ทางเลือกในการทำความสะอาดถนนเพื่อลดฝุ่นฟุ้งปลิว

นาย วิฑูรย์ อภิสิทธิ์ภูวกุล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2544
ISBN 974-03-0217-3
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

OPTIONS IN STREET CLEANING TO REDUCE DUST RESUSPENSION

Mr. Witoon Apisitpuvakul

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Environmental Engineering

Department of Environmental Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University

Academic Year 2001
ISBN 974-03-0217-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ทางเลือกในการทำความสะอาดถนนเพื่อลดฝุ่นฟุ้งปลิว
โดย	นายวิฑูรย์ อภิสิทธิ์ภูวกุล
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…….. คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…… ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สุรี ขาวเธียร)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์)

……กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.นพภาพร พานิช)

……กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชวลิต รัตนธรรมสกุล)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นาย วิฑูรย์ อภิสิทธิ์ภูวกุล : ทางเลือกในการทำความสะอาดถนนเพื่อลดฝุ่นฟุ้งปลิว. (OPTIONS IN STREET CLEANING TO REDUCE DUST RESUSPENSION)
อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ. วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ , 223 หน้า. ISBN 974-03-0217-3.

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดปริมาณฝุ่นบนผิวถนนขนาดต่าง ๆ โดยการทำความสะอาดแบบใช้ รถกวาดถนนขนาดต่าง ๆ รวม 3 ขนาด การล้างถนน และใช้แรงงานคนกวาด และคำนวณอัตราการปล่อยฝุ่นละอองจากยานยนต์ที่แล่นผ่านถนน รวมทั้งประเมินค่าใช้จ่ายของการทำความสะอาด โดยวิธีทำความสะอาดแบบต่าง ๆ พร้อมทั้งเสนอแนะทางเลือกที่เหมาะสมในการนำไปใช้ในทางปฏิบัติ

ในการศึกษาเลือกใช้ถนนที่ปูผิวทางแล้ว 3 ขนาดในจังหวัดกรุงเทพมหานคร คือ 2 เลน,4 เลน และ6 เลน โดยแบ่งเป็นพื้นที่ฝั่ง กทม. ซึ่งดำเนินการโดย กทม. เอง จำนวน 4 สาย และ พื้นที่ฝั่งธนบุรีซึ่งดำเนินการโดยเอกชนจำนวน 2 สาย โดยทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนก่อนและหลังการทำความสะอาด 1 วัน,2 วัน,4 วัน และ 7 วัน

การศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนนซึ่งคิดจากการลดลงของปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนที่ปูผิวทาง ในถนนขนาดใหญ่ ,ถนนขนาดกลาง และ ถนนขนาดเล็กโดยวิธีการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดและดูดฝุ่น ขนาดต่าง ๆ มีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 30.03 , 58.06 และ 70.31 % ตามลำดับ และในถนนขนาดใหญ่ และ ถนนขนาดเล็กโดยวิธีการทำความสะอาดแบบใช้การฉีดล้างถนน มีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 54.79 และ 70.09% ตามลำดับ และในถนนขนาดกลาง โดยใช้แรงงานคนกวาด มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 13.30% และคำนวณอัตราการปล่อยฝุ่นละอองจากยานยนต์ที่แล่นผ่านถนนที่ปูผิวทางก่อนและหลังทำความสะอาดถนนขนาดต่าง ๆที่ทำการศึกษา โดยการทำความสะอาดแบบต่างๆพบว่าก่อนทำความสะอาดมีค่าอยู่ระหว่าง1.12– 4.00 กรัม PM–10/กิโลเมตร - คัน และหลังทำความสะอาดทันทีมีค่าอยู่ระหว่าง 0.49–3.11 กรัม PM–10/กิโลเมตร–คัน

ค่าใช้จ่ายของ กทม. ในการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดใหญ่ ,รถกวาดขนาดกลาง และรถกวาดขนาดเล็ก มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการรวม เท่ากับ 0.73 , 0.54 และ 0.52 บาท/กรัมของฝุ่นซิลท์ ตามลำดับ วิธีการฉีดล้างถนน และใช้แรงงานคนกวาด มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการรวม 0.78 และ 5.30 บาท/กรัมของฝุ่นซิลท์ตามลำดับ

การศึกษาพบว่า ขนาดของรถกวาดไม่มีผลต่อประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนนแต่รถกวาดขนาดเล็กมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการที่ต่ำที่สุด ประสิทธิภาพในการทำความสะอาดของรถกวาดขึ้นอยู่กับขนาดถนน โดยในถนนขนาดเล็ก จะมีประสิทธิภาพสูงที่สุดรองมาได้แก่ถนนขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ตามลำดับ ส่วนการล้างถนนจะให้ประสิทธิภาพในการทำความสะอาดสูงที่สุด แต่มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสูง จึงเหมาะสมที่จะใช้ทำความสะอาดถนน เฉพาะถนนสายสำคัญที่มีการจราจรสูงและประชาชนอาศัยอยู่หนาแน่น ส่วนการกวาด โดยใช้แรงงานคนจะให้ประสิทธิภาพในการทำความสะอาดต่ำที่สุด และมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานสูงที่สุด แต่คนงานกวาดมีหน้าที่ ดูแลความสะอาดทั่วไปและต้นไม้บนบาทวิถีด้วย

ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2544	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

4170520721 : MAJOR ENVIRONMENTAL ENGINEER

KEY WORD : DUST / DUST RESUSPENSION / PM-10 / SWEEPING

WITOON APISITPUVAKUL : OPTIONS IN STREET CLEANING TO REDUCE DUST RESUSPENSION. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. WONGPUN LIMPASENI, 223 pp. ISBN 974-03-0217-3.

The objectives of this research were to study and compare the dust control efficiency from many different sizes of paved roads by mean of 3 sizes of mechanical road sweepers , washing with water and manual sweeper , to calculate the dust emission rates and estimate cost of option in cleaning street and to recommend suitable method of practice.

This research was to choose paved roads of 3 sizes (2 , 4 and 6 lanes). There were 2 different study areas , namely Bangkok area and Thunburi area. Bangkok area was cleaned by Bangkok Metropolitan Administration and Thunburi area was cleaned by a private contractor. The number of experimental roads in Bangkok and Thunburi area were 4 and 2 respectively. Dust samples were collected before cleaning to compare with dust samples collected after cleaning 1 , 2 , 4 and 7 days.

The results showed that the street cleaning efficiency by mean of mechanical sweepers on wide, medium and narrow roads were 30.03%, 58.06% and 70.31% respectively. Street cleaning efficiency by washing with water on wide and narrow roads were 54.79% and 70.09% respectively. Street cleaning efficiency by manual sweeper on medium road was 13.30%. Calculated dust emission rate from moving vehicle , before and after cleaning were between 1.12-4.00 g PM-10/VKT and 0.49-3.11 g PM-10/VKT respectively.

The total estimate costs of street cleaning to reduce dust by managing Bangkok Metropolitan Administration were 0.73, 0.54 and 0.52 bath/gram of silt for big , medium and small sweepers, respectively. For washing with water and manual sweeper , the total estimate costs were 0.78 and 5.30 bath/gram of silt respectively.

The study showed that the size of mechanical sweepers had no impact on street cleaning efficiency. But street cleaning efficiency varied with size of street. Street cleaning efficiency was best for narrow road and poorest for wide road . Small machine sweeper required the lowest cost of operation. Washing with water was more efficient than mechanical sweeper but it was more expensive. So, washing with water was suitable for dust reducing in more congested streets. Manual sweeper had the lowest street cleaning efficiency but the most expensive costs of street cleaning. However, manual sweepers had to take care of trees and general cleanliness of the area.

Department Environmemtal Engineering	Student's signature…….....
Field of study Environmemtal Engineering	Advisor's signature…….....
Academic year 2001	Co-advisor's signature…….....

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาตามวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ต้องกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้ความรัก ความเอาใจใส่และเป็นกำลังใจให้เสมอมา

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ตลอดจนถ่ายทอดความรู้จนงานวิจัยได้สำเร็จออกมา รวมทั้งคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัย

ขอขอบคุณ ข้าราชการและลูกจ้างของสำนักรักษาความสะอาดและสำนักงานเขตต่างๆ รวมถึงหน่วยงานที่เกี่ยวข้องของทาง กรุงเทพมหานคร ที่อนุเคราะห์ให้ข้อมูลและบุคลากรรวมถึงเครื่องมืออุปกรณ์ ช่วยในการทำวิจัย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ บริษัท อีแวม เอจี จำกัด ที่ให้ข้อมูลและอำนวยความสะดวกตลอดการทดลองในพื้นที่ฝังธนบุรี

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ตำรวจจราจรสถานีปทุมวัน พญาไท ลุมพินี และดินแดง ที่อำนวยความสะดวกตลอดการเก็บตัวอย่าง

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่กรมอุตุนิยมวิทยาที่อนุเคราะห์ให้ข้อมูลสภาพอากาศ

และท้ายนี้ ขอขอบคุณ เพื่อน ๆ รุ่นพี่ และรุ่นน้อง รวมถึง คุณ อภิรดี ศรีจันทราพันธุ์ ที่คอยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในยามจำเป็นมาตลอดและเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ
กิตติกรรมประกาศ.....ฉ
สารบัญ.....ช
สารบัญตาราง.....ฎ
สารบัญภาพ.....ณ
บทที่
1. บทนำ..... 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 2
1.4 คำจำกัดความของการวิจัย..... 3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 4
1.6 วิธีดำเนินการวิจัย..... 4
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 6
2.1 ศัพท์และความหมาย..... 6
2.2 การกระจายขนาดของอนุภาค..... 7
2.3 อันตรายของฝุ่น..... 9
2.3.1 อันตรายของฝุ่นต่อสภาพแวดล้อม การทำงาน และการดำเนินชีวิต..... 9
2.3.2 อันตรายของฝุ่นต่อสุขภาพ..... 9
2.3.2.1 กระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นเมื่อฝุ่นละอองเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ..... 9
2.3.2.2 อันตรายของฝุ่นละอองต่อระบบทางเดินหายใจ..... 10
2.4 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ..... 11
2.5 สถานการณ์คุณภาพอากาศบริเวณริมถนนของกรุงเทพมหานคร..... 11
2.6 แหล่งกำเนิดฝุ่นละอองและวิธีการควบคุม..... 12
2.6.1 แหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง..... 12
2.6.2 วิธีการควบคุมฝุ่นละออง..... 15
2.7 ฝุ่นละอองที่ฟุ้งปลิวจากถนนที่ปูผิวทาง..... 15
2.7.1 แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองที่ฟุ้งปลิวจากถนนที่ปูผิวทาง.....15

หน้า

2.7.2 การคำนวณหาอัตราการปล่อยฝุ่นละอองจากยานยนต์ที่แล่นผ่านถนนที่ปูผิวทาง..... 16
2.8 วิธีการควบคุมปริมาณฝุ่นละอองที่ฟุ้งปลิวจากถนน.....19
2.8.1 การควบคุมปริมาณการจราจร.....20
2.8.2 การปรับปรุงพื้นที่ไหล่ทางและเกาะกลางของถนน.....20
2.8.3 การควบคุมปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดจากแหล่งกำเนิดด้านข้างหรือบริเวณถนน..... 20
2.8.3.1 .การฉีดพ่นน้ำ.....20
2.8.3.2 การทำเสถียรภาพทางเคมี..... 21
2.8.4 การทำความสะอาดพื้นผิวถนน.....21
2.9 การทำความสะอาดถนนที่ปูผิวทางในกรุงเทพมหานคร.....21
2.9.1 การทำความสะอาดถนนโดยใช้แรงงานคน.....21
2.9.2 การทำความสะอาดโดยใช้รถกวาดและดูดฝุ่น.....23
2.9.3 การล้างถนน.....24
2.10 การศึกษาที่ผ่านมา.....28
3. แผนการศึกษาวิจัย.....32
3.1 การเตรียมวัสดุอุปกรณ์เครื่องมือและข้อมูลทั่วไป..... 32
3.2 ลักษณะของพื้นที่ที่ทำการเก็บตัวอย่าง..... 32
3.2.1 ถนนขนาดใหญ่.....33
3.2.2 ถนนขนาดกลาง.....34
3.2.3 ถนนขนาดเล็ก..... 37
3.3 การทำความสะอาดถนนแต่ละสายด้วยวิธีการทำความสะอาดแบบต่างๆ.....39
3.3.1 การทำความสะอาดโดยรถกวาดขนาดใหญ่.....39
3.3.2 การทำความสะอาดโดยรถกวาดขนาดกลาง.....39
3.3.3 การทำความสะอาดโดยรถกวาดขนาดเล็ก.....39
3.3.4 การทำความสะอาดใช้แรงงานคน.....40
3.3.5 การทำความสะอาดโดยการล้างถนน.....40
3.4 แผนการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของการทำความสะอาด.....43
3.4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง..... 43

หน้า

3.4.2 วิธีการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองบนพื้นผิวถนนที่ทำการศึกษา.....43
3.4.3 การศึกษาข้อมูลประกอบอื่นๆ.....47
3.5 แผนการเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง.....47
3.5.1 การเก็บตัวอย่างในกรณีการทำความสะอาดถนนขนาดใหญ่.....47
3.5.2 การเก็บตัวอย่างในกรณีการทำความสะอาดถนนขนาดกลาง.....50
3.5.3 การเก็บตัวอย่างในกรณีการทำความสะอาดถนนขนาดเล็ก.....51
3.6 แผนผังขั้นตอนการศึกษาวิจัย.....53
3.7 การศึกษาหาค่าตัวแปรจากตัวอย่างฝุ่นในห้องปฏิบัติการ.....54
3.7.1 ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนน.....54
3.7.2 ปริมาณฝุ่นซิลท์.....54
3.7.3 การศึกษาสมบัติของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนน.....54
3.7.3.1 วิธีหาค่าปริมาณความชื้น..... 55
3.7.3.2 วิธีหาค่าความถ่วงจำเพาะ..... 55
3.7.3.3 การวัดกระจายขนาดฝุ่นละอองที่ใหญ่กว่า 75 ไมครอน.....55
3.7.3.4 การวัดกระจายขนาดฝุ่นละอองที่เล็กกว่า 75 ไมครอน.....56
3.7.3.5 การหาปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอน..... 56
3.7.3.6 การหาองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่น.....56
3.8 การคำนวณอัตราการปล่อยฝุ่นละออง.....57
3.9 การประเมินค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน.....58
3.10 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาวิจัย.....59
4. ผลการทดลองและวิจารณ์.....61
4.1 สภาพอุตุนิยมวิทยา.....61
4.2 ปริมาณฝุ่นละอองรวม, ฝุ่นซิลท์ และค่าสัดส่วนซิลท์ ของถนนแต่ละสายก่อนทำความสะอาด.....64
4.3 ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนหลังทำความสะอาด.....69
4.4 ปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนหลังการทำความสะอาด.....70
4.5 อัตราการเพิ่มของปริมาณฝุ่นละอองรวมและ ฝุ่นซิลท์บนผิวถนนหลังทำความสะอาด.....94
4.6 อัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10.....97

หน้า

4.7 ประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนน.....104
4.8 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนน
โดยวิธีการทำความสะอาดแบบต่างๆ..... 109
4.9 เปรียบเทียบปริมาณฝุ่นซิลท์คงเหลือบนผิวถนน
หลังการทำความสะอาดในถนนแต่ละสาย.....113
4.10 ความถี่ที่เหมาะสมในการทำความสะอาดถนนเพื่อควบคุมและ
ลดปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนให้มีปริมาณคงที่เท่าเดิม.....117
4.11 การกระจายของฝุ่นละอองบนผิวถนนที่ขนาดใหญ่กว่า 75 ไมครอน.....120
4.12 การกระจายของฝุ่นละอองบนผิวถนนที่ขนาดเล็กกว่า 75 ไมครอน.....129
4.13 องค์ประกอบทางเคมีฝุ่นละอองในถนนที่ทำการศึกษาแต่ละสาย..... 135
4.14 ปริมาณ สารอินทรีย์คาร์บอนของตัวอย่างฝุ่นละอองในถนนที่ทำการศึกษา..... 137
4.15 ความถ่วงจำเพาะฝุ่นของถนนแต่ละสาย.....139
4.16 การประเมินค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของการทำความสะอาดแบบต่างๆ.....140
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....148
5.1 สรุปผลการทดลอง.....148
5.2 ข้อเสนอแนะ.....150
รายการอ้างอิง.....151
ภาคผนวก.....154
ภาคผนวก ก. ลักษณะทั่วไปของรถกวาดและดูดฝุ่นขนาดต่างๆที่ใช้ในการทดลอง.....155
ภาคผนวก ข. มาตรฐานความสะอาดระดับต่างๆ ที่ กทม. ใช้ในการวัดความสะอาดหลังทำการ
กวาดฝุ่นในถนนโดยบริษัทเอกชน.....167
ภาคผนวก ค. ตารางแสดงวันที่ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นและค่าตัวแปรที่ทำการศึกษา
ในถนนสายต่าง ๆ.....170
ภาคผนวก ง. ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนก่อนและหลังการทำความสะอาด
แบบต่างๆในถนนที่ทำการศึกษา.....178
ภาคผนวก จ. ข้อมูลการวัดการกระจายของตัวอย่างฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่กว่า 75 ไมครอน
ก่อนและหลังการทำความสะอาดแบบต่างๆ.....184

หน้า

ภาคผนวก ฉ. ข้อมูลการวัดการกระจายของตัวอย่างฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 75 ไมครอน ก่อนและหลังการทำความสะอาดแบบต่างๆ.....200
ภาคผนวก ช. อัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 จากยานยนต์ที่แล่นผ่านถนนที่ใช้ทดสอบ.....211
ภาคผนวก ซ. ค่าเฉลี่ยสภาพภูมิอากาศในช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองโดยการทำความสะอาดการทำความสะอาดแบบต่างๆ.....215
ประวัติผู้เขียน.....223

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทย	11
2.2	คุณภาพอากาศบริเวณริมถนนของกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2542	12
2.3	ประเภทของแหล่งกำเนิดฝุ่นแบบเปิด	13
2.4	บัญชีแสดงปริมาณการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10) จากแหล่งกำเนิดหลักต่างๆ ของกรุงเทพ ฯ	14
2.5	สัดส่วนของแหล่งที่มาของ PM-10 ในบรรยากาศ	14
2.6	วิธีการควบคุมฝุ่นละอองที่เกิดจากแหล่งกำเนิดฝุ่นแบบเปิด	15
2.7	ค่าคงที่ตัวคูณขนาดอนุภาคตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาค(ถนนที่ปูผิวทาง)	17
2.8	ช่วงของค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้คำนวณอัตราการปล่อยฝุ่นละออง(ถนนที่ปูผิวทาง)	18
2.9	ค่าคงที่ตัวคูณขนาดอนุภาคตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาค(ถนนที่ไม่ปูผิวทาง)	18
2.10	ช่วงของค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้คำนวณอัตราการปล่อยฝุ่นละออง(ถนนที่ไม่ปูผิวทาง)	19
2.11	วิธีการควบคุมปริมาณฝุ่นละอองที่ฟุ้งปลิวจากถนน	19
2.12	เปรียบเทียบลักษณะของรถกวาดขนาดต่างๆ ใน กทม.	24
2.13	จำนวนรถกวาดถนนและดูดฝุ่น	26
2.14	ปริมาณฝุ่นทั้งหมดและฝุ่นซิลท์บนผิวถนนในกรุงเทพ ปี 2539	29
2.15	รายงานผลการปฏิบัติงานของรถกวาดถนน เดือนเมษายน 2542	30
3.1	ลักษณะทางกายภาพทั่วไปของถนนแต่ละสายที่ศึกษา	38
3.2	แผนการทดลองโดยใช้รถกวาดขนาดต่าง ๆ ในถนนพื้นที่ฝั่งกรุงเทพมหานคร	48
3.3	แผนการทดลองโดยการล้างในถนนพื้นที่ฝั่งกรุงเทพมหานคร	49
3.4	แผนการทดลองโดยใช้รถกวาดขนาดต่าง ๆ ในถนนพื้นที่ฝั่งธนบุรี	49
3.5	แผนการทดลองโดยการล้างในถนนพื้นที่ฝั่งธนบุรี	50
3.6	แผนการทดลองบริเวณถนนบรรทัดทอง	51
3.7	วิธีการทดสอบหาคุณสมบัติของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนน	55
3.8	ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาวิจัย	60
4.1	ปริมาณฝนรายวัน ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาศูนย์สิริกิต ฯ ปี พ.ศ. 2543 ในกรุงเทพมหานคร	62
4.2	ช่วงเวลาที่ทำการศึกษาทดลอง สำหรับการทำความสะอาดแบบต่างๆ ในถนนแต่ละสาย	64
4.3	ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนน(Dust loading) ก่อนทำความสะอาด	65

ตารางที่ หน้า

4.4 ปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนน(Silt loading) ก่อนทำความสะอาด……65
4.5 สัดส่วนปริมาณซิลท์บนผิวถนน(Silt Content) ก่อนทำความสะอาด……...……65
4.6 ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนในถนนพหลโยธิน(ถนนขนาดใหญ่)
โดยรถกวาดขนาดใหญ่ในการทำความสะอาด……...……70
4.7 ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนในถนนพหลโยธิน(ถนนขนาดใหญ่)
โดยรถล้างขนาด 6000 ลิตรในการทำความสะอาด……..……..70
4.8 ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนในถนนลาดหญ้า(ถนนขนาดใหญ่)
โดยรถกวาดขนาดกลางในการทำความสะอาด……...……...71
4.9 ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนในถนนลาดหญ้า(ถนนขนาดใหญ่)
โดยรถล้างขนาด 6000 ลิตรในการทำความสะอาด……...……71
4.10 ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนในถนนหลังสวน(ถนนขนาดกลาง)
โดยรถกวาดขนาดกลางในการทำความสะอาด……..……71
4.11 ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนในถนนประชาสงเคราะห์(ถนนขนาดกลาง)
โดยรถกวาดขนาดเล็กในการทำความสะอาด……..……72
4.12 ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนในถนนบรรทัดทอง(ถนนขนาดกลาง)
โดยแรงงานคนกวาดในการทำความสะอาด……..……..72
4.13 ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนในถนนเจริญรัถ (ถนนขนาดเล็ก)
โดยรถกวาดขนาดกลางในการทำความสะอาด……..72
4.14 ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนในถนนเจริญรัถ (ถนนขนาดเล็ก)
โดยรถล้างขนาด 6000 ลิตรในการทำความสะอาด……...……..……73
4.15 ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนหลังการทำความสะอาดทันที……...……73
4.16 สัดส่วนและปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนในถนนพหลโยธิน(ถนนขนาดใหญ่)
โดยรถกวาดขนาดใหญ่ในการทำความสะอาด……...……78
4.17 สัดส่วนและปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนในถนนพหลโยธิน(ถนนขนาดใหญ่)
โดยรถล้างขนาด 6000 ลิตรในการทำความสะอาด……...…..……78
4.18 สัดส่วนและปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนในถนนลาดหญ้า(ถนนขนาดใหญ่)
โดยรถกวาดขนาดกลางในการทำความสะอาด……..……79

ตารางที่ หน้า

4.19 สัดส่วนและปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนในถนนลาดหญ้า(ถนนขนาดใหญ่) โดยรถล้างขนาด 6000 ลิตรในการทำความสะอาด……...……79

4.20 สัดส่วนและปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนในถนนหลังสวน(ถนนขนาดกลาง) โดยรถกวาดขนาดกลางในการทำความสะอาด……...……79

4.21 สัดส่วนและปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนในถนนประชาสงเคราะห์(ถนนขนาดกลาง) โดยรถกวาดขนาดเล็กในการทำความสะอาด……...……80

4.22 สัดส่วนและปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนในถนนบรรทัดทอง(ถนนขนาดกลาง) โดยแรงงานคนกวาดในการทำความสะอาด……...……...……80

4.23 สัดส่วนและปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนในถนนเจริญรัถ (ถนนขนาดเล็ก) โดยรถกวาดขนาดกลางในการทำความสะอาด……....…….……80

4.24 สัดส่วนและปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนในถนนเจริญรัถ (ถนนขนาดเล็ก) โดยรถล้างขนาด 6000 ลิตรในการทำความสะอาด……...……..……81

4.25 ปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนหลังการทำความสะอาดทันที……..81

4.26 อัตราการเพิ่มของปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนหลังการทำความสะอาด……...…94

4.27 อัตราการเพิ่มของปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนหลังการทำความสะอาด…….……95

4.28 อัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM - 10 เฉลี่ยจากยานยนต์ ที่แล่นผ่านถนนที่ทดสอบโดยการทำความสะอาดแบบต่างๆ……99

4.29 ประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนน (คิดจากปริมาณฝุ่นรวม) โดยการทำความสะอาดแบบต่าง ๆในถนนแต่ละขนาด……...……105

4.30 ประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนน (คิดจากปริมาณซิลท์) โดยการทำความสะอาดแบบต่าง ๆในถนนแต่ละขนาด……...…….106

4.31 ปริมาณฝุ่นซิลท์ก่อนและหลังการทำความสะอาดทันที โดยการทำความสะอาดแบบต่าง ๆ ในถนนแต่ละสาย……..115

4.32 ปริมาณและอัตราการเพิ่มของฝุ่นซิลท์และความถี่ที่เหมาะสม ในการทำความสะอาด……..119

4.33 ขนาดเฉลี่ยของฝุ่นละอองบนผิวถนน (ที่ปริมาณสะสม 50 เปอร์เซ็นต์) โดยการทำความสะอาดแบบต่าง ๆ……..……121

4.34 เปอร์เซ็นต์ สะสมของปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนที่มีขนาดเล็กกว่า 10.48 ไมครอน โดยการทำความสะอาดแบบต่าง ๆ ในถนนที่ทำการศึกษา……..……130

ตารางที่ หน้า

4.35 เปอร์เซ็นต์ สะสมของปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนที่มีขนาดเล็กกว่า 2.65 ไมครอน โดยการทำความสะอาดแบบต่าง ๆ ในถนนที่ทำการศึกษา……..…….130

4.36 สัดส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์ สะสมของปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนที่มีขนาดเล็กกว่า 10.48 ไมครอน และ ที่มีขนาดเล็กกว่า 2.65ไมครอน ……...……..131

4.37 ผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนน..135

4.38 ปริมาณธาตุที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างฝุ่นละอองจากแหล่งกำเนิดต่าง…...136

4.39 ปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนในตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดย การทำความสะอาดแบบต่างๆ…….138

4.40 ความถ่วงจำเพาะของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบต่างๆ..139

4.41 สรุปค่าใช้จ่ายที่ใช้แต่ละวิธีในการดำเนินการทำความสะอาดถนนปูผิวทาง……146

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	เครื่องเก็บตัวอย่างแบบ cascade impactor	8
3.1	ถนนปูผิวทางที่ทำการศึกษาในกรุงเทพมหานคร	36
3.2	การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนน ที่ถนนพหลโยธิน	38
3.3	การใช้รถกวาดขนาดกลางทำความสะอาดถนนเจริญรัถ	41
3.4	การใช้แรงงานคนกวาดทำความสะอาดถนนบรรทัดทอง	41
3.5	การใช้รถล้างฉีดล้างทำความสะอาดถนนพหลโยธิน	42
3.6	การใช้รถล้างฉีดล้างทำความสะอาดถนนเจริญรัถ	42
3.7	การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองบนพื้นผิวถนนที่ปูผิวทางแล้ว	45
3.8	การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองบนพื้นผิวถนนที่ปูผิวทางขณะปฏิบัติงานจริง	46
4.1	ปริมาณฝนรายวันกรุงเทพมหานครปี พ.ศ. 2543	63
4.2	ปริมาณฝนรวมรายเดือนกรุงเทพมหานครปี พ.ศ. 2543	63
4.3	ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนน(Dust loading) ก่อนทำความสะอาด	67
4.4	ปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนน(Silt loading)ก่อนทำความสะอาด	67
4.5	สัดส่วนปริมาณซิลท์บนผิวถนน(Silt Content) ก่อนทำความสะอาด	67
4.6	ปริมาณฝุ่นละอองรวมที่เพิ่มขึ้นตามเวลาหลังการกวาด (ถนนพหลโยธินโดยรถกวาดขนาดใหญ่)	74
4.7	ปริมาณฝุ่นละอองรวมที่เพิ่มขึ้นตามเวลาหลังการกวาด (ถนนหลังสวนโดยรถกวาดขนาดกลาง)	75
4.8	ปริมาณฝุ่นละอองรวมที่เพิ่มขึ้นตามเวลาหลังการกวาด (ถนนประชาสงเคราะห์โดยรถกวาดขนาดเล็ก)	76
4.9	ปริมาณฝุ่นละอองรวมที่เพิ่มขึ้นตามเวลาหลังการล้าง(ถนนพหลโยธิน)	77
4.10	ปริมาณซิลท์ที่เพิ่มขึ้นตามเวลาหลังการกวาด(ถนนพหลโยธินโดยรถกวาดขนาดใหญ่)	82
4.11	ปริมาณซิลท์ที่เพิ่มขึ้นตามเวลาหลังการกวาด(ถนนหลังสวนโดยรถกวาดขนาดกลาง)	83
4.12	ปริมาณซิลท์ที่เพิ่มขึ้นตามเวลาหลังการกวาด (ถนนประชาสงเคราะห์โดยรถกวาดขนาดเล็ก)	84
4.13	ปริมาณซิลท์ที่เพิ่มขึ้นตามเวลาหลังการล้าง(ถนนพหลโยธิน)	85
4.14	อัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM - 10 ก่อนและหลังการทำความสะอาดแบบต่าง ๆ	100

รูปที่ หน้า

4.15 เปรียบเทียบอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM-10
ก่อนและหลังการทำความสะอาดทันทีในถนนแต่ละสาย……100

4.16 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำความสะอาดแบบต่างๆในถนนแต่ละสาย……110

4.17 การกระจายขนาดของฝุ่นละอองบนผิวถนนพหลโยธิน
โดยการทำความสะอาด แบบใช้รถกวาดขนาดใหญ่……122

4.18 การกระจายขนาดของฝุ่นละอองบนผิวถนนถนนลาดหญ้า
โดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดกลาง……122

4.19 การกระจายขนาดของฝุ่นละอองบนผิวถนนพหลโยธิน
โดยการทำความสะอาดแบบใช้รถล้างขนาด 6000 ลิตร……...……123

4.20 การกระจายขนาดของฝุ่นละอองบนผิวถนนถนนลาดหญ้า
โดยการทำความสะอาดแบบใช้รถล้างขนาด 6000 ลิตร……...……123

4.21 การกระจายขนาดของฝุ่นละอองบนผิวถนนหลังสวน
โดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดกลาง……124

4.22 การกระจายขนาดของฝุ่นละอองบนผิวถนนประชาสงเคราะห์
โดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดเล็ก……124

4.23 การกระจายขนาดของฝุ่นละอองบนผิวถนนถนนบรรทัดทอง
โดยการทำความสะอาดแบบใช้แรงงานคนกวาด……125

4.24 การกระจายขนาดของฝุ่นละอองบนผิวถนนถนนเจริญรัถ
โดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดกลาง……..……126

4.25 การกระจายขนาดของฝุ่นละอองบนผิวถนนเจริญรัถ
โดยการทำความสะอาดแบบใช้รถล้างขนาด 6000 ลิตร……...……126

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาทั่วโลกได้แสดงให้เห็นว่าฝุ่นละอองสามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ได้ โดยฝุ่นที่มีขนาดใหญ่เป็นฝุ่นที่ทำให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ โดยจะลดทัศนะวิสัยและทำความเสียหายต่อทรัพย์สิน และฝุ่นขนาดเล็กเป็นฝุ่นที่มีอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ฝุ่นขนาดเล็กเหล่านี้สามารถเข้าถึงระบบหายใจของมนุษย์ โดยมาตรฐานประเทศไทยสำหรับฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าเฉลี่ย 24 ชม. ไม่เกิน 120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร และค่าเฉลี่ยทั้งปีไม่เกิน 50 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร แต่สำหรับค่าที่ตรวจวัดในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่าค่าเฉลี่ยตลอดปีสูงกว่ามาตรฐาน 40 – 60 %และมีค่าเฉลี่ย 24 ชม. สูงถึง 240 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร(Radian ฯ, 1998)

การศึกษาของบริษัท เรเดียน อินเตอร์เนชั่นแนล แห่งสหรัฐอเมริกา แสดงบัญชีปริมาณการปล่อยฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน แบ่งที่มาของฝุ่นดังกล่าว ตามแหล่งกำเนิดในกรุงเทพมหานคร เป็น 5 ประเภท คือ

- ฝุ่นปลิวจากถนน
- หม้อไอน้ำโรงงาน
- ยานยนต์
- โรงไฟฟ้า
- การก่อสร้าง

ซึ่งพบว่า ฝุ่นฟุ้งปลิวจากถนนมีปริมาณการปล่อยสูงที่สุด เมื่อเทียบกับแหล่งกำเนิดอื่นๆ ดังนั้นฝุ่นฟุ้งปลิวจากถนนจึงเป็นแหล่งกำเนิดที่สำคัญที่สุดของ PM –10 ในกรุงเทพมหานคร เนื่องจากถนนในกรุงเทพมหานครส่วนใหญ่จะเป็นถนนที่ปูผิวทางแล้ว สำหรับวิธีการควบคุมเพื่อลดปริมาณฝุ่นฟุ้งปลิวจากถนนที่ปูผิวทางและไม่ได้ปูผิวทางมีอยู่หลายวิธี (Cowherd et al., 1998) ดังนี้

1) การควบคุมปริมาณของการจราจรและความเร็วยานยนต์ แต่วิธีนี้ยากต่อการนำไปใช้ปฏิบัติกับถนนสาธารณะที่มีการจราจรหนาแน่น เนื่องจากการควบคุมปริมาณของการจราจรกระทำได้ยากและเป็นการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ

2) การปรับปรุงพื้นที่และไหล่ทางและเกาะกลางถนนในจุดที่เป็นยังไม่ได้ปูผิว หรือในจุดที่มีการชำรุดที่ก่อในเกิดฝุ่นละอองได้
3) การควบคุมปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดจากแหล่งกำเนิดด้านข้างหรือบริเวณถนน โดยวิธีการฉีดพ่นน้ำหรือสารเคมียึดเกาะฝุ่นละออง ข้อดีของวิธีนี้ คือเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนไม่มากจนเกินไป ใช้ระยะเวลาในการปฏิบัติ ไม่นานแต่เป็นการควบคุมปัญหาเฉพาะจุดแบบชั่วคราว ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการปฏิบัติซ้ำเป็นครั้งคราวไป เช่นในจุดที่มีการก่อสร้าง เป็นต้น
4) การกวาดถนนที่ปูผิวทางโดยใช้แรงงานคนและใช้รถกวาดและดูดฝุ่น ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ควบคุมปัญหาได้โดยการกำจัดตัวฝุ่นละอองให้ลดลงไปจากถนนซึ่งช่วยลดการฝุ่นฟุ้งปลิว

การศึกษา ของบริษัท เรเดียน ฯ จำกัด พบว่าการกวาดทำความสะอาดถนนเป็นทางเลือกที่ให้ผลตอบแทนสูงที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีอื่น ๆ เช่น การปรับปรุงคุณภาพหรือเปลี่ยนชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง , เครื่องยนต์ , การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุม , การสร้างมาตรฐานใหม่สำหรับเครื่องยนต์และการควบคุมมลพิษ และ การจัดการที่ดีในการป้องกันฝุ่นจากการก่อสร้าง เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนนขนาดต่าง ๆ โดยใช้ รถกวาดถนนขนาดต่าง ๆ , การล้างถนน และใช้แรงงานคนกวาด เพื่อลดฝุ่นฟุ้งปลิว
2. เพื่อศึกษาและคำนวณหาค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองจากยานยนต์ที่แล่นผ่านถนนที่ปูผิวทาง
3. เพื่อศึกษาค่าใช้จ่ายในการทำความสะอาดแบบต่าง ๆ พร้อมทั้งเสนอแนะทางเลือกที่เหมาะสมในการนำไปใช้ในทางปฏิบัติ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ถนนที่ใช้ในการทดลองจะเลือกใช้ถนนที่มีการปูผิวทางเรียบร้อยแล้ว ซึ่งเป็นถนนที่มีการสัญจรไปมาของรถยนต์ในกรุงเทพมหานคร ก่อให้เกิดฝุ่นฟุ้งปลิว โดยมีขนาดของถนนที่ต่างกันไปสำหรับการทำความสะอาดแบบต่างๆ
2. ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำความสะอาดถนน โดยการวัดปริมาณฝุ่นบนผิวถนนก่อนและหลังการทำความสะอาด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ชนิดการทำความสะอาดถนน ใช้รถกวาดและดูดฝุ่น ขนาดใหญ่ , กลาง , เล็ก , การล้างถนน และใช้แรงงานคน

4. ศึกษาความถี่ที่เหมาะสมในการทำความสะอาดถนนโดยการตรวจวัดค่าปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนในถนนก่อนและหลังที่มีการทำความสะอาด โดยใช้รถกวาดขนาดต่างๆ รวม 3 ขนาด และการล้างถนน โดยเปลี่ยนแปลงระยะเวลาในการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองหลังทำความสะอาด ดังนี้คือ 1 วัน, 2 วัน, 4 วัน และ 7 วัน ในแต่ละการทดลอง

5. ทำการศึกษาเพิ่มเติมในถนนขนาดใหญ่และถนนขนาดเล็ก สำหรับการทำความสะอาดโดยใช้รถกวาดขนาดกลาง และการล้างถนน โดยทำการตรวจวัดค่าปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนก่อนและหลังที่มีการทำความสะอาดทันที ในพื้นที่ฝั่งธนบุรี

6. ตรวจวัดปริมาณซิลท์ ,สัดส่วนซิลท์ , ค่าปริมาณความชื้น, ค่าความถ่วงจำเพาะ, การกระจายขนาด และองค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนน

7. คำนวณค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองจากยานยนต์ที่แล่นผ่านถนนที่ใช้ในการทดลอง

8. ทำการศึกษาข้อมูลประกอบอื่น ๆ ในช่วงเวลาที่ทำการทดลองในถนนแต่ละสาย ได้แก่ ทิศทางและความเร็วลม อุณหภูมิบรรยากาศ ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ ความดันบรรยากาศ ปริมาณน้ำฝน

1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

ฝุ่น (dust) คือ อนุภาคขนาดเล็กซึ่งเกิดจากการแตกตัว การถูกบดอัด หรือการสลายตัวที่เกิดจากกระบวนการทางกล โดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ 1 ถึงหลายร้อยไมครอน ฝุ่นโดยทั่วไปมีรูปร่างของอนุภาคที่ไม่แน่นอน

ซิลท์ (Silt) คือ ฝุ่นขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 75 ไมครอน สามารถลอยตัวและแขวนลอย อยู่ในบรรยากาศได้

ฝุ่นฟุ้งปลิว (Dust Resuspension) คือ ฝุ่นที่สามารถฟุ้งปลิวลอยตัวและแขวนลอย อยู่ในบรรยากาศได้

ฝุ่นละอองรวม (Total Suspended Particulate , TSP) คือ ฝุ่นทั้งหมดที่สามารถมีอยู่ในบรรยากาศได้

ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (Particle Matter – 10 , PM–10) คือ ฝุ่นขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน สามารถเคลื่อนที่ไปได้ในระยะทางที่ไกล และเข้าสู่ระบบหายใจของมนุษย์

ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (Particle Matter – 2.5 , PM–2.5) คือ ฝุ่นขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2.5 ไมครอน สามารถเคลื่อนที่ไปได้ในระยะทางที่ไกล และเข้าสู่ระบบหายใจของมนุษย์ มักจะมีผลกระทบต่อการกระจายแสงและมีผลกระทบอย่างมากต่อการมองเห็น และสมดุลการแผ่รังสีของโลก

อัตราการปล่อยฝุ่นละอองจากยานยนต์ (Emission factor) คือ ค่าเฉพาะที่ที่บ่งชี้ให้เห็นถึงระดับปกติของอัตราการปล่อยฝุ่นละออง ที่ปล่อยออกมาจากยานยนต์ที่แล่นผ่านถนน (Emission source) เมื่อมีการทำงานหรือกิจกรรมปกติของแหล่งกำเนิด

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนนขนาดต่าง ๆโดยใช้ รถกวาดถนนขนาดต่าง ๆ , การล้าง และแรงงานคนกวาด

2. สามารถเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย ในการทำความสะอาดถนน โดยใช้ รถกวาดถนนขนาดต่าง ๆ , การล้าง และแรงงานคนกวาด

3. สามารถเสนอแนะทางเลือกที่ในการทำความสะอาดถนนเหมาะสม เพื่อลดปริมาณฝุ่นฟุ้งปลิวจากถนน

1.6 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ทำความสะอาดถนนแบบใช้รถกวาดและดูดฝุ่นขนาดต่างๆ การล้างถนน และใช้แรงงานคน สำหรับการทดลอง ในถนนขนาดต่าง ๆ พื้นที่ฝั่งกรุงเทพมหานคร ซึ่งดำเนินการโดยทาง กทม.

2. ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนก่อนทำความสะอาดและหลังทำความสะอาด 1 วัน , 2 วัน , 4 วัน และ 7 วัน ตามลำดับ เพื่อตรวจวัดค่าปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนน สำหรับการทำความสะอาดโดยใช้รถกวาดและดูดฝุ่นขนาดต่าง ๆ และ การล้างถนน ในถนนขนาดต่าง ๆ พื้นที่ฝั่งกรุงเทพมหานคร

3. ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนน ก่อนทำความสะอาดและหลังทำความสะอาดทันทีเพื่อตรวจวัดค่าปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนน สำหรับการทำความสะอาดโดยใช้แรงงานคน ในถนนขนาดกลาง พื้นที่ฝั่งกรุงเทพมหานคร

4. ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนเพิ่มเติม ก่อนการทำความสะอาดและหลังทำความสะอาดทันทีเพื่อตรวจวัดค่าปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนน สำหรับการทำความสะอาดโดย

ใช้รถกวาดขนาดกลางและการล้างถนน ในถนนขนาดใหญ่ และขนาดกลาง โดยบริษัทเอกชนในถนนพื้นที่ฝั่งธนบุรี

5. ทำการตรวจวัดปริมาณซิลท์ สัดส่วนซิลท์, ค่าปริมาณความชื้น, ค่าความถ่วงจำเพาะ, การกระจายขนาด, องค์ประกอบทางเคมี จาก ตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนดังกล่าวข้างต้น

6. ทำการศึกษาข้อมูลประกอบอื่น ๆ ในช่วงเวลาที่ทำการทดลองในถนนแต่ละสาย ได้แก่ ทิศทางและความเร็วลม อุณหภูมิบรรยากาศ ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ ความดันบรรยากาศ ปริมาณน้ำฝน

7. ทำการคำนวณและเปรียบเทียบค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองจากยานยนต์ที่แล่นผ่านถนนที่ใช้ในการทดลอง

8. ทำการคำนวณและเปรียบเทียบ ค่าประสิทธิภาพจากถนนแต่ละสาย โดยการทำความสะอาดแบบต่าง ๆ

9. เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทำความสะอาดถนนด้วยวิธีต่าง ๆ และ ความเหมาะสมที่นำไปใช้ในทางปฏิบัติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดและทฤษฎี

2.1 ศัพท์และความหมาย

มีศัพท์หลายคำที่เกี่ยวกับอนุภาคมลพิษอากาศที่จะต้องถูกอธิบายให้มีความหมายและความเข้าใจตรงกัน เพื่อใช้ในการศึกษาและประยุกต์ใช้ในวงการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม โดยมีผู้นิยามศัพท์เหล่านี้ไว้หลายท่าน ซึ่งถ้าเป็นในวงการวิศวกรรม ส่วนใหญ่จะมีความหมายใกล้เคียงกัน Howard E. Hesketh (1974)ได้ให้ความหมายของศัพท์เหล่านี้ ไว้ดังนี้

อนุภาคมลพิษ (particulate matter) คือ วัตถุหรือสารที่เป็นของเหลวหรือของแข็งใดๆที่อยู่ในอากาศ ซึ่งโดยทั่วไปมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 0.0002 ถึง 500 ไมครอน

ละอองไอ (aerosol) คือ อนุภาคของแข็งหรือของเหลวขนาดเล็กซึ่งแขวนลอยอยู่ในอากาศได้ โดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ 50 ไมครอน เล็กลงไปจนไม่ถึง 1 ไมครอน ซึ่งสิ่งที่ถูกจัดรวมเป็นละอองไอ ได้แก่ ฝุ่น หมอก ฟูม ควัน ละอองน้ำ และเมฆหมอก

ฝุ่น (dust) คือ อนุภาคขนาดเล็กซึ่งเกิดจากการแตกตัว การถูกบดอัด หรือการสลายตัวที่เกิดจากกระบวนการทางกล โดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ 1 ถึงหลายร้อยไมครอน ฝุ่นโดยทั่วไปมีรูปร่างของอนุภาคที่ไม่แน่นอน

ฟูม (fumes) คือ อนุภาคของแข็งที่เกิดจากการควบแน่นของโลหะจากสถานะที่เป็นก๊าซ โดยทั่วไปมีรูปร่างกลม มีขนาดระหว่าง 0.001 ถึง 1 ไมครอน

หมอก (fog or mist) คือ ละอองไอที่ฟุ้งกระจายเป็นของเหลว โดยสามารถเกิด ขึ้นจากการกลั่นตัวของสภาวะอิ่มตัวยวดยิ่งของไอระเหย หรือมาจากการกระจายของเหลวด้วยการตีพ่นหรือกวนให้เป็นฟองมีขนาดตั้งแต่ 0.001 ถึง 10 ไมครอน

ควัน (smoke) คือ อนุภาคของเหลวหรือของแข็งที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ ที่เกิดจากการเผาไหม้ได้อื่นๆ มีขนาดตั้งแต่ 0.001 ถึง 1 ไมครอน

มลพิษทางอากาศ (air pollution) คือ การดำรงอยู่ของสสารหรือวัตถุที่ผิดปกติ (abnormal) ในอากาศหรือบรรยากาศ ที่เป็นผลให้เกิดอันตรายหรือผลร้ายต่อสุขภาพหรือสวัสดิภาพของมนุษย์

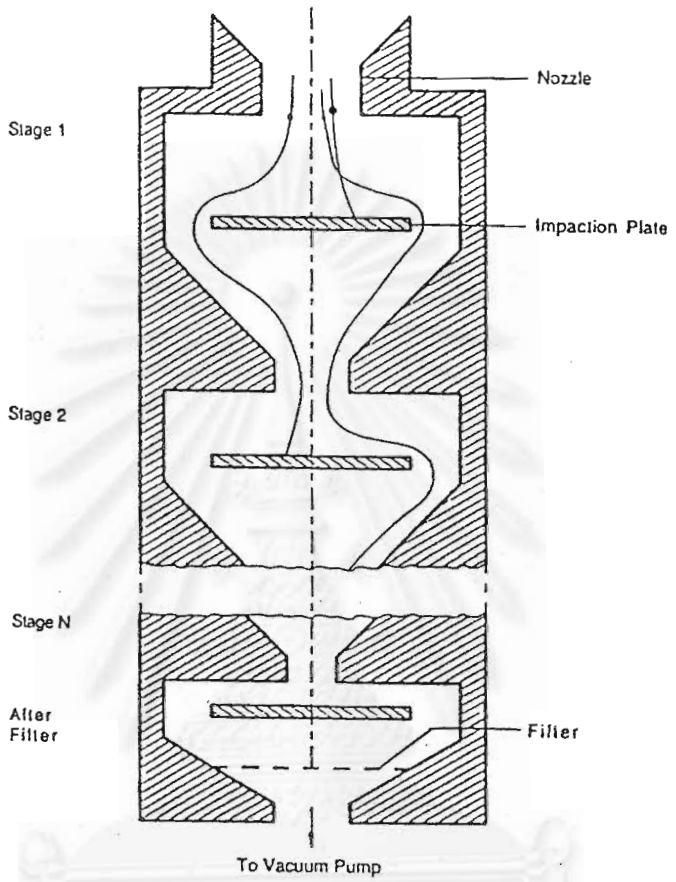
อัตราการปล่อยอนุภาคมลพิษจากแหล่งกำเนิด (Emission factor) คือ ค่าเฉพาะที่ที่บ่งชี้ให้เห็นถึงระดับปกติของอัตราการปล่อยอนุภาคมลพิษ ที่ปล่อยออกมาจากแหล่งปล่อย (Emission source) เมื่อมีการทำงานหรือกิจกรรมปกติของแหล่งกำเนิด

2.2 การกระจายขนาดของอนุภาค

อนุภาคที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 50 ไมครอน จะอยู่ในรูปของ ฝุ่นละอองรวม (Total Suspended Particulate , TSP) สามารถลอยตัวอยู่ในบรรยากาศได้ และอนุภาคที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM – 10) สามารถเคลื่อนที่ไปได้ในระยะทางที่ไกล (Lancaster and Nickling , 1993) และเข้าสู่ระบบหายใจของมนุษย์ (Ferris et al. , 1979 ; Miller et al. , 1979) ส่วนอนุภาคที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2.5 ไมครอน มักจะมีผลกระทบต่อการกระจายแสงและมีผลกระทบอย่างมากต่อการมองเห็น (Maim , 1979) และสมดุลการแผ่รังสีของโลก (Charlson et al. , 1992)

พฤติกรรมของฝุ่นละอองขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาค ทั้งกลไกการทับถมด้วยแรงโน้มถ่วงโลก การแพร่ผ่าน แรงเฉื่อย และกลไกทางไฟฟ้าสถิตย์ ผลกระทบของการกระจายแสงและผลกระทบต่อสุขภาพมีค่าขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาคด้วย (Cooper , 1994) โดยทั่วไปการแสดงการกระจายขนาดของอนุภาคมักจะแสดงอยู่ในรูปของความถี่ฮิสโตแกรม หรือ การกระจายความถี่สะสม ซึ่งสามารถที่จะทำการแยกขนาดของอนุภาคได้ว่าปริมาณของอนุภาคขนาดต่างๆกันมีค่าเท่าไหร่ วิธีการวัดการกระจายขนาดของอนุภาคมีหลายๆวิธี แต่วิธีที่สะดวกรวดเร็วในการวิเคราะห์เกี่ยวกับสุขภาพ คือ การวัดขนาดแบบปะทะ โดยใช้ความเฉื่อยของอนุภาคในการเก็บตัวอย่าง ความสำคัญจึงอยู่ที่มวลและความเร็วของอนุภาค หลักการที่กล่าวมามานี้ได้ถูกนำมาใช้ในการออกแบบ Cascade impactor ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ชุดของรูพ่นและแผ่นกีดขวาง โดยเพิ่มความเร็วของกระแสอากาศออกเป็นชั้นๆ และ/หรือ ลดช่องว่างระหว่างรูพ่นไปในแต่ละชั้นที่ความเร็วสูงขึ้น เครื่องมือนี้จะเก็บอนุภาคขนาดเล็กๆ ได้ด้วยประสิทธิภาพสูงขึ้น ผลที่ได้คือ Cascade impactor สามารถแยกอนุภาคในตัวอย่างอากาศได้ แต่ในบางครั้งอนุภาคก้อนใหญ่อาจจะแตกกระจายเมื่อชนแผ่นกีดขวางและลอยไป ทำให้การจำแนกขนาดไม่ถูกต้อง (วงศ์พันธ์ และคณะ, 2536)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.1 เครื่องเก็บตัวอย่างแบบ cascade impactor

(วงศ์พันธ์ และคณะ , 2536)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3 อันตรายของฝุ่น

ฝุ่นก่อให้เกิดอันตรายและผลเสียต่าง ๆ ต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมหลายประการ ซึ่งสามารถจำแนกอันตรายของฝุ่นได้เป็น 2 ประเภท ตามผลที่เกิดตามมาดังนี้

2.3.1 อันตรายของฝุ่นต่อสภาพแวดล้อม การทำงาน และการดำเนินชีวิต

ฝุ่นได้ก่อให้เกิดความรำคาญ ลดการมองเห็น เป็นสาเหตุที่ทำให้รู้สึกไม่สะดวกสบาย ระคายเคือง ทำให้ทำงานได้ไม่สะดวก เป็นผลให้การทำงานไม่มีประสิทธิภาพ และเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เครื่องจักรกล และ อุปกรณ์ต่าง ๆ เสียหาย ซึ่งฝุ่นที่ก่อให้เกิดปัญหาเหล่านี้ ได้แก่ ฝุ่นเกือบทุกขนาดโดยเฉพาะอย่างยิ่งฝุ่นขนาดใหญ่ (International Labour office , 1965) นอกจากนี้ยังมีฝุ่นจำนวนหนึ่งซึ่งสามารถลอยอยู่ในอากาศได้เป็นเวลานานและลอยไปได้ไกล ถ้าบริเวณนั้นเกิดฝุ่นเป็นจำนวนมากจะทำให้การมองเห็นลดลงอย่างเห็นได้ชัด ทำให้บริเวณนั้นมืดลงและเกิดปัญหาในการสัญจรไปมาโดยรถยนต์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเช้ามืดและช่วงเย็นถึงค่ำ

2.3.2 อันตรายของฝุ่นต่อสุขภาพ

ฝุ่นจำนวนมากที่ลอยอยู่ในบรรยากาศ จะส่งผลให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง เกิดความรู้สึกเดือดร้อนรำคาญ หงุดหงิด ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อดวงตา และที่เป็นอันตรายที่สุด คือ ก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจและปอด ซึ่งจะกล่าวอย่างละเอียดต่อไป

2.3.2.1 กระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นเมื่อฝุ่นละอองเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ

ฝุ่นจะเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจโดยการหายใจ (International Labour office , 1965) อากาศที่หายใจจะเข้าสู่จมูก คอ ผ่านสู่หลอดลม ขั้วปอด และจากขั้วปอดจะแยกออกสู่ปอดทั้งสองข้างและกระจายออกสู่ท่อขนาดเล็ก ท่อฝอย และถุงลมปอดในที่สุด ซึ่งที่ถุงลมปอดจะมีเส้นเลือดฝอยและท่อน้ำเหลืองอยู่รอบ ๆ ด้วย แต่ละส่วนของระบบทางเดินหายใจจะมี กลไกในการป้องกันที่จะดักจับสิ่งแปลกปลอมที่เข้ามากับ อากาศที่เราหายใจอยู่ อนุภาคของฝุ่นขนาดใหญ่ (ใหญ่กว่า 10 ไมครอน)ส่วนใหญ่จะถูกจับภายในช่องจมูกและคอ ฝุ่นที่สามารถลอดผ่านไปได้บางส่วนจะถูกจับโดยการหลั่งน้ำเมือกออกจากผิวของหลอดลมและท่อลมสาขา เมือกและอนุภาคที่ถูกจับเหล่านี้จะถูกดันขึ้นมาโดยขนขนาดเล็ก (hair or cilia) จำนวนมากที่ทำให้เมือกหรือเสมหะเหล่านี้เคลื่อนที่ออกมาจากหลอดลมด้วยอัตราครึ่งนิ้วต่อนาทีและถูกขับออกในที่สุด อนุภาคที่เหลือที่เล็กกว่านี้ซึ่ง

ส่วนใหญ่จะเล็กกว่า 5 ไมครอน จะผ่านเข้าสู่ถุงลมปอดในที่สุด ที่นี่จะมีเซลชนิดหนึ่งที่เคลื่อนที่ได้เก็บอนุภาคที่หลุดเข้ามาเรียกว่า phagocyte ซึ่งจะดูดกลืนอนุภาคเหล่านี้และนำอนุภาคเหล่านี้ออกไปยังหลอดลมฝอย ซึ่งจะถูกผลักดันออกไปโดยขนขนาดเล็กในที่สุดแต่อนุภาคบางส่วนที่เหลือจะผ่านทะลุถุงลมปอดและฝังตัวอยู่ในเนื้อเยื่อปอด และจะทะลุเข้าท่อน้ำเหลืองไปยังต่อมน้ำเหลืองซึ่งจะทำหน้าที่คล้ายตัวกลางซึ่งฝุ่นจำนวนหนึ่งจะติดอยู่ที่นั่นบางส่วนจะก่อให้เกิดปฏิกิริยาเส้นใย หรือการเกิดขึ้นของเยื่อเหนียวหรือเยื่อพังผืดที่ปอดจะเกิดขึ้นที่เนื้อเยื่อที่ฝุ่นฝังตัวหรือติดอยู่ ส่วนอนุภาคที่เหลือซึ่งโดยมากมีขนาดเล็กมากจะออกมากับลมหายใจออก

2.3.2.2 อันตรายของฝุ่นละอองต่อระบบทางเดินหายใจ

วิทยา อยู่สุข, 2527 ฝุ่นละอองโดยทั่วไปจะมีผลต่อร่างกายมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับชนิดของฝุ่น ปริมาณที่ได้รับระยะเวลาที่สัมผัส ความแข็งแรงหรือภูมิต้านทานของผู้ที่สูดเข้าไป ซึ่งอันตรายของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นต่อระบบทางเดินหายใจ ได้แก่

- เกิดเป็นโรคภูมิแพ้ (allergic reaction) โดยการหายใจเอาฝุ่นบางชนิดเข้าไป แล้วไปเกิดการกระตุ้นที่เนื้อเยื่อปล่อยเยื่อเมือกออกมาห่อหุ้มและค่อย ๆ ขับออกมาโดยขนเล็ก ๆ การสะสมของฝุ่นที่อยู่ที่ผิวของระบบทางเดินหายใจจะทำให้ระบบทางเดินหายใจ เกิดอาการนี้ขึ้นชั่วครั้งชั่วคราวเป็นอาการที่ไม่รุนแรงมากนัก
- นิวโมโคนิโอซีส (pneumoconiosis) หมายถึง ปอดที่มีอาการผิดปกติ หรือ โรคปอดที่เกิดจากการหายใจเอาฝุ่นอนินทรีย์ (inorganic dust) จากบรรยากาศเข้าไปสะสมในปอดลักษณะของนิวโมโคนิโอซีส นั้น จะเป็นเส้นใยค่อนข้างแข็งที่ติดอยู่กับปอดมีสาเหตุเนื่องมาจากการระคายเคืองของฝุ่นที่เราหายใจผ่านทะลุหลอดลมเข้าไปแล้ว ปอดจะสร้างเยื่อเหนียวหรือเส้นใยมาห่อหุ้มไว้ไม่ให้ปอดต้องระคายเคืองมาก ซึ่งจะทำให้เนื้อเยื่อปอดเกิดอาการแข็งตัว (fibrosis) ถ้าหากเรายิ่งหายใจเอาฝุ่นเข้าปอดมากเท่าไรโอกาสที่จะเป็นโรคปอดแข็งหรือนิวโมโคนิโอซีสก็มากขึ้นเท่านั้น และถ้าเป็นโรคปอดแข็งประสิทธิภาพการทำงานของปอดย่อมลดลง อาการขั้นแรกของโรคปอด คือ หายใจลำบากฝุ่นที่ก่อให้เกิดโรคนี้ มีหลายชนิดโรคที่เกิดขึ้นจะมีชื่อเรียกตามชนิดของฝุ่นที่ก่อให้เกิดโรค เช่น ซิลิโคซีส แอสเบสโตซีส เบอริลลิโอซีส เป็นต้น

2.4 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ได้กำหนดให้คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติและสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ซึ่งมีอำนาจหน้าที่ต่าง ๆ เกี่ยวกับการส่งเสริมและอนุรักษ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม เช่น การกำหนดมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

สำหรับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย และวิธีการตรวจวัดคุณภาพอากาศตามประกาศของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2538) แสดงดัง ตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทย

ชนิดของก๊าซหรือสาร	ค่าเฉลี่ยในเวลา 1 ชม. ไม่เกิน สนล. (มก./ ลบ.ม.)	ค่าเฉลี่ยในเวลา 8 ชม. ไม่เกิน สนล. (มก./ ลบ.ม.)	ค่าเฉลี่ยในเวลา 24 ชม. ไม่เกิน สนล. (มก./ ลบ.ม.)	ค่าเฉลี่ยในเวลา 1 เดือน ไม่เกิน สนล. (มก./ ลบ.ม.)	ค่าเฉลี่ยในเวลา 1 ปี ไม่เกิน สนล. (มก./ ลบ.ม.)	วิธีการตรวจวัด
1. คาร์บอนมอนอกไซด์	30 (34.2)	9 (10.26)	-	-	-	Non-Dispersive Infrared detection
2. ไนโตรเจนไดออกไซด์	0.17 (0.32)	-	-	-	-	Chemiluminesence
3. โอโซน	0.10 (0.20)	-	-	-	-	Chemiluminesence
4. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์	0.30 (0.70)*	-	0.11 (0.30)	-	0.04 (0.10)	Pararosaniline
5. ตะกั่ว		-	-	1.5	-	Atomic Absorption Spectrometer
6. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน		-	(0.12)	-	(0.05)	Gravimetric
7. ฝุ่นละอองรวม		-	(0.33)	-	(0.10)	Gravimetric

ทั้งนี้ คำนวณค่าความเข้มข้นของก๊าซเทียบเท่าที่ ความดัน 1 บรรยากาศ และอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ค่าเฉลี่ย 1 ปี เป็นค่ามัชฉิมเลขาคณิต (geometric mean)

* เฉพาะพื้นที่ที่กำหนดในอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ต้องไม่เกิน 0.50 สนล. (1.3 มก./ลบ.ม.)

ที่มา : ประกาศของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2538)

2.5 สถานการณ์คุณภาพอากาศบริเวณริมถนนของกรุงเทพมหานคร

การศึกษาคุณภาพอากาศบริเวณริมถนนของกรุงเทพมหานครใน พ.ศ. 2542 ของกรมควบคุมมลพิษ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 คุณภาพอากาศบริเวณริมถนนของกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2542

มลสาร	ปริมาณความเข้มข้น			
	ช่วง	95 เปอร์เซนต์ไทล์	ค่าเฉลี่ย	มาตรฐาน
TSP (24-hr) µg /m^3	0.05-0.74	0.36	0.20	0.33
PM-10 (24-hr) µg /m^3	13.3-349.8	136.3	80.1	120
CO (1-hr) ppm	0.00-21.84	5.90	2.29	30
CO (8-hr) ppm	0.00-13.45	5.26	2.29	9
Pb (monthly) µg/m^3	0.03-0.25	0.18	0.09	1.5
Pb (24-hr) µg/m^3	0.00-0.49	0.20	0.08	-
O_3 (1-hr) ppb	0.00-79.0	26.0	6.9	100
SO_2 (1-hr) ppb	0.00-108	22.9	8.3	300
NO_2 (1-hr) ppb	0.00-182.0	67	33.2	170

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2542.

2.6 แหล่งกำเนิดฝุ่นละอองและวิธีการควบคุม

2.6.1 แหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง

แหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง ที่ถูกปล่อยออกมาสู่บรรยากาศ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ฝุ่นที่เกิดจากกระบวนการ (process sources) เกิดขึ้นเนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางเคมีหรือลักษณะทางกายภาพของวัสดุที่ถูกป้อนเข้าสู่กระบวนการผลิตของอุตสาหกรรม เช่น โรงปูนซีเมนต์ , โรงหลอมเหล็ก ฯลฯ

2. ฝุ่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดฝุ่นแบบเปิด (open dust sources) เกิดขึ้นเนื่องจากพื้นผิวของวัสดุถูกบดอัดหรือสึกกร่อนจากแรงกระทำทางกลผ่านอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ล้อรถยนต์ฯ หรือเกิดจากการที่อนุภาคฝุ่นได้รับแรงกระทำจากความปั่นป่วนของกระแสลม

ฝุ่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดฝุ่นแบบเปิดนั้น รวมถึงแหล่งกำเนิดที่มาจากอุตสาหกรรมด้วย เช่นจากการขนส่ง , จัดเก็บ และลำเลียงวัตถุดิบ เป็นต้น ซึ่งประเภทของแหล่งกำเนิดฝุ่นแบบเปิดแสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ประเภทของแหล่งกำเนิดฝุ่นแบบเปิด

1. การกระทำผ่านพื้นที่ไม่ได้ปูผิวทาง
   - ถนนที่ไม่ได้ปูผิวทาง
   - ลานจอดรถ
   - กองวัสดุ
2. การกระทำผ่านพื้นผิวที่มีการปูผิวทาง
   - ถนนทางหลวง
   - ลานจอดรถ
3. การกระทำผ่านพื้นที่เปิดโล่ง (การกระทำของลม)
   - กองวัสดุ
   - พื้นที่โล่งเตียน
4. การกระทำผ่านวัสดุ
   - การเทกองวัสดุ
   - การขนถ่ายลำเลียงวัสดุ
   - การเกลี่ยดิน
   - การขุดดิน

ที่มา : Kinsey and Cowherd , 1992

ตัวอย่างของแหล่งกำเนิดที่สำคัญ ของฝุ่นละออง ได้แก่ ฝุ่นจากดิน ฝุ่นจากยานพาหนะ การเผาไหม้เชื้อเพลิง กระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม การผลิตพลังงานไฟฟ้า การก่อสร้าง ประเภทต่างๆ ฯลฯ ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพทำเลที่ตั้งของแต่ละเมืองจะมีแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองที่แตกต่างกันไป

จากการศึกษาของ บริษัท เรเดียน อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ได้แสดงบัญชีแสดงปริมาณการปล่อยฝุ่นละออง ขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนโดยไม่มีการควบคุม จากแหล่งกำเนิดหลักต่างๆ ที่สำคัญของกรุงเทพมหานคร ในปี พ.ศ. 2543 ตามตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 บัญชีแสดงปริมาณการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10) จากแหล่งกำเนิดหลักต่างๆ ของกรุงเทพ ฯ (ตันต่อปี)

ประเภทแหล่งกำเนิด	พ.ศ. 2543
ฝุ่นฟุ้งปลิวจากถนน	31.9%
หม้อไอน้ำโรงงาน	30.4%
ยานยนต์	22.4%
โรงไฟฟ้า	12.1%
การก่อสร้าง	3.2%
รวม (ตัน/ ปี)	59,497

ที่มา : Radian ฯ , 1998

ตารางที่ 2.5 สัดส่วนของแหล่งที่มาของ PM-10 ในบรรยากาศ

ประเภทของแหล่งกำเนิด	ความเข้มข้นเฉลี่ยทั้งปี (ไมโครกรัมต่อลบ.ม.)			ความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (ไมโครกรัมต่อลบ.ม.)		
	พ.ศ. 2539	พ.ศ. 2543	พ.ศ. 2548	พ.ศ. 2539	พ.ศ. 2543	พ.ศ. 2548
พื้นที่ทั่วไป						
ฝุ่นฟุ้งปลิวถนน	18	17	14	52	48	39
ยานยนต์	14	13	10	37	35	27
การก่อสร้าง	7	7	8	16	17	18
หม้อไอน้ำโรงงาน	7	7	7	15	15	15
โรงไฟฟ้า	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
รวม	46	44	38	119	115	99
	มาตรฐานเฉลี่ยทั้งปี = 50			มาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง = 100		

ที่มา : Radian ฯ , 1998

จากตารางที่ 2.4 และ 2.5 ชี้ชัดเจนว่าฝุ่นฟุ้งปลิวจากถนนเป็นแหล่งกำเนิดที่สำคัญที่สุดของ PM – 10 ในกรุงเทพฯ

2.6.2 วิธีการควบคุมฝุ่นละออง

วิธีการควบคุมฝุ่นละออง โดยทั่วไปมีอยู่หลายๆ วิธี เช่น การฉีดพ่นน้ำ, การฉีดพ่นสารเคมียึดเกาะละออง หรือการลดพื้นที่เปิดโล่งด้วยการสร้างสิ่งป้องกันลมหรือสร้างระบบปิด สำหรับวิธีการฉีดพ่นน้ำเป็นวิธีที่สามารถปฏิบัติได้สะดวกรวดเร็ว , เสียค่าใช้จ่ายไม่แพง แต่เป็นการควบคุมปัญหาแบบชั่วคราวเท่านั้น วิธีการฉีดพ่นสารเคมียึดเกาะฝุ่นละอองบนพื้นผิวที่ไม่ได้ปูผิวสามารถช่วยระงับการเกิดฝุ่นละอองได้ในเวลาที่นานขึ้น แต่ต้องเสียค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน การสร้างสิ่งป้องกันลมหรือสร้างเป็นระบบปิดบ่อยครั้งไม่สามารถกระทำได้เนื่องจากแหล่งกำเนิดฝุ่นมีขนาดใหญ่เกินไป วิธีการต่างๆ ในการควบคุมฝุ่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดฝุ่นแบบเปิดแสดงดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 วิธีการควบคุมฝุ่นละอองที่เกิดจากแหล่งกำเนิดฝุ่นแบบเปิด

ประเภทของแหล่งกำเนิด	วิธีการควบคุมฝุ่นละออง						
	การสร้างระบบปิด	การทำความสะอาดพื้นผิว	การปรับปรุงลักษณะทางกายภาพ	การปลูกพืชคลุมดิน	การดักจับและการเคลื่อนย้าย	การฉีดพ่นน้ำ	การฉีดพ่นสารเคมี
ถนนและทางหลวง		*					
ลานจอดรถที่ปูผิว		*					
พื้นที่โล่งเตียน	*		*	*		*	*
การเทกองวัสดุ	*				*	*	
การขนส่งลำเลียงวัสดุ	*				*	*	
การเกลี่ยดิน						*	*
ถนนที่ไม่ได้ปูผิวทาง			*			*	*
ลานจอดรถที่ไม่ได้ปู			*			*	*
ผิว	*		*			*	*
กองวัสดุ							

ที่มา : Kinsey and Cowherd , 1992

2.7 ฝุ่นละอองที่ฟุ้งปลิวจากถนนที่ปูผิวทาง

2.7.1 แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองที่ฟุ้งปลิวจากถนนที่ปูผิวทาง

ฝุ่นละอองที่ฟุ้งปลิวจากถนนเห็นได้ชัดในกรุงเทพมหานคร โดยเฉพาะในฤดูแล้ง ฝุ่นละอองนี้เกิดขึ้นจากรถยนต์โดยตรง อัตราการปล่อยมลพิษขึ้นกับปริมาณการจราจร น้ำหนักรถ ความเร็ว และฝุ่นที่อยู่บนถนน ปริมาณการจราจร น้ำหนักรถ และความเร็วสำหรับถนนแต่ละสาย

ในกรุงเทพมหานคร ได้จากการศึกษาของกรมควบคุมมลพิษ และข้อมูลทางวิศวกรรม ในการศึกษาบริษัท เรเดียน ฯ (1996) ได้วัดปริมาณฝุ่น (Silt loading) บนถนน 15 ประเภท พบว่าปริมาณฝุ่นแปรผันตามประเภทถนน และการดูดฝุ่นโดย กทม. จะช่วยลดปริมาณฝุ่นได้อย่างมาก ในถนนที่มีการดูดฝุ่นก่อนวัด

จากการสังเกตสถานที่ก่อสร้างและพื้นที่อื่นๆใน กทม. บริษัท เรเดียน ฯ ได้ระบุกิจกรรมที่มีผลสำคัญต่อปริมาณฝุ่นบนถนน กิจกรรมเหล่านี้ได้แก่

- ฝุ่นจากรถบรรทุกจากพื้นที่ก่อสร้าง
- ฝุ่นหกหล่นจากรถบรรทุก
- ฝุ่นจากกองวัสดุและกองขยะ
- ขอบทางและเกาะกลางถนนที่เป็นดิน
- พื้นที่ก่อสร้างถนน

ปริมาณฝุ่นฟุ้งปลิวจากถนนใน กทม. โดยไม่มีการควบคุมพบว่า ในปี พ.ศ.2539 มีปริมาณ PM –10 เท่ากับ 20,378 ตันต่อปี ซึ่งคาดว่าปริมาณฝุ่นฟุ้งปลิวที่ไม่ได้ควบคุมจะลดลงตามเวลา เนื่องจากความเร็วรถจะลดลง เมื่อการจราจรติดขัดมากขึ้น (ปริมาณการปล่อยฝุ่นละอองจะลดลงเมื่อความเร็วรถลดลง) การลดลงนี้จะเกิดขึ้นแม้ว่าระยะการเดินทางจะเพิ่มมากขึ้นยกเว้นแต่มีการสร้างทางเพิ่ม และลดความติดขัดของการจราจรลง

2.7.2 การคำนวณหาอัตราการปล่อยฝุ่นละอองจากยานยนต์ที่แล่นผ่านถนนที่ปูผิวทาง

ปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นโดยทั่วไปสามารถแสดงได้ในรูปของฝุ่นละอองรวม (total suspend particulate , TSP) ถูกเก็บตัวอย่างโดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างมาตรฐานชนิดปริมาตรสูง (standard high volume sampler) จากการศึกษาในอุโมงค์ลมพบว่า ประสิทธิภาพในการดักจับมวลของอนุภาคขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอนได้ 100 % จนถึงไม่กี่เปอร์เซ็นต์สำหรับอนุภาคขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 100 ไมครอน ประสิทธิภาพในการดักจับมีค่าขึ้นอยู่กับความเร็วลมและทิศทางของลม ดังนั้นการเก็บตัวอย่างโดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างโดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างชนิดปริมาตรสูงไม่สามารถใช้ระบุเป็นขนาดอนุภาคสำหรับปริมาณที่ปล่อยออกมาได้ แต่อย่างไรก็ตาม ขนาดคัดจำเพาะที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 ไมครอน มักจะใช้สำหรับเครื่องเก็บตัวอย่างชนิดปริมาตรสูง โดยพบว่าขนาดที่ใหญ่ที่สุดของฝุ่นละอองที่สามารถแขวนลอยอยู่ในอากาศได้ มี

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 75 ไมครอน ซึ่งมีขนาดเท่ากับขนาดเล็กที่สุดของอนุภาคที่ทำการร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ตามมาตรฐาน ASTM โดยเรียกว่า ซิลท์ (Silt) (Cowherd , 1993)

สำหรับการคำนวณหา อัตราการปล่อยฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น จากการจราจรของยานยนต์ สามารถใช้สูตรที่ ในการหาค่าตัวคูณอัตราการปล่อยฝุ่นละอองจากยานยนต์ที่แล่นผ่านถนนที่ปูผิวทางและถนนที่ไม่ได้ปูผิวทาง โดยจะมีหน่วยเป็นกรัมหรือกิโลกรัมต่อคัน-กิโลเมตรของยานยนต์ที่แล่นผ่าน(gram or kilogram per vehicle-kilometer traveled, g/VKT or Kg/VKT) ดังสมการที่ (1) และ (2) ตามลำดับ(VKT = Vehicle-Kilometer Traveled) (U.S.EPA.; AP-42, 1995.)

<u>ถนนที่ปูผิวทาง</u> (Paved Road)

$$E = k\,(sL/2)^{0.65}(W/3)^{1.5} \text{ g/VKT} \qquad \text{.....(1)}$$

โดยที่ :

E = ค่าตัวคูณอัตราการปล่อยฝุ่นละออง (กรัม/คัน- กิโลเมตร)

k = ค่าคงที่ของตัวคูณขนาดอนุภาคมีค่าแปรผันตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคดังแสดงในตารางที่ 2.7 (ไม่มีหน่วย)

sL = ปริมาณซิลท์บนผิวถนน (กรัม/ตารางเมตร)

W = น้ำหนักเฉลี่ยของยานยนต์ (ตัน)

ตารางที่ 2.7 ค่าคงที่ตัวคูณขนาดอนุภาคตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาค (k) สำหรับสมการที่ (1)

≤ 30 ไมครอน	≤ 15 ไมครอน	≤ 10 ไมครอน	≤ 2.5 ไมครอน
24	5.5	4.6	2.1

ที่มา : U.S.EPA.; AP-42, 1995.

ผลการศึกษาช่วงของค่าตัวแปรต่าง ๆ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับสมการที่ (1) แสดง ดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 ช่วงของค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการที่ (1)

ปริมาณซิลท์ (กรัม/ตารางเมตร)	น้ำหนักเฉลี่ยของยานยนต์ (ตัน)	ความเร็วเฉลี่ยของยานยนต์ (กม./ชม.)
0.02 - 400	1.8 - 38	16 - 88

ที่มา : U.S.EPA.; AP-42, 1995.

ถนนที่ไม่ได้ปูผิวทาง (Unpaved Road)

$$E = k(1.7)[\ s/12\ ]\ [S/48]\ [W/2.7]^{0.7}\ [w/4\ ]^{0.5}\ [(365-p)/365]\ \text{kilogram kg /VKT}\ldots.(2)$$

โดยที่ :

E = ค่าตัวคูณอัตราการปล่อยตัวฝุ่นละออง (กิโลกรัม/คัน-กิโลเมตร)

k = ค่าคงที่ของตัวคูณอนุภาค มีค่าแปรผันตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาค ดังแสดงในตารางที่ 2.9 (ไม่มีหน่วย)

s = สัดสวนของปริมาณซิลท์บนผิวถนน (%)

S = ความเร็วเฉลี่ยของยานยนต์ (กิโลเมตร/ชั่วโมง)

W = น้ำหนักเฉลี่ยของยานยนต์ (ตัน)

w = จำนวนเฉลี่ยของล้อ

p = จำนวนวันที่มีปริมาณฝนตก $\geq$ 0.254 มิลลิเมตร (0.01 นิ้ว)

ตารางที่ 2.9 ค่าคงที่ตัวคูณขนาดอนุภาคตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาค (k) สำหรับสมการที่ (2)

$\leq$75 ไมครอน	$\leq$30 ไมครอน	$\leq$15 ไมครอน	$\leq$10 ไมครอน	$\leq$5 ไมครอน	$\leq$2.5 ไมครอน
1	0.80	0.50	0.36	0.20	0.095

ที่มา : U.S. EPA.; AP-42,1995

ผลการศึกษาช่วงของค่าตัวแปรต่าง ๆ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับสมการที่ (2) แสดง ดังตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 ช่วงของค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการที่ (2)

สัดส่วนของปริมาณซิลท์บนผิวถนน (%)	น้ำหนักเฉลี่ยของยานยนต์ (ตัน)	ความเร็วเฉลี่ยของยานยนต์ (กม./ชม.)	จำนวนเฉลี่ยของล้อ
4.3-20	2.7-142	21-64	4-13

ที่มา : U.S. EPA.; AP-42,1995

2.8 วิธีการควบคุมปริมาณฝุ่นละอองที่ฟุ้งปลิวจากถนน

Cowherd et al., 1988 วิธีการควบคุมปริมาณฝุ่นละอองที่ฟุ้งปลิวจากถนนมีอยู่หลาย ๆ วิธี ซึ่งจากการรวบรวมได้คาดว่าจะมีทางเลือกต่าง ๆ เช่นดังแสดงในตารางที่ 2.11 โดยสามารถแบ่งวิธีการควบคุมออกเป็น 4 วิธี ได้แก่ การควบคุมปริมาณของการจราจร การปรับปรุงพื้นที่ข้างทางของถนน เช่น การปลูกพืชคลุมดิน การปรับสภาพพื้นผิวถนน และการทำความสะอาดพื้นผิวถนน ซึ่งจะได้กล่าวถึงในแต่ละวิธีต่อไป

ตารางที่ 2.11 วิธีการควบคุมปริมาณฝุ่นละอองที่ฟุ้งปลิวจากถนน

วิธีการควบคุม	การปฏิบัติ
การควบคุมปริมาณของการจราจร	- ควบคุมปริมาณของยานยนต์ - จำกัดความเร็วของรถยนต์
การปรับปรุงพื้นที่ไหล่ทางและเกาะกลางของถนน	- การปลูกพืชคลุมดิน - ใช้วัสดุปูพื้นขอบทางถนน
การควบคุมปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดจากแหล่งกำเนิดด้านข้างหรือบริเวณถนน เช่น ในพื้นที่ก่อสร้าง	- ฉีดพ่นด้วยน้ำ - ฉีดพ่นด้วยสารเคมียึดเกาะฝุ่นละออง
การทำความสะอาดพื้นผิวถนน	- การกวาดโดยใช้แรงงานคน - การกวาดโดยใช้รถกวาด (เครื่องจักรกล) - การล้างถนน

ที่มา : Cowherd et al., 1988.

