

**สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง**

**อิทธิพลของลักษณะกายภาพเมืองที่มีผลต่อการสะสมมลพิษทางอากาศ**

**กรณีศึกษากรุงเทพมหานคร**

**THE EFFECT OF URBAN PHYSICAL CHARACTERISTICS ON AIR POLLUTION**

**: A CASE STUDY OF BANGKOK**



T117016



**วัชรีย์ เจนจัดการ**

**WACHAREE JANEJUDKARN**

มว.  
๑๓๘๗๐  
๒๕๕๔

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน 117016  
วัน,เดือน,ปี 21 สิ.อ. 2554

b. 12331442  
i. ....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2554

**KMITL-2011-AR-M-001-003**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**THE EFFECT OF URBAN PHYSICAL CHARACTERISTICS ON AIR POLLUTION  
: A CASE STUDY OF BANGKOK**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF URBAN  
AND REGIONAL PLANNING IN URBAN AND ENVIRONMENTAL PLANNING  
FACULTY OF ARCHITECTURE  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

**2011**

**KMITL-2011-AR-M-001-003**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**COPYRIGHT 2011**

**FACULTY OF ARCHITECTURE**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ อธิพิพลของลักษณะกายภาพเมืองที่มีผลต่อการสะสมมลพิษทางอากาศ กรณีศึกษา กรุงเทพมหานคร  
The Effect of Urban Physical Characteristics on Air Pollution : A Case Study of Bangkok

นักศึกษา น.ส.วัชรี เจนจัดการ

รหัสประจำตัว 49062110

ปริญญา การวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต

สาขาวิชา การวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.วันเพ็ญ เจริญตระกูลปิติ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
อาจารย์ ดร.วันเพ็ญ เจริญตระกูลปิติ	
ผศ.ดร.มนสิชา เพชรานนท์	
อาจารย์ ดร.สาธิตี ศุภรัตน์เมธี	
อาจารย์ ดร.ณัฐกฤษ์ นบนอบ	
ผศ.ดร.ปิยะกาญจน์ เทียรทิพย์	

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ 1 เมษายน 2554 เวลา 10.00 น.

สถานที่สอบ กลุ่มวิชาการวางแผนภาคและเมือง

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์บุญสนอง รัตนสุนทรากุล)

คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

วันที่.....๒๓.....เดือน.....พฤษภาคม.....พ.ศ. ๒๕๕๔

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	อิทธิพลของลักษณะกายภาพเมืองที่มีผลต่อการสะสมมลพิษทางอากาศ กรณีศึกษากรุงเทพมหานคร
นักศึกษา	นางสาววัชรีย์ เจนจัดการ
รหัสประจำตัว	49062110
ปริญญา	การวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม
พ.ศ.	2554
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร.วันเพ็ญ เจริญตระกูลปิติ

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเสนอแนวทางลดการสะสมตัวของมลพิษทางอากาศ โดยมีการเสนอแนะสัดส่วนที่เหมาะสมของลักษณะกายภาพเมือง ได้แก่ สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน และสัดส่วนพื้นที่สีเขียว โดยทำการศึกษาระยะของก๊าซโอโซน บริเวณพื้นที่โดยรอบของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในกรุงเทพมหานคร จำนวน 11 สถานี ซึ่งผู้ศึกษาได้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นสามส่วน โดยส่วนแรกเป็นการหาความสัมพันธ์ของลักษณะกายภาพเมืองกับปัจจัยภูมิอากาศ ส่วนที่สองเป็นการหาความสัมพันธ์ของปัจจัยภูมิอากาศกับการสะสมมลพิษทางอากาศ และส่วนที่สามเป็นการอธิบายความสัมพันธ์ของลักษณะกายภาพเมืองกับการสะสมมลพิษทางอากาศ โดยอาศัยการวิเคราะห์ทางสถิติในการนำเสนอแบบจำลอง ด้วยการสร้างสมการเส้นถดถอยระหว่างตัวแปร เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปร

ผลจากการศึกษาพบว่าลักษณะกายภาพเมือง ได้แก่ สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน และสัดส่วนพื้นที่สีเขียว มีความสัมพันธ์กับปัจจัยภูมิอากาศ ได้แก่ ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ( $R^2 = 0.944, 0.968$  และ  $0.968$  ตามลำดับ) และปัจจัยภูมิอากาศ ดังกล่าว มีความสัมพันธ์กับการสะสมก๊าซโอโซน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ( $R^2 = 0.996$ ) ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าลักษณะกายภาพเมืองมีผลต่อการสะสมมลพิษทางอากาศ โดยที่ลักษณะกายภาพเมืองที่ต่างกันจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปัจจัยภูมิอากาศที่ต่างกัน และการเปลี่ยนแปลงปัจจัยภูมิอากาศที่เป็นผลมาจากลักษณะกายภาพเมืองจะส่งผลให้ก๊าซโอโซนสามารถแพร่กระจายหรือสะสมตัวได้

<b>Thesis</b>	The Effect of Urban Physical Characteristics on Air Pollution: A Case Study of Bangkok
<b>Student</b>	Miss Wacharee Janejudkarn
<b>Student ID</b>	49062110
<b>Degree</b>	Master of Urban and Regional Planning in Urban and Environment Planning
<b>Program</b>	Architecture and Planning
<b>Year</b>	2011
<b>Thesis Advisor</b>	Dr. Wanpen Charoentrakulpeeti

### ABSTRACT

The objectives of the research are to recommend appropriate proportions of urban physical characteristics, i.e. Floor Area Ratio (FAR), Building Coverage Ratio (BCR) and Green Coverage Ratio (GCR), in order to decrease intensity of air pollution. Ozone (O<sub>3</sub>) was selected as a pollutant of this research. Ozone data from eleven monitoring stations around Bangkok gathered by pollution control department were applied as case study. There are three major parts for this study, which are (1) the relation between urban physical characteristics and weather factors, (2) the relation between weather factors and intensity of ozone, and (3) the relation between urban physical characteristics and intensity of air pollution. Multiple Regression Analysis was used to describe relation of the factors.

The results of this study reveal a statistically significant relation between urban physical characteristics, i.e. FAR, BCR and GCR, and weather factors, i.e. wind speed, relative humidity and temperature. Furthermore, there is a relationship between weather factors and intensity of ozone at the significant level 0.05 ( $R^2 = 0.996$ ). The results lead to the conclusion that urban physical characteristics relate to the intensity of ozone because the variation of weather factors is a result of the differentiation of urban physical characteristics, which further leads to accumulation or dispersion of ozone.

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาเกี่ยวกับแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ การหาข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งคำแนะนำในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการทำวิทยานิพนธ์ จาก ดร.วันเพ็ญ เจริญตระกูลปิติ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความอนุเคราะห์ของอาจารย์เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. มนลธิชา เพชรานนท์ ดร.สาลิณี สุกตรัตนเมธี ดร.ฉัญญุกิษฐ นบหนอง และ ผศ.ดร. นิธิชาญ ปลื้มอารมณ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ปิยะกาญจน์ เทียธิทรัพย์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ภายนอก ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ และข้อชี้แนะ ตลอดจนความรู้และประสบการณ์ที่ดี ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ และเจ้าหน้าที่ภาควิชาการวางแผนภาคและเมือง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดวิชาการความรู้ และคอยให้คำปรึกษาที่ดีแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณสำนักจัดการคุณภาพและเสียง กรมควบคุมมลพิษ ที่ได้อนุเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.นิกร มหาวัน ที่ให้ความกรุณาอนุเคราะห์ข้อมูล และคำแนะนำ ตลอดจนความรู้ในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณพ่อแม่ และเพื่อนๆ และคุณกฤษณะ แพทย์จะเกร็ง ที่ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจที่ดีในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี และขอให้คุณอันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นของผู้สนับสนุนทุกท่าน

วัชรวิ เจนจัดการ

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา.....	3
1.3 สมมุติฐานการศึกษา.....	3
1.4 ขอบเขตการศึกษา.....	3
1.4.1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา.....	3
1.4.2 ขอบเขตของเนื้อหา.....	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.6 ข้อยจำกัดของงานวิจัย.....	4
1.7 นิยามศัพท์ของงานวิจัย.....	4
1.8 กรอบการวิจัย.....	5
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม.....	6
2.1 แนวความคิดเกี่ยวกับลักษณะกายภาพเมือง.....	6
2.2 แนวความคิดเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศ.....	7
2.2.1 ระบบภาวะมลพิษทางอากาศ.....	7
2.2.2 ประเภทของสารมลพิษทางอากาศ.....	9
2.2.4 มลพิษทางอากาศในประเทศไทย.....	9
2.2.5 สถานการณ์ก๊าซโอโซนในประเทศไทย.....	11
2.3 แนวความคิดเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพเมืองกับการสะสมมลพิษทางอากาศ.....	13
2.3.1 แนวความคิดเกี่ยวกับลักษณะกายภาพเมืองกับปัจจัยภูมิอากาศ.....	13
2.3.2 แนวความคิดเกี่ยวกับปัจจัยภูมิอากาศกับการสะสมมลพิษทางอากาศ.....	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3	
ระเบียบวิธีการวิจัย.....	20
3.1 การกำหนดตัวแปรการศึกษา.....	20
3.2 การกำหนดพื้นที่ศึกษา.....	22
3.3 การรวบรวมและจัดเตรียมข้อมูล.....	38
3.3.1 การรวบรวมข้อมูล.....	38
3.3.2 การจัดเตรียมข้อมูล.....	39
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	41
3.5 การสรุปผลและนำเสนอ.....	42
บทที่ 4	
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	43
4.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะกายภาพเมืองกับปัจจัยภูมิอากาศ.....	44
4.1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะกายภาพเมืองกับความเร็วลม.....	44
4.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะกายภาพเมืองกับความชื้นสัมพัทธ์.....	46
4.1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะกายภาพเมืองกับอุณหภูมิ.....	48
4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยภูมิอากาศกับปริมาณมลพิษอากาศ.....	50
4.3 การอธิบายความสัมพันธ์ของลักษณะกายภาพเมืองกับการสะสมมลพิษอากาศ.....	54
4.3.1 การทดสอบแบบจำลองบริเวณรอบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยาบางนา.....	60
4.3.2 การทดสอบแบบจำลองบริเวณรอบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ เคหะชุมชนห้วยขวาง.....	61
4.3.3 การทดสอบแบบจำลองบริเวณรอบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สถานีไฟฟ้าอโยธยาบุรี.....	62
บทที่ 5	
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	65
5.1 ความสัมพันธ์ของลักษณะกายภาพเมืองกับปัจจัยภูมิอากาศ.....	65
5.2 ความสัมพันธ์ของปัจจัยภูมิอากาศกับปริมาณมลพิษอากาศ.....	66
5.3 อิทธิพลของลักษณะกายภาพเมืองกับการสะสมมลพิษอากาศ.....	66
5.4 ข้อเสนอแนะจากผลการศึกษา.....	67

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.5 ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะของงานวิจัย.....	69
5.5.1 ข้อจำกัดของงานวิจัย.....	69
5.5.2 ข้อเสนอแนะในงานวิจัยครั้งต่อไป.....	69
บรรณานุกรม.....	71
ภาคผนวก ก ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์.....	73
ภาคผนวก ข การตรวจสอบเงื่อนไขของการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้น.....	96
ภาคผนวก ค ตัวอย่างและวิธีการปรับค่า Durbin-Watson.....	105
ประวัติผู้เขียน.....	112



# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	มาตรฐานของคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป ในประเทศไทย.....10
2.2	คุณภาพอากาศบริเวณริมถนนและพื้นที่ทั่วไปในกรุงเทพมหานครปี พ.ศ. 2549.....11
3.1	ตารางตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา.....22
3.2	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบอัตโนมัติในกรุงเทพมหานคร.....23
3.3	สรุปลักษณะกายภาพจากพื้นที่ศึกษา.....26
4.1	ลักษณะกายภาพเมืองจากพื้นที่ศึกษา 11 พื้นที่ ปี พ.ศ. 2545.....44
4.2	การวิเคราะห์ความถดถอยเพื่อพยากรณ์ความเร็วลมจากปัจจัยลักษณะกายภาพเมือง.....45
4.3	การปรับค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ความเร็วลม โดยการปรับค่า Durbin-Watson.....46
4.4	การวิเคราะห์ความถดถอยเพื่อพยากรณ์ความชื้นสัมพัทธ์ จากปัจจัยลักษณะกายภาพเมือง.....47
4.5	การปรับค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ความชื้นสัมพัทธ์ โดยการปรับค่า Durbin-Watson .....48
4.6	การวิเคราะห์ความถดถอยเพื่อพยากรณ์อุณหภูมิ จากปัจจัยลักษณะกายภาพเมือง.....49
4.7	การปรับค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์อุณหภูมิโดยการปรับค่า Durbin-Watson.....49
4.8	การวิเคราะห์ความถดถอยเพื่อพยากรณ์ปริมาณก๊าซโอโซนจากปัจจัยภูมิอากาศ.....50
4.9	การปรับค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ปริมาณก๊าซโอโซน โดยการปรับค่า Durbin-Watson.....51
4.10	ค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณก๊าซโอโซนที่ได้จากแบบจำลองบริเวณพื้นที่ตัวอย่าง....57
4.11	ลักษณะกายภาพเมือง บริเวณพื้นที่ตัวอย่างที่นำไปใช้ในการทดสอบแบบจำลอง.....58
4.12	ตัวอย่างการวิเคราะห์แบบจำลองลักษณะกายภาพเมืองกับการเปลี่ยนแปลงปัจจัยภูมิอากาศ และปริมาณก๊าซโอโซน บริเวณพื้นที่ตัวอย่าง.....59

# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1	กรอบการวิจัย.....5
2.1	แสดงระบบภาวะมลพิษอากาศ (Air Pollution System).....8
2.2	ปริมาณก๊าซโอโซนสูงสุดในกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2544-2551.....11
2.3	Wind Profile.....14
2.4	เปรียบเทียบความเข้มข้นของ CO กับความเร็วลมและความสูงเหนือพื้นดิน.....17
3.1	ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา.....21
3.2	พื้นที่ศึกษา โดยรอบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบอัตโนมัติในกรุงเทพมหานคร.....24
3.3	แผนที่แสดงความสูงของอาคารปี พ.ศ. 2545 บริเวณ โดยรอบสถานีตรวจวัด คุณภาพอากาศราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.....27
3.4	แผนที่แสดงความสูงของอาคารปี พ.ศ. 2545 บริเวณ โดยรอบสถานีตรวจวัด คุณภาพอากาศไปรษณีย์ราษฎร์บูรณะ.....28
3.5	แผนที่แสดงความสูงของอาคารปี พ.ศ. 2545 บริเวณ โดยรอบสถานีตรวจวัด คุณภาพอากาศกรมอู่คูนิคมวิทยาบางนา.....29
3.6	แผนที่แสดงความสูงของอาคารปี พ.ศ. 2545 บริเวณ โดยรอบสถานีตรวจวัด คุณภาพอากาศราชภัฏจันทรเกษม.....30
3.7	แผนที่แสดงความสูงของอาคารปี พ.ศ. 2545 บริเวณ โดยรอบสถานีตรวจวัด คุณภาพอากาศเคหะชุมชนคลองจั่น.....31
3.8	แผนที่แสดงความสูงของอาคารปี พ.ศ. 2545 บริเวณ โดยรอบสถานีตรวจวัด คุณภาพอากาศเคหะชุมชนห้วยขวาง.....32
3.9	แผนที่แสดงความสูงของอาคารปี พ.ศ. 2545 บริเวณ โดยรอบสถานีตรวจวัด คุณภาพอากาศโรงเรียนนนทบุรีวิทยา.....33
3.10	แผนที่แสดงความสูงของอาคารปี พ.ศ. 2545 บริเวณ โดยรอบสถานีตรวจวัด คุณภาพอากาศโรงเรียนมัธยมวัดสิงห์.....34
3.11	แผนที่แสดงความสูงของอาคารปี พ.ศ. 2545 บริเวณ โดยรอบสถานีตรวจวัด คุณภาพอากาศการไฟฟ้าอโยธยบุรี.....35
3.12	แผนที่แสดงความสูงของอาคารปี พ.ศ. 2545 บริเวณ โดยรอบสถานีตรวจวัด คุณภาพอากาศสถานีตำรวจนครบาลโชคชัย.....36

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.13	แผนที่แสดงความสูงของอาคารปี พ.ศ. 2545 บริเวณโดยรอบสถานีตรวจวัด คุณภาพอากาศการเคหะชุมชนดินแดง.....	37
3.14	พื้นที่สีเขียวในกรุงเทพมหานครปี พ.ศ. 2545.....	40
4.1	ปริมาณก๊าซโอโซนเฉลี่ยรายชั่วโมงปี พ.ศ. 2544-2546.....	53
4.2	อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงปี พ.ศ. 2544-2546.....	53
4.3	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงปี พ.ศ. 2544-2546.....	54
4.4	ความเร็วลมเฉลี่ยรายชั่วโมงปี พ.ศ. 2544-2546.....	54
4.5	การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของลักษณะกายภาพเมือง ปัจจัยภูมิอากาศ และปริมาณ ก๊าซโอโซน.....	55



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นปัญหาที่มีความสำคัญในปัจจุบัน ซึ่งเป็นผลมาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศโลก โดยที่ในปี พ.ศ. 2543 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของทั้งโลกคิดเป็น 41,755 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์หรือเทียบเท่า โดยในปี พ.ศ.2546 ประเทศไทยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเป็น 344.2 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์หรือเทียบเท่า และจากการจัดอันดับของสถาบันทรัพยากรโลกในปี 2548 ประเทศไทยมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นอันดับที่ 24 ของโลก ถ้าหากจำแนกตามรายสาขา การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจก ซึ่งในปี พ.ศ. 2537 คิดเป็นร้อยละ 18.2 และในปี พ.ศ. 2548 คิดเป็นร้อยละ 6.6 ของสาเหตุการเกิดก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศไทย (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2551)

ในประเทศไทยพื้นที่จังหวัดกรุงเทพมหานครมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เห็นชัดเจน เนื่องจากเป็นศูนย์กลางของประเทศ ทำให้มีการขยายตัวอย่างรวดเร็วทั้งด้านประชากรและพื้นที่เมืองอย่างต่อเนื่อง โดยในปี พ.ศ.2443 กรุงเทพมหานครมีพื้นที่ 13.33 ตารางกิโลเมตร และมีจำนวนประชากรประมาณ 600,000 คน ต่อมาในปี 2480 มีพื้นที่เพิ่มขึ้นเป็น 98.78 ตารางกิโลเมตร และมีจำนวนประชากรประมาณ 890,000 คน ในปี พ.ศ.2499 มีพื้นที่เพิ่มเป็น 175.75 ตารางกิโลเมตร และมีจำนวนประชากรประมาณ 1.7 ล้านคน และตั้งแต่ปี พ.ศ. 2515 จนถึงปัจจุบัน กรุงเทพมหานครมีพื้นที่เพิ่มเป็น 1,568.737 ตารางกิโลเมตร ซึ่งมีอัตราการขยายตัวจากเดิมเมื่อปี พ.ศ. 2443 มากถึง 117.68 เท่า โดยมีประชากรตามทะเบียนราษฎรประมาณ 6.8 ล้านคนในปี พ.ศ. 2549 (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2551) ซึ่งการขยายตัวทางด้านพื้นที่ และการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรในกรุงเทพมหานคร มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยที่การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยมีแนวโน้มสูงขึ้นตามจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้น ในปี พ.ศ. 2529 มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย 181 ตารางกิโลเมตร และเพิ่มขึ้นเป็น 331 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2538 และจนถึงปี พ.ศ. 2543 เพิ่มขึ้น 382 ตารางกิโลเมตร ในขณะที่การใช้ที่ดินเพื่อเกษตรกรรมในกรุงเทพมหานครกลับลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยในปี พ.ศ. 2529 มีพื้นที่เพื่อเกษตรกรรม 666 ตารางกิโลเมตร และในปี พ.ศ. 2538 ลดลงเหลือ 558 ตารางกิโลเมตร และในปี พ.ศ. 2543 ลดลงเหลือ 487 ตารางกิโลเมตร (ศูนย์ข้อมูลกรุงเทพมหานคร, 2550) การลดลงของพื้นที่เกษตรกรรมเพื่อตอบสนองต่อความต้องการการใช้พื้นที่อยู่อาศัย และกิจกรรมเมืองอื่นๆ ของกรุงเทพมหานครที่เพิ่มมากขึ้น อาจสังเกตได้จากการขยายตัวของเมืองที่เป็น 2 ทิศทาง คือการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขยายตัวในแนวราบไปยังพื้นที่ชานเมือง หรือจังหวัดใกล้เคียง โดยครอบคลุมพื้นที่บริเวณปริมณฑล ในแนวด้านตะวันออก ได้แก่ จังหวัดฉะเชิงเทรา และสมุทรปราการ ส่วนด้านเหนือของศูนย์กลางเมืองเดิม ได้ขยายตัวไปยังจังหวัดนนทบุรี และปทุมธานี และเนื่องจากพื้นที่กรุงเทพมหานครค่อนข้างจำกัด จึงเกิดการขยายตัวในแนวตั้ง ซึ่งจากการสำรวจอาคารสูงในกรุงเทพมหานคร โดยสำนักผังเมืองกรุงเทพมหานคร ในปี พ.ศ. 2543 ปรากฏอาคารที่มีขนาดความสูงตั้งแต่ 23 เมตร หรือจำนวน 9 ชั้นขึ้นไป ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในเขตพื้นที่เมืองชั้นในมีจำนวนถึง 2,333 หลัง หรือเป็นพื้นที่รวมทั้งสิ้น 65.26 ล้านตารางเมตร และเป็นอาคารสูงประเภทที่พักอาศัย และอาคารพาณิชย์เป็นส่วนใหญ่ (สำนักผังเมืองกรุงเทพมหานคร. 2545)

ลักษณะการขยายตัวของการใช้ที่ดินและการปลูกสร้างอาคารในพื้นที่กรุงเทพมหานครมีความซับซ้อนทางกายภาพ ซึ่งมีผลต่อการสะสมตัวของมลพิษทางอากาศ ได้แก่ ฝุ่นละออง, ก๊าซโอโซน, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์, ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และตะกั่ว โดยการกระจุกตัวของสิ่งก่อสร้าง อาคาร บ้านเรือน ที่ค่อนข้างหนาแน่น ทำให้เกิดการสะสมของมลพิษอากาศสูงกว่าพื้นที่ที่มีสิ่งปลูกสร้างเบาบาง ซึ่งปรากฏการณ์ดังกล่าวพบในบริเวณพื้นที่เมืองชั้นในของกรุงเทพมหานครมีปริมาณสารมลพิษมากกว่าบริเวณอื่นๆ จากรายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2548 โดยกรมควบคุมมลพิษพบว่าในปี พ.ศ. 2547 บริเวณย่านมหาวิทยาลัยราชภัฏสมเด็จพระยา ฝั่งธนบุรี ซึ่งอยู่ในเขตกรุงเทพชั้นใน มีปริมาณสารมลพิษมากกว่าบริเวณพื้นที่อื่นที่มีการตรวจวัดสารมลพิษ และปริมาณสารมลพิษทางอากาศที่เป็นปัญหาหลักคือ ฝุ่นขนาดเล็ก และก๊าซโอโซน ซึ่งมีสัดส่วนร้อยละที่เกินค่ามาตรฐานอยู่ 4.4 และ 0.18 ของจำนวนการตรวจวัดทั่วกรุงเทพมหานครทั้งหมดตามลำดับ นอกจากนี้ลักษณะทางกายภาพเมืองจะมีผลต่อปริมาณสารมลพิษแล้ว ปัจจัยภูมิอากาศยังส่งผลต่อความเข้มข้นของสารมลพิษดังตัวอย่างเช่น ในสภาวะที่มีความเร็วลมต่ำหรือสภาวะลมสงบและบรรยากาศมีความคงตัวที่ระดับพื้นดิน มีผลให้สารมลพิษมีความเข้มข้นสูง ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชนในบริเวณใกล้เคียง (ธิดารัตน์ พงษ์คุณ. 2548)

จากความตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพคุณภาพอากาศที่เกิดขึ้น การวางแผนเมืองในอนาคต จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนไป ซึ่งจากการทบทวนงานวิจัยต่างๆ พบว่ายังมีงานวิจัยด้านผังเมืองที่คำนึงถึงสภาพภูมิอากาศน้อยมาก ดังนั้นงานวิจัยชิ้นนี้จึงมุ่งหวังที่จะสร้างองค์ความรู้โดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะกายภาพเมืองที่ประกอบด้วย สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน และสัดส่วนพื้นที่สีเขียวกับการสะสมมลพิษทางอากาศ จากการประยุกต์ใช้ข้อมูลเชิงสถิติประกอบกับข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ได้จากเทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเสนอแนะลักษณะกายภาพของเมือง ได้แก่ สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน สัดส่วนพื้นที่

อาคารปกคลุมดิน และสัดส่วนพื้นที่สีเขียว ที่เหมาะสม เพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันและบรรเทา  
ปัญหามลพิษทางอากาศในพื้นที่เมือง

## 1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา

### วัตถุประสงค์หลัก

เพื่อศึกษาอิทธิพลของลักษณะกายภาพเมืองกับการสะสมมลพิษทางอากาศ

### วัตถุประสงค์รอง

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะกายภาพเมืองกับปัจจัยภูมิอากาศ
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยภูมิอากาศกับการสะสมมลพิษทางอากาศ
3. เพื่อเสนอแนะสัดส่วนที่เหมาะสมของลักษณะกายภาพเมือง ได้แก่ สัดส่วนพื้นที่อาคาร  
ทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน และสัดส่วนพื้นที่สีเขียว เพื่อลดปัญหาการ  
สะสมมลพิษทางอากาศ

## 1.3 สมมุติฐานการศึกษา

ลักษณะกายภาพเมืองที่มีความแตกต่างกัน จะมีความสัมพันธ์ต่อการสะสมมลพิษ  
ทางอากาศ โดยที่

1. ลักษณะกายภาพเมืองที่มีสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดินมาก จะมีการสะสม  
มลพิษทางอากาศมากกว่าในพื้นที่ที่มีสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดินน้อย
2. ลักษณะกายภาพเมืองที่มีสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดินมาก จะมีการสะสมมลพิษ  
ทางอากาศมากกว่าในสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดินน้อย
3. ลักษณะกายภาพเมืองที่มีสัดส่วนพื้นที่สีเขียวน้อย จะมีการสะสมมลพิษทางอากาศ  
มากกว่าในพื้นที่ที่มีสัดส่วนพื้นที่สีเขียวมาก

## 1.4 ขอบเขตการศึกษา

### 1.4.1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

การศึกษาครั้งนี้กำหนดพื้นที่ศึกษาเป็นวงกลมรัศมีโดยรอบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ  
แบบอัตโนมัติจำนวน 11 สถานี ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ขนาดพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตร เพื่อหา  
ความสัมพันธ์ของลักษณะกายภาพเมืองกับการสะสมมลพิษทางอากาศ เนื่องจากกรุงเทพมหานคร  
เป็นพื้นที่ที่มีความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศค่อนข้างสูงและมีลักษณะกายภาพเมือง ซึ่ง ได้แก่  
สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน และสัดส่วนพื้นที่สีเขียว ที่  
มีความแตกต่างกันไป ซึ่งจะส่งผลต่อการสะสมมลพิษทางอากาศแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 1.4.2 ขอบเขตของเนื้อหา

- 1) ศึกษาลักษณะกายภาพเมือง ได้แก่ สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน และสัดส่วนพื้นที่สีเขียว
- 2) ศึกษาปัจจัยภูมิอากาศ ได้แก่ ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิ
- 3) ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการสะสมมลพิษทางอากาศ

#### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของปัจจัยภูมิอากาศกับการการสะสมมลพิษทางอากาศ เพื่อสามารถเสนอแนะนโยบาย ในการกำหนดสัดส่วนที่เหมาะสมของลักษณะกายภาพเมือง ได้แก่ สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน และสัดส่วนพื้นที่สีเขียว เพื่อลดปัญหาการสะสมมลพิษทางอากาศ

#### 1.6 ข้อยกเว้นของงานวิจัย

การดำเนินการวิจัยนี้มีข้อยกเว้น ในการเข้าถึงข้อมูลลักษณะกายภาพเมืองในปัจจุบัน งานวิจัยนี้จึงจำเป็นต้องใช้ข้อมูลลักษณะกายภาพเมืองในปีพ.ศ. 2545 มาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลปัจจัยภูมิอากาศ และปริมาณสารมลพิษ ในช่วงเวลาดังกล่าว ดังนั้นผลจากการวิเคราะห์จึงเป็นเพียงผลจากข้อมูลในช่วงปีพ.ศ. 2545 เท่านั้น

#### 1.7 นิยามศัพท์ของงานวิจัย

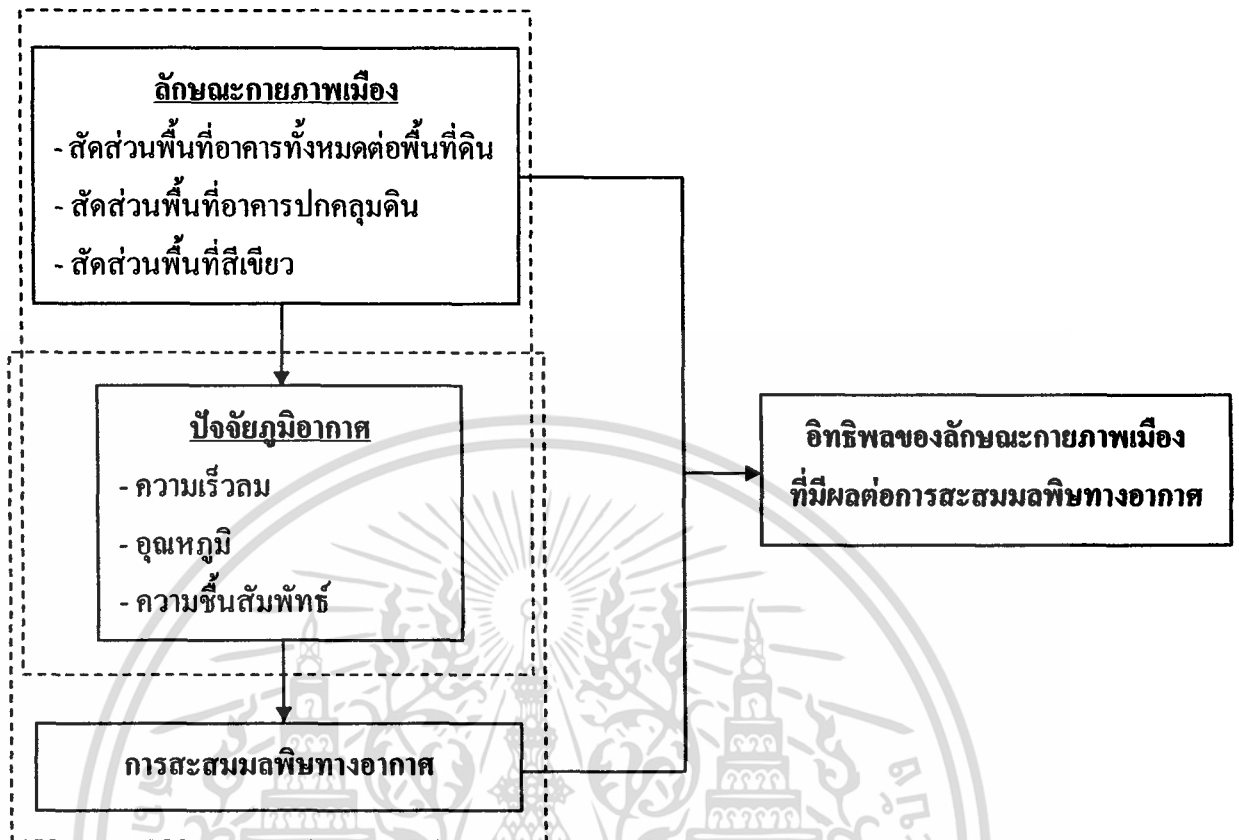
**ลักษณะกายภาพเมือง** หมายถึง ลักษณะของเมืองที่สังเกตเห็นได้ด้วยตา เช่น ลักษณะภูมิประเทศ การใช้ที่ดิน สภาพที่อยู่อาศัย และสิ่งก่อสร้าง เป็นต้น

**มลพิษทางอากาศ** หมายถึง สภาวะบริเวณใด ๆ ของอากาศที่มีสารมลพิษปนเปื้อนในอากาศ มีปริมาณและช่วงเวลาที่ยาก่อความรำคาญหรืออันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ พืช ทั้งทางตรงและทางอ้อม

**ปัจจัยภูมิอากาศ** หมายถึง สภาพอากาศ และคุณสมบัติต่างๆ ทางกายภาพ ได้แก่ ความเร็วลม ทิศทางลม อุณหภูมิ ฯลฯ

**พื้นที่สีเขียว** หมายถึง พื้นที่ที่ปกคลุมด้วยพืชพรรณ ประกอบด้วย พื้นที่สีเขียวเพื่อนันทนาการ ความงามทางภูมิทัศน์ และพื้นที่อรรถประโยชน์ ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่สาธารณูปการ พื้นที่แนวกันชน และพื้นที่สีเขียวเกาะกลางถนน เป็นต้น

## 1.8 กรอบการวิจัย



รูปที่ 1.1 กรอบการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทบทวนวรรณกรรม

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาอิทธิพลของลักษณะกายภาพเมืองที่มีผลต่อการสะสมมลพิษทางอากาศ ซึ่งได้ทบทวนวรรณกรรม ทฤษฎี และแนวคิดต่างๆ เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษา โดยมีหัวข้อหลักๆ ดังต่อไปนี้

1. แนวความคิดเกี่ยวกับลักษณะกายภาพเมือง
2. แนวความคิดเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศ
3. แนวความคิดเกี่ยวกับลักษณะกายภาพเมืองกับการสะสมมลพิษทางอากาศ

#### 2.1 แนวความคิดเกี่ยวกับลักษณะกายภาพของเมือง

สภาพแวดล้อมทางกายภาพของเมืองประกอบไปด้วยรูปแบบในมิติทางพื้นที่หลายระดับ ตั้งแต่สภาพแวดล้อมในระดับภูมิภาค ระดับเมือง ระดับชุมชน จนถึงระดับอาคาร ซึ่งประกอบด้วยโครงข่ายของหน่วยย่อยๆ ที่ประกอบกันเป็นหน่วยที่ใหญ่ขึ้นตามลำดับ และสามารถแบ่งแยกย่อยเป็นหลายองค์ประกอบ และหลายแนวความคิด ซึ่งมีความสัมพันธ์กับรูปแบบและพื้นที่ว่างระหว่างอาคาร

Conzen (1969) กล่าวว่าเมืองประกอบไปด้วยรูปแบบที่ซับซ้อนทางกายภาพ ซึ่งประกอบไปด้วยผังเมือง, รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน และโครงสร้างสิ่งก่อสร้าง ซึ่งได้อธิบายลักษณะทางกายภาพของผังเมืองว่าประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบหลักได้แก่ 1) ระบบถนน 2) รูปแบบแปลงที่ดิน และ 3) รูปแบบของสิ่งก่อสร้าง

ลักษณะทางกายภาพของเมืองอาจมีลักษณะเฉพาะแตกต่างกันออกไปตามลักษณะองค์ประกอบของเมืองได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดินหรือลักษณะกิจกรรมของพื้นที่ ลักษณะการแบ่งที่ดิน รูปแบบถนน และ โครงสร้างอาคาร เมืองที่มีสภาพที่ตั้ง สภาพแวดล้อม และกิจกรรมที่ต่างกันเมื่อเกิดการพัฒนา ทำให้จำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้น กิจกรรมต่างๆ ที่เกิดในพื้นที่เมืองมีมากขึ้นในพื้นที่เมืองจึงมีลักษณะของอาคารที่หลากหลายเพื่อรองรับกิจกรรมต่างๆ เหล่านั้น โดยมีความแตกต่างด้านขนาดของพื้นที่ ความสูง รูปร่าง และการจัดเรียงอาคาร และเมื่อเกิดการเกาะกลุ่มของอาคาร จะมีความแตกต่างของพื้นที่ว่างระหว่างอาคารเหล่านั้น ซึ่งจะแสดงถึงความหนาแน่น และการกระจายตัวของเมือง

แนวคิดเกี่ยวกับขนาด รูปร่าง และ โครงสร้างบนพื้นที่ซึ่งเป็นลักษณะทางกายภาพของชุมชนเมืองในการวางผังเมือง เพื่อรองรับการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต ปัจจุบันมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

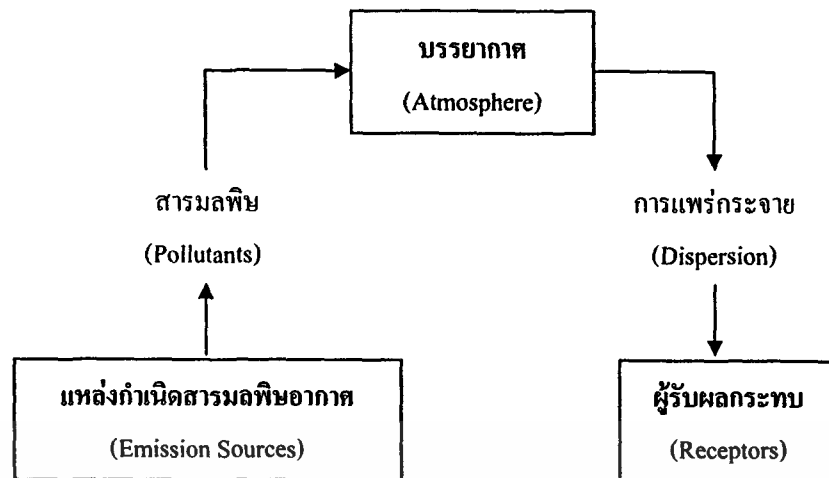
การกำหนดแนวทางการพัฒนาแผนผังการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยการกำหนดความหนาแน่นของประชากรจากอัตราส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดิน รวมถึงจัดระเบียบอาคารสิ่งก่อสร้างบนพื้นที่ ซึ่งกำหนดจากอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน (Floor Area Ratio หรือ FAR) อัตราส่วนพื้นที่ว่างต่อพื้นที่อาคารรวม (Open Space Ratio หรือ OSR) และการจัดระเบียบกลุ่มอาคารโดยพิจารณาถึงระยะถอยร่นของอาคาร ความสูงของอาคาร อัตราส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดินต่อพื้นที่ดิน (Building Coverage Ratio หรือ BCR) เป็นต้น (กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2549) ซึ่งเกณฑ์พิจารณาดังกล่าวเป็นตัวกำหนดลักษณะทางกายภาพของเมือง

## 2.2 แนวความคิดเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศ

มลพิษทางอากาศ (Air Pollution) หมายถึง ภาวะของอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่มากพอ ที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม สารมลพิษทางอากาศมีแหล่งกำเนิดทั้งจากการกระทำของมนุษย์ เช่น กิจกรรมการผลิตทางอุตสาหกรรม การผลิตภาคเกษตรที่ใช้สารเคมี และยากำจัดศัตรูพืช และการคมนาคมขนส่ง และเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น การระเบิดของภูเขาไฟ กระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพ และการเกิดไฟฟ้า เป็นต้น (รัฐพล อ้นแจ่ม และคณะ, 2549) ซึ่งสารมลพิษอากาศหลักที่สำคัญคือ ฝุ่นละออง (SPM), ตะกั่ว (Pb), ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO), ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>), ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO<sub>x</sub>) และก๊าซโอโซน (O<sub>3</sub>)

### 2.2.1 ระบบภาวะมลพิษอากาศ

ระบบภาวะมลพิษอากาศ (Air pollution System) มีส่วนประกอบ 3 ส่วน ที่มีความสัมพันธ์กัน คือ แหล่งกำเนิดสารมลพิษ (Emission Sources) อากาศหรือบรรยากาศ (Atmosphere) และผู้รับผลเสียหรือผลกระทบ (Receptor) (นพภาพร พานิช และคณะ, 2550) ดังแสดงเป็นแผนภูมิความสัมพันธ์ในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ระบบภาวะมลพิษอากาศ (Air Pollution System)

(1) แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ (Emission Sources)

เป็นแหล่งกำเนิดที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศและระบายออกสู่อากาศภายนอก โดยที่ชนิดและปริมาณของสารมลพิษอากาศที่ถูกระบายออกสู่อากาศขึ้นอยู่กับประเภทของแหล่งกำเนิดสารมลพิษอากาศ และวิธีการควบคุมการระบายสารมลพิษอากาศ

(2) อากาศหรือบรรยากาศ (Atmosphere)

เป็นส่วนของระบบที่รองรับสารมลพิษอากาศที่ถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิดต่างๆ และเป็นตัวกลาง (Medium) ให้สารมลพิษอากาศที่ถูกระบายออกสู่อากาศ มีการแพร่กระจายออกไป โดยมีปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา เช่น อุณหภูมิของอากาศ ความเร็วและทิศทางกระแสลม รวมทั้งลักษณะภูมิประเทศ เช่น ภูเขา หุบเขา และอาคารบ้านเรือน เป็นตัวกำหนดลักษณะการแพร่กระจายของสารมลพิษในอากาศ

(3) ผู้รับผลเสียหรือผลกระทบ (Receptors)

เป็นส่วนของระบบที่สัมผัสกับสารมลพิษในอากาศ ทำให้ได้รับความเสียหาย หรืออันตราย โดยผู้รับผลเสียอาจเป็นสิ่งที่มีชีวิต เช่น คน พืช และสัตว์ หรือเป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิต เช่น เสื้อผ้า อาคาร บ้านเรือน วัสดุและสิ่งก่อสร้างต่างๆ ความเสียหายหรือหรือผลกระทบที่เกิดขึ้น จะมีความรุนแรงมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารมลพิษในอากาศและระยะเวลาที่สัมผัส

จากส่วนประกอบของระบบภาวะมลพิษอากาศที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่าสารมลพิษที่ถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิด (Emissions) สภาพทางอุตุนิยมวิทยา (Meteorology) และสภาพภูมิประเทศ (Topography) จะเป็นตัวกำหนดชนิด ปริมาณ และความเข้มข้นของสารมลพิษที่เจือปนอยู่ในอากาศที่อยู่ห่างไกลออกไป ส่วนคุณภาพอากาศจะเป็นตัวกำหนดถึงลักษณะและความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้น (Air Pollution Effects) อีกทอดหนึ่ง (นพภาพร พานิช และคณะ. 2550)

## 2.2.2 ประเภทของสารมลพิษทางอากาศ

กรมควบคุมมลพิษ (2552) ได้แบ่งประเภทของมลพิษทางอากาศออกเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะการเกิด คือ

### 1) สารมลพิษอากาศปฐมภูมิ (Primary Air Pollutants)

เป็นสารมลพิษอากาศที่เกิดขึ้น และถูกระบายจากแหล่งกำเนิดโดยตรง เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ซีดี และเขม่าควันดำที่เกิดจากการเผาเชื้อเพลิงในยานพาหนะ และเตาเผาในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

### 2) สารมลพิษอากาศทุติยภูมิ (Secondary Air Pollutants)

เป็นสารมลพิษอากาศที่ไม่ได้เกิดและถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิดใดๆ แต่เกิดขึ้นในบรรยากาศทั่วไป จากปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารมลพิษอากาศปฐมภูมิกับสารประกอบอื่นๆ ที่อยู่ในบรรยากาศ เช่น ก๊าซโอโซน เป็นต้น

## 2.2.4 มลพิษทางอากาศในประเทศไทย

มลพิษทางอากาศเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนโดยตรง จึงจำเป็นต้องมีมาตรฐานในการควบคุมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม ซึ่งมาตรฐานคุณภาพอากาศในประเทศไทยที่ใช้ในปัจจุบัน กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งดัดแปลงจากประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปประกาศในกิจจานุเบกษา ดังแสดงในตารางที่ 2.1

จากรายงานสถานการณ์คุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ พบว่าในเขตเมืองและพื้นที่พัฒนาต่างๆ (ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2539-2547) สถานการณ์มีแนวโน้มดีขึ้น แต่ยังมีสารมลพิษที่มีค่าเกินมาตรฐาน ได้แก่ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก ( $PM_{10}$ ) และก๊าซโอโซน ( $O_3$ ) สำหรับสารมลพิษประเภทอื่นๆ ได้แก่ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ( $SO_2$ ), ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ( $NO_2$ ), ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ( $CO$ ) และสารตะกั่ว ( $Pb$ ) ยังมีปริมาณอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (กรมควบคุมมลพิษ, 2549)

โดยในปีพ.ศ. 2549 ฝุ่นละอองขนาดเล็ก ( $PM_{10}$ ) มีค่าสูงสุดที่วัดได้บริเวณพื้นที่ทั่วไปเท่ากับ 124.9 มคก./ลบ.ม. และ 206.2 มคก./ลบ.ม. ที่บริเวณริมถนน (ค่ามาตรฐานเท่ากับ 120 มคก./ลบ.ม.) สำหรับก๊าซโอโซน มีค่าสูงสุดที่วัดได้บริเวณพื้นที่ทั่วไปเท่ากับ 0.188 ppm และ 0.137 ppm ที่บริเวณริมถนน (ค่ามาตรฐานเท่ากับ 0.10 ppm) ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ในงานวิจัยนี้พิจารณาถึงปัญหามลพิษที่สำคัญ โดยพิจารณาสารมลพิษอากาศที่เกินเกณฑ์มาตรฐาน คือ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก ( $PM_{10}$ ) และก๊าซโอโซน ( $O_3$ ) ซึ่งในปัจจุบันมีรายงานวิจัยและการแก้ปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก ( $PM_{10}$ ) ในพื้นที่เมือง ทำให้ปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กมีแนวโน้มลดลง ส่วนปริมาณก๊าซโอโซนมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยพิจารณาจากปริมาณก๊าซโอโซนสูงสุดใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรุงเทพมหานครตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544-2551 ดังแสดงในกราฟรูปที่ 2.2 ซึ่งงานวิจัยที่เกี่ยวกับก๊าซโอโซน ยังมีไม่มากนัก ทำให้ความตระหนักถึงปัญหาของการสะสมก๊าซโอโซนมีค่อนข้างน้อย ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาถึงปัญหาก๊าซโอโซนในพื้นที่เมือง เพื่อเป็นประโยชน์กับการวางแผนและพัฒนาเมืองต่อไป

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานของคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปในประเทศไทย

สารมลพิษ	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นในเวลา	ค่ามาตรฐาน	แหล่งกำเนิดที่สำคัญ
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	1 ชม.	ไม่เกิน 30 ppm. (34.2 มก./ลบ.ม.)	การเผาไหม้ของน้ำมันที่ ไม่สมบูรณ์
	8 ชม.	ไม่เกิน 9 ppm. (10.26 มก./ลบ.ม.)	
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO <sub>2</sub> )	1 ชม.	ไม่เกิน 0.17 ppm. (0.32 มก./ลบ.ม.)	การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล และยังมีบทบาทสำคัญในการ ก่อตัวของ O <sub>3</sub> และ ฝุ่นละออง
ก๊าซโอโซน (O <sub>3</sub> )	1 ชม.	0.10 ppm. หรือ 100 ppb (0.20 มก./ลบ.ม.)	การทำปฏิกิริยาระหว่าง สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile organic compound: VOC) และออกไซด์ของ ไนโตรเจนโดยมีความร้อนและ แสงอาทิตย์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO <sub>2</sub> )	1 ปี	ไม่เกิน 0.04 ppm. (0.10 มก./ลบ.ม.)	การเผาไหม้เชื้อเพลิงที่มี ซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบซึ่ง ส่วนใหญ่คือ ถ่านหินและน้ำมัน และอาจเกิดจากกระบวนการ ทางอุตสาหกรรมบางชนิด
	24 ชม.	ไม่เกิน 0.12 ppm.(0.30 มก./ลบ.ม.)	
	1 ชม.	ไม่เกิน 0.3 ppm.(780 มก./ลบ.ม.)	
ตะกั่ว (Pb)	1 เดือน	ไม่เกิน 1.5 มก./ลบ.ม.	การเผาไหม้ alkyl lead ที่ผสม อยู่ในน้ำมันเบนซิน
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.12 มก./ลบ.ม.	การเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซล ฝุ่นละอองแขวนลอยคงค้างใน ถนน ฝุ่นจากการก่อสร้างและจาก อุตสาหกรรม
	1 ปี	ไม่เกิน 0.05 มก./ลบ.ม.	
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.33 มก./ลบ.ม.	
	1 ปี	ไม่เกิน 0.10 มก./ลบ.ม.	

