การเปรียบเทียบรูปแบบมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศระหว่างค่าสูงสุดและเปอร์เซ็นต์ไทล์ของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) และ ก๊าซโอโซน

นางสาวชนกานต์ พูลทรัพย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

The Comparison of Forms of Ambient Air Quality Standards between Highest Value and Percentile Value for PM_{10} and Ozone

Miss Choannakan Poolsub

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Environmental Engineering
Department of Environmental Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2016

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบรูปแบบมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศระหว่างค่าสูงสุดและเปอร์เซ็นต์ไทล์ ของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) และ ก๊าซโอโซน
โดย	นางสาวชนกานต์ พูลทรัพย์
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริมา ปัญญาเมธีกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อรทัย ชวาลภาฤทธิ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริมา ปัญญาเมธีกุล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เขมรัฐ โอสถาพันธุ์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัจฉริยา สุริยะวงศ์)

.....กรรมการภายนอก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณวดี สุวัฒิกะ)

ชนกานต์ พูลทรัพย์ : การเปรียบเทียบรูปแบบมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศระหว่างค่าสูงสุดและเปอร์เซ็นต์ไทล์ ของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) และก๊าซโอโซน (The Comparison of Forms of Ambient Air Quality Standards between Highest Value and Percentile Value for PM_{10} and Ozone)
อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร.ศิริมา ปัญญาเมธีกุล,
อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: รศ. วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์, 211 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศที่เหมาะสมกับประเทศไทยของค่ามาตรฐานระยะสั้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) และก๊าซโอโซนเพื่อให้สามารถนำผลการประเมินสถานการณ์คุณภาพอากาศไปใช้ในการกำหนดแผนงานจัดการคุณภาพอากาศได้อย่างเหมาะสม และเสนอแนะค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศที่ได้จากรูปแบบค่ามาตรฐานใหม่ ที่ยังคงมีความเข้มงวดมิได้ลดหย่อนไปกว่าเกณฑ์มาตรฐานปัจจุบัน โดยในงานวิจัยได้ทำการเปรียบเทียบรูปแบบมาตรฐานคุณภาพอากาศปัจจุบันที่ประเทศไทยใช้อยู่คือ ค่า PM_{10} - 24 ชั่วโมงสูงสุด (A1) กับรูปแบบใหม่ที่นำเสนอคือ เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98 (P98) และ 95 (P95) ในส่วนของก๊าซโอโซนมาตรฐาน 1- ชั่วโมง และ 8 - ชั่วโมง ได้ทำการเปรียบเทียบ รูปแบบค่ามาตรฐานปัจจุบัน (ค่าสูงสุด O^{A1}) ค่าสูงสุดที่ยอมให้เกินได้ 1 ครั้งใน 1 ปี (O^{A2}) และค่าสูงสุดลาดับที่ 4 (O^{A4}) กับรูปแบบใหม่คือ เปอร์เซ็นต์ไทล์(O^{P98}, O^{P95}) โดยใช้ข้อมูลรายชั่วโมงจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ (67 สถานีตรวจวัด) ของกรมควบคุมมลพิษเป็นระยะเวลา 10 ปี (พ.ศ. 2548-2557) ผลการศึกษารูปแบบการกระจายระหว่างค่าเฉลี่ยรายปีซึ่งยอมรับว่ามีความน่าเชื่อถือทางสถิติ กับรูปแบบต่างๆของค่ามาตรฐานระยะสั้น พบว่าค่าสหสัมพันธ์ (Correlation coefficient: R) ระหว่างA1 P98 และP95 กับค่าเฉลี่ยรายปีของ PM_{10} (24 ชั่วโมง) เท่ากับ 0.6880 0.7822 และ0.8517 ด้วยเหตุนี้ จึงสามารถสรุปได้ว่า P95 เป็นรูปแบบมาตรฐานที่มีความแปรปรวนน้อยที่สุด ทั้งนี้พบว่าค่ามาตรฐานที่เหมาะสมอยู่ที่ 80 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะมีความเข้มงวดเทียบเท่ามาตรฐานปัจจุบัน โดยพิจารณาจากจำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐาน ผลการศึกษารูปแบบการกระจายระหว่าง O^{A1} O^{A2} O^{P98} และ O^{P95} กับค่าเฉลี่ยรายปีของก๊าซโอโซนมาตรฐาน 1 ชั่วโมง มีค่าสหสัมพันธ์ (Correlation coefficient: R) เท่ากับ 0.5920 0.6159 0.7972 และ 0.8748 ผลการศึกษารูปแบบการกระจายระหว่าง O^{A1} O^{A4} O^{P98} และ O^{P95} กับค่าเฉลี่ยรายปีของก๊าซโอโซนมาตรฐาน 8 ชั่วโมง มีค่าสหสัมพันธ์ (Correlation coefficient: R) เท่ากับ 0.6391 0.7762 0.8232 และ 0.8808 จึงสรุปได้ว่า O^{P95} เป็นรูปแบบมาตรฐานที่มีความแปรปรวนน้อยที่สุดเช่นเดียวกับฝุ่นละออง และค่ามาตรฐาน 1 ชั่วโมง และ 8 ชั่วโมงที่เหมาะสมกับรูปแบบ O^{P95} อยู่ที่ 70 ส่วนในพันล้านส่วน และ 50 ส่วนในพันล้านส่วนตามลำดับ การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 สามารถประเมินสถานการณ์คุณภาพอากาศได้ชัดเจนยิ่งขึ้นและมีความแปรปรวน (Fluctuation) น้อยกว่า ส่งผลให้ทางภาครัฐสามารถกำหนดนโยบายจัดการคุณภาพอากาศในระยะยาวได้ดีกว่าการประเมินด้วยค่าสูงสุด โดยยังคงความเข้มงวดเทียบเท่ามาตรฐานปัจจุบัน

ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....
ปีการศึกษา 2559 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

5770390221 : MAJOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING

KEYWORDS:

CHOANNAKAN POOLSUB: The Comparison of Forms of Ambient Air Quality Standards between Highest Value and Percentile Value for PM_{10} and Ozone. ADVISOR: ASSOC. PROF. SIRIMA PANYAMETHEEKUL, Ph.D., CO-ADVISOR: ASSOC. PROF. WONGPLUN LIMPASENI, 211 pp.

The purpose of this research is to study the suitable form of Thailand National Ambient Air Quality Standard (NAAQS) of 24-hour PM_{10} (Short-term standard), 1-hour Ozone (Short-term standard) and 8-hour Ozone (Long-term standard) for assessing the effective policy in the long term and recommend the standard value of NAAQs in the new form that is as stringent as before. This study compared the existing form of maximum 24-hour PM_{10} (A1) with the proposed 98 percentile and 95 percentile values and the existing form of maximum 1-hour Ozone and 8-hour Ozone (O^{A1}), the highest value can not exceed more than once per year (O^{A2}) and the forth highest value (O^{A4}) with the proposed 98 percentile and 95 percentile values. Air quality data were obtained from 67 PCD air quality stations for 10 years (B.E. 2548-2557). The scatter diagram of PM_{10} shows that correlation coefficient (R) between annual average (AN) with maximum (A1), 98 percentile (P98) and 95 percentile (P95) values were found to be equal to 0.6880, 0.7822, 0.8517 respectively. It can be concluded that P95 has the least fluctuation. Furthermore, the proposed P95 standard should be 80 $\mu g/m^3$ to be as stringent as before based on the number of stations that exceed the standard each year. For 1-hour Ozone (short-term) standard the correlation coefficient (R) between annual average (O_{AN}) with O^{A1}, O^{A2}, O^{P98} and O^{P95} values were found to be 0.5920 0.6159, 0.7972 and 0.8748, respectively. For 8-hour Ozone standard the correlation coefficient (R) between annual average (O_{AN}) with O^{A1}, O^{A4}, O^{P98} and O^{P95} values of were found equal to 0.6391 0.7762 0.8232 and 0.8808, respectively. It can be concluded that O^{P95} has the least fluctuation the same as PM_{10}. The equivalent O^{P95} 1-hour Ozone and 8-hour Ozone standards should be 70 ppb and 50 ppb respectively to be as stringent as the existing based on the number of stations that exceed the standard each year. The 95 percentile standard can evaluate the situation of air quality with less fluctuation from year-to-year. As a result, the government can make a more consistence mitigation policy than in the past

Department:	Environmental Engineering	Student's Signature .....
		Advisor's Signature .....
Field of Study:	Environmental Engineering	Co-Advisor's Signature .....
Academic Year:	2016	

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ศิริมา ปัญญาเมธีกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และรองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมที่สละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อคิดเห็นในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ทำให้จัดการสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.อรทัย ชวาลภาฤทธิ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.เขมรัฐ โอสถาพันธุ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัจฉริยา สุริยะวงศ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณวดี สุวัฒิกะ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้ข้อคิดเห็น และคำแนะนำในการจัดทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่และครอบครัว ที่ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือทุกด้าน เป็นกำลังใจให้งานสำเร็จด้วยดีตลอดมา

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนเงินทุนวิจัยจาก วิทยาลัยพัฒนามหานคร มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช ประจำปีงบประมาณ 2558 และได้รับการสนับสนุนข้อมูลคุณภาพอากาศของประเทศไทยจากกรมควบคุมมลพิษ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญภาพ ..... ฑ
สารบัญคำย่อ ..... ณ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 คำสำคัญ (Keyword) 2
1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2
1.4 สมมติฐาน 2
1.5 ขอบเขตงานวิจัย 2
1.6 ข้อจำกัดของงานวิจัย 2
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
บทที่ 2 เอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 ความหมายของมลภาวะทางอากาศ 4
2.1.1 มลภาวะอากาศ 4
2.1.2 สถานการณ์มลภาวะอากาศในประเทศไทย 5
2.2 สารมลพิษในอากาศ 7
2.3 ผลกระทบของสารมลพิษ 10
2.3.1 อนุภาคฝุ่น 10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

2.3.2 ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ 12
2.3.3 ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 14
2.3.4 ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ 17
2.3.5 ก๊าซโอโซน 19
2.3.6 สารตะกั่ว 22
2.3.7 ผลกระทบของสารพิษที่มีต่อพืช 23
2.4 มาตรฐานคุณภาพอากาศของมลพิษในบรรยากาศ 27
2.4.1 แนวทางสำหรับการพิจารณากำหนดมาตรฐานของสารพิษชนิดต่างๆ 27
2.4.2 รูปแบบมาตรฐานคุณภาพอากาศของประเทศไทย และต่างประเทศ 36
2.5 ดัชนีคุณภาพอากาศ 39
2.5.1 การกำหนดดัชนีคุณภาพคุณภาพอากาศในประเทศสหรัฐอเมริกา 39
2.5.2 การกำหนดค่าดัชนีคุณภาพอากาศในประเทศไทย 43
2.6 การประเมินความเสี่ยง 46
2.6.1 การประเมินสิ่งคุกคาม (Hazard Identification) 46
(1) การศึกษาทางระบาดวิทยา (Epidemiological Studies) 46
(2) การศึกษาในสัตว์ทดลอง (In Vivo Animal Bioassays) 46
(3) การศึกษาในหลอดทดลองและเซลล์เพาะเนื้อเยื้อในระยะสั้น (Short-Term In Vitro Cell and Tissue Culture Tests) 46
(4) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของโครงสร้างทางเคมีและผลกระทบต่อสุขภาพ (Structure-Activity Relationship Analysis) 46
2.6.2 การประเมินการรับสัมผัส (Exposure Assessment) 47
(1) การประเมินทางตรง 47
(1.1) การตรวจวัดชนิดติดตัวบุคคล 47
(2) การประเมินทางอ้อม 47

หน้า

(2.1) การประเมินความเข้มข้นของสารเคมีในบรรยากาศ 47
(2.2) การตรวจวัดในสิ่งแวดล้อมย่อย 47
2.6.3 การประเมินขนาดสัมผัสการตอบสนอง (Dose-Response Assessment) 48
2.6.4 การอธิบายลักษณะความเสี่ยง (Risk characterization) 48
2.7 การประเมินทางสถิติ 48
2.7.1 การประเมินด้วยค่าสูงสุด 49
2.7.2 การประเมินด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile) 49
2.8 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 52
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย 55
3.1 บทนำ 55
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน 59
3.3 การรวบรวมข้อมูลคุณภาพอาอากาศ 60
3.4 ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล (QA & QC) 60
3.4.1 การควบคุมคุณภาพ (Quality Control: QC) 60
3.4.2 การประกันคุณภาพ (Quality Assurance: QA) 60
3.5 ประเมินทางสถิติ 63
3.6 การวิเคราะห์รูปแบบมาตรฐานที่เหมาะสม 73
3.7 แนวทางหลักเกณฑ์การกำหนดค่ามาตรฐาน 74
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการวิจารณ์ผลการทดลอง 75
4.1 ผลการตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูล PM_{10} 75
4.2 ผลการวิเคราะห์รูปแบบมาตรฐาน ที่เหมาะสมสำหรับมาตรฐาน PM_{10} (24 ชั่วโมง) 82
4.3 ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ PM_{10} 24 ชั่วโมง ที่เหมาะสมกับรูปแบบการประเมินเปอร์เซ็นไทล์ 86

หน้า

4.4 วิเคราะห์และวิจารณ์ผลการทดลองฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน 88
4.5 วิเคราะห์แนวโน้มสถานการณ์คุณภาพอากาศฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน 89
4.5.1 ช่วงเวลาที่พบปัญหามลพิษทางอากาศ 95
4.5.2 ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) 98
4.6 ผลการตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูล ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง 100
4.7 ผลการวิเคราะห์รูปแบบมาตรฐาน ที่เหมาะสมสำหรับมาตรฐาน ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง 107
4.8 ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของ 1 ชั่วโมง ก๊าซโอโซน ที่เหมาะสมกับการประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ 112
4.9 วิเคราะห์และวิจารณ์ผลการทดลอง ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง 114
4.10 ผลการตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูล ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง 115
4.12 ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของ ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง ที่เหมาะสมกับการประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ 127
4.13 วิเคราะห์และวิจารณ์ผลการทดลองก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง 130
4.14 แนวโน้มคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน 130
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ 142
5.1 สรุปผลการวิจัย 142
5.1.1 รูปแบบมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศที่เหมาะสม 142
5.1.2 ค่ามาตรฐานที่สอดคล้องกับรูปแบบมาตรฐานคุณภาพอากาศที่เหมาะสม 143
5.2 ข้อเสนอแนะ 144
รายการอ้างอิง 145
ภาคผนวก ก 149
ภาคผนวก ข 154
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 211

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2-1 องค์ประกอบของอากาศบริสุทธิ์ 8
ตารางที่ 2-2 ขนาดทั่วไปของอนุภาคสาร 9
ตารางที่ 2-3 ปริมาณคาร์บอกซีฮีโมโกลบินที่มีผลกระทบต่อร่างกาย 13
ตารางที่ 2-4 ผลของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มีต่อคนในเรื้อรัง 15
ตารางที่ 2-5 ผลของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ที่มีต่อคนในระยะเฉียบพลัน 16
ตารางที่ 2-6 ผลของไนโตรเจนไดออกไซด์ต่อมนุษย์ 18
ตารางที่ 2-7 ผลของออกซิแดนที่มีต่อมนุษย์ 21
ตารางที่ 2-8 อาการของพืชเมื่อได้รับโลหะหนัก 26
ตารางที่ 2-9 ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป ประเทศไทย 30
ตารางที่ 2-10 ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป สหรัฐอเมริกา 32
ตารางที่ 2-11 ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป ในทวีปยุโรป 34
ตารางที่ 2-12 รูปแบบค่ามาตรฐานก๊าซโอโซน (O_3) ของต่างประเทศและประเทศไทย 36
ตารางที่ 2-13 รูปแบบค่ามาตรฐานฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ของต่างประเทศ และประเทศไทย 37
ตารางที่ 2-14 รูปแบบค่ามาตรฐานฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) ของต่างประเทศ และประเทศไทย 38
ตารางที่ 2-15 ระดับดัชนีคุณภาพอากาศของสหรัฐอเมริกา (ค.ศ.1976) 40
ตารางที่ 2-16 ระดับดัชนีคุณภาพอากาศ ของสหรัฐอเมริกา (ค.ศ.1979) 40
ตารางที่ 2-17 การเทียบค่าความเข้มข้นของสารมลพิษเป็นค่าดัชนีคุณภาพอากาศประเทศสหรัฐอเมริกา 41
ตารางที่ 2-18 ค่าดัชนีมาตรฐานประเทศไทย 43
ตารางที่ 2-19 การเทียบค่าความเข้มข้นของสารมลพิษเป็นค่าดัชนีคุณภาพอากาศประเทศไทย 44

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2-20 ข้อมูลค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง ที่ประเมินด้วยการคำนวณเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และ ค่าสูงสุด ในปี ค.ศ.1973- 1977 50

ตารางที่ 2-21 เปรียบเทียบการประเมินทางสถิติด้วยค่าสูงสุดและ เปอร์เซ็นต์ไทล์ 51

ตารางที่ 3-1 ข้อมูลคุณภาพอากาศรายวัน รายชั่วโมง สถานีตรวจวัดคลองจั่นปี พ.ศ. 2553.....61

ตารางที่ 3-2 ความครบถ้วนของข้อมูลการตรวจวัด 62

ตารางที่ 3-3 แนวทางการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล 63

ตารางที่ 3-4 ข้อมูลการตรวจวัดความเข้มข้นรายวันของ PM_{10} (สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศคลองจั่น ปีพ.ศ. 2553) 65

ตารางที่ 3-5 ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของ PM_{10} (สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศคลองจั่น ปี พ.ศ. 2553)..... 66

ตารางที่ 3-6 ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของ PM_{10} (สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศคลองจั่น ปี พ.ศ. 2553) 67

ตารางที่ 3-7 ข้อมูลการตรวจวัดความเข้มข้นก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง (สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ คลองจั่น ปี พ.ศ.2553) 70

ตารางที่ 3-8 ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และ 98 ค่าเฉลี่ย 8 ชั่วโมงของ O_3 (สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศคลองจั่น ปีพ.ศ. 2553) 71

ตารางที่ 3-9 พารามิเตอร์ที่พิจารณากำหนดมาตรฐาน 74

ตารางที่ 4-1 ความครบถ้วนของข้อมูล ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (พ.ศ.2548-2557) จำนวน 67 สถานีตรวจวัด 78

ตารางที่ 4-2 AN P95 P98 A1 จากการประเมินทางสถิติข้อมูล PM_{10} (24 ชั่วโมง) รายปี (พ.ศ.2548-พ.ศ.2557)..... 85

ตารางที่ 4-3 เปรียบเทียบจำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐาน PM_{10} 24 ชั่วโมง (ค่ามาตรฐาน OP95 กับมาตรฐานปัจจุบัน) 88

ตารางที่ 4-4 ร้อยละจำนวนสถานีที่เกินมาตรฐาน PM_{10} (24 ชั่วโมง) ต่อปี และเฉลี่ย 10 ปี (ค่ามาตรฐานP95 กับมาตรฐานปัจจุบัน)..... 88

ตารางที่ 4-5 สรุปผลการตรวจวัดฝุ่นละออง (PM_{10}) ใน 29 จังหวัด ปี พ.ศ. 2557 แยกตามภูมิภาคประเทศไทย 91

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4-6 ความครบถ้วนของข้อมูล ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง (พ.ศ.2548-2557)
จำนวน 67 สถานีตรวจวัด 103

ตารางที่ 4-7 O_{AN} O^{P95} O^{P98} O^{A1} และ O^{A2} จากการประเมินทางสถิติข้อมูล
ก๊าซโอโซน (1 ชั่วโมง) รายปี(พ.ศ.2548-พ.ศ.2557) 111

ตารางที่ 4-8 เปรียบเทียบจำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐานก๊าซโอโซน (1 ชั่วโมง) (ค่ามาตรฐาน
O^{P95} กับมาตรฐานปัจจุบัน) 114

ตารางที่ 4-9 ร้อยละจำนวนสถานีที่เกินมาตรฐานก๊าซโอโซน (1 ชั่วโมง) ต่อปีและเฉลี่ย 10 ปี
(ค่ามาตรฐานO^{P95} กับมาตรฐานปัจจุบัน) 114

ตารางที่ 4-10 ตารางความครบถ้วนของข้อมูล ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง (พ.ศ. 2548-2557)
จำนวน 67 สถานีตรวจวัด 118

ตารางที่ 4-11 O_{AN} O^{P95} O^{P98} O^{A1}และ O^{A4} จากการประเมินทางสถิติข้อมูล
ก๊าซโอโซน (8 ชั่วโมง) รายปี(พ.ศ.2548-พ.ศ.2557) 127

ตารางที่ 4-12 เปรียบเทียบจำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐานก๊าซโอโซน (8 ชั่วโมง) (ค่ามาตรฐาน
O^{P95}กับมาตรฐานปัจจุบัน) 129

ตารางที่ 4-13 ร้อยละจำนวนสถานีที่เกินมาตรฐานก๊าซโอโซน (8 ชั่วโมง) ชั่วโมงต่อปีและเฉลี่ย
10 ปี (ค่ามาตรฐานO^{P95} กับมาตรฐานปัจจุบัน) 129

ตารางที่ 4-14 จำนวนวันที่เกินค่ามาตรฐานของก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง
ตามมาตรฐานเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ปี พ.ศ.2557 134

ตารางที่ 4-15 จำนวนวันที่เกินค่ามาตรฐานของก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง
ตามมาตรฐานเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ปี พ.ศ.2557 138

ตารางที่ 5- 1 ค่ามาตรฐานปัจจุบันและค่ามาตรฐานใหม่ 144

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2-3 ขนาดของอนุภาคฝุ่น 10

ภาพที่ 2-4 ขนาดอนุภาคฝุ่นที่เข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ 11

ภาพที่ 2- 5ใบไม้ที่ได้รับผลกระทบจากสารมลพิษทางอากาศ 24

ภาพที่ 2-6 แผนกำหนด ทบทวนและประเมินคุณภาพอากาศในบรรยากาศ สหรัฐอเมริกา..... 29

ภาพที่ 2-7 กราฟเปรียบเทียบการประเมินทางสถิติด้วยค่าสูงสุด และ เปอร์เซ็นต์ไทล์ ของ Site 1 กรุงลอนดอน ในปี ค.ศ.1973 –1977 51

ภาพที่ 3-1 แผนที่แสดงจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศประเทศไทย 55

ภาพที่ 3-2 ความเข้มข้น PM_{10} (24 ชั่วโมง) ในระยะเวลา 1 ปี สถานีอินทรพิทักษ์ พ.ศ.2548..... 60

ภาพที่ 3-3 เปรียบเทียบความเข้มข้นที่ประเมินด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ และค่าสูงสุดของฝุ่นละออง ขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) (พ.ศ. 2553 –2557) 72

ภาพที่ 3-4 ขั้นตอนการวิเคราะห์รูปแบบมาตรฐานที่เหมาะสม 73

ภาพที่ 4-1 ความเข้มข้น PM_{10} (24 ชั่วโมง) ในระยะเวลา 1 ปี 76

ภาพที่ 4-2 รูปแบบการกระจาย (Scatter Diagram) ระหว่างค่าความเข้มข้น PM_{10} เชิงสถิติกับ ค่าเฉลี่ยรายปี (AN)..... 83

ภาพที่ 4-3 ค่าจากการประเมินทางสถิติของ PM_{10} (24 ชั่วโมง) รายปี (พ.ศ.2548 – พ.ศ. 2557) เปอร์เซ็นต์ไทล์ (P95, P98) ค่าสูงสุด (A1) และค่าเฉลี่ยรายปี (AN)..... 84

ภาพที่ 4-4 ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น PM_{10} (24 ชั่วโมง) ระหว่างค่าสูงสุดและเปอร์เซ็นต์ไทล95 87

ภาพที่ 4-5 เปรียบเทียบร้อยละจำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐาน PM_{10} (24 ชั่วโมง) ระหว่าง P95 (80 $\mu g/m^3$) และมาตรฐานปัจจุบัน (A1: 120 $\mu g/m^3$) 87

ภาพที่ 4-6 จำนวนวันที่มลพิษอากาศ (PM_{10} 24 ชั่วโมง) เกินมาตรฐาน ปี พ.ศ.2557 90

ภาพที่ 4-7 จำนวนวันที่ฝุ่นละออง (24 ชั่วโมง) เกินค่ามาตรฐานแยกรายเดือน ปี พ.ศ.2557 เปรียบเทียบพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ภาคเหนือ ภาคตะวันออก..... 95

ภาพที่ 4-8 ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง PM_{10} ภาคใต้ เดือนสิงหาคม – ตุลาคม ปีพ.ศ. 2557 96

ภาพที่ 4-9 ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง PM_{10} ภาคเหนือ เดือน กุมภาพันธ์ – เมษายน ปีพ.ศ. 2557 97

ภาพที่ 4-10 PM_{10} 24 ชั่วโมง (พ.ศ.2548-พ.ศ.2557) แยกรายพื้นที่ และทั่วประเทศ 98

ภาพที่ 4-11 ความเข้มข้นก๊าซโอโซน (1 ชั่วโมง) ในระยะเวลา 1 ปี 101

ภาพที่ 4-12 รูปแบบการกระจาย (Scatter Diagram) ค่าความเข้มข้นก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง เชิงสถิติกับค่าเฉลี่ยรายปี (O_{AN}) 108

ภาพที่ 4-13 ค่าจากการประเมินทางสถิติของ ก๊าซโอโซน (1 ชั่วโมง) รายปี (พ.ศ.2548 – พ.ศ. 2557) เปอร์เซ็นต์ไทล์ (O^{P95}, O^{P98}) ค่าสูงสุด(O^{A1},O^{A2})และค่าเฉลี่ยรายปี (O_{AN}) 110

ภาพที่ 4-14 ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น 1 ชั่วโมง ก๊าซโอโซน ระหว่างค่าสูงสุด (O^{A1}) 113

ภาพที่ 4-15 เปรียบเทียบร้อบละจำนวนสถานีเกินค่ามาตรฐานก๊าซโอโซน (1 ชั่วโมง) ระหว่าง O^{P95} (70 ppb)และ มาตรฐานปัจจุบัน (O^{A1}:100 ppb) 113

ภาพที่ 4-16 ความเข้มข้นก๊าซโอโซน (8 ชั่วโมง) ในระยะเวลา 1 ปี 116

ภาพที่ 4-17 รูปแบบการกระจาย (Scatter Diagram) ค่าความเข้มข้น ก๊าซโอโซน8 ชั่วโมง เชิงสถิติ กับค่าเฉลี่ยรายปี (O_{AN}) 123

ภาพที่ 4-18 ค่าจากการประเมินทางสถิติของ ก๊าซโอโซน (8 ชั่วโมง) รายปี (พ.ศ.2548 – พ.ศ. 2557) เปอร์เซ็นต์ไทล์ (O^{P95}, O^{P98}) ค่าสูงสุด(O^{A1}, O^{A4}) และค่าเฉลี่ยรายปี (O_{AN}) ... 126

ภาพที่ 4-19 ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นก๊าซโอโซน (8 ชั่วโมง) ระหว่างค่าสูงสุด (O^{A1}) และเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 (O^{P95}) 128

ภาพที่ 4-20 เปรียบเทียบร้อยละจำนวนสถานีเฉลี่ยเกินค่ามาตรฐานก๊าซโอโซน (8 ชั่วโมง) O^{P95} (50 ppb) และมาตรฐานปัจจุบัน (O^{A1}:70 ppb) 129

ภาพที่ 4-21 จำนวนวันที่มลพิษอากาศ (ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง) เกินมาตรฐาน ปี พ.ศ.2557 ทุกพื้นที่ทั่วประเทศ 131

ภาพที่ 4-22 จำนวนวันที่มลพิษอากาศ (ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง) ปี พ.ศ.2557 เกินมาตรฐาน ทุกพื้นที่ทั่วประเทศ 132

ภาพที่ 4-23 ค่าสูงสุด O^{P95} ก๊าซโอโซน (1 และ 8 ชั่วโมง) (พ.ศ.2548-พ.ศ.2557) 133

สารบัญคำย่อ

มคก.ต่อลบ.ม	ไมโครกรัม ต่อ ลูกบาศก์เมตร
AQI	ดัชนีคุณภาพอากาศ
A1	ค่าสูงสุดของฝุ่นละออง
A2	ค่าสูงสุดที่ยอมให้เกินได้ 1 ครั้งใน 1 ปี
A4	ค่าสูงสุดลำดับที่4
AN	ค่าเฉลี่ยรายปีของฝุ่นละออง
P98	เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98 (ฝุ่นละออง)
P95	เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98 (ฝุ่นละออง)
O^{A1}	ค่าสูงสุดของก๊าซโอโซน
O^{A2}	ค่าสูงสุดที่ยอมให้เกินได้ 1 ครั้งใน 1 ปี ของก๊าซโอโซน
O^{A4}	ค่าสูงสุดลำดับที่4 ของก๊าซโอโซน
O^{P98}	เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98 (ก๊าซโอโซน)
O^{P95}	เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98 (ก๊าซโอโซน)
O_{AN}	ค่าเฉลี่ยรายปี (ก๊าซโอโซน)
ppb	พีพีบี หรือ หนึ่งในพันล้านส่วน
ppm	พีพีเอ็ม หรือ ส่วนในล้านส่วน
mg/m^3	มิลลิกรัม ต่อ ลูกบาศก์เมตร
$\mu g/m^3$	ไมโครกรัม ต่อ ลูกบาศก์เมตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหามลพิษอากาศเป็นปัญหาที่มีมายาวนานในประเทศไทย สารมลพิษอากาศที่พบเกินค่ามาตรฐานในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศ คือ ก๊าซโอโซน (O_3) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) โดยพบค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน สูงสุดในจังหวัดสระบุรี ภาคเหนือตอนบน และกรุงเทพมหานคร (กรมควบคุมมลพิษ, 2558) การได้รับสัมผัสสารมลพิษอากาศในระยะเวลาที่สามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน ไม่ว่าจะเป็นชนิดเฉียบพลันหรือเรื้อรัง จากการหายใจ (Syafei, 2014) ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายที่ทางภาครัฐต้องรับผิดชอบ

การประเมินสถานการณ์คุณภาพอากาศจะใช้ข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่เปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพอากาศของประเทศ สำหรับประเทศไทยใช้ค่าสูงสุด (กรมควบคุมมลพิษ, 2558) หากค่าที่ตรวจวัดสูงกว่าค่ามาตรฐานจะถือว่าคุณภาพอากาศไม่ได้ตามมาตรฐาน ต้องจัดทำมาตรการเพื่อลดระดับความเข้มข้นของสารมลพิษให้ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน การประเมินด้วยค่าสูงสุดมีความแปรปรวนของข้อมูล ปีต่อปีอย่างมาก เป็นเหตุให้ภาครัฐประเมินสถานการณ์ได้เพียงปีต่อปี ไม่สามารถกำหนดนโยบายหรือมาตรการในการควบคุมมลพิษอากาศในระยะยาวได้ (Chock, D. P., 1989 และ WHO, 1980) จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ในการเสนอรูปแบบใหม่ของมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) และก๊าซโอโซน(O_3) จากค่าสูงสุด เป็นการประเมินทางสถิติด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile) เพื่อลดปัญหาความแปรปรวน (Fluctuation) จากการใช้ค่าสูงสุดซึ่งอาจเกิดขึ้นเพียงหนึ่งครั้งในรอบปีอันอาจเกิดจากสภาวะผิดปกติในวันนั้นๆ

งานวิจัยนี้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลคุณภาพอากาศ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และก๊าซโอโซน โดยมิได้ทำการเก็บข้อมูลของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน เนื่องจากข้อมูลการตรวจวัดมีไม่เพียงพอที่จะนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ ซึ่งควรมีข้อมูลการตรวจวัดอย่างน้อย 3-5 ปี (WHO, 1980) จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศภายใต้การดูแลของกรมควบคุมมลพิษ จำนวน 67 สถานี ครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศไทย ทำการประเมินทางสถิติด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ (percentile) เพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการประเมินสถานการณ์คุณภาพอากาศของประเทศไทย

1.2 คำสำคัญ (Keyword)

มลพิษอากาศ (Air pollution) ; การประเมินทางสถิติความเข้มข้นมลพิษอากาศ (Statistical Evaluation of air pollution concentration);เปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile);

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

(1) เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบมาตรฐานของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) และก๊าซโอโซน (O_3) ระหว่างการประเมินด้วยค่าสูงสุด และการประเมินด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และ 98

(2) ประเมินสถานการณ์มลพิษอากาศโดยใช้ผลการวิเคราะห์จากวิธีการประเมินทางสถิติรูปแบบอื่นเทียบกับวิธีการประเมินด้วยค่าสูงสุดและเสนอแนะแนวทางการได้มาของค่ามาตรฐานที่สอดคล้องกับรูปแบบมาตรฐานใหม่

1.4 สมมติฐาน

การประเมินด้วยรูปแบบทางสถิติอื่นสามารถประเมินแนวโน้มระดับมลพิษทางอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการประเมินด้วยค่าสูงสุด

1.5 ขอบเขตงานวิจัย

(1) ประเมินทางสถิติสารมลพิษอากาศสองชนิด คือฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) และก๊าซโอโซน (O_3) ด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และตำแหน่งที่ 98

(2) ข้อมูลของสารมลพิษอากาศได้มาจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศอยู่ภายใต้การดูแลของกรมควบคุมมลพิษ จำนวน 67 สถานี ครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศไทย

(3) เปรียบเทียบรูปแบบมาตรฐานของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) และก๊าซโอโซน (O_3) ระหว่างการประเมินด้วยค่าสูงสุด และการประเมินด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และ 98

1.6 ข้อจำกัดของงานวิจัย

ในงานวิจัยทำการประเมินค่ามาตรฐานที่สอดคล้องกับรูปแบบเปอร์เซ็นต์ไทล์จากค่ามาตรฐานปัจจุบันของประเทศ ทั้งฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และก๊าซโอโซน ที่ผ่านการวิเคราะห์ทางสถิติร่วมกับผลทางระบาดวิทยาแล้ว ในงานวิจัยนี้จึงไม่นำผลการวิเคราะห์ทางระบาดวิทยามาวิเคราะห์ร่วมด้วย

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

(1) ผลการประเมินทางสถิติรูปแบบอื่นสามารถประเมินแนวโน้มสถานการณ์มลพิษอากาศในระยะยาวได้

(2) นำผลการศึกษาที่ได้ไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับปรุงค่ามาตรฐานของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) และก๊าซโอโซน (O_3) ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
เอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของมลภาวะทางอากาศ

กรมควบคุมมลพิษ (2543) ได้นิยามความหมายของ มลภาวะทางอากาศ คือ ภาวะของอากาศ ที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่มากพอ เป็นระยะเวลานานพอที่จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืชและวัสดุ

Peavy, H.S., และคณะ (1985) ได้นิยามความหมายของ มลภาวะทางอากาศ กล่าวคือ อากาศในบรรยากาศภายนอกที่มีการเจือปนของ อนุภาคฝุ่น ฟูม ก๊าซ ไอ กลิ่น ควัน ไอระเหย ชนิดใดชนิดหนึ่งหรือมากกว่าในปริมาณที่เพียงพอ และมีระยะเวลาที่ยาวนานพอที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ ของคน พืช และ สัตว์ หรือมีผลในการดำรงชีวิต

จากความหมายข้างต้นอาจกล่าวรวมๆได้ว่า มลภาวะทางอากาศ เป็นสภาวะที่อากาศมีการเจือปนของสารใดๆก็ตามที่ส่งผลต่อ สภาพแวดล้อม สุขภาพของมนุษย์ และสัตว์เมื่อได้รับสัมผัสในระยะเฉียบพลันและระยะเรื้อรัง

2.1.1 มลภาวะอากาศ

ผลกระทบที่เกิดจากมลภาวะอากาศ โดยมีผลกระทบทั้งทางตรง และทางอ้อมต่อประชาชนที่ได้ถูกบันทึกไว้เป็นอุทาหร มีมากมายหลายเหตุการณ์ ดังรายงานต่อไปนี้

(1) เมืองดอนอร่า เพนซิวาเนีย ในช่วงปี ค.ศ.1948 มีการสะสมของอากาศเสีย จากโรงงานถลุงเหล็กและทำขดลวด โรงงานถลุงสังกะสี และโรงงานผลิตกรดซัลฟูริกมากกว่าปกติ ผนวกกับสภาวะอากาศคงตัว (Inversion Condition) ทำให้ลักษณะการกระจายตัวของอากาศเสียอยู่ในแนวระดับ จึงทำให้มีผู้เสียชีวิตจำนวนกว่า 20 และกว่าหนึ่งพันรายที่เจ็บป่วย

(2) หุบเขาเมยูส เบลเยี่ยมในช่วงปี ค.ศ.1930 เกิดควันเสียของก๊าซซัลเฟอร์ออกไซด์ กรดอนินทรีย์ ออกไซด์ของโลหะ และขี้เถ้าสะสม ผนวกกับสภาพอากาศช่วงเดือนธันวาคมเป็นแบบคงตัว (Inversion Condition) จึงเป็นเหตุให้ผู้คนที่ได้รับสัมผัส (ประชากรส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุ) เสียชีวิตจำนวน 63 และกว่าหลายร้อยรายที่เจ็บป่วย

(3) สม็อกของกรุงลอนดอน (London Smog) เป็นปรากฏการณ์การเกิดหมอกควันหนาทึบจากการเผาถ่านหินเพื่อให้ความอบอุ่นในฤดูหนาว 300 ปีหลังเกิดเหตุการณ์ดังกล่าว เจ้าของโรงงานผลิตสุราช่วยแก้ปัญหาให้ทุเลาลง โดยการใช้ฟืนแทนถ่านหิน และลดการใช้ถ่านหิน แต่ก็ไม่เป็น

ผลสำเร็จ ในปี ค.ศ.1952 ได้เกิดสม็อกขึ้นอีกครั้งติดต่อกันถึง 5 วัน (5 – 9 ธันวาคม ค.ศ.1952) และมีผู้เสียชีวิตจำนวน 4,000 ราย โดยส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุ และผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ

สิบปีต่อมาได้เกิดเหตุการณ์ซ้ำเดิมอีกครั้ง (3 – 7 ธันวาคม ค.ศ.1962) แต่เนื่องจากได้มีการออกกฎหมายควบคุมคุณภาพอากาศที่เข้มงวดขึ้น (Clean Air Act ค.ศ.1962) โดยกำหนดให้ใช้ถ่านโค๊กแทนถ่านหิน และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ผนวกกับประชากรได้รับความรู้ในการป้องกันตัวเองมากขึ้น เมื่อเกิดสม๊อคขึ้นจึงหลบอยู่ในบ้าน ทำให้จำนวนผู้เสียชีวิตลดลงจากครั้งแรก 340 ราย และเพื่อป้องกัน ควบคุมคุณภาพอากาศ ให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อสุขภาพของประชากร ทางภาครัฐได้จัดตั้งและมอบหมายให้หน่วยงาน U.S.EPA ตรวจสอบและควบคุมคุณภาพอากาศโดยทาง U.S.EPA แบ่งสารมลพิษที่มีผลกระทบต่อสุขภาพออกเป็น 6 ชนิด (Criteria Air Pollutants) (U.S.EPA, 2016, c) ดังนี้

(1) สารที่เป็นอนุภาค (Particulate matter; PM)

(2) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide; CO)

(3) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur dioxide; SO_2)

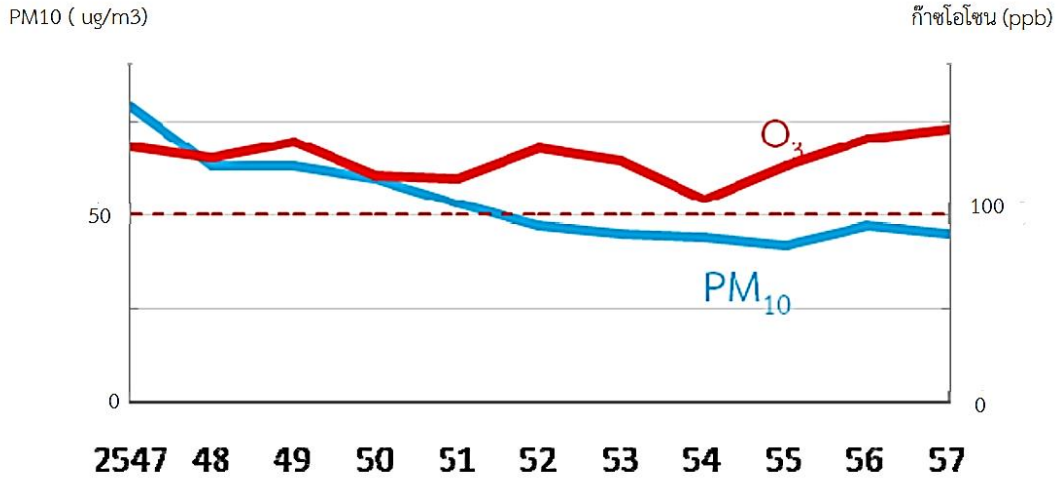
(4) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (Nitrogen dioxide; NO_2)

(5) ก๊าซโอโซน (Ozone; O_3)

(6) สารตะกั่ว (Lead; Pb)

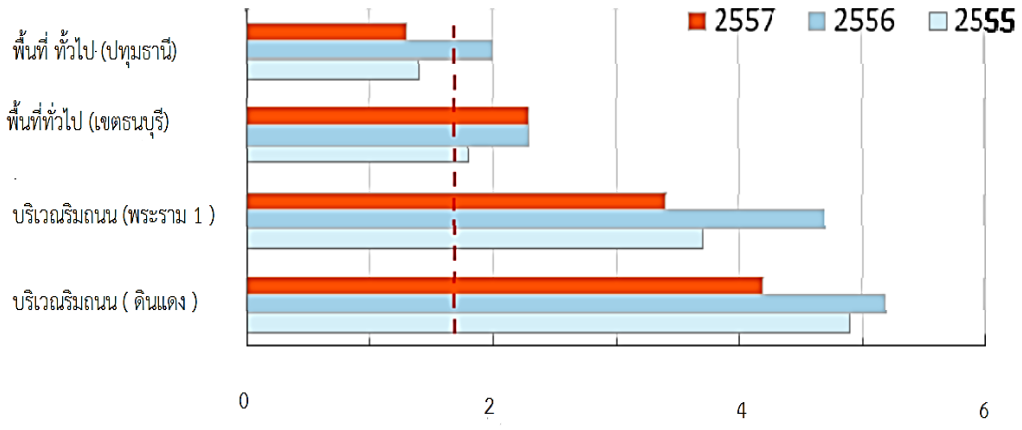
2.1.2 สถานการณ์มลภาวะอากาศในประเทศไทย

ประเทศไทยได้ปรับปรุงแนวคิดการประเมินสถานการณ์คุณภาพอากาศจาก องค์การอนามัยโลก โดยทางกรมควบคุมมลพิษเป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่ติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศของประเทศไทย (กรมควบคุมมลพิษ, 2558, ก) มีการติดตั้งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบพื้นที่ทั่วไปและชั่วคราว จำนวน 29 จังหวัด เพื่อตรวจวัดสารมลพิษ โดยในปี พ.ศ.2557 พบว่าค่าเฉลี่ยรายปีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ยังสูงกว่าค่ามาตรฐานใน 23 จังหวัด จากทั้งหมด 29 จังหวัดที่ทำการตรวจวัด โดยเฉพาะพื้นที่กรุงเทพมหานคร ยังมีภาวะฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมคอน (PM_{10}) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมคอน ($PM_{2.5}$) และสารอินทรีย์ระเหยง่าย (เบนซีน) ที่เกินค่ามาตรฐานอยู่ มีค่าเกินมาตรฐานในบริเวณริมถนนมากกว่าพื้นที่ทั่วไปถึง 2 เท่า แต่มีแนวโน้มเฉลี่ยทั้งพื้นที่ลดลงจากปี พ.ศ.2556 ร้อยละ 4 และพบว่า ก๊าซโอโซน เกินค่ามาตรฐานในบริเวณรอบนอกตัวเมือง (พื้นที่ปริมณฑล) แนวโน้มเฉลี่ยทั้งพื้นที่มีแนวโน้มไม่เปลี่ยนแปลงจาก 5 ปี ที่ผ่านมาดังจะเห็นในภาพที่ 2-1 และ 2-2



ภาพที่ 2 - 1ปริมาณฝุ่นละออง (PM_{10}) เฉลี่ยรายปีและก๊าซโอโซน (O_3) สูงสุด 1 ชั่วโมงสูงสุด เฉลี่ยทุกสถานีพื้นที่กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล ปี พ.ศ.2547 – 2557

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2558, ก



ภาพที่ 2 - 2ปริมาณสารเบนซีนในบรรยากาศบริเวณกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี พ.ศ.2555 – 2557

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2558, ก

2.2 สารมลพิษในอากาศ

สารมลพิษในอากาศ หมายถึง สารที่ปนเปื้อน หรือเจือปนอยู่ในอากาศตั้งแต่หนึ่งชนิด และมีความเข้มข้น สามารถคงตัวอยู่ในบรรยากาศได้ในระยะเวลาที่นานพอที่สามารถจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้ (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2540)

สารมลพิษทางอากาศแบ่งออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

(1) อนุภาคสาร (Particulates) คือ มลสารที่อยู่ในสถานะของแข็งหรือของเหลวที่อุณหภูมิ และความดันปกติ (ยกเว้นไอน้ำ) โดยมีขนาดอนุภาคต่ำกว่า 200 ไมครอน ไปจนถึง 0.1 ไมครอน ดังแสดงในตารางที่ 2-2 เรียกว่าฝุ่น ผง ละออง หมอก ควัน และสเปรย์ (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2540)

(2) ไอระเหย (Vapour) โดยทั่วไปมักเรียกก๊าซ คือสารประกอบโดยที่มีจุดเดือดต่ำกว่า 200°C เช่น แอมโมเนีย อะซิโทน เบนซีน ไนโตรเจนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ กรดไนตริก คาร์บอนมอนอกไซด์ มักเกิดจากยานพาหนะที่ขับเคลื่อนโดยใช้เชื้อเพลิง จากครัวเรือน โรงงานอุตสาหกรรม การเผาขยะมูลฝอย และโรงงานไฟฟ้า (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2540)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2-1 องค์ประกอบของอากาศบริสุทธิ์

องค์ประกอบ	ร้อยละ	ความเข้มข้นในล้านส่วน (ppm)
ไนโตรเจน	78.09	780,900
ออกซิเจน	20.94	209,400
อาร์กอน	0.93	9300
คาร์บอนไดออกไซด์	0.0318	318
นีออน	0.0018	18
ฮีเลียม	0.00052	5.2
คริบตอน	0.0001	1
ซีนอน	0.000008	0.08
ไนตรัสออกไซด์	0.000025	0.25
ไฮโดรเจน	0.00005	0.5
มีเทน	0.00015	1.5
ไนโตรเจนไดออกไซด์	0.0000001	0.001
โอโซน	0.000002	0.02
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์	0.00000002	0.0002
คาร์บอนไดออกไซด์	0.00001	0.1
แอมโมเนีย	0.000001	0.01

ที่มา: American Chemical Society (1969)

ตารางที่ 2-2 ขนาดทั่วไปของอนุภาคสาร

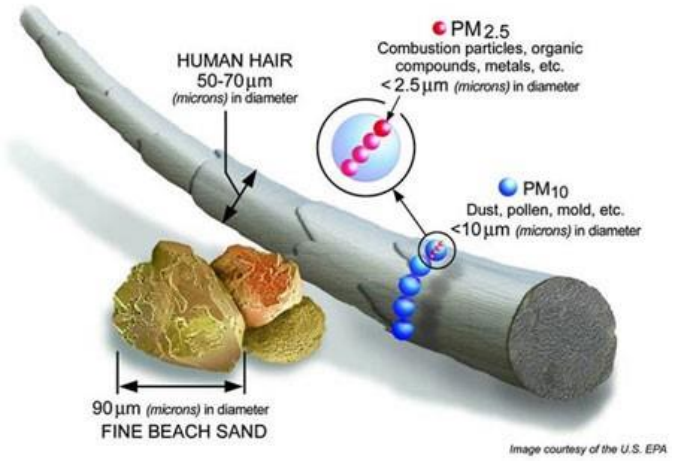
สาร	ช่วงขนาดอนุภาค (ไมครอน)
ละออง	500 - 40
ผงถ่านหิน	250 - 25
ฝุ่น	200 - 20
ฝุ่นโรงถลุงเหล็ก	200 – 1.0
ผงซีเมนต์	150 - 10
ขี้เถ้า	110 – 3.0
เกสรดอกไม้	60 - 20
หมอก	40 - 1.5
สปอร์ต้นไม้	30 - 10
แบคทีเรีย	15 – 1.0
ยากำจัดแมลงแบบผง	10 - 0.4
สีพ่น	4.0 - 0.1
สม็อก	2.0 - 0.001
ควันบุหรี่	1.0 - 0.01
ควันน้ำมัน	1.0 - 0.03
ควันซิงค์ออกไซด์	0.3 - 0.01
ควันถ่านหิน	0.2 - 0.01
ไวรัส	1.05 - 0.003

ที่มา: วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ (2540: 4)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3 ผลกระทบของสารมลพิษ

2.3.1 อนุภาคฝุ่น



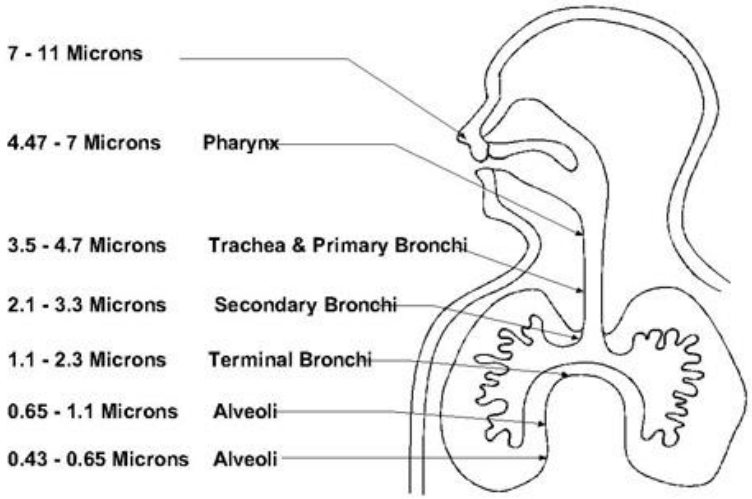
ภาพที่ 2 - 3ขนาดของอนุภาคฝุ่น

ที่มา: U.S.EPA, 2016, b.

แหล่งกำเนิด

ฝุ่นละอองสามารถเกิดขึ้นได้โดยธรรมชาติ หรือเกิดจากการพัดของลม โดยมีสารจำพวกเศษดิน อินทรีย์วัตถุจากพืช อนุภาคกัมมันตรังสีบนผิวโลกที่เกิดจากการสลายตัวของแร่ธาตุ และจากฝีมือของมนุษย์ ซึ่งในปัจจุบันพบว่าเกิดจากการใช้เชื้อเพลิงประเภท ฟอสซิล ในการสร้างพลังงานขับเครื่องยนต์ และกำเนิดพลังงานไฟฟ้าเป็นส่วนใหญ่ ฝุ่นละอองที่เกิดจากกระบวนการดังกล่าวจะประกอบไปด้วยของแข็ง และของเหลวที่มีทั้งฝุ่นอินทรีย์ อนินทรีย์ และไอพิษจากปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ที่สามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของสิ่งมีชีวิตได้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

ผลกระทบต่อสุขภาพ



ภาพที่ 2 - 4ขนาดอนุภาคฝุ่นที่เข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ

ที่มา: วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2540: 32

อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน เรียกว่า PM_{10} สามารถเข้าผ่านระบบทางเดินหายใจได้ลึกกว่าจมูก และคอหอย อนุภาคที่มีขนาดอนุภาค 0.3 - 6.0 ไมครอน สามารถผ่านเข้าไปได้ถึง ถุงลมปอด (Respirable Particulate Matter; RPM) ส่วนอนุภาคที่มีขนาด 0.5 - 2.5 ไมครอน จะติดค้างอยู่ที่ปอด และขนาดเล็กกว่า 0.5 ไมครอน จะลอยเข้าและออกจากปอดได้อย่างอิสระ ส่วนอนุภาคขนาดเล็ก (0.3 - 6.0 ไมครอน) ที่ผ่านเข้าถุงลมได้ อาจทำให้เกิดโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง หรือปอดอักเสบ ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบทางเคมี หากเป็นอนุภาคฝุ่นที่ละลายน้ำได้ อาจอยู่ปนกับเสมหะ หรือเมือกบุปอด (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2540: 29-30) ในการรับสัมผัสช่วงแรก คนต่างจังหวัดที่เริ่มเข้ามาอยู่ในเมืองที่การเจริญเติบโตทางอุตสาหกรรมจึงมีอาการ ไอมีเสมหะ เมื่อได้สัมผัสเป็นประจำจะเกิดการอักเสบเรื้อรัง ดังเคยมีรายงานผลการศึกษาสุขภาพของตำรวจจราจรในกรุงเทพมหานคร พบว่าตำรวจจราจรในเมืองมีอัตราเสี่ยงโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังสูงกว่าตำรวจชานเมืองถึง 4.4 เท่า และจากการทดสอบหน้าที่ปอดพบว่าตำรวจจราจรกรุงเทพมหานคร มีค่าปริมาตรการหายใจออกอย่างแรงร้อยละ 25-75 (Forced Expiratory Flow; $FEF_{25-75\%}$) ต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าเริ่มมีพยาธิสภาพในระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง (Small airways disease) แล้ว (วิชัย เอกพลากร และคณะ, 2536) การศึกษาปัญหาสุขภาพของตำรวจจราจรในอีกรายงานหนึ่ง ก็ยืนยันว่ามีผู้ที่เป็นโรคทางเดินหายใจอักเสบเรื้อรังถึงร้อยละ 20 และที่เกิดร่วมกับประสาทหูเสื่อมร้อยละ 28 (วนิดา ศศิวิมลกุล, 2535) จากข้อมูลดังกล่าวสนับสนุนว่าโรคปอดเป็นพังผืด จากการระคายเคืองเรื้อรัง

(Pneumoconiosis) เกิดขึ้นได้ถ้ามีปริมาณฝุ่นก่อโรคมากพอ ผนวกกับการได้รับสัมผัสเป็นระยะเวลาที่เหมาะสม ที่สามารถก่อให้เกิดโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ

2.3.2 ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

แหล่งที่มา

ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ส่วนใหญ่มีแหล่งกำเนิดมาจากอุตสาหกรรม โดยเกิดขึ้นจากกระบวนการเผาเชื้อเพลิง เช่น โรงกลั่นปิโตรเลียม โรงหล่อเหล็ก โรงงานผลิตกระดาษ และกระบวนการสันดาปที่ไม่สมบูรณ์ของสารประกอบคาร์บอนในเครื่องยนต์ นอกจากนี้ภูเขาไฟ และไฟป่า ยังเป็นแหล่งที่มาของก๊าซชนิดนี้อีกด้วย ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มีคุณสมบัติเบากว่าอากาศเพียงเล็กน้อย และละลายน้ำได้บ้าง เป็นก๊าซเฉื่อยในสภาพอุณหภูมิ และความดันปกติ (25^0C 1 atm (101 kPa)) สามารถลดออกซิเจนได้อย่างดีถ้ามีตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นโลหะ อาทิ พาลาเดียม กับ ซิลิกาเจล เกิดปฏิกิริยาเติมออกซิเจนให้ก๊าซนี้ กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2540: 16)

ผลกระทบต่อสุขภาพ

ร่างกายต้องการออกซิเจนไปเลี้ยงเซลต่างๆ เช่น ระบบสมองส่วนกลาง ที่มีความไวต่อการขาดออกซิเจนมาก เมื่อเกิดสภาวะขาดออกซิเจน จะเกิดการเสื่อมสภาพโดยไม่อาจฟื้นฟูให้เหมือนเดิมได้ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ มีคุณสมบัติในการแย่งจับกับฮีโมโกลบินได้ดี และสามารถคงตัวอยู่ได้นานกว่าออกซิเจนประมาณ 200 เท่า โดยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะเข้าไปรวมตัวกับฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงกลายเป็นคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน (COHb) ทำให้การลำเลียงออกซิเจนไปสู่เซลล์ต่างๆ น้อยลง ส่งผลให้ร่างกายเกิดอาการอ่อนเพลีย สมองขาดออกซิเจน เมื่อได้รับในปริมาณมากอาจทำให้ร่างกายเกิดอาการขาดออกซิเจนเฉียบพลันถึงขั้นเสียชีวิตได้ ในตารางที่ 2-3 เป็นความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของคาร์บอกซีฮีโมโกลบินที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ในประเทศสหรัฐอเมริกา ทุกๆปีจะมีผู้ป่วยประมาณ 15,000 คนที่ต้องเข้าห้องฉุกเฉินจากพิษของก๊าซชนิดนี้ และมีผู้ป่วยเสียชีวิตสูงถึงปีละประมาณ 500 คน สำหรับประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2535 จึงออกกฎหมาย เพื่อควบคุม และจัดการกับปัญหานี้ โดยกำหนดให้รถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิงที่ผลิตขึ้นมาใหม่ต้องมีการเครื่องมือในการเปลี่ยนสารพิษ(Catalytic converter) ในการจัดการสารพิษที่เกิดจากท่อไอเสีย ซึ่งอุปกรณ์จะประกอบด้วยตัวเร่งปฏิกริยา(Catalys) สองส่วน คือส่วนที่เปลี่ยนก๊าซไนโตรเจนมอนอกไซด์(Reduction catalyst) ที่เป็นอันตรายต่อร่างกายมนุษย์ ให้เป็นก๊าซออกซิเจน ก๊าซไนโตรเจน และในส่วนที่สองจะทำหน้าที่เปลี่ยนก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีอันตรายน้อยกว่า (Oxidation catalyst) (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2540: 29)

ตารางที่ 2-3 ปริมาณคาร์บอกซีฮีโมโกลบินที่มีผลกระทบต่อร่างกาย

ร้อยละ COHb อิ่มตัวในเลือด	ผลการตอบสนองของผู้ใหญ่ที่มีสุขภาพดี	อาการตอบสนองของผู้ป่วยที่เป็นโรคหัวใจอย่างแรง
0.3 – 0.7	ไม่ส่งผลใดๆ	ไม่มีความสามารถที่จะสูบฉีดโลหิตเพื่อไปชดเฉยปริมาณออกซิเจนที่น้อยลงได้
1.0 – 5.0	กระตุ้นให้ปริมาณโลหิตที่ส่งไปยังอวัยวะบางส่วนเพิ่มขึ้นเพื่อชดเชยปริมาณออกซิเจนที่ลำเลียงได้น้อยลง	
2.1 – 3.0	-	ผู้ป่วยด้วยโรค Angina pectoris[1] /Intermittent claudication ไม่สามารถออกกำลังกายได้ตามปกติ
4.0 – 5.0 5.0 – 9.0	ตำรวจจราจรปวดศีรษะเพลีย ต้องใช้แสงมากขึ้นเพื่อให้มองเห็นได้ชัดเจน	ผู้ป่วยโรค Angina pectoris[1] เกิดอาการเจ็บหน้าอกขณะออกกำลังกาย
16 – 20 20 – 30	ปวดศีรษะ การมองเห็นผิดปกติ คลื่นไส้	ผู้ป่วยโรคหัวใจเป็นอันตรายถึงชีวิตได้
30 – 40	ปวดศีรษะอย่างแรง อาเจียน หมดสติ	
มากกว่า 50	ชัก อาจถึงแก่ชีวิตได้	

ที่มา: Ferris (1978)

หมายเหตุ

(1) Angina pectoris เป็นโรคหัวใจ มีอาการแน่นหน้าอก อาการเจ็บอย่างรุนแรงเริ่มต้นจากหัวใจลงไปถึงไหล่ ร้าวลงไปที่แขนด้านซ้าย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3.3 ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

แหล่งที่มา

ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นก๊าซที่ไม่มีสี แต่มีรส ถ้ามีความเข้มข้นสูงจะมีกลิ่นฉุน (แสงแดดเป็นตัวกระตุ้น) มักส่งผลทำให้ระคายเคืองที่จมูก ก๊าซชนิดนี้เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่มีธาตุกำมะถัน เป็นส่วนประกอบ เช่น ถ่านหินลิกไนซ์ ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งมีธาตุกำมะถันเจือปนอยู่ประมาณร้อยละ 3 น้ำมันดีเซล มีธาตุกำมะถันอยู่ประมาณร้อยละ 0.5 และน้ำมันเตาที่มีธาตุกำมะถันประมาณร้อยละ 3.4 ซึ่งใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ หรือจากกระบวนการถลุงแร่ เช่น แร่เหล็ก ตะกั่ว สังกะสี ทำให้ธาตุกำมะถันที่อยู่ในสินแร่ รั่วไหลออกมาระหว่างขบวนการถลุง เมื่อสินแร่รวมตัวกับก๊าซออกซิเจนในบรรยากาศ กลายเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ธรรมชาติสามารถผลิตก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ได้ในปริมาณใกล้เคียงกับที่เกิดจากกระบวนการอุตสาหกรรม แต่มนุษย์ทำให้เกิดสภาวะมลพิษเนื่องจากที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่ในเขตเมือง จึงเป็นผลในการเพิ่มโอกาสการรรับสัมผัสของก๊าซชนิดนี้ (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2540: 29)

ผลกระทบต่อสุขภาพ

เมื่อก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แพร่กระจายในบรรยากาศ จะรวมตัวกับก๊าซออกซิเจนในอากาศเป็นซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (Sulphurtrioxide) หรือกรดกำมะถัน มีฤทธิ์กัดกร่อน ทำให้เกิดฝนกรด มีอันตรายเพิ่มขึ้นอย่างมากเมื่อรวมตัวกับอนุภาคฝุ่น ที่เราเรียกกันว่าฝุ่นทุติยภูมิ (Secondary Emission Particulate Matter) ที่สามารถดูดซึมและละลาย ซัลเฟต ไนเตรท และคาร์บอนอินทรีย์ได้ เมื่อได้รับเข้าไปแล้วมีผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ โรคปอด โรคหลอดเลือด หลอดลมอักเสบ เนื่องจากจมูก ช่องจมูกที่ต่อกับหลอดลม สามารถดูดซึมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ประมาณร้อยละ 40 - 90 จากนั้นจะเข้าสู่โลหิต และแพร่กระจายไปทั่วร่างกาย ผ่านเมตาบอลิซึมของร่างกาย แล้วถูกขับออกทางปัสสาวะ แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับขนาดรูปร่าง ความหนาแน่น และระดับความเข้มข้น (ตารางที่ 2-4 และ 2-5) ถ้าอยู่ในระดับสูงเกินกว่าที่ร่างกายรับได้เป็นอันตรายถึงชีวิต (กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

$$SO_2 + O_2 \longrightarrow 2SO_3 \qquad (2)$$

$$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4 \qquad (3)$$

สมการการเกิดฝนกรด

ตารางที่ 2-4 ผลของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มีต่อคนในเรื้อรัง

ระดับความเข้มข้นค่าเฉลี่ยตลอดปีของค่า 24 ชม ($\mu g/m^3$)	เมือง/ประเทศ	ผลที่เกิดขึ้นต่อร่างกาย
200	เชฟฟิลด์ / อังกฤษ	เพิ่มอัตราการป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจในเด็ก
$55_{(1)}$	เบอ์ลิน / สหรัฐอเมริกา	เพิ่มอาการของโรคระบบทางเดินหายใจ ทำให้ระบบทางเดินหายใจในผู้ใหญ่ลดการทำงานลง
125	คราโคว์ / โปแลนด์	เพิ่มอาการของโรคระบบทางเดินหายใจในผู้ใหญ่
$140^{(2)}$	สหราชอาณาจักร-อังกฤษ	เด็กเป็นโรคระบบทางเดินหายใจส่วนบนมากขึ้น
$60 - 140^{(3)}$	โตเกียว	ผู้ใหญ่มีอาการโรคระบบทางเดินหายใจมากขึ้น
$37 - 66^{(4)}$	เบอร์ลิน / สหรัฐอเมริกา	ไม่มีผลใดๆ

ที่มา: WHO (1978)

หมายเหตุ

(1) วิธีไฮโวลุม (High volume sampling method)

(2) ประมาณจากการตรวจสอบหลังจากการศึกษาเสร็จสิ้น ค่าอาจต่ำกว่าความเป็นจริงในช่วงเริ่มต้นศึกษา

(3) วิธีการ Automatic conductimetric method

(4) วิธี Light – Scattering จึงไม่อาจเปรียบเทียบกับค่าอื่นๆได้โดยตรง

ตารางที่ 2-5 ผลของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ที่มีต่อคนในระยะเฉียบพลัน

ระดับความเข้มข้นค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (มคก.ต่อลบ.ม)	ผลที่เกิดขึ้นต่อร่างกาย
›1,000	ในกรุงลอนดอน ค.ศ. 1952 อัตราการตายเพิ่มขึ้นประมาณ 3 เท่าของอัตราปกติ ในระหว่าง 5 วัน ซึ่งหมอกลง ค่าสูงสุด ของซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็น 3,700 $\mu g/m^3$และควัน 4,500 $\mu g/m^3$
710	กรุงลอนดอน ค.ศ.1958 - 1959 อัตราการตายเพิ่มขึ้นประมาณ 1.5 เท่าของอัตราปกติ
500	กรุงลอนดอน ค.ศ.1958 - 1959 อัตราการตายเพิ่มขึ้นประมาณ 1.5 เท่าของอัตราปกติ
500	กรุงนิวยอร์ค ค.ศ.1962 - 1966 อัตราการตายสัมพันธ์กันกับสภาวะมลภาวะ เพิ่มขึ้นร้อยละ 2
500	กรุงลอนดอน ค.ศ.1954 - 1968 ผู้ป่วยโรคหลอดลมเรื้อรัง มีอาการบ่อยขึ้น
300	วลาดิงเกน เนเธอร์แลนด์ ค.ศ. 1969 - 1972 ลดการทำงานของระบบทางเดินหายใจ
200(1)	คัมเบอร์แลนด์ เวสต์เวอร์จิเนีย สหรัฐอเมริกา มีอาการหอบหืดในผู้ป่วยด้วยโรคหอบหืด

ที่มา: WHO (1979)

หมายเหตุ

(1) วิธีเวสต์ – เกกี (West – Gaeke method)

2.3.4 ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์

แหล่งที่มา

ไนโตรเจนไดออกไซด์ในที่นี้กำจัดเฉพาะ ไนตริกออกไซด์(NO) ไนโตรเจนไดออกไซด์(NO_2) เนื่องจากเป็นสารมลพิษที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิตมากกว่าไนโตรเจนออกไซด์อื่นๆ ไนตริกออกไซด์เป็นก๊าซไม่มีสีและกลิ่น ละลายน้ำได้บ้างเล็กน้อย ไนโตรเจนออกไซด์มีสถานะเป็นแก๊สที่อุณหภูมิปกติ ก๊าซทั้งสองชนิดสามารถเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ จากภูเขาไฟระเบิด ปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ในดิน หรือเกิดจากฝีมือมนุษย์นั่นคือ การเผาเชื้อเพลิง กระบวนการทางอุตสาหกรรม การผลิตกรดไนตริก การชุบโลหะ การผลิตกรดกำมะถัน และการผลิตวัตถุระเบิด ตลอดจนการใช้เชื้อเพลิงของมนุษย์ เช่น การเผาไหม้ของเครื่องยนต์ เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดไนโตรเจนออกไซด์ และมีไนตริก เป็นส่วนประกอบถึงร้อยละ 90 – 95 โดยปริมาณ เนื่องจากไนตริกออกไซด์เกิดที่อุณหภูมิสูง ดังนั้นยานยนต์จึงก่อให้เกิดก๊าซชนิดนี้ และโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงไฟฟ้า โรงงานซีเมนต์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ เกิดจากการเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูงๆ (427 - 2,200 °C) และตามธรรมชาติ จัดแบ่งประเภทของก๊าซไนโตรเจนที่เกิดจากการเผาไหม้ไว้ 3 รูปแบบดังนี้(วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2540)

