบก ทางน้ำ หรือระบบขนส่งมวลชนขนาดใหญ่

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย กำหนดให้ประชากรในการวิจัยส่วนแรกได้แก่ ภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งกำหนดให้เป็นภาพถ่ายดาวเทียมของพื้นที่วิจัยในปี พ.ศ.2544 พ.ศ. 2547 และ พ.ศ.2550 โดยถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT-5 ประกอบด้วย 7 ช่วงคลื่น ส่วนที่สองได้แก่นักวิชาการด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ด้านพืชศาสตร์ ด้านผังเมือง จำนวน 3 ท่าน และเครื่องมือที่ใช้การวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยกล้องถ่ายภาพ เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การทำแผนที่และการนำเสนอผลการวิจัย โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจะดำเนินการเก็บข้อมูลภาคเอกสารได้แก่ ภาพถ่ายดาวเทียมของพื้นที่วิจัย ในปี พ.ศ.2544 พ.ศ. 2547 และ พ.ศ.2550 และการเก็บข้อมูลภาคสนามได้แก่ภาพถ่ายจากพื้นที่วิจัยและการจดบันทึกส่วนกระบวนการวิเคราะห์ จะประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินการ 6 ขั้นตอนได้แก่ (1) การกำหนดตัวแปร สมมติฐานและสมการความสัมพันธ์ (2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปร (3) การสรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสถิติ (4) การอภิปรายผล และเสนอแนะลักษณะพื้นที่สีเขียว (5) การสัมภาษณ์ความคิดเห็นจากนักวิชาการด้านสิ่งแวดล้อม และ (5) สรุปผลการวิจัย

เมื่อได้ทำการออกแบบการวิจัยดังรายละเอียดข้างต้นแล้ว ก็จะเริ่มดำเนินการวิจัยตามกรอบที่กำหนดไว้ โดยจะทำการศึกษาสภาพของพื้นที่วิจัยในบทที่ 4 ต่อไป

บทที่ 4

สภาพของพื้นที่วิจัย

การศึกษาสภาพของพื้นที่วิจัยจะทำการศึกษาพื้นที่เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร เขตปทุมวันซึ่งได้รับการกำหนดให้เป็นพื้นที่วิจัยนี้เป็นพื้นที่ซึ่งมีความเป็นเมืองหนาแน่นสูง ประกอบด้วยอาคาร สิ่งก่อสร้างจำนวนมาก การใช้ประโยชน์ที่ดินหลากหลายโดยมีประเภทพาณิชย์กรรมเป็นหลัก จึงทำให้ปริมาณการจราจรบนถนนทั้งสายหลักและสายรองคับคั่งตลอดวัน หัวข้อการศึกษาสภาพของพื้นที่วิจัยประกอบด้วยประวัติความเป็นมาและความสำคัญของพื้นที่วิจัย ที่ตั้งและอาณาเขตของพื้นที่วิจัย สภาพปัจจุบันของพื้นที่วิจัย พื้นที่เขียวและต้นไม้ในพื้นที่วิจัย และภาพถ่ายดาวเทียมของพื้นที่วิจัย

1. ประวัติความเป็นมาและความสำคัญของพื้นที่วิจัย

1.1 ประวัติความเป็นมาของเขตปทุมวัน

เขตปทุมวัน เป็น 1 ใน 50 เขตการปกครองของกรุงเทพมหานคร จัดอยู่ในกลุ่มเขตภูมิปิ่น ซึ่งถือเป็นเขตศูนย์กลางทางธุรกิจ การค้า การบริการ และการทูต ในรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 4 พระองค์ได้เสด็จทอดพระเนตรบริเวณคลองแสนแสบ ซึ่งในขณะนั้นยังมีสภาพเป็นท้องนาขานเมือง มีบัวพันธุ์ไทยขึ้นอยู่เป็นจำนวนมาก จึงโปรดฯ ให้สร้างสวนสระบัวและพระราชกำหนดกวางสระปทุมขึ้นเพื่อเป็นที่ประทับพักผ่อน และต่อมาได้โปรดฯ ให้สร้างวัดปทุมวนารามขึ้นเป็นพระอารามหลวง บริเวณดังกล่าวจึงมีชื่อเรียกว่า ปทุมวัน

อำเภอปทุมวัน ได้รับการจัดตั้งขึ้นตามประกาศกระทรวงนครบาลเมื่อปี พ.ศ. 2457 โดยใช้ที่ว่าการอำเภอสามแยก (ต่อมายุบรวมกับอำเภอสัมพันธวงศ์) เป็นที่ทำการในชั้นแรก จากนั้นจึงย้ายมาตั้งอยู่ที่สี่แยกปทุมวัน และได้ย้ายมาอยู่ที่ตั้งปัจจุบันในซอยจุฬาลงกรณ์ 5 ถนนพระรามที่ 4 ในปี พ.ศ. 2506

ในปี พ.ศ. 2515 ได้มีประกาศคณะปฏิวัติจัดตั้งกรุงเทพมหานครขึ้นแทนที่นครหลวงกรุงเทพมหานครซึ่งเกิดจากการรวมกันของจังหวัดพระนครและจังหวัดธนบุรี อำเภอปทุมวันจึงได้รับการเปลี่ยนแปลงฐานะเป็นเขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ส่วนตำบลต่างๆ ในท้องที่ที่มีฐานะเป็นแขวง

ในอดีตพื้นที่เขตปทุมวันมีลักษณะเป็นชนบทขานเมือง การไปมาหาสู่ใช้เส้นทางคมนาคมทางเรือเป็นหลัก โดยมีคลองแสนแสบเป็นเส้นทางคมนาคมเชื่อมกับคลองผดุงกรุงเกษม



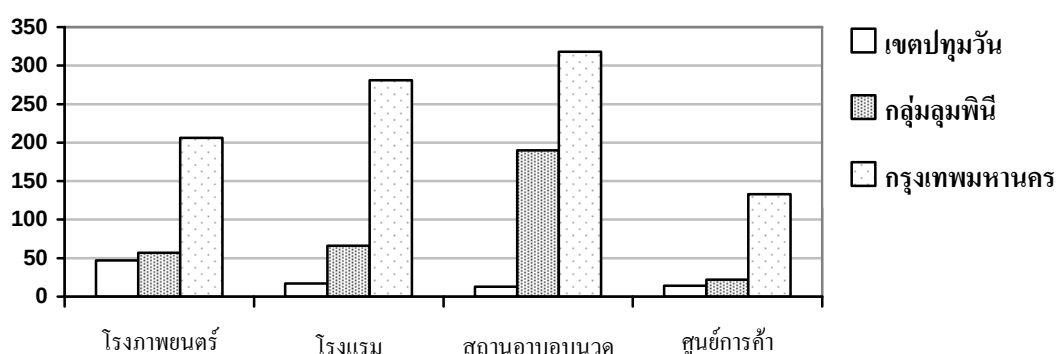
ภาพที่ 29 การสัญจรทางน้ำในสมัยก่อน

ที่มา : สำนักงานเขตปทุมวัน. ประวัติความเป็นมา [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 20 ธันวาคม 2551.

เข้าถึงได้จาก <http://203.155.220.239/subsite/index.php?strOrgID=001034/>

1.2 ความสำคัญของเขตปทุมวัน

ปัจจุบันพื้นที่เขตปทุมวันนับได้ว่ามีความสำคัญต่อกรุงเทพมหานครในหลายด้าน ด้านเศรษฐกิจพื้นที่เขตปทุมวันเป็นศูนย์กลางทางเศรษฐกิจในด้านการค้าและบริการ ด้านการศึกษาเป็นที่ตั้งของสถานศึกษาที่มีความสำคัญ ด้านการทูตเขตปทุมวันเป็นที่ตั้งของสถานทูตหลายประเทศ เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศญี่ปุ่น ประเทศสเปน ประเทศสหราชอาณาจักร ประเทศนิวซีแลนด์ ประเทศนอร์เวย์ เป็นต้น



แผนภูมิที่ 7 การเปรียบเทียบจำนวนสถานประกอบการของเขตปทุมวัน กลุ่มลุมพินีและกรุงเทพมหานคร
ที่มา : สำนักยุทธศาสตร์และประเมินผล. สถิติกรุงเทพมหานคร ปี 2550 (กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์คณะรัฐมนตรีและราชกิจจานุเบกษา, 2550), 232.

จากแผนภูมิดังกล่าวพบว่าสถานประกอบการแต่ละประเภทในพื้นที่เขตปทุมวันมีจำนวนมากหากเปรียบเทียบกับเขตในกลุ่มลุมพินี โดยโรงพยาบาลและศูนย์การค้ามีจำนวนสูงมาก ย่านที่มีความสำคัญของพื้นที่ ได้แก่ ย่านสยามสแควร์ ย่านมานูญครอง ย่านเซ็นทรัลเวิร์ล นอกจากนี้ยังมีพื้นที่ชุมชนการค้าเดิมบริเวณตลาดสามย่านและย่านการค้าถนนบรรทัดทอง ซึ่งยังคงวิถีชีวิตแบบเดิมไว้

นอกจากย่านการค้าและบริการ พื้นที่เขตปทุมวันยังเป็นที่ตั้งของสถานศึกษาที่มีความสำคัญของประเทศ ได้แก่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 1,309 ไร่ หรือประมาณ 2.09 ตร.กม. ซึ่งคิดเป็นพื้นที่ถึง 1 ใน 4 ของพื้นที่เขตปทุมวัน ขณะเดียวกันยังเป็นที่ตั้งของสนามกีฬาแห่งชาติ และสวนลุมพินี ซึ่งเป็นสวนสาธารณะระดับย่าน มีพื้นที่ถึง 360 ไร่ การเป็นที่ตั้งของย่านการค้า ธุรกิจและบริการ สถานศึกษาและแหล่งพักผ่อนหย่อนใจที่มีความสำคัญ จึงทำให้พื้นที่เขตปทุมวันกลายเป็นย่านซึ่งดึงดูดผู้คน และเป็นศูนย์กลางของภาคบริการของเมืองมากขึ้น ประกอบกับทำเลที่ตั้งซึ่งมีระบบคมนาคมขนส่งที่เข้าถึงได้สะดวก ไม่ว่าจะเป็นทางถนน ทางน้ำหรือระบบราง สามารถเดินทางเชื่อมต่อไปยังส่วนต่างๆ ของเมืองได้อย่างรวดเร็ว

ในขณะที่การพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจการค้าทำให้เกิดอาคารสิ่งก่อสร้างที่มีความหลากหลาย และหนาแน่นขึ้น แต่สถานที่สำคัญของเขตปทุมวันยังคงได้รับการอนุรักษ์ไว้เช่นเดียวกัน สถานที่ที่มีความสำคัญเหล่านี้ได้แก่

1) วัดปทุมวนาราม ราชวรวิหาร

วัดปทุมวนาราม ราชวรวิหารเป็นที่ประดิษฐานพระพุทธรูปพระเสริมศักดิ์สิทธิ์ ได้แก่ พระเสริม พระแสนและพระสุก นอกจากนี้ยังเป็นที่ประดิษฐานพระบรมอัฐิ พระราชสรีราจการ และพระอัฐิของพระเจ้าอยู่หัวและพระราชวงศ์ในราชสกุลมหิดลหลายพระองค์ เช่น สมเด็จพระศรีสวรินทิราบรมราชเทวี พระพันวัสสาอัยยิกาเจ้า สมเด็จพระมหิตลาธิเบศร อดุลยเดชวิกรม พระบรมราชชนก สมเด็จพระราชปิตุจฉา เจ้าฟ้าวไลยอลงกรณ์ กรมหลวงเพชรบุรีราชสิรินธร พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวอานันทมหิดล และสมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี

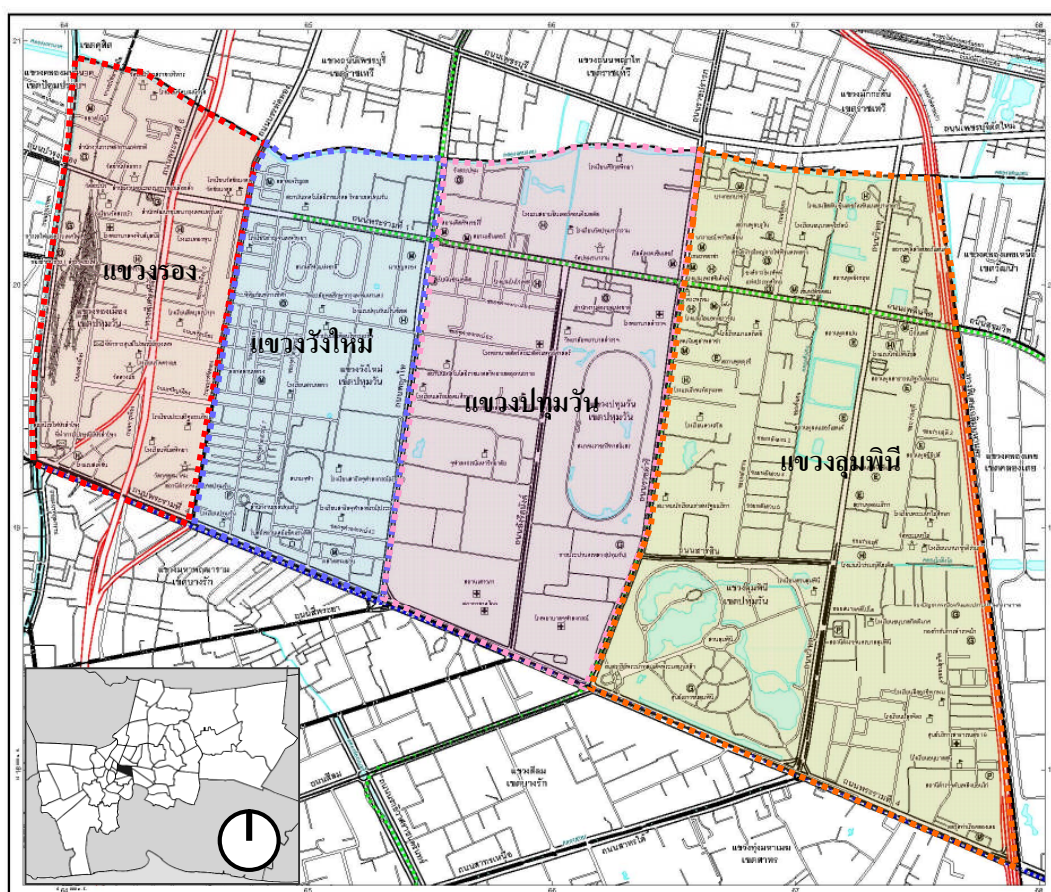
2) วัดสระปทุม

วัดสระปทุมตั้งอยู่บริเวณถนนพระรามที่ 1 และถนนพญาไท แต่เดิมพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวพระราชทานที่ดินให้เป็นที่ตั้งสร้างวังของสมเด็จพระเจ้าฟ้ากรมขุนสงขลานครินทร์ พระราชโอรสในพระองค์ที่ประสูติแต่สมเด็จพระศรีสวรินทิราบรมราชเทวี พระพันวัสสาอัยยิกาเจ้า แต่ยังมีได้มีการสร้างวังขึ้น ณ ขณะนั้น เนื่องจากสมเด็จฯ เจ้าฟ้ากรมขุนสงขลานครินทร์ได้เสด็จไปศึกษาต่อยังต่างประเทศ หลังจากการเสด็จสวรรคตของพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว สมเด็จพระพันวัสสาอัยยิกาเจ้าได้เสด็จออกมาประทับนอกพระบรมมหาราชวัง ทรงเริ่มสร้างพระตำหนักขึ้น ณ วัดสระปทุม และเสด็จประทับเป็นการถาวรตลอดพระชนม์ชีพพร้อมด้วยสมเด็จฯ เจ้าฟ้ากรมขุนสงขลานครินทร์และพระประยูรญาติ ในอดีตยังคงเคยเป็นสถานที่จัดพระราชพิธีราชาภิเษกสมรสระหว่างพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดชและสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ ในปัจจุบันวัดสระปทุมเป็นที่ประทับของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

ดังนั้นจะเห็นว่าพื้นที่เขตปทุมวันเป็นพื้นที่ซึ่งมีความสำคัญนับตั้งแต่อดีตจนกระทั่งปัจจุบัน เป็นที่ตั้งของสถานที่สำคัญทั้งภาครัฐและเอกชน มีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่หลากหลาย มีความเด่นชัดในลักษณะของย่าน มีระบบคมนาคมขนส่งในพื้นที่ครอบคลุมทั่วถึงและหลากหลาย อีกทั้งลักษณะพื้นที่สีเขียวที่มีหลายรูปแบบ จึงเหมาะสมที่จะใช้เป็นพื้นที่วิจัยต่อไป

2. ที่ตั้งและอาณาเขตของพื้นที่วิจัย

เขตปทุมวันตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยา มีอาณาเขตติดต่อ ดังนี้
 ทิศเหนือ ติดต่อกับเขตดุสิตและเขตราชเทวีมีคลองมหานาคและคลองแสนแสบเป็นเส้นแบ่ง
 ทิศตะวันออก ติดต่อกับเขตวัฒนาและเขตคลองเตย มีแนวรถไฟฟ้าชองนนทบุรีเป็นเส้นแบ่ง
 ทิศใต้ ติดต่อกับเขตสาทรและเขตบางรัก มีถนนพระรามที่ 4 ฝั่งใต้ เป็นเส้นแบ่ง
 ทิศตะวันตก ติดต่อกับเขตป้อมปราบศัตรูพ่าย มีคลองผดุงกรุงเกษมเป็นเส้นแบ่ง



ภาพที่ 30 ที่ตั้งและขอบเขตการปกครองของเขตปทุมวัน

ที่มา : วิทิพีเดีย สารานุกรมเสรี. เขตปทุมวัน [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 22 ธันวาคม 2551. เข้าถึงได้จาก http://www.bma-cpd.go.th/db/doc/khetmap_A3/prathumwan.pdf

ส่วนการแบ่งเขตการปกครองในพื้นที่เขตปทุมวัน แบ่งหน่วยการปกครองออกเป็น 4 แขวง ได้แก่แขวงรองเมือง แขวงวังใหม่ แขวงปทุมวัน และแขวงลุมพินี

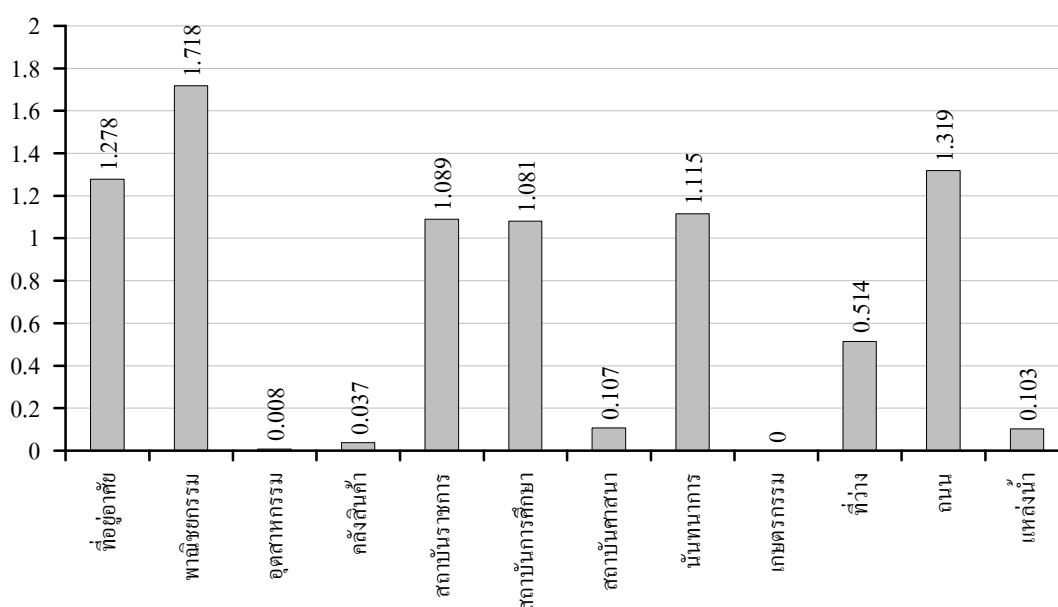
3. สภาพปัจจุบันของพื้นที่วิจัย

พื้นที่เขตปทุมวันครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 8.37 ตร.กม. ที่ตั้งของเขตจัดอยู่ในบริเวณศูนย์กลางเมือง มีระบบคมนาคมขนส่งที่ครอบคลุมและเป็นที่ตั้งของสถานที่สำคัญหลายแห่ง อีกทั้งยังเป็นพื้นที่ที่มีชุมชนดั้งเดิมอยู่อาศัยมาแต่อดีต ในปัจจุบันความหนาแน่นของประชากรในพื้นที่เพิ่มสูงขึ้น ตลอดจนลักษณะการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ ส่งผลให้ที่ดินบริเวณนี้มีมูลค่าสูงขึ้น เนื่องจากมีความเหมาะสมทางการลงทุนภาคธุรกิจ การค้า และการบริการ สภาพปัจจุบันของพื้นที่เขตปทุมวันมีลักษณะดังนี้

3.1 ลักษณะทางกายภาพ

3.1.1 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่เขตปทุมวัน ในปัจจุบันประกอบด้วยพื้นที่พักอาศัย พาณิชยกรรม การค้าและการบริการ สถาบันการศึกษา สถานที่ราชการ ศาสนสถาน พื้นที่โล่งเพื่อนันทนาการและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม เช่น สวนสาธารณะ สนามกีฬา เป็นต้น ซึ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่จะเป็นประเภทพาณิชยกรรม รองลงมาได้แก่ ที่อยู่อาศัย สถาบันการศึกษา และสถานที่ราชการ โดยจำแนกออกได้ดังนี้



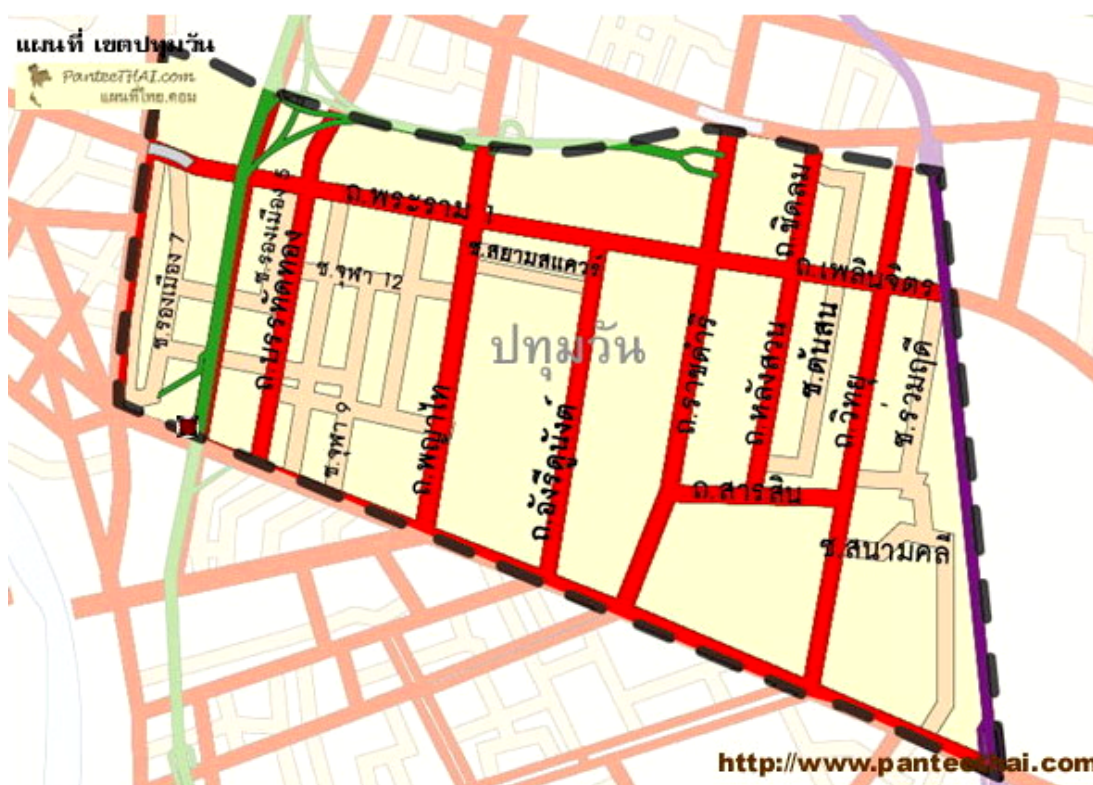
แผนภูมิที่ 8 การใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตปทุมวัน ปี พ.ศ.2550

ที่มา : กองนโยบายและแผนงาน. การใช้ประโยชน์ที่ดิน (กรุงเทพฯ : สำนักผังเมือง, 2550), 243-246.

3.1.2 ระบบคมนาคมและขนส่ง

1) ระบบคมนาคมทางบก

- ระบบถนน ถนนสายหลักในพื้นที่ ได้แก่ ถนนพระรามที่ 1 (ต่อเนื่องเป็นถนนเพลินจิตและถนนสุขุมวิท) ตัดผ่านพื้นที่เขตในแนวอนทางทิศเหนือ ถนนพระรามที่ 4 เป็นเส้นแบ่งเขตการปกครองทางทิศใต้ ถนนสายหลักที่เชื่อมระหว่างถนนทั้ง 2 สายนี้ ได้แก่ ถนนพญาไท ถนนราชดำริ และถนนรองเมือง ถนนจากรูเมือง (ต่อเนื่องเป็นถนนพระรามที่ 6) นอกจากนี้ยังมีถนนสายรอง ได้แก่ ถนนหลังสวน ถนนวิฑู ถนนบรรทัดทอง ถนนสารสิน ถนนจรัสเมือง ถนนอังรีดูนังต์ และถนนเจริญเมือง ส่วนทางพิเศษมี 2 เส้นทางคือ ทางพิเศษศรีรัชอยู่ทางด้านตะวันตกและทางพิเศษเฉลิมมหานครอยู่ทางด้านตะวันออก



ภาพที่ 31 ระบบถนนในเขตปทุมวัน

ที่มา : แผนที่ไทยดอทคอม. แผนที่เขตปทุมวัน [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 30 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก http://www.panteethai.com/show_place.asp?pid=598/

- ระบบราง พื้นที่เขตปทุมวันมีสถานีรถไฟหัวลำโพง ตั้งอยู่ในแขวงรองเมือง เป็นสถานีรถไฟกรุงเทพฯ (หัวลำโพง) รับผิดชอบดูแลโดยการรถไฟแห่งประเทศไทย เป็นสถานีรถไฟหลักของประเทศไทย และเป็นสถานีที่เก่าแก่ที่สุด สร้างในสมัยรัชกาลที่ 5 สร้างเสร็จและเริ่มใช้งาน วันที่ 25 มิถุนายน พ.ศ. 2459 ในปัจจุบันสถานีรถไฟหัวลำโพงมีทางเชื่อมต่อกับรถไฟฟ้ามหานครหรือรถไฟฟ้าใต้ดินบริเวณถนนพระรามที่ 4 สถานีกรุงเทพฯ มีรถไฟประมาณ 200 ขบวนต่อวัน โดยมีผู้โดยสารหลายหมื่นคน โดยเฉพาะช่วงวันสำคัญ เช่น วันปีใหม่ วันสงกรานต์ จะมีผู้โดยสารเป็นจำนวนมาก



ภาพที่ 32 สถานีรถไฟกรุงเทพฯ

ที่มา : วิทิพีเดีย สารานุกรมเสรี. สถานีรถไฟกรุงเทพฯ [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 20 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8f/Bkk-Hualamphong-newlypainted-0802-1.jpg/>

- ระบบขนส่งมวลชน เขตปทุมวันมีระบบรถไฟฟ้าใต้ดิน 4 สถานี ซึ่งเริ่มจากสถานีหัวลำโพง สถานีสามย่าน สถานีสีลม และสถานีลุมพินี ตั้งอยู่ริมแนวเขตทางทิศใต้ ส่วนรถไฟฟ้า (BTS) ในเขตปทุมวันมี 5 สถานี ได้แก่ สถานีสนามกีฬาแห่งชาติ สถานีสยามบริเวณหน้าสยามเซ็นเตอร์ สถานีราชดำริ (สายสีลม) สถานีชิดลม และสถานีเพลินจิต (สายสุขุมวิท) โดยมีสถานีสยามเป็นจุดเชื่อมต่อสายสีลมกับสายสุขุมวิท



ภาพที่ 33 แผนที่เส้นทางรถไฟฟ้า

ที่มา : The Ultimate Guide to Thailand. BTS Route [Online], Accessed 15 March 2009. Available from <http://www.soidb.com/th/bangkok/shop/hypermart/map.html?mode=bts/>

2) ระบบคมนาคมทางน้ำ

ระบบคมนาคมทางน้ำในพื้นที่เขตปทุมวัน ในปัจจุบันมีการให้บริการเรือค่วนในคลองแสนแสบ ซึ่งเป็นคลองที่แบ่งเขตปกครองทางทิศเหนือระหว่างเขตปทุมวันกับเขตราชเทวีมีท่าเรือ 5 แห่ง ได้แก่ ท่าเรือเจริญผล ท่าเรือสะพานหัวช้าง ท่าเรือประตูน้ำ และท่าเรือชิดลม โดยกรุงเทพมหานครเป็นผู้รับผิดชอบดูแลการให้บริการ



ภาพที่ 34 เรือโดยสารในคลองแสนแสบ

ที่มา : มุมท่องเที่ยวผู้จัดการออนไลน์. จากแสนแสบในวันนี้ [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 15 March 2009. เข้าถึงได้จาก <http://www.geocities.com/buildingwg/saensaeb.html/>

3.2 ด้านสังคม

พื้นที่เขตปทุมวันประกอบด้วยกลุ่มชุมชนหลายประเภท เช่น เกหะชุมชน ชุมชนเมือง และชุมชนแออัด ถึงแม้เขตปทุมวันจะเป็นย่านธุรกิจการค้าและบริการที่สำคัญ แต่พบว่าปัจจุบันมีชุมชนแออัดมากถึง 12 ชุมชนในพื้นที่ เนื่องจากเป็นแหล่งงานทำให้ประชากรแฝงเข้ามาในพื้นที่จำนวนมาก ความหนาแน่นของประชากร 7,294 คนต่อตร.กม.