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ. 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

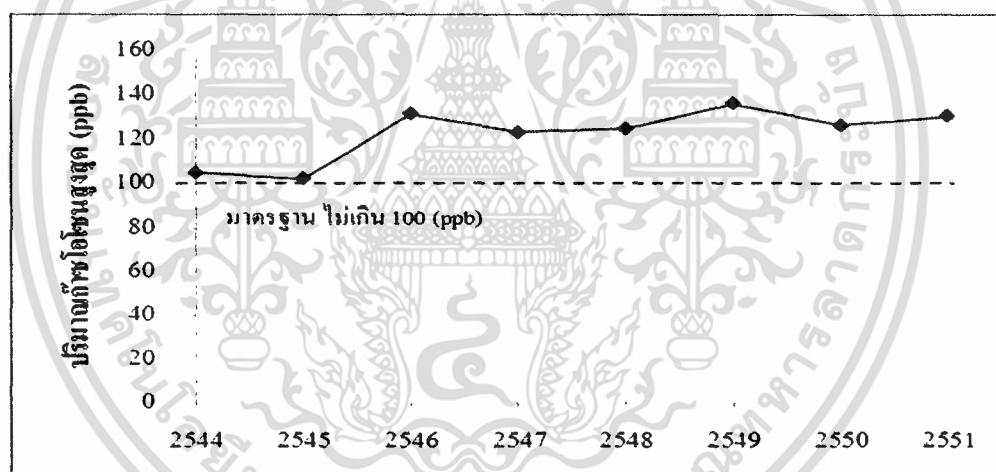
ตารางที่ 2.2 คุณภาพอากาศบริเวณริมถนนและพื้นที่ทั่วไปในกรุงเทพมหานครปี พ.ศ. 2549

สารมลพิษ	บริเวณริมถนน		บริเวณพื้นที่ทั่วไป		ค่ามาตรฐาน
	ช่วงค่าที่วัดได้ (ต่ำสุด-สูงสุด)	จำนวนครั้งที่เกินมาตรฐาน/ จำนวนครั้งที่ตรวจวัด (ร้อยละ)	ช่วงค่าที่วัดได้ (ต่ำสุด-สูงสุด)	จำนวนครั้งที่เกินมาตรฐาน/ จำนวนครั้งที่ตรวจวัด (ร้อยละ)	
TSP เฉลี่ย 24 ชม. (มก./ลบ.ม.)	0.03-0.80	4.3/687(6.3)	0.02-0.43	2/537 (0.4)	0.33
PM <sub>10</sub> เฉลี่ย 24 ชม. (มกค./ลบ.ม.)	10.4-206.2	146/2,052 (7.1)	15.7-124.9	2/2,147 (0.1)	120
Pb เฉลี่ย 1 เดือน (มกค./ลบ.ม.)	0.02-0.28	0/105 (0)	0.01-0.78	0/120 (0)	1.5
CO เฉลี่ย 1 ชม. (ppm)	0-10.9	0/62,501 (0)	0-6.1	0/81,758 (0)	30
CO เฉลี่ย 8 ชม. (ppm)	0-8.6	0/63,069 (0)	0-5.2	0/84,648 (0)	9
O <sub>3</sub> เฉลี่ย 1 ชม. (ppm)	0-0.137	12/24,418 (0.04)	0-0.188	154/65,951 (0.23)	0.10
SO <sub>2</sub> เฉลี่ย 1 ชม. (ppb)	0-56.0	0/24,359 (0)	0-150.0	0/82,073 (0)	300
SO <sub>2</sub> เฉลี่ย 24 ชม. (ppb)	1.0-18.6	0/1,049 (0)	0-31.2	0/3,542 (0)	120
NO <sub>2</sub> เฉลี่ย 1 ชม. (ppb)	0-182.0	1/24,417 (0.004)	0-148.0	0/82,401 (0)	170

หมายเหตุ: TSP คือฝุ่นรวม, PM<sub>10</sub> คือฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน, CO คือก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์,

O<sub>3</sub> คือก๊าซโอโซน, SO<sub>2</sub> คือ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์, NO<sub>2</sub> คือก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์, Pb คือตะกั่ว

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ. 2550 อ้างโดยสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2551



รูปที่ 2.2 ปริมาณก๊าซโอโซนสูงสุดในกรุงเทพมหานคร ปีพ.ศ. 2544-2551

### 2.2.5 สถานการณ์ก๊าซโอโซนในประเทศไทย

ก๊าซโอโซน (O<sub>3</sub>) เป็นก๊าซที่ไม่มีสี มีจุดเดือด -111.9 °C ในบรรยากาศของโทรโปสเฟียร์ มีปริมาณน้อยมากคือ 0.02 ppm โดยปริมาตร ซึ่งก๊าซโอโซนที่เกิดจากแหล่งธรรมชาติมีปริมาณน้อยมาก และไม่ก่อให้เกิดปัญหาสภาวะสิ่งแวดล้อม แต่เนื่องจากก๊าซโอโซนเป็นตัวออกซิไดซ์ที่ตีมาก ซึ่งนำไปสู่การเกิด photochemical smog ซึ่งมีลักษณะเหมือนหมอกสีขาว ๆ ปกคลุมอยู่ทั่วไปในอากาศ ซึ่งเป็นสารมลพิษทุติยภูมิที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile organic compound: VOC) และออกไซด์ของไนโตรเจน โดยมีความร้อนและแสงอาทิตย์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้ก๊าซโอโซนมีปริมาณสูงสุดในช่วงเที่ยงและบ่าย และถูกกระแสนลมพัดพา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปสะสมในบริเวณต่างๆ โดยทั่วไปแล้ว ก๊าซโอโซนจะก่อให้เกิดการระคายเคืองตา และระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ ลดความสามารถในการทำงานของปอดลง ทำให้เหนื่อยเร็ว โดยเฉพาะในเด็ก คนชรา และคนที่ เป็นโรคปอดเรื้อรัง นอกจากนี้ สารมลพิษทางอากาศที่อยู่ในรูปก๊าซ จะเข้าสู่ต้นไม้และจะไปทำลายการสังเคราะห์แสงของพืช และการเจริญเติบโตของสัตว์ ทำให้การเจริญเติบโตของสัตว์และพืชช้าลง การแพร่พันธุ์ลดลง และตายได้ (กรมควบคุมมลพิษ. 2552)

ปัญหาก๊าซโอโซนซึ่งเป็นสารมลพิษที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนและสารไฮโดรคาร์บอนภายใต้แสงอาทิตย์ที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา รวมทั้งมีคุณสมบัติกัดกร่อนนั้น มีปริมาณในบรรยากาศสูงเกินค่ามาตรฐานเป็นครั้งคราวในบางพื้นที่ ส่วนใหญ่พบในเมืองใหญ่ๆ

จากการตรวจสอบคุณภาพอากาศในปี พ.ศ. 2551 ด้วยสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบอัตโนมัติ จำนวน 55 สถานี ใน 23 จังหวัด และการตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบชั่วคราวในบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่น 21 จุด ในกรุงเทพมหานคร พบว่าสารมลพิษทางอากาศหลักคือฝุ่นละอองขนาดเล็ก ( $PM_{10}$ ) และก๊าซโอโซน ( $O_3$ ) ซึ่งพื้นที่ที่พบก๊าซโอโซนเกินมาตรฐานมากที่สุด 3 ลำดับแรก ได้แก่ จังหวัดนนทบุรี จังหวัดปทุมธานี และจังหวัดสมุทรสาคร (กรมควบคุมมลพิษ. 2552)

ส่วนในกรุงเทพมหานคร พบก๊าซโอโซนเกินมาตรฐานเป็นครั้งคราว ส่วนใหญ่จะเป็นบริเวณพื้นที่ทั่วไปซึ่งเป็นที่อยู่อาศัย โดยค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ที่ตรวจวัดในปี พ.ศ. 2549 อยู่ในช่วง 0-188.0 ppb (0-0.188 ppm) ดังแสดงในตารางที่ 2.2 ซึ่งพื้นที่ที่พบก๊าซโอโซนสูงเกินมาตรฐาน ได้แก่ เขตราชบุรีบูรณะ, เขตจตุจักร และเขตวังทองหลาง พบจำนวนวันที่มีค่าเกินมาตรฐาน 27, 14 และ 13 วัน ตามลำดับ (สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2551) และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยก๊าซโอโซนในกรุงเทพมหานคร จากสถิติที่ได้จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบอัตโนมัติ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544-2551 พบว่าค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมงมีค่าเกินมาตรฐาน และมีแนวโน้มสูงขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.2

ส่วนก๊าซโอโซนที่ตรวจพบในพื้นที่ต่างจังหวัดอยู่ในช่วง 0-165 ppb (0-0.165 ppm) ซึ่งส่วนใหญ่ที่พบปริมาณเกินค่ามาตรฐาน ได้แก่ พื้นที่ชุมชนเมืองจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ชลบุรี ระยอง (อำเภอปลวกแดง) และราชบุรี และที่พบเกินมาตรฐานเป็นครั้งคราว ได้แก่ จังหวัดสระบุรี จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดนครราชสีมา และจังหวัดนครสวรรค์ (กรมควบคุมมลพิษ. 2549)

### 2.3 แนวความคิดเกี่ยวกับลักษณะกายภาพเมืองกับการสะสมมลพิษทางอากาศ

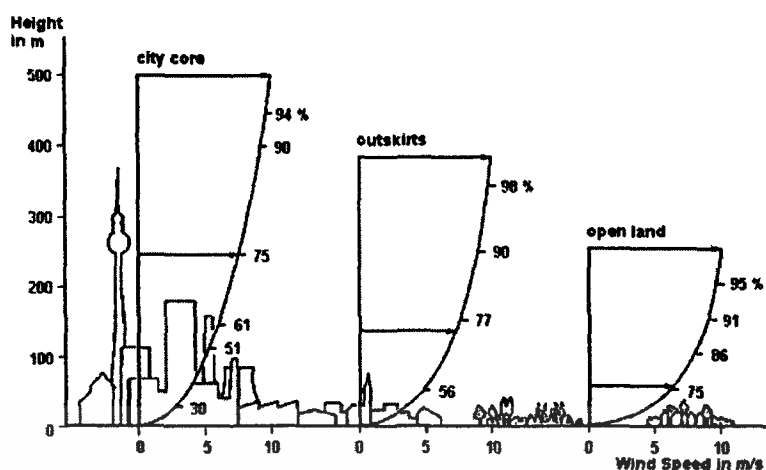
ลักษณะกายภาพเมืองที่มีลักษณะแตกต่างกันตามองค์ประกอบของเมืองนั้น จะส่งผลให้ปัจจัยภูมิอากาศในพื้นที่เมืองแตกต่างกันออกไปด้วย โดยเมืองที่มีความซับซ้อนทางกายภาพมาก เช่น บริเวณใจกลางเมือง จะส่งผลต่อปัจจัยภูมิอากาศแตกต่างจากเมืองที่ลักษณะทางกายภาพที่มีความซับซ้อนค่อนข้างน้อย เช่นบริเวณชานเมืองหรือชนบท โดยเมืองแต่ละลักษณะก็จะมีผลต่อการสะสมตัวของมลพิษทางอากาศต่างกันด้วย เนื่องจากปัจจัยภูมิอากาศเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลอย่างยิ่ง

ต่อการระบายอากาศในเมือง ซึ่งจะทำให้เกิดการกระจายตัวของมลพิษทางอากาศ ทฤษฎีและแนวความคิดต่อไปนี้ จะอธิบายถึงลักษณะกายภาพเมืองที่มีผลต่อการสะสมมลพิษทางอากาศ

### 2.3.1 แนวความคิดเกี่ยวกับลักษณะกายภาพเมืองกับปัจจัยภูมิอากาศ

สภาพภูมิประเทศ รวมถึงสิ่งก่อสร้างหรือลักษณะทางกายภาพของเมือง เป็นตัวกำหนดลักษณะภูมิอากาศเมือง การระบายอากาศในพื้นที่เมืองที่มีสิ่งก่อสร้างปริมาณสูงจะแตกต่างจากการระบายอากาศในเมืองที่มีสิ่งก่อสร้างปริมาณต่ำ โดยที่ลักษณะเมืองที่มีภูมิประเทศที่ล้อมรอบด้วยสิ่งกีดขวาง หรือสิ่งก่อสร้างในเมืองที่มีปริมาณสูงจะทำให้ความสามารถในการระบายอากาศลดลง เนื่องจากมีสิ่งกีดขวางทิศทางลม (พิชามน คงยิ่ง. 2545) ซึ่งเกิดจากความเสียดทานของพื้นผิวโลก เนื่องจากสภาพพื้นผิวที่ขรุขระ มีผลต่อการเคลื่อนที่ของอากาศ โดยทำให้การไหลของอากาศเป็นไปแบบไม่ราบเรียบ (Turbulent Flow) โดยอิทธิพลนี้จะส่งผลกระทบต่อรูปร่างและขนาดของการกระจายความเร็วลมเฉลี่ยตามระดับความสูงจากพื้นดิน (Wind Profile) โดยที่ระดับความสูงเดียวกันในพื้นที่ที่โล่งกว่าซึ่งมีสิ่งกีดขวางน้อยกว่าจะมีขนาดความเร็วลมที่มากกว่าพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวางมากกว่าดังแสดงในรูปที่ 2.3

ธวัชชัย คนโท (2542) ได้ศึกษาความเร็วลมและแรงลมที่ใช้ออกแบบสำหรับอาคารในประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลความเร็วลมตั้งแต่ปีพ.ศ.2494-2541 จากสถานีตรวจวัดอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 73 สถานี พร้อมกับข้อมูลสภาพภูมิประเทศรอบๆ สถานีตรวจวัด ของแต่ละปี ที่เก็บรวบรวมข้อมูล มาทำการศึกษาโดยใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลตามลักษณะของกลุ่มพื้นที่ต่างๆ ขนาดของอาคาร และสภาพภูมิประเทศที่อาคารตั้งอยู่ ซึ่งจากการศึกษาพบว่าความเร็วลมในแต่ละลักษณะพื้นที่มีค่าแตกต่างกัน โดยความเร็วลมในภาคใต้ตอนล่างและภาคเหนือตอนบนสุดมีค่ามากที่สุด และความเร็วลมมีค่าลดลงจนถึงบริเวณตอนกลางของประเทศ



รูปที่ 2.3 Wind Profile

(Givoni, B. 1998)

บริเวณพื้นที่ใจกลางเมืองกับพื้นที่ชานเมืองจะมีอุณหภูมิและการระบายอากาศที่แตกต่างกัน ซึ่งเกิดจากกระแสลมที่เคลื่อนที่เข้าสู่ศูนย์กลางที่ระดับใกล้พื้นดิน ทำให้การระบายอากาศในพื้นที่เมืองโดยรวม และ โดยเฉพาะบริเวณถนนสายหลักที่มีปริมาณการจราจรคับคั่งจะมีผลกระทบสำคัญต่อความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศ (Givoni, B. 1998) โดยมีสาเหตุจากการระบายอากาศในพื้นที่เมืองซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1) ตำแหน่งที่ตั้งของเมือง เมืองมีความแตกต่างกันตามตำแหน่งที่ตั้ง ซึ่งมีผลต่อการระบายอากาศ โดยพื้นที่ที่มีภูมิประเทศเป็นพื้นที่อับลมหรือบริเวณที่ล้อมรอบด้วยหุบเขา อากาศจะไม่ค่อยระบายตัว เนื่องจากมีสันเขาเป็นแนวกันลมที่จะพัดผ่านเข้าไป ซึ่งจะทำให้มลพิษบริเวณนั้นสูงด้วยเช่นกัน ตัวอย่างเช่น ภูมิประเทศของจังหวัดเชียงใหม่ซึ่งมีที่ตั้งเมืองล้อมรอบด้วยหุบเขา เป็นต้น

2) ความหนาแน่นและความสูงของสิ่งก่อสร้าง ความหนาแน่นและความสูงของสิ่งก่อสร้างเป็นตัวแปรที่สำคัญต่อการระบายอากาศในพื้นที่เมือง ซึ่งโดยปกติบริเวณที่มีความหนาแน่นสูงจะมีแนวโน้มการระบายอากาศที่ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากโครงสร้างของอาคารจะเป็นตัวกำบังการไหลผ่านของลม (Emmanuel. 2005)

3) ทิศทางและความกว้างของถนน ความกว้างของถนนเป็นตัวกำหนดระยะระหว่างอาคารทั้งสองด้าน ซึ่งมีผลต่อการระบายอากาศและแสงอาทิตย์ อาคารที่ถูกจัดวางอยู่ในทิศทางลม การถ่ายเทอากาศก็จะเคลื่อนไหวไปตามช่อง ซึ่งการถ่ายเทอากาศก็จะถูกบีบอัดแล้วเคลื่อนไหวไปตามช่องแคบ ทำให้มีความเร็วลมสูงขึ้นที่ระดับถนน

### 2.3.2 แนวความคิดเกี่ยวกับปัจจัยภูมิอากาศกับการสะสมมลพิษทางอากาศ

โดยปกติแล้วความเข้มข้นของสารมลพิษในอากาศจะถูกกำหนดโดยปัจจัย 2 ประการ คือ ปริมาณสารมลพิษทางอากาศที่ถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิด และสภาวะภูมิอากาศในแต่ละวัน ปริมาณสารมลพิษทางอากาศที่ถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิด มักจะแปรเปลี่ยนไปไม่มากนัก เหมือนกับการแปรเปลี่ยนของสภาวะภูมิอากาศ ดังนั้น สภาวะภูมิอากาศจะเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพอากาศในบรรยากาศ

การแพร่กระจายของมลพิษทางอากาศเป็นกระบวนการเชิงจาง โดยการแลกเปลี่ยนสถานที่ระหว่างมลพิษกับอากาศ เช่น มวลอากาศปกติมีการเคลื่อนที่ไปมา หากมีมลพิษทางอากาศอยู่ในมวลอากาศ มลพิษนั้นก็จะถูกพัดพาไปด้วย ในขณะที่มวลอากาศที่ปราศจากมลพิษจะเข้ามาแทนที่ กระบวนการแพร่กระจายของมลพิษทางอากาศซึ่งทำหน้าที่เชิงจางมลพิษทางอากาศนั้นเป็นการแพร่กระจายที่เกิดจากความปั่นป่วนของอากาศ และทิศทางลมที่ผันแปรไป (แสงสันต์ พานิช, 2544)

และเนื่องจากสารมลพิษอาศัยตัวกลาง คือ บรรยากาศ เป็นตัวกลางในการแพร่กระจายจากแหล่งกำเนิดไปยังพื้นที่ต่างๆ (รัฐพล อ้นแจ้ง และคณะ, 2549) ดังนั้นในเมืองที่มีพื้นที่กว้างขวาง มลสารจะถูกปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดจำนวนมากมายังที่เป็นจุดและเป็นพื้นที่ แล้วกระจายไปทั่วพื้นที่ภูมิประเทศนั้น แต่ละที่ตั้งในเมืองจะได้รับมลสารจากแหล่งต่างๆ ในปริมาณแตกต่างกัน ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ และการกระจายตัวของมลพิษอากาศ ได้แก่

1) ทิศทางลม และความเร็วลมเป็นปัจจัยสำคัญต่อความเข้มข้นของมลพิษอากาศ บริเวณพื้นที่ที่มีความเร็วลมต่ำ จะก่อให้เกิดการสะสมตัวของมลพิษ ทำให้พื้นที่นั้นมีมลพิษสูง และบริเวณที่มีลมพัดอยู่เสมอจะทำให้เกิดการกระจายสารมลพิษได้ดีขึ้น ทำให้ความเข้มข้นของมลพิษลดน้อยลง

เมื่ออากาศเคลื่อนที่พัดไปยังสิ่งกีดขวางย่อมหลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวาง หากไหลเข้าไปในช่องแคบย่อมมีความเร็วเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของพื้นที่ลดลง เนื่องจากอากาศเป็นของไหลที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงความกดดันด้วยตัวเองได้และอาจมีปรากฏการณ์ต่างๆ เช่นเดียวกับของไหลทั่วไป เช่นเกิดการปั่นป่วน (Turbulence) เกิดแรงเสียดทาน (Friction) การลอยตัว (Buoyancy) และที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือมีการกระจายตัวผสมผสานกันตลอดเวลา ซึ่งมีผลต่อการแพร่กระจายของมลพิษอากาศทั้งสิ้น (แสงสันต์ พานิช, 2544)

และเนื่องจากลมเป็นตัวทำให้มลสารที่ปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดมีการกระจายตัวในบรรยากาศ และเป็นตัวเชิงจางมลสาร ดังนั้นความเร็วลมจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญที่สุดในการพิจารณาการกระจายของสารพิษ หรือมลสารต่างๆ ในบรรยากาศ โดยในสภาวะลมสงบนั้นพบว่ามลสารที่ถูกปล่อยจากแหล่งกำเนิดนั้นไม่ถูกพัดพาไปโดยลม เนื่องจากลมไม่แรงพอที่จะพัดมลสารให้กระจายไป แต่เกิดการสะสมอยู่บริเวณใกล้เคียงกับแหล่งกำเนิด และมีการเชิงจางน้อยมาก ซึ่งพบว่าช่วงของการเกิดอันตราย และความเสียหายจากสารที่ปลดปล่อยนั้นมีแนวโน้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วลมลดลง ดังนั้นในสถานะที่ความเร็วลมต่ำ หรือสถานะลมสงบและบรรยากาศมีความคงตัว มักก่อให้เกิดสถานการณ์ที่มีความรุนแรง หรือกรณีการกระจายตัวรุนแรง สำหรับการกระจายตัวของมลสารทั้งที่อยู่ใกล้และอยู่ไกลจากแหล่งกำเนิดมลสาร และยังมีผลให้ความเข้มข้นของมลสารที่ระดับพื้นมีค่าสูงที่สุด ซึ่งส่งผลกระทบต่อแหล่งกำเนิดสิ่งแวดล้อมและต่อประชาชนในบริเวณใกล้เคียง (ธิดารัตน์ พงษ์คุณ. 2548)

ธีรพงษ์ แก้วจรรยา (2540) ได้ทำการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองในเขตราชบุรีบูรณะ โดยทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองตามจุดเก็บตัวอย่างที่สุ่มไว้ 30 จุด กระจายทั่วพื้นที่ ซึ่งพิจารณาจากปัจจัยทางด้านแหล่งชุมชน เส้นทางการคมนาคม สถานที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม และสถานที่ก่อสร้าง เป็นเกณฑ์ โดยใช้เครื่องมือตรวจวัดปริมาณฝุ่นละออง และนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Interpolation เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูล พบว่าความเข้มข้นฝุ่นละอองมีความสัมพันธ์กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดฝุ่นละอองด้านต่างๆ ทั้งด้านการจราจร ด้านการประกอบอุตสาหกรรม และการก่อสร้าง ซึ่งค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองที่มีค่าเกินค่ามาตรฐาน (0.33 มก./ลบ.ม.) โดยส่วนมากพบในย่านชุมชน, ย่านพาณิชยกรรม และอุตสาหกรรม

วีรยา แพร่งแสง (2547) ได้ทำการศึกษาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภาวะมลพิษทางอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ และการวิเคราะห์อนุกรมเวลา และการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ โดยมลพิษที่ศึกษา ได้แก่ คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO), ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) ซึ่งใช้เทคนิคการประมาณค่าเชิงพื้นที่ พบว่าพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภาวะมลพิษครอบคลุมพื้นที่ในย่านที่เป็นแหล่งชุมชนที่หนาแน่น และเป็นแหล่งศูนย์กลางทางธุรกิจ และมีสภาพการจราจรที่แออัด โดยมีความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์, คาร์บอนมอนนอกไซด์ และไนโตรเจนไดออกไซด์ ในระดับที่สูง ซึ่งเป็นร้อยละ 29.06 28.53 และ 23.21 ตามลำดับ

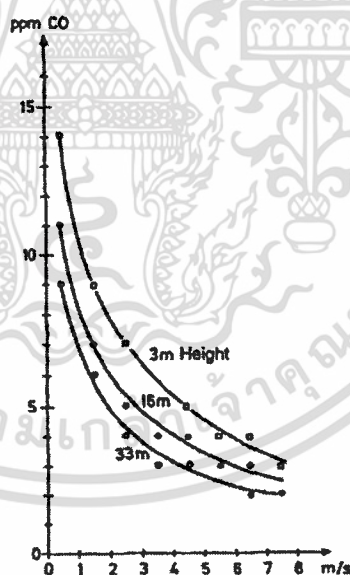
C. Borrego และคณะ (2005) ได้ศึกษาโครงสร้างของเมืองที่มีผลต่อเมืองยั่งยืนในแง่คิดด้านคุณภาพอากาศ โดยพิจารณารูปร่างของเมือง การใช้ประโยชน์ที่ดิน และการจราจรในเมืองซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพอากาศ ซึ่งจำลองแบ่งรูปแบบเมืองออกเป็น 3 ลักษณะด้วยกันได้แก่ เมืองแบบกระจาย (Disperse City) เมืองแบบเส้นตรง (Corridor City) และเมืองแบบกระชับ (Compact City) ซึ่งแบ่งจากความหนาแน่นของประชากร จำนวนการเดินทาง และโครงสร้างอายุของประชากร โดยในแต่ละลักษณะของเมืองประกอบไปด้วยลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน 4 ลักษณะ ได้แก่ พื้นที่สีเขียว พื้นที่นอกเมือง พื้นที่ชานเมืองและพื้นที่เมือง จากการศึกษาพบว่าเมืองที่มีลักษณะเป็นเส้นตรงมีสารมลพิษมากที่สุด รองลงมาคือเมืองแบบกระชับ และลักษณะเมืองที่มีสารมลพิษอากาศน้อยที่สุดคือเมืองแบบกระจาย

Qihao Weng และ Shihong Yang (2005) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของรูปแบบมลพิษอากาศกับพื้นที่เมือง และความร้อนของภูมิประเทศ โดยใช้เทคนิคทางด้าน GIS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งมลพิษที่ศึกษา ได้แก่ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>), ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>), คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และฝุ่นควัน ในเมืองกวางเจา ประเทศจีน ระหว่างปี 1981 และ 2000 โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม และภาพถ่ายทางอากาศ โดยศึกษาลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน สิ่งปกคลุมดิน ที่มีความแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการกระจายเชิงพื้นที่ของมลพิษอากาศ การใช้ประโยชน์ที่ดิน และความร้อนของภูมิประเทศ ซึ่งพบว่า รูปแบบการกระจายเชิงพื้นที่ของมลพิษอากาศมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของสิ่งก่อสร้างและความร้อน โดยมีความสัมพันธ์ในเชิงบวก คือเมื่อสิ่งก่อสร้างหนาแน่นขึ้น ความร้อนบนพื้นผิวดินสูงขึ้น ความเข้มข้นของมลพิษบริเวณนั้นก็สูงขึ้นด้วย

นอกจากนี้การระบายอากาศในพื้นที่เมือง โดยเฉพาะบริเวณถนนสายหลักที่มีปริมาณการจราจรค่อนข้างสูงมีผลกระทบต่อความเข้มข้นของปริมาณมลพิษทางอากาศ อัตราความเร็วและการไหลของลมจะมีผลต่อระดับมลพิษ ซึ่งบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำจะมีปริมาณมลพิษอากาศสูง (Givoni, B. 1998) ดังแสดงในรูปที่ 2.4 ในพื้นที่ที่มีความเร็วลมต่ำจะมีความเข้มข้นของ CO สูง ในพื้นที่ที่มีความเร็วลมสูงจะมีความเข้มข้นของ CO ต่ำ และในขณะเดียวกัน ความเข้มข้นของ CO จะลดลงตามระดับความสูงเหนือพื้นดิน โดยที่ความสูงระดับพื้นดินต่ำจะมีความเข้มข้นมากกว่าในที่ที่มีความสูงเหนือพื้นดินที่สูงกว่า



รูปที่ 2.4 เปรียบเทียบความเข้มข้นของ CO กับความเร็วลมและความสูงเหนือพื้นดิน

(Givoni, B. 1998)

2) ความแปรปรวนของบรรยากาศ ซึ่งเกิดจากการเคลื่อนที่ของกระแสอากาศ โดยความเร็วลมที่ต่างกัน จะมีอิทธิพลต่อการกระจายตัวของมลพิษที่ต่างกัน โดยความแปรปรวนของบรรยากาศจะทำให้สารมลพิษกระจายออกไปทุกทิศทางทำให้เกิดการเจือจาง อากาศส่วนหนึ่งจะถูก

แทนที่จากอากาศอีกส่วนหนึ่ง และจะพาสารมลพิษไปด้วย แต่บางครั้งถ้าความแปรปรวนเกิดในบรรยากาศใกล้ผิวดิน ก็จะทำให้สารมลพิษกระจายจนก่อให้เกิดอันตรายได้เช่นกัน

3) ลักษณะภูมิประเทศ ถ้าแหล่งกำเนิดของอากาศเสียบอยู่บริเวณหุบเขา การแพร่กระจายของสารมลพิษก็เป็นไปได้น้อย ทำให้ความเข้มข้นสูงจนก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและวัสดุได้ ถ้าแหล่งกำเนิดอยู่ที่ราบหรืออยู่บนเขาก็จะมีการกระจายได้ดีกว่า

4) สิ่งก่อสร้าง ได้แก่ บ้านเรือน ตึก เป็นต้น ควรมีช่องว่างพอสมควรเพื่อให้มีการกระจายสารมลพิษ ปล่องไฟที่อยู่บนอาคารหรืออยู่ใกล้กับอาคารควรมีความสูงมากกว่าหรือเท่ากับ 2.5 เท่าของความสูงของอาคาร เพื่อป้องกันการไหลย้อนกลับของอากาศเสียบ ลักษณะของเมืองที่มีสิ่งก่อสร้างริมถนนในปริมาณมาก จะเป็นแนวกันลมไม่ให้พัดเข้ามาในเขตถนนได้ เกิดภาวะที่เรียกว่าภาวะอับลม (Stagnant Air) ซึ่งทำให้มลพิษที่เกิดจากการจราจรในท้องถนนไม่สามารถระบายออกไปได้

5) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ได้แก่ การเกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่าอุณหภูมิผกผัน (Thermal Inversion) ซึ่งทำให้อุณหภูมิของบรรยากาศไม่ลดลงตามระดับความสูง ทำให้อากาศในบริเวณนั้นค่อนข้างอยู่คงที่ หรือไม่มีการเคลื่อนไหว ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการกระจายของสารมลพิษทางอากาศ

นอกจากนั้นปัจจัยภูมิอากาศที่มีผลต่อการกระจายตัวของมลสาร ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ และความคงตัวของบรรยากาศ ซึ่งมีลมเป็นตัวแปรที่มีความสำคัญต่อการแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศ โดยเป็นตัวพัดพา และเจือจางมลสารเมื่อออกมาจากแหล่งกำเนิด ไม่ว่าจะแหล่งกำเนิดอยู่ที่พื้น หรือสูงจากพื้นก็ตาม

แม้ว่าอากาศที่เป็นมลพิษจะปกคลุมเขตเมืองทั้งหมดภายใต้สภาพอากาศที่สงบนิ่ง ระดับของมลภาวะที่อยู่ในเมืองมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าชานเมืองที่อยู่ล้อมรอบนอก ในสถานที่ที่มีลมพัดแรงมลพิษได้ถูกผสมผสานเข้ากับมวลอากาศขนาดใหญ่ที่อยู่เหนือเมืองและถูกพัดพาไป จากสาเหตุนี้จึงทำให้มีการรวมตัวกันอย่างหนาแน่น โดยมวลอากาศที่ถูกรวมไว้ในที่เดียวกันโดยสัมพันธ์กับบริเวณที่มีลมพัดพาดกลางสู่บน (Down Wind) อย่างไรก็ตามระหว่างที่อากาศอยู่ในสภาพที่สงบและคงที่มลพิษมักจะก่อตัวขึ้นเหนือพื้นที่ที่มีการปล่อยมลพิษ และถ้าสภาพเหล่านี้ถูกขยายเวลานานออกไป การรวมตัวเข้าด้วยกันเป็นรูปแบบของมวลที่ประกอบด้วยส่วนประกอบที่แตกต่างกันจะครอบคลุมเขตเมืองโดยถูกลมที่พัดอย่างเบาๆ ซึ่งเป็นการดันอากาศเสียบจากบริเวณพื้นที่และจุดที่ปล่อยมลภาวะ (March, William M. 1991)

ความแตกต่างของลักษณะกายภาพเมืองส่งผลให้การคงตัวของบรรยากาศในเขตเมืองแตกต่างกัน ซึ่งมีผลต่อการกระจายตัวของมลพิษอากาศในเขตเมืองที่ต่างกันด้วย ลักษณะสิ่งก่อสร้างและกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในเมืองจะเป็นตัวทำให้เกิดการสะสมมลพิษในเขตเมือง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากขึ้นอาคารสูงจะเป็นกำแพงกั้นมลพิษอากาศไม่ให้ได้รับการระบายออกในแนวระนาบไปจากพื้นที่นั้นๆ เมืองที่มีความหนาแน่นต่ำ จะมีการถ่ายเทมลพิษได้ดีกว่าเมืองที่มีความหนาแน่นสูง เนื่องจากอากาศสามารถระบายได้ดีกว่า จึงมีการถ่ายเทมลพิษได้ดีกว่า ซึ่งกรุงเทพมหานครมีลักษณะสิ่งก่อสร้างและกิจกรรมต่างๆ ในปริมาณสูง จึงทำให้การระบายอากาศค่อนข้างไม่ดี ทำให้เกิดการสะสมของมลพิษอากาศในเมืองค่อนข้างสูงกว่าบริเวณชานเมือง หรือเมืองที่มีความหนาแน่นของสิ่งก่อสร้างในปริมาณต่ำ

จากทฤษฎีและแนวคิดที่ได้กล่าวมาข้างต้น ทำให้สรุปได้ว่าในการศึกษาความสัมพันธ์ลักษณะกายภาพเมืองกับการสะสมมลพิษอากาศนั้น การพิจารณาถึงปัจจัยภูมิอากาศซึ่งเป็นตัวแปรที่จะเชื่อมโยงให้สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของปัจจัยทั้งสองได้ โดยในการศึกษครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำตัวแปรมาใช้ในงานวิจัยคือ ปัจจัยลักษณะกายภาพเมือง ได้แก่ สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน และสัดส่วนพื้นที่สีเขียว เพื่อศึกษาความสัมพันธ์กับปัจจัยภูมิอากาศ ได้แก่ ความเร็วลม อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ที่มีความสัมพันธ์กับการสะสมมลพิษทางอากาศ ซึ่งพิจารณาจากค่าความเข้มข้นของมลพิษอากาศ เพื่อให้สามารถเสนอแนะลักษณะกายภาพเมืองที่เหมาะสมต่อไปได้

## บทที่ 3

### ระเบียบวิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของลักษณะกายภาพเมืองที่มีต่อการสะสมมลพิษทางอากาศในกรุงเทพมหานคร ดังนั้นเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการศึกษา การดำเนินการศึกษานี้จึงแบ่งออกเป็นสามส่วน โดยส่วนแรกเป็นการหาความสัมพันธ์ของปัจจัยลักษณะกายภาพเมืองกับปัจจัยภูมิอากาศ ส่วนที่สองเป็นการหาความสัมพันธ์ของปัจจัยภูมิอากาศกับปริมาณมลพิษทางอากาศ และส่วนที่สามเป็นการอธิบายความสัมพันธ์ของลักษณะกายภาพเมืองกับการสะสมมลพิษทางอากาศ โดยได้กำหนดแนวทางในการดำเนินการศึกษาวิจัย ดังนี้

1. การกำหนดตัวแปรการศึกษา
2. การกำหนดพื้นที่ศึกษา
3. การรวบรวมและจัดเตรียมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. การสรุปผลและนำเสนอ

#### 3.1 การกำหนดตัวแปรการศึกษา

การศึกษานี้ได้แบ่งออกเป็นสามส่วนดังที่ได้กล่าวไปแล้วในข้างต้น ดังนั้นตัวแปรที่ใช้ในการศึกษานี้จึงแบ่งเป็น 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นการหาความสัมพันธ์ของลักษณะกายภาพเมืองกับปัจจัยภูมิอากาศ

ตัวแปรอิสระ คือ ลักษณะกายภาพเมือง ซึ่งตัวแปรที่ใช้ ได้แก่

- สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน
- สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน
- สัดส่วนพื้นที่สีเขียว

ตัวแปรตาม คือ ปัจจัยภูมิอากาศ ซึ่งตัวแปรที่ใช้ ได้แก่

- ความเร็วลม
- อุณหภูมิ
- ความชื้นสัมพัทธ์

ส่วนที่ 2 เป็นการหาความสัมพันธ์ของปัจจัยภูมิอากาศกับปริมาณมลพิษทางอากาศ

ตัวแปรอิสระ คือ ปัจจัยภูมิอากาศ ซึ่งค่าตัวแปรที่ใช้ ได้แก่

- ความเร็วลม
- อุณหภูมิ
- ความชื้นสัมพัทธ์

ตัวแปรตาม คือ ปริมาณสารมลพิษทางอากาศ ซึ่งมลพิษทางอากาศที่นำมาวิเคราะห์ในการศึกษานี้คือ ก๊าซโอโซน ( $O_3$ ) เนื่องจากก๊าซโอโซนเป็นปัญหามลพิษในพื้นที่ชุมชนเมืองในปัจจุบัน โดยมีปริมาณเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศที่กำหนดไว้ (100 ppb) (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2551)

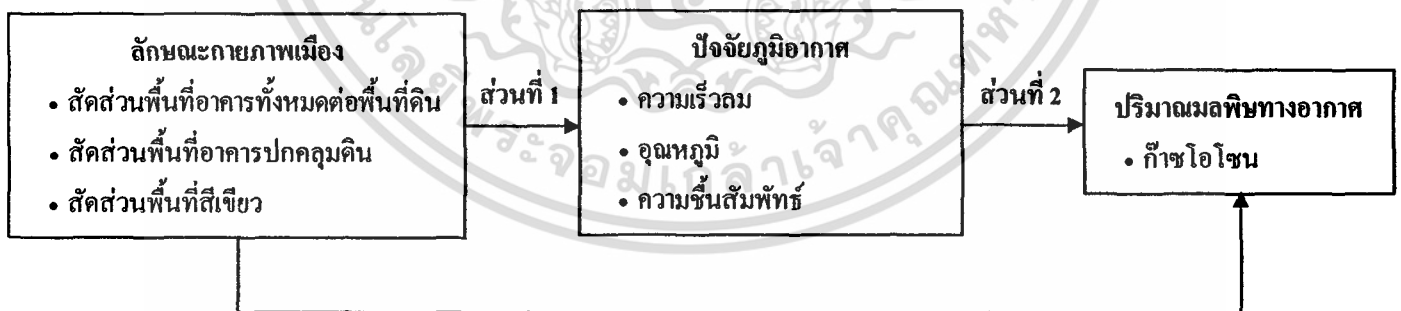
ส่วนที่ 3 เป็นการอธิบายความสัมพันธ์ของลักษณะกายภาพเมืองที่มีผลต่อปริมาณมลพิษทางอากาศ