(1) ก๊าซไนโตรเจนที่เกิดจากการเผาไหม้อากาศที่อุณหภูมิสูงกว่า 300 °C เรียกว่า Thermal NO_x

(2) ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนที่เกิดจากการเผาไหม้สารไนโตรเจนในเชื้อเพลิง เรียกว่า Fuel NO_x

(3) ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างโมเลกุลของไนโตรเจนกับอนุมูลอิสระของสาร HCN NH และ N ที่มีอยู่ในเปลวไฟ เรียกว่า Prompt NO_x เกิดขึ้น ณ อุณหภูมิต่ำ

ผลกระทบต่อสุขภาพ

มนุษย์สามารถได้กลิ่นไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ระดับ 230 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อมีความชื้นเพิ่มขึ้นจะทำให้ได้รับกลิ่นเร็วขึ้น ผู้ที่รับสัมผัสก๊าซชนิดนี้ที่ระดับ 140 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะส่งผลให้ระดับความสามารถในการปรับสายตาให้เข้ากับความมืดลดลง ผู้ป่วยโรคหอบหืดจะมีอาการหอบเร็วขึ้น เมื่อได้รับในระดับ 190 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ร่วมกับสารกระตุ้นให้หลอดลมตีบ ความผิดปกติของบุคคลทั่วไปที่มีสุขภาพอนามัยปกติจะเกิดเมื่อได้รับก๊าซในระดับ 1,300 – 3,800 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และที่ระดับ 1,320 – 1,880 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 2-6)

เมื่อร่างกายรับสัมผัสก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในปริมาณมาก ส่งผลให้การทำงานของปอดลดลง เกิดภาวะปอดอักเสบ หลอดลมตีบตัน และทำให้เกิดการติดเชื้อระบบทางเดินหายใจ ถ้าได้รับในปริมาณสูง (300 - 500 ppm) และถึงแก่ชีวิตได้ หรือ สมองขาดออกซิเจน เพราะก๊าซไนตริกออกไซด์ ไปแย่งจับกับฮีโมโกลบิน ทำให้ออกซิเจนไปเลี้ยงสมองได้น้อยลง ก๊าซไนตริกออกไซด์มีความสามารถในการละลายน้ำได้ดี ทำให้เป็นต้นเหตุของการเกิดฝนกรด (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2540)

ตารางที่ 2-6 ผลของไนโตรเจนไดออกไซด์ต่อมนุษย์

ความเข้มข้น		ระยะเวลาที่รับก๊าซ	ผลที่เกิดขึ้น
mg/m^3	ppm		
0.23	0.12	-	ได้กลิ่น
1.3 - 3.8	0.7 - 2.0	10 นาที	การหายใจเข้า และออกมีการติดขัด
0.19	0.1	1 ชม.ต่อวัน	เพิ่มอาการตีบตันของทางเดินหายใจของผู้ป่วยหอบหืด
560 - 940	300 - 500	-	อันตรายถึงแก่ชีวิตด้วยโรคน้ำค้างเนื้อในปอด หรือสลบเนื่องจากขาดอากาศหายใจ
47 - 140	27 - 75	≤ 1 ชม.	เป็นโรคหลอดลมอักเสบ (Bronchitis) หรือ Bronchopeumonia ที่สามารถรักษาให้หายเป็นปกติได้
0.094	-	1 ปี	เมื่อเปรียบเทียบกับเมืองที่มีก๊าซในระดับ 0.043 ug/m^3 ไม่พบการทำงานที่ผิดปกติของปอด และโรคทางเดินหายใจเรื้อรังในผู้สูบบุหรี่
≥0.940	0.5	1 ชม.	ไม่ปรากฏโรคทางเดินหายใจเฉียบพลันในแม่บ้าน ที่กำลังประกอบอาหาร ด้วยเตาอบก๊าซ

ที่มา: WHO (1977)

จากการศึกษาระบาดวิทยาให้ผลสนับสนุนผลกระทบจากการได้รับสัมผัสก๊าซนี้ มีผลต่อระบบหายใจของมนุษย์จริง ผนวกกับเป็นเพราะมีสารมลพิษชนิดอื่นในบรรยากาศที่สามารถเสริมฤทธิ์กัน ดังรายงานว่า ตำรวจที่มีหน้าที่ลาดตระเวนอยู่ในย่านเมืองบอสตัน สหรัฐอเมริกา มีอาการโรคระบบหายใจเรื้องรังเพิ่มขึ้น เมื่อบริเวณนั้นมีก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ประมาณ 100 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยเฉลี่ย และมีก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 91 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเทียบกับกลุ่มตำรวจที่ปฏิบัติหน้าที่ชานเมือง (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2540)

2.3.5 ก๊าซโอโซน

แหล่งที่มา

โอโซนระดับพื้นดินถูกจัดว่าเป็นโอโซนที่เป็นพิษ เกิดขึ้นตามธรรมชาติ โดยมีแสงสว่างเป็นตัวเร่ง และเกิดจากปัจจัยอื่นๆ เช่น กระบวนการอุตสาหกรรม การคมนาคม และเครื่องมือผลิตโอโซนที่มนุษย์สร้าง โอโซนที่อยู่รอบตัวของมนุษย์ ไม่ใช่โอโซนจากชั้นบรรยากาศโอโซน แต่เป็นโอโซนในระดับพื้นดิน ซึ่งเกิดจากไนโตรเจนไดออกไซด์และจะมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเมื่อมีแสงอาทิตย์ เนื่องจากเป็นตัวเร่งปฏิกริยา ซึ่งไนโตรเจนไดออกไซด์ส่วนใหญ่เกิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ที่อุณหภูมิสูง ไนโตรเจนไดออกไซด์(NO_2) และ ไนตริกออกไซด์ (NO) จะสลายตัวเป็น ไนตริกออกไซด์ (NO) และโมเลกุลอิสระของออกซิเจน ที่มีความไวในการทำปฏิกิริยามาก และจะเข้าทำปฏิกิริยาต่อไปเป็นก๊าซโอโซน ส่วนโมเลกุลของออกซิเจนที่เกิดขึ้นเข้าทำปฏิกิริยาแบบนี้ต่อไปเรื่อยๆ เกิดเป็นสารมลพิษอากาศ โอโซนที่เข้าทำปฏิกิริยากับ ไนตริกออกไซด์ เกิดเป็นไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ต่อไป ยิ่งถ้าในอากาศมี ไนตริกออกไซด์ (NO) มาก เป็นสาเหตุของปรากฏการณ์หมอกควันหรือ ปฏิกิริยาโฟโตเคมิคัล ส่งผลให้มลภาวะอากาศมากขึ้น เมื่อในบรรยากาศมีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนเจือปนอยู่ จะมีเปอร์รอกซีเกิดขึ้น ซึ่งเป็นผลพวงจากปฏิกิริยาโฟโตเคมิคัล และจะเข้าทำปฏิกิริยากับไนตริกออกไซด์เกิดเป็นไนโตรเจนไดออกไซด์ จึงเป็นเหตุผลว่าทำไมตอนกลางวันจึงมีโอโซนเกิดขึ้นมาก

$$NO_2 \longrightarrow NO\,(g) + O\,(g) \qquad (4)$$

$$O + O_2 \xrightarrow{\text{Sunlight}} O_3 \qquad (5)$$

$$O_3 \longrightarrow O_2 + O \qquad (6)$$

$$O + H_2O \longrightarrow 2HO \qquad (7)$$

สมการการเกิดก๊าซโอโซน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลกระทบ

ก๊าซโอโซนมีฤทธิ์เร่งปฏิกิริยาของเม็ดเลือดแดงส่งผลต่อการรับรังสีเอ็กซเรย์ สามารถทำลายโครโมโซมได้ ก๊าซโอโซนในระดับความเข้มข้น 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรขึ้นไปสามารถก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อ ตา จมูก และเมื่อได้รับสัมผัสตั้งแต่ 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทำให้การทำงานของปอดผิดปกติ เนื่องจากถูกกระตุ้นให้เกิดการบีบรัดตัวอย่างไม่ปกติ อีกทั้งยังสามารถทำลายเนื้อเยื่อปอดได้ถ้าหายใจทางปาก เพราะทำให้ก๊าซโอโซนสามารถเข้าไปสู่ระบบทางเกินหายใจส่วนปลายได้ จากงานวิจัยที่ศึกษาผลกระทบของออกซิแดนท์ต่อเขตชุมชนตามสภาพสถานการณ์จริง พบว่าสารมลพิษแต่ละชนิดมีการเสริมฤทธิ์กัน แต่โอโซนเป็นสารมลพิษที่ทำให้เกิดความผิดปกติอย่างชัดเจน เช่น ในกรณีนักศึกษาพยาบาลเมืองลอสแองเจอลิส สหรัฐอเมริกา มีอาการระคายตา ปวดศีรษะ ไอ แน่นหน้าอก จากการวินิฉัยของแพทย์ภายหลังพบว่า อาการดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของออกซิแดนท์สูงสุดในหนึ่งชั่วโมง นอกจากนี้ยังพบว่านักวิ่งทนของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายไม่สามารถทำเวลาในการวิ่งให้ดีขึ้น เป็นผลจากการหายใจผิดปกติของนักกีฬาเมื่อสูดอากาศที่มีออกซิแดนท์เจือปนอยู่ (จะพบความผิดปกติเมื่อได้รับออกซิแดนท์ในระดับ 240 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในหนึ่งชั่วโมง) อาการหอบหืดยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆอีก เช่น อุณหภูมิ ความชื้นในบรรยากาศ และไอน้ำมากกว่าระดับของออกซิแดนท์ ดังตารางที่ 2-7 แสดงความสัมพันธ์ของออกซิแดนท์ที่มีต่อมนุษย์ (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2540)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2-7 ผลของออกซิแดนที่มีต่อมนุษย์

ระดับโอโซน (μg/m^3)	ระยะเวลา (ชม.)	ผลที่มีต่อร่างกาย
200	1	ระคายเคืองตา
15 - 40	-	ได้กลิ่น (สำหรับผู้มีจมูกไวจะได้กลิ่นของโอโซนที่ระดับ 15 μg/m^3)
200	2	ระบบหายใจผิดปกติ ในระหว่างออกกำลังกาย
740 (ร่วมกับซัลเฟอร์ไดออกไซด์)	2	ระบบทางเดินหายใจผิดปกติ
100 - 460	24 (เป็นเวลา 21 วัน)	มีผลต่อระบบทางเดินหายใจของผู้ป่วยโรคปอดเรื้อรัง
10	3 นาที	ลด Alpha rhythm
1,600 - 3,400	1	ช่างเชื่อมโลหะมีระบบหายใจผิดปกติ (อาจมีไนโตรเจนออกไซด์อยู่ด้วย) และอาการหายไปในระดับ 400 μg/m^3)
600 - 1,600	1	ช่างเชื่อมโลหะมีอาการแน่นหน้าอก ระคายคอ อาการเหล่านี้จะหายไปที่ระดับ 500 μg/m^3 อาจมีไนโตรเจนไดออกไซด์และอนุภาคสารอยู่ด้วย)
≥500	-	มีอาการหอบหืดบ่อยขึ้น ในผู้ป่วยโรคหืด
≈1000	-	นักศึกษาพยาบาลมีอาการปวดศีรษะที่ 100 μg/m^3 มีอาการระคายตาที่ 500 μg/m^3 ไอที่ 530 μg/m^3 แน่นหน้าอกที่ 580 μg/m^3
›240	-	นักวิ่งทน ทำเวลาไม่ดีขึ้น

ที่มา: WHO (1978)

2.3.6 สารตะกั่ว

แหล่งที่มา

ตะกั่วเป็นโลหะอ่อนสีเทาเงิน เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และจากฝีมือมนุษย์ แหล่งธรรมชาติ คือ เป็นส่วนประกอบในหินอัคนีและหินแปร ซึ่งมีตะกั่ว 10 – 20 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในส่วนของการผลิตตะกั่วสามารถจำแนกได้สองประเภท คือ ตะกั่วปฐมภูมิ (Primary lead) และตะกั่วทุติยภูมิ(Secondary lead) โดยตะกั่วปฐมภูมิเป็นการผลิตตะกั่วจากการถลุงแร่ ส่วนใหญ่เป็นกาลีนา (PbS) ที่ถูกหลอมให้บริสุทธิ์ ส่วนตะกั่วทุติยภูมิ (Secondary lead) นั้นเป็นการหลอมเศษตะกั่วจากแบตเตอรี่ เพื่อนำกลับมาใช้อีก ซึ่งทั้งสองประเภทล้วนแล้วแต่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของตะกั่วในสิ่งแวดล้อม ทั้งดิน น้ำ อากาศ และส่งผลต่อสุขภาพของผู้คนบริเวณใกล้เคียงอีกด้วย

สารตะกั่วที่ผลิตได้จะนำไปใช้ในการทำแบตเตอรี่เป็นหลัก นอกจากนั้นยังนำไปใช้ทำตะกั่วแอลกิลเพื่อผสมในน้ำมันเบนซิน และผลิตพวก สี ยากำจัดศัตรูพืช ตะกั่วอาร์เซเนท และโลหะผสมต่างๆ

น้ำมันผสมตะกั่วอินทรีย์ คือ (1) ตะกั่วเตตราแอลกิล ได้แก่ ตะกั่วเตตราเมธิล ตะกั่วเตตราเอธิล และ (2) ตะกั่วแอลกิลไตรเอธิลเมธิลผสม คือ ตะกั่วไดเอธิลเมธิล และตะกั่วเอธิลไตรธิล ซึ่งเมื่อเกิดการสันดาปจะเกิดตะกั่วอนินทรีย์ และออกสู่บรรยากาศร้อยละ 70 โดยจะมีปริมาณตะกั่วสูงขึ้นในขณะที่รถยนต์วิ่งด้วยความเร็วสูง อีกร้อยละ 1 ซึ่งเป็นตะกั่วเตตราแอลกิล ส่วนอีกกว่าร้อยละ 20 จะตกค้างอยู่ในท่อไอเสีย และน้ำมันหล่อลื่น โดยจะถูกระบายออกจากท่อไอเสียในรูปของไอระเหย มีส่วนน้อยที่จะถูกดูดซับจากอนุภาคสาร (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2540)

ผลกระทบต่อสุขภาพ

ตะกั่วสามารถเข้าสู่ร่างกายได้โดยการบริโภคอาหาร น้ำที่มีการปนเปื้อนของสารตะกั่ว การหายใจ ดังเช่นในกรณีของชาวอเมริกันบริโภคอาหารที่มีตะกั่วปนเปื้อนอยู่ (ใส่ในภาชนะที่มีสารเคลือบที่ประกอบด้วยตะกั่ว หรือไข่เยี่ยวม้า) และเครื่องดื่ม (เหล้าองุ่น นมที่ผ่านกรรมวิธีต่างๆทางอุตสาหกรรม) ร่างกายจะปรากฏอาการผิดปกติ เมื่อได้รับตะกั่วเกิน 0.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งสาเหตุอาจเกิดจาก การบริโภคไข่เยี่ยวม้า (มีตะกั่วปริมาณ 1,000 – 2,000 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) นอกจากนี้ผู้ที่สูบบุหรี่มีแนวโน้มที่จะได้รับสารตะกั่วตะกั่วมากกว่าผู้อื่น เนื่องจากในใบยาสูบมีส่วนประกอบของ ตะกั่วอาซีเนท ซึ่งเป็นส่วนผสมของยากำจัดศัตรูพืชในทุกๆ 100 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะก่อให้เกิดตะกั่ว 6 – 18 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในกระแสเลือด (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2540)

ผลของสารตะกั่วที่มีต่อระบบต่างๆของร่างกาย

(1) ระบบโลหิต สารตะกั่วจะเข้าไปขัดขวางการสร้างฮีม (Heam) สารตะกั่วจะเข้าไปขัดขวางการสร้างเอ็นไซม์ σ – aminolaevulinic acid dehydratase(ALAD) และธาตุเหล็กลงใน protoporphyrin(PP) จึงเป็นเหตุให้ปัสสาวะพบสารที่ใช้สังเคราะห์ ALAD สองชนิดคือ ALA และ CP (Coproporphyrin) ตกค้างอยู่ และพบ PP ในเม็ดเลือด (FEP – free erythrocyte) และเกิดเป็นโรคโลหิตจางในที่สุด

(2) ระบบประสาท ตะกั่วอนินทรีย์มีผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง (CNS – Central nervous system) และระบบประสาทส่วนปลาย (Peripheral nervous system) ถ้าได้รับในระดับต่ำจะไม่ปรากฏอาการผิดปกติทางประสาทอย่างชัดเจน แต่ในเด็กทารกอาจมีความผิดปกติด้านความเฉลียวฉลาด เมื่อได้รับเป็นเวลานานๆไม่ว่าจะเป็นตะกั่วอินทรีย์ หรือตะกั่วอนินทรีย์ ทั้งสองล้วนเป็นสาเหตุให้เกิดโรคสมองอักเสบ (Encephalopathy) โดยอาการที่ปรากฏเบื้องต้นคือ เซื่องซึม กระวนกระวาย หงุดหงิด ปวดศีรษะ กล้ามเนื้อกระตุก ชัก และเป็นอัมพาตในที่สุด (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2540)

2.3.7 ผลกระทบของสารพิษที่มีต่อพืช

เมื่อพืชได้รับสารมลพิษ อาการที่สามารถสังเกตได้จะแสดงออกสองลักษณะ คือ เฉียบพลันและเรื้อรัง ก่อนที่จะขยายความเรื่องอาการของพืช ควรทำความเข้าใจส่วนประกอบของพืชก่อน ที่ทำหน้าที่ในการสังเคราะห์แสง และสารอินทรีย์นั้นก็คือใบ โดยในส่วนของใบจะประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้ (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2540)

(1) ชั้นบนสุดและล่างสุดมีผิวใบ (Epidermis) เป็นเซลล์ที่มีผนังของเซลล์หนา บนผิวจะมาคิวติน (Cutin) หรือที่เราเรียกกันว่าขี้ผึ้งเคลือบอยู่

(2) ใต้ผิวใบเป็นชั้นเซลล์ยาว (Palisade) เรียงเดียวหรือเรียงคู่ เบียดกันอยู่ตามขวางในใบหญ้าทั่วไปไม่มีชั้นนี้

(3) ในระหว่างชั้นเซลล์ยาวและใบชั้นล่าง เป็นเซลล์อ่อนนุ่ม (Spongy parenchyma) มีรูปร่างไม่แน่นอนและอยู่อย่างกระจาย และในส่วนท้องใบยังประกอบด้วยรูใบ (Stoma) ควบคุมขนาดของช่อง เป็นปากทางในการรับสารมลพิษจากในบรรยากาศ

ภาพที่ 2 -5 ใบไม้ที่ได้รับผลกระทบจากสารมลพิษทางอากาศ

ที่มา: Gail, 2011

ผลของสารมลพิษที่มีต่อพืช

โอโซน

ลายสี (Pigmented lesions) ก๊าซชนิดนี้มีผลทำให้เซลล์หนาและมีสีเป็นหย่อมๆ เนื่องจากเซลล์ยาว (Palisade) ของพืชมีความไวในการตอบสนองต่อโอโซน เมื่อสัมผัสกับโอโซนจึงทำให้เซลล์ยางเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ดำ ม่วง หรือแดงในพืชบางชนิด เนื่องจากเมื่อได้รับโอโซน พืชจะสังเคราะห์เม็ดสีแอนโธไซยานิน และจะกระจายไปยังเนื้อเยื่อ และแขนงย่อยของเส้นใบ จะสังเกตอาการของใบได้จากผิวบนเท่านั้น จึงต้องทำการยกใบขึ้นส่องทวนแสงสว่าง หรือใช้แว่นขยายส่องดู

(1) ผิวใบด้านบนหรือทั้งสองด้านมีสีซีด (Bleaching) เมื่อได้รับโอโซน ผิวใบตอนบนจะมีลายตกกระ เหี่ยวแห้ง ซีด เซลล์ยางยุบลงเมื่อได้รับโอโซน เนื่องจากเซลล์ยุบลงจึงทำให้เกิดช่องว่าง เพราะไม่ได้เกิดการยุบตัวทุกส่วน จึงทำให้เราสามารถมองเห็นลายจุด หรือดวงๆสีเทาอ่อน หรือน้ำตาลอมเหลือง

(2) สำหรับพืชจำพวกข้าว เนื่องจากไม่มีเซลล์ยาว จึงเกิดลายเหี่ยวแห้งบนใบทั้งสองด้าน (Bifacial Necrosis) ซึ่งเกิดขึ้นเพราะเนื้อเยื่อตลอดทั้งใบตาย มีสีตั้งแต่ใกล้ขาว ถึงแดงอมส้ม และเกิดลายซีด (Chlorosis) บริเวณผิวในด้านบนที่ประกอบด้วยเซลล์อ่อนนุ่ม ที่มีความไวต่อก๊าซโอโซน (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2540)

ซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ซัลเฟอร์ เป็นส่วนประกอบของอะมิโนแอซิด โปรตีนและสารประกอบชีวเคมีต่างๆเป็นธาตุอาหารที่พืชใช้ในระบบเมตาโบลิซึม ส่วนใหญ่ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอากาศจะสัมผัสกับพืชทางใบและรูใบ (Gas phase interaction) จากนั้นก๊าซนี้จะเข้าไปในเซลล์ชุ่มน้ำ (Liquid phase interaction) เข้าทำปฏิกิริยากับน้ำในเซลล์ เกิดเป็นซัลไฟท์อิออน และจะออกซิไดส์ไปอยู่ในรูป

ซัลเฟทอิออน อย่างช้าๆ พืชจะใช้ซัลเฟอร์ที่ได้จากซัลเฟตไปสั่งเคราะห์เป็นอะมิโน และโปรตีน แต่ถ้าในกรณีที่พืชได้รับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มีความเข้มข้นสูงอาจเกิดอาการเฉียบพลันหรือเรื้อรังดังนี้

(1) อาการเฉียบพลัน ส่งผลให้เซลล์บริเวณขอบใบและเส้นใบบวมน้ำ และตายในที่สุด ซึ่งมีลักษณะสีเขียวอมเทา ในระยะต่อมาใบจะร่วงหรือหลุดเฉพาะบริเวณที่เกิดอาการ

(2) อาการเรื้อรัง อาการขึ้นอยู่กับการสะสมซัลไฟท์อิออน เมื่อเกิดการสะสมที่มากเกินจะกลายเป็นซัลเฟท มีผลทำให้ใบไม้สีจาง (Chlorosis) หรือเป็นเงาวาวสีน้ำเงิน บรอนซ์ใต้ใบ (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2540)

ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์

ไนตริกออกไซด์ เป็นสารประกอบสำคัญในสิ่งแวดล้อม จริงๆแล้วไม่ได้มีอันตรายต่อพืชเมื่อเทียบกับออกซิแดนท์ และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่พบว่ามีผลทำให้การสังเคราะห์แสงลดน้อยลงและกลับสู่สภาพปกติเมื่อพ้นจากมลพิษ แต่ไม่ปรากฏความผิดปกติของใบเกิดขึ้น ดังนั้นจะกล่าวถึงแต่ผลกระทบของ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ซึ่งจะมีลักษณะอาการดังนี้

(1) อาการเฉียบพลัน ใบไม้มีอาการบวมน้ำในชั้นต้นและเซลล์จะตายในที่สุด ทำให้เกิดลายเหี่ยวแห้ง รอยอาจมีสีขาว น้ำตาลอมเหลือง ซึ่งริ้วรอยจะปรากฏชัดเจนที่ปลาย และขอบใบ หรืออาจเกิดคราบสีดำเป็นมันเคลือบอยู่บนผิวใบ

(2) อาการเรื้อรัง พืชมีการตอบสนองต่อไนโตรเจนไดออกไซด์ในระยะยาวไม่เกิดขึ้นมากนัก โดยพืชจะเติบโตได้อย่างไม่เต็มที่หรือการเจริญหยุดชะงัก (เกิดลายเหี่ยวแห้ง) แต่เมื่อได้รับในระดับต่ำๆเป็นเวลายาวนาน กลับพบว่ามีจำนวนคลอโรฟิลเพิ่มขึ้น แต่การเจริญเติบโตชะงัก เพราะชั้นเซลล์ถูกทำลาย (เซลล์มีการบวมน้ำและแตกในที่สุด) ไปแล้ว และถึงแม้จะมีคลอโรฟิลเพิ่มมากขึ้นก็ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2540)

อนุภาคฝุ่น

ฝุ่นละอองจะตกลงบนพืช ทั้งใบกิ่งก้าน ดอก และผล อยู่ในรูปของฝุ่นแห้งๆเป็นคราบเหนี่ยวๆ ซึ่งส่งผลให้ก๊าซเข้าสู่ใบได้น้อยลง ทำให้ใบเหลือง และเฉา นอกจากนี้ยังทำให้พืชดูดซับรังสีช่วงคลื่น 400 – 700 นาโนเมตร ได้น้อยลงเป็นผลให้การสังเคราะห์แสงน้อยลง แต่กลับดูดรังสีช่วงคลื่น 1,750 – 1,850 นาโนเมตรทำให้ความร้อนในใบเพิ่มมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามผลที่เกิดยังขึ้นอยู่กับชนิดของฝุ่น เนื่องจากพืชแต่ละชนิดจะตอบสนองต่อโลหะชนิดต่างๆแตกต่างกัน ดังในตารางที่ 2-8 (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2540)

สารตะกั่ว

พืชจะได้รับตะกั่วในบรรยากาศ หรือได้รับจากอนุภาคที่ตกลงพื้นดิน เมื่อมีการสะสมของตะกั่วมาก พบว่าพืชมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว การสะสมของสารตะกั่วจะขึ้นอยู่กับพืชแต่ละชนิด เช่น เมื่อในบรรยากาศมีปริมาณตะกั่ว1.45 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่าถั่ว แครอท มันฝรั่ง ข้าวสาลี มีปริมาณตะกั่วอยู่ในระดับปกติ แต่ในผักสลัดกลับมีปริมาณตะกั่วเพิ่มมากขึ้น (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2540)

ตารางที่ 2-8 อาการของพืชเมื่อได้รับโลหะหนัก

โลหะ	พืช	อาการ
อาร์เซนิก	ถั่วลิมา หอม ถั่ว (Pea) แตงกวา อัลฟาฟา กระถิน ข้าวโพด สตรอว์เบอร์รี่	เมล็ดงอกได้น้อย รากเน่า ใบเหี่ยว ใบเปลี่ยนสีเป็นน้ำตาลหรือแดง
โบรอน	บาร์เลย์ ถั่วลิมา ถั่วคิดนีย์ (Kidney bean) โอ๊ต หอม ถั่ว (Pea) พลับ กุหลาบ ถั่วเหลือง ข้าวสาลี บานชื่นสีเหลือง	ปลายใบเหลือง เกิดลายเหี่ยวแห้งระหว่างแขนงเส้นใบ และเส้นกลางใบ (Midrib) พืชใบเลี้ยงเดี่ยวขอบใบแห้งกรอบ ใบงอเข้าหากัน ผลิดอกน้อย
แคดเมี่ยม	โอ๊คแดง เบริช โปปลา บีท แครอท คื่นช่าย พริกฝรั่ง ผักกาดหอม รีช ถั่วเหลือง มะเขือเทศ ข้าวสาลี (Winter wheat)	รากงอกน้อยลง ลดการเจริญเติบโต
ตะกั่ว	ถั่ว บีท ข้าวโพด หญ้า (Fescue) ผักกาดหอม กระถิน สน เมเปิลแดง	การเจริญเติบโตหยุดชะงัก ยับยั้งการแตกหน่อ ใบร่วงมากขึ้น ลดผลผลิต
แมกนีเซียม	ส้ม	ใบม้วน ยับยั้งการแตกใบ ใบแคบลง
มังกานีส	อัลฟาฟา ถั่ว (Broad bean) กะหล่ำปลี ดอกกะหล่ำ เมล็ดข้าว พืชจำพวกส้ม กานพลู สับปะรด ยาสูบ บาร์เลย์ เบริช เหลือง แครนเบอร์รี่ ถั่วลิสง มันฝรั่ง แอปเปิ้ล แอบปริคอท ข้าวสาลี	ลายเหี่ยวแห้งเป็นจุด ปรากฏลายเหี่ยวแห้งจากชั้นใน ของใบเหลือง ยอดใบม้วนเข้า
ปรอท	ทานตะวัน ถั่ว เฟิร์น	ยับยั้งการเจริญเติบโต
นิเกิล	พืชจำพวกส้ม อัลฟาฟา โอ๊ท แพร์	ยับยั้งการเจริญเติบโต ที่ขอบใบมีลายซีด (มีสีเหลืองอ่อน หรือเขียว)
โปแตสเซียม	ส้ม	ผลไม้ผิวหยาบและใบเป็นลายเหี่ยวแห้ง ใบม้วนลง เหี่ยวตาย

ที่มา: U.S.EPA. (1981)

2.4 มาตรฐานคุณภาพอากาศของมลพิษในบรรยากาศ

การกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป (National Ambient Air Quality Standard; NAAQS) เป็นการกำหนดมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมตามมาตรา 32 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ซึ่งการกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศโดยทั่วไปจะต้องอาศัยหลักวิชาการ และหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ ต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจ และสังคม (กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

2.4.1 แนวทางสำหรับการพิจารณากำหนดมาตรฐานของสารพิษชนิดต่างๆ

สำหรับประเทศไทยได้ปรับปรุงกระบวนการจาก U.S.EPA นำมาใช้ในการกำหนดและทบทวนมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ (National Ambient Air Quality Standard; NAAQS) โดยเน้นการป้องกันสุขภาพ อันเป็นผลมาจากสารมลพิษชนิดต่างๆในอากาศ

แนวทางทั่วไปของ USEPA ในการกำหนด ทบทวนและประเมินค่ามาตรฐาน

U.S.EPA. ได้แบ่งสารมลพิษทางอากาศออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ ฝุ่นละออง ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ คาร์บอนมอนนอกไซด์ โอโซน ไนโตรเจนไดออกไซด์ และตะกั่ว โดยหน่วยงานดังกล่าว มีอำนาจในการกำหนดทบทวน และประเมินมาตรฐานคุณภาพทางอากาศ ตามพระราชบัญญัติคุณภาพอากาศ (Clean Air Act) หมวด 108 และ 109

หมวด 108 มีใจความว่า เป็นการจำแนกสารมลพิษที่ต้องการจะกำหนดในมาตรฐานคุณภาพอากาศ และทางหน่วยงาน U.S.EPA. ต้องทำการจัดทำเกณฑ์คุณภาพอากาศ (Air Quality Criteria; AQC) สำหรับสารมลพิษแต่ละชนิด ซึ่งเกณฑ์คุณภาพอากาศดังที่กล่าวไปข้างต้นจะถูกจัดทำโดย ศูนย์ประเมินสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (National Center for Environmental Assessment; NCEA) หน่วยงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของ สำนักงานวิจัยและพัฒนาของ U.S.EPA. ส่วนใหญ่ดำเนินงานด้านวิทยาศาสตร์ ทำให้สามารถอนุมานได้ว่า

การจัดทำเกณฑ์คุณภาพอากาศเป็นการดำเนินงานด้านวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ลักษณะทางเคมีและกายภาพ วิธีการตรวจวัดความเข้มข้นในบรรยากาศ แหล่งกำเนิดสารพิษ การฟุ้งกระจาย ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การได้รับสารมลพิษของมนุษย์ ปริมาณสะสมในมนุษย์และสัตว์ ผลกระทบต่อสุขภาพที่ได้จากการสังเกตในการทดลอง หรือพิษวิทยา (Toxicology) และการศึกษาทางระบาดวิทยา นอกจากนี้เกณฑ์คุณภาพอากาศยังสามารถประเมินจุดแข็ง และข้อจำกัดของข้อมูลที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้ (U.S.EPA., 2013, a)

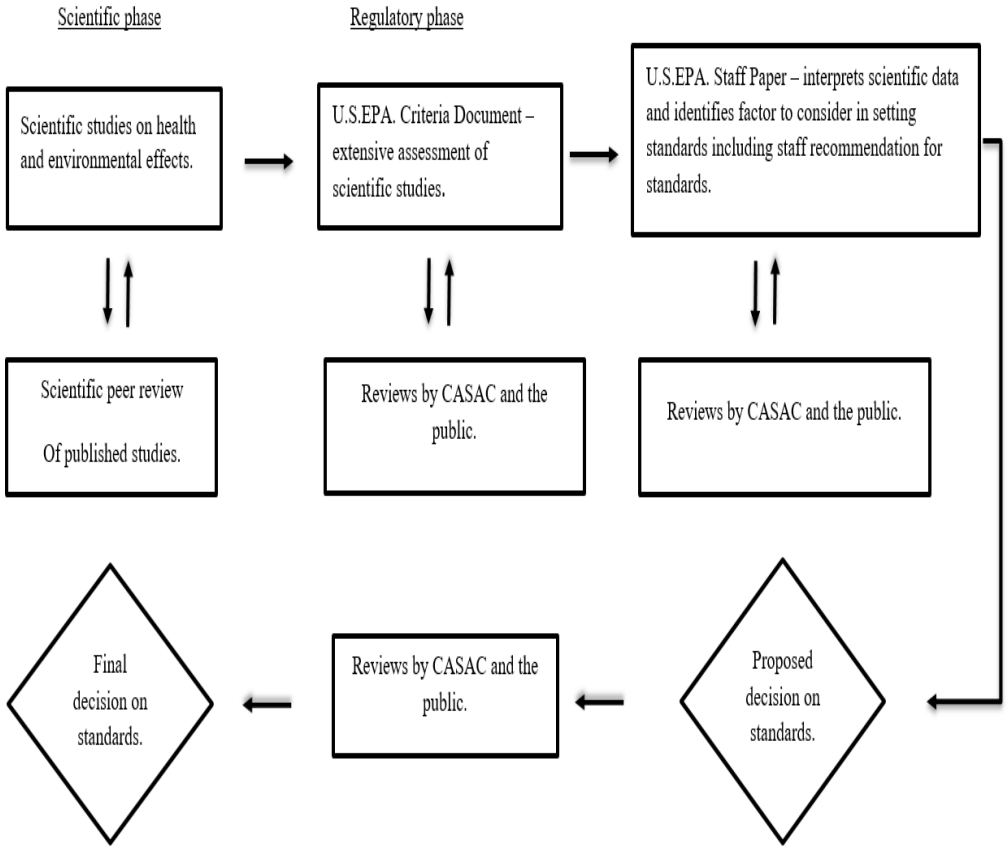
หมวด 109 ให้ U.S.EPA. กำหนดมาตรฐานปฐมภูมิ และมาตรฐานทุติยภูมิ ของสารมลพิษแต่ละชนิด โดยมาตรฐานปฐมภูมิหมายถึง มาตรฐานคุณภาพอากาศที่กำหนดโดยคำนึงถึงความปลอดภัยต่อการป้องกันสุขภาพของประชาชน โดยจะกำหนดไว้ที่ “ระดับสูงสุดที่ยอมให้มีได้ในบรรยากาศ และ

ป้องกันสุขภาพของประชาชนทุกกลุ่ม” ซึ่งรวมถึงกลุ่มคนที่มีความไวต่อการได้รับสัมผัส กลุ่มคนที่มีความไวต่อการได้รับมลพิษทางอากาศได้แก่ กลุ่มผู้ป่วยโรคหืด กลุ่มผู้ป่วยทางเดินหายใจ และผู้สูงอายุ

มาตรฐานทุติยภูมิ คือ “ระดับของคุณภาพอากาศซึ่งอยู่บนพื้นฐานที่สามารถ ปกป้องประชาชนจากผลกระทบ ที่จะเกิดขึ้นต่อสวัสดิภาพของสาธารณชน” รวมถึงผลกระทบต่อ ดิน น้ำ พืช ไร่ สัตว์ สัตว์ป่า ทัศนวิสัย ภูมิอากาศ ความเสียหายต่อทรัพย์สิน อันตรายต่อการคมนาคม อีกทั้งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ และคุณภาพชีวิตของประชาชน

หมวด 109 ระบุไว้ว่า ต้องมีการทบทวน และประเมินมาตรฐานใหม่ทุกๆ 5 ปี ซึ่งรวมถึงการทบทวนเกณฑ์คุณภาพอากาศ การทบทวนนโยบายพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์คุณภาพอากาศ โดยศูนย์ประเมินสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ NCEA เป็นผู้รับผิดชอบในการเตรียมการ และกำหนดช่วงเวลาในการทบทวนเกณฑ์คุณภาพอากาศ ในส่วนของการกำหนดช่วงเวลาการทบทวนนโยบายพื้นฐาน และช่วงค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ แต่ละตัวเป็นของสำนักงานแผนและมาตรฐานคุณภาพอากาศ (Office of Air Quality Planning Standards; OAQPS)

การกำหนดค่ามาตรฐานจนถึงการเตรียมเกณฑ์คุณภาพอากาศ จัดอยู่ในขั้นตอนการควบคุมทางกฎหมาย (Regulatory Phase) ในการทบทวนมาตรฐานคุณภาพอากาศแต่ละตัว สำนักงานแผนและมาตรฐานคุณภาพ (OAQPS) จะประเมินนโยบายที่ได้จากข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ที่จะนำไปเสนอไว้ในเกณฑ์คุณภาพอากาศ ผนวกกับจัดทำการประเมินความเสี่ยงของสารมลพิษ และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับช่วงค่าความเข้มข้นสารมลพิษที่จะประกาศใช้ ข้อมูลเหล่านี้จะอยู่ใน QAQPS staff paper หรือ Staff-paper ข้อมูลดังกล่าวจะถูกสอบทานโดยคณะกรรมการภายใน (Clean Air Scientific Advisory Committee; CASAC) ที่ทาง U.S.EPA ได้จัดตั้งขึ้น เมื่อทาง CASAC ได้ทำการตรวจสอบร่างรายงาน ทบทวน และประเมินค่ามาตรฐาน จะถูกนำเสนอเพื่อจัดตั้งเป็นเกณฑ์คุณภาพอากาศ ดังภาพที่ 2-6 (U.S.EPA., 2013, a)



ภาพที่ 2 -6 แผนกำหนด ทบทวนและประเมินคุณภาพอากาศในบรรยากาศ สหรัฐอเมริกา

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2548

จากที่ได้กล่าวมาในหัวข้อที่ 2.4 อาจกล่าวโดยสรุปเพื่อให้เข้าใจได้ว่าค่ามาตรฐานของสารมลพิษแต่ละชนิดนั้นมีกระบวนการอย่างไรบ้าง ตามหลักอาศัยผลการสนับสนุนจากการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์เป็นหลัก ปัจจุบันนิยมใช้การทดสอบทางพิษวิทยา และระบาดวิทยาแต่การทดสอบทั้งสองนี้ยังมีข้อจำกัดในด้านงบประมาณ และเทคโนโลยี จึงจำเป็นต้องใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากการตรวจวัดโดยสถานีคุณภาพอากาศ เป็นผลสนับสนุนในการกำหนดช่วงค่าความเข้มข้นของสารมลพิษ เมื่อทางหน่วยงานด้านวิทยาศาสตร์ได้ทำการกำหนดช่วงค่ามาตรฐานของสารมลพิษ (ที่ผ่านการสอบทวนจากคณะกรรมการภายในหน่วยงาน) ทางหน่วยงานจะทำการส่งร่างรายงานช่วงเกณฑ์คุณภาพอากาศ (Criteria Document) ให้กับทางสำนักงานแผนและมาตรฐานคุณภาพ (QAQPS) ทางสำนักงานจะทำการประเมินความเสี่ยงของสารมลพิษอากาศ และให้ข้อเสนอเกี่ยวกับช่วงค่าความเข้มข้นสารมลอากาศที่จะประกาศใช้ โดยข้อมูลทั้งหมดจะอยู่ใน Staff paper ข้อมูลดังกล่าวจะถูกสอบทาน โดยคณะกรรมการภายใน (CASAC) ที่ทาง U.S.EPA ได้จัดตั้งขึ้น เมื่อทาง CASAC ได้ทำการตรวจสอบร่างรายงาน ทบทวน และประเมินค่ามาตรฐาน แล้ว Staff paper จะถูกนำเสนอเพื่อจัดตั้ง

เป็นเกณฑ์คุณภาพอากาศ ขั้นตอนดังกล่าวอาจผ่านการตรวจทานจาก CASAC หลายครั้ง ก่อนที่จะตัดสินใจประกาศใช้เป็นเกณฑ์คุณภาพอากาศ (ดังตารางที่ 2-9 และ 2-10) หรือค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป

ตารางที่ 2-9 ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป ประเทศไทย

สารมลพิษ	ช่วงเวลา	ค่ามาตรฐาน	ที่มา
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	1 ชม.	ไม่เกิน 30 ppm. (34.2 mg/m^3)	1
	8 ชม.	ไม่เกิน 9 ppm. (10.26 mg/m^3)	
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2)	1 ชม.	ไม่เกิน 0.17 ppm. (0.32 mg/m^3)	1,3,4
	1 ปี	ไม่เกิน 0.03 ppm. (0.057 mg/m^3)	
ก๊าซโอโซน (O_3)	1 ชม.	ไม่เกิน 0.10 ppm. (0.20 mg/m^3)	1,3
	8 ชม.	ไม่เกิน 0.07 ppm. (0.14 mg/m^3)	
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)	1 ปี	ไม่เกิน 0.04 ppm. (0.10 mg/m^3)	1,2
	24 ชม.	ไม่เกิน 0.12 ppm.(0.30 mg/m^3)	
	1 ชม.	ไม่เกิน 0.3 ppm.(780 µg/m^3)	
ตะกั่ว (Pb)	1 เดือน	ไม่เกิน 1.5 µg/m^3	1
ฝุ่นละอองขนาไม่เกิน 100 ไมครอน (TSP)	24 ชม.	ไม่เกิน 0.33 mg/m^3	1,2
	1 ปี	ไม่เกิน 0.10 mg/m^3	
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10})	24 ชม.	ไม่เกิน 0.12 mg/m^3	1,2
	1 ปี	ไม่เกิน 0.05 mg/m^3	
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$)	24 ชม.	ไม่เกิน 0.05 mg/m^3	5
	1 ปี	ไม่เกิน 0.025 mg/m^3	

หมายเหตุ

(1) มาตรฐานค่าเฉลี่ยระยะสั้น (1,8 และ 24 ชั่วโมง) กำหนดขึ้นเพื่อป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยอย่างเฉียบพลัน (Acute effect)

(2) มาตรฐานค่าเฉลี่ยระยะยาว (1 เดือน และ 1ปี) กำหนดขึ้นเพื่อป้องกันผลกระทบยาวหรือผลกระทบเรื้อรัง ที่อาจเกิดขึ้นต่อสุขภาพอนามัย (Chronic effect)

ที่มา:ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ.2538) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ประกาศในกิจจานุเบกษา เล่ม 112 ตอนที่ 52ง. วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2538

(2) ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 24 (พ.ศ. 2547) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 121 ตอนพิเศษ 104 ง. วันที่ 22 กันยายน พ.ศ. 2547

(3) ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 28 (พ.ศ. 2550) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 124 ตอนพิเศษ 58ง วันที่ 14 พฤษภาคม พ.ศ. 2550

(4) ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2552) เรื่อง กำหนดมาตรฐานค่าก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศโดยทั่วไป ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 126 ตอนพิเศษ 114ง วันที่ 14 สิงหาคม พ.ศ. 2552

(5) ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 36 (พ.ศ. 2553) เรื่อง กำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนในบรรยากาศโดยทั่วไป ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 127 ตอนพิเศษ 37ง วันที่ 24 มีนาคม พ.ศ. 2553

ตารางที่ 2-10 ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป สหรัฐอเมริกา

สารมลพิษ	ช่วงเวลา	ค่ามาตรฐาน	รูปแบบ
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	8 ชม.	9 ppm	ค่าสูงสุดที่ตรวจวัดได้ไม่ควรเกินกว่าค่ามาตรฐานปีละ 1 ครั้ง
	1 ชม.	35 ppm	
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2)	1 ชม.	100 ppb	เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98 ของค่าสูงสุด 1 ชม.ต่อวัน หรือค่าเฉลี่ยความเข้มข้น 3 ปี ของเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98
	1 ปี	53 ppb (2)	ค่าเฉลี่ย 1 ปี
ก๊าซโอโซน (O_3)	8 ชม.	0.070 ppm	ค่าความเข้มข้นสูงสุดลำดับที่ 4
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)	1 ชม.	75 ppb	เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99
ตะกั่ว (Pb)	ค่าเฉลี่ย 3 เดือน	0.15 $\mu g/m^3$	ค่าสูงสุด
อนุภาคฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10})*	24 ชม.	150 $\mu g/m^3$	ค่าสูงสุดที่ตรวจวัดได้ไม่ควรเกินกว่าค่ามาตรฐานปีละ 1 ครั้ง
อนุภาคฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$)	1ปี	12 $\mu g/m^3$	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นต่อปี, ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น 3 ปี
	24 ชม.	35 $\mu g/m^3$	เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98

ที่มา: U.S.EPA., a (2016)

หมายเหตุ

(1) สำหรับพื้นที่ที่ไม่สามารถแก้ไขปัญหาปริมาณสารตะกั่วให้เป็นไปตามมาตรฐานในปี ค.ศ. 2008 ได้และตามแผนการดำเนินงานเพื่อบำรุงรักษาในมาตรฐานปัจจุบัน (1.5 $\mu g/m^3$ เป็นค่าเฉลี่ย 1/4 ของปี) จะไม่ได้รับการเสนอเพื่ออนุมัติมาตรฐาน

(2) ค่ามาตรฐานของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ คือ 0.053 ppm ค่าที่แสดงในตารางในหน่วยของ ppb เพื่อให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบค่ามาตรฐาน 1 ชั่วโมง

(3) จากการกำหนดมาตรฐานฉบับเดิม (ค.ศ.2008) พบว่าค่ามาตรฐานก๊าซโอโซน ที่กำหนด มีผลในบางพื้นที่ จึงมีการเพิกถอนค่ามาตรฐานของก๊าซโอโซน (ค.ศ.2008) ฉบับเดิมและได้ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงค่ามาตรฐานก๊าซโอโซนในฉบับปัจจุบัน (ค.ศ.2015) โดยกฎหมายมีผลบังคับใช้วันที่ 28 ธันวาคม ค.ศ.2015

(4) จากผลการสำรวจพบว่า ค่ามาตรฐานก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เดิม (เฉลี่ย 24 ชั่วโมง และเฉลี่ยต่อปี คือ 0.14 ppm และ 0.03 ppm ตามลำดับ) ยังมีผลกับในบ้างพื้นที่ไม่ว่าจะเป็น (1) พื้นที่ใดๆ ที่ได้รับผลจากการประกาศค่ามาตรฐาน (ค.ศ.2010) ไม่ถึง 1 ปี ทำให้มีระยะเวลาในการบำรุงรักษาไม่เพียงพอ (2) พื้นที่ใดๆ ที่บรรลุหรือไม่บรรลุข้อกำหนดค่ามาตรฐาน (ค.ศ.2010) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และยังไม่ได้ส่งแผนการดำเนินการจะต้องทำการส่งร่างรายงานและแผนการดำเนินงานที่จะปรับปรุงให้เป็นไปตามค่ามาตรฐานที่กำหนด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2-11 ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป ในทวีปยุโรป

สารมลพิษ	ระยะเวลาความเข้มข้น	ความเข้มข้นสารมลพิษ	รูปแบบ	ค่าความเข้มข้นที่สามารถยอมรับได้ในแต่ละปี
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	ค่าเฉลี่ยสูงสุด 8 ชม.	10 mg/m^3	ไม่เกินค่ามาตรฐานตามประกาศปี ค.ศ.2005	n/a
ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2)	1 ชม.	200 µg/m^3	ไม่เกินค่ามาตรฐานตามประกาศปี ค.ศ.2010	เกินค่ามาตรฐานได้ 18 วันใน 1 ปี
	1 ปี	40 µg/m^3	ไม่เกินค่ามาตรฐานตามประกาศปี ค.ศ.2010*	n/a
ก๊าซโอโซน (O_3)	ค่าเฉลี่ยสูงสุด 8 ชม.	120 µg/m^3	ไม่เกินค่ามาตรฐานตามประกาศปี ค.ศ.2010**	เกินค่ามาตรฐานได้ 25 วันใน 3 ปี
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)	1 ชม.	350 µg/m^3	ไม่เกินค่ามาตรฐานตามประกาศปี ค.ศ.2005	เกินค่ามาตรฐานได้ 24 วันใน 1 ปี
	24 ชม.	125 µg/m^3	ไม่เกินค่ามาตรฐานตามประกาศปีค.ศ. 2005	เกินค่ามาตรฐานได้ 3 วันใน 1 ปี
ตะกั่ว (Pb)	1 ปี	0.5 µg/m^3	ไม่เกินค่ามาตรฐานตามประกาศปี ค.ศ.2005 สำหรับเขตพื้นที่อุสาหกรรมให้ยืดตามประกาศปี 2010 (1.0 µg/m^3)	n/a

ตารางที่ 2-11 (ต่อ) ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป ในทวีปยุโรป

สารมลพิษ	ระยะเวลาความเข้มข้น	ความเข้มข้นสารมลพิษ	รูปแบบ	ค่าความเข้มข้นที่สามารถยอมรับได้ในแต่ละปี
อนุภาคฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10})	24 ชม.	50 µg/m^3	ไม่เกินค่ามาตรฐานตามประกาศปี ค.ศ. 2005**	เกินค่ามาตรฐานได้ 35 วันใน 1 ปี
	1 ปี	40 µg/m^3	ไม่เกินค่ามาตรฐานตามประกาศปี ค.ศ. 2005**	n/a
อนุภาคฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$)	1 ปี	25 µg/m^3***	ตามประกาศค่ามาตรฐานปี ค.ศ. 2010 และไม่เกินค่ามาตรฐานตามประกาศในปี ค.ศ.2015	n/a

ที่มา: EEA (2015)

สหภาพยุโรปประกอบด้วย 28 ประเทศ ดังนี้ ออสเตรีย เบลเยียม บัลแกเรีย โครเอเชีย ไซปรัส สาธารณรัฐเช็ก เดนมาร์ก เอสโตเนีย ฟินแลนด์ ฝรั่งเศส เยอรมนี ประเทศกรีซ ฮังการี ประเทศไอร์แลนด์ อิตาลี ลัตเวีย ลิทัวเนีย ลักเซมเบิร์ก มอลตา เนเธอร์แลนด์ โปแลนด์ โปรตุเกส โรมาเนีย สโลวาเกีย สโลวีเนีย สเปน สวีเดน สหราชอาณาจักร

หมายเหตุ

(1) * ภายใต้ข้อกำหนดใหม่ สมาชิกมลรัฐต่างๆ และ มลรัฐที่มีความจำเพาะพิเศษสามารถใช้ค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้โดยจะต้องส่งคำร้องต่อคณะกรรมการเพื่อพิจารณาอนุมัติ ในกรณีพื้นที่จำเพาะพิเศษ ค่าที่ยอมรับได้ คำนวณจากผลรวมของค่าลิมิตกับค่าสูงสุดประจำปี เช่น NO_2 ค่าความเข้มข้นที่ยอมรับได้ คือผลรวมของค่าลิมิต กับค่าสูงสุดประจำปี (48 µg/m^3)

(2) ** ภายใต้ข้อกำหนดใหม่ สมาชิกมลรัฐต่างๆ และ มลรัฐที่มีความจำเพาะพิเศษสามารถใช้ค่าในช่วง 3 ปี (ช่วงเวลาของข้อมูลจะต้องเป็นช่วงปีหลังประกาศใช้กฎหมายใหม่ ค.ศ. 2011) ได้จะต้องส่งคำร้องต่อคณะกรรมการเพื่อพิจารณาอนุมัติ ในกรณีพื้นที่ถูกกำหนดว่าเป็นเขตจำเพาะพิเศษ NO_2 ค่าความเข้มข้นที่ยอมรับได้จะได้จากผลรวมของค่าลิมิต กับค่าสูงสุดประจำปี (48 µg/m^3)

(3) *** จากประกาศฉบับใหม่ (ค.ศ.2008) เกี่ยวกับอนุภาคฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน โดยคำนึงถึงผลกระทบจากการได้รับสัมผัส $PM_{2.5}$ ได้มีการตั้งค่ามาตรฐานของ $PM_{2.5}$ (มีแนวทางในการกำหนดจากค่าเฉลี่ยที่ประเมินจากการได้รับสัมผัส $PM_{2.5}$ (AEI) โดยค่า AEI. มาจากการค่าเฉลี่ย 3 ปี ของค่าความเข้มข้นเฉลี่ยต่อปี

2.4.2 รูปแบบมาตรฐานคุณภาพอากาศของประเทศไทย และต่างประเทศ

รูปแบบมาตรฐานคุณภาพอากาศของแต่ละประเทศมีความแตกต่าง (ตารางที่ 2-12 2-13 และตารางที่ 2-14) กันออกไปเนื่องจาก ลักษณะภูมิประเทศที่มีความแตกต่างกัน และความครบถ้วนของข้อมูล จึงจำเป็นต้องอาศัยการประเมินเชิงสถิติร่วมในการเลือกใช้รูปแบบมาตรฐานของสารมลพิษแต่ละประเภทเพื่อความแม่นยำ และสามารถประเมินผลกระทบทั้งระยะสั้นและระยะยาวได้ชัดเจนขึ้น ซึ่งประเทศไทย และต่างประเทศใช้รูปแบบมาตรฐานของ PM_{10} และ ก๊าซโอโซนดังนี้

ตารางที่ 2-12 รูปแบบค่ามาตรฐานก๊าซโอโซน (O_3) ของต่างประเทศและประเทศไทย

ประเทศ	ค่าเฉลี่ย 1 ชม.(ppm) รูปแบบค่ามาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย 8 ชม (ppm) รูปแบบค่ามาตรฐาน
ไทย	0.1 ค่าสูงสุด (ไม่สามารถเกินค่ามาตรฐานได้)	0.07 ค่าสูงสุด (ไม่สามารถเกินค่ามาตรฐานได้)
ออสเตรเลีย	0.1 ค่าสูงสุด (เกินค่ามาตรฐาน ได้ 1 วันใน 1 ปี)	-
อังกฤษ	-	120 ($\mu g/m^3$) เกินได้ 25 ครั้งใน 1 ปี
สหรัฐอเมริกา	-	0.07 ค่าสูงสุด ลำดับที่ 4

ตารางที่ 2-12 (ต่อ) รูปแบบค่ามาตรฐานก๊าซโอโซน (O_3) ของต่างประเทศและประเทศไทย

ประเทศ	ค่าเฉลี่ย 1 ชม.(ppm) รูปแบบค่ามาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย 8 ชม (ppm) รูปแบบค่ามาตรฐาน
ญี่ปุ่น	0.06 ค่าสูงสุด (ไม่สามารถเกินค่ามาตรฐานได้)	-
จีน	120 ($\mu g/m^3$) ไม่ระบุรูปแบบที่ใช้	-
สิงคโปร์	-	135 ($\mu g/m^3$) ค่าสูงสุด
สวิตเซอร์แลนด์	120 ($\mu g/m^3$) เกินได้ 1 ครั้งต่อปี	-

ตารางที่ 2-13 รูปแบบค่ามาตรฐานฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ของต่างประเทศและประเทศไทย

ประเทศ	ค่าเฉลี่ย (24 ชม.) ($\mu g/m^3$) รูปแบบมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ยรายปี ($\mu g/m^3$) รูปแบบมาตรฐาน
ไทย	120 ค่าสูงสุด (ไม่สามารถเกินค่ามาตรฐานได้)	50 ค่าสูงสุด (ไม่สามารถเกินค่ามาตรฐานได้)
ออสเตรเลีย	50 ค่าสูงสุด (เกินค่ามาตรฐานได้ 5 วันใน1ปี)	-
อังกฤษ	50 เกินได้ 35 ครั้งใน 1 ปี [(2)]	40 ค่าเฉลี่ยรายปี
สหรัฐอเมริกา	150 เกินได้ 1 ครั้งต่อปี	-
ญี่ปุ่น	0.10 (mg/m^3)[(1)] ค่าสูงสุด	-

ตารางที่ 2-13 (ต่อ) รูปแบบค่ามาตรฐานฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ของต่างประเทศและประเทศไทย

ประเทศ	ค่าเฉลี่ย (24 ชม.) (µg/m3) รูปแบบมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ยรายปี (µg/m3) รูปแบบมาตรฐาน
จีน	50 ไม่ระบุรูปแบบ	40 ค่าเฉลี่ยรายปี
สิงคโปร์	75 ไม่ระบุรูปแบบ	30 ค่าเฉลี่ยรายปี
สวิตเซอร์แลนด์	50 เกินได้ 1 ครั้งต่อปี	20 ค่าเฉลี่ยรายปี

หมายเหตุ

(1) เป็นค่ามาตรฐานของฝุ่นละอองรวม (TSP)

(2) ทาง U.S.EPA ได้ประกาศยกเลิกมาตรฐานเฉลี่ยรายปี PM_{10} แล้วในปี ค.ศ.2006

ตารางที่ 2-14 รูปแบบค่ามาตรฐานฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ของต่างประเทศและประเทศไทย

ประเทศ	ค่าเฉลี่ย (24 ชม) (µg/m^3) รูปแบบมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย (1 ปี) (µg/m^3) รูปแบบมาตรฐาน
ไทย	50 ค่าสูงสุด (ไม่สามารถเกินค่ามาตรฐานได้)	25 ค่าสูงสุด (ไม่สามารถเกินค่ามาตรฐานได้)
ออสเตรเลีย	25 ค่าสูงสุด	8 ค่าสูงสุด
อังกฤษ	-	25 ค่าเฉลี่ยรายปี
สหรัฐอเมริกา	35 เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98	12 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น 3 ปี
จีน	50 ไม่ระบุรูปแบบ	40 ไม่ระบุรูปแบบ
สิงคโปร์	51 ไม่ระบุรูปแบบ	18 ค่าเฉลี่ยรายปี

Chulalongkorn University

2.5 ดัชนีคุณภาพอากาศ

การรายงานคุณภาพอากาศส่วนใหญ่จะรายงานในรูปของค่าความเข้มข้นของสารมลพิษเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานว่าอยู่ระดับใด มีค่าสูงหรือต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ซึ่งประชาชนทั่วไปจะทราบโดยรวมว่า หากค่าความเข้มข้นต่ำกว่ามาตรฐานก็จะไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ แต่ไม่ทราบว่าเป็นอันตรายอยู่ในระดับมากน้อยแค่ไหน และควรปฏิบัติตัวอย่างไร ทางสหรัฐอเมริกาจึงจัดทำการรายงานคุณภาพอากาศอีกแบบหนึ่งในรูปของดัชนีคุณภาพอากาศ (Air Quality Index; AQI) เพื่อแจ้งให้ประชาชนได้ทราบถึงสถานการณ์มลภาวะอากาศให้เร็วที่สุดเพื่อประชาชนจะได้หลีกเลี่ยงจากภาวะมลพิษ (นพภาพร พานิชและคณะ, 2544)

2.5.1 การกำหนดดัชนีคุณภาพคุณภาพอากาศในประเทศสหรัฐอเมริกา

ทางสหรัฐอเมริกาได้มีการจัดทำค่าดัชนีคุณภาพอากาศ (AQI.) ขึ้นในปี ค.ศ.1976 ใช้ชื่อว่า Pollutant Standard Index (PSI.) ไม่มีการบังคับว่าจะต้องมีการรายงานเป็นประจำ ต่อมาในปี ค.ศ. 1979 ทาง U.S.EPA. มีการปรับปรุงระดับช่วงค่าของดัชนีคุณภาพอากาศจากเดิมมี 5 ระดับ (ตารางที่ 2-15) เป็น 6 ระดับ มีการเพิ่มระดับผลกระทบสำหรับผู้ที่ไวต่อผลกระทบจากสารมลพิษ (Sensitive group) ผนวกกับมีการใช้สัญลักษณ์สี เพื่อให้ประชาชนเข้าใจได้ง่ายขึ้น (ตารางที่ 2-16) นอกจากนี้ทางหน่วยงาน U.S.EPA. กำหนดให้มีการรายงานดัชนีคุณภาพอากาศให้ประชาชนได้ทราบสำหรับเมืองที่มีขนาดประชากรมากกว่าสามแสนห้าหมื่นคนดังนี้ (U.S.EPA., 1997)

(1) ความถี่ในการรายงานดัชนีคุณภาพอากาศ U.S.EPA. ได้กำหนดว่าจะต้องมีการรายงานผลอย่างน้อย 5 วันในหนึ่งสัปดาห์ สามารถขาดการรายงานได้ 2 วันในหนึ่งสัปดาห์ สำหรับกรณีที่เครื่องมือมีการขัดข้อง

(2) วิธีการรายงานดัชนีคุณภาพอากาศ ในการรายงานดัชนีคุณภาพอากาศ ควรมีการรายงานให้ประชาชนได้ทราบในรูปแบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นทางสื่อออนไลน์ รายงานจากสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้นขณะนั้นผ่านทางโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อให้ประชาชนได้เตรียมตัวรับมือเมื่อเกิดสถานการณ์ฉุกเฉิน (ค่าดัชนีเกิน 100) ในกรณีที่ค่าดัชนีมีค่าสูงกว่า 100 ในรายงานต้องมีการระบุข้อมูลในรายงานดังนี้

(2.1) กลุ่มคนที่ได้รับผลกระทบ

(2.2) ค่าดัชนีในพื้นที่ย่อย

(2.3) ค่าความเข้มข้นของสารมลพิษ

(2.4) สาเหตุของการเกิดค่าดัชนีคุณภาพอากาศที่ผิดปกติ

(2.5) คำอธิบายผลกระทบต่อสุขภาพ วิธีการเตือนภัยที่ใช้สื่อสารกับประชาชน

ตารางที่ 2-15 ระดับดัชนีคุณภาพอากาศของสหรัฐอเมริกา (ค.ศ.1976)

ค่าดัชนีคุณภาพอากาศ	คุณภาพอากาศ
0 – 50	ดี
51 – 100	ปานกลาง
101 – 199	ไม่ปลอดภัยต่อสุขภาพ
200 – 299	ไม่ปลอดภัยต่อสุขภาพมาก
300 ขึ้นไป	เป็นอันตราย

ที่มา: นพภาพร พานิชและคณะ (2544:42)

ตารางที่ 2-16 ระดับดัชนีคุณภาพอากาศ ของสหรัฐอเมริกา (ค.ศ.1979)

ค่าดัชนีคุณภาพอากาศ	คุณภาพอากาศ	สีที่ใช้
0 - 50	ดี	เขียว
51 - 100	ปานกลาง	เหลือง
101 - 150	ไม่ปลอดภัยกับกลุ่มคนที่ไวต่อผลกระทบ(Sensitive group)	ส้ม
151 - 200	ไม่ปลอดภัยต่อสุขภาพ	แดง
201 - 300	ไม่ปลอดภัยต่อสุขภาพอย่างมาก	ม่วง
301 - 500	เป็นอันตราย	น้ำตาลแดง

ที่มา: นพภาพร พานิชและคณะ (2544:42)

การคำนวณดัชนีคุณภาพอากาศในประเทศสหรัฐอเมริกา

ดัชนีคุณภาพอากาศจะคำนวณจาก ค่าความเข้มข้นของสารมลพิษในอากาศที่ทางสถานีตรวจวัดได้ โดยใช้ค่า Break point ดังตารางที่ 2-17 และใช้สูตรในการคำนวณดังนี้

$$I_p=\frac{(I_{Hi}-I_{LO})(C_p-BP_{LO})}{(BP_{Hi}-BP_{LO})}+I_{LO}$$

Cp = ความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศจากผลการตรวจวัด

BPHi = Break point ที่มีค่ามากกว่า Cp

BPLO = Break point ที่มีค่าน้อยกว่า Cp

Ip = ค่าดัชนีย่อยคุณภาพอากาศของสารมลพิษที่ต้องการทราบ

IHi = ค่าดัชนีย่อยคุณภาพอากาศในอันตรภาคชั้น BPHi นั้น

ILO = ค่าดัชนีย่อยคุณภาพอากาศในอันตรภาคชั้น BPLO นั้น

ตารางที่ 2-17 การเทียบค่าความเข้มข้นของสารมลพิษเป็นค่าดัชนีคุณภาพอากาศประเทศสหรัฐอเมริกา

These Breakpoint								ความหมายคุณภาพอากาศ
O_3 (ppm) 8 ชม.	O_3 (ppm) 1 ชม.	$PM_{2.5}$(µg/m^3)	PM_{10}(µg/m^3)	CO (ppm)	SO_2(ppm)	NO_2(ppm)	AQI	
0.000 - 0.064	-	0.0 - 15.4	0.54	0.0 - 4.4	0.000 - 0.034	(**)	0 - 50	ดี
0.065 - 0.084	-	15.5 - 40.4	55 - 154	4.5 - 9.4	0.035 - 0.144	(**)	51 - 100	ปานกลาง
0.085 - 0.104	0.125 - 0.164	40.5 - 65.4	155 - 254	9.5 - 12.4	0.145 - 0.224	(**)	101 - 150	ไม่ปลอดภัยต่อกลุ่มคนที่มีผลกระทบ (Sensitive group)
0.105 - 0.124	0.165 - 0.024	65.5 - 150.4	255 - 354	12.5 - 15.4	0.225 - 0.304	(**)	151 - 200	มีผลกระทบต่อสุขภาพ
0.125 - 0.374	0.205 - 0.404	150.5 - 250.4	355 - 424	15.5 - 30.4	0.305 - 0.604	0.65 - 1.24	201 - 300	มีผลกระทบต่อสุขภาพมาก
(***)	0.405 - 0.504	250.5 - 350.4	425 - 504	30.5 - 40.4	0.605 - 0.804	1.25 - 1.64	301 - 400	อันตราย
(***)	0.505 - 0.604	350.5 - 500.4	505 - 604	40.5 - 50.4	0.805 - 1.004	1.65 - 2.04	401 - 500	

ที่มา: นพภาพร พานิช และคณะ(2544: 52)

หมายเหตุ

(1) พื้นที่ที่ต้องทำการรายงานค่าดัชนีที่ขึ้นกับค่าความเข้มข้น 8 ชั่วโมง ก๊าซโอโซน ในกรณีนี้ค่าดัชนีคุณภาพจะต้องคำนวณจากค่าความเข้มข้นของก๊าซโอโซน ทั้ง 8 ชั่วโมง และ 1 ชั่วโมง

(2) (**) เนื่องจากก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ไม่มีผลกระทบในระยะเฉียบพลัน จึงสามารถคำนวณค่าดัชนีคุณภาพอากาศได้ในช่วง 200 ขึ้นไปเท่านั้น

(3) (***) 8 ชั่วโมงเฉลี่ยของก๊าซโอโซนไม่สามารถนิยาม ช่วงค่าดัชนีที่สูงกว่า 301 ต้องคำนวณโดยใช้ค่าที่ตรวจวัดใน 1 ชั่วโมง

ตัวอย่างการคำนวณค่า AQI

(1) กรณีมีค่าความเข้มข้นของสารมลพิษหลายตัว

จงหาดัชนีคุณภาพอากาศ โดยมีข้อมูลค่าความเข้มข้นของสารมลพิษในอากาศต่อไปนี้ มีค่าความเข้มข้น 8 ชั่วโมงเฉลี่ย O_3 0.077 ppm มีค่า PM2.5 เท่ากับ 54.4 µg/m3 และค่า CO เท่ากับ 8.4 ppm.