2.8.1 การควบคุมปริมาณการจราจร

วิธีนี้เป็นการควบคุมปริมาณของยานยนต์ที่จะแล่นผ่านถนนเพื่อช่วยลดอัตราการฟุ้งปลิวของฝุ่นจากถนนที่ปูผิวทาง หรือจำกัด น้ำหนัก และความเร็วของยานยนต์ที่จะแล่นผ่านถนนเพื่อลดค่าอัตราการปล่อยฝุ่นซึ่งวิธีการนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับเฉพาะถนนและทางหลวงบางสายเท่านั้น แต่ในการนำไปประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัตินั้นทำได้ค่อนข้างยากเนื่องจากอาจก่อให้เกิดปัญหาการจราจรได้

2.8.2 การปรับปรุงพื้นที่ไหล่ทางและเกาะกลางของถนน

วิธีนี้เป็นการควบคุมปัญหาได้ดีวิธีหนึ่ง โดยจะลดการฟุ้งปลิวของฝุ่นดินที่อยู่บริเวณด้านไหล่ทางหรือเกาะกลางถนนเนื่องจากกระแสลมที่เกิดจากความเร็วรถยนต์ที่วิ่งผ่าน ทำได้โดยการปูทับผิวไหล่ทางและเกาะกลางถนนด้วยวัสดุปูผิวทาง เช่น ยางมะตอย อิฐปูพื้น วิธีนี้เหมาะสมสำหรับการใช้กับถนนที่มีปริมาณการจราจรหนาแน่นสูง ข้อเสียของวิธีนี้ คือ ต้องเสียค่าใช้จ่ายเบื้องต้นในการลงทุนสูง และต้องหมั่นคอยดูแลรักษา ถ้าเกิดการชำรุดควรรีบทำการแก้ไขเพื่อลดสาเหตุที่อาจก่อให้เกิดฝุ่นฟุ้งปลิวจากเศษวัสดุที่ใช้ปูผิวได้

การปลูกพืชคลุมดิน เพื่อช่วยยึดผิวดินไม่ให้เกิดการฟุ้งกระจายได้ วิธีนี้อาจเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนมากน้อยขึ้นกับชนิดพืชที่ใช้ และต้องได้รับการดูแลรักษาพรวนดินพืชและรดน้ำอยู่เสมอซึ่งขึ้นกับชนิดของพืชที่ใช้ด้วย

2.8.3 การควบคุมปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดจากแหล่งกำเนิดด้านข้างหรือบริเวณถนน

วิธีนี้เป็นการควบคุม โดยการปรับสภาพพื้นที่ ในจุดที่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองด้านข้างหรือบริเวณถนน โดยวิธีการฉีดพ่นน้ำหรือสารเคมียึดเกาะฝุ่นละออง ข้อดีของวิธีนี้คือเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนไม่มากเมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ แต่เป็นการควบคุมปัญหาแบบชั่วคราว ดังนั้นจึงต้องมีการปฏิบัติซ้ำเป็นครั้งคราว เช่น ในบริเวณที่กำลังมีการก่อสร้าง ฯลฯ เป็นต้น

2.8.3.1 การฉีดพ่นน้ำ

เป็นวิธีที่ง่ายสุดในการควบคุมการฟุ้งกระจายของฝุ่นละออง เป็นวิธีที่มักเลือกใช้ในการควบคุมฝุ่นละออง เนื่องจากน้ำเป็นสิ่งที่จำเป็นที่ต้องใช้อยู่เสมอโดยเฉพาะในสถานที่ก่อสร้าง มี

ค่าใช้จ่ายไม่สูง แต่เป็นการควบคุมปริมาณการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองได้เพียงชั่วคราว โดยการฉีดน้ำพรมบริเวณพื้นผิวมีประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับ

1) ปริมาณน้ำต่อหน่วยพื้นที่ของถนน
2) เวลาที่น้ำใช้ในการไหลเข้ามายังพื้นที่ของถนน
3) ปริมาณการจราจรในช่วงเวลาดังกล่าว
4) ความสามารถในการควบคุมสภาพดินฟ้าอากาศในช่วงเวลาดังกล่าว

2.8.3.2 การทำเสถียรภาพทางเคมี

เป็นการใช้สารเคมีผสมกับน้ำแล้วทำการฉีดพ่นเพื่อลดการฟุ้งกระจายของฝุ่นละออง แต่ไม่มีผลกระทบในการลดปริมาณฝุ่นละอองส่วนใหญ่ที่มาจากแหล่ง เนื่องจากการจราจรของรถขนดินและเศษขยะ เป็นต้น วิธีการนี้จะมีค่าใช้จ่ายสูงกว่าการฉีดน้ำในตอนต้นมาก

2.8.4 การทำความสะอาดพื้นผิวถนน

เป็นการใช้วิธีการทำความสะอาดแบบต่างๆเข้ามาช่วยในการลดปริมาณฝุ่นละอองที่อยู่บนผิวถนน ซึ่งเป็นวิธีการควบคุมที่ค่อนข้างถาวรเนื่องจากเราสามารถเคลื่อนย้ายฝุ่นละอองไปเก็บไว้ในที่อื่นได้ โดยแบ่งเป็น แบบ การใช้รถกวาดและดูดฝุ่นขนาดต่าง ๆ การล้างถนน และใช้แรงานคนกวาด

2.9 การทำความสะอาดถนนที่ปูผิวทางในกรุงเทพมหานคร

สำหรับถนนในพื้นที่ในกรุงเทพมหานครซึ่ง ปัจจุบันแบ่งเป็น 50 เขตการทำงาน โดยแบ่งการดูแลรับผิดชอบการกวาดถนนดังนี้คือ (กรุงเทพมหานคร สำนักรักษาความสะอาด กองบริการรักษาความสะอาด, 2543)

1) บนบาทวิถี กทม. ดำเนินการเอง

2) บนถนน

- พื้นที่ฝั่งกรุงเทพ กทม.ดำเนินการเองแบ่งเป็นสำนักงานเขต 50 เขต และสำนักรักษาความสะอาด และอาจจะจ้างเอกชนมาดำเนินการในส่วน กทม. ฝั่งตะวันออก ถ้าพื้นที่ฝั่งธนบุรีได้ผลดี
- พื้นที่ฝั่งธนบุรี กทม. จ้างเอกชนดำเนินการในถนน 76 สาย รวมความยาวในถนนทั้งหมด 127.818 กิโลเมตร

จากการศึกษาพบว่าวิธีการทำความสะอาดถนนที่ใช้อยู่กับถนนในกรุงเทพมหานคร แบ่งเป็น 3 วิธีที่นำมาใช้ดังนี้คือ

2.9.1 การทำความสะอาดถนนโดยใช้แรงงานคน

การกวาดโดยใช้แรงงานคน คือ การใช้แรงงานคนในการลดปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยใช้อุปกรณ์เครื่องมือช่วย เช่น ไม้กวาดแข็ง และ บุ้งกี๋ตักฝุ่น

ปัจจุบันในแต่ละเขตในพื้นที่ กทม. จะแบ่งพื้นที่รับผิดชอบของคนงานกวาดถนนดังนี้คือ ในพื้นที่ชุมชนที่ มีประชากรและมียานพาหนะสัญจรไปมาหนาแน่น คนงานกวาด 1 คน จะรับผิดชอบพื้นที่ ที่ต้องดูแลความสะอาด อยู่ในช่วง 5,000 - 7,500 ตารางเมตร และพื้นที่ ที่ไม่มีประชากรหนาแน่นและห่างไกลชุมชน จะอยู่ในช่วง 7,500 – 10,000 ตารางเมตร ส่วนในถนนที่ไม่มีทางเท้าและห่างไกลชุมชนในพื้นที่รอบนอกกรุงเทพมหานคร จะอยู่ในช่วง 10,000 – 25,000 ตารางเมตร ซึ่งจำนวนคนงานกวาดจะมากหรือน้อยในแต่ละเขตนั้นขึ้นกับลักษณะและปริมาณของพื้นที่รวมถึงงบประมาณในการจัดจ้างบุคลากร โดยหน้าที่ของผู้กวาดถนนนั้นมีหลายประการที่อยู่ในความรับผิดชอบในพื้นที่ของตนเอง นอกเหนือจากการกวาดทำความสะอาดทางเท้าและผิวจราจร เช่น ดูแลต้นไม้บนทางเท้าและเกาะกลางถนน ฯลฯ โดยทั่วไปมีผู้ดูแลความสะอาดทั้งหมด 2 คนในพื้นที่รับผิดชอบหนึ่งแบ่งเป็น ช่วงเช้าตั้งแต่เวลา 05.00 – 13.00 น. จำนวน 1 คน และ ช่วงเย็นตั้งแต่เวลา 13.00 – 21.00 น. จำนวน 1 คน ซึ่งในทั้งนี้การแบ่งดังกล่าวขึ้นกับลักษณะพื้นที่และความต้องการในการทำความสะอาดรวมถึงจำนวนคนงานโดยผู้กวาดจะกวาดฝุ่นในถนนบริเวณไหล่ทาง (กรุงเทพมหานคร สำนักรักษาความสะอาด กองบริการรักษาความสะอาด, 2543)

2.9.2 การทำความสะอาดโดยใช้รถกวาดและดูดฝุ่น

นอกจากมีการใช้แรงงานคนแล้วยังมีการนำเทคโนโลยี โดยใช้รถกวาดเข้ามาช่วยในการกวาดด้วย สำหรับรถกวาดและดูดฝุ่นในกรุงเทพมหานครที่อยู่ในความรับผิดชอบของหน่วยงานต่าง ๆ มีทั้งหมด 3 ขนาดคือ

- รถกวาดขนาดเล็ก (รุ่น Ravo ขนาด 24 ตัน)
- รถกวาดขนาดกลาง (รุ่น Moro ขนาด 30 ตัน)
- รถกวาดขนาดใหญ่ (รุ่น Elgin ขนาด 50 ตัน)

โดยถนนสายหลักใน กทม. ที่อยู่ในความรับผิดชอบของทางกองบริการรักษาความสะอาดมีอยู่ 7 สาย รวมทั้งสะพานรถยนต์ข้าม และทางคู่ขนานยกระดับ ส่วนถนนสายรองจะอยู่ในความรับผิดชอบและดูแลโดยสำนักงานเขต โดยการใช้งานรถขนาดต่างๆ นั้นขึ้นกับลักษณะของพื้นที่และถนนว่าควรใช้รถชนิดใด สำหรับในบริเวณถนนที่มีการจราจรหนาแน่นในเวลากลางวัน รถกวาดจะทำงานในเวลากลางคืนแทน เพื่อป้องกันปัญหาการจราจรติดขัด ยกเว้นในพื้นที่ฝั่งธนบุรีที่ให้เอกชนดำเนินการเอง โดยเช่ารถกวาดจากทาง กทม. และมีมาตรฐานในการวัดความสะอาดตามภาคผนวก ข. โดยลักษณะของรถกวาดขนาดต่าง ๆ เป็นตามแสดงใน ภาคผนวก ก. และโดยสรุปตามตารางที่ 2.12

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.12 เปรียบเทียบลักษณะของรถกวาดขนาดต่างๆ ใน กทม.

คุณสมบัติ	ขนาดใหญ่ (รุ่น Elgin)	ขนาดกลาง (รุ่น Moro)	ขนาดเล็ก (รุ่น Ravo)
เครื่องยนต์ดีเซลขนาด	175 แรงม้า	136 แรงม้า	82 แรงม้า
ความจุของถังเก็บฝุ่น	6.1 ลบ.ม.	3.7 ลบ.ม.	3 ลบ.ม.
ความจุของถังน้ำที่ใช้พ่น	1,249 ลิตร	750 ลิตร	700 ลิตร
อุปกรณ์กรองฝุ่น(Filter)	มี	มี	มี
ชุดแปรงกวาด	3 แปรง ได้แก่ - ∅ 406 มม. ยาว 1,524 มม.1 อัน - ∅ 711 มม. 2 อัน ด้าน ซ้ายและขวา	2 อัน ซ้ายและขวา ∅ 750 มม. ยกขึ้นลง ทำงานด้วยระบบไฮโดร ลิค ปรับความเร็วรอบได้ 0 – 150 รอบ / นาที	2 อัน ซ้ายและขวา ∅ 750 มม. ยกขึ้นลง ทำงานด้วยระบบไฮโดร ลิค ปรับความเร็วรอบได้ 0 – 200 รอบ / นาที
ขนาดท่อดูด	∅ 279 มม. มีท่อดูด พิเศษ (∅ 203 มม.)	∅ 210 มม. มีท่อดูด พิเศษ (∅ 150 มม.)	∅ 225 มม. มีท่อดูดพิเศษ (∅ 150 มม.)
พัดลมดูด	357 m^3/ min	165 m^3/ min	150 m^3/ min
ความสามารถดูดกวาดถนน	ช่วงกว้าง 2,438 มม. ต่อการทำงาน 1 เที่ยว	ช่วงกว้าง 2,100 มม.ต่อการทำงาน 1 เที่ยว	ช่วงกว้าง 2,000 มม.ต่อการทำงาน 1 เที่ยว

ที่มา : กรุงเทพมหานคร สำนักรักษาความสะอาด กองบริการรักษาความสะอาด, 2543

2.8.3 การล้างถนน

การล้างถนน หมายถึง การใช้เครื่องมือล้างถนนด้วยน้ำ

การฉีดล้าง หมายถึง การใช้เครื่องมือฉีดน้ำ ล้างฝุ่น ดิน ทราย ตะกอน ออกไปให้สะอาด เป็นวิธีการใช้น้ำเข้ามาช่วยในการทำความสะอาดร่วมกับการกวาดถนนโดยวิธีการนี้เป็นวิธีการหนึ่งซึ่งช่วยในการลดปริมาณฝุ่นบนผิวถนนได้มีประสิทธิภาพ แต่อาจมีผลกระทบทำให้ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียสูงได้ ปัจจุบันในถนน กทม. จะมีการล้างทำความสะอาดขึ้นกับลักษณะพื้นที่ความรับผิดชอบ ในส่วนที่จัดให้เอกชนดำเนินการในพื้นที่ฝั่งธนบุรีนั้นจะให้ล้างถนนแต่ละสายอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

ชนิดของน้ำที่ใช้ในการล้างถนน

(กทม. ล้าง)

- สำนักงานเขตต่างๆ ใช้น้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาหรือน้ำดิบจากคลองประปา หรือน้ำจากบึงต่างๆ และน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจากโรงบำบัดน้ำเสียสี่พระยา
- สำนักรักษาใช้น้ำดิบจากคลองประปา

(เอกชนล้างในพื้นที่ฝั่งธนบุรี)

- คาดว่าใช้น้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยา

กองบริการรักษาความสะอาดรายงานว่ากรุงเทพมหานคร ใช้รถกวาดถนนเฉพาะถนนบางสายรวมระยะทางประมาณ 800 กม. ประมาณปริมาณฝุ่นที่เก็บไว้ 27,050 ลบ.ม. ในปี 2541 และ 29,050 ลบ.ม. ในปี 2542 (ประมาณ จากตัวเลข 7 เดือน) โดยกทม.มีค่าใช้จ่ายในการเก็บกวาดฝุ่นทั้งหมดต่อปีประมาณ 82 ล้านบาทต่อระยะทาง 200 กม. (กรุงเทพมหานคร สำนักรักษาความสะอาด กองบริการรักษาความสะอาด, 2543)

จากการศึกษาโดยบริษัท เรเดียน อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด , 2541 ยังพบว่าในบรรดามาตรการควบคุมฝุ่น PM – 10 การดูดฝุ่นถนนให้ผลตอบแทนสูงสุด กทม. มีรถดูดฝุ่นซึ่งเพิ่งดำเนินการจัดซื้อและใช้งานอยู่ จึงมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมไม่สูงมากนัก นอกจากนี้ คาดคะเนว่าจะสามารถลดการปล่อยฝุ่นละอองได้จำนวนมาก แม้ว่าประสิทธิภาพการควบคุมเท่ากับ 20% หรือน้อยกว่า เมื่อรวมกับมาตรการป้องกันอื่น ๆ ผลตอบแทนการดูดฝุ่นถนนเท่ากับ 19 พันล้านเหรียญ (9.1 พันล้านเหรียญบวกกับผลตอบแทนจากการใช้สารเคมี การล้างล้อและการปิดคลุมรถบรรทุก เปรียบเทียบกับผลตอบแทน 13.2 พันล้านเหรียญหากทำการดูดฝุ่นอย่างเดียว) โดยเลือกใช้ค่าด้านสูง ดังนั้นแม้จะมีความไม่แน่นอนค่อนข้างสูงในด้านค่าใช้จ่าย และตัวคูณการปล่อยฝุ่นละออง การดูดฝุ่นถนนโดยมีหรือ ไม่มีมาตรการควบคุมป้องกันอย่างอื่น เป็นทางเลือกการควบคุมที่ดีที่สุด และควรมีการดำเนินการอย่างเต็มที่ โครงการดูดฝุ่นควรดำเนินการต่อไปโดยมีการปรับปรุงให้ดีขึ้น อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อกำหนดความถี่การดูดฝุ่นที่เหมาะสมที่สุดและทำการทดสอบการใช้สารเคมีที่เหมาะสม

ในส่วนปัญหาที่พบในการกวาดถนนใน กทม. มีดังนี้คือ

- ในส่วนของการใช้แรงงานคน การที่ผู้กวาด 1 คน มีหน้าที่รับผิดชอบหลายหน้าที่ในช่วงเวลาการทำงานหนึ่ง ๆ นั้นทำให้ไม่สามารถ ระบุจำนวนครั้งในการกวาดลงไปได้เพียงแต่ดูแลพื้นที่ให้สะอาดอยู่เสมอ
- การที่รถกวาดทั้ง 3 ขนาดมีสภาพเก่าและชำรุดเสียหายบ่อยไม่สามารถทำงานได้ตามตารางเวลา ที่กำหนดไว้

- ปัจจุบันยังไม่มีมาตรฐานในการวัดความสะอาดที่เป็นตัวเลขแน่นอน และยังไม่เคยมีการศึกษาถึงการวัดปริมาณฝุ่นละอองก่อนทำการกวาดและหลังจากที่ได้ทำการกวาดแล้วทั้ง โดยวิธีการใช้แรงงานคน และโดยใช้รถกวาดขนาดต่างๆ เพื่อจะหาค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งที่เหมาะสมในการเก็บกวาด ที่สามารถลดปริมาณฝุ่นละออง บนถนนในกรุงเทพมหานคร

โครงการกวาดถนนในอนาคต

ทำการทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาช่วยในการกวาดทำความสะอาดถนนโดยคำนึงถึงค่าใช้จ่าย และประสิทธิภาพ รวมถึงความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในทางปฏิบัติ

ข้อมูลของสำนักการโยธากรุงเทพมหานครระบุว่า กรุงเทพมหานครมีพื้นที่ผิวจราจรทั้งหมด 38 ล้าน ตร.ม. จะประมาณได้ว่ามีฝุ่นบนถนนกรุงเทพในแต่ละวันเป็นฝุ่นทุกขนาด 489 ตัน และฝุ่นซิลท์ 39 ตัน

กรุงเทพมหานคร มีรถกวาดถนน 110 คัน ดังตารางที่ 3.15 เป็นรถขนาดใหญ่ กลางเล็ก ในความดูแลของกองบริการรักษาความสะอาด ,สำนักงานเขต 50 เขต และบริษัทเอกชนที่รับจ้าง กทม. กวาดถนนในฝั่งธนบุรี

ตารางที่ 2.13 จำนวนรถกวาดถนนและดูดฝุ่น

หน่วยงานที่รับผิดชอบ	จำนวนรถกวาดถนนและดูดฝุ่น (คัน)			
	ขนาดใหญ่	ขนาดกลาง	ขนาดเล็ก	รวม
กองบริการรักษาความสะอาด	8	4	2	14
สำนักงานเขตต่างๆ	22	35	17	74
บริษัทเอกชน	6	11	5	22
รวม	36	50	24	110

ที่มา : กรุงเทพมหานคร สำนักรักษาความสะอาด กองบริการรักษาความสะอาด, 2543.

ในปัจจุบัน (26 พฤษภาคม 2543) กทม. มีคนงานกวาดถนน 7, 899 คน หรือโดยเฉลี่ย 160 คนต่อเขต และรับผิดชอบถนนยาว 500 เมตรต่อคน

การกวาดโดยใช้รถกวาดและดูดฝุ่น รถกวาดทั้งหมดจำนวน 110 คัน แบ่งให้หน่วยงานต่างๆรับผิดชอบดังนี้ กองบริการรักษาความสะอาดดูแล 14 คัน สำนักงานเขต 50 เขตดูแล 74 คัน และบริษัทเอกชนเช่าจากกทม. 22 คัน ในจำนวน 88 คัน ที่ยังอยู่กับ กทม. ในปีงบประมาณ 2542 มีค่าซ่อมรถกวาดดูดฝุ่น 7.7 ล้านบาท และในปีงบประมาณ 2543 (ณ วันที่ 12 ตุลาคม 2543) มีค่าซ่อม 8.39 ล้านบาท สำหรับรถกวาดดูดฝุ่น 74 คันหรือโดยเฉลี่ย 113,000 บาท/คัน/ปี

โดยภาพรวมสำนักรักษาความสะอาดรายงานค่าใช้จ่ายในการกวาดดูดฝุ่นประมาณปีละ 82 ล้านบาทสำหรับถนน 200 กิโลเมตร หรือเฉลี่ย 410,000 บาท/กม./ปี เก็บฝุ่นได้ 25,000 ลูกบาศก์เมตรต่อปี คิดเป็นค่าใช้จ่าย 3,270 บาทต่อลบ.ม.ฝุ่น หรือ 1,530 บาทต่อตันฝุ่น (ถพ. ฝุ่นเท่ากับ 2.14)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.10 การศึกษาที่ผ่านมา

บริษัท เรเดียน ฯ, พ.ศ. 2539. ทำการสำรวจตัวอย่างปริมาณฝุ่นถนนบนถนน 19 สาย ครอบคลุมทุกประเภทถนนในกรุงเทพมหานคร ตรวจพบปริมาณฝุ่นทั้งหมดบนถนนระหว่าง 1.37-27.90 กรัม/ตร.ม. หรือเฉลี่ย 12.87 กรัม/ตร.ม. ตารางที่ 2.14 ปริมาณฝุ่นซิลท์ (ขนาดเล็กกว่า 75 ไมครอน) ระหว่าง 0.15-3.59 กรัม/ตร.ม. หรือ เฉลี่ย 1.03 กรัม/ตร.ม.

จะเห็นได้ว่าปริมาณฝุ่นบนถนนสกปรกสูงกว่าถนนสะอาดประมาณ 20 เท่า และถนนโดยเฉลี่ยจะค่อนข้างสกปรกมีปริมาณฝุ่นสูงกว่าถนนสะอาดประมาณ 10 เท่า จึงพอจะอนุมานได้ว่าหากมีการกวาดถนนให้สะอาดอย่างจริงจังน่าจะลดปริมาณฝุ่นบนถนนลงได้ถึง 10 เท่า

ฝ่ายยานพาหนะและเครื่องจักรกล กองบริการรักษาความสะอาด สำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร (เมษายน พ.ศ. 2542) ทำการศึกษาผลการปฏิบัติงานของรถยนต์กวาดและดูดฝุ่นทั้ง 3 ขนาด (เล็ก, กลาง และใหญ่) ที่ใช้กวาดถนน จาก 21 เขต ของพื้นที่ กทม. พบว่า รถกวาดถนนขนาดใหญ่ วิ่งในระยะทางเฉลี่ย 17.09 กม./วัน/คัน ซึ่งมีชั่วโมงการทำงาน 2.32 ชม./วัน/คัน เก็บปริมาณฝุ่นได้ 2.19 ลบ.ม./วัน/คัน โดยรถที่ใช้งานมีจำนวน 14 คัน ซึ่งมีคุณภาพงานดีมาก 1 คัน ดี 5 คัน พอใช้ 6 คัน และรถชำรุดที่ไม่ได้ออกปฏิบัติงานตลอดเดือน 2 คัน ส่วนรถกวาดถนนขนาดกลาง วิ่งในระยะทางเฉลี่ย 6.31 กม./วัน/คัน ซึ่งมีชั่วโมงการทำงาน 2.03 ชม./วัน/คัน เก็บปริมาณฝุ่นได้ 0.94 ลบ.ม./วัน/คัน โดยรถที่ใช้งานมีจำนวน 20 คัน ซึ่งมีคุณภาพงาน ดี 2 คัน พอใช้ 4 คัน และรถชำรุดที่ไม่ได้ออกปฏิบัติงานตลอดเดือน 14 คัน รถกวาดถนนขนาดเล็ก วิ่งในระยะทางเฉลี่ย 8.31 กม./วัน/คัน ซึ่งมีชั่วโมงการทำงาน 2.83 ชม./วัน/คัน เก็บปริมาณฝุ่นได้ 1.43 ลบ.ม./วัน/คัน โดยรถที่ใช้งานมีจำนวน 12 คัน ซึ่งมีคุณภาพงาน ดี 2 คัน พอใช้ 8 คัน และรถชำรุดที่ไม่ได้ออกปฏิบัติงานตลอดเดือน 2 คัน แสดงดังตารางที่ 2.15

National Urban Runoff Program (NURP) (the early 1980s) มีการศึกษาพบว่าเทคโนโลยีที่ใช้การกวาดแบบดั้งเดิมแบบใช้แปรงกวาดที่ทำงานด้วยเครื่องจักร เพียงอย่างเดียวไม่มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน เนื่องจากแปรงกวาดสามารถทำให้ฝุ่นขนาดใหญ่แตกออกเป็นฝุ่นขนาดเล็กลงและกระจายยากแก่การรวบรวมเก็บ ถ้าไม่มีการดูดประกอบด้วย

Ken Wilkerson , 1997 มีการนำเทคโนโลยีในการกวาดโดยใช้แปรงกวาดและเครื่องดูดฝุ่นละอองที่เกิดหลังกวาดมาใช้รวมกัน โดยวิธีการนี้จะไม่มีการนำน้ำเข้ามาใช้ฉีดพ่นร่วมในการกวาด ในรถกวาดจะมีทั้งแปรงกวาดและระบบดูดฝุ่นในตัวเดียวกัน และจะดูดอากาศผ่านตะแกรงกรอง

ตารางที่ 2.14 ปริมาณฝุ่นทั้งหมดและฝุ่นซิลท์บนผิวถนนในกรุงเทพ ปี 2539

ประเภทถนน	ชื่อถนน	ฝุ่นทั้งหมดบนผิวถนน	ฝุ่นซิลท์บนผิวถนน	ซิลท์
		กรัม/ตร.ม.	กรัม/ตร.ม.	%
1	จักรพงษ์	26.01	3.59	13.81
2	หลานหลวง	1.37	0.17	12.50
3	เจริญกรุง	2.60	0.31	11.84
4	สีลม	23.52	1.79	7.62
5	พระราม 6 ด้านเหนือ	17.15	0.96	5.58
6	พระราม 6 ด้านใต้	17.54	1.52	8.67
7	ราชปรารถ	5.05	0.15	2.94
8	ประดิพัทธ์	6.39	0.28	4.35
9	อิสระภาพ	16.07	0.39	2.41
10	พหลโยธิน	13.44	1.26	9.36
11	รามคำแหง	6.33	0.52	8.14
12	เอกมัย	27.90	3.12	11.20
13	ตากสิน	2.42	0.34	13.92
14	สุขุมวิท	10.24	1.00	9.77
15	จรัญสนิทวงศ์ 62	4.64	0.41	8.84
16	จรัญสนิทวงศ์ 65	2.93	0.12	4.26
17	ทางด่วน ท่าเรือ	27.18	1.46	5.38
18	พระราม 3 ด้านเหนือ	22.58	1.33	5.91
19	พระราม 3 ด้านใต้	11.14	0.84	7.55
	เฉลี่ย	12.87	1.03	7.67

ที่มา : Radian ฯ , 1996

ตารางที่ 2.15 รายงานผลการปฏิบัติงานของรถกวาดถนน เดือนเมษายน 2542

	หน่วย	ขนาดใหญ่	ขนาดกลาง	ขนาดเล็ก	รวม
จำนวนรถทั้งหมด	คัน	36	50	24	110
จำนวนรถในรายงาน	คัน	14	20	12	46
จำนวนรถที่ใช้ได้	คัน	12	6	10	28
ระยะทางที่กวาด	กม.	6152	1136	2493	9781
ชั่วโมงการทำงาน	ชม.	834	365	849	2048
ปริมาณฝุ่น	ลบ.ม.	787	169	429	1385
ระยะทางที่กวาดต่อคัน	กม./วัน/คัน	17.09	6.31	8.31	11.64*
ชั่วโมงการทำงานต่อคัน	ชม./วัน/คัน	2.32	2.03	2.83	2.44*
ปริมาณฝุ่นต่อคัน	ลบ.ม./วัน/คัน	2.19	0.94	1.43	1.65*
สัดส่วนรถที่ใช้งานได้		0.86	0.30	0.83	0.61*
ระยะทางที่กวาดทั้ง กทม.	กม./วัน	527	95	166	788*
ปริมาณฝุ่นทั้ง กทม.	ลบ.ม./วัน	67	14	29	110

* = ค่าเฉลี่ยสำหรับรถกวาดทั้ง 3 ขนาด

หมายเหตุ : ได้รับรายงานจาก 21 เขต จากทั้งหมด 41 เขต

ที่มา : กรุงเทพมหานคร สำนักรักษาความสะอาด กองบริการรักษาความสะอาด ฝ่ายยานพาหนะ ฯ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขนาด 2.5 ไมครอนเพื่อกรองดักจับฝุ่นละอองที่ดูดเข้ามาในเครื่อง และปล่อยอากาศออกในอัตรา 750,000 ลบ.ฟุต ต่อ ชั่วโมง โดยสามารถลดปริมาณฝุ่นละอองเล็ก 10 ไมครอน ในถนนได้ถึง 99.6% โดย Wilkerson เรียกเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในครั้งนี้ว่า Schwaze EV Sweeping Technology พบว่ามีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีการกวาดแบบดั้งเดิมที่ใช้แปรงกวาดเครื่องจักรกลเพียงอย่างเดียว

Roger Sutherland (1997) จากการศึกษาพบว่าถ้ามีการใช้น้ำฉีดพ่นร่วมด้วยระหว่างการกวาดและดูดฝ่นในถนนจะสามารถลดมลภาวะ ได้ 5 – 30 % และโลหะหนักในฝุ่นละอองที่อยู่ในถนนได้ 0 – 15 % ในขณะที่ถ้าใช้วิธีแบบไม่ใช้น้ำจะได้ประสิทธิภาพถึง 30 – 80 % และลดปริมาณโลหะหนักในฝุ่นละอองในถนนได้ถึง 15 – 40 %

Pilaj et al. (1970) ทำการศึกษาถึงอัตราการปล่อยฝุ่นละอองจากถนน โดยการใช้เครื่องเก็บตัวอย่างแบบ cascade impactor นำขึ้นผูกไว้บนรถพ่วงหลังรถยนต์ที่แล่นด้วยความเร็ว 16, 32 และ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง พบว่าน้ำหนักของฝุ่นละอองที่ถูกเก็บมีการเพิ่มขึ้นแบบ exponential ตามความเร็วของรถยนต์ที่เพิ่มขึ้นจาก 16 จนถึง 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และที่ความเร็วคงที่ที่ 32 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีค่าตัวคูณอัตราการปล่อยฝุ่นละอองเท่ากับ 2.1 กิโลกรัม/คัน-กิโลเมตร โดยมีปริมาณการจราจรของยานยนต์ที่ 100 คันต่อวัน หรือจะมีปริมาณของวัสดุขนาดละเอียดถึง 76 ตันต่อกิโลเมตรต่อปี ถูกกำจัดออกจากพื้นผิวถนน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3
แผนการศึกษาวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการทำความสะอาดแบบต่างๆ ที่ใช้ในการลดปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนขนาดต่าง ๆ ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ในการลดฝุ่นฟุ้งปลิวจากถนนที่ปูผิวทาง และคำนวณหาอัตราการปล่อยฝุ่นละอองจากยานยนต์ที่แล่นผ่านถนนก่อนและหลังการทำความสะอาด พร้อมทั้งประเมินค่าใช้จ่ายเพื่อหาทางเลือกที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในทางปฏิบัติ ซึ่งถนนที่ใช้ในการทดลองจะเป็นถนนที่ปูผิวทางแล้วในกรุงเทพมหานคร โดยแบ่งเป็นในพื้นที่ฝั่งกรุงเทพมหานครและในพื้นที่ฝั่งธนบุรี ซึ่งมีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกันไป โดยศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำงานของ รถกวาดถนนแบบต่างๆ (ขนาดใหญ่ , ขนาดกลาง , ขนาดเล็ก) และ การใช้แรงงาน (คนกวาด) รวมถึง วิธีการการฉีดล้างถนน สำหรับแผนการศึกษาวิจัยในเรื่องนี้จะมีการแบ่งขั้นตอนในการเก็บตัวอย่าง และวิเคราะห์เป็นหัวข้อที่สำคัญตามลำดับดังนี้

3.1 การเตรียมวัสดุอุปกรณ์เครื่องมือและข้อมูลทั่วไป

ในขั้นตอนนี้ เป็นการเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการศึกษา ได้แก่ การเตรียมความพร้อมตรวจสอบสภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างก่อนจะนำไปใช้งานการอบและชั่งน้ำหนักถุงกรองฝุ่น การจดบันทึกและรวบรวมข้อมูลจำเป็นที่เกี่ยวข้อง เช่นข้อมูลวันและเวลาในการทำความสะอาดถนนแต่ละสายใน กทม.ด้วยวิธีการทำความสะอาดแบบต่าง ๆ เพื่อใช้ในการวางแผนการเก็บตัวอย่าง และสำรวจสภาพถนนที่จะนำมาใช้ในการทดลองเพื่อเลือกจุดเก็บตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของฝุ่นรวมทั้งถนนได้เหมาะสม รวมถึงข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาต่างๆ

3.2 ลักษณะของพื้นที่ที่ทำการเก็บตัวอย่าง

ถนนที่ใช้ในการทดลองเป็นถนนที่มีการปูผิวทางในกรุงเทพมหานคร ประกอบด้วยถนนจำนวน 6 สาย โดยแบ่งเป็นถนนในพื้นที่ฝั่งกรุงเทพมหานคร ซึ่งดำเนินการทำความสะอาดโดยทางกรุงเทพมหานครเอง จำนวน 4 สาย ได้แก่ ถนนพหลโยธิน , ถนนหลังสวน, ถนนประชาสงเคราะห์ และ ถนนบรรทัดทอง ส่วนการศึกษาในพื้นที่ฝั่งธนบุรีใช้ถนนจำนวน 2 สาย ได้แก่ ถนนลาดหญ้า และถนนเจริญรัก ซึ่งรับผิดชอบการดำเนินการทำความสะอาดพื้นผิวถนนโดยเอกชน

เกณฑ์การเลือกถนนที่ใช้ในการทดลองเพื่อให้เหมาะสมกับการทำความสะอาดแบบต่างๆ เป็นดังนี้คือ จะเลือกรถกวาดที่มีขนาดให้เหมาะสมกับขนาดถนน ซึ่งขึ้นกับจำนวนเลนและความกว้างต่อเลนของถนน เช่น รถกวาดขนาดใหญ่จะใช้ในกับถนนที่มีขนาดใหญ่ (จำนวนเลนมาก) และ

สำหรับรถกวาดขนาดเล็กจะใช้กับถนนที่มีขนาดเล็ก (จำนวนเลนน้อย) เป็นต้น โดยใช้เกณฑ์ดังกล่าวสำหรับการทำความสะอาดถนนในพื้นที่ฝั่งกรุงเทพมหานคร ส่วนในพื้นที่ฝั่งธนบุรี ซึ่งทางกรุงเทพมหานครจ้างเหมาทางบริษัทเอกชนทำความสะอาดจะเลือกชนิดการทำความสะอาดกับถนนตามแผนการทำงานของทางเอกชนกำหนดเอง โดยถนนที่เลือกศึกษาในถนน 2 สายที่กล่าวมาข้างต้นในพื้นที่ฝั่งธนบุรีได้แก่ ถนนลาดหญ้า และ ถนนเจริญรัถ ซึ่งใช้รถกวาดขนาดกลางและรถล้างขนาดความจุ 6000 ลิตรในการทำความสะอาดถนนทั้ง 2 สาย โดยใช้รถกวาดขนาดกลางกวาดทุกวัน วันละ 1 ครั้ง และรถล้าง ฉีดล้างถนนอาทิตย์ละ 1 วัน ตามแผนการทำงานของทางเอกชน สำหรับการแบ่งขนาดถนนในการศึกษาครั้งนี้ ถนนขนาดใหญ่ได้แก่ ถนนที่มีจำนวน 6 เลน ส่วนถนนขนาดกลาง ได้แก่ ถนนที่มีจำนวน 4 เลน และ ถนนขนาดเล็ก ได้แก่ถนนที่มีจำนวน 2 เลน

สำหรับลักษณะทั่วไปของถนนที่ทำการศึกษาเก็บตัวอย่าง สรุปได้ดังนี้

3.2.1 ถนนขนาดใหญ่

เลือกทำการศึกษา ในถนนพหลโยธิน และ ถนนลาดหญ้า ดังนี้

- ถนนพหลโยธิน

ทำการเลือกศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนน โดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดใหญ่ และ การล้างแบบรถล้างขนาด 6000 ลิตร ที่บริเวณถนนพหลโยธิน ตั้งแต่บริเวณใต้ทางด่วนอนุเสาวรีย์ชัยสมรภูมิ ถึง ซอย อารีย์ ดังรูปที่ 3.1 ซึ่งเป็นถนนในพื้นที่ฝั่งกรุงเทพมหานคร ดำเนินการทำความสะอาดโดยกรุงเทพมหานคร มีความยาวประมาณ 1.65 กิโลเมตร ซึ่งมีลักษณะเป็นถนนคอนกรีตเสริมเหล็กปูผิวด้วยยางมะตอย 6 ช่องทางการจราจร แบ่งเป็นเส้นทางรถขาเข้า 3 ช่องทางการจราจร และ เส้นทางรถขาออก 3 ช่องทางการจราจร และมีเกาะกลางซึ่งทำการปลูกต้นไม้และเป็นเส้นทางของรถไฟฟ้าลอยฟ้า บี ที เอส โดยความกว้างของช่องการจราจรในแต่ละช่องมีค่าเท่ากับ 2.8 เมตร จากการสำรวจโดยทั่วไปพบว่า ลักษณะพื้นที่โดยทั่วไป เป็นเส้นทางของรถไฟฟ้าลอยฟ้า บี ที เอสโดยจะมีบางช่วงที่อยู่ใต้สถานีรถไฟฟ้าสนามเป้าและสถานีรถไฟฟ้าอารีย์ และ พื้นที่โล่งว่างเปล่า สลับกับพื้นที่อาคารพาณิชย์ และอาคารสูงซึ่งใช้เป็นสำนักงาน มีปริมาณการจราจรค่อนข้างสูงประชาชนอาศัยและทำงานค่อนข้างหนาแน่น การเลือกจุดที่ทำการเก็บตัวอย่างจะเก็บตัวอย่างโดยการสุ่มเก็บที่ระยะทางต่างๆ โดยแต่ละตัวอย่างจะเก็บตามแนวขวางทางรถวิ่งตามรูปที่ 3.2

การเลือกจุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง จะเลือกจุดที่มีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกันและสามารถนำมาเป็นตัวแทนของตัวอย่างฝุ่นละอองโดยรวมของถนนได้ นอกจากนี้ยังคงต้องคำนึงถึงความสะดวกในการกั้นรถปิดการจราจร แสงสว่างในถนน รวมถึงการป้องกันอุบัติเหตุที่เกิดอาจขึ้นได้ขณะทำการเก็บตัวอย่างและความสะดวกในการใช้ไฟฟ้าสำหรับเครื่องดูดฝุ่นและสัญญานไฟฉุกเฉิน

การเลือกจุดเก็บตัวอย่าง จะพิจารณาบริเวณที่สะดวกในการเก็บตัวอย่างและสามารถนำมาใช้เป็นตัวแทนของฝุ่นละอองบนผิวถนนในช่วงถนนที่ทำการทดลองได้

- ถนนลาดหญ้า

ทำการเลือกศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนน โดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดกลาง และ การล้างแบบรถล้างขนาด 6000 ลิตร ที่บริเวณถนนลาดหญ้า ตั้งแต่บริเวณวงเวียนใหญ่ถึงแยกถนนเจริญนคร ซึ่งเป็นถนนในพื้นที่ฝั่งธนบุรีดำเนินการทำความสะอาดโดยบริษัทเอกชน มีความยาวประมาณ 1.45 กิโลเมตร ซึ่งมีลักษณะเป็นถนนคอนกรีตเสริมเหล็กปูผิวด้วยยางมะตอย 6 ช่องทางการจราจร แบ่งเป็นเส้นทางรถขาเข้า 3 ช่องทางการจราจร และ เส้นทางรถขาออก 3 ช่องทางการจราจร แต่ไม่มีเกาะกลาง โดยความกว้างของช่องการจราจรในแต่ละช่องมีค่าเท่ากับ 3 เมตร จากการสำรวจ พบว่า ลักษณะพื้นที่โดยทั่วไป มีปริมาณการจราจรค่อนข้างสูง มีอาคารพาณิชย์ และร้านค้าตลอด 2 ฝั่งถนน การเลือกจุดที่ทำการเก็บตัวอย่างจะเก็บตัวอย่างโดยการสุ่มเก็บที่ระยะทางต่างๆ โดยแต่ละตัวอย่างจะเก็บตามแนวขวางทางรถวิ่ง จะเลือกจุดที่มีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกันและสามารถนำมาเป็นตัวแทนของตัวอย่างฝุ่นละอองโดยรวมของถนนได้และสะดวกต่อการเก็บเช่นกัน

3.2.2 ถนนขนาดกลาง

เลือกทำการศึกษา ในถนนหลังสวน , ประชาสงเคราะห์ และบรรทัดทอง ดังนี้

- ถนนหลังสวน

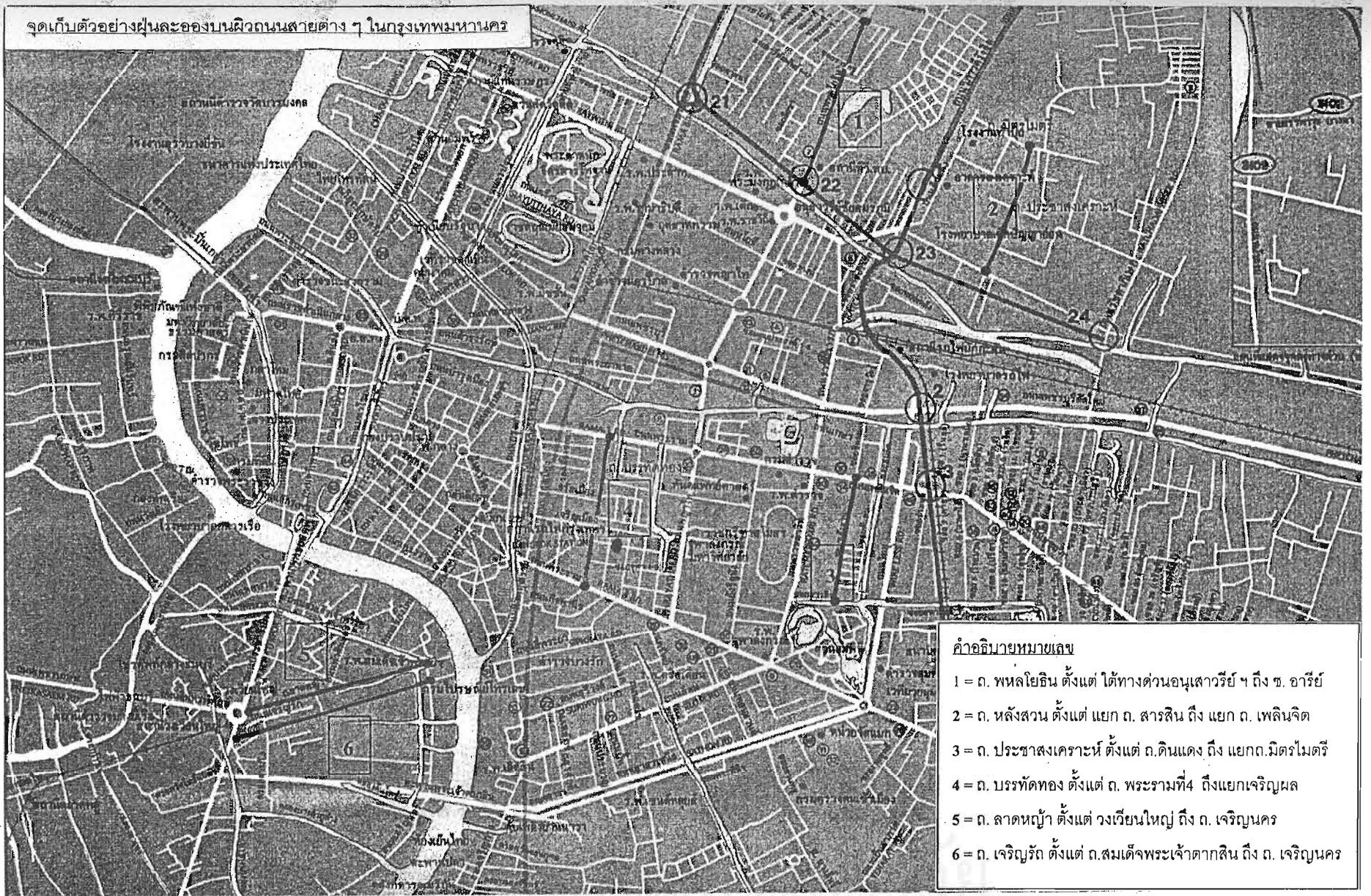
ทำการเลือกศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนน โดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดกลาง ที่บริเวณถนนหลังสวน ตั้งแต่บริเวณแยกถนนสารสิน ถึง แยกถนนเพลินจิต ซึ่งเป็นถนนในพื้นที่ฝั่งกรุงเทพมหานคร ดำเนินการทำความสะอาดโดยกรุงเทพมหานคร มีความยาวประมาณ 1 กิโลเมตร ซึ่งมีลักษณะเป็นถนนคอนกรีตเสริมเหล็กปูผิวด้วยยางมะตอย 4

ช่องทางการจราจร และวิ่งรถทางเดียวทั้งหมดโดยความกว้างของช่องการจราจรในแต่ละช่องมีค่าเท่ากับ 2.6 เมตรไม่มีเกาะกลาง จากการสำรวจ พบว่า ลักษณะพื้นที่โดยทั่วไป มีปริมาณการจราจรค่อนข้างสูง มีอาคารสำนักงานและร้านค้าตลอด 2 ฝั่งถนน และประชาชนอาศัยและทำงานค่อนข้างหนาแน่น การเลือกจุดที่ทำการเก็บตัวอย่างจะเก็บตัวอย่างโดยการสุ่มเก็บที่ระยะทางต่างๆ โดยแต่ละตัวอย่างจะเก็บตามแนวขวางทางรถวิ่ง จะเลือกจุดที่มีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกันและสามารถนำมาเป็นตัวแทนของตัวอย่างฝุ่นละอองโดยรวมของถนนได้และสะดวกต่อการเก็บเช่นกัน

- ถนนประชาสงเคราะห์

ทำการเลือกศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนน โดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดเล็ก ที่บริเวณถนนประชาสงเคราะห์ ตั้งแต่บริเวณแยกถ. ดินแดง ถึงแยกถนนมิตรไมตรี ซึ่งเป็นถนนในพื้นที่ฝั่งกรุงเทพมหานคร ดำเนินการทำความสะอาดโดยกรุงเทพมหานคร มีความยาวประมาณ 1.1 กิโลเมตร ซึ่งมีลักษณะเป็นถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก 4 ช่องทางการจราจร แบ่งเป็นเส้นทางรถขาเข้า 2 ช่องทางการจราจร และ เส้นทางรถขาออก 2 ช่องทางการจราจร ไม่มีเกาะกลาง โดยความกว้างของช่องการจราจรในแต่ละช่องมีค่าเท่ากับ 3.0 เมตร จากการสำรวจ พบว่า ลักษณะพื้นที่โดยทั่วไป มีปริมาณการจราจรค่อนข้างสูงประชาชน มีตลาดและอาคารพาณิชย์ตลอด 2 ฝั่งถนน การเลือกจุดที่ทำการเก็บตัวอย่างจะเก็บตัวอย่างโดยการสุ่มเก็บที่ระยะทางต่างๆ โดยแต่ละตัวอย่างจะเก็บตามแนวขวางทางรถวิ่ง จะเลือกจุดที่มีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกันและสามารถนำมาเป็นตัวแทนของตัวอย่างฝุ่นละอองโดยรวมของถนนได้และสะดวกต่อการเก็บเช่นกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.1 ถนนปูผิวทางที่ทำการศึกษาในกรุงเทพมหานคร

- ถนนบรรทัดทอง

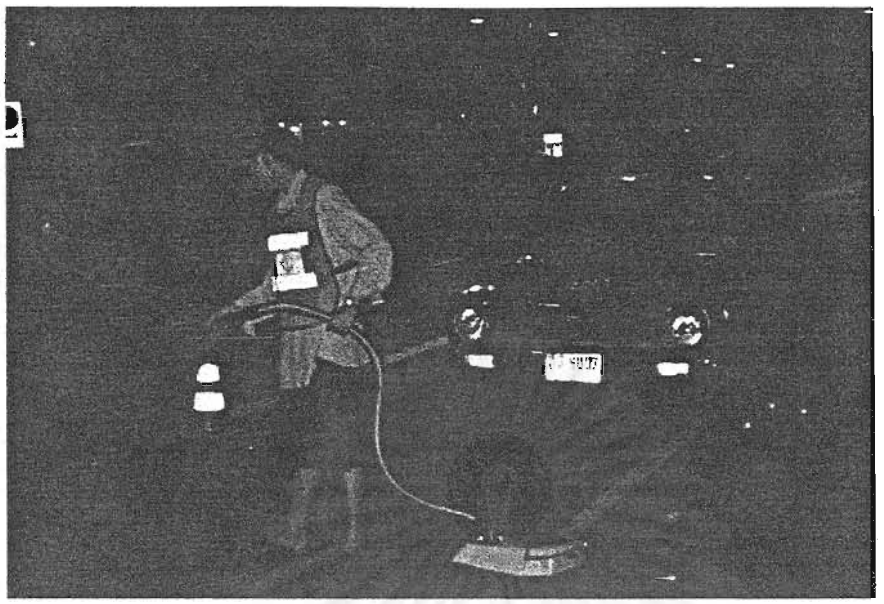
ทำการเลือกศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนน โดยการทำความสะอาดแบบใช้แรงงานคน (ใช้คนกวาด) ที่บริเวณถนนบรรทัดทอง ตั้งแต่บริเวณแยก ถนน พระราม 4 ถึงแยกเจริญผล ซึ่งเป็นถนนในพื้นที่ฝั่งกรุงเทพมหานคร ดำเนินการทำความสะอาดโดยกรุงเทพมหานคร มีความยาวประมาณ 1.25 กิโลเมตร ซึ่งมีลักษณะเป็นถนนคอนกรีตเสริมเหล็กปูผิวด้วยยางมะตอย 4 ช่องทางการจราจร แบ่งเป็นเส้นทางรถขาเข้า 2 ช่องทางการจราจร และ เส้นทางรถขาออก 2 ช่องทางการจราจร ไม่มีเกาะกลาง โดยความกว้างของช่องการจราจรในแต่ละช่องมีค่าเท่ากับ 2.6 เมตร จากการสำรวจ พบว่า ลักษณะพื้นที่โดยทั่วไป มีปริมาณการจราจรค่อนข้างสูง มีอาคารพาณิชย์ และร้านค้าตลอด 2 ฝั่งถนน การเลือกจุดที่ทำการเก็บตัวอย่างจะเก็บตัวอย่างโดยการสุ่มเก็บที่ระยะทางต่างๆ โดยแต่ละตัวอย่างจะเก็บตามแนวขวางทางรถวิ่ง จะเลือกจุดที่มีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกันและสามารถนำมาเป็นตัวแทนของตัวอย่างฝุ่นละอองโดยรวมของถนนได้และสะดวกต่อการเก็บเช่นกัน

3.2.3 ถนนขนาดเล็ก

เลือกทำการศึกษา ในถนนเจริญรัถ ดังนี้

- ถนนเจริญรัถ

ทำการเลือกศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนน โดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดกลางและการล้างแบบรถล้างขนาด 6000 ลิตร ที่บริเวณถนนเจริญรัถ ตั้งแต่บริเวณแยกถนนตากสินถึงแยกถนนเจริญนคร ซึ่งเป็นถนนในพื้นที่ฝั่งธนบุรีดำเนินการทำความสะอาดโดยบริษัทเอกชน มีความยาวประมาณ 1.65 กิโลเมตร ซึ่งมีลักษณะเป็นถนนคอนกรีตเสริมเหล็กปูผิวด้วยยางมะตอย 2 ช่องทางการจราจร แบ่งเป็นเส้นทางรถขาเข้า 1 ช่องทางการจราจร และเส้นทางรถขาออก 1 ช่องทางการจราจร แต่ไม่มีเกาะกลาง โดยความกว้างของช่องการจราจรในแต่ละช่องมีค่าเท่ากับ 4.5 เมตร จากการสำรวจ พบว่า ลักษณะพื้นที่โดยทั่วไป มีปริมาณการจราจรค่อนข้างสูง มีอาคารพาณิชย์ และร้านค้าตลอด 2 ฝั่งถนน การเลือกจุดที่ทำการเก็บตัวอย่างจะเก็บตัวอย่างโดยการสุ่มเก็บที่ระยะทางต่างๆ โดยแต่ละตัวอย่างจะเก็บตามแนวขวางทางรถวิ่ง จะเลือกจุดที่มีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกันและสามารถนำมาเป็นตัวแทนของตัวอย่างฝุ่นละอองโดยรวมของถนนได้และสะดวกต่อการเก็บเช่นกัน



รูปที่ 3.2 การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนน ที่ถนนพหลโยธิน

โดยสามารถสรุปชนิดการทำความสะอาดแบบต่างๆที่ทำการศึกษากับถนนที่เลือกทำการศึกษาและลักษณะทางกายภาพทั่วไป แสดงได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ลักษณะทางกายภาพทั่วไปของถนนแต่ละสายที่ศึกษา

ขนาดถนน	ขนาดใหญ่		ขนาดกลาง			ขนาดเล็ก
ถนน	พหลโยธิน	ลาดหญ้า	หลังสวน	ประชาสงเคราะห์	บรรทัดทอง	เจริญรัถ
จำนวนเลน (เลน)	6	6	4	4	4	2
ความกว้างต่อเลน (เมตร)	2.8	3	2.6	3	2.6	4.5
เกาะกลางถนน	มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
ทิศทางการเดินรถ	ไป/กลับ 3 เลน	ไป/กลับ 3 เลน	ทางเดียว 4 เลน	ไป/กลับ 2 เลน	ไป/กลับ 2 เลน	ไป/กลับ 1 เลน
ความยาว (กิโลเมตร)	1.65	1.45	1	1.1	1.25	1.65

3.3 การทำความสะอาดถนนแต่ละสายด้วยวิธีการทำความสะอาดแบบต่างๆ

3.3.1 การทำความสะอาดโดยรถกวาดขนาดใหญ่

ทำการกวาดในถนนพหลโยธินโดยเริ่มกวาดตั้งแต่บริเวณใต้ทางด่วนอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ ถึงซอยอารีย์เป็นระยะทางประมาณ 1.65 กิโลเมตร โดยจะกวาดชิดบริเวณขอบถนนด้านทางเท้าทั้งขาไปและกลับ จำนวน 1 ครั้ง ต่อรอบการทดลอง (1 รอบการทดลองเท่ากับเวลา 7 วัน)

3.3.2 การทำความสะอาดโดยใช้รถกวาดขนาดกลาง

เลือกถนนที่ใช้ทำการทดลอง 3 ถนน ดังนี้ คือ

- ถนนหลังสวน จะทำการกวาดตั้งแต่บริเวณแยกถนนสารสินถึงแยกถนนเพลินจิต เป็นระยะทางประมาณ 1 กิโลเมตร โดยจะกวาดชิดบริเวณขอบถนนด้านทางเท้าทั้งขาไปและกลับ จำนวน 1 ครั้ง ต่อรอบการทดลอง

- ถนนลาดหญ้า จะทำการกวาดตั้งแต่บริเวณวงเวียนใหญ่ถึงแยกถนนเจริญนคร เป็นระยะทางประมาณ 1.45 กิโลเมตร โดยจะกวาดชิดบริเวณขอบถนนด้านทางเท้าทั้งขาไปและกลับ โดยทำความสะอาดวันละ 1 ครั้งทุกวันและเลือกเก็บตัวอย่าง 3 วัน (ก่อนและหลังการทำความสะอาด)

- ถนนเจริญรัถ จะทำการกวาดตั้งแต่บริเวณแยกถนนตากสินถึงแยกถนนเจริญนคร เป็นระยะทางประมาณ 1.65 กิโลเมตร โดยจะกวาดชิดบริเวณขอบถนนด้านทางเท้าทั้งขาไปและกลับ แสดงการกวาดดังรูปที่ 3.3 โดยทำความสะอาดวันละ 1 ครั้งทุกวันและเลือกเก็บตัวอย่าง 3 วัน (ก่อนและหลังการทำความสะอาด)

3.3.3 การทำความสะอาดโดยใช้รถกวาดขนาดเล็ก

ทำการกวาดในถนนประชาสงเคราะห์โดยเริ่มกวาดตั้งแต่บริเวณแยกถ. ดินแดง ถึงแยกถนนมิตรไมตรี เป็นระยะทางประมาณ 1.1 กิโลเมตร โดยจะกวาดชิดบริเวณขอบถนนด้านทางเท้าทั้งขาไปและกลับ จำนวน 1 ครั้ง ต่อรอบการทดลอง

3.3.4 การทำความสะอาดโดยใช้แรงงานคน

ทำการทดลองในถนนบรรทัดทองโดยเริ่มกวาดตั้งแต่บริเวณแยกถ. พระราม 4 ถึงแยกเจริญผลเป็นระยะทางประมาณ 1.25 กิโลเมตร โดยจะกวาดชิดบริเวณขอบถนนด้านทางเท้าทั้งขาเข้าและออกตามแนวการวิ่งของรถโดยคนกวาด 1 คนจะรับผิดชอบความยาวการกวาดประมาณ 500 เมตรโดยเฉลี่ย แสดงการกวาดดังรูปที่ 3.4 ปกติทำความสะอาดทุกวันเก็บตัวอย่างก่อนและหลังการกวาด

3.3.5 การทำความสะอาดโดยการล้างถนน

ทำความสะอาดโดยใช้รถบรรทุกน้ำขนาด 6000 ลิตรโดยถนนที่ใช้ในการทดลองจะแบ่งเป็น 3 ถนนดังนี้คือ

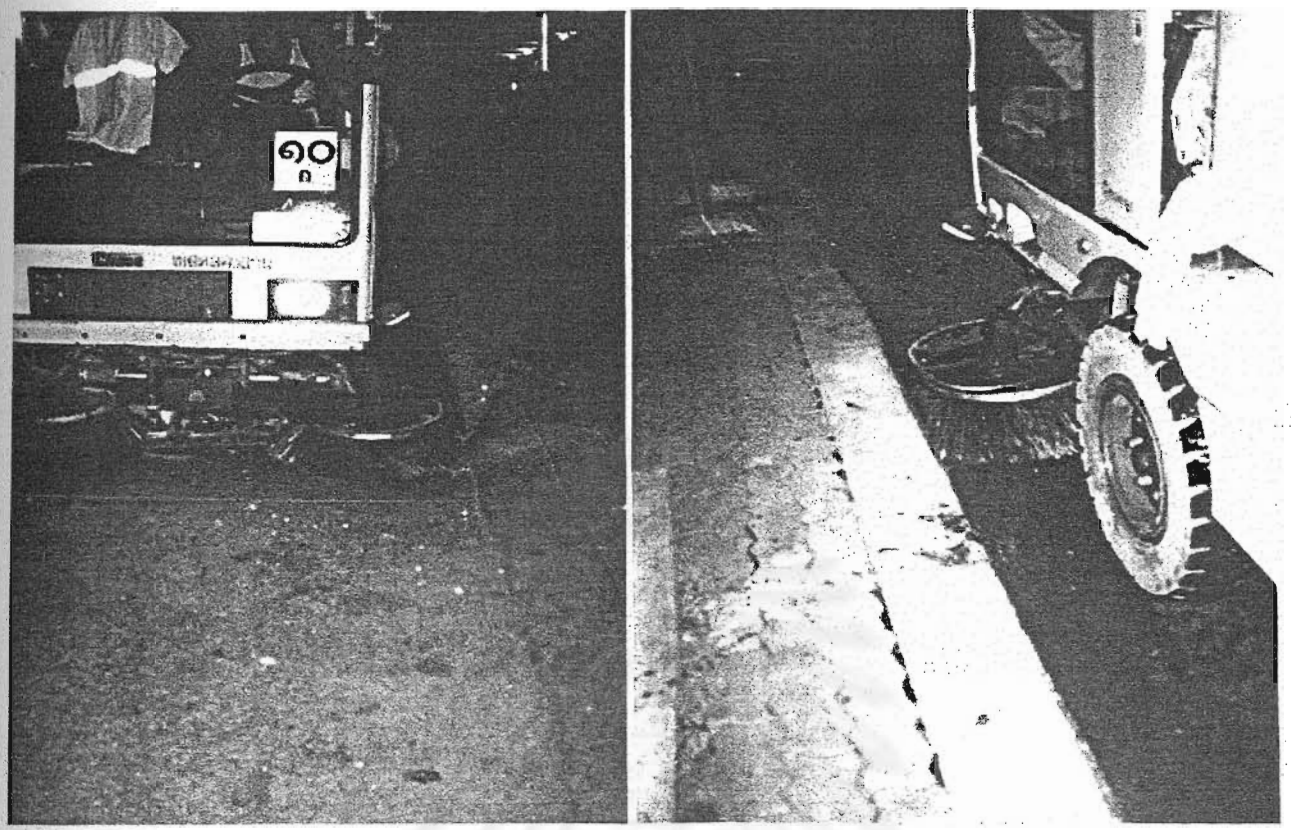
- ถนนพหลโยธิน ทำการล้างถนนโดยการฉีดล้างแบบหัวดับเพลิงตลอดแนวช่วงถนนที่ทำการศึกษาโดยเริ่มล้างตั้งแต่บริเวณใต้ทางด่วนอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิถึงซอยอารีย์เป็นระยะทางประมาณ 1.65 กิโลเมตร โดยจะล้างชิดบริเวณขอบถนนด้านทางเท้าทั้งขาไปและกลับ แสดงการกวาดดังรูปที่ 3.5 จำนวน 1 ครั้ง ต่อรอบการทดลอง

- ถนนลาดหญ้า ทำการล้างถนนโดยการฉีดล้างแบบใช้หัวฉีดพ่นกระจายตามแนวความกว้างของรถล้าง โดยทำการล้างตั้งแต่บริเวณวงเวียนใหญ่ถึงแยกถนนเจริญนคร เป็นระยะทางประมาณ 1.45 กิโลเมตรโดยจะล้างชิดบริเวณขอบถนนด้านทางเท้า (เฉพาะเลนใน) ทั้งขาไปและกลับโดยทำความสะอาดอาทิตย์ละ 1 ครั้งทุกอาทิตย์และเลือกเก็บตัวอย่าง 3 วัน (ก่อนและหลังการทำความสะอาด)

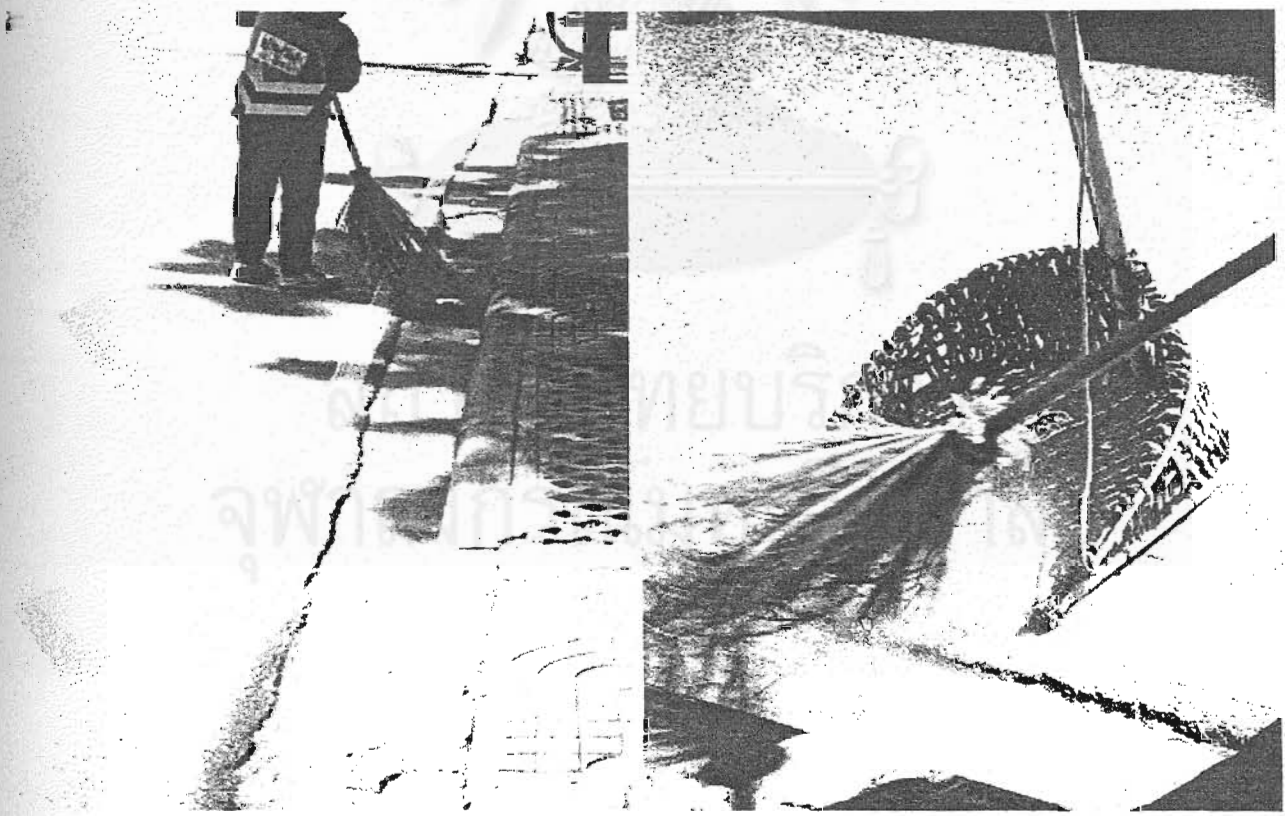
  <u>หมายเหตุ</u> : ก่อนทำการล้างจะต้องมีการกวาดด้วยรถกวาดขนาดกลางมาก่อน

- ถนนเจริญรัถ ทำการล้างถนนโดยการฉีดล้างแบบใช้หัวฉีดพ่นกระจายตามแนวความกว้างของรถล้าง โดยทำการล้างตั้งแต่บริเวณแยกถนนตากสินถึงแยกถนนเจริญนคร เป็นระยะทางประมาณ 1.65 กิโลเมตร โดยจะล้างชิดบริเวณขอบถนนด้านทางเท้า บริเวณเลนในของถนนทั้งขาไปและกลับ แสดงการกวาดดังรูปที่ 3.6 โดยทำความสะอาดอาทิตย์ละ 1 ครั้งทุกอาทิตย์และเลือกเก็บตัวอย่าง 3 วัน (ก่อนและหลังการทำความสะอาด)

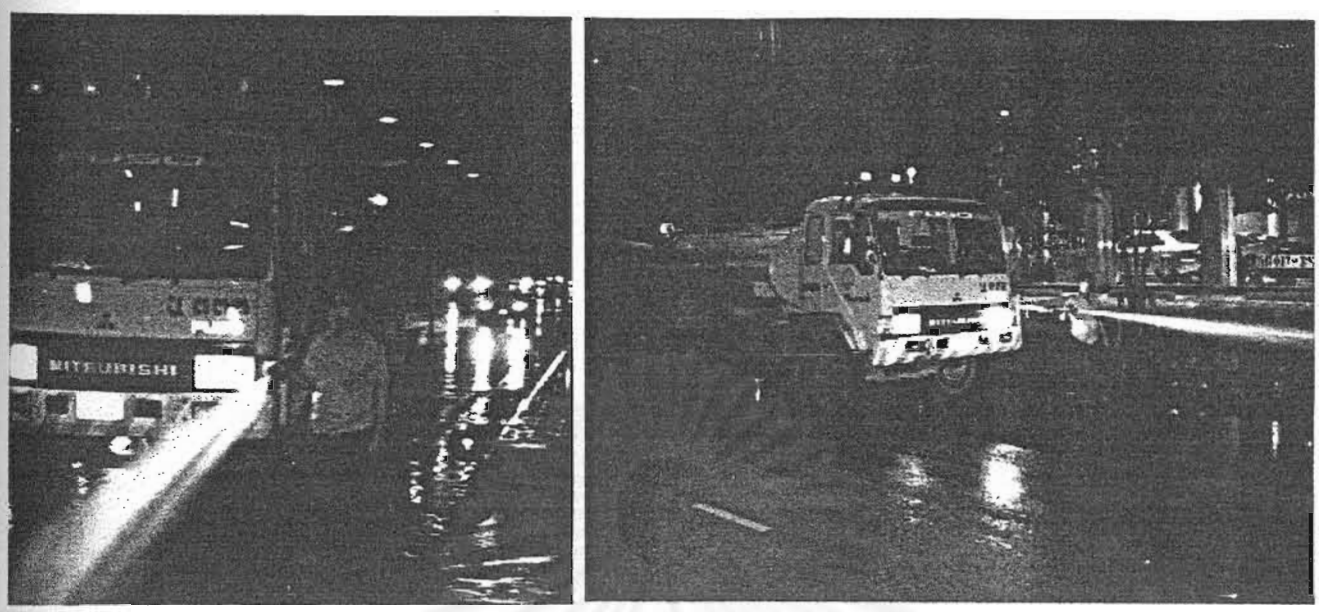
  <u>หมายเหตุ</u> : ก่อนทำการล้างจะต้องมีการกวาดด้วยรถกวาดขนาดกลางมาก่อน



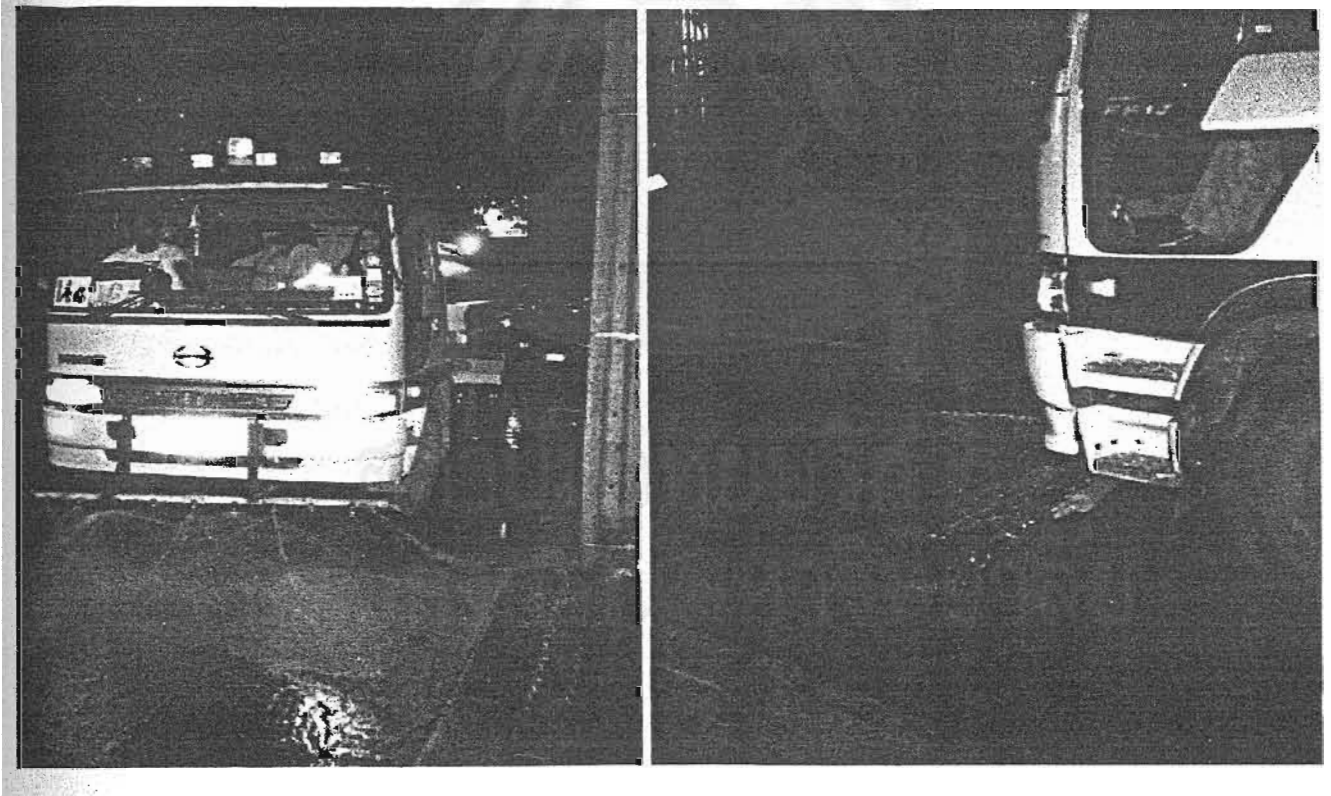
รูปที่ 3.3 การใช้รถกวาดขนาดกลางทำความสะอาดถนนเจริญรัถ



รูปที่ 3.4 การใช้แรงงานคนกวาดทำความสะอาดถนนบรรทัดทอง



รูปที่ 3.5 การใช้รถล้างฉีดล้างทำความสะอาดถนนพหลโยธิน



รูปที่ 3.6 การใช้รถล้างฉีดล้างทำความสะอาดถนนเจริญรัถ

3.4 แผนการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของการทำความสะอาด

3.4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง

ในการวิจัยนี้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนจะนำมาใช้ในการทดลองดังกล่าวมีดังนี้คือ

1. เครื่องดูดฝุ่น Moulinex Compact รุ่น 1000 Sl
2. ถุงกระดาษกรองเก็บฝุ่น Moulinex Compact รุ่น A82.03 ขนาด 4 L
3. ตลับเทปวัดระยะ
4. สายไฟพร้อมเต้าเสียบ
5. กรวยกั้นทางพร้อมสัญญานไฟฉุกเฉินที่ใช้ในการห้ามรถ
6. เทปวางแนวในการดูดฝุ่น

3.4.2 วิธีการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองบนพื้นผิวถนนที่ทำการศึกษา

(Procedure For Sampling Surface/Bulk Dust Loading)

US. EPA. , AP- 42 ,1995

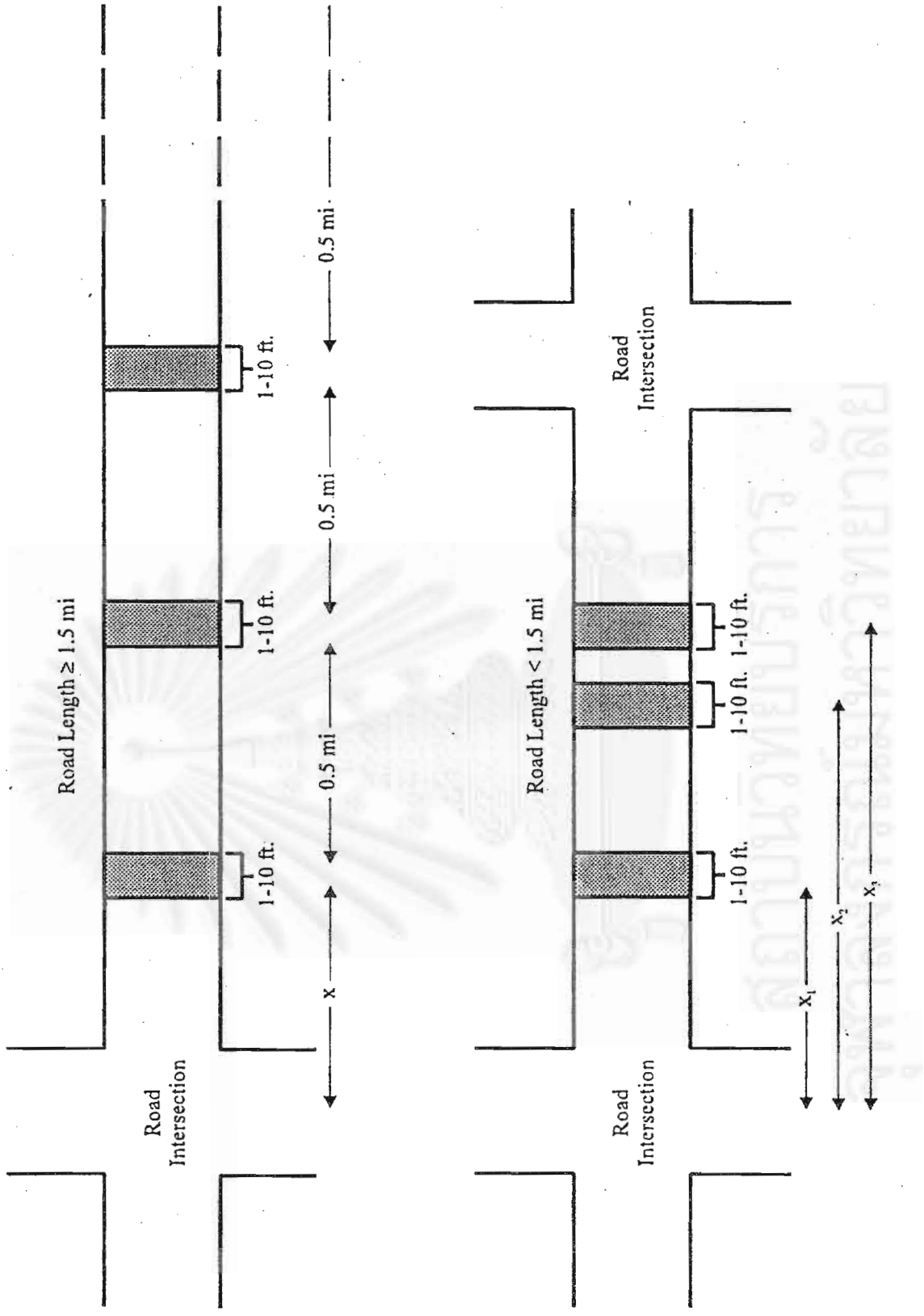
สำหรับถนนที่มีขนาดสั้นๆ และติดต่อกันเป็นโครงข่าย จะทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนแต่ละถนนดังนี้ คือจะเก็บตัวอย่างหนึ่งตัวอย่างเป็นตัวแทนที่ช่วงความยาว 0.8 กม. (0.5 ไมล์) ในส่วนของถนนแต่ถนน และจะเก็บ 2 ตัวอย่างเป็นตัวแทน สำหรับช่วงความยาว 1 กม. (0.6 ไมล์) ของถนน โดยช่วงความยาวของถนนจะอ้างถึงความยาวระหว่างแยกถึงแยก

สำหรับถนนที่มีช่วงความยาวมากจะทำการเก็บตัวอย่างที่ช่วงความยาว 4.8 กม. (3 ไมล์) เป็นตัวแทนของตัวอย่างในถนนนั้น ๆ โดยเกิดจากการนำตัวอย่างที่เก็บได้ในแต่ละช่วงมารวมกัน โดยตัวอย่างแรกจะเริ่มเก็บที่ระยะทาง 0.8 กม. (0.5 ไมล์) และตัวอย่างต่อไปจะเก็บที่ทุก ๆ ระยะ 0.8 km (0.5 ไมล์) เพิ่มไปอีกจนกว่าจะครบ 4.8 กม. (3 ไมล์) และ สำหรับถนนที่มีช่วงความยาวมากจะทำการเก็บตัวอย่างที่ช่วงความยาว 4.8 กม. (3 ไมล์) เป็นตัวแทนของตัวอย่างในถนนนั้นๆ โดยเกิดจากการนำตัวอย่างย่อยที่เก็บได้ในแต่ละช่วงมารวมกัน โดยตัวอย่างแรกจะเริ่มเก็บที่ระยะทาง 0.8 กม. (0.5 ไมล์) และตัวอย่างต่อไปจะเก็บที่ทุกๆ ระยะ 0.8 กม. (0.5 ไมล์) ของถนนเพิ่มขึ้นไปอีกจนกว่าจะครบ 4.8 กม. (3 ไมล์) และสำหรับในถนนที่มีความยาวน้อยกว่า 2.4 กม. (1.5 ไมล์) จะเก็บตัวอย่างโดยการสุ่มเก็บที่ระยะต่างๆ (X1, X2, X3) รวม 3 ตัวอย่าง ตามลำดับ รวม 3 ตัวอย่าง โดยระยะที่เราเก็บจะนับจากแยกถึงจุดเก็บตัวอย่าง ที่ระยะต่างๆเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามรูปที่ 3.7

โดยมีขั้นตอนในการเก็บตัวอย่างดังนี้

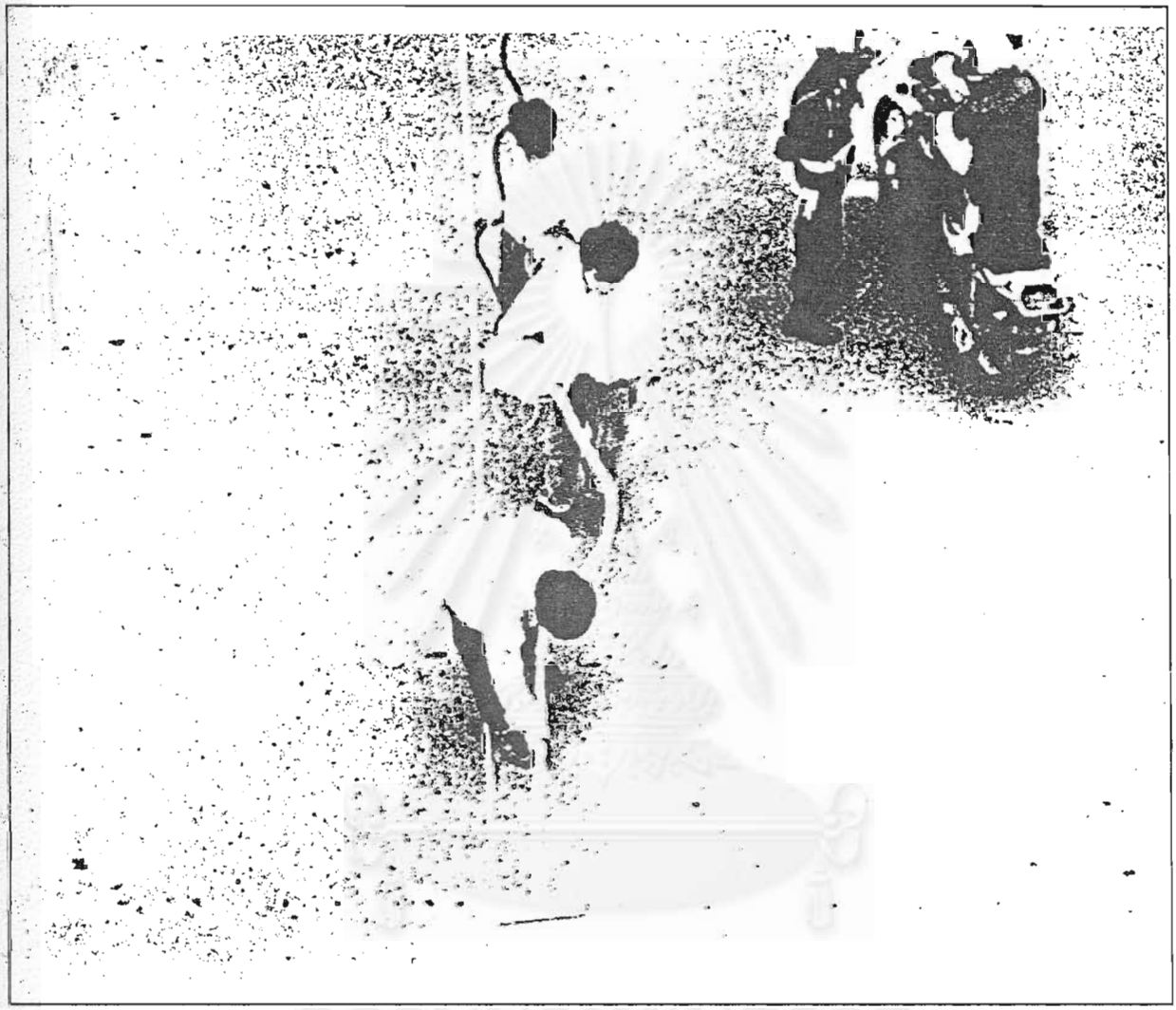
1. สถานที่เก็บตัวอย่างไม่มีสิ่งกีดขวางจากการจราจรและผู้ทำการเก็บตัวอย่างสามารถถูกมองเห็นได้โดยผู้ขับรถในถนน ถ้าในกรณีที่ถนนมีการจราจรหนาแน่นควรใช้ผู้ช่วย 1 คน ในการห้ามรถเพื่อความปลอดภัยของผู้เก็บตัวอย่าง
2. ใช้เชือกหรือการทำเครื่องหมายแสดงแนวที่จะทำการเก็บตัวอย่าง (ห้ามใช้ชอล์กหรือวัสดุที่สามารถก่อให้เกิดฝุ่นละเอียดทำเครื่องหมาย) โดยความกว้างของแนวบริเวณที่จะทำการเก็บตัวอย่างจะอยู่ในช่วง 0.3 เมตร (1 ฟุต) สำหรับถนนที่มีฝุ่นมาก และ 3 เมตร (10 ฟุต) สำหรับถนนที่ฝุ่นน้อย ในกรณีที่ใช้เครื่องดูดฝุ่นในการเก็บตัวอย่างจะใช้ช่องกว้างที่ 3 เมตร (10 ฟุต) เหมาะสม
3. ในกรณีที่พื้นผิวถนนถว้างและมีปริมาณฝุ่นบนผิวถนนเบาบางควรจะเก็บตัวอย่างโดยใช้ไม้กวาดและบุ้งกี๋ (จะเก็บตัวอย่างในบริเวณที่มีการเคลื่อนที่ของฝุ่นจากการจราจร ไม่ควรเก็บในบริเวณที่เป็นกลุ่มก้อนของฝุ่นที่เกาะอยู่กึ่งกลางถนน) ในถนนที่มีเส้นขอบทางกำกับอยู่ ให้เก็บจากเส้นขอบอีกฝั่งไปยังอีกฝั่ง ยกเว้นบริเวณเกาะกลางที่เป็นกลุ่มก้อนของฝุ่น เก็บฝุ่นที่กวาดในถังขนาดที่เหมาะสม เช่น ถังโลหะหรือพลาสติกขนาด 19 ลิตร (5 แกลอน) ที่อุดด้วยโพลีเอทิลีนใส่ในด้านข้าง
4. ถุงกรองเก็บฝุ่นที่มีการชั่งน้ำหนักแล้วและดูดฝุ่นในบริเวณที่มีการจราจรคับคั่ง ยกเว้นในส่วนที่เป็นกลุ่มก้อน ฝุ่นตรงเกาะกลางถนน โดยถุงกรอง 1 อันสามารถใช้ได้มากกว่า 1 ครั้ง โดยเก็บได้หลายตัวอย่าง ยกเว้นในบริเวณที่มีปริมาณฝุ่นมากๆ ถุงกรอง 1 อัน อาจจะใช้ได้เฉพาะในการเก็บ 1 ตัวอย่าง
5. ระมัดระวังในการนำถุงกรองออกจากเครื่อง โดยตรวจสอบการขาดและรั่วถ้าจำเป็นอาจลด ตัวอย่างจากการกวาดโดยไม้กวาดโดยดูตามความเหมาะสม จัดเก็บตัวอย่างฝุ่นที่เก็บได้ในภาชนะที่เหมาะสม ทำความสะอาดเครื่องดูดเพื่อการใช้ครั้งต่อไป

โดยมีลักษณะการเก็บตัวอย่างขณะปฏิบัติงานจริงเป็นไปตามรูปที่ 3.8



รูปที่ 3. 7 การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองบนพื้นผิวถนนที่ปูผิวทางแล้ว

(US. EPA. , AP- 42 ,1995.)