ตัวแปรอิสระ คือ ลักษณะกายภาพเมือง ซึ่งค่าตัวแปรที่ใช้ ได้แก่

- สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน
- สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน
- สัดส่วนพื้นที่สีเขียว

ตัวแปรตาม คือ ปริมาณสารมลพิษทางอากาศ (ก๊าซโอโซน ( $O_3$ ))

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาในแต่ละส่วนสามารถแสดงความสัมพันธ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.1 และแสดงรายละเอียดของตัวแปรดังตารางที่ 3.1



ส่วนที่ 3

รูปที่ 3.1 ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปร	ค่าตัวแปร	ระดับการวัด	แหล่งที่มาข้อมูล	ปี พ.ศ.
สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน	อัตราส่วนพื้นที่ใช้สอยอาคารทุกชั้น/พื้นที่แปลงที่ดิน (FAR)	Ratio	สำนักผังเมืองกทม.	2545
สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน	อัตราส่วนร้อยละของพื้นที่อาคาร/พื้นที่ปกคลุมดิน (BCR)	Ratio	สำนักผังเมืองกทม.	2545
สัดส่วนพื้นที่สีเขียว	ร้อยละของพื้นที่สีเขียว/พื้นที่ศึกษา	Ratio	องค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติ (NASA)	2545
ความเร็วลม	หน่วยเป็น เมตร/วินาที	Ratio	กรมควบคุมมลพิษ	2544-2546
ความชื้นสัมพัทธ์	หน่วยเป็น ร้อยละ	Ratio	กรมควบคุมมลพิษ	2544-2546
อุณหภูมิ	หน่วยเป็น องศาเซลเซียส	Ratio	กรมควบคุมมลพิษ	2544-2546
ปริมาณก๊าซโอโซน (O <sub>3</sub> )	หน่วยเป็น ppb (ส่วนในพันล้านส่วน)	Ratio	กรมควบคุมมลพิษ	2544-2546

### 3.2 การกำหนดพื้นที่ศึกษา

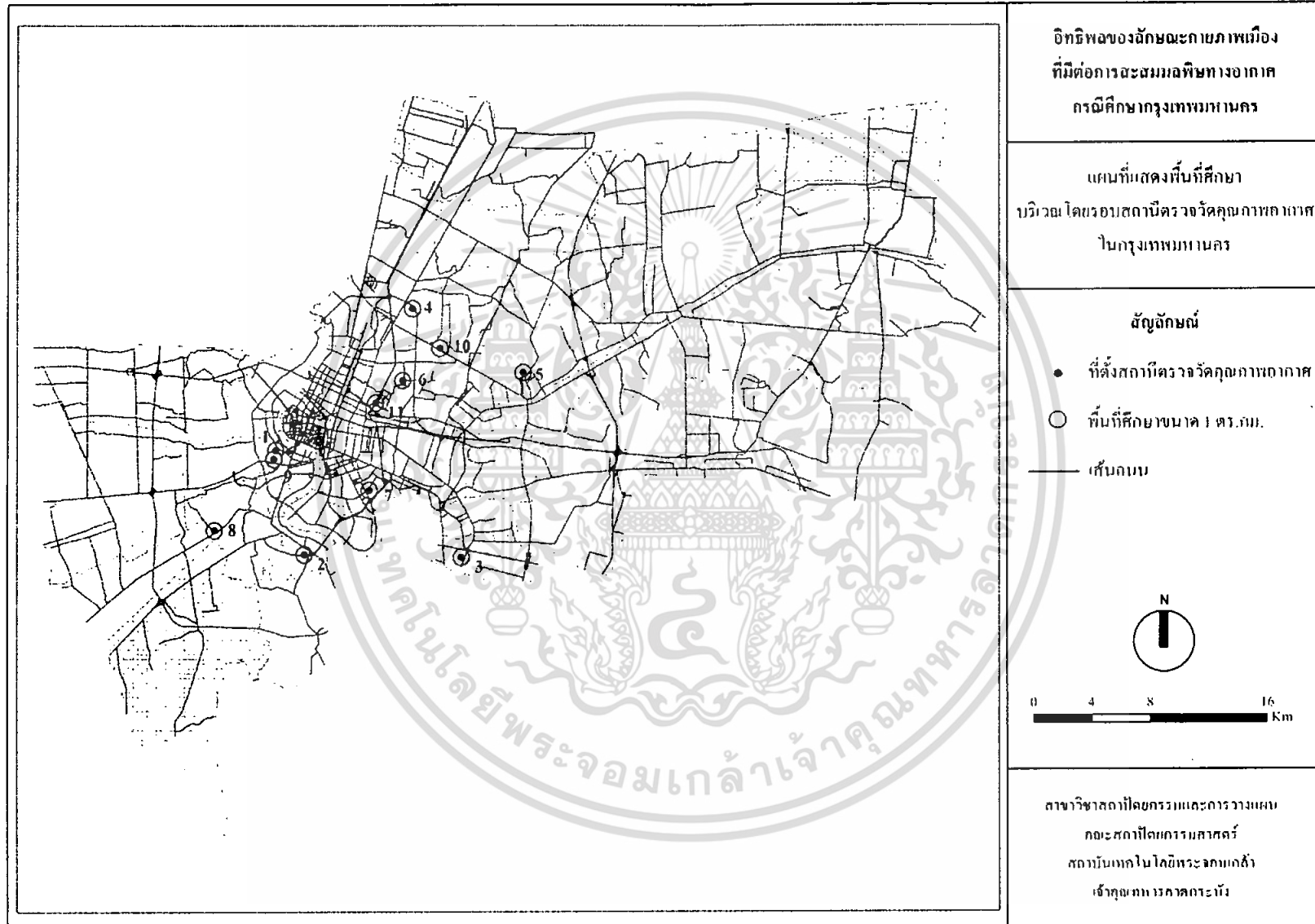
การศึกษานี้เลือกพื้นที่กรุงเทพมหานคร เนื่องจากกรุงเทพมหานครเป็นพื้นที่ที่มีการสะสมของสารมลพิษทางอากาศค่อนข้างมาก และมีลักษณะกายภาพเมือง ซึ่งได้แก่ สัดส่วนพื้นที่อาคารต่อพื้นที่ดิน สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน และสัดส่วนพื้นที่สีเขียว ที่มีความแตกต่างกันในแต่ละบริเวณ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการสะสมมลพิษทางอากาศที่แตกต่างกันออกไป โดยผู้วิจัยได้กำหนดพื้นที่ศึกษาเป็นวงกลมรัศมีโดยรอบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบอัตโนมัติ จำนวน 11 สถานี (ตารางที่ 3.2) ซึ่งมีขนาดพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตร เนื่องจากพื้นที่ขนาดดังกล่าวสามารถสร้างลักษณะภูมิอากาศเฉพาะพื้นที่ขึ้นมาได้ (Eliasson, 2000) เพื่อหาความสัมพันธ์ของลักษณะกายภาพเมืองในลักษณะต่างๆ กับการสะสมมลพิษทางอากาศ ดังแสดงตำแหน่งของพื้นที่ศึกษาในรูปที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบอัตโนมัติในกรุงเทพมหานคร

สถานีที่	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	ที่ตั้ง (เขต)
1	ราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	ธนบุรี
2	ไปรษณีย์ราษฎร์บูรณะ	ราษฎร์บูรณะ
3	กรมป้องกันภูมิอากาศบางนา	บางนา
4	ราชภัฏจันทรเกษม	จตุจักร
5	การเคหะชุมชนคลองจั่น	บางกะปิ
6	สนามกีฬาเคหะชุมชนห้วยขวาง	ดินแดง
7	โรงเรียนนนทรีวิทยา	ยานนาวา
8	โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์	จอมทอง
9	การไฟฟ้าอ้อยธนบุรี	ธนบุรี
10	สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย	วังทองหลาง
11	การเคหะชุมชนดินแดง	ดินแดง

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ. 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 พื้นที่ศึกษาโดยรอบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบอัตโนมัติในกรุงเทพมหานคร

### ลักษณะกายภาพของพื้นที่ศึกษา

ลักษณะกายภาพของพื้นที่ศึกษา ทั้ง 11 พื้นที่ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้(ดูตารางสรุปที่ 3.3 ประกอบ)

1) บริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา อยู่ในเขตธนบุรี มีความสูงของอาคารตั้งแต่ 1 ชั้น จนถึง 16 ชั้น โดยมีสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดินเฉลี่ย 1.013 มีสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน 0.443 และมีสัดส่วนพื้นที่สีเขียวร้อยละ 4.596 ลักษณะการใช้ที่ดินส่วนใหญ่ประกอบด้วย ที่อยู่อาศัย สถาบันราชการ และพาณิชยกรรม ตามลำดับ (ดังแสดงในรูปที่ 3.3)

2) บริเวณไพบูลย์ราษฎร์บูรณะ อยู่ในเขตราษฎร์บูรณะ มีความสูงของอาคารตั้งแต่ 1 ชั้น จนถึง 8 ชั้น โดยมีสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดินเฉลี่ย 0.606 มีสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน 0.324 และมีสัดส่วนพื้นที่สีเขียว ร้อยละ 7.319 ลักษณะการใช้ที่ดินส่วนใหญ่ประกอบด้วย ที่อยู่อาศัย พาณิชยกรรม และอุตสาหกรรม ตามลำดับ (ดังแสดงในรูปที่ 3.4)

3) บริเวณกรมอุตุนิคมวิทยาบางนา อยู่ในเขตบางนา มีความสูงของอาคารตั้งแต่ 1 ชั้น จนถึง 16 ชั้น โดยมีสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดินเฉลี่ย 0.435 มีสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน 0.211 และมีสัดส่วนพื้นที่สีเขียว ร้อยละ 25.787 ลักษณะการใช้ที่ดินส่วนใหญ่ประกอบด้วย ที่อยู่อาศัย พื้นที่ว่างและนันทนาการ และพาณิชยกรรม ตามลำดับ (ดังแสดงในรูปที่ 3.5)

4) บริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม อยู่ในเขตจตุจักร มีความสูงของอาคารตั้งแต่ 1 ชั้น จนถึง 30 ชั้น โดยมีสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดินเฉลี่ย 0.656 มีสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน 0.205 และมีสัดส่วนพื้นที่สีเขียว ร้อยละ 12.126 ลักษณะการใช้ที่ดินส่วนใหญ่ประกอบด้วย ที่อยู่อาศัย สถาบันราชการ และพาณิชยกรรม ตามลำดับ (ดังแสดงในรูปที่ 3.6)

5) บริเวณเคหะชุมชนคลองจั่น อยู่ในเขตบางกะปิ มีความสูงของอาคารตั้งแต่ 1 ชั้น จนถึง 16 ชั้น โดยมีสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดินเฉลี่ย 0.628 มีสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน 0.262 และมีสัดส่วนพื้นที่สีเขียว ร้อยละ 10.468 ลักษณะการใช้ที่ดินส่วนใหญ่ประกอบด้วย ที่อยู่อาศัย พื้นที่ว่างและนันทนาการ และพาณิชยกรรม ตามลำดับ (ดังแสดงในรูปที่ 3.7)

6) บริเวณเคหะชุมชนห้วยขวาง อยู่ในเขตดินแดง มีความสูงของอาคารตั้งแต่ 1 ชั้น จนถึง 22 ชั้น โดยมีสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดินเฉลี่ย 1.626 มีสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน 0.439 และมีสัดส่วนพื้นที่สีเขียว ร้อยละ 0.000 ลักษณะการใช้ที่ดินส่วนใหญ่ประกอบด้วย ที่อยู่อาศัย พาณิชยกรรม และสถาบันราชการ ตามลำดับ (ดังแสดงในรูปที่ 3.8)

7) บริเวณโรงเรียนนทรวิทยา อยู่ในเขตยานนาวา มีความสูงของอาคารตั้งแต่ 1 ชั้น จนถึง 22 ชั้น โดยมีสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดินเฉลี่ย 0.749 มีสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน 0.326 และมีสัดส่วนพื้นที่สีเขียว ร้อยละ 4.717 ลักษณะการใช้ที่ดินส่วนใหญ่ประกอบด้วย ที่อยู่อาศัย พาณิชยกรรม และพื้นที่ว่างและนันทนาการ ตามลำดับ (ดังแสดงในรูปที่ 3.9)

8) บริเวณโรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ อยู่ในเขตจอมทอง มีความสูงของอาคารตั้งแต่ 1 ชั้น จนถึง 8 ชั้น โดยมีสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดินเฉลี่ย 0.538 มีสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน 0.242 และมีสัดส่วนพื้นที่สีเขียว ร้อยละ 11.187 ลักษณะการใช้ที่ดินส่วนใหญ่ประกอบด้วย ที่อยู่อาศัย สถาบันราชการ และพื้นที่ว่างและนันทนาการ ตามลำดับ (ดังแสดงในรูปที่ 3.10)

9) บริเวณสถานีไฟฟ้าอโยธยาบุรี อยู่ในเขตธนบุรี มีความสูงของอาคารตั้งแต่ 1 ชั้น จนถึง 8 ชั้น โดยมีสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดินเฉลี่ย 0.939 มีสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน 0.428 และมีสัดส่วนพื้นที่สีเขียว ร้อยละ 6.068 ลักษณะการใช้ที่ดินส่วนใหญ่ประกอบด้วย ที่อยู่อาศัย พาณิชยกรรม และสถาบันราชการ ตามลำดับ (ดังแสดงในรูปที่ 3.11)

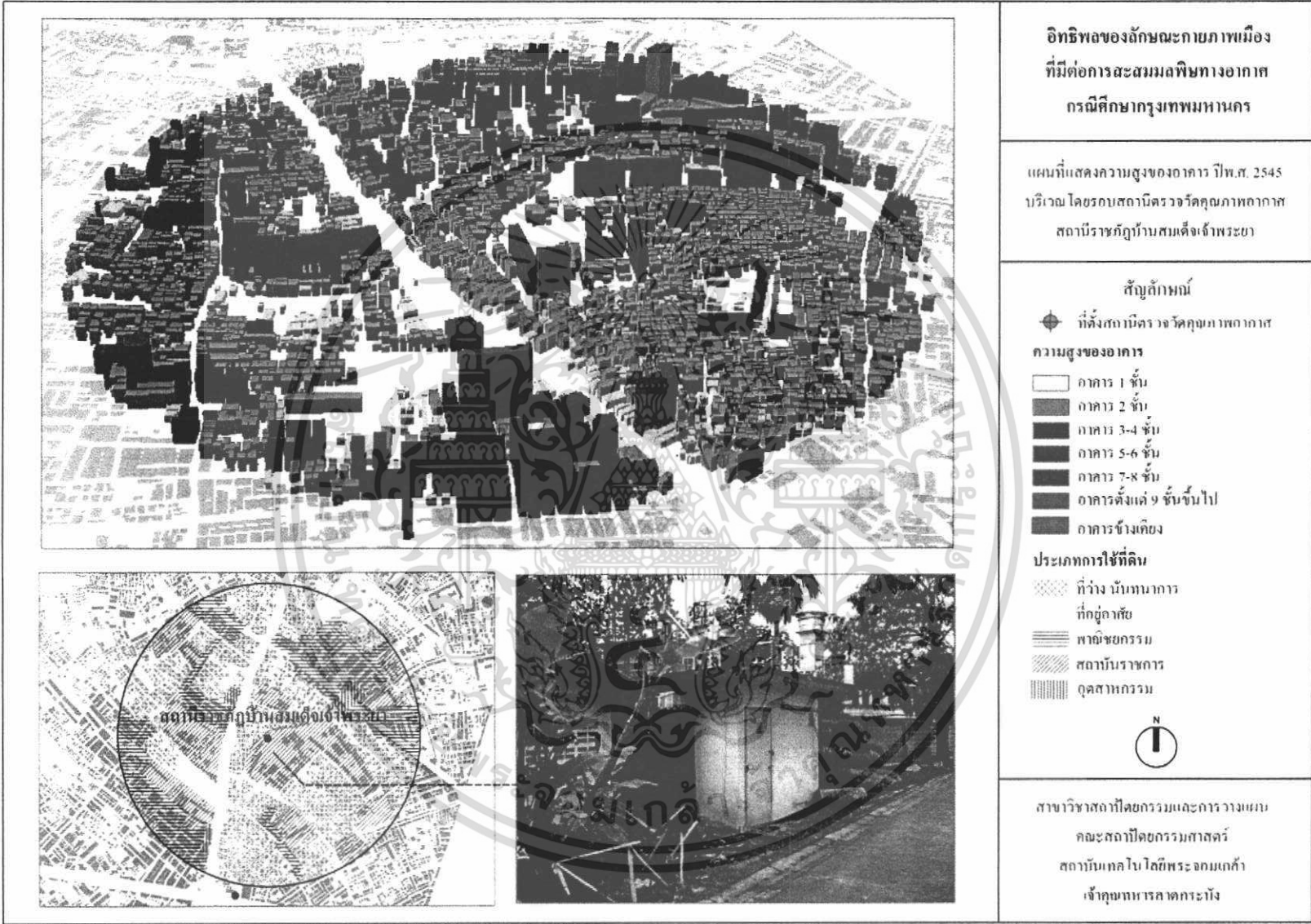
10) บริเวณสถานีตำรวจนครบาลโชคชัย อยู่ในเขตวังทองหลาง มีความสูงของอาคารตั้งแต่ 1 ชั้น จนถึง 14 ชั้น โดยมีสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดินเฉลี่ย 0.802 มีสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน 0.317 และมีสัดส่วนพื้นที่สีเขียว ร้อยละ 6.490 ลักษณะการใช้ที่ดินส่วนใหญ่ประกอบด้วย ที่อยู่อาศัย พาณิชยกรรม และสถาบันราชการ ตามลำดับ (ดังแสดงในรูปที่ 3.12)

11) บริเวณเคหะชุมชนดินแดง อยู่ในเขตดินแดง มีความสูงของอาคารตั้งแต่ 1 ชั้น จนถึง 15 ชั้น โดยมีสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดินเฉลี่ย 1.162 มีสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน 0.336 และมีสัดส่วนพื้นที่สีเขียว ร้อยละ 3.574 ลักษณะการใช้ที่ดินส่วนใหญ่ประกอบด้วย ที่อยู่อาศัย สถาบันราชการ และพาณิชยกรรม ตามลำดับ (ดังแสดงในรูปที่ 3.13)

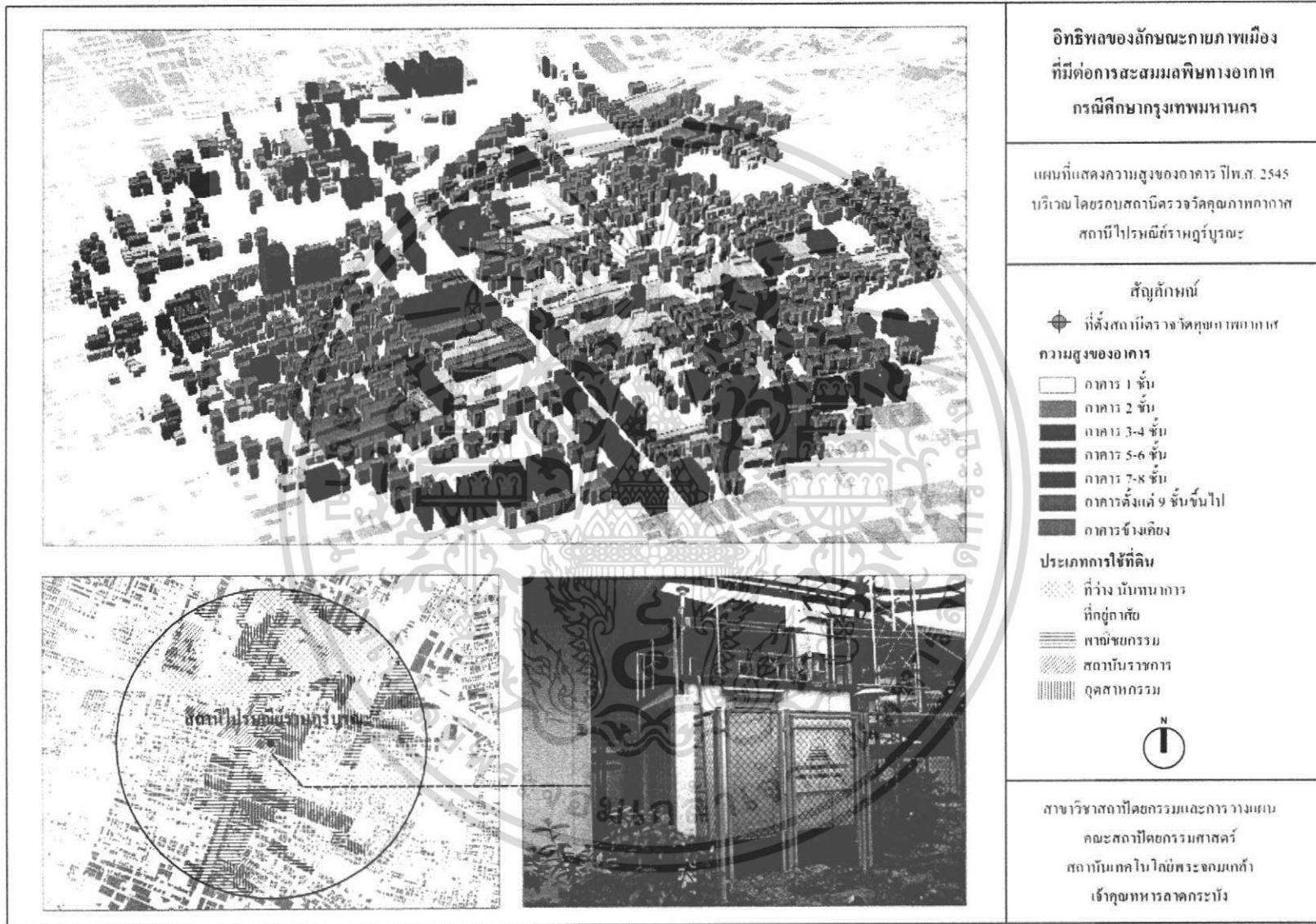
ตารางที่ 3.3 สรุปลักษณะกายภาพจากพื้นที่ศึกษา

สถานี ที่	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	จำนวนชั้น ของอาคาร	สัดส่วนพื้นที่ อาคารทั้งหมด ต่อพื้นที่ดิน (FAR)	สัดส่วนพื้นที่ อาคารปกคลุม ดิน (BCR)	สัดส่วน พื้นที่สีเขียว (GCR)
1	ราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	1-16 ชั้น	1.013	0.443	4.596
2	ปรีชญ์ราชบุรีบูรณะ	1-8 ชั้น	0.606	0.324	7.319
3	กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย	1-16 ชั้น	0.435	0.211	25.787
4	ราชภัฏจันทรเกษม	1-30 ชั้น	0.656	0.205	12.126
5	เคหะชุมชนคลองจั่น	1-16 ชั้น	0.628	0.262	10.468
6	สนามกีฬาเคหะชุมชนห้วยขวาง	1-22 ชั้น	1.626	0.439	0.000
7	โรงเรียนนทรวิทยา	1-22 ชั้น	0.749	0.326	4.717
8	โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์	1-8 ชั้น	0.538	0.242	11.187
9	สถานีไฟฟ้าอโยธยาบุรี	1-8 ชั้น	0.939	0.428	6.068
10	สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย	1-14 ชั้น	0.802	0.317	6.490
11	เคหะชุมชนดินแดง	1-15 ชั้น	1.162	0.336	3.574

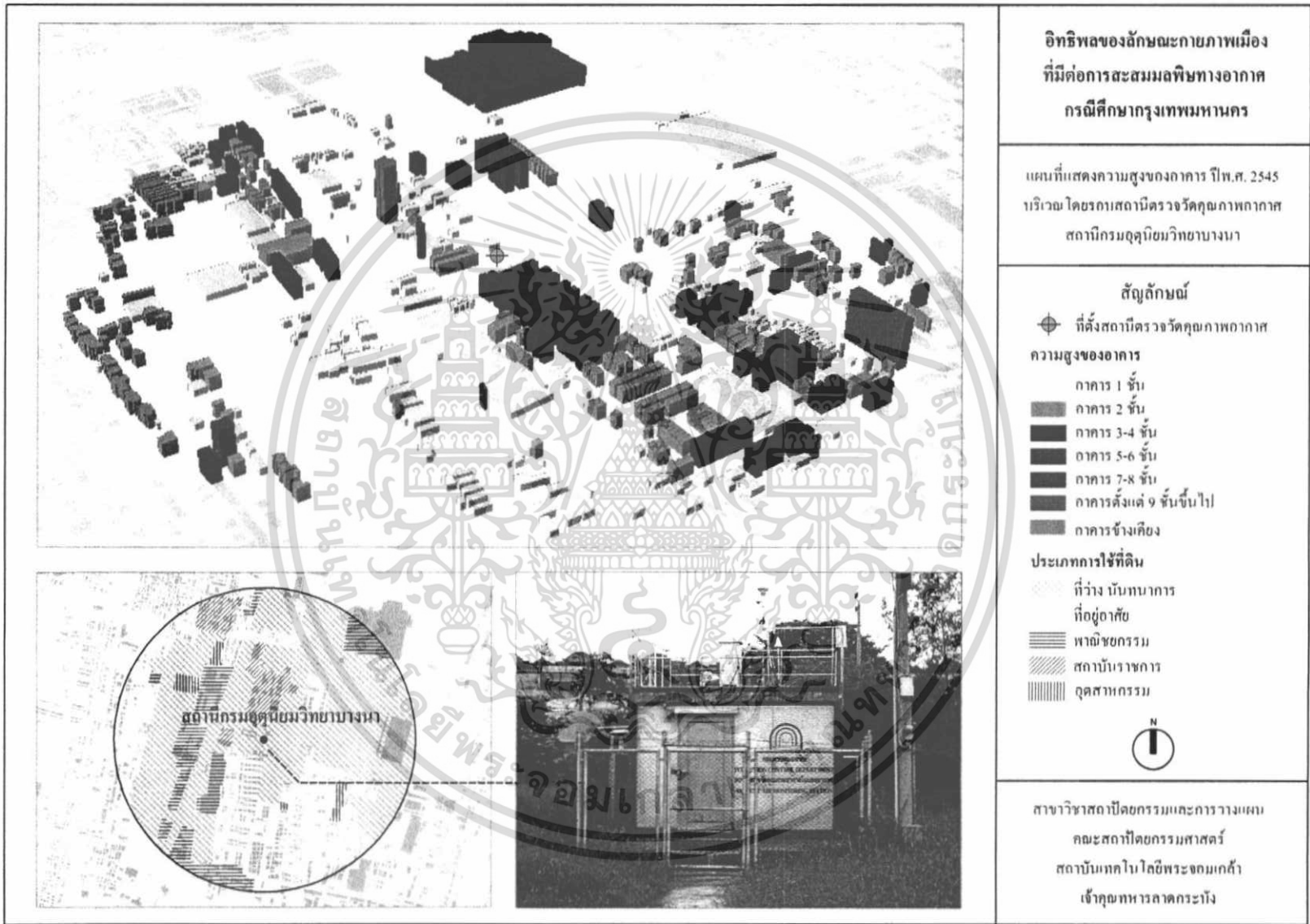
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



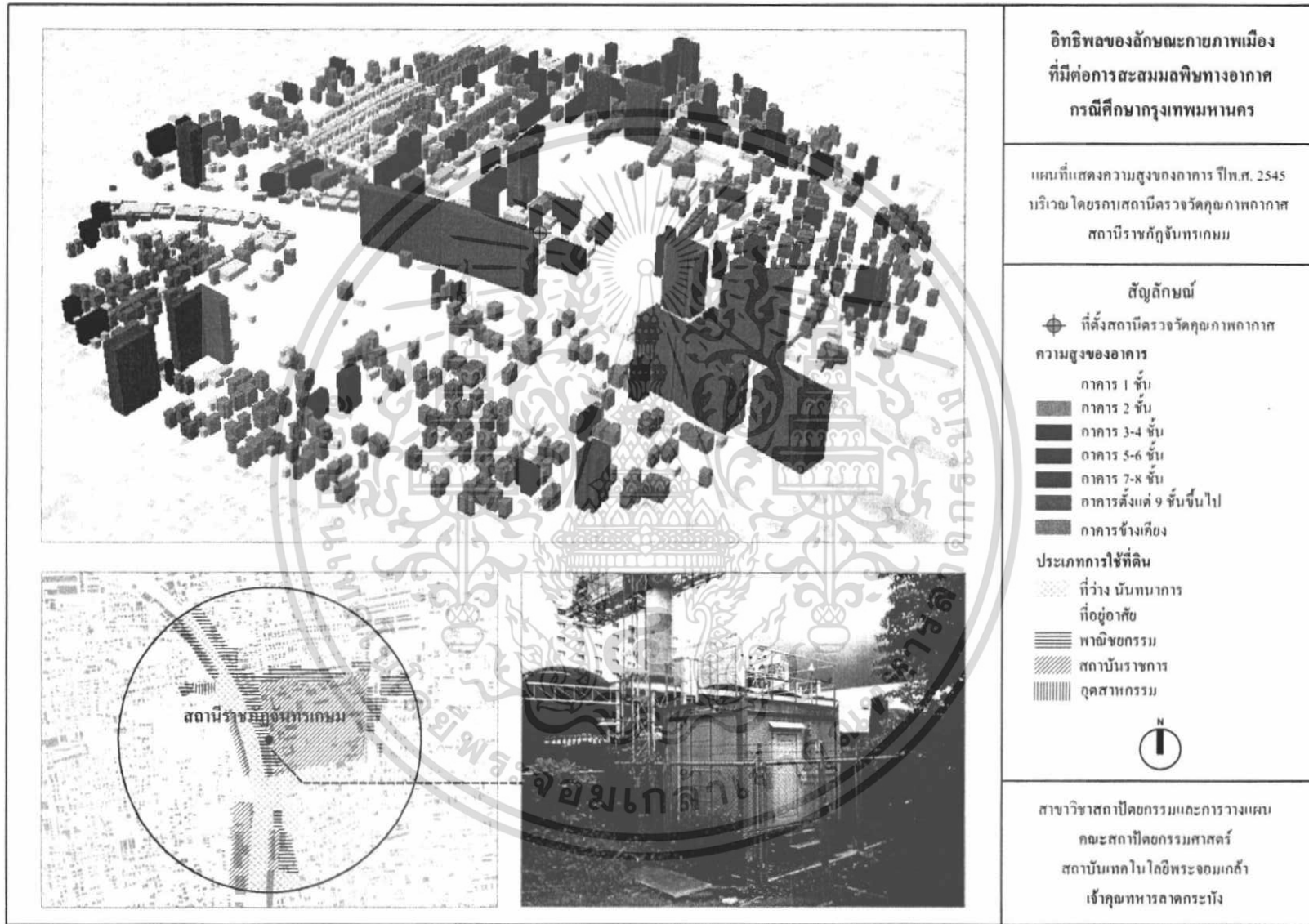
รูปที่ 3.3 แผนที่แสดงความสูงของอาคารปีพ.ศ. 2545 บริเวณ โดรรอบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา



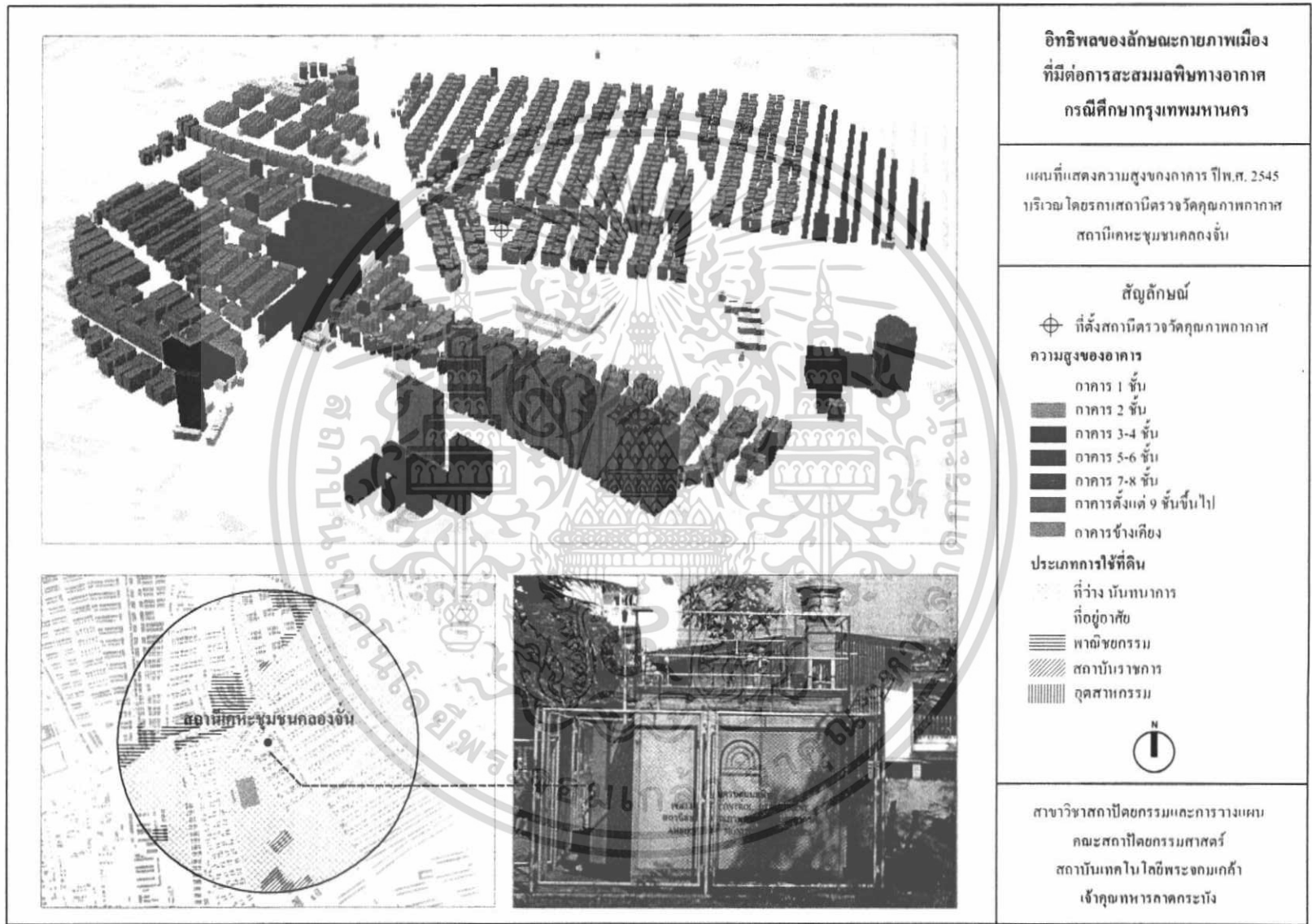
รูปที่ 3.4 แผนที่แสดงความสูงของอาคารปีพ.ศ. 2545 บริเวณ โดรรอบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศไปรษณีย์ราชบุรีบูรณะ



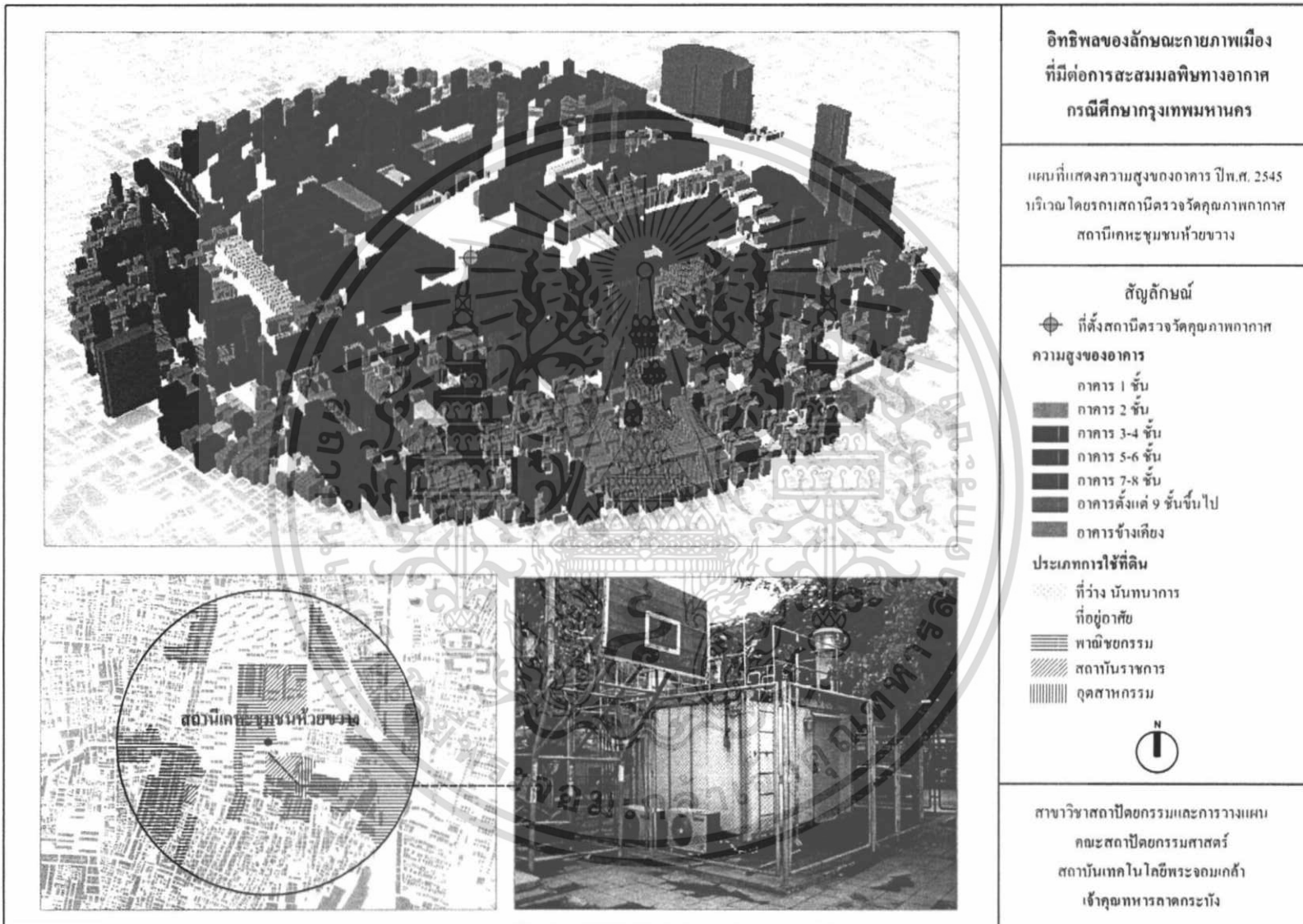
รูปที่ 3.5 แผนที่แสดงความสูงของอาคารปีพ.ศ. 2545 บริเวณ โดยรอบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศกรมอุตุนิยมวิทยาบางนา



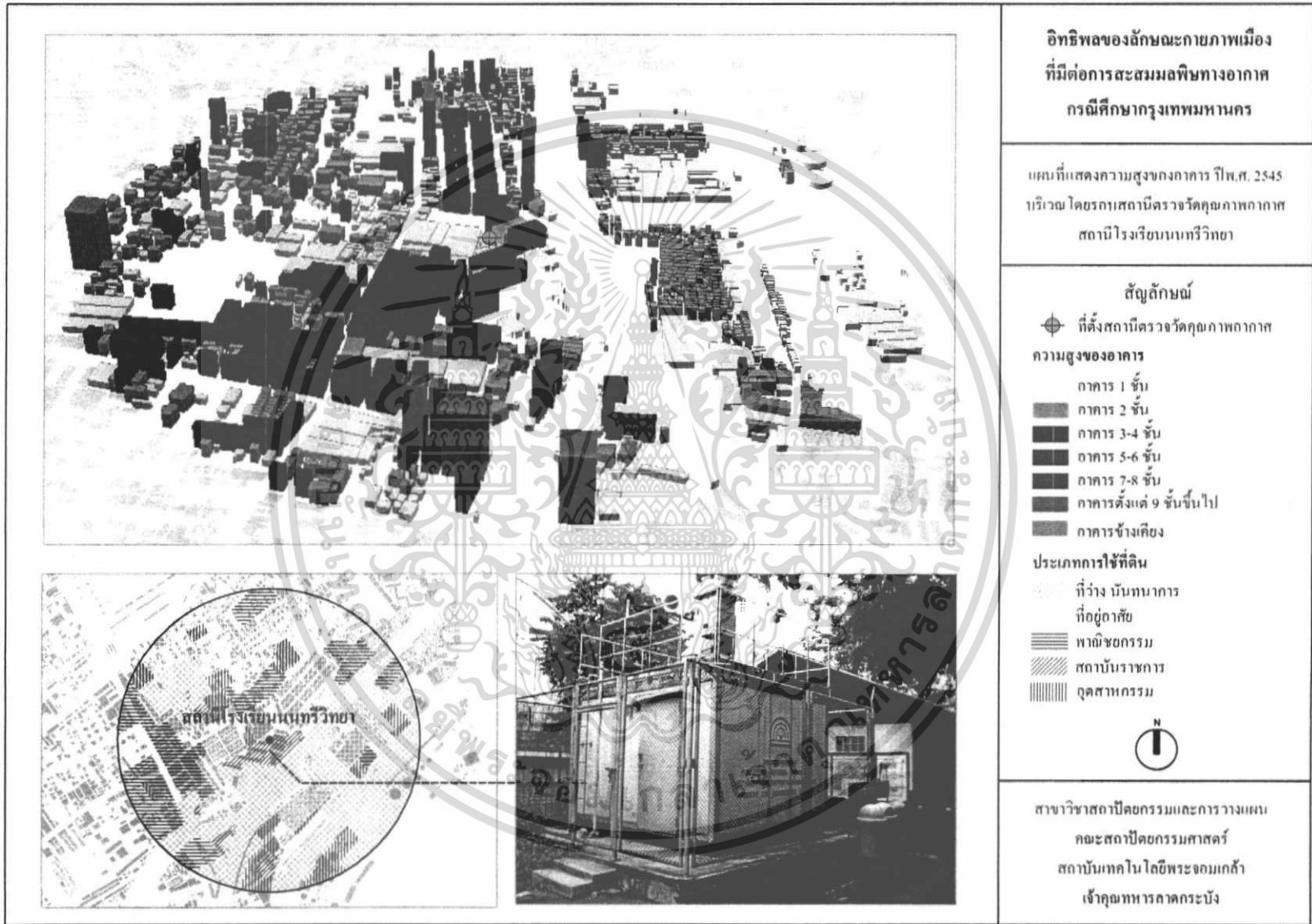
รูปที่ 3.6 แผนที่แสดงความสูงของอาคารปีพ.ศ. 2545 บริเวณ โดยรอบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศราชภัฏจันทรเกษม



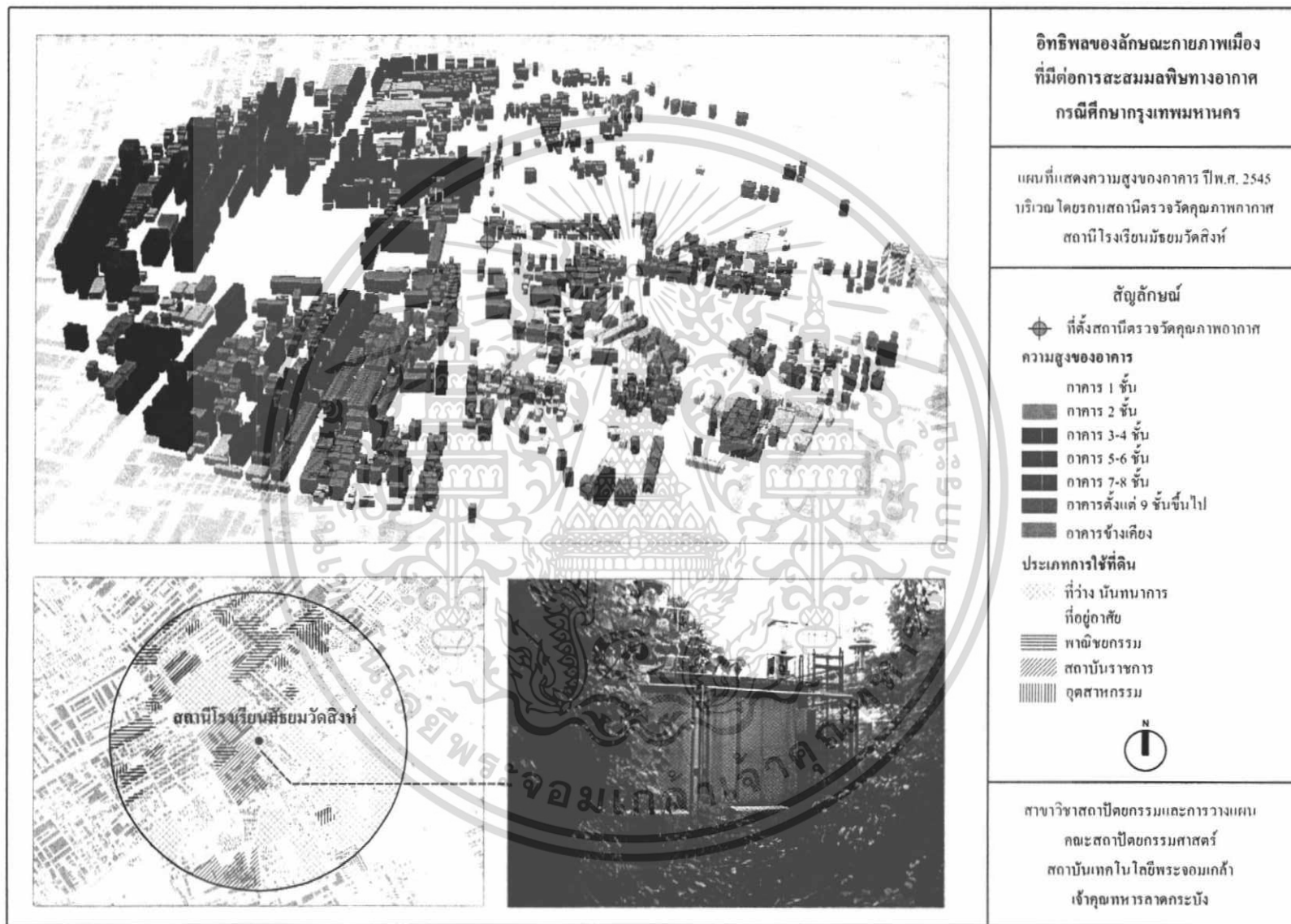
รูปที่ 3.7 แผนที่แสดงความสูงของอาคารปีพ.ศ. 2545 บริเวณ โดยรอบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศการเคหะชุมชนคลองจั่น



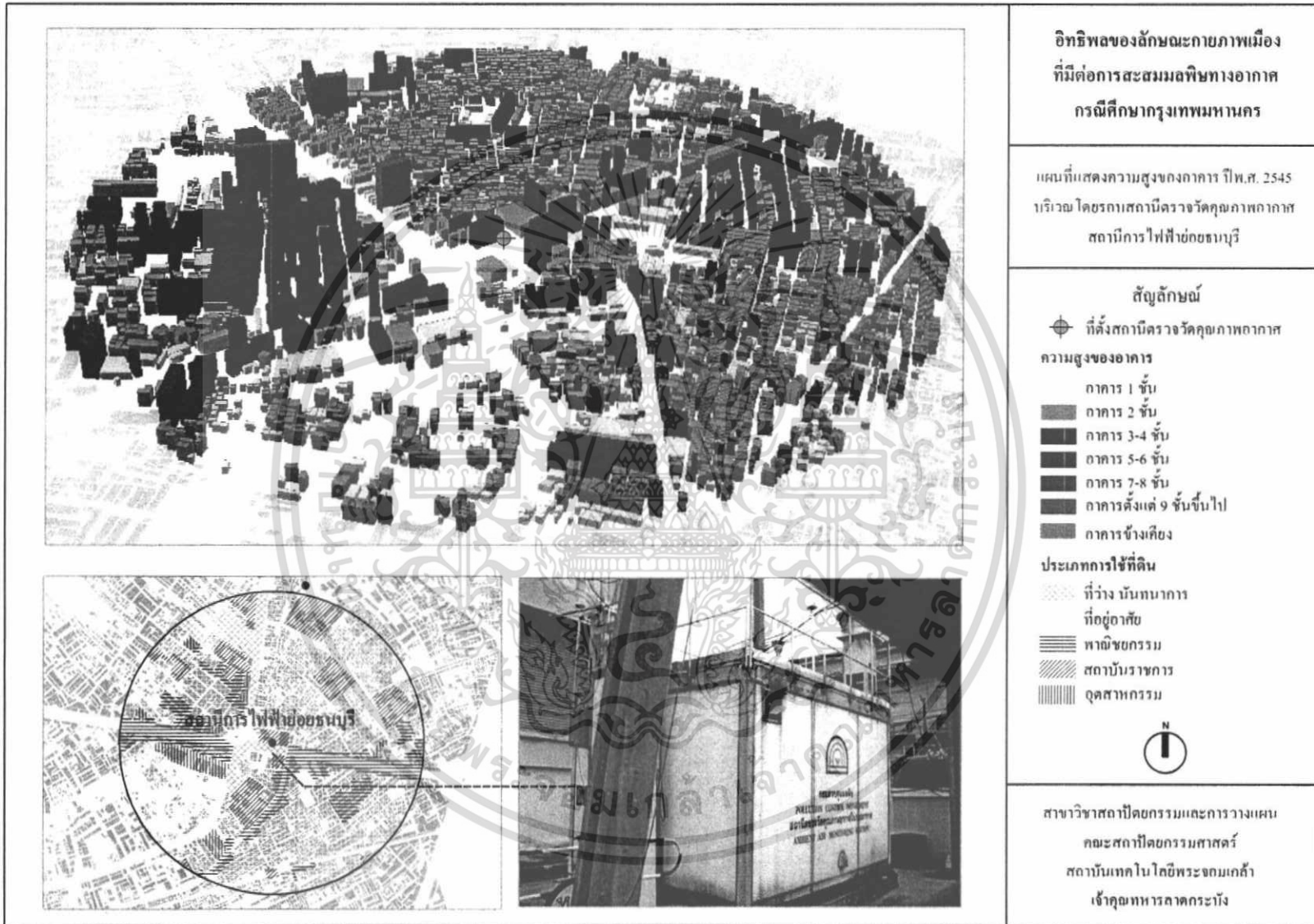
รูปที่ 3.8 แผนที่แสดงความสูงของอาคารปีพ.ศ. 2545 บริเวณโดยรอบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศการเคหะชุมชนห้วยขวาง



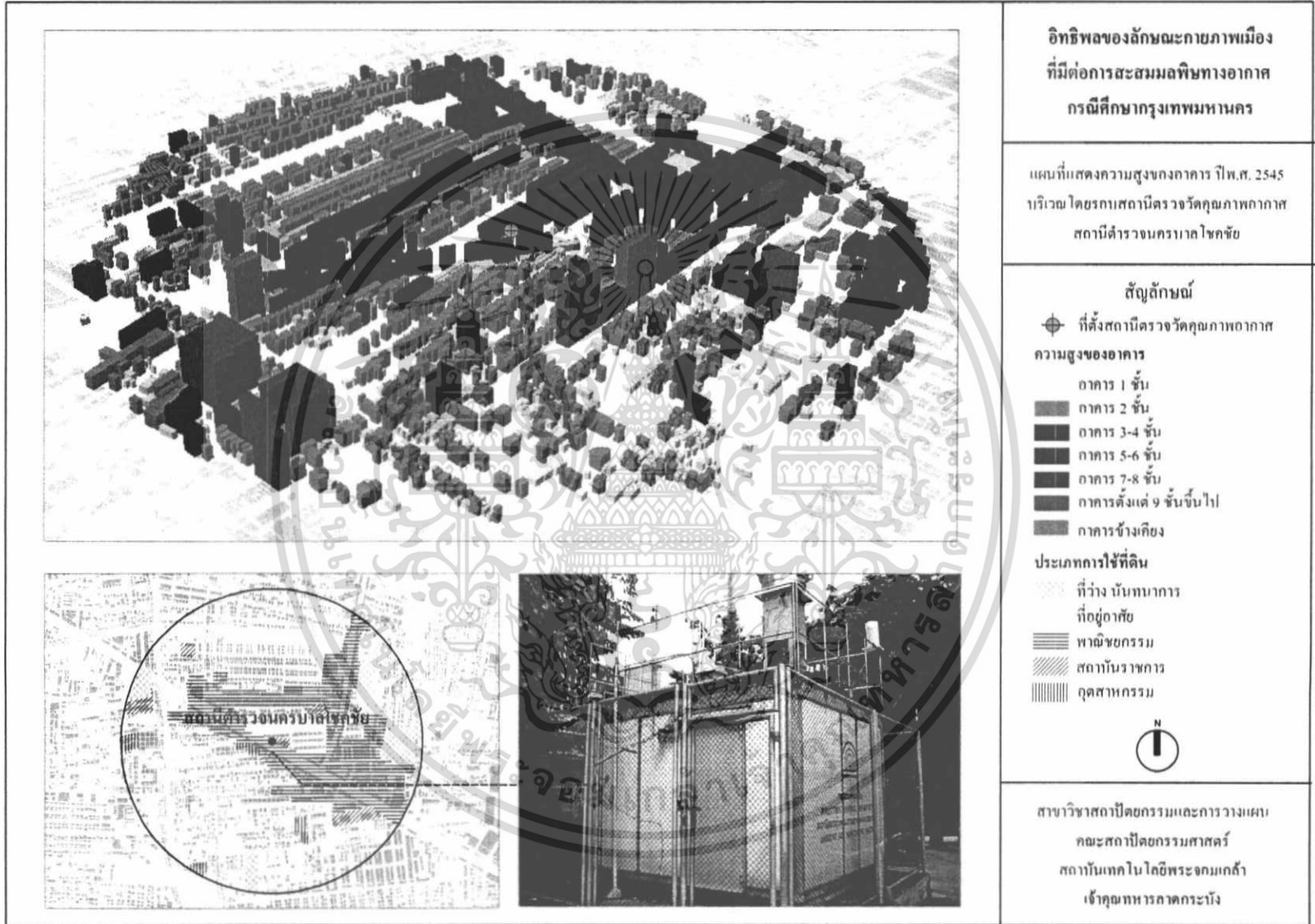
รูปที่ 3.9 แผนที่แสดงความสูงของอาคารปีพ.ศ.2545 บริเวณ โดยรอบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนนนทรีวิทยา



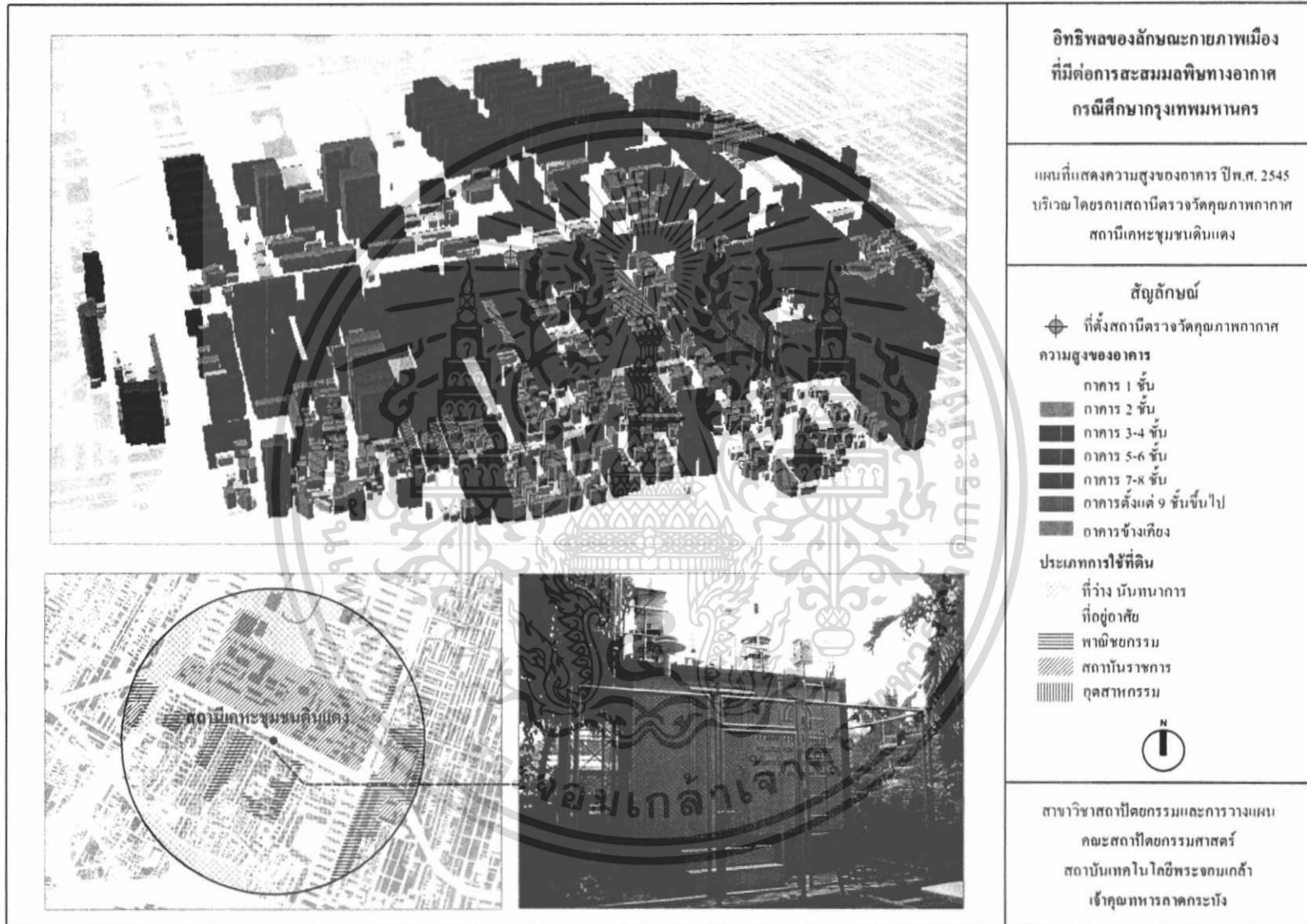
รูปที่ 3.10 แผนที่แสดงความสูงของอาคารปีพ.ศ. 2545 บริเวณโดยรอบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนมัธยมวัดสิงห์



รูปที่ 3.11 แผนที่แสดงความสูงของอาคารปีพ.ศ. 2545 บริเวณโดยรอบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสถานีการไฟฟ้าอยุธยาบุรี



รูปที่ 3.12 แผนที่แสดงความสูงของอาคารปีพ.ศ. 2545 บริเวณ โดยรอบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสถานีตำรวจนครบาล โชคชัย



รูปที่ 3.13 แผนที่แสดงความสูงของอาคารปีพ.ศ. 2545 บริเวณ โดยรอบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสถานีการเคหะชุมชนดินแดง

### 3.3 การรวบรวมและจัดเตรียมข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้เป็นการนำข้อมูลทุติยภูมิมาทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของตัวแปร ซึ่งได้รวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ โดยมีการจัดเตรียมข้อมูลดังนี้

#### 3.3.1 การรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลักๆ คือ

**ขั้นตอนที่ 1** การพิจารณาข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ อาศัยข้อมูลลักษณะกายภาพเมือง ปัจจัยภูมิอากาศ และปริมาณมลพิษทางอากาศ จึงจำเป็นต้องรวบรวมจากหน่วยงานที่ต่างกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ข้อมูลปัจจัยภูมิอากาศ และข้อมูลปริมาณมลพิษทางอากาศ รวบรวมจากกรมควบคุมมลพิษ แต่อย่างไรก็ตาม ข้อมูลดังกล่าวมีข้อจำกัด เนื่องจากจำนวนสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่กระจายอยู่ทั่วกรุงเทพมหานคร มีจำนวนเพียง 11 สถานี ทำให้จำนวนข้อมูลที่น่าไปใช้ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์อาจไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลในปี พ.ศ. 2544 และปี พ.ศ.2546 มาทำการวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลปี พ.ศ. 2545 ด้วย

2) ข้อมูลด้านลักษณะกายภาพเมือง รวบรวมจากสำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นข้อมูลในปี พ.ศ. 2545 โดยเป็นข้อมูลทางสถิติและข้อมูลเชิงพื้นที่ ทั้งนี้เนื่องจากไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลลักษณะกายภาพในปัจจุบันได้ งานวิจัยนี้จึงจำเป็นต้องใช้ข้อมูลลักษณะกายภาพเมืองในปี พ.ศ. 2545 มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับปัจจัยภูมิอากาศและปริมาณมลพิษทางอากาศ ในช่วงเวลาดังแต่ปี พ.ศ. 2544-2546 ดังนั้นการศึกษานี้จึงตั้งเงื่อนไขว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านลักษณะกายภาพเมืองของกรุงเทพมหานครก่อนและหลังปี พ.ศ. 2545

**ขั้นตอนที่ 2** การคัดกรองข้อมูลจากการหารูปแบบ (Pattern) ของการเปลี่ยนแปลงปริมาณมลพิษทางอากาศ ความเร็วลม อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงปี พ.ศ. 2544-2546 เพื่อนำรูปแบบที่ได้มาประกอบในการตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ โดยพิจารณาจากแนวโน้มปริมาณสารมลพิษทางอากาศในแต่ละชั่วโมง ในแต่ละวัน และฤดูกาล ในช่วงปี พ.ศ. 2544-2546 ทั้งนี้เนื่องจากเวลาในการทำกิจกรรมของเมืองมีผลต่อปริมาณมลพิษทางอากาศ และฤดูกาลมีอิทธิพลต่อ ความเร็วลม อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์

ในการศึกษานี้อาศัยข้อมูลทุติยภูมิที่ได้ทำการรวบรวมจากหน่วยงานต่างๆ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ข้อมูลลักษณะกายภาพเมือง ได้แก่

1.1) จำนวนชั้นของอาคารในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2545 ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยสำนักผังเมืองกรุงเทพมหานคร

1.2) พื้นที่อาคาร ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2545 ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่

โดยสำนักผังเมืองกรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3) พื้นที่สีเขียวในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2545 ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ได้จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat7-ETM+ วันที่ 8 มกราคม 2545 ดังแสดงในรูปที่ 3.14

## 2) ข้อมูลปัจจัยภูมิอากาศ ได้แก่

2.1) ความเร็วลมรายชั่วโมง ในช่วงปี พ.ศ. 2544-2546 รวบรวมจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบอัตโนมัติในกรุงเทพมหานคร โดยกรมควบคุมมลพิษ

2.2) อุณหภูมิรายชั่วโมง ในช่วงปี พ.ศ. 2544-2546 รวบรวมจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบอัตโนมัติในกรุงเทพมหานคร โดยกรมควบคุมมลพิษ

2.3) ความชื้นสัมพัทธ์รายชั่วโมง ในช่วงปี พ.ศ. 2544-2546 รวบรวมจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบอัตโนมัติในกรุงเทพมหานคร โดยกรมควบคุมมลพิษ

3) ข้อมูลปริมาณมลพิษทางอากาศ ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ ปริมาณก๊าซโอโซน ( $O_3$ ) รายชั่วโมง ในช่วงปี พ.ศ. 2544-2546 ที่รวบรวมจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบอัตโนมัติในกรุงเทพมหานคร โดยกรมควบคุมมลพิษ

### 3.3.2 การจัดเตรียมข้อมูล

การจัดเตรียมข้อมูลในการศึกษานี้จะใช้เครื่องมือในการจัดเตรียมแตกต่างกันออกไปตามลักษณะของข้อมูลต่างๆ ดังนี้

#### 1) ข้อมูลลักษณะกายภาพเมือง

1.1) สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน  
สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดินพิจารณาจากข้อมูลอาคารในกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ จากสำนักผังเมืองกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2545 และนำมาคำนวณค่า Floor Area Ratio (FAR) จากการหาสัดส่วนพื้นที่อาคารรวมทุกชั้นต่อพื้นที่ดินในบริเวณพื้นที่ศึกษาขนาด 1 ตารางกิโลเมตร

1.2) สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน  
สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดินพิจารณาจากข้อมูลอาคารในกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ ปี พ.ศ. 2545 จากสำนักผังเมืองกรุงเทพมหานคร และนำมาคำนวณค่า Building Coverage Ratio (BCR) จากการหาอัตราส่วนร้อยละของพื้นที่อาคารปกคลุมดินต่อพื้นที่ดินในบริเวณพื้นที่ศึกษาขนาด 1 ตารางกิโลเมตร

#### 1.3) สัดส่วนพื้นที่สีเขียว

สัดส่วนพื้นที่สีเขียวพิจารณาจากข้อมูลที่ได้จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียมปี พ.ศ. 2545 และนำมาคำนวณสัดส่วนพื้นที่สีเขียว Green Coverage Ratio (GCR) จากการหาสัดส่วนพื้นที่สีเขียวต่อพื้นที่ศึกษาขนาด 1 ตารางกิโลเมตร (รูปที่ 3.14)



## 2) ข้อมูลปัจจัยภูมิอากาศ

ข้อมูลปัจจัยภูมิอากาศ ได้แก่ ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิ ที่รวบรวมจากกรมควบคุมมลพิษ เป็นข้อมูลรายชั่วโมง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544-2546 ซึ่งอยู่ในรูปแบบ text file ได้ทำการเปลี่ยนรูปแบบของข้อมูล โดยการจัดเรียงข้อมูลเป็นรายชั่วโมง และแยกเป็นรายสถานีและนำมาหาค่าเฉลี่ย ทำให้ทราบถึงรูปแบบการกระจายของข้อมูล เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับลักษณะกายภาพเมือง และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับปริมาณมลพิษอากาศ

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ แบ่งขั้นตอนการวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 3 ส่วน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการศึกษา ดังนี้

ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ของลักษณะกายภาพเมืองกับปัจจัยภูมิอากาศ โดยนำข้อมูลลักษณะกายภาพเมือง ซึ่งประกอบด้วย สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน และสัดส่วนพื้นที่สีเขียว มาวิเคราะห์ร่วมกับค่าความเร็วลม อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ โดยอาศัยการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการสร้างสมการเส้นถดถอยระหว่างตัวแปร ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ (Multiple Regression Analysis) โดยวิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมากที่สุดเข้าสมการทีละตัว (Stepwise Elimination) เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปร และนำเสนอในรูปแบบจำลอง ซึ่งประกอบด้วยแบบจำลองความเร็วลม แบบจำลองความชื้นสัมพัทธ์ และแบบจำลองอุณหภูมิ ดังนี้

$WS = a + b_1(FAR) + b_2(BCR) + b_3(GCR)$  ----- แบบจำลองพยากรณ์ความเร็วลม

$RH = a + b_1(FAR) + b_2(BCR) + b_3(GCR)$  ----- แบบจำลองพยากรณ์ความชื้นสัมพัทธ์

$T = a + b_1(FAR) + b_2(BCR) + b_3(GCR)$  ----- แบบจำลองพยากรณ์อุณหภูมิ

ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ของปัจจัยภูมิอากาศกับการสะสมมลพิษทางอากาศ โดยนำข้อมูลปัจจัยภูมิอากาศ ซึ่งประกอบด้วยความเร็วลม อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ วิเคราะห์ร่วมกับปริมาณมลพิษทางอากาศ (ก๊าซโอโซน) โดยอาศัยการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการสร้างสมการเส้นถดถอยระหว่างตัวแปร ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ (Multiple Regression Analysis) โดยวิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมากที่สุดเข้าสมการทีละตัว (Stepwise Elimination) เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปร และนำเสนอในรูปแบบจำลอง ดังนี้

$O_3 = a + b_1(WS) + b_2(RH) + b_3(T)$  ----- แบบจำลองพยากรณ์ปริมาณก๊าซโอโซน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 3 การอธิบายความสัมพันธ์ของลักษณะกายภาพเมืองที่มีผลต่อการสะสมมลพิษทางอากาศ โดยพิจารณาจากผลของการวิเคราะห์ในส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2

### 3.5 การสรุปผลและนำเสนอ

ในการสรุปผลและนำเสนอผลการศึกษานี้ นำเสนอด้วยแบบจำลอง และเสนอแนะข้อมูลเชิงพรรณนา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากกรอบแนวความคิดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะกายภาพเมืองกับการสะสมมลพิษทางอากาศ ในการศึกษาอิทธิพลของลักษณะกายภาพเมืองที่มีผลต่อการสะสมมลพิษทางอากาศ กรณีศึกษากรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลประกอบด้วย ข้อมูลลักษณะกายภาพเมือง ข้อมูลปัจจัยภูมิอากาศ และข้อมูลปริมาณมลพิษทางอากาศ ซึ่งรวบรวมจากแหล่งข้อมูลที่ต่างกัน โดยข้อมูลลักษณะกายภาพเมือง รวบรวมจากสำนักผังเมืองกรุงเทพมหานคร โดยกำหนดพื้นที่ศึกษาเป็นวงกลมรัศมีโดยรอบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบอัตโนมัติ ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ขนาดพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตร และข้อมูลปัจจัยภูมิอากาศ และปริมาณก๊าซไอโซน รวบรวมจากกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ตรวจวัดจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบอัตโนมัติ จำนวน 11 สถานี ในกรุงเทพมหานคร และเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการศึกษา ผู้วิจัยจึงได้แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะกายภาพเมืองกับปัจจัยภูมิอากาศ
2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยภูมิอากาศกับปริมาณมลพิษทางอากาศ
3. อธิบายความสัมพันธ์ของลักษณะกายภาพเมืองกับการสะสมมลพิษทางอากาศ

ในการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนที่ 1 ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะทางกายภาพเมืองกับปัจจัยภูมิอากาศ ข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วย ลักษณะทางกายภาพเมือง ได้แก่ สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน และสัดส่วนพื้นที่สีเขียว บริเวณพื้นที่ศึกษาทั้ง 11 พื้นที่ ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และข้อมูลปัจจัยภูมิอากาศจำนวน 792 ข้อมูล ที่ได้จากการคำนวณค่าเฉลี่ยเป็นรายชั่วโมง ในช่วงปี พ.ศ. 2544-2546 ของแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ส่วนที่ 2 ซึ่งเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยภูมิอากาศกับปริมาณมลพิษทางอากาศ ข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงของปัจจัยภูมิอากาศ ซึ่งได้แก่ ความเร็วลม อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณสารมลพิษทางอากาศ (ก๊าซไอโซน) ในช่วงปีพ.ศ. 2544-2546 ของทุกสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโดยไม่ได้แยกเป็นรายสถานี เพื่อให้ได้แบบจำลองที่เป็นตัวแทนของทุกพื้นที่ ทำให้ได้ข้อมูลทั้งหมด 72 ข้อมูล

โดยในการศึกษานี้อาศัยการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการสร้างสมการเส้นถดถอยระหว่างตัวแปร ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ (Multiple Regression Analysis) โดยวิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมากที่สุดเข้าสมการทีละตัว (Stepwise Elimination) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติของการทดสอบ  $F < 0.05$  เพื่ออธิบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ของตัวแปรลักษณะกายภาพเมือง ปังจัญญูมิอากาศ และปริมาณมลพิษอากาศ และนำเสนอในรูปแบบจำลอง

ตารางที่ 4.1 ลักษณะกายภาพเมืองจากพื้นที่ศึกษาขนาด 1 ตารางกิโลเมตร 11 พื้นที่ ปี พ.ศ. 2545

สถานที่	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน (FAR)	สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน (BCR)	สัดส่วนพื้นที่สีเขียว (GCR)
1	ราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	1.013	0.443	4.596
2	ไพรัชมิตรราษฎร์บูรณะ	0.606	0.324	7.319
3	กรมปังจัญญูมิอากาศบางนา	0.435	0.211	25.787
4	ราชภัฏจันทรเกษม	0.656	0.205	12.126
5	เคหะชุมชนคลองจั่น	0.628	0.262	10.468
6	สนามกีฬาเคหะชุมชนห้วยขวาง	1.626	0.439	0.000
7	โรงเรียนนนทรีวิทยา	0.749	0.326	4.717
8	โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์	0.538	0.242	11.187
9	สถานีไฟฟ้าข่อยชนบุรี	0.939	0.428	6.068
10	สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย	0.802	0.317	6.490
11	เคหะชุมชนดินแดง	1.162	0.336	3.574

ที่มา: คำนวณโดยผู้วิจัย โดยใช้ข้อมูลฐานจากข้อมูลเชิงพื้นที่ของสำนักผังเมืองกรุงเทพมหานคร ปีพ.ศ. 2545

#### 4.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะกายภาพเมืองกับปังจัญญูมิอากาศ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะกายภาพเมืองกับปังจัญญูมิอากาศ เป็นการนำข้อมูลลักษณะกายภาพเมืองประกอบด้วย 3 ปังจัญญู ได้แก่ 1) สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน (FAR) 2) สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน (BCR) และ 3) สัดส่วนพื้นที่สีเขียว (GCR) ดังแสดงในตารางที่ 4.1 มาวิเคราะห์ร่วมกับปังจัญญูมิอากาศ ซึ่งประกอบด้วย 3 ปังจัญญู ได้แก่ 1) ความเร็วลม (Wind speed) 2) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) และ 3) อุณหภูมิ (Temperature) ซึ่งผลของการวิเคราะห์ข้อมูลจะอธิบายผลด้วยแบบจำลองความสัมพันธ์ของตัวแปรปังจัญญูมิอากาศทั้ง 3 ตัวแปร ได้แก่

##### 4.1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะกายภาพเมืองกับความเร็วลม

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะกายภาพเมืองกับความเร็วลม โดยการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ (Multiple Regression Analysis) ด้วยวิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมากที่สุดเข้าสมการทีละตัว (Stepwise Elimination) สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์การถดถอยเพื่อพยากรณ์ความเร็วลม จากปัจจัยลักษณะทางกายภาพเมือง

ตัวแปร	b	SE.B	t (sig)
ค่าคงที่	-0.017	0.116	-0.148 (0.882)
สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน (BCR)	3.573	0.282	12.654 (0.000)
สัดส่วนพื้นที่สีเขียว (GCR)	0.041	0.004	11.234 (0.000)

$R^2 = 0.174$  , Adjust  $R^2 = 0.172$ ,  $SE_{est} = 0.431$ ,  $F = 83.279$  , sig  $F = 0.000$  , Durbin-Watson = 0.101

จากตารางที่ 4.2 จะเห็นว่าสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน และสัดส่วนพื้นที่สีเขียว สัมพันธ์กับความเร็วลม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยที่ตัวแปรดังกล่าวสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงความเร็วลม ได้ร้อยละ 17.2 (Adjust  $R^2 = 0.172$ ) ส่วนร้อยละ 82.8 ของการเปลี่ยนแปลงความเร็วลมเป็นผลจากปัจจัยอื่น และมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์เท่ากับ 0.431

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวพยากรณ์ พบว่าสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน และสัดส่วนพื้นที่สีเขียวมีอิทธิพลต่อความเร็วลมเชิงบวก โดยที่สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดินมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 3.573 และสัดส่วนพื้นที่สีเขียวมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 0.041

แบบจำลองพยากรณ์ความเร็วลม สามารถแสดงได้ดังนี้

$$\text{Wind Speed} = -0.017 + 3.573(\text{BCR}) + 0.041(\text{GCR}) \text{ ----- แบบจำลองที่ 4.1}$$

ซึ่งแบบจำลองที่ได้จากการวิเคราะห์นี้จะเชื่อถือได้หรือไม่ต้องตรวจสอบเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยของเชิงเส้น ดังนี้

- 1) ค่าความคลาดเคลื่อนต้องมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0
- 2) ค่าความคลาดเคลื่อนต้องมีการแจกแจงแบบปกติ
- 3) ค่าความคลาดเคลื่อนที่ ต้องมีความแปรปรวนคงที่
- 4) ค่าความคลาดเคลื่อนต้องเป็นอิสระกัน

จากแบบจำลองที่ 4.1 ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการพยากรณ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความคลาดเคลื่อนมีการกระจายตัวใกล้เคียงเส้นตรง ซึ่งมีความใกล้เคียงกับการแจกแจงปกติ และความแปรปรวนของตัวคลาดเคลื่อนที่ได้จากสมการประมาณค่ามีค่าคงที่ (แสดงในภาคผนวก ข) สำหรับการทดสอบความเป็นอิสระของแบบจำลองการถดถอยนี้ โดยใช้ค่า Durbin-Watson มีค่า 0.101 ซึ่งไม่ใกล้เคียง 2 แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระต่อกัน ทำให้ค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณได้ไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงต้องแก้ปัญหาโดยการปรับค่าความคลาดเคลื่อน โดยการปรับค่า Durbin-Watson (ตัวอย่างและวิธีการปรับค่าแสดงในภาคผนวก ค) และหลังจากการปรับแล้วค่า Durbin-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Watson อยู่ที่ 2.105 ซึ่งมีค่าใกล้ 2 ดังแสดงในตารางที่ 4.3 แสดงว่าแบบจำลองการถดถอยนี้ไม่มีปัญหาความไม่เป็นอิสระของความคลาดเคลื่อนแล้ว จึงสรุปได้ว่าแบบจำลองที่ได้ หลังจากการปรับค่าความคลาดเคลื่อนแล้ว มีความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ความเร็วลม โดยสามารถเขียนในรูปแบบจำลองที่ 4.2

ตารางที่ 4.3 การปรับค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ความเร็วลม โดยการปรับค่า Durbin-Watson

ตัวแปร	b	SE.B	t (sig)
ค่าคงที่	0.584	0.161	3.622 (0.000)
สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน (FAR)	-0.964	0.116	-8.339 (0.000)
สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน (BCR)	4.785	0.504	9.496 (0.000)
สัดส่วนพื้นที่สีเขียว (GCR)	0.021	0.005	4.251 (0.000)

$R^2 = 0.944$ , Adjust  $R^2 = 0.943$ ,  $SE_{est} = 0.113$ ,  $F = 2631.370$ , sig  $F = 0.000$ , Durbin-Watson = 2.105

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นว่า สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน และสัดส่วนพื้นที่สีเขียว สัมพันธ์กับความเร็วลม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยที่ตัวแปรดังกล่าวสามารถพยากรณ์ความเร็วลมได้ร้อยละ 94.3 (Adjust  $R^2 = 0.943$ ) ส่วนร้อยละ 5.7 ของการเปลี่ยนแปลงความเร็วลมเป็นผลจากปัจจัยอื่น และมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ เท่ากับ 0.113

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวพยากรณ์ พบว่าสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความเร็วลม ส่วนสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน และสัดส่วนพื้นที่สีเขียวมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความเร็วลม โดยที่สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 0.964 สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดินมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 4.785 และสัดส่วนพื้นที่สีเขียวมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 0.021

แบบจำลองพยากรณ์ความเร็วลม หลังการปรับค่าความคลาดเคลื่อน สามารถแสดงได้ดังนี้

$$\text{Wind Speed} = 0.584 - 0.964(\text{FAR}) + 4.785(\text{BCR}) + 0.021(\text{GCR}) \text{ ---- แบบจำลองที่ 4.2}$$

#### 4.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะกายภาพเมืองกับความชื้นสัมพัทธ์

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะกายภาพเมืองกับความชื้นสัมพัทธ์ โดยการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ (Multiple Regression Analysis) ด้วยวิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมากที่สุดเข้าสมการทีละตัว (Stepwise Elimination) สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การวิเคราะห์การถดถอยเพื่อพยากรณ์ความชื้นสัมพัทธ์ จากปัจจัยลักษณะทางกายภาพเมือง

ตัวแปร	b	SE.B	t (sig)
ค่าคงที่	84.244	3.117	27.029 (0.000)
สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน (BCR)	-30.839	7.558	-4.080 (0.000)
สัดส่วนพื้นที่สีเขียว (GCR)	0.194	0.097	1.997 (0.046)

$R^2 = 0.089$ , Adjust  $R^2 = 0.087$ ,  $SE_{\text{est}} = 11.547$ ,  $F = 38.591$ , sig  $F = 0.000$ , Durbin-Watson = 0.083

จากตารางที่ 4.4 จะเห็นว่าสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน และสัดส่วนพื้นที่สีเขียว สัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยที่ตัวแปรดังกล่าวสามารถพยากรณ์ความชื้นสัมพัทธ์ ได้ร้อยละ 8.7 (Adjust  $R^2 = 0.087$ ) ส่วนร้อยละ 91.3 ของการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์เป็นผลจากปัจจัยอื่น และมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ เท่ากับ 11.547

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวพยากรณ์ พบว่า สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดินมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความชื้นสัมพัทธ์ ส่วนสัดส่วนพื้นที่สีเขียวมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความชื้นสัมพัทธ์ โดยที่สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดินมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 30.839 และสัดส่วนพื้นที่สีเขียวมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 0.194

แบบจำลองพยากรณ์ความชื้นสัมพัทธ์ สามารถแสดง ได้ดังนี้

$$\text{Relative Humidity} = 84.244 - 30.839(\text{BCR}) + 0.194(\text{GCR}) \text{ ----- แบบจำลองที่ 4.3}$$

จากแบบจำลองที่ 4.3 ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการพยากรณ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความคลาดเคลื่อนมีการกระจายตัวใกล้เคียงเส้นตรง ซึ่งมีความใกล้เคียงกับการแจกแจงปกติ และความแปรปรวนของตัวคลาดเคลื่อนที่ได้จากสมการประมาณค่ามีค่าคงที่ (แสดงในภาคผนวก ข) สำหรับการทดสอบความเป็นอิสระของแบบจำลองการถดถอยนี้โดยใช้ค่า Durbin-Watson มีค่า 0.083 ซึ่งไม่ใกล้เคียง 2 แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระต่อกัน ทำให้ค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณได้ไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้น จึงต้องแก้ปัญหาโดยการปรับค่าความคลาดเคลื่อนโดยการปรับค่า Durbin-Watson (ตัวอย่างและวิธีการปรับค่าแสดงในภาคผนวก ค) ซึ่งหลังจากการปรับแล้วค่า Durbin-Watson อยู่ที่ 2.334 ซึ่งมีค่าใกล้ 2 ดังแสดงในตารางที่ 4.5 แสดงว่าแบบจำลองการถดถอยนี้ไม่มีปัญหาความไม่เป็นอิสระของความคลาดเคลื่อนแล้ว จึงสรุปได้ว่าแบบจำลองที่ได้หลังการปรับค่าความคลาดเคลื่อนแล้วมีความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ความชื้นสัมพัทธ์ โดยสามารถเขียนในรูปแบบจำลองที่ 4.4

#### ตารางที่ 4.5 การปรับค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ความชื้นสัมพัทธ์โดยการปรับค่า

Durbin-Watson			
ตัวแปร	b	SE.B	t (sig)
ค่าคงที่	83.865	2.834	29.589 (0.000)
สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน (FAR)	-15.467	2.022	-7.649 (0.000)

$R^2 = 0.968$ , Adjust  $R^2 = 0.967$ ,  $SE_{est} = 2.182$ ,  $F = 4690.906$ , sig  $F = 0.000$ , Durbin-Watson = 2.334

จากตารางที่ 4.5 จะเห็นว่า สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดินสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยที่ตัวแปรดังกล่าวสามารถพยากรณ์ความชื้นสัมพัทธ์ ได้ร้อยละ 96.7 (Adjust  $R^2 = 0.967$ ) ส่วนร้อยละ 3.3 ของการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ เป็นผลจากปัจจัยอื่น และมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ เท่ากับ 2.182

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวพยากรณ์ พบว่าสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดินมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความชื้นสัมพัทธ์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 15.467

แบบจำลองพยากรณ์ความชื้นสัมพัทธ์หลังการปรับค่าความคลาดเคลื่อน สามารถแสดงได้ ดังนี้

$$\text{Relative Humidity} = 83.865 - 15.467(\text{FAR}) \text{ ----- แบบจำลองที่ 4.4}$$

#### 4.1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะกายภาพเมืองกับอุณหภูมิ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะกายภาพเมืองกับอุณหภูมิ โดยการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ (Multiple Regression Analysis) ด้วยวิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมากที่สุดเข้าสมการทีละตัว (Stepwise Elimination) สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 4.6

#### ตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์การถดถอยเพื่อพยากรณ์อุณหภูมิ จากปัจจัยลักษณะทางกายภาพเมือง

ตัวแปร	b	SE.B	t (sig)
ค่าคงที่	28.539	0.216	131.935 (0.000)
สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน (FAR)	0.854	0.242	3.528 (0.000)

$R^2 = 0.016$ , Adjust  $R^2 = 0.014$ ,  $SE_{est} = 2.211$ ,  $F = 12.447$ , sig  $F = 0.000$ , Durbin-Watson = 0.094

จากตารางที่ 4.6 จะเห็นว่าสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน สัมพันธ์กับอุณหภูมิ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยที่ตัวแปรดังกล่าวสามารถพยากรณ์อุณหภูมิได้ร้อยละ 1.4 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Adjust  $R^2 = 0.014$ ) ส่วนร้อยละ 98.6 ของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเป็นผลจากปัจจัยอื่นและมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์เท่ากับ 2.211

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวพยากรณ์ พบว่าสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดินมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอุณหภูมิ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 0.854

แบบจำลองพยากรณ์อุณหภูมิ สามารถแสดงได้ดังนี้

$$\text{Temperature} = 28.539 + 0.854(\text{FAR}) \text{ ----- แบบจำลองที่ 4.5}$$

จากแบบจำลองที่ 4.5 ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการพยากรณ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความคลาดเคลื่อนมีการกระจายตัวใกล้เคียงเส้นตรง ซึ่งมีความใกล้เคียงกับการแจกแจงปกติ และหลังจากการปรับ heteroskedasticity แล้ว ความแปรปรวนของตัวคลาดเคลื่อนที่ได้จากสมการประมาณค่ามีค่าคงที่ (แสดงในภาคผนวก ข) สำหรับการทดสอบความเป็นอิสระของสมการถดถอยนี้โดยใช้ค่า Durbin-Watson มีค่า 0.094 ซึ่งไม่ใกล้เคียง 2 แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระต่อกัน ทำให้ค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณได้ไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้น จึงต้องแก้ปัญหาโดยการปรับค่าความคลาดเคลื่อน โดยการปรับค่า Durbin-Watson (ตัวอย่างและวิธีการปรับค่าแสดงในภาคผนวก ค) ซึ่งหลังจากการปรับแล้วค่า Durbin-Watson อยู่ที่ 2.375 ซึ่งมีค่าใกล้ 2 ดังแสดงในตารางที่ 4.7 แสดงว่าแบบจำลองการถดถอยนี้ไม่มีปัญหาความไม่เป็นอิสระของความคลาดเคลื่อนแล้ว จึงสรุปได้ว่าแบบจำลองการถดถอยที่ได้หลังการปรับค่าความคลาดเคลื่อนแล้ว มีความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์อุณหภูมิ โดยสามารถเขียนในรูปแบบจำลองที่ 4.6

ตารางที่ 4.7 การปรับค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์อุณหภูมิ โดยการปรับค่า Durbin-Watson และ heteroskedasticity

ตัวแปร	b	SE.B	t (sig)
ค่าคงที่	28.152	0.730	38.577 (0.000)
สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน (FAR)	1.385	0.658	2.106 (0.036)

$R^2 = 0.969$ , Adjust  $R^2 = 0.968$ ,  $SE_{\text{est}} = 0.396$ ,  $F = 4825.750$ , sig  $F = 0.000$ , Durbin-Watson = 2.375