จาก

$$I_p = \frac{(I_{Hi}-I_{LO})(C_p-BP_{LO})}{(BP_{Hi}-BP_{LO})} + I_{LO}$$

จากตารางที่ 2-17 จะเห็นว่า ค่าเฉลี่ย PM2.5 = 54.4 µg/m3 ซึ่งอยู่ในช่วง AQI value ที่ 101 – 150

แทนค่าในสมการจะได้

$$I_{PM2.5} = \left(\frac{150-101}{65.4-40.5}\right)(54.4-40.5)+101$$

$$= 128$$

จากตารางที่ 2-17 จะเห็นว่า ค่าเฉลี่ย O_3 = 0.077 ppm อยู่ในช่วง AQI value ที่ 51 - 100

แทนค่าในสมการจะได้

$$I_{O3} = \left(\frac{100-51}{0.084-0.065}\right)(0.077-0.065)+51$$

$$= 82$$

จากตารางที่ 2-17 จะเห็นว่า ค่าเฉลี่ย CO = 8.4 ppm อยู่ในช่วง AQI value ที่ 51 - 100

แทนค่าในสมการจะได้

$$I_{CO} = \left(\frac{100-51}{9.4-4.5}\right)(8.4-4.5)+51$$

$$= 90$$

เมื่อเปรียบเทียบค่าดัชนีของสารมลพิษทั้ง 3 แล้วพบว่า PM2.5 มีค่าสูงสุด ดังนั้นดัชนีคุณภาพอากาศที่จะทำการรายงานคือค่าใช้ค่าดัชนีของ PM2.5 คือ 128 เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพอากาศ

(1) กรณีที่มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของก๊าซโอโซนทั้งราย 1 ชั่วโมง และ 8 ชั่วโมง

จงหาค่าดัชนีคุณภาพอากาศจากข้อมูลค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของก๊าซโอโซนเป็นราย 1 ชั่วโมง มีค่า 0.162 ppm. และค่าเฉลี่ย 8 ชั่วโมง มีค่า 0.141 ppm.

จาก $I_p = \frac{(I_{Hi}-I_{LO})(C_p-BP_{LO})}{(BP_{Hi}-BP_{LO})} + I_{LO}$

จากตารางที่ 2-17 จะเห็นว่า ค่า 1 ชั่วโมงเฉลี่ย O_3 = 0.162 ppm ซึ่งอยู่ในช่วง AQI value ที่ 101 - 150

แทนค่าในสมการจะได้

$$I_{O3\ (1\ ชั่วโมง)} = \left(\frac{150-101}{0.164-0.125}\right)(0.162-0.125)+101$$
$$= 147$$

จากตารางที่ 2-17 จะเห็นว่า ค่า 8 ชั่วโมงเฉลี่ย O_3 = 0.141 ppm. ซึ่งอยู่ในช่วง AQI value ที่ 201 - 300

แทนค่าในสมการจะได้

$$I_{O3\ (8\ ชั่วโมง)} = \left(\frac{300-201}{0.374-0.125}\right)(0.141-0.125)+201$$
$$= 207$$

ในกรณีนี้จะใช้ค่าดัชนีของ 8 ชั่วโมงเฉลี่ย O_3 มีค่า 207 เนื่องจากอยู่ในระดับที่มีผลกระทบต่อสุขภาพมากกว่า 1 ชั่วโมงเฉลี่ย O_3

2.5.2 การกำหนดค่าดัชนีคุณภาพอากาศในประเทศไทย

ประเทศไทยได้มีการพิจารณานำค่าดัชนีคุณภาพอากาศมาใช้โดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม กำหนดระดับดัชนีคุณภาพอากาศเป็น 5 ระดับ (ตารางที่ 2-18) และตารางเทียบค่าความเข้มข้นของสารมลพิษเป็นค่าดัชนี (ตารางที่ 2-19)

ตารางที่ 2-18 ค่าดัชนีมาตรฐานประเทศไทย

ค่าดัชนีมาตรฐาน	คุณภาพอากาศ	สีที่ใช้	แนวทางการป้องกันผลกระทบ
0 - 50	ดี	สีฟ้า	ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ
51 - 100	ปานกลาง	เขียว	ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ
101 - 200	มีผลต่อสุขภาพ	เหลือง	ผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ ควรหลีกเลี่ยงการออกกำลังภายนอกอาคาร บุคคลทั่วไป โดยเฉพาะเด็กและผู้สูงอายุ ไม่ควรทำกิจกรรมนอกอาคาร
201 - 300	มีผลกระทบต่อสุขภาพมาก	ส้ม	ผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ ควรหลีกเลี่ยงกิจกรรมภายนอกอาคาร บุคคลทั่วไป โดยเฉพาะเด็กและผู้สูงอายุ ควรจำกัดการออกกำลังภายนอกอาคาร
มากกว่า 300	อันตราย	แดง	บุคคลทั่วไป ควรหลีกเลี่ยงการออกกำลังภายนอกอาคาร สำหรับผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ ควรอยู่ภายในอาคาร

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, ข (2558)

ตารางที่ 2-19 การเทียบค่าความเข้มข้นของสารมลพิษเป็นค่าดัชนีคุณภาพอากาศประเทศไทย

ค่าดัชนีมาตรฐาน	PM_{10} (24 ชม.)	O_3(1 ชม.)		SO_2(24ชม.)		NO_2(1ชม.)		mg/m^3	
	µg/m^3	µg/m^3	ppb	µg/m^3	ppb	µg/m^3	ppb	µg/m^3	ppm
50	40	100	51	65	25	160	85	5.13	4.48
100	120	200	100	300	120	320	170	10.26	9.00
200	350	400	203	800	305	1,130	600	17.00	14.84
300	420	800	405	1,600	610	2,260	1,202	43.00	29.69
400	500	1,000	509	2,100	802	3,000	1,594	46.00	40.17
500	600	1,200	611	2,620	1,000	3,750	1,993	57.50	50.21

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ,ข (2558)

การคำนวณดัชนีคุณภาพอากาศในประเทศไทย

การคำนวณค่าดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทยจะใช้หลักการเดียวกับประเทศสหรัฐอเมริกาโดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$I_i = \frac{I_{ij+1} - I_j}{X_{ij+1} - X_{ij}} \left(X_i - X_{ij} \right) + I_{ij}$$

I คือค่าดัชนี

X คือค่าความเข้มข้นของสาร หน่วยเป็นไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

หลักการในการคำนวณ

(1) ถ้าช่วงความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กมีค่า 0 – 40 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะใช้ค่าดัชนี 0 – 50

(2) ถ้าช่วงความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กมีค่า 41 – 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะใช้ค่าดัชนี 50 – 100

(3) ถ้าช่วงความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กมีค่า 121 – 350 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะใช้ค่าดัชนี 100 – 200

(4) ถ้าช่วงความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กมีค่า 351 – 420 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะใช้ค่าดัชนี 200 - 300

(5) ถ้าช่วงความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กมีค่า 421 – 600 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะใช้ค่าดัชนี 300 - 500

สารมลพิษตัวอื่นๆก็ใช้หลักการเดียวกันในการหาค่าดัชนีคุณภาพอากาศ โดยจะใช้ค่าดัชนีของสารมลพิษตัวที่มากที่สุดเป็นค่าดัชนีคุณภาพอากาศในวันนั้นๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตัวอย่างการคำนวณ

จงหาค่าดัชนีคุณภาพอากาศจากผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นขนาดเล็กมีค่า 150 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

จาก $I_i = \frac{I_{ij+1} - I_{ij}}{X_{ij+1} - X_{ij}} (X_i - X_{ij}) + I_{ij}$

จากตารางที่ 2-19 จะเห็นว่า ค่าเฉลี่ย PM_{10} = 150 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อยู่ในช่วงความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กมีค่า 121 – 350 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะใช้ค่าดัชนี 100 – 200

X_i = 150 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

X_{ij} = 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

X_{ij+1} = 350 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

I_j = 100

I_{ij+1} = 200

แทนค่าในสมการ

$$I_{PM10} = \frac{200 - 100}{350 - 120}(150 - 120) + 100$$

$$= 113$$

ดังนั้นค่าดัชนีคุณภาพอากาศคือ 113 เมื่อเทียบคุณภาพอากาศจากตารางที่ 2-18 แล้วแสดงว่าก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้ หน่วยงานภาครัฐควรทำการแจ้งเตือนประชาชนให้หลีกเลี่ยงการทำกิจกรรมภายนอกอาคาร

การได้มาซึ่งค่ามาตรฐานของสารมลพิษนอกจากจะอิงผลการวิเคราะห์จากการทดลองทางพิษวิทยาและระบาดวิทยา ยังต้องใช้การเก็บตัวอย่างสารมลพิษแต่ละชนิดในบรรยากาศ โดยสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในแต่ละพื้นที่ การเก็บตัวอย่าง (Monitoring) ค่าความเข้มข้นของสารมลพิษในอากาศด้วยวิธีการที่แตกต่างกันไป แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ แบบอ้างอิง (Reference) และแบบเทียบเท่า (Equivalent) แบบเทียบเท่าแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ วิธีวิเคราะห์สารในห้องปฏิบัติการ (Manual) และ ใช้เครื่องมือวิเคราะห์อย่างต่อเนื่อง (Automated) วิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการจะต้องมีวิธีการ และขั้นตอนตามที่กรมควบคุมมลพิษได้ทำการกำหนดไว้โดยต้องปฏิบัติตามวิธีนั้นๆ อย่างเคร่งครัด แต่สำหรับวิธีวิเคราะห์ด้วยเครื่องมืออย่างต่อเนื่อง เป็นการกำหนดไว้เพียงหลักการในการวิเคราะห์เท่านั้น วิธีการวิเคราะห์สารมลพิษแต่ละชนิด สามารถอ่านรายละเอียดได้ใน ภาคผนวก ก

2.6 การประเมินความเสี่ยง

ความเสี่ยง คือ ลักษณะของสถานการณ์หรือการกระทำใดๆที่มีผลลัพธ์ได้มากกว่า 2 ผลลัพธ์ ที่ว่านี้เราไม่สามารถบอกได้แน่นอนว่าจะเกิดขึ้นหรือไม่ และอย่างน้อยในหนึ่งผลลัพธ์นั้นพึงประสงค์ การประเมินความเสี่ยง คือ กระบวนการศึกษาอย่างเป็นระบบอธิบาย และวัดความเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งคุกคาม กระบวนการ การกระทำ หรือเหตุการณ์ใดๆ สภาวิจัยแห่งชาติของสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้แบ่งการประเมินความเสียงออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

2.6.1 การประเมินสิ่งคุกคาม (Hazard Identification)

มีวัตถุประสงค์เพื่อ ที่จะตอบคำถามว่าสิ่งคุมคามนั้นมีอยู่จริงหรือไม่ มี 4 วิธีดังต่อไปนี้

(1) การศึกษาทางระบาดวิทยา (Epidemiological Studies)

เป็นการศึกษารูปแบบการก่อโรคในมนุษย์ ปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการก่อโรคประกอบการวิเคราะห์ทางสถิติที่ถูกต้อง จะสามารถบอกสิ่งคุกคามที่มีอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ได้ ข้อดีของวิธีนี้คือ ผลการศึกษาสามารถนำไปใช้กับมนุษย์ได้เลย เพราะเป็นการศึกษาในมนุษย์ แต่การศึกษานี้จะทำได้ก็ต่อเมื่อ มีการได้รับการสารคุมคามรวมกับผลกระทบด้านสุขภาพเกิดขึ้นเรียบร้อยแล้ว

(2) การศึกษาในสัตว์ทดลอง (In Vivo Animal Bioassays)

เป็นการศึกษาการก่อโรคในสัตว์ เพื่อใช้ในการประเมินความเสี่ยงในกรณีที่ การทดสอบทางระบาดวิทยาไม่สามารถทำได้เช่น การศึกษาเกี่ยวกับการก่อมะเร็งของสารเคมี นิยมทดลองกับหนู ตะเภา และสัตว์จำพวกลิงที่มีวิวัฒนาการใกล้เคียงมนุษย์ที่สุด

(3) การศึกษาในหลอดทดลองและเซลล์เพาะเนื้อเยื้อในระยะสั้น (Short- Term In Vitro Cell and Tissue Culture Tests)

การศึกษาด้วยวิธีนี้จะทำการนำเนื้อเยื้อเฉพาะส่วนมาใช้ในการทดลองเพื่อหาข้อมูลมายื่นยันว่าสารชนิดนั้นมีผลคุกคามต่อเนื้อเยื้อ หรือเซลล์เป้าหมายจริงๆ ปัจจุบันวิธีนี้ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เพราะให้ผลการศึกษาที่รวดเร็ว มีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ระบาดวิทยาและพิษวิทยา

(4) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของโครงสร้างทางเคมีและผลกระทบต่อสุขภาพ (Structure-Activity Relationship Analysis)

เป็นการศึกษาและเปรียบเทียบโครงสร้างโมเลกุล สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของสารที่ทราบพิษ และไม่ทราบพิษ แต่มีโครงสร้าง และสมบัติที่คล้ายกัน เพื่อทราบผลกระทบต่อสุขภาพโดยไม่ต้องทำการทดลองจริง

2.6.2 การประเมินการรับสัมผัส (Exposure Assessment)

การประเมินวิธีนี้เป็นการประเมินความเข้มข้นของสิ่งสารพิษ ที่กลุ่มประชากร และ ระบบนิเวศรับได้ มีวัตถุประสงค์หลักคือ เพื่อประเมินสารที่มีกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมได้รับและวิธีการได้รับสัมผัส ระยะเวลาสัมผัส ปริมาณที่ได้รับ โดยทั่วไปการประเมินการรับสัมผัสทำได้ 2 วิธี คือ (กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

(1) การประเมินทางตรง

(1.1) การตรวจวัดชนิดติดตัวบุคคล

วิธีนี้จะทำการติดอุปกรณ์ตรวจวัดสารเคมี หรือสารมลพิษที่สนใจกับตัวบุคคล ซึ่งไม่ว่ากลุ่มตัวอย่างไปที่ไหน ตัวอุปกรณ์จะติดกับกลุ่มตัวอย่างไปเสมอ วิธีนี้จะลดความผิดพลาดในการประเมินการรับสัมผัสที่เกิดจากความแตกต่างของความเข้มข้นในแต่ละสถานที่ และช่วงเวลาได้

(2) การประเมินทางอ้อม

(2.1) การประเมินความเข้มข้นของสารเคมีในบรรยากาศ

การเมินด้วยวิธีนี้เป็นการประเมินโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ คาดคะเนค่าความเข้มข้นของสารมลพิษชนิดต่างๆในบรรยากาศที่ถูกปล่อยจากแหล่งต่างๆ แล้วนำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาประเมินการรับสัมผัสของกลุ่มประชากรที่อยู่ในบริเวณที่สนใจ

(2.2) การตรวจวัดในสิ่งแวดล้อมย่อย

วิธีนี้ทางกรมควบคุมมลพิษได้ใช้ในการประเมินค่าความเข้มข้นของมลสารพิษแต่ละชนิด เพื่อใช้ในการสื่อสารสถานการณ์คุณภาพอากาศของประเทศไทย โดยการตรวจวัดในสิ่งแวดล้อมย่อยจะทำการตรวจวัดความเข้มข้นของมลสารพิษในสิ่งแวดล้อม เช่น กลางแจ้ง ในบ้าน ร้านอาหาร แล้วนำค่าที่ได้มาใช้ในการคำนวณหาค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของสาร โดยใช้เวลาในแต่ละสถานที่มาเป็นตัวถ่วงน้ำหนัก ในการหาค่าเฉลี่ย ดังสูตรคำนวณ

$$\text{Conc.av} = \frac{\boldsymbol{Me1*t1+Me2*t2+\cdots Mei*ti}}{\boldsymbol{t1+t2+\cdots ti}}$$

Conc.av = ความเข้มข้นฝุ่นละอองเฉลี่ย ($mg/m^3$of air)

Me.i = ความเข้มข้นฝุ่นละอองในสิ่งแวดล้อมย่อย ที่1 2 หรือที่ i (mg/m^3)

ti = ระยะเวลาที่อยู่หรือสัมผัสในสิ่งแวดล้อมย่อย(min)

ค่าความเข้มข้นของสารพิษแต่ละชนิดที่นำมาคำนวณ เป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัด จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโดยตั้งสมมติฐานว่า กลุ่มประชากรในพื้นที่นั้นได้รับสารมลพิษในปริมาณที่เท่ากัน เนื่องจากมีข้อจำกัดทางด้านงบประมาณในการที่จะใช้วิธีการวิเคราะห์ชนิดติดตัวบุคคล (เป็นการประเมินการรับสัมผัสที่ดีที่สุด)

2.6.3 การประเมินขนาดสัมผัสการตอบสนอง (Dose-Response Assessment)

การประเมินในขั้นตอนนี้ จะพิจารณาปริมาณของสารที่ในกลุ่มประชากรที่สนใจ และทำการประเมินผล ระหว่างขนาดความเข้มข้นในระดับต่างๆ กับขนาดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับกลุ่มประชากร เพื่อจะนำไปสู่การประเมินค่ามาตรฐานของมลสารพิษในลำดับต่อไป (กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

2.6.4 การอธิบายลักษณะความเสี่ยง (Risk characterization)

การอธิบายความเสี่ยงเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการประเมินความเสี่ยง มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

(1) รวบรวมการประเมินต่างๆใน 3 ขั้นตอนแรก

(2) ทำการประเมินความเสี่ยงโดยใช้ค่าความเชื่อมั่น ที่ได้จากการวิเคราะห์ในข้อแรก

(3) อธิบายความเสี่ยงหรือผลกระทบที่จะเกิดขึ้น

(4) รายงานผลการศึกษาให้แก่ผู้ที่มีอำนาจในการตัดสินใจ แล้วทำการเผยแพร่ให้กลุ่มประชากร ผู้ที่จะได้รับผลกระทบได้รับทราบ

2.7 การประเมินทางสถิติ

การประเมินทางสถิติ ใช้ข้อมูลการตรวจวัดค่าความเข้มข้นของสารมลพิษแต่ละชนิด โดยข้อมูลจะแสดงผลในรูปแบบต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง สารมลพิษแต่ละชนิดจะมีเกณฑ์ หรือช่วงเวลาในการรับสัมผัสแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับผลกระทบเฉียบพลันและเรื้อรัง การประเมินค่าความเข้มข้นด้วยวิธีเดิมใช้ค่าสูงสุดเป็นตัวบ่งชี้สถานการณ์มลภาวะอากาศ ก่อนที่จะทำการประเมินทางสถิติด้วยค่าสูงสุด และการประเมินด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ จะต้องทำการตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูล มีหลักการดังนี้ (EEA., 2014)

(1) การรวบรวมข้อมูลคุณภาพอากาศ เพื่อทำการประเมินค่าความเข้มข้นในระยะเวลานานนั้น (8 ชั่วโมง 24 ชั่วโมง) จะทำการประเมินได้ ต้องมีข้อมูลตรวจวัดอย่างน้อยร้อยละ 75 - 80 ของข้อมูลการตรวจวัดทั้งหมดของสารมลพิษชนิดนั้นๆ ถ้าข้อมูลมีปริมาณน้อย จะไม่สามารถนำมาประเมินผลได้

(2) การคำนวณความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง จะต้องมีข้อมูลการตรวจวัดอย่างน้อย 18 ชั่วโมงในหนึ่งวัน จึงจะสามารถนำไปใช้ในการประเมินทางสถิติได้

(3) การคำนวณความเข้มข้นเฉลี่ย 8 ชั่วโมง จะต้องมีข้อมูลอย่างน้อย 6 ชั่วโมงในหนึ่งวันจึงจะนำไปใช้ในการประเมินทางสถิติได้

(4) การคำนวณค่าความเข้มข้นสูงสุด 8 ชั่วโมง จะต้องมีข้อมูลตรวจวัด 8 ชั่วโมงอย่างน้อย 18 รอบของการดำเนินการตรวจวัดในหนึ่งวัน

สำหรับการประเมินทางสถิติค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศต่อวัน จากข้อมูลการตรวจวัด 3 ชั่วโมง ทำได้ดังนี้

(1) ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยต่อวัน สามารถคำนวณได้ ถ้ามีข้อมูลการตรวจวัดที่รับได้ อย่างน้อย 5 ครั้งต่อเนื่องในการตรวจวัด 3 ชั่วโมง ก็คือจะต้องไม่มีการขาดหายของข้อมูล 2 รอบของการตรวจวัด 3 ชั่วโมง

2.7.1 การประเมินด้วยค่าสูงสุด

(1) ค่าความเข้มข้นสูงสุดของสารพิษในการตรวจวัด 1 ชั่วโมงในวันนั้น จะถูกใช้เป็นค่าความเข้มข้นสูงสุด (A1) ใน 1 ชั่วโมงของวันนั้น และค่าสูงสุดในปีนั้น คือค่าความเข้มข้นสูงสุดของวันที่มีค่าความเข้มข้นสูงที่สุดในปีนั้นๆ ดังจะเห็นได้จากสูตรการคำนวณ (EEA., 2014)

Maximum = $\max (C_i)$

Ci คือค่าความเข้มข้น ในหน่วย (ชั่วโมง / วัน)

(2) ค่าสูงสุดที่ยอมให้เกินค่ามาตรฐานได้ 1 วันใน 1 ปี (A2) คือค่าสูงสุดลำดับที่สองของสารพิษในการตรวจวัด 1 ชั่วโมงในวันนั้น จะถูกใช้เป็นค่าความเข้มข้นสูงสุด 1 ชั่วโมงของวันนั้น คือค่าความเข้มข้นสูงสุดของวันที่มีค่าความเข้มข้นสูงที่สุดในปีนั้นๆ (U.S.EPA, 1998)

(3) ค่าสูงสุดลำดับที่ 4 (A4) คือ ค่าสูงสุดลำดับที่ 4 ในการตรวจวัด 8 ชั่วโมงของวันนั้น จะถูกใช้เป็นค่าความเข้มข้นสูงสุด 8 ชั่วโมงของวันนั้น และเป็นค่าความเข้มข้นสูงสุดสูงที่สุดในปีนั้นๆ (U.S.EPA, 1998)

2.7.2 การประเมินด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile)

เปอร์เซ็นต์ไทล์เป็นวิธีการที่ปรับเปลี่ยนชุดตัวเลขหรือข้อมูลให้เป็น 100 ส่วนตามลักษณะการกระจายของข้อมูลนั้น เขียนแทนด้วย y^{th} โดย y^{th} คือ ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ y ในข้อมูลทั้งหมด 100 ส่วน ตำแหน่งที่ 99 เขียนแทนด้วย 99^{th} โดยมีหลักการคำนวณดังนี้ (EEA., 2014)

(1) เรียงค่าความเข้มข้นสารมลพิษ จากน้อยไปมาก

$X_1 \le X_2 \le X_3 \le \dots \le X_k \le \dots \le X_{N-1} \le X_N$

(2) ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่เลือก คือค่าความเข้มข้นของสารมลพิษ (X_k) โดยความเข้มข้นสารมลพิษตำแหน่งที่ k คำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

k = $(\frac{Y^{th}}{100} * (N+1))$

y^{th} คือตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ที่เลือก

X_k คือค่าความเข้มข้นสารมลพิษในตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่เลือก

K คือลำดับของค่าความเข้มข้นสารมลพิษในตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่เลือก

N คือจำนวนข้อมูล

(3) การหาความเข้มข้น ณ ตำแหน่ง k ด้วยวิธีการประมาณค่าในช่วงนั้น (Interpolate)

ประเทศไทยใช้การประเมินสถานการณ์คุณภาพอากาศของประเทศด้วยค่าสูงสุด มีรายงานพบว่าการประเมินด้วยวิธีดังกล่าว ทำให้เกิดความแปรปรวนของข้อมูล ส่งผลให้ไม่สามารถประเมินสถานการณ์มลภาวะอากาศในระยะยาวได้ (Fluctuation) (Chock, D. P., 1989 และ WHO, 1980) ผู้วิจัยจึงยกตัวอย่างเพื่อแสดงให้เห็นถึงผลกระทบในการใช้ค่าสูงสุดมาประเมินสถานการณ์คุณภาพอากาศ

จากตารางที่ 2-20 และภาพที่ 2-7 พบว่าการประเมินด้วยค่าสูงสุด มีความแปรปรวน(1) (Fluctuation) สูงเนื่องจากอิทธิพลของค่าความเข้มข้นในแต่ฤดูมีความสูงต่ำไม่เท่ากัน รวมทั้งความครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อมูลที่ตรวจวัด (WHO, 1980) จึงไม่สามารถวิเคราะห์สถานการณ์มลภาวะอากาศในระยะยาวได้ หากใช้การประเมินด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ พบว่าความแปรปรวนของข้อมูลลดลงอย่างมาก เนื่องจากการประเมินทางสถิติด้วยวิธีนี้ สามารลดความผิดปกติ (Normalize) ของข้อมูลที่มี และมีความแม่นยำ ทำให้สามารถคาดคะเนแนวโน้มสถานการณ์คุณภาพอากาศที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Chock, D. P., 1989)

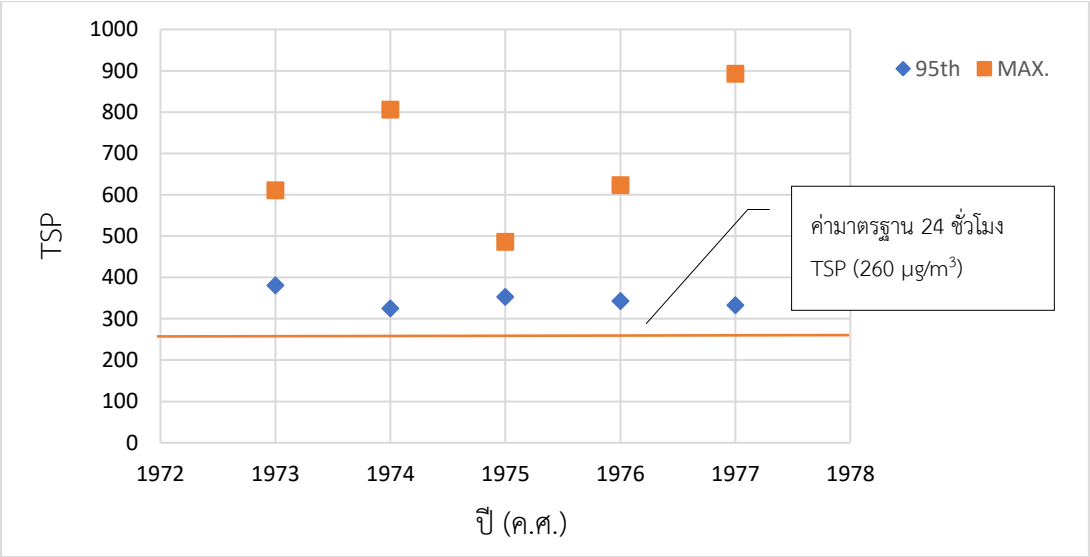
หมายเหตุ

(1) คือวันที่เกินค่ามาตรฐานที่เกิดจาก อิทธิพลของลม และแหล่งกำเนิดที่พิเศษและไม่สามารถระบุได้

ตารางที่ 2-20 ข้อมูลค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง ที่ประเมินด้วยการคำนวณเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และ ค่าสูงสุด ในปี ค.ศ.1973- 1977

	ปี (ค.ศ.)	เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ($\mu g/m^3$)	ค่าสูงสุด ($\mu g/m^3$)
Site 1 city center (commercial)	1973	381	611
	1974	325	806
	1975	353	486
	1976	343	623
	1977	333	893

ที่มา: WHO (1980)



ภาพที่ 2 - 7 กราฟเปรียบเทียบการประเมินทางสถิติด้วยค่าสูงสุด และ เปอร์เซ็นต์ไทล์ ของ Site 1 กรุงลอนดอน ในปี ค.ศ.1973 –1977

ที่มา: WHO, 1980

ตารางที่ 2-21 เปรียบเทียบผลกระทบของการประเมินทางสถิติด้วยค่าสูงสุดและ เปอร์เซ็นต์ไทล์

การประเมินทางสถิติ	
ค่าสูงสุด	เปอร์เซ็นต์ไทล์
ผลการวิเคราะห์มีความแปรปรวน (Fluctuation)	สามารถลดความแปรปรวน (Fluctuation) ของข้อมูลได้
ไม่สามารถประเมินสถานการณ์คุณภาพอากาศในระยะยาวได้ ส่งผลให้การกำหนดนโยบายได้เพียงปีต่อปีเท่านั้น	ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มสถานการณ์คุณภาพอากาศ ส่งผลให้สามารถประเมินนโยบายที่สามารถปรับใช้ในระยะยาวได้
-	สามารถดูระดับความเข้มข้นในการรับสัมผัสสารพิษของประชาชนได้โดยไม่มีความเหลื่อมล้ำกันในส่วนของความครบถ้วนของข้อมูลในแต่ละมลรัฐว่าเท่ากันหรือไม่ โดยงดเว้นสภาวะผิดปกติที่เกิดขึ้นในปีนั้นๆ

ที่มา (U.S.EPA., 1997)

2.8 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(1) หน่วยงานภายใต้การควบคุมของ WHO ได้เสนอแนวทางเลือกในการประเมินทางสถิติที่เหมาะสม โดยนำข้อมูลค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองทั่วไป (TSP) (GMES site1, London) มาทำการประเมินทางสถิติด้วยค่าสูงสุด (ปัจจุบัน) เทียบกับการประเมินด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile) เมื่อสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นของสารมลพิษกับเวลา พบว่าการประเมินทางสถิติด้วยค่าสูงสุด มีความแปรปรวน (Fluctuation) ของข้อมูลสูง ไม่สามารถประเมินแนวโน้มสถานการณ์มลภาวะอากาศในระยะยาวได้ ในทางกลับกันการประเมินทางสถิติด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ (เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95) สามารถลดความแปรปรวนของข้อมูลได้ จึงเป็นผลให้กำหนดนโยบายและวางแผนลดมลภาวะอากาศในระยะยาวได้ ทาง WHO จึงสนับสนุนให้ใช้การประเมินทางสถิติด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ในการประเมินความเข้มข้นและสถานการณ์คุณภาพอากาศ เพื่อสามารถกำหนดนโยบายและแผนดำเนินงานในระยะยาวได้ (WHO, 1980)

(2) จากการศึกษาแนวคิดวิธีการประเมินทางสถิติที่มีผลต่อการกำหนดค่ามาตรฐานของก๊าซโอโซน เดิมทางสหรัฐอเมริกามีการประเมินความเข้มข้นมลพิษอากาศ โดยใช้ค่าสูงสุดเป็นตัวแทนในการบ่งบอกสถานการณ์คุณภาพอากาศ ต่อมาพบว่าการประเมินด้วยวิธีดังกล่าวทำให้เกิดความแปรปรวน (Fluctuation) ของข้อมูล Chock, D. P. (1989) กล่าวว่า ปัญหาเหล่านี้สามารถแก้ไขได้ด้วยวิธีการประเมินทางสถิติที่มีความแม่นยำมากขึ้น สะดวกและง่ายต่อการเข้าใจคือ การวิเคราะห์ด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile) โดยเลือกทำการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และใช้ข้อมูลความเข้มข้นของก๊าซโอโซนจากหน่วยงาน U.S.EPA จากการประเมินด้วยวิธีนี้พบว่า ค่าความเข้มข้นเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 เฉลี่ย 3 ปีเกิดความแปรปรวนน้อยกว่าการประเมินด้วยค่าสูงสุด จากการทดสอบ t-test เพื่อสนับสนุนสมมติฐานที่ว่าการประเมินด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 มีความแม่นยำกว่าการใช้ค่าสูงสุดหรือไม่ พบว่าวิธีสามารถลดความแปรปรวน (Variation) ที่เกิดขึ้นจากการวิเคราะห์ด้วยค่าสูงสุดได้ และได้เสนอค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศที่เหมาะสมกับการประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ โดยพิจารณาจากพื้นที่ที่ประสบสภาวะการเกินค่ามาตรฐานของสารมลพิษ (Chock, D. P., 1989)

(3) จากเอกสารของหน่วยงาน U.S.EPA เผยแพร่กระบวนการคิดค่ามาตรฐานของสารมลพิษ หลักการกำหนดค่ามาตรฐานของสารมลพิษในบรรยากาศทั่วไป ใช้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพอากาศทางสถิติ ซึ่งการกำหนดมาตรฐานควรมีความสัมพันธ์กับค่ามาตรฐานปัจจุบันเช่น ในการคิดค่ามาตรฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) เฉลี่ยรายปีควรมีความสัมพันธ์กับค่ามาตรฐาน 1 ชั่วโมง และเฉลี่ยรายปีที่มีอยู่เดิม มีหลักการดังนี้

(1) ตั้งสมมติฐาน ตัวอย่าง : ค่าเฉลี่ยรายปี ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน10 ไมครอน ควรน้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(2) คำนวณข้อมูลที่ใช้ตั้งสมมติฐาน เช่น ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด จำนวนตัวอย่าง

(3) เขียนสมมติฐานให้อยู่ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ และเลือกวิธีที่จะใช้ในการตรวจสอบ โดยข้อมูลจากข้อ (2) ต้องคำนวณค่าความเอนเอียง (Bias) และ ความแม่นยำ (Precision) จึงจะสามารถใช้ในตั้งสมมติฐานได้ (U.S.EPA., 2013, a)

(4) กรมควบคมมลพิษ จัดทำร่างค่ามาตรฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน เนื่องจากค่ามาตรฐานฝุ่นละอองในปัจจุบัน ไม่สามารถป้องกันผลกระทบทางสุขภาพได้อย่างเต็มที่ โดยมีกระบวนการดังนี้

(1) สืบค้น คัดเลือกงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และสรุปหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน

(2) ศึกษากระบวนการ ขั้นตอนในการกำมาตรฐานคุณภาพอากาศ

(3) ประเมินความสัมพันธ์ (วิธีสมการถดถอย) ของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และระบาดวิทยา นำเสนอช่วงค่ามาตรฐานที่เหมาะสม จากผลการศึกษาค่าความสัมพันธ์พบว่าควรประกาศใช้ค่ามาตรฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนเฉลี่ยรายปี 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 66 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เป็นค่ามาตรฐาน 24 ชั่วโมง ด้วยค่า R^2 = 0.79 และ P- value มีค่าน้อยกว่าค่านัยสำคัญที่กำหนด (α = 0.05) (กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

(5) หน่วยงาน U.S.EPA มีหน้าที่ประเมินคุณภาพอากาศ ประเมินรูปแบบมาตรฐาน และรายงานผลเพื่อกำหนดนโยบาย มาตรการในการควบคุม ให้ระดับความเข้มข้นของสารมลพิษในบรรยากาศที่ตรวจวัดได้มีค่าเทียบเท่ามาตรฐานคุณภาพอากาศที่ได้กำหนด โดยสารมลพิษที่มีการปรับรูปแบบมาตรฐาน เนื่องจากมีความแปรปรวนปีต่อปีสูง ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายที่ทางรัฐต้องรับผิดชอบ คือ ฝุ่นละออง ทางสหรัฐอเมริกาได้ประกาศใช้มาตรฐาน มาตรฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในปี 1987 เนื่องจากเป็นการเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพ โดยใช้รูปแบบมาตรฐาน คือค่าสูงสุดที่ยอมให้เกิน 1 ครั้งใน 1 ปี ต่อมาทาง ทางหน่วยงาน CASAC ได้เสนอแนะทาง U.S.EPA ให้มีการปรับรูปแบบมาตรฐานของฝุ่นละอองให้มีความแม่นยำขึ้น โดยทาง CASAC ได้เสนอให้วิเคราะห์ด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ เนื่องจากวิธีดังกล่าวมีความแปรปรวนปีต่อปีน้อยเมื่อเทียบกับการประเมินด้วยค่าสูงสุด สามารถใช้ค่าตรวจวัดที่ได้ดูระดับความเข้มข้นในการรับสัมผัสสารพิษของประชาชนได้ โดยไม่มีความเหลื่อมล้ำกันในส่วนของความครบถ้วนของข้อมูลในแต่ละมลรัฐว่าเท่ากันหรือไม่ และสามารถบอกสถาณการณ์คุณภาพอากาศจริงที่เกิดขึ้น โดยงดเว้นสภาวะผิดปกติที่เกิดขึ้นในปีนั้นๆ ทาง U.S.EPA ได้พิจราณาและปรับรูปแบบมาตรฐานของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน เป็น

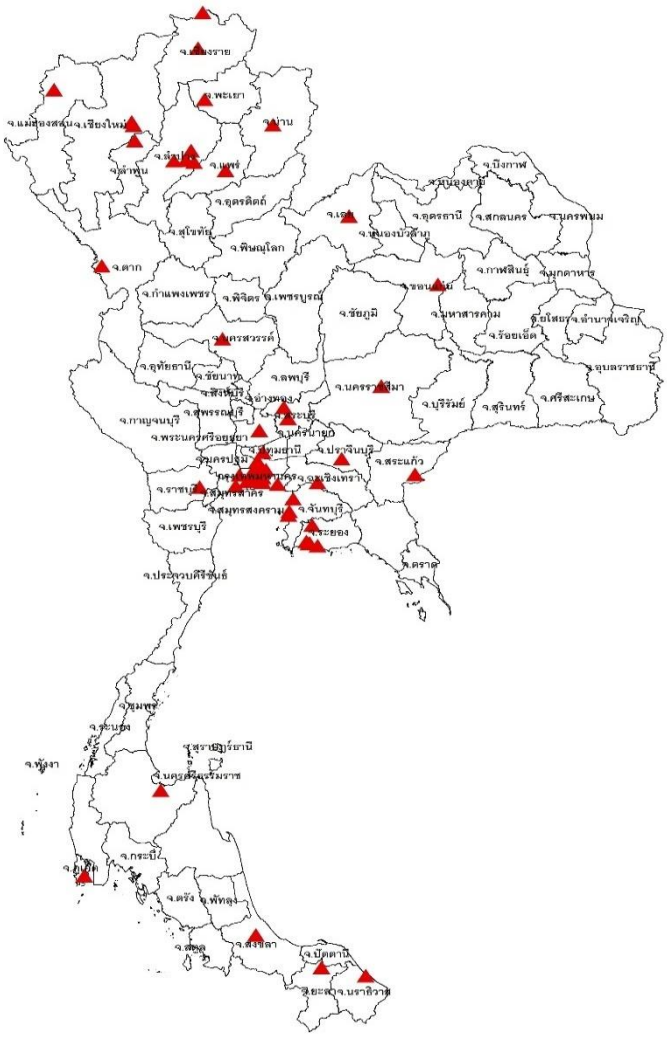
เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 ในปี ค.ศ.1997 ในวันที่ 18 เดือนมิถุนายน ค.ศ.1997 ได้กลับมาใช้ค่าสูงสุดที่ยอมให้เกิน 1 ครั้งใน 1 ปีอีกครั้ง เนื่องจากทาง U.S.EPA ได้ประกาศใช้มาตรฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนคือเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98 ในปี ค.ศ. 2006 เนื่องจากผลกระทบทางสุขภาพ (เฝ้าระวังโรคระบบทางเดินหายใจส่วนปลาย) และยกเลิกใช้มาตรฐานค่าเฉลี่ยรายปีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และยกมาตรฐาน 24 ชั่วโมงของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนเป็นตัวพารามิเตอร์ที่เฝ้าระวังแทน (เฝ้าระวังโรคเกี่ยวกับ ระบบทางเดินหายใจส่วนต้น) เนื่องจากสามารถแสดงค่าสูงสุดซึ่งเป็นสภาวะที่เกิดความแปรปรวนของสภาพอากาศ (U.S.EPA.,1997)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 บทนำ

ทางผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นสามส่วนดังนี้ ตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลและประเมินทางสถิติข้อมูลคุณภาพอากาศจากกรมควบคุมมลพิษ จำนวน 67 สถานีครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศ (ดังแสดงในรายละเอียด) วิเคราะห์รูปแบบมาตรฐานที่เหมาะสม และเสนอแนะค่ามาตรฐานที่เหมาะสมกับรูปแบบมาตรฐานเหมาะสม โดยได้แสดงรายละเอียดขั้นตอนและวิธีการวิเคราะห์ในหัวข้อที่ 3.4 3.5 3.6 และ 3.7 ตามลำดับ



ภาพที่ 3-1 แผนที่แสดงจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศประเทศไทย

ภาคเหนือ จำนวน 13 สถานี

1.	เชียงราย	ทสจ. เชียงราย
2.	เชียงราย	สำนักงานสาธารณสุขอำเภอแม่สาย อ.แม่สาย
3.	เชียงใหม่	ศาลากลางเมือง อ.เมือง
4.	เชียงใหม่	โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย
5.	น่าน	โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ
6.	พะเยา	อุทยานการเรียนรู้กว๊านพะเยา อ.เมือง
7.	แพร่	อุตุนิยมวิทยาแพร่ อ.เมือง
8.	แม่ฮ่องสอน	ทสจ.แม่ฮ่องสอน
9.	ลำปาง	สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง
10.	ลำปาง	โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านสบป้าด
11.	ลำปาง	โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านท่าสี
12.	ลำปาง	สำนักงานการประปาส่วนภูมิภาคแม่เมาะ
13.	ลำพูน	สนามกีฬา อบจ.

กรุงเทพมหานคร จำนวน 17 สถานี

1.	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	เขตธนบุรี
2.	การเคหะชุมชนคลองจั่น	เขตบางกะปิ
3.	โรงเรียนนนทรีวิทยา	เขตยานนาวา
4.	โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)	เขตวังทองหลาง
5.	กรมประชาสัมพันธ์	เขตพญาไท
6.	ที่ทำการไปรษณีย์ราษฎร์บูรณะ	เขตราษฎร์บูรณะ
7.	กรมอุตุนิยมวิทยาบางนา	เขตบางนา
8.	มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม	เขตจตุจักร
9.	โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ (สิงหราชพิทยาคม)	เขตบางขุนเทียน
10.	สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง	เขตดินแดง
11.	กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ	ถ.พระราม6
12.	กรมการขนส่งทางบก	ถ.พหลโยธิน 11
13.	รพ. จุฬาลงกรณ์	ถ.พระราม4
14.	สถานีการไฟฟ้าย่อยธนบุรี	ถ.อินทรพิทักษ์
15.	สถานีตรวจนครบาลโชคชัย	ถ.ลาดพร้าว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

16. เคหะชุมชนดินแดง ถ.ดินแดง
17. โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ (สิงหราชพิทยาคม) เขตจอมทอง

ปริมณฑล จำนวน 11 สถานีตรวจวัด

1. นนทบุรี การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
2. นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
3. ปทุมธานี มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต
4. สมุทรปราการ ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพคนพิการและทุพพลภาพสมุทรปราการ
5. สมุทรปราการ โรงไฟฟ้าพระนครใต้
6. สมุทรปราการ บ้านพักกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่
7. สมุทรปราการ ศาลากลางจังหวัด
8. สมุทรปราการ การเคหะชุมชนบางพลี
9. สมุทรสาคร โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย
10. สมุทรสาคร แขวงการทางสมุทรสาคร
11. สมุทรสาคร องค์การบริหารส่วนจังหวัดสมุทรสาคร

ภาคกลาง จำนวน 5 สถานีตรวจวัด

1. ราชบุรี สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8
2. สระบุรี สถานีตำรวจภูธรตำบลหน้าพระลาน
3. สระบุรี สถานีดับเพลิงเขาน้อย อ.เมือง
4. พระนครศรีอยุธยา โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย
5. นครสวรรค์ โครงการชลประทานนครสวรรค์

ภาคตะวันออก จำนวน 13 สถานีตรวจ

1. ฉะเชิงเทรา อบต.วังเย็น อำเภอแปลงยาว
2. ฉะเชิงเทรา องค์การบริหารส่วนตำบลทุ่งสะเดา
3. ระยอง สานักงานสาธารณสุขอำเภอปลวกแดง
4. ระยอง อบต. ตาสิทธิ์
5. ระยอง โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลมาบตาพุด
6. ระยอง สถานีสำนักงานเกษตรจังหวัดระยอง อ.เมือง
7. ระยอง ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง
8. ระยอง สถานีศูนย์ราชการจังหวัดระยอง อ.เมือง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

9.	สระแก้ว	โรงเรียนอนุบาลศรีอรัญโญทัย อ.อรัญประเทศ
10.	ชลบุรี	สนามกีฬาเทศบาลแหลมฉบัง
11.	ชลบุรี	โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านเขาหิน
12.	ชลบุรี	สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13
13.	ชลบุรี	สำนักงานสามัญศึกษาชลบุรี

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 3 สถานีตรวจวัด

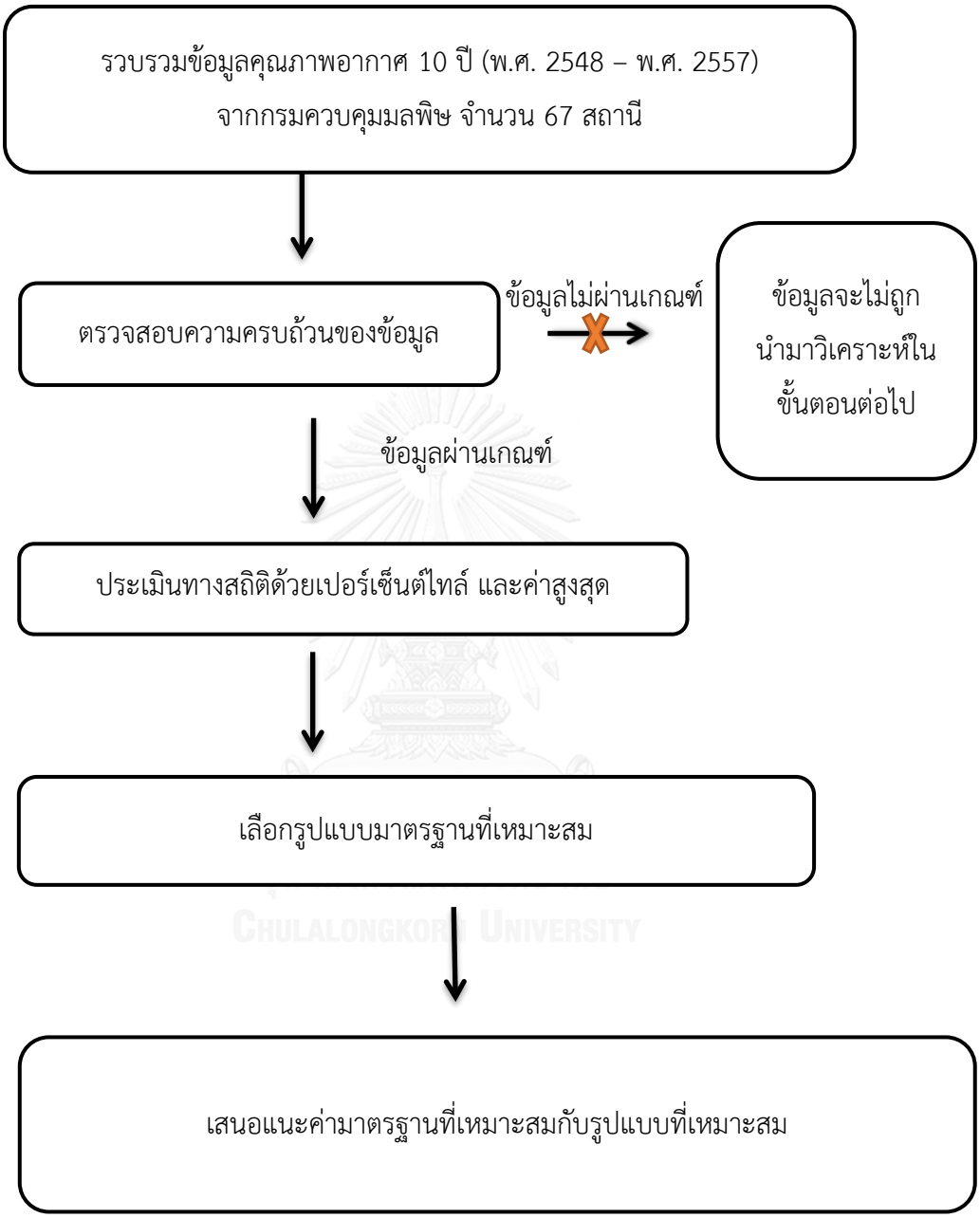
1.	ขอนแก่น	สำนักงานทรัพยากรน้ำภาค 4
2.	นครราชสีมา	โรงสูบน้ำเสียเทศบาลนครนครราชสีมา
3.	เลย	สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเลย อ.เมือง

ภาคใต้ จำนวน 5 สถานีตรวจวัด

1.	นราธิวาส	ศาลากลางจังหวัดนราธิวาส
2.	ยะลา	สนามโรงพิธีช้างเผือก
3.	สงขลา	เทศบาลนครหาดใหญ่
4.	สุราษฎร์ธานี	สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 14
5.	ภูเก็ต	ศูนย์บริการสาธารณสุข เทศบาลนครภูเก็ต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน



หมายเหตุ ข้อมูลผ่านเกณฑ์คือ มีข้อมูลการตรวจวัดไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 ใน 1 ปี

3.3 การรวบรวมข้อมูลคุณภาพอาอากาศ

เพื่อประกันคุณภาพของข้อมูลได้ว่ามีความน่าเชื่อถือในทางสถิติข้อมูลต้องมีอย่างน้อย 3ปี (U.S.EPA., 2013, a และWHO, 1980) ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานภาครัฐ (กรมควบคุมมลพิษ) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 - 2557

3.4 ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล (QA & QC)

3.4.1 การควบคุมคุณภาพ (Quality Control: QC)

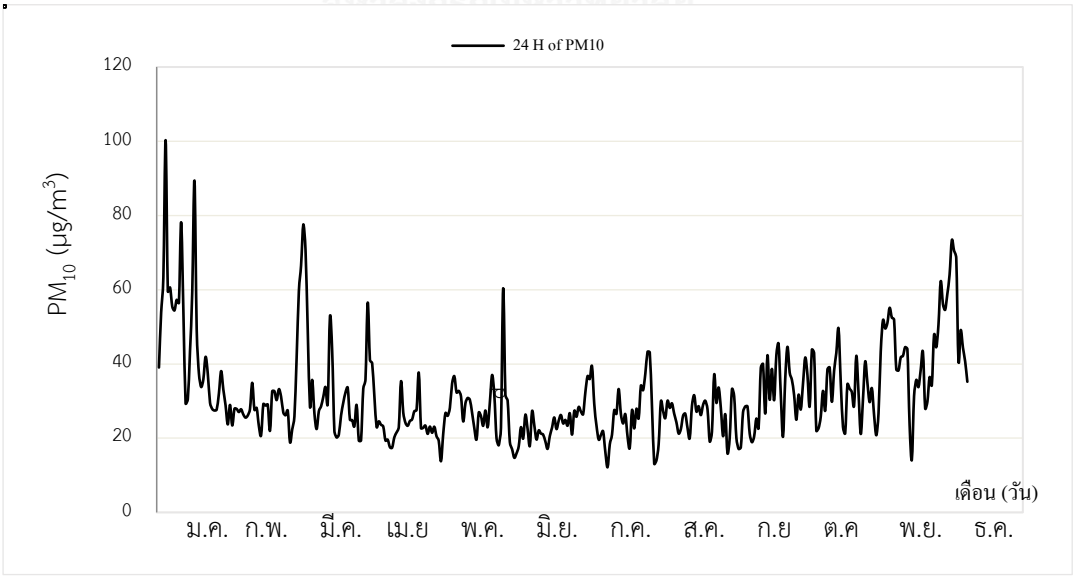
การควบคุมคุณภาพ คือ กิจกรรมและเทคนิคในระดับปฏิบัติการ ซึ่งนำมาใช้เพื่อให้เกิดความสอดคล้องกับข้อกำหนดด้านคุณภาพ (U.S.EPA., 2013, a)

3.4.2 การประกันคุณภาพ (Quality Assurance: QA)

การประกันคุณภาพ คือ การกระทำที่ได้มีการวางแผนไว้ล่วงหน้าอย่างมีระบบเพื่อสร้างความมั่นใจให้กับประชาชนผู้รับสารมลพิษว่าข้อมูลที่ได้รับทราบมีความน่าเชื่อถือและตรวจสอบได้มีหลักการดังนี้ (U.S.EPA., 2013, b)

(1) ข้อมูลในการตรวจวัดต้องมีไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75 ของข้อมูลที่ทำการตรวจวัด (มีข้อมูลขาดได้ไม่เกิน 92 วันใน 1 ปี) โดยการสร้างกราฟความสัมพันธ์กับช่วงเวลา (Time series) ดังภาพที่ 3-2 คือตัวอย่างสถานีตรวจวัดที่มีข้อมูลผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (U.S.EPA., 2015)

(2) เมื่อตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลแต่ละปีของแต่ละสถานีตรวจวัดแล้ว จะรายงานผลดังแสดงในตารางที่ 3-2 และ ตารางที่ 3-1 เป็นตัวอย่างข้อมูลคุณภาพาอากาศจากกรมควบคุมมลพิษ



ภาพที่ 3-2 ความเข้มข้น PM_{10} (24 ชั่วโมง) ในระยะเวลา 1 ปี สถานีอินทรพิทักษ์ พ.ศ.2548

ตารางที่ 3-1 ข้อมูลคุณภาพอากาศรายวัน รายชั่วโมง สถานีตรวจวัดคลองจั่นปี พ.ศ. 2553

Y/m/date	Hour	O_3 at 3 m (ppb)	PM_{10} at 3 m ($\mu g/m^3$)	Wind speed at 10 m (m/s)	Wind dir at 10 m	Temp at 2 m	Rel. hum at 2 m (%RH)	Glob rad (w/m^2)	Pressure at 2 m (mmHg)	Rain at 3 m (mm)
530101	1.00	3	39	1.7	206	27.1	85	0	756	0
530101	2.00	3	25	1.7	195	27.0	86	0	755	0
530101	3.00	4	31	2.2	206	26.9	86	0	755	0
530101	4.00	7	23	1.4	195	27.0	84	0	755	0
530101	5.00	6	16	1.6	185	26.9	84	0	755	0
530101	6.00	3	23	2.3	84	26.4	87	0	755	0
530101	700	3	39	3.1	67	26.1	89	3	755	0
530101	8.00	2	43	1.9	83	26.3	89	55	756	0
530101	9.00	9	46	1.4	100	27.6	85	170	757	0
530101	10.00	16	12	1.1	157	29.0	78	322	757	0
530101	11.00	27	12	1.3	165	30.3	71	427	757	0
530101	12.00	-	12	1.3	159	31.9	58	489	757	0
530101	13.00	54	68	1.8	147	32.6	54	712	756	0
530101	14.00	62	21	1.9	143	33.1	50	537	755	0
530101	15.00	62	27	2.2	154	33.1	48	533	755	0
530101	16.00	66	41	1.7	172	32.7	49	200	755	0
530101	17.00	65	28	1.7	172	32.2	51	71	755	0
530101	18.00	60	35	1.7	161	31.6	55	23	755	0
530101	19.00	14	37	2.9	173	30.5	61	0	755	0
530101	20.00	5	60	2.4	209	29.7	68	0	756	0
530101	21.00	8	60	3.1	194	29.1	71	0	756	0
530101	22.00	4	47	3.6	175	28.6	74	0	756	0
100101	23.00	6	31	2.8	186	28.4	77	0	756	0
100101	24.00	8	39	3.1	196	28.0	79	0	756	0

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ

ตารางที่ 3-2 ความครบถ้วนของข้อมูลการตรวจวัด

สถานีตรวจวัด	พารามิเตอร์	ช่วงเวลาข้อมูล (ปี)				
		2553	2554	2555	2556	2557
คลองจั่น	O_3	√	X	X	X	√
	PM_{10}	√	√	√	X	√
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม	O_3	X	X	X	X	X
	PM_{10}	x	X	X	√	√
โรงเรียนนนทรีวิทยา	O_3	√	X	X	√	√
	PM_{10}	√	X	X	√	√
กรมประชาสัมพันธ์	O_3	√	X	√	√	√
	PM_{10}	√	X	√	√	√
กรมอุตุนิยมวิทยา	O_3	√	X	√	√	√
	PM_{10}	√	X	X	√	√
ห้วยขวาง	O_3	√	√	√	√	√
	PM_{10}	√	√	√	√	√
สิงหราช	O_3	√	X	X	√	√
	PM_{10}	√	X	X	√	√
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	O_3	√	X	X	√	√
	PM_{10}	√	X	X	√	√
ไปรษณีย์ราษฎร์บูรณะ	O_3	√	√	√	√	√
	PM_{10}	√	X	√	√	√
โรงเรียนบดินทรเดชา	O_3	√	X	X	√	X
	PM_{10}	√	X	X	√	X

หมายเหตุ

X Not enough data ข้อมูลตรวจวัดไม่เพียงพอ

√ มีข้อมูลอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถใช้วิเคราะห์ทางสถิติได้ (ข้อมูลต้องมีอย่างน้อยร้อยละ 75)

ตารางที่ 3-3 แนวทางการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

สารมลพิษ	ข้อมูลรายวัน (Daily)	ข้อมูลตามฤดู (Seasonal)
อนุภาคฝุ่นละออง	ไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดและความจำเพาะของพื้นที่นั้นๆ	มีปริมาณต่ำในช่วงฤดูร้อน(1)
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	มีปริมาณสูงในช่วงเช้า	มีปริมาณต่ำในช่วงฤดูร้อน(1)
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์	มีปริมาณสูงในช่วงเช้า และในช่วงการจราจรคับคั่ง	มีปริมาณสูงในฤดูร้อนโดยเฉพาะบริเวณริมถนน
ก๊าซไนตริกออกไซด์	มีปริมาณสูงในช่วงเช้า และในช่วงการจราจรคับคั่ง	มีปริมาณสูงในฤดูร้อน(1)
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์		
ก๊าซโอโซน	มีปริมาณสูงในช่วงกลางวัน (มีแสงแดดมาก)	มีปริมาณสูงในฤดูร้อน(2)

ที่มา: WHO (1980)

หมายเหตุ

(1) เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นในฤดูร้อนทำให้อัตราการระเหยของน้ำจากแหล่งน้ำเพิ่มขึ้น ไอน้ำที่ระเหยจะเข้ามาแทนที่มวลสารในอากาศจึงตรวจพบปริมาณสารมลพิษต่ำในช่วงฤดูร้อน

(2) แสงเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการเกิดก๊าซโอโซนจึงเป็นเหตุให้ในช่วงฤดูร้อนและช่วงเวลากลางวันปริมาณก๊าซโอโซนสูง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.5 ประเมินทางสถิติ

การประเมินทางสถิติจะทำการประเมินเป็นรายชั่วโมง รายวัน หรือ รายปีขึ้นอยู่กับผลกระทบเฉียบพลันและเรื้อรังของสารมลพิษแต่ละชนิด ข้อมูลคุณภาพอากาศรายวันจะนำไปประเมินดัชนีคุณภาพอากาศในแต่ละวันว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยหรือไม่ ส่วนการประเมินทางสถิติเป็นรายปีมีวัตถุประสงค์เพื่อดูแนวโน้มระดับมลภาวะอากาศของกรุงเทพมหานคร

ก. การคำนวณค่าความเข้มข้น 24 ชั่วโมง ของ PM_{10}

การคำนวณความเข้มข้นของสารมลพิษแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันไป บางตัวต้องคำนวณรายวัน (24 ชั่วโมง) 8 ชั่วโมง และรายปี สำหรับ PM_{10} จะทำการประเมินผลสองรูปแบบคือ รายวัน (24 ชั่วโมง) และ รายปี เพื่อป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพเฉียบพลัน (Acute effect) และผลกระทบเรื้อรัง (Chronic effect) ที่เกิดขึ้นต่อสุขภาพอนามัย โดยมีหลักในการคำนวณดังนี้

(1) ในการคำนวณความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ต้องมีข้อมูลการตรวจวัดอย่างน้อย 18 ชั่วโมง ในหนึ่งวันจึงจะสามารถหาค่าเฉลี่ยได้ จากตารางที่ 3-4 พบว่ามีการตรวจวัด 19 ชั่วโมง สามารถนำข้อมูลนี้ไปคำนวณค่าเฉลี่ยได้

(2) นำค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงในหนึ่งปี (ที่คำนวณได้จากข้อ (1)) ของแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าสูงสุด (ตารางที่ 3-5)

ทำการเรียงค่าความเข้มข้นมลพิษ จากน้อยไปมากตามลำดับ

คำนวณค่า k (จากสูตรที่ได้กล่าวในหัวข้อ 2.7.2) (EEA, 2014)

จาก

$$k = \frac{Yth}{100}*(N+1)$$

$$= 0.95*(305+1)$$

$$= 290.7$$ แสดงว่าอยู่ระหว่างตำแหน่งที่ 290 และ 291

ตำแหน่งต่างกันอยู่

$$290.7 - 290 = 0.7$$

ดังนั้น 95^{th} จะเท่ากับ

$$X_{290} + 0.7 (X_{291} - X_{290}) = 74+0.7 (76-74)$$

$$= 75.4 \approx 75 \text{ ug/m}^3$$

ดังนั้น เปอร์เซ็นต์ไทล์ตำแหน่งที่ 95 ของ PM_{10} คือ 75 µg/m^3 และค่าความเข้มข้นสูงสุด 96 µg/m^3

การคำนวณค่าความเข้มข้นเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98 (24 ชั่วโมง ของ PM_{10}) ข้อมูลดังตารางที่ 3-6

คำนวณค่า k (จากสูตรที่ได้กล่าวในหัวข้อ 2.7.2) (EEA, 2014)

จาก

$$k = \frac{Yth}{100}*(N+1)$$

$$= 0.98*(305+1)$$

$$= 299.88$$ แสดงว่าอยู่ระหว่างตำแหน่งที่ 299 และ 300

ตำแหน่งต่างกันอยู่

$$299.88 - 299 = 0.88$$

ดังนั้น 98^{th} จะเท่ากับ

$$X_{299} + 0.7 (X_{299} - X_{298}) = 81+0.88 (81-81)$$

$$= 81 \text{ ug/m}^3$$

ดังนั้น เปอร์เซ็นต์ไทล์ตำแหน่งที่ 98 ของ PM_{10} คือ 81 µg/m^3 และค่าสูงสุดเท่ากับ 96 µg/m^3

ตารางที่ 3-4 ข้อมูลการตรวจวัดความเข้มข้นรายวันของ PM_{10} (สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศคลองจั่น ปีพ.ศ. 2553)

ปี/เดือน/วัน	เวลา (ชั่วโมง)	ความเข้มข้น PM_{10} ($\mu g/m^3$)
100101	1.00	39
100101	2.00	25
100101	3.00	31
100101	4.00	23
100101	5.00	16
100101	6.00	23
100101	7.00	39
100101	8.00	43
100101	9.00	46
100101	10.00	12
100101	11.00	12
100101	12.00	12
100101	13.00	68
100101	14.00	21
100101	15.00	27
100101	16.00	41
100101	17.00	28
100101	18.00	35
100101	19.00	37

ตารางที่ 3-5 ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของ PM_{10} (สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศคลองจั่น ปี พ.ศ. 2553)

ลำดับ	ความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu g/m^3$)
1	26
2	27
3	28
4	29
:	:
290	74
291	76
292	76
293	76
294	76
295	76
296	76
297	81
298	81
299	81
300	81
301	86
302	86
303	86
304	96
305	96

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3-6 ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของ PM_{10} (สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศคลองจั่น ปี พ.ศ. 2553)

ลำดับ	ความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu g/m^3$)
1	26
2	27
3	28
4	29
:	:
298	81
299	81
300	81
301	86
302	86
303	86
304	96
305	96

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข การคำนวณค่าความเข้มข้นของ ก๊าซโอโซน

การคำนวณความเข้มข้น 1 ชั่วโมง ก๊าซโอโซน

(1) ค่าความเข้มข้นสูงสุดก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมงใน 1 ปี (365 ตัวอย่าง) เรียงจากมากไปน้อย แล้วคำนวณเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และ 98 ตามลำดับ (U.S.EPA, 1998) มีหลักการคำนวณเช่นเดียวกับ การคำนวณเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และ 98 มาตรฐานความเข้มข้น 8 ชั่วโมง ก๊าซโอโซน

(2) การคำนวณค่าสูงสุดที่ยอมให้เกินได้ 1 วันใน 1 ปี (A2) จะคำนวณโดยนำค่าความเข้มข้นสูงสุดก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมงใน 1 ปี (365 ตัวอย่าง) เรียงจากมากไปน้อย ค่าสูงสุดลำดับที่สองจะเป็นค่าสูงสุดที่แสดงสถาณการณ์คุณภาพอากาศในปีนั้นๆ มีหลักการคำนวณเช่นเดียวกับ การคำนวณค่าสูงสุดลำดับที่ 4 ในมาตรฐานความเข้มข้น 8 ชั่วโมง ก๊าซโอโซน

การคำนวณความเข้มข้น 8 ชั่วโมง ก๊าซโอโซน

ในการคำนวณค่าความเข้มข้น 8 ชั่วโมง ของก๊าซโอโซน ต้องมีข้อมูลอย่างน้อย 18 ชั่วโมง ถึงจะสามารถนำมาคำนวณได้ โดยเริ่มจากชั่วโมงแรกของการตรวจวัดของวัน ค่าถัวเฉลี่ย 8 ชั่วโมง (Moving average) มีวิธีการคำนวณดังนี้ (U.S.EPA, 1998)

หาค่าเฉลี่ยรอบที่ 1 (μ_1) จะเริ่มจากความเข้มข้น (C_i) ที่เวลา 1.00 ไปจนถึง 8.00 น (ตารางที่ 3-7)

$$\mu_1 = \frac{C_1+C_2+C_3+C_4+C_5+C_6+C_7+C_8}{8}$$

แทนค่า

$$\mu_1 = \frac{3+3+4+7+6+3+3+2}{8}$$

$$= 3.875 \text{ ppb}$$

หาค่าเฉลี่ยรอบที่ 2 (μ_2) จะเริ่มจากความเข้มข้น(C_i) ที่เวลา 2.00 ไปจนถึง 9.00 น คำนวณหา μiไปจนครบ 24 รอบ

$$\mu_2 = \frac{C_2+C_3+C_4+C_5+C_6+C_7+C_8+C_9}{8}$$

$$= \frac{3+4+7+6+3+3+2+9}{8}$$

$$= 3.875 \text{ ppb}$$

หาค่าเฉลี่ยรอบที่ 2 (μ_2) จะเริ่มจากความเข้มข้น(C_i) ที่เวลา 2.00 ไปจนถึง 9.00 น คำนวณหา μiไปจนครบ 24 รอบ

$$\mu_2 = \frac{C_2+C_3+C_4+C_5+C_6+C_7+C_8+C_9}{8}$$

$$= \frac{3+4+7+6+3+3+2+9}{8}$$

$$= 4.625 \text{ ppb}$$

คำนวณค่าสูงสุดใน1วัน รายงานผลเป็นข้อมูล 1 ปี (365 ตัวอย่าง) แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และ 98