รูปที่ 3. 8 การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองบนพื้นผิวถนนที่ปูผิวทางขณะปฏิบัติงานจริง

(Radian ฯ , 1996)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4.3 การศึกษาข้อมูลประกอบอื่นๆ

ในการทดลองมีความจำเป็นต้องมีการใช้ข้อมูลประกอบอื่น ๆ ซึ่งจะใช้ประกอบในการวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้และคำนวณหาปริมาณฝุ่นที่มีการเปลี่ยนแปลง ได้แก่

- ทิศทางลม ความเร็วลม
- อุณหภูมิบรรยากาศ
- ความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศ
- ความดันบรรยากาศ
- ปริมาณน้ำฝน

3.5 แผนการเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง

การศึกษานี้จะทำการเก็บตัวอย่างจากถนนที่มีการทำความสะอาดทั้งหมดประมาณ 6 สาย โดย 4 สาย จะอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ส่วนอีก 2 สาย จะอยู่ในพื้นที่ฝั่งธนบุรีซึ่ง กทม. ได้มอบให้เอกชนดูแลอยู่ โดยในถนน 4 สายแรกจะทำการเลือกชนิดการทำความสะอาดถนนเหมาะสมสภาพถนน ส่วนถนนอีก 2 สายที่เหลือในพื้นที่ฝั่งธนบุรี จะทำการศึกษาเพื่อดูประสิทธิภาพในการทำงานโดยบริษัทเอกชน โดยศึกษาถนนแต่ละขนาดทั้งหมด 3 ขนาด (เล็ก , กลาง , ใหญ่) โดยมีแผนการทดลองสำหรับการทำความสะอาดในแต่ละขนาดถนนดังนี้คือ

3.5.1 การเก็บตัวอย่างในกรณีการทำความสะอาดถนนขนาดใหญ่

ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนก่อนและหลังการทำความสะอาดในถนนพหลโยธิน และ ถนนลาดหญ้า ซึ่งเป็นถนน 6 เลนโดยมีแผนการเก็บตัวอย่างสำหรับการทำความสะอาดแบบต่าง ๆดังนี้คือ

1. ถนนพหลโยธิน

- กรณีทำความสะอาดรถกวาดขนาดใหญ่

ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนก่อนและหลังการทำความสะอาดจะทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 14 มีนาคม ถึง 4 เมษายน 2543 ตามแผนการปฏิบัติการเก็บตัวอย่างและทำความสะอาดตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แผนการทดลองโดยใช้รถกวาดขนาดต่าง ๆ ในถนนพื้นที่ฝั่งกรุงเทพมหานคร

ความถี่ในการทำความสะอาด	การเก็บตัวอย่าง		จำนวนตัวอย่างที่ทำการเก็บ	
	ก่อนการทำความสะอาด	หลังการทำความสะอาด	ก่อนการทำความสะอาด	หลังการทำความสะอาด
การทดลองละ 1 ครั้ง (รวม 3 การทดลอง)	เก็บ ตย. ทุกครั้งก่อนที่มีการทำความสะอาด	หลัง 1 วัน	3 ตัวอย่าง	3 ตัวอย่าง
		หลัง 2 วัน		3 ตัวอย่าง
		หลัง 4 วัน		3 ตัวอย่าง
		หลัง 7 วัน		3 ตัวอย่าง

หมายเหตุ : ช่วงที่ทำการเก็บตัวอย่างจะมีการทำความสะอาดโดยใช้เฉพาะรถกวาด

- กรณีทำความสะอาดรถล้างขนาด 6000 ลิตร

ทำการศึกษาโดยการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนก่อนและหลังการทำความสะอาดจะทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 22 กันยายน ถึง 15 ตุลาคม 2543 ตามแผนการปฏิบัติการเก็บตัวอย่างและทำความสะอาดตามตารางที่ 3.3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.3 แผนการทดลองโดยการล้างในถนนพื้นที่ฝั่งกรุงเทพมหานคร

ความถี่ในการทำความสะอาด	การเก็บตัวอย่าง		จำนวนตัวอย่างที่ทำการเก็บ	
	ก่อนการทำความสะอาด	หลังการทำความสะอาด	ก่อนการทำความสะอาด	หลังการทำความสะอาด
การทดลองละ 1 ครั้ง (รวม 3 การทดลอง)	เก็บ ตย. ทุกครั้งก่อนที่มีการทำความสะอาด	หลัง 1 วัน	3 ตัวอย่าง	3 ตัวอย่าง
		หลัง 2 วัน		3 ตัวอย่าง
		หลัง 4 วัน		3 ตัวอย่าง
		หลัง 7 วัน		3 ตัวอย่าง

หมายเหตุ : ช่วงที่ทำการเก็บตัวอย่างจะมีการทำความสะอาดโดยใช้เฉพาะการล้าง

2. ถนนลาดหญ้า

- กรณีทำความสะอาดรถกวาดขนาดกลาง

ทำการศึกษาโดยการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนก่อนและหลังการทำความสะอาดจะทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 19 ตุลาคม ถึง 13 พฤศจิกายน 2543 ตามแผนการปฏิบัติการเก็บตัวอย่างและทำความสะอาดตามตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 แผนการทดลองโดยใช้รถกวาดขนาดต่าง ๆ ในถนนพื้นที่ฝั่งธนบุรี

ความถี่ในการทำความสะอาด	การเก็บตัวอย่าง		จำนวนตัวอย่างที่ทำการเก็บ	
	ก่อนการทำความสะอาด	หลังการทำความสะอาด	ก่อนการทำความสะอาด	หลังการทำความสะอาด
ทุกวัน (โดยเอกชน)	เก็บตัวอย่างทุกครั้งก่อนมีการทำความสะอาด	เก็บตัวอย่างทุกครั้งหลังมีการทำความสะอาดทันที	3 ตัวอย่าง	3 ตัวอย่าง

- กรณีทำความสะอาดรถล้างขนาด 6000 ลิตร

ทำการศึกษาโดยการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนก่อนและหลังการทำความสะอาดจะทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 16 ถึง 30 พฤศจิกายน 2543 ตามแผนการปฏิบัติการเก็บตัวอย่างและทำความสะอาดตามตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 แผนการทดลองโดยการล้างในถนนพื้นที่ฝั่งธนบุรี

ความถี่ในการทำความสะอาด	การเก็บตัวอย่าง		จำนวนตัวอย่างที่ทำการเก็บ	
	ก่อนการทำความสะอาด	หลังการทำความสะอาด	ก่อนการทำความสะอาด	หลังการทำความสะอาด
ทุกวัน (โดยเอกชน)	เก็บตัวอย่างทุกครั้งก่อนมีการทำความสะอาด	เก็บตัวอย่างทุกครั้งหลังมีการทำความสะอาดทันที	3 ตัวอย่าง	3 ตัวอย่าง

หมายเหตุ : ก่อนทำการล้างจะต้องมีการกวาดด้วยรถกวาดขนาดกลางมาก่อน
ดังนั้นตัวอย่างฝุ่นก่อนล้างจะเป็นตัวอย่างฝุ่นหลังการกวาด

3.5.2 การเก็บตัวอย่างในกรณีการทำความสะอาดถนนขนาดกลาง

ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนก่อนและหลังการทำความสะอาดในถนนหลังสวน , ถนนประชาสงเคราะห์ และ ถนนบรรทัดทอง ซึ่งเป็นถนน 4 เลนโดยมีแผนการเก็บตัวอย่างสำหรับการทำความสะอาดแบบต่าง ๆดังนี้คือ

1. ถนนหลังสวน

ทำการศึกษาโดยการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนก่อนและหลังการทำความสะอาดโดยรถกวาดขนาดกลาง จะทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 2 ธันวาคม ถึง 23 ธันวาคม 2543 ตามแผนการปฏิบัติการเก็บตัวอย่างและทำความสะอาดตามตารางที่ 3.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ถนนประชาสงเคราะห์

ทำการศึกษาโดยการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนก่อนและหลังการทำความสะอาดโดยรถกวาดขนาดเล็ก จะทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 21 ตุลาคม ถึง 11 พฤศจิกายน 2543 ตามแผนการปฏิบัติการเก็บตัวอย่างและทำความสะอาดตามตารางที่ 3.2

3. ถนนบรรทัดทอง

ทำการศึกษาโดยการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนก่อนและหลังการทำความสะอาดโดยใช้แรงงานคน(คนกวาด) จะทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 12 ถึง 20 สิงหาคม 2543 ตามแผนการปฏิบัติการเก็บตัวอย่างและทำความสะอาดตามตารางที่ 3.6 และค่าพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษา มีดังนี้คือ

ตารางที่ 3.6 แผนการทดลองบริเวณถนนบรรทัดทอง

ความถี่ในการทำความสะอาด	การเก็บตัวอย่าง		จำนวนตัวอย่างที่ทำการเก็บ	
	ก่อนการทำความสะอาด	หลังการทำความสะอาด	ก่อนการทำความสะอาด	หลังการทำความสะอาด
ทุกวัน	เก็บตัวอย่างทุกครั้งก่อนมีการทำความสะอาด	เก็บตัวอย่างทุกครั้งหลังมีการทำความสะอาดทันที	3 ตัวอย่าง	3 ตัวอย่าง

หมายเหตุ : ช่วงที่ทำการเก็บตัวอย่างจะมีการทำความสะอาดโดยใช้เฉพาะคนกวาด

3.5.3 การเก็บตัวอย่างในกรณีการทำความสะอาดถนนขนาดเล็ก

ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนก่อนและหลังการทำความสะอาดในถนนเจริญรัถซึ่งเป็นถนน 2 เลน ในพื้นที่ฝั่งธนบุรีโดยมีแผนการเก็บตัวอย่างสำหรับการทำความสะอาดแบบต่าง ๆดังนี้คือ

- กรณีทำความสะอาดรถกวาดขนาดกลาง

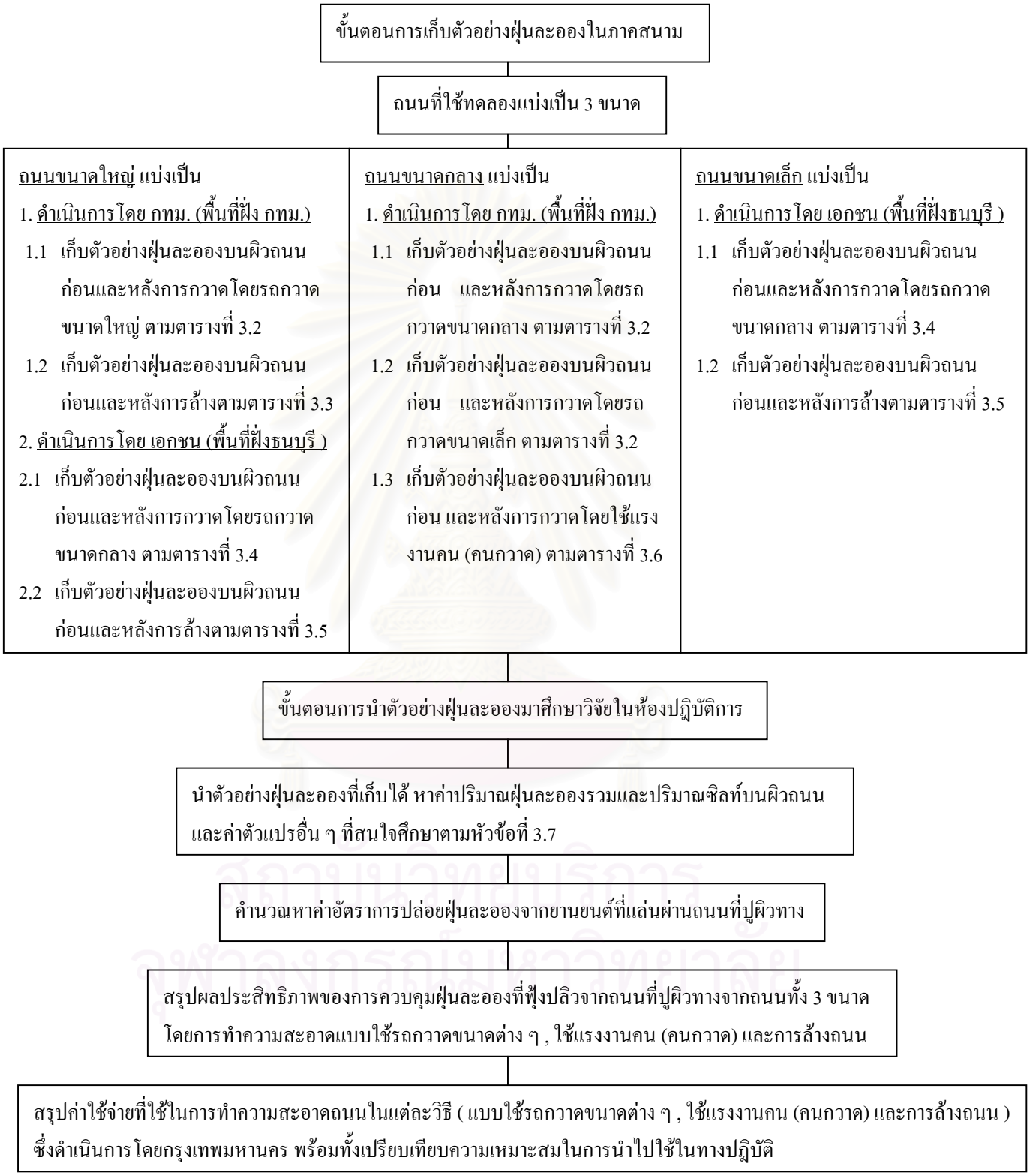
ทำการศึกษาโดยการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนก่อนและหลังการทำความสะอาดจะทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 18 ตุลาคม ถึง 3 พฤศจิกายน 2543 ตามแผนการปฏิบัติการเก็บตัวอย่างและทำความสะอาดตามตารางที่ 3.4

- กรณีทำความสะอาดรถล้างขนาด 6000 ลิตร

ทำการศึกษาโดยการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนก่อนและหลังการทำความสะอาดจะทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 18 ตุลาคม ถึง 9 พฤศจิกายน 2543 ตามแผนการปฏิบัติการเก็บตัวอย่างและทำความสะอาดตามตารางที่ 3.5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.6 แผนผังขั้นตอนการศึกษาวิจัย



3.7 การศึกษาหาค่าตัวแปรจากตัวอย่างฝุ่นในห้องปฏิบัติการ

สำหรับค่าตัวแปรที่ทำการศึกษาในตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนรวมถึงวิธีการตรวจวัดเป็นดังนี้คือ

3.7.1 ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนน

ปริมาณฝุ่นรวมหาได้โดยจะเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองแล้วนำตัวอย่างฝุ่นที่เก็บได้มาชั่งน้ำหนักเพื่อหาปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนที่เก็บได้ผิวถนนคิดเทียบกับพื้นที่ที่ทำการเก็บตัวอย่างคำนวณออกมาในหน่วยกรัมต่อตารางเมตร

การคำนวณหาค่าปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนที่หลังการกวาดทันที จะหาได้โดยนำค่าหาปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนที่ได้มาสร้างกราฟความสัมพันธ์กับเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างแล้วลากเส้นตรงผ่านจุดแล้วใช้สมการเชิงเส้นที่คำนวณได้หาค่าปริมาณฝุ่นละอองรวมที่เวลาหลังการทันที

3.7.2 ปริมาณฝุ่นซิลท์

ปริมาณฝุ่นซิลท์หาได้โดยจะเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองจากบริเวณพื้นผิวถนนที่ทำการศึกษา จากนั้นนำมาทำการวิเคราะห์หาปริมาณซิลท์ในห้องปฏิบัติการโดยวิธี sieve test ตามวิธีมาตรฐานของ ASTM C – 136 (sieve analysis) ปริมาณซิลท์คือปริมาณฝุ่นละอองที่ลอดผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ซึ่งมีขนาดเล็กกว่า 75 ไมครอน

การคำนวณหาค่าปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนที่หลังการกวาดทันที จะหาได้โดยใช้วิธีการเดียวกับปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนที่หลังการกวาดทันที โดยเปลี่ยนจากฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนเป็นฝุ่นซิลท์

3.7.3 การศึกษาสมบัติของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนน

ตัวอย่างฝุ่นละอองที่นำมาทดสอบจะได้จากการเก็บตัวอย่างฝุ่นบนผิวถนน โดยจะนำตัวอย่างฝุ่นละอองไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นจึงนำตัวอย่างฝุ่นละอองไปศึกษาหาคุณสมบัติต่างๆ ได้แก่ ค่าปริมาณความชื้น ค่าความถ่วงจำเพาะ การวัดกระจายขนาดฝุ่นละออง ศึกษาหาองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่น ตามวิธีการดังแสดงดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 วิธีการทดสอบหาคุณสมบัติของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนน

การทดสอบ	วิธีการทดสอบ	ขีดจำกัด
1. ค่าปริมาณความชื้น	ASTM D -2216	-
2. ค่าความถ่วงจำเพาะ	ASTM D 854 – 58	-
3.การกระจายขนาดของฝุ่นละออง (> 75 μm)	ASTM C – 136	เบอร์ตะแกรง # 8 , # 10 , # 20 , # 50 , #100 และ # 200
4.การกระจายขนาดของฝุ่นละออง (< 75 μm)	Laser particle size distribution	-
5.ปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอน	Loss on ignition	-
6. องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่น	X-Ray Fluoresence Spectrometer	-

3.7.3.1 วิธีหาค่าปริมาณความชื้น

การหาปริมาณความชื้นในฝุ่นจะใช้การนำตัวอย่างฝุ่นมาชั่งน้ำหนักก่อน และนำตัวอย่างฝุ่นละออง ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 1.5 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักตัวอย่างฝุ่นหลังอบแล้ว นำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น ตามมาตรฐาน ASTM D -2216

3.7.3.2 วิธีหาค่าความถ่วงจำเพาะ

ฝุ่นละอองที่เก็บมาได้จะถูกนำมาหาความถ่วงจำเพาะโดยใช้วิธีการหาความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน (Specific Gravity of Soil) ตามมาตรฐาน ASTM D 854 – 58

3.7.3.3 การวัดกระจายขนาดฝุ่นละอองที่ใหญ่กว่า 75 ไมครอน

ทำโดยวิธี sieve test ตามวิธีมาตรฐานของ ASTM C – 136 (sieve analysis) โดยชั่งน้ำหนักฝุ่นละอองที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส แล้วนำไปร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 8 , 10 , 20 , 50 , 100 และ 200 ตามลำดับ

3.7.3.4 การวัดกระจายขนาดฝุ่นละอองที่เล็กกว่า 75 ไมครอน

ทำการวัดโดยใช้เครื่อง Laser Particle Size Distribution ซึ่งจะใช้หลักการผ่านแสงเลเซอร์ไปยังตัวอย่างฝุ่นละอองที่จะนำมาวัดขนาดโดยเป็นตัวอย่างฝุ่นละอองที่ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 200 และประมวลผลโดยใช้คอมพิวเตอร์วัดในหน่วย เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร (ขั้นตอนทั้งหมดทำที่ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

3.7.3.5 การหาปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอน

ทำโดยใช้วิธีการ Loss on ignition (ทัศนีย์ และจงรักษ์ , 2542) โดยการชั่งตัวอย่างฝุ่นละอองละอองที่ผ่านตะแกรงร่อนขนาด 2.0 มม. มาประมาณ 10 กรัมใส่ลงในบีกเกอร์แล้วไปอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมงแล้วนำออกมาทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องชั่งน้ำหนักของฝุ่นและจดบันทึกไว้ จากนั้นนำฝุ่นไปเข้าตู้อบอีกครั้งที่อุณหภูมิ 360^0C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เมื่อครบ 2 ชั่วโมง นำบีกเกอร์ออกมาทิ้งไว้ให้เย็นอีกครั้งที่อุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักดินแล้วจดบันทึกน้ำหนักไว้

<u>วิธีคำนวณ</u>

$$\% \text{ organic carbon} = \left[\frac{\text{น้ำหนักดินหลังอบที่อุณหภูมิ } 105\ ^0\text{C} - \text{น้ำหนักดินหลังอบที่อุณหภูมิ } 360\ ^0\text{C}}{\text{น้ำหนักดินหลังอบที่อุณหภูมิ } 105\ ^0\text{C}} \times 100 \right]$$

3.7.3.6 การหาองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่น

ทำการเตรียมตัวอย่างโดยการนำตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนมาบดประมาณ 15 กรัม จากนั้นนำตัวอย่างฝุ่นที่ละเอียดมาบดอัดให้แน่นแล้วนำตัวอย่างที่ได้ไปตรวจวัดองค์ประกอบทางเคมี โดยใช้เครื่อง X-ray Fluoresence Spectrometer (ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

3.8 การคำนวณอัตราการปล่อยฝุ่นละออง

ตัวอย่างการคำนวณอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM-10 จาก US. EPA. ,AP-42. (1995)

<u>ถนนที่ปูผิวทาง</u> (Paved Road)

$$E = k\,(sL/2)^{0.65}\,(W/3)^{1.5} \quad \text{..... (สมการที่ 3.1)}$$

โดยที่

E = อัตราการปล่อยฝุ่นละออง (กรัม PM-10/กิโลเมตร-คัน)

k = ค่าคงที่ของตัวคูณขนาดอนุภาค (k = 4.6)

sL = ปริมาณซิลท์บนผิวถนน (กรัม/ตารางเมตร)

W = น้ำหนักเฉลี่ยของยานยนต์ (ตัน)

ข้อมูลตัวอย่าง

ตัวอย่าง	ปริมาณฝุ่น (กรัม/ตร.ม.)	% ซิลท์	ปริมาณซิลท์ (กรัม/ตร.ม.)
	6.85	13.80	0.91

- ปริมาณซิลท์บนผิวถนนเท่ากับ 0.91 กรัม/ตารางเมตร
- น้ำหนักเฉลี่ยของยานยนต์เท่ากับ 3.35 ตัน

แทนค่าในสมการ

$$E = (4.6)\,(0.91/2)^{0.65}\,(3.35/3)^{1.5}$$

$$= 3.25 \text{ กรัม PM-10/กิโลเมตร-คัน}$$

<u>เพราะฉะนั้น</u>อัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM-10 มีค่าเท่ากับ 3.25 กรัมPM-10/กิโลเมตร-คัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.9 การประเมินค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

สามารถแบ่งเป็นกรณีๆสำหรับทางเลือกต่างๆที่นำมาศึกษาวิจัยในครั้งนี้โดยคำนวณจากขณะทำความสะอาดจากนั้นจึงนำแต่ละทางเลือกมาเปรียบเทียบกันโดยประเมินค่าใช้จ่ายจากสภาพปัจจุบันในพื้นที่ ถนนในกทม. ซึ่งคาดว่าจะมีและเกิดขึ้นได้ทั้งหมดในกรณีที่ กทม.ดำเนินการเองดังนี้

<u>ทางเลือกที่ 1</u> ค่าใช้จ่ายที่ใช้สำหรับการทำความสะอาดโดยใช้รถกวาดขนาดต่างๆจะมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการดังนี้

1. ค่าเครื่องจักรที่ใช้ทำความสะอาด
2. ค่าใช้จ่ายของพนักงานขับรถและผู้ช่วยควบคุมรถกวาด(เครื่องจักร)
3. ค่าเชื้อเพลิง(น้ำมัน) และค่าซ่อมแซมสำหรับเครื่องจักรที่ใช้ขณะทำความสะอาด
4. ค่าน้ำประปาที่ใช้ในการฉีดพ่น

ทั้งหมดคิดต่อระยะทางและเวลาในการทำงานที่รถเคลื่อนที่ขณะทำความสะอาดในช่วงถนนที่ทำการศึกษา

<u>ทางเลือกที่ 2</u> ค่าใช้จ่ายที่ใช้สำหรับการทำความสะอาดโดยใช้การล้างทำความสะอาดถนนจะมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการดังนี้

1. ค่าเครื่องจักรที่ใช้ทำความสะอาด ได้แก่ รถบรรทุกน้ำขนาด 6000 ลิตร และ เครื่องฉีดน้ำ
2. ค่าใช้จ่ายของพนักงานขับรถและผู้ช่วยในการฉีดล้าง
3. ค่าเชื้อเพลิง(น้ำมัน)และค่าซ่อมแซมสำหรับเครื่องจักรที่ใช้ขณะทำความสะอาด ได้แก่ ที่ใช้ในการวิ่งรถล้าง และ ที่ใช้กับเครื่องฉีดน้ำ
4. ค่าน้ำที่ใช้ในการล้าง เนื่องจากใช้น้ำจากคลองประปาจึงไม่เสียค่าใช้จ่าย จึงนำค่าใช้จ่ายในส่วนนี้แปลงเป็นค่าเชื้อเพลิงในการขนถ่ายน้ำแทน

ทั้งหมดคิดต่อระยะทางและเวลาในการทำงานที่รถเคลื่อนที่ขณะทำความสะอาดในช่วงถนนที่ทำการศึกษา

<u>ทางเลือกที่ 3</u> ค่าใช้จ่ายในการกวาดถนนโดยใช้แรงงานคนจะมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการดังนี้

1. ค่าจ้างแรงคนงานกวาดโดยเฉลี่ยคิดต่อเดือนต่อความยาวถนนที่รับผิดชอบ
2. ค่าอุปกรณ์ที่ใช้ในการกวาดทำความสะอาด เช่น ไม้กวาด และ บุ้งกี๋

ในการสรุปรวมค่าใช้จ่ายจะนำค่าใช้จ่ายที่จะมีเกิดขึ้นสำหรับการทำความสะอาดรวม ในแต่ละทางเลือก โดยจะคิดเป็นหน่วยของจำนวนเงินที่ใช้จ่ายไปต่อครั้งที่ทำความสะอาดในแต่ละถนน (บาท/ครั้ง) และนำไปคิดรวมกับปริมาณฝุ่นที่สามารถลดได้ (กรัม/ครั้ง) คิดสรุปออกมาในหน่วย (กรัม/บาท) ซึ่งจะนำมาใช้ในการเปรียบเทียบหาทางเลือกที่เหมาะสมต่อไป

3.10 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาวิจัย แสดงดังตารางที่ 3.8

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.8 ระยะเวลาในการศึกษาวิจัย

แผนงาน	ปี 2543											ปี 2544						
	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.
1. เตรียมข้อมูลทั่วไปและสำรวจถนนที่ใช้ในการทดลอง	—																	
2. เตรียมวัสดุอุปกรณ์เครื่องมือ	—	—																
3. ทำการเก็บตัวอย่างและนำมาวิเคราะห์ผล		—	—	—							—							
4. วิจารณ์และสรุปผลการทดลองและรวมรวบข้อมูลประกอบ												—	—	—				
5. เตรียมทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์															—	—	—	
6. สอบวิทยานิพนธ์																		—

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาหาค่าพารามิเตอร์จากตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนที่ทำการศึกษาก่อนและหลังการทำความสะอาดในถนนขนาดใหญ่ , ขนาดกลาง และขนาดเล็กโดยวิธีการทำความสะอาดแบบต่างๆ ดังนี้ คือ ใช้รถกวาดขนาดเล็ก ,กลาง และใหญ่ ใช้การล้างถนน และใช้การกวาดโดยแรงงานคนเพื่อนำผลการทดลองที่ได้ไปคำนวณหาอัตราการปล่อยฝุ่นละอองจากถนนที่ปูผิวทาง รวมทั้งการประเมินค่าใช้จ่ายของการควบคุมฝุ่นละอองจากถนนที่ปูผิวทางโดยวิธีการทำความสะอาดแบบต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น พร้อมทั้งเปรียบเทียบความเหมาะสมในการนำไปใช้ในทางปฏิบัติ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 สภาพอุตุนิยมวิทยา

จากข้อมูลปริมาณฝนรายวันในช่วงเวลาที่ทำการทดลอง ปี 2543 ที่ทำการตรวจวัด ณ สถานีย่อยอุตุนิยมวิทยา ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ดังตารางที่ 4.1 โดยสามารถแสดงการกระจายของปริมาณฝนรายวันได้ดังรูปที่ 4.1 โดยเมื่อพิจารณาปริมาณฝนรวมในแต่ละเดือนสามารถแสดงดังรูปที่ 4.2 พบว่ามีค่าปริมาณฝนรวมในเดือนตุลาคม เท่ากับ 325.1 มิลลิเมตร ส่วนในเดือนกุมภาพันธ์มีค่าต่ำที่สุดมีค่าเท่ากับ 40 มิลลิเมตร โดยในช่วงเดือนที่ไม่มีฝนตกเลย ได้แก่ เดือนมกราคม , พฤศจิกายน และธันวาคม ส่วนในช่วงที่เริ่มมีฝนตก 2 เดือนแรก (กุมภาพันธ์และมีนาคม) จะมีปริมาณฝนรวมอยู่ในช่วง 40-66.6 มิลลิเมตร และตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนกันยายนจะมีปริมาณฝุ่นรวมอยู่ในช่วง 209.3-263 มิลลิเมตร ซึ่งมีค่าในแต่ละเดือนใกล้เคียงกัน โดยมีค่าสูงกว่าช่วง 2 เดือนแรกที่มีฝน (กุมภาพันธ์และมีนาคม) ถึงประมาณ 4-5 เท่า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณฝนรายวัน ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาศูนย์สิริกิต ฯ ปี พ.ศ. 2543 ในกรุงเทพมหานคร

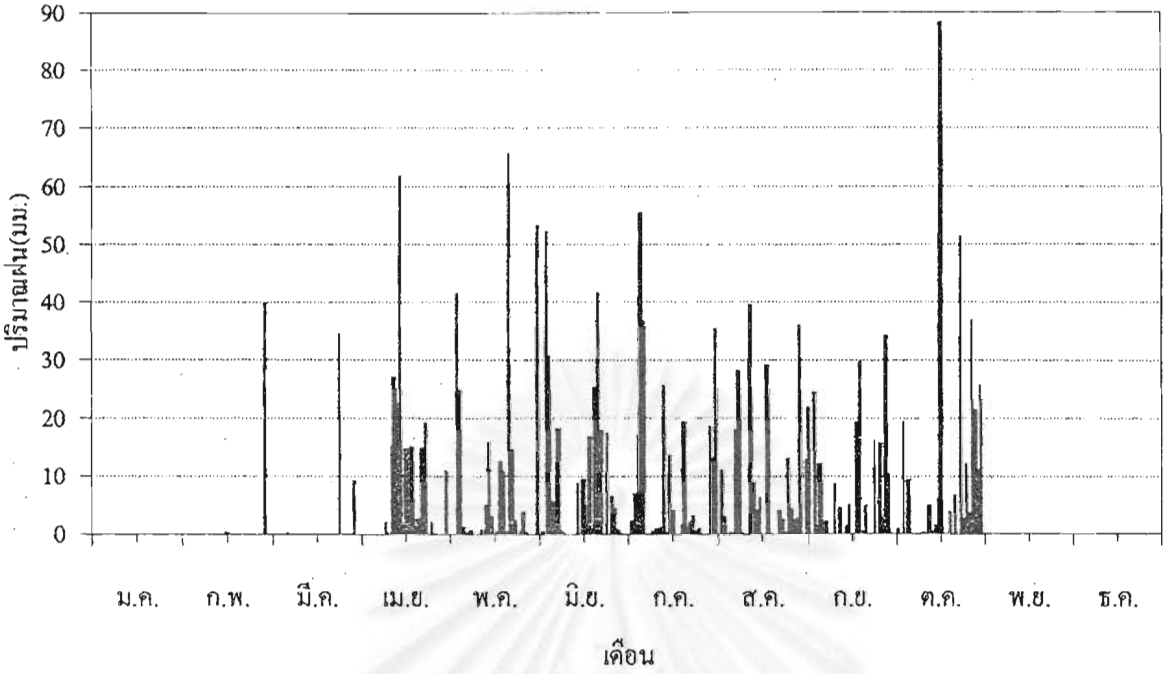
วันที่	ปริมาณฝนรายวัน (มิลลิเมตร)											
	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	0	0	0	0	0	0	0	0	21.8	1	0	0
2	0	0	0	0	0	0.3	2.1	10.8	T	0	0	0
3	0	0	0	0	41.6	52.2	6.9	3.1	24.5	19.4	0	0
4	0	0	0	0	24.9	30.7	17.1	0	1.5	T	0	0
5	0	0	0	0	1.1	5.4	55.3	0.2	11.9	9.2	0	0
6	0	0	0.2	0	0	1.5	36.7	0	0.2	0	0	0
7	0	0	0	0	0.1	18	T	17.6	2.1	1.3*	0	0
8	0	0	0	T	0.4	0.4	T	28.1	0	0*	0	0
9	0	0	0	2.1	0	0.3	0.5	0.3	0	T	0	0
10	0	0	0	0.2	0	0	1	0	8.7	0.2	0	0*
11	0	0	0	15.4	0	0	1	0	0	0	0	0
12	0	0	0	27	0.5	0	1	39.3	4.4	4.7	0	0
13	0	0	0	22.4	5	0	25.8	8.9	0	0.6	0	0
14	0	0	0	61.8	15.9	8.8	0.3	4.2	1.5	1.6	0	0
15	0	0	0	1.8	3.2	0	13.6	6.2	5	6.1	0	0
16	0	0.1	0	14.5	0	9.3	3.9	0	0	88.1	0	0
17	0	0	0	T	0.4	4.8	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	14.8	12.3	16.6	0	28.9	19.1	0	0	0
19	0	0	0	T	10.9	1	1.7	0.2	29.8	3.8	0	0
20	0	0	0	2.5	0.3	25.2	19.1	0	0.3	0	0	0
21	0	0	0	T	65.8	41.7	1.2	0	4.9	6.7	0	0
22	0	0	0	14.6	14.4	17.7	2	3.9	T	17.5*	0	0
23	0	0	0	19.2	2.5	0	3.2	2.6	0	51.4	0	0
24	0	0	34.5	0	0	17.4	0.5	0.4	16.1	2.8	0	0
25	0	T	0	2.1	0.7	0	1	13	0	12.2	0	0
26	0	0	0	0	3.6	6.3	0	4.2	15.5	3.5	T	0
27	0	0	0	T	0.4	4.5	0	2.5	2.8	36.9	0	0
28	0	0	0	0	0	0.7	0	2.6	34.1	21.2	0	0
29	0	39.9	9.2	0	0	0.2	18.5	36.1	10.4	11.1	T	0
30	0		22.7*	10.9	T	0	13.2	0.1	T	25.8	0	0
31	0		0		53.3		35.4	12.8		0		0
จำนวนวันในเดือน	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
ปริมาณฝนรวม	**0**	**40**	**66.6**	**209.3**	**257.3**	**263**	**261**	**226**	**214.6**	**325.1**	**T**	**0**
จำนวนวันที่ฝนตก	0	2	4	14	20	21	23	22	19	21	0	0
ปริมาณฝนมากที่สุด	0	39.9	34.5	61.8	65.8	52.2	55.3	39.3	34.1	88.1	0	0

หมายเหตุ : ข้อมูลปริมาณฝนในแต่ละวันคิดจากปริมาณฝนตั้งแต่ 07.00 - 07.00 น.

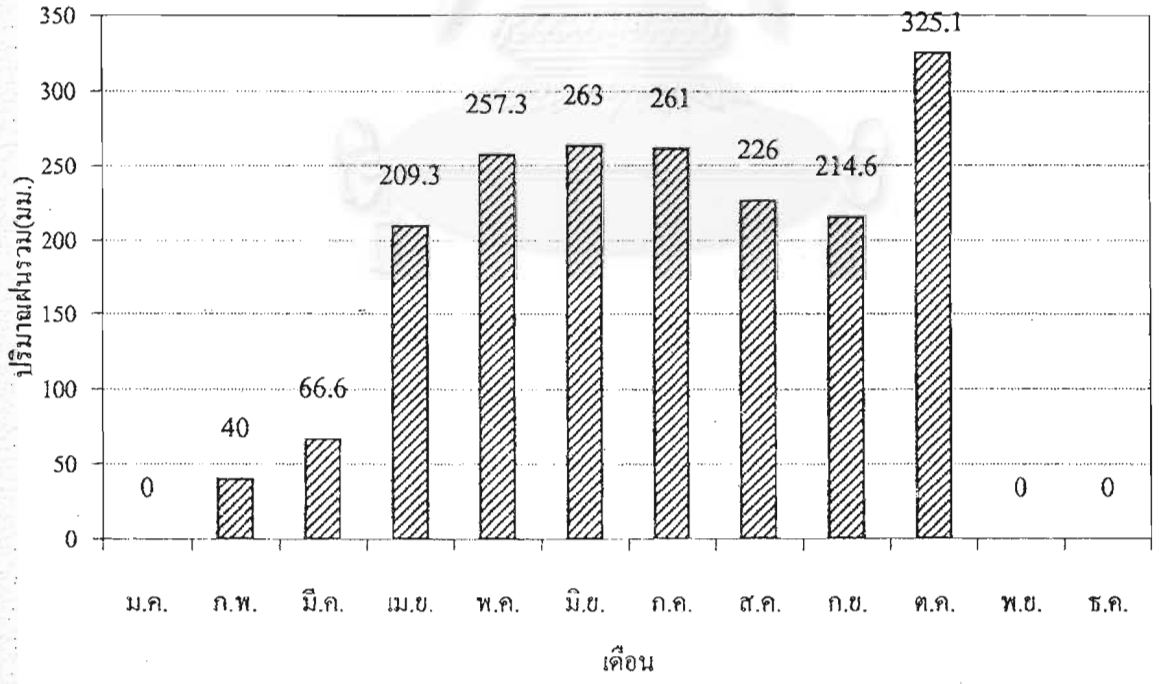
T = ปริมาณฝนที่มีค่าน้อยกว่า 0.1 มม.

* = ใช้ข้อมูลปริมาณฝนจากสถานีดอนเมืองเนื่องจากช่วงเวลาที่ศึกษามีสภาพฝนใกล้เคียงกว่าสถานีศูนย์สิริกิต

ที่มา : ข้อมูลจาก กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา วันที่ 3 เม.ย. 2544



รูปที่ 4.1 ข้อมูลปริมาณฝนรายวันกรุงเทพมหานครปี พ.ศ. 2543



รูปที่ 4.2 ปริมาณฝนรวมรายเดือนกรุงเทพมหานครปี พ.ศ. 2543

ข้อมูลปริมาณฝนรายวันและปริมาณฝนรวมรายเดือนในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาสำหรับการทำความสะอาดแบบต่างๆ ในถนนแต่ละสายสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.2 จะนำมาพิจารณากับค่าปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนซึ่งกล่าวในหัวข้อต่อไป

ตารางที่ 4.2 ช่วงเวลาที่ทำการศึกษาทดลอง สำหรับการทำความสะอาดแบบต่างๆ ในถนนแต่ละสาย

ถนน	ประเภท การทำความสะอาด	ช่วงเวลา ที่ทำการศึกษา	ปริมาณฝนรวมในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา (มิลลิเมตร)
ถนนในพื้นที่ฝั่งกรุงเทพมหานคร			
1. ถนนพหลโยธิน	รถกวาดขนาดใหญ่	14 มี.ค.-1 เม.ย. 2543	66.4
2. ถนนบรรทัดทอง	แรงงานคนกวาด	12 ส.ค.-20 ส.ค. 2543	87.7
3. ถนนพหลโยธิน	รถล้างขนาด 6,000 ลิตร	22 ก.ย. - 15 ต.ค. 2543	120.1
4. ถนนประชาสงเคราะห์	รถกวาดขนาดเล็ก	21 ต.ค. - 11 พ.ย. 2543	189.1
5. ถนนหลังสวน	รถกวาดขนาดกลาง	2 ธ.ค. –23 ธ.ค. 2543	0
ถนนในพื้นที่ฝั่งธนบุรี			
1. ถนนลาดหญ้า	รถกวาดขนาดกลาง	19 ต.ค. - 13 พ.ย. 2543	175.4
2. ถนนลาดหญ้า	รถล้างขนาด 6,000 ลิตร	16 พ.ย. - 30 พ.ย. 2543	263.5
3. ถนนเจริญรัถ	รถกวาดขนาดกลาง	18 ต.ค. - 3 พ.ย. 2543	175.4
4. ถนนเจริญรัถ	รถล้างขนาด 6,000 ลิตร	18 ต.ค. - 9 พ.ย. 2543	175.4

4.2 ปริมาณฝุ่นละอองรวม, ฝุ่นซิลท์ และค่าสัดส่วนซิลท์ ของถนนแต่ละสายก่อนทำความสะอาด (Dust loading , Silt loading and Silt content)

4.2.1 ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนน (Dust loading)

ผลการทดลองพบว่าค่าปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนในถนนแต่ละสายก่อนการทำความสะอาดแสดงได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนน(Dust loading) ก่อนทำความสะอาด

ถนน	ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนน (กรัม/ตร.ม.)			
	การทดลองครั้งที่ 1	การทดลองครั้งที่ 2	การทดลองครั้งที่3	เฉลี่ย
พหลโยธิน (14/3/43 - 1/4/43)*	1.85	2.98	3.11	2.65
พหลโยธิน (22/9/43 - 15/10/43)**	1.03	1.78	1.48	1.43
ลาดหญ้า	6.08	5.4	4.98	5.49
หลังสวน	6.96	6.45	6.48	6.63
ประชาสงเคราะห์	6.85	3.25	5.69	5.26
บรรทัดทอง	2.26	2.14	2.7	2.37
เจริญรัถ	3.73	3.55	3.42	3.57

หมายเหตุ:ในถนนลาดหญ้าและถนนเจริญรัถจะใช้ค่าปริมาณฝุ่นก่อนการกวาดส่วนฝุ่นก่อนการล้างจะไม่นำมาใช้เนื่องจากเป็นฝุ่นหลังการกวาดมาแล้ว

ตารางที่ 4.4 ปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนน(Silt loading) ก่อนทำความสะอาด

ถนน	ปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนน (กรัม/ตร.ม.)			
	การทดลองครั้งที่ 1	การทดลองครั้งที่ 2	การทดลองครั้งที่3	เฉลี่ย
พหลโยธิน (14/3/43 - 1/4/43)*	0.49	0.79	0.79	0.69
พหลโยธิน (22/9/43 - 15/10/43)**	0.11	0.2	0.23	0.18
ลาดหญ้า	1.19	1.35	1.21	1.25
หลังสวน	0.79	0.83	0.87	0.83
ประชาสงเคราะห์	0.91	0.54	0.82	0.76
บรรทัดทอง	0.32	0.34	0.32	0.33
เจริญรัถ	0.41	0.75	0.63	0.6

ตารางที่ 4.5 สัดส่วนปริมาณซิลท์บนผิวถนน(Silt Content) ก่อนทำความสะอาด

ถนน	สัดส่วนปริมาณซิลท์ (%)			
	การทดลองครั้งที่ 1	การทดลองครั้งที่ 2	การทดลองครั้งที่3	เฉลี่ย
พหลโยธิน (14/3/43 - 1/4/43)*	26.7	26.4	25.3	26.13
พหลโยธิน (22/9/43 - 15/10/43)**	11.1	11.32	15.42	12.61
ลาดหญ้า	19.83	25.13	23.98	22.98
หลังสวน	11.4	12.89	13.39	12.56
ประชาสงเคราะห์	13.28	16.61	14.46	14.78
บรรทัดทอง	14.2	15.9	11.7	13.93
เจริญรัถ	10.92	21.2	18.4	16.84

* ปริมาณฝนรวมในช่วงที่ศึกษามีค่าเท่ากับ 66.4 มิลลิเมตร ทำความสะอาดโดยใช้รถกวาดขนาดใหญ่

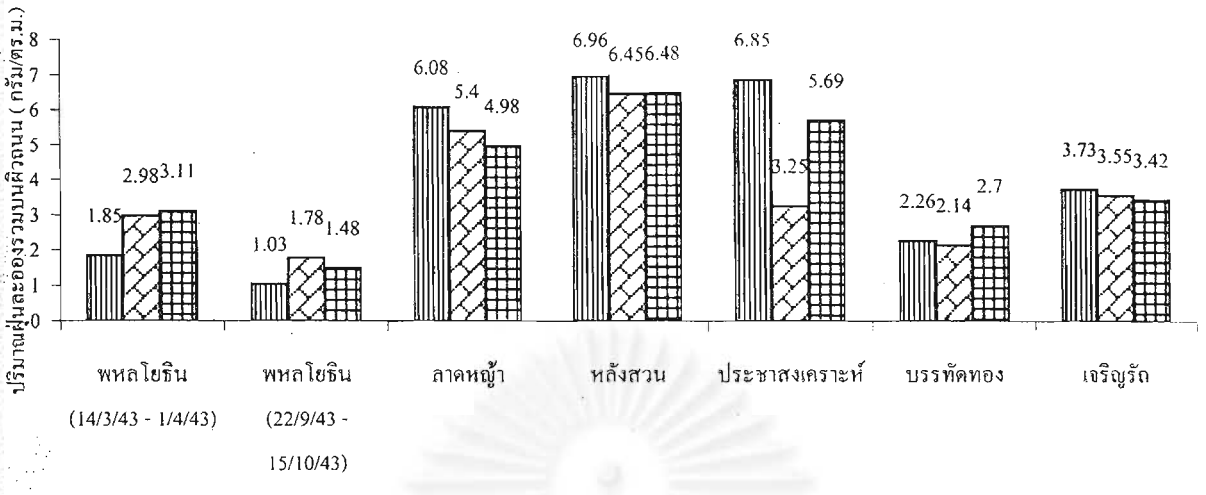
** ปริมาณฝนรวมในช่วงที่ศึกษามีค่าเท่ากับ 120.1 มิลลิเมตร ทำความสะอาดโดยใช้การล้าง

วิจารณ์ผลการทดลอง

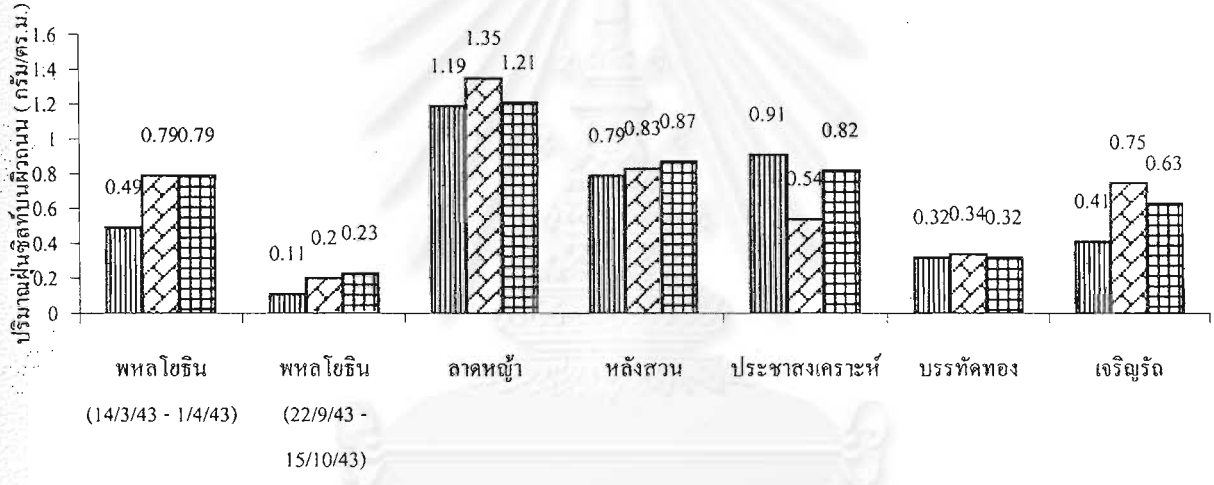
เมื่อพิจารณา ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนก่อนการทำความสะอาด ในถนนพหลโยธิน (ช่วงวันที่ 14 มี.ค.-1 เม.ย. 2543) , ถนนพหลโยธิน (ช่วงวันที่ 22 ก.ย. - 15 ต.ค. 2543) , ถนนลาดหญ้า , ถนนหลังสวน , ถนนประชาสงเคราะห์ , ถนนบรรทัดทอง และ ถนนเจริญรัก พบว่ามีค่าเท่ากับ 2.65 , 1.43 , 5.49 , 6.63 , 5.26 , 2.37 และ 3.57 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ แสดงได้ดังรูปที่ 4.3 และคิดเป็นค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนของกรุงเทพมหานครเท่ากับ 3.91 กรัมต่อตารางเมตร โดยแบ่งเป็นค่าเฉลี่ยเฉพาะในถนนฝั่งกรุงเทพมหานครเท่ากับ 3.67 กรัมต่อตารางเมตร และ ค่าเฉลี่ยเฉพาะในถนนฝั่งธนบุรีเท่ากับ 4.53 กรัมต่อตารางเมตร

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนก่อนทำความสะอาด ในถนนพหลโยธิน ช่วงวันที่ 14 มี.ค.-1 เม.ย. 2543 และ ช่วงวันที่ 22 ก.ย. - 15 ต.ค. 2543 พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนน ในถนนพหลโยธินช่วงวันที่ 14 มี.ค.-1 เม.ย. 2543 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.65 กรัมต่อตารางเมตร มีค่ามากกว่า ถนนพหลโยธินช่วงวันที่ 22 ก.ย. - 15 ต.ค. 2543 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.43 กรัมต่อตารางเมตร อยู่เท่ากับ 1.22 กรัมต่อตารางเมตร หรือประมาณ 1 เท่า เนื่องจากค่าปริมาณฝนทั้ง 2 ช่วงที่พิจารณามีค่าไม่เท่ากัน กล่าวคือ ช่วงที่มีฝนมากได้แก่ในช่วงวันที่ 22 ก.ย. - 15 ต.ค. 2543 มีปริมาณฝนเท่ากับ 120.1 มิลลิเมตร ดังตารางที่ 4.2 ปริมาณฝนจะช่วยชะล้างฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนออก ทำให้มีค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนต่ำกว่า ในช่วงวันที่ 14 มี.ค.-1 เม.ย. 2543 ที่มีปริมาณฝนน้อยกว่าซึ่งมีค่าเท่ากับ 66.4 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นสาเหตุให้ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนต่างกัน

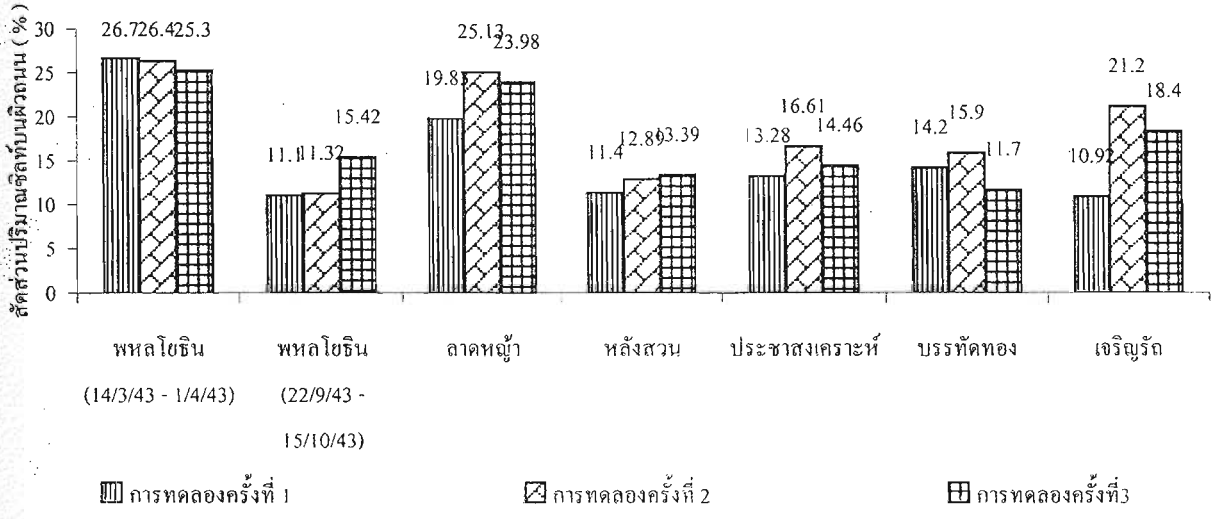
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.3 ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนน(Dust loading) ก่อนทำความสะอาด



รูปที่ 4.4 ปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนน(Silt loading) ก่อนทำความสะอาด



รูปที่ 4.5 สัดส่วนปริมาณซิลท์บนผิวถนน(Silt Content) ก่อนทำความสะอาด

4.2.2 ปริมาณซิลท์บนผิวถนน (Silt loading)

ผลการทดลองพบว่าค่าปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนในถนนแต่ละสายก่อนการทำความสะอาดแสดงได้ดังตารางที่ 4.4

วิจารณ์ผลการทดลอง

เมื่อพิจารณา ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนก่อนการทำความสะอาด ในถนนพหลโยธิน (ช่วงวันที่ 14 มี.ค.-1 เม.ย. 2543) , ถนนพหลโยธิน (ช่วงวันที่ 22 ก.ย. - 15 ต.ค. 2543) , ถนนลาดหญ้า , ถนนหลังสวน , ถนนประชาสงเคราะห์ , ถนนบรรทัดทอง และ ถนนเจริญรัก พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.69 , 0.18 , 1.25 , 0.83 , 0.76 , 0.33 และ 0.6 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ แสดงได้ดังรูปที่ 4.4 และคิดเป็นค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนของกรุงเทพมหานครเท่ากับ 0.66 กรัมต่อตารางเมตร โดยแบ่งเป็นค่าเฉลี่ยเฉพาะในถนนฝั่งกรุงเทพมหานครเท่ากับ 0.56 กรัมต่อตารางเมตร และ ค่าเฉลี่ยเฉพาะในถนนฝั่งธนบุรีเท่ากับ 0.93 กรัมต่อตารางเมตร

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนก่อนทำความสะอาด ในถนนพหลโยธิน ช่วงวันที่ 14 มี.ค.-1 เม.ย. 2543 และ ช่วงวันที่ 22 ก.ย. - 15 ต.ค. 2543 พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนน ในถนนพหลโยธินช่วงวันที่ 14 มี.ค.-1 เม.ย. 2543 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.69 กรัมต่อตารางเมตร มีค่ามากกว่า ถนนพหลโยธินช่วงวันที่ 22 ก.ย. - 15 ต.ค. 2543 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.18 กรัมต่อตารางเมตร อยู่เท่ากับ 0.51 กรัมต่อตารางเมตร หรือประมาณ 3 เท่า โดยมีสาเหตุจากปริมาณฝนจะช่วยชะล้างฝุ่นซิลท์บนผิวถนนออกทำให้ค่าฝุ่นซิลท์บนผิวถนนมีค่าลดลงในช่วงที่มีปริมาณฝนมาก เช่นเดียวกับปริมาณฝุ่นละอองรวมตามหัวข้อที่ 4.2.1

4.2.3 สัดส่วนซิลท์บนผิวถนน (Silt Content)

ผลการทดลองพบว่าค่าปริมาณสัดส่วนซิลท์บนผิวถนนในถนนแต่ละสายก่อนการทำความสะอาดแสดงได้ดังตารางที่ 4.5

วิจารณ์ผลการทดลอง

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยปริมาณสัดส่วนซิลท์บนผิวถนนก่อนการทำความสะอาด ในถนนพหลโยธิน (ช่วงวันที่ 14 มี.ค.-1 เม.ย. 2543) , ถนนพหลโยธิน (ช่วงวันที่ 22 ก.ย. - 15 ต.ค. 2543) , ถนนลาดหญ้า , ถนนหลังสวน , ถนนประชาสงเคราะห์ , ถนนบรรทัดทอง และ ถนนเจริญรัก พบว่ามีค่าเท่ากับ 26.13 , 12.61 , 22.98 , 12.56 , 14.78 , 13.93 และ 16.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงได้ดังรูปที่ 4.5 และคิดเป็นค่าเฉลี่ยปริมาณสัดส่วนซิลท์บนผิวถนนของกรุงเทพมหานครเท่ากับ 17.12 เปอร์เซ็นต์ โดยแบ่งเป็นค่าเฉลี่ยเฉพาะในถนนฝั่งกรุงเทพมหานครเท่ากับ 16.00 เปอร์เซ็นต์ และ ค่าเฉลี่ยเฉพาะในถนนฝั่งธนบุรีเท่ากับ 19.91 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยปริมาณสัดส่วนซิลท์บนผิวถนนก่อนทำความสะอาด ในถนนพหลโยธิน ช่วงวันที่ 14 มี.ค.-1 เม.ย. 2543 และ ช่วงวันที่ 22 ก.ย. - 15 ต.ค. 2543 พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณสัดส่วนซิลท์บนผิวถนน ในถนนพหลโยธินช่วงวันที่ 14 มี.ค.-1 เม.ย. 2543 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 26.13 เปอร์เซ็นต์ มีค่ามากกว่า ถนนพหลโยธินช่วงวันที่ 22 ก.ย. - 15 ต.ค. 2543 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 12.61 เปอร์เซ็นต์ อยู่เท่ากับ 13.52 เปอร์เซ็นต์ หรือประมาณ 1 เท่า โดยมีสาเหตุจากปริมาณฝนจะช่วยชะล้างฝุ่นซิลท์บนผิวถนนออกไปมากทำให้ค่าสัดส่วนซิลท์บนผิวถนนมีค่าลดลงในช่วงที่มีปริมาณฝนมาก เช่นเดียวกับปริมาณฝุ่นละอองรวมตามหัวข้อที่ 4.2.1

4.3 ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนหลังทำความสะอาด

การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนก่อนและหลังการทำความสะอาด โดยวิธีการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดเล็ก , กลาง และใหญ่ การล้างถนน และการกวาดโดยแรงงานคน ในถนนขนาดต่างๆ ผลการตรวจวัดแสดงดังตารางที่ 4.6 ถึง 4.15 สำหรับการทำความสะอาดโดยรถกวาดขนาดใหญ่ , ขนาดกลาง (ในถนนหลังสวน) , ขนาดเล็ก และรถล้างถนน สามารถแสดงการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของฝุ่นได้ ดังรูปที่ 4.6 ถึง 4.9 ซึ่งการวิจารณ์ผลจะกล่าวถึงเฉพาะในส่วนของปริมาณฝุ่นซิลท์เท่านั้นเนื่องจากฝุ่นซิลท์สามารถแขวนลอยและฟุ้งปลิวอยู่ในอากาศได้

ตารางที่ 4.6 ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนในถนนพหลโยธิน(ถนนขนาดใหญ่)
โดยรถกวาดขนาดใหญ่ในการทำความสะอาด

ตัวอย่าง	ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนน (กรัม/ตารางเมตร)			
	การทดลองครั้งที่1	การทดลองครั้งที่2	การทดลองครั้งที่3	เฉลี่ย
ก่อนกวาด	1.85	2.98	3.11	2.65
หลังกวาด 1 วัน	1.72	2.67	2.94	2.44
หลังกวาด 2 วัน	1.71	2.75	1.87	2.11
หลังกวาด 4 วัน	1.97	2.54	2.98	2.50
หลังกวาด 7 วัน	2.98	3.11	*	3.05

* ไม่ได้ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่น

ตารางที่ 4.7 ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนในถนนพหลโยธิน(ถนนขนาดใหญ่)
โดยรถล้างขนาด 6000 ลิตรในการทำความสะอาด

ตัวอย่าง	ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนน (กรัม/ตารางเมตร)			
	การทดลองครั้งที่1	การทดลองครั้งที่2	การทดลองครั้งที่3	เฉลี่ย
ก่อนล้าง	1.03	1.78	1.48	1.43
หลังล้าง 1 วัน	0.96	0.69	0.87	0.84
หลังล้าง 2 วัน	1.34	1.41	0.75	1.17
หลังล้าง 3 วัน	*	*	0.95	0.95
หลังล้าง 4 วัน	*	*	*	*
หลังล้าง 5 วัน	*	1.56	*	1.56
หลังล้าง 7 วัน	0.94	1.48	*	1.21

* ไม่ได้ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นเนื่องจากมีฝนตก

ตารางที่ 4.8 ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนในถนนลาดหญ้า(ถนนขนาดใหญ่)
โดยรถกวาดขนาดกลางในการทำความสะอาด

ตัวอย่าง	ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนน (กรัม/ตารางเมตร)			
	การทดลองครั้งที่1	การทดลองครั้งที่2	การทดลองครั้งที่3	เฉลี่ย
ก่อนกวาด	6.08	5.4	4.98	5.49
หลังกวาดทันที	3.88	3.21	3.19	3.42

ตารางที่ 4.9 ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนในถนนลาดหญ้า(ถนนขนาดใหญ่)
โดยรถล้างขนาด 6000 ลิตรในการทำความสะอาด

ตัวอย่าง	ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนน (กรัม/ตารางเมตร)			
	การทดลองครั้งที่1	การทดลองครั้งที่2	การทดลองครั้งที่3	เฉลี่ย
ก่อนกวาด	3.86	3.13	3.42	3.47
หลังกวาดทันที	1.68	1.54	1.49	1.57

ตารางที่ 4.10 ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนในถนนหลังสวน(ถนนขนาดกลาง)
โดยรถกวาดขนาดกลางในการทำความสะอาด

ตัวอย่าง	ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนน (กรัม/ตารางเมตร)			
	การทดลองครั้งที่1	การทดลองครั้งที่2	การทดลองครั้งที่3	เฉลี่ย
ก่อนกวาด	6.96	6.45	6.48	6.63
หลังกวาด 1 วัน	2.98	3.12	3.34	3.15
หลังกวาด 2 วัน	2.39	3.54	3.51	3.15
หลังกวาด 4 วัน	4.87	4.92	5.02	4.94
หลังกวาด 7 วัน	6.45	6.48	6.13	6.35

ตารางที่ 4.11 ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนในถนนประชาสงเคราะห์(ถนนขนาดกลาง) โดยรถกวาดขนาดเล็กในการทำความสะอาด

ตัวอย่าง	ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนน (กรัม/ตารางเมตร)			
	การทดลองครั้งที่1	การทดลองครั้งที่2	การทดลองครั้งที่3	เฉลี่ย
ก่อนกวาด	6.85	3.25	5.69	5.26
หลังกวาด 1 วัน	2.89	2.75	3.32	2.98
หลังกวาด 2 วัน	2.71	2.11	3.85	2.89
หลังกวาด 4 วัน	2.55	3.64	5.12	3.77
หลังกวาด 7 วัน	3.25	5.69	6.15	5.03

ตารางที่ 4.12 ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนในถนนบรรทัดทอง(ถนนขนาดกลาง) โดยแรงงานคนกวาดในการทำความสะอาด

ตัวอย่าง	ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนน (กรัม/ตารางเมตร)			
	การทดลองครั้งที่1	การทดลองครั้งที่2	การทดลองครั้งที่3	เฉลี่ย
ก่อนกวาด	2.26	2.14	2.70	2.37
หลังกวาดทันที	1.92	1.88	2.25	2.02

ตารางที่ 4.13 ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนในถนนเจริญรัถ (ถนนขนาดเล็ก) โดยรถกวาดขนาดกลางในการทำความสะอาด

ตัวอย่าง	ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนน (กรัม/ตารางเมตร)			
	การทดลองครั้งที่1	การทดลองครั้งที่2	การทดลองครั้งที่3	เฉลี่ย
ก่อนกวาด	3.73	3.55	3.42	3.57
หลังกวาดทันที	1.16	1.35	0.89	1.13

ตารางที่ 4.14 ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนในถนนเจริญรัถ (ถนนขนาดเล็ก)
โดยรถล้างขนาด 6000 ลิตรในการทำความสะอาด

ตัวอย่าง	ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนน (กรัม/ตารางเมตร)			
	การทดลองครั้งที่1	การทดลองครั้งที่2	การทดลองครั้งที่3	เฉลี่ย
ก่อนกวาด	1.16	1.48	1.47	1.37
หลังกวาดทันที	0.55	0.52	0.58	0.55

ตารางที่ 4.15 ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนหลังการทำความสะอาดทันที

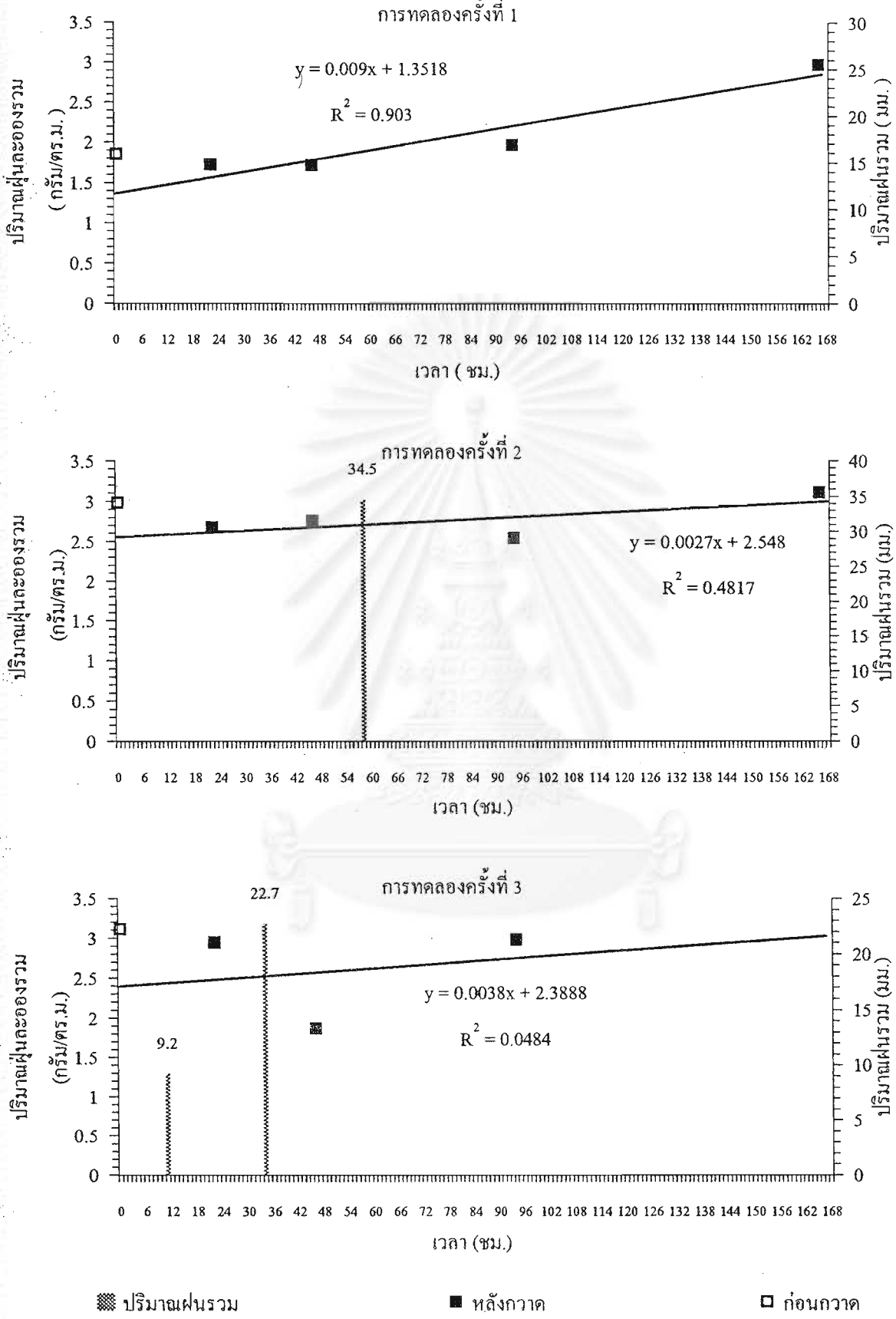
	ปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนหลังการทำความสะอาดทันที (กรัม/ตร.ม.)			
ขนาดถนน	ถนนขนาดใหญ่		ถนนขนาดกลาง	
การทำความสะอาด (ถนน)	รถล้าง ขนาด 6000 ลิตร (พหลโยธิน)	รถกวาด ขนาดใหญ่ (พหลโยธิน)	รถกวาด ขนาดกลาง (หลังสวน)	รถกวาด ขนาดเล็ก (ประชาสงเคราะห์)
การทดลองครั้งที่ 1	*	1.36	1.87	2.63
การทดลองครั้งที่ 2	0.90	2.55	2.53	1.62
การทดลองครั้งที่ 3	0.78	2.40	2.80	2.96
เฉลี่ย	0.89	2.10	2.40	2.40

* ไม่นำผลมาวิเคราะห์เนื่องจากการทดลองผิดพลาด

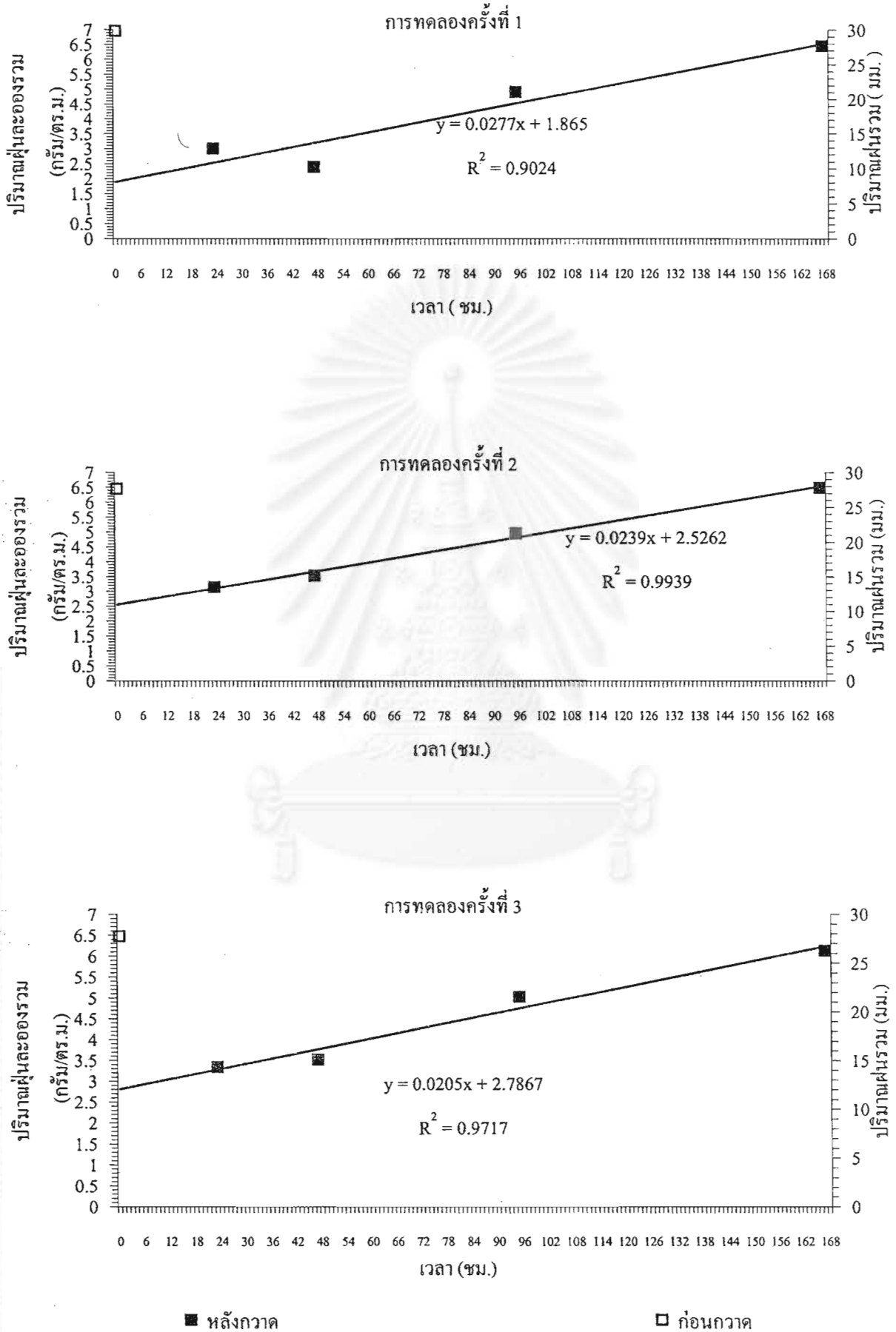
4.4 ปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนหลังการทำความสะอาด

การศึกษาปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนน ก่อนและหลังการทำความสะอาด โดยวิธีการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาด เล็ก , กลางและใหญ่ การล้างถนน และการกวาดโดยแรงงานคน ผลการตรวจวัดแสดงดังตารางที่ 4.16 ถึง 4.25

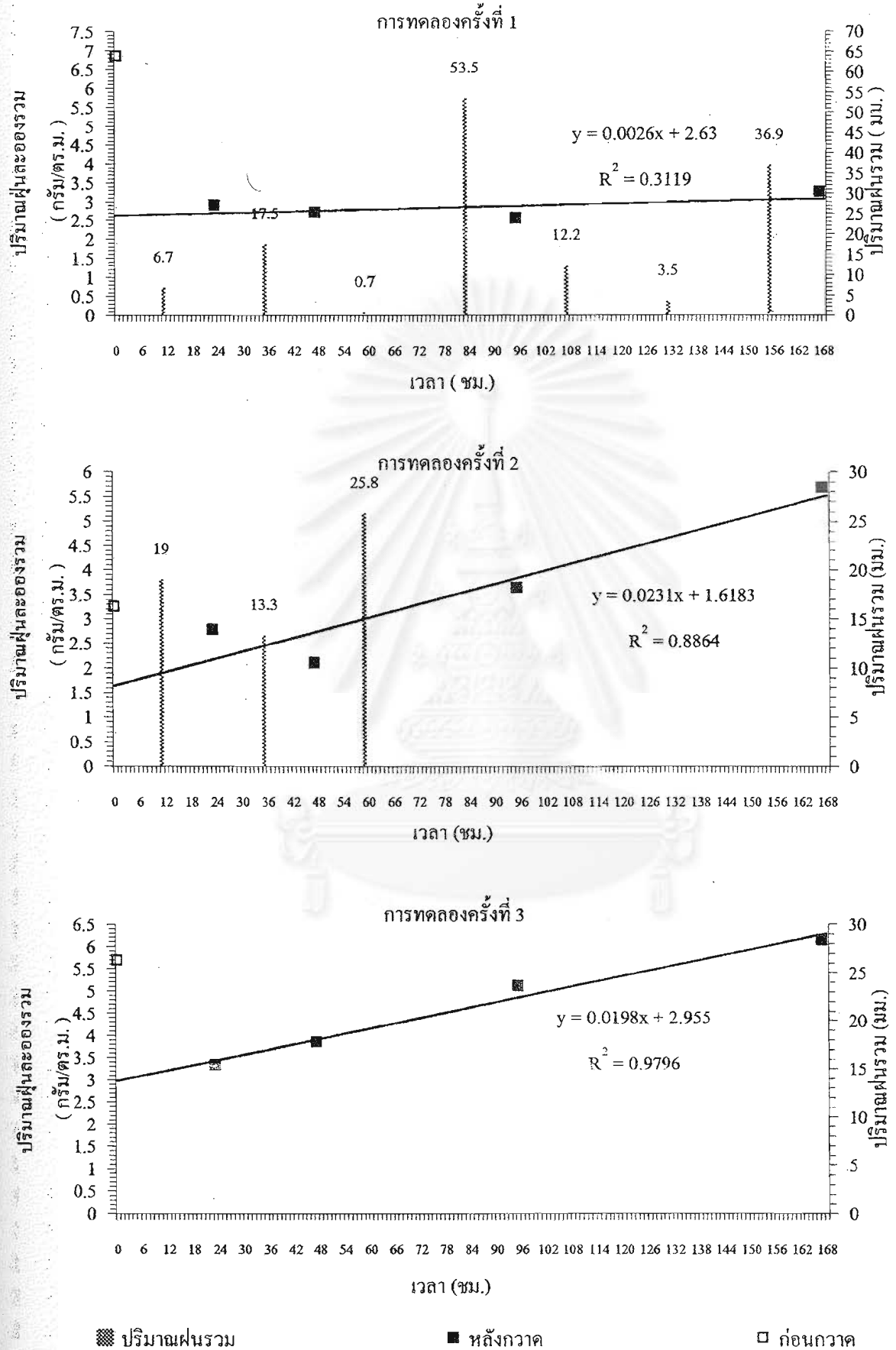
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



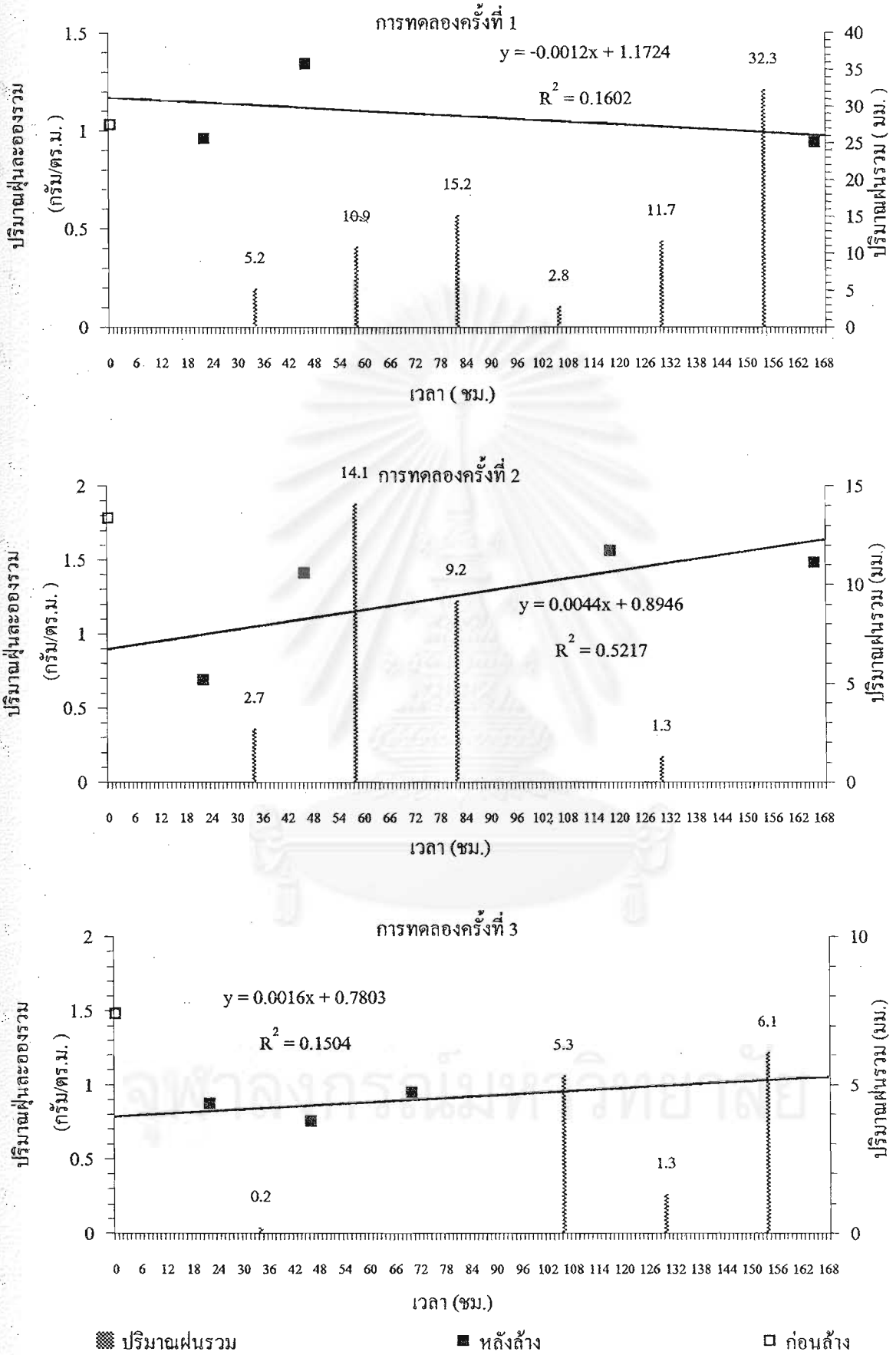
รูปที่ 4.6 ปริมาณฝุ่นละอองรวมที่เพิ่มขึ้นตามเวลาหลังการกวาด(ถนนพหลโยธินโดยรถกวาดขนาดใหญ่)



รูปที่ 4.7 ปริมาณฝุ่นละอองรวมที่เพิ่มขึ้นตามเวลาหลังการกวาด(ถนนหลังสวนโดยรถกวาดขนาดกลาง)



รูปที่ 4.8 ปริมาณฝุ่นละอองรวมที่เพิ่มขึ้นตามเวลาหลังการกวาด(ถนนประชาสงเคราะห์โดยรถกวาดขนาดเล็ก)



รูปที่ 4.9 ปริมาณฝุ่นละอองรวมที่เพิ่มขึ้นตามเวลาหลังการล้าง(ถนนพหลโยธิน)

ตารางที่ 4.16 สัดส่วนและปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนในถนนพหลโยธิน(ถนนขนาดใหญ่) โดยรถกวาดขนาดใหญ่ในการทำความสะอาด

ตัวอย่าง	สัดส่วน(%) และ ปริมาณซิลท์ (กรัม/ตารางเมตร)					
	การทดลองครั้งที่1		การทดลองครั้งที่2		การทดลองครั้งที่3	
	สัดส่วน	ปริมาณ	สัดส่วน	ปริมาณ	สัดส่วน	ปริมาณ
ก่อนกวาด	26.70	0.49	26.40	0.79	25.30	0.79
หลังกวาด 1 วัน	23.00	0.40	24.00	0.64	24.80	0.73
หลังกวาด 2 วัน	25.90	0.44	25.70	0.71	26.20	0.49
หลังกวาด 4 วัน	27.00	0.53	19.80	0.50	24.90	0.74
หลังกวาด 7 วัน	26.40	0.79	25.30	0.79	*	*

* ไม่ได้ทำการทดลอง

ตารางที่ 4.17 สัดส่วนและปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนในถนนพหลโยธิน(ถนนขนาดใหญ่) โดยรถล้างขนาด 6000 ลิตรในการทำความสะอาด

ตัวอย่าง	สัดส่วน(%) และ ปริมาณซิลท์ (กรัม/ตารางเมตร)					
	การทดลองครั้งที่1		การทดลองครั้งที่2		การทดลองครั้งที่3	
	สัดส่วน	ปริมาณ	สัดส่วน	ปริมาณ	สัดส่วน	ปริมาณ
ก่อนกวาด	11.10	0.11	11.32	0.20	15.42	0.23
หลังกวาด 1 วัน	12.43	0.12	17.69	0.12	13.18	0.12
หลังกวาด 2 วัน	10.09	0.14	11.12	0.16	14.27	0.11
หลังกวาด 3 วัน	*	*	*	*	16.15	0.15
หลังกวาด 4 วัน	*	*	*	*	*	*
หลังกวาด 5 วัน	*	*	7.69	0.12	*	*
หลังกวาด 7 วัน	8.98	0.08	15.42	0.23	*	*

* ไม่ได้ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นเนื่องจากมีฝนตก

ตารางที่ 4.18 สัดส่วนและปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนในถนนลาดหญ้า(ถนนขนาดใหญ่)
โดยรถกวาดขนาดกลางในการทำความสะอาด

ตัวอย่าง	สัดส่วน(%) และ ปริมาณซิลท์ (กรัม/ตารางเมตร)					
	การทดลองครั้งที่1		การทดลองครั้งที่2		การทดลองครั้งที่3	
	สัดส่วน	ปริมาณ	สัดส่วน	ปริมาณ	สัดส่วน	ปริมาณ
ก่อนกวาด	19.83	1.21	25.13	1.35	23.98	1.19
หลังกวาดทันที	22.66	0.88	26.21	0.84	26.23	0.83

ตารางที่ 4.19 สัดส่วนและปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนในถนนลาดหญ้า(ถนนขนาดใหญ่)
โดยรถล้างขนาด 6000 ลิตรในการทำความสะอาด

ตัวอย่าง	สัดส่วน(%) และ ปริมาณซิลท์ (กรัม/ตารางเมตร)					
	การทดลองครั้งที่1		การทดลองครั้งที่2		การทดลองครั้งที่3	
	สัดส่วน	ปริมาณ	สัดส่วน	ปริมาณ	สัดส่วน	ปริมาณ
ก่อนกวาด	22.17	0.86	18.14	0.57	21.31	0.73
หลังกวาดทันที	21.95	0.37	17.30	0.27	19.37	0.29

ตารางที่ 4.20 สัดส่วนและปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนในถนนหลังสวน(ถนนขนาดกลาง)
โดยรถกวาดขนาดกลางในการทำความสะอาด

ตัวอย่าง	สัดส่วน(%) และ ปริมาณซิลท์ (กรัม/ตารางเมตร)					
	การทดลองครั้งที่1		การทดลองครั้งที่2		การทดลองครั้งที่3	
	สัดส่วน	ปริมาณ	สัดส่วน	ปริมาณ	สัดส่วน	ปริมาณ
ก่อนกวาด	11.40	0.79	12.89	0.83	13.39	0.87
หลังกวาด 1 วัน	10.41	0.31	11.45	0.36	10.48	0.35
หลังกวาด 2 วัน	13.25	0.32	13.74	0.49	12.72	0.45
หลังกวาด 4 วัน	15.11	0.74	14.21	0.70	13.79	0.69
หลังกวาด 7 วัน	12.89	0.83	13.39	0.87	15.12	0.93

ตารางที่ 4.21 สัดส่วนและปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนในถนนประชาสงเคราะห์(ถนนขนาดกลาง) โดยรถกวาดขนาดเล็กในการทำความสะอาด