จากตารางที่ 4.7 จะเห็นว่า สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน สัมพันธ์กับอุณหภูมิอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยที่ตัวแปรดังกล่าวสามารถพยากรณ์อุณหภูมิ ได้ร้อยละ 96.8 (Adjust  $R^2 = 0.968$ ) ส่วนร้อยละ 3.2 ของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเป็นผลจากปัจจัยอื่น และมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์เท่ากับ 0.396

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวพยากรณ์ พบว่าสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมด ต่อพื้นที่ดินมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอุณหภูมิ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 1.385 แบบจำลองพยากรณ์อุณหภูมิหลังการปรับค่าความคลาดเคลื่อน สามารถแสดงได้ดังนี้

$$\text{Temperature} = 28.152 + 1.385(\text{FAR}) \text{ ----- แบบจำลองที่ 4.6}$$

#### 4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยภูมิอากาศกับปริมาณมลพิษอากาศ

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยภูมิอากาศกับปริมาณมลพิษอากาศ เป็นการนำ ข้อมูลปัจจัยภูมิอากาศ ซึ่งประกอบด้วย 3 ปัจจัยได้แก่ 1) ความเร็วลม 2) ความชื้นสัมพัทธ์ และ 3) อุณหภูมิ มาวิเคราะห์ร่วมกับปริมาณก๊าซโอโซน ซึ่งเก็บรวบรวมโดยกรมควบคุมมลพิษ ผลของการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยภูมิอากาศกับปริมาณก๊าซโอโซน ( $O_3$ ) โดยการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ (Multiple Regression Analysis) ด้วยวิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมากที่สุดเข้าสมการทีละตัว (Stepwise Elimination) สามารถแสดงรายละเอียดได้ ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 การวิเคราะห์การถดถอยเพื่อพยากรณ์ปริมาณก๊าซโอโซน จากปัจจัยภูมิอากาศ

ตัวแปร	b	SE.B	t (sig)
ค่าคงที่	82.151	2.607	31.514 (0.000)
ความชื้นสัมพัทธ์ (RH)	-0.923	0.034	-27.127 (0.000)

$R^2 = 0.913$ , Adjust  $R^2 = 0.912$ ,  $SE_{\text{est}} = 2.835$ ,  $F = 735.868$ , sig  $F = 0.000$ , Durbin-Watson = 0.0168

จากตารางที่ 4.8 จะเห็นว่า ความชื้นสัมพัทธ์สัมพันธ์กับปริมาณก๊าซโอโซน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยที่ตัวแปรดังกล่าวสามารถพยากรณ์ปริมาณก๊าซโอโซนได้ร้อยละ 91.2 (Adjust  $R^2 = 0.92$ ) ส่วนร้อยละ 8.8 ของการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซโอโซนเป็นผลจากปัจจัยอื่น และมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ เท่ากับ 2.835

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวพยากรณ์ พบว่าความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์กับปริมาณก๊าซโอโซนเชิงลบ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 0.923

แบบจำลองพยากรณ์ปริมาณก๊าซโอโซน สามารถแสดงได้ดังนี้

$$O_3 = 82.151 - 0.923(\text{RH}) \text{ ----- แบบจำลองที่ 4.7}$$

จากแบบจำลองที่ 4.7 ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการพยากรณ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความคลาดเคลื่อนมีการกระจายตัวใกล้เคียงศูนย์ ซึ่งมีความใกล้เคียงกับการแจกแจงปกติ และหลังจากการปรับ heteroskedasticity แล้ว ความแปรปรวนของตัวคลาดเคลื่อนที่ได้จากสมการประมาณค่ามีค่าคงที่ (แสดงในภาคผนวก ข) สำหรับการทดสอบความเป็นอิสระของแบบจำลองการถดถอยนี้โดยใช้ค่า Durbin-Watson มีค่า 0.168 ซึ่งไม่ใกล้ 2 แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระต่อกัน ซึ่งจะส่งผลให้ค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณได้ไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้น จึงต้องแก้ปัญหาโดยการปรับค่า Durbin-Watson (ตัวอย่างและวิธีการปรับค่าแสดงในภาคผนวก ค) ซึ่งหลังจากการปรับแล้วค่า Durbin-Watson อยู่ที่ 1.282 ซึ่งไม่เข้าใกล้ 2 ดังแสดงในตารางที่ 4.9 แสดงว่าแบบจำลองนี้อาจมีปัญหาความไม่เป็นอิสระของความคลาดเคลื่อน ในขณะที่หลักเกณฑ์อื่นๆ เป็นไปตามเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น ซึ่งอาจส่งผลให้แบบจำลองมีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ปริมาณก๊าซโอโซนอยู่บ้างหลังจากการปรับค่าความคลาดเคลื่อนแล้ว โดยสามารถเขียนในรูปแบบจำลองที่ 4.8

ตารางที่ 4.9 การปรับค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ปริมาณก๊าซโอโซน โดยการปรับค่า Durbin-Watson และ heteroskedasticity

ตัวแปร	b	SE.B	t (sig)
ค่าคงที่	52.376	26.279	1.993 (0.050)
ความชื้นสัมพัทธ์ (RH)	-0.816	0.136	-5.985 (0.000)
อุณหภูมิ (T)	1.077	0.489	2.203 (0.031)
ความเร็วลม (WS)	-6.999	2.876	-2.329 (0.023)

$R^2 = 0.996$ , Adjust  $R^2 = 0.996$ ,  $SE_{\text{est}} = 0.631$ ,  $F = 3184.333$ , sig  $F = 0.000$ , Durbin-Watson = 1.282

จากตารางที่ 4.9 จะเห็นว่า ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ และความเร็วลม สัมพันธ์กับปริมาณก๊าซโอโซน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยที่ตัวแปรดังกล่าวสามารถพยากรณ์ปริมาณก๊าซโอโซนได้ร้อยละ 99.6 (Adjust  $R^2 = 0.996$ ) ส่วนร้อยละ 0.4 ของการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซโอโซนเป็นผลจากปัจจัยอื่น และมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ เท่ากับ 0.631

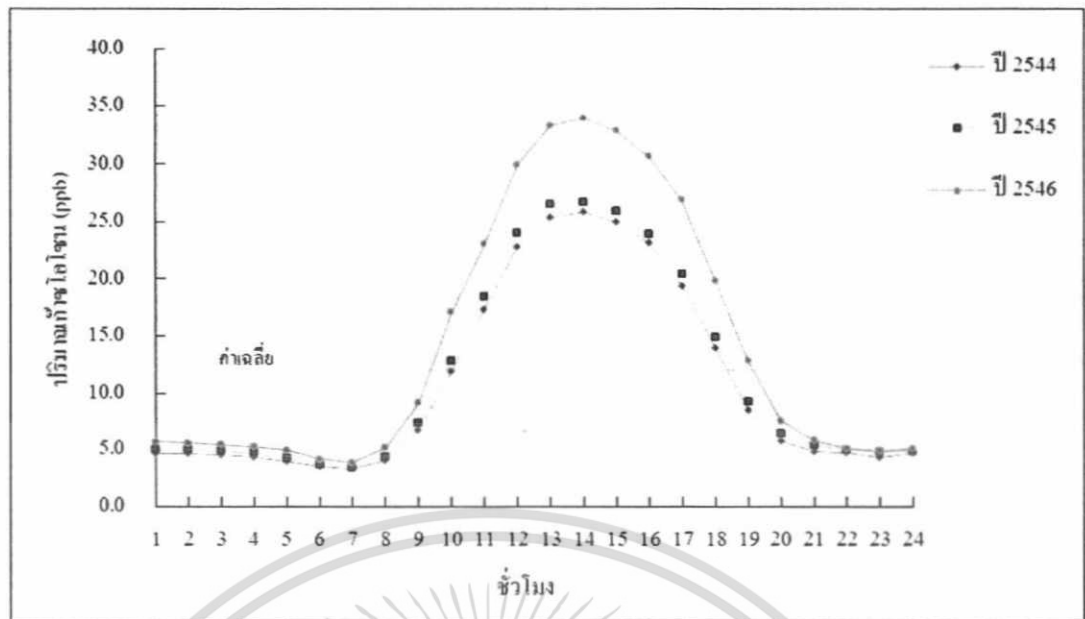
เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวพยากรณ์ พบว่าความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลมมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณก๊าซโอโซน ส่วนอุณหภูมิมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณก๊าซโอโซน โดยที่ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 0.817 อุณหภูมิมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 1.077 และความเร็วลมมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 6.699

แบบจำลองพยากรณ์ปริมาณก๊าซโอโซนหลังการปรับค่าความคลาดเคลื่อน สามารถแสดงได้ดังนี้

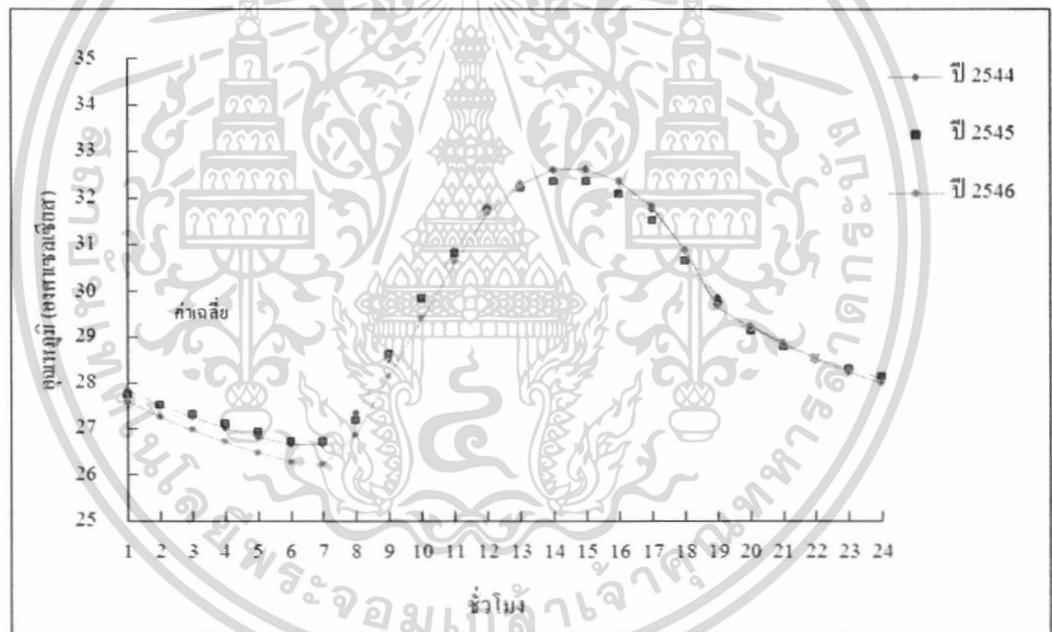
$$O_3 = 52.376 - 0.817(RH) + 1.077(T) - 6.699(WS) \text{ ----- แบบจำลองที่ 4.8}$$

จากรูป 4.1 แสดงปริมาณก๊าซโอโซนเฉลี่ยรายชั่วโมง ปีพ.ศ. 2544-2546 พบว่าการเพิ่มขึ้นของก๊าซโอโซนมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยปริมาณก๊าซโอโซนสูงเกินกว่าค่าเฉลี่ยในช่วงเวลาตั้งแต่ 11.00 น.-17.00 น. โดยมีค่าก๊าซโอโซนสูงสุด ณ เวลา 14.00 น. ทั้งนี้เนื่องจากความร้อนและแสงอาทิตย์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้ปริมาณก๊าซสูงสุดในช่วงเที่ยงถึงบ่าย สังกัดได้จากกราฟรูปที่ 4.2 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงปี พ.ศ. 2544-2546 พบว่าอุณหภูมิต่ำสุดในช่วงเวลากลางวัน (ช่วงเวลาประมาณ 09.00 – 18.00 น.) และกราฟรูปที่ 4.3 แสดงความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมง ปีพ.ศ. 2544-2546 ที่มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่ำสุดที่ช่วงเวลาเดียวกัน เมื่อพิจารณาร่วมกับปริมาณก๊าซโอโซนในช่วงเวลาเดียวกัน พบว่ามีปริมาณเฉลี่ยสูงเช่นเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับสมการพยากรณ์ปริมาณก๊าซโอโซนที่ได้จากการวิเคราะห์ (แบบจำลองที่ 4.8) ที่อธิบายจากแบบจำลองได้ว่า ปริมาณก๊าซโอโซนจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น และความชื้นสัมพัทธ์ลดลง

และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของปริมาณก๊าซโอโซนกับปัจจัยภูมิอากาศเฉลี่ยรายชั่วโมงในแต่ละวัน ในช่วงข้อมูลปี พ.ศ. 2544-2546 ที่ได้จากการตรวจวัดจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศกรมควบคุมมลพิษ พบว่าความเร็วลมมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในช่วงเวลากลางวัน (ช่วงเวลาประมาณ 09.00 – 18.00 น.) และเมื่อพิจารณาร่วมกับปริมาณก๊าซโอโซน พบว่าค่าความเร็วลมเพิ่มขึ้นในขณะที่ปริมาณก๊าซโอโซนเพิ่มขึ้นด้วยเช่นเดียวกัน ซึ่ง ไม่สอดคล้องกับแบบจำลองพยากรณ์ปริมาณก๊าซโอโซนที่ได้จากการวิเคราะห์ (แบบจำลองที่ 4.8) ที่อธิบายจากแบบจำลองได้ว่า ปริมาณก๊าซโอโซนจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วลมลดลง ทั้งนี้เนื่องมาจากลมจะมีความเร็วที่ต่างกัน ในบริเวณกลุ่มอาคารต่างกัน โดยที่ในบริเวณที่มีกลุ่มอาคารสูงจะเป็นตัวที่รีดอากาศให้มีความเร็วเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นค่าเฉลี่ยที่ได้จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ เป็นความเร็วลมที่ได้ ณ ตำแหน่งที่ตั้งเครื่องมือตรวจวัดบริเวณนั้น ซึ่งทำให้ข้อมูลที่ได้อาจไม่ใช่ค่าความเร็วลมทั้งหมดของพื้นที่ศึกษา ซึ่งกราฟแสดงปริมาณก๊าซโอโซนเฉลี่ย ความเร็วลม และ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.4 ตามลำดับ

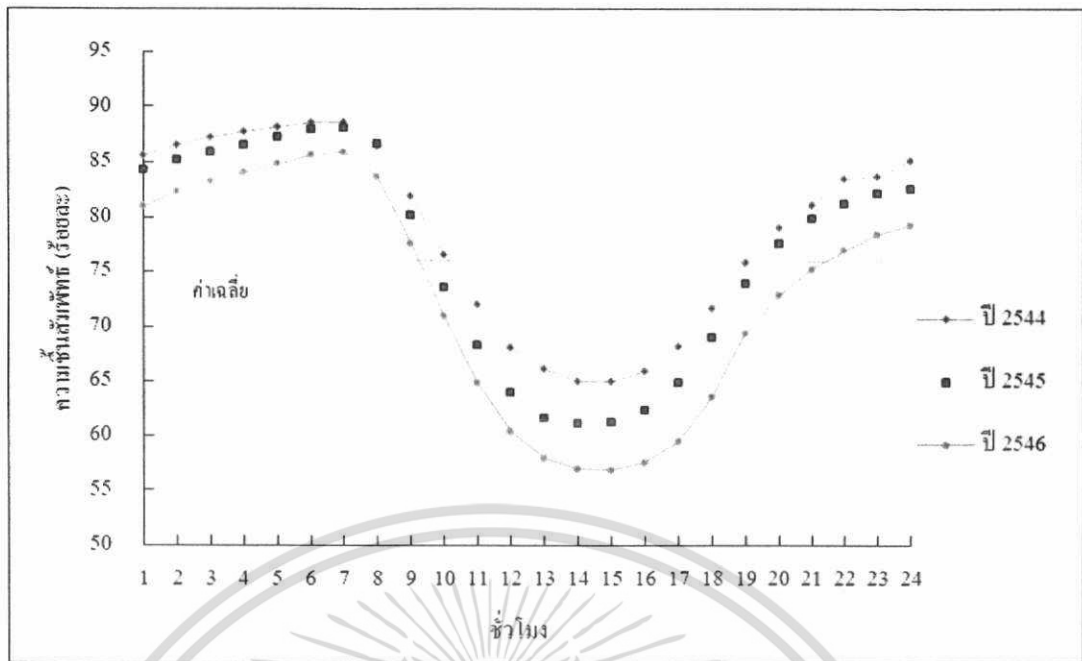


รูปที่ 4.1 ปริมาณก๊าซไอโอดีนเฉลี่ยรายชั่วโมงปี พ.ศ. 2544-2546

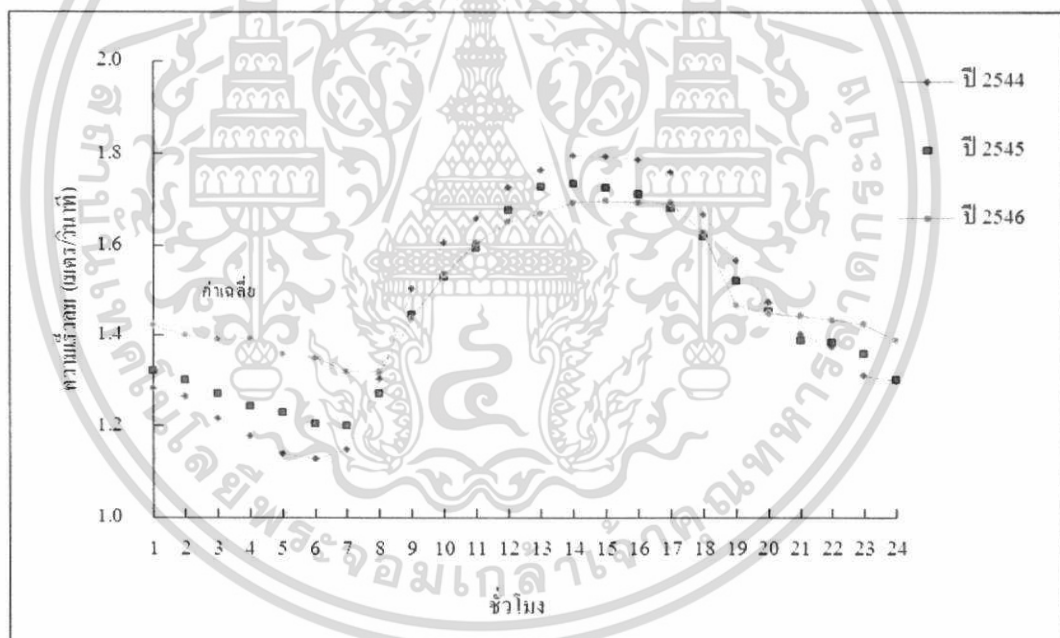


รูปที่ 4.2 อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงปี พ.ศ. 2544-2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงปี พ.ศ. 2544-2546



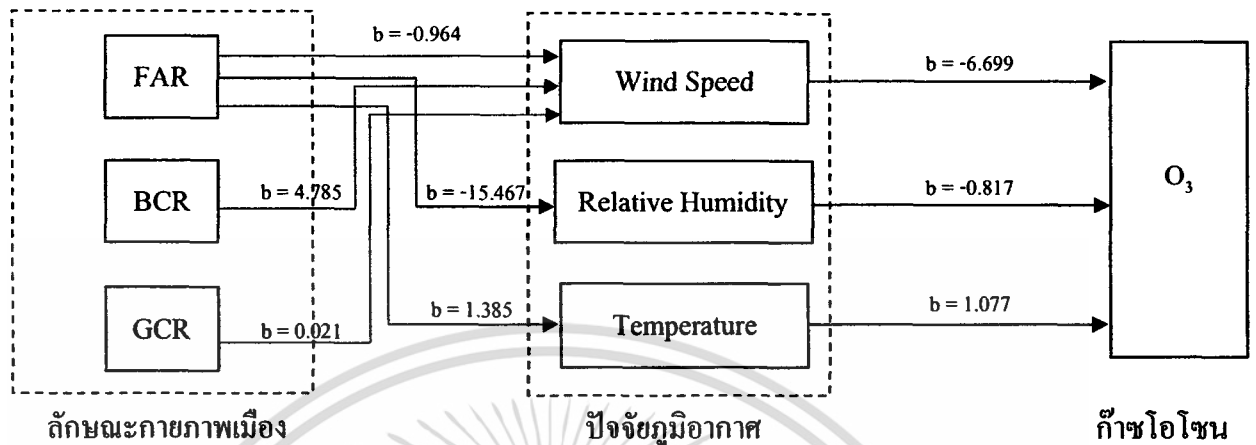
รูปที่ 4.4 ความเร็วลมเฉลี่ยรายชั่วโมงในช่วงปี พ.ศ. 2544-2546

#### 4.3 การอธิบายความสัมพันธ์ของลักษณะกายภาพเมืองกับการสะสมมลพิษอากาศ

ผลจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะกายภาพเมืองกับปัจจัยภูมิอากาศ ในส่วนที่ 1 และความสัมพันธ์ของปัจจัยภูมิอากาศกับปริมาณก๊าซโอโซน ในส่วนที่ 2 พบว่าลักษณะกายภาพเมืองมีความสัมพันธ์กับปัจจัยภูมิอากาศ และปัจจัยภูมิอากาศมีความสัมพันธ์กับปริมาณก๊าซโอโซน ดังนั้นอธิบายได้ว่าลักษณะกายภาพเมืองมีความสัมพันธ์กับปริมาณก๊าซโอโซน โดยมีปัจจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภูมิอากาศเป็นตัวแปรกลาง ที่ทำให้เกิดการสะสมก๊าซโอโซน อันเนื่องมาจากลักษณะกายภาพเมือง ที่มีความแตกต่างกันดังแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรในรูปที่ 4.5



—▶ แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปร

รูปที่ 4.5 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของลักษณะกายภาพเมือง ปัจจัยภูมิอากาศและปริมาณก๊าซโอโซน

จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ทดสอบการวิเคราะห์แบบจำลอง เพื่อเป็นตัวอย่างในการลดการสะสมตัวของก๊าซโอโซน จากแบบจำลองที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะกายภาพเมืองกับปัจจัยภูมิอากาศ (ส่วนที่ 1) และแบบจำลองที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยภูมิอากาศกับปริมาณก๊าซโอโซน (ส่วนที่ 2) โดยเลือกพื้นที่ตัวอย่างจำนวน 3 พื้นที่ เนื่องจากมีความแตกต่างของลักษณะกายภาพชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษาบริเวณอื่น (แสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.10) สำหรับเป็นตัวอย่างทดสอบแบบจำลองในการกำหนดลักษณะกายภาพเมืองเพื่อลดการสะสมตัวของก๊าซโอโซน ได้แก่

- 1) บริเวณรอบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยาบางนา
- 2) บริเวณรอบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ เคหะชุมชนห้วยขวาง
- 3) บริเวณรอบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสถานีไฟฟ้าอโยธยาธนบุรี

ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ตัวอย่างที่นำมาทดสอบแบบจำลองมีรายละเอียดดังนี้คือ

บริเวณ โดยรอบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเคหะชุมชนห้วยขวาง มีการใช้ที่ดินปัจจุบันเป็นที่อยู่อาศัย และพาณิชยกรรมเป็นส่วนใหญ่ และมีปริมาณก๊าซโอโซนเฉลี่ยสูงสุดใน 1 ชั่วโมงประมาณ 36.745 ppb (ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศปี พ.ศ. 2544-2546) ซึ่งมีสัดส่วนพื้นที่สีเขียวในพื้นที่น้อยมาก (ร้อยละ 0.001) และมีสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดินไม่สูงมาก คือประมาณ 0.439 มีความสูงของอาคารตั้งแต่ 1-22 ชั้น ส่วนสัดส่วนสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน คือ 1.626

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนพื้นที่บริเวณโคขروبสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสถานีไฟฟ้าอ้อยชนบุรี มีลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินใกล้เคียงกับพื้นที่บริเวณโคขروبสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเคหะชุมชนห้วยขวาง แต่มีสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน และสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดินน้อยกว่า (0.939 และ 0.428 ตามลำดับ) และมีสัดส่วนพื้นที่สีเขียวในพื้นที่มากกว่าคือร้อยละ 6.068 ของพื้นที่ ปริมาณก๊าซโอโซนเฉลี่ยสูงสุดสูงสุดใน 1 ชั่วโมง ในพื้นที่บริเวณโคขروبสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสถานีไฟฟ้าอ้อยชนบุรีมีค่าต่ำกว่าบริเวณสถานีเคหะชุมชนห้วยขวาง คือประมาณ 29.981 ppb (ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศปี พ.ศ. 2544-2546)

และพื้นที่บริเวณสุดท้ายคือ บริเวณสถานีกรมอุตุนิยมหาวิทยาลัยบางนา มีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีความใกล้เคียงกับบริเวณสถานีเคหะชุมชนห้วยขวาง และสถานีไฟฟ้าอ้อยชนบุรี คือพื้นที่ส่วนใหญ่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย และพาณิชยกรรม แต่มีสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดินและสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดินค่อนข้างต่ำ (0.435 และ 0.211 ตามลำดับ) และมีสัดส่วนพื้นที่สีเขียวค่อนข้างมากคือประมาณร้อยละ 25.787 ของพื้นที่ ปริมาณก๊าซโอโซนเฉลี่ยสูงสุดสูงสุดใน 1 ชั่วโมงในพื้นที่ มีค่าต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ 3 พื้นที่ คือประมาณ 26.496 ppb (ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศปี พ.ศ. 2544-2546)

การวัดความคลาดเคลื่อนค่าที่พยากรณ์ ได้โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆ หรือจำนวนข้อมูลต่างๆ จะพิจารณาจากความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อย ย่อมแสดงถึงผลลัพธ์ที่แม่นยำ จำนวน 3 สถานีดังกล่าว ดังนั้นผู้วิจัย ได้ทดสอบความแม่นยำของผลการคำนวณปริมาณก๊าซโอโซนที่ได้จากแบบจำลอง (แบบจำลองที่ 4.8) ด้วยการเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง โดยใช้วิธีร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error, MAPE) ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$MAPE = \frac{\sum |ค่าจริง - ค่าพยากรณ์| \times 100 / ค่าจริง}{n}$$

เมื่อ ค่าจริง = ปริมาณก๊าซโอโซนเฉลี่ยที่ได้จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ

ค่าพยากรณ์ = ปริมาณก๊าซโอโซนที่ได้จากแบบจำลอง

n = จำนวนข้อมูล

(หมายเหตุ: ค่า MAPE ยิ่งน้อย หมายถึงการพยากรณ์ยิ่งแม่นยำ)

ซึ่งจากผลการแทนค่าปริมาณก๊าซโอโซนเฉลี่ยที่ได้จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ และปริมาณก๊าซโอโซนที่ได้จากแบบจำลอง ของพื้นที่ตัวอย่างทั้ง 3 พื้นที่ ดังแสดงในตารางที่ 4.10 ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่าปริมาณก๊าซโอโซนที่ได้จากแบบจำลองมีความเบี่ยงเบนจากค่าจริงร้อยละ 10.404

ตารางที่ 4.10 ค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณก๊าซโอโซนที่ได้จากแบบจำลอง บริเวณพื้นที่ตัวอย่าง

สถานี	ปริมาณ O <sub>3</sub> เฉลี่ย จากสถานีตรวจวัด คุณภาพอากาศ	ปริมาณ O <sub>3</sub> ที่ได้จาก แบบจำลอง	ร้อยละความ คลาดเคลื่อนสัมบูรณ์
กรมอุตุฯบางนา	12.840	8.829	-
เคหะชุมชนห้วยขวาง	12.121	29.666	-
สถานีไฟฟ้าธนบุรี	11.854	15.023	-
รวม	36.815	53.519	31.212

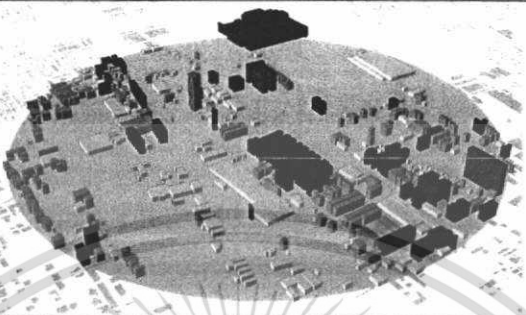

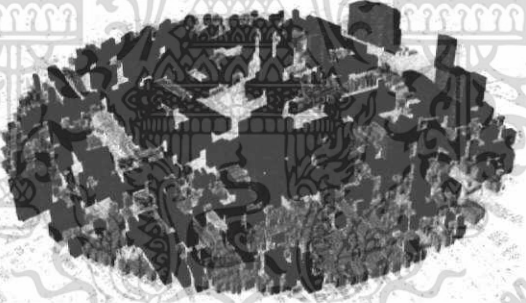
Mean Absolute Percent Error (MAPE) =  $31.212/3 = 10.404\%$

จากลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ตัวอย่างทั้ง 3 พื้นที่ที่มีลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินไม่แตกต่างกันมากนัก โดยพื้นที่บริเวณกรมอุตุฯนิคมวิทยาบางนา มีการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เพื่อการพาณิชย์กรรม ที่อยู่อาศัย และนันทนาการ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่บริเวณเคหะชุมชนห้วยขวาง มีการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เพื่อการอยู่อาศัย พาณิชยกรรม และสถาบันราชการ ตามลำดับ และพื้นที่บริเวณสถานีไฟฟ้าธนบุรีมีการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เพื่อการอยู่อาศัย พาณิชยกรรม และสถาบันราชการ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างทางด้าน FAR BCR และ GCR ส่งผลให้ค่าก๊าซโอโซนมีความแตกต่างกันด้วย และเนื่องจากก๊าซโอโซนเป็นปัญหามลพิษอากาศ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ โดยก่อให้เกิดการระคายเคืองตาและระบบทางเดินหายใจ โดยเฉพาะในเด็กและคนชรา ดังนั้นการกำหนดลักษณะทางกายภาพเมืองที่เหมาะสม จึงเป็นแนวทางในการลดปัญหาการสะสมมลพิษทางอากาศได้ทางหนึ่ง

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ผลจากแบบจำลองพยากรณ์ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิ (แบบจำลองที่ 4.2 4.4 และ 4.6 ตามลำดับ) และสมการพยากรณ์ปริมาณก๊าซโอโซน (แบบจำลองที่ 4.8) จึงถูกนำมาทดสอบเพื่อหาแนวทางการลดการสะสมมลพิษทางอากาศ ด้วยการปรับลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ และจากสมการที่ได้จากผลการวิเคราะห์ พบว่าสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน (FAR) สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน (BCR) และสัดส่วนพื้นที่สีเขียว (GCR) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซโอโซน โดยมีปัจจัยทางปัจจัยภูมิอากาศเป็นตัวแปรกลางของความสัมพันธ์ โดยเมื่อปรับ FAR ลดลง และ ปรับ BCR และ GCR เพิ่มขึ้น มีผลให้ปริมาณก๊าซโอโซนลดลง แต่เนื่องจากการปรับ BCR เพิ่มขึ้นเพียงวิธีเดียว เป็นวิธีการที่ไม่เหมาะสม ดังนั้นในการทดสอบแบบจำลองในครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้จำลองสถานการณ์ไว้ 3 สถานการณ์ด้วยกัน คือ 1) กรณีปรับลด FAR 10% 2) กรณีปรับเพิ่ม GCR 10% 3) กรณีปรับลด FAR 10% และ เพิ่ม

GCR 10% และ 4) กรณีปรับลด FAR 10% เพิ่ม BCR 10% และ GCR 10% ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ลักษณะกายภาพเมือง บริเวณพื้นที่ตัวอย่างที่นำไปใช้ในการทดสอบแบบจำลอง

พื้นที่ศึกษา	ลักษณะกายภาพ	FAR	BCR	GCR
กรมอุตุนิยมหาวิทยาลัยบางนา		0.435	0.211	25.787
การไฟฟ้าอ้อยธนบุรี		0.939	0.428	6.068
เคหะชุมชนห้วยขวาง		1.626	0.439	0.001

หมายเหตุ: FAR หมายถึง สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน, BCR หมายถึง สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน, GCR หมายถึง สัดส่วนพื้นที่สีเขียว (ร้อยละ) WS หมายถึง ความเร็วลม (เมตร/วินาที), RH หมายถึง ความชื้นสัมพัทธ์ (ร้อยละ), T หมายถึง อุณหภูมิ (เซลเซียส), O<sub>3</sub> หมายถึง ก๊าซโอโซน (ppb; ส่วนในพันล้านส่วน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 ตัวอย่างการวิเคราะห์แบบจำลองลักษณะกายภาพเมืองกับการเปลี่ยนแปลงปัจจัยภูมิอากาศ และปริมาณก๊าซไอโซน บริเวณพื้นที่ตัวอย่าง

พื้นที่ ตัวอย่าง	สถานการณ์จำลอง	ลักษณะกายภาพเมือง			ปัจจัยภูมิอากาศ						ปริมาณก๊าซไอโซน	
		FAR'	BCR'	GCR'	ค่า			อัตราการเปลี่ยนแปลง			ไอโซน''	อัตราการ เปลี่ยนแปลง
					WS''	RH''	T''	WS	RH	T		
กรมอุตสาหกรรม บางนา (สถานีที่ 3)	ข้อมูลปัจจุบัน	0.43500	0.21100	25.78700	1.71582	77.13686	28.75448	0.00000	0.00000	0.00000	8.82947	0.00000
	1) FAR ลดลง 10%	0.39150	0.21100	25.78700	1.75776	77.80967	28.69423	2.44396	0.87223	-0.20952	7.93398	-10.14208
	2) GCR เพิ่มขึ้น 10%	0.43500	0.21100	28.36570	1.76997	77.13686	28.75448	3.15608	0.00000	0.00000	8.46670	-4.10862
	3) FAR ลดลง 10% และ GCR เพิ่มขึ้น 10%	0.39150	0.21100	28.36570	1.81191	77.80967	28.69423	5.60004	0.87223	-0.20952	7.57121	-14.25070
	4) FAR ลดลง 10% และ BCR และ GCR เพิ่มขึ้น 10%	0.39150	0.23210	28.36570	1.91287	77.80967	28.69423	11.48430	0.87223	-0.20952	6.89485	-21.91089
เกาะชุมชน ห้วยขวาง (สถานีที่ 6)	ข้อมูลปัจจุบัน	1.62600	0.43900	0.00100	1.11717	58.71566	30.40401	0.00000	0.00000	0.00000	29.66649	0.00000
	1) FAR ลดลง 10%	1.46340	0.43900	0.00100	1.27392	61.23059	30.17881	14.03064	4.28324	-0.74070	26.31920	-11.28306
	2) GCR เพิ่มขึ้น 10%	1.62600	0.43900	0.00110	1.11717	58.71566	30.40401	0.00019	0.00000	0.00000	29.66648	-0.00005
	3) FAR ลดลง 10% และ GCR เพิ่มขึ้น 10%	1.46340	0.43900	0.00110	1.27392	61.23059	30.17881	14.03083	4.28324	-0.74070	26.31919	-11.28310
	4) FAR ลดลง 10% และ BCR และ GCR เพิ่มขึ้น 10%	1.46340	0.48290	0.00110	1.48398	61.23059	30.17881	32.83380	4.28324	-0.74070	24.91199	-16.02651
สถานีไฟฟ้า ช่อขจรบุรี (สถานีที่ 9)	ข้อมูลปัจจุบัน	0.93900	0.42800	6.06800	1.85421	69.34149	29.45252	0.00000	0.00000	0.00000	15.02300	0.00000
	1) FAR ลดลง 10%	0.84510	0.42800	6.06800	1.94473	70.79384	29.32246	4.88184	2.09449	-0.44156	13.08997	-12.86712
	2) GCR เพิ่มขึ้น 10%	0.93900	0.42800	6.67480	1.86695	69.34149	29.45252	0.68724	0.00000	0.00000	14.93763	-0.56822
	3) FAR ลดลง 10% และ GCR เพิ่มขึ้น 10%	0.84510	0.42800	6.67480	1.95747	70.79384	29.32246	5.56907	2.09449	-0.44156	13.00461	-13.43534
	4) FAR ลดลง 10% และ BCR และ GCR เพิ่มขึ้น 10%	0.84510	0.47080	6.67480	2.16227	70.79384	29.32246	16.61409	2.09449	-0.44156	11.63266	-22.56762

หมายเหตุ: \* ค่าข้อมูลที่ได้จากสำนักผังเมืองกรุงเทพมหานครปีพ.ศ. 2545 \*\* ค่าข้อมูลที่ได้จากการแทนค่าในแบบจำลองที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 4.3.1 การทดสอบแบบจำลองบริเวณรอบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศกรมอุตุนิยมวิทยาบางนา

จากการแทนค่าลักษณะกายภาพเมืองในแบบจำลองลักษณะกายภาพเมืองกับการเปลี่ยนแปลงปัจจัยภูมิอากาศ และปริมาณก๊าซโอโซน บริเวณรอบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศกรมอุตุนิยมวิทยาบางนา (สถานีที่ 3) จากผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 4.11 สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อลักษณะกายภาพเมืองเปลี่ยนแปลง มีผลให้ปัจจัยภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซโอโซน ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

##### สถานการณ์ที่ 1

ถ้าลดสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน (FAR) 10% แต่สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน (BCR) และสัดส่วนพื้นที่สีเขียว (GCR) คงที่ เมื่อแทนค่าในแบบจำลองปัจจัยภูมิอากาศทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคือ ความเร็วลมเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.444 ความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.872 และอุณหภูมิลดลงร้อยละ 0.210 และเมื่อแทนค่าในแบบจำลองการสะสมก๊าซโอโซนพบว่า ปริมาณก๊าซโอโซน ( $O_3$ ) ลดลงร้อยละ 10.124

##### สถานการณ์ที่ 2

ถ้าเพิ่มสัดส่วนพื้นที่สีเขียว (GCR) 10% แต่สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน (FAR) และสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน (BCR) คงที่ เมื่อแทนค่าในแบบจำลองปัจจัยภูมิอากาศทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคือ ความเร็วลมเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.156 ส่วนอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์คงที่ และเมื่อแทนค่าในแบบจำลองการสะสมก๊าซโอโซนพบว่า ปริมาณก๊าซโอโซน ( $O_3$ ) ลดลงร้อยละ 4.109

##### สถานการณ์ที่ 3

ถ้าลดสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน (FAR) 10% และเพิ่มสัดส่วนพื้นที่สีเขียว (GCR) 10% แต่สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน (BCR) คงที่ เมื่อแทนค่าในแบบจำลองปัจจัยภูมิอากาศทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคือ ความเร็วลมเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.600 ความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.872 และอุณหภูมิลดลงร้อยละ 0.210 และเมื่อแทนค่าในแบบจำลองการสะสมก๊าซโอโซนพบว่า ปริมาณก๊าซโอโซน ( $O_3$ ) ลดลงร้อยละ 14.251

##### สถานการณ์ที่ 4

ถ้าลดสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน (FAR) 10% และเพิ่มสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน (BCR) และสัดส่วนพื้นที่สีเขียว (GCR) 10% เมื่อแทนค่าในแบบจำลองปัจจัยภูมิอากาศทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคือ ความเร็วลมเพิ่มขึ้นร้อยละ 11.484 ความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.872 และอุณหภูมิลดลงร้อยละ 0.210 และเมื่อแทนค่าในแบบจำลองการสะสมก๊าซโอโซนพบว่า ปริมาณก๊าซโอโซน ( $O_3$ ) ลดลงร้อยละ 21.911

จากสถานการณ์ทั้ง 4 หากพิจารณาค่าสารมลพิษอากาศที่ลดลงมากที่สุด พบว่า สถานการณ์ที่ 4 สามารถลดการสะสมก๊าซโอโซนได้ดีที่สุด โดยการปรับลด FAR 10% และเพิ่ม BCR GCR 10% ซึ่งทำให้ค่าก๊าซโอโซนในพื้นที่รอบบริเวณกรมอุตุนิยมวิทยาบางนาลดลงประมาณร้อยละ 21.911 รองลงมาคือสถานการณ์ที่ 3 และ สถานการณ์ที่ 1 ซึ่งสามารถลดการสะสมก๊าซโอโซนได้ประมาณร้อยละ 14.251 และ 10.124 ตามลำดับ ดังนั้น สถานการณ์ที่ 4 จึงเป็นแนวทางที่เหมาะสมสำหรับการลดการสะสมก๊าซโอโซน เนื่องจาก FAR และ BCR ในพื้นที่ยังคงค่อนข้างต่ำ ซึ่งในกรณีการขออนุญาตปลูกสร้างอาคารใหม่ อาจกำหนด FAR ไม่ให้สูงมากนัก แต่อาจเพิ่ม BCR ในพื้นที่ได้ ซึ่งทำให้พื้นที่ขยายตัวไปในแนวราบ และหากมีการขออนุญาตเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินควรกำหนดสัดส่วนพื้นที่สีเขียวอย่างน้อยร้อยละ 10 ของพื้นที่

#### 4.3.2 การทดสอบแบบจำลองบริเวณรอบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเคหะชุมชนห้วยขวาง

จากการแทนค่าลักษณะกายภาพเมืองในแบบจำลองลักษณะกายภาพเมืองกับการเปลี่ยนแปลงปัจจัยภูมิอากาศ และปริมาณก๊าซโอโซน บริเวณรอบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสนามกีฬาเคหะชุมชนห้วยขวาง (สถานีที่ 6) จากผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 4.11 สามารถอธิบายได้ว่าเมื่อลักษณะกายภาพเมืองเปลี่ยนแปลง มีผลให้ปัจจัยภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซโอโซน ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

##### สถานการณ์ที่ 1

ถ้าลดสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน (FAR) 10% แต่สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน (BCR) และสัดส่วนพื้นที่สีเขียว (GCR) คงที่ เมื่อแทนค่าในแบบจำลองปัจจัยภูมิอากาศ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคือ ความเร็วลมเพิ่มขึ้นร้อยละ 14.03064 ความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 4.28324 และอุณหภูมิลดลงร้อยละ 0.74070 และเมื่อแทนค่าในแบบจำลองการสะสมก๊าซโอโซน พบว่า ปริมาณก๊าซโอโซน ( $O_3$ ) ลดลงร้อยละ 11.28306

##### สถานการณ์ที่ 2

ถ้าเพิ่มสัดส่วนพื้นที่สีเขียว (GCR) 10% แต่สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน (FAR) และสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน (BCR) คงที่ เมื่อแทนค่าในแบบจำลองปัจจัยภูมิอากาศ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคือ ความเร็วลมเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.00019 และเมื่อแทนค่าในแบบจำลองการสะสมก๊าซโอโซนพบว่า ปริมาณก๊าซโอโซน ( $O_3$ ) ลดลงร้อยละ 0.00005

##### สถานการณ์ที่ 3

ถ้าลดสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน (FAR) 10% และเพิ่มสัดส่วนพื้นที่สีเขียว (GCR) 10% แต่สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน (BCR) คงที่ เมื่อแทนค่าในแบบจำลองปัจจัยภูมิอากาศทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคือ ความเร็วลมเพิ่มขึ้นร้อยละ 14.03083 ความชื้นสัมพัทธ์

เพิ่มขึ้นร้อยละ 4.28324 และอุณหภูมิลดลงร้อยละ 0.74070 และเมื่อแทนค่าในแบบจำลองการสะสมก๊าซโอโซนพบว่า ปริมาณก๊าซโอโซน ( $O_3$ ) ลดลงร้อยละ 11.28310

#### สถานการณ์ที่ 4

ถ้าลดสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน (FAR) 10% และเพิ่มสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน (BCR) และสัดส่วนพื้นที่สีเขียว (GCR) 10% เมื่อแทนค่าในแบบจำลองปัจจัยภูมิอากาศทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคือ ความเร็วลมเพิ่มขึ้นร้อยละ 32.83380 ความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 4.28324 และอุณหภูมิลดลงร้อยละ 0.74070 และเมื่อแทนค่าในแบบจำลองการสะสมก๊าซโอโซนพบว่า ปริมาณก๊าซโอโซน ( $O_3$ ) ลดลงร้อยละ 16.02651