คำนวณค่า k (จากสูตรที่ได้กล่าวในหัวข้อ 3.7.2)(EEA, 2014)

จาก k = $\frac{Yth}{100}$*(N+1)

= 0.95*(327+1)

= 312

ดังนั้น 95th จะเท่ากับ

เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 คือ 49 ppb และค่าความเข้มข้นสูงสุดคือ 73 ppb

การคำนวณค่าความเข้มข้นเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98 (8 ชั่วโมง ของ O_3) ข้อมูลดังตารางที่ 3-8

<u>วิธีทำ</u>

คำนวณค่า k (จากสูตรที่ได้กล่าวในหัวข้อ 2.7.2)(EEA, 2014)

จาก k = $\frac{Yth}{100}$*(N+1)

= 0.98*(327+1)

= 321.44 แสดงว่าอยู่ระหว่างตำแหน่งที่ 321 และ 322

ตำแหน่งต่างกันอยู่

321.44 – 321 = 0.44

ดังนั้น 98^{th} จะเท่ากับ

$X_{322} + 0.44 (X_{322} - X_{321})$ = 60+0.44 (60-58)

= 61 ppb

เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98 คือ 61 ppb

จากตารางที่ 3-8 ค่าความเข้มข้น O^{A2} และ O^{A4} คือ 70 ppb และ 68 ppb ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3-7 ข้อมูลการตรวจวัดความเข้มข้นก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง (สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศคลองจั่น ปี พ.ศ.2553)

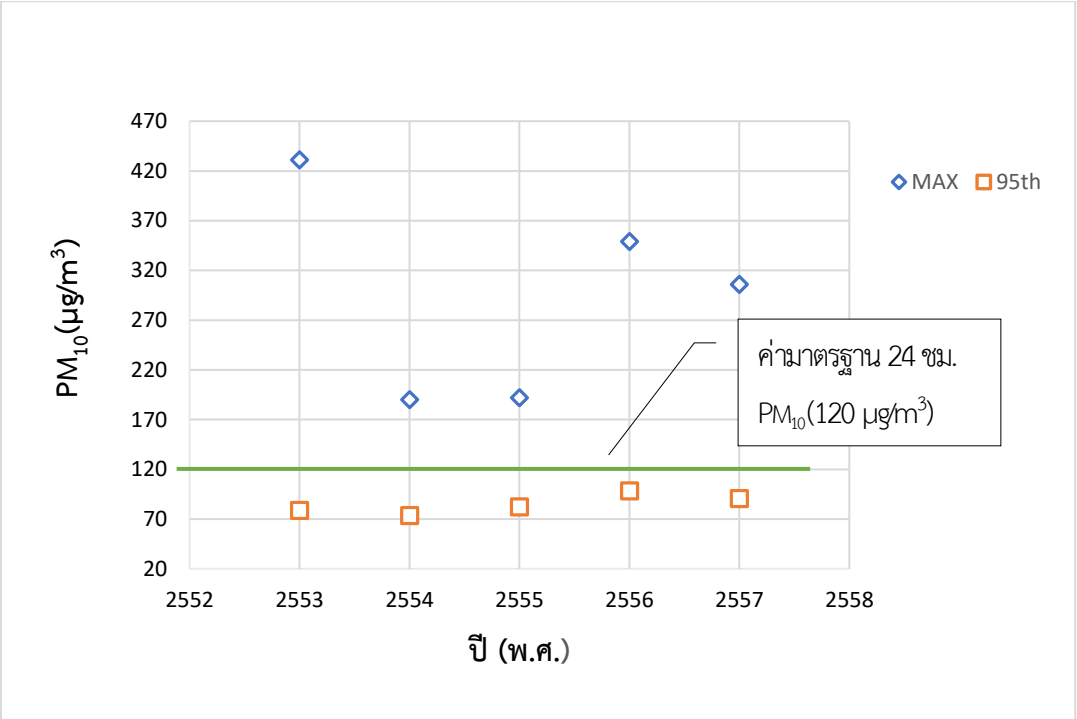
ลำดับ	ความเข้มข้น O_3 เฉลี่ย 8 ชม (μ_i) (ppb)
8321	50
8322	50
8323	50
8324	51
8325	51
:	:
8582	61
8583	61
8584	61
8585	61
8586	61
8587	61
8588	61
8589	61
:	:
8754	101
8755	103
8756	105
8757	115
8758	120
8759	126
8760	128

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3-8 ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และ 98 ค่าเฉลี่ย 8 ชั่วโมงของ O_3 (สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศคลองจั่น ปีพ.ศ. 2553)

ลำดับ	ค่าสูงสุด ก๊าซโอโซน 8 ชม
327	73
326	70
325	69
324	68
323	63
322	60
321	58
320	57
319	56
318	55
317	54
316	53
315	51
314	49
313	49
312	49
311	48
310	48
309	47
308	47
307	46
306	45
305	44

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

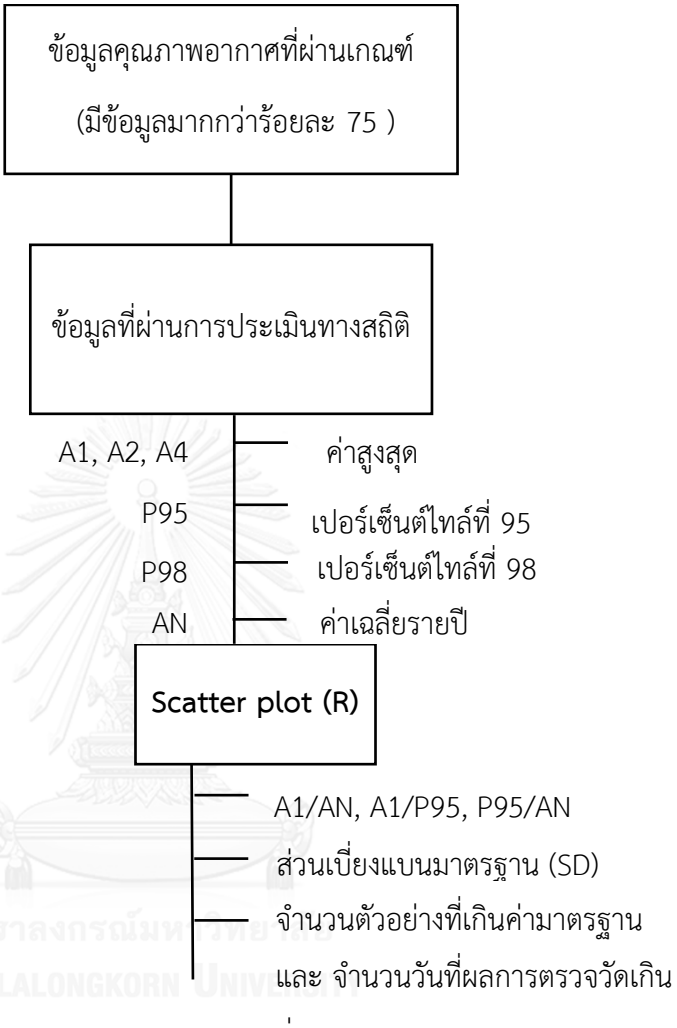


ภาพที่ 3-3 เปรียบเทียบความเข้มข้นที่ประเมินด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ และค่าสูงสุดของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) (พ.ศ. 2553 –2557)

จากภาพที่ 3-3 จะเห็นว่าแนวโน้มการประเมินด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 มีแนวโน้มไปในทางเดียวกันและสามารถคาดการณ์ได้ว่าในปี พ.ศ. 2558 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) มีปริมาณเพิ่มขึ้นในทางกลับกัน การประเมินด้วยค่าสูงสุดมีความแปรปรวนสูงทำให้คาดการณ์แนวโน้มมลภาวะอากาศได้ยาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.6 การวิเคราะห์รูปแบบมาตรฐานที่เหมาะสม



ภาพที่ 3-4 ขั้นตอนการวิเคราะห์รูปแบบมาตรฐานที่เหมาะสม

รูปแบบมาตรฐานที่เหมาะสมในการใช้วิเคราะห์ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) และ ก๊าซโอโซน (O_3) มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้ (รูปที่ 3-4) นำข้อมูลที่ผ่านการคัดเลือกมาคำนวณหาค่าทางสถิติต่างๆ ดังนี้ ค่าสูงสุด (A1) ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ตำแหน่งที่ 95 (P95) และตำแหน่งที่ 98 (P98) ค่าเฉลี่ยรายปี (AM) หลังจากนั้น จึงนำค่าทางสถิติดังกล่าวมาหารูปแบบการกระจายของข้อมูลด้วยการสร้างแผนภาพการกระจาย (Scatter diagram) โดยให้ค่าตัวแปรในแนวแกน X และ Y ดังแสดงในตารางที่ 3-10 คำนวณหาค่าความเชื่อมั่น (R) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD) พิจารณาหารูปแบบความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีค่าผิดปกติ (Outlier) น้อยที่สุด เพื่อพิจารณาหาวิธีการคำนวณค่ามาตรฐานที่เหมาะสมต่อไป

ตารางที่ 3-9 พารามิเตอร์ที่พิจารณากำหนดมาตรฐาน

แกน X	แกน Y
ค่าเฉลี่ยรายปี (AN)	ตำแหน่งที่ 95 (P95)
ค่าเฉลี่ยรายปี (AN)	ตำแหน่งที่ 98 (P98)
ค่าเฉลี่ยรายปี (AN)	ค่าสูง (A1, A2, A4)
ค่าสูงสุด (A1, A2, A4)	ตำแหน่งที่ 95 (P95)
ค่าสูงสุด (A1, A2, A4)	ตำแหน่งที่ 98 (P98)

3.7 แนวทางหลักเกณฑ์การกำหนดค่ามาตรฐาน

เพื่อให้ค่ามาตรฐานมีความสอดคล้องกับรูปแบบมาตรฐาน และคงความเข้มงวดเท่าเดิม โดยพิจารณาจากพื้นที่ที่ประสบปัญหาสารมลพิษทั้งสองชนิดเกินค่ามาตรฐาน โดยยังคงมีจำนวนเท่าเดิมกับการประเมินจากมาตรฐานปัจจุบัน ร่วมกับการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression)

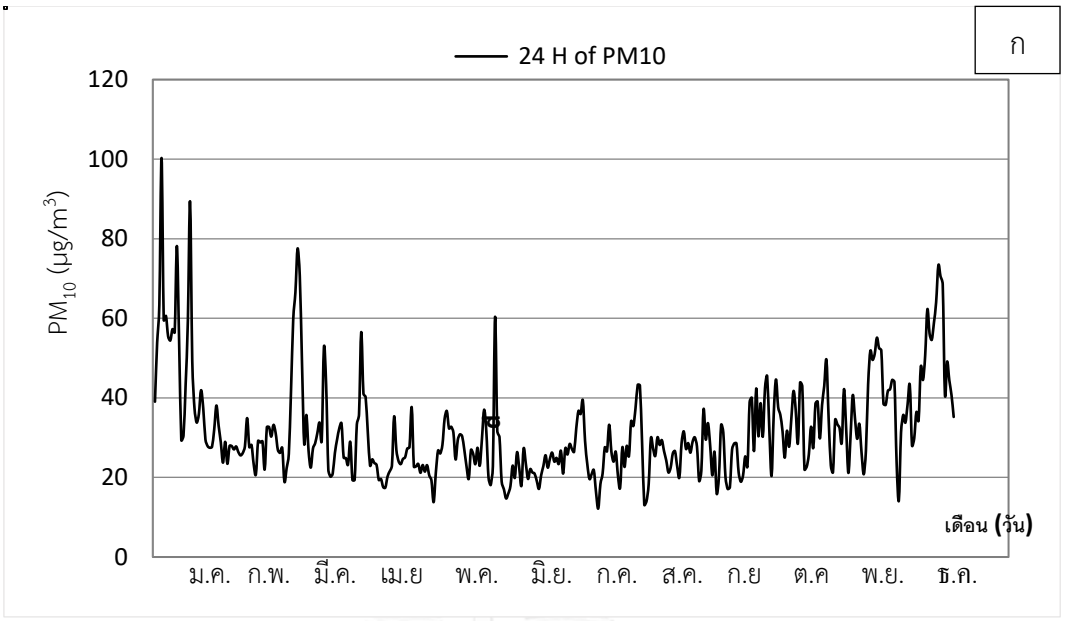
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการวิจารณ์ผลการทดลอง

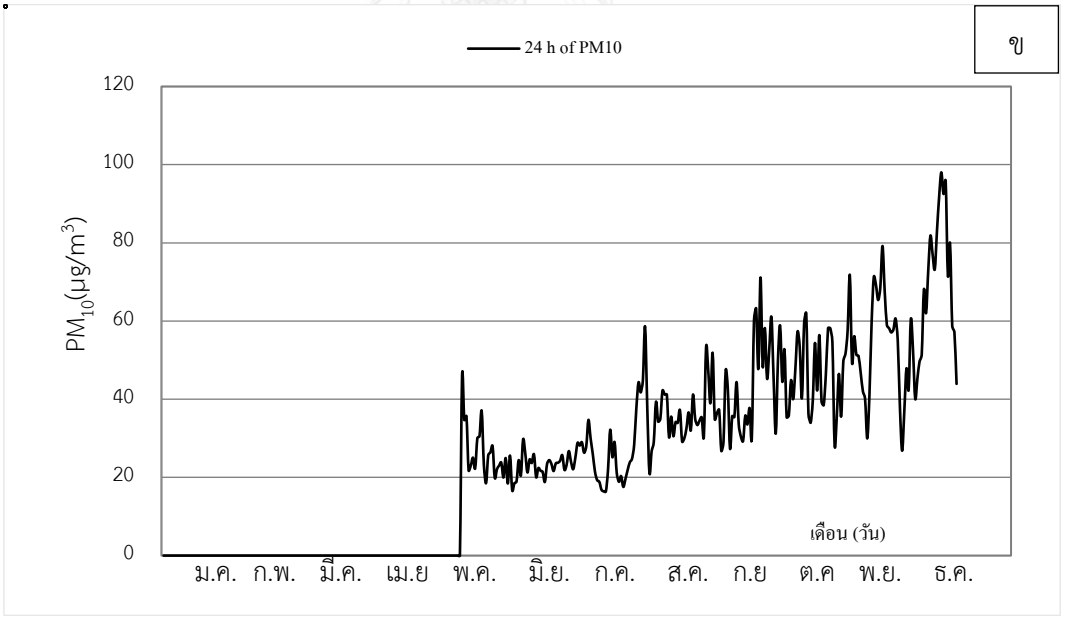
4.1 ผลการตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูล PM_{10}

การตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลด้วยการสร้างกราฟช่วงเวลา (Times series) ดังภาพที่ 4-1 เพื่อดูข้อมูลการตรวจวัดหรือจำนวนวันใน 1 ปีของทั้ง PM_{10} และก๊าซโอโซนมีครบผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือประกอบด้วยข้อมูลอย่างน้อยร้อยละ 75 ของข้อมูลทั้งหมด หรือ ขาดได้ไม่เกิน 92 วันใน 1 ปี (U.S.EPA, 2010) จากภาพที่ 4-1 (ก) (ค) และ(ง) มีข้อมูลการตรวจวัดผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ดังนั้นข้อมูลในสถานีดังกล่าวในปี พ.ศ. 2548 และพ.ศ 2557 สามารถนำมาประเมินทางสถิติต่อไปได้ แต่กราฟในภาพที่ 4-1(ข) เป็นข้อมูลสถานีตรวจวัดโรงเรียนบดินเดชา สิงห์ สิงหเสนี (พ.ศ.2548) ข้อมูลที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด มีจำนวนวันที่ไม่มีข้อมูลการตรวจวัดประมาณ 4 เดือน ดังนั้นข้อมูลสถานีโรงเรียนบดินเดชา สิงห์ สิงหเสนี (พ.ศ.2548) จึงไม่ถูกนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ ตารางที่ 4-1 สรุปความครบถ้วนของข้อมูล โดยใช้สัญลักษณ์ในการบ่งบอกว่าสถานีตรวจวัดใดที่มีข้อมูลผ่านหรือไม่ผ่านเกณฑ์ จากนั้นนำข้อมูลที่ผ่านเกณฑ์ประเมินทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบแนวโน้มของการประเมินด้วยวิธีต่างๆ และเพื่อหารูปแบบมาตรฐานที่เหมาะสม จากการประเมินการกระจาย (Scatter Diagram) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient: R) ต่อไป

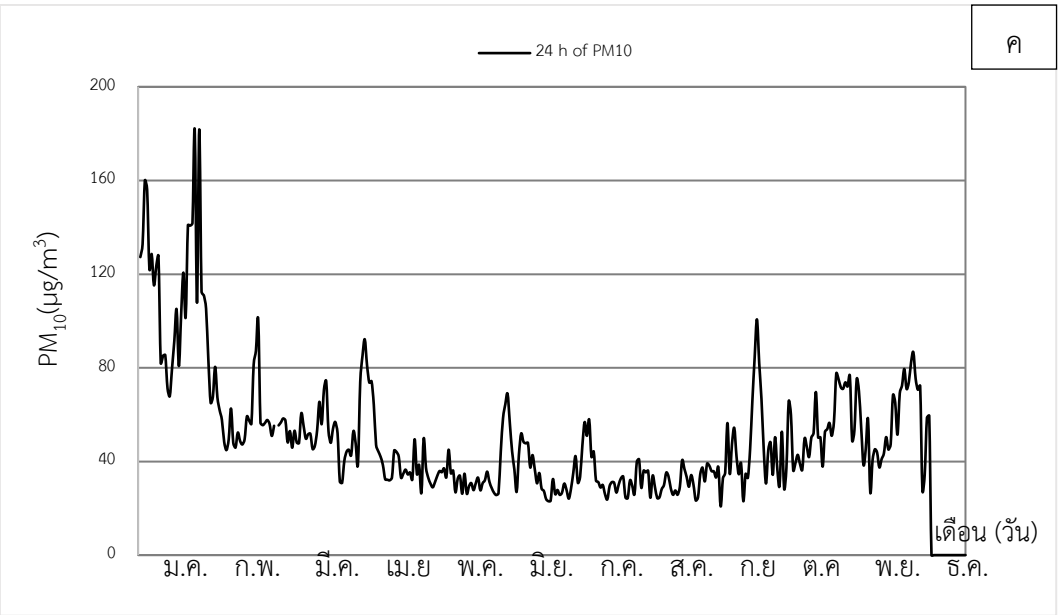
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



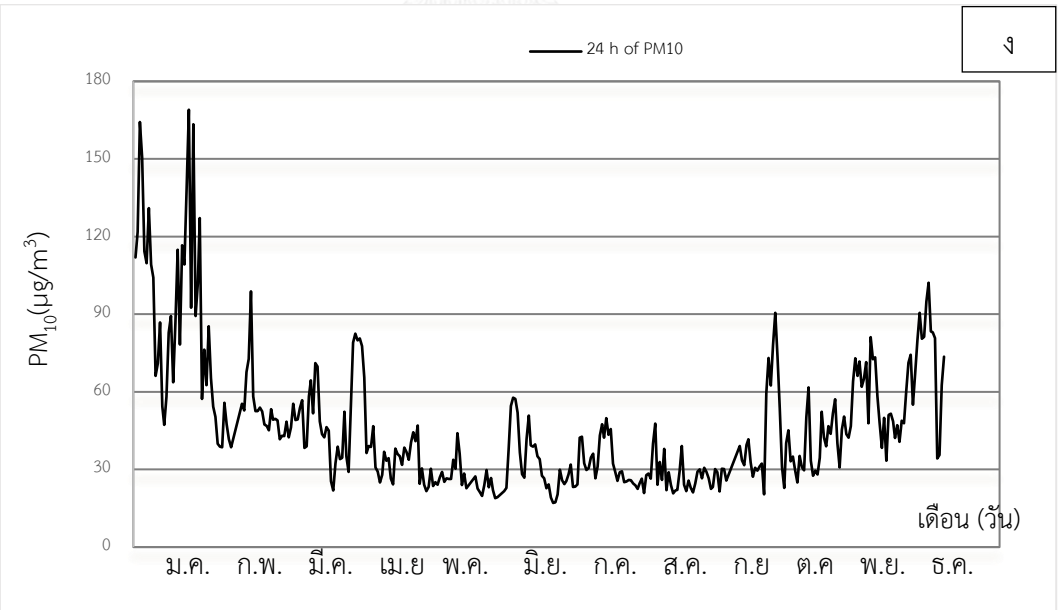
ภาพที่ 4-1 ความเข้มข้น PM_{10} (24 ชั่วโมง) ในระยะเวลา 1 ปี (ก) สถานีอินทรพิทักษ์ พ.ศ.2548



ภาพที่ 4-1 ความเข้มข้น PM_{10} (24 ชั่วโมง) ในระยะเวลา 1 ปี (ข) สถานีโรงเรียนบดินเดชา สิงห์สิงหเสนี พ.ศ.2548



ภาพที่ 4-1 (ต่อ) ความเข้มข้น PM_{10} (24 ชั่วโมง) ในระยะเวลา 1 ปี
(ค) สถานีมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา พ.ศ.2557



ภาพที่ 4-1 (ต่อ) ความเข้มข้น PM_{10} (24 ชั่วโมง) ในระยะเวลา 1 ปี
(ง) สถานีคลองจั่น พ.ศ.2557

ตารางที่ 4-1 ความครบถ้วนของข้อมูล ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (พ.ศ.2548-พ.ศ.2557) จำนวน 67 สถานีตรวจวัด

ความครบถ้วนของข้อมูล ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (พ.ศ.2548-2557) จำนวน 67 สถานีตรวจวัด											
สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
กรุงเทพมหานคร											
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	02T	X	X	X	√	√	√	X	X	√	√
ที่ทำการไปรษณีย์ราษฎร์บูรณะ	03T	X	X	X	X	√	√	X	X	√	√
กรมอุตุนิยมวิทยาบางนา	05T	X	X	X	√	√	√	X	X	√	√
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม	07T	X	X	X	X	√	X	X	X	√	√
การเคหะชุมชนคลองจั่น	10T	√	√	√	√	√	√	X	√	X	√
สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง	11T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
โรงเรียนนนทรีวิทยา	12T	√	√	√	√	√	√	X	X	√	√
โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ (สิงหราชพิทยาคม)	15T	√	√	√	√	√	√	X	X	√	√
กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ*	48T	√	√	√	√	√	X	√	X	X	√
กรมการขนส่งทางบก*	49T	√	√	√	√	√	√	X	X	√	√
รพ. จุฬาลงกรณ์	50T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
สถานีการไฟฟ้าย่อยธนบุรี (อินทรพิทักษ์)	52T	√	√	√	√	√	√	√	√	X	√
สถานีตรวจนครบาลโชคชัย (ลาดพร้าว)*	53T	√	√	√	√	√	√	√	X	√	√
เคหะชุมชนดินแดง	54T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
กรมประชาสัมพันธ์	59T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
วงเวียน 22 นาฬิกา*	51T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ปริมณฑล											
โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)	61T	X	√	√	√	√	√	X	X	√	X

ตารางที่ 4-1 (ต่อ) ความครบถ้วนของข้อมูล ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (พ.ศ.2548-พ.ศ.2557) จำนวน 67 สถานีตรวจวัด

ความครบถ้วนของข้อมูล ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (พ.ศ.2548-2557) จำนวน 67 สถานีตรวจวัด											
สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ปริมณฑล											
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (นนทบุรี)	13T	X	√	√	√	√	X	√	√	√	√
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (นนทบุรี)	22T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพคนพิการและทุพพลภาพ (สมุทรปราการ)	08T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
โรงไฟฟ้าพระนครใต้ (สมุทรปราการ)	16T	√	√	√	√	√	√	√	√	X	√
บ้านพักกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ (สมุทรปราการ)	17T	√	√	√	√	√	X	√	√	√	√
ศาลากลางจังหวัดสมุทรปราการ	18T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
การเคหะชุมชนบางพลี (สมุทรปราการ)	19T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
แขวงการทางสมุทรสาคร	14T	√	√	√	√	√	√	√	X	√	√
โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย	27T	X	X	X	X	X	√	X	X	X	√
องค์การบริหารส่วนจังหวัดสมุทรสาคร	27T	√	√	√	√	√	X	√	√	X	X
ปทุมธานี	20T	√	√	√	√	√	√	√	X	√	√
ภาคเหนือ											
ศาลากลางเมืองเชียงใหม่	35T	√	√	√	√	√	√	√	√	X	√
โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย (เชียงใหม่)	36T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเชียงราย	65T	X	X	X	X	√	√	√	√	√	√

ตารางที่ 4-1 (ต่อ) ความครบถ้วนของข้อมูล ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (พ.ศ.2548-พ.ศ.2557) จำนวน 67 สถานีตรวจวัด

ความครบถ้วนของข้อมูล ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (พ.ศ.2548-2557) จำนวน 67 สถานี											
สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคเหนือ											
สำนักงานสาธารณสุขอำเภอแม่สาย (เชียงราย)	73T	X	X	X	X	X	X	X	√	√	√
สำนักงานเทศบาลน่าน	67T	X	X	X	X	√	√	√	√	√	√
โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ (น่าน)*	67T	X	X	X	X	X	X	X	X	√	X
สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง	37T	X	X	X	X	X	X	X	X	√	√
ศาลหลักเมืองจังหวัดลำปาง*	37T	√	√	√	√	√	√	√	X	X	X
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านสบป้าด (ลำปาง)	38T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านท่าสี (ลำปาง)	39T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	X
สำนักงานการประปาส่วนภูมิภาคแม่เมาะ (ลำปาง)	40T	√	√	√	√	√	√	√	√	X	√
สนามกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดลำพูน	66T	X	X	X	X	√	√	√	√	√	√
สถานีอุตุนิยมวิทยาแพร่	68T	X	X	X	X	√	√	√	√	√	√
อุทยานการเรียนรู้กว๊านพะเยา	69T	X	X	X	X	X	X	√	√	√	√
สนามกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดลำพูน	70T	X	X	X	X	X	X	√	√	√	√
ภาคใต้											
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 14 (สุราษฎร์ธานี)*	42T	√	√	√	√	X	√	√	X	√	√
เทศบาลนครภูเก็ต	43T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	X
ศาลากลางจังหวัดนราธิวาส	62T	X	√	√	√	√	√	√	√	X	√
สนามโรงพิธีช้างเผือก (ยะลา)	63T	X	√	√	√	√	√	√	√	√	√
เทศบาลนครหาดใหญ่ (สงขลา)	64T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

ตารางที่ 4-1 (ต่อ) ความครบถ้วนของข้อมูล ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (พ.ศ.2548-พ.ศ.2557) จำนวน 67 สถานีตรวจวัด

ความครบถ้วนของข้อมูล ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (พ.ศ.2548-2557) จำนวน 67 สถานี											
สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคกลาง											
หน้าพระลาน (สระบุรี)	24T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
เขาน้อย (สระบุรี)	25T	√	√	√	√	X	√	√	√	√	√
โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย (อยุธยา)	21T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 ราชบุรี	26T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
โครงการชลประทานนครสวรรค์*	41T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
ภาคตะวันออก											
สนามกีฬาเทศบาลแหลมฉบัง (ชลบุรี)	32T	√	√	√	√	√	√	√	√	X	√
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านเขาหิน (ชลบุรี)	33T	X	X	X	X	√	X	X	√	X	√
ศูนย์สุขภาพเยาว์ชน (ชลบุรี)*	33T	√	√	√	√	X	√	√	√	X	X
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 (ชลบุรี)*	33T	√	√	√	√	√	√	√	√	X	X
สำนักงานสามัญศึกษาชลบุรี*	34T	√	√	√	√	X	√	√	√	√	√
สานักงานสาธารณสุขอำเภอปลวกแดงจังหวัดระยอง	28T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	√
องค์การบริหารส่วนตำบลตาสิทธิ์ (ระยอง)*	28T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	X
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลมาบตาพุด (ระยอง)	29T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
ชุมสายโทรศัพท์(ระยอง)*	30T	√	√	√	√	√	√	X	X	X	X

ตารางที่ 4-1 (ต่อ) ความครบถ้วนของข้อมูล ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (พ.ศ.2548-พ.ศ.2557) จำนวน 67 สถานีตรวจวัด

ความครบถ้วนของข้อมูล ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (พ.ศ.2548-2557) จำนวน 67 สถานี											
สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคตะวันออก											
สถานีสำนักงานเกษตรจังหวัดระยอง อ.เมือง	30T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	√
ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง	31T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
สถานีศูนย์ราชการระยอง	74T	X	X	X	X	√	X	X	√	√	√
องค์การบริหารส่วนตำบลวังเย็น (ฉะเชิงเทรา)*	60T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
อนุบาลศรีอรัญโญทัย(สระแก้ว)	71T	X	√	X	X	X	X	X	√	√	√
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ											
สำนักงานทรัพยากรน้ำภาคที่ 4 ขอนแก่น	46T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	√
สถานีสูบน้ำเสียเทศบาลนครนครราชสีมา	47T	X	X	√	√	X	X	√	√	X	√
สำนักงานสาธารณสุข(เลย)	72T	√	X	X	X	X	X	√	√	X	X

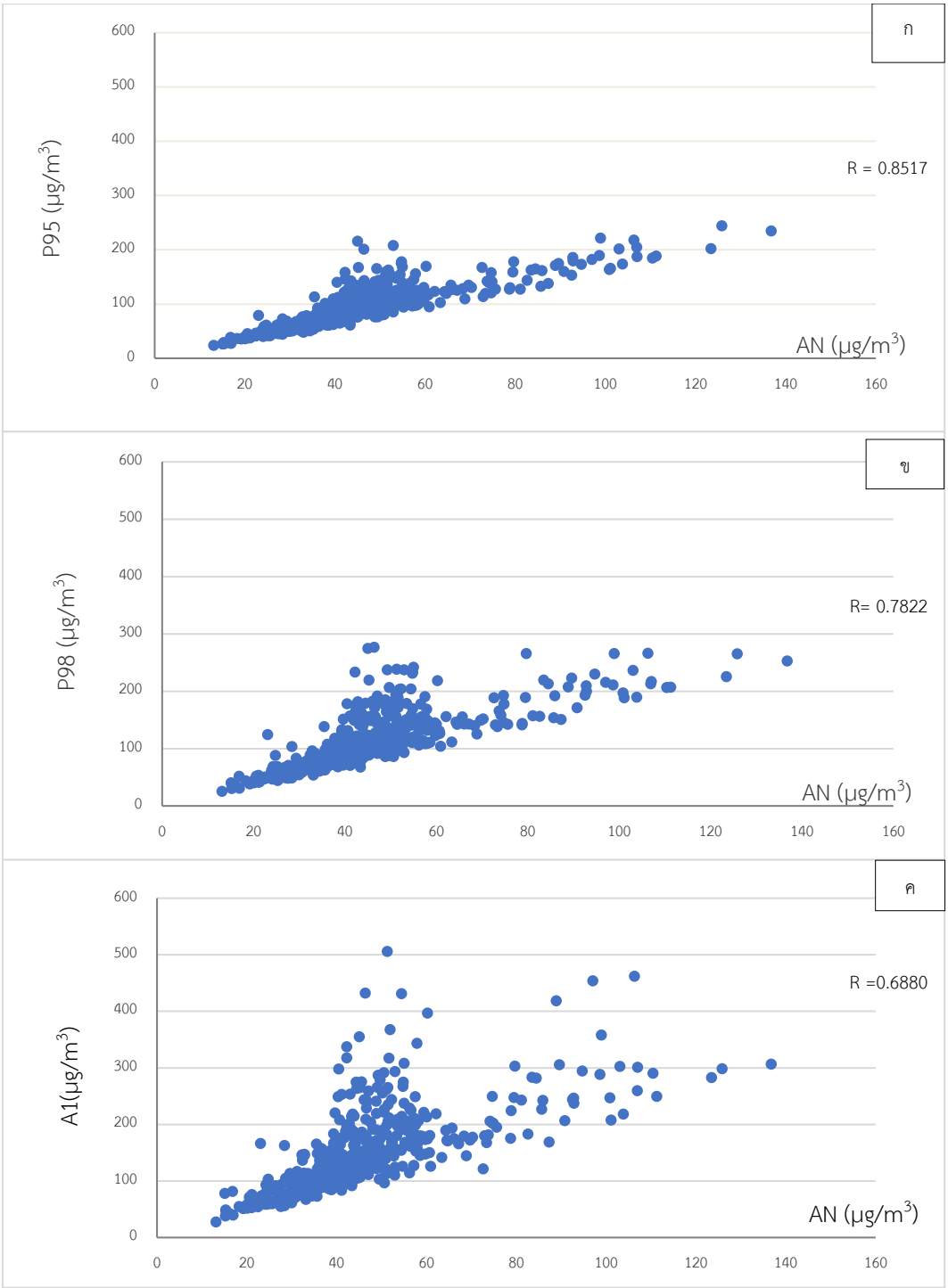
หมายเหตุ X : ข้อมูลไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (มีข้อมูลน้อยกว่าร้อยละ 75)

√ : มีข้อมูลผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ข้อมูลสามารถนำไปประเมินทางสถิติได้)

* : ปิดสถานี

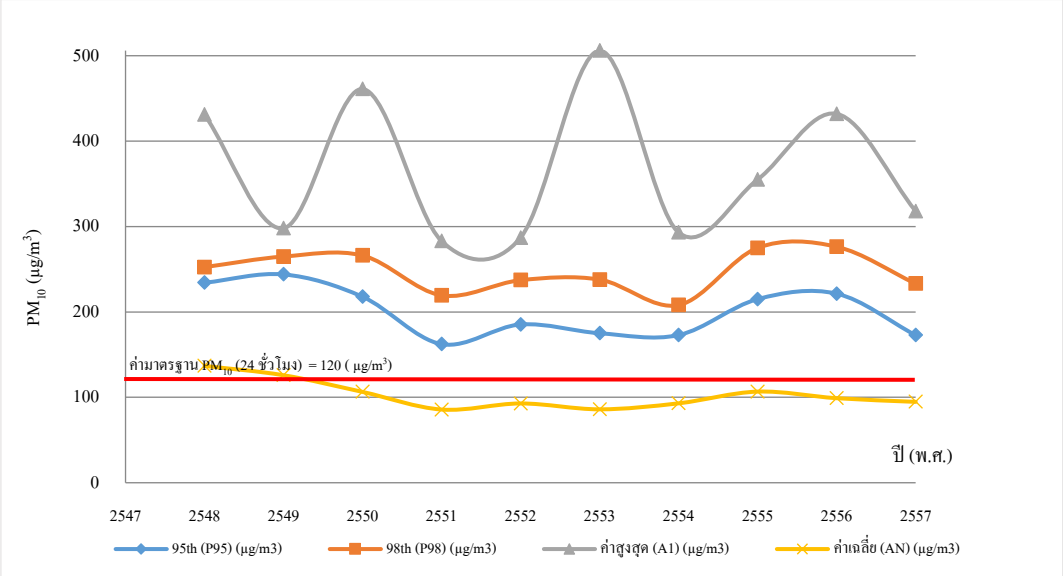
4.2 ผลการวิเคราะห์รูปแบบมาตรฐาน ที่เหมาะสมสำหรับมาตรฐาน PM_{10} (24 ชั่วโมง)

รูปแบบมาตรฐานที่เหมาะสม สามารถลดความแปรปรวนของข้อมูล นิยมดูที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์รูปแบบการกระจายของข้อมูล จากแผนภาพการกระจาย (Scatter Diagram) เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย ไม่ซับซ้อน (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2553, น. 340) จากภาพที่ 4-2 (ค) รูปแบบการกระจายของค่าสูงสุด (A1) และค่าเฉลี่ยรายปี (AN) มีความกระจัดกระจายของข้อมูลอย่างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับภาพที่ 4-2 (ก) อนุมานได้ว่าข้อมูลที่ผ่านการประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 (P95) สามารถลดการกระจายของข้อมูลได้ หรือ P95 มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับค่าเฉลี่ยรายปี (AN) และเป็นรูปแบบการประเมินที่ค่าเฉลี่ยรายปี (AN) สามารถรองรับได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับค่าสูงสุด เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98 (P98) (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2553, น. 340) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เพิ่มขึ้นจาก 0.6880 เป็น 0.7822 และ 0.8517 เมื่อค่าสูงสุดถูกแทนที่ด้วย P98 และ P95 รูปแบบการกระจายของข้อมูลที่ผ่านการประเมิน P98 มีการกระจัดกระจายน้อยกว่าการประเมินค่าสูงสุด แต่ยังมีความกระจัดกระจายของข้อมูลที่มาก เมื่อเทียบกับการประเมิน P95 (ดังแสดงในภาพที่ 4-2)

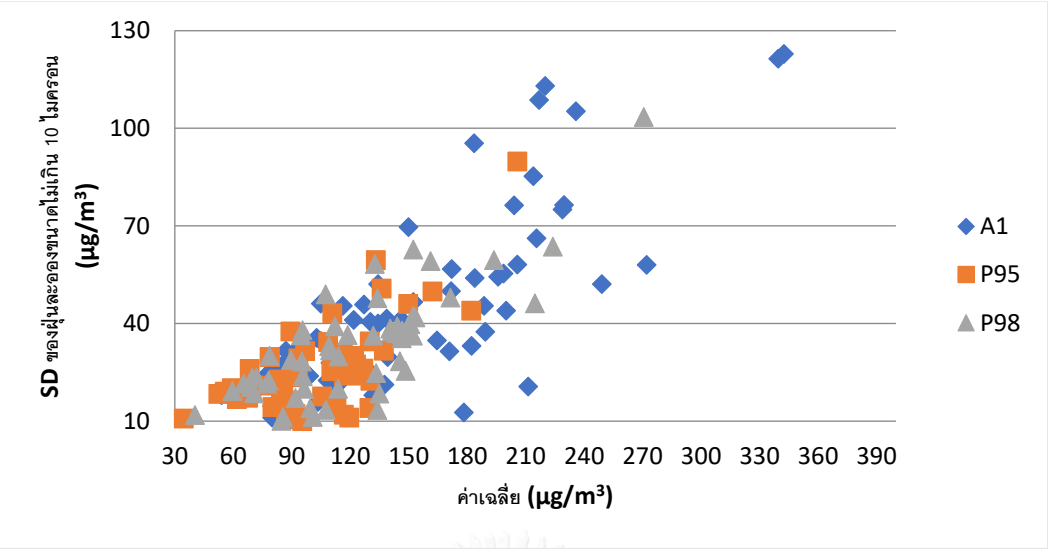


ภาพที่ 4-2 รูปแบบการกระจาย (Scatter Diagram) ระหว่างค่าความเข้มข้น PM_{10} เชิงสถิติกับค่าเฉลี่ยรายปี (AN) (ก) เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 (P95) กับ ค่าเฉลี่ยรายปี (AN) (ขเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98 (P98) กับ ค่าเฉลี่ยรายปี (AN) (ค) ค่าสูงสุด (A1) กับ ค่าเฉลี่ยรายปี (AN)

เมื่อนำข้อมูลจากตารางที่ 4-2 สร้างกราฟ เพื่อเปรียบเทียบแนวโน้มระหว่างค่าทางสถิติชนิดต่างๆ (ภาพที่ 4-3) การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และ 98 มีแนวโน้มสอดคล้องกัน คือค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน มีแนวโน้มที่จะลดลงในปี พ.ศ. 2558 เมื่อพิจารณาจากความสัมพันธ์ของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD) และค่าเฉลี่ยของการประเมินP95 P98 และค่าสูงสุดของข้อมูลทุกสถานี 10 ปี เพื่อดูความแปรปรวนและการกระจายตัวของข้อมูลหลังจากผ่านการประเมินทางสถิติชนิดต่างๆ พบว่าค่า SD ของข้อมูลแต่ละชุดที่ผ่านการประเมินด้วย P95 มีความใกล้เคียงกัน หรือค่าทุกค่าของชุดข้อมูลมีการกระจ่ายตัวห่างจากค่าเฉลี่ยของชุดข้อมูลนั้นๆใกล้เคียงกันส่งผลให้ค่า SD ของชุดข้อมูลในแต่ละปีแตกต่างกันน้อยกล่าวคือมีความสม่ำเสมอของข้อมูลมาก (ความแปรปรวนน้อย) (Chock, D. P., 1989) เมื่อเทียบกับ P98 และA1 (ภาพที่ 4-4) ซึ่งให้ผลการวิเคราะห์สอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ จากผลการวิเคราะห์ข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าการประเมินด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 (P95) สามารถลดความแปรปรวนที่เกิดจากการประเมินด้วยค่าสูงสุดได้ จึงสามารถใช้บ่งบอกแนวโน้มสถานการณ์คุณภาพอากาศในระยะยาวได้เหมาะสมกว่ามาตรฐานปัจจุบัน (การประเมินด้วยค่าสูงสุด)



ภาพที่ 4-3 ค่าจากการประเมินทางสถิติของ PM10 (24 ชั่วโมง) รายปี (พ.ศ.2548 – พ.ศ. 2557) เปอร์เซ็นต์ไทล์ (P95, P98) ค่าสูงสุด (A1) และค่าเฉลี่ยรายปี (AN)



ภาพที่ 4- 4เปรียบเทียบส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ย PM10 (24 ชั่วโมง) (พ.ศ.2548 – พ.ศ. 2557) ของเปอร์เซ็นต์ไทล์ (P95, P98) ค่าสูงสุด (A1)

ตารางที่ 4-2 AN P95 P98 A1 จากการประเมินทางสถิติข้อมูล PM_{10} (24 ชั่วโมง) รายปี (พ.ศ 2548 - พ.ศ.2557) และจำนวนสถานีตรวจวัดที่มีข้อมูลผ่านเกณฑ์

ปี (พ.ศ.)	AN ($\mu g/m^3$)	P95 ($\mu g/m^3$)	P98 ($\mu g/m^3$)	A1 ($\mu g/m^3$)	จำนวนสถานีตรวจวัดที่มีข้อมูลผ่านเกณฑ์ (สถานีทั้งหมด 67 สถานี)
2548	137	234	252	431	43
2549	126	244	265	298	47
2550	106	218	266	461	45
2551	86	162	219	283	48
2552	93	185	237	287	42
2553	86	175	238	506	51
2554	93	173	208	293	48
2555	107	215	275	355	45
2556	99	221	276	432	52
2557	95	173	233	318	57

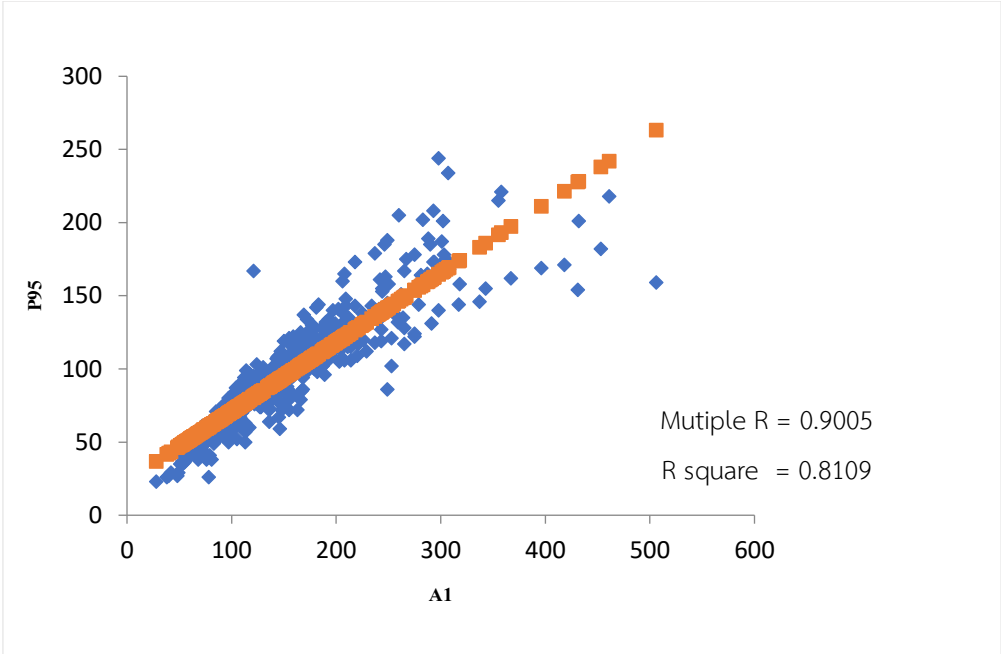
หมายเหตุ

AN : ค่าเฉลี่ยรายปี
P95 : ค่าสูงสุดเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95
P98 : ค่าสูงสุดเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98
A1 : ค่าสูงสุด

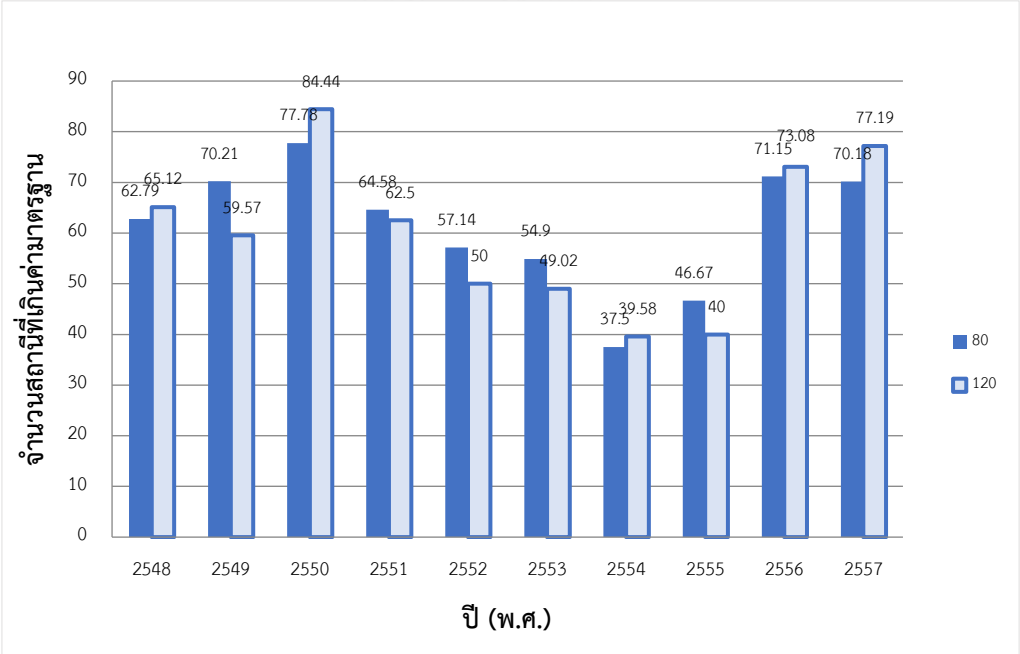
4.3 ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ PM_{10} 24 ชั่วโมง ที่เหมาะสมกับรูปแบบการประเมินเปอร์เซ็นไทล์

เพื่อให้ค่ามาตรฐานมีความสอดคล้องกับรูปแบบการประเมินทางสถิติ P95 และยังคงความเข้มงวดเท่าเดิม ด้วยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear regression) ร่วมกับการเปรียบเทียบจำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐานปัจจุบัน (ค่าสูงสุดไม่เกิน 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) กับค่ามาตรฐานจากรูปแบบ P95 (ตลอดระยะเวลา 10 ปี) ให้มีจำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐานที่ใกล้เคียงกันเพื่อยังคงความเข้มงวดเทียบเท่าเดิม ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (ภาพที่ 4-5) พบว่าค่าสูงสุดมีความสัมพันธ์กับการประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.9005 ระหว่างค่าสูงสุด (ตัวแปร X) กับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 (ตัวแปร Y) หมายความทั้งสองตัวแปรมีความสัมพันธ์ต่อกันมาก (มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกัน) อีกทั้งตัวแปรทั้งสองยัง สามารถอธิบายความผันแปรของกันได้ หรืออาจกล่าวได้ว่าค่าสูงสุด (ตัวแปร X) สามารถใช้อธิบายความแปรปรวนของ P95 (ตัวแปร Y) ได้ (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2553, น. 343) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร) ที่ 0.8109

จากผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากร (Significance of correlation test) ด้วย ANOVA พบว่าค่า P – value เท่ากับ 0.000 ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 จึงปฏิเสธสมติฐานหลัก (H_0) และยอมรับสมมุติฐานรอง (H_1) คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการวิเคราะห์สมการถดถอยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจริง (มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกัน) (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2553, น.344-345 และ Chock, D. P., 1989) จึงสามารถใช้สมการที่ได้จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Y= 0.4737X+23.529 จากภาพที่ 4-5) ร่วมกับร้อยละจำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐานและค่าเฉลี่ยจำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐาน 10 ปี (ตารางที่ 4-4) ค่ามาตรฐานจากรูปแบบเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่มีความเข้มงวดใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานปัจจุบันอยู่ที่ 80 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กล่าวคือร้อยละจำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐานใหม่ตลอดระยะเวลา 10 ปี (ตารางที่ 4-4) และในแต่ละปี (ภาพที่ 4-6) มีจำนวนใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานปัจจุบันคือ 60.05 สถานี และ 61.29 สถานีตามลำดับ



ภาพที่ 4-5 ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น ระหว่างค่าสูงสุด (A1) และเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 (P95)



ภาพที่ 4-6 เปรียบเทียบร้อยละจำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐาน PM10 (24 ชั่วโมง) ระหว่าง P95 (80 µg/m3) และค่ามาตรฐานปัจจุบัน (A1: 120 µg/m3)

ตารางที่ 4-3 เปรียบเทียบจำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐาน PM_{10} 24 ชั่วโมง (ค่ามาตรฐาน P95 กับมาตรฐานปัจจุบัน)

มาตรฐาน ($\mu g/m^3$)	จำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐาน										จำนวนสถานีเกินค่ามาตรฐาน รวม 10 ปี
	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	
80 มาตรฐาน P95	27	33	35	31	24	28	18	21	37	40	294
81	26	31	35	28	24	28	17	21	37	40	287
120 มาตรฐานปัจจุบัน	28	28	38	30	21	25	19	18	38	44	289
จำนวนสถานีที่มีข้อมูลตรวจวัด	43	47	45	48	42	51	48	45	52	57	-

ตารางที่ 4-4 ร้อยละจำนวนสถานีที่เกินมาตรฐานPM_{10} (24 ชั่วโมง)ต่อปี และเฉลี่ย 10 ปี (ค่ามาตรฐานP95 กับมาตรฐานปัจจุบัน)

มาตรฐาน (ppb)	ร้อยละจำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐาน										จำนวนสถานีเฉลี่ยเกินมาตรฐาน รวม 10 ปี
	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	
80 มาตรฐาน P95	62.79	70.21	77.78	64.58	57.14	54.90	37.50	46.67	71.15	70.18	61.29
81	60.47	65.96	77.78	58.33	57.14	54.90	35.42	46.67	71.15	70.18	59.80
120 มาตรฐานปัจจุบัน	65.12	59.57	84.44	62.50	50.00	49.02	39.58	40.00	73.08	77.19	60.05

4.4 วิเคราะห์และวิจารณ์ผลการทดลองฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

การศึกษาพบว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวแทนรูปแบบมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปของประเทศไทยสำหรับมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เพื่อบ่งบอกแนวโน้มสถานการณ์คุณภาพอากาศในระยะยาวได้อย่างมีความน่าเชื่อถือกว่ารูปแบบมาตรฐานปัจจุบัน (ค่าสูงสุด) และแสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่ชัดเจน การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และรูปแบบการกระจาย พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าสูงสุด เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98 และ 95 กับค่าเฉลี่ยรายปีมีค่าเท่ากับ 0.6880 0.7822 และ0.8517 ตามลำดับ แสดงว่าค่าสูงสุด และเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98 มีการกระจัดกระจายและความ

แปรปรวน (Fluctuation) ของข้อมูลมากกว่าเมื่อเทียบกับ P95 การประเมินสถานการณ์คุณภาพอากาศด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 (P95) สามารถลดความแปรปรวน ของข้อมูลที่เกิดขึ้นได้ดีกว่ารูปแบบมาตรฐานปัจจุบัน และเหมาะสมในการนำไปใช้ในการกำหนดมาตรการจัดการคุณภาพอากาศและแผนงานที่ชัดเจน ทั้งนี้ค่ามาตรฐานที่เหมาะสม จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น ร่วมกับจำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐานควรอยู่ที่ 80 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยที่ค่ามาตรฐาน P95 นี้ยังมีความเข้มงวดเทียบเท่ากับค่ามาตรฐานปัจจุบัน

เนื่องจากข้อมูลการตรวจวัดของทั้ง PM_{10} และก๊าซโอโซนใน 1 ปีมีปริมาณน้อย (จำนวนวัน/ชั่วโมง) จึงไม่เหมาะสมที่จะใช้รูปแบบมาตรฐานโดยใช้ความเข้มงวดในการนับจำนวนวัน/ตัวอย่างที่เกินค่ามาตรฐานในแต่ละปีดังเช่นรูปแบบมาตรฐานของทางทวีปยุโรป[1]ได้

หมายเหตุ 1 :ทวีปยุโรปประกอบด้วย 28 ประเทศดังนี้ กรีซ โครเอเชีย เช็กเกีย ไซปรัส เดนมาร์ก เนเธอร์แลนด์ บัลแกเรีย เบลเยียม โปรตุเกส โปแลนด์ ฝรั่งเศส ฟินแลนด์ มอลตา เยอรมนี โรมาเนีย ลักเซมเบิร์ก ลัตเวีย ลิทัวเนีย สเปน สโลวาเกีย สโลวีเนีย สวีเดน สหราชอาณาจักร ออสเตรีย อิตาลี เอสโตเนีย ไอร์แลนด์ ฮังการี

4.5 วิเคราะห์แนวโน้มสถานการณ์คุณภาพอากาศฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

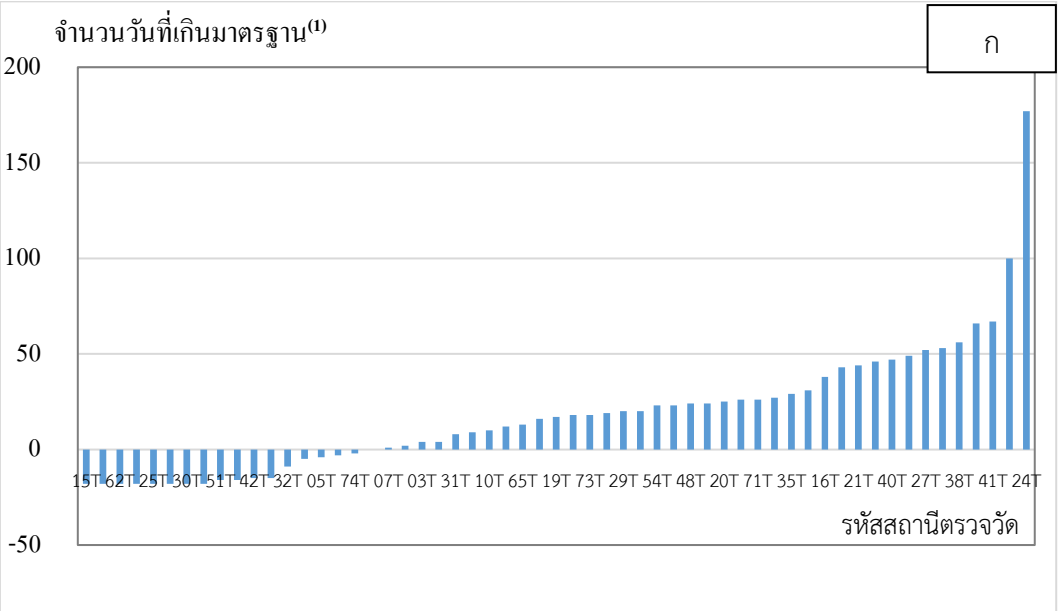
ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ ปี พ.ศ.2557 จากการประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์

ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ปี 2557 ใน 29 จังหวัด จำนวน 67 จุดตรวจวัดพบว่า ภาคกลาง มีจำนวนวันที่มลภาวะอากาศเกินค่ามาตรฐาน (ตามมาตรฐาน P95) มากที่สุด 177 วัน จากจุดตรวจวัดหน้าพระลานจังหวัดสระบุรี รองลงมา กรุงเทพมหานคร (100 วัน) จุดตรวจวัดโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ และภาคเหนือ จังหวัดลำปาง (66 วัน) (ตารางที่ 4-5 และภาพที่ 4-7 (ก))

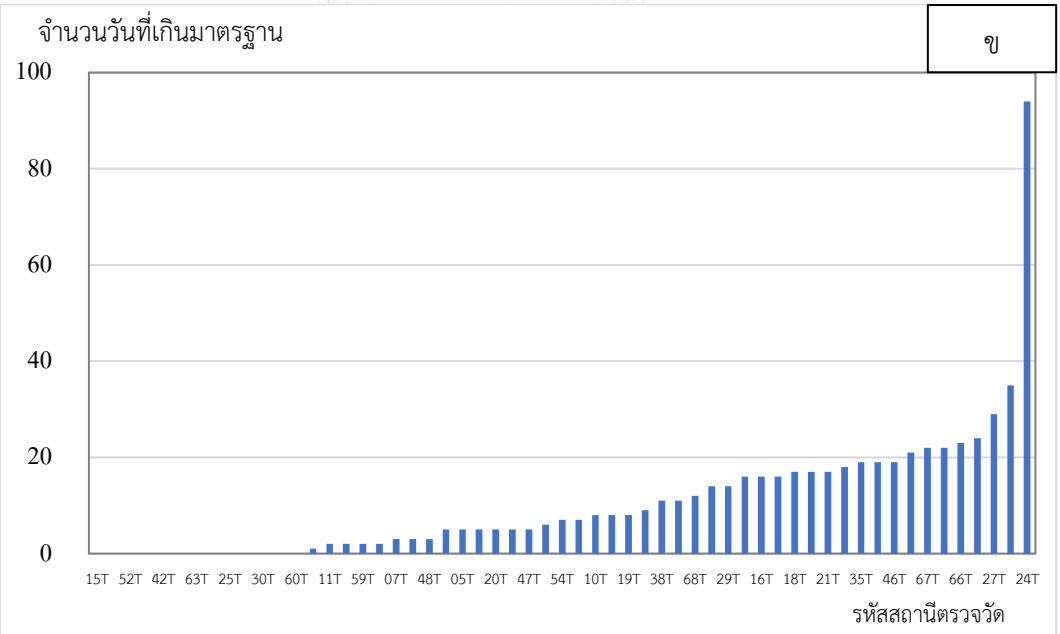
การประเมินด้วยค่าสูงสุดนั้น พบว่า ภาคกลาง มีจำนวนวันที่มลภาวะอากาศเกินค่ามาตรฐานมากที่สุด 94 วัน จากจุดตรวจวัดหน้าพระลานจังหวัดสระบุรี รองลงมาคือ ภาคเหนือ จังหวัดลำปาง (35 วัน) (ตารางที่ 4-5 และ ภาพที่ 4-7 (ข)) ผลการประเมินค่าสูงสุด มีจำนวนวันเกินค่ามาตรฐานและมีลำดับสถานีที่แตกต่าง (ภาพที่ 4-7 (ข)) จากการประเมินเปอร์เซ็นตไทล์ที่ 95 เนื่องจากการประเมิน P95 สามารถเกินค่ามาตรฐานได้ 18 วันใน 1 ปี กล่าวคือการประเมินดังกล่าวยอมที่จะเพิกเฉยต่อปรากฏการณ์ที่เกิดการผิดปกติ เพื่อสามารถแสดงสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้นในปีนั้นให้ได้มากที่สุด จึงเป็นเหตุให้การประเมินทั้งสองรูปแบบมีจำนวนวัน และลำดับของสถานีตรวจวัดที่แตกต่าง

การประเมินด้วยค่าสูงสุดนั้นไม่สามารถยอมให้เกินค่ามาตรฐาน (120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) เช่น สถานีตรวจวัดสนามกีฬาแหลมฉบัง (ชลบุรี) ในปีพ.ศ. 2557 มีจำนวนวันที่เกินค่ามาตรฐาน (ค่าสูงสุด) เพียง 1 วันใน 1ปี (ภาพที่ 4-7(ข) และ ตารางที่ 4-5) จะถูกจัดเป็นพื้นที่ที่เกินค่ามาตรฐาน กรณีที่ค่าตรวจวัดจากสถานีสนามกีฬาแหลมฉบัง คือค่าตรวจวัดที่สูงที่สุดในปีนั้น ค่าตรวจวัดดังกล่าว

จะถูกเลือกให้เป็นตัวแทนในการบ่งชี้สถานการณ์มลพิษอากาศในปี 2557 แต่เนื่องจากเป็นสถานีที่มีวันเกินค่ามาตรฐานเพียง 1 วันใน 1 ปี ตรงนี้จึงเป็นข้อด้อยของการประเมินด้วยรูปแบบค่าสูงสุดที่ไม่สามารถยอมให้เกินค่ามาตรฐาน ด้วยเหตุนี้ทำให้ทางหน่วยงานภาครัฐ นักวิชาการประเมินความเสี่ยงของสถานการณ์มลพิษอากาศสูงหรือต่ำกว่าความเป็นจริงได้



ภาพที่ 4-7 จำนวนวันที่มลพิษอากาศ (PM_{10} 24 ชั่วโมง) เกินมาตรฐาน ปีพ.ศ.2557 ทุกพื้นที่ทั่วประเทศ (ก) มาตรฐาน P95 (80 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)



ภาพที่ 4-7 (ต่อ) จำนวนวันที่มลพิษอากาศ (PM_{10} 24 ชั่วโมง) เกินมาตรฐาน ปีพ.ศ.2557 ทุกพื้นที่ทั่วประเทศ(ข) มาตรฐานค่าสูงสุด (120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

หมายเหตุ (1) : จำนวนวันที่เกินค่ามาตรฐานมากกว่า 18 วันใน 1 ปี (เป็นจำนวนวันที่ยอมให้เกินได้ตามข้อกำหนด P95)

ตารางที่ 4-5 สรุปผลการตรวจวัดฝุ่นละออง (PM_{10}) ใน 29 จังหวัด ปี พ.ศ. 2557 แยกตามภูมิภาคประเทศไทย

สถานีตรวจวัด	รหัส	ฝุ่นละออง PM_{10}			
		P95	จำนวนวันเกินค่ามาตรฐาน[1] (P95)	ค่าสูงสุด	จำนวนวันเกินค่ามาตรฐาน[2] (A1)
กรุงเทพมหานคร					
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	02T	111	18	182	14
ไปรษณีย์ราษฎร์บูรณะ*	03T	86	4	154	5
กรมอุตุนิยมวิทยา	05T	79	-4	155	5
จันทรเกษม	07T	92	1	146	3
การเคหะชุมชนคลองจั่น	10T	102	10	169	8
การเคหะชุมชนห้วยขวาง	11T	80	-3	142	2
โรงเรียนนนทรีวิทยา	12T	92	0	146	3
โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ (สิงหราชพิทยาคม)	15T	27	-18	40	0
กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ*	48T	97	24	152	3
กรมการขนส่งทางบก*	49T	102	27	141	2
โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์	50T	120	100	202	16
การไฟฟ้าย่อยธนบุรี	51T	58	-16	93	0
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย	52T	38	-18	68	0
การเคหะชุมชนดินแดง	54T	94	23	168	7
กรมประชาสัมพันธ์	59T	76	-5	125	2
โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)	61T	-	-	-	-
ปริมณฑล					
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	13T	99	19	173	6
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	22T	102	9	166	8
ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพคนพิการและทุพพลภาพ	8T	54	-16	89	0
โรงไฟฟ้าพระนครใต้	16T	115	38	214	16

ตารางที่ 4-5 (ต่อ) สรุปผลการตรวจวัดฝุ่นละออง (PM_{10}) ใน 29 จังหวัด ปี พ.ศ. 2557 แยกตามภูมิภาคประเทศไทย

สถานีตรวจวัด	รหัส	ฝุ่นละออง PM_{10}			
		P95	จำนวนวันเกินค่ามาตรฐาน[1] (P95)	ค่าสูงสุด	จำนวนวันเกินค่า มาตรฐาน[2] (A1)
ปริมณฑล					
บ้านพักกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่	17T	85	4	167	5
ศาลากลางจังหวัดสมุทรปราการ	18T	123	46	219	17
การเคหะชุมชนบางพลี	19T	98	17	182	8
แขวงการทางสมุทรสาคร	14T	114	43	211	17
โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย	27T	135	52	212	29
องค์การบริหารส่วนจังหวัดสมุทรสาคร (ปิดสถานี)	27T	-	-	-	-
มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต (ปทุมธานี)	20T	96	25	158	5
ภาคเหนือ					
ศาลากลางจังหวัดเชียงใหม่	35T	124	29	275	19
โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย	36T	119	12	243	16
สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเชียงราย	65T	121	13	253	19
สำนักงานสาธารณสุขอำเภอแม่สาย	73T	141	18	241	21
สำนักงานเทศบาลเมืองน่าน	67T	128	31	186	22
สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง	37T	139	66	197	35
ศาลหลักเมืองจังหวัดลำปาง*	37T	-	-	-	-
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านสบป้าด	38T	112	56	229	11
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านท่าสี	39T	-	-	-	-
การประปาส่วนภูมิภาคแม่เมาะ	40T	113	47	170	9
สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดแม่ฮ่องสอน	66T	158	23	318	23
สนามกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดลำพูน	68T	101	24	175	12

ตารางที่ 4-5 (ต่อ) สรุปผลการตรวจวัดฝุ่นละออง (PM_{10}) ใน 29 จังหวัด ปี พ.ศ. 2557 แยกตามภูมิภาคประเทศไทย

สถานีตรวจวัด	รหัส	ฝุ่นละออง PM_{10}			
		P95	จำนวนวันเกินค่ามาตรฐาน[1] (P95)	ค่าสูงสุด	จำนวนวันเกินค่ามาตรฐาน[2] (A1)
ภาคเหนือ					
สถานีอุตุนิยมวิทยาแพร่	69T	125	49	199	24
อุทยานการเรียนรู้กว๊านพะเยา	70T	141	26	298	22
ภาคใต้					
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 14 (สุราษฎร์ธานี)*	42T	61	-15	97	0
ศูนย์บริการสาธารณสุข 1 กองการแพทย์ เทศบาลนครภูเก็ต	43T	-	-	-	-
ศาลากลางจังหวัดนราธิวาส	62T	51	-18	70	0
สนามโรงพิธีช้างเผือก (ยะลา)	63T	43	-18	74	0
เทศบาลนครหาดใหญ่ (สงขลา)	64T	66	-15	91	0
ภาคกลาง					
สถานีตำรวจภูธรหน้าพระลาน (สระบุรี)	24T	173	177	294	94
สถานีดับเพลิงพระลักษณ์ (สระบุรี)	25T	36	-18	55	0
โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย	21T	119	44	191	17
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 ราชบุรี	26T	96	16	130	2
โครงการชลประทานนครสวรรค์*	41T	122	67	193	18
ภาคตะวันออก					
สนามกีฬาเทศบาลแหลมฉบัง (ชลบุรี)	32T	72	-9	155	1
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านเขาหิน (ชลบุรี)	33T	84	2	141	7
ศูนย์สุขภาพเยาวชน (ชลบุรี)*	33T	-	-	-	-
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 (ชลบุรี)*	34T	26	-18	78	0