ตัวอย่าง	สัดส่วน(%) และ ปริมาณซิลท์ (กรัม/ตารางเมตร)					
	การทดลองครั้งที่1		การทดลองครั้งที่2		การทดลองครั้งที่3	
	สัดส่วน	ปริมาณ	สัดส่วน	ปริมาณ	สัดส่วน	ปริมาณ
ก่อนกวาด	13.28	0.91	16.61	0.54	14.46	0.82
หลังกวาด 1 วัน	17.96	0.52	13.82	0.38	12.65	0.42
หลังกวาด 2 วัน	16.92	0.46	23.22	0.49	13.77	0.53
หลังกวาด 4 วัน	17.25	0.44	14.01	0.51	12.11	0.62
หลังกวาด 7 วัน	16.61	0.54	14.46	0.82	13.17	0.81

ตารางที่ 4.22 สัดส่วนและปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนในถนนบรรทัดทอง(ถนนขนาดกลาง) โดยแรงงานคนกวาดในการทำความสะอาด

ตัวอย่าง	สัดส่วน(%) และ ปริมาณซิลท์ (กรัม/ตารางเมตร)					
	การทดลองครั้งที่1		การทดลองครั้งที่2		การทดลองครั้งที่3	
	สัดส่วน	ปริมาณ	สัดส่วน	ปริมาณ	สัดส่วน	ปริมาณ
ก่อนกวาด	14.20	0.32	15.9	0.34	11.7	0.32
หลังกวาดทันที	15.42	0.30	15.70	0.30	11.2	0.25

ตารางที่ 4.23 สัดส่วนและปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนในถนนเจริญรัถ (ถนนขนาดเล็ก) โดยรถกวาดขนาดกลางในการทำความสะอาด

ตัวอย่าง	สัดส่วน(%) และ ปริมาณซิลท์ (กรัม/ตารางเมตร)					
	การทดลองครั้งที่1		การทดลองครั้งที่2		การทดลองครั้งที่3	
	สัดส่วน	ปริมาณ	สัดส่วน	ปริมาณ	สัดส่วน	ปริมาณ
ก่อนกวาด	10.92	0.41	21.20	0.75	18.40	0.63
หลังกวาดทันที	10.25	0.12	19.79	0.27	17.13	0.15

ตารางที่ 4.24 สัดส่วนและปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนในถนนเจริญรัถ (ถนนขนาดเล็ก) โดยรถล้างขนาด 6000 ลิตรในการทำความสะอาด

ตัวอย่าง	สัดส่วน(%) และ ปริมาณซิลท์ (กรัม/ตารางเมตร)					
	การทดลองครั้งที่1		การทดลองครั้งที่2		การทดลองครั้งที่3	
	สัดส่วน	ปริมาณ	สัดส่วน	ปริมาณ	สัดส่วน	ปริมาณ
ก่อนกวาด	10.25	0.12	15.14	0.22	15.79	0.23
หลังกวาดทันที	10.00	0.06	5.31	0.03	9.81	0.06

ตารางที่ 4.25 ปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนหลังการทำความสะอาดทันที

	ปริมาณฝุ่นซิลท์หลังการทำความสะอาดทันที (กรัม/ตร.ม.)			
ขนาดถนน	ถนนขนาดใหญ่		ถนนขนาดกลาง	
การทำความสะอาด (ถนน)	รถล้าง ขนาด 6000 ลิตร (พหลโยธิน)	รถกวาด ขนาดใหญ่ (พหลโยธิน)	รถกวาด ขนาดกลาง (หลังสวน)	รถกวาด ขนาดเล็ก (ประชาสงเคราะห์)
การทดลองครั้งที่ 1	*	0.31	0.22	0.47
การทดลองครั้งที่ 2	0.11	0.60	0.31	0.31
การทดลองครั้งที่ 3	0.09	0.60	0.27	0.38
เฉลี่ย	0.10	0.50	0.27	0.39

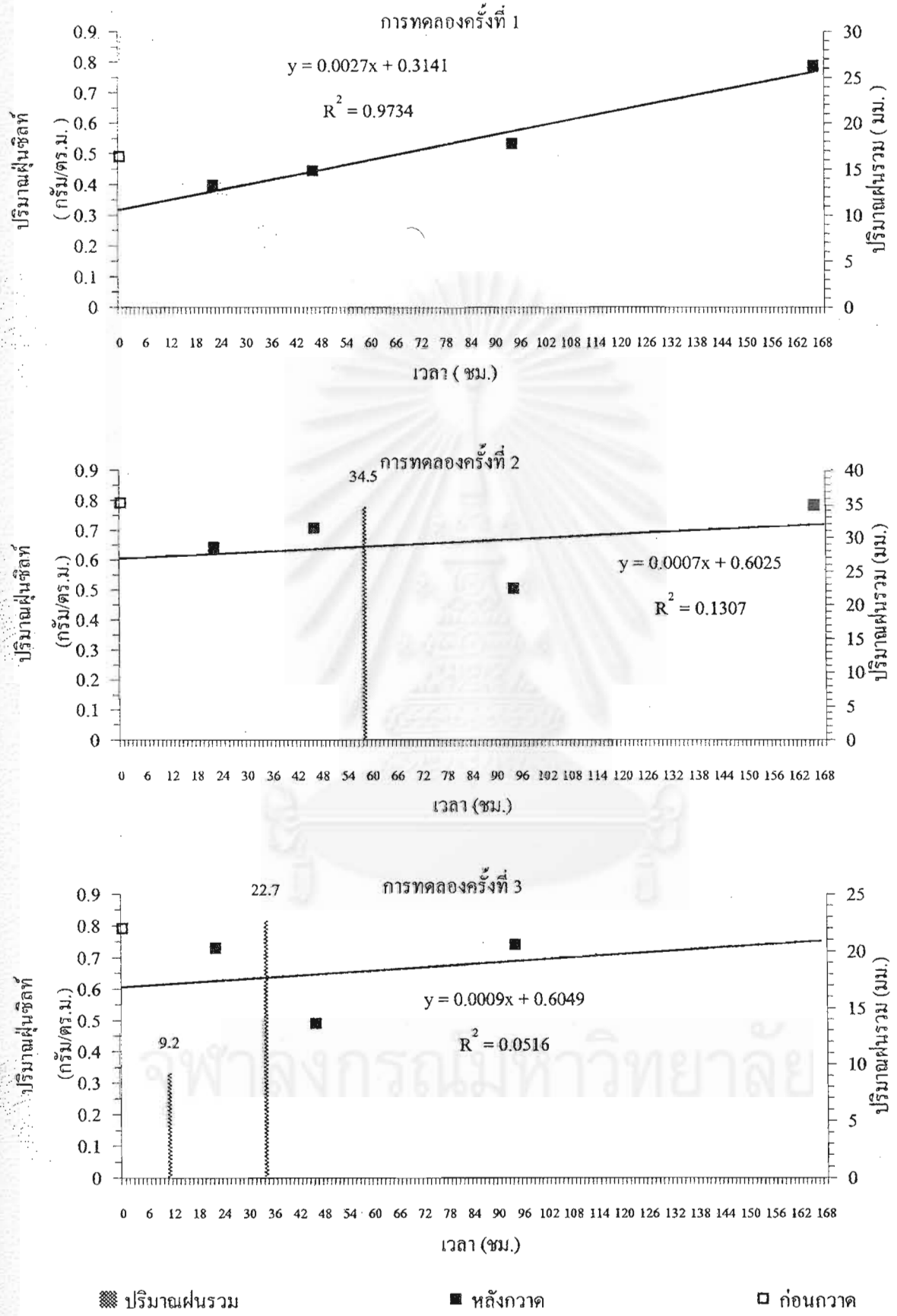
* ไม่นำผลมาวิเคราะห์เนื่องจากการทดลองผิดพลาด

วิจารณ์ผลการทดลอง

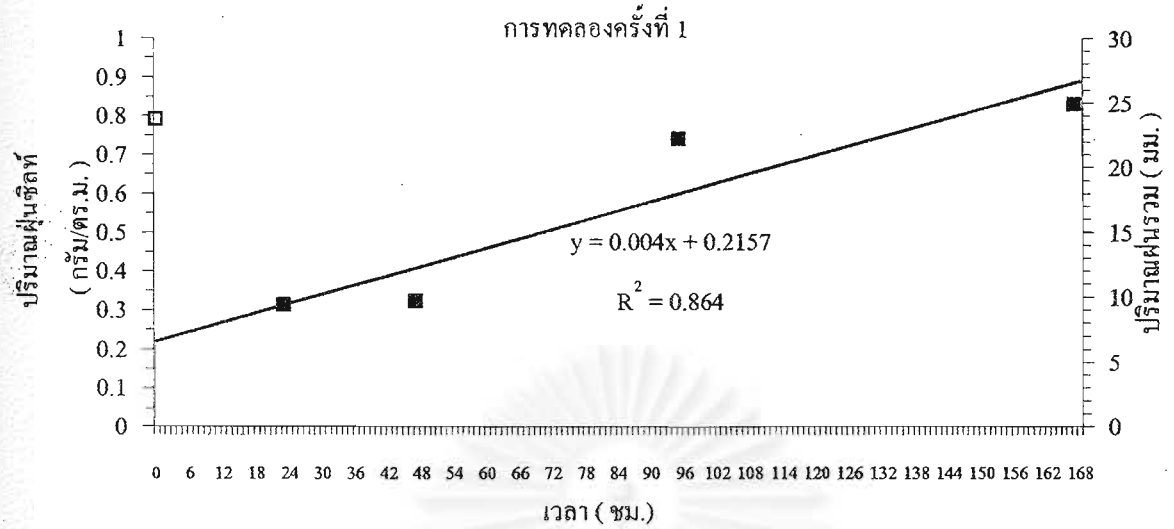
1. ถนนขนาดใหญ่

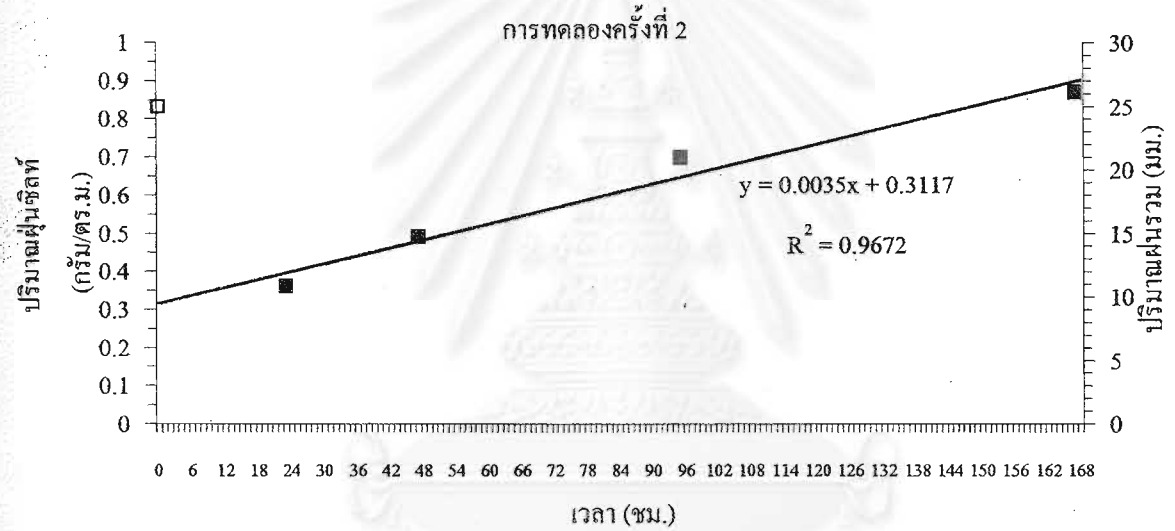
การศึกษาที่ถนนพหลโยธินโดย รถกวาดขนาดใหญ่

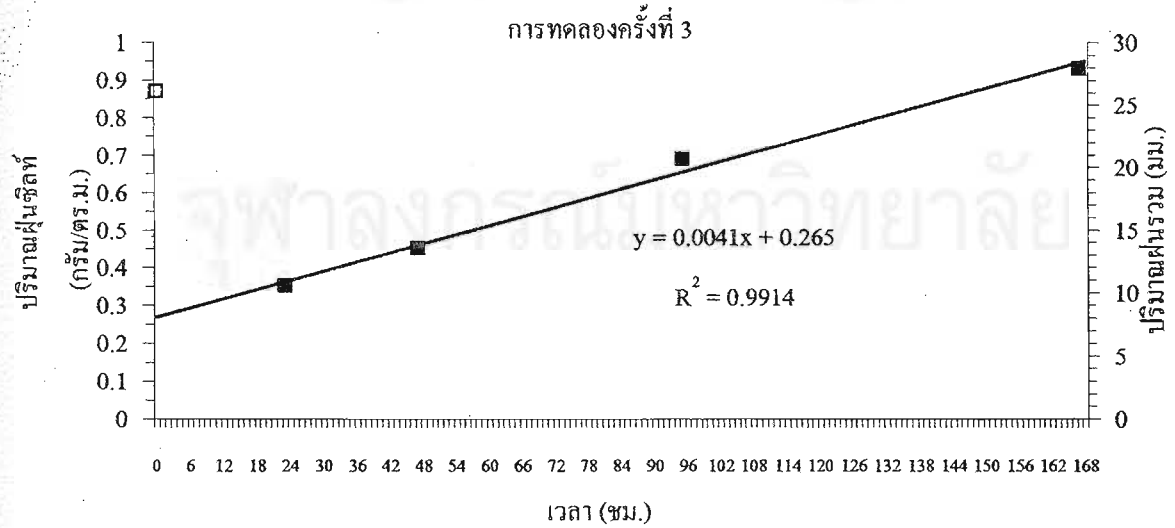
เมื่อพิจารณาผลการทดลองครั้ง 1 , 2 และ3 ก่อนการกวาด พบว่า ค่าปริมาณซิลท์ มีค่าเท่ากับ 0.49 , 0.79 และ 0.79 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ และมีค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ เท่ากับ 26.7% , 26.4% และ 25.30 % ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.16 เมื่อพิจารณาค่าปริมาณซิลท์ ภายหลังการกวาด 1วัน พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.40 , 0.64 และ 0.73 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ และค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ มีค่าเท่ากับ 23% , 24% และ 24.80 % ตามลำดับ โดยค่าปริมาณซิลท์ในแต่ละครั้งการทดลองจะมีค่าลดลงกว่าค่าปริมาณซิลท์ก่อนกวาด เท่ากับ 0.09 , 0.15 และ0.06 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับโดย



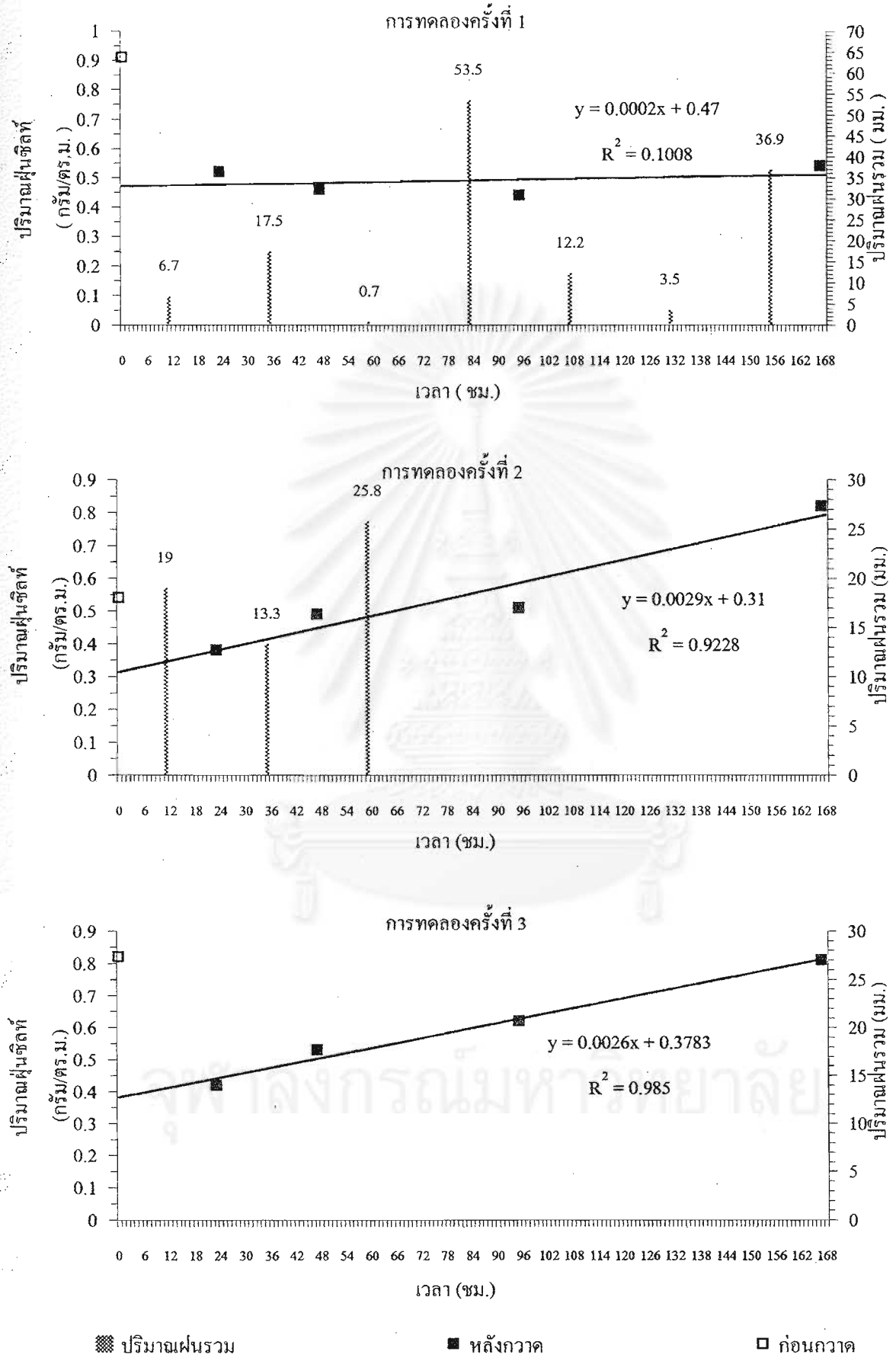
รูปที่ 4.10 ปริมาณซิลท์ที่เพิ่มขึ้นตามเวลาหลังการกวาด(ถนนพหลโยธินโดยรถกวาดขนาดใหญ่)



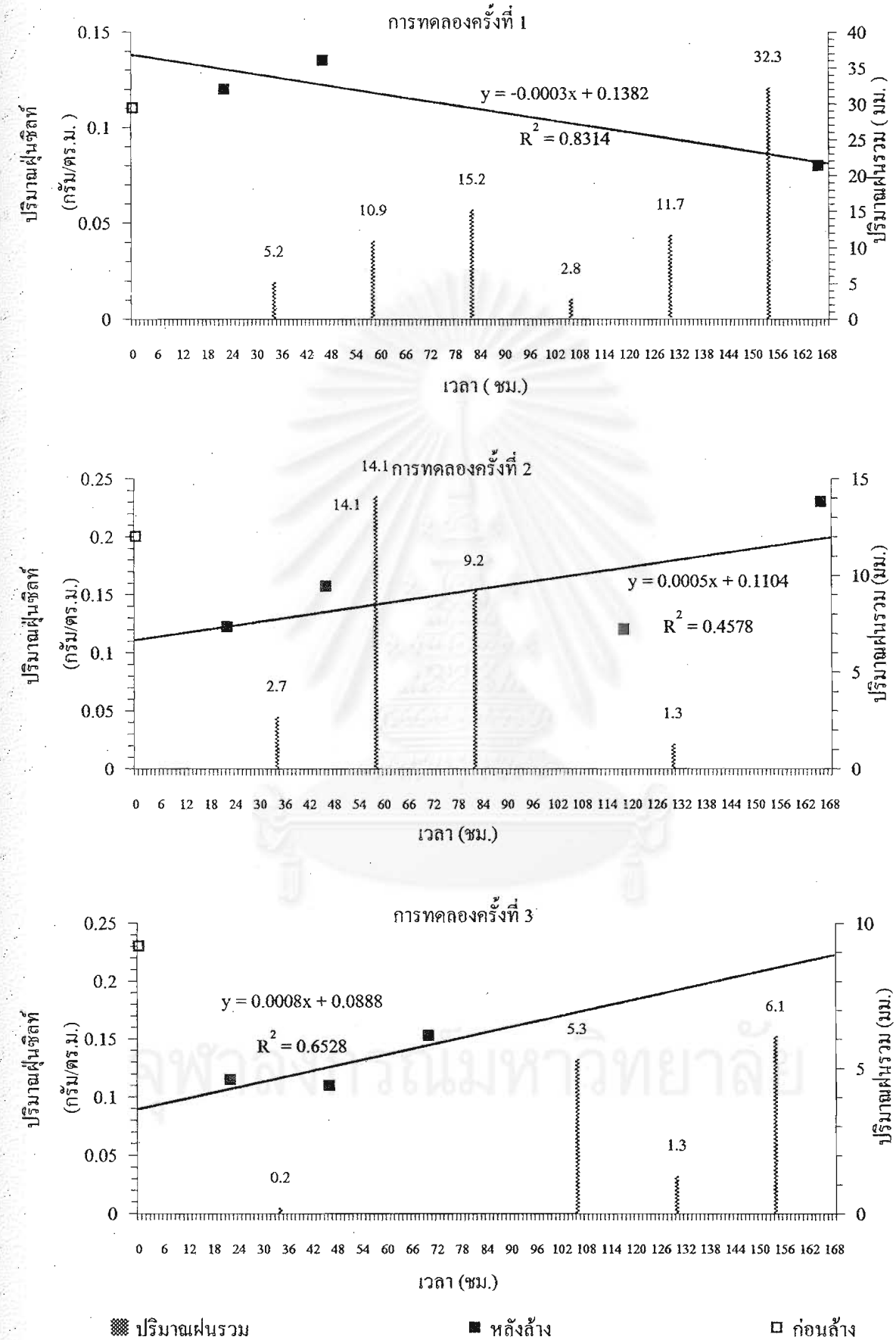




รูปที่ 4.11 ปริมาณซิลท์ที่เพิ่มขึ้นตามเวลาหลังการกวาด(ถนนหลังสวน โดยรถกวาดขนาดกลาง)



รูปที่ 4.12 ปริมาณซิลท์ที่เพิ่มขึ้นตามเวลาหลังการกวาด(ถนนประชาสงเคราะห์โดยรถกวาดขนาดเล็ก)



รูปที่ 4.13 ปริมาณซิลท์ที่เพิ่มขึ้นตามเวลาหลังการล้าง(ถนนพหลโยธิน)

สอดคล้องกับค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ในแต่ละครั้งการทดลองที่มีค่าลดลงด้วยเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากอยู่ในช่วงที่เพิ่งกวาดทำความสะอาดได้ไม่นาน ดังรูปที่ 4.10

เมื่อพิจารณาค่าภายหลังการกวาด 2 วัน พบว่าค่าปริมาณซิลท์ มีค่าเท่ากับ 0.44 , 0.71 และ 0.49 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ เท่ากับ 25.9% , 25.7% และ 26.2 % ตามลำดับ โดยค่าปริมาณซิลท์และค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ในแต่ละครั้งการทดลองจะเริ่มมีค่าเพิ่มขึ้นกว่าค่าปริมาณซิลท์และค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์หลังกวาด 1 วัน ยกเว้นในการทดลองครั้งที่ 3 ที่ค่าปริมาณซิลท์มีค่าลดลงกว่าค่าปริมาณซิลท์หลังกวาด 1 วัน ทั้งนี้เนื่องมาจากในการทดลองครั้งดังกล่าวมีฝนตกก่อนเก็บตัวอย่างหลังกวาด 2 วัน ซึ่งฝนจะทำการชะล้างฝุ่นในถนนออกไป ทำให้ปริมาณซิลท์ลดลงด้วย และมีค่าต่ำกว่าที่ค่าปริมาณซิลท์ภายหลังการกวาด 1 วัน โดยค่าปริมาณซิลท์ในการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 มีค่าเพิ่มขึ้นกว่าค่าปริมาณซิลท์หลังกวาด 1 วันเท่ากับ 0.04 และ 0.07 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ และค่าปริมาณซิลท์ในการทดลองครั้งที่ 3 มีค่าลดลงกว่าก่อนกวาด เท่ากับ 0.24 กรัมต่อตารางเมตร

เมื่อพิจารณาค่าภายหลังการกวาด 4 วัน พบว่าค่าปริมาณซิลท์ มีค่าเท่ากับ 0.53 , 0.50 และ 0.74 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ เท่ากับ 27% , 19.8% และ 24.9% ตามลำดับ โดยค่าปริมาณซิลท์และค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ในแต่ละครั้งการทดลองจะมีค่าเพิ่มขึ้นกว่า ค่าปริมาณซิลท์และค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์หลังกวาด 2 วัน ยกเว้นในการทดลองครั้งที่ 2 ที่ค่าปริมาณซิลท์และค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์มีค่าลดลง เนื่องจากมีฝนตกทำให้ฝุ่นถูกชะล้างออกไป และในการทดลองที่ 3 ที่มีค่าลดลงเฉพาะค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ ซึ่งค่าปริมาณซิลท์ในการทดลองครั้งที่ 1 และ 3 มีค่าเพิ่มขึ้นกว่าค่าปริมาณซิลท์หลังกวาด 2 วัน เท่ากับ 0.09 และ 0.25 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ และค่าปริมาณซิลท์ในการทดลองครั้งที่ 2 มีค่าลดลงกว่าก่อนกวาด เท่ากับ 0.21 กรัมต่อตาราง

เมื่อพิจารณาค่า ภายหลังการกวาด 7 วัน พบว่าค่าปริมาณซิลท์ ในการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากันโดยมีค่าเท่ากับ 0.79 กรัมต่อตารางเมตร ค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ เท่ากับ 26.4% และ 25.3 % ตามลำดับ โดยค่าปริมาณซิลท์ในแต่ละครั้งการทดลองจะมีค่าเพิ่มขึ้นกว่าค่าปริมาณซิลท์หลังกวาด 4 วัน ซึ่งค่าปริมาณซิลท์ในการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 มีค่าเพิ่มขึ้นกว่าค่าปริมาณซิลท์หลังกวาด 4 วัน เท่ากับ 0.26 และ 0.29 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ โดยสอดคล้องกับค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ที่เพิ่มในแต่ละครั้งการทดลอง ยกเว้นสัดส่วนซิลท์ของการทดลองครั้งที่ 1 เท่านั้นที่มีค่าลดลง

โดยรวมแล้วพบว่าค่าปริมาณซิลท์หลังการกวาด เมื่อเทียบกับค่าปริมาณซิลท์ก่อนการกวาดในการทดลองครั้งที่ 1 ค่าปริมาณซิลท์หลังการกวาด จะมีค่าลดลงกว่าก่อนกวาดในช่วง 1-2 วันแรก และค่าปริมาณซิลท์หลังกวาดจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และในวันที่ 4 หลังกวาดจะมีค่าสูงกว่าค่าปริมาณซิลท์ก่อนกวาด ส่วนในการทดลองครั้งที่ 2 ค่าปริมาณซิลท์หลังการกวาด จะมีค่าลดลงกว่าก่อนกวาดในช่วง 1 -4 วันแรก และค่าปริมาณซิลท์หลังกวาด จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เรื่อยๆ และในวันที่ 7 หลังกวาดจะมีค่าเท่ากับค่าปริมาณซิลท์ก่อนกวาด และ ในการทดลองครั้งที่ 3 ค่าปริมาณซิลท์หลังการกวาด จะมีค่าลดลงกว่าก่อนกวาดในช่วง 1 -4 วันแรก และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

จากรูปที่ 4.10 ค่าปริมาณซิลท์หลังการกวาดทันทีจากสมการแนวโน้มที่ได้ ของการทดลองครั้งที่ 1 , 2 และ 3 จะมีค่าเท่ากับ 0.31, 0.6 และ 0.6 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.25 ซึ่งมีค่าลดลงกว่าค่าปริมาณซิลท์บนผิวถนนก่อนการกวาดในการทดลองครั้งที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 0.18 ,0.19 และ 0.19 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ โดยจะนำค่าผลต่างดังกล่าวไปใช้ในการคำนวณค่าประสิทธิภาพการทำความสะอาดถนนต่อไป

การศึกษาที่ถนนพหลโยธินโดย รถล้าง

เมื่อพิจารณาผลการทดลองก่อนการล้าง ครั้ง 1 , 2 และ 3 พบว่าค่าปริมาณซิลท์ มีค่าเท่ากับ 0.11 , 0.20 และ 0.23 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ และมีค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ เท่ากับ 11.10% , 11.32% และ 15.42 % ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.17 และเมื่อพิจารณาค่า ภายหลังการล้าง 1วัน พบว่าค่าปริมาณซิลท์มีค่าเท่ากับ 0.12 กรัมต่อตารางเมตร ทั้ง 3 ครั้งการทดลอง ค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์เท่ากับ 12.43% , 17.69% และ 13.18 % ตามลำดับ โดยค่าปริมาณซิลท์ในแต่ละครั้งการทดลองจะมีค่าลดลงกว่าค่าปริมาณซิลท์ก่อนล้าง ทั้งนี้เนื่องจากอยู่ในช่วงที่เพิ่งกวาดทำความสะอาดได้ไม่นาน ยกเว้นในการทดลองครั้งที่ 1 ที่มีปริมาณซิลท์หลังล้าง 1 วัน มีค่ามากกว่า ปริมาณซิลท์ก่อนล้างเท่ากับ 0.01 กรัมต่อตารางเมตร อันเนื่องมาจากการผิดผลาดในการทดลองจึงไม่นำผลดังกล่าวมาพิจารณาในครั้งนี้ โดยค่าปริมาณซิลท์ในการทดลองครั้งที่ 2 และ3 จะมีค่าลดลงกว่าค่าปริมาณซิลท์ก่อนล้าง มีค่าเท่ากับ 0.08 และ0.11 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ โดยค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ในแต่ละครั้งการทดลอง มีค่าเพิ่มขึ้นในการทดลองครั้งที่ 2 เนื่องจากฝุ่นลดลงไปส่วนใหญ่น่าจะเป็นฝุ่นขนาดใหญ่ทำให้ค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์มีค่าเพิ่มขึ้น และมีค่าลดลงในการทดลองที่ 3 ดังรูปที่ 4.13

เมื่อพิจารณาค่า ภายหลังการล้าง 2วัน พบว่าค่าปริมาณซิลท์ มีค่าเท่ากับ 0.14 , 0.16 และ 0.11 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ เท่ากับ 10.09% , 11.12% และ 14.27 % ตามลำดับ โดยค่าปริมาณซิลท์ในแต่ละครั้งการทดลองจะมีค่าเพิ่มขึ้นกว่าค่าปริมาณซิลท์หลังล้าง 1 วัน ยกเว้นในการทดลองครั้งที่ 3 ที่มีฝนตกก่อนเก็บตัวอย่าง ทำให้ค่าปริมาณซิลท์มีค่าลดลงหลังล้าง 1 วัน มีค่าเท่ากับ 0.01 กรัมต่อตารางเมตร ซึ่งฝนที่ตกในช่วงก่อนเก็บตัวอย่างหลังล้าง 2 วัน ในการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 ไม่มีผลทำให้ค่าปริมาณซิลท์ลดลง โดยค่าปริมาณซิลท์ในการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 จะมีค่าเพิ่มขึ้นกว่าค่าปริมาณซิลท์หลังล้าง 2 วัน เท่ากับ 0.02 และ 0.04 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ โดยค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ ในการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 จะมีค่าลดลงกว่าค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์หลังล้าง 1 วัน เนื่องจากมีฝนตกในช่วงก่อนเก็บตัวอย่างแล้วชะล้างปริมาณ

ซิลท์ไปส่วนหนึ่งด้วย ส่วนในการทดลองครั้งที่ 3 ฝนที่ตกมาก่อนเก็บตัวอย่างส่วนใหญ่จะชะเอาฝุ่นขนาดใหญ่ออกไป ทำให้ค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์มีค่าเพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาค่า ภายหลังการล้าง 3 วัน ทำการทดลองเฉพาะครั้งที่ 3 พบว่าค่าปริมาณซิลท์ มีค่าเท่ากับ 0.15 กรัมต่อตารางเมตร (เฉลี่ย 0.15 กรัมต่อตารางเมตร) ค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ เท่ากับ 16.15 % ตามลำดับ(เฉลี่ย 16.15%) โดยค่าสัดส่วนและปริมาณซิลท์ในครั้งการทดลองดังกล่าว จะมีค่าเพิ่มขึ้นกว่า ค่าสัดส่วนและปริมาณซิลท์หลังล้าง 2 วัน โดยรวมแล้วค่าปริมาณซิลท์ยังคงมีค่าเพิ่มขึ้นกว่าหลังล้าง 2 วัน เท่ากับ 0.04 กรัมต่อตารางเมตร

เมื่อพิจารณาค่า ภายหลังการล้าง 5 วัน ทำการทดลองเฉพาะครั้งที่ 2 พบว่าค่าปริมาณซิลท์ มีค่าเท่ากับ 0.12 กรัมต่อตารางเมตร (เฉลี่ย 0.12 กรัมต่อตารางเมตร) ค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ เท่ากับ 7.69% ตามลำดับ(เฉลี่ย 7.69 %) โดยค่าสัดส่วนและปริมาณซิลท์ในครั้งการทดลองดังกล่าวจะมีค่าลดลงกว่า ค่าสัดส่วนและปริมาณซิลท์หลังล้าง 2 วัน เมื่อเทียบในการทดลองครั้งที่ 2 เท่ากับ 0.04 กรัมต่อตารางเมตร ทั้งนี้เนื่องจากมีฝนตกในช่วงก่อนการเก็บตัวอย่างซึ่งช่วยชะล้างฝุ่นออกไปด้วยนั่นเอง

เมื่อพิจารณาค่า ภายหลังการล้าง 7 วัน พบว่าค่าปริมาณซิลท์ ในการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ 0.08 , 0.23 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ เท่ากับ 8.98% และ 15.42% ตามลำดับ โดยในการทดลองครั้งที่ 1 ค่าปริมาณซิลท์มีค่าลดลง เมื่อเทียบกับหลังล้าง 2 วัน เท่ากับ 0.06 กรัมต่อตารางเมตร ทั้งนี้เนื่องจากมีฝนตกในช่วงก่อนการเก็บตัวอย่างซึ่งช่วยชะล้างฝุ่นออกไปด้วยเช่นกัน และในการทดลองครั้งที่ 2 ค่าปริมาณซิลท์มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับหลังล้าง 5 วัน เท่ากับ 0.11 กรัมต่อตารางเมตร ซึ่งเป็นตามเวลาที่เพิ่มขึ้น

โดยรวมแล้วพบว่าค่าปริมาณซิลท์หลังการล้าง เมื่อเทียบกับค่าปริมาณซิลท์ก่อนการล้างในการทดลองครั้งที่ 1 ค่าปริมาณซิลท์หลังการล้าง จะมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ เนื่องจากมีฝนตกในระหว่างการทดลอง ซึ่งจะไม่นำผลมากล่าวถึง ส่วนในการทดลองครั้งที่ 2 ค่าปริมาณซิลท์หลังการล้าง จะมีค่าลดลงกว่าก่อนล้างในช่วง 1-4 วันแรก และค่าปริมาณซิลท์หลังล้างจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และในวันที่ 7 หลังล้างจะมีค่าเท่ากับค่าปริมาณซิลท์ก่อนล้าง และในการทดลองครั้งที่ 3 ค่าปริมาณซิลท์หลังการล้าง จะมีค่าลดลงกว่าก่อนล้างในช่วง 1 -4 วันแรก และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

จากรูปที่ 4.13 ค่าปริมาณซิลท์หลังการล้างทันทีจากสมการแนวโน้มที่ได้ ของการทดลองครั้งที่ 1 , 2 และ 3 จะมีค่าเท่ากับ 0.14 , 0.11 และ 0.09 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.25 ซึ่งมีค่าลดลงกว่าค่าปริมาณซิลท์บนผิวถนนก่อนการล้างในการทดลองครั้งที่ 2 , 3 เท่ากับ 0.09 และ 0.14 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ยกเว้นในการทดลองครั้งที่ 1 ที่มีค่าปริมาณซิลท์บนผิวถนนมากกว่าค่าปริมาณซิลท์บนผิวถนนก่อนการล้าง เท่ากับ 0.03 กรัมต่อตารางเมตร ซึ่งจะไม่นำผล

ดังกล่าวมาพิจารณาในการทดลองในครั้งนี้ โดยจะนำค่าผลต่างดังกล่าวไปใช้ในการคำนวณค่าประสิทธิภาพการทำความสะอาดถนนต่อไป

การศึกษาที่ถนนลาดหญ้าโดย รถกวาดขนาดกลาง

ผลการตรวจวัดพบว่าค่าปริมาณซิลท์บนผิวถนนก่อนการทำความสะอาดของการทดลองครั้งที่ 1 , 2 และ 3 จะมีค่าเท่ากับ 1.21 , 1.35 และ 1.19 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ และ มีค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ เท่ากับ 19.83% , 25.13% และ 23.98 % ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.18

ผลการตรวจวัดพบว่าค่าปริมาณซิลท์บนผิวถนนหลังการกวาดทันทีของการทดลองครั้งที่ 1 , 2 และ 3 จะมีค่าเท่ากับ 0.88 , 0.84 และ 0.83 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ และ มีค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ เท่ากับ 22.66% , 26.21% และ 26.23 % ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.18

ผลการตรวจวัดพบว่าค่าปริมาณซิลท์บนผิวถนนหลังการกวาด เมื่อเทียบกับค่าปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนก่อนการกวาด จะมีค่าลดลงกว่าก่อนกวาดของการทดลองครั้งที่ 1 , 2 และ 3 จะมีค่าเท่ากับ 0.33 , 0.51 และ 0.36 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ก่อนและหลังการกวาดทันทีของการทดลองแต่ละครั้งจะมีค่าเพิ่มขึ้นกว่าเดิม ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากฝุ่นละอองที่ทำความสะอาดลดลงไปได้ส่วนใหญ่จะเป็นฝุ่นขนาดใหญ่นั่นเอง โดยจะนำค่าผลต่างดังกล่าวไปใช้ในการคำนวณค่าประสิทธิภาพการทำความสะอาดถนนต่อไป

การศึกษาที่ถนนลาดหญ้าโดย รถล้าง

ผลการตรวจวัดพบว่าค่าปริมาณซิลท์บนผิวถนนก่อนการทำความสะอาดของการทดลองครั้งที่ 1 , 2 และ 3 จะมีค่าเท่ากับ 0.86 , 0.57 และ 0.73 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ และ มีค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ เท่ากับ 22.17 , 18.14 และ 21.31 % ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.19

ผลการตรวจวัดพบว่าค่าปริมาณซิลท์บนผิวถนนหลังการล้างทันทีของการทดลองครั้งที่ 1 , 2 และ 3 จะมีค่าเท่ากับ 0.37 , 0.27 และ 0.29 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ และ มีค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ เท่ากับ 21.95 , 17.30 และ 19.37 % ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.19

ผลการตรวจวัดพบว่าค่าปริมาณซิลท์บนผิวถนนหลังการล้าง เมื่อเทียบกับค่าปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนก่อนการล้าง จะมีค่าลดลงกว่าก่อนล้างของการทดลองครั้งที่ 1 , 2 และ 3 จะมีค่าเท่ากับ 0.49 , 0.30 และ 0.44 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ สอดคล้องกับค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ที่ลดลง โดยจะนำค่าผลต่างดังกล่าวไปใช้ในการคำนวณค่าประสิทธิภาพการทำความสะอาดถนนต่อไป

2. ถนนขนาดกลาง

การศึกษาที่ถนนหลังสวนโดย รถกวาดขนาดกลาง

จากผลการทดลองครั้ง 1,2 และ3 ตามลำดับ เมื่อพิจารณา ก่อนการกวาด พบว่าค่าปริมาณซิลท์ มีค่าเท่ากับ 0.79,0.83 และ 0.87 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ มีค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ เท่ากับ 11.4,12.89 และ 13.39 % ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.20 และ เมื่อพิจารณาค่า ภายหลังการกวาด 1 วัน พบว่าค่าปริมาณซิลท์ มีค่าเท่ากับ 0.31,0.36 และ 0.35 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ เท่ากับ 10.41,11.45 และ 10.48 % ตามลำดับโดยค่าปริมาณซิลท์ในแต่ละครั้งการทดลองจะมีค่าลดลงกว่าค่าปริมาณซิลท์ก่อนกวาด ซึ่งค่าปริมาณซิลท์ในการทดลองครั้งที่ 1,2 และ3 มีค่าลดลงกว่าก่อนกวาด เท่ากับ 0.48, 0.47 และ0.52 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ โดย สอดคล้องกับค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ ในแต่ละครั้งการทดลอง ที่มีค่าลดลงด้วยเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากอยู่ในช่วงที่เพิ่งกวาดทำความสะอาดได้ไม่นาน ดังรูปที่ 4.11 เมื่อพิจารณาค่า ภายหลังการกวาด 2วัน พบว่าค่าปริมาณซิลท์ มีค่าเท่ากับ 0.32,0.49 และ 0.45 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ เท่ากับ 13.25,13.74 และ 12.72 % ตามลำดับโดย ค่าและสัดส่วนปริมาณซิลท์ ในแต่ละครั้งการทดลองจะเริ่มมีค่าเพิ่มขึ้นกว่า ค่าและสัดส่วนปริมาณซิลท์หลังกวาด 1 วัน โดย มีค่าปริมาณซิลท์ในการทดลองครั้งที่ 1,2 และ3 มีค่าเพิ่มขึ้นกว่าค่าปริมาณซิลท์หลังกวาด 1 วันเท่ากับ 0.01 , 0.13 และ0.10 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่า ภายหลังการกวาด 4 วัน พบว่าค่าปริมาณซิลท์ มีค่าเท่ากับ 0.74,0.7 และ 0.69 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ เท่ากับ 15.11,14.21 และ 13.79 % ตามลำดับ โดยค่าและสัดส่วนปริมาณซิลท์ในแต่ละครั้งการทดลองจะมีค่าเพิ่มขึ้นกว่า ค่าและสัดส่วนปริมาณซิลท์หลังกวาด 2 วัน ซึ่งค่าปริมาณซิลท์ในการทดลองครั้งที่ 1,2 และ3 มีค่าเพิ่มขึ้นกว่าก่อนกวาด เท่ากับ 0.42 , 0.21 และ0.24 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่า ภายหลังการกวาด 7 วัน พบว่าค่าปริมาณซิลท์ มีค่าเท่ากับ 0.83,0.87 และ 0.93 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ เท่ากับ 12.89,13.39 และ 15.21 % ตามลำดับโดยค่าและสัดส่วนปริมาณซิลท์ในแต่ละครั้งการทดลองจะมีค่าเพิ่มขึ้นกว่า ค่าและสัดส่วนปริมาณซิลท์หลังกวาด 4 วัน ยกเว้นค่าสัดส่วนซิลท์ ในการทดลองที่ 1 และ 2 เท่านั้นที่ลดลง ซึ่งค่าปริมาณซิลท์ในการทดลองครั้งที่ 1,2 และ3 มีค่าเพิ่มขึ้นกว่าค่าปริมาณซิลท์หลังกวาด 4 วัน เท่ากับ 0.09 , 0.17 และ0.24 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ

โดยรวมแล้วพบว่าค่าปริมาณซิลท์หลังการกวาด เมื่อเทียบกับค่าปริมาณซิลท์ก่อนการกวาดในการทดลองครั้งที่ 1 , การทดลองครั้งที่ 2 และ การทดลองครั้งที่ 3 จะมีค่าลดลงกว่าก่อนกวาดในช่วง 1 -4 วันแรก และค่าปริมาณซิลท์หลังกวาด จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยปริมาณซิลท์ก่อนกวาดในวันที่ 7

จากรูปที่ 4.11 ค่าปริมาณซิลท์หลังการกวาดทันทีจากสมการแนวโน้มที่ได้ ของการทดลองครั้งที่ 1 , 2 และ 3 จะมีค่าเท่ากับ 0.22 , 0.31 และ 0.27 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.25 ซึ่งมีค่าลดลงกว่าค่าปริมาณซิลท์บนผิวถนนก่อนการกวาดในแต่ละครั้งเท่ากับ 0.57 , 0.52 และ 0.6 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ โดยจะนำค่าผลต่างดังกล่าวไปใช้ในการคำนวณค่าประสิทธิภาพการทำความสะอาดถนนต่อไป

การศึกษาที่ถนนประชาสงเคราะห์โดย รถกวาดขนาดเล็ก

ผลการทดลองครั้ง 1,2 และ3 ตามลำดับเมื่อพิจารณา ก่อนการกวาด พบว่าค่าปริมาณซิลท์ มีค่าเท่ากับ 0.91,0.54 และ 0.82 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ มีค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ เท่ากับ 13.28,16.61 และ 14.46 % ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.21 และ เมื่อพิจารณาค่า ภายหลังการกวาด 1วัน พบว่าค่าปริมาณซิลท์ มีค่าเท่ากับ 0.52,0.38 และ 0.42 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ เท่ากับ 17.96,13.82 และ 12.65 % ตามลำดับโดยค่าปริมาณซิลท์ในการทดลองครั้งที่ 1,2 และ3 มีค่าลดลงกว่าก่อนกวาด เท่ากับ 0.39 , 0.16 และ0.40 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ โดยในการทดลองครั้งที่ 1มีฝนตกในช่วงเวลาก่อนเก็บตัวอย่าง โดย สอดคล้องกับค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ ในแต่ละครั้งการทดลอง ที่มีค่าลดลงด้วยเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากอยู่ในช่วงที่เพิ่งกวาดทำความสะอาดได้ไม่นาน ยกเว้นสัดส่วนซิลท์ของการทดลองครั้งที่ 1 เท่านั้นที่มีค่าเพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 4.12 เมื่อพิจารณาค่า ภายหลังการกวาด 2วัน พบว่าค่าปริมาณซิลท์ มีค่าเท่ากับ 0.46,0.49 และ 0.53 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ เท่ากับ 16.92,23.22 และ 13.77 % ตามลำดับโดยค่าและสัดส่วนปริมาณซิลท์ ในแต่ละครั้งการทดลองจะเริ่มมีค่าเพิ่มขึ้นกว่า ค่าและสัดส่วนปริมาณซิลท์หลังกวาด 1 วัน ยกเว้นในการทดลองครั้งที่ 1 ที่ค่าและสัดส่วนปริมาณซิลท์มีค่าลดลงกว่าค่าปริมาณซิลท์หลังกวาด 1 วันเท่ากับ0.06 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับทั้งนี้เนื่องมาจากในการทดลองครั้งดังกล่าวมีฝนตกก่อนเก็บตัวอย่างที่หลังกวาด 2 วันซึ่งจะทำการชะล้างฝุ่นในถนนออกไปซึ่งคาดว่าทำให้ปริมาณซิลท์ลดลงด้วย โดยค่าปริมาณซิลท์ในการทดลองครั้งที่ 2 และ3 มีค่าเพิ่มขึ้นกว่า หลังกวาด 1 วัน เท่ากับ 0.11 และ0.11กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่า ภายหลังการกวาด 4 วัน พบว่าค่าปริมาณซิลท์ มีค่าเท่ากับ 0.44,0.51 และ 0.62 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ เท่ากับ 17.25,14.01 และ 12.11 % ตามลำดับโดยค่าปริมาณซิลท์ในแต่ละครั้งการทดลองจะมีค่าเพิ่มขึ้นกว่า ค่าปริมาณซิลท์หลังกวาด 2 วัน ยกเว้นในการทดลองครั้งที่ 1 ที่ค่าปริมาณซิลท์มีค่าลดลงเท่ากับ 0.02 กรัมต่อตารางเมตร เนื่องจากมีฝนตกในช่วงหลังกวาด 3 วันทำให้ฝุ่นถูกชะล้างออกไปบางส่วน โดยค่าปริมาณซิลท์ในการทดลองครั้งที่ 2 และ3 มีค่าเพิ่มขึ้นกว่า หลังกวาด 2 วัน เท่ากับ 0.02 และ0.09 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับโดยในส่วนค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ ในแต่ละครั้งการทดลอง จะมีค่าลดลงส่วนมากยกเว้นเฉพาะในการทดลองครั้งที่ 1 ที่มีค่าเพิ่มขึ้นซึ่งเนื่องมาจากฝนที่ตกในช่วงหลังการกวาด 3 วันในการทดลองดังกล่าวจะช่วยชะล้างฝุ่น

ขนาดใหญ่ออกไปทำให้สัดส่วนซิลท์เพิ่มขึ้น ส่วนสัดส่วนซิลท์ที่ลดลงในการทดลองครั้งที่ 2 ถึงแม้จะมีฝนตกในช่วงหลังกวาด 3 วันเนื่องมาจากการที่ถนนมีฝุ่นขนาดใหญ่เพิ่มขึ้นนั่นเอง แสดงว่าปริมาณฝนไม่มีผลกระทบต่อการเพิ่มฝุ่น และในทำนองเดียวกัน สัดส่วนซิลท์ที่ลดลงในการทดลองครั้งที่ 3 เนื่องมาจากการที่ถนนมีฝุ่นขนาดใหญ่เพิ่มขึ้นนั่นเอง เมื่อพิจารณาค่า ภายหลังการกวาด 7 วัน พบว่าค่าปริมาณซิลท์ มีค่าเท่ากับ 0.54,0.82 และ 0.81 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ เท่ากับ 16.61,14.46 และ 13.17 % ตามลำดับโดยค่าปริมาณซิลท์ในการทดลองครั้งที่ 1,2 และ3 จะมีค่าเพิ่มขึ้นกว่าค่าปริมาณซิลท์หลังกวาด 4 วัน เท่ากับ 0.10 , 0.31 และ0.19 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ โดยมีค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ที่เพิ่ม ในการทดลอง ครั้งที่ 2 และ 3 ยกเว้นเฉพาะสัดส่วนซิลท์ของการทดลองครั้งที่ 1 เท่านั้นที่มีค่าลดลง เนื่องจากการเพิ่มของฝุ่นจะเป็นขนาดใหญ่กว่า 75 ไมครอนมากกว่า

โดยรวมแล้วพบว่าค่าปริมาณซิลท์หลังการกวาด เมื่อเทียบกับค่าปริมาณซิลท์ก่อนการกวาด ในการทดลองครั้งที่ 1 ค่าปริมาณซิลท์หลังการกวาด จะมีค่าลดลงกว่าก่อนกวาดในช่วง 1 -7 วันแรก เนื่องจากมีฝนตกตลอดการทดลอง และค่าปริมาณซิลท์หลังกวาด จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ส่วนในการทดลองครั้งที่ 2 ค่าปริมาณซิลท์หลังการกวาด จะมีค่าลดลงกว่าก่อนกวาดในช่วง 1 -4 วันแรก และค่าปริมาณซิลท์หลังกวาด จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และในวันที่ 7 หลังกวาดจะมีค่าเท่ากับค่าปริมาณซิลท์ก่อนกวาด และ ในการทดลองครั้งที่ 3 ค่าปริมาณซิลท์หลังการกวาด จะมีค่าลดลงกว่าก่อนกวาดในช่วง 1 -7 วันแรก และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

จากรูปที่ 4.12 ค่าปริมาณซิลท์หลังการกวาดทันทีจากสมการแนวโน้มที่ได้ ของการทดลองครั้งที่ 1 , 2 และ 3 จะมีค่าเท่ากับ 0.47 , 0.31 และ 0.38 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.25 ซึ่งมีค่าลดลงกว่าค่าปริมาณซิลท์บนผิวถนนก่อนการกวาดในแต่ละครั้งเท่ากับ 0.44 , 0.23 และ 0.44 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ โดยจะนำค่าผลต่างดังกล่าวไปใช้ในการคำนวณค่าประสิทธิภาพการทำความสะอาดถนนต่อไป

การศึกษาที่ถนนบรรทัดทองโดย แรงงานคน

ผลการตรวจวัดพบว่าค่าปริมาณซิลท์บนผิวถนนก่อนการทำความสะอาดของการทดลองครั้งที่ 1 , 2 และ 3 จะมีค่าเท่ากับ 0.32 , 0.34 และ 0.32 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ และ มีค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ เท่ากับ 14.20 , 15.90 และ 11.70 % ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.22

ผลการตรวจวัดพบว่าค่าปริมาณซิลท์บนผิวถนนหลังการกวาดทันทีของการทดลองครั้งที่ 1 , 2 และ 3 จะมีค่าเท่ากับ 0.30 , 0.30 และ 0.25 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ และ มีค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ เท่ากับ 15.42 , 15.7 และ 11.2 % ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.22

จากผลการตรวจวัดพบว่าค่าปริมาณซิลท์บนผิวถนนหลังการกวาด เมื่อเทียบกับค่าปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนก่อนการกวาด จะมีค่าลดลงกว่าก่อนกวาดของการทดลองครั้งที่ 1 , 2 และ

3 จะมีค่าเท่ากับ 0.02 , 0.04 และ 0.07 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ สอดคล้องกับค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ที่ลดลง ยกเว้น ในการทดลองครั้งที่ 1 ซึ่งจะนำค่าผลต่างดังกล่าวไปใช้ในการคำนวณค่าประสิทธิภาพการทำความสะอาดถนนต่อไป

3. ถนนขนาดเล็ก

การศึกษาที่ถนนเจริญรัถโดย รถกวาดขนาดกลาง

ผลการตรวจวัดพบว่าค่าปริมาณซิลท์บนผิวถนนก่อนการทำความสะอาดของการทดลองครั้งที่ 1 , 2 และ 3 จะมีค่าเท่ากับ 0.41 , 0.75 และ 0.63 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ และ มีค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ เท่ากับ 10.92 , 21.20 และ 18.40 16.81 % ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.23

ผลการตรวจวัดพบว่าค่าปริมาณซิลท์บนผิวถนนหลังการกวาดทันทีของการทดลองครั้งที่ 1 , 2 และ 3 จะมีค่าเท่ากับ 0.12 , 0.27 และ 0.15 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ และ มีค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ เท่ากับ 10.25 , 19.79 และ 17.13 % ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.23

ผลการตรวจวัดพบว่าค่าปริมาณซิลท์บนผิวถนนหลังการกวาด เมื่อเทียบกับค่าปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนก่อนการกวาด จะมีค่าลดลงกว่าก่อนกวาดของการทดลองครั้งที่ 1 , 2 และ 3 จะมีค่าเท่ากับ 0.29 , 0.48 และ 0.48 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ สอดคล้องกับค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ที่ลดลง ซึ่งจะนำค่าผลต่างดังกล่าวไปใช้ในการคำนวณค่าประสิทธิภาพการทำความสะอาดถนนต่อไป

การศึกษาที่ถนนเจริญรัถโดย รถล้าง

ผลการตรวจวัดพบว่าค่าปริมาณซิลท์บนผิวถนนก่อนการทำความสะอาดของการทดลองครั้งที่ 1 , 2 และ 3 จะมีค่าเท่ากับ 0.12 , 0.22 และ 0.23 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ และ มีค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ เท่ากับ 10.25 , 15.14 และ 15.79 % ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.24

ผลการตรวจวัดพบว่าค่าปริมาณซิลท์บนผิวถนนหลังการล้างทันทีของการทดลองครั้งที่ 1 , 2 และ 3 จะมีค่าเท่ากับ 0.06 , 0.03 และ 0.06 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ และ มีค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ เท่ากับ 10.00 , 5.31 และ 9.81 % ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.24

ผลการตรวจวัดพบว่าค่าปริมาณซิลท์บนผิวถนนหลังการล้าง เมื่อเทียบกับค่าปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนก่อนการล้าง จะมีค่าลดลงกว่าก่อนล้างของการทดลองครั้งที่ 1 , 2 และ 3 จะมีค่าเท่ากับ 0.06 , 0.19 และ 0.17 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ สอดคล้องกับค่าสัดส่วนปริมาณซิลท์ที่ลดลง ซึ่งจะนำค่าผลต่างดังกล่าวไปใช้ในการคำนวณค่าประสิทธิภาพการทำความสะอาดถนนต่อไป

4.5 อัตราการเพิ่มของปริมาณฝุ่นละอองรวมและฝุ่นซิลท์บนผิวถนนหลังทำความสะอาด

การทดลองพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มของปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนหลังการทำความสะอาดกับเวลาสามารถนำมาสร้างสมการแสดงแนวโน้มการเพิ่มของฝุ่นละอองสำหรับการทำความสะอาดแบบต่าง ๆ ได้ดังแสดงตามรูปที่ 4.6 ถึง 4.9 โดยมีค่าอัตราการเพิ่มของปริมาณฝุ่นละอองรวมหลังการทำความสะอาดแสดงดังตารางที่ 4.26 ซึ่งในส่วนของการวิจารณ์ผลจะกล่าวถึงเฉพาะในส่วนของอัตราการเพิ่มของปริมาณฝุ่นซิลท์เท่านั้นซึ่งจะกล่าวต่อไป เนื่องจากฝุ่นซิลท์สามารถแขวนลอยและฟุ้งปลิวอยู่ในอากาศได้

ตารางที่ 4.26 อัตราการเพิ่มของปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนหลังการทำความสะอาด

	อัตราการเพิ่มของปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนหลังการทำความสะอาด (กรัม/ตร.ม./ชม.)							
ขนาดถนน	ถนนขนาดใหญ่				ถนนขนาดกลาง			
การทำความสะอาด (ถนน)	รถล้าง ขนาด 6000 ลิตร (พหลโยธิน)		รถกวาด ขนาดใหญ่ (พหลโยธิน)		รถกวาด ขนาดกลาง (หลังสวน)		รถกวาด ขนาดเล็ก (ประชาสงเคราะห์)	
ช่วงฝน	ฝนตก	ฝนไม่ตก	ฝนตก	ฝนไม่ตก	ฝนตก	ฝนไม่ตก	ฝนตก	ฝนไม่ตก
การทดลองครั้งที่ 1	-0.0012*	-	-	0.009	-	0.0277	0.0027	-
การทดลองครั้งที่ 2	0.0044	-	0.0027	-	-	0.0239	0.0232	-
การทดลองครั้งที่ 3	0.0016	-	0.0038	-	-	0.0205	-	0.0199
เฉลี่ย	0.0030	-	0.0033	0.009	-	0.0240	0.0130	0.0199

* ไม่นำผลมาเฉลี่ยเนื่องจากมีค่าติดลบ

การทดลองพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มของปริมาณซิลท์หลังการทำความสะอาดกับเวลาสามารถนำมาสร้างสมการแสดงแนวโน้มการเพิ่มของฝุ่นละอองสำหรับการทำความสะอาดแบบต่าง ๆ ได้ดังแสดงตามรูปที่ 4.10 ถึง 4.13 โดยมีค่าอัตราการเพิ่มของปริมาณฝุ่นซิลท์หลังการทำความสะอาดแสดงดังตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.27 อัตราการเพิ่มของปริมาณฝุ่นซิลท์หลังการทำความสะอาด

	อัตราการเพิ่มของปริมาณฝุ่นซิลท์หลังการทำความสะอาด (กรัม/ตร.ม./ชม.)							
ขนาดถนน	ถนนขนาดใหญ่				ถนนขนาดกลาง			
การทำความสะอาด (ถนน)	รถล้าง ขนาด 6000 ลิตร (พหลโยธิน)		รถกวาด ขนาดใหญ่ (พหลโยธิน)		รถกวาด ขนาดกลาง (หลังสวน)		รถกวาด ขนาดเล็ก (ประชาสงเคราะห์)	
ช่วงฝน	ฝนตก	ฝนไม่ตก	ฝนตก	ฝนไม่ตก	ฝนตก	ฝนไม่ตก	ฝนตก	ฝนไม่ตก
การทดลองครั้งที่ 1	-0.0003*	-	-	0.0027	-	0.0040	0.0002	-
การทดลองครั้งที่ 2	0.0005	-	0.0007	-	-	0.0035	0.0029	-
การทดลองครั้งที่ 3	0.0008	-	0.0009	-	-	0.0041	-	0.0026
เฉลี่ย	0.0007	-	0.0008	0.0027	-	0.0040	0.0016	0.0026

* ไม่นำผลมาเฉลี่ยเนื่องจากมีค่าติดลบ

วิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองพบว่าสมการเชิงเส้นที่ใช้ทำนายแนวโน้มการเพิ่มของปริมาณซิลท์บนผิวถนนสำหรับการทำความสะอาดโดยรถกวาดขนาดใหญ่ ในถนนพหลโยธิน (ถนนขนาดใหญ่)ในการทดลองครั้งที่ 1 , 2 และ3 เป็นดังรูปที่ 4.10 ซึ่งค่าที่จุดตัดแกน y ในสมการดังกล่าวแสดงปริมาณซิลท์บนผิวถนนหลังกวาดทำความสะอาดทันที ส่วนค่าความชันจะแสดงอัตราการเพิ่มของปริมาณซิลท์โดยมีค่าเท่ากับ 0.0027 , 0.0007 และ 0.0009 กรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับในแต่ละการทดลอง ดังตารางที่ 4.27 ซึ่งพบว่าในการทดลองครั้งที่ 2 และ 3 ซึ่งมีฝนตกในช่วงท้ายการทดลองจะทำให้ค่าความชันของสมการเชิงเส้นที่ใช้ในการทำนายแนวโน้มการเพิ่มของปริมาณซิลท์มีค่าต่ำส่งผลให้ค่าอัตราการเพิ่มของปริมาณซิลท์มีค่าต่ำ โดยมีค่าต่ำกว่าในการทดลองครั้งที่ 1 ซึ่งมีฝนตกระหว่างการทดลอง

การทดลองพบว่าสมการเชิงเส้นที่ใช้ทำนายแนวโน้มการเพิ่มของปริมาณซิลท์บนผิวถนนสำหรับการทำความสะอาดโดยใช้รถกวาดขนาดกลาง ในถนนหลังสวน (ถนนขนาดกลาง) ในการทดลองครั้งที่ 1 , 2 และ3 เป็นดังรูปที่ 4.11 ซึ่งค่าที่จุดตัดแกน y ในสมการดังกล่าวแสดงปริมาณซิลท์บนผิวถนนหลังกวาดทำความสะอาดทันที ส่วนค่าความชันจะแสดงอัตราการเพิ่มของปริมาณซิลท์โดยมีค่าเท่ากับ 0.004 , 0.0035 และ 0.0041 กรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับในแต่ละการทดลอง ดังตารางที่ 4.27 ซึ่งพบว่าในแต่ละการทดลองให้ค่าความชันของสมการเชิงเส้นที่ใช้ในการทำนายแนวโน้ม(ค่าอัตราการเพิ่มของปริมาณซิลท์) มีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากในการทดลองทั้ง 3 ครั้งไม่มีฝนตกในระหว่างการทดลองเหมือนกัน

การทดลองพบว่าสมการเชิงเส้นที่ใช้ทำนายแนวโน้มการเพิ่มของปริมาณซิลท์บนผิวถนนสำหรับการทำความสะอาดโดยใช้รถกวาดขนาดเล็ก ในถนนประชาสงเคราะห์ (ถนนขนาดกลาง) ในการทดลองครั้งที่ 1 , 2 และ3 เป็นดังรูปที่ 4.12 ซึ่งค่าที่จุดตัดแกน y ในสมการดังกล่าวแสดงปริมาณซิลท์บนผิวถนนหลังกวาดทำความสะอาดทันที ส่วนค่าความชันจะแสดงอัตราการเพิ่มของปริมาณซิลท์โดยมีค่าเท่ากับ 0.0002 , 0.0029 และ 0.0026 กรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับในแต่ละการทดลอง ดังตารางที่ 4.27 ซึ่งพบว่าในการทดลองครั้งที่ 1 ซึ่งมีฝนตกในช่วงท้ายการทดลองจะทำให้ค่าความชันของสมการเชิงเส้นที่ใช้ในการทำนายแนวโน้มการเพิ่มของปริมาณซิลท์มีค่าต่ำส่งผลให้ค่าอัตราการเพิ่มของปริมาณซิลท์มีค่าต่ำ ส่วนในการทดลองครั้งที่ 2 ซึ่งมีฝนตกในช่วงต้นของการทดลองจะทำให้ค่าความชันของสมการเชิงเส้นที่ใช้ในการทำนายแนวโน้มการเพิ่มของปริมาณซิลท์มีค่าสูงเนื่องจากมีปริมาณฝุ่นหลังการกวาดในช่วง 1 – 2 วันแรกๆ ของทดลองต่ำกว่าปกติส่งผลให้ค่าอัตราการเพิ่มของปริมาณซิลท์มีค่าต่ำ กว่าการทดลองอื่นด้วย ส่วนในการทดลองครั้งที่ 3 ไม่มีฝนตกในระหว่างการทดลอง โดยเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเพิ่มของปริมาณซิลท์พบว่าในช่วงฝนตกซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.0016 กรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง จะมีค่าน้อยกว่าในช่วงที่ฝนไม่ตก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.0026 กรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง

การทดลองพบว่าสมการเชิงเส้นที่ใช้ทำนายแนวโน้มการเพิ่มของปริมาณซิลท์บนผิวถนนสำหรับการทำความสะอาดโดยใช้รถล้างขนาด 6000 ลิตร ในถนนพหลโยธิน (ถนนขนาดใหญ่)ในการทดลองครั้งที่ 1 , 2 และ3 เป็นดังรูปที่ 4.13 ซึ่งค่าที่จุดตัดแกน y ในสมการดังกล่าวแสดงปริมาณซิลท์บนผิวถนนหลังกวาดทำความสะอาดทันที ส่วนค่าความชันจะแสดงอัตราการเพิ่มของปริมาณฝุ่นละอองโดยมีค่าเท่ากับ –0.0003 , 0.0005 และ 0.0008 กรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับในแต่ละการทดลอง ซึ่งพบว่าในการทดลองครั้งที่ 1 ซึ่งมีฝนตกในช่วงท้ายการทดลองมากทำให้ค่าความชันของสมการเชิงเส้นที่ใช้ในการทำนายแนวโน้มการเพิ่มของปริมาณซิลท์มีค่าต่ำมาก(ติดลบ)จึงไม่นำสมการดังกล่าวมาใช้ในการทำนายค่าอัตราการเพิ่มของปริมาณซิลท์และ ค่าปริมาณฝุ่นหลังกวาดทำความสะอาดทันที ส่วนในการทดลองครั้งที่ 2 และ 3 มีฝนตกในช่วงท้ายการทดลองทำให้ทำให้ค่าความชันของสมการเชิงเส้นที่ใช้ในการทำนายแนวโน้มการเพิ่มของปริมาณซิลท์มีค่าต่ำเช่นกันซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะนำมาพิจารณาเป็นค่าอัตราการเพิ่มของปริมาณซิลท์ด้วย และเมื่อนำอัตราการเพิ่มของปริมาณซิลท์ ในการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 ทาเฉลี่ยพบว่ามีค่าเท่ากับ 0.007 กรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มของปริมาณฝุ่นซิลท์หลังการทำความสะอาดในช่วงที่มีฝนตกระหว่างถนนขนาดใหญ่และถนนขนาดกลางพบว่า ในถนนขนาดใหญ่ซึ่งทำการศึกษาในถนนพหลโยธินโดยใช้รถกวาดขนาดใหญ่และการล้างจะมีค่าเฉลี่ยอัตราการเพิ่มของปริมาณฝุ่นซิลท์ เท่ากับ 0.0008 และ 0.0007 กรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.27 โดยการทำความสะอาดโดยวิธีการล้างจะให้ค่าอัตราการเพิ่มของปริมาณฝุ่นซิลท์สูงกว่าการทำความสะอาดโดยวิธี

การกวาด ส่วนในถนนขนาดกลาง ซึ่งทำการศึกษาในถนนประชาสงเคราะห์มีค่าเฉลี่ยอัตราการเพิ่มของปริมาณฝุ่นซิลท์ เท่ากับ 0.0016 กรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมงซึ่งมีค่าสูงกว่าในถนนขนาดใหญ่

เมื่อพิจารณาในช่วงที่ไม่มีฝนตก ในถนนขนาดใหญ่และถนนขนาดกลางพบว่า ในถนนขนาดใหญ่ ซึ่งศึกษาในถนนพหลโยธินโดยการล้างจะมีค่าเฉลี่ยอัตราการเพิ่มของปริมาณฝุ่นซิลท์ เท่ากับ 0.0027 กรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งมีค่าน้อยกว่า ในถนนขนาดกลางซึ่งศึกษาในถนนหลังสวน โดยมีค่าเฉลี่ยอัตราการเพิ่มของปริมาณฝุ่นซิลท์ เท่ากับ 0.0040 กรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง

เมื่อพิจารณาในช่วงที่ไม่มีฝนตก ในถนนประชาสงเคราะห์ (ถนนขนาดกลาง) จะมีค่าอัตราการเพิ่มของปริมาณฝุ่นซิลท์ เท่ากับ 0.0026 กรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งน้อยกว่าในถนนหลังสวนและในถนนพหลโยธิน(การล้าง)ด้วย

จากผลการทดลองโดยรวมเมื่อพิจารณาในการทดลองที่มีฝนตกระหว่างการทดลองยังคงให้ค่าอัตราการเพิ่มของปริมาณฝุ่นซิลท์ต่ำกว่าในช่วงที่ไม่มีฝนตกในการทดลองในระหว่างการทดลองในทุกถนนแต่ละสาย

เมื่อเปรียบเทียบค่าอัตราการเพิ่มของปริมาณฝุ่นซิลท์เฉลี่ยรวมระหว่างถนนขนาดใหญ่และถนนขนาดกลางพบว่า ในช่วงมีฝนตกระหว่างการทดลองสำหรับการทำความสะอาดในถนนขนาดใหญ่ซึ่งทำความสะอาดโดยใช้การล้างและการกวาดโดยใช้รถกวาดขนาดใหญ่ จะให้ค่าอัตราการเพิ่มของปริมาณฝุ่นซิลท์เฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.00075 กรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งมีค่าน้อยกว่าในถนนขนาดกลางซึ่งทำกวาดโดยใช้รถกวาดขนาดเล็ก โดยมีค่าอัตราการเพิ่มของปริมาณฝุ่นซิลท์เฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.00016 กรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง และเมื่อพิจารณาช่วงที่ไม่มีฝนตกสำหรับการทำความสะอาดในถนนขนาดใหญ่ซึ่งทำความสะอาดโดยใช้รถกวาดขนาดใหญ่จะให้ค่าอัตราการเพิ่มปริมาณฝุ่นซิลท์เฉลี่ยรวม เท่ากับ 0.0027 กรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งมีค่าน้อยกว่าในถนนขนาดกลาง ซึ่งทำความสะอาดโดยใช้รถกวาดขนาดกลางและรถกวาดขนาดเล็กซึ่งให้ค่าอัตราการเพิ่มปริมาณฝุ่นซิลท์เฉลี่ยรวม เท่ากับ 0.0033 กรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง

4.6 อัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10

จากผลการตรวจวัดค่าปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนที่ทำการทดลอง ก่อนและหลังการทำความสะอาดด้วยวิธีการต่าง ๆ ในหัวข้อ 4.4 สามารถนำมาหาค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ในหน่วย (กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน) ของยานยนต์โดยหาได้จากสมการที่ 3.1 โดยตัวอย่างการคำนวณแสดงดังหัวข้อที่ 3.8

จากผลการคำนวณพบว่าค่าเฉลี่ยอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ของยานยนต์โดยเฉลี่ยจากค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ของยานยนต์ในการทดลองทั้ง 3 ครั้งก่อนและหลังการทำความสะอาดด้วยวิธีการต่าง ๆ บนผิวถนนที่ทำการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.28

วิจารณ์ผลการทดลอง

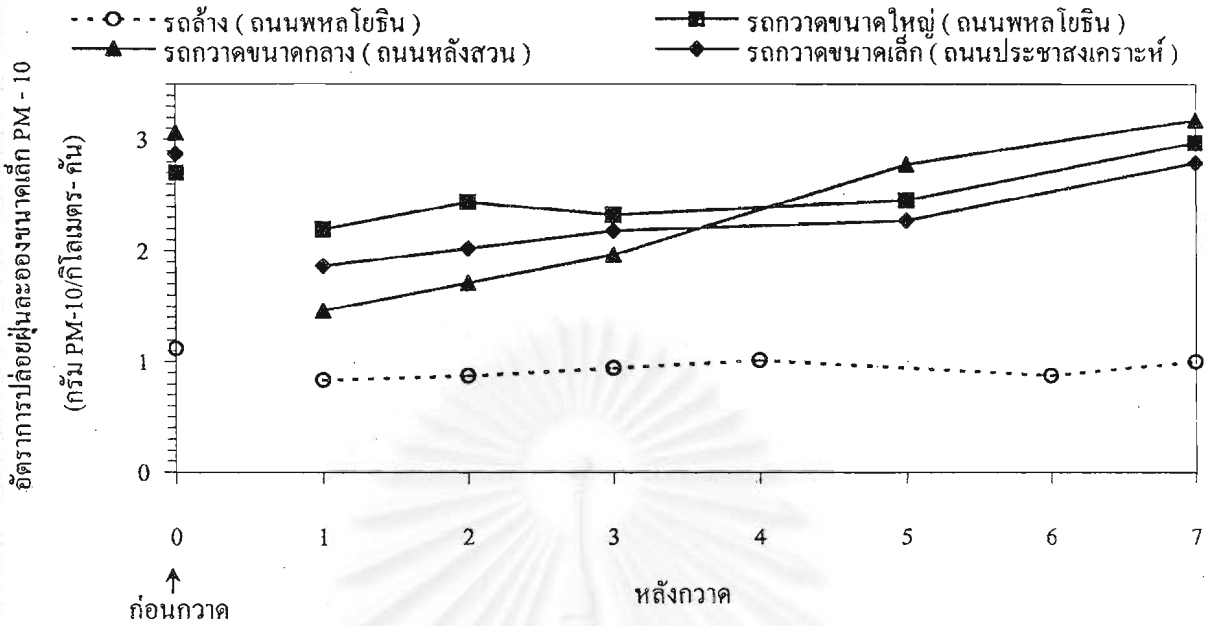
1. ถนนขนาดใหญ่

จากผลการทดลองเมื่อพิจารณาค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ในถนนขนาดใหญ่ ซึ่งทำการศึกษาที่ถนนพหลโยธิน และ ถนนลาดหญ้า พบว่าในถนนพหลโยธินทำความสะอาดโดยรถกวาดขนาดใหญ่ จะมีค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 อยู่ในช่วง 2.19 – 2.97 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน (เฉลี่ย 2.52 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน) ดังตารางที่ 4.28 โดยมีค่าเฉลี่ยอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 มากกว่า ในถนนพหลโยธินทำความสะอาดโดยการล้าง ซึ่งมีค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 อยู่ในช่วง 0.83 – 1.12 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน (เฉลี่ย 0.95 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน) ทั้งนี้เนื่องจากในถนนพหลโยธินซึ่งทำความสะอาดโดยรถกวาดขนาดใหญ่ เป็นช่วงที่มีปริมาณฝนสูงกว่าทำให้มีค่าเฉลี่ยอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ต่ำกว่าช่วงทำความสะอาดโดยการล้าง

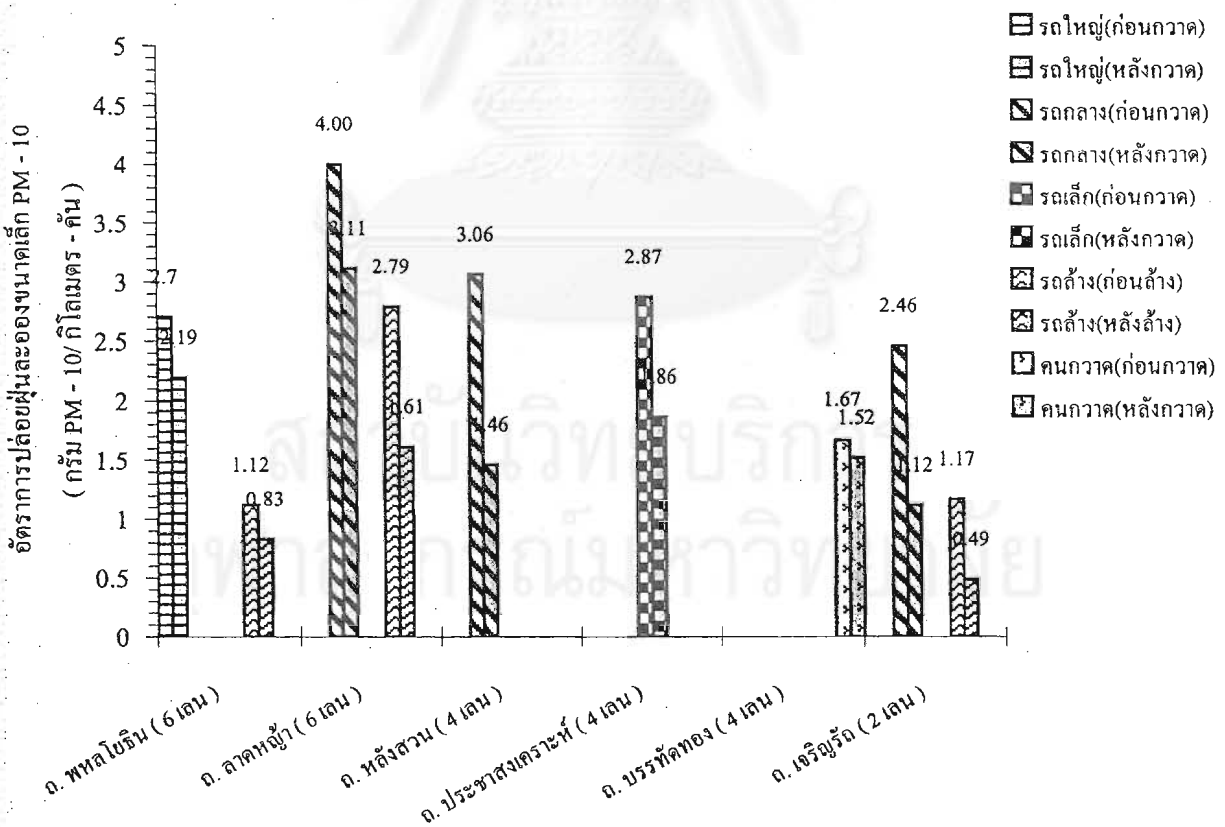
เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ในถนนพหลโยธินซึ่งทำความสะอาดโดยรถกวาดขนาดใหญ่ ก่อนการกวาด พบว่ามีค่าเท่ากับ 2.70 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน ดังตารางที่ 4.28 และ เมื่อพิจารณาค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ที่ภายหลังการกวาดทันที พบว่ามีค่าเท่ากับ 2.19 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน โดยจะมีค่าลดลงกว่าก่อนกวาด ดังรูปที่ 4.14 ทั้งนี้เนื่องจากเป็นช่วงที่เพิ่งมีการทำความสะอาดเสร็จ จึงส่งผลให้มีค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 มีค่าต่ำ และ ที่ภายหลังการกวาด 1วัน จะมีค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 เท่ากับ 2.44 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน โดยพบว่าจะเริ่มมีค่าเพิ่มขึ้นกว่า ค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 หลังกวาด ทันที ทั้งนี้เนื่องจากเวลาทำให้มีปริมาณฝุ่นซิลท์สะสมบนผิวถนนเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้มีค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ในช่วงหลังทำการกวาด 1วัน เริ่มมีค่าสูงขึ้นกว่าที่หลังการกวาดทันที เมื่อพิจารณาที่ ภายหลังการกวาด 2วัน พบว่าค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 จะมีค่าเท่ากับ 2.32 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน โดยพบว่ามีค่าลดลงกว่าค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 หลังกวาด 1 วัน ทั้งนี้เนื่องมาจากในการทดลองครั้ง 3 มีฝนตกก่อนเก็บตัวอย่างที่หลังกวาด 2 วันซึ่งจะทำการชะล้างฝุ่นในถนนออกไปส่งผลให้ปริมาณฝุ่นซิลท์ลดลง

ตารางที่ 4.28 อัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM - 10 เฉลี่ยจากยานยนต์ที่แล่นผ่านถนนที่ทดสอบโดยการทำความสะอาดแบบต่าง ๆ

ตัวอย่าง	อัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM - 10 เฉลี่ยจากยานยนต์ที่แล่นผ่านถนน (กรัม PM - 10/ กิโลเมตร - คัน)								
	ถนนขนาดใหญ่ (6 เลน)				ถนนขนาดกลาง (4 เลน)			ถนนขนาดเล็ก (2 เลน)	
	พหลโยธิน		ลาดหญ้า		หลังสวน	ประชาสงเคราะห์	บรรทัดทอง	เจริญรัถ	
	รถกวาดขนาดใหญ่	รถล้างขนาด 6000 ลิตร	รถกวาดขนาดกลาง	รถล้างขนาด 6000 ลิตร	รถกวาดขนาดกลาง	รถกวาดขนาดเล็ก	แรงงานคน	รถกวาดขนาดกลาง	รถล้างขนาด 6000 ลิตร
ก่อนทำความสะอาด	2.70	1.12	4.00	2.79	3.06	2.87	1.67	2.46	1.17
หลังทำความสะอาดทันที	2.19	0.83	3.11	1.61	1.46	1.86	1.52	1.12	0.49
หลังทำความสะอาด 1 วัน	2.44	0.87	-	-	1.71	2.02	-	-	-
หลังทำความสะอาด 2 วัน	2.32	0.94	-	-	1.96	2.18	-	-	-
หลังทำความสะอาด 3 วัน	-	1.01	-	-	-	-	-	-	-
หลังทำความสะอาด 4 วัน	2.45	-	-	-	2.77	2.27	-	-	-
หลังทำความสะอาด 5 วัน	-	0.87	-	-	-	-	-	-	-
หลังทำความสะอาด 7 วัน	2.97	1.00	-	-	3.17	2.79	-	-	-



รูปที่ 4.14 อัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM - 10 ก่อนและหลังการทำความสะอาดแบบต่าง ๆ



รูปที่ 4.15 เปรียบเทียบอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM-10
ก่อนและหลังการทำความสะอาดทันทีในถนนแต่ละสาย

ทำให้ค่าเฉลี่ยอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 จากการทดลองทั้ง 3 ครั้งมีค่าต่ำลงไปและต่ำกว่าที่หลังการกวาด 1วัน ส่วนที่ ภายหลังการกวาด 4 วัน พบว่าค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 จะมีค่าเท่ากับ 2.45 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน โดยมีค่าเพิ่มขึ้นกว่า ที่หลังกวาด 2 วัน เมื่อพิจารณาที่ภายหลังการกวาด 7 วัน พบว่าค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.97 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน มีค่าเพิ่มขึ้นกว่าค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ของยานยนต์ หลังกวาด 4 วัน

โดยรวมแล้วพบว่าค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ของยานยนต์ หลังการกวาด เมื่อเทียบกับค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ของยานยนต์ ก่อนการกวาด จะมีค่าลดลงกว่าก่อนกวาดในช่วง 1 -4 วันแรก และค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ของยานยนต์ หลังกวาด จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนมีค่าสูงกว่าค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ของยานยนต์ ก่อนกวาด

เมื่อพิจารณา การเปลี่ยนแปลงของค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ในถนนพหลโยธินซึ่งทำความสะอาดโดยวิธีการล้าง โดยเมื่อพิจารณา ก่อนการล้าง , หลังล้างทันที , หลังล้าง 1 วัน , หลังล้าง 2 วัน , หลังล้าง 3 วัน , หลังล้าง 5 วัน และ หลังล้าง 7 วัน จะมีค่าเท่ากับ 1.12 , 0.83 , 0.87 , 0.94 , 1.01 , 0.87 และ1.00 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.28 พบว่ามีค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ลดลงทันทีหลังการล้างเสร็จใหม่และมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยตามเวลาจนถึงที่หลังล้าง 5 วัน (ทำเฉพาะการทดลองครั้งที่ 2) จะเริ่มมีค่าลดลงอีกทั้งนี้เนื่องจากก่อนการเก็บตัวอย่างมีฝนตกในช่วงหลังล้าง 3 และ 4 วัน ในปริมาณสูงทำให้มีค่าปริมาณฝุ่นซิลท์ต่ำ ส่งผลให้ ค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ต่ำด้วย และค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 จะเพิ่มขึ้นอีกครั้งที่หลังล้าง 7 วัน ดังรูปที่ 4.14

เมื่อพิจารณา เปรียบเทียบค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ก่อนและหลังกวาดในถนนลาดหญ้าซึ่งทำความสะอาดโดยรถกวาดขนาดกลางจะมีค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ก่อนกวาดเท่ากับ 4.00 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน และหลังกวาดทันที เท่ากับ 3.11กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน ซึ่งมีค่าลดลงกว่าก่อนกวาดเท่ากับ0.89 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน

เมื่อพิจารณา เปรียบเทียบค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ก่อนและหลังล้างในถนนลาดหญ้าจะมีค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ก่อนล้างเท่ากับ 2.79 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน และหลังล้างทันที เท่ากับ 1.61 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน ซึ่งมีค่าลดลงกว่าก่อนล้างเท่ากับ 1.18 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน

2. ถนนขนาดกลาง

จากผลการทดลองเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ในถนนขนาดกลาง ในส่วนที่ทำการศึกษาที่ถนนหลังสวน และ ถนน ประชาสงเคราะห์ โดยรถกวาดขนาดต่างๆ พบว่าในถนนหลังสวน จะมีค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 อยู่ในช่วง 1.46 – 3.17 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน (เฉลี่ย 2.87 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน) ดังตารางที่ 4.28 โดยมีค่ามากที่สุด รองมาได้แก่ในถนนประชาสงเคราะห์ ซึ่งมีค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 อยู่ในช่วง 1.86 – 2.87 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน (เฉลี่ย 2.33กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน) และ ถนนบรรทัดทอง ซึ่งทำความสะอาดโดยแรงงานคนมีค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 อยู่ในช่วง 1.52 – 1.67 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน

เมื่อพิจารณา การเปลี่ยนแปลงของค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ในถนนหลังสวน โดยเมื่อพิจารณา ก่อนการกวาด , หลังกวาดทันที , หลังกวาด 1 วัน , หลังกวาด 2 วัน , หลังกวาด 4 วัน หลังกวาด 7 วัน จะมีค่าเท่ากับ 3.06 , 1.46 , 1.71 , 1.96 , 2.77 และ 3.17 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.28 โดยพบว่ามีค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ลดลงทันทีหลังการกวาดเสร็จทันที ประมาณ 2 เท่า และมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยตามเวลาจนถึงที่หลังกวาด 7 วัน

เมื่อพิจารณา การเปลี่ยนแปลงของค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ในถนนประชาสงเคราะห์ โดยเมื่อพิจารณา ก่อนการกวาด , หลังกวาดทันที , หลังกวาด 1 วัน , หลังกวาด 2 วัน , หลังกวาด 4 วัน หลังกวาด 7 วัน จะมีค่าเท่ากับ 2.87 , 1.86 , 2.02 , 2.18 , 2.27 และ 2.79 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.28โดยพบว่ามีค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ลดลงทันทีหลังการกวาดเสร็จทันที 1.01 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน หรือเกือบ 1 เท่า และมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยตามเวลาจนถึงที่หลังกวาด 7 วัน

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบ ค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ก่อนและหลังกวาดในถนนบรรทัดทอง จะมีค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ก่อนกวาดเท่ากับ 1.67 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน และหลังกวาดทันที เท่ากับ 1.52 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน ซึ่งมีค่าลดลงกว่าก่อนกวาดเท่ากับ 0.15 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน

3. ถนนขนาดเล็ก

จากผลการทดลองเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ก่อนและหลังกวาดในถนนเจริญรัถซึ่งทำความสะอาดโดยใช้รถกวาดขนาดกลางพบว่าจะ

มีค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ก่อนกวาดเท่ากับ 2.46 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน และหลังกวาดทันที เท่ากับ 1.12 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน ดังตารางที่ 4.28 ซึ่งมีค่าลดลงกว่าก่อนกวาดเท่ากับ 1.34 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ก่อนและหลังล้างในถนนเจริญรัถ พบว่า จะมีค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 ก่อนล้างเท่ากับ 1.17 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน และหลังล้าง เท่ากับ 0.49 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน ดังตารางที่ 4.28 ซึ่งมีค่าลดลงกว่าก่อนล้างเท่ากับ 0.68 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 จากถนนสายต่าง ๆ ก่อนการทำความสะอาดโดยรถกวาดแบบต่างๆ พบว่า ค่าเฉลี่ยอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM-10 ในถนนลาดหญ้ามีค่ามากที่สุด รองลงมาได้แก่ ในถนนหลังสวน, ถนนประชาสงเคราะห์, ถนนพหลโยธิน (ทำความสะอาดโดยรถกวาดขนาดใหญ่) และ ถนนเจริญรัถ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.00 , 3.06 , 2.87 , 2.70 และ 2.46 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน ตามลำดับ แสดงได้ดังรูปที่ 4.15 ทั้งนี้เมื่อนำค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM-10 ก่อนทำความสะอาดโดยการกวาดแบบต่างๆ ในถนนสายต่างๆ มาเฉลี่ยเป็นค่าเฉลี่ยอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM-10ในถนนขนาดใหญ่ , ถนนขนาดกลางและถนนขนาดเล็ก พบว่าค่าเฉลี่ยอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM-10 ในถนนขนาดใหญ่ก่อนทำความสะอาดซึ่งเฉลี่ยจากในถนนพหลโยธินกับถนนลาดหญ้าจะมีค่าเท่ากับ 3.35 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน และ ค่าเฉลี่ยอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM-10 ในถนนขนาดกลางซึ่งเฉลี่ยจากในถนนหลังสวน กับ ถนนประชาสงเคราะห์ พบว่า มีค่าเท่ากับ 2.97 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน และ ค่าเฉลี่ยอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM-10 ถนนขนาดเล็ก ซึ่งศึกษาเฉพาะการกวาดโดยรถกวาดขนาดกลางในถนนเจริญรัถ มีค่าเท่ากับ 2.46 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน ซึ่งพบว่าในถนนขนาดใหญ่ มีค่าเฉลี่ยอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM-10 ก่อนทำความสะอาด มากที่สุด ถัดมาได้แก่ ถนนขนาดกลาง และถนนขนาดเล็ก ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 จากถนนสายต่าง ๆ หลังการทำความสะอาดทันทีโดยรถกวาดแบบต่างๆ พบว่า ค่าเฉลี่ยอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM-10 ในถนนลาดหญ้ามีค่ามากที่สุด รองลงมาได้แก่ ในถนนพหลโยธิน (ทำความสะอาดโดยรถกวาดขนาดใหญ่) , ถนนประชาสงเคราะห์ , ถนนหลังสวน และ ถนนเจริญรัถ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.11 , 2.19 , 1.86 , 1.46 และ 1.12 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน ตามลำดับ แสดงได้ดังรูปที่ 4.15 ทั้งนี้เมื่อนำค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM-10 หลังทำความสะอาดทันทีโดยการกวาดแบบต่างๆ ในถนนสายต่างๆ มาเฉลี่ยเป็นค่าเฉลี่ยอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM-10ในถนนขนาดใหญ่ , ถนนขนาดกลางและถนนขนาดเล็ก พบว่าค่าเฉลี่ยอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM-10 ในถนนขนาดใหญ่หลังทำความสะอาดทันทีซึ่งเฉลี่ยจากในถนนพหล

โยธินกับถนนลาดหญ้า จะมีค่าเท่ากับ 2.65 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน และ ค่าเฉลี่ยอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM-10 ในถนนขนาดกลางซึ่งเฉลี่ยจากในถนนหลังสวน กับ ถนนประชาสงเคราะห์ พบว่า มีค่าเท่ากับ 1.66 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน และ ค่าเฉลี่ยอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM-10 ถนนขนาดเล็ก ซึ่งศึกษาเฉพาะการกวาดโดยรถกวาดขนาดกลางในถนนเจริญรัถ มีค่าเท่ากับ 1.12 กรัม PM – 10 / กิโลเมตร – คัน ซึ่งพบว่าในถนนขนาดใหญ่มีค่าเฉลี่ยอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM-10 มากที่สุด ถัดมาได้แก่ ถนนขนาดกลางและถนนขนาดเล็กตามลำดับ

4.7 ประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนน

จากการทดลองพบว่าผลประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนนเมื่อคิดจากปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนสามารถคิดได้จากสมการที่ 4.1 โดยค่าประสิทธิภาพที่คำนวณได้สำหรับการทำความสะอาด แบบต่างๆที่ใช้ในการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.29 ซึ่งจากการทดลองพบว่ามีแนวโน้มเป็นไปในทางเดียวกับเมื่อคิดจากปริมาณซิลท์ และเมื่อพิจารณาประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนนเพื่อลดฝุ่นละอองที่ฟุ้งปลิวในอากาศ ควรจะพิจารณาจากปริมาณซิลท์เนื่องจากฝุ่นซิลท์สามารถแขวนลอยในอากาศได้ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงทำการวิจารณ์ผลเฉพาะค่าประสิทธิภาพเมื่อคิดจากปริมาณซิลท์

$$\text{ประสิทธิภาพ}(\%) = \left[\frac{\text{ปริมาณฝุ่นรวมบนผิวถนนก่อนทำความสะอาด} - \text{ปริมาณฝุ่นรวมบนผิวถนนหลังทำความสะอาด}}{\text{ปริมาณฝุ่นรวมบนผิวถนนก่อนทำความสะอาด}} \right] \times 100 \quad \text{.....(4.1)}$$

ประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนน (คิดจากปริมาณซิลท์)

ผลประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนน ซึ่งคิดจากปริมาณซิลท์รวมบนผิวถนนก่อนและหลังกวาดทันที ในการทดลองครั้งที่ 1 , 2 , 3 และค่าเฉลี่ยของการทำความสะอาดโดยใช้รถกวาดขนาดใหญ่ , รถกวาดขนาดกลาง , รถกวาดขนาดเล็ก , รถล้างขนาด 6,000 ลิตร และการกวาดโดยแรงงานคน แสดงดังตารางที่ 4.30 โดยค่าประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนน ซึ่งคิดจากปริมาณซิลท์รวมบนผิวถนนคิดจาก จากสมการที่ 4.2

$$\text{ประสิทธิภาพ}(\%) = \left[\frac{\text{ปริมาณซิลท์รวมบนผิวถนนก่อนทำความสะอาด} - \text{ปริมาณซิลท์รวมบนผิวถนนหลังทำความสะอาด}}{\text{ปริมาณซิลท์รวมบนผิวถนนก่อนทำความสะอาด}} \right] \times 100 \quad \text{.....(4.2)}$$

ตารางที่ 4.29 สรุปประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนน (คิดจากปริมาณฝุ่นรวม) โดยการทำความสะอาดแบบต่าง ๆในถนนแต่ละขนาด

	ประสิทธิภาพการทำความสะอาดคิดจากปริมาณฝุ่นรวม (%)										
ขนาดถนน	ขนาดใหญ่ (6 เลน)					ขนาดกลาง (4 เลน)				ขนาดเล็ก (2 เลน)	
ถนน	พหลโยธิน			ลาดหญ้า		หลังสวน	ประชาสงเคราะห์		บรรทัดทอง	เจริญรัถ	
ชนิดการทำความสะอาด	รถกวาดขนาดใหญ่		รถล้างขนาด 6000 ลิตร	รถกวาดขนาดกลาง	รถล้างขนาด 6000 ลิตร	รถกวาดขนาดกลาง	รถกวาดขนาดเล็ก		แรงงานคน	รถกวาดขนาดกลาง	รถล้างขนาด 6000 ลิตร
ครั้งที่	ช่วงที่ฝนตก	ช่วงที่ฝนไม่ตก	ช่วงที่ฝนตก	ช่วงที่ฝนไม่ตก	ช่วงที่ฝนไม่ตก	ช่วงที่ฝนไม่ตก	ช่วงที่ฝนตก	ช่วงที่ฝนไม่ตก	ช่วงที่ฝนไม่ตก	ช่วงที่ฝนไม่ตก	ช่วงที่ฝนไม่ตก
1	-	26.49	*	36.18	56.48	73.13	61.61	-	15.04	68.9	52.59
2	14.43	-	49.44	40.56	50.8	60.78	50.15	-	12.15	61.97	64.86
3	22.83	-	47.3	35.94	56.43	56.79	-	47.98	16.67	73.98	60.54
เฉลี่ย	18.63	26.49	48.37	37.56	54.57	63.57	55.88	47.98	14.62	68.28	59.33
	21.25		**48.37**	**37.56**	**54.57**	**63.57**	**53.66**		**14.62**	**68.28**	**59.33**

ไม่นำผลมาคิดประสิทธิภาพเฉลี่ยเนื่องจากมีค่าติดลบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.30 สรุปประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนน (คิดจากปริมาณซิลท์) โดยการทำความสะอาดแบบต่าง ๆในถนนแต่ละขนาด

	ประสิทธิภาพการทำความสะอาดคิดจากปริมาณฝุ่นซิลท์(%)										
ขนาดถนน	ขนาดใหญ่ (6 เลน)					ขนาดกลาง (4 เลน)				ขนาดเล็ก (2 เลน)	
ถนน	พหลโยธิน			ลาดหญ้า		หลังสวน	ประชาสงเคราะห์		บรรทัดทอง	เจริญรัถ	
ชนิดการทำความสะอาด	รถกวาดขนาดใหญ่		รถล้างขนาด 6000 ลิตร	รถกวาดขนาดกลาง	รถล้างขนาด 6000 ลิตร	รถกวาดขนาดกลาง	รถกวาดขนาดเล็ก		แรงงานคน	รถกวาดขนาดกลาง	รถล้างขนาด 6000 ลิตร
ครั้งที่	ช่วงที่ฝนตก	ช่วงที่ฝนไม่ตก	ช่วงที่ฝนตก	ช่วงที่ฝนไม่ตก	ช่วงที่ฝนไม่ตก	ช่วงที่ฝนไม่ตก	ช่วงที่ฝนตก	ช่วงที่ฝนไม่ตก	ช่วงที่ฝนไม่ตก	ช่วงที่ฝนไม่ตก	ช่วงที่ฝนไม่ตก
1	-	36.73	*	27.27	56.98	72.15	48.35	-	6.25	70.73	50
2	24.05	-	45.00	37.78	52.63	62.65	42.59	-	11.76	64	86.36
3	24.05	-	60.87	30.25	60.27	68.97	-	53.66	21.88	76.19	73.91
เฉลี่ย	24.05	36.73	52.94	31.77	56.63	67.92	45.47	53.66	13.30	70.31	70.09
	28.28		**52.94**	**31.77**	**56.63**	**67.92**	**48.20**		**13.30**	**70.31**	**70.09**

* ไม่นำผลมาคิดประสิทธิภาพเฉลี่ยเนื่องจากมีค่าติดลบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. ถนนขนาดใหญ่

การศึกษาที่ถนนพหลโยธินโดย รถกวาดขนาดใหญ่

จากการทดลองพบว่าค่าประสิทธิภาพในการทดลองครั้งที่ 1,2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 36.73 , 24.05 และ24.05 % ตามลำดับ (เฉลี่ย 28.28 %)ดังตารางที่ 4.30 โดยพบว่าในการทดลองครั้งที่ 1 ซึ่งไม่มีฝนตกในระหว่างการทดลองจะมีค่าประสิทธิภาพสูงที่สุด (เฉลี่ย 36.73 %) ส่วนในการทดลองครั้งที่ 2 และ 3 ซึ่งมีฝนตกในระหว่างการทดลอง จะมีค่าประสิทธิภาพเท่ากัน (เฉลี่ย 24.05 %) และมีค่าต่ำกว่าในการทดลองครั้งที่ 1

การศึกษาที่ถนนพหลโยธินโดย รถล้าง

จากการทดลองพบว่าค่าประสิทธิภาพในการทดลองครั้งที่ 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 45.00 และ 60.87 % ตามลำดับ (เฉลี่ย 52.93%) ดังตารางที่ 4.30 โดยในการทดลองทั้ง 3 ครั้งมีฝนตกในระหว่างทำการทดลอง

เมื่อพิจารณาในการทดลองครั้งที่ 1 พบว่าให้ค่าประสิทธิภาพที่ได้จากทดลองมีค่าต่ำมาก (ติดลบ) ซึ่งจะไม่นำมาคิดรวมเป็นค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ ส่วนในการทดลองครั้งที่ 3 จะให้ค่าประสิทธิภาพสูงที่สุดเมื่อเทียบกับการทดลองทั้ง 2 ครั้งแรกที่กล่าวมา

การศึกษาที่ถนนลาดหญ้าโดย รถกวาดขนาดกลาง

จากการทดลองพบว่าค่าประสิทธิภาพซึ่งคำนวณจากข้อมูลปริมาณฝุ่นที่เก็บได้ก่อนและหลังการทำความสะอาดทันที ในการทดลองครั้ง 1,2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 27.27 , 37.78 และ 30.25 % ตามลำดับ (เฉลี่ย 31.77 %) ดังตารางที่ 4.30โดยพบว่าค่าประสิทธิภาพในการทดลองครั้งที่ 2 มีค่าสูงที่สุดและรองลงมาได้แก่การทดลองครั้งที่ 3 และ 1 ตามลำดับ

การศึกษาที่ถนนลาดหญ้าโดย รถล้าง

จากการทดลองพบว่าค่าประสิทธิภาพซึ่งคำนวณจากข้อมูลปริมาณฝุ่นที่เก็บได้ก่อนและหลังการทำความสะอาดทันที ในการทดลองครั้งที่ 1,2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 56.98 , 52.63 และ 60.27 % ตามลำดับ (เฉลี่ย 56.63 %) ดังตารางที่ 4.30โดยพบว่าค่าประสิทธิภาพในการทดลองครั้งที่ 3 มีค่าสูงที่สุดและรองลงมาได้แก่การทดลองครั้งที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

2. ถนนขนาดกลาง

การศึกษาที่ถนนหลังสวนโดย รถกวาดขนาดกลาง

จากการทดลองพบว่าค่าประสิทธิภาพในการทดลองครั้งที่ 1,2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 72.15 , 62.65 และ68.97 % ตามลำดับ (เฉลี่ย 67.92 %)ดังตารางที่ 4.30โดยพบว่าในการทดลองทั้ง 3 ครั้ง ไม่มีฝนตกในระหว่างทำการทดลองทำให้ค่าประสิทธิภาพที่ได้จากทดลองเป็นค่าที่สามารถใช้เป็นตัวแทนได้เหมาะสม โดยพบว่าค่าประสิทธิภาพในการทดลองครั้งที่ 1 มีค่าสูงที่สุดและรองมาเป็นการทดลองครั้งที่ 3 และ 2 ตามลำดับ

การศึกษาที่ถนนประชาสงเคราะห์โดย รถกวาดขนาดเล็ก

จากการทดลองพบว่าค่าประสิทธิภาพในการทดลองครั้งที่ 1,2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 48.35 , 42.59 และ 53.66 % ตามลำดับ (เฉลี่ย 48.20 %)ดังตารางที่ 4.30โดยพบว่าในการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 ซึ่งมีฝนตกในระหว่างการทดลอง จะมีค่าประสิทธิภาพ (เฉลี่ย 45.47 %) ต่ำกว่าในการทดลองครั้งที่ 3 (เฉลี่ย 53.66 %) ซึ่งไม่มีฝนตกในระหว่างการทดลอง เนื่องจากในการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 มีฝนตกในช่วงหลังการกวาดถนนไปแล้ว ทำให้ช่วงดังกล่าวมีปริมาณฝุ่นบนผิวถนนมีค่าต่ำเพราะถูกฝนชะล้างออกไป ส่งผลให้ค่าความชันจากสมการเส้นตรงที่ใช้ทำนายแนวโน้มการเพิ่มของปริมาณฝุ่นในการทดลองดังกล่าวมีค่าต่ำ ทำให้ค่าปริมาณฝุ่นหลังกวาดทันทีซึ่งอ่านได้จากกราฟเส้นตรงที่ใช้ทำนายแนวโน้มค่าปริมาณฝุ่น มีค่าสูง ดังรูปที่ 4.12 ทำให้ค่าที่ได้จากการคำนวณประสิทธิภาพมีค่าต่ำ

การศึกษาที่ถนนบรรทัดทองโดย แรงงานคน

จากการทดลองพบว่าค่าประสิทธิภาพซึ่งคำนวณจากข้อมูลปริมาณฝุ่นที่เก็บได้ก่อนและหลังการทำความสะอาดทันที ในการทดลองครั้งที่ 1,2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 6.25 , 11.76 และ 21.88 % ตามลำดับ (เฉลี่ย 13.30 %) ดังตารางที่ 4.30โดยพบว่าค่าประสิทธิภาพในการทดลองครั้งที่ 3 มีค่าสูงที่สุดและรองลงมาได้แก่การทดลองครั้งที่ 2 และ 1 ตามลำดับ

3. ถนนขนาดเล็ก

การศึกษาที่ถนนเจริญรัถโดย รถกวาดขนาดกลาง

จากการทดลองพบว่าค่าประสิทธิภาพซึ่งคำนวณจากข้อมูลปริมาณฝุ่นที่เก็บได้ก่อนและหลังการทำความสะอาดทันที ในการทดลองครั้งที่ 1,2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 70.73 , 64.00 และ 76.19 % ตามลำดับ (เฉลี่ย 70.31 %)ดังตารางที่ 4.30โดยพบว่าค่าประสิทธิภาพในการทดลองครั้งที่ 3 มีค่าสูงที่สุดและรองลงมาได้แก่การทดลองครั้งที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

การศึกษาที่ถนนเจริญรัถโดย รถล้าง

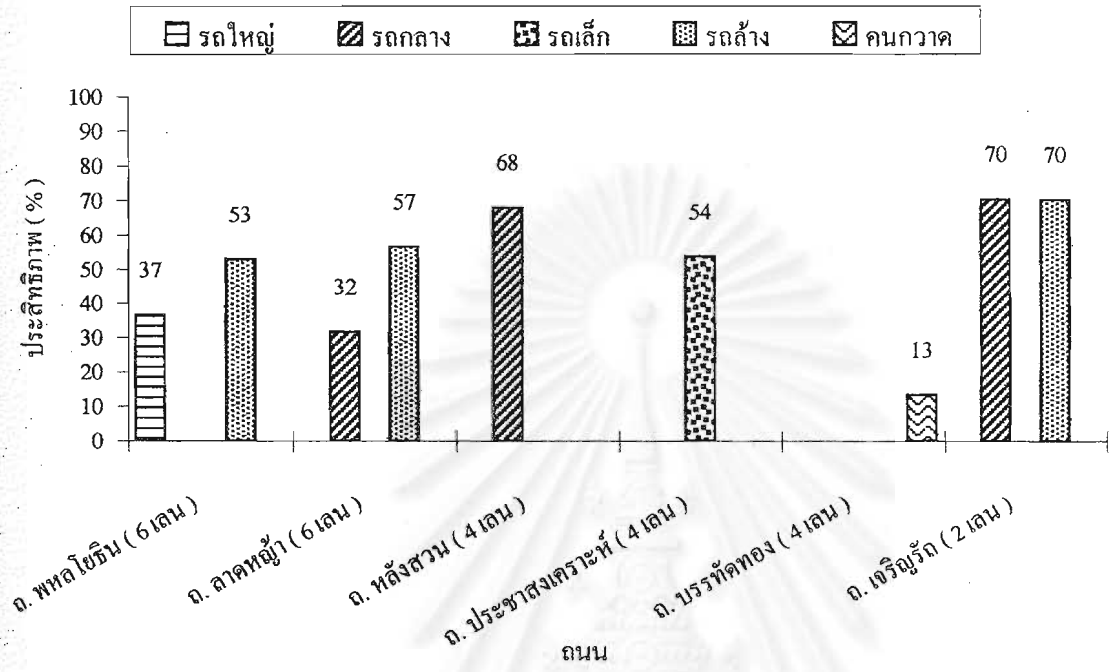
จากการทดลองพบว่าค่าประสิทธิภาพซึ่งคำนวณจากข้อมูลปริมาณฝุ่นที่เก็บได้ก่อนและหลังการทำความสะอาดทันที ในการทดลองครั้ง1,2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 50.00 , 86.36 และ 73.91 % ตามลำดับ (เฉลี่ย 70.09 %) ดังตารางที่ 4.30โดยพบว่าค่าประสิทธิภาพในการทดลองครั้งที่ 2 มีค่าสูงที่สุดและรองลงมาได้แก่การทดลองครั้งที่ 3 และ 2 ตามลำดับ

4.8 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนนโดยวิธีการทำความสะอาดแบบต่างๆ

เนื่องจากปริมาณฝุ่นละอองที่ฟุ้งปลิวและสามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศโดยทั่วไปได้จะมีขนาดเล็กกว่า 75 ไมครอน (ซิลท์) ในขณะเดียวกันปริมาณฝุ่นที่เราทำความสะอาดจะรวมฝุ่นบนผิวถนนทุกขนาด ดังนั้น ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนน จากประสิทธิภาพที่คิดจากปริมาณซิลท์ที่ลดลงโดยวิธีการทำความสะอาดแบบต่างๆ จึงมีความเหมาะสมถูกต้องและน่าสนใจมากกว่า เนื่องจากฝุ่นซิลท์สามารถแขวนลอยอยู่ในอากาศและมีผลกระทบต่อมนุษย์มากกว่าฝุ่นรวมทั้งหมดบนผิวถนน ดังนั้น ต่อจากนี้ไปจึงใช้เฉพาะผลจากประสิทธิภาพที่คำนวณจากปริมาณซิลท์ที่ลดลง

จากผลการทดลองพบว่าค่าประสิทธิภาพที่คำนวณได้จากการทำความสะอาดแต่ละแบบตามแสดงดังตารางที่ 4.30 สามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้เปรียบเทียบประสิทธิภาพได้เป็น เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพของการทำความสะอาดแบบเดียวกัน โดยให้ขนาดของถนน (จำนวนเลน) มีค่าต่างกัน ซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.16 ตามรายละเอียดในการวิจารณ์ผลดังต่อไปนี้คือ

รูปที่ 4.16 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำความสะอาดแบบต่าง ๆ ในถนนแต่ละสาย



ประสิทธิภาพเปรียบเทียบระหว่างลักษณะถนนและชนิดการทำความสะอาด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพการทำความสะอาดถนนโดยใช้แรงงานคนกวาดจะมีค่าต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับชนิดการทำความสะอาดที่ทำการศึกษาทั้งหมดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 6.25 – 21.88 % หรือเฉลี่ยเท่ากับ 13.30 % ดังตารางที่ 4.30 แต่เนื่องจากการกวาดโดยใช้แรงงานคนมุ่งเน้นในการเก็บกวาดขยะมูลฝอยชิ้นขนาดใหญ่มากกว่า นอกจากนี้พนักงานกวาดถนนยังมีภาระหน้าที่ในการดูแลต้นไม้ริมถนน จึงมีความจำเป็นในการใช้แรงงานคนกวาด แม้ว่าจะมีประสิทธิภาพต่ำในการลดฝุ่น

<u>เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพของการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดต่าง ๆในถนนที่มีขนาดต่างกัน</u>

จากผลการทดลองทำความสะอาดโดยใช้รถกวาดขนาดต่างในถนนสายต่างๆที่ทำการศึกษา โดยในเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการทำความสะอาดถนน ใน ถนนขนาดใหญ่ (ถนน 6 เลน) ซึ่งทำการศึกษาในถนนพหลโยธิน และ ในถนนลาดหญ้า พบว่าในถนนพหลโยธินซึ่งมีค่าประสิทธิภาพอยู่ในช่วง 24.05 – 36.73 % หรือ เฉลี่ยเท่ากับ 28.28 % ดังตารางที่ 4.30 และจะมีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพใกล้เคียงกับในถนนลาดหญ้า ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพอยู่ในช่วง 27.27 – 37.78 % หรือ เฉลี่ยเท่ากับ 31.77 % โดยมีค่าน้อยกว่าอยู่เท่ากับ3.49 % ส่วนเมื่อพิจารณาในถนนขนาดกลาง (ถนน 4 เลน) ซึ่งทำการศึกษาในถนนหลังสวน และ ถนนประชาสงเคราะห์ พบว่าในถนนหลังสวน ซึ่งไม่มีฝนตกในการทดลองทั้ง 3 ครั้งให้ค่าประสิทธิภาพการทำความสะอาดอยู่ในช่วง 62.65 – 72.15 % หรือ เฉลี่ยเท่ากับ 67.92 % โดยจะมีค่ามากกว่าในถนนประชาสงเคราะห์ ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพอยู่ในช่วง 42.59 - 53.66 % หรือ เฉลี่ยเท่ากับ 48.20 % อยู่เท่ากับ 19.72 % ส่วนเมื่อพิจารณาในถนนขนาดเล็ก (ถนน 2 เลน) ซึ่งทำการศึกษาในถนนเจริญรัถ พบว่าให้ค่าประสิทธิภาพการทำความสะอาดอยู่ในช่วง 64 - 76.19 % หรือ เฉลี่ยเท่ากับ 70.31 %ซึ่งมีค่าสูงที่สุดสำหรับการทำความสะอาดโดยรถกวาดทั้งหมดที่กล่าวมาในถนนทั้ง 3 ขนาด

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบประสิทธิภาพเฉลี่ยในแต่ละขนาดถนนของถนนทั้ง 3 ขนาดที่กล่าวมาข้างต้นซึ่งทำการกวาดเฉพาะเลนในของ 2 ฟากถนน พบว่าค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการทำความสะอาดในถนนขนาดเล็ก มีค่ามากที่สุดโดยมี่ค่าเท่ากับ 70.31% รองลงมาเป็น ถนนกลาง และในถนนใหญ่ ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพเท่ากับ 58.06 และ 30.03% ตามลำดับ แสดงให้เห็นได้ว่าจำนวนเลนของถนนมีผลต่อประสิทธิภาพในการทำความสะอาดได้ ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่ในการกวาดเมื่อเทียบกับพื้นที่ทั้งหมด ของถนนแต่ละสายมีค่าไม่เท่ากัน ทำให้การคงเหลือของปริมาณฝุ่นในถนนไม่เท่ากันโดยพบว่าถ้ากวาดในถนนที่มีจำนวนเลนมากมีพื้นที่สูงจะมีปริมาณฝุ่นคงเหลือมากกว่าการกวาดในถนนที่มีเลนน้อย (กวาดและดูดฝุ่นได้คลุมพื้นที่มากกว่าซึ่งมีปริมาณฝุ่นคงเหลือ

น้อย) ส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพมีค่าต่างกันด้วย โดยจำนวนเลนมากจะมีพื้นที่สูงและให้ค่าประสิทธิภาพต่ำกว่าถนนที่มีจำนวนเลนน้อย

<u>เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพของการทำความสะอาดแบบใช้การล้างในถนนที่มีขนาดต่างกัน</u>

จากผลการทดลองเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนนขนาดต่างๆที่ทำการศึกษา โดยใช้รถล้างขนาด 6000 ลิตร พบว่าในถนนขนาดใหญ่ซึ่งทำการศึกษาในถนนพหลโยธินมีค่าประสิทธิภาพการทำความสะอาดอยู่ในช่วง 45 – 60.87 % หรือ เฉลี่ยเท่ากับ 52.94 % ส่วนในถนนลาดหญ้ามีค่าประสิทธิภาพอยู่ในช่วง 52.63 – 60.27 %หรือเฉลี่ยเท่ากับ 56.63 % ดังตารางที่ **4.30** ซึ่งพบว่าค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการทำความสะอาดโดยการล้างของถนนลาดหญ้าจะมีค่าใกล้เคียงกับในถนนพหลโยธินโดยมีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพสูงกว่าถนนพหลโยธินเท่ากับ 3.69%ส่วนเมื่อพิจารณาในถนนขนาดเล็กซึ่งทำการศึกษาในถนนเจริญรัถพบว่ามีค่าประสิทธิภาพการล้างอยู่ในช่วง 50 – 86.36 % หรือเฉลี่ยเท่ากับ 70.09 %

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมของประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนนขนาดใหญ่ที่เกิดจากการนำค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนนลาดหญ้าและถนนพหลโยธิน พบว่ามีค่าเท่ากับ 54.79 % ซึ่งพบว่ามีค่าน้อยกว่าในถนนขนาดเล็กซึ่งค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพเท่ากับ 70.09 %อยู่เท่ากับ 15.3 % ทั้งนี้แสดงให้เห็นได้ว่าประสิทธิภาพในการล้างถนนจะมีค่าขึ้นกับขนาดถนนด้วย เนื่องจากสาเหตุเดียวกับการกวาดกล่าวคือ การล้างถนนจะทำการล้างเฉพาะบริเวณ 2 เลนถนนด้านในใกล้กับทางเดินเท้า ในกรณีที่ถนนมีขนาดใหญ่จะมีพื้นที่ ๆไม่ได้ทำการล้างคงเหลือมากกว่าส่งผลให้ปริมาณฝุ่นที่คงค้างหลังทำความสะอาดมีค่าสูงทำให้ค่าประสิทธิภาพต่ำกว่าในถนนขนาดเล็กที่มีพื้นที่ในการล้างมากกว่าและมีปริมาณฝุ่นคงเหลือน้อยกว่าทำให้ค่าประสิทธิภาพสูงกว่า

<u>เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพของการทำความสะอาดโดยใช้รถกวาดและรถล้างในถนนเส้นเดียวกัน</u>

จากผลการทดลองเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนนโดยใช้รถกวาดและรถล้าง พบว่า ในถนนขนาดใหญ่ซึ่งทำการศึกษาในถนนพหลโยธินให้ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนนโดยใช้รถกวาดขนาดใหญ่ (มีค่าเท่ากับ 28.28 %) น้อยกว่าค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพโดยใช้รถล้างซึ่ง (มีค่าเท่ากับ 52.94%) อยู่เท่ากับ 24.66 % ส่วนในถนนลาดหญ้าให้ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนนโดยใช้รถกวาดขนาดกลาง (มีค่าเท่ากับ 31.77 %) น้อยกว่าค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพโดยใช้รถล้าง (มีค่าเท่ากับ56.63 %) เช่นกันโดยมีค่าน้อยกว่าอยู่เท่ากับ 24.86 % ดังตารางที่ 4.30 ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าในถนนขนาดใหญ่จะให้ค่าประ

สิทธิภาพในการทำความสะอาดถนนโดยใช้รถล้างสูงกว่าค่าประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนนโดยใช้รถกวาดถึงประมาณเกือบ 1 เท่าตัว

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนนโดยใช้รถกวาดและรถล้าง ในถนนขนาดเล็กซึ่งทำการศึกษาในถนนเจริญรัถพบว่าให้ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนนโดยใช้รถกวาดขนาดกลาง(มีค่าเท่ากับ 70.31 %) ใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพโดยใช้รถล้าง(มีค่าเท่ากับ70.09 %) โดยประสิทธิภาพการทำความสะอาดถนนโดยใช้รถกวาดจะมีค่าสูงกว่าโดยใช้รถล้างอยู่เท่ากับ 0.22 % แสดงให้เห็นได้ว่าในถนนขนาดเล็กจะให้ค่าประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนนโดยใช้รถล้างใกล้เคียงกับค่าประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนนโดยใช้รถกวาด

การวิจารณ์ผลประสิทธิภาพครั้งนี้จะเปรียบเทียบประสิทธิภาพเฉพาะในการทำความสะอาดแบบที่มีการศึกษาได้เท่านั้น ในส่วนที่ไม่มีการศึกษาจะไม่พูดถึงเช่น การกวาดด้วยรถขนาดเล็กในถนนประชาสงเคราะห์ และ การกวาดด้วยรถขนาดกลางในถนนหลังสวน จะไม่ได้ทำการศึกษาการล้างจึงไม่สามารถกล่าวได้ ส่วน การกวาดโดยแรงงานคนในถนนบรรทัดทอง ซึ่งการทำความสะอาด เฉพาะแบบดังกล่าวเท่านั้นไม่มีการทำแบบอื่นจึงไม่กล่าวถึง

4.9 เปรียบเทียบปริมาณฝุ่นซิลท์คงเหลือบนผิวถนนหลังการทำความสะอาดในถนนแต่ละสาย

<u>เปรียบเทียบค่าปริมาณฝุ่นซิลท์คงเหลือบนผิวถนนขนาดใหญ่ กลางและเล็กโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดและแรงงานคน</u>

เมื่อพิจารณาปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนแต่ละสายที่ทำการศึกษาพบว่ามีความแตกต่างกันทั้งในช่วงก่อนการทำความสะอาดและหลังการทำความสะอาด โดยในช่วงก่อนทำความสะอาดปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนในแต่ละถนนมีความแตกต่างกันเนื่องมาจากลักษณะเฉพาะของปริมาณฝุ่นซิลท์ในแต่ละถนน และลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา ดังที่กล่าวในหัวข้อที่ 4.1 ส่วนในช่วงหลังการทำความสะอาด ปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนในแต่ละถนนจะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการทำความสะอาด และปริมาณฝุ่นซิลท์ที่มีอยู่ในแต่ละถนนก่อนทำความสะอาด กล่าวคือที่ประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนนเท่ากันในถนนที่มีปริมาณฝุ่นซิลท์ก่อนทำความสะอาดมากกว่าก็จะมีฝุ่นคงค้างที่มากด้วย ซึ่งจากการทดลองพบว่าค่าประสิทธิภาพในถนนที่ทำการศึกษาโดยการกวาดแบบใช้แรงงานคนให้ค่าประสิทธิภาพต่ำสุด เมื่อเทียบกับวิธีทำความสะอาดแบบอื่นและแตกต่างกันมากระหว่างรถกวาดขนาดต่างๆ สาเหตุอาจเนื่องมาจากความกว้างและขนาดถนน โดยรถกวาดขนาด

ใหญ่จะใช้กับถนนขนาดใหญ่ ในขณะที่รถกวาดขนาดกลางและรถกวาดขนาดเล็ก จะใช้กับถนนขนาด 4 เลน ลงมา นอกจากนี้การกวาดและการดูดฝุ่น จะกวาดเฉพาะขอบถนนของช่องทางด้านนอกเท่านั้น ดังนั้นถนนขนาดใหญ่ จะมีบริเวณถนนที่ไม่ถูกกวาดและดูดฝุ่นเป็นบริเวณที่มากกว่า จึงมีประสิทธิภาพต่ำกว่าถนนขนาดกลางและถนนขนาดเล็ก เมื่อเปรียบเทียบการทำความสะอาดโดยการกวาดในถนนแต่ละขนาดพบว่า ในถนนขนาดเล็กจะมีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดสูงที่สุดรองลงมาได้แก่ในถนนขนาดกลางและถนนขนาดใหญ่ตามลำดับ โดยความแตกต่างของประสิทธิภาพเนื่องจากขนาดของรถจะไม่มีผลแสดงแตกต่างกันเป็นนัยสำคัญ โดยพบว่าในถนนขนาดใหญ่ได้แก่ในถนนพหลโยธินจะมีปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนหลังการกวาดทันทีอยู่ในช่วง 0.31 – 0.60 กรัมต่อตารางเมตร (เฉลี่ย 0.50 กรัมต่อตารางเมตร) ดังตารางที่ 4.31 ซึ่งต่ำกว่าในถนนลาดหญ้าที่มีปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนหลังการกวาดทันทีอยู่ในช่วง 0.83 – 0.88 กรัมต่อตารางเมตร (เฉลี่ย 0.85 กรัมต่อตารางเมตร)โดยมีสาเหตุจากความแตกต่างของปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนก่อนกวาดและค่าประสิทธิภาพในการลดฝุ่นที่แตกต่างกันทำให้ปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนที่คงค้างแตกต่างกันไป ส่วนในถนนขนาดกลางซึ่งทำการศึกษาในถนน 3 สายได้แก่ ถนนประชาสงเคราะห์ ซึ่งมีปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนหลังการกวาดทันทีอยู่ในช่วง 0.31 – 0.47 กรัมต่อตารางเมตร (เฉลี่ย 0.39 กรัมต่อตารางเมตร) ซึ่งมีค่ามากที่สุด ถัดมาได้แก่ในถนนบรรทัดทอง และ ถนนหลังสวน ซึ่งมีปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนน หลังการกวาดทันที อยู่ในช่วง 0.25 – 0.30 กรัมต่อตารางเมตร (เฉลี่ย 0.28 กรัมต่อตารางเมตร) และ 0.22 – 0.31 กรัมต่อตารางเมตร (เฉลี่ย 0.27 กรัมต่อตารางเมตร) ตามลำดับ ส่วนในถนนขนาดเล็กซึ่งทำการศึกษาในถนนเจริญรัถมีค่าปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนน หลังการกวาดทันทีอยู่ในช่วง 0.12 – 0.27 กรัมต่อตารางเมตร (เฉลี่ย 0.18 กรัมต่อตารางเมตร)

<u>เปรียบเทียบค่าปริมาณฝุ่นซิลท์คงเหลือบนผิวถนนใหญ่ กลางและเล็กโดยการทำความสะอาดแบบใช้การล้าง</u>

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบ ปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนหลังการล้างทันที ซึ่งทำการศึกษาในถนนขนาดใหญ่และถนนขนาดเล็ก ซึ่งในถนนขนาดใหญ่ ได้แก่ ถนนพหลโยธินจะมีปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนหลังการล้างทันทีอยู่ในช่วง 0.09 – 0.11 กรัมต่อตารางเมตร (เฉลี่ย 0.10 กรัมต่อตารางเมตร) ดังตารางที่ 4.30 ซึ่งมีประสิทธิภาพการล้างน้อยกว่า ในถนนลาดหญ้าซึ่งมีปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนหลังล้างทันทีอยู่ในช่วง 0.27 – 0.37 กรัมต่อตารางเมตร(เฉลี่ย 0.29 กรัมต่อตารางเมตร) ซึ่งมีค่าน้อยกว่าในถนนพหลโยธินเนื่องจาก ความแตกต่างของประสิทธิภาพและค่าปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนก่อนการล้าง ส่วนในถนนขนาดเล็ก ซึ่งทำการศึกษาในถนนเจริญรัถซึ่งมีค่าประสิทธิภาพในการล้างมากที่สุด เนื่องจากถนนมีลักษณะแคบทำให้มีพื้นที่ทำความสะอาดได้มาก โดยมีค่า

ตารางที่ 4.31 ปริมาณฝุ่นซิลท์ก่อนและหลังการทำความสะอาดทันทีโดยการทำความสะอาดแบบต่าง ๆ ในถนนแต่ละสาย

	ปริมาณฝุ่นซิลท์ (กรัม/ตร.ม.)											
ขนาดถนน	ใหญ่ (6 เลน)				กลาง (4 เลน)						เล็ก (2 เลน)	
ถนน (รถกวาด)	พหลโยธิน (รถใหญ่)		ลาดหญ้า (รถกลาง)		หลังสวน (รถกลาง)		ประชาสงเคราะห์ (รถเล็ก)		บรรทัดทอง (คนกวาด)		เจริญรัถ (รถกลาง)	
	ช่วง	เฉลี่ย	ช่วง	เฉลี่ย	ช่วง	เฉลี่ย	ช่วง	เฉลี่ย	ช่วง	เฉลี่ย	ช่วง	เฉลี่ย
ก่อนกวาด	0.49 –0.79	0.69	1.19 – 1.35	1.25	0.79 – 0.87	0.83	0.54 – 0.91	0.76	0.32 – 0.34	0.33	0.41 – 0.75	0.60
หลังกวาด	0.31 – 0.60	0.50	0.83 – 0.88	0.85	0.22 – 0.31	0.27	0.31 – 0.47	0.39	0.25 – 0.30	0.28	0.12 – 0.27	0.18
ก่อนล้าง	0.11 – 0.23	0.18	0.57 – 0.86	0.72	-	-	-	-	-	-	0.12 – 0.23	0.19
หลังล้าง	0.09 – 0.11	0.10	0.27 – 0.37	0.29	-	-	-	-	-	-	0.03 – 0.06	0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนหลังการล้างทันทีอยู่ในช่วง 0.03 – 0.06 กรัมต่อตารางเมตร (เฉลี่ย 0.05 กรัมต่อตารางเมตร)

<u>เปรียบเทียบค่าปริมาณฝุ่นซิลท์คงเหลือบนถนนแต่ละสายโดยการทำความสะอาดแบบการกวาดและการล้างในแต่ละถนน</u>

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นซิลท์คงเหลือบนผิวถนน หลังการทำความสะอาดในถนนพหลโยธินระหว่างการล้างและการกวาดพบว่าการล้างจะให้ค่าปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนหลังการล้างทันทีอยู่ในช่วง 0.09 – 0.11 กรัมต่อตารางเมตร หรือ เฉลี่ย 0.10 กรัมต่อตารางเมตร ซึ่งต่ำกว่าโดยการกวาดซึ่งมีค่าปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนหลังการกวาดทันทีอยู่ในช่วงอยู่ในช่วง 0.31 – 0.60 กรัมต่อตารางเมตร หรือ เฉลี่ย 0.50 กรัมต่อตารางเมตร ดังตารางที่ 4.30 ทั้งนี้เนื่องจากความแตกต่างของประสิทธิภาพในการทำความสะอาดและค่าปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนก่อนทำความสะอาดที่มีค่าต่ำเนื่องจากอยู่ในฤดูฝน

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นซิลท์คงเหลือบนผิวถนน หลังการทำความสะอาดในถนนลาดหญ้าระหว่างการล้างและการกวาดพบว่าการล้างจะให้ค่าปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนหลังการล้างทันทีอยู่ในช่วง 0.27 – 0.37 กรัมต่อตารางเมตร หรือ เฉลี่ย 0.29 กรัมต่อตารางเมตร ซึ่งต่ำกว่าโดยการกวาดซึ่งมีค่าปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนหลังการกวาดทันทีอยู่ในช่วงอยู่ในช่วง 0.83 – 0.88 กรัมต่อตารางเมตร หรือ เฉลี่ย 0.85 กรัมต่อตารางเมตร ดังตารางที่ 4.30 เนื่องจากค่าปริมาณฝุ่นซิลท์ก่อนการล้างจะเป็นค่าปริมาณฝุ่นหลังการกวาดมาแล้วทำให้มีค่าต่ำประกอบกับประสิทธิภาพการล้างมีค่าสูงกว่าการกวาด

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าฝุ่นซิลท์บนผิวถนน หลังการทำความสะอาดทันทีโดยการล้างและกวาดในถนนเจริญรัถระหว่างการล้างและการกวาดพบว่าการล้างจะให้ค่าปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนหลังการล้างทันทีอยู่ในช่วง 0.03 – 0.06 กรัมต่อตารางเมตร หรือ เฉลี่ย 0.05 กรัมต่อตารางเมตร ซึ่งต่ำกว่าโดยการกวาดซึ่งมีค่าปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนหลังการกวาดทันทีอยู่ในช่วงอยู่ในช่วง 0.12 – 0.27 กรัมต่อตารางเมตร หรือ เฉลี่ย 0.18 กรัมต่อตารางเมตร ดังตารางที่ 4.30 เนื่องจากค่าปริมาณฝุ่นซิลท์ก่อนการล้างจะเป็นค่าปริมาณฝุ่นหลังการกวาดมาแล้วทำให้มีค่าต่ำประกอบกับประสิทธิภาพการล้างมีค่าสูงกว่าการกวาด เป็นสาเหตุเดียวกับในถนนลาดหญ้า

4.10 ความถี่ที่เหมาะสมในการทำความสะอาดถนนเพื่อควบคุมและลดปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนให้มีปริมาณคงที่เท่าเดิม

ผลการทดลองเนื่องจากปริมาณฝุ่นละอองที่ฟุ้งปลิวและสามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศโดยทั่วไปได้ จะมีขนาดเล็กกว่า 75 ไมครอน (ซิลท์) ดังนั้นในการศึกษาการเพิ่มของฝุ่นละอองในถนนที่ทำการศึกษาจำนวน 4 สาย สำหรับการทำความสะอาดโดยใช้รถกวาดขนาดใหญ่ , กลาง , เล็ก และการล้างถนน ในช่วงที่มีฝนตกและไม่มีฝนตก เพื่อนำไปทำนาย ความถี่ที่เหมาะสมในการทำความสะอาดถนนเพื่อลดปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนในสายนั้นๆ สำหรับการทำความสะอาดเฉพาะแบบ จึงพิจารณาเฉพาะในส่วนของปริมาณซิลท์

จากการนำผลอัตราการเพิ่มของฝุ่นละออง(ฝุ่นซิลท์) ซึ่งได้จากค่าความชันในสมการแสดงการเพิ่มของฝุ่นหลังการทำความสะอาดที่คำนวณได้ คิดเป็นอัตราการเพิ่มต่อวัน สำหรับการทำความสะอาดแต่ละแบบที่ทำการศึกษาการเพิ่มของฝุ่นละออง ตามในหัวข้อ 4.5 ประกอบกับการนำค่าประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนน และ ปริมาณฝุ่นก่อนการทำความสะอาดถนน ในการทดลองทำความสะอาดแต่ละแบบมาคำนวณ ปริมาณฝุ่นละอองที่ลดลงได้ในแต่ละครั้งที่ทำความสะอาดของการทำความสะอาดแต่ละแบบ ทั้งหมดคิดแบ่งเป็นในช่วงการทดลองที่มีฝนตกและช่วงที่ไม่มีฝนตก สามารถนำมาเทียบความถี่ที่เหมาะสมในการลดฝุ่นละอองของการทำความสะอาดแต่ละแบบในช่วงที่มีฝนตกและฝนไม่ตกได้ โดยสามารถทำนายว่าปริมาณฝุ่นที่เพิ่มขึ้นมาต้องใช้เวลากี่วันถึงจะเท่ากับฝุ่นที่ลดลงได้ต่อการทำความสะอาด 1 ครั้ง ทำให้รู้ว่าควรจะเริ่มทำความสะอาดอีกครั้งเมื่อเวลาผ่านไปแล้วกี่วัน ดังตารางที่ 4.32

วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลองพบว่าความถี่ที่เหมาะสมในการทำความสะอาดถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดใหญ่ ,กลาง และ เล็ก มีค่าเท่ากับ 3 , 6 และ 8 วัน ตามลำดับเมื่อคิดในช่วงที่ฝนไม่ตกในระหว่างการทดลอง ดังตารางที่ 4.32

ผลการทดลองพบว่าความถี่ที่เหมาะสมในการทำความสะอาดถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดใหญ่ , เล็ก และ การล้าง มีค่าเท่ากับ 10 , 9 และ 8 วัน ตามลำดับเมื่อคิดในช่วงที่ฝนตกในระหว่างการทดลอง ดังตารางที่ 4.32

ผลการทดลองเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบในช่วงที่ไม่มีฝนตกในระหว่างการทดลองโดยการทำความสะอาดแบบต่างๆ พบว่ารถกวาดขนาดเล็กจะมีจำนวนวันที่นานที่สุด(ความถี่ในการทำความสะอาดน้อยที่สุด) และต่อไปได้แก่ รถกวาดขนาดกลาง และ ขนาดใหญ่ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากรถกวาดขนาดเล็ก ซึ่งทำการศึกษาในถนนขนาดกลางให้ประสิทธิภาพในการลดปริมาณฝุ่น

ซิลท์สูงเมื่อเทียบกับถนนเส้นอื่นประกอบกับมีอัตราการเพิ่มของฝุ่นละอองบนผิวถนนที่ทำการศึกษาอยู่ในอัตราที่ต่ำที่สุดเมื่อคิดในช่วงที่ไม่มีฝนตกในระหว่างการทดลอง โดยมีค่าเท่ากับ 0.062 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ในตารางที่ 4.32

เมื่อพิจารณาในช่วงที่มีฝนตกในระหว่างการทดลองโดยการทำความสะอาดแบบต่างๆ พบว่ารถกวาดขนาดใหญ่จะมีจำนวนวันที่นานที่สุด (ความถี่ในการทำความสะอาดน้อยที่สุด) และต่อไปได้แก่ รถกวาดขนาดเล็ก และ การล้าง ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาการทำความสะอาดชนิดเดียวกัน กรณีใช้รถกวาดขนาดใหญ่ พบว่าในช่วงที่มีฝนตกในระหว่างการทดลองจะใช้เวลานานกว่าช่วงที่ไม่มีฝนตกในระหว่างการทดลองถึงจะเริ่มทำการกวาดอีกครั้ง โดยใช้เวลานานกว่าถึง 7 วัน ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงที่มีฝนตกในระหว่างการทดลองจะช่วยชะล้างลดฝุ่นละอองบนผิวถนนได้ทางหนึ่งทำให้ลดความถี่ในการทำความสะอาดลงได้ และเมื่อพิจารณาการทำความสะอาดชนิดเดียวกัน กรณีใช้รถกวาดขนาดเล็กพบว่าในช่วงที่มีฝนตกในระหว่างการทดลองจะใช้เวลานานกว่า ช่วงที่ไม่มีฝนตกในระหว่างการทดลองถึงจะเริ่มทำการกวาดอีกครั้งเช่นกัน โดยใช้เวลานานกว่าเพียง 1 วัน ทั้งนี้เนื่องจากสาเหตุเดียวกับรถกวาดขนาดใหญ่เช่นกัน

เมื่อพิจารณาการทำความสะอาดถนนขนาดต่างๆในช่วงที่ไม่มีฝนตกในระหว่างการทดลอง พบว่าค่าเฉลี่ยของความถี่ในการทำความสะอาดถนน ในถนนขนาดใหญ่ซึ่งเท่ากับความถี่ในการทำความสะอาดโดยใช้รถกวาดขนาดใหญ่ในถนนพหลโยธิน ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.32 พบว่ามีค่าเท่ากับ 3 วัน/ครั้ง ซึ่งน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของความถี่ในการทำความสะอาดถนน ในถนนขนาดกลาง ซึ่งเฉลี่ยจากความถี่ในการทำความสะอาดโดยใช้รถกวาดขนาดกลางในถนนหลังสวนกับความถี่ในการทำความสะอาดโดยใช้รถกวาดขนาดเล็กในถนนประชาสงเคราะห์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 7 วัน/ครั้ง

เมื่อพิจารณาการทำความสะอาดถนนขนาดต่างๆในช่วงที่มีฝนตกในระหว่างการทดลอง พบว่าค่าเฉลี่ยของความถี่ในการทำความสะอาดถนน ในถนนขนาดใหญ่ซึ่งเท่ากับความถี่ในการทำความสะอาดโดยใช้รถกวาดขนาดใหญ่ในถนนพหลโยธิน ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.32 พบว่ามีค่าเท่ากับ 10 วัน/ครั้ง ซึ่งมากกว่าค่าเฉลี่ยของความถี่ในการทำความสะอาดถนน ในถนนขนาดกลางซึ่งเท่ากับความถี่ในการทำความสะอาดโดยใช้รถกวาดขนาดเล็กในถนนประชาสงเคราะห์มีค่าเท่ากับ 9 วัน/ครั้ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.32 ปริมาณและอัตราการเพิ่มของฝุ่นซิลท์และความถี่ที่เหมาะสมในการทำความสะอาด

ตัวอย่าง	ปริมาณฝุ่นที่เพิ่มขึ้น(กรัม/ตร.ม.)คิดจากสมการการเพิ่มของปริมาณฝุ่น							
	ถนนขนาดใหญ่				ถนนขนาดกลาง			
	รถกวาดขนาดใหญ่ (ถ. พหลโยธิน)		รถล้างขนาด 6000 ลิตร (ถ. พหลโยธิน)		รถกวาดขนาดกลาง (ถ. หลังสวน)		รถกวาดขนาดเล็ก (ถ. ประชาสงเคราะห์)	
	ช่วงฝนไม่ตก	ช่วงฝนตก	ช่วงฝนไม่ตก	ช่วงฝนตก	ช่วงฝนไม่ตก	ช่วงฝนตก	ช่วงฝนไม่ตก	ช่วงฝนตก
หลังกวาด 1 วัน	0.065	0.019	_	0.017	0.094	_	0.062	0.038
หลังกวาด 2 วัน	0.130	0.038	_	0.034	0.187	_	0.125	0.077
หลังกวาด 3 วัน	**0.194**	0.058	_	0.050	0.281	_	0.187	0.115
หลังกวาด 4 วัน	0.259	0.077	_	0.067	0.374	_	0.250	0.154
หลังกวาด 5 วัน	0.324	0.096	_	0.084	0.468	_	0.312	0.192
หลังกวาด 6 วัน	0.389	0.115	_	0.101	**0.562**	_	0.374	0.230
หลังกวาด 7 วัน	0.454	0.134	_	0.118	0.655	_	0.437	0.269
หลังกวาด 8 วัน	0.518	0.154	_	**0.134**	0.749	_	**0.499**	0.307
หลังกวาด 9 วัน	0.583	0.173	_	0.151	0.842	_	0.562	**0.346**
หลังกวาด 10 วัน	0.648	**0.192**	_	0.168	0.936	_	0.624	0.384
หลังกวาด 11 วัน	0.713	0.211	_	0.185	1.030	_	0.686	0.422
อัตราการเพิ่มของฝุ่นซิลท์ (กรัม/ตร.ม./วัน)	0.065	0.019	_	0.017	0.094	_	0.062	0.038
ปริมาณซิลท์เริ่มต้น (กรัม/ตร.ม.)	0.49	0.79	_	0.22	0.83	_	0.82	0.73
ประสิทธิภาพการทำความสะอาด (%)	36.73	24.05	_	52.94	67.92	_	53.66	45.47
ปริมาณฝุ่นที่ลดได้ (กรัม/ตร.ม.)	**0.18**	**0.19**	_	**0.12**	**0.56**	_	**0.44**	**0.33**
ความถี่ที่เหมาะสมในการทำความสะอาด (วัน/ครั้ง)	**3**	**10**	_	**8**	**6**	_	**8**	**9**

4.11 การกระจายของฝุ่นละอองบนผิวถนนที่ขนาดใหญ่กว่า 75 ไมครอน

จากการทดลองวัดการกระจายขนาดของฝุ่นละอองบนผิวถนนจากตัวอย่างฝุ่นละอองที่เก็บมาได้โดยวิธีการร่อนผ่านตะแกรงคัดแยกขนาด (ทำ Sieve Analysis) ก่อนและหลังการทำความสะอาดโดยวิธีการต่าง ๆ ในถนนที่ทำการศึกษา ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.17 ถึง 4.25 โดยมีค่าขนาดของฝุ่นละอองที่ ปริมาณสะสม 50 เปอร์เซ็นต์ (เปอร์เซ็นต์ความละเอียดมากกว่า 50 %ของตัวอย่างฝุ่นทั้งหมด) แสดงดังตารางที่ 4.33

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. ถนนขนาดใหญ่

การศึกษาการในถนนพหลโยธินโดยใช้รถกวาดขนาดใหญ่

ผลการทดลองวัดการกระจายขนาดของฝุ่นละอองบนผิวถนนบริเวณถนนพหลโยธิน ก่อนและหลังการทำความสะอาด 1,2,4 และ 7 วัน แสดงดังรูปที่ 4.17โดยการกระจายขนาดของฝุ่นละอองทั้ง 5 ตัวอย่างมีแนวโน้มการกระจายขนาดคล้ายคลึงกัน ขนาดของฝุ่นละอองที่ปริมาณสะสม 50 เปอร์เซ็นต์ (เปอร์เซ็นต์ความละเอียดมากกว่า 50 %ของตัวอย่างฝุ่นทั้งหมด) ก่อนการกวาดมีค่าเท่ากับ 0.252 มิลลิเมตร และที่หลังการกวาด 1,2,4 และ 7 วัน มีค่าเท่ากับ 0.215 , 0.234 , 0.244 และ 0.259 มิลลิเมตร ตามลำดับดังตารางที่ 4.33 โดยพบว่าขนาดของฝุ่นละอองที่ปริมาณสะสม 50 เปอร์เซ็นต์จะมีค่าขนาดเล็กลงในช่วงหลังกวาด 1 วันและจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเรื่อย ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าฝุ่นละอองบนผิวถนนที่ทำความสะอาดลดลงไปได้ส่วนใหญ่จะเป็นฝุ่นที่มีขนาดใหญ่และในทำนองเดียวกันฝุ่นละอองบนผิวถนนที่เพิ่มขึ้นก็มาจากฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ด้วย ทำให้ขนาดฝุ่นลดลงในช่วงแรกและเพิ่มขึ้นในช่วงท้ายการทดลองนั่นเอง

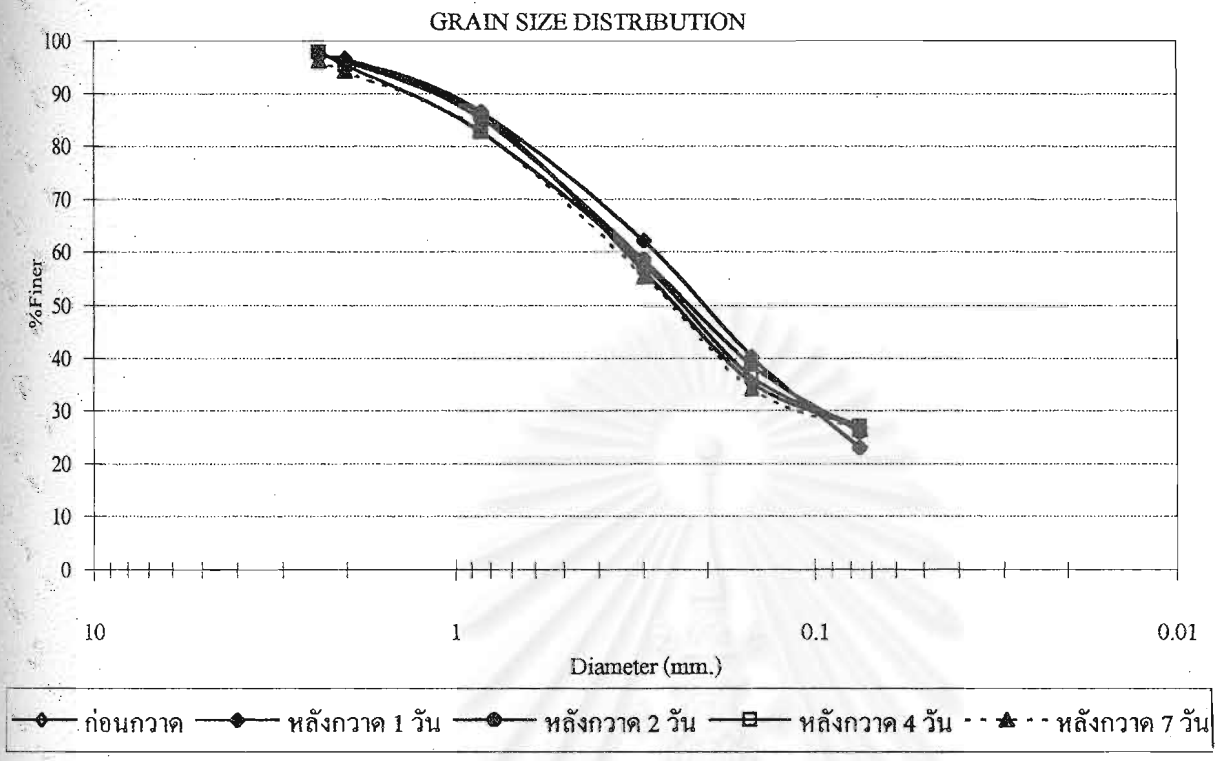
การศึกษาในถนนลาดหญ้าโดยใช้รถกวาดขนาดกลาง

ผลการทดลองวัดการกระจายขนาดของฝุ่นละอองบนผิวถนนบริเวณถนนลาดหญ้า ก่อนและหลังการทำความสะอาดทันที แสดงดังรูปที่ 4.18 โดยการกระจายขนาดของฝุ่นละอองทั้ง 2 ตัวอย่างมีแนวโน้มการกระจายขนาดคล้ายคลึงกัน ขนาดของฝุ่นละอองที่ปริมาณสะสม 50 เปอร์เซ็นต์ (เปอร์เซ็นต์ความละเอียดมากกว่า 50 %ของตัวอย่างฝุ่นทั้งหมด) ก่อนการกวาดมีค่าเท่ากับ 0.254 มิลลิเมตร และที่หลังการกวาดทันที มีค่าเท่ากับ 0.236 มิลลิเมตร ตามลำดับดังตารางที่4.32โดยพบว่าขนาดของฝุ่นละอองที่ปริมาณสะสม 50 เปอร์เซ็นต์จะมีค่าขนาดเล็กลงในช่วงหลังกวาดทันที ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าฝุ่นละอองบนผิวถนนส่วนใหญ่ที่ลดลงไปเป็นฝุ่นที่มีขนาดใหญ่

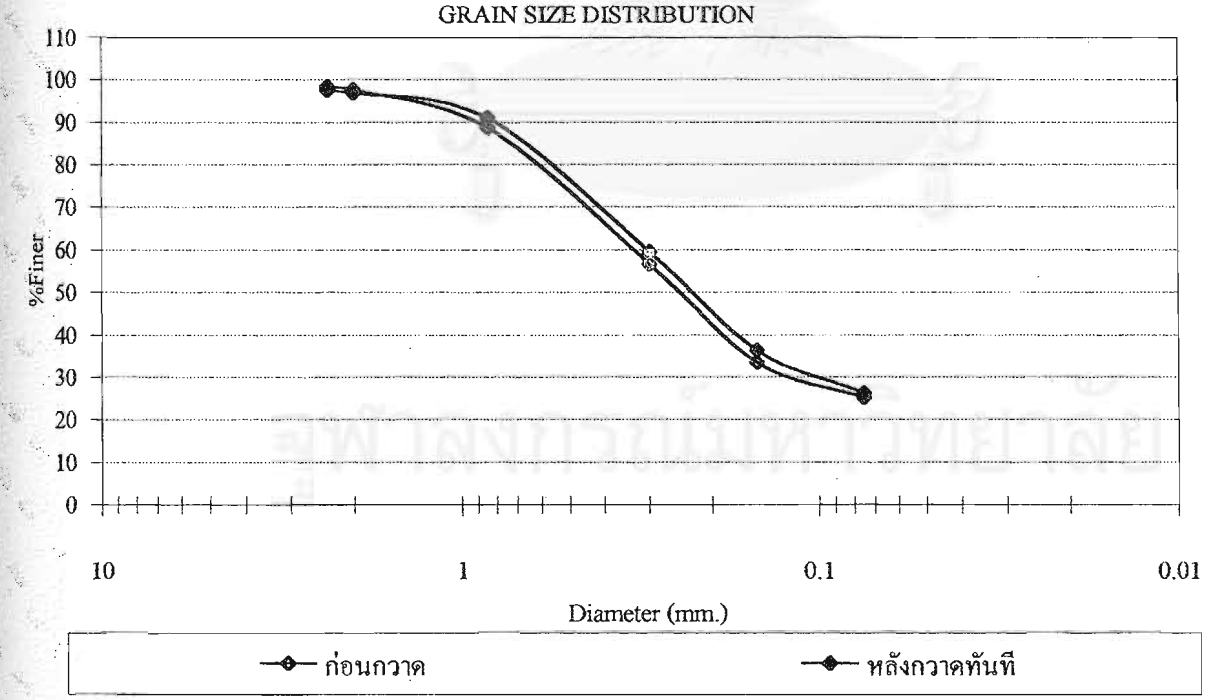
ตารางที่ 4.33 ขนาดเฉลี่ยของฝุ่นละอองบนผิวถนน (ที่ปริมาณสะสม 50 เปอร์เซ็นต์) โดยการทำความสะอาดแบบต่าง ๆ

ตัวอย่าง	ขนาดเฉลี่ยของฝุ่นละอองบนผิวถนนที่ปริมาณสะสม 50 เปอร์เซ็นต์ (มิลลิเมตร)								
	ขนาดใหญ่ (6 เลน)				ขนาดกลาง (4 เลน)			ขนาดเล็ก (2 เลน)	
	พหลโยธิน		ลาดหญ้า		หลังสวน	ประชา สงเคราะห์	บรรทัดทอง	เจริญรัถ	
	รถกวาดขนาดใหญ่	รถล้างขนาด 6000 ลิตร	รถกวาดขนาดกลาง	รถล้างขนาด 6000 ลิตร	รถกวาดขนาดกลาง	รถกวาดขนาดเล็ก	แรงงานคน	รถกวาดขนาดกลาง	รถล้างขนาด 6000 ลิตร
ก่อนทำความสะอาด	0.252	0.275	0.254	0.256	0.449	0.352	0.397	0.434	0.416
หลังทำความสะอาดทันที	-	-	0.236	0.251	-	-	0.378	0.396	0.394
หลังทำความสะอาด 1 วัน	0.215	0.268	-	-	0.354	0.224	-	-	-
หลังทำความสะอาด 2 วัน	0.234	0.297	-	-	0.401	0.230	-	-	-
หลังทำความสะอาด 3 วัน	-	-	-	-	-	-	-	-	-
หลังทำความสะอาด 4 วัน	0.244	0.354	-	-	0.470	0.283	-	-	-
หลังทำความสะอาด 5 วัน			-	-	-	-	-	-	-
หลังทำความสะอาด 7 วัน	0.259	0.332	-	-	0.449	0.339	-	-	-

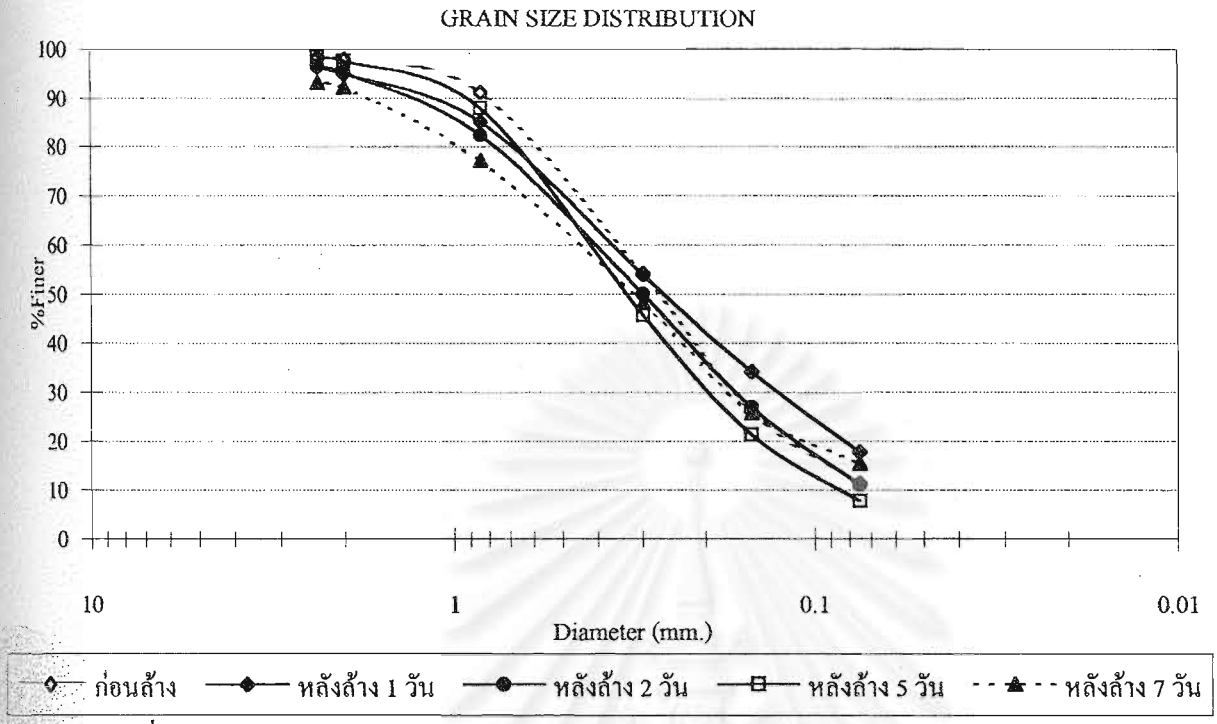
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



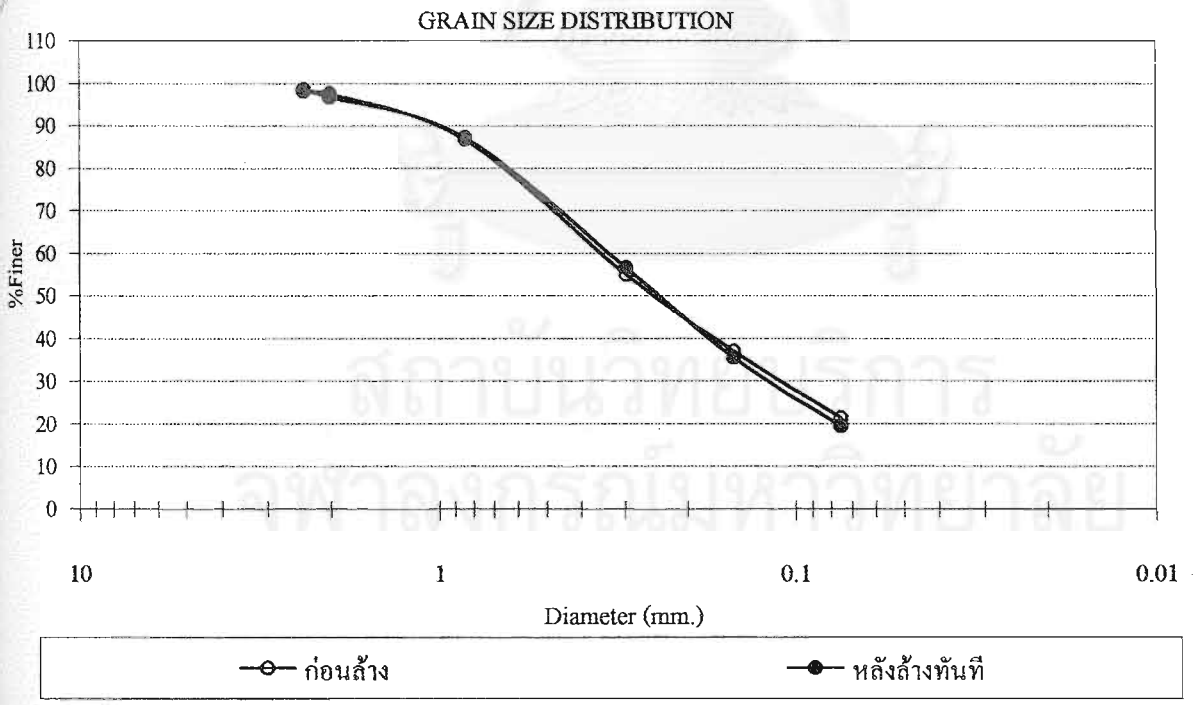
รูปที่ 4.17 การกระจายขนาดของฝุ่นละอองบนผิวถนนพหลโยธินโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดใหญ่



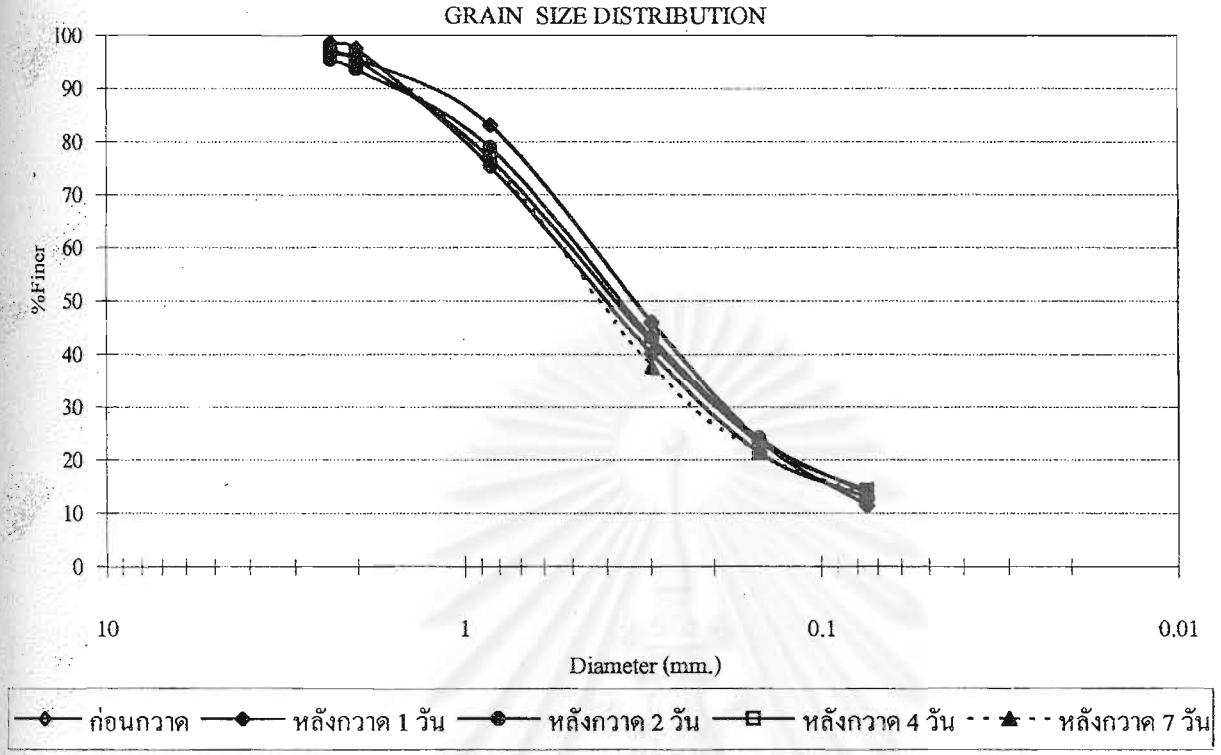
รูปที่ 4.18 การกระจายขนาดของฝุ่นละอองบนผิวถนนถนนลาดหญ้าโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดกลาง



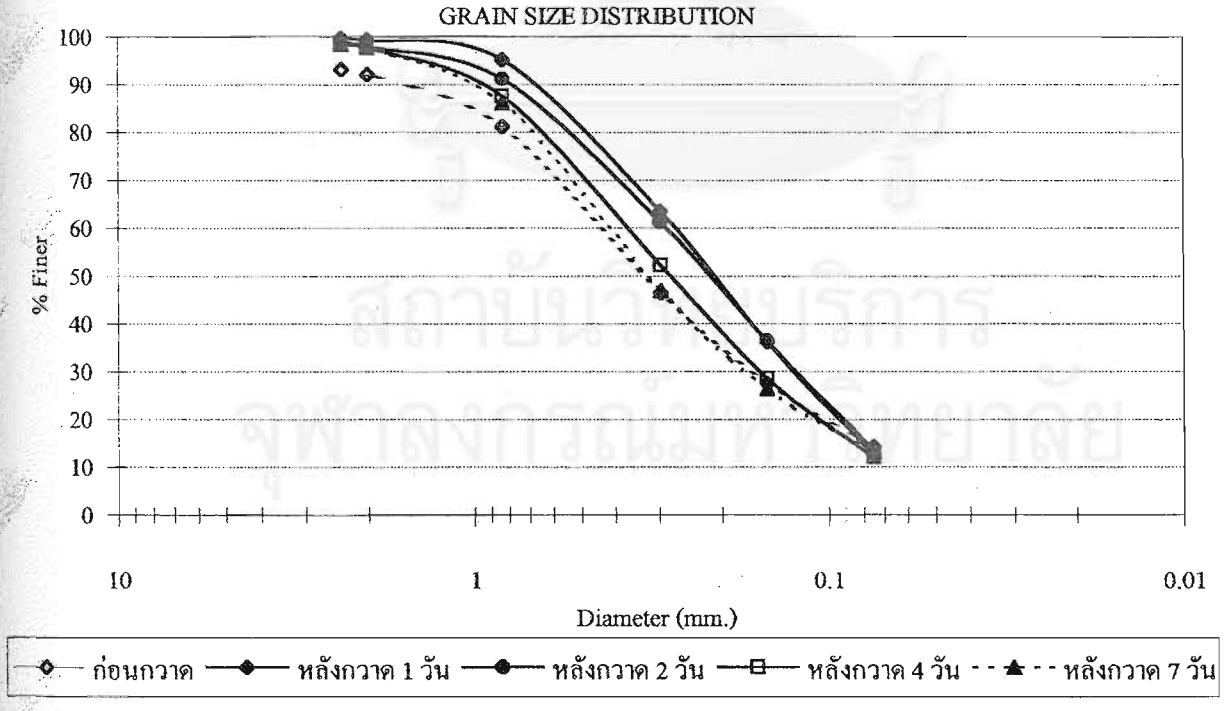
รูปที่ 4.19 การกระจายขนาดของฝุ่นละอองบนผิวถนนพหลโยธินโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถล้างขนาด 6000 ลิตร



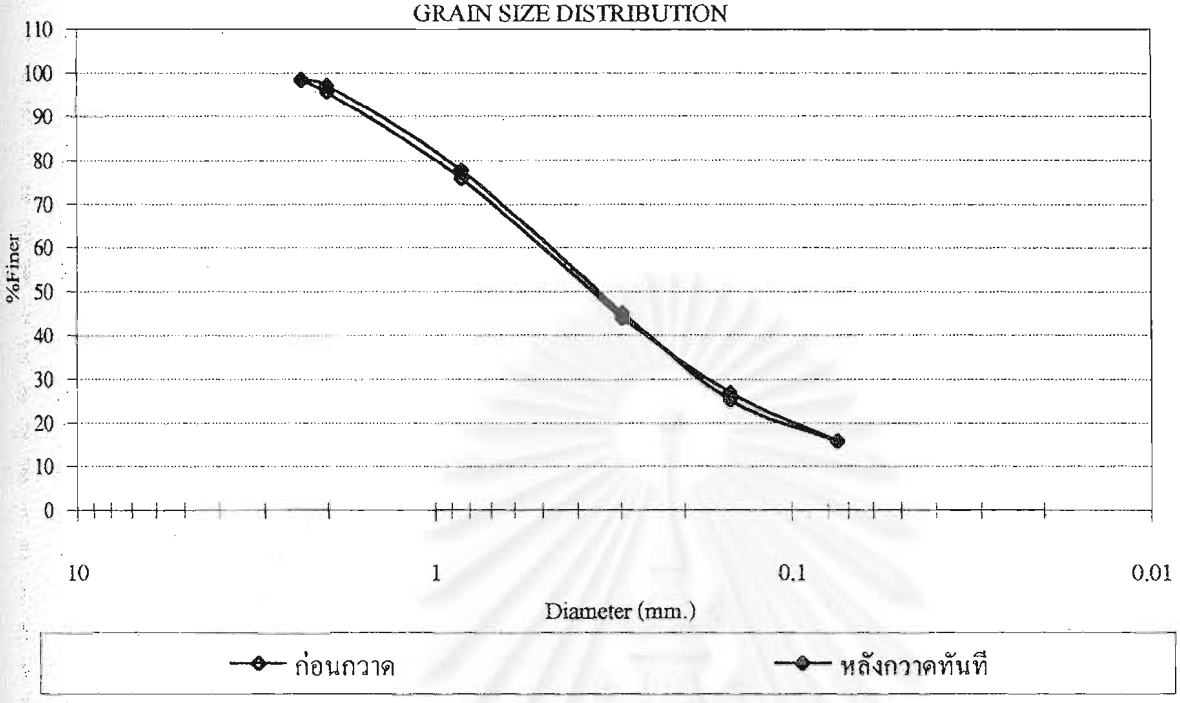
รูปที่ 4.20 การกระจายขนาดของฝุ่นละอองบนผิวถนนถนนลาดหญ้าโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถล้างขนาด 6000 ลิตร



รูปที่ 4.21 การกระจายขนาดของฝุ่นละอองบนผิวถนนหลังสวนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดกลาง

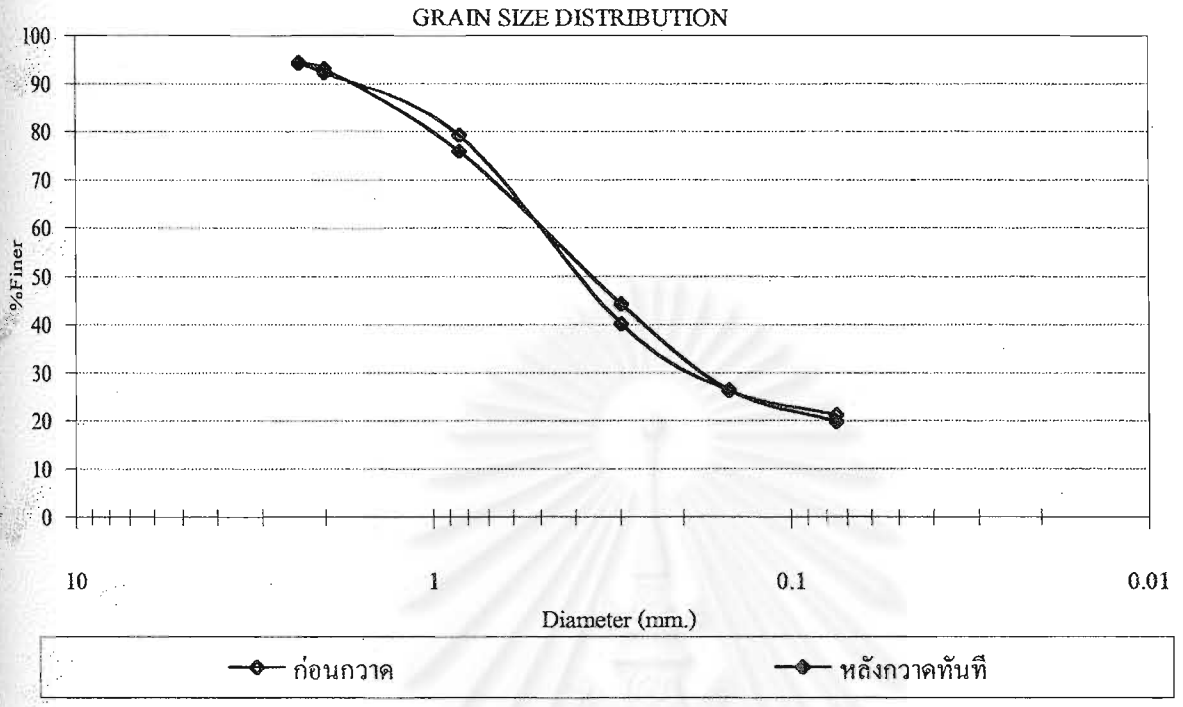


รูปที่ 4.22 การกระจายขนาดของฝุ่นละอองบนผิวถนนประชาสงเคราะห์โดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดเล็ก