ตารางที่ 10 จำนวนประชากรและจำนวนบ้านในพื้นที่เขตปทุมวัน

พื้นที่การปกครอง (แขวง)	จำนวนประชากร			จำนวนบ้าน (หลังคาเรือน)
	ชาย (คน)	หญิง (คน)	รวม (คน)	
รองเมือง	10,081	10,890	20,971	6,686
วังใหม่	5,737	5,813	11,550	4,972
ปทุมวัน	3,105	4,850	7,955	877
ลุมพินี	9,956	11,208	21,164	11,111
รวม	28,879	32,761	61,640	23,646

ที่มา : สำนักงานเขตปทุมวัน. สถิติประชากรรายแขวง (กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., 2551)

4. พื้นที่สีเขียวและต้นไม้ในพื้นที่วิจัย

4.1 ประเภทของพื้นที่สีเขียวในเขตปทุมวัน

พื้นที่สีเขียวในเขตปทุมวัน ประกอบด้วยพื้นที่สีเขียวหลายชนิด เช่น สวนสาธารณะเพื่อพักผ่อนหย่อนใจ สวนหย่อมบริเวณเกาะกลางถนนและบริเวณโดยรอบอาคารสถานที่ สวนตามแนวเกาะกลางถนน ได้สะพานรถไฟฟ้าและต้นไม้ริมทางเท้าตามถนนสายหลักและสายรอง สามารถจำแนกประเภทได้ดังนี้

4.1.1 พื้นที่สีเขียวเพื่อการนันทนาการ ได้แก่

- สวนลุมพินี ตั้งอยู่บริเวณริมถนนพระราม 4 โดยด้านทิศตะวันตกติดกับถนนราชดำริ ด้านทิศตะวันออกติดกับถนนวิฑู และด้านทิศเหนือติดกับถนนสารสิน มีขนาดพื้นที่ประมาณ 360 ไร่ จัดเป็นสวนสาธารณะในระดับเขตหรือระดับย่านของเมือง จากที่ตั้งของสวนลุมพินีซึ่งสามารถเดินทางเข้าถึงได้สะดวกสบาย ทำให้ประชาชนนิยมเดินทางมาใช้บริการจำนวนมาก จำนวนผู้ใช้บริการเฉลี่ยต่อวันประมาณ 12,000 คนถึง 15,000 คน การดูแลรักษาอยู่ในความรับผิดชอบของสำนักสิ่งแวดล้อมและสวนสาธารณะ กรุงเทพมหานคร

พื้นที่ภายในประกอบด้วยบริเวณที่เป็นสวนหย่อม สนามหญ้า ลานสำหรับออกกำลังกาย ทางวิ่ง ศาลาพักผ่อน สระน้ำขนาดใหญ่และส่วนให้บริการอื่นๆ เช่น ที่จอดรถยนต์ ห้องน้ำ ห้องส้วม ร้านค้า พื้นที่จัดกิจกรรมนันทนาการและนิทรรศการ ลักษณะของพื้นที่สีเขียวประกอบด้วย สนามหญ้า ไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม และไม้ประดับ



ภาพที่ 35 สวนลุมพินี

- สนามกีฬาแห่งชาติ หรือ สนามสุขุขลาสัยกรีฑาสถานแห่งชาติ ก่อตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2478 ภายในประกอบด้วยอาคารนิมิตรบุตร ซึ่งใช้สำหรับเป็นลานกีฬานอกประสงค์ สนามเทพหัสดิน สำหรับฝึกซ้อมกรีฑาและกีฬาทั่วไป สนามจินดารักษ์ใช้แข่งขันฟุตบอลนัดย่อย ๆ และเป็นที่ฝึกซ้อมของนักกีฬาทีมชาติไทย เปิดให้บริการทุกวันจันทร์-ศุกร์ โดยไม่เสียค่าธรรมเนียม ยกเว้นเวลาที่มีการจัดการแข่งขัน ปัจจุบันมีพื้นที่บางส่วนเป็นสถานที่เรียนของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และใช้สถานที่บางส่วนเป็นที่ทำการของกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา นอกจากนั้นยังเป็นที่ตั้งของหน่วยงาน สมาคมเกี่ยวกับการกีฬา และนันทนาการอื่นๆ



ภาพที่ 36 สนามกีฬาแห่งชาติ

-ราชกรีฑาสโมสร หรือสนามม้าสระปทุม ตั้งอยู่บนถนนอังรีดูนังต์ ซึ่งเป็นที่ดินในความดูแลของสำนักงานทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์ ก่อตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 6 กันยายน พ.ศ. 2444 ประกอบด้วยสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับสมาชิกเพื่อการเล่นกีฬาประเภทต่าง ๆ เช่น สนามกอล์ฟ สระว่ายน้ำ สนามเทนนิส ห้องฟิตเนส นอกจากนี้ยังมีการจัดการแข่งม้าที่สนามราชกรีฑาสโมสรในวันอาทิตย์วันอาทิตย์สลับกับราชดลณมัยสมาคม ปัจจุบันมีสมาชิกประมาณ 12,500 คน

บริเวณสนามม้าสระปทุมนี้ แต่ก่อนเคยใช้พื้นที่ส่วนหนึ่งเป็นสนามบิน เรียกว่า สนามบินสระปทุม นับเป็นสนามบินแห่งแรกของประเทศไทยจนกระทั่ง ปี พ.ศ. 2457 จึงได้ย้ายไปอยู่ ณ ท่าอากาศยานดอนเมืองเพื่อความเหมาะสมทางภูมิประเทศ



ภาพที่ 37 ราชกรีฑาสโมสร

ที่มา : วิกีพีเดีย สารานุกรมเสรี. สนามราชกรีฑาสโมสร [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 25 มกราคม 2552. เข้าถึงได้จาก http://upload.wikimedia.org/wikipedia/th/5/5d/Rbsc_race.JPG/

- อุทยานเฉลิมพระเกียรติในหลวง ตั้งอยู่บริเวณหลังวัดปทุมวนารามราชวรวิหาร มีพื้นที่ประมาณ 22 ไร่ บนที่ดินของสำนักงานทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์ จัดเป็นสวนในระดับหมู่บ้าน



ภาพที่ 38 อุทยานเฉลิมพระเกียรติในหลวง

4.1.2 พื้นที่สีเขียวตามแนวถนนหรือเป็นริ้วยาว ได้แก่
 สวนถนนหรือต้นไม้ตามแนวทางเท้าริมถนน พบทั่วไปบริเวณริมถนนสายหลัก
 และสาขรองในพื้นที่เขตปทุมวัน



ภาพที่ 39 ต้นไม้ตามแนวทางเท้าริมถนน

4.1.3 พื้นที่สีเขียวบริเวณรอบอาคาร หรือสวนหย่อม ประกอบด้วยไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม และสนามหญ้า เช่น บริเวณสถานเอกอัครราชทูตสหรัฐอเมริกา โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

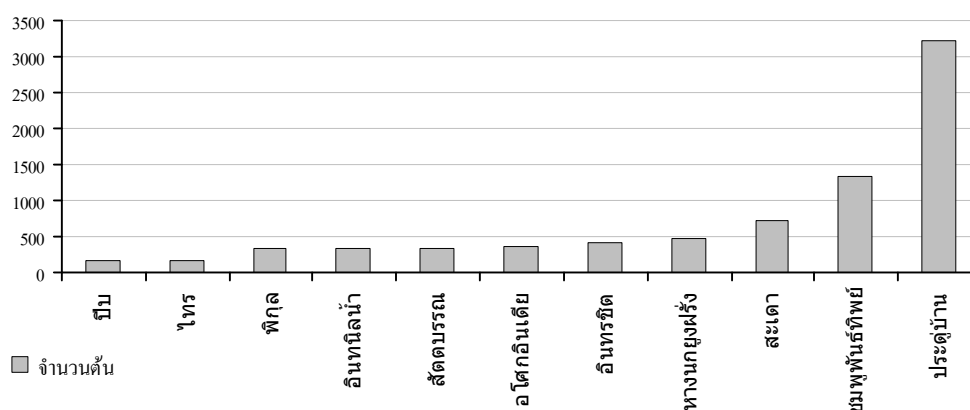


ภาพที่ 40 พื้นที่สีเขียวบริเวณรอบอาคาร

ที่มา : Google Earth, Bangkok [Online], Accessed 30 April 2009. Available from <http://earth.google.com/>

4.2 จำนวนต้นไม้และชนิดของพืชพรรณในเขตปทุมวัน

จำนวนต้นไม้และชนิดของพืชพรรณตามที่ได้มีการสำรวจไว้พบว่าต้นไม้ยืนต้นริมถนนในพื้นที่เขตปทุมวันมีจำนวนประมาณ 8,740 ต้น โดยพันธุ์ไม้ที่มีมากที่สุดได้แก่ ประดู่บ้าน พนมมาก บนถนนพระรามที่ 1 ถนนพระรามที่ 4 ถนนพระรามที่ 6 ถนนเพลินจิต ถนนราชดำริ ถนนราชปรารภ ถนนวิฑู และถนนสารสิน รองลงมาได้แก่ ชมพูพันธุ์ทิพย์ ซึ่งพบมากบนถนนบรรทัดทอง ถนนพญาไท ถนนพระรามที่ 4 และถนนอังรีดูนังต์



แผนภูมิที่ 9 จำนวนพันธุ์ไม้ริมถนนที่มีจำนวนเกิน 100 คันในพื้นที่เขตปทุมวัน
 ที่มา : บุญวงศ์ ไทยอุดสาหกรรม และคนอื่นๆ. ต้นไม้บนถนนในกรุงเทพมหานคร.
 (กรุงเทพฯ : อักษรสยามการพิมพ์, 2543)

5. ภาพถ่ายดาวเทียมของพื้นที่วิจัย

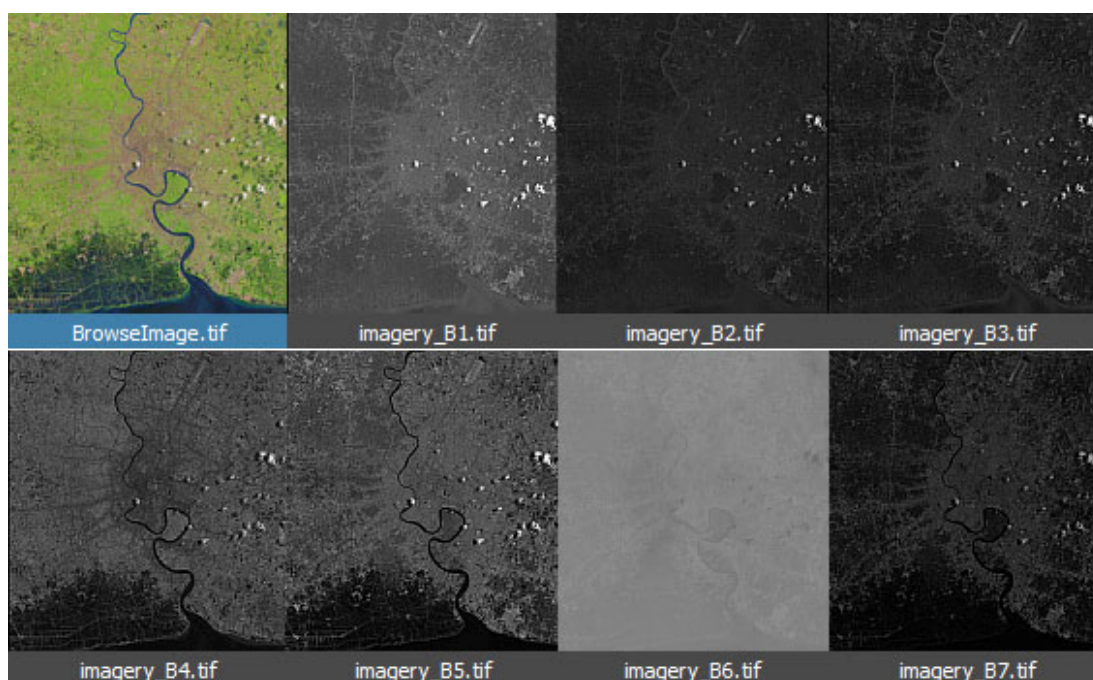
ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ผลจากภาพถ่ายดาวเทียม โดยเป็นภาพถ่ายดาวเทียมซึ่งถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT 5 สามารถจำแนกความถี่ของภาพได้เป็น 7 BAND และมีความละเอียดขนาด 25x25 เมตรต่อ 1 พิกเซล ซึ่งในการเปรียบเทียบจำเป็นต้องใช้ภาพถ่ายดาวเทียมของพื้นที่ศึกษาที่มีความแตกต่างกัน ได้แก่ ปี พ.ศ.2544 ปี พ.ศ.2547 และปี พ.ศ. 2550

การนำภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณพื้นที่วิจัยทั้ง 3 ปี มาทำการศึกษาวิเคราะห์ถึงลักษณะพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิที่เกิดขึ้นกับเมืองในพื้นที่เขตปทุมวัน ประกอบด้วยขั้นตอนในการจัดเตรียมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ดังนี้

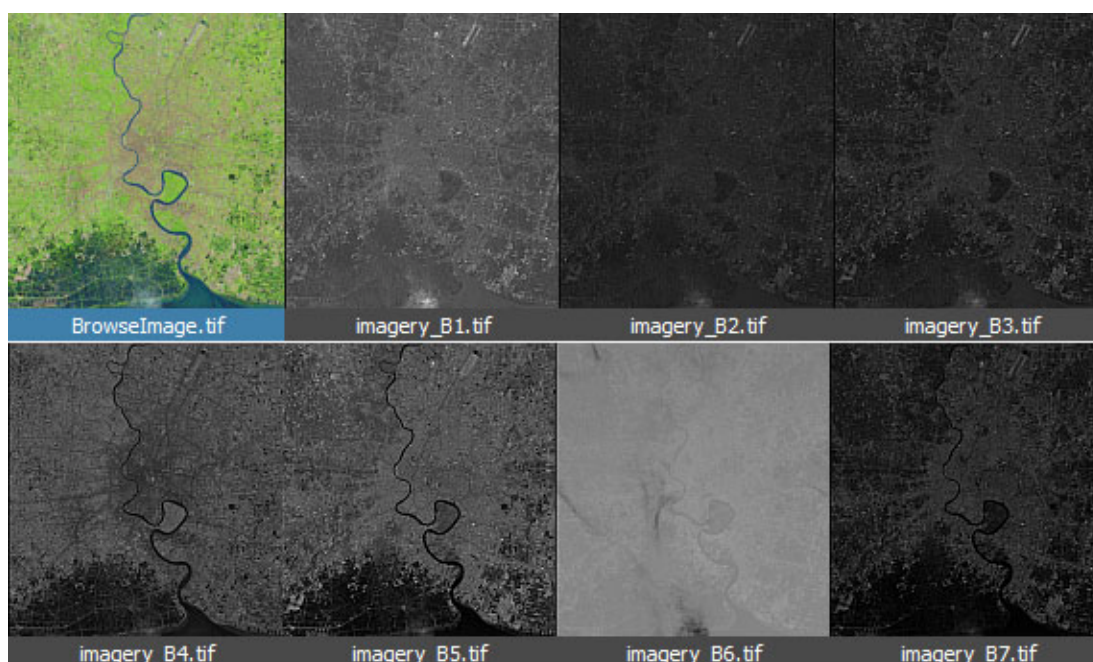
5.1 การแปลงภาพถ่ายดาวเทียมเป็นไฟล์ชนิด RASTER FILES

เนื่องจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมของพื้นที่ศึกษา เป็นข้อมูลจากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (สทอภ.) โดยต้องทำการปรับชนิดของไฟล์ข้อมูลให้เป็นชนิดที่สามารถวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งโปรแกรมที่จะใช้คือ โปรแกรม IDRISI ANDES

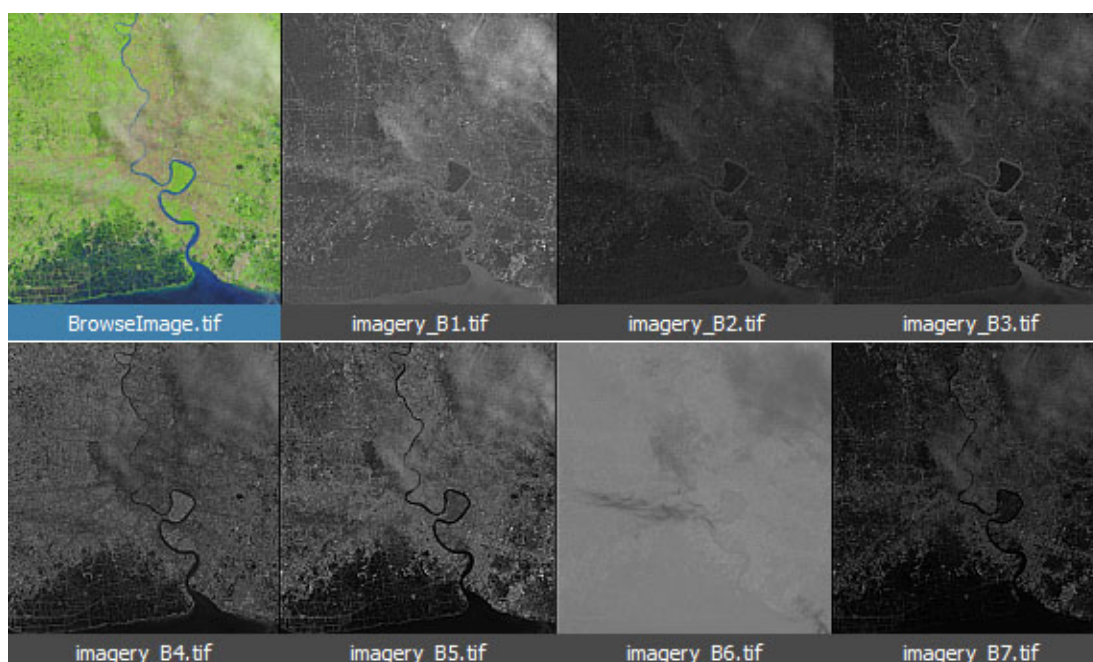
ดังนั้นจึงได้ทำการแปลงไฟล์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมทั้ง 3 ปี จากไฟล์ภาพเป็นไฟล์ชนิดไฟล์ RASTER รวม 7 BAND



ภาพที่ 41 ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่กรุงเทพมหานครปี พ.ศ.2544



ภาพที่ 42 ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่กรุงเทพมหานครปีพ.ศ.2547



ภาพที่ 43 ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่กรุงเทพมหานครปีพ.ศ.2550

5.2 การกำหนดขอบเขตของพื้นที่วิจัย

การกำหนดขอบเขตของพื้นที่วิจัย เนื่องจากไฟล์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้างครอบคลุมพื้นที่กรุงเทพมหานคร เพื่อให้สามารถดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลภายในขอบเขตที่กำหนดไว้ จึงต้องทำการกำหนดขอบเขตของภาพใหม่ โดยให้ขนาดของภาพครอบคลุมบริเวณพื้นที่วิจัย คือพื้นที่เขตปทุมวัน ซึ่งได้กำหนดค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ใหม่ โดยอ้างอิงระบบพิกัด UTM-47N (Universal Transverse Mercator) จำนวน row 221 pixel และจำนวน column 241 pixel กำหนดให้มีพิกัดของภาพที่จะนำมาวิเคราะห์ต่อไปดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าพิกัดของภาพถ่ายดาวเทียม

ตำแหน่ง	minimum	maximum
X	663000	669025
Y	1516275	1521800



ภาพที่ 44 การกำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษา

6. สรุป

โดยสรุปในบทที่ 4 เป็นการศึกษาข้อมูลสภาพพื้นที่ที่วิจัยพบว่าพื้นที่วิจัยเขตปทุมวันเป็นพื้นที่ซึ่งมีความเหมาะสมในการศึกษาเนื่องจากพัฒนาการเป็นชุมชนเมืองของพื้นที่ ซึ่งมีความเจริญเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงและมีการใช้ประโยชน์ที่ดินหลากหลาย ปัจจุบันเขตปทุมวันจึงกลายเป็นเขตที่เป็นศูนย์กลางของความเจริญในด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านเศรษฐกิจ ด้านการศึกษาและด้านการบริการเป็นย่านการค้าสำคัญระดับประเทศ มีโรงแรม ศูนย์การค้าที่มีชื่อเสียง นอกจากการใช้ประโยชน์ที่ดินซึ่งมีความสำคัญแล้ว ด้านระบบโครงสร้างพื้นฐานของพื้นที่ที่วิจัยนับได้ว่ามีระบบคมนาคมขนส่งที่ครอบคลุมและหลากหลาย ทั้งด้านระบบถนน ระบบราง ระบบขนส่งมวลชน และการสัญจรทางน้ำ

พื้นที่สีเขียวในพื้นที่ศึกษามีหลายประเภท ทั้งพื้นที่สีเขียวเพื่อการนันทนาการ เช่น สวน ลุมพินี พื้นที่สีเขียวเพื่อบริการ พื้นที่สีเขียวที่เป็นริ้วยาวตามแนวถนน ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ประกอบด้วยบริเวณที่มีความหนาแน่นของกลุ่มอาคารปานกลางถึงสูง ซึ่งเหมาะสมในการทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบได้ชัดเจน

ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่จะนำมาใช้ในการวิจัยประกอบด้วยข้อมูลในปี พ.ศ.2544 พ.ศ. 2547 และปี พ.ศ.2550 เป็นข้อมูลครอบคลุมพื้นที่กรุงเทพมหานคร แบ่งออกเป็น 7 ช่วงคลื่น ทั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมใหม่ให้ครอบคลุมบริเวณเขตปทุมวันซึ่งเป็นพื้นที่วิจัย เพื่อนำไปสู่การดำเนินการวิเคราะห์ต่อไปในบทที่ 5

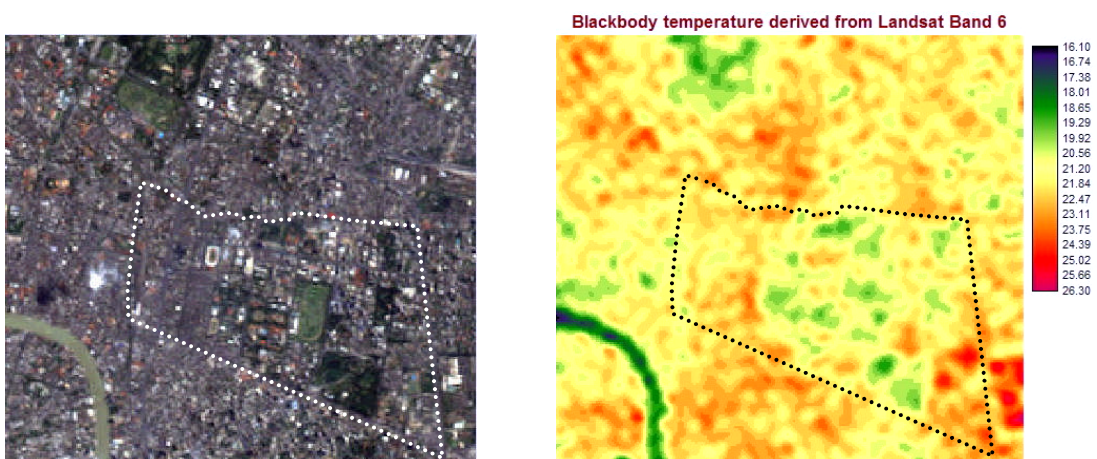
บทที่ 5

การดำเนินการวิเคราะห์

จากการรวบรวมข้อมูลสภาพของพื้นที่เขตปทุมวันซึ่งเป็นพื้นที่วิจัยในครั้งนี้ ทำให้เข้าใจถึงประวัติความเป็นมา ความสำคัญและลักษณะทางกายภาพ ตลอดจนลักษณะพื้นที่สีเขียวในพื้นที่เขตปทุมวัน ทั้งที่เป็นข้อมูลภาคสนามและข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ในบทนี้จึงเป็นการนำข้อมูลดังกล่าวมาดำเนินการวิเคราะห์ โดยจะแบ่งหัวข้อในการวิเคราะห์ในด้านลักษณะอุณหภูมิของเขตปทุมวัน ลักษณะพื้นที่สีเขียวของเขตปทุมวัน ถิ่นสมลพิษของเขตปทุมวัน และความสัมพันธระหว่างตัวแปร

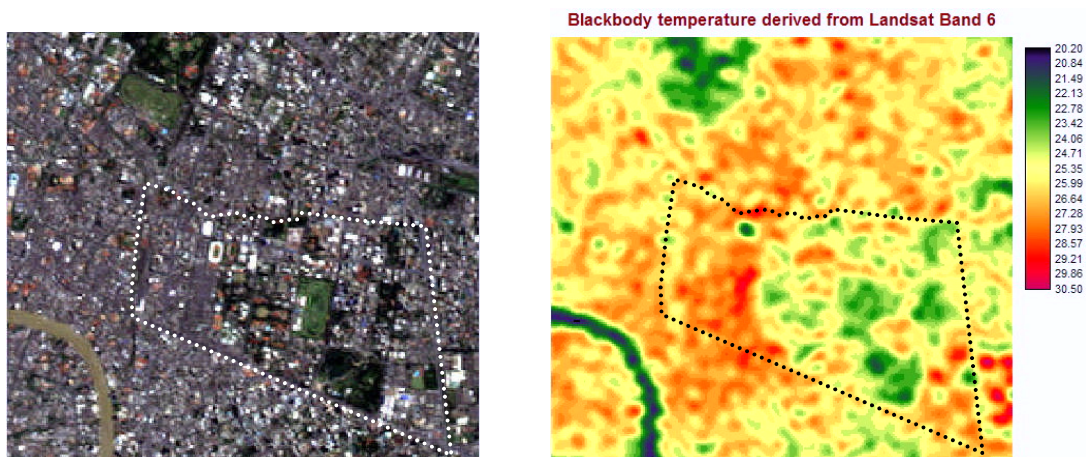
1. ลักษณะอุณหภูมิของเขตปทุมวัน

จากภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่เขตปทุมวัน ซึ่งประกอบด้วยภาพถ่ายดาวเทียมในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550 ในปี พ.ศ.2544 พื้นที่เขตปทุมวันมีอุณหภูมิต่ำสุด 16.1 °c อุณหภูมิสูงสุด 26.3 °c อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 21.58 °c ในปี พ.ศ.2547 พื้นที่เขตปทุมวันมีอุณหภูมิต่ำสุด 20.2 °c อุณหภูมิสูงสุด 30.5 °c อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 25.76 °c และในปี พ.ศ.2550 พื้นที่เขตปทุมวันมีอุณหภูมิต่ำสุด 12.3 °c อุณหภูมิสูงสุด 24.2 °c อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 19.66 °c



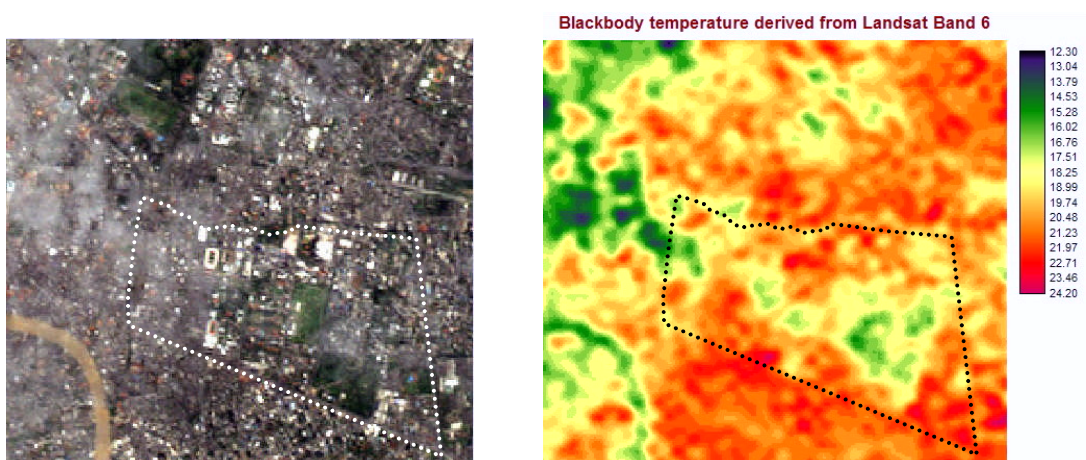
ภาพที่ 45 ลักษณะอุณหภูมิในเขตปทุมวันปี พ.ศ.2544

ลักษณะอุณหภูมิที่ต่ำได้แก่บริเวณที่เป็นพื้นที่สีเขียวเช่น สวนลุมพินี ราชกรีฑาสโมสร สนามกีฬาแห่งชาติ ส่วนบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงที่สุดอยู่ในบริเวณพื้นที่ด้านตะวันออกเฉียงใต้ของเขตปทุมวัน



ภาพที่ 46 ลักษณะอุณหภูมิในเขตปทุมวันปี พ.ศ.2547

ในปี พ.ศ.2544 พบว่าลักษณะอุณหภูมิในพื้นที่มีกลุ่มของอุณหภูมิสูงเกาะกลุ่มบริเวณพื้นที่ด้านตะวันตก ซึ่งเป็นพื้นที่บริเวณตลาดสามย่าน และสถานีรถไฟฟ้าหัวลำโพงซึ่งมีความหนาแน่นของกลุ่มอาคารสูงและมีพื้นที่สีเขียวน้อยที่สุดในพื้นที่ ในขณะที่บริเวณพื้นที่สีเขียวอื่นๆ มีผลทำให้อุณหภูมิต่ำกว่า เช่น ในบริเวณสวนลุมพินีและราชกรีฑาสโมสร ซึ่งเป็นสวนสาธารณะและมีต้นไม้ขนาดใหญ่จำนวนมากจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณอื่น