ตารางที่ 4-5 (ต่อ) สรุปผลการตรวจวัดฝุ่นละออง (PM_{10}) ใน 29 จังหวัด ปี พ.ศ. 2557 แยกตามภูมิภาคประเทศไทย

สถานีตรวจวัด	รหัส	ฝุ่นละออง PM_{10}			
		P95	จำนวนวันเกินค่ามาตรฐาน[1] (P95)	ค่าสูงสุด	จำนวนวันเกินค่ามาตรฐาน[2] (A1)
ภาคตะวันออก					
องค์การบริหารส่วนตำบลตาสิทธิ์ (ระยอง)*	28T	-	-	-	-
สำนักงานสาธารณสุขอำเภอปลวกแดง (ระยอง)	28T	-	-	-	-
ชุมสายโทรศัพท์ (ระยอง)*	30T	-	-	-	-
สำนักงานเกษตรจังหวัดระยอง	30T	64	-18	79	0
ศูนย์ราชการจังหวัดระยอง	74T	79	-2	117	0
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลมาบตาพุด (ระยอง)	29T	113	20	171	14
ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง	31T	98	8	129	5
ภาคตะวันออก					
องค์การบริหารส่วนตำบลวังเย็น (ฉะเชิงเทรา)*	60T	53	-18	76	0
องค์การบริหารส่วนตำบลทุ่งสะเดา (ฉะเชิงเทรา)	60T	-	-	-	-
โรงเรียนอนุบาลศรีอรัญโญทัย (สระแก้ว)	71T	106	26	159	11
ตะวันออกเฉียงเหนือ					
ส่วนอุทกวิทยา สำนักงานทรัพยากรน้ำภาคที่ 4 ขอนแก่น	46T	123	53	171	19
สถานีสูบน้ำเสีย เทศบาลนคร (นครราชสีมา)*	47T	96	20	145	5
สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเลย	72T	-	-	-	-

หมายเหตุ - : ไม่มีข้อมูลตรวจวัด * : ปิดสถานี

1 : จำนวนวันที่เกินจากค่ามาตรฐานที่มีการยอมให้เกินได้ จำนวน 18 วัน ตามข้อกำหนดการประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95; จำนวนวันที่ติดลบคือจำนวนวันที่สามารถเกินได้ในข้อกำหนด (18 วันใน 1 ปี)

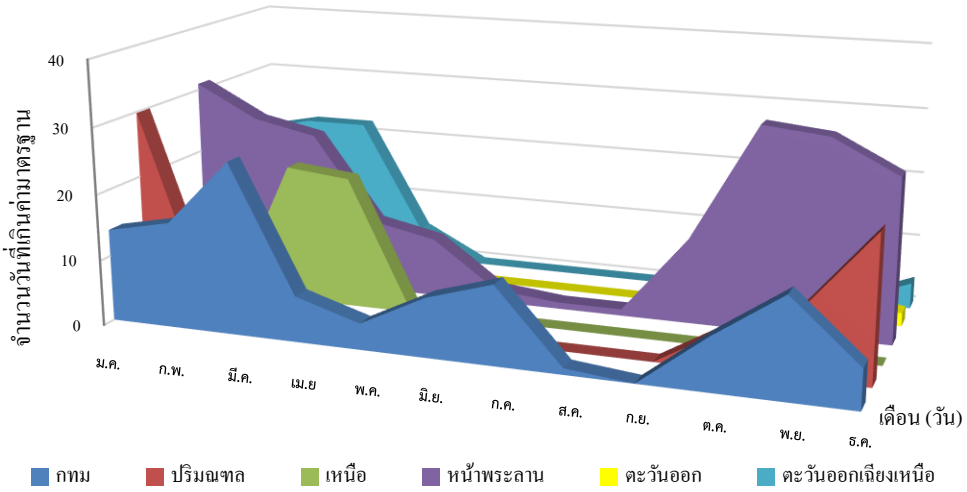
2 : จำนวนวันที่เกินจากค่ามาตรฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน เดิมที่ประเทศไทยประกาศใช้ (120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

4.5.1 ช่วงเวลาที่พบปัญหามลพิษทางอากาศ

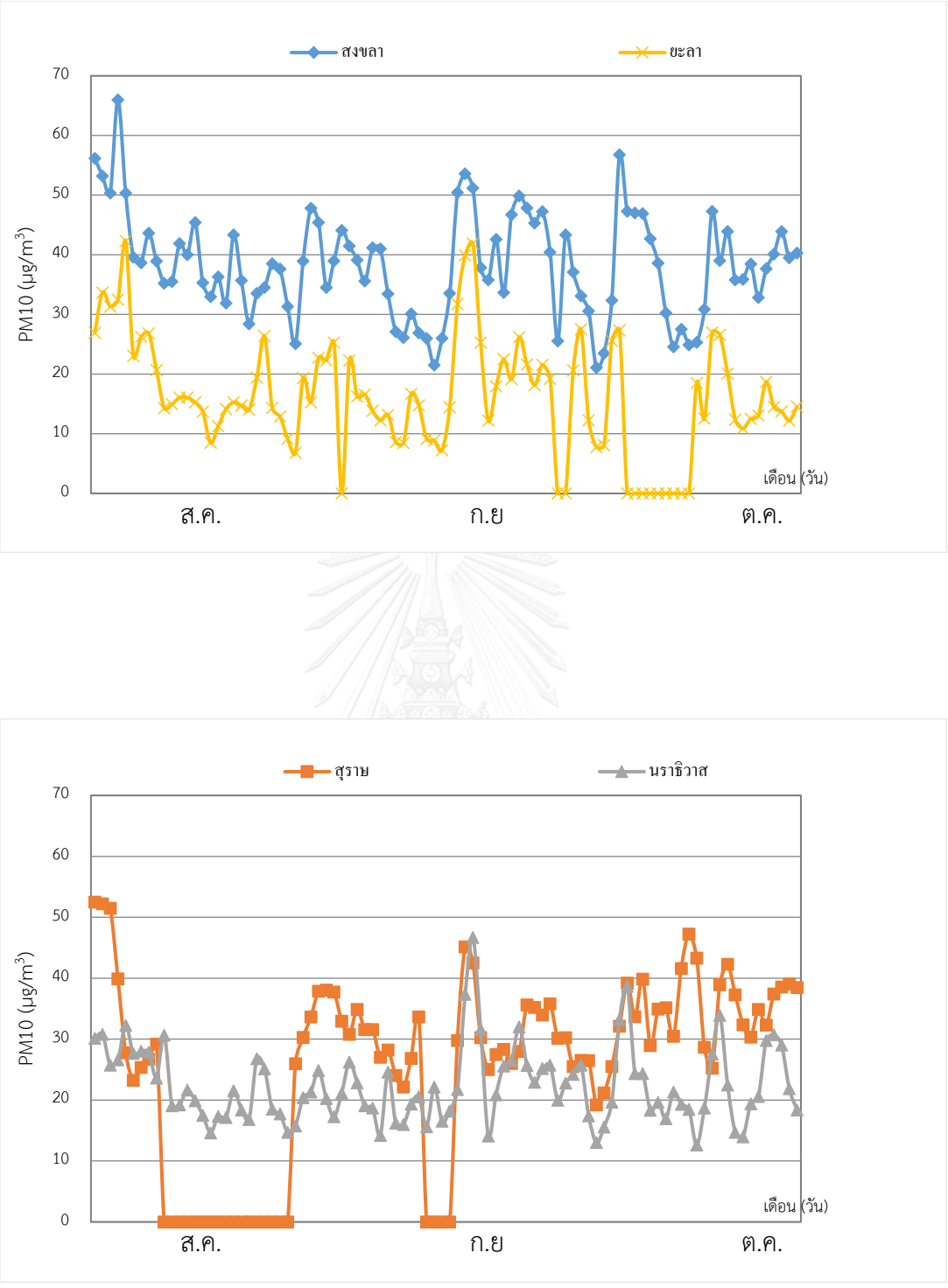
แนวโน้มคุณภาพอากาศจากการประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์

มลภาวะอากาศจะมีปริมาณมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ไม่ว่าจะเป็นแหล่งกำเนิดและสภาพอากาศอันได้แก่ ความเร็วลม ความกดอากาศหรือฤดูกาล จากภาพที่ 4 – 8 ประเทศไทยไม่พบปัญหามลพิษทางอากาศในช่วงฤดูฝน (กลางเดือนพฤษภาคม – กลางเดือนกันยายน) เพราะกระแสลมแรงจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ และได้รับมรสุมจากทะเลจีนใต้ในช่วงปลายฤดูฝนทำให้มวลอากาศเคลื่อนตัวได้ดี ผนวกกับความกดอากาศเอื้อให้อากาศหมุนเวียนไปยังบรรยากาศชั้นสูงได้ ทำให้มลพิษทางอากาศเจือจางออกไปจากแหล่งกำเนิด

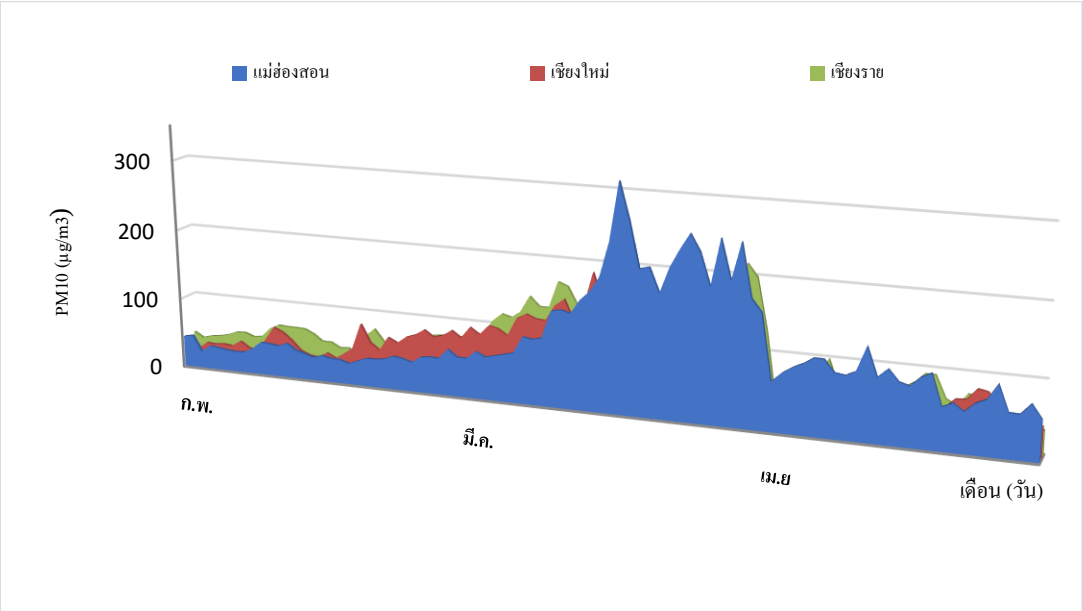
สำหรับช่วงต้นปี (มกราคม – เมษายน) และปลายปี (ตุลาคม-ธันวาคม) หลายพื้นที่ในประเทศไทยประสบปัญหามลภาวะอากาศ สาเหตุมาจากสภาพอากาศเป็นช่วงคาบเกี่ยวฤดูหนาวและร้อน ที่กระแสลมอ่อนกำลังลง และความกดอากาศที่ผกผัน (Inversion) ในระดับใกล้พื้นดิน ทำให้มลพิษทางอากาศถูกกักอยู่ในพื้นที่ (ภาพที่ 4–8 และ ภาพที่ 4-9) ยกเว้นภาคเหนือประสบปัญหามลพิษทางอากาศเพียงช่วงต้นปี (มีนาคม-เมษายน) (ภาพที่ 4-10) เนื่องจากมีการเผาในที่โล่งจำนวนมาก ช่วงเดือนมกราคม – เมษายน (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่1, 2557)

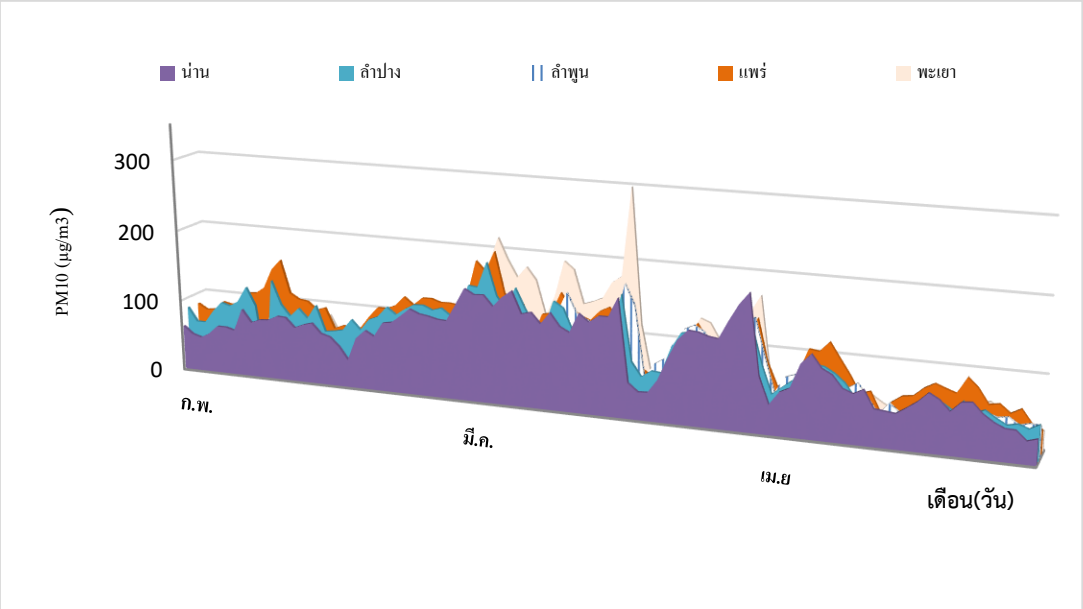


ภาพที่ 4- 8 จำนวนวันที่ฝุ่นละออง (24 ชั่วโมง) เกินค่ามาตรฐานแยกรายเดือน ปีพ.ศ.2557 เปรียบเทียบพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ภาคเหนือ ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



ภาพที่ 4-9 ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง PM_{10} ภาคใต้ เดือนสิงหาคม – ตุลาคม ปีพ.ศ. 2557

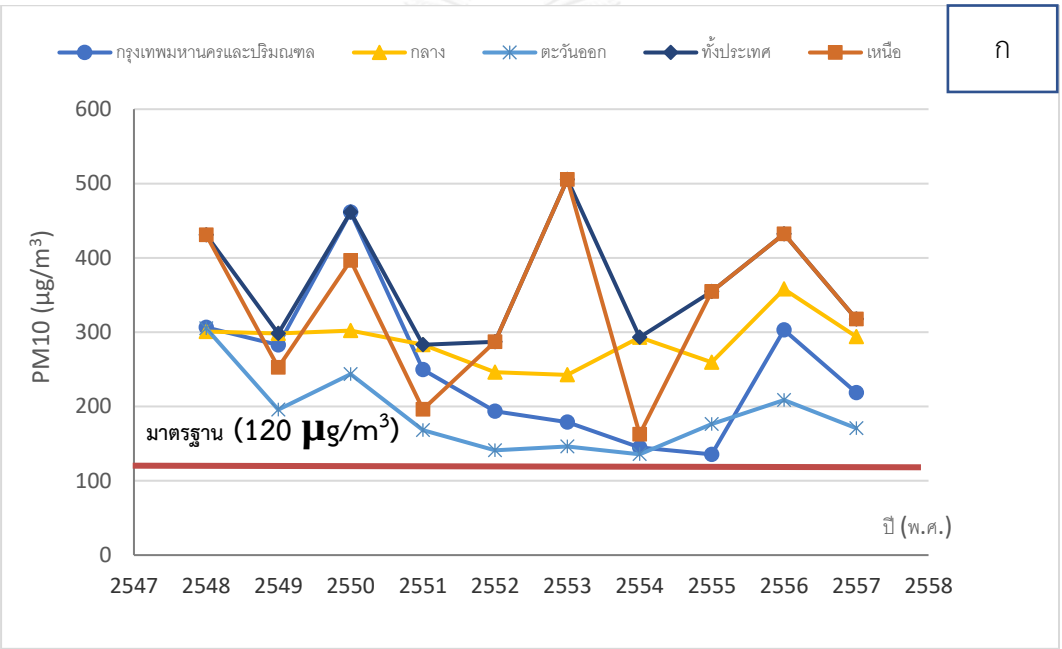




ภาพที่ 4-10 ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง PM_{10} ภาคเหนือ เดือน กุมภาพันธ์ – เมษายน ปีพ.ศ. 2557

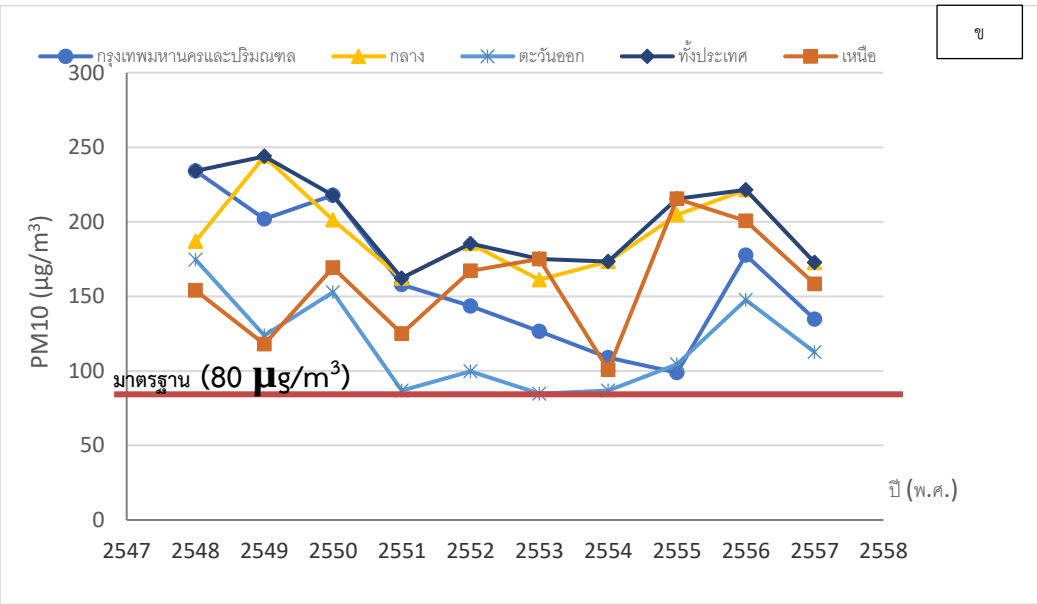
4.5.2 ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10})

พบปริมาณฝุ่นละอองสูงกว่ามาตรฐาน 22 จังหวัด จาก 29 จังหวัดที่มีการตรวจวัดในปี 2557 ค่าเฉลี่ยรายปี เฉลี่ยทั่วประเทศ 95 มคก./ลบ.ม. ลดลงจากปี 2556 (99 มคก./ลบ.ม.) ร้อยละ 4 (ภาพที่ 4-11(ข)) ค่าสูงสุดของค่าเฉลี่ยที่ตรวจวัดได้ ณ ตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี 95 มคก./ลบ.ม. (ค่ามาตรฐาน 50 มคก./ลบ.ม.) (ภาพที่4 – 11(ค)) ค่า P95 PM_{10} -24 ชั่วโมงตรวจวัดได้อยู่ในช่วง 27 – 173 มคก./ลบ.ม. (ค่ามาตรฐาน 80 มคก./ลบ.ม.) ค่า P95 สูงสุดจากทุกสถานีทั่วประเทศอยู่ที่ 173 มคก./ลบ.ม. ลดลงจากปี 2556 ร้อยละ 21 และมีแนวโน้มจะลดลงอีกในปี 2558 (ภาพที่ 4-11 (ข)) ซึ่งถ้าใช้การประเมินด้วยค่าสูงสุด (ภาพที่ 4-11 (ก)) คาดคะเนแนวโน้มของมลภาวะอากาศในปีถัดไปได้ยากเนื่องจากมีความแปรปรวนในกลุ่มข้อมูล



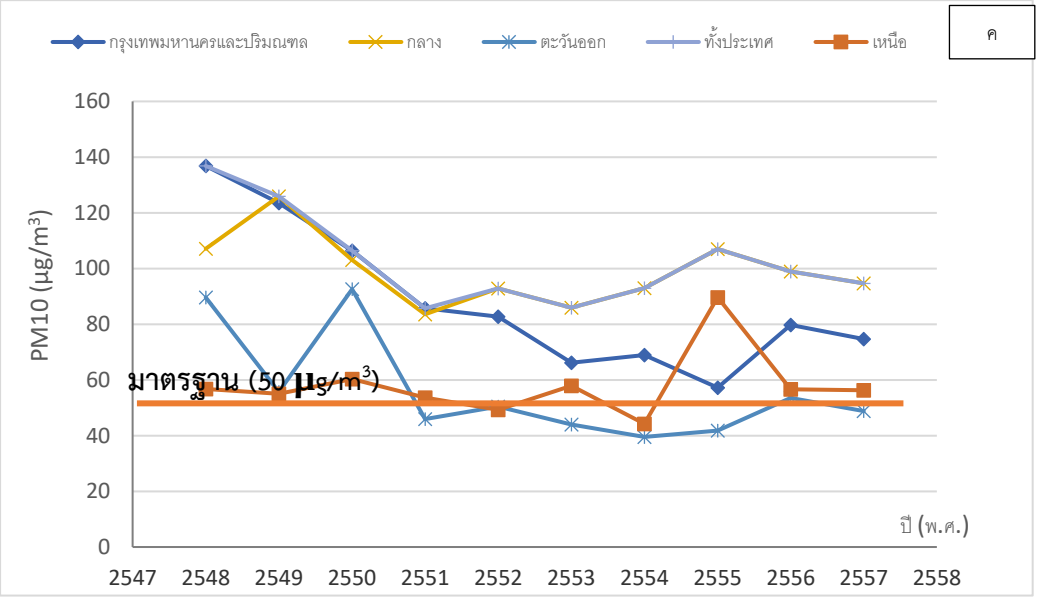
ภาพที่ 4-11 PM_{10} 24 ชั่วโมง (พ.ศ.2548-พ.ศ.2557) แยกรายพื้นที่ และทั่วประเทศ

(ก) PM_{10} 24 ชั่วโมง สูงสุดรายปี



ภาพที่ 4-11 (ต่อ) PM_{10} 24 ชั่วโมง (พ.ศ.2548-พ.ศ.2557) แยกรายพื้นที่ และทั่วประเทศ

(ข) ค่าสูงสุด PM_{10} (24 ชั่วโมง) เปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ของทุกสถานี



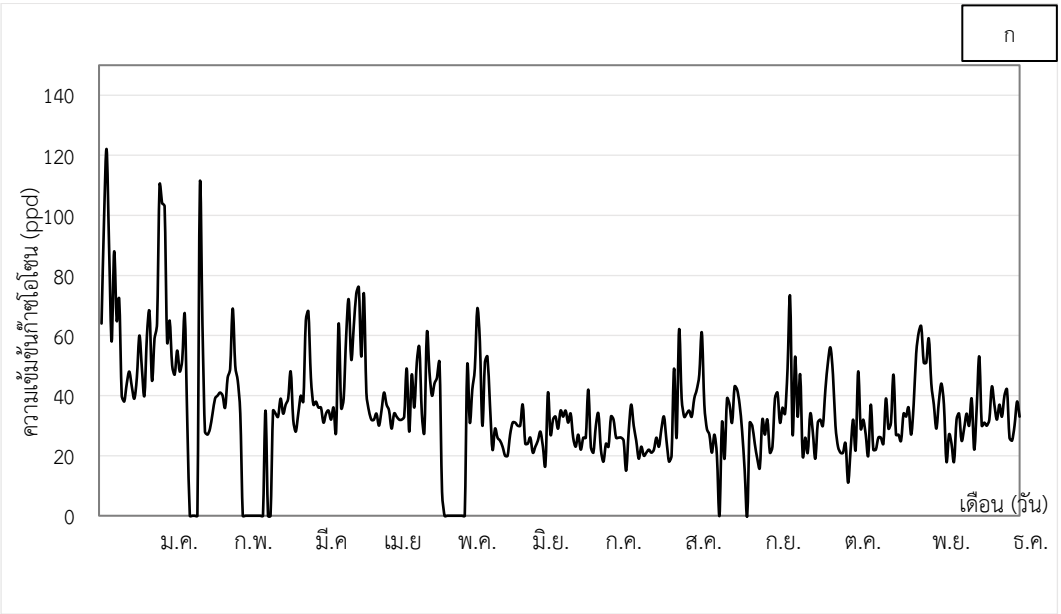
ภาพที่ 4-11 (ต่อ) PM_{10} 24 ชั่วโมง (พ.ศ.2548-พ.ศ.2557) แยกรายพื้นที่ และทั่วประเทศ

(ค) ค่าสูงสุดของค่าเฉลี่ย PM_{10} 24 ชั่วโมง 1 ปี ของทุกสถานี

4.6 ผลการตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูล ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง

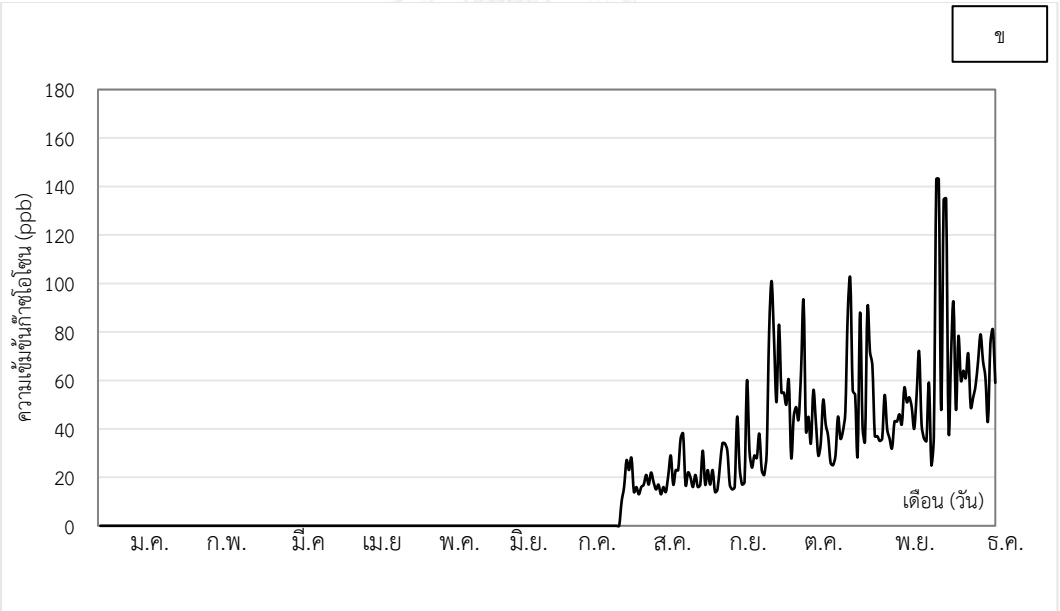
การตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลการตรวจวัดโดยทำการสร้างกราฟช่วงเวลา (Times series) ดังภาพที่ 4-12 เพื่อดูข้อมูลการตรวจวัดหรือจำนวนวันใน 1 ปีของก๊าซโอโซนมีครบผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือประกอบด้วยข้อมูลอย่างน้อยร้อยละ 75 ของข้อมูลทั้งหมด หรือ ขาดได้ไม่เกิน 92 วันใน 1 ปี (U.S.EPA, 2010) จากภาพที่ 4-12 (ก) (ค) และ(ง) มีข้อมูลการตรวจวัดผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ดังนั้นข้อมูลในสถานีดังกล่าวในปี พ.ศ. 2548 และพ.ศ. 2557 สามารถนำมาประเมินทางสถิติต่อไปได้ แต่กราฟในภาพที่ 4-12(ข) สถานีการเคหะชุมชนบางพลี (พ.ศ.2548) ข้อมูลที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด มีจำนวนวันที่ไม่มีข้อมูลการตรวจวัดประมาณ 7 เดือน ดังนั้นข้อมูลสถานีการเคหะชุมชนบางพลี (พ.ศ. 2548) จึงไม่ถูกนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ ดังตารางที่ 4-6 สรุปความครบถ้วนของข้อมูล โดยใช้สัญลักษณ์ในการบ่งบอกว่าสถานีตรวจวัดใดที่มีข้อมูลผ่านหรือไม่ผ่านเกณฑ์ จากนั้นนำข้อมูลที่ผ่านเกณฑ์ประเมินทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบแนวโน้มของการประเมินด้วยวิธีต่างๆ และเพื่อหารูปแบบมาตรฐานที่เหมาะสม จากการประเมินการกระจาย (Scatter Diagram) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient: R) ต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



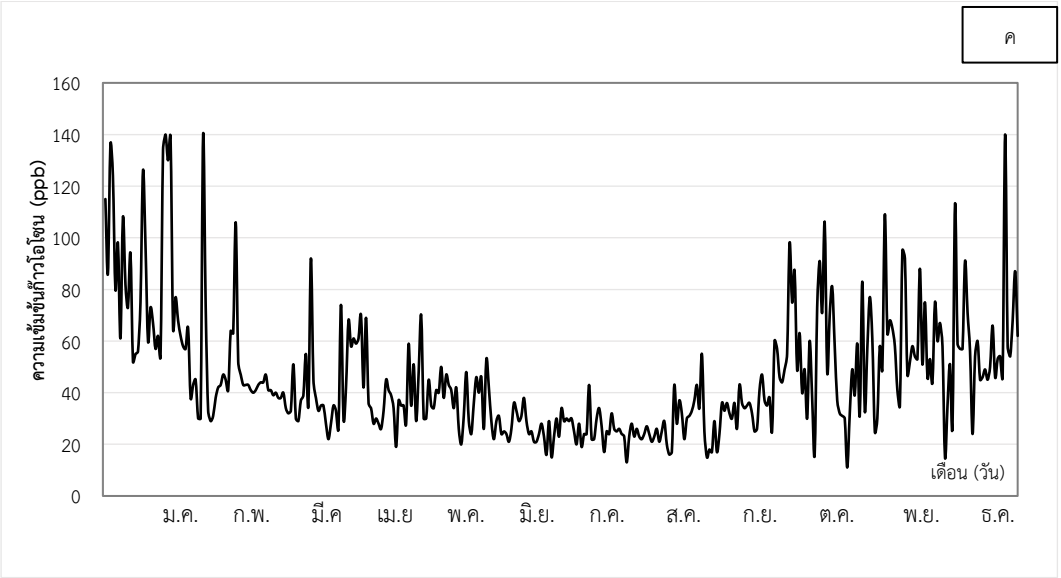
ภาพที่ 4-12 ความเข้มข้นก๊าซโอโซน (1 ชั่วโมง) ในระยะเวลา 1 ปี

(ก) สถานีโรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ (สิงหราชพิทยาคม) พ.ศ.2548



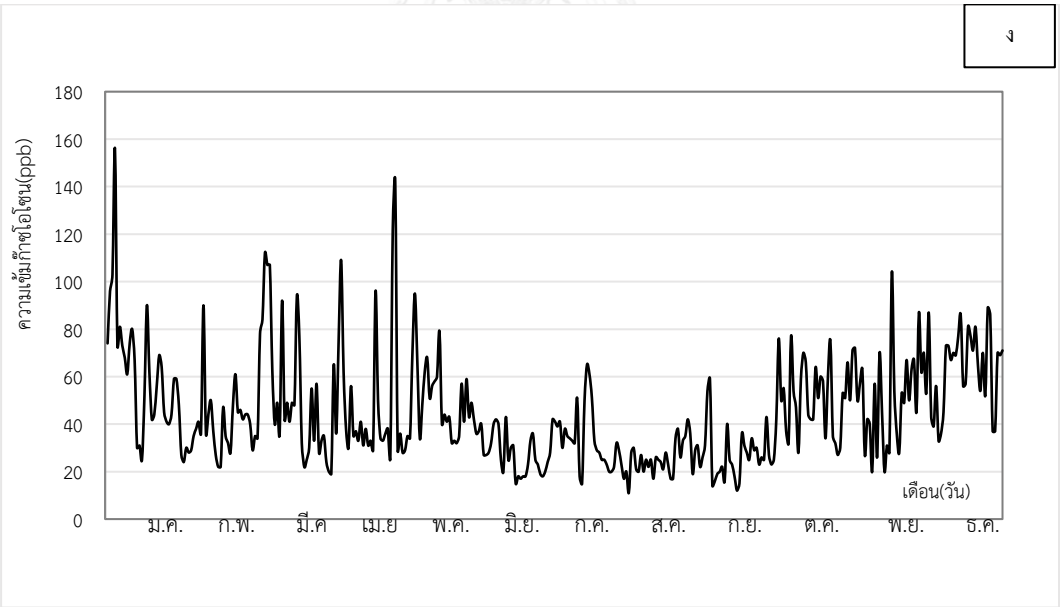
ภาพที่ 4-12 (ต่อ) ความเข้มข้นก๊าซโอโซน (1 ชั่วโมง) ในระยะเวลา 1 ปี

(ข) สถานีการเคหะชุมชนบางพลี พ.ศ.2548



ภาพที่ 4-12 (ต่อ) ความเข้มข้นก๊าซโอโซน (1 ชั่วโมง) ในระยะเวลา 1 ปี

(ค) สถานีที่ทำการไปรษณีย์ราษฎร์บูรณะ พ.ศ.2557



ภาพที่ 4-12 (ต่อ) ความเข้มข้นก๊าซโอโซน (1 ชั่วโมง) ในระยะเวลา 1 ปี

(ง) สถานีโรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย พ.ศ.2557

ตารางที่ 4-6 ความครบถ้วนของข้อมูล ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง (พ.ศ.2548-พ.ศ.2557) จำนวน 67 สถานีตรวจวัด

ความครบถ้วนของข้อมูล ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง (พ.ศ.2548-2557) จำนวน 67 สถานีตรวจวัด											
สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
กรุงเทพมหานคร											
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	02T	X	X	X	X	√	√	X	X	√	√
หมวดการทางบางขุนเทียนที่ 2	14T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
กรมอุตุนิยมวิทยา	05T	√	√	√	√	√	√	X	√	√	√
การเคหะชุมชนคลองจั่น	10T	√	√	√	√	√	√	X	X	X	√
การเคหะชุมชนห้วยขวาง	11T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
โรงเรียนนนทรีวิทยา	12T	√	√	√	√	√	√	X	X	√	√
การไฟฟ้าย่อยธนบุรี (ริมถนนอินทรพิทักษ์)	52T	√	√	√	√	√	√	X	X	√	√
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย (ริมถนนลาดพร้าว)*	53T	√	√	√	√	√	√	√	X	√	√
การเคหะชุมชนดินแดง	54T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
กรมประชาสัมพันธ์	59T	X	X	X	√	√	√	X	√	√	√
โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)	61T	X	√	√	√	√	√	X	X	√	X
ที่ทำการไปรษณีย์ราษฎร์บูรณะ*	03T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม	07T	√	√	√	√	√	X	X	X	X	X
โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ (สิงหราชพิทยาคม)	15T	√	√	√	√	√	√	X	X	√	√
กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ*	48T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
กรมการขนส่งทางบก*	49T	X	X	X	X	√	X	X	X	X	X
วงเวียน 22 นาฬิกา*	51T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ปริมณฑล											
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	13T	X	√	√	√	√	X	√	√	X	√

ตารางที่ 4-6 (ต่อ) ความครบถ้วนของข้อมูล ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง (พ.ศ.2548-พ.ศ.2557) จำนวน 67 สถานีตรวจวัด

ความครบถ้วนของข้อมูล ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง (ตั้งแต่ ปี พ.ศ.2548-2557) จำนวน 67 สถานีตรวจวัด											
สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ปริมณฑล											
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	22T	√	√	√	√	√	√	√	X	√	√
ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพคนพิการและทุพพลภาพ	08T	X	X	X	X	√	√	√	√	√	X
โรงไฟฟ้าพระนครใต้	16T	X	X	X	X	√	√	√	√	√	√
บ้านพักกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่	17T	X	X	X	X	X	X	√	√	√	√
ศาลากลางจังหวัดสมุทรปราการ	18T	X	X	X	X	√	√	√	√	√	√
การเคหะชุมชนบางพลี	19T	X	√	√	√	√	√	X	X	√	√
องค์การบริหารส่วนจังหวัดสมุทรสาคร	27T	√	√	√	√	√	√	√	√	X	X
แขวงการทางสมุทรสาคร	14T	√	√	√	√	√	√	√	X	√	√
โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย	27T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	√
ปทุมธานี	20T	√	√	√	√	√	√	X	X	√	√
ภาคเหนือ											
ศาลากลางจังหวัดเชียงใหม่	35T	√	√	X	√	√	√	√	√	√	√
โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย	36T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	X
สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเชียงราย	65T	X	X	X	X	√	√	√	√	√	√
สำนักงานสาธาณสุขอำเภอแม่สาย	73T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
สำนักงานเทศบาลเมืองน่าน	67T	X	X	X	X	X	√	√	√	√	√
โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ	75T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง	37T	X	X	X	X	X	X	X	X	√	√
ศาลหลักเมืองลำปาง*	37T	√	√	√	√	√	√	√	X	X	X
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านสบป้าด	38T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

ตารางที่ 4-6 (ต่อ) ความครบถ้วนของข้อมูล ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง (พ.ศ.2548-พ.ศ.2557) จำนวน 67 สถานีตรวจวัด

ความครบถ้วนของข้อมูล ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง (ตั้งแต่ ปี พ.ศ.2548-2557) จำนวน 67 สถานีตรวจวัด											
สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคเหนือ											
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านท่าสี	39T	√	√	√	√	X	X	√	√	√	X
การประปาส่วนภูมิภาคแม่เมาะ	40T	√	√	√	√	√	√	√	√	X	√
สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดแม่ฮ่องสอน	66T	X	X	X	X	√	√	√	√	√	√
สนามกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดลำพูน	68T	X	X	X	X	X	√	√	X	√	√
สถานีอุตุนิยมวิทยาแพร่	69T	X	X	X	X	X	X	√	X	√	√
อุทยานการเรียนรู้กว๊านพะเยา	70T	X	X	X	X	X	X	√	√	√	√
ภาคใต้											
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 14 (สุราษฎร์ธานี)*	42T	√	√	√	√	X	√	√	X	√	√
ศูนย์บริการสาธารณสุข 1 กองการแพทย์ เทศบาลนครภูเก็ต	43T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	X
ศาลากลางจังหวัดนราธิวาส	62T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
สนามโรงพิธีช้างเผือก (ยะลา)	63T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
เทศบาลนครหาดใหญ่ (สงขลา)	64T	√	√	√	√	√	X	√	√	√	√
ภาคกลาง											
สถานีตำรวจภูธรหน้าพระลาน (สระบุรี)	24T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
สถานีดับเพลิงพระลักษณ์ (สระบุรี)	25T	√	√	√	√	X	√	√	√	√	√
โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย (อยุธยา)	21T	√	√	√	√	√	√	X	X	√	√
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 ราชบุรี	26T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	X
โครงการชลประทานนครสวรรค์*	41T	√	√	√	√	√	√	√	X	√	√

ตารางที่ 4-6 (ต่อ) ความครบถ้วนของข้อมูล ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง (พ.ศ.2548-พ.ศ.2557) จำนวน 67 สถานีตรวจวัด

ความครบถ้วนของข้อมูล ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง (ตั้งแต่ ปี พ.ศ.2548-2557) จำนวน 67 สถานีตรวจวัด											
สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคตะวันออก											
สนามกีฬาเทศบาลแหลมฉบัง (ชลบุรี)	32T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านเขาหิน (ชลบุรี)	33T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	√
ศูนย์สุขภาพเยาวชน (ชลบุรี)*	33T	√	√	√	√	X	√	√	√	X	X
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 (ชลบุรี)*	34T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
องค์การบริหารส่วนตำบลตาสิทธิ์(ระยอง)*	28T	√	√	√	√	√	√	√	√	X	X
ชุมสายโทรศัพท์(ระยอง)*	30T	√	√	√	√	√	√	X	X	X	X
สานักงานสาธารณสุขอำเภอปลวกแดงจังหวัดระยอง	28T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลมาบตาพุด (ระยอง)	29T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
สถานีสำนักงานเกษตรจังหวัดระยอง อ.เมือง	30T	√	X	X	X	X	X	X	√	√	√
ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง	31T	X	√	√	√	√	√	√	√	√	√
สถานีศูนย์ราชการจังหวัดระยอง อ.เมือง	74T	X	X	X	X	X	X	X	√	√	√
องค์การบริหารส่วนตำบลวังเย็น (ฉะเชิงเทรา)*	60T	√	√	√	√	√	√	√	√	X	X
สำนักงานเทศบาลตำบลทุ่งสะเดา (ฉะเชิงเทรา)	60T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
โรงเรียนอนุบาลศรีอรัญโญทัย (สระแก้ว)	71T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

ตารางที่ 4-6 (ต่อ) ความครบถ้วนของข้อมูล ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง (พ.ศ.2548-พ.ศ.2557) จำนวน 67 สถานีตรวจวัด

ความครบถ้วนของข้อมูล ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง (ตั้งแต่ ปี พ.ศ.2548-2557) จำนวน 67 สถานีตรวจวัด											
สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ											
ส่วนอุทกวิทยา สำนักงานทรัพยากรน้ำภาคที่ 4 ขอนแก่น	46T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	√
สถานีสูบน้ำเสียเทศบาล (นครนครราชสีมา)*	47T	√	√	√	√	X	X	√	√	X	√
สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเลย	72T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียน	76T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
สถานีศาลาประชาคมบ้านบุยายใบ	77T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

หมายเหตุ * : ปิดสถานี

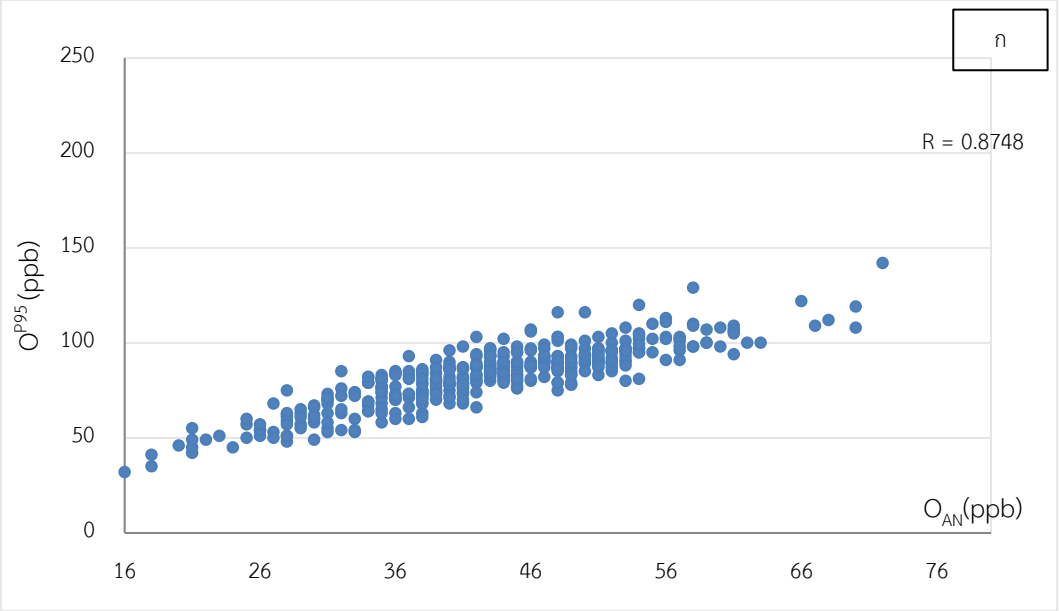
X : ข้อมูลไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (มีข้อมูลน้อยกว่าร้อยละ 75)

√ : มีข้อมูลผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ข้อมูลสามารถนำไปประเมินทางสถิติได้)

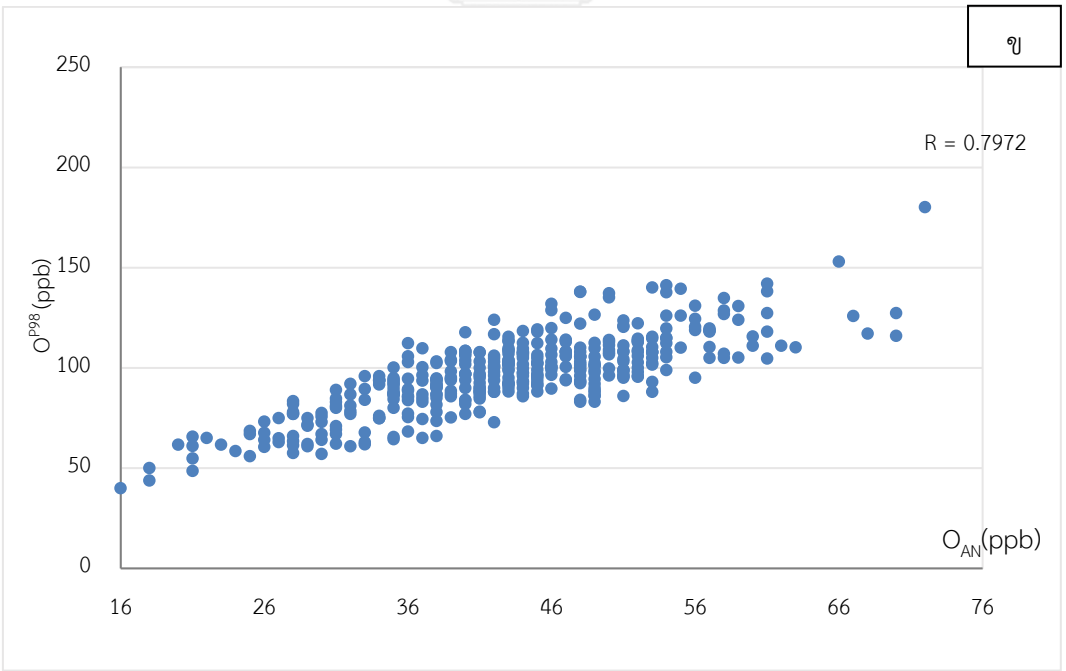
4.7 ผลการวิเคราะห์รูปแบบมาตรฐาน ที่เหมาะสมสำหรับมาตรฐาน ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง

มาตรฐาน ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง ใช้การประเมินทางสถิติรูปแบบเดียวกับการประเมินของฝุ่นละอองคือการประเมินด้วยเปอร์เซ็นไทล์ที่ และมีการเพิ่มเติมในส่วนของรูปแบบมาตรฐานที่สหรัฐอเมริกา (O^{A2}) ประกาศใช้ก่อนที่จะยกเลิกมาตรฐานก๊าซโอโซนไปในปี ค.ศ.1993 การวิเคราะห์รูปแบบมาตรฐานที่เหมาะสม 1ชั่วโมง ก๊าซโอโซน ใช้หลักการเดียวกับฝุ่นละอองคือการประเมินค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากแผนภาพการกระจาย (Scatter Diagram) จากภาพที่ 4-13 (ค) และ(ง) ค่าสูงสุดที่ยอมให้เกินได้ 1 วัน (O^{A2}) และรูปแบบการกระจายของค่าสูงสุด (O^{A1}) กับค่าเฉลี่ยรายปี (O_{AN}) มีการกระจายของข้อมูลอย่างมาก เมื่อเทียบกับภาพที่ 4-13 (ก) และ(ข) หมายความว่า ข้อมูลที่ผ่านการประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 (O^{P95}) และ O^{P98} สามารถลดการกระจัดกระจาย (ความแปรปรวน)ของข้อมูลได้ หรืออนุมานได้ว่า O^{P95} และO^{P98} มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับค่าเฉลี่ยรายปี (O_{AN}) มากกว่าค่าสูงสุดและเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98 (O^{P98}) (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2553, น.340) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพิ่มขึ้นจาก 0.5920 เป็น 0.7972 และ 0.8748 เมื่อค่าสูงสุดถูกแทนที่ด้วย O^{P98} และ O^{P95} ถึงแม้จะใช้รูปแบบ O^{A2} ตามมาตรฐาน U.S.EPA ให้ผลในแนวทางเดียวกับการใช้

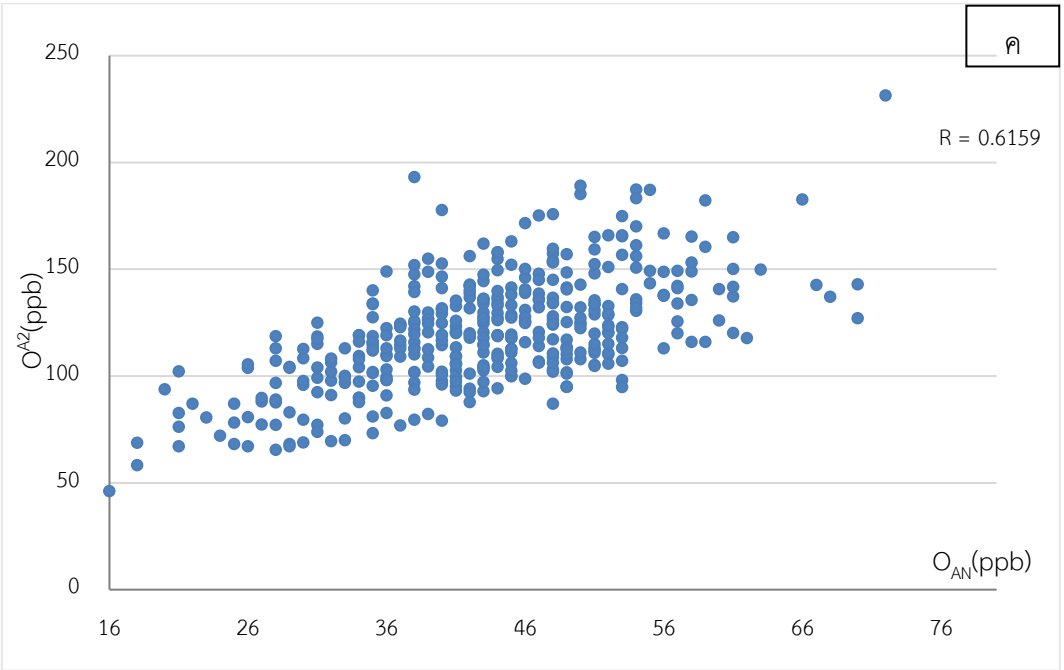
ค่าสูงสุด กล่าวคือการประเมินด้วยค่าสูงสุด (O^{A1}, O^{A2}) มีความแปรปรวน (Fluctuation) สูงมากเมื่อเทียบกับการประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และ 98 ทำให้ไม่สามารถประเมินแนวโน้มของข้อมูลได้



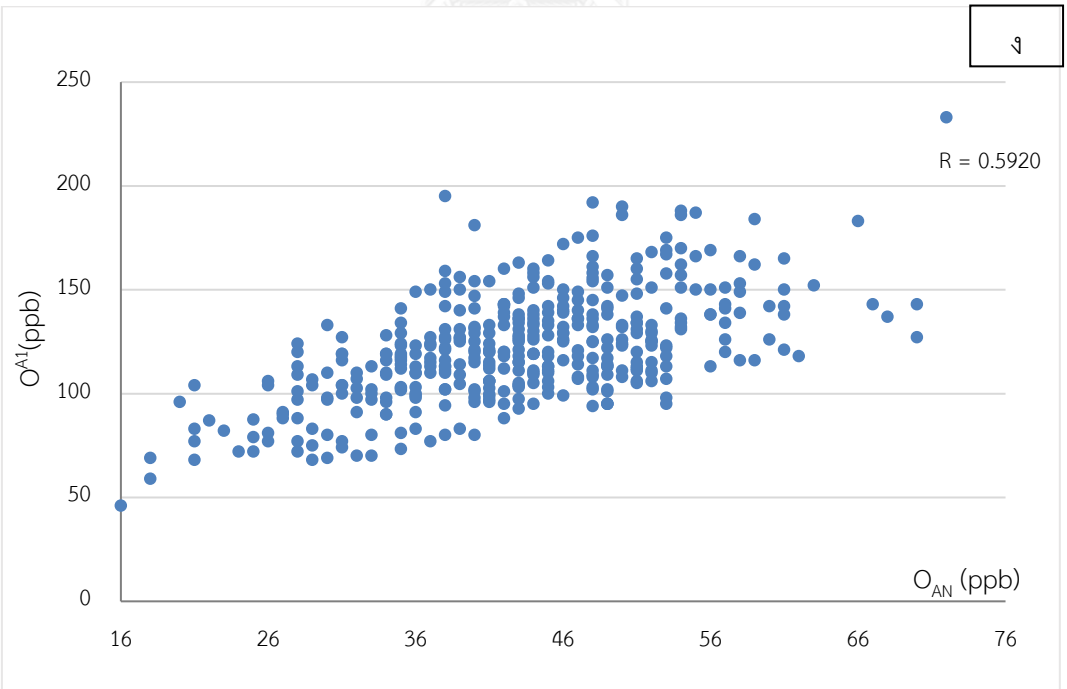
ภาพที่ 4-13 รูปแบบการกระจาย (Scatter Diagram) ค่าความเข้มข้นก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง เชิงสถิติกับค่าเฉลี่ยรายปี (O_{AN}) (ก) เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 (O^{P95})



ภาพที่ 4-13 (ต่อ) รูปแบบการกระจาย (Scatter Diagram) ค่าความเข้มข้นก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง เชิงสถิติกับค่าเฉลี่ยรายปี (O_{AN}) (ข) เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98 (O^{P98}) กับค่าเฉลี่ยรายปี (O_{AN})

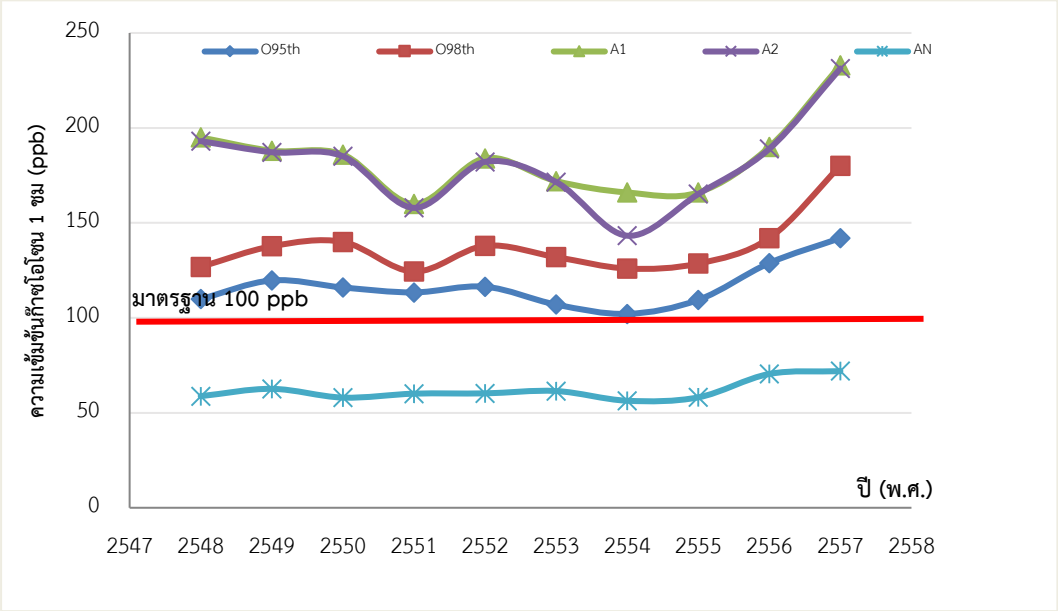


ภาพที่ 4-13 (ต่อ) รูปแบบการกระจาย (Scatter Diagram) ค่าความเข้มข้นก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง กับค่าเฉลี่ยรายปี (O_{AN}) (ค) ค่าสูงสุดที่ยอมให้เกินได้ 1 วัน (O^{A2}) กับ ค่าเฉลี่ยรายปี (O_{AN})

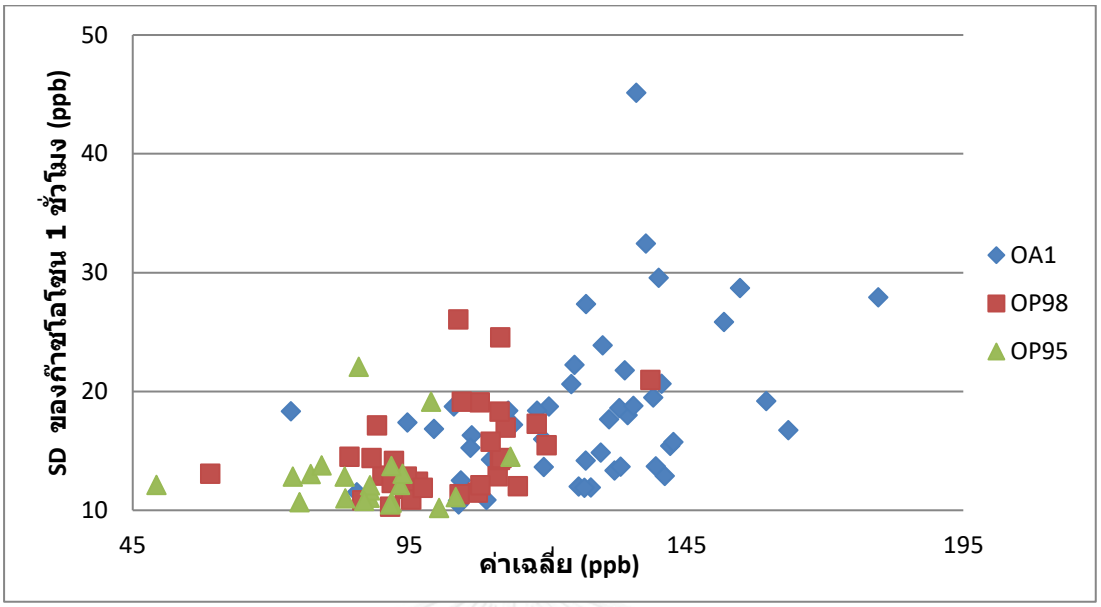


ภาพที่ 4-13 (ต่อ) รูปแบบการกระจาย (Scatter Diagram) ค่าความเข้มข้นก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง เชิงสถิติกับค่าเฉลี่ยรายปี (O_{AN}) (ง) ค่าสูงสุด (O^{A1}) กับ ค่าเฉลี่ยรายปี (O_{AN})

เมื่อทำการเปรียบเทียบการประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และ98 พบว่าเมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพิ่มขึ้นการกระจัดกระจายของข้อมูลน้อยลง (ดังแสดงในภาพที่ 4-13 ก และข) ผลการวิเคราะห์ข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าการประเมินด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 (O^{P95}) สามารถลดความแปรปรวนของข้อมูลได้ และใช้ในการประเมินสถานการณ์คุณภาพอากาศในระยะยาว ได้เหมาะสมกว่าเมื่อเทียบกับการประเมินด้วยมาตรฐานปัจจุบัน (การประเมินด้วยค่าสูงสุด) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.8748 เมื่อนำการประเมินทั้ง O^{P95} และ O^{P98} (ภาพที่ 4-14) เปรียบเทียบการดูแนวโน้มของภาพรวมระยะเวลา 10 ปี (พ.ศ. 2548 – พ.ศ.2557) โดยใช้ข้อมูลจากตารางที่ 4-7 พบว่า O^{P95} และ O^{P98} มีแนวโน้มสอดคล้องกัน คือค่าความเข้มข้นของก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นในปี 2558 จากผลการวิเคราะห์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD) เพื่อดูความแปรปรวนและการกระจายตัวของข้อมูลหลังจากผ่านการประเมินทางสถิติชนิดต่างๆ พบว่าค่า SD ของข้อมูลแต่ละชุดที่ผ่านการประเมินด้วย O^{P95} มีความใกล้เคียงกัน หรือค่าทุกค่าของชุดข้อมูลมีการกระจ่ายตัวห่างจากค่าเฉลี่ยของชุดข้อมูลนั้นๆใกล้เคียงกันส่งผลให้ค่า SD ของชุดข้อมูลในแต่ละปีมีความใกล้เคียงกัน กล่าวคือมีความสม่ำเสมอของข้อมูลมาก (ความแปรปรวนน้อย) (Chock, D. P., 1989) เมื่อเทียบกับ O^{P98} และO^{A1} (ภาพที่ 4-15) ผลการวิเคราะห์สอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ สามารถสรุปได้ว่าการประเมินด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 (O^{P95}) สามารถลดความแปรปรวนที่เกิดจากการประเมินด้วยค่าสูงสุดได้



ภาพที่ 4- 14 ค่าจากการประเมินทางสถิติของ ก๊าซโอโซน (1 ชั่วโมง) รายปี (พ.ศ.2548 – พ.ศ. 2557) เปอร์เซ็นต์ไทล์ (O^{P95}, O^{P98}) ค่าสูงสุด(O^{A1},O^{A2}) และค่าเฉลี่ยรายปี (O_{AN})



ภาพที่ 4- 15เปรียบเทียบส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ย ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง (พ.ศ.2548 – พ.ศ. 2557) ของเปอร์เซ็นต์ไทล์ (O^{P95}, O^{P98}) ค่าสูงสุด (O^{A1})

ตารางที่ 4-7 O_{AN} O^{P95} O^{P98} O^{A1} และ O^{A2} จากการประเมินทางสถิติข้อมูล ก๊าซโอโซน (1 ชั่วโมง) รายปี (พ.ศ 2548 -พ.ศ.2557) และจำนวนสถานีตรวจวัดที่มีข้อมูลผ่านเกณฑ์

ปี (พ.ศ.)	(O_{AN}) (ppb)	(O^{P95}) (ppb)	(O^{P98}) (ppb)	(O^{A2}) (ppb)	(O^{A1}) (ppb)	จำนวนสถานีตรวจวัดที่มีข้อมูลผ่านเกณฑ์ (สถานีทั้งหมด 67 สถานี)
2548	59	110	127	193	195	37
2549	63	120	138	187	188	40
2550	58	116	140	185	186	39
2551	60	113	124	158	160	41
2552	60	116	138	182	184	43
2553	61	107	132	172	172	44
2554	56	102	126	143	166	39
2555	58	109	129	165	166	35
2556	70	129	142	189	190	44
2557	72	142	180	231	233	45

หมายเหตุ

O_{AN} : ค่าเฉลี่ยรายปี

O^{P95} : ค่าสูงสุดเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95

O^{P98} : ค่าสูงสุดเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98

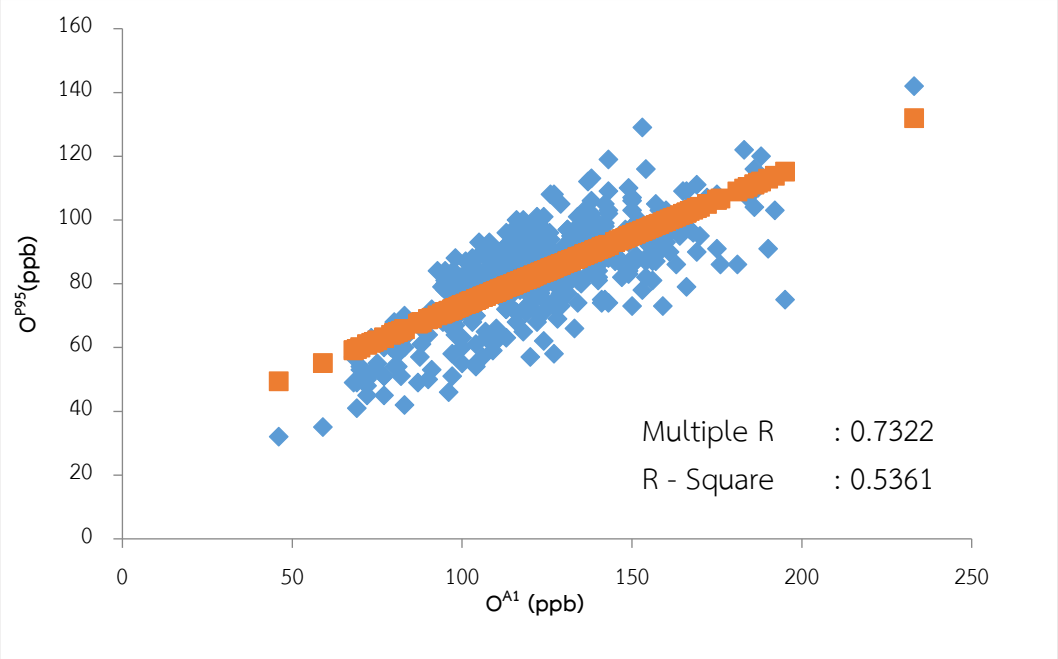
O^{A2} : ค่าสูงสุดที่ยอมให้เกินได้ 1 ครั้งใน 1 ปี

O^{A1} : ค่าสูงสุด

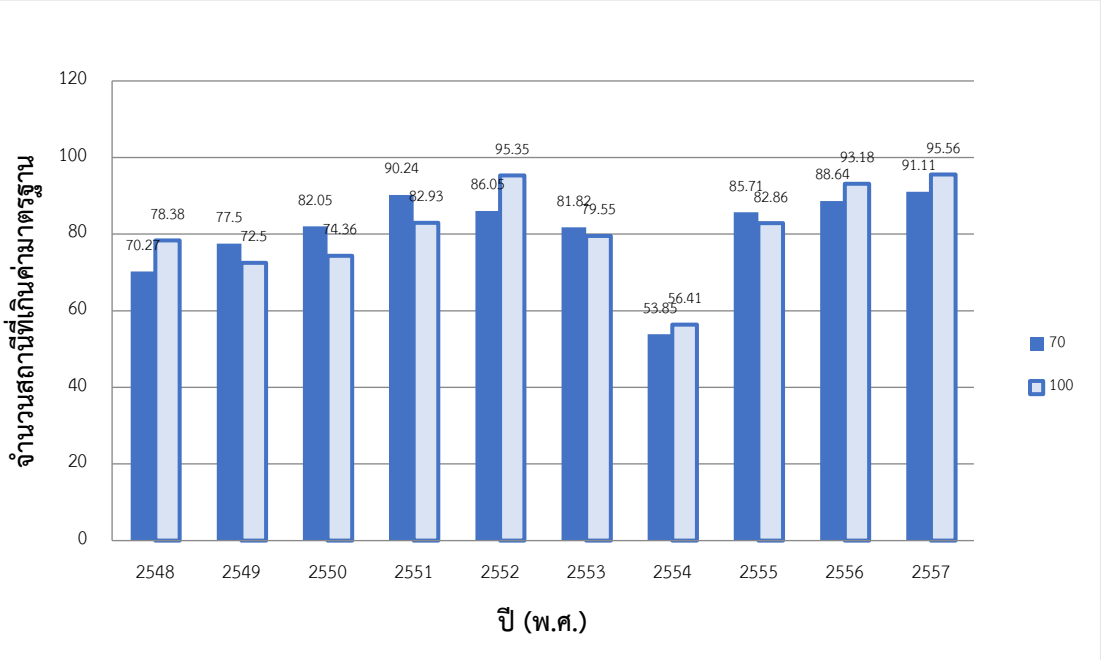
4.8 ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของ 1 ชั่วโมง ก๊าซโอโซน ที่เหมาะสมกับการประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์