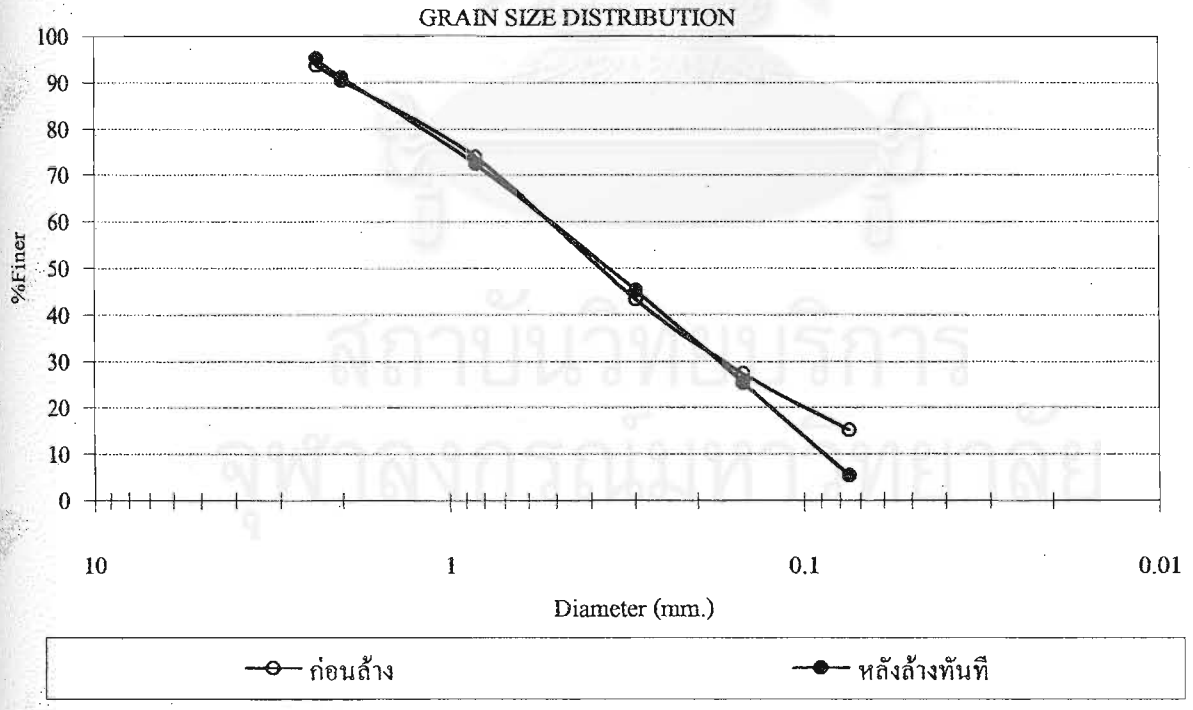


รูปที่ 4.23 การกระจายขนาดของฝุ่นละอองบนผิวถนนถนนบรรทัดทองโดยการทำความสะอาดแบบใช้แรงงานคนกวาด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.24 การกระจายขนาดของฝุ่นละอองบนผิวถนนถนนเจริญรัถโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดกลาง



รูปที่ 4.25 การกระจายขนาดของฝุ่นละอองบนผิวถนนเจริญรัถโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถล้างขนาด 6000 ลิตร

การศึกษาการในถนนพหลโยธินโดยใช้ รถล้าง

ผลการทดลองวัดการกระจายขนาดของฝุ่นละอองบนผิวถนนบริเวณถนนพหลโยธิน ก่อนและหลังการทำความสะอาด 1,2,4 และ 7 วัน แสดงดังรูปที่ 4.19 โดยการกระจายขนาดของฝุ่นละอองทั้ง 5 ตัวอย่างมีแนวโน้มการกระจายขนาดคล้ายคลึงกัน ขนาดของฝุ่นละอองที่ปริมาณสะสม 50 เปอร์เซ็นต์ (เปอร์เซ็นต์ความละเอียดมากกว่า 50 %ของตัวอย่างฝุ่นทั้งหมด) ก่อนการกวาดมีค่าเท่ากับ 0.275 มิลลิเมตร และที่หลังการกวาด 1,2,5 และ 7 วัน มีค่าเท่ากับ 0.268 , 0.297 , 0.354 และ 0.332 มิลลิเมตร ตามลำดับดังตารางที่ 4.33 โดยพบว่าขนาดของฝุ่นละอองที่ปริมาณสะสม 50 เปอร์เซ็นต์จะมีค่าขนาดเล็กลงในช่วงหลังกวาด 1 วันและจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเรื่อย และมีค่าสูงสุดที่หลังล้าง 5 วันและลดลงอีกครั้งในช่วงหลังล้าง 7 วัน เล็กน้อย ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าฝุ่นละอองบนผิวถนนที่ทำความสะอาดลดลงไปได้ส่วนใหญ่จะเป็นฝุ่นที่มีขนาดใหญ่ทำให้ขนาดฝุ่นที่หลังกวาด 1 วัน มีค่าเล็กลงและในทำนองเดียวกันฝุ่นละอองบนผิวถนนที่เพิ่มขึ้นก็มาจากฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ด้วย ทำให้ขนาดเพิ่มขึ้นในวันท้ายการทดลอง โดยในส่วนที่ขนาดฝุ่นมีค่าสูงสุดที่หลังล้าง 5 วัน และ ลดลงอีกครั้งในช่วงหลังล้าง 7 วัน เล็กน้อย

การศึกษาการในถนนลาดหญ้าโดยใช้ รถล้าง

ผลการทดลองวัดการกระจายขนาดของฝุ่นละอองบนผิวถนนบริเวณถนนลาดหญ้า ก่อนและหลังการทำความสะอาดทันที แสดงดังรูปที่ 4.20โดยการกระจายขนาดของฝุ่นละอองทั้ง 2 ตัวอย่างมีแนวโน้มการกระจายขนาดคล้ายคลึงกัน ขนาดของฝุ่นละอองที่ปริมาณสะสม 50 เปอร์เซ็นต์ (เปอร์เซ็นต์ความละเอียดมากกว่า 50 %ของตัวอย่างฝุ่นทั้งหมด) ก่อนการล้างมีค่าเท่ากับ 0.256 มิลลิเมตร และที่หลังการล้างทันที มีค่าเท่ากับ 0.251 มิลลิเมตร ตามลำดับดังตารางที่ 4.33โดยพบว่าขนาดของฝุ่นละอองที่ปริมาณสะสม 50 เปอร์เซ็นต์จะมีค่าขนาดเล็กลงในช่วงหลังล้างทันที ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าฝุ่นละอองบนผิวถนนส่วนใหญ่ที่ลดลงไปเป็นฝุ่นที่มีขนาดใหญ่

2. ถนนขนาดกลาง

การศึกษาการในถนนหลังสวน โดยใช้ รถกวาดขนาดกลาง

ผลการทดลองวัดการกระจายขนาดของฝุ่นละอองบนผิวถนนบริเวณถนนหลังสวน ก่อนและหลังการทำความสะอาด 1,2,4 และ 7 วัน แสดงดังรูปที่ 4.21โดยการกระจายขนาดของฝุ่นละอองทั้ง 5 ตัวอย่างมีแนวโน้มการกระจายขนาดคล้ายคลึงกัน ขนาดของฝุ่นละอองที่ปริมาณสะสม 50 เปอร์เซ็นต์ (เปอร์เซ็นต์ความละเอียดมากกว่า 50 %ของตัวอย่างฝุ่นทั้งหมด) ก่อนการกวาดมีค่าเท่ากับ 0.449 มิลลิเมตร และที่หลังการกวาด 1,2,4 และ 7 วัน มีค่าเท่ากับ 0.354 , 0.401 , 0.419 และ

0.470 มิลลิเมตร ตามลำดับดังตารางที่ 4.33โดยพบว่าขนาดของฝุ่นละอองที่ปริมาณสะสม 50 เปอร์เซ็นต์จะมีค่าขนาดเล็กลงในช่วงหลังกวาด 1 วันและจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเรื่อย ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าฝุ่นละอองบนผิวถนนที่ทำความสะอาดลดลงไปได้ส่วนใหญ่จะเป็นฝุ่นที่มีขนาดใหญ่และในทำนองเดียวกันฝุ่นละอองบนผิวถนนที่เพิ่มขึ้นก็มาจากฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ด้วย ทำให้ขนาดฝุ่นลดลงในช่วงแรกและเพิ่มขึ้นในช่วงท้ายการทดลองนั่นเอง

การศึกษาในถนนประชาสงเคราะห์ โดยรถกวาดขนาดเล็ก

ผลการทดลองวัดการกระจายขนาดของฝุ่นละอองบนผิวถนนบริเวณถนนประชาสงเคราะห์ ก่อนและหลังการทำความสะอาด 1,2,4 และ 7 วัน แสดงดังรูปที่ 4.22 โดยการกระจายขนาดของฝุ่นละอองทั้ง 5 ตัวอย่างมีแนวโน้มการกระจายขนาดคล้ายคลึงกัน ขนาดของฝุ่นละอองที่ปริมาณสะสม 50 เปอร์เซ็นต์ (เปอร์เซ็นต์ความละเอียดมากกว่า 50 %ของตัวอย่างฝุ่นทั้งหมด) ก่อนการกวาดมีค่าเท่ากับ 0.352 มิลลิเมตร และที่หลังการกวาด 1,2,4 และ 7 วัน มีค่าเท่ากับ 0.224 , 0.230 , 0.283 และ 0.339 มิลลิเมตร ตามลำดับดังตารางที่ 4.33โดยพบว่าขนาดของฝุ่นละอองที่ปริมาณสะสม 50 เปอร์เซ็นต์จะมีค่าขนาดเล็กลงในช่วงหลังกวาด 1 วันและจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเรื่อย ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าฝุ่นละอองบนผิวถนนที่ทำความสะอาดลดลงไปได้ส่วนใหญ่จะเป็นฝุ่นที่มีขนาดใหญ่และในทำนองเดียวกันฝุ่นละอองบนผิวถนนที่เพิ่มขึ้นก็มาจากฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ด้วย ทำให้ขนาดฝุ่นลดลงในช่วงแรกและเพิ่มขึ้นในช่วงท้ายการทดลอง

การศึกษาในถนนถนนบรรทัดทอง โดยใช้แรงงานคน

ผลการทดลองวัดการกระจายขนาดของฝุ่นละอองบนผิวถนนบริเวณถนนบรรทัดทองก่อนและหลังการทำความสะอาดทันที แสดงดังรูปที่ 4.23โดยการกระจายขนาดของฝุ่นละอองทั้ง 2 ตัวอย่างมีแนวโน้มการกระจายขนาดคล้ายคลึงกัน ขนาดของฝุ่นละอองที่ปริมาณสะสม 50 เปอร์เซ็นต์ (เปอร์เซ็นต์ความละเอียดมากกว่า 50 %ของตัวอย่างฝุ่นทั้งหมด) ก่อนการกวาดมีค่าเท่ากับ 0.397 มิลลิเมตร และที่หลังการกวาดทันที มีค่าเท่ากับ 0.378 มิลลิเมตร ตามลำดับดังตารางที่4.33. โดยพบว่าขนาดของฝุ่นละอองที่ปริมาณสะสม 50 เปอร์เซ็นต์จะมีค่าขนาดเล็กลงในช่วงหลังกวาดทันที ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าฝุ่นละอองบนผิวถนนส่วนใหญ่ที่ลดลงไปเป็นฝุ่นที่มีขนาดใหญ่

3. ถนนขนาดเล็ก

การศึกษาในถนนเจริญรัถ โดยใช้รถกวาดขนาดกลาง

ผลการทดลองวัดการกระจายขนาดของฝุ่นละอองบนผิวถนนบริเวณถนนเจริญรัถ ก่อนและหลังการทำความสะอาดทันที แสดงดังรูปที่ 4.24 โดยการกระจายขนาดของฝุ่นละอองทั้ง 2 ตัว

อย่างมีแนวโน้มการกระจายขนาดคล้ายคลึงกัน ขนาดของฝุ่นละอองที่ปริมาณสะสม 50 เปอร์เซ็นต์ (เปอร์เซ็นต์ความละเอียดมากกว่า 50 %ของตัวอย่างฝุ่นทั้งหมด) ก่อนการกวาดมีค่าเท่ากับ 0.434 มิลลิเมตร และที่หลังการกวาดทันที มีค่าเท่ากับ 0.396 มิลลิเมตร ตามลำดับดังตารางที่4.33โดยพบว่าขนาดของฝุ่นละอองที่ปริมาณสะสม 50 เปอร์เซ็นต์จะมีค่าขนาดเล็กลงในช่วงหลังกวาดทันที ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าฝุ่นละอองบนผิวถนนส่วนใหญ่ที่ลดลงไปเป็นฝุ่นที่มีขนาดใหญ่

การศึกษาในถนนเจริญรัถ โดยใช้รถล้าง

ผลการทดลองวัดการกระจายขนาดของฝุ่นละอองบนผิวถนนบริเวณถนนเจริญรัถ ก่อนและหลังการทำความสะอาดทันที แสดงดังรูปที่ 4.25โดยการกระจายขนาดของฝุ่นละอองทั้ง 2 ตัวอย่างมีแนวโน้มการกระจายขนาดคล้ายคลึงกัน ขนาดของฝุ่นละอองที่ปริมาณสะสม 50 เปอร์เซ็นต์ (เปอร์เซ็นต์ความละเอียดมากกว่า 50 %ของตัวอย่างฝุ่นทั้งหมด) ก่อนการล้างมีค่าเท่ากับ 0.416 มิลลิเมตร และที่หลังการล้างทันที มีค่าเท่ากับ 0.394 มิลลิเมตร ตามลำดับดังตารางที่ 4.33โดยพบว่าขนาดของฝุ่นละอองที่ปริมาณสะสม 50 เปอร์เซ็นต์จะมีค่าขนาดเล็กลงในช่วงหลังล้างทันที ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าฝุ่นละอองบนผิวถนนส่วนใหญ่ที่ลดลงไปเป็นฝุ่นที่มีขนาดใหญ่

4.12 การกระจายของฝุ่นละอองบนผิวถนนที่ขนาดเล็กกว่า 75 ไมครอน

จากการทดลองนำตัวอย่างฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 75 ไมครอน ก่อนและหลังการทำความสะอาดโดยวิธีการต่าง ๆ ในถนนที่ทำการศึกษา มาวัดการกระจายขนาดของฝุ่นละอองบนผิวถนนจากโดยวิธีการ Laser Particle Size Distribution ซึ่งในที่นี้จะนำผลการทดลองมาพิจารณาเฉพาะร้อยละสะสมของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10.48 ไมครอน (ประมาณเป็นฝุ่นละอองที่ขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน) และ ร้อยละสะสมของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.65 ไมครอน (ประมาณเป็นฝุ่นละอองที่ขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน) พร้อมทั้งค่าสัดส่วนร้อยละของฝุ่นทั้ง 2 ขนาดดังกล่าว ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.34 ถึง 4.36

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. ค่าร้อยละสะสมของปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนที่มีขนาดเล็กกว่า 10.48 ไมครอน โดยการทำความสะอาดแบบต่าง ๆ ในถนนที่ทำการศึกษา

ผลการทดลองเมื่อพิจารณา ค่าร้อยละสะสมของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10.48ไมครอน ก่อน และ หลังการทำความสะอาด ในถนนขนาดใหญ่และขนาดกลางในพื้นที่ กรุงเทพมหานคร

ตารางที่ 4.34 เปอร์เซ็นต์ สะสมของปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนที่มีขนาดเล็กกว่า 10.48 ไมครอน โดยการทำความสะอาดแบบต่าง ๆ ในถนนที่ทำการศึกษา

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสมของปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนที่มีขนาดเล็กกว่า 10.48 ไมครอน(%)				
	ถนนขนาดใหญ่		ถนนขนาดกลาง		
	ถ. พหลโยธิน	ถ. พหลโยธิน	ถ. หลังสวน	ถ. ประชาสงเคราะห์	ถ. บรรทัดทอง
	รถล้างถนน	รถกวาดขนาดใหญ่	รถกวาดขนาดกลาง	รถกวาดขนาดเล็ก	แรงงานคน
ก่อนทำความสะอาด	3.76	9.55	10.32	6.27	28.92
หลังทำความสะอาดทันที	-	-	-	-	7.59
หลังทำความสะอาด 1 วัน	3.58	7.15	6.11	4.50	-

ตารางที่ 4.35 เปอร์เซ็นต์ สะสมของปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนที่มีขนาดเล็กกว่า 2.65 ไมครอน โดยการทำความสะอาดแบบต่าง ๆ ในถนนที่ทำการศึกษา

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ สะสมของปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนที่มีขนาดเล็กกว่า 2.65 ไมครอน(%)				
	ถนนขนาดใหญ่		ถนนขนาดกลาง		
	ถ. พหลโยธิน	ถ. พหลโยธิน	ถ. หลังสวน	ถ. ประชาสงเคราะห์	ถ. บรรทัดทอง
	รถล้างถนน	รถกวาดขนาดใหญ่	รถกวาดขนาดกลาง	รถกวาดขนาดเล็ก	แรงงานคน
ก่อนทำความสะอาด	2.15	4.31	5.44	3.46	13.96
หลังทำความสะอาดทันที	-	-	-	-	3.33
หลังทำความสะอาด 1 วัน	1.83	3.66	3.22	2.44	-

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.36 สัดส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์ สะสมของปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนที่มีขนาดเล็กกว่า 10.48 ไมครอน และ ที่มีขนาดเล็กกว่า 2.65ไมครอน โดยการทำความสะอาดแบบต่าง ๆ

ตัวอย่าง	สัดส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์ สะสมของปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนที่มีขนาดเล็กกว่า 10.48 ไมครอนและ ที่มีขนาดเล็กกว่า 2.65ไมครอน				
	ถนนขนาดใหญ่		ถนนขนาดกลาง		
	ถ. พหลโยธิน	ถ. พหลโยธิน	ถ. หลังสวน	ถ. ประชาสงเคราะห์	ถ. บรรทัดทอง
	รถล้างถนน	รถกวาดขนาดใหญ่	รถกวาดขนาดกลาง	รถกวาดขนาดเล็ก	แรงงานคน
ก่อนทำความสะอาด	1.75	2.22	1.90	1.81	2.07
หลังทำความสะอาดทันที	-	-	-	-	2.28
หลังทำความสะอาด 1 วัน	1.96	1.95	1.90	1.84	-

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยรถกวาดขนาดใหญ่ , กลาง , เล็ก และ รถล้าง พบว่าก่อนการกวาดจะมีค่าเท่ากับ 9.55 , 10.32 , 6.27 และ 3.76 % ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.34 และหลังการทำความสะอาด 1 วัน จะมีค่าเท่ากับ 7.15 , 6.11 , 4.50 และ 3.58 % ตามลำดับ และค่าร้อยละสะสมของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10.48 ไมครอน ก่อนและหลังการทำความสะอาด ทันทีของการทำความสะอาดโดยใช้แรงงานคนมีค่าเท่ากับ 28.92 และ 7.59 % ตามลำดับ โดยเมื่อเทียบระหว่างก่อนและหลังการทำความสะอาดพบว่า ค่าร้อยละสะสมของฝุ่นละอองก่อนทำความสะอาด ต่างมีค่ามากกว่าหลังการทำความสะอาด ทั้งนี้เนื่องจากเป็นช่วงที่เพิ่งมีการทำความสะอาดเสร็จได้ไม่นาน และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบโดยรวมระหว่างค่าร้อยละสะสมของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10.48 ไมครอน ก่อนการทำความสะอาดโดยรถกวาดขนาดใหญ่ , กลาง , เล็ก , รถล้าง และ การกวาดโดยใช้แรงงานคน ตามลำดับ พบว่า ในถนนบรรทัดทองให้ค่าสูงที่สุดและการทำความสะอาดโดยการล้างที่ถนนพหลโยธินให้ค่าต่ำสุด และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบโดยรวมระหว่างค่าร้อยละสะสมของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10.48 ไมครอน หลังการทำความสะอาด 1 วันโดยรถกวาดขนาดใหญ่ , กลาง , เล็ก , รถล้าง และ หลังการทำความสะอาดการกวาดทันทีโดยใช้แรงงานคน ตามลำดับ พบว่า การทำความสะอาดโดยรถกวาดขนาดใหญ่ที่ถนนพหลโยธินให้ค่าสูงสุด และการทำความสะอาดโดยรถล้างที่ถนนพหลโยธินให้ค่าต่ำที่สุด

2. ค่าร้อยละสะสมของปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนที่มีขนาดเล็กกว่า 2.65 ไมครอน โดยการทำความสะอาดแบบต่าง ๆ ในถนนที่ทำการศึกษา

ผลทดลองเมื่อพิจารณา ค่าร้อยละสะสมของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.65 ไมครอน ก่อนและหลังการทำความสะอาด ในถนนขนาดใหญ่และขนาดกลางในพื้นที่ กรุงเทพมหานคร โดยรถกวาดขนาดใหญ่ , กลาง , เล็ก และ รถล้าง พบว่าก่อนการกวาดจะมีค่าเท่ากับ 4.31 , 5.44 , 3.46 และ 2.15 % ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.35 และหลังการทำความสะอาด 1 วัน จะมีค่าเท่ากับ 3.66 , 3.22 , 2.44 และ 1.83 % ตามลำดับ และค่าร้อยละสะสมของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.65 ไมครอน ก่อนและหลังการทำความสะอาด ทันทีของการทำความสะอาดโดยใช้แรงงานคนมีค่าเท่ากับ 13.96 และ 3.33 % ตามลำดับ โดยเมื่อเทียบระหว่างก่อนและหลังการทำความสะอาดพบว่า ค่าร้อยละสะสมของฝุ่นละอองก่อนทำความสะอาด ต่างมีค่ามากกว่าหลังการทำความสะอาด ทั้งนี้เนื่องจากเป็นช่วงที่เพิ่งมีการทำความสะอาดเสร็จได้ไม่นาน และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบโดยรวมระหว่างค่าร้อยละสะสมของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.65 ไมครอน ก่อนการทำความสะอาดโดยรถกวาดขนาดใหญ่ , กลาง , เล็ก , รถล้าง และ การกวาดโดยใช้แรงงานคน ตามลำดับ พบว่า ในถนนบรรทัดทองให้ค่าสูงที่สุดและการทำความสะอาดโดยการล้างที่ถนนพหลโยธินให้ค่าต่ำสุด และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบโดยรวมระหว่างค่าร้อยละสะสมของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.65

ไมครอน หลังการทำความสะอาด 1 วันโดยรถกวาดขนาดใหญ่ , กลาง , เล็ก , รถล้าง และ หลังการทำความสะอาดการกวาดทันทีโดยใช้แรงงานคน ตามลำดับ พบว่า การทำความสะอาดโดยรถกวาดขนาดใหญ่ที่ถนนพหลโยธินให้ค่าสูงสุด และการทำความสะอาดโดยรถล้างที่ถนนพหลโยธินให้ค่าต่ำที่สุดเช่นกัน

3. ค่าสัดส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์ สะสมของปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนที่มีขนาดเล็กกว่า 10.48 ไมครอน และ ที่มีขนาดเล็กกว่า 2.65ไมครอน โดยการทำความสะอาดแบบต่าง ๆในถนนแต่ละสาย

ผลทดลองเมื่อพิจารณาค่าสัดส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์ สะสมของปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนที่มีขนาดเล็กกว่า 10.48 ไมครอน และ ที่มีขนาดเล็กกว่า 2.65ไมครอน ก่อนและหลังการทำความสะอาด สำหรับการทำความสะอาดแบบต่างๆ ในถนนแต่ละสายดังแสดงตามตารางที่ 4.36 จะเป็นดังนี้

3.1 การทำความสะอาดถนนพหลโยธิน (ถนนขนาดใหญ่)โดยรถกวาดขนาดใหญ่

ผลการทดลองพบว่าค่าสัดส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์ สะสมของปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนที่มีขนาดเล็กกว่า 10.48 ไมครอน และ ที่มีขนาดเล็กกว่า 2.65ไมครอน ก่อนและหลังการทำความสะอาด 1 วันของรถกวาดขนาดใหญ่ จะมีค่าเท่ากับ 2.22 และ 1.95 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.36 พบว่าค่าสัดส่วนทั้งก่อนและหลังการทำความสะอาดจะมีค่าใกล้เคียงกัน โดยค่าสัดส่วนก่อนกวาดมีค่ามากกว่าหลังกวาดเล็กน้อย ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นว่าในช่วงหลังการทำความสะอาดมีค่าเปอร์เซ็นต์ สะสมของปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนที่มีขนาดเล็กกว่า 10.48 ไมครอน ลดลงไปมากกว่า ที่มีขนาดเล็กกว่า 2.65ไมครอน เมื่อเทียบกับก่อนการกวาด

3.2 การทำความสะอาดถนนหลังสวน (ถนนขนาดกลาง)โดยรถกวาดขนาดกลาง

ผลการทดลองพบว่าค่าสัดส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์ สะสมของปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนที่มีขนาดเล็กกว่า 10.48 ไมครอน และ ที่มีขนาดเล็กกว่า 2.65ไมครอน ก่อนและหลังการทำความสะอาด 1 วันของรถกวาดขนาดกลางจะมีค่าเท่ากับ 1.90 และ 1.90 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.36 พบว่าค่าสัดส่วนทั้งก่อนและหลังการทำความสะอาดจะมีค่าเท่ากัน ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นว่าในช่วงหลังการทำความสะอาดมีค่าเปอร์เซ็นต์ สะสมของปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนที่มีขนาดเล็กกว่า 10.48 ไมครอน ลดลงไปในสัดส่วนเท่ากับ ที่มีขนาดเล็กกว่า 2.65ไมครอน เมื่อเทียบกับก่อนการกวาด

3.3 การทำความสะอาด ถนนประชาสงเคราะห์ (ถนนขนาดกลาง)โดยรถกวาดขนาดเล็ก

ผลการทดลองพบว่าค่าสัดส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์ สะสมของปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนที่มีขนาดเล็กกว่า 10.48 ไมครอน และ ที่มีขนาดเล็กกว่า 2.65ไมครอน ก่อนและหลังการทำความสะอาด 1 วันของรถกวาดขนาดเล็ก จะมีค่าเท่ากับ 1.81 และ 1.84 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.36 พบว่าค่าสัดส่วนทั้งก่อนและหลังการทำความสะอาดจะมีค่าใกล้เคียงกัน โดยค่าสัดส่วนก่อนกวาดมีค่าน้อยกว่ากว่าหลังกวาดเล็กน้อย ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นว่าในช่วงหลังการทำความสะอาดมีค่าเปอร์เซ็นต์ สะสมของปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนที่มีขนาดเล็กกว่า 10.48 ไมครอน ลดลงไปน้อยกว่า ที่มีขนาดเล็กกว่า 2.65ไมครอน เมื่อเทียบกับก่อนการกวาด

3.4 การทำความสะอาดถนนบรรทัดทอง (ถนนขนาดกลาง)โดยแรงงานคน

ผลการทดลองพบว่าค่าสัดส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์ สะสมของปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนที่มีขนาดเล็กกว่า 10.48 ไมครอน และ ที่มีขนาดเล็กกว่า 2.65ไมครอน ก่อนและหลังการทำความสะอาด ทันทีของการกวาดโดยแรงงานคน จะมีค่าเท่ากับ 2.07 และ 2.28 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.36 พบว่าค่าสัดส่วนทั้งก่อนและหลังการทำความสะอาดจะมีค่าใกล้เคียงกัน โดยค่าสัดส่วนก่อนกวาดมีค่าน้อยกว่าหลังกวาดเล็กน้อย ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นว่าในช่วงหลังการทำความสะอาดมีค่าเปอร์เซ็นต์ สะสมของปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนที่มีขนาดเล็กกว่า 10.48 ไมครอน ลดลงไปน้อยกว่า ที่มีขนาดเล็กกว่า 2.65ไมครอน เมื่อเทียบกับก่อนการกวาด

3.5 การทำความสะอาดถนนพหลโยธิน (ถนนขนาดใหญ่)โดยรถล้างส่วน

ผลการทดลองพบว่าค่าสัดส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์ สะสมของปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนที่มีขนาดเล็กกว่า 10.48 ไมครอน และ ที่มีขนาดเล็กกว่า 2.65ไมครอน ของการทำความสะอาดโดยใช้รถล้าง ในส่วนก่อนการล้างจะมีค่าเท่ากับ 1.75 และ ที่หลังล้าง 1 วัน จะมีค่าเท่ากับ 1.96 ดังตารางที่ 4.36 ซึ่งพบว่ายังคงมีค่าใกล้เคียงกัน โดยค่าสัดส่วนก่อนกวาดมีค่าน้อยกว่าหลังกวาด ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นว่าในช่วงหลังการทำความสะอาดมีค่าเปอร์เซ็นต์ สะสมของปริมาณฝุ่นละอองบนผิวถนนที่มีขนาดเล็กกว่า 10.48 ไมครอน ลดลงไปน้อยกว่า ที่มีขนาดเล็กกว่า 2.65ไมครอน เมื่อเทียบกับก่อนการกวาด

ซึ่งเมื่อเทียบค่าสัดส่วนทั้งหมดที่กล่าวมาในการทำความสะอาดแต่ละแบบกับค่าสัดส่วนของค่าคงที่ตัวคูณขนาดอนุภาคตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใช้ในการคำนวณอัตราการปล่อยฝุ่นละออง ระหว่างอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (=4.6) และ อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (=2.1) สำหรับถนนที่ปูผิวทาง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.6/2.1 = 2.19 พบว่าจะมีค่าใกล้เคียงกันในในการทำความสะอาดแต่ละแบบเช่นกัน

4.13 องค์ประกอบทางเคมีฝุ่นละอองในถนนที่ทำการศึกษาแต่ละสาย

จากผลการทดลองศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนจำนวน 5 สายที่ทำการศึกษาโดยธาตุที่ทำการวิเคราะห์จำนวน 10 ธาตุ ได้แก่ Al , Si , S , Cl , K , Ca , Ti , Mn , Fe , Zn แสดงดังตารางที่ 4.37

ตารางที่ 4.37 ปริมาณธาตุที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีในตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนน

ตัวอย่าง	ปริมาณ (% by weight)									
	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	Mn	Fe	Zn
ถ.พหลโยธิน	2.027	24.085	0.151	T	1.222	8.463	0.074	T	1.808	-
ถ. หลังสวน	2.243	26.461	0.225	0.152	1.449	9.002	0.109	T	2.793	-
ถ. ประชาสงเคราะห์	2.284	24.210	0.241	0.182	1.366	7.311	0.092	T	1.298	-
ถ. บรรทัดทอง	1.872	22.601	0.148	0.102	1.041	8.410	0.085	T	3.019	-
ถ. ลาดหญ้า	2.035	21.866	0.276	0.241	1.130	7.680	0.084	T	1.976	T
เฉลี่ย	2.092	23.845	0.208	0.135	1.242	8.173	0.089	T	2.179	T

T = พบในปริมาณที่น้อยมาก (Trace)

- = ไม่พบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.38 ปริมาณธาตุที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีในตัวอย่างฝุ่นละอองจากแหล่งกำเนิดต่าง

Parameter	Steel Mill	EGAT North Power Plant	Construction Zone Soils			Road Dusts	
			Rama VI	Phahon Yothin	Sukhumvit Rd.	Odean Circle	Pratunam
Carbon (mg/gm)							
Elemental	43.8	NM[1]	4.47	19.5	5.42	17.1	11.8
Organic	51.3	NM	87.1	75.3	83.3	136	138
Total	95.1	NM	91.5	94.8	88.7	153	150
Ionic Species (µg/gm)							
Ammonium	1,560	177	5.9	13.1	0.099	15.6	38.3
Chloride	13,250	452	467	1900	599	1640	1560
Nitrate	6,280	<25	68.8	212	57.4	<1.8	384
Sulfate	22,400	353,000	2390	11400	1160	2490	3190
Elements (µg/gm)							
Aluminum	4,700	253	107000	80400	92200	75800	68300
Arsenic	ND[2]	39	41	19	<35	33	<60
Barium	333	146	314	418	139	369	558
Bromine	114	ND[2]	6	25	11	17	10
Calcium	31300	617	162000	187000	220000	217000	169000
Chlorine	8150	ND	625	2700	806	3750	3370
Chromium	431	95	116	96	133	171	89
Copper	1060	18	117	193	94	530	260
Iron	157000	1230	43700	30000	35700	39900	30000
Lead	4480	8.7	72	175	79	356	288
Manganese	6060	27	1000	556	936	790	526
Nickel	332	5480	29	32	36	34	27
Phosphorus	16.1	ND[2]	528	213	471	1190	356
Potassium	4530	96	15600	14400	22800	16800	15200
Silicon	19200	1040	258000	201000	209000	207000	188000
Sulfur	1980	29200	2880	6680	2530	5290	4880
Titanium	795	3.4	3520	2380	2570	3130	2320
Vanadium	67.6	10700	143	94	168	102	76
Zinc	39100	31	252	475	340	1560	855

NM[1] = Not Measure. Concentration of oil residues on filter from the oil – fired power plant stack exceeded the range of the carbon analyzer

ND[2] = Not detectable.

ที่มา : Radianฯ , 1998

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองศึกษา องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนน โดยธาตุที่ทำการวิเคราะห์จำนวน 10 ธาตุ ได้แก่ Al , Si , S , Cl , K , Ca , Ti , Mn , Fe , Zn พบว่า ในแต่ละธาตุที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนน ทั้ง 5 สายที่ทำการศึกษามีค่าใกล้เคียงกัน ดังตารางที่ 4.37 โดยธาตุที่พบว่ามีจำนวนมากที่สุดได้แก่ Si ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 21.866 – 24.085 % โดยน้ำหนัก (เฉลี่ยเท่ากับ 23.845 % โดยน้ำหนัก) รองมาได้แก่ธาตุ Ca ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 7.311 – 9.002 % โดยน้ำหนัก (เฉลี่ยเท่ากับ 8.173 % โดยน้ำหนัก) และถัดมาได้แก่ธาตุ Fe และ Al ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.179 และ 2.092 % โดยน้ำหนัก ตามลำดับ และต่อมาได้แก่ธาตุ K , S , Cl และ Ti ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.242,0.208,0.135 และ 0.089 % โดยน้ำหนัก ส่วนธาตุ Mn พบในปริมาณที่น้อยมากตัวอย่างฝุ่นถนนทั้ง 5 สาย และ ธาตุ Zn พบในปริมาณที่น้อยมากตัวอย่างฝุ่นถนนลาดหญ้าส่วนในถนนอีก 4 สายที่เหลือไม่พบ

จากผลการทดลองที่ได้สามารถแสดงหรือบ่งชี้ให้เห็นได้ว่าตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนทั้ง 5 สายที่ทำการศึกษาเป็นฝุ่นที่มาจากถนน (Road Dusts) เนื่องจากมีปริมาณสัดส่วนของธาตุ Si และ Ca รวมถึง Al ในปริมาณที่สูงกว่าธาตุตัวอื่นมาก และเมื่อเปรียบเทียบจากการศึกษาที่ผ่านมาสำหรับองค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างฝุ่นจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ ดังตารางที่ 4.38 พบว่าผลของตัวอย่างฝุ่นจากถนนทั้ง 5 สายดังตารางที่ 4.37 มี%สัดส่วนของธาตุที่ทำการศึกษาใกล้เคียงกับตัวอย่างฝุ่นจากถนน(Road Dusts) และที่มาจากดินที่ในบริเวณที่ทำการก่อสร้าง (Construction Zone Soils) ยกเว้นธาตุ Ca ที่มีค่าเฉลี่ย % โดยน้ำหนัก ต่ำกว่า ค่าเฉลี่ย % โดยน้ำหนัก ของธาตุ Ca จากตัวอย่างฝุ่นในถนนวงเวียนโอเดียน และ ย่านประตูน้ำในตารางที่ 4.38 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 21.7 และ 1.69 % โดยน้ำหนัก ถึงเกือบ 2 เท่า ส่วนเมื่อพิจารณาธาตุ Fe ในถนนสายต่าง ๆ ทั้ง 5 สาย พบว่า ในถนนบรรทัดทองมีค่าสูงที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 3.019% โดยน้ำหนัก ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณดังกล่าวอยู่ในพื้นที่จำหน่ายและทำโลหะอะไหล่เก่าเชียงกง โดยรวมแล้วเมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีเทียบกับตัวอย่างฝุ่นจากแหล่งกำเนิดที่มาจาก Steel Mill และ EGAT North Power Plant พบว่ายังคงแตกต่างกันมาก จึงไม่สามารถบ่งชี้ได้ว่าตัวอย่างฝุ่นทั้ง 5 สายที่ทำการศึกษาในครั้งนี้มีผลกระทบจากแหล่งกำเนิดดังกล่าว

4.14 ปริมาณ สารอินทรีย์คาร์บอนของตัวอย่างฝุ่นละอองในถนนที่ทำการศึกษา

จากผลการทดลองพบว่าปริมาณ สารอินทรีย์คาร์บอน (organic carbon) ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนน ในถนนสายต่างๆ ที่ทำการศึกษาโดยศึกษาในช่วงการทำความสะอาดแต่ละแบบแสดงดังตารางที่ 4.39

ตารางที่ 4.39 ปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนในตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดย
การทำความสะอาดแบบต่างๆ

ตัวอย่าง	ปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอน (% โดยน้ำหนัก)		
	ก่อนการทำความสะอาด	หลังการทำความสะอาด	ผลต่าง
รถกวาดขนาดใหญ่ (ถนนพหลโยธิน)	0.562	0.483	0.079
รถกวาดขนาดกลาง (ถนนหลังสวน)	0.721	0.569	0.152
รถกวาดขนาดเล็ก (ถนนประชาสงเคราะห์)	0.517	0.484	0.033
แรงงานคน (ถนนบรรทัดทอง)	0.737	0.646	0.091
รถล้าง (ถนนพหลโยธิน)	0.250	0.229	0.021
รถกวาดขนาดกลาง (ถนนเจริญรัถ)	0.642	0.413	0.229
รถกวาดขนาดกลาง (ถนนลาดหญ้า)	0.837	0.594	0.243
รถล้าง (ถนนเจริญรัถ)	0.495	0.150	0.345
รถล้าง (ถนนลาดหญ้า)	0.654	0.235	0.419

ผลการทดลองพบว่าปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนในตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนก่อนทำความสะอาดในถนนที่ทำการศึกษาสำหรับการทำความสะอาดแต่ละแบบ มีค่าอยู่ในช่วง 0.250 – 0.837 % โดยน้ำหนัก และ ปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนในตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนหลังทำความสะอาด 0.150 – 0.646 % โดยน้ำหนัก ดังตารางที่ 4.39 ซึ่งมีค่าลดลงกว่าก่อนทำความสะอาดในถนนที่ทำการศึกษาสำหรับการทำความสะอาดแต่ละแบบ

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนก่อนการทำความสะอาด ในถนนที่ทำการศึกษาสำหรับการทำความสะอาดแต่ละแบบ พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 0.250 – 0.837 % โดยน้ำหนัก ดังตารางที่ 4.39 โดยการทำความสะอาดแบบใช้รถล้าง(ถนนพหลโยธิน)ให้ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.250 % โดยน้ำหนักทั้งนี้เนื่องจาก ในช่วงเวลาการเก็บดังกล่าวเป็นช่วงที่มีฝนตกทำให้ช่วยชะล้างปริมาณสารอินทรีย์ออกไปได้ ส่วนการทำความสะอาดโดยใช้รถกวาดขนาดกลาง (ถนนลาดหญ้า) ให้ค่าเฉลี่ยสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.837 % โดยน้ำหนัก เนื่องจากในบริเวณดังกล่าวอยู่ใกล้ตลาดและแหล่งจับจ่ายใช้สอยมีการสัญจรไปมาของรถถ่ายสินค้าประกอบบริเวณถนนดังกล่าวคนงานกวาดจะไม่มีคนงานกวาดทำความสะอาดในบริเวณพื้นผิวถนนเนื่องจากอยู่ในความรับผิดชอบของเอกชนทำให้เป็นสาเหตุมีอินทรีย์สารและฝุ่นละอองในปริมาณสูงได้

เมื่อพิจารณา ผลต่างปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนก่อนและหลังการทำความสะอาดแสดงการลดลงของปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอน ในถนนที่ทำการศึกษาสำหรับการทำความสะอาดแต่ละแบบ พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 0.021 – 0.419โดยการทำความสะอาดแบบรถล้าง (ถนนพหลโยธิน)ให้ค่าผลต่างต่ำที่สุด ส่วนการทำความสะอาดแบบใช้รถล้าง (ถนนลาดหญ้า)ให้ค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ดังตารางที่ 4.39

4.15 ความถ่วงจำเพาะฝุ่นของถนนแต่ละสาย

ผลการทดลองพบว่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ยของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนน ในถนนสายต่างๆ ที่ทำการศึกษาโดยศึกษาในช่วงการทำความสะอาดแต่ละแบบ แสดงดังตารางที่ 4.40

ตารางที่ 4.40 ความถ่วงจำเพาะของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบต่างๆ

ถนนที่ทำการศึกษา	ชนิดการทำความสะอาด	ค่าความถ่วงจำเพาะ
ถ. พหลโยธิน	รถกวาดขนาดใหญ่	2.37
ถ. หลังสวน	รถกวาดขนาดกลาง	2.23
ถ. ประชาสงเคราะห์	รถกวาดขนาดเล็ก	2.27
ถ. บรรทัดทอง	แรงงานคนกวาด	2.16
ถ. ลาดหญ้า	รถกวาดขนาดกลาง	2.15
ถ. เจริญรัถ	รถกวาดขนาดกลาง	2.33

ผลการทดลองพบว่าค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ยในถนนแต่ละสายมีค่าอยู่ในช่วง 2.15 – 2.37 ดังตารางที่ 4.40 โดยค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ยในถนนพหลโยธินในช่วงการทำความสะอาดโดยรถกวาดขนาดใหญ่มีค่าสูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ2.37 ต่อมาได้แก่ความถ่วงจำเพาะในถนนเจริญรัถ, ถนนประชาสงเคราะห์, ถนนหลังสวน , ถนนบรรทัดทองและ ถนนลาดหญ้าโดยมีค่าดังตารางที่ 4.40 ซึ่งมีค่าขึ้นกับลักษณะของฝุ่นในถนนเส้นต่างๆ ที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ด้วย

4.16 การประเมินค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของการทำความสะอาดแบบต่างๆ

จากการศึกษาค่าใช้จ่ายที่ใช้สำหรับการทำความสะอาดถนนแบบต่างๆสามารถแสดงได้ตามรายละเอียด ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสำหรับการทำความสะอาดโดยรถกวาดขนาดต่างๆ ,การล้างถนน และ การกวาดโดยใช้แรงานคน ดังต่อไปนี้

การประเมินค่าใช้จ่ายในการทำความสะอาดโดยใช้รถกวาดขนาดใหญ่

ค่ารถ	ราคารถ	4,500,000.00	บาท/คัน
	เวลาที่ใช้งานคิดเป็น 60% ต่อปี	219.00	วัน
	เวลาที่ใช้งานรวม (10 ปี)	2,190.00	วัน
	ราคาสุทธิ	2,054.79	บาท/คัน/วัน
ค่าซ่อม	ราคารวมต่อปี(43)	84,472.90	บาท/คัน/ปี
	เวลาที่ใช้งานคิดเป็น 60% ต่อปี	219.00	วัน
	ราคาสุทธิ	385.72	บาท/วัน
ค่าเชื้อเพลิง	อัตราการใช้ (ดูดฝุ่น)	10.00	ลิตร/ชม.
	ค่าน้ำมัน	12.00	บาท/ลิตร
	คิดเป็น	120.00	บาท/ชม.
	เวลาที่ใช้ดูดฝุ่นในถนนที่ทดลอง	2.00	ชม./ครั้ง
	ราคาสุทธิ (ดูดฝุ่น)	240.00	บาท/ครั้ง/วัน
	อัตราการใช้ (วิ่งรถ)	2.50	กม./ลิตร
	ระยะทางวิ่งดูดฝุ่นในถนนที่ทดลอง(ไป-กลับ)	6.60	กม./ครั้ง
	น้ำมันที่ใช้	2.64	ลิตร/ครั้ง
	ค่าน้ำมัน	12.00	บาท/ลิตร
	ราคาสุทธิ (วิ่งรถ)	31.68	บาท/ครั้ง/วัน
ค่าน้ำ	อัตราการใช้	0.40	คิว/กม.
	ระยะทางวิ่งดูดฝุ่นในถนนที่ทดลอง(ไป-กลับ)	6.60	กม./ครั้ง
	คิดเป็น	1.249	คิว/ครั้ง
	ราคาน้ำประปา	10.00	บาท/คิว
	ราคาสุทธิ	12.49	บาท/ครั้ง/วัน
พนักงานขับรถ	เงินเดือน(ขั้นต่ำ)	6,360.00	บาท/คน
	เวลาทำงาน (คิด 60% ต่อเดือน)	18.00	วัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	คิดเป็น (ค่าแรง)	353.33	บาท/คน/วัน
	สวัสดิการ (คิดเป็น 2.145 เท่าของค่าแรง)	757.90	บาท/คน/วัน
	ราคาสุทธิ (ค่าแรงและค่าสวัสดิการ)	1,111.23	บาท/คน/วัน
ผู้ช่วย	ไม่มี		
รวมสุทธิ		**3,835.92**	**บาท/วัน**
ปริมาณฝุ่นที่ลด	ปริมาณฝุ่นที่ลดได้ต่อการกวาด 1 ครั้ง	0.19	กรัม/ตร.ม./ครั้ง
พื้นที่	จำนวนเลนทั้งหมดในถนนที่ทดลอง	6.00	เลน
	ความกว้างถนนต่อเลน	2.80	ม.
	ความยาวช่วงถนนที่ทดลองกวาด	1,650.00	ม.
	พื้นที่ถนนที่ทำการกวาด	27,720.00	ตร.ม.
รวมสุทธิ	ปริมาณฝุ่นสุทธิที่ลดได้ต่อการกวาด 1 ครั้ง	**5,266.80**	**กรัม/วัน**
ราคารวมสุทธิ		**0.73**	**บาท/กรัม**

การประเมินค่าใช้จ่ายในการทำความสะอาดโดยใช้รถกวาดขนาดกลาง

ค่ารถ	ราคารถ	3,500,000.00	บาท/คัน
	เวลาที่ใช้งานคิดเป็น 60% ต่อปี	219.00	วัน
	เวลาที่ใช้งานรวม (10 ปี)	2,190.00	วัน
	ราคาสุทธิ	1,598.17	บาท/คัน/วัน
ค่าซ่อม	ราคารวมต่อปี(43)	108,539.36	บาท/คัน/ปี
	เวลาที่ใช้งานคิดเป็น 60% ต่อปี	219.00	วัน
	ราคาสุทธิ	495.61	บาท/วัน
ค่าเชื้อเพลิง	อัตราการใช้ (ดูดฝุ่น+วิ่งรถ)	12.00	ลิตร/ชม.
	ค่าน้ำมัน	12.00	บาท/ลิตร
	คิดเป็น	144.00	บาท/ชม.
	เวลาที่ใช้ดูดฝุ่นในถนนที่ทดลอง	1.00	ชม./ครั้ง
	ราคาสุทธิ	144.00	บาท/ครั้ง/วัน
ค่าน้ำ	อัตราการใช้	0.40	คิว/กม.
	ราคาน้ำประปา	10.00	บาท/คิว
	ระยะทางวิ่งดูดฝุ่นในถนนที่ทดลอง(ไป-กลับ)	2.00	กม./ครั้ง
	ราคาสุทธิ	8.00	บาท/ครั้ง/วัน
พนักงานขับรถ	เงินเดือน(ขั้นต่ำ)	5,180.00	บาท/คน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	เวลาทำงาน (คิด 60% ต่อเดือน)	18.00	วัน
	คิดเป็น (ค่าแรง)	287.78	บาท/คน/วัน
	สวัสดิการ (คิดเป็น 2.145 เท่าของค่าแรง)	617.28	บาท/คน/วัน
	ราคาสุทธิ (ค่าแรงและค่าสวัสดิการ)	905.06	บาท/คน/วัน
ผู้ช่วย	ไม่มี		
รวมสุทธิ		**3,150.85**	**บาท/วัน**
ปริมาณฝุ่นที่ลด	ปริมาณฝุ่นที่ลดได้ต่อการกวาด 1 ครั้ง	0.56	กรัม/ตร.ม./ครั้ง
พื้นที่	จำนวนเลนทั้งหมดในถนนที่ทดลอง	4.00	เลน
	ความกว้างถนนต่อเลน	2.60	ม.
	ความยาวช่วงถนนที่ทดลองกวาด	1,000.00	ม.
	พื้นที่ถนนที่ทำการกวาด	10,400.00	ตร.ม.
รวมสุทธิ	ปริมาณฝุ่นสุทธิที่ลดได้ต่อการกวาด 1 ครั้ง	**5,824.00**	**กรัม/วัน**
ราคารวมสุทธิ		**0.54**	**บาท/กรัม**

การประเมินค่าใช้จ่ายในการทำความสะอาดโดยใช้รถกวาดขนาดเล็ก

ค่ารถ	ราคารถ	2,500,000.00	บาท/คัน
	เวลาที่ใช้งานคิดเป็น 60% ต่อปี	219.00	วัน
	เวลาที่ใช้งานรวม (10 ปี)	2,190.00	วัน
	ราคาสุทธิ	1,141.55	บาท/คัน/วัน
ค่าซ่อม	ราคารวมต่อปี(43)	97,708.12	บาท/คัน/ปี
	เวลาที่ใช้งานคิดเป็น 60% ต่อปี	219.00	วัน
	ราคาสุทธิ	446.16	บาท/วัน
ค่าเชื้อเพลิง	อัตราการใช้ (ดูดฝุ่น+วิ่งรถ)	10.00	ลิตร/ชม.
	ค่าน้ำมัน	12.00	บาท/ลิตร
	คิดเป็น	120.00	บาท/ชม.
	เวลาที่ใช้ดูดฝุ่นในถนนที่ทดลอง	1.00	ชม./ครั้ง
	ราคาสุทธิ	120.00	บาท/ครั้ง/วัน
ค่าน้ำ	อัตราการใช้	0.30	คิว/กม.
	ราคาน้ำประปา	10.00	บาท/คิว
	ระยะทางวิ่งดูดฝุ่นในถนนที่ทดลอง(ไป-กลับ)	2.20	กม./ครั้ง
	ราคาสุทธิ	6.60	บาท/ครั้ง/วัน

พนักงานขับรถ	เงินเดือน(ขั้นต่ำ)	4,700.00	บาท/คน
	เวลาทำงาน (คิด 60% ต่อเดือน)	18.00	วัน
	คิดเป็น (ค่าแรง)	261.11	บาท/คน/วัน
	สวัสดิการ (คิดเป็น 2.145 เท่าของค่าแรง)	560.08	บาท/คน/วัน
	ราคาสุทธิ (ค่าแรงและค่าสวัสดิการ)	821.19	บาท/คน/วัน
ผู้ช่วย	ไม่มี		
รวมสุทธิ		**2,535.50**	**บาท/วัน**
ปริมาณฝุ่นที่ลด	ปริมาณฝุ่นที่ลดได้ต่อการกวาด 1 ครั้ง	0.37	กรัม/ตร.ม./ครั้ง
พื้นที่	จำนวนเลนทั้งหมดในถนนที่ทดลอง	4.00	เลน
	ความกว้างถนนต่อเลน	3.00	ม.
	ความยาวช่วงถนนที่ทดลองกวาด	1,100.00	ม.
	พื้นที่ถนนที่ทำการกวาด	13,200.00	ตร.ม.
รวมสุทธิ	ปริมาณฝุ่นสุทธิที่ลดได้ต่อการกวาด 1 ครั้ง	**4,884.00**	**กรัม/วัน**
ราคารวมสุทธิ		**0.52**	**บาท/กรัม**

การประเมินค่าใช้จ่ายในการทำความสะอาดโดยใช้รถล้างขนาด 6000 ลิตร

ค่ารถ	ราคารถ	1,150,000.00	บาท/คัน
	เวลาที่ใช้งานคิดเป็น 60% ต่อปี	219.00	วัน
	เวลาที่ใช้งานรวม (10 ปี)	2,190.00	วัน
	ราคาสุทธิ	525.11	บาท/คัน/วัน
	ราคาเครื่องฉีดน้ำ	180,840.00	บาท/เครื่อง
	เวลาที่ใช้งานคิดเป็น 60% ต่อปี	219.00	วัน
	เวลาที่ใช้งานรวม (5 ปี)	1,095.00	วัน
	ราคาสุทธิ	165.15	บาท/เครื่อง/วัน
ค่าซ่อม	ราคารวมต่อปี(43)	14,225.35	บาท/คัน/ปี
	เวลาที่ใช้งานคิดเป็น 60% ต่อปี	219.00	วัน
	ราคาสุทธิ	64.96	บาท/วัน
ค่าเชื้อเพลิง	อัตราการใช้ (เครื่องฉีดน้ำ)	5.00	ลิตร/ชม.
	ค่าน้ำมัน	12.00	บาท/ลิตร
	คิดเป็น	60.00	บาท/ชม.
	เวลาที่ใช้ฉีดล้างในถนนที่ทดลอง	2.00	ชม./ครั้ง

	ราคาสุทธิ (เครื่องฉีดน้ำ)	120.00	บาท/ครั้ง/วัน
	อัตราการใช้ (วิ่งรถ)	3.00	กม./ลิตร
	ระยะทางวิ่งล้างถนนที่ทดลอง(ไป-กลับ)	3.30	กม./ครั้ง
	น้ำมันที่ใช้	1.10	ลิตร/ครั้ง
	ค่าน้ำมัน	12.00	บาท/ลิตร
	ราคาสุทธิ (วิ่งรถ)	13.20	บาท/ครั้ง/วัน
ค่าน้ำ	อัตราการใช้ (ล้างถนน)	7.27	คิว/กม.
	ระยะทางวิ่งล้างถนนที่ทดลอง(ไป-กลับ)	3.30	กม./ครั้ง
	คิดเป็นความต้องการใช้น้ำในการล้าง	23.99	คิว/ครั้ง
	ความจุรถน้ำที่ใช้	6.00	คิว/คัน/ครั้ง
	จำนวนครั้งที่ใช้ขนน้ำ มาล้างถนนที่ทดลอง	4	ครั้ง
	อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง (วิ่งรถขนน้ำ)	2.50	กม./ลิตร
	ระยะทางที่รถล้างวิ่งขนน้ำ(ไป-กลับ)	8.00	กม./คัน/ครั้ง
	น้ำมันที่ใช้	3.20	ลิตร/คัน/ครั้ง
	ค่าน้ำมัน	12.00	บาท/ลิตร
	ราคาสุทธิ (วิ่งรถขนน้ำ)	38.40	บาท/คัน/ครั้ง
	ราคาสุทธิ	153.54	บาท/คัน/วัน
พนักงานขับรถ	เงินเดือน(ขั้นต่ำ)	4,700.00	บาท/คน
	เวลาทำงาน (คิด 60% ต่อเดือน)	18.00	วัน
	คิดเป็น (ค่าแรง)	261.11	บาท/คน/วัน
	สวัสดิการ (คิดเป็น 2.145 เท่าของค่าแรง)	560.08	บาท/คน/วัน
	ราคาสุทธิ (ค่าแรงและค่าสวัสดิการ)	821.19	บาท/คน/วัน
ผู้ช่วย	เงินเดือน(ขั้นต่ำ)	4,100.00	บาท/คน
	เวลาทำงาน (คิด 60% ต่อเดือน)	18.00	วัน
	คิดเป็น (ค่าแรง)	227.78	บาท/คน/วัน
	สวัสดิการ (คิดเป็น 2.145 เท่าของค่าแรง)	488.58	บาท/คน/วัน
	ราคาสุทธิ (ค่าแรงและค่าสวัสดิการ)	716.36	บาท/คน/วัน
รวมสุทธิ		**2,579.52**	**บาท/วัน**
ปริมาณฝุ่นที่ลด	ปริมาณฝุ่นที่ลดได้ต่อการกวาด 1 ครั้ง	0.12	กรัม/ตร.ม./ครั้ง
พื้นที่	จำนวนเลนทั้งหมดในถนนที่ทดลอง	6.00	เลน
	ความกว้างถนนต่อเลน	2.80	ม.
	ความยาวช่วงถนนที่ทดลองล้าง	1,650.00	ม.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	พื้นที่ถนนที่ทำการล้าง	27,720.00	ตร.ม.
รวมสุทธิ	ปริมาณฝุ่นสุทธิที่ลดได้ต่อการกวาด 1 ครั้ง	**3,326.40**	**กรัม/วัน**
ราคารวมสุทธิ		**0.78**	**บาท/กรัม**

การประเมินค่าใช้จ่ายในการทำความสะอาดโดยใช้แรงงานคน

ค่าอุปกรณ์ที่ใช้ในการกวาด	ค่าใช้จ่ายอุปกรณ์ในการกวาดรวม(ปี2543 เขตปทุมวัน)	4,092.00	บาท/คน/ปี
	เวลาที่กวาด	365.00	วัน
	คิดเป็น	11.21	บาท/คน/วัน
	ระยะรับผิดชอบ	2.00	คน/กม.
	ระยะทางกวาดในถนนที่ทำการศึกษา(2 ฝั่งถนน)	2.50	กม.
	จำนวนคนที่ใช้	5.00	คน/ครั้ง
	ราคาสุทธิ (อุปกรณ์ในการกวาด)	56.05	บาท/ครั้ง/วัน
ค่าแรงคนงานกวาด	เงินเดือน(ขั้นต่ำ)	4,100.00	บาท/คน
	เวลาทำงาน (คิด 60 % ต่อเดือน)	18.00	วัน
	คิดเป็น (ค่าแรง)	227.78	บาท/คน/วัน
	สวัสดิการ (คิดเป็น 2.145 เท่าของค่าแรง)	488.58	บาท/คน/วัน
	ราคา (ค่าแรงและค่าสวัสดิการ)	716.36	บาท/คน/วัน
	จำนวนคนที่ใช้	5.00	คน/ครั้ง
	ราคาสุทธิ (ค่าแรงและค่าสวัสดิการ)	3,581.81	บาท/ครั้ง/วัน
รวมสุทธิ		**3,637.86**	**บาท/วัน**
ปริมาณฝุ่นที่ลด	ปริมาณฝุ่นที่ลดได้ต่อการกวาด 1 ครั้ง	0.04	กรัม/ตร.ม./ครั้ง
พื้นที่	จำนวนเลนทั้งหมดในถนนที่ทดลอง	4.00	เลน
	ความกว้างถนนต่อเลน	2.60	ม.
	ความยาวช่วงถนนที่ทดลองกวาด	1,650.00	ม.
	พื้นที่ถนนที่ทำการกวาด	17,160.00	ตร.ม.
รวมสุทธิ	ปริมาณฝุ่นสุทธิที่ลดได้ต่อการกวาด 1 ครั้ง	**686.40**	**กรัม/วัน**
ราคารวมสุทธิ		**5.30**	**บาท/กรัม**

สำหรับอายุการใช้งานสำหรับรถกวาดขนาดต่าง ๆ ประเมินอายุการใช้งานเท่ากับ 10 ปีโดยหักค่าเสื่อม(ราคารถจะลดปีละ 10%)ในปีที่ 10 จะตีราคาเป็น 0 ซึ่งเป็นการประเมินโดยใช้การอ้างอิงตามหลักการประเมินอายุการใช้งานของเครื่องจักรยนต์ที่ใช้ใน กทม.

ผลสรุปค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานทำความสะอาดถนนแต่ละแบบที่กล่าวมาสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.41

ตารางที่ 4.41 สรุปค่าใช้จ่ายที่ใช้แต่ละวิธีในการดำเนินการทำความสะอาดถนนปูผิวทาง

การทำความสะอาด	ถนนที่ศึกษา	ค่าใช้จ่ายต่อวัน (บาท/วัน)	ปริมาณฝุ่นซิลท์ที่ลดได้ (กรัม/วัน)	ค่าใช้จ่ายต่อกรัมฝุ่นละอองที่ลด (บาท/กรัม)
รถกวาดขนาดใหญ่	พหลโยธิน	3,835.92	5,266.80	0.73
รถกวาดขนาดกลาง	หลังสวน	3,150.85	5,824.00	0.54
รถกวาดขนาดเล็ก	ประชาสงเคราะห์	2,535.50	4,884.00	0.52
แรงงานคน	บรรทัดทอง	3,637.86	686.40	5.30
การล้าง	พหลโยธิน	2,579.52	3,326.40	0.78

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลสรุปค่าใช้จ่ายที่ใช้แต่ละวิธีในการดำเนินการทำความสะอาดถนนปูผิวทางซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.41 พบว่า ค่าใช้จ่ายในการทำความสะอาดโดยใช้แรงงานคนมีค่าสูงที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีการทำความสะอาดโดยวิธีการอื่น โดยมีค่าใช้จ่ายที่ใช้สำหรับค่าปริมาณฝุ่นละอองที่ลดได้ต่อครั้งการทำความสะอาดเท่ากับ 5.30 บาทต่อกรัมของฝุ่นซิลท์ที่ลดลงได้ต่อเที่ยวการทำความสะอาด ทั้งนี้เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายในส่วนของสวัสดิการค่อนข้างสูงในความยาวถนนที่ใกล้เคียงกันกับรถกวาดในการทดลอง จะใช้คนงานกวาดถึง 5 คน และลดฝุ่นซิลท์ลงได้น้อยเมื่อเทียบกับการใช้วิธีอื่น ทำให้มีค่าใช้จ่ายเมื่อคิดต่อกรัมของฝุ่นที่ลดลงสูง แต่เนื่องด้วยคนกวาดถนนมีหน้าที่ในการปฏิบัติงานหลายหน้าที่ เช่น ดูแลต้นไม้ริมทางเท้า , ทำความสะอาดทางเท้า และ เก็บกวาดขยะในถนนและทางเท้า ฯลฯ จึงยังมีความจำเป็น ซึ่งปัจจุบันหน้าที่เหล่านี้เฉพาะรถกวาดและดูดฝุ่นยังไม่สามารถทำได้ ส่วนเมื่อพิจารณาวิธีการทำความสะอาดโดยการล้างพบว่ามีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการรองลงมาเป็นอันดับที่สอง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.78 บาทต่อกรัมของฝุ่นซิลท์ที่ลดลงได้ต่อเที่ยวการทำความสะอาด รองมาได้แก่การทำความสะอาดโดยใช้รถกวาดและดูดฝุ่นทั้ง 3 ขนาดโดยรถกวาดขนาดใหญ่จะมีค่าใช้จ่ายสูงที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 0.73 บาทต่อกรัมของฝุ่นซิลท์ที่ลดลงได้ต่อเที่ยวการทำความสะอาด รองมาได้แก่รถกวาดขนาดกลางและขนาดเล็กโดยมีค่าเท่ากับ 0.54 และ 0.52 บาทต่อกรัมของฝุ่นซิลท์ที่ลดลงได้ต่อเที่ยวการทำความสะอาด ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายใกล้เคียงกัน โดยรถกวาดขนาดเล็กจะมีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด ในขณะทดลองรถกวาดทั้ง 2 ขนาดใช้ทำความสะอาดถนน

ขนาดกลาง ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่ารถกวาดขนาดเล็กเหมาะกับการใช้ทำความสะอาด ถนนขนาดกลาง ซึ่งจะให้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำ

ผลการศึกษาโดยรวมแล้วพบว่าการเลือกใช้วิธีการทำความสะอาดถนนปูผิวทางในทุกวิธีที่กล่าวมาในข้างต้น เพื่อลดฝุ่นฟุ้งปลิวในถนน จะมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการที่ต่ำเป็นทางเลือกที่ให้ผลตอบแทนสูงที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีการควบคุมฝุ่นโดยวิธีอื่น ๆ เช่น การปรับปรุงคุณภาพหรือเปลี่ยนชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง , เครื่องยนต์ , การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุม , การสร้างมาตรฐานใหม่สำหรับเครื่องยนต์และการควบคุมมลพิษ และ การจัดการที่ดีในการป้องกันฝุ่นจากการก่อสร้าง เป็นต้น ซึ่งตรงกับที่กล่าวไว้ในการศึกษา ของ บริษัท เรเดียน อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ,1998

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนนขนาดใหญ่ , ขนาดกลาง และขนาดเล็ก เพื่อลดปริมาณฝุ่นฟุ้งปลิวจากถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาด(ขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก), รถฉีดล้างถนน และแรงงานคน รวมทั้งคำนวณหาอัตราการปล่อยฝุ่นละอองจากยานยนต์ที่แล่นผ่านถนนที่ปูผิวทางก่อนและหลังทำความสะอาด นอกจากนี้ยังมีการประเมินค่าใช้จ่ายพร้อมทั้งเปรียบเทียบทางเลือกที่เหมาะสมในการนำไปใช้ในทางปฏิบัติ ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

1. อัตราการปล่อยฝุ่นละอองจากยานยนต์ที่แล่นผ่านถนนที่ปูผิวทางก่อนและหลังทำความสะอาดด้วยวิธีการแบบต่างๆ ที่กล่าวมาในกรุงเทพมหานครถนนที่ทำการศึกษา พบว่าก่อนทำความสะอาด มีค่าอยู่ระหว่าง 1.12 – 4.00 กรัม PM – 10 /กิโลเมตร - คัน และ หลังทำความสะอาดทันทีมีค่าอยู่ระหว่าง 0.49 – 3.11 กรัม PM – 10 /กิโลเมตร – คัน

2. ประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนนซึ่งคิดจากการลดลงของปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนที่ปูผิวทาง ในถนนขนาดใหญ่ , ถนนขนาดกลาง และ ถนนขนาดเล็กโดยวิธีการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดและดูดฝุ่น ขนาดต่าง ๆ มีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 29.41 , 58.62 และ 68.28 % ตามลำดับ และในถนนขนาดใหญ่ และ ถนนขนาดเล็กโดยวิธีการทำความสะอาดแบบใช้การฉีดล้างถนน มีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 51.47 และ 59.33 % ตามลำดับ และในถนนขนาดกลาง โดยใช้แรงงานคนกวาด มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 14.62 %

3. ประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนนซึ่งคิดจากการลดลงของปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนที่ปูผิวทาง ในถนนขนาดใหญ่ , ถนนขนาดกลาง และ ถนนขนาดเล็กโดยวิธีการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดและดูดฝุ่น ขนาดต่าง ๆ มีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 30.03 , 58.06 และ 70.31 % ตามลำดับ และในถนนขนาดใหญ่ และ ถนนขนาดเล็กโดยวิธีการทำความสะอาดแบบใช้การฉีดล้างถนน มีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 54.79 และ 70.09 % ตามลำดับ และในถนนขนาดกลาง โดยใช้แรงงานคนกวาด มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 13.30 %

4. ปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนในฝั่งกรุงเทพมหานครซึ่งดำเนินการโดย กทม. เอง ก่อนทำความสะอาดมีค่าอยู่ ในช่วง 0.11 – 0.79 กรัมต่อตารางเมตร และหลังการทำความสะอาดทันทีมีค่าอยู่ในช่วง 0.09 – 0.60 กรัมต่อตารางเมตร ส่วนในฝั่งธนบุรีซึ่งดำเนินการโดยเอกชน ก่อนทำความสะอาดมีค่า

อยู่ ในช่วง 0.41 – 1.35 กรัมต่อตารางเมตร และหลังการทำความสะอาดทันทีมีค่าอยู่ในช่วง 0.03 – 0.88 กรัมต่อตารางเมตร

5. ในแต่ละการทดลองลักษณะฝุ่นบนผิวถนนจะมีค่าลดลงภายหลังทำความสะอาดทันทีและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ หลังการทำความสะอาด ตามเวลาที่ผ่านไป ยกเว้นกรณีที่มีฝนตกจะทำให้ฝุ่นบนผิวถนนมีค่าลดลงเนื่องจากฝนที่ตกลงมาจะชะล้างฝุ่นบนผิวถนนออกไป

6. ความถี่ในการทำความสะอาดที่เหมาะสมในการทำความสะอาดถนนแต่ละสายเพื่อรักษาปริมาณฝุ่นซิลท์บนผิวถนนให้คงที่ โดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดต่าง ๆ พิจารณาช่วงที่ไม่มีฝนตกในถนนขนาดใหญ่ และขนาดกลาง มีความถี่ที่เหมาะสม เท่ากับ 3 และ 7 วันต่อครั้ง ตามลำดับ และ พิจารณาช่วงที่ฝนตกในถนนขนาดใหญ่ และขนาดกลาง พบว่ามีค่าเฉลี่ยความถี่ เท่ากับ 10 และ 9 วันต่อครั้ง ตามลำดับ ส่วนการทำความสะอาดแบบใช้ การล้างถนน ในถนนขนาดใหญ่ มีค่าเท่ากับ 8 วันต่อครั้ง

7. ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทำความสะอาดเพื่อลดฝุ่นละอองจากถนนที่ปูผิวทางซึ่งดำเนินการโดย กทม. โดยวิธีทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดใหญ่ , รถกวาดขนาดกลาง และ รถกวาดขนาดเล็ก ในช่วงถนนที่ทำการศึกษา มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการรวมทั้งสิ้นเท่ากับ 0.73 , 0.54 และ 0.52 บาท/กรัมของฝุ่นซิลท์ที่กวาดเก็บได้ ตามลำดับ และโดยวิธีการฉีดล้างถนน และใช้แรงงานคนกวาด มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการรวมทั้งสิ้น 0.78 และ 5.30 บาท/กรัมของฝุ่นซิลท์ที่กวาดเก็บได้

8. การศึกษาพบว่าการทำความสะอาดถนนโดยรถกวาดขนาดต่าง ๆ ขนาดของรถกวาดไม่มีผลต่อประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนนแต่รถกวาดขนาดเล็กมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการที่ต่ำที่สุด จึงเหมาะเลือกใช้กับการกวาดถนนในกรุงเทพมหานคร โดยประสิทธิภาพในการทำความสะอาดของรถกวาดขึ้นอยู่กับขนาดถนน โดยในถนนขนาดเล็กจะให้ประสิทธิภาพสูงที่สุดรองมาได้แก่ถนนขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ตามลำดับ ส่วนการล้างถนนจะให้ประสิทธิภาพในการทำความสะอาดสูงที่สุด โดยสูงกว่ารถกวาดด้วย แต่มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสูง จึงเหมาะสมที่จะใช้ทำความสะอาดถนนเฉพาะถนนสายสำคัญที่มีประชาชนอาศัยและสัญจรอยู่หนาแน่นเพียงบางสาย เพื่อลดผลกระทบจากฝุ่นต่อสุขภาพของประชาชน ส่วนการกวาดทำความสะอาดโดยใช้แรงงานคนจะให้ประสิทธิภาพในการทำความสะอาดต่ำที่สุด และมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานสูงที่สุด แต่เนื่องจากมีการทำงานในหลายหน้าที่ต่อครั้ง พร้อมทั้งดูแลความสะอาดและต้นไม้บนบาทวิถีด้วย จึงเหมาะและจำเป็นต้องใช้ทำความสะอาดถนนใน กทม. ที่มีบาทวิถีซึ่งรถกวาดไม่สามารถเข้าถึงพื้นที่ได้ โดยอาจใช้ประกอบกับรถกวาดและการล้างถนนด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาพบว่ามีข้อเสนอแนะดังนี้

1.ศึกษาถึงการเพิ่มขึ้นและลดลงลงของฝุ่นละอองบนผิวถนนที่มีการปูผิวทางในกรุงเทพมหานคร ในช่วงก่อนและหลังการทำความสะอาดแบบต่างๆ เฉพาะเลนเพื่อเปรียบเทียบการเพิ่มขึ้นและลดลงลงของฝุ่นละอองบนผิวถนนในแต่ละเลน และใช้พิจารณาลักษณะและวิธีการทำความสะอาดถนน

2. ศึกษาวัดการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณฝุ่นละอองรวมในอากาศบริเวณถนนปูผิวทาง ภายหลังมีการทำความสะอาดด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยการกำหนดเป็นพื้นที่ถนนที่มีการทำความสะอาด และพื้นที่ถนนที่ไม่มีการทำความสะอาดและนำมาเปรียบเทียบกัน

3. ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถนน โดยการล้างถนน หลังจากการทำความสะอาดโดยรถกวาด แล้วเปรียบเทียบและคำนวณประสิทธิภาพรวมในการทำความสะอาดถนนจากปริมาณฝุ่นบนผิวถนนคงเหลือเทียบกับปริมาณฝุ่นบนผิวถนนก่อนทำความสะอาด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมควบคุมมลพิษ กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง .2542 . รายงานสถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง ปี 2542 กรุงเทพมหานคร : กรมควบคุมมลพิษ .

กรมอุตุนิยมวิทยา กองภูมิอากาศ . 2544 . รายงานค่าสภาพอากาศในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ณ สถานีตรวจวัดอากาศศูนย์สิริกิต และ สถานีตรวจวัดอากาศดอนเมือง .

กรุงเทพมหานคร สำนักรักษาความสะอาด กองบริการรักษาความสะอาด ฝ่ายยานพาหนะและเครื่องจักรกล. 2542 .สรุปรายงานผลการปฏิบัติงานของรถยนต์กวาดและดูดฝุ่น .

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ และจงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2542. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช : ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, หน้า 21- 24.

วรากร ไม้เรียง,จิรพัฒน์ โชติกไกร,และ ประทีป ดวงเดือน. 2525. ปฐพีกลศาสตร์ทฤษฎีและปฏิบัติการ. พิมพ์ครั้งที่ 2 :ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ .

วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์, นิตยา มหาผล, และ ธีระ เกรอต. 2536. มลภาวะอากาศ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิทยา อยู่สุข. 2527. อาชีวอนามัย สุขศาสตร์อุตสาหกรรม และความปลอดภัย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาอาชีวอนามัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ภาษาอังกฤษ

Charlson, R.J., S.E. Schwartz, J.M. Hales, R.D. Cess, J.A. Coakley, Jr., J.E. Hansen, and D.J.Hoffmann. 1992. Climate Forcing by Anthropogenic Aerosols. Science, 255 : 423-599.

Cooper, D.W. 1993. Method of size distribution data analysis and presentation. In K. Willeke, and P.A. Baron (ed), Aerosol Measurement : Principles, Techniques and Applications. New York : Van Nostrand Reinhold, pp. 146-175.

Cowherd, C. Jr., G.E. Muleski. And J.S. Kinsey. 1988. Control of Open Fugitive Dust Sources. EPA-450/3-88-008 : U.S. EPA. , Research Triangle Park, NC .

Cowherd, C., Jr. 1993. Fugitive dust emission. In K. Willeke, and P.A. Baron (ed). Aerosol Measurement : Principles, Techniques and Applications. New York : Van Nostrand Reinhold, pp. 640-658.

Ferris, B.C. Jr., FE. Speizer, J.D. Spengler, D.W. Dockery, Y.M.M. Bishop. J.M. Wolfson, and C. Humble. 1979. Effects of sulfur oxides and respirable particle on human health. American Review of Respiratory Disease, 120 : 767-779.

Hesketh, H.E. 1974. Understanding and Controlling Air Pollution. 2 nd ed. Michigan : Ann Arbor Science Publisher Inc.

International Labour Office. 1965. Guide to the Prevention and Suppression of Dust in Mining, Tunnelling and Quarrying. Geneva : ATAR S.A.

Jutze, G.A., K. Axetell, Jr., and W. Parker. 1974. Investigation of fugitive dust-sources emission and control. PEDCo Environmental Specialists, Inc., Cinoinnati, Ohio. Prepared for Environmental Protection Agency , Research Triangle Park , N.C. under Contract No.68- 02-0044. Publication No. EPA-450/3-74-036a. June 1974.

Kinsey, J.S., and C. Cowherd, Jr. 1992. Fugitive emission.In A.J. Buonioore, and W.T. Davis (ed.) , Air Pollution Engineering Manual : Air & Waste Management Association. New York : Van Nostrand Reinhold, pp. 133-146.

Lancaster , N. and N.G. Nickling. 1993. Aeolian sediment transport. In: Geomorphology of the Desert Environment, A. abramas and A.J. Parson, Eds. New York:Chapman and Hall, pp.447 – 473 .

Maim, W. 1979. Consideration in the measurement of visibility. J. Air Pollution Control Assoc. , 29 : 1042-1052.

Miller, F.J., D.E. Gardner, J.a. Graham, R.E. tee, Jr., W.E. Wilson, and J.D. Bachmann. 1979. Size consideration for establishing a standard for inhalable particles. J. Air Pollution Control Assoc., 29 : 610-615.

Pilaj, M.J., D.S. Enson, and J.C. Bosoh. 1970. Source test cascade impactor. Atmospheric Environment., 4 : 671.

Radian International LLC .1996. Work plan for development of point, Area and Mobile Emissions Estimates and ambient modeling (Draft Report) prepared for Pollution Control Department , Ministry of Science, Technology , and Environment , Bangkok , Thailand. Bangkok : Radian International LLC.

Radian International LLC . 1998. PM Abatement Strategy for the Bangkok Metropolain Area prepared for Pollution Control Department , Ministry of Science , Technology , and Environment , Bangkok , Thailand and The Wordbank .

Schwarze Industries American Sweeper Magazine. 1999. Sweeping Water Clean , Vol. 7 , No. 1

U.S. environmental protection agency. 1995.Compilation of Air pollution Emission Factors(AP-42). Vol. 1 North Carolina: Research Triangle Park.

World Health Organization. 1976. Selected Methods of Measuring Air Pollutions. Geneva : WHO.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

ลักษณะทั่วไปของรถกวาดและดูดฝุ่นขนาดต่าง ๆที่ใช้ในการทดลอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>รายละเอียดและคุณลักษณะเฉพาะรถกวาดและดูดฝุ่น ยี่ห้อ ELGIN/FORD รุ่น WHIRLWIND SERIES L เครื่องยนต์ดีเซล 175 แรงม้า (รถกวาดขนาดใหญ่)</u>

<u>ลักษณะทั่วไป</u> - เป็นรถยนต์กวาดถนนและดูดฝุ่น ที่เป็นผลิตภัณฑ์ได้มาตรฐานสากล (FMVSS ,OSHA ,EPA และ SAE) มีความสามารถกวาด ดูดฝุ่น ผง มูลฝอย เศษหิน ดิน ทราย และเศษโลหะ ได้ทั้งในสภาพเปียกและแห้ง เพื่อทำความสะอาดถนน สะพานลอยรถข้าม ไหล่ทาง และทางเท้า แล้วเก็บไว้ในถังเก็บฝุ่น (HOPPER) ที่ปิดสนิทไม่รั่ว พร้อมมีถังบรรจุน้ำ และระบบฉีดน้ำสำหรับพรมลงบนพื้นผิวถนน เพื่อไม่ให้ฝุ่นฟุ้งกระจาย ขณะทำการกวาด โดยมีระบบควบคุมการทำงานและอุปกรณ์ต่างๆ ครบชุด ง่ายต่อการใช้งาน และไม่มีการต่อเติมใดๆ นอกเหนือจากแบบของผู้ผลิตสามารถควบคุมการทำงานได้ทุกระบบโดยใช้พนักงานขับรถเพียงคนเดียว เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากประเทศสหรัฐอเมริกา

<u>ตัวรถ</u> - เป็นรถยนต์กวาดถนน และดูดฝุ่นชนิดหน้าสั้น FORD รุ่น CF 7000

- พวงมาลัยมีระบบช่วยผ่อนแรง (Power Steering) มี 2 พวงมาลัย ขับ 2 ด้าน ซ้าย-ขวา (Left and Right Hand drive) พร้อมชุดควบคุมการขับขี่
- มีประตูปิด-เปิด อยู่ด้านข้างของหัวเก๋งทั้ง 2 ด้าน สามารถปิดล็อคได้
- มีเบาะนั่งพนักพิง จำนวน 2 ชุด ภายในหัวเก๋ง สามารถปรับ-เลื่อนระยะได้ตามความต้องการ
- แผงหน้าปัทม์ มาตร และสัญญาณเตือนต่างๆ เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต สามารถมองเห็นได้ชัดเจน
- มีกระจกมองหลังภายในตัวเก่งและด้านข้างทั้ง 2 ด้าน สามารถปรับปรุงการมองได้และมองได้ชัดเจนขณะปฏิบัติงาน
- มีที่ปัดน้ำฝนกระจกบังลมหน้า พร้อมอุปกรณ์ฉีดน้ำล้างกระจก ปรับความเร็วการปัดน้ำฝนได้
- กระจกบังลมและกระจกประตูเป็นชนิดนิรภัย (Safety Glass)
- ติดตั้งเครื่องปรับอากาศภายในหัวเก่ง

<u>ระบบเครื่องยนต์</u>

- เป็นเครื่องยนต์ดีเซล ยี่ฮ้อ FORD รุ่น FD – 1060 จำนวนสูบ 6 สูบ 4 จังหวะ
- ระบบการเผาไหม้แบบไดเร็คอินเจ็คชั่น
- ระบายความร้อนด้วยน้ำ
- ปริมาตรความจุของกระบอกสูบ 5,880 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- กำลังของเครื่องยนต์สูงสุด 175 แรงม้า ที่ความเร็วรอบ 2,500 รอบ / นาที

ระบบส่งกำลัง

- ระบบส่งกำลังเป็นแบบอัตโนมัติ (Allison AT 545 4 Speed Automatic Transmission)
- มีเกียร์เดินหน้า – ถอยหลัง ปรับความเร็วได้

ระบบห้ามล้อและยาง

- ระบบห้ามล้อแบบใช้ลม (Full air Brake System)
- มีระบบห้ามล้อเมื่อจอด (Parking Brake)
- ล้อและยางหน้า – หลัง มีจำนวน 6 ล้อ ขนาดตามมาตรฐานของผู้ผลิต
- มียางอะไหล่พร้อมวงล้อ 1 ชุด

ระบบไฟฟ้า มาตรและอุปกรณ์ความปลอดภัย

- ใช้ระบบไฟฟ้าตั้งแต่ 12 โวลท์ขึ้นไป หม้อแบตเตอรี่มีขนาดความจุ 130 แอมป์-ชั่วโมง (65 แอมป์-ชั่วโมง * 2)
- มีไฟส่องสว่างและไฟสัญญาณต่างๆ ครบถ้วยถูกต้องตามกฎหมายเกี่ยวกับจราจร
- มีโคมไฟสัญญาณวับ-วาบ สีเหลืองหมุนรอบตัวขนาดหลอดไฟส่องสว่างไม่น้อยกว่า 30 วัตต์ จำนวน 1 ชุด ติดตั้งบนหลังคาเก๋งคนขับ
- มีไฟสัญญาณวับ-วาบ สีเหลืองแบบเป็นแผงยาวขนาดไม่ต่ำกว่า 1,400 * 100 * 150 มม. ภายในมีดวงไฟชนิด Sealed beam อย่างน้อย 2 ดวง ติดตั้งบนหลังคาด้านท้ายรถ
- มีโคมไฟส่องสว่าง ส่องพื้น และแปรงกวาดถนนขณะปฏิบัติงานในเวลาคืน สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน ทั้งด้านหน้าและด้านข้าง ขนาดของโคมไฟส่องสว่างไม่น้อยกว่า 60 วัตต์
- มีมาตรวัดความเร็วรอบ น้ำมันเชื้อเพลิง ความร้อน และมาตรวัด หรือสัญญาณเตือนอื่นๆ ตามมาตรฐานของผู้ผลิต
- ฝาถังน้ำมันสามารถล็อคกุญแจได้
- ติดตั้งเครื่องบันทึกชั่วโมงการทำงาน (Hourmeter)
- ติดตั้งมาตรบันทึกการทำงาน (TACHOGRAPH) ภายในเก่งคนขับ
- ติดตั้งถังดับเพลิงชนิดผงเคมีขนาดไม่ต่ำกว่า 2.5 ปอนด์ จำนวน 2 ถัง ภายในเก๋งคนขับ

ระบบการกวาดและดูดฝุ่น

- เครื่องยนต์ช่วย (Auxiliary Engine)
- เครื่องยนต์ดีเซล 4 สูบ 4 จังหวะ ยี่ห้อ John Deere รุ่น 4039 T
- ระบายความร้อนด้วยน้ำ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- กำลังเครื่องยนต์สูงสุด 110 แรงม้า ที่รอบเครื่องยนต์ 2,500 รอบ/นาที
- การควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์ช่วย เช่น การสตาร์ทและดับเครื่องยนต์ปรับระบบการทำงานของเครื่องยนต์ช่วย สามารถควบคุมบังคับได้ภายในเก่งคนขับและบริเวณเครื่องยนต์ด้วย มีสัญญานเตือนการทำงานต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ช่วย

ถังเก็บฝุ่น (HOPPER)

- ทำด้วยวัสดุที่เป็นโลหะ ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมตามาตรฐานของผู้ผลิต
- ขนาดปริมาตรความจุของถัง 6.1 ลูกบาศก์เมตร
- การยกเททำงานด้วยระบบไฮโดรลิค ฝาถังปิดสนิท ป้องกันการรั่วซึมได้เป็นอย่างดี
- มุมการยกเทไม่ต่ำกว่า 55 องศา
- ตัวถังเก็บฝุ่นแยกไม่ติดกับหัวเก๋ง
- มีอุปกรณ์กรองฝุ่น (Filter) เพื่อกรองฝุ่นผงเศษวัสดุต่างๆ ก่อนเข้าพัดลมดูดอากาศ สามารถล้างทำความสะอาดได้

ระบบฉีดน้ำและอุปกรณ์ (Water System)

- ถังน้ำมีความจุ 1,249 ลิตร
- ถังน้ำทำด้วยวัสดุสังเคราะห์ทนต่อการกัดกร่อน Plastic (Crosslinked Industrial Polyethylene)
- มีระบบฉีดน้ำพรมลงบนพื้นขณะทำงาน เพื่อมิให้ฝุ่นฟุ้งกระจาย หัวฉีดน้ำติดตั้งที่แปรงกวาดและปากท่อดูด
- ปั๊มน้ำควบคุมการทำงานด้วยระบบสายพานที่สามารถควบคุมได้โดยพนักงานขับรถตามมาตรฐานของผู้ผลิต
- มีอุปกรณ์แสดงระดับน้ำในถังน้ำ และมีสัญญาณไฟ เพื่อเตือนเมื่อระดับน้ำต่ำกว่าปกติในห้องคนขับ
- มีระบบฉีดน้ำ ทำความสะอาดภายในถังเก็บฝุ่น

แปรงกวาด (Broom)

- มีชุดแปรงกวาด 3 อัน ประกอบด้วยแปรงกวาดกลาง แปรงกวาดข้างหมุนรอบแกนในแนวตั้งทั้งด้านซ้ายและขวา
- ชุดแปรงกวาดมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 406 มม. ยาว 1,524 มม.มีอุปกรณ์สำหรับยกและเปลี่ยนมุมทำความสะอาดได้ตามความเหมาะสม ทั้งด้านซ้ายและขวา สามารถควบคุมการทำงานได้จากภายในเก๋งคนขับ ขนแปรงทำด้วยวัสดุทนต่อการสึกหรอ

- ชุดแปรงกวาดข้างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 711 มม. พร้อมระบบยกขึ้น – ลงสามารถควบคุมได้จากภายในเก่งคนขับ แปรงกวาดทำด้วยเหล็ก

- แปรงกวาด สามารถยกเก็บอย่างแน่นหนาขณะเดินทางโดยอัตโนมัติควบคุมได้จาก ภายในเก๋งคนขับ

ระบบการดูดเก็บฝุ่นผง (Collection System)

- สามารถกวาดดูดฝุ่น ผง มูลฝอย เศษหิน ดิน ทรายและน้ำได้ทั่งในสภาพเปียกและแห้ง

- เป็นแบบ Suction type

- ชุดท่อดูด (suction nozzle) สามารถปรับมุมและระยะห่างจากพื้นของปากท่อดูดได้ตามความเหมาะสมกับลักษณะงานการยกขึ้น-ลงของดูดทำงานด้วยระบบไฮดรอลิค หรือระบบนิวเมติก ควบคุมการทำงานได้โดยพนักงานขับรถภายในเก๋ง

- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อดูด 279 มม.