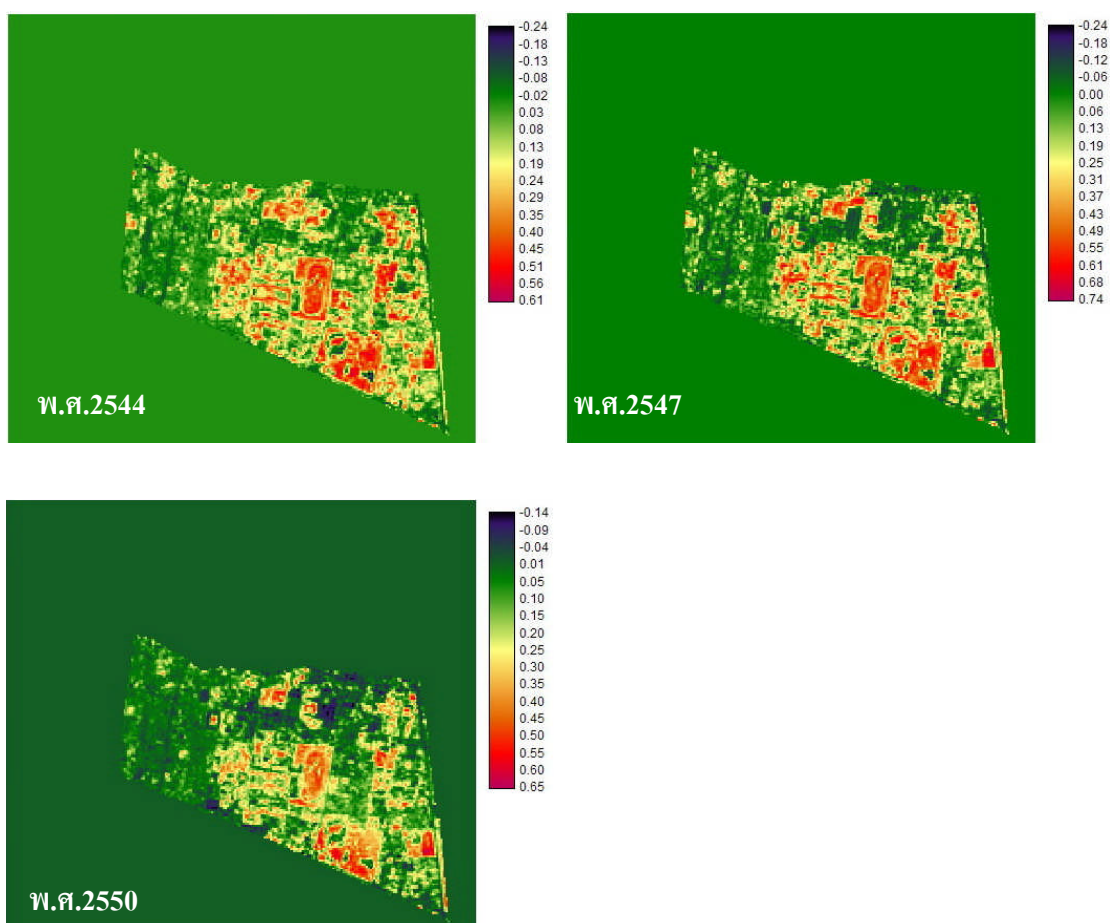


ภาพที่ 47 ลักษณะอุณหภูมิในเขตปทุมวันปี พ.ศ.2550

ในปี พ.ศ.2550 พบว่าอุณหภูมิโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน โดยบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงสุดได้แก่ บริเวณสี่แยกและตามแนวถนนสายหลักด้านบนและด้านล่างของพื้นที่เขตปทุมวัน แต่บริเวณสวนลุมพินีก็ยังเป็นพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณโดยรอบ

2. ลักษณะพื้นที่สีเขียวของเขตปทุมวัน

จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแสดงค่า NDVI (ดัชนีพืชพรรณ คือ ค่าที่ใช้ในการหาดัชนีพืชพรรณ โดยวัดจากค่าความแตกต่างระหว่างช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ และช่วงคลื่นสีแดง มีค่าอยู่ในระหว่าง -1 ถึง 1) ในพื้นที่เขตปทุมวัน ในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550 ในปี พ.ศ.2544 มีค่าเฉลี่ยของ NDVI เท่ากับ 0.124 ในปี พ.ศ.2547 มีค่าเฉลี่ยของ NDVI เท่ากับ 0.147 และในปี พ.ศ. 2550 มีค่าเฉลี่ยของ NDVI เท่ากับ 0.124 จะเห็นว่าในปี พ.ศ.2547 เป็นปีที่มีค่าดัชนีพืชพรรณเฉลี่ยของพื้นที่สูงสุดในจำนวน 3 ปี

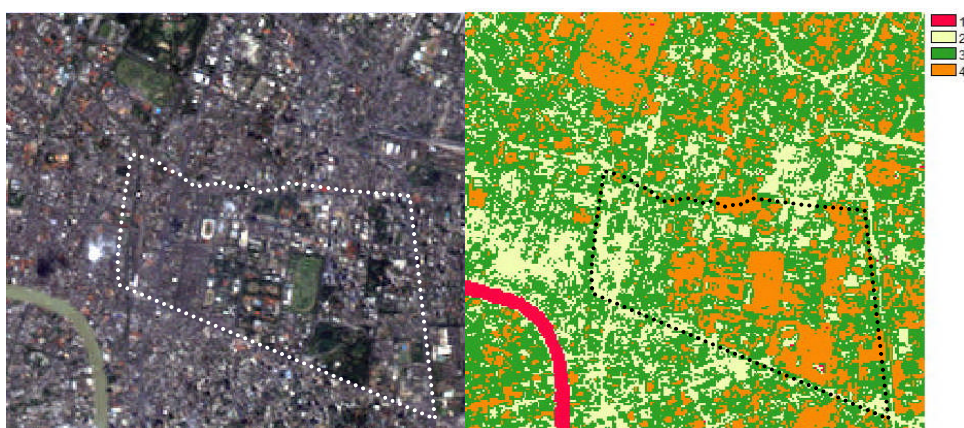


ภาพที่ 48 ค่าดัชนีพืชพรรณในเขตปทุมวันปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และพ.ศ.2550

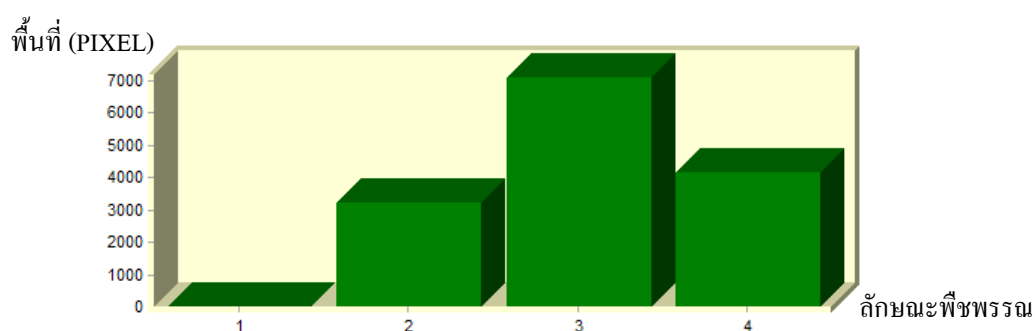
การวิเคราะห์ลักษณะพื้นที่สีเขียวในเขตปทุมวัน ได้ทำการจำแนกตามค่า NDVI เพื่อแบ่งประเภทของพืชพรรณที่ต่างกันไป ซึ่งได้จำแนกลักษณะพืชพรรณตามค่าดัชนีดังนี้

- 1) น้ำ กำหนดให้ค่า NDVI อยู่ระหว่าง -1.000 ถึง -0.151
- 2) พื้นที่ปกคลุมด้วยหญ้าหรือที่ว่าง กำหนดให้ค่า NDVI อยู่ระหว่าง -0.150 ถึง -0.001
- 3) อาคารและสิ่งก่อสร้าง กำหนดให้ค่า NDVI อยู่ระหว่าง 0.000 ถึง 0.199
- 4) พื้นที่ปกคลุมด้วยต้นไม้ยืนต้น กำหนดให้ค่า NDVI อยู่ระหว่าง 0.200 ถึง 1.000

เมื่อทำการจำแนกลักษณะของช่วงคลื่นตามค่าที่กำหนด ได้แสดงภาพจำแนกตามสีดังนี้ สีแดงได้แก่บริเวณที่เป็นน้ำ สีขาวคือบริเวณที่เป็นสนามหญ้าหรือที่ว่าง สีเขียวคือพื้นที่สิ่งก่อสร้างและอาคารที่มีวัสดุเป็นคอนกรีต สีส้มคือพื้นที่สีเขียวที่มีต้นไม้ยืนต้นเป็นองค์ประกอบหลัก ดังภาพที่ 49



ภาพที่ 49 การเปรียบเทียบค่าดัชนีพืชพรรณในปี พ.ศ.2544



แผนภูมิที่ 10 การเปรียบเทียบพื้นที่ตามค่าดัชนีพืชพรรณในปี พ.ศ.2544

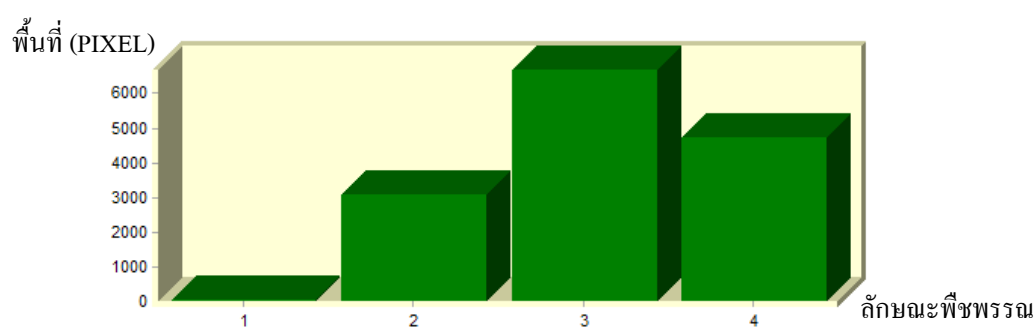
ตารางที่ 12 สรุปปริมาณพื้นที่แต่ละประเภทในปี พ.ศ.2544

รหัส	จำแนกปริมาณพื้นที่ในปี พ.ศ.2544		
	pixel	ตร.ม.	ตร.กม.
1	16	10,000	0.01
2	3,222	2,013,750	2.01
3	7,110	4,443,750	4.44
4	4,172	2,607,500	2.61
รวม	14,520	9,075,000	9.08

ในปี พ.ศ.2547 เกิดความเปลี่ยนแปลงของปริมาณพื้นที่สีเขียวคือประเภทของค่าดัชนีพืชพรรณของพื้นที่สีเขียวเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับปี พ.ศ.2544 ถึง 0.64 ตารางกิโลเมตรหรือ 400.39 ไร่ ส่วนพื้นที่ว่างลดลง 0.08 ตร.กม.และอาคารสิ่งก่อสร้างมีปริมาณลดลง 0.27 ตร.กม.ตามลำดับ



ภาพที่ 50 การจำแนกค่าดัชนีพืชพรรณในปี พ.ศ.2547



แผนภูมิที่ 11 การเปรียบเทียบพื้นที่ตามค่าดัชนีพืชพรรณในปี พ.ศ.2547

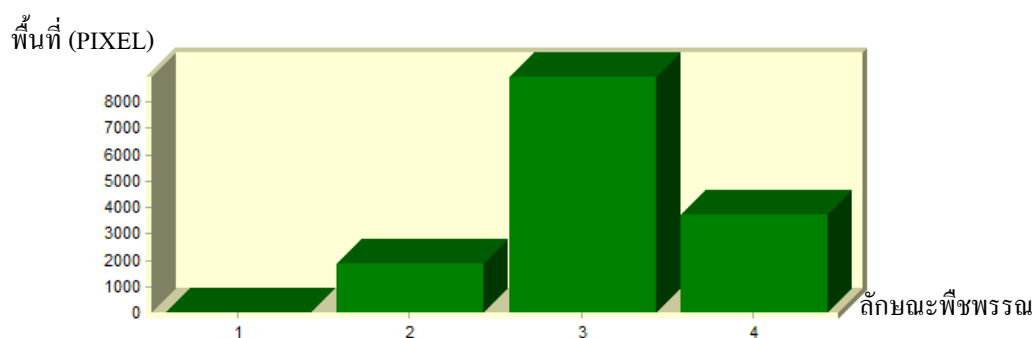
ตารางที่ 13 สรุปปริมาณพื้นที่แต่ละประเภทในปี พ.ศ.2547

รหัส	จำแนกปริมาณพื้นที่ในปี พ.ศ.2547		
	pixel	ตร.ม.	ตร.กม.
1	36	22,500	0.02
2	3,086	1,928,750	1.93
3	6,668	4,167,500	4.17
4	4,730	2,956,250	2.96
รวม	14,520	9,075,000	9.08

ในปี พ.ศ.2550 เกิดความเปลี่ยนแปลงของปริมาณพื้นที่สีเขียวคือประเภทของค่าดัชนีพืชพรรณของพื้นที่สีเขียวลดน้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับปี พ.ศ.2547 ถึง 400.39 ไร่ ส่วนพื้นที่อาคารสิ่งก่อสร้างมีปริมาณเพิ่มขึ้น 886.72 ไร่ ตามลำดับ



ภาพที่ 51 การจำแนกค่าดัชนีพืชพรรณในปี พ.ศ.2550



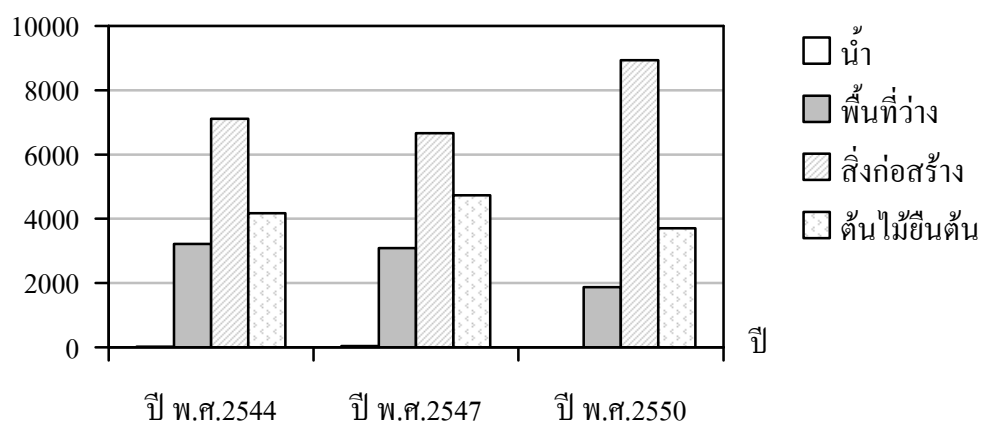
แผนภูมิที่ 12 การเปรียบเทียบพื้นที่ตามค่าดัชนีพืชพรรณในปี พ.ศ.2550

ตารางที่ 14 สรุปปริมาณพื้นที่แต่ละประเภทในปี พ.ศ.2550

รหัส	จำแนกปริมาณพื้นที่ในปี พ.ศ.2550		
	pixel	ตร.ม.	ตร.กม.
1	-	-	-
2	1,877	1,173,125	1.17
3	8,938	5,586,250	5.59
4	3,705	2,315,625	2.32
รวม	14,520	9,075,000	9.08

โดยสรุปพื้นที่ของเขตปทุมวันที่ได้จำแนกตามค่าดัชนีพืชพรรณในแต่ละปี มีการเปลี่ยนแปลงโดยพบว่า ประเภทของสนามหญ้า ที่ว่างมีแนวโน้มพื้นที่ลดลงตั้งแต่ปี พ.ศ.2544 พ.ศ. 2547 และ พ.ศ.2550 สำหรับพื้นที่อาคาร สิ่งก่อสร้างลดลงในปี พ.ศ.2547 แต่เพิ่มสูงขึ้นในปี พ.ศ. 2550 คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 1.42 ตร.กม. ส่วนพื้นที่ป่า ดันไม้ยืนต้นมีจำนวนเพิ่มขึ้นในปี พ.ศ.2547 แต่ในปี พ.ศ.2550 ลดลง คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 0.64 ตร.กม.

พื้นที่ (PIXEL)



แผนภูมิที่ 13 การเปรียบเทียบปริมาณพื้นที่ของค่า NDVI ในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550

จากแผนภูมิที่ 13 จะเห็นได้ว่าการลักษณะของพื้นที่ประเภทที่เป็นสนามหญ้า ที่ว่างซึ่งรวมถึงพื้นที่ไม่มีสิ่งก่อสร้างและไม่มีดันไม้ยืนต้น มีแนวโน้มพื้นที่ลดลงจากปี พ.ศ.2544 ถึงปี พ.ศ. 2550 โดยประเภทของพื้นที่สิ่งก่อสร้างมีพื้นที่เพิ่มมากขึ้นอย่างชัดเจนในปี พ.ศ.2550 ส่วนพื้นที่ที่เป็นพื้นที่สีเขียวที่สมบูรณ์สูงขึ้นเล็กน้อยในปี พ.ศ.2547 แต่ก็ลดลงในปี พ.ศ.2550 เช่นกัน

ตารางที่ 15 ประเภทดัชนีพืชพรรณ จำแนกพื้นที่ระหว่างปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550

รหัส	ค่า NDVI	ประเภท	พื้นที่รวม (PIXEL)		
			พ.ศ.2544	พ.ศ.2547	พ.ศ.2550
1	-1.000 ถึง -0.151	น้ำ	16	36	0
2	-0.150 ถึง -0.001	สนามหญ้า, ที่ว่าง	3,222	3,086	1,877
3	0.000 ถึง 0.199	อาคาร สิ่งก่อสร้าง	7,110	6,668	8,938
4	0.200 ถึง 1.000	ป่า, ดินไม้ยืนต้น	4,172	4,730	3,705

หมายเหตุ 1 PIXEL=625 ตร.ม.

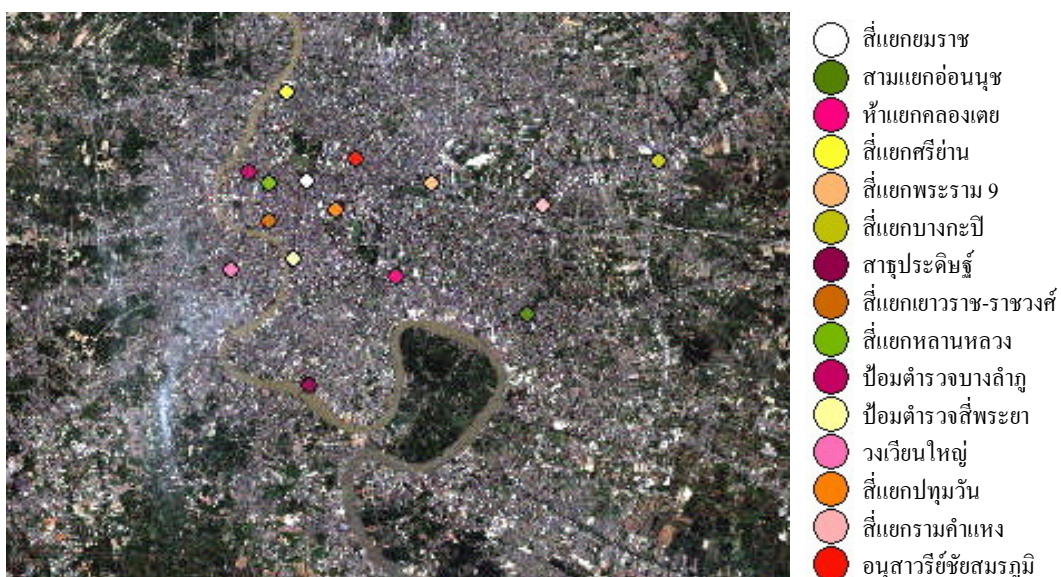
ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบป่าและดินไม้ยืนต้นระหว่างปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550

ปี	พื้นที่ป่า, ดินไม้ยืนต้น (PIXEL)	พื้นที่ (ตร.กม.)	คิดเป็น% ของพื้นที่เขตปทุมวัน
พ.ศ.2544	4,172	2.61	28.73
พ.ศ.2547	4,730	2.96	32.58
พ.ศ.2550	3705	2.32	25.52

ดังนั้นโดยสรุปจะพบว่าการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ประเภทต่างๆ ตามที่ได้จำแนกลักษณะของค่า NDVI ออกเป็น 4 ประเภท คือ 1) น้ำ 2) สนามหญ้าหรือที่ว่าง 3) อาคาร สิ่งก่อสร้าง 4) ป่าหรือดินไม้ยืนต้น มีความสัมพันธ์กันกล่าวคือความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ที่เกิดขึ้นจากปี พ.ศ.2544 เมื่อเปรียบเทียบกับปี พ.ศ.2547 พบว่าอาคาร สิ่งก่อสร้างมีพื้นที่ลดลงเล็กน้อย ในขณะที่พื้นที่สีเขียวมีปริมาณเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเช่นกัน

3. ก๊าซมลพิษของเขตปทุมวัน

ก๊าซมลพิษในอากาศซึ่งใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการนำค่าของปริมาณก๊าซ CO ณ จุดตรวจวัดในพื้นที่กรุงเทพมหานคร มาทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม IDRISI เพื่อคำนวณปริมาณของการเกิด CO ในพื้นที่ของเขตปทุมวัน ก๊าซมลพิษที่ทำการตรวจวัดมีหน่วยเป็น ppm ซึ่งเป็นค่าสูงสุดของช่วงค่าที่ทำการตรวจวัด จากการตรวจวัดเฉลี่ย 8 ชั่วโมง ตลอดทั้งปี ซึ่งทำการรวบรวมโดยสำนักการจราจรและขนส่ง กรุงเทพมหานคร

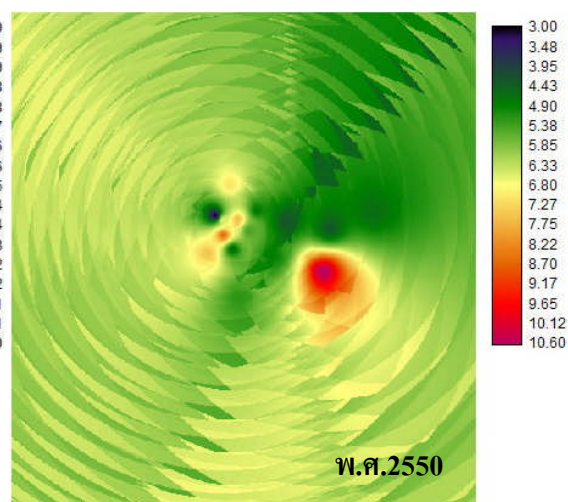
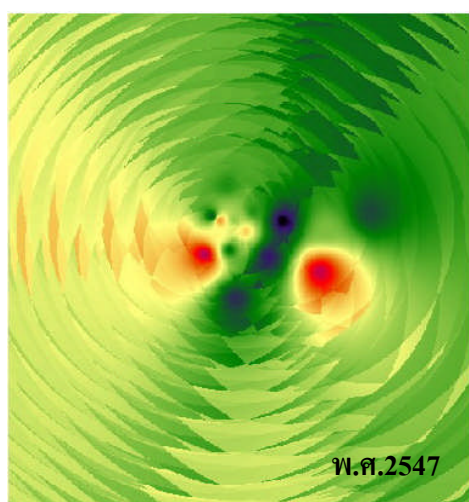
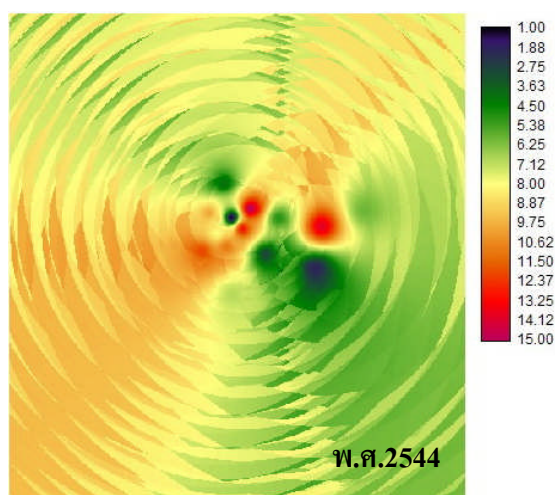


ภาพที่ 52 ตำแหน่งจุดตรวจวัดก๊าซ CO

ตารางที่ 17 ปริมาณก๊าซ CO ในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550 ณ จุดตรวจวัด

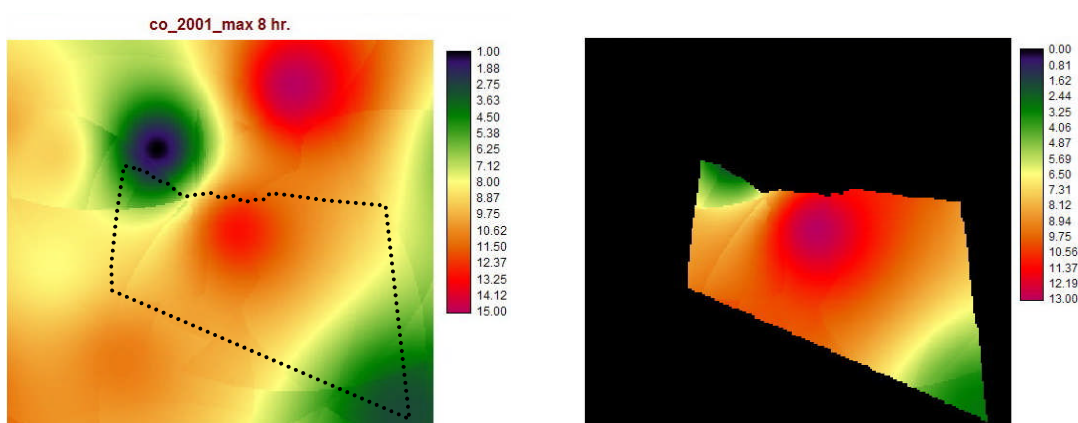
จุดที่	CO_พ.ศ.2544	CO_พ.ศ.2547	CO_พ.ศ.2550	บริเวณจุดตรวจวัด
1	6.35	7.60	4.60	สีแยกยมราช
2	6.58	10.60	9.20	สามแยกอ่อนนุช
3	4.74	4.90	1.90	ห้าแยกคลองเตย
4	6.20	7.10	3.70	สีแยกศรียาน
5	4.89	4.30	1.50	สีแยกพระราม9
6	4.46	4.60	2.60	สีแยกบางกะปิ
7	4.73	5.20	2.20	สาธุประดิษฐ์
8	7.11	8.60	5.50	สีแยกเขาวราช-ราชวงศ์
9	6.88	6.60	6.70	สีแยกหลานหลวง
10	5.32	3.00	2.80	ป้อมตำรวจบางลำภู
11	7.22	4.60	3.30	ป้อมตำรวจสี่พระยา
12	6.26	7.50	9.40	วงเวียนใหญ่
13	12.00	5.40	6.00	สีแยกปทุมวัน
14	6.28	4.30	4.40	สีแยกรามคำแหง
15	3.64	4.80	3.70	อนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ

เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณของก๊าซ CO ณ จุดตรวจวัดต่างๆ ที่มีผลต่อพื้นที่เขตปทุมวัน โดยการประมวลผลจากโปรแกรม IDRISI ด้วยวิธีการประมาณค่าในบริเวณพื้นที่ที่ไม่มีค่าโดยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หรือ Interpolation โดยพิจารณาจากจุดตรวจวัดจำนวน 15 จุด โดยรอบพื้นที่กรุงเทพมหานครสามารถแสดงผลของปริมาณก๊าซ CO ได้ดังภาพที่ 49



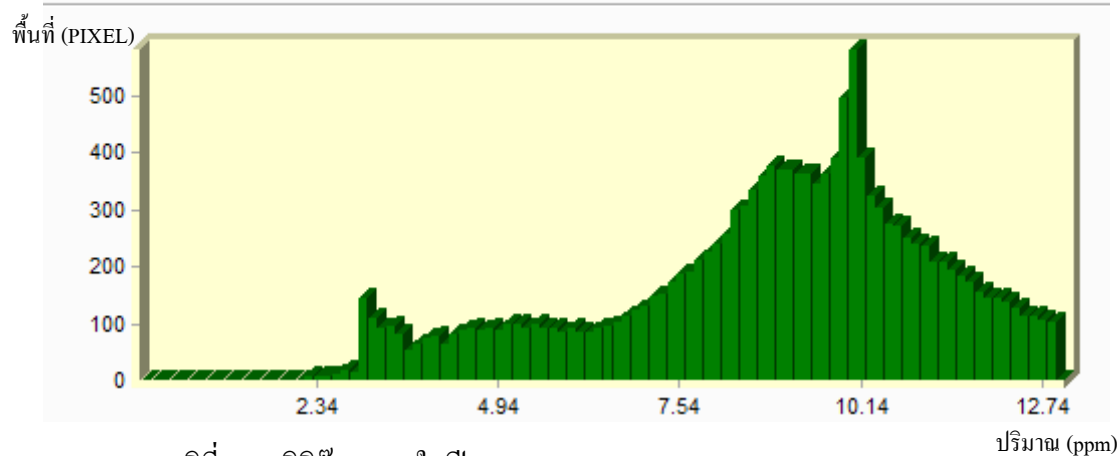
ภาพที่ 53 ระดับของก๊าซ CO ณ จุดตรวจวัดในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550

หลังจากทำการ Interpolation เพื่อหาค่าก๊าซ CO ที่เกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่เขตปทุมวัน พบว่าปริมาณก๊าซ CO ที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 พ.ศ.2550 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8.833, 5.665 และ 4.462 ppm

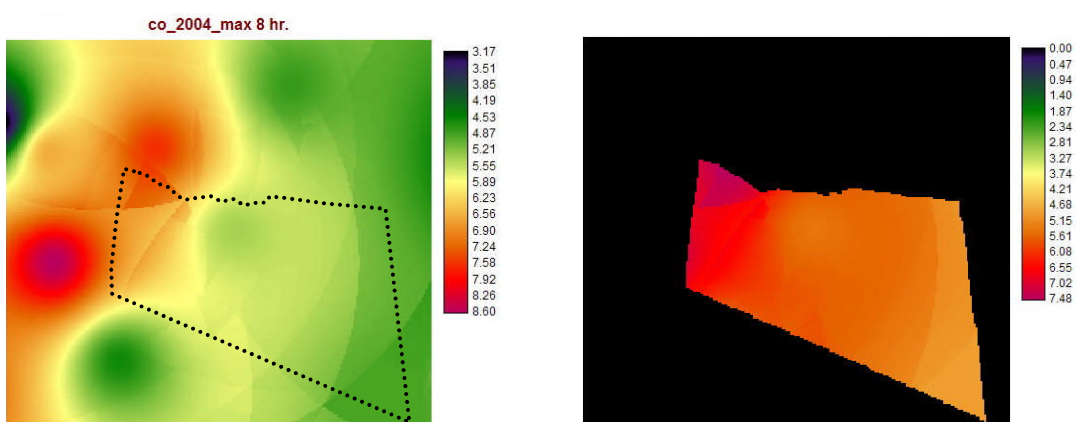


ภาพที่ 54 ระดับของก๊าซ CO ในปี พ.ศ.2544

Class width	Mean	Actual min	Actual max	N	Std deviation
0.13	8.833	0	12.999	14520	2.364