เพื่อให้ค่ามาตรฐานมีความสอดคล้องกับรูปแบบการประเมินทางสถิติ O^{P95}และยังคงความเข้มงวดเทียบเท่ามาตรฐานปัจจุบัน ด้วยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear regression) เพื่อดูความสัมพันธ์ ระหว่างO^{P95}และ O^{A1}(ค่ามาตรฐานปัจจุบัน) ของทุกสถานีเป็นเวลา 10 ปี ร่วมกับการเปรียบเทียบจำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐานปัจจุบัน (ค่าสูงสุดไม่เกิน 100 ส่วนในพันล้านส่วน) กับค่ามาตรฐานจากรูปแบบใหม่ (ตลอดระยะเวลา 10 ปี) มีจำนวนสถานีที่มีผลการตรวจวัดเกินค่ามาตรฐานใกล้เคียงกัน ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (ภาพที่ 4-16) พบว่าค่าสูงสุดมีความสัมพันธ์กับการประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ O^{P98} ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.7322 หมายความทั้งสองตัวแปรมีความสัมพันธ์ต่อกันมาก (มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกัน) อีกทั้งตัวแปรทั้งสองยัง สามารถอธิบายความผันแปรของกันได้ หรืออาจกล่าวได้ว่าค่าสูงสุด (ตัวแปร X) สามารถใช้อธิบายความแปรปรวนของ O^{P95} (ตัวแปร Y) ได้ (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2553, น.344-345) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร) ที่ 0.5361

จากผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากร (Significance of correlation test) ด้วย ANOVA พบว่าค่า P – value เท่ากับ 0.000 ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) และยอมรับสมมุติฐานรอง (H_1) คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการวิเคราะห์สมการถดถอยมีความความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจริง (มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกัน) (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2553, น.344-345 และ Chock, D. P., 1989) ดังนั้นจึงสามารถใช้สมการที่ได้จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Y = 0.441+29.441 จากภาพที่ 4-16) โดยตัวแปร X แทนค่ามาตรฐานปัจจุบัน (100 ส่วนในพันล้านส่วน) และตัวแปร Y คือค่ามาตรฐานจากการประเมิน O^{P95} ที่ได้จากสมการถดถอยเชิงเส้น สามารถหาค่ามาตรฐานที่เหมาะสมกับรูปแบบการประเมิน O^{P95} ได้ ซึ่งค่ามาตรฐานที่ได้จากสมการถดถอยเชิงเส้น เท่ากับ 73 ส่วนในพันล้านส่วน แต่เมื่อพิจารณาผลดังกล่าวร่วมกับ ร้อยละจำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐาน (ตารางที่4-8) พบว่าค่ามาตรฐานใหม่ควรอยู่ที่ 70 ส่วนในพันล้านส่วน จึงจะมีความเข้มงวดใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานปัจจุบัน (100 ส่วนในพันล้านส่วน) กล่าวคือจำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐานใหม่โดยเฉลี่ย 10 ปี (ตารางที่ 4-8) และในแต่ละปี (ภาพที่ 4-17) ต้องมีความใกล้เคียงกันจากตารางที่ 4-9 แสดงร้อยละจำนวนสถานีที่มีการตรวจวัดเกินค่ามาตรฐานปัจจุบัน และค่ามาตรฐานที่เหมาะสมกับรูปแบบ O^{P95} เป็นสัดส่วนที่ระหว่างจำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐาน และจำนวนสถานีที่มีข้อมูลการตรวจวัด (ตารางที่ 4-8) อยู่ที่ 80.72 และ 81.11 ตามลำดับ สามารถสรุปได้ว่า ค่ามาตรฐานที่เหมาะสมกับการประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ O^{P95} ที่คงความเข้มงวดเทียบเท่ามาตรฐานปัจจุบันควรมีค่าเท่ากับ 70 ส่วนในพันล้านส่วน



ภาพที่ 4-16 ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น 1 ชั่วโมง ก๊าซโอโซน ระหว่างค่าสูงสุด (O^{A1}) และเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 (O^{P95})



ภาพที่ 4-17 เปรียบเทียบร้อยละจำนวนสถานีเกินค่ามาตรฐานก๊าซโอโซน (1 ชั่วโมง) O^{P95} (70 ppb) และค่ามาตรฐานปัจจุบัน (O^{A1}:100 ppb)

ตารางที่ 4-8 เปรียบเทียบจำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐานก๊าซโอโซน (1 ชั่วโมง) (ค่ามาตรฐาน O^{P95}กับมาตรฐานปัจจุบัน)

ค่ามาตรฐาน (ppb)	จำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐาน										จำนวนสถานีเกินมาตรฐานรวม 10 ปี
	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	
65	28	32	34	37	38	37	27	32	41	43	349
70 มาตรฐานO^{P95}	26	31	32	37	37	36	21	30	39	41	330
73	25	28	29	34	36	33	20	29	39	38	311
100 มาตรฐานปัจจุบัน	29	29	29	34	41	35	22	29	41	43	332
จำนวนสถานีที่มีข้อมูล	37	40	39	41	43	44	39	35	44	45	-

ตารางที่ 4-9 ร้อยละจำนวนสถานีที่เกินมาตรฐานก๊าซโอโซน (1 ชั่วโมง) ต่อปีและเฉลี่ย 10 ปี (ค่ามาตรฐานO^{P95} กับมาตรฐานปัจจุบัน)

ค่ามาตรฐาน (ppb)	ร้อยละจำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐาน										จำนวนสถานีเฉลี่ยเกินมาตรฐานรวม 10 ปี
	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	
65	75.68	80.00	87.18	90.24	88.37	84.09	69.23	91.43	93.18	95.56	85.50
70 มาตรฐานO^{P95}	70.27	77.50	82.05	90.24	86.05	81.82	53.85	85.71	88.64	91.11	80.72
73	67.57	70.00	74.36	82.93	83.72	75.00	51.28	82.86	88.64	84.44	76.08
100 มาตรฐานปัจจุบัน	78.38	72.50	74.36	82.93	95.35	79.55	56.41	82.86	93.18	95.56	81.11

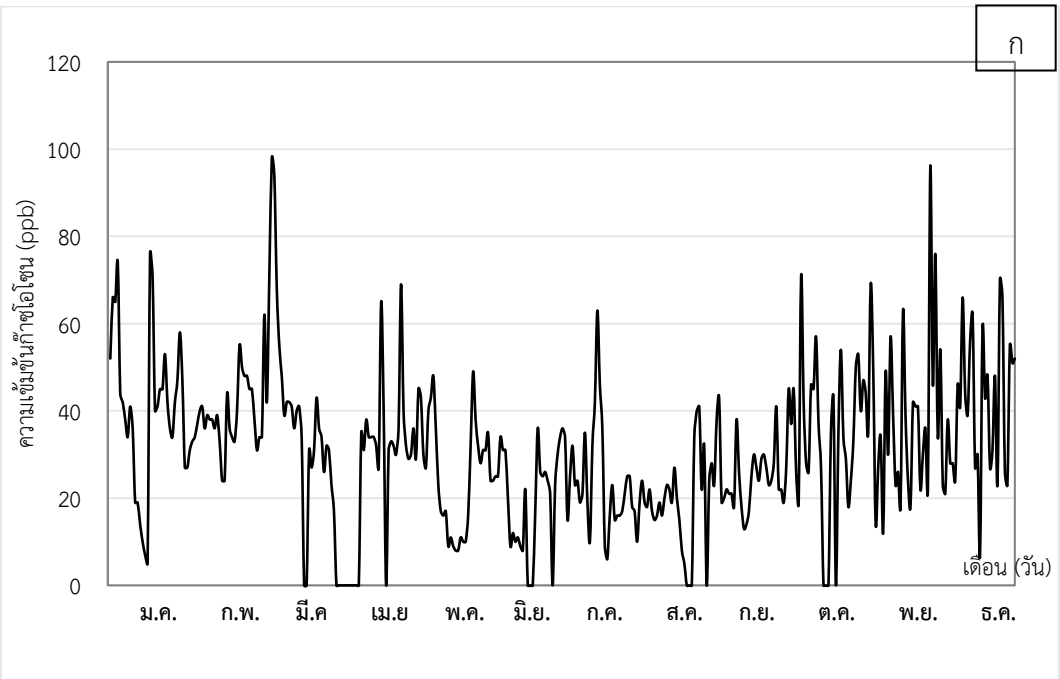
4.9 วิเคราะห์และวิจารณ์ผลการทดลอง ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง

การศึกษาพบว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวแทนรูปแบบมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปของประเทศไทยสำหรับมาตรฐานก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง เพื่อบ่งบอกแนวโน้มสถานการณ์คุณภาพอากาศในระยะยาวได้น่าเชื่อถือกว่ารูปแบบมาตรฐานปัจจุบัน (ค่าสูงสุด) และสามารถคาดการแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระยะยาวได้ดีขึ้น การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์

สหสัมพันธ์ และรูปแบบการกระจาย พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าสูงสุด ค่าสูงสุดที่ยอมให้เกินได้ 1 ครั้งในหนึ่งปี (มาตรฐาน U.S.EPA) เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98 และ 95 กับค่าเฉลี่ยรายปีมีค่าเท่ากับ 0.5920 0.6159 0.7972 และ 0.8748 ตามลำดับ แสดงว่าค่าสูงสุด(O^{A1}, O^{A2}) มีการกระจัดกระจาย (ความแปรปรวน) ของข้อมูลมากกว่าเมื่อเทียบกับการประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ การประเมินด้วย O^{P95} สามารถลดความแปรปรวนของข้อมูลด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ 0.8748 การประเมินสถานการณ์คุณภาพอากาศด้วยค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 (O^{P95}) จึงเหมาะสมในการกำหนดมาตรการจัดการคุณภาพอากาศและแผนงานที่ในระยะสั้น ทั้งนี้ค่ามาตรฐานที่เหมาะสม จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น ร่วมกับจำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐานควรอยู่ที่ 70 ส่วนในพันล้านส่วน โดยที่ค่ามาตรฐาน O^{P95} นี้ยังคงความเข้มงวดเทียบเท่ากับค่ามาตรฐานปัจจุบัน

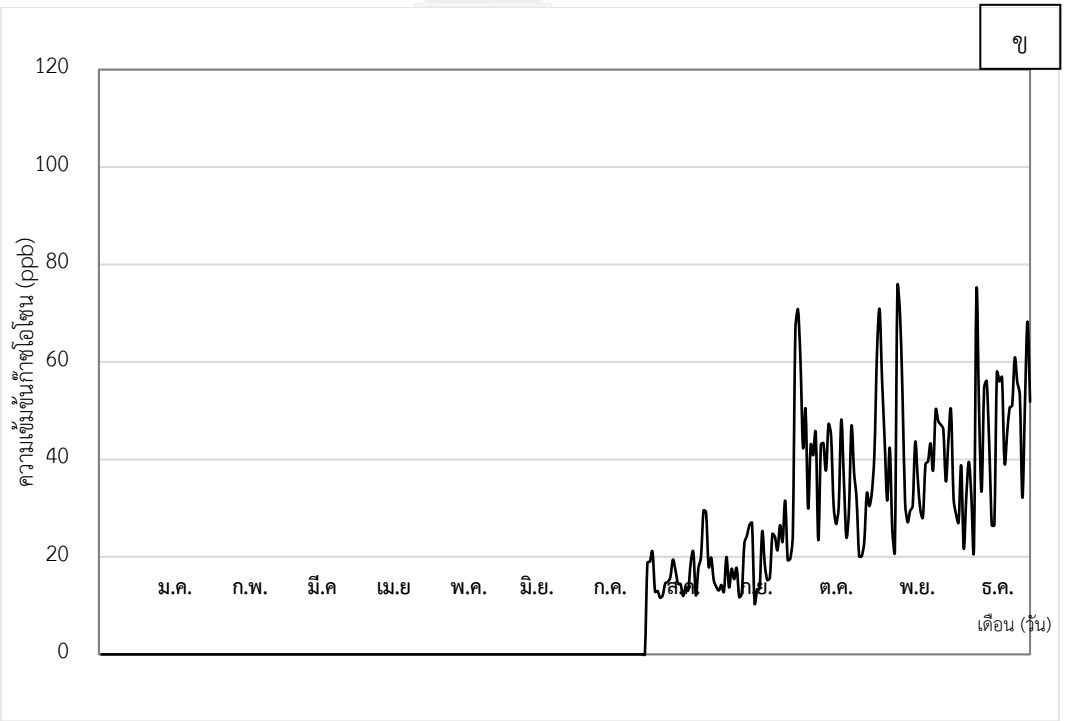
4.10 ผลการตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูล ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง

การตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลการตรวจวัด โดยทำการสร้างกราฟช่วงเวลา (Times series) ดังภาพที่ 4-18 เพื่อดูข้อมูลการตรวจวัดหรือจำนวนวันใน 1 ปีของ 8 ชั่วโมง ก๊าซโอโซนมีครบผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือประกอบด้วยข้อมูลอย่างน้อยร้อยละ 75 ของข้อมูลทั้งหมด หรือขาดได้ไม่เกิน 92 วันใน 1 ปี (U.S.EPA, 2010) จากภาพที่ 4-18(ก) และ(ค) มีข้อมูลการตรวจวัดผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ภาพที่4-18 (ก) ไม่มีข้อมูลการตรวจวัดประมาณ 25 และ10 วันตามลำดับ) ดังนั้นข้อมูลสถานีดังกล่าวในปี พ.ศ. 2548 และพ.ศ. 2557 สามารถนำมาประเมินทางสถิติต่อไปได้ ภาพที่ 4-18(ข) และ(ง) สถานีการเคหะชุมชนบางพลี (พ.ศ.2548) และสถานีโรงเรียนบดินเดชา สิงห์สิงหเสนี (พ.ศ. 2557) ข้อมูลที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด มีจำนวนวันที่ไม่มีข้อมูลการตรวจวัดประมาณ 7 และ 6เดือนตามลำดับ ดังนั้นข้อมูลสถานีการเคหะชุมชนบางพลี (พ.ศ.2548) และสถานีโรงเรียนบดินเดชา สิงห์ สิงหเสนี (พ.ศ. 2557) จึงไม่ถูกนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ สรุปความครบถ้วนของข้อมูล โดยใช้สัญลักษณ์ในการบ่งบอกว่าสถานีตรวจวัดใดมีข้อมูลผ่านหรือไม่ผ่านเกณฑ์ (ตารางที่ 4-10) จากนั้นนำข้อมูลที่ผ่านเกณฑ์ประเมินทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบแนวโน้มของการประเมินด้วยวิธีต่างๆ และรูปแบบมาตรฐานที่เหมาะสม จากการประเมินรูปแบบการกระจาย (Scatter Diagram) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient: R) ต่อไป



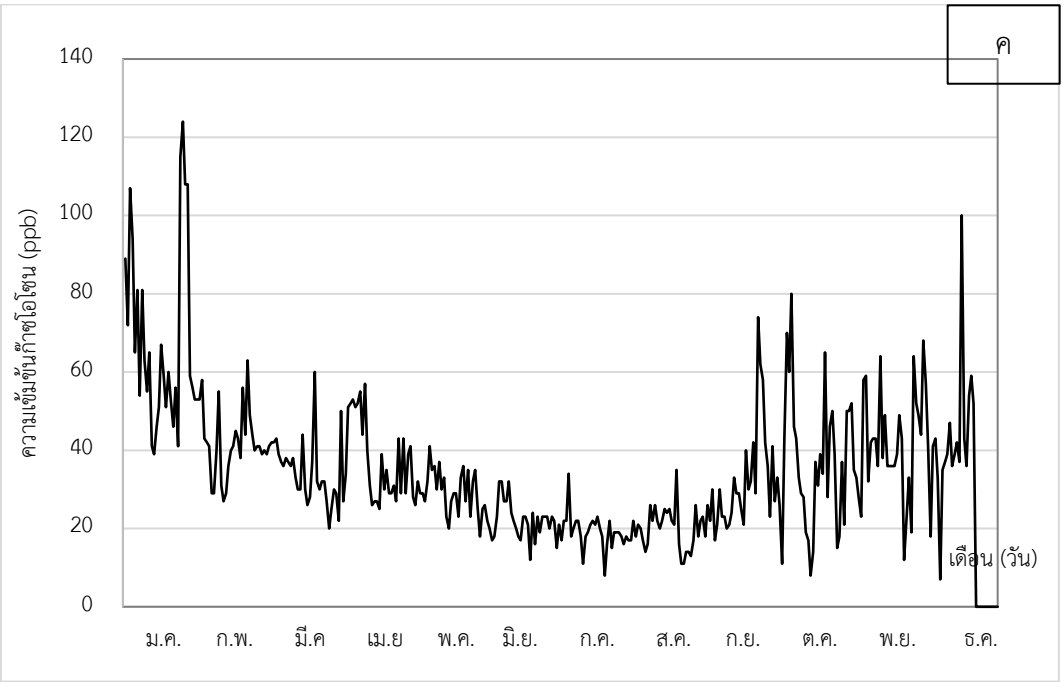
ภาพที่ 4-18 ความเข้มข้นก๊าซโอโซน (8 ชั่วโมง) ในระยะเวลา 1 ปี

(ก) สถานีที่ทำการไปรษณีย์ราษฎร์บูรณะ พ.ศ.2548



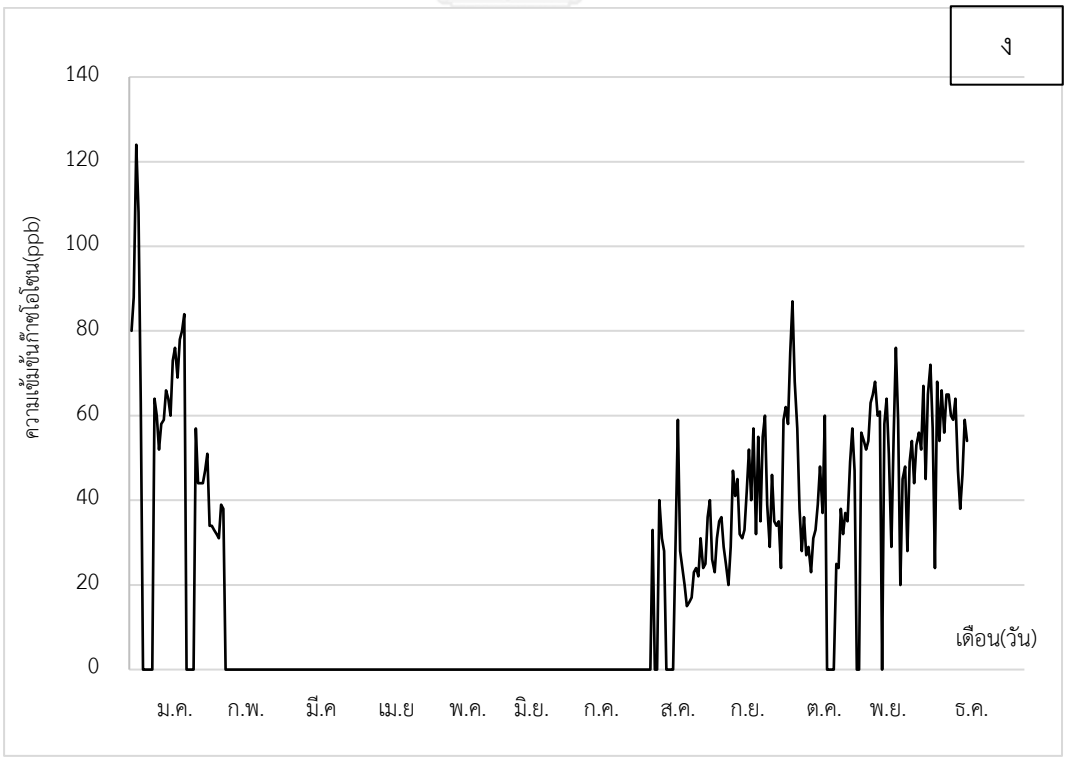
ภาพที่ 4-18 (ต่อ) ความเข้มข้นก๊าซโอโซน (8 ชั่วโมง) ในระยะเวลา 1 ปี

(ข) สถานีการเคหะชุมชนบางพลี พ.ศ.2548



ภาพที่ 4-18 (ต่อ) ความเข้มข้นก๊าซโอโซน (8 ชั่วโมง) ในระยะเวลา 1 ปี

(ค) สถานีโรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย พ.ศ.2557



ภาพที่ 4-18 (ต่อ) ความเข้มข้นก๊าซโอโซน (8 ชั่วโมง) ในระยะเวลา 1 ปี

(ง) สถานีโรงเรียนบดินเดชา สิงห์ สิงหเสนี (พ.ศ. 2557)

ตารางที่ 4-10 ตารางความครบถ้วนของข้อมูล ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง (พ.ศ. 2548-พ.ศ.2557) จำนวน 67 สถานีตรวจวัด

ความครบถ้วนของข้อมูล ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง (ตั้งแต่ ปี พ.ศ.2548-2557) จำนวน 67 สถานีตรวจวัด											
สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
กรุงเทพมหานคร											
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	02T	X	X	X	X	√	√	X	X	√	√
หมวดการทางบางขุนเทียนที่ 2	03T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
กรมอุตุนิยมวิทยา	05T	√	√	√	√	√	√	X	√	√	√
การเคหะชุมชนคลองจั่น	10T	√	√	√	√	√	√	X	X	X	√
การเคหะชุมชนห้วยขวาง	11T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
โรงเรียนนนทรีวิทยา	12T	√	√	√	√	√	√	X	X	√	√
การไฟฟ้าย่อยธนบุรี (ริมถนนอินทรพิทักษ์)	52T	√	√	√	√	√	√	X	X	√	√
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย (ริมถนนลาดพร้าว)*	53T	√	√	√	√	√	√	√	X	√	√
การเคหะชุมชนดินแดง	54T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
กรมประชาสัมพันธ์	59T	X	X	X	√	√	√	X	√	√	√
โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)	61T	X	√	√	√	√	√	X	X	√	X
ที่ทำการไปรษณีย์ราษฎร์บูรณะ*	03T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม	07T	√	√	√	√	√	X	X	X	X	X
โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ (สิงหราชพิทยาคม)	15T	√	√	√	√	√	√	X	X	√	√
กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ*	48T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
กรมการขนส่งทางบก*	49T	X	X	X	X	√	X	X	X	X	X
วงเวียน 22 นาฬิกา*	51T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ปริมณฑล											
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	13T	X	√	√	√	√	X	√	√	X	√

ตารางที่ 4-10 (ต่อ) ตารางความครบถ้วนของข้อมูล ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง (พ.ศ.2548-พ.ศ.2557) จำนวน 67 สถานีตรวจวัด

ความครบถ้วนของข้อมูล ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง (ตั้งแต่ ปี พ.ศ.2548-2557) จำนวน 67 สถานีตรวจวัด											
สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ปริมณฑล											
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	22T	√	√	√	√	√	√	√	X	√	√
ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพคนพิการและทุพพลภาพ	08T	X	X	X	X	√	√	√	√	√	X
โรงไฟฟ้าพระนครใต้	16T	X	X	X	X	√	√	√	√	√	√
บ้านพักกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่	17T	X	X	X	X	X	X	√	√	√	√
ศาลากลางจังหวัดสมุทรปราการ	18T	X	X	X	X	√	√	√	√	√	√
การเคหะชุมชนบางพลี	19T	X	√	√	√	√	√	X	X	√	√
องค์การบริหารส่วนจังหวัดสมุทรสาคร*	27T	√	√	√	√	√	√	√	√	X	X
แขวงการทางสมุทรสาคร	14T	√	√	√	√	√	√	√	X	√	√
โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย	27T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	√
ปทุมธานี	20T	√	√	√	√	√	√	X	X	√	√
ภาคเหนือ											
ศาลากลางจังหวัดเชียงใหม่	35T	√	√	X	√	√	√	√	√	√	√
โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย	36T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	X
สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเชียงราย	65T	X	X	X	X	√	√	√	√	√	√
สำนักงานสาธาณสุขอำเภอแม่สาย	73T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
สำนักงานเทศบาลเมืองน่าน	67T	X	X	X	X	X	√	√	√	√	√
โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ	75T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง	37T	X	X	X	X	X	X	X	X	√	√
ศาลหลักเมืองลำปาง*	37T	√	√	√	√	√	√	√	X	X	X
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านสบป้าด	38T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

ตารางที่ 4-10 (ต่อ) ตารางความครบถ้วนของข้อมูล ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง (พ.ศ.2548-พ.ศ.2557) จำนวน 67 สถานีตรวจวัด

ความครบถ้วนของข้อมูล ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง (ตั้งแต่ ปี พ.ศ.2548-2557) จำนวน 67 สถานีตรวจวัด											
สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคเหนือ											
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านท่าสี	39T	√	√	√	√	X	X	√	√	√	X
การประปาส่วนภูมิภาคแม่เมาะ	40T	√	√	√	√	√	√	√	√	X	√
สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดแม่ฮ่องสอน	66T	X	X	X	X	√	√	√	√	√	√
สนามกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดลำพูน	68T	X	X	X	X	X	√	√	X	√	√
สถานีอุตุนิยมวิทยาแพร่	69T	X	X	X	X	X	X	√	X	√	√
อุทยานการเรียนรู้กว๊านพะเยา	70T	X	X	X	X	X	X	√	√	√	√
ภาคใต้											
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 14 (สุราษฎร์ธานี)*	42T	√	√	√	√	X	√	√	X	√	√
ศูนย์บริการสาธารณสุข 1 กองการแพทย์ เทศบาลนครภูเก็ต	43T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	X
ศาลากลางจังหวัดนราธิวาส	62T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
สนามโรงพิธีช้างเผือก (ยะลา)	63T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
เทศบาลนครหาดใหญ่ (สงขลา)	64T	√	√	√	√	√	X	√	√	√	√
ภาคกลาง											
สถานีตำรวจภูธรหน้าพระลาน (สระบุรี)	24T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
สถานีดับเพลิงพระลักษณ์ (สระบุรี)	25T	√	√	√	√	X	√	√	√	√	√

ตารางที่ 4-10 (ต่อ) ตารางความครบถ้วนของข้อมูล ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง (พ.ศ.2548-พ.ศ.2557) จำนวน 67 สถานีตรวจวัด

ความครบถ้วนของข้อมูล ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง (ตั้งแต่ ปี พ.ศ.2548-2557) จำนวน 67 สถานีตรวจวัด											
สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคกลาง											
โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย (อยุธยา)	21T	√	√	√	√	√	√	X	X	√	√
สำนักงานสิ่งแวดล้อม ภาคที่ 8 ราชบุรี	26T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	X
โครงการชลประทาน นครสวรรค์*	41T	√	√	√	√	√	√	√	X	√	√
ภาคตะวันออก											
สนามกีฬาเทศบาลแหลมฉบัง (ชลบุรี)	32T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านเขาหิน (ชลบุรี)	33T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	√
ศูนย์สุขภาพเยาวชน (ชลบุรี)*	33T	√	√	√	√	X	√	√	√	X	X
สำนักงานสิ่งแวดล้อม ภาคที่ 13 (ชลบุรี)	34T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
องค์การบริหารส่วนตำบลตาสิทธิ์ (ระยอง)*	28T	√	√	√	√	√	√	√	√	X	X
ชุมสายโทรศัพท์(ระยอง)*	30T	√	√	√	√	√	√	X	X	X	X
สานักงานสาธารณสุขอำเภอปลวกแดงจังหวัดระยอง	28T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลมาบตาพุด (ระยอง)	29T	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
สถานีสำนักงานเกษตรจังหวัดระยอง อ.เมือง	30T	√	X	X	X	X	X	X	√	√	√
ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง	31T	X	√	√	√	√	√	√	√	√	√
สถานีศูนย์ราชการจังหวัดระยอง อ.เมือง	74T	X	X	X	X	X	X	X	√	√	√

ตารางที่ 4-10 (ต่อ) ตารางความครบถ้วนของข้อมูล ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง (พ.ศ. 2548-พ.ศ.2557) จำนวน 67 สถานีตรวจวัด

ความครบถ้วนของข้อมูล ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง (ตั้งแต่ ปี พ.ศ.2548-2557) จำนวน 67 สถานีตรวจวัด											
สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคตะวันออก											
องค์การบริหารส่วนตำบลวังเย็น (ฉะเชิงเทรา)*	60T	√	√	√	√	√	√	√	√	X	X
สำนักงานเทศบาลตำบลทุ่งสะเดา (ฉะเชิงเทรา)	60T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
โรงเรียนอนุบาลศรีอรัญโญทัย (สระแก้ว)	71T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ											
ส่วนอุทกวิทยา สำนักงานทรัพยากรน้ำภาคที่ 4 ขอนแก่น	46T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	√
สถานีสูบน้ำเสีย เทศบาล (นครนครราชสีมา)*	47T	√	√	√	√	X	X	√	√	X	√
สำนักงานสาธารณสุขเลย	72T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียน	76T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
สถานีศาลาประชาคมบ้านบุยายใบ	77T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

หมายเหตุ X : ข้อมูลไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (มีข้อมูลน้อยกว่าร้อยละ 75)

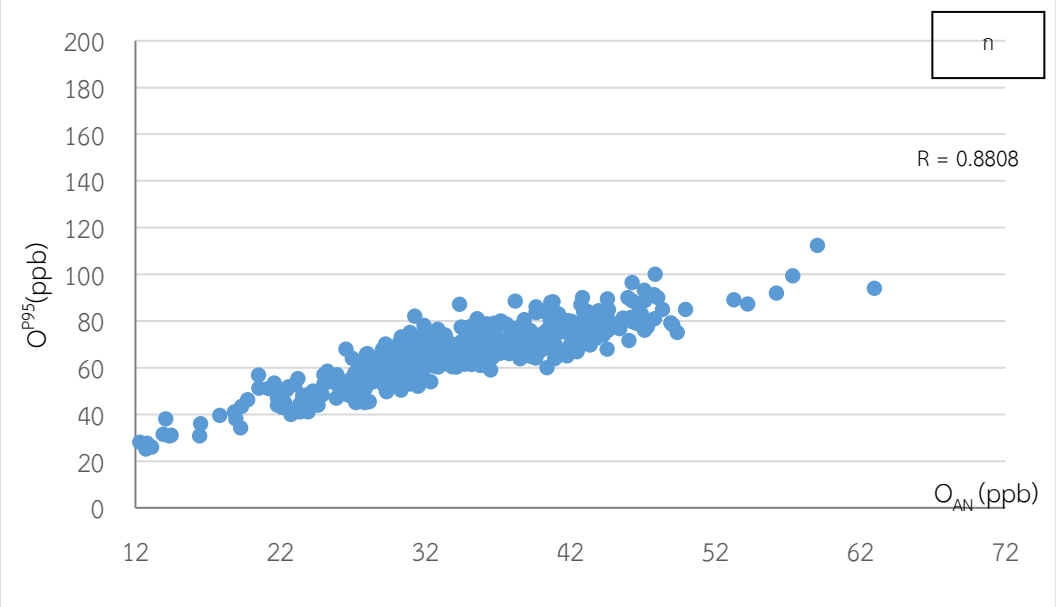
√ : มีข้อมูลผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ข้อมูลสามารถนำไปประเมินทางสถิติได้)

***** : ปิดสถานี

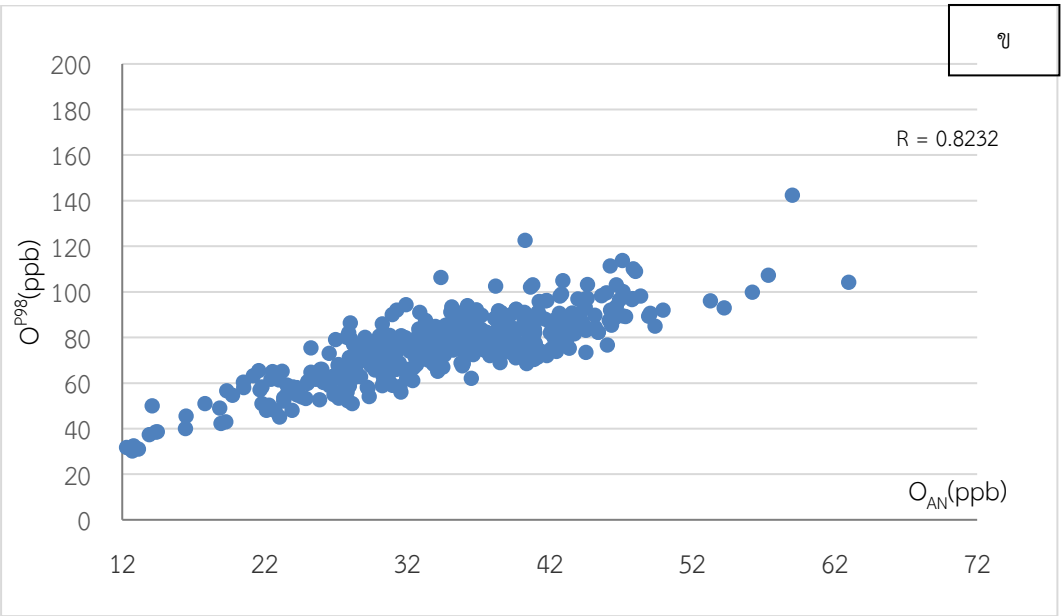
4.11 ผลการวิเคราะห์รูปแบบมาตรฐาน ที่เหมาะสมสำหรับมาตรฐาน 8 ชั่วโมง ก๊าซโอโซน

มาตรฐาน ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง ใช้การประเมินทางสถิติรูปแบบเดียวกับการประเมินของฝุ่นละอองคือการประเมินด้วยเปอร์เซ็นไทล์ การวิเคราะห์รูปแบบมาตรฐานที่เหมาะสม ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง ใช้หลักการเดียวกับฝุ่นละอองคือการประเมินค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากแผนภาพการกระจาย (Scatter Diagram) จากภาพที่ 4-19 (ค) และ(ง) รูปแบบการกระจายของค่าสูงสุดที่ลำดับที่ 4 (O^{A4}) และค่าสูงสุด (O^{A1}) กับค่าเฉลี่ยรายปี (O_{AN}) มีการกระจายของข้อมูลอย่างมาก เมื่อเทียบกับภาพที่ 4-19 (ก) และ(ข) กล่าวคือข้อมูลที่ผ่านการประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 (O^{P95}) และ O^{P98} สามารถลดการกระจัดกระจาย (ความแปรปรวน) ของข้อมูลได้ หรืออนุมานได้ว่า O^{P95} และO^{P98} มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับค่าเฉลี่ยรายปี (O_{AN}) มากกว่าค่าสูงสุด(O^{A4},O^{A1})และเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98

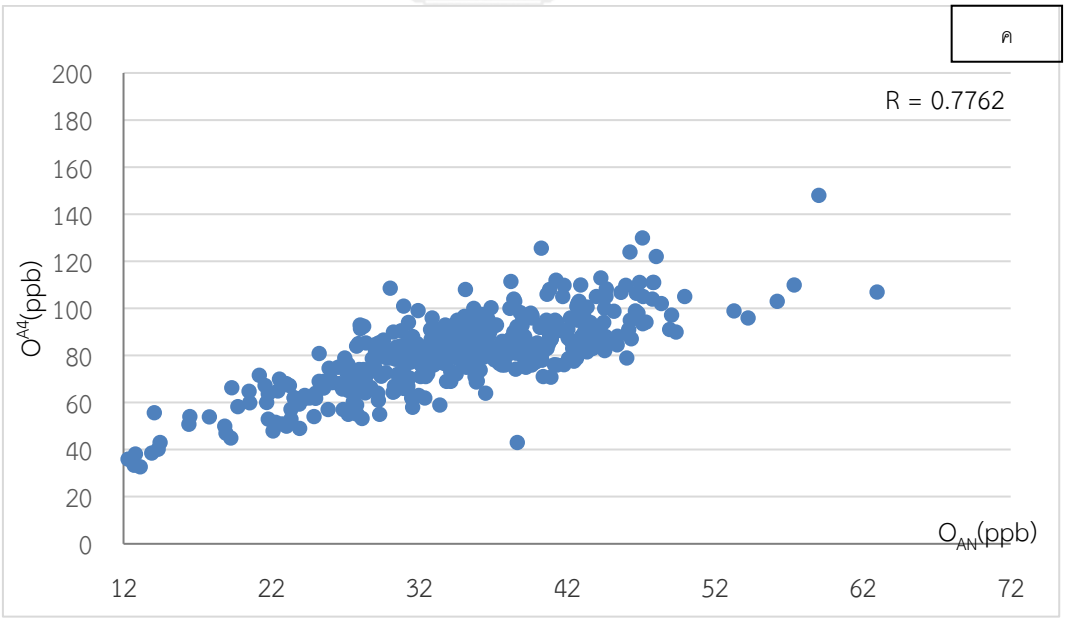
(O^{P98}) (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2553, น.340) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพิ่มขึ้นจาก 0.6391 เป็น 0.8232 และ 0.8808 เมื่อค่าสูงสุดถูกแทนที่ด้วย O^{P98} และ O^{P95} ถึงแม้จะใช้รูปแบบ O^{A4} เพื่อลดความแปรปรวนของข้อมูล ตามมาตรฐาน U.S.EPA ยังมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ต่ำกว่าการประเมินด้วยเปอร์เซนต์ไทล์โดยมีค่าเท่ากับ 0.7762 กล่าวคือการประเมินด้วยค่าสูงสุดทั้งสองประเภท (O^{A1}, O^{A4}) มีความแปรปรวน (Fluctuation) สูงเมื่อเทียบกับการประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และ 98 จึงยังไม่เหมาะสมที่จะใช้ในการประเมินแนวโน้มข้อมูลคุณภาพอากาศ เมื่อทำการเปรียบเทียบการประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และ98 พบว่าเมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพิ่มขึ้นการกระจัดกระจายของข้อมูลน้อยลง (ดังแสดงในภาพที่ 4-19 ก และข) กล่าวคือเมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพิ่มขึ้น ความแปรปรวนของข้อมูลจะลดลง ผลการวิเคราะห์ข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าการประเมินด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 (O^{P95}) สามารถลดความแปรปรวนของข้อมูลได้ และใช้ในการประเมินสถานการณ์คุณภาพอากาศในระยะยาว ได้เหมาะสมกว่าเมื่อเทียบกับการประเมินด้วยมาตรฐานปัจจุบัน (การประเมินด้วยค่าสูงสุด) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.8808



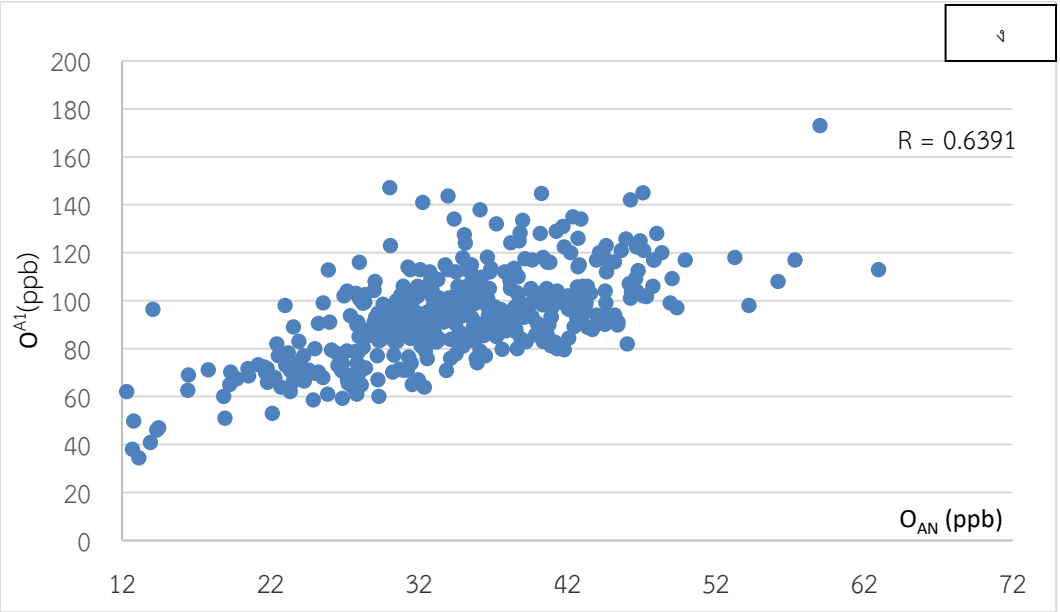
ภาพที่ 4-19 รูปแบบการกระจาย (Scatter Diagram) ค่าความเข้มข้นก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมงเชิงสถิติ กับค่าเฉลี่ยรายปี (O_{AN}) (ก) เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 (O^{P95}) กับ ค่าเฉลี่ยรายปี (O_{AN})



ภาพที่ 4-19 (ต่อ) รูปแบบการกระจาย (Scatter Diagram) ค่าความเข้มข้น ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมงเชิงสถิติ กับค่าเฉลี่ยรายปี (O_{AN}) (ข) เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98 (O^{P98}) กับค่าเฉลี่ยรายปี (O_{AN})

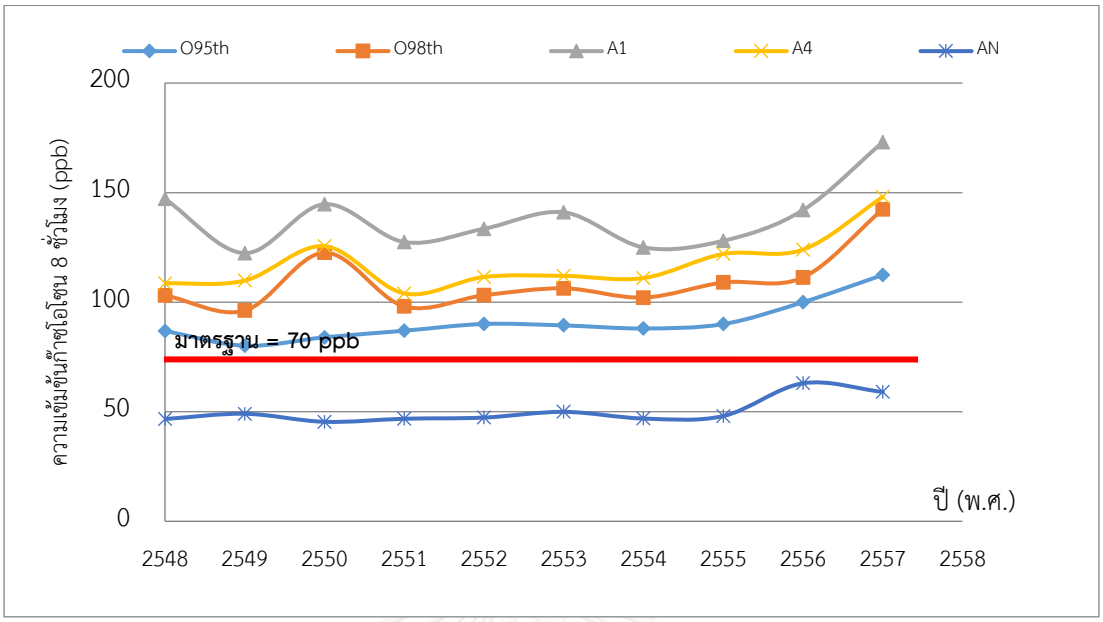


ภาพที่ 4-19 (ต่อ) รูปแบบการกระจาย (Scatter Diagram) ค่าความเข้มข้น ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมงเชิงสถิติ กับค่าเฉลี่ยรายปี (O_{AN}) (ค) ค่าสูงสุดลำดับที่ 4 (O^{A4}) กับค่าเฉลี่ยรายปี (O_{AN})

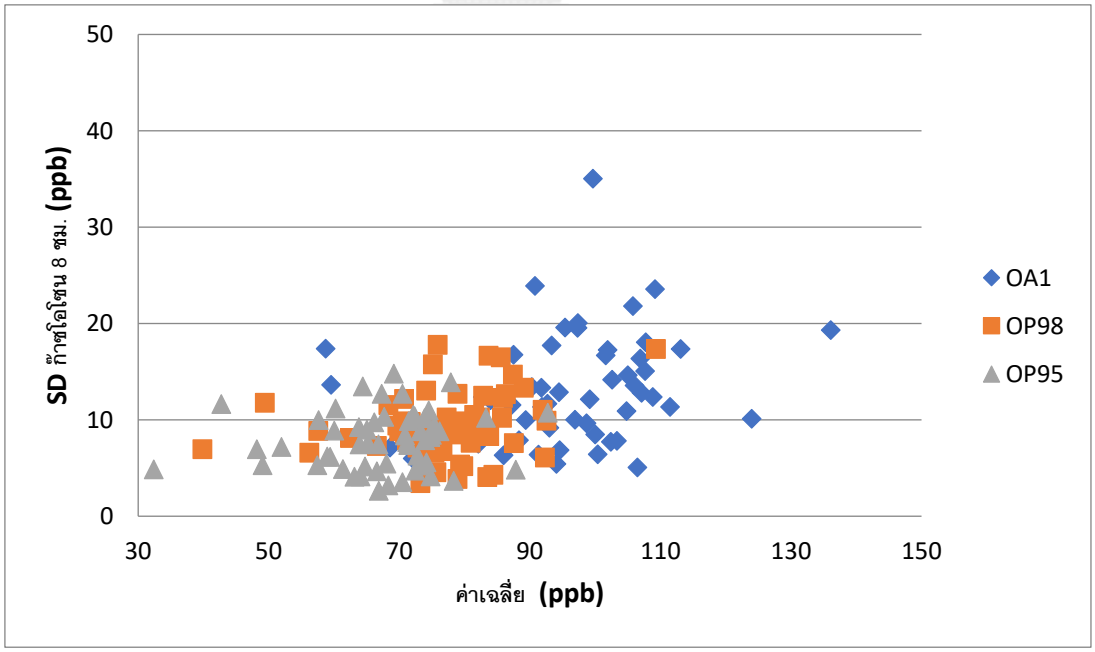


ภาพที่ 4-19 (ต่อ) รูปแบบการกระจาย (Scatter Diagram) ค่าความเข้มข้น ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมงเชิงสถิติ กับค่าเฉลี่ยรายปี (ง) ค่าสูงสุด (O^{A1}) กับ ค่าเฉลี่ยรายปี (O_{AN})

เมื่อนำการประเมินทั้ง O^{P95} และO^{P98} (ภาพที่ 4-20) เพื่อเปรียบเทียบการดูแนวโน้มของภาพรวมระยะเวลา 10 ปี (พ.ศ. 2548 – พ.ศ.2557) โดยใช้ข้อมูลจากตารางที่ 4-11 พบว่า O^{P98} และ O^{P95} มีแนวโน้มสอดคล้องกัน คือค่าความเข้มข้นของก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นในปี 2558 เมื่อพิจารณาจากผลการวิเคราะห์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD) เพื่อดูความแปรปรวนและการกระจายตัวของข้อมูลหลังจากผ่านการประเมินทางสถิติชนิดต่างๆ พบว่าค่า SD ของข้อมูลแต่ละชุดที่ผ่านการประเมินด้วย O^{P95} มีความใกล้เคียงกัน หรือค่าทุกค่าของชุดข้อมูลมีการกระจ่ายตัวห่างจากค่าเฉลี่ยของชุดข้อมูลนั้นๆใกล้เคียงกันส่งผลให้ค่า SD ของชุดข้อมูลในแต่ละปีมีความใกล้เคียงกัน กล่าวคือมีความสม่ำเสมอของข้อมูลมาก (ความแปรปรวนน้อย) (Chock, D. P., 1989) เมื่อเทียบกับ O^{P98} และO^{A1} (ภาพที่ 4-21) ผลการวิเคราะห์สอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ สามารถสรุปได้ว่าการประเมินด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 (O^{P95}) สามารถลดความแปรปรวนที่เกิดจากการประเมินด้วยค่าสูงสุดได้



ภาพที่ 4-20 ค่าจากการประเมินทางสถิติของ ก๊าซโอโซน (8 ชั่วโมง) รายปี (พ.ศ.2548 – พ.ศ. 2557) เปอร์เซ็นต์ไทล์ (O^{P95}, O^{P98}) ค่าสูงสุด(O^{A1}, O^{A4}) และค่าเฉลี่ยรายปี (O_{AN})



ภาพที่ 4- 21เปรียบเทียบส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ย ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง (พ.ศ.2548 – พ.ศ. 2557) ของเปอร์เซ็นต์ไทล์ (O^{P95}, O^{P98}) ค่าสูงสุด (O^{A1})

ตารางที่ 4-11 O_{AN} O^{P95} O^{P98} O^{A1}และ O^{A4} จากการประเมินทางสถิติข้อมูล ก๊าซโอโซน (8 ชั่วโมง) รายปี (พ.ศ 2548 - พ.ศ.2557) และจำนวนสถานีตรวจวัดที่มีข้อมูลผ่านเกณฑ์

ปี (พ.ศ.)	O_{AN} (ppb)	O^{P95} (ppb)	O^{P98} (ppb)	O^{A4} (ppb)	O^{A1} (ppb)	จำนวนสถานีตรวจวัดที่มีข้อมูลผ่านเกณฑ์ (สถานีทั้งหมด 67 สถานี)
2548	47	87	103	109	147	37
2549	49	80	96	110	122	40
2550	45	84	123	126	145	39
2551	47	87	98	104	127	41
2552	47	90	103	112	134	43
2553	50	89	106	112	141	44
2554	47	88	102	111	125	39
2555	48	90	109	122	128	35
2556	63	100	111	124	142	44
2557	59	112	142	148	173	45

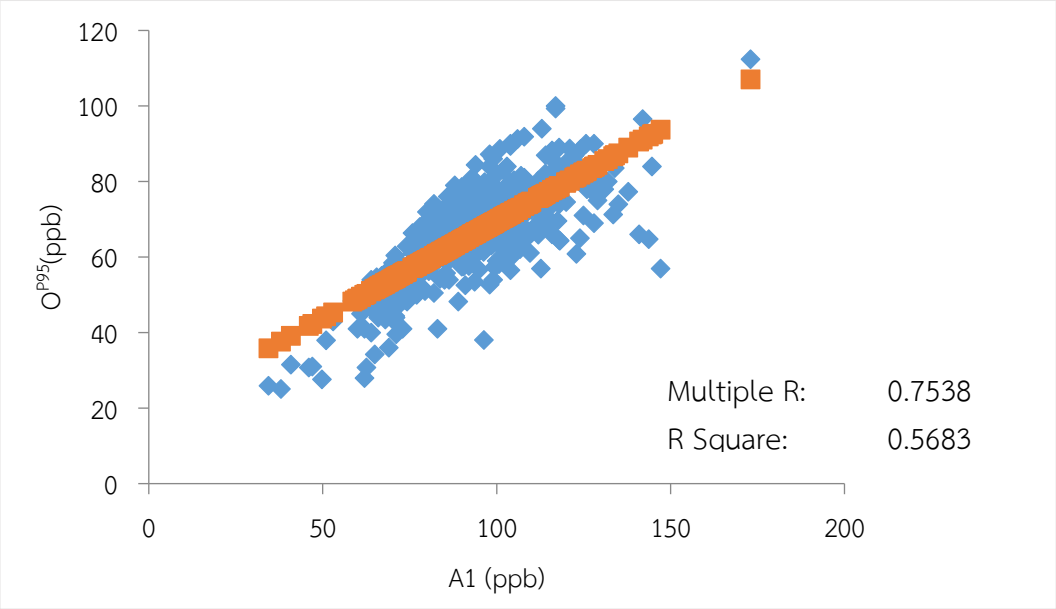
หมายเหตุ O_{AN} : ค่าเฉลี่ยรายปี O^{P95} : ค่าสูงสุดเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95
O^{P98} : ค่าสูงสุดเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98 O^{A4} : ค่าสูงสุดลำดับที่ 4
O^{A1} : ค่าสูงสุด

4.12 ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของ ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง ที่เหมาะสมกับการประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์

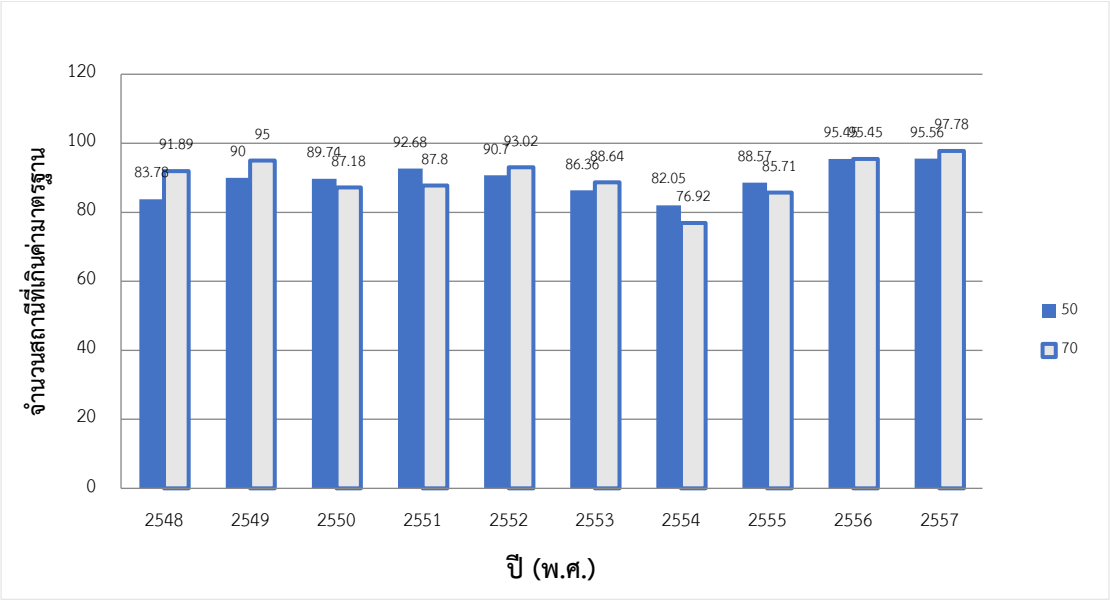
เพื่อให้ค่ามาตรฐานมีความสอดคล้องกับรูปแบบการประเมินทางสถิติ O^{P95}และยังคงความเข้มงวดเทียบเท่ามาตรฐานปัจจุบัน ด้วยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear regression) เพื่อดูความสัมพันธ์ ระหว่างO^{P95}และ O^{A1}(ค่ามาตรฐานปัจจุบัน) ของทุกสถานีเป็นเวลา 10 ปี ร่วมกับการเปรียบเทียบจำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐานปัจจุบัน (ค่าสูงสุดไม่เกิน 70 ส่วนในพันล้านส่วน) กับค่ามาตรฐานใหม่ (ตลอดระยะเวลา 10 ปี) มีจำนวนสถานีที่มีผลการตรวจวัดเกินค่ามาตรฐานใกล้เคียงกัน ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (ภาพที่ 4-22) พบว่าค่าสูงสุดมีความสัมพันธ์กับการประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ O^{P95} ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.7538 หมายความทั้งสองตัวแปรมีความสัมพันธ์ต่อกันมาก (มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกัน) อีกทั้งตัวแปรทั้งสองยัง สามารถอธิบายความผันแปรของกันได้ หรืออาจกล่าวได้ว่าค่าสูงสุด (ตัวแปร X) สามารถใช้อธิบายความแปรปรวนของ O^{P95} (ตัวแปร Y) ได้ (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2553, น.344-345) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร) ที่ 0.5683

จากผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากร (Significance of correlation test) ด้วย ANOVA พบว่าค่า P – value เท่ากับ 0.000 ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐาน

หลัก (H_0) และยอมรับสมมุติฐานรอง (H_1) คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการวิเคราะห์สมการถดถอยมีความความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจริง (มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกัน) (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2553, น.344-345 และ Chock, D. P., 1989) ดังนั้นจึงสามารถใช้สมการที่ได้จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Y = 0.5139X+18.113 จากภาพที่ 4-22) โดยตัวแปร X แทนค่ามาตรฐานปัจจุบัน (70 ส่วนในพันล้านส่วน) และตัวแปร Y คือค่ามาตรฐานจากการประเมิน O^{P95} ที่ได้จากสมการถดถอยเชิงเส้น สามารถหาค่ามาตรฐานที่เหมาะสมกับรูปแบบการประเมิน O^{P95} ได้ ซึ่งค่ามาตรฐานที่ได้จากสมการถดถอยเชิงเส้น เท่ากับ 54 ส่วนในพันล้านส่วน แต่เมื่อพิจารณาผลดังกล่าวร่วมกับร้อยละจำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐาน (ตารางที่ 4-13) พบว่าค่ามาตรฐานใหม่ควรอยู่ที่ 70 ส่วนในพันล้านส่วน จึงจะมีความเข้มงวดใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานปัจจุบัน (70 ส่วนในพันล้านส่วน) กล่าวคือจำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐานใหม่โดยเฉลี่ย 10 ปี (ตารางที่ 4-13) และในแต่ละปี (ภาพที่ 4-23) ต้องมีความใกล้เคียงกัน จากตารางที่ 4-13 แสดงร้อยละจำนวนสถานีที่มีการตรวจวัดเกินค่ามาตรฐานปัจจุบัน และค่ามาตรฐานที่เหมาะสมกับรูปแบบ O^{P95} เป็นสัดส่วนระหว่างจำนวนสถานีที่เกินมาตรฐาน และจำนวนสถานีที่มีข้อมูลการตรวจวัด (ตารางที่ 4-12) อยู่ที่ 89.9 และ 89.5 ตามลำดับ สามารถสรุปได้ว่า ค่ามาตรฐานที่เหมาะสมกับการประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ O^{P95} ที่คงความเข้มงวดเทียบเท่ามาตรฐานปัจจุบันควรมีค่าเท่ากับ 50 ส่วนในพันล้านส่วน



ภาพที่ 4-22 ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง ระหว่างค่าสูงสุด (O^{A1}) และเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 (O^{P95})



ภาพที่ 4-23 เปรียบเทียบร้อยละจำนวนสถานีเฉลี่ยเกินค่ามาตรฐานก๊าซโอโซน (8 ชั่วโมง.) O^{P95} (50 ppb) และค่ามาตรฐานปัจจุบัน (O^{A1}:70 ppb)

ตารางที่ 4-12 เปรียบเทียบจำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐานก๊าซโอโซน (8 ชั่วโมง) (ค่ามาตรฐาน O^{P95}กับมาตรฐานปัจจุบัน)

ค่ามาตรฐาน (ppb)	จำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐาน										จำนวนสถานีเกินมาตรฐานรวม 10 ปี
	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	
50 (มาตรฐานO^{P95})	31	36	35	38	39	38	32	31	42	43	365
54	25	33	31	37	37	33	28	29	40	43	336
70 มาตรฐานปัจจุบัน	34	38	34	36	40	39	30	30	42	44	367
จำนวนสถานีที่มีข้อมูล	37	40	39	41	43	44	39	35	44	45	-

ตารางที่ 4-13 ร้อยละจำนวนสถานีที่เกินมาตรฐานก๊าซโอโซน (8 ชั่วโมง)ต่อปีและเฉลี่ย 10 ปี (ค่ามาตรฐานO^{P95} กับมาตรฐานปัจจุบัน)

ค่ามาตรฐาน (ppb)	ร้อยละจำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐาน										จำนวนสถานีเกินมาตรฐาน 10 ปี
	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	
50 (มาตรฐานO^{P95})	83.78	90.00	89.74	92.68	90.70	86.36	82.05	88.57	95.45	95.56	89.5
54	67.57	82.50	79.49	90.24	86.05	75.00	71.79	82.86	90.91	95.56	82.2
70 มาตรฐานปัจจุบัน	91.89	95.00	87.18	87.80	93.02	88.64	76.92	85.71	95.45	97.78	89.9

4.13 วิเคราะห์และวิจารณ์ผลการทดลองก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง

การศึกษาพบว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวแทนรูปแบบมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปของประเทศไทยสำหรับมาตรฐานก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง เพื่อบ่งบอกแนวโน้มสถานการณ์คุณภาพอากาศในระยะยาวได้น่าเหมาะสมกว่ารูปแบบมาตรฐานปัจจุบัน (ค่าสูงสุด) และสามารถคาดการแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระยะยาวได้ชัดเจนขึ้น การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และรูปแบบการกระจาย พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าสูงสุดค่าสูงสุดลำดับที่ 4 (มาตรฐาน U.S.EPA) เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98 และ 95 กับค่าเฉลี่ยรายปีมีค่าเท่ากับ 0.6391 0.7762 0.8232 และ 0.8808 ตามลำดับ ค่าสูงสุดทั้งสองแบบ มีการกระจัดกระจาย (ความแปรปรวน) ของข้อมูลมากกว่าเมื่อเทียบกับการประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ การประเมินด้วย O^{P95} สามารถลดความแปรปรวนของข้อมูลด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ 0.8808 การประเมินสถานการณ์คุณภาพอากาศด้วยค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 (O^{P95}) จึงเหมาะสมในการกำหนดมาตรการจัดการคุณภาพอากาศและแผนงานที่ในระยะยาว ทั้งนี้ค่ามาตรฐานที่เหมาะสม จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น ร่วมกับจำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐานควรอยู่ที่ 50 ส่วนในพันล้านส่วน โดยที่ค่ามาตรฐานใหม่นี้ยังคงความเข้มงวดเทียบเท่ากับค่ามาตรฐานปัจจุบัน

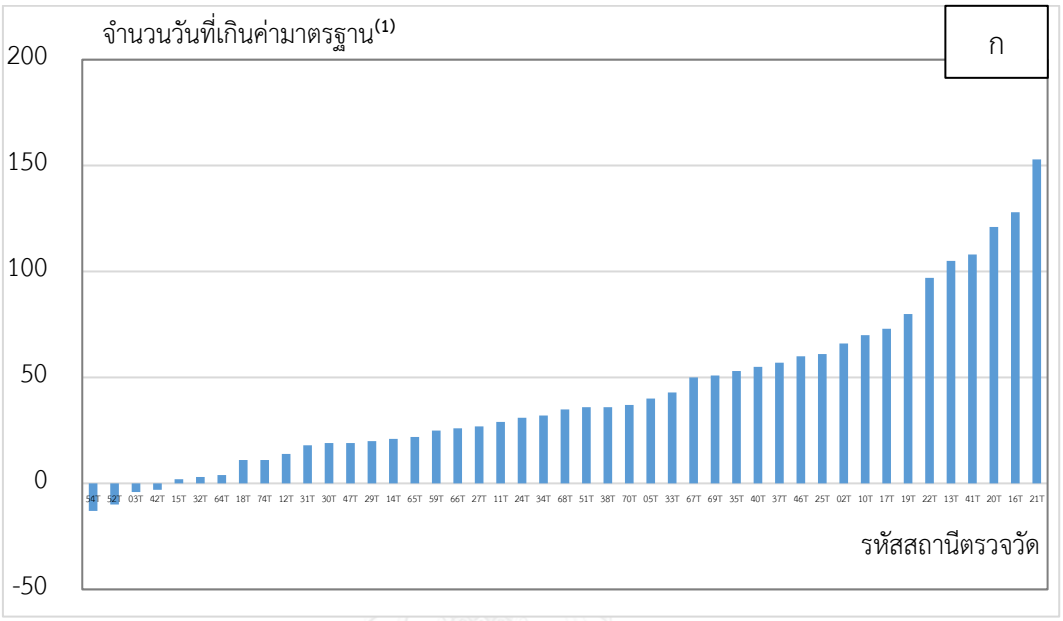
4.14 แนวโน้มคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน

สถานการณ์โดยรวมของก๊าซโอโซนในปีพ.ศ.2557 ด้วยการประเมินเปอร์เซ็นไทล์

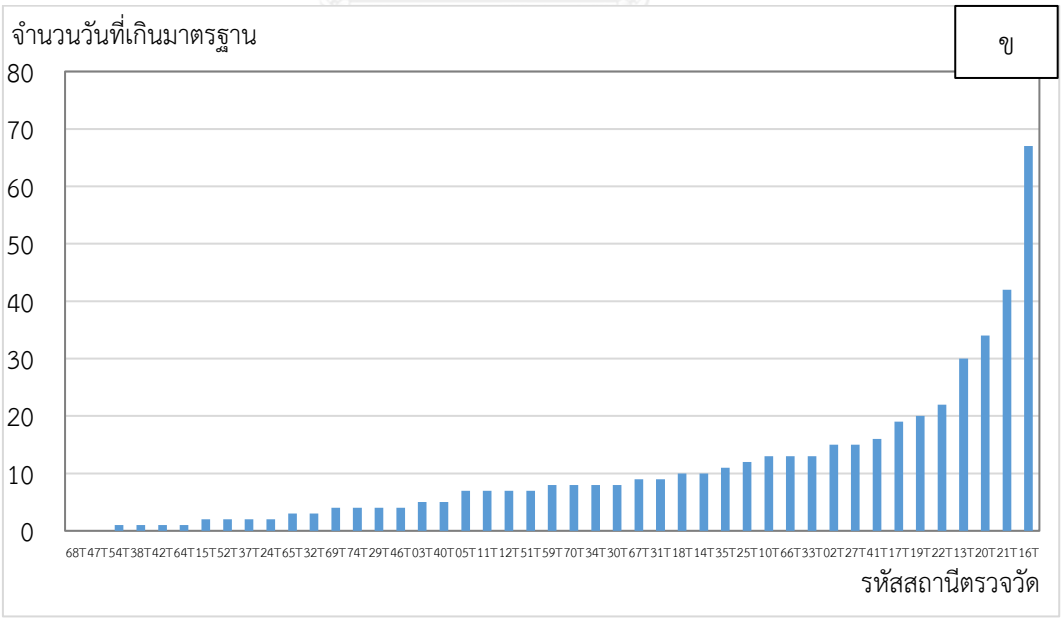
ในปี 2557 ตรวจพบปริมาณก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง และ 8 ชั่วโมง สูงกว่าค่ามาตรฐาน 21 และ 22 จังหวัดจำนวน 72 จุดตรวจวัดตามลำดับ พบว่า ภาคกลาง ณ จุดตรวจวัด โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย มีจำนวนวันที่มลภาวะอากาศเกินค่ามาตรฐานมากที่สุด 153 วัน ตามมาตรฐานก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง (70 ppb) และ 190 วันตามมาตรฐาน ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง (50 ppb) รองลงมา ปริมณฑล จุดตรวจโรงไฟฟ้าพระนครใต้ (128 วัน และ160 วัน ตามลำดับ) (ภาพที่ 4-24 (ก) และภาพที่4-24 (ก)) ความเข้มข้นสูงสุด 1 ชั่วโมงและ 8 ชั่วโมงในปี 2557 จากการประเมิน O^{P95} ของทุกสถานีตรวจวัดทั่วประเทศ อยู่ที่ 142 และ 112 ส่วนในพันล้านส่วน (ppb) จากจุดตรวจวัดโรงไฟฟ้าพระนครใต้ (ตารางที่ 4-11 และ 4-12) มีค่าเพิ่มขึ้นจากค่าตรวจวัดก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง ในปี 2556 (129 ppb) เล็กน้อย (ร้อยละ 1) และค่าความเข้มข้นสูงสุด 8 ชั่วโมงสูงสุด (112 ppb) ในปี พ.ศ. 2557 เพิ่มจากปี 2556 (100 ppb) เล็กน้อย (ค่ามาตรฐาน 50 ppb) (ภาพที่ 4-26)

