

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เงินอุดหนุนงบประมาณแผ่นดิน



รายงานการวิจัย

เรื่อง

การศึกษาปริมาณฝุ่นที่มีผลกระทบต่อระบบการหายใจ

A Study of Particulate Matter Effected on Respiratory System

โดย

อรุบล ไชติพงศ์

กันยายน 2541

โครงการวิจัย

การศึกษาปริมาณฝุ่นที่มีผลกระทบต่อการหายใจ

ผู้วิจัย

อรุบล โชติพงษ์

เดือนและปีที่ทำการวิจัยเสร็จ กันยายน 2541



บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณฝุ่นที่มีผลกระทบต่อการหายใจ โดยทำการตรวจวัดฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และปริมาณฝุ่นรวม พบว่าในบริเวณสถานีตรวจวัดทั้ง 4 จุด ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณฝุ่นทั้งสองประเภทสูงกว่าในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในทุกสถานีที่ทำการตรวจวัด และในสถานีที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการจราจร คือ กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต มีปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นที่ขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มากกว่าสถานีอื่น ๆ ในทั้งสองช่วงลมมรสุม ปริมาณฝุ่นทั้ง 2 ประเภท จากสถานีตรวจวัด มีอัตราการกระจายตัวของฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ไม่ได้มีค่าแปรผันตามปริมาณฝุ่นรวมในอัตราเดียวกันในทุก ๆ สถานี แต่จะมีความเฉพาะแตกต่างกันไปตามลักษณะกิจกรรมของบริเวณนั้น ๆ สรุปได้ว่าสัดส่วนของฝุ่นที่ขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในฝุ่นรวมนั้นมีแนวโน้มที่จะมากกว่า 50% ขึ้นไปในทุก ๆ สถานี (ยกเว้นหมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 47%) และจากค่าสหสัมพันธ์ (Regression) หรือค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจของฝุ่นรวมและฝุ่นที่ขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน พบว่าในทุกสถานีมีค่ามากกว่า 0.97 ขึ้นไป ทั้งสองช่วงลมมรสุม (ยกเว้นที่หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.88) ซึ่งหมายถึงว่าการใช้ปริมาณฝุ่นรวมในการอธิบายปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีความถูกต้องในระดับที่สูงมาก ซึ่งจากข้อมูลการเก็บตัวอย่างฝุ่นทั้ง 2 ประเภท ในช่วงเวลาเดียวกันสามารถนำมาคำนวณเป็นสมการถดถอย เพื่อใช้พยากรณ์ฝุ่นที่ขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน จากฝุ่นรวมได้ โดยเป็นสมการเส้นตรงที่ตัดจุดกำเนิด และมีค่าสัมประสิทธิ์ของ x มากกว่า 0.50 ขึ้นไป ยกเว้นที่หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ในช่วง ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าเท่ากับ 0.33 ส่วนการศึกษาการกระจายของโลหะในฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน พบว่า ตะกั่ว สังกะสี และทองแดง มีการกระจายตัวในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มากกว่าในฝุ่นขนาดใหญ่ ส่วนแมงกานีสมีการกระจายตัวในฝุ่นขนาดใหญ่มากกว่าในฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และเมื่อเปรียบเทียบการกระจายของฝุ่นโลหะทั้งตะกั่ว สังกะสี และทองแดง พบว่าการกระจายตัวของโลหะในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีค่ามากกว่าในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนแมงกานีสไม่สามารถสรุปได้ชัดเจน

Abstract

Study of quantity of particulate, less than $10\ \mu\text{m}$ (PM-10) and total suspended particulate (TSP), was conducted in four stations. Quantity of both types of particulates during North-east monsoon period was higher than South-west monsoon period in all monitoring stations. The station that was affected by traffic such as of The Public Relation Department, Vibhavadeerungsit Road. It was found that the quantities of PM-10 and TSP in this area were higher than the others in both monsoon periods. For quantities of both types of particulates which were observed in all stations, it was found that dispersion rate of PM-10 in TSP was not varied in the same rate in all stations. But it would have its own characteristic in accordance with the activity in each area. It could be concluded that the ratio of quantity of PM-10 would be larger than 50% when compare to the quantity of TSP in all stations (except the evidence in the area of Depot of Phrasamutarachedee in the period of North-east monsoon that was 47%). Regression values or coefficient of determination of TSP and PM-10 were higher than 0.97 in all stations in both monsoon periods except in the area of Depot of Phrasamutarachedee that was 0.88 during North-east monsoon period. It means that the quantity of TSP is able to estimate the quantity of PM-10 in very high precision. Data of sampling of particulates in both types were taken to do the regression analysis in order to forecast the quantity of PM-10 from the quantity of TSP by using linear equation which pass the original point, and coefficient value of x was higher than 0.50 except the coefficient value of Depot of Phrasamutarachedee area during North-east monsoon period that was 0.33. The study of dispersion of metal within TSP and PM-10 was carried out. It was found that lead, zinc and copper dispersed within PM-10 rather than those were found in the TSP. Whereas, manganese was dispersed within TSP in the larger amount than within PM-10. Comparison the dispersion of the metal, including lead, zinc and copper. It was found that the dispersion of metal concentration in the South-west monsoon period was higher than those in North-east monsoon period, but of manganese was unable to concluded clearly.

กิติกรรมประกาศ

การจัดทำกรวิจัยในเรื่องการศึกษาปริมาณฝุ่นที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ จะไม่สามารถทำได้ ถ้าไม่ได้รับความอนุเคราะห์ในการขอใช้สถานที่ในการติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดคุณภาพอากาศจาก คุณวินัย หมื่นศรีและคุณบุญเรือน สมมาตร กรมประชาสัมพันธ์ หัวหน้าหมวดการทางพิเศษพระสมุทรเจดีย์ ท่านเจ้าอาวาสวัดมณฑป ตลิ่งชัน และท่านผู้อำนวยการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และการแพทย์ จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.วสันต์ พงศาพิชญ์ ท่านผู้อำนวยการสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อมที่มีส่วนในการผลักดันให้รายงานฉบับนี้สำเร็จลงได้ และขอขอบคุณผู้ร่วมงานอีกหลาย ๆ ท่านที่มีส่วนในการช่วยเก็บตัวอย่างในภาคสนาม และจัดทำรูปเล่มรายงานจนเสร็จสมบูรณ์

อรุบล ไชติพงศ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	ii
Abstract.....	iii
กิตติกรรมประกาศ.....	iv
สารบัญ.....	v
รายการตารางประกอบ.....	ix
รายการรูปประกอบ.....	xiv
บทที่ 1 บทนำ.....	1-1
1.1 วัตถุประสงค์.....	1-2
1.2 ขอบเขตการศึกษา.....	1-2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	1-2
บทที่ 2 ทบทวนเอกสาร.....	2-1
2.1 คำจำกัดความของอนุภาค.....	2-1
2.2 แหล่งกำเนิดฝุ่นและโลหะหนัก.....	2-4
2.2.1 แหล่งกำเนิดฝุ่น.....	2-4
2.2.2 แหล่งกำเนิดโลหะหนัก.....	2-6
2.3 ธาตุที่มีความจำเป็นต่อร่างกาย.....	2-8
2.4 กระบวนการที่ฝุ่นละอองและก๊าซ และโลหะเข้าสู่ร่างกาย.....	2-9
2.4.1 เส้นทางการดูดซึมของฝุ่นละอองและก๊าซ.....	2-9
2.4.2 วิธีการรับโลหะหนักเข้าสู่ร่างกาย.....	2-12
2.5 ผลกระทบของฝุ่นและโลหะต่อร่างกาย.....	2-14
2.5.1 ผลกระทบของฝุ่นต่อสุขภาพอนามัย.....	2-14
2.5.2 ผลกระทบของโลหะหนักต่อสุขภาพ.....	2-16
2.6 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม.....	2-21
2.6.1 ผลกระทบของฝุ่นต่อบรรยากาศทั่วไป.....	2-21
2.6.3 ผลกระทบของฝุ่นต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้าง.....	2-21

	หน้า
2.6.3 ผลเสียของมลพิษทางอากาศที่มีต่อวัตถุสิ่งของและพืช.....	2-22
2.7 มาตรฐานคุณภาพอากาศ.....	2-24
2.7.1 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทย.....	2-24
2.7.2 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศต่าง ๆ.....	2-28
2.8 สถานการณ์คุณภาพอากาศของกรุงเทพมหานคร.....	2-28
2.8.1 สถานการณ์ฝุ่นละอองในกรุงเทพมหานคร.....	2-28
2.8.2 สถานการณ์ปริมาณตะกั่วในกรุงเทพมหานคร.....	2-33
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	2-37
บทที่ 3 วิธีการศึกษา.....	3-1
3.1 การดำเนินการทดลอง.....	3-1
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	3-2
3.2.1 High Volume Sampler.....	3-2
3.2.2 High Volume PM-10 Sampler.....	3-5
3.2.3 Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS).....	3-7
3.3 การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในอากาศ.....	3-8
3.4 จุดตรวจวัด.....	3-9
3.4.1 จุด้างกรมมหาวิทยาลัย.....	3-9
3.4.2 กรมประชาสัมพันธ์.....	3-14
3.4.3 หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์.....	3-17
3.4.4 วัดมณฑป.....	3-20
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	4-1
4.1 ปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน.....	4-1
4.1.1 ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้.....	4-1
4.1.2 ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ.....	4-5
4.1.3 สัดส่วนของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ต่อฝุ่นรวม.....	4-8
4.2 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ด้วยสมการถดถอย.....	4-9

	หน้า
4.2.1 การประมาณค่าฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10) ด้วยค่า ฝุ่นรวม (TSP) ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้.....	4-10
4.2.2 การประมาณค่าฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10) ด้วยค่า ฝุ่นรวม (TSP) ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ.....	4-15
4.3 ปริมาณโลหะหนักในฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน.....	4-20
4.3.1 ตะกั่ว.....	4-20
4.3.2 แมงกานีส.....	4-23
4.3.3 สังกะสี.....	4-25
4.3.4 ทองแดง.....	4-28
4.4 สัดส่วนของโลหะหนักในฝุ่นรวมและฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน.....	4-31
4.4.1 ตะกั่ว.....	4-31
4.3.2 แมงกานีส.....	4-32
4.3.3 สังกะสี.....	4-34
4.3.4 ทองแดง.....	4-35
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	5-1
5.1 ปริมาณฝุ่นรวมและปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน.....	5-1
5.2 การกระจายตัวของฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในฝุ่นรวม.....	5-2
5.2.1 ตะกั่ว.....	5-2
5.2.2 แมงกานีส.....	5-3
5.2.3 สังกะสี.....	5-3
5.2.4 ทองแดง.....	5-3
5.3 ปริมาณโลหะหนักในฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10ไมครอน.....	5-2
เอกสารอ้างอิง.....	6-1
ภาคผนวก ก ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองจากสถานีตรวจวัดอากาศทั่วไป และริมเส้นทางจราจร.....	ก-1
ภาคผนวก ข ผลการตรวจวัดปริมาณสารตะกั่วจากสถานีตรวจวัดอากาศทั่วไป และริมเส้นทางจราจร.....	ข-1

	หน้า
ภาคผนวก ค ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน จากจุดตรวจวัดของโครงการ.....	ค-1
ภาคผนวก ง ปริมาณโลหะหนักที่มีในฝุ่นรวมและฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน จากจุดตรวจวัดของโครงการ.....	ง-1

รายการตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
2.1-1 ขนาดทั่วไปของอนุภาคมลสาร.....	2-3
2.1-2 ชนิดและแหล่งกำเนิดของโลหะ และการเข้าสู่ร่างกาย.....	2-7
2.7-1 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทย ปี 2524.....	2-25
2.7-2 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทย ปี 2538.....	2-26
2.7-3 มาตรฐานของฝุ่นในบรรยากาศแต่ละประเทศ	2-27
4.1.1-1 สรุปค่าเฉลี่ยและพิสัยของปริมาณฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10) ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้.....	4-2
4.1.2-1 สรุปค่าเฉลี่ยและพิสัยของปริมาณฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10) ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ.....	4-5
4.1.3-1 สรุปเปอร์เซ็นต์ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10) ฝุ่นรวม (TSP) ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ.....	4-9
4.2-1 สรุปสมการถดถอยและค่าสหสัมพันธ์ของฝุ่นรวมและฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน.....	4-20
4.3.1.1-1 สรุปปริมาณตะกั่วในฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้.....	4-21
4.3.1.2-1 สรุปปริมาณตะกั่วในฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ.....	4-22
4.3.2.1-1 สรุปปริมาณแมงกานีสในฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้.....	4-24
4.3.2.2-1 สรุปปริมาณแมงกานีสในฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ.....	4-25
4.3.3.1-1 สรุปปริมาณสังกะสีในฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้.....	4-26
4.3.3.2-1 ปริมาณสังกะสีในฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ.....	4-27

ตารางที่	หน้า
4.3.4.1-1 สรุปปริมาณทองแดงในฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้.....	4-29
4.3.4.2-1 สรุปปริมาณทองแดงในฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ.....	4-30
4.4.1-1 เปอร์เซนต์ตะกั่วในฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ...	4-32
4.4.2-1 เปอร์เซนต์แมงกานีสในฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10).....	4-33
4.4.3-1 เปอร์เซนต์สังกะสีในฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10).....	4-34
4.4.4-1 เปอร์เซนต์ทองแดงในฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10)	4-36
ก-1 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองจากสถานีตรวจวัดอากาศทั่วไป ระหว่างปี พ.ศ. 2526-2528.....	ก-1
ก-2 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองจากสถานีตรวจวัดอากาศทั่วไป ระหว่างปี พ.ศ. 2529-2531.....	ก-2
ก-3 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองจากสถานีตรวจวัดอากาศทั่วไป ระหว่างปี พ.ศ. 2532-2534.....	ก-3
ก-4 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองจากสถานีตรวจวัดอากาศทั่วไป ระหว่างปี พ.ศ. 2535-2537.....	ก-4
ก-5 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองจากสถานีตรวจวัดอากาศริมเส้นทางจราจร ปี พ.ศ. 2528.....	ก-5
ก-6 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองจากสถานีตรวจวัดอากาศริมเส้นทางจราจร ระหว่างปี พ.ศ. 2530-2534.....	ก-6
ก-7 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กจากสถานีตรวจวัดอากาศริมถนน พร้อมจอแสดงผล ระหว่างปี พ.ศ. 2536-2537.....	ก-7
ก-8 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองจากสถานีตรวจวัดอากาศริมถนนแบบชั่วคราว ระหว่างปี พ.ศ. 2536 – 2537.....	ก-8

ตารางที่	หน้า
ข-1 ผลการตรวจวัดปริมาณสารตะกั่วจากสถานีตรวจวัดอากาศทั่วไป ระหว่าง ปี พ.ศ. 2526-2528.....	ข-1
ข-2 ผลการตรวจวัดปริมาณสารตะกั่วจากสถานีตรวจวัดอากาศทั่วไป ระหว่าง ปี พ.ศ. 2529-2531.....	ข-2
ข-3 ผลการตรวจวัดปริมาณสารตะกั่วจากสถานีตรวจวัดอากาศทั่วไป ระหว่าง ปี พ.ศ. 2532-2534.....	ข-4
ข-4 ผลการตรวจวัดปริมาณสารตะกั่วจากสถานีตรวจวัดอากาศทั่วไป ระหว่าง ปี พ.ศ. 2535-2537.....	ข-5
ข-5 ผลการตรวจวัดปริมาณสารตะกั่วจากสถานีตรวจวัดอากาศริมเส้นทางจราจร ปี พ.ศ. 2528.....	ข-6
ข-6 ผลการตรวจวัดปริมาณสารตะกั่วจากสถานีตรวจวัดอากาศริมเส้นทางจราจร ระหว่าง ปี พ.ศ. 2530 – 2534.....	ข-7
ข-7 ผลการตรวจวัดปริมาณสารตะกั่วจากสถานีตรวจวัดอากาศริมถนนแบบชั่วคราว ระหว่างปี พ.ศ. 2536 – 2537.....	ข-9
ค-1 ปริมาณฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10) ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ระหว่างวันที่ 1 - 15 ก.ค. 2539 (ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้).....	ค-1
ค-2 ปริมาณฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10) ที่ กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต ระหว่างวันที่ 18 ก.ค. - 1 ส.ค. 2539 (ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้).....	ค-2
ค-3 ปริมาณฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10) หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ ระหว่างวันที่ 6 - 20 ส.ค. 2539 (ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้).....	ค-3
ค-4 ปริมาณฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10) ที่วัดมณฑป ดลิ่งชัน ระหว่างวันที่ 26 ส.ค. - 9 ก.ย. 2539 (ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้).....	ค-4
ค-5 ปริมาณฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10) ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ระหว่างวันที่ 26 พ.ย. - 15 ธ.ค. 2540 (ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ).....	ค-5

ตารางที่	หน้า
ง-11 ปริมาณโลหะหนักในฝุ่นรวม (TSP) ที่สมุทรปราการ ระหว่างวันที่ 14 ม.ค. - 3 ก.พ. 2540 (ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ).....	ง-11
ง-12 ปริมาณโลหะหนักในฝุ่นรวม (TSP) ที่วัดมณฑป ตลิ่งชัน ระหว่างวันที่ 11 ก.พ. - 2 มี.ค. 2540 (ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ).....	ง-12
ง-13 ปริมาณโลหะหนักในฝุ่นที่มีขนาดต่ำกว่า 10 ไมครอน (PM10) ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ระหว่างวันที่ 26 พ.ย. - 15 ธ.ค. 2539 (ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ).....	ง-13
ง-14 ปริมาณโลหะหนักในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ที่ถนนวิภาวดีรังสิต ระหว่างวันที่ 19 ธ.ค. 2539 - 7 ม.ค. 2540 (ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ).....	ง-14
ง-15 ปริมาณโลหะที่มีขนาดต่ำกว่า 10 ไมครอน (PM10) ที่สมุทรปราการ ระหว่างวันที่ 14 ม.ค. - 3 ก.พ. 2540 (ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ).....	ง-15
ง-16 ปริมาณโลหะหนักในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่วัดมณฑป ตลิ่งชัน ระหว่างวันที่ 11 ก.พ. - 2 มี.ค. 2540.....	ง-16

รายการรูปประกอบ

รูปที่	หน้า
3.2-1 ส่วนประกอบของเครื่อง High-Volume Sampler.....	3-3
3.2-2 ส่วนประกอบของเครื่อง High-Volume PM-10 Sampler.....	3-4
3.2-3 ส่วนประกอบของเครื่อง High-Volume Sampler และ High-Volume PM-10 Sampler	3-6
3.4-1 แผนที่จุดตรวจวัดทั้ง 4 จุด	3-10
3.4-2 แผนที่จุดตรวจวัดจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.....	3-12
3.4-3 จุดตรวจวัดภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	3-13
3.4-4 บริเวณจุดตรวจวัดภายนอกจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท.....	3-13
3.4-5 แผนที่จุดตรวจวัดกรมประชาสัมพันธ์.....	3-15
3.4-6 จุดตรวจวัดภายในกรมประชาสัมพันธ์	3-16
3.4-7 บริเวณจุดตรวจวัดภายนอกกรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต.....	3-16
3.4-8 แผนที่จุดตรวจวัดหมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ.....	3-18
3.4-9 จุดตรวจวัดภายในหมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ.....	3-19
3.4-10 บริเวณจุดตรวจวัดภายนอกหมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ ถนนสุขสวัสดิ์.....	3-19
3.4-11 แผนที่จุดตรวจวัด วัดมณฑป ดลิ่งชัน.....	3-21
3.4-12 จุดตรวจวัดภายใน วัดมณฑป ดลิ่งชัน	3-22
3.4-13 บริเวณจุดตรวจวัดภายนอก วัดมณฑป ดลิ่งชัน ถนนบรมราชชนนี	3-22
4.1.1-1 ปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้.....	4-3
4.1.1-2 ปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่หมวดการทาง พระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้.....	4-3
4.1.1-3 ปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่วัดมณฑป ดลิ่งชัน ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้.....	4-4
4.1.1-4 ปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้.....	4-4

รูปที่	หน้า
4.1.2-1 ปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ.....	4-6
4.1.2-2 ปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่หมวดการทาง พระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ.....	4-7
4.1.2-3 ปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่วัดมณฑป ตลิ่งชัน ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ.....	4-7
4.1.2-4 ปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ.....	4-8



บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันปัญหาสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยค่อย ๆ ทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งนี้เนื่องมาจากการพัฒนาประเทศเข้าสู่ความเป็นอุตสาหกรรม และสำหรับกรุงเทพมหานครและบริเวณปริมณฑล ซึ่งเป็นศูนย์กลางของธุรกิจ การศึกษา และความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้มีประชาชนจากต่างจังหวัดทยอยเข้ามาพักอาศัย จึงทำให้เกิดปัญหาด้านความหนาแน่นของประชากรตามมา สิ่งเหล่านี้ทำให้เกิดผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้น และปัญหาหนึ่งก็คือมลพิษทางอากาศซึ่งสาเหตุของปัญหาที่สำคัญมาจาก การคมนาคมที่หนาแน่นขึ้นตามจำนวนประชากร การก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ ตลอดจนปัญหามลพิษจาก โรงงานอุตสาหกรรม

เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศขึ้นมา โดยกำหนดให้ฝุ่นรวมหรือฝุ่นที่มีขนาดต่ำกว่า 10 ไมครอนลงมา มีความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชม. เท่ากับ 0.330 มก./ลบ.ม. เนื่องจากฝุ่นเหล่านี้ก่อให้เกิดความระคายเคืองในระดับการหายใจส่วนต้นและนัยตา และความสกปรกต่อเครื่องใช้ และที่อยู่อาศัย ตลอดจนทำให้เกิดผลกระทบต่อทัศนวิสัยในบริเวณใกล้เคียง หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นผลกระทบในด้านความรู้สึก และจากการตรวจวัดคุณภาพอากาศในจุดต่าง ๆ ของกรุงเทพมหานคร ปัญหาหนึ่งที่พบก็คือ ปริมาณฝุ่นรวมที่มีขนาดต่ำกว่า 10 ไมครอน ในบรรยากาศของกรุงเทพมหานคร มีระดับสูงเกินมาตรฐานในหลายพื้นที่ เช่น ในบริเวณริมเส้นทางจราจรจำนวน 15 สถานี พบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นรวมเฉลี่ย 24 ชม. ในปี พ.ศ. 2537 เท่ากับ 0.05-1.13 มก./ลบ.ม. ซึ่งเกินมาตรฐานเกือบทุกสถานี ส่วนบริเวณพื้นที่ที่อยู่ริมถนนมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นรวมเฉลี่ย 24 ชม. เท่ากับ 0.03-0.73 มก./ลบ.ม. ซึ่งเกินมาตรฐานเช่นกันแต่การตรวจวัดความเข้มข้นของฝุ่นรวมนั้นเป็นการยากที่จะบ่งบอกอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของผู้ที่อยู่บริเวณนั้น ๆ ได้ ทั้งนี้เพราะฝุ่นรวมเป็นปริมาณฝุ่นที่มีขนาดตั้งแต่ 10 ไมครอนลงมา แต่ฝุ่นที่มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคนนั้น ได้แก่ฝุ่นที่มีขนาดต่ำกว่า 10 ไมครอน ทั้งนี้เพราะสามารถเข้าสู่ระบบหายใจได้ ฉะนั้นการเพิ่มหรือลดลงของปริมาณฝุ่นแขวนลอยในบรรยากาศ จึงไม่สามารถบ่งถึงความปลอดภัยของสุขภาพประชากรได้ ภายหลังจึงมีการกำหนดมาตรฐานฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน เพิ่มขึ้นอีก โดยกำหนดให้ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชม. เท่ากับ 0.120 มก./ลบ.ม. และในขณะเดียวกันส่วนประกอบของฝุ่นทั้งสองประเภท ในเรื่องโลหะหนักก็จะมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคนด้วย

เช่นกัน เช่น ตะกั่ว ซึ่งเป็นผลจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีโลหะตะกั่วปนอยู่ด้วย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์

จึงเป็นประเด็นที่น่าสนใจที่จะทำการศึกษาค้นคว้าหาความสัมพันธ์ของฝุ่น ทั้งช่วงที่ต่ำกว่า 100 ไมครอน และ 10 ไมครอนลงมา แต่ทั้งนี้ก็ต้องควบคู่ไปกับแหล่งที่มาของฝุ่นด้วย เนื่องจากฝุ่นแต่ละประเภทก็จะมีลักษณะเฉพาะแตกต่างกันไป รวมทั้งการศึกษาปริมาณของโลหะหนักในฝุ่นทั้ง 2 ประเภท เพื่อศึกษาการกระจายตัวของโลหะในฝุ่นทั้ง 2 ประเภทด้วย

1.1 วัตถุประสงค์

- 1) ศึกษาปริมาณฝุ่นรวมหรือฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 100 ไมครอน และฝุ่นที่มีขนาดต่ำกว่า 10 ไมครอน เปรียบเทียบกับมาตรฐาน
- 2) ศึกษาความสัมพันธ์ของฝุ่นรวมหรือฝุ่นที่มีขนาดต่ำกว่า 100 ไมครอน และฝุ่นที่มีขนาดต่ำกว่า 10 ไมครอน
- 3) ศึกษาปริมาณของโลหะหนักในฝุ่นที่มีขนาดต่ำกว่า 100 ไมครอน และฝุ่นที่มีขนาดต่ำกว่า 10 ไมครอน

1.2 ขอบเขตการศึกษา

- 1) ในการวิจัยได้ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นจากพื้นที่ต่าง ๆ จำนวน 4 แห่ง
 - 1.1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อ.พญาไท กรุงเทพมหานคร
 - 1.2 กรมประชาสัมพันธ์ อ.ห้วยขวาง กรุงเทพมหานคร
 - 1.3 หมวดยศทหารพระสมุทรเจดีย์ อ.พระสมุทรเจดีย์ จ.สมุทรปราการ
 - 1.4 วัดมณฑป อ.ตลิ่งชัน กรุงเทพมหานคร.
- 2) การเก็บตัวอย่าง ได้ทำการเก็บฝุ่นใน 2 ช่วงฤดู
 - 2.1 ช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ระหว่าง ก.ย. 2539 – ต.ค. 2539
 - 2.2 ช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่าง พ.ย. 2539 - ก.พ. 2540

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) นำผลความสัมพันธ์ของฝุ่นของ 2 ประเภท สำหรับใช้ในการประมาณการณ์ความเข้มข้น ของฝุ่นรวมหรือฝุ่นที่มีขนาดต่ำกว่า 100 ไมครอน และฝุ่นที่มีขนาดต่ำกว่า 10 ไมครอน ในกรณีที่มีการ

ตรวจวัดฝุ่นประเภทใดประเภทหนึ่ง ในบริเวณพื้นที่ที่ใกล้เคียงกับพื้นที่ทำการวิจัย ทั้งนี้เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการตรวจวัดคุณภาพอากาศในสถานที่ต่าง ๆ

- 2) ประเมินปริมาณของโลหะหนักและปริมาณฝุ่นทั้ง 2 ประเภท บริเวณที่มีลักษณะใกล้เคียงกับพื้นที่ทำการศึกษา
- 3) นำผลการศึกษาที่ได้ไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับปรุงค่ามาตรฐานของฝุ่นทั้งสองประเภท

บทที่ 2

บททวนเอกสาร

2.1 คำจำกัดความของอนุภาค

อนุภาคมลสารประกอบด้วยอนุภาคของของแข็งและ/หรือของเหลว ซึ่งประกอบด้วยสสารที่แตกต่างกันมากมาย แต่ละอนุภาคจะมีสสารประกอบเคมีที่แตกต่างกัน โครงสร้างมีทั้งแบบ Homogeneous หรือ Heterogeneous และอาจแตกต่างกันในเรื่องของขนาด รูปร่าง อนุภาคมลสารมีแหล่งกำเนิดจากกระบวนการเผาไหม้ กิจกรรมในโรงงานอุตสาหกรรม และแหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ ส่วนประกอบของอนุภาคที่แขวนลอยอยู่ในอากาศจะแตกต่างกันตามเวลาและสถานที่ที่เกิด แหล่งกำเนิดที่สำคัญของอนุภาคมลสารมาจาก ยวดยานพาหนะ อุตสาหกรรม โรงไฟฟ้า ชยะ ถ้ำภูเขาไฟ ไฟป่า และรวมถึงละอองเกสรดอกไม้ องค์ประกอบของอนุภาคมลสารในเขตพื้นที่เมืองประกอบด้วย คาร์บอนหรืออยู่ในรูปไฮโดรคาร์บอนในปริมาณสูง ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอน และ 20 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอนุภาคมลสารแขวนลอยประกอบด้วยกรดซัลฟูริกและในรูปของซัลเฟตอื่น ๆ (80 เปอร์เซ็นต์ของอนุภาคมลสาร มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 1 ไมครอน)

คำจำกัดความทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับอนุภาคมลสาร มีดังนี้

	คำจำกัดความ
อนุภาคมลสาร (Particulate matter)	วัสดุทุกชนิด (ยกเว้นน้ำ) อยู่ในรูปของของแข็งหรือของเหลวในบรรยากาศ หรือในกระแสก๊าซ ที่สภาวะมาตรฐาน
อนุภาค (Particle)	มวลแยกเป็นชิ้นอิสระของของแข็งหรือของเหลว
ฝุ่น (Dust)	อนุภาคของของแข็งที่เกิดเองตามธรรมชาติหรือเกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยทั่วไปเกิดจากกระบวนการสลายตัว (Disintegration) มีขนาดใหญ่กว่า Colloid ไม่แพร่กระจายในอากาศ สามารถลอยอยู่ในบรรยากาศได้ชั่วขณะหนึ่งในที่สุดจะตกลงมาสู่พื้นล่างด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก โดยปกติฝุ่นละอองจะมีขนาดเฉลี่ยประมาณ 20 ไมครอนหรือเล็กกว่า
ละอองลอย (Aerosol)	ได้จากการฟุ้งกระจายของของเหลวหรือของแข็งในตัวกลางซึ่งเป็นก๊าซ เป็นอนุภาคที่ประกอบด้วย Colloidal ที่แขวนลอย มีขนาดใหญ่กว่าโมเลกุล แต่ขนาดเล็กพอที่จะตกตะกอน (Settle) ด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก มีขนาด

	คำจำกัดความ
	ตั้งแต่ 0.01-100 ไมครอน แต่ที่สำคัญในมลพิษทางอากาศมีขนาด 0.01-50 ไมครอน ขนาดที่พบทั่วไปบางชนิด ได้แก่ ละอองไอ ฝุ่น และไอเสีย อนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า 50 ไมครอน จะตกตะกอนอย่างรวดเร็วในบรรยากาศภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก ส่วนอนุภาคที่เล็กกว่า 5 ไมครอน จะสามารถลอยแขวนอย่างสมบูรณ์ อนุภาคที่ใหญ่กว่า 5 ไมครอน จะตกลงสู่พื้น
ขี้เถ้า (Fly ash)	หรือขี้เถ้าลอย ที่ปลิวออกมากับไอเสีย เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง มีขนาดเฉลี่ยประมาณ 3-80 ไมครอน
ฝุ่นตก (Dustfall)	ฝุ่นละอองที่มีอยู่ในอากาศและจะตกลงสู่พื้นเบื้องล่างได้ โดยปกติแล้วฝุ่นตกเป็นอนุภาคของของแข็งที่มีขนาดเล็กมาก ไม่อาจจะมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จนกระทั่งมีขนาดโตสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า มีขนาดโดยเฉลี่ย 20-40 ไมครอน ฝุ่นตกใช้เป็นตัวชี้วัดที่สำคัญของมลพิษทางอากาศ
ไอเสีย (Fume)	ประกอบด้วยอนุภาคของของแข็งซึ่งเกิดจากการกลั่นตัว (Condensation) จากการ Sublimation การกลั่น (Distillation) การทำให้เป็นปูนขาว (Calcination) หรือปฏิกิริยาเคมี ส่วนใหญ่แล้วขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน เช่น คิวบิตรีและไอระเหยของโลหะออกไซด์ที่กลั่นตัว
ควัน (Smoke)	ได้แก่ อนุภาคนขนาดเล็ก ๆ ของคาร์บอน ที่เกิดจากเชื้อเพลิงซึ่งเผาไหม้ไม่สมบูรณ์และลอยไปกับอากาศ มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน
เขม่า (Soot)	การจับตัวเป็นก้อนของอนุภาคคาร์บอน
ละอองน้ำ (Mist)	เป็นอนุภาคของของเหลวเกิดจากการกลั่นตัวของไอระเหย ปฏิกิริยาเคมี หรือการฟุ้งกระจายของของเหลวหยดเล็ก ๆ อย่างเบาบาง ในทางอุตุนิยมวิทยา ละอองน้ำ คือ การฟุ้งกระจายของหยดน้ำอย่างเบาบาง ซึ่งมีขนาดใหญ่พอจะตกลงมาจากอากาศ ละอองน้ำอาจมาจากการกลั่นตัวของก๊าซหรือไอระเหยหรืออาจมาจากการกระจายของเหลวด้วยการตีน้ำ ฟัน หรือกวาดให้เป็นฟอง
หมอก (Fog)	คือ ละอองไอ เป็นของเหลวที่ฟุ้งกระจายเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีขนาดโดยเฉลี่ย 1.0-40 ไมครอน ในทางอุตุนิยมวิทยา คือ น้ำหรือน้ำแข็งที่ฟุ้งกระจาย
การขจัดสีโลหะ	มักจะก่อให้เกิดอนุภาคนขนาดใหญ่กว่าหลายไมครอน อนุภาคที่เล็กกว่านั้น (0.1-1 ไมครอน) เกิดจากการกลั่นตัวของไอระเหย

ที่มา : พจนานุกรม ชุมมมงคล และ วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์ และ คณะ, 2536

อนุภาคมลสารในอากาศมีขนาดตั้งแต่ 0.001 ถึง 500 ไมครอน ซึ่งขนาดที่พบมากในบรรยากาศจะอยู่ในช่วง 0.1-10 ไมครอน ซึ่งเป็นอนุภาคมลสารแขวนลอย (Suspended particulate matter) สามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศและมีแนวโน้มที่จะแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานเป็นชั่วโมงหรือวัน อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 0.1 ไมครอน จะมีขนาดใกล้เคียงกับโมเลกุล อนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 ไมครอน แต่เล็กกว่า 20 ไมครอน จะเคลื่อนที่ไปกับก๊าซที่มันแขวนลอยอยู่ ส่วนอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า 20 ไมครอน จะมีอัตราเร็วในการตกตะกอนสูง ดังนั้นจึงแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้ไม่นาน ขนาดของอนุภาคมลสารต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 2.1-1

ตารางที่ 2.1-1 ขนาดทั่วไปของอนุภาคมลสาร

สาร	ขนาดใหญ่สุด (ไมครอน)	ขนาดเล็กสุด (ไมครอน)
ละอองน้ำ	500	40
ผงถ่านหิน	250	25
ฝุ่น	200	20
ฝุ่นโรงถลุงเหล็ก	200	1
ผงซีเมนต์	150	10
ซีเมนต์	110	3
เกสรดอกไม้	60	20
หมอก	40	1.5
สปอร์ต้นไม้	30	10
แบคทีเรีย	15	1
ยากำจัดแมลงแบบผง	10	0.4
สีฝุ่น	4	0.1
สม็อก	2	0.001
ควันบุหรี่	1	0.01
ควันน้ำมัน	1	0.03
ควันซิงค์ออกไซด์	0.3	0.01
ควันถ่านหิน	0.2	0.01
ไวรัส	0.05	0.003

2.2 แหล่งกำเนิดฝุ่นและโลหะหนัก

2.2.1 แหล่งกำเนิดฝุ่น

อนุภาคของฝุ่นในบรรยากาศทั่วไปที่มีขนาดต่ำกว่า 1 ไมครอน จะเกิดจากการกลั่นตัว อนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่านี้จะมาจากการบดหรือการเผาไหม้ การเผาไหม้อาจก่อให้เกิดอนุภาคแตกต่างกัน 4 ชนิด คือ

1. ความร้อนอาจทำให้เกิดการระเหยของสาร ซึ่งต่อมาจะกลั่นตัวเป็นอนุภาคที่มีขนาด 0.1-1 ไมครอน
2. ปฏิกิริยาของการเผาไหม้อาจผลิตอนุภาคของกลุ่มโมเลกุลที่ไม่เสถียรภาพในช่วงเวลาสั้น ๆ ที่มีขนาดต่ำกว่า 0.1 ไมครอน
3. ระบบเชิงกลซึ่งอาจจะปล่อยเถ้าหรืออนุภาคของเชื้อเพลิงขนาด 1 ไมครอนขึ้นไป
4. ถ้าใช้ระบบฉีดพ่นเชื้อเพลิงเหลว จะได้เถ้าละเอียดที่ปะปนมากับกระแสไอเสียโดยตรง
5. การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงฟอสซิลอาจให้เขม่า

แหล่งกำเนิดของฝุ่นที่มีขนาดเล็ก (น้อยกว่า 2.5 ไมครอน)

1. สารไนเตรท ปลดปล่อยมาจากการเผาไหม้ของรถยนต์ รถบรรทุกและโรงงานอุตสาหกรรม
2. สารซัลเฟต ปลดปล่อยจากโรงไฟฟ้าถ่านหิน โรงงานอุตสาหกรรม และโรงจักรพลังไอน้ำ
3. สารคาร์บอน ปลดปล่อยจากรถยนต์ดีเซล และอุปกรณ์ต่างๆ ไฟไหม้ การเผาถ่าน
4. ดินและแร่ธาตุ พุ้งกระจายมาจากทางเดิน การก่อสร้าง การชะล้าง และการพังทลายของดิน การไถปราบพื้นที่ลาดชันเพื่อการเกษตร
5. สารแอมโมเนีย ปลดปล่อยจากปุ๋ยวิทยาศาสตร์ และปุ๋ยพืชสด โรงบำบัดน้ำเสีย

โดยสรุป

1. ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 0.1 ไมครอน มาจากไอเสียรถยนต์ ปฏิกริยาระหว่างก๊าซชนิดต่าง ๆ คาร์บอนไฟ พายุฝุ่น ละอองน้ำทะเล และโรงงานอุตสาหกรรม
2. ฝุ่นขนาด 0.1-1.0 ไมครอน มาจากการรวมตัวของควัน ไอเสีย กับน้ำ อนุภาคขนาด 0.4-0.9 ไมครอน เป็นตัวการในการกระจายแสงและทำให้ท้องฟ้าขมุกขมัว
3. ฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่า 1.0 ไมครอน มาจากการรวมตัวใหญ่ขึ้นของควันไฟ ควัน ฝงโลหะจากการขัดสี เกสรดอกไม้ และแมลง

ฝุ่นที่อยู่ในอากาศในเขตบริเวณกรุงเทพมหานครและปริมณฑล มีแหล่งกำเนิดหลัก 6 ประเภทด้วยกัน คือ ยานพาหนะทางบก การก่อสร้างประเภทต่าง ๆ กิจกรรมการบรรทุกและขนส่ง วัสดุก่อสร้าง โรงงานอุตสาหกรรม โรงไฟฟ้าและสถานประกอบการ และการเผาวัสดุในที่แจ้ง ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. ยานพาหนะทางบก

ยานพาหนะทางบก ได้แก่ รถประเภทต่าง ๆ ซึ่งมีหลายขนาดและหลายประเภท โดยแต่ละชนิดจะมีลักษณะการทำงานและการใช้เชื้อเพลิงที่แตกต่างกัน จึงทำให้ประเภทและปริมาณของสารมลพิษที่เกิดขึ้นแตกต่างกันด้วย โดยฝุ่นเป็นสารมลพิษทางอากาศประเภทหนึ่งที่เกิดขึ้นและระบายออกมาทางท่อไอเสียในรูปของควัน ทั้งในรูปควันดำและควันขาว ยานพาหนะทางบกที่เป็นแหล่งกำเนิดฝุ่นที่สำคัญ คือ รถที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งระบายฝุ่นออกสู่อากาศในรูปของควันดำที่หลงเหลือจากการสันดาปที่ไม่สมบูรณ์ของน้ำมันดีเซลในเครื่องยนต์ และจักรยานยนต์ 2 จังหวะ ซึ่งระบายฝุ่นออกสู่อากาศในรูปของควันขาว เป็นละอองไอของน้ำมันหล่อลื่น นอกจากนี้แล้ว รถยนต์ที่ขาดการบำรุงดูแลรักษา การบรรทุกเกินน้ำหนัก และการเติมน้ำมันหล่อลื่นผสมกับน้ำมันเบนซิน ก็ทำให้เกิดฝุ่นเช่นกัน

2. การก่อสร้างประเภทต่าง ๆ

การก่อสร้างประเภทต่าง ๆ เช่น การก่อสร้างอาคาร ถนน ระบบขนส่งมวลชน และระบบสาธารณูปโภคต่าง ๆ สามารถที่จะก่อให้เกิดฝุ่นดิน ทราย ปูนซีเมนต์ หินและฝุ่นที่เกิดขึ้นจากวัสดุก่อสร้างต่าง ๆ ฟุ้งกระจายไปในอากาศได้ หากไม่มีการจัดการและการควบคุมที่ดีพอ โดยเกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของการก่อสร้าง เช่น การขุด การเจาะการเปิดหน้าดิน การผสมปูนซีเมนต์หรือผสมคอนกรีต การเทและการกองวัสดุก่อสร้างต่าง ๆ ในที่สาธารณะหรือขอบถนน การเก็บกวาด รวมถึงการทิ้งเศษวัสดุเหลือใช้ลงมาจากที่สูง การบรรทุกขนส่งวัสดุก่อสร้าง การที่มีเศษดิน หิน ทราย ตกหล่นและสะสมอยู่บนพื้นในบริเวณที่ก่อสร้าง เป็นต้น

3. การบรรทุกและขนส่งวัสดุก่อสร้าง

การบรรทุกและขนส่งวัสดุก่อสร้างนั้นมักจะไม่มีการปกคลุมให้มิดชิดด้วยผ้าใบ หรือวัสดุอื่น ๆ ทำให้ฝุ่นละอองเกิดการฟุ้งกระจายออกจากตัวรถออกมาสู่ชุมชนและถนน ถ้ารถที่ใช้ในการบรรทุกมีสภาพไม่มั่นคงแข็งแรง หรือไม่มีการดูแลรักษาเครื่องยนต์ จะก่อให้เกิดควันดำขึ้นได้

รวมทั้งเมื่อนำรถเข้าไปในเขตก่อสร้างจะมีโคลน ดิน ทราย ตัดล้อรถและเมื่อนำรถดังกล่าวออกมาวิ่งบนทางจะทำให้เกิดมีการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองได้

4. โรงงานอุตสาหกรรม โรงไฟฟ้า และสถานประกอบการต่าง ๆ

โดยทั่วไปฝุ่นที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม โรงไฟฟ้า และสถานประกอบการต่าง ๆ จะเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง เพื่อให้ได้มาซึ่งพลังงานเพื่อนำมาใช้ในกระบวนการผลิต และเกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเองด้วย ปริมาณฝุ่นที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับประเภทของอุตสาหกรรม เชื้อเพลิงที่ใช้และการควบคุมการเผาเชื้อเพลิงในเตา ชนิดของวัสดุดิบที่ใช้ กระบวนการผลิต และระบบกำจัดฝุ่นที่ใช้

5. การเผาวัสดุในที่โล่งแจ้ง

การเผาวัสดุในที่โล่งแจ้ง ได้แก่ การเผาขยะมูลฝอยหรือวัสดุสิ่งต่าง ๆ การเผาหญ้า การเผาเศษวัสดุที่เหลือจากการเกษตร และการเผาหญ้าและวัชพืชเพื่อปรับปรุงพื้นที่สำหรับการเพาะปลูก ในที่กลางแจ้ง ซึ่งจะเกิดเขม่าขี้เถ้าเป็นจำนวนมากฟุ้งกระจายไปในอากาศและลอยไปตามกระแสลมแผ่ปกคลุมเป็นพื้นที่กว้าง

2.2.2 แหล่งกำเนิดโลหะหนัก

สารมลพิษในอากาศที่เป็นโลหะเกิดขึ้นในหลายรูปแบบ ส่วนใหญ่จะเกิดในรูปของอนุภาคหรือควัน ซึ่งรูปแบบที่พบมากที่สุดอยู่ในรูปของอนุภาค ตารางที่ 2.2-1 แสดงชนิดและแหล่งกำเนิดโลหะ และการเข้าสู่ร่างกาย อนุภาคมลสารที่มีขนาดหยาบ (ขนาดใหญ่กว่า 5 ไมครอน) จะก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพของมนุษย์น้อยกว่าอนุภาคที่มีขนาดเล็ก เนื่องจากอนุภาคเหล่านี้จะถูกขับออกมาจากร่างกายจากบริเวณภายในช่องจมูก อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 2 ไมครอน สามารถจะทะลุเข้าไปสู่ส่วนลึกของปอด และมลสารที่ประกอบด้วยอนุภาคเหล่านี้สามารถย่อยได้ง่าย