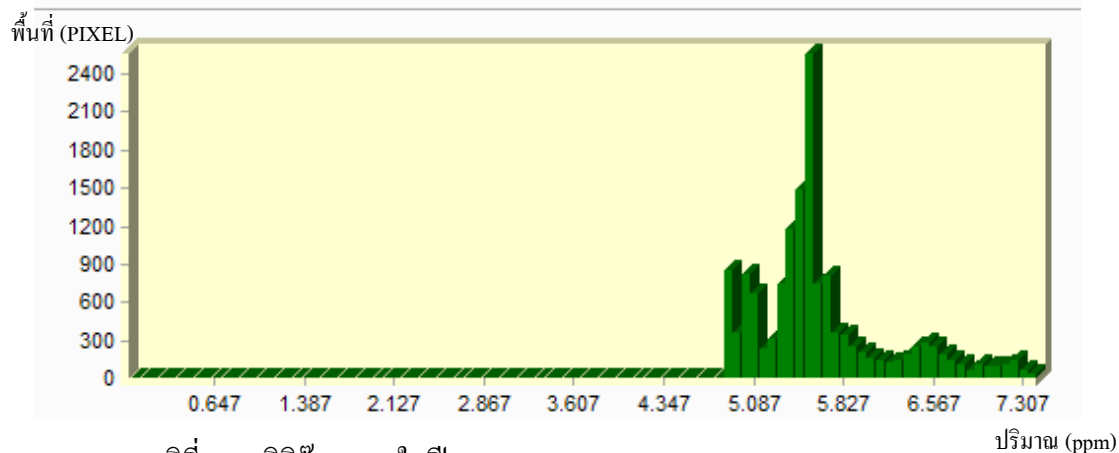


แผนภูมิที่ 14 สถิติก๊าซ CO ในปี พ.ศ.2544

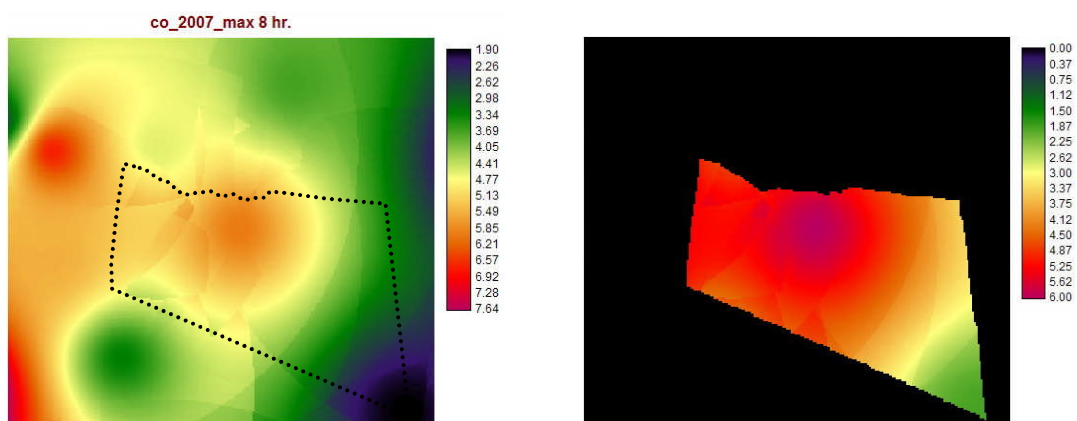


ภาพที่ 55 ระดับของก๊าซ CO ในปี พ.ศ.2547

Class width	Mean	Actual min	Actual max	N	Std deviation
0.075	5.665	0	7.484	14520	0.565

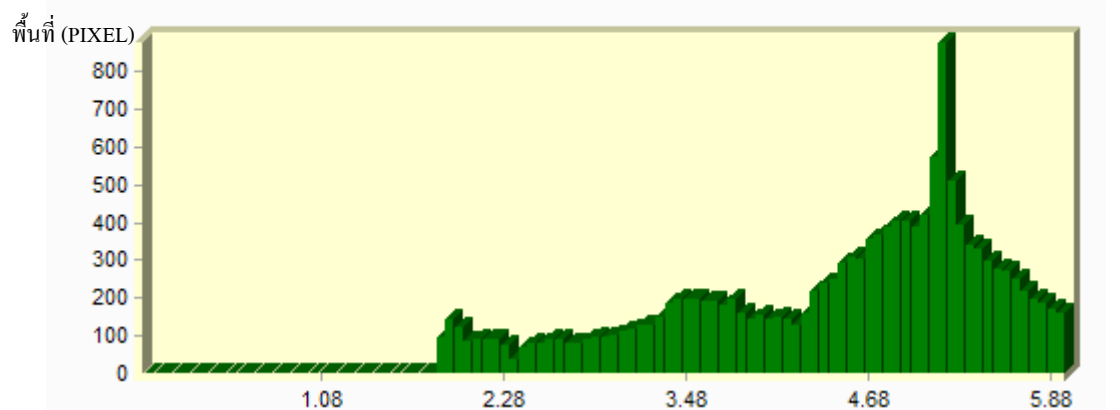


แผนภูมิที่ 15 สถิติก๊าซ CO ในปี พ.ศ.2547



ภาพที่ 56 ระดับของก๊าซ CO ในปี พ.ศ.2550

Class width	Mean	Actual min	Actual max	N	Std deviation
0.06	4.462	0	6	14520	1.035

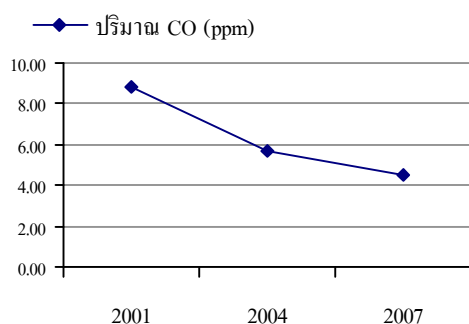


แผนภูมิที่ 16 สถิติก๊าซ CO ในปี พ.ศ.2550

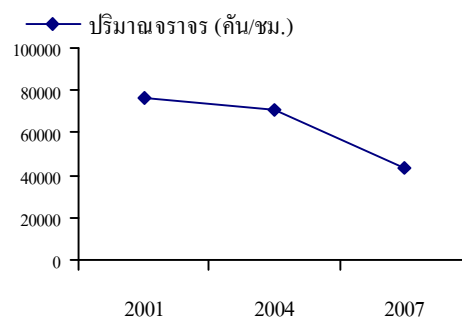
สรุปความเปลี่ยนแปลงของปริมาณก๊าซ CO ทั้ง 3 ปีพบว่าปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่อง จาก 8.833, 5.665 และ 4.462 ppm ซึ่งจากสถิติดังกล่าวหากนำมาเปรียบเทียบกับสถิติปริมาณการจราจรที่เป็นสาเหตุของการเกิดก๊าซ CO ในช่วงเวลาเร่งด่วนในแต่ละปีพบว่ามีความสอดคล้องกันคือปริมาณรถยนต์มีจำนวนลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยสถิติดังกล่าวได้ทำการรวบรวมจากปริมาณการจราจรบริเวณทางแยกรวมทุกทิศทางขาเข้าตั้งแต่ปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550 ทั้งนี้ไม่รวมรถจักรยานยนต์ในพื้นที่เขตปทุมวัน ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ปริมาณการจราจรในพื้นที่เขตปทุมวัน ปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550

ที่	สี่แยก/ทางแยก	ปริมาณจราจร (คัน/ชม.) 7.00-9.00 น.		
		ปี พ.ศ.2544	ปี พ.ศ.2547	ปี พ.ศ.2550
1	สี่ลม-ราชดำริ-พระรามที่ 4	12,355	11,589	5,546
2	พญาไท-เพชรบุรี	10,001	8,485	4,376
3	พระรามที่ 4-พญาไท-สี่พระยา	8,614	8,138	8,025
4	เพชรบุรี-ราชปรารภ	7,880	7,179	3,864
5	พระรามที่ 4-มหานคร-จตุรเมือง	6,607	7,092	3,514
6	เพชรบุรี-บรรทัดทอง	6,589	6,677	3,471
7	บรรทัดทอง-พระรามที่ 4-ขึ้นทางด่วน	6,684	5,010	4,665
8	สุขุมวิท-เพลินจิต	6,159	5,345	3,239
9	พระรามที่ 1-พระรามที่ 6-จตุรเมือง	4,995	4,328	2,633
10	สารสิน-ราชดำริ	3,662	3,901	2,733
11	สารสิน-ซอยหลังสวน	2,925	2,637	1,636
	รวม	76,471	70,381	43,702



แผนภูมิที่ 17 สถิติปริมาณก๊าซ CO



แผนภูมิที่ 18 สถิติปริมาณจราจร

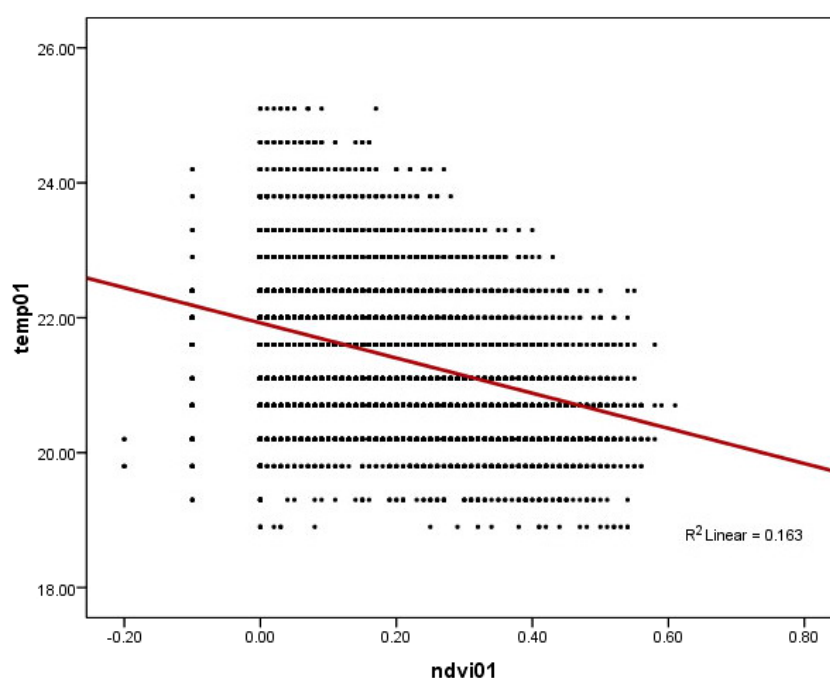
นอกจากปริมาณการจราจรที่ลดลงแล้ว ปัจจัยอื่นซึ่งอาจส่งผลต่อการลดลงของปริมาณจราจรในพื้นที่เขตปทุมวันคือ โครงการรถไฟฟ้า BTS และโครงการรถไฟฟ้ามหานคร MRT ซึ่งเปิดให้บริการอย่างเป็นทางการในวันที่ 3 กรกฎาคม พ.ศ.2547 โดยเส้นทางรถไฟฟ้าที่ผ่านพื้นที่เขตปทุมวันมีทั้งหมด 3 เส้นทาง จึงทำให้ปริมาณการจราจรในบริเวณนี้ลดลงอย่างต่อเนื่อง

4. ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต่างๆ เมื่อได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะอุณหภูมิของเขตปทุมวัน ลักษณะพื้นที่สีเขียวของเขตปทุมวัน และมลพิษในอากาศของเขตปทุมวัน ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ จะประกอบด้วยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวกับอุณหภูมิ และความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวกับมลพิษในอากาศ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวกับอุณหภูมิ

เมื่อทำการวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ Linear Regression เพื่อหาความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวกับอุณหภูมิในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550 ปรากฏผลดังแผนภูมิที่ 18, 19 และ 20 ซึ่งความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นเป็นความสัมพันธ์แบบแปรผกผันต่อกันกล่าวคือ ค่า NDVI สูงขึ้นมีผลให้อุณหภูมิมีแนวโน้มลดลงทั้ง 3 ปี

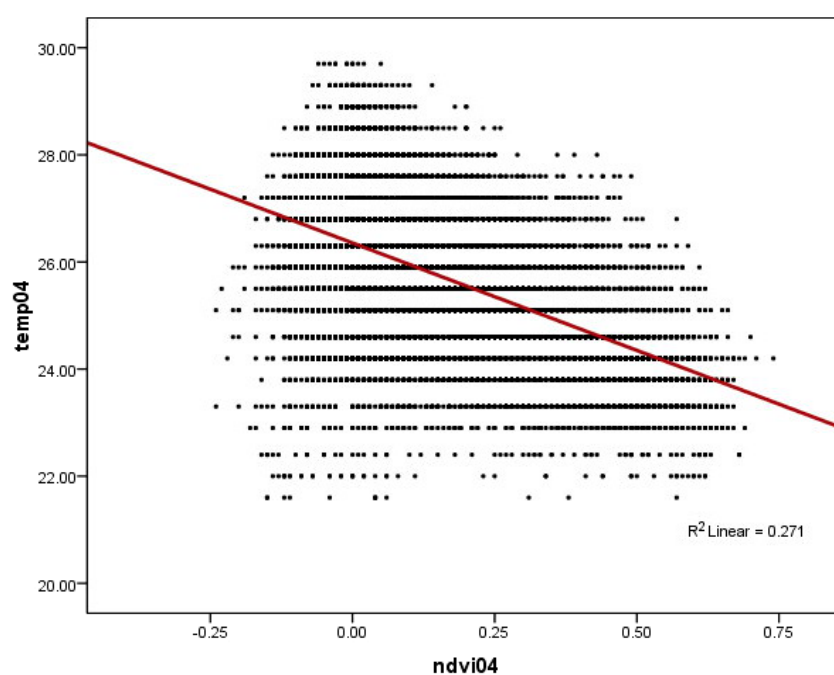


แผนภูมิที่ 19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิในปี พ.ศ.2544

ตารางที่ 19 Coefficients^a ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิในปี พ.ศ.2544

Model	Unstandardized		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	21.924	.010		2280.215	.000
ndvi01	-2.606	.049	-.403	-53.111	.000

a. Dependent Variable: temp01

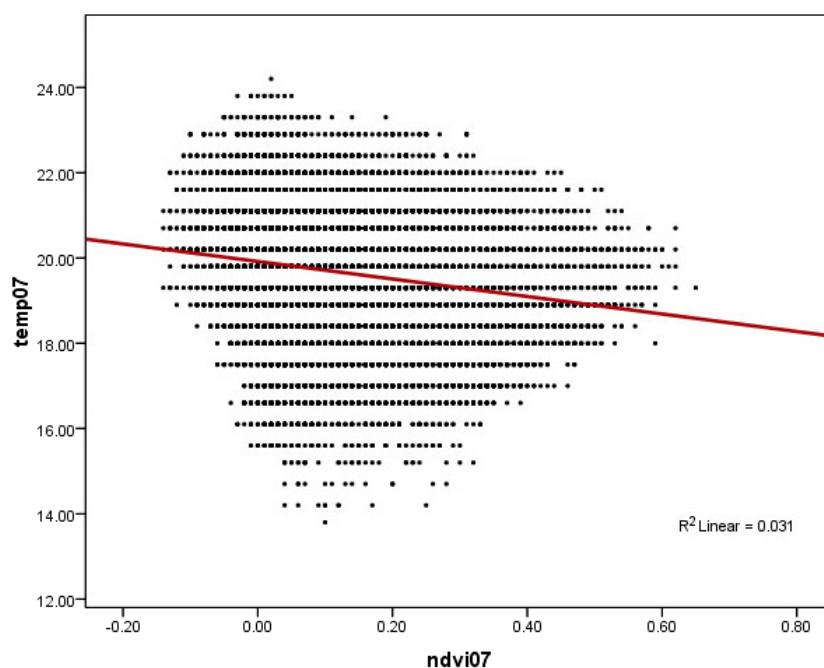


แผนภูมิที่ 20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิในปี พ.ศ.2547

ตารางที่ 20 Coefficients^a ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิในปี พ.ศ.2547

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	26.355	.013		2047.364	.000
ndvi04	-4.013	.055	-.521	-73.502	.000

a. Dependent Variable: temp04



แผนภูมิที่ 21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิในปี พ.ศ.2550

ตารางที่ 21 Coefficients^a ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิในปี พ.ศ.2550

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	19.918	.018		1129.263	.000
	ndvi07	-2.054	.096	-.175	-21.471	.000

a. Dependent Variable: temp07

โดยสรุปในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550 สามารถเขียนสมการความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิได้ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 สรุปสมการความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิ

ปี	สมการความสัมพันธ์	ค่าคงตัว	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย
2544	$y = 21.924 - 2.606x$	มีนัยสำคัญ	มีนัยสำคัญ
2547	$y = 26.355 - 4.013x$	มีนัยสำคัญ	มีนัยสำคัญ
2550	$y = 19.918 - 2.054x$	มีนัยสำคัญ	มีนัยสำคัญ

ดังนั้นจากสมการดังกล่าวพบว่าลักษณะพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันต่อกันทั้ง 3 ปี และสามารถคาดการณ์ค่าอุณหภูมิที่จะเกิดขึ้น ในกรณีที่ลักษณะพื้นที่สีเขียวมีค่าดัชนีพืชพรรณสูงขึ้น โดยสมมติให้ค่า NDVI ในพื้นที่สูงขึ้น 25% 50% 75% ดังตัวอย่างสมการในปี พ.ศ.2544

$$\begin{aligned} Y1 &= 21.924 - 2.606x \\ &= 21.924 - 2.606(X1) \\ &= 21.924 - 2.606 \\ &= 19.318 \end{aligned}$$

เมื่อ $X1=1$ และ $X2=1.5$

$$\begin{aligned} Y2 &= 21.924 - 2.606x \\ &= 21.924 - 2.606(X2) \\ &= 21.924 - 0.2606 \\ &= 18.015 \end{aligned}$$

$$Y1-Y2 = 1.303 \text{ องศาเซลเซียส}$$

จากสมการข้างต้นเป็นการคาดการณ์ตามสมการความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น เมื่อแทนค่า X ด้วยค่า NDVI ที่มีค่าสูงขึ้น พบว่าจะมีผลให้อุณหภูมิลดลงเป็นลำดับ

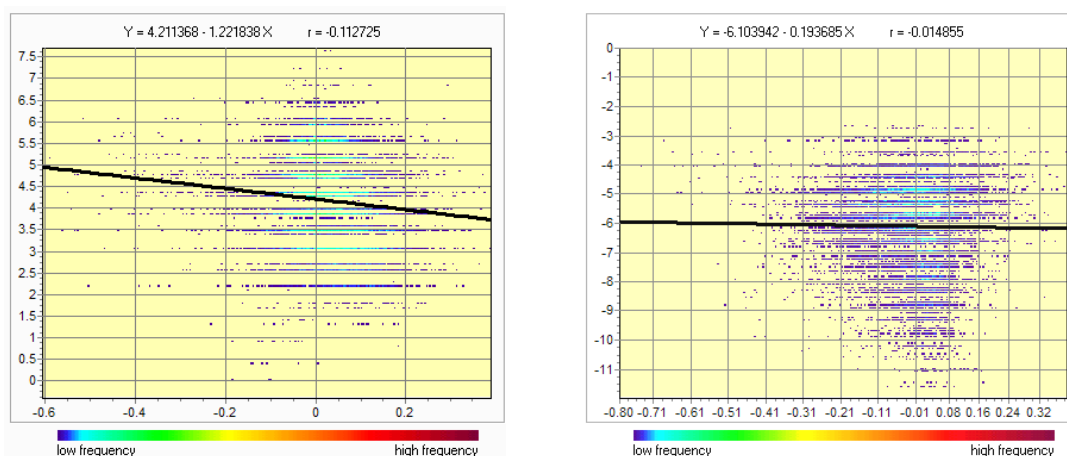
ตารางที่ 23 การคาดการณ์อุณหภูมิจากสมการความสัมพันธ์

ปี พ.ศ.	สมการความสัมพันธ์	ค่า NDVI =1	เพิ่มขึ้น 25%	เพิ่มขึ้น 50%	เพิ่มขึ้น 75%
2544	$y = 21.924 - 2.606x$	19.318	18.6665	18.015	17.3635
2547	$y = 26.355 - 4.013x$	22.342	21.33875	20.3355	19.33225
2550	$y = 19.918 - 2.054x$	17.868	17.3555	16.843	16.3305

ตารางที่ 24 การคาดการณ์อุณหภูมิที่ลดลงในแต่ละปี

อุณหภูมิที่ลดลง ในปี พ.ศ.	เมื่อเพิ่ม NDVI 25%	เมื่อเพิ่ม NDVI 50%	เมื่อเพิ่ม NDVI 75%
2544	0.652	1.303	1.955
2547	1.003	2.007	3.010
2550	0.512	1.025	1.538

ในปี พ.ศ.2547 พบว่ามีอัตราการลดลงของอุณหภูมิสูงกว่า ปี พ.ศ.2544 และปี พ.ศ.2550 แสดงให้เห็นว่านอกจากปริมาณพื้นที่สีเขียวในปี พ.ศ.2547 ที่มากกว่าปีอื่นๆ จะส่งผลต่อการลดลงของอุณหภูมิในเขตปทุมวันแล้ว การเพิ่มขึ้นของค่า NDVI ก็มีผลทำให้อุณหภูมิลดลงเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ยังสรุปได้จากการเปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิในปี พ.ศ.2544 กับปี พ.ศ.2547 และปี พ.ศ.2547 กับปี พ.ศ.2550 ดังแผนภูมิที่ 22



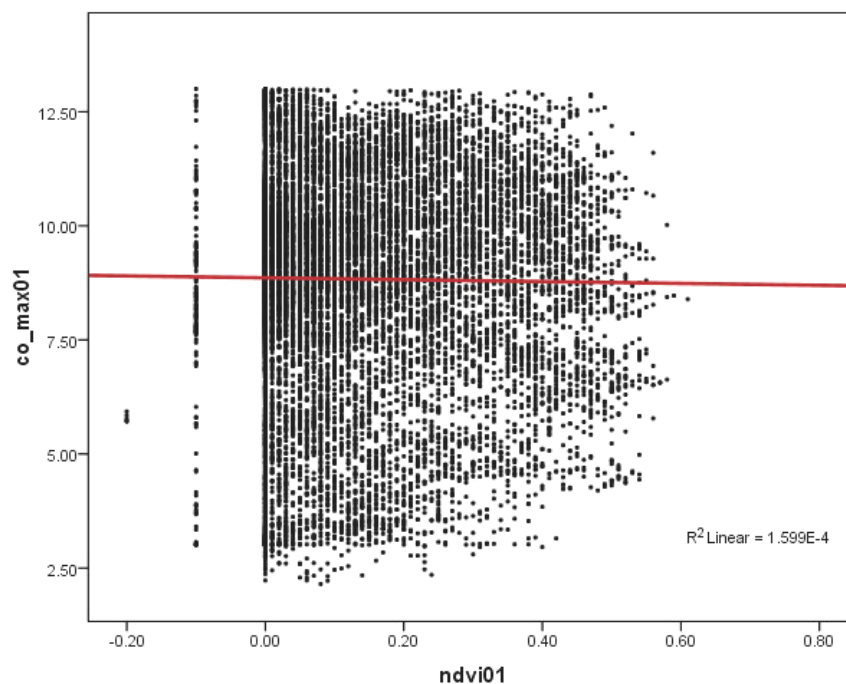
แผนภูมิที่ 22 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่า NDVI และอุณหภูมิระหว่างปี พ.ศ.2544 กับปี พ.ศ.2547 และปี พ.ศ.2547 กับปี พ.ศ.2550

ระหว่างปี พ.ศ.2544 ถึงปี พ.ศ.2547 ปริมาณของพื้นที่สีเขียวเพิ่มขึ้น ค่าดัชนีพืชพรรณเฉลี่ยสูงขึ้น 0.024 ในระหว่างปี พ.ศ.2547 ถึงปี พ.ศ.2550 ปริมาณของพื้นที่สีเขียวลดลง ในขณะที่เดียวกันค่าดัชนีพืชพรรณเฉลี่ยลดลง 0.024 จากการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจะพบว่า การเพิ่มขึ้นของปริมาณพื้นที่สีเขียวและการเพิ่มขึ้นของค่า NDVI ต่างส่งผลต่อการลดอุณหภูมิเช่นเดียวกัน ซึ่งในระหว่างปี พ.ศ.2547 ถึง พ.ศ.2550 จะพบว่าค่า NDVI มีผลต่อการลดลงของอุณหภูมิต่ำกว่าในช่วงปี พ.ศ.2544 ถึงปี พ.ศ.2547 ซึ่งจากข้อมูลของปริมาณพื้นที่สีเขียวลดลงถึง 400.39 ไร่ และค่าดัชนีพืชพรรณที่ต่ำลง 0.024

4.3 ความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวกับก๊าซมลพิษ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและก๊าซมลพิษ CO เพื่อวิเคราะห์ว่าลักษณะพื้นที่สีเขียวมีผลอย่างไรต่อปริมาณความเข้มข้นของก๊าซ CO โดยทำการศึกษาข้อมูลของก๊าซ CO จากการนำค่าที่ได้จากการตรวจวัดจากสถานีตรวจวัดริมถนน จำนวน 15 จุด ทำการวิเคราะห์จากข้อมูลในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550 ดังแผนภูมิที่ 24 25 และ 26 พบว่าทั้ง

สองตัวแปรมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันต่อกันคือเมื่อค่า NDVI เพิ่มขึ้นจะทำให้ก๊าซ CO มีแนวโน้มลดลงจากการทดลองวิเคราะห์ทั้ง 3 ปี



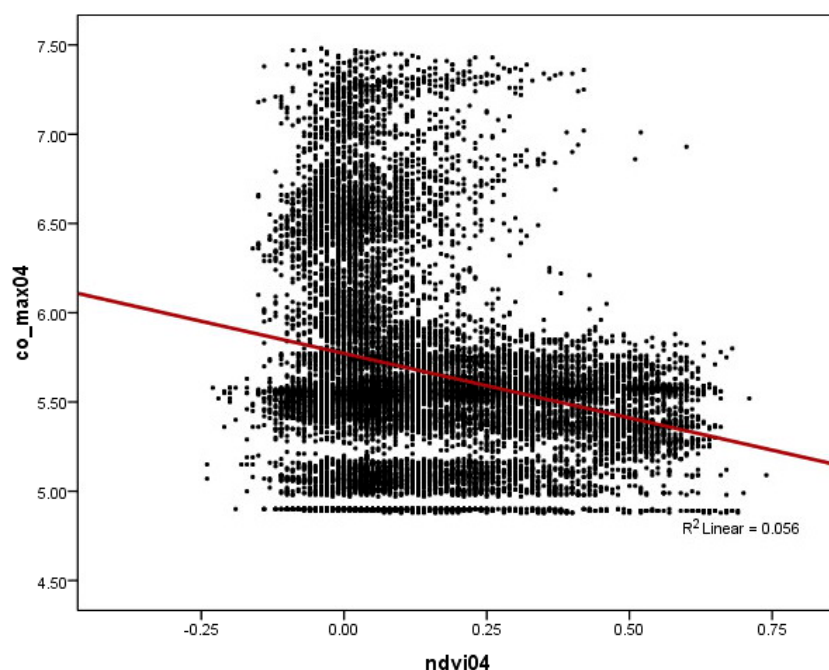
แผนภูมิที่ 23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและก๊าซ CO ในปี พ.ศ.2544

ตารางที่ 25 Coefficients^a ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและก๊าซ CO ในปี พ.ศ.2544

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	8.861	.026		335.157	.000
ndvi01	-.206	.135	-.013	-1.524	.128

a. Dependent Variable: co_max01

จากแผนภูมิต่างกันแสดงความสัมพันธ์ระหว่างก๊าซ CO และลักษณะพื้นที่สีเขียวในปี พ.ศ.2544 โดยกำหนดให้ลักษณะพื้นที่สีเขียวเป็นตัวแปรต้นและปริมาณก๊าซ CO เป็นตัวแปรตาม หลังจากได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าทั้งสองตัวแปรมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันต่อกัน โดยเขียนสมการความสัมพันธ์ได้คือ $y=8.861-0.206x$



แผนภูมิที่ 24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและก๊าซ CO ในปี พ.ศ.2547

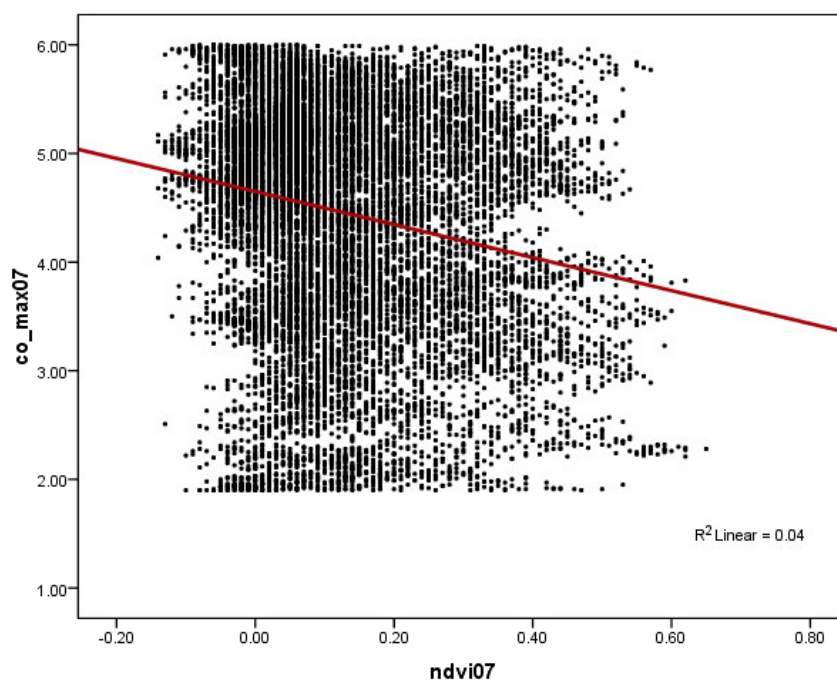
ตารางที่ 26 Coefficients^a ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและก๊าซ CO ในปี พ.ศ.2547