การประเมินด้วยค่าสูงสุดนั้น พบว่า มีจำนวนวันเกินค่ามาตรฐาน และมีลำดับสถานีที่แตกต่างทั้งมาตรฐาน 1 ชั่วโมง และ 8 ชั่วโมง (ภาพที่ 4-24(ข) และ ภาพที่ 4-25 (ข)) จากการประเมินเปอร์เซ็นตไทล์ที่ 95 เนื่องจากการประเมิน O^{P95} สามารถเกินค่ามาตรฐานได้ 18 วันใน 1 ปี กล่าวคือการประเมินดังกล่าวยอมที่จะให้เพิกเฉยต่อปรากฏการณ์ที่เกิดการผิดปกติ เพื่อสามารถแสดง

สถานการณ์จริงที่เกิดขึ้นในปีนั้นให้ได้มากที่สุด จึงเป็นเหตุให้การประเมินทั้งสองรูปแบบมีจำนวนวันและลำดับของสถานีตรวจวัดที่แตกต่าง แต่เนื่องจากการแพร่กระจ่ายของก๊าซโอโซนเป็นแบบพื้นที่ จึงทำให้ความคลาดเลื่อนของลำดับสถานีมีน้อยกว่า ฝุ่นละออง

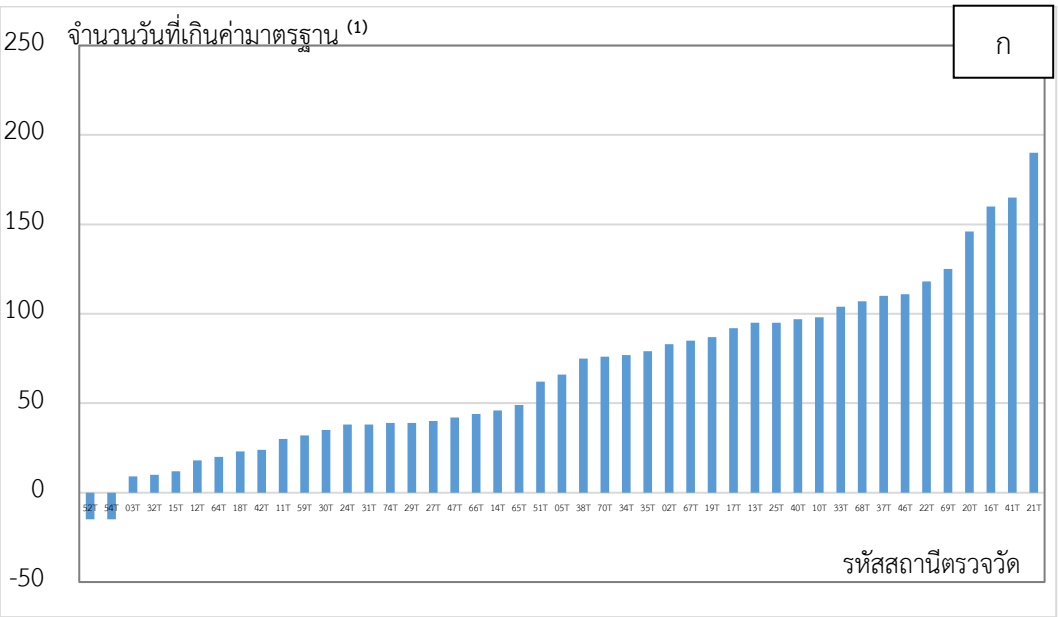


ภาพที่ 4-24 จำนวนวันที่มลพิษอากาศ (ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง) เกินมาตรฐาน ปีพ.ศ.2557 ทุกพื้นที่ทั่วประเทศ (ก) มาตรฐาน O^{P95} (70 ppb)

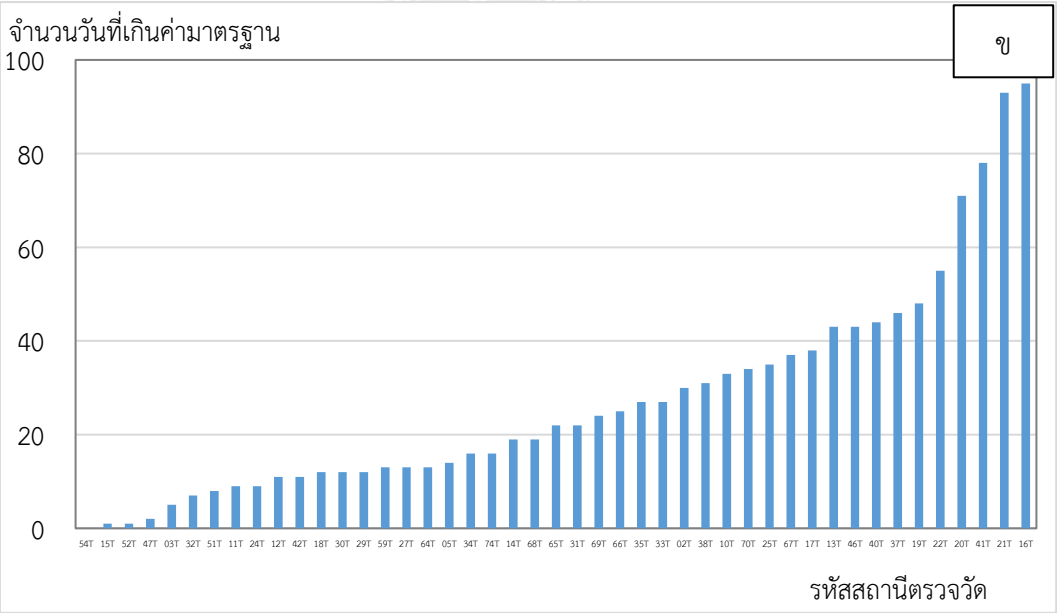


ภาพที่ 4-24 จำนวนวันที่มลพิษอากาศ (ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง) เกินมาตรฐาน ปีพ.ศ.2557 (ข) มาตรฐานค่าสูงสุด (100 ppb)

หมายเหตุ (1) : จำนวนวันที่เกินค่ามาตรฐานมากกว่า 18 วันใน 1 ปี (เป็นจำนวนวันที่ยอมให้เกินได้ตามข้อกำหนด O^{P95})

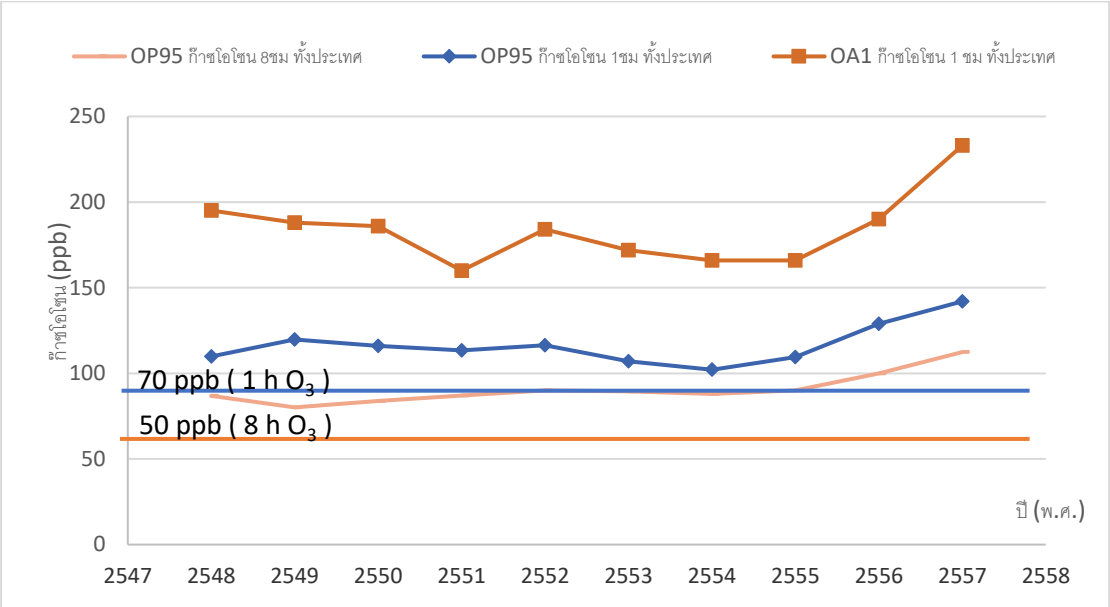


ภาพที่ 4-25 จำนวนวันที่มลพิษอากาศ (ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง) ปีพ.ศ.2557 เกินมาตรฐานทุกพื้นที่ทั่วประเทศ (ก) มาตรฐาน O^{P95} (50 ppb)



ภาพที่ 4-25 (ต่อ) จำนวนวันที่มลพิษอากาศ (ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง) ปีพ.ศ.2557 เกินมาตรฐานทุกพื้นที่ทั่วประเทศ(ข) มาตรฐานค่าสูงสุด (70 ppb)

หมายเหตุ (1) : จำนวนวันที่เกินค่ามาตรฐานมากกว่า 18 วันใน 1 ปี (เป็นจำนวนวันที่ยอมให้เกินได้ตามข้อกำหนด O^{P95})



ภาพที่ 4- 26 ค่าสูงสุด O^{P95} ก๊าซโอโซน (1 และ 8 ชั่วโมง) (พ.ศ.2548-พ.ศ.2557)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4-14 จำนวนวันที่เกินค่ามาตรฐานของก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง ตามมาตรฐานเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ปีพ.ศ.2557

สถานีตรวจวัด	รหัส	ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง			
		O^{P95}	จำนวนวันเกินค่ามาตรฐาน[1] (O^{P95})	ค่าสูงสุด (O^{A1})	จำนวนวันเกินค่ามาตรฐาน[2] (O^{A1})
กรุงเทพมหานคร					
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	02T	99	66	151	15
ไปรษณีย์ราษฎร์บูรณะ*	03T	68	-4	122	5
กรมอุตุนิยมวิทยา	05T	89	40	151	7
จันทรเกษม	07T	-	-	-	-
การเคหะชุมชนคลองจั่น	10T	97	70	167	13
การเคหะชุมชนห้วยขวาง	11T	88	29	125	7
โรงเรียนนนทรีวิทยา	12T	81	14	156	7
โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์(สิงหราชพิทยาคม)	15T	72	2	121	2
กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ*	48T	-	-	-	-
กรมการขนส่งทางบก*	49T	-	-	-	-
โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์	50T	-	-	-	-
การไฟฟ้าย่อยธนบุรี	51T	88	36	134	7
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย	52T	58	-10	127	2
การเคหะชุมชนดินแดง	54T	57	-13	120	1
กรมประชาสัมพันธ์	59T	90	25	133	8
โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)	61T	-	-	-	-
ปริมณฑล					
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	13T	122	105	183	30
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	22T	105	97	142	22
ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพคนพิการและทุพพลภาพ	8T	-	-	-	-
โรงไฟฟ้าพระนครใต้	16T	142	128	233	67
บ้านพักกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่	17T	104	73	186	19
ศาลากลางจังหวัดสมุทรปราการ	18T	83	11	149	10
การเคหะชุมชนบางพลี	19T	103	80	160	20

ตารางที่ 4-14 (ต่อ) จำนวนวันที่เกินค่ามาตรฐานของ ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง ตามมาตรฐานเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ปี พ.ศ.2557

สถานีตรวจวัด	รหัส	ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง			
		O^{P95}	จำนวนวันเกินค่ามาตรฐา[1] (O^{P95})	ค่าสูงสุด (O^{A1})	จำนวนวันเกินค่ามาตรฐาน [2] (O^{A1})
ปริมณฑล					
แขวงการทางสมุทรสาคร	14T	88	21	154	10
โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย	27T	96	27	140	15
องค์การบริหารส่วนจังหวัดสมุทรสาคร*	27T	-	-	-	-
มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต (ปทุมธานี)	20T	109	121	143	34
ภาคเหนือ					
ศาลากลางจังหวัดเชียงใหม่	35T	93	53	123	11
โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย	36T	-	-	-	-
สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเชียงราย	65T	85	22	115	3
สำนักงานสาธาณสุขอำเภอแม่สาย	73T	-	-	-	-
สำนักงานเทศบาลเมืองน่าน	67T	90	50	122	9
สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง	37T	93	57	105	2
ศาลหลักเมืองจังหวัดลำปาง*	37T	-	-	-	-
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านสบป้าด	38T	84	36	105	1
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านท่าสี	39T	-	-	-	-
การประปาส่วนภูมิภาคแม่เมาะ	40T	92	55	113	5
สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดแม่ฮ่องสอน	66T	93	26	123	13
สนามกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดลำพูน	68T	80	35	95	0
สถานีอุตุนิยมวิทยาแพร่	69T	86	51	176	4
อุทยานการเรียนรู้กว๊านพะเยา	70T	93	37	118	8
ภาคใต้					
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 14 (สุราษฎร์ธานี)*	42T	70	-3	102	1

ตารางที่ 4-14 (ต่อ) จำนวนวันที่เกินค่ามาตรฐานของก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง ตามมาตรฐานเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ปี พ.ศ.2557

สถานีตรวจวัด	รหัส	ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง			
		O^{P95}	จำนวนวันเกินค่ามาตรฐาน[1] (O^{P95})	ค่าสูงสุด (O^{A1})	จำนวนวันเกินค่ามาตรฐาน[2] (O^{A1})
ภาคใต้					
ศูนย์บริการสาธารณสุข 1 กองการแพทย์ เทศบาลนครภูเก็ต	43T	-	-	-	-
ศาลากลางจังหวัดนราธิวาส	62T	-	-	-	-
สนามโรงพิธีช้างเผือก (ยะลา)	63T	-	-	-	-
เทศบาลนครหาดใหญ่ (สงขลา)	64T	73	4	114	1
ภาคกลาง					
สถานีตำรวจภูธรหน้าพระลาน (สระบุรี)	24T	87	31	108	2
สถานีดับเพลิงพระลักษณ์ (สระบุรี)	25T	96	61	113	12
โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย	21T	112	153	137	42
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 ราชบุรี	26T	-	-	-	-
โครงการชลประทานนครสวรรค์*	41T	100	108	118	16
ภาคตะวันออก					
สนามกีฬาเทศบาลแหลมฉบัง (ชลบุรี)	32T	72	3	113	3
ศูนย์สุขภาพเยาว์ชน(ชลบุรี)*	33T	-	-	-	
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านเขาหิน (ชลบุรี)	33T	96	43	141	13
สำนักงานสามัญศึกษาภาคที่13* (ชลบุรี)	34T	87	32	151	8
สำนักงานสาธารณสุขอำเภอปลวกแดง (ระยอง)	28T	-	-	-	-
องค์การบริหารตำบลตาสิทธิ์ (ระยอง)*	28T	-	-	-	-
ชุมสายโทรศัพท์ (ระยอง)*	30T	-	-	-	-
สำนักงานเกษตรจังหวัดระยอง	30T	86	19	181	8
ศูนย์ราชการจังหวัดระยอง	74T	83	11	133	4
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลมาบตาพุด (ระยอง)	29T	80	20	125	4

ตารางที่ 4-14 (ต่อ) จำนวนวันที่เกินค่ามาตรฐานของก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง ตามมาตรฐานเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ปี พ.ศ.2557

สถานีตรวจวัด	รหัสสถานีตรวจวัด	ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง			
		O^{P95}	จำนวนวันเกินค่ามาตรฐาน[1] (O^{P95})	ค่าสูงสุด (O^{A1})	จำนวนวันเกินค่ามาตรฐาน[2] (O^{A1})
ภาคตะวันออก					
ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง	31T	87	18	154	9
องค์การบริหารส่วนตำบลวังเย็น (ฉะเชิงเทรา)*	60T	-	-	-	-
องค์การบริหารส่วนตำบลทุ่งสะเดา (ฉะเชิงเทรา)	60T	-	-	-	-
โรงเรียนอนุบาลศรีอรัญโญทัย(สระแก้ว)	71T	-	-	-	-
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ					
สำนักงานทรัพยากรน้ำภาคที่ 4 ขอนแก่น	46T	90	60	106	4
สถานีสูบน้ำเสียเทศบาลนครนครราชสีมา*	47T	79	19	95	0
สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเลย	72T	-	-	-	-

หมายเหตุ - : ไม่มีข้อมูลตรวจวัด

* : ปิดสถานี

1 : จำนวนวันที่เกินจากค่ามาตรฐานที่มีการยอมให้เกินได้ จำนวน 18 วัน ตามข้อกำหนดการประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95; จำนวนวันที่ติดลบคือจำนวนวันที่สามารถเกินได้ในข้อกำหนด (18 วันใน 1 ปี)

2 : จำนวนวันที่เกินจากค่ามาตรฐานก๊าซโอโซน เดิมที่ประเทศไทยประกาศใช้ (100 ส่วนในพันล้านส่วน)

-

ตารางที่ 4-15 จำนวนวันที่เกินค่ามาตรฐานของก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง ตามมาตรฐานเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ปี พ.ศ.2557

สถานีตรวจวัด	รหัส	ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง			
		O^{P95}	จำนวนวันเกินค่ามาตรฐาน[1] (O^{P95})	ค่าสูงสุด (O^{A1})	จำนวนวันเกินค่ามาตรฐาน[2] (O^{A1})
กรุงเทพมหานคร					
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	02T	78	83	126	30
ไปรษณีย์ราษฎร์บูรณะ*	03T	58	9	92	5
กรมอุตุนิยมวิทยา	05T	66	66	110	14
จันทรเกษม	07T	-	-	-	-
การเคหะชุมชนคลองจั่น	10T	79	98	120	33
การเคหะชุมชนห้วยขวาง	11T	65	30	101	9
โรงเรียนนนทรีวิทยา	12T	61	18	103	11
โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์(สิงหราชพิทยาคม)	15T	57	12	95	1
กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ*	48T	-	-	-	-
กรมการขนส่งทางบก*	49T	-	-	-	-
โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์	50T	-	-	-	-
การไฟฟ้าย่อยธนบุรี	51T	64	62	104	8
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย	52T	41	-15	73	1
การเคหะชุมชนดินแดง	54T	34	-15	65	0
กรมประชาสัมพันธ์	59T	69	32	105	13
โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)	61T	-		-	-
ปริมณฑล					
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	13T	93	95	145	43
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	22T	81	118	117	55
ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพคนพิการและทุพพลภาพ	08T	-	-	-	-
โรงไฟฟ้าพระนครใต้	16T	112	160	173	95
บ้านพักกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่	17T	84	92	134	38
ศาลากลางจังหวัดสมุทรปราการ	18T	66	23	116	12
การเคหะชุมชนบางพลี	19T	88	87	116	48
แขวงการทางสมุทรสาคร	14T	75	46	106	19

ตารางที่ 4-15 (ต่อ) จำนวนวันที่เกินค่ามาตรฐานของก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง ตามมาตรฐานเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ปี พ.ศ.2557

สถานีตรวจวัด	รหัส	ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง			
		O^{P95}	จำนวนวันเกินค่ามาตรฐาน[1] (O^{P95})	ค่าสูงสุด (O^{A1})	จำนวนวันเกินค่ามาตรฐาน[2] (O^{A1})
ปริมณฑล					
องค์การบริหารส่วนจังหวัดสมุทรสาคร *	27T	-	-	-	-
มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต (ปทุมธานี)	20T	89	146	118	71
โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย	27T	65	40	124	13
ภาคเหนือ					
ศาลากลางจังหวัดเชียงใหม่	35T	76	79	94	27
โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย	36T	-	-	-	-
สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเชียงราย	65T	74	49	86	22
สำนักงานสาธาณสุขอำเภอแม่สาย	73T	-	-	-	-
สำนักงานเทศบาลเมืองน่าน	67T	79	85	103	37
สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง	37T	84	110	94	46
ศาลหลักเมืองจังหวัดลำปาง*	37T	-	-	-	-
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านสบป้าด	38T	78	75	94	31
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านท่าสี	39T	-	-	-	-
การประปาส่วนภูมิภาคแม่เมาะ	40T	84	97	98	44
สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดแม่ฮ่องสอน	66T	82	44	114	25
สนามกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดลำพูน	68T	72	107	82	19
สถานีอุตุนิยมวิทยาแพร่	69T	74	125	135	24
อุทยานการเรียนรู้กว๊านพะเยา	70T	83	76	102	34
ภาคใต้					
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 14 (สุราษฎร์ธานี)*	42T	63	24	91	11

ตารางที่ 4-15 (ต่อ) จำนวนวันที่เกินค่ามาตรฐานของก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง ตามมาตรฐานเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ปี พ.ศ.2557

สถานีตรวจวัด	รหัส	ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง			
		O^{P95}	จำนวนวันเกินค่ามาตรฐาน[1] (O^{P95})	ค่าสูงสุด (O^{A1})	จำนวนวันเกินค่ามาตรฐาน[2] (O^{A1})
ภาคใต้					
ศูนย์บริการสาธารณสุข 1 กองการแพทย์ เทศบาลนครภูเก็ต	43T	-	-	-	-
ศาลากลางจังหวัดนราธิวาส	62T	-	-	-	-
สนามโรงพิธีช้างเผือก (ยะลา)	63T	-	-	-	-
เทศบาลนครหาดใหญ่ (สงขลา)	64T	66	20	84	13
ภาคกลาง					
สถานีตำรวจภูธรหน้าพระลาน (สระบุรี)	24T	67	38	90	9
สถานีดับเพลิงพระลักษณ์ (สระบุรี)	25T	75	95	93	35
โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย	21T	92	190	108	93
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 ราชบุรี	26T	-	-	-	-
โครงการชลประทานนครสวรรค์*	41T	87	165	98	78
ภาคตะวันออก					
สนามกีฬาเทศบาลแหลมฉบัง (ชลบุรี)	32T	60	10	93	7
ศูนย์สุขภาพเยาวชน(ชลบุรี)	33T	-	-	-	-
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านเขาหิน (ชลบุรี)	33T	74	104	118	27
สำนักงานสามัญศึกษาภาคที่13* (ชลบุรี)	34T	70	77	115	16
สำนักงานสาธารณสุขอำเภอปลวกแดง (ระยอง)	28T	-	-	-	-
องค์การบริหารตำบลตาสิทธิ์ (ระยอง)*	28T	-	-	-	-
ชุมสายโทรศัพท์ (ระยอง)*	30T	-	-	-	-
สำนักงานเกษตรจังหวัดระยอง	30T	65	35	144	12
ศูนย์ราชการจังหวัดระยอง	74T	69	39	104	16
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลมาบตาพุด (ระยอง)	29T	66	39	101	12
ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง	31T	77	38	138	22
องค์การบริหารส่วนตำบลวังเย็น (ฉะเชิงเทรา)*	60T	-	-	-	-

ตารางที่ 4-15 (ต่อ) จำนวนวันที่เกินค่ามาตรฐานของก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง ตามมาตรฐานเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ปี พ.ศ.2557

สถานีตรวจวัด	รหัสสถานีตรวจวัด	ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง			
		O^{P95}	จำนวนวันเกินค่ามาตรฐาน[1] (O^{P95})	ค่าสูงสุด (O^{A1})	จำนวนวันเกินค่ามาตรฐาน[2] (O^{A1})
ภาคตะวันออก					
องค์การบริหารส่วนตำบลทุ่งสะเดา (ฉะเชิงเทรา)	60T	-	-	-	-
โรงเรียนอนุบาลศรีอรัญโญทัย(สระแก้ว)	71T	-	-	-	-
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ					
ส่วนอุทกวิทยา สำนักงานทรัพยากรน้ำภาคที่ 4 ขอนแก่น	46T	77	111	91	43
สถานีสูบน้ำเสีย เทศบาลนครนครราชสีมา	47T	63	42	74	2
สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเลย	72T	-	-	-	-

หมายเหตุ - : ไม่มีข้อมูลตรวจวัด

* : ปิดสถานี

1 : จำนวนวันที่เกินจากค่ามาตรฐานที่มีการยอมให้เกินได้ จำนวน 18 วัน ตามข้อกำหนดการประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95; จำนวนวันที่ติดลบคือจำนวนวันที่สามารถเกินได้ในข้อกำหนด (18 วันใน 1 ปี)

2 : จำนวนวันที่เกินจากค่ามาตรฐานก๊าซโอโซน เดิมที่ประเทศไทยประกาศใช้ (70 ส่วนในพันล้านส่วน)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษารูปแบบมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศที่เหมาะสม และค่ามาตรฐานสำหรับรูปแบบมาตรฐานที่เหมาะของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และก๊าซโอโซน เพื่อลดความแปรปรวน (Fluctuation) ของข้อมูลและ สามารถประเมินแนวโน้มคุณภาพอากาศของประเทศไทยได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยเปรียบเทียบการประเมินทางสถิติด้วยวิธีเปอร์เซ็นไทล์ ค่าสูงสุดลำดับที่ 4 (A4: มาตรฐาน ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง U.S.EPA) ค่าสูงสุดที่ยอมให้เกินได้ 1 ครั้งใน 1ปี (A2: มาตรฐาน ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมงU.S.EPA) และค่าสูงสุด (A1: มาตรฐานปัจจุบันที่ประเทศไทยประกาศใช้) ด้วยวิธีทางสถิติสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1 รูปแบบมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศที่เหมาะสม

รูปแบบมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศที่เหมาะสมใช้การประเมินค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) เพื่อคัดเลือกรูปแบบมาตรฐานที่มีความแปรปรวน (Fluctuation) น้อยที่สุด กล่าวคือรูปแบบการกระจายจากกราฟการกระจาย (Scatter Diagram) ของการประเมินชนิดใดที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มาก แสดงว่ารูปแบบการประเมินด้วยวิธีดังกล่าวมีความแปรปรวนที่น้อย มีความสัมพันธ์เชิงเส้นสูง จะเป็นรูปแบบที่เหมาะสมในการหาค่ามาตรฐานต่อไป

ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

ผลการศึกษาพบว่าการประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R = 0.8517) สูงกว่าการประเมินชนิดอื่น ด้วยเหตุนี้การประเมินด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 จึงเป็นรูปแบบมาตรฐานคุณภาพอากาศที่เหมาะสมสำหรับการประเมินมลพิษอากาศระยะสั้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10} 24 ชั่วโมง)

ก๊าซโอโซน

ผลการศึกษารูปแบบมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง และ ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง พบว่าการประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ สูงกว่าการประเมินชนิดอื่นที่ R = 0.8748 และ 0.8808 ตามลำดับ ด้วยเหตุนี้การประเมินด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่

95 จึงเป็นรูปแบบมาตรฐานคุณภาพอากาศที่เหมาะสมสำหรับการประเมินสถาณการณ์มลพิษอากาศก๊าซโอโซนทั้งระยะสั้น (ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง) และระยะยาว (ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง)

5.1.2 ค่ามาตรฐานที่สอดคล้องกับรูปแบบมาตรฐานคุณภาพอากาศที่เหมาะสม

ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศที่เหมาะสมต้องมีความเข้มงวดเทียบเท่าเดิม โดยการเทียบหาความสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ระหว่างรูปแบบมาตรฐานที่ได้เลือกในขั้นต้นกับมาตรฐานปัจจุบันที่ประเทศไทยใช้อยู่ ร่วมกับจำนวนสถานีที่เกินมาตรฐานปัจจุบันและรูปแบบมาตรฐานที่เสนอต้องเทียบเท่ากันจากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10})

ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้น ร่วมกับการวิเคราะห์จำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐานตลอดระยะ10 ปี ระหว่างค่ามาตรฐานปัจจุบัน (120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และมาตรฐาน P95 พบว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศที่เหมาะสมกับการประเมินเปอร์เซ็นต์ที่ 95 อยู่ที่ 80 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ก๊าซโอโซน

มาตรฐานระยะสั้น (ก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง)

ผลการวิเคราะห์มาตราฐานคุณภาพอากาศระยะสั้นของก๊าซโอโซน จากสมการถดถอยเชิงเส้น ร่วมกับการวิเคราะห์จำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐานตลอดระยะ 10 ปี ระหว่างค่ามาตรฐานปัจจุบัน (100 ส่วนในพันล้านส่วน) และมาตรฐาน O^{P95} พบว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศที่เหมาะสมกับการประเมินเปอร์เซ็นต์ที่ 95 อยู่ที่ 70 ส่วนในพันล้านส่วน

มาตรฐานระยะยาว (ก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง)

ผลการวิเคราะห์มาตราฐานคุณภาพอากาศระยะยาวของ ก๊าซโอโซน ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้น ร่วมกับการวิเคราะห์จำนวนสถานีที่เกินค่ามาตรฐานตลอดระยะ 10 ปี ระหว่างค่ามาตรฐานปัจจุบัน (70 ส่วนในพันล้านส่วน) และมาตรฐาน O^{P95} พบว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศที่เหมาะสมกับการประเมินเปอร์เซ็นต์ที่ 95 อยู่ที่ 50 ส่วนในพันล้านส่วน

ตารางที่ 5- 1 ค่ามาตรฐานปัจจุบันและค่ามาตรฐานใหม่

สารมลพิษอากาศ	มาตรฐาน	ค่ามาตรฐานปัจจุบัน	รูปแบบ (Form)	ค่ามาตรฐานรูปแบบเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95	รูปแบบ (Form)
PM_{10}	24 ชั่วโมง	120 $\mu g/m^3$	A1	80 $\mu g/m^3$	P95
O_3	1 ชั่วโมง	100 ppb	A1	70 ppb	O^{P95}
O_3	8 ชั่วโมง	70 ppb	A1	50 ppb	O^{P95}

5.2 ข้อเสนอแนะ

(1) ควรมีการประชาสัมพันธ์ อธิบายความหมายของการมีมาตรฐานคุณภาพอากาศ ผนวกกับนโยบายที่ประกาศใช้กับประชาชนและผู้ประกอบการต่างๆ เพื่อให้เข้าใจและตระหนักถึงผลกระทบ

(2) ทางภาครัฐควรนำข้อเสนอแนะการกำหนดค่ามาตรฐานใหม่นี้ไปพิจารณาความเหมาะสม และรับฟังความคิดเห็นจากผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งในส่วนผู้ปฏิบัติ วงการวิชาการและวิชาชีพด้านคุณภาพอากาศ เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงค่ามาตรฐานที่เอื้อต่อการกำหนดแผนงานจัดการคุณภาพอากาศต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

รายการอ้างอิง ภาษาไทย

กรมควบคุมมลพิษ. 2543. **ร่างรายงานฉบับสมบูรณ์ การปรับปรุงฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศและการประเมินผลกระทบต่อคุณภาพอากาศในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล**.กรุงเทพมหานคร: ซีคอท.

กรมควบคุมมลพิษ. 2548. **รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการจัดทำ(ร่าง)มาตรฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน**.1/4.กรุงเทพมหานคร: บริษัท สหมิตรพริ้นติ้งแอนพับลิสซิ่ง จำกัด.

กรมควบคุมมลพิษ. 2551. **หลักการตรวจวัดและขั้นตอนการปรับเทียบสำหรับการตรวจวัดคุณภาพอากาศ**.1.กรุงเทพมหานคร: บริษัท สหมิตรพริ้นติ้งแอนพับลิสซิ่ง จำกัด.

กรมควบคุมมลพิษ. 2558. ก. **รายงานคุณภาพอากาศปี 2557**.1.กรุงเทพมหานคร: บริษัท สหมิตรพริ้นติ้งแอนพับลิสซิ่ง จำกัด.

กรมควบคุมมลพิษ.2558.ข.**ดัชนีคุณภาพอากาศ** [ออนไลน์].สืบค้น:http://www. pcd.go. th/ info_serv/air_aqi.htm [1 กุมภาพันธ์ 2558].

กรมควบคุมมลพิษ.ม.ป.ป.**มาตรฐานคุณภาพอากาศและเสียง**[ออนไลน์]. สืบค้น: http://www. pcd. go.th/info_serv/reg_std_airsnd01.html.[1 กุมภาพันธ์ 2558]

กฤษณพงศ์ ทองศรี, อรรจน์ เศรษฐบุตร, และธนิต จินดาวณิค. ม.ป.ป.**การศึกษาผลกระทบของกระแสลมต่อผู้ใช้พื้นที่ภายนอกอาคาร: กรณีศึกษาโรงพยาบาลศิริราช**[ออนไลน์]. สืบค้น: http://www.arch.chula.ac.th/journal/files/article/YcRefswuUESun101316.pdf.[1 กุมภาพันธ์ 2558].

ชาญชัย แสวงศักดิ์, เชาวนะ ไตรมาศ, นันทวัฒน์ บรมานันท์ และสมคิด เลิศไพฑูรย์. 2544. **ความเป็นมา สภาพปัญหา และข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาการผังเมืองของประเทศไทย**[ออนไลน์]. สืบค้น: http://www.pub-law.net/publaw/view.aspx?id=1856[1 กุมภาพันธ์ 2558].

นพภาภร พานิช และแสงสันติ์ พานิช. 2544. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านคุณภาพอากาศ.**ดัชนีภาพอากาศ**.กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์, นิตยา มหาผล และธีระ เกรอต. 2540. **มลภาวะอากาศ**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วนิดา ศศิวิมลกุล และอรพรรณ เมธาดิลกกุล. 2535. รายงานการศึกษาปัญหาสุขภาพจากมลพิษของตำรวจในเขตกรุงเทพมหานคร.**วารสารแพทย์ตำรวจ.**กรุงเทพมหานคร.

วิชัย เอกพลากร, อรพรรณ์ เมทาดิลกกุล, ปฐม สวรรค์ปัญญาเลิส และขวัญทอง ลักษรณยุทธ. 2536. ความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานในบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่นต่อการเกิดโรคทางเดินหายใจในกรุงเทพมหานคร .**วารสารวัณโรคและทรวงอก:** 221-232.

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่1 .2557.**สถานการณ์หมอกควันภาคเหนือ** [ออนไลน์]. สืบค้น:http://www. dnp.go. th/forestfire/2558.pdf. [1 กุมภาพันธ์ 2560].

รายการอ้างอิง ภาษาอังกฤษ

American Chemical Society. 1969. **Claening Our Environmental The Chemical Base for Action.**Washington D.C.

Dewinter, J. 2015. **EPA'S Data Analysis and Reporting Tool** [Online]. Available from: https://www3.epa.gov/ttn/amtic/files/ambient/airtox/2015workshop/DART.pdf.[2015, January 12].

Chock, D. P., 1989. The Need for a More Robust Ozone Air Quality Standard. **JAPCA**: 1063-1072.

European Environment Agency. 2014. **Aggregation of Data**[Online]. Available from: http://acm.eionet.europa.eu/databases/airbase/aggregation_statistics.html [2016, February 01].

European Environment Agency. 2015. **Air Quality Standards** [Online]. Available from :http:// ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm [2016, February 03].

Ferris, B.G., Jr. 1978. Health Effects of Exposure to Low Level of Regulated air Pollutants a Critical Review. **Health Journal of Air Pollution Control Association**,Vol 28, No 5: 482-497.

Gail, Z.2011.**Environment vs Pollution** [Online]. Available from : http://www. omafra. gov.on.ca.[2016, May 09]

Peavy, H.S., Rowe, D.R. and Tchobanoglous, G. 1985**. Environmental engineering (international ed.)**. Singapore: McGraw-Hill

Sung-Ok, B., Lakshmi, N. and Young-Kyo, S. 2015. Occurrence and Concentrations of Toxic VOCs in the Ambient Air of Gumi, an Electronics-Industrial City in Korea. **Sensor**, 2014: 19102-19123.

Syafei, A. 2014. **Analyzing and Interpreting Air Quality Monitoring Data in Surabaya**. Doctoral Dissertation. Department of Engineering, Graduate School, Hiroshima University.

U.S. Environmental Protection Agency. 1981. **Air Quality Criteria for Particulate Matter and Sulfur Oxides**. Research Triangle Park, NC.

U.S. Environmental Protection Agency. 1992. **Screening Procedures for Estimating the Air Quality Impact of Stationary Sources, Revised**[Online]. U.S.EPA. Available from: https://www3.epa.gov/scram001/guidance/guide/EPA-454R-92-019_OCR.pdf.[2016, February 01].

U.S. Environmental Protection Agency. 1997. 40 CFR part 50 National Ambient Air Quality Standard for Particulate Matter [Online]. U.S.EPA. Available from: https://www3.epa.gov/ttn/naaqs/standards/pm/fr/19970718.pdf [2017, June 20].

U.S. Environmental Protection Agency. 1998. **Guideline on Data Handing convention for 8 hour the ozone NAAQS, Revised** [Online]. U.S.EPA. Available from: https://www3.epa.gov/ttn/naaqs/aqmguide/collection/cp2_old/19981201_oaqps_epa-454_r-99-017.pdf [2016, May 01].

U.S. Environmental Protection Agency. 2006. **Guidelines for the Reporting of Daily Air Quality the Air Quality Index (AQI)** [Online]. U.S.EPA. Available from: http://www3.epa.gov/ttn/caaa/t1/memoranda/rg701.pdf.[2015,December 01].

U.S. Environmental Protection Agency. 2013. a. **Regulatory Impact Analysis for the Final Revisions to the National Ambient Air Quality Standards for Particulate Matter** [Online].U.S.EPA. Available from: https:// www3. epa. gov /ttnecas1/regdata/RIAs/finalria.pdf.[2016, January 01].

U.S. Environmental Protection Agency. 2013. b. **Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement System**[Online].2 Vols.U.S.EPA. Available from: http:// www3.epa.gov/ttn/amtic/files/ambient/pm25/qa/QA-Handbook-Vol-II.pdf. [2016, January 01].

U.S. Environmental Protection Agency. 2016. a. **National Ambient Air Quality Standards (NAAQS)** [Online]. U.S.EPA. Available from: http://www3. epa. gov/ttn/naaqs/criteria.html.[2016, December 01].

U.S. Environmental Protection Agency. 2016. b. **Particulate Matter (PM)** [Online]. U.S.EPA. Available from: https://www3. epa.gov/pm/basic.html [2016, March 21].

U.S. Environmental Protection Agency. 2016. c. **Criteria Air Pollutants** [Online]. U.S.EPA. Available from: https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants [2016, March 29].

World Health Organization. 1977. **Environmental Health Criteria 3: Lead**. Switzerland; Ganeva.

World Health Organization. 1978. **Environmental Health Criteria 7: Photochemical Oxidants**. Switzerland; Geneva.

World Health Organization. 1979. **Sulfur Oxides and Suspended Particulate Matter**. Switzerland; Geneva.

World Health Organization. 1980. **Analysing and Interpreting Air monitoring data**. vol.51. Switzerland; Geneva.

World Health Organization. 2016. **WHO Global Urban Ambient Air Pollution Database** [Online]. http: // www. Who . int / phe /health _topics / outdoo rair/databases/cities/en/.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ก-1 เครื่องมือการตรวจวัดสารพิษในบรรยากาศ

พารามิเตอร์	วิธีตรวจวิเคราะห์
ฝุ่นละออง (TSP)	High-Volume Air Sampling/ Gravimetric
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10})	High-Volume Air Sampling/ Gravimetric
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)	Midget Impinger/ Pararosaniline / Fuorescence
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2)	Midget Impinger/ Sodium Arsenite / Chemiluminescence
ก๊าซคาร์บอนมอนอนอกไซด์ (CO)	NDIR หรือ Gas filter correlation
สารตะกั่ว (Pb)	High-Volume Air Sampling/ AA

การตรวจวิเคราะห์คุณภาพอากาศในบรรยากาศ

การวิเคราะห์อนุภาคฝุ่น

อนุภาคสารแขวนลอยทั้งหมด (Total Suspended Particulate, TSP) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ใช้วิธีการตรวจวัดแบบ ปั้มดูดอากาศ (High-Volume Air Sampling) มีอุปกรณ์บันทึกอัตราการสูบอากาศ การเก็บตัวอย่าง TSP จะทำโดยดูดอากาศตามอัตตราการไหลที่กำหนด (40-60 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที) ผ่านแผ่นกรอง โดยอนุภาคขนาด 0.3 - 100 ไมครอน จะถูกดักไว้ที่แผ่นกรอง(glass fiber filter หรือ membrane filter) ความเข้มข้นที่คำนวณได้ จะเป็นปริมาณของฝุ่นบนกระดาษกรองที่ชั่งได้สัดส่วนกับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านแผ่นกรอง โดยปกติจะเก็บตัวอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา 24 ชั่วโมงตามมาตรฐานของฝุ่นละออง (กรมควบคุมมลพิษ, 2551)

การวิเคราะห์ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10})

ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) มีหลักการและวิธีการตรวจวัดเช่นเดียวกับ TSP8 คืออุปกรณ์ high - volume แต่จะมีขั้นตอนการกำจัดอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน ก่อนที่อากาศจะผ่านตัวกรอง ซึ่งอาศัยหลักการของการชน (Impaction) และการตกสู่พื้น (Settling chamber) โดยฝุ่นละอองที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนนั้นที่อยู่บนกระดาษกรอง (กรมควบคุมมลพิษ, 2551)

การวิเคราะห์ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ด้วยระบบ Beta ray absorption

ระบบ Beta ray absorption เป็นการตรวจวัดอนุภาคฝุ่นอย่างต่อเนื่อง โดยเมื่อดูดอากาศเข้ามาในระบบ ฝุ่นจะตกลงมาบนกระดาษกรอง จากนั้นรังสีเบต้าที่มีพลังงานต่ำจะยิงผ่านกระดาษกรอง โดยปริมาณฝุ่นละออง จะคำนวณจากปริมาณรังสีที่ฉายและรังสีที่ผ่านกระดาษกรองออกมาเมื่อไม่มีและมีฝุ่นละอองเกาะอยู่ (กรมควบคุมมลพิษ, 2551)

การวิเคราะห์ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในบรรยากาศ

วิธีการตรวจวัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ใช้วิธีการตรวจวัดตาม มาตรฐานและเทียบเท่ากำหนดโดยองค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา (U.S.EPA.) ซึ่งกำหนดวิธีพาราโรซานิลีน (Pararosaniline) เป็นวิธีมาตรฐาน และวิธียูวี ฟลูออเรสเซนซ์(UV-Fluorescence) เป็นวิธีเทียบเท่า (กรมควบคุมมลพิษ, 2551)

การวิเคราะห์ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยพาราโรซานิลีน

หลักการของวิธีพาราโรซานิลีน เป็นการวัดค่าก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์(SO_2) โดยเก็บตัวอย่างอากาศผ่านสารละลายโพแทสเซียมเตตระคลอโรซัลไฟโตเมอคิวเรท (TCM) หลังทำปฏิกิริยากันจะเกิดไดคลอโรซัลไฟโตเมอคิวเรท (Dichorosulfitomercurate complex) จากนั้นสารดังกล่าวจะเข้าทำปฏิกิริยากับพาราโรซานิลีน และฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde) และปรากฏสีของกรดพาราโรซานิลีน เมทธิล ซัลโฟนิค (Pararosaniline Methyl sulfonic Acid) จากนั้นจะทำการวัดความสามารถในการดูดซับแสง ที่ความยาวคลื่น 548 นาโนเมตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2551)

การวิเคราะห์ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยยูวี ฟลูออเรสเซนซ์

วิธียูวี ฟลูออเรสเซนซ์ อาศัยหลักการกระตุ้นโดยแสงอัลตราไวโอเลตเพื่อให้อิเล็คตรอนในชั้น excited state กลับไปชั้น ground state อย่างรวดเร็ว และปล่อยพลังงานแสงออกมาในอีกช่วงความถี่หนึ่ง (ฟลูออเรสเซนซ์) และใช้ Photomultiplier tube ตรวจวัดและทำการแปลงสัญญาณเป็นค่าความเข้มข้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2551)

การวิเคราะห์ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์

การตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ประเทศไทย ใช้วิธีการตรวจวัดตามมาตรฐาน และวิธีการเทียบเท่าซึ่งกำหนดโดยองค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อม ของประเทศสหรัฐอเมริกา (U.S.EPA.) ซึ่งกำหนดวิธีการวัด ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ด้วยระบบเคมีลูมิเนสเซนส์ (Chemiluminescence) เป็นวิธีการมาตรฐาน และวิธีการทางเคมีวิธีโซเดียม อาร์ซีไนต์ (Sodium - Arsenite) และวิธี TGA - ANSA เป็นวิธีการเทียบเท่า (กรมควบคุมมลพิษ, 2551)

การวิเคราะห์ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์เคมีลูมิเนสเซนส์

การวิเคราะห์ด้วยวิธีเคมีลูมิเนสเซนส์ เพื่อหาปริมาณ NO_2 ในบรรยากาศได้ จะต้องนำค่าการตรวจวัดออกไซด์ของไนโตรเจนรวม (NO_x) และไนตริกออกไซด์ (NO) ที่มีในบรรยากาศมาหักลบกัน โดยขั้นแรกจะตรวจวัด NO ก่อนโดย NO เข้าทำปฏิกิริยากับก๊าซโอโซน และปฏิกริยาซ้อนคือ NO ทำปฏิกริยากับออกไซด์ของออกซิเจนโดยทำให้เกิด NO_2 (Electronicically - excited state) และจะกลับสู่ Ground state อย่างรวดเร็วและปล่อยโปรตอนออกมา โดยปริมาณโปรตอนที่ถูกปล่อยออกมาจะสามารถนำไปหาสัดส่วนของ NO โดยปริมาณ จาก photomultiplier tube ในส่วนของการตรวจวัด NO_x ใช้หลักการเปลี่ยนให้เป็นไนตริกออกไซด์ (NO) วัดปริมาณไนตริกออกไซด์ทั้งหมด ดังนั้น ออกไซด์ของไนโตรเจนรวมจะเท่ากับค่าออกไซด์ของไนโตรเจนทั้งหมด (กรมควบคุมมลพิษ, 2551)

การวิเคราะห์ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ Sodium Arsenite

การวิเคราะห์หาปริมาณของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ด้วยวิธี Sodium Arsenite มีหลักการดังนี้ เมื่อดูดตัวอย่างอากาศผ่านเข้ามาในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide) กับ โซเดียมอาซินิก (Sodium arsenite) เมื่อสารละลายดังกล่าวทำปฏิกริยากับ NO_2 จะเกิดเป็นไนไตร (nitrite ion) ปริมาณ NO_2 สามารถตรวจวัดได้โดยปริมาณคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2551)

การวิเคราะห์ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ TGA-ANSA

การวิเคราะห์หาปริมาณของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ด้วยวิธี TGA-ANSA จะดูดอากาศผ่านสารละลาย Triethanolamine Sodium metbisulfite ถ้าในอากาศมีก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) จะเกิดเป็นสารละลายมีสี และสามารถดูดกลืนคลื่นแสงได้ที่ความยาวคลื่น 550 นาโนเมตรได้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2551)

วิธีการตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

วิธีการตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันในต่างประเทศและประเทศไทย ใช้วิธีการตรวจวัดตามมาตรฐาน และวิธีการเทียบเท่าคือ ระบบเอนดีไออา (Non Dispersive Infrared Detection; NDIR) เป็นวิธีมาตรฐาน(กรมควบคุมมลพิษ, 2551)

การวิเคราะห์ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วย NDIR

หลักการทำงานของเครื่อง NDIR อาศัยหลักของความสามารถในการดูดกลื่นแสงของสาร เนื่องจาก สารแต่ละชนิดสามารถดูดกลืนรังสีอินฟราเรดที่ความยาวคลื่นต่างกัน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สามารถดูดกลืนแสงได้ที่ความยาวคลื่น 4 ถึง 4.5 ไมครอน ในขั้นแรกจะดูดก๊าซที่ต้องการวัดผ่านเข้าไปในหลอด ที่มีการปล่อยแสงอินฟราเรตตลอดเวลา ถ้าในตัวอย่างอากาศที่ดูดมามีก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) เจือปนอยู่การดูดกลืนรังสีอินฟราเรต จะลดลงตามปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) (กรมควบคุมมลพิษ, 2551)

วิธีการวิเคราะห์สารประกอบตะกั่วในอนุภาคสารในบรรยากาศ

การตรวจวัดหาปริมาณสารตะกั่ว (Pb) ในบรรยากาศ จะใช้การเก็บตัวอย่าง High Volume เป็นเมื่อเก็บตัวอย่างเสร็จแล้ว จะนำแผ่นกรองที่เก็บตัวอย่างไปสกัดสารตะกั่วด้วยกรดไนตริก จากนั้นจะนำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้น ด้วยเครื่องสเปคโตร (Atomic Absorption Spectrometry) ที่ความยาวคลื่น 283.3 หรือ 217.0 นาโนเมตร (โดยใช้ Air-acetylene flame) ส่วนวิธีเทียบใช้เครื่องเก็บฝุ่นละออง (High-Volume) ใช้เครื่อง X-ray, Flameless Spectro เป็นเครื่องวิเคราะห์หาปริมาณสารตะกั่ว (กรมควบคุมมลพิษ, 2551)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ข-1ข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95

ข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง ที่ผ่านการประเมินทางสถิติเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล											
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	02T	ND	ND	ND	ND	90	73	ND	ND	90	99
หมวดการทางบางขุนเทียนที่ 2	03T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
กรมอุตุนิยมวิทยา	05T	64	65	77	82	87	55	ND	83	93	89
การเคหะชุมชนคลองจั่น	10T	95	95	96	103	107	90	ND	ND	ND	97
การเคหะชุมชนห้วยขวาง	11T	80	78	84	91	88	73	81	85	94	88
โรงเรียนนนทรีวิทยา	12T	87	89	94	88	86	80	ND	ND	90	81
การไฟฟ้าย่อยธนบุรี (ริมถนนอินทรพิทักษ์)	52T	80	83	73	74	78	82	ND	ND	98	88
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย (ริมถนนลาดพร้าว)	53T	63	71	70	71	65	60	55	ND	70	58
การเคหะชุมชนดินแดง	54T	55	49	42	46	54	57	49	41	59	57
กรมประชาสัมพันธ์	59T	ND	ND	ND	79	85	107	ND	87	102	90
โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์สิงหเสนี)	61T	ND	95	89	89	96	92	ND	ND	109	ND
ที่ทำการไปรษณีย์ราษฎร์บูรณะ	03T	87	120	116	98	97	78	51	67	76	68
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม	07T	75	93	95	86	87	ND	ND	ND	ND	ND
โรงเรียนวัดสิงหราช	15T	87	89	87	99	83	88	ND	ND	88	72
กระทรวงวิทยาศาสตร์	48T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
กรมการขนส่ง	50T	ND	ND	ND	ND	63	ND	ND	ND	ND	ND
วงเวียน 22 นาฬิกา	51T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ตารางที่ข-1ข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95

ข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง ที่ผ่านการประเมินทางสถิติเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล											
การเคหะชุมชนบางพลี	19T	ND	75	74	79	97	96	ND	ND	91	103
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	13T	ND	92	95	103	97	ND	96	98	ND	122
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	22T	87	82	81	113	94	83	88	ND	107	105
ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพคนพิการและทุพพลภาพ	08T	ND	ND	ND	ND	103	90	79	90	91	ND
โรงไฟฟ้าพระนครใต้	16T	ND	ND	ND	ND	111	105	102	109	110	142
บ้านพักกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่	17T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	93	93	97	104
ศาลากลางจังหวัดสมุทรปราการ	18T	ND	ND	ND	ND	70	67	66	71	93	83
อบจ.สมุทรสาคร	27T	77	84	79	102	116	98	96	97	ND	ND
แขวงการทางสมุทรสาคร	14T	74	93	87	103	81	89	94	ND	97	88
โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย	27T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	96
ปทุมธานี	20T	100	100	98	108	85	63	ND	ND	129	109
ภาคเหนือ											
ศาลากลางจังหวัดเชียงใหม่	35T	89	80	ND	87	98	101	91	105	86	93
โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย	36T	80	72	86	88	85	89	61	98	91	ND
สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเชียงราย	65T	ND	ND	ND	ND	73	84	63	82	84	85
สำนักงานสาธารณสุขอำเภอแม่สาย	73T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สำนักงานเทศบาลเมืองน่าน	67T	ND	ND	ND	ND	ND	89	70	87	93	90
โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ	75T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง	37T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	97	93

ตารางที่ข-1(ต่อ) ข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95

ข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง ที่ผ่านการประเมินทางสถิติเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคใต้											
ศาลหลักเมืองลำปาง	37T	79	75	84	79	81	71	65	ND	ND	ND
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านสบป้าด	38T	77	86	85	81	78	87	68	95	96	84
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านท่าสี	39T	85	68	75	79	ND	ND	69	93	78	ND
การประปาส่วนภูมิภาคแม่เมาะ	40T	74	63	57	72	72	73	66	97	ND	92
สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดแม่ฮ่องสอน	66T	ND	ND	ND	ND	82	81	65	85	84	93
สนามกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดลำพูน	68T	ND	ND	ND	ND	ND	90	79	ND	90	80
สถานีอุตุนิยมวิทยาแพร่	69T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	60	ND	91	86
อุทยานการเรียนรู้กว๊านพะเยา	70T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	66	93	81	93
ศูนย์บริการสาธารณสุข 1 กองการแพทย์ เทศบาลนครภูเก็ต	43T	57	54	60	63	60	51	60	49	78	ND
ศาลากลางจังหวัดนราธิวาส	62T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สนามโรงพิธีช้างเผือก (ยะลา)	63T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
เทศบาลนครหาดใหญ่ (สงขลา)	64T	32	35	45	53	54	ND	53	45	54	73

ตารางที่ข-1(ต่อ) ข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95

ข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง ที่ผ่านการประเมินทางสถิติเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคกลาง											
สถานีตำรวจภูธรหน้าพระลาน (สระบุรี)	24T	58	101	108	90	97	101	89	90	96	87
สถานีดับเพลิงพระลักษณ์ (สระบุรี)	25T	102	91	83	85	ND	100	91	93	90	96
โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย (อยุธยา)	21T	110	102	100	83	96	106	ND	ND	119	112
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 ราชบุรี	26T	80	85	90	93	89	82	90	90	95	ND
โครงการชลประทานนครสวรรค์	41T	80	79	89	87	78	83	77	ND	108	100
ภาคตะวันออก											
สนามกีฬาเทศบาลแหลมฉบัง(ชลบุรี)	32T	75	62	73	77	81	62	61	79	69	72
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านเขาหิน (ชลบุรี)	33T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	96
ศูนย์เยาวชน (ชลบุรี)	33T	87	88	82	93	ND	76	86	84	ND	ND
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 (ชลบุรี)	34T	71	74	74	82	90	76	81	83	86	87
อบต.ตาสิทธ์ (ระยอง)	28T	87	90	87	87	101	82	81	82	ND	ND
ชุมสายโทรศัพท์ (ระยอง)	30T	61	76	85	76	80	74	ND	ND	ND	ND
สำนักงานสาธารณสุขอำเภอปลวกแดง (ระยอง)	28T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลมาบตาพุด (ระยอง)	29T	63	71	73	83	86	83	95	87	86	80
สำนักงานเกษตรจังหวัดระยอง	30T	68	ND	ND	ND	ND	ND	ND	89	86	86

ตารางที่ข-1(ต่อ) ข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95

ข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง ที่ผ่านการประเมินทางสถิติเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคตะวันออก											
ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง	31T	ND	77	74	91	97	97	99	95	106	87
ศูนย์ราชการจังหวัดระยอง	74T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	84	81	83
องค์การบริหารส่วนตำบล วังเย็น (ฉะเชิงเทรา)	60T	85	81	84	78	91	94	75	83	ND	ND
สำนักงานเทศบาลตำบลทุ่งสะเดา (ฉะเชิงเทรา)	60T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
โรงเรียนอนุบาลศรีอรัญโญทัย (สระแก้ว)	71T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ											
ส่วนอุทกวิทยา สำนักงานทรัพยากรน้ำภาคที่ 4 ขอนแก่น	46T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	90
สถานีสูบน้ำเสีย เทศบาลนครนครราชสีมา	47T	80	58	68	71	ND	ND	68	70	ND	79
สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเลย	72T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียน	76T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ศาลาประชาคมบ้านบุยายใบ	77T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ข-2 ข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98

ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล											
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	02T	ND	ND	ND	ND	107	91	ND	ND	99	112
หมวดการทางบางขุนเทียนที่ 2	03T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
กรมอุตุนิยมวิทยา	05T	75	84	95	87	100	67	ND	96	106	101
การเคหะชุมชนคลองจั่น	10T	110	120	109	119	131	105	ND	ND	ND	115
การเคหะชุมชนห้วยขวาง	11T	103	90	93	114	101	87	90	105	111	103
โรงเรียนนนทรีวิทยา	12T	100	102	106	112	107	88	ND	ND	107	108
การไฟฟ้าย่อยธนบุรี (ริมถนนอินทรพิทักษ์)	52T	103	96	90	85	106	92	ND	ND	118	104
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย (ริมถนนลาดพร้าว)	53T	78	83	75	87	78	68	62	ND	86	71
การเคหะชุมชนดินแดง	54T	66	65	49	62	73	64	61	50	77	66
กรมประชาสัมพันธ์	59T	ND	ND	ND	95	106	132	ND	106	119	108
โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)	61T	ND	108	101	108	114	99	ND	ND	138	ND
ที่ทำการไปรษณีย์ราษฎร์บูรณะ	03T	100	138	137	119	126	103	61	75	87	91
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม	07T	92	113	108	108	110	ND	ND	ND	ND	ND
โรงเรียนวัดสิงหราช	15T	106	99	99	112	100	103	ND	ND	105	87
กระทรวงวิทยาศาสตร์	48T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
กรมการขนส่ง	50T	ND	ND	ND	ND	78	ND	ND	ND	ND	ND
วงเวียน 22 นาฬิกา	51T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	13T	ND	103	113	120	124	ND	106	107	ND	153
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	22T	99	93	88	124	108	92	96	ND	142	127

ตารางที่ข-2 (ต่อ) ข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98

ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล											
การเคหะชุมชนบางพลี	19T	ND	108	95	94	115	113	ND	ND	135	121
ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพคนพิการและทุพพลภาพ	08T	ND	ND	ND	ND	122	110	88	103	114	ND
โรงไฟฟ้าพระนครใต้	16T	ND	ND	ND	ND	131	126	126	129	139	180
บ้านพักกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่	17T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	111	106	120	141
ศาลากลางจังหวัดสมุทรปราการ	18T	ND	ND	ND	ND	85	76	78	80	99	112
อบจ.สมุทรสาคร	27T	87	103	94	118	138	108	115	114	ND	ND
แขวงการทางสมุทรสาคร	14T	89	101	102	124	96	107	109	ND	120	118
โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย	27T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	129
ปทุมธานี	20T	124	110	105	116	97	77	ND	ND	135	126
ภาคเหนือ											
ศาลากลางจังหวัดเชียงใหม่	35T	100	94	ND	95	111	120	95	122	93	107
โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย	36T	93	84	102	101	96	100	66	110	99	ND
สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเชียงราย	65T	ND	ND	ND	ND	85	90	66	90	93	95
สำนักงานสาธาณสุขอำเภอแม่สาย	73T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สำนักงานเทศบาลเมืองน่าน	67T	ND	ND	ND	ND	ND	94	75	94	102	106
โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ	75T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง	37T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	105	96
ศาลหลักเมืองลำปาง	37T	88	87	88	88	95	85	70	ND	ND	ND
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านสบป้าด	38T	89	97	90	86	97	92	78	106	103	90

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ข-2 (ต่อ) ข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98

ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคเหนือ											
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านท่าสี	39T	94	75	82	90	ND	ND	75	104	86	ND
การประปาส่วนภูมิภาคแม่เมาะ	40T	84	72	61	81	96	84	74	108	ND	98
สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดแม่ฮ่องสอน	66T	ND	ND	ND	ND	92	92	71	92	95	110
สนามกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดลำพูน	68T	ND	ND	ND	ND	ND	96	83	ND	100	88
สถานีอุตุนิยมวิทยาแพร่	69T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	65	ND	106	92
อุทยานการเรียนรู้กว๊านพะเยา	70T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	73	99	92	106
ภาคใต้											
ศูนย์บริการสาธารณสุข 1 กองการแพทย์ เทศบาลนครภูเก็ต	43T	69	68	67	69	67	63	68	57	84	ND
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 14 (สุราษฎร์ธานี)	42T	62	65	60	63	ND	58	56	ND	76	82
ศาลากลางจังหวัดนราธิวาส	62T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สนามโรงพิธีช้างเผือก (ยะลา)	63T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
เทศบาลนครหาดใหญ่ (สงขลา)	64T	40	44	55	62	61	ND	62	59	63	86
สถานีตำรวจภูธรหน้าพระลาน (สระบุรี)	24T	64	114	140	97	108	115	105	100	108	94
สถานีดับเพลิงพระลักษณ์ (สระบุรี)	25T	115	102	86	92	ND	105	97	102	99	108
โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย (อยุธยา)	21T	127	119	108	90	110	118	ND	ND	127	117

ตารางที่ข-2 (ต่อ)ข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98

ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคใต้											
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 ราชบุรี	26T	99	101	108	112	102	100	105	103	108	ND
โครงการชลประทานครสวรรค์	41T	90	86	96	94	88	89	88	ND	116	111
ภาคตะวันออก											
สนามกีฬาเทศบาลแหลมฉบัง(ชลบุรี)	32T	94	83	85	88	94	73	75	94	93	89
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านเขาหิน (ชลบุรี)	33T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	110
ศูนย์เยาวชน (ชลบุรี)	33T	117	113	104	109	ND	93	104	94	ND	ND
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13(ชลบุรี)	34T	87	96	101	101	108	96	97	92	103	114
อบต.ตาสิทธ์ (ระยอง)*	28T	101	109	102	102	110	96	97	96	ND	ND
ชุมสายโทรศัพท์ (ระยอง)	30T	77	87	106	100	92	87	ND	ND	ND	ND
สำนักงานสาธารณสุขอำเภอปลวกแดง (ระยอง)	28T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลมาบตาพุด	29T	77	82	89	95	102	94	108	98	103	97
สำนักงานเกษตรจังหวัดระยอง	30T	81	ND	ND	ND	ND	ND	ND	103	97	108
ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง	31T	ND	89	90	104	110	113	125	118	114	108

ตารางที่ข-2 (ต่อ)ข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน 1 ชั่วโมง การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98

ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคตะวันออก											
ศูนย์ราชการจังหวัดระยอง	74T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	94	92	98
อบต.วังเย็น (ฉะเชิงเทรา)	60T	98	99	86	83	105	105	84	91	ND	ND
สำนักงานเทศบาลตำบลทุ่งสะเดา (ฉะเชิงเทรา)	60T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
โรงเรียนอนุบาลศรีอรัญโญทัย (สระแก้ว)	71T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ภาคตะวะนออกเฉียงเหนือ											
ส่วนอุทกวิทยา สำนักงานทรัพยากรน้ำ ภาคที่ 4 ขอนแก่น	46T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	96
สถานีสูบน้ำเสีย เทศบาลนครนครราชสีมา	47T	92	64	77	82	ND	ND	73	78	ND	86
สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเลย	72T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียน	76T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สถานีศาลาประชาคมบ้านบุยายใบ	77T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ตารางที่ข 3 ค่าสูงสุด (ยอมให้เกิน 1 วัน) ของข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน (1 ชั่วโมง)

ค่าสูงสุด (ยอมให้เกิน 1 วัน) ข้อมูลคุณภาพอากาศ											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล											
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	02T	ND	ND	ND	ND	131	139	ND	ND	127	151
หมวดการทางบางขุนเทียนที่ 2	03T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
กรมอุตุนิยมวิทยา	05T	90	116	130	109	149	99	ND	118	145	148
การเคหะชุมชนคลองจั่น	10T	149	170	120	149	182	165	ND	ND	ND	166
การเคหะชุมชนห้วยขวาง	11T	127	129	108	136	140	124	95	138	135	125
โรงเรียนนนทรีวิทยา	12T	118	136	120	141	137	119	ND	ND	126	155
การไฟฟ้าย่อยธนบุรี (ริมถนนอินทรพิทักษ์)	52T	102	137	102	113	117	106	ND	ND	141	134
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย (ริมถนนลาดพร้าว)	53T	110	124	91	115	108	99	67	ND	103	125
การเคหะชุมชนดินแดง	54T	102	87	83	94	104	105	67	69	107	119
กรมประชาสัมพันธ์	59T	ND	ND	ND	113	126	172	ND	146	137	132
โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)	61T	ND	148	125	129	133	152	ND	ND	165	ND
ที่ทำการไปรษณีย์ราษฎร์บูรณะ	03T	123	187	185	129	132	152	97	88	120	122
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม	07T	142	148	157	127	125	ND	ND	ND	ND	ND
โรงเรียนวัดสิงหราช	15T	155	126	128	141	113	130	ND	ND	142	120
กระทรวงวิทยาศาสตร์	48T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
กรมการขนส่ง	50T	ND	ND	ND	ND	113	ND	ND	ND	ND	ND
วงเวียน 22 นาฬิกา	51T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	13T	ND	128	120	149	131	ND	124	135	ND	183
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	22T	157	152	94	138	125	104	103	ND	150	142
ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพคนพิการและทุพพลภาพ	08T	ND	ND	ND	ND	157	158	109	127	175	ND

ตารางที่ข-3 (ต่อ) ค่าสูงสุด (ยอมให้เกิน 1 วัน) ของข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน (1 ชั่วโมง)

ค่าสูงสุด (ยอมให้เกิน 1 วัน) ข้อมูลคุณภาพอากาศ											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล											
โรงไฟฟ้าพระนครใต้	16T	ND	ND	ND	ND	167	156	143	165	187	231
บ้านพักกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่	17T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	143	153	165	183
ศาลากลางจังหวัดสมุทรปราการ	18T	ND	ND	ND	ND	104	98	113	117	118	149
การเคหะชุมชนบางพลี	19T	ND	141	126	114	161	166	ND	ND	189	159
อบจ.สมุทรสาคร	27T	127	110	119	158	154	121	134	147	ND	ND
แขวงการทางสมุทรสาคร	14T	100	156	119	143	116	125	136	ND	139	153
โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย	27T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	140
ปทุมธานี	20T	160	150	116	126	119	99	ND	ND	153	142
ภาคเหนือ											
ศาลากลางจังหวัดเชียงใหม่	35T	108	100	ND	113	141	134	113	129	110	122
โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย	36T	110	98	120	116	111	124	80	141	120	ND
สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเชียงราย	65T	ND	ND	ND	ND	126	97	73	99	104	114
สำนักงานสาธารณสุขอำเภอแม่สาย	73T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สำนักงานเทศบาลเมืองน่าน	67T	ND	ND	ND	ND	ND	107	82	101	117	113
โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ	75T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง	37T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	130	105
ศาลหลักเมืองลำปาง	37T	109	104	93	109	106	98	ND	ND	ND	ND
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านสบป้าด	38T	103	102	97	95	113	102	93	118	134	104
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านท่าสี	39T	115	88	88	92	ND	ND	90	115	105	ND
การประปาส่วนภูมิภาคแม่เมาะ	40T	97	83	68	91	113	98	109	121	ND	112
สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดแม่ฮ่องสอน	66T	ND	ND	ND	ND	109	101	104	102	109	123

ตารางที่ข-3 (ต่อ) ค่าสูงสุด (ยอมให้เกิน 1 วัน) ของข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน (1 ชั่วโมง)