ตารางที่ 2.2-1 ชนิดและแหล่งกำเนิดของโลหะ และการเข้าสู่ร่างกาย

ชนิดของโลหะ	แหล่งกำเนิดในธรรมชาติ	อุตสาหกรรมและการนำไปใช้	ทางเข้าสู่ร่างกาย
สังกะสี (Zn) น้ำหนักอะตอม 65.38 เวเลนซ์ 0 2 จุดหลอมเหลว 419.5 °C	มักจะอยู่ในรูปของซัลไฟด์ ซิลิเกต และออกไซด์ แร่ชนิดนี้พบมากในธรรมชาติ	ใช้ผสมทำเป็นอัลลอยด์กับโลหะอื่น ๆ ใช้ทำฟิวส์และอุปกรณ์ไฟฟ้า เกลีสของสังกะสีมักใช้ทำสี เครื่องสำอาง แบตเตอรี่ กาว ปุ๋ย น้ำยาเก็บรักษาผิวไม้ สารฆ่าแมลง ยาฆ่าเชื้อโรค เป็นต้น	โดยการหายใจเอาฝุ่นและพุ่มเข้าสู่ร่างกาย และโดยการกิน
แมงกานีส (Mn) น้ำหนักอะตอม 54.94 เวเลนซ์ 0 2 3 4 6 7 จุดหลอมเหลว 1,260 °C	มักพบอยู่ในรูปออกไซด์ของแร่ไพโรลูไซต์ นอกจากนี้ยังพบในแร่บลอนไนต์และแมกนีไซต์ และเฮวี่มานไนต์	ใช้ผสมกับเหล็กทำเหล็กกล้า ใช้ในการทำอุปกรณ์การสร้างเรือ เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า ทำสี เครื่องเคลือบดินเผา อุปกรณ์ดอกไม้ไฟ ใช้ในการเกษตรเพื่อปรับปรุงผิวดิน ใช้ในการผสมน้ำมัน และใช้ในอุตสาหกรรมทำด้านไฟฉาย	โดยการหายใจเอาฝุ่นและพุ่มเข้าสู่ร่างกาย บางครั้งอาจซึมเข้าสู่ทางผิวหนังได้
เหล็ก (Fe) น้ำหนักอะตอม 55.85 เวเลนซ์ 0 2 3 3 6 จุดหลอมเหลว 1,535 °C	พบในแร่เฮมาไตต์ (Fe ₂ O ₃) บางครั้งก็พบในแร่แมกนีไตต์ ลิโมนไนต์และซีเดอไรต์	รวมกับคาร์บอนทำเป็นเหล็กกล้าและใช้เป็นส่วนผสมกับแร่อื่น ๆ เพื่อใช้ทำเป็นสิ่งก่อสร้าง ใช้ทำสี ทำหมึก ใช้ในอุตสาหกรรมทำยา และ ใช้ในกระบวนการเชื่อมโลหะ	โดยทางหายใจเอาฝุ่นและพุ่มเข้าสู่ร่างกาย และโดยการกิน
ตะกั่ว (Pb) น้ำหนักอะตอม 207.21 เวเลนซ์ 0 2 4 จุดหลอมเหลว 327.4 °C	มักจะอยู่ในรูปของแร่กาลีน่า (PbS) และในรูปสิริไซต์และแอนกลีไซต์	ใช้ทำแบตเตอรี่ เชื่อม ทำภาชนะใส่อาหาร ใช้ทำเครื่องเคลือบดินเผา ใช้เป็นฉากกันสารกัมมันตภาพรังสี ใช้ทำสี ใช้ทำลูกปืน ใช้ทำพลาสติก และใช้ในงานระบบท่อ	เข้าทางระบบทางเดินอาหารเข้าสู่ระบบหายใจ โดยหายใจเอาฝุ่น พุ่มและไอระเหยเข้าไป บางครั้งเข้าสู่ร่างกายโดยการดูดซึมผ่านผิวหนัง
ทองแดง (Cu) น้ำหนักอะตอม 63.54 เวเลนซ์ 0 1 2 จุดหลอมเหลว 1,083 °C	ในธรรมชาติพบอยู่ในรูปของแร่ทองแดงบริสุทธิ์ และบางครั้งพบอยู่ในรูปอื่น ๆ เช่น ทอง เงิน และตะกั่ว บางครั้งอยู่รวมตัวกันในรูปซิลไฟด์และคาร์บอเนต และซิลิเกต	ใช้ทำเหรียญ ทำสายไฟฟ้า ทำท่อ ภาชนะหุงต้ม ทำแผงควบคุมไฟฟ้า และทำอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ใช้ทำเครื่องมือกล และภาชนะประจำบ้าน ใช้ทำผสมโลหะอื่น เช่น อัลลอยส์ใช้ในกระบวนการชุบโลหะ	โดยการหายใจและโดยการกิน

2.3 ธาตุที่มีความจำเป็นต่อร่างกาย

การทำงานของร่างกายนอกจากจะต้องการสารประกอบอินทรีย์เพื่อเป็นแหล่งพลังงานแล้ว ร่างกายยังต้องการสารอาหารที่เป็นสารอนินทรีย์ (Inorganic nutrients) หรือเกลือแร่ต่าง ๆ อีกหลายชนิด สามารถแบ่งเกลือแร่ที่ร่างกายต้องการออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่ต้องการในปริมาณค่อนข้างมาก (Macroelements) ระหว่าง 0.3-1 กรัมต่อวัน ได้แก่ โซเดียม โพแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม ฟอสฟอรัส และคลอไรด์ และกลุ่มที่ต้องการในปริมาณเพียงเล็กน้อย (Trace Elements) ได้แก่ ทองแดง เหล็ก ไอโอดีน แมงกานีส สังกะสี โคโรเนียม โมลิบดีนัม ซีลีเนียม และฟลูออไรด์ ในปริมาณระหว่าง 0.1-15 มิลลิกรัมต่อวัน เกลือแร่เหล่านี้มีอยู่ทั่วไปในอาหาร จึงมักจะไม่ค่อยพบอาการขาดธาตุเหล่านี้ ยกเว้นไอโอดีนซึ่งไม่มีอยู่ในอาหารทั่วไปนอกจากอาหารทะเล และเหล็กซึ่งในบางสภาวะของร่างกายจะมีการสูญเสียค่อนข้างมาก การขาดแร่ธาตุทั้งสองชนิดนี้จึงยังพบอยู่ทั่วไปในกลุ่มประชากร นอกจากนี้ในเด็กที่เกิดอาการท้องร่วง ร่างกายจะมีการสูญเสียโซเดียม คลอไรด์และน้ำ ทำให้สูญเสียของเหลวภายนอกเซลล์ ถ้าไม่ได้รับสารละลายของเกลือโซเดียม คลอไรด์เข้าไปทดแทนคนไข้อาจจะตายได้ เนื่องจากเลือดหยุดหมุนเวียนเพราะปริมาตรลดลง

ธาตุที่มีความจำเป็นต่อร่างกายจำพวกโลหะ เช่น โซเดียม โพแทสเซียม เป็นสารจำเป็นหลักเนื่องจากคุณสมบัติทางเคมีไฟฟ้าและหน้าที่ในกระบวนการเมตาบอลิซึม โลหะชนิดอื่นที่มีความจำเป็นในปริมาณน้อย (Trace element) เช่น แมงกานีส ทองแดง และนิกเกิล มีผลต่อกระบวนการเมตาบอลิซึม โดยมีอิทธิพลต่อการทำงานของเอนไซม์และการทำงานของฮอร์โมน มีหน้าที่ในการบำรุงรักษาโครงสร้างและความมั่นคงของโมเลกุล และช่วยสนับสนุนสิ่งมีชีวิตโดยกระตุ้นการพัฒนาระบบภูมิคุ้มกัน (ธาตุที่มีความต้องการในปริมาณน้อย น้อยกว่า 0.01 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสิ่งมีชีวิต) เป็นสารจำเป็นต่อร่างกายในการเจริญเติบโต ถ้าขาดโลหะเหล่านี้สิ่งมีชีวิตจะไม่สามารถเจริญหรือทำให้วงจรชีวิตครบสมบูรณ์ แต่ถ้าหากแร่ธาตุที่จำเป็นนี้มีปริมาณความเข้มข้นสูงจะกลายเป็นพิษต่อร่างกาย ซึ่งแร่ธาตุปกติจะเป็นสารพิษเมื่อมีปริมาณมากพอที่จะมีผลต่อร่างกาย

ในบางครั้งแร่ธาตุที่ทำหน้าที่กระตุ้นหรือเป็นสารจำเป็นในปริมาณที่น้อยมาก จะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและสถานะของสิ่งมีชีวิต เหล็กและทองแดงจำเป็นในการสังเคราะห์ฮีโม (Heme) ร่างกายต้องการเหล็กเพื่อใช้ในการสร้างฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ไมโอโกลบิน (Myoglobin) และไซโตโครมชนิดต่าง ๆ รวมทั้งสร้างโปรตีนที่มีเหล็กแต่ไม่มีฮีโม (Non-Heme Iron Protein) ประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ของเหล็กทั้งหมดในร่างกาย ถูกเก็บไว้ที่ตับ ม้าม และไขกระดูก ในรูปของเฟอร์ริติน (Ferritin) และฮีโมซิเดอริน (Hemosiderin) สังกะสีเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์มาก

กว่า 80 ชนิด ที่รู้จักกันดี ได้แก่ Alachel Danydrogenane Carbonic Anhydrase DNA Polymerase และ Carboxypeptidase เป็นต้น สังกะสีพบมากในต่อมลูกหมาก (Prostate Gland) เชื้ออสุจิ และตา การขาดสังกะสีในคนมีการพบในประเทศอิหร่าน ซึ่งอาการที่ปรากฏคือเป็นโรคโลหิตจาง มีระดับอัลบูมินในเลือดต่ำและอวัยวะเพศชาย สาเหตุเกิดจากการรับประทานอาหารที่มีไฟเตทสูง ทำให้สังกะสีในอาหารถูกไฟเตทจับไว้และไม่ถูกดูดซึม ในสัตว์ทดลองการขาดสังกะสีมีผลทำให้ขาดวิตามินเอด้วย เนื่องจากสังกะสีเกี่ยวข้องกับการนำวิตามินเอออกจากตับ สังกะสีมีมากในอาหารจำพวกเนื้อสัตว์ ไข่ อาหารทะเล น้ำมัน และตับ แต่มีน้อยในผลไม้และผักสีเขียว

ปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่ผันกลับได้จะรักษาสภาพการเคลื่อนไหวตลอดเวลาของเซลล์ในสิ่งมีชีวิต ระบบการขนส่งออกซิเจนจะเกี่ยวข้องกับเหล็กและทองแดงซึ่งรับออกซิเจนเก็บไว้ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่เปลี่ยนแปลง แต่จะปล่อยออกซิเจนภายใต้สภาวะที่แตกต่างกัน ส่วนโลหะหนักชนิดอื่นที่เกี่ยวข้องจะเชื่อมกับออกซิเจนชนิดผันกลับไม่ได้ ระบบการขนส่งออกซิเจนใช้ธาตุเหล็ก ทองแดง และวานาเดียม ในการทำหน้าที่ให้ ความยืดหยุ่น และการหมุนเวียน เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ

2.4 กระบวนการที่ฝุ่นละอองและก๊าซ และโลหะผ่านเข้าสู่ร่างกาย

2.4.1 เส้นทางการดูดซึมของฝุ่นละอองและก๊าซ

การดูดซึม คือ การที่สารผ่านเข้าสู่ร่างกายทางเนื้อเยื่อ สารเหล่านี้อาจคงอยู่เป็นระยะเวลานาน ณ ตำแหน่งที่สารนั้นถูกดูดซึม หรือสารอาจเคลื่อนที่ไปยังส่วนอื่นของร่างกาย ซึ่งเป็นวิธีที่สอดคล้องกับวิธีการของโลหะที่เข้าสู่ร่างกาย สามารถอธิบายโดย Task Group on Metal Accumulation การดูดซึมที่บริเวณปอดเป็นทางที่สำคัญที่สุดของสารพิษในอากาศที่จะเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ สารที่สะสมในระบบทางเดินหายใจในปริมาณต่าง ๆ อาจเคลื่อนที่ไปยังระบบทางเดินอาหารโดยวิธี Mucociliary escalate คือ การที่น้ำเมือกบริเวณระบบทางเดินหายใจเคลื่อนที่โดยอาศัยการเคลื่อนที่ของซีเรียเล็ก ๆ ที่อยู่ในระบบทางเดินหายใจไปทางด้านหลังของคอหอยและจะถูกกลืนลงไป สารมลพิษทางอากาศอาจปนเปื้อนมากับเมล็ดพืช ผัก ดิน และน้ำ เมื่อกินเข้าไปจะเป็นการได้รับสารมลพิษอีกทางหนึ่ง การดูดซึมที่บริเวณผิวหนังไม่ใช่เส้นทางสำคัญในการที่ สารมลพิษจะเข้าสู่ร่างกาย การระคายเคืองตาเป็นผลกระทบมาจากสารมลพิษต่อเยื่อเมือกตา

คุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ของ Aerosol และก๊าซใช้เป็นตัวบ่งชี้ได้ว่าสารนั้นจะเป็นสารเฉื่อยหรือสารที่มีผลต่อตำแหน่งที่สัมผัสกับร่างกายหรือต่อระบบอื่น ๆ ในร่างกาย โดยปกติก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 90 เปอร์เซ็นต์หรือมากกว่า จะถูกกำจัดในระบบทางเดินหายใจส่วนบน ในขณะที่ก๊าซที่

ดูดซึมอยู่บนอนุภาค เช่น เขม่า การสะสมอาจเกิดในขอบเขตบริเวณกว้างในระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาคที่มีผลกับอัตราการดูดซึมและความเป็นพิษของสารด้วย

2.4.1.1 การดูดซึมโดยการหายใจเข้า

ก. การดูดซึมของอนุภาค

การดูดซึมของอนุภาคขึ้นกับกลไกที่ต่างกัน 3 วิธี คือ

- การสะสม
- การกำจัดสารโดยวิธี Mucociliary
- การกำจัดสารของ Alveolar

1) การสะสมของอนุภาคภายในทางเดินหายใจ มีกลไกการสะสมของอนุภาค 3 วิธีคือ

- Impaction
- Sedimentation
- Diffusion

ความสำคัญของวิธีการเหล่านี้ขึ้นกับความแตกต่างทางกายวิภาคของระบบทางเดินหายใจ และพารามิเตอร์ของการหมุนเวียนของลมในทางเดินหายใจ และทั้งหมดนี้จะต้องขึ้นกับคุณสมบัติทาง Aerodynamic ของอนุภาค

Impaction คือการสะสมของอนุภาคบนเนื้อเยื่อของน้ำเมือก Perfermatial ที่ตำแหน่งที่ทางเดินลมเปลี่ยนทิศทางขึ้นอยู่กับมวลของอนุภาค (ขนาดและความหนาแน่น) และรูปร่าง นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับความเร็วลมภายในระบบทางเดินหายใจ วิธีนี้เกิดภายในจมูก ปาก และทางเดินหายใจส่วนบนเป็นส่วนสำคัญ สำหรับอนุภาคที่มีความหนาแน่น 1 หน่วย (หน่วยความหนาแน่น หมายถึงความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 1.0) ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 2.3 ไมครอน

Sedimentation มีส่วนสำคัญสำหรับอนุภาคขนาดใหญ่ ความหนาแน่นสูง โดยเฉพาะอนุภาคที่เป็นกลาง

2) การกำจัดสารโดยวิธี Mucociliary วิธีนี้เป็นการเคลื่อนที่ขึ้นของอนุภาคในระบบทางเดินหายใจ โดยอาศัยน้ำเมือกที่เคลื่อนที่โดยอาศัยการเคลื่อนตัวของซีเรียที่มีอยู่ตลอดทางเดินหายใจ และอนุภาคจะเคลื่อนที่ไปสู่ระบบทางเดินอาหารหรือถูกขับออกมา จากการศึกษาของ Holma B. (1967) พบว่าระยะเวลาของการสะสมอนุภาคที่ไม่ละลายน้ำโดยการฉายรังสีบนอนุภาคก่อนที่จะหายใจเข้าไป พบว่าการกำจัดอนุภาคในระบบทางเดินหายใจจะใช้เวลาประมาณ 8 ชั่วโมง การเคลื่อนที่ของน้ำเมือกในระบบทางเดินหายใจส่วนบนจะเร็วกว่าส่วนล่าง เนื่องจากอนุภาค

ขนาดใหญ่จะสะสมเป็นปริมาณมากในทางเดินหายใจส่วน Tracheobronchial Tree ทำให้มีการกำจัดอนุภาคขนาดใหญ่มากกว่าขนาดเล็ก

ความแตกต่างของแต่ละบุคคลมีผลกับการกำจัดสารวิธีนี้ บางคนมีการกำจัดช้า ขณะที่ในบางคนใช้เวลาในการกำจัดเพียง 1 ชั่วโมง ความแตกต่างในช่วงที่กว้างขึ้นกับองค์ประกอบของร่างกาย ฝ่าฝืนจากไซโตเดียวกันจะมีอัตราการกำจัดเหมือนกัน ขณะที่ฝ่าฝืนจากไซโตคนละใบจะมีอัตราการกำจัดอนุภาคต่างกันเข้าข่ายของความแตกต่างแต่ละบุคคล ยังไม่มีรายละเอียดผลทางการแพทย์สำหรับความแตกต่างในอัตราการกำจัด แต่อาจกล่าวได้ว่าบุคคลที่มีอัตราการกำจัดช้าจะมีอัตราความเสี่ยงสูง เพราะหมายถึงการกำจัดแบบวิธี Mucociliary ได้ช้า ทำให้มีการสะสมอนุภาคได้มากในบริเวณ Alveolar

3) การกำจัดอนุภาคของ Alveolar วิธีนี้อนุภาคจะเคลื่อนที่จาก Alveoli ขึ้นมาตามระบบทางเดินหายใจและไปกำจัดต่อโดยวิธี Mucociliary Escalator กลไกการเคลื่อนที่ซึ่งไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด แต่เซลล์ที่สำคัญที่ช่วยในการเคลื่อนที่คือ Alveoli Scavenger Cells อนุภาคที่เคลื่อนผ่าน Alveolar Membrane อาจถูกสะสมอยู่ที่เนื้อเยื่อของปอดหรือเคลื่อนที่ไปสู่เลือดหรือน้ำเหลือง หลังจากนั้นจะเคลื่อนย้ายไปสู่อวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย ถ้าอนุภาคละลายน้ำได้น้อยและสามารถเกิดปฏิกิริยากับผิว สัมผัสได้ เช่น ซิลิกา ก็มีแนวโน้มที่จะเกิดปฏิกิริยาที่เนื้อเยื่อปอด จากการศึกษาของ Mercer T. T. (1967) และได้มีการสร้างแบบจำลองเกี่ยวกับความสามารถในการละลายน้ำของอนุภาค พบว่าอนุภาคที่สามารถละลายน้ำได้มากเท่าไรก็ยิ่งทำให้สามารถเคลื่อนที่จาก Alveoli ไปสู่ระบบหมุนเวียนโลหิตได้มากด้วย มีข้อมูลน้อยมากเกี่ยวกับอนุภาคส่วนมากที่ไม่ละลายน้ำที่มีผลในมนุษย์และสัตว์ ปริมาณของอนุภาคที่ถูกดูดซึมโดยตรงจาก Alveoli ไปสู่ระบบหมุนเวียนโลหิต และปริมาณของอนุภาคที่ถูกกำจัดด้วยกลไก Mucociliary escalator ยังไม่แน่ชัด แอสเบสตอสที่เป็นเส้นใยขนาดยาวจะมีคุณสมบัติในการสะสมและการถูกกำจัดต่างไปจากอนุภาคที่มีลักษณะทรงกลมหรือเกือบเป็นทรงกลม ซึ่งส่งผลให้มีแนวโน้มที่จะเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นที่ Alveoli และเกิดการเคลื่อนที่ของเส้นใยไปที่เยื่อหุ้มปอดด้านนอก

ข. การดูดซึมของก๊าซ

กฎทั่วไปของความสามารถในการละลายของก๊าซมลพิษ ที่ใช้ในการอธิบายสัดส่วนการสะสมในระบบทางเดินหายใจส่วนบนและสัดส่วนที่อนุภาคสะสมในถุงลม เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่สามารถละลายน้ำได้สูงจะถูกดูดซึมเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้สูง และก่อให้เกิดการระคายเคือง เพิ่มความต้านทานของทางเดินหายใจ จากการศึกษาของ Frank N. A. และ Speizer

F. E. (1964) พบว่าสารที่มีความเข้มข้นสูง ได้แก่ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะถูกกำจัดที่จมูกและคอ เป็นสัดส่วนที่สูง ในทางตรงกันข้าม Strandberg G. (1965) พบว่าสารที่มีความเข้มข้นต่ำจะมี สัดส่วนของอนุภาคที่สามารถลงได้ไปถึงปอดในสัดส่วนที่สูง เช่น ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์และ โอโซนจะละลายน้ำได้น้อย จะเกิด Biological Reactions ที่ Alveoli โดยขึ้นอยู่กับความสามารถ ของก๊าซที่จะเคลื่อนย้ายไปที่เนื้อเยื่อผิวของปอด และก๊าซจะถูกดูดซึมในปริมาณที่ต่างกัน ความ สามารถละลายในไขมันก็มีส่วนสำคัญในการเคลื่อนที่ผ่านเนื้อของ Alveoli เพราะเยื่อหุ้ม Alveolar cells ประกอบด้วย Phospholipid

2.4.1.2 การดูดซึมโดยการกิน

สารที่เข้าสู่ระบบทางเดินอาหารได้เนื่องจากสารนั้นมีการปนเปื้อนในอาหารและ น้ำ และอาจมาจากปอดโดยวิธีการกำจัดแบบ Mucociliary อัตราการดูดซึมของสารแต่ละชนิดใน ระบบทางเดินอาหารนั้นยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด เช่น เมทิลเมอร์คิวรีในรูปเกลือที่ละลายน้ำหรือใน รูปที่ยึดเกาะกับโปรตีนถูกดูดซึม 95 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่เมอควิรีค เมอควิรี จะถูกดูดซึมเพียง 15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อกินเข้าไปเกลือของโลหะจะขึ้นกับการแตกตัวเป็นไอออน ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการเพิ่ม หรือลดการดูดซึมของสารประกอบในระบบทางเดินอาหาร หลังจากที่โลหะเคลื่อนที่ไปยังลำไส้เล็ก จะมีการรวมตัวกับอนุภาคของสารอินทรีย์ ดังนั้นประจุบวกของโลหะจึงไม่มีความสำคัญมากนัก

ความแตกต่างของบุคคลในการดูดซึมขึ้นอยู่กับเพศและอายุ การทดลองของ Hursh J. B. และ Suomela J. (1967) การดูดซึมของสารตะกั่วในอาสาสมัครชาย 3 คน โดยใช้ Lead-212 พบว่าการดูดซึมอยู่ในช่วง 1-25 เปอร์เซ็นต์ Wetherill G. W. และคณะ (1975) ได้ทดลองศึกษาใน ชาย 2 คน โดยใช้ไอโซโทปของ Lead-204 และ/หรือ Lead 207 ฉายลงบนอาหาร พบว่ามีการดูด- ซึม 6-9 เปอร์เซ็นต์ ที่ลำไส้ และระยะเวลาที่สารตะกั่วอยู่ในระยะการเผาผลาญในร่างกายมีเวลา นาน 35-50 วัน มีปัจจัยที่มีผลในการดูดซึมเมื่อได้รับสารมลพิษในอากาศโดยการกิน เช่น เมื่อลด การกินแคลเซียมจะเป็นการเพิ่มการดูดซึมตะกั่วและแคดเมียม และพบว่าการลดปริมาณการกิน เหล็กทำให้ตะกั่วถูกดูดซึมมากขึ้น Six K. M. และ Goyer R. A. (1972) ยังพบว่าการได้รับตะกั่ว มากขึ้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณโปรตีนในอาหาร

2.4.2 วิธีการรับโลหะเข้าสู่ร่างกาย

ความเป็นพิษของโลหะมีอิทธิพลจากวิธีในการรับเข้าสู่ร่างกาย โดยแบ่งออกได้เป็น

1. การรับเข้าทางปาก ซึ่งจะมีปริมาณและอัตราการดูดซึมของโลหะและลำไส้ ที่แตกต่างกัน
2. การรับเข้าทางเส้นโลหิตจะกระจายไปยังเนื้อเยื่อได้อย่างรวดเร็ว

3. การหายใจเข้าสู่ปอด
4. การรับเข้าทางใต้ผิวหนัง
5. การรับเข้าไปภายในเยื่อช่องท้อง
6. การฉีดเข้ากล้ามเนื้อ
7. การดูดซับเข้าผ่านผิวหนัง

ซึ่งการรับโลหะเข้าสู่ร่างกายใน 3 ข้อแรกเป็นเส้นทางที่สำคัญที่สุด

2.4.2.1 การรับเข้ามาทางปาก-การดูดซับผ่านผิวสัมผัสภายในลำไส้

การแพร่เข้าสู่ร่างกายโดยอาศัยหลักการแพร่จากความเข้มข้นมากไปยังความเข้มข้นน้อย การแพร่โดยการโอบล้อมผิวหนังของเซลล์และการแพร่โดยการใช้พลังงานดูดซับจากเซลล์ ซึ่งการแพร่ทั้ง 2 ลักษณะมีวิธีที่แตกต่างกันเพื่อส่งผ่านไอออนของโลหะเข้าสู่ผิวสัมผัสของลำไส้เล็ก และเยื่อหุ้มอื่น ๆ ไอออนลบที่มีอิเล็กตรอนวงนอกหลายตัว เช่น โมลิบดีนัม วานาเดียม ทังสเตน ซีลีเนียม และ เจอร์มาเนียม และไอออนบวกที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุดตัวเดียวของโลหะหมู่ I A (ได้แก่ Ag^+ Tl^+) จะถูกดูดซับผ่านผนังลำไส้เล็กอย่างง่ายและถูกขจัดออกทางปัสสาวะ แต่สำหรับเงิน (Ag^+) ยังมีการหลงเหลืออยู่ในเนื้อเยื่อ Assents Antimamate และไอออนบวกที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุด 2 ตัว เช่น แคลเซียม สตรอนเตียม แบเรียม ตะกั่ว ดีบุก และเรเดียม จะถูกดูดซับได้น้อยกว่า ธาตุพวกนี้จะถูกขับถ่ายทางอุจจาระเป็นส่วนใหญ่ อิเล็กตรอนวงนอกของโลหะ เช่น ทองแดง เหล็ก แมงกานีส และโครเมียม อาจจะถูกกระตุ้นระหว่างหรือหลังการดูดซับจากลำไส้เล็กบริเวณที่มีการดูดซับส่วนใหญ่อยู่ในช่องทางเดินอาหารคือลำไส้เล็กส่วนต้น ลำไส้ส่วนกลางและลำไส้ส่วนปลาย ขนาดของช่องเยื่อหุ้มในลำไส้ส่วนต้นกว้างกว่าลำไส้ส่วนปลายเป็น 9 เท่า การผ่านเข้าไปเป็นแพร่ชนิดง่ายและไม่ใช้ทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง ปัจจัยส่วนใหญ่ เช่น ความเข้มข้น การเคลื่อนที่ของสารเคมีที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าพลังงานจากขบวนการเมตาบอลิซึมที่ใช้การออกซิไดส์ และระดับของการสูญเสียของไอออนหรือโมเลกุลขนาดเล็กซึ่งเกี่ยวข้องในการขนส่งไอออน

2.4.2.2 การรับเข้าทางกระแสโลหิต

การกระจายจากการฉีดเกลือโลหะที่ละลายน้ำได้ไปยังเนื้อเยื่ออื่น ๆ จะเกิดอย่างรวดเร็วเนื่องจากโลหะจะจับตัวรวมกับโปรตีนในเลือด เกลือโลหะอื่น ๆ จะถูกย่อยสลายโดยมีโมเลกุลน้ำเข้ามาแทนที่ pH ของเลือดปกติและเกิดมีการตกตะกอน Vollicids หรือ Volloids ที่มีสารกัมมันตรังสี ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น เม็ดเลือดขาวจะกลืนอนุภาคบางตัวเหล่านี้โดยขบวนการ Phagocytosis โลหะที่รับกับ Legend มีมากในเอนไซม์ สารที่เอนไซม์จะย่อยและสารช่วยในขบวนการ

การเมตาบอลิซึม ซึ่งอยู่ในเม็ดเลือดแดง อีออนลบ เช่น โครเมต อะซีเนต แอนติโมเนต ซีลีเนต โพลีเนต และ โทลีเนต ปฏิกริยาเฉพาะซึ่งโปรตีนในเม็ดเลือดแดงและจะคงอยู่จนกว่าเซลล์จะตาย สารซึ่งจับซ้อน ฮีโมโกลบิน Glutathione Phaspeic Ester และกลุ่มที่มีหมู่ฟังก์ชันเป็น SH จะเชื่อมกับโลหะเพื่อป้องกันอนุมูลภายในเซลล์ โครเมียม และ เหล็ก ที่มีอิเล็กตรอนวงนอก 3 ตัว จะเกาะอยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์ ทองแดงจะไม่ถูกแยกออกโดยจะอยู่ภายในเซลล์ แมงกานีสสะสมโดยการแพร่แบบธรรมดา และแอสเบสมีการแพร่โดยอาศัยพลังงานซิลเวอร์จะเชื่อมกับพลาสมา โปรตีนและถูกเคลื่อนย้ายจากระบบไหลเวียนโดยตับ

2.4.2.3 การรับเข้ามาโดยฉีดเข้าทางผิวหนัง

การดูดซับและการกระจายของเกลือโลหะจากบริเวณที่ได้รับการฉีดจะได้รับช้ากว่าเนื่องจากการถูกแยกด้วยน้ำ และการดูดซับที่ไม่ค่อยดีนักของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการถูกย่อยด้วยน้ำและการแยกโดยโปรตีนและอนุมูล การออกฤทธิ์จะช้าเมื่อฉีดเข้าใต้ผิวหนังและจะช้ากว่าเมื่อฉีดเข้ากล้ามเนื้อเมื่อเทียบกับการฉีดเข้าเยื่อช่องท้อง

2.4.2.4 การหายใจเข้าสู่ปอด

โลหะและสารประกอบในอากาศจะถูกหายใจเข้าไปสะสมในเนื้อเยื่อปอด ซึ่งจะไม่เข้าสู่ขบวนการเมตาบอลิซึมอย่างรวดเร็ว หรือถูกดูดซับในระบบไหลเวียนในปอดและจะกระจายไปยังเนื้อเยื่ออื่น ๆ หรือขจัดออกในปัสสาวะและน้ำดี การละลายของโลหะในของเหลวที่อยู่ภายในปอดได้ไม่ดีและไม่มีการรักษาคุณภาพของกลไกการขับถ่ายจะเพิ่มความเข้มข้นของสารประกอบโลหะในปอดและในเนื้อเยื่ออื่น ๆ เกลือของอลูมิเนียม วานาเดียม ไททาเนียม สตรอนเตียม โครเมียม ตะกั่ว และ แคดเมียม สะสมในปอดตามอายุ เนื่องจากไม่สามารถละลายได้ในของเหลวภายในปอด

สิ่งผิดปรกติอื่น ๆ และวิธีการดูดซับที่ไม่สำคัญจากทางเดินอาหาร และการดูดซับของอนุภาคโดยต่อมทอนซิล กิ่งดูดซับเข้าในร่างกายของอนุภาคโดยเข้าผ่านช่องเล็ก ๆ จากระบบทางเดินอาหารและอนุภาคจะเคลื่อนที่ไปยังต่อมน้ำเหลืองที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง วิธีการเข้าสู่ร่างกายจะมีความสำคัญถ้าหากอนุภาคที่ถูกดูดซับมีพิษสูง

2.5 ผลกระทบของฝุ่นและโลหะต่อร่างกาย

2.5.1 ผลกระทบของฝุ่นต่อสุขภาพอนามัย

ฝุ่นที่แขวนลอยอยู่ในอากาศมีทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ โดยฝุ่นละอองขนาดใหญ่จะทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจส่วนบน ส่วนฝุ่นขนาดเล็ก PM10 ที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน จะสามารถเล็ดลอดผ่านเข้าไปถึงระบบทางเดินหายใจส่วนล่างและถุงลมในปอด

ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดโรคทางเดินหายใจและโรคปอดต่าง ๆ โดยก่อให้เกิดการระคายเคืองและทำลายเนื้อเยื่อของปอด หากได้รับในปริมาณมากหรือในช่วงระยะเวลาอันยาวนาน ๆ จะสามารถสะสมในเนื้อเยื่อปอดเกิดเป็นพังผืดหรือแผลขึ้นได้ ทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลง ทำให้หลอดลมอักเสบ มีอาการหอบหืด ภาวะลมโป่งพอง และมีโอกาสเกิดโรคของระบบทางเดินหายใจเนื่องจากติดเชื้อเพิ่มขึ้นได้ด้วย ความรุนแรงของผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยจะขึ้นกับองค์ประกอบที่มีอยู่ในฝุ่นด้วยเช่นกัน ซึ่งสามารถประเมินและวิเคราะห์ได้จากแหล่งที่มาของฝุ่นได้

มลพิษจากฝุ่นมีอันตรายถึงชีวิต มีผลทำให้อัตราการตายเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเป็นโรคหัวใจและโรคทางเดินหายใจ และอาจก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ ได้แก่ โรคหัวใจล้มเหลว โรคปอดบวม หรือโรคอื่น ซึ่งมีผลมาจากสารประกอบที่ปะปนมากับฝุ่นหลายชนิดที่เป็นอันตรายร้ายแรง องค์ประกอบของฝุ่นมีความผันแปรอย่างมากภายในแต่ละเมืองขึ้นอยู่กับส่วนผสมของฝุ่นที่เกิดจากยานพาหนะ อุตสาหกรรม และเกษตรกรรม ซึ่งในแต่ละพื้นที่ต้องมีการแก้ไขปัญหามลพิษที่เกิดจากฝุ่นจากสิ่งก่อให้เกิดมลพิษในพื้นที่นั้น

นักวิทยาศาสตร์ได้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อโรคที่ปนมากับฝุ่น และสาเหตุเบื้องต้นที่ทำให้เกิดการเสียชีวิต ซึ่งมีการมุ่งเน้นที่ประเด็นของสารไม่มีรูปร่าง สารประกอบของสารเคมี เช่น ซัลเฟต คาร์บอน ไนเตรท แร่ธาตุ ซึ่งสารเหล่านี้มักมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าเส้นผม เม็ดทราย ปัจจุบัน EPA มีข้อกำหนดเฉพาะฝุ่นหายใจที่มีขนาดเล็กกว่า 40 ไมครอน ซึ่งมาจากฝุ่นธรรมชาติเท่านั้น

นายแพทย์วิชัย เอกพลากร ได้ศึกษาสมรรถภาพการทำงานของปอดในตำรวจจราจรที่ทำงานในกรุงเทพมหานคร ในปี พ.ศ. 2533 พบว่าตำรวจจราจรมีสมรรถภาพการทำงานของปอดลดลงร้อยละ 9.5 และในปี พ.ศ. 2534 พบว่าตำรวจจราจรมีสมรรถภาพการทำงานของปอดลดลงร้อยละ 23.3 ซึ่งเพิ่มมากขึ้นกว่าในปีที่ผ่านมา

ในรายงานการศึกษาเรื่องปัญหาสุขภาพจากมลพิษในตำรวจจราจร พ.ศ. 2535 ของแพทย์หญิง วนิดา ศศิวิมลกุล จากโรงพยาบาลตำรวจ จำนวน 264 นาย ในหน่วยต่าง ๆ ของตำรวจจราจร โดยสำรวจประวัติการทำงาน ประวัติการปฏิบัติงานจราจร จุดที่ปฏิบัติงานจราจร ชั่วโมงการทำงาน ประวัติการสัมผัสมลพิษ ประวัติการป่วย นิสัยการบริโภค การตรวจร่างกายโดยละเอียดทุกระบบโดยเฉพาะระบบทางเดินหายใจ มีการตรวจหน้าที่ในการทำงานของปอดและตรวจรังสีทรวงอก พบว่าตำรวจจราจรส่วนใหญ่มีอายุอยู่ระหว่าง 30-39 ปี และมีอายุการปฏิบัติงานอยู่ระหว่าง 1-4 ปี มีอัตราการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจเรื้อรัง (หมายถึงผู้ป่วยซึ่งมีลักษณะทางคลินิก ดังนี้คือ ไอเสมอ ๆ มีเสมหะในลำคอ หายใจลำบาก คัดจมูกบ่อย หอบเหนื่อยขณะ

ออกแรง เจ็บหน้าอก หายใจมีเสียงวี๊ด และมีอาการในกลุ่มทางเดินหายใจอื่น ๆ อย่างน้อย 3 อาการ ขึ้นไปในรอบ 90 วันที่ผ่านมา ร่วมกับมีสมรรถภาพการทำงานของปอดเสื่อมลงที่ระดับร้อยละ 80 และภาพรังสีทรวงอกมีการเปลี่ยนแปลง) ถึงร้อยละ 20 ซึ่งเมื่อเทียบกับอัตราชุกของโรคเดียวกันใน ประชากรของกรุงเทพมหานครในปีเดียวกันซึ่งสำรวจโดย แพทย์หญิงอรพรรณ เมธาติลกุล และ แพทย์หญิงสวรรณิ โชติพิณัง พบเพียงร้อยละ 1.1 เท่านั้น ซึ่งนับว่าอัตราการป่วยด้วยโรคระบบ ทางเดินหายใจเรื้อรังของตำรวจจราจรสูงกว่าประชาชนทั่วไปถึงร้อยละ 9

ในปี พ.ศ. 2538 กรมควบคุมมลพิษ ได้ทำการสำรวจเพื่อประเมินผลกระทบจากมลพิษ ทางอากาศต่อสุขภาพอนามัยประชาชนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งพบว่า มี อัตราชุก ของโรคปอดอักเสบจากฝุ่นถึงร้อยละ 19 โดยเมื่อเทียบกับในอำเภอชุมแสงของจังหวัดนครสวรรค์ แล้ว พบว่ามีอัตราชุกเพียงร้อยละ 7 เท่านั้น นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ต่าง ๆ กันของ กรุงเทพมหานครและปริมณฑลแล้ว พบว่าพื้นที่ชั้นใน (เขตราชเทวี) ของกรุงเทพมหานครมีอัตราชุก ของโรคปอดอักเสบจากฝุ่นและก๊าซอื่น ๆ สูงที่สุด คือ ร้อยละ 27 และค่อย ๆ ลดลงเรื่อย ๆ ในพื้นที่ ที่ห่างออกไปจากใจกลางกรุงเทพมหานครคือ ร้อยละ 18 ในเขตพื้นที่ชั้นกลาง (เขตราชบุรณะ) ร้อยละ 15 ในเขตพื้นที่ชั้นนอก (เขตลาดกระบัง) และร้อยละ 16 ในเขตปริมณฑล (อำเภอบางพลี)

2.5.2 ผลกระทบของโลหะต่อสุขภาพอนามัย

ขบวนการอุตสาหกรรมมีผลในการนำโลหะสู่สิ่งแวดล้อม จากขบวนการถลุงแร่ การสูญเสียของโลหะทำให้เกิดการปนเปื้อนในอากาศ น้ำ และดิน ดังนั้นโลหะเหล่านั้นสามารถ เข้าสู่ร่างกายมนุษย์และสัตว์ต่าง ๆ การที่โลหะเข้าสู่ร่างกายอาจจะไม่มีการตอบสนอง ทำงาน เหมือนเป็นตัวกระตุ้น หรือผลการตอบสนองต่อสารพิษ แม้ว่าโลหะจำเป็นในปริมาณสูงก็สามารถ เกิดเป็นพิษได้ โลหะสามารถทำปฏิกิริยากับโปรตีน และ DNA และ RNA การก่อให้เกิดผลต่อ ขบวนการเมตาบอลิซึม และสารอื่น ๆ เป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางร่างกาย โลหะอาจมีผลใน การยับยั้งเอนไซม์และผลผลิตเปลี่ยนในแง่อัตราเชิงของการย่อยด้วยการกระตุ้นของสารเมตา- บอลิซึม

การออกฤทธิ์ของโลหะในระบบต่าง ๆ ของสัตว์ ขึ้นอยู่กับความสามารถในการดูดซับและ การขับถ่าย จำนวนอิลคตรอนในระดับชั้นสุดท้ายของโลหะและพฤติกรรมทางเคมีไฟฟ้า ความเป็น พิษเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลง ผลจากโลหะบางอย่างซึ่งไม่สามารถรักษาได้ การเกิดเป็นพิษ อย่างเฉียบพลันซึ่งเกิดจากการได้รับโลหะในปริมาณสูง ส่วนอาการเรื้อรังเป็นผลจากการได้รับ โลหะในปริมาณน้อยเป็นระยะเวลาานาน ซึ่งในกรณีนี้ระยะแรกของการได้รับจะไม่แสดงอาการ และ

ต่อมาจะมีอาการในระดับน้อย ซึ่งจะค่อยเป็นค่อยไปนำไปสู่ปัญหารุนแรง การเป็นพิษเรื้อรังสามารถหายได้โดยการนำโลหะออกจากร่างกาย

มีการค้นพบว่าสารหนู (Arsenic) เป็นสารที่จำเป็นต่อร่างกาย หรือแม้แต่ธาตุ เช่น โคบอลต์ เหล็ก สังกะสี และทองแดง ซึ่งรู้ดีว่าเป็นสารจำเป็นต่อร่างกาย สามารถกลายเป็นพิษได้ ถ้าหากได้รับในความเข้มข้นที่สูง ธาตุอื่น ๆ เช่น นิกเกิล ซีลีเนียม ฟลูออไรด์ และ วานาเดียม ได้พบว่าเป็นสารจำเป็นต่อร่างกายเช่นเดียวกันแต่ในปริมาณน้อย การเพิ่มขึ้นของสารเหล่านี้ในปริมาณเพียงเล็กน้อยทำให้เกิดความเป็นพิษได้

เงื่อนไขทางสภาพแวดล้อมธรรมชาติ การศึกษาและปัจจัยทางชีววิทยา เช่น อายุ เพศ ความแตกต่างด้านเผ่าพันธุ์ สภาพแวดล้อม ความสัมพันธ์กับโลหะอื่น ๆ และความไม่สมดุลของโลหะที่แตกตัวเป็นไอออนในระบบชีววิทยามีอิทธิพลต่อความเป็นพิษของโลหะ ความเป็นพิษของโลหะในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม คือการทำให้การเจริญเติบโตลดลง การลดความสมบูรณ์ของสุขภาพและความสามารถทางปัญญา การเปลี่ยนแปลงที่เป็นอันตรายต่อวงจรสืบพันธุ์ซึ่งทำให้เกิดการแท้ง ทำให้เกิดโรคเพิ่มขึ้น สภาพทางกายภาพเปลี่ยน การเกิดเนื้องอก และอาการโรคเรื้อรังและอายุสั้นลง ความเป็นพิษของโลหะมีผลทำให้ตรงข้ามต่อทุกกิจกรรมทางชีววิทยา ผลร้ายคือการเกิดปฏิกิริยาของโปรตีนและเอ็นไซม์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกระบวนการสารและเมตาบอลิซึมหรือเกิดปฏิกิริยาระหว่างกันกับ DNA นำไปสู่การกลายพันธุ์ และการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ความเป็นพิษเนื่องมาจากสารต่อต้านกระบวนการเมตาบอลิซึมของโลหะชนิดไอออนลบ

ผลของสารพิษขึ้นอยู่กับ การตอบสนองของอวัยวะต่อพิษอาจจะเกิด Diphasic (สถานะที่ดีของผลทางชีววิทยาเกิดโดยสถานะการออกฤทธิ์ของพิษยา) การสะสมของโลหะที่จำเป็นที่มากเกินไป เนื่องจากการแตกออกมา หรือหน้าที่การรักษาสมดุลของกลไกการขับถ่ายที่มีไม่เพียงพอ หรือการดูดซึมจากอาหารที่มากเกินไปทำให้เกิดการเป็นพิษ การทำงานที่ไม่เพียงพอของไตและการกีดขวางของ Biliary ทำให้เกิดการสะสมของโลหะ

การสะสมของโลหะที่ไม่จำเป็นทำให้เกิดพิษในเนื้อเยื่อ เนื่องจากความแก่หรือการรักษาคุณภาพกลไกการขับถ่ายไม่เพียงพอ เช่น การสะสมแคดเมียมในไต หรือการสะสมดีบุกในหัวใจปอด และต่อมลูกหมาก เส้นเลือดอุดตันอาจเกิดจากการสะสมของโลหะที่ไม่ทราบชนิด การหายใจเข้าไปได้ไม่มีการกรองอยู่เสมอเป็นผลทำให้เกิดการสะสมของโลหะและเกลือของโลหะ อลูมิเนียม วานาเดียม ไททาเนียม ดีบุก สตรอนเตียม โครเมียม ตะกั่วและแคดเมียม และสามารถละลายเข้าสู่ของเหลวในปอด ความเข้มข้นของโลหะในเนื้อเยื่อเหล่านี้จะเพิ่มขึ้นตามอายุ

2.5.2.1 ตะกั่ว (Lead)

การได้รับสารตะกั่วโดยส่วนใหญ่มาจากอาหารและน้ำ ซึ่งมีค่าประมาณ 0.12-0.35 มิลลิกรัมต่อวัน ในร่างกายผู้ใหญ่จะดูดซึมสารตะกั่วผ่านขบวนการเมตาบอลิซึม 5-10 เปอร์เซ็นต์ของสารตะกั่วที่บริโภคเข้าสู่ร่างกาย ในขณะที่ดูดซึมสารตะกั่วที่มีอยู่ในอากาศจากการสูดดมอากาศที่มีสารตะกั่วจากแหล่งชุมชนที่มีปัญหามลภาวะทางอากาศ 20-50 เปอร์เซ็นต์ ขนาดอนุภาคที่เล็กลงจะมีแนวโน้มของการดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้สูงขึ้น อาการพิษโดยเฉียบพลันเกิดขึ้นเมื่อระดับเลือดของผู้ป่วย (ผู้ใหญ่เพศชาย) มีค่าของตะกั่วอยู่สูงกว่า 75 ไมโครกรัม/100 กรัม การดูดซึมสารตะกั่ว 120 ไมโครกรัม/วัน จากทุก ๆ ทางอาจเป็นอันตรายได้ การดูดซึมสารตะกั่วไม่เกิน 60 ไมโครกรัม อยู่ในระดับที่ค่อนข้างปลอดภัย

จากการศึกษา พบว่า ความเป็นพิษที่เกิดจากสารตะกั่ว มี 3 ลักษณะ คือ

- การปวดท้องแบบโคลิค Gastrointestinal Cramps (Lead Colic)
- ผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง และส่วนรอบนอก ทำให้เกิดโรคสมองอักเสบจากพิษ

ตะกั่ว (Lead Encephalitis) และ โรคอัมพาตที่มือ (Wrist Drops)

- โรคโลหิตจาง (Anemia)

ส่วนโรคไต โรคความดันโลหิตสูง และโรคที่เกี่ยวข้องหลอดเลือด ยังไม่มีการระบุที่แน่ชัดว่าเป็นผลมาจากการได้รับสารตะกั่วมาเป็นเวลานานหรือไม่ (Long Term Effect)

ในเด็กที่ได้รับสารตะกั่วจะมีอาการของโรคโลหิตจาง และอาการทางสมอง ส่วนอาการพัฒนาการทางสมองช้า (Mental Retardation) และอาการ Hyperactivity เป็นผลมาจากระดับของสารตะกั่วในเลือดสูง หรือเกิดจาก History of Lead Intoxication แต่ยังคงมีการโต้เถียงถึงอาการเหล่านี้ว่าเป็นผลมาจากการได้รับตะกั่วเป็นเวลานาน หรือเพราะอาการพัฒนาการทางสมองช้า และอาการ Hyperactivity น่าจะเป็นสาเหตุมากกว่าเป็นผลของการรับประทานอาหารที่มีสารตะกั่วมากหรือวัสดุอื่นที่รับประทานไม่ได้

ปริมาณสารตะกั่วในเลือดของกลุ่มคนในเมืองมีค่าสูงมากกว่าคนในชนบท เนื่องจากปริมาณสารตะกั่วในอากาศมีมากขึ้นซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้สารตะกั่วในเลือดสูงขึ้น จากการศึกษาของ Thomus H. V. และคณะในปี 1966 ในมลรัฐ Los Angeles และ California ทำการศึกษาเลือดจากกลุ่มตัวอย่างรัฐละ 50 คน โดยกลุ่มตัวอย่างแรกพักอาศัยอยู่ติดกับถนน (Traveled-freeway) ส่วนบ้านของกลุ่มตัวอย่างที่สองอาศัยอยู่ใกล้กับชายทะเลซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีระดับความเข้มข้นของสารตะกั่วเบาบาง เมื่อทำการตรวจเลือดในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองผลปรากฏว่ากลุ่มที่อาศัยอยู่ติดกับถนน มีค่าความเข้มข้นของสารตะกั่วมากกว่าอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเทียบกับกลุ่มที่

อาศัยอยู่ใกล้ชายทะเล โดยผลที่ได้ไม่ขึ้นอยู่กับอายุ เพศ หรือเชื้อชาติ อย่างไรก็ตามผลที่วัดได้ในกลุ่มที่อยู่ติดกับถนนมีค่าไม่ต่างจากกลุ่มคนที่อาศัยอยู่ในชุมชนอื่น ๆ ของทั้งสองมลรัฐ

ความสัมพันธ์ของปริมาณสารตะกั่วในร่างกายกับระดับอากาศโดยรอบ (Relation of Body Burden to Ambient Air Level) ได้มีการศึกษาโดย Goldsmith J. R. และ Hexter A. (1967) พบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณสารตะกั่วในเลือดของกลุ่มคนที่อาศัยอยู่ในชุมชนและกลุ่มคนที่มีอาชีพเกี่ยวข้องกับขบวนการขุดเหมือง มีลักษณะเป็นแบบ Logarithmic regression ซึ่งลักษณะนี้สอดคล้องกับผลการรายงานของ Kehoe R. A. (1966) ที่พบว่าระดับค่าเฉลี่ยสารตะกั่วในเลือดของกลุ่มคนที่อาศัยอยู่ในชุมชนมีค่าอยู่ในช่วง 0.12-2.4 ไมโครกรัม/ลบ.ม. จากการศึกษาของกลุ่มประชากร 7 กลุ่ม ที่มีสภาพการได้รับสารตะกั่วเป็นเวลานาน พบว่าที่เมือง Pasadena มลรัฐ California และเมือง Philadelphia มลรัฐ Pennsylvania มีค่าเฉลี่ยเกิน 2 ไมโครกรัม/ลบ.ม. โดยกลุ่มคนที่มีอาชีพเกี่ยวข้องกับขบวนการขุดเหมืองจะมีปริมาณสารตะกั่วในเลือดที่ได้รับมาจากการหายใจ (ภายในเวลา 24 ชั่วโมง) สูงถึง 2.1-6.5 ไมโครกรัม/ลบ.ม. จากข้อมูลสามารถแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารตะกั่วในบรรยากาศเป็นเวลานาน อาจมีผลทำให้ประชากรในพื้นที่ที่มีความเข้มข้นของสารตะกั่วในเลือดสูงขึ้น แต่จากรายงานของ The United States National Academy of Sciences สรุปตามพื้นฐานความรู้ทางระบาดวิทยาว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารตะกั่วในเลือดไม่น่าที่จะมาจากการได้รับจากการที่อากาศโดยรอบมีค่าเฉลี่ยของสารตะกั่วประมาณ 2 หรือ 3 ไมโครกรัม/ลบ.ม.