จากสถานการณ์ทั้ง 4 หากพิจารณาค่าสารมลพิษอากาศที่ลดลงมากที่สุด พบว่า สถานการณ์ที่ 4 สามารถลดการสะสมก๊าซโอโซนได้ดีที่สุด โดยการปรับลด FAR 10% และเพิ่ม BCR GCR 10% ซึ่งทำให้ค่าก๊าซโอโซนในพื้นที่รอบบริเวณเคหะชุมชนห้วยขวางลดลงประมาณร้อยละ 16.027 รองลงมาคือสถานการณ์ที่ 3 และ สถานการณ์ที่ 1 สามารถลดการสะสมก๊าซโอโซนได้ประมาณร้อยละ 11.28310 และ ร้อยละ 11.28306 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน และเนื่องจาก FAR ในพื้นที่ยังไม่สูงมากนัก แต่ BCR สูงอยู่แล้ว การปรับเพิ่ม BCR อาจเป็นวิธีการที่ไม่เหมาะสม ดังนั้นสถานการณ์ที่ 3 จึงเป็นแนวทางที่เหมาะสมสำหรับการลดการสะสมก๊าซโอโซนในพื้นที่บริเวณเคหะชุมชนห้วยขวาง ซึ่งสามารถใช้กฎหมายควบคุมอาคารสูง ในกรณีการขออนุญาตปลูกสร้างอาคารใหม่ และหากมีการขออนุญาตเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และควรกำหนดสัดส่วนพื้นที่สีเขียวร้อยละ 10 ของพื้นที่

#### 4.3.3 การทดสอบแบบจำลองบริเวณรอบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสถานีไฟฟ้าย่อยธนบุรี

จากการแทนค่าลักษณะกายภาพเมืองในแบบจำลองลักษณะกายภาพเมืองกับการเปลี่ยนแปลงปัจจัยภูมิอากาศและปริมาณก๊าซโอโซน บริเวณรอบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสถานีไฟฟ้าย่อยธนบุรี (สถานีที่ 9) จากผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 4.11 สามารถอธิบายได้ว่าเมื่อลักษณะกายภาพเมืองเปลี่ยนแปลง มีผลให้ปัจจัยภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซโอโซน ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

#### สถานการณ์ที่ 1

ถ้าลดสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน (FAR) 10% แต่สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน (BCR) และสัดส่วนพื้นที่สีเขียว (GCR) คงที่ เมื่อแทนค่าในแบบจำลองปัจจัยภูมิอากาศทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคือ ความเร็วลมเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.882 ความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.094 และอุณหภูมิลดลงร้อยละ 0.442 และเมื่อแทนค่าในแบบจำลองการสะสมก๊าซโอโซนพบว่า ปริมาณก๊าซโอโซน ( $O_3$ ) ลดลงร้อยละ 12.867

## สถานการณ์ที่ 2

ถ้าเพิ่มสัดส่วนพื้นที่สีเขียว (GCR) 10% แต่สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน (FAR) และสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน (BCR) คงที่ เมื่อแทนค่าในแบบจำลองปัจจัยภูมิอากาศทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคือ ค่าความเร็วลมเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.687 ส่วนอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์คงที่ และเมื่อแทนค่าในแบบจำลองการสะสมก๊าซโอโซนพบว่า ปริมาณก๊าซโอโซน ( $O_3$ ) ลดลงร้อยละ 0.568

## สถานการณ์ที่ 3

ถ้าลดสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน (FAR) 10% และเพิ่มสัดส่วนพื้นที่สีเขียว (GCR) 10% แต่สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน (BCR) คงที่ เมื่อแทนค่าในแบบจำลองปัจจัยภูมิอากาศทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคือ ความเร็วลมเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.569 ความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.094 และอุณหภูมิลดลงร้อยละ 0.442 และเมื่อแทนค่าในแบบจำลองการสะสมก๊าซโอโซนพบว่า ปริมาณก๊าซโอโซน ( $O_3$ ) ลดลงร้อยละ 13.435

## สถานการณ์ที่ 4

ถ้าลดสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน (FAR) 10% และเพิ่มสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน (BCR) และสัดส่วนพื้นที่สีเขียว (GCR) 10% เมื่อแทนค่าในแบบจำลองปัจจัยภูมิอากาศทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคือ ความเร็วลมเพิ่มขึ้นร้อยละ 16.614 ความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.094 และอุณหภูมิลดลงร้อยละ 0.442 และเมื่อแทนค่าในแบบจำลองการสะสมก๊าซโอโซนพบว่า ปริมาณก๊าซโอโซน ( $O_3$ ) ลดลงร้อยละ 22.568

จากสถานการณ์ทั้ง 4 หากพิจารณาค่าสารมลพิษอากาศที่ลดลงมากที่สุด พบว่า สถานการณ์ที่ 4 สามารถลดการสะสมก๊าซโอโซนได้ดีที่สุด โดยการปรับลด FAR 10% และเพิ่ม BCR GCR 10% ซึ่งทำให้ค่าก๊าซโอโซนลดลงประมาณร้อยละ 22.568 รองลงมาคือสถานการณ์ที่ 3 และ สถานการณ์ที่ 1 ซึ่งสามารถลดการสะสมก๊าซโอโซนได้ประมาณร้อยละ 13.435 และร้อยละ 12.867 ตามลำดับ ดังนั้น สถานการณ์ที่ 4 เป็นแนวทางที่เหมาะสมสำหรับการลดการสะสมก๊าซโอโซน เนื่องจาก FAR และ BCR ในพื้นที่ที่ยังค่อนข้างต่ำ ซึ่งในกรณีการขออนุญาตปลูกสร้างอาคารใหม่ อาจกำหนด FAR ไม่ให้สูงมากนัก แต่อาจเพิ่ม BCR ในพื้นที่ได้ ซึ่งทำให้พื้นที่ขยายตัวไปในแนวราบ และหากมีการขออนุญาตเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินควรกำหนดสัดส่วนพื้นที่สีเขียวอย่างน้อยร้อยละ 10 ของพื้นที่

ผลจากการทดสอบแบบจำลอง พบว่าพื้นที่บริเวณเกาะชุมชนห้วยขวางที่มีสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดินสูงสุด คือ 1.626 และมีสัดส่วนพื้นที่สีเขียวน้อยที่สุด คือร้อยละ 0.001 มีปริมาณก๊าซโอโซนที่ได้จากแบบจำลองมีค่าสูงสุดคือ 29.667 (ppb) รองลงมาคือพื้นที่บริเวณสถานีไฟฟ้าอโยธยาบุรี มีสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน คือ 0.939 และมีสัดส่วนพื้นที่สีเขียวร้อยละ 6.068 มีปริมาณก๊าซโอโซนที่ได้จากแบบจำลองรองลงมาคือ 15.023 (ppb) ส่วนพื้นที่บริเวณกรมอุตุฯนิคมวิทยาบางนา เป็นพื้นที่ที่มีสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดินต่ำที่สุด คือ 0.435 แต่มีสัดส่วนพื้นที่สีเขียวมากที่สุด คือร้อยละ 25.787 มีปริมาณก๊าซโอโซนที่ได้จากแบบจำลองน้อยที่สุดคือ 8.829 (ppb)

ดังนั้นสรุปได้ว่าพื้นที่ที่มีสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดินมาก และมีสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดินมาก สัดส่วนพื้นที่สีเขียวน้อย มีผลต่อการสะสมก๊าซโอโซน โดยมีผลทำให้ปริมาณมลพิษสะสมตัวมากกว่าในพื้นที่ที่มีสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน และมีสัดส่วนพื้นที่สีเขียวมากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาความสัมพันธ์ของรูปแบบมลพิษทางอากาศกับพื้นที่เมือง และความร้อน โดย (Qihao Weng และ Shihong Yang, 2005) ซึ่งพบว่าเมื่อสิ่งก่อสร้างมีความหนาแน่นขึ้น และพื้นผิวดินมีความร้อนสูงขึ้น ความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศบริเวณนั้นจะสูงขึ้นด้วย

## สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของลักษณะกายภาพเมืองที่มีผลต่อการสะสมมลพิษอากาศ กรณีศึกษา กรุงเทพมหานคร มีจุดมุ่งหมายเพื่อเสนอแนะแนวทางในการลดการสะสมมลพิษอากาศ โดยการกำหนดลักษณะกายภาพเมืองที่เหมาะสม ด้วยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะกายภาพเมืองกับปริมาณสารมลพิษอากาศ เพื่ออธิบายถึงความสัมพันธ์ของลักษณะกายภาพเมืองอัน ได้แก่ สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน และสัดส่วนพื้นที่สีเขียว ที่มีต่อการสะสมมลพิษอากาศ โดยผ่านตัวแปรลักษณะอากาศ ซึ่งในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้อาศัยข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากหน่วยงานต่างๆ ได้แก่ ข้อมูลปริมาณสารมลพิษอากาศ ข้อมูลลักษณะอากาศ จากกรมควบคุมมลพิษ และข้อมูลลักษณะกายภาพเมือง ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ จากสำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร โดยในงานวิจัยนี้ใช้วิธีการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ (Multiple Regression Analysis) ด้วยวิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมากที่สุดเข้าสมการทีละตัว (Stepwise Elimination) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติของการทดสอบ  $F < 0.05$  ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 5.1 ความสัมพันธ์ของลักษณะกายภาพเมืองกับปัจจัยลักษณะอากาศ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะกายภาพเมืองกับปัจจัยลักษณะอากาศพบว่า ลักษณะกายภาพเมือง ได้แก่ สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน และสัดส่วนพื้นที่สีเขียว มีความสัมพันธ์กับปัจจัยลักษณะอากาศ ได้แก่ ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิ ดังนี้

- 1) สัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดินมีความสัมพันธ์กับความเร็วมเชิงลบ และมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิเชิงบวก กล่าวคือ เมื่อสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดินเพิ่มขึ้น ความเร็วลมจะลดลง ส่วนอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้น
- 2) สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดินมีความสัมพันธ์กับความเร็วมเชิงบวก กล่าวคือเมื่อสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดินเพิ่มขึ้น ความเร็วลมจะเพิ่มขึ้น
- 3) สัดส่วนพื้นที่สีเขียวมีความสัมพันธ์กับความเร็วมเชิงบวก กล่าวคือเมื่อสัดส่วนพื้นที่สีเขียวเพิ่มขึ้น ความเร็วลมจะเพิ่มขึ้น

## 5.2 ความสัมพันธ์ของปัจจัยลักษณะอากาศกับปริมาณมลพิษอากาศ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยลักษณะอากาศกับปริมาณมลพิษอากาศพบว่าปัจจัยลักษณะอากาศ ได้แก่ ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารมลพิษอากาศ ดังนี้

- 1) ความเร็วลมมีความสัมพันธ์กับปริมาณมลพิษอากาศเชิงลบ กล่าวคือ เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้น ปริมาณมลพิษอากาศจะลดลง
- 2) ความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์กับปริมาณมลพิษอากาศเชิงลบ กล่าวคือ เมื่อความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น ปริมาณมลพิษอากาศจะลดลง
- 3) อุณหภูมิมีความสัมพันธ์กับปริมาณมลพิษอากาศเชิงบวก กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ปริมาณมลพิษอากาศจะเพิ่มขึ้น

## 5.3 อิทธิพลของลักษณะกายภาพเมืองกับการสะสมมลพิษอากาศ

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะกายภาพเมืองกับปัจจัยลักษณะอากาศ และความสัมพันธ์ของปัจจัยลักษณะอากาศกับปริมาณสารมลพิษอากาศ สามารถสรุปได้ว่าลักษณะกายภาพเมืองมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารมลพิษอากาศ โดยมีปัจจัยลักษณะอากาศเป็นตัวกลางที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของลักษณะกายภาพเมืองกับปริมาณสารมลพิษอากาศ เนื่องจากโดยปกติแล้วความเข้มข้นของสารมลพิษในอากาศจะถูกกำหนดโดยปัจจัย 2 ประการคือ 1) ปริมาณสารมลพิษที่ถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิด และ 2) สภาวะทางลักษณะอากาศ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการแพร่กระจาย และเจือจางสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิด โดยที่ลักษณะกายภาพเมืองที่มีความแตกต่างกันจะส่งผลให้ปัจจัยลักษณะอากาศในบริเวณนั้นๆ เกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น ในบริเวณที่มีสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดินค่อนข้างมาก อุณหภูมิในบริเวณนั้นจะสูงกว่าในบริเวณที่มีสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดินน้อยกว่า หรือในบริเวณที่มีสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดินมาก ความชื้นสัมพัทธ์ในบริเวณนั้นจะสูงกว่าในบริเวณที่มีสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดินน้อยกว่า เป็นต้น

ผลการวิเคราะห์พบว่าถ้าลักษณะกายภาพเมืองที่เปลี่ยนแปลง จะทำให้ลักษณะอากาศเปลี่ยนแปลง และส่งผลให้ปริมาณสารมลพิษเกิดการเปลี่ยนแปลง จากการทดสอบแบบจำลองจะเห็นได้ว่าการปรับลดสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดินลง 10% เพิ่มสัดส่วนพื้นที่สิ่งปกคลุมดินขึ้น 10% และเพิ่มสัดส่วนพื้นที่สีเขียวขึ้น 10% เป็นวิธีการที่สามารถลดการสะสมก๊าซโอโซนได้มากที่สุดจากการทดสอบแบบจำลอง ซึ่งผลจากการทดสอบกับพื้นที่ตัวอย่างทั้ง 3 พื้นที่พบว่าปริมาณการสะสมก๊าซโอโซนบริเวณกรมอุตุฯนิคมวิทยาบางนา บริเวณพื้นที่ชุมชนเคหะห้วยขวาง

และบริเวณพื้นที่สถานีไฟฟ้าย่อยธนบุรี ลดลงร้อยละ 21.91 16.03 และ 22.57 ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลจากลักษณะกายภาพเมืองที่แตกต่างกันของทั้ง 3 พื้นที่ ดังนี้

พื้นที่บริเวณเกาะชุมชนห้วยขวาง มีสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน และสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดินสูงสุด คือ 1.626 และ 0.439 และมีสัดส่วนพื้นที่สีเขียวน้อยที่สุด คือร้อยละ 0.000 มีปริมาณก๊าซโอโซนสูงสุดคือ 29.667 (ppb) รองลงมาคือพื้นที่บริเวณพื้นที่สถานีไฟฟ้าย่อยธนบุรี มีสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน และสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดินคือ 0.939 และ 0.428 และมีสัดส่วนพื้นที่สีเขียวร้อยละ 6.608 มีปริมาณก๊าซโอโซน 15.023 (ppb) ส่วนพื้นที่บริเวณกรมอุตุนิยมวิทยาบางนา เป็นพื้นที่ที่มีสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน และมีสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดินต่ำที่สุด คือ 0.435 และ 0.211 แต่มีสัดส่วนพื้นที่สีเขียวมากที่สุด คือร้อยละ 25.787 มีปริมาณก๊าซโอโซนน้อยที่สุดคือ 8.829 (ppb)

ผลจากการศึกษาพบว่าสอดคล้องกับการศึกษาความสัมพันธ์ของรูปแบบมลพิษทางอากาศกับพื้นที่เมือง และความร้อน โดย Qihao Weng และ Shihong Yang (2005) ซึ่งพบว่าเมื่อสิ่งก่อสร้างมีความหนาแน่นขึ้น และพื้นผิวดินมีความร้อนสูงขึ้น ความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศบริเวณนั้นจะสูงขึ้นด้วย อีกทั้งยังสอดคล้องกับการศึกษาของ C. Borrego และคณะ (2005) ซึ่งพบว่าเมืองแบบกระจาย (Disperse City) เป็นลักษณะเมืองที่มีสารมลพิษอากาศน้อยที่สุด และวีรยา แพ่งแสง (2547) ที่พบว่าพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภาวะมลพิษ จะเป็นพื้นที่ในย่านที่เป็นแหล่งชุมชนที่หนาแน่น และเป็นแหล่งศูนย์กลางทางธุรกิจ และมีสภาพการจราจรที่แออัด

อย่างไรก็ตามผลจากงานวิจัยนี้พบว่า การเพิ่มสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน (BCR) มากขึ้นจะทำให้ปริมาณก๊าซโอโซนลดลง ซึ่งตามหลักความเป็นจริง การเพิ่มสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน เป็นการเพิ่มการขยายตัวของเมืองไปในแนวราบ และหากขาดมาตรการในควบคุมการขยายตัวของเมืองลักษณะดังกล่าว อาจเกิดการขยายตัวของเมืองอย่างไร้ทิศทาง (Urban Sprawl) ซึ่งก่อให้เกิดการเดินทางที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้เป็นการเพิ่มแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศมากยิ่งขึ้น ดังนั้นในการนำผลจากการศึกษาที่ได้ไปประยุกต์ใช้ ควรคำนึงถึงหลักเกณฑ์การพัฒนาที่เหมาะสมกับพื้นที่นั้นๆ ด้วย

#### 5.4 ข้อเสนอแนะจากผลการศึกษา

การจัดสภาพแวดล้อมของเมืองควรคำนึงถึงลักษณะกายภาพเมืองต่างๆ เช่น ความหนาแน่นอาคาร สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน และสัดส่วนพื้นที่สีเขียว เป็นต้น เพื่อเป็นการเพิ่มความสามารถในการกระจายตัวของปริมาณสารมลพิษทางอากาศ เนื่องจากลักษณะกายภาพเมืองที่มีสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน และสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดินมาก แต่มีสัดส่วนพื้นที่สีเขียวน้อย จะส่งผลทำให้ความสามารถของปัจจัยลักษณะอากาศ ในการแพร่กระจายและเจือจาง

สารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดลดน้อยลง ซึ่งมีผลให้สารมลพิษทางอากาศในบริเวณนั้นมีความเข้มข้นสูง เนื่องมาจากการสะสมตัวของสารมลพิษทางอากาศดังกล่าว

จากการทดสอบแบบจำลองทำให้พบว่า การกำหนดสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน และสัดส่วนพื้นที่สีเขียว เป็นวิธีการที่จะสามารถลดปริมาณการสะสมมลพิษอากาศได้วิธีหนึ่ง โดยผลจากการทดสอบแบบจำลองพบว่า การปรับลดสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดินลง และเพิ่มสัดส่วนพื้นที่สีเขียวให้มากขึ้น จะสามารถเปลี่ยนแปลงลักษณะอากาศในบริเวณพื้นที่นั้น ให้เอื้อต่อการลดปริมาณการสะสมมลพิษอากาศได้มากที่สุด แต่เนื่องจากในพื้นที่ที่เป็นเมืองขนาดใหญ่ เช่น กรุงเทพมหานคร วิธีการดังกล่าวอาจมีข้อจำกัดอยู่มาก เนื่องจากไม่สามารถเปลี่ยนแปลงสัดส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่ดิน หรือสัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดินที่มีอยู่เดิมให้ลดลงได้ ดังนั้นวิธีการที่เป็นไปได้และเหมาะสมที่สุดสำหรับเมืองที่มีการพัฒนาอยู่แล้ว คือวิธีการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมืองให้มากขึ้น อย่างน้อย 10% ในพื้นที่ว่างของเมือง เช่น บริเวณทางเดินเท้า บริเวณช่องว่างระหว่างอาคาร เป็นต้น แต่วิธีการลดปริมาณสารมลพิษอากาศโดยการกำหนดลักษณะกายภาพเมืองดังกล่าวสามารถกำหนดเป็นแนวทางสำหรับพื้นที่ที่มีแนวโน้มในการพัฒนาที่สูงขึ้นในอนาคต ตัวอย่างเช่น ในเขตพื้นที่ปริมณฑล หรือในจังหวัดใหญ่ๆ เช่น จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดอุบลราชธานี เป็นต้น ควรมีการวางแผนเพื่อกำหนดนโยบายด้านลักษณะกายภาพของเมืองให้เหมาะสม เนื่องจากเมื่อเกิดการพัฒนา สภาพทางกายภาพที่เป็นอยู่จะเปลี่ยนแปลงไป เพื่อตอบสนองกิจกรรมที่จะเพิ่มขึ้น ทำให้การใช้ที่ดินมีความเข้มข้นสูงขึ้น หากไม่มีการควบคุมหรือกำหนดนโยบายเพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันปัญหาดังกล่าว อาจส่งผลให้เกิดปัญหาคุณภาพทางอากาศในพื้นที่นั้นได้ ซึ่งผลจากการวิจัยนี้สามารถเป็นแนวทางในการกำหนดมาตรการด้านผังเมืองดังนี้

ข้อกำหนดในด้านผังเมืองที่มีอยู่ในปัจจุบัน มีการกำหนด FAR (Floor Area Ratio) และ BCR (Building Coverage Ratio) โดยพิจารณาให้เหมาะสมกับประเภทการใช้ที่ดิน ซึ่งข้อกำหนดดังกล่าวควรคำนึงถึงสัดส่วนของพื้นที่ธรรมชาติ เช่น พื้นที่ต้นไม้ หรือพื้นที่ว่างที่เพียงพอ ที่จะส่งเสริมให้คุณภาพอากาศ และคุณภาพชีวิตของประชาชนดียิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตาม จากการทบทวนรายงานการศึกษาของ Eliasson (2000) พบว่านักผังเมืองให้ความสำคัญกับสภาวะคุณภาพอากาศไม่เป็นระบบมากนัก เนื่องจากผลกระทบจากคุณภาพอากาศมีการเปลี่ยนแปลงแบบค่อยเป็นค่อยไป มิได้เปลี่ยนแปลงแบบฉับพลัน จึงทำให้นักผังเมืองให้น้ำหนักความสำคัญต่อปัจจัยด้านคุณภาพอากาศค่อนข้างน้อยในกระบวนการผังเมือง สาเหตุเนื่องจาก

- 1) เทคนิคการใช้ข้อมูลและการเข้าถึงข้อมูลยาก และขาดเครื่องมือในการบันทึกและวิเคราะห์ที่เพียงพอ
- 2) หลักการและความรู้พื้นฐานปัจจุบันด้านการผังเมืองและคุณภาพอากาศยังมีน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3) ขาดการเชื่อมโยงระหว่างองค์กรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่เพียงพอ
- 4) การกีดกันจากภายนอกที่ทำให้ระดับการวางผังเมืองต้องลดความเข้มข้นลง ดังนั้นผลงานวิจัยชิ้นนี้จึงเป็นการส่งเสริมและรักษาคุณภาพที่ดีของอากาศในเมือง โดยพิจารณาในด้านการวางผังเมือง ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการวางผังเมืองในอนาคต

## 5.5 ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะของงานวิจัย

### 5.5.1 ข้อจำกัดของงานวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยนี้มีข้อจำกัดในด้านข้อมูล ซึ่งนำไปสู่การวิจัย ดังนี้

1) ข้อมูลปริมาณสารมลพิษ และปัจจัยลักษณะอากาศ ซึ่งได้จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบอัตโนมัติ ในกรุงเทพมหานคร โดยกรมควบคุมมลพิษ ในช่วงเวลาที่ต้องการซึ่งมีเพียง 11 สถานี ทำให้พื้นที่ศึกษามีจำนวนเพียง 11 พื้นที่ นอกจากนั้นพื้นที่ศึกษาทั้ง 11 พื้นที่ดังกล่าวมีความแตกต่างด้านลักษณะกายภาพไม่มากนัก ทำให้ผลการวิเคราะห์ไม่เป็นตัวแทนของพื้นที่ได้ดีเท่าที่ควร

2) ข้อมูลลักษณะกายภาพเมืองที่นำมาวิเคราะห์เป็นข้อมูลลักษณะกายภาพเมืองในกรุงเทพมหานคร ซึ่งอาจมีความใกล้เคียงกันของรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทำให้การวิเคราะห์มีข้อจำกัดในปัจจัยด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน และนอกจากนั้นข้อมูลเป็นข้อมูลเพียงปีเดียว คือในปี พ.ศ. 2545 ซึ่งนำมาวิเคราะห์ร่วมกับปริมาณสารมลพิษ และปัจจัยลักษณะอากาศ ในช่วงปีพ.ศ. 2544-2546 อาจทำให้มีความคลาดเคลื่อนจากการวิเคราะห์ได้

นอกจากนั้นปัจจัยลักษณะกายภาพเมืองที่นำมาวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้เป็นเพียงบางปัจจัยเท่านั้น ซึ่งนอกจากนี้อาจมีปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการสะสมมลพิษทางอากาศเช่นกัน ได้แก่ ปริมาณการจราจร และทิศทางการกว้างของถนน แต่เนื่องจากงานวิจัยนี้มีข้อจำกัดในเรื่องของวิธีการและข้อจำกัดของข้อมูล ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงไม่ได้นำปัจจัยดังกล่าวมาวิเคราะห์ร่วมด้วย ดังนั้นผลการวิเคราะห์จึงเป็นผลจากปัจจัยในส่วนที่ใช้ในการวิจัยนี้เท่านั้น

3) ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้มาจากแหล่งข้อมูลที่ต่างกัน ดังนั้นผลการวิเคราะห์อาจมีความคลาดเคลื่อนได้ อย่างไรก็ตามงานวิจัยได้ทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์ปริมาณก๊าซโอโซนด้วยวิธีร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error, MAPE) ซึ่งพบว่าค่า MAPE อยู่ที่ร้อยละ 10.404

### 5.5.2 ข้อเสนอแนะในงานวิจัยครั้งต่อไป

งานวิจัยนี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของการค้นหาหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อให้ทราบถึงอิทธิพลของลักษณะกายภาพเมืองกับการสะสมมลพิษทางอากาศ เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผน และ

พัฒนาเมือง ซึ่งผลจากงานวิจัยนี้จะเป็นตัวอย่างในการศึกษาเพื่อการวางแผนและการกำหนดนโยบายด้านผังเมือง เนื่องจากการวางผังเมืองในปัจจุบันนี้ควรคำนึงถึงคุณภาพอากาศที่จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพและคุณภาพชีวิตของประชากรในเขตเมือง

ในการศึกษาครั้งต่อไป พื้นที่ศึกษาคควมีความแตกต่างทางด้านลักษณะกายภาพ เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ควรศึกษาพื้นที่ที่จะสามารถนำผลการศึกษาใช้กับพื้นที่นั้นได้จริง เพื่อให้เกิดประโยชน์จากการศึกษามากยิ่งขึ้น และการดำเนินการศึกษาคควคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆ ที่อาจก่อให้เกิดการสะสมมลพิษทางอากาศ เช่น ปริมาณการจราจร และความกว้างของถนน เป็นต้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิษ. 2549. รายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อม 2549. [Online]. Available: <http://www.aqnis.pcd.go.th>.
- กรมควบคุมมลพิษ. 2552. มาตรฐานคุณภาพอากาศและเสียง. [Online]. Available: <http://www.pcd.go.th>.
- กรมโยธาธิการและผังเมือง. 2549. เกณฑ์และมาตรฐานผังเมืองรวม พ.ศ. 2549. สำนักพัฒนา มาตรฐาน กรมโยธาธิการและผังเมือง.
- นภาพร พานิช และคณะ. 2552. ตำราระบบบำบัดมลพิษอากาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม. [Online]. Available: <http://www.aqnis.pcd.go.th>
- รัชชัช คนโท. 2542. “ความเร็วลมและแรงลมที่ใช้ออกแบบสำหรับอากาศในประเทศไทย.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ธิดารัตน์ พงษ์คุณ. 2548. “การพัฒนาแบบจำลองคุณภาพอากาศสำหรับสภาวะลมสงบในเขต กรุงเทพมหานคร.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ธีระพงษ์ แก้วบุญ. 2540. “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ศึกษาการกระจายตัวของฝุ่นละอองในเขตรายภูรีบูรณะ.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเจ้าพระนครเหนือ.
- พิชามน คงยิ่ง. 2545. “การใช้พรรณไม้เพื่อการปรับปรุงคุณภาพอากาศในท้องถนนของเมือง กรณีศึกษา: ถนนสีลม.” วิทยานิพนธ์การวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- รัฐพล อ้นแจ้งและคณะ. 2549. ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการจัดทำแผนที่แสดงระดับความหนาแน่นของมลพิษทางอากาศในกรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัย ศิลปากร.
- วีรยา แผงแสง. 2547. “ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อภาวะมลพิษทางอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร.” วิทยานิพนธ์อักษรศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- แสงสันต์ พานิช. 2544. การจัดการและควบคุมมลพิษอากาศจากอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2551. รายงานสถานการณ์  
คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2550. สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและ  
สิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2551. สถิติประชากรและสังคม.[Online]. Available:

<http://service.nso.go.th/nso/nsopublish/themes/population.html>.

สำนักผังเมืองกรุงเทพมหานคร. 2545. รายงานการศึกษาที่อยู่อาศัยกรุงเทพมหานคร. [Online].

Available:[http://cpd.bangkok.go.th:90/web2/strategy/dcpstat48\\_49.html](http://cpd.bangkok.go.th:90/web2/strategy/dcpstat48_49.html)

ศูนย์ข้อมูลกรุงเทพมหานคร. 2550. ข้อมูลกรุงเทพมหานคร. [Online]. Available:

<http://203.155.220.118/info/passbkk/frame.asp>.

Borrego, C. Martins, H. Tchepel, O. Salmin, L. Monteiro, A. Miranda, A.I. 2005. **How urban structure can effect city sustainability from an air quality perspective.** Portugal. Department of Environment and Planning, University of Averio.

Cozen, M.R.G. 1969. **Alnwick, Northumberland: a study in town plan analysis.** London. Institute of British Geographer.

Eliasson, I. 2000. "The Use of Climate Knowledge in Urban Planning" **Landscape and Urban Planning**, 48 :31-44.

Emmanuel, M.R. 2005. **An urban approach to climate sensitive design: strategies for the tropics.** London: Spon.

Givoni, B. 1998. **Climate considerations in building and urban design.** New York: Van Nostrand Reinhold.

March, W.M. 1991. **Landscape Planning: Environment Applications.** New York: Johnson Willey & son.

Qihao, W. and Shihong, Y. 2005. **Urban Air Pollution Patterns, Land Use and Thermal Landscape: An Examination of the linkage using GIS.** China: South China Normal University.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมง สถานีราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

ปีพ.ศ.	ชั่วโมง	Wind speed	Rel hum	Temp	O3
		at 10 m (m/s)	at 2 m (%RH)	at 2 m	at 3 m (ppb)
44	1	1.251	70.883	27.479	-
44	2	1.200	71.810	27.204	-
44	3	1.157	72.594	26.954	-
44	4	1.096	73.124	26.732	-
44	5	1.075	73.648	26.533	-
44	6	1.059	74.097	26.388	-
44	7	1.109	73.939	26.459	-
44	8	1.446	71.184	27.146	-
44	9	1.710	66.722	28.200	-
44	10	1.865	62.117	29.394	-
44	11	1.982	58.283	30.485	-
44	12	2.053	56.188	31.234	-
44	13	1.991	55.319	31.585	-
44	14	2.064	54.112	31.962	-
44	15	2.107	54.432	31.955	-
44	16	2.088	55.443	31.579	-
44	17	2.075	56.831	31.095	-
44	18	1.951	59.227	30.347	-
44	19	1.818	62.521	29.432	-
44	20	1.663	65.001	28.893	-
44	21	1.498	66.817	28.524	-
44	22	1.424	68.201	28.233	-
44	23	1.312	69.315	27.992	-
44	24	1.291	65.197	28.825	-
45	1	2.358	80.673	27.354	-
45	2	2.317	81.638	27.124	-
45	3	2.289	82.437	26.916	-
45	4	2.316	83.218	26.723	-
45	5	2.283	83.997	26.543	-
45	6	2.315	84.750	26.376	-
45	7	2.280	84.917	26.411	-
45	8	2.276	81.825	27.080	-
45	9	2.320	76.289	28.128	-
45	10	2.307	70.545	29.280	-
45	11	2.348	65.664	30.355	-
45	12	2.421	62.379	31.213	-
45	13	2.432	60.372	31.732	-
45	14	2.427	60.198	31.799	-
45	15	2.435	60.355	31.720	-
45	16	2.504	61.150	31.445	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมง สถานีราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา(ต่อ)

ปีพ.ศ.	ชั่วโมง	Wind speed	Rel hum	Temp	O3
		at 10 m (m/s)	at 2 m (%RH)	at 2 m	at 3 m (ppb)
45	17	2.559	63.316	30.907	-
45	18	2.525	66.419	30.169	-
45	19	2.476	70.686	29.312	-
45	20	2.430	73.937	28.738	-
45	21	2.384	76.154	28.384	-
45	22	2.428	77.405	28.134	-
45	23	2.402	78.420	27.879	-
45	24	1.976	73.477	28.810	-
46	1	1.813	73.413	27.694	-
46	2	1.768	74.412	27.429	-
46	3	1.788	75.249	27.143	-
46	4	1.751	76.048	26.897	-
46	5	1.728	77.102	26.701	-
46	6	1.751	77.856	26.467	-
46	7	1.805	78.091	26.431	-
46	8	1.770	75.725	27.017	-
46	9	1.920	70.494	28.093	-
46	10	2.026	65.128	29.358	-
46	11	2.145	61.008	30.519	-
46	12	2.150	57.865	31.495	-
46	13	2.181	55.984	32.157	-
46	14	2.239	55.363	32.400	-
46	15	2.236	55.579	32.306	-
46	16	2.284	56.155	32.086	-
46	17	2.337	57.104	31.634	-
46	18	2.256	60.144	30.795	-
46	19	2.086	64.194	29.837	-
46	20	1.957	67.239	29.230	-
46	21	1.889	69.118	28.852	-
46	22	1.873	70.516	28.552	-
46	23	1.860	71.522	28.260	-
46	24	1.526	67.250	29.118	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมง สถานีไปรษณีย์ราชบุรีบูรณะ

ปีพ.ศ.	ชั่วโมง	Wind speed	Rel hum	Temp	O3
		at 10 m (m/s)	at 2 m (%RH)	at 2 m	at 3 m (ppb)
44	1	1.155	80.273	27.725	6.169
44	2	1.070	81.383	27.454	5.766
44	3	1.036	82.437	27.163	5.557
44	4	0.982	83.156	26.917	5.030
44	5	0.962	83.882	26.703	4.281
44	6	0.980	84.183	26.562	3.487
44	7	0.984	84.253	26.551	3.183
44	8	1.256	80.793	27.306	4.619
44	9	1.590	74.045	28.712	8.828
44	10	1.764	67.096	30.137	15.856
44	11	1.764	67.096	30.137	15.856
44	12	1.956	59.127	32.019	28.370
44	13	2.011	57.365	32.415	31.731
44	14	2.066	56.836	32.584	32.261
44	15	2.157	57.289	32.567	31.277
44	16	2.158	58.391	32.272	28.932
44	17	2.094	60.672	31.663	24.603
44	18	1.921	64.480	30.722	18.465
44	19	1.664	68.998	29.770	12.526
44	20	1.467	72.302	29.190	9.266
44	21	1.382	74.391	28.868	7.786
44	22	1.324	76.149	28.571	6.801
44	23	1.233	77.519	28.313	6.326
44	24	1.188	78.968	28.016	6.193
45	1	1.262	78.382	27.816	8.026
45	2	1.175	79.273	27.588	7.894
45	3	1.111	80.018	27.404	7.529
45	4	1.037	80.676	27.234	7.026
45	5	0.981	81.401	27.046	6.132
45	6	0.933	82.113	26.919	5.194
45	7	0.974	81.948	26.960	4.758
45	8	1.344	78.958	27.625	5.977
45	9	1.812	73.202	28.797	10.176
45	10	2.038	67.398	29.952	16.553
45	11	2.038	67.398	29.952	16.553
45	12	2.340	60.321	31.582	28.376
45	13	2.445	58.977	31.987	31.219
45	14	2.505	58.678	32.051	31.325
45	15	2.512	58.771	32.021	30.925
45	16	2.516	60.302	31.724	29.474

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมง สถานีไปรษณีย์ราชบุรีบูรณะ(ต่อ)

ปีพ.ศ.	ชั่วโมง	Wind speed	Rel hum	Temp	O3
		at 10 m (m/s)	at 2 m (%RH)	at 2 m	at 3 m (ppb)
45	17	2.458	62.437	31.160	26.337
45	18	2.294	65.836	30.342	21.053
45	19	1.991	69.288	29.561	14.993
45	20	1.795	72.242	29.062	11.746
45	21	1.621	74.163	28.781	10.187
45	22	1.581	75.049	28.599	8.969
45	23	1.477	76.120	28.365	8.504
45	24	1.369	77.242	28.099	8.241
46	1	1.300	76.336	27.054	6.152
46	2	1.210	77.499	26.754	6.033
46	3	1.171	78.552	26.481	5.796
46	4	1.091	79.425	26.239	5.441
46	5	1.016	80.352	25.992	4.808
46	6	0.983	81.040	25.822	3.979
46	7	0.988	81.126	25.813	3.814
46	8	1.263	77.650	26.598	5.167
46	9	1.674	70.852	27.966	9.260
46	10	1.925	64.523	29.338	15.725
46	11	1.925	64.523	29.338	15.725
46	12	2.170	57.390	31.350	29.185
46	13	2.247	55.670	31.972	32.492
46	14	2.329	54.712	32.306	33.094
46	15	2.408	55.044	32.229	32.561
46	16	2.449	55.977	31.897	31.328
46	17	2.388	57.924	31.169	28.352
46	18	2.163	62.022	30.144	21.924
46	19	1.843	66.524	29.121	14.404
46	20	1.640	69.555	28.575	9.964
46	21	1.551	71.236	28.265	7.601
46	22	1.505	72.390	28.021	6.550
46	23	1.435	73.675	27.719	6.023
46	24	1.388	74.812	27.409	6.250

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมง สถานีกรมอุตุนิยมวิทยาบางนา

ปีพ.ศ.	ชั่วโมง	Wind speed	Rel hum	Temp	O3
		at 10 m (m/s)	at 2 m (%RH)	at 2 m	at 3 m (ppb)
44	1	1.703	90.510	27.096	7.300
44	2	1.618	91.154	26.844	7.193
44	3	1.501	91.931	26.593	7.219
44	4	1.412	92.571	26.354	7.146
44	5	1.379	92.958	26.152	6.761
44	6	1.404	93.270	25.973	6.190
44	7	1.461	93.142	26.030	5.726
44	8	1.898	89.079	26.992	6.010
44	9	2.459	84.575	28.342	7.983
44	10	2.786	79.906	29.631	11.329
44	11	2.932	75.522	30.669	15.017
44	12	3.127	72.391	31.434	17.368
44	13	3.190	70.202	31.919	18.983
44	14	3.155	68.796	32.084	19.260
44	15	3.107	68.337	32.110	19.479
44	16	3.057	68.809	31.918	18.394
44	17	2.962	70.906	31.273	16.661
44	18	2.683	74.884	30.282	13.969
44	19	2.403	79.404	29.136	10.530
44	20	2.220	83.535	28.437	8.336
44	21	2.032	85.556	28.077	7.838
44	22	1.980	86.977	27.804	7.164
44	23	1.892	88.231	27.553	7.043
44	24	1.713	89.162	27.347	7.277
45	1	1.376	90.592	27.378	7.521
45	2	1.319	91.533	27.136	7.476
45	3	1.213	92.116	26.959	7.018
45	4	1.123	92.778	26.767	6.661
45	5	1.080	93.376	26.571	6.128
45	6	1.066	93.890	26.441	5.982
45	7	1.111	93.934	26.454	5.824
45	8	1.479	90.823	27.078	6.811
45	9	1.854	85.009	28.067	10.342
45	10	2.045	78.716	29.038	15.018
45	11	2.226	73.977	29.828	20.264
45	12	2.301	71.183	30.410	24.018
45	13	2.376	69.440	30.797	26.074
45	14	2.399	68.745	30.990	27.388
45	15	2.314	68.563	31.033	27.214
45	16	2.262	69.893	30.819	26.219

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมง สถานีกรมอุตุนิยมวิทยาบางนา(ต่อ)

ปีพ.ศ.	ชั่วโมง	Wind speed	Rel hum	Temp	O3
		at 10 m (m/s)	at 2 m (%RH)	at 2 m	at 3 m (ppb)
45	17	2.155	72.119	30.456	23.251
45	18	1.986	76.738	29.796	17.021
45	19	1.764	81.726	29.053	10.697
45	20	1.654	84.994	28.584	8.468
45	21	1.588	87.006	28.328	7.967
45	22	1.544	88.110	28.108	7.580
45	23	1.450	88.751	27.877	7.370
45	24	1.332	89.581	27.653	7.467
46	1	1.403	85.603	27.613	6.307
46	2	1.296	86.736	27.316	6.236
46	3	1.261	87.644	27.032	6.070
46	4	1.232	88.275	26.799	5.728
46	5	1.170	88.958	26.588	5.151
46	6	1.149	89.606	26.434	4.247
46	7	1.167	89.639	26.435	3.922
46	8	1.486	86.344	27.221	5.756
46	9	1.848	80.575	28.393	10.953
46	10	2.116	74.223	29.582	17.644
46	11	2.237	69.406	30.514	24.234
46	12	2.232	66.380	31.217	29.077
46	13	2.319	64.932	31.733	31.839
46	14	2.347	63.989	31.959	32.840
46	15	2.330	63.518	31.944	31.674
46	16	2.319	63.723	31.831	30.421
46	17	2.283	65.360	31.437	27.350
46	18	2.118	69.158	30.636	21.035
46	19	1.787	74.058	29.679	11.906
46	20	1.638	77.906	29.132	7.532
46	21	1.586	80.111	28.888	6.449
46	22	1.562	81.618	28.597	5.980
46	23	1.498	82.898	28.314	6.020
46	24	1.370	84.269	27.952	6.133

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงสถานีราชภัฏจันทรเกษม

ปีพ.ศ.	ชั่วโมง	Wind speed	Rel hum	Temp	O3
		at 10 m (m/s)	at 2 m (%RH)	at 2 m	at 3 m (ppb)
44	1	0.897	94.228	27.597	4.247
44	2	0.895	96.726	26.900	3.141
44	3	0.791	97.338	26.609	3.207
44	4	0.766	97.787	26.337	3.186
44	5	0.674	98.018	26.096	3.000
44	6	0.635	98.254	25.851	2.776
44	7	0.660	98.438	25.763	2.836
44	8	0.895	97.063	26.493	2.981
44	9	1.232	93.267	27.861	3.669
44	10	1.422	88.596	29.274	5.874
44	11	1.524	83.228	30.544	9.890
44	12	1.571	78.737	31.434	13.639
44	13	1.623	75.427	32.049	15.253
44	14	1.684	73.880	32.365	15.643
44	15	1.640	73.099	32.542	15.692
44	16	1.677	73.425	32.379	14.936
44	17	1.623	74.925	31.908	12.202
44	18	1.566	78.753	30.973	9.267
44	19	1.388	83.879	29.816	5.733
44	20	1.280	88.436	28.883	3.879
44	21	1.203	91.382	28.358	3.302
44	22	1.150	93.348	28.002	3.105
44	23	1.067	94.418	27.715	3.070
44	24	1.002	95.245	27.468	3.098
45	1	0.652	96.480	27.198	0.383
45	2	0.658	96.984	26.964	0.346
45	3	0.656	97.409	26.730	0.407
45	4	0.626	97.683	26.529	0.335
45	5	0.615	98.016	26.316	0.300
45	6	0.599	98.278	26.069	0.282
45	7	0.580	98.442	25.966	0.311
45	8	0.833	97.233	26.870	0.463
45	9	1.122	93.062	28.593	0.836
45	10	1.247	86.927	30.070	2.065
45	11	1.311	80.950	31.084	3.921
45	12	1.377	76.475	31.867	5.470
45	13	1.429	73.738	32.342	6.250
45	14	1.394	72.847	32.498	6.106
45	15	1.403	72.542	32.521	5.788
45	16	1.332	73.266	32.323	5.060