ค่าสูงสุด (ยอมให้เกิน 1 วัน) ข้อมูลคุณภาพอากาศ											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคเหนือ											
สนามกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดลำพูน	68T	ND	ND	ND	ND	ND	111	87	ND	115	95
สถานีอุตุนิยมวิทยาแพร่	69T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	77	134	124	176
อุทยานการเรียนรู้กว้านพะเยา	70T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	88	106	102	118
ภาคใต้											
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 14 (สุราษฎร์ธานี)	42T	80	90	67	77	ND	65	68	ND	97	102
ศูนย์บริการสาธารณสุข 1 กองการแพทย์ เทศบาลนครภูเก็ต	43T	87	81	78	77	79	77	83	69	96	ND
ศาลากลางจังหวัดนราธิวาส	62T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สนามโรงพิธีช้างเผือก (ยะลา)	63T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
เทศบาลนครหาดใหญ่ (สงขลา)	64T	46	58	76	70	69	ND	74	72	80	112
ภาคกลาง											
สถานีตำรวจภูธรหน้าพระลาน (สระบุรี)	24T	96	124	175	113	123	122	119	128	132	106
สถานีดับเพลิงพระลักษณ์ (สระบุรี)	25T	136	107	105	113	ND	116	112	118	115	113
โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย	21T	149	142	123	95	120	137	ND	ND	143	137
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 ราชบุรี	26T	133	111	114	134	111	138	117	134	132	ND
โครงการชลประทานนครสวรรค์	41T	99	108	111	110	102	101	100	ND	127	118

ตารางที่ข-3 (ต่อ) ค่าสูงสุด (ยอมให้เกิน 1 วัน) ของข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน (1 ชั่วโมง)

ค่าสูงสุด (ยอมให้เกิน 1 วัน) ข้อมูลคุณภาพอากาศ											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคตะวันออก											
สนามกีฬาเทศบาลแหลมฉบัง (ชลบุรี)	32T	193	89	124	112	134	108	104	104	108	113
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านเขาหิน (ชลบุรี)	33T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	141
ศูนย์เยาวชน(ชลบุรี)	33T	139	144	147	136	ND	112	126	120	ND	ND
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 (ชลบุรี)	34T	116	120	142	128	159	113	140	119	162	151
อบต.ตาสิทธ์(ระยอง)		109	132	145	119	137	129	131	116	ND	ND
ชุมสายโทรศัพท์(ระยอง)		88	98	119	114	116	140	ND	ND	ND	ND
สำนักงานสาธารณสุขอำเภอปลวกแดง(ระยอง)	28T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลมาบตาพุด(ระยอง)	29T	106	ND	118	119	125	126	133	149	133	125
สำนักงานเกษตรจังหวัดระยอง	30T	115	ND	ND	ND	ND	ND	ND	140	119	178
ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง	31T	ND	122	134	124	135	127	136	163	150	135
ศูนย์ราชการจังหวัดระยอง	74T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	147	130	132
อบต.วังเย็น (ฉะเชิงเทรา)	60T	110	134	95	95	125	120	102	106	98	ND
สำนักงานเทศบาลตำบลทุ่งสะเดา (ฉะเชิงเทรา)	60T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ตารางที่ข-3 (ต่อ) ค่าสูงสุด (ยอมให้เกิน 1 วัน) ของข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน (1 ชั่วโมง)

ค่าสูงสุด (ยอมให้เกิน 1 วัน) ข้อมูลคุณภาพอากาศ											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคตะวันออก											
โรงเรียนอนุบาลศรีอรัญโญทัย (สระแก้ว)	71T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ส่วนอุทกวิทยา สำนักงานทรัพยากรน้ำภาคที่ 4 ขอนแก่น	46T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	106
สถานีสูบน้ำเสีย เทศบาลนครนครราชสีมา	47T	105	81	79	100	ND	ND	93	97	ND	94
สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเลย	72T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียน	76T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สถานีศาลาประชาคมบ้านบุยายใบ	77T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ข-4 ค่าสูงสุดข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน (1 ชั่วโมง)

ค่าสูงสุดของข้อมูลคุณภาพอากาศ											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล											
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	02T	ND	ND	ND	ND	131	159	ND	ND	127	151
หมวดการทางบางขุนเทียนที่ 2	03T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
กรมอุตุนิยมวิทยา	05T	90	118	131	109	151	100	ND	128	145	151
การเคหะชุมชนคลองจั่น	10T	150	170	125	151	184	169	ND	ND	ND	167
การเคหะชุมชนห้วยขวาง	11T	127	129	110	136	142	127	96	139	137	125
โรงเรียนนนทรีวิทยา	12T	118	136	120	142	138	120	ND	ND	126	156
การไฟฟ้าย่อยธนบุรี (ริมถนนอินทรพิทักษ์)	52T	127	137	102	113	117	106	ND	ND	141	134
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย (ริมถนนลาดพร้าว)*	53T	110	124	91	116	110	100	75	ND	103	127
การเคหะชุมชนดินแดง	54T	104	87	83	96	104	106	68	69	109	120
กรมประชาสัมพันธ์	59T	ND	ND	ND	113	132	172	ND	146	138	133
โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์สิงหเสนี)	61T	ND	148	126	129	133	155	ND	ND	165	ND
ที่ทำการไปรษณีย์ราษฎร์บูรณะ	03T	124	188	186	153	138	153	97	96	120	122
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม	07T	142	149	158	128	129	ND	ND	ND	ND	ND
โรงเรียนวัดสิงหราช	15T	156	126	133	142	113	131	ND	ND	143	121
กระทรวงวิทยาศาสตร์	48T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
กรมการขนส่ง	50T	ND	ND	ND	ND	113	ND	ND	ND	ND	ND
วงเวียน 22 นาฬิกา	51T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	13T	ND	130	125	150	131	ND	126	139	ND	183
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	22T	157	154	95	138	126	104	103	ND	150	142

ตารางที่ข-4 (ต่อ) ค่าสูงสุดข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน (1 ชั่วโมง)

ค่าสูงสุดของข้อมูลคุณภาพอากาศ											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล											
ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพคนพิการและทุพพลภาพ	08T	ND	ND	ND	ND	158	158	112	133	175	ND
โรงไฟฟ้าพระนครใต้	16T	ND	ND	ND	ND	169	157	166	166	187	233
บ้านพักกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่	17T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	147	156	165	186
ศาลากลางจังหวัดสมุทรปราการ	18T	ND	ND	ND	ND	104	98	133	119	118	149
การเคหะชุมชนบางพลี	19T	ND	141	126	115	162	168	ND	ND	190	160
อบจ.สมุทรสาคร	27T	129	110	119	160	154	121	134	148	ND	ND
แขวงการทางสมุทรสาคร	14T	102	160	120	143	117	125	136	ND	139	154
โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย	27T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	140
ปทุมธานี	20T	162	152	116	126	119	100	ND	ND	153	143
ภาคเหนือ											
ศาลากลางจังหวัดเชียงใหม่	35T	108	100	ND	113	142	134	113	129	111	123
โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย	36T	111	98	121	116	111	125	80	141	120	ND
สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเชียงราย	65T	ND	ND	ND	ND	129	97	73	100	104	115
สำนักงานสาธารณสุขอำเภอแม่สาย	73T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สำนักงานเทศบาลเมืองน่าน	67T	ND	ND	ND	ND	ND	107	83	101	117	122
โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ	75T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ตารางที่ข-4 (ต่อ) ค่าสูงสุดข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน (1 ชั่วโมง)

ค่าสูงสุดของข้อมูลคุณภาพอากาศ											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคเหนือ											
สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง	37T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	131	105
ศาลหลักเมืองลำปาง	37T	109	105	93	115	106	98	90	ND	ND	ND
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านสบป้าด	38T	103	102	111	103	114	103	97	118	134	105
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านท่าสี	39T	115	88	101	112	ND	ND	90	115	106	ND
การประปาส่วนภูมิภาคแม่เมาะ	40T	97	83	68	91	113	99	110	121	ND	113
สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดแม่ฮ่องสอน	66T	ND	ND	ND	ND	110	102	107	103	110	123
สนามกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดลำพูน	68T	ND	ND	ND	ND	ND	111	94	ND	115	95
สถานีอุตุนิยมวิทยาแพร่	69T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	77	ND	125	176
อุทยานการเรียนรู้กว๊านพะเยา	70T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	88	108	103	118
ภาคใต้											
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 14 (สุราษฎร์ธานี)	42T	82	91	77	90	ND	72	72	ND	98	102
ศูนย์บริการสาธารณสุข 1 กองการแพทย์ เทศบาลนครภูเก็ต	43T	88	81	79	77	80	77	83	69	96	ND
ศาลากลางจังหวัดนราธิวาส	62T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สนามโรงพิธีช้างเผือก (ยะลา)	63T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
เทศบาลนครหาดใหญ่ (สงขลา)	64T	46	59	77	70	70	ND	74	72	80	114

ตารางที่ข-4 (ต่อ) ค่าสูงสุดข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน (1 ชั่วโมง)

ค่าสูงสุดของข้อมูลคุณภาพอากาศ											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภากลาง											
สถานีตำรวจภูธรหน้าพระลาน (สระบุรี)	24T	97	124	175	113	123	122	119	129	132	108
สถานีดับเพลิงพระลักษณ์ (สระบุรี)	25T	136	107	106	113	ND	116	112	118	115	113
โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย (อยุธยา)	21T	149	143	123	95	120	138	ND	ND	143	137
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 ราชบุรี	26T	135	111	114	134	111	140	117	136	132	ND
โครงการชลประทานนครสวรรค์	41T	99	109	111	114	102	101	110	ND	127	118
ภาคตะวันออก											
สนามกีฬาเทศบาลแหลมฉบัง (ชลบุรี)	32T	195	124	150	112	124	110	104	109	128	113
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านเขาหิน	33T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	141
ศูนย์เยาวชน	33T	139	146	147	138	ND	123	126	140	ND	ND
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13	34T	116	120	143	128	161	113	140	119	163	151
อบต.ตาสิทธ์ (ระยอง)	28T	109	132	145	120	138	130	132	116	ND	ND
ชุมสายโทรศัพท์ (ระยอง)	30T	88	98	119	114	117	141	ND	ND	ND	ND
สำนักงานสาธารณสุขอำเภอปลวกแดง (ระยอง)	28T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลมาบตาพุด (ระยอง)	29T	107	95	119	119	126	127	133	150	133	125
สำนักงานเกษตรจังหวัดระยอง	30T	116	ND	ND	ND	ND	ND	ND	142	121	181
ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง	31T	ND	123	134	125	136	133	136	164	150	154

ตารางที่ข-4 (ต่อ) ค่าสูงสุดข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน (1 ชั่วโมง)

ค่าสูงสุดของข้อมูลคุณภาพอากาศ											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคตะวันออก											
ศูนย์ราชการจังหวัดระยอง	74T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	149	131	133
อบต.วังเย็น (ฉะเชิงเทรา)	60T	110	134	95	95	126	121	102	106	ND	ND
สำนักงานเทศบาลตำบลทุ่งสะเดา (ฉะเชิงเทรา)	60T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
โรงเรียนอนุบาลศรีอรัญโญทัย (สระแก้ว)	71T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ											
ส่วนอุทกวิทยา สำนักงานทรัพยากรน้ำภาคที่ 4 ขอนแก่น	46T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	106
สถานีสูบน้ำเสีย เทศบาลนครนครราชสีมา	47T	105	81	80	101	ND	ND	94	99	ND	95
สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเลย	72T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ข-5 ข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95

ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล											
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	02T	ND	ND	ND	ND	66	54	ND	ND	72	78
หมวดการทางบางขุนเทียนที่ 2	03T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
กรมอุตุนิยมวิทยา	05T	49	52	59	67	65	41	ND	66	77	66
การเคหะชุมชนคลองจั่น	10T	70	74	74	76	80	69	ND	ND	ND	79
การเคหะชุมชนห้วยขวาง	11T	58	56	66	66	61	54	58	61	68	65
โรงเรียนนนทรีวิทยา	12T	61	63	67	68	62	59	ND	ND	71	61
การไฟฟ้าย่อยธนบุรี (ริมถนนอินทรพิทักษ์)	52T	51	60	54	59	54	59	ND	ND	80	64
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย (ริมถนนลาดพร้าว)	53T	50	55	52	56	50	44	43	ND	51	41
การเคหะชุมชนดินแดง	54T	38	31	26	28	31	36	31	28	41	34
กรมประชาสัมพันธ์	59T	ND	ND	ND	53	61	87	ND	70	82	69
โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)	61T	ND	69	67	72	72	71	ND	ND	85	ND
ที่ทำการไปรษณีย์ราษฎร์บูรณะ	03T	65	80	81	71	77	59	40	49	65	58
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม	07T	57	63	68	65	64	ND	ND	ND	ND	ND
โรงเรียนวัดสิงหราช	15T	65	68	69	71	64	69	ND	ND	70	57
กระทรวงวิทยาศาสตร์	48T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
กรมการขนส่ง	50T	ND	ND	ND	ND	43	ND	ND	ND	ND	ND
วงเวียน 22 นาฬิกา	51T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	13T	ND	68	ND	77	73	ND	71	75	ND	93
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	22T	64	63	65	87	77	65	74	ND	89	81

ตารางที่ข-5 (ต่อ) ข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95

ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล											
ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพคนพิการและทุพพลภาพ	08T	ND	ND	ND	ND	77	72	61	66	80	ND
โรงไฟฟ้าพระนครใต้	16T	ND	ND	ND	ND	90	85	83	90	97	112
บ้านพักกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่	17T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	76	76	78	84
ศาลากลางจังหวัดสมุทรปราการ	18T	ND	ND	ND	ND	52	51	51	53	74	66
การเคหะชุมชนบางพลี	19T	ND	61	60	66	81	74	ND	ND	75	88
อบจ.สมุทรสาคร	27T	59	67	76	77	89	76	69	73	ND	ND
แขวงการทางสมุทรสาคร	14T	57	73	70	78	63	71	74	ND	81	75
โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย	27T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	65
ปทุมธานี	20T	78	78	76	80	71	52	ND	ND	100	89
ภาคเหนือ											
ศาลากลางจังหวัดเชียงใหม่	35T	69	60	76	68	78	89	76	84	72	76
โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย	36T	62	54	69	73	64	70	50	79	76	ND
สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเชียงราย	65T	ND	ND	ND	ND	60	72	55	70	70	74
สำนักงานสาธาณสุขอำเภอแม่สาย	73T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สำนักงานเทศบาลเมืองน่าน	67T	ND	ND	ND	ND	ND	76	61	73	81	79
โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ	75T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง	37T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	91	84
ศาลหลักเมืองลำปาง	37T	67	65	69	70	70	52	55	ND	ND	ND

ตารางที่ข-5 (ต่อ)ข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95

ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคเหนือ											
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านสบป้าด	38T	68	77	73	70	70	79	61	86	89	78
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านท่าสี	39T	67	57	51	68	ND	ND	58	79	67	ND
การประปาส่วนภูมิภาคแม่เมาะ	40T	69	58	48	66	63	66	61	90	ND	84
สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดแม่ฮ่องสอน	66T	ND	ND	ND	ND	70	73	57	68	75	82
สนามกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดลำพูน	68T	ND	ND	ND	ND	ND	79	67	ND	79	72
สถานีอุตุนิยมวิทยาแพร่	69T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	53	ND	81	74
อุทยานการเรียนรู้กว้านพะเยา	70T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	59	77	70	83
ภาคใต้											
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 14 (สุราษฎร์ธานี)	42T	46	49	45	44	ND	41	44	ND	54	63
ศูนย์บริการสาธารณสุข 1 กองการแพทย์ เทศบาลนครภูเก็ต	43T	51	47	53	55	53	43	52	45	68	ND
ศาลากลางจังหวัดนราธิวาส	62T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สนามโรงพิธีช้างเผือก (ยะลา)	63T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
เทศบาลนครหาดใหญ่ (สงขลา)	64T	25	31	40	45	48	ND	47	38	45	66

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ข-5 (ต่อ)ข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95

ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคกลาง											
สถานีตำรวจภูธรหน้าพระลาน (สระบุรี)	24T	47	73	84	74	75	80	72	71	70	67
สถานีดับเพลิงพระลักษณ์ (สระบุรี)	25T	76	69	65	69	ND	79	74	76	68	75
โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย (อยุธยา)	21T	87	79	80	65	80	85	ND	ND	99	92
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 ราชบุรี	26T	66	69	72	78	72	68	75	78	82	ND
โครงการชลประทานนครสวรรค์	41T	67	70	77	75	69	72	67	ND	94	87
ภาคตะวันออก											
สนามกีฬาเทศบาลแหลมฉบัง (ชลบุรี)	32T	57	55	57	64	63	48	50	62	57	60
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านเขาหิน(ชลบุรี)	33T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	74
ศูนย์เยาวชน(ชลบุรี)	33T	72	72	65	75	ND	68	73	68	ND	ND
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 (ชลบุรี)	34T	54	61	62	68	71	63	66	65	68	70
อบต.ตาสิทธ์ (ระยอง)	28T	70	70	70	69	74	65	66	64	ND	ND
ชุมสายโทรศัพท์(ระยอง)	30T	48	58	66	62	61	61	ND	ND	ND	ND
สำนักงานสาธารณสุขอำเภอปลวกแดงระยอง	28T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลมาบตาพุดระยอง	29T	54	55	58	66	66	68	76	70	74	66
สำนักงานเกษตรจังหวัดระยอง	30T	53	ND	ND	ND	ND	ND	ND	71	72	65

ตารางที่ข-5 (ต่อ)ข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95

ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคตะวันออก											
ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง	31T	ND	59	56	69	79	82	88	77	84	77
ศูนย์ราชการจังหวัดระยอง	74T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	64	68	69
อบต.วังเย็น (ฉะเชิงเทรา)	60T	67	68	65	64	76	75	60	69	ND	ND
สำนักงานเทศบาลตำบลทุ่งสะเดา (ฉะเชิงเทรา)	60T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
โรงเรียนอนุบาลศรีอรัญโญทัย (สระแก้ว)	71T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ											
ส่วนอุทกวิทยา สำนักงานทรัพยากรน้ำภาคที่ 4 ขอนแก่น	46T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	77
สถานีสูบน้ำเสีย เทศบาลนครนครราชสีมา	47T	68	52	61	62	ND	ND	53	54	ND	63
สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเลย	72T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียน	76T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สถานีศาลาประชาคมบ้านบุยายใบ	77T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ตารางที่ข-6 ข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98

ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล											
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	02T	ND	ND	ND	ND	76	66	ND	ND	79	88
หมวดการทางบางขุนเทียนที่ 2	03T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
กรมอุตุนิยมวิทยา	05T	59	63	73	75	73	48	ND	81	88	76
การเคหะชุมชนคลองจั่น	10T	82	80	84	88	103	88	ND	ND	ND	87
การเคหะชุมชนห้วยขวาง	11T	79	63	71	81	76	62	66	78	79	74
โรงเรียนนนทรีวิทยา	12T	78	72	78	75	75	67	ND	ND	81	80
การไฟฟ้าย่อยธนบุรี (ริมถนนอินทรพิทักษ์)	52T	60	69	65	70	68	69	ND	ND	93	71
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย (ริมถนนลาดพร้าว)	53T	60	59	57	64	55	54	48	ND	64	45
การเคหะชุมชนดินแดง	54T	50	37	31	32	40	45	39	32	49	43
กรมประชาสัมพันธ์	59T	ND	ND	ND	60	75	106	ND	89	97	87
โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)	61T	ND	78	78	80	90	79	ND	ND	98	ND
ที่ทำการไปรษณีย์ราษฎร์บูรณะ	03T	72	96	90	83	91	77	48	54	76	66
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม	07T	68	73	74	74	77	ND	ND	ND	ND	ND
โรงเรียนวัดสิงหราช	15T	82	74	77	92	77	82	ND	ND	84	63
กระทรวงวิทยาศาสตร์	48T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
กรมการขนส่ง	50T	ND	ND	ND	ND	57	ND	ND	ND	ND	ND
วงเวียน 22 นาฬิกา	51T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	13T	ND	77	ND	91	84	ND	79	91	ND	114

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ข-6 (ต่อ) ข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98

ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล											
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	22T	72	73	68	98	84	74	80	ND	100	97
ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพคนพิการและทุพพลภาพ	08T	ND	ND	ND	ND	92	84	66	76	90	ND
โรงไฟฟ้าพระนครใต้	16T	ND	ND	ND	ND	100	97	96	109	111	142
บ้านพักกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่	17T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	83	86	96	105
ศาลากลางจังหวัดสมุทรปราการ	18T	ND	ND	ND	ND	65	57	62	61	79	86
การเคหะชุมชนบางพลี	19T	ND	74	76	72	98	85	ND	ND	96	103
อบจ.สมุทรสาคร	27T	73	71	83	91	102	91	85	89	ND	ND
แขวงการทางสมุทรสาคร	14T	66	78	76	94	70	81	82	ND	91	90
โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย	27T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	93
ปทุมธานี	20T	90	91	83	90	82	58	ND	ND	110	96
ภาคเหนือ											
ศาลากลางจังหวัดเชียงใหม่	35T	75	68	83	78	89	97	84	91	76	84
โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย	36T	67	61	75	82	69	75	54	82	81	ND
สำนักงานทรัพยากรธรรม ชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเชียงราย	65T	ND	ND	ND	ND	70	80	58	76	81	80
สำนักงานสาธาณสุขอำเภอแม่สาย	73T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สำนักงานเทศบาลเมืองน่าน	67T	ND	ND	ND	ND	ND	80	65	78	87	91
โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ	75T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง	37T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	97	88
ศาลหลักเมืองลำปาง	37T	76	74	73	79	76	56	62	ND	ND	ND

Chulalongkorn University

ตารางที่ข-6 (ต่อ) ข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98

ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคเหนือ											
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านสบป้าด	38T	73	83	76	77	83	82	69	92	92	82
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านท่าสี	39T	74	60	58	74	ND	ND	63	83	76	ND
การประปาส่วนภูมิภาคแม่เมาะ	40T	75	65	53	71	77	74	67	99	ND	86
สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดแม่ฮ่องสอน	66T	ND	ND	ND	ND	78	80	61	73	80	92
สนามกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดลำพูน	68T	ND	ND	ND	ND	ND	84	74	ND	84	77
สถานีอุตุนิยมวิทยาแพร่	69T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	56	ND	90	82
อุทยานการเรียนรู้กว๊านพะเยา	70T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	62	86	77	91
ภาคใต้											
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 14 (สุราษฎร์ธานี)	42T	55	58	50	53	ND	52	51	ND	65	76
ศูนย์บริการสาธารณสุข 1 กองการแพทย์ เทศบาลนครภูเก็ต	43T	63	58	65	62	63	57	58	53	82	ND
ศาลากลางจังหวัดนราธิวาส	62T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สนามโรงพิธีช้างเผือก (ยะลา)	63T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
เทศบาลนครหาดใหญ่ (สงขลา)	64T	30	38	51	51	55	ND	53	42	52	72

ตารางที่ข-6(ต่อ)ข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98

ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคกลาง											
สถานีตำรวจภูธรหน้าพระลาน (สระบุรี)	24T	55	82	123	79	88	87	82	80	86	75
สถานีดับเพลิงพระลักษณ์ (สระบุรี)	25T	85	78	71	78	ND	89	80	80	74	79
โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย (อยุธยา)	21T	103	89	86	73	85	92	ND	ND	107	100
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 ราชบุรี	26T	84	83	80	92	79	84	82	89	87	ND
โครงการชลประทานนครสวรรค์	41T	73	75	82	83	75	82	74	ND	104	93
ภาคตะวันออก											
สนามกีฬาเทศบาลแหลมฉบัง (ชลบุรี)	32T	81	65	63	73	77	59	58	82	67	76
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านเขาหิน (ชลบุรี)	33T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	87
ศูนย์เยาวชน (ชลบุรี)	33T	85	87	87	83	ND	80	85	76	ND	ND
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 (ชลบุรี)	34T	66	68	70	79	85	75	80	72	75	84
อบต.ตาสิทธ์ (ระยอง)	28T	82	77	80	82	84	76	72	79	ND	ND
ชุมสายโทรศัพท์ (ระยอง)	30T	58	68	81	74	73	74	ND	ND	ND	ND
สำนักงานสาธารณสุขอำเภอปลวกแดง(ระยอง)	28T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลมาบตาพุด(ระยอง)	29T	65	63	75	74	76	77	87	79	78	75
สำนักงานเกษตรจังหวัดระยอง	30T	66	ND	ND	ND	ND	ND	ND	86	85	83
ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง	31T	ND	71	65	77	94	93	102	91	92	88

ตารางที่ข-6(ต่อ)ข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน 8 ชั่วโมง การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98

ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคตะวันออก											
ศูนย์ราชการจังหวัดระยอง	74T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	72	74	84
อบต.วังเย็น (ฉะเชิงเทรา)	60T	74	73	72	70	89	85	68	77	ND	ND
สำนักงานเทศบาลตำบลทุ่งสะเดา (ฉะเชิงเทรา)	60T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
โรงเรียนอนุบาลศรีอรัญโญทัย(สระแก้ว)	71T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ											
ส่วนอุทกวิทยา สำนักงานทรัพยากรน้ำภาคที่ 4 ขอนแก่น	46T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	82
สถานีสูบน้ำเสีย เทศบาลนครนครราชสีมา	47T	77	59	68	74	ND	ND	59	61	ND	69
สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเลย	72T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียน	76T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สถานีศาลาประชาคมบ้านบุยายใบ	77T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ตารางที่ข-7 ค่าสูงสุดลำดับที่ 4 ข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน (8 ชั่วโมง)

ค่าสูงสุดลำดับที่ 4 ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติ											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล											
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	02T	ND	ND	ND	ND	78	73	ND	ND	87	95
หมวดการทางบางขุนเทียนที่ 2	03T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
กรมอุตุนิยมวิทยา	05T	68	72	84	76	87	49	ND	82	100	85
การเคหะชุมชนคลองจั่น	10T	91	88	85	101	108	92	ND	ND	ND	96
การเคหะชุมชนห้วยขวาง	11T	92	66	72	90	82	69	67	82	88	85
โรงเรียนนนทรีวิทยา	12T	84	80	81	83	85	72	ND	ND	88	84
การไฟฟ้าย่อยธนบุรี(ริมถนนอินทรพิทักษ์)	52T	68	77	67	79	71	79	ND	ND	96	76
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย (ริมถนนลาดพร้าว)	53T	65	66	61	66	62	62	48	ND	67	50
การเคหะชุมชนดินแดง	54T	56	39	33	38	51	54	43	36	50	45
กรมประชาสัมพันธ์	59T	ND	ND	ND	62	75	112	ND	95	105	91
โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)	61T	ND	85	79	86	96	88	ND	ND	102	ND
ที่ทำการไปรษณีย์ราษฎร์บูรณะ	03T	76	110	98	95	92	79	51	60	79	75
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม	07T	76	75	77	82	81	ND	ND	ND	ND	ND
โรงเรียนวัดสิงหราช	15T	94	79	78	104	84	89	ND	ND	93	67
กระทรวงวิทยาศาสตร์*	48T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
กรมการขนส่ง	50T	ND	ND	ND	ND	66	ND	ND	ND	ND	ND
วงเวียน 22 นาฬิกา	51T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย	13T	ND	83	ND	101	90	ND	87	92	ND	130
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	22T	82	77	71	102	88	76	80	ND	105	111
ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพคนพิการและทุพพลภาพ	08T	ND	ND	ND	ND	96	87	71	81	93	ND

ตารางที่ข-7 (ต่อ) ค่าสูงสุดลำดับที่ 4 ข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน (8 ชั่วโมง)

ค่าสูงสุดลำดับที่ 4 ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติ											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล											
โรงไฟฟ้าพระนครใต้	16T	ND	ND	ND	ND	110	105	111	122	124	148
บ้านพักกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่	17T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	92	90	105	110
ศาลากลางจังหวัดสมุทรปราการ	18T	ND	ND	ND	ND	70	60	65	68	80	93
การเคหะชุมชนบางพลี	19T	ND	88	80	77	107	97	ND	ND	112	108
อบจ.สมุทรสาคร	27T	85	72	86	97	112	96	91	96	ND	ND
แขวงการทางสมุทรสาคร	14T	75	83	81	99	71	91	91	ND	95	101
โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย	27T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	108
ปทุมธานี	20T	99	97	87	98	92	64	ND	ND	111	99
ภาคเหนือ											
ศาลากลางจังหวัดเชียงใหม่	35T	76	69	88	81	94	100	88	92	43	86
โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย	36T	72	70	77	87	74	81	55	90	83	ND
สำนักงานทรัพยากรธรรม ชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเชียงราย	65T	ND	ND	ND	ND	73	83	61	81	84	83
สำนักงานสาธาณสุขอำเภอแม่สาย	73T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สำนักงานเทศบาลเมืองน่าน	67T	ND	ND	ND	ND	ND	85	69	80	88	94
โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ	75T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง	37T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	104	89
ศาลหลักเมืองลำปาง	37T	78	80	74	85	78	59	63	ND	ND	ND
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านสบป้าด	38T	79	86	77	82	90	86	71	97	95	84
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านท่าสี	39T	79	65	60	76	ND	ND	65	91	79	ND

ตารางที่ข-7 (ต่อ) ค่าสูงสุดลำดับที่ 4 ข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน (8 ชั่วโมง)

ค่าสูงสุดลำดับที่ 4 ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติ											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคเหนือ											
การประปาส่วนภูมิภาคแม่เมาะ	40T	82	69	54	74	92	75	71	101	ND	90
สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดแม่ฮ่องสอน	66T	ND	ND	ND	ND	85	81	64	75	82	94
สนามกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดลำพูน	68T	ND	ND	ND	ND	ND	86	76	ND	87	79
สถานีอุตุนิยมวิทยาแพร่	69T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	58	ND	94	83
อุทยานการเรียนรู้กว๊านพะเยา	70T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	64	88	79	95
ภาคใต้											
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 14 (สุราษฎร์ธานี)	42T	58	61	52	57	ND	53	53	ND	71	84
ศูนย์บริการสาธารณสุข 1 กองการแพทย์ เทศบาลนครภูเก็ต	43T	72	64	67	65	66	62	62	55	83	ND
ศาลากลางจังหวัดนราธิวาส	62T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สนามโรงพิธีช้างเผือก (ยะลา)	63T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
เทศบาลนครหาดใหญ่ (สงขลา)	64T	33	40	54	53	57	ND	57	47	55	80
ภาคกลาง											
สถานีตำรวจภูธรหน้าพระลาน (สระบุรี)	24T	62	84	126	82	91	95	86	83	90	79

ตารางที่ข-7 (ต่อ) ค่าสูงสุดลำดับที่ 4 ข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน (8 ชั่วโมง)

ค่าสูงสุดลำดับที่ 4 ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติ											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคกลาง											
สถานีดับเพลิงพระลักษณ์ (สระบุรี)	25T	90	79	76	81	ND	91	82	86	78	83
โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย (อยุธยา)	21T	106	99	87	75	87	105	ND	ND	110	103
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 ราชบุรี	26T	93	86	82	100	82	98	87	94	91	ND
โครงการชลประทานนครสวรรค์	41T	77	82	85	85	79	83	81	ND	107	96
ภาคตะวันออก											
สนามกีฬาเทศบาลแหลมฉบัง (ชลบุรี)	32T	109	67	64	75	87	62	63	85	71	79
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านเขาหิน (ชลบุรี)	33T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	113
ศูนย์เยาวชน (ชลบุรี)	33T	93	96	90	93	ND	82	94	84	ND	ND
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13(ชลบุรี)	34T	73	78	80	87	96	88	88	79	81	103
อบต.ตาสิทธ์ (ระยอง)	28T	86	88	88	85	93	85	76	79	ND	ND
ชุมสายโทรศัพท์ (ระยอง)	30T	59	72	91	85	79	81	ND	ND	ND	ND
สำนักงานสาธารณสุขอำเภอปลวกแดง(ระยอง)	28T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลมาบตาพุด (ระยอง)	29T	71	67	81	85	86	81	90	85	83	81
สำนักงานเกษตรจังหวัดระยอง	30T	70	ND	ND	ND	ND	ND	ND	100	93	97
ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง	31T	ND	79	74	81	97	94	106	103	96	90

ตารางที่ข-7 (ต่อ) ค่าสูงสุดลำดับที่ 4 ข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน (8 ชั่วโมง)

ค่าสูงสุดลำดับที่ 4 ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติ											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคตะวันออก											
ศูนย์ราชการจังหวัดระยอง	74T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	82	80	90
อบต.วังเย็น (ฉะเชิงเทรา)	60T	78	82	76	71	94	90	71	81	ND	ND
สำนักงานเทศบาลตำบลทุ่งสะเดา (ฉะเชิงเทรา)	60T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
โรงเรียนอนุบาลศรีอรัญโญทัย (สระแก้ว)	71T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ											
ส่วนอุทกวิทยา สำนัก งานทรัพยากรน้ำภาคที่ 4 ขอนแก่น	46T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	88
สถานีสูบน้ำเสีย เทศบาลนครนครราชสีมา	47T	80	64	69	78	ND	ND	66	62	ND	69
สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเลย	72T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียน	76T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สถานีศาลาประชาคมบ้านบุยายใบ	77T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ตารางที่ข-8 ค่าสูงสุดข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน (8 ชั่วโมง)

ค่าสูงสุดข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติ											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล											
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	02T	ND	ND	ND	ND	98	85	ND	ND	99	126
หมวดการทางบางขุนเทียนที่ 2	03T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
กรมอุตุนิยมวิทยา	05T	73	79	89	84	97	83	ND	102	109	110
การเคหะชุมชนคลองจั่น	10T	102	104	91	106	112	128	ND	ND	ND	120
การเคหะชุมชนห้วยขวาง	11T	101	86	76	102	93	99	71	105	94	101
โรงเรียนนนทรีวิทยา	12T	91	89	91	112	107	83	ND	ND	100	103
การไฟฟ้าย่อยธนบุรี (ริมถนนอินทรพิทักษ์)	52T	79	84	70	86	84	86	ND	ND	104	104
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย (ริมถนนลาดพร้าว)	53T	77	71	64	68	67	71	53	ND	74	73
การเคหะชุมชนดินแดง	54T	96	41	34	50	63	69	47	62	60	65
กรมประชาสัมพันธ์	59T	ND	ND	ND	70	96	134	ND	113	117	105
โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)	61T	ND	105	91	97	98	125	ND	ND	120	ND
ที่ทำการไปรษณีย์ราษฎร์บูรณะ	03T	98	122	128	103	103	100	64	69	94	92
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม	07T	104	95	87	90	98	ND	ND	ND	ND	ND
โรงเรียนวัดสิงหราช	15T	118	89	97	114	99	112	ND	ND	115	95
กระทรวงวิทยาศาสตร์	48T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
กรมการขนส่ง	50T	ND	ND	ND	ND	70	ND	ND	ND	ND	ND
วงเวียน 22 นาฬิกา	51T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	13T	ND	103	ND	106	98	ND	108	120	ND	145

ตารางที่ข-8 (ต่อ) ค่าสูงสุดข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน (8 ชั่วโมง)

ค่าสูงสุดข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติ											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล											
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	22T	118	98	76	114	97	81	92	ND	121	117
ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพคนพิการและทุพพลภาพ	08T	ND	ND	ND	ND	101	109	87	106	132	ND
โรงไฟฟ้าพระนครใต้	16T	ND	ND	ND	ND	126	123	125	128	142	173
บ้านพักกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่	17T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	118	113	131	134
ศาลากลางจังหวัดสมุทรปราการ	18T	ND	ND	ND	ND	77	70	82	98	82	116
การเคหะชุมชนบางพลี	19T	ND	110	104	95	121	105	ND	ND	129	116
อบจ.สมุทรสาคร	27T	103	83	94	127	124	102	113	115	ND	ND
แขวงการทางสมุทรสาคร	14T	113	102	96	106	88	107	97	ND	108	106
โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย	27T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	124
ปทุมธานี	20T	116	109	93	113	97	77	ND	ND	117	118
ภาคเหนือ											
ศาลากลางจังหวัดเชียงใหม่	35T	80	71	93	93	102	104	99	103	80	94
โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย	36T	78	71	91	93	87	95	60	95	86	ND
สำนักงานทรัพยากรธรรม ชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเชียงราย	65T	ND	ND	ND	ND	84	87	67	84	85	86
สำนักงานสาธาณสุขอำเภอแม่สาย	73T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สำนักงานเทศบาลเมืองน่าน	67T	ND	ND	ND	ND	ND	90	76	85	93	103
โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ	75T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง	37T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	106	94

ตารางที่ข-8 (ต่อ) ค่าสูงสุดข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน (8 ชั่วโมง)

ค่าสูงสุดข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติ											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคเหนือ											
ศาลหลักเมืองลำปาง	37T	83	89	79	94	83	68	67	ND	ND	ND
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านสบป้าด	38T	85	90	83	91	97	90	83	99	101	94
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านท่าสี	39T	92	72	69	99	ND	ND	73	94	81	ND
การประปาส่วนภูมิภาคแม่เมาะ	40T	89	70	59	79	99	141	79	104	ND	98
สำนักงานทรัพยากรธรรม ชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดแม่ฮ่องสอน	66T	ND	ND	ND	ND	95	83	80	78	92	114
สนามกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดลำพูน	68T	ND	ND	ND	ND	ND	88	80	ND	94	82
สถานีอุตุนิยมวิทยาแพร่	69T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	65	ND	99	135
อุทยานการเรียนรู้กว๊านพะเยา	70T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	77	106	93	102
ภาคใต้											
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 14 (สุราษฎร์ธานี)	42T	67	74	68	71	ND	62	66	ND	72	91
ศูนย์บริการสาธารณสุข 1 กองการแพทย์ เทศบาลนครภูเก็ต	43T	73	72	72	66	71	68	74	67	86	ND
ศาลากลางจังหวัดนราธิวาส	62T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สนามโรงพิธีช้างเผือก (ยะลา)	63T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
เทศบาลนครหาดใหญ่ (สงขลา)	64T	38	46	71	65	59	ND	61	51	61	84

ตารางที่ข-8 (ต่อ) ค่าสูงสุดข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน (8 ชั่วโมง)

ค่าสูงสุดข้อมูลคุณภาพอากาศ											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคกลาง											
สถานีตำรวจภูธรหน้าพระลาน(สระบุรี)	24T	66	93	145	89	99	105	94	98	94	90
สถานีดับเพลิงพระลักษณ์ (สระบุรี)	25T	97	93	83	98	ND	99	99	96	89	93
โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย (อยุธยา)	21T	122	109	97	83	104	117	ND	ND	117	108
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 ราชบุรี	26T	96	88	84	114	91	105	99	104	107	ND
โครงการชลประทานนครสวรรค์	41T	86	89	90	100	84	89	88	ND	113	98
ภาคตะวันออก											
สนามกีฬาเทศบาลแหลมฉบัง(ชลบุรี)	32T	147	78	99	91	99	89	77	91	90	93
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านเขาหิน (ชลบุรี)	33T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	118
ศูนย์เยาวชน(ชลบุรี)	33T	110	101	109	99	ND	108	106	113	ND	ND
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 (ชลบุรี)	34T	86	88	94	99	134	101	109	94	106	115
อบต.ตาสิทธ์ (ระยอง)	28T	102	97	118	96	96	104	112	102	ND	ND
ชุมสายโทรศัพท์ (ระยอง)	30T	74	79	102	94	87	123	ND	ND	ND	ND
สำนักงานสาธารณสุขอำเภอปลวกแดง (ระยอง)	28T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลมาบตาพุด (ระยอง)	29T	94	74	91	104	96	113	112	95	112	101
สำนักงานเกษตรจังหวัดระยอง	30T	91	ND	ND	ND	ND	ND	ND	103	99	144

ตารางที่ข-8 (ต่อ) ค่าสูงสุดข้อมูลคุณภาพอากาศก๊าซโอโซน (8 ชั่วโมง)

ค่าสูงสุดข้อมูลคุณภาพอากาศ											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคตะวันออก											
ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง	31T	ND	92	81	87	110	118	116	112	117	138
ศูนย์ราชการจังหวัดระยอง	74T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	93	104	104
อบต.วังเย็น(ฉะเชิงเทรา)	60T	89	90	80	81	102	97	83	85	ND	ND
สำนักงานเทศบาลตำบลทุ่งสะเดา (ฉะเชิงเทรา)	60T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ											
โรงเรียนอนุบาลศรีอรัญโญทัย(สระแก้ว)	71T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ส่วนอุทกวิทยา สำนักงานทรัพยากรน้ำภาคที่ 4 ขอนแก่น	46T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	91
สถานีสูบน้ำเสียเทศบาลนครนครราชสีมา	47T	88	70	76	87	ND	ND	71	64	ND	74
สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเลย	72T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียน	76T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สถานีศาลาประชาคมบ้านบุยายใบ	77T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ตารางที่ข-9 ข้อมูลคุณภาพอากาศ PM_{10} 24 ชั่วโมง การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95

ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล											
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	02T	ND	ND	ND	128	134	111	ND	ND	115	111
หมวดการทางบางขุนเทียนที่ 2	03T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
กรมอุตุนิยมวิทยา	05T	ND	ND	ND	ND	87	78	ND	ND	113	79
การเคหะชุมชนคลองจั่น	10T	67	66	78	77	70	56	50	44	ND	102
การเคหะชุมชนห้วยขวาง	11T	70	79	86	67	65	64	71	85	87	80
โรงเรียนนนทรีวิทยา	12T	78	94	96	76	73	55	ND	ND	113	92
โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์	50T	127	127	130	113	119	112	96	97	125	120
การไฟฟ้าย่อยธนบุรี (ริมถนนอินทรพิทักษ์)	52T	58	81	88	80	54	50	43	45	ND	58
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย (ริมถนนลาดพร้าว)	53T	76	80	83	75	61	50	41	ND	41	38
การเคหะชุมชนดินแดง	54T	167	160	141	139	134	127	97	99	110	94
กรมประชาสัมพันธ์	59T	92	92	100	95	85	83	76	76	89	76
โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)	61T	71	80	82	67	67	59	ND	ND	61	ND
ที่ทำการไปรษณีย์ราษฎร์บูรณะ	03T	ND	ND	ND	ND	ND	51	ND	ND	89	86
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม	07T	ND	ND	ND	ND	ND	88	ND	ND	107	92
โรงเรียนวัดสิงหราช	15T	72	91	102	92	68	56	ND	ND	41	27
กระทรวงวิทยาศาสตร์	48T	165	137	127	132	144	ND	109	ND	ND	97
กรมการขนส่ง	50T	116	72	76	83	119	122	ND	ND	178	102
วงเวียน 22 นาฬิกา	51T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	13T	ND	71	87	81	76	ND	90	92	101	99

ตารางที่ข-9 (ต่อ) ข้อมูลคุณภาพอากาศ PM_{10} 24 ชั่วโมง การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95

ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล											
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	22T	101	91	96	92	85	58	48	49	111	102
ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพคนพิการและทุพพลภาพ	08T	173	163	171	102	102	97	95	70	79	54
โรงไฟฟ้าพระนครใต้	16T	185	202	218	158	107	82	84	89	122	115
บ้านพักกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่	17T	234	188	182	117	ND	ND	86	83	89	85
ศาลากลางจังหวัดสมุทรปราการ	18T	189	179	162	94	117	115	100	98	123	123
การเคหะชุมชนบางพลี	19T	164	130	125	121	117	91	81	79	101	98
อบจ.สมุทรสาคร	27T	83	91	98	63	60	57	56	46	ND	ND
แขวงการทางสมุทรสาคร	14T	51	87	98	90	56	50	42	ND	120	114
โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย	27T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	135
ปทุมธานี	20T	93	84	103	81	70	88	108	ND	104	96
ภาคเหนือ											
ศาลากลางจังหวัดเชียงใหม่	35T	131	86	144	82	117	122	63	127	106	124
โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย	36T	132	118	169	100	130	131	65	109	131	119
สำนักงานทรัพยากรธรรม ชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเชียงราย	65T	ND	ND	ND	ND	165	175	76	208	155	121
สำนักงานสาธาณสุขอำเภอแม่สาย	73T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	168	141
สำนักงานเทศบาลเมืองน่าน	67T	ND	ND	ND	ND	ND	128	67	143	135	128
โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ	75T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง	37T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	120	139
ศาลหลักเมืองลำปาง	37T	143	105	138	125	ND	122	67	ND	ND	ND

ตารางที่ข-9 (ต่อ) ข้อมูลคุณภาพอากาศ PM_{10} 24 ชั่วโมง การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95

ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคเหนือ											
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านสบป้าด	38T	120	82	106	93	109	112	74	133	113	112
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านท่าสี	39T	154	104	121	113	ND	132	63	144	146	ND
การประปาส่วนภูมิภาคแม่เมาะ	40T	151	102	143	109	132	92	78	128	ND	113
สำนักงานทรัพยากรธรรม ชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดแม่ฮ่องสอน	66T	ND	ND	ND	ND	167	159	72	215	201	158
สนามกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดลำพูน	68T	ND	ND	ND	ND	ND	155	78	138	108	101
สถานีอุตุนิยมวิทยาแพร่	69T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	84	145	138	125
อุทยานการเรียนรู้กว๊านพะเยา	70T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	101	178	131	141
ภาคใต้											
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 14 (สุราษฎร์ธานี)	42T	51	49	ND	55	ND	53	50	ND	58	61
ศูนย์บริการสาธารณสุข 1 กองการแพทย์ เทศบาลนครภูเก็ต	43T	61	94	ND	47	51	42	42	38	44	ND
ศาลากลางจังหวัดนราธิวาส	62T	ND	61	58	49	45	41	54	54	64	51
สนามโรงพิธีช้างเผือก (ยะลา)	63T	ND	61	55	52	51	49	48	54	50	43
เทศบาลนครหาดใหญ่ (สงขลา)	64T	59	74	62	59	56	48	62	57	61	66
ภาคกลาง											
สถานีตำรวจภูธรหน้าพระลาน (สระบุรี)	24T	187	244	201	162	185	161	173	205	221	173
สถานีดับเพลิงพระลักษณ์ (สระบุรี)	25T	53	62	75	57	ND	92	81	40	37	36

ตารางที่ข-9 (ต่อ) ข้อมูลคุณภาพอากาศ PM_{10} 24 ชั่วโมง การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95

ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคกลาง											
โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย	21T	121	119	117	115	121	93	83	ND	127	119
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 ราชบุรี	26T	75	75	119	122	84	84	87	62	53	96
โครงการชลประทานนครสวรรค์	41T	107	95	103	83	85	79	51	72	128	122
ภาคตะวันออก											
สนามกีฬาเทศบาลแหลมฉบัง (ชลบุรี)	32T	107	124	153	70	89	85	78	64	ND	72
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านเขาหิน(ชลบุรี)	33T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	84
ศูนย์เยาวชน(ชลบุรี)	33T	65	60	60	58	ND	84	35	27	ND	ND
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13(ชลบุรี)	34T	60	35	38	35	44	29	26	23	29	26
อบต.ตาสิทธ์ ระยอง	28T	175	109	72	76	ND	71	73	56	83	ND
ชุมสายโทรศัพท์ ระยอง	30T	102	92	108	87	38	45	ND	ND	ND	ND
สำนักงานสาธารณสุขอำเภอปลวกแดงระยอง	28T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลมาบตาพุดระยอง	29T	ND	57	64	83	100	85	87	104	148	113
สำนักงานเกษตรจังหวัดระยอง	30T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	64	73	64
ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง	31T	68	97	81	86	ND	63	74	61	92	98
ศูนย์ราชการจังหวัดระยอง	74T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	63	75	79
อบต.วังเย็น (ฉะเชิงเทรา)	60T	81	84	86	78	55	50	46	51	42	53
สำนักงานเทศบาลตำบลทุ่งสะเดา (ฉะเชิงเทรา)	60T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ตารางที่ข-9 (ต่อ) ข้อมูลคุณภาพอากาศ PM_{10} 24 ชั่วโมง การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95

ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ											
โรงเรียนอนุบาลศรีอรัญโญทัย (สระแก้ว)	71T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	61	122	106
ส่วนอุทกวิทยา สำนักงานทรัพยากรน้ำภาคที่ 4 ขอนแก่น	46T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	123
สถานีสูบน้ำเสีย เทศบาลนครนครราชสีมา	47T	130	159	142	117	ND	ND	97	103	ND	96
สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเลย	72T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	80	ND	ND
ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียน	76T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สถานีศาลาประชาคมบ้านบุยายใบ	77T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ข-10 ข้อมูลคุณภาพอากาศ PM_{10} 24 ชั่วโมง การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98

ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล											
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	02T	ND	ND	ND	139	155	134	ND	ND	132	141
หมวดการทางบางขุนเทียนที่ 2	03T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
กรมอุตุนิยมวิทยา	05T	ND	ND	ND	ND	96	86	ND	ND	154	119
การเคหะชุมชนคลองจั่น	10T	75	72	89	89	74	71	56	50	ND	127
การเคหะชุมชนห้วยขวาง	11T	80	87	98	75	70	71	83	95	101	95
โรงเรียนนนทรีวิทยา	12T	88	102	114	86	82	65	ND	ND	128	106
โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์	50T	142	141	144	141	138	123	113	110	143	145
การไฟฟ้าย่อยธนบุรี (ริมถนนอินทรพิทักษ์)	52T	70	88	100	93	58	58	52	50	ND	68
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย (ริมถนนลาดพร้าว)	53T	87	86	93	89	68	60	47	ND	47	42
การเคหะชุมชนดินแดง	54T	188	171	177	158	149	143	110	106	131	121
กรมประชาสัมพันธ์	59T	117	104	117	107	100	93	87	83	102	99
โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)	61T	87	88	101	85	76	69	ND	ND	88	ND
ที่ทำการไปรษณีย์ราษฎร์บูรณะ	03T	ND	ND	ND	ND	ND	57	ND	ND	102	110
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม	07T	ND	ND	ND	ND	ND	99	ND	ND	136	106
โรงเรียนวัดสิงหราช	15T	86	98	119	105	76	69	ND	ND	45	31
กระทรวงวิทยาศาสตร์	48T	188	151	157	154	156	ND	125	ND	ND	108
กรมการขนส่ง	50T	126	85	96	90	146	142	ND	ND	265	111
วงเวียน 22 นาฬิกา	51T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	13T	ND	76	101	91	91	ND	102	100	116	120

ตารางที่ข-10 (ต่อ) ข้อมูลคุณภาพอากาศ PM_{10} 24 ชั่วโมง การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98

ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล											
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	22T	123	103	109	106	93	64	53	54	118	130
ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพคนพิการและทุพพลภาพ	08T	190	197	207	126	114	119	112	81	124	71
โรงไฟฟ้าพระนครใต้	16T	206	225	266	192	122	98	101	98	145	159
บ้านพักกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่	17T	252	207	215	136	ND	ND	103	93	101	111
ศาลากลางจังหวัดสมุทรปราการ	18T	211	200	203	115	130	130	111	108	146	155
การเคหะชุมชนบางพลี	19T	213	144	148	154	133	102	92	90	120	123
อบจ.สมุทรสาคร	27T	92	100	112	71	66	62	64	50	ND	ND
แขวงการทางสมุทรสาคร	14T	68	103	109	109	65	59	47	ND	150	148
โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย	27T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	171
ปทุมธานี	20T	112	100	112	108	78	102	115	ND	125	117
ภาคเหนือ											
ศาลากลางจังหวัดเชียงใหม่	35T	155	100	189	104	164	156	71	181	129	156
โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย	36T	155	150	218	123	175	165	75	155	156	150
สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเชียงราย	65T	ND	ND	ND	ND	237	231	85	237	204	168
สำนักงานสาธารณสุขอำเภอแม่สาย	73T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	242	184
สำนักงานเทศบาลเมืองน่าน	67T	ND	ND	ND	ND	ND	153	77	163	179	149

ตารางที่ข-10 (ต่อ) ข้อมูลคุณภาพอากาศ PM_{10} 24 ชั่วโมง การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98

ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคเหนือ											
โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ	75T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง	37T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	157	169
ศาลหลักเมืองลำปาง	37T	176	141	181	142	ND	144	77	ND	ND	ND
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านสบป้าด	38T	156	105	140	112	151	131	94	176	136	134
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านท่าสี	39T	204	132	149	138	ND	147	78	206	175	ND
การประปาส่วนภูมิภาคแม่เมาะ	40T	194	157	171	123	191	107	85	164	ND	128
สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดแม่ฮ่องสอน	66T	ND	ND	ND	ND	219	238	103	275	276	233
สนามกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดลำพูน	68T	ND	ND	ND	ND	ND	169	86	182	141	128
สถานีอุตุนิยมวิทยาแพร่	69T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	95	191	177	146
อุทยานการเรียนรู้กว๊านพะเยา	70T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	118	233	157	178
ภาคใต้											
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 14 (สุราษฎร์ธานี)	42T	57	68	ND	64	ND	63	53	ND	66	72
ศูนย์บริการสาธารณสุข 1 กองการแพทย์ เทศบาลนครภูเก็ต	43T	68	104	ND	52	59	47	44	53	49	ND
ศาลากลางจังหวัดนราธิวาส	62T	ND	70	67	54	48	48	57	68	72	58

ตารางที่ข-10 (ต่อ) ข้อมูลคุณภาพอากาศ PM_{10} 24 ชั่วโมง การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98

ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคใต้											
สนามโรงพิธีช้างเผือก (ยะลา)	63T	ND	66	67	58	56	54	54	61	59	51
เทศบาลนครหาดใหญ่ (สงขลา)	64T	83	83	80	70	63	53	71	73	77	76
ภาคกลาง											
สถานีตำรวจภูธรหน้าพระลาน (สระบุรี)	24T	217	265	236	219	209	192	101	213	266	229
สถานีดับเพลิงพระลักษณ์ (สระบุรี)	25T	65	71	92	66	ND	100	101	49	41	43
โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย (อยุธยา)	21T	142	142	143	147	135	107	100	ND	151	147
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 ราชบุรี	26T	85	79	131	135	94	94	98	71	62	108
โครงการชลประทานนครสวรรค์	41T	140	105	135	97	92	91	58	81	146	152
ภาคตะวันออก											
สนามกีฬาเทศบาลแหลมฉบัง (ชลบุรี)	32T	135	150	193	82	99	96	92	75	ND	88
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านเขาหิน(ชลบุรี)	33T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	121
ศูนย์เยาวชน (ชลบุรี)	33T	79	77	67	66	ND	94	40	34	ND	ND
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 (ชลบุรี)	34T	68	40	44	38	49	34	30	25	35	40
อบต.ตาสิทธ์ (ระยอง)	28T	223	124	89	84	ND	83	85	73	97	ND
ชุมสายโทรศัพท์ (ระยอง)	30T	123	100	139	104	51	51	ND	ND	ND	ND

ตารางที่ข-10 (ต่อ) ข้อมูลคุณภาพอากาศ PM_{10} 24 ชั่วโมง การประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98

ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ผ่านการประเมินทางสถิติเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคตะวันออก											
สำนักงานสาธารณสุขอำเภอปลวกแดง(ระยอง)	28T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลมาบตาพุด (ระยอง)	29T	ND	67	79	101	112	94	99	115	179	137
สำนักงานเกษตรจังหวัดระยอง	30T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	76	86	70
ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง	31T	83	113	96	98	ND	70	85	68	99	117
ศูนย์ราชการจังหวัดระยอง	74T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	78	87	95
อบต.วังเย็น(ฉะเชิงเทรา)	60T	98	93	109	91	64	53	48	55	46	59
สำนักงานเทศบาลตำบลทุ่งสะเดา(ฉะเชิงเทรา)	60T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
โรงเรียนอนุบาลศรีอรัญโญทัย (สระแก้ว)	71T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	77	136	143
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ											
ส่วนอุทกวิทยา สำนักงานทรัพยากรน้ำภาคที่ 4 ขอนแก่น	46T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	139
สถานีสูบน้ำเสีย เทศบาลนครนครราชสีมา	47T	152	189	166	186	ND	ND	108	119	ND	107
สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเลย	72T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	95	ND	ND
ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียน	76T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สถานีศาลาประชาคมบ้านบุยายใบ	77T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ตารางที่ข-11ค่าสูงสุดข้อมูลคุณภาพอากาศ PM_{10} (24 ชั่วโมง)

ค่าสูงสุดของข้อมูลคุณภาพอากาศ											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล											
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	02T	ND	ND	ND	179	193	179	ND	ND	158	182
หมวดการทางบางขุนเทียนที่ 2	03T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
กรมอุตุนิยมวิทยา	05T	ND	ND	ND	ND	123	107	ND	ND	173	155
การเคหะชุมชนคลองจั่น	10T	98	99	129	136	94	96	62	63	ND	169
การเคหะชุมชนห้วยขวาง	11T	110	105	139	102	83	93	100	121	141	142
โรงเรียนนนทรีวิทยา	12T	107	112	189	122	98	81	ND	ND	189	146
โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์	50T	195	175	224	179	168	147	127	127	166	202
การไฟฟ้าย่อยธนบุรี (ริมถนนอินทรพิทักษ์)	52T	100	105	153	113	67	70	59	59	ND	93
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย (ริมถนนลาดพร้าว)	53T	103	97	136	105	85	76	79	ND	54	68
การเคหะชุมชนดินแดง	54T	121	206	202	205	172	175	126	114	156	168
กรมประชาสัมพันธ์	59T	145	126	167	159	113	135	97	93	146	125
โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)	61T	98	103	158	108	100	89	ND	ND	103	ND
ที่ทำการไปรษณีย์ราษฎร์บูรณะ	03T	ND	ND	ND	ND	ND	66	ND	ND	129	154
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม	07T	ND	ND	ND	ND	ND	114	ND	ND	154	146
โรงเรียนวัดสิงหราช	15T	112	124	187	134	94	91	ND	ND	57	40
กระทรวงวิทยาศาสตร์	48T	208	169	243	227	183	ND	145	ND	ND	152
กรมการขนส่ง	50T	180	148	147	115	171	172	ND	ND	303	141
วงเวียน 22 นาฬิกา	51T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	13T	ND	85	136	111	118	ND	127	114	139	173

ตารางที่ข-11(ต่อ) ค่าสูงสุดข้อมูลคุณภาพอากาศ PM_{10} (24 ชั่วโมง)

ค่าสูงสุดของข้อมูลคุณภาพอากาศ											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล											
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	22T	167	126	147	129	110	79	64	64	165	166
ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพคนพิการและทุพพลภาพ	08T	218	247	418	164	149	143	144	97	166	89
โรงไฟฟ้าพระนครใต้	16T	290	283	461	250	143	121	120	122	166	214
บ้านพักกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่	17T	307	249	453	180	ND	ND	141	117	147	167
ศาลากลางจังหวัดสมุทรปราการ	18T	288	237	367	126	174	161	145	136	189	219
การเคหะชุมชนบางพลี	19T	281	177	206	199	157	137	129	106	143	182
อบจ.สมุทรสาคร	27T	157	110	152	97	73	88	88	57	ND	ND
แขวงการทางสมุทรสาคร	14T	83	146	168	140	85	113	64	ND	200	211
โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย	27T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	212
ปทุมธานี	20T	145	120	124	124	100	123	144	ND	148	158
ภาคเหนือ											
ศาลากลางจังหวัดเชียงใหม่	35T	199	249	317	142	196	275	94	201	208	275
โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย	36T	207	237	396	179	219	291	102	195	229	243
สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเชียงราย	65T	ND	ND	ND	ND	287	267	150	293	244	253
สำนักงานสาธาณสุขอำเภอแม่สาย	73T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	308	241
สำนักงานเทศบาลเมืองน่าน	67T	ND	ND	ND	ND	ND	187	145	218	264	186
โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ	75T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง	37T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	226	197
ศาลหลักเมืองลำปาง	37T	234	203	255	196	ND	188	98	ND	ND	ND

ตารางที่ข-11(ต่อ) ค่าสูงสุดข้อมูลคุณภาพอากาศ PM_{10} (24 ชั่วโมง)

ค่าสูงสุดของข้อมูลคุณภาพอากาศ											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคเหนือ											
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านสบป้าด	38T	221	117	214	143	220	171	127	240	204	229
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านท่าสี	39T	431	183	188	165	ND	190	113	279	337	ND
การประปาส่วนภูมิภาคแม่เมาะ	40T	262	253	209	176	259	154	104	265	ND	170
สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดแม่ฮ่องสอน	66T	ND	ND	ND	ND	265	506	163	355	432	318
สนามกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดลำพูน	68T	ND	ND	ND	ND	ND	343	116	243	192	175
สถานีอุตุนิยมวิทยาแพร่	69T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	121	249	225	199
อุทยานการเรียนรู้กว๊านพะเยา	70T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	130	275	214	298
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 14 (สุราษฎร์ธานี)	42T	77	83	ND	85	ND	82	61	ND	73	97
ศูนย์บริการสาธารณสุข 1 กองการแพทย์ เทศบาลนครภูเก็ต	43T	108	126	ND	60	67	68	60	76	62	ND
ศาลากลางจังหวัดนราธิวาส	62T	ND	82	81	61	55	57	78	88	136	70
สนามโรงพิธีช้างเผือก (ยะลา)	63T	ND	72	80	105	66	61	73	92	97	74
เทศบาลนครหาดใหญ่ (สงขลา)	64T	146	128	91	88	73	69	90	113	101	91
สถานีตำรวจภูธรหน้าพระลาน (สระบุรี)	24T	301	298	302	283	246	242	137	260	358	294

ตารางที่ข-11 (ต่อ) ค่าสูงสุดข้อมูลคุณภาพอากาศ PM_{10} (24 ชั่วโมง)

ค่าสูงสุดของข้อมูลคุณภาพอากาศ											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคกลาง											
สถานีดับเพลิงพระลักษณ์ (สระบุรี)	25T	86	78	116	76	ND	125	137	58	53	55
โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย (อยุธยา)	21T	213	176	221	206	155	146	127	ND	206	191
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 ราชบุรี	26T	97	94	150	159	103	106	104	79	76	130
โครงการชลประทานนครสวรรค์	41T	154	121	177	122	128	111	72	88	177	193
ภาคตะวันออก											
สนามกีฬาเทศบาลแหลมฉบัง (ชลบุรี)	32T	173	196	244	102	140	146	109	107	ND	155
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านเขาหิน (ชลบุรี)	33T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	141
ศูนย์เยาวชน(ชลบุรี)	33T	90	92	117	87	ND	106	52	48	ND	ND
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 (ชลบุรี)	34T	89	53	57	51	56	42	38	28	49	78
อบต.ตาสิทธ์ (ระยอง)	28T	305	179	136	105	ND	100	136	86	152	ND
ชุมสายโทรศัพท์(ระยอง)	30T	163	137	189	121	81	71	ND	ND	ND	ND
สำนักงานสาธารณสุขอำเภอปลวกแดง (ระยอง)	28T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลมาบตาพุด (ระยอง)	29T	ND	78	93	130	141	137	115	176	209	171

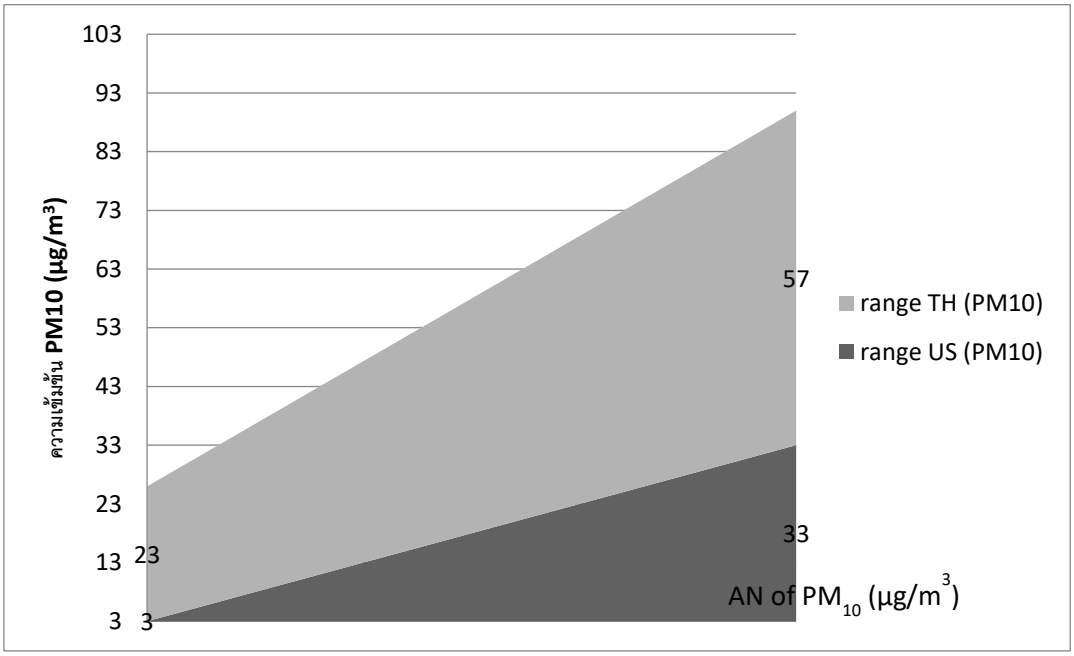
ตารางที่ข-11 (ต่อ) ค่าสูงสุดข้อมูลคุณภาพอากาศ PM_{10} (24 ชั่วโมง)

ค่าสูงสุดของข้อมูลคุณภาพอากาศ											
ปี (พ.ศ.) / สถานีตรวจวัด	รหัส	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
ภาคตะวันออก											
สำนักงานเกษตรจังหวัดระยอง	30T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	88	107	79
ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง	31T	104	157	127	168	ND	93	105	78	112	129
ศูนย์ราชการจังหวัดระยอง	74T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	86	107	117
อบต.วังเย็น(ฉะเชิงเทรา)	60T	121	106	144	102	81	63	63	64	61	76
สำนักงานเทศบาลตำบลทุ่งสะเดา (ฉะเชิงเทรา)	60T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
โรงเรียนอนุบาลศรีอรัญโญทัย (สระแก้ว)	71T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	100	180	159
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ											
ส่วนอุทกวิทยาสำนักงานทรัพยากรน้ำภาคที่ 4 ขอนแก่น	46T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	171
สถานีสูบน้ำเสียเทศบาลนครนครราชสีมา	47T	177	247	181	265	ND	ND	117	156	ND	145
สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเลย	72T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	112	ND	ND
ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียน	76T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
สถานีศาลาประชาคมบ้านบุยายใบ	77T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ตารางที่ ข-12 ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนก่อนมีการเติบโตของเมือง (Background Concentration) ประเทศไทยและสหรัฐอเมริกา

ประเทศ	PM10 (µg/m^3)
ไทย	23 - 57
สหรัฐอเมริกา	3 - 33

ที่มา : WHO, 2016



ภาพที่ ข-1 ช่วงค่าความเข้าข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของประเทศไทยและสหรัฐอเมริกา

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาว ชนกานต์ พูลทรัพย์ เกิดเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2534 ที่จังหวัดพิษณุโลก สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีจากภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี ในปีการศึกษา 2556 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2557

ผลงานวิจัยส่วนหนึ่งจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้เผยแพร่ในงานประชุมวิชาการเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมครั้งที่ 28 สวสท.59 จัดที่โรงแรมเดอะ ทวิน ทาวเวอร์ รองเมือง กรุงเทพฯ ในชื่อหัวข้อการเปรียบเทียบรูปแบบมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศระหว่างค่าสูงสุดและเปอร์เซ็นต์ไทล์ของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10})

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University