ในเด็กจะมีอัตราเสี่ยงจากการได้รับสารตะกั่วมากกว่าผู้ใหญ่ เมื่อได้รับแล้วจะกระจายไปยังเนื้อเยื่อ Karhausen ได้มีการประมาณการไว้ว่าการดูดซึมสารตะกั่วในเด็กจะมีถึง 25 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ผู้ใหญ่จะดูดซึมเพียง 8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งข้อมูลนี้มีความสอดคล้องกับรายงานของ Alexander เด็กบางคนได้รับสารตะกั่วจากการกินฝุ่น (สิ่งสกปรก) และเศษวัสดุที่ทาสีที่มีสารตะกั่ว โดยขาดความรู้ที่จะแบ่งแยกเองได้ว่าอะไรที่สามารถที่จะกินได้ ในเด็กจะมีอัตราการเจริญเติบโตสูงทำให้เกิดกระบวนการเมตาบอลิซึมมากตามไปด้วย ส่งผลให้เกิดความเสี่ยงได้มากกว่าในผู้ใหญ่ สมมติฐานที่พิจารณานี้ดูน่าเชื่อถือมากขึ้น จากรายงานที่พบปริมาณสารตะกั่วมากในสิ่งขับถ่ายของเด็กที่มีพฤติกรรมที่ผิดปกติ หรือที่เรียกว่าอาการ Hyperactivity syndrome เด็กเหล่านี้จะมีปริมาณสารตะกั่วในเลือดต่ำกว่า 40 ไมโครกรัม/100 กรัม ระดับความเข้มข้นของตะกั่วที่ปลอดภัยต่อเด็กและผู้ใหญ่

ดังนั้นพิษโดยเฉียบพลันของตะกั่วที่พบในเด็กเกิดได้จากการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารตะกั่วในร่างกายเด็ก อันตรายที่เกิดขึ้นส่วนมากเกิดกับระบบประสาท เนื่องจากสารตะกั่วที่ปนเปื้อนจาก

ได้ง่ายกว่าปกติ เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์มีอายุการใช้งานสั้นลง เพราะหน้าสัมผัสของวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ของอุปกรณ์ดังกล่าวเสื่อมสภาพเร็วขึ้น เป็นต้น นอกจากนี้ยังทำความสกปรกให้กับสิ่งของเครื่องใช้และพื้นผิวต่าง ๆ ทำให้ห้องพรมมีดคริมและทัศนวิสัยลดลง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดอุบัติเหตุทางรถยนต์ และการคมนาคมไม่สะดวก

2.7 มาตรฐานคุณภาพอากาศ

2.7.1 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทย

ประเทศไทยได้มีการจัดทำมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศครั้งแรกในปี พ.ศ. 2524 ตาม พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม ปี พ.ศ. 2518 โดยออกเป็นประกาศของสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ในราชกิจจานุเบกษาตอนที่ 197 (1 ธ.ค. 2524) ซึ่งได้มีการกำหนดค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง (Total suspended particulates) ในบรรยากาศ ค่าเฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมง มีค่าไม่เกิน 0.33 มล.ก./ลบ.ม. และค่าเฉลี่ยในเวลา 1 ปี มีค่าไม่เกิน 0.1 มล.ก./ลบ.ม. (เป็นค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิต; Geometric mean) โดยใช้วิธีการวัดแบบ Gravimetric ต่อมาได้มีการจัดทำมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศขึ้นใหม่ในปี พ.ศ. 2538 ตาม พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม ปี พ.ศ. 2535 โดยกรมควบคุมมลพิษ สำนักนโยบายและแผน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ได้มีการกำหนดค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยแบ่งเป็น 2 ขนาด คือ ฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10) ซึ่งฝุ่นรวมยังมีค่าความเข้มข้นเท่ากับมาตรฐานเดิม คือ มีค่าไม่เกิน 0.33 มล.ก./ลบ.ม. สำหรับค่าเฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยในเวลา 1 ปี มีค่าไม่เกิน 0.10 มล.ก./ลบ.ม. โดยใช้วิธีการวัดแบบ Gravimetric-High Volume ส่วนฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 0.12 มล.ก./ลบ.ม. สำหรับค่าเฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยในเวลา 1 ปี มีค่าไม่เกิน 0.55 มล.ก./ลบ.ม. โดยใช้วิธีการวัดแบบ Gravimetric-High Volume ดังแสดงในตารางที่ 2.7-1 และ 2.7-2

มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ ปี พ.ศ. 2524 ได้กำหนดคุณภาพมาตรฐานของสารตะกั่วในบรรยากาศ ค่าเฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมง มีค่าไม่เกิน 0.01 มล.ก./ลบ.ม. โดยใช้วิธีการวัดแบบ Wet ashing ต่อมาได้มีการกำหนดคุณภาพมาตรฐานของสารตะกั่วขึ้นใหม่ ตามมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ ปี พ.ศ. 2538 โดยให้มีค่าไม่เกิน 1.5 มล.ก./ลบ.ม. สำหรับค่าเฉลี่ยในเวลา 1 เดือน โดยใช้วิธีการวัดแบบ Atomic absorption spectrometer ดังแสดงในตารางที่ 2.7-1 และ 2.7-2

ตารางที่ 2.7-1 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทย ปี 2524

ชนิดของมลสาร	ค่าเฉลี่ยในเวลา 1 ช.ม. ไม่เกิน	ค่าเฉลี่ยในเวลา 8 ช.ม. ไม่เกิน	ค่าเฉลี่ยในเวลา 24 ช.ม. ไม่เกิน	ค่าเฉลี่ยในเวลา 1 ปี ไม่เกิน	วิธีการวัด
	มล.ก./ลบ.ม.	มล.ก./ลบ.ม.	มล.ก./ลบ.ม.	มล.ก./ลบ.ม.	
คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon Monoxide)	50	20	-	-	Non-Dispersive infrared detection
ไนโตรเจนไดออกไซด์ (Nitrogen Dioxide)	0.32	-	-	-	Gas phase chemiluminescence
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur Dioxide)	-	-	0.30	0.10*	Pararosaniline
ฝุ่นละออง (Total Suspended Particulates)	-	-	0.33	0.10*	Gravimetric
โฟโตเคมีคัลออกซิแดนท์ (โอโซน)	0.20	-	-	-	Chemiluminescence
ตะกั่ว	-	-	0.01	-	Wet ashing

หมายเหตุ * เป็นค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิต (Geometric mean)

ตารางที่ 2.7-2 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทย ปี 2538

สารมลพิษ*	ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง		ค่าเฉลี่ย 8 ชั่วโมง		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง		ค่าเฉลี่ย 1 เดือน		ค่าเฉลี่ย 1 ปี**		วิธีการตรวจวัด
	มล.ก./ลบ.ม.	ส่วนในล้านส่วน	มล.ก./ลบ.ม.	ส่วนในล้านส่วน	มล.ก./ลบ.ม.	ส่วนในล้านส่วน	มล.ก./ลบ.ม.	ส่วนในล้านส่วน	มล.ก./ลบ.ม.	ส่วนในล้านส่วน	
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	34.2	30	10.26	9	-	-	-	-	-	-	Non-Dispersive infrared Detection
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO ₂)	0.32	0.17	-	-	-	-	-	-	-	-	Chemiluminescence
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ^a (SO ₂)	0.78	0.3	-	-	0.3	0.12	-	-	0.1	0.04	UV-Fluorescence
ฝุ่นรวม (TSP)	-	-	-	-	0.33	-	-	-	0.1	-	Gravimetric-High Volume
ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10)	-	-	-	-	0.12	-	-	-	0.05	-	Gravimetric-High Volume
โอโซน (O ₃)	0.2	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	Chemiluminescence
สารตะกั่ว (Pb)	-	-	-	-	-	-	1.5	-	-	-	Atomic absorption Spectrometer

หมายเหตุ * : ค่าความเข้มข้นของก๊าซ คำนวณที่ความดัน 1 บรรยากาศ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

** : ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต

/a : ค่ามาตรฐาน SO₂ เฉลี่ย 1 ชั่วโมง

- 1,300 มล.ก./ลบ.ม. สำหรับพื้นที่แม่เมาะ

- 780 มล.ก./ลบ.ม. สำหรับบริเวณทั่วไป (ยกเว้นในพื้นที่แม่เมาะ)

ตารางที่ 2.7-3 มาตรฐานของฝุ่นในบรรยากาศแต่ละประเทศ

ประเทศ	ค่ามาตรฐาน	วิธีการวัด
1. ญี่ปุ่น	0.1 มล.ก./ลบ.ม.	Filtration collection Light scattering method Piezoelectric microbalance method β -ray attenuation method
2. สหรัฐอเมริกา Primary standard levels Second standard levels	- 75 ไมโครกรัม/ลบ.ม. (1 ปี) - 260 ไมโครกรัม/ลบ.ม. (24 ชม.) - 60 ไมโครกรัม/ลบ.ม. (1 ปี) - 150 ไมโครกรัม/ลบ.ม. (24 ชม.)	Geometric mean
3. สวีเดน	115 ไมโครกรัม/ลบ.ม. (24 ชม.) 50 ไมโครกรัม/ลบ.ม. (6 เดือน)	Arithmetic mean value
4. บราซิล	60 มล.ก./ลบ.ม. (เฉลี่ย 1 ปี) 150 มล.ก./ลบ.ม. (เฉลี่ย 1 วัน)	High-volume Air Sampler
5. จีน	0.15 มล.ก./ลบ.ม. (เฉลี่ย 1 วัน) 0.50 มล.ก./ลบ.ม. (ตลอดเวลา)	Quarry Piezoelectric Crystal Method
6. อินโดนีเซีย	0.26 มล.ก./ลบ.ม.	Gravimeter
7. มาเลเซีย	TSP : 260 ไมโครกรัม/ลบ.ม. (24 ชม.) : 90 ไมโครกรัม/ลบ.ม. (1 ปี) PM ₁₀ : 150 ไมโครกรัม/ลบ.ม. (24 ชม.) : 50 ไมโครกรัม/ลบ.ม. (1 ปี)	AS 2724.3 AS 2724.6
8. เม็กซิโก	275 ไมโครกรัม/ลบ.ม.	High volume sampler
9. ฟิลิปปินส์	250 ไมโครกรัม/ลบ.ม.	Gravimetric method
10. สิงคโปร์	SPM : 260 ไมโครกรัม/ลบ.ม. (24 ชม.) : 75 ไมโครกรัม/ลบ.ม. (1 ปี)	High volume sampler
11. ตุรกี	0.15 มล.ก./ลบ.ม. (เฉลี่ย 1 ปี) 0.30 มล.ก./ลบ.ม. (เฉลี่ย 1 วัน)	
12. เนเธอร์แลนด์	0.1 มล.ก./ลบ.ม. (เฉลี่ย 1 วัน)	
13. ไทย	TSP : 0.33 มล.ก./ลบ.ม. (เฉลี่ย 1 วัน) : 0.1 มล.ก./ลบ.ม. (เฉลี่ย 1 ปี) PM ₁₀ : 0.12 มล.ก./ลบ.ม. (เฉลี่ย 1 ปี) : 0.05 มล.ก./ลบ.ม. (เฉลี่ย 1 ปี)	Gravimetric-High volume

2.7.2 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศต่าง ๆ

มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของแต่ละประเทศได้มีการกำหนดค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองในบรรยากาศ ดังแสดงในตารางที่ 2.7-3 ซึ่งในแต่ละประเทศจะมีค่าเฉลี่ยและวิธีการวัดที่แตกต่างกัน

2.8 สถานการณ์คุณภาพอากาศของกรุงเทพมหานคร

สถานการณ์คุณภาพอากาศของกรุงเทพมหานครระหว่าง ปี พ.ศ. 2526-2537 ของสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติและกรมควบคุมมลพิษ พบว่าปริมาณฝุ่นละอองและความเข้มข้นของตะกั่วจากสถานีตรวจวัดอากาศทั่วไปและบริเวณเส้นทางการจราจร สามารถสรุปรายละเอียดได้ดังนี้

2.8.1 สถานการณ์ฝุ่นละอองในกรุงเทพมหานคร

ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรุงเทพมหานคร พบว่าปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศจากสถานีตรวจวัดอากาศทั่วไป (ตารางที่ ก-1 - ก-4, ภาคผนวก ก) และบริเวณเส้นทางการจราจร (ตารางที่ ก-5 - ก-8, ภาคผนวก ก) มีรายละเอียดได้ดังนี้

1. รายงานคุณภาพอากาศในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2526-2529

จากผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองตามสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 7 สถานีคือ สถานีสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ สถานีวิทยาลัยครูจันทร์เกษม สถานีวิทยาลัยครูบ้านสมเด็จฯ สถานีไปรษณีย์ราษฎร์บูรณะ สถานีสถานเสาวภา สถานีกรมอุตสาหกรรมวิทย์ฯ สุขุมวิท และ สถานีกรมอุตสาหกรรมวิทย์ฯ บางนา พบว่ามีแนวโน้มคงที่เป็นส่วนมาก เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของฝุ่นละอองเฉลี่ยใน 1 ปี พบว่าทุกสถานีมีค่าสูงกว่ามาตรฐานหรือใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานมาก นับว่าปัญหาฝุ่นละอองเป็นปัญหาที่มีระดับสูงเกินค่ามาตรฐานเป็นบริเวณกว้างทั่วกรุงเทพมหานคร ผลการตรวจวัดโดยใช้เครื่องมือรายชั่วโมง พบว่าปริมาณฝุ่นละอองในกรุงเทพมหานครจะมีค่าสูงสุดในตอนเช้า เมื่อมีการจราจรคับคั่งและอากาศนิ่งไม่ค่อยมีลมพัดทำให้เกิดการสะสมของควันจากไอเสียรถยนต์ นอกจากนั้นกิจกรรมที่มีการเผาไหม้เป็นจำนวนมาก ๆ ก็ทำให้เกิดควัน เช่น วันลอยกระทง พบปริมาณฝุ่นสูงกว่าปกติอย่างเห็นได้ชัด (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2531)

2. รายงานคุณภาพอากาศในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2530 -2531

ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองในอากาศในปี 2530 และ 2531 จากสถานีตรวจวัด 12 สถานี คือ ย่านประตูน้ำ ย่านเยาวราช ย่านแมนศรี สำนักงานสถิติแห่งชาติ กรมอุตุนิยมวิทยา ถนนสุขุมวิท ย่านพระโขนง บางลำภู ย่านสะพานควาย วงเวียนใหญ่ อนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ ถนนสีพระยา และ ถนนสีลม พบว่าบริเวณย่านประตูน้ำ เยาวราช แมนศรี และถนนสีลม มีปริมาณฝุ่นละอองสูงกว่ามาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง โดยเฉพาะ 2 สถานีแรกมากที่สุด ส่วนสถานีอื่น ๆ มีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลระหว่างสองปี พบว่าทั่ว ๆ ไปจะมีความแตกต่างกัน เล็กน้อย ยกเว้นย่านประตูน้ำ และเยาวราช จะมีความแตกต่างกันมาก กล่าวคือ ผลการตรวจวัดในปี พ.ศ. 2530 ย่านประตูน้ำมีค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ย 0.2 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แต่ในปีต่อมามีค่าเฉลี่ยเป็น 0.52 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงขึ้นไปกว่า 2.5 เท่า เช่นเดียวกับย่าน เยาวราช ที่มีระดับปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ย ในปี 2530 มีค่าเฉลี่ย 0.36 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และในปี 2531 เพิ่มขึ้นเป็น 0.69 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งเพิ่มขึ้นเกือบ 2 เท่า (กรมควบคุม มลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2533)

3. รายงานคุณภาพอากาศในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2533

- ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศบริเวณทั่วไป

ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 7 สถานี คือสำนักงานสิ่งแวดล้อม ย่านราชบุรีบูรณะ สถานีเสาวภา วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จ ถนนสุขุมวิท ถนนบางนา และ วิทยาลัยครูจันทระเกษม พบว่าอยู่ในช่วง 0.13-0.17 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สูงกว่ามาตรฐานเฉลี่ย 1 ปี ที่สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติกำหนดไว้ และทุกสถานีมีค่าสูงกว่าเมื่อเทียบกับปี 2526-2532

- ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศริมเส้นทางจราจร

ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ จากสถานีตรวจวัด 9 สถานี ป้อมตำรวจประตูน้ำ ถนนราชปรารภ ป้อมตำรวจเยาวราช ถนนเยาวราช หน้าสำนักงานสถิติแห่งชาติ ถนนหลานหลวง ป้อมตำรวจแมนศรี ถนนบำรุงเมือง หน้ากรมอุตุนิยมวิทยา ถนนสุขุมวิท ตูยามป้อมตำรวจสิบสามห้าง ถนนพระสุเมรุ ย่านสะพานควาย ถนนพหลโยธิน ถนนสีลม และ สีพระยา ถนนเจริญกรุง จากการตรวจวัด 7 สถานี (ยกเว้นที่บางลำภู และสีพระยา) พบว่าปริมาณฝุ่นละอองมีปริมาณสูงมากและเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศที่สำนักงานกำหนดไว้ ซึ่งบางแห่งมีค่าสูงเป็น 3 เท่าของค่ามาตรฐานฯ คือ ย่านเยาวราช โดยค่าที่วัดได้อยู่ในช่วง 0.53-1.45 มิลลิกรัมต่อ

ลูกบาศก์เมตร และบางแห่งมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับปี 2531-2532 ได้แก่ ถนนราชปรารภ ย่านเยาวราช และย่านแมนส์รี เป็นต้น (กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2534)

4. รายงานคุณภาพอากาศในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2534

- ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศบริเวณทั่วไป

จากผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองตามสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 7 สถานีคือ สถานีสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ สถานีวิทยาลัยครูจันทร์เกษม สถานีวิทยาลัยครูบ้านสมเด็จฯ สถานีปรีชญ์ราษฎร์บูรณะ สถานีสถานเสาวภา สถานีกรมอุตุนิยมวิทยา สุขุมวิท และสถานีกรมอุตุนิยมวิทยา บางนา พบว่าปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศอยู่ในช่วง 0.13-0.23 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานเฉลี่ย 1 ปี ของฝุ่นละอองที่สำนักงานฯ กำหนดไว้ และทุกสถานีมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับปี 2526-2533

- ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศริมเส้นทางจราจร

ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองในอากาศจากสถานีตรวจวัด 9 สถานี ป้อมตำรวจ ประตูน้ำ ถนนราชปรารภ ป้อมตำรวจเยาวราช ถนนเยาวราช หน้าสำนักงานสถิติแห่งชาติ ถนนหลานหลวง ป้อมตำรวจแมนส์รี ถนนบำรุงเมือง หน้ากรมอุตุนิยมวิทยา ถนนสุขุมวิท ตู๋ยามป้อมตำรวจสี่สหายห้าง ถนนพระสุเมรุ ย่านสะพานควาย ถนนพหลโยธิน ถนนสีลม และ ถนนสี่พระยา จากการตรวจวัด พบว่าปริมาณฝุ่นละอองจาก 7 สถานี (ยกเว้นที่หน้าสำนักงานสถิติแห่งชาติและ ตู๋ยามป้อมตำรวจสี่สหายห้าง) มีปริมาณสูงเกินกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ซึ่งบางสถานีตรวจวัดมีฝุ่นละอองสูงเกินกว่ามาตรฐานฯ 2-3 เท่า โดยสถานีที่ตรวจวัดได้ค่าสูงสุดคือ ย่านแมนส์รี ถนนบำรุงเมือง ซึ่งวัดค่าเฉลี่ยได้ 0.70 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาคือ ย่านเยาวราช ซึ่งวัดค่าเฉลี่ยได้ 0.68 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร นอกจากนี้ พบว่าบางพื้นที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับปี 2530-2533 ซึ่งได้แก่ ย่านแมนส์รี ถนนสุขุมวิท และ ย่านบางลำภู (กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2535)

5. รายงานคุณภาพอากาศในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2535

- ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศบริเวณทั่วไป

จากผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองตามสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 4 สถานีคือ สถานีกรมควบคุมมลพิษ สถานีปรีชญ์ราษฎร์บูรณะ สถานีสถานเสาวภา และสถานีวิทยาลัยครู

บ้านสมเด็จพระ พบว่าปริมาณฝุ่นละอองมีค่าเฉลี่ยใน 1 ปี อยู่ในช่วง 0.14-0.21 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานฯ

- ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศริมเส้นทางจราจร

ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองในอากาศจากสถานีตรวจวัด 8 สถานี กรมตำรวจ ถนนพระราม 1 ป้อมตำรวจประตูน้ำ ถนนราชปรารภ โรงพยาบาลเปาโลเมโมเรียล ถนนพหลโยธิน หน้าสำนักงานสถิติแห่งชาติ ถนนหลานหลวง ป้อมตำรวจแมนศิริ ถนนบำรุงเมือง ป้อมตำรวจเยาวราช ถนนเยาวราช เวสต์ทราวเวล ถนนสีพระยา และโรงพยาบาลกรุงเทพคริสเตียน ถนนสีลม พบว่า ปริมาณฝุ่นละอองในบริเวณริมถนนย่านประตูน้ำ เยาวราช สีลม สีพระยา ปทุมวัน หัวหมาก ราม-คำแหง มีปริมาณฝุ่นละอองอยู่ในช่วง 0.34-0.97 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าเฉลี่ยใน 24 ชั่วโมง เท่ากับ 0.59 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานฯ (กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2536)

6. รายงานคุณภาพอากาศในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2536

- ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศบริเวณทั่วไป

จากผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองตามสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 4 สถานีคือ สถานีสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม สถานีวิทยาลัยครูบ้านสมเด็จฯ สถานีไปรษณีย์ราชบุรีบูรณะ และสถานีสถานเสาวภา พบว่าปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองเฉลี่ยใน 1 ปี ของแต่ละสถานี อยู่ในช่วง 0.12-0.18 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานฯ และบริเวณที่ตรวจวัดได้ค่าสูงสุด คือ บริเวณสี่แยกบ้านแขก (สถานีวิทยาลัยครูบ้านสมเด็จฯ) ซึ่งวัดได้ 0.18 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สำหรับบริเวณที่พบความเข้มข้นฝุ่นรวมเฉลี่ย 24 ชั่วโมง เกินมาตรฐานอยู่ที่บริเวณสถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จฯ ไปรษณีย์ราชบุรีบูรณะ และสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม ส่วนมากมักอยู่ในช่วงฤดูหนาว ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ย 24 ชั่วโมง อยู่ในช่วง 0.09-1.53 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งเกินมาตรฐานประมาณร้อยละ 53 ของจำนวนครั้งที่ตรวจวัด และมีค่าใกล้เคียงกับการตรวจวัดในปี 2535

- ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศริมเส้นทางจราจร

ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ จากสถานีตรวจวัด 15 สถานี คือ กรมบังคับคดี สถานีไฟฟ้าอ้อยบางยี่ขัน ประตูน้ำ เยาวราช สำนักงานสถิติแห่งชาติ บางลำภู โรงเรียนอนุบาลสามเสน วิทยาลัยบ้านสมเด็จฯ ธนาคารทหารไทย ย่านสะพานควาย โรงพยาบาลกรุงเทพคริสเตียน กรมตำรวจ ไปรษณีย์โทรเลขหัวหมาก กรมพัฒนาที่ดิน และ กรมปศุสัตว์ พบว่าฝุ่นรวม

เป็นปัญหาที่รุนแรงกว่าสารมลพิษอื่น ๆ โดยเฉพาะบริเวณริมถนนจะมีระดับความรุนแรงสูงกว่าพื้นที่ทั่วไป โดยความเข้มข้นของฝุ่นรวมเฉลี่ย 24 ชั่วโมง สูงสุดบริเวณริมถนนส่วนมากจะมีค่าเกินมาตรฐาน บริเวณที่มีปัญหาฝุ่นรวมมากที่สุด ได้แก่ ประตูน้ำ ถนนราชปรารภ รองลงมาได้แก่ ถนนรามคำแหง ถนนเยาวราช และถนนอิสรภาพ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังตรวจพบว่า บริเวณริมถนนของกรุงเทพฯ ส่วนมากมักตรวจพบ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีปริมาณสูงในช่วงฤดูหนาว ประมาณ เดือนมกราคม จากการตรวจวัดปรากฏว่า ฝุ่นขนาดเล็กริมถนน โดยในปี 2536 ตรวจพบค่าฝุ่นขนาดเล็ก 24 ชั่วโมง อยู่ในช่วง 29.5-206.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยตรวจพบค่าสูงสุด บริเวณกรมการขนส่งทางบก ซึ่งวัดได้ 206.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2537 และ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2538)

7. รายงานคุณภาพอากาศในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2537

- ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศบริเวณทั่วไป

จากผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองตามสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 4 สถานีคือ สถานีสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม สถานีวิทยาลัยครูบ้านสมเด็จฯ สถานีไปรษณีย์ราชบุรีบูรณะ และสถานีสถานเสาวภา พบว่าปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองเฉลี่ยใน 1 ปี ของแต่ละสถานี อยู่ในช่วง 0.10-0.14 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานฯ และบริเวณที่ตรวจวัดได้ค่าสูงสุด คือ บริเวณสี่แยกบ้านแขก (สถานีวิทยาลัยครูบ้านสมเด็จฯ) ซึ่งวัดได้ 0.14 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีค่าลดลงกว่าปี 2536 แต่สูงกว่ามาตรฐานฯ สำหรับค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นรวม 24 ชั่วโมง อยู่ในช่วง 0.03-0.41 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรโดยค่าที่เกินมาตรฐาน ตรวจพบที่บริเวณสถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จฯ และสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อมส่วนมาก จะอยู่ในช่วงเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ นอกจากนี้ตรวจพบว่าบริเวณริมถนนของกรุงเทพฯ ส่วนมากมักตรวจพบ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีปริมาณสูงในช่วงฤดูหนาวประมาณ เดือนมกราคม

- ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศริมเส้นทางจราจร

ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ จากสถานีตรวจวัด 17 สถานี คือ สถานีไฟฟ้าย่อยบางยี่ขัน ประตูน้ำ เยาวราช สำนักงานสถิติแห่งชาติ บางลำภู วิทยาลัยบ้านสมเด็จฯ สะพานควาย โรงพยาบาลกรุงเทพคริสเตียน กรมตำรวจ ไปรษณีย์โทรเลขหัวหมาก กรมพัฒนาที่ดิน กรมปศุสัตว์ แม่นศรี โรงพยาบาลสมเด็จพระปิ่นเกล้า กระทรวงวิทยาศาสตร์ วังเวียงไฉเตียน และเวิร์ลด์ทราเวล พบว่าความเข้มข้นของฝุ่นรวมเฉลี่ย 24 ชั่วโมง อยู่ในช่วง 0.05-1.13 มิลลิกรัมต่อ

ลูกบาศก์เมตร ซึ่งเกินมาตรฐานทุกสถานี บริเวณที่มีปัญหาฝุ่นรวมมากที่สุดได้แก่ ถนนรามคำแหง รองลงมาได้แก่ บริเวณประตูน้ำ ถนนราชปรารภ ถนนสีลม ถนนเยาวราช ถนนจรัลสนิทวงศ์และ ถนนอิสรภาพ ตามลำดับ และปริมาณฝุ่นขนาดเล็กมีค่าอยู่ในช่วง 28.64-174.23 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยตรวจพบค่าสูงสุดบริเวณวงเวียนโอเดียน วัดได้ 167.59 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2538)

2.8.2 สถานการณ์ปริมาณตะกั่วในกรุงเทพมหานคร

ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรุงเทพมหานคร พบว่าความเข้มข้นของตะกั่วในบรรยากาศจากสถานีตรวจวัดอากาศทั่วไป (ตารางที่ ข-1 - ข-4, ภาคผนวก ข) และบริเวณเส้นทางการจราจร (ตารางที่ ข-5 - ข-7, ภาคผนวก ข) มีรายละเอียดได้ดังนี้

1. รายงานคุณภาพอากาศในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2526-2529

ผลการตรวจวัดความเข้มข้นตะกั่วที่ได้จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 7 สถานี คือ สถานีสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ สถานีวิทยาลัยครูจันทบุรีเกษม สถานีวิทยาลัยครูบ้านสมเด็จฯ สถานีไปรษณีย์ราษฎร์บูรณะ สถานีสถานเสาวภา สถานีกรมอุตุนิยมวิทยา สุขุมวิท และ สถานีกรมอุตุนิยมวิทยา บางนา พบว่าปริมาณตะกั่วที่ตรวจวัดได้เฉลี่ย 24 ชั่วโมง อยู่ในช่วง 0.1-1.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าเฉลี่ยรายปีอยู่ในระหว่าง 0.19-0.66 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพอากาศในประเทศไทย ซึ่งกำหนดไว้ 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2531)

2. รายงานคุณภาพอากาศในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2530 -2531

ผลการตรวจวัดความเข้มข้นตะกั่วในอากาศในปี 2530 และ 2531 จากสถานีตรวจวัด 12 สถานี คือ ย่านประตูน้ำ ย่านเยาวราช ย่านแมนศรี สำนักงานสถิติแห่งชาติ กรมอุตุนิยมวิทยา ถนนสุขุมวิท ย่านพระโขนง บางลำภู ย่านสะพานควาย วงเวียนใหญ่ อนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ ถนนสีพระยา และถนนสีลม พบว่าปริมาณสารตะกั่วที่วิเคราะห์ได้จากทุกสถานี มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานฯ เฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมง แต่ที่เยาวราชอยู่ในเกณฑ์ที่สูงกว่าสถานีอื่น ๆ คือ ค่าเฉลี่ย 2.29 และ 3.01 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร 2530 และ 2531 ตามลำดับ ย่านประตูน้ำ แมนศรี และสีลมมีค่าใกล้เคียงกันระหว่าง 1.63-2.29 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยในปี 2531 มีปริมาณเพิ่มมากกว่าปี 2530 เพียงเล็กน้อยส่วนสถานีอื่น ๆ คือ ถนนสุขุมวิท บางลำภู พระโขนงสะพานควาย ปริมาณ

ตะกั่วในปี 2531 - มีแนวโน้มลดปริมาณลงกว่าปี 2530 (กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2533)

3. รายงานคุณภาพอากาศในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2533

- ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศบริเวณทั่วไป

ผลการตรวจวัดความเข้มข้นตะกั่วในอากาศ จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 7 สถานี คือ สำนักงานสิ่งแวดล้อม ย่านราชบุรีบูรณะ สถานีเสาวภา วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จฯ ถนน สุขุมวิท ถนนบางนา และ วิทยาลัยครูจันทระเกษม พบว่าทุกสถานีมีปริมาณของสารตะกั่วเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ไม่เกินมาตรฐานและปริมาณสารตะกั่วที่วัดได้อยู่ในช่วง 0.30-0.86 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์ เมตร

- ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศริมเส้นทางจราจรในกรุงเทพมหานคร

ผลการตรวจวัดความเข้มข้นตะกั่วในอากาศ จากสถานีตรวจวัด 8 สถานี ป้อมตำรวจ ประตูน้ำ ถนนราชปรารภ ป้อมตำรวจเยาวราช ถนนเยาวราช หน้าสำนักงานสถิติแห่งชาติ ถนน หลานหลวง ป้อมตำรวจแมนศรี ถนนบำรุงเมือง ดู่ยามป้อมตำรวจสีบสามห้าง ถนนพระสุเมรุ ย่านสะพานควาย ถนนพหลโยธิน ถนนสีลม และ ถนนสีพระยา จากการตรวจวัด พบว่าปริมาณ สารตะกั่วไม่เกินค่ามาตรฐานเฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมง เช่น ย่านแมนศรีวัดได้ในช่วง 4.97-6.41 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2534)

4. รายงานคุณภาพอากาศในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2534

- การตรวจวัดคุณภาพอากาศบริเวณทั่วไป

จากผลการตรวจวัดความเข้มข้นตะกั่วในอากาศ ตามสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 7 สถานี คือ สถานีสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ สถานีวิทยาลัยครูจันทระเกษม สถานี วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จฯ สถานีประชณีย์ราชบุรีบูรณะ สถานีสถานเสาวภา สถานีกรมอุตุนิยม-วิทยา สุขุมวิท และ สถานีกรมอุตุนิยมวิทยา บางนา พบว่าปริมาณตะกั่วในบรรยากาศเฉลี่ย 24 ชั่วโมง อยู่ในช่วง 0.18-0.39 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานฯ และเริ่มมีแนว โน้มลดลง เนื่องจากการนำน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วมาใช้

- ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศริมเส้นทางจราจรในกรุงเทพมหานคร

ผลการตรวจวัดปริมาณตะกั่วในอากาศ จากสถานีตรวจวัด 9 สถานี คือ ป้อมตำรวจ ประตูน้ำ ถนนราชปรารภ ป้อมตำรวจเยาวราช ถนนเยาวราช หน้าสำนักงานสถิติแห่งชาติ ถนน

หลานหลวง ป้อมตำรวจแม่น้ำศรี ถนนบำรุงเมือง หน้ากรมอุตุนิยมวิทยา ถนนสุขุมวิท ตูยามป้อม ตำรวจสืบสวนห้าง ถนนพระสุเมรุ ย่านสะพานควาย ถนนพหลโยธิน ถนนสีลม และ ถนนสีพระยา พบว่าปริมาณตะกั่วมีค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง อยู่ในช่วง 0.94-2.34 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งทุกสถานีมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน (กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2535)

5. รายงานคุณภาพอากาศในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2535

- ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศบริเวณทั่วไป

จากผลการตรวจวัดความเข้มข้นตะกั่วตามสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 4 สถานี คือ สถานีสถานเสาวภา สถานีกรมควบคุมมลพิษ สถานีวิทยาลัยครูบ้านสมเด็จฯ และ สถานีไปรษณีย์ ราชบุรีบูรณะ พบว่าค่าเฉลี่ยใน 24 ชั่วโมง อยู่ในช่วง 0.13-0.24 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยต่ำกว่าค่ามาตรฐาน และลดลงประมาณร้อยละ 30 เมื่อเทียบกับปี 2534

- ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศริมเส้นทางจราจรในกรุงเทพมหานคร

ผลการตรวจวัดความเข้มข้นตะกั่วในอากาศ จากสถานีตรวจวัด 8 สถานี กรมตำรวจ ถนนพระราม 1 โรงพยาบาลเปาโลเมโมเรียล ถนนพหลโยธิน ป้อมตำรวจประตูน้ำ ถนนราชปรารภ ป้อมตำรวจเยาวราช ถนนเยาวราช หน้าสำนักงานสถิติแห่งชาติ ถนนหลานหลวง ป้อมตำรวจ แม่น้ำศรี ถนนบำรุงเมือง โรงพยาบาลกรุงเทพคริสเตียน ถนนสีลม และ เวสต์ทราเวล ถนนสีพระยา จากการตรวจวัดพบว่าปริมาณสารตะกั่วในอากาศเฉลี่ยใน 24 ชั่วโมง อยู่ในช่วง 0.2-1.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และต่ำกว่าค่ามาตรฐาน (กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2536)

6. รายงานคุณภาพอากาศในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2536

- ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศบริเวณทั่วไป

จากผลการตรวจวัดความเข้มข้นตะกั่วตามสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 4 สถานี คือ สถานีสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม สถานีวิทยาลัยครูบ้านสมเด็จฯ สถานีไปรษณีย์ ราชบุรีบูรณะ และสถานีสถานเสาวภา พบว่าความเข้มข้นของสารตะกั่วเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ที่ตรวจวัดได้อยู่ในช่วง 0.05-1.03 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน (10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และมีค่าใกล้เคียงกับปี 2535 สถานีตรวจวัดที่พบค่าความเข้มข้นของตะกั่วสูง คือ สถานีสถานเสาวภา ซึ่งวัดค่าได้ 0.24 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

- ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศริมเส้นทางจราจรในกรุงเทพมหานคร

ผลการตรวจวัดความเข้มข้นตะกั่วในอากาศ จากสถานีตรวจวัด 15 สถานี คือ กรมบังคับคดี สถานีไฟฟ้าอ้อยบางยี่ขัน ประตูน้ำ ย่านเยาวราช สำนักงานสถิติแห่งชาติ บางลำภู โรงเรียนอนุบาลสามเสน วิทยาลัยบ้านสมเด็จฯ ธนาคารทหารไทย ย่านสะพานควาย โรงพยาบาลกรุงเทพคริสเตียน กรมตำรวจ ไปรษณีย์โทรเลขหัวหมาก กรมพัฒนาที่ดิน และ กรมปศุสัตว์ จากการตรวจวัดพบว่า ปริมาณสารตะกั่วเฉลี่ย 24 ชั่วโมง อยู่ในช่วง 0.06-1.66 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานมาก เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2535 พบว่าค่าสูงสุดลดลงจากเดิมซึ่งพบว่ามีค่าเท่ากับ 2.33 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยบริเวณที่ตรวจวัดพบปริมาณสูงสุดของทั้ง 2 ปี เป็นบริเวณเดียวกัน คือ ย่านหัวหมาก (กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2537 และ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2538)

7. รายงานคุณภาพอากาศในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2537

- ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศบริเวณทั่วไป

จากผลการตรวจวัดความเข้มข้นตะกั่วตามสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 4 สถานี คือ สถานีสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม สถานีวิทยาลัยครูบ้านสมเด็จฯ สถานีไปรษณีย์ราชบุรีบูรณะ และสถานีสถานเสาวภา พบว่าปริมาณสารตะกั่วมีค่าลดลงมากอย่างเห็นได้ชัด โดยตรวจพบได้อยู่ในช่วง 0.01-0.52 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เนื่องจากการใช้นโยบายส่งเสริมการใช้น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วตั้งแต่ปี 2534

- ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศริมเส้นทางจราจรในกรุงเทพมหานคร

ผลการตรวจวัดความเข้มข้นตะกั่วในอากาศ จากสถานีตรวจวัด 18 สถานี คือ กรมบังคับคดี สถานีไฟฟ้าอ้อยบางยี่ขัน ประตูน้ำ เยาวราช สำนักงานสถิติแห่งชาติ บางลำภู โรงเรียนอนุบาลสามเสน วิทยาลัยบ้านสมเด็จฯ ธนาคารทหารไทย สะพานควาย โรงพยาบาลกรุงเทพคริสเตียน กรมตำรวจ ไปรษณีย์โทรเลขหัวหมาก กรมพัฒนาที่ดิน กรมปศุสัตว์ แม่นศรี โรงพยาบาลสมเด็จพะปิ่นเกล้า และเวสต์ทราเวล พบว่าปริมาณตะกั่วอยู่ในช่วง 0-0.73 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีค่าต่ำ (กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2538)

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Yaad และคณะ (1990) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับโลหะที่อยู่ในฝุ่นที่ Hamsby ในเดือน มีนาคม ปี 1987 ถึงเดือนมีนาคม ปี 1988 พบว่าในฝุ่นมีปริมาณโลหะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ ตะกั่ว 0.0013-0.1960 มคก./ลบ.ม. แคดเมียม 0.00005-0.0054 มคก./ลบ.ม. แมงกานีส 0.0011-0.0860 มคก./ลบ.ม. แมกนีเซียม 0.019-0.964 มคก./ลบ.ม. เหล็ก 0.008-1.201 มคก./ลบ.ม. สังกะสี 0.0014-0.237 มคก./ลบ.ม. โพลแทสเซียม 0.054-0.7960 มคก./ลบ.ม. แคลเซียม 0.057-1.405 มคก./ลบ.ม. และ นิกเกิล 0.00012-0.017 มคก./ลบ.ม. และพบด้วยว่าเหล็กและแมงกานีสมีแหล่งกำเนิดมาจากเปลือกโลก แมกนีเซียมและคลอไรด์มีที่มาจากทะเล แคลเซียมและโพแทสเซียม มาจากผิวโลกและทะเล ส่วนแคดเมียม ตะกั่ว นิกเกิล และสังกะสี ตลอดจนคาร์บอน มีแหล่งกำเนิดมาจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์

Daalen และคณะ (1991) ได้ทำการศึกษาการกระจายตัวของโลหะในฝุ่นที่เมือง Rijnmond ในประเทศเนเธอร์แลนด์ จากการเก็บฝุ่นตามช่วงขนาดต่าง ๆ คือ ขนาดน้อยกว่า 7.2 3.0-7.2 5-3.0 0.95-1.5 และ 0.01-0.50 ไมครอน พบว่าช่วงขนาดของฝุ่นที่มีปริมาณโลหะ ประเภท อาร์เซนิก แคดเมียม โคบอลต์ โครเมียม ทองแดง แมงกานีส นิกเกิล ตะกั่ว ซีลีเนียม วานาเดียม และสังกะสี มากที่สุดคือ ช่วง 0.01-0.50 ไมครอน นั่นคือโลหะทุกชนิดที่ทำการทดลอง จะพบในฝุ่นที่มีขนาดเล็กนั่นเอง