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	5.772	.006		997.065	.000
ndvi04	-.722	.025	-.237	-29.406	.000

a. Dependent Variable: co_max04

จากแผนภูมิจำแนกแสดงความสัมพันธ์ระหว่างก๊าซ CO และลักษณะพื้นที่สีเขียวในปี พ.ศ.2547 โดยกำหนดให้ลักษณะพื้นที่สีเขียวเป็นตัวแปรต้นและปริมาณก๊าซ CO เป็นตัวแปรตาม หลังจากได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าทั้งสองตัวแปรมีความสัมพันธ์ต่อกันในลักษณะแปรผกผันต่อกัน โดยเขียนสมการความสัมพันธ์ได้คือ $y=5.772-0.722x$

ผลการวิเคราะห์ในปี พ.ศ.2547 มีความแตกต่างจากในปี พ.ศ.2544 คือความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นมีมากกว่าในปี พ.ศ.2544 ปัจจัยที่เข้ามามีผลในครั้งนี้คือปริมาณของพื้นที่สีเขียวที่เพิ่มสูงขึ้นจากปี พ.ศ.2544 เท่ากับ 0.35 ตร.กม.และค่า NDVI ที่เพิ่มสูงขึ้นเฉลี่ย 0.023



แผนภูมิที่ 25 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและก๊าซ CO ในปี พ.ศ.2550

ตารางที่ 27 Coefficients^a ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและก๊าซ CO ในปี พ.ศ.2550

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	4.650	.011		410.063	.000
	ndvi07	-1.521	.062	-.201	-24.726	.000

a. Dependent Variable: co_max07

จากแผนภูมิจำแนกแสดงความสัมพันธ์ระหว่างก๊าซ CO และลักษณะพื้นที่สีเขียวในปี พ.ศ.2550 โดยกำหนดให้ลักษณะพื้นที่สีเขียวเป็นตัวแปรต้นและปริมาณก๊าซ CO เป็นตัวแปรตาม หลังจากได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าทั้งสองตัวแปรมีความสัมพันธ์ต่อกันในลักษณะแปรผกผันต่อกัน โดยเขียนสมการความสัมพันธ์ได้คือ $y=4.650-1.521x$

ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าแนวโน้มของลักษณะพื้นที่สีเขียวยังคงมีความสัมพันธ์กับปริมาณ CO ถึงแม้ว่าปริมาณพื้นที่สีเขียวและปริมาณความเข้มข้นของก๊าซ CO จะลดลงจากปี พ.ศ.2547 ถึงปี พ.ศ.2550 แต่ทั้งสองตัวแปรก็ยังคงแสดงความสัมพันธ์แบบแปรผกผันต่อกัน

ตารางที่ 28 สรุปสมการความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและก๊าซ CO

ปี พ.ศ.	สมการความสัมพันธ์	ค่าคงตัว	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย
2544	$y=8.861-0.206x$	มีนัยสำคัญ	ไม่มีนัยสำคัญ
2547	$y=5.772-0.722x$	มีนัยสำคัญ	มีนัยสำคัญ
2550	$y=4.650-1.521x$	มีนัยสำคัญ	มีนัยสำคัญ

ดังนั้นจากสมการดังกล่าวพบว่าลักษณะพื้นที่สีเขียวและก๊าซ CO มีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันต่อกันทั้ง 3 ปี และสามารถคาดการณ์ค่าความเข้มข้นของก๊าซ CO ที่จะเกิดขึ้น ในกรณีที่ลักษณะพื้นที่สีเขียวมีค่าดัชนีพืชพรรณสูงขึ้น โดยสมมติให้ค่า NDVI ในพื้นที่สูงขึ้น 25% 50% 75% ดังตัวอย่างสมการในปี พ.ศ.2544

$$\begin{aligned}
 Y1 &= 8.861-0.206x \\
 &= 8.861-0.206(X1) \\
 &= 8.861-0.206x \\
 &= 8.655
 \end{aligned}$$

เมื่อ $X1=1$ และ $X2=1.5$

$$\begin{aligned}
 Y2 &= 8.861-0.206x \\
 &= 8.861-0.206(X2) \\
 &= 8.861-0.309 \\
 &= 8.552
 \end{aligned}$$

$$Y1-Y2 = 0.103 \text{ ppm}$$

จากสมการข้างต้นเป็นการคาดการณ์ตามสมการความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น เมื่อแทนค่า X ด้วยค่า NDVI ที่มีค่าสูงขึ้นพบว่าจะมีผลให้ความเข้มข้นของก๊าซ CO ลดลงเป็นลำดับ

ตารางที่ 29 การคาดการณ์ความเข้มข้นของก๊าซ CO จากสมการความสัมพันธ์

ปี พ.ศ.	สมการความสัมพันธ์	เมื่อค่า NDVI =1	เพิ่มขึ้น 25%	เพิ่มขึ้น 50%	เพิ่มขึ้น 75%
2544	$y=8.861-0.206x$	8.655	8.604	8.552	8.501
2547	$y=5.772-0.722x$	5.050	4.870	4.689	4.509
2550	$y=4.650-1.521x$	3.129	2.749	2.369	1.988

ตารางที่ 30 การคาดการณ์ความเข้มข้นของก๊าซ CO ที่ลดลงในแต่ละปี

ก๊าซ CO ที่ลดลง ในปี พ.ศ.	เมื่อเพิ่ม NDVI 25%	เมื่อเพิ่ม NDVI 50%	เมื่อเพิ่ม NDVI 75%
2544	0.052	0.103	0.155
2547	0.181	0.361	0.542
2550	0.380	0.761	1.141

5. สรุป

ในบทที่ 5 นี้ได้ทำการวิเคราะห์ตัวแปรได้แก่ ลักษณะอุณหภูมิ ลักษณะพื้นที่สีเขียว ปริมาณก๊าซมลพิษในพื้นที่เขตปทุมวัน และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ สรุปได้ว่าลักษณะอุณหภูมิของเขตปทุมวัน ลักษณะพื้นที่สีเขียวของเขตปทุมวัน และปริมาณก๊าซมลพิษในเขตปทุมวันมีลักษณะสอดคล้องกันและเป็นข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ทางสถิติได้

เมื่อดำเนินการวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ สามารถสร้างสมการความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองสมการที่มีลักษณะเป็นความสัมพันธ์แบบแปรผกผันต่อกัน โดยประกอบด้วยสมการความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวกับอุณหภูมิ ในปี พ.ศ.2544 คือ $y = 21.924 - 2.606x$ ในปี พ.ศ. 2547 คือ $y = 26.355 - 4.013x$ และในปี พ.ศ.2550 คือ $y = 19.918 - 2.054x$ สำหรับสมการความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวกับก๊าซมลพิษ ในปี พ.ศ.2544 คือ $y = 8.861 - 0.206x$ ในปี พ.ศ.2547 คือ $y = 5.772 - 0.722x$ และในปี พ.ศ.2550 คือ $y = 4.650 - 1.521x$

โดยลักษณะพื้นที่สีเขียวทั้งในด้านปริมาณและค่า NDVI ที่มีค่าเพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้อุณหภูมิในพื้นที่เขตปทุมวันลดลงได้ ทั้ง 3 ปี สำหรับความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวกับปริมาณความเข้มข้นของก๊าซ CO มีลักษณะความสัมพันธ์แบบแปรผกผันต่อกัน คือการเพิ่มปริมาณและค่า NDVI ของพื้นที่สีเขียวมีผลให้ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซ CO ลดลงได้ ทั้ง 3 ปี

สำหรับในบทต่อไปจะเป็นการอภิปรายผลที่ได้จากการวิจัย และข้อเสนอแนะที่เกิดขึ้นจากผลการวิจัยในการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมือง

บทที่ 6

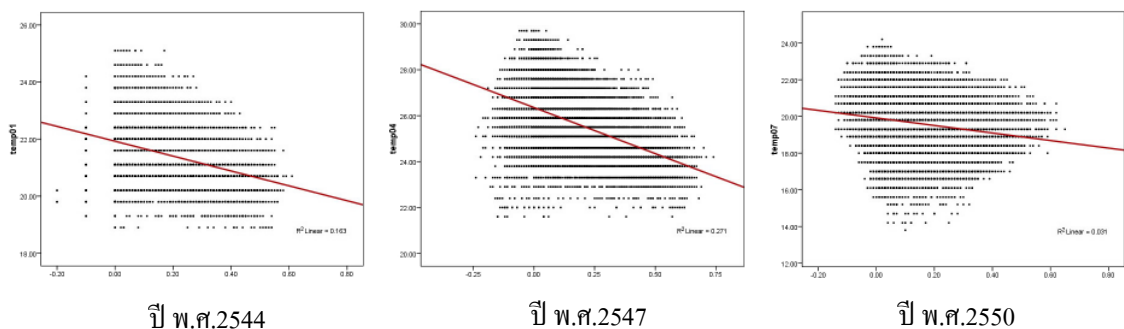
การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นที่ที่สีเขียวในเขตชุมชนเมืองและปัจจัยที่มีผลต่อภาวะโลกร้อน ได้ดำเนินการวิจัยจนกระทั่งถึงขั้นตอนการวิเคราะห์ ในบทนี้จะเป็นการนำผลการวิเคราะห์ดังกล่าวมาทำการอภิปรายและสรุปเป็นข้อเสนอแนะ โดยจะเป็นการอภิปรายผลจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่ที่สีเขียวกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง และความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่ที่สีเขียวกับก๊าซมลพิษ เพื่อสรุปเป็นข้อเสนอแนะลักษณะพื้นที่ที่สีเขียวที่เหมาะสมในเขตชุมชนเมือง หลังจากนั้นจะนำไปสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากนักวิชาการด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อนำมาปรับปรุงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

1. การอภิปรายผล

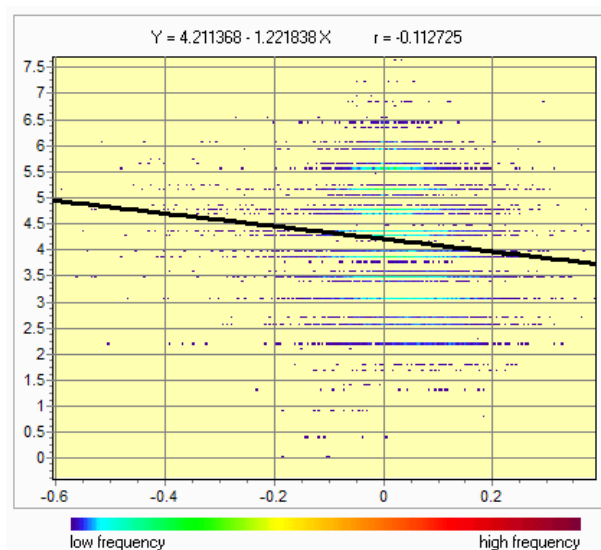
1.1 ผลจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่ที่สีเขียวกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง

1) ความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่ที่สีเขียวกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง ในการวิเคราะห์จากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 ในพื้นที่เขตปทุมวัน โดยวิธีการทางสถิติทั้ง 3 ปีมีลักษณะความสัมพันธ์เช่นเดียวกันคือ ความสัมพันธ์แบบแปรผกผันต่อกัน จะเห็นได้จากลักษณะของสมการและแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ ซึ่งตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยที่ลักษณะพื้นที่ที่สีเขียวที่มีค่า NDVI สูงสามารถลดอุณหภูมิในพื้นที่เขตปทุมวันลงได้ดีกว่าลักษณะพื้นที่ที่สีเขียวที่มีค่า NDVI ต่ำกว่า ดังเช่นในปี พ.ศ.2547 ลักษณะพื้นที่ที่สีเขียวมีค่า NDVI สูงที่สุดใน 3 ปี คือ 0.147 เส้นกราฟความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นมีอัตราลดลงมากกว่าในปี พ.ศ.2544 และพ.ศ.2550 ที่มีค่า NDVI เท่ากันคือ 0.124

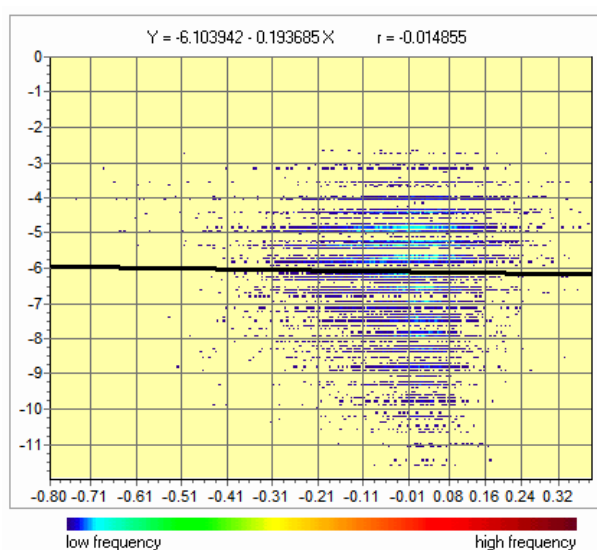


แผนภูมิที่ 26 สรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่ที่สีเขียวกับอุณหภูมิในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550

จากผลการวิเคราะห์ค่า NDVI ที่มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงระหว่างปี พ.ศ.2544 กับปี พ.ศ.2547 ดังแผนภูมิที่ 27 เปรียบเทียบกับค่า NDVI ที่มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงระหว่างปี พ.ศ.2544 กับปี พ.ศ.2547 ดังแผนภูมิที่ 28 เมื่อนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป สามารถให้ได้อย่างชัดเจนว่า ในปี พ.ศ.2547 ที่มีค่า NDVI เพิ่มมากขึ้นส่งผลต่ออัตราการลดอุณหภูมิได้ชัดเจนกว่า ในปี พ.ศ.2550 ที่มีค่า NDVI ลดลง



แผนภูมิที่ 27 ผลการวิเคราะห์ค่า NDVI และอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง
ระหว่างปี พ.ศ.2544 กับปี พ.ศ.2547



แผนภูมิที่ 28 ผลการวิเคราะห์ค่า NDVI และอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง
ระหว่างปี พ.ศ.2547 กับปี พ.ศ.2550

2) หากพิจารณาจากลักษณะของพื้นที่สีเขียวในด้านปริมาณพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงพบว่าการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะพื้นที่สีเขียว ในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550 แสดงให้เห็นว่าในปี พ.ศ.2547 เป็นปีที่มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณพื้นที่ที่เป็นพื้นที่ปกคลุมด้วยไม้ยืนต้น หรือประเภทของพื้นที่ที่มีค่า NDVI อยู่ในช่วง 0.2-1 มากกว่าในปี พ.ศ.2544 และพ.ศ.2550 ดังตารางที่ 31

ตารางที่ 31 การเปรียบเทียบปริมาณพื้นที่จำแนกตามค่า NDVI ในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และพ.ศ.2550

ประเภทของพื้นที่จำแนกตาม ค่า NDVI	ปี พ.ศ.2544 (ตร.กม.)	ปี พ.ศ.2547 (ตร.กม.)	ปี พ.ศ.2550 (ตร.กม.)
1. น้ำ (-1.000 ถึง -0.151)	0.01	0.02	-
2. พื้นที่ปกคลุมด้วยหญ้าหรือที่ว่าง (-0.150 ถึง -0.001)	2.01	1.93	1.17
3. อาคารและสิ่งก่อสร้าง (0.000 ถึง 0.199)	4.44	4.17	5.59
4. พื้นที่ปกคลุมด้วยต้นไม้ยืนต้น (0.200 ถึง 1.000)	2.61	2.96	2.32

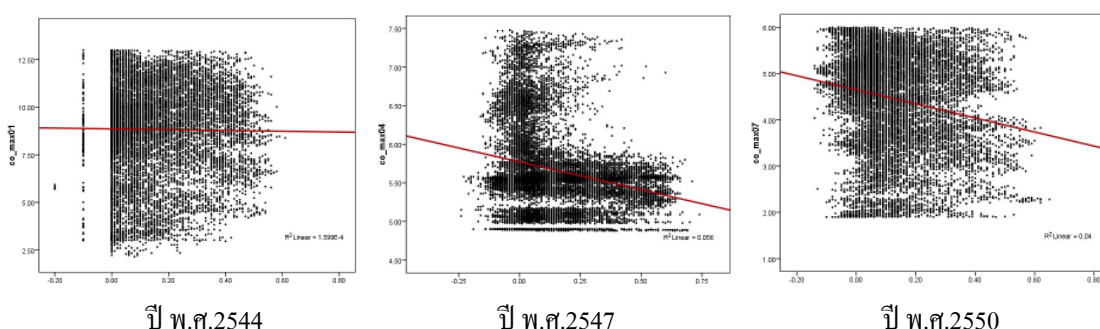
จากปริมาณของพื้นที่ที่จำแนกตามค่า NDVI พบว่าปริมาณของพื้นที่ที่ปกคลุมด้วยต้นไม้ยืนต้น ซึ่งมีค่า NDVI ระหว่าง 0.2 ถึง 1 มีปริมาณมากที่สุดในปี พ.ศ.2547 เท่ากับ 2.96 ตร.กม. และน้อยที่สุดในปี พ.ศ.2550 เท่ากับ 2.32 ตร.กม. ปริมาณพื้นที่ลดลงถึง 0.64 ตร.กม. ดังนั้นลักษณะความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ.2550 จึงทำให้มีอัตราการลดลงของอุณหภูมิที่น้อยที่สุดใน 3 ปี

3) ลักษณะของพื้นที่สีเขียวทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพต่างมีความสัมพันธ์ต่อการลดอุณหภูมิ ข้อเสนอแนะทางทฤษฎีซึ่งได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของพื้นที่สีเขียว ในการลดอุณหภูมิของเมือง เกิดจากการคายน้ำของต้นไม้ และจากร่มเงาของต้นไม้ที่ช่วยทำให้อุณหภูมิความร้อนในเมืองลดลงได้เช่นกัน พื้นที่ซึ่งถูกแสงอาทิตย์โดยตรงจะร้อนถึง 50-67 องศาเซลเซียส ถ้าเทียบกับบริเวณพื้นที่เดียวกันซึ่งอยู่ใต้ร่มไม้ อุณหภูมิจะลดลงได้ถึง 20 องศาเซลเซียส

ดังนั้นไม่ว่าค่า NDVI หรือปริมาณของพื้นที่สีเขียวต่างมีผลต่อการลดอุณหภูมิของเมืองได้เช่นกัน ซึ่งหากจะเปรียบเทียบความสำคัญสามารถสรุปได้ว่า การเพิ่มขึ้นของค่า NDVI และปริมาณจะส่งผลให้อุณหภูมิของเมืองลดลงได้ดีที่สุด รองลงมาคือกรณีที่มีลักษณะพื้นที่สีเขียวมีค่า NDVI ที่เท่ากัน การเพิ่มปริมาณของพื้นที่จะมีผลให้อุณหภูมิลดลงได้มากขึ้น

1.2 ผลจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวกับก๊าซมลพิษ

1) ความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวกับก๊าซมลพิษมีลักษณะเช่นเดียวกับความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวกับอุณหภูมิ คือลักษณะพื้นที่สีเขียวช่วยลดปริมาณก๊าซมลพิษในอากาศลงได้ จากแผนภูมิที่ 29 แสดงให้เห็นว่าทั้ง 3 ปี ลักษณะพื้นที่สีเขียวมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกับปริมาณความเข้มข้นของก๊าซ CO จะสังเกตได้ว่าในปี พ.ศ.2544 และปี พ.ศ.2550 มีค่า NDVI เท่ากันคือ 0.124 แต่เมื่อทำการวิเคราะห์ปรากฏว่าปริมาณความเข้มข้นของก๊าซ CO มีอัตราการลดลงได้ดีกว่าในปี พ.ศ.2544 โดยที่ปริมาณพื้นที่สีเขียวไม่ได้มากกว่าในปี พ.ศ.2544 ดังแผนภูมิที่ 29



แผนภูมิที่ 29 สรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวกับก๊าซมลพิษ
ในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550

ผู้วิจัยมีความเห็นต่อผลการวิเคราะห์ดังกล่าวว่า การที่ค่า NDVI ของปี พ.ศ.2544 และ พ.ศ.2550 มีค่าเฉลี่ยเท่ากันคือ 0.124 และปริมาณของพื้นที่สีเขียวในปี พ.ศ.2550 น้อยกว่าในปี พ.ศ.2544 แต่ผลของปริมาณความเข้มข้นของก๊าซ CO ยังคงลดลง น่าจะเกิดจากปัจจัยหรือตัวแปรภายนอกที่ส่งผลต่อปริมาณความเข้มข้นของก๊าซ CO ซึ่งมีค่าเฉลี่ยลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ.2547 ถึง พ.ศ.2550 โดยจากที่ได้ทำการวิเคราะห์ตัวแปรดังกล่าวและพบว่าในปี พ.ศ.2547 พื้นที่เขตปทุมวันได้เริ่มให้บริการระบบขนส่งมวลชนขนาดใหญ่ ทั้งโครงการรถไฟฟ้า BTS และโครงการรถไฟฟ้ามหานคร MRT โดยในพื้นที่เขตปทุมวันมีทั้งหมด 3 เส้นทาง น่าจะเป็นอีกปัจจัยที่มีอิทธิพลและสอดคล้องกับข้อมูลสถิติปริมาณการจราจรที่ลดลงเช่นกัน

2) ลักษณะความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ.2547 ซึ่งปริมาณความเข้มข้นของก๊าซ CO มากกว่าในปี พ.ศ.2550 แต่อัตราการลดลงของปริมาณความเข้มข้นใกล้เคียงกัน ถ้าไม่นำปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องมาพิจารณา จะเห็นได้ว่าลักษณะพื้นที่สีเขียวทั้งในด้านปริมาณและค่า NDVI ในปี พ.ศ.2547 สูงกว่าในปี พ.ศ.2550 จึงทำให้อัตราการลดลงใกล้เคียงกัน

การที่ปริมาณพื้นที่สีเขียวเพิ่มขึ้นในปี พ.ศ.2547 ทำให้การดูดซับก๊าซในบรรยากาศเพื่อนำไปสู่กระบวนการสังเคราะห์แสงเพิ่มมากขึ้น จากการศึกษาด้านพืชศาสตร์ในบทที่ 2 ก๊าซที่เป็นอาหารที่สำคัญของพืชคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยมีก๊าซ CO เป็นองค์ประกอบหนึ่ง เมื่อพืชสังเคราะห์ได้มาก ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซในบรรยากาศจึงลดลงได้มากเช่นกัน นอกจากก๊าซคาร์บอนต่าง ๆ ยังรวมถึงสารพิษประเภทโลหะหนัก เช่น แคดเมียม นิกเกิล โครเมียมและตะกั่ว

2. ลักษณะของพื้นที่สีเขียวที่เหมาะสมสำหรับการลดภาวะโลกร้อนในเขตชุมชนเมือง

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ เพื่อนำมาสรุปรูปแบบของพื้นที่สีเขียวที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ พบว่าพื้นที่สีเขียวมีประโยชน์ทั้งในการช่วยลดอุณหภูมิของเมืองและช่วยลดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซ CO ในเมืองลงได้ โดยลักษณะที่สำคัญคือนอกจากการเพิ่มปริมาณพื้นที่สีเขียวแล้ว การเพิ่มค่าดัชนีพืชพรรณของพื้นที่สีเขียวเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงถึง ส่วนปัจจัยสำคัญในการลดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซ CO ได้แก่ความสมบูรณ์ของพืชพรรณในพื้นที่สีเขียว (NDVI) มีผลได้การช่วยลดความเข้มข้นของก๊าซ CO ลงได้มากกว่าการเพิ่มปริมาณของพื้นที่สีเขียว ดังนั้นข้อเสนอแนะลักษณะและรูปแบบในการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในอนาคตสามารถสรุปได้ดังนี้

1) การเพิ่มปริมาณของพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมืองให้มากขึ้น ลักษณะของพื้นที่สีเขียวเหล่านั้น ควรเป็นพื้นที่สีเขียวชนิดที่มีความสมบูรณ์และมีค่าดัชนีพืชพรรณอยู่ในระหว่าง 0.2 ถึง 1 คือ ไม้ยืนต้นเป็นองค์ประกอบหลัก พืชพรรณที่มีสีเขียวในปริมาณมาก ซึ่งจากการวิจัยได้ทำการจัดกลุ่มประเภทของพื้นที่ตามค่าดัชนีพืชพรรณเป็น 4 ประเภท แสดงให้เห็นว่าประเภทของพื้นที่สีเขียวที่ให้ผลได้ดีที่สุดกับการลดอุณหภูมิและการลดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซ CO คือมีช่วงค่า NDVI อยู่ในช่วง 0.2-1

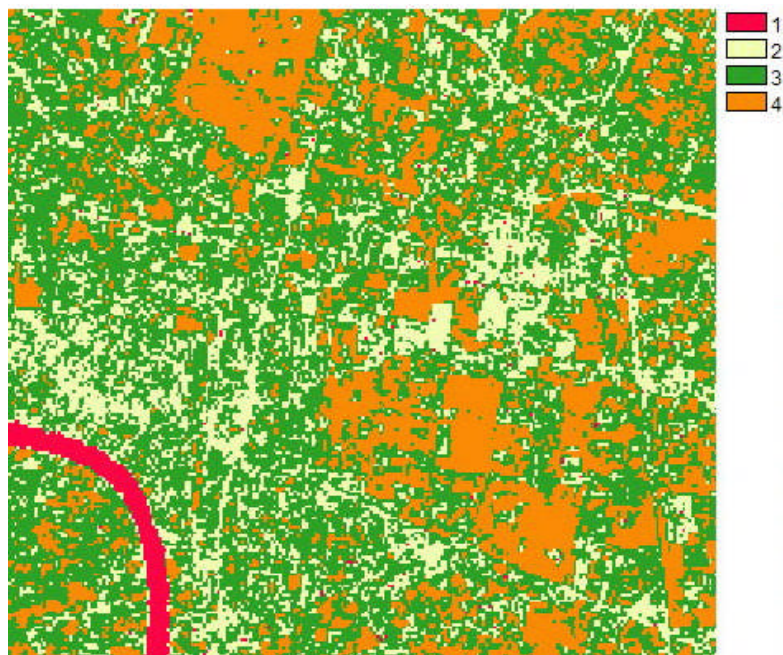
ดังนั้นหากต้องการให้ลักษณะพื้นที่สีเขียวมีประสิทธิภาพดีที่สุดในการลดอุณหภูมิของเมืองและลดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซ CO ต้องดำเนินการจัดหาพื้นที่สีเขียวที่มีไม้ยืนต้น มีลักษณะทรงพุ่มของใบกว้างเพื่อการเพิ่มปริมาณพื้นที่สีเขียว และการเพิ่มร่มเงาจากต้นไม้แก่พื้นที่โดยรอบ

2) การเพิ่มความสมบูรณ์ของค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ในกรณีที่มีพื้นที่สีเขียวเดิมในปริมาณจำกัดหรือไม่สามารถดำเนินการหาพื้นที่อื่นเพิ่มได้ ลักษณะของพื้นที่สีเขียวดังกล่าวต้องให้ความสำคัญกับการดูแล บำรุงรักษาให้พืชพรรณเจริญเติบโตแข็งแรงและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ลักษณะที่จะทำให้ค่า NDVI มีค่าสูงขึ้น สามารถตรวจวัดได้จากพื้นที่ที่มีคลอโรฟิลล์สูง จากการศึกษาด้านพืชศาสตร์แสดงให้เห็นว่าการเจริญเติบโตของพืชจะมีพัฒนาการที่สมบูรณ์หรือไม่ขึ้นอยู่กับโภชนาการที่เพียงพอตามความต้องการ โดยมีกระบวนการที่สำคัญเพื่อสร้างความเจริญเติบโตได้แก่

การสังเคราะห์แสง การหายใจ การคายน้ำ การดูดน้ำและอาหารธาตุ และการลำเลียงน้ำ แร่ธาตุและอาหารของพืช ซึ่งการสังเคราะห์แสงของพืชมีความสำคัญต่อการเกิดคลอโรฟิลล์ เนื่องจากเกิดขึ้นบริเวณที่เป็นสีเขียวของพืชโดยเฉพาะใบ และเป็นการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศให้อยู่ในสภาพสมดุลเหมาะสมแก่การดำรงชีวิต

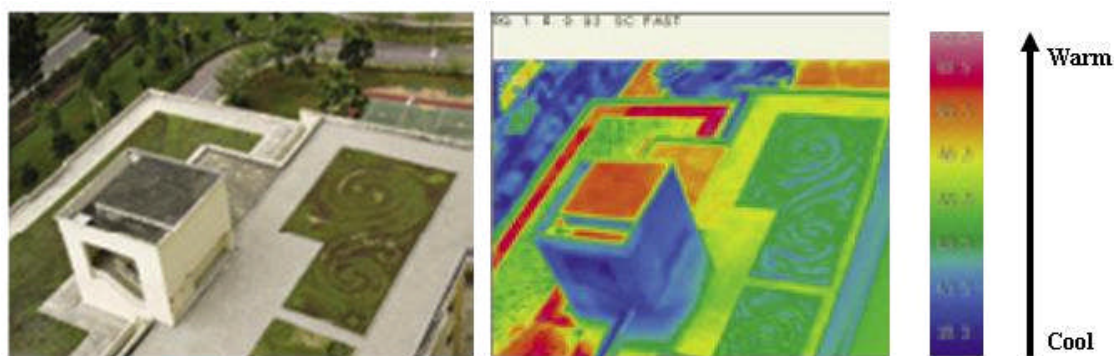
ดังนั้นลักษณะพื้นที่สีเขียวที่จะสมบูรณ์มากขึ้นได้ จึงต้องพัฒนาดังแต่โครงสร้างและโภชนาการของพืช จึงจะทำให้เกิดความสมบูรณ์และมีค่า NDVI ที่สูงขึ้น จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าถ้าเพิ่มค่า NDVI ของพื้นที่สีเขียวขึ้น 50% ในปี พ.ศ.2544 อุณหภูมิจะลดลง 1.303 องศาเซลเซียส ในปี พ.ศ.2547 อุณหภูมิจะลดลง 2.0065 องศาเซลเซียส และในปี พ.ศ.2550 อุณหภูมิจะลดลง 1.025 องศาเซลเซียส