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงสถานีราชภัฏจันทรเกษม (ต่อ)

ปีพ.ศ.	ชั่วโมง	Wind speed	Rel hum	Temp	O3
		at 10 m (m/s)	at 2 m (%RH)	at 2 m	at 3 m (ppb)
45	17	1.258	75.232	31.811	4.135
45	18	1.175	79.425	30.789	2.390
45	19	1.011	85.264	29.565	1.131
45	20	0.916	89.995	28.728	0.676
45	21	0.803	92.719	28.301	0.476
45	22	0.763	94.460	27.978	0.452
45	23	0.699	95.408	27.702	0.445
45	24	0.714	96.023	27.447	0.426
46	1	0.547	86.752	26.301	5.606
46	2	0.491	89.605	25.556	2.867
46	3	0.496	90.925	25.190	3.349
46	4	0.472	92.080	24.855	2.892
46	5	0.478	92.997	24.555	3.545
46	6	0.485	93.658	24.286	2.896
46	7	0.486	94.277	24.049	2.950
46	8	0.623	93.873	24.446	3.380
46	9	0.899	88.066	26.229	4.837
46	10	1.130	78.238	28.367	8.125
46	11	1.238	69.608	30.041	12.278
46	12	1.256	63.824	31.321	16.472
46	13	1.263	60.186	32.151	18.757
46	14	1.244	59.058	32.480	20.324
46	15	1.232	57.671	32.594	20.126
46	16	1.136	59.119	32.082	19.528
46	17	1.095	61.014	31.408	17.790
46	18	0.930	64.895	30.392	14.804
46	19	0.829	71.032	29.065	10.007
46	20	0.659	76.587	28.012	5.173
46	21	0.611	80.433	27.414	3.106
46	22	0.586	83.039	27.022	2.818
46	23	0.554	85.104	26.661	2.765
46	24	0.537	86.748	26.260	3.087

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงสถานีเคหะชุมชนคลองจั่น

ปีพ.ศ.	ชั่วโมง	Wind speed	Rel hum	Temp	O3
		at 10 m (m/s)	at 2 m (%RH)	at 2 m	at 3 m (ppb)
44	1	1.018	93.804	27.405	6.825
44	2	0.972	94.630	27.158	7.081
44	3	0.901	95.363	26.788	6.592
44	4	0.857	95.818	26.568	6.441
44	5	0.831	96.215	26.325	5.848
44	6	0.832	96.632	26.157	4.949
44	7	0.866	96.476	26.139	4.642
44	8	1.154	94.688	26.886	5.917
44	9	1.429	90.477	28.104	10.842
44	10	1.568	84.116	29.498	20.597
44	11	1.677	77.613	30.671	31.379
44	12	1.691	72.984	31.519	39.832
44	13	1.707	70.381	31.922	42.848
44	14	1.727	69.013	32.247	43.014
44	15	1.681	68.663	32.231	41.531
44	16	1.681	69.794	32.037	39.365
44	17	1.717	72.705	31.392	32.353
44	18	1.570	76.674	30.528	22.574
44	19	1.413	82.031	29.480	11.712
44	20	1.264	85.745	28.889	7.327
44	21	1.201	88.556	28.449	6.205
44	22	1.169	90.466	28.184	6.127
44	23	1.129	91.872	27.928	6.087
44	24	1.091	92.961	27.710	6.375
45	1	1.071	93.849	27.410	6.130
45	2	1.014	94.684	27.160	6.089
45	3	0.965	95.345	26.944	6.063
45	4	0.933	95.867	26.721	5.761
45	5	0.914	96.530	26.477	5.103
45	6	0.883	96.988	26.239	3.876
45	7	0.932	96.929	26.279	3.625
45	8	1.069	95.006	27.203	5.233
45	9	1.275	89.219	28.677	10.939
45	10	1.400	81.596	30.103	20.647
45	11	1.493	74.958	31.215	30.716
45	12	1.535	70.036	31.997	37.897
45	13	1.597	66.821	32.484	40.813
45	14	1.582	65.715	32.572	41.181
45	15	1.543	66.333	32.507	40.848
45	16	1.515	67.407	32.230	37.063

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมง สถานีเคหะชุมชนคลองจั่น (ต่อ)

ปีพ.ศ.	ชั่วโมง	Wind speed	Rel hum	Temp	O3
		at 10 m (m/s)	at 2 m (%RH)	at 2 m	at 3 m (ppb)
45	17	1.463	70.680	31.491	30.762
45	18	1.406	75.558	30.516	20.395
45	19	1.324	81.276	29.484	10.364
45	20	1.207	85.870	28.855	6.552
45	21	1.154	88.906	28.500	5.977
45	22	1.130	90.924	28.213	5.457
45	23	1.124	92.059	27.953	5.764
45	24	1.053	92.950	27.700	5.810
46	1	1.542	94.102	27.317	7.012
46	2	1.605	95.089	27.008	7.108
46	3	1.635	95.661	26.742	6.986
46	4	1.620	96.149	26.491	6.826
46	5	1.653	96.669	26.244	6.224
46	6	1.672	97.042	26.037	5.105
46	7	1.585	97.349	26.026	4.606
46	8	1.424	95.486	26.891	7.214
46	9	1.481	89.544	28.407	14.412
46	10	1.595	81.008	30.007	26.068
46	11	1.627	73.277	31.208	37.062
46	12	1.662	67.986	32.024	45.625
46	13	1.675	64.882	32.552	49.785
46	14	1.699	63.237	32.817	49.328
46	15	1.671	63.261	32.753	47.136
46	16	1.627	64.225	32.502	44.066
46	17	1.620	66.633	31.952	36.464
46	18	1.551	71.975	30.913	25.280
46	19	1.499	79.451	29.672	12.434
46	20	1.499	84.770	28.962	7.723
46	21	1.442	87.560	28.626	6.188
46	22	1.485	89.577	28.340	6.032
46	23	1.508	91.500	28.028	5.937
46	24	1.527	92.870	27.671	6.350

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๘ ข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงสถานีภาคหะมุมนห้วยขวาง

ปีพ.ศ.	ชั่วโมง	Wind speed	Rel hum	Temp	O3
		at 10 m (m/s)	at 2 m (%RH)	at 2 m	at 3 m (ppb)
44	1	1.418	84.881	29.439	3.011
44	2	1.494	85.370	29.175	3.076
44	3	1.339	85.610	28.914	3.245
44	4	1.108	85.941	28.690	3.283
44	5	1.046	86.275	28.480	2.746
44	6	1.000	86.461	28.339	2.430
44	7	1.158	86.819	28.282	2.427
44	8	1.392	85.766	28.785	2.740
44	9	1.502	83.166	29.905	4.920
44	10	1.498	79.632	31.332	9.849
44	11	1.507	75.712	32.754	16.541
44	12	1.584	73.372	33.781	22.419
44	13	1.776	71.825	34.490	24.538
44	14	1.934	70.611	34.941	24.303
44	15	1.972	70.645	35.043	23.079
44	16	1.825	71.412	34.777	20.453
44	17	1.805	73.751	34.167	16.000
44	18	1.743	76.552	33.008	10.145
44	19	1.775	79.430	31.671	5.262
44	20	1.742	81.286	30.938	3.221
44	21	1.588	82.319	30.576	2.600
44	22	1.374	83.060	30.270	2.446
44	23	1.288	83.728	29.989	2.439
44	24	1.375	83.976	29.753	2.725
45	1	1.043	77.942	25.644	4.648
45	2	0.989	78.923	25.359	4.871
45	3	0.946	79.503	25.116	4.606
45	4	0.881	80.467	24.884	4.697
45	5	0.851	81.306	24.664	3.760
45	6	0.819	82.387	24.433	3.326
45	7	0.831	82.508	24.426	3.458
45	8	0.975	79.862	25.098	4.332
45	9	1.186	74.003	26.405	7.023
45	10	1.289	67.123	27.935	12.845
45	11	1.378	61.578	29.212	20.950
45	12	1.470	57.601	30.285	27.340
45	13	1.512	54.696	31.101	29.949
45	14	1.558	53.726	31.410	29.208
45	15	1.578	53.706	31.452	28.394
45	16	1.576	54.488	31.241	25.807

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๖ ข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงสถานีภาคทะเลชุมชนห้วยขวาง(ต่อ)

ปีพ.ศ.	ชั่วโมง	Wind speed	Rel hum	Temp	O3
		at 10 m (m/s)	at 2 m (%RH)	at 2 m	at 3 m (ppb)
45	17	1.542	57.341	30.551	20.165
45	18	1.528	62.101	29.323	13.283
45	19	1.444	67.618	28.042	7.402
45	20	1.389	71.273	27.260	5.011
45	21	1.302	73.767	26.847	4.188
45	22	1.220	75.177	26.560	3.968
45	23	1.156	76.186	26.262	3.910
45	24	1.119	77.190	25.948	4.152
46	1	1.161	74.687	27.814	5.439
46	2	1.115	75.928	27.418	5.890
46	3	1.071	76.837	27.083	5.542
46	4	0.997	77.659	26.785	5.804
46	5	0.927	78.557	26.528	5.300
46	6	0.892	79.443	26.299	4.300
46	7	0.897	79.543	26.278	4.055
46	8	1.039	77.056	26.895	5.585
46	9	1.240	71.091	28.263	10.072
46	10	1.393	63.933	29.827	19.237
46	11	1.472	58.447	31.135	29.839
46	12	1.529	54.423	32.224	38.246
46	13	1.572	51.969	33.002	41.447
46	14	1.628	50.559	33.526	41.725
46	15	1.635	50.363	33.657	39.359
46	16	1.644	50.691	33.526	35.280
46	17	1.694	52.697	32.964	28.612
46	18	1.641	57.254	31.755	19.321
46	19	1.539	63.000	30.442	10.700
46	20	1.413	66.765	29.757	6.513
46	21	1.379	69.193	29.323	5.104
46	22	1.344	70.765	28.978	4.685
46	23	1.286	72.439	28.555	4.591
46	24	1.222	73.613	28.173	4.868

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงสถานีโรงเรียนนทรวิทยา

ปีพ.ศ.	ชั่วโมง	Wind speed	Rel hum	Temp	O3
		at 10 m (m/s)	at 2 m (%RH)	at 2 m	at 3 m (ppb)
44	1	2.014	96.656	27.693	4.193
44	2	2.047	97.083	27.410	4.221
44	3	2.065	97.464	27.225	4.309
44	4	2.230	97.761	27.025	4.228
44	5	2.213	98.081	26.839	3.581
44	6	2.203	98.333	26.689	3.078
44	7	2.200	98.318	26.688	2.809
44	8	1.859	97.223	27.402	3.888
44	9	1.550	94.331	28.473	7.190
44	10	1.423	89.532	29.739	12.938
44	11	1.386	84.106	30.998	19.814
44	12	1.396	79.700	31.947	24.387
44	13	1.392	77.042	32.494	27.078
44	14	1.364	75.329	32.875	27.385
44	15	1.320	75.691	32.777	25.214
44	16	1.331	77.386	32.396	23.326
44	17	1.357	80.378	31.649	18.592
44	18	1.479	84.478	30.641	12.371
44	19	1.619	89.386	29.582	7.616
44	20	1.680	92.344	28.989	5.076
44	21	1.762	93.761	28.685	4.299
44	22	1.832	94.561	28.455	3.954
44	23	1.848	95.150	28.236	3.942
44	24	1.967	95.989	27.965	4.053
45	1	1.560	89.673	27.714	4.746
45	2	1.599	90.737	27.503	4.751
45	3	1.665	91.519	27.304	4.838
45	4	1.698	92.101	27.172	4.767
45	5	1.790	92.742	26.962	4.542
45	6	1.854	93.515	26.686	4.103
45	7	1.864	93.931	26.662	3.846
45	8	1.486	91.668	27.379	4.316
45	9	1.208	86.519	28.526	6.900
45	10	1.143	79.451	29.709	11.903
45	11	1.153	72.281	30.971	18.362
45	12	1.166	66.338	31.873	23.716
45	13	1.170	63.349	32.500	27.075
45	14	1.147	62.925	32.653	27.120
45	15	1.130	62.878	32.612	26.329
45	16	1.115	64.846	32.207	23.496

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงสถานีโรงเรียนนทรวิทย์ฯ(ต่อ)

ปีพ.ศ.	ชั่วโมง	Wind speed	Rel hum	Temp	O3
		at 10 m (m/s)	at 2 m (%RH)	at 2 m	at 3 m (ppb)
45	17	1.117	68.055	31.570	19.426
45	18	1.128	73.475	30.602	13.822
45	19	1.217	79.986	29.586	8.959
45	20	1.259	84.173	29.014	6.690
45	21	1.240	86.586	28.707	5.306
45	22	1.313	87.447	28.514	4.662
45	23	1.366	88.022	28.300	4.616
45	24	1.435	88.787	27.961	4.626
46	1	1.528	79.706	27.104	4.714
46	2	1.560	81.549	26.828	5.003
46	3	1.563	82.863	26.571	4.723
46	4	1.726	83.547	26.339	4.773
46	5	1.702	84.198	26.102	4.433
46	6	1.796	85.489	25.905	3.948
46	7	1.717	86.202	25.858	3.910
46	8	1.375	83.236	26.540	4.997
46	9	1.204	75.829	27.676	8.644
46	10	1.256	66.707	28.995	15.320
46	11	1.229	58.879	30.215	23.832
46	12	1.237	53.551	31.269	29.079
46	13	1.237	49.795	32.006	32.289
46	14	1.195	48.655	32.318	31.937
46	15	1.166	48.596	32.310	30.460
46	16	1.147	49.631	32.029	27.510
46	17	1.136	52.542	31.429	24.163
46	18	1.184	58.103	30.324	17.765
46	19	1.164	65.407	29.175	11.661
46	20	1.258	70.401	28.601	7.748
46	21	1.375	73.108	28.271	5.743
46	22	1.454	75.095	27.998	4.446
46	23	1.504	76.753	27.686	4.321
46	24	1.497	78.253	27.392	4.507

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงสถานีโรงเรียนมัธยมวัดสิงห์

ปีพ.ศ.	ชั่วโมง	Wind speed	Rel hum	Temp	O3
		at 10 m (m/s)	at 2 m (%RH)	at 2 m	at 3 m (ppb)
44	1	0.867	82.878	26.594	7.332
44	2	0.830	84.000	26.321	7.675
44	3	0.801	85.000	26.024	7.482
44	4	0.704	85.859	25.786	6.952
44	5	0.684	86.707	25.564	6.060
44	6	0.665	87.115	25.429	5.171
44	7	0.665	87.149	25.392	4.640
44	8	0.850	84.487	26.009	5.508
44	9	1.158	78.231	27.215	10.255
44	10	1.274	71.056	28.561	18.957
44	11	1.356	65.396	29.692	28.514
44	12	1.413	61.698	30.537	36.437
44	13	1.478	60.034	31.086	40.492
44	14	1.562	59.305	31.300	41.905
44	15	1.597	59.844	31.220	41.351
44	16	1.598	61.089	30.904	39.494
44	17	1.560	63.269	30.350	34.514
44	18	1.470	66.557	29.570	26.988
44	19	1.275	70.705	28.672	17.200
44	20	1.122	74.284	28.098	10.455
44	21	1.059	76.554	27.761	8.145
44	22	1.026	78.546	27.441	7.241
44	23	0.950	80.103	27.158	7.265
44	24	0.894	81.609	26.877	7.160
45	1	0.963	83.766	28.599	7.506
45	2	0.895	85.501	28.324	7.630
45	3	0.853	86.773	28.093	7.496
45	4	0.790	87.896	27.907	7.116
45	5	0.764	88.874	27.742	6.560
45	6	0.745	89.629	27.599	5.415
45	7	0.738	90.280	27.528	4.250
45	8	0.885	88.008	28.049	5.104
45	9	1.162	80.618	29.251	9.977
45	10	1.316	71.504	30.529	18.542
45	11	1.354	63.917	31.740	28.263
45	12	1.420	59.085	32.629	35.265
45	13	1.470	56.521	33.121	38.764
45	14	1.533	56.409	33.190	40.306
45	15	1.580	56.505	33.151	39.044
45	16	1.561	57.951	32.896	36.623

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงสถานีโรงเรียนมัธยมวัดสิงห์(ต่อ)

ปีพ.ศ.	ชั่วโมง	Wind speed	Rel hum	Temp	O3
		at 10 m (m/s)	at 2 m (%RH)	at 2 m	at 3 m (ppb)
45	17	1.565	60.694	32.355	33.524
45	18	1.480	64.973	31.564	27.503
45	19	1.301	70.286	30.599	18.988
45	20	1.210	75.071	29.894	12.023
45	21	1.127	78.162	29.538	8.819
45	22	1.092	79.655	29.306	8.100
45	23	1.061	80.849	29.087	7.703
45	24	1.012	82.220	28.865	7.326
46	1	0.743	86.208	28.135	6.692
46	2	0.694	87.575	27.850	6.906
46	3	0.657	88.833	27.569	6.800
46	4	0.631	89.893	27.339	6.286
46	5	0.598	90.836	27.128	5.777
46	6	0.606	92.129	26.907	4.829
46	7	0.609	93.025	26.776	3.869
46	8	0.700	91.608	27.241	4.803
46	9	0.897	85.452	28.383	8.809
46	10	1.009	76.176	29.700	17.616
46	11	1.061	68.110	30.901	27.586
46	12	1.112	62.386	31.901	36.545
46	13	1.160	58.953	32.598	42.317
46	14	1.219	57.401	32.904	44.895
46	15	1.324	57.856	32.832	44.703
46	16	1.304	58.425	32.707	42.334
46	17	1.304	60.529	32.242	42.046
46	18	1.245	64.816	31.368	32.519
46	19	1.089	70.808	30.343	22.271
46	20	0.967	75.630	29.655	13.006
46	21	0.907	78.778	29.273	9.028
46	22	0.848	81.367	28.969	7.182
46	23	0.807	83.088	28.692	6.427
46	24	0.747	84.688	28.405	6.242

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 ข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมง สถานีสถานีไฟฟ้าบ่อขนบุรี

ปีพ.ศ.	ชั่วโมง	Wind speed	Rel hum	Temp	O3
		at 10 m (m/s)	at 2 m (%RH)	at 2 m	at 3 m (ppb)
44	1	1.198	93.426	27.996	2.132
44	2	1.111	94.018	27.729	2.227
44	3	1.095	94.577	27.460	2.068
44	4	1.017	95.015	27.249	1.858
44	5	0.930	95.299	27.078	1.591
44	6	0.929	95.618	26.965	1.363
44	7	0.962	95.470	26.975	1.231
44	8	1.144	93.645	27.489	1.894
44	9	1.429	89.284	28.513	4.100
44	10	1.547	83.639	29.659	8.146
44	11	1.605	78.370	30.698	13.727
44	12	1.627	74.830	31.510	18.026
44	13	1.677	72.994	32.006	20.582
44	14	1.668	71.914	32.319	21.598
44	15	1.691	72.009	32.343	21.028
44	16	1.789	73.437	32.042	19.000
44	17	1.712	75.858	31.508	15.713
44	18	1.624	79.391	30.727	10.605
44	19	1.492	83.825	29.870	5.635
44	20	1.367	87.056	29.336	3.109
44	21	1.315	89.331	29.018	2.303
44	22	1.280	90.784	28.750	1.888
44	23	1.256	91.876	28.509	1.898
44	24	1.208	92.743	28.254	1.972
45	1	1.171	86.047	28.063	4.481
45	2	1.166	86.983	27.839	4.691
45	3	1.060	87.875	27.641	4.534
45	4	1.002	88.572	27.463	4.259
45	5	0.930	89.322	27.288	3.734
45	6	0.871	90.050	27.158	2.661
45	7	0.897	90.061	27.192	2.121
45	8	1.120	87.084	27.766	3.587
45	9	1.456	80.708	28.768	7.615
45	10	1.566	73.248	29.819	13.866
45	11	1.690	66.728	30.792	21.058
45	12	1.771	62.397	31.550	26.445
45	13	1.810	60.281	31.988	29.163
45	14	1.830	59.741	32.138	28.724
45	15	1.801	59.947	32.152	27.369
45	16	1.820	61.365	31.961	25.386

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 ข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงสถานีสถานีไฟฟ้าอ้อยชนบุรี(ต่อ)

ปีพ.ศ.	ชั่วโมง	Wind speed	Rel hum	Temp	O3
		at 10 m (m/s)	at 2 m (%RH)	at 2 m	at 3 m (ppb)
45	17	1.772	64.614	31.426	21.589
45	18	1.698	69.233	30.669	16.610
45	19	1.562	74.828	29.868	9.765
45	20	1.418	78.550	29.382	6.089
45	21	1.345	80.992	29.088	4.457
45	22	1.353	82.203	28.870	4.107
45	23	1.292	83.306	28.614	4.035
45	24	1.283	84.518	28.360	4.422
46	1	1.242	80.961	28.028	6.421
46	2	1.164	82.152	27.733	6.882
46	3	1.173	83.356	27.454	6.513
46	4	1.093	84.365	27.216	6.133
46	5	1.011	85.511	26.990	5.435
46	6	0.967	86.378	26.815	4.183
46	7	0.971	86.124	26.831	3.551
46	8	1.195	83.216	27.388	5.290
46	9	1.397	75.956	28.532	10.452
46	10	1.596	68.853	29.740	18.782
46	11	1.693	63.717	30.717	28.212
46	12	1.744	60.056	31.563	35.320
46	13	1.747	57.533	32.177	39.220
46	14	1.764	56.618	32.453	39.621
46	15	1.785	56.981	32.404	38.716
46	16	1.807	57.685	32.268	35.907
46	17	1.726	59.840	31.786	31.012
46	18	1.662	64.329	30.895	22.983
46	19	1.503	69.796	29.975	13.774
46	20	1.391	73.356	29.490	8.063
46	21	1.352	75.564	29.165	6.302
46	22	1.280	77.277	28.880	5.130
46	23	1.276	78.583	28.596	5.144
46	24	1.220	79.798	28.302	5.974

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 ข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมง สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย

ปีพ.ศ.	ชั่วโมง	Wind speed	Rel hum	Temp	O3
		at 10 m (m/s)	at 2 m (%RH)	at 2 m	at 3 m (ppb)
44	1	1.273	77.264	28.325	3.251
44	2	1.348	78.368	28.006	3.306
44	3	1.357	79.115	27.751	3.219
44	4	1.357	79.865	27.501	3.223
44	5	1.345	80.574	27.272	3.373
44	6	1.329	81.036	27.139	3.243
44	7	1.282	81.126	27.151	3.481
44	8	1.196	79.044	27.735	3.875
44	9	1.229	73.917	28.899	5.745
44	10	1.314	67.975	30.194	9.792
44	11	1.319	62.781	31.348	14.503
44	12	1.347	59.428	32.211	18.281
44	13	1.348	57.356	32.809	20.955
44	14	1.345	56.321	33.154	21.099
44	15	1.285	55.930	33.246	20.038
44	16	1.287	56.874	32.923	17.991
44	17	1.297	58.936	32.288	15.070
44	18	1.217	62.617	31.380	10.173
44	19	1.229	66.552	30.489	6.050
44	20	1.256	69.680	29.850	4.342
44	21	1.223	71.961	29.499	3.671
44	22	1.189	73.637	29.195	3.423
44	23	1.192	74.898	28.931	3.242
44	24	1.271	75.940	28.651	3.283
45	1	1.423	74.319	28.063	3.379
45	2	1.508	75.269	27.783	3.470
45	3	1.579	75.953	27.559	3.316
45	4	1.563	76.734	27.329	3.201
45	5	1.607	77.460	27.122	3.078
45	6	1.571	78.228	26.945	2.725
45	7	1.486	78.429	26.952	2.650
45	8	1.264	76.295	27.594	3.367
45	9	1.119	71.421	28.792	5.926
45	10	1.152	65.755	30.083	10.894
45	11	1.172	61.235	31.137	16.794
45	12	1.266	57.747	31.993	21.543
45	13	1.293	55.626	32.595	24.272
45	14	1.252	55.118	32.810	23.698
45	15	1.244	55.061	32.824	21.908
45	16	1.206	55.923	32.568	19.340

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 ข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงสถานีตำรวจนครบาลโชคชัย(ต่อ)

ปีพ.ศ.	ชั่วโมง	Wind speed	Rel hum	Temp	O3
		at 10 m (m/s)	at 2 m (%RH)	at 2 m	at 3 m (ppb)
45	17	1.204	58.166	31.887	15.579
45	18	1.185	61.404	31.027	10.879
45	19	1.229	64.793	30.192	6.103
45	20	1.221	67.687	29.576	3.939
45	21	1.228	69.773	29.208	3.339
45	22	1.280	71.401	28.915	3.187
45	23	1.343	72.423	28.647	3.118
45	24	1.421	73.338	28.360	3.186
46	1	1.810	80.392	27.150	4.679
46	2	1.912	81.537	26.809	5.049
46	3	1.936	82.375	26.524	4.934
46	4	2.077	83.162	26.259	5.103
46	5	2.081	83.885	26.035	4.957
46	6	2.063	84.408	25.889	4.526
46	7	1.931	84.362	25.917	4.331
46	8	1.537	82.047	26.557	5.222
46	9	1.350	76.808	27.822	9.074
46	10	1.327	70.885	29.198	15.196
46	11	1.287	66.451	30.283	21.890
46	12	1.325	63.405	31.082	27.207
46	13	1.312	61.559	31.683	30.343
46	14	1.313	60.698	32.033	30.698
46	15	1.265	60.608	32.089	28.910
46	16	1.255	61.392	31.851	26.512
46	17	1.294	62.803	31.306	21.644
46	18	1.299	66.200	30.376	15.477
46	19	1.331	70.427	29.391	8.617
46	20	1.453	73.434	28.810	5.943
46	21	1.582	75.373	28.472	4.648
46	22	1.643	76.721	28.186	4.506
46	23	1.622	78.099	27.851	4.177
46	24	1.705	79.329	27.486	4.497

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 ข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมง สถานีเคหะชุมชนดินแดง

ปีพ.ศ.	ชั่วโมง	Wind speed	Rel hum	Temp	O3
		at 10 m (m/s)	at 2 m (%RH)	at 2 m	at 3 m (ppb)
44	1	1.314	76.791	28.835	2.088
44	2	1.324	77.526	28.579	2.179
44	3	1.341	77.920	28.369	2.297
44	4	1.432	78.404	28.170	2.278
44	5	1.400	78.940	27.977	2.192
44	6	1.358	79.516	27.803	2.220
44	7	1.297	79.494	27.806	2.426
44	8	1.256	77.309	28.393	3.060
44	9	1.233	72.909	29.415	3.846
44	10	1.207	68.097	30.517	5.477
44	11	1.185	63.772	31.537	7.219
44	12	1.201	60.909	32.301	9.215
44	13	1.209	59.813	32.685	10.853
44	14	1.199	58.923	32.980	11.650
44	15	1.171	58.935	32.953	11.356
44	16	1.159	59.609	32.684	9.972
44	17	1.160	61.786	32.130	7.791
44	18	1.114	65.088	31.354	5.380
44	19	1.161	68.470	30.581	3.429
44	20	1.139	70.684	30.137	2.823
44	21	1.161	72.187	29.892	2.499
44	22	1.203	73.597	29.670	2.136
44	23	1.252	74.521	29.438	2.036
44	24	1.290	75.550	29.113	2.037
45	1	1.668	74.780	30.114	2.940
45	2	1.674	75.573	29.889	2.994
45	3	1.649	75.667	29.839	3.045
45	4	1.711	76.260	29.631	3.031
45	5	1.712	77.022	29.426	3.062
45	6	1.613	77.693	29.267	2.907
45	7	1.510	77.499	29.328	3.108
45	8	1.442	75.709	29.849	3.567
45	9	1.403	71.558	30.833	4.489
45	10	1.335	67.064	31.836	6.199
45	11	1.368	63.175	32.731	7.767
45	12	1.389	60.067	33.496	9.795
45	13	1.466	58.367	33.960	11.358
45	14	1.457	58.401	33.988	11.778
45	15	1.443	58.612	33.953	11.951
45	16	1.409	59.446	33.643	10.725

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 ข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงสถานีเกาะชุมชนดินแดง(ต่อ)

ปีพ.ศ.	ชั่วโมง	Wind speed	Rel hum	Temp	O3
		at 10 m (m/s)	at 2 m (%RH)	at 2 m	at 3 m (ppb)
45	17	1.414	61.294	33.172	9.009
45	18	1.425	64.203	32.501	6.346
45	19	1.425	67.549	31.790	4.261
45	20	1.483	70.238	31.274	3.506
45	21	1.474	71.669	31.083	3.504
45	22	1.514	72.566	30.859	3.344
45	23	1.567	73.256	30.653	3.103
45	24	1.614	74.118	30.367	2.980
46	1	2.558	72.341	29.391	3.783
46	2	2.593	73.181	29.096	3.911
46	3	2.542	73.437	28.945	3.900
46	4	2.636	73.978	28.707	3.920
46	5	2.576	74.665	28.458	3.785
46	6	2.487	75.540	28.198	3.580
46	7	2.377	75.598	28.225	3.848
46	8	2.113	73.477	28.838	4.457
46	9	1.894	68.771	30.035	5.313
46	10	1.810	63.911	31.187	7.473
46	11	1.760	60.122	32.164	9.861
46	12	1.745	57.438	32.963	12.582
46	13	1.662	55.984	33.438	14.411
46	14	1.654	55.617	33.620	15.131
46	15	1.617	55.471	33.624	14.962
46	16	1.657	55.710	33.448	13.546
46	17	1.736	57.201	33.025	11.189
46	18	1.875	59.984	32.256	7.762
46	19	1.977	64.069	31.379	5.435
46	20	2.063	66.615	30.961	4.306
46	21	2.196	68.047	30.724	4.125
46	22	2.204	68.978	30.500	3.841
46	23	2.316	70.080	30.171	3.558
46	24	2.525	71.324	29.740	3.574

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

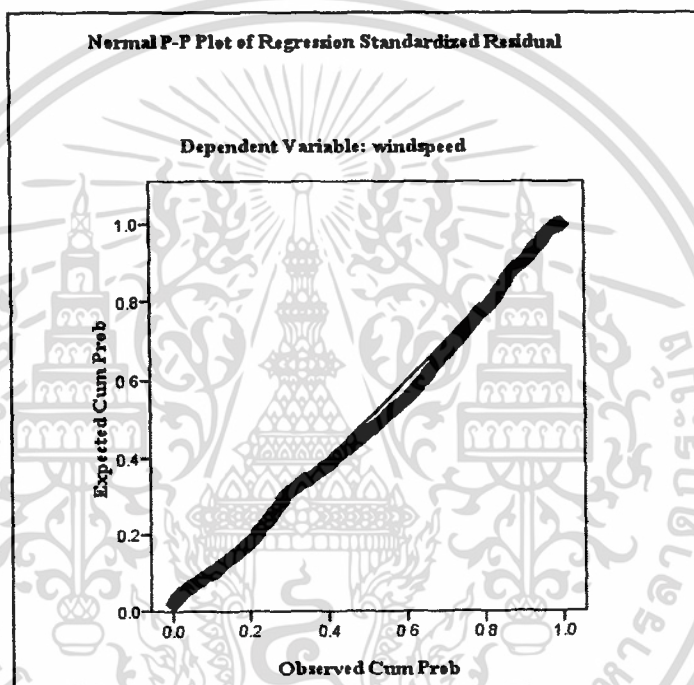


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการพยากรณ์ความเร็วลม

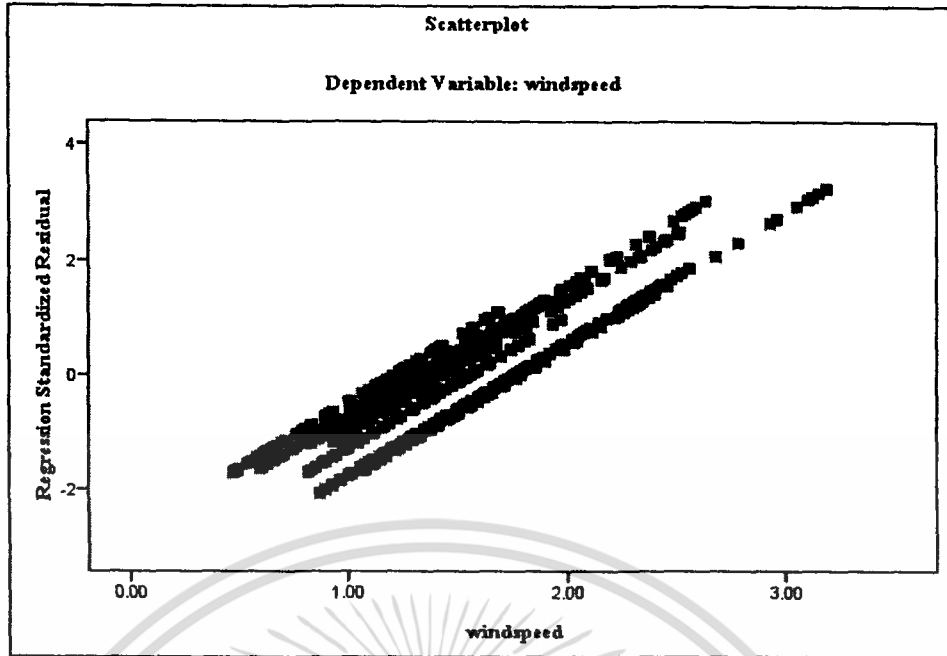
Residuals Statistics (a)					
	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	1.2091	1.7878	1.4721	.19798	792
Residual	-.88912	1.40181	.00000	.43089	792
Std. Predicted Value	-1.329	1.594	.000	1.000	792
Std. Residual	-2.061	3.249	.000	.999	792

a Dependent Variable: wind speed



รูปที่ 1 กราฟความคลาดเคลื่อนในการทดสอบการแจกแจงแบบปกติจากการพยากรณ์ความเร็วลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 ลักษณะการกระจายตัวของค่าแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ความเร็วลม

<p>Dependent Variable: WS Method: Least Squares Date: 05/11/11 Time: 15:47 Sample: 1 792 Included observations: 792</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>Coefficient</th> <th>Std. Error</th> <th>t-Statistic</th> <th>Prob.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C</td> <td>0.037310</td> <td>0.120752</td> <td>0.308981</td> <td>0.7574</td> </tr> <tr> <td>BCR</td> <td>3.883678</td> <td>0.322753</td> <td>12.03296</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>FAR</td> <td>-0.156669</td> <td>0.081807</td> <td>-1.915095</td> <td>0.0558</td> </tr> <tr> <td>GCR</td> <td>0.037870</td> <td>0.003956</td> <td>9.573234</td> <td>0.0000</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td>R-squared</td> <td>0.178267</td> <td>Mean dependent var</td> <td>1.472172</td> </tr> <tr> <td>Adjusted R-squared</td> <td>0.175139</td> <td>S.D. dependent var</td> <td>0.474363</td> </tr> <tr> <td>S.E. of regression</td> <td>0.430825</td> <td>Akaike info criterion</td> <td>1.158810</td> </tr> <tr> <td>Sum squared resid</td> <td>146.2611</td> <td>Schwarz criterion</td> <td>1.182419</td> </tr> <tr> <td>Log likelihood</td> <td>-454.8888</td> <td>F-statistic</td> <td>56.98303</td> </tr> <tr> <td>Durbin-Watson stat</td> <td>0.099649</td> <td>Prob(F-statistic)</td> <td>0.000000</td> </tr> </tbody> </table>	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	C	0.037310	0.120752	0.308981	0.7574	BCR	3.883678	0.322753	12.03296	0.0000	FAR	-0.156669	0.081807	-1.915095	0.0558	GCR	0.037870	0.003956	9.573234	0.0000	R-squared	0.178267	Mean dependent var	1.472172	Adjusted R-squared	0.175139	S.D. dependent var	0.474363	S.E. of regression	0.430825	Akaike info criterion	1.158810	Sum squared resid	146.2611	Schwarz criterion	1.182419	Log likelihood	-454.8888	F-statistic	56.98303	Durbin-Watson stat	0.099649	Prob(F-statistic)	0.000000	<p>Dependent Variable: WS Method: Least Squares Date: 05/11/11 Time: 15:13 Sample(adjusted): 3 792 Included observations: 790 after adjusting endpoints Convergence achieved after 6 iterations</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>Coefficient</th> <th>Std. Error</th> <th>t-Statistic</th> <th>Prob.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C</td> <td>0.583974</td> <td>0.161250</td> <td>3.621547</td> <td>0.0003</td> </tr> <tr> <td>BCR</td> <td>4.784989</td> <td>0.503905</td> <td>9.495820</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>FAR</td> <td>-0.963904</td> <td>0.115593</td> <td>-8.338744</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>GCR</td> <td>0.020874</td> <td>0.004911</td> <td>4.250698</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>AR(1)</td> <td>1.457768</td> <td>0.030705</td> <td>47.47661</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>AR(2)</td> <td>-0.518866</td> <td>0.030788</td> <td>-16.85308</td> <td>0.0000</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td>R-squared</td> <td>0.943762</td> <td>Mean dependent var</td> <td>1.472797</td> </tr> <tr> <td>Adjusted R-squared</td> <td>0.943404</td> <td>S.D. dependent var</td> <td>0.474799</td> </tr> <tr> <td>S.E. of regression</td> <td>0.112954</td> <td>Akaike info criterion</td> <td>-1.516098</td> </tr> <tr> <td>Sum squared resid</td> <td>10.00283</td> <td>Schwarz criterion</td> <td>-1.480614</td> </tr> <tr> <td>Log likelihood</td> <td>604.8587</td> <td>F-statistic</td> <td>2631.370</td> </tr> <tr> <td>Durbin-Watson stat</td> <td>2.104729</td> <td>Prob(F-statistic)</td> <td>0.000000</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td>Inverted AR Roots</td> <td>.84</td> <td>.62</td> </tr> </tbody> </table>	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	C	0.583974	0.161250	3.621547	0.0003	BCR	4.784989	0.503905	9.495820	0.0000	FAR	-0.963904	0.115593	-8.338744	0.0000	GCR	0.020874	0.004911	4.250698	0.0000	AR(1)	1.457768	0.030705	47.47661	0.0000	AR(2)	-0.518866	0.030788	-16.85308	0.0000	R-squared	0.943762	Mean dependent var	1.472797	Adjusted R-squared	0.943404	S.D. dependent var	0.474799	S.E. of regression	0.112954	Akaike info criterion	-1.516098	Sum squared resid	10.00283	Schwarz criterion	-1.480614	Log likelihood	604.8587	F-statistic	2631.370	Durbin-Watson stat	2.104729	Prob(F-statistic)	0.000000	Inverted AR Roots	.84	.62
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.																																																																																																												
C	0.037310	0.120752	0.308981	0.7574																																																																																																												
BCR	3.883678	0.322753	12.03296	0.0000																																																																																																												
FAR	-0.156669	0.081807	-1.915095	0.0558																																																																																																												
GCR	0.037870	0.003956	9.573234	0.0000																																																																																																												
R-squared	0.178267	Mean dependent var	1.472172																																																																																																													
Adjusted R-squared	0.175139	S.D. dependent var	0.474363																																																																																																													
S.E. of regression	0.430825	Akaike info criterion	1.158810																																																																																																													
Sum squared resid	146.2611	Schwarz criterion	1.182419																																																																																																													
Log likelihood	-454.8888	F-statistic	56.98303																																																																																																													
Durbin-Watson stat	0.099649	Prob(F-statistic)	0.000000																																																																																																													
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.																																																																																																												
C	0.583974	0.161250	3.621547	0.0003																																																																																																												
BCR	4.784989	0.503905	9.495820	0.0000																																																																																																												
FAR	-0.963904	0.115593	-8.338744	0.0000																																																																																																												
GCR	0.020874	0.004911	4.250698	0.0000																																																																																																												
AR(1)	1.457768	0.030705	47.47661	0.0000																																																																																																												
AR(2)	-0.518866	0.030788	-16.85308	0.0000																																																																																																												
R-squared	0.943762	Mean dependent var	1.472797																																																																																																													
Adjusted R-squared	0.943404	S.D. dependent var	0.474799																																																																																																													
S.E. of regression	0.112954	Akaike info criterion	-1.516098																																																																																																													
Sum squared resid	10.00283	Schwarz criterion	-1.480614																																																																																																													
Log likelihood	604.8587	F-statistic	2631.370																																																																																																													
Durbin-Watson stat	2.104729	Prob(F-statistic)	0.000000																																																																																																													
Inverted AR Roots	.84	.62																																																																																																														
ก่อนการปรับ Durbin-Watson	หลังการปรับ Durbin-Watson																																																																																																															

รูปที่ 3 การพยากรณ์ความเร็วลมก่อนและหลังการปรับ Durbin-Watson

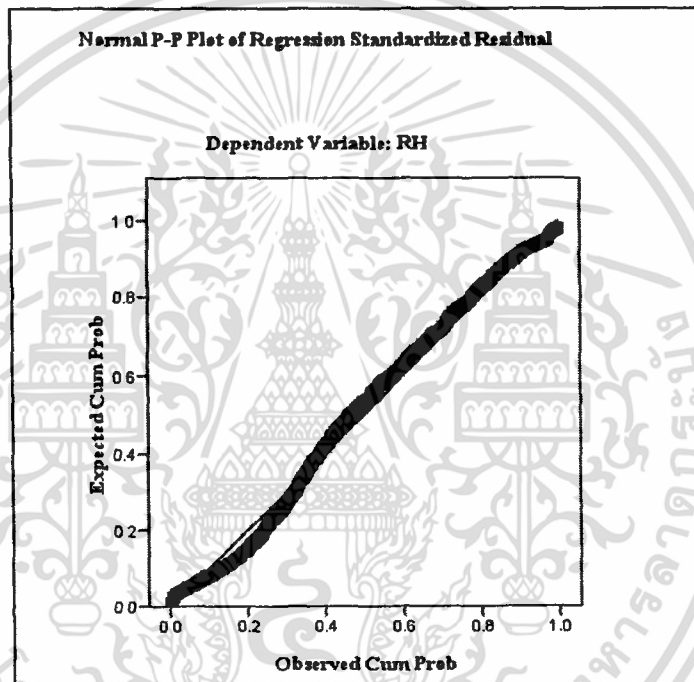
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการพยากรณ์ความชื้นสัมพัทธ์

Residuals Statistics (a)

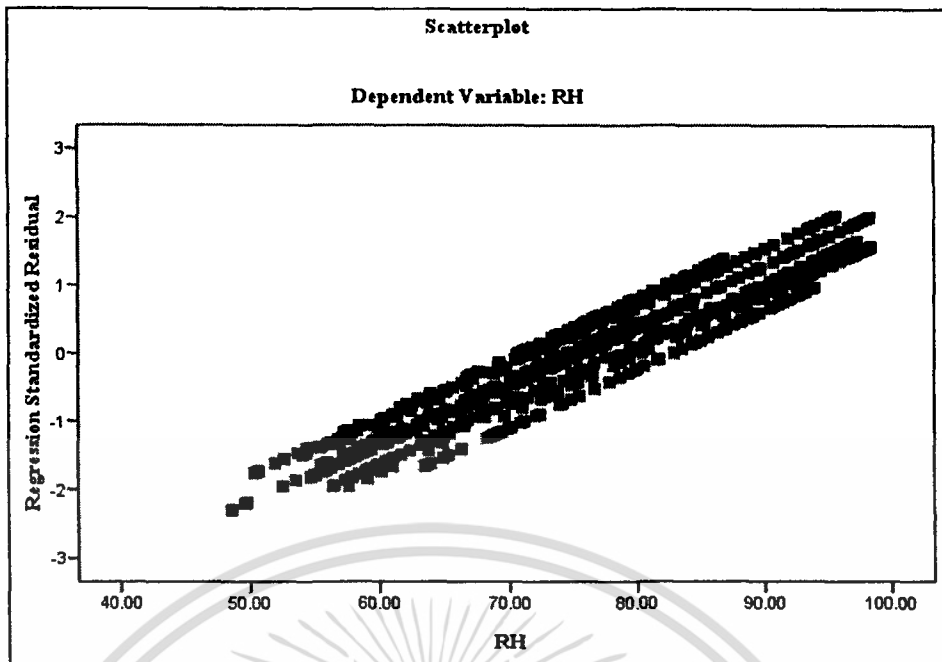
	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	70.7182	82.7279	75.9670	3.60696	792
Residual	-26.51491	23.40615	.00000	11.53243	792
Std. Predicted Value	-1.455	1.874	.000	1.000	792
Std. Residual	-2.296	2.027	.000	.999	792

a Dependent Variable: RH



รูปที่ 4 กราฟความคลาดเคลื่อนในการทดสอบการแจกแจงแบบปกติจากการพยากรณ์ความชื้นสัมพัทธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 ลักษณะการกระจายตัวของค่าแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์  
ความขึ้นสัมพัทธ์