จากรายงานของ WHO พบว่าปริมาณโลหะของฝุ่นในอากาศในเขตพื้นที่เมือง มีปริมาณ แคดเมียม 0.005-0.015 มคก./ลบ.ม. โครเมียม 0.004-0.070 มคก./ลบ.ม. และแมงกานีสน้อยกว่า 70 มคก./ลบ.ม. ส่วนในเขตพื้นที่ชานเมือง พบโลหะแคดเมียม 0.001-0.005 มคก./ลบ.ม. แมงกานีส 0.010-0.030 มคก./ลบ.ม. ตะกั่ว 0.001-0.010 มคก./ลบ.ม. และอาร์ซีเนียม 0.001-0.0010 มคก./ลบ.ม. และจากการทดลองของ Daalen จากการตรวจวัดโลหะในเขตพื้นที่เมือง พบว่ามีปริมาณแคดเมียม 0.003 มคก./ลบ.ม. โครเมียม 0.005 มคก./ลบ.ม. ทองแดง 0.015 มคก./ลบ.ม. แมงกานีส 0.015 มคก./ลบ.ม. ตะกั่ว 60 มคก./ลบ.ม. สังกะสี 0.070 มคก./ลบ.ม. และในเขตพื้นที่นอกเมือง มีปริมาณแคดเมียม 0.001 มคก./ลบ.ม. โครเมียม 0.003 มคก./ลบ.ม. ทองแดง 0.005 มคก./ลบ.ม. แมงกานีส 0.010 มคก./ลบ.ม. ตะกั่ว 0.040 มคก./ลบ.ม. สังกะสี 0.035 มคก./ลบ.ม. นั่นคือในเขตพื้นที่เมืองจะพบปริมาณโลหะมากกว่าในเขตพื้นที่ชานเมือง

จากการศึกษาของ Waldman และคณะ (1990) ในเมือง Hubei บริเวณ Wahan ในช่วง เดือน ธันวาคม ปี 1988 ทำการเก็บฝุ่นจากอากาศโดยใช้เครื่อง Anderson dichotomous สำหรับ เก็บฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน และฝุ่นขนาด 2.5-10 ไมครอน โดยใช้กระดาษกรองแบบ Teflon

พบว่าธาตุจำพวก ซิลิเกต อลูมิเนียม แคลเซียม ซึ่งเป็นองค์ประกอบของเปลือกโลก จะพบในฝุ่นขนาด 2.5-10 ไมครอน ส่วนซัลเฟอร์ คลอไรด์ สังกะสี และแคดเมียม ซึ่งเป็นโลหะที่มาจากการเผาไหม้พบได้ในฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน และจากการศึกษา Winchester และ Bi ที่ Beijing ในช่วงฤดูหนาว พบว่าผลการวิเคราะห์หิมะมีแนวโน้มคล้ายกับการทดลองที่ Wahan โดยพบว่า อลูมิเนียม ซัลเฟอร์ พบมากในฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ส่วนซิลิเกต คลอไรด์ โพแทสเซียม แคลเซียม เหล็ก และตะกั่ว จะพบมากในฝุ่นขนาด 2.5-10 ไมครอน

จากการศึกษาของ Escalona และคณะ (1979) ในการศึกษา Trace element ในอากาศของเมือง Caracas ประเทศ Venezuela ซึ่งเป็นเมืองที่อยู่ในหุบเขาไม่มีแหล่งกำเนิดมลพิษที่สำคัญ เช่น โรงงานอุตสาหกรรมใหญ่ ๆ โรงไฟฟ้า แต่จะมีการเผาขยะจากบ้านเรือนประมาณ 188 เมตริกตันวัน โดยไม่มีการควบคุมและได้รับผลกระทบจากการจราจร เมื่อทำการตรวจวัดคุณภาพอากาศด้วยเครื่อง High Volume Sampler โดยใช้กระดาษกรอง Glass fiber filter และเครื่อง Low Volume Sampler โดยใช้กระดาษกรอง Millipore cellulose fiber พบว่ามีธาตุคลอไรด์ โบรไมด์ สังกะสี และ ตะกั่ว เจือปนอยู่ในฝุ่นที่แขวนลอยในอากาศ ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าคลอไรด์และ สังกะสีมีที่มาจาก การเผาขยะ ส่วนโบรไมด์และตะกั่วซึ่งมาจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์

Rodes และ Evans (1985) ได้ทำการศึกษาฝุ่นขนาดเล็กที่มีผลกระทบต่อการหายใจ และฝุ่นรวม ใน 8 พื้นที่ของสหรัฐอเมริกา พบว่าสัดส่วนของฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และฝุ่นรวมมีค่าเท่ากับ 0.485 และปริมาณฝุ่นทั้งสองขนาดมีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรง และความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นขนาดเล็กกว่า 15 ไมครอนและ 10 ไมครอน ก็มีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงเช่นกันในทุกสถานที่ทำการตรวจวัด นอกจากนี้ผลการศึกษาในเรื่องความเข้มข้นของฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน พบว่ามีค่าเฉลี่ยรายปีอยู่ในช่วง 34.8-74.8-5 มคก./ลบ.ม. จะมีเพียง 12 วัน ใน 1 ปี ที่มีค่าเกิน 100 มคก./ลบ.ม. ค่าสูงสุดที่วัดได้มีค่าเท่ากับ 199.1 มคก./ลบ.ม. และจากการศึกษาของ Thrall และ Burton (1983) ได้ทำการศึกษาสัดส่วนของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 15 ไมครอน และฝุ่นรวม ใน 5 สถานี จาก 8 สถานี ที่ Rodes และ Evans ทำการทดลอง พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.61-0.55 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.59

Hindy และคณะ (1989) ได้ศึกษาปริมาณและแนวโน้มของฝุ่นรวมและฝุ่นควัน เป็นรายเดือน และฤดูกาล ในย่านอุตสาหกรรมและที่พักอาศัยในเมืองโคโร ประเทศอียิปต์ เป็นเวลา 2 ปี โดยเก็บตัวอย่างด้วยเครื่อง High Volume ส่วนฝุ่นควันเป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 0.1 ไมครอน มีลักษณะคล้ายก๊าซเก็บตัวอย่างด้วยอุปกรณ์กรองผ่านกระดาษกรอง พบว่าฝุ่นรวมในย่านอุตสาหกรรมมีค่า 895 มคก./ลบ.ม. คิดเป็น 12 เท่าของค่าเฉลี่ยมาตรฐาน (75 มคก./ลบ.ม.) ขณะที่ย่าน

พักอาศัยมีค่า 544 มคก./ลบ.ม. สูงกว่าค่ามาตรฐานอยู่ 7.3 เท่า ฝุ่นรวมในช่วงฤดูใบไม้ผลิน้อยกว่าในฤดูร้อน ฝุ่นควันในย่านอุตสาหกรรมมีค่าเป็น 1.4-1.2 เท่าของย่านพักอาศัย ฝุ่นควันในเขตย่านอุตสาหกรรม ประกอบด้วยวัตถุขนาดเล็กถึงปานกลาง ประมาณ 86 เปอร์เซ็นต์ และเป็นฝุ่นควันขนาดใหญ่ 14 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฝุ่นควันในย่านพักอาศัยคิดเป็น 90 เปอร์เซ็นต์ และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Lioy และคณะ (1998) ได้ศึกษาความเข้มข้นของฝุ่นที่มีขนาด 10 ไมครอน ในย่านอุตสาหกรรมและย่านพักอาศัยของเมืองเล็ก ๆ ในมลรัฐนิวเจอร์ซีย์ ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยติดตั้งอุปกรณ์วัดฝุ่นไว้ในอาคาร นอกอาคาร และให้บุคคลผู้ไม่สูบบุหรี่สวมใส่เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นที่ติดตามตัวบุคคล ภายนอกอาคารและในอาคารมีค่า 16 48 และ 42 มคก./ลบ.ม. ตามลำดับ ฝุ่นละอองติดตามตัวบุคคลที่เก็บตัวอย่างครบ 24 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 8.8 ของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 150 มคก./ลบ.ม. ฝุ่นนอกอาคารมีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยมากกว่าฝุ่นในอาคาร ทั้งนี้เนื่องจากฝุ่นนอกอาคารเป็นฝุ่นหยาบที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 10 มคก./ลบ.ม. ปะปนอยู่มากมาย การศึกษาครั้งนี้ขาดกลุ่มตัวอย่างในอาคารที่สูบบุหรี่เข้ามามีส่วนร่วมด้วย นอกจากนี้พบว่ามีเพียง 1 วัน เท่านั้นที่มีค่าเฉลี่ยถึงค่าสูงสุดของค่ามาตรฐาน PM-10 ตลอดทั้ง 24 ชั่วโมง ซึ่งวันดังกล่าวส่งผลให้ระดับของค่าเฉลี่ยในกลุ่มในอาคารและกลุ่มบุคคลมีค่าสูงตามไปด้วย อาจเนื่องมาจากฝุ่นนอกอาคารฟุ้งเข้ามาในกลุ่มในอาคารทั้งสองกลุ่ม

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความเชื่อมโยงระหว่างเชื้อโรคที่มาพร้อมกับฝุ่น และสาเหตุเบื้องต้นที่ทำให้เกิดการตายที่ในมลรัฐ Los Angeles New York Philadelphia Detroit Chicago Santa Clara และ Seattle Denver และ Provo Utah ซึ่งได้ศึกษาเกี่ยวกับการตายที่มีสาเหตุมาจากการเป็นโรคหัวใจและโรกระบบทางเดินหายใจที่มีอาการไม่รุนแรง พบว่าอาการป่วยเหล่านี้จะแสดงอาการรุนแรงมากขึ้นเมื่อมีปริมาณฝุ่นซึ่งเป็นพิษในอากาศเพิ่มขึ้น

จากพื้นฐานในการศึกษาเกี่ยวกับสาเหตุการตายและมลพิษจากฝุ่น มีประมาณการจำนวนของผู้เสียชีวิต เชื่อว่าในแต่ละปีมีชาวอเมริกันเสียชีวิตประมาณ 64,000 คน มีสาเหตุมาจากฝุ่นข้อกำหนดเกี่ยวกับมาตรฐานที่เป็นทางการของหน่วยงานคุ้มครองสิ่งแวดล้อมจะสามารถช่วยชีวิตคนได้ 15,000 คน จากมลพิษของฝุ่น และสามารถป้องกันการเป็นโรคมะเร็งที่ระบบทางเดินหายใจและโรคปอดของคนนับร้อยนับพันต่อปี



บทที่ 3

วิธีการศึกษา

3.1 การดำเนินการทดลอง

- 1) ศึกษาและสำรวจสถานที่ในการตั้งเครื่องมือเพื่อเป็นตัวแทน
 - ย่านที่เป็นศูนย์การค้าและการศึกษา ได้แก่ สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 - ย่านที่มีได้รับผลกระทบจากการจราจร ได้แก่ กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต
 - ย่านอุตสาหกรรม ได้แก่ หมอชิตทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ
 - ย่านที่พักอาศัย ได้แก่ วัดมณฑป ตลิ่งชัน
- 2) ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นรวมหรือฝุ่นที่มีขนาดต่ำกว่า 100 ไมครอน และ ฝุ่นที่มีขนาดต่ำกว่า 10 ไมครอน (Total Suspended Particulate, TSP) โดยใช้เครื่องมือ
 - High Volume Sampler สำหรับฝุ่นที่มีขนาดต่ำกว่า 100 ไมครอน
 - High Volume PM-10 Sampler สำหรับฝุ่นที่มีขนาดต่ำกว่า 10 ไมครอนการเก็บตัวอย่างแยกเป็น 2 ช่วง คือ
 - 2.1 ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ในระหว่างกลางเดือนกุมภาพันธ์ ถึงกลางเดือนกันยายน
 - 2.2 ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในระหว่างกลางเดือนตุลาคม ถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์
- 3) นำตัวอย่างฝุ่นที่ได้มาทำการย่อยสลาย
- 4) นำสารละลายที่ย่อยได้มาวิเคราะห์หาโลหะหนักด้วยเครื่องมือ Atomic Absorption Spectrophotometer โลหะหนักที่ทำการวิเคราะห์ได้แก่
 - 4.1 ตะกั่ว
 - 4.2 แมงกานีส
 - 4.3 สังกะสี
 - 4.4 ทองแดง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 High Volume Sampler

หลักการ

การทำงานของเครื่อง High Volume Sampler (รูปที่ 3.2-1 และ 3.2-2) จะเก็บฝุ่นด้วยวิธี Gravimetric Method โดยอากาศที่อยู่โดยรอบจะถูกดูดผ่านเข้าไปในเครื่อง โดยผ่านการทำงานปั๊มดูดอากาศ ซึ่งจะทำให้อากาศผ่านมาด้วยอัตราการไหลประมาณ 1.13-1.7 ลบ.ม./นาที และด้วยการออกแบบของเครื่องจะทำให้ฝุ่นแขวนลอยที่อยู่ในบรรยากาศขนาด 0.1-100 ไมครอน ถูกดูดเข้าไปตกกระทบกระดาษกรองในตัวเครื่อง ซึ่งผลต่างของน้ำหนักกระดาษกรองภายหลังและก่อนจะทำให้ทราบปริมาณของฝุ่นที่ผ่านเข้ามา ส่วนอากาศที่ไหลผ่านเข้าในเครื่องจะถูกบันทึกอัตราการไหลได้ตลอดเวลาของการทำงาน เพื่อนำมาคำนวณปริมาตรอากาศทั้งหมดที่ผ่านเข้ามา และจากน้ำหนักฝุ่นและปริมาตรอากาศนี้ จะทำให้ทราบความเข้มข้นของฝุ่นรวมในบรรยากาศ

ส่วนประกอบ

- 1) โครงสร้างภายนอกของเครื่องมือ (Sampler Shelter) เป็นรูปสี่เหลี่ยมทรงกระบอก ขนาด กว้างxยาวxสูง เท่ากับ 15x15x42 นิ้ว มีขาตั้งขนาดความสูง 8 นิ้ว ทั้ง 4 ด้าน และมีหลังคาเป็นรูป สามเหลี่ยมหน้าจั่ว (Gabled Roof) มีขนาด กว้างxยาว เท่ากับ 13x18.7 นิ้ว ครอบอยู่ด้านบนซึ่งทำด้วย Anodized Aluminium ความหนา 0.2 ซม. เพื่อกันการกัดกร่อน
- 2) อุปกรณ์เก็บตัวอย่างประกอบด้วย
 - 2.1 ส่วนรองรับกระดาษกรอง (Filter Adapter) ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์สำหรับรองรับกระดาษกรองมีลักษณะเป็นตะแกรงโลหะเพื่อให้อากาศที่ผ่านกระดาษกรองแล้วไหลเข้าสู่เครื่องบันทึกอัตราการไหลอากาศได้โดยสะดวก
 - 2.2 แผ่นยาง (Gasket) เป็นอุปกรณ์สำหรับกันอากาศที่ผ่านเข้ามาไม่ให้ซึมกลับผ่านออกไปภายนอกได้อีก
 - 2.3 แผ่นหน้า (Faceplate) ทำหน้าที่บังคับกระดาษกรองที่ติดอยู่กับส่วนรองรับ
 - 2.4 ปั๊มดูดอากาศ (Motor) ทำหน้าที่ดูดอากาศให้ผ่านเข้าเครื่องตรวจวัด โดยสามารถปรับอัตราการไหลของอากาศได้ในช่วง 1.1-1.7 ลบ.ม./นาที ซึ่งอัตราการไหลนี้จะลดลงถ้าปริมาณฝุ่นที่ค้างบนกระดาษกรองมีปริมาณมากขึ้น นอกจะมีอุปกรณ์ปรับแต่ง (Flow controller) เพื่อจะได้ปริมาตรของอากาศที่ผ่านเข้าเครื่องกรองมีอัตราคงที่ตลอดเวลา

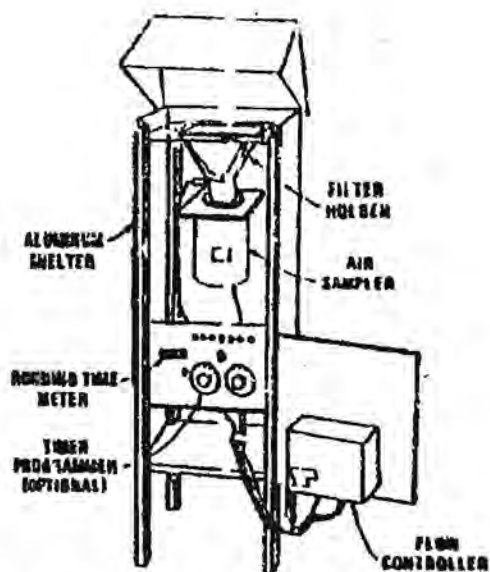


Figure 1-2. Internal configuration of high-volume sampler.

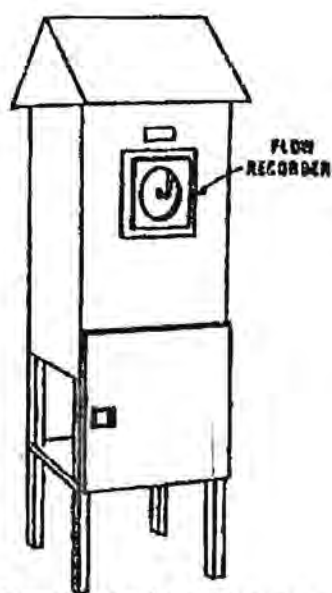
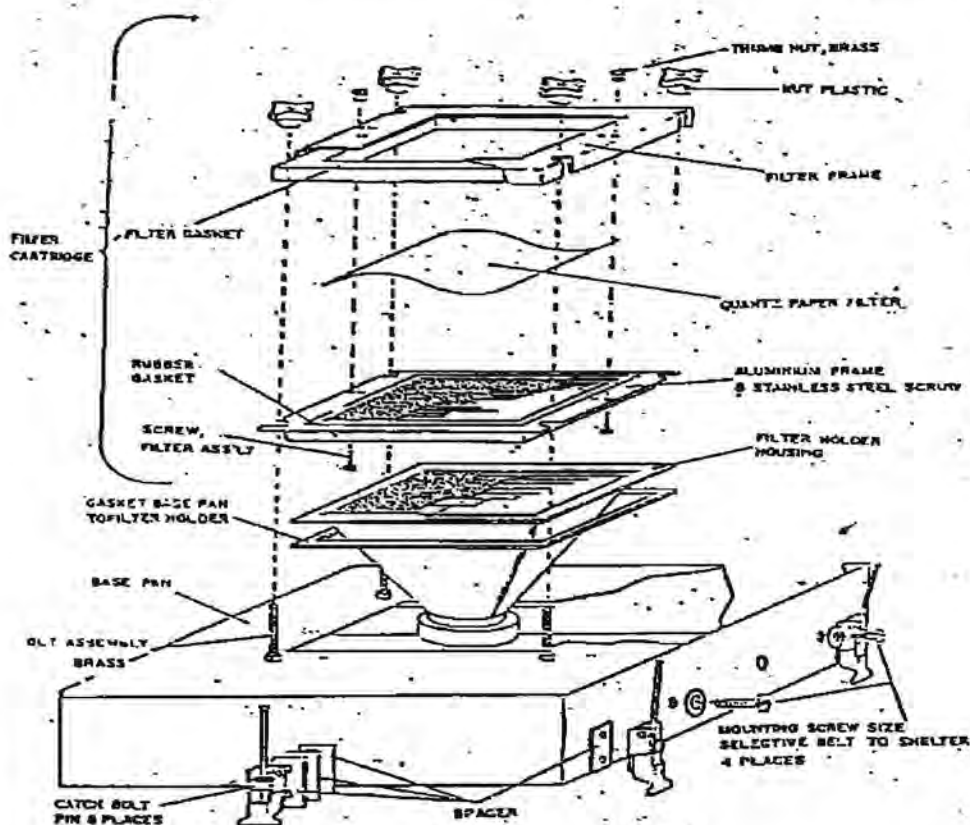


Figure 1-3. External configuration of high-volume sampler.



ส่วนประกอบของเครื่อง High-Volume Sampler

รูปที่ 3.2-1



โครงการ: ปริมาณฝุ่นที่มีผลกระทบต่อสุขภาพใจ
โดย สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





เครื่อง High-Volume Sampler และ High-Volume PM-10 Sampler

รูปที่ 3.2-2



โครงการ: ปริมาณฝุ่นที่มีผลกระทบต่อสุขภาพใจ
โดย สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



การเตรียมกระดาษกรอง

นำกระดาษกรองที่สะอาดไม่มีรอยขำรด นำไปอบในตู้อบความชื้น (Desiccator) ที่มีซิลิกาเจล (Silica Gel) บรรจุอยู่สำหรับดูดความชื้น เป็นเวลา 24 ชม. แล้วนำมาซึ่งหาน้ำหนักที่แน่นอน

วิธีการวิเคราะห์

นำกระดาษกรองที่นำไปเก็บตัวอย่างฝุ่นแล้วมาอบในตู้อบความชื้น เป็นเวลา 24 ชม. แล้วนำไปซึ่งหาน้ำหนักที่แน่นอน

การคำนวณ

SP	=	$W_1 - W_0 / V_1 \times 10^6$
SP	=	ความเข้มข้นของฝุ่นอากาศ (มคก./ลบ.ม.)
W_1	=	น้ำหนักกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง
W_0	=	น้ำหนักกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง
V_1	=	ปริมาตรอากาศที่ดูดผ่านกระดาษกรอง

3.2.2 High Volume PM-10 Sampler

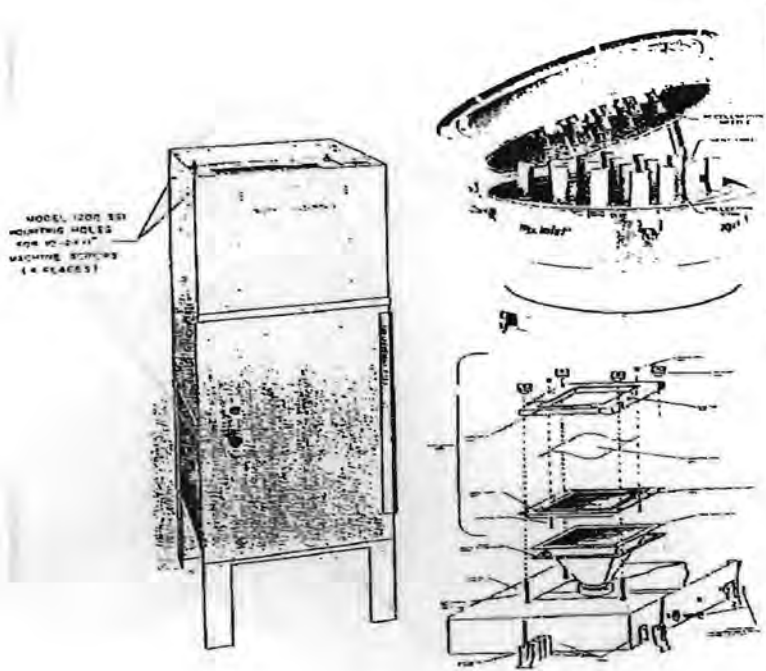
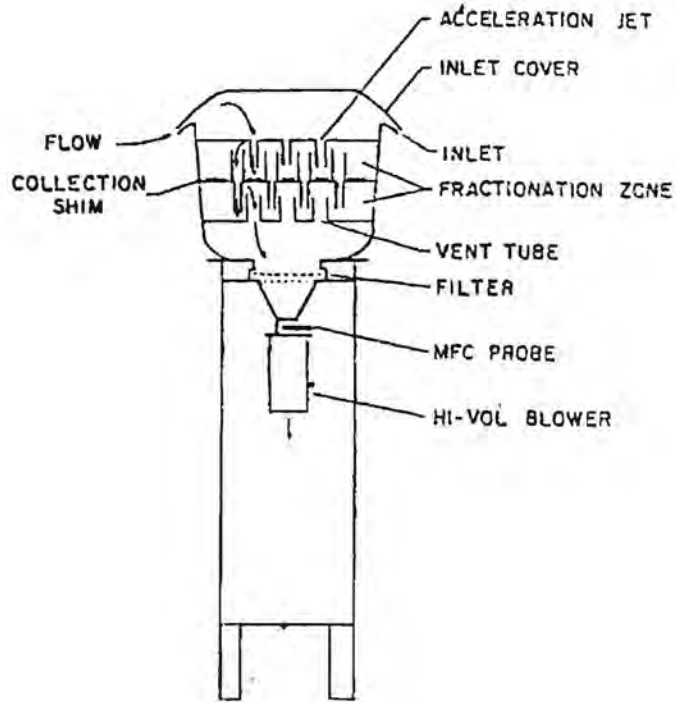
หลักการ

เครื่อง High Volume PM-10 Sampler (รูปที่ 3.2-2 และ 3.2-3) มีการทำงานคล้ายกับเครื่อง High Volume sampler เพียงแต่มีอุปกรณ์ที่เรียกว่า Size Selective Inlet เพิ่มขึ้นมาสำหรับจำกัดให้มีเพียงฝุ่นขนาดต่ำกว่า 10 ไมครอน ผ่านเข้าสู่เครื่องได้ โดยอากาศที่ผ่านเข้าสู่เครื่อง PM-10 ทาง Circumferential Inlet ด้วยอัตรา 1.02 - 1.24 ลบ.ม./นาที และผ่านเข้าสู่ Nozzle Acceleration เพื่อเร่งความเร็ว จากนั้นไหลไปกระทบกับ Collection shim ทำให้ฝุ่นที่มีขนาดใหญ่ตกค้างบนอุปกรณ์นี้ โดยที่ผิวหน้าของอุปกรณ์นี้จะเคลือบไว้ด้วย Grease Collection Shim เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของฝุ่น ส่วนฝุ่นที่มีขนาดเล็กจะผ่าน เข้าสู่ Vent Tube และถูกจับไว้บนกระดาษกรอง

ส่วนประกอบ

ในส่วนของตัวเครื่องจะเหมือนกับ High Volume Sampler เพียงแต่จะมีอุปกรณ์ในการคัดเลือกขนาดฝุ่น และ อุปกรณ์ควบคุมการไหลเพิ่มขึ้นมา ได้แก่

- 1) อุปกรณ์คัดเลือกขนาดฝุ่น (Size Selective Inlet) มีลักษณะคล้ายรูปโดม ภายในประกอบด้วย Acceleration Nozzle จำนวน 9 หลอด ติดอยู่ด้านบน Hood และ



ส่วนประกอบของเครื่อง High-Volume PM-10 Sampler

รูปที่ 3.2-3



โครงการ: ปริมาณฝุ่นที่มีผลกระทบต่อทางหายใจ
 โดย สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



Vent Tube แผ่นกัน ทำให้ฝุ่นละอองขนาดใหญ่ตกลงติดกับ Grease Collectin Shim ที่ ทาบน Collection shim มีเฉพาะฝุ่นขนาดเล็กผ่านเข้าสู่ Tube และตกค้างบนกระดาษ กรองต่อไป

- 2) เครื่องตั้งเวลาแบบดิจิตอลพร้อมกับตัวควบคุมการไหลให้คงที่ตลอดเวลาของการเก็บ ตัวอย่าง

วิธีการ

- 1) ยก PM-10 inlet ขึ้นจากตัวเครื่อง
- 2) ถอดน็อตของ Filter Frame ออก
- 3) วางแผ่นกระดาษกรองที่รู้น้ำหนักแล้วบนตะแกรงสแตนเลส
- 4) วางแผ่น Filter Frame ทับกระดาษกรองพร้อมทั้งขันน็อต
- 5) ปิดฝา PM-10 inlet
- 6) วางแผ่นบันทึกเวลา (Circular Chart) บนเครื่องบันทึกการไหล พร้อมทั้งตั้งเวลา
- 7) ปิดฝาเครื่อง ตั้งเวลาให้เครื่องทำงาน 24 ชม. แล้วเปิดให้เครื่องทำงาน
- 8) เมื่อเครื่องทำงานครบ 24 ชม. เครื่องจะปิดโดยอัตโนมัติ จึงนำกระดาษกรองออกจาก เครื่อง

ส่วนระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง การวิเคราะห์ และการคำนวณเหมือน High Volume Sampler

การคำนวณ

เหมือน High Volume sampler

3.2.3 Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)

หลักการ

AAS เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ธาตุ โดยเป็นกระบวนการที่เกิดจากอะตอมเสรีของธาตุ ดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่นหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งอยู่กับชนิดของธาตุ ธาตุแต่ละชนิดจะมีระดับของ พลังงานแตกต่างกัน ในการทำให้อะตอมของธาตุในสารประกอบเกิดเป็นอะตอมเสรีได้นั้น ต้องมี การดูดกลืนพลังงานเข้าไป ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปต่าง ๆ กัน เช่น พลังงานความร้อนจากเปลวไฟ หรือ ความร้อนจากไฟฟ้า เป็นต้น ความร้อนจะทำให้เกิดกระบวนการแตกตัว (Dissociation) หรือเปลี่ยน ให้เป็นไอ (Vaporization) หรืออาจแตกตัวเป็นอะตอม หรือทำให้อะตอมอยู่ในสถานะกระตุ้น หรือ อาจกลายเป็นไอออนได้

3.3 การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในอากาศ

หลักการ

ฝุ่นละอองที่ถูกกรองจากอากาศและตกค้างบนกระดาษกรอง จะมีโลหะหนักประกอบอยู่ด้วย เมื่อนำกระดาษกรองดังกล่าวมาย่อยสลาย โลหะหนักจะถูกละลายออกมาในกรด จากนั้นจึงนำเอาสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์โลหะหนักด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

อุปกรณ์

- 1) เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer
- 2) เตาไฟฟ้า (Hot Plate)
- 3) ตู้ดูดควัน (Hood)
- 4) เครื่องแก้วสำหรับการวิเคราะห์
- 5) กระดาษกรอง GF/A

สารเคมี

- 1) Conc. HNO_3
- 2) H_2O_2
- 3) สารละลายมาตรฐานของ ตะกั่ว แมงกานีส สังกะสี และทองแดง

วิธีทำ

- 1) ตัดกระดาษกรองให้ได้ขนาด 1×10 นิ้ว
- 2) ใช้กรรไกรขอยกระดาษกรองออกเป็นชิ้นเล็กๆ ใส่จานแก้ว
- 3) ใช้คีม Teflon หยิบกระดาษกรองใส่ขนาด Erlenmeyer Flask แล้วล้างจานแก้วด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อย
- 4) เติม 50 มล. ของสารละลายของ $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$ (50 มล. Conc. HNO_3 + 2 มล. H_2O_2) แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร) ลงใน Erlenmeyer Flask
- 5) ใส่ Grass Beed 15 เม็ดลงในขวด
- 6) ต้มจนสารละลายเกือบแห้ง (ระวังอย่าให้สารละลายแห้ง)
- 7) เติม Conc. HNO_3 ลงไป 10 มล. ต้มสารละลายจนเกือบแห้ง
- 8) เติม 0.1 M HNO_3 ลงไป 20 มล. ต้มสารละลายจนเกือบแห้ง
- 9) นำไปกรองด้วยกระดาษกรอง GF/A และใช้ 0.1 M HNO_3 ล้างครั้งละ 5 มล. 2 ครั้ง

10) ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนได้ 25 มล.

การคำนวณ

ความเข้มข้นโลหะในอากาศ	=	$(25 \times B \times A) / 9 \times V$	มคก.
ความเข้มข้นของโลหะที่วัดจาก AAS	=	B	มคก./ลบ.ม.
ปริมาตรสุดท้ายก่อนนำไปวิเคราะห์	=	25	มล.
พื้นที่กระดาษกรองทั้งหมด	=	A	ตารางนิ้ว
พื้นที่กระดาษกรองที่นำไปวิเคราะห์	=	9	ตารางนิ้ว
ปริมาตรอากาศที่ดูดผ่านเครื่อง	=	V	ลบ.ม.

3.4 จุดตรวจวัด

จุดตรวจวัดของโครงการมีทั้งหมด 4 จุด แผนที่แสดงจุดตรวจวัดแสดงในรูปที่ 3.4-1

3.4.1 จุดาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ตั้งและสภาพพื้นที่ จุดาลงกรณ์มหาวิทยาลัยตั้งอยู่ในเขตปทุมวันบนสองฝั่งของ ถนนพญาไท มีอาณาเขตพื้นที่ดังนี้

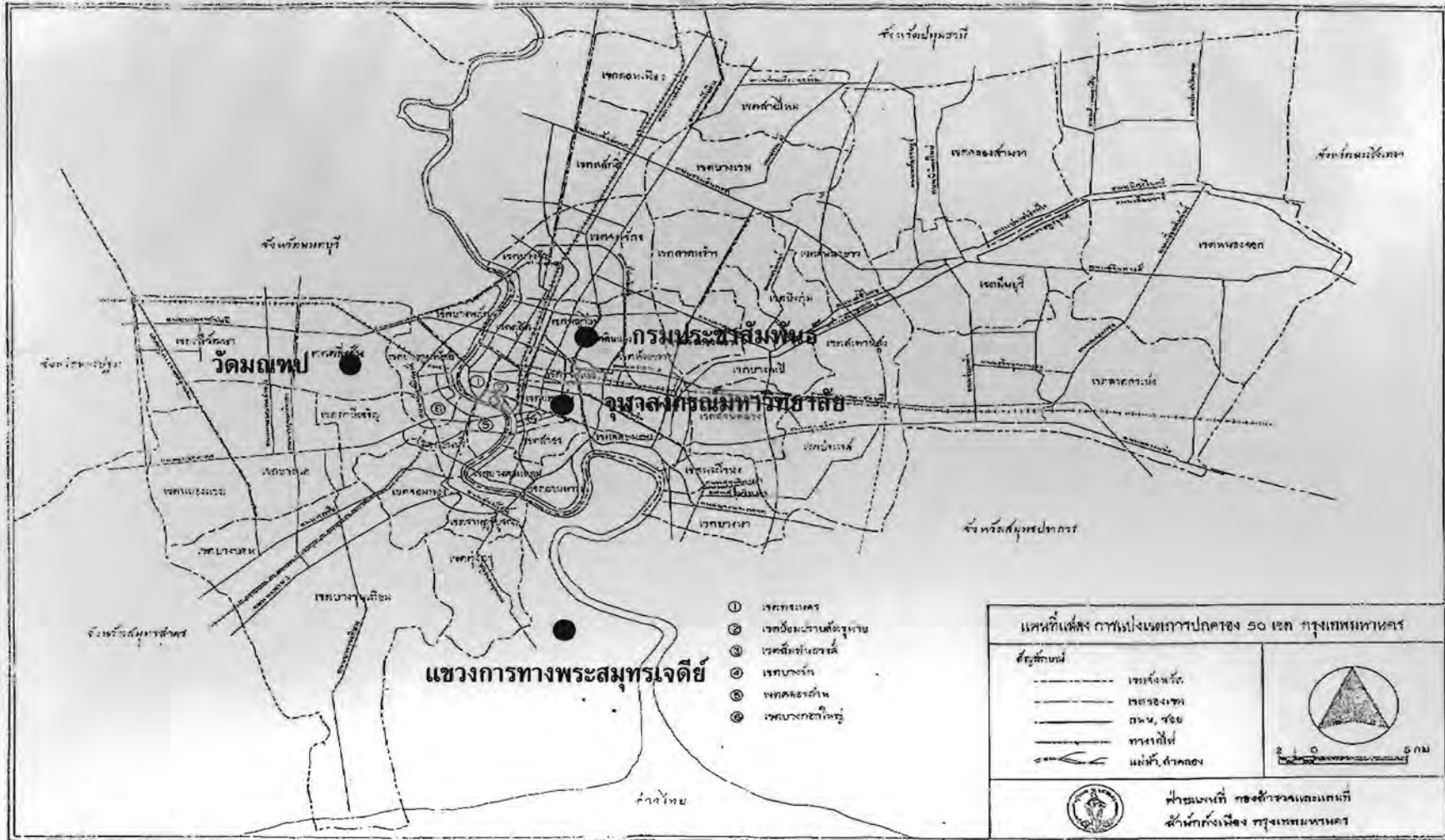
ด้านทิศเหนือ ติดกับถนนพระราม 1 สยามสแควร์ มาบุญครอง สนามกีฬาแห่งชาติ

ด้านทิศใต้ ติดกับถนนพระราม 4 ตลาดสามย่าน วัดหัวลำโพง

ทิศตะวันออก ติดกับถนนอังรีดูนังต์ ราชกรีฑาสโมสร

ด้านทิศตะวันตก ติดกับถนนบรรทัดทอง

พื้นที่จุดาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าตามสี่ของผังเมืองรวม หมายถึงสถาบันการศึกษา ซึ่งบริเวณนี้มีสถานศึกษาหลายแห่งด้วยกันคือ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขต อุเทนถวาย โรงเรียนเตรียมอุดม โรงเรียนสาธิตปทุมวัน โรงเรียนสาธิตจุดาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และโรงเรียนพุทธจักรวิทยา จุดาลงกรณ์มหาวิทยาลัยถูกล้อมรอบด้วยย่านพาณิชย์กรรม หรือย่านการค้า และการบริการที่สำคัญและมีชื่อเสียงของกรุงเทพมหานคร โดยทางด้านทิศเหนือเป็นย่านการค้าและบริการสยามสแควร์ซึ่งมีร้านค้าและบริการมากมาย โรงแรม โรงภาพยนตร์ ศูนย์การค้า และสนามกีฬาแห่งชาติ ทางด้านทิศใต้ มีตลาดสามย่านซึ่งเป็นสถานที่จำหน่ายซื้ออาหารของผู้คนในละแวกใกล้เคียง วัดหัวลำโพง โรงแรมแมนดาริน โบสถ์คริสต์จักร และถนนพระราม 4 ที่เป็นถนนสายสำคัญจาก



แผนที่สถานีตรวจวัด 4 สถานี

รูปที่ 3.4-1

โครงการ: ปริมาณฝุ่นที่มีผลกระทบต่อสุขภาพใจ โดย สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



หัวลำโพงไปยังพระโขนง ทางด้านทิศตะวันออก มีโรงพยาบาลตำรวจ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ราชกรีฑาสโมสรซึ่งเป็นสถานที่พักผ่อน นันทนาการของทหาร แต่ในวันอาทิตย์ก็จะกลายเป็นสนามแข่งม้าที่มีผู้คนจำนวนมากเข้ามาเล่นม้าและมีพ่อค้าแม่ค้านำอาหารมาขาย และย่านธุรกิจการค้า (CBC : Center Business Center) ที่สำคัญของกรุงเทพมหานคร คือย่านถนนสีลมและย่านถนนสาทร ทางด้านทิศตะวันตก มีย่านการค้าและบริการประเภทรถและประดับยนต์กระจุกตัวอยู่มาก บริเวณถนนบรรทัดทอง มีสถานีตำรวจปทุมวันและสถานีดับเพลิง

แผนที่แสดงจุดตรวจจุดวัดของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยแสดงในรูปที่ 3.4-2 ส่วนจุดตรวจจุดวัดภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และบริเวณภายนอกมหาวิทยาลัยซึ่งติดกับถนนพญาไท แสดงในรูปที่ 3.4-3 และ 3.4-4

โครงการและแนวโน้ม

พื้นที่บริเวณนี้เป็นย่านธุรกิจการค้าและบริการที่สำคัญของกรุงเทพมหานคร จึงทำให้มีโครงการสาธารณูปโภค ทางด้านคมนาคมขนส่งขนาดใหญ่หลายโครงการ โดยมีหน่วยงานและโครงการที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

1. สำนักงานกรุงเทพมหานคร มีโครงการรถไฟฟ้า (BTS) มีเส้นทางมาจากหมอชิตวิ่งมาตามถนนพหลโยธิน เข้าถนนพญาไท ผ่านสนามสแควร์ แยกสองเส้นทางที่สี่แยกราชดำริ สายหนึ่งตรงไปตามถนนเพลินจิต เข้าถนนสุขุมวิท สิ้นสุดที่สุขุมวิทซอย 63 ส่วนอีกสายเลี้ยวเข้าถนนราชดำริไปถนนสีลม สิ้นสุดที่ปลายสะพานสาทร ซึ่งสายนี้จะผ่านย่านการค้าการบริการที่สำคัญและพาดผ่านทางด้านเหนือของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. องค์การรถไฟฟ้ามหานคร มีโครงการรถไฟใต้ดินสายสีน้ำเงินผ่านทางด้านใต้ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งมีเส้นทางดังนี้ จากหัวลำโพง-พระราม 4-สุขุมวิท-อโศก-เพชรบุรี-พระราม 9-ห้วยขวาง-ลาดพร้าว-พหลโยธิน-หมอชิต-กำแพงเพชร 2-บางซื่อ รวมระยะทาง 20 กิโลเมตร

3. การทางพิเศษแห่งประเทศไทย มีโครงการทางด่วนชั้นที่ 2 ส่วน B สิ้นสุดที่ถนนราชดำริผ่านบริเวณราชเทวี ซึ่งยังไม่สามารถกำหนดแล้วเสร็จได้ เนื่องจากปัญหาการเวนคืนที่ดิน

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณรอบจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ยังคงเป็นพาณิชยกรรมตามเดิม แต่จะหนาแน่นมากขึ้น เนื่องจากโครงการขนส่งมวลชนทั้งสองสาย (ข้างต้น) และทางด่วนพิเศษ ทำให้การเดินทางสะดวกขึ้น มีการเข้าถึงที่ดี เป็นแรงดึงดูดให้ผู้คนหลั่งไหลเข้ามาในพื้นที่ย่านธุรกิจการค้าการบริการ และสถานที่ที่สำคัญรอบจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้มากขึ้น ยังผลให้มีการเดินทางสูงขึ้น การก่อสร้างอาคารจอดรถของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย บริเวณที่ติดกับย่านการค้าสยามสแควร์ ทำให้สามารถรองรับปริมาณรถที่เข้ามาได้เพิ่มขึ้น แต่ทว่า



โครงการรถไฟฟ้าใต้ดิน



โครงการรถไฟฟ้าลอยฟ้าธนาถ



ที่ตั้งจุดสำรวจ



แผนที่สถานีตรวจวัดจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท

รูปที่ 3.4-2

โครงการ: ปริมาณฝุ่นที่มีผลกระทบต่อการศึกษา โดย สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





จุดตรวจวัดภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.4-3



บริเวณภายนอกจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท

รูปที่ 3.4-4



โครงการ: ปริมาณฝุ่นที่มีผลกระทบต่อสุขภาพใจ
โดย สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สภาพเศรษฐกิจของประเทศในปัจจุบันยังคงชะลอตัว และราคาที่ดินบริเวณนี้สูงมาก จึงทำให้การลงทุนชะลอตัวลงไป

สรุป

คาดได้ว่า พื้นที่บริเวณรอบจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จะมีประชาชนเข้ามาใช้บริการมากขึ้น เนื่องจากมีระบบขนส่งมวลชนถึงสองสายผ่านทางด้านเหนือและด้านใต้ ทำให้การเดินทางสะดวกและรวดเร็วขึ้น

3.4.2 กรมประชาสัมพันธ์

ที่ตั้งและสภาพพื้นที่

กรมประชาสัมพันธ์ตั้งอยู่บนถนนวิภาวดีรังสิต ในเขตพญาไท ถนนวิภาวดีรังสิตนี้เป็นถนน Super Highway ขนาด 10 เลน ความยาวประมาณ 23 กิโลเมตร เป็นเส้นทางด่วนที่มุ่งไปออกภาคเหนือ เชื่อมกับถนนพหลโยธินบริเวณรังสิต จังหวัดปทุมธานี

สภาพการใช้ที่ดินบริเวณกรมประชาสัมพันธ์ ทางด้านเขตพญาไท มีที่ของทหารเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ ส่วนฝั่งตรงข้ามของถนนวิภาวดีรังสิต เขตดินแดง มีโรงเรียน มหาวิทยาลัย ศูนย์เยาวชนไทย-ญี่ปุ่น กรุงเทพมหานคร 2 บริเวณนี้เป็นทางขึ้น-ลงของทางด่วนชั้นที่ 1 ดินแดง-บางนาตราดของการทางพิเศษแห่งประเทศไทย

ถนนวิภาวดีรังสิต มีถนนเชื่อมต่อคือ ถนนดินแดงที่มาจากอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ ถนนอโศก-ดินแดงถึงดอนเมือง มีช่องจราจร 6 ช่องทาง อยู่เหนือถนนวิภาวดีรังสิตเป็นระยะทาง 16 กิโลเมตร เป็นการเพิ่มความสามารถในการรองรับปริมาณการจราจรที่ต้องการใช้ถนนวิภาวดีรังสิตผ่านไปยังดอนเมืองได้มากขึ้นอีก

จากการสำรวจพบว่า ถนนวิภาวดีรังสิต มีปริมาณจราจรที่สูงมากเส้นทางหนึ่ง ในช่วงโมงเร่งด่วนมีปริมาณการจราจรกว่า 6,000 ชั่วโมง เนื่องจากเป็นเส้นทางที่บรรจบกับถนนพหลโยธินและนำไปสู่ภาคเหนือ ปัจจุบันรังสิตกลายเป็นที่พักอาศัยชานเมืองของคนกรุงเทพมหานคร ดังนั้นจึงมีปริมาณการจราจรบนเส้นทางนี้เพื่อเข้า-ออกกรุงเทพมหานครสูงมาก พบว่า มีปริมาณการจราจรของถนนวิภาวดีรังสิต ตลอดทั้งวันกว่าเก้าแสนคัน จะเห็นได้ว่า ถนนวิภาวดีรังสิตเป็นถนนสายสำคัญสายหนึ่งที่ รองรับการจราจรขนส่งของกรุงเทพมหานครได้ปริมาณมาก