3) ลักษณะของพื้นที่สีเขียวแบบสวนหลังคาและสวนแนวตั้ง ซึ่งเป็นลักษณะการเพิ่มปริมาณของพื้นที่สีเขียวที่เหมาะสมกับเขตชุมชนเมืองที่มีความหนาแน่นของกลุ่มอาคารและสิ่งก่อสร้างสูง โดยไม่จำเป็นต้องหาที่ดินใหม่ จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่แสดงลักษณะพืชพรรณโดยจำแนกตามค่า NDVI ดังภาพที่ 57 พื้นที่ประเภทที่ 1 (สีขาว) คือพื้นที่ว่างและสามารถพัฒนาเป็นพื้นที่สีเขียวได้ แต่ส่วนหนึ่งเป็นพื้นที่ของถนนซึ่งในความเป็นจริงไม่สามารถสร้างพื้นที่สีเขียวได้ ดังนั้นพื้นที่ประเภทที่ 3 (สีเขียว) ซึ่งเป็นพื้นที่ของอาคารและสิ่งก่อสร้าง จึงมีความเหมาะสมในการเพิ่มพื้นที่สีเขียวแบบสวนหลังคาและสวนแนวตั้ง



ภาพที่ 57 ภาพถ่ายดาวเทียมที่จำแนกประเภทตามค่า NDVI

จากลักษณะภาพถ่ายดาวเทียมและผลการศึกษารื่องปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมืองชี้ให้เห็นว่า อากาศใกล้พื้นดินในบริเวณเขตชุมชนเมืองที่มีตึก อาคารและสิ่งก่อสร้างอยู่เป็นจำนวนมาก จะมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณที่เป็นพื้นที่ป่าไม้ อาจสูงขึ้นถึง 2-5 องศาเซลเซียส การพัฒนาพื้นที่สีเขียวโดยการสร้างสวนหลังคาและสวนแนวตั้งจึงมีส่วนในการทำให้ปัจจัยที่เกี่ยวกับภาวะโลกร้อนลดน้อยลง การปรับเปลี่ยนจากลักษณะพื้นผิวอาคาร สิ่งก่อสร้างให้มีสภาพใกล้เคียงกับพื้นที่ป่า จะช่วยลดความร้อนที่พื้นผิวจากการคายน้ำของพืชให้แก่อาคารและบริเวณโดยรอบได้ ดังภาพที่ 58



ภาพที่ 58 การเปรียบเทียบอุณหภูมิที่พื้นผิวหลังคาและผนังอาคาร

ที่มา : Hills and Howland. Green Roofs and the urban heat island affect [Online], Accessed 12 December 2008. Available from <http://www.columbia.edu/~grh2113/pages/data.html/>

นอกจากลักษณะและรูปแบบพื้นที่สีเขียวที่ได้เสนอแนะไว้ข้างต้น ในการเพิ่มพื้นที่สีเขียวให้แก่เมืองยังมีข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เป็นปัจจัยที่มีส่วนในการทำให้การเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมืองสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังเช่น

1) ด้านนโยบายและแผนงาน

การกำหนดพื้นที่สำหรับการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมือง ดังเช่น กรุงเทพมหานคร ควรกำหนดนโยบายและแผนงานที่ชัดเจนและสร้างกฎระเบียบต่าง ๆ ที่สามารถดำเนินการได้อย่างเป็นรูปธรรม การกระจายอำนาจให้กลุ่มเขตดำเนินการ โดยส่วนกลางเป็นผู้กำหนดนโยบายหลักและติดตามผล นอกจากนี้ควรมีการสร้างความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชน เจ้าของอาคารขนาดใหญ่ ห้างสรรพสินค้า โรงแรมให้เห็นความสำคัญและร่วมกันจัดทำพื้นที่สีเขียวในเมืองเพิ่มขึ้น ซึ่งในปัจจุบันเจ้าของธุรกิจโครงการมักให้ความสำคัญกับการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อผลประโยชน์ด้านการค้ามากกว่า

สำหรับพื้นที่เมืองที่มีความหนาแน่นสูง แผนงานในระยะแรกควรมุ่งเน้นการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในพื้นที่ของหน่วยงานราชการ เนื่องจากง่ายต่อการเจรจาต่อรอง ไม่ว่าจะเป็นการขอเข้าไปใช้ประโยชน์ที่ดิน การขอรับบริจาคหรือการทำสัญญาเช่า

2) ด้านผังเมือง

การให้ความสำคัญกับการพัฒนาพื้นที่สีเขียวในเมืองปัจจุบัน มุ่งเน้นเพื่อให้เกิดประโยชน์ในต่าง ๆ เช่น ด้านระบบนิเวศ นันทนาการ สุขทรียภาพของเมือง จะเห็นได้จากการแบ่งประเภทของพื้นที่สีเขียวโดยจำแนกตามลักษณะของหน้าที่การใช้งาน ในอนาคตนอกจากการกำหนดบทบาทหน้าที่ของพื้นที่สีเขียวในเมือง ควรมีการกำหนดให้พื้นที่สีเขียวบางประเภทในเมืองได้รับการอนุรักษ์เพิ่มมากขึ้น นอกจากพื้นที่อนุรักษ์เพื่อเกษตรกรรม อุทยานหรือป่าสงวน เช่น ลักษณะพื้นที่สีเขียวตามแนวถนน ทางเดิน แม่น้ำ เพื่อรักษาให้พื้นที่สีเขียวในเมืองคงอยู่ได้อย่างยั่งยืน

3) ด้านการมีส่วนร่วม

สิ่งสำคัญที่สุดในการเพิ่มพื้นที่สีเขียวและพัฒนาให้พื้นที่คงอยู่ได้ในชุมชนเมือง ต้องอาศัยคนในชุมชนเมืองที่ต้องเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในการร่วมดูแลรักษาพื้นที่สีเขียว นอกจากจะเป็นการสร้างจิตสำนึกที่ดี จะทำให้เกิดความหวงแหนและรักษาพื้นที่สีเขียวให้คงอยู่ได้อย่างยาวนาน

3. ข้อเสนอแนะของนักวิชาการต่อผลการวิเคราะห์

การสอบถามความคิดเห็นโดยวิธีการสัมภาษณ์นักวิชาการด้านสิ่งแวดล้อม จำนวน 3 ท่าน ได้แก่

- (1) ดร.ประพัทธ์ พงษ์เกียรติกุล อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- (2) ผศ.ดร.รุจิโรจน์ อนามบุตร อาจารย์ประจำภาควิชาการออกแบบและวางผังชุมชนเมือง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตวังท่าพระ
- (3) ผศ.ดร.ณัฐ พิษกรรม อาจารย์ประจำภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่ได้จากการสัมภาษณ์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สรุปประเด็นที่มีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับผลการวิเคราะห์ รวมทั้งข้อเสนอแนะลักษณะพื้นที่สีเขียวในชุมชนเมือง เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์และครอบคลุมมากขึ้น และเพื่อเป็นแนวทางเพิ่มเติมสำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่อไป สารสำคัญที่ได้จากการสัมภาษณ์สรุปได้ดังนี้

3.1 การสัมภาษณ์ ดร.ประพัทธ์ พงษ์เกียรติกุล อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เมื่อวันที่ 14 มีนาคม พ.ศ.2552 สรุปได้ดังนี้

1) การลดภาวะโลกร้อนเป็นเรื่องในระดับโลก สำหรับการวิจัยในครั้งนี้น่าจะเหมาะสมในระดับท้องถิ่นมากกว่าและเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของพื้นที่สีเขียวที่จะช่วยลดอุณหภูมิของการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมืองได้ดีกว่า แต่ทั้งนี้การเพิ่มพื้นที่สีเขียวเพื่อลดอุณหภูมิและการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมืองในหลายๆ แห่งก็มีส่วนช่วยลดภาวะโลกร้อนได้ แต่ในการวัดหรือตรวจสอบทำได้ค่อนข้างยาก

2) การพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปรพื้นที่สีเขียวและก๊าซ CO นั้นค่อนข้างมีความแปรปรวนสูง สาเหตุเนื่องมาจากข้อมูลก๊าซ CO ที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นการตรวจวัด ณ จุดตรวจวัดริมถนนซึ่งค่าของก๊าซ CO ที่ออกจากรถยนต์โดยตรงมักจะให้ค่าที่อุปกรณ์ตรวจวัดสูง แต่พื้นที่สีเขียวซึ่งอยู่ในบริเวณรอบๆ ไม่สามารถดูดซับก๊าซ CO บริเวณริมถนนได้โดยตรง แหล่งกำเนิดก๊าซ CO สามารถปล่อยก๊าซ CO ออกมาตลอดเวลาทำให้ยากต่อการนำมาวิเคราะห์

3) การนำข้อมูลก๊าซ CO มาวิเคราะห์ หากใช้ข้อมูลซึ่งเป็นการตรวจวัดจากสถานที่จริงจะได้ผลการวิเคราะห์ที่แน่นอนมากกว่า เนื่องจากสภาพแวดล้อมจริงมีตัวแปรมากกว่าข้อมูลที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียม อาจใช้วิธีการนำข้อมูลการตรวจวัดอุณหภูมิจากพื้นที่วิจัยจริงมาสอบเทียบเครื่องมือวัด (calibrate) กับข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมก่อน และหากนำข้อมูลก๊าซมลพิษอื่นๆ เช่น ไฮโดรคาร์บอน ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ โอโซน ฝุ่นละออง มาใช้ในการวิเคราะห์ด้วยอาจจะเห็นความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่สีเขียวเพิ่มมากขึ้น หรือที่เรียกว่า principle component analysis เพื่อดูความสัมพันธ์ของสารมลพิษทุกตัวในหลายๆ มิติ น่าจะเห็นภาพรวมทั้งหมดที่มีต่ออุณหภูมิหรือพื้นที่สีเขียว

4) การนำค่าก๊าซ CO ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยจากการตรวจวัด 8 ชม. และเป็นค่าสูงสุดในช่วงค่าที่ทำการตรวจวัดจะทำให้ผลที่ออกมาแปรปรวนสูง ควรใช้ค่าเฉลี่ยกลางจากการตรวจวัด จะให้ผลที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากกว่า

5) ลักษณะและรูปแบบการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในอนาคตที่จะนำไปเสนอแนะ นอกจากเพิ่มปริมาณของพื้นที่สีเขียวทั่วไป ขณะนี้รูปแบบของการเพิ่มพื้นที่สีเขียวแนวตั้งและสวนหลังคากำลังได้รับความสนใจอย่างมาก แต่ต้องมีการดูแลรักษาที่ดีด้วย เช่น การฉีดพ่นน้ำ การทำระบบกันซึมบนอาคาร นอกจากนี้ยังมีรูปแบบของการออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานที่เรียกว่า Micro Climate ซึ่งเป็นการออกแบบอาคารล้อมรอบพื้นที่ ตรงกลางเพื่อให้เกิดที่ว่างภายในซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณภายนอก

3.2 การสัมภาษณ์ ผศ.ดร.รุจิโรจน์ อนามบุตร อาจารย์ประจำภาควิชาการออกแบบและวางแผนชุมชนเมือง มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตวังท่าพระ เมื่อวันที่ 16 มีนาคม พ.ศ.2552 สรุปได้ดังนี้

1) ลักษณะของการศึกษาวิจัยพื้นที่ที่เกี่ยวกับการลดภาวะโลกร้อน ในส่วนของพื้นที่สีเขียวมีความสัมพันธ์ต่ออุณหภูมิในการช่วยลดปริมาณความร้อนโดยการคายน้ำจากต้นไม้ ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์สอดคล้องกับงานวิจัยอื่น ๆ คือการเพิ่มพื้นที่สีเขียวของเมืองสามารถช่วยลดอุณหภูมิในบริเวณนั้นลงได้จริง

2) การเพิ่มพื้นที่สีเขียวเป็นแนวทางหนึ่งในการลดภาวะโลกร้อน ซึ่งจากข้อมูลเกี่ยวกับภาวะโลกร้อนเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศทั่วโลกในระดับมหภาค สำหรับการศึกษานี้พื้นที่วิจัยเขตปทุมวันเป็นเพียงส่วนหนึ่งของเมืองทำให้มีลักษณะที่ใกล้เคียงกับการลดปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมืองมากกว่าเพราะมีสัดส่วนของพื้นที่เล็กมากหากเปรียบเทียบกับระดับโลก

3) สำหรับข้อมูลของตัวแปรก๊าซ CO ในการนำมาหาความสัมพันธ์มีความเห็นว่าเป็นข้อมูลที่มีความแปรปรวนสูง เนื่องจากก๊าซ CO มีสถานะเป็นก๊าซซึ่งจะลอยตัวสูงขึ้นในบรรยากาศ แต่ข้อมูลพื้นที่สีเขียวและข้อมูลอุณหภูมิที่ตรวจวัดอยู่ในระดับใกล้พื้นดิน น่าจะเกิดความคลาดเคลื่อนสูง

4) ลักษณะและรูปแบบการเพิ่มพื้นที่สีเขียวเพื่อลดภาวะโลกร้อนที่จะนำไปเสนอแนะไม่จำเป็นต้องอยู่ในบริเวณของเมืองเสมอไป หากมองภาพรวมของระดับโลก การเพิ่มพื้นที่สีเขียวในพื้นที่ใดบนโลกก็ย่อมจะเป็นการลดภาวะโลกร้อนได้ เช่น การบอนเครดิต หรือการเพิ่มแหล่งดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ที่เรียกว่า คาร์บอนซิงค์ เป็นต้น

3.3 การสัมภาษณ์ ผศ.ดร.ณัฐ พิษกรรม ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน เมื่อวันที่ 20 มีนาคม 2552 สรุปได้ดังนี้

1) ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของพื้นที่สีเขียวกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงมีความน่าเชื่อถือได้ จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมดังกล่าวเป็นข้อมูลที่มีความละเอียด แผนภูมิและสมการที่สรุปผลแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ในเชิงลบคือเมื่อพื้นที่สีเขียวเพิ่มขึ้นปรากฏว่าอุณหภูมิลดลงเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้คือทั้งสองตัวแปรมีความสัมพันธ์เกิดขึ้น

2) ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของพื้นที่สีเขียวกับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มีความสัมพันธ์กันเพราะต้นไม้มีความสามารถในการดูดซับก๊าซ CO เพื่อนำเข้าไปสู่กระบวนการผลิตอาหารของพืช แต่การดูดซับก๊าซ CO เกิดขึ้นในปริมาณน้อยกว่าก๊าซ CO₂ เนื่องจากโมเลกุลของออกซิเจนน้อยกว่า ส่วนน้อยกว่ามากเพียงใดเป็นเรื่องที่มีความน่าสนใจทำการศึกษาวิจัยอย่างยิ่ง

3) การนำข้อมูลของก๊าซ CO มาทำการวิเคราะห์ มีความเห็นว่ายังมีความแปรปรวนสูง เนื่องจากข้อมูลปริมาณก๊าซ CO ที่นำมาวิเคราะห์ส่วนใหญ่เป็นข้อมูลจากสถานีตรวจวัดนอกพื้นที่วิจัย มีเพียงจุดตรวจวัดเดียวซึ่งอยู่ในพื้นที่ศึกษา คือบริเวณสี่แยกปทุมวัน นอกจากนี้ลักษณะของก๊าซ CO เป็นก๊าซที่ไม่ได้เกิดตามธรรมชาติส่วนใหญ่จะเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์เช่น จาทยานพาหนะซึ่งมีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์และมักจะถูกปล่อยออกมาพร้อมกับความร้อน ซึ่งความสัมพันธ์ของก๊าซ CO ที่มีต่ออุณหภูมิเป็นประเด็นที่ยังไม่ค่อยพบว่ามีผู้ใดศึกษา ซึ่งเป็นเรื่องที่น่าสนใจศึกษาในโอกาสต่อไป

4) จากความสัมพันธ์ของพื้นที่สีเขียวและก๊าซ CO ถึงแม้ว่าจะมีความสัมพันธ์ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่หากมีการศึกษาตัวแปรอื่นเพิ่มเติมก็อาจจะพบว่าปัจจัยอื่นๆในสภาพแวดล้อมอาจจะมีผลต่อการลดปริมาณก๊าซ CO ได้มากกว่าการเพิ่มพื้นที่สีเขียวก็ได้ เช่น กระแสลม เป็นต้น

5) การศึกษาความสัมพันธ์ของงานวิจัยโดยใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมเป็นหลัก มีความน่าสนใจเนื่องจากยังไม่ค่อยมีผู้สนใจศึกษาแพร่หลายนัก ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression) พบว่าค่า R square มีค่าไม่สูงมาก ซึ่งน่าจะเกิดจากการนำข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมมาวิเคราะห์ ทำให้ค่า Pixel ของภาพที่มีจำนวนมาก ส่งผลต่อค่า R square ถ้าหากใช้วิธีการสุ่มจุดตำแหน่งในพื้นที่วิจัยน่าจะทำให้เห็นค่า R square ที่สูงมากขึ้น

6) สำหรับข้อเสนอแนะด้านการเพิ่มพื้นที่สีเขียว นอกจากการเพิ่มปริมาณของพื้นที่สีเขียวแล้ว การบำรุงรักษาด้านไม้ก็มีความสำคัญ เพราะต้นไม้ทั่วไปที่เราพบเห็นว่าเป็นสีเขียวแต่ความสมบูรณ์ของพืชพรรณอาจจะไม่สมบูรณ์จริงก็ได้ ในบางครั้งจึงต้องมีการบำรุงรักษา

7) การเพิ่มปริมาณพื้นที่สีเขียวในกรุงเทพมหานครยังอยู่ในระดับที่น้อยเกินไป และการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในอนาคตควรให้เป็นพื้นที่สีเขียวที่คนสามารถเข้าไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น พื้นที่สีเขียวเพื่อการบริการ นันทนาการ พักผ่อนหย่อนใจ

8) รูปแบบของสวนหลังคาหรือสวนแนวตั้งเป็นรูปแบบของการเพิ่มพื้นที่สีเขียวที่น่าสนใจ แต่ยังเป็นเรื่องที่ต้องศึกษาวิจัยเพิ่มขึ้น เพราะการทำสวนหลังคาที่ไม่ถูกต้องก็ไม่เกิดประโยชน์กับอาคารเช่นกัน ในอนาคตเทคโนโลยีการทำสวนหลังคาจะมีมากขึ้นแต่ข้อเสียก็คือเรื่องของงบประมาณในการทำสวนหลังคามีราคาค่อนข้างสูงและต้องอาศัยความชำนาญในการติดตั้ง ซึ่งสำหรับบ้านพักอาศัยทั่วไปคงไม่สามารถทำได้อย่างแพร่หลาย

จากผลการสัมภาษณ์ข้างต้น ผู้วิจัยได้ทำการสรุปความคิดเห็นโดยรวมของนักวิชาการ ออกได้เป็น 2 ส่วนได้แก่ ส่วนแรกคือ ความคิดเห็นต่อผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียว อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง และก๊าซมลพิษในพื้นที่เขตปทุมวัน ในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550 ส่วนที่สองคือ ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อลักษณะของการเพิ่มพื้นที่สีเขียวที่เหมาะสมในเขตชุมชนเมือง โดยมีสาระสำคัญดังนี้

3.4 ความคิดเห็นต่อผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียว อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง และก๊าซมลพิษในพื้นที่เขตปทุมวัน ในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และ พ.ศ.2550

1) ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของพื้นที่สีเขียว อุณหภูมิ และก๊าซมลพิษในพื้นที่เขตปทุมวัน ทั้ง 3 ปี นักวิชาการด้านสิ่งแวดล้อมทั้ง 3 ท่านเห็นว่าคุณสมบัติของพืชในการคายน้ำเป็นการลดความร้อนในอากาศ ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ และความสัมพันธ์ที่มีต่อการลดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซมลพิษเป็นคุณสมบัติหนึ่งของพืชในการดูดซับก๊าซมลพิษ

2) นักวิชาการทั้ง 3 ท่านมีความเห็นว่าข้อมูลของก๊าซ CO ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลที่มีความแปรปรวนสูง ถึงแม้ว่าผลการวิเคราะห์ที่ได้จะแสดงให้เห็นว่าพื้นที่สีเขียวมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันต่อกัน และสามารถทำให้ก๊าซมลพิษลดลงได้ แต่มีความน่าเชื่อถือต่ำ จึงได้เสนอแนะในการวิเคราะห์ครั้งต่อไป ควรมีการตรวจวัดค่าก๊าซมลพิษจากพื้นที่วิจัยให้มากขึ้น และตรวจวัดในบริเวณที่มีความสำคัญ นอกจากก๊าซ CO ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะให้ทดลองทำการตรวจวัดค่าก๊าซมลพิษประเภทอื่นเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นกับพื้นที่สีเขียวเพิ่มเติม เช่น ปริมาณฝุ่นละออง สารตะกั่ว ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เนื่องจากก๊าซมลพิษเหล่านี้เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับภาวะโลกร้อนเช่นกัน

3) นักวิชาการจำนวน 2 ท่านมีความเห็นต่อผลการวิเคราะห์นี้ว่าเป็นผลการวิเคราะห์ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในระดับท้องถิ่นเท่านั้น ถ้าพิจารณาด้านพื้นที่จะพบว่าเขตปทุมวันเป็นเพียงพื้นที่ส่วนหนึ่งของเมือง แต่ปัญหาภาวะโลกร้อนเป็นเรื่องของภูมิภาคทั่วโลก ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวน่าจะเป็นเพียงการลดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมืองมากกว่า ซึ่งนอกจากการเพิ่มพื้นที่สีเขียวแล้วยังมีวิธีการอื่นที่ช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อนได้

3.5 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อลักษณะของการเพิ่มพื้นที่สีเขียวที่เหมาะสมในเขตชุมชนเมือง

1) นอกจากการเพิ่มพื้นที่สีเขียวให้กับเมือง นักวิชาการมีความเห็นว่าควรให้ความสำคัญกับพื้นที่สีเขียวเดิมที่มีอยู่ โดยการดูแลและบำรุงรักษาให้มีความสมบูรณ์ ในด้านวิทยาศาสตร์สามารถทำการวัดความสมบูรณ์ของพืชพรรณได้ ถึงแม้ว่าลักษณะภายนอกของต้นไม้มีความสมบูรณ์ แต่ความจริงโครงสร้างภายในของต้นไม้อาจจะไม่สมบูรณ์ได้

2) นักวิชาการทั้ง 3 ท่านมีความเห็นต่อการเพิ่มพื้นที่สีเขียวแบบสวนหลังคาและสวนแนวตั้งว่าเป็นรูปแบบของพื้นที่สีเขียวที่มีส่วนช่วยในการลดอุณหภูมิให้กับอาคาร และมีความเหมาะสมในการนำมาใช้ในเมือง แต่ควรมีการศึกษาวิจัยและกำหนดรูปแบบที่ชัดเจน นอกจากนั้นยังต้องคำนึงถึงการดูแลรักษา การรดน้ำ การระบายน้ำ ถ้ามีการศึกษาวิจัยต่อไปควรศึกษาข้อจำกัดเหล่านี้ เพื่อปรับปรุงและพัฒนาให้สามารถนำมาใช้งานได้อย่างแพร่หลายต่อไป



ภาพที่ 59 ตัวอย่างสวนหลังคาบนดาดฟ้า

ที่มา : Bridgette See, Punggol Roof Garden [Online] Accessed 30 April 2009.

Available from <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=45>



ภาพที่ 60 ตัวอย่างสวนแนวตั้งบนอาคาร

ที่มา : Jennifer Chait, Patrick Blanc's Vertical Gardens [Online] Accessed 30 April

2009. Available from <http://www.blisstree.com/articles>

4. การปรับปรุงข้อเสนอแนะ

เมื่อทำการสรุปข้อเสนอแนะลักษณะและรูปแบบของการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมือง พร้อมทั้งนำไปสัมภาษณ์ความคิดเห็นจากนักวิชาการด้านสิ่งแวดล้อม จำนวน 3 ท่าน จึงได้นำข้อเสนอแนะบางประการมาทำการปรับปรุงข้อเสนอแนะของผู้วิจัยให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ดังนี้

1) การเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเชิงปริมาณ

ควรมีความสมบูรณ์ของค่าดัชนีพืชพรรณอยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 1 คือ พืชพรรณที่เป็นไม้ยืนต้นเป็นองค์ประกอบหลัก หรือพืชพรรณที่มีสีเขียวในปริมาณมาก อาจพิจารณาจากทรงพุ่มของต้นไม้ที่หนาแน่น และมีรัศมีกว้างเพื่อเพิ่มร่มเงาแก่พื้นที่โดยรอบ ทั้งนี้การเพิ่มพื้นที่สีเขียวควรให้ประชาชนทั่วไปสามารถเข้าไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่ได้ เช่น เพื่อการนันทนาการ พักผ่อนหย่อนใจ

2) การเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเชิงคุณภาพ

กรณีที่พื้นที่สีเขียวเดิมมีพื้นที่จำกัด หรือกรณีที่ไม่สามารถดำเนินการหาพื้นที่อื่นเพิ่มได้ ควรให้ความสำคัญกับการดูแล บำรุงรักษาให้พืชพรรณเจริญเติบโตแข็งแรงและสมบูรณ์มากที่สุด ทั้งในด้านโครงสร้างพืชและโภชนาการของพืช ซึ่งจะก่อให้เกิดความสมบูรณ์และมีค่า NDVI ที่สูงขึ้น

3) ลักษณะการเพิ่มพื้นที่สีเขียวแบบสวนหลังคาและสวนแนวตั้ง

สวนหลังคาและสวนแนวตั้งเป็นรูปแบบที่มีความเหมาะสมสำหรับเขตชุมชนเมืองที่มีความหนาแน่นของกลุ่มอาคารและสิ่งก่อสร้างสูง การพัฒนารูปแบบสวนหลังคาและสวนแนวตั้งไม่จำเป็นต้องหาที่ดินใหม่ ซึ่งต้องกำหนดรูปแบบที่ชัดเจน และคำนึงถึงการดูแลรักษา การรดน้ำ การระบายน้ำ หากจะดำเนินการต้องอาศัยความร่วมมือจากเจ้าของอาคาร โดยอาจพิจารณาจากสถานที่หน่วยงานราชการ สถานศึกษา และขยายไปสู่ภาคเอกชน

4) การกำหนดนโยบายและแผนงาน

ควรดำเนินการกำหนดนโยบายการเพิ่มพื้นที่สีเขียวเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการสำหรับหน่วยงานที่ควบคุมดูแลและหน่วยงานที่ทำหน้าที่โดยตรงในการจัดการพื้นที่สีเขียวในเมือง โดยแนวทางดังกล่าวควรเริ่มจากการบริหารจัดการของภาครัฐ ต้องสนับสนุนการบริหารงานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและการมีส่วนร่วมของประชาชน และสามารถดำเนินการตามแผนงานต่างๆ ได้อย่างเป็นรูปธรรม เช่น การส่งเสริมการใช้พื้นที่สาธารณะและที่ราชพัสดุเป็นสวนสาธารณะขนาดใหญ่และขนาดเล็ก เพื่อเป็นพื้นที่สีเขียวในเมืองและให้กระจายให้ทั่วถึงทุกชุมชน ขณะเดียวกันก็ควรพัฒนาและจัดทำระบบฐานข้อมูลพื้นที่สีเขียวให้มีมาตรฐานเดียวกัน และเชื่อมโยงระบบข้อมูลแต่ละเมืองให้เป็นเครือข่าย

5) การเพิ่มพื้นที่สีเขียวโดยอาศัยมาตรการด้านผังเมือง

มาตรการด้านผังเมืองนอกจากกำหนดขอบเขตของเมืองและสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดิน สามารถช่วยสนับสนุนให้การเพิ่มพื้นที่สีเขียวมีประสิทธิภาพ โดยการกำหนดเกณฑ์ด้านพื้นที่และบทบาทหน้าที่ เช่น การกำหนดพื้นที่ที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมือง ไม่ว่าจะเป็นพื้นที่ว่างรกร้าง พื้นที่หน่วยงานราชการ พื้นที่ศาสนสถาน พื้นที่สถานศึกษา พื้นที่ริมถนน ทางรถไฟ แม่น้ำลำคลอง สำหรับบทบาทหน้าที่ของพื้นที่สีเขียวเพื่อสร้างความสมดุลแก่เมือง โดยเมืองขนาดใหญ่ควรมีสัดส่วนพื้นที่สีเขียวต่อประชากรสูงกว่าชุมชนเมืองขนาดเล็ก

6) การสนับสนุนให้ประชาชนในเมืองมีส่วนร่วมในการเพิ่มพื้นที่สีเขียว

การมีส่วนร่วมสามารถเริ่มจากการสร้างความรู้ความเข้าใจในเรื่องของพื้นที่สีเขียวให้เข้าใจถึงบทบาทและคุณค่าของพื้นที่สีเขียวที่มีต่อชุมชน การสร้างจิตสำนึกให้เห็นความสำคัญของพื้นที่สีเขียวในเมือง เช่น ส่งเสริมให้มีการประกวดแข่งขันเพื่อพัฒนาพื้นที่สีเขียว การยกย่องผู้ที่สนับสนุนการพัฒนาพื้นที่สีเขียวให้แก่เมือง เปิดโอกาสให้ประชาชนในเมืองสามารถเสนอโครงการและกำหนดแนวทางจัดการพื้นที่สีเขียวภายในชุมชนของตน สร้างให้เกิดความหวงแหน และสามารถติดตามตรวจสอบและประเมินผลให้การดำเนินโครงการเป็นไปตามนโยบาย แผนงาน และมาตรการต่างๆ ของภาครัฐได้