<p>Dependent Variable: RH Method: Least Squares Date: 05/11/11 Time: 15:48 Sample: 1 792 Included observations: 792</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>Coefficient</th> <th>Std. Error</th> <th>t-Statistic</th> <th>Prob</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C</td> <td>84.40766</td> <td>3.238610</td> <td>26.06293</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>BCR</td> <td>-30.01730</td> <td>8.656354</td> <td>-3.467661</td> <td>0.0006</td> </tr> <tr> <td>FAR</td> <td>-0.426724</td> <td>2.194099</td> <td>-0.194487</td> <td>0.8458</td> </tr> <tr> <td>GCR</td> <td>0.185340</td> <td>0.106096</td> <td>1.746912</td> <td>0.0810</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>R-squared</td> <td>0.089035</td> <td>Mean dependent var</td> <td>75.96725</td> </tr> <tr> <td>Adjusted R-squared</td> <td>0.085567</td> <td>S.D. dependent var</td> <td>12.08341</td> </tr> <tr> <td>S.E. of regression</td> <td>11.55488</td> <td>Akaike info criterion</td> <td>7.737131</td> </tr> <tr> <td>Sum squared resid</td> <td>105210.1</td> <td>Schwarz criterion</td> <td>7.760740</td> </tr> <tr> <td>Log likelihood</td> <td>-3059.904</td> <td>F-statistic</td> <td>25.67218</td> </tr> <tr> <td>Durbin-Watson stat</td> <td>0.082577</td> <td>Prob(F-statistic)</td> <td>0.000000</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">ก่อนการปรับ Durbin-Watson</p>	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob	C	84.40766	3.238610	26.06293	0.0000	BCR	-30.01730	8.656354	-3.467661	0.0006	FAR	-0.426724	2.194099	-0.194487	0.8458	GCR	0.185340	0.106096	1.746912	0.0810	R-squared	0.089035	Mean dependent var	75.96725	Adjusted R-squared	0.085567	S.D. dependent var	12.08341	S.E. of regression	11.55488	Akaike info criterion	7.737131	Sum squared resid	105210.1	Schwarz criterion	7.760740	Log likelihood	-3059.904	F-statistic	25.67218	Durbin-Watson stat	0.082577	Prob(F-statistic)	0.000000	<p>Dependent Variable: RH Method: Least Squares Date: 05/11/11 Time: 15:14 Sample(adjusted): 3 792 Included observations: 790 after adjusting endpoints Convergence achieved after 6 iterations</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>Coefficient</th> <th>Std. Error</th> <th>t-Statistic</th> <th>Prob</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C</td> <td>83.86456</td> <td>2.834273</td> <td>29.58944</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>BCR</td> <td>13.49530</td> <td>8.834894</td> <td>1.527500</td> <td>0.1270</td> </tr> <tr> <td>FAR</td> <td>-15.46657</td> <td>2.022152</td> <td>-7.648568</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>GCR</td> <td>0.079090</td> <td>0.085976</td> <td>0.919905</td> <td>0.3579</td> </tr> <tr> <td>AR(1)</td> <td>1.677007</td> <td>0.023906</td> <td>70.14981</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>AR(2)</td> <td>-0.743130</td> <td>0.023900</td> <td>-31.09386</td> <td>0.0000</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>R-squared</td> <td>0.967655</td> <td>Mean dependent var</td> <td>75.97895</td> </tr> <tr> <td>Adjusted R-squared</td> <td>0.967449</td> <td>S.D. dependent var</td> <td>12.09645</td> </tr> <tr> <td>S.E. of regression</td> <td>2.182445</td> <td>Akaike info criterion</td> <td>4.406334</td> </tr> <tr> <td>Sum squared resid</td> <td>3734.243</td> <td>Schwarz criterion</td> <td>4.441818</td> </tr> <tr> <td>Log likelihood</td> <td>-1734.502</td> <td>F-statistic</td> <td>4690.906</td> </tr> <tr> <td>Durbin-Watson stat</td> <td>2.334273</td> <td>Prob(F-statistic)</td> <td>0.000000</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">หลังการปรับ Durbin-Watson</p>	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob	C	83.86456	2.834273	29.58944	0.0000	BCR	13.49530	8.834894	1.527500	0.1270	FAR	-15.46657	2.022152	-7.648568	0.0000	GCR	0.079090	0.085976	0.919905	0.3579	AR(1)	1.677007	0.023906	70.14981	0.0000	AR(2)	-0.743130	0.023900	-31.09386	0.0000	R-squared	0.967655	Mean dependent var	75.97895	Adjusted R-squared	0.967449	S.D. dependent var	12.09645	S.E. of regression	2.182445	Akaike info criterion	4.406334	Sum squared resid	3734.243	Schwarz criterion	4.441818	Log likelihood	-1734.502	F-statistic	4690.906	Durbin-Watson stat	2.334273	Prob(F-statistic)	0.000000
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob																																																																																																									
C	84.40766	3.238610	26.06293	0.0000																																																																																																									
BCR	-30.01730	8.656354	-3.467661	0.0006																																																																																																									
FAR	-0.426724	2.194099	-0.194487	0.8458																																																																																																									
GCR	0.185340	0.106096	1.746912	0.0810																																																																																																									
R-squared	0.089035	Mean dependent var	75.96725																																																																																																										
Adjusted R-squared	0.085567	S.D. dependent var	12.08341																																																																																																										
S.E. of regression	11.55488	Akaike info criterion	7.737131																																																																																																										
Sum squared resid	105210.1	Schwarz criterion	7.760740																																																																																																										
Log likelihood	-3059.904	F-statistic	25.67218																																																																																																										
Durbin-Watson stat	0.082577	Prob(F-statistic)	0.000000																																																																																																										
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob																																																																																																									
C	83.86456	2.834273	29.58944	0.0000																																																																																																									
BCR	13.49530	8.834894	1.527500	0.1270																																																																																																									
FAR	-15.46657	2.022152	-7.648568	0.0000																																																																																																									
GCR	0.079090	0.085976	0.919905	0.3579																																																																																																									
AR(1)	1.677007	0.023906	70.14981	0.0000																																																																																																									
AR(2)	-0.743130	0.023900	-31.09386	0.0000																																																																																																									
R-squared	0.967655	Mean dependent var	75.97895																																																																																																										
Adjusted R-squared	0.967449	S.D. dependent var	12.09645																																																																																																										
S.E. of regression	2.182445	Akaike info criterion	4.406334																																																																																																										
Sum squared resid	3734.243	Schwarz criterion	4.441818																																																																																																										
Log likelihood	-1734.502	F-statistic	4690.906																																																																																																										
Durbin-Watson stat	2.334273	Prob(F-statistic)	0.000000																																																																																																										

รูปที่ 6 การพยากรณ์ความขึ้นสัมพัทธ์ ก่อนและหลังการปรับ Durbin-Watson

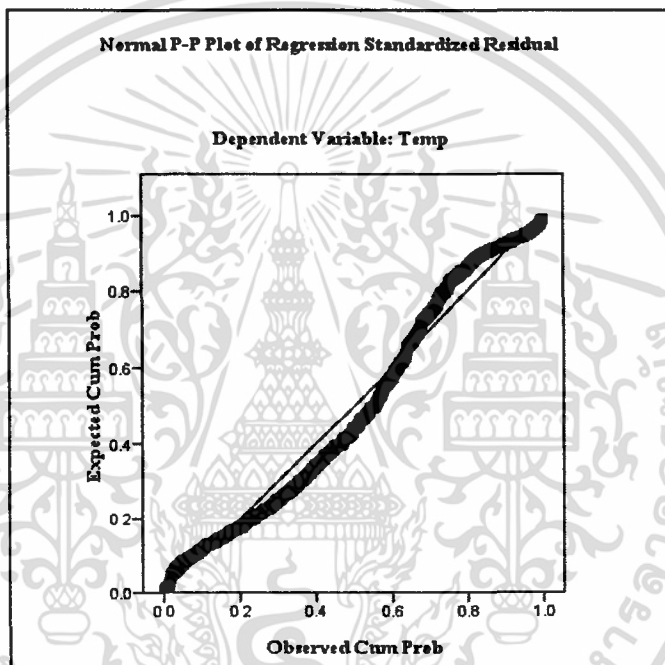
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการพยากรณ์อุณหภูมิ

Residuals Statistics (a)

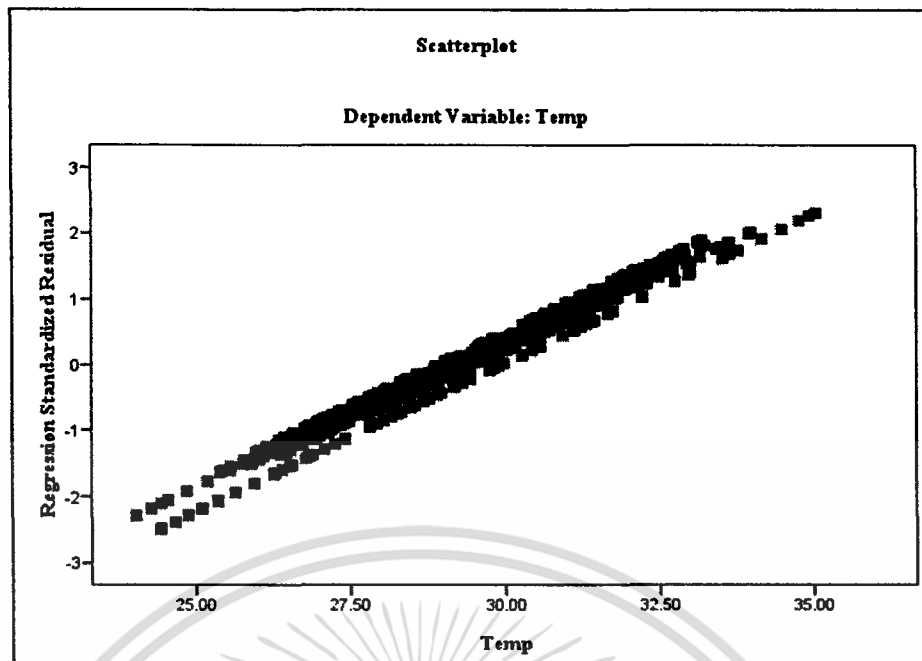
	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	28.9108	29.9282	29.2505	.27740	792
Residual	-5.50230	5.11502	.00000	2.21001	792
Std. Predicted Value	-1.224	2.443	.000	1.000	792
Std. Residual	-2.488	2.313	.000	.999	792

a Dependent Variable: Temp



รูปที่ 7 กราฟความคลาดเคลื่อนในการทดสอบการแจกแจงแบบปกติจากการพยากรณ์อุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8 ลักษณะการกระจายตัวของค่าแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์อุณหภูมิ

<p>Dependent Variable: T Method: Least Squares Date: 05/11/11 Time: 15:50 Sample: 1792 Included observations: 792</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>Coefficient</th> <th>Std. Error</th> <th>t-Statistic</th> <th>Prob</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C</td> <td>29.47881</td> <td>0.619524</td> <td>47.58302</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>BCR</td> <td>-2.239942</td> <td>1.655901</td> <td>-1.352703</td> <td>0.1765</td> </tr> <tr> <td>FAR</td> <td>0.875208</td> <td>0.419716</td> <td>2.085238</td> <td>0.0374</td> </tr> <tr> <td>GCR</td> <td>-0.028275</td> <td>0.020295</td> <td>-1.393172</td> <td>0.1640</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>R-squared</td> <td>0.018824</td> <td>Mean dependent var</td> <td>29.25038</td> </tr> <tr> <td>Adjusted R-squared</td> <td>0.015089</td> <td>S.D. dependent var</td> <td>2.227237</td> </tr> <tr> <td>S.E. of regression</td> <td>2.210370</td> <td>Akaike info criterion</td> <td>4.429234</td> </tr> <tr> <td>Sum squared resid</td> <td>3849.959</td> <td>Schwarz criterion</td> <td>4.452843</td> </tr> <tr> <td>Log likelihood</td> <td>-1749.977</td> <td>F-statistic</td> <td>5.039318</td> </tr> <tr> <td>Durbin-Watson stat</td> <td>0.094642</td> <td>Prob(F-statistic)</td> <td>0.001830</td> </tr> </table>	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob	C	29.47881	0.619524	47.58302	0.0000	BCR	-2.239942	1.655901	-1.352703	0.1765	FAR	0.875208	0.419716	2.085238	0.0374	GCR	-0.028275	0.020295	-1.393172	0.1640	R-squared	0.018824	Mean dependent var	29.25038	Adjusted R-squared	0.015089	S.D. dependent var	2.227237	S.E. of regression	2.210370	Akaike info criterion	4.429234	Sum squared resid	3849.959	Schwarz criterion	4.452843	Log likelihood	-1749.977	F-statistic	5.039318	Durbin-Watson stat	0.094642	Prob(F-statistic)	0.001830	<p>Dependent Variable: T Method: Least Squares Date: 05/11/11 Time: 13:14 Sample(adjusted): 3792 Included observations: 790 after adjusting endpoints Convergence achieved after 5 iterations White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors &amp; Covariance</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>Coefficient</th> <th>Std. Error</th> <th>t-Statistic</th> <th>Prob</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C</td> <td>28.15213</td> <td>0.729764</td> <td>38.57706</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>FAR</td> <td>1.385086</td> <td>0.657547</td> <td>2.106444</td> <td>0.0355</td> </tr> <tr> <td>BCR</td> <td>-0.077363</td> <td>2.567862</td> <td>-0.030127</td> <td>0.9760</td> </tr> <tr> <td>GCR</td> <td>-0.002636</td> <td>0.015148</td> <td>-0.174027</td> <td>0.8619</td> </tr> <tr> <td>AR(1)</td> <td>1.722365</td> <td>0.038224</td> <td>45.05994</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>AR(2)</td> <td>-0.807066</td> <td>0.037710</td> <td>-21.40208</td> <td>0.0000</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>R-squared</td> <td>0.968530</td> <td>Mean dependent var</td> <td>29.25522</td> </tr> <tr> <td>Adjusted R-squared</td> <td>0.968329</td> <td>S.D. dependent var</td> <td>2.227966</td> </tr> <tr> <td>S.E. of regression</td> <td>0.396494</td> <td>Akaike info criterion</td> <td>0.995252</td> </tr> <tr> <td>Sum squared resid</td> <td>123.2505</td> <td>Schwarz criterion</td> <td>1.030736</td> </tr> <tr> <td>Log likelihood</td> <td>-387.1247</td> <td>F-statistic</td> <td>4825.750</td> </tr> <tr> <td>Durbin-Watson stat</td> <td>2.375179</td> <td>Prob(F-statistic)</td> <td>0.000000</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Inverted AR Roots</td> <td>.86</td> <td>-.26i</td> <td>.86+</td> <td>.26i</td> </tr> </table>	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob	C	28.15213	0.729764	38.57706	0.0000	FAR	1.385086	0.657547	2.106444	0.0355	BCR	-0.077363	2.567862	-0.030127	0.9760	GCR	-0.002636	0.015148	-0.174027	0.8619	AR(1)	1.722365	0.038224	45.05994	0.0000	AR(2)	-0.807066	0.037710	-21.40208	0.0000	R-squared	0.968530	Mean dependent var	29.25522	Adjusted R-squared	0.968329	S.D. dependent var	2.227966	S.E. of regression	0.396494	Akaike info criterion	0.995252	Sum squared resid	123.2505	Schwarz criterion	1.030736	Log likelihood	-387.1247	F-statistic	4825.750	Durbin-Watson stat	2.375179	Prob(F-statistic)	0.000000	Inverted AR Roots	.86	-.26i	.86+	.26i
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob																																																																																																														
C	29.47881	0.619524	47.58302	0.0000																																																																																																														
BCR	-2.239942	1.655901	-1.352703	0.1765																																																																																																														
FAR	0.875208	0.419716	2.085238	0.0374																																																																																																														
GCR	-0.028275	0.020295	-1.393172	0.1640																																																																																																														
R-squared	0.018824	Mean dependent var	29.25038																																																																																																															
Adjusted R-squared	0.015089	S.D. dependent var	2.227237																																																																																																															
S.E. of regression	2.210370	Akaike info criterion	4.429234																																																																																																															
Sum squared resid	3849.959	Schwarz criterion	4.452843																																																																																																															
Log likelihood	-1749.977	F-statistic	5.039318																																																																																																															
Durbin-Watson stat	0.094642	Prob(F-statistic)	0.001830																																																																																																															
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob																																																																																																														
C	28.15213	0.729764	38.57706	0.0000																																																																																																														
FAR	1.385086	0.657547	2.106444	0.0355																																																																																																														
BCR	-0.077363	2.567862	-0.030127	0.9760																																																																																																														
GCR	-0.002636	0.015148	-0.174027	0.8619																																																																																																														
AR(1)	1.722365	0.038224	45.05994	0.0000																																																																																																														
AR(2)	-0.807066	0.037710	-21.40208	0.0000																																																																																																														
R-squared	0.968530	Mean dependent var	29.25522																																																																																																															
Adjusted R-squared	0.968329	S.D. dependent var	2.227966																																																																																																															
S.E. of regression	0.396494	Akaike info criterion	0.995252																																																																																																															
Sum squared resid	123.2505	Schwarz criterion	1.030736																																																																																																															
Log likelihood	-387.1247	F-statistic	4825.750																																																																																																															
Durbin-Watson stat	2.375179	Prob(F-statistic)	0.000000																																																																																																															
Inverted AR Roots	.86	-.26i	.86+	.26i																																																																																																														
ก่อนการปรับ Durbin-Watson และ heteroskedasticity	หลังการปรับ Durbin-Watson และ heteroskedasticity																																																																																																																	

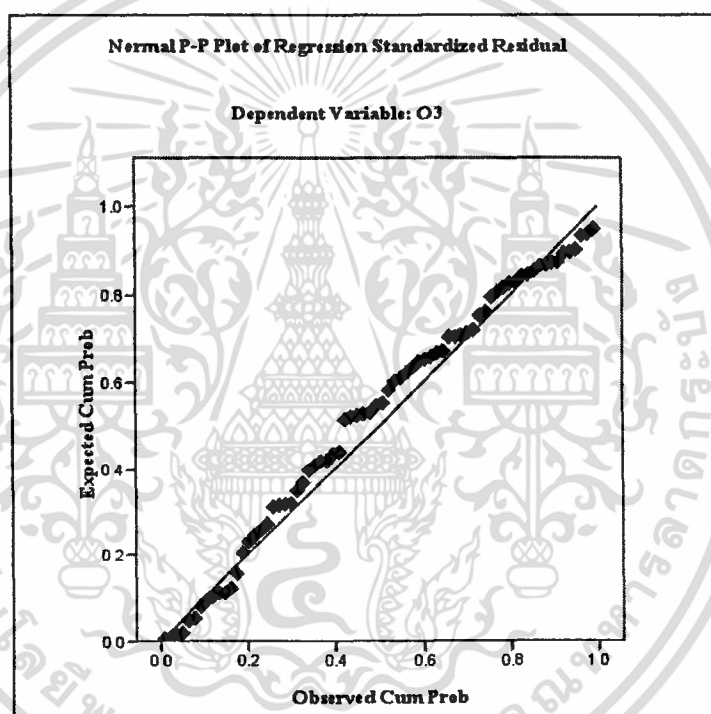
รูปที่ 9 การพยากรณ์อุณหภูมิ ก่อนและหลังการปรับค่า Durbin-Watson และ heteroskedasticity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการพยากรณ์การสะสมก๊าซโอโซน

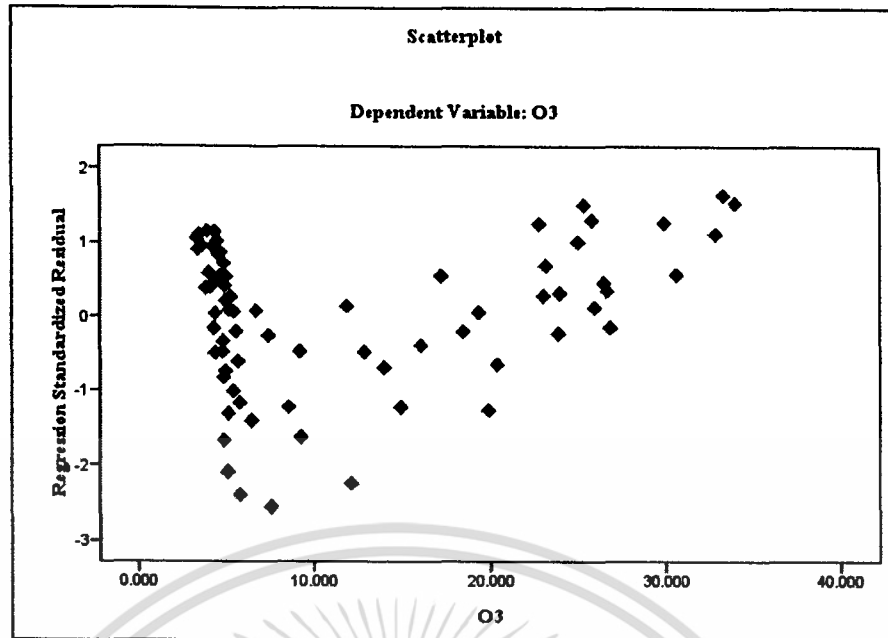
Residuals Statistics (a)					
	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	.35587	29.70233	12.02044	9.127765	72
Residual	-7.224714	4.636725	.000000	2.815227	72
Std. Predicted Value	-1.278	1.937	.000	1.000	72
Std. Residual	-2.548	1.635	.000	.993	72

a Dependent Variable: O3



รูปที่ 10 กราฟความคลาดเคลื่อนในการทดสอบการแจกแจงแบบปกติจากการพยากรณ์ก๊าซโอโซน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11 ลักษณะการกระจายตัวของค่าแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ก๊าซโอโซน

<p>Dependent Variable: O3 Method: Least Squares Date: 05/11/11 Time: 15:50 Sample: 1 72 Included observations: 72</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>Coefficient</th> <th>Std. Error</th> <th>t-Statistic</th> <th>Prob.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C</td> <td>41.51064</td> <td>24.31310</td> <td>1.707336</td> <td>0.0923</td> </tr> <tr> <td>WS</td> <td>-9.397201</td> <td>5.504298</td> <td>-1.707248</td> <td>0.0923</td> </tr> <tr> <td>RH</td> <td>-0.787755</td> <td>0.117575</td> <td>-6.700014</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>-1.510629</td> <td>0.643485</td> <td>2.347574</td> <td>0.0218</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <tr> <td>R-squared</td> <td>0.919959</td> <td>Mean dependent var</td> <td>12.02042</td> </tr> <tr> <td>Adjusted R-squared</td> <td>0.916427</td> <td>S.D. dependent var</td> <td>9.552071</td> </tr> <tr> <td>S.E. of regression</td> <td>2.761400</td> <td>Akaike info criterion</td> <td>4.923305</td> </tr> <tr> <td>Sum squared resid</td> <td>518.5225</td> <td>Schwarz criterion</td> <td>5.049787</td> </tr> <tr> <td>Log likelihood</td> <td>-173.2390</td> <td>F-statistic</td> <td>260.5204</td> </tr> <tr> <td>Durbin-Watson stat</td> <td>0.158928</td> <td>Prob(F-statistic)</td> <td>0.000000</td> </tr> </table>	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	C	41.51064	24.31310	1.707336	0.0923	WS	-9.397201	5.504298	-1.707248	0.0923	RH	-0.787755	0.117575	-6.700014	0.0000	T	-1.510629	0.643485	2.347574	0.0218	R-squared	0.919959	Mean dependent var	12.02042	Adjusted R-squared	0.916427	S.D. dependent var	9.552071	S.E. of regression	2.761400	Akaike info criterion	4.923305	Sum squared resid	518.5225	Schwarz criterion	5.049787	Log likelihood	-173.2390	F-statistic	260.5204	Durbin-Watson stat	0.158928	Prob(F-statistic)	0.000000	<p>Dependent Variable: O3 Method: Least Squares Date: 05/11/11 Time: 13:21 Sample(adjusted): 3 72 Included observations: 70 after adjusting endpoints Convergence achieved after 15 iterations White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors &amp; Covariance</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>Coefficient</th> <th>Std. Error</th> <th>t-Statistic</th> <th>Prob.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C</td> <td>52.37563</td> <td>26.27933</td> <td>1.993035</td> <td>0.0505</td> </tr> <tr> <td>RH</td> <td>-0.816399</td> <td>0.136416</td> <td>-5.984649</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>1.076644</td> <td>0.488805</td> <td>2.202603</td> <td>0.0312</td> </tr> <tr> <td>WS</td> <td>-6.699567</td> <td>2.876128</td> <td>-2.329371</td> <td>0.0230</td> </tr> <tr> <td>AR(1)</td> <td>1.682048</td> <td>0.093965</td> <td>17.90071</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>AR(2)</td> <td>-0.839892</td> <td>0.095393</td> <td>-8.804514</td> <td>0.0000</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <tr> <td>R-squared</td> <td>0.995996</td> <td>Mean dependent var</td> <td>12.23183</td> </tr> <tr> <td>Adjusted R-squared</td> <td>0.995684</td> <td>S.D. dependent var</td> <td>9.604914</td> </tr> <tr> <td>S.E. of regression</td> <td>0.631034</td> <td>Akaike info criterion</td> <td>1.998902</td> </tr> <tr> <td>Sum squared resid</td> <td>25.48504</td> <td>Schwarz criterion</td> <td>2.191630</td> </tr> <tr> <td>Log likelihood</td> <td>-63.96157</td> <td>F-statistic</td> <td>3184.333</td> </tr> <tr> <td>Durbin-Watson stat</td> <td>1.281971</td> <td>Prob(F-statistic)</td> <td>0.000000</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td>Inverted AR Roots</td> <td>.84 - .36i</td> <td>.84 + .36i</td> </tr> </table>	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	C	52.37563	26.27933	1.993035	0.0505	RH	-0.816399	0.136416	-5.984649	0.0000	T	1.076644	0.488805	2.202603	0.0312	WS	-6.699567	2.876128	-2.329371	0.0230	AR(1)	1.682048	0.093965	17.90071	0.0000	AR(2)	-0.839892	0.095393	-8.804514	0.0000	R-squared	0.995996	Mean dependent var	12.23183	Adjusted R-squared	0.995684	S.D. dependent var	9.604914	S.E. of regression	0.631034	Akaike info criterion	1.998902	Sum squared resid	25.48504	Schwarz criterion	2.191630	Log likelihood	-63.96157	F-statistic	3184.333	Durbin-Watson stat	1.281971	Prob(F-statistic)	0.000000	Inverted AR Roots	.84 - .36i	.84 + .36i
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.																																																																																																												
C	41.51064	24.31310	1.707336	0.0923																																																																																																												
WS	-9.397201	5.504298	-1.707248	0.0923																																																																																																												
RH	-0.787755	0.117575	-6.700014	0.0000																																																																																																												
T	-1.510629	0.643485	2.347574	0.0218																																																																																																												
R-squared	0.919959	Mean dependent var	12.02042																																																																																																													
Adjusted R-squared	0.916427	S.D. dependent var	9.552071																																																																																																													
S.E. of regression	2.761400	Akaike info criterion	4.923305																																																																																																													
Sum squared resid	518.5225	Schwarz criterion	5.049787																																																																																																													
Log likelihood	-173.2390	F-statistic	260.5204																																																																																																													
Durbin-Watson stat	0.158928	Prob(F-statistic)	0.000000																																																																																																													
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.																																																																																																												
C	52.37563	26.27933	1.993035	0.0505																																																																																																												
RH	-0.816399	0.136416	-5.984649	0.0000																																																																																																												
T	1.076644	0.488805	2.202603	0.0312																																																																																																												
WS	-6.699567	2.876128	-2.329371	0.0230																																																																																																												
AR(1)	1.682048	0.093965	17.90071	0.0000																																																																																																												
AR(2)	-0.839892	0.095393	-8.804514	0.0000																																																																																																												
R-squared	0.995996	Mean dependent var	12.23183																																																																																																													
Adjusted R-squared	0.995684	S.D. dependent var	9.604914																																																																																																													
S.E. of regression	0.631034	Akaike info criterion	1.998902																																																																																																													
Sum squared resid	25.48504	Schwarz criterion	2.191630																																																																																																													
Log likelihood	-63.96157	F-statistic	3184.333																																																																																																													
Durbin-Watson stat	1.281971	Prob(F-statistic)	0.000000																																																																																																													
Inverted AR Roots	.84 - .36i	.84 + .36i																																																																																																														
ก่อนการปรับ Durbin-Watson และ heteroskedasticity	หลังการปรับ Durbin-Watson และ heteroskedasticity																																																																																																															

รูปที่ 12 การพยากรณ์ปริมาณก๊าซโอโซน ก่อนและหลังการปรับ Durbin-Watson และ heteroskedasticity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

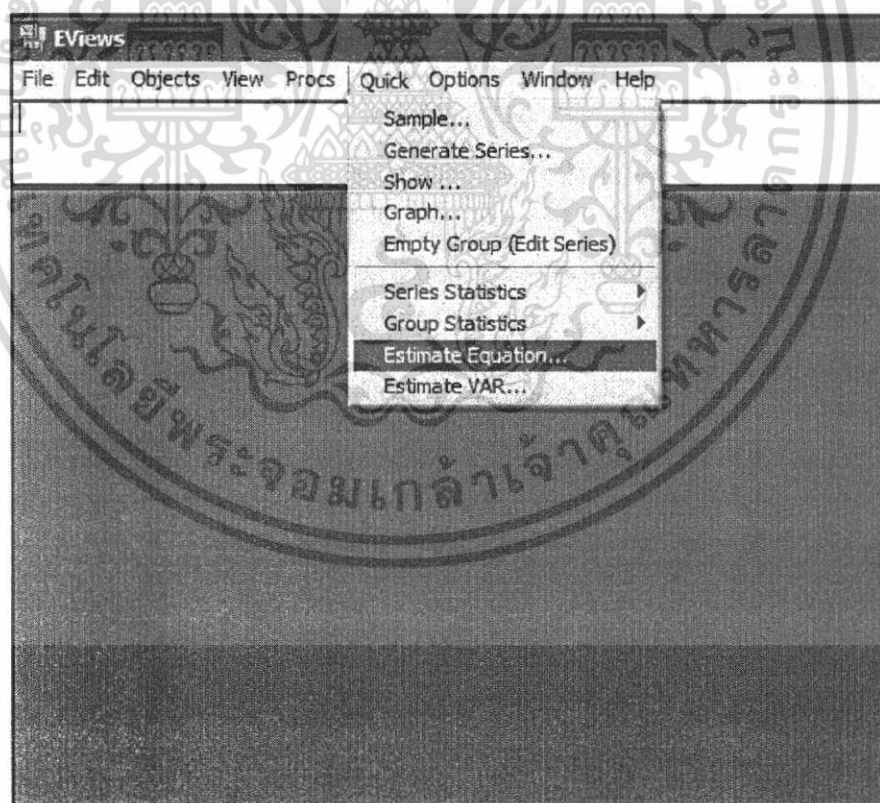
### การประมาณค่าแบบจำลองสมการเดียว (Single Equation Model)

โปรแกรม Eviews สามารถประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรของสมการถดถอยในแบบสมการเดียว (Single Equation Model) ได้ซึ่งอาจอยู่ในรูปสมการเส้นตรง (Linear Equation) หรือสมการที่ไม่ใช่เส้นตรง (Non-linear Equation) เช่นการประมาณค่าอุปสงค์ของสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันอุปสงค์การประมาณค่าสัมประสิทธิ์นี้ ทำให้เราสามารถนำไปวิเคราะห์และพยากรณ์เหตุการณ์ในอนาคตได้

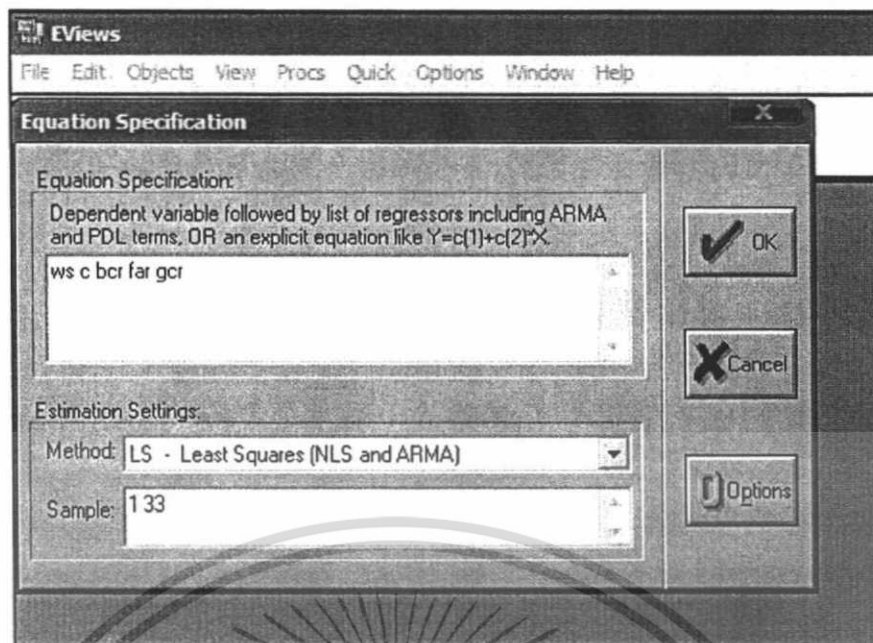
โปรแกรม Eviews จะแสดงผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ และค่าสถิติที่สำคัญเพื่อใช้ในการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ เช่น ค่า t-statistics, F-statistics, Durbin-watson statistics, r-square เป็นต้นซึ่งจะนำไปสู่การแก้ปัญหา model ที่ไม่เหมาะสม เช่นเกิดปัญหา autocorrelation , heteroskedasticity เป็นต้น

### ขั้นตอนการทดสอบ Durbin-watson statistics

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในโปรแกรม จะต้องเข้าไปที่หน้าต่าง Equation specification จากนั้น click main menu Quick> Estimate Equation จะเข้าหน้าต่าง Equation Specification ดังภาพ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เมื่อเข้าหน้าที่ Equation Specification เราต้องป้อน Equation Specification ที่เราต้องการวิเคราะห์ซึ่งเราจะต้องป้อนตัวแปรตาม มาก่อนเสมอ และตามด้วยตัวแปรอิสระของหรือเราอาจจะป้อนรูปแบบสมการที่เราต้องการเลขก็ได้เพื่อฟอร์มรูปสมการ ที่ต้องการประมาณเช่น เรามี model ที่คิดว่า ws (ความเร็วลม) ขึ้นอยู่กับตัวแปร far (สัดส่วนพื้นที่อาคารค่อพื้นที่ดิน), bcr (สัดส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน), gcr (สัดส่วนพื้นที่สีเขียว) เราก็ป้อนข้อมูลในช่องว่า ws c den bcr gcr หลังจากนั้นเราก็จะดูว่า Method ที่เราต้องการเป็นอย่างไร เช่นตัวอย่าง จะเป็น LS - Least Square ที่เราเลือกใช้ หลังจากนั้นก็ click OK เพื่อเริ่มการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์จะออกมาเป็นตารางดังภาพด้านล่าง

EViews				
File Edit Objects View Procs Quick Options Window Help				
Equation: UNTITLED Workfile: AVERAGE_HOUR				
View Procs Objects Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids				
Dependent Variable: WS				
Method: Least Squares				
Date: 04/18/11 Time: 12:05				
Sample: 1 792				
Included observations: 792				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.037310	0.120752	0.308981	0.7574
FAR	-0.156669	0.081807	-1.915095	0.0558
BCR	3.883678	0.322753	12.03296	0.0000
GCR	0.037870	0.003956	9.573234	0.0000
R-squared	0.178267	Mean dependent var		1.472172
Adjusted R-squared	0.175139	S.D. dependent var		0.474363
S.E. of regression	0.430825	Akaike info criterion		1.158810
Sum squared resid	146.2611	Schwarz criterion		1.182419
Log likelihood	-454.8888	F-statistic		56.98303
Durbin-Watson stat	0.099649	Prob(F-statistic)		0.000000

การรายงานผล และการแปลความหมาย

ค่าประมาณการที่ได้ในหน้าต่าง Equation ข้างบนจะสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$WS = -0.037310 - 0.156669FAR + 3.883678BCR + 0.03787GCR$$

$$R\text{-squared} = 0.178267$$

$$\text{Adjusted R-squared} = 0.175139$$

$$F\text{-statistics} = 56.98303$$

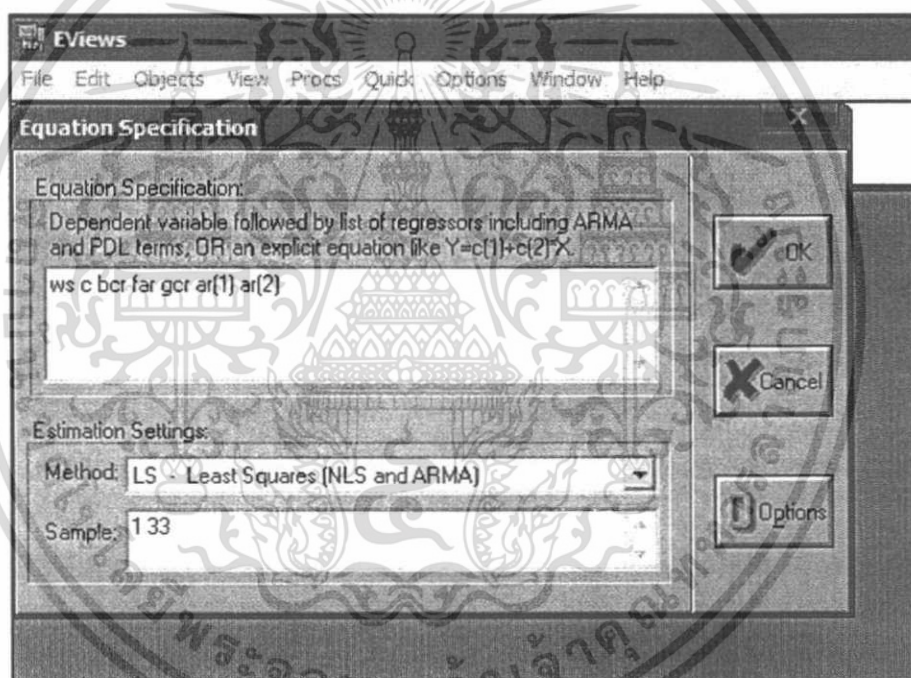
$$\text{Durbin-Watson stat} = 0.099649$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า Durbin-Watson stat (d) เป็นค่าสถิติ ที่ใช้ทดสอบปัญหา Autocorrelation ซึ่งจะทดสอบว่าตัวรบกวน (e) มีการกระจายเป็นอิสระตามข้อสมมติหรือไม่ ถ้ามีการกระจายเป็นอิสระ ค่า d จะไม่ต่างจาก 2 มากค่าที่ได้เท่ากับ 0.099649 ซึ่งต่างจาก 2 มากแสดงว่าตัวรบกวนดังกล่าวมีการกระจายไม่เป็นอิสระ ดังนั้นจึงต้องทำการปรับแก้ค่า Durbin-Watson

การแก้ปัญหาด้วย โปรแกรม Eviews สามารถทำได้โดย การใส่ตัวแปรเพิ่มเข้าไปในการประมาณสมการ ถ้าเกิดปัญหาในลำดับที่ 1 ให้ใส่ ar(1) เพิ่มเข้าไป ถ้าเกิดปัญหาในลำดับที่ 2 ก็ให้ใส่ ar(2) เพิ่มเข้าไป แต่ถ้าเกิดปัญหาทั้งสองลำดับ ก็ต้องใส่ทั้ง ar(1) และ ar(2) เข้าไปในการประมาณสมการ จากตัวอย่างเกิดปัญหาทั้งสองลำดับ ดังนั้นต้องใส่ทั้ง ar(1) และ ar(2) โดยมีวิธีการดังนี้

Click Estimate เพื่อประมาณสมการใหม่โดยพิมพ์ ar(1)ar(2) ต่อท้ายตัวแปร เพื่อแก้ปัญหา Autocorrelation ดังภาพ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์ที่ได้จากการใส่ตัวแปรเพิ่มเข้าไปในการประมาณสมการจะออกมาเป็นตารางดังภาพด้านล่าง

EViews				
File Edit Objects View Procs Quick Options Window Help				
Equation: UNTITLED Workfile: AVERAGE_HOUR				
View Procs Objects Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids				
Dependent Variable: WS				
Method: Least Squares				
Date: 04/18/11 Time: 12:06				
Sample(adjusted): 3 792				
Included observations: 790 after adjusting endpoints				
Convergence achieved after 6 iterations				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.583974	0.161250	3.621547	0.0003
FAR	-0.963904	0.115593	-8.338744	0.0000
BCR	4.784989	0.503905	9.495820	0.0000
GCR	0.020874	0.004911	4.250698	0.0000
AR(1)	1.457768	0.030705	47.47661	0.0000
AR(2)	-0.518866	0.030788	-16.85308	0.0000
R-squared	0.943762	Mean dependent var		1.472797
Adjusted R-squared	0.943404	S.D. dependent var		0.474799
S.E. of regression	0.112954	Akaike info criterion		-1.516098
Sum squared resid	10.00283	Schwarz criterion		-1.480614
Log likelihood	604.8587	F-statistic		2631.370
Durbin-Watson stat	2.104729	Prob(F-statistic)		0.000000
Inverted AR Roots	.84	.62		

#### การรายงานผล และการแปลความหมาย

ค่าประมาณการที่ได้หลังจากการใส่ตัวแปรเพิ่มเข้าไปในการประมาณสมการในหน้าต่าง Equation ข้างบนจะสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$WS = 0.583974 - 0.963904FAR + 4.784989BCR + 0.020874 GCR$$

$$R\text{-squared} = 0.943762$$

$$\text{Adjusted } R\text{-squared} = 0.943404$$

$$F\text{-statistics} = 2631.370$$

$$\text{Durbin-Watson stat} = 2.104729$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า Durbin-Watson stat (d) ที่ได้หลังจากการใส่ตัวแปรเพิ่มเข้าไปในการประมาณสมการ ar(1) และ ar(2) เท่ากับ 2.104729 ซึ่งไม่ต่างจาก 2 มากแสดงว่าตัวรบกวนดังกล่าวมีการกระจายเป็นอิสระ แสดงว่าสมการถดถอยที่ได้ หลังจากการปรับค่าความคลาดเคลื่อน Durbin-Watson มีความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ความเร็วลม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาววรัชรี เจนจัดการ
วัน/เดือน/ปีเกิด	วันที่ 11 มกราคม พ.ศ. 2527
ที่อยู่ปัจจุบัน	เลขที่ 44 หมู่ 8 ตำบลวังโดนค อำเภอนาขายอาม จังหวัดจันทบุรี 22170
ประวัติการศึกษา	ระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (พ.ศ. 2545) สาขาวิชาเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ คณะมนุษยศาสตร์และ สังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้