แผนที่แสดงจุดตรวจจุดวัดของกรมประชาสัมพันธ์แสดงในรูปที่ 3.4-5 ส่วนจุดตรวจจุดวัดภายในกรมประชาสัมพันธ์ และบริเวณภายนอกซึ่งติดกับถนนวิภาวดีรังสิต แสดงในรูปที่ 3.4-6 และ 3.4-7



ถนนเมืองโทล์เวย์



ที่ตั้งจุดสำรวจ



แผนที่สถานีตรวจวัดกรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต

รูปที่ 3.4-5

โครงการ: ปริมาณฝุ่นที่มีผลกระทบต่อสุขภาพใจ โดย สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





จุดตรวจวัดภายในกรมประชาสัมพันธ์

รูปที่ 3.4-6



บริเวณภายนอกกรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต

รูปที่ 3.4-7



โครงการ: ปริมาณฝุ่นที่มีผลกระทบต่อการหายใจ
โดย สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



โครงการและแนวโน้ม

แนวโน้มจะไม่มีโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่หรือโครงการด้านการคมนาคมในบริเวณนี้

สรุป

พื้นที่บริเวณกรมประชาสัมพันธ์เป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากการคมนาคมขนส่งที่ผ่านถนนวิภาวดีรังสิตเป็นสำคัญ

3.4.3 หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ ที่ตั้งและสภาพพื้นที่

แขวงการทางสมุทรปราการตั้งอยู่บนถนนสุขสวัสดิ์ ในเขตจังหวัดสมุทรปราการห่างจากกรุงเทพมหานคร ประมาณ 6 กิโลเมตรตามถนนสุขสวัสดิ์

ถนนสุขสวัสดิ์เป็นถนนที่เริ่มจากเขตราชบุรีบูรณะ ทอดตัวแนวทะแยงจากซ้ายมาขวา หรือจากตะวันตกเฉียงเหนือมาทางตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นถนนสายหลักที่เชื่อมกรุงเทพมหานครกับจังหวัดสมุทรปราการ มีความกว้าง 4-8 เลน เป็นถนนที่มีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่ริมถนนเป็นจำนวนมาก

จากข้อมูลกรมโรงงานอุตสาหกรรม พบว่า ในปี 2539 เขตราชบุรีบูรณะมีจำนวนโรงงาน 1,272 โรงงาน เพิ่มจากปี 2533 ที่มีจำนวน 1,093 โรงงาน คิดเป็นอัตราการเพิ่มร้อยละ 3.2 ต่อปี โรงงานที่พบมากบริเวณริมถนนสุขสวัสดิ์ เป็นโรงงานขนาดใหญ่และประเภทโรงงานที่มีมาก คือ โรงงานอุตสาหกรรมเคมีและผลิตภัณฑ์ โรงงานประกอบยานพาหนะและผลิตอุปกรณ์ โรงงานอุตสาหกรรมอาหารและการแปรรูป และโรงงานที่ตั้งอยู่ตรงข้ามกับแขวงการทางสมุทรปราการเป็นโรงงานผลิตกระดาษขนาดใหญ่ที่ได้รับสัมปทานจากรัฐบาล

แผนที่แสดงจุดตรวจวัดของหมวดการทางพระสมุทรเจดีย์แสดงในรูปที่ 3.4-8 ส่วนจุดตรวจวัดภายในหมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ และบริเวณภายนอกซึ่งติดกับถนนสุขสวัสดิ์แสดงในรูปที่ 3.4-9 และ 3.4-10

โครงการและแนวโน้ม

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ เมื่อวิเคราะห์และพิจารณาสภาพเศรษฐกิจของประเทศที่อยู่ในช่วงการถดถอย เนื่องจากการล่มสลายของสถาบันการเงินซึ่งเป็นแหล่งเงินทุนของกิจกรรมทางเศรษฐกิจของประเทศ ดังนั้นภาคการผลิตต่าง ๆ จึงได้รับผลกระทบในการลงทุน จึงทำให้สามารถคาดการณ์ได้ว่าแนวโน้มการขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรมคงเป็นไปได้ยากมาก



★ ที่ตั้งจุดสำรวจ



แผนที่สถานีตรวจวัดหมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ

รูปที่ 3.4-8

โครงการ: ปริมาณฝุ่นที่มีผลกระทบต่อสุขภาพใจ โดย สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





จุดตรวจวัดภายในหมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ

รูปที่ 3.4-9



บริเวณภายนอกหมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ ถนนสุขสวัสดิ์

รูปที่ 3.4-10



โครงการ: ปริมาณฝุ่นที่มีผลกระทบต่อสุขภาพใจ
โดย สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



มีแต่โรงงานที่มีอยู่จะต้องบริหารให้สามารถอยู่รอดได้ในภาวะเช่นนี้ อาจมีบางโรงงานที่ต้องปิดกิจการไป ซึ่งการใช้ที่ดินยังคงเดิม มีแนวโน้มการผลิตลดน้อยลง

สรุป

แม้ว่าพื้นที่บริเวณรอบแขวงการทางสมุทรปราการจะมีโรงงานอยู่ไม่มากก็ตาม แต่เป็นพื้นที่ที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของโรงงานอุตสาหกรรมจำนวนมากที่กระจุกตัวอยู่ในเขตราชบุรีบูรณะ อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ และริมถนนสุขสวัสดิ์

3.4.4 วัดมณฑป

ที่ตั้งและสภาพพื้นที่

วัดมณฑป ตั้งอยู่ในเขตตลิ่งชัน พื้นที่สีเขียวหะแยงตามผังเมืองรวม หมายถึงพื้นที่อนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรม อยู่ห่างจากถนนบางกอกน้อย-นครชัยศรีประมาณ 1 กิโลเมตร

สภาพแวดล้อมโดยรอบเป็น สวน ไร่ นา ไม่มีอาคารขนาดใหญ่หรืออาคารสูง เนื่องจากถูกบังคับ ด้วยกฎกระทรวงที่ 116 ตามผังเมืองรวมที่ห้ามการก่อสร้าง ดังนั้นจึงมีสภาพเป็นเกษตรกรรม และที่พักอาศัยหนาแน่นน้อย

แผนที่แสดงจุดตรวจวัดของวัดมณฑปแสดงในรูปที่ 3.4-11 ส่วนจุดตรวจวัดภายในหมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ และบริเวณภายนอกซึ่งติดกับถนนบรมราชชนนี แสดงในรูปที่ 3.4-12 และ 3.4-13

โครงการและแนวโน้ม

โครงการที่เกิดขึ้นในรัศมีรอบ 1 กิโลเมตร มีโครงการทางคูขนานลอยฟ้า ที่เป็นโครงการพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เป็นถนนยกระดับเหนือถนนบางกอกน้อย-นครชัยศรี เพื่อช่วยบรรเทาปัญหาจราจรติดขัดในกรุงเทพมหานคร และมีปริมาณรถที่เข้า-ออกกรุงเทพมหานคร โดยใช้เส้นทางนี้สูงมาก เนื่องจากถนนบางกอกน้อย-นครชัยศรีเป็นถนนที่เชื่อมต่อไปยังจังหวัดนครปฐมภาคตะวันตกและภาคใต้ โครงการนี้จะช่วยทำให้การจราจรเกิดความคล่องตัวและเร็วขึ้น ฉะนั้นปริมาณรถที่วิ่งผ่านก็จะเพิ่มขึ้น

แนวโน้มการพัฒนาพื้นที่คงเป็นไปได้ยาก คงมีแต่การปลูกสร้างที่พักอาศัยเท่านั้น

สรุป

พื้นที่บริเวณวัดมณฑปจะยังคงสภาพเดิม แต่อาจได้รับผลกระทบจากการก่อสร้าง จากโครงการทางคูขนานลอยฟ้าที่ใกล้จะแล้วเสร็จ



ทางคู่ขนานลอยฟ้าถนนบรมราชชนนี
 ★ ที่ตั้งจุดสำรวจ



แผนที่สถานีตรวจวัดวัดมณฑป ตำบลชั้น

รูปที่ 3.4-11

โครงการ: ปริมาณฝุ่นที่มีผลกระทบต่อสุขภาพใจ โดย สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





จุดตรวจวัดภายในวัดมณฑป ตลิ่งชัน

รูปที่ 3.4-12



บริเวณภายนอกวัดมณฑป ตลิ่งชัน ถนนบรมราชชนนี

รูปที่ 3.4-13



โครงการ: ปริมาณฝุ่นที่มีผลกระทบต่ออาการหายใจ
 โดย สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

4.1.1 ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

ฝุ่นรวม ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นรวม ณ บริเวณ สถานีตรวจวัดทั้ง 4 จุด (ตารางที่ ค-1 – ค-4, ภาคผนวก ค) พบว่ามีค่าค่อนข้างต่ำคืออยู่ในช่วงระหว่าง 42.08-246.75 มคก./ลบ.ม. และมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ 330.00 มคก./ลบ.ม. ทั้งสิ้น ทั้งนี้เพราะเป็นช่วงที่มีฝนตกจึงทำให้ปริมาณฝุ่นลดลง โดยจุดที่พบที่มีความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต ซึ่งเป็นจุดที่เป็นตัวแทนของบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากการจราจร มีค่าอยู่ระหว่าง 63.77-246.75 มคก./ลบ.ม. รองลงมาคือ หมวดยานพาหนะพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ ซึ่งเป็นจุดที่เป็นตัวแทนของบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากโรงงานอุตสาหกรรม มีค่าอยู่ระหว่าง 52.03-229.04 มคก./ลบ.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยซึ่งเป็นจุดที่เป็นตัวแทนของบริเวณที่เป็นย่านการค้าและการศึกษา มีค่าอยู่ระหว่าง 57.15-150.40 มคก./ลบ.ม. และค่าต่ำที่สุดอยู่ที่ วัดมณฑป ดลิ่งชัน ซึ่งเป็นจุดที่เป็นตัวแทนของย่านที่พักอาศัยในบริเวณพื้นที่สีเขียว มีค่าอยู่ระหว่าง 42.08-113.51 มคก./ลบ.ม. แต่จากการตรวจวัดทั้งหมดนั้นไม่ได้ทำพร้อมกันเนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องเครื่องมือแต่ก็ได้ทำต่อเนื่องกันในแต่ละสถานีเพื่อลดระยะเวลาของเวลาที่เกิดขึ้น (ตารางที่ 4.1.1-1)

จากค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นรวมในแต่ละสถานี (ตารางที่ 4.1.1-1) จะเห็นได้ว่า บริเวณที่พบว่ามีฝุ่นมากที่สุด คือ บริเวณที่มีผลกระทบจากการจราจร รองลงมา คือ บริเวณที่มีผลกระทบจากการโรงงาน ย่านการค้าและการศึกษา และย่านที่พักอาศัยในบริเวณพื้นที่สีเขียวซึ่งใช้เป็นจุดควบคุมเนื่องจากไม่มีผลกระทบจากกิจกรรมใด ๆ นอกจากการอยู่อาศัยของคนในบริเวณใกล้เคียง

เมื่อนำไปเทียบเป็นอัตราส่วน พบว่าบริเวณกรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต จะมีค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นเป็น 2.18 เท่าของปริมาณฝุ่นที่บริเวณดลิ่งชัน ส่วนที่สมุทรปราการ และที่จุฬาลงกรณ์มีค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นเป็น 1.28 และ 1.35 เท่าตามลำดับ

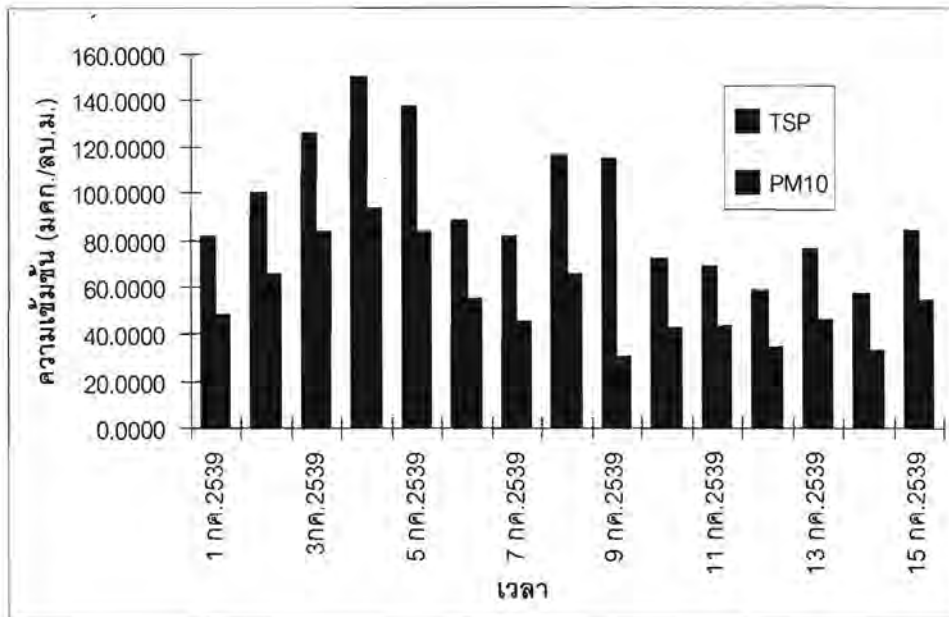
ตารางที่ 4.1.1-1 สรุปค่าเฉลี่ยและพิสัยของปริมาณฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10) ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

สถานที่	ปริมาณ TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ปริมาณ PM-10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	เปอร์เซ็นต์ PM-10 ใน TSP
จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	94.41 (57.15-150.40)	55.07 (30.36-93.23)	58.63 (26.33-66.19)
กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต	160.47 (63.77-246.75)	89.02 (42.13-146.44)	56.21 (48.92-66.00)
หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ	99.36 (52.03-229.04)	50.54 (27.35-113.48)	51.35 (44.26-60.32)
วัดมณฑป ตลิ่งชัน	73.75 (42.08-113.51)	25.36 (25.36-76.34)	64.15 (39.09-78.04)
มาตรฐาน*	330.00	120.00	-

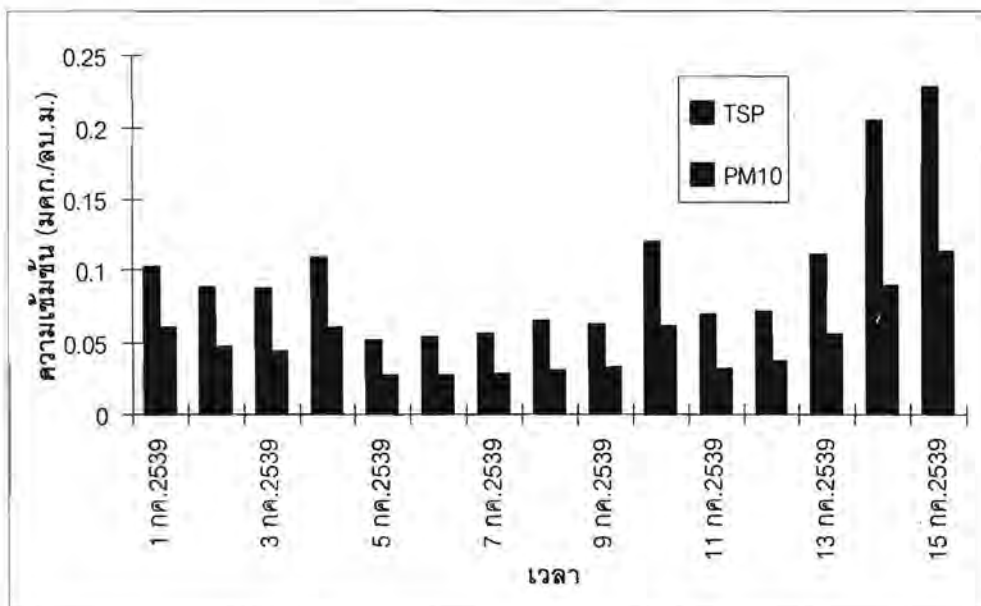
หมายเหตุ * มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2538

ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน จากผลการตรวจวัด (ตารางที่ ค-1 – ค-8, ภาคผนวก ค) พบว่าค่าที่ตรวจวัดได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 25.36-146.44 มคก./ลบ.ม. ซึ่งมีบางค่าสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ 120 มคก./ลบ.ม. ส่วนผลการตรวจวัดในแต่ละสถานีอยู่ในทำนองเดียวกับฝุ่นรวม คือค่าสูงสุดที่วัดได้อยู่ที่ กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต มีค่าอยู่ในช่วง 42.13 -146.44 มคก./ลบ.ม. รองลงมาคือ หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ มีค่าอยู่ในช่วง 27.35-113.48 มคก./ลบ.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีค่าอยู่ในช่วง 30.36-93.23 มคก./ลบ.ม. และค่าต่ำสุดที่วัดได้อยู่ที่ วัดมณฑป ตลิ่งชัน มีค่าอยู่ในช่วง 25.36-76.34 มคก./ลบ.ม. (ตารางที่ 4.1.1.-1)

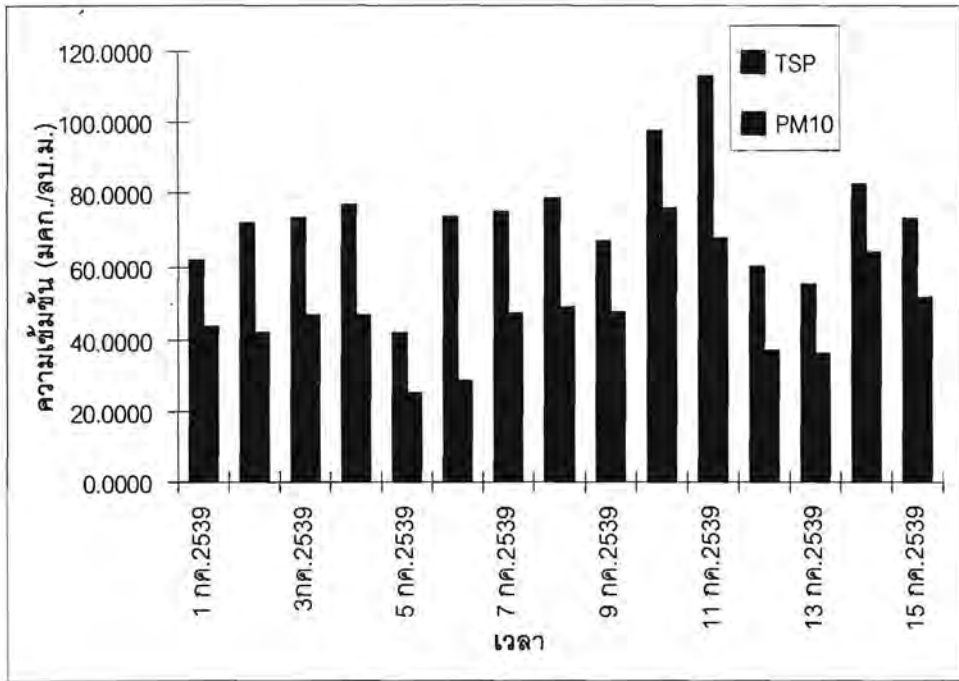
อัตราส่วนปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่บริเวณกรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต มีค่าความเข้มข้นเป็น 3.51 เท่าของบริเวณตลิ่งชัน ส่วนที่สมุทรปราการและจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยมีค่าเท่ากับ 1.99 และ 2.17 เท่าของบริเวณตลิ่งชันตามลำดับ กราฟแสดงความเข้มข้นฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนของแต่ละสถานี แสดงในรูปที่ 4.1.1-1 - 4.1.1-4



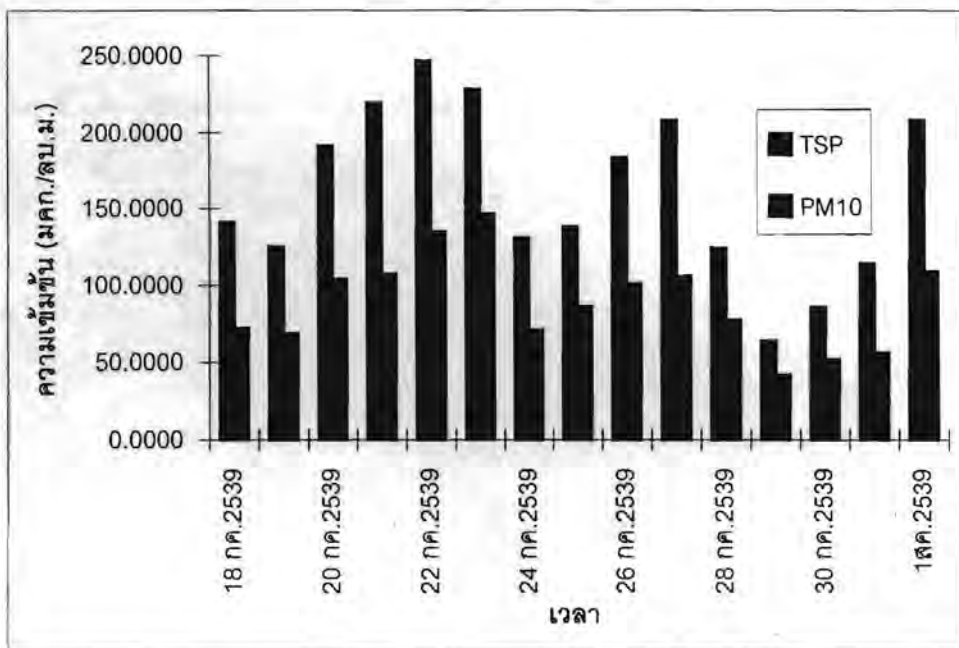
รูปที่ 4.1.1-1 ปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้



รูปที่ 4.1.1-2 ปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้



รูปที่ 4.1.1-3 ปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่วัดมณฑปตลิ่งชัน ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้



รูปที่ 4.1.1-4 ปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

4.1.2 ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

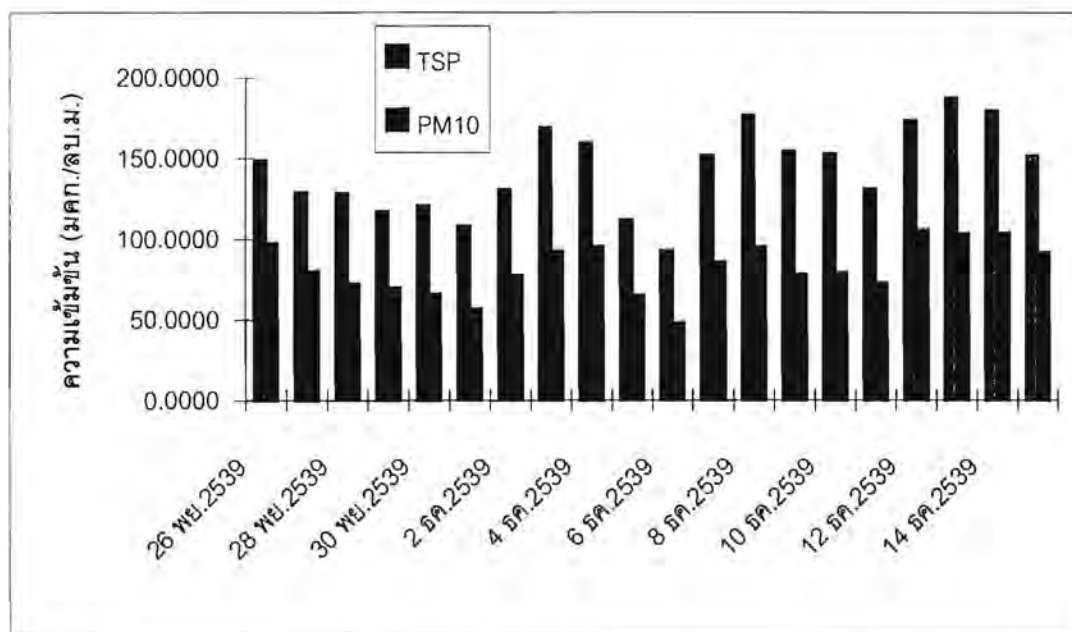
ฝุ่นรวม ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นรวม (ตารางที่ ค-5 - ค-8, ภาคผนวก ค) พบว่า ปริมาณฝุ่นที่ตรวจวัดในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าสูงกว่าในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในทุกสถานี ค่าความเข้มข้นที่ตรวจวัดได้อยู่ในช่วง 48.62-733.26 มคก./ลบ.ม. ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานในสองสถานี คือที่ กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต ซึ่งเป็นจุดที่มีความเข้มข้นฝุ่นสูงสุด มีค่าอยู่ในช่วง 10.46-733.26 มคก./ลบ.ม. และ หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ มีค่าอยู่ในช่วง 198.88-399.26 มคก./ลบ.ม. ส่วนอีกสองสถานีพบว่า ที่ตลิ่งชันและจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีค่าอยู่ระหว่าง 48.62-263.51 มคก./ลบ.ม. และ 92.97-187.80 มคก./ลบ.ม. ตามลำดับ โดยที่ในการตรวจวัดครั้งนี้ที่ตลิ่งชันมีค่าความเข้มข้นฝุ่นสูงเกินปกติ เนื่องจากมีการก่อสร้างถนนบรมราชชนนีคร่อมบนเส้นทางสายปิ่นเกล้า-นครชัยศรี จึงทำให้มีฝุ่นฟุ้งกระจายอยู่ทั่วไปมีผลให้ผลการตรวจวัดมีค่าเปลี่ยนไปจากเดิมที่ควรจะเป็น (ตารางที่ 4.1.2-1)

ตารางที่ 4.1.2-1 สรุปค่าเฉลี่ยและพิสัยของปริมาณฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10) ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

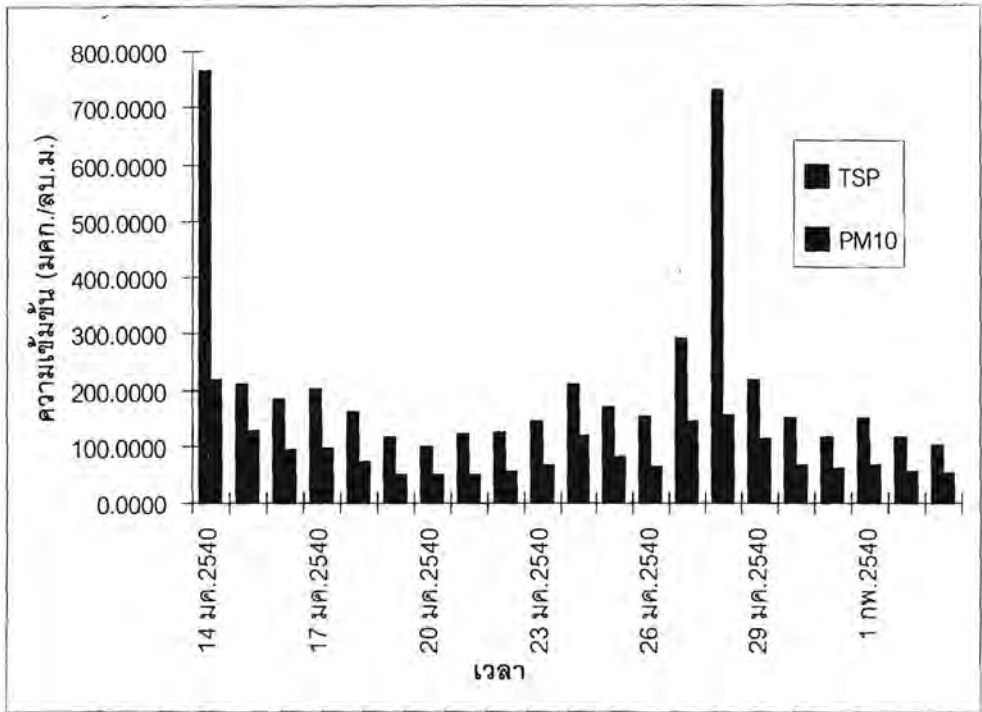
สถานที่	ปริมาณ TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ปริมาณ PM-10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	เปอร์เซ็นต์ PM-10 ใน TSP
จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	143.87 (92.97-187.80)	81.96 (48.13-105.85)	56.91 (50.71-65.45)
กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต	269.25 (198.88-399.26)	123.41 (169.05-250.00)	62.69 (51.65-82.29)
หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ	189.06 (100.46-733.26)	50.06 (83.08-157.58)	47.51 (21.46-61.58)
วัดมณฑป ตลิ่งชัน	148.25 (48.62-263.51)	91.40 (27.55-168.97)	59.96 (42.38-69.66)
มาตรฐาน*	330.00	120.00	-

หมายเหตุ: * มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2538

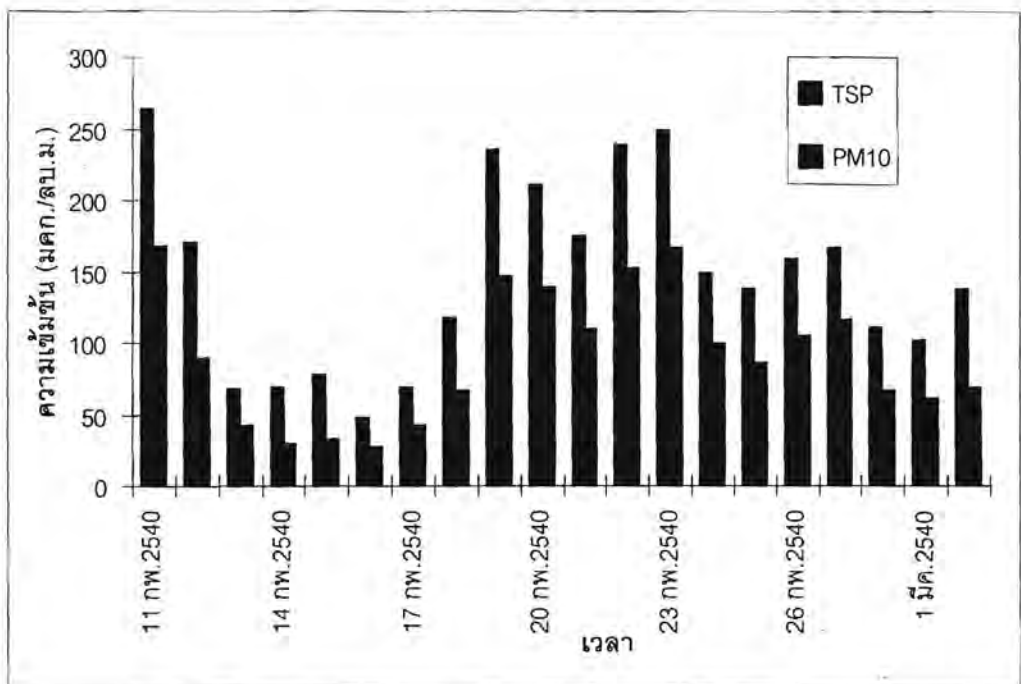
ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน จากผลการตรวจวัด (ตารางที่ ค-5 – ค-8, ภาคผนวก ค) มีค่าอยู่ในช่วง 27.55-250.00 มคก./ลบ.ม. ซึ่งสูงเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ใน 3 สถานี โดยที่ค่าความเข้มข้นสูงสุดที่ตรวจวัดได้อยู่ที่ กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 169.05-250.00 มคก./ลบ.ม. รองลงมาคือ หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ มีความเข้มข้นฝุ่นเท่ากับ 83.08-157.58 มคก./ลบ.ม. ตามด้วย ที่ตลิ่งชัน ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 27.55-168.97 มคก./ลบ.ม. ซึ่งค่าที่ตรวจวัดได้นี้ก็จะมีค่าสูงเกินความเป็นจริง ด้วยเหตุผลเดียวกัน ส่วนจุดที่มีค่าต่ำสุดคือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีค่าอยู่ระหว่าง 48.13-105.85 มคก./ลบ.ม. (ตารางที่ 4.1.2-1) กราฟแสดงความเข้มข้นฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ของแต่ละสถานีแสดงในรูปที่ 4.1.2-1 - 4.1.2-4



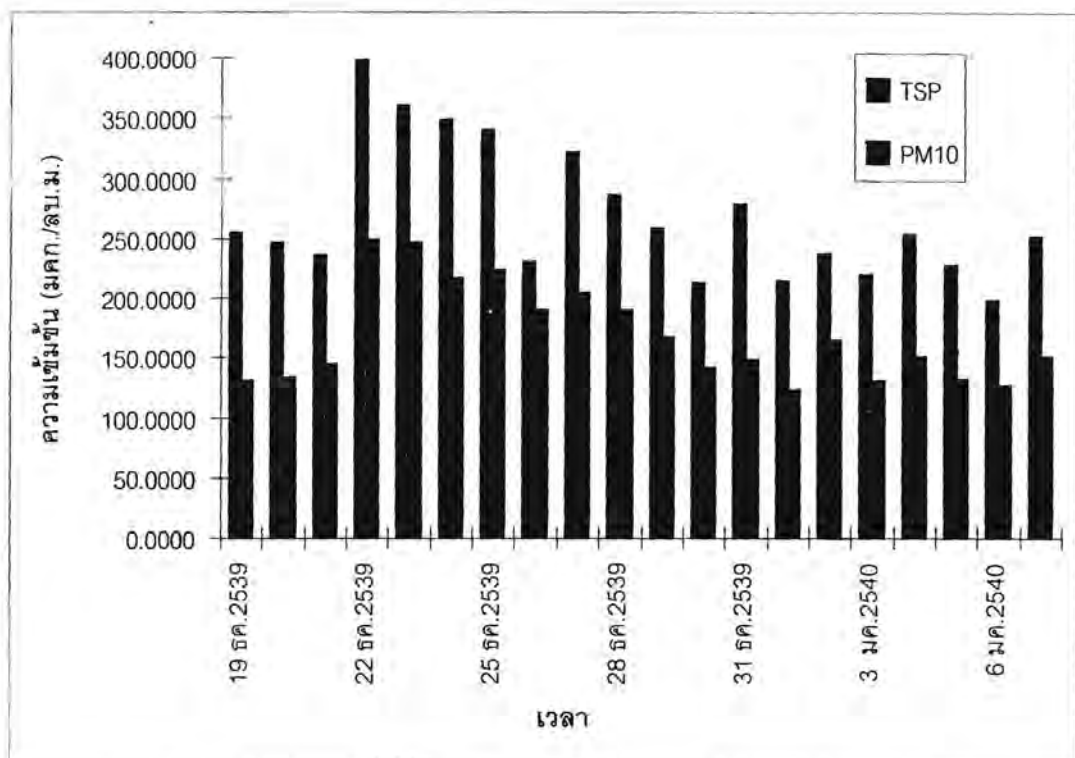
รูปที่ 4.1.2-1 ปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ



รูปที่ 4.1.2-2 ปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่หมวดการทาง พระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ



รูปที่ 4.1.2-3 ปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่วัดมณฑป ตลิ่งชัน ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ



รูปที่ 4.1.2-4 ปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

4.1.3 สัดส่วนของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ต่อฝุ่นรวม

4.1.3.1 ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

จากการผลการตรวจวัดฝุ่นทั้ง 2 ประเภทพบว่าเปอร์เซ็นต์ของฝุ่นที่มีขนาดต่ำกว่า 10 ไมครอน ในฝุ่นรวมของทั้ง 4 สถานี มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 51.35-64.15 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.1.1-1 – 4.1.2-1 และ 4.1.3-1) โดยพบว่าที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 58.63 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ และวัดมณฑป ตลิ่งชัน มีค่าอยู่ระหว่าง 56.21 51.35 และ 64.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สรุปได้ว่าเปอร์เซ็นต์ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในฝุ่นรวมมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันทั้ง 3 สถานี ยกเว้นที่วัดมณฑป ตลิ่งชันที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าสถานีอื่น

4.1.3.2 ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

เปอร์เซ็นต์ของฝุ่นที่มีขนาดต่ำกว่า 10 ไมครอน ในฝุ่นรวมของช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือของทั้ง 4 สถานี มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 47.51-62.69 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.1.1-1 – 4.1.2-1 และ

4.1.3-1) สถานที่ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต มีค่าเท่ากับ 62.69 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ วัดมณฑป ตลิ่งชัน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และหมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 59.96 56.91 และ 47.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สรุปได้ว่าเปอร์เซ็นต์ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในฝุ่นรวมมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน ยกเว้นที่หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการที่มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าสถานี่อื่น ๆ

สรุปได้ว่าปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในฝุ่นรวมของช่วงลมมรสุมทั้ง 2 ฤดู ส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.1.3-1 สรุปเปอร์เซ็นต์ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10) ฝุ่นรวม (TSP) ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

สถานที่	ลมมรสุม ตะวันตกเฉียงใต้	ลมมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือ
จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	58.63 (26.33-66.19)	56.91 (50.71-65.47)
กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต	56.21 (48.92-66.06)	62.69 (51.65-82.29)
หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ	51.35 (44.26-60.32)	47.51 (21.46-61.58)
วัดมณฑป ตลิ่งชัน	64.15 (39.09-78.04)	59.96 (42.38-69.66)

4.2 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ด้วยสมการถดถอย

จากผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในทุกสถานีของทั้งสองช่วงลมมรสุม จะเห็นได้ว่าปริมาณฝุ่นทั้งสองประเภทมีค่าเป็นไปในทำนองเดียวกัน ถ้านำมาค่าความเข้มข้นฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในแต่ละวันในสถานีเดียวกันมาเขียนกราฟ โดยให้แกน x แทนความเข้มข้นฝุ่นรวม และแกน y แทนความเข้มข้นฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10

ไมครอน และคำนวณหาเส้นตรงที่เป็นตัวแทนจากข้อมูลทั้ง 2 ชุด ซึ่งเรียกว่าสมการถดถอยซึ่งเป็นสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจากข้อมูลจากแกน x และ y ในรูปกราฟเส้นตรงโดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด และเรียกเส้นตรงที่ได้จากวิธีนี้ว่าเส้นตรงกำลังสองน้อยที่สุด หรือสมการถดถอยด้วยเหตุผลที่ว่าผลบวกกำลังสองของความแตกต่างระหว่างค่า y ที่ได้จากการตรวจวัด กับค่าที่ประมาณได้บนเส้นตรงมีค่าน้อยกว่าผลบวกกำลังสองของความแตกต่างระหว่างค่า y ที่ได้จากการตรวจวัดกับค่าที่ประมาณได้บนเส้นตรงเส้นอื่น ๆ และจากเส้นตรงที่ได้มานี้ จะสามารถนำมาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ หรือ ค่า Regression หรือ R^2 จากสมการดังกล่าวได้ โดยค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจนี้หมายถึงสัดส่วนที่ตัวแปร x สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปร y ได้ ดังนั้นถ้าค่า R^2 มีค่าที่เข้าใกล้ 1 แสดงว่า y และ x มีความสัมพันธ์กันมาก หรือ x สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของค่า y จากค่า x ได้อย่างถูกต้อง ในทำนองเดียวกันค่า R แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่า x และ y โดย R มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1 ถ้า R มีค่าใกล้ -1 แสดงว่า x และ y มีความสัมพันธ์เชิงตรงกันข้ามกัน และถ้า R มีค่าใกล้ +1 แสดงว่า x และ y มีความสัมพันธ์ในทำนองเดียวกัน

สมการเส้นตรงหรือสมการถดถอยดังกล่าวมีรูปแบบดังนี้

$$y = a + bx$$

โดยที่ y คือ ค่าในแกนตั้ง

x คือ ค่าในแกนนอน

a คือ ค่าที่ตัดแกน x

b คือ ปริมาณเส้นตรงที่จะเปลี่ยนไปเมื่อ x เปลี่ยนไปหนึ่งหน่วย หรือคือความชันเส้นตรง

4.2.1 การประมาณค่าฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10) ด้วยค่าฝุ่นรวม (TSP) ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

4.2.1.1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Model Summary

Model	R	R^2	Adjusted R^2	Std. Error of the Estimate
1	0.984	0.968	0.966	10.755236

จากตาราง Model Summary พบว่า จำนวนของ TSP มีความสัมพันธ์กับ PM-10 ค่อนข้างสูง คือ 0.984 (R) โดยจำนวน TSP มีอิทธิพลต่อ PM-10 ถึงร้อยละ 96.8 (R^2) และอีกร้อยละ 3.2

เกิดจากอิทธิพลด้านอื่น ๆ ที่ไม่ทราบสาเหตุ เมื่อมีการปรับค่าแล้วยังมีค่าถึงร้อยละ 96.6 (Adjusted R-Square) ดังนั้นโดยสรุปแล้วการใช้ตัวแปร (TSP) มาพยากรณ์ตัวแปร (PM-10) น่าจะใช้ได้ดี

ANOVA

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	49151.002	1	49151.002	424.906	.000
Residual	1619.452	14	115.675		
Total	50770.454	15			

จากตาราง ANOVA การวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปร (TSP) แสดงว่าค่า B ไม่เท่ากับ 0 เนื่องจากค่า Sig. = 0.000 มีค่าน้อยกว่า 0.05 หมายความว่าค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปร (TSP) มีผลต่อตัวแปร (PM-10) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

Coefficients

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
TSP (eric)	0.582	0.028	0.984	20.613	.000

จากตาราง Coefficients จะพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของ ตัวแปร (TSP) คือ 0.582 (B) และค่าคงที่เท่ากับ 0 จากความสัมพันธ์ $Y(\text{PM-10}) = B \cdot X(\text{TSP}) + \text{ค่าคงที่}$ จะได้สมการ $Y = 0.582X + 0$ ดังนั้นสมการถดถอยที่ได้จะผ่านจุดกำเนิด (Linear Regression through Origin) โดยสรุปร้อยละ 96.8 ของความแปรปรวนของประชากรสามารถอธิบายได้ด้วยสมการ $Y = 0.582X$

4.2.1.2 กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต

Model Summary

Model	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error of the Estimate
1	0.996	0.992	0.991	8.684245

จากตาราง Model Summary พบว่า จำนวนของ TSP มีความสัมพันธ์กับ PM-10 ค่อนข้างสูง คือ 0.996 (R) โดยจำนวน TSP มีอิทธิพลต่อ PM-10 ถึงร้อยละ 99.2 (R^2) และอีกร้อยละ 0.8 เกิดจากอิทธิพลด้านอื่น ๆ ที่ไม่ทราบสาเหตุ เมื่อมีการปรับค่าแล้วยังมีค่าถึงร้อยละ 99.1 (Adjusted R-Square) ดังนั้นโดยสรุปแล้วการใช้ตัวแปร (TSP) มาพยากรณ์ตัวแปร (PM-10) น่าจะใช้ได้ดี

ANOVA

Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Regression	130306.7	1	130306.7	1727.837	.000
Residual	1055.826	14	75.416		
Total	131362.5	15			

จากตาราง ANOVA การวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปร (TSP) แสดงว่าค่า B ไม่เท่ากับ 0 เนื่องจากค่า Sig. = 0.000 มีค่าน้อยกว่า 0.05 หมายความว่าค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปร (TSP) มีผลต่อตัวแปร (PM-10) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

Coefficients

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
TSP (vipa)	0.551	0.013	0.996	41.567	.000

จากตาราง Coefficients จะพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของ ตัวแปร (TSP) คือ 0.551 (B) และค่าคงที่เท่ากับ 0 จากความสัมพันธ์ $Y(\text{PM-10}) = B \cdot X(\text{TSP}) + \text{ค่าคงที่}$ จะได้สมการ $Y = 0.551X + 0$ ดังนั้นสมการถดถอยที่ได้จะผ่านจุดกำเนิด (Linear Regression through Origin) โดยสรุปร้อยละ 99.2 ของความแปรปรวนของประชากรสามารถอธิบายได้ด้วยสมการ $Y = 0.551X$

4.2.1.3 หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ

Model Summary

Model	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error of the Estimate
1	0.996	0.993	0.992	4.951828

จากตาราง Model Summary พบว่า จำนวนของ TSP มีความสัมพันธ์กับ PM-10 ค่อนข้างสูง คือ 0.996 (R) โดยจำนวน TSP มีอิทธิพลต่อ PM-10 ถึงร้อยละ 99.3 (R²) และอีกร้อยละ 0.7 เกิดจากอิทธิพลด้านอื่น ๆ ที่ไม่ทราบสาเหตุ เมื่อมีการปรับค่าแล้วยังมีค่าถึงร้อยละ 99.2 (Adjusted R-Square) ดังนั้นโดยสรุปแล้วการใช้ตัวแปร (TSP) มาพยากรณ์ตัวแปร (PM-10) น่าจะใช้ได้ดี

ANOVA

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	46691.048	1	46691.048	1904.156	.000
Residual	343.288	14	24.521		
Total	47034.336	15			

จากตาราง ANOVA การวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปร (TSP) แสดงว่าค่า B ไม่เท่ากับ 0 เนื่องจากค่า Sig. = 0.000 มีค่าน้อยกว่า 0.05 หมายความว่าค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปร (TSP) มีผลต่อตัวแปร (PM-10) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

Coefficients

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
TSP (pkan)	0.500	0.011	0.996	43.637	.000

จากตาราง Coefficients จะพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของ ตัวแปร (TSP) คือ 0.500 (B) และค่าคงที่เท่ากับ 0 จากความสัมพันธ์ $Y(\text{PM-10}) = B \cdot X(\text{TSP}) + \text{ค่าคงที่}$ จะได้สมการ $Y =$

$0.500X + 0$ ดังนั้นสมการถดถอยที่ได้จะผ่านจุดกำเนิด (Linear Regression through Origin) โดยสรุปร้อยละ 99.3 ของความแปรปรวนของประชากรสามารถอธิบายได้ด้วยสมการ $Y = 0.500X$

4.2.1.4 วัดมณฑป ตลิ่งชัน

Model Summary

Model	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error of the Estimate
1	0.990	0.979	0.978	7.348101

จากตาราง Model Summary พบว่า จำนวนของ TSP มีความสัมพันธ์กับ PM-10 ค่อนข้างสูง คือ 0.990 (R) โดยจำนวน TSP มีอิทธิพลต่อ PM-10 ถึงร้อยละ 97.9 (R²) และอีกร้อยละ 2.1 เกิดจากอิทธิพลด้านอื่น ๆ ที่ไม่ทราบสาเหตุ เมื่อมีการปรับค่าแล้วยังมีค่าถึงร้อยละ 97.8 (Adjusted R-Square) ดังนั้นโดยสรุปแล้วการใช้ตัวแปร (TSP) มาพยากรณ์ตัวแปร (PM-10) น่าจะใช้ได้ดี

ANOVA

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	35774.351	1	35774.351	662.554	.000
Residual	755.924	14	53.995		
Total	36530.276	15			

จากตาราง ANOVA การวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปร (TSP) แสดงว่าค่า B ไม่เท่ากับ 0 เนื่องจากค่า Sig. = 0.000 มีค่าน้อยกว่า 0.05 หมายความว่าค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปร (TSP) มีผลต่อตัวแปร (PM-10) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

Coefficients

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
TSP (talin)	0.647	0.025	0.990	25740	.000

จากตาราง Coefficients จะพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของ ตัวแปร (TSP) คือ 0.647 (B) และค่าคงที่เท่ากับ 0 จากความสัมพันธ์ $Y(\text{PM-10}) = B \cdot X(\text{TSP}) + \text{ค่าคงที่}$ จะได้สมการ $Y = 0.647X + 0$ ดังนั้นสมการถดถอยที่ได้จะผ่านจุดกำเนิด (Linear Regression through Origin) โดยสรุปร้อยละ 97.9 ของความแปรปรวนของประชากรสามารถอธิบายได้ด้วยสมการ $Y = 0.647X$

4.2.2 การประมาณค่าฝุ่นขนาดเล็ก (PM-10) ด้วยค่าฝุ่นรวม (TSP) ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

4.2.2.1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Model Summary

Model	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error of the Estimate
1	0.998	0.996	0.995	5.639058

จากตาราง Model Summary พบว่า จำนวนของ TSP มีความสัมพันธ์กับ PM-10 ค่อนข้างสูง คือ 0.998 (R) โดยจำนวน TSP มีอิทธิพลต่อ PM-10 ถึงร้อยละ 99.6 (R²) และอีกร้อยละ 0.4 เกิดจากอิทธิพลด้านอื่น ๆ ที่ไม่ทราบสาเหตุ เมื่อมีการปรับค่าแล้วยังมีค่าถึงร้อยละ 99.5 (Adjusted R-Square) ดังนั้นโดยสรุปแล้วการใช้ตัวแปร (TSP) มาพยากรณ์ตัวแปร (PM-10) น่าจะใช้ได้ดี

ANOVA

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	138762.7	1	138762.7	4363.746	.000
Residual	604.181	19	31.799		
Total	139366.8	20			

จากตาราง ANOVA การวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปร (TSP) แสดงว่าค่า B ไม่เท่ากับ 0 เนื่องจากค่า Sig. = 0.000 มีค่าน้อยกว่า 0.05 หมายความว่าค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปร (TSP) มีผลต่อตัวแปร (PM-10) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

Coefficients

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
TSP (eric)	0.570	0.009	0.998	66.059	.000

จากตาราง Coefficients จะพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของ ตัวแปร (TSP) คือ 0.570 (B) และค่าคงที่เท่ากับ 0 จากความสัมพันธ์ $Y(\text{PM-10}) = B \cdot X(\text{TSP}) + \text{ค่าคงที่}$ จะได้สมการ $Y = 0.570X + 0$ ดังนั้นสมการถดถอยที่ได้จะผ่านจุดกำเนิด (Linear Regression through Origin) โดยสรุปร้อยละ 99.6 ของความแปรปรวนของประชากรสามารถอธิบายได้ด้วยสมการ $Y = 0.570X$

4.2.2.2 กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต

Model Summary

Model	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error of the Estimate
1	0.995	0.991	0.991	16.896695

จากตาราง Model Summary พบว่า จำนวนของ TSP มีความสัมพันธ์กับ PM-10 ค่อนข้างสูง คือ 0.995 (R) โดยจำนวน TSP มีอิทธิพลต่อ PM-10 ถึงร้อยละ 99.1 (R²) และอีกร้อยละ 0.9 เกิดจากอิทธิพลด้านอื่น ๆ ที่ไม่ทราบสาเหตุ เมื่อมีการปรับค่าแล้วยังมีค่าเหมือนเดิม (Adjusted R-Square) ดังนั้นโดยสรุปแล้วการใช้ตัวแปร (TSP) มาพยากรณ์ตัวแปร (PM-10) น่าจะใช้ได้ดี

ANOVA

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	597823.5	1	597823.5	2093.965	.000
Residual	5424.468	19	285.498		
Total	603248	20			

จากตาราง ANOVA การวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปร (TSP) แสดงว่าค่า B ไม่เท่ากับ 0 เนื่องจากค่า Sig. = 0.000 มีค่า

น้อยกว่า 0.05 หมายความว่าค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปร (TSP) มีผลต่อตัวแปร (PM-10) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

Coefficients

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
TSP (vipa)	0.629	0.014	0.995	45.76	.000

จากตาราง Coefficients จะพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของ ตัวแปร (TSP) คือ 0.629 (B) และค่าคงที่เท่ากับ 0 จากความสัมพันธ์ $Y(\text{PM-10}) = B \cdot X(\text{TSP}) + \text{ค่าคงที่}$ จะได้สมการ $Y = 0.629X + 0$ ดังนั้นสมการถดถอยที่ได้จะผ่านจุดกำเนิด (Linear Regression through Origin) โดยสรุปร้อยละ 99.1 ของความแปรปรวนของประชากรสามารถอธิบายได้ด้วยสมการ $Y = 0.629X$

4.2.2.3 หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ

Model Summary

Model	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error of the Estimate
1	0.938	0.881	0.875	35.147476

จากตาราง Model Summary พบว่า จำนวนของ TSP มีความสัมพันธ์กับ PM-10 ค่อนข้างสูง คือ 0.938 (R) โดยจำนวน TSP มีอิทธิพลต่อ PM-10 ถึงร้อยละ 88.1 (R²) และอีกร้อยละ 11.9 เกิดจากอิทธิพลด้านอื่น ๆ ที่ไม่ทราบสาเหตุ เมื่อมีการปรับค่าแล้วยังมีค่าถึงร้อยละ 87.5 (Adjusted R-Square) ดังนั้นโดยสรุปแล้วการใช้ตัวแปร (TSP) มาพยากรณ์ตัวแปร (PM-10) น่าจะใช้ได้ดี

ANOVA

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	182211.6	1	182211.6	147.499	.000
Residual	24706.902	20	1235.345		
Total	206918.5	21			

จากตาราง ANOVA การวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปร (TSP) แสดงว่าค่า B ไม่เท่ากับ 0 เนื่องจากค่า Sig. = 0.000 มีค่าน้อยกว่า 0.05 หมายความว่าค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปร (TSP) มีผลต่อตัวแปร (PM-10) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

Coefficients

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
TSP (pkan)	0.331	0.027	0.938	12.145	.000

จากตาราง Coefficients จะพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของ ตัวแปร (TSP) คือ 0.331 (B) และค่าคงที่เท่ากับ 0 จากความสัมพันธ์ $Y(\text{PM-10}) = B \cdot X(\text{TSP}) + \text{ค่าคงที่}$ จะได้สมการ $Y = 0.331X + 0$ ดังนั้นสมการถดถอยที่ได้จะผ่านจุดกำเนิด (Linear Regression through Origin) โดยสรุปร้อยละ 88.1 ของความแปรปรวนของประชากรสามารถอธิบายได้ด้วยสมการ $Y = 0.331X$

4.2.2.4 วัดมณฑป ตลิ่งชัน

Model Summary

Model	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error of the Estimate
1	0.996	0.993	0.992	8.90972

จากตาราง Model Summary พบว่า จำนวนของ TSP มีความสัมพันธ์กับ PM-10 ค่อนข้างสูง คือ 0.996 (R) โดยจำนวน TSP มีอิทธิพลต่อ PM-10 ถึงร้อยละ 99.3 (R²) และอีกร้อยละ 0.7 เกิดจากอิทธิพลด้านอื่น ๆ ที่ไม่ทราบสาเหตุ เมื่อมีการปรับค่าแล้วยังมีค่าถึงร้อยละ 99.2 (Adjusted R-Square) ดังนั้นโดยสรุปแล้วการใช้ตัวแปร (TSP) มาพยากรณ์ตัวแปร (PM-10) น่าจะใช้ได้ดี

ANOVA

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	206425.287	1	206425.287	2600.368	.000
Residual	1508.278	19	79.383		
Total	207933.565	20			

จากตาราง ANOVA การวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปร (TSP) แสดงว่าค่า B ไม่เท่ากับ 0 เนื่องจากค่า Sig. = .000 มีค่าน้อยกว่า 0.05 หมายความว่าค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปร (TSP) มีผลต่อตัวแปร (PM-10) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

Coefficients

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
TSP (talin)	0.628	0.012	0.996	50.994	.000

จากตาราง Coefficients จะพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของ ตัวแปร (TSP) คือ 0.628 (B) และค่าคงที่เท่ากับ 0 จากความสัมพันธ์ $Y(\text{PM-10}) = B \cdot X(\text{TSP}) + \text{ค่าคงที่}$ จะได้สมการ $Y = 0.628X + 0$ ดังนั้นสมการถดถอยที่ได้จะผ่านจุดกำเนิด (Linear Regression through Origin) โดยสรุปร้อยละ 99.3 ของความแปรปรวนของประชากรสามารถอธิบายได้ด้วยสมการ $Y = 0.628X$

สรุปสมการถดถอยที่ได้จากการศึกษาเพื่อนำมาพยากรณ์

จากค่าสมการถดถอยที่ได้จากการศึกษาพบว่า สมการที่ได้ทุกสมการผ่านจุดกำเนิด (Linear Regression through the Origin) ที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากค่า TSP (ฝุ่นรวม) เป็นค่าที่เก็บมาจากจำนวนฝุ่นทั้งหมดในพื้นที่นั้น ๆ ซึ่งจะรวมถึงค่าของ PM-10 อยู่ด้วย ดังนั้นถ้าค่า TSP ไม่มี ค่าของ PM-10 จะต้องมีด้วย ในกรณีนี้เมื่อค่า TSP มีค่าเท่ากับ 10 และเมื่อตรวจสอบพบว่าค่า PM-10 เท่ากับ 10 นั้นแสดงให้เห็นว่าค่าที่ได้จากค่า TSP นั้นเป็นค่าของ PM-10 ทั้งหมด จากค่าที่ได้พบว่าถ้า ค่า TSP เพิ่มขึ้น ค่า PM-10 จะเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนของสมการถดถอยที่ได้ จากพื้นที่

ต่าง ๆ ที่วัดค่าของ TSP และค่า PM-10 รวม 4 พื้นที่ โดยมีช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จะได้สมการถดถอย ดังตารางที่ 4.2-1

ตารางที่ 4.2-1 สรุปสมการถดถอยและค่าสหสัมพันธ์ของฝุ่นรวมและฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

สถานที่	สมการถดถอย(ค่าสหสัมพันธ์, R ²)	
	ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ
1) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	$Y = 0.582X (0.97)$	$Y = 0.570X (0.99)$
2) กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต	$Y = 0.551X (0.99)$	$Y = 0.629X (0.99)$
3) หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ	$Y = 0.500X (0.99)$	$Y = 0.331X (0.88)$
4) วัดมณฑป ตลิ่งชัน	$Y = 0.647X (0.97)$	$Y = 0.628X (0.99)$

4.3 ปริมาณโลหะหนักในฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

4.3.1 ตะกั่ว

4.3.1.1 ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

ฝุ่นรวม ผลการวิเคราะห์ตะกั่วในฝุ่นรวมมีความเข้มข้นอยู่ในช่วงระหว่าง 0.0106-0.2373 มคก./ลบ.ม. (ตารางที่ 4.3.1.1-1) บริเวณที่พบว่ามีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสูงสุดอยู่ที่หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ คือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0767 มคก./ลบ.ม. (0.0212-0.1383 มคก./ลบ.ม.) ทั้งนี้เพราะบริเวณนี้ได้รับผลกระทบจากการจราจรและโรงงานอุตสาหกรรมด้วย รองลงมาคือกรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดี ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับบริเวณหมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ โดยมีค่าเท่ากับ 0.0732 มคก./ลบ.ม. (0.0165-0.1853 มคก./ลบ.ม.) ซึ่งเป็นจุดที่ได้รับผลกระทบจากการจราจรโดยตรง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0604 มคก./ลบ.ม. (0.1011-0.2373 มคก./ลบ.ม.) และสถานที่ที่มีตะกั่วในปริมาณที่น้อยที่สุดคือ ตลิ่งชัน ซึ่งเป็นจุดควบคุม ไม่มีผลกระทบจากปัจจัยอื่น ๆ นอกจากกิจกรรมของมนุษย์ มีปริมาณตะกั่วเท่ากับ 0.0369 มคก./ลบ.ม. (0.0134-0.1008 มคก./ลบ.ม.) (ตารางที่ ง-1 - ง- 4, ภาคผนวก ง)

ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ผลการวิเคราะห์ตะกั่ว (ตาราง 4.3.1.1-1) ในฝุ่นขนาดเล็ก พบว่ามีปริมาณความเข้มข้นในแต่ละจุดในการทำงานใกล้เคียงกันกับฝุ่นรวม โดยจุดที่มีปริมาณสูงสุดอยู่ที่ กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดี โดยมีความเข้มข้นเท่ากับ 0.0634 มคก./ลบ.ม. (0.0335-0.1537 มคก./ลบ.ม.) ซึ่งใกล้เคียงกับ บริเวณหมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ คือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0622 มคก./ลบ.ม. (0.0168-0.1233 มคก./ลบ.ม.) ตามด้วย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0543 มคก./ลบ.ม. (0.0153-0.2273 มคก./ลบ.ม.) และจุดที่มีตะกั่วต่ำสุด คือ ตลิ่งชัน มีปริมาณตะกั่วเท่ากับ 0.0350 มคก./ลบ.ม. (0.0168-0.1022 มคก./ลบ.ม.) (ตารางที่ ง-5 – ง-6, ภาคผนวก ง)

ตารางที่ 4.3.1.1-1 สรุปปริมาณตะกั่วในฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

สถานที่	Pb ใน TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pb ใน PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	0.0604 (0.0106-0.2373)	0.0543 (0.0153-0.2173)
กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต	0.0732 (0.0165-0.1853)	0.0634 (0.0225-0.1537)
หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ	0.0767 (0.0212-0.1383)	0.0622 (0.0168-0.1233)
วัดมณฑป ตลิ่งชัน	0.0369 (0.0134-0.1008)	0.0350 (0.0053-0.1022)

จากผลการวิเคราะห์ตะกั่วในฝุ่นทั้งสองประเภท จะเห็นได้ว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณตะกั่วสูงสุดกับค่าสูงสุดของพิสัยที่ตรวจวัดในสถานี่ต่าง ๆ ไม่มีความสอดคล้องกันเหมือนกับปริมาณฝุ่นที่มีค่าในการทำงานเดียว คือ จุดที่พบว่ามีค่าความเข้มข้นของพิสัยสูงสุดก็จะมีค่าเฉลี่ยสูงสุดตามไปด้วย และพบว่า ตะกั่วในฝุ่นรวมมีค่าสูงกว่าฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ทุกสถานี

4.3.1.2 ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

ฝุ่นรวม ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในสถานีทั้งสี่ (ตารางที่ 4.3.1.2-1) ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.0126-1.3854 มคก./ลบ.ม. พบว่าสถานีที่มีปริมาณตะกั่วสูงสุดอยู่ที่สถานีตลิ่งชันซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.1039 มคก./ลบ.ม. (0.0126-1.3854 มคก./ลบ.ม.) ซึ่งจุดนี้มีผลกระทบจากปัจจัยอื่นคือการก่อสร้างถนน เป็นเหตุให้การจราจรติดขัด เพราะมีฝุ่นจากการก่อสร้างและฝุ่นจากเขม่ารถเพิ่มมากขึ้นค่าที่ได้จึงผิดไปจากเดิม ถ้าไม่นับรวมสถานีนี้ จุดที่มีค่าความเข้มข้นของตะกั่วสูงสุดอยู่ที่ กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดี โดยมีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 0.0958 มคก./ลบ.ม. (0.0189-0.2107 มคก./ลบ.ม.) รองลงมาคือ บริเวณหมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0592 มคก./ลบ.ม. (0.0338-0.1224 มคก./ลบ.ม.) และจุดที่มีตะกั่วต่ำสุด คือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 0.0351 มคก./ลบ.ม. (0.0115-0.0654 มคก./ลบ.ม.) (ตารางที่ ง-9 -- ง-12, ภาคผนวก ง)

ตารางที่ 4.3.1.2-1 สรุปปริมาณตะกั่วในฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

สถานี	Pb ใน TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pb ใน PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	0.0351 (0.0115-0.0654)	0.0250 (0.0037-0.0519)
กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต	0.0958 (0.0189-0.2107)	0.0765 (0.0257-0.1525)
หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ	0.0592 (0.0228-0.1224)	0.0428 (0.0140-0.0963)
วัดมณฑป ตลิ่งชัน	0.1039 (0.0126-1.3854)	0.0289 (0.0071-0.0937)

ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในฝุ่นขนาดเล็ก (ตารางที่ 4.3.1.2-1) พบว่ามีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.0937-0.0037 มคก./ลบ.ม. แต่ความเข้มข้นของตะกั่วใน

แต่ละสถานี มีค่าไม่เป็นไปในทำนองเดียวกับของฝุ่นรวม คือ จุดที่มีความเข้มข้นสูงสุดอยู่ที่ กรมประชาสัมพันธ ถนนวิภาติ โดยมีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 0.0765 มคก./ลบ.ม. (0.1535-0.0257 มคก./ลบ.ม.) รองลงมาคือ หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ คือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0428 มคก./ลบ.ม. (0.0963-0.0140 มคก./ลบ.ม.) ตามด้วย สถานีตลิ่งชัน มีค่าเท่ากับ 0.0289 มคก./ลบ.ม. (0.0937-0.0071 มคก./ลบ.ม.) และจุดที่มีตะกั่วต่ำสุด คือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 0.0250 มคก./ลบ.ม. (0.0519-0.0037 มคก./ลบ.ม.) (ตารางที่ ง-13 – ง-16, ภาคผนวก ง) และพบว่าตะกั่วในฝุ่นรวมมีค่าสูงกว่าฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ทุกสถานี

4.3.2 แมงกานีส

4.3.2.1 ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

ฝุ่นรวม ผลการวิเคราะห์ปริมาณแมงกานีส พบว่ามีค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วงระหว่าง 0.0089-0.1495 มคก./ลบ.ม. สถานีที่พบว่ามีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของ 3 สถานี คือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรมประชาสัมพันธ ถนนวิภาติ และ หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการมีค่าใกล้เคียงกัน คือ 0.0426 มคก./ลบ.ม. (0.0191-0.1020 มคก./ลบ.ม.) 0.0418 มคก./ลบ.ม. (0.0141-0.0624 มคก./ลบ.ม.) และ 0.0404 มคก./ลบ.ม. (0.0140-0.1495 มคก./ลบ.ม.) จุดที่มีปริมาณแมงกานีสต่ำสุดอยู่ที่ ตลิ่งชัน คือมีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 0.0192 มคก./ลบ.ม. (0.0089-0.0392 มคก./ลบ.ม.) (ตารางที่ ง-1 – ง-4 และตารางที่ 4.3.2.1-1)

ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน จากผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นแมงกานีสเฉลี่ยอยู่ในช่วงระหว่าง 0.0027-0.0721 มคก./ลบ.ม. โดยพบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นแมงกานีสที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0285 มคก./ลบ.ม. (0.010-0.0721 มคก./ลบ.ม.) รองลงมา คือ กรมประชาสัมพันธ ถนนวิภาติ และหมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ โดยที่ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นเท่ากับ 0.0217 มคก./ลบ.ม. (0.0077-0.0355 มคก./ลบ.ม.) 0.0197 มคก./ลบ.ม. (0.0034-0.0799 มคก./ลบ.ม.) และ จุดที่มีความเข้มข้นต่ำสุดอยู่ที่ ตลิ่งชัน คือมีปริมาณแมงกานีสเฉลี่ยเท่ากับ 0.0099 มคก./ลบ.ม. (0.0027-0.0285 มคก./ลบ.ม.) (ตารางที่ ง-5 – ง-9 และตารางที่ 4.3.2.1-1)

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแมงกานีสในฝุ่นทั้งสองประเภท พบว่าแมงกานีสในฝุ่นรวมมีค่าสูงกว่าในฝุ่นขนาดเล็กในทุกสถานี

ตารางที่ 4.3.2.1-1 สรุปปริมาณแมงกานีสในฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

สถานที่	Mn ใน TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mn ใน PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	0.0426 (0.0191-0.1020)	0.0285 (0.0100-0.0721)
กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต	0.0418 (0.0141-0.0624)	0.0217 (0.0077-0.0355)
หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ	0.0404 (0.0140-0.1495)	0.0197 (0.0034-0.0799)
วัดมณฑป ตลิ่งชัน	0.0192 (0.0089-0.0392)	0.0099 (0.0027-0.0285)

4.3.2.2 ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

ฝุ่นรวม ผลการวิเคราะห์ปริมาณแมงกานีสในแต่ละสถานีในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ มีค่าสูงกว่าในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ทุกสถานี โดยความเข้มข้นแมงกานีสมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0026-0.0835 มคก./ลบ.ม. โดยสถานีที่มีค่าสูงสุดอยู่ที่ กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0823 มคก./ลบ.ม. (0.0506-0.1144 มคก./ลบ.ม.) รองลงมาคือ หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ และ ตลิ่งชัน โดยที่ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นเท่ากับ 0.0610 มคก./ลบ.ม. (0.0285-0.01274 มคก./ลบ.ม.) 0.0469 มคก./ลบ.ม. (0.0097-0.0910 มคก./ลบ.ม.) ตามลำดับ และจุดที่มีความเข้มข้นต่ำสุดอยู่ที่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยคือมีปริมาณแมงกานีสเฉลี่ยเท่ากับ 0.0440 มคก./ลบ.ม. (0.0313-0.0597 มคก./ลบ.ม.) (ตารางที่ ง-9 – ง-12 และตารางที่ 4.3.2.2-1)

ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ผลการวิเคราะห์แมงกานีส พบว่า โดยความเข้มข้นแมงกานีสมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0026-0.0084 มคก./ลบ.ม. โดยสถานีที่มีค่าสูงสุดอยู่ที่ กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0447 มคก./ลบ.ม. (0.0297-0.084 มคก./ลบ.ม.)

รองลงมาคือ หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ โดยที่ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นเท่ากับ 0.0264 มคก./ลบ.ม. (0.0097-0.0643 มคก./ลบ.ม.) ส่วนดิ่งชั้น และ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นจุดที่มีความเข้มข้นใกล้เคียงกันและค่อนข้างต่ำ คือมีปริมาณแอมกานีสเฉลี่ยเท่ากับ 0.0210 มคก./ลบ.ม. (0.0026-0.0444 มคก./ลบ.ม.) และ 0.0207 มคก./ลบ.ม. (0.0131-0.0306 มคก./ลบ.ม.) (ตารางที่ ง-13 – ง-16 และตารางที่ 4.3.2.2-1)

ตารางที่ 4.3.2.2-1 สรุปปริมาณแอมกานีสในฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

สถานที่	Mn ใน TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mn ใน PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	0.0440 (0.0313-0.0597)	0.0207 (0.0131-0.0306)
กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต	0.0823 (0.0506-0.1144)	0.0447 (0.0297-0.0835)
หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ	0.0610 (0.0285-0.1274)	0.0264 (0.0097-0.0643)
วัดมณฑป ดิ่งชั้น	0.0469 (0.0097-0.0910)	0.0210 (0.0026-0.0444)

เช่นเดียวกับในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พบว่า ปริมาณแอมกานีสในฝุ่นรวมมีค่าสูงกว่าในฝุ่นขนาดเล็กในทุกสถานี และปริมาณแอมกานีสในฝุ่นทั้งสองประเภทในช่วงลมตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าสูงกว่าในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ทุกสถานี ยกเว้น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3.3 สังกะสี

4.3.3.1 ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

ฝุ่นรวม ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอมกานีส พบว่ามีค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วงระหว่าง 0.0705-1.0345 มคก./ลบ.ม. โดยพบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นแอมกานีสที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มีค่าสูงสุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.4043 มคก./ลบ.ม. (0.1541-1.0345 มคก./ลบ.ม.) รองลงมา คือ กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดี และ หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ โดยที่ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นเท่ากับ 0.3044 มคก./ลบ.ม. (0.1063-0.5348 มคก./ลบ.ม.) 0.2592 มคก./ลบ.ม. (0.0678-0.7982 มคก./ลบ.ม.) ตามลำดับ และ จุดที่มีความเข้มข้นต่ำสุดอยู่ที่ ตลิ่งชัน คือมีปริมาณแอมกานีสเฉลี่ยเท่ากับ 0.1841 มคก./ลบ.ม. (0.0705-0.3953 มคก./ลบ.ม.) (ตารางที่ ง-1 – ง-4 และ ตารางที่ 4.3.3.1-1)

ฝุ่นที่มีขนาดต่ำกว่า 10 ไมครอน ผลการวิเคราะห์สังกะสี พบว่า โดยความเข้มข้นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.1386-0.9285 มคก./ลบ.ม. โดยแต่ละสถานีมีค่าความเข้มข้นไปเรียงจากมากไปน้อย ในทำนองเดียวกับฝุ่นรวม โดยพบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นแอมกานีสที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยมีค่าสูงสุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.3454 มคก./ลบ.ม. (0.1386-0.9285 มคก./ลบ.ม.) รองลงมา คือ กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดี และหมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ โดยที่ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นเท่ากับ 0.2451 มคก./ลบ.ม. (0.0830-0.4351 มคก./ลบ.ม.) 0.2091 มคก./ลบ.ม. (0.0620-0.6539 มคก./ลบ.ม.) ตามลำดับ และจุดที่มีความเข้มข้นต่ำสุดอยู่ที่ ตลิ่งชัน คือมีปริมาณสังกะสีเฉลี่ยเท่ากับ 0.1679 มคก./ลบ.ม. (0.0390-0.3791 มคก./ลบ.ม.) (ตารางที่ ง-5 - ง-8 และ ตารางที่ 4.3.3.1-1)

ตารางที่ 4.3.3.1-1 สรุปปริมาณสังกะสีในฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้

สถานที่	Zn ใน TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Zn ใน PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	0.4043 (0.1541-1.0345)	0.3454 (0.1386-0.9285)
กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต	0.3044 (0.1063-0.5348)	0.2451 (0.0830-0.4351)
หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ	0.2592 (0.0678-0.7982)	0.2091 (0.0620-0.6539)
วัดมณฑป ตลิ่งชัน	0.1841 (0.0705-0.3953)	0.1679 (0.0390-0.3791)

จากการวิเคราะห์ปริมาณสังกะสีในฝุ่นทั้งสองประเภทในลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เปรียบเทียบกัน พบว่าปริมาณสังกะสีในฝุ่นรวมมีค่าสูงกว่าในฝุ่นขนาดเล็กในทุกสถานี

4.3.3.2 ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

ฝุ่นรวม ผลการวิเคราะห์ปริมาณสังกะสี พบว่ามีค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วงระหว่าง 0.2040-0.7289 มคก./ลบ.ม. โดยพบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสังกะสีสูงสุดพบที่ หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ โดยที่ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นเท่ากับ 0.3487 มคก./ลบ.ม. (0.2040-0.8043 มคก./ลบ.ม.) รองลงมาคือ ตลิ่งชัน และ กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต โดยที่ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นเท่ากับ 0.2684 มคก./ลบ.ม. (0.0375-0.6774 มคก./ลบ.ม.) และ 0.247 มคก./ลบ.ม. (0.0499-0.7289 มคก./ลบ.ม.) ตามลำดับ และสถานีที่มีความเข้มข้นต่ำสุดคือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งมีความเข้มข้นเท่ากับ 0.2199 มคก./ลบ.ม. (0.1235-0.3349 มคก./ลบ.ม.) (ตารางที่ ง-9 – ง-12 และ ตารางที่ 4.3.3.2-1)

ตารางที่ 4.3.3.2-1 ปริมาณสังกะสีในฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

สถานี	Zn ใน TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Zn ใน PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	0.2199 (0.1235-0.3349)	0.1883 (0.1098-0.3227)
กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต	0.3487 (0.2040-0.8043)	0.2224 (0.0846-0.6391)
หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ	0.2427 (0.0499-0.7289)	0.1796 (0.0191-0.6102)
วัดมณฑป ตลิ่งชัน	0.2684 (0.0375-0.6774)	0.2351 (0.0838-0.6599)

ฝุ่นที่มีขนาดต่ำกว่า 10 ไมครอน ผลการวิเคราะห์หลังกะสี พบว่า โดยความเข้มข้นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0191-0.6391 มคก./ลบ.ม. โดยพบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสังกะสีสูงสุดพบที่ ตลิ่งชัน โดยที่ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นเท่ากับ 0.2351 มคก./ลบ.ม. (0.0838-0.6599 มคก./ลบ.ม.) รองลงมาคือ กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต และ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยที่ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นเท่ากับ 0.2224 มคก./ลบ.ม. (0.0846-0.6391 มคก./ลบ.ม.) และ 0.1883 มคก./ลบ.ม. (0.1098-0.3227 มคก./ลบ.ม.) ตามลำดับ และ สถานีที่มีความเข้มข้นต่ำสุดคือ หมวดยุทธการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ ซึ่งมีความเข้มข้นเท่ากับ 0.1796 มคก./ลบ.ม. (0.0191-0.6102 มคก./ลบ.ม.) (ตารางที่ ง-13 – ง-16 และตารางที่ 4.3.3.2-1) นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณสังกะสีในฝุ่นรวมมีค่าสูงกว่าในฝุ่นขนาดเล็กในทุกสถานี

4.3.4 ทองแดง

4.3.4.1 ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

ฝุ่นรวม ผลการวิเคราะห์ปริมาณทองแดง พบว่ามีค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วงระหว่าง 0.0488- 0.2983 มคก./ลบ.ม. โดยสถานีที่มีความเข้มข้นชั้นอยู่ที่สูงสุดคือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยที่ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นเท่ากับ 0.1927 มคก./ลบ.ม. (0.1203-0.2983 มคก./ลบ.ม.) รองลงมาคือ หมวดยุทธการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ และ กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต โดยที่ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นเท่ากับ 0.1749 มคก./ลบ.ม. (0.1164-0.2177 มคก./ลบ.ม.) และ 0.1315 มคก./ลบ.ม. (0.0818-0.1798 มคก./ลบ.ม.) ตามลำดับ และ จุดที่มีความเข้มข้นต่ำสุดอยู่ที่ ตลิ่งชัน มีค่าเท่ากับ 0.0874 มคก./ลบ.ม. (0.0488-0.1505 มคก./ลบ.ม.) (ตารางที่ ง-1 – ง-4 และตารางที่ 4.3.4.1-1)

ฝุ่นที่มีขนาดต่ำกว่า 10 ไมครอน ผลการวิเคราะห์ทองแดง พบว่า โดยความเข้มข้นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0675-0.3083 มคก./ลบ.ม. ซึ่งทองแดงที่วิเคราะห์ได้จากฝุ่นขนาดเล็กมีค่าสูงที่สุดมากกว่าในฝุ่นรวม โดยพบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสังกะสีสูงสุดพบที่ ตลิ่งชัน โดยที่ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นเท่ากับ 0.1906 มคก./ลบ.ม. (0.1168-0.3083 มคก./ลบ.ม.) ซึ่งมีค่าสูงกว่าในฝุ่นรวม รองลงมาคือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ หมวดยุทธการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ โดยที่ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นเท่ากับ 0.1479 มคก./ลบ.ม. (0.1166-0.1846 มคก./ลบ.ม.) และ 0.1307 มคก./ลบ.ม. (0.0675-0.2055 มคก./ลบ.ม.) ตามลำดับ จุดที่มีความเข้มข้นต่ำสุดอยู่ที่ กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดี

รังสีดี มีค่าเท่ากับ 0.0680 มคก./ลบ.ม. (0.1005-0.3177 มคก./ ลบ.ม.) (ตารางที่ ง-5 - ง-8 และ ตารางที่ 4.3.4.1-1)

ตารางที่ 4.3.4.1-1 สรุปปริมาณทองแดงในฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

สถานที่	Cu ใน TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cu ใน PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	0.1927 (0.1203-0.2983)	0.1479 (0.1166-0.1846)
กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต	0.1315 (0.0818-0.1798)	0.0680 (0.1005-0.3177)
หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ	0.1749 (0.1164-0.2177)	0.1307 (0.0675-0.2055)
วัดมณฑป ตลิ่งชัน	0.0874 (0.0488-0.1505)	0.1906 (0.1168-0.3083)

สำหรับโลหะทองแดงไม่สามารถสรุปได้ว่าในฝุ่นรวมมีทองแดงมากกว่าในฝุ่นขนาดเล็ก

4.3.4.2 ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

ฝุ่นรวม ผลการวิเคราะห์ปริมาณทองแดง พบว่ามีค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วงระหว่าง 0.0451-1.2467 มคก./ลบ.ม. โดยพบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสูงสุดที่ตลิ่งชัน โดยที่ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นเท่ากับ 0.1906 มคก./ลบ.ม. (0.1168-0.3083 มคก./ลบ.ม.) รองลงมาคือ กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์สมุทรปราการ โดยที่ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นเท่ากับ 0.1379 มคก./ลบ.ม. (0.1005-0.2124 มคก./ลบ.ม.) และ 0.1253 มคก./ลบ.ม. (0.0238-0.4579 มคก./ลบ.ม.) ตามลำดับ จุดที่มีความเข้มข้นต่ำสุดอยู่ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีค่าเท่ากับ 0.0558 มคก./ลบ.ม. (0.0451-0.0786 มคก./ลบ.ม.) (ตารางที่ ง-9 - ง-12 และตารางที่ 4.3.4.2-1)

ฝุ่นที่มีขนาดต่ำกว่า 10 ไมครอน ผลการวิเคราะห์ของแดง พบว่า โดยความเข้มข้นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0795-0.3783 มคก./ลบ.ม. ซึ่งทองแดงที่วิเคราะห์ได้จากฝุ่นขนาดเล็กมีค่าเฉลี่ยแต่ละสถานีสูงกว่าฝุ่นรวม ยกเว้นที่ ตลิ่งชัน โดยพบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นทองแดงสูงสุดพบที่ กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต โดยที่ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นเท่ากับ 0.1452 มคก./ลบ.ม. (0.0878-0.2599 มคก./ลบ.ม.) รองลงมาคือ ตลิ่งชัน และหมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ โดยที่ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นเท่ากับ 0.1364 มคก./ลบ.ม. (0.0795-0.3783 มคก./ลบ.ม.) และ 0.1286 มคก./ลบ.ม. (0.0705-0.2572 มคก./ลบ.ม.) ตามลำดับ จุดที่มีความเข้มข้นต่ำสุดอยู่ที่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีค่าเท่ากับ 0.1067 มคก./ลบ.ม. (0.0604-0.2303 มคก./ลบ.ม.) (ตารางที่ ง-13 – ง-16 และตารางที่ 4.3.4.2-1)

ตารางที่ 4.3.4.2-1 สรุปปริมาณทองแดงในฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงเหนือ

สถานที่	Cu ใน TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cu ใน PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	0.0558 (0.0451-0.0786)	0.1067 (0.0604-0.2303)
กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต	0.1379 (0.1005-0.2124)	0.1452 (0.0878-0.2599)
หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ	0.1253 (0.0238-0.4579)	0.1286 (0.0705-0.2572)
วัดมณฑป ตลิ่งชัน	0.1856 (0.0520-1.2467)	0.1364 (0.0795-0.3783)

เช่นเดียวกันกับในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ไม่สามารถสรุปได้ว่าในฝุ่นรวมมีทองแดงมากกว่าในฝุ่นขนาดเล็ก

4.4 สัดส่วนของโลหะหนักในฝุ่นรวมและฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

4.4.1 ตะกั่ว

ผลการคำนวณเปอร์เซ็นต์ของตะกั่วในฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ในตารางที่ 4.4.1-1 พบว่าเปอร์เซ็นต์ตะกั่วฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.0716-0.1256 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าในฝุ่นรวมซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.0450-0.0816 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ปริมาณตะกั่วในฝุ่นทั้งสองประเภทมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 4.3.1.1-1 และ 4.3.1.2-1) แสดงว่าตะกั่วมีการกระจายในฝุ่นที่มีขนาดเล็กมากกว่าในฝุ่นขนาดใหญ่ และในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าเปอร์เซ็นต์ตะกั่วเฉลี่ยในฝุ่นขนาดเล็กมีค่าเท่ากับ 0.0289-0.0504 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าฝุ่นขนาดใหญ่ที่มีค่าเท่ากับ 0.0234-0.0343 เปอร์เซ็นต์ เช่นกัน (ยกเว้นที่ตลิ่งชัน ซึ่งได้รับผลกระทบจากการก่อสร้างถนน) แต่ปริมาณตะกั่วในฝุ่นขนาดใหญ่มีปริมาณมากกว่าในฝุ่นเล็ก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ มีลมพัดแรงจึงมีการฟุ้งกระจายของฝุ่นมากขึ้น โดยแหล่งที่มาของตะกั่วมาจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงที่เติมสารตะกั่วลงไปเพื่อเพิ่มออกเทน

เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ตะกั่วในช่วงลมมรสุมทั้งสองพบว่า เปอร์เซ็นต์ตะกั่วในฝุ่นทั้งสองประเภทในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีค่าสูงกว่าในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือทุกสถานี ยกเว้นฝุ่นรวมที่สถานีตลิ่งชันในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

สรุปได้ว่าตะกั่วมีการกระจายตัวในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มากกว่าในฝุ่นรวมและเปอร์เซ็นต์ตะกั่วในฝุ่นทั้งสองประเภท ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีค่าสูงกว่าในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ตะกั่วในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงเท่ากับ 0.0289-0.1256 เปอร์เซ็นต์ และค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ตะกั่วในฝุ่นรวมซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.0234-0.0816 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.4.1-1 เปอร์เซนต์ตะกั่วในฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10)

ลมมรสุม	สถานที่	ค่าเฉลี่ย % Pb ใน TSP	ค่าเฉลี่ย % Pb ใน PM-10
ตะวันตกเฉียงใต้	จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	0.0618 (0.0185-0.2057)	0.1188 (0.0414-0.7155)
	กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต	0.0450 (0.0259-0.1344)	0.0716 (0.0396-0.1778)
	หมวดการทางพระสมุทร เจดีย์ สมุทรปราการ	0.0816 (0.0363-0.1955)	0.1256 (0.0587-0.2425)
	บริเวณวัดมณฑป ตลิ่งชัน	0.0506 (0.0169-0.1397)	0.0806 (0.0112-0.2418)
ตะวันออกเฉียง เหนือ	จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	0.0234 (0.0116-0.0365)	0.0289 (0.0076-0.0499)
	กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต	0.0343 (0.0080-0.0605)	0.0436 (0.0194-0.0708)
	หมวดการทางพระสมุทร เจดีย์ สมุทรปราการ	0.03312 (0.0091-0.0993)	0.0504 (0.0238-0.1515)
	บริเวณวัดมณฑป ตลิ่งชัน	0.0533 (0.0117-0.5791)	0.0323 (0.0145-0.0609)

4.4.2 แมงกานีส

แมงกานีสในฝุ่นทั้งสองประเภทแสดงในตารางที่ 4.4.2 -1 พบว่าเปอร์เซนต์แมงกานีสในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าน้อยกว่าเปอร์เซนต์แมงกานีสในฝุ่นรวมในทั้งสองช่วงลมมรสุม ยกเว้นที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยพบว่าในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เปอร์เซนต์ของแมงกานีสในฝุ่นรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.0263-0.0447 เปอร์เซนต์ และในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.0207-0.0576 เปอร์เซนต์และในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เปอร์เซนต์ของแมงกานีสในฝุ่นรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.0306-

0.0315 เปอร์เซ็นต์ และในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.0216-0.0276 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าแมงกานีสมีการกระจายตัวในฝุ่นขนาดเล็กมากกว่าในฝุ่นรวม

ส่วนเปอร์เซ็นต์การกระจายตัวในช่วงลมมรสุมทั้งสองนั้นไม่แสดงแนวโน้มการมากกว่าน้อยกว่าให้เห็นได้ชัดเจน

สรุปได้ว่าแมงกานีสมีการกระจายตัวในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน น้อยกว่าในฝุ่นรวม และค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์แมงกานีสในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงเท่ากับ 0.0216-0.0329 เปอร์เซ็นต์ และค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ตะกั่วในฝุ่นรวมซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.0263-0.0447 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.4.2-1 เปอร์เซ็นต์แมงกานีสในฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10)

ลมมรสุม	สถานที่	ค่าเฉลี่ย % Mn ใน TSP	ค่าเฉลี่ย % Mn ใน PM-10
ตะวันตกเฉียงใต้	จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	0.0447 (0.0260-0.0884)	0.0576 (0.0207-0.2373)
	กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต	0.0266 (0.0200-0.0494)	0.0264 (0.0148-0.0628)
	หมวดการทางพระสมุทร เจดีย์ สมุทรปราการ	0.0369 (0.0236-0.0653)	0.0329 (0.0111-0.0704)
	บริเวณวัดมณฑป ดลิ่งชัน	0.0263 (0.0168-0.0633)	0.0207 (0.0106-0.0654)
	ตะวันออกเฉียง เหนือ	จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	0.0306 (0.0273-0.0349)
กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต		0.0311 (0.0127-0.0369)	0.0260 (0.0208-0.0334)
หมวดการทางพระสมุทร เจดีย์ สมุทรปราการ		0.0315 (0.0147-0.0433)	0.0276 (0.0182-0.0397)
บริเวณวัดมณฑป ดลิ่งชัน		0.0306 (0.0199-0.0386)	0.0216 (0.0094-0.0301)

4.4.3 สังกะสี

เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของสังกะสีในฝุ่นทั้งสองประเภทในตารางที่ 4.4.3-1 พบว่าเปอร์เซ็นต์ของสังกะสีในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าสูงกว่าในฝุ่นรวมในทั้งสองช่วงลมมรสุม โดยพบว่าในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เปอร์เซ็นต์ของสังกะสีในฝุ่นรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.1903-0.4339 เปอร์เซ็นต์ และในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.2812-0.5547 เปอร์เซ็นต์ และในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เปอร์เซ็นต์ของสังกะสีในฝุ่นรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.1138-0.1624 เปอร์เซ็นต์ และในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.1302-0.3081 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าสังกะสีมีการกระจายตัวในฝุ่นขนาดเล็กมากกว่าในฝุ่นรวม

ตารางที่ 4.4.3-1 เปอร์เซ็นต์สังกะสีในฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10)

ลมมรสุม	สถานที่	ค่าเฉลี่ย % Zn ใน TSP	ค่าเฉลี่ย % Zn ใน PM-10
ตะวันตกเฉียงใต้	จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	0.4339 (0.2172-0.8971)	0.5547 (0.2986-1.1979)
	กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต	0.1903 (0.1000-0.3022)	0.2812 (0.1628-0.4421)
	หมวดการทางพระสมุทร เจดีย์ สมุทรปราการ	0.2406 (0.1232-0.3994)	0.3806 (0.2161-0.6072)
	บริเวณวัดมณฑป ตลิ่งชัน	0.2590 (0.0794-0.4990)	0.3658 (0.0985-0.7010)
ตะวันออกเฉียง เหนือ	จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	0.1535 (0.1009-0.2024)	0.2311 (0.1510-0.3309)
	กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต	0.1279 (0.0897-0.2358)	0.1302 (0.0686-0.2851)
	หมวดการทางพระสมุทร เจดีย์ สมุทรปราการ	0.1138 (0.0389-0.3259)	0.1815 (0.0373-0.5111)
	บริเวณวัดมณฑป ตลิ่งชัน	0.1624 (0.0640-0.6965)	0.3081 (0.0866-0.6328)

ในการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์สังกะสีในลมมรสุมทั้งสองช่วง พบว่าเปอร์เซ็นต์สังกะสีในฝุ่นทั้งสองประเภทในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีค่าสูงกว่าในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในทุกสถานี

สรุปได้ว่าสังกะสีมีการกระจายตัวในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มากกว่าในฝุ่นรวม และเปอร์เซ็นต์สังกะสีในฝุ่นทั้งสองประเภทในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีค่าสูงกว่าในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์สังกะสีในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงเท่ากับ 0.1302-0.5547 เปอร์เซ็นต์ และค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์สังกะสีในฝุ่นรวมซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.1138-0.4339 เปอร์เซ็นต์

4.4.4 ทองแดง

เปอร์เซ็นต์ของทองแดงในฝุ่นทั้งสองประเภทในตารางที่ 4.4.4-1 พบว่า เปอร์เซ็นต์ของทองแดงในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าสูงกว่าในฝุ่นรวมในทั้งสองช่วงลมมรสุม โดยพบว่าในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยพบว่าในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เปอร์เซ็นต์ของทองแดงในฝุ่นรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.1270-0.2137 เปอร์เซ็นต์ และในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.1945-0.4273 เปอร์เซ็นต์ และในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เปอร์เซ็นต์ของทองแดงในฝุ่นรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.1179-0.0401 เปอร์เซ็นต์ และในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.0860-0.1890 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าทองแดงมีการกระจายตัวในฝุ่นขนาดเล็กมากกว่าในฝุ่นรวม

เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ทองแดงในลมมรสุมทั้งสองช่วง พบว่าเปอร์เซ็นต์ทองแดงในฝุ่นทั้งสองประเภทในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีค่าสูงกว่าในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในทุกสถานี

สรุปได้ว่าทองแดงมีการกระจายตัวในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มากกว่าในฝุ่นรวม และเปอร์เซ็นต์ทองแดงในฝุ่นทั้งสองประเภทในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีค่าสูงกว่าในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ทองแดงในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงเท่ากับ 0.0401-0.2170 เปอร์เซ็นต์ และค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ทองแดงในฝุ่นรวมซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.0890-0.4273 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.4.4-1 เปอร์เซนต์ทองแดงในฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10)

ลมมรสุม	สถานที่	ค่าเฉลี่ย % Cu ใน TSP	ค่าเฉลี่ย % Cu ใน PM-10
ตะวันตกเฉียงใต้	จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	0.2102 (0.1333-0.3653)	0.2927 (0.1549-0.5206)
	กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต	0.0907 (0.0605-0.2000)	0.1945 (0.1252-0.3230)
	หมวดการทางพระสมุทร เจดีย์ สมุทรปราการ	0.2137 (0.0571-0.3345)	0.3027 (0.1060-0.5525)
	บริเวณวัดมณฑป ตลิ่งชัน	0.1270 (0.0499-0.2468)	0.4273 (0.2548-0.6743)
ตะวันออกเฉียง เหนือ	จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	0.0401 (0.0292-0.0623)	0.1349 (0.0739-0.2362)
	กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต	0.0520 (0.0386-0.0663)	0.0860 (0.0622-0.1226)
	หมวดการทางพระสมุทร เจดีย์ สมุทรปราการ	0.0733 (0.0137-0.3086)	0.1591 (0.0659-0.3089)
	บริเวณวัดมณฑป ตลิ่งชัน	0.1179 (0.0252-0.5211)	0.1890 (0.0559-0.4448)

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผล

5.1 ปริมาณฝุ่นรวมและปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

ปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในบริเวณสถานีตรวจวัดทั้ง 4 จุด พบว่า ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าสูงกว่าลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในทุกสถานที่ทำการตรวจวัดและในสถานีที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการจราจรคือ กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต พบว่ามีปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มากกว่าสถานีอื่น ๆ ในทั้งสองช่วงลมมรสุม

สำหรับปริมาณฝุ่นรวมมีแนวโน้มไปในทำนองเดียวกันในทั้งสองช่วงลมมรสุม คือสถานีที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการจราจรคือ กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิตมีค่าสูงสุด รองลงมาคือสถานีที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการอุตสาหกรรมคือ หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์สมุทรปราการ สถานีที่เป็นตัวแทนของย่านการค้าและการศึกษา คือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสถานีที่มีปริมาณฝุ่นน้อยที่สุดคือ วัดมณฑป ตลิ่งชัน ซึ่งเป็นตัวแทนของย่านที่พักอาศัย (ยกเว้นในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่ได้รับผลกระทบจากการก่อสร้างถนนบรมราชชนนี)

ส่วนปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีแนวโน้มไปในทำนองเดียวกันในทั้งสองช่วงลมมรสุม คือสถานีที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการจราจรคือ กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิตมีค่าสูงสุด รองลงมาคือ สถานีที่เป็นตัวแทนของย่านการค้าและการศึกษา คือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สถานีที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการอุตสาหกรรมคือ หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์สมุทรปราการ และมีค่าต่ำสุดที่วัดมณฑป ตลิ่งชัน ซึ่งเป็นตัวแทนของย่านที่พักอาศัย (ยกเว้นในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่ได้รับผลกระทบจากการก่อสร้างถนนบรมราชชนนี)

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝุ่นพบว่า ในบริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยซึ่งจะมีระบบขนส่งมวลชนผ่านบริเวณนี้ถึง 2 ระบบ คือ รถไฟลอยฟ้าและรถไฟใต้ดินซึ่งไม่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ จึงคาดว่าปริมาณยานพาหนะน่าจะลดลงและปริมาณฝุ่นที่เกิดจากการจราจรจึงน่าจะลดลงด้วย ส่วนกรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต และหมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ ไม่มีการโครงการด้านคมนาคมผ่านในบริเวณนี้ ปริมาณการจราจรอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนักและไม่มีโครงการพัฒนาอื่น ๆ ในบริเวณนี้ การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝุ่นจากทั้งสองส่วนนี้จึงมีน้อย

มาก และที่วัดมณฑป ตลิ่งชัน น่าที่จะมีปริมาณยานพาหนะเพิ่มมากขึ้น จากการที่มีถนนบรม-ราชชนนีตัดผ่าน ซึ่งอาจทำให้มีปริมาณฝุ่นมากขึ้นด้วย แต่ฝุ่นที่เกิดจากกิจกรรมอื่น ๆ นั้นมีน้อยมาก เนื่องจากไม่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในส่วนของกิจกรรมอื่น ๆ นอกจากการเป็นที่อยู่อาศัย

5.2 การกระจายตัวของฝุ่นที่ขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในฝุ่นรวม

จากปริมาณฝุ่นทั้ง 2 ประเภทที่พบในแต่ละสถานที่สรุปได้ว่า อัตราการกระจายตัวของฝุ่นที่ขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน นั้นไม่ได้มีค่าแปรผันตามปริมาณฝุ่นรวมในอัตราเดียวกันในทุก ๆ สถานที่ แต่จะมีความเฉพาะแตกต่างกันไปตามลักษณะกิจกรรมของบริเวณนั้น ๆ แต่สรุปได้ว่า สัดส่วนของฝุ่นที่ขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในฝุ่นรวมนั้นมีแนวโน้มที่จะมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไปในทุก ๆ สถานที่ (ยกเว้นหมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.47)

จากค่าสหสัมพันธ์ (Regression) หรือค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดล้นใจ ของฝุ่นรวมและฝุ่นที่ขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน พบว่าทุกที่มีมากกว่า 0.97 ขึ้นไปในทุกสถานที่ทั้งสองช่วงลมมรสุม ยกเว้นที่หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.88 นั้นย่อมหมายถึงว่า การใช้ปริมาณฝุ่นรวมในอธิบายปริมาณฝุ่นที่มีขนาดต่ำกว่า 10 ไมครอน มีความถูกต้องในระดับที่สูงมาก ซึ่งจากข้อมูลการเก็บตัวอย่างฝุ่นทั้งสองประเภทในช่วงเวลาเดียวกันจะสามารถนำมาคำนวณเป็นสมการถดถอยเพื่อใช้พยากรณ์ฝุ่นที่ขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน จากฝุ่นรวมได้ โดยเป็นสมการเส้นตรงที่ตัดจุดกำเนิดและมีค่าสัมประสิทธิ์ของ x มากกว่า 0.50 ขึ้นไป ยกเว้นที่หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าเท่ากับ 0.33

5.2 ปริมาณโลหะหนักในฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

5.2.1 ตะกั่ว

ปริมาณตะกั่วในฝุ่นทั้งสองประเภทมีค่าใกล้เคียงทั้งสองช่วงลมมรสุม ยกเว้นที่วัดมณฑป ตลิ่งชัน ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ปริมาณเฉลี่ยของตะกั่วในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงเท่ากับ 0.0289-0.0765 มคก./ลบ.ม. และปริมาณเฉลี่ยของตะกั่วในฝุ่นรวมซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.0351-0.0767 มคก./ลบ.ม.

ส่วนกระจายตัวของตะกั่วในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีมากกว่าในฝุ่นรวม และเปอร์เซ็นต์ตะกั่วในฝุ่นทั้งสองประเภทในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีค่าสูงกว่าในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ตะกั่วในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่า

เฉลี่ยอยู่ในช่วงเท่ากับ 0.0289-0.1256 เปอร์เซ็นต์ และค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ตะกั่วในฝุ่นรวมซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.0351-0.0767 มคก./ลบ.ม. และ 0.0234-0.0816 เปอร์เซ็นต์

ในอนาคตการกระจายตัวของตะกั่วในฝุ่นทั้งสองประเภทมีแนวโน้มที่จะลดลง เนื่องจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ไม่มีสารตะกั่ว ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดตะกั่วที่สำคัญ

5.2.2 แมงกานีส

ปริมาณแมงกานีสในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีแนวโน้มที่มีค่าสูงกว่าในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในฝุ่นทั้งสองประเภท ปริมาณเฉลี่ยแมงกานีสในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในทั้งสองช่วงลมมรสุมมีค่าอยู่ในช่วงเท่ากับ 0.0099-0.0447 มคก./ลบ.ม. ส่วนปริมาณเฉลี่ยแมงกานีสในฝุ่นรวมในทั้งสองช่วงลมมรสุมมีค่าอยู่ในช่วง 0.0192-0.0823 มคก./ลบ.ม.

ส่วนแนวโน้มการกระจายตัว พบว่าแมงกานีสมีการกระจายตัวในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน น้อยกว่าในฝุ่นรวม เปอร์เซ็นต์แมงกานีสในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในทั้งสองช่วงลมมรสุมมีค่าอยู่ในช่วงเท่ากับ 0.0216-0.0329 เปอร์เซ็นต์ และค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์แมงกานีสในฝุ่นรวมในทั้งสองช่วงลมมรสุมมีค่าอยู่ในช่วง 0.0263-0.0447 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเปอร์เซ็นต์การกระจายตัวในช่วงลมมรสุมทั้งสองนั้นไม่แสดงแนวโน้มการมากกว่าน้อยกว่าให้เห็นได้ชัดเจน

5.2.3 สังกะสี

ปริมาณสังกะสีในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีแนวโน้มที่มีค่าสูงกว่าในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในฝุ่นทั้งสองประเภท ปริมาณเฉลี่ยสังกะสีในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในทั้งสองช่วงลมมรสุมมีค่าอยู่ในช่วงเท่ากับ 0.1679-0.3454 มคก./ลบ.ม. ส่วนปริมาณเฉลี่ยสังกะสีในฝุ่นรวมในทั้งสองช่วงลมมรสุมมีค่าอยู่ในช่วง 0.1841-0.3044 มคก./ลบ.ม.

สังกะสีมีแนวโน้มการกระจายตัวในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มากกว่าในฝุ่นรวมและเปอร์เซ็นต์สังกะสีในฝุ่นทั้งสองประเภทในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีค่าสูงกว่าในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์สังกะสีในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงเท่ากับ 0.1302-0.5547 เปอร์เซ็นต์ และค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์สังกะสีในฝุ่นรวมซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.1138-0.4339 เปอร์เซ็นต์

5.2.4 ทองแดง

ปริมาณทองแดงในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีแนวโน้มที่มีค่าสูงกว่าในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในฝุ่นทั้งสองประเภท ปริมาณเฉลี่ยสังกะสีในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

ในทั้งสองช่วงลมมรสุมมีค่าอยู่ในช่วงเท่ากับ 0.0680-0.1906 มคก./ลบ.ม. ส่วนปริมาณเฉลี่ยของแดงในฝุ่นรวมในทั้งสองช่วงลมมรสุมมีค่าอยู่ในช่วง 0.0558-0.1927 มคก./ลบ.ม.

ทองแดงมีการกระจายตัวในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มากกว่าในฝุ่นรวมและเปอร์เซ็นต์ทองแดงในฝุ่นทั้งสองประเภทในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีค่าสูงกว่าในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ทองแดงในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ทั้งสองช่วงลมมรสุมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงเท่ากับ 0.0401-0.2170 เปอร์เซ็นต์ และค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ทองแดงในฝุ่นรวมของทั้งสองช่วงลมมรสุมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.0890-0.4273 เปอร์เซ็นต์

สรุปผลการกระจายตัวของโลหะในฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

จากการศึกษาการกระจายของโลหะในฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน พบว่า ตะกั่ว สังกะสี และ ทองแดง มีการกระจายตัวในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มากกว่าในฝุ่นขนาดใหญ่ ส่วนแมงกานีสมีการกระจายตัวในฝุ่นขนาดใหญ่มากกว่าในฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และเมื่อเปรียบเทียบการกระจายของฝุ่นโลหะทั้ง ตะกั่ว สังกะสี และทองแดง พบว่าการกระจายตัวของโลหะในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีค่ามากกว่าในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนแมงกานีสไม่สามารถสรุปได้ชัดเจน

โครเมียม และ แคดเมียม เป็นโลหะที่พบในปริมาณน้อยมากจนถึงขนาดไม่สามารถตรวจในฝุ่นทั้งสองประเภท



เอกสารอ้างอิง

1. กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2534. การตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศ. รายงานคุณภาพอากาศและเสียงในประเทศไทย พ.ศ. 2533, หน้า 1-8.
2. กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2535. การตรวจวัดคุณภาพอากาศโดยสำนักคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. รายงานสรุปคุณภาพอากาศและระดับเสียงในกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2534, หน้า 4.
3. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2536. คุณภาพอากาศในกรุงเทพมหานคร. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2535, หน้า 3.
4. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2537. มลพิษทางอากาศและเสียง. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2536, หน้า 33.
5. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2538. มลพิษทางอากาศและเสียง. สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง ปี 2536-2537, หน้า 14-22.
6. คณะกรรมาธิการสิ่งแวดล้อมวุฒิสภา. เรื่องการจัดการมลพิษ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเพื่อให้เกิดผลในการปฏิบัติ กรณีศึกษาที่ 7 ปัญหาฝุ่นในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา.
7. จุมพล ศิริสวัสดิ์. 2535. การศึกษาเปรียบเทียบเทคนิคการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาเอกอนามัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล.
8. ทรงศักดิ์ ลิ้มไพบูลย์. 2538. สังกะสี. วารสารวิทยาศาสตร์บริการ, ปีที่ 43, ฉบับที่ 138: หน้า 24-25.
9. ฝ่ายคุณภาพอากาศและเสียง กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2533. ผลการตรวจวัดปริมาณมลพิษทางอากาศ-สรุปผลการตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์. รายงานคุณภาพอากาศริมเส้นทางจราจรในกรุงเทพมหานคร (2527-2532), หน้า 69-74.
10. พจนีย์ ชุมมงคล. มลพิษทางอากาศและวิธีการควบคุม. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
11. พัฒน์ สุจ้านงค์. 2539. อนามัยสิ่งแวดล้อม. เชียงใหม่: หน่วยวารสารวิชาการ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

12. แม้น อมรสิทธิ์ และอมร เพชรสม. 2534. *Principal and Technical Instrumental Analysis*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์. หน้า 322.
13. เรื่องลักษณะ จามิกรณ์. 2535. *ชีวเคมีมหิดล*. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง: หน้า 414-417.
14. วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์, นิตยา มหาผล, และ ธีระ เกรอด. 2536. *มลภาวะอากาศ*. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
15. สุโขทัยธรรมาธิราช, มหาวิทยาลัย. 2535. *เอกสารประกอบวิชาชุดวิชาอาชีวอนามัย*. พิมพ์ครั้งที่ 8. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
16. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2531. ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศโดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ-คาร์บอนมอนอกไซด์. *รายงานคุณภาพอากาศและเสียงในประเทศไทย 253*, หน้า 8-12.
17. อนามัย, กรม. 2535. ผลกระทบของมลพิษทางอากาศต่อสุขภาพอนามัย ใน: *เอกสารประกอบการฝึกอบรม การเฝ้าระวังและการควบคุมมลพิษทางอากาศและเสียง*. หน้า 16-20.
18. Baeyens, W. and Dedeurwaerder, H. 1991. Particulate Trace Metals Above The Southern Bight of the North Sea-II. Origin and Behaviour of the Trace Metals. *Atmospheric Environment*. Vol. 25A, No.5/6: 1077-1092.
19. Borbely-Kiss, I., Bozo, L., Koltay E. et al. 1991. Elemental Composition of Aerosol Particles under Background Condition in Hungary. *Atmospheric Environment*. Vol. 25A, No.3/4: 661-668.
20. Daalen, J. V. 1991. Air Quality and Deposition of Trace Elements in the Province of South-Holland. *Atmospheric Environment*; Vol. 25A, No.3/4: 691-698.
21. Donald G. F. 1991. Urban Precipitation Chemistry: A Review and Sunthesis. *Atmospheric Environment*. Vol. 25B, No.1: 1-15.
22. Elsom, D. 1987. *Atmospheric Pollution: Causes, Effects and Control Policies*. Oxford: T. J. Press.
23. Escalona, L. et al. 1991. Element Analysis of the Total Suspended Matter in the Air in Downtown Caracas. *Atmospheric Environment*; 15, 61-64.
24. Faith, W. L. and Atkisson, A. A. 1972. *Air Pollution*, 2nd. New York: John Wiley & Sons.

25. Falerios, M., Schild, K., Sheehan, P., and Paustenbach, D. J. Airborne Concentrations of Trivalent and Hexavalent Chromium from Contaminated Soils at Unpaved and Partially Paved Commercial / Industrial Sites. *Air Waste Manage Assoc.* 42: 40-42.
26. Frank, N. R. and Speizer 1965, F. E. *Arch. Environ. Health*, 2, 624-634.
27. Ganor, E., Foner, H. A., Brenner, S. et al. 1991. The Chemical Composition of Aerosols Setting in Israel Following Dust Storms. *Atmospheric Environment*. Vol. 25A, No. 12: 2665-2670.
28. Goldsmith, J. R. and Hexter, A. 1967. *Science*, 158, 132-134.
29. Goldsmith, J. R. and Pribery, L. T. 1977. Effect of Air Pollution on Health. Innn Stern, A.C. (ed), *Air Pollution 3rd, Vol 2, Thee Effects of Air Pollution*. 457-591. New York: Academic Press.
30. Hesketh, H. E. 1974. *Understanding & Controlling Air Pollution, 2nd*. Michigan: annarbor science.
31. Hindy, K. T. et al. 1990. Monthly and seasonal trends of total suspended particulate matter and smoke concentration in industrial areas in Cairo. *Atmospheric Environment; Vol. 24B*, No. 2: 343-353.
32. Holma, B. 1967. *Acta Med. Scand., Suppl.* 473.
33. Howard, R. R. 1991. Trace Metal Wet Deposition in Sweden: Insight Gained from Daily Wet Only Collection. *Atmospheric Environment. Vol. 24A*, No.7: 1929-1938.
34. Hursh, J. B. and Suomela, J. 1967, *Acta Radiol.*, 7, 108-120.
35. Lemen, R. and Dement. J. M. 1979. *Dust and Disease*. U.S.A.: Pathotox publishers, INC.
36. Lipfert, F. W. 1994. *Air Pollution and Community Health A Critical Review and Data Sourcebook*. New York: Van Nostrand Reinhold.
37. Liroy, P. J. and Waldman, J. M. 1990. The personal, indoor and outdoor concentrations of PM-10 Measured in an industrial community during the winter. *Atmospheric Environment; 24B*, 1: 57-66.
38. Kepoe, R. A. 1966. *Proc. Int. Congr. Occup. Health 15th*, 3, Verlag der Wiener Medizinischen Akodemie, Vienna, 83-98.

39. Mercer, T. T. 1967. *Health Phys.*, 13, 1211-1221.
40. Nurnberg, H. W. 1985. *Pollutant and Their Ecotoxicological Significance*. New York: John Wiley & sons.
41. Patrick, D. R. 1994. *Toxic Air Pollution Handbook*. New York: Van Nostrand Reinhold.
42. Purgart Galli, B. C., Nyffeler, U. P., and Schindler, P. W. 1990. Metals in Airborne Particulate in Rural Switzerland. *Atmospheric Environment*. Vol. 24A, No.8: 2190-2206.
43. Rodes, C. E. and Evans E. G. 1985. Preliminary Assessment of 10 um Particle Sampling at Eight Locations in The United. *Atmospheric Environment*.; 19, 2: 293-303.
44. Six, K. M. and Gover, R. A. 1970, *J. Lab. Clin. Med.*, 76, 933-943.
45. Strandberg, L. G. 1964, *Arch. Environ. Health*, 9, 160-166.
46. Thomas, H. V., Milmore, B. K., Heidreder, G. A. and Kogan, B. A. 1967, *Arch. Environ. Health*, Berkeley, California.
47. United Nations. 1979. *Fine Particulate Pollution*. Oxford: Pergamon.
48. Van der Meulen, A., Van de Vate, J. E., Hofschreuder, P., and Oeseburg, F. 1984. Feasibility of High Volume Sampling for Determination of Total Suspended Particulate Matter and Trace Metals. *Journal of the Air Pollution Control Association*. Vol. 31, No. 2: 144-151.
49. Waldman, J. M. et al. 1991. Wintertime Measurements of Aerosol Acidity and Trace Element in Wuhan, A city in central china. *Atmospheric Environment*, 25B, 1: 113-120.
50. WHO Expert Committee. 1972. *Air Quality Criteria and Guides for Urban Air Pollutants*. World Health Organization Technical Report Series No 506. World Health Organization.
51. Yaad, R. R. et al. 1991. Trace Elements in Daily Collected Aerosols at A Site in Southeast England. *Atmospheric Environment*.; Vol. 25A, No. 5/6: 985-996.



ภาคผนวก ก
ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองจากสถานีตรวจวัดอากาศทั่วไป
และริมเส้นทางจราจร

ตารางที่ ก-1 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองจากสถานีตรวจวัดอากาศทั่วไป ระหว่าง
ปี พ.ศ. 2526-2528

จุดตรวจวัด	แสดงผล	ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (มล.ก./ลบ.ม.)		
		2526	2527	2528
สถานีคณะกรรมการ สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ถ. พระราม 6	-ค่าเฉลี่ย	0.10	0.10	0.09
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
วิทยาลัยครูจันทระเกษม ถ. อิศรภาพ	-ค่าเฉลี่ย	0.12	0.10	0.09
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จ ถ. อิศรภาพ	-ค่าเฉลี่ย	0.11	0.11	0.12
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
กรมอุตุนิยมวิทยา สุขุมวิท ถ. สุขุมวิท	-ค่าเฉลี่ย	0.10	0.10	0.10
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
เสาวภา	-ค่าเฉลี่ย	0.09	0.10	0.09
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
สถานีราษฎร์บูรณะ ถ. ประชาอุทิศ	-ค่าเฉลี่ย	0.10	0.13	0.10
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
กรมอุตุนิยมวิทยา บางนา ถ. บางนา	-ค่าเฉลี่ย	0.12	0.14	0.10
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม, 2526-2528

ตารางที่ ก-2 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองจากสถานีตรวจวัดอากาศทั่วไป ระหว่าง
ปี พ.ศ. 2529-2531

จุดตรวจวัด	แสดงผล	ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (มล.ก./ลบ.ม.)		
		2529	2530	2531
สถานีคณะกรรมการ สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ก. พระราม 6	-ค่าเฉลี่ย	0.08	0.09	0.07
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	-	-
วิทยาลัยครูจันทระเกษม ก. อีสรภาพ	-ค่าเฉลี่ย	0.12	0.09	0.11
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	-	-
วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จ ก. อีสรภาพ	-ค่าเฉลี่ย	0.12	0.12	0.12
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	-	-
กรมอุตุนิยมวิทยา สุขุมวิท ก. สุขุมวิท	-ค่าเฉลี่ย	0.12	0.10	0.11
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	-	-
เสาวภา	-ค่าเฉลี่ย	0.11	0.13	0.12
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	-	-
สถานีราษฎร์บูรณะ ก. ประชาอุทิศ	-ค่าเฉลี่ย	0.19	0.10	0.12
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	-	-
กรมอุตุนิยมวิทยา บางนา ก. บางนา	-ค่าเฉลี่ย	0.11	0.10	0.12
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	-	-
สี่แยกปทุมวัน	-ค่าเฉลี่ย	0.24	-	-
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	0.15-0.34	-	-
โรงพยาบาล จุฬาลงกรณ์	-ค่าเฉลี่ย	0.33	-	-
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	0.27-0.39	-	-
โรงพยาบาลกลาง	-ค่าเฉลี่ย	-	0.30	-
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.25-0.37	-
กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ	-ค่าเฉลี่ย	-	0.21	-
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.18-0.24	-

ตารางที่ ก-2 (ต่อ)

จุดตรวจวัด	แสดงผล	ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (มค.ก./ลบ.ม.)		
		2529	2530	2531
โรงพยาบาลราชวิถี	-ค่าเฉลี่ย	-	-	0.33
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	-	0.10-0.21

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม, 2529-2531

ตารางที่ ก-3 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองจากสถานีตรวจวัดอากาศทั่วไป ระหว่าง
ปี พ.ศ. 2532-2534

จุดตรวจวัด	แสดงผล	ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (มค.ก./ลบ.ม.)		
		2532	2533	2534
สถานีคณะกรรมการ สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ถ. พระราม 6	-ค่าเฉลี่ย	0.10	0.13	0.23
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.01-0.44	-
สถานีราษฎร์บูรณะ ถ. ประชาอุทิศ	-ค่าเฉลี่ย	0.12	0.13	0.13
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.03-0.28	-
เลวภา	-ค่าเฉลี่ย	0.14	0.15	0.16
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.06-0.34	-
วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จ ถ. อิศราภาพ	-ค่าเฉลี่ย	0.13	0.14	0.16
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.02-0.50	-
กรมอุตสาหกรรมวิทยาสุนุมวิท ถ. สุนุมวิท	-ค่าเฉลี่ย	0.12	0.14	0.14
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.06-0.44	-
กรมอุตสาหกรรมวิทยา บางนา ถ. บางนา	-ค่าเฉลี่ย	0.14	0.17	0.16
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.06-0.36	-
วิทยาลัยครูจันทระเกษม ถ. อิศราภาพ	-ค่าเฉลี่ย	0.13	0.17	0.16
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.02-0.54	-

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2532 และ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2533-2534

ตารางที่ ก-4 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองจากสถานีตรวจวัดอากาศทั่วไป ระหว่าง
ปี พ.ศ. 2535-2537

จุดตรวจวัด	แสดงผล	ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (มล.ก./ลบ.ม.)		
		2535	2536	2537
สถานีคณะกรรมการ สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ถ. พระราม 6	-ค่าเฉลี่ย	0.15	0.17	0.14
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.06-0.41	0.06-0.37
สถานีราษฎร์บูรณะ ถ. ประชาอุทิศ	-ค่าเฉลี่ย	0.14	0.16	0.11
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.04-0.42	0.03-0.27
เสาวภา	-ค่าเฉลี่ย	0.14	0.14	0.13
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.06-0.31	0.06-0.32
วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จ ถ. อิศระภาพ	-ค่าเฉลี่ย	0.21	0.20	0.15
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.02-0.46	0.06-0.41

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2535-2537

ตารางที่ ก-5 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองจากสถานีตรวจวัดอากาศริมเส้นทางจราจร
ปี พ.ศ. 2528

จุดตรวจวัด	แสดงผล	ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (มล.ก./ลบ.ม.)
ป้อมสหธนาคาร (โอบเดียน)	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.17 - 0.13-0.20
ป้อมหน้า เมอริคิงส์	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.26 - 0.20-0.35
จุดสกัด วงเวียนใหญ่	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.65 - 0.61-0.67
จุดสกัดบางพลัด	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.27 - 0.25-0.30

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2528

ตารางที่ ก-6 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองจากสถานีตรวจวัดอากาศริมเส้นทางจราจร
ระหว่างปี พ.ศ. 2530-2534

จุดตรวจวัด	แสดงผล	ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (มก.ก./ลบ.ม.)				
		2530	2531	2532	2533	2534
ย่านประตูน้ำ ถนนราชปรารภ	-ค่าเฉลี่ย	0.20	0.52	0.81	0.64	0.46
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	0.09-0.34	0.37-0.82	0.55-1.25	0.24-1.08	0.20-0.83
ย่านเยาวราช ถนนเยาวราช	-ค่าเฉลี่ย	0.36	0.69	0.56	0.74	0.68
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	0.24-0.56	0.43-0.93	0.40-0.92	0.53-1.45	0.40-1.06
สำนักงานสถิติ แห่งชาติ ถนนหลานหลวง	-ค่าเฉลี่ย	0.23	0.27	0.35	0.36	0.29
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	0.12-0.31	0.14-0.47	0.18-0.64	0.22-0.51	0.15-0.48
ย่านแมนส์วี ถนนบำรุงเมือง	-ค่าเฉลี่ย	0.45	0.36	0.46	0.46	0.70
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	0.35-0.56	0.15-0.53	0.33-0.66	0.31-0.68	0.49-1.00
ถนนสุขุมวิท (บริเวณกรมอุตุนิยม วิทยา)	-ค่าเฉลี่ย	0.30	0.16	0.49	0.31	0.49
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	0.21-0.46	0.11-0.22	0.35-0.65	0.08-0.52	0.26-0.77
ย่านบางลำภู	-ค่าเฉลี่ย	0.24	0.20	0.25	0.23	0.28
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	0.19-0.38	0.13-0.27	0.21-0.29	0.09-0.32	0.23-0.32
ย่านพระโขนง ถนนสุขุมวิท	-ค่าเฉลี่ย	0.19	0.24	-	-	-
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	0.11-0.29	0.19-0.30	-	-	-
ถนนพหลโยธิน ย่านสะพานควาย	-ค่าเฉลี่ย	0.29	0.26	0.39	0.38	0.36
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	0.25-0.33	0.18-0.33	0.23-0.54	0.20-0.52	0.08-0.60
ถนนสีลม	-ค่าเฉลี่ย	0.41	0.40	0.58	0.64	0.57
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	0.33-0.68	0.27-0.51	0.31-0.78	0.47-1.15	0.43-0.81

ตารางที่ ก-6 (ต่อ)

จุดตรวจวัด	แสดงผล	ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (มล.ก./ลบ.ม.)				
		2530	2531	2532	2533	2534
วงเวียนใหญ่	-ค่าเฉลี่ย	-	0.88	-	-	-
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.68-1.40	-	-	-
ถนนสีพระยา	-ค่าเฉลี่ย	-	0.22	0.39	0.28	0.32
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.17-0.28	0.22-0.89	0.14-0.42	0.13-0.46

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2530-2532 และ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2533-2534

ตารางที่ ก-7 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กจากสถานีตรวจวัดอากาศริมถนนพร้อม
จอแสดงผล ระหว่างปี พ.ศ. 2536-2537

จุดตรวจวัด	แสดงผล	ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (มล.ก./ลบ.ม.)	
		2536	2537
โรงพยาบาล จุฬาลงกรณ์	-ค่าเฉลี่ย	66.24	-
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	29.48-165.95	-
กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ	-ค่าเฉลี่ย	67.10	65.80
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	38.17-159.09	37.67-174.23
กรมการขนส่งทางบก	-ค่าเฉลี่ย	105.74	-
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	52.43-206.00	-
วงเวียนโอเดียน	-ค่าเฉลี่ย	83.06	72.98
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	55.57-138.86	28.64-167.59

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2536-2537

ตารางที่ ก-8 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองจากสถานีตรวจวัดอากาศริมถนนแบบชั่วคราว
ระหว่างปี พ.ศ. 2536 - 2537

จุดตรวจวัด	แสดงผล	ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (มก.ก./ลบ.ม.)	
		2536	2537
กรมบังคับคดี ถ. พรมานนท	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.33 - 0.26-0.75	- - -
สถานีไฟฟ้าอ้อย บางยี่ขัน ถ. จรัญสนิทวงศ์	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.33 - 0.11-0.46	0.34 - -
ประตูน้ำ ถ. ราชปรารภ	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.73 - 0.10-1.53	0.52 - 0.05-0.81
ย่านเยาวราช ถนนเยาวราช	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.36 - 0.20-0.56	0.50 - 0.38-0.86
สำนักงานสถิติแห่งชาติ ถนนหลานหลวง	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.23 - 0.12-0.45	0.24 - 0.12-0.50
ย่านบางลำภู	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.27 - 0.09-0.40	0.25 - 0.19-0.33
โรงเรียนอนุบาล สามเสน ถ. สามเสน	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.21 - 0.10-0.46	- - -
ป้อมตำรวจ บ้านสมเด็จ ถ. อิศระภาพ	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.49 - 0.14-0.80	0.38 - 0.24-0.51
เวสต์ทราวเวล ถ. สีพระยา	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	- - -	0.27 - 0.14-0.47

ตารางที่ ก-8 (ต่อ)

จุดตรวจวัด	แสดงผล	ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (มล.ก./ลบ.ม.)	
		2536	2537
ธนาคารทหารไทย ถ. ตากสิน	-ค่าเฉลี่ย	0.21	-
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	0.11-0.33	-
ถนนพหลโยธิน ย่านสะพานควาย	-ค่าเฉลี่ย	0.31	0.34
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	0.23-0.41	0.25-0.43
ถนนสีลม	-ค่าเฉลี่ย	0.34	0.49
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	0.25-0.50	0.31-0.65
กรมตำรวจ ถ. พระราม 1	-ค่าเฉลี่ย	0.29	0.28
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	0.13-0.60	0.08-0.20
ไปรษณีย์หัวหมาก ถ. รามคำแหง	-ค่าเฉลี่ย	0.83	0.69
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	0.64-1.11	0.50-1.13
กรมพัฒนาที่ดิน ถ. พหลโยธิน	-ค่าเฉลี่ย	0.24	0.23
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	0.17-0.41	0.21-0.25
กรมปศุสัตว์ ถ. พญาไท	-ค่าเฉลี่ย	0.43	0.39
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	0.30-0.54	0.35-0.48
ย่านแมนศิริ ถนนบำรุงเมือง	-ค่าเฉลี่ย	-	0.33
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.18-0.49
รพ. สมเด็จพระ ปิ่นเกล้า ถ. ตากสิน	-ค่าเฉลี่ย	-	0.22
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.24-0.51

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2536-2537



ภาคผนวก ข
ผลการตรวจวัดปริมาณสารตะกั่วจากสถานีตรวจวัดอากาศทั่วไป
และริมเส้นทางจราจร

ตารางที่ ข-1 ผลการตรวจวัดปริมาณสารตะกั่วจากสถานีตรวจวัดอากาศทั่วไป ระหว่าง
ปี พ.ศ. 2526-2528

จุดตรวจวัด	แสดงผล	ความเข้มข้นสารตะกั่วเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (มคก./ลบ.ม.)		
		2526	2527	2528
สถานีคณะกรรมการ สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ถ. พระราม 6	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.3874 - -	0.2700 - -	0.3175 - -
วิทยาลัยครูจันทระเกษม ถ. อิศรภาพ	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.3494 - -	0.3287 - -	0.2904 - -
วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จ ถ. อิศรภาพ	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.2962 - -	0.2779 - -	0.2666 - -
กรมอุตุนิยมวิทยา สุขุมวิท ถ. สุขุมวิท	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.4158 - -	0.3933 - -	0.4442 - -
เสาวภา	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.6663 - -	0.3800 - -	0.3481 - -
สถานีราษฎร์บูรณะ ถ. ประชาอุทิศ	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.3547 - -	0.2684 - -	0.1911 - -
กรมอุตุนิยมวิทยา บางนา ถ. บางนา	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.3180 - -	0.5771 - -	0.4095 - -

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2528-2529

ตารางที่ ๗-2 ผลการตรวจวัดปริมาณสารตะกั่วจากสถานีตรวจวัดอากาศทั่วไป ระหว่าง
ปี พ.ศ. 2529-2531

จุดตรวจวัด	แสดงผล	ความเข้มข้นสารตะกั่วเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (มคก./ลบ.ม.)		
		2529	2530	2531
สถานีคณะกรรมการ สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ถ. พระราม 6	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.3104 - -	0.4789 - -	0.3475/0.31 - -
วิทยาลัยครูจันทระเกษม ถ. อิศระภาพ	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.3268 - -	0.4570 - -	0.3475 - -
วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จ ถ. อิศระภาพ	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.2335 - -	0.3650 - -	0.3211/0.47 - -
กรมอุตุนิยมวิทยา สุขุมวิท ถ. สุขุมวิท	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.4311 - -	0.5636 - -	0.4576 - -
เสาวภา	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.3939 - -	0.5473 - -	0.4776/0.49 - -
สถานีราชภัฏวชิรวัฒ ถ. ประชาอุทิศ	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.2859 - -	0.3413 - -	0.3305/0.34 - -
กรมอุตุนิยมวิทยา บางนา ถ. บางนา	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.3459 - -	0.4598 - -	0.3578 - -
สี่แยกปทุมวัน	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.8 - 0.6-1.0	- - -	- - -
โรงพยาบาล จุฬาลงกรณ์	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	1.6 - 1.3-1.8	- - -	- - -

ตารางที่ ๗-2 (ต่อ)

จุดตรวจวัด	แสดงผล	ความเข้มข้นสารตะกั่วเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (มคก./ลบ.ม.)		
		2529	2530	2531
โรงพยาบาลกลาง	-ค่าเฉลี่ย	-	1.9	-
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	1.6-2.4	-
กระทรวง วิทยาศาสตร์ฯ	-ค่าเฉลี่ย	-	0.7	-
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.4-1.3	-
โรงพยาบาลราชวิถี	-ค่าเฉลี่ย	-	-	0.7
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	-	0.3-0.9

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2529-2531

ตารางที่ ข-3 ผลการตรวจวัดปริมาณสารตะกั่วจากสถานีตรวจวัดอากาศทั่วไป ระหว่าง
ปี พ.ศ. 2532-2534

จุดตรวจวัด	แสดงผล	ความเข้มข้นสารตะกั่วเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (มกก./ลบ.ม.)		
		2532	2533	2534
สถานีคณะกรรมการ สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ถ. พระราม 6	-ค่าเฉลี่ย	0.3926	0.4200	0.3000
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.10-1.66	-
สถานีราษฎร์บูรณะ ถ. ประชาอุทิศ	-ค่าเฉลี่ย	0.3097	0.3000	0.2600
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.03-1.10	-
เสาวภา	-ค่าเฉลี่ย	0.5272	0.40	0.3900
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.07-0.95	-
วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จ ถ. อิศระภาพ	-ค่าเฉลี่ย	0.3315	0.3800	0.2500
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.02-2.93	-
กรมอุตุนิยมวิทยา สุขุมวิท ถ. สุขุมวิท	-ค่าเฉลี่ย	0.12	0.7200	0.14
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.10-2.50	-
กรมอุตุนิยมวิทยา บางนา ถ. บางนา	-ค่าเฉลี่ย	0.14	0.8600	0.16
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.10-2.93	-
วิทยาลัยครูจันทระเกษม ถ. อิศระภาพ	-ค่าเฉลี่ย	0.13	0.35	0.16
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.08-1.04	-

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2532 และ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวง
วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2533-2534

ตารางที่ ๗-4 ผลการตรวจวัดปริมาณสารตะกั่วจากสถานีตรวจวัดอากาศทั่วไป ระหว่าง
ปี พ.ศ. 2535-2537

จุดตรวจวัด	แสดงผล	ความเข้มข้นสารตะกั่วเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (มคก./ลบ.ม.)		
		2535	2536	2537
สถานีคณะกรรมการ สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ถ. พระราม 6	-ค่าเฉลี่ย	0.23	0.18	0.12
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.06-0.55	0.02-0.32
สถานีราษฎร์บูรณะ ถ. ประชาอุทิศ	-ค่าเฉลี่ย	0.13	0.22	0.09
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.05—1.03	0.01-0.52
เสาวภา	-ค่าเฉลี่ย	0.24	0.24	0.11
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.07-0.75	0.01-0.41
วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จ ถ. อิศระภาพ	-ค่าเฉลี่ย	0.21	0.21	0.11
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.06-0.64	0.01-0.33

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2535-2537

ตารางที่ ๗-5 ผลการตรวจวัดปริมาณสารตะกั่วจากสถานีตรวจวัดอากาศริมเส้นทางจราจร
ปี พ.ศ. 2528

จุดตรวจวัด	แสดงผล	ความเข้มข้นสารตะกั่วเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (มคก./ลบ.ม.)
ป้อมสหธนาคาร (โอเดียน)	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.6 - 0.4-0.7
ป้อมหน้า เมอร์คิงส์	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	1.0 - 0.9-1.3
จุดสกัด วงเวียนใหญ่	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	2.3 - 2.0-2.5
จุดสกัดบางพลัด	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	1.0 - 0.9-1.2

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2528

ตารางที่ ข-6 ผลการตรวจวัดปริมาณสารตะกั่วจากสถานีตรวจวัดอากาศริมเส้นทางจราจร
ระหว่าง ปี พ.ศ. 2530 – 2534

จุดตรวจวัด	แสดงผล	ความเข้มข้นสารตะกั่วเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (มคก./ลบ.ม.)				
		2530	2531	2532	2533	2534
ย่านประตูน้ำ ถนนราชปรารภ	-ค่าเฉลี่ย	1.68	1.75	1.97	2.06	1.76
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	0.60-2.21	1.06-2.44	1.43-2.66	1.46-2.83	0.48-4.25
ย่านเยาวราช ถนนเยาวราช	-ค่าเฉลี่ย	2.29	3.01	2.33	2.21	2.34
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	1.64-3.61	1.91-4.59	1.58-4.40	0.83-3.18	1.29-3.97
สำนักงานสถิติแห่งชาติ ถนนหลานหลวง	-ค่าเฉลี่ย	0.97	1.38	1.85	4.19	0.94
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	0.66-1.26	0.66-2.82	1.18-3.81	3.18-4.83	0.28-1.74
ย่านแมนศรี ถนนบำรุงเมือง	-ค่าเฉลี่ย	1.99	2.29	3.34	5.09	1.92
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	1.49-2.54	1.16-3.29	2.35-5.45	4.97-6.41	0.57-3.22
ถนนสุขุมวิท (บริเวณกรมอุตุนิยม วิทยา)	-ค่าเฉลี่ย	1.29	1.06	1.71	-	1.06
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	1.06-1.66	0.63-1.76	1.28-1.97	-	0.56-1.47
ย่านบางลำภู	-ค่าเฉลี่ย	1.53	0.91	1.15	1.31	1.11
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	1.03-2.27	0.57-1.26	0.95-1.61	0.91-1.99	0.74-1.63
ย่านพระโขนง ถนนสุขุมวิท	-ค่าเฉลี่ย	1.32	0.85	-	-	-
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	0.37-2.24	0.57-1.11	-	-	-
ถนนพหลโยธิน ย่านสะพานควาย	-ค่าเฉลี่ย	0.84	0.72	1.18	0.86	0.62
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	0.64-0.96	0.27-1.30	0.69-1.69	0.43-1.17	0.26-0.97
ถนนสีลม	-ค่าเฉลี่ย	1.72	1.95	3.14	2.73	1.90
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	1.35-2.66	1.03-2.85	1.67-4.33	0.33-4.75	0.86-3.00

ตารางที่ ๗-6 (ต่อ)

จุดตรวจวัด	แสดงผล	ความเข้มข้นสารตะกั่วเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (มคก./ลบ.ม.)				
		2530	2531	2532	2533	2534
วงเวียนใหญ่	-ค่าเฉลี่ย	-	4.06	-	-	-
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	2.60-6.83	-	-	-
โรงพยาบาล ราชวิถี อนุสาวรีย์ชัยฯ	-ค่าเฉลี่ย	-	-	-	-	-
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.33-0.91	-	-	-
ถนนสีพระยา	-ค่าเฉลี่ย	-	0.95	2.81	1.25	1.39
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	0.85-1.14	1.37-6.17	0.57-3.34	0.68-1.96
กรมตำรวจ ถ. พระราม 1	-ค่าเฉลี่ย	-	-	-	1.35	1.71
	-ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด	-	-	-	-	-
	-ช่วงค่าที่วัดได้	-	-	-	-	-

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2530-2532 และ กรมควบคุมมลพิษ
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2533-2534

ตารางที่ ๗-7 ผลการตรวจวัดปริมาณสารตะกั่วจากสถานีตรวจวัดอากาศริมถนนแบบชั่วคราว
ระหว่างปี พ.ศ. 2536 - 2537

จุดตรวจวัด	แสดงผล	ความเข้มข้นสารตะกั่วเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (มคก./ลบ.ม.)	
		2536	2537
กรมบังคับคดี ถ. พวานนก	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.35 - 0.20-0.51	- - -
สถานีไฟฟ้าย่อย บางยี่ขัน ถ. จรัญสนิทวงศ์	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.35 - 0.06-0.51	0.33 - 0.23-0.47
ประตูน้ำ ถ. ราชปรารภ	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.68 - 0.47-1.02	0.43 - 0.25-0.73
ย่านเยาวราช ถนนเยาวราช	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.61 - 0.35-0.98	0.29 - 0.03-0.63
สำนักงานสถิติแห่งชาติ ถนนหลานหลวง	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.37 - 0.18-0.59	0.17 - 0.09-0.30
ย่านบางลำภู	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.37 - 0.23-0.61	0.19 - 0.00-0.41
โรงเรียนอนุบาล สามเสน ถ. สามเสน	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.27 - 0.12-0.45	- - -
ป้อมตำรวจ บ้านสมเด็จ ถ. อิศระภาพ	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.67 - 0.18-1.14	0.28 - 0.15-0.41
เวสต์ทราวเวล ถ. สีพระยา	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	- - -	0.22 - 0.05-0.29

ตารางที่ ข-7 (ต่อ)