5. สรุป

จากการอภิปรายผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปร มีข้อสังเกตเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะพื้นที่สีเขียวในเชิงปริมาณและคุณภาพ ซึ่งเห็นได้จากแผนภูมิความสัมพันธ์ในปี พ.ศ.2547 ซึ่งปริมาณพื้นที่สีเขียวเพิ่มสูงขึ้นจากปี พ.ศ.2544 ส่งผลให้อัตราการลดอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ในส่วนของผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวกับก๊าซมลพิษ ซึ่งให้เห็นถึงความสามารถในการดูดซับก๊าซมลพิษของพื้นที่สีเขียว และอาจสัมพันธ์กับตัวแปรภายนอก เช่น ปริมาณการจราจรในเขตปทุมวันที่ลดลงซึ่งเป็นผลจากระบบขนส่งมวลชนในพื้นที่

เมื่อดำเนินการสรุปผลการวิเคราะห์พร้อมทั้งข้อเสนอแนะลักษณะและรูปแบบของพื้นที่สีเขียว ได้นำไปสอบถามความคิดเห็นจากนักวิชาการด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้รับข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลการวิเคราะห์ที่สำคัญได้แก่ ลักษณะของการจัดเก็บข้อมูลตัวแปรที่สำคัญควรดำเนินการจัดเก็บข้อมูลจากพื้นที่วิจัยมาวิเคราะห์เปรียบเทียบเพิ่มเติม ส่วนลักษณะความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นเหมาะสมกับพื้นที่ในระดับท้องถิ่นมากกว่าการช่วยลดปัญหาในระดับโลก ผู้วิจัยเห็นว่าผลของความสัมพัทธ์ระหว่างพื้นที่สีเขียวที่มีต่อปัจจัยดังกล่าวหากสามารถพัฒนาให้เป็นโครงข่ายที่ขยายพื้นที่เพิ่มขึ้นไปสู่ระดับกว้าง และให้ความสำคัญกับบริเวณเขตเมืองที่มีชุมชนหนาแน่นและเป็นจุด

กำเนิดของปัญหาก่อน จะเป็นวิธีการหนึ่งซึ่งช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อนได้ รวมทั้งการสร้างความตระหนักต่อปัญหาให้แก่ประชาชนในเมืองได้ดีกว่าในบริเวณอื่น สำหรับข้อเสนอแนะในการเพิ่มพื้นที่สีเขียวที่สำคัญและนำมาปรับปรุงข้อเสนอแนะของผู้วิจัยคือ การเพิ่มพื้นที่สีเขียวนอกจากต้องให้มีความดัชนีพืชพรรณระหว่าง 0.2 ถึง 1 หรือการดูแล บำรุงรักษาพื้นที่สีเขียวเดิมให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นแล้ว ต้องคำนึงถึงการใช้ประโยชน์เพื่อกิจกรรมนันทนาการหรือพักผ่อนหย่อนใจของประชาชนในเมืองด้วย ส่วนการเพิ่มพื้นที่สีเขียวแบบสวนหลังคาและสวนแนวตั้งควรคำนึงถึงรูปแบบที่ชัดเจน การดูแลรักษา การรดน้ำ การระบายน้ำ และความร่วมมือจากเจ้าของอาคาร

จากการอภิปรายผลและข้อเสนอแนะที่ได้ในบทที่ 6 นี้ ในบทสุดท้ายจะเป็นการสรุปสาระสำคัญของการวิจัยและสิ่งที่ค้นพบ ขอบกพร่องในการวิจัย และข้อเสนอแนะในการวิจัยขั้นต่อไป

บทที่ 7

บทสรุป

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมืองและปัจจัยที่มีผลต่อภาวะโลกร้อน จากบทที่ 1 ถึงบทที่ 6 ได้ดำเนินการตามขั้นตอนและกระบวนการวิจัยที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียว อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง และก๊าซมลพิษ หลังจากอภิปรายผลและสรุปเป็นข้อเสนอแนะลักษณะพื้นที่สีเขียว ได้นำมาสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากนักวิชาการด้านสิ่งแวดล้อม สำหรับในบทที่ 7 จะสรุปผลการวิจัยในส่วนที่เป็นสาระสำคัญของการวิจัยและสิ่งที่ค้นพบ ข้อบกพร่องในการวิจัย และข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

1. สรุปสาระสำคัญของการวิจัย

การศึกษาศัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมืองและปัจจัยที่มีผลต่อภาวะโลกร้อนมีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาศัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวกับสภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวกับพื้นที่สีเขียว และเสนอแนะลักษณะพื้นที่สีเขียวที่ลดภาวะโลกร้อนในเขตชุมชนเมือง โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1.1 เพื่อศึกษาภาวะโลกร้อน การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกและผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม

1.2 เพื่อศึกษาศัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นที่สีเขียวกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นที่สีเขียวที่มีต่อปริมาณก๊าซมลพิษในพื้นที่เขตปทุมวัน

1.3 เพื่อเสนอแนะลักษณะพื้นที่สีเขียวที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพต่อปัจจัยที่มีผลต่อการช่วยลดภาวะโลกร้อนในอนาคต

ผลสรุปจากการวิจัยพบว่า ปัญหาภาวะโลกร้อนเป็นปัญหาซึ่งเกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ที่ส่งผลให้เกิดก๊าซเรือนกระจกในปริมาณมาก ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกที่ผิดปกติ ทำให้สภาพภูมิอากาศของโลกเกิดความเปลี่ยนแปลง และส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่และการดำรงชีวิตของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นผลกระทบด้านทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม ด้านเศรษฐกิจสังคม ด้านการเกษตร ด้านสุขภาพอนามัย ผลกระทบที่เกิดขึ้นดังกล่าวเป็นผลจากความเปลี่ยนแปลงในระยะยาว และเป็นปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกันในระดับโลก วิธีการในการแก้ปัญหาจึงมิใช่การแก้ปัญหาโดย

ใช้เวลาอันสั้นได้ แต่ต้องดำเนินการวางแผนและจัดการในระยะยาว โดยต้องมีการร่วมมือกันอย่างเป็น
 โครงข่ายทั่วโลกจึงจะสามารถควบคุมและลดปัญหาดังกล่าวลงได้

ผลสรุปจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียว อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงและ
 ก๊าซมลพิษในพื้นที่เขตปทุมวัน ในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และพ.ศ.2550 พบว่าลักษณะพื้นที่สีเขียวมี
 ความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงและก๊าซมลพิษ กล่าวคือ พื้นที่สีเขียวมีผลใน
 การช่วยลดอุณหภูมิและปริมาณก๊าซมลพิษในพื้นที่เขตปทุมวันลงได้ โดยการวิเคราะห์ด้วยวิธีการทาง
 สถิติด้วยวิธี Simple Linear Regression สามารถสร้างสมการความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและ
 อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และพ.ศ.2550 คือ $y = 21.924 - 2.606x$ $y = 26.355 -$
 $4.013x$ และ $y = 19.918 - 2.054x$ ตามลำดับ สำหรับสมการความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและ
 ก๊าซมลพิษในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2547 และพ.ศ.2550 คือ $y = 8.861 - 0.206x$ $y = 5.772 - 0.722x$ และ
 $y = 4.650 - 1.521x$ ตามลำดับ

เมื่อนำผลที่ได้รวมทั้งข้อเสนอแนะในการเพิ่มพื้นที่สีเขียวเบื้องต้นไปสอบถามความ
 คิดเห็นจากนักวิชาการ จำนวน 3 ท่าน คือ (1) ดร.ประพัทธ์ พงษ์เกียรติกุล อาจารย์ประจำภาควิชา
 วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (2) ผศ.
 ดร.รุจิโรจน์ อนามบุตร อาจารย์ประจำภาควิชาการออกแบบและวางผังชุมชนเมือง คณะ
 สถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร และ (3) ผศ.ดร.ณัฐ พิษกรรม อาจารย์ประจำภาควิชา
 พืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน เห็นว่าผลการวิเคราะห์ทั้ง 3 ปี
 สอดคล้องกับผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ คือ ลักษณะพื้นที่สีเขียวมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันต่อ
 อุณหภูมิและก๊าซมลพิษ และเห็นว่าข้อมูลของก๊าซ CO ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์มีความแปรปรวน
 จึงได้เสนอแนะให้การวิจัยครั้งต่อไป ควรทำการตรวจวัดค่าจากพื้นที่วิจัยให้มากขึ้นและโดยเฉพาะ
 บริเวณที่มีความสำคัญ สำหรับลักษณะพื้นที่สีเขียว นักวิชาการเห็นว่าควรให้ความสำคัญกับพื้นที่สี
 เขียวเดิมที่มีอยู่ โดยการดูแลรักษาให้มีความสมบูรณ์ ส่วนรูปแบบสวนหลังคาและสวนแนวตั้งเป็น
 รูปแบบที่มีผลการวิจัยว่าสามารถช่วยลดอุณหภูมิให้กับอาคารได้ แต่ควรมีการศึกษาวิจัยและกำหนด
 รูปแบบที่เหมาะสมที่สุด

เมื่อนำความคิดเห็นจากนักวิชาการมาทำการปรับปรุงเป็นข้อเสนอแนะในการเพิ่มพื้นที่
 สีเขียวที่เหมาะสมในเขตชุมชนเมือง สรุปข้อเสนอแนะได้ดังนี้

1) การเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเชิงปริมาณ

ความสมบูรณ์ของพื้นที่สีเขียวควรมีค่าดัชนีพืชพรรณอยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 1 คือ พืชพรรณ
 ที่เป็นไม้ยืนต้นเป็นองค์ประกอบหลัก หรือพืชพรรณที่มีสีเขียวในปริมาณมาก อาจพิจารณาจากทรง
 พุ่มของต้นไม้ที่หนาแน่น และมีรัศมีกว้างเพื่อเพิ่มร่มเงาแก่พื้นที่โดยรอบ โดยการเพิ่มพื้นที่สีเขียว

ควรให้ประชาชนทั่วไปสามารถเข้าไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่ได้ เช่น เพื่อการนันทนาการ พักผ่อนหย่อนใจ

2) การเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเชิงคุณภาพ

กรณีพื้นที่สีเขียวเดิมมีพื้นที่จำกัด หรือกรณีที่ไม่สามารถดำเนินการหาพื้นที่อื่นเพิ่มได้ ควรให้ความสำคัญกับการดูแล บำรุงรักษาให้พืชพรรณเจริญเติบโตแข็งแรงและสมบูรณ์มากที่สุด ทั้งในด้านโครงสร้างพืชและโภชนาการของพืช ซึ่งจะทำให้เกิดความสมบูรณ์และมีค่า NDVI ที่สูงขึ้น สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการช่วยลดปัจจัยที่มีผลต่อภาวะโลกร้อนได้

3) ลักษณะการเพิ่มพื้นที่สีเขียวแบบสวนหลังคาและสวนแนวตั้ง

สวนหลังคาและสวนแนวตั้งเป็นรูปแบบที่มีความเหมาะสมสำหรับเขตชุมชนเมืองที่มีความหนาแน่นของกลุ่มอาคารและสิ่งก่อสร้างสูง การพัฒนารูปแบบสวนหลังคาและสวนแนวตั้งไม่จำเป็นต้องหาที่ดินใหม่ ซึ่งต้องกำหนดรูปแบบที่ชัดเจน และคำนึงถึงการดูแลรักษา การรดน้ำ การระบายน้ำ หากจะดำเนินการต้องอาศัยความร่วมมือจากเจ้าของอาคาร โดยอาจพิจารณาจากสถานที่หน่วยงานราชการ สถานศึกษา และขยายไปสู่ภาคเอกชน

4) การกำหนดนโยบายและแผนงาน

ควรดำเนินการกำหนดนโยบายการเพิ่มพื้นที่สีเขียวเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการสำหรับหน่วยงานที่ควบคุมดูแลและหน่วยงานที่ทำหน้าที่โดยตรงในการจัดการพื้นที่สีเขียวในเมือง โดยแนวทางดังกล่าวควรเริ่มจากการบริหารจัดการของภาครัฐ ต้องสนับสนุนการบริหารงานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและการมีส่วนร่วมของประชาชน และสามารถดำเนินการตามแผนงานต่างๆ ได้อย่างเป็นรูปธรรม เช่น การส่งเสริมการใช้พื้นที่สาธารณะและที่ราชพัสดุเป็นสวนสาธารณะขนาดใหญ่และขนาดเล็ก เพื่อเป็นพื้นที่สีเขียวในเมืองและให้กระจายให้ทั่วถึงทุกชุมชน ขณะเดียวกันก็ควรพัฒนาและจัดทำระบบฐานข้อมูลพื้นที่สีเขียวให้มีมาตรฐานเดียวกัน และเชื่อมโยงระบบข้อมูลแต่ละเมืองให้เป็นเครือข่าย

5) การเพิ่มพื้นที่สีเขียวโดยอาศัยมาตรการด้านผังเมือง

มาตรการด้านผังเมืองนอกจากกำหนดขอบเขตของเมืองและสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดิน สามารถช่วยสนับสนุนให้การเพิ่มพื้นที่สีเขียวมีประสิทธิภาพ โดยการกำหนดเกณฑ์ด้านพื้นที่และบทบาทหน้าที่ เช่น การกำหนดพื้นที่ที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมือง ไม่ว่าจะเป็นพื้นที่ว่างรกร้าง พื้นที่หน่วยงานราชการ พื้นที่ศาสนสถาน พื้นที่สถานศึกษา พื้นที่ริมถนน ทางรถไฟ แม่น้ำลำคลอง สำหรับบทบาทหน้าที่ของพื้นที่สีเขียวเพื่อสร้างความสมดุลแก่เมือง โดยเมืองขนาดใหญ่ควรมีสัดส่วนพื้นที่สีเขียวต่อประชากรสูงกว่าชุมชนเมืองขนาดเล็ก

6) การสนับสนุนให้ประชาชนในเมืองมีส่วนร่วมในการเพิ่มพื้นที่สีเขียว

การมีส่วนร่วมสามารถเริ่มจากการสร้างความรู้ความเข้าใจในเรื่องของพื้นที่สีเขียวให้เข้าใจถึงบทบาทและคุณค่าของพื้นที่สีเขียวที่มีต่อชุมชน การสร้างจิตสำนึกให้เห็นความสำคัญของพื้นที่สีเขียวในเมือง เช่น ส่งเสริมให้มีการประกวดแข่งขันเพื่อพัฒนาพื้นที่สีเขียว การยกย่องผู้ที่สนับสนุนการพัฒนาพื้นที่สีเขียวให้แก่เมือง เปิดโอกาสให้ประชาชนในเมืองสามารถเสนอโครงการและกำหนดแนวทางจัดการพื้นที่สีเขียวภายในชุมชนของตน สร้างให้เกิดความหวงแหน และสามารถติดตามตรวจสอบและประเมินผลให้การดำเนินโครงการเป็นไปตามนโยบาย แผนงาน และมาตรการต่างๆ ของภาครัฐได้

นอกจากนี้แล้ว การเพิ่มพื้นที่สีเขียว ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะสามารถลดภาวะโลกร้อนได้ จะต้องดำเนินการเป็นโครงข่ายและระบบทั่วทั้งพื้นที่ชุมชนเมือง โดยเฉพาะชุมชนเมืองขนาดใหญ่ และชุมชนเมืองขนาดกลาง รวมทั้งการขยายโครงข่ายให้ครอบคลุมทั่วประเทศและบริเวณอื่นๆ ในโลกที่มีการตั้งถิ่นฐานเป็นชุมชนเมืองที่หนาแน่น เพื่อจะนำไปสู่การลดภาวะโลกร้อนได้จริงและมีประสิทธิภาพ

2. ข้อบกพร่องในการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พบข้อบกพร่องในการวิจัยบางประการ ซึ่งอาจส่งผลให้การวิเคราะห์ไม่สมบูรณ์ ได้แก่

2.1 สถิติของข้อมูลแต่ละปีที่นำมาศึกษาวิจัยจากแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกัน มีความคลาดเคลื่อนกันทำให้ยากต่อการนำมาวิเคราะห์ บางสถิติมีข้อมูลไม่ครบถ้วน ซึ่งต้องใช้การค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ใกล้เคียงที่สุด ทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลอาจมีความคลาดเคลื่อนของการวิเคราะห์ได้

2.2 เครื่องมือและวิธีการในการวิเคราะห์ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมเป็นเทคนิคที่มีข้อดีและข้อด้อยแตกต่างกัน สำหรับข้อดีได้แก่ ความชัดเจนของข้อมูลทางด้านกายภาพ มีความเที่ยงตรงและรายละเอียดค่อนข้างมาก ทำให้ช่วยในการประหยัดเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลบางประเภท ส่วนข้อด้อยคือข้อมูลดังกล่าวไม่มีการแพร่หลายทั่วไป และยังขาดความสมบูรณ์ของการจัดเก็บสถิติในบางปีซึ่งต้องอาศัยการตรวจสอบข้อมูลและคัดเลือกภาพถ่ายที่มีความชัดเจน ไม่มีกลุ่มเมฆปกคลุม

2.3 เนื่องจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาโดยใช้ข้อมูลจากปี 2544 2547 และ 2550 เป็นหลัก ซึ่งสภาพปัจจุบันของพื้นที่วิจัยมีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงไปมาก ทำให้ในการวิเคราะห์ต้องค้นคว้าข้อมูลในอดีตเพิ่มเติมซึ่งบางครั้งไม่สามารถหาข้อมูลได้

3. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัยต่อไป

3.1 ในด้านการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเชิงเส้นด้วยวิธี Simple Linear Regression ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ค่าตัวเลขจากข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมเป็นหลัก ซึ่งทำให้ผลการวิเคราะห์มีจำนวนมาก ในบางพื้นที่ที่มีค่าที่แปรปรวนสูง จึงทำให้สมการความสัมพันธ์มีค่าความเชื่อมั่นน้อย จึงควรมีการศึกษาข้อมูลโดยพิจารณาคัดเลือกหรือแบ่งพื้นที่จากภาพถ่ายดาวเทียมออกเป็นกลุ่มบริเวณแล้วทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลที่ละเอียดยิ่งขึ้น เพื่อตรวจสอบว่าผลการวิเคราะห์จะมีค่าความเชื่อมั่นที่สูงขึ้นเพียงใด

3.2 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่สีเขียวและก๊าซมลพิษ ในการวิจัยครั้งนี้ศึกษาเฉพาะตัวแปรก๊าซ CO เท่านั้น ซึ่งก๊าซมลพิษในอากาศยังมีก๊าซอื่นๆ ที่น่าสนใจนำมาศึกษาความสัมพันธ์ เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ สารตะกั่ว ไนโตรเจนออกไซด์ หรือแม้กระทั่งปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ เพื่อนำมาเปรียบเทียบในภาพรวมของสารมลพิษว่าพื้นที่สีเขียวส่งผลต่อความสัมพันธ์กับก๊าซมลพิษมากหรือน้อย แตกต่างกันอย่างไร

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน นอกจากข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมควรมีการสอบเทียบเครื่องมือ (calibrate) ดังกล่าวกับข้อมูลที่ตรวจสอบจริงอีกครั้งก่อน เพื่อทดสอบดูว่าสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ได้ใกล้เคียงกับข้อมูลจริงระดับใด

3.4 การศึกษาในขั้นต่อไปควรวิเคราะห์ถึงลักษณะพื้นที่สีเขียวโดยการจำแนกค่าดัชนีพืชพรรณให้ละเอียดมากขึ้น เช่น รัศมีของลำต้น ขนาดและความสูงของต้นไม้หรือแม้กระทั่งลักษณะทรงพุ่ม หากพิจารณาจากพื้นที่ขนาดใหญ่ กับพื้นที่ขนาดเล็กที่กระจายตัวในเมือง ผลของความสัมพันธ์จะแตกต่างกันอย่างไรและรูปแบบใดที่จะมีผลต่อปัจจัยในการลดปัญหาภาวะโลกร้อนได้มีประสิทธิภาพ

3.5 การศึกษาวิจัยครั้งต่อไปควรทดลองวิเคราะห์ข้อมูลโดยกำหนดขอบเขตทางด้านพื้นที่วิจัยให้กว้างขึ้น ครอบคลุมพื้นที่ชุมชนเมืองขนาดใหญ่ เช่น ระดับจังหวัดหรือระดับภาค เพื่อศึกษาวเคราะห์ผลความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างพื้นที่เมืองที่มีขนาดแตกต่างกัน

3.6 แนวทางในการลดภาวะโลกร้อนยังมีวิธีการและปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องอีกมากมาย ซึ่งยังไม่สามารถลดภาวะโลกร้อนได้อย่างจริงจัง การเพิ่มพื้นที่สีเขียวเป็นเพียงแนวทางหนึ่ง ถึงแม้การศึกษานี้จะเป็นการยกกรณีศึกษาพื้นที่ส่วนหนึ่งของเมือง แต่ในอนาคตหากสามารถพัฒนาให้เกิดเป็นโครงข่ายและแผ่ขยายมากขึ้นก็สามารถเป็นแนวทางในการช่วยลดภาวะโลกร้อนที่มีประสิทธิภาพต่อไป

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมืองและปัจจัยที่มีผลต่อภาวะโลกร้อน ได้ดำเนินการตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ตามแนวทางของกระบวนการและขั้นตอน จนกระทั่งงานวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปผลที่ได้จากการทำการวิเคราะห์พร้อมทั้งข้อเสนอแนะลักษณะและรูปแบบในการเพิ่มพื้นที่สีเขียวเพื่อให้เหมาะสมกับชุมชนเมือง เพื่อช่วยลดภาวะโลกร้อนในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตามข้อเสนอแนะที่ได้ทำการเสนอแนะไว้ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นเพียงแนวทางหนึ่ง ซึ่งในการช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อนยังประกอบด้วยแนวทาง วิธีการอีกมากมาย จึงควรเร่งศึกษาวิจัยและค้นหาแนวทางเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้นต่อไป

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กรมควบคุมมลพิษ. คุณภาพอากาศและเสียง [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 4 มกราคม 2552. เข้าถึงได้จาก

<http://www.pcd.go.th/download/air.cfm>

กรมควบคุมมลพิษ. คู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมอย่างง่าย. กรุงเทพฯ : สวทศ

การพิมพ์, 2547.

กรมโยธาธิการและผังเมือง. เกณฑ์ด้านผังเมือง หมวดบริการสังคม เรื่อง สวนสาธารณะ สนามกีฬา

ห้องสมุดและพิพิธภัณฑ์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัท ราไทย เพรส จำกัด, 2547.

กรมอุตุนิยมหาวิทยาลัย. ข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ย 10 ปี [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 24 มีนาคม 2552. เข้าถึงได้

จาก <http://www.teenet.chula.ac.th/climatic/10avg.asp>

กรุงเทพมหานคร. แผนปฏิบัติการว่าด้วยการลดปัญหาภาวะโลกร้อนของกรุงเทพมหานคร พ.ศ.

2550-2555 ฉบับประชาชน. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., 2550.

เกษมสันต์ จินณวาโส. เอกสารประกอบการเสวนาวันสิ่งแวดล้อมโลก [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 4

ธันวาคม 2551. เข้าถึงได้จาก [http://www.thaienvironment.org/files/](http://www.thaienvironment.org/files/power%20point%20คร.เกษมสันต์.ppt)

[power%20point%20คร.เกษมสันต์.ppt](http://www.thaienvironment.org/files/power%20point%20คร.เกษมสันต์.ppt)

ณัฐ พิษกรรม, เกษม จันทรแก้ว. การศึกษาผลของพื้นที่สีเขียวที่มีต่อการลดอุณหภูมิอากาศใน

กรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., 2543.

เดชา บุญค้ำ. การอนุรักษ์ต้นไม้ใหญ่ในงานก่อสร้าง เทคนิคและการคัดสรร. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท.,

2550.

เดชา บุญค้ำ. คุณค่าของต้นไม้ใหญ่ [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 14 ธันวาคม 2551. เข้าถึงได้จาก

http://www2.psu.ac.th/senate/0_hot_issue/green_area/resource/bigtree.doc

ชนกฤต เทียนมณี. “ปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับสภาพทางกายภาพของเมือง (Urban Heat Island

and Urban Physical Environment.” วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2545.

นิพนธ์ ตั้งธรรม. เอกสารประกอบการบรรยายพิเศษ : การประชุมวิชาการการเปลี่ยนแปลงสภาพ

ภูมิอากาศของโลกและผลกระทบที่เกิดขึ้นในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., 2549.

บัวอิน. ปรากฏการณ์เกาะร้อน (Urban Heat island) กับความสับสนของภาวะโลกร้อน. [ออนไลน์].

เข้าถึงเมื่อ 1 ธันวาคม 2551. เข้าถึงได้จาก <http://www.vcharkarn.com/varticle/37063>

- บุญวงศ์ ไทยอุดต่าห์ และคนอื่นๆ. ต้นไม้บนถนนในกรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ : อักษรสยามการพิมพ์, 2543.
- พงศ์เทพ วีวรรณะเดช. โคมความร้อนในเขตเมือง [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 20 ธันวาคม 2551. เข้าถึงได้จาก http://www.nationalhealth.or.th/hia_data/hia10/11.pdf
- พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2542. คาร์บอนไดออกไซด์ [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 20 มกราคม 2552. เข้าถึงได้จาก <http://rirs3.royin.go.th/new-search/word-search-all-x.asp>
- พลอยแสง เอกญาติ. โลกร้อนฉบับคนรุ่นใหม่ : An inconvenient truth (Young Adult Version). กรุงเทพฯ : มติชน, 2550.
- พาสินี สุนากรและคณะ. งานวิจัยผนังสีเขียว (The Biofacade) [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2552. เข้าถึงได้จาก http://biofacade.com/Tha003_Research.html
- พูนพิภพ เกษมทรัพย์. พืชช่วยลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., 2538.
- ไพโรจน์ วงศ์วัฒน์. หยุดโลกร้อน: ภารกิจร่วมของมนุษยชาติ. จุฬาสรรพการกรุงเทพ 2550. กรุงเทพฯ : บริษัทศรีสยามการพิมพ์, 2550.
- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. คณะวนศาสตร์. รายงานฉบับสมบูรณ์ มาตรการในการเพิ่มและการจัดการพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนอย่างยั่งยืน. กรุงเทพฯ : ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2547.
- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. คณะวนศาสตร์. รายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร แผนแม่บทพื้นที่สีเขียวของกรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., 2546.
- มหาวิทยาลัยรามคำแหง. คณะวิทยาศาสตร์. ก๊าซเรือนกระจก [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 4 ธันวาคม 2551. เข้าถึงได้จาก <http://www.ru.ac.th/climate-change/GHG.htm>
- มูลนิธิกองทุนเพื่อสิ่งแวดล้อมไทย. ประเทศไทยปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เยอะที่สุด [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 7 มีนาคม 2552. เข้าถึงได้จาก <http://www.envcorp.org/main/modules/news/article.php?storyid=6>
- ยงยุทธ จรรย์รักษ์. เอกสารประกอบการอบรม : โครงการเสริมสร้างความรู้ในการดำเนินงานภาคปฏิบัติให้เป็นไปตามผังเมืองรวม กรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., 2551.
- วรภาพ ศรีสุพรรณ. สิ่งแวดล้อมศึกษา. กรุงเทพฯ : โอเอส พริ้นติ้ง เฮาส์, 2539.
- วัฒนา ศรีวัฒนพงศ์. “ปัจจัยที่ทำให้เกิดความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ในกรุงเทพมหานคร”. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2521.

วิจิตร บุญยะโทตระ. ปัญหาสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันที่รุนแรงและส่งผลกระทบต่อคนทั่วโลก

[ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 1 พฤศจิกายน 2551. เข้าถึงได้จาก <http://infoterra.deqp.go.th/modules.php?name=News&file=print&sid=501>

วุฒิกานต์ ประพรหม. “ปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำของต้นไม้ และการประยุกต์ใช้ภายนอกอาคาร ในเขตร้อนชื้น”. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

สถาบันงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). การบริการข้อมูล.

[ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 12 ธันวาคม 2551. เข้าถึงได้จาก <http://www.gistda.or.th/Gistda/HtmlGistda/Html/ThIndexMain.html>

สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์. ข้อบัญญัติ กทม.อาคารค่าปลีก-ค้าส่ง [ออนไลน์].

เข้าถึงเมื่อ 25 กุมภาพันธ์ 2552. เข้าถึงได้จาก <http://www.asa.or.th/?q=node/285>

สมาคมสำรวจระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

[ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2552. เข้าถึงได้จาก <http://resgat.net/modules.php?name=News&file=article&sid=3>

สำนักงานจราจรและขนส่ง กรุงเทพมหานคร. สถิติจราจร ปี 2550. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด บางกอกบัสล็อก, 2550.

สำนักงานเขตปทุมวัน. ศูนย์ข้อมูลเขตปทุมวัน [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 13 มีนาคม 2552. เข้าถึงได้จาก <http://203.155.220.217/pathumwan/datacenter/index.htm>

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. ก คู่มือการเพิ่มและการจัดการพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมืองอย่างยั่งยืน. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., 2547.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. ข แผนปฏิบัติการเชิงนโยบายด้านการจัดการพื้นที่สีเขียวชุมชนเมืองอย่างยั่งยืน. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., 2550.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. นโยบายและแผน [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 10 ธันวาคม 2551. เข้าถึงได้จาก <http://www.onep.go.th>

สำนักผังเมือง. ข้อมูลพื้นฐานเพื่อการวางผังเมืองพ.ศ.2551. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., 2551.

สำนักยุทธศาสตร์และประเมินผล. สถิติกรุงเทพมหานคร [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 15 ธันวาคม 2551. เข้าถึงได้จาก [http://203.155.220.217/pipd/07Stat\(Th\)/stat\(th\).htm](http://203.155.220.217/pipd/07Stat(Th)/stat(th).htm)

สำนักยุทธศาสตร์และประเมินผล. สถิติกรุงเทพมหานคร ปี 2550. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ คณะรัฐมนตรีและราชกิจจานุเบกษา, 2550.

สุรพล มนัสเสรี. หลักพืชศาสตร์ (principle of plant science). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2531.