- มีท่อดูดพิเศษ (WANDER HOSE) เส้นผ่าศูนย์กลาง 203 มม. พร้อมหัวดูดเพื่อใช้ ดูดขยะ ฝุ่น ผง เศษวัสดุ หรือน้ำโคลนในบริเวณที่แปรงกวาดเข้าไม่ถึงท่อดูดนี้เปลี่ยนระดับยกขึ้น - ลงด้วยระบบไฮโดรลิคและสามารถเก็บไว้ในตัวรถขณะไม่ได้ใช้งาน

- พัดลมดูด (Blower Fan) มีความสามารถในการดูดลมได้ 12,600 ลูกบาศก์ฟุต/นาที ใบพัดทำด้วยวัสดุทนการสึกหรอขับเคลื่อนที่จากเครื่องยนต์ช่วย โดยผ่านชุดสายพานถ่ายทอดกำลัง

- มีอุปกรณ์ลดเสียงดังจากพัดลมดูด (BLOWER SILENCER) เพื่อลดความดังของเสียงขณะปฏิบัติงานโดยตัวท่อหุ้ม Blown เคลือบด้วยยาง

- สามารถดูดกวาดถนนได้ความกว้าง 2,438 มม. ต่อการทำงาน 1 เที่ยว

- การควบคุมการทำงานของท่อดูด แปรงกวาด และระบบฉีดน้ำพรมลงบนพื้นสามารถควบคุมได้จากภายในเก๋งคนขับ และมีสัญญานไฟแสดงการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังกล่าวบนแผงหน้าปัทม์

- สามารถกวาดและดูดขวดแก้ว เครื่องดื่มชูกำลังขนาดเล็ก เช่น ยี่ฮ้อ ลิโพ หรือกระทิงแดงได้

ระบบป้องกันความปลอดภัย

- มีระบบยกชุดแปรงกวาดและหัวท่อดูด โดยอัตโนมัติเมื่อรถถอยหลัง

- มีระบบตัดการทำงานของปั๊มน้ำโดยอัตโนมัติ เมื่อระดับน้ำในถังต่ำกว่ากำหนด

<u>รายละเอียดและคุณลักษณะเฉพาะรถกวาดและดูดฝุ่น ยี่ห้อ MORO เครื่องยนต์ดีเซล 136 แรงม้า (รถกวาดขนาดกลาง)</u>

<u>ลักษณะทั่วไป</u> - เป็นรถยนต์กวาดถนนและดูดฝุ่น ที่เป็นผลิตภัณฑ์ได้มาตรฐานสากล ซึ่งทั่วโลกยอมรับ เช่น ISO, DIN, BS, ANSI, EEC, EN เป็นต้น มีความสามารถกวาด ดูดฝุ่น ผง มูลฝอย เศษหิน ดิน ทราย และน้ำ เพื่อทำความสะอาดถนน สะพานลอยรถข้าม ไหล่ทาง และทางเท้า แล้วเก็บไว้ในถังเก็บฝุ่น (HOPPER) ที่ปิดสนิทไม่รั่ว พร้อมมีถังบรรจุน้ำ และระบบฉีดน้ำสำหรับพรมลงบนพื้นผิวถนนเพื่อไม่ให้ฝุ่นฟุ้งกระจาย ขณะทำการกวาด โดยมีระบบควบคุมการทำงานและอุปกรณ์ต่างๆ ครบชุด ง่ายต่อการใช้งาน และไม่มีการต่อเติมใดๆ นอกเหนือจากแบบของผู้ผลิต สามารถควบคุมการทำงานได้ทุกระบบโดยใช้พนักงานขับรถเพียงคนเดียว เหมาะสำหรับใช้ในการทำความสะอาดถนน สะพานลอยรถข้ามไหล่ทาง และทางเท้าตามที่ กรุงเทพมหานครประสงค์

- เป็นรถกวาดถนนและดูดฝุ่น ที่ผลิตสำเร็จรูปตามแบบมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต และเป็นรถที่ใช้กับงานกวาดและดูดฝุ่น

<u>ตัวรถ</u> - เป็นรถยนต์กวาดถนน และดูดฝุ่นหน้าสั้น มีทัศนวิสัยที่พนักงานขับรถสามารถมองเห็น พื้นที่กวาดและปากท่อดูด (suction nozzle) ขณะปฏิบัติงานได้อย่างชัดเจน

- พวงมาลัยมีระบบช่วยผ่อนแรง (Power Steering) ติดตั้งอยู่ด้านซ้าย
- มีระบบรับรอง (Suspension System) ที่เพลาล้อหน้า และล้อหลัง
- มีประตูปิด-เปิด อยู่ด้านข้างของหัวเก๋ง สามารถปิดล็อคได้ ด้านล่างของประตูมีกระจกใส สามารถมองเห็นพื้นที่การกวาดด้านข้างได้อย่างชัดเจน
- มีเบาะนั่งพนักพิง จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด ภายในหัวเก๋ง เบาะนั่งสำหรับพนักงานขับรถต้องสามารถปรับ-เลื่อนระยะได้ตามความต้องการ
- แผงหน้าปัทม์ มาตร และสัญญาณเตือนต่างๆ เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต สามารถมองเห็นได้ชัดเจน

<u>ระบบเครื่องยนต์</u>

- เป็นเครื่องยนต์ดีเซล จำนวนสูบ 8 สูบ 4 จังหวะ
- ระบายความร้อนด้วยน้ำ
- ปริมาตรความจุของกระบอกสูบ 4,164 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- กำลังของเครื่องยนต์สูงสุด 136 แรงม้า ที่ความเร็วรอบ 3,200 รอบ / นาที
- มีระบบดับเครื่องยนต์โดยปิดสวิตซ์กุญแจ

ระบบส่งกำลัง

- ระบบส่งกำลังเป็นแบบ Hydrostatic transmission
- ความเร็วสูงสุดในการเดินทาง 42 กม. / ชม.
- มีเกียร์เดินหน้า – ถอยหลัง ปรับความเร็วได้

ระบบห้ามล้อและยาง

- ระบบห้ามล้อแบบ Hydrostatic หรือแบบไฮดรอลิค หรือร่วมกันทั้ง 2 แบบ
- มีระบบห้ามล้อมือแบบกลไก (Machanical Parking Brake)
- ล้อและยางหน้า – หลัง มีจำนวน 6 ล้อ ขนาดตามมาตรฐานของผู้ผลิต
- มียางอะไหล่พร้อมวงล้อ 1 ชุด ขนาดตามที่ติดมากับรถหากขนาดของยางหน้า – หลังไม่เท่ากันให้เพิ่มยางอะไหล่เป็น 2 ชุด หน้า - หลัง

ระบบไฟฟ้า มาตรและอุปกรณ์ความปลอดภัย

- ใช้ระบบไฟฟ้าตั้งแต่ 12 โวลท์ขึ้นไป หม้อแบตเตอรี่มีขนาดความจุ 92 แอมป์-ชั่วโมง
- มีไฟส่องสว่างและไฟสัญญาณต่างๆ ครบถ้วยถูกต้องตามกฎหมายเกี่ยวกับจราจร
- มีโคมไฟสัญญาณวับ-วาบ สีเหลืองหมุนรอบตัวขนาดหลอดไฟส่องสว่างไม่น้อยกว่า 30 วัตต์ จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด ติดตั้งบนหลังคาเก๋ง และด้านท้ายรถ
- มีโคมไฟส่องสว่าง ส่องพื้นและแปรงกวาดถนนขณะปฏิบัติงานในเวลาคืน สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน ทั้งด้านหน้าและด้านข้าง ขนาดของโคมไฟส่องสว่างไม่น้อยกว่า 60 วัตต์
- มีมาตรวัดความเร็วรอบ น้ำมันเชื้อเพลิง ความร้อน และมาตรวัด หรือสัญญาณเตือนอื่นๆ ตามมาตรฐานของผู้ผลิต
- ติดตั้งเครื่องบันทึกชั่วโมงการทำงาน (Hourmeter)

ระบบการกวาดและดูดฝุ่น

- ถังเก็บฝุ่น(HOPPER)
- ทำด้วยเหล็กไร้สนิม (Stainless Steel) หรือวัสดุที่ไม่เป็นสนิม
- ขนาดปริมาตรความจุของถัง 3.7 ลูกบาศก์เมตร
- การยกเททำงานด้วยระบบไฮโดรลิค ฝาถังปิดสนิท ป้องกันการรั่วซึมได้เป็นอย่างดี การปิดเปิดฝาถังทำงานด้วยระบบไฮดรอลิค หรือนิวแมติก
- ตัวถังเก็บฝุ่นแยกไม่ติดกับหัวเก๋ง
- มีอุปกรณ์กรองฝุ่น (Filter) เพื่อกรองฝุ่นผงเศษวัสดุต่างๆ ก่อนเข้าพัดลมดูดอากาศ สามารถล้างทำความสะอาดได้

ระบบฉีดน้ำและอุปกรณ์ (Water System)

- ถังน้ำมีความจุ 750 ลิตร
- ถังน้ำทำด้วย stainless steel
- มีระบบฉีดน้ำพรมลงบนพื้นขณะทำงาน เพื่อมิให้ฝุ่นฟุ้งกระจาย หัวฉีดน้ำติดตั้งที่แปรงกวาดและปากท่อดูด
- ปั๊มน้ำควบคุมการทำงานด้วยระบบไฟฟ้า หรือระบบอื่นใดที่สามารถควบคุมได้โดยพนักงานขับรถ
- มีอุปกรณ์แสดงระดับน้ำในถังน้ำ และมีสัญญาณเตือนเมื่อระดับน้ำต่ำกว่ากำหนด
- มีระบบฉีดน้ำ หรือสายฉีดน้ำ สำหรับล้างทำความสะอาดภายในถังเก็บฝุ่น

แปรงกวาด (Broom)

- มีแปรงกวาด จำนวน 2 แปรง โดยมีแปรงกวาดด้านล่างซ้าย-ขวา ทำงานด้วยระบบไฮดรอลิค
- แปรงกวาดมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 750 มม.
- การยกขึ้น-ลง ของแปรงกวาดด้านข้าง ทำงานด้วยระบบไฮดรอลิค หรือระบบนิวแมติก สามารถควบคุมการทำงานได้จากภายในเก๋งคนขับ
- ความเร็วในการหมุนของแปรงกวาด สามารถปรับความเร็วได้ตั้งแต่ 0-150 รอบ / นาที
- ขนแปรงกวาด ทำด้วยเหล็กหรือเหล็กผสมวัสดุสังเคราะห์ที่ทนต่อการสึกหรอ
- แปรงกวาด สามารถยกเก็บอย่างแน่นหนาขณะเดินทางโดยอัตโนมัติควบคุมได้จาก ภายในเก๋งคนขับ
- ระยะการทำงานของแปรงกวาด สามารถกวาดได้กว้าง 2,100 มม.

ระบบการดูดเก็บฝุ่นผง (Collection System)

- สามารถดูดเก็บฝุ่น ผง เศษวัสดุ มูลฝอย ดิน ทรายและน้ำได้ทั่งในสภาพเปียกและแห้ง เป็นแบบ Suction type
- ชุดท่อดูด (suction nozzle) สามารถปรับมุมและระยะห่างจากพื้นของปากท่อดูด ได้ตามความเหมาะสมกับลักษณะงานการยกขึ้น-ลงของดูดทำงานด้วยระบบไฮดรอลิค หรือระบบนิวเมติก ควบคุมการทำงานได้โดยพนักงานขับรถภายในเก๋ง
- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อดูด 210 มม.
- มีท่อดูดพิเศษ (WANDER HOSE) เส้นผ่าศูนย์กลาง 150 มม. พร้อมหัวดูดยาวไม่น้อยกว่า 4 เมตร ดูดฝุ่น ผง เศษวัสดุ หรือน้ำโคลนจากท่อระบายน้ำในบริเวณที่แปรงกวาดเข้าไม่ถึงท่อดูดนี้สามารถใช้งานบนทางเท้าด้านซ้ายของตัวรถและเก็บไว้กับตัวรถขณะที่ไม่ใช้งาน

- พัดลมดูด (Blower Fan) สามารถหมุนด้วยความเร็วสูงสุดไม่ต่ำกว่า 3,000 รอบต่อนาที

ระบบป้องกันความปลอดภัย

- มีระบบยกชุดแปรงกวาดและขุดหัวท่อดูด (Suction Nozzle) ยกขึ้นโดยอัตโนมัติเมื่อรถถอยหลัง
- แขนของแปรงกวาดเป็นแบบป้องกันการกระแทก
- มีระบบตัดการทำงานของปั๊มน้ำโดยอัตโนมัติ เมื่อระดับน้ำในถังต่ำกว่ากำหนด

สมรรถนะและประสิทธิภาพของระบบกวาดและดูดฝุ่น

- สามารถกวาดและดูดฝุ่นผงได้ความกว้าง 2,100 มม. ต่อการทำงาน 1 เที่ยว
- สามารถให้กระแสลมดูดได้ไม่ต่ำกว่า 165 ลูกบาศก์เมตร / นาที
- ความเร็วของรถสูงสุดในขณะปฏิบัติงาน 20 กม. / ชม.
- สามารถรับน้ำหนักบรรทุก (Payload) ได้ 5,240 กก.
- สามารถกวาดดูดขวดแก้วหรือวัสดุที่มีขนาดเล็กได้
-ระดับเสียงจากเครื่องยนต์ไม่เกิน85dB(z)(วัดตามมาตรฐานกรมการขนส่งทางบก)

รายละเอียดและคุณลักษณะเฉพาะรถกวาดและดูดฝุ่น ยี่ห้อ RAVO รุ่น 4000 STเครื่องยนต์ดีเซล 82 แรงม้า (รถกวาดขนาดเล็ก)

ลักษณะทั่วไป - เป็นรถยนต์กวาดและดูดฝุ่น ยี่ห้อ RAVO รุ่น 4000 ST ที่มีความสามารถกวาดดูดฝุ่น ผง มูลฝอย เศษหิน ดิน ทราย และน้ำ เพื่อทำความสะอาดถนนสะพานลอยรถข้าม ไหล่ทาง และทางเท้า แล้วเก็บไว้ในถังเก็บฝุ่น (HOPPER) ที่ปิดสนิทไม่รั่ว พร้อมมีถังบรรจุน้ำ และระบบฉีดน้ำสำหรับพรมลงบนพื้นผิวถนน เพื่อไม่ให้ฝุ่นฟุ้งกระจายขณะทำการกวาด โดยมีระบบควบคุมการทำงานและอุปกรณ์ต่างๆ ครบชุด ง่ายต่อการใช้งานและไม่มีการต่อเติมใดๆ นอกเหนือจากแบบของผู้ผลิต สามารถควบคุมการทำงานได้ทุกระบบโดยใช้พนักงานขับรถเพียงคนเดียว

- เป็นรถกวาดและดูดฝุ่น ที่ผลิตสำเร็จรูปตามแบบมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต และเป็นรถที่ใช้กับงานกวาดและดูดฝุ่น

ตัวรถ - เป็นรถยนต์กวาดและดูดฝุ่นหน้าสั้น มีทัศนวิสัยที่พนักงานขับรถสามารถมองเห็นพื้นที่กวาดขณะปฏิบัติงานได้อย่างชัดเจนทั้งด้านหน้าและด้านข้าง

- พวงมาลัยมีระบบช่วยผ่อนแรง (Power Steering) สามารถหักเลี้ยวได้รัศมีแคบสุด 3.45เมตร

- มีประตูปิด-เปิด อยู่ด้านข้างของหัวเก๋ง สามารถปิดล็อคได้ ด้านล่างของประตูมีกระจกใส สามารถมองเห็นพื้นที่การกวาดด้านข้างได้อย่างชัดเจน

- มีเบาะนั่งพนักพิง จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด ภายในหัวเก๋ง เบาะนั่งสำหรับพนักงานขับรถต้องสามารถปรับ-เลื่อนระยะได้ตามความต้องการ

- แผงหน้าปัทม์ มาตร และสัญญาณเตือนต่างๆ เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต สามารถมองเห็นได้ชัดเจน

- มีกระจกมองหลังติดตั้งอยู่ด้านข้างทั้ง 2 ด้าน สามารถปรับมุมการมองได้ และมองได้ชัดเจนขณะปฏิบัติงาน

- มีที่ปัดน้ำฝนกระจกบังลมหน้า พร้อมอุปกรณ์ฉีดน้ำล้างกระจก

- มีเครื่องปรับอากาศ ภายในหัวเก๋ง ขนาดทำความเย็นได้เพียงพอแก่การใช้งาน(ติดตั้งจากโรงงานผู้ผลิต

- ถังน้ำมันเชื้อเพลิงมีความจุ 75 ลิตร ฝาถังสามารถปิดล็อคกุญแจได้

<u>ระบบเครื่องยนต์</u>

- เป็นเครื่องยนต์ดีเซล ยี่ห้อ IVECO รุ่น 8041 I 05
- จำนวนสูบ 4 สูบ 4 จังหวะ
- ระบายความร้อนด้วยน้ำ
- ปริมาตรความจุของกระบอกสูบ 3,908 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- กำลังของเครื่องยนต์สูงสุด 82 แรงม้า ที่ความเร็วรอบ 2,700 รอบ / นาที
- มีระบบดับเครื่องยนต์โดยปิดสวิตช์กุญแจ

<u>ระบบส่งกำลัง</u>

- ระบบส่งกำลังเป็นแบบ Hydrostatic transmission
- ความเร็วสูงสุดในการเดินทาง 30 กม. / ชม.
- มีเกียร์เดินหน้า – ถอยหลัง ปรับความเร็วได้

<u>ระบบห้ามล้อและยาง</u>

- ระบบห้ามล้อแบบ แบบไฮดรอลิค
- มีระบบห้ามล้อมือแบบกลไก (Machanical Parking Brake)
- ล้อและยางหน้า – หลัง มีจำนวน 4 ล้อ ขนาดตามมาตรฐานของผู้ผลิต
- มียางอะไหล่พร้อมวงล้อ 1 ชุด ขนาดตามที่ติดมากับรถ

<u>ระบบไฟฟ้า มาตรและอุปกรณ์ความปลอดภัย</u>

- ใช้ระบบไฟฟ้าตั้งแต่ 24 โวลท์ขึ้นไป หม้อแบตเตอรี่มีขนาดความจุ 72 แอมป์-ชั่วโมง จำนวน 2 ลูก รวมเป็น 144 แอมป์ - ชั่วโมง
- มีไฟส่องสว่างและไฟสัญญาณต่างๆ ครบถ้วยถูกต้องตามกฎหมายเกี่ยวกับจราจร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- มีโคมไฟสัญญาณวับ-วาบ สีเหลืองหมุนรอบตัวขนาดหลอดไฟส่องสว่างไม่น้อยกว่า 30 วัตต์ จำนวน 2 ชุด ติดตั้งบนหลังคาเก๋ง
- มีโคมไฟส่องสว่าง ส่องพื้นและแปรงกวาดถนนขณะปฏิบัติงานในเวลาคืน สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน ทั้งด้านหน้าและด้านข้าง ขนาดของโคมไฟส่องสว่างไม่น้อยกว่า 60 วัตต์
- มีมาตรวัดความเร็วรอบ น้ำมันเชื้อเพลิง ความร้อน และมาตรวัด หรือสัญญาณเตือนอื่นๆ ตามมาตรฐานของผู้ผลิต
- ติดตั้งเครื่องบันทึกชั่วโมงการทำงาน (Hourmeter)

ระบบการกวาดและดูดฝุ่น

- ถังเก็บฝุ่น(HOPPER)
- ทำด้วยเหล็กไร้สนิม (Stainless Steel)
- ขนาดปริมาตรความจุของถัง 3 ลูกบาศก์เมตร
- การยกเททำงานด้วยระบบไฮโดรลิค ฝาถังปิดสนิท ป้องกันการรั่วซึมได้เป็นอย่างดี
- ตัวถังเก็บฝุ่นแยกไม่ติดกับหัวเก๋ง
- มีอุปกรณ์กรองฝุ่น (Filter) เพื่อกรองฝุ่นผงเศษวัสดุต่างๆ ก่อนเข้าพัดลมดูดอากาศ สามารถล้างทำความสะอาดได้

ระบบฉีดน้ำและอุปกรณ์ (Water System)

- มีน้ำมีความจุ 700 ลิตร
- ถังน้ำทำด้วยเหล็ก COR-TEN STEEL
- มีระบบฉีดน้ำพรมลงบนพื้นขณะทำงาน เพื่อมิให้ฝุ่นฟุ้งกระจาย หัวฉีดน้ำติดตั้งที่แปรงกวาดและปากท่อดูด
- ปั๊มน้ำควบคุมการทำงานด้วยระบบไฟฟ้า สามารถควบคุมได้โดยพนักงานขับรถ แรงดันสูงสุด 25 ปอนด์ / ตารางนิ้ว ขนาดสูบน้ำได้ 12 ลิตร / นาที
- มีอุปกรณ์แสดงระดับน้ำในถังน้ำ
- มีระบบฉีดน้ำ หรือสายฉีดน้ำ สำหรับล้างทำความสะอาดภายในถังเก็บฝุ่น

แปรงกวาด (Broom)

- มีแปรงกวาด จำนวน 2 แปรง โดยมีแปรงกวาดด้านข้างซ้าย-ขวา ทำงานด้วยระบบไฮดรอลิค ควบคุมการทำงานจากภายในเก๋งคนขับ
- แปรงกวาดด้านข้าง สามารถยกขึ้น – ลง และปรับเลื่อนระยะยื่นออกจากตัวรถได้ทั้งด้านซ้ายและด้านขวาทำงานด้วยระบบไฮดรอลิค โดยสามารถปรับเลื่อนระยะยื่นแปรงกวาดออกจากตัวรถได้ 300 มม. แขนของแปรงกวาดด้านาหน้าสามารถยกขึ้นลง

ปรับมุมก้มเงยของแปรงกวาดและเป็นแบบป้องกันการกระแทก ควบคุมการทำงานได้จากภายในเก๋งคนขับ

- แปรงกวาดมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 750 มม.
- ความเร็วในการหมุนของแปรงกวาด สามารถปรับความเร็วได้ตั้งแต่0--200รอบ / นาที
- ขนแปรงกวาด ทำด้วยเหล็ก
- แปรงกวาด สามารถยกเก็บอย่างแน่นหนาขณะเดินทางโดยอัตโนมัติควบคุมได้จาก ภายในเก๋งคนขับ
- ระยะการทำงานของแปรงกวาด สามารถกวาดได้กว้าง 2,000 มม.

<u>ระบบการดูดเก็บฝุ่นผง (Collection System)</u>

- สามารถดูดเก็บฝุ่น ผง เศษวัสดุ มูลฝอย ดิน ทรายและน้ำได้ทั่งในสภาพเปียกและแห้ง เป็นแบบ suction type
- ชุดท่อดูด (suction nozzle) สามารถปรับมุมและระยะห่างจากพื้นของปากท่อดูดได้ตามความเหมาะสมกับลักษณะงานการยกขึ้น-ลงของดูดทำงานด้วยระบบไฮดรอลิค หรือระบบนิวเมติก ควบคุมการทำงานได้โดยพนักงานขับรถภายในเก๋ง
- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อดูด 225 มม.
- มีท่อดูดพิเศษ (WANDER HOSE) เส้นผ่าศูนย์กลาง 150 มม. พร้อมหัวดูดยาวไม่น้อยกว่า 4 เมตร ดูดฝุ่น ผง เศษวัสดุ หรือน้ำโคลนจากท่อระบายน้ำในบริเวณที่แปรงกวาดเข้าไม่ถึงท่อดูดนี้สามารถใช้งานบนทางเท้าด้านซ้ายของตัวรถและเก็บไว้กับตัวรถขณะที่ไม่ใช้งาน
- พัดลมดูด (Blower Fan) สามารถหมุนด้วยความเร็วสูงสุด 3,100 รอบต่อนาที

<u>สมรรถนะและประสิทธิภาพของระบบกวาดและดูดฝุ่น</u>

- สามารถกวาดและดูดฝุ่นผงได้ความกว้าง 2,000 มม. ต่อการทำงาน 1 เที่ยว
- สามารถให้กระแสลมดูดได้ 150 ลูกบาศก์เมตร / นาที
- ความเร็วของรถสูงสุดในขณะปฏิบัติงาน 0-12 กม. / ชม.
- สามารถรับน้ำหนักบรรทุก (Payload) ได้ 5,625 กก.
- สามารถกวาดดูดขวดแก้วเครื่องดื่มชูกำลังขนาดเล็ก เช่น ยี่ห้อลิโพ หรือ กระทิงแดงได้

ภาคผนวก ข.

มาตรฐานความสะอาดระดับต่างๆ ที่ กทม. ใช้ในการวัดความสะอาดหลังทำการกวาดฝุ่นในถนนโดยบริษัทเอกชน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. มาตรฐานความสะอาด

1.1 ระดับความสะอาดบนพื้นถนนที่ทำความสะอาดโดยรถกวาดฯ และ/หรือแรงงานคน มีรายละเอียดข้อกำหนดดังนี้

1.1.1 มาตรฐานความสะอาด ระดับที่ 1

ก. ในกรณีมองด้วยสายตาบนพื้นถนนที่บริเวณช่องทางจราจรที่ชิดกับทางเท้าและที่ชิดกับเกาะกลางหรือรั้วกั้นกลางถนน ในระยะ 10 เมตร จะต้องได้ระดับความสะอาดดังนี้

1. มีเศษแก้วแตก/ขวดแตก ขนาดไม่เกิน 2 ตารางนิ้ว ไม่เกิน 3 ชิ้น
2. มีเศษแก้วแตก/ขวดแตก ขนาดใหญ่เกิน 2 ตารางนิ้ว ไม่เกิน 2 ชิ้น
3. ไม่มีฝุ่นผง ดิน ทราย ตะกอน ก้อนกรวด ที่มองเห็นด้วยตาเปล่าอย่างชัดเจน
4. มีขยะมูลฝอยหรือเศษวัสดุ (ยกเว้นใบไม้) ขนาดไม่เกิน 2 ตารางนิ้ว ไม่เกิน 3 ชิ้น
5. มีขยะมูลฝอยหรือเศษวัสดุ (ยกเว้นใบไม้) ขนาดใหญ่เกิน 2 ตารางนิ้ว ไม่เกิน 2 ชิ้น

ข. ในกรณีสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบ จะต้องได้ระดับความสะอาดดังนี้

1. บนพื้นถนน ที่บริเวณช่องทางจราจรที่ชิดกับทางเท้าและที่ชิดกับเกาะกลางหรือรั้วกั้นกลางถนน ในพื้นที่ 1 ตารางเมตร จะต้องมีปริมาณฝุ่นดิน ทราย ตะกอน ไม่เกิน 15 กรัม

1.1.2 มาตรฐานความสะอาด ระดับที่ 2

ก. ในกรณีมองด้วยสายตาบนพื้นถนนที่บริเวณช่องทางจราจรที่ชิดกับทางเท้าและที่ชิดกับเกาะกลางหรือรั้งกั้นกลางถนน ในระยะ 10 เมตร จะต้องได้รับความสะอาดดังนี้

1. มีเศษแก้วแตก/ขวดแตก ขนาดไม่เกิน 2 ตารางนิ้ว ไม่เกิน 5 ชิ้น
2. มีเศษแก้วแตก/ขวดแตก ขนาดใหญ่เกิน 2 ตารางนิ้ว ไม่เกิน 5 ชิ้น
3. ไม่มีดิน ทราย ตะกอน ก้อนกรวด ที่มองเห็นด้วยตาเปล่าอย่างชัดเจน
4. มีขยะมูลฝอยหรือเศษวัสดุ (ยกเว้นใบไม้) ขนาดไม่เกิน 2 ตารางนิ้ว ไม่เกิน 5 ชิ้น
5. มีขยะมูลฝอยหรือเศษวัสดุ (ยกเว้นใบไม้) ขนาดใหญ่เกิน 2 ตารางนิ้ว ไม่เกิน 5 ชิ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข. ในกรณีสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบ จะต้องได้ระดับความสะอาดดังนี้

1. บนพื้นถนน ที่บริเวณช่องทางจราจรที่ชิดกับทางเท้าและที่ชิดกับเกาะกลางหรือรั้วกั้นกลางถนน ในพื้นที่ 1 ตารางเมตร จะต้องมีปริมาณฝุ่นดิน ทราย ตะกอน ไม่เกิน 15 กรัม

1.1.3 มาตรฐานความสะอาด ระดับที่ 1

ก. ในกรณีมองด้วยสายตาบนพื้นถนนที่บริเวณช่องทางจราจรที่ชิดกับทางเท้าและที่ชิดกับเกาะกลางหรือรั้วกั้นกลางถนน ในระยะ 10 เมตร จะต้องได้ระดับความสะอาดดังนี้

1. มีเศษแก้วแตก/ขวดแตก ขนาดไม่เกิน 2 ตารางนิ้ว มากกว่า 6 ชิ้น
2. มีเศษแก้วแตก/ขวดแตก ขนาดใหญ่เกิน 2 ตารางนิ้ว มากกว่า 5 ชิ้น
3. ไม่มีตะกอน ก้อนกรวด ที่มองเห็นด้วยตาเปล่าอย่างชัดเจน
4. มีขยะมูลฝอยหรือเศษวัสดุ (ยกเว้นใบไม้) ขนาดไม่เกิน 2 ตารางนิ้ว มากกว่า 5 ชิ้น
5. มีขยะมูลฝอยหรือเศษวัสดุ (ยกเว้นใบไม้) ขนาดใหญ่เกิน 2 ตารางนิ้ว มากกว่า 5 ชิ้น

ข. ในกรณีสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบ จะต้องได้ระดับความสะอาดดังนี้

1. บนพื้นถนน ที่บริเวณช่องทางจราจรที่ชิดกับทางเท้าและที่ชิดกับเกาะกลางหรือรั้วกั้นกลางถนน ในพื้นที่ 1 ตารางเมตร จะต้องมีปริมาณฝุ่นดิน ทราย ตะกอน มากกว่า 50 กรัม

1.2 ระดับความสะอาดในการดำเนินงาน

ผู้รับจ้างต้องระดับความสะอาดในแต่ละวันตามช่วงเวลาต่างๆ ตามที่กำหนด ดังนี้

ช่วงเวลา	ระดับมาตรฐานความสะอาด
00.00-05.00	ระดับที่ 3 ก. และ 3 ข หรือดีกว่า
05.00-07.00	ระดับที่ 1 ก. และ 1 ข
07.00-09.00	ระดับที่ 1 ก. และ 2 ข หรือดีกว่า
09.00-15.00	ระดับที่ 2 ก. และ 2 ข หรือดีกว่า
15.00-19.00	ระดับที่ 1 ก. และ 2 ข หรือดีกว่า
19.00-00.00	ระดับที่ 3 ก. และ 3 ข หรือดีกว่า

ภาคผนวก ค.

ตารางแสดงวันที่ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นและค่าตัวแปรที่ทำการศึกษาในถนนสายต่าง ๆ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.1 แผนการทดลองที่ถนนพหลโยธินโดยรถกวาดขนาดใหญ่

การเก็บตัวอย่างและ	วันที่												
พารามิเตอร์ที่ศึกษา	14	15	16	18	21	22	23	25	28	29	30	1	4
ก่อนกวาด	*				*				*				
หลังกวาด 1 วัน		*				*				*			
หลังกวาด 2 วัน			*				*				*		
หลังกวาด 4 วัน				*				*				*	
หลังกวาด 7 วัน					*				*				*
ปริมาณฝุ่นละอองรวม	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ปริมาณซิลท์	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
การกระจายขนาดของฝุ่นละออง ($>$ 75 μm)	*	*	*	*	*								
การกระจายขนาดของฝุ่นละออง ($<$ 75 μm)									*	*			
องค์ประกอบฝุ่นละออง									*				
ปริมาณสารอินทรีย์									*	*			
ค่าความถ่วงจำเพาะ									*				
ปริมาณความชื้น	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.2 แผนการทดลองที่ถนนพหลโยธินโดยการล้าง

การเก็บตัวอย่างและ	วันที่												
พารามิเตอร์ที่ศึกษา	22	23	24	29	1	2	3	6	8	9	10	11	15
ก่อนกวาด	*				*				*				
หลังกวาด 1 วัน		*				*				*			
หลังกวาด 2 วัน			*				*				*		
หลังกวาด 3 วัน												*	
หลังกวาด 5 วัน								*					
หลังกวาด 7 วัน				*					*				*
ปริมาณฝุ่นละอองรวม	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ปริมาณซิลท์	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
การกระจายขนาดของฝุ่นละออง ($>$ 75 μm)					*	*	*	*	*				
การกระจายขนาดของฝุ่นละออง ($<$ 75 μm)					*	*							
ปริมาณสารอินทรีย์					*	*							
ปริมาณความชื้น	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.3 แผนการทดลองที่ถนนลาดหญ้าโดยรถกวาดขนาดกลาง

การเก็บตัวอย่างและพารามิเตอร์ที่ศึกษา	วันที่					
	19	20	10	11	12	13
ก่อนกวาด	*		*		*	
หลังกวาด		*		*		*
ปริมาณฝุ่นละอองรวม	—	—	—	—	—	—
ปริมาณซิลท์	—	—	—	—	—	—
การกระจายขนาดของฝุ่นละออง ($>$ 75 μm)			*	*		
องค์ประกอบฝุ่นละออง			*			
ปริมาณสารอินทรีย์			*	*		
ค่าความถ่วงจำเพาะ			*			
ปริมาณความชื้น	—	—	—	—	—	—
ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา	—	—	—	—	—	—

ตารางที่ ค.4 แผนการทดลองที่ถนนลาดหญ้าโดยการล้าง

การเก็บตัวอย่างและพารามิเตอร์ที่ศึกษา	วันที่		
	16	23	30
ก่อนกวาด	*	*	*
หลังกวาด	*	*	*
ปริมาณฝุ่นละอองรวม	—	—	—
ปริมาณซิลท์	—	—	—
การกระจายขนาดของฝุ่นละออง ($>$ 75 μm)			*
ปริมาณสารอินทรีย์			*
ปริมาณความชื้น	—	—	—
ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา	—	—	—

ตารางที่ ค.5 แผนการทดลองที่ถนนหลังสวนโดยรถกวาดขนาดกลาง

การเก็บตัวอย่างและ	วันที่												
พารามิเตอร์ที่ศึกษา	2	3	4	6	9	10	11	13	16	17	18	20	23
ก่อนกวาด	*				*				*				
หลังกวาด 1 วัน		*				*				*			
หลังกวาด 2 วัน			*				*				*		
หลังกวาด 4 วัน				*				*				*	
หลังกวาด 7 วัน					*				*				*
ปริมาณฝุ่นละอองรวม	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ปริมาณซิลท์	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
การกระจายขนาดของฝุ่นละออง ($>$ 75 μm)					*	*	*	*	*				
การกระจายขนาดของฝุ่นละออง ($<$ 75 μm)					*	*							
องค์ประกอบฝุ่นละออง					*								
ปริมาณสารอินทรีย์					*	*							
ค่าความถ่วงจำเพาะ					*								
ปริมาณความชื้น	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.6 แผนการทดลองที่ถนนประชาสงเคราะห์โดยรถกวาดขนาดเล็ก

การเก็บตัวอย่างและ	วันที่												
พารามิเตอร์ที่ศึกษา	21	22	23	25	28	29	30	1	4	5	6	8	11
ก่อนกวาด	*				*				*				
หลังกวาด 1 วัน		*				*				*			
หลังกวาด 2 วัน			*				*				*		
หลังกวาด 4 วัน				*				*				*	
หลังกวาด 7 วัน					*				*				*
ปริมาณฝุ่นละอองรวม	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ปริมาณซิลท์	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
การกระจายขนาดของฝุ่นละออง ($>$ 75 μm)									*	*	*	*	*
การกระจายขนาดของฝุ่นละออง ($<$ 75 μm)									*	*			
องค์ประกอบฝุ่นละออง									*				
ปริมาณสารอินทรีย์									*	*			
ค่าความถ่วงจำเพาะ									*				
ปริมาณความชื้น	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.7 แผนการทดลองที่ถนนบรรทัดทองโดยใช้แรงงานคน (คนกวาด)

การเก็บตัวอย่างและ พารามิเตอร์ที่ศึกษา	วันที่		
	12	14	20
ก่อนกวาด	*	*	*
หลังกวาด	*	*	*
ปริมาณฝุ่นละอองรวม			
ปริมาณซิลท์			
การกระจายขนาดของฝุ่นละออง ($>$ 75 μm)		*	
การกระจายขนาดของฝุ่นละออง ($<$ 75 μm)		*	
องค์ประกอบฝุ่นละออง		*(เฉพาะ ตย.ก่อนกวาด)	
ปริมาณสารอินทรีย์		*	
ค่าความถ่วงจำเพาะ		*(เฉพาะ ตย.ก่อนกวาด)	
ปริมาณความชื้น			
ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา			

ตารางที่ ค.8 แผนการทดลองที่ถนนเจริญรัถโดยรถกวาดขนาดกลาง

การเก็บตัวอย่างและ พารามิเตอร์ที่ศึกษา	วันที่		
	18	5	3
ก่อนกวาด	*	*	*
หลังกวาด	*	*	*
ปริมาณฝุ่นละอองรวม			
ปริมาณซิลท์			
การกระจายขนาดของฝุ่นละออง ($>$ 75 μm)		*	
ปริมาณสารอินทรีย์		*	
ค่าความถ่วงจำเพาะ		*(เฉพาะ ตย.ก่อนกวาด)	
ปริมาณความชื้น			
ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา			

ตารางที่ ค.9 แผนการทดลองที่ถนนเจริญรัถโดยการล้าง

การเก็บตัวอย่างและ	วันที่					
พารามิเตอร์ที่ศึกษา	18	19	1	2	8	9
ก่อนกวาด	*		*		*	
หลังกวาด		*		*		*
ปริมาณฝุ่นละอองรวม						
ปริมาณซิลท์						
การกระจายขนาดของฝุ่นละออง ($>$ 75 μm)			*	*		
ปริมาณสารอินทรีย์			*	*		
ปริมาณความชื้น						
ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา						

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง.

ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนนก่อนและหลังการทำความสะอาดแบบต่างๆในถนนที่ทำการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.1 ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนน บริเวณถนนพหลโยธินโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดใหญ่

วันที่	เวลาที่เริ่มเก็บ	น้ำหนักก่อนเก็บ (กรัม)	น้ำหนักหลังเก็บ (กรัม)	น้ำหนักฝุ่น (กรัม)	จำนวนเลน (เลน)	ความกว้างเลน (เมตร)	พื้นที่เก็บตัวอย่าง (ตร.ม.)	ปริมาณฝุ่นละออง (กรัม/ตร.ม.)
14 มีนาคม 2543	22.00	23.56	256.66	233.10	6	2.8	126	1.85
15 มีนาคม 2543	22.00	23.58	240.30	216.72	6	2.8	126	1.72
16 มีนาคม 2543	22.00	23.48	238.94	215.46	6	2.8	126	1.71
18 มีนาคม 2543	22.00	23.47	271.69	248.22	6	2.8	126	1.97
21 มีนาคม 2543	22.00	23.53	248.82	225.29	6	2.8	75.6	2.98
22 มีนาคม 2543	22.00	23.54	292.68	269.14	6	2.8	100.8	2.67
23 มีนาคม 2543	22.00	23.55	300.75	277.20	6	2.8	100.8	2.75
25 มีนาคม 2543	22.00	23.57	279.60	256.03	6	2.8	100.8	2.54
28 มีนาคม 2543	22.00	23.61	258.73	235.12	6	2.8	75.6	3.11
29 มีนาคม 2543	22.00	23.64	245.90	222.26	6	2.8	75.6	2.94
30 มีนาคม 2543	22.00	23.68	259.30	235.62	6	2.8	126	1.87
1 เมษายน 2543	22.00	23.73	249.02	225.29	6	2.8	75.6	2.98
4 เมษายน 2543	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ ง.2 ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนน บริเวณถนนหลังสวนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดกลาง

วันที่	เวลาที่เริ่มเก็บ	น้ำหนักก่อนเก็บ (กรัม)	น้ำหนักหลังเก็บ (กรัม)	น้ำหนักฝุ่น (กรัม)	จำนวนเลน (เลน)	ความกว้างเลน (เมตร)	พื้นที่เก็บตัวอย่าง (ตร.ม.)	ปริมาณฝุ่นละออง (กรัม/ตร.ม.)
2 ธันวาคม 2543	23.30	26.21	243.36	217.15	4	2.6	31.2	6.96
3 ธันวาคม 2543	23.30	26.26	258.70	232.44	4	2.6	78	2.98
4 ธันวาคม 2543	23.30	26.24	249.94	223.70	4	2.6	93.6	2.39
6 ธันวาคม 2543	23.30	26.55	254.47	227.92	4	2.6	46.8	4.87
9 ธันวาคม 2543	23.30	26.32	227.56	201.24	4	2.6	31.2	6.45
##########	23.30	26.18	269.54	243.36	4	2.6	78	3.12
##########	23.30	26.24	247.14	220.90	4	2.6	62.4	3.54
##########	23.30	26.14	256.40	230.26	4	2.6	46.8	4.92
##########	23.30	26.12	228.30	202.18	4	2.6	31.2	6.48
##########	23.30	26.18	234.60	208.42	4	2.6	62.4	3.34
##########	23.30	26.11	245.13	219.02	4	2.6	62.4	3.51
##########	23.30	26.41	261.35	234.94	4	2.6	46.8	5.02
##########	23.30	26.52	313.40	286.88	4	2.6	46.8	6.13

ตารางที่ ง.3 ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนน บริเวณถนนประชาสงเคราะห์โดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดเ

วันที่	เวลาที่เริ่มเก็บ	น้ำหนักก่อนเก็บ (กรัม)	น้ำหนักหลังเก็บ (กรัม)	น้ำหนักฝุ่น (กรัม)	จำนวนเลน (เลน)	ความกว้างเลน (เมตร)	พื้นที่เก็บตัวอย่าง (ตร.ม.)	ปริมาณฝุ่นละออง (กรัม/ตร.ม.)
21 ตุลาคม 2543	4.45	25.41	272.01	246.60	4	3	36	6.85
22 ตุลาคม 2543	4.45	25.31	285.41	260.10	4	3	90	2.89
23 ตุลาคม 2543	4.50	25.23	269.13	243.90	4	3	90	2.71
25 ตุลาคม 2543	4.40	25.61	255.11	229.50	4	3	90	2.55
28 ตุลาคม 2543	5.00	25.41	259.41	234.00	4	3	72	3.25
29 ตุลาคม 2543	4.50	25.43	272.93	247.50	4	3	90	2.75
30 ตุลาคม 2543	5.00	25.43	253.31	227.88	4	3	108	2.11
1 พฤศจิกายน 2543	5.00	25.52	287.60	262.08	4	3	72	3.64
4 พฤศจิกายน 2543	4.50	25.36	230.20	204.84	4	3	36	5.69
5 พฤศจิกายน 2543	4.55	25.46	264.50	239.04	4	3	72	3.32
6 พฤศจิกายน 2543	5.00	25.41	302.61	277.20	4	3	72	3.85
8 พฤศจิกายน 2543	5.00	25.42	301.90	276.48	4	3	54	5.12
11 พฤศจิกายน 2543	5.00	25.6	247.00	221.40	4	3	36	6.15

ตารางที่ ง.4 ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนน บริเวณถนนพหลโยธินโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถล้างขนาด 6000 ลิต

วันที่	เวลาที่เริ่มเก็บ	น้ำหนักก่อนเก็บ (กรัม)	น้ำหนักหลังเก็บ (กรัม)	น้ำหนักฝุ่น (กรัม)	จำนวนเลน (เลน)	ความกว้างเลน (เมตร)	พื้นที่เก็บตัวอย่าง (ตร.ม.)	ปริมาณฝุ่นละออง (กรัม/ตร.ม.)
22 กันยายน 2543	23.30	24.63	232.28	207.65	6	2.8	201.6	1.03
23 กันยายน 2543	23.30	24.65	218.19	193.54	6	2.8	201.6	0.96
24 กันยายน 2543	23.30	24.66	227.27	202.61	6	2.8	151.2	1.34
26 กันยายน 2543								มีฝนตก
29 กันยายน 2543	23.30	24.78	261.66	236.88	6	2.8	252	0.94
1 ตุลาคม 2543	23.30	24.66	293.80	269.14	6	2.8	151.2	1.78
2 ตุลาคม 2543	23.30	23.56	232.22	208.66	6	2.8	302.4	0.69
3 ตุลาคม 2543	23.30	23.54	236.73	213.19	6	2.8	151.2	1.41
6 ตุลาคม 2543	23.30	23.55	259.42	235.87	6	2.8	151.2	1.56
8 ตุลาคม 2543	23.30	23.52	247.30	223.78	6	2.8	151.2	1.48
9 ตุลาคม 2543	23.30	23.54	242.78	219.24	6	2.8	252	0.87
10 ตุลาคม 2543	23.30	23.55	250.35	226.80	6	2.8	302.4	0.75
11 ตุลาคม 2543	23.30	25.23	264.63	239.40	6	2.8	252	0.95
15 ตุลาคม 2543	23.30							มีฝนตก

ตารางที่ ง.5 ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนน บริเวณถนนบรรทัดทอง โดยการทำความสะอาดแบบใช้แรงงานคนกวาด

วันที่	เวลาที่เริ่มเก็บ	น้ำหนักก่อนเก็บ (กรัม)	น้ำหนักหลังเก็บ (กรัม)	น้ำหนักฝุ่น (กรัม)	จำนวนเลน (เลน)	ความกว้างเลน (เมตร)	พื้นที่เก็บตัวอย่าง (ตร.ม.)	ปริมาณฝุ่นละออง (กรัม/ตร.ม.)
12 สิงหาคม 2543	4.45	24.32	235.86	211.54	4	2.6	93.6	2.26
12 สิงหาคม 2543	8.00	24.33	263.95	239.62	4	2.6	124.8	1.92
14 สิงหาคม 2543	5.00	24.34	224.64	200.30	4	2.6	93.6	2.14
14 สิงหาคม 2543	9.00	24.34	258.96	234.62	4	2.6	124.8	1.88
20 สิงหาคม 2543	4.45	24.31	277.03	252.72	4	2.6	93.6	2.7
20 สิงหาคม 2543	8.00	24.33	234.93	210.60	4	2.6	93.6	2.25

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.6 ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนน บริเวณถนนเจริญรัถโดยการทำความสะอาดแบบรถกวาดขนาดกลาง

วันที่	เวลาที่เริ่มเก็บ	น้ำหนักก่อนเก็บ (กรัม)	น้ำหนักหลังเก็บ (กรัม)	น้ำหนักฝุ่น (กรัม)	จำนวนเลน (เลน)	ความกว้างเลน (เมตร)	พื้นที่เก็บตัวอย่าง (ตร.ม.)	ปริมาณฝุ่นละออง (กรัม/ตร.ม.)
18 ตุลาคม 2543	21.00	26.42	278.20	251.78	2	4.5	67.5	3.73
18 ตุลาคม 2543	23.00	26.43	245.67	219.24	2	4.5	189	1.16
3 พฤศจิกายน 2543	21.00	26.44	266.07	239.63	2	4.5	67.5	3.55
3 พฤศจิกายน 2543	23.00	26.46	245.16	218.70	2	4.5	162	1.35
5 พฤศจิกายน 2543	21.00	26.42	257.27	230.85	2	4.5	67.5	3.42
5 พฤศจิกายน 2543	23.00	26.44	242.71	216.27	2	4.5	243	0.89

ตารางที ง.7 ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนน บริเวณถนนลาดหญ้าโดยการทำความสะอาดแบบรถกวาดขนาดกลาง

วันที่	เวลาที่เริ่มเก็บ	น้ำหนักก่อนเก็บ (กรัม)	น้ำหนักหลังเก็บ (กรัม)	น้ำหนักฝุ่น (กรัม)	จำนวนเลน (เลน)	ความกว้างเลน (เมตร)	พื้นที่เก็บตัวอย่าง (ตร.ม.)	ปริมาณฝุ่นละออง (กรัม/ตร.ม.)
19 ตุลาคม 2543	23.00	26.43	272.67	246.24	6	3	40.5	6.08
20 ตุลาคม 2543	0.35	26.42	235.94	209.52	6	3	54	3.88
10 พฤศจิกายน 2543	23.00	26.44	245.14	218.70	6	3	40.5	5.4
11 พฤศจิกายน 2543	0.35	26.43	286.44	260.01	6	3	81	3.21
12 พฤศจิกายน 2543	23.00	26.45	295.37	268.92	6	3	54	4.98
13 พฤศจิกายน 2543	0.35	26.45	284.84	258.39	6	3	81	3.19

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.8 ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนน บริเวณถนนเจริญรัถโดยการทำความสะอาดแบบรถล้างขนาด 6000 ลิตร

วันที่	เวลาที่เริ่มเก็บ	น้ำหนักก่อนเก็บ (กรัม)	น้ำหนักหลังเก็บ (กรัม)	น้ำหนักฝุ่น (กรัม)	จำนวนเลน (เลน)	ความกว้างเลน (เมตร)	พื้นที่เก็บตัวอย่าง (ตร.ม.)	ปริมาณฝุ่นละออง (กรัม/ตร.ม.)
18 ตุลาคม 2543	23.00	23.54	211.46	187.92	2	4.5	162	1.16
19 ตุลาคม 2543	1.25	23.47	201.67	178.20	2	4.5	324	0.55
1 พฤศจิกายน 2543	23.00	23.48	263.24	239.76	2	4.5	162	1.48
2 พฤศจิกายน 2543	1.25	23.56	192.04	168.48	2	4.5	324	0.52
8 พฤศจิกายน 2543	23.00	23.53	261.67	238.14	2	4.5	162	1.47
9 พฤศจิกายน 2543	1.25	23.58	211.50	187.92	2	4.5	324	0.58

ตารางที ง.9 ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองรวมบนผิวถนน บริเวณถนนลาดหญ้าโดยการทำความสะอาดแบบรถล้างขนาด 6000 ลิตร

วันที่	เวลาที่เริ่มเก็บ	น้ำหนักก่อนเก็บ (กรัม)	น้ำหนักหลังเก็บ (กรัม)	น้ำหนักฝุ่น (กรัม)	จำนวนเลน (เลน)	ความกว้างเลน (เมตร)	พื้นที่เก็บตัวอย่าง (ตร.ม.)	ปริมาณฝุ่นละออง (กรัม/ตร.ม.)
16 พฤศจิกายน 2543	0.35	23.54	255.74	232.20	6	3	270	0.86
16 พฤศจิกายน 2543	2.30	23.47	223.27	199.80	6	3	540	0.37
23 พฤศจิกายน 2543	0.35	23.48	269.72	246.24	6	3	432	0.57
23 พฤศจิกายน 2543	2.30	23.56	198.52	174.96	6	3	648	0.27
30 พฤศจิกายน 2543	0.35	23.53	260.05	236.52	6	3	324	0.73
30 พฤศจิกายน 2543	2.30	23.58	211.50	187.92	6	3	648	0.29

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ.

ข้อมูลการวัดการกระจายของตัวอย่างฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่กว่า 75 ไมครอน ก่อนและหลังการทำความสะอาดแบบต่างๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.1 ข้อมูลการหาปริมาณซิลท์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดใหญ่
สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนพหลโยธิน
วันที่เก็บตัวอย่าง : 14 มีนาคม 2543

Sieve No.	Sieve Opening , mm.	Weight of Sieve , gm.	Weight of Sieve + Soil , gm.	Weight of Soil Retain , gm.	Percent Retain , %	Cumulative Retain ,%	Percent Finer ,%
8	2.360	433.5	438.6	5.1	2.85	2.85	97.15
10	2.000	465.4	466.3	0.9	0.51	3.36	96.64
20	0.841	491.3	509.6	18.3	10.19	13.55	86.45
50	0.297	514.3	568.2	53.9	30.02	43.57	56.43
100	0.149	469.7	507.4	37.7	21.02	64.59	35.41
200	0.075	298.5	314.1	15.6	8.71	73.30	26.70
PAN	_	492.2	540.1	47.9	26.70	100.00	0.00
		Total Weight , gm.		179.5			

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{Weight of Soil Retain 200 mesh}}{\text{Total Weight}} \times 100 = 26.70\ \%$$

ตารางที่ จ.2 ข้อมูลการหาปริมาณซิลท์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดใหญ่
สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนพหลโยธิน
วันที่เก็บตัวอย่าง : 15 มีนาคม 2543

Sieve No.	Sieve Opening , mm.	Weight of Sieve , gm.	Weight of Sieve + Soil , gm.	Weight of Soil Retain , gm.	Percent Retain , %	Cumulative Retain ,%	Percent Finer ,%
8	2.360	433.5	437.4	3.9	2.47	2.47	97.53
10	2.000	465.4	467.6	2.2	1.38	3.85	96.15
20	0.841	491.3	507.0	15.7	9.84	13.69	86.31
50	0.297	514.3	552.9	38.6	24.24	37.93	62.07
100	0.149	469.7	504.6	34.9	21.91	59.84	40.16
200	0.075	298.5	325.8	27.3	17.16	77.00	23.00
PAN	_	492.2	528.8	36.6	23.00	100.00	0.00
		Total Weight , gm.		159.3			

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{Weight of Soil Retain 200 mesh}}{\text{Total Weight}} \times 100 = 23.00\ \%$$

ตารางที่ จ.3 ข้อมูลการหาปริมาณซิลท์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดใหญ่
สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนพหลโยธิน
วันที่เก็บตัวอย่าง : 16 มีนาคม 2543

Sieve No.	Sieve Opening , mm.	Weight of Sieve , gm.	Weight of Sieve + Soil , gm.	Weight of Soil Retain , gm.	Percent Retain , %	Cumulative Retain ,%	Percent Finer ,%
8	2.360	433.5	437.4	3.9	2.44	2.44	97.56
10	2.000	465.4	467.6	2.2	1.38	3.82	96.18
20	0.841	491.3	509.0	17.7	11.01	14.83	85.17
50	0.297	514.3	557.4	43.1	26.75	41.58	58.42
100	0.149	469.7	501.7	32.0	19.86	61.44	38.56
200	0.075	298.5	318.9	20.4	12.66	74.10	25.90
PAN	_	492.2	534.0	41.8	25.90	100.00	0.00
		Total Weight , gm.		161.2			

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{Weight of Soil Retain 200 mesh}}{\text{Total Weight}} \times 100 = 25.90\ \%$$

ตารางที่ จ.4 ข้อมูลการหาปริมาณซิลท์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดใหญ่
สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนพหลโยธิน
วันที่เก็บตัวอย่าง : 18 มีนาคม 2543

Sieve No.	Sieve Opening , mm.	Weight of Sieve , gm.	Weight of Sieve + Soil , gm.	Weight of Soil Retain , gm.	Percent Retain , %	Cumulative Retain ,%	Percent Finer ,%
8	2.360	433.5	437.7	4.2	2.19	2.19	97.81
10	2.000	465.4	469.9	4.5	2.35	4.54	95.46
20	0.841	491.3	515.6	24.3	12.83	17.37	82.63
50	0.297	514.3	561.7	47.4	25.02	42.39	57.61
100	0.149	469.7	509.9	40.2	21.20	63.59	36.41
200	0.075	298.5	316.3	17.8	9.41	73.00	27.00
PAN	_	492.2	543.4	51.2	27.00	100.00	0.00
		Total Weight , gm.		189.5			

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{Weight of Soil Retain 200 mesh}}{\text{Total Weight}} \times 100 = 27.00\ \%$$

ตารางที่ จ.5 ข้อมูลการหาปริมาณซิลท์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดใหญ่

สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนพหลโยธิน

วันที่เก็บตัวอย่าง : 21 มีนาคม 2543

Sieve No.	Sieve Opening , mm.	Weight of Sieve , gm.	Weight of Sieve + Soil , gm.	Weight of Soil Retain , gm.	Percent Retain , %	Cumulative Retain ,%	Percent Finer ,%
8	2.360	433.5	440.2	6.7	3.84	3.84	96.16
10	2.000	465.4	468.8	3.4	1.95	5.79	94.21
20	0.841	491.3	510.8	19.5	11.23	17.02	82.98
50	0.297	514.3	562.1	47.8	27.55	44.57	55.43
100	0.149	469.7	506.7	37.0	21.31	65.88	34.12
200	0.075	298.5	311.9	13.4	7.72	73.60	26.40
PAN	_	492.2	538.0	45.8	26.40	100.00	0.00
		Total Weight , gm.		173.4			

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{Weight of Soil Retain 200 mesh}}{\text{Total Weight}} \times 100 = 26.40\ \%$$

ตารางที่ จ.6 ข้อมูลการหาปริมาณซิลท์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดกลาง

สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนหลังสวน

วันที่เก็บตัวอย่าง : 9 ธันวาคม 2543

Sieve No.	Sieve Opening , mm.	Weight of Sieve , gm.	Weight of Sieve + Soil , gm.	Weight of Soil Retain , gm.	Percent Retain , %	Cumulative Retain ,%	Percent Finer ,%
8	2.360	433.6	435.8	2.2	1.48	1.48	98.52
10	2.000	465.4	466.8	1.4	0.96	2.44	97.56
20	0.841	491.3	524.4	33.1	22.33	24.77	75.23
50	0.297	514.2	566.1	51.9	35.02	59.79	40.21
100	0.149	469.7	497.6	27.9	18.80	78.59	21.41
200	0.075	298.5	311.1	12.6	8.52	87.11	12.89
PAN	_	492.3	511.4	19.1	12.89	100.00	0.00
		Total Weight , gm.		148.3			

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{Weight of Soil Retain 200 mesh}}{\text{Total Weight}} \times 100 = 12.89\ \%$$

ตารางที่ จ.7 ข้อมูลการหาปริมาณซิลท์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดกลาง
สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนหลังสวน
วันที่เก็บตัวอย่าง : 10 ธันวาคม 2543

Sieve No.	Sieve Opening , mm.	Weight of Sieve , gm.	Weight of Sieve + Soil , gm.	Weight of Soil Retain , gm.	Percent Retain , %	Cumulative Retain ,%	Percent Finer ,%
8	2.360	433.6	438.9	5.3	2.79	2.79	97.21
10	2.000	465.4	468.4	3.0	1.59	4.38	95.62
20	0.841	491.3	514.8	23.5	12.50	16.88	83.12
50	0.297	514.2	583.8	69.6	36.99	53.87	46.13
100	0.149	469.7	511.9	42.2	22.40	76.27	23.73
200	0.075	298.5	321.6	23.1	12.28	88.55	11.45
PAN	_	492.3	513.8	21.5	11.45	100.00	0.00
		Total Weight , gm.		188.2			

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{Weight of Soil Retain 200 mesh}}{\text{Total Weight}} \times 100 = 11.45\ \%$$

ตารางที่ จ.8 ข้อมูลการหาปริมาณซิลท์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดกลาง
สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนหลังสวน
วันที่เก็บตัวอย่าง : 11 ธันวาคม 2543

Sieve No.	Sieve Opening , mm.	Weight of Sieve , gm.	Weight of Sieve + Soil , gm.	Weight of Soil Retain , gm.	Percent Retain , %	Cumulative Retain ,%	Percent Finer ,%
8	2.360	433.6	441.3	7.7	4.54	4.54	95.46
10	2.000	465.4	468.5	3.1	1.85	6.39	93.61
20	0.841	491.3	516.3	25.0	14.78	21.17	78.83
50	0.297	514.2	574.6	60.4	35.67	56.84	43.16
100	0.149	469.7	501.9	32.2	19.00	75.84	24.16
200	0.075	298.5	316.2	17.7	10.42	86.26	13.74
PAN	_	492.3	515.6	23.3	13.74	100.00	0.00
		Total Weight , gm.		169.4			

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{Weight of Soil Retain 200 mesh}}{\text{Total Weight}} \times 100 = 13.74\ \%$$

ตารางที่ จ.9 ข้อมูลการหาปริมาณซิลท์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดกลาง

สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนหลังสวน

วันที่เก็บตัวอย่าง : 13 ธันวาคม 2543

Sieve No.	Sieve Opening , mm.	Weight of Sieve , gm.	Weight of Sieve + Soil , gm.	Weight of Soil Retain , gm.	Percent Retain , %	Cumulative Retain ,%	Percent Finer ,%
8	2.360	433.6	439.8	6.2	3.48	3.48	96.52
10	2.000	465.4	467.3	1.9	1.07	4.55	95.45
20	0.841	491.3	524.2	32.9	18.60	23.15	76.85
50	0.297	514.2	575.4	61.2	34.64	57.79	42.21
100	0.149	469.7	503.2	33.5	18.97	76.76	23.24
200	0.075	298.5	314.5	16.0	9.03	85.79	14.21
PAN	_	492.3	517.4	25.1	14.21	100.00	0.00
		Total Weight , gm.		176.8			

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{Weight of Soil Retain 200 mesh}}{\text{Total Weight}} \times 100 = 14.21\ \%$$

ตารางที่ จ.10 ข้อมูลการหาปริมาณซิลท์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดกลาง

สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนหลังสวน

วันที่เก็บตัวอย่าง : 16 ธันวาคม 2543

Sieve No.	Sieve Opening , mm.	Weight of Sieve , gm.	Weight of Sieve + Soil , gm.	Weight of Soil Retain , gm.	Percent Retain , %	Cumulative Retain ,%	Percent Finer ,%
8	2.360	433.6	435.6	2.0	1.36	1.36	98.64
10	2.000	465.4	467.5	2.1	1.41	2.77	97.23
20	0.841	491.3	521.8	30.5	20.71	23.48	76.52
50	0.297	514.2	571.5	57.3	38.91	62.39	37.61
100	0.149	469.7	493.7	24.0	16.29	78.68	21.32
200	0.075	298.5	310.2	11.7	7.93	86.61	13.39
PAN	_	492.3	512.0	19.7	13.39	100.00	0.00
		Total Weight , gm.		147.3			

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{Weight of Soil Retain 200 mesh}}{\text{Total Weight}} \times 100 = 13.39\ \%$$

ตารางที่ จ.11 ข้อมูลการหาปริมาณซิลท์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดเล็ก
สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนประชาสงเคราะห์
วันที่เก็บตัวอย่าง : 4 พฤศจิกายน 2543

Sieve No.	Sieve Opening , mm.	Weight of Sieve , gm.	Weight of Sieve + Soil , gm.	Weight of Soil Retain , gm.	Percent Retain , %	Cumulative Retain ,%	Percent Finer ,%
8	2.360	433.5	443.6	10.1	6.85	6.85	93.15
10	2.000	465.4	466.9	1.5	1.01	7.86	92.14
20	0.841	491.3	507.4	16.1	11.00	18.86	81.14
50	0.297	514.3	565.3	51.0	34.73	53.59	46.41
100	0.149	469.7	497.4	27.7	18.85	72.44	27.56
200	0.075	298.5	317.7	19.2	13.10	85.54	14.46
PAN	_	492.2	513.4	21.2	14.46	100.00	0.00
		Total Weight , gm.		146.8			

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{Weight of Soil Retain 200 mesh}}{\text{Total Weight}} \times 100 = 14.46\ \%$$

ตารางที่ จ.12 ข้อมูลการหาปริมาณซิลท์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดเล็ก
สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนประชาสงเคราะห์
วันที่เก็บตัวอย่าง : 5 พฤศจิกายน 2543

Sieve No.	Sieve Opening , mm.	Weight of Sieve , gm.	Weight of Sieve + Soil , gm.	Weight of Soil Retain , gm.	Percent Retain , %	Cumulative Retain ,%	Percent Finer ,%
8	2.360	433.5	434.2	0.7	0.42	0.42	99.58
10	2.000	465.4	466.1	0.7	0.42	0.85	99.15
20	0.841	491.3	498.2	6.9	3.96	4.81	95.19
50	0.297	514.3	569.7	55.4	31.77	36.58	63.42
100	0.149	469.7	517.3	47.6	27.27	63.85	36.15
200	0.075	298.5	339.5	41.0	23.50	87.35	12.65
PAN	_	492.2	514.3	22.1	12.65	100.00	0.00
		Total Weight , gm.		174.5			

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{Weight of Soil Retain 200 mesh}}{\text{Total Weight}} \times 100 = 12.65\ \%$$

ตารางที่ จ.13 ข้อมูลการหาปริมาณซิลท์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดเล็ก
สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนประชาสงเคราะห์
วันที่เก็บตัวอย่าง : 6 พฤศจิกายน 2543

Sieve No.	Sieve Opening , mm.	Weight of Sieve , gm.	Weight of Sieve + Soil , gm.	Weight of Soil Retain , gm.	Percent Retain , %	Cumulative Retain ,%	Percent Finer ,%
8	2.360	433.5	435.9	2.4	1.16	1.16	98.84
10	2.000	465.4	467.5	2.1	0.99	2.15	97.85
20	0.841	491.3	505.4	14.1	6.70	8.85	91.15
50	0.297	514.3	577.5	63.2	30.03	38.88	61.12
100	0.149	469.7	521.6	51.9	24.69	63.57	36.43
200	0.075	298.5	346.2	47.7	22.66	86.23	13.77
PAN	_	492.2	521.2	29.0	13.77	100.00	0.00
		Total Weight , gm.		210.3			

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{Weight of Soil Retain 200 mesh}}{\text{Total Weight}} \times 100 = 13.77\ \%$$

ตารางที่ จ.14 ข้อมูลการหาปริมาณซิลท์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดเล็ก
สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนประชาสงเคราะห์
วันที่เก็บตัวอย่าง : 8 พฤศจิกายน 2543

Sieve No.	Sieve Opening , mm.	Weight of Sieve , gm.	Weight of Sieve + Soil , gm.	Weight of Soil Retain , gm.	Percent Retain , %	Cumulative Retain ,%	Percent Finer ,%
8	2.360	433.5	437.6	4.1	1.88	1.88	98.12
10	2.000	465.4	466.4	1.0	0.48	2.36	97.64
20	0.841	491.3	512.9	21.6	10.03	12.39	87.61
50	0.297	514.3	590.6	76.3	35.38	47.77	52.23
100	0.149	469.7	520.6	50.9	23.61	71.38	28.62
200	0.075	298.5	334.1	35.6	16.51	87.89	12.11
PAN	_	492.2	518.3	26.1	12.11	100.00	0.00
		Total Weight , gm.		215.7			

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{Weight of Soil Retain 200 mesh}}{\text{Total Weight}} \times 100 = 12.11\ \%$$

ตารางที่ จ.15 ข้อมูลการหาปริมาณซิลท์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดเล็ก

สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนประชาสงเคราะห์

วันที่เก็บตัวอย่าง : 11 พฤศจิกายน 2543

Sieve No.	Sieve Opening , mm.	Weight of Sieve , gm.	Weight of Sieve + Soil , gm.	Weight of Soil Retain , gm.	Percent Retain , %	Cumulative Retain ,%	Percent Finer ,%
8	2.360	433.5	436.4	2.9	1.69	1.69	98.31
10	2.000	465.4	466.6	1.2	0.69	2.38	97.62
20	0.841	491.3	510.8	19.5	11.48	13.86	86.14
50	0.297	514.3	580.9	66.6	39.25	53.11	46.89
100	0.149	469.7	504.6	34.9	20.58	73.69	26.31
200	0.075	298.5	320.8	22.3	13.14	86.83	13.17
PAN	_	492.2	514.6	22.4	13.17	100.00	0.00
		Total Weight , gm.		169.8			

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{Weight of Soil Retain 200 mesh}}{\text{Total Weight}} \times 100 = 13.17\ \%$$

ตารางที่ จ.16 ข้อมูลการหาปริมาณซิลท์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถล้าง

สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนพหลโยธิน

วันที่เก็บตัวอย่าง : 1 ตุลาคม 2543

Sieve No.	Sieve Opening , mm.	Weight of Sieve , gm.	Weight of Sieve + Soil , gm.	Weight of Soil Retain , gm.	Percent Retain , %	Cumulative Retain ,%	Percent Finer ,%
8	2.360	433.5	437.0	3.5	1.77	1.77	98.23
10	2.000	465.4	466.1	0.7	0.34	2.11	97.89
20	0.841	491.3	504.7	13.4	6.73	8.84	91.16
50	0.297	514.3	587.9	73.6	37.04	45.88	54.12
100	0.149	469.7	525.8	56.1	28.20	74.08	25.92
200	0.075	298.5	327.5	29.0	14.60	88.68	11.32
PAN	_	492.2	514.7	22.5	11.32	100.00	0.00
		Total Weight , gm.		198.8			

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{Weight of Soil Retain 200 mesh}}{\text{Total Weight}} \times 100 = 11.32\ \%$$

ตารางที่ จ.17 ข้อมูลการหาปริมาณซิลท์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถล้าง

สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนพหลโยธิน

วันที่เก็บตัวอย่าง : 2 ตุลาคม 2543

Sieve No.	Sieve Opening , mm.	Weight of Sieve , gm.	Weight of Sieve + Soil , gm.	Weight of Soil Retain , gm.	Percent Retain , %	Cumulative Retain ,%	Percent Finer ,%
8	2.360	433.5	438.9	5.4	3.59	3.59	96.41
10	2.000	465.4	467.7	2.3	1.52	5.11	94.89
20	0.841	491.3	505.9	14.6	9.77	14.88	85.12
50	0.297	514.3	560.9	46.6	31.23	46.11	53.89
100	0.149	469.7	499.1	29.4	19.68	65.79	34.21
200	0.075	298.5	323.1	24.6	16.52	82.31	17.69
PAN	_	492.2	518.6	26.4	17.69	100.00	0.00
		Total Weight , gm.		149.2			

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{Weight of Soil Retain 200 mesh}}{\text{Total Weight}} \times 100 = 17.96\ \%$$

ตารางที่ จ.18 ข้อมูลการหาปริมาณซิลท์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถล้าง

สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนพหลโยธิน

วันที่เก็บตัวอย่าง : 3 ตุลาคม 2543

Sieve No.	Sieve Opening , mm.	Weight of Sieve , gm.	Weight of Sieve + Soil , gm.	Weight of Soil Retain , gm.	Percent Retain , %	Cumulative Retain ,%	Percent Finer ,%
8	2.360	433.5	439.0	5.5	3.49	3.49	96.51
10	2.000	465.4	467.4	2.0	1.28	4.77	95.23
20	0.841	491.3	511.6	20.3	12.80	17.57	82.43
50	0.297	514.3	565.7	51.4	32.43	50.00	50.00
100	0.149	469.7	506.3	36.6	23.08	73.08	26.92
200	0.075	298.5	323.5	25.0	15.80	88.88	11.12
PAN	_	492.2	509.8	17.6	11.12	100.00	0.00
		Total Weight , gm.		158.4			

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{Weight of Soil Retain 200 mesh}}{\text{Total Weight}} \times 100 = 11.12\ \%$$

ตารางที่ จ.19 ข้อมูลการหาปริมาณซิลท์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถล้าง

สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนพหลโยธิน

วันที่เก็บตัวอย่าง : 6 ตุลาคม 2543

Sieve No.	Sieve Opening , mm.	Weight of Sieve , gm.	Weight of Sieve + Soil , gm.	Weight of Soil Retain , gm.	Percent Retain , %	Cumulative Retain ,%	Percent Finer ,%
8	2.360	433.5	436.4	2.9	1.59	1.59	98.41
10	2.000	465.4	467.0	1.6	0.89	2.48	97.52
20	0.841	491.3	508.7	17.4	9.70	12.18	87.82
50	0.297	514.3	590.1	75.8	42.25	54.43	45.57
100	0.149	469.7	513.2	43.5	24.26	78.69	21.31
200	0.075	298.5	322.9	24.4	13.62	92.31	7.69
PAN	_	492.2	506.0	13.8	7.69	100.00	0.00
		Total Weight , gm.		179.4			

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{Weight of Soil Retain 200 mesh}}{\text{Total Weight}} \times 100 = 7.69\ \%$$

ตารางที่ จ.20 ข้อมูลการหาปริมาณซิลท์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถล้าง

สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนพหลโยธิน

วันที่เก็บตัวอย่าง : 8 ตุลาคม 2543

Sieve No.	Sieve Opening , mm.	Weight of Sieve , gm.	Weight of Sieve + Soil , gm.	Weight of Soil Retain , gm.	Percent Retain , %	Cumulative Retain ,%	Percent Finer ,%
8	2.360	433.5	445.1	11.6	6.85	6.85	93.15
10	2.000	465.4	467.1	1.7	0.99	7.84	92.16
20	0.841	491.3	516.6	25.3	15.02	22.86	77.14
50	0.297	514.3	563.3	49.0	29.03	51.89	48.11
100	0.149	469.7	507.6	37.9	22.47	74.36	25.64
200	0.075	298.5	315.7	17.2	10.22	84.58	15.42
PAN	_	492.2	518.2	26.0	15.42	100.00	0.00
		Total Weight , gm.		168.7			

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{Weight of Soil Retain 200 mesh}}{\text{Total Weight}} \times 100 = 15.42\ \%$$

ตารางที่ จ.21 ข้อมูลการหาปริมาณซิลท์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้แรงงานคน

สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนบรรทัดทอง

วันที่เก็บตัวอย่าง : 14 ตุลาคม 2543 (ก่อนกวาด)

Sieve No.	Sieve Opening , mm.	Weight of Sieve , gm.	Weight of Sieve + Soil , gm.	Weight of Soil Retain , gm.	Percent Retain , %	Cumulative Retain ,%	Percent Finer ,%
8	2.360	433.5	435.8	2.3	1.59	1.59	98.41
10	2.000	465.4	469.5	4.1	2.80	4.39	95.61
20	0.841	491.3	520.0	28.7	19.78	24.17	75.83
50	0.297	514.3	560.3	46.0	31.67	55.84	44.16
100	0.149	469.7	494.8	25.1	17.27	73.11	26.89
200	0.075	298.5	314.5	16.0	10.99	84.10	15.9
PAN	_	492.2	515.3	23.1	15.90	100.00	0.00
		Total Weight , gm.		145.2			

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{Weight of Soil Retain 200 mesh}}{\text{Total Weight}} \times 100 = 15.90\ \%$$

ตารางที่ จ.22 ข้อมูลการหาปริมาณซิลท์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้แรงงานคน

สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนบรรทัดทอง

วันที่เก็บตัวอย่าง : 14 ตุลาคม 2543 (หลังกวาด)

Sieve No.	Sieve Opening , mm.	Weight of Sieve , gm.	Weight of Sieve + Soil , gm.	Weight of Soil Retain , gm.	Percent Retain , %	Cumulative Retain ,%	Percent Finer ,%
8	2.360	433.5	436.1	2.6	1.44	1.44	98.56
10	2.000	465.4	468.0	2.6	1.44	2.88	97.12
20	0.841	491.3	526.5	35.2	19.50	22.38	77.62
50	0.297	514.3	572.8	58.5	32.43	54.81	45.19
100	0.149	469.7	505.7	36.0	19.96	74.77	25.23
200	0.075	298.5	315.7	17.2	9.53	84.30	15.7
PAN	_	492.2	520.5	28.3	15.70	100.00	0.00
		Total Weight , gm.		180.4			

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{Weight of Soil Retain 200 mesh}}{\text{Total Weight}} \times 100 = 15.70\ \%$$

ตารางที่ จ.23 ข้อมูลการหาปริมาณซิลท์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดกลาง

สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนเจริญรัถ (ก่อนกวาด)

วันที่เก็บตัวอย่าง : 3 พฤศจิกายน 2543

Sieve No.	Sieve Opening , mm.	Weight of Sieve , gm.	Weight of Sieve + Soil , gm.	Weight of Soil Retain , gm.	Percent Retain , %	Cumulative Retain ,%	Percent Finer ,%
8	2.360	433.6	444.4	10.8	5.85	5.85	94.15
10	2.000	465.4	469.1	3.7	2.02	7.87	92.13
20	0.841	491.3	515.2	23.9	12.90	20.77	79.23
50	0.297	514.2	586.6	72.4	39.07	59.84	40.16
100	0.149	469.7	495.6	25.9	13.99	73.83	26.17
200	0.075	298.5	307.7	9.2	4.97	78.80	21.2
PAN	_	492.3	531.6	39.3	21.20	100.00	0.00
		Total Weight , gm.		185.3			

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{Weight of Soil Retain 200 mesh}}{\text{Total Weight}} \times 100 = 21.20\ \%$$

ตารางที่ จ.24 ข้อมูลการหาปริมาณซิลท์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดกลาง

สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนเจริญรัถ (หลังกวาด)

วันที่เก็บตัวอย่าง : 3 พฤศจิกายน 2543

Sieve No.	Sieve Opening , mm.	Weight of Sieve , gm.	Weight of Sieve + Soil , gm.	Weight of Soil Retain , gm.	Percent Retain , %	Cumulative Retain ,%	Percent Finer ,%
8	2.360	433.6	442.4	8.8	5.55	5.55	94.45
10	2.000	465.4	467.5	2.1	1.34	6.89	93.11
20	0.841	491.3	518.6	27.3	17.15	24.04	75.96
50	0.297	514.2	564.8	50.6	31.73	55.77	44.23
100	0.149	469.7	498.1	28.4	17.82	73.59	26.41
200	0.075	298.5	309.1	10.6	6.62	80.21	19.79
PAN	_	492.3	523.8	31.5	19.79	100.00	0.00
		Total Weight , gm.		159.4			

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{Weight of Soil Retain 200 mesh}}{\text{Total Weight}} \times 100 = 19.79\ \%$$

ตารางที่ จ.25 ข้อมูลการหาปริมาณซิลท์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดกลาง

สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนลาดหญ้า (ก่อนกวาด)

วันที่เก็บตัวอย่าง : 10 พฤศจิกายน 2543

Sieve No.	Sieve Opening , mm.	Weight of Sieve , gm.	Weight of Sieve + Soil , gm.	Weight of Soil Retain , gm.	Percent Retain , %	Cumulative Retain ,%	Percent Finer ,%
8	2.360	433.6	436.2	2.6	1.60	1.60	98.40
10	2.000	465.4	466.7	1.3	0.80	2.40	97.60
20	0.841	491.3	506.0	14.7	9.04	11.44	88.56
50	0.297	514.2	565.9	51.7	31.87	43.31	56.69
100	0.149	469.7	507.5	37.8	23.26	66.57	33.43
200	0.075	298.5	312.0	13.5	8.30	74.87	25.13
PAN	_	492.3	533.1	40.8	25.13	100.00	0.00
		Total Weight , gm.		162.3			

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{Weight of Soil Retain 200 mesh}}{\text{Total Weight}} \times 100 = 25.13\ \%$$

ตารางที่ จ.26 ข้อมูลการหาปริมาณซิลท์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดกลาง

สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนลาดหญ้า (หลังกวาด)

วันที่เก็บตัวอย่าง : 11 พฤศจิกายน 2543

Sieve No.	Sieve Opening , mm.	Weight of Sieve , gm.	Weight of Sieve + Soil , gm.	Weight of Soil Retain , gm.	Percent Retain , %	Cumulative Retain ,%	Percent Finer ,%
8	2.360	433.6	438.7	5.1	2.56	2.56	97.44
10	2.000	465.4	466.6	1.2	0.61	3.17	96.83
20	0.841	491.3	503.3	12.0	6.03	9.20	90.80
50	0.297	514.2	576.3	62.1	31.26	40.46	59.54
100	0.149	469.7	515.8	46.1	23.18	63.64	36.36
200	0.075	298.5	318.7	20.2	10.15	73.79	26.21
PAN	_	492.3	544.4	52.1	26.21	100.00	0.00
		Total Weight , gm.		198.7			

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{Weight of Soil Retain 200 mesh}}{\text{Total Weight}} \times 100 = 26.21\ \%$$

ตารางที่ จ.27 ข้อมูลการหาปริมาณซิลท์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถล้าง

สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนเจริญรัถ (ก่อนล้าง)

วันที่เก็บตัวอย่าง : 1 พฤศจิกายน 2543

Sieve No.	Sieve Opening , mm.	Weight of Sieve , gm.	Weight of Sieve + Soil , gm.	Weight of Soil Retain , gm.	Percent Retain , %	Cumulative Retain ,%	Percent Finer ,%
8	2.360	433.6	445.2	11.6	6.37	6.37	93.63
10	2.000	465.4	471.2	5.8	3.18	9.55	90.45
20	0.841	491.3	521.5	30.2	16.56	26.11	73.89
50	0.297	514.2	569.9	55.7	30.58	56.69	43.31
100	0.149	469.7	498.7	29.0	15.92	72.61	27.39
200	0.075	298.5	320.8	22.3	12.25	84.86	15.14
PAN	_	492.3	519.9	27.6	15.14	100.00	0.00
		Total Weight , gm.		182.3			

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{Weight of Soil Retain 200 mesh}}{\text{Total Weight}} \times 100 = 15.14\ \%$$

ตารางที่ จ.28 ข้อมูลการหาปริมาณซิลท์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถล้าง

สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนเจริญรัถ (หลังล้าง)

วันที่เก็บตัวอย่าง : 2 พฤศจิกายน 2543

Sieve No.	Sieve Opening , mm.	Weight of Sieve , gm.	Weight of Sieve + Soil , gm.	Weight of Soil Retain , gm.	Percent Retain , %	Cumulative Retain ,%	Percent Finer ,%
8	2.360	433.6	439.0	5.4	4.84	4.84	95.16
10	2.000	465.4	470.0	4.6	4.06	8.90	91.10
20	0.841	491.3	512.3	21.0	18.69	27.59	72.41
50	0.297	514.2	544.8	30.6	27.28	54.87	45.13
100	0.149	469.7	491.8	22.1	19.71	74.58	25.42
200	0.075	298.5	321.1	22.6	20.11	94.69	5.31
PAN	_	492.3	498.3	6.0	5.31	100.00	0.00
		Total Weight , gm.		112.3			

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{Weight of Soil Retain 200 mesh}}{\text{Total Weight}} \times 100 = 5.31\ \%$$

ตารางที่ จ.29 ข้อมูลการหาปริมาณซิลท์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถล้าง

สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนลาดหญ้า (ก่อนล้าง)

วันที่เก็บตัวอย่าง : 30 พฤศจิกายน 2543

Sieve No.	Sieve Opening , mm.	Weight of Sieve , gm.	Weight of Sieve + Soil , gm.	Weight of Soil Retain , gm.	Percent Retain , %	Cumulative Retain ,%	Percent Finer ,%
8	2.360	433.6	437.4	3.8	1.89	1.89	98.11
10	2.000	465.4	466.6	1.2	0.61	2.50	97.50
20	0.841	491.3	512.9	21.6	10.72	13.22	86.78
50	0.297	514.2	578.6	64.4	31.89	45.11	54.89
100	0.149	469.7	505.7	36.0	17.85	62.96	37.04
200	0.075	298.5	330.2	31.7	15.73	78.69	21.31
PAN	_	492.3	535.3	43.0	21.31	100.00	0.00
		Total Weight , gm.		201.8			

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{Weight of Soil Retain 200 mesh}}{\text{Total Weight}} \times 100 = 21.31\ \%$$

ตารางที่ จ.30 ข้อมูลการหาปริมาณซิลท์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนผิวถนนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถล้าง

สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนลาดหญ้า (หลังล้าง)

วันที่เก็บตัวอย่าง : 30 พฤศจิกายน 2543

Sieve No.	Sieve Opening , mm.	Weight of Sieve , gm.	Weight of Sieve + Soil , gm.	Weight of Soil Retain , gm.	Percent Retain , %	Cumulative Retain ,%	Percent Finer ,%
8	2.360	433.6	435.6	2.0	1.61	1.61	98.39
10	2.000	465.4	467.5	2.1	1.62	3.23	96.77
20	0.841	491.3	503.6	12.3	9.67	12.90	87.10
50	0.297	514.2	553.2	39.0	30.65	43.55	56.45
100	0.149	469.7	496.4	26.7	20.97	64.52	35.48
200	0.075	298.5	319.0	20.5	16.11	80.63	19.37
PAN	_	492.3	517.0	24.7	19.37	100.00	0.00
		Total Weight , gm.		127.3			

$$\% \text{ Silt} = \frac{\text{Weight of Soil Retain 200 mesh}}{\text{Total Weight}} \times 100 = 19.37\ \%$$

ภาคผนวก ฉ.