จุดตรวจวัด	แสดงผล	ความเข้มข้นสารตะกั่วเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (มคก./ลบ.ม.)	
		2536	2537
ธนาкарทหารไทย ถ. ตากสิน	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.18 - 0.10-0.24	- - -
ถนนพหลโยธิน ย่านสะพานควาย	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.35 - 0.17-0.59	0.31 - 0.22-0.40
รพ. กรุงเทพ คริสเตียน ถ. สีลม	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.44 - 0.26-0.67	0.25 - 0.14-0.38
กรมตำรวจ ถ. พระราม 1	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.32 - 0.06-0.54	0.13 - 0.08-0.20
ไปรษณีย์หัวหมาก ถ. รามคำแหง	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	1.11 - 0.73-1.66	0.39 - 0.26-0.47
กรมพัฒนาที่ดิน ถ. พหลโยธิน	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.22 - 0.16-0.33	0.17 - 0.14-0.23
กรมปศุสัตว์ ถ. พญาไท	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	0.31 - 0.19-0.48	0.33 - 0.21-0.49
ย่านแมนศิริ ถนนบำรุงเมือง	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	- - -	0.28 - 0.16-0.52
รพ. สมเด็จพระ ปิณฑเกล้า ถนนตากสิน	-ค่าเฉลี่ย -ค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุด -ช่วงค่าที่วัดได้	- - -	0.17 - 0.14-0.23

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2536-2537

ภาคผนวก ค
ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน
จากจุดตรวจวัดของโครงการ

ตารางที่ ค-1 ปริมาณฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10) ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ระหว่างวันที่ 1 - 15 ก.ค. 2539 (ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้)

วันที่ทดลอง	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM-10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% PM-10 ใน TSP
1 ก.ค. 2539	81.67	48.18	58.99
2 ก.ค. 2539	100.19	65.22	65.10
3 ก.ค. 2539	126.16	83.50	66.19
4 ก.ค. 2539	150.40	93.23	61.99
5 ก.ค. 2539	137.58	83.71	60.85
6 ก.ค. 2539	88.83	55.12	62.06
7 ก.ค. 2539	81.44	45.36	55.70
8 ก.ค. 2539	116.65	65.35	56.02
9 ก.ค. 2539	115.32	30.36	26.33
10 ก.ค. 2539	72.28	42.82	59.24
11 ก.ค. 2539	68.82	43.64	63.41
12 ก.ค. 2539	58.89	34.65	58.83
13 ก.ค. 2539	76.45	46.50	60.82
14 ก.ค. 2539	57.15	33.66	58.90
15 ก.ค. 2539	84.27	54.79	65.02
ค่าสูงสุด	150.40	93.23	66.19
ค่าต่ำสุด	57.15	30.36	26.33
ค่าเฉลี่ย	94.41	55.07	58.63
มาตรฐาน	330.00	120.00	-

ตารางที่ ค-2 ปริมาณฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10) ที่กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต ระหว่างวันที่ 18 ก.ค. - 1 ส.ค. 2539 (ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้)

วันที่ทดลอง	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM-10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% PM-10 ใน TSP
18 ก.ค. 2539	141.16	72.22	51.16
19 ก.ค. 2539	124.81	68.82	55.14
20 ก.ค. 2539	191.31	103.85	54.28
21 ก.ค. 2539	219.24	107.25	48.92
22 ก.ค. 2539	246.75	134.60	54.55
23 ก.ค. 2539	228.57	146.44	64.07
24 ก.ค. 2539	130.53	71.43	54.72
25 ก.ค. 2539	137.90	86.43	62.68
26 ก.ค. 2539	183.44	100.93	55.02
27 ก.ค. 2539	208.07	106.06	50.97
28 ก.ค. 2539	123.91	77.67	62.69
29 ก.ค. 2539	63.77	42.13	66.06
30 ก.ค. 2539	85.70	52.14	60.84
31 ก.ค. 2539	113.47	56.54	49.83
1 ส.ค. 2539	208.36	108.76	52.20
ค่าสูงสุด	246.75	146.44	66.06
ค่าต่ำสุด	63.77	42.13	48.92
ค่าเฉลี่ย	160.47	89.02	56.21
มาตรฐาน	330.00	120.00	-

ตารางที่ ค-3 ปริมาณฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10) หมวดยานทาง
พระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ ระหว่างวันที่ 6 - 20 ส.ค. 2539 (ลมมรสุมตะวันตก
เฉียงใต้)

วันที่ทดลอง	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM-10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% PM-10 ใน TSP
6 ส.ค. 2539	102.71	61.95	60.32
7 ส.ค. 2539	88.92	47.64	53.57
8 ส.ค. 2539	88.75	44.30	49.92
9 ส.ค. 2539	109.32	61.80	56.53
10 ส.ค. 2539	52.03	27.80	53.43
11 ส.ค. 2539	55.03	27.82	50.55
12 ส.ค. 2539	56.44	28.58	50.64
13 ส.ค. 2539	65.29	31.01	47.50
14 ส.ค. 2539	63.42	33.79	53.29
15 ส.ค. 2539	120.00	62.40	52.00
16 ส.ค. 2539	70.75	32.15	45.44
17 ส.ค. 2539	72.77	38.03	52.26
18 ส.ค. 2539	111.09	56.65	51.00
19 ส.ค. 2539	204.84	90.66	44.26
20 ส.ค. 2539	229.04	113.48	49.55
ค่าสูงสุด	229.04	113.48	60.32
ค่าต่ำสุด	52.03	27.80	44.26
ค่าเฉลี่ย	99.36	50.54	51.35
มาตรฐาน	330.00	120.00	-

ตารางที่ ค-4 ปริมาณฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10) ที่วัดมณฑป
ตลิ่งชัน ระหว่างวันที่ 26 ส.ค. - 9 ก.ย. 2539 (ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้)

วันที่ทดลอง	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM-10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% PM-10 ใน TSP
26 ส.ค. 2539	61.84	43.64	70.56
27 ส.ค. 2539	72.13	42.24	58.57
28 ส.ค. 2539	73.65	46.98	63.79
29 ส.ค. 2539	77.16	47.00	60.92
30 ส.ค. 2539	42.08	25.36	60.27
31 ส.ค. 2539	74.12	28.97	39.09
1 ก.ย. 2539	75.42	47.19	62.57
2 ก.ย. 2539	78.93	49.23	62.36
3 ก.ย. 2539	67.34	47.72	70.87
4 ก.ย. 2539	97.83	76.34	78.04
5 ก.ย. 2539	113.51	68.36	60.22
6 ก.ย. 2539	60.10	37.33	62.11
7 ก.ย. 2539	55.54	36.17	65.13
8 ก.ย. 2539	82.99	64.21	77.37
9 ก.ย. 2539	73.61	51.86	70.45
ค่าสูงสุด	113.51	76.34	78.04
ค่าต่ำสุด	42.08	25.36	39.09
ค่าเฉลี่ย	73.75	47.51	64.15
มาตรฐาน	330.00	120.00	-

ตารางที่ ค-5 ปริมาณฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10) ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ระหว่างวันที่ 26 พ.ย. - 15 ธ.ค. 2540 (ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ)

วันที่ทดสอบ	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM-10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	%PM-10 ใน TSP
26 พ.ย. 2540	148.93	97.51	65.47
27 พ.ย. 2540	128.80	80.36	62.39
28 พ.ย. 2540	128.22	72.53	56.57
29 พ.ย. 2540	117.27	69.98	59.68
30 พ.ย. 2540	120.91	66.13	54.69
1 ธ.ค. 2540	108.29	56.84	52.49
2 ธ.ค. 2540	130.77	77.84	59.52
3 ธ.ค. 2540	169.12	92.44	54.66
4 ธ.ค. 2540	159.51	95.60	59.93
5 ธ.ค. 2540	111.78	65.01	58.17
6 ธ.ค. 2540	92.97	48.13	51.77
7 ธ.ค. 2540	151.97	85.75	56.43
8 ธ.ค. 2540	176.77	95.29	53.91
9 ธ.ค. 2540	154.63	78.42	50.71
10 ธ.ค. 2540	153.15	79.44	51.87
11 ธ.ค. 2540	131.19	72.86	55.54
12 ธ.ค. 2540	173.64	105.85	60.96
13 ธ.ค. 2540	187.80	103.39	55.05
14 ธ.ค. 2540	179.75	103.94	57.82
15 ธ.ค. 2540	152.01	91.93	60.47
ค่าสูงสุด	187.80	105.85	65.47
ค่าต่ำสุด	92.97	48.13	50.71
ค่าเฉลี่ย	143.87	81.96	56.91
มาตรฐาน	330.00	120.00	-

ตารางที่ ค-6 ปริมาณฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10) ที่กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต ระหว่างวันที่ 19 ธ.ค. - 7 ม.ค. 2540 (ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ)

วันที่ทดลอง	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM-10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% PM 10 ใน TSP
19 ธ.ค. 2539	254.44	131.43	51.65
20 ธ.ค. 2539	247.48	134.87	54.50
21 ธ.ค. 2539	236.57	145.60	61.55
22 ธ.ค. 2539	399.26	250.00	62.62
23 ธ.ค. 2539	360.60	247.56	68.65
24 ธ.ค. 2539	348.39	217.33	62.38
25 ธ.ค. 2539	341.17	224.13	65.70
26 ธ.ค. 2539	231.11	190.19	82.29
27 ธ.ค. 2539	322.02	205.58	63.84
28 ธ.ค. 2539	286.64	190.89	66.60
29 ธ.ค. 2539	259.45	167.65	64.62
30 ธ.ค. 2539	213.17	142.57	66.88
31 ธ.ค. 2539	279.86	149.08	53.27
1 ม.ค. 2540	215.18	123.41	57.35
2 ม.ค. 2540	237.03	165.24	69.71
3 ม.ค. 2540	219.98	131.85	59.93
4 ม.ค. 2540	253.69	151.06	59.54
5 ม.ค. 2540	227.74	132.40	58.14
6 ม.ค. 2540	198.88	128.05	64.39
7 ม.ค. 2540	252.31	152.11	60.29
ค่าสูงสุด	399.26	250.00	82.29
ค่าต่ำสุด	198.88	123.41	51.65
ค่าเฉลี่ย	269.25	169.05	62.69
มาตรฐาน	330.00	120.00	-

ตารางที่ ค-7 ปริมาณฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10) ที่หมวดการทางพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ ระหว่างวันที่ 14 ม.ค. - 3 ก.พ. 2540 (ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ)

วันที่ทดลอง	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM-10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% PM-10 ใน TSP
14 ม.ค. 2540	766.47	219.76	28.67
15 ม.ค. 2540	209.23	128.84	61.58
16 ม.ค. 2540	184.79	92.56	50.09
17 ม.ค. 2540	202.57	95.30	47.05
18 ม.ค. 2540	162.36	74.59	45.94
19 ม.ค. 2540	116.61	51.08	43.80
20 ม.ค. 2540	100.46	50.06	49.84
21 ม.ค. 2540	122.38	51.54	42.11
22 ม.ค. 2540	126.10	57.18	45.35
23 ม.ค. 2540	145.29	68.76	47.33
24 ม.ค. 2540	210.71	119.38	56.65
25 ม.ค. 2540	171.17	83.56	48.82
25 ม.ค. 2540	151.90	65.74	43.28
26 ม.ค. 2540	293.33	144.50	49.26
27 ม.ค. 2540	733.26	157.39	21.46
28 ม.ค. 2540	217.88	112.22	51.51
29 ม.ค. 2540	149.23	67.37	45.15
30 ม.ค. 2540	115.42	62.65	54.28
1 ก.พ. 2540	149.43	68.32	45.72
2 ก.พ. 2540	115.67	56.56	48.90
3 ก.พ. 2540	103.42	53.90	52.12
ค่าสูงสุด	733.26	157.39	61.58
ค่าต่ำสุด	100.46	50.06	21.46
ค่าเฉลี่ย	189.06	83.08	47.51
มาตรฐาน	330.00	120.00	-

ตารางที่ ค-8 ปริมาณฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10) ที่วัดมณฑป
ตลิ่งชัน ระหว่างวันที่ 11 ก.พ. - 2 มี.ค. 2540 (ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ)

วันที่ทดลอง	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM-10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% PM-10 ใน TSP
11 ก.พ. 2540	263.51	168.97	64.12
12 ก.พ. 2540	171.30	90.19	52.65
13 ก.พ. 2540	68.25	43.04	63.06
14 ก.พ. 2540	69.86	30.00	42.95
15 ก.พ. 2540	78.26	33.17	42.38
16 ก.พ. 2540	48.62	27.55	56.67
17 ก.พ. 2540	69.63	42.83	61.51
18 ก.พ. 2540	117.94	67.89	57.56
19 ก.พ. 2540	235.86	147.26	62.43
20 ก.พ. 2540	210.76	139.77	66.32
21 ก.พ. 2540	175.83	110.58	62.89
22 ก.พ. 2540	239.23	152.80	63.87
23 ก.พ. 2540	249.23	167.71	67.29
24 ก.พ. 2540	149.02	99.56	66.81
25 ก.พ. 2540	138.53	86.01	62.08
26 ก.พ. 2540	159.27	105.59	66.30
27 ก.พ. 2540	167.94	116.99	69.66
28 ก.พ. 2540	111.13	66.93	60.23
1 มี.ค. 2540	102.59	61.62	60.06
2 มี.ค. 2540	138.15	69.61	50.38
ค่าสูงสุด	263.51	168.97	69.66
ค่าต่ำสุด	48.62	27.55	42.38
ค่าเฉลี่ย	148.25	91.40	59.96
มาตรฐาน	330.00	120.00	-



ภาคผนวก ง

ปริมาณโลหะหนักที่มีในฝุ่นรวมและฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน
จากจุดตรวจวัดของโครงการ

ตารางที่ ง-1 ปริมาณโลหะหนักในฝุ่นรวม (TSP) ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ระหว่างวันที่ 1 - 15
ก.ค. 2539 (ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้)

วันที่ทดลอง	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Zn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1 ก.ค. 2539	81.67	0.0348	0.0212	0.2168	0.2983
2 ก.ค. 2539	100.19	0.0375	0.0276	0.2176	0.2072
3 ก.ค. 2539	126.16	0.1136	0.0787	0.6880	0.2636
4 ก.ค. 2539	150.40	0.0647	0.0641	0.5069	0.2880
5 ก.ค. 2539	137.58	0.0465	0.0453	0.4732	0.1834
6 ก.ค. 2539	88.83	0.0736	0.0406	0.3201	0.1977
7 ก.ค. 2539	81.44	0.0284	0.0240	0.2095	0.1877
8 ก.ค. 2539	116.65	0.0372	0.0365	0.2656	0.1938
9 ก.ค. 2539	115.32	0.2373	0.1020	1.0345	0.2201
10 ก.ค. 2539	72.28	0.0370	0.0354	0.4439	0.1456
11 ก.ค. 2539	68.82	0.0695	0.0399	0.5523	0.1203
12 ก.ค. 2539	58.89	0.0198	0.0276	0.3318	0.1377
13 ก.ค. 2539	76.45	0.0581	0.0422	0.3020	0.1400
14 ก.ค. 2539	57.15	0.0106	0.0191	0.1541	0.1410
15 ก.ค. 2539	84.27	0.0375	0.0349	0.3482	0.1662
ค่าสูงสุด	150.40	0.2373	0.1020	1.0345	0.2983
ค่าต่ำสุด	57.15	0.0106	0.0191	0.1541	0.1203
ค่าเฉลี่ย	94.41	0.0604	0.0426	0.4043	0.1927

ตารางที่ ง-2 ปริมาณโลหะหนักในฝุ่นรวม (TSP) ที่กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต ระหว่างวันที่ 18 ก.ค. - 1 ส.ค. 2539 (ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้)

วันที่ทดลอง	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Zn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
18 ก.ค. 2539	141.16	0.0442	0.0356	0.3454	0.1147
19 ก.ค. 2539	124.81	0.0368	0.0363	0.3772	0.1114
20 ก.ค. 2539	191.31	0.0592	0.0451	0.3828	0.1653
21 ก.ค. 2539	219.24	0.1005	0.0500	0.3030	0.1488
22 ก.ค. 2539	246.75	0.1053	0.0619	0.5348	0.1493
23 ก.ค. 2539	228.57	0.0868	0.0482	0.3402	0.1463
24 ก.ค. 2539	130.53	0.0440	0.0297	0.2640	0.1798
25 ก.ค. 2539	137.90	0.1853	0.0372	0.3229	0.1356
26 ก.ค. 2539	183.44	0.0938	0.0624	0.4552	0.1452
27 ก.ค. 2539	208.07	0.0813	0.0477	0.3540	0.1274
28 ก.ค. 2539	123.91	0.0502	0.0248	0.1239	0.1213
29 ก.ค. 2539	63.77	0.0165	0.0141	0.1063	0.1275
30 ก.ค. 2539	85.70	0.0344	0.0239	0.1123	0.0884
31 ก.ค. 2539	113.47	0.0389	0.0561	0.2256	0.0818
1 ส.ค. 2539	208.36	0.1202	0.0538	0.3188	0.1296
ค่าสูงสุด	246.75	0.1853	0.0624	0.5348	0.1798
ค่าต่ำสุด	63.77	0.0165	0.0141	0.1063	0.0818
ค่าเฉลี่ย	160.47	0.0732	0.0418	0.3044	0.1315

ตารางที่ จ-3 ปริมาณโลหะหนักในฝุ่นรวม (TSP) ที่สมุทรปราการ ระหว่างวันที่ 6 - 20 ส.ค. 2540
(ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้)

วันที่ทดลอง	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Zn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
6 ส.ค. 2540	102.71	0.0845	0.0310	0.1317	0.1164
7 ส.ค. 2540	88.92	0.0764	0.0301	0.1278	0.2017
8 ส.ค. 2540	88.75	0.0650	0.0209	0.2267	0.1504
9 ส.ค. 2540	109.32	0.0720	0.0532	0.3820	0.2177
10 ส.ค. 2540	52.03	0.0290	0.0170	0.1665	0.1740
11 ส.ค. 2540	55.03	0.0256	0.0140	0.0678	0.1652
12 ส.ค. 2540	56.44	0.0212	0.0162	0.0769	0.1803
13 ส.ค. 2540	65.29	0.0527	0.0198	0.1018	0.1935
14 ส.ค. 2540	63.42	0.0793	0.0210	0.1403	0.1668
15 ส.ค. 2540	120.00	0.1304	0.0425	0.3574	0.1795
16 ส.ค. 2540	70.75	0.1383	0.0346	0.1822	0.2153
17 ส.ค. 2540	72.77	0.0434	0.0263	0.2012	0.1627
18 ส.ค. 2540	111.09	0.1264	0.0451	0.3469	0.1748
19 ส.ค. 2540	204.84	0.0744	0.0849	0.5801	0.1169
20 ส.ค. 2540	229.04	0.1323	0.1495	0.7982	0.2078
ค่าสูงสุด	229.04	0.1383	0.1495	0.7982	0.2177
ค่าต่ำสุด	52.03	0.0212	0.0140	0.0678	0.1164
ค่าเฉลี่ย	99.36	0.0767	0.0404	0.2592	0.1749

ตารางที่ ง-4 ปริมาณโลหะหนักในฝุ่นรวม (TSP) ที่วัดมณฑป ดลิ่งชั้น ระหว่างวันที่ 26 ส.ค. - 9 ก.ย. 2539 (ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้)

วันที่ทดลอง	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Zn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
26 ส.ค. 2539	61.84	0.0468	0.0392	0.3086	0.1450
27 ส.ค. 2539	72.13	0.1008	0.0212	0.2948	0.1505
28 ส.ค. 2539	73.65	0.0302	0.0190	0.1138	0.1003
29 ส.ค. 2539	77.16	0.0465	0.0212	0.2894	0.1086
30 ส.ค. 2539	42.08	0.0134	0.0089	0.1870	0.1039
31 ส.ค. 2539	74.12	0.0155	0.0240	0.0788	0.0783
1 ก.ย. 2539	75.42	0.0292	0.0156	0.0987	0.0880
2 ก.ย. 2539	78.93	0.0139	0.0132	0.0705	0.0718
3 ก.ย. 2539	67.34	0.0226	0.0137	0.0877	0.0642
4 ก.ย. 2539	97.83	0.0166	0.0166	0.0777	0.0488
5 ก.ย. 2539	113.51	0.0687	0.0336	0.3953	0.0785
6 ก.ย. 2539	60.10	0.0486	0.0117	0.1724	0.0703
7 ก.ย. 2539	55.54	0.0223	0.0128	0.1144	0.0613
8 ก.ย. 2539	82.99	0.0358	0.0153	0.1069	0.0613
9 ก.ย. 2539	73.61	0.0428	0.0221	0.3656	0.0806
ค่าสูงสุด	113.51	0.1008	0.0392	0.3953	0.1505
ค่าต่ำสุด	42.08	0.0134	0.0089	0.0705	0.0488
ค่าเฉลี่ย	73.75	0.0369	0.0192	0.1841	0.0874

ตารางที่ ง-5 ปริมาณโลหะหนักที่มีในฝุ่นขนาดต่ำกว่า 10 ไมครอน (PM10) ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ระหว่างวันที่ 1 - 15 ก.ค. 2539 (ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้)

วันที่ทดลอง	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Zn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1 ก.ค. 2539	48.18	0.0214	0.0100	0.1651	0.1810
2 ก.ค. 2539	65.22	0.0319	0.0178	0.1947	0.1488
3 ก.ค. 2539	83.50	0.1003	0.0576	0.5841	0.1293
4 ก.ค. 2539	93.23	0.0527	0.0401	0.4132	0.1824
5 ก.ค. 2539	83.71	0.0363	0.0279	0.4266	0.1846
6 ก.ค. 2539	55.12	0.0738	0.0306	0.2673	0.1817
7 ก.ค. 2539	45.36	0.0217	0.0113	0.1386	0.1330
8 ก.ค. 2539	65.35	0.0271	0.0227	0.2001	0.1623
9 ก.ค. 2539	30.36	0.2173	0.0721	0.9285	0.1581
10 ก.ค. 2539	42.82	0.0298	0.0201	0.3140	0.1337
11 ก.ค. 2539	43.64	0.0729	0.0315	0.5228	0.1428
12 ก.ค. 2539	34.65	0.0183	0.0173	0.2855	0.1196
13 ก.ค. 2539	46.50	0.0604	0.0319	0.2636	0.1166
14 ก.ค. 2539	33.66	0.0153	0.0124	0.1586	0.1224
15 ก.ค. 2539	54.79	0.0353	0.0239	0.3187	0.1229
ค่าสูงสุด	93.23	0.2173	0.0721	0.9285	0.1846
ค่าต่ำสุด	30.36	0.0153	0.0100	0.1386	0.1166
ค่าเฉลี่ย	55.07	0.0543	0.0285	0.3454	0.1479

ตารางที่ ง-6 ปริมาณโลหะหนักในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ที่กรมประชาสัมพันธ์ ถนนวิภาวดีรังสิต ระหว่างวันที่ 18 ก.ค. - 1 ส.ค. 2539 (ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้)

วันที่ทดลอง	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Zn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
18 ก.ค. 2539	72.22	0.0718	0.0318	0.3193	0.1301
19 ก.ค. 2539	68.82	0.0314	0.0215	0.2836	0.1219
20 ก.ค. 2539	103.85	0.0468	0.0202	0.3100	0.2504
21 ก.ค. 2539	107.25	0.0778	0.0179	0.2072	0.2192
22 ก.ค. 2539	134.60	0.0812	0.0331	0.4351	0.2003
23 ก.ค. 2539	146.44	0.0843	0.0242	0.2952	0.3177
24 ก.ค. 2539	71.43	0.0357	0.0119	0.2457	0.1798
25 ก.ค. 2539	86.43	0.1537	0.0226	0.2834	0.1342
26 ก.ค. 2539	100.93	0.0400	0.0171	0.2603	0.1437
27 ก.ค. 2539	106.06	0.0659	0.0197	0.2740	0.1328
28 ก.ค. 2539	77.67	0.0487	0.0115	0.1265	0.1478
29 ก.ค. 2539	42.13	0.0225	0.0077	0.0830	0.1361
30 ก.ค. 2539	52.14	0.0446	0.0221	0.1590	0.1005
31 ก.ค. 2539	56.54	0.0331	0.0355	0.1544	0.1033
1 ส.ค. 2539	108.76	0.1135	0.0286	0.2401	0.2021
ค่าสูงสุด	146.44	0.1537	0.0355	0.4351	0.3177
ค่าต่ำสุด	42.13	0.0225	0.0077	0.0830	0.1005
ค่าเฉลี่ย	89.02	0.0634	0.0217	0.2451	0.1680

ตารางที่ จ-7 ปริมาณโลหะหนักในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ที่สมุทรปราการ ระหว่างวันที่ 6 - 20 ส.ค. 2540 (ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้)

วันที่ทดลอง	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Zn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
6 ส.ค. 2539	61.95	0.0838	0.0222	0.1775	0.2055
7 ส.ค. 2539	47.64	0.0526	0.0138	0.1117	0.1589
8 ส.ค. 2539	44.30	0.0845	0.0128	0.1241	0.1549
9 ส.ค. 2539	61.80	0.0585	0.0297	0.2954	0.1394
10 ส.ค. 2539	27.80	0.0246	0.0049	0.0939	0.1489
11 ส.ค. 2539	27.82	0.0267	0.0034	0.0620	0.1537
12 ส.ค. 2539	28.58	0.0168	0.0037	0.0657	0.1009
13 ส.ค. 2539	31.01	0.0322	0.0071	0.0670	0.1012
13 ส.ค. 2539	33.79	0.0820	0.0190	0.2052	0.1409
15 ส.ค. 2539	62.40	0.1119	0.0186	0.2748	0.1001
16 ส.ค. 2539	32.15	0.0396	0.0036	0.1208	0.0675
17 ส.ค. 2539	38.03	0.0328	0.0125	0.1789	0.1092
18 ส.ค. 2539	56.65	0.1233	0.0210	0.2625	0.1162
19 ส.ค. 2539	90.66	0.0608	0.0438	0.4439	0.0961
20 ส.ค. 2539	113.48	0.1027	0.0799	0.6539	0.1665
ค่าสูงสุด	113.48	0.1233	0.0799	0.6539	0.2055
ค่าต่ำสุด	27.80	0.0168	0.0034	0.0620	0.0675
ค่าเฉลี่ย	50.54	0.0622	0.0197	0.2091	0.1307

ตารางที่ ง-8 ปริมาณโลหะหนักในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ที่วัดมณฑป ตลิ่งชัน
ระหว่างวันที่ 26 ส.ค. - 9 ก.ย. 2539 (ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้)

วันที่	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Zn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
26 ส.ค. 2539	43.64	0.0408	0.0285	0.2698	0.2003
27 ส.ค. 2539	42.24	0.1022	0.0094	0.2849	0.2377
28 ส.ค. 2539	46.98	0.0300	0.0062	0.1024	0.3083
29 ส.ค. 2539	47.00	0.0472	0.0107	0.2864	0.1740
30 ส.ค. 2539	25.36	0.0164	0.0027	0.1690	0.1710
31 ส.ค. 2539	28.97	0.0168	0.0052	0.0390	0.1652
1 ก.ย. 2539	47.19	0.0313	0.0066	0.0999	0.1629
2 ก.ย. 2539	49.23	0.0175	0.0060	0.0687	0.1871
3 ก.ย. 2539	47.72	0.0053	0.0074	0.0705	0.1875
4 ก.ย. 2539	76.34	0.0241	0.0104	0.0752	0.1945
5 ก.ย. 2539	68.36	0.0208	0.0189	0.3791	0.2060
6 ก.ย. 2539	37.33	0.0682	0.0042	0.1333	0.1741
7 ก.ย. 2539	36.17	0.0430	0.0063	0.0666	0.1168
8 ก.ย. 2539	64.21	0.0203	0.0089	0.1104	0.1857
9 ก.ย. 2539	51.86	0.0408	0.0172	0.3635	0.1886
ค่าสูงสุด	76.34	0.1022	0.0285	0.3791	0.3083
ค่าต่ำสุด	25.36	0.0053	0.0027	0.0390	0.1168
ค่าเฉลี่ย	47.51	0.0350	0.0099	0.1679	0.1906

ตารางที่ ง-9 ปริมาณโลหะหนักในฝุ่นรวม (TSP) ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ระหว่างวันที่
26 พ.ย. - 15 ธ.ค. 2539 (ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ)

วันที่ทดลอง	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Zn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
26 พ.ย. 2539	148.93	0.0467	0.0423	0.1699	0.0786
27 พ.ย. 2539	128.80	0.0290	0.0369	0.1299	0.0581
28 พ.ย. 2539	128.22	0.0189	0.0359	0.1387	0.0520
29 พ.ย. 2539	117.27	0.0234	0.0368	0.1235	0.0503
30 พ.ย. 2539	120.91	0.0275	0.0363	0.2366	0.0623
1 ธ.ค. 2539	108.29	0.0126	0.0313	0.1674	0.0503
2 ธ.ค. 2539	130.77	0.0242	0.0386	0.2364	0.0580
3 ธ.ค. 2539	169.12	0.0381	0.0461	0.2331	0.0602
4 ธ.ค. 2539	159.51	0.0313	0.0438	0.2516	0.0604
5 ธ.ค. 2539	111.78	0.0206	0.0316	0.2062	0.0696
6 ธ.ค. 2539	92.97	0.0115	0.0313	0.1881	0.0481
7 ธ.ค. 2539	151.97	0.0306	0.0479	0.2195	0.0486
8 ธ.ค. 2539	176.77	0.0511	0.0540	0.2754	0.0524
9 ธ.ค. 2539	154.63	0.0362	0.0492	0.2519	0.0451
10 ธ.ค. 2539	153.15	0.0352	0.0503	0.2524	0.0488
11 ธ.ค. 2539	131.19	0.0312	0.0458	0.2275	0.0502
12 ธ.ค. 2539	173.64	0.0512	0.0597	0.2684	0.0574
13 ธ.ค. 2539	187.80	0.0654	0.0565	0.3349	0.0549
14 ธ.ค. 2539	179.75	0.0617	0.0554	0.2511	0.0569
15 ธ.ค. 2539	152.01	0.0555	0.0501	0.2350	0.0538
ค่าสูงสุด	187.80	0.0654	0.0597	0.3349	0.0786
ค่าต่ำสุด	92.97	0.0115	0.0313	0.1235	0.0451
ค่าเฉลี่ย	143.87	0.0351	0.0440	0.2199	0.0558

ตารางที่ ง-10 ปริมาณโลหะหนักในฝุ่นรวม (TSP) ที่กรมประชาสัมพันธ์ถนนวิภาวดีรังสิต ระหว่างวันที่ 19 ธ.ค. 2539 - 7 ม.ค. 2540 (ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ)

วันที่ทดลอง	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Zn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
19 ธ.ค. 2539	254.44	0.0831	0.0798	0.3281	0.1456
20 ธ.ค. 2539	247.48	0.0969	0.0822	0.3187	0.1497
21 ธ.ค. 2539	236.57	0.0189	0.0741	0.3031	0.1234
22 ธ.ค. 2539	399.26	0.1266	0.0506	0.4382	0.1543
23 ธ.ค. 2539	360.60	0.1237	0.1144	0.4694	0.1495
24 ธ.ค. 2539	348.39	0.2107	0.1043	0.4446	0.1672
25 ธ.ค. 2539	341.17	0.1766	0.1079	0.8043	0.2124
26 ธ.ค. 2539	231.11	0.0884	0.0853	0.3196	0.1102
27 ธ.ค. 2539	322.02	0.1546	0.1114	0.4074	0.1597
28 ธ.ค. 2539	286.64	0.1310	0.0915	0.3912	0.1286
29 ธ.ค. 2539	259.45	0.1537	0.0825	0.3764	0.1144
30 ธ.ค. 2539	213.17	0.0847	0.0651	0.3460	0.1403
31 ธ.ค. 2539	279.86	0.0748	0.0886	0.3130	0.1207
1 ม.ค. 2540	215.18	0.0403	0.0684	0.2040	0.1229
2 ม.ค. 2540	237.03	0.0605	0.0815	0.3145	0.1339
3 ม.ค. 2540	219.98	0.0674	0.0692	0.2440	0.1354
4 ม.ค. 2540	253.69	0.0764	0.0764	0.2277	0.1681
5 ม.ค. 2540	227.74	0.0369	0.0729	0.2293	0.1005
6 ม.ค. 2540	198.88	0.0442	0.0623	0.2267	0.1080
7 ม.ค. 2540	252.31	0.0661	0.0778	0.2678	0.1135
ค่าสูงสุด	399.26	0.2107	0.1144	0.8043	0.2124
ค่าต่ำสุด	198.88	0.0189	0.0506	0.2040	0.1005
ค่าเฉลี่ย	269.25	0.0958	0.0823	0.3487	0.1379

ตารางที่ จ-11 ปริมาณโลหะหนักในฝุ่นรวม (TSP) ที่สมุทรปราการ ระหว่างวันที่ 14 ม.ค. - 3 ก.พ. 2540 (ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ)

วันที่ทดลอง	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Zn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
14 ม.ค. 2540	766.47	0.1224	0.1124	0.4755	0.2138
15 ม.ค. 2540	209.23	0.1111	0.0833	0.3416	0.1370
16 ม.ค. 2540	184.79	0.0629	0.0605	0.1540	0.1140
17 ม.ค. 2540	202.57	0.0608	0.0621	0.2737	0.1220
18 ม.ค. 2540	162.36	0.0461	0.0564	0.2171	0.1225
19 ม.ค. 2540	116.61	0.0228	0.0371	0.0506	0.0965
20 ม.ค. 2540	100.46	0.0997	0.0296	0.1497	0.0939
21 ม.ค. 2540	122.38	0.0246	0.0369	0.0499	0.1001
22 ม.ค. 2540	126.10	0.0398	0.0346	0.0609	0.1133
23 ม.ค. 2540	145.29	0.0585	0.0504	-	0.1167
24 ม.ค. 2540	210.71	0.0958	0.0820	0.6868	0.1627
25 ม.ค. 2540	171.17	0.0480	0.0611	0.2676	0.1068
26 ม.ค. 2540	151.90	0.0488	0.0487	0.1055	0.0710
27 ม.ค. 2540	293.33	0.1038	0.1269	0.5833	0.1044
28 ม.ค. 2540	733.26	0.0668	0.1274	0.7289	0.1004
29 ม.ค. 2540	217.88	0.0452	0.0745	0.3601	0.1412
30 ม.ค. 2540	149.23	0.0263	0.0587	0.0653	0.4579
31 ม.ค. 2540	115.42	0.0290	0.0343	0.0713	0.0738
1 ก.พ. 2540	149.43	0.0419	0.0442	0.0581	0.0849
2 ก.พ. 2540	115.67	0.0366	0.0311	0.0504	0.0238
3 ก.พ. 2540	103.42	0.0532	0.0285	0.1040	0.0749
ค่าสูงสุด	766.47	0.1224	0.1274	0.7289	0.4579
ค่าต่ำสุด	100.46	0.0228	0.0285	0.0499	0.0238
ค่าเฉลี่ย	216.56	0.0592	0.0610	0.2427	0.1253

ตารางที่ ง-12 ปริมาณโลหะหนักในฝุ่นรวม (TSP) ที่วัดมณฑป ตลิ่งชัน ระหว่างวันที่ 11 ก.พ. - 2 มี.ค. 2540 (ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ)

วันที่ทดลอง	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Zn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
11 ก.พ. 2540	263.51	0.1185	0.0822	0.4000	0.5518
12 ก.พ. 2540	171.30	0.0367	0.0523	0.2344	0.5708
13 ก.พ. 2540	68.25	0.0292	0.0197	0.1298	0.1880
14 ก.พ. 2540	69.86	0.0162	0.0236	0.0778	0.0840
15 ก.พ. 2540	78.26	0.0196	0.0176	0.0627	0.1007
16 ก.พ. 2540	48.62	0.0126	0.0097	0.0375	0.0572
17 ก.พ. 2540	69.63	0.0194	0.0156	0.1231	0.0619
18 ก.พ. 2540	117.94	0.0404	0.0425	0.2136	0.0878
19 ก.พ. 2540	235.86	0.0277	0.0910	0.2612	0.0594
20 ก.พ. 2540	210.76	0.0267	0.0687	0.1348	0.0670
21 ก.พ. 2540	175.83	0.0245	0.0634	0.1185	0.0520
22 ก.พ. 2540	239.23	1.3854	0.0838	1.6662	1.2467
23 ก.พ. 2540	249.23	0.0749	0.0756	0.3063	0.0805
24 ก.พ. 2540	149.02	0.0363	0.0436	0.1931	0.0713
25 ก.พ. 2540	138.53	0.0294	0.0416	0.1531	0.0665
26 ก.พ. 2540	159.27	0.0414	0.0466	0.2559	0.0822
27 ก.พ. 2540	167.94	0.0752	0.0481	0.6774	0.0846
28 ก.พ. 2540	111.13	0.0268	0.0359	0.1207	0.0747
1 มี.ค. 2540	102.59	0.0169	0.0316	0.0936	0.0588
2 มี.ค. 2540	138.15	0.0211	0.0453	0.1082	0.0655
ค่าสูงสุด	263.51	1.3854	0.0910	1.6662	1.2467
ค่าต่ำสุด	48.62	0.0126	0.0097	0.0375	0.0520
ค่าเฉลี่ย	148.25	0.1039	0.0469	0.2684	0.1856

ตารางที่ จ-13 ปริมาณโลหะหนักในฝุ่นที่มีขนาดต่ำกว่า 10 ไมครอน (PM10) ที่จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัยระหว่างวันที่ 26 พ.ย. - 15 ธ.ค. 2539 (ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ)

วันที่ทดลอง	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Zn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
26 พ.ย. 2539	97.51	0.0396	0.0230	0.3227	0.2303
27 พ.ย. 2539	80.36	0.0198	0.0162	0.1687	0.1890
28 พ.ย. 2539	72.53	0.0118	0.0160	0.1509	0.1364
29 พ.ย. 2539	69.98	0.0214	0.0179	0.2058	0.1011
30 พ.ย. 2539	66.13	0.0205	0.0176	0.2050	0.1201
1 ธ.ค. 2539	56.84	0.0083	0.0131	0.1472	0.1104
2 ธ.ค. 2539	77.84	0.0140	0.0185	0.1646	0.1242
3 ธ.ค. 2539	92.44	0.0234	0.0202	0.1776	0.0930
4 ธ.ค. 2539	95.60	0.0161	0.0166	0.1444	0.0787
5 ธ.ค. 2539	65.01	0.0117	0.0139	0.1469	0.1023
6 ธ.ค. 2539	48.13	0.0037	0.0190	0.1098	0.0864
7 ธ.ค. 2539	85.75	0.0246	0.0243	0.1897	0.0849
8 ธ.ค. 2539	95.29	0.0340	0.0222	0.1564	0.0704
9 ธ.ค. 2539	78.42	0.0238	0.0223	0.1893	0.0705
10 ธ.ค. 2539	79.44	0.0250	0.0202	0.1690	0.0604
11 ธ.ค. 2539	72.86	0.0195	0.0205	0.1602	0.0701
12 ธ.ค. 2539	105.85	0.0379	0.0297	0.2225	0.0979
13 ธ.ค. 2539	103.39	0.0506	0.0278	0.2974	0.1003
14 ธ.ค. 2539	103.94	0.0519	0.0306	0.2437	0.1056
15 ธ.ค. 2539	91.93	0.0422	0.0244	0.1933	0.1030
ค่าสูงสุด	105.85	0.0519	0.0306	0.3227	0.2303
ค่าต่ำสุด	48.13	0.0037	0.0131	0.1098	0.0604
ค่าเฉลี่ย	81.96	0.0250	0.0207	0.1883	0.1067

ตารางที่ ง-14 ปริมาณโลหะหนักในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ที่ถนนวิภาวดีรังสิต
ระหว่างวันที่ 19 ธ.ค. 2539 - 7 ม.ค. 2540 (ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ)

วันที่ทดลอง	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Zn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
19 ธ.ค. 2539	131.43	0.0599	0.0298	0.1465	0.1611
20 ธ.ค. 2539	134.87	0.0734	0.0368	0.1724	0.1407
21 ธ.ค. 2539	145.60	0.0777	0.0323	0.1777	0.1437
22 ธ.ค. 2539	250.00	0.1029	0.0835	0.2433	0.2400
23 ธ.ค. 2539	247.56	0.0983	0.0709	0.3023	0.1918
24 ธ.ค. 2539	217.33	0.1525	0.0490	0.2142	0.1488
25 ธ.ค. 2539	224.13	0.1425	0.0597	0.6391	0.2599
26 ธ.ค. 2539	190.19	0.0933	0.0587	0.2284	0.1927
27 ธ.ค. 2539	205.58	0.1204	0.0636	0.2361	0.1527
28 ธ.ค. 2539	190.89	0.1048	0.0517	0.2595	0.1474
29 ธ.ค. 2539	167.65	0.1187	0.0418	0.2242	0.1142
30 ธ.ค. 2539	142.57	0.0596	0.0297	0.1918	0.1071
31 ธ.ค. 2539	149.08	0.0549	0.0394	0.1518	0.1271
1 ม.ค. 2540	123.41	0.0296	0.0305	0.0846	0.1159
2 ม.ค. 2540	165.24	0.0419	0.0389	0.1468	0.1029
3 ม.ค. 2540	131.85	0.0429	0.0314	0.1536	0.1098
4 ม.ค. 2540	151.06	0.0537	0.0399	0.2006	0.1385
5 ม.ค. 2540	132.40	0.0257	0.0351	0.2220	0.0878
6 ม.ค. 2540	128.05	0.0309	0.0310	0.2020	0.1053
7 ม.ค. 2540	152.11	0.0464	0.0398	0.2516	0.1160
ค่าสูงสุด	250.00	0.1525	0.0835	0.6391	0.2599
ค่าต่ำสุด	123.41	0.0257	0.0297	0.0846	0.0878
ค่าเฉลี่ย	169.05	0.0765	0.0447	0.2224	0.1452

ตารางที่ จ-15 ปริมาณโลหะที่มีขนาดต่ำกว่า 10 ไมครอน (PM10) ที่สมุทรปราการ ระหว่างวันที่ 14 ม.ค. - 3 ก.พ. 2540 (ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ)

วันที่	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Zn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
14 ม.ค. 2540	219.76	0.0963	0.0643	0.3803	0.2572
15 ม.ค. 2540	128.84	0.0766	0.0435	0.2814	0.1837
16 ม.ค. 2540	92.56	0.0469	0.0273	0.1423	0.1516
17 ม.ค. 2540	95.30	0.0429	0.0260	0.1925	0.1658
18 ม.ค. 2540	74.59	0.0261	0.0197	0.1259	0.1284
19 ม.ค. 2540	51.08	0.0140	0.0124	0.0191	0.1203
20 ม.ค. 2540	50.06	0.0759	0.0097	0.1144	0.1040
21 ม.ค. 2540	51.54	0.0162	0.0111	0.0243	0.1018
22 ม.ค. 2540	57.18	0.0237	0.0104	0.0278	0.1138
23 ม.ค. 2540	68.76	0.0409	0.0256	-	0.1197
24 ม.ค. 2540	119.38	0.0740	0.0441	0.6102	0.1483
25 ม.ค. 2540	83.56	0.0330	0.0255	0.1873	0.1125
26 ม.ค. 2540	65.74	0.0414	0.0173	0.0713	0.0981
27 ม.ค. 2540	144.50	0.0777	0.0573	0.4261	0.1065
28 ม.ค. 2540	157.39	0.0385	0.0576	0.4306	0.1038
29 ม.ค. 2540	112.22	0.0268	0.0323	0.2244	0.1270
30 ม.ค. 2540	67.37	0.0195	0.0187	0.0777	0.2082
31 ม.ค. 2540	62.65	0.0227	0.0145	0.0637	0.0893
1 ก.พ. 2540	68.32	0.0279	0.0140	0.0317	0.0705
2 ก.พ. 2540	56.56	0.0311	0.0125	0.0475	0.1022
3 ก.พ. 2540	53.90	0.0462	0.0116	0.1143	0.0871
ค่าสูงสุด	219.76	0.0963	0.0643	0.6102	0.2572
ค่าต่ำสุด	50.06	0.0140	0.0097	0.0191	0.0705
ค่าเฉลี่ย	89.59	0.0428	0.0264	0.1796	0.1286

ตารางที่ ง-16 ปริมาณโลหะหนักในฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่วัดมณฑป ต.ลิ่งชั้น ระหว่างวันที่ 11 ก.พ. - 2 มี.ค. 2540

วันที่ทดลอง	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Zn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
11 ก.พ. 2540	168.97	0.0937	0.0427	0.4359	0.3783
12 ก.พ. 2540	90.19	0.0220	0.0200	0.2977	0.3650
13 ก.พ. 2540	43.04	0.0233	0.0094	0.2226	0.1914
14 ก.พ. 2540	30.00	0.0091	0.0057	0.1684	0.1122
15 ก.พ. 2540	33.17	0.0131	0.0058	0.1837	0.1107
16 ก.พ. 2540	27.55	0.0071	0.0026	0.1744	0.0922
17 ก.พ. 2540	42.83	0.0151	0.0076	0.2114	0.1132
18 ก.พ. 2540	67.89	0.0284	0.0181	0.2586	0.1269
19 ก.พ. 2540	147.26	0.0239	0.0444	0.3141	0.1270
20 ก.พ. 2540	139.77	0.0217	0.0361	0.2103	0.1266
21 ก.พ. 2540	110.58	0.0160	0.0275	0.1011	0.0888
22 ก.พ. 2540	152.80	0.0328	0.0356	0.4809	0.1090
23 ก.พ. 2540	167.71	0.0526	0.0370	0.1452	0.0937
24 ก.พ. 2540	99.56	0.0297	0.0181	0.1387	0.0934
25 ก.พ. 2540	86.01	0.0273	0.0184	0.1553	0.0980
26 ก.พ. 2540	105.59	0.0354	0.0236	0.2371	0.1086
27 ก.พ. 2540	116.99	0.0713	0.0256	0.6599	0.1170
28 ก.พ. 2540	66.93	0.0213	0.0153	0.1129	0.1149
1 มี.ค. 2540	61.62	0.0160	0.0123	0.1107	0.0795
2 มี.ค. 2540	69.61	0.0186	0.0139	0.0838	0.0818
ค่าสูงสุด	168.97	0.0937	0.0444	0.6599	0.3783
ค่าต่ำสุด	27.55	0.0071	0.0026	0.0838	0.0795
ค่าเฉลี่ย	91.40	0.0289	0.0210	0.2351	0.1364