สุวรรณ จุ่งรุ่งเรือง. การจัดการภาวะโลกร้อนของภาครัฐและสังคมประเทศ [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 15 ธันวาคม 2551. เข้าถึงได้จาก ncph2008.freedommetropolis.com/download/220808_0900.pdf

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. ภาวะโลกร้อน [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 5 ธันวาคม 2551. เข้าถึงได้จาก [http://www.esanenvi.com/dmdocuments/84\(earth\)/CDM-BANK.ppt](http://www.esanenvi.com/dmdocuments/84(earth)/CDM-BANK.ppt)

อรุณสวัสดิ์. ไม้ประดับอุตสาหกรรม [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 5 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก <http://www.arunsawat.com/board/index.php?action=printpage;topic=2226.0>

อาชัญญา รัตนอุบล และคณะ. “การจัดการเรียนของแหล่งการเรียนรู้ตลอดชีวิต : สวนสาธารณะ.” รายงานการวิจัย สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนการเรียนรู้ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด วี.ที.ซี.คอมมิวนิเคชั่น, 2548.

อู่แก้ว ประกอบไวทยกิจ บีเวอร์. นิเวศวิทยา. กรุงเทพฯ : บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิชจำกัด, 2531.

ภาษาต่างประเทศ

Rees, Gareth. The Remote Sensing Data Book. United Kingdom : University Press Cambridge, 1999.

Lillesand Thomas M., Kiefer Ralph W.. Remote Sensing and Image Interpretation. R. R. Donnelley-Crawfordsville, 2000.

Wong Nyuk Hien, Steve Kardinal Jusuf. GIS-based greenery evaluation on campus master plan. Department of Building, National University of Singapore, Singapore, 2007.

ภาพถ่ายดาวเทียม

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). “พื้นที่เขตปทุมวัน ภาพถ่ายจากดาวเทียมแลนด์แซทระบบธีแมติกแมบเปอร์ (T.M.)” ภาพสีผสม. 24 กรกฎาคม 2544. มาตราส่วน 1 : 30,000.

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). “พื้นที่เขตปทุมวัน ภาพถ่ายจากดาวเทียมแลนด์แซทระบบธีแมติกแมบเปอร์ (T.M.)” ภาพสีผสม. 16 กรกฎาคม 2547. มาตราส่วน 1 : 30,000.

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). “พื้นที่เขตปทุมวัน
ภาพถ่ายจากดาวเทียมแลนด์แซทระบบธีแมติกแมบเปอร์ (T.M.)” ภาพสีผสม.
9 กรกฎาคม 2550. มาตราส่วน 1 : 30,000.

การสัมภาษณ์

ดร.ประพัทธ์ พงษ์เกียรติกุล. อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี. สัมภาษณ์, 14 มีนาคม 2552.

ผศ.ดร.รุจิโรจน์ อนามบุตร. อาจารย์ประจำภาควิชาการออกแบบและวางผังชุมชนเมือง
มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตวังท่าพระ. สัมภาษณ์, 16 มีนาคม 2552.

ผศ.ดร.ณัฐ พิษกรรม. อาจารย์ประจำภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตบางเขน. สัมภาษณ์, 20 มีนาคม 2552.

ภาคผนวก

1. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเชิงเส้น Simple Linear Regression ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิในพื้นที่เขตปทุมวัน ปี พ.ศ.2544

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
temp01	21.5807	.93804	14520
ndvi01	.1316	.14516	14520

Correlations

		temp01	ndvi01
Pearson Correlation	temp01	1.000	-.403
	ndvi01	-.403	1.000
Sig. (1-tailed)	temp01	.	.000
	ndvi01	.000	.
N	temp01	14520	14520
	ndvi01	14520	14520

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	ndvi01 ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: temp01

Model Summary

Model				
	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.403 ^a	.163	.163	.85838

a. Predictors: (Constant), ndvi01

1. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเชิงเส้น Simple Linear Regression ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิในพื้นที่เขตปทุมวัน ปี พ.ศ.2544 (ต่อ)

Model Summary

Model	Change Statistics				
	R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.163	2820.782	1	14518	.000

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2078.408	1	2078.408	2820.782	.000 ^a
	Residual	10697.151	14518	.737		
	Total	12775.559	14519			

a. Predictors: (Constant), ndvi01

b. Dependent Variable: temp01

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	21.924	.010		2280.215	.000
	ndvi01	-2.606	.049	-.403	-53.111	.000

a. Dependent Variable: temp01

Coefficients^a

Model		Correlations			Collinearity Statistics	
		Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	ndvi01	-.403	-.403	-.403	1.000	1.000

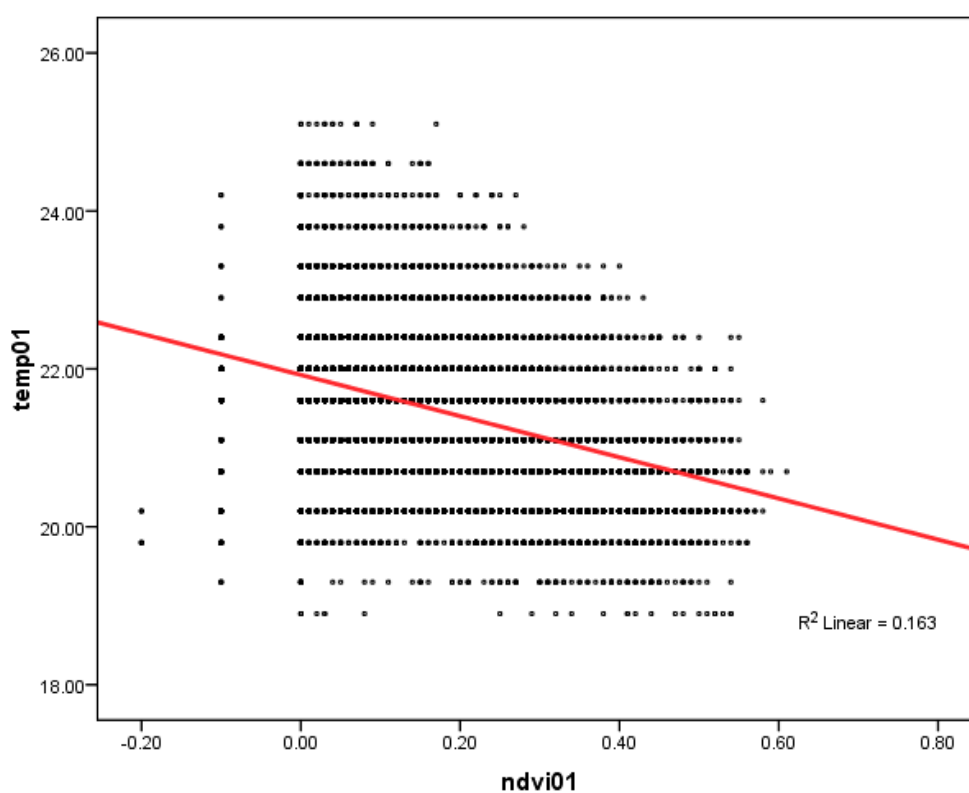
a. Dependent Variable: temp01

1. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเชิงเส้น Simple Linear Regression ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิในพื้นที่เขตปทุมวัน ปี พ.ศ.2544 (ต่อ)

Model	Dimension			Variance Proportions	
		Eigenvalue	Condition Index	(Constant)	ndvi01
1	1	1.672	1.000	.16	.16
	2	.328	2.256	.84	.84

a. Dependent Variable: temp01

แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิในพื้นที่เขตปทุมวัน ปี พ.ศ.2544



2. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเชิงเส้น Simple Linear Regression ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิในพื้นที่เขตปทุมวัน ปี พ.ศ.2547

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
temp04	25.7630	1.41762	14520
ndvi04	.1475	.18398	14520

Correlations

		temp04	ndvi04
Pearson Correlation	temp04	1.000	-.521
	ndvi04	-.521	1.000
Sig. (1-tailed)	temp04	.	.000
	ndvi04	.000	.
N	temp04	14520	14520
	ndvi04	14520	14520

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	ndvi04 ^a		Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: temp04

Model Summary

Model				
	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.521 ^a	.271	.271	1.21025

a. Predictors: (Constant), ndvi04

2. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเชิงเส้น Simple Linear Regression ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิในพื้นที่เขตปทุมวัน ปี พ.ศ.2547 (ต่อ)

Model Summary

Model	Change Statistics				
	R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.271	5402.590	1	14518	.000

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	7913.221	1	7913.221	5402.590	.000 ^a
	Residual	21264.640	14518	1.465		
	Total	29177.861	14519			

a. Predictors: (Constant), ndvi04

b. Dependent Variable: temp04

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	26.355	.013		2047.364	.000
	ndvi04	-4.013	.055	-.521	-73.502	.000

a. Dependent Variable: temp04

Coefficients^a

Model		Correlations			Collinearity Statistics	
		Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	ndvi04	-.521	-.521	-.521	1.000	1.000

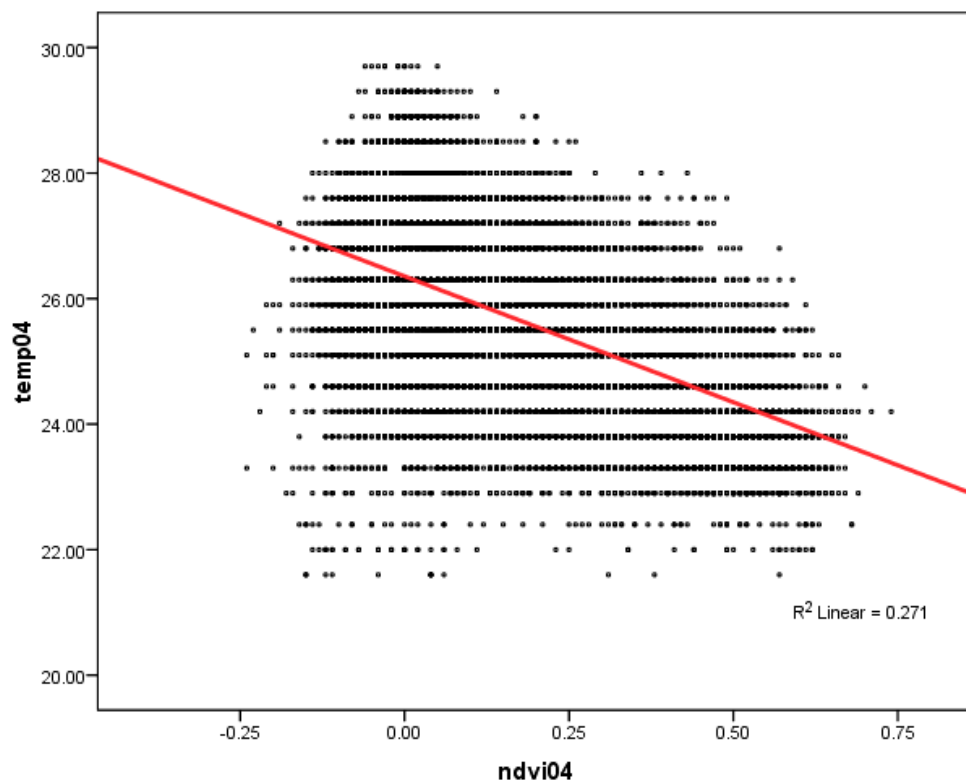
a. Dependent Variable: temp04

2. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเชิงเส้น Simple Linear Regression ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิในพื้นที่เขตปทุมวัน ปี พ.ศ.2547 (ต่อ)

Collinearity Diagnostics ^a					
Model	Dimension			Variance Proportions	
		Eigenvalue	Condition Index	(Constant)	ndvi04
1	1	1.625	1.000	.19	.19
	2	.375	2.083	.81	.81

a. Dependent Variable: temp04

แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิในพื้นที่เขตปทุมวัน ปี พ.ศ.2547



3. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเชิงเส้น Simple Linear Regression ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิในพื้นที่เขตปทุมวัน ปี พ.ศ.2550

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
temp07	19.6636	1.59826	14520
ndvi07	.1239	.13649	14520

Correlations

		temp07	ndvi07
Pearson Correlation	temp07	1.000	-.175
	ndvi07	-.175	1.000
Sig. (1-tailed)	temp07	.	.000
	ndvi07	.000	.
N	temp07	14520	14520
	ndvi07	14520	14520

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	ndvi07 ^a		. Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: temp07

Model Summary

Model				
	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.175 ^a	.031	.031	1.57353

a. Predictors: (Constant), ndvi07

3. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเชิงเส้น Simple Linear Regression ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิในพื้นที่เขตปทุมวัน ปี พ.ศ.2550 (ต่อ)

Model Summary

Model	Change Statistics				
	R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.031	461.005	1	14518	.000

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1141.450	1	1141.450	461.005	.000 ^a
	Residual	35946.581	14518	2.476		
	Total	37088.031	14519			

a. Predictors: (Constant), ndvi07

b. Dependent Variable: temp07

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	19.918	.018		1129.263	.000
	ndvi07	-2.054	.096	-.175	-21.471	.000

a. Dependent Variable: temp07

Coefficients^a

Model		Correlations			Collinearity Statistics	
		Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	ndvi07	-.175	-.175	-.175	1.000	1.000

a. Dependent Variable: temp07

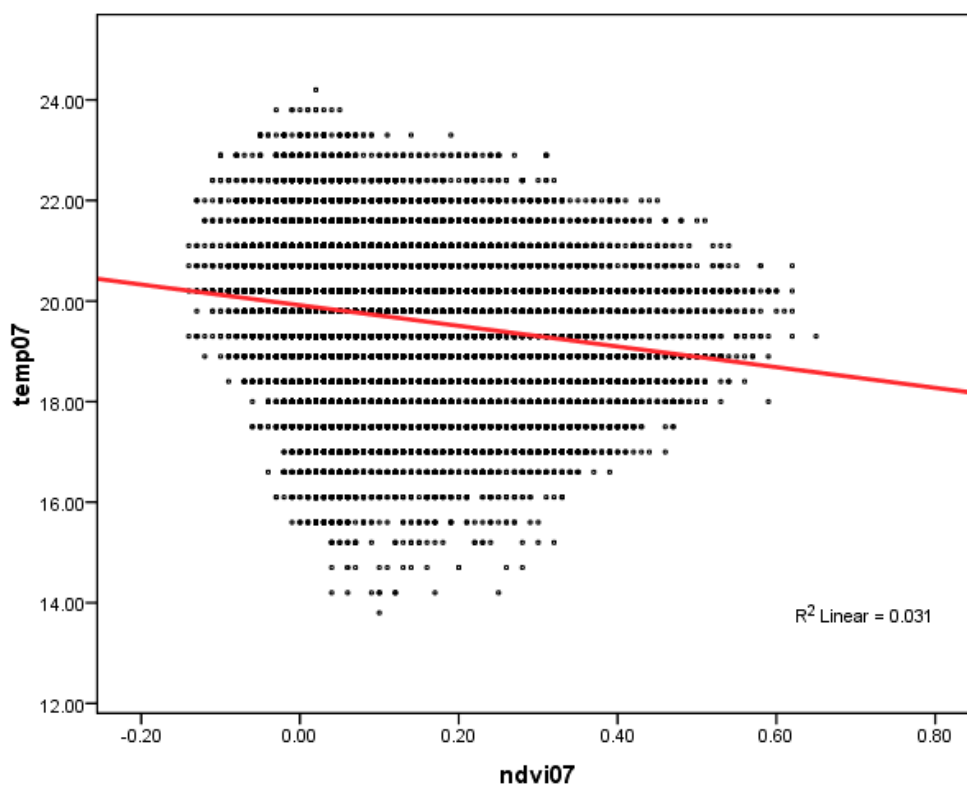
3. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเชิงเส้น Simple Linear Regression ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิในพื้นที่เขตปทุมวัน ปี พ.ศ.2550 (ต่อ)

Collinearity Diagnostics^a

Model	Dimension			Variance Proportions	
		Eigenvalue	Condition Index	(Constant)	ndvi07
1	1	1.672	1.000	.16	.16
	2	.328	2.259	.84	.84

a. Dependent Variable: temp07

แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและอุณหภูมิในพื้นที่เขตปทุมวัน ปี พ.ศ.2550



4. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเชิงเส้น Simple Linear Regression ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและก๊าซ
มลพิษ (CO) ในพื้นที่เขตปทุมวัน ปี พ.ศ.2544

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
co_max01	8.8335	2.36036	14520
ndvi01	.1316	.14516	14520

Correlations

		co_max01	ndvi01
Pearson Correlation	co_max01	1.000	-.013
	ndvi01	-.013	1.000
Sig. (1-tailed)	co_max01	.	.064
	ndvi01	.064	.
N	co_max01	14520	14520
	ndvi01	14520	14520

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	ndvi01 ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: co_max01

Model Summary

Model				
	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.013 ^a	.000	.000	2.36025

a. Predictors: (Constant), ndvi01

4. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเชิงเส้น Simple Linear Regression ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและก๊าซ
มลพิษ (CO) ในพื้นที่เขตปทุมวัน ปี พ.ศ.2544 (ต่อ)

Model Summary

Model	Change Statistics				
	R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.000	2.322	1	14518	.128

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	12.938	1	12.938	2.322	.128 ^a
	Residual	80876.676	14518	5.571		
	Total	80889.613	14519			

a. Predictors: (Constant), ndvi01

b. Dependent Variable: co_max01

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	8.861	.026		335.157	.000
	ndvi01	-.206	.135	-.013	-1.524	.128

a. Dependent Variable: co_max01

Coefficients^a

Model		Correlations			Collinearity Statistics	
		Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	ndvi01	-.013	-.013	-.013	1.000	1.000

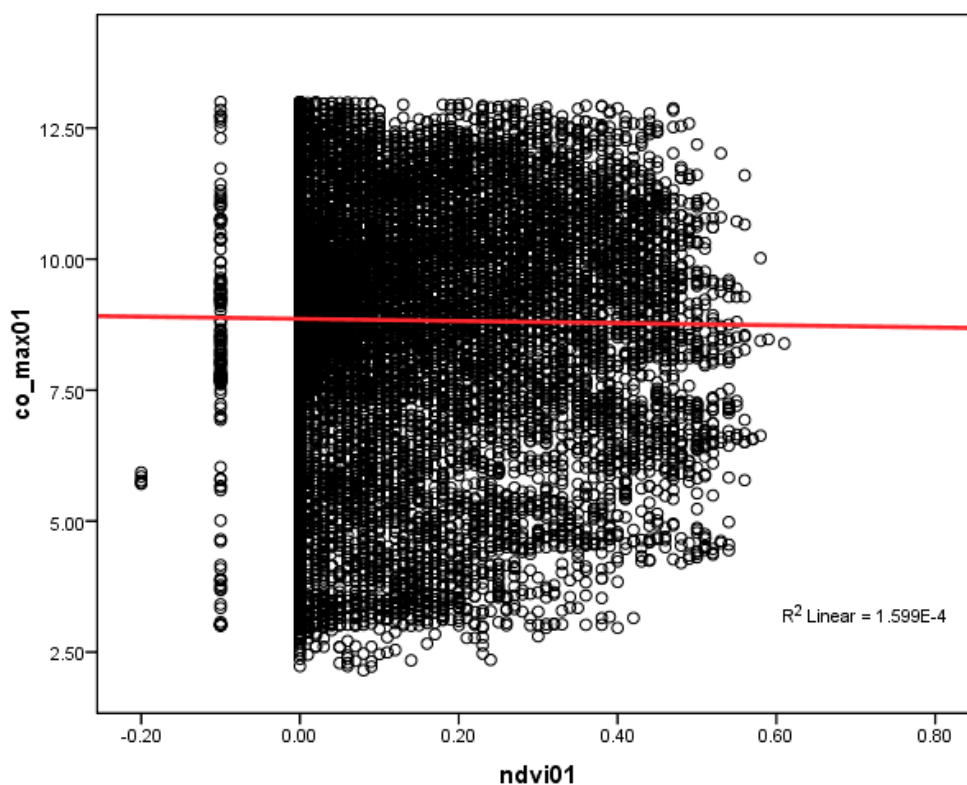
a. Dependent Variable: co_max01

4. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเชิงเส้น Simple Linear Regression ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและก๊าซ
มลพิษ (CO) ในพื้นที่เขตปทุมวัน ปี พ.ศ.2544 (ต่อ)

Collinearity Diagnostics ^a					
Model	Dimension			Variance Proportions	
		Eigenvalue	Condition Index	(Constant)	ndvi01
1	1	1.672	1.000	.16	.16
	2	.328	2.256	.84	.84

a. Dependent Variable: co_max01

แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและก๊าซมลพิษ (CO)
ในพื้นที่เขตปทุมวัน ปี พ.ศ.2544



5. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเชิงเส้น Simple Linear Regression ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและก๊าซ
มลพิษ (CO) ในพื้นที่เขตปทุมวัน ปี พ.ศ.2547

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
co_max04	5.6651	.56018	14520
ndvi04	.1475	.18398	14520

Correlations

		co_max04	ndvi04
Pearson Correlation	co_max04	1.000	-.237
	ndvi04	-.237	1.000
Sig. (1-tailed)	co_max04	.	.000
	ndvi04	.000	.
N	co_max04	14520	14520
	ndvi04	14520	14520

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	ndvi04 ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: co_max04

Model Summary

Model				
	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.237 ^a	.056	.056	.54423

a. Predictors: (Constant), ndvi04

5. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเชิงเส้น Simple Linear Regression ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและก๊าซ
มลพิษ (CO) ในพื้นที่เขตปทุมวัน ปี พ.ศ.2547 (ต่อ)

Model Summary

Model	Change Statistics				
	R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.056	864.733	1	14518	.000

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	256.120	1	256.120	864.733	.000 ^a
	Residual	4299.992	14518	.296		
	Total	4556.111	14519			

a. Predictors: (Constant), ndvi04

b. Dependent Variable: co_max04

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	5.772	.006		997.065	.000
	ndvi04	-.722	.025	-.237	-29.406	.000

a. Dependent Variable: co_max04

Coefficients^a

Model		Correlations			Collinearity Statistics	
		Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	ndvi04	-.237	-.237	-.237	1.000	1.000

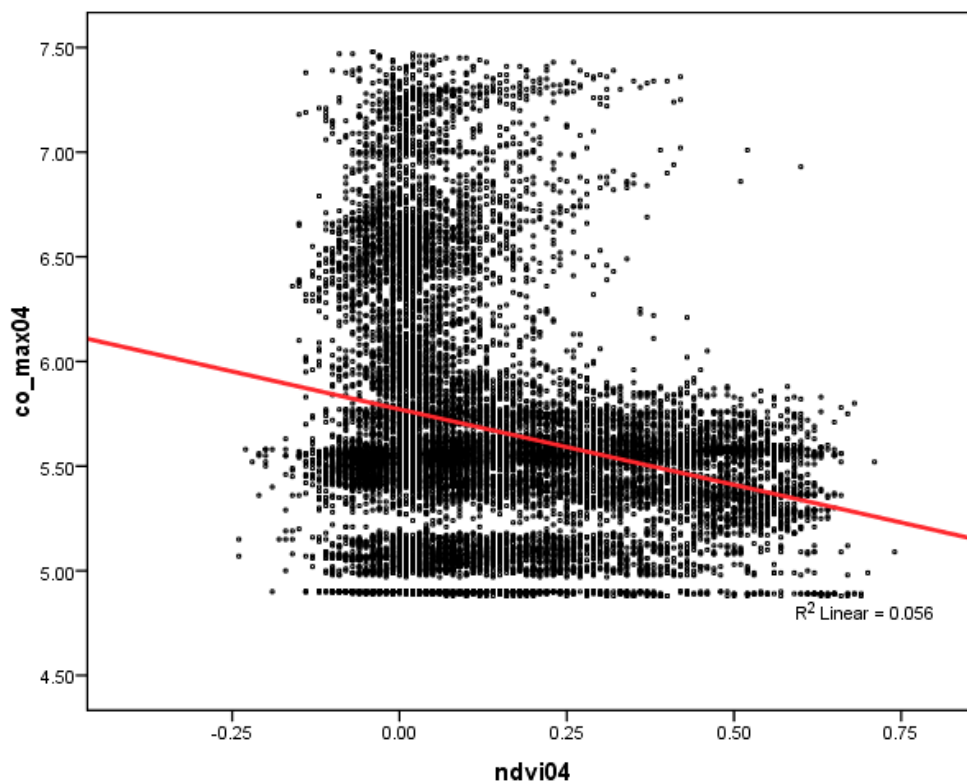
a. Dependent Variable: co_max04

5. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเชิงเส้น Simple Linear Regression ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและก๊าซ
มลพิษ (CO) ในพื้นที่เขตปทุมวัน ปี พ.ศ.2547 (ต่อ)

Collinearity Diagnostics ^a					
Model	Dimensi on			Variance Proportions	
		Eigenvalue	Condition Index	(Constant)	ndvi04
1	1	1.625	1.000	.19	.19
	2	.375	2.083	.81	.81

a. Dependent Variable: co_max04

แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและก๊าซมลพิษ (CO)
ในพื้นที่เขตปทุมวัน ปี พ.ศ.2547



6. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเชิงเส้น Simple Linear Regression ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและก๊าซ
มลพิษ (CO) ในพื้นที่เขตปทุมวัน ปี พ.ศ.2550

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
co_max07	4.4616	1.03270	14520
ndvi07	.1239	.13649	14520

Correlations

		co_max07	ndvi07
Pearson Correlation	co_max07	1.000	-.201
	ndvi07	-.201	1.000
Sig. (1-tailed)	co_max07	.	.000
	ndvi07	.000	.
N	co_max07	14520	14520
	ndvi07	14520	14520

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	ndvi07 ^a		. Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: co_max07

Model Summary

Model				
	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.201 ^a	.040	.040	1.01165

a. Predictors: (Constant), ndvi07

6. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเชิงเส้น Simple Linear Regression ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและก๊าซ
มลพิษ (CO) ในพื้นที่เขตปทุมวัน ปี พ.ศ.2550 (ต่อ)

Model Summary

Model	Change Statistics				
	R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.040	611.379	1	14518	.000

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	625.709	1	625.709	611.379	.000 ^a
	Residual	14858.290	14518	1.023		
	Total	15483.999	14519			

a. Predictors: (Constant), ndvi07

b. Dependent Variable: co_max07

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	4.650	.011		410.063	.000
	ndvi07	-1.521	.062	-.201	-24.726	.000

a. Dependent Variable: co_max07

Coefficients^a

Model		Correlations			Collinearity Statistics	
		Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	ndvi07	-.201	-.201	-.201	1.000	1.000

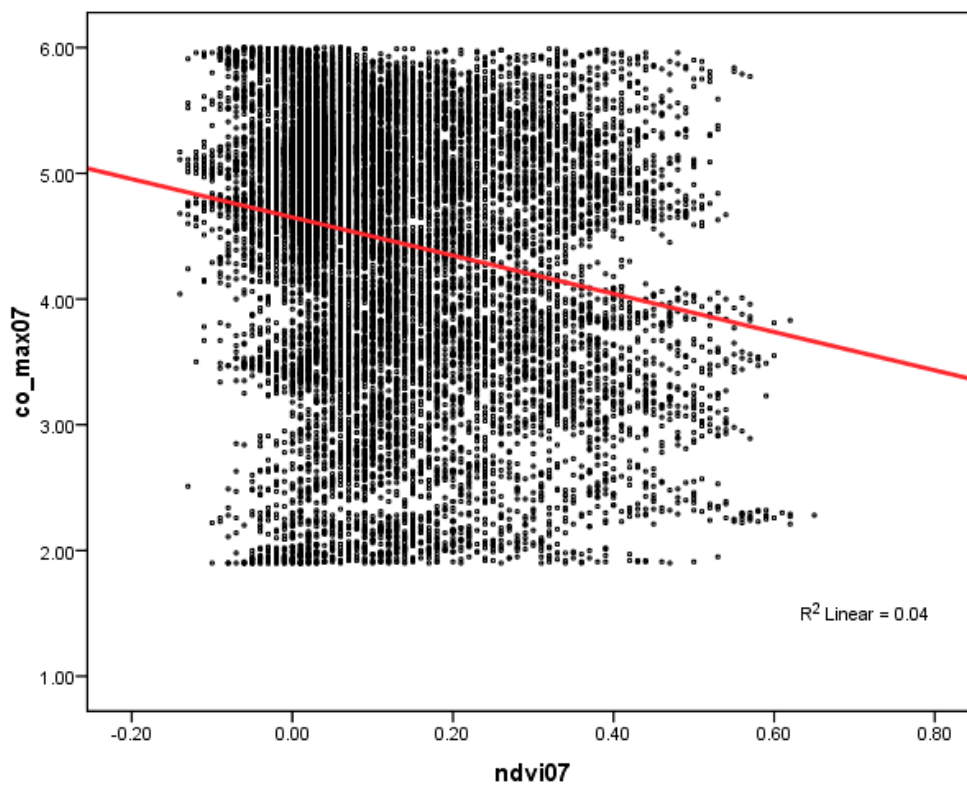
a. Dependent Variable: co_max07

6. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเชิงเส้น Simple Linear Regression ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและก๊าซ
มลพิษ (CO) ในพื้นที่เขตปทุมวัน ปี พ.ศ.2550 (ต่อ)

Collinearity Diagnostics ^a					
Model	Dimensi on			Variance Proportions	
		Eigenvalue	Condition Index	(Constant)	ndvi07
1	1	1.672	1.000	.16	.16
	2	.328	2.259	.84	.84

a. Dependent Variable: co_max07

แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่สีเขียวและก๊าซมลพิษ (CO)
ในพื้นที่เขตปทุมวัน ปี พ.ศ.2550



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวปณิษฐา ปฏิมะธา
ที่อยู่	1300/117 ก ถนนนรราชอุทิศ ตำบลมหาชัย อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร 74000
ที่ทำงาน	ฝ่ายโยธา สำนักงานเขตทวีวัฒนา 1 ถนนอุทยาน แขวงทวีวัฒนา เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10170
email	panitta99@hotmail.com
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2438	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษา จากโรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ
พ.ศ.2543	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาสถาปัตยกรรมหลัก คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตวังท่าพระ
พ.ศ.2550	ศึกษาต่อระดับปริญญาโท สาขาการวางแผนชุมชนเมืองและ สภาพแวดล้อม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตวังท่าพระ
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ.2543	สถาปนิก กองช่าง องค์การบริหารส่วนจังหวัดสมุทรสาคร
พ.ศ.2545	สถาปนิก 3 ฝ่ายโยธา สำนักงานเขตหนองแขม
พ.ศ.2547	สถาปนิก 4 ฝ่ายโยธา สำนักงานเขตคลองสาน
พ.ศ.2552-ปัจจุบัน	สถาปนิก 5 ฝ่ายโยธา สำนักงานเขตทวีวัฒนา