ข้อมูลการวัดการกระจายของตัวอย่างฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 75 ไมครอน ก่อนและหลังการทำความสะอาดแบบต่างๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ.1 ข้อมูลการวัดการกระจายของตัวอย่างฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 75 ไมครอนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดใหญ่

สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนพหลโยธิน (ก่อนกวาด)

Result: Analysis Report

Sample Details

Sample ID: particulate
Sample File: WITOON
Sample Path: A:\
Sample Notes: Test by Pranee : Scientific and Tecnological Research Equipment Centre Chulalongkorn University Liquid medium : water

Run Number: 3
Record Number: 3

Measurement Date: Mon, Oct 9, 2000 11:19AM
Analysis Date: Mon, Oct 9, 2000 11:19AM
Result Source: Analysed

System Details

Range Lens: 300RF mm
Presentation: 3OHD
Analysis Model: Polydisperse
Modifications: Active --

Beam Length: 2.40 mm
[Particle R.I. = (1.5295, 0.1000); Dispersant R.I. = 1.3300]
Killed Data Channels: Low 0; High 2

Sampler: MS17

Obscuration: 17.1 %
Residual: 0.319 %

Result Statistics

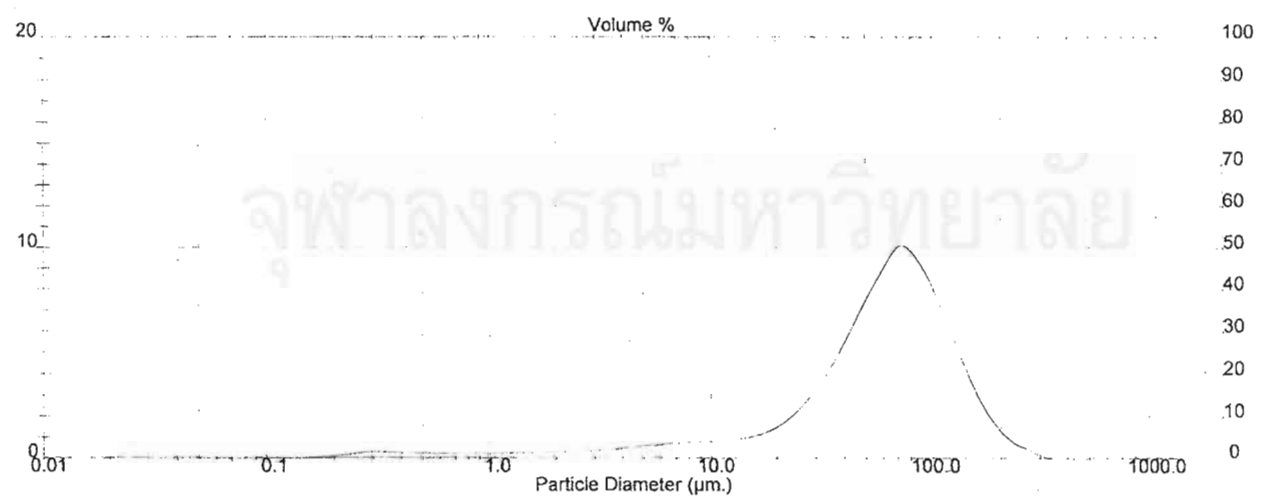
Distribution Type: Volume
Mean Diameters:
D [4, 3] = 69.16 um

Concentration = 0.0407 %Vol
D (v, 0.1) = 11.39 um
D [3, 2] = 9.46 um

Density = 1.000 g / cub. cm
D (v, 0.5) = 62.83 um
Span = 1.878E+00

Specific S.A. = 0.6344 sq. m / g
D (v, 0.9) = 129.40 um
Uniformity = 5.680E-01

Size_Low (um)	In %	Size_High (um)	Under%	Size_Low (um)	In %	Size_High (um)	Under%
0.05	0.00	0.06	0.00	6.63	0.72	7.72	7.98
0.06	0.00	0.07	0.00	7.72	0.77	9.00	8.74
0.07	0.00	0.08	0.00	9.00	0.80	10.48	9.55
0.08	0.00	0.09	0.01	10.48	0.84	12.21	10.39
0.09	0.01	0.11	0.01	12.21	0.90	14.22	11.30
0.11	0.01	0.13	0.02	14.22	1.02	16.57	12.32
0.13	0.02	0.15	0.04	16.57	1.24	19.31	13.56
0.15	0.03	0.17	0.07	19.31	1.59	22.49	15.15
0.17	0.06	0.20	0.13	22.49	2.14	26.20	17.29
0.20	0.12	0.23	0.25	26.20	2.90	30.53	20.19
0.23	0.21	0.27	0.46	30.53	3.91	35.56	24.10
0.27	0.29	0.31	0.75	35.56	5.12	41.43	29.22
0.31	0.30	0.36	1.05	41.43	6.49	48.27	35.71
0.36	0.26	0.42	1.30	48.27	7.83	56.23	43.54
0.42	0.24	0.49	1.54	56.23	9.05	65.51	52.59
0.49	0.24	0.58	1.78	65.51	10.04	76.32	62.63
0.58	0.21	0.67	1.99	76.32	9.64	88.91	72.27
0.67	0.21	0.78	2.20	88.91	8.46	103.58	80.72
0.78	0.21	0.91	2.40	103.58	6.78	120.67	87.51
0.91	0.22	1.06	2.62	120.67	4.98	140.58	92.49
1.06	0.24	1.24	2.86	140.58	3.33	163.77	95.81
1.24	0.26	1.44	3.12	163.77	2.04	190.80	97.85
1.44	0.27	1.68	3.39	190.80	1.16	222.28	99.01
1.68	0.29	1.95	3.68	222.28	0.62	258.95	99.63
1.95	0.30	2.28	3.98	258.95	0.33	301.68	99.96
2.28	0.32	2.65	4.31	301.68	0.04	351.46	100.00
2.65	0.35	3.09	4.66	351.46	0.00	409.45	100.00
3.09	0.39	3.60	5.05	409.45	0.00	477.01	100.00
3.60	0.45	4.19	5.50	477.01	0.00	555.71	100.00
4.19	0.52	4.88	6.02	555.71	0.00	647.41	100.00
4.88	0.59	5.69	6.61	647.41	0.00	754.23	100.00
5.69	0.66	6.63	7.26	754.23	0.00	878.67	100.00



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ.2 ข้อมูลการวัดการกระจายของตัวอย่างฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 75 ไมครอนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดใหญ่

สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนพหลโยธิน (หลังกวาด)

Result: Analysis Report

Sample Details

Sample ID: No.3
Sample File: WITOON1
Sample Path: A:\
Sample Notes: Test by Pranee : Scientific and Tecnological Research Equipment Centre Chulalongkorn University
Liquid medium : water

Run Number: 3
Record Number: 19

Measurement Date: Mon, Jan 08, 2001 10:47AM
Analysis Date: Mon, Jan 08, 2001 10:48AM
Result Source: Analysed

System Details

Range Lens: 300RF mm
Presentation: 3OHD
Analysis Model: Polydisperse
Modifications: Active –

Beam Length: 2.40 mm
[Particle R.I. = (1.5295, 0.1000); Dispersant R.I. = 1.3300]
Killed Data Channels: Low 0; High 2

Sampler: MS17

Obscuration: 15.4 %
Residual: 0.559 %

Result Statistics

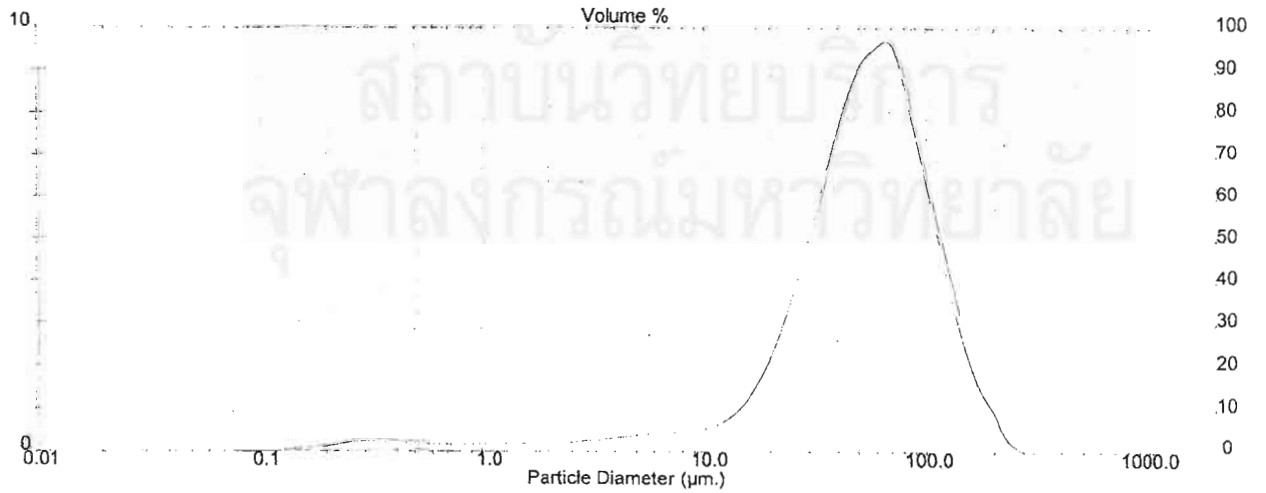
Distribution Type: Volume
Mean Diameters:
D [4, 3] = 60.89 um

Concentration = 0.0400 %Vol
D (v, 0.1) = 17.00 um
D [3, 2] = 9.16 um

Density = 1.000 g / cub. cm
D (v, 0.5) = 53.86 um
Span = 1.791E+00

Specific S.A. = 0.6554 sq. m / g
D (v, 0.9) = 113.45 um
Uniformity = 5.581E-01

Size_Low (um)	In %	Size_High (um)	Under%	Size_Low (um)	In %	Size_High (um)	Under%
0.05	0.00	0.06	0.00	6.63	0.45	7.72	6.14
0.06	0.01	0.07	0.01	7.72	0.48	9.00	6.62
0.07	0.01	0.08	0.02	9.00	0.53	10.48	7.15
0.08	0.01	0.09	0.03	10.48	0.63	12.21	7.78
0.09	0.02	0.11	0.05	12.21	0.82	14.22	8.61
0.11	0.03	0.13	0.08	14.22	1.15	16.57	9.76
0.13	0.04	0.15	0.13	16.57	1.67	19.31	11.43
0.15	0.06	0.17	0.19	19.31	2.40	22.49	13.83
0.17	0.10	0.20	0.29	22.49	3.38	26.20	17.20
0.20	0.15	0.23	0.44	26.20	4.58	30.53	21.78
0.23	0.21	0.27	0.65	30.53	5.93	35.56	27.71
0.27	0.25	0.31	0.89	35.56	7.28	41.43	35.00
0.31	0.24	0.36	1.14	41.43	8.44	48.27	43.43
0.36	0.22	0.42	1.35	48.27	9.21	56.23	52.64
0.42	0.20	0.49	1.56	56.23	9.55	65.51	62.20
0.49	0.19	0.58	1.75	65.51	9.56	76.32	71.76
0.58	0.17	0.67	1.92	76.32	8.31	88.91	80.07
0.67	0.17	0.78	2.09	88.91	6.73	103.58	86.79
0.78	0.17	0.91	2.26	103.58	5.06	120.67	91.86
0.91	0.17	1.06	2.43	120.67	3.53	140.58	95.38
1.06	0.18	1.24	2.62	140.58	2.27	163.77	97.66
1.24	0.19	1.44	2.81	163.77	1.37	190.80	99.03
1.44	0.20	1.68	3.01	190.80	0.78	222.28	99.81
1.68	0.21	1.95	3.22	222.28	0.19	258.95	100.00
1.95	0.21	2.28	3.43	258.95	0.00	301.68	100.00
2.28	0.23	2.65	3.66	301.68	0.00	351.46	100.00
2.65	0.25	3.09	3.91	351.46	0.00	409.45	100.00
3.09	0.28	3.60	4.18	409.45	0.00	477.01	100.00
3.60	0.32	4.19	4.50	477.01	0.00	555.71	100.00
4.19	0.36	4.88	4.86	555.71	0.00	647.41	100.00
4.88	0.40	5.69	5.25	647.41	0.00	754.23	100.00
5.69	0.43	6.63	5.68	754.23	0.00	878.67	100.00



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ.3 ข้อมูลการวัดการกระจายของตัวอย่างฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 75 ไมครอนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดกลาง

สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนหลังสวน (ก่อนกวาด)

Result: Analysis Report

Sample Details

Sample ID: No.1
Sample File: WITOON1
Sample Path: A:\
Sample Notes: Test by Pranee : Scientific and Tecnological Research
Equipment Centre Chulalongkorn University
Liquid medium : water

Run Number: 3
Record Number: 3

Measurement Date: Mon, Jan 08, 2001 10:20AM
Analysis Date: Mon, Jan 08, 2001 10:20AM
Result Source: Analysed

System Details

Range Lens: 300RF mm
Presentation: 3OHD
Analysis Model: Polydisperse
Modifications: Active --

Beam Length: 2.40 mm
[Particle R.I. = (1.5295, 0.1000); Dispersant R.I. = 1.3300]
Killed Data Channels: Low 0; High 2

Sampler: MS17

Obscuration: 19.8 %
Residual: 0.410 %

Result Statistics

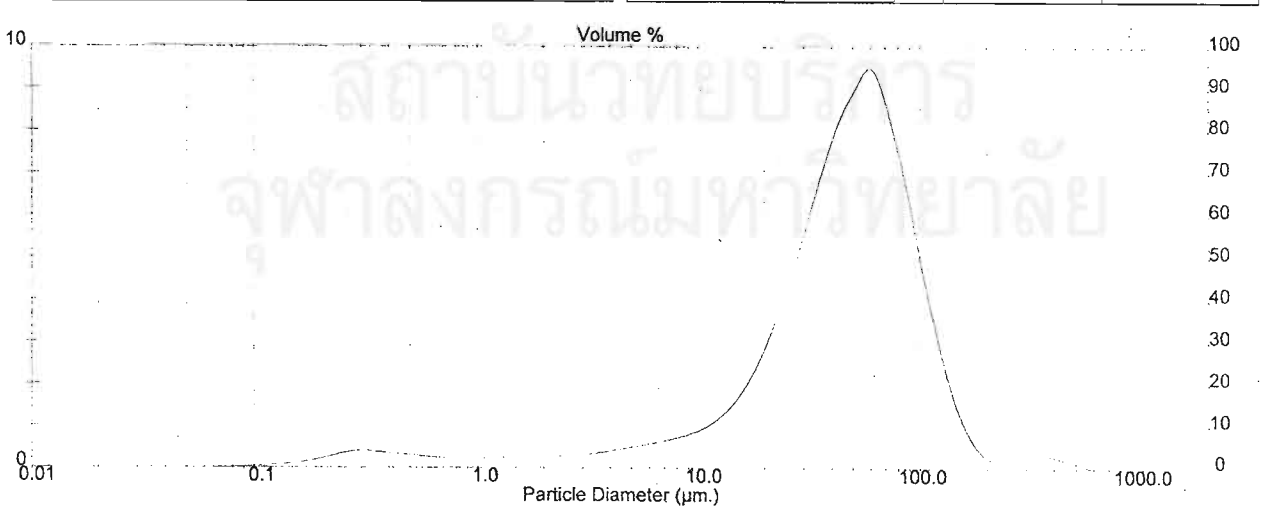
Distribution Type: Volume
Mean Diameters:
D [4, 3] = 55.95 um

Concentration = 0.0398 %Vol
D (v, 0.1) = 9.93 um
D [3, 2] = 5.95 um

Density = 1.000 g / cub. cm
D (v, 0.5) = 47.57 um
Span = 1.928E+00

Specific S.A. = 1.0080 sq. m / g
D (v, 0.9) = 101.67 um
Uniformity = 6.451E-01

Size_Low (um)	In %	Size_High (um)	Under%
0.05	0.01	0.06	0.01
0.06	0.01	0.07	0.02
0.07	0.02	0.08	0.04
0.08	0.03	0.09	0.07
0.09	0.04	0.11	0.11
0.11	0.06	0.13	0.17
0.13	0.08	0.15	0.25
0.15	0.12	0.17	0.37
0.17	0.18	0.20	0.55
0.20	0.26	0.23	0.81
0.23	0.35	0.27	1.16
0.27	0.41	0.31	1.57
0.31	0.40	0.36	1.96
0.36	0.35	0.42	2.32
0.42	0.32	0.49	2.64
0.49	0.30	0.58	2.93
0.58	0.26	0.67	3.19
0.67	0.24	0.78	3.42
0.78	0.23	0.91	3.66
0.91	0.23	1.06	3.89
1.06	0.24	1.24	4.13
1.24	0.25	1.44	4.38
1.44	0.25	1.68	4.63
1.68	0.26	1.95	4.89
1.95	0.27	2.28	5.16
2.28	0.28	2.65	5.44
2.65	0.31	3.09	5.75
3.09	0.35	3.60	6.10
3.60	0.40	4.19	6.50
4.19	0.46	4.88	6.95
4.88	0.52	5.69	7.47
5.69	0.59	6.63	8.06
6.63	0.66	7.72	8.72
7.72	0.74	9.00	9.46
9.00	0.86	10.48	10.32
10.48	1.03	12.21	11.35
12.21	1.30	14.22	12.65
14.22	1.70	16.57	14.35
16.57	2.27	19.31	16.61
19.31	3.03	22.49	19.64
22.49	3.98	26.20	23.62
26.20	5.10	30.53	28.72
30.53	6.29	35.56	35.01
35.56	7.43	41.43	42.44
41.43	8.38	48.27	50.82
48.27	9.04	56.23	59.86
56.23	9.48	65.51	69.34
65.51	8.60	76.32	77.94
76.32	7.17	88.91	85.11
88.91	5.47	103.58	90.58
103.58	3.78	120.67	94.36
120.67	2.32	140.58	96.68
140.58	1.22	163.77	97.90
163.77	0.54	190.80	98.44
190.80	0.23	222.28	98.67
222.28	0.17	258.95	98.84
258.95	0.23	301.68	99.07
301.68	0.30	351.46	99.37
351.46	0.30	409.45	99.67
409.45	0.21	477.01	99.88
477.01	0.12	555.71	100.00
555.71	0.00	647.41	100.00
647.41	0.00	754.23	100.00
754.23	0.00	878.67	100.00



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ.4 ข้อมูลการวัดการกระจายของตัวอย่างฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 75 ไมครอนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดกลาง

สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนหลังสวน (หลังกวาด)

Result: Analysis Report

Sample Details

Sample ID: No.2
Sample File: WITOON1
Sample Path: A:\
Sample Notes: Test by Pranee : Scientific and Tecnological Research Equipment Centre Chulalongkorn University Liquid medium : water

Run Number: 3
Record Number: 16

Measurement Date: Mon, Jan 08, 2001 10:42AM
Analysis Date: Mon, Jan 08, 2001 10:43AM
Result Source: Analysed

System Details

Range Lens: 300RF mm
Presentation: 3OHD
Analysis Model: Polydisperse
Modifications: Active --

Beam Length: 2.40 mm
[Particle R.I. = (1.5295, 0.1000); Dispersant R.I. = 1.3300]
Killed Data Channels: Low 0; High 2

Sampler: MS17

Obscuration: 12.5 %
Residual: 0.703 %

Result Statistics

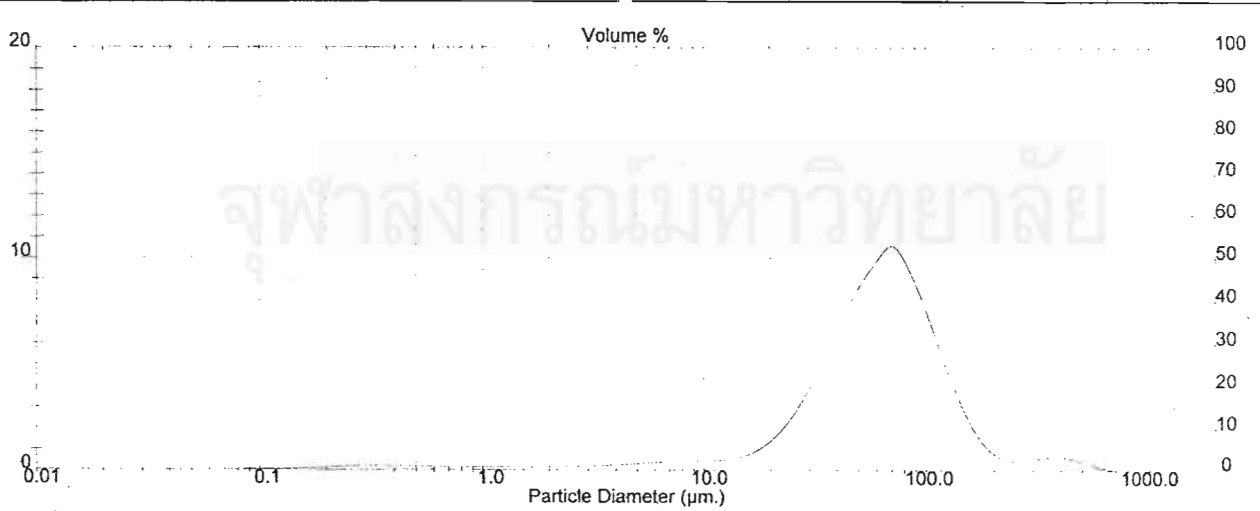
Distribution Type: Volume
Mean Diameters:
D [4, 3] = 76.96 um

Concentration = 0.0368 %Vol
D (v, 0.1) = 21.72 um
D [3, 2] = 9.00 um

Density = 1.000 g / cub. cm
D (v, 0.5) = 62.25 um
Span = 1.743E+00

Specific S.A. = 0.6666 sq. m / g
D (v, 0.9) = 130.24 um
Uniformity = 6.479E-01

Size_Low (um)	In %	Size_High (um)	Under%	Size_Low (um)	In %	Size_High (um)	Under%
0.05	0.01	0.06	0.01	6.63	0.41	7.72	5.23
0.06	0.01	0.07	0.02	7.72	0.43	9.00	5.66
0.07	0.02	0.08	0.04	9.00	0.45	10.48	6.11
0.08	0.03	0.09	0.07	10.48	0.47	12.21	6.59
0.09	0.04	0.11	0.11	12.21	0.54	14.22	7.13
0.11	0.05	0.13	0.16	14.22	0.71	16.57	7.84
0.13	0.07	0.15	0.23	16.57	1.02	19.31	8.86
0.15	0.09	0.17	0.32	19.31	1.55	22.49	10.41
0.17	0.12	0.20	0.44	22.49	2.32	26.20	12.73
0.20	0.16	0.23	0.59	26.20	3.38	30.53	16.11
0.23	0.19	0.27	0.79	30.53	4.69	35.56	20.80
0.27	0.21	0.31	1.00	35.56	6.17	41.43	26.97
0.31	0.21	0.36	1.21	41.43	7.65	48.27	34.61
0.36	0.19	0.42	1.40	48.27	8.92	56.23	43.53
0.42	0.17	0.49	1.57	56.23	9.88	65.51	53.41
0.49	0.16	0.58	1.74	65.51	10.55	76.32	63.97
0.58	0.15	0.67	1.88	76.32	9.62	88.91	73.59
0.67	0.14	0.78	2.02	88.91	8.02	103.58	81.61
0.78	0.14	0.91	2.16	103.58	6.09	120.67	87.69
0.91	0.14	1.06	2.30	120.67	4.16	140.58	91.85
1.06	0.15	1.24	2.44	140.58	2.52	163.77	94.37
1.24	0.15	1.44	2.59	163.77	1.36	190.80	95.74
1.44	0.15	1.68	2.75	190.80	0.70	222.28	96.44
1.68	0.15	1.95	2.90	222.28	0.47	258.95	96.91
1.95	0.16	2.28	3.05	258.95	0.50	301.68	97.40
2.28	0.16	2.65	3.22	301.68	0.62	351.46	98.02
2.65	0.18	3.09	3.39	351.46	0.68	409.45	98.70
3.09	0.20	3.60	3.59	409.45	0.62	477.01	99.32
3.60	0.24	4.19	3.83	477.01	0.45	555.71	99.77
4.19	0.28	4.88	4.11	555.71	0.23	647.41	99.99
4.88	0.33	5.69	4.44	647.41	0.01	754.23	100.00
5.69	0.38	6.63	4.82	754.23	0.00	878.67	100.00



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ.5 ข้อมูลการวัดการกระจายของตัวอย่างฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 75 ไมครอน โดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดเล็ก

สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนประชาสงเคราะห์ (ก่อนกวาด)

Result: Analysis Report

Sample Details

Sample ID: No.5
Sample File: WITOON1
Sample Path: A:\
Sample Notes: Test by Pranee : Scientific and Tecnological Research
Equipment Centre Chulalongkorn University
Liquid medium : water

Run Number: 3
Record Number: 6

Measurement Date: Mon, Jan 08, 2001 10:25AM
Analysis Date: Mon, Jan 08, 2001 10:26AM
Result Source: Analysed

System Details

Range Lens: 300RF mm
Presentation: 3OHD
Analysis Model: Polydisperse
Modifications: Active –

Beam Length: 2.40 mm
[Particle R.I. = (1.5295, 0.1000); Dispersant R.I. = 1.3300]
Killed Data Channels: Low 0; High 2

Sampler: MS17

Obscuration: 11.9 %
Residual: 0.626 %

Result Statistics

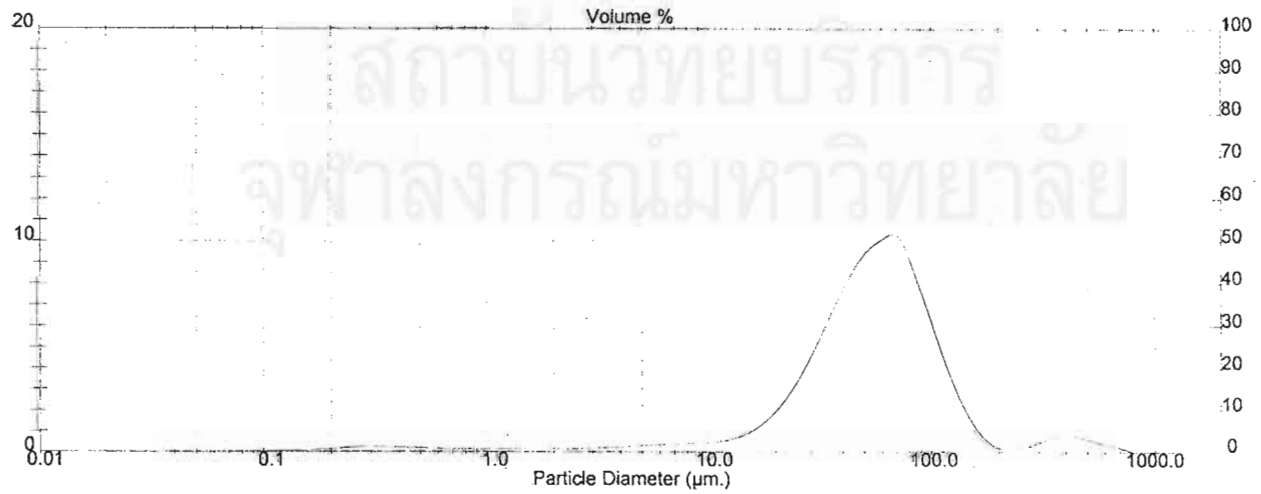
Distribution Type: Volume
Mean Diameters:
D [4, 3] = 73.16 um

Concentration = 0.0325 %Vol
D (v, 0.1) = 19.61 um
D [3, 2] = 8.66 um

Density = 1.000 g / cub. cm
D (v, 0.5) = 55.75 um
Span = 1.722E+00

Specific S.A. = 0.6927 sq. m / g
D (v, 0.9) = 115.62 um
Uniformity = 7.245E-01

Size_Low (um)	In %	Size_High (um)	Under%	Size_Low (um)	In %	Size_High (um)	Under%
0.05	0.00	0.06	0.00	6.63	0.39	7.72	5.41
0.06	0.01	0.07	0.01	7.72	0.41	9.00	5.83
0.07	0.02	0.08	0.03	9.00	0.44	10.48	6.27
0.08	0.02	0.09	0.05	10.48	0.52	12.21	6.79
0.09	0.03	0.11	0.08	12.21	0.67	14.22	7.46
0.11	0.04	0.13	0.13	14.22	0.95	16.57	8.40
0.13	0.06	0.15	0.19	16.57	1.41	19.31	9.82
0.15	0.09	0.17	0.27	19.31	2.11	22.49	11.93
0.17	0.12	0.20	0.39	22.49	3.08	26.20	15.01
0.20	0.17	0.23	0.56	26.20	4.31	30.53	19.32
0.23	0.22	0.27	0.79	30.53	5.76	35.56	25.08
0.27	0.25	0.31	1.04	35.56	7.26	41.43	32.34
0.31	0.25	0.36	1.29	41.43	8.62	48.27	40.96
0.36	0.22	0.42	1.51	48.27	9.59	56.23	50.55
0.42	0.20	0.49	1.71	56.23	10.10	65.51	60.65
0.49	0.19	0.58	1.90	65.51	10.23	76.32	70.88
0.58	0.16	0.67	2.06	76.32	8.74	88.91	79.62
0.67	0.15	0.78	2.21	88.91	6.78	103.58	86.40
0.78	0.15	0.91	2.36	103.58	4.72	120.67	91.13
0.91	0.15	1.06	2.51	120.67	2.87	140.58	94.00
1.06	0.16	1.24	2.67	140.58	1.45	163.77	95.45
1.24	0.16	1.44	2.83	163.77	0.56	190.80	96.01
1.44	0.16	1.68	2.99	190.80	0.16	222.28	96.17
1.68	0.16	1.95	3.14	222.28	0.14	258.95	96.31
1.95	0.16	2.28	3.30	258.95	0.33	301.68	96.64
2.28	0.16	2.65	3.46	301.68	0.56	351.46	97.20
2.65	0.18	3.09	3.63	351.46	0.73	409.45	97.93
3.09	0.20	3.60	3.83	409.45	0.75	477.01	98.67
3.60	0.24	4.19	4.07	477.01	0.63	555.71	99.31
4.19	0.28	4.88	4.35	555.71	0.43	647.41	99.74
4.88	0.32	5.69	4.67	647.41	0.23	754.23	99.97
5.69	0.36	6.63	5.03	754.23	0.03	878.67	100.00



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ.6 ข้อมูลการวัดการกระจายของตัวอย่างฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 75 ไมครอนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดเล็ก

สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนประชาสงเคราะห์ (หลังกวาด)

Result: Analysis Report

Sample Details

Sample ID: No.6
Sample File: WITOON1
Sample Path: A:\
Sample Notes: Test by Pranee : Scientific and Tecnological Research Equipment Centre Chulalongkorn University
Liquid medium : water

Run Number: 3
Record Number: 9

Measurement Date: Mon, Jan 08, 2001 10:30AM
Analysis Date: Mon, Jan 08, 2001 10:30AM
Result Source: Analysed

System Details

Range Lens: 300RF mm
Presentation: 3OHD
Analysis Model: Polydisperse
Modifications: Active --

Beam Length: 2.40 mm
[Particle R.I. = (1.5295, 0.1000); Dispersant R.I. = 1.3300]
Killed Data Channels: Low 0; High 2

Sampler: MS17

Obscuration: 10.5 %
Residual: 0.620 %

Result Statistics

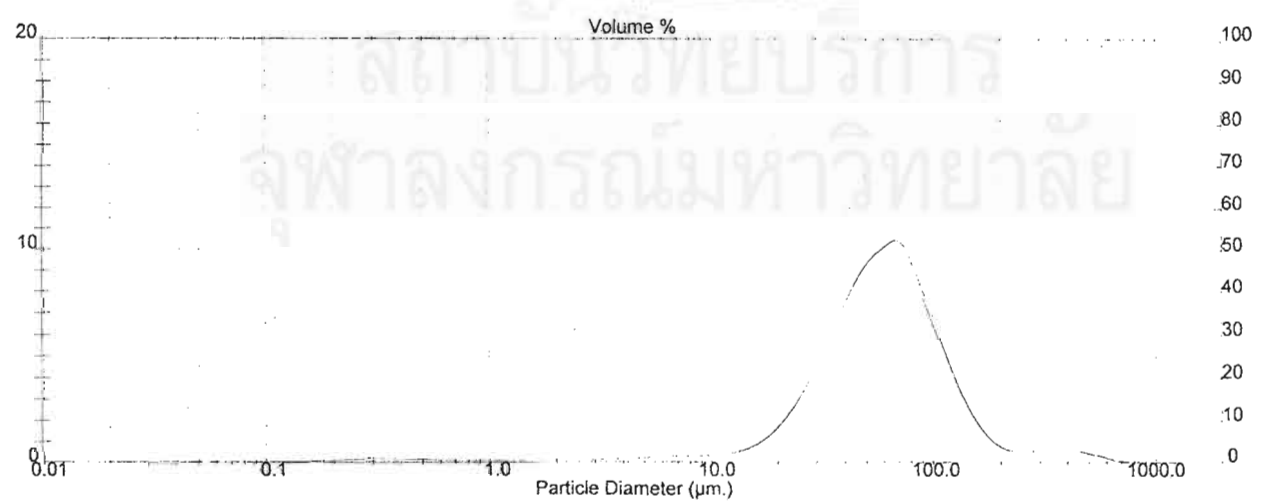
Distribution Type: Volume
Mean Diameters:
D [4, 3] = 75.20 um

Concentration = 0.0352 %Vol
D (v, 0.1) = 23.62 um
D [3, 2] = 11.62 um

Density = 1.000 g / cub. cm
D (v, 0.5) = 59.28 um
Span = 1.734E+00

Specific S.A. = 0.5164 sq. m / g
D (v, 0.9) = 126.40 um
Uniformity = 6.579E-01

Size_Low (um)	In %	Size_High (um)	Under%	Size_Low (um)	In %	Size_High (um)	Under%
0.05	0.00	0.06	0.00	6.63	0.30	7.72	3.85
0.06	0.01	0.07	0.01	7.72	0.31	9.00	4.16
0.07	0.01	0.08	0.02	9.00	0.34	10.48	4.50
0.08	0.01	0.09	0.03	10.48	0.39	12.21	4.89
0.09	0.02	0.11	0.05	12.21	0.52	14.22	5.41
0.11	0.03	0.13	0.08	14.22	0.77	16.57	6.17
0.13	0.04	0.15	0.12	16.57	1.20	19.31	7.37
0.15	0.06	0.17	0.18	19.31	1.86	22.49	9.22
0.17	0.08	0.20	0.26	22.49	2.79	26.20	12.01
0.20	0.12	0.23	0.38	26.20	4.01	30.53	16.03
0.23	0.16	0.27	0.54	30.53	5.48	35.56	21.50
0.27	0.19	0.31	0.73	35.56	7.04	41.43	28.54
0.31	0.18	0.36	0.92	41.43	8.47	48.27	37.01
0.36	0.16	0.42	1.08	48.27	9.54	56.23	46.55
0.42	0.15	0.49	1.23	56.23	10.15	65.51	56.70
0.49	0.14	0.58	1.36	65.51	10.37	76.32	67.07
0.58	0.12	0.67	1.48	76.32	9.05	88.91	76.12
0.67	0.11	0.78	1.59	88.91	7.27	103.58	83.39
0.78	0.11	0.91	1.70	103.58	5.35	120.67	88.74
0.91	0.11	1.06	1.81	120.67	3.58	140.58	92.32
1.06	0.11	1.24	1.92	140.58	2.16	163.77	94.48
1.24	0.11	1.44	2.03	163.77	1.20	190.80	95.68
1.44	0.11	1.68	2.14	190.80	0.69	222.28	96.37
1.68	0.10	1.95	2.24	222.28	0.52	258.95	96.89
1.95	0.10	2.28	2.34	258.95	0.55	301.68	97.44
2.28	0.10	2.65	2.44	301.68	0.63	351.46	98.07
2.65	0.11	3.09	2.55	351.46	0.66	409.45	98.73
3.09	0.13	3.60	2.68	409.45	0.57	477.01	99.31
3.60	0.16	4.19	2.84	477.01	0.40	555.71	99.71
4.19	0.20	4.88	3.04	555.71	0.23	647.41	99.94
4.88	0.24	5.69	3.28	647.41	0.06	754.23	100.00
5.69	0.27	6.63	3.55	754.23	0.00	878.67	100.00



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ.7 ข้อมูลการวัดการกระจายของตัวอย่างฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 75 ไมครอนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถล้างขนาด 6000 ลิตร

สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนพหลโยธิน (ก่อนล้าง)

Result: Analysis Report

Sample Details

Sample ID: particulate(Oct6,00)
Sample File: WITOON
Sample Path: A:\
Sample Notes: Test by Pranee : Scientific and Tecnological Research
Equipment Centre Chulalongkorn University
Liquid medium : water

Run Number: 4
Record Number: 8

Measurement Date: Thu, Dec 07, 2000 9:17AM
Analysis Date: Thu, Dec 07, 2000 9:17AM
Result Source: Analysed

System Details

Range Lens: 300RF mm
Presentation: 3OHD
Analysis Model: Polydisperse
Modifications: Active --

Beam Length: 2.40 mm
[Particle R.I. = (1.5295, 0.1000); Dispersant R.I. = 1.3300]
Killed Data Channels: Low 0; High 2

Sampler: MS17

Obscuration: 11.7 %
Residual: 0.438 %

Result Statistics

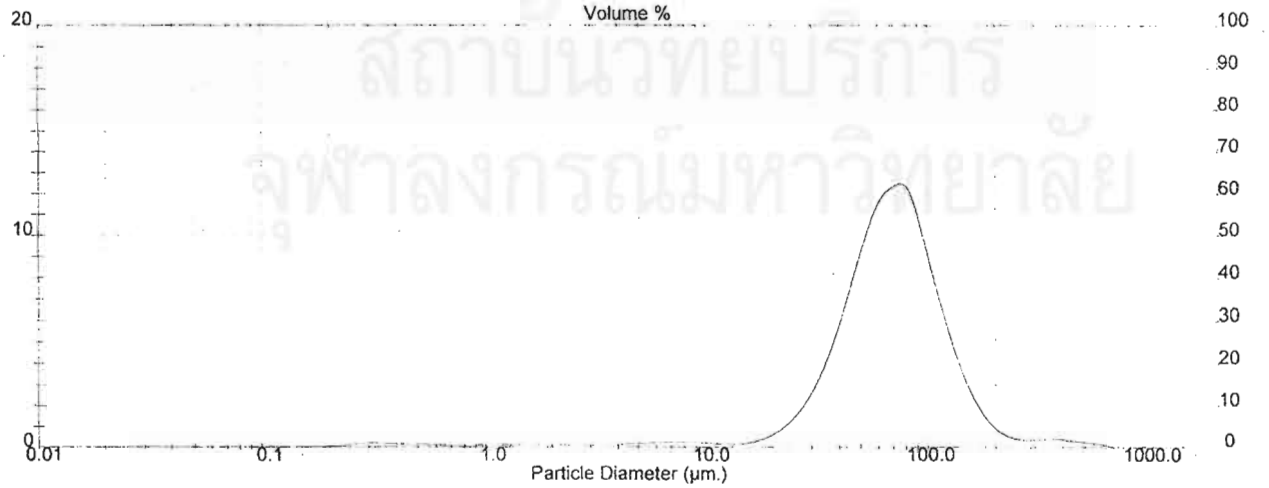
Distribution Type: Volume
Mean Diameters:
D [4, 3] = 79.42 um

Concentration = 0.0459 %Vol
D (v, 0.1) = 32.47 um
D [3, 2] = 16.45 um

Density = 1.000 g / cub. cm
D (v, 0.5) = 68.64 um
Span = 1.407E+00

Specific S.A. = 0.3647 sq. m / g
D (v, 0.9) = 129.02 um
Uniformity = 5.018E-01

Size_Low (um)	In %	Size_High (um)	Under%	Size_Low (um)	In %	Size_High (um)	Under%
0.05	0.00	0.06	0.00	6.63	0.25	7.72	3.30
0.06	0.00	0.07	0.00	7.72	0.25	9.00	3.54
0.07	0.00	0.08	0.00	9.00	0.22	10.48	3.76
0.08	0.00	0.09	0.00	10.48	0.18	12.21	3.94
0.09	0.00	0.11	0.00	12.21	0.15	14.22	4.09
0.11	0.00	0.13	0.00	14.22	0.20	16.57	4.29
0.13	0.00	0.15	0.00	16.57	0.37	19.31	4.66
0.15	0.01	0.17	0.01	19.31	0.71	22.49	5.37
0.17	0.02	0.20	0.03	22.49	1.28	26.20	6.65
0.20	0.05	0.23	0.08	26.20	2.14	30.53	8.79
0.23	0.12	0.27	0.21	30.53	3.42	35.56	12.21
0.27	0.20	0.31	0.41	35.56	5.21	41.43	17.42
0.31	0.20	0.36	0.61	41.43	7.46	48.27	24.88
0.36	0.17	0.42	0.78	48.27	9.78	56.23	34.66
0.42	0.15	0.49	0.93	56.23	11.61	65.51	46.26
0.49	0.14	0.58	1.07	65.51	12.34	76.32	58.61
0.58	0.12	0.67	1.19	76.32	12.13	88.91	70.74
0.67	0.11	0.78	1.30	88.91	9.77	103.58	80.51
0.78	0.10	0.91	1.40	103.58	7.14	120.67	87.65
0.91	0.10	1.06	1.50	120.67	4.77	140.58	92.42
1.06	0.11	1.24	1.61	140.58	2.88	163.77	95.30
1.24	0.12	1.44	1.73	163.77	1.58	190.80	96.88
1.44	0.12	1.68	1.84	190.80	0.81	222.28	97.69
1.68	0.11	1.95	1.95	222.28	0.45	258.95	98.14
1.95	0.10	2.28	2.06	258.95	0.37	301.68	98.51
2.28	0.10	2.65	2.15	301.68	0.40	351.46	98.91
2.65	0.09	3.09	2.25	351.46	0.40	409.45	99.31
3.09	0.10	3.60	2.35	409.45	0.32	477.01	99.63
3.60	0.13	4.19	2.47	477.01	0.23	555.71	99.86
4.19	0.16	4.88	2.63	555.71	0.14	647.41	100.00
4.88	0.19	5.69	2.82	647.41	0.00	754.23	100.00
5.69	0.23	6.63	3.05	754.23	0.00	878.67	100.00



ตารางที่ ฉ.8 ข้อมูลการวัดการกระจายของตัวอย่างฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 75 ไมครอนโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถล้างขนาด 6000 ลิตร

สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนพหลโยธิน (หลังล้าง)

Result: Analysis Report

Sample Details

Sample ID: particulate(Oct3,)
Sample File: WITOON
Sample Path: A:\
Sample Notes: Test by Pranee : Scientific and Tecnological Research
Equipment Centre Chulalongkorn University
Liquid medium : water

Run Number: 4
Record Number: 15

Measurement Date: Thu, Dec 07, 2000 9:28AM
Analysis Date: Thu, Dec 07, 2000 9:28AM
Result Source: Analysed

System Details

Range Lens: 300RF mm
Presentation: 3OHD
Analysis Model: Polydisperse
Modifications: Active --

Beam Length: 2.40 mm
[Particle R.I. = (1.5295, 0.1000); Dispersant R.I. = 1.3300]
Killed Data Channels: Low 0; High 2

Sampler: MS17

Obscuration: 8.7 %
Residual: 0.427 %

Result Statistics

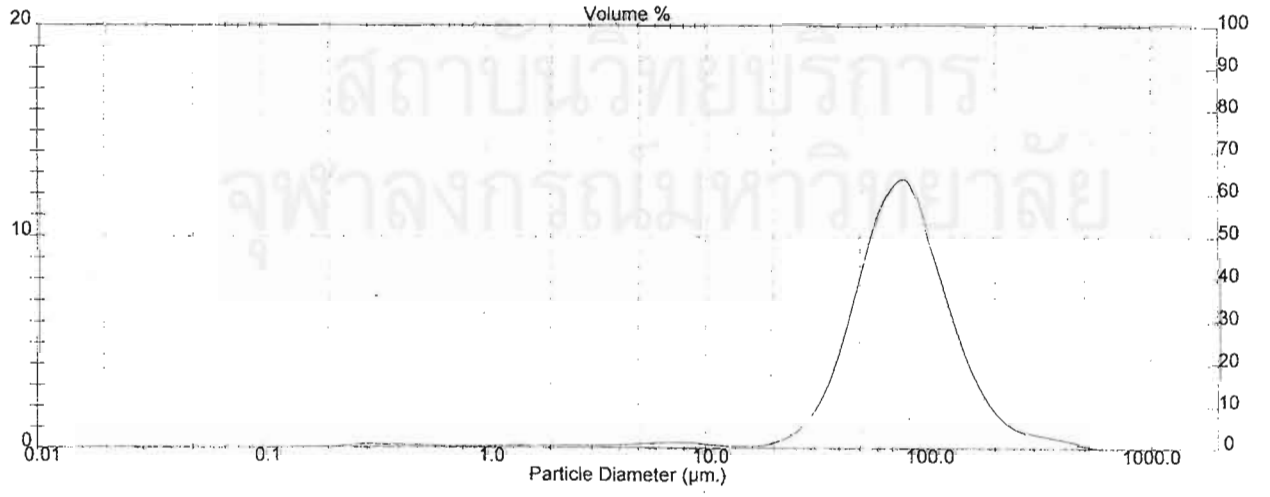
Distribution Type: Volume
Mean Diameters:
D [4, 3] = 87.69 um

Concentration = 0.0381 %Vol
D (v, 0.1) = 38.11 um
D [3, 2] = 19.21 um

Density = 1.000 g / cub. cm
D (v, 0.5) = 75.61 um
Span = 1.449E+00

Specific S.A. = 0.3123 sq. m / g
D (v, 0.9) = 147.64 um
Uniformity = 4.928E-01

Size_Low (um)	In %	Size_High (um)	Under%	Size_Low (um)	In %	Size_High (um)	Under%
0.05	0.00	0.06	0.00	6.63	0.27	7.72	3.11
0.06	0.00	0.07	0.00	7.72	0.26	9.00	3.36
0.07	0.00	0.08	0.00	9.00	0.22	10.48	3.58
0.08	0.00	0.09	0.00	10.48	0.16	12.21	3.74
0.09	0.00	0.11	0.00	12.21	0.10	14.22	3.84
0.11	0.00	0.13	0.00	14.22	0.08	16.57	3.93
0.13	0.00	0.15	0.00	16.57	0.14	19.31	4.07
0.15	0.01	0.17	0.01	19.31	0.31	22.49	4.37
0.17	0.02	0.20	0.02	22.49	0.64	26.20	5.02
0.20	0.04	0.23	0.07	26.20	1.23	30.53	6.25
0.23	0.11	0.27	0.17	30.53	2.24	35.56	8.49
0.27	0.17	0.31	0.34	35.56	3.86	41.43	12.35
0.31	0.17	0.36	0.51	41.43	6.16	48.27	18.51
0.36	0.14	0.42	0.65	48.27	8.79	56.23	27.30
0.42	0.12	0.49	0.77	56.23	11.12	65.51	38.42
0.49	0.11	0.58	0.88	65.51	12.35	76.32	50.77
0.58	0.09	0.67	0.97	76.32	12.56	88.91	63.33
0.67	0.08	0.78	1.05	88.91	10.66	103.58	74.00
0.78	0.08	0.91	1.12	103.58	8.38	120.67	82.37
0.91	0.08	1.06	1.20	120.67	6.11	140.58	88.48
1.06	0.09	1.24	1.29	140.58	4.13	163.77	92.61
1.24	0.10	1.44	1.39	163.77	2.64	190.80	95.25
1.44	0.11	1.68	1.50	190.80	1.63	222.28	96.88
1.68	0.11	1.95	1.61	222.28	1.03	258.95	97.91
1.95	0.11	2.28	1.72	258.95	0.72	301.68	98.63
2.28	0.11	2.65	1.83	301.68	0.57	351.46	99.20
2.65	0.11	3.09	1.93	351.46	0.42	409.45	99.61
3.09	0.12	3.60	2.05	409.45	0.27	477.01	99.88
3.60	0.14	4.19	2.20	477.01	0.12	555.71	100.00
4.19	0.18	4.88	2.37	555.71	0.00	647.41	100.00
4.88	0.22	5.69	2.59	647.41	0.00	754.23	100.00
5.69	0.25	6.63	2.84	754.23	0.00	878.67	100.00



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ.9 ข้อมูลการวัดการกระจายของตัวอย่างฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 75 ไมครอนโดยการทำความสะอาดแบบใช้แรงงานคน

สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนบรรทัดทอง (ก่อนกวาด)

Result: Analysis Report

Sample Details

Sample ID: particulate
Sample File: WITOON
Sample Path: A:\
Sample Notes: Test by Pranee : Scientific and Tecnological Research Equipment Centre Chulalongkorn University Liquid medium : water

Run Number: 5
Record Number: 5

Measurement Date: Wed, Jul 19, 2000 2:16PM
Analysis Date: Wed, Jul 19, 2000 2:16PM
Result Source: Analysed

System Details

Range Lens: 300RF mm
Presentation: 3OHD
Analysis Model: Polydisperse
Modifications: Active –

Beam Length: 2.40 mm
[Particle R.I. = (1.5295, 0.1000); Dispersant R.I. = 1.3300]
Killed Data Channels: Low 0; High 2

Sampler: MS17

Obscuration: 29.9 %
Residual: 0.228 %

Result Statistics

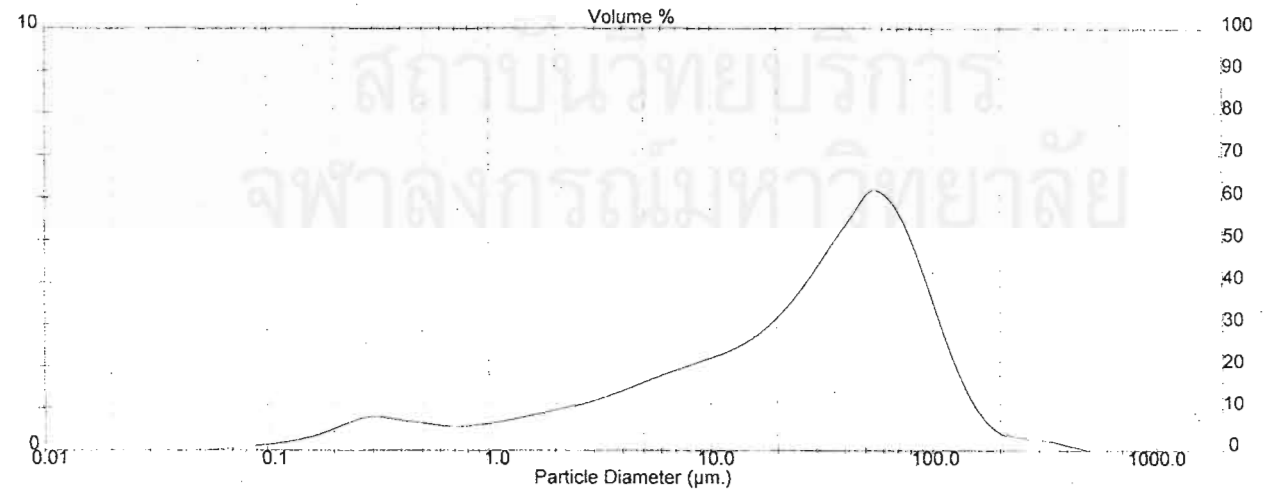
Distribution Type: Volume
Mean Diameters:
D [4, 3] = 42.22 um

Concentration = 0.0300 %Vol
D (v, 0.1) = 1.38 um
D [3, 2] = 2.59 um

Density = 1.000 g / cub. cm
D (v, 0.5) = 30.30 um
Span = 3.079E+00

Specific S.A. = 2.3127 sq. m / g
D (v, 0.9) = 94.67 um
Uniformity = 1.049E+00

Size_Low (um)	In %	Size_High (um)	Under%	Size_Low (um)	In %	Size_High (um)	Under%
0.05	0.02	0.06	0.02	6.63	1.93	7.72	24.71
0.06	0.05	0.07	0.07	7.72	2.05	9.00	26.75
0.07	0.07	0.08	0.14	9.00	2.17	10.48	28.92
0.08	0.10	0.09	0.24	10.48	2.30	12.21	31.21
0.09	0.14	0.11	0.38	12.21	2.45	14.22	33.67
0.11	0.18	0.13	0.57	14.22	2.65	16.57	36.31
0.13	0.24	0.15	0.81	16.57	2.91	19.31	39.22
0.15	0.33	0.17	1.14	19.31	3.23	22.49	42.46
0.17	0.43	0.20	1.57	22.49	3.64	26.20	46.10
0.20	0.57	0.23	2.14	26.20	4.12	30.53	50.21
0.23	0.71	0.27	2.85	30.53	4.63	35.56	54.85
0.27	0.79	0.31	3.64	35.56	5.15	41.43	60.00
0.31	0.77	0.36	4.42	41.43	5.66	48.27	65.66
0.36	0.71	0.42	5.13	48.27	6.12	56.23	71.78
0.42	0.66	0.49	5.79	56.23	6.07	65.51	77.85
0.49	0.63	0.58	6.42	65.51	5.62	76.32	83.47
0.58	0.58	0.67	7.00	76.32	4.83	88.91	88.30
0.67	0.56	0.78	7.56	88.91	3.84	103.58	92.14
0.78	0.59	0.91	8.14	103.58	2.80	120.67	94.94
0.91	0.63	1.06	8.77	120.67	1.86	140.58	96.80
1.06	0.68	1.24	9.46	140.58	1.13	163.77	97.93
1.24	0.75	1.44	10.21	163.77	0.64	190.80	98.57
1.44	0.82	1.68	11.03	190.80	0.39	222.28	98.96
1.68	0.90	1.95	11.93	222.28	0.29	258.95	99.25
1.95	0.97	2.28	12.90	258.95	0.27	301.68	99.52
2.28	1.06	2.65	13.96	301.68	0.24	351.46	99.76
2.65	1.16	3.09	15.12	351.46	0.16	409.45	99.92
3.09	1.27	3.60	16.38	409.45	0.08	477.01	100.00
3.60	1.39	4.19	17.78	477.01	0.00	555.71	100.00
4.19	1.53	4.88	19.31	555.71	0.00	647.41	100.00
4.88	1.67	5.69	20.98	647.41	0.00	754.23	100.00
5.69	1.80	6.63	22.78	754.23	0.00	878.67	100.00



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ.10 ข้อมูลการวัดการกระจายของตัวอย่างฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 75 ไมครอนโดยการทำความสะอาดแบบใช้แรงงานคน

สถานที่เก็บตัวอย่าง : ถนนบรรทัดทอง (หลังกวาด)

Result: Analysis Report

Sample Details

Sample ID: particulate(Oct19,)
Sample File: WITOON
Sample Path: A:\
Sample Notes: Test by Pranee : Scientific and Tecnological Research
Equipment Centre Chulalongkorn University
Liquid medium : water

Run Number: 5
Record Number: 20

Measurement Date: Thu, Dec 07, 2000 9:35AM
Analysis Date: Thu, Dec 07, 2000 9:35AM
Result Source: Analysed

System Details

Range Lens: 300RF mm
Presentation: 3OHD
Analysis Model: Polydisperse
Modifications: Active –

Beam Length: 2.40 mm
[Particle R.I. = (1.5295, 0.1000); Dispersant R.I. = 1.3300]
Killed Data Channels: Low 0; High 2

Sampler: MS17

Obscuration: 16.0 %
Residual: 0.287 %

Result Statistics

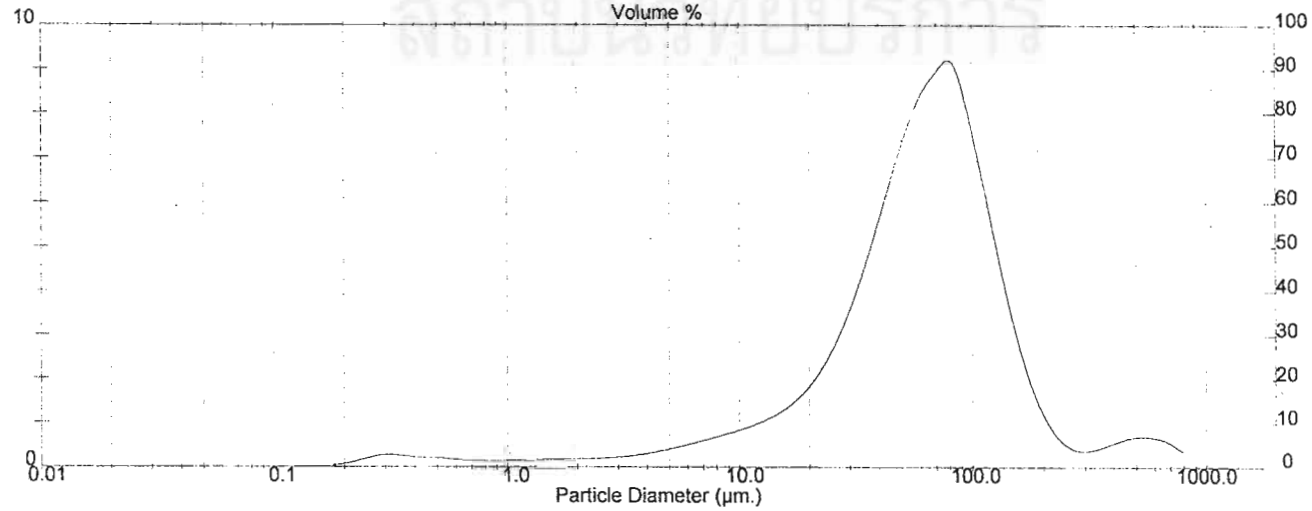
Distribution Type: Volume
Mean Diameters:
D [4, 3] = 86.08 um

Concentration = 0.0445 %Vol
D (v, 0.1) = 14.97 um
D [3, 2] = 10.80 um

Density = 1.000 g / cub. cm
D (v, 0.5) = 63.36 um
Span = 2.065E+00

Specific S.A. = 0.5556 sq. m / g
D (v, 0.9) = 145.77 um
Uniformity = 8.202E-01

Size_Low (um)	In %	Size_High (um)	Under%	Size_Low (um)	In %	Size_High (um)	Under%
0.05	0.00	0.06	0.00	6.63	0.62	7.72	6.05
0.06	0.00	0.07	0.00	7.72	0.71	9.00	6.77
0.07	0.00	0.08	0.00	9.00	0.82	10.48	7.59
0.08	0.00	0.09	0.01	10.48	0.94	12.21	8.52
0.09	0.00	0.11	0.01	12.21	1.08	14.22	9.60
0.11	0.01	0.13	0.02	14.22	1.27	16.57	10.88
0.13	0.01	0.15	0.03	16.57	1.55	19.31	12.43
0.15	0.03	0.17	0.06	19.31	1.95	22.49	14.38
0.17	0.05	0.20	0.11	22.49	2.49	26.20	16.87
0.20	0.11	0.23	0.22	26.20	3.23	30.53	20.10
0.23	0.20	0.27	0.42	30.53	4.15	35.56	24.25
0.27	0.27	0.31	0.69	35.56	5.24	41.43	29.49
0.31	0.28	0.36	0.97	41.43	6.43	48.27	35.92
0.36	0.23	0.42	1.20	48.27	7.54	56.23	43.47
0.42	0.21	0.49	1.41	56.23	8.43	65.51	51.89
0.49	0.20	0.58	1.62	65.51	8.94	76.32	60.83
0.58	0.17	0.67	1.79	76.32	9.13	88.91	69.96
0.67	0.16	0.78	1.95	88.91	8.01	103.58	77.97
0.78	0.15	0.91	2.10	103.58	6.43	120.67	84.40
0.91	0.15	1.06	2.25	120.67	4.73	140.58	89.12
1.06	0.16	1.24	2.41	140.58	3.16	163.77	92.28
1.24	0.17	1.44	2.58	163.77	1.92	190.80	94.21
1.44	0.18	1.68	2.76	190.80	1.07	222.28	95.27
1.68	0.18	1.95	2.94	222.28	0.57	258.95	95.85
1.95	0.19	2.28	3.13	258.95	0.38	301.68	96.23
2.28	0.20	2.65	3.33	301.68	0.39	351.46	96.62
2.65	0.22	3.09	3.56	351.46	0.51	409.45	97.13
3.09	0.25	3.60	3.81	409.45	0.62	477.01	97.75
3.60	0.30	4.19	4.11	477.01	0.69	555.71	98.44
4.19	0.36	4.88	4.47	555.71	0.67	647.41	99.11
4.88	0.44	5.69	4.91	647.41	0.55	754.23	99.67
5.69	0.53	6.63	5.44	754.23	0.33	878.67	100.00



ภาคผนวก ช.

อัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM – 10 จากยานยนต์ที่แล่นผ่านถนนที่ใช้ทดสอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ช.1 อัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM - 10 จากยานยนต์ที่แล่นผ่านถนนพหลโยธิน ใช้รถกวาดขนาดใหญ่ในการทำความสะอาด

ตัวอย่าง	อัตราการปล่อยฝุ่นละออง (กรัม PM - 10/ กิโลเมตร - คัน)			
	การทดลองครั้งที่ 1	การทดลองครั้งที่ 2	การทดลองครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ก่อนกวาด	2.18	2.97	2.97	2.70
หลังกวาดทันที	1.62	2.48	2.48	2.19
หลังกวาด 1 วัน	1.91	2.59	2.82	2.44
หลังกวาด 2 วัน	2.03	2.77	2.18	2.32
หลังกวาด 4 วัน	2.29	2.20	2.84	2.45
หลังกวาด 7 วัน	2.97	2.97	-	2.97

ตารางที่ ช.2 อัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM - 10 จากยานยนต์ที่แล่นผ่านถนนพหลโยธิน ใช้รถล้างขนาด 6000 ลิตรในการทำความสะอาด

ตัวอย่าง	อัตราการปล่อยฝุ่นละออง (กรัม PM - 10/ กิโลเมตร - คัน)			
	การทดลองครั้งที่ 1	การทดลองครั้งที่ 2	การทดลองครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ก่อนกวาด	0.82	1.22	1.33	1.12
หลังกวาดทันที	0.96	0.82	0.72	0.83
หลังกวาด 1 วัน	0.87	0.87	0.87	0.87
หลังกวาด 2 วัน	0.96	1.05	0.82	0.94
หลังกวาด 3 วัน	-	-	1.01	1.01
หลังกวาด 4 วัน	-	-	-	-
หลังกวาด 5 วัน	-	0.87	-	0.87
หลังกวาด 7 วัน	0.67	1.33	-	1.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ช.3 อัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM - 10 จากยานยนต์ที่แล่นผ่านถนนลาดหญ้า ใช้รถกวาดขนาดกลางในการทำความสะอาด

ตัวอย่าง	อัตราการปล่อยฝุ่นละออง (กรัม PM - 10/ กิโลเมตร - คัน)			
	การทดลองครั้งที่ 1	การทดลองครั้งที่ 2	การทดลองครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ก่อนกวาด	3.92	4.20	3.87	4.00
หลังกวาดทันที	3.18	3.09	3.06	3.11

ตารางที่ ช.4 อัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM - 10 จากยานยนต์ที่แล่นผ่านถนนลาดหญ้า ใช้รถล้างขนาด 6000 ลิตรในการทำความสะอาด

ตัวอย่าง	อัตราการปล่อยฝุ่นละออง (กรัม PM - 10/ กิโลเมตร - คัน)			
	การทดลองครั้งที่ 1	การทดลองครั้งที่ 2	การทดลองครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ก่อนกวาด	3.14	2.40	2.82	2.79
หลังกวาดทันที	1.81	1.48	1.55	1.61

ตารางที่ ช.5 อัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM - 10 จากยานยนต์ที่แล่นผ่านถนนหลังสวน ใช้รถกวาดขนาดกลางในการทำความสะอาด

ตัวอย่าง	อัตราการปล่อยฝุ่นละออง (กรัม PM - 10/ กิโลเมตร - คัน)			
	การทดลองครั้งที่ 1	การทดลองครั้งที่ 2	การทดลองครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ก่อนกวาด	2.97	3.06	3.16	3.06
หลังกวาดทันที	1.29	1.62	1.48	1.46
หลังกวาด 1 วัน	1.62	1.78	1.75	1.71
หลังกวาด 2 วัน	1.65	2.18	2.06	1.96
หลังกวาด 4 วัน	2.84	2.74	2.72	2.77
หลังกวาด 7 วัน	3.06	3.16	3.30	3.17

ตารางที่ ช.6 อัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM - 10จากยานยนต์ที่แล่นผ่านประชาสงเคราะห์ ใช้รถกวาดขนาดเล็กในการทำความสะอาด

ตัวอย่าง	อัตราการปล่อยฝุ่นละออง (กรัม PM - 10/ กิโลเมตร - คัน)			
	การทดลองครั้งที่ 1	การทดลองครั้งที่ 2	การทดลองครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ก่อนกวาด	3.25	2.32	3.04	2.87
หลังกวาดทันที	2.12	1.62	1.84	1.86
หลังกวาด 1 วัน	2.26	1.84	1.97	2.02
หลังกวาด 2 วัน	2.09	2.18	2.29	2.18
หลังกวาด 4 วัน	2.03	2.23	2.54	2.27
หลังกวาด 7 วัน	2.32	3.04	3.02	2.79

ตารางที่ ช.7 อัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM - 10 จากยานยนต์ที่แล่นผ่านถนนบรรทัดทอง ใช้แรงงานคน (ใช้คนกวาด)ในการทำความสะอาด

ตัวอย่าง	อัตราการปล่อยฝุ่นละออง (กรัม PM - 10/ กิโลเมตร - คัน)			
	การทดลองครั้งที่ 1	การทดลองครั้งที่ 2	การทดลองครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ก่อนกวาด	1.65	1.72	1.65	1.67
หลังกวาดทันที	1.58	1.58	1.40	1.52

ตารางที่ ช.8 อัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM - 10 จากยานยนต์ที่แล่นผ่านถนนเจริญรัถ ใช้รถกวาดขนาดกลางในการทำความสะอาด

ตัวอย่าง	อัตราการปล่อยฝุ่นละออง (กรัม PM - 10/ กิโลเมตร - คัน)			
	การทดลองครั้งที่ 1	การทดลองครั้งที่ 2	การทดลองครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ก่อนกวาด	1.94	2.87	2.56	2.46
หลังกวาดทันที	0.87	1.48	1.01	1.12

ตารางที่ ช.9 อัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM - 10 จากยานยนต์ที่แล่นผ่านถนนเจริญรัถ ใช้รถล้างขนาด 6000 ลิตรในการทำความสะอาด

ตัวอย่าง	อัตราการปล่อยฝุ่นละออง (กรัม PM - 10/ กิโลเมตร - คัน)			
	การทดลองครั้งที่ 1	การทดลองครั้งที่ 2	การทดลองครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ก่อนกวาด	0.87	1.29	1.33	1.17
หลังกวาดทันที	0.56	0.35	0.56	0.49

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ซ.

ค่าเฉลี่ยสภาพภูมิอากาศในช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละออง
โดยการทำความสะอาดการทำความสะอาดแบบต่างๆ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ซ.1 ค่าเฉลี่ยสภาพภูมิอากาศในช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดใหญ่ถนนพหลโยธิน

วัน-เดือน-ปี	เวลา	ความเร็วลม (knot)	ทิศทางลม (Degree)	อุณหภูมิ (^{o}C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความดันบรรยากาศ (hPa)	ปริมาณน้ำฝน[2] (mm)	Moisture Content (%)
14/3/43	22.00	4	180	29	76	1008	0	0.916
15/3/43	22.00	0	0	28	78	1008	0	0.83
16/3/43	22.00	4	180	29	61	1007	0	0.95
17/3/43[1]	22.00	4	190	29	59	1006	0	-
18/3/43	22.00	6	180	29	74	1006	0	1.156
19/3/43[1]	22.00	4	180	29	78	1008	0	-
20/3/43[1]	22.00	0	0	28	72	1007	0	-
21/3/43	22.00	3	180	29	77	1009	0	1.146
22/3/43	22.00	2	140	30	77	1008	0	1.23
23/3/43	22.00	0	0	30	78	1009	0	1.13
24/3/43[1]	22.00	2	270	27	80	1010	34.5	-
25/3/43	22.00	2	280	30	69	1010	0	1.32
26/3/43[1]	22.00	2	330	28	73	1011	0	-
27/3/43[1]	22.00	0	0	29	68	1011	0	-
28/3/43	22.00	4	180	29	76	1010	0	0.97
29/3/43	22.00	0	0	28	85	1010	9.2	1.142
30/3/43	22.00	5	180	29	80	1009	22.7[*]	1.52
31/3/43[1]	22.00	3	160	29	83	1008	0	-
1/4/43	22.00	4	180	30	76	1006	0	0.892
2/4/43[1]	22.00	4	190	30	85	1006	0	-
3/4/43[1]	22.00	3	180	30	84	1007	0	-
4/4/43[1]	22.00	4	170	30	81	1006	0	-

[1] = วันที่ไม่ได้เก็บตัวอย่าง

[2] = คิดปริมาณฝนรวมในแต่ละวันที่ก่อนเวลาตรวจวัดสถานีศูนย์สิริกิต

[*] = ปริมาณฝนสถานีดอนเมือง

ตารางที่ ซ.2 ค่าเฉลี่ยสภาพภูมิอากาศในช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดกลางถนนหลังสวน

วัน-เดือน-ปี	เวลา	ความเร็วลม (knot)	ทิศทางลม (Degree)	อุณหภูมิ (^{o}C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความดันบรรยากาศ (hPa)	ปริมาณน้ำฝน[2] (mm)	Moisture Content (%)
2/12/43	24.00	1	90	29	71	1011	0	0.821
3/12/43	24.00	0	0	28	61	1011	0	0.943
4/12/43	24.00	0	0	26	66	1011	0	0.951
5/12/43[1]	24.00	2	120	26	67	1011	0	-
6/12/43	24.00	0	0	26	70	1011	0	1.128
7/12/43[1]	24.00	0	0	27	60	1011	0	-
8/12/43[1]	24.00	0	0	28	67	1010	0	-
9/12/43	24.00	0	0	28	70	1009	0	1.451
10/12/43	24.00	0	0	26	93	1010	0[*]	0.942
11/12/43	24.00	0	0	27	81	1011	0	1.463
12/12/43[1]	24.00	0	0	28	64	1010	0	-
13/12/43	24.00	0	0	28	71	1010	0	0.841
14/12/43[1]	24.00	0	0	27	70	1011	0	-
15/12/43[1]	24.00	0	0	26	79	1012	0	-
16/12/43	24.00	0	0	28	66	1013	0	0.781
17/12/43	24.00	0	0	27	73	1012	0	0.321
18/12/43	24.00	0	0	28	70	1010	0	0.456
19/12/43[1]	24.00	0	0	28	68	1009	0	-
20/12/43	24.00	0	0	30	57	1010	0	1.521
21/12/43[1]	24.00	0	0	28	70	1011	0	-
22/12/43[1]	24.00	2	60	28	59	1011	0	-
23/12/43	24.00	2	60	24	60	1012	0	1.782

[1] = วันที่ไม่ได้เก็บตัวอย่าง

[2] = คิดปริมาณฝนรวมในแต่ละวันที่ก่อนเวลาตรวจวัดสถานีศูนย์สิริกิต

[*] = ปริมาณฝนสถานีดอนเมือง

ตารางที่ ซ.3 ค่าเฉลี่ยสภาพภูมิอากาศในช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดเล็กถนนประชาสงเคราะห์

วัน-เดือน-ปี	เวลา	ความเร็วลม (knot)	ทิศทางลม (Degree)	อุณหภูมิ (^{o}C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความดันบรรยากาศ (hPa)	ปริมาณน้ำฝน[2] (mm)	Moisture Content (%)
21/10/43	5.00	0	0	28	93	1007	0	1.32
22/10/43	5.00	0	0	26	92	1007	6.7	1.45
23/10/43	5.00	0	0	27	91	1007	17.5*	1.23
24/10/43[1]	5.00	0	0	26	93	1009	0.7	-
25/10/43	5.00	0	0	26	91	1010	53.5	1.82
26/10/43[1]	5.00	0	0	26	92	1010	12.2	-
27/10/43[1]	5.00	0	0	26	95	1010	3.5	-
28/10/43	5.00	0	0	26	96	1010	36.9	1.53
29/10/43	5.00	0	0	25	97	1009	19	1.88
30/10/43	5.00	0	0	26	95	1009	13.3	1.42
31/10/43[1]	5.00	0	0	26	93	1009	25.8	-
1/11/43	5.00	0	0	25	86	1010	0	1.12
2/11/43[1]	5.00	2	10	23	67	1012	0	-
3/11/43[1]	5.00	0	0	22	70	1013	0	-
4/11/43	5.00	0	0	21	71	1014	0	0.87
5/11/43	5.00	0	0	31	88	1012	0	0.72
6/11/43	5.00	0	0	21	88	1010	0	0.94
7/11/43[1]	5.00	0	0	22	83	1010	0	-
8/11/43	5.00	0	0	23	87	1010	0	0.53
9/11/43[1]	5.00	0	0	24	81	1011	0	-
10/11/43[1]	5.00	0	0	24	75	1012	0	-
11/11/43	5.00	0	0	25	70	1011	0	0.51

[1] = วันที่ไม่ได้เก็บตัวอย่าง

[2] = คิดปริมาณฝนรวมในแต่ละวันที่ก่อนเวลาตรวจวัดสถานีศูนย์สิริกิต

* = ปริมาณฝนสถานีดอนเมือง

ตารางที่ ซ.4 ค่าเฉลี่ยสภาพภูมิอากาศในช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถล้างขนาด 6000 ลิตรถนนพหลโยธิน

วัน-เดือน-ปี	เวลา	ความเร็วลม (knot)	ทิศทางลม (Degree)	อุณหภูมิ (^{o}C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความดันบรรยากาศ (hPa)	ปริมาณน้ำฝน[2] (mm)	Moisture Content (%)
22/9/43	23.00	0	0	26	89	1010	0	1.23
23/9/43	23.00	0	0	28	84	1011	0	1.02
24/9/43	23.00	2	180	29	83	1010	5.2	1.32
25/9/43[1]	23.00	0	0	28	79	1010	10.9	-
26/9/43[1]	23.00	0	0	25	93	1009	15.2	-
27/9/43[1]	23.00	0	0	27	94	1008	2.8	-
28/9/43[1]	23.00	2	120	25	94	1008	11.7	-
29/9/43	23.00	0	0	27	90	1009	32.3	1.54
30/9/43[1]	23.00	0	0	28	85	1011	0.8	-
1/10/43	23.00	0	0	26	90	1012	1.0	1.15
2/10/43	23.00	0	0	29	81	1011	0	1.03
3/10/43	23.00	0	0	28	80	1010	2.7	1.28
4/10/43[1]	23.00	0	0	29	83	1009	14.1	-
5/10/43[1]	23.00	0	0	25	96	1010	9.2	-
6/10/43	23.00	0	0	27	85	1010	0	1.31
7/10/43[1]	23.00	3	270	28	79	1010	1.3	-
8/10/43	23.00	0	0	27	86	1008	0	1.03
9/10/43	23.00	0	0	29	81	1007	0	0.98
10/10/43	23.00	2	180	29	82	1007	0.2	1.05
11/10/43	23.00	3	240	28	86	1007	0	1.02
12/10/43[1]	23.00	0	0	29	84	1007	0	-
13/10/43[1]	23.00	0	0	28	87	1005	5.3	-
14/10/43[1]	23.00	0	0	27	91	1005	1.3	-
15/10/43[1]	23.00	0	0	25	96	1008	6.1	-

[1] = วันที่ไม่ได้เก็บตัวอย่าง ,[2]= คิดปริมาณฝนรวมในแต่ละวันที่ก่อนเวลาตรวจวัดสถานีศูนย์สิริกิต

[*]= ปริมาณฝนสถานีดอนเมือง

ตารางที่ ซ.5 ค่าเฉลี่ยสภาพภูมิอากาศในช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองโดยการทำความสะอาดแบบใช้แรงงานคนกวาด ถนนบรรทัดทอง

วัน-เดือน-ปี	เวลา	ความเร็วลม (knot)	ทิศทางลม (Degree)	อุณหภูมิ (^{o}C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความดันบรรยากาศ (hPa)	ปริมาณน้ำฝน[2] (mm)	Moisture Content (%)
12/8/43	05.00	0	0	28	83	1008	0	0.97
	08.00	2	280	30	68	1008	0	0.87
13/8/43[1]	08.00	2	120	25	96	1009	39.3	-
14/8/43	05.00	0	0	27	94	1009	8.9	1.12
	09.00	1	270	29	67	1009	0	1.03
15/8/43[1]	08.00	2	250	27	77	1008	4.2	-
16/8/43[1]	08.00	3	270	27	73	1006	6.2	-
17/8/43[1]	08.00	0	0	27	77	1005	0	-
18/8/43[1]	08.00	2	240	29	71	1007	0	-
19/8/43[1]	08.00	0	0	25	89	1007	28.9+0.2	-
20/8/43	05.00	0	0	27	73	1005	0	1.23
	08.00	6	260	28	68	1005	0	1.16

[1] = วันที่ไม่ได้เก็บตัวอย่าง

[2]= คิดปริมาณฝนรวมในแต่ละวันที่ก่อนเวลาตรวจวัดสถานีศูนย์สิริกิต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ซ.6 ค่าเฉลี่ยสภาพภูมิอากาศในช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดกลาง ถนนเจริญรัถ

วัน-เดือน-ปี	เวลา	ความเร็วลม (knot)	ทิศทางลม (Degree)	อุณหภูมิ (^{o}C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความดันบรรยากาศ (hPa)	ปริมาณน้ำฝน (mm)	Moisture Content (%)
18/10/43	21.00	0	0	28	82	1006	0	0.872
	23.00	0	0	28	85	1006	0	0.823
3/11/43	21.00	0	0	25	59	1013	0	0.963
	23.00	0	0	24	59	1013	0	0.864
5/11/43	21.00	0	0	24	67	1012	0	0.798
	23.00	0	0	23	76	1012	0	0.846

ตารางที่ ซ.7 ค่าเฉลี่ยสภาพภูมิอากาศในช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถกวาดขนาดกลาง ถนน ลาดหญ้า

วัน-เดือน-ปี	เวลา	ความเร็วลม (knot)	ทิศทางลม (Degree)	อุณหภูมิ (^{o}C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความดันบรรยากาศ (hPa)	ปริมาณน้ำฝน[1] (mm)	Moisture Content (%)
19/10/43	23.00	0	0	28	83	1007	3.8	1.03
20/10/43	0.35	0	0	28	88	1007	0	1.18
10/11/43	23.00	0	0	26	65	1012	0	0.871
11/1143	0.35	0	0	26	68	1011	0	0.926
12/11/43	23.00	4	20	29	66	1010	0	0.916
13/11/43	0.35	0	0	28	69	1009	0	1.11

[1]= คิดปริมาณฝนรวมในแต่ละวันที่ก่อนเวลาตรวจวัดสถานีศูนย์สิริกิต

ตารางที่ ซ.8 ค่าเฉลี่ยสภาพภูมิอากาศในช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถล้างขนาด 6000 ลิตรถนนเจริญรัถ

วัน-เดือน-ปี	เวลา	ความเร็วลม (knot)	ทิศทางลม (Degree)	อุณหภูมิ (^{o}C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความดันบรรยากาศ (hPa)	ปริมาณน้ำฝน (mm)	Moisture Content (%)
18/10/43	23.00	0	0	28	82	1006	0	1.13
19/10/43	01.25	0	0	27.5	77	1007	3.8*	1.21
1/11/43	23.00	0	0	25	58	1010	0	0.854
2/11/43	01.25	0	0	24.5	60	1012	0	0.865
8/11/43	23.00	0	0	26	72	1010	0	1.07
9/11/43	01.25	0	0	26	76	1011	0	1.18

* = ปริมาณฝนหลังการเก็บตัวอย่าง

[1]= คิดปริมาณฝนรวมในแต่ละวันที่ก่อนเวลาตรวจวัดสถานีศูนย์สิริกิต

ตารางที่ ซ.9 ค่าเฉลี่ยสภาพภูมิอากาศในช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองโดยการทำความสะอาดแบบใช้รถล้างขนาด 6000 ลิตรถนนลาดหญ้า

วัน-เดือน-ปี	เวลา	ความเร็วลม (knot)	ทิศทางลม (Degree)	อุณหภูมิ (^{o}C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความดันบรรยากาศ (hPa)	ปริมาณน้ำฝน (mm)	Moisture Content (%)
16/11/43	0.35	4	30	28.5	66	1010	0	0.946
	02.30	2	40	27	66	1010	0	0.978
23/11/43	0.35	0	0	24	64	1012	0	0.933
	02.30	0	0	23	64	1012	0	0.952
30/11/43	0.35	2	80	28	70	1011	0	1.06
	02.30	0	0	27	79	1011	0	1.23

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายวิฑูรย์ อภิสิทธิ์ภูวกุล เกิดวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2519 จังหวัดกรุงเทพฯ สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในปีการศึกษา 2540 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2